

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

我看英特尔

 **eBOOK**
网络资源 非纸书

前言

无尽的成长与学习

我希望能与读者分享我的经验，从中体会：永无止境的学习、追求技术创新的极限与勇于尝试错误是多么的重要

每天清晨；当我开车回办公室上班时，心里总是充满兴奋与期待。在公司里，我和同事们每天不停地忙碌，主要在规划电脑的未来演进，我们总尽全力让各种梦想实现。

也许读者对我服务的公司——英特尔（Intel），感觉既熟悉又陌生，让我先在这里略作介绍。在每台个人电脑内部，都有一片微处理器（microprocessor），它负责整台电脑的基本运作，大家称之为电脑的心脏；从 1981 年第一台个人电脑问世以来，英特尔就是这微处理器的主要供应者。

事实上，我们在 1971 年就发明了第一颗微处理器，比个人电脑的诞生足足早了十年。今天，微处理器几乎已经无所不在，无论是录放像机，洗衣机等家电用品，汽车的引擎和煞车控制、以及飞机或电话等等，都和微处理器脱离不了关系。当你在电脑或各种机器的外壳上，看到圆形的“Intel Inside”标志时，就代表着这台电脑或构器内部装置了英特尔的微处理器。

我一直觉得英特尔聚集了最聪明、也最具创意的一群员工，在这里，我们真的是乐在工作。身为英特尔资深副总裁，我目前的工作是负责开发并推广一代比一代更进步的微处理器，我常常觉得，这真是全世界最有趣的工作。

电脑科技一日千里

最近我和微处理器事业部的七位总经理，拜访了位于旧金山与卡布提诺的几家软硬件公司，他们正在利用 Pentium 电脑与国际互联网（Internet）开发各种最新多媒体与通讯应用，如电脑游戏、互动式影片、与网络上的虚拟实体影像等等；就在一年之前，我们都还无法想象会有这些神奇的玩意。

这些新的电脑应用之所以能够迅速普及，最主要还是拜高性能个人电脑愈来愈普遍、价格也日益低廉之所赐。现在我们花不到两千美元，就可以买到一台配备齐全的 Pentium 电脑，拥有完整的多媒体与通讯功能，而这些小小的个人电脑，跟几年前商用大型电脑比起来，其功能可说是有过之而无不及。

除了办公用途以外，个人电脑现在也已进入家庭，大家都想买一台回家，就好像是头电视或录放像机一样。我们在 90 年代初期刚开始开发 Pentium 处理器时，对它的应用范围只有模糊的概念，但现在我和同事们在忙着规划下一代微处理器时，不但可以想象它在公元 200 年以前将会大量生产、被广泛应用，更相信届时我们可以在市面上买到更多的新软件，以及更先进的应用。

一向颇受工商界所敬重的《财星》（Fortune）杂志，在 1995 年 3 月号特别报导了“最受推崇的美国企业”专题，英特尔首度上榜、名列第六，领先许多极具知名度的公司，例如宝洁、3M、惠普、波音、通用电气公司、AT & T 以及 IBM 等等。和这些老字号相比，只有 27 年历史的英特尔应该算是相当年轻，可是我们的成绩却是有目共睹，尤其是我们在微处理器产品上的“创新”技术，以及无可置疑的领导地位，更让我们在创新这一项目上排名高居

第二位。

这也是我们继 1993 年超越 NEC、东芝与摩托罗拉等，成为全球最大半导体公司之后，再增一项殊荣，1994 年，我们的营业额更较前一年足足增长了 30%，达到 118 亿美元，创下公司历史上的新高点。

英特尔在 1968 年成立；我在 1972 年加入时，全公司营业额还只有 900 万美元。当时虽然只是个小公司，但我们一直致力于创新，勇于突破技术的极限，即使今日公司的规模已扩大许多，这种追求创新技术的努力仍没有改变，我们每天仍梦想着为电脑产业创造更多神奇进步。

经常有人问我：“英特尔为什么会这么成功？”或是“哪些因素使你们有今日的成就？”以及“你对高科技公司的经营管理有哪些独到的心得？”这些问题都很有意义，但却不容易回答。在我参与高科技产业发展近三十年后，写这本书的目的，就是希望能仔细回答这些问题。我希望能与读者分享我的经验，从中体会：永无止境的学习、追求技术创新的极限与勇于尝试错误是多么的重要！

童年时光在上海

我在第二次世界大战期间出生于上海，当时日军已经占领上海，所以有生以来我对日本的第一个印象，就是街上经常可以看到头上戴个红星标志帽子的日本兵。当时大家对日本兵都怕得要命，可是我有一次居然还敢去摸摸他们的制服，真是不知天高地厚。由于美军飞机经常会轰炸上海，所以我们偶尔要躲警报，只要空袭警报一响，大家都得躲到阴暗潮湿的地下室去，这可不是好玩的事情。我们住在一幢公寓的三楼，印象中十分阴暗老旧。父亲在战争开始前原为英国卜内门（ICI）化工公司的员工，战争使他失去工作，他只好自起炉灶，试着组织一家小小的化工公司，每天忙得不可开交。我的母亲在中国银行担任经理，虽然是人人羡慕的好差事，可是和父亲一样从早忙到晚，所以我等于是外婆的照料下长大的。

外婆是个很传统的中国人，脾气好，笃信佛教，每天会说各种神话故事、鬼神传说或是战争英雄事迹之类的，充分满足了我童年的好奇心，让我在战争的阴影下还能有一些些童年的欢乐。后来我慢慢学会阅读，只要可以拿到的故事书，我都看得津津有味。这些书带我进入完全不同的世界，让我很早就领略到阅读与学习的乐趣，一直到现在我还有这个嗜好。

小时候我的健康情况并不太好，曾经开过两次刀，经常都被迫躺在床上，不能像一般孩子一样在外面乱跑。我只好编织各种神奇故事来打发时间，这些故事经常把我外婆逗得哈哈大笑。有时候我还用两手扮成几个不同的演员，让他们打来打去玩上半天。

将近六岁时我开始上小学，由于可以学会认更多字、读更多故事书，让我非常快乐。每到周末，父母带我到黄浦江畔的公园去散步，成为生活中快乐的小插曲。我特别记得当时最爱可口可乐，无论是汽水瓶的特殊造型或者是人口清凉的感觉，让我从小就深深着迷，往后我再也不曾喝过其他品牌的可乐。

这个例子让我体会到，品牌形象对人们采购行为的影响深远。后来我们在推广“Intel Inside”活动时。也是希望能够建立品牌忠诚度，让人们在购买电脑时也不要忘了找“Intel Inside”这个标。二次大战结束后，父亲回到卜内门工作，家里经济情况也大幅好转。1948 年，公司希望他到台湾来设立分公司，这不但使他的事业前途有新的发展，同时也让全家有更好的生活空间，

因此我们都为这个大好机会而雀跃。

原本我们以为可能只待个一、两年，就会回上海，所以仅仅随身带了两箱行李。外婆虽然对我依依不舍，不过想到这只是短暂分别，因此，我们只是轻轻拥抱一下，倒也没有特别的难过。没想到这一别居然成了生离死别。

少年立志在台北

整整乘了两天船，我们才到达台北。母亲由于晕船难受，只好躺在舱里。至于我这七岁小童则仿佛发现了新世界，把整艘船上上下下里里外外都跑遍，我觉得它好像正带领我脱离阴暗沉闷的上海，进入全新光明的世界。

到了台北，到处是青翠稻田、空气清新、人烟稀少。我们住在一幢日式房子里，有宽阔庭院，种着不少花草树木，真是鸟语花香。唯一无法适应的是日式榻榻米床、每天我们都要在上面再铺一层厚被才能入眠。

我在台北的童年生活也相当写意，先进女师附小念小学，交了不少新朋友。由于自然的生活环境让我可以舒展身心，身体比以前健康许多，而且还学会各种球类运动，如篮球、乒乓球、足球与网球等等，网球更从此成为我的终生娱乐。

母亲到了台北就不再工作，每天与我作伴，以照顾我为她的生活重心。她是个很有见解的中国女人，一直以传统中国美德。例如辛勤努力、与朋友要互信互谅等等来教诲我，而她本人也以身作则，作了最好的示范。

父亲在台北还是忙于工作，除非是周末，否则我很难与他见上一面。不过我倒是记得他很早就说过：“我会一直让你完成教育，但你要学有专精，以后才能自己独立，千万别指望我留什么财产给你。”我觉得他真是睿智，因为就像俗话说的：金山银山不如一技在身。只是早期家族观念让中国人很少能认真实践这句话。我祖父在无锡有自己的店面，算是还不错的人家，可是父亲在上海大学毕业后，便留在当地就业结婚，完全独立自主，为我留下很好的榜样。

父亲的话，也让我了解读书求知的重要，往后不论多忙，我几乎每天都保持看书的好习惯，不断追求新知。母亲也是从小就鼓励我认真读书，她甚至发明很有效的奖励办法，依分数高低设定等级而给不同的奖金，所以从小就学会要追求高标准，才能得到最好的奖励。后来我在学校的成绩一直名列前茅，显然母亲也有很大功劳。

母亲对我的管教，其实也是我在领导管理方面最先的启蒙。除了提供适当奖励以鼓舞士气以外，她还教会我要仔细聆听别人的话，弄清楚活中实际目的，这是我学习管理沟通的第一步，往后都因此而受益无穷。

我在师大附中念完初高中六年的学业，而且幸运地进入实验五班。由于相处时间长达六年，同学之间感情特别亲密。后来我们有 25 位同学先后迁居到美国加州，大家还筹组共同投资基金，定期举办家庭聚会，重温往日时光，一直到今日这个基金都还存在。

由于很早就对物理特别有兴趣，所以从高二开始我就决定选择理工科。不过当时学校的物理老师用传统的教学方法，并不能满足我的求知欲。有一次刚好找到一本大学物理教科书，让我学会许多物理的基本理论，从此我的物理成绩就大幅领先其他同学。这也让我再次体验到唯有透过学习，才能累积自己的实力。

从台大到香港

中学毕业后，我顺利获保送第一志愿：台大电机系。不过才念了一学期，

父亲又要调往香港总部，这对他是再度升迁的好事，可是我却有些犹豫，不愿离开台北，更舍不得放弃台大电机系的学业。母亲说服我到香港以后，如果要到美国继续念书会比较容易；而且 1959 年香港已经是贸易自由港，各种物资较为充裕，加上我喜欢海洋景观，而它四面环海，所以我还是转学到了香港。

香港这时已经是大都会，来自英、美、德、法或印度等各色人种都有，它自由的气氛和快速步调，与台北的封闭和悠闲是一大对比，我个人的成长因此又向前迈进一步。在这一年里，我学会广东话，后来我才发现这对往后赴美生活大有帮助。

我一边在崇基书院（后成为香港中文大学一部分）念书，同时也试着与美国各地大学接触。父母亲希望我在麻省理工学院或密西根大学二择其一，理由是前者为众所周知的优秀理工学院；而后者则是因为父亲一位挚友在那里居住，可以就近照料。我另外还从同学那里听说加州有些学校很不错，所以也向加州理工学院（Caltech）与加州理工大学（California Polytechnic College）提出申请。

没想到我相当幸运，这四所学校居然都允许我入学，所以我反而要为该如何选择而伤神。父母亲当然希望我去知名度最高的麻省理工学院，可是我对加州理工学院更是情有独钟。它们在考试时容许学生翻参考书，着重学生是否理解而不要求死背，和我的求学态度十分类似，此外，它还提供我 600 美元奖学金，等于是学费的一半，让我更觉得深受重视。因此我最后还是决定违背父命，到加州理工学院就读。

与加州结缘

这个决定无形中注定了我往后发展，都与加州息息相关。凑巧的是。这时候也正是加州硅谷成形的初期。往后我才明白，这个决定对我这一生有莫大的影响力。

不过，1960 年当我初次来到位于帕沙迪纳（Pasadena）的加州理工学院校园时，倒是很惊讶它看起来比台大校园要小很多。

尽管如此，“勿以外表取人”这句话倒是十分适用，因为加州理工学院虽然很小，每年只招收大约 200 名新生，不过这 200 人可都是最顶尖的中学毕业生。

我参加在加州山岗上举行的为期三天的新生欢迎会时，就见识到这些学生果然都是中学成绩全 A 的理工天才，谈起数学或物理都是口沫横飞、滔滔不绝。我很快就知道我一定得要加倍用功，否则艰难迎头赶上。这些学生确实相当优秀，后来我发现从同学那里学来的，并不比课堂上老师教的少。

在加州理工学院的第一年，我深刻感受到文化上的冲击。这里大概是全美个人主义最盛行的地方，学生奇装异眼，爱做什么就做什么，和我在台湾念中学时处处受到管制，真是截然不同的待遇。老师的教育方式也着重探讨各种原理。记得我在台湾念中学时，老师总要我们背诵各种公式，我始终觉得这不是学数学的好方法。而到了这里，由于强调原理说明，我很快就真正学会了数学的真谛。

我们的物理教授同样也相当下错，他除了教导我们物理原理外，等于也用热情为我们打开进入物理殿堂的大门。有一位教授教我们一则物理基本原则：“非绝对禁止者，就有可能发生。”这句话对我有莫大的影响力，成为我这一生的座右铭。它代表无尽的尝试与追寻，以探索不可知的未来。从那

时起，我就不愿受现实情况所拘束，而一直期望自己能勇于突破。

另一位米德（Carved Mead）教授，对我也影响深远。他是个永不停止的学习者，经常对某些特定题目充满探索热忱，而且很快就能弄懂成为专家，差不多每隔五年便会转到不同领域，再继续学习新事物，一直在前进。我认识他近三十年来，他已经从物理转到集成电路设计。系统以及神经网络等领域，他旺盛的求知欲真令人佩服。

斯坦福初尝挫败

大学毕业后，我决定到斯坦福大学的研究所继续求学。很凑巧，我在这里认识了现往台湾积体电路制造公司的董事长张忠谋。

当时张忠谋已经在美国德州仪器公司担任高级经理人，在公司的安排下至斯坦福博士班继续深造，后来他便负责整个德州仪器公司半导体的业务。我在当时认为，他真是留美华人在半导体产业最好的典范。

由于我在加州理工学院毕业时曾获颁奖，这让我有些过度自负。斯坦福校园宽阔，景致优雅，学生留连其中，看起来有些懒散。因为我以前在考场上一一直是常胜纪录，所以我在入学6个月后就决定参加博士班资格考试，并且以为也会像从前一样轻易过关。

这一年夏天我回香港时，刚好通过朋友介绍，认识了现在的太太。秋天时她也来美国念书，所以我一有空就去找她。事实上就在资格考的前一个月，我还大老远开车去与她共度圣诞，并不太把这个考试放在心上。结果1964年1月的博士资格考，当然是过不了关。

这次考场挫败，让我毕生记忆深刻。当时，对我确实是一大打击，我甚至失去自信，怀疑我自己是不是念博士的料？是否应该打消继续求学的念头，找个工作算了？还好包括女朋友、我的父母以及许多朋友都支持我，尤其是我的指导教授史拜塞先生（William Spicer，后来他也成为我的论文指导教授）更是鼓励我说，许多人都不是第一次就能通过的，你不必太难他和和我坐下来花了许多时间检讨，到底哪里出了差错。后来发现其实原因很简单，我太轻忽了这次考试，以致于不够用功，未深入了解许多工程或科学主题的基本原理，在口试时自然无法从容回答问题。于是，我试着将跌至谷底的自信找回一些，并且拟定长达9个月的苦读计划，希望在下次考试可以一试通过。

我不但自己闭门认真读书，而且还请同学帮忙问我各种难题，让我练习适应口试的考法，史拜塞教授更应我的要求，帮我作了一次模拟口试。刚好这年冬天老天爷也很帮忙，经常都下大雨，很适合我的读书心情。

一年之后，我准备充分也深具自信地上了考场，这次不但轻松过关，而且还在300名学生中排名第二，算是苦读9个月的代价。我想如果不是前次失败，我大概也不会学到这么多宝贵经验。我尤其深刻体会到：对任何一项任务都不能轻视，绝对要仔细准备，全力以赴，不应该想靠运气投机混过。我很庆幸在年轻时候，就能学得这个教训。

虚心，不心虚

史拜塞教授拥有自己的实验室，经常从政府单位获得经费赞助。他邀请我加入他的实验室，作一些不同材料的感光研究。我选择了钯（Palladium）及白金（Platinum），作为我的研究论文题目。由于我对这些主题都一无所知，所以学习新东西的感觉让我相当兴奋。我到处去找各种相关论文以及已出版的书籍，也向史拜塞教授与其他较资深的研究生请教，像海绵一样尽可

能多地吸收知识。甚至连远在他地的研究者，我也通过写信或在他们来斯坦福时向他们请益，每次我都提出一长串问题，看是否我不明白之处他们都能提供解答。

大约一个月左右，我已经对研究的题目有些认识，可以开始自己动手进行研究来找答案。事实上，往后多年来的职业生涯，我都是在重复这样的历程。史拜塞管理实验室的方式，也和一家小型公司大同小异。他从外界募得经费，然后放手给研究生去作出结果。他大学原本在威廉学院主修历史，后来才转行到麻省理工学院念物理研究所。毕业后在 RCA 实验室工作了几年，才到斯坦福任教。我想他是少数兼具人文与科学修养的人，所以能指导我们在既合作又竞争的环境下作研究。

新挑战、新经验

在我完成一项研究后，有一天史拜塞教授突然跟我说：“你应该到今年在洛杉矶举行的全美物理学年会上，发表研究结果。”我吓了一跳，以前从来没有过演讲经验的我，根本不知道该从何做起。原本我想打退堂鼓，不过他坚持说：“你所要做的只是全力去准备，其他没什么好担心的。你先想三十应该告诉听众的重点，然后在演讲时重复几次。再想一些听众可能会问的问题，事先准备好答案。记住：你是所有人里头最了解这个主题的，所以没什么好怕。”

我照他的话去作准备。而且还找来别的研究生帮忙想问题，可是临上场前还是十分紧张。一直到站上演讲台一两分钟后，才逐渐恢复冷静，思绪也开始清晰。等演讲结束后，也只有几个简单的问题，我轻松地回答，似乎没有想象中那么困难。下了演讲台以后，史拜塞教授带着满脸笑容走来与我握手，并且很满意他说：“讲得很好！现在你可以继续准备下一场在旧金山的演讲……”虽然汗水湿透了我的衣服，可是我还是满心欢喜，总算有一个完美结局。

学习 成功之道

往后几年，史拜塞教授一直很用心地指导我的演讲技巧。事实上，他不仅教我学会演说，同时也要求我提笔学写论文，每次研究一有结果就在学术期刊上发表。还记得我第一次将刚写好的论文交到他手上时，他很快就用红笔划得到处都是，指出这里不够清楚、那里别人会看不懂、语气不连贯等等问题。我只好带回去重写。

没想到他对我改写后的第二版本，还是很不满意，还勾出更多问题来。就这样来来回回改了四到五次，才算令他满意。我再次从这过程中学到许多，尤其是学会如何在一开始就将问题陈述清楚，并在结尾时作完整的结论。写作方式则要简单清楚，一目了然，并且合乎逻辑。我在他的指导下总共发表了五篇学术论文。由于有这段历练，往后我写论文总是得心应手，没有太大困难。

在我获得斯坦福博士学位时，我觉得真是学到不少东西，个人也成长许多。可是现在回想起来，在我二十五岁以前的求学生涯，其实只跨出学习的第一步；往后我在工作场合学习到的，更不知是多少倍。

下面就让我从求职生涯开始细说重头。

序

卓越始于平凡

柳传志

怀着尊敬的心情拜读了虞有澄先生的《我看英特尔》一书，急切说出的感受是两个方面的。

首先，举世公认英特尔是一家世界范围内卓越不凡的企业。应该说，假定没有英特尔超凡的业绩，那么近 20 年来全球性的电脑产业日新月异的蓬勃发展将会是大打折扣的。英特尔的卓越仅从这一点就尽可以让人折服。

其次，虞有澄先生作为一名卓越的华人，能够将自己的亲身体验与发现，能够将一个企业由平凡到伟大的过程，以书的形式传达给自己的同胞，这对于社会来说的确是一件大好事。由于这两个方面，使我——一名从事电脑产业的华人格外感到鼓舞。

掩卷凝思，心结万千。我想，这是一位卓越的人写的关于一个卓越企业的成长历程，这两点也就决定了本书的卓越。

（本文作者是中国联想集团总裁）

序

给人以多方面启迪的好书

王选

中国的高科技及其产业能否在世界上占有一席之地，将成为中华民族实现现代化、进入世界强国之列的关键。在高技术产业方面，我们现在不仅不如美、日等发达国家，甚至与新兴工业化国家和地区相比，也有不少差距。我们还没有像韩国三星公司、现代公司等年营业额为上百亿美元这样的大型企业。在信息产业领域内，中国大陆也还没有像台湾宏基公司这样年营业额达三十多亿美元的企业。但另一方面，世界上都公认华人是聪明和勤奋的，尤其是中国大陆，科技人员数量大、素质高，发展潜力很大。近年来，人们都在探讨如何加快中国高技术产业的发展，而虞有澄博士所著《我看英特尔》恰是一本切题的好书。我在两天内一口气看完了这本书，收获良多，并马上推荐给方正集团的领导和研究开发部门的同仁们阅读。

英特尔和微软公司是信息产业领域内近十多年来发展最快、影响最大、最受人们称赞的两个榜样。虞博士在英特尔工作二十多年，先后在一些重要部门任要职，并成为资深副总裁，掌管英特尔最重要的微处理器业务。在386、486、pentium直到P6、P7的开发中，他发挥了主导作用。他亲身参与或组织领导了大大小小的各种攻坚战，内中的甘苦是可以想象的，正是这种科学家兼管理专家的可贵经历使他能写出这本好书。

创新是高技术产业的灵魂，1969年英特尔的三位创始人就是以创新的技术起家的，二十七年来这种创新精神一直主导着英特尔；诚然，创新的技术只有与市场紧密结合才能发挥巨大威力，而英特尔则是这方面的典范，书中以正面和反面的生动例子来说明这一真谛。

人们常常称道美国无拘无束的、开放式的自由研究气氛，这是发明创造的前提；人们也赞扬日本企业严格的纪律和协同作战的团队精神。英特尔的企业文化的可贵之处，正是在于把这两者很好地结合起来；纪律和团队精神促进了发明创造，使发明创造更快地对工业产生重大影响，反过来市场又刺激新的创造，这是英特尔成功的原因之一。

美国华人中流传一种比喻：用“下围棋”形容日本人的做事方式，用“打桥牌”形容美国人的风格，用“打麻将”形容某些中国人的作风。“下围棋”的方式是从全局出发，为了整体的利益和最终胜利可以牺牲局部的某些棋子。“打桥牌”的风格则是与对方紧密合作，针对另外两家组成的联盟进行激烈竞争。“打麻将”则是孤军作战，“看住上家，防住下家，自己和不了，也不让别人和”。英特尔对内下好围棋，对外打好桥牌，并杜绝打麻将的作风。英特尔的三位创始人是各有所长和具有特色的杰出人物，他们二十多年来同舟共济、优势互补、配合默契，是英特尔不断兴旺的另一重要原因。在这种环境下，一大批技术和管理精英投身到这一充满活力的企业的麾下，充分施展他们的才华，使英特尔在短短二十多年内成为年产值100多亿美元的明星企业。而中国不少高技术企业往往长不大，有点才能的人在一起，就常常合作不好，形成内耗。当然，我们也有很好的榜样，60年代邓稼先领导的原子弹、氢弹理论部就集中了一批才华横溢的年轻人，他们团结奋战，用比国外更短的时间攻克了难关。高新技术产业要真正成为我国国民经济的支

柱，就必须形成一批有自主知识产权、能参与国际竞争的大型高技术企业，而华人中“宁为鸡首、不为牛后”和“人人都想当老板”的心理有时是一种障碍。虞有澄博士和英特尔的一批技术骨干、管理英才并未成为老板，但他们的业绩和贡献是载入世界计算机发展史册的，他们也得到了应有的地位和报酬。现任台湾中央研究院院长、诺贝尔奖金获得者李远哲先生，1990年11月在厦门举行的陈嘉庚奖颁奖仪式上曾说过，“中国大陆科学技术发展的土壤还不肥沃，应该使土壤肥沃起来”。近五年来我经常思考如何改变这一状况，虞博士的这本书描述了英特尔人才成长和技术发展的良好环境，给我们很大启迪，只有使人才有用武之地，有创造历史的机会，才能留住优秀人才。

一个高技术企业要长期保持兴旺是很难很难的，不少曾经显赫一时的企业在激烈竞争中败下阵来，甚至消亡。英特尔常盛不衰的重要原因是始终保持危机感。英特尔公司总裁葛洛夫说过，“英特尔一直战战兢兢、丝毫不敢懈怠”，对这句话我印象极深。CPU市场上占80%份额、世界最大的半导体集成电路厂商英特尔都如此，那我们还能松一口气吗？

本书的第一段说，“每天清晨，当我开车回办公室上班时，心里总是充满兴奋与期待”。一个人若不把迎接挑战、克服困难当作生活的目标、甚至看作乐趣，是很难有大的作为的。我相信，我国从事研究开发和经营管理的人员将会从本书中受到有益的启示。我谨以此序，祝贺本书在中国大陆的出版。

（本文作者是北京大学教授、方正技术研究院院长，中国科学院、中国工程院和第三世界科学院院士）

序

管理既是科学又是艺术

厉以宁

虞有澄博士所写的《我看英特尔》一书在中国大陆出版了，除了对此表示祝贺以外，我还想就管理究竟是科学还是艺术的问题谈一些看法。这正是我读完本书以后最先涌现的念头。

英特尔公司的成就和虞有澄博士的杰出的管理才能给予我不少启示。

在学术界，在国内的一些报章杂志上，曾经对管理是科学还是艺术的问题展开过讨论，问题是这样提出的：有些人认为管理无疑是一门科学，而且管理也只能是科学，正因为如此，所以在管理工作中有必要提出科学管理或管理科学化的原则。另一些人则认为，管理主要是指领导管理，而不是仅指下级人员的管理，下级人员的管理完全按规章制度去做，但领导的管理是决策性的，这应当被看成是一种艺术，并且把它说成是艺术更为恰当。于是领导管理通常被称为领导艺术，可见把管理看成是艺术，是有道理的。

在讨论中还出现了另一种看法，即认为管理既是科学，又是艺术。中国科学院系统科学研究所的刘源张教授是我的老朋友，他多次同我交换看法，他就是持有管理既是科学，又是艺术这种观点的代表者之一。他在《科技日报》上写道：“如果多从管理科学的一面看，这就更多要求它的科学性。因为只有这样，管理科学才能传授、交流和发展。如果多从管理实践的一面看，这就更多要求它的艺术性。而这艺术性又多是依赖经营者和管理者自身的经验……两者相辅相成，管理科学才能对管理实践起到应有的作用，管理实践才能对企业的效率和效益作出应有的贡献。”我是同意刘源张教授的观点的。英特尔公司之所以能在不长的时间内发展壮大，与高技术人才的汇集与精心钻研分不开，与技术创新不断结出丰硕的果实分不开。但如果再深入探究一番：怎样才能把高技术人才凝聚到一起，怎样才能调动每一个公司成员的主动性、积极性，怎样才能抓住机遇，大胆创新，怎样才能及时地把技术创新的成果不断扩大，这些都是管理的任务，而英特尔公司的成就是与管理的杰出联系在一起的。

下面，让我们回到管理是科学还是艺术这个问题上来。以一个大公司为例。公司的管理可能有若干层次，现在大体上把管理分为两个层次，这就是高层的管理和基层的管理。公司的管理还可以有另一种分类方法，也就是分为程序化的管理和非程序化的管理，这样就产生了四种组合：

1. 高层的非程序化管理，
2. 高层的程序化管理，
3. 基层的程序化管理，
4. 基层的非程序化管理。

无论是高层的管理还是基层的管理，只要是日常的管理，那么都是一种程序化的管理、一切按照规章制度的管理。日常的管理不按规章制度来办，

公司就没有秩序可言，就会没有效率。程序化的管理是必要的，否则公司无法正常运转。

非程序化的管理要比程序化的管理复杂得多。非程序化的管理同非程序化的决策有关。非程序化的决策既可以看成是非程序化管理的前提，也可以看成是非程序化管理的组成部分。这是指：在主观或客观情况发生突然变化，而又没有固定程序可以遵守的情况下，或者原有的固定程序已经不能再起作用的情况下，必须不按照常规进行决策和管理，或者必须另行制定新的程序并按照它来进行管理。比如说，如果市场剧烈动荡，公司就需要有非程序化的决策与管理。

高层的非程序化的管理尤其复杂。高层管理是最重要的管理，是全局的管理。对于一个公司来说，高层管理所要解决的是关系到整个公司能否在市场竞争中立足，能否成长或会不会被淘汰的问题。假定市场情况能被准确地预见到，而规章制度又被制定得合理，并能被有效地实行，高层的管理也可以是程序化的。然而市场的实际情况却是时时刻刻处在变化之中，预测不一定准确，突发性的事件不在少数，加之，规章制度并非制定得合理，而且即使有合理的规章制度，有时也会因不适合市场情况的变化而显得落后、过时或缺乏机动性。在这种场合，高层的非程序化决策和非程序化管理的重要性便非常突出了。

在非程序化的管理中，公司的高层领导既不能遵照固定的、标准的操作程序，也不能接习惯、常规办事，而主要依靠经验、洞察力、甚至直觉，并由此作出判断。人的创造能力在这里起着重要的作用。高层领导必须根据客观形势的变化，在采取对策时要审时度势，运筹得法，掌握火候，恰到好处。这正是管理的艺术性的表现。

可以认为，管理的程序化与非程序化以及高层的管理与基层的管理存在着如下的区别：

程序化的管理，赋予管理人员的机动性较小，管理的艺术性往往表现不出来，或较少表现机会。

基层的管理，同样地赋予管理人员的机动性较小，按规章制度办事的场合多，因此管理的艺术性也往往表现不出来，或较少表现机会。

非程序化的管理，赋予管理人员的机动性较大，管理人员有较多的机会在管理中发挥自己的创造力或灵活处理事务的才能，从而这样的管理有较大的艺术性。

高层的管理，同样地赋予管理人员的机动性较大，高层领导有较多的机会在管理中发挥自己的创造力或灵活处理事务的才能，管理的艺术性也就比较明显。

这表明，高层的非程序化管理中的艺术性最为突出，而基层的程序化管理很难表现出管理的艺术性。这是两个极端，介于二者之间的，是基层的非程序化管理与高层的程序化管理。

管理是一门艺术同管理是一门科学，是不矛盾，也不相互排斥的。我们只能说，在什么情况下管理的艺术性表现得比较充分或比较明显，在什么情况下管理的艺术性较少获得表现的机会。但我们不能说，在什么情况下管理是一门科学，在什么情况下管理不是一门科学，而是一门艺术。

管理在任何情况下都是科学，都有自己的规律。非程序化的管理和高层的管理，尽管有较多的机会表现其艺术性的一面，但并不能因此而否定管理

是一门科学或管理的科学性。正是从这个意义上说，管理既是科学，又是艺术。

《我看英特尔》一书第五章“管理第一部曲”中有“中西文化整合记”一节，这一节有关华裔人才外流问题的讨论是很有意思的。人才外流，对于公司来说，显然“不是个好消息”，公司应当及早解决这个问题，英特尔公司是如何寻找对策的呢？所采取的主要是非程序化的方式，如对中西文化进行比较分析，成立“多重文化整合委员会”等等。成效当然很好，“大规模人才外流现象，从此在英特尔没有再发生。”这不正可以作为管理艺术性反映的一个例证么？

类似的例子很多，举不胜举。在这篇序言的结尾，我只想说这样一句话：英特尔公司的成长史值得国内企业界人士仔细学习，从这里不但可以了解到高科技企业在现代市场经济中应当采取的策略，而且能体会到为什么管理既是科学，又是艺术。

（本文作者是第八届全国人民代表大会常务委员会委员，法律委员会副主任委员，北京大学教授，北京大学光华管理学院院长）

From One Great Challenge to Another

I have known and worked with Dr. Albert Yu for some 30 years. During that time, he has evolved from physics researcher to heading the largest microprocessor development organization in the world. I was fortunate to have had the opportunity—as Coworker and friend—to observe firsthand Dr. Yu's corresponding personal growth. He epitomizes the key Intel values of results orientation, openness, and discipline—and combines them with thoroughness in his grasp of technology and a broad understanding of what it takes to lead a large group of technologists from one great challenge to another.

I am delighted that Dr. Yu has decided to tell his story in a book.

Andy S. Grove
President and CEO of Intel

序

迎接一次又一次的挑战

葛洛夫

我与虞有澄博士相识与共事已将近三十年，在这段不算短的岁月里，他从一位物理学领域的研究员，进而成为领导全球最大微处理器事业部的灵魂人物。

身为他的朋友与共事者，我极其幸运能有机会亲身观察虞博士本人在这段期间的成长。他可以说是具体实践了英特尔最重要的价值观，如：结果导向、开放与纪律等等，结合他对技术深奥的研究，以及在管理上的完整理念，领导一大群技术精英迎接一次又一次巨大的挑战。

我乐于见到虞博士决定将他的成长故事，在此书中与大家分享。

（本文作者为英特尔总裁）

This book is dedicated to Dr. Andrew Grove ,
Who pushes the management art ,
of high technology to new heights , every day .

谨以此书献给葛洛夫 ,
他每天推动高科技管理的艺术创新高峰。

我看英特尔

第一章 半导体的生力军

就像任何的新公司一样，英特尔也曾经面对过许多挑战及紧张。这张照片摄于 70 年代初某天，当时摩尔（左方）及诺宜斯正为了公司的某个问题忧心如焚，神情焦虑。

虽然硅与我以前在斯坦福大学研究的题目相差十万八千里，但从此得以进入硅的新领域，着实令人兴奋。尤其当时的仙童实验室，是学习硅技术的最佳殿堂。我可不能人宝山空手而回！

1966 年秋天，我在斯坦福大学的博士学位只剩六十月即可完成，凭着几分初生之犊的勇气，开始应征工作，或者应该说是寻找伯乐。

那时候，IBM 已是鼎鼎有名的电脑公司，营运状况与它的知名度同样都在快速爬升中。它的研究中心也以新颖齐全的设备，吸引许多一流人才前往投效。与我面谈的是一位年轻主管。充满活力，自信心十足，他热忱地鼓励我加入，以原先研究论文为基础，更深入探索材料学的领域。

如果后来没有碰上葛洛夫（Andrew S. Grove），也许我就真的成了蓝色巨人麾下的一员，那往后的故事可就要改写了。理由是与其他几家著名的研究单位比起来，IBM 研究中心似乎是当时最好的选择。

面谈记趣

例如，原本我也像当时许多理工科博士一样，对夙有研究鼻祖之称的贝尔实验室特别向往。但等我前去一探究竟，感觉却全然不是那么一回事。当时的贝尔实验室，看起来似乎更像工厂，研究人员拥有自己的小小地盘、研究设备以及技工，我感觉如果在那里工作，好像会成为这个巨大机器里的一颗小螺丝钉还有一个同样很有趣的应征经验，是位于密西根州的福特汽车研究室。当时他们纯粹以物理学的基础科技研究为使命，与福特的生意经丝毫没有关联。这对我来说，简直是不可思议，记得我还特别请教他们为何如此，得到的答案是：“这是为了福特在科技界的声誉而设，与商业无关。”好在我没有加入，因为听说不久之后，福特就撤销了这个研究室。

RCA 位于普林斯顿的实验室，是当时另一个叫得出名号的研究单位。由于我的论文指导老师史拜塞在至斯坦福任教之前，即在此工作，因此激起我前往应征的好奇心。当时他们的研究计划，是激光盘录制技术的发展。然而，虽然研究题材很新，但似乎研究人员以年长者居多，年轻人寥寥可数，而且感觉上环境不算挺好，负责人似乎对这主题也不大有把握。

新方向——半导体公司

看来我似乎应该下定决心，投入 IBM 的怀抱。但我念头一转，为何不试着找一两家半导体公司看看？60 年代初期，半导体还是个创新的科技，甚至硅谷的高科技工业区也只是略具雏型而已，没有人料到会有往后的发展。我想到摩托罗拉（Motorola）电子与仙童（Fairchild）半导体公司去碰碰运气。

到位于凤凰城的摩托罗拉应聘，大概是我最近不愉快的应征经验之一。与我面谈的那位仁兄，似乎对我的博士论文与专长毫无兴趣，却考问我高中程度的数学！

而唯一位于美国西岸的仙童半导体公司，当时看起来也只是个毫不起眼的公司。面谈当天，在加州帕洛奥图（Palo Alto）的小办公室里，七个人一字排开，聆听我专门为此次应征而准备的论文说明，气势仿佛有些吓人。

在座的七个人里，似乎只有一人听懂了我在说些什么，而且提出几个颇为关键的问题。这个人个子不高、戴着厚重的眼镜与助听器，一头乱发让他看起来比实际年龄要大许多，不过专注的神情让我感觉相当受到尊重。当然他就是现在赫赫有名的葛洛夫。后来他改戴隐形眼镜，耳朵也接受过矫正手术，看起来反而年轻许多。许多老朋友开玩笑他说“葛洛夫是唯一可以抗拒年龄的人。”

葛洛夫当时正带领一小组人在做研究，希望能物色几位生力军加入。会议之后，他们带我去用午餐，其中包括后来我的顶头上司：史诺（Edward Snow），以及史拜塞教授以前在 RCA 的同事戴克（Dvak）等。

遇到伯乐了

大家谈起葛洛夫，说他是标准的工程师个性，做事一板一眼，对他可丝毫不能打马虎眼蒙混过关。而葛洛夫好像对我这个人，比对我的研究题目更有兴趣，不断地问我：“你认为问题出在哪里？应该如何解决……”，我想他是在考验我对问题的分析能力。

后来我干脆直接他说：“其实我也厌倦了老是做学术研究，希望在相关领域内找些新的题目来试试，研究一些可以商业化的技术。”我出生于上海，据说上海人都是天生的生意人，姑且不论这样的说法是否正确，我确实对经营管理的兴趣，不亚于作学术研究。我的想法和葛洛夫不谋而合，他很热心地提出一些建议，并且邀请我加入仙童公司，一显身手。

这次应征让我内心兴奋不已，因为这是第一次有人注意到我的想法，更甚于我的研究内容，用现代年轻人的说法就是：我的潜力相当受到肯定。而且，更重要的是，葛洛夫所提的研究建议，都是全新的技术，对一向喜爱新事物的我，真是如鱼得水。

经过几个星期的考虑，我决定加入仙童公司。不过，其中也经历一番心理挣扎。

因为 IBM 当时已颇有规模，业务蒸蒸日上，严然是高科技产业的新星。相形之下，仙童半导体公司还只是一家小公司，而我未来的老板——葛洛夫、这时甚至连小有名气都还称不上。我的父母、朋友等人，都认为我应该选择如 IBM 之类的大公司，才是聪明之举。

事实上，在 1960 年初期，即使整个半导体产业也还在新兴萌芽阶段，难怪一般人对仙童半导体公司没有多大信心。可是这对我却是大好时机，我所研究的物理学，在当时虽体仍是个完全陌生的领域，但可以预期未来会有很大的发展空间。

八人帮

创立于 1957 年的仙童半导体公司，其实也不是默默无闻的小公司。事实上，它在近代半导体产业兴起的史中，还扮演着火车头的角色。很多后起的半导体公司，主要人才几乎都曾经在仙童公司呆过，所以有人说：“进了仙童公司，就等于跨进了硅谷半导体工业的大门。”或者说它是“硅谷半导体人才的摇篮”也不为过。

仙童公司的诞生有特殊的时代背景。1947 年时。原本任职于贝尔实验室的肖克利（William Shockley，1910—1989）博士，和另外两位物理学家共同发明了晶体管，这是一种和真空管一样能将电子讯号放大的元件，不过它所需要的电流，以及产生的热量，甚至它的体积都要比真空管小很多，因此用途广泛，甚至足以取代真空管。有人称这项发明为“本世纪最重要的发明”。

而肖克利也因此于 1956 年荣获诺贝尔奖，等于是科技研究人员的最高荣耀。

不过肖克利并不就此满足。晶体管应用前途看好，但要制造出稳定性高的晶体管却不容易，这是另一种挑战，何况任何一种创新科技，都要依赖批量生产能力与技术，才可能真正商品化成功。后来肖克利在硅谷成立了一家半导体工厂，取名为“肖克利半导体实验室”，并且自美国东岸招募了八位优秀的年轻人，他们就是后来联手创立仙童半导体公司的“八人帮”。

这八位年轻的工程师，原本是因仰慕肖克利在科学上的才华，而来到硅谷的。可是由于与肖克利对产品发展方向意见不合，而且无法忍受肖克利的老大管理作风，因此由诺宜斯（Bob Noyce）领头，一齐离开肖克利半导体实验室、在工业家费尔柴尔德（Sherman Fairchild）的资助下，另行创立仙童半导体公司。

仙童总部位于纽约，除了经营照相机与仪器之外，还有许多关系企业，不过其中发展最快的还是仙童半导体公司。创立后不久，由于诺宜斯发明了集成电路（integrated circuit）技术，可以将多个晶体管集成在一片芯片上，使仙童公司从一开始就有平步青云的发展。

除了经常发表先进的研究成果外，它的营运成绩也有目共睹，1967 年时，仙童半导体公司的营业额已这一亿九千六百万美元，这在当时已经可以说是天大的数字。因此虽然我舍 IBM、贝尔实验室等大机构，而加入仙童公司，事实上也不是毫无道理可循的。

1967 年 6 月 30 日，我较预期提早一日向仙童公司位于帕洛奥图的研究发展实验室报到，兴致勃勃地迎接生平第一份工作之挑战。

当时我确实将工作当作生平最大乐事，不过倒不只是因为热爱工作，而是在报到之前我已因负伤在家足不出户，整整窝了两个多月。好不容易熬到可以上班了，充满斗志的心，就如张满帆的船，随时蓄势待发。

事情是这样的：3 月间提完论文后一日，有些亲戚到家里来玩，大伙儿出外踢足球。谁知乐极生悲，我不慎扭伤足踝，连想站起来都有困难。接下来的两个多月里，我的行动完全失去自由，在妻子到学校上课的时候，我只能一人困守公寓。因此伤好后我简直迫不及待地想去上班，也就较预期提早一天出现在新办公室里。

人事风波

与此同时，仙童半导体实验室内也正经历一场惊天动地的大变革。

1967 年初，史波克（Charlie Spork）与罗蒙（Pierre Lamond）等人决定脱离仙童半导体公司，另创国民半导体（National Semiconductor）公司。当时葛洛夫在仙童实验室内，虽然还只是个小小的主管，不过由于表现杰出、深具潜力，因而成为他们大力延揽游说的首要目标。

这个消息震惊了当时担任实验室总监的摩尔（Gordon Moore），他也是当初创立仙童公司的八人帮之一，相当具有前瞻眼光。显然摩尔也有识人之明，早已看出葛洛夫是不可多得的将才，未来前途不可限量。为了挽留葛洛夫，他破例将他擢升二级，使葛洛夫凌驾他原来的部门经理毕特曼（Charlie Bittman）之上，成为实验室副总监，也就是摩尔最重要的副手，这在当时颇不寻常。

因此虽然我是经由葛洛夫面试进来，但在一番人事变动尘埃落定之后，我的顶头上司却成了史诺，这时他正负责掌管物理部门。

自 1963 年起，史诺与迪尔（Bruce Deal）等人在葛洛夫的领导下，正以

先锋者的态势朝开发“金属氧化物半导体”(MOs, metal oxide semiconductor)的新领域迈进,大家早已耳闻金属氧化物半导体具有工艺简化的优点,而且体积较小,更适合作为集成电路的材料;可是由于在实际应用上不够稳定,因此令多数人裹足不前。

不过葛洛夫、史诺与迫尔等人可不气馁。经过一番在当时颇为前卫的研究,他们发现金属氧化物半导体之所以不稳定,是由于钠离子的作祟。因此如果工艺中不用钠,就可以产生稳定的金属氧化物半导体,而且极可能发展出完美的高密度集成电路,也就是说可以在同一片集成电路上,放入数千个晶体管,因而可使其应用更为广泛,后来更因此发展出存储器与微处理器等产品,此一发现具有划时代的意义,而且可以说是现代半导体技术之滥觞。

史诺毕业于犹他大学,是相当优秀的物理学者,我问他:“有哪些题材可以让我试试?”他诚恳地向我解释:“我们好几位研究员希望多了解一些金属氧化物介面(interface)的问题。其实有关金属-硅介面的应用非常广泛,但目前相关的研究却非常的少,我希望你可以在这方面有一些贡献。”

虽然硅与我以前在斯坦福大学研究的题目——磁性金属光学特性——相差十万八千里,但从此得以进入硅的新领域,着实令人兴奋。尤其当时的仙童实验室,可以称得上是学习硅技术的最佳殿堂,我可不能人宝山空手而回。

为了尽快进入状况,我不顾放弃任何的学习机会。除了参加所有相关的研讨会外,也主动就教于前辈们。葛洛夫于1967年出版的一本《物理学与半导体技术》,对于硅元件与技术有相当详尽的解说,因此就成为我最佳的人门指南。事实上,我不仅参加了以这本书为主的研讨课程,后来还以此为专题在仙童公司与圣塔克拉大学教课,当时用功程度几乎已到废寝忘食的地步。

专攻肖特基势垒

对我而言,在仙童实验室研究金属-硅介面的感觉,就像是在斯坦福做研究论文一样,只差没有指导教授。为进入此一新领域,一切都得重新来过,从基层做起。我搬出过去所学的十八般武艺,向远在各地的专家请益,更不放过任何相关的文献。

我很快发现主属半导体可以说是一种典型的“肖特基势垒”(Schottky barrier),这种作业机制是由一位德国科学家首先发现,因而以之命名。

当时与此相关的另一位知名学者是加州理工学院的米德教授。我在那里读书时曾与他有数面之缘,对于他总是能以突破传统桎梏的观点来看事情,印象颇为深刻。幸运的是,他此刻正任仙童公司的顾问,这可说是天时地利人和,我马上与他联络,并且开始讨论有兴趣的研究题材。

米德教授曾以肖特基势垒为主题,发表过数篇论文,并且设计出一套模型,以解释其中某些现象。然而当时大部分专家都不了解,在所有集成电路都会用到的铝-硅触面间,虽然理论上不太会有问题,但在实际应用时这些元件却经常出差错。我极欲发掘其中奥妙,后来发现了一些由“铝-硅-氧化”触面控制的有趣现象。

我在专业文献上发表了这些发现以后,获得许多回响,也被视为是当时相当重要的研究。而所有这些结果,都是在我加入仙童公司第一年内的研究收获。

史诺与葛洛夫两人对我的研究品质与速度,也深表肯定及嘉许。当时我们与RCA在研究金属氧化物半导体的不稳定性上,竞争激烈,双方甚至公开

指责对方的研究结果不正确。而在我的研究领域里，也有德州仪器（Texas Instruments）的研究员正卯足了劲与我火拼。

记得有一次在会议结束后的傍晚时分，史诺、葛洛夫与我在游泳池畔聊天，话题全围绕在如何尽快发表研究成果，以抢得先机。这股昂扬斗志，与今日我们在微处理器市场勇于面对竞争，有异曲同工之妙。

葛洛夫兴致勃勃地问我：“接下来想做些什么？”我告诉他：“我想制作出真正很棒的铝——硅肖特基势垒，以应用在许多产品上。”他相当支持、但也透露他们在金属氧化物半导体的基础研究，虽正有些成果，但无法为仙童半导体生产线所采纳，因而无法更进一步的突破，这使他有些挫折感、而这也埋下他日后求去的伏笔。

无法跨越的鸿沟

他所面临的挫折，其实我也略有耳闻。当时在葛洛夫领导下的另一群人，以维达斯（Les Vadasz）为首，希望了解在金属氧化物半导体架构中以硅代替金属栅（gate）的可能性。“这种新的元件，不仅批量生产容易，而且由于体积小，可以在一片集成电路上放入更多的元件，其应用也就更为广泛了。”维达斯说。他和葛洛夫同样是匈牙利移民，也同样为发展出硅栅雀跃万分，却不料这番美意丝毫未获生产工厂之青睐，使他的研究仅止于实验室阶段，殊为可惜。

事实上，硅栅的研究与免用钠离子的工艺方法，对后来整个超大型集成电路的发展，同样大有贡献。可惜当时的仙童半导体公司，由于生产部门与研发实验室的门户之见，错失了晋身新领域的大好良机。这也使仙童半导体公司虽然在起步时领先群伦、往后却反而比不上其他半导体公司，也无法在金属氧化物半导体技术史上留名。

除了位于帕洛奥图的研究实验室外，仙童半导体公司的另一重心是位于山景市（Mountain View）的生产及行销部门。两地相距虽只有十英里远，但彼此间沟通之困难与缺乏共识，足可比美东西德统一之前的对峙。企业文化上的基本差异使二者之间极少往来，实验室的成果经常不为生产部门所信赖，他们宁可重来，也不愿采纳；研究发展人员也因无从得知业务状况与市场需求，只能埋头苦干自求多福。

1968年初，由于我的同侪简金斯（Ted Je'kins）偶然间发展出一个极完美的铝—硅肖特基元件，使我“有幸”亲身体验这道鸿沟。我兴冲冲地与简金斯整理研究心得，好不容易发展出一个实际有用的元件，真恨不能马上就将这个产品排上生产线，尽快上市。但我很快就发现这比登天还难。

我与位在圣罗菲的二极管工厂联络，得到的反应是他们对此毫无兴趣，却希望我能帮他们解决其他的工艺问题。这实在令人气结。二极管厂房已经是整个仙童半导体公司获利最丰也最先进的工厂，居然还有如此后果，其余的可想而知。

气结之余，我们还是得面对现实。首先我得帮厂房解决一些问题，并且在多次造访之后，很快地与工厂经理建立合作关系，希望可以动之以情，使我们的研究结晶能尽快在生产线上呱呱落地，只是这个愿望往后几乎从未实现过。

无限生机

1968年秋，我在仙童实验室已累积相当实力，成了研究肖特基势垒的专家，而且小有知名度。我开始寻找诸如砷化镓（GaAs, Gallium Arsenide）

和“离子植入”(ion implantation)等新的研究领域。

这时整个仙童实验室人人生龙活虎，时时都有新发现：集成电路研究小组深入探讨各种可能的大型集成电路，材料小组发掘不同的封装方法与金属化机制，甚至还有一组人负责开发电脑的新架构。事实上，这可以说是摩尔与葛洛夫第一次携手缔造佳绩。

摩尔与葛洛夫在某些方面相当有互补作用。摩尔专长在思考分析与谋略，很能掌握技术趋势等大方向，可是在执行细节上有时就使不上力，他可以说是思想家，而不是实践者，这时候葛洛夫就发挥了他的长才。他的行事风格清楚明快，很有魄力，同时也十分注重细节，因此可以执行贯彻到底。这两人的合作模式，从仙童开始发迹，一直延续到英特尔，可以说已经历三十多年的考验而不坠。

此时也正是硅谷成形的早期，我刚在桑尼威尔(sunnyvale)买了新房子，而我太太正怀着我们的第一个孩子：女儿文枫。整个硅谷大环境也是生气蓬勃，欣欣向荣，几乎每星期都有新公司诞生，许多人离开仙童公司自立门户，或者投向其他新公司的怀抱，我们几乎每星期都举办饯行晚宴。

除了国民半导体公司以外，仙童公司原来的行销经理桑德斯(Jerry Sanders)也在1968年离职，另创超微半导体(AMD Advanced Micro Devices)公司，成为轰动一时的新闻。桑德斯出生于芝加哥，是仙童公司从当时的竞争对手摩托罗拉公司挖来的业务高手，三十一岁就负责整个仙童公司的销售业务，年轻气盛，因为要求加薪受拒，干脆离开自立门户。

分道扬镳

其实大家心里有数，仙童公司有组织上的先天问题，必须重整改造，才能留住人才。仙童公司应该停止许多不相关的作业，将资源集中在半导体领域上；而生产部门与研究单位各自为政的现象，也应大刀阔斧、全力整顿。由于西海岸发展迅速，仙童的总部也应该由纽约搬到加州来。但结果，各种谣言满天飞，包括负责仙童半导体公司的诺宜斯，将升格成为仙童照相机与仪器公司总裁，而创办人费尔柴尔德似乎对他有所不满……。总之，这时的仙童公司已人心浮动，再迟钝的人也感觉得到山雨欲来风满楼的气氛。

这一天终于到来。

1968年7月，史诺闯进我的办公室里说：“诺宜斯、摩尔与葛洛夫要离开仙童公司，自立门户。”我真是觉得晴天霹雳，不愿相信这几位灵魂人物也会有离去的一天。但是一想起过去与生产厂房打交道的不愉快经验，又觉得他们的去职似乎也是不得不然，迟早总要发生。

在为他们举行的饯别晚会上，我内心怅然若有所失。往好的一面想，其实他们也真令人羡慕，可以从头东山再起，而且显然他们发展的产品方向正确，可以预期未来必定能够鸿图大展。

两星期后，传来另一个震撼人心的消息：曾经是我们竞争对手的摩托罗拉负责人霍根(Les HoRan)，将出任仙童照像机与仪器公司总裁，而且总部即将自纽约搬至加州来。

虽然仙童公司重金礼聘霍根的消息，令仙童公司的股价指数猛涨七点；但在仙童半导体公司内部，却没有人欢欣鼓舞。我们隐约感觉到，似乎仙童半导体公司的光辉岁月即将走入历史。

英特尔的诞生

8月间，诺宜斯、摩尔与葛洛夫筹设的新公司已经取好了名字：英特尔

(Intel)，这是由“集成电子”(Integrated Electronics)两个英文词组合成的，是摩尔的杰作，象征新公司将在集成电路市场上飞黄腾达。

从英特尔的命名，可以看出他们三人从一开始就打定主意要朝集成电路的方向发展。而他们之所以对集成电路未来前途会有坚定信念，和著名的摩尔定律(Moore's Law)大有关系。

1965年时，摩尔观察到一件很奇怪有趣的现象：集成电路上可容纳的零件数量，每隔一年半左右就会增长一倍，性能也提升一倍，因而发表摩尔定律，并大胆预测未来这种增长仍会延续下去。至今三十年来，集成电路的进步真的循着这条轨迹进行，他们三人可以说是押对了宝。

摩尔认为，由于半导体技术增长没有极限，因此可以大量生产，进而导致价格下降。而由于价位便宜，又可以取代“磁芯存储器”(Magnetic core memory)，因此市场前景看好。他的创业经验告诉我们，懂技术趋向的人可以预测未来，因而也降低了创立新公司的风险。

有志难伸

不过此时和我切身相关的最大疑问，还是谁将接任摩尔的实验室总监之职？因为那等于是我的顶头上司。很快就听说是从贝尔实验室挖来的尔利(Jim Early)，令我顿时如释重负。

尔利在研究半导体元件方面很有名气，有种晶体管特性称为“尔利效应”，就是由他所发现，因而以之命名。我们曾有一面之缘，当年我至贝尔实验室面谈时，他曾希望我能加入他们，这回我们又碰头了。

当他到仙童公司的第一天，就跟我说：“真高兴又见到你，以前我要你到贝尔来为我工作，希望落空，这回你可跑不掉了。”由于经理人改朝换代、这时的仙童公司动荡不安，许多责任归属不清，没有人知道自己所作的研究是否会得到老板的继续支持，很多人持观望态度。

虽然前途未卜，我仍决意继续扩展在硅领域的专业知识与研究经验；另一方面，也与英特尔公司的葛洛夫等人保持联系。我开始研究氧化物半导体、双极型存储器与诸如集成连接线路之类的新型集成电路。1970年，我升任为研究小组经理，负责指导五位研究员；1972年，我再获擢升为部门经理，负责并参与更多崭新的研究领域。只是尽管职阶步步高升，我依然得面对仙童公司的许多基本问题。

例如，我的主要职责之一，是尽可能将一些产品与技术转移到生产线上，以利大量生产。而金属氧化物半导体存储器，就是我第一个矢志实现的目标。

1969年间，曾有人展示过以只含一个晶体管的存储器元件，来取代磁芯存储器的功能，不仅体积缩小而且成本低廉。我们曾展示过类似的元件，而且准备好相关作业，设计出一颗小型的存储器，只是从未排上批量生产线上。

这时候，英特尔公司推出了它的第一个产品：即代号为3101的双极型存储器；随即在1970年推出第一颗金属氧化物半导体存储器：

1101，以及其后著名的1103。他们首度尝试大作广告，宣称“1103将以低价位掠夺市场，从此宣告磁芯存储器之死亡”。我真佩服他们的明快作风，其实在仙童公司的我们，也已经研究出类似的元件，只是受制于生产部门，无法得见天日。

徘徊去留边缘

我的无力感因为另一位资深经理人的出现而加剧。1970年左右，仙童公

司从 RcA 挖来负责电视业务的波雷克 (Roy Pollock)，任命为副总裁。主管金属氧化物半导体业务。我去拜访他，希望他对我们的研究成果有兴趣，并支持我们发展金属氧化物半导体存储器。（可是他对我的报告好像一点也不感兴趣。甚至还不太听得懂。

我简直无法相信：如此位高权重的经理人竟然对技术毫无涉猎，而且不知道金属氧化物半导体存储器的潜在无穷商机。我转而与他的工程部经理唐尼联络，他似乎较感兴趣，但没想到他很快又改投效超微半导体公司，为他们发展金属氧化物半导体存储器。

结果，波雷克在经营金属氧化物半导体业务上，始终无法一展抱负。一年半后，也因抑郁不得志而离开。

以前一直有种错误观念，认为只要是好的经理人才，就可以经营任何业务。以波雷克的例子来看，他在经营电视业务上的辉煌成就，就无法适用在金属氧化物半导体上。后来的许多事实也都证明，非技术背景的人一下子跳槽到高科技公司里居于高位，通常都无法胜任。类似的例子在我尔后二十多年的工作生涯里，可说是屡见不鲜。

我在仙童公司的另一研究主题是双极型存储器，我们的研究小组阵容坚强，而且抢先推出一种小型的单平面 (isoplanar) 双极型架构，极适合作双极型存储器。所幸的是，这回我们的生产部经理贝可 (Bill Baker) 很有远见、让我们顺利地将产品与技术带到生产线上，而仙童公司因此也一度超越英待尔，在双极型存储器市场上领先。

举世第一颗微处理器

1971 年左右，听说英特尔可以将一台电脑“浓缩”在一颗称力“微处理器”的芯片上，令人觉得无比神奇。后来在广告上看到这颗命名为“4004”的微处理器，也是有史以来第一颗微处理器，他们甚至雄心勃勃地宣称：“开启集成电路的新纪元”。这时正是酝酿现代电脑技术的黎明时分，而英特尔率先跨出了一大步。

现在回想起来，以我当时局外人的身份来看英特尔，已能感受到他们真正拥有研发创新的能力，而巨能够迅速推出商品问世。他们的长处正是仙童公司所缺乏的。

他们首度刊登的广告上打着“英特尔说到做到” (Intel delivers)，就令其他半导体公司望尘莫及，理由是当时能够如期推出预定产品的半导体公司很少。英特尔等于是开风气之先。1971 年，英特尔与花花公子于同日以同样价格上市股票，自那时起，英特尔的股票就一路狂飙，花花公子被远抛于后，现在已不可同日而语。

眼见着英特尔日益有成，我愈觉得在仙童公司所受的束缚日益沉重。我与顶头上司尔利经常提起微处理器，但他显然心已另有所属，一点也听不进去。当时他醉心于一种称作“电荷藕合器件”

(CCD, charge-coupled device) 的技术，而且认定此技术将会如存储器与摄像机一样地征服全世界。

尔利从贝尔实验室找来亚梅利欧，而且有意逐渐将全部实验室的人力，都投入电荷藕合器件技术中。我对此完全无法认同。一心认定在存储器与微处理器领域中，仍有宽广的研究空间值得探讨。对于尔利无法洞烛机先，而且丝毫不敏锐，我略觉失望。也许他大专注于电荷藕合器件，以致忽略了外面更宽广的世界。

有一次，尔利要我到他办公室开会，却同时又打电话订一部凯迪拉克，整整花了半个钟头才决定新车的颜色。我既不满他用办公时间处理自己的私事，更气愤他让我白白浪费了 30 分钟时间。

与此同时，史诺的去职再度震惊了我。他将与几位朋友创立新公司，应用半导体来生产摄像机。后来他把公司卖给 EGG 公司，现在仍然是 EGG 的副总裁，负责所有的元件业务。由于史诺的能力与个性，一直令我赞赏，他不仅是我最好的朋友，也是我有意学习的典范，他的离开对我是一大冲击。

我更觉得这里的一切已不再值得留恋了。

第二章 存储器独领风骚

当我加入英特尔时，我们最重要的产品是编号 1103 的存储器。在这张广告里，我们强调这些芯片能取代磁芯存储器，耗电量低。而如果你附近的店没有卖这项产品，你可以打电话给英特尔（由英特尔付电话费）我们一天之内送货。右下方的红字是“英特尔说到做到”

等我加入英特尔，对管理的概念却有了一百八十度的转变。我第一次体验到自己就像是控制方向盘的驾驶，要驱使四个轮子克服不同路况，朝着同样的目标一齐前进。

1972 年间，我徘徊在去留边缘，虽然已经与好几家公司接触过，但直到有一天葛洛夫打电话来，我才认真地考虑：是否离开仙童公司已成定局？

葛洛夫知道我在仙童公司当时的处境，问我是否有意加入英特尔的硅片（wafer）制造厂。他提供我一个学习新事物的好机会，但要我负责一些从未涉猎过的新领域，因此也有一些风险。“考虑一下，我相信你能很快地进入状况，而且我们的生产部门正需要像你这样的生力军。”他说。这是个新挑战，我有些心动。

表面上，我到英特尔似乎是走回头路：从仙童半导体公司的总监职位、带领二十五位研究员作半导体技术开发；到英特尔的新工作却只有小猫三四只的一组人，作生产工艺研究，薪水也没增加多少，似乎不比别人跳槽那般风光。虽然葛洛夫让我有认股的权利（往后我才体会到这是多么可观的报酬），但当时可也没什么兴奋的感觉。

然而，由于在仙童公司的无力感，以及一心渴望能将研究结果商品化，英特尔所提供的职位，或许是最好的“捷径”。最后加上太太的全力支持，我便接受新职，甚至连应聘书都没有就走马上任。后来我才发现，这是我一生中最重要的抉择之一。

尔利对于我的去职相当震惊，且暗示我：“离开颇有规模的仙童公司，跳到新成立、前途不明的小公司，是极端疯狂的举动。”倒是几位同事非常赞成我的去职决定，认为是明智的选择。

有个故事说：两个人从窗户看出去，一个人看到泥土，另一个看到星星。我想当时我从仙童的窗口望出去，确实看到许多闪亮星光。对我而言，能远离过去的是是非非，重新回到起跑点上，无疑有海阔天空的感觉。

初到英特尔

1972 年 7 月 14 日，与法国国庆同日，我以欢天喜地的心情，驱车前往位于山景市的英特尔厂房，正式加入英特尔公司。首先映入眼帘的是一栋很小的建筑，无法与仙童实验室的宽广相提并论。这让我很快联想起初抵加州理工学院时，也是震惊于它无法和台湾大学的宽阔校园相比。待我走入这栋建筑，才发现它连个守卫或接待人员都没有，我得自己找到人事经理包尔（Ann Bower）的办公室，好不容易找到，偏巧她又不在。最后，还是另一位人事部门同仁带我找到了她。

包尔是位能干的女士，她很清楚我是谁，又将担任些什么工作。我们愉快地交谈，她简单介绍了英特尔公司，还带我去拜会以后的顶头上司：法雷斯（Gene F1ath），这时他主管所有的生产部门。法雷斯出身海军，聪明、严格而且纪律分明，终其一生都在生产制造部门效力。

包尔一直担任我们的人事部经理，直到她嫁给诺宜斯之后才离开。她是

诺宜斯的第二任妻子，诺宜斯与前任妻子离异时，由于美国法律规定夫妻财产对分，他太太抛售英特尔股票，还曾经造成股价一度下跌，这是英特尔少见的股票下挫纪录。包尔后来加入苹果电脑，成为该公司早期的人力资源副总裁，也担任过圣塔克拉大学董事，是相当杰出的女性。

初次展现硅片计划

法雷斯给我的第一项任务是：“将生产集成电路所用的硅片由2英寸直径改为3英寸”。如此一来可使每片硅片的产量提高一倍，成本即可下降一半，对公司大有助益。

当时我们最重要的批量生产产品就是1103，这是一颗记忆容量为一千位元(bit)的“动态随机存取存储器”(DRAM, dynamic random access memory)，也是英特尔在全世界首创以半导体取代磁芯，以更符合批量生产的经济效益。英特尔同时也是第一家采用硅栅金属氧化物半导体技术，来批量生产存储器，这些我在仙童公司时代早已耳熟能详。

这时光在硅谷的半导体公司就有数十家，其中几家是我们明显的竞争对手。另外还有一家颇具实力的是位于加拿大的MIL。他们采用金属栅金属氧化物半导体技术，同样也正想以3英寸取代2英寸硅片。谁先发展成功，谁就是赢家。当时硅谷许多公司都在隔山观虎斗。我一加入英特尔，就得承受许多外界的关注，心中压力真是不轻。

1103其实是很难使用、也很难批量生产的产品，但由于体积较小、也较便宜，许多电脑公司还是乐于采用，所以大量采购。偏偏英特尔产量有限，无法大量供应。因此我的责任相当重大，如果我能顺利完成3英寸工艺，使产量加倍，并降低成本，我们的竞争对手可就没什么戏好唱；否则，对英特尔这样的小型公司，可就危机重重了。

我只有三位同事来帮忙完成此重任：渥彻斯，与我同样毕业于加州理工学院，是位开朗的工程师，史琼是一位机灵的光刻工程师，以及颇富责任感的技工马庭尼，他是墨西哥裔。他们几位在英特尔厂房已有数年经验，比我更清楚我们所面临的难题，经常提供一些意见，反倒成为我的私人顾问。我们主要的工艺工程师罗威，也协助我很快了解硅片的工艺技巧。

我的主要职责是：组织这几位研究人员、企划专案并落实执行。我们这小小的工艺研究小组，必须与生产部门合作无间，以尽可能缩短实际批量生产所需的时间。在加入英特尔一个月之后，我太太生下第二个孩子：文彬，是个男孩，但新工作占据我太多时间，我已无暇他顾，以至在他周岁以前我都少有机会抱抱他。

我亲手设计一些扩散炉，操作所有工艺步骤，希望能最先体验所有的反应。幸运的是，过去所受的训练，让我十分清楚这些结果所代表的物理原理。我最大的职责就是要使这些理论，以最快的速度应用到生产工艺上。还好我们下负重望，终于领先进入3英寸硅片工艺。

说来容易，事实上其中的过程非常繁琐，我们心须设计新的“载具”(boat)，开发新的真空设备，以装载这大片硅片。虽然以现在所用的8英寸硅片来比，这3英寸硅片简直是小巫见大巫，但以当时的眼光来看，这真是片“大硅片”。但它同时也是个大麻烦，因为所有的光刻与清洗过程，全都需要重新发展。

当我们以第一片3英寸硅片制作出1103时，那种兴奋的感觉可真像中了爱国奖券，至今都还记忆犹新。我们大肆庆祝，对跨出成功的第一步乐不可

支；由于比多数人预期的更早达成，葛洛夫与法雷斯也深感兴奋，重重地拍了我们每人的背，以表达他们的激励与赞许。

不过这成功只是昙花一现，很快就发现当硅片大量生产时，成品率（yield）就会下降。我们好像坐云霄飞车，一下子从云端摔了下来。

原来，由于部分作业员并未遵循处理步骤，导致一些工艺特性发生变化。唯一的改善之道，是对作业员施以在职训练，并将所有操作细节写成手册，要求作业员严格遵守。果然，成品率很快又直线上升。经过这一番折腾，总算真的是大功告成。

与此同时，MIL 却传来 3 英寸硅片批量生产失败的消息，而且很快就在商场上销声匿迹。高科技公司间竞争之残酷，由此可见一斑。表面上是高利润事业，其实也暗藏高风险，成败往往在一瞬间之间。

麦英特尔

回顾这段历史，我想我们成功的关键，在于我们的研究工作就在生产部门内进行。由于使用的设备完全相同，因此要将研究成果转移到生产线上时，显得格外容易。此外，我们与生产部同仁密切配合，所以新的批量生产工艺中许多细节或难题，都能逐一化解。后来英特尔一直非常重视工艺技术，在生产部门也都设有研发人员。由于半导体公司一向以批量生产能力分胜负，我想这也是英特尔所以能长保领先的原因之一。

这次我们成功地使 1103 产能加倍，成本下降一半，不但使英特尔在 1973 年获利可观，并且在前无古人、后无来者的情况了，一举成为存储器市场上的巨擘。

这段期间，每逢星期五，所有生产部门的同仁都会吆喝着到附近一家汉堡店，喝啤酒、共进午餐，话题东南西北无所不谈，舒缓一下紧绷的工作压力。后来我们发现，这种午餐聚会的妙用还真不少，它让我们可以利用非正式场合讨论问题或工作难题，许多疑难杂症就此迎刃而解。

后来许多硅谷公司也都流行在星期五下班后，聚集到小酒吧去喝杯啤酒、吃点点心，顺便交换些小道消息。这方面，我们还成了流行先驱。我最庆幸的是，在英特尔没有像在仙童半导体公司一样，发生研究单位与生产部门水火不容的现象，我终于摆脱了此一梦魇。

事实上，天下没有白吃的午餐，要避免部门间壁垒分明，有赖管理者的苦心规划，绝非一蹴而就。像英特尔将研究人员放到生产部门里，让他们所甲的设备与生产线完全一样，这样大家对研究结果就不会有争议。同时由于同样隶属于生产部门，研究人员们也较能实地体会生产线上的困难。最重要的是彼此容易建立共识，是“我们”在共同面对问题，而不是互踢皮球。

在生产制造领域里，我们也不忘创新。葛洛夫提出一个类似麦当劳速食店的作业理念。他还发明了“麦英特尔”这个字眼，希望有效管理工厂流程。但是由于英特尔有太多不同地点的工厂、不同的设备与负责人，我们花了将近 20 年的时间，才将这个理念付之实践。

跨出管理的第一步

在这时期，英特尔也率先将统计分析应用在工艺管理上。我们从早期开始，就每大用图表来显示各地的生产状况。如果发现那里的曲线脱离常轨，便会立即采取行动来纠正错误。

摩尔还发展了一套简单模式，利用芯片大小来计算批量生产成品率。虽然只是个简单的图表，却可透露出我们当时的生产效率，这等于我们当时

全部的经济来源，也是整个半导体工厂营运的命脉。

我们小组在研究如何提高成品率的过程中，也发现了增加硅片表面平滑度的新配方，结果使我们可以顺利的批量生产 3 英寸硅片。这个神奇的配万算是最高机密。为了保持我们领先的优势，直到多年以后，这一向不公开的秘密才正式曝光。另一方面，我们也开发出许多方法以控制不同硅材料的缺点，让动态存储器可以有较长“刷新时间”（refresh time），因而大幅提高 1103 的稳定度。其他在技术上类似的创新，多得不胜枚举。

对我个人来说，3 英寸硅片计划还有另一重大意义，那就是我第一次体验到管理的重要，也是我职业生涯的转折点。

由于我在加州理工学院与斯坦福大学一直都是念电机工程，因此自 1967 年加入仙童公司以来，我一直以科技人员自居。脑中所想的多半都是科技的最新发展，很少想到要立志成为专业的经理人。

在我加入仙童公司三年后，有一天我的顶头上司史诺跑来找我说：“我想升你为部门的小组经理，由你负责管理另外五位研究员。”这从天而降的大好消息，让我有些受宠若惊。我回家告诉妻子、那个晚上我们全家享用一顿丰盛大餐，算是为我庆祝一番。

可是在升职的兴奋慢慢冷却之后，我却不禁问自己：“如何才能胜任经理人的角色？”隔天我到办公室，就找史诺问个明白。史诺回答说：“小组经理的职责，就是要确保其他人的研究计划能顺利进行。”他建议我去企管学校和美国管理协会（AMA, American Management Association）上些课，让我在管理方面有些启蒙。

由于这五位研究员本来就相当独立地作研究、我的第一份管理工作可说是相当轻松，只要花一些精神和他们讨论研究进度，提供一些建议，多数时间就任由他们放手去做，等于是“放牛吃草式”的管理。

我买了一些管理的书籍，选修了一门管理课程，后来发现这些内容多半都是“常识”，对我来说相当简单，于是我就安心地当我的小组经理了。

我想我的第一份经理人工作，应该还算胜任得当，也获得老板的肯走。因为两年后的某一天，同样的故事又重演，我的新老板尔利跑来告诉我：“我要升你为部门经理，再多加几位研究员在你的部门里。”公司甚至还慷慨地提供我个人专用停车位，让我感觉到升职的实际意义。

不过虽然有了前次的管理经验，我还是忍不住要问：“如何才能做好部门经理的管理工作？”我还记得尔利的答案是：“只要照你现在的方式做就好了。”所以我为自己下了个小小的结论：“管理很容易，只要和部属谈谈，提供一些建议，适时给点鼓励，其他时间还是可以继续做我自己的研究。”

管理更上一层楼

事实上，在仙童公司时代，我真的是这样扮演我的经理人角色，在管理上只花一点精神，几乎一半以上的时间都用在自己的研究工作上。每星期我还拨出两个上午的时间，到圣塔克拉大学电子工程研究所教《半导体元件》的课，显然是当部门经理还“游刃有余”，所以可以“心有旁骛”。

等我加入英特尔，对管理的概念却从此有了一百八十度的转变。虽然只是三人小组，可是我们的任务却相当重大，因此我们必须分工合作，分头解决不同问题，而且还要确保步调一致，才能完成使命。我第一次体验到自己就像是控制方向盘的驾驶，要驱使四个轮子克服不同路况，朝着同样的目标一齐前进。

与此同时，我们还必须将研究结果写成书面报告，让生产线了解我们的开发工作，同时也训练作业员改用新的方法操作。此外、为使 1103 存储器的特性，下会因硅片工艺不同而有所改变，我们还得和设计人员密切合作。为了确保工艺成品率稳定，也需要品管工程师的参与。简而言之，为了能顺利将工艺改成 3 英寸硅片，让产品尽快上市，我要和公司里许多小组打交道，这是以前从未有过的经验。

我在仙童公司时，由于大家各自独立作业，多数的研究成果也排不上生产线，因此和其他部门的互动关系，可以说是微乎其微。难怪当时我初次担任管理者的职位时，一直感觉得得心应手，甚至以为管理根本不是多大的学问，可以“无师自通”。

英特尔的第一份工作才让我真正见识到管理的奥妙。我学会如何设定目标；如何当好舵手，领导小组朝同一方向前进；也了解如何与公司内部其他组织配合，让结果尽快上市，我想这才是管理的真正意义。

独树一帜的企业文化

虽然英特尔的几位创办人都来自仙童半导体公司，不过这里的企业文化却与仙童公司截然不同，这也是柱后两家公司走上不同方向的主要关键。在上班的头两天，我已经可以感觉到不同文化的冲击，就好像我刚到加州理工学院时一样。

英特尔从创立开始就非常强调“纪律”，处处都有清楚的规定。每天早上的上班制度，就是最好的例证。在仙童公司的时候，每个人每天都可以来去自如，上下班时间完全“自由心证”，根本没有人管你是几点钟到。而在英特尔，每天上班时间从早上 8 点整开始，8 点零 5 分以后才报到的同事，就要签名在“英雄榜”上，背负迟到的罪名。即使你前一天晚上加班到半夜，隔天上班时间仍是上午 8 点。这和 70 年代嬉皮盛行、个人享乐主义凌驾一切的美国，有些肖道而驰，可是却延续至今，始终如一。

我想准时上班最主要的目的，是希望确保每件事能够准时开始，像公司会议、报告、专案进度、以及最重要的“交货时间”。英特尔特别重视团队合作，任何一个人不守时都会影响团队中其他成员，对公司资源造成浪费，因此准时成为纪律要求的第一条规范。

葛洛夫是英特尔推动纪律管理的最大功臣，他本人严守纪律的个性，也经常博得别人的赞扬。我曾经和他搭档打网球长达数年之久，每次约定时间练球，他从来不曾迟到。而单从网球场上就可以看出，除了准时之外，他的耐力与意志力也令人震惊，一旦决定要做什么，他必然排除万难全力以赴，不看到最后成果决不罢休。

葛洛夫严格强悍的作风，让整个公司管理纪律分明，从制造、工程、财务，甚至行销部门，每件事情都有清楚的规范，甚至连公司留言都分为 AR (action required, 需要行动)、BI (background information, 背景资料)、II (important information, 重要资料) 等不同等级，人人都依此标准而行。当时硅谷风行人性化管理，许多公司都以重视员工力号召，只有英特尔强调纪律胜于一切，这使英特尔的企业文化独树一帜。

除了准时以外，“人人平等、事事从简”是摩尔与葛洛夫在内部管理上的共识，这也是英特尔的一大特色，任何事情下会因职位不同而有差别待遇。像前面所提的迟到签名制度，即使是高级主管也得照办。有一次、上班从不迟到的葛洛夫极为难得地破例迟到，他同样也在上面签名，一点也没有特权。

他还在上头加注：“没有人是十全十美的。”自我揶揄一番。（图见下页）

平等为生存之道

还有一项很能表现英特尔平等精神的，就是办公室内只有隔间，完全没有私人办公室，每人同样都只分配到小小的办公空间，停车场也不会为任何人保留停车位，完全是随到随停。即使是葛洛夫，每天也得以找停车位而四处打转。

我初到英特尔的第一个办公室，只有小小的空间，却还须与最能显示英特尔注重纪律的企业文化的，就是每天早上的上班制度。每天八点零五分以后才回到公司的。就要签到留名在“英雄榜”上。如果连续两个月或以上有7%的员工迟到，英雄榜便予以公告，直到迟到率降回5%以下。这个制度乃是由葛洛夫制定的。到了1971年，英特尔员工数目已增至三百、每天早上大家上班的步调不划一，以致耽误了工作的进度，或设法准时开会。在某个星期五早上的工作会议上。葛洛夫终于觉得忍无可忍了。他一拳打在会议桌上。说“英特尔是制造业的组织，大家要八点钟开始上班的话就要所有人都八点钟上班。”这张漫画的标题为“早上八点零六分的英特尔。”出现在英特尔的公司简介刊物内，很能让人发出会心的微笑。另两位同事共用。相形之下，之前在仙童公司的大办公室、门口还坐着秘书小姐，简直是比总裁还高级的待遇了。

有一次，有位专栏作家在参观了英特尔公司后，很不客气地提出问题说：“葛洛夫先生，贵公司在管理上强调一切平等主义，是否会过于虚伪呢？”葛洛夫很诚恳地回答说：“这并非虚伪，而是我们的生存之道。”由于英特尔身处高科技产业中，每天必须结合各种技术精英与经理人员，共同制定决策。我们的“技术精英”经常是实际在做研究的年轻人，拥有最新的技术，“经理人员”则脱离研究工作，了解趋势，并具备管理经验。职位象征对促进意见交流，显然是有百害而无一利，因此强调平等的管理型态才真正能符合高科技公司之需求。

我绝对相信这样的想法是对的，换个角度来看，公司也该将贤源与精力用在对营运有益之处，例如研究开发、行销企划或生产工艺上，而非将精神耗费在无关轻重、只为彰显身份地位的办公空间及家具上面。

这让我想起在仙童公司时，只要有人升官了，很快就会看到他更换大办公室，大肆铺张一番。其他的人有时就会心理不平衡，甚至造成情绪反弹，只因办公室大小而兴风作浪。有时候，办公位置是否靠窗还是靠门，也会造成另一场革命，这在人事管理上真是无妄之灾。

另外在仙童公司时，由于我的职位是“总监”，因此可以拥有私人的停车位，也算是小小的特权。不过后来由于太多高级主管另觅高就，停车场只得聘请专人，负责每天不断地将停车位刷上新的名字，所以这个制度后来反而成了笑话。

“工程师式”的管理

英特尔文化另一独到之处，是“让数据说话”，在这里处处都见得到数字。公司内大小事情都以数据化来呈现：无论是销售结果、出货量、迟货比率、生产等级、工艺成品率……等等。每个人都习惯订定数据化的目标，执行时也下忘衡量实际与目标的差距，如果发现二者相距愈来愈远，就要马上采取紧急行动，以纠正错误。

此外，英特尔非常难能可贵的，是开放自由的企业文化，人人可以公开

讨论任何困难或成就。提出问题的人并不会因此受到责难，或担心“秋后算帐”，反而可以刺激团队深入问题，并寻求解答。

我想这与英特尔的管理者多半是工程师出身有关，他们将科学研究的精神同样应用在企业管理上。每个问题就像是未知的挑战，激起管理者的雄心壮志去征服它。他们认为：问题如同企业组织中的毒瘤，下会无药而愈，唯有积极面对、从根拔起，才是永续经营之道。

这种精神从我加入英特尔至今，都没有变质。每当我跟葛洛夫讨论问题时，他总是明确地提供建议，帮助我很快整理出头绪，从头至尾没想过应该怪罪于谁。

转战双极型技术

在成功地将金属氧化物半导体工厂工艺由 2 英寸硅片转换到 3 英寸之后，1973 年我奉命至位于圣塔克拉的双极型新厂房，负责相同的任务；不过这次人手增加，计划也更复杂些。当时我们所有的双极型设计，由蔡华泰负责，他是英特尔公司第一位华裔元老，不但开发出第一颗双极型存储器 3101，随后又带领研究小组，设计出双极型微处理硅片。

我跟他默契十足，希望能重新发展 3 英寸的双极型工艺，以符合新设计的需求。事实上，我们野心勃勃地想发展出全新的 3 英寸工艺，而不只是改善原有的 2 英寸工艺。这显然是比我们顶估更艰巨的工程，也比先前在金属氧化物半导体工艺上要花费更大的精神。蔡华泰可说是双极型电路的设计天才，不过由于 80 年代英特尔将重心移往金属氧化物半导体，使他转至 Monolithic 存储器公司上班，也成功地为他们发展出可编程存储器产品线。

为了让工艺发展顺利进行，我甄选了一位来自仙童半导体公司的研究员作主导。没想到他对英特尔文化适应不良，与其他研究员格格不入，而且经常以情绪化的态度来面对科技问题，例如他会说：“我只知道一定是这样，根本没有数据可以证明”之类的话，但由于他在仙童公司所学与此并不完全相关、结果经常证明他是错的，这点使他深受打击。

基于主管的立场，我总是尽可能地想助他一臂之力。虽然我从仙童公司时代开始，已经有多年的主管经验，可是实际上处理人事管理问题还是头一遭。他拖延了一段时间才去职，无论是个人或整个研究计划都不可避免有些伤害。事后回想起来。我才发现应该尽早当机立断。这次教训让我感触良多，等于在管理方面又上了一课，以后再也不会犯过同样的错。

站在前线，面对客户

1974 年间，经济不景气像乌云般笼罩全球上空，英特尔公司也面临着严重的退货与品管问题。有一天，法雷斯突然要求将我改调品质管理部门，以品管工程来解决棘手的品质问题。

这时期，产业界尚未建立品管的专业认知，也还没有大帅级人物出现。一般认为，品管人员每天的工作只是依样画葫芦，几乎没有建设性。对此领域，我虽不能说是毫无兴趣，但可确定我真是一无所知。在我觉得，改调品管部门好像被打入冷宫。

但我太太这时可适时发挥了贤内助的角色，她颇有哲学意味地说：“你们不往好的一面想，品管问题在你们公司已经是燃眉之急，你正可以发挥做火功用呢。”经过与她一番长谈之后，我逐渐释怀。

有两句诗形容春蚕变成蛾：“一朝眉羽成，钻破亦在我。”往往一念之差，会使人画地自限，后来证明我在品管部门并没有白呆，从这里累积的许

多经验对我往后工作有许多帮助。

带着忐忑不安的心情，却没想到在品管部门遇见两位颇具睿智的经理人：即当时的品保部门总监费哲罗，以及品管工程经理派克。

费哲罗同样曾经在仙童实验室呆过，和葛洛夫共同开发金属氧化物半导体元件。由于英特尔公司重视产品品质，因此奉命出掌品管部门。派克则是来自加州理工学院的理工博士，也是米德教授的得意门生，1967年夏天我初加入仙童公司时，曾经与他共事。

由于有相似的背景渊源，我们在工作上很快就能水乳交融，他们也毫不吝啬的传授我许多品管专业知识。这时候由于英特尔刚推出塑料封装产品，许多品质问题开始浮上台面，而且像蚕吃桑叶一般逐渐蔓延开来。

我第一次面对愤怒的客户。他们认为英特尔的品质不稳定使他们的产品出现问题，要求我们立即改善。原本客户跺一下脚，我们就会地震，更何况这次是指明了是品质问题，更让我们如临大敌。

还好派克是与客户打交道的最佳外交官。他有丰富的技术背景，而且有备而来，不仅在会议中详细解说造成品质问题的原因，而且提出时间表，证明英特尔已有完整的解决方案，很快就解除客户的武装戒备，因此也就不再为难我们。

两位一体

我加入品管部门之后，将工程部门分为两部分，率先实验英特尔特殊的“两位一体”（two in a box）“双轨管理”理念，也就是将特别繁重的任务交由两人共同负责。这两人之间必须经常保持联系，才能加速工作的推动速度。

其实英特尔在创办初期，也是采用这种“两位一体”制度。当时诺宜斯负责与外界打文道，如：创业投资顾问、产业界与政府等；由于他有很好的声望与人际关系，曾经创下在30分钟内就为英特尔募集250万美元创业基金的纪录，成为硅谷的传奇故事。

至于摩尔与葛洛夫两人，则共同负责全公司运作。由于他们合作无间，使“两位一体”的管理模式运作得宜，因此我们也从品管部门开始推动，一度甚至全公司都采取这种双轨制度。

对我来说，由于过去累积的技术根基，我很快就能对基本的品管与可信度问题驾轻就熟。我着手规划几个研究小组，尝试了解硅技术的可信度问题。我们在DRAM的更新等方面，都有领先群伦的进展。我们还试着用一些神奇新招，例如提高集成电路内部电压，以提高品质稳定度等，陆续完成可信度极高的产品。

在品管部门的历练，让我有很好的机会站在第一线去面对客户、聆听客户的反应，并且立即解决问题。虽然英特尔一直强调以技术创新取胜，但从来不敢疏忽客户。葛洛夫队一开始即十分坚持我们必须确实回应客户的需求，即使他再忙，每天也都要亲自会见客户，这种习惯一直延续到今日。其他高级主管们更是将定期拜访客户，视为主要职责之一。

当时英特尔公司重视品管，可不是挂在嘴边光说不练。我们品管部门简直像皇帝一样，有权发号施令，只要有品质或可信度问题、就可要求工厂停止出货，甚至要求改变工艺，以解决问题。

有一次我要求部分品质可能有问题的产品暂停出货，当时的存储器事业部总经理卡司登气冲冲跑来质问我：“你知不知道这样会造成公司营运多

大的损失？”我心平气和地解释说：“如果现在就出货给客户，我们得花更多的钱来回收，或重新测试，这对公司会是更大的损失。”同时强调，“我们公司的政策是：明知品质有问题的产品，就不可以出货。”

他已然不同意我的看法，我们辩论愈趋激烈，所有的秘书都四散走避，以免波及战火。但由于英特尔授予品管部门很大的权力。他最后只得同意。我认为这是百分之百正确的作法。

这也是来自干摩尔与葛洛夫的理念，他们从一开始就打定主意，要使英特尔产品代表世界一流的品质。而二十多年来，我们也确实在客户心目中建立起品质可靠的口碑。像 1995 年 3 月《财星》杂志在评估全美五百大企业声望时，英特尔在产品或服务品质一项就高居第三位。

脱线战役

有个例子值得一提。有一回我们的客户突然发现有一些封装会引起电路板短路，这下非同小可。我们上上下下彻查一番，才发现原来是装配工人不小心将一些剪掉的电线，留在封装芯片内，因而造成潜在的电路中断危机。

面对问题解决之道，第一步得先清除生产线上所有不要的电线，接下来还得克服更大的麻烦：如何通知客户有些已出货的封装产品中，存在着不良的电路？我们又要如何找出这些不良品呢？

在会议中大家绞尽脑汁，后来才想到我们可以简单地摇动这些封装芯片，再以超音波侦测，如果芯片内有电线就会产生噪音。这个方法试了一下，果然奏效。于是我们订了一部大机器。让芯片可以在其中摇动以侦测出电路板上的不良品，再以正常的芯片替换。

可以想见，受到影响的客户会有多难看的脸色，葛洛夫与我只好亲自拜访，以显示我们解决问题的诚意。为了打这场硬仗，我费尽心血准备会议演讲资料。而我们的客户也是全公司严阵以待，由电脑部门总经理亲自领军，等着我们的报告。

会议中，我详细说明造成短路的原因，分析我们如何想到用机器来侦测出不良品，并保证现在的电路板稳定度不会再有问题。随着讲解渐入尾声，我可以感觉到一开始会议室内剑拔弩张的紧绷气氛，慢慢有些好转，甚至到最后有些人还露出了笑容。对这样的结局，客户似乎还算满意。

为了解决这次危机，整个工程部门简直日夜无休。昏天暗地的工作，仿佛历经一场浩劫。事件结束后我们办了一场庆功宴，以庆祝劫后重生。还送每个人一片塑料管，里面放着引起这场风暴的短路芯片，并且刻上：“脱线战役，永志留念，1975 年 6 月”，到现在我还保留着这块闯祸的电路板。

回想起来，在品管部门累积的工作经验，至今仍让我受益许多。而当时费哲罗、派克与我三人组成的强力拍档，似乎也足以对抗所有的艰难与挑战。

管理妙故事

1974 年间，费哲罗因为工作太累，决定自英特尔退休。派克接替他的职位成为品管部门总监，我则负责所有的品管工程部。这也是我在英特尔公司首度升任为中级主管，我更积极学习管理秘诀，也就是组织所有的人力，善用他们的优点，以创造最好的部门整体表现。

其中还有一段小插曲。有一次我们新来一位自命不凡的家伙，自以为“上通天文、下知地理”；但在到任后的第一项工作，却弄得一团糟。我与他沟通问题症结所在，希望他能按部就班，逐渐改善，不要妄想一步登天。不料他只是作情绪化反应，一味掩饰过错，整个问题毫无解决的迹象。一番折腾

之后，我只好放弃，请他另谋出路。

没想到这么一来，他反而非常感激我，令我大为惊讶。原来他也觉得千头万绪，不知如何是好，这下子终于获得解脱了，可以说是“置之死地而后生”。这也是我第一次觉得：做人不能太乡愿，有时候解聘一个人可以迅速扭转大局，这时就要有“壮士断腕”的气魄。

我重新找来几位刚毕业的新人，他们都适应得很好，许多人后来都成为英特尔的资深干部。品管部门各种疑难杂症，在我们的通力合作下，无不“药到病除”。派克与我更是难兄难弟、成了最好的朋友。现在他也是英特尔的资深副总裁，主管所有技术与生产事业。

硅技术重镇

在品管部门一年多的历练之后，所有的工作已是驾轻就熟，我又开始想尝试更多新挑战。刚好主管所有产品工程的副总裁维达斯，希望我来负责技术开发小组，让我又有了学习的机会。

我的新任务是发展领先的硅技术，第一批应用的产品包括：“静态存储器”、“可擦写只读存储器”(EPROM, erasable and programmable read-only memory)以及“双藕合元件”等。而DRAM则由另一位经理周尚林主导。

周尚林是新加坡人，在麻省理工学院完成学士与硕士学位后，于1968年加入仙童半导体公司，与我在同一部门，因此我们相当熟稔。他在仙童公司工作的同时，也完成斯坦福的博士学位，是位很认真的工程师，也比我早一年加入英特尔公司。

在开发DRAM的技术上，他面临日本厂商的严重威胁。当时有一家叫Mostek的公司，由于设计出接头数目更少的芯片，因此一度让英特尔紧张万分，可以说是到了草木皆兵的地步。但周尚林埋头苦干，很快就开发出新产品，让我们重新扬眉吐气。

这时我们存储器产品最大的客户是鼎鼎有名的IBM公司，不过他们并不喜欢标准化的存储器产品，却要求我们开发有蓝色巨人特殊标志的新产品。我们为他们开发了一种将两颗芯片叠在一起的特殊产品，不过期间遭遇许多困难，也浪费了两家公司许多宝贵资源。

我常常在想：这样的作法是否真有意义？如果他们考虑用同样功能的标准化产品，很多精力可以发挥到更有创意的地方。

EPROM与微处理器

开发创新技术的商品，并且尽快上市，一直是我梦寐以求的目标。而存储器产品与硅技术，正是当时英特尔公司的最大法主，有机会在此一展身手，我哪有下全力以赴的道理？

担任品管工程经理的经验，让我深刻体会到组织唯有适才适用，建立坚强阵容，才能成功地完成任务。赛贝利在EPROM领域表现不凡，我就由他负责召集其他精英。赛贝利后来在英特尔表现优异，职位扶摇直上，不过他最后还是选择离开，成为Seeq半导体公司总裁。

这时虽然DRAM占我们批量生产的最大比例，营业额也最高，可是真正获利最丰厚的，还是EPROM。EPROM是一种全新的存储元件，1970年由法罗门(Dev Frohman)博士所发明。他也在仙童半导体公司工作过，所以我与他的相当熟识。法罗门是很有见解的物理学家，对自己想做的事一点也不肯妥协。许多金属氧化物半导体的特性，就是出自他的杰作。

法罗门喜欢下按牌理出牌。有一次他要去非洲探险，于是留职停薪，带

着新婚妻子到非洲呆了一年，才又束装返回工作岗位，是一位百分之百的“性情中人”。

加入英特尔之后，他获得充分的礼遇，可以随心所欲开发新产品，1970年间，他发现如果设计一种具备浮置栅极的元件。就可以永久地保存信息，除非经过紫外线照射，才能再重新存储，这就是 EPROM 的原理。事实上，约在同一时期，史诺和我也在仙童公司发现了相似原理，只是我们无福目睹它商品化成功。幸运之神与我们擦身而过，却选择了在法罗门身上降临。

不到一年的工夫，法罗门就独立设计出第一个产品：1702，采用现有的硅工艺，1971 年产品正式上市，开启了 EPROM 应用的新页。

由于具备可永久储存资料的特性，配合当时第一颗微处理器 4004 的问世，将应用程序放在这个只读存储器内，就可以制作出一个低成本、架构简单的控制系统，而且用途广泛。从来没有人预先想到过微处理器与 EPROM 会同时诞生；事实上，它们就像两颗行星在浩瀚宇宙中偶然碰撞，却激荡出现代微电脑科技的炫目火花。

在《意外的电脑王国》(Accidental Empires) 这本书中，作者曾经提到英特尔“就像地球上的高科技天堂，催生个人电脑事业功劳最大。”4004 与 EPROM 的结合，可以说是这项催生工作的开始。

教父法罗门

不过法罗门成功的开发出 1702 后，还是决定到以色列去闯荡，在大学里教书。1974 年他回到英特尔公司、鼓吹在海法成立设计中心；1981 年又在耶路撒冷建立硅片厂，直到今日都还被尊称为“英特尔的以色列教父”。

他和我的技术开发小组合作无间，1975 年以前，EPROM 是英特尔公司营运的重头戏、我很庆幸在品管部门学到的技巧，有了发挥的余地。

事实上，在我主导技术发展只读存储器产品期间，我们也开发出崭新的方法，有效改善只读存储器的品质稳定度。又由于我在生产部门呆过，因此可以让我们发展出来的工艺，很快就让生产单位接手采用。所有过去看似下相干的部门历练，这下全部派上用场，令我深深体验到职务转换对个人成长的重要性。

许多企业喜欢找空降部队，也就是靠挖角来充实自己的阵容。在英特尔则完全不时兴这一套，我们习惯运用内部人力来解决所有问题，也让员工有更好的成长机会。这就好像是教人游泳，“只要是有潜力的人，将他丢到海里，很快就可以游上岸。”

EPROM 技术的问世，以及它前所未有的批量生产速度，让英特尔再度创下一马当先的纪录。后来我们更进一步推出 2716 产品，由于可以搭配新一代微处理器 80s0，更为英特尔带来做人的利润。只不过当时为了避免出现竞争者，因此一直处于保密状态，多年以后才对外流传开来。

电荷藕合半路出局

电荷藕合器件是我接手的第二项产品，在 1975 年看起来，是成本很低的存储器元件。虽然我在仙童公司时、与尔利在这方面看法有所出入，不过这也是我在技术开发小组职责的一部分。我招募了由克伦、辛可领导的一组人、着手开发 64K (ki1o, 1K 为 2^{10} 、约等于 1000) 位元组的电荷藕合存储器。

这个小组同样也有很不错的成果，不久后就推出可以上市的存储器产品。只是没想到它的成本与动态随机存取的存储器相去不远，而且由于种种原因，使用途大受限制，我们只好半途而废。

“高科技公司在开发新产品时，有时总会押错了宝，很难避免这种风险。”我安慰他们说。更何况我们的血汗也没有白流，部分研究结果可以应用在微处理器与只读存储器的发展上，算是失之桑隅，收之东篱。

其实在英特尔成立初期，原先想开发的产品也没成功，但却发展出往后相关的产品技术，这一点也是外界很难想象到的。

当初诺宜斯、摩尔、葛洛夫与维达斯等四人离开仙童公司时，原本想开发的产品是：（1）用金属氧化物半导体技术，制作成存储器元件；（2）以双极型技术做成介面功能；再将这两颗单独的芯片合而为一，成为一块集成电路。可是由于一直无法开发成功，后来才决定改变方向，分别以双极型与金属氧化物半导体技术。

发展出存储器。它与 DRAM 的最大分别，是存储的资料不会因为电源中断而消失。

突破，突破，再突破

这时期我们最大的成就还在静态存储器上，英特尔在 1972 年抢先推出第一颗静态存储器：2102，立刻获得市场好评。我接手后，聘用刚获得加川理工学院博士学位的白时利，着手开发新一代的“静态随机存取存储器”（SRAM, static random access memory）技术。

白时利积极进取，而且很有头脑，是新一代研发人员中的佼佼者。有一次他说：“我发现只要缩窄金属氧化物半导体栅极的宽度，就可以让速度加快。”这个想法很简单，但要证明可行却大费周章。他先做了一些实验，显示可以让金属氧化物半导体的运作速度比双极型存储器更快。他的发现可以说又是一项突破。

我很快理解到：这种技术未来不仅可用在 sRAM 上，更可作为微处理器与其他逻辑元件的催比剂。“我们可以借着这种技术，发展出同时具备高性能与高密度的超大型集成电路。”我说。于是我们决定将此技术命名为“高性能金属氧化物半导体”（NMOS high-performance metal oxide semiconductor）。

由于缩窄电路栅极最大的隐忧，是这一小片芯片的品质稳定度，因此我先前的经验再度有了用武之地。幸运的是，我们的品管部门很能了解此芯片的物理机制，为了增加稳定度，试遍了各种可能的状况。生产部门很慎重地控制缩窄的硅栅极，我们也为生产线开发出简单的控制方法。

白时利只有五个研究人员，却以出入意表的速度，在不到一年的时间里，同时发展出新的芯片工艺以及 sRAM 产品。1976 年我们推出 2147，成为当时速度最快的 sRAM，由于可以作为电脑的“快取存储器”（cache）之用，很快又在市场上造成轰动。

在为这个伟大成果庆贺的同时，我们也协助设计微处理器的小组，将此技术应用在第一批 16 位无微处理器—8086 与 8088 上。70 年代末期，8088 成为微处理器市场的主流；到了 80 年代初期，更发展成为 IBM 个人电脑的“心脏”。现在回想起来，我们所开发出高性能金属氧化物半导体技术，对随后微处理器一日千里的进步，实在具有举足轻重的影响力！

第三章 微处理器小兵立大功

这是第一张关于微处理器的广告，出现在 1971 年 11 月 15 日的《电子讯息》(Electronic News) 上。右上角的文字是“整台电脑都在一片芯片上！”照片则是微处理器的发明者霍夫。

这种新的经营理念也需要完全不同的行销手法。微处理器是全新的业务，一切只有靠实验摸索，有人说：“这真是冒险到了最高点。”

70 年代，硅半导体技术多项突破性的进展，除了让存储器产品不断推陈出新以外，它的另一项主要应用乃是在微处理器上。只不过一直到了 1981 年，随着 IBM 推出第一台个人电脑，它的影响力才完全爆发出来。

“从海沙到黄金”，是对微处理器最贴切的形容。硅是从海沙提炼出来的，而硅制成硅片，经过加工蚀刻处理才产生微处理器。较少接触电脑产业的人，可能无法体会微处理器有多贵重。事实上它的身价和同样滤取自沙粒的黄金不相上下，有时候单颗微处理器的价格比一两黄金还高。许多电脑公司曾经有过微处理器失窃的纪录，有人甚至戏谑他说：“不爱黄金，但爱微处理器。”

微处理器虽然和存储器一样，同样衍生自硅半导体技术，可是二者有一项基本上的不同。存储器的功能非常简单，我们纯粹拿它作为储存资料之用，就好像是空白的笔记本可以记载资料；而微处理器则由于程序化方式不同，因此可以有各种不同应用。相形之下，微处理器就像是内容丰富的书，其中包罗万象，就看需要的人如何应用它。

将电脑浓缩在一颗芯片上

如同许多重要的发明一样，微处理器的发明也是出于偶然。早期在仙童实验室里，就有许多研究计划围绕着如何作出具备计算功能的集成电路，以及如何进一步改进电脑架构等问题打转。

这时候，由于集成电路的技术日新月异，许多人开始梦想如何将整个电脑设计在一颗芯片上，可是究竟该如何进行，还没有人找到明确的答案。直到 1969 年，日本一家名为 Busicom 的计算机公司找上英特尔，希望为他们程序化的计算机开发几颗特制芯片，才意外促成微处理器的诞生。

摩尔原先对这类客户订制芯片的业务，一向兴趣缺缺，他一直坚持英特尔应该走标准化产品路线，才可望创造数以百万颗计的销售量。他的逻辑很简单，却也是千古不变的生意经。“我们只为某一特定客户发展特制芯片，投资是固定的，但回收却受限于这家公司；如此一来，我们等于是将自己的命运交到别人手中。”他说，如果我们生产的是标准化的产品，就可以卖给许多客户，投资是相同的，但回收却多了许多倍，同时也下会因为只倚赖一家公司，而将自己的未来前途孤注一掷。

从生意的观点来看，Busicom 的提议并不太受欢迎，但这毕竟是自己找上门来的客户。于是摩尔就交给霍夫 (Marcian Hoff) 看他是否可以制造出来，最好还可以成为标准化的产品，卖给其他更多公司。

霍夫早在斯坦福大学就做过电脑程序化的研究，经验丰富。他看了 Busicom 的要求，发现可以用简单的方法完成逻辑功能，制作成一个可程序化的机器。其程序可储存在只读存储器中。由于电脑的功能大同小异，每一个不同品牌的电脑，只需要使用不同的唯读存储器，其他的逻辑电路都是一

样。如此一来，也能符合摩尔的愿望，制造一些标准化的产品。微处理器的观念就这样意外地萌芽了。

于是，加上 EPROM，英特尔便拥有两种标准化的产品，客户只要将 EPROM 程序化，就可以设计自己的电脑。而这种标准化产品的用途还可以育无限多种，问如控制红绿灯，或者控制家电，微处理器都可以帮得上忙。

发展到这个地步，对英特尔来说，已不只是技术上的突破，更是生意上一大进展，于是摩尔请费根接手领导设计这种芯片，而霍夫则负责设计架构。

费根是意大利裔，智慧过人，曾经在仙童实验室研究过栅极金属氧化物半导体技术。他很快就设计出编号 4004 的芯片，成为全世界第一颗微处理器，当时这颗芯片上的晶体管零件数目约为两千多颗；这和今日 Pentium 处理器上超过三百万颗晶体管相比，真是小巫见大巫，但在当时已是很大的突破。

芯片全员集合

费根同时还开发出另外三颗芯片：4001、4002、4003，分别是随机存取存储器（RAM，random access memoy）、只读存储器（ROM，read-only memory）以及寄存器（register），四颗芯片组合起来即可达成微电脑功能。这组产品在 1971 年正式上市，当时广告上写着：“宣告集成电路新纪元：微电脑浓缩在单颗芯片上。”由于这时候一般人对电脑的认知，还停留在冷气房里的庞大机器，因此这则广告相当受到瞩目。

不过 4004 只是一颗 4 位元的芯片，当时的小型机与大型主机分别是 8 位元与 16 位元，因此必须继续开发 8 位元微处理器，才能追上小型机，具有市场价值。费根很快在 1972 年交卷，开发出 8 位元的 8008 芯片。

8008 诞生的时机，正逢英特尔的 1103 存储器大受欢迎之际，整个厂房都为 1103 而忙碌，这时微处理器的产量真是微不足道。而 8008 也只是很粗糙的 8 位元芯片，速度很慢，作为微控制器还差强人意、但要处理类似电脑的功能就力有未逮费根与西玛很快就开发出下一代的微处理器 8080，其中包含电脑处理所需的存储器功能，而且采用较快的硅片工艺生产，因此处理速度也比 4004 快上 20 倍。他们的研究小组虽然一共只有五个人，但个个都是高手，不但经验丰富，对产品开发方向也掌握得丝毫不误。

举例而言，存储器的批量生产成品率经常由于所需的元件过于密集而受到线路窄小的限制。但是在微处理器方面，线宽就不是问题。费根他们花了许多心血在加宽线路与线路之间的距离上，使批量生产成品率大为提高。经过三次尝试后，费根对于开发出真正具有电脑功能的微处理器，显然已经胸有成竹，有一次他说：“我们确信 8080 会改变整个电脑产业的历史！”没错，8080 在 1974 年正式上市，随后由于软硬件产业相互配合，果真建立起个人电脑产业全新的纪元。

万事俱备，只欠软件

多数人并不知道，这时期也是微处理器软件的黎明时分。为了让 4004 与 8008 展现功能，必须将它们“程序化”，也就是为它们编许多程序，才能发挥功用。但这时期会编程序的只有少数人。而且他们往往优先为大型主机与小型机编程序。为了让更多人能采用英特尔的新微处理器，我们必须先吸引他们替这些芯片编程序。

虽然微处理器在当时是全新的行业，不过英特尔已充分了解到、要让微处理器的应用领域更宽广，得先提供许多辅助程序与系统设计的工具，才能

鼓励人们采用这些新芯片。于是英特尔很快成立一小组人专为客户开发“发展系统”（development system），以帮助他们将程序放在 EPROM 中。同时也开发硬件电路板与工具，以协助客户设计出放置微处理器的电路板。没想到这种经营模式就这样延续下来，直到 80 年代中期都没有改变。

当时负责行销与业务的副总裁吉贝克（Ed Geiback），特别从惠普小型机公司找来戴维得（Bill Davidow），负责这些开发作业。

戴维得认为：要想靠微处理器维生，英特尔心须提供完整的产品方案，除了微处理器芯片外，还包括外围芯片与电路板上其他芯片相接的接口电路，以及辅助设计电路板的发展系统与各种软件工具。这对当时的半导体产业而言是全新的观念，即使是 10 年后的 80 年代初期，许多人对此都还没有百分之百的正确认知。

当然，这种新的经营理念也需要完全不同的行销手法。微处理器是全新的业务，一切只有靠实验摸索，有人说：“这真是冒险到了最高点。”

可是，戴维得毫无惧色，他很快为微处理器发展系统小组找来一些有小型机经验的人，让英特尔在很短的时间内充实小型机方面的知识。他同时也招募许多人撰写诸如 PL/I、FORTRAN 等的编译程序（compiler），让客户除了用汇编语言（assembly language）外，还可以用高级语言编程序。

这时期英特尔新的微处理器主要还是应用在工业控制、机器控制，或者是控制红绿灯以节省人力等方面。戴维得经常绞尽脑汁、思考如何为微处理器找出新的应用方向。刚好这时候出现几位大师级人物，凭着他们的冲劲与胆识，带动微电脑产业的兴起，也为微处理器开拓往后的广大市场。

微软与苹果的崛起

首先是盖兹（Bill Gates）。这位因创办微软而成为全美、甚至全球首富的新贵，至 90 年代俨然已是电脑产业的代言人之一。不过在 8008 问世的时候，他还只是个二十岁不到的程序设计师，利用学校的 Digital 电脑编一些程序。

盖兹第一次见到 8008，就深深入迷，毫不犹豫地和朋友亚伦（Paul Allen）花了 376 美元买了一颗芯片，动手设计出一块电路板，编起程序来。他花了许多精力为 8008 编程序，但实在有些懊恼 8008 功能太简单了，无法和 Digital 电脑相比。亚伦建议为了让程序化的工作更简化，应该先为它发展出 BASIC 语言的编译程序。盖兹照办，但最后由于芯片功能不够强而作罢。

1975 年，一家位于新墨西哥镇的小公司，以 8080 设计出第一台微电脑：Altair。以现在的标准来看，只能说它仅具电脑雏型而已，但它代表“个人电脑”时代的来临，每个人可以拥有自己的电脑，不用大老远跑到计算中心去排队使用大型电脑。这在当时已称得上是“独领风骚”。

盖兹与亚伦这两位电脑迷，当然不愿错过这大好机会。这一年他们合作在新墨西哥镇开了一家软件小公司，后来发展成微软，用全副心力为这个微电脑开发软件。

他们首先为 8080 编了 BASIC 编译程序，并授权给许多刚开始生产微电脑的小公司。这些软件后来成为市场标准，人人都在使用。后来许多微软软件都在英特尔微处理器上工作，就是由 8008 开始结下的因缘。

与此同时，杰伯（Steve Jobs）同样也发觉这大好时机，和他的好友乌兹尼克（Steve Wozniak）共同开发苹果型（Apple II）电脑，在 1976 年间吸引许多电脑迷抢购。但他们采用的是摩托罗拉的 6502 芯片，并且也以盖

兹的 BASIC 编译程序作为苹果电脑上第一个高级语言。至此很明显可以看出，微电脑舞台上微软、苹果电脑、英特尔与摩托罗拉电子，已领先别人一步崭露头角了。

蓝箱子竟是第一台微电脑

正当外界许多人意气风发地以 8080 来制作个人电脑时，英特尔却走上完全不同的路。事实上，英特尔的“发展系统小组”早就以 8080 作微处理器，设计出最早一代的微电脑，只不过他们将它称为“蓝箱子”，并不叫作“微电脑”，而且只卖给客户作辅助开发软硬件之用。对英特尔来说，公司目标是销售微处理器，这些蓝箱子只是帮助销售的工具罢了。

由于发展小组中许多人具有小型机的背景，他们很快就开发出自己特有的电脑系统，其中包括特殊的总线（bus）、以及命名为 ISIS 的作业系统等等。ISIS 是特别委托数位研究公司（DR, Digital Research）的基尔道（Gary Kildal）代为开发的作业系统。基尔道还保留模拟的权利，后来将类似的产品称为 CP/M（control program for microprocessors），几乎每一家生产 8080 电脑的公司都买来作为作业系统。不过英特尔站在保护商业利益的立场，一向都采用自己专属的作业系统，因此发展系统从未采用 CP/M。

70 年代末期，英特尔的微处理器业务还在起步阶段，但发展系统的销售业绩却是欣欣向荣。事实上，有一次有位行销经理还给我看一份资料说，“你瞧。我们还入选为第七大的小型机公司。”

其实这时期英特尔内部对许多市场发展也还没有清楚的概念。举例来说，我们初期也没想到 EPROM 居然会大发利市，后来才发现客户愿意花更高代价，只因为 EPROM 有相当大的弹性可以程序化，所以用途广泛。可程序化的功能，等于是英特尔无意间掘到了一座金矿。

同样，英特尔也为蓝箱子大受欢迎而兴奋万分，以为客户是因为想为微处理器开发新应用方式而买的，这十分符合我们的期待。但事实上，客户最先是拿它来作发展系统，但他们很快将它当作微电脑来用。就这点来看，英特尔其实是世界上最早的发出个人电脑的公司，只是连自己都不知道。如果当时在经营策略上略作调整，也许后来全球个人电脑产业的发展，会因此而改写。

刮起微电脑旋风

蓝箱子其实是一台完整的微电脑，定价虽然比当时多数的微电脑都要高些，可是却很畅销。它专属的作业系统与当时的产业标准 CP/M，只有些微的差异。它比一般的微电脑，还多出一些特殊功能，可以协助开发硬件架构。由于英特尔看上的是微处理器的生意经，脑袋里打着另一种算盘，因此错失了眼前这大好机会。后来的发展也验证：个人电脑真是有史以来最诱人的市场大饼，而且十多年来成长惊人。1994 年间它的销售量已超过汽车，直逼电视与录放像机；而且预计在 21 世纪以前，年产量将达一亿台，这将是多大产值的生意！

由于 8080 一炮而红，费根在英特尔公司内的地位也跟着水涨船高，成为微处理器的领导者。他精明干练、风度翩翩、加上卖命的工作，严然是当时产业界的新贵。

费根带领实力坚强的一大组研究员，同时负责许多研究计划。其中有一位名为安则曼（Ralph Ungerman），很有商业头脑。当时许多重要产品同时都在开发中，他们两人认为：“如果同时将 EPROM 与微处理器集成了在一起，

就可以开发出一颗单芯片的微电脑控制器，不但成本很低，而且可以创造许多新用途。”

1976年，英特尔果然成功地开发出8748，成为世界上第一颗可程序化的微电脑控制器，不但创造无限商机，也对提升人们生活品质很有贡献。现在我们到处都看得到“微电脑控制”的字眼，从汽车引擎、抽水机、冷气机到录像机，都强调微电脑功能，就是因为加了这种控制器。

当时霍夫还有另一个奇妙的想法：“我们何下试着用双极型技术，开发更小片的微处理器，可以用在超高性能的系统上。”蔡华泰负责将这个灵感付诸实践，后来在1977年间推出编号2910的微处理器，果然在市场上备受好评，产量一直供不应求。和以金属氧化物半导体技术发展的微处理器，同样是集客户“三千宠爱在一身”。

远渡回台

这一组里还有一位华裔工程师，他是和我同样来自台湾的苗富强。苗家在台湾鼎鼎有名，拥有联成石化、联华气体工业……等许多关系企业，他的父亲苗育秀是知名的企业家，也被视为是山东帮的重要成员。

苗富强自加州柏克利大学毕业后曾一度创业，虽然没有一炮而红，却从此和硅谷高科技产业结下不解之缘，并且日后成为台湾信息产业的拓荒元老。

当时原本国民半导体公司希望能延揽他加入，但他却宁可选择薪水只有一半的英待尔公司，理由是：“英特尔非常强调创新技术，在这里可以亲身参与，和一流人才共同切磋。”于是他成为开发8080的五人小组之一，并且设计出8251，可搭配微处理器共同使用，是一颗非常复杂的外围控制器。

8251卖了好几千万颗，可以说是比8080还更多。苗富强后来在台北的办公室，也一直挂着当时的线路设计图。由于他很早就作好自己的生涯规划，准备要自行创业，因此后来要求转调至行销部门，晚上并到加州大学修企管硕士学位。

开发出8251之后，苗富强决定回台湾接手他父亲的事业。他也认为处理器潜力无穷，希望能在台湾代理英特尔的微处理器业务。1977年，苗富强成立台湾自动化公司，将英特尔所有产品引进台湾，也成为英待尔在美国以外地区的第一家经销商。

1978年间我回台湾，他特别让我看看新公司在台湾推广微处理器应用的各种活动。我印象特别深刻的是：他还试验以8748作红绿灯控制器。另外他也尝试将英特尔的发展系统，也就是“蓝箱子”，拿来作中文输入的研究。在微处理器方面，他无疑是先知先觉的专家。后来他创办神通电脑，也是在台湾雄霸一方的电脑集团。

英特尔微处理器虽然是全新业务，可是业绩蒸蒸日上，很快就在业界掀起热潮。许多家半导体公司——包括国民半导体公司、德州仪器公司、仙童公司与摩托罗拉公司等——不约而同地跟进，让我们很快就体会到市场竞争的一面。

首先是国民半导体公司从英特尔的以色列设计中心，挖走了一位资深设计工程师，而且也在以色列成立设计中心，开始生产先进的微处理器。而当时最大的半导体公司——德州仪器公司，则对产量更大的微电脑控制器情有独钟。连仙童公司也改变策略要加入微处理器业务。

至于英特尔一向的竞争对手——摩托罗拉电子，则是微处理器与控制器

二者都有所斩获。他们积极和通用汽车发展业务关系，在汽车开始采用微电脑控制器之后，也跟着大发利市。

1975年，继第一颗微处理器问世短短几年后，英特尔的微处理器业务已经经营得有声有色，约占全公司营业额的20%。其中，蓝箱子大为热卖，创造巨幅利润；8080各种新应用相继出笼，随时都有新发展；另外还有许多新产品开发上市。显然，英特尔前途看涨。

竞争风起云涌

不料，一夕之间情势急转直下，让英特尔首度面临严重的人才外流危机：费根突然宣布将车同安则曼与西玛另创新公司，由于他们等于是微处理器领域的舵手，这消息震惊了英特尔每位员工。费根和我很熟，我很清楚他的明快作风，一旦下定决心，绝对会贯彻始终。

事实上，虽然他在英特尔主掌着最有潜力的新事业，可是仍无法抗拒来自艾克森(Exxon)企业的诱惑。艾克森企业是由石油巨子艾克森公司新成立的创业投资公司，这也是当时的潮流所趋，许多财团都开始对微电脑相关行业展露兴趣。艾克森企业希望物色适当人选，以创办一家微电脑方面的新公司。

费根投效艾克森集团后，很快决定将新公司命名为“Zilog”，这是他自创的新字，代表逻辑电路产品的最后一个字，也许他认为新公司虽然不是“空前”，但一定要“绝后”，成为集成电路产业上最后一个荡气回肠的高音。我们为他们举办离职晚宴时，我不禁回想起摩尔、诺宜斯与葛洛夫决定离开仙童公司、创立英特尔的那一幕。

也许，这就是高科技行业的迷人之处，技术变化很快，有才能的人很容易闯出自己的一席之地。像费根就对新公司的未来发展充满憧憬，大有从此平步青云的架势。相形之下，英特尔同仁目睹他们突然变节，也无可奈何，只有暗自揣测微处理器业务前景不明。

费根很快让我知道他对新公司的期许：“我要开一家可以卖所有跟微处理器相关产品的公司，从芯片到电路板再到电脑系统。”野心还真不小呢！

由于背后有财团撑腰，他大肆招兵买马，很快就找到一群研究人员，而且陆继推出一系列惊人之作：包括新的微电脑控制器Z8、Z80（英特尔8085的改良版）、全新的16位元微处理器Z8000，以及许许多多以这些微处理器发展而成的电路板和系统。基本上，他把在英特尔所发展的十八股武艺，通通搬到Zilog另起炉灶。

费根第一炮就推出功能更强的Z80，可以应用市场现有的8080软件，无须再费心从头经营市场，实在是明智之举。而Z80也确实是对英特尔致命的一击，等于将大好河山拱手让给自己一手培植的竞争对手。

Zilog很快就在微处理器市场上头角峥嵘，后来甚至也远来台湾拓展业务。传播媒体本来就爱渲染新公司的传奇故事，Zilog很快成为媒体争相报导的新欢，一时之间人人争相传诵它的成功故事。相形之下，英特尔被视为强弩之末，声势慢慢走下坡，我想这是我们微处理器业务第一次面临真正的危机。

新人接班

不过，罗马毕竟不是一日造成的，英特尔在微处理器领域的技术根基，像金字塔般坚固不可动摇。维达斯立即提拔几位较资浅的经理，让他们接手开发微处理器业务，也让研究工作不至于断线。

这正是英特尔最有利的优势：管理与技术人才济济，任何个人或小组另谋他就，都不会对公司造成致命伤。同时，英特尔一向不吝于提供新人出头的机会，甚至常常在新人还未完全准备就绪之前，就先赋予重大使命。由于新人上台没有包袱，同仁也都乐于提供他各种真诚的见解，因此成功的机率远远高于失败。这种直接开放的工作环境，往往可以加速员工的成长，而且很快就作出一番成绩。

像新接手的微处理器小组，很快就完成第一项任务——亦即 8085 的设计，这是一颗难度很高的芯片，集成了许多功能，用在电路板上搭配 8080，成为高度集成的微处理器。英特尔在 1976 年正式推出，与 Z80 在市场上短兵相接。虽然初期 Z80 给英特尔带来很大的杀伤力，但从长远的眼光来看，竞争反而为英特尔带来更多利益。往后，英特尔面临数不清的市场竞争，但往往因此而有突破性的成长。

主要的理由是，当时 8 位元微处理器市场虽然还不到“百家争鸣”的地步，可也是争食者众。由于英特尔和 Zilog 的产品适合使用同样的软件，购买微处理器的客户只要考虑选英特尔或 Zilog，不必再分神去想更多的品牌。而同时有两家供应微处理器的公司，也让客户更有保障。

同样的道理，编软件的人也宁可为我们两家公司的微处理器编程序，因为投资一次的开发资源，却可回收两倍的业务，这是所有生意人部下会错过的选择。事实上，当时最重要的二项软件：即 Digital 的 CP/M 作业系统与微软的 BASIC 编译程序，也都是应用在这两种微处理器上的。

Z80 和英特尔的 8085 很快就在市场上热卖，70 年代末期第一批微电脑开始出炉时，几乎都是它们的天下，竞争反而加速它们成为市场标准，这是过去大家从未想到的。这时除了摩托罗拉在 8 位元微处理器市场，还占有一席之地外，其他如国民半导体公司、仙童公司与德州仪器公司，都只是二流的角色，对英特尔来说，并不构成威胁。

在 Zilog 方面，Z80 确实是值得骄傲的成绩，但也仅此昙花一现，其他二项产品都惨遭败北。Z8 和 Z8000 由于是全新的处理器架构，市场反应冷淡，更缺乏足够的软件支援，始终无法刺激需求量。

创造新架构的风险

高科技产业的管理阶层，经常小看创造全新架构的难度与复杂性。类似 Zilog 的教训，在往后的微处理器产业里一再重演。以前有句话说：“想害一个人，就让他去办杂志。”在高科技产业可以改成：“想害一个人，就让他去创造市场新标准。”

像费根不惜投下巨资，希望培植 Z8 和 Z8000 成为市场新标准，但最后连靠 Z80 赚来的营业额都赔上了，还是无法让它们的市场起死回生。如果他不是一心一意要创新标准，而是延续原来架构开发更先进产品的話，那这场竞争游戏的结果，可能是另一番局面。

后来艾克森企业对 Zilog 营运的连连失利，逐渐失去耐心，费根最先被迫挂冠求去，紧跟着安则曼也差事不保。费根一度因此而怀忧丧志，甚至对微处理器业务敬而远之。还好往后他在人工智慧市场上东山再起，又开了一家新公司。

80 年代中期，有一次周末，我们在帕洛奥图的一家书店中不期而遇，当时我们都在翻阅电脑书籍。他看来神采奕奕，显然已经走出昔日的阴霾。他提起新公司时，兴高采烈地说：“人工智慧领域里，有更多值得投入的商机。”

眼中的光辉，仿佛是当日开创 Zilog 时的再版。

安则曼则走上另一条路，他相当成功地开了一家传播公司，后来还卖给坦登（Tandem）电脑公司，算是功成身退。

Zilog 公司方面，艾克森企业后来派自己的人接管，但对此行业完全外行，因此已经很难再有昔日费根他们所创下的格局。当时艾克森企业投资许多新成立的公司，不过最后都是有去无回，没有一家让他们扬名立万的。连 Zilog 后来也是紧缩编制，成为倚赖特殊利基存活的一家小公司。

Z80 显赫一时的销售神话与成功传奇，从此也就“往事只能成追忆”了。

谁是 16 位元的最后赢家？

英特尔以 8085 与 Z80 正面迎战大有斩获后，俨然已是 8 位元微处理器市场新秀。然而 Zilog 推出的 Z8000 以及摩托罗拉的 6800，强调是最新一代的 16 位元架构，这等于是将战场延伸到 16 位元的新领域。没有人可以保证 8 位元的市场冠军，同样可以稳坐 16 位元宝座，英特尔只得马不停蹄继续抢攻 16 位元市场。

事实上，无论 Zilog 或摩托罗拉都希望借 16 位元的新机会，一举抢下英特尔的市场宝座。这也是高科技行业的特性，产品快速改朝换代，让有心角逐市场的人有较多的机会。当然，只是英特尔不会坐视他们的野心而不顾。维达斯早就作好准备，随时可以推出 16 位元的秘密武器。

当时英特尔已了解到，8080 主要是控制器架构，并不具备电脑的处理性能。这时期的微电脑几乎都是 16 位元架构，因此新的微处理器必须符合 16 位元微电脑的要求，才会有市场竞争力。

此外，由于这时市场上已有许多针对 8080 开发的 8 位元软件。英特尔对 16 位元新产品还有另一项基本要求，就是必须能与这些软件兼容，让用户不必更改旧有的使用习惯，就可以继续采用新的微处理器，这样可以提高用户对新产品的接受意愿，也才有较大的成功机会。

“软件兼容性”在这时还是很新的观念，但英特尔在微处理器发展策略中，已经注意到、并且特别强调这一点。事实上，这也是对电脑用户的最佳保障，因为这样一来，他们不必担心因为微处理器更新，而必须重新购买软件重复投资。在往后的发展过程中，我们经常面临是否要创新架构的问题，还好我们坚信这项政策，始终没有动摇。

维达斯大胆地让年纪轻轻的波曼（Bill Pohlman）挑起大梁，负责开发新的 16 位元微处理器架构，而他也以宗教般的狂热奉献在工作上。1978 年，英特尔正式推出 16 位元的 8086 微处理器；随即在次年又推出成本更低的 8088 版本。

8088 基本上与 8086 相差无几，只是将 8 位元总线独立设计，因此包装上接脚数目较少、成本自然也较低廉、又能配合当时现有的零组件在 8 位元电路板上运作。总线是微处理器与外部元件传送资料的通道，功能类似公路，所有的资料都要在这条公路上流通。

我们原本预期 8088 应该很受市场欢迎，可是最初反应却是平平。显然摩托罗拉、Zilog 与国民半导体公司的新产品已占有较早上市的优势，加上他们纷纷吹嘘新架构具有神奇威力，让英特尔在竞争上备感吃力。

1977 年，一家当时新成立的小公司——苹果电脑公司，选择摩托罗拉 6502，作为它相当畅销的苹果型（Apple II）电脑之微处理器。另一品牌 Commodore 电脑也跟进，选用摩托罗拉的产品。摩托罗拉电子因此声势更为

壮大，占据原本即已有限的新兴电脑市场。还好英特尔发动一次成功的行销攻势，才挽回了市场竞争劣势。

行销先锋

豪斯(David House)是这场行销战中最大的功臣，他为英特尔建立起“应用工程师”(field application engineer)制度，在各地分公司设置工程师以就近支援客户，这制度沿用至今。

豪斯大学毕业后，原本在南加州的一家小型机公司工作，是很优秀的工程师，有小型机设计的经验。一次偶然的机会，他见到英特尔 8080 处理器，感觉小型机的未来已没有希望，于是就在 1974 年进入英特尔，担任产品应用经理。

外表看来英俊潇洒的他，天生就是行销高手，具有很强的说服力，行销专长不容埋没。当时负责行销的戴维得求才若渴，于是将他纳入旗下。豪斯初试啼声，很快就一战成名。

1979 年秋天，英特尔在 16 位元微处理器市场已经岌岌可危，戴维得召集担任微处理器行销总监的豪斯、负责企业行销的卡斯等人，用脑力激荡的方式希望找出绝招。他们绞尽脑汁一再开会，终于决定发动一项盛大的行销活动，命名为“致胜”计划，由豪斯领军，目的就是要赢回 16 位元的市场。

他们认为每家电脑公司决定要采用哪一种微处理器，都是深思熟虑后的结果，而且需要各部门积极介入。举例来说，由于选对微处理器可能发展出惊人的业务量，因此总经理必须亲身参与，才能为公司规划长期策略。工程人员必须将微处理器设计成产品，因此也免不了是参与的一分子。而采购部门花在采买各种芯片、电路板、发展系统的金额可观，因此最好也能事先了解将选择哪种微处理器架构。

客户的这种作业模式，其实也符合当时微电脑公司的营运现况。70 年代末期，微电脑应用还在起步阶段，豪斯思考致胜计划的行销活动，必须能将所有人一网打尽，才可能杜绝竞争时手的觊觎。

由于每家公司决定采用微处理器的时间都不相同，而且决策过程通常很长，让我们的行销计划很难有具体成果。豪斯于是想到以“采用英特尔的设计”(design win)，作为早期的评估标准，并在 1980 年设定以两千家客户为目标。他的理由很简单，“如果客户开始采购英特尔的发展系统，并且确实以它来开发配备微处理器的新产品，那八九不离十，这家公司很快会推出他们的新产品，而他们会大量采购英特尔微处理器也是指日可待的。”

目标设定明确后，豪斯对不同职位的客户问题——击破。首先，公司的总经理会要求了解英特尔微处理器未来发展的里程碑，知道英特尔未来将继续供应哪些产品，也相信英特尔将持续不断地技术创新，以确保他在软件与硬件的开发投资不会功亏一篑，才敢将公司未来前途押注在英特尔设计出来的架构上。

除了要了解里程碑外，工程师还要知道更详细的微处理器技术进展，会有哪些支援芯片，又有多少软件与发展系统作后盾，让设计工作更容易进行。第三，采购人员必须了解未来的定价策略与供货趋势，才能让采购作业依计划进行无误。

开风气之先

豪斯和他的工作小组计划将所有需求照单全收，以丰富的说明资料让客户对英特尔信心十足，客户自然也就不会投入竞争者的怀抱。

他先准备好未来英特尔微处理器的发展里程碑，除了已上市的 8086 与 8088 外，还有高度集成的 80186、以及后来在 1982 年上市、具有存储器管理功能的 80286 微处理器，连当时秘密开发中的 32 位元架构，赫然也列名其中。这些里程碑编号均刻在木头材质的牌子上，木牌上的讯息单纯有力：“英特尔提供自芯片至系统完整的严产品线，掌握未来契讯，请加入英特尔阵营。”客户可以将它挂在公司墙上，显示对未来发展的坚定承诺。

这对英特尔公司也是一大赌注，过早让未来的产品曝光，可能使我们成为竞争对手明确的攻击靶子。同时木牌上斩钉截铁地写着：英特尔将在哪年推出怎样的产品，好像也是对公司信誉的挑战。然而，英特尔如果不将前瞻性目标揭诸于世，又如何建立起客户长期的信心呢？

“致胜”行销活动的重头戏还在后面。英特尔为全球各地的公司总经理、采购员与工程师们，举办多场不同的技术研讨会。反应空前热烈。从来没有一家公司如此明确地提供对未来发展的蓝图，也没有一家公司主办过这么大手笔的客户行销活动，可以说是开创微处理器产业的行销先例。

在“致胜”计划之前，没有人想到微处理器这种高科技产品，也要靠大手笔行销活动来推广。没想到英特尔在无前例可循的情形下，居然会有出人意表的成绩。后来英特尔许多行销计划都以此为圭臬，其他公司在很多年后才领会其中奥妙。同时，“致胜”计划也为英特尔的微处理器业务，训练出许多独当一面的行销人才，成为另一收获。

1982 年英特尔公司营业额已达 9 亿美元，其中一半是拜微处理器业务之所赐，显示“致胜”行销计划确实奏效。但当时无论英特尔内部或外界人士，都还没意识到英特尔已是微处理器市场的小龙，多数人仍将英特尔视为存储器公司。

286 性能三级跳

这时，微处理器小组依照“致胜”计划揭示的里程碑，继续埋首发展新的微处理器产品。当时最重要的下一步是推出 286，由希尔（Gene Hill）负责，他在加入英特尔以前曾在几家芯片公司待过。

英特尔 80286 微处理器，可说是野心勃勃。不但性能较 8086 提升 3 倍，也把当时重要的电脑功能例如存储器管理、保护等都囊括在内。这时电脑辅助设计（CAD，computer aided design）工具还在初期发展阶段，所有作业都须仰赖人力，因此，286 的线路设计图可以说是人工一笔一划描出来的。

希尔和他的工作小组希望 286 芯片上可以放入十万颗晶体管，这在当时是芯片设计的顶尖之作。他们整整花了 3 年才完成设计，在 1982 年间推出产品，让英特尔的成长又跃升至另一新阶段。

摩托罗拉因为 6800 曾经输给英特尔的 8086，这时寄望新一代的 68000 反败为胜。英特尔适时推出 80286，等于是强力反击。往后这两家公司就这样你来我往，以产品在市场上展开较劲，我想直到 20 世纪结束，大概都不会停止。

而这场战争因为 IBM 的出现，使战场更扩大到个人电脑的领域。IBM——这家大型电脑的龙头老大，在 1982 年正式推出第一代 IBM 个人电脑，开始进入个人电脑市场。虽然起步较晚，可是挟着丰富资源，却让其他电脑公司望尘莫及。

原本微处理器的应用相当广泛，微电脑只是其一。但在 IBM 个人电脑登场以后，很快就成为微处理器最大的市场。而英特尔在微处理器科技的创新，

也推动个人电脑技术持续前进，使得微处理器和个人电脑的发展相辅相成，从此密不可分！

第四章 微电脑开路先锋

80年代初，IBM 决定采用英特尔的 8088 微处理器来生产个人电脑，是我们快速成长的关键之一，因为这样一来，8088 及 8088 架构成为了市场标准，陆续发展出 X86 系列产品。图为 IBM 当年推出的个人电脑，右下角则是非 286 处理器。

我终于了解到：聪明人应该借助产业标准，形成自己的竞争优势。顺水行舟绝对会比逆水行舟更省力，也更快抵达终点。新公司最好的策略就是以更好的产品进入现有市场，才可能一炮而红。

有一位资深的电脑产业观察家曾经指出：“个人电脑行业其实是从半导体工业茁壮成长而来，个人电脑不是小型化后的大型电脑，而更像是令人难以置信的大芯片。”

英特尔正是生产这颗大芯片的公司。

70年代初期，几家大型电脑公司，如 IBM 等，本身大型电脑的业务已经做得有声有色，在他们看来，微电脑是难登大雅之堂的小玩意，而且有可能影响到原先的业务，所以他们一点也不感兴趣。IBM 对微电脑漠视的态度，持续将近 10 年，直到 70 年代末期才有了一百八十度的转变。

倒是有些人因为特殊渊源，成了个人电脑领域的先锋，其中一部分人不是在英特尔待过，就是在硅谷的其他公司历练过。这些人有共同的特性，多半都是工程师或有科技背景，基于本身专长与兴趣，在闲暇之余将芯片拼拼凑凑，组装自己的微电脑。对这些业余高手来说，微电脑不是机器，而是私人玩伴，因此也没人想到要大量生产。

1975 年一家叫作 MITS 的小公司，以英特尔 8080 微处理器发展出第一台微电脑 Altair，才有了比较像样的规模，也刺激更多科技精英投入这个领域。

接下来的故事很多人都耳熟能详，乔布斯和他的伙伴乌兹尼克创立了苹果电脑公司，1977 年推出苹果 II 型电脑，广泛引起电脑迷的重视，微电脑产业总算是真正地萌芽了。乔布斯不愧是产业界的行销奇才，在 1977 年旧金山的电脑大展上，他将苹果电脑的摊位摆在入门的正前方，所以每位参观者对苹果电脑都留下深刻印象。

用户也疯狂

乔布斯也是第一位将电脑定位为“个人”可以拥有的工具，就像汽车一样，可供每个人使用。这在当时可是破天荒的观念，因为对一般人而言，过去的大型电脑简直是头巨型怪物，供奉在电脑中心的冷气房里，只有少数受过专业训练的人，才可以接近并利用它来做点事。

一般人居然可以拥有电脑。在当时是很震撼人心的诉求。事实上，许多程序设计师也是看准了电脑可以走入寻常百姓家。将带来数以百万计的生意，才愿意去买苹果电脑来编软件。这是苹果电脑早期所以风行的真正理由，它靠的是一群程序设计师的捧场，而不是一般的使用者，这时候根本还没有“用户”（enduser）这样的名词。同样的道理，英特尔早期依赖“蓝箱子”大赚一笔，也是因为许多人为了开发微处理器系统，利用它来编程序。

苹果电脑另一高明之处，是它最先洞悉包装的奥妙，为了成为真正人人可接受的个人电脑，乔布斯把苹果 II 型包装成白色塑料外貌，设计优雅美观，

极具亲和力，一点都不像传统电脑带着一大堆插头开关那样，令人望而生畏。

苹果型堂堂上市后不久，许多软件公司就纷纷推出应用软件。其中一种称为 Visical，是电子视算表软件的开山宗师。一时之间，许多对电脑还只能算略懂皮毛的财务人员，也被吸引用它来作财务分析，从此省得到电脑中心去大排长龙，也不必再看电脑操作员的脸色。他们成为第一批获得自由的电脑“用”。早期在华尔街有位罗森（Ben Rosen），对微电脑的发展一直兴趣高昂。他从加州理工学院毕业，曾经当过电子工程师，后来觉得无趣改去华尔街闯天下，终于靠半导体产业分析闯出名号。他在《摩根史丹利》（Morgan Stanley）周刊上发表“半导体新闻”专栏，是当时业界人士必读的文章，很有一番影响力。

罗森很有“新闻鼻”，是华尔街最早嗅到微处理器应用的分析家，他也抗拒不了苹果电脑的诱惑，买了一台来作分析，认为潜力无穷，大为倾倒。他的疯狂很快感染了华尔街其他的分析师，人人拜倒在苹果型的石榴裙下，争相传诵十人电脑的神奇魅力。

IBM 个人电脑的狂飙

不过看在蓝色巨人 IBM 的眼里，这一切可就不是滋味了。IBM 靠大型电脑起家，个人电脑吸引它的忠实信徒走出电脑中心，从此大型主机与小型机岂不是要乏人问津？

更令 IBM 气愤填膺的是：领导这股个人电脑风潮的都是些初出茅庐的小伙子，像苹果电脑的乔布斯、微软的盖兹、数位研究公司的基尔道、以及推出 Visical 的布里克林，都是二十出头、乳臭未干的小孩子而已。IBM 是电脑界的老字号，可不能坐以待毙，就此砸了自家招牌！

1979 年，IBM 先在佛罗里达的波克镇，成立了一个研究小组，专责开发新的个人电脑，以与苹果电脑相抗衡。这个小组还获准“特赦”，可以不顾 IBM 平时必须采用内部技术的禁令，爱研究什么就研究什么，充分拥有自主权。结果这个崭新政策，不但开启了 IBM 通往个人电脑世界的大门，也让其他半导体与软件公司有机会与 IBM 结盟，共同开创个人电脑的新天地。

这时候，英特尔也由于“致胜”计划而走访波克镇，打算向 IBM 推出英特尔微处理器的未来前景，结果很能获得这个研究小组的认同。其实 IBM 本来就是英特尔存储器业务的老客户，采购量一直很稳定、双方保持密切的业务往来。

对于他们所肩负的划时代任务，波克的研究小组因为时间紧迫，直截了当就作了决定：采用市场上现成的微处理器、作业系统，以发展低成本、高品质、与 IBM 形象相吻合的微电脑，并提供诸如 visical 之类的几种重要应用软件。

关键之一是选择适当的微处理器。虽然苹果电脑采用了摩托罗拉的 6502，但是 IBM 可不想随波逐流，他们希望开发出 16 位元的电脑，以便后来居上超越苹果的 8 位元机器。他们对处理器要求的条件还包括：成本低廉、而且有丰富的软件可以应用。英特尔的 8088 简直就像为他们量身订制的。

由于当时真正 16 位元的 8086 已经上市，许多人趋之若鹜，因此英特尔正打算调降 8088 的售价，以吸引买主的青睐。事实上，二者只是总线的不同而已，8088 与 8086 同样都是 16 位元的核心，因此如 CP/M、BASIC 与许多其他的软件都可以运用。

在外围控制方面，英特尔也提供输出、输入、键盘控制芯片等完整产品，

来配合 8088，因此整台电脑的硬件设计变得非常简单。此外，英特尔还有发展系统与支援工具，来辅助系统设计；并且派专人到场作技术支援协助设计；对于未来，英特尔已经有一套技术发展蓝图，可以预见 32 位元的下一个里程碑。

这些优势让 IBM 毫不犹豫地选择了英特尔的 8088，并且立即着手设计系统。这使英特尔在 1980 年再度赢得一次重大的胜利。当时很少人体会到：波克镇的这一小组人即将改写全世界的历史。

微软打开财富之门

IBM 紧接着的大事是作业系统的采购。在 8080 与 Z80 等 8 位元电脑上大受欢迎的 CP/M，当然是他们的首要目标。波克镇研究小组马上走访在加州蒙特利的基尔道，也就是 CP/M 与英特尔 ISIS 作业系统的作者。基尔道对这送上门来的生意当然充满兴趣，不过这次他显然没弄清楚状况，只想依往常惯例对每套 CP/M 收取两百美元的权利金。

IBM 另外也走访了微软的盖兹，这时他刚把公司搬回家乡西雅图市，以 BASIC 编译程序为主要业务，BASIC 几乎已成为产业标准，包括苹果电脑在内的多数电脑公司都已采用。盖兹可比基尔道清醒许多，他很快警觉到：眼前正是千载难逢的大好机会，IBM 电脑可以轻易超越苹果电脑，成为真正人手一台的个人电脑。只要跻身 IBM 的阵营，未来前途无可限量。

为了拉拢 IBM 的生意，盖兹开出很诱人的条件：不但配合 IBM 规格的需要，以及对品质的要求，特别设计磁盘作业系统（DOS，disk operating system）；而且要价很低，只对每位用户收取不到 50 美元的权利金、对 IBM 则几乎是免费服务。不过他要求未来可以对其他客户销售略作修改的版本，这就是日后 PC-DOS 与 MS-DOS 的由来。

盖兹的条件听在 IBM 人的耳里，真是顺耳极了。双方各打各的如意算盘，简直是一拍即合。IBM 的人万万也没想到，盖兹这种“吃亏就是占便宜”的生意经，其实已经为微软敞开进军 IBM 个人电脑的大门，不但日后作业系统销售量可观，微软还可以得先天之利，开发更多应用软件，这可是数不尽的财富。

事实上，微软这时候根本没有磁盘作业系统，盖兹隔天跑去找朋友赶紧买了一套以应急，没想到日后却成为微软的摇钱树，盖兹真不愧是最聪明的生意人。他很了解搭上 IBM 便车是这辈子最快的成功之道，因此对此业务可说是全力以赴，不敢松懈。

卓别林的电脑

IBM 的研究小组很顺利地完成任务，1981 年推出崭新一代的微电脑，其中采用了英特尔 8088 微处理器，为了增加扩充能力也设计了总线以插卡，更让用户可以加装显示卡自行选择彩色或黑白的萤幕。它的名字就叫作：“IBM 个人电脑”（IBMPC，IBM Personal Computer）。

IBM pC 新上市时的广告很有创意，用一个卓别林式的小丑象征这款电脑是为小人物设计的，人人都可以使用，一扫传统电脑尊贵不容侵犯的形象。它适用三种作业系统，除了 CP/M 和 PC—DOS 外，还有一种名不见经传的系统：P 系统。当时几种重要的应用软件包括 Visical 等，它都可以支援，也就是说用户有许多现成的软件可以使用。挟着 IBM 的威名以及宣传财力，这种个人电脑很快就虏获用户的心，在市场上大为风行。

我在 1982 年买了我的第一台 IBM PC，花了 4000 美元。虽然以同样的价

钱，在 1995 年已经可以买到两台 pentium 电脑，而且处理速度大约提高了 40 多倍。可是当时我对它看起来非常科技化的外形，与整个系统的感觉，实在十分满意，至今我仍印象深刻。它的操作手册写得清楚简洁，键盘的手感也很不错，比起苹果型实在进步许多，我开始用它来跑 Visical 软件。

还记得我有一片 DOS 作业系统，因为它比较便宜，同时文件上也显示这是正式的 IBM 软件。但我没有 CP/M，一方面是因为它太贵了，另一方面也是 Visical 需要用 DOS，而无需 CP/M。从这个简单的逻辑就可以看出二者后来的发展大相径庭：DOS 成了软件产业的标准，而 CP/M 却逐渐没落，甚至现在许多人已很难想象它当初的盛况。

关键在于盖兹了解 DOS 的成本很低，但它却和应用软件息息相关，因此能成为产业标准。他虽然在每片磁盘上只赚得蝇头小利，但积沙成塔，几年下来已累积成巨大的财富。相形之下，基尔道每片收取的权利主较高，因此自然无法击败 DOS 成为市场标准，基尔道的发财梦最后也就成了泡影。他不幸在 1994 年 7 月因为头部外伤而去世，享年只有 52 岁。

IBMPC 大受欢迎，对英特尔来说，也是日后发展的一大关键。整个“致胜”计划赢得许多客户的支持，而 IBM 无疑是其中最举足轻重的。英特尔当然不敢怠慢这位大客户，很快就成立了一个称为“特殊客户部”的小组，专门服务 IBM 公司。

就像微软可以另外销售和 PC—DOS 有些微差异的 MS-DOS 给其他客户，英特尔也可以将相同的微处理器卖给其他公司。许多反应敏锐的人已经理解到，只要买英特尔的 8088 与微软的 DOS，就可以设计出和 IBM 兼容的个人电脑，用户还是可以使用所有的应用软件。

虽然 IBM 在其个人电脑内，设计了专属的“基本输入输出系统”（BIOS，baSic input output system），但凤凰科技（Pheonix）公司等也很快地用逆向工程原理，推出了基本输入输出系统，让其他的电脑公司无货源之忧。1983 年间，IBM“兼容”pc 突然兴起。而且声势看涨，很快就发展成极其兴盛的新兴产业。

莲花与康柏诞生

华尔街的苹果电脑迷罗森一直在密切观察微电脑产业，他看好这个时机，立即决定成立一家创业投资公司，头两件投资案就是莲花（Lotus）与康柏（Compaq）电脑，可以悦是搭 IBM 便车成功的最佳典范。

莲花的第一个产品是针对 IBMPC16 位元的特性，推出功能改良许多的视算表软件，称为“莲花 123”（Lotus 123）。它不仅具有计算能力，而且提供简单的图表以显示计算结果，还有简单的资料库功能。我也是莲花 123 的早期拥戴者，每天都要花数小时与它为伍，它的功能真的比 Visical 强大许多，几乎 10 年内没有其他的视算表软件可以凌驾其上。直到 1990 年代初期。才让微软公司的 Excel 赶上。

康柏是由康尼恩（Rod Cannon）伙同其他几位德州仪器公司工程师一起创立的公司，他们希望设计出比 IBM 外型更精巧、图形功能更强的个人电脑。康柏也是第一家特别强调与 IBMPC“百分之百兼容”的电脑公司，以确保用户所有的应用软件都可适用，不会因为很小比例的不兼容，而牺牲原有的部分软件。

由于 IBM 电脑有时需要排队等待交货，价位也略高一筹，康柏电脑很快便窜起成为替代货源，逐渐获得用户的拥戴。后来在开发 386 电脑时，康柏

更凭借着小型公司的冲劲与弹性优势，领先推出新一代的 386 电脑，从此奠定康柏在个人电脑产业上屹立不摇的地位。

70 年代末期，在美国掀起的微处理器与 IBM 个人电脑热潮，很快就感染到世界各个角落。其中又以台湾的发展最为兴盛。由于台北等于是我的第二故乡，我对这里信息产业的发展也最为关切。

更让我意外的是，往后微处理器与个人电脑在台湾的发展，居然和美国依循相似的轨迹，也就是先有微处理器的应用，然后才发展出个人电脑工业。

信息奇迹创业维艰

70 年代中期苗富强返回台湾，由于对电脑产业情有独钟，自然而然就成了早期的拓荒者之一。

苗富强还在英特尔工作时，就因政府推动十大建设，准备建立石化工业，奉父命返台筹备联成石化而回台湾。不过他念念不忘微电脑的发展，因此向英特尔公司要求代理台湾的业务。可惜已有人捷足先登，比他早两个月与英特尔签下代理合约，于是他回台湾的第一件事反而是先找上神通电脑公司，和侯清雄、李振瀛等创办人一番长谈，结果把他手上原有的英特尔股票卖掉，向神通公司原出资者买下股份，成了神通电脑公司的董事长。

1977 年，苗富强通过父执辈吕凤章的引荐，极力向当时担任政务委员的李国鼎以及担任电信总局长的方贤齐，游说电脑科技的重要，因而助长了台湾信息工业的萌芽。李国鼎被尊称为“台湾信息业之父”，也是肇因于此段历程。“当时为了一台传真机的搬动，都还要国防部、电信局等三、四个单位的同意，可见对信息科技有多大的恐惧和排斥。”为此苗富强还替李国鼎批过公文，越俎代庖一番。

“我们当时最主要的工作就是洗脑，除了主动向相关政府官员解说外，甚至很长的一段时间都在跑立法院。”为了推动信息工业的发展，苗富强等人极力倡导引进创业投资观念，并且建议政府提供种种奖励投资方案，鼓励民间投入信息工业，这种模式和硅谷高科技公司的兴起，也大同小异。

由于政治敏感性，当时神通公司进口微处理器至台湾常需大费周章。苗富强常常形容说：“那真是要过五关斩六将。”不仅要填一大堆登记表格、问话、还得通过美国外交部、国防部、中央情报局……等单位重重审核，过程真可说战战兢兢。“因此，有时干脆就放进手提箱直接带进来。”

同样，台湾早期对微处理器的应用也是大海摸针，没有固定的用途可循。神通公司将英特尔的微处理器与发展系统，卖进中山科学院与电信研究所，因而开发出军事与通信用途。同时也说服国科会拨出预算，委托交通、清华等大学开始作基础应用研究。

不过最早采用微处理器发展而成的，居然是用在嘉义朴子农会的毛猪拍卖系统，让毛猪像选美般地一只只走过，以进行自动秤重标售交易。后来神通公司还发展出自成一格的专案系统的控制业务，陆续完成高速公路的交通管制系统、中钢炼钢控制系统等，甚至也为刑事警察局开发前科犯资料处理系统，成了打击犯罪的幕后英雄。

除了神通公司以外，宏碁电脑公司也是早期在台湾开拓微处理器市场应用的先锋，宏碁公司于 1976 年成立，施振荣和其他六位创业伙伴很早就引进各种微处理器，并以耕耘者的身分自许，定期发行《园丁的话》，以作为微处理器的推广应用，他们的创业故事在台湾许多人都耳熟能详。

1982 年，苗富强进而在新竹成立神达电脑公司，开始生产各种电脑及相

关设备。有一次，由李信麟负责的奎茂（Qume）公司，将大笔终端机的委托代工（OEM，original equipment manufacturing）订单转给宏碁与神通，对两家公司在创立初期有莫大的帮助。借着 OEM 业务站稳脚步后，台湾的电脑公司一步步摸索出批量生产技术，进而推出自己的电脑系统，创造台湾的信息奇迹。

我的微电脑冒险之旅

70 年代微处理器应用的狂热，从硅谷跨越太平洋到了台湾。我置身在发明微处理器的英特尔公司里，很难对这场热潮无动于衷。摩尔在仙童公司时所发表的摩尔定律指出，自 1959 年集成电路的雏型问世以来，芯片技术即持续以稳定的速率更新演进，例如芯片上的晶体管数目每隔十八个月即增加一倍，芯片的性能也依固定速率而成长，未来究竟如何呢？我在仙童公司时就经常思考这个问题。

为此，我在 1971 年还特别与加州理工学院的术德教授讨论一番，结论是芯片技术在当时还只是起步而已，很难看出未来发展是否会有极限，也就是说它很可能会无止境地发展下去。我们认为电源供应可能会是技术瓶颈，所以预测未来可能需要降低电压，这也和现在电脑普遍从 5 伏特电压，降至 3.3 伏特的趋势完全一样。

这时我是很大的鼓舞。我一向对探索未来充满兴趣，记得小时候即使因病卧床，身体受到束缚，我的思想也从未停止，总是不断幻想未来，甚至思考生死之类的问题；而现在在我的专业领域里，居然有如此的新挑战，我自然不会轻易放弃。

所以在 1975 年间，我负责的技术发展部门虽以 EPROM 与 sRAM 等产品为主，但找也和微处理器部门的费根、苗丰强、蔡华泰、戴维得与豪斯等人时常来往，对于微处理器的神奇威力和应用领域之广，早已深深入迷。

那时候我就认为，微处理器的功用与性能若持续增加，未来几年内它的功能必将凌驾大型电脑之上，这在当时是很难令人置信的说法。同时我也想到，由于硅片制造能力大幅提升，虽然在 1975 年间英特尔仅生产数万颗微处理器，但日后每年的产量绝对是数以百万颗计。我曾经多次和摩尔讨论这个有趣的现象，我想其中关键在于半导体产业的激烈竞争，带动技术革新永不中止。

这也是个基本的物理现象，只要芯片体积缩小，什么都好办：速度可以更快，所需的电力也更少。在磁盘机产业中，也可看出类似“小就是好”的情形，体积愈来愈小，记忆容量却愈来愈大。不过有趣的是在汽车或飞机等产业里，小就不一定是好，摩尔定律也就不适用了。摩尔经常在想：芯片愈来愈小，功能却愈来愈高，而我们又能用它来做些什么呢？

我对此问题也很感兴趣，MITs 公司在 1975 年推出第一台微电脑，1976 年又有人用简单的微处理器发明了第一代电视游乐器：“pong”。我突发奇想，认为微处理器最大的潜在市场应该是“家用电脑”，这是每个家庭都能接受的产品。全球有数十亿人口，这也可以解决数百万颗微处理器与存储器的出处。喔！我直觉地以为我找到了答案。

家用电脑梦

我和公司内部的一些人讨论这个想法，不过他们多半不感兴趣，1976 年时，多数人仍将微处理器视为控制元件，不太认同微处理器有更多崭新的商业用途。许多外界的人希望利用微处理器发展成微电脑，就像苹果电脑、

Commedore 等，都是在这个时候诞生；不过似乎没有人想到要做家用电脑。

凭什么期望人人会买家用电脑呢？它能提供哪些功用，使它能像电视机一样家家必备？我的一位朋友感染了我的狂热，我们开始利用周末作脑力激荡，在脑海中编织我们的家用电脑梦。

我们理想中的家用电脑应该具备一些简单的程序，储存在只读存储器中，就好像电视游乐器的卡匣一样；有些跳棋游戏软件，还能提供数学或英文字母的教学功能，也编简单的程序语言如 BASIC 和 C 语言，可以作财务管理，也可以和当时还在起步阶段的电脑资料库相联。以现在的眼光来看，这些似乎都是很稀松平常的电脑功能，但在 70 年代末期，这些还算得上是神话。

由于对家用电脑的使用者来说，影像品质是极为关键的因素，而且还要具有易学易用的特性，因此我们希望开发一些特殊的图形芯片以控制影像处理，并且可以利用家家户户现有的彩色电视作为显示萤幕。就好像许多技术人员一样，我梦想着以此来尝试创业，而且获得许多创业投资家的支持，其中之一正是我的岳父查济民先生。他在香港经营纺织业与房地产相当成功，对我的创业理念也相当认同。我很顺利地等到一百万美金，虽然不像英特尔在创立时，摩尔与诺宜斯等人只花了 30 分钟就筹到二百五十万美元的资金，不过也相当令人满意。

我面临两难的抉择：一方面渴望实践创业理想，另一方面必须离开已工作多年的英特尔，也不免有些难舍。这时我正负责技术与存储器产品，不仅工作胜任愉快，也相当有成就感。不过内人非常支持我自行创业，最后我还是在 1977 年 1 月作下决定，离开英特尔另闯天下。

还记得我很难过地向葛洛夫提出辞呈，“我觉得离开英特尔，就好像离开家一样依依不舍。”我也告诉他心里的创业念头，而且保证不会和英特尔竞争。他勉为其难地接受我的去职，同时也很怀疑是否真有家用电脑的市场，警告我最好步步为营。

历史上第一部家用电脑

我的新公司很快就诞生了，我们将它命名为“VideoBrain”。代表能控制影像显示的大脑。我们在业务发展方面也有积极的计划，不但要在一年半之内生产图形芯片、制造电脑，还推出十种家用电脑程序卡带。

我们也创先彩用出版业的观念来发行卡带，找到许多位“作者”来编软件，再依卡带销售数量支付他们权利金。其中有位森密尔（samuel）博士，是斯但福大学电算系的退休教授，也是全世界研究电脑跳棋的先驱。我们邀得他亲自下海，为我们执笔编跳棋软件。其他几项软件的创作者，也都是名震一时的高手。

程序创作在当时还是挺艰难的任务，由于 BASIC 几乎还无法使用，他们多半只好使用组合语言。当时，微电脑用来储存资料的软盘机也还没问世，我们将录音带转换成储存数位资料的工具，将编好的程序储存其中。现在想起来，我们居然可以利用这些简单的工具，完成了十多种软件，还真的有点化腐朽为神奇的味道。

我们的心血结晶在 1978 年 6 月的芝加哥消费性电子展中，首次曝光。我们将它定位为“有史以来第一部家用电脑”，售价 499 美元。苹果电脑公司也在这次展览中展出他们的电脑，不过却定位为电脑迷的新宠，我们彼此打量了对方的产品。

这也是我第一次遇见乔布斯，他看起来文质彬彬，似乎不像传说中那么不修边幅。我也和苹果电脑的董事长马库勒（Mike Markula）聊了一下，他曾经在英特尔待过，离开后加入苹果电脑，成为他们早期主要的创业金主，也是负责行销的头号人物。

有趣的是、当时在硅谷最有名的行销顾问麦金纳（Regis McKenna），由于曾经替英待尔作顾问服务，因此与我熟稔，我特别请他出帮我们 VideoBrain 处理广告与公关业务。没想到杰布斯也耳闻麦金纳是行销高手，于是特别请他出马帮忙。在后来一年里，麦金纳就同时为我们两家公司的行销掌舵，成为见证我们这两家公司往后不同命运的最佳人选。

这两类电脑有着很大的不同，苹果电脑是针对程序设计师的需求而设计的电脑，而我们的 VideoBrain 则是诉求于一般用户，他们只希望使用其中功能，不需要进入处理程序的领域。在展览会上，我们收到不少订单，市场反应超过预期。事实上，梅西（Macy）百货的采购员就慧眼识英雄，对我们的产品相当有信心，待展览结束后，就在他们旧金山的门市里辟出一个展览室，特别向用户推荐这有史以来的第一部家用电脑。连葛洛夫也亲自参观了我们公司，我也兴致勃勃地展示了 VideoBrain 的功能。

不料在后来的几个月内，早期创业的热情逐渐褪色后，我们也不得不向现实低头，因为好像没有人知道家用电脑是什么，更没理由去买一台 VideoBrain，用户也要求更多的软件，远比我们所能提供的十种更多。工作之余，我还义务到梅西百货的柜台前站岗，花了许多时间推销产品、以获得第一手的市场反应。当然也不免有些挫折，似乎只有少数人肯掏腰包买我们的家用电脑。

与此同时，号称力“第一部个人电脑”的苹果电脑，却受到电脑迷的热情捧场。许多程序设计师买来编软件，结果刺激出更多的商用市场。我们的电脑却由于限制太多，而家用市场也还不够成熟，用户无福消受。从此第一部个人电脑与家用电脑的际遇，宛如天壤之别。我们觉得似乎资源不足以创造一个新的市场，于是与 Radio Shack 打交道，他们有意请我们另为他们生产一部家用电脑。

与盖兹打交道

RadioShack 是有几千家连锁店的行销通路，专卖电子产品，对消费者的喜好也摸得一清二楚。当时负责采购的薛力（John Shelly），和我们谈妥了交易细节。我们用 8085 设计了一台新的电脑，采用 CP/M 作业系统，还特别提供程序设计师开发绘图软件的功能。薛力建议我们找盖兹模拟他的 BASIC 程序，以提供可制作彩色图形的指令，称为 color Basic。

因而在 1978 年间，我和盖兹有了面对面的“第一次接触”。他这时大概只有二十三岁，不过却显得胸有成竹、已经很像个精明的生意人。他除了向我们收取一笔增加图形指令的费用外，还要求我们付微软权利金，然后由 Radio Shack 卖电脑。另外，他也坦白要求保留 BASIC 销售的专利权，也就是说我们无法买断这项产品。由于他是附近唯一在 8085 上编 BASIC 的人，我们没多少谈判筹码，只能照单全收，会议很快就有结果，盖兹接着就走出会议室了。

后来很妙的是，盖兹干脆把薛力找来作微软的总裁、从此盖兹就专注于技术领域，并负责和 IBM 这类的大公司打交道；而薛力在市场行销与采购方面，也为微软立下汗马功劳。他后来自微软退休，1994 年间又出任电脑辅助

设计公司“明导信息”（Mentor Graphics）的董事长。

我们和 Radio Shack 的生意后来无疾而终，让我更体会到家用电脑市场根本还不存在的事实。Radio Shack 的家用电脑卖不出去，连带也使我们财务负担沉重。我们最后只有放弃，虽然是痛苦的决定，但还是要有壮士断腕的勇气。拖泥带水只会让损失更加惨重，还不如尽早回头是岸。

家用电脑古董

有趣的是，从那以后还是不断有人想打家用电脑的主意，而且全都铩羽而归，直到 1992 年以后，家用电脑市场才略有起色。最先继我们之后想打入家用市场的就是德州仪器公司，结果也是难逃挫败的命运。事实上，台湾产业领导人张忠谋，也是现任台湾积体电路制造公司董事长，当时正负责德州仪器公司的消费性产品部，由于我们在斯坦福大学为前后期同学，经常保持联络，我就曾经与他分享 VideoBrain 的失败经验，不过似乎于事无补。IBM 也曾在 1984 年间，针对家用市场推出“小个人电脑”（PC Jr），同样也很快就销声匿迹，害得蓝色巨人的金字招牌一度黯然无光。

1992 年，由于个人电脑具备多媒体功能，许多光盘软件也相继上市，家用电脑市场才算略有规模，在后更是愈演愈烈。目前在美国百分之三十以上的个人电脑是卖给家庭用户，1994 年美国的家用市场销售量约为一千万台。

现在我也很惊讶看到各种游戏、教学与财务管理的光盘软件纷纷出笼，就像我们当初所规划的一样，连出版软件就像出书的观念，也和我十八年前所企划的如出一辙。有一次我和麦金纳在会议中不期而遇，他还开玩笑他说：“现在家用电脑的发展，果真如你当初所预期的，只可惜你早了近二十年。”我只能以家用电脑市场先知自我调侃一番。现在我家里还有一部功能完整的 VideoBrain，以及全套的软件卡带，也许以后可以送进博物馆当古董陈列。

智者依标准而行

我的家用电脑创业经验，虽然冒险到了极点，却也颇值得回味。除了刚开始和微软、苹果与 Radio Shack 等公司往来有些体验外，这时也正是个人电脑扩展经销通路的破晓时分，电脑专卖店才在起步阶段，百货公司都还在摸索着如何销售电脑，我却有机会和通路的采购员打交道，以了解他们需要些什么。这些第一手经验，对我往后的发展同样有许多助益。

我最大的收获，还是学会了不可能一夜之间创造出市场，就呼像罗马不是一日造成的，市场需要多年酝酿、长期教育才能形成。新公司最好的策略就是以更好的产品进入现有市场，才可能一炮而红。许多人到现在都还想不通这一点，如果不是曾经试过自行创造市场，我也不会有这么深刻的体验。

回想起来，当年英特尔就是靠开发较好的存储器，进入现成的电脑存储器市场才起家的。苹果电脑的策略也是在微电脑市场略具雏型后，推出让电脑玩家动心的个人电脑才成功的。其他如：Sun 以较强的 UNIX 系统，在工作站市场占得一席之地；Digital 电脑用较低成本的小型机，跻身于大型电脑市场；以及康柏、宏碁等公司利用现有的 IBM 兼容个人电脑市场，以物美价廉的产品取胜，都是最好的范例。

我终于了解到：聪明人应该借助产业标准，形成自己的竞争优势。顺水行舟绝对会比逆水而行更省力，也更快抵达终点。

1978 年间，我已体会到运用诸如 CP/M、BASIC 以及英特尔微处理器等标准架构，可以很快创造出新事业。这些产业标准架构绝非个人可以闭门造车、靠一己之力创造而成。企业成功与否的关键，就在于利用现有的标准架构创

造附加价值，例如针对企业或家庭开发实用的软件，这也是许多知名软件公司包括微软公司、Word Perfect、Borland、莲花。网威与甲骨文等，所以大发利市的原因。

台湾信息业界同样也是善用开放的产业标准，以创造完整的产业结构。英特尔自 1985 年在台湾成立分公司，在第一任总经理陈朝益的安排下，我多次回到台湾，即发觉台湾追随产业标准的脚步愈来愈快，这对台湾是极有利的局势。

还记得自从新竹科学工业园区初创之后，我曾几度应邀前往参加国际级技术会议，并以微电脑及其应用为题发表演说。我总是建议听众：采用开放的产业标准，提高产品附加价值，是高科技产业成功的不二法门。同时也提醒他们：要创新，就别怕承担风险，这也是我的经验之谈。

由于早已预见微电脑将成为巨大的产业，当时我建议台湾政府可以进入许多领域，萤幕监视器就是其中之一。后来许多台湾厂商真的进入监视器市场，而且表现优良，现在已成为世界级的领导厂商。事实上，早期 IBM PC 所用的就是台湾制的监视器。这样的成绩真令人刮目相看。

与此同时，台湾半导体产业也有长足的进步，张忠谋在台湾积体电路制造公司筹备期间，曾经独排众议，强调半导体制造技术对台湾发展信息工业的价值，由于他的远见，往后台湾个人电脑产业的发展确实因而受惠不少。

赴大陆另闯天下

虽然有了一次尝试失败的经验，不过我血液里的冒险分子可没有从此消失。我想我一直是勇于冒险的人，从大学转学申请学校，我放弃赫赫有名的麻省理工学院，而宁可选择当时被视为较为偏僻的加州理工学院，大概就可以看出我勇于尝试的精神。我一直相信：“只有停止的失败者，没有永远的失败者。”只要往前进就会有希望。

我确实是继续勇往直前。1979 年，中国大陆刚开始实行开放政策，我认为机不可失，于是只身前往北京与广州一探究竟。这是我自 1948 年离开上海后，第一次走进中国的大门。

这时正是尼克松访问中国之后，传播媒体还热络于中国旋风。这也是大陆自文化大革命以来，首度揭开它的神秘面纱，冀望借由与外界接触以展开经济改革的步伐。

我踏进大陆的第一眼，所见之处都是灰黑的色调，真是令我大吃一惊。可能由于冬天天冷，每个人都穿得肥胖臃肿，行动迟缓，让我觉得时间的步调好像变慢许多。我想他们可能一眼就看出我是外地人，全都很好奇地瞪着眼对我直视。

我岳父在大陆有很多朋多，他们倒是对采用微电脑显得兴致高昂。由于大陆过去很少使用大型主机或小型机，和美欧等地相比，不会有大型系统资料转换的负担，因此我认为这是微电脑的大好市场，而且是个还未开发的全新市场。当然软件仍然是主要关键。硬件的价位很快就会下跌，问题不会太大，但缺乏中国大陆所需的应用软件却会成为致命伤。所以我很快就想出生意之道：不仅卖微电脑，也开办训练班，以教育大陆的人民学会用电脑编程。这工程真是巨大！

软件有价

当时大陆的官方人员很能接受微电脑，他们很快就体会其功用，但要他们认识到软件的重要，并说服他们软件有价，训练也必须付费，就需大费唇

舌。智慧财产的观念在大陆仍然是天方夜谭，他们认为软件既然是无形的。怎么还要花许多钱去买？我们大费周章解释一番，并且以他们未来也是编软件的人来劝服他们，总算让他们半信半疑首肯一试。

为了大陆的微电脑业务，我选了“克隆曼可”（Cromemco）的电脑，它采用 8085 微处理器、cp/M 以及 BASIC 等软件。该公司总裁是梅伦（Roger Mellon），他也是斯坦福的毕业生。Cromemco 是 Crothers Memorial Company 的简称，梅伦很有巧思的以他在斯坦福住过的宿舍名字克鲁法斯堂（Crothers Memorial）为公司命名，凑巧我念斯坦福时也在那里住过。

梅伦同时也在斯坦福授课，他请一些研究生帮克隆曼可作研究发展工作，使公司成本降低，真是很聪明的作法。他所生产的大台微电脑性能相当稳定，相当适合大陆市场。我同时也说服英特尔公司让我作大陆的代理商，将英特尔的发展系统卖到大陆，希望刺激大陆民众开始学习微处理器的应用。

当代理商的滋味

从英特尔员工转变成代理商这样的角色，对我来说也是很有趣的经验。所有为代理商而召开的会议我都出席，并且认真提出问题，有时甚至还考了主讲者。后来他们干脆找来工厂的人直接与我对话，总要让我获得满意的答复为止。以客观的立场来看，和英特尔公司打交道的感觉还真不差。

另一方面，在规划大陆电脑训练课程上，我聘请了一位华裔的麻省理工学院教授担纲，在许多位研究生的协助下，开始教大陆人编程序与微电脑应用等课程。所有的课程都是特别针对大陆的工程人员重新设计的。我也数度到北京、西安与广州等地洽谈业务。

后来我们总共在大陆招募了两百名用户，并且特别在香港成立训练中心让他们上课。除了提供大型的研讨教室教课外，还设置许多小型研究室，让学员可以自行利用系统编程序。由于过去在中国大陆从来没有接触微电脑的机会，他们的学习意愿高涨，几乎就像小孩留恋玩具店一样，整天待在研究室的机器旁不肯离开半步。

我很庆幸他们很快就认识到微电脑的潜在无穷威力，也开始了解软件的重要性，让他们可以作许多实际的应用。由于这是第一次在大陆举办有系统的微电脑训练课程，这些学员成了中国大陆的微电脑先锋。为期一个月的训练课程结束后，他们将五百台的微电脑带进大陆。并且继续从事研究应用。这五百台微电脑成了播种的种子，在大陆许多重要的大学研究机关扎根，散发出电脑的光和热，直到多年后我还在许多地方看到这些系统。

重回英特尔

我的大陆微电脑业务，除了赚到钱足以弥补前次家用电脑的亏损外，最大的收获还是将微电脑引进大陆。眼见西方的高科技可以在中国国土上落地生根，无疑是很有成就感的。

不过多次从美国到大陆漫长的飞行，让我渐渐有些厌倦，于是在 1981 年春，我开始找人接手大陆的生意，自己则希望在美国再试身手，以避免和电脑的发展脱节。

这时有几项新的机会，可以让我选择。其中之一是作 UNIX 的微电脑系统，后来这也非常流行。事实上，我也参观了斯坦福大学的电脑科学实验室，有位研究生伯道斯海姆（Andy Bechtolsheim）刚开发出一套跑柏克利 UNIX 作业系统、拥有多重 Windows 的工作站，性能一流。后来他和柏克利 UNIX

作业系统的发明人乔依 (Bill Joy) 合创 Sun Microsystems。而 SUN 这个名字其实就代表斯坦福大学网络 (Stanford University Network)，因为他们将工作站连在斯坦福大学的网络上。

与此同时，葛洛夫也与我联系，希望我重回英特尔担任品管部门总监。我仔细地考虑良久。虽然我对微电脑业务充满兴趣，也学到许多经验，很不愿就此放弃；但另一方面，我也希望就这阵子所学，对英特尔再作贡献。

举例来说，当我同时销售克隆曼可与英特尔的发展系统时，觉得它们基本上大致相同，只是由于英特尔是专属系统，就比克隆曼可的开放式标准系统要贵许多。这是为什么？没有任何英特尔人可以回答我。于是我想：无论是大陆的生意或 UNIX 系统业务，都很容易另觅高明，自然会有人去做，而我则应该回英特尔去找我的答案。

第五章 管理第一乐曲

这是张很有纪念价值的照片：1969年，英特尔首次拥有自己的家。全公司106位员工在由景市的新公司大门外留影。但当我在1981年重回英特尔时，公司已成长许多了！

勇于尝试风险的另一妙用，在于有助个人成长。事实上，一个人往往在冒险并盘算着该做什么时，成长最快。许多成功的企业，潜在着最大的问题就是，因为过于耽溺现状而停滞不前。

1981年3月，我重新回到英特尔公司。我的顶头上司依然是法雷斯，他是我初次加入英特尔时的上司，不过这回我可没忘记将应聘书拿到手。

我的新头衔是品管工程总监，前任总监在到任不久后就请长假。品管部门不可一日无将，于是我就走马上任。

虽然离开英特尔四年，不过我却没有什么生疏的感觉，就像游子归乡那般的亲切自然。许多老朋友依旧都在，加上我不在英特尔的那段期间，我们也经常在各种社交场合聚会，因此时间并没有造成彼此的隔阂。

而英特尔也依然是各路英雄好汉大展抱负的天堂，开放的企业文化中，弥漫着浓厚、与时间竞争的压力，在这里我真是如鱼得水，“乐在工作”这句话深获我心。

像贝瑞特（Craig Barrett）原本是斯坦福大学的副教授，已经获得终身职，等于拿到许多人羡慕的铁饭碗。可是在他接触英特尔之后，很快就下定决心辞去教职，成为公司里的一员，他的选择就是认同英特尔最好的证明。现在他是我们的管理长（Coo, chief operation officer），是重要的决策主管之一。

品质背水一战

不过，当我再度回到英特尔时，经济景气并不很好。1981年，对英特尔来说还真是很艰困的一年。日本财团以政府支援为后盾，挟着财力优势进入DRAM市场，激烈的市场竞争让英特尔营运开始走下坡，虽然没有裁员，但已发起“125%奉献”计划，鼓励每位员工付出较平日多出25%的时间与心力，以加快新产品开发速度，并推动许多重要的专案。

惠普一位工程师曾经在1980年发表一篇论文，指出日本所生产的DRAM，品质比美国更高，引爆了美日半导体战争。他提出明确的统计数字，许多人深受震撼，因为这显示日本半导体公司不但已经追赶上来，而且还有一举超越我们的野心。底特律的汽车工业才刚因为价廉物美的日本车大举入侵，而束手无策；英特尔可不能步他们的后尘。我决心为品质一战！

首先我让每个人知道我将致力于解决品质危机。接着我搜集所有与品质相关的文件，逐一仔细查证，希望找出可能的解决之道。我的初步心得是：这大部分是认知上的问题。资料显示英特尔DRAM的稳定度较高，尤其在使用寿命超过20年以上时，品质比日本产品更力稳定。我们一向以优异的品质与稳定度自豪，但为什么日本产品反而能让用户觉得以品质取胜呢？

我发现第一个理由是：日本厂商花更多心思在产品的外观与包装上，文件情楚详尽，出厂前的检验更为详细、而过去英特尔比较疏忽这些细节，觉得无关紧要。但事实上，这些都是客户对产品品质的第一印象。日本企业借此发动行销攻势，大作文章，将品牌定位为高品质的产品，美国厂商很快地

就只有招架的份了。

同时，日本厂商也很聪明地将他们汽车品质较佳的形象，转移到存储器上。他们借助公关造势，在媒体上大肆吹捧其管理体系多么注重品管，一时之间日本的品管理念风靡全美，各地的管理大师与企管顾问争相发表日本的品管圈、零缺点等高论，产业界坐困愁城，似乎连大和民族的月亮都比较圆了。

对症下药

上任两个月。我已有腹案。首先，我强调英特尔必须设定品质指数，衡量标准包括产品外观、出厂前的缺失、在客户生产线上的故障率等等，我们称之为 DPM (defects per million, 每百万颗芯片中的不良品数目) 指数，用确实可以评估的方法来改善品质，而不是口头上说说而已。

其次，我们必须设定品管的目标，也就是令人满意的 DPM 指数，以大刀阔斧提高产品品质，达到较高的品管标准。我们的目标，是在几年内将 DPM 指数降低至十分之一。同时也定期与客户开会，以了解客户的立即反应。

第三十步骤，是再度在管理体系中呼吁对品质的重视，并且坚持必须尽一切可能持续进行品管。一味抄袭日本的品管作法是无济于事的，英特尔必须用自己的方法来解决问题。

最后也顶作计划，在达成我们的品管目标且超越日本产品后，推出另一波行销攻势，让客户了解英特尔优越的产品、极佳的稳定度，远非日本公司所能提供，也是客户最好的选择。

这些计划进行起来每件都是大工程，品质问题又迫在眉睫，单靠一己之力恐怕会旷日费时。最后，我灵机一动，为求尽快有立竿见影的成效，我们应该在英特尔现有的管理体系中加入品管精髓，而非再创立新的管理程序，否则又要等上一年半载的。

于是我发起“品质至上”资深经理入会议，用两天的时间集合公司五十位资深经理，共同参与解决品管问题。我先以半天的时间说明英特尔目前所面临的品管问题，剩下来的一天半则在各部门高级主管的领导下，针对不同问题讨论明确的解决方案。当时负责开发系统部门的戴维得，就提出许多该部门提升品质的个人经验。

我们还在会议中提议，将品质指数列入员工分红专案中，这是激励每位员工自动自发的最有效方法，同时也可以确保作业流程中，负责每一环节的员工都会注重品质。此外我们还设立“品质大使”，由资深主管拜访公司内每位员工，沟通可以提升品质的实际作法。这样一来，整个英特尔从上到下都活动起来，参与我们在品管上的创新理念与种种措施。

不久后，贝瑞特接手零组件装配与测试作业，我们合作无间，务使每件出厂的零组件都是最高品质。当时我们最大的工厂位于马来西亚檳城，也是推动品质至上专案最具成效的地方，几年内它就跃升至世界级水准、成为许多工厂仿效的对象。

十亿美元的迷思

1984年，我们的 DPM 指数已经从 1981 年 4000 大幅降为 400，这是足以做人的成绩。曾经困惑我们的日本品质领先问题也烟消云散。英特尔的产品品质再度获得市场的肯定。这无疑是全公司上下一心共同努力的结果，我也很自豪能成为英特尔的品质斗士，发起一次成功的品质战役。

这时距离我离开仙童公司、初次加入英特尔，刚好是 12 年的时间，等于

是中国人轮完一次十二生肖。我对这点印象特别深刻，因为我的小儿子在我进入英特尔那年出生，而 1984 年他已经要小学毕业了。英特尔同样也走过漫漫的成长道路，1984 年春，我们统计出前一年的营业额已突破十亿美元。

当然这部分也是拜半导体科技迅速成长之赐。可是比英特尔更早生产半导体的公司并不少，继仙童公司之后，光是硅谷一地的半导体公司至少就有 50 家；与仙童公司同时期的半导体公司也有十多家。这些公司的发展多数就不像英特尔这么幸运我思考着英特尔的成功之道。为何它总是能够创新技术，以至于许多人称它为“半导体业创新之王”？又是什么原因使它能维持高成长？它为何总能在危机出现时化险为夷呢？我想，从英特尔的基本企业文化与管理体系上，可以找到答案。

危机就是转机

70 年代的美国产业界，普遍都为经济景气低迷所苦。但英特尔却反而利用这个时机，累积坚强的技术实力，同时也建立完整的经营管理体系，以及独特的企业文化，为往后的营运奠下稳固基石。

1973 年秋天，英特尔首度举办管理训练研习营，将公司内最高阶层的主管共约 30 名，集合在蒙特利的凯悦饭店内，进行为期 3 天的管理训练课程。

这种内部管理研讨会，在今天来看极为稀松平常。但在 70 年代的早期，还真称得上是创举。尤其难得的是，我们以集体参与方式进行，所有经理人集思广益，共同讨论对策，而下像许多公司的管理会议，通常只是由上层向下层作政策宣达。

由于大家对这次研讨会寄望很深，我们还特别礼聘外界的企管顾问出席指导，以提供我们基本的管理理念，并在分组讨论时辅导。

没想到在研讨课程刚开始的一小时内，这些纯粹理论派的专家教诲让我们很难受用，大家听得索然无味。葛洛夫见苗头不对，接手要我们讨论如何因应现时环境的挑战，使英特尔能度过不景气的难关。

这么一来，大家反而兴致盎然的参与。葛洛夫先提出一些棘手难题，我们分成小组讨论，再报告讨论后的解决方案，同时也接受现场其他小组的质询，回答各种相关问题。这种会议方式在当时也是创新的发明。

目标式管理

这三天经过层层考验的研讨成果，后来过滤成为我们实际应用的准则。其中英特尔著名的目标式管理（iMBO，Intel Management by Objectives），就是此时所创，我们也仍袭用至英特尔的“目标式管理”，是以制度来要求每一事业群、每一部门、甚至每一位员工，每一季度都设定工作目标与主要成果，每项工作也都有明确的评估方法。在每季度结束后，我们都会评估每位员工是否确实完成每项工作，达成本季度的目标。这也是有助于为下季度再设定目标与主要成果。

在目标式管理中，最重要的是要有“成果管理”的观念，也就是强调确实、可量化的方法，说明个人希望在何时以前、配合何人、达成如何的目标，否则目标式管理就只是空谈。这种实际的作法，也鞭策英特尔每位员工专注于应该达成的目标，不要因为沉迷于过程中琐碎的事件，而疏忽最终结果，犯下“见树下见林”的毛病。

在这次研讨会中，我们也提议设立长期固定的部门会议，成为此行一大收获。会议由每个工作团队报告目前的工作内容。提出所面临的问题，以及解决方法等。重点在于说明工作进度或没有进度、提出可预见的成败因素、

以及为达到目标所需的具体步骤。

第三项重要结论在会议中经过激烈辩论才产生，也就是功勋的褒赏原则，何时该赏、何时该罚，完全以员工表现为判断标准，并不以他们的资历或过去历史来评断。

这三点管理原则虽然很简单，可是却让我们逐步建立起以结果为导向的企业文化，后来更扩充为六项准则：即以结果为导向（results oriented）、着重纪律（discipline）、鼓励尝试风险（risktaking）、品质至上（quality）、以客户为导向（customer oriented）以及让员工乐在工作（great place to work）。

经过三日的管理训练研习营，我们归纳出三点简单但重要的管理原则，逐步建立起英特尔独特的企业文化，而这正是公司高速度成长的秘诀之一。

以结果为导向

其中“以结果为导向”是相当重要的基石；从英特尔多年来的成长，也可以验证“以结果为导向”确实发挥了具体成效。

不过这个管理理念虽然广受认同，在日常工作上还是可能产生一些问题，比方说，如何在通常很残酷的现实环境中，准时达到预期成果？如果你的上司观念下对，使你不能很快获得成果，该怎么办呢？如果与你一起工作者观念不对，而他又个性敏感下愿接受指正时，又该如何？

传统的作法比较委婉，例如你可能会告诉你上司的朋友，希望他将意见转达给你的上司。你也可能会选择将你的看法用比较含糊、半开玩笑的字眼来化解你和同事之间的分歧。这些方式有效吗？有时候可能有效，有时候也不尽然。不过可以肯定的是，将会浪费许多时间。

英特尔公司则宁愿用更直接的方法：你可以直接告诉上司说：“我觉得你的想法可能影响我们新产品上市时间，理由是……”，请注意这里强调的是他的想法，而非针对个人。如果措词一为小心，用攻击性的字眼，像“你全弄错了……”之类的，很容易使对方产生防御心态，就会徒劳无功。

另外很重要的一点是以客观数据来支持你的理由，例如：“你的想法可能使成品率下降百分之二十，这里有数据可以证明……”，在快速变迁的环境中，这种直接的诉求，可以更快也更有效解决问题。当然前提是你必须小心进行，如果处理不当，可能会引起对方负面的反应，或情绪反弹。

这种采取直接诉求的方式，与中国“人和为贵”的传统观念、似乎有些出入。甚至我已在英特尔公司多年，有时要在公开场合表示与老板相左的意见也会有些犹豫。私底下时我就比较不会有所顾虑，勇于提出与老板相异的意见。整体来说，我认为英特尔公司算是相当能够实践这种直接诉求的沟通方式。

386 沟通事件

我也经常提醒部属们说：“如果我有那些想法不对，或不切实际，希望你们直截了当他说出来。”因为只有公开交换意见，采纳各种观点，才能激荡出最好的解决方案。1984年，当我们开发80386的作业正如火如荼地进行时就出现过最好的例子。原本386的设计目标是要加入高速存储器，但工程部门在处理上有些困难，由于我们认为高速存储器是提升处理器性能很重要的因素，我对这样的结果很不满意，因此坚持这一小组无论如何要找出解决的方法。

然而有几个人下同意我的见解，跑来找我，于是我们辩论放入高速存储

器的优劣得失。有个人说：“由于摩托罗拉现在已经领先推出 32 位元的产品，我们应该尽所有可能赶快让 386 上市，以免丧失商机。”如果我们坚持要加入高速存储器，会延误推出的时间，386 芯片的体积也会更大。更糟糕的是，由于过去从没有将高速存储器放入微处理器的先例，我们得花更多的时间去说服客户采纳。如此一来，等于是提供竞争对手更充裕的时间，去取得市场占有率。

在听完所有的意见后，我很快同意他们的建议，并决定将 386 的高速存储器拿掉。后来事实证明这是明智的决定，386 较原先计划更早上市，而英特尔也因此 32 位元微处理器竞赛中，让摩托罗拉瞠乎其后。

由于这一组人勇于表达他们的不同见解，清楚地陈述他们的理由，将最终目标谨记在心，我们终于能作出最正确的决定。如果当时他们不敢提出不同于上司的见解，那我们可能延误商机，这段与摩托罗拉较劲的历史可能就要改写。

纪律之美

葛洛夫从早期就在企业文化中，提倡“纪律”的重要，后来许多讨论企业经营策略的学者，也一致认为纪律是促使英特尔成功的一大关键。

从创立初期，葛洛夫就认为制造部门必须加强管理、重视清洁，才能有效率地生产。后来他将这种观念扩充到所有的部门，要求所有的办公桌、档案柜都要整整齐齐，才能表现出公司的“纪律之美。”

他的道理非常简单。公司就像部大机器，各部门必须同步作业，无论制造、工程、行销或财务部门，都必须遵守相同的纪律，才能让机器运转最顺畅，产能也才最高。

我们还特别设立“清洁大使”的检查制度，由资深经理人巡视各办公区域，就其清洁程度予以评分。如果那个人的评分成绩不太理想，就得立刻清理，并在下周获得较高分数，以洗刷前耻。

检查清洁的观念来自军队，事实上，军队也是将纪律分明贯彻得最彻底的地方。纪律等于是军队中第一要务：每天准时开始一日的作息、按计划进行、以及随时保持武器的清洁等等。新兵往往在报到后第一件事就是服从纪律的训练，这是军事训练中最重要的一环。

俗话说：商场如战场，战场上如果没有纪律，就别奢想要克敌制胜。英特尔常常面临严酷的市场竞争环境，而纪律正是我们致胜的最佳凭藉。

纪律下的创意

从公司发展的轨迹来看，60 年代时，英特尔还只是初创的小公司，而德州仪器可以说是市场老大，纪律的管理理念让英特尔可以一举超前。70 至 80 年代间，英特尔再度面临日本 NEC 的强烈竞争压力，也是靠纪律才打赢最后的仗。

想想看：如果工程部门毫无纪律，如何期望他们准时发展出高品质的产品呢？如果行销部门组织松散，又如何要求他们完成产品上市计划呢？这也是仙童半导体公司的一大问题：工程师开发新产品毫无明确目标，也没有时间表；行销部门对产品上市毫无计划，公司工程师开发新产品毫无明确目标，也没有时间表；行销部门对产品上市毫无计划，公司作业陷入一片混乱。

70 年代，我们每周定期召开“GYAT”（get your act together）会议，参加者包括工程、行销、制造与财务部门，分别报告每人进度、现况，以及部门间配合事项。非常令人惊喜的是行销与工程部门人员，很快就能像制造

部门一样，遵守同样的纪律工作，所以大家步伐一致，方向相同。

许多人都同意，高科技人才在管理上有一大挑战，就是要激发创意，又要能维持纪律。以前有个似是而非的说法：有创意的人不能受到纪律的束缚，需要享有特别待遇。英特尔的发展经验让我可以斩钉截铁他说：事实下然。法罗门就是最好的例证。

没有人会反对法罗门是个很有创意的人，早在仙童公司时大家就有这种认同。为了表示对他的尊重，当时从没有人规定他该开发什么产品，事实上他也享有特别待遇，可以随心所欲做任何想做的事。他发表了几篇很不错的论文，但就仅止于此。

加入英特尔公司，他发现了浮动栅极的存储效应后，就承受极大的压力，必须如期设计出新产品，后来证明他也能不负众望地办到了。在设计 1702 的时候，他与制造部门遵守同样严格的工作规定、但他还是能发展出许多创新的技术，创意有增无减。

1976 年时，我们还发生一次意外事件，也能证明纪律与创意可以并存。当时有位客户发现（他们的电脑采用我们的 DRAM），有些 DRAM 会突然失去作用，但过一会儿通常会又会自动恢复。这有些离奇，没有人可以想到原因。但如果下尽快解决，无疑会对我们以及我们客户的公司带来很大的财务灾难。我们每天开会，面临着极大的压力。

摩尔个人对此现象十分好奇，有次开会时他半开玩笑地说：“这些 DRAM 失去作用好像是‘软性失误’。无规则可循，时断时续，让我想起宇宙线。”没有人会异想天开，将宇宙线和存储器失去作用扯在一起。但当时由于已无计可施，我们还是作了一些实验，希望能证明这就是原因，但很快地就发现并不其然。

不过他的想法触发了另一位年轻工程师的灵感。梅仪很快就发现：如果在陶瓷封装内放一小片含辐射性的材料，轻微的辐射就会导致这种失误。他很快做了一些实验，证明这就是症结所在。一旦清楚了原因，要找出解决方案就相当容易：那就是避免在陶瓷封装内留有任何会产生辐射的材料。

这次“软性失误”事件，是在极端压力甚至可说是危机的情况下，发挥创意解决问题的例子，我称之为“纪律下的创意”，也就是说往往大量的创意会在严谨的纪律或极端压力下诞生。事实上，我常常私下替我们的工作小组定下许多最后期限。以迫使他们产生最佳表现，而每次也都奏效。

尝试风险

在英特尔的企业文化里，另一项让我体验深刻的，就是勇于冒险。不过这里指的是“计算过”（calculated）的冒险，而非盲目地一头跳进死局里。

读书时学过的一项定律：“非绝对禁止者，就有可能发生”，我奉之为毕生的座右铭，因为这代表着无限的可能性。从本质来看，创建新公司必须承担许多风险，但诺宜斯与摩尔两人却试过两次：而且都相当成功。沿袭他们勇于尝试风险的精神，英特尔文化中也允许相当的冒险空间。

诺宜斯生性洒脱，对未来充满幻想。他是很优秀的飞行员，他有一张坐在一架古董飞机里的照片，上面写着：“凡尘俗事不沾身，海阔天空任我游”，可以说是他的最佳表白。每当我与他说有新点子时，他总是双眼发亮，像小孩子看到新世界般的快乐。他热爱新想法，总是鼓励我们去发掘更多新事物。他最常用的口头禅就是：“别担心，只管去做。”这对旁人总有不可思议的鼓舞力量，也正是他领导上的特殊魅力。摩尔也经常说：“改变是我们的挚

爱。”希望我们勇于改变，不断创新。

然而尝试风险，难免就会有失败，英特尔很难得的一点是。不会看轻“败战将军”。70年代中期电子表开始盛行的时候，英特尔就有一次失败的冒险经验。

那时正值电子表将要取代传统机械式手表之际，组成电子表的基本数字电路非常便宜，而英特尔是主要的供应商，无限的商机中隐藏的风险似乎是何限的，因此英特尔决定尝试发展消费性电子表的事业。

可是由于英特尔一向以技术取胜，对消费性市场或流行风尚毫无概念，因此最后是彻底的失败。不过因为这次扩充业务而招募进来的人，却没有因此受到责备。如此一来，员工的冒险意愿也下会受到影响，往后英特尔顺利发展存储器、微处理器事业，更进而进入新的通讯事业，许多重要的里程碑就是在风险中创立的。

风险成长论

勇于尝试风险的另一妙用。在于有助个人成长。有限度地承担风险，可能会带来两种结果：成功或失败。如要你获得成功，你可以提升至新领域，显然这是一种成长。就算你失败了。你也可以很快学会哪里出错了，不应该做些什么，这也是一种成长。事实上，一个人往往在冒险并盘算着该做什么时，成长最快。

以我个人经验为例，我在斯但福念研究所时，决定提早参加博士班资格考试，就是一次冒险经验。当时由于我轻忽考试的困难度，没有特别准备，因此在第一次口试时无法过关。可是这次失败经验，让我终身受用，从此我再也不会对任何事情掉以轻心在我决定加入英特尔的那一刻，原本也对以后将做些什么不太有把握，这也是一种风险，可是我从尝试风险中却学到不少宝贵经验。事实上，我有一套理论就是：人在失败时比成功时成长更快。当一个人成功了，他往往因知足而保持现状，即使外在环境改变了，他还是在做同样的事情。庄子有句话说：福兮祸所倚，除非你仍然继续尝试风险，将知识扩充至新领域否则“生于忧患，死于安乐”的道理，很快会应验。

这同样也是企业成功或失败之道。许多成功的企业，潜在着最大的问题就是，因为过于耽溺现状而停滞不前，IBM与Digital电脑就曾经出现过这种状况。这两家曾经显赫一时的公司，一度就因为过于安逸而忽略外在环境的变迁，以致出现经营危机。

葛洛夫有句至理名言经常挂在嘴边：“唯具有忧患意识，才能永远长存。”(Only the paranoid survive)他是犹太人，在二次大战烽火中逃离故乡匈牙利，也许因此危机感较一般人更为强烈，这也使他的市场敏锐度能高于常人。

英特尔大学

1975年，为了进一步提升经理人素质，并且做好经验传承，我们特别成立“英特尔大学”(Intel University)，教授最新的技术与管理课程，其中多数讲师都是英特尔自己的经理人。英特尔大学的设立，无形中也让我们的管理体系更为充实。

我们强调采用目标式管理，就要先让经理人了解如何设定正确的目标，以及如何将主要成果在特定时间，依特定条件予以评核，这成为英特尔大学的授课重点。举例来说，“我们将在1994年3月31日以前，完成这项产品的设计，并出货一百万颗。”就是明确可测量的目标。但如果我说：“我将

召开三次会议来讨论行销计划。”就是错误的示范，因为这只是活动过程的描述，并非最后结果；而且如果缺乏最后目标，很有可能开了无数次会议，却产生不了任何具体可行的计划或成果。

在公司规模渐渐扩大之后，另一项关键是如何结合不同部门的目标式管理，以产生对公司最好的成果。事实上，采用目标式管理确实有助于使组织内各部门行动一致，以达到最后目标。例如：工程部门也许希望多用两个月时间，让 P8 的设计更完美；行销部门希望在 6 月推出产品；制造部门表示要到 12 月才能批量生产……类似的对立情形，我相信在许多公司都经常会发生。

然而如果我们将公司目标设定为：“在今年 12 月 31 日以前，P8 出货一百万颗，使它成为下一代微处理器的主流。”上述的三个部门就可以分别调整他们的目标，以符合公司目标。像行销部门可能就要将上市发表的时间订在 11 月，但在 9 月间就先部分出货给主要客户。工程部门可能要从别的小组调来人手，以加速开发工作。制造部门可能提早作实验性的批量生产。为了配合公司目标，势必要作一番取舍，或将资源重新分配调整。我认为英特尔目标式管理是驱使不同工作团队，同步分头进行的最佳方法。

绩效评鉴

除了与上司及同事的沟通之外，每位经理人也需要对属下作绩效评鉴，这是经理人员的天职，可是很少人深入思考这个问题。我们在“英特尔大学”。就特别开了这门课程，教导经理人如何对部属的表现作评估、如何主动辅导他们。以及如何适时给予部属建议，让他们的表现更为杰出。

一般来说，要告诉部属：“你的表现很好。”对所有经理人来说都相当容易。但要让员工知道他们的表现不好，而且使员工心服口服，而下会产生防卫心态，就要困难许多。

我的经验是应该提供部属明确的范例，让他们知道表现好不好的实际差异为何。举个例子：“你的演讲让许多人都听不懂到底要表达什么：约翰说他下十分明白你要他如何去做；金恩也问我，你的想法究竟如何。同样的情形，让我们看看麦克的作法。他用一张简单的投影片，写下到十个字，就让所有人都了解他的意思。你也应该这么做，甚至可以更好。”但如果我说：“你的演讲糟透了，也许你并不善于表达。”可能就会刺激这位员工，作防御性的辩解，这就是很下好的评鉴方式。

建设性的对立

很多企业经理人，可能疏忽“广纳众议”的价值，让企业在不知不觉中成了“一言堂”。事实上，“最佳的结论应该是争议后的产物”，并且真理是愈辩愈明的。而部属的辩论也不是在向主管的权威挑战，这是管理者应有的胸襟。

有时候我们的讨论可能太过直接，让外界不知情的企管博士都感到震惊，曾经就有一位知名的企管顾问说：“我真无法想象，你们怎么能这么公开地直指自己公司的错误，这在别的公司是绝对不可能发生的事。”但在英特尔，这是我们学会管理的唯一方式。

这就是英特尔特别强调的：“建设性的对立”，我们在英特尔大学还设立了这门课程。重点是在争议发生时，如何就事论事，而下牵涉到个人，甚至作人身攻击。这种管理理念，让英特尔有一种特别开放的企业文化，不会隐瞒问题，因此能在问题发生时，很快就能找出症结所在，继而迅速解决。

我想没有任何企业可以保证自己永远不会碰上问题，只有鼓励员工上诚卖面对，才可以确保企业能尽早发现问题，并彻底解决，这正是英特尔足以自豪的企业文化之一。

情境领导

英特尔开放型的企业文化，还有一大好处就是能够保持学习热忱，我们经常将最新的管理理念、率先导入我们的管理体系之内，再由内部衍生自我变革。像赫赛（Paul Herqkey）博士著名的情境领导法（situational leadership），英特尔就是最早请教受益的公司。

早在1970年代，我们就邀请赫赛到公司来主讲情境领导法。还记得他特别将管理者表现出来的行为，归纳为“职责行为”（task behavior）与“关系行为”

（relationship behavior）两种。前者是指由领导者指定一个人或团体的职责，他的行为包括告诉人们做什么事、如何做、何时做、何处做，以及由谁去做等等。而关系行为的定义则是：领导者对跟随者采取双向或多向沟通，其行为包括倾听、鼓励、辅助、澄清，以及社交情感上的支持。

赫赛认为，由于情境随时都在变化，管理者必了适时运用这两种不同的行为模式，才能作最有效的领导，这十分符合高科技产业多变的特质，因此很快就打动我们的心，他依这两种行为模式表现的程度，归类出四种不同的领导风格：

风格一：高职责，低关系

风格二：高职责，高关系

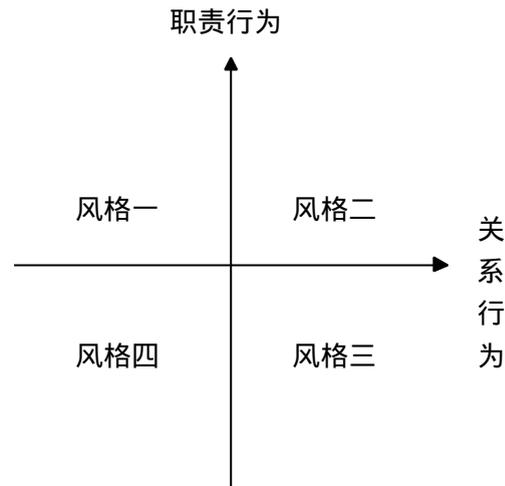
风格三：低职责，高关系

风格四：低职责，低关系

并且播放一段影片来解释何以不同情境要用不同的领导风格。影片中描写一位新任指挥官，在战争中刚接管一组士气低落的部队。一开始，这位指挥官的作为类似独裁者，要求军队严格执行纪律，走出自艾自怜的低述情绪，展开实际行动。这代表他在展现第一种领导风格，也就是重视职责，但很少关心个人情绪的领导方式。

然后，在军队成员渐渐重拾信心，而且也开始有自己的想法之后，他慢慢将自己转换成较为“参与”的角色，也就是开始采用第二与第三种管理风格。影片最后，由于军队平时已能自动顺利运作，只需偶尔适时给予指导，因此他改用第四种领导方式，扮演幕后支持者的角色。

这门课程让我们深受冲击，因为在公司成长过程中，我们经常感觉到情境在变，可是却习惯于个人特定的领导模式，很少想到改变自己的风格让管理更有效率。后来我们也根据这项理论，发展出英特尔自己的情境领导课程。



赫赛将管理者表现出来的行为归纳为“职责行为”以及“关系行为”两种。进一步将情境领导分类为四种领导风格。用这个坐标图来表示，四种风格的关系便很清楚了。

会议哲学

另一门也很受欢迎的课程就是：“如何有效地开会”，由于英特尔的经理人员每天大部分时间都在开会，因此大家相当重视这门会议的学问。还记得第一位请来的是丹尼尔斯（Bill Daniels）教授，他后来很长一段时间都担任我们的顾问。

丹尼尔一开始照一般的教法，和我们这些高级主管谈：“如何开有效的会议”。但由于我们都有多年的会议经验，因此对一般性的内容并不感兴趣。不过，他很能随机应变，讲了许多精采有趣的主意，让我们听得兴趣盎然。

他有一套理论是将会议分为“任务型”（mission meeting）与程序型（process meeting）两种，这两种会议的进行方式必须截然不同。

他解释说，任务型会议的主要目的是要集思广益，或借脑力激荡以解决问题。在这种类型会议中，阶级职位并不重要，对所有参与者都应一视同仁。为使任务型会议进行得最有效率，参加人数应该低于七至八人，才能让彼此意见充分沟通。

至于程序型会议，就像我们经常开的部门会议、董事会等等，其目的是要报告或批准某项计划或某种行动，而非解决问题，因此它的进行方式就与任务型完全不同。我想，只要澄清会议的性质，就可以帮助会议产生更大的效率。由于开会在英特尔公司实在非常频繁，后来我们就将“如何有效开会”，变成内部常设的管理课程。

在我们自设的“会议效率”课程中，我们针对任务型会议与程序型会议的不同特性，深入探讨如何有效进行。我们也会要求在会议之前，先公布会议议程与目的。同时也要注意参与者，是否都是恰当的人选。通常我们会在会议结束的前十分钟，作成最后结论，也让每个人知道自己的下一步行动该作什么，这在英特尔公司称为“AR”（action required，应采取的行动）。

我个人的习惯作法是，在出席会议之前，不论身在何地，都先花五至二十分钟准备。在会议结束后，我也会要求公布结论。让每个人清楚了解自己该在何时以前，完成哪些行动事项。

在英特尔内部有个笑话曾经广为流传，那就是由于我们重视会议之后的

行动，所以经常在与别的公司开会时，也具体列出对方应做的亨项，有时其他公司成员就会被我们的积极表现吓一跳。许多离开英特尔的人员，也经常将这种“AR”文化带到他们的新公司中。

高科技人才管理

除了设立“英特尔大学”以外，我们在管理上还有一大创举，就是很早就注意到“多重文化的整合”。

打从创业初期，英特尔就决定要发展成跨国企业，因此在1973年时，就在马来西亚槟城设厂，后来也在以色列海法设立设计中心，并赴爱尔兰设厂。而在全球各地设立的分公司，至今也有三十处。因此英特尔圣塔克拉总部有时就像是小型的联合国，永远有来自世界各地、不同文化背景的员工，在同一目标下为它效命。

其中，中国人一向在英特尔的工程设计部门占有很高的比例，像蔡华泰是资深设计经理，周尚林是资深技术专家，都有相当优异的表现。另外，由于在槟城设厂，经常也可看到从槟城派来的中国工程师。至于以色列籍的工程师，则多半来自设在以色列的设计中心。

基本上英特尔对员工一视同仁，强调人人平等，不会因种族文化不同而有任何歧视。不过1982年一次大规模人才外流事件，却意外促使公司重视不同文化的融合问题，因而使英特尔在管理体系内，建立起良好的多重文化整合制度。

当时正值80286设计完成，原本上公司气氛应该是欢欣鼓舞的，没想到却有多位工程人员选择默默的离开。人才是高科技公司经营的血脉，不论技术创新或管理理念，都要仰赖人才来推动，英特尔当然不能上视不顾，依照“目标式管理”的作法，很快就采取行动，分析各种主客观因素。

首先是外界的诱因实在太多了。这时硅谷发展已更具雏型，许多新公司继英特尔之后创立，例如：Cypress、Sun公司、MIPs、苹果电脑.....等等。新公司如雨后春笋般地兴起，提供无数更新、更具挑战的工作机会；加上传播媒体推波助澜，挖角跳槽成了对个人工作能力的肯定，于是更让许多年轻工程师选择离去。

其次，英特尔内部在刚完成80286大型计划后，许多人正处于过度状态，还下清楚自己的下一步该做什么，情感好像特别脆弱，就更难抗拒新公司的秋波频送。

中西文化整合记

在更深入了解后，我们很惊讶地发现：在离职的工程师中，中国人占很高的比例。这对英特尔真不是个好消息，因为大家都已认同，华裔工程师头脑灵敏，是英特尔不应错失的优异人才。

在一次私下的聚会里，葛洛夫跟我说：“你们是同文同种，也许你可以帮忙解决这个问题。”于是我和另几位华裔经理人像王纪梁、马光显、刘晓明、雷民远、陈志宽等，一起讨论这个问题。我们决定分头拜访一些仍在职的华裔工程师，以及一些离职的人，以了解事情真象。

有些人告诉我们：“英特尔这种开放、直接、有时甚至允许冲突对立的企业文化，似乎和传统中国文化大异其趣，因此很难适应。”也有些人反映：“我们会受到英语沟通能力的限制，结果卖力的工作却未获得应有的认同。”

我们开始脑力激荡，后来想起：为何不举办一个小型研讨会，来探讨英特尔企业文化和中国文化之间的差异？并建议同仁们如何克服这种差异。为

了达到互动的效果，参加人数不能太多，大约二、三十人，而且邀请三位华裔经理现身说法，与大家分享在沟通问题与生涯规划上的经验。

1983年春天，我们在一家中国餐馆试办这种研讨会。许多同仁在平日工作百忙之余，特别为此次课程贡献他们的时间与精力。我也相当投入，花了许多时间准备资料，在研讨会中提供我的建议。

起先由于是第一次主办，大家都心存观望，不知道会出现什么情况。但过了20分钟，开始比较英特尔文化和中国文化的冲突时，全场气氛立即活跃起来，你一言我一语地争相发表意见：“喔，原来你也这样，我以为只有我是……”过去一直压抑着的心情顿时获得解放。

三应演讲者都是第一次公开自己的工作经验，有点像“个案研讨”，将切身经历与他人共享，现场也热烈地讨论许久。在最后的晚餐时间里，大家已经像老朋友般的闲话家常，甚至互开玩笑。我简直不敢相信这次的“文化实验”会这么成功！

学员们希望我们举办一些训练课程，来协助他们提升英语表达与写作技巧。也有人希望与我们保持这种互动关系，甚至成为他们的“英特尔生涯导师”。我们将许多很不错的主意集合起来，成立了“多重文化整合委员会”，在定期的聚会中举办形形色色的活动。这些都是我们在工作之外义务性的付出，但大家都乐此不疲。

1983年秋天，当圣诞气氛逐渐转浓之际，我们决定盛大庆祝农历新年的来临。1984年2月，我们第一次举办中国新年晚会，席开十桌，近百名英特尔员工自费出席了这项盛会，大家玩得不亦乐乎。包括葛洛夫、摩尔、维达斯等高级主管，也都亲身另一方面我们也将活动的意义，由单纯的帮助华裔员工适应英特尔文化，扩展至让经理人也能了解他的华裔部属。后来，我们也将“多重文化整合”的活动对象，扩充到日本人与以色列人等等。近十年来，这项计划已嘉惠四千名以上的英特尔员工。

而我也很高兴发现，类似1982年的大规模人才外流现象。从此在英特尔没有再发生。

第六章 第一次转型成功

这是英特尔的三位创办人：从左至右为诺宜斯、葛洛夫及摩尔。每组照片中，上方为 1968 年刚创办公司时摄，下方则为 15 年后（1984 年）拍摄的照片。

英特尔正式对外宣告退出 DRAM 市场！在拖延数年之久后，英特尔终于作出策略性转型的正确决定。这次经验也让我充分体会：“面对现实”是企业进行策略性转型的先决条件。

1984 年，曾经是被预言家奥威尔（George Orwell，1903—1950）所诅咒的一年，也是英特尔公司发展上的重要转换点。

自 1968 年成立，先后成功发展出存储器与微处理器产品，至 1983 年缔造 11.2 亿美元的营业额，英特尔可说是顺利地走过第一阶段。1983 年间，英特尔每股股价达 12.3 美元，和 1971 年上市时每股 0.3 美元相比，在短短 12 年内增加了 40 倍，这是经营成功的最佳证明。

与此同时，英特尔的管理成绩同样也获得外界认同。1984 年 5 月间，一本名为《美国一百家最值得投入的公司》的书（The 100 Best Companies to Work for in America），就将英特尔列名其中。同年 10 月的财经杂志上，英特尔也入选为最能创新科技的八家公司之一。

可是就在我们首度攀上营业高峰之际，外界环境却起了变化，无论是存储器或微处理器业务，英特尔都面临前所未有的挑战。后来回想起来，这一年我们好像站在波浪顶端，除非顺势前进，否则一不小心就要被海水吞没了。

首先是存储器方面，日本厂商自 70 年代末期开始入侵这个市场，并且挟着政府投资、财团支持的优势，迅速扩充产能。

1984 年间我们已感受到潜在威胁，果然 1985 年后日本公司由于产能过剩，只好发起降价促销，使存储器的市场价格迅速滑落。

最初是 EPROM 价位直线下降。我们发现，日本公司几乎是以不到成本一半的卖价在作倾销；后来美国政府也发起一项调查，发现日本公司同样也以低于成本的价位，在美国境内销售 DRAM。这很明显违反了美国贸易法案，于是英特尔与多家半导体公司联手向美国政府游说，要求以 301 报复法案制裁日本倾销行为；并且在 1986 年推动制定著名的美日半导体贸易协定，对往后全球半导体工业发展有莫大的影响。

策略失调

虽然美国半导体公司表现难见的团结，援法令以规范日本商业恶性竞争；可是已经于事无补，大部分客户已被日本抢走。英特尔原本是存储器技术的先锋，70 年代初期，英特尔几乎享有 90% 的市场占有率；后来因为另一家美国公司 Mostek 介入，英特尔在中期市场比例降至约四成，不过由于整体市场成长，我们的营业额还算不错。但进入 80 年代，日本公司大手笔的削价竞争，却使英特尔占有率很快降至二成以下，甚至更低 1984 年底，存储器占英特尔公司营业额的比例，已几乎下到 20%。这让仰赖存储器起家的我们，在情绪上很难接受这个事实。由于 DRAM 是英特尔发明的，公司内部简直将它视同“骨肉”，很难割舍。因此我们在几次内部会议时，都为存储器业务该何去何从，展开激烈辩论。

刚开始大家仍将存储器视为公司生存的主要命脉，支持继续投资作研究

发展，同时也大举扩充工厂产能，希望力挽狂澜，奋力一搏。可是由于公司资源有限，将大部分资源投入存储器以后，在微处理器发展上的投资就变得微不足道。

这形成一个有趣的现象：几乎公司 40% 的营业额与百分之百的利润，都来自微处理器，但 80% 以上的研发费用却花在存储器上。我将这现象称为：“策略失调”（strategic dissonance），代表经营策略与投资重心都与现实脱节，主要原因是我们自己的认知失调，这时我们已经是微处理器为主的公司，可是在认知上，却无法摆脱存储器市场老大的自我期许，因此即使存储器业务已严重亏损，我们还是无法壮士断腕，完全舍弃。

葛洛夫察觉情形不妙，几次提出是否该结束存储器业务这个问题。可是管理阶层心里有莫大的压力。喜英特尔被迫将自己全力打下的江山让贤，真是难咽这一口怨气。80 年代上半期，英特尔就在该下该砍掉存储器业务之间挣扎，陷入经营危机。

微处理器大势所趋

不过尽管大家议论纷纷，莫衷一是，我心里其实早有明确的答案。从 1975 年起，我就对微处理器深感兴趣，以存储器和微处理器相比，前者有天生的限制，只能记忆储存资料，因此应用较为有限，它的未来发展只是容量增加，速度更快；而微处理器则包罗万象，可以写入各种信息，其应用是无止境的，未来发展更是无法想象。因而我深信：微处理器可以让英特尔走出更宽广的路！

我也相信：人生是无止境的奋斗，就如同商场上永无止息的竞争。于是在品管作业已上轨道之后，我希望能回到最前线上，为英特尔的微处理器事业冲锋陷阵！

1984 年年初，我走进葛洛大的办公室，开门见山他说：“我希望能进微处理器事业部。”葛洛夫并不觉得惊讶，他知道我是闲不下来的入，在提任品管部门总监三年多的时间里，我已经训练出许多能独当一面的品管尖兵，英特尔也重新夺回品质第一的宝座，现在是我另辟疆土的时刻。

葛洛夫欣然接受我的提议，他希望我与当时的微处理器事业部总经理豪斯好好谈一谈。

由于微处理器业务千头万绪，豪斯此时正恨不得自己是八爪章鱼，好应付形形色色的各项事务。也因为微处理器业务的涵盖层面实在太广，光是应付眼前的各种状况，就已令他分身乏术，更无法奢望作长期规划。因此他认为，如果我能当他的资深幕僚，负责产品策略分析，无疑是助他一臂之力。

虽然以前我从未担任过幕僚性质的角色，但这次机会让我可以马上跻身进入微处理器产品与业务的核心，我就毫不犹豫地接受了，这对我来说又是一次全新的挑战。从 1967 年我进入仙童公司，17 年来我已作过研究发展、工艺设计、品质管理等各项工作，也曾自创微电脑公司，累积市场行销经验，因此我有相当把握可以胜任。

二次大战期间，英国前首相邱吉尔奉命统率盟军出战德军之前曾经说过：“我这一生部在为此刻作准备。”我想，此刻我也为微处理器作好了准备！

共创百年大计

1984 年 4 月，我正式加入微处理器事业部，首要之务，就是得了解豪斯的行事风格，以及他对微处理器业务的想法。豪斯自 1974 年加入英特尔，他的办公室与我只有数门之隔，可是过去我们并不熟捻。他建议我们用晚餐时

边吃边谈，并且希望我这识途老马带他去尝尝中国佳肴。

我选择了一处安静的中国餐厅。让我们可以静下心来讨论公事。这也是我和豪斯认识多年来，第一次单独面对面地深谈。豪斯告诉我，他毕业于西根州立大学电机工程学系，本来在南加州一家小型机公司设计新的中央处理单元。后来看到英特尔率先推出 8008 微处理器，觉得自己的差事似乎变得可有可无。“所以，有一天当吉贝克跟我说，你何下加入英特尔？我毫不犹豫就答应了。”豪斯笑笑说，“就这样，我成了英特尔负责存储器和微处理器设计应用的经理。”

虽然豪斯说得轻描淡写，其实他在行销方面很有两把刷子。他花许多时间与客户沟通，因此很能掌握市场动向；而且他一手建立应用工程师的制度，训练多位杰出的销售人才，可以说是“强将手下无弱兵”。他在戴维得摩下受益良多，很快就成为世界级的行销高手。产品定位与行销策略就是他的拿手好戏。他同时还擅长演说，是英特尔有史以来最好的演讲人才之一。

豪斯在 1982 年任发展系统部门总经理，1983 年很快又获擢升为微处理器事业部总经理，可以说是窜升最快的红人，前途一片光明。他看起来年轻有为，英俊潇洒，尤其特别的是他很讲究穿着，有几分明星架势，不认识的人在外面看到他，可能会误以为他是有名的公子哥儿。

他还有一大本事，就是永远都从从容容，很少紧张失控。有时我们一起出差，他总是在飞机起飞三分钟前才出现在机场，尽管旁人为他捏把冷汗，他还早一派悠闲名士作风。后来我们逐渐熟识，我才体会到他非常自律，而且很有定力，显然他的成功不是偶然的。

在正式上菜之前，我们已迫不及待地谈起英特尔的微处理器业务。豪斯雄心万大的描绘他的远景：“我要将英特尔的微处理器事业发展成万世兴盛的王朝，一代接一代的微处理器将成为市场标准，而我们无疑也将是产业的领导人。”这真是英雄所见略同。

由于几年前我自己做微电脑生意，和英特尔打过交道，有机会以局外人身分来看这家公司，因此可说是旁观者清。在我看来，英特尔有很强的技术背景，销售能力与推广应用也是一流，这些都远非其他公司可以比美，“致胜”计划一鸣惊人就是最佳例证。

然而，英特尔微处理器业务这时面临严重的威胁。1984 年 1 月，苹果电脑推出新一代的麦金塔电脑，率先采用图形界面的软件观念，也就是用户可以用滑鼠和游标选图形来玩电脑，创造个人电脑易学易用的新典范，市场反应相当热烈。

图形界面的观念，原本是全录研究中心的产物，谁知苹果电脑捷足先登，在市场上商品化成功，使麦金塔的销售热潮从一开始就居高不下。由于这种型号的电脑采用摩托罗拉 68000 处理器，因而让摩托罗拉也沾光不少，同时他们还领先我们推出 32 位元架构，让我们相形之下有些见绌。

另一方面，英特尔在 1982 年推出 286 微处理器，对内仍有许多批量生产问题有待解决；对外则要加强行销推广，与我们的“第二货源”——也就是 AMD 半导体公司与 NEC 等公司又互相竞争，因此该做的事情还真不少。同时由于公司未将经营重心放在微处理器领域里，这时在管理上也是问题重重。

首先我发现，英特尔微处理器产品线应用太广，也就是必须符合太多不同市场的需求，例如作嵌入式控制器或其他应用等等，这使产品发展无法倾力专注于微电脑领域，偏偏这时正是个人电脑兴起的时刻，而这正是最诱

人的市场大饼。

微处理器事业部另外两个重点，是系统与软件。可是，从英特尔的开发系统与其他 CP/M 电脑都个兼容这一点看，就可以想见公司策略并不太重视这两个问题。

分工方可合作

借着餐厅里昏黄的灯光，我们很快描绘出来发展的蓝图，而且做好两人之间的分工：因应眼前的业务危机，豪斯必须将大部分精神放在解决目前的难题上，也就是为“生存”（survive）而奋斗，每天得和 IBM 这类的超级客户周旋，以成为他们优秀的供应商；而我的职责则是为“长存”（thrive）而努力，负责作长期策略规划，以确保我们的微处理器事业能永续经营。

在往后七年里，这样的分工运作得宜，虽然我的职称由特别助理一路升到总经理，但和豪斯配合可说是七年如一日，于公于私我们都是最佳搭档，而我对微处理器事业的参与程度也日渐加重。

显然这是一顿丰盛的晚餐，而这家对我们而言具有历史意义的中国餐馆，位于卡布提诺，随后虽然改为供应加州食品的餐厅，我和豪斯仍经常光顾，即使它离苹果电脑总部其实很近！

推动组织转型

人生际遇有时相当微妙，短短一餐饭的光景，却决定了我往后十年与微处理器密不可分的命运。我成了第一位在英特尔推动微处理器策略的人，或者也可说是幕后的主导者，并且积极推动微处理器部门的组织转型。从公司的立场来看，我们在这个晚上的讨论，也是往后微处理器事业发展重要的里程碑。

基于过去的管理经验，我眼前第一要务就是组织精兵，以推动我的策略计划。我在每一部门先设定一个人选，专门负责产品计划，他们具有双重身分，在向部门经理报告的同时，也要就策略性议题向我负责。

由于人力资源需要各部门的支援，我主动与各部门经理沟通，以获得充分的配合。这时候我的幕僚角色，在英特尔还是史无前例，因此初期免不了在沟通上必须花心思。在此过程中，我也得以了解各部门经理的想法与业务现况。记得在小时候母亲经常告诉我：“一定要先静下心来听听别人所说的话，才能真正了解别人的想法。”这时可是派上用场了。

费了一番工夫了解各部门现况后，结果发现真的有许多问题。

当时英特尔的微电脑事业部包括四个部门：高性能、高集成、发展系统与外围。其中“发展系统”部位于圣塔克拉与波特兰两地，由于外界的个人电脑售价日益低廉，许多人买来作为运算与软硬件发展之用，因此过去以销售蓝箱子为主的开发系统部，正逐渐缩减规模。

至于“外围”部门的业务，原本是为搭配处理器功能，以开发制造它旁边辅助的芯片。这原本是英特尔生意的重头戏之一，客户通常在买处理器时，也会买外围芯片；就好像买了手电筒会顺便买电他，不仅马上可以使用，而且下必担心规格不合。

不幸的是，由于我们与 AMD 半导体公司协议在先，AMD 将负责为两家公司开发外围芯片，以交换处理器的技术授权，因此在这个地方英特尔几乎没花多少精力。偏偏 AMD 公司在开发芯片上几乎交了白卷，让英特尔也遭他鱼之殃，几乎没有新产品可以卖，平白辜负了大片市场。

这时候，也正当“专用集成电路”（ASIC，application

specific integrated circuit) 开始在市场走红之际, 由于它能针对客户需求提供特殊设计, 且开发速度很快, 让许多电脑公司与半导体公司都颇为心动, 英特尔在这方面的生意因而更是一落千丈。

“高集成”部门的目的, 顾名思义是以各种不同方法, 为微处理器增添额外功能, 好为客户生产高度集成、低成本、也更简化的产品。当时主要是为 80186 处理器增加多种用途。事实上, 186 本身, 就是以 8086 加上几颗外围芯片高度集成而成的。

遗憾的是, 186 芯片上面的中断控制器, 和一般 IBM 个人电脑内所使用的并不相同, 这导致以 186 发展成的电脑无法运用 IBM 个人电脑的软件。这真是个要命的错误!

个人电脑的基本概念之一, 就是所有的电脑不论制造品牌, 部可使用相同软件。就好像人们买了录像机, 下管哪种品牌, 都可以拿来录、放各种录像带。这会带给用户很大方便, 可能由于早期大型电脑都是专属系统, 因此当时许多人还很难接受这个道理。

事实上, 早期个人电脑多数都不是百分之百兼容。许多电脑打着 99% 兼容的幌子, 问题是 1% 的不兼容已足以导致许多软件不能适用, 结果自然不能获得用户青睐。Digital、王安与 Tandy 这些知名公司都犯过这个致命的错误, 只有康柏电脑一开始就强调百分之百兼容, 这也是它可以很快在市场上畅销的原因之一。

1984 年间, 英特尔内部对完全兼容的重要性, 也还在半领悟的边缘。但是由于我先前曾有销售系统的经验, 而且花了许多工夫教育用户如何使用电脑, 因此早已绝对相信要完全兼容。从过去的实务经验室, 我了解到任何一点点不兼容都会带来严重麻烦。所以这时我也已打从心里质疑: 既然 186 在电脑市场上并不兼容, 英特尔又何必浪费这么多资源在它的集成上?

下错赌注

最后剩下一个“高性能”部门, 它应该是在微处理器事业中分量最重的, 下过它连名称都不甚正确, 还有待“正名”。这个部门负责所有重要的处理器, 但性能是高是低则值得商榷, 这时已上市的产品有: 8080、8086、8088 以及两年前推出的 286, 后者在批量生产时还有些技术细节有待克服。此外, 这个部门也担负着开发 386 的重责大任, 要为英特尔发展最新的 32 位元架构。这其中又有一段多年往事。

除了一年半前在圣塔克拉开始设计 32 位元 386 以外, 高性能部门的部分人力很早就开始开发另一种 32 位元架构: 432 处理器。432 原先的计划是要开发一种非常先进的产品, 早在 1975 年时, 就有人认为 8080 架构并不适宜作大量运算, 因此鼓吹发展这种新架构。

432 产品计划本来称为“未来系统”, 在英特尔内部一直是赞成与反对的人都有, 而且双方壁垒分明, 有些人认为应该开发新架构, 另一些人则坚持应延续 8080 架构继续发展, 两种意见僵持不下。

摩尔后来召开会议, 以决定 432 未来的前途。两边人马都说得头头是道, 各有各的道理。基于对创新技术的热衷, 摩尔最后作出决定: “以产品本身来看, 432 是值得投资的好架构, 这个计划仍应继续进行。”432 计划由雷汀 (Bill Lattin) 主导, 他在 1977 年将计划移往波特兰进行。

1981 年, 英特尔正式推出 432, 可是这项产品不但性能很糟, 而且毫无软件可用。432 就像“大杂烩”, 身上背负许多人对新架构的期望, 但结果

反而不如预期。

而当 IBM 在 1982 年间以 8088 开发出第一台 IBM PC 之后，产业界将注意力全放在 8088 与 8086 上，使 432 成为不太有人理会的孤儿。后来 IBM 再接再厉用 16 位元 286 架构，全世界已经明显地以“X86”（X 代表 2、3、4 或更高的数字）架构为重心，更等于宣判了 432 的死刑。

这时候摩托罗拉已经抢先推出 32 位元处理器：68000，而且在市场上积极造势，很有力争上游的骨气。英特尔的 432 无法与之匹敌，显示我们多年来在新架构的赌注上押错了宝。豪斯认为事态严重，已经到了非下猛药不能治重病的地步，我还记得他强调说：“英特尔必须立即推出新的 32 位元处理器，以为因应。”

432 还是 386

我们对这个 32 位元架构的要求非常清楚：必须与 16 位元 8086 及 286 完全兼容，使过去的软件仍可运用；同时也必须是世界水准的 32 位元架构；还要尽快完成以抵御竞争对手的侵略。这可真是高标准！

曾经获得“英特尔技术大师”（Intel Fellow，为英特尔内部针对技术人才颁发的一种荣誉头衔，地位相当于副总裁）的柯劳福（John Crawford），负责为 386 催生；而希尔延续过去设计 286 的经验，则是实际设计小组的领导人。因此当我要了解“高性能”部门时，就面临这样的形势：386 的设计在圣塔克拉正昏天暗地地忙着；而 432 小组在较北的波特兰、虽然气势已如江河日下，可是也辽不放弃，希望发展更新一代产品。更糟糕的是，南北两边人马箭拔弩张，彼此暗地较劲，毫无合作的意愿。

我向两边的设计者都问同样的问题：“谁能告诉我，究竟哪一边的产品性能会较强？”没有人有办法用数据给我答案，我很快发现双方毫无任何沟通基础。更严重的是：两边的产品其卖都面临同样的问题：即缺乏 32 位元应用软件，可能就算产品出来了，也下见得会受用户青睐。

除了缺乏 32 位元软件，以及 286 批量生产的技术问题外，微处理器现有业务中。8080 也因为 NEC 拷贝英特尔的设计，推出他们的 8080 版本，导致我们市场占有率日益滑落，加上 AMD、西门子等多家公司都靠技术授权来分一杯羹，英特尔等于养大了一群徒子徒孙，结果却来和自己竞争。

整体而言，在我对微处理器业务略作了解之后，发现问题远比我想象中复杂得多！

大刀阔斧

在对全盘局势稍有认识之后，我决定立即采取行动，设定策略以实现我和豪斯的共同理想：逐步建立英特尔处理器的未来霸业。我厘清方向，首先就从最不切实际的“发展系统”开刀。

英特尔专属的发展系统，基本上已悖离全球朝向开放式发展的趋势，毫无理由继续走下去。我决定立即回头是岸，要求发展系统部门回到原来的出发点：以协助客户尽快设计出英特尔架构的电脑为目标、开发各种软硬件工具，不要再开发专属系统。

我明白地告诉豪斯：“英特尔销售开发系统的业务，迟早会让外界的个人电脑完全取代，我们应该尽快改采业界公开的标准，以发展各种开发工具，对微处理器的销售才最有助益。”不过这似乎很难说服他，豪斯面有难色地回答说：“这几年来，公司获利最大的就是这个部门。”事实上，豪斯先前正担任这个部门的总经理，对发展系统部门的表现还相当满意。

于是豪斯仍决定要求发展系统部门，尝试开发成本更低的电脑，以维持竞争力，可惜最后仍是回天乏术。我们在 1986 年终于将它并入波特兰厂，并重新定位为发展各种工具。这样的改变虽然痛苦，可是却已不得不然，决策者是绝不能让情感超乎理智的。

第二步，我全力整顿外围芯片业务。由于在设计微电脑时，外围芯片也是关键要素，其中含有许多重要的系统架构，我认为英特尔在此领域应该主力以赴。此一决策倒没有遭遇任何阻力。我们将此部门迁到佛桑市，任命一位新的经理欧提里尼（Paul Otellini）积极着手进行。

欧提里尼是意大利裔，出生于旧主山，1974 年加入英特尔，原本是财务人员，自 1982 年开始接手 IBM 这个大客户，慢慢也转型到市场行销上。他做事很有魄力、反应灵敏，见解深入，深具潜力，完全具备英特尔高级主管的人格特质。

他对外围芯片的看法与我相同，他也明了英特尔不应该再仰仗 AMD 供应外围芯片，我们应该马上开发自己的新产品。

在“高集成”这部分，我认为 186 极适宜作为嵌入式控制器，即集成在其他产品中，以产生微电脑控制的功能。我重新为它定位在这个方向，市场反应非常成功。可是与此同时，我却发现：其实英特尔应该以生意为出发点，来定义这个部门。“高集成”的名称代表以工程技术为诉求的传统想法，我们应该以它所创造的价值来衡量，而非以过程如何为思考方向。一味执著于如何集成，只会使英特尔落入错失商机、成本大增的陷阱中。

最后。我的整顿计划，还剩下最重要的“高性能”部门，其中的 X86 架构是我们未来发展的重心。于是决定：就先由 286 开始吧！

撵不走的蜜蜂

IBM 的 286 个人电脑推出之后，很快受到用户欢迎，但我们的的心情真是一则以喜、一则以忧。英特尔 286 处理器当然可望因此而开拓市场，但与此同时，我们也面临大量交货的压力，才能满足市场需求。可是工艺技术的困难度，远高于我们所能想象。英特尔必须尽快解决，否则就等于坐视白花花的钞票付诸东流。

我极力向豪斯推荐调回柯耐特（J.C.Cornet），调组成特别小组以解决这项难题。柯耐特原先就是 8086 设计小组的负责人，后来转往波特兰主导 432 计划，一度还回到他的祖国法国，为英特尔成立新的设计中心。

柯耐特在技术方面很有天分，而且做事绝对贯彻到底，从不半途而废，我相信他很快就能溯本清源解决问题。果然在他接下这个烫手山芋半年之内，所有难题——迎刃而解。

随着 IBM286 电脑上市之后，许多电脑公司紧跟着推出兼容电脑而且都颇受好评。其中康柏强调推出更“精巧”（compact）的 286 电脑作为创业第一炮，由于图形能力更强，外观也更讨好，很快就受到瞩目，后来的兼容电脑也因此经常都强调精巧的特性。

英特尔的 286 处理器拜兼容电脑畅销之所赐，也成为市场抢手货，为我们带来很好的业绩。柯耐特更因为表现优异，很快就升任高性能部门的负责人。

不过，286 市场热卖也引来许多半导体公司虎视眈眈，希望取得英特尔的技术授权，以成为 286 的“第二货源”（secondsource）。“第二货源”的观念，来自我们与 IBM 在合作初期的协议，IBM 希望除了英特尔公司以外，

还能有别家公司作为第二货源，以免微处理器供应中辍。

1982年2月间，AMD半导体公司以开发外围芯片，与英特尔达成相互“交叉授权”，因而成为286的第一家“第二货源”，授权有效期限为10年。西门子由于掌握英特尔在欧洲的经销网，而目双方密切合作开发432，因此也拥有286的技术授权。随后另一家半导体公司哈瑞斯（Harris），也借着为286开发“互补金属氧化物半导体”

（CMOS，complementary metal oxidesemiconductor）版本为筹码，要求交换英特尔的技术授权。

最令人难受的是富士通公司，它们居然以要在日本市场销售为由，要求英特尔不仅提供几乎是免费的技术授权，还要负责工程支援等问题。富士通的态度，好像一切都是理所当然的，完全没想到自己的要求是否合理。我告诉同仁说：“这些公司的想法真是无法理喻。怎么会以为由于自己也在这个产业里，就可以理直气壮地要求免费授权？”如果大家都等着“白吃的午餐”，还有谁愿意投下巨资开发商品呢？

我心里很不高兴，因为只有实际参与开发过程，才能体会其中工程有多艰巨，简直可以媲美建造万里长城。当初为确保80286能与8086完全兼容，又要提升性能，设计人员曾经分批24小时轮班赶工，简直就是水深火热的煎熬。

有些业界人士反映说：“这是因为半导体产品常会出现缺货现象，所以应该有第二货源。”这也是似是而非的论调。如果我们仔细去想：微控制器经常就只有单一货源；通讯芯片或绘图芯片也是独家供应；软件更多半都来自一家公司，像DOS属于微软，“123”属于莲花公司，第二货源是力解决出货问题的说法，显然很难自圆其说。

我个性虽然不是极为固执，但对这件事态度却相当坚持。于是我转告哈瑞斯、富士通与西门子等公司：“如果你们希望获得英特尔286的技术授权，就请付出合理的权利金，否则一切都是空谈。”这几家公司最后都同意了。

为386催生

我在高性能微处理器部门的第二大隐忧是386的开发计划。负责架构的柯劳福和组员们，很快就激发出很不错的构想：在386芯片内设有三种不同的模式，原来的8086模式可以跑16位元软件，286模式则可以适用针对存储器管理特性而编的软件，最后再增加一种386最新模式，让芯片具有最先进的运算功能，就可达到世界级水准的要求。

柯劳福原本是编解释程序（interpreter，一种将资料转化成电脑能阅读的机器指令的程序）的程序员，不过在硬件技术上的天赋也不容埋没，从英特尔386架构开始，到486、Pentium以及最新的p7架构，都是他立下的汗马功劳。他还有极难得的过人之处，就是温文有礼、天生的绅士风范。所有与他合作过的人，都会竖起大拇指称赞。

另一方面，新的32位元模式也要有软件配合，才能展现特有的威力，否则很难吸引用户接受新架构。这时候，UNIX作业系统已经在市场上崭露头角，强调多工作业特性，颇受欢迎。我在80年代初期甚至也想自己开发UNIX电脑，可见得UNIX这时多么盛行。由于摩托罗拉68000已抢先一步，让UNIX移植成功，我认为英特尔386也要尽快适用UNIX，才能在UNIX市场居领先地位。

我找来渥特（Richard Wirt）负责规划32位元模式的软件，尤其是要使

386 也能适用 UNIX。渥特认为：“英特尔也应该开发一批 386 电脑，提供给程序设计师以开发软件。”与此同时，虽然理论上微软的 DOS 作业系统可以自然地适用在 386 电脑上，但我仍希望渥特这一组人主动与微软公司配合，以确保 DOS 可以在 386 上运用自如。

由于 DOS 其实是 16 位元的作业系统，因此渥特建议说：“我们应该找几家电脑公司，为 DOS 开发附加功能，才能表现 386 的 32 位元存储器位址能力。”他原本是学数学的，和柯劳福一样是一流的技术人才，也是极容易共事的人。90 年间，我也提名他为“英特尔技术大师”，往后所有的软件问题都是由他操刀解决，目前他仍是英特尔内部所有解释程序、操作系统与软件领域的灵魂人物。

解决了软件的难题之后，我更深入思考 386 计划往后的发展。我觉得英特尔已不能再像以往的作法，只将 386 视为一颗新的微处理器，而应该将它定位为新一代的个人电脑架构，全力推广。“我们应该在产品推出之前，就做好全盘规划。不仅要想到技术细节，像外围芯片、软件的配合等等，还要思索如何定位，如何赢得设计阶段的胜利，以及行销推广等等。”在一次会议中我如此强调。

我提出一项英特尔过去从未作过的尝试，即设定一位“专案经理”以统筹与 386 相关的大小问题。这位专案经理必须协调各个相关人员配合策略运作，而且还要控制进度。这个想法获得大家的认同。而原本担任应用工程经理的白克哈特（BruceBurkehart），由于具有技术背景，且熟悉应用与客户需求，因而成为英特尔第一位专案经理。

白克哈特有时扮演的角色，就像是英特尔的主要客户，他经常说：“你们这里出了问题，要怎么解决？”为了确保 386 策略正确无误，有时候他干脆站在客户的立场，提出各种意见，当然他也要负责解决这些问题，最后才能让客户有满意的解答。由于运作相当成功，自此以后，英特尔便经常采用这种“专案管理”的观念。

技术挑战

回到芯片本身。由于时间上的压力。386 开发过程必须尽可能缩短。我想到利用电脑辅助设计工具，以加速芯片设计过程。这时候，英特尔已成立电脑辅助设计小组，但用在微处理器设计上还需要一些创新的方法。

刚好原本在贝尔实验室工作的魏素（Manfred Wiezel）这时加入英特尔。他开发出一套最顶尖的电脑辅助设计工具，让最繁琐的部分可以完全由电脑代劳。“我很高兴可以赶上 386 的设计。”他说的这番话，让我吃了定心丸。魏素非常擅长发展电脑辅助设计工具，目前他是 P6 设计小组中的一员大将。

386 的设计，在技术上面面临双重考验。首先是总线的复杂度太高。总线是微处理器与外部沟通的接口，不容有丝毫差错。原先为了配合 432，386 也采用了 432“先进”的总线架构，因而非常复杂。现在 432 在市场上失利，英特尔没有理由再继续采用这种总线架构。

由于豪斯对 386 设下的条件之一，就是要尽快开发上市。因此工作小组提议将总线改成较简单的模式，类似 286 总线。这其实相当合情合理，不过 432 小组成员可能碍于面子问题，始终坚持下应放弃较先进的架构。有些时候，情绪经常成为阻碍成功的绊脚石。英特尔内部为此事展开多次辩论，结果总是不欢而散。不过，最后 386 改变总线架构终于成为定局。

386 技术的第二项挑战是，芯片上加入第一级高速存储器。早期高速存

存储器都是用在大型电脑上，以储存最近所使用的资料与指令，让处理器可以就近取得所需资料，因此可以加快处理速度。有一天，一位同仁首度提出将这观念应用在微处理器上，大家无不兴奋他说：“这真是革命性的创举，微处理器速度可以大幅提升，386 的性能将因此跃升一大步。”

鱼与熊掌

不过，现实存在着难题。加入高速存储器的设计，不但使 386 芯片体积变大，而且开发进度也必须往后延。这具令人坐立不安。我既不愿放弃这次大幅提升性能的机会，也不愿见到芯片设计进度落后。

我的几位部属极力主张英特尔必须舍得割爱，以设计进度和芯片大小为优先考虑。我们再度在会议中将正反两面意见都检讨清楚，由于硅片太大会使成本增高，且批量生产时成品数量也会同时减少。我不得不痛下决定：拿掉高速存储器的设计。

这时专案经理白克哈特突然接口说：“为何不另外生产一颗单独的‘高速存储器’，以配合 386 的运作，即可提升它的性能？”专案经理是最熟悉整个产品计划的人，他以客观立场提出这个建议，简直是再好不过了。这也使大家原本低迷失望的气氛，很快因为创新想法的出现又活跃起来，整个过程真颇为戏剧化。

我原本也正为外围部门该开发哪些新产品而发愁，外接式的高速存储器正好可以让他们一展身手。白克哈特随后即调往外围部门，接手高速存储器的开发计划。后来，高速存储器成为 386 时代最抢手的新产品。

突破了这两大瓶颈以后，还有浮点（floating point）运算问题不能忽略。早期英特尔每一代的微处理器都配有专门的运算辅助器，以加强浮点运算功能。例如：8086 配备 8087、80286 配备 80287。习惯作法是在处理器旁边空出一个插槽，可以在装配电脑时插上辅助器，或是让用户自行安装。

由于 386 初期仰仗 432 计划以进入 32 位元市场，因此这个小组并未打算开发自己特有的运算辅助器。但在与 432 计划分道扬镳之后，就必须重新考量。而我认为时间压力与现有人力资源，都不容我们重新可开发新的辅助器，于是决定以 432 的浮点单元再作修改，以求与 8087 及 80287 兼容。这就是 387 的由来。

387 除了搭配 386 的性能，市场反应也非常成功之外，对英特尔更有特殊意义的是，432 计划是第一次商品化成功的具体范例。许多人原本对 432 计划不太看好，甚至有些提心吊胆，在多年投资之后我们总算见到第一次成果。

386 提前诞生

386 在设计过程中，还有另一项突破性的作法。由于 386 芯片上容纳了二十七万五千颗晶体管，测试过程变得非常复杂，于是我们想到如果在芯片设计时加入一些特性，就会较容易作测试。

事实上，我一直认为测试方式会直接影响产品品质，于是 1983 年我还在品管部门时，就特别指定一些人作这方面的研究。其中有位年轻人叫季尔辛格（Pat Gelsinger），当时只有十七岁，才刚从高中毕业，就加入英特尔在品管部门担任技工，非常聪明好学，我们曾经多次讨论在芯片上建立测试特性的可行性。

季尔辛格花了一年多的时间，证明这个新想法可以付诸实践。于是我建议他说：“你何不加入 386 设计小组，直接将测试观念加入芯片的设计内？”

于是他就进了 386 设计小组。

他是勤学苦干型的人，一天工作 24 小时也下会喊累。在英特尔工作已十分繁重的情形下，还能抽出时间继续求学，先后拿到圣塔克拉学士与斯坦福硕士学位，这种进取心让许多同仁打从心里佩服。1984 年间，季尔辛格就已经展现相当的潜力，往后英特尔微处理器的发展更少不了他的贡献。

至 1985 年初，我对 386 开发计划已经厘清头绪，所有步骤循序渐进，不再像初期一片混乱，看来很快就可以达到豪斯“又好又快”的要求。果然，出于所有人意料之外，在 1985 年 7 月 4 日美国国庆之后，386 设计就宣告完成，比预定进度提早两个月。

这其实也是拜国庆假期之所赐，由于其他部门都放假，使电脑可以完全空出来作 386 设计之用。当然工作小组辛勤赶工。同样也是功不可没。为了让 386 尽早问世，许多同仁在 5 至 7 月这两个月内，几乎都没好好睡上一觉。我们在架构上所作的明快决策，例如改用较简单的总线架构、将高速存储器独立出来，和以电脑辅助设计省下不少人力，也是使 386 进度超前的主要原因。

由于我们迫不及待地想亲眼目睹这历史性产品的诞生，几位研究人员将生产线第一批出炉的芯片，亲自开车护送回实验室作测试，当时兴奋的心情已超乎言语所能形容。稍后当我们以微软的飞行模拟软件（这是当时用来测试电脑性能最主要的软件）测试后，一切运作正常，无丝毫差错，大家更是高兴得要冲上天了！

我尤其感到高兴。由于豪斯赋予我为英特尔“永续长存”而努力的使命，好的产品无疑是未来发展的基础，跨出这好的开始，让我也拥有“胜券在握”的心理期待。

策略性转型成功

与此同时，总部也传来将退出动态存储器市场，将所有资源集中在微处理器的说法。我初听到这个消息，虽然心里有些遗憾，但仔细一想，这未尝不是明智的决定。英特尔内部显然愈来愈多人同意我先前的看法：只有微处理器才能让英特尔走出自己的路。

1985 年年初，DRAM 业务占英特尔营业额的比重，又下滑到不及 5%，可是我们仍将三分之二的研发费用花在 DRAM 上。有一次葛洛夫实在忍不住问摩尔说：“如果有外界的人刚好在这时加入英特尔，你认为他会怎么做呢？”摩尔的回答也很干脆：“马上退出 DRAM 市场。”

2 月间，英特尔开始计划裁员，这是我们在 10 年内第一次裁员，经理人员心里压力确实下轻，每天花许多时间在沟通上。我们同时也计划关闭位在圣培克罗兹的厂房，以及位于圣培克·拉的工厂。公司组织因为发展策略转变，势必重新作一番调动，许多人转换工作性质，加入微处理器事业部。

10 月间，英特尔正式对外宣告退出 DRAM 市场，葛洛夫在记者会上严肃地说：“这是很难作出的决定，我们一直希望能重振往日雄风，可是现在下得不承认：我们输掉了这场战役！可是相对而言，这可能也是我们所作过的最好决定。由于我们从此将集中全力发展微处理器业务，因此可望成为推动个人电脑工业前进的最大动力。现在投入正是时机。”

在拖延数年之后，英特尔终于作出策略性转型的正确决定。这次经验也让我充分体会：“面对现实”是进行策略性转型的先决条件，企业如果不能勇于面对现状，就永远不可能转型成功。

1985年11月，我获拔招为微电脑事业部副总经理。记得有一次我和葛洛夫在闲聊时谈到英特尔的人事政策，我问他说：“英特尔是如何决定一个人是否该升职的？”葛洛夫一语道破其中奥妙，他说：“很简单，在英特尔一个人只要尽了责任，职称必然会随之而来。”我想我转到微电脑部门将近一年半的工作表现，应该可以受之无愧。不过，这时我心里最为挂念的，还是该如何为英特尔逐步建立起微处理器的春秋大业？

第七章 386 的故事

著名的“红色 X”宣传海报。为了使电脑用户明白 286 已经过时，应该改用 386，我们在 286 上打上一个大大的“x”，而强调“386SX”的优点。右下照片为 386 微处理器。

这倒激起我一贯勇往直前的斗志：身为产业领导者的英特尔，必须推动个人电脑一代比一代更好、更快，使技术永远处在最佳的巅峰状态，而且永远追求创新！

386 的问世，从某种意义来看，不仅象征英特尔从此迈向崭新阶段，同时也代表了全球个人电脑新纪元的来临。

因此从一开始，386 就受到超乎寻常的重视，386 芯片上有二十七万五千颗晶体管，比 286 上面的十二万颗足足增加了一倍多。这完全符合摩尔定律的预测，当初对微处理器未来发展无可限量的看法，再度获得验证。

这也是英特尔第一次采用最新第三代“高性能互补金属氧化物半导体”（CHMOS，complementary high—performancemetaloxide semiconductor）技术发展完成的产品；CHMOS 结合了传统 CMOS 技术低耗电量的特性，以及第三代 HMOS 技术高集成度与高性能的优点，因此使 386 的速度不仅是先前 286 版本的 3 倍，也较当时市场上其他 32 位元的芯片快上 2 倍。

更重要的是，386 的功能几乎可以满足 32 位元系统设计的各种需求，例如：多任务、内部存储器管理单元、高速存储器与软件保护等等。而且它具有先天优势，因为在当时市场上所有的 32 位元芯片中，386 是唯一能与原来的 16 位元软件兼容者，这时 X86 架构的软件市场总产值已高达六十亿美元。这也代表数百万个人电脑用户、不必改变原来的软件和使用习惯，就可以直接升级至 386，因此对用户原有的电脑化投资而言，可说是最佳保障。

IBM 拒绝升级

不过再好的产品还是要获得客户的采用，才能真正商品化成功。英特尔当然急于与客户分享这项崭新的科技成果，由于 IBM 在 286 时代一直和英特尔密切合作，因此我们将 IBM 列为第一对象，希望他们尽快开发出 386 电脑。

当 386 微处理器还处于开发阶段时，IBM 一直抱着存疑态度，我们几次与他们开会，IBM 人似乎对此不大热心。下过英特尔同仁仍然乐观地相信：“等芯片确实开发出来后，IBM 的态度就会积极多了。”

没想到，在豪斯等人手上捧着活生生的 386 芯片到 IBM 公司后，仍然碰了一鼻子灰，这才发觉 IBM 根本无意开发 386 电脑。我们不但大感意外，而且简直是丈二金刚摸不着头脑，想不出有任何理由。

豪斯当然下愿就此打住，仍然继续拜访 IBM 公司，希望他们能尽快了解 386 是划时代的产品，IBM 应该尽快采用。不过 IBM 的代表仍回答说：“我们只需要 286 再快一点，32 位元软件现在还下普及，所以根本不需要 386。”

豪斯希望用最简单的说法，来化解两家公司对市场发展的歧见。最后我们想出一套说词：“要让 286 快一点，386 是最快的方法。”为了说服 IBM，罗斯更进一步解释说：“386 不仅比 286 快许多，而且未来即将登场的 32 位元软件也可以适用，个人电脑的新时代即将来临！”

不料这番说法丝毫改变不了 IBM 人的想法。1986 年间，IBM 仍然在 286 电脑上打转，一点也没有进军 386 的迹象，更别指望他们来买 386 微处理器

了。这对英特尔公司真是一大挫折。而且整件事好像是一桩无头公案。我们希望找出合情合理的解释。

答案后来终于水落石出：原来 IBM 希望采用自己的微处理器，悄悄在内部成立一组人，应用 CMOS 技术开发他们的 286。不仅如此，IBM 同时也在发展自己专属的 16 位元作业系统，称为 OS/2，以用在他们的 286 电脑上。

由于当时大型电脑都是使用 32 位元架构，因此 IBM 认定 32 位元是大型电脑的领域，如果发展 386 个人电脑，很可能会影响到原有大型电脑的生意，因此他们一心只想让专属的 16 位元个人电脑，用来作为连接大型电脑的基本终端机。他们拒绝采用 386，原来是基于公司策略的考虑，这原本无可厚非，可是却忽略了个人电脑的世界潮流，是不会因为一家公司而中止的！

康柏全力以赴

果然，386 虽然在 IBM 碰了钉子，却被其他几家公司视为珍宝。第一家就是康柏电脑。康柏一直强调要生产百分之百与 IBM 兼容、却又比 IBMPC 好一点的个人电脑，而且先前他们推出的 286 电脑，市场评价颇高。

康柏总裁康尼恩与工程经理史第麦 (Gary stimac)、白恩斯 (Hugh Barnes) 等人，一直都和英特尔保持联系。从 386 还在设计阶段，他们就很有趣地说：“这真是令人兴奋的微处理器。”由于对 386 深具信心，康柏在英特尔开发芯片的同时，也着手设计 386 电脑，成为起步最早的个人电脑公司。

另两家同样展现积极意愿的是：ALR 与台湾的宏碁电脑。ALR 的创办人 Gene Lu，也是中国人，他同样看出潮流趋势大有商机，因此也很早便推出 386 电脑。

宏碁电脑董事长施振荣同样也深具市场眼光，而且积极培养技术人才。他也是早期在台湾开拓个人电脑与微处理器应用市场的先锋，后来更成为产业的意见领袖。

1984 年，宏碁公司派了六位工程师包括施崇棠、陈汉清等人，在硅谷待下一年，专门研究 32 位元架构，所以在 386 微处理器一开发完成，宏碁公司也很快就转到 386 产品上，而且在全球个人电脑市场开始崭露头角。施振荣有一次提起这段历程，还特别强调：“这不仅是台湾的荣耀，更为亚洲国家在个人电脑发展史上争一口气。”

1986 年 9 月，康柏率先推出第一台 386 桌上型电脑 (386Deskpro PC)，这两家公司也马上跟进，分别推出他们的 386 个人电脑，这时候产业界已经明显看出：

IBM 是真正的“缺席”了，有些个人电脑公司还以此作攻击性的行销诉求，喊出：“领先 IBM 推出 386”的口号；不过英特尔的心情却是相当矛盾。

理由是，IBM 这时还是建立市场标准的龙头老大，一举一动备受观瞻。如果他们采用某一规格，很自然就会形成市场标准。如果他们拒绝采用、要建立市场标准即使并非完全绝望，至少也是相当困难的。IBM 对市场标准的影响力之大，可以由 1981 年他们新推出个人电脑时，苹果电脑甚至在《华尔街日报》刊出巨幅广告写着：“感谢 IBM 进入个人电脑领域。”而看出一斑。

英特尔除了担心没有 IBM 会使 386 无法成为市场主流以外，对 1986 年底 386 仍有许多库存，显然供过于求的事实，更感到忧心忡忡。这一年 12 月的《电子工程时代》(Electronic Engineering Times) 杂志，选出 386 作为年度最重要的集成电路产品，可是我们却一点也没有欢乐气氛，即使圣诞与

新年假期来临、公司每个人的情绪还都是降到冰点。

386 掀起热潮

不过，机会是属于善于等待的人。1987 年元旦过后，386 电脑突然变成市场抢手货，用户需求明显上扬，386 处理器的大笔订单突然像雪花似的飞来，英特尔员工很高兴他说：“从此我们只有‘甜蜜的负担’（happy problem）”，也就是只为缺货烦恼，不用再担心产品会乏人问津。往后，英特尔经常面临“供不应求”的局面，只有大手笔投资扩建新厂，以提高产能。

386 显然是成功了，正如英特尔梦寐以求的一样。它同时也具有更深一层的意义：这是电脑产业第一次在 IBM 缺席的情况下，形成市场标准！IBM 市场老大的地位虽不致因此而动摇，但蓝色巨人主座下已出现另一群小巨人，而且是个个摩拳擦掌的小巨人！

与此同时，386 除了用在个人电脑上，也有许多人拿它来跑 UNIX 与 XENIX 作业系统。这两大作业系统在当时可供多人使用力号召，风靡了不少企业用户，不过初期的硬件架构，多半还是用摩托罗拉的 68000 系统。此外，Santa Cruz Operation 有一种 XENIX 版本可以适用在 386 上，这也慢慢形成多用户系统的市场标准。至 1989 年时，愈来愈多人舍 68000，而以 386 来跑 UNIX/XENIX 系统，英特尔早期在 UNIX 上的努力终于获得市场回报。

我在推动 386 发展策略上的努力，同样也获得回报。1987 年底公司任命我为总部副总裁，并与豪斯及胡尼克（Larry Hootnick）同时担任微电脑事业部总经理，成为三位一体（Three in a box）。

我跑去买下一部全新保时捷大红跑车，为自己庆祝，也慰劳自己多年来工作的辛劳。没想到这个周末里，豪斯也夫买了一部红色的新车。我们原本都有些迫不及待地想告诉对方，自己买了新车，结果到停车场一看，居然两人同时不约而同地都买了红车，顿时捧腹大笑。

可能是大家习惯了快速的工作步调竞争压力，因此私人生活上的一些嗜好，也部热爱追求速度感与竞赛。英特尔大多数的高级主管都喜欢打网球、游泳，或是滑雪、以及其他冒险运动，如习惯开快车。

重新充电

英特尔有一种值得一提的人事政策，称为“七年进修”假，效法大学的作法，在员工服务满七年后即提供长达八周的给薪假期。其用意是希望通过长假，让员工可以重新充电；同时也弥补同仁平时因工作忙碌，无法与家人沟通的遗憾。这假期时间够长，也可以让同仁去做自己一直想做、但可能平常时间不够去做的事。

1986 年夏天，386 已正式对外发表，批量生产计划也已步上轨道，我想我应该喘口气去休我的第一次“七年进修”假。原来我应该在几年前就休的，不过 386 策略事关重大，我无暇他顾。只好将假期顺延多年。

对我个人来说，我们全家在 1986 年也面临各种新的转变。大女儿文枫在这一年自高中毕业，暑假后将赴斯坦福大学就读。从此也就不住在家里。儿子文彬则将自这年秋天开始念高中，以后势必也会更为独立。我想利用这年夏季多与家人相聚。也在孩子的成长过程中多留下一些美好回忆。

于是我们计划了一次内容丰富的旅游。前段行程从波士顿开始，一路开车经过新英格兰、越过加拿大至黄石公园。后段行程则自黄石公园至温哥华，再往北穿越加拿大洛矶山脉。我的父母于 1977 年迁居美国，他们对我们后段行程也极有兴趣，于是大家约好在黄石公园碰面，三代同游一番。

虽然我已到美国二十多年，但我们一家四口却还是首度至东海岸旅游。东岸是美国开发较早的地区，自然留下不少值得参观的胜地，我们兴冲冲地在新英格兰各地游览。我还特意去了麻省理工学院和哈佛大学，在校园中和家人开玩笑地说：“如果二十几年前选择念这个学校，那你们这时就不知在哪里我们同时也参观了威廉斯大学（Williams College）。在求学时期对我影响深远的史拜塞教授，曾经在这里念历史。他是少数兼具理工与人文双重修养的人，在他的鼓励下，我不但从求学时期就开始做研究，学习团队合作，而且也上合作技术演说，并且在专业期刊上发表论文，这些经验让我往后工作受益无穷。

我们开车来到罗德岛的新港时，正好赶上一年一度的美国杯帆船赛，各色漂亮船只在港口一字排开，对我这一直热爱出航的人，真是一大乐事。

一路游过多伦多，蒙特娄、魁北克与温哥华后，我和我的父母会合。黄石公园是美国极著名的国家公园，一年四季景观变化分明，动植物都有可观之处，感觉真像重回大自然的怀抱。

加拿大洛矶山脉则是另一种开阔壮硕的自然之美，高山峻岭，青翠湖泊，空气清新，真是人间天堂。我们辽在温哥华找到一处上好的中国餐厅，那里的上海菜是我们公认除中国地区以外做得最好的。现在回想起来，我们六人度过一次很快乐的假期，遗憾的是这般快乐的六人行，往后却再也无法成行了。

旅途中，我心里当然也无法完全忘掉英特尔。在我们开车快到黄石公园时，我好不容易买到一份华尔街日报，这时我已经将近一个月没看报纸，待我瞄一眼英特尔股价，真是当场愣住了。没想到在短短一个月的时间内，英特尔股票居然自 20 美元跌至 12 美元，我告诉家人说：“这下我们赔大了，今晚可能要露宿街头。”

回收芯片

这时英特尔由存储器转型到微处理器的阵痛，还未完全结束。1986 年，英特尔营业亏损达 2.6 亿美元，由于组织重整前后裁掉三分之一人力，我们关闭了七座厂房。不过 386 顺利创造市场热潮，我相信我们很快就可以扭转劣势，再创佳绩。

带着度假回来的新鲜气息，我心里盘算着有三件大事须优先处理，没想到却出了情况。

这一天我刚开完会从会议室里出来，却发现我们的行销经理与技术经理多人，面色凝重地在门口等我，我很快就察觉情况不妙，一定有什么事情发生。果然他们很严肃地告诉我说：“386 芯片的计算功能，在极罕见的情况下会出问题，现在不知该怎么处理？”

当时我们已经出货数十万颗，这真是个不小的危机。我很快决定我们应该立即解决问题，并且通知客户回收芯片，结果只回收了约 20% 的芯片。整个事件并不像我们所想的那么严重。

我想可能的原因是，早期个人电脑的使用者都有死机的经验，因为不论是硬件设计或零组件如硬盘、存储器不足等问题，以及软件不是十分成熟，都会导致死机现象。过去用户对此似乎习以为常，很少有特别意见。

即使现在，许多用户偶尔也会面临死机困扰。毕竟个人电脑还是正在发展中的产业，它的技术与应用限制还有待产业界继续努力，以突破现有障碍。

386SX 旋风

很快我便回到我的微处理器大计之上。首先就是 386 产品线仍有待扩充，原先出炉的 386 是颗大芯片，我认为我们应该以新一代技术将芯片缩小，才能使速度加快、耗电量降低，并提高产能。

英特尔位于波特兰的工厂原本就在发展新一代的一微米技术（即电路线宽控制在百万分之一公尺左右），过去一直由周尚林负责开发 DRAM 芯片工艺。我决定在这里成立新的小组，以开发微处理器技术，并以精制 386 作为第一个研究计划。这个目标很快达成，英特尔果真能以极低成本批量生产更快、更小的 386 芯片。

另一方面，我希望针对低价位市场开发更低成本的 386 版本。这个想法源自英特尔在 8086 系列中，加入总线只有 8 位元的 8088，当时由于市场区隔成功，产品颇受欢迎。

于是我们也在 386 系列中加入 16 位元版本的“386SX”。而原先的 32 位元架构，则称为“386DX”。原本以为会大受好评。没想到几家电脑杂志却刊出许多批评文章，甚至将 386sX 改你力“跛鸭”芯片，差点让我们自以为夫算了。

还好客户还是非常满意 386sX，因为他们可以用原先 286 的芯片组与主机板，加上 386sX，来完成较低成本的电脑设计，对客户来说，这等于是增加产品区隔空间，可以推出低价位的 386。有趣的是，这时候 IBM 终于领悟到：以前错过了 386 良机。在他们的 286 计划无法得逞之后，决定尽快赶上 386SX 旋风。

当时，几家兼容电脑公司正以 IBM 为目标，发动市场攻势。肯那维诺（Jim Cannavino）刚坐上 IBM 个人电脑事业部总经理的位子，正愁 IBM 没有 386 电脑以反击，于是一反常态，对 386sX 展现积极意愿。IBM 因而成为全球第一家推出 386SX 电脑的公司，并且领先了相当长的一段时间。

至 1987 年年中，英特尔 386 产品线已相当齐全：低价位的 sX 在最底下，原本的 DX 版本居中，而以一微米技术开发完成的高性能 DX 版本，则在金字塔的最顶端；这种产品结构，为我们树立了往后微处理器系列的基本雏型，也使我们更强化市场竞争力。

432 内部纷争

我的第二件心事。则是 432 该何去何从。自 1984 年加入微处理器部门以来，432 计划的传闻就一直不断。记得有一年我参加公司举办的圣诞晚会，刚一入门就感觉气氛异于往常，许多同仁聚在一起议论纷纷，有些人甚至直截了当地说：“英特尔早就应该停掉 432 的。”

豪斯与我都同意英特尔不应该保有两种 32 位元架构，既然 386 已经证明成功。而 432 失败就应该中止，否则只会分散公司资源，且造成内部对立，对公司并无多大好处。不料，我们希望停止这项计划的消息，却激起维达斯的反对。他激动地说：“英特尔应该利用 432 的技术，去开发新一代的架构、并发展真正的兼容系统。”

由于西门子公司对这项计划很有兴趣，并且有意投下巨资和英特尔共同开发技术，让我们一时之间很难决定。1985 年间，摩尔召集我们三人与葛洛夫开最后决定性会议，两边争辩相当激烈，反倒是葛洛夫在一旁一语不发。他一向开会时都以火爆脾气出名，只有这次却是破例出奇的沉静。

摩尔最后决定，英特尔将与西门于合作，不过要求必须不受西门子箝制，新的微处理器开发完成后仍可售给其他客户。豪斯与我并不赞成，但我们仍

真心承诺将全力配合，在英特尔我们形容这种态度为“不同意但仍全力以赴”（Disagree but commit）。也就是虽然在会议过程中意见不同，但在会议后就全力支持结论。

于是，432 计划在组织上从微电脑事业部转由维达斯负责。英特尔在 1988 年时，正式对外公布这项与西门子合作的“BIIN”计划。

拒绝“第二货源”

我的第三件大事，则是“第二货源”的难解习题。可以理解，很多家芯片厂商就像蜜蜂一样。正垂涎我们的 386 花蜜。由于坚决反对这种“吃免费午餐”的心态，我和豪斯都极力主张：英特尔应该负起确保交货的责任，并且定期降价，将利润回馈给我们的客户，如此一来，英特尔就可以坚守独家供应的原则，不须让兼容厂商来分一杯羹。

这样的想法在英特尔公司还是首创，因而引起不少反对意见。后来葛洛夫支持态度，在 1986 年决定英特尔微处理器今后将维持独家供货的局面。他说：“我们只是不想将芯片放在银盘，然后拱手奉上其他公司。我们要求投资有所回报。”虽然尔后我们与几家公司为此问题，官司打得火热，但这却让英特尔从此在微处理器市场稳居领先的宝座，同时也让英特尔产能创下新高点。

由于这样的决定推翻了过去许多惯例，媒体对我们的这项决定当然是反对到底，虽然还不到口诛笔伐的地步，但也利用新闻公器足足折腾了英特尔将近一年之久。还好一年后大家对这个问题的观念已有些改变，也就不再谈这个话题。

今天，第二货源已成为少数特例，不再像过去，是大家视为理所当然的道理。事实上，我很庆幸能为产业界建立更好的规则，并且让全世界都依循。拿破仑曾经说：“我的字典里没有不可能这个字。”英特尔公司不仅实践了这句话，而且还坚持到底。

突破行销理念

不过，这对我们的竞争者就不太有利。在决定不授权 386 给其他公司后，这些兼容厂商就只有 286 可以与我们的竞争。其中 AMD 半导体公司是我们的竞争对手中，表现最为积极的。

AMD 公司总裁桑德斯原本与我们都是仙童半导体公司的旧识，他和葛洛夫过去私交也很不错。在葛洛夫本着公司利益，作出决策后，两人从此分道扬镳，各为其公司前途奋斗，据杂志报导，双方甚至很少交谈了。

行销一向是桑德斯的专长，AMD 公司的 286 行销策略就非常成功，他们主打“三点诉求”，即：更多一点的性能、更低一点的耗电功率与更低一点的价位，希望抢走英特尔的 286 市场。

然而在 1988 年时，电脑应用软件已相当复杂，用户迫切需要的是速度更快的微处理器，才能“享受”软件功能，而不是坐着枯等，而这时只有 386 才有这种能耐。加上我们有自 sX 至 DX 优异的产品线，且芯片缩小后客户系统设计容易，英特尔也可顺利大量出货。在这些条件配合下，我们决定采用降价策略，来刺激 386 的市场需求，这也是英特尔第一次尝试发动价格攻势，以推动市场胃纳。

不过，许多人仍然对 286 感到满意，我们最常听到客户提出的问题就是：“为什么要 386 呢？”连 IBM 这样规模的公司，都以 286 现成的业绩洋洋得意，又何必庸人自扰跳到新的 386 市场上呢？

为了尽快推动市场转向到 386 上，我们内部展开多次讨论，最后琢磨出两件革新想法。

首先就是英特尔已经到了“废掉”自己产品的时候，这就像是武侠小说中，练武之人要锻炼更深一层的武艺之前，往往要先废掉自己原先的武功。豪斯最早用“吃掉自己的孩子”

(Eating our own children) 来称呼这个推广计划，也就是英特尔决定放弃原先相当赚钱的 286 微处理器，希望用户转型到 386 电脑上。

这个主意在当时有些骇人听闻，许多人说：“明明是赚钱的生意又何必完全放弃？”我却觉得基于两项理由，这是再自然不过的决定。

我的第一项考虑是我们这时已着手进行下一代架构：80486 处理器的研究开发，且预计在 1989 年间可以问世，286 等于是两代前的老古董，放弃并不可惜。其次，我对半导体技术与产品未来演进已了然于胸，我深知只有更新的技术与产品才能大幅扩充市场。16 千 (16K) 字节的存储器取代 4 千字节，4 千字节也曾经取代 1 千字节，这都不是什么神奇故事。我也确信：微电脑与微处理器势必会照这样模式发展下去的，废掉自己的 286，只会留给 386 更好的发展空间。

与客户的客户接触

由于这是初创的推广模式，因此我们尝试在科罗拉多的丹佛先作测试，很快就有很好的反应。“我们发现电脑用户的采购习惯有明显改变，确实已经从 286 转到 386sx 上。”行销人员告诉我们这个好消息，让我们感觉更有胜算。

另一项革命性大事，则是当时葛洛夫助理卡特 (Dennis Carter) 提创的新主意。有一次开会时他突如其来地说：“既然电脑用户才是真正决定买电脑的人，为何我们不直接对他们做广告？”英特尔一向将电脑公司视为我们的客户，这么一来等于是要向“客户的客户”做广告，不过这又何尝不可呢？

人们很容易被自己无意中设定的疆界所束缚。记得我小时候听过一个故事说：有只老虎关在笼子很久了，有一天它的笼子被拿掉，它还是在原来的范围里打转，显然它心里无形的樊笼一辈子限制了它。还记得那条定律吗？”非绝对禁止者，即有可能发生。”

于是我们决定尽快发动一波广告攻势，就是后来著名的“红色 X”广告，广告中明白告诉电脑用户，286 已是过气的产品，买电脑就应该要买 386，32 位元取代 16 位元的时候到了！

这波攻势形成的效应非常明显：电应用户指名要买 386 电脑，286 则乏人问津。我们客户所下的订单更是忠实反映了这个现象：286 出货愈来愈少，大家都要 386。386 需求量攀登高峰，甚至远高过我们所能想象的，我们的生产产能反而无法应付市场需求。于是自 1989 年起，英特尔持续大手笔投资扩厂，约 80% 的资本额都投资在提高产能上。

1990 年 5 月间，微软推出“Windows 3.0” (Windows 3.0) 版，更将 386 旺盛的买气带到新高点。我出席了在旧金山举行的发表会，亲眼看到这个最新系统软件，让个人电脑也可以像麦金塔一样发挥易学易用的魅力。而只有 386 才能提供 Windows 软件表演的舞台，因此这次发表会等于也是向全世界用户宣告：386 时代已全面来临。

1990 年间，我们的营业额已经接近 40 亿美元，较诸 1986 年，在短短 4 年间成长了 3 倍，远离了当年严重亏损的困境。386 的成功无疑是最大功臣。

豪斯与我在 1984 年间梦想的春秋大业，已一步一步愈来愈真实。英特尔建立微处理器王国，已是指日可待的了。

成功的 4P 示范

回想起来，386 的成功其实很符合行销学上的 4P 理论，也就是商品（product）、定价（pricing）、通路（place）、推广（promotion）。首先，我们自 SX 至 DX、快闪存储器与 387 运算辅助器，都是优秀的产品，这是最基本的成功要素。这让英特尔在短短一年内，就将摩托罗拉先上市的 68020 抛在后头，而且领先的差距愈来愈大。

其次，英特尔积极的定价策略也有效地扩张市场，而且一如预期地塑造出 386 市场主流地位。定价是门艺术，既要刺激业绩，也要获取利润。在半导体市场，我们还特别有一条金科玉律：未来的芯片将会更快也更便宜，因此只有持续降价，以扩充市场整体规模。

我们在 386 首度尝试以性能来作定价依据，SX 价位最低，DX 价位则视产品频率而定，频率愈高代表运算速度愈快、价格也愈贵。让我们的客户也能推出完整的电脑产品线，每台价位自一千美元至五千美元，用户则可视需求自由选购。

第三，英特尔在全球都推出 386 产品，许多地区特别是台湾因而成为 386 的重要产地。事实上，台湾也是在 386 时代，才成为全球瞩目的生产王国。台湾几家电脑公司如：宏碁、神通等，以生产技术取胜，逐渐跻身为英特尔排名前十名的客户，他们提供极具价格竞争力的 386 电脑，也有助于将 386 定位为成熟和大众化的商品。

最后英特尔直接以用户作诉求的推广计划，同样也值得一提。这项创新的作法就像我们曾经用过的“致胜”计划手法，将诉求对象扩大至工程师与采购员以外的层次，这样一来英特尔的知名度大增，产品销售量自然也突飞猛进。

唯一的遗憾是我们无法有足够产能，来应付 386 如潮水暴涨的市场需求。在往后几年里，英特尔一直处于供货吃紧状态，结果引起部分客户的抱怨，我们自然也深受其害，直到 1994 年底才完全解决限量供应的难题。

新电脑产业

386 的成功除了为英特尔的未来开启一条康庄大道外，以电脑产业发展的角度来看，更别具时代意义。这是个人电脑有史以来，第一次达到 32 位元的性能标准，由于这已经达到传统大型电脑的标准，等于是向传统大型电脑宣战，全球电脑产业为此掀起一阵骚动。

过去大型电脑的拥护者一直以其 32 位元的处理性能而自豪，在他们眼中，16 位元的个人电脑在应付小型的个人应闲，如文书处理、视算表等，虽绰绰有余，但要替代企业的大型电脑却力有未逮；就好比是交通工具中的汽车，纵使性能再优异，终究还是只能在有限的陆地上跑；他们将 32 位元的大型电脑，定位于交通工具中更先进的飞机，其性能丝毫不受地理限制可自由发挥。但现在 386 电脑也有 32 位元的威力，显然也有资格飞上天空去。

事实上，386 电脑就像是宗教故事中挑战巨人的大卫，表面上实力悬殊，但背后有莫大的支持力量。它的微处理器来自英特尔，操作系统来自微软公司，芯片组来自英特尔、晶技等公司，输入输出系统、驱动器、监视器与键盘等也各自有多家的供应商。所有业者依循开放的市场标准，集结个别的技术优势，很快就形成“蚂蚁雄兵”，对一向各自为政的大型电脑公司构成威胁。

有别于传统大型电脑业者，各拥有专属特定的系统，彼此互不相通，新的开放型电脑产业标榜“彼此兼容、自由竞争”，在公开的市场标准下，业者可以各擅其胜场，尽情发挥。同时，由于市场开放，用户数量大增，业者的每一分投资都有巨额回收的机会，充分验证了“自由经济”的真谛。

1990年，英特尔公司首度以“新电脑产业”来称呼个人电脑工业，相对于由大型电脑组成的“旧电脑产业”，等于也宣告电脑产业将快步迈向新纪元。

无国界的电脑乐土

386 使电脑的“天空”愈来愈热闹、个人电脑价位持续下降，吸引更多新用户，市场规模迅速扩充，从 80 年代数百万台成长至 1994 年的五千万台，至本世纪末销售量预估更可这一亿台。受到此市场大饼的诱惑，更多的软硬件公司相继投入，在自由竞争下开发出更新更好、且物美价廉的产品，用户可以自由选择，自然也成为最大受惠者。

以同样角度来看，当时大型电脑的使用者可就是另一番命运。由于系统是专属的，不能与其他系统兼容，用户一旦选定一套大型系统，等于就被电脑公司“套牢”，从此失去自由选择的权利，只能仰赖电脑公司所提供的服务与功能度日。

其中也可以看出“旧电脑产业”业者的经营哲学：采用特定的处理器、专属的操作系统与硬件架构。由于用户别无选择，因而失去讨价还价的筹码，电脑公司大可保有相当的利润，若非必要不需大幅更新架构，技术创新也就不需太积极。

以王安电脑公司为例，同样身为中国人，我们深以王安博士的成就为荣，但当他们耽溺在昔日“旧电脑产业”的光环中无法自拔，因而错失“新电脑产业”的契机时，我们只能惋惜兴叹。

1988 年间，我们曾多次拜访王安电脑公司，在会议中详细解说英特尔微处理器的特性，以及更重要的：其背后代表的“新电脑产业”的无限商机，希望他们能慎重考虑跨出旧门槛的第一步。没想到他们很干脆地表明：“我们对此并不感兴趣。”这一来等于是封闭了自己通往未来无限希望的大门。

王安电脑公司后来营运乏力，不幸成为时代潮流的淘汰者，不过他们不是唯一的被淘汰者。其他几家旧电脑产业的既得利益者，如 Digital 与优利系统等公司，同样也无法抗拒个人电脑新兴势力的崛起，先后出现经营危机，在可预见的未来，恐怕还需再辛苦挣扎。

不过，也有几家大型电脑公司慧眼独具，看清楚新电脑产业时代终将来临，并且很快作出追随新浪潮的决策，成为令同业十分钦羡的转型成功者，如惠普公司与 NCR 公司就是最好的典型例子。

从几家日本电脑公司的发展，也可以明显看出新、旧两代电脑产业未来前途的明显对比。NEC 在日本一向占有举足轻重的地位，可以说是跺一跺脚就会造成地震的重量级电脑公司，他们的发展完全仿照 IBM 模式：坚持自成一派的大型专属系统，对开放标准嗤之以鼻，可是继 IBM 陷于泥沼之后，NEC 也显得危机四伏。

另一方面，东芝、爱普生等电脑公司却走上截然不同的路。这两家公司没有大型电脑的旧包袱，近年来直接搭个人电脑的便车，成长惊人，目前在笔记型电脑市场上已俨然是世界级的领导品牌。

从基本精神来看，新电脑产业逐渐取代旧电脑产业的趋势，其实也符合

20 世纪以来的大趋势。大型电脑公司若还想以旧帝王自居，视用户为禁裔，那无异于自掘坟墓。

新浪潮，先卡位

英特尔是最先推动“新电脑产业”浪潮的公司，对于新浪潮终将席卷电脑产业，很早就有因应之策。我们决定要在新电脑产业中，扮演重要的角色。由于过去销售家用电脑的经验，让我清楚了解到除了继续提升微处理器性能以外，要推动产业快速前进，英特尔还有许多值得努力之处，改善个人电脑整体系统架构就是其中之一。

IBM 是个人电脑的原始创作者，但自 286 成功问世后，他们已无心再求改进；康柏原本可望成为接替人选，以主导电脑系统的改进作业，无奈他们在改良电脑外型与图形处理之余，已无力对未来发展再作贡献。为了不让新电脑产业的兴起变成昙花一现，我们决定肩负起推动技术前进的使命。事实上，在 1988 年的年度计划中，我们就定下未来几年的发展目标：跻身新电脑产业的核心！

我们的想法其实来自于中国的《孙子兵法》。在一次偶然的会里，葛洛夫翻到这一本书，他原本就是博览群书的那种人，看书的种类既多且杂，因此他会看这本书一点也不叫人惊奇。稀奇的是他很快领悟到这本书是产业竞争最好的“教战守则”，于是明令：“所有的决策阶层都应该仔细拜读，公司将定期开会研讨，借用其中的用兵精神。”

孙子兵法有《九地篇》，详细说明各种地形的用兵之道，其中说：“……争地，吾将趋其后；交地，吾将谨其守；衢地，吾将固其结……”意思是指有些军事上必争之地，所有敌军必会通过此地，若率先占据，自可抢得先机，先发制敌。

在一次会议中，我们想到：“何不将这逻辑运用在新电脑产业上？如果英特尔能抢先占有要道，那不就等于掌握新电脑产业的核心，自然也就胜券在握？”于是我们无意中厘清了英特尔在新电脑产业的定位，也为公司长期发展立下明确目标。

但是，哪些是新电脑产业的兵家必争之地呢？微处理器、芯片组与电路板等零组件，都是每台电脑不可或缺的要害，也是表现电脑先进技术的关键之处，更重要的是：这也符合英特尔现有的专长，显然是英特尔跻身新电脑产业核心的最佳凭借。只不过在迈向新电脑产业核心的过程中，英特尔在整个产业中所扮演的角色将会更加吃重，这对决策阶层将会是一大考验。

成为产业领导人

不过这倒激起我一贯勇往直前的斗志，在我看来，英特尔无疑也因此而跃上更高的舞台。为刺激全球个人电脑市场加速成长，身为产业领导者的英特尔，必须推动个人电脑一代比一代更快更好，使技术永远处在最佳的巅峰状态、而且永远追求创新。

为此，英特尔不仅发展芯片组，以配合微处理器在主机板上运作，同时致力于突破图形处理与资料输入输出的瓶颈，以逐步改善电脑的整体性能。

记得有一次我坐在一台工作站前面，心想：明明微处理器的性能与工作站相差不远，难道就因为图形处理能力技不如它，整台个人电脑的性能表现就难以与之匹敌？

我决心从电脑内部的总线架构着手，这才是根本的解决之道。1989 年，我任命曾经领导 486 开发计划的季尔辛格，开始发展新的总线：外围元件接

口 (pCI, peripheral component interface), 1991 年在我们第二度举办的高级技术研讨会中, 季尔辛格不负重望, 首先提出基本的构想, 博得在场两百多位电脑业者的一致认同。1992 年间, 新的 pCI 总线正式问世, 并且在次年很快成为市场主流。

自 1990 年开始主办的这项高级技术研讨会, 几乎每年都吸引业界技术精英热情参与, 成为电脑产业的一大盛事。还记得第一届在旧金山举行的会议中, 几乎所有知名的个人电脑公司像 IBM、宏碁、Dell 等等, 都由最高技术主管亲自出席。会中, 英特尔提出“多重处理”的议题, 在当时仍算是先锋, 获得与会者热烈回响。许多人告诉我说: “这样的聚会应该每年都办!”

此外, 自 1988 年开始, 英特尔积极与重要的软件公司合作。

希望基于互惠原则, 让软件公司也能尽早熟悉英特尔架构的特性, 以充分发挥每一代新电脑的性能。

这是因为我从过去的经验中充分体会到如果缺乏操作系统与应用软件的配合, 个人电脑市场也很难迅速成长。它们好比是汽车左边的两个轮胎, 一旦没有气, 耗尽汽油也只能在原地打转, 永远无法到达远方。

1994 年 10 月的高级技术研讨会以“市场成长”为主题, 在圣地牙哥举办。微软公司、莲华与 Novell 等重量级软件公司均指派高级主管出席。会中, 我代表英特尔公司报告“未来微处理器发展的蓝图”, 与会者充分沟通, 展现个人电脑工业一贯的冲劲与活力。我想, 这股活力正是推动新电脑产业迈向未来、源源不绝的动力!

第八章 486 的诞主

就像在锻炼更深奥武功之前先废掉原先的武功一般，我们“废掉”自己的产品 386，而提出“4 比 3 好”的口号。

这场 RISC 战争，虽然让我很长一段时间烦恼到食不知味，不过从中也学到不少实战经验。最重要的还是确实掌握到电脑产业的游戏规则：南场规模决定一切，只有足够的市场规模才能创造业绩、产主利润，继而保障未来持续的投资。

由于英特尔已逐渐处于电脑产业的核心地位，个人电脑产业继续向前已成为我们的使命，因此我们前进的步伐更要加快。事实上，当 386 成为市场主流之后，新一代微处理器已经在实验室里蓄势待发，准备再创高峰，这就是 486。

早在 1985 年秋，在庆祝 386 微处理器开发成功的同时，我已在思考下一阶段的产品，我觉得这必须是真正能引导产业未来发展的新一代微处理器。处身在高科技产业的经营音，必须在成功的热浪还未冲昏全公司之前，赶快把它浇熄。唯有尽快建立下一阶段的目标，才能激励出更高昂斗志，否则很快就会失败。

可是没想到 486 还未真正诞生，产业界又起变革，我们很快就得重新面对挑战，而这次的挑战正是微电脑的架构之争。

RISC 冲击

这时，原已衍生多年的“精简指令集电脑”（RISC, reduced instruction set computer）浪潮，正开始在产业界盛行。RISC 电脑架构原本是学术界的观念，在柏克利与斯坦福大学孕育而成。它的道理其实非常简单：微处理器内部常用的指令若结合成指令集，在运算时只执行单一指令集，就可使微处理器的工作变得单纯，因此速度也会更快。

相对于 RISC，市场上无论是 Digital 的 VAX 电脑或英特尔的 386，都是“复杂指令集电脑”（CISC, complex instruction set computer）。它们的指令虽然较为复杂，但编程时只需使用较少的指令，因此比较容易发展程序。

RISC 工架构所以会出现，与 UNIX 作业系统的出现很有关系。前面提到，我在 1981 年结束大陆微电脑生意时，正值 UNIX 作业系统开始发展之际，它具有多工作业能力、以及处理图形快速、可连接网络等优点，因此相当受欢迎。虽然以现在个人电脑的科技来看，这些都下算什么，可是在微电脑刚开始的那个时代，这可是不同凡响的。

还记得我在重回英特尔之前，先去参观了斯坦福大学的实验室，当时有位研究生就利用柏克利 UNIX 作业系统的特性，开发出一套可作多重 Windows 处理的工作站，后来他和作业系统的发明人合创 Sun 微系统公司，成为早期推动 RISC 风潮的最主要势力。

之后，从斯坦福校园出来的另外数人组成 MIPS 公司，宣称柱后他们所有的电脑产品都会以 RISC 处理器为基础，为 RISC 的发展创造第二波声势。RISC 的旋风不但在美国盛行一时，后来也刮到台北，许多台湾电脑公司也对这项新技术备感兴趣。

当时有些产业界人士习惯以金字塔结构，来分析各种电脑架构的定位。在金字塔顶端的是大型电脑，中间是小型机，最基层则是微电脑。在微电脑

的领域里，UNIX 工作站又居其上，个人电脑则在底下。从这样的分野可以看出，当时有些人认定 UNIX 工作站比个人电脑的技术更高一些。后来个人电脑技术终于一代又一代推陈出新，彻底推翻了这种说法。迈入 90 年代，许多人将英特尔 X86 架构电脑拿来作为工作站或伺服器。甚至代替大型电脑来使用，使过去的金字塔说法在实际上变得毫无意义。

内部争议

RISC 旋风在英特尔内部也引起争议。许多同仁这时也为 RISC 是否真比 CISC 好，而大伤脑筋。有些人言之凿凿的说：“CISC 已经过气，RISC 将会成为主流，电脑世界往后将会成为 RISC 的世界。”可是新的 RISC 架构毫无软件可用，与旧电脑又不兼容；它真能成为市场主力吗？

我们过去开发 432 失败的教训，很快让我认清方向。我坚决主张，继 386 之后的下一代产品，先决条件就是要与 386 百分之百兼容，接下来才是如何在性能上大幅提升。当然，这可不是容易解决的。

另一方面，英特尔同时也在着手进行另外几项架构，只是极少对外界曝光。事实上。我们在 1983 年时就已经在以色列开发 RISC 芯片，命名为“N3”，当时定位为运算辅助器。说起来，英特尔也算是 RISC 的研究先驱，只是这项计划迟迟没有具体成绩，我决定壮士断腕，停止进行这个产品，不过 RISC 相关技术 还是继续发展。

先前英特尔也与西门子合作，共同发展 BIIN 计划。BIIN 截取 432 的部分优点，虽然由于市场因素，无法成为成功的微处理器架构，但我认为，以其 32 位元高功能的特性，很适合作为嵌入式控制器。后来 BIIN 继续发展为 960 系列，许多惠普公司的激光打印机都以这颗芯片作为控制中枢。

外界一直认为：英特尔公司非常幸运地靠 X86 系列微处理器棒棒强打，因而可以长保市场冠军宝座。殊不知英特尔其实也投资许多精力在 X86 以外的架构上，虽然这些产品下见得成功，但从中却可积累许多技术及经验。事实上，在 X86 主流架构之外，英特尔经常都备有“副线”产品，以应不时之需，这应该也是拜英特尔危机意识之所赐。

截取 RISC 精华

当然最让我费心的，还是 486 该如何才能做到既兼容，又提升性能。有一天，柯劳福等人提出一个简单的想法，却是一语惊醒梦中人，他说：“我们可以将微处理器的整数单元采用 RISC 核心，以加速处理单一指令；但其他部分保留 CISC 原样，以处理复杂的指令，并保有与过去的兼容性。”

同时，由于技术愈来愈进步，我们可以将高速存储器也设计在微处理器上，并且集成浮点运算辅助器，加快微处理器的处理速度，不必惧怕 RISC 的威胁。486 架构的原始构想就此诞生。我深深觉得，科技创新往往只在一念之间，改变思维模式就可以轻易获得解答。

事实上，RISC 与 CISC 在发展初期设计观念完全不同，但并不意味在后就不能截长补短互相交流。于是我们决定改变微处理器内部的设计技术，也就是使 486 的微处理器架构与 386 微处理器架构不同，但外部的英特尔指令集架构则维持不变，因而可保有与旧系统的兼容性。后来我们沿用这种模式，陆续发展出下一代的 Pentium 处理器，目前 p6 的设计也是依这个方向进行。

可惜外界许多人对 RISC 与 CISC 可以融合这点，似乎不太能理解。我们虽然费了许多工夫解释，但仍然无法打破许多人先入为主的观念。即使到了

1995年，还是有著名的电脑媒体记者问我说：“英特尔目前设计的下一代微处理器，是否采用RISC架构？”让我有点啼笑皆非。我一直认为，高科技产业发展的一大特性，就是科技进步很快，如果人的观念不能随着改变，就可能遭淘汰。

我希望能立即开始这项研究计划，一刻也不想等待。事实上，决策后如果不能马上行动，那还不如不作决策。可是，我该将这牵涉到未来生存命脉的开发计划，交到谁的手上呢？这时386虽然已经开发完成，但多数人仍忙于后续作业，无法立即抽身。我灵机一动，想起曾经参与386计划的季尔辛格，他后来转至总部的CAD（电脑辅助设计）部门，陆续开发出许多极有建设性的CAD工具，我要他接手这项重责大任。

季尔辛格这时只有二十六岁，年纪轻轻，斗志昂扬，几乎将全副心力投注在工作上。有些人认为我将这么重大的研发计划，交给连“三十而立”都还不到的年轻小伙子，似乎是在开玩笑。但在英特尔一贯“工作表现重于一切”的用人原则下，我仍坚持冒险一试。

还好季尔辛格很有魄力，他很快募齐强大的研发阵容，在1986年第一季度时，已经隐约展现具体可行的端倪。

与自己竞争

另一方面，在RISC声势扶摇直上的时候，外界一直传言：英特尔丝毫没有RISC根基，终将会被产业淘汰；但这并非事实。N3计划虽然中断，但英特尔内部两位优秀的工程师柯恩（Les Kohn）与傅世伟、延续432计划的经验，加上RISC许多特性，仍然梦想着继续开发RISC芯片，以提高浮点运算功能。

由于公司内部对这点一直有些争议，我决定试着理出些头绪。柯恩一直是很有才华的设计工程师，虽然有些内向害羞，表达能力不是很强。但对RISC处理器的单纯性与浮点运算性能，却始终非常坚持。

傅世伟是来自香港的华裔工程师，而且很巧也毕业于加州理工学院。他和太太傅李碧真在加州理工学院求学时期相遇，毕业后又同时加入英特尔位于奥瑞岗的波特兰厂。只是先前他忙着作432计划，傅太太则在硅片厂服务，后来他们就一齐搬到圣塔克拉总部来。

傅本人为RISC芯片拟了详细发展计划，有一次他还特别为我作展示，并且积极游说我：“你看，这么简单的执行方式，却有超高的性能。”我徘徊在应该阻止他的计划，还是继续支持并赋予明确方向之间，有些举棋难定。

486与860比快

虽然这不是我想要的486——因为它完全违背486必须兼容的先决条件——但它超强的浮点运算功能，似乎可能成为继387之后最有潜力的运算辅助器。况且我们可以借此机会深入探索RISC芯片的优缺点，这也增添它的附加价值。于是我最后仍决定继续进行这项计划，并且命名为“N10”，代表它的定位是一颗运算处理器，后来我们将它改称为860。

1986年初，傅就积极着手进行。事实上，860的开发比486还早了几个月。

486和860的研究小组都位在圣塔克拉，彼此几乎同时间进行，自然免不了互相较劲，希望可以领先对方开发完成。这等于是完全的RISC芯片（860），与部分的RISC芯片（486），在英特尔内部自由竞争，大家都乐于拭目以待。傅大大后来还升任为486的逻辑设计经理，所以我们经常笑话说，

在他们家里也有 486 与 860 的竞争。

这两颗芯片上预计都要放一百万颗晶体管，从规划到第一颗芯片完成的预定期限，也同样都是两年六个月，486 小组的人力约多出 15%。虽然彼此都拿出拼命三郎的精神，不愿屈居人后，但许多时候双方还是保有相互学习的正面意义。

像 486 的 R1se 核心设计，就从 860 小组学来许多宝贵经验。而 860 的设计理念，也是惜自 486 与 386。由于两颗芯片同时设计，我们可以很清楚比较 R1se 与 C1sc 的性能差异与设计细节，我想这时候的英特尔应该是最有资格评比二者的了，全世界大概不会有第二家公司拥有这么深刻的实际体验。不过一如往常，我们还是对外保持缄默。

双喜临门

1988 年底，第一颗 860 芯片终于出炉，而且在众人屏息以待中，第一次就通过测试，它的浮点运算功能确实很强。紧接着在 1989 年初，486 小组也下甘示弱，完成第一颗 486 芯片，而且同样一试就成。这两项产品先后开发成功，带给我们很大的鼓舞。

事实上，486 原本预定在 1988 年圣诞节前完成的，只是设计实在太复杂了，因而延缓到次年 2 月。所以 1988 年的圣诞节、整个研究小组仍依三班二十四小时轮值，工作得昏天暗地，直到芯片完成，才能放下心来享受迟到的“二月圣诞”，整个办公室因而布满五彩缤纷的圣诞树。

两种架构在英特尔内部激烈缠斗的同时，摩托罗拉也埋头发展他们的 68040。而且以 486 为假想敌。两家公司还是沿续以往惯例，以新一代产品在市场上竞争。他们甚至抢在 486 正式发表数日之前，就宣称将推出 68040。只是一直迟迟无法展示实际的成品。

1989 年 4 月，在春季电脑展前夕，英特尔选定在拉斯维加斯正式发表 486。而巨是首度全球同步发表。在以激光、五彩华丽装饰布置的现场，486 展示系统快速动作，博得在场近六百名嘉宾一致的喝彩。包括微软公司的盖兹与 IBM、康柏等重要代表，都亲临会场共襄盛举。许多媒体都将 486 的发表，视为这一年的年度大事。

而自这一日起，英特尔也大幅拉开领先摩托罗拉的差距，虽然他们的 68040 最后终于得以露面，但无论在性能上或产量上。都已不足以对 486 构成威胁。摩托罗拉这一跤摔得很重，几乎很难得以翻身。

SPARC 发动攻势

可是这时我们虽已摆脱摩托罗拉的威胁，但市场上新兴的劲敌：Sun 的 R1sc 处理器 sPARC，却不容我们稍作喘息。sPARC 芯片在一年多前上市，在 UNIX 工作站上的性能表现，逼得 68030 毫无招架之力，摩托罗拉在市场上节节败退，最后失去所有的工作站客户，只剩下苹果电脑还没有“琵琶别抱”。

Sum 发展 sPARC 处理器最初的用意，原本就是寄望它的工作站在执行 UNIX 时，速度可以比采用 68030 更快。现在以一年左右的时间，就如愿以偿地将摩托罗拉赶出工作站市场，怎下让他们信心大增呢？他们“食髓知味”，自然将脑筋动到英特尔原有的地盘上来，于是积极发起一项“陆海空全面作战”策略。

首先，Sun 公司为表示它的诚意，要将 SPARC 发展为公开的市场标准，而非是自己的私产，于是将 SPARC 架构授权给多家半导体公司，包括：富士通、东芝、德州仪器公司、Ls1、Logic 等。一则拉拢多家半导体公司以壮声

势；再则也可以说服电脑公司，未来 SPARC 芯片有多家供应货源，厂商下会有缺货之苦，而且芯片价格下致因市场垄断而高涨。他们更积极鼓吹成立 SPARC 国际联盟，吸纳许多公司成为会员，以彰显他们将架构开放的“司马昭之心”。

其次，Sun 公司强力推动电脑制造商生产 SUN 兼容电脑。希望创造一如 1BM 兼容个人电脑的盛况。而台湾在个人电脑产业方面已积累相当的技术与声誉，自然成为他们首要的目标。从 1988 年开始，Sun 公司就集中人力到台湾推销他们的意图。希望宏碁、大同等公司能加入 sPARC 阵营。并且在工研院电子所的主导下，酝酿在台湾成立 SPARC 联盟。

除了直接向电脑厂商作诉求外，Sun 公司同时也很聪明地在台湾发动媒体攻势，用一波又一波的记者会与媒体访问，推销“RISC 是最好的电脑架构、未来将取代 CISC”的口号，暗示英特尔的 CISC 将成为明日黄花，只有 RISC 才是未来希望。一时之间，台湾电脑产业顿时陷入茫然不知所措的局面。

sun 最后还举出“UNIX 作业系统”的王牌，强调它和微软公司的 DOS/Windows，同样是开放的架构，甚至信誓旦旦地宣告：以 SPARC 硬件和 UNIX 联手，绝对可以使英特尔架构的 DOS 个人电脑毫无招架之力。

微软公司也受影响

我想，他们的策略相当明确，希望靠这些手法使 Sun 公司的 UNIX 作业系统和相关应用软件，声势达到顶点，那么他们的微处理器和硬件系统在市场上自然无往不利，很快就可以成为大众化的商品。只是他们的如意算盘除了威胁到英特尔以外，也重重地伤害到微软公司这个软件巨人。

我和微软公司的总裁盖兹先后在一个星期内来到台湾、由于双方都有切身之痛，自然将矛头一致对准 sPARC。我向台湾电脑公司解释，Sun 公司的 sPARC 联盟有许多潜在问题，并不像他们所宣传的那么容易成功。我想，在 1988 至 1989 年这段时间，除了英特尔的管理阶层感受到严重压力外，微软公司的盖兹等大人物的寝食难安。

1989 年 6 月，《电子工程时代》周刊在头版登出我和盖兹的照片，指出我们两人为维持个人电脑市场标准，同样都到台湾来，结果使原先打算加入 SPARC 联盟的七家公司，最后只剩下大同与旭青这两家和 sun 公司签约。

这时刻，业界人士与传播媒体甚至谣传：RISC 架构在电脑界所向无敌，摩托罗拉遭取代的悲惨命运，迟早要发生在英特尔身上，许多人或多或少还有些隔岸观火、幸灾乐祸的意味。不过，他们没想到英特尔在 1989 年间，除了有 486 系列和先前架构完全兼容外，另外还有“860”这项秘密武器。当时问题只在于：我们要如何打这张牌？

微软公司的首席技术专家米佛德(Naihan Myhrvold)原本也正为 Sun 公司的攻势伤透脑筋。但他第一眼看到 860 之后，马上就信心大增，他说：“这是最好的反攻机会，用 860 发展出的 RISC 电脑来跑微软最新的 WindowsNT，正是以牙还牙，以眼还眼！”米佛德迫不及待地马上着手开发 860 的原型机，甚至还找来几家电脑公司共商大计。而盖兹本人虽然也深为 860 所吸引，但仍然不放弃努力为 386 及 486 上的 Windows 软件寻找出路。

在英特尔内部同样也是举棋未定，究竟是否该推出 860 以应付 RISC 的威胁？由于 860 最初设计是要作运算处理器，没有人敢保证以它来应付 RISC 会十分成功；但似乎不如此，又无法回敬 Sun 公司一记痛击！我更担心对广大的 X86 电脑用户，这么做等于违背了与过去产品的兼容性，这是否会有

不利的影 响？做与丁做，似乎是两难。为此，豪斯与我数度辩论都不得其解，而我更是工作多年以来，首度担忧到晚上都没有办法成眠。

市场决定一切

最后，豪斯与我不得不痛下决定：将 860 定位为英特尔针对工作站与超级电脑市场发展的 RISC 芯片，以它与 SPARC 正面迎战，这远远超过原先以它作为浮点运算的预期国标。而 486 则仍然是 386 的下一代微处理器，定位为个人电脑市场的主力产品。

1989 年 2 月间，我们在；日金山正式推出 860 微处理器，强调自工作站至超级电脑都可使用，这也是英特尔有史以来最野心勃勃的芯片，刹时吸引所有媒体的眼光，在发表会上，860 系统快速的浮点运算功能，让它展现即时绘图能力，真可说是无懈可击，赢得出席者一致的赞赏。

860 超级快速的运算功能，以及创新的架构设计，确实在一开始就掳获众人的心，很快成为新闻媒体上的宠儿；它的声势比起 486，可说是有过之而无不及。但理想终抵敌不过现实，我们很快就得面对与所有 RISC 或其他新架构同样的问题：作业系统在哪里？又有多少应用软件呢？

我们好不容易凑和着以 UNJX 和 Windows NT，作为作业系统，但却缺乏很好的编译程序（compiler）；这就好比是盖好一栋崭新耀眼的超高摩天大楼，但却找不到电梯可以上去。而且由于高级工作站与超级电脑的市场大陔隘，我们也不可能贸然作大额投资，去开发所有必要的软件，显然这个旷世巨作的架构，无法让我们有合理的回收。

太阳暂西下

SPARC 的摩天架构，也面临着同样残酷的现实考验。首先，由于市场上每年只有十至十二万台的销售量，许多家生产微处理器的半导体公司在这样小规模的市场中竞争，获利自然有限，如此一来势必无法持续作技术上的投资改进，可是这却正好是经营微处理器事业的不二法门。

其次，生产兼容系统的厂商同样也由于客户有限，无法大幅获利，继续投资以提升其技术。最糟糕的是，Sun 公司还保留了一手，并未将最先进的 UNIX 技术公开。兼容厂商只能生产低层次、低价位的兼容系统，他们的 SPARC 美梦很快就宣告幻灭。

1989 年我到台湾时，就提醒许多电脑同业，不要误将 SPARC 电脑当成下金蛋的主鸡，事实上，兼容厂商很难靠 SPARC 大赚一笔的，只是为 Sun 公司作嫁罢了。

现在回头看来，SPARC 联盟只剩下 Sun 公司独撑残局；其他的兼容系统厂商早已众叛亲离。多数的电脑公司早就放弃 SPARC 业务，少数几家公司像大同公司还守着 Sun 公司兼容系统，也只不过为宣扬自己具有工作站的技术实力而已。

从性能表现上来看，SPARC 架构现在已远远落后英特尔架构许多。当初满腔热血投入生产 SPARC 芯片的半导体公司，也只剩下德州仪器公司一家还死守着 Sun 公司这唯一的客户，其他的公司早已另谋生计。

最后。无论是 UNIX 或 Windows NT 都无法成为个人电脑用户的最爱，因为二者的性能过于复杂，实非一般用户所能消受得起。就像面对满桌菜肴，可是用餐手续太过繁复，反而令人不知从何下箸！

UNIX 或 NT 到目前为止，出货量分别只有一百万套，和英特尔架构个人电脑每年五千万销售量相比，相差甚远。广大的桌上型电脑用户，最终仍以

实际采购行动表达他们的决定权：UNIX 和 Windows NT 都不是他们所需的、英特尔的 860 同样也淘汰出局、微软公司的 RISC 电脑胎死腹中.....

还好 860 产品失败，对英特尔的影响微乎其微，我们只有很少的一些客户。柯恩和傅世伟两人最后都离开了英特尔，我们则更坚定朝向 X86 的架构继续前进。他们原本合开了一家新公司以发展 860 电脑，可惜后来不太成功，柯恩转往 Sun 公司求发展，而傅本人则转到 Weitek。傅太太则至今仍在英特尔担任资深经理，负责非常重要的编译程序工作小组。

现在回想起来，当初决定继续开发 860 技术的决策应该是对的，因为那样使我们能熟悉且深入 RISC 的技术细节，486 架构也因此而受益不少。然而，单纯由于外界 RISC 的挑战与竞争压力，而将 860 定位为英特尔的第二大电脑架构，则是错误的决策。

我们其实应该更坚持在 X86 架构上的投资，将资源集中在 486 上，让 486 的性能成长更加速进行，以对付 RISC 的冲击。可惜，我们直到 1991 年 860 后继乏力时，才明白这一点。就像其他被 RISC 热浪冲昏了头的公司一样，英特尔也因为 RISC 这个半路杀出的程咬金，而在忙乱中跨过 80 而来到 90 年代！

前有敌军，后有来兵

1990 年，Sun 公司的 SPARC 还让我们觉得压力庞大；另一方面 AMD 半导体公司却也凑上一角加入竞争。

前面曾经提过，AMD 公司原本与英特尔公司协议，以发展 386 外围零件来交换 386 之技术授权，但由于 AMD 公司一直未能达到此一协议标准，因而无法获得 386 技术之合法授权。但 AMD 仍不死心，将一组工程人员放在德州，利用逆向工程原理，在 1990 年下半年推出模拟的 386 产品。突然之间，英特尔原本在市场上的独家生意，居然出现了竞争者，这可是破天荒、前所未有的事情！

英特尔这时的处境真是维艰。还好这时候微软公司的 Windows 3.0 开始普及，帮了大忙。3.0 最重要的特性是：让电脑用户同时能作多重处理，如此一来，用户对微处理器性能的要求大力提高，而 386 电脑跑起来速度很慢，经常让人觉得不耐烦。用户很快开始注意到 486：只有 486 电脑才能让 Windows 3.0 充分发挥可同时应用多种软件的功能。于是一夕之间，486 的销售曲线从原本的蹒跚爬行，突然变成飞跃式的成长。

如此一来，Windows 3.0 与 AMD 半导体公司反而成为英特尔对付 SPARC 的利器：如果英特尔的架构既好用、功能又强，而且结合许多公司共同推动技术之革新，那用户何必多此一举改用另一种架构？事实上，这也是 RISC 架构之所以功败垂成的另一原因。

这场 RISC 战争虽然让我很长一段时间烦恼到食不知味，不过从中也学到不少实战经验。对电脑经营者而言，最重要的还是确实掌握到电脑产业的游戏规则：市场规模决定一切，只有足够的市场规模才能创造业绩、产生利润、继而保障未来持续的投资。

在电脑产业里，没有持续投资就没有希望；而没有市场规模就等于死亡。台湾有句俗话说：“西瓜偎大边。”用在电脑产业的市场竞争上，真是一针见血。虽然这道理再简单不过，可惜至今许多人仍不明白，以后的故事中仍不时可以看到这类错误一再发生！

486，快快快！

经历过这一番混乱战局后，我反而可以冷静地思考我们该努力奋斗的目标：唯有尽快冲刺出更高的产量与发展出更好的功能，满足市场需求，才能在往后的日子里以逸待劳，下必再担心竞争者的挑战。

1989 年底，我们已试着大手笔提高 486 的产能，许多工艺上的问题逐渐浮上台面，我们只好一一克服。整个圣塔克拉的工作小组，为此大费周章，几乎是一天 24 小时都在工作。

为了进一步提高 486 的性能，我决定由波特兰的技术小组以当时最新的 0.8 微米（指集成电路上线路的宽度）硅晶技术，负责简化 486 设计，并提高其性能与产量。当时，一般 486 的处理速度是 25 与 33“百万赫兹”（MHz, mega hertz, 赫兹即每秒钟一次，百万赫兹即每秒一百万次），而我定下的目标则是：“以 0.8 微米技术生产的版本，必须提升到 50M 赫兹。”这足足提高一倍之多，有些人偷偷咋舌说：“这真是不可思议！”

我的要求还不仅于此；由于一直期待 486 能打进伺服器市场，因此我希望工作小组同时也能开发出非常高性能的快门存储器（flash memory），以配合 50M 赫兹的处理速度。以高速微处理器与快闪存储器同时搭配的作法，在 386 时代是前所未有的，这也将设计能力与芯片批量生产工艺发挥到了极限！

圣塔克拉的工作小组一方面急着解决旧版本一微米技术的批量生产问题，同时也与波特兰的工作人员密切配合 0.8 微米版本的开发工作，整个英特尔公司展现空前的团结力量。

截至 1990 年底，部分早期样品已先出炉，基本上已能达到我的要求，在第一次成果报告会议中，我已经信心十足他说：“我确定我们做到了！”

往一百 M 赫兹进攻

然后，我又突发奇想：“我们应该继续调高我们的标准，在技术会议上展示一百 M 赫兹的 486，显示 486 仍有充裕的性能扩充空间，也让其他诸如 SPARC 之类的架构不再有机可乘。”以一百 M 赫兹的频率来看，已经是最早 25M 赫兹 486 版本的四倍之快，确实已领先其他 RISC 处理器一大段差距。

这样的想法说起来，不仅外界认为匪夷所思，即使英特尔内部也有许多同仁抱着存疑的态度。几次会议中，大家争辩不休。最后波特兰的工作小组决定独挑大梁、付诸行动，不分日夜赶工，希望能见到一些成果。

1991 年 2 月，负责这个工作小组的舒兹（Joe Schutz），在旧金山的“国际固态电路会议”（ISSCC, International Solid State Circuit Conference）中，以论文方式提出他们如何以特殊电路与技术发展出一百 M 赫兹的 486 版本。在场听众深受到震慑，人人屏息以待，会场简直静到连根针掉在地上都听得见。

出席这次会议者除了技术人员以外，还有来自各地的媒体。我在会后接受记者访问时明白指出：“486 会更快、超乎想象的快，更快的 486 已是指日可待！”许多媒体照实登出了这番谈话，甚至毫下讳言地写着：“486 已超越 SPARC！”

除了在媒体上广为宣传，让产业界都了解到 486 的未来潜力外，最重要的还是要赶快看到高性能 486 的成品，否则一切都是空谈。我急着要 50M 赫兹版本尽快上市，但往后的几个月却由于技术难度太高，使进度略有延误。最后终于在 1991 年 6 月如愿宣布开发成功，并且开始出货。我感到如释重负，月底即怀着轻松心情展开我的第二次“七年进修”假期。

迟来的假期

原本我到英特尔后第二次的七年进修，应该在 1990 年间休假。对我个人及我的家人而言，1990 年 6 月也是重要的里程碑。妻子几年前在孩子都长大成人后，决定重拾书包回到校园，在这一年顺利拿到企管硕士学位，正计划着她的第二波职业生涯。

同年，我的大女儿文枫刚自斯坦福大学毕业，秋天后将继续攻读研究生。小儿子在这一年自高中毕业，九月间也要赴科罗拉多大学念书。似乎这个夏天是我们一家四口最有可能共同渡过的夏日假期，错过这一年，以后可能各忙各的，很难像四年前的暑假有共同的长时间去度假。

偏偏 SPARC 的威胁与 AMD 的挑衅，让我在 1990 年分身乏术，无法自工作上抽身；另一方面，486 开发计划还没有成果落地，我确实也无心享受休闲与天伦之乐。反正在英特尔，为工作牺牲是常事，我的六年进修假也理所当然顺延一年。

1991 年，我们全家四口只能短时间凑在一起度个假，于是我决定将两个月长假规划为三部分。七月间，我先参加了在科罗拉多举行的“美国领导人常会”野地研习营，为期一周。

这个领袖级人物的常设组织，在全美各地有许多分支，出席者都是来自企业或公共事务领域的精英，依地缘距离而结合，为当地社区的改革进步而贡献心力。我在 1990 年获邀入会，但迟至 1991 年才真能成行。

加州分会的成员包括来自视算科技（SGI）公司、Syntex、晶技、ESQ、圣荷西大学、帕洛奥图市、圣荷西市、圣塔克拉郡与太平洋贝尔联合会的代表。每个月有一天大家定期聚会讨论，在七月时并举行一星期的野外研习活动。

我想，举办野外研习有一大优点，即可借由共同的体能劳动，让成员锻炼体魄，并激励出真正的友谊。

在这次惊险的野营会中，我首度尝试攀岩达数百英尺高。我心里在想：“真不敢相信居然可以轻易做到！”之后又花了十个钟头爬上一万两千英尺的高山，并在野外露营了好几日。此外，我们分成小组讨论如何共同改进硅谷环境。除了培养团队精神以外，我们也发展出深切的友谊，这些都是令人难忘的经验。

音乐之旅

返家后，我和妻子动身前往欧洲作了一趟短暂之旅。我们拜访心仪已久的维也纳，由于热爱音乐，这个典雅的文化古都无疑是我心中的梦上。我们聆听了几场音乐会，在奥地利几个城市街头闲逛，心里很有“一偿宿愿”之后的踏实感。

从欧洲回来的路上，我们花了些时间与孩子相处，然后在最后一分钟决定加入岳父母的中南美之旅。我们去了巴西里约与圣保罗，顺道拜访英特尔当地的分公司，感觉上这个国家的电脑化才刚起步。

位于巴西、厄瓜多尔与阿根廷交界处的伊夸苏（Iquazu）大瀑布，向来以壮大壮观闻名遐迩，我们乘直升机身历其境，见识到这伟大奇观，也为这趟旅游划下完美的句点。在两个月的长假中，我的足迹踏上数洲的土地，也增添许多新奇经历，似乎重新又充好了电，准备在工作上再出发。

9 月间，我带着一身的新鲜气息、满怀期待回到办公室，在停车场上先就与一位产品经理不期而遇。她先是惊喜地打招呼说：“真高兴看到你度假

回来！”这听起来好像话中有话，我赶忙问她说：“怎么了？”她告诉我，批量生产的工厂可能出了情况。50M 赫兹的 486 微处理器被迫要延迟出货。我心想这怎么得了，度假的悠闲心情很快就抛到九霄云外。

我三步并作两步急着找部门人员，以弄清楚事情真相。谁知情况真的很糟，原来 AMD 半导体公司已提高 386 产量，并正以低价策略进军市场。为防止我上次休长假回来，股价一落千丈的历史重演，英特尔作得尽快找出对策不可。

还好工作小组向我保证：“工艺上的问题已经可以解决了，我们很快就可以正式出货。”我可以将全副心力用来应付 AMD 的 386 攻势。我的解决之道非常简单：只要我们尽快推出更好。

更快的 486 上市，由于 Windows 的应用软件需要更快速的微处理器，那么用户很快就会对 386 失去兴趣了。

灵机一动

批量生产 50M 赫兹 486 与快闪存储器的细节虽然可以解决，但我更深一层去想：这不仅是对英特尔技术上的挑战，设计个人电脑的公司以前从未设计这么快的系统，可能也会面临同样的问题。我在会议中提出下列的问题：“即使我们将处理器性能顺利提升到 100M 赫兹，但没有任何一家公司知道如何去设计这样高速的电脑，该怎么办？”这真是个烫手山芋，困难度之高使大家讨论多次，始终不得其解。

有一天，负责行销策略的罗许 (Bill RasU) 突然跑到我办公室说：“我们几个人刚才在餐厅闲聊，想到有个点子不妨一试。”

他们的想法非常简单：没有必要将处理器内部频率与外部总线频率设定为相同，也就是说：我们可以将 486 的内部速度尽可能加快、使它的运算处理速度加快；但外在的总线则以二分之一的速度运作。举例来说：如果微处理器内部频率为 50 或 66M 赫兹，但外在总线频率仍旧可以只是 25 或 33M 赫兹，那么电脑系统的设计就不会那么困难了。

还记得那条定律：“非绝对禁止者，即有可能发生。”这次再度应验下爽，而且道理就是这么简单！由于我们在 486 芯片上加入快门存储器，许多程序处理可以在微处理器内部执行，外部总线的功用只是资料传输通道而已，其速度较慢并不会造成很大困扰。

这么一来，系统的设计与制造问题很快就迎刃而解。由于许多公司都已经开发出 25M 赫兹的 486 系统，且在市场上大力销售，现在由于外部总线速度不变，只要用类似的设计就可以开发出更快的 50M 赫兹系统，真是何乐而下为？

加速风暴

这真是惊世奇想！我把这想法称为“时钟加倍”，心里已经有十成的把握。接下来，就是要看将这计划交到谁人手上，似乎所有的设计小组都有要务在身，临时很难找到适当入选。

前面曾经提过，英特尔与西门子合资在波特兰开发 BIIN 计划，由于豪斯与我都不同意，后来半途而废。多数的芯片设计人员转而开始开发 960 计划，也许可以从这里暂借几位很有经验的工程师来支援。

于是我决定在波特兰成立新的工作小组、来进行“时钟加倍”计划。曾经负责 486 开发小组的季尔辛格，在宾州的农场长大，他多次在社交场合向我提到：“我真希望搬离圣塔克拉，到比较乡下一些的地方去、最好就像我

在宾州的家乡小镇那样！”波特兰正有着这样的乡村风格，而他的能力也让我不作第二人想。

等尔辛格愉快地接受了我的提议，很快就走马上任，我们有史以来第一个“DX2”产品，后来就在他的手上完成。（DX2意味着时钟速度是DX的2倍。）其实我还赋予他另一项更重大的使命，就是领先开发“P6”产品，这等于是486的下两代处理器，却与pentium处理器分两组人在同一时间内进行，这在英特尔也是从未发生过的事情。

过去我们一直习惯于在开发完成一代产品后，再转而开发下一代产品。可是基于几年来的市场竞争经验，我觉得唯有加快发展新科技与新产品，才能真正地领先。于是从486开发完成后，我就要求同时进行Pentium处理器与P6的开发设计，这个新策略让我们往后在技术上超越所有的竞争者，具有特殊意义。

比较起来，由25M赫兹发展出50M赫兹的486，是最容易的部分，由33M赫兹开发出两倍速度的66M赫兹版本，技术上就要困难多了。但我执意要尽快看到成果，我告诉他们说：“英特尔要靠它在技术上大幅领先RISC处理器，好让大家看到英特尔架构超越RISC处理器！”

DX2的成功

季尔辛格是很好的技术主管，很会鼓舞小组的工作士气，他用破纪录的速度同时开发出50与66M赫兹的486版本。我们在1992年正式对外发表DX2，市场反应很快就证明我们的策略相当成功，DX2成为英特尔有史以来批量生产速度最快的处理器。

DX2的成功有两项简单的理由。首先是DX2将电脑性能提升一倍，我们的客户可以将系统售价提高，利润空间因而加大。其次，由于外部总线速度与过去的DX系统相同，客户不须再更改系统设计，只要用原先生产方式即可推出更快一倍的电脑，因而上市的速度很快。

台湾宏碁电脑公司的董事长施振荣先生，在DX2系统的发表上就显得相当积极、高效率。宏碁公司原本在386时代领先推出电脑，但在486却有些迟疑，因而起步较晚；施先生相当明白DX2是重新扳回局面的大好时机，因而宏碁公司几乎是最早推出DX2系统的公司。

升级创造新商机

DX2的想法无意间也为英特尔开创出崭新的天空：“如果电脑公司可以轻轻松松地将DX2插入他们原先设计的DX系统中，为何用户不能同样如法炮制，将自己DX系统的微处理器换成DX2？”这个简简单单的事实却是另一种创新，这也是“升级”观念的由来。

升级保障用户现有的电脑投资，只要换上升级用的处理器，就可以使系统速度加快，享受最新的电脑科技。我们后来将这种升级用的处理器命名为：“加速档（overdrive）处理器”，并在1992年底透过经销管道，直接卖给个人电脑使用者。

在这之前，英特尔一直将处理器销售给个人电脑公司，我们称之为客户；从未想过有朝一日，我们可以将处理器直接卖到电脑消费者手上。这显然对我们也是新起点。如果用户对英特尔品牌产生忠诚度，就像我小时候在上海看到可口可乐，从此就为它着迷，不曾再喝过其他品牌的可乐，那真是市场营销上的一大胜利。

DX2的诞生同时也再度验证：最黑暗的时刻，也就是黎明来临的时刻。

每当英特尔遭遇技术瓶颈极难突破之际，“创新”之神往往就在不期然中降临。我想是由于英特尔鼓励开放沟通的企业文化，让创新之神乐于经常现身。

4 比 3 好

除了 DX2 以外，英特尔同时也开发低价位的 486，以扩充市场规模。工作小组将 486 芯片上的浮点运算单元拿掉，因为对一般商业用途而言，浮点运算功能很少用到，但是这样却可使成本降低，成为人级型的电脑，这就是“486sX”的由来。

英特尔在 1991 年推出 486sX，并将原先的 486 正式命名为 486DX，加上 DX2 系列，486 成为英特尔有史以来成员最丰富的家族。不过，当时许多媒体和分析家们似乎也是不太能接受 486sX，就好像 386 时代一样，他们径用“跛鸭 486”来代表它。没想到后来 486sX 反而受到许多用户的喜爱，直到 1994 年初都还高居“销售排行榜”的榜首。

在完整的产品线规划妥当之后，我们认为市场时机已相当成熟，应该是发动“以 486 取代 386”战役的神圣时刻。而这也正是电脑用户所期待的：要使 Windows 3.0 的功能充分展现，就要靠 486 发挥威力。

我们决定在市场行销上全面抢滩！不过在敲响第一声战鼓之前。还是得先厘清用户为何需改用 486，显然只有 486 才能发挥 Windows 应用软件的功力，是理由之一。另外还有名正言顺的理由：只有 486 系统可以用加速档处理器继续升级，386 电脑则没有这种“潜能”。

这些清晰明确的讯息，足以作为我们行销攻势的最佳后盾。行销部门不惜投下三千万美元巨资，利用各种展览、广告、公关活动，不断重复“4 比 3 好”的诉求。英特尔甚至首度尝试电视广告，在重要时段播出一支幽默的搭电梯广告，以加深用户“486 比 386”更快的印象。有趣的是，这张广告片的 486 是中国人。而 386 则用日本人代替，似乎也在暗示：中国人真行。

紧接着，为了压缩市场全面转移到 486 所需的时间，英特尔决定以极具竞争力的价格，建立 486 压倒性的胜利。

由于电脑公司需要从最低级到高级全系列的产品，我们视产品性能定下不同价位：SX 针对人级型机种，销售量可能最大。售价却最低；DX 适用于中级系统；Dx2 则定位为最高级电脑的处理器的处理器，许多用户愿意为高性能付出更高代价，因而售价也最高。这样的价格策略也确保了我们的客户的权益，电脑厂商可以仰仗低价机种扩充市场，或靠高级机型创造利润。这正是鱼与熊掌，得以兼顾！

世代交替

为了顺利将 486 大量销售出去，我们不得不主动拜访重要客户，了解他们批量生产 486 电脑的意愿。没想到反应仍然是相当两极化。

某些后起之秀，例如 DELL 电脑，对 486 简直是爱不释手，恨不得能马上就推出新机型，以抢得市场先机，事实上，这几家公司一秒也没有浪费，很快就开发出 486 机种，几乎和我们同步发动行销攻势。事实上，电脑业界已经将能够与英特尔同步开发产品，视为技术领先的指标！

其中，DELL 电脑是第一家在美国靠邮购来销售电脑的公司，他们利用 486，很戏剧化地抢攻滩头堡，成为 486 市场初期最重要的供应商。这家公司的老板戴尔（Michael Dell），年纪还下到二十岁，是很年轻的行销鬼才，1980 年，邮购在美国刚开始风行之际，他大概还只是高中生，可是却已学到一肚子生意经。等进了德州大学，他就靠着散发传单，居然在校园里卖起电

脑来了。

每回我与他聊起电脑行销业务，就觉得 DELL 真是“满腹经纶”，不愧为大师级人物。他很清楚电脑产业变化迅速，因此必须缩短从制造商生产到交至用户手中的时间。这样可以确实掌握市场变化，作最有效率的因应。他说：“买电脑就好像上中国餐馆用餐，只要点菜。厨房马上就炒菜上桌。”

如此一来，也可避免经销通路层层剥削，不仅省下可观费用，同时也使电脑制造商减少库存，降低成本，消费者自然可以买到物美价廉的电脑，所以他们也拥有价格优势。

DELL 还擅长发动直接攻击的广告诉求，经常以康帕电脑力假想敌，在广告中直接指明：与康柏同样的电脑，售价却只要一半。这一招让消费者趋之若鹜，却把康柏气得吹胡子直瞪眼！

不过，DELL 神奇的发迹，很快就引来其他人的觊觎。另一家名为“Gateway”的公司依样画葫芦，很快就在市场上另起炉灶，后来声势甚至凌驾 DELL 之上。个人电脑的销售方式从早期靠业务员，到电脑专卖店，以及百货公司、量贩店等等通路，究竟应该如何销售，才能成为市场常胜军，至今还是变数很多。 **威力芯片发威**

至于我们自始至终最大的客户 mM 公司，事实上是想要借助我们的力量。英特尔针对笔记型电脑市场曾开发出数种高度集成的 386 与 486 版本，1BM 希望与我们技术合作，以借用我们处理器的核心技术，为他们继续开发更高度集成的处理器。

由于这一类的合作案通常很难进行，英特尔并不期待会有具体成果。但双方仍在 1991 年正式对外宣布：在波卡镇共同成立“诺宜斯开发中心”，以发展适用于笔记型电脑的 486 处理器。

但与此同时，mM 也公然找上苹果电脑公司与摩托罗拉电子公司，努力推销 1BM 的 RISC 芯片：Rs6000，希望获得苹果电脑公司的青睐，作为下一代电脑的处理器的；而 1BM 也允诺将在未来的个人电脑上采用，如此就使得原本两种架构间泾渭分明的界线，变得模糊起来。

英特尔内部初次听到这项传言时，失望之情可以想见。在经过深入讨论后，却发觉事情也许下像想象中那么严重。我们认为：威力芯片只能算是摩托罗拉 68000 的代替品，苹果电脑公司充其量也只占整体个人电脑的市场十分之一，“这不见得能成气候。”当时有同仁就如此预言，现在看起来这个预言还真是正确。

在整个事件中，摩托罗拉所扮演的角色下难理解：它协助开发芯片，并且销售到开放的市场上。以摩托罗拉的立场来考虑，这次结盟对他们无疑是美事一桩。由于摩托罗拉的 68000 系列已无法在市场上与 486 匹敌，而他们自己开发的 RISC 芯片 88000 也已宣告寿终正寝，因此他们只有将未来希望寄托在威力芯片上，以求东山再起。

同样的道理，威力电脑（Power PC）对苹果公司也深具意义。由于 68000 后继乏力，苹果电脑只有另求高明，为开发下一代的电脑铺路，否则就只能坐视英特尔架构的个人电脑独占市场。

其实，原先苹果电脑公司在为了下一代处理器而烦恼之际，我们就积极拜访该公司，希望他们改用英特尔的处理器系列。他们也已展现相当的诚意，甚至与我们密切配合，使麦金塔的作业系统也可以在英特尔架构上运作。没想到经过一年多的往来，原来应该是水到渠成的事，却因为他们之中几位关

键人物的去职，一切都泡了汤。

IBM 重新拥抱 486

威力电脑对苹果公司与摩托罗拉的好处，都很容易明了，只不过对 IBM 能产生多大效益，至今仍无法看出。从此以后，IBM 的个人电脑产品线必须管理两大架构：即英特尔架构与威力电脑，整个投资金额将大得惊人。更何况威力电脑的使用软件至今仍付之阙如，让外界很难作乐观判断。一家电脑公司愿意付出如此高昂代价，只为坚持拥有自己专属的处理器，着实令人费解。

还记得我们初度拜访 IBM，提出进入 486 市场的计划时，他们表示出对 486 相当满意，只是碍于公司内部政策已明定以威力电脑为发展方向，对 486 只好割爱。还好后来 IBM 个人电脑公司换了一位新老板，柯瑞根（Bob Corrigan）和前任的作风完全不同，全心为扩大市场占有率而冲刺，决定重新发展 486 的产品。

柯瑞根本人下大有 IBM 一贯浓厚的官僚气息，处事明快。从他上任后员工穿着上的改变，就可以感受到他致力去除蓝色巨人庞大的历史包袱。记得有一年春天我们约好开会，他们所有的经理都一身轻松便服：毛衣与 T 恤，完全看了到昔日白衬衫、蓝西装的 IBM 标准制服，让我当场有些错愕，差点以为约错了人。

在柯瑞根的领导下，IBM 很快转进到 486 市场上，而且有相当不错的成绩。由于 IBM 原先同时进行的威力电脑迟迟没有问世，连媒体都已不堪久候，慢慢冷却了热度。因此柯瑞根尽早作下生产 486 电脑的决策，可以说为 IBM 立下大功！

康柏白忙一场

至于同样雄据一方的康柏电脑，则有另一番际遇。1986 年问，康柏因为率先推出 386 电脑而名噪一时。但没想到，成功来得过于容易，反而令人迷失方向。康柏的电脑原先以较 IBM 精巧价廉为号召，可是后来愈卖愈贵、而且制造成本高昂，反而成为同业在市场竞争时攻击的靶子。

自 1990 年起，另一家打着 RISC 旗号的 MIPS 公司，利用 sPARC 余威干了，同样致力于宣扬“RISC 是比 CISC 更好的架构”；而且同样也以“MIPs 将取代英特尔架构，英特尔未来毫无前途”的说法，作为诉求。

MIPS 同样也打算利用联盟方式，尽快建立自己的势力，因此成功的吸收 SGI、DiRital 电脑等公司，共同推动以 MIPS 芯片为架构的“先进电算联盟”（ACE, Advanced Computing Environment）。而康柏总裁康尼恩居然也上了钩，成为这个联盟中的领导大将。

这对英特尔来说，好像是 sPARC 梦魇重新再来一次。RISC 就像电影“异形”（Alien）中打不死的怪兽，虽然已经死了。但不知何时又会复活。英特尔再度面临很大的架构挑战，不过由于我已经打定主意，以两组人同时开发 pentium 处理器与 P6，因此在因应时较有把握。

1991 年初，康尼恩与我们几位同仁约在一处饭店内开会，开门见山地说：“我对先进电算联盟有高度兴趣，康柏将投资 SGI，以 MIPS 芯片发展先进的电脑绘图设计。”原来他的目的只是要告知我们这事，所以他也不愿听我们的意见，整个会议很快就结束。

英特尔这时已感受到他的危机。一个月后，在康柏位于休士顿的总部里，我们用具体证据告诉他说：“康柏在 486 时代、已不复再有领先的局面。”

他才恍然大悟，其实应该面对自己的管理问题，以改善康柏的成本结构，重新抢占市场；而非在先进电算联盟垦摇旗呐喊。

果然不久后，康尼恩被换下，菲佛 (Eckhard Pfeiffer) 继任为新总裁。他确实展现管理魄力，大幅降低成本，迅速转进 486 市场；同时也使康柏自先进电算联盟全身而退，菲佛本人也不再参与 SGI 的营运，将公司全部资源都放在英特尔架构上。

康柏的转变很快引起业界注目，而它的营运也从原本走下坡、在 1991 年还亏损的情况逆转而上，1994 年间、康柏已重新登上市场龙头老大的宝座，486 产品线无疑是最大功臣。

先进电算联盟的结局，就没有这么的皆大欢喜。在失去康柏这个主要支柱后，联盟成员逐渐失去向心力，纷纷敲起退堂鼓。过去让 SPARC 无法一举成名的理由，在 MIPS 身上同样可以找到：即缺乏市场规模。

1992 年，SGI 干脆买下 MIPS 公司，并且将这个 RISC 架构收为己用，下场与 sun 的 sPARC 架构如出一辙。至于先进电算联盟，则逐渐销声匿迹。

这两种 RISC 架构、最后都成为拥有特定市场的电脑公司专用的处理器，其附加价值全在软件上：Sun 靠 UNIX 应用软件在技术与财务领域出人头地；SGI 则为电影与科技界发展三度空间动画，电影“侏罗纪公园”卖座轰动，让它扬名立万。从这些例子很容易看出：电脑公司拥有自己的处理器，并不见得有多大经济效益，还是要靠软件发展才能真正获胜。未来如何，仍有待静观其变。

打败日本

到了 1992 年，几乎所有个人电脑制造商都和 IBM 与康柏一样，投入 486 电脑的生产阵容。这时距离 486 初上市已快三年，无论是 RISC 冲击或其他公司的挑战，都已经尘埃落定，英特尔 486 处理器的产量攀上高峰，营业额也跟着蒸蒸日上。

对英特尔来说，486 的意义已不仅仅是取代 386 而已。由于它与 windows 软件的结合，将电脑性能提升到新境界，吸引了更多人开始使用电脑。令个人电脑的使用前所未有地普遍。

在 486 时代正式来临以前，每年全球个人电脑市场需求量也不过两千万台而已；但自 1991 年至今，却已创下加倍成长的纪录，1994 年市场生产量已高达四千万台。与此同时，英特尔的营业额也自 1989 年的三十亿美元，加倍成长至 1992 年的六十亿，至 1993 年则更达九十亿美元。

1992 年间，英特尔更一举超越 NEC，成为全球最大的半导体公司，让美国重新在半导体产业扬眉吐气。想起 1985 年，我们还因日本的介入不得不放弃自己一手主导的 DRAM 技术，真是不可同日而语。

中国在二次大战期间用了八年时间打败日本，巧合的是，英特尔同样也花了八年工夫打败日本，只下过地点是在高科技的战场上。显然，商场上同样也要有“长期抗战”的心理与准备。只有坚持到最后一秒，才有可能成为最后的胜利者！

致胜关键：完整产品系列

以行销的理论来分析，486 的成功其实也很符合 4P 理论：即产品、价位、行销与通路的全盘策略。其中，产品应该是最关键的因素。

1982 年	1987 年	1992 年
德州仪器	NEC	英特尔

摩托罗拉	东芝	NEC
NEC	日立	东芝
日立	摩托罗拉	摩托罗拉
飞利浦	德州仪器	日立
东芝	富士通	德州仪器
国民半导体	飞利浦	富士通
英特尔	国民半导体	三菱
富士通	三菱	飞利浦
松下	英特尔	松下

根据市场调查公司 Dataquest 的数据，1992 年英特尔在全球半导体公司的排名从 1987 年的第十名一跃而成为第一名！

486 并非单一产品，而是完整的产品系列。在 386 时代，英特尔的产品只有 386sX 与 DX 之分，频率则在 12 至 25M 赫兹之间。但自 486 开始，英特尔提供宽广的产品线，以符合不同层次市场的需求，其中包括：486sX、DX、DX2、DX4、以及 SL 加强型（低电压、高性能版本）等。频率也自 16M 赫兹提高至 100M。足足增加了 5 倍。

宽广的产品领域，不仅使我们的定价策略有大幅发展空间，同时也形成“无隙可乘的市场策略”（no hole strategy），让模仿英特尔架构的竞争者找下施力点，自然就无法构成威胁，我们的产品定位可说是相当成功。继英特尔之后，AMD、IBM、Cyrix 调与台湾的联华电子，都推出与英特尔架构兼容的 486，但似乎都无法构成太大威胁。孙子兵法有言：“不战而屈敌之兵，是为上策。”英特尔不必大动干戈即令竞争者却步，应该也称得上是上策。

不过换十角度来看，竞争者的出现其实也有正面价值。多家供应商可以共同将市场拱大，彼此间的较劲更可刺激技术创新，导致产品价格迅速滑落，消费者自然成为最大受惠者。葛洛夫在 1993 年底电脑价位下跌时就曾经说过：“电脑用户将是最大赢家。”

然而，带动电脑产业前进的巨轮还未停止，仍朝着下一代架构继续前进中。

第九章 经典之作——Pentium 处理器

在 486 之后，我们觉得应该替下一代的微处理器另取名字，而不单称之为“586”。最后我们想出 Pentium 这个名字。

我认为英特尔成功的最大功臣，还是产品开发与生产人员。他们总是一再突破技术的极限，让我们在面对市场挑战时，永远都能有最先进精良的产品为后盾。

1990 年初，我们的第五代架构还在积极开发中，代号为“PS”，这是当时英特尔的最高机密，外界对它的特性十分好奇。我们经常可以在电脑杂志上看到有关 p5 开发的新闻。

这时候，除了前面提到的 MIPS 联盟外，许多原本以大型电脑和 workstation 为主要市场的公司，例如 IBM、Digital 与惠普，也纷纷推出新架构的芯片，希望和我们竞争。新电脑产业已经严重威胁到旧电脑产业的王国，因此他们希望靠新架构来扭转局势。

其中，像 IBM 积极发展威力电脑；Digital 则开发名为阿尔法（Alpha）的专属芯片，号称速度超快，主要是以 workstation 为市场。惠普则积极鼓吹精准型架构，以取代他们的老一代 Hp3000 系列。这些公司还有一个共同特性，就是打着 RISC 旗号，而且总是口径一致地说：“英特尔架构是 CISC 技术，已经无法再进步了，486 之后英特尔即将没落。”

MORP 满天飞

这些话听起来真不是滋味，不过每家公司都拥有自己的 RISC 处理器，这个现象也很有趣。有一天，葛洛夫天外飞来灵感，发明了“MORP”这个新名词、代表“我的私人 RISC 处理器”（My Own RISC processor），以统称这些 RISC 芯片，我们还在会议中讨论这些 MORP 的特征，以及英特尔的因应之道。

他们的动机其实很明显：每家公司都希望创造一个开放式的新标准，吸引其他软硬件厂商投入新市场，让自己的芯片能大量生产，从而产生足够的利润，继续投资开发新一代产品。这等于是模仿英特尔架构电脑产业的兴起，只是，时代背景已经完全不同，1992 年间全球个人电脑产值已经接近三千亿美元，这是很难忽略的事实。

RISC 处理器另外还有一点“迷思”，有待澄清。RISC 电脑的观念源自校园，当时强调的特性是：架构简单、设计容易。可是在进入真实世界后，要做到真正的商品比应用，架构就会变得复杂许多，业者势必还得投下更多资源，这是它走出学术象牙塔后必然会发生的结果。下过这种巨额投资并不是一般人付得起的，我就认为 860 的后继投资并不值得，而在 1991 年决定喊停。

所以尽管拥有这些 MORP 芯片的公司，对外界说得天花乱坠，我却还是对 X86 架构深具信心。我觉得英特尔拥有的最佳资产，就是市场上与英特尔指令集兼容的多样化软件，无论如何，我们对这些软件以及它的用户也不能随便放弃不顾。

新架构，新方向

因此我确定今后产品的发展方向，就是改善新一代微处理器的“微架构”（或者说是内部技术），但仍然维持相同的指令集架构，保持与外界软件的兼容性。这就好像汽车引擎一代比一代马力更强，汽缸数目愈来愈多，每一

代的设计技术不尽相同；但驾驶者开车的习惯却下会受到影响，只要维持过去的使用方式即可享受新产品所提供的功能。

更早之前，我就一直想着如何发展出新一代的微架构，让现有的 X86 架构可以发展出更高性能的微处理器，后来魏塞 (Uriweiser) 在 1989 年加入英特尔之后，以实际行动证明这个想法确实可行。

魏塞原本力国民半导体公司设计处理器，不过由于该公司一直以低级电子产品为主，让他有志难伸，因此改而投效英特尔。他一到我们位于以色列海法的设计中心，就提出建议说：“p5 应该采用超量化 (superscalar) 架构，设计成两个分开的执行单元，同时可执行两个指令，比 RISC 每次只能执行一个指令快如果超量化的观念确实可行，那就是微架构上很大的突破；不过这个想法还是有待证实，我们都等着看他如何办到，而这似乎一点也难不倒他。他到了圣塔克拉总部，就和几位主要工程师合作开发软件，以证明这个想法确实可行。没多久的工夫，就在众人眼前展现具体成果，让我们大开眼界，我马上将过去那些有关架构的争论，抛到九霄云外，直觉地反应说：“这正是未来我们该走的路。”

于是我找来原本负责开发 486 的邓文 (Vin Dham)，成立新部门马上着手发展 P5。邓文将 486 交由他人接手，专心开发 P5，而且将 486 计划中的多位大将，都带到 P5，让经验可以继续传承。 太阳勉力再东升

与此同时，市场上也有传言，Sun 也正以同样的想法开发下一代的 SPARC 处理器，所以无形中我们等于在作一场新科技的竞赛，看谁可以拔得头筹，抢先推出超量化芯片。当然，我们也将客户的要求列力第一优先，于是一开始就分派几组人洽询主要客户的建议，以了解他们究竟希望这颗新处理器有哪些新功能。

客户的反应也下出我所料。软件兼容性与执行性能，是每位客户都提出的最基本要求。此外，许多电脑公司也希望能有多重处理能力，使系统性能明显地改进。这些都成为我们开发 P5 技术的基本蓝图。

虽然我们兴致高昂地着手开发，下过 P5 一方面要设计成两个执行单元，以形成超量化架构；另一方面还要加入许多特性，以符合客户的期望，确实是高难度的挑战。在 486 芯片上，我们放了一百二十万颗晶体管，已经创下世界纪录；可是 p5 为达到我们设下的高标准，晶体管数目将会超过三百万颗，相形之下，它的复杂度可以想见。

单从投入的人力来作对照，也可看出 P5 的工程巨大。开发 486 的工程师人数约为 50 多人，可是在 P5，研发人员一下子就超过百人。姑且下谈招募与训练这么多人的困难度，光要使这么大的一个团队能同步进行，就不是件容易的事。邓文提议整个团队应每星期举行全员会议，让大家了解计划进度以及下一周的工作目标，我欣然赞同，整个计划过程也因此进展的格外顺利。

在开发 486 时，我们许多架构特性是从大型电脑借来的，但 P5 的超量化架构与多重处理能力，连大型电脑先前也没见过，我们毫无参考对象，一切只有从头摸索，我们等于又作一次劈荆斩棘的技术先锋。

此外，为提供高性能，P5 芯片的频率必须大幅提高，这使电路设计几乎到了极限。同时，由于芯片上包含了三百万颗晶体管，连电脑辅助设计工具都要重新设计，才能达到要求。甚至连确认与兼容的测试过程，都比 486 要复杂上 30 倍，测试项目除了 Dos、Windows、os/2、UNIX、NetWare 等多种作业系统之外，还有硬件附加卡、通讯与多重处理等等。如果我们将开发 486

比喻为盖公寓房子，那 P5 的工程浩大，就只有兴建摩天大楼可堪比拟。由于压力实在太大，有些人在半途宣告放弃，其他人则仍然以愚公移山的精神继续前进。

为芯片瘦身

1991 年间，我们看到初期成果，可是芯片体积实在太大了，让我很难说出满意之类的话。整个小组应我的要求，开始为芯片作“瘦身”计划，也就是拿掉某些不必要的特性，让芯片看起来稍微小巧一些。

不过即使我们已缩小了快闪存储器等多样组件，整个 P5 还是比 486 要大了点，因此原本打算在 1991 年圣诞节以前完成的目标，只好再往后顺延。我预期在 1992 年 4 月间应该可以做好，可是葛洛夫不太相信，所以我们就决定打赌，看看到时谁对谁错。

所有研究人员这一年的新年假期，也就只好在公司里加班度过，而且几乎人人每日都工作 12 至 16 小时，连周末也不例外，有人开玩笑地说：“这简直像生活在公司里，与家人见不到一面。”

没想到这次的开发工作实在太难了，4 月间，我们的辛苦还是差了一小步，P5 要到 5 月才大功告成。由于先前没和葛洛夫说好要赌什么，因此他临时起意，要我在高级主管会议时提供“幸运饼干”（fortunecookie，美国中国餐馆在餐后提供的一种饼干，饼干内有一张小字条，预测客人运道）。于是，我就将各种有关 P5 的笑语都包进饼干里，让大家共同体会开发过程的困难。

5 月间，我终于可以放心地在部门内召开比萨派对，以庆祝 P5 芯片终于完成。每个人都感到欣慰，我们第一阶段的目标没有交白卷，在盘算着下一步该如何走的同时，每个人也意识到：这一刻我们再次缔造了历史。P5 完成的消息很快也在产业界流传，没多久，我们甚至接到 Sun 公司工程师们透过电子邮件传来的祝贺，信息传递得这么快速，真是连我们都吓了一跳。

其实，Sun 比我们更早完成同类的设计，称力“超级 SPARC（Super SPARC）”，只是在芯片实际运作上遭逢很大的困难，因此无法真正批量生产。显然他们太掉以轻心，以为 RISC 架构非常简单，低估了超级 SPARC 的难度，这正应验了我先前的预言。

因此我们反而后来居上，在 6 月时已经能将芯片样品交到客户手中，几家主要的电脑公司也随即着手设计系统。Sun 原本计划以 66M 赫兹作为目标，后来由于复杂度太高，芯片速度始终无法突破 40M 赫兹；我们的 P5 则一开始就达到 66M 赫兹，而且工作小组再接再厉，后来更努力达到 100M 赫兹的目标，足足比 Sun 更早一年完成。

从 80 年代下半开始，我们总是被迫要面对 RISC 架构的挑战，现在却一时之间局势豁然开朗。不仅我们的 DX2 比第一代 SPARC 更快速，我们的 P5 也远远超越第二代的 SPARC，让我更确信，英特尔优异的微架构只要搭配先进的硅片工艺，一样可以超越传统的 RISC 架构。如此一来，还会有谁愿意大费周章地更新架构？现在看起来，SPARC、MIPS 这些“我的私人 RISC 处理器”，也真的只剩下他们自己在用了。

为微处理器命名

1992 年中，P5 的开发工作告一段落，我们正准备要发表这新一代架构，可是其他竞争者的动作连连，让我们第一次仔细考虑是否该为芯片命名。

这时 AMD 公司正打算推出模拟我们的 AM486。由于我们过去一直以 386、

486 这些数字，来称呼我们的微处理器，这已经在用户心中根深柢固，成为每一代个人电脑的代名词。因此，像 AMD 等半导体公司，也大可以将他们的产品标上这些数字，不费吹灰之力就可以直接销售。我们每年在行销与广告上花了数亿美元预算，推广微处理器，可是却无法与竞争对手的产品有所区隔。由于数目字无法登记注册，我们想经由申请商标获得法律保障，也无法如愿。

所以该如何为 P5 命名，着实令人伤透脑筋。眼前只有两种选择：继续按数字排列称之为 586，或另外命名，看起来都不是好主意。命名作 586 等于为抄袭者先搭好桥梁，可以想见以后绝对会有一连串不同公司的 586；改变命名习惯则需要花费许多公关广告资源，以打响新名称，同时还有些风险，因为许多人早已习惯使用 586 的名称，新名字如果不能取而代之，那英特尔可就是自找麻烦。

最后，葛洛夫仍决定要另为命名、以杜绝仿冒者的后患。他还特别组织命名小组，希望找到最好的名字。我们在英特尔内部展开公开征名活动，雀屏中选者可以赢得大奖。以文字而非数字替产品命名，这在英特尔二十多年的历史中还是首见，而我们自己突破已建立多时的命名原则，另创新名，也是冒险到了最高点，不过大家倒是毫无异议，一致同意应该这么做。

为产品命名是一大学问，也是行销上的一大盛事。简单易记是最基本的要求，只要客户记得这个名字，等于也就成功了一半。P5 的销售是全球性的，要让全世界的人都能在众多产品中，特别记得这个产品，绝对得要有个不同凡响的名称。我们的命名小组还从外界聘来几位专家，并且花了许多工夫研究不同的名字，甚至还作市场调查，以实地了解社会大众可能产生的反应。

虽然在答案未正式揭晓之前，没有人知道会用哪个名字，不过至少有一件事可以确定。那就是新名字应该在 1992 年 11 月初决定，这样才能赶在一年一度的电脑展时公布。由于这个展览是全球瞩目的盛会，因此在展览会上宣布最能吸引大众的目光。

最高机密

决定新名字的这一天，终于在大家的期待中到来。葛洛夫亲自召开会议，大约有二十人出席。我们先听命名小组报告几个不同的选择，也了解较具“冠军相”的几个名称各有什么优缺点，同时我们还得宣誓保密，不对外界透露这些名称中的任何一个，这过程简直比世界小姐选美大会还严格。

最后大家将焦点放在进入决选的前三名，每个人可以自由选择最喜爱的名字，并且陈述选择的理由。在这过程中，只见葛洛夫非常认真地一直在作笔记。我其实对这三十名字都觉得不错，不过还是挑了一个，并且说出我的理由。等大家都说完了，葛洛夫突然接口说：“非常感谢大家的参与。”然后带着他的笔记就离开了会议，留下一室的愕然。

显然，他要保留最后的答案，那个周末他在家里作了最后的决定，不过全公司上下还是没人知道究竟会是个什么样的名字。谜底直到过几天葛洛夫出现在全美电视新闻的访问上、才正式揭晓，葛洛夫自己告诉全世界的人说：“我们下一代的微处理器称为：Pentium 处理器。”这个字听起来铿锵有力，很多人都很喜欢。

Pentium 是我们合成的新名词，“Pent”在拉丁文里是第五的意思，正符合第五代微处理器的身份；而以“ium”的音结尾，听起来像是一种元素，就像：氦（helium）、钙（calcium）之类的，也很有意义。由于是新字，很

容易激起大众的好奇心，这对新品牌的推广也很有助益。

我们最关心的还是这个新名字是否能为大众所接受。因此在接下来的三个月里，我们每天都计算人们称呼 pentium 处理器与 586 的次数各有多少，很庆幸在新名字宣布还未满三个月之前，Pentium 处理器的次数就已经超过 586，这代表接受度已相当令人满意，我们终于可以放下心来。

虚拟发表

这时候英特尔内部几乎已准备好，随时都可以发表 Pentium 处理器。它的名字已经定好，大家都能接受；生产线也可以开始运作。我们同时也开发出配合的 PCI 芯片组，可以大幅提高处理图形与输出入的功能，几个主要的软件在 Pentium 电脑上也执行得相当顺利，可以想象用户在应用时会很满意它的表现。

不过，万事俱备，只欠东风。我们的“东风”就是几家主要的电脑厂商，他们普遍反映说：“要设计一套很好的 Pentium 电脑，实在是太难了。”新的系统设计除了整个存储器系统必须重新设计外，如何采用新的 PCI 芯片组以及快速图形处理，都是很大的工程。

本来每一代新处理器上市后，所有的系统都要重新设计，只不过在 DX2 时代因为架构类似，所以系统设计对电脑公司几乎是易如反掌的事。现在由于 Pentium 处理器是新一代的产品，因此电脑公司也要面对新技术的挑战。有些客户跟我说：“pentium 电脑的开发工作，不像我们想象中那么简单。”

有句话说：“客户的问题就是你的问题。”当问题降临到客户头上，英特尔自然不能坐视不顾。还好我们在波特兰还有座姐妹工厂，负责 OEM 业务，他们很快将 pentium 处理器加上 PCI 芯片组等元件，作成 pentium 主机板，直接出货给许多客户。

尽管如此，我们这是因为几家主要客户的产品尚未完工，而数度延迟产品发表计划。直到 1993 年 3 月西德电脑展，Pentium 处理器才正式曝光，而定价与交货等细节问题则在 5 月间对外公布。

我特别参加了在西德举行的 pentium 处理器技术发表会，会场内放了许多台最新的 pentium 电脑，展示各种应用软件：从办公室应用到家用，以及最先进的虚拟实境 (Virtual Reality) 应用等等，真是琳琅满目。我同时也和欧洲几家重要的电脑公司负责人碰面，大家对 Pentium 电脑的期望都非常高，我想应该说是“充满热情”。

5 月间，我们以“虚拟发表”的方法，正式对外公开发表 Pentium 处理器。我们仅召开非常小型的记者会，但先前已透过新闻稿将消息传布至世界各地的分公司，在同一时间同步对外发表。这与 486 及 DX2 上市时，邀请数百位客户、新闻媒体与产业分析家一起来出席我们的大型发表会，完全不同，但结果证明同样能达到将新产品讯息完全发布的效果。

我们改变作法的原因，主要是觉得，其实产品消息是否见报与发表会规模大小无关。传统上，我们会在发表会一个月前、就接受出刊时间较长的杂志之访问；在一周前再接受周刊的访问，所以各种媒体都会在产品正式发表时同时刊登消息，大型发表会等于只是形式而已，不会增加多少效益，但却增加许多额外的负担。所以又何心费心举办发表会呢？

事实上，以 Pentium 处理器在新闻媒体上的曝光度来看，这次的虚拟发表会无疑也是非常成功的，甚至比实际举办发表会还更有成效，这又是一次观念上的突破。自此以后，我们就都采用这种虚拟发表的方式，来发布新

产品讯息。

沉默的市场领导者

Pentium 处理器上市的消息，很快受到各地传播媒体的重视。1993 年 6 月的财经杂志，甚至以这颗处理器的电路设计图作为封面，标题上则打着：“新一代电脑革命：全球最重要的产业深受震撼。”

这时候，我们过去的 RISC 劲敌如 SPARC 与 MIPS 等之类的，规模都已缩小，可是由 IBM、苹果电脑公司与摩托罗拉形成的“威力电脑联盟”，声势却愈来愈大，让我们感受到威胁。

这三家公司在 1991 年 10 月间，首度对外发表合作计划。有些人形容这是“利益的结合”；也有人说是“三家公司的再生”。无论如何，他们结盟后的第一个产品 601 在一年多以后完成，并且指明挑战我们的 Pentium 处理器，强调它具有速度更快，价格更便宜的优势。

苹果电脑公司很有决心的自 1994 年初起，就放弃以前的 68000 处理器，而改用威力芯片，产品系列名称也变成“威力麦金塔”（PowerMac），不过这对他们是福是祸，似乎一时还很难论断。当时苹果电脑公司总裁史考利（John sculley）有一次居然在媒体上说：“苹果公司威力电脑的出货量，在第一年内绝对会比 Pentium 电脑还多出 10 倍。”这种预言让很多听到的人都直觉反应说：“他是不是疯了？”

在史考利夸下海口两个星期之后，有一天我应邀到一家做主从电脑的 Blyth 软件公司，对他们的用户作专题演讲。当时就有人特别问我“对史考利这番话的看法如何？我笑着回答说：“这种毫无数字依据的话，实在不值得评论。”我甚至当场说：“我可以用我的职位和他的职位作赌注，看看到底谁对谁错。”当时我一点也不清楚苹果电脑公司董事会对史考利有什么不满，只是认为似乎没有很突出的表现，于是就临时起意说了这么一段话。

没想到三个月后，苹果电脑公司的董事会突然决定撤换总裁人选，这让我真吓了一跳，没想到我的预言成真。无独有偶的，当时代表 IBM 加入威力联盟的库尔勒（Jack Kuehler），也已不在 IBM 的总裁之位了，看来这个联盟的前途还要有一番奋斗。

我很庆幸英特尔一切还是按部就班。而和史考利的预言正好相反，我们的 Pentium 处理器在 1994 年底出货量已经是威力电脑的 10 倍以上，也许他是这世上最不愿见到这个事实的人。

虽然这二十多年来，英特尔已经面对无数次的市场竞争，可是这次威力联盟挟着三家大公司背后雄厚的技术与财力作后盾，我不得不承认这实在是很大的挑战。英特尔该如何回应呢？

原本我们的第一个反应是立即作广告反击，后来经过内部多次的辩论还是作罢。理由是：“只有市场跟随者才需要大声呐喊，增加自己的声势。”威力电脑这时还没做出多少实际成绩，也没一点市场影响力，而英特尔是市场领导者，如果回应反而只有提高他们的身价。所以我们决定保持缄默，这也符合一句老话：“市场领导者通常是沉默的。”

事实上，在威力电脑的广告中，有时提到 Pentium 处理器的次数反而比他们的产品更多，显然他们也已将 pentium 处理器定位为产业标准，甚至还帮我们大作广告。也许这是他们始料所未及的！

超越 100M 赫兹的技术极限

所以在威力联盟忙着在外界到处造势的同时，我则经常奔波在波特兰与

圣塔克拉总部之间，为我们新产品的开发设计而努力。

从 1992 年初开始，我就要求波特兰的研究小组，以下一代 0.6 微米技术开发更快速、更低电量的 Pentium 处理器。由于笔记型电脑的使用愈来愈普及，因此我特别强调要开发特殊省电功能，才能符合笔记型电脑的应用。同时我也希望借此显示 Pentium 处理器还有很大的发展空间，甚至可以到达 150M 赫兹，让全世界的人都能亲眼看到。

整个工作小组为使这个理想付诸实践、可以说是卯足全力。1994 年 2 月，舒兹在“国际固态电路会议”上提出论文，显示 150M 赫兹的可行性，再一次证明 Pentium 处理器仍有很大的发展空间、他甚至还当场展示了一台 150M 赫兹的 Pentium 系统，可以作真正的应用。会场听众深受震撼，只有威力电脑的人在震惊之余，还心有不甘，因为他们始终无法突破 100M 赫兹的技术瓶颈，这让我很快联想到 1991 年间，SPARC 阵营在我们推出 486 时，也是同样既羡慕又嫉妒的心情。

我觉得这是对我们最为有利的大好时刻，机不可失。于是马上将 0.6 微米 Pentium 处理器排上生产线，它的处理速度高达 90 与 100M 赫兹，这是当时任何一颗威力电脑芯片都无法比拟的速度。1994 年 3 月，我们在苹果电脑宣布推出威力麦金塔之前一个月，推出我们的 90 与 100M 赫兹 pentium 处理器。相对而言，第一代 PowerMac 的速度多半都是 60M 赫兹，明显地慢多了。

由于 0.6 微米的 pentium 处理器具有省电特性，我们许多生产笔记型电脑的客户都极感兴趣，希望用 75M 赫兹 Pentium 处理器来发展最先进的笔记型电脑，好抢先占得市场先机，其中日本与台湾的公司表现得最为积极。1994 年 10 月间，东芝率先发表，推出全球第一台 pentium 笔记型电脑，受到许多瞩目。

1994 年底，威力电脑当初的气焰已经消失无踪，在报章杂志上也不再大作广告。10 月间美国的《商业周刊》甚至刊出以：“IBM 与苹果电脑公司是否为时已晚？”为标题的文章，显示外界对他们的信心已大打折扣。

致胜原因在产品

虽然最后鹿死谁手，还有待最后分晓，不过我倒是另有一番体认。外界许多人总习惯将英特尔在微处理器市场的成功，归功于灵活的行销策略，有人说：“英特尔的行销技巧真是没话说，每次出招都让竞争对手招架乏力。”过去多年来，我们的行销策略经常走在时代前端，确实是有出奇致胜的功效。不过，我认为英特尔成功的最大功臣，还是产品开发与生产人员，他们总是一再突破技术的极限，让我们在面对市场挑战时，永远都能有最先进精良的产品为后盾。

无论在 8088 对 6500、286 对 6800、386 对 68000、486 对 68040 与 SPARC、或 pentium 处理器对威力芯片之际，无论我们的竞争者以性能、架构或价位上的各种优势，来攻击我们，英特尔总是以优异的产品设计与技术为后盾，适时推出最先进的产品作有力回应，这才是真正的关键。

还记得我曾经与设计 Pentium 处理器的小组谈到威力芯片，他们事前花了许多工夫深入了解威力芯片的技术细节，因此可以清楚地指出 RISC 处理器会有哪些瓶颈，所以也信心十足地以具体理由，向我证明 Pentium 处理器必能领先。当时我心里就觉得：“这些人真是英特尔最珍贵的宝藏。”

我们的工艺人员同样也为硅片技术奉献心力，不断提高产品成品率，缩短上市时间。放眼全世界高科技公司中，能拥有如此坚强阵容的工作团队，

且运作多年始终如一，还真难找到第二家。

英特尔的市场营销开路先锋豪斯，曾多次跟我说：“产品好，行销自然易如反掌，业绩也就蒸蒸日上。”英特尔扎实的技术人才，使代代产品都是强棒，成功自然也就水到渠成了。

家用电脑时代来临

1993年底，电脑产业界也有几件重要发展值得大书特书。首先是电脑加装只读光盘(CDROM)与音效卡的风气开始盛行，使得已经问世多年的多媒体(multimedia)电脑，终于可以普及。由于光盘具有超大记忆容量的特性，可以制作成各种应用风靡一时，几乎可以比美当初激光唱片取代一般唱片的盛况。

另一项重要的里程碑是家用电脑时代终于来临。1994年间，在美国各地，几乎30%的个人电脑都卖给家庭用户，这真是惊人的数量。我在1978年就对家用电脑特别期待，在15年后看到如此的发展，真是备感欣慰。

家用电脑之所以能在90年代崛起于市场，光盘应用无疑是关键要素。它让电脑结合声光动画的魅力，才能打进每一个家庭。以我自己为例，曾经有位推销员上我们家来大力推销光盘版的百科全书。这在当时正是热门商品，我们原先觉得贵得离谱，但考虑再三还是决定买下，以作为孩子们学校作业的参考资料。

薄薄几片光盘片，其中贮存的内容信息，却足可取代原本可能要占半个房子的全套印刷品；而且后来我们发现不仅以电脑查阅资料要快速许多，而且具备声光音效也比翻书要有趣得多。它的另一大好处是更新版本非常容易，只要将旧光盘片换成新的即可，再也不必像古人般搬书了。

这一波家用电脑热潮还有一大特性，就是人们在家里使用的电脑与办公室完全一样，所以完全不必改变使用习惯。我就经常将办公室未完成的工作，带回家里继续加班。我也在家里用电脑填支票，计算税率，上电脑网络获得各种情报，甚至和世界各地的人用电子邮件通信。

还记得我在1978年间辛苦发展第一台家用电脑时，也是费尽心思想发展各种应用软件，例如游戏、家庭财务处理、电子通讯等等。在几乎16年后见到这个梦想具体成形，我还真有些恍如昨日的感慨。

事实上，1993年，我多年来的家用电脑梦所以终能实现，Pentium处理器的超强性能也是功不可没。我们在广告上说：“Pentium处理器给电脑一颗奔驰的心！”如果没有快速的处理器，以进行影像语音处理，多媒体就不可能风行，家用电脑的热潮也不会这么迅速席卷每个家庭。

不断加快的心

我们在为pentium处理器上市作产品定位时，以为它会搭配“芝加哥系统”软件(windows95开发过程的代号)，就好像486配上Windows一样相得益彰。没想到原订在1994年发表的芝加哥软件进度一再后延，Pentium处理器反而是搭上家用电脑的便车，在市场上销售。

葛洛夫很早注意到这个现象，他为全公司设定“第一任务”(Job1)是：1994年间要全力冲刺Pentium处理器的产量，销售速度至少是486时的4倍。这同样也是前所未见的快速度，我们等于又一次突破所有极限向前冲刺。

产品方面，这时我们已有现成的60、66、75、90与100M赫兹产品，1995年间可望继续推出120、133与150M赫兹等更高速的处理器。我们0.8与0.6微米的批量生产技术已经相当成熟，由于产能持续扩增，让我们有很好

的本钱积极调降产品价位，以加快市场普及度。所以在 1994 年下半年，已经有电脑公司大力促销 Pentium 电脑，价位降至每台 1500 美元，和 486 已经相差无几。

同年 12 月间台北资讯月电脑展时，有记者问我说：“Pentium 处理器会很快取代 486，一般人会很快接受 Pentium 电脑吗？”我当场毫不迟疑地回答说：“如果二者价位相差不多，买 Pentium 电脑还可以多用几年，你会买哪一种？”

要让 Pentium 处理器尽快冲出成绩，电脑厂商的配合态度也是关键。为协助我们的客户尽快开发产品上市，我们准备好各种相关零组件，从微处理器、芯片组到主机板，以不同程度的产品集成，来满足不同客户的需求。不过就好像由 386 转型到 486 一样，客户对 Pentium 处理器的反应也是南辕北辙，各有不同。

由于电脑已经愈来愈大众化，产品差异性日渐缩小，经销通路渐渐成为决定销售成效的主要因素。在美国，继 DELL 电脑率先尝试用电话作直放行销之后，另几家直销公司如 Gateway，也异军突起。

Gateway 一向只销售高性能电脑，它的公司设在南达科达的斯雷市，由于主要靠电话销售，办公地点一点也不重要，整个公司成本控制得极为精简，因此可以压低产品售价，相当受到欢迎，在短短几年内已经超越 DELL，成为全美最大的直销公司。

佰德异军突起

在传统的零售通路上，佰德 (Packard Bell) 则是后起之秀，和台湾的宏碁电脑以及德国的 Vobis 等，在 Pentium 电脑市场上形成三足鼎立的局面。许多公司对 Pentium 电脑都有积极的企图心，有些即使自己不太花精神在研究发展上，只是从大众电脑和英特尔等买进主机板作组装，可是同样都以产品上市速度而自豪，可以说是最快掌握到 Pentium 潮流的公司。

佰德这家公司的名字是其中最成功的例子。原本是电视的品牌，一位犹太人将它买下，借由原本销售电视的通路来卖电脑，以附加丰富软件功能作诉求，很快就闯出名号。很多人都没想到它在 1994 年底，已经超越 IBM 成为第三大的个人电脑公司，仅次于康柏公司与苹果电脑公司。如果光以 Pentium 电脑销售量来看，那它更无疑已经成为市场的新盟主。

和这些后起之秀相比，IBM 和康柏公司则是再度落后了，就好像 486 时代的故事又再次重演。康柏公司一心指望靠 486 销售量来扩大市场占有率，它改采微处理器多重供应原则。除了英特尔以外，还从 AMD 公司与 CYRIX 公司进货，一直迟迟不肯转型到 Pentium 电脑上。宏碁电脑公司董事长施振荣就曾经说：“康柏 486 库存太多，所以不愿很快转到 Pentium 电脑上，这让其他公司有机可乘。”康柏公司迟疑的策略，等于无视于市场潮流的转变。还好 1994 年底他们终于觉悟到过去押错了宝，自 1995 年初才又开始急起直追，在 3 月间推出全系列的 Pentium 电脑。

IBM 则是另一番景象。原本他们指望以威力电脑来挤掉 Pentium 电脑，不料操作系统与应用软件的发展，一直不如人意，使他们缺乏强势产品，市场欲振乏力，这也是仰赖专属芯片经常出现的结局。

他们的另一问题是，由于财务因素，IBM 决定将波卡镇和其他几个地方的个人电脑部门，合并到北卡罗莱纳州的瑞阿里，以节省经费预算。许多技术人员因为不愿搬迁而另谋出路，这造成他们在设计 Pentium 电脑时一度出

现技术断层。IBM 唯一因应之道，就是像 DELL 和 Gateway 这些公司一样，从别人那里买来主机板，再靠行销取胜。不幸的是，他们在这瞬息巨变的产业竞争中，也因为包袱太大无法灵活应变，在市场上逐渐败退。

所以至 1994 年底，我们已经大致可以看出在 pentium 电脑市场上，哪些公司成为赢了，又有哪些是输家。

DELL、Gateway、宏碁与佰德，都是出线的领先者。

第十章 管理再上一层楼

我们经常举行内部讲习训练。“创新日”则是另一种训练形式。员工可自由提出创新想法，由高级主管组成评审团，得奖者获公司支持，实现他们的创新构想，照片为 1993 年的创新日摄。

我观察到无论盖兹或葛洛夫，都有一个共同的特性，就是他们的信息永远比别人更快一步。处身在这一日数变的世界里，不能随时掌握先机，就注定要被淘汰。

1993 年，英特尔公司热烈庆祝成立 25 周年。这一年，我也再度获擢升，成为资深副总裁，距离我加入微处理器部门则刚好是第十年。这段时间是我们放弃存储器市场、全心发展微处理器业务的新阶段，无论我个人或公司整体，在经营管理上都有很大的成长。

我感觉踏入 90 年代之后，市场上的商业竞争似乎特别激烈，许多管理学者也有同样的体认。1995 年一本探讨公司经营策略的新书：《市场领导者之纪律》（The Discipline of Market Leaders）就谈到：“最近几年，激烈的商业竞争特别严重，企业唯有仰赖专注（focus）与纪律（discipline），才能因应不断出现的各种挑战。”

这本书特别强调，90 年代企业成功的秘诀在于：

- （一）选择主要客户；
- （二）缩小产品主力；
- （三）成为市场主导。

书中还有一章特别以英特尔的成功经验作个案研讨，我将十年来参与微处理器业务决策的心得，作了简单的说明。我觉得虽然英特尔成功的因素很多，部分乃是由外在环境造成，可是管理上还是有些独到之处。事实上，我们也是由于在第二阶段管理上的转变，才能使英特尔成功地将营业额自十亿美元，大幅成长至百亿美元以上。

第二次策略性转型

我想，英特尔在管理上值得一提的第一件大事，就是 1991 年发动第二次策略性转型。有别于我们在 1984 年间因为外在市场的改变，而被迫转型到微处理器事业上，这次的转型我们完全采取主动积极、充满计划的模式。

当时我们微处理器业务经营得有声有色，486 也已顺利批量生产上市。这时候，全球通讯产业正悄悄地发起一场革命，各种线上通讯服务业务如雨后春笋般萌芽，个人电脑的多媒体风潮也正方兴未艾。我们的通讯事业部表现相当优异，于是葛洛夫警觉到英特尔应该借着在个人电脑上的优势，跨足到新成型的通讯与多媒体世界，我们还特别将这个新电脑产业命名为“个人电脑与通讯工业”（PCCL, Personal Computer and Communication Industry）。

由于公司作策略性转型，几乎所有员工既有的工作权责、职业生涯规划等，都曾受到影响；就好像火车不按原路行驶，突然更改路线作大转弯、所有旅客的行程或多或少都会有所延误。因此高级主管必须花许多时间与员工沟通，而每位员工也都需要时间去思考消化后提出问题，才能充分了解，并主动参与变革。

在我们第二次转型的过程中，葛洛夫就在 1991 年的公司股东大会上，以

个人电脑表演影像沟通、当场与散居世界各地的人作视讯会议，让所有员工体验个人电脑在通讯与图形影像处理能力上的进步，进而了解公司转型到个人电脑与通讯集成的必要性。后来在 1991 年 11 月的拉斯维加斯电脑展上，葛洛夫也在他的专题演讲现场再表演一回，再次加深所有人对转型方向的认同。由于事前规划得宜，我们第二次转型不仅没有痛苦，而且过程相当顺利，这对英特尔日后的发展具有相当大的意义。

策略性发展芯片组业务

后来，同样基于策略性的考虑，我们发展成为芯片组市场主要供应者。原本在“工业标准架构”（ISA，industry standard architecture）的时代，英特尔在芯片组市场上只是不起眼的角色，像晶技之类的公司才有主导权。可是我对 ISA 总线速度太慢，因而使个人电脑图形能力始终比不上工作站，一直觉得无法释怀。所以我发起一项产品开发计划，推出更快速的总线 PCI，以解决资料输入输出可能造成的瓶颈。

为使 PCI 的理想得以实现，我们开发了几种芯片组直接卖给客户，很快就受到欢迎。1992 年间，我们是市场上唯一推出 PCI 芯片组的公司，这对个人电脑图形功能的改善，是有目共睹的事实。

这时虽然我们的芯片组部门仍然认为市场规模不大，可是我却坚持我们应该同时大量供应微处理器与芯片组，让个人电脑性能得以大幅度突破，甚而一举超越工作站。因此我要求这个部门总经理史密斯（Ron smith），要在 1992 年更积极开创 PCI 芯片组业务，并且订下高标准。原本我打算将 1993 年全年销售目标订在一百万颗，可是史密斯却依先前 EISA（ISA 的加强型）架构的经验，只设定二十万颗的目标。于是我直接了当地告诉他说：“PCI 会成为电脑产业的标准，市场接受度会比 EISA 更高，我认为一百万颗是可能达到的。”

后来我们折衷将目标订为六十万颗，1993 年结束时他发现确实卖了超过六十万颗，等到 1994 年 PCI 热潮真正来临，销售量更是超过四百万颗，而我们在芯片组市场上的表现以及影响力，从此也就扶摇直上了。

坚持投资自己设厂

前面曾经提到，英特尔成功的一大秘诀是一直能开发好产品，以因应市场竞争。我们在 90 年代的另一项市场竞争优势，就是批量生产能力。由于有充裕的产能与产量，让我们可以积极发动行销攻势，以降价刺激用户购买欲望，不会有后顾之忧。这其中还有一番典故。

从 80 年代中期以后，由于面对日本等新兴经济国家的竞争，美国产业界开始出现一种新理论，也就是认为美国公司不应该投资在生产制造上，应该加强设计，至于制造则应该交由亚洲地区去进行，这样才能保有最佳的竞争优势。

我想其中主要的理由，不外乎是亚洲地区无论土地或人工成本，都较为低廉，美国公司很难与之竞争，当时几乎所有财经报章杂志都作类似的分析，美国汽车工业就相当支持这种论调。这种情形也有些类似 90 年代初期的台湾，企业陆续有出走或外移的现象。

可是英特尔却丝毫不受这一波放弃生产的风潮所影响，我们反而在过去十年内大量投资以提高批量主产能力，即使在经营最艰难的年代，也不放弃。例如 1986 年间，我们虽然因为经营亏损而裁撤存储器部门，可是在微处理器上面的投资并没有中断。

由于摩尔定律显示微处理器产量一直都会呈倍数成长，我们认为这么大的产量很难倚赖其他公司或其他地区来供应，因此必须自己投资设厂。葛洛夫自 1987 年开始出任首席执行官（CEO, chief executive officer），他很坚决地说：“这么大的投资如果我们自己不动手，还能期望谁来进行？”

1989 年，由于 386 市场需求热络，我们的产能有些不足，因此决定将大量资金都用在扩充厂房上，这算是相当大手笔的投资，事实上也是很大的风险，因为如果投资太多，产能远高于市场需求，日后就会成为我们营运上的一大负担。

原本在 1994 年间，我们仍有些担心，可是 1995 年看来情形已相当明朗、由于我们勇于投资在产能上、因而能有足够的产量供应市场，并以降价策略刺激市场需求，使 1994 年全球个人电脑销售量大幅提高到五千万台，较前年成长 25%。不仅英特尔公司获利，全球个人电脑产业也一扫数年前市场不景气的阴霾，许多公司都创造了优异的营业纪录。

· 三五微米先进工艺

另一方面，我们在批量生产能力上的投资，也可以从工艺技术上的改进看出成果。这几年来亚微米（Submicron，微米为百万分之一公尺。亚微米是比微米更小的尺寸）技术的发展在台湾相当热门，代表批量生产工艺以低于 1 微米的技术进行，可是英特尔早在 1993 年就以低于 1 微米的技术批量生产微处理器。由于工艺技术愈精密，集成电路线宽可以制作得愈小，芯片体积也因而缩小，所以同一硅片上可以批量生产出更多的芯片，自然可以创造更多利润。

以 Pentium 处理器为例，英特尔在 1993 年发表第一代 Pentium 处理器时，采用 0.8 微米工艺技术生产；但在 1994 年发表的第二代 Pentium 处理器，就已经采用 0.6 微米工艺，同时处理性能也自 66M 赫兹提升至 90、甚至到 100M 赫兹；1995 年 3 月我们发表更新的 120M 赫兹版本时，更有部分已经采用 0.35 微米工艺，并且速度也再次突破以往的纪录。

半导体批量生产工艺技术自微米进步到亚微米，代表二颗晶体管之间的间距自头发股大小，缩短到病毒那么大小。而为保证生产成品率到达一定水准，我们在厂房设备上的投资也很惊人。以工艺所需的设备及洁净室成本来作比较，投资在 1 微米工艺约需二亿美元，0.8 微米则约为五亿美元，而 0.6 微米则达十亿美元。这也代表在低于 1 微米以下的工艺，即使只缩小 0.2 微米，都是很大的技术挑战。我想目前全世界能做到 0.35 微米工艺的公司，大概也没有几家。

高生产力的秘诀

此一阶段英特尔除了在技术发展上，经常为产业界树立标杆以外，我们的高生产力一向也为人所称道。由于在第一次转型时，曾经经历裁员缩减公司规模痛苦的经验，所以自从我们专心投入微处理器事业后，就特别着重员工生产力，并致力控制公司规模。

一般衡量公司生产力的方法有：营业额、产量、或者是优异产品的数目等等，其中以营业额除以员工人数的方法，等于是计算每位员工在一年内平均为公司赚多少钱，可以说是最直接也最具说服力的算法。

以英特尔公司来看，平均每位员工负担的年营业额在三十至四十万美元之间，和微软之类的著名软体公司不相上下，至于一般的半导体公司则只有五万美元。这和我们平常的认知有些出入。大家都知道硬体公司由于生产线

所需，员工人数往往较多，平均每人营业额也自然会较低。可是英特尔却能达到软体公司的平均水准，相当于一般半导体公司生产力的六至八倍。

我想，英特尔能拥有高生产力的基本条件，在于我们一直要求以具体的指标，来衡量所有部门的生产力。以生产部门来看，衡量的指标就包括：产量、交货量、库存量、库存流动量、成本、批量生产次数等。其中最为关键的两项指标就是：硅片制成芯片的成品率、以及品质。

以成品率来看，每家半导体公司其实都在做同样的事，就是将硅片加工变成值钱的芯片。因此谁的成品率高，就表示这家公司能以同样的硅片，造出更多值钱的芯片，如此一来，每颗芯片平均成本自然下降，生产力自然提高。反之，如果成品率很低，那成本可能就是天文数字，生产力自然就不高。

我们常常会听说，某家公司很早就开发出某种芯片，可是由于生产成品率无法达到某种水准，芯片成本居高不下，因而无法上市。即使勉强推出，成本太高使市场竞争力降低，也不可能成为热门产品。以英特尔公司为例，如果芯片生产成品率不佳，就不能算是开发成功。

英特尔花费许多心力在成品率的衡量与改善上，每天我都要盯着几项重要产品的成品率数字在稳定的水准上，才能安心工作，成品率在英特尔所受到的重视程度，已几乎和营业额相差无几。

我们衡量品质的方法，则是统计 DPM (defects per million, 即每百万颗芯片中的不良品数目)。同样的，我们也采用许多品质指数，以确保品质在持续改进中。例如十年前，我们的 DPM 值约为 1000，而现在则已进步到 200。品质的提升同样也代表生产线的生产力在提高中，这也是半导体公司经营成功与否的迹象之一。

行销也能衡量

一般说来，销售部门的生产力也很容易评估，例如以业务部所接的订单金额作衡量因素，或者评估在一周内可以达成几笔交易等，都是很容易的方法。

不过在平常的观念里，除了生产与销售部门以外，其他部门的生产力就较难衡量。例如市场行销，传统的想法都认为市场行销是无法将成果量化的工作，可是如果无法衡量生产力，就根本不晓得是否会产生预期成果。

英特尔在很早以前，就创出“采用英特尔的设计”这个指标来衡量行销生产力。也就是计算多少家电脑公司，开始采用英特尔的微处理器作系统设计。早期最具体的证据，即他们是否买了我们的发展系统来作工程应用，就可以衡量市场行销的努力结果。一旦他们设计好的系统排上生产线，我们的订单就会源源而来。

在推动“致胜”计划的时候，我们就特别注意这种“采用英特尔的设计”结果。

后来我们在行销上发起“Intel Inside”活动时，我们就搜集用户对此品牌的接受能力与喜好程度，作为评估的指标。这也可以直接反映出：这项广告活动对目标对象所产生的影响力有多大，也就是广告效益有多少。因此在英特尔，几乎大家都认同行销生产力也是可以衡量的。

在产品开发部门，我们的衡量指标则是销售一定数量（例如一百万颗）所需的时间，或是从开发到上市所花的时间。后者代表产品开发的速度有多快，而前者则可以看出产品是否成功，因为一百万颗不是小数量，如果是不成功的微处理器，就需要很长的时间才能达到这个目标。像 486DX2，从开始

开发到出货一百万颗，只有短短两年的时间，可以说是我们最成功的产品之一。

时间管理的杠杆效应

要达到高生产力的另一秘诀，就是每个人应该发挥“杠杆效应”、也就是“以小博大”，用最少的成本换最大的效益。只要施力的方法得宜，这并不难做到。

以个人来看，每个人每天在工作上所花的时间与精力就是成本，而换来的结果就是他的效益。老天爷相当公平，每个人每天都只有二十四小时。扣除睡眠、饮食、社交与居家时间，每个人每天最多也只能工作十二三十四小时。可是这十多个小时的工作成果，人人却是大不相同。

从软件设计师的工作最能看出每个人的不同效益。以相同的工作时数，好的程序设计师生产力就会较一般人高出十倍以上。而主管阶层的工作效益，更是因人而有天壤之别。

像美国首富、也是微软公司的老板盖兹，每星期工作约六十至八十小时，比一般人高不了多少，可是他的成就大家有目共睹，也很少人的财富能与他相比美。我们的总裁葛洛夫，同样工作时数也是差不多，工作成果也是比一般人高出许多。我自己也常常思考如何发挥时间管理的杠杆效应，以获得更高的生产力。

提高个人效率的秘诀

多年工作下来，我发现其中有三点秘诀。首先就是要认真管理自己的行事历，因为每个人工作时间有限，选择做什么事或不做什么事，往往就成为决定性的因素。

许多主管习惯将行事历交由秘书去安排，而他就依秘书排好的行程参加一个又一个的会议，就好像医生依挂号顺序为一个接一个的病人看病。我从来不会这么做。我一定对自己的行事历有主动决定权，自己决定每天该做什么，或不做什么。

这中间有个技巧，像我都会事先决定：每个月或每季我要在哪个问题上花多少时间。比如说每星期我会花十五小时，和部属作一对一固定会议，如果以每天从早上八点到下午五点的工作时间来算，那我每周工作四十小时，就还剩下二十五小时可自由分配。这时候如果我觉得加速产品设计，以尽快上市是最重要的事，我就会在这星期的行事历上排出十小时的时间，也许请秘书为此安排特定的会议。同时也保留一些时间和公司内部或外界的人讨论，以加快产品设计的速度。

如此一来，我可能要对其他许多会占用我时间的事情说不。只有如此，才能主动掌握我的工作时间，以达到我的需求，而不是被动的满足别人的需要。

通常我也会设定每星期与客户会谈的时间，以了解客户现阶段最迫切的问题。我的习惯是先设定多少小时，再交给秘书安排，秘书同时也会帮我记录会议进行的结果。因此我很容易从秘书那儿知道我在每项议题上实际用了多少小时，和我原先的计划是否有出入，我再依此来调整下周的工作计划，以更符合我的预期目标。

另一项时间管理的技巧是要排出一些时间思考，以及在办公室内随意走动与别人交谈，也就是所谓“走动式管理”。也许你很难想像要在我的行事历上挤出一些自由时间有多困难，简直就是奢侈的行为。可是我认为这是相

当有必要的，有时我就充分利用在公司走道或洗手间里碰到了人，大家因地制宜地也就谈了起来。

信息就在眼前

我的第二项秘诀是随时掌握最新的相关信息，这说起来有些空泛，可是处身在这一日数变的世界里，不能随时掌握先机就注定要被淘汰。每天我都花许多时间在三件事上：读、说与听，目的就是要确保我所做的事都是最符合公司利益的事，也就是使我能了解潮流所趋，进而发挥时间管理的杠杆效应。

每天早晨七点左右，在我出发至办公室之前，我已经将华尔街日报看过一遍，对产业界或财经大事已能了然于胸。每个星期的亚洲华尔街周刊以及许多重要的财经类报章杂志，包括台湾的《天下杂志》、《资讯新闻周刊》（PC Week）等，我也都不会错过。

此外，通过电子邮件，我每星期也都和所有的部属讨论他们的进度。如果有特别的状况，我们更是每天都要互通讯息。通过电子邮件和电话，我经常和世界各地的人们互相联络，距离几乎不会造成隔阂。尤其现在有 Proshare 个人会议系统，更可以和远在各处的人随时召开面对面会议，这时搜集信息是相当有利的工具。

我观察到无论是盖兹或葛洛夫，都有一个共同的特性，就是他们的信息永远比别人更快一步。盖兹每天都花许多时间与别人交谈，在谈话中获得许多第一手讯息，我想很多人也乐于与他交换意见，这是他的有利之处。

葛洛夫则每天花很多时间在阅读以及电子网络上，他的兴趣广泛，因此信息来源也相当多元化。每天晚上葛洛夫就比别人快一步，先上网络看第二天才出刊的报纸上的重要新闻，这让他的消息比其他人早了十个小时以上，采取对策的时间也相对多出十个小时。我每天也花许多时间上“国际互联网”（Internet），以及类似“美国线上网络”（American On Line）的线上服务系统，让我可以随时掌握世界各地的变化。

在每天接受许多信息之余，我也经常会自我反省下列问题：现在有哪些最新状况？有哪些讯息与我正在进行的事迫切相关？我手上忙的是不是目前最重要的？这个世界是否在近几个月有明显改变，让我有必要调整我的时间杠杆？我所作的是否只是出于习惯？我想这些都是我们在外界环境变化快速之际，必须经常反躬自问的问题。

市场瞬变

1993年秋季，我们就出现过这样的例子。当时突然之间，我们发现很多个人电脑都是卖给家庭用户，这和我们的假设有些差距，但是却是有迹可寻的。

首先是光盘软件与多媒体附加卡的需求突然涌现，原本很少电脑装有光盘机与音效卡，可是很快大家就都想买光盘组件，回去装在自己的电脑上，成为流行的多媒体电脑。我自己就买了一组，利用一个周末的时间组装，马上就进入完全不同的电脑世界，可以玩许多电脑游戏，看百科全书，这都是以前不可思议的事。

1994年秋，在经过一年的努力后，我们发现家庭用户确实比企业用户，能更快接受 pentium 电脑。还好我们能尽早掌握潮流信息，而且立即行动以为因应，否则就很难大力推动 Pentium 处理器了。

如何授权

在做到确实管理行事历与搜集重要信息之后，我相信多数时候我所作的都是最重要的事。但是，身为主管这还不够。要提高我的生产力，还有第三项秘诀，就是“有效的授权”。也就是将我认为应该完成的一部分事情，交由我的组织依我规划的方向逐一执行。这其中也有三大关键要素。

首先就是要明确的规定授权范围，让部属明白应该在何时达到预期的成果，而且是愈明确愈好。例如我可能会告诉某个部门经理说：“我认为这项产品的开发工作做得不好，你本人要多花些时间了解，再告诉我出了什么问题。有什么解决之道。请在三十天内给我一个完整的报告。”

其次还要记得继续追踪，例如这位经理是否在三十日内完成他被指派的任务？到那时候情形又变得如何？是否需要更多其他的行动？……等等。

最后就是记得在完成任后，要给予适当的肯定。例如那位经理如果如期完成报告，而且结果相当令人满意，我就会马上告诉他以及他的团队：“处理得很不错。”可是如果成果不尽如人意、我也会立即毫不留情地说：“你们做得还不够，这个产品应该再改进，才算是真正的成功。你和你的小组应该再试试三个可能的方法，才能更进一步提升性能。”

一收一放之间

有效的授权并不是要将主管的责任抛在脑后，完全不追踪结果，也不采取应作的行动。例如如果你对经理说：“整个部门的获利或亏损，都是你的事。”然后就掉头离去，就是放弃自己的责任。不过许多主管都常在不知不觉中、犯了这项错误，这是很差劲的授权方式。

相反的，我们应该对期望的授权结果，作明确的指引。例如你可以说：“我常在希望你的产品利润能在未来一年内，从 50% 提高到 60%，请每个月定期和我讨论你的作法与结果。”

不过，在授权之后。主管也要避免再作太多巨细无遗的指示，否则被授权者会觉得缚手绑脚，不能放手去做。以上面的例子来看，如果授权者每天都还盯着被授权者面授机宜，提供许多增加利润的方法，或甚至直接逾级指派这位经理的部属做事，那等于是浪费两个人的精力，这是很不明智之举。

像我通常就只定期与我的资深经理人开会，以检讨交派他们的任务是否已在执行。对一些较为紧急或较简单的工作，我会要求他们在几天内向我汇报。至于较长期的计划，我就用每个月开会的方式来检讨进度。为了了解每个部门的表现，我就利用每季一次的会议和部门经理作个别沟通，不仅节省了我的时间，也让每位主管都有自己的表现空间，更能工作愉快。

训练自己的总经理

自 1983 年转型以来，英特尔在管理上的另一大成就，就是训练出许多一流的高科技执行主管。我们的高级主管几乎都是内部擢升，很少外聘，而且人员相当稳定。很少有罢黜或临时更换的现象，这也在竞争激烈的高科技产业中独树一帜。

目前我们共有十五名执行主管 (executive staff)，算是相当庞大的决策组织。每个月我们固定面对面聚会一次，就主要议题充分交换意见；并且在每年 4 月与 10 月各举行一次为期三天 的管理会议，讨论公司最重要的决策及方向。由于大家都是多年同事，彼此都相当熟识。

不过如果你因此而判断我们的同质性很高，彼此意见冲突不大。那可就大错特错。由于高科技产业充满不确定性，变动速度也快，因此我们执行主管经常在发展方向上有许多意见冲突。所以我们的会议绝不是形式而已，经

常都是在辩论中进行。至于我们最大的共同点，大概就是我们都是每周工作六十小时以上的工作狂。

葛洛夫自 1987 年出任首席执行官至今，对于如何领导这么大批的高级执行主管，一直都有他独到的见解。他相当鼓励有建设性的对立，认为这样才能使意见充分交流，并且是获得最佳结论的不二法门。

此外，他也经常调动高级执行主管的职责，借由尝试不同的工作领域，来增加他们的历练，因此我们的高级主管几乎都是自己培育出来的。像 1991 年，原本担任首席财务长的里德 (Bob Reed)，就接手负责半导体产品事业部；更早在 1988 年间，原本负责总部营销的基尔 (Frank Gill)，则改负责产品事业部，我想这类跨不同专业的人事调动，在其他公司大概还不多见，不过在英特尔倒是习以为常。

1994 年 5 月，我们还因为人事调动出现过一次有趣的例子。常时原本和我共同负责微处理器业务的欧提里尼与负责工厂的艾维里特 (Carl Everett) 互换工作，可是这两人似乎在人事宣布后二十星期还不能适应，有一次我们正在讨论新的定价策略，可是换了职责的欧提里尼忘了他已经不负责业务，还在会议上强调应该要维持高价策略，才能达到销售业绩；却忽略了如此一来可能会影响工厂的出货量。

没想到艾维里特也很有默契地忘记自己的新身分，一直希望压低价位，让我们这些在场者替他担心很难达到销售业绩的目标，显然他还是基于管理生产的立场在发言。更有趣的是，葛洛夫也一时迷糊，将艾维里特喊成欧提里尼的名字，就谈起销售业务的事。我就开他们玩笑，举手自我标明：“我还是虞有澄。”引起一场哄笑。

两位一体

当时欧提里尼与我共同负责微处理器事业，这正是英特尔·特殊的双轨管理模式“两位一体” (Two in a box)，也就是借用不同个人的专长，发挥团队合作的力量，或简单称为集体领导的管理方式。

这种管理模式源于创业初期，诺宜斯、摩尔与葛洛夫三人的分工合作经验。当时诺宜斯主要负责与外界 (政府或产业界) 沟通联系，由于他早期是肖克利实验室的大将，因此有相当的声望与人际关系，扮演相当称职的外交官角色。

而摩尔与葛洛夫两人，则同时分担总裁与执行长的工作。摩尔的专长在于了解技术未来走向，也擅于策略分析；而葛洛夫则具有执行能力，而且他贯彻到底的意志力也非常人所能赶上，所以两人配合得宜，“两位一体”的作法也开始在英特尔盛行。

1988 年至 1989 年间，我们几乎在全公司各部门都推行“两位一体”模式，也就是实际负责人同时有两位，甚至是三位。后来发现这也并非是最好的作法，逐渐改成视实际需要，而决定是否由多人共同负责同一部门运作，这也是我们在管理策略上的一大转变。

经过先前的尝试与学习，我们发现要使“两位一体”运作得宜，必须具有三大前提：

- 一、这份管理工作必须相当巨大与复杂；
- 二、同时负责的两人必须有互补的技能与专长；
- 三、这两人还必须十分尊重对方，随时保持良好沟通。

如此一来，双轨管理才能发挥它的功效，胜于传统的单人负责管理方式；

否则双轨管理反而会给组织带来更多的困扰，不见得必会成功。

如何成为称职的总经理

1990年，由于我们将所有微处理器相关部门重组在“微处理器事业部”之下，我获擢升为这个事业部的总经理，因此我也开始思考：“高科技公司该如何训练自己的总经理”这个问题。

当时相对于微处理器事业部，我们另外还设有其他如“网络产品事业部”、“系统产品事业部”等，每个事业部就好像是一个集团。不过，毫无疑问，微处理器事业部仍是公司的重心所在，不但产品在市场居领导地位，营业额也高占全公司的70%以上。

由于这选事业部底下各公司的总经理人选，是我的第一项任务，我精心挑选了多位素来表现不凡的经理人，分别出任不同的职位。他们的经历背景各有不同，但共同的特色是：过去都未曾担任过总经理的职位。其中季尔辛格只有二十七岁，成为英特尔最年轻的总经理；曾任欧洲业务经理的盖尔则是最有经验的一位，其他人则在二者之间。

由于英特尔公司一向少用空降部队，我们的高级主管几乎都从基层做起。这次完全由新人出任总经理，目的也是希望扩展他们的工作历练。这也是英特尔传统的作法：放手让新人去尝试，只要是人才，很快就可以摸索出最佳方法。

不过，我很快想到，我们应该通过一系列的训练，让这批“新手”尽快成为称职的总经理。于是我在英特尔首度举办“总经理研习会”，每个月进行一次五小时的训练课程，有时也利用晚餐时间作自由讨论。事实上，要能胜任高科技公司的总经理一职，确实需要具备许多技能，我们的课程就是针对这些技能而特别设计的。我们自1991年9月正式展开这别出心裁的研讨会，课程大纲以及讲师阵容如下：

讲题 讲师

- | | |
|----------------------------------------------------|-------------------|
| · 总经理该作些什么？IBM个案研讨 | 尤飞 (David Yoffie) |
| · 新任总经理的财务训练 | 休斯 (Harold Huges) |
| · 策略制定：Crown Cork and Seal
及威顿百货 (Wahmart) 个案研讨 | 尤飞 |
| · 营运管理 | 贝瑞特 |
| · 学习型组织 | 圣吉 (Peter Senge) |
| · 全力以赴 (Principle—
centered leadership) | 柯维 (Covey) 领导中心 |
| · 对外沟通 | 葛洛夫 |

这些主题几乎都是总经理的重责大任，像财务管理、策略制定、营运管理、有效领导组织、让组织持续学习，以及与公司外界环境的沟通等，因此也可以说是每一位总经理必备的技能。以下我特别摘要作一说明。

总经理都在做什么？

许多员工都梦想着有朝一日自己能成为总经理，可是总经理究竟在做什么？却很少人能作具体的定义。简单地说，总经理必须能管理公司复杂的“功能” (function)，如研究发展、行销、制造等，让公司营运永远成功。也许我们可以将总经理比喻为美国总统，只是他不必担心公司资产以及法务问题，这些通常是董事会的职责。

依照这样的定义，负责研究发展的主管就不能算是总经理，因为他的部

门功能非常单纯，而他只需负责研究发展的成果。但一位成功的总经理，却必须要让公司所有的功能都能完全发挥。

我邀请来主讲这门课程的尤飞，本身就是在公司策略上的知名权威，他是哈佛止管学院的教授，同时也是英特尔公司的董事。尤飞上课的方式很特别，他以 1990 年间 IBM 执行长艾克斯 (John Akers) 作个案研究，来谈总经理该扮演如何的角色，当时艾克斯正想大刀阔斧地整顿 IBM。

尤飞以艾克斯一星期的私人工作日志，让我们具体了解当时他在做些什么。我们看到艾克斯将许多时间用在跟外界的主管联谊上，例如参加联合慈善事业集团 (United Way) 美国商业联盟、以及商业圆桌会议 (Business round table) 等。他也数度出席工厂开幕之类的庆祝活动，并发表贺词。他没花任何时间在 公司策略或组织运作的细节上，甚至也没会见过任何一位客户。我们都感到相当震惊！

他要将 IBM 转型为“ 电脑新世纪的领导者 ” 的想法，只是纸上谈兵而已，从他每天的行程上看不出任何实际作为。也许他扮演的角色更像是纪念仪式上的主角，而非企业转型的主导者。这个案例很容易让学员心生警惕：总经理不能只是幕前的英雄，有时也要卷起袖子实际参与公司运作。

从这次案例也可以看出总经理的重要职责，是要为公司设定明确的方针，以当时 IBM 的情况来看，就完全没有明确的策略。不久后，我们就听说艾克斯被董事会解职，离开了 IBM。

所有听过这门课的总经理，除了将 IBM 当时的情境牢记在心外，也都会提醒自己不能将太多精力用在公司外界活动上。以我为例，虽然有许多公司邀请我加入他们的董事会，但我多数都予以拒绝，只接受一家小型软件公司的提议，而我的出发点还是为了学习他们在主从架构方面的业务。尽管如此，我每一季度还是只花一天的时间参与这家软件公司的营运。

掌握优势

财务管理对所有新任的总经理，都是相当重要的基本知识，像是库存预估、成本以及预算控制等等。我每一季度都要和所有事业部内的总经理检讨财务状况，然后再将整个事业部的财务运作，向英特尔的最高决策主管，包括葛洛夫、贝瑞特与摩尔等人作季度报告。一位总经理如果不能将公司财务管理完善，那他总经理的宝座大概也坐不安稳了。

策略制定的课程主要是以两家非常成功的公司作个案研究：Crown Cork and Seal (以下简称 CC & S) 与威顿百货。他们在商业界已有相当悠久的历史，至今仍经营得有声有色，虽然行业不同，但许多地方都值得我们学习。

我们在会中先讨论“ 竞争策略 ” 的定义，就是制定目标，通过实际行动，以在特定市场具有长远的竞争优势。其中的关键字眼是：“ 实际行动 ” 以及“ 长远 ” 的竞争优势。通常许多公司都会制定崇高的目标，像要建立技术或市场的领导地位，但却缺乏具体行动来实践这个理想。更糟的是，由于竞争激烈，如果没有具体行动，就很难保持领先优势，那领导地应很快就会动摇。

从 CC & S 与威顿百货这么多年的成功经验里，我们发现他们都以“ 成本 ” 作为竞争策略，也就是通过实际行动，使成本远低于同业，因而保有长远的竞争优势。其中像威顿百货一贯以超低折扣招揽顾客，它习惯采用每日持价商品的作法，更是让西尔斯 (Sears) 与 K 商场 (Kmart) 等连锁店招架无力。

威顿百货发迹于美国小镇，但却以亲切的服务与成本优势，迅速风靡各大城镇。他们之所以能有效压低成本的秘诀，在于大胆采用信息与电脑系统，

因而能很快知道哪里有大批商品，进而全力促销。他们仓管与配送系统展现的高度效率，同样也让其他同业望尘莫及。CC&S 的行动关键则是持续降低行政成本，以保持最佳的利润空间，让同行无法比拟。

至于英特尔，我们的竞争策略之一就是市场区隔。例如我们会推出最好的产品，价格通常也较高。由于我们在研究发展上所费不赀，这些高性能产品是竞争者无法生产的，因而可以保有领先的竞争优势。

不过在研究过这两家案例后，我们对成本控制更有概念，并且决定在不违背我们的市场区隔策略下，也追求具有竞争力的成本策略。我们在英特尔推动许多具体计划，以减少资源浪费，结果真的大幅降低营运成本。

到基层学习

“营运管理”这门课由英特尔管理长（Chief operating officer）贝瑞特教授，让我们很快就能领悟在公司实际营运管理上的窍门。他特别提到两点原则，首先是在问题发生之后，要先有充分的了解再作决定。由于我们向来注重以结果为导向，企业文化也特别强调行动的重要，因此有时会倾向于尽快解决问题，但如果未能充分明了问题本质，太快作下决定反而是错误的决策。

具体的例子发生在 1991 年，我们的业绩开始下滑，有些人觉得是因为定价太高所致。但在我们决定大幅降价以前，我们特别亲自拜访几位主要客户以及电脑用户，结果发现问题出在当时的利率不稳定，使客户产生困扰，价格反而不是原因。如果我们只听几位业务人员的片面之词，我们的营业额与利润可能就要损失数百万美元，但由于问题根本没有解决，销售情况可能也毫无改善。

另一项重点是：所有总经理永远都要能掌握公司的实际状况，例如我们都须亲自拜访客户、直接与内部员工沟通，避免让意见在组织中层层过滤因而消失。贝瑞特以前就经常出现在工厂，跟其他作业员一起工作数小时之久。他强调，“只有这样我才能实际体验生产线的情形，永远有第一手的消息。”

我们所有新任的总经理也都当场写下应该亲身参与的事项。在这门课之后，有些人特别到销售前线上，当了好几天的业务员，果然对市场现况与客户的需求，有了更清楚的认知。我自己也决定应该开放更多午餐时间，将我和组织内不同成员的午餐约会，由每季一次改为每月一次。我想借这个大好机会，可以与不同人员直接沟通并讨论问题，也不会被中间主管过滤掉某些信息。

我同时到设计工程、架构设计与电脑辅助设计等部门，分别待了二至四个小时，除了对各部门的实际运作更了然于胸之外，也找出一些改善方法、以提升绩效。同仁们似乎很惊讶我会出现在这些工作场所，借由讨论问题的过程，他们也更能感受本身工作对公司的重要性。

组织的整体学习

“学习型组织”是由麻省理工学院的圣吉教授主讲，这时他刚写完一本很有内容的书：《第五项训练》（The Fifth Discipline，中文版由天下文化出版公司出版），这本书非常畅销，他也变得炙手可热。他的理论主要是说：我们应该了解整个体系，而非其中支离破碎的部分。很好的一个例子就是当体系发生延误时，一开始先是反应太慢，然后则会反应过度。这时人们如果对整个体系了解不够，就会因两极化的反应而导致更严重的问题。这就是他在管理上著名的“系统认知理论”，后来许多人都奉行不渝。

我们非常幸运能邀请到圣吉，以一整天的时间和我们讨论他的想法，并针对几项特殊议题作密集辩论。他提出一个很新的想法，就是可以用电脑模拟真实的体系，借以了解在不同的情景中会发生哪些现象。于是我们在课堂上就玩起“企业电脑模拟”的游戏，设定一些变数，再观察企业可能发生哪些变化。事实上，我们真的找一组人提供定价、销售量等基本资料，经过电脑模拟后，确实产生了一些极有用的数字。

不过真实的企业环境中，变数更多，因此真的要用电脑模拟也会是一桩大工程。然而经由模拟的作法，帮助我们思考整个过程，这个想法本身就很有价值。目前我们已经采用电脑模拟来作复杂的芯片设计，在芯片真的生产出来之前，我们就已经了解它的性能与特性等。如果电脑功能再进步，更容易作程式化，我想企业模拟的想法很快就可以实现。其实现在已经有一部分类似功能的产品，只是还来完全成型。以后如果真能事先预测一家企业的未来发展，那也真有些耸人听闻。

与成功有约

“全力以赴”是由柯维领导中心的韩那（David Hanna）主讲，内容主要参考自柯维所著的《与成功有约》（The Seven Habits of Highly Effective People，中文版由天下文化出版公司出版）这本书。我们从课程中获得许多有趣的想法，其中有些也非常具体可行。例如他提到让一个人的老板、同侪与部属，分别填写调查表格，以了解他们对这个人在七大领域的表现评估，再和这个人自己评估的结果作对照。我们每个人都当场填写这份表格，也急着想知道最后结果。

有趣的是，每个人对自己的评估结果似乎都比别人对自己的评估更好，显示我们都是很有自信的人。然而，这也是一种警讯。如果每个人都自以为表现得很好，甚至好过别人对他的评估，也许这个人就不会再作更多的改进。像我的部属对我的一项评估结果是：我是要求高标准的人，而且不太给予他们所需的认可。这对我就是极有用的改进建议。

在英特尔内部积极推行的绩效评估方法，过去一向都仅以主管作为评估者，通常这位主管会征求其他主管对这位员工的意见，但这也只能代表以主管的角度来作评估。这位员工的部属对他的看法，并不在评估的范围之内。在上过这门课之后，我决定以后在评估部属时，除了我和其他高级主管的意见之外，也引用部属的同侪以及他的部属们对他的建议，让评估结果有更多面的答案。

参加这门课的所有新任总经理，回到各自的部门后也开始采用这种新的评估方式。后来到了1994年时，所有英特尔公司的高级主管全都用这个新方法来评估员工绩效，我们事先也没想到，这次的总经理研习会居然能建立起这样好的共识。

至于我个人在了解部属对我的评估结论后，我也非常用心地对有杰出表现的员工，给予更多的肯定与认可。过去基于工作忙碌，也许在这方面我有些疏忽。不过我对部属一向采取的“高标准”原则，倒是没有任何改变，我觉得唯有如此，才能带领整个事业部追求更佳的表现。

与外界打交道

由葛洛夫亲自传授的“对外沟通”这门课，教导学员们如何与新闻媒体、财务专家以及产业意见领袖等人打交道，在这方面葛洛夫无疑是经验最为丰富的。他一开始就提出一项难题，要我们假设公司正遭逢巨变，也许是订单

锐减、利润微薄，或出现恶性竞争等等，希望每位学员准备好与报社记者、产业分析师与电视新闻记者沟通的内容。

他甚至找来一组摄影师，在我们上台个别报告时都作录像。并且找了几位公关部门的同仁，扮成我们沟通的对象，而且毫不客气地提出各种问题。整个进行的过程可说是紧张刺激又精彩有趣。多数人在轮到上台时，都不免要满头大汗。葛洛夫在每个人报告结束后，立即播放录像带，然后分析哪些是对的，哪些还有待改进。这种立即个别指导的作法，让我们学得更快。

课程最后，葛洛夫整理他个人的观察与实地经验，告诉我们如何有效地与外界人士沟通。基本原则和如何作一场成功的演讲大致相同，不过还是有些例外。首先就是在准备过程就要了解你的沟通对象，以及他们想知道的内容。像财务分析师就想知道如何估算你口袋里的收入；技术专家则希望了解你袖子里还藏着哪些新产品。一开始就切入正题，谈听众关心的内容，才能抓住他们的注意力。

然后就是使用他们常用的语言，让你的沟通对象感觉你真的了解他们。像对财务人员就不免要谈钱，对技术专家则要用许多科技字眼，才能获得他们的认同；如果你不小心用反了，那就很难预期会有好结果。

葛洛夫还特别强调要以最重要的讯息作为标题，并且重复数次，以加深听众的印象。很重要的一点是要以简明扼要的“口号”

(sound bytes)，让讯息清楚好记。例如：我们说：“个人电脑将成为信息高速公路时代，人们最重要的互动装置。”

不但太长，而且很难记忆。但如果改用“个人电脑就是答案”(PC is it)这句口号，不但响亮，而且一听就不会忘记。葛洛夫特别提到：“通常人们只能记住十至三十秒时间的事情，只有简捷有力的口号，才能让你的沟通对象牢牢记住。”所以，就给他们这样的讯息吧！

除了在准备过程多加思考各种可能的问题外，葛洛夫还强调一点：“快乐地进行”。以我自己的感受为例，我确实十分乐意与新闻记者或分析家们沟通，所以在谈话过程中，总会适时说些相关的玩笑话，不但使气氛轻松，也让讯息更有效的表达。像1994年12月时我在台北，有位记者问我说：“竞争者宣称要自行开发比pentium处理器更高性能的同级产品，英特尔是否备受威胁？”我除了解释我们在研究发展与技术上的领先，是其他竞争者很难望其项背的，同时也半开玩笑地说：“如果我是他们，我也会这么说说来作烟幕弹；其实我还是会以抄袭作为最后的方案。”大家都听得相当有趣、而且获得一句结论：“抄袭是对竞争者最好的恭维。”

第二度研习

1992年夏季，我们的“总经理研习会”历经近九个月的时间，终于可以结业。我们利用一次晚餐时间举办结业典礼，每位学员除了结业证书以外，还获赠一枝名笔。我祝贺他们说：“现在你们每个人都是名副其实的总经理了。”大家对研习会的功能，都赞不绝口。除了许多课程里学到的知识，可以付诸实际行动之外，这次长期会议也有助大家培养团队精神，私人友谊也因而精进不少。

学员们甚至建议：“我们应该继续举办第二届研习会。”后来我们自1992年10月开始，每两周又进行五小时的研习课程，这次的主题如下：

讲题	讲师
· 策略：可口可乐与苹果电脑个案研讨	尤飞

- 竞争力 傅格森 (Charles Ferguson)
- 产品成功案例 惠普打印机
- 准时出货 联邦快递
- 消费性电子产品 米勒 (Aviam Miller)

在这次研讨系列中，我们特别加强对策略与竞争力的分析，而且以惠普公司与联邦快递公司的成功经验，作为参考案例。首先由尤飞主导，我们深入探讨可口可乐与苹果电脑的经营之道。可口可乐本身很会运用“市场区隔”策略，他们成功地将品牌建立为公司最大资产，同时也积极采用“向外扩张”策略，攻占美国以外的市场，现在全公司 60% 以上的利润都来自美国以外地区。我们有时就以可口可乐作为发展典范，像积极推广英特尔品牌，以及进军亚太与南美这些成长较快的市场等等。

苹果电脑同样也有明显的“区隔”策略，将麦金塔电脑定位为较 IBM PC 更高级的个人电脑。不过由于他们追求高利润的策略，却使市场占有率逐渐下滑；结果使许多软件公司起了贰心，因为同样的开发精力，如果拿来作 IBM PC 的软件，市场至少可扩大十倍以上，因此软件公司改变过去的习惯，反而将新开发的好软件先用在 IBMPC 上，让麦金塔早先软件好用的优势逐渐消失。除非苹果电脑能扭转市场下滑的局面，否则它在市场上的金字招牌，很可能就会慢慢黯淡失色。

这时正值史宾勒 (spindler) 取代史考利出任执行长的时刻，新官上任三把火，史宾勒大胆采用两项策略：即发动价格攻势与加入威力芯片联盟，希望能再提升市场占有率。到目前为止，苹果电脑市场下滑的劣势似乎还没有止住，还没有任何迹象显示他们可以从其他个人电脑公司如康柏、佰德与 DELL 上等手中，重新抢回市场。不过这次研习课倒也加强了我们的“高产量”策略，让我们更坚定要达成在 20 世纪结束前，每年出货一亿颗的目标。

由傅格森主讲的“竞争力”课程，由于他刚好在 1993 年出版了一本《电脑战争》(探讨 IBM 的书)，因此提到许多他对 IBM 的研究心得。他还特别强调未来的产业竞争优势就是要控制架构，使之广为扩散，并让市场完全接受。具体的例子就像英特尔的微处理器、以及微软的 DOS 及 Windows，都是这一类重要的架构。事实上，我们在数年前就有同样的想法，而且明白其中关键在于开发好产品，并且大量出货；然后才能让市场完全接受此一架构。从这几年的经验里，我也相信批量生产确实可以成为一个公司的竞争优势。

在第二届总经理研习会中，我们还请到惠普与联邦快递的高级主管，来为我们现身说法。惠普的打印机业务一向获利可观，他们的激光与喷墨打印机至今仍享有 60% 以上的占有率，是打印机市场的常胜将军。他们的总经理自来和我们谈惠普的策略，我们很惊讶发现其策略居然和我们极为相似：就是一直推出新机型，将旧产品自我报废。基于许多共同理念，我们后来甚至展开下一代微处理器的合作开发计划。

至于联邦快递则是邮件运送的第一把交椅，无论包裹多大，他们都能在 24 小时内送达世界各地，而且失败的机率极低。由于我们一直自认运送系统是英特尔最弱的一环，联邦快递的许多作法让我们大开眼界。后来我们也委由联邦快速处理所有产品的出货事宜，他们的表现让我们更无后顾之忧。

消费性电子产品部分由我们公司里的米勒主讲，他一直负责为我们寻找这个领域的新兴商机。我从中获得的一项心得是，“数字型”(digital) 消费性电子产品的时代即将来临，它的特性与“模拟型”(analog) 完全不同，

日本企业多年来在“模拟型”市场的领先局面，可能慢慢会消逝；美国凭着在数字技术上的优势，可能会成为消费性电子产品市场的主宰。由于个人电脑正全面走入家庭，各种不同的设计型态会使电脑成为明日的消费性电子产品，这也意味着我们的微处理器业务将有超乎想像的大好商机！

我们自 1991 至 1993 年间两度举办的总经理研习会，几乎已将所有总经理必备的武器涵盖在内。同时这两年多的时间，也让我们的新任总经理荷枪实弹，充实许多实战经验。现在回想起来，我还想不出更好的方法，可以帮助我们的总经理这么快速成长。从那之后，盖尔奉派调回欧洲，出任欧洲分部总经理，表现相当优异。季尔辛格则转而领导个人通讯部，推出我们有史以来最重要的个人通讯产品：“Proshare”会议系统。其他人则留在微处理器事业部里继续奋斗，让我们的营运经常创新高点。

无独有偶的，我们邀请来的主讲人自研习会之后，也都有相当不错的发展。像圣吉与柯维就在不同领域，都成为知名的企管大师。而惠普、联邦快递、威顿百货与 CC&S 等公司，也都表现相当出色。我们研究的案例中，IBM 与苹果电脑还在作策略性转型。至于，我们当初认为个人电脑将成为“数字型”消费性电子产品的明星，由于 1994 年个人电脑市场成长将近 30%，因此现在看来这个趋势更为明确。我想我们是信心十足的迈向 21 世纪的世界。

葛洛夫的策略法宝

葛洛夫在 1987 年时，对行销与组织策略特别感兴趣，因此花了许多工夫研究。他不但多次成功的制定策略，后来甚至成为产业界在这方面的权威，而且也在斯坦福企管学院开课。我几度希望他能在公司内部讲授策略的课程，后来他终于首肯，在 1994 年 2 月间与斯坦福的柏哥曼（Robert Burgelman）共同教授“信息产业的策略与行动”这门课。其中课程的关键在于“行动”这个字眼，因为如果没有行动就不能成为策略，坐着空想不是策略，只有思考后的行动才算是真正的策略。

葛洛夫遴选公司 25 位资深主管参加这次课程，包括我在内，微处理器事业部共有八位出席，都是参加过两次总经理研习会的学员。整个课程期限为 8 周，每周以 2 小时作系列的个案研究。虽然时间不长，可是几乎三分之一以上学员都要从圣塔克拉以外的地方赶来，所以已是相当不容易的了。

三点启示

我们研究的个案包括：英特尔 DRAM 策略、摩托罗拉、MIPS、IBM、苹果电脑以及微软在网络与电讯产业的策略等。其中有几家公司与尤飞教过的总经理研习会重复，不过不同的主讲人还是让我们有不同的学习经验。我从这一系列课程中获得三点启示。

首先就是要留意公司是否有“策略失调”的征兆，也就是我们所做的是否与口头所说的一致？资源分配的比例是否与策略规划的一致？IBM 与英特尔的 DRAM 业务，就都明显出现策略失调的现象。如果确定没有失调，就可以尽快结合计划与行动而前进！

其次，要小心不要“为竞争而竞争”，就像微软在打印/文件服务网络上与 Novell 的竞争，或是摩托罗拉与日本公司的竞争等等。通常较好的策略是将战场拉到新兴市场上，才能轻松致胜，就像摩托罗拉在移动电话以及微软在主从架构网络上，都有较好的成功机会。如果一直在旧战场与原先市场老大拚斗，那真是吃力不讨好的策略。

最后就是“联盟”永远不能成为“行不通策略”的替代品，它的功用应该是加强好策略的成功机会。例如 MIPS 曾尝试借由许多联盟以建立主流地位，可是一开始的基本模式就有问题，因此这些联盟可说是无功而身退。而我们在 1994 年与惠普建立的跨世纪联盟，则基于双方都有很强的发展策略，所以应该较为可行。

总结而言，要成长为称职的总经理，还是要通过不断的学习与实际经营管理，才可能达成。由公司内部主导的研习课程，由于和总经理职务息息相关，因此可说是最直接有效的训练方式。虽然许多企管学院与顾问公司都设有管理课程；各种管理理论也纷纷出笼，像是“Z 理论”、“日本式管理”与“组织再造工程”等，可是英特尔公司还是坚持从尝试错误中学习，不管是别人或我们自己的错误经验，最后都成为我们学习的最佳跳板，这应该也算是我们在高科技管理上的独到秘方吧！

第十一章 永无止境

386、486、Pentium.....这是个永无止境的“微”世界！

如果我们回顾个人电脑产业的形成与发展，就会发现个人电脑技术一直在前进，绝不停留，也很难因为某家电脑公司的缘故而停止进步。

27年来，英特尔公司一直在竞争中求生存，在危机中发现转机。“浮点运算”事件，就是一个很好的例子。

1994年11月21日，通过卫星传送，全球各地人士都能收看到的CNN电视新闻，播出一则微处理器浮点运算出现瑕疵的新闻，我们很不幸成为新闻的主角。往后浮点事件的发展，差点酝酿成近代个人电脑产业罕见的大风暴。

事情本身原本相当单纯。“浮点运算单元”

(floating point unit)是微处理器中的一部分，专门负责处理复杂的数字计算。由于我们在设计Pentium处理器时，少输入了一项计算公式，因而采用Pentium处理器的个人电脑，在作特别复杂除算的某些时候、偶而结果会出现错误。我们在1994年夏天首度发现问题，已经着手修复。还好这种特定的错误，出现机率很低，根据学者的研究大约是数十亿分之一，绝大多数的用户，应该都不会受到影响。

Pentium处理器是英特尔在1993年初推出的新一代产品。就好像其他前几代微处理器一样，经过一年多的上市推广，正要取代486，迈上销售的颠峰。这时正是圣诞节前的年度采购旺季，我们原本预期许多人会购买Pentium电脑，当作家庭礼物。浮点事件来得真不是时候，对英特尔和许多个人电脑公司，都是意外的打击。

为此，英特尔全公司处于紧急备战状态，高级主管更是每天从上午7点至晚上7点、都聚集开会商讨对策，连周日也不放松。大众传播媒体则对此事件表现出高度兴趣，紧追不舍，许多电脑用户因此心里有些恐慌。我们因此决定开放热线电话，由工程师亲自回答用户的各种问题，除了对技术细节多加解释，并且承诺为可能造成影响的用户免费更换处理器。

一天高达数千次的查询电话，让我们惊觉个人电脑已经是民生必需品，不再像过去一样是少数人的奢侈品了。

好在经过两个多星期的沟通，多数用户已经了解问题真相，市场的激烈反应似乎已慢慢平缓下来。于是我决定按照原定计划，飞到台北参加中国电机工程师学会60周年庆，并以“信息高速公路何去何从”为题，发表专题演讲。利用这个机会，我也正好可以了解浮点事件在亚太地区的发展情况。

故地重游

12月9日，台北冬天少见的温暖阳光，和煦的照耀着周末的街头。在我从桃园中正机场而来的路上，许多地方都在大兴土木，不是盖高架道路就是兴建高楼，让人很快就感觉到台北经济发展的活力。

车子绕过台湾大学时，我突然想起30多年前，也曾经在这青翠校园中念了一学期，我甚至还记得刚获保送进电机系时的兴奋心情。当时的我，因为对古典音乐特别着迷，一心只想学好电子学，以后好自己组装音响，原本我最大的志愿就是要到RCA公司去当工程师。没想到30多年来，我真没离开电子领域，而且由于硅片半导体与个人电脑的技术演进，让我发掘到更深奥的电子世界。

利用演讲前的空档，我从随身携带的笔记本型电脑上查看电子邮件，发现浮点事件在美国并没有继续扩大，心里还算放心。

急转直下

星期一上午，台北人已开始一周紧张的工作步调。我利用英特尔台北的办公室召开亚太地区电话会议，与包括南韩、香港、新加坡……等地一百多人连线，说明浮点事件的来龙去脉。

除了扼要说明我们在美国、欧洲与日本的处理情形，我也仔细回答各地分公司的各种问题，为大家理清头绪，整个事件的发展似乎还在控制之中。

没想到就在这天深夜 1 点钟，也就是加州时间星期一上午 9 点，我却突然接到美国总部来的电话：“IBM 宣布将停止 Pentium 电脑的出货”，让浮点事件爆发另一波危机。原来，IBM 通过新闻发布，指出英特尔低估了浮点瑕疵的影响，并且强调基于保护用户的立场，IBM 将停止出货。

虽然我不在硅谷现场，可是已能嗅到浓厚的火药味。IBM 这个举动可能造成的影响，并不难想像。一旦用户因此而采取观望态度，甚至延缓新一代电脑的采购行动，不仅会威胁到英特尔，甚至也会对许多电脑公司造成潜在的伤害。

华尔街股市很快有所反应，当日除了英特尔股价滑落外，几乎所有电脑公司也都无法幸免于难，股价同样重挫，原本在股市中最当灯的科技股，这一日却以黑字收盘。一位在公司多年的同仁说：“这是英特尔有史以来最大的劫难！”

还好许多客观的研究都支持英特尔的说法。知名的 Dataquest 市场调查公司，就对此事发表研究报告，认为不会有多大的影响。即使最早发现浮点瑕疵的奈思理 (Nicely) 教授，也立即在报上澄清，指出问题并不像 IBM 所指陈的那么严重。

接连数日内，几家重要的电脑公司，包括台湾的宏碁电脑等，都发表支持英特尔继续出货的声明。莲花、微软等软件公司也公开表示，用户使用软件并不会受到影响。微软公司甚至强调，他们近期内还要采购多台 Pentium 电脑，以供内部使用。

最长的四十日

我在走访台湾几家主要电脑公司如宏碁、大众与广达，了解他们仍然全力支持继续出货之后，火速赶回硅谷的英特尔总部。一周后，英特尔公司决定改变原先作法，对所有 pentium 电脑的用户，无论是否受到浮点瑕疵影响，都提供终身免费更换保障。无可避免的，这会对英特尔近期的营运造成影响，可是却对整体个人电脑产业的发展，注入强心针。

我们每天派人亲自到多家经销零售点，观察 pentium 电脑销售情形，也密切注意各种直销管道传来的销售业绩。还好销售数量还是一直上升，显示用户的采购意愿并没有受到影响。

1995 年 2 月时，pentium 处理器的库存数量几乎是零，英特尔股价升到 80 美元，出乎所有人的意料之外，再度创新高。

40 天来，我们终于可以真正喘一口气。后来，1994 年英特尔的营业额达到 118 亿美元，1995 年第一季 pentium 处理器订单热络，显然已如我们所期待的完全取代了 486 电脑的地位。浮点事件已经过去，和英特尔曾经发生的其他大小危机一样，仅仅只是历史中的一段插曲。

不过，倒是许多人因此而知道了英特尔公司，特别是那些原本对电脑产

业不太熟悉的人，虽然他们可能早已使用个人电脑多年。国际互联网上有位仁兄甚至很天才地写道：“浮点事件全是英特尔自导自演，好让 Pentium 处理器在最短时间内成为家喻户晓的产品。”

不进则退

Pentium 电脑开始上市的这一年 12 月，我回到台北参加由资策会、《天下杂志》与英特尔合办的“台湾个人电脑十周年”庆祝活动，有位记者问我说：“英特尔前进的速度是否太快了？大家都追赶得好辛苦。”我想从我加入微处理器部门至今十多年来，可能已被问过上百次类似的问题。

如果我们回顾个人电脑产业的形成与发展，就会发现个人电脑技术一直在前进，绝不停留，也很难因为某家电脑公司的缘故而停止进步。

例如 IBM 在 1982 年以英特尔 8088 微处理器，开发出第一代 IBM 个人电脑，随后在 1984 年又推出更受好评的 286 电脑。

可是在它暂停前进到下一代电脑时，康柏就抢占先机，成为 386 时代的领导者。

同样的，在 486 初上市时，DELL 与宏碁等公司又抓住康柏迟疑的机会，占有一席之地。到了 Pentium 电脑，除了这几家公司以外，又有佰德等后起之秀，由于能迅速掌握潮流，很快就开创出属于自己的新市场。

从摩尔定律看起来，个人电脑这种不断向前的技术发展趋势，在未来 10 年内，应该还是不会改变的。英特尔是推动个人电脑技术不断向前的动力之一，我们也面临着同样的压力，用户需要更强、更好用的应用软件，期待电脑有更先进的处理性能，就好像每个人都期望有更美好的未来一样，没有人会希望这个世界就此停顿下来。而个人电脑将带给我们什么样的未来呢？

葛洛夫在 1994 年 6 月个人电脑博览会上应邀发表专题演讲，他特别以“无所不在的个人电脑：未来信息高速公路的主角”作为主题，并且明白指出，由于个人电脑已经快速走进家庭（单在 1994 年一年，Pentium 电脑在美国有一半以上都是卖给家庭用户，就是最好明证），配合通讯能力的提升，将会成为家庭信息的中枢，也就是每个人的日常生活都少不了个人电脑，我们时时刻刻都要倚赖它来提供最佳信息。

因此在未来这几年，所有公司都会面临完全不同的挑战。无论是经营个人电脑、半导体、通讯，甚至是娱乐、传播……等等事业的公司，都不可避免地要面对下一波变革，前进的速度是否太快已经不是问题，问题该是：谁会是 21 世纪的最后赢家？

进军“微 2000 年”

我总是对不可知的未来，充满期待。早在 1988 年，写《技术 2001》的作者曾经请我们帮忙提供微处理器的未来蓝图，我们几个人深入讨论后来写成《微 2000》（Micro 2000）的一章，这本书随后在 1991 年正式对外发表。在 1989 年的国际电子电机工程（IEEE）会议中，我们也公开发表其中的要点。

我们认为在公元 2000 年之际，微处理器的性能将比现在更提升 20 倍，达到两千 MIPS（即每秒可执行 20 亿个指令），每颗芯片上晶体管数则达五千万颗，和目前 pentium 处理器上三百万颗相比，等于是现在的 16 倍。显然这其中还有许多技术成长的空间，因此未来几年仍要靠不断地创新与突破，才能达到这样的成果。

在市场方面，我认为使用个人电脑的趋势仍会继续狂飙到下一世纪，而且比例将逐年增高。以区域来看，亚太地区与中南美各地，应该是未来这几

年成长最快的地区。1994 年全球个人电脑销售量约为五千万台，我想在本世纪末，每年的销售数字应该可以轻易突破一亿台。这已远远超过汽车与电视的生产量，使个人电脑成为 20 世纪末最普及的电子产品。

由于我自 1991 年开始就决定同时发展 P5 与 P6，我们有充分的信心可以主导此一市场潮流。P6 预定在 1995 年下半年发表，其中包含许多最佳的微架构设计，而且从一开始就以整个系统设计为着眼点，从总线、快门存储器、芯片组甚至整个系统一起设计，可以想见它批量生产的速度又会比 Pentium 处理器更快。同时，P6 芯片与系统的性能约是 Pentium 处理器的两倍，这也是我们在技术上又一次向前大步跃进。

水到渠成谈合作

1993 年间，Pentium 处理器已经顺利运作，我决定将原班设计人马转进到下一个计划——P7。1993 年一整年，我们都在为未来的新功能与产品特性而费神，由于 Pentium 英特尔已经超越 RISC 芯片的能力，而 P6 又已几乎达到微架构的顶尖成就，下一步要如何才能再突破呢？

刚好我们在这时候遇到惠普电脑的一些人，他们也正为下一代精准电脑架构作准备。惠普的精准架构芯片，过去虽然只有自己公司的系统在用，不过却是 UNIX 市场上表现最好的产品，Sun 和 IBM 经常都无法与之匹敌。当然，这时惠普公司的人也了解到，生产 MORP 型的芯片，投下巨资，却只有自己使用，确实也不太符合经济效益。因此在葛洛夫、豪斯与我一起与惠普总裁等人会面后，双方即有组成技术联盟的共识、希望为跨世纪的新架构而共同努力。

1994 年 6 月我们正式展开这项合作计划，并于 6 月 8 日对外发布。整个电脑产业界对这两大公司决定携手合作，自然深感震撼。可以预期由于惠普具有 UNIX 与企业级电脑系统的实力，加上英特尔在批量生产个人电脑微处理器的成功经验，未来发展的电脑技术将涵盖自高阶至低阶，极为完整的产品线。这将是跨世纪的重要突破。

虽然我在 1988 年时，就曾预测到公元 2000 年微处理器的进步情形，可是比起来，现在可是有更清楚的轮廓。站在新电脑产业的高峰往外望，这个世界未来前景真是无限辽阔！

竞争从不止息

这也让我们更确信英特尔在新电脑产业的影响力，已经到达新高点。就好像爬山一样，一旦你登上高峰，视野更形开阔，可以看得更远，立下更高的目标。有两件事情，在我们眼中是再清楚不过的。

其一是许多人都和我们一样想登上这个山头、随便回头一望，就可以看到许多我们原来的竞争者，还在辛苦攀爬，希望也上得了这个山峰。威力电脑应该算是最有野心的竞争者，另外一些人沿着我们的老路也在苦苦追赶，走在最前面的正是 AMD 半导体。他们靠着模仿我们的 386 起家，在 486 市场也有一些斩获，现在则边爬边为它们的新一代处理器 K5 壮势。

Cyrix 紧跟在 AMD 的步调之后，这家公司主要人员 10 多人都来自德州仪器，成立后的第一项产品运算辅助器赚了钱，然后试着将 386 加上高速存储器作成 486，最近推出“M1”向 Pentium 处理器挑战，可是 M1 功能不强，芯片体积也太大，因此无法与 Pentium 处理器兼容，市场前途似乎不太乐观。

如果再看得更仔细些，在 Cyrix 后面还有 NexGen、联华、德州仪器、IBM……等等公司，可以列上一长串的名字，简直就像是过江之鲫，显示人人

都想坐上英特尔在电脑产业的核心宝座。

我在山头上看得清楚的第二件事是，微软也已经爬上另一个山头，由于他们已经奠定作业系统的标准，其他软件公司像莲花、WordPerfect 与宝兰等同样只能踏着微软的脚印慢慢追赶。

当然，所有的人包括英特尔在内，对于未来可能面临的市场竞争，都不会掉以轻心。

永远放眼于未来

在 1994 年 4 月的高阶主管会议上，葛洛夫以一张投影片，说明我们在市场上的处境：在英特尔架构处理器市场上，不少的模仿者一心想缩短与我们之间的差距，甚至想挑战我们的领先地位；而以 RISC 架构为号召的竞争者，更希望从头创立市场新标准，挤压我们的生存空间。

葛洛夫面色凝重地望着在场的每位高阶主管，我想任何一位决策者面临着这样的市场情势，大概心情都不会轻松。可是他很快地换了一种口吻说：“各位会不会觉得这样的竞争情势有些眼熟？”

原来他所用的根本是 1989 年的投影片！我们很快就能体会他的用意：市场上的竞争是永无止境的，在 RISC 架构之争上，走了 Sun 来了 MIPS，之后又是威力芯片；在英特尔架构上，先是 AMD 又是 Cyrix，没有人晓得什么时候、我们又将面临下一回合的新挑战。

事实上，从 1980 年代早期开始，就不断有人预言英特尔架构已经是强弩之末，不会再有太大的展望。可是一年又一年，尽管各种传说的理由甚嚣尘上，英特尔还是以一代又一代的优秀产品。坐稳新电脑产业的核心地位。未来我们是否还能持续占有优势？只有时间能够证明。

英特尔微处理器上容纳的晶体管数目，每隔十八个月左右便增加一倍，相当符合摩尔定律的预期。

我倒是认为，电脑产业的未来前景仍然相当乐观。虽然已经发展了十多年，可是我觉得电脑产业还在婴儿期，就好像 20 年代的汽车工业一样。个人电脑还是太难使用，就好像 20 年代的车辆设计；我们现在虽然已经有网络，但也就像 20 年代的道路一样，并没有铺得太好；各种线上服务还是零星散落，正如同早期的加油站。

然而，个人电脑与汽车一样都可以为人们带来自由与权力，让我们从实际的束缚中解放。所以，这个年轻的工业也会有同样光明的远景。我可以想到有太多事情，仍值得我们投入，许多现在还是革命性的观念，在即将到来的 21 世纪很快就会具体成形。

除了在技术上继续创新以外，未来我也将推动我们的管理体系再上层楼，虽然我们现有的企业文化与价值观已相当不错，但我还是要致力更加改善。也许我应该开始规划第三次总经理研习会，从推动高级主管的经营理念开始做起。我也希望更有效训练各级经理人与工程人员，让我们能推出更胜于以往的新一代产品。我也想着要帮助亚洲开发中国家推广电脑普及度，未来这市场可能更大过美国……该做的事情似乎列不完。我想你大概也体会到，我对未来总是充满冲劲。

附录 I 大事年表

年份	英特尔	半导体及信息产业	虞有澄
1948		· 贝尔实验室发明晶体管	· 随父母来台，在女师附小就学
1952			· 进师大附中实验班
1957		· 诺宜斯等八人创立仙童半导体公司	
1958			· 获保送进台大电机系
1959			· 转学至香港崇基书院
1960			赴美国加州理工学院就读
1963			进斯坦福大学电机研究所
1964			· 获斯坦福大学电机硕士学位
1965		· 摩尔发表摩尔定律	
1966			· 与查女士结婚
1967		· 史波克等人离开仙童公司，另创国民半导体公司	· 获斯坦福大学电机博士学位，加入仙童公司
1968	· 诺宜斯、摩尔与葛洛夫创立英特尔	· 桑德斯离开仙童公司，创立 AMD 半导体公司	· 大女儿文枫出世
1969	· 推出第一个产品：3101。为全球第一颗双极形半导体存储芯片 · 推出 1101：第一颗 CMOS 存储芯片		

年份	英特尔	半导体及信息产业	虞有澄
1970	· 推出 1103 率先将 DRAM 商品化成功 · 法罗门发明 EPROM 存储原理 · 在日本成立远东第一个分公司		· 升任仙童公司研究小组经理
1971	· 推出 4004 : 全球第一颗微处理器 · 股票上市 · 推出 1702 : 第一颗 EPROM		· 升任仙童公司部门经理
1972	推出 2102 : 第一颗 n—MOS 1000 位元 SRAM · 推出 8008 : 第一颗 8 位元处理器 · 设计出蓝箱子开发系统 · 员工总数达 1000 人		· 加入英特尔芯片制造厂, 研究生产工艺, 由 2 英寸转至 3 英寸工艺 · 儿子文彬出世
1973	· 举办高级主管研讨会, 建立“目标式管理”体系 · 在槟城设芯片厂		· 转调产品管理部
1974	· 推出 8080 , 成为 8 位元微处理器产业标准 · 在以色列海法成立设计中心		· 出任产品管理工程部经理
1975	· 诺宜斯出任董事长, 摩尔升任总裁兼首席执行长 · 成立英特尔大学	· MITS 公司以 8080 为微处理器, 发表全球第一台微电脑: Altair · 微软公司成立	· 升为技术发展总监
1976	· 开始 4 英寸硅片生产 · 推出 214 : 当时最快速的 SRAM · 推出 8085 的 8 位元微处理器		

年份	英特尔	半导体及信息产业	虞有澄
1977	· 雇用第一万名员工	· 苹果电脑公司成立，推出 Apple II · Commodore 电脑问世	· 离开英特，自创家用电脑公司
1978	· 推出 16 位元微处理器：8086		· 推出全球第一部家用电脑：Video Brain
1979	· 摩尔升任董事长，葛洛夫出任总裁兼管理长 · 推出低成本 8088 微处理器 · 首度进入财经五百大企业	· IBM 在波克镇成立 PC 研究小组	· 开始与大陆进行业务往来
1980	· 推出第一颗运算协处理器：8087 · 推动“致胜”行销计划 · 与 Digital 等合作开发 Ethernet 网络		
1981	· 因经营不景气，推行“125%奉献”计划 · 推出新架构 32 位元处理器：432，市场反应不佳	· UNIX 作业系统开始在校园发展 · IBM 推出第一台 PC	· 重回英特尔，担任产品管理工程总监
1982	· 推出 80286 微处理器，内含十万颗晶体管 · 与 AMD 公司达成十年相互授权协议		
1983	· 全年营业额突破十亿美元 · IBM 正式入股 12% · 6 英寸硅片工艺研究成功	· IBM 兼容 PC 开始出现 · 莲花公司、康柏公司相继成立	· 发起“多重文化整合”研讨会

年份	英特尔	半导体及信息产业	虞有澄
1984	<ul style="list-style-type: none"> · 入选为全美一百家最值得投入的公司 · 获财经杂志选为八家最具创新科技的公司之一 	<ul style="list-style-type: none"> · IBM 推出 286 个人电脑 	<ul style="list-style-type: none"> · 加入微处理器部门
1985	<ul style="list-style-type: none"> · 第一次策略转型：退出存储器市场 · 推出 32 位元的 386 芯片，内含二十七万五千颗晶体管 · 先后在台北与北京成立分公司 · 十年内首度裁员及关闭工厂 · 居财经杂志五百大企业第 226 名 		<ul style="list-style-type: none"> · 升任微处理器部门副总经理
1986	<ul style="list-style-type: none"> · 成立亚太总部 	<ul style="list-style-type: none"> · 康柏公司率先推出 386 电脑，ALR 与宏碁公司很快跟进 	
1987	<ul style="list-style-type: none"> · 葛洛夫出任首席执行官 · IBM 撤回投资 	<ul style="list-style-type: none"> · IBM 率先推出 386SX 电脑 · 386 带动办公室电脑化潮流 	<ul style="list-style-type: none"> · 升任总部副总裁兼微处理器部门总经理
1988	<ul style="list-style-type: none"> · 与西门子合作进行 BIIN 计划 · 与中国大陆合资批量生产 16 与 32 位元微电脑 		
1989	<ul style="list-style-type: none"> · 推出新架构：860 微处理器 · 推出 486 微处理器、内含一百二十万颗晶体管 · 推出 960 处理器，用于嵌入式应用系统 	<ul style="list-style-type: none"> · Sun 公司推出 RISC 芯片，发起 SPARC 联盟 	

年份	英特尔	半导体及信息产业	虞有澄
1990	<ul style="list-style-type: none"> · 推动红色 X 行销计划 · 开始主办年度产业高级技术研讨会 	<ul style="list-style-type: none"> · 微软公司发表 WINDOWS3.0 版 · 新电脑产业形成 · DELL 与宏碁等公司率先推出 486 电脑 	<ul style="list-style-type: none"> · 组织转型，出任微处理器事业部总经理
1991	<ul style="list-style-type: none"> · 推出 0.8 微米技术、50M 赫兹的 486 版本 · 推行 Intel Inside 全球行销活动 · 第二次策略性转型至 PC & C 产业 · 诺宜斯发明集成电路的地点，被加州政府列为第一千号史迹 	<ul style="list-style-type: none"> · MIPS 推动“先进电算 (ACE) 联盟” · IBM、苹果与摩托罗拉宣布筹组“Power PC 电脑联盟” 	<ul style="list-style-type: none"> · 举办“总经理研讨会”
1992	<ul style="list-style-type: none"> · 推出 DX2 (倍频) 微处理器及加速档处理器 · 首度推出电视广告：“4 比 3 好” · 率先推出 PCI 总线 · In - Stat 发表英特尔为全球最大半导体公司，超过 NEC · 首度发表 Indeo Video 技术 	<ul style="list-style-type: none"> · 486 销售量超过 386，成为市场主流 	<ul style="list-style-type: none"> · 推动 P5 与 P6 平行发展策略
1993	<ul style="list-style-type: none"> · 推出 Pentium 处理器，含三百万颗晶体管 · Dataquest：英特尔成为全球最大半导体公司 	<ul style="list-style-type: none"> · PC 全年销售量超过汽车，达四千万台 	<ul style="list-style-type: none"> · 升任总部资深副总裁

年份	英特尔	半导体及信息产业	虞 有澄
1994	<ul style="list-style-type: none"> · 0.6 微米工艺发展成功 · 发表 90M/100M 赫兹 Pentium 与 DX4 处理器 · 与惠普联手开发跨世纪微处理器新架构 · 全年营业额达 118 亿美元 	<ul style="list-style-type: none"> · 多媒体带动家用电脑开始盛行 · Packard Bell (佰德) 首创以电话直销作行销通路 · PCI 成为产业总线新标准 · Pentium 电脑成为 Pc 市场主流 · PC 全年销售量达五千万台, 超过电视与录像机, 成为成长最快的消费类电子产品 	
1995	<ul style="list-style-type: none"> · 0.35 微米工艺发展成功 · 先后发表 120M/133M/150M 赫兹 Pentium 处理器 · 预定发表 P6 微处理器 · 入选财经杂志五百大企业, 最受推崇企业第六名 	<ul style="list-style-type: none"> · 微软公司发表 windows95 版 · pC 全年销售量预计将达六千万台 	<ul style="list-style-type: none"> · 《我看英特尔》一书出版

附录 II 名词注释

(汉语名词以汉语拼音字母的顺序排列; 英词名词以英语字母的顺序排列)

半导体 semiconductor, 指导电性能在金属和绝缘体之间, 一般是晶体元素, 如锗晶体或硅晶体等。

BASIC 语言 BASIC 是 Beginner ' s All-purpose Symbolic Instruction Code 的缩写, 是一种 PC 高级语言。

编译程序 compiler, 用来将高级语言所编的程序转换成以机器语言表示的程序, 以方便电脑“看”得懂。

磁芯存储器 magnetic core memory, 利用磁性材料制成的存储装置。其原理为: 将磁芯带磁性或不带磁性的状态用以代表 1 或 0 的状态, 一长串的 1 与 0 的组合就代表要存储的信息。

CP/M 为微处理操作系统, 即 Control Program for Microprocessor 的缩写。

大型机 main frame, 通常指大型电脑, 具有很强的数据处理能力。

动态随机存取的存储器 DRAM dynamic random access memory, 一种能读写随机存取的存储装置, 其存储体采用晶体管—电容组合, 数位信息以电容器存储的负载来表示。

DOS Disk Operating system 的缩写, 为一种功能简单的操作系统, 储存在磁盘上, 用于控制电脑的外部设备和文件管理。

多媒体 multimedia, 为静态信息 (如文字或图表) 和动态信息 (如声音、动画或影像) 的组合, 可提供展示或娱乐功能。**发展系统** development

system, 英特尔内部称之为“蓝箱子”, 是早期英特尔为推广微处理器应用, 特别设计的微电脑, 以帮助客户开发出各种应用产品。

Fortran 语言 Fortran 是 Formula Translator 的缩写, 是科学技术计算所用的通用电脑语言。

浮点 floating, point, 指其数值系采用小数点位数的浮动记载方式表示, 也就是说, 运算前后它的小数点可按程序需求而由电脑记录并调整。用来保持最大的有效位数, 提高运算的精确度。

复杂指令集 CISC complex instruction set computer, 相对于 RISC, 这种电脑的指令虽然较为复杂, 但是编程时, 只需要较少的指令, 因此比较容易编程序。

高性能金属氧化物半导体 HMOS high -performance metal oxide semiconductor, 一种高集成与高性能的金属氧化物半导体。

硅片 wafer, 制造芯片的材料, 每块数英寸直径大小的硅片, 经过一连串复杂的化学和电子处理步骤后, 布设成许多层精细的电子线路。每块硅片上可翻制出数百个相同的芯片。

国际互联网 Internet, 是一种没有中央电脑控制的电脑网络, 过去仅供美国国家实验室及高科技界从事学术交流。90 年代开放使用后, 国际互联网串连了全球一百多个国家的电脑网络的集合。遍布各地的学术界、政府机构和工商界的。上千万电脑使用者都能借着这个网络, 跨越国界, 交流信息。

互补高性能金属氧化物半导体 CHMOS complementary high performance metal oxide semiconductor, 是 CMOS 及 HMOS 的综合体。它结合了 CMOS 传统低耗电量的特性, 以及 HMOS 高集成与高性能的优点。

互补金属氧化物半导体 CMOS complementary metal oxide semiconductor, 金属氧化物半导体(MOS)有两种, 称为 n-MOS 及 p-MOS, CMOS 的构造相当于将 n-MOS 与 p-MOS 上组合而成, 其特点是耗电量极小, 因而散热很少, 可大大提高芯片排列密度。

高速存储器 Cache memory, 它的功能是储存最近使用的信息与指令, 让处理器可以就近取得所需信, 以加快运算速度。

集成电路 Integrated circuit, 参见“芯片”。

接口/介面 Interface、两个不同系统相联的部分。两个系统通过它交换信息。

金属氧化物半导体 MOS metal oxide semiconductor, 一种金同一绝缘体一半导体结构的材料, 其中绝缘层使用氧化物为材料, 工艺简单, 而且体积小, 适合作为集成电路的材料。

精简指令集 RISC reduced instruction set Computer, 在这种电脑内, 常用的指令结合成指令集, 在运算时执行单一指令集即可, 因此处理速度可以更快。

静态随机存取的存储器 SRAM static random access memory, 由 4 个或 6 个晶体管作为储存体的读写随机存取的存储器, 只要不切断电源, 其所存的信息就不会丢失。

可擦写只读存储器 EPROM erasable and programmable read only memory, 存储的信息可以用紫外线或其他方法清除, 而又可以用适当的电压脉冲, 按位元重新写入程序的存储器。

快闪存储器 flash memory, 由英特尔公司发展出来的技术, 能让存储

在电源关掉之后依然保留原来的资料。在移动电话或便携式电脑等产品中特别有用。

M 赫兹 MHZ 为 Megahertz 的缩写，即一百万赫兹。一赫兹为一秒一次。

MS—DOS MS 为 Microsoft 的缩写，MS—DOS 是微软公司发明出来的磁盘操作系统。

OEM 为 Original equipment manufacture 的缩写，是“委托加工“或”原厂装配”的意思，系指制造厂商虽以自己的商际销售，但实际上却把产品委托另一制造厂商制造。

PC—DOS PC 为个人电脑 (personal computer) 的缩写，是一种磁盘操作系统。

双极型存储器 bipolar memory，利用正、负电荷的存储器。

随机存取的存储器 RAM random access memory，可以随时将信息存入或取出的存储器。

UNIX 由斯坦福大学的一种电脑操作系统发展而成，是一种多任务多用户操作系统。

微处理器 microprocessor，是一片集成电路芯片，包含算术逻辑单元、控制单元等电路，负责整台电脑的基本运作，大家称之为电脑的心脏。

微电脑 microcomputer，一般指小型电脑，为一般小型企业或个人所使用。

微米 micrometer，相等于百万分之一米

WINDOWS NT 为微软公司研究出来的一种 Windows 软件。NT 代表 New Technology，直译为“新技术”的意思。

X86 X86 指 186、286、386、486、Pentium 等系列产品，X 代表任何号码。

肖特基势垒 Schottky barrier，金属在半导体表面生成的具有一定电位差的过渡区。

芯片 chip，即集成电路 IC integrated circuit，就是把成千上万个电子元件浓缩在一片不到指甲大小的硅片上，大大缩小了传统电子线路的体积。

只读存储器 ROM read only memory，使用者可依需要读出存储的信息，但不能更改其中信息。

专用集成电路 ASIC application specific integrated circuit，针对客户需求而设计的集成电路，其特色是开发时间短。

字 bit 为 binary digit 的缩写，是电脑中最小的记忆存储单位，其值可为 1 或 0。

字节 byte，在电脑中被视为一单位的信息来处理的一组位元。

总线 bus，这是微处理器外部元件传送信息的通道，功能类似公路，所有的信息都要在这条公路上流通。

组合语言 assembly language，是最接近机器语言的低级电脑程序语言，一般用在大型电脑上。组合语言的缺点是程序长，优点则是执行的速度快，所占的存储空间少等。

