

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

世界科技发明与发现故事丛书生命奇葩



编者的话

生命的灿烂在于生命的奇妙，生命的辉煌来自生命的复杂。生命存在于地球可能不是宇宙间的唯一，但是，至今我们尚未发现第二个存在生命的星球。

今天看来如此复杂的生命其实仍出自于最初的单一。混沌初始，茫茫苍苍，后来由于有了无机小分子相互撞击，有机大分子不断聚合，生命的火花终于绽放，“鹰击长空，鱼翔浅底，万类霜天竞自由。”蓬蓬勃勃的生命体从此开始了从低级到高级的“达尔文”式的漫长进化。以后的质变好像更有意义，一些富有创新精神的生命体从树上跳到了地上，挺直了脊梁，解放了双手，发展了大脑，聪明的猴终于变成了更为聪明的人。

人是生命万物之首领，是智慧的载体，是世界精灵，是宇宙之魂。人有着最精巧的解剖结构，有着最发达的智慧和思维。人会劳动，人能思考，人有情感，人善创造；人生于自然，能顺应自然，人更会改造自然；人在探索世界无穷奥秘的同时，把这个世界装点得更富魅力，更为迷人。

我们赞美生命，我们更加崇敬那些勇于探索生命奥秘的伟人和先哲。今天，当我们沿着他们的足迹，重温他们那些艰辛的发明发现故事，更会激发起我们对未来美好生活的憧憬。

在书中我们可以看到，四百多年前的李时珍花费几十年心血写出中药学巨著《本草纲目》；二百多年前，瑞典的林奈对生物的分类在今天看来仍然不失严格；荷兰的看门人列文虎克用手工磨出来的玻璃透镜让人们看到了一个全新的世界；巴斯德和科赫为寻找疾病的元凶费尽了心机；而弗莱明发现青霉素，使无数个濒临死亡的病人重获新生；孟德尔和摩尔根发现“种瓜得瓜，种豆得豆”的道理；沃森和克里克则沿着他们自己找到的“双螺旋楼梯”攀上了生命研究的新高峰。生命运动中最充满神奇色彩的是人的心理活动，心灵的求索、意识的破译、精神的解析，是一条有着无数艰难充满荆棘的小路，只有不怕困难、敢于开拓的人才会看到希望的曙光。弗洛伊德就是坚持在这条小路上勇敢跋涉的战士。

“路漫漫其修远兮，吾将上下而求索。”我们敬仰科学家，是因为他们不畏艰辛，为人类作出了巨大的贡献，但更值得我们去学习和讴歌的是那些伟大科学家们的精神，也就是锲而不舍和不屈不挠的求索和创新精神。

先哲飘逝，精神长在；生命终结，智慧永恒。

愿每个读者都更加热爱生命，都能为寻求和探索生命的真谛作出自己的努力。

编者
1998年3月于南京

序

时代的列车正飞速驶向 21 世纪，世纪之交是中华民族发展的关键时刻，我们既面临着良好的机遇，又面临着严峻的挑战。毫无疑问，科学技术将成为 21 世纪推动社会进步的首要力量，而科学技术的发展需要依靠千百万人的共同努力，更需要造就大批优秀的科技人才。今天十来岁的青少年学生，正是驾驭 21 世纪时代列车的主人，他们肩负着特殊的历史使命，如何把他们造就成优秀人才，是我们全社会都面临的一项重大而紧迫的任务。

回顾人类社会的历史我们不难发现，每一项重大的科学发现和科技发明，都会推动社会的巨大发展，并给人类带来无尽的收益。18 世纪，蒸汽机的发明导致了工业革命，使人类由手工劳作步入机械化的时代。19 世纪末，随着电动机、电灯、电话、电报的问世，人类社会进入电气化时代。从本世纪 40 年代开始，以电子、信息技术为先导，又引发了以计算机为代表的信息产业革命。每一次工业革命都极大地推动了社会生产力的发展，同时也使人们的生产方式和生活方式发生了翻天覆地的变化。回顾和了解科学技术的发展过程，对我们每个人来说都是一件很有益处的事。

江泽民同志在 1998 年接见出席中国科学院第九次院士大会和中国工程院第四次院士大会部分院士和外籍院士讲话中说：“科学技术的发展，社会各项事业的进步，都要靠不断创新，而创新就要靠人才，特别要靠年轻的英才不断涌现出来。”他还强调：“科技界应该编一些介绍世界著名科学家和各种科学发现、技术创新的书籍，以利于向广大干部群众特别是青年人普及科学技术方面的基本知识。”最近，江苏科学技术出版社邀请江苏省内一批知名的科普作家编写出版了这套面向广大青少年读者的科普读物——《世界科技发明与发现故事丛书》。该丛书共 7 本，内容涉及数学、物理、化学、天文、地理、生物等六大基础学科及新兴的航天科技，把古今中外许多著名科学家的伟大创举和光辉业绩展现给广大青少年读者。全书以讲故事的形式，把一项伟大的发明或某一位科学家的动人故事，娓娓道来，语言流畅、形象生动，引人入胜。这套丛书与一般知识性科普书的不同之处在于，不仅注重介绍具体的科学知识，努力拓宽读者的知识面，而且更注重进行科学思想、科学方法、科学精神的普及和教育，努力提高读者的科学素质。全书字里行间饱含对科学家们不畏艰辛、追求真理、勇于探索、矢志不渝的高尚品质和献身科学的崇高精神的颂扬之情，对读者有很好的启发、教育作用；尤其是书中对中国古代以及近现代一些辉煌的科学技术发明及科学家的介绍，更能激发广大青少年读者的自豪感和历史责任感。

我相信，《世界科技发明与发现故事丛书》将是广大青少年朋友们有益的精神食粮，对他们树立爱科学、学科学、用科学的科学观会有很大的帮助。同时我希望，广大青少年要学习科学家们知难而进、锲而不舍、献身科学的可贵精神，从书中多吸取现代科学知识的营养，使自己的视野更广阔、思维更活跃，动手动脑能力得到进一步提高，将来成长为国家的栋梁之才，为祖国实现现代化、迈入世界科技强国之林而努力奋斗。

王 珉

生命奇葩

东方医圣

——李时珍和《本草纲目》

400 多年前，我国出版了一部药理学巨著《本草纲目》。这部书的作者就是我国明代自然科学家、医药学家李时珍。

1518 年，李时珍出生在蕲州东门外的瓦硝坝，即现在湖北省蕲春。这里山清水秀，风光绮丽，还生长着许许多多药用植物。

李时珍的祖父、父亲都是医生，家中到处都放着各种各样的药物。李时珍还常随祖父、父亲上山采药，回家后帮助大人加工药材。日积月累，李时珍掌握了不少药物方面的知识。有一天，他正式向父亲提出，长大后也想当个医生。李时珍父亲并没有立即答应儿子的请求。他说：“学点防病健身的知识可以，当医生不行。”

“为什么？”李时珍问父亲。

父亲告诉李时珍，不要当医生，医生是被官方看不起的。好好读点“四书”“五经”，将来考个一官半职，才会有出息。

李时珍没有听父亲的话，他对“四书”“五经”十分厌烦，他喜欢读的倒是动物和植物方面的书。只要父亲上山采药和出诊看病，他总跟在后面，问这问那，他不断地向父亲明确表示，立志学医。父亲见他意志坚定，也只好答应了。

此后，李时珍阅读医药书籍更为刻苦了。他一面学习，一面参与行医实践。读古人医书，抄古人医方，是当时许多医生的习惯做法。但李时珍在行医中并没有盲从书本的记载内容，他发现古人书本上时有错误。

有一次，一个医生给一位患癫狂病的患者服了一种叫狼毒的药，病人很快就死掉了。另外，又有一位医生给一位身体虚弱的人服了钩吻，结果病人也死掉了。这两件事传到了李时珍耳中，李时珍立即作了认真研究。他查找了许多医药书，又仔细对照辨认了这些药物的外形特征和作用功效。最后发现，责任在药书上。是药书把防葵和狼毒，黄精和钩吻混淆了。狼毒与钩吻是毒性极大的药，而古书上却把这些药当成了补药。毒药看成了补药，给病人服用，怎会不死人呢。庸医害人，错书更害人，而且会害更多的人。从此，李时珍下决心对古医药书加以整理、修改和补充。

读书，读书，读更多的医药书。李时珍每天除了给病人治病和定期外出采药外，空下的时间全花在读书上。他知道，只有尽可能地博览所有医药方面的书籍，才能作出全面的比较、鉴别和选择。夜深人静，李时珍苦读之余常常浮想联翩。是啊，在我们这个世界上，海阔天空，鸟飞鱼跃，平原山脉，花草树木。这么多可以用作药物的动物、植物，它们千姿百态，丰富多彩，形态、药性各不相同。它们中有些对人有益，有些对人有害，要能把这些都详尽准确地记录下来，那该多好啊！

在李时珍 35 岁时，已读了 800 多种古代的医书和药书。摘录的笔记，亦装满了好几个柜子。书读得多了，发现的问题也多了起来。同一种药物，不同书有不同的记录，究竟哪一种对呢？“百闻不如一见，多见全靠实践”。古书上说白花蛇有 24 块斜方格花纹，为了证实这一点，李时珍独自登上了凤凰山，找到了捕蛇人。他和捕蛇人住在一起，学会了如何捕蛇，他问捕蛇人白花蛇是否有 24 块斜方块花纹。

“好像是24块斜方块花纹。”捕蛇人一时也无法肯定，他们平时光顾捉蛇，并没有认真数过。李时珍请捕蛇人带路，终于在一个山洞中捉到了一条白花蛇。李时珍亲自数过后，确认了古书上的记录是正确的。

“读天下书，走天下路”。为了拓宽视野，获得更多的知识，李时珍去过湖广一带的许多地方作药物调查，江西庐山，江苏茅山，南京牛首山、紫霞洞，以及安徽、河南等地，凡药材丰富的丛山峻岭都留下了他的足迹。

我国是个植物种类繁多的国家，药用植物丰富而多样，成了一座座药物的宝库。在这些宝库中，李时珍寻到了许多宝贝，采集了大批标本，他对每一种药草，从产地、栽培，到苗、茎、叶、根、花、果以及形态、气味、功能等，研究得都非常深入和仔细。

有一次，李时珍听人讲在均州（即现在湖北省均县）的太和山上有一种果子叫榔梅。据说，这是一种极为稀罕的植物，人吃了可长寿。李时珍想，若此药能延长人的寿命，倒真是一种神药了，一定要去看看。李时珍来到了太和山，山路崎岖，树木葱郁，他沿着山道向上攀登，到半山腰时，他遇到了一位看庙的老和尚，老和尚听说他是来采榔梅的，忙摇着手说：“采不得，采不得，这是一种神果，谁采了要倒霉的。”李时珍笑笑，没再说什么，在庙中住了下来。夜深了，李时珍悄悄起床，趁着微亮的月色，找到了登山的羊肠小道。在山顶，他终于采到了几颗榔梅。经研究，这不是什么神果，只是一种榆树类果实，吃了也不会长生不老。

李时珍在各地查访时，特别注意搜集各种民间药方。乡村的农舍里，他与农民拉家常，弄清了萍、苹、菁、蓬草的区别；渔船上，他向渔夫请教各种鱼的特征、生活和繁殖状况；牧场上，他从放牧人那儿学到了各种动物的习性和喜好；树林里，他和砍柴人交朋友，边砍柴，边了解各种植物知识；矿井中，他向矿工学习各种矿物药品的采集和炼制。他还下过煤窑，到过炼铅、炼汞的作坊，也研究过工人中毒现象和一些职业病。

最难能可贵的是，李时珍为了体验药物的效用，常常冒着生命危险吞服一些烈性药。古书上记载曼陀罗有麻醉作用，能使人精神恍惚，严重者可失去知觉。李时珍决定亲自尝一尝，在吞服了这种药后，果然很快出现了这类症状，好在他预先准备了解毒药。他早就知道，大豆能解毒，再加上甘草，解毒作用更明显。于是他服了用大豆和甘草熬的汤药后，曼陀罗的毒性便解除了。

几十年过去了，李时珍不断读书，治病，学习，总结。他历尽千辛万苦，终于登上了中医药学的顶峰。他记下了数百万字的笔记，经过几十遍的反复修改整理，最后留下了一百多万字。这就是举世闻名的巨著《本草纲目》。

《本草纲目》共记录了1892种药物，并附有药物图1000多幅以及药方1096个。全书共分16卷，其中矿物药2卷，动物药6卷，植物药5卷，其他药3卷。《本草纲目》出版后引起了世界的重视，英国著名进化论者达尔文称《本草纲目》为中国古代的百科全书。《本草纲目》已被译成英文、拉丁文、日文、德文等多种文字，流传于全球。

血液是怎样流动的

——哈维发现血液循环

提起血液循环，人们便会立即联想到滔滔江河，奔流不息，一泻千里。它们源于高深幽静的峡谷，汇集于波涛汹涌的汪洋大海。是的，自古以来，人人都知道心脏和血液是运动的，但心脏和血液到底是怎样运动的却无人能讲清楚了。

那时，医学界盛行着一种错误的理论，认为人的血液产生于肝脏，存在于静脉中，进入右心室后渗入左心室，经动脉，遍布全身后在体内完全消耗干净。这是公元2世纪罗马医学家盖仑提出来的。盖仑是罗马皇帝的御医，据说写过78本著作，他的理论保持了上千年的权威，是医学界顶礼膜拜的偶像。

最早向盖仑挑战的是比利时解剖学家维萨留斯。维萨留斯曾在巴黎学医，专攻解剖学，后又到意大利进行解剖学研究。当时的解剖学教师都是“君子”，只动口不动手。他们在高高的讲台上念盖仑的著作，由雇来的理发师对尸体进行简单的解剖，验证盖仑著作的正确。维萨留斯对此极为不满，他不想盲从古代的文献，决心自己解剖人体。为此他常在夜里从绞刑架上偷回犯人的尸体，或在瘟疫流行处，在荒野里从饿狗嘴中抢回尸体。他用解剖学的事实戳穿了宗教关于夏娃是用亚当的一根肋骨做成的，人体内有一根烧不化又砸不碎的复活骨等谎言。他发现心脏是非常重要的器官，心脏把大量血液从右心室抽取到左心室。1543年，维萨留斯出版了《人体构造》一书，总结了他的解剖学实践，并指出了盖仑的错误约200多处。维萨留斯的观点激怒了教会，被宗教法庭判处死刑。

维萨留斯的同事西班牙医生塞尔维特继续深入研究解剖学和医学，重点在血液循环系统，以他多年的成果直接抨击盖仑的错误，这又一次触犯了宗教权威。他说：“我相信自己的言行都是公正的，我不怕死！我知道我将为自己的学说，为真理而死，但这并不会减少我的勇气”。1553年10月27日，他被送上了火刑场。临死前，他胸前套着一个浸过硫黄的花环，挂着他的一本著作。神父问他是否放弃自己的学说，他做了个否定的姿势。火点着了，他被活活烧烤了2个小时。他的死，使人类对于血液循环的研究推迟了几十年。然而，科学是扼杀不了的。塞尔维特为真理殉难后75年，英国内科医生威廉·哈维终于完成了塞尔维特被迫中断的血液循环研究工作。

1578年4月1日，哈维生于英国的福克斯通。小哈维聪明伶俐，16岁考进剑桥大学，19岁获文学学士学位。毕业后，又进入意大利帕多大学学医，毕业后获医学博士学位。就学期间，哈维一度生病回家休养。母亲请来了民间医生，当时欧洲医生治疗疾病的常用方法是“放血”。年轻的哈维在多次接受放血治疗时，产生了这样一个问题：血液为什么能不停地流出来？它在体内是怎样流动的？

在获得医学博士后，哈维返回了英国剑桥大学，又获得了剑桥大学的解剖学博士学位，并成为了一个知名的医生。在这儿，他每年都要参加几次死刑犯人的尸体解剖。每次解剖，他都要做极为详细的记录，一边观察，一边思索。随着研究的深入和资料的积累，他越来越怀疑自己原来崇拜的偶像盖仑，认为他的体系的理论与事实相距甚远。长久孕育在哈维心中的反叛精神，

渐渐地显现出来。

血液是怎样流动的？哈维不是在书本上寻找答案，而是到自然界中去找答案。他提出了“以实验为依据，以自然为老师”的研究原则。

哈维的实验室有着各种动物的心脏，猪的、牛的。哈维一面解剖着这些心脏，一面自言自语：“估计人的每一心室大约也就容纳 2 英两血液吧，若每分钟心脏能跳 72 次，每次排出 2 英两血液，则 1 小时内每一心室可排出 8640 英两血液，约 245 千克，这要相当于四个普通人的体重了”。

盖仑曾说：“血液是肝脏制造的”。可人在 1 小时之内能制造出这么多的血液吗！为什么没把人体胀破？这多余的血液又流到何处去了呢？

哈维曾把猪等动物的血液全部放掉，计量一下也不到 10 千克，由此他推论人体内的血液也不会太多。这么点血在体内是如何运行的？多少年前被提出的这个问题，又摆到了面前！

只有认为血液是不断循环的才可解释这些现象。1616 年，哈维做了一个简单而又有效的绷带实验。

他先用绷带在人的手臂上结扎动脉管，很快发现在结扎的上方，即靠近心脏处动脉明显鼓胀起来，这说明动脉中的血液是来自于心脏的。接着他又将静脉扎起来，结果在结扎的下方即离心脏较远处，静脉很快胀大，表明血液是从静脉流到心脏的。

此后，他继续对蛇等 40 余种动物进行了活体解剖和实验，并做了大量的人的尸体解剖，越来越坚信他有关血液循环的发现是正确的。

1628 年，凝集着哈维 20 多年心血与革新精神的专著《动物心血运动的解剖研究》终于出版了。哈维向公众宣布，心脏好像一个“水泵”，在“瓣膜”的控制下把血压提高，通过“泵”的搏动将血液打入动脉，从大动脉到小动脉，流到全身，然后由较小静脉流向较大静脉，最后流回心脏。

哈维的心脏血液循环论一句话也没有批判盖仑学说，但却粉碎了盖仑为首的根深蒂固的旧观点。

然而，这一里程碑式的著作出版后，给哈维带来的却是灾难。一些有名望的权威群起而攻之。哈维的旧友，著名解剖学家，巴黎医学院院长阿兰最先起来反对哈维理论。著名的爱丁堡大学教授普里姆罗斯，用 14 天时间写了一本书，强词夺理地说“如果解剖上的事实与盖仑描述的不一样的话，那么只能说，不是盖仑错了，而是盖仑以后的自然界发生了变化”。为了嘲笑哈维，他甚至讲：“以前医生并不知道血液循环，也会看病。”

哈维感到最为痛苦的是，他的病人也急剧地减少了，医业开始衰落。病人认为他是精神失常的医生，不信任他。哈维被讥讽为“循环的人”，这个绰号并不是由于相信血液循环理论而为他戴上的，而是这个词在拉丁文里是指“庸医”。那些在大街上卖药的小贩子，以此来辱骂哈维是江湖医生。

幸而哈维当时已是国王的御医，有国王的保护，才没有受到人身摧残。

哈维对来自各方的攻击保持缄默，继续进行研究。由于条件所限，虽然哈维当时并没有找到动脉和静脉之间的连通途径，但他坚信总有一天会证明自己理论的正确。

这一天终于来临了。1661 年，在哈维去世后 4 年，血液循环的有力证据终于被发现了。意大利医生马尔比基通过显微镜发现了一种把动脉和静脉连接起来的血管。这种血管像毫毛一样细，于是马尔比基把这种血管叫做“毛细血管”。血液循环理论至此乃告完成。

在哈维时代，还没有显微镜，他手边的工具，除了解剖刀、剪刀、镊子之外，只有一个手持放大镜，哈维理论的建立全靠他自己不断的实验，这是多么了不起的成就啊。哈维是近代实验生理学的奠基人，他使生理学成为科学。他敢于冲破神圣不可侵犯的传统和权威的束缚，在斗争中确立他的新学说。这一伟大功绩将永远为后人所崇敬。

他看到了一个奇妙的世界

——列文虎克发明显微镜

300 多年以前，荷兰一个看守大门的无名之辈，用自制的魔眼，第一次看到了一个奇妙的微观世界。

在这个五花八门的天地中，生息着千百种微小生物，它们有的像小圆点，有的像曲线，有的身上长着小毛毛，有的还拖着一条长尾巴……。这是人类对这个奇妙世界的第一次“访问”，这位勇敢的访问者名叫列文虎克。这次成功的“访问”，使这位没有上过一天大学的列文虎克成了英国皇家学会会员。

1632 年，列文虎克出生于荷兰的德夫尔特城。他的父亲是一个编箩筐和酿酒的小商人。不幸的是，未等列文虎克成年，他的父亲就去世了。为了维持家庭生活，16 岁的列文虎克离开了学校，到荷兰首都阿姆斯特丹一家杂货铺当学徒。在这里，白天，他面对络绎不绝的荷兰家庭主妇为一分两分钱争得面红耳赤，耳听现金抽屉中硬币的叮当声；夜晚，店铺打烊以后，他靠着昏暗的烛光读着借来的各种书籍，书中上至天文，下至生物的知识，引起了他对自然科学的浓厚兴趣。杂货铺的隔壁是一家眼镜店，这是列文虎克最爱去的地方。在这里，他与眼镜店的工匠聊天，他将书中读到的一些有趣故事讲给工匠听，工匠则教会了他怎样磨制玻璃镜片。这是一门非常有用的技术，此后，磨制镜片有节奏的沙沙声几乎伴随了列文虎克整整一生。

6 年的学徒生涯很快就过去了。这对列文虎克来说，正是充满幻想的时期，他最强烈的愿望是，如果能制造出一种放大的魔镜，用它来观察自然界的许多小东西，这该多么有趣啊！

告别了学徒生活，列文虎克又走上了坎坷的人生道路。为了生活，他不得不四处奔走。又过了许多年，他才回到了家乡。在这里，只会讲荷兰语的列文虎克被人看作是一个无知无识的人。在当时，荷兰语被鄙视为渔夫、店主、挖沟人的语言。有教养的人应该会讲拉丁语，而他连读也不会读。他先开了家杂货店，最后做了市政府的看门工人，每天打扫门前垃圾，定期爬上钟楼向全城市民报告时间。工作极为简单，收入也仅够过日子。但列文虎克有自己的兴趣所在。

他最大的嗜好就是不停地磨镜片。他有着坚不可摧的研究者的好奇心。他知道，通过透镜看到的东西比肉眼大得多，也非常有趣。他发誓要磨出世界上最好的镜片。一天天过去，一次次失败，磨呀磨，他双手不知磨出过多少血泡，他也忘了妻子儿女，顾不得去看朋友和邻居，大家以为他有些精神失常了。然而，“有志者事竟成”，列文虎克终于磨出了光洁透亮的镜片，他把两块镜片隔开一些距离，固定在一块金属板上，再装上一个调节镜片的螺旋杆。一架在当时最为精巧的魔镜便做成了。魔镜可将物体放大 300 倍，这就是世界上第一架显微镜。

有了这架显微镜，列文虎克兴奋不已。凡能到手的東西，他样样都拿来看看。他观察了许多小虫的器官，如蚊子的长嘴，蜜蜂刺人的针。他细看了鲸鱼的肌肉纤维和自己的皮肤屑片。他到肉店里去买回牛眼睛，看到水晶体的组合那么美妙，不禁大为惊奇。他一连几小时地细看羊毛、海狸毛和麋鹿毛的构造，这些纤细的毛在他的显微镜下像粗大的木头。他精细地解剖了一

只苍蝇的头，把它的脑粘在显微镜下的细针上——他由衷地赞美这个大得惊人的苍蝇脑子的细节是如此复杂！他察看了十几种树木的横断面，细看植物的种子。当他初次观察到一只跳蚤的刺和一只虱子的腿竟是这样完美惊人时，咕嚕道：“天哪，怎么会这样呢！”

1669年，他开始给英国皇家学会写报告，宣布他看到了“大量难以相信的极小的活泼的物体”，他将这些东西称为“微动物”。

这是值得记载的历史一页。除了列文虎克这样的怪人，谁还会想到用魔镜去看从天上落下来的清澈的雨水？水里面除了水以外，还会有什么？这个精神恍惚圆睁着双眼的人，拿起一根玻璃管，走进园子里，俯身在一只计雨量的陶罐上，吸了点雨水，放到了他那宝贝魔镜下。他眯眼凝视着透镜，低声咕嚕着一些谁也听不清的话……突然，列文虎克兴奋地叫起来：“来，快！雨水中有小动物哪，它们在游泳，它们在玩耍。”列文虎克一生最得意的日子到来了，他潜入了一个肉眼看不见的怪异世界，这里全是些小生物，它们生活着，繁殖着，斗争着，死亡着。自古以来，它们就完全不为人们所知。这些小东西有的如同一种野兽，它们残害人类，把大于它们千万倍的人类消灭掉。有些比喷火巨龙、九头怪物更可怕。它们如同不声不响的刺客，把婴儿暗杀于温暖的摇篮之中，把帝王谋杀于深宫禁院之内。这些小东西也有不少是和善可亲的，给人类带来许多益处，与人类休戚相关。自列文虎克以后，人类对这些小东西的认识越来越深入。到了今天，“细菌”“微生物”已成了常识性名词。

列文虎克不断地观察，详细地记录了他所看到的一切，并用他那质朴有趣的荷兰话向皇家学会写报告。

他告诉皇家学会，除了雨水外，各种各样的水中，如书房的水，屋顶上盆子里的水，不太清洁的德尔夫特运河中的水，园子中深井里汲上来的水中，到处都有这种“小生物”。它们好几千个合起来也不及一粒沙子大。“它们极为可爱，翻来翻去，花样不一”。

他告诉皇家学会，在他自己嘴里这些小东西也成群结队：“我虽50岁了，牙齿还是很好，因为我习惯每天清晨用盐刷牙。可用放大镜一照，还是有不少白色的东西。”

这白色的东西是什么呢？

列文虎克从牙缝里刮下一点来，吸进小管子，放到显微镜下。当渐渐地调准焦距时，那从灰色朦胧中变得清晰起来的是一些小得不可思议的“小东西”。“在里面跳来跳去，就像梭子鱼一样，还有一种，向前游一下，突然疾转，翻个漂亮的筋斗。另一些行动懒洋洋的，像弯曲的棍棒。”

列文虎克说：在一个人口腔的牙垢里生活的微小生物，比整个荷兰王国的居民还要多。

后来，列文虎克在蛙和马的肠子里，在自己的排泄物中，都发现了这种“神秘新奇的小动物”。甚至在一次拉肚子后，他发现“小动物”居然汇集成堆。

读着列文虎克的这些来信，皇家学会的许多绅士们都不敢相信。直到英国物理学家和天文学家胡克依照列文虎克的说明，做了一台显微镜，亲自观察了他信中所说的新发现，证明是事实。皇家学会的老爷们终于不再疑惑了，惊讶之余，不得不完全信服了。列文虎克的成果得到了肯定，他本人也被吸收为皇家学会会员。

列文虎克的发现轰动了全世界。人们从各地拥向荷兰的德尔夫特城，要求亲眼看看这个肉眼看不见的奇妙天地。列文虎克的声望越来越大。俄国沙皇彼得大帝和英国女皇对这位看门老头的魔镜也发生了兴趣，亲自登门拜访，请求瞧一下镜中的秘密。

列文虎克已经 80 岁了，牙齿开始松动了。一天，他把那松动的牙齿拔了下来，用魔镜观察空牙根中的小动物。已经研究过上百次了，为什么还要研究它们？列文虎克说：“说不定还有漏掉的细枝末节呀！”

列文虎克把观察的内容写成了一部划时代的著作《自然界的秘密》，分 7 卷出版。在他的一生中，用手工磨制的透镜片达 419 枚，制成了 247 台简易显微镜和 172 个小型放大镜。1723 年 2 月 27 日，91 岁高龄的列文虎克离开了人世。

他在给皇家学会的最后一封信中提到：“一个人要有所成就，必须呕心沥血，孜孜不倦。”

治理植物王国的人

——林奈建立植物科学分类体系

早在 17 世纪，博物学（动物学、植物学和地质学的总称）家对博物学的研究还只是以搜集材料为主，他们主要搜集大量的动物、植物及矿石、化石等标本，因此标本越积越多。奇异的花草，种类繁多的树木，千姿百态的飞禽走兽等等，混乱的名称给人类利用和研究带来了很大的困难。到了 18 世纪，博物学家们便面临着把材料分门别类整理和系统化的任务，这一科学发展时期的一位杰出代表便是林奈。他用毕生的精力从事分类学的研究与实践，建立了“人为分类体系”，创立了著名的动植物“双名制命名法”，为分类学作出了巨大的贡献。

1707 年 5 月 23 日，林奈出生于瑞典南方斯马兰省的沙拉尔特村。他的父亲原是一个乡村牧羊人，后来成为一名乡村牧师，平时非常爱好园艺，善于管理花草树木。他们家围墙外面全部种上了树木，院子里也种上了各种果树和奇花异草。年幼的林奈就是在这一片生机勃勃的百花丛中长大的。所以，他从小就爱观察花木的生长，7 岁时就能识别许多植物。他曾经说：“这花园与母乳一起激发我对植物不可抑制的热爱。”也正是这童年的爱好和兴趣，引导他走上了研究植物学的道路。

林奈 7 岁时开始接受正式教育。父亲希望子承父业，因此拿出自己很少的积蓄送林奈去上学。可林奈无论是在小学还是中学，对学校的课程都不感兴趣。他把大量的时间和精力都花在了到野外去采集标本和阅读当时仅有的几本植物学著作上，简直到了着迷的程度。因而，他懂得了不少植物分类的基本知识。

当时林奈的家境日益艰难，到他上中学三年级时，父亲见他学习不用功，成绩低劣，大失所望，于是打算让他退学，改学手艺，希望他能学一些技能，至少能解决今后的衣食问题。正当这时，学校里有位物理学教师叫罗特曼，也是当地一位有声望的医生，他发现了林奈的特长，认为他有特殊的才能，善于钻研，就劝林奈的父亲让他在学校继续学习，并提出亲自教林奈医学。父亲只好同意了老师的要求。

林奈在罗特曼老师的悉心指导下，生理学学得很好。罗特曼老师还经常给他讲一些研究植物的方法，并借给他一本 1700 年出版的法国植物学家杜恩福写的《植物学大要》。书中谈到了各种植物花的区别和植物分类的方法。林奈对这本书爱不释手，读了一遍又一遍，甚至到了废寝忘食的地步。他时常对照书籍，细心研究，把自己搜集到的每一种植物一一放到杜恩福分类系统的适当位置上，作各种分析。这对他日后的研究产生了重大的影响。

在老师的精心培养下，林奈终于成才了。1727 年，他以优异的成绩考入瑞典南部的隆德大学。进入大学以后，林奈举目无亲，孤身一人，生活十分困难。但为了能继续学习，他东奔西跑，四处求助。终于得到隆德大学一位有名的博物学家和医生斯托俾尔斯的赞助，让林奈住在他的家里。斯托俾尔斯家中书籍很多，还收藏了许多动物、植物和矿物标本，林奈的勤奋和在植物学方面的丰富知识，让斯托俾尔斯非常欣赏，他慷慨地把自己珍藏的全部标本供给林奈使用，还亲自向林奈讲解制作标本的方法，教他压制腊叶标本的技术。每当假日，斯托俾尔斯还带林奈到郊外采集动、植物标本，训练他

野外采集的能力。为了采集标本，林奈经常跋山涉水，历经艰险。有一次，他的胳膊被毒蛇咬伤了，差点送了性命。可他却从未退缩过。一年以后，林奈转入乌普萨拉大学医学院深造。这个学校虽然是瑞典知名的大学之一，但设备极为简陋，教学质量也很差。林奈就自觉地利用大学的图书馆学习，到植物园进行植物研究。

这时，林奈的学习生活仍然十分艰苦，吃不饱穿不暖，经常穿着破旧的衣服在校园里走。为了解决经济困难，他常常在学习之余替人干零活，以获得一点收入来维持生活。在这种艰苦的情况下，他又遇到了一位好老师，就是乌普萨拉大学的塞尔西教授。有一天，塞尔西在校园散步，看到林奈在植物园里聚精会神地观察植物，经过一番交谈，塞尔西发现林奈是一个十分有为的青年，当他了解到林奈的生活十分困难时，就叫这个贫穷的青年搬到了自己的家里住。

在塞尔西的指导下，林奈进步很快。在很短的时间内，他已经能独立从事植物的研究工作了。这个时候，他开始感觉到，建立一个同一的生物分类系统和命名法是非常重要的。他与同窗好友阿提迪共同商量，确立了一个远大的目标：为地球上所有的植物、动物和矿物命名。

在这期间，林奈认真研究了植物的繁殖原理，特别是花的结构，写成了一篇名为《植物婚配论》的论文。在论文中，他把植物的雄蕊比作新郎，把雌蕊比作新娘，探讨了植物在繁殖过程中和动物有着相似之处。这篇论文得到了塞尔西教授的充分肯定，认为有独到的见解，并推荐给其他学者阅读，很快在学生中也传开了。林奈在此基础上提出了植物性别概念，促进了当时对植物学的研究。

知名的植物学家鲁德伯克教授慕名前来拜访了林奈，并且十分赏识他。他请林奈到自己家里作助手和家庭教师，这不但大大改善了林奈的经济条件，而且使他在科研道路上得到新的发展。此时林奈还在上大学三年级，便在鲁德伯克和塞尔西两位教授的帮助下，作了乌普萨拉大学植物学助教，代理讲授植物学。同时，他还获得了奖学金，报纸上也常发表他的文章。年轻的林奈一时小有名气。

1732年2月，林奈应一个探险队的邀请，去瑞典北部拉帕兰地区进行地方性的植物考察。拉帕兰地区当时是一个未曾开发的荒凉地方，人烟稀少，生活十分艰苦。林奈为节省开支，只花了100克朗左右，买了一把测量尺，一架望远镜和一个放大镜，以及刀、纸和干燥植物的设备。在历时5个月之久的考察中，行程4000英里，历经千辛万苦。他收集了许多植物标本，发现了100多种新的植物，获得了大量宝贵的经验。返回乌普萨拉后，他写成了一本《拉帕兰植物志》，受到植物界的高度赞扬，并得到瑞典皇家科学院的奖励。

在结束考察工作后，发生了一件意外的事情。由于当时大学里规定，没有学位的人不能公开授课，林奈被取消讲课资格。他怀着不悦的心情向塞尔西教授告别之后，离开了母校，来到瑞典的法龙镇。

在法龙镇，林奈结识了一位名叫莫勒的老医生。老医生十分喜爱林奈，林奈也因老医生对植物颇有研究而十分敬佩他，两人成了忘年交。

春天来了，有一天，莫勒老医生发现林奈在家里唉声叹气，便关心地问：“有什么大不了的事情，让你这样？叹气有什么用？”

林奈着急地说：“现在这么好的季节，如果能出去考察，一定能发现不

少新植物。可我没钱，只好呆在家里，白白浪费时机。”

莫勒听后笑道：“这还不好办？我给你钱让你出国考察行不行？”

林奈简直不敢相信自己的耳朵，激动得半天说不出话来。这时老人坐定下来，语重心长地对林奈说：“我可是有个条件的，你出国以后，一定要拿个学位回来，那时，我还要把女儿嫁给你呢！”

在莫勒的资助下，林奈终于踏上了探究植物王国的旅程。他途径丹麦、德国，来到荷兰的哈德维克城留学。苦读3年，他在哈德维克大学获得了医学博士学位。

取得学位以后，他没有立即回国，而是又到了英国、法国等地进行植物考察。沿途，他结识了许多著名的植物学家，和他们一起切磋学术问题，获益颇多。经过这次学习和考察，他积累了许多资料，并进行了系统整理，写下了重要的著作——著名的《自然系统》。在此书中，林奈第一次对动植物进行系统的描述与整理，并根据植物的性器官进行分类。此书第一版出版时只有12页，但经多次修订再版，到1768年第十二版时，已成为1327页的巨著。这本书的影响极大，成为当时自然科学家手头必备的书。

1738年，林奈定居斯德哥尔摩。1739年，他就任瑞典科学院第一任院长。

1741年，林奈重回乌普萨拉大学任教，开始了稳定的教学和研究生活，并致力于著书立说。他的一生，论著非常多，据统计，有180种之多。其中重要的著作有《植物学基础》、《植物学文献录》、《植物属志》、《植物纲志》及《植物种志》。

在这些著作中，林奈将自然界分为动物、植物和矿物三大类，每一类又分纲、目、属、种。他用植物雄蕊的数目区分纲，用雌蕊数目区别目，以花果性质区别属，以叶的特征区别种。建立了“人为分类体系”。他把显花植物分为23纲，隐花植物分为1纲，这样植物被分为24纲，116目，1000多个属和大约10000个种，建立了著名的“林氏24纲”分类法，一时被广泛采用，直至19世纪被自然分类法替代。

18世纪，由于欧洲资本主义迅速发展，许多科学工作者经常把分布在世界各地的不同植物和动物带回欧洲。它们的名称非常不统一，常常是一种植物有好几个名称，或几种植物又只有一个名称，记录十分困难，无法比较其异同，给研究工作带来很大困难。针对这种情况，林奈在研究了前人建立的植物命名法规的基础上，大胆革新，从1746年开始，历时7年，写成了《植物种志》一书。在这本书中，林奈创立了“双名制命名法”。所谓“双名制命名法”就是每一种植物的名称均由2个拉丁文组成。第一个词是属名，第二个词是种名。为了慎重起见，后面再写上命名者的姓名以示负责。如现代人 *Homo sapiens Linnaeus* 一词，*Homo*（人的意思）是属名，*sapiens*（智慧的意思）是种名，*Linnaeus* 说明这个名称是由林奈定名的。所有新发现的尚未定名的植物，都可以按这种方法命名。这一命名法同样也适用于动物的命名。

林奈这一创举，开创了生物科学的新纪元。200多年来，全世界的生物学家，尤其是植物分类学家，一直共同遵守着这一法则。

林奈热爱自己的祖国瑞典。当它的声誉闻名世界的时候，西班牙、俄国、德国等国家的权威人士及最高学术机构纷纷致函邀请他去就任要职，林奈都婉言谢绝了。他要把他的全部能力献给亲爱的祖国。

林奈的一生非常谦逊、朴实，虽然他拥有那么多的辉煌成就，拥有那么

多的崇拜者，拥有瑞典国王赐给他的“北极星爵士”头衔，可他却只把一种高度不到 10 厘米的常绿小灌木命名为“林奈草”。人们看到“林奈草”便会想起这位伟大而高尚的科学家。

在林奈去世后，他的图书和搜集品被拍卖给一个叫史密斯的伦敦医生。这位医生非常崇敬林奈，为纪念他，1788 年，史密斯在英国主持成立了林奈学会。这个学会具有较高的国际威望，不少国际上著名的生物学家都是这个学会的会员，世界上不少重要的论文也是由这个学会公布于世的。最为突出的就是华莱士和达尔文关于物种起源的原始论文，就是在这个学会的讲坛上宣读的。

瑞典政府也先后建立了林奈博物馆、林奈植物园等，以纪念这位杰出的爱国科学家。

人类战胜“死神的帮凶”

——琴纳发明牛痘接种法

1980年5月，第三十三次世界卫生大会庄严宣告，全世界已经消灭了天花。天花的消灭是人类同疾病斗争史上的一个辉煌的胜利，可这一重大消息，在全世界却并没有引起什么反响。今天的年轻人已经对天花很陌生，人类患天花病已经是很遥远的事了。

可是在解放前，天花在我们国家妇孺皆知。它是由天花病毒引起的一种传染病，人一旦染上天花，很快便一命呜呼，就算侥幸存活下来，也要留下丑陋的麻脸，或者耳聋、眼瞎。美丽的姑娘因患天花而容颜损毁，活泼的儿童因染天花而过早夭折……

早在上古时期，人类就饱受天花危害。公元前一千多年，无情的天花就席卷了古埃及，尼罗河畔的居民难逃厄运，就连法老拉美西斯五世也不能幸免，在他的木乃伊面部，就有着点点天花瘢痕。

公元1世纪，天花传到了中国。东晋的南阳战役之后，因为首先是在俘虏中发现此痘，所以古人把它叫做“虏痘”。到了唐宋时期，特别是15世纪以后，由于交通发达，车来人往，天花在我国的流行也日益广泛，不仅普通百姓深受其害，皇宫里也有传染。清顺治皇帝驾崩时年仅24岁，得的就是天花病。

18世纪的欧洲，天花大流行。学校停课，工厂停产，戏院关门……整个欧洲有6000多万人死于天花，麻子更是不计其数。

人们惊恐、战栗，畏痘如虎。英国史学家马考莱称天花是“死神的忠实帮凶”。

几千年来人类受尽天花的折磨，难道就没有什么办法来战胜这“死神的忠实帮凶”吗？人们一直在思考着，盼望着，世界各地的医学家们也在努力研究着。而最早取得成功的，要算我们中国。

人们注意到：在天花流行过程中，凡患过天花而康复的人，就不会再得此病。天花在古时也被称为“百岁痘”，就是因为人得过天花后便可以太平终身，甚至寿至百岁。所以有人便尝试用“种痘”的方法来预防天花。方法是：取天花病人身上的脓沾在针尖上，然后再刺在没得过天花的人的皮肤里，这人就会得一次轻微的天花，待其康复后就不会再被传染。这就是祖国医学传统的“以毒攻毒”学说的实际应用。我国古代医家就是据此创造了预防天花病的“人痘接种法”。明代董正山《种痘新书》记载：“自唐开元（712～756）年间，江南赵氏始传鼻苗种痘之法”。这是预防天花的最早记载。据清代朱纯口《痘疹定论》记载：相传宋真宗（989～1022）的丞相王旦，原本儿女满堂，可均死于天花。后来老丞相又得一子，取名王素，活泼可爱，天资聪颖，是丞相的命根子。丞相担心他再遭厄运，染上天花，便请来峨眉山神医为其种痘。小王素种痘后7日发热，痘出甚好，13日结痂。并且再未患天花，活了六七十年。

17世纪末，人痘接种法已推广到全国，技术也逐渐完善。接种的方法也有很多，如痘浆法、痘衣法、旱苗法、水苗法等。明代隆庆年间，我国已经有了从人体上精选的毒性很小的“太平痘苗”。清代朱奕梁《种痘心法》也有了关于“熟苗”选种的记载：用生苗接种小儿后，挑选毒性小而出痘好的

痂皮再接种另一小儿，如此挑选，接种7次，生苗就成熟苗了。熟苗的防病效果好，危险性也小。

这种人痘接种法也随着国际交往而传到了国外。17世纪末，先后传到了俄国和土耳其。当时的英国驻土耳其大使夫人蒙塔古因患天花而留下麻脸，十分痛苦。她在君士坦丁堡看到当地孩子的种痘效果很好，就在1717年给自己的儿子也种了人痘，后来，她随丈夫回到英国，便把这种中国的人痘接种法传到了英国。英国国王知道这件事后，还特地表彰了蒙塔古夫人。

不久，中国的人痘接种法又由英国传到了欧洲各国和印度，直到世界各地。1776年初，美国独立战争时期，美军首领乔治·华盛顿在军队面临天花威胁、兵源枯竭危及全军之际，毅然决定对驻地费城天花流行区的大陆军全部接种人痘苗，避免了大陆军实际上的瓦解，从而使美国的独立战争取得了最终的胜利。

华盛顿大规模接种人痘预防天花，取得了惊人的成功，也使人痘接种法在当时得到了广泛的传播。但是接种人痘，实际上是人为地造成一次轻型天花感染，难免有一定危险。有的人会因此染病而导致死亡，这不能不说是人痘接种法的缺陷。但在当时而言，它确实起到了防止天花大规模危害的作用。它比英国的琴纳（Jenner）医生发明的牛痘接种法大约要早八个世纪。而且，人痘苗的应用，也为琴纳发现牛痘苗提供了实践基础。

琴纳1749年出生在英国格罗特郡伯克利教区的一个教师的家里。琴纳出生以后，正是欧洲天花流行之时，他很小便被接种过人痘。接种人痘给幼小的琴纳带来很大的痛苦，而且使他留下了耳鸣的后遗症。他还亲眼目睹了许多小伙伴接种后的痛苦惨状，他幼时的好友皮克就是接种人痘后得天花而去世的。

“我一定要为人们解除痛苦！”琴纳很小便立志当一名外科医生。在他13岁时，哥哥送他到外科医生卢德洛那里当助手，琴纳从此开始了学医生涯。

琴纳非常勤奋好学，在完成他该做的事后，常常和卢德洛医生谈论医治天花的问题。

18世纪的欧洲，人们常常赞美挤奶女工的美丽漂亮。这是由于当时天花的流行，使许多人成了麻子，而挤奶女工却很少得天花，皮肤无疤，自然漂亮。当时有这样的传说，挤奶女工往往会感染牛痘，而得过牛痘的人，就再也不会得牛痘，也不会得天花。

“这个传说是真的吗？”琴纳希望从老师那里得到答案。

“医生和学者都认为是迷信。”

“那牛痘和天花之间到底有没有联系呢？”

“这是一个很难回答的问题。”

琴纳对这样的回答很不满意，传说一定是有道理的。琴纳决定以后一定要弄清这个问题。

琴纳在卢德洛医生的诊所里学习了8年，老师很喜欢他的虚心好学，便将他推荐到伦敦亨特医生的私人诊所里工作。琴纳在这位著名的外科医生指导下，医术进步很快。而“牛痘与天花”的问题却始终萦绕在他的脑海，他常与亨特医生讨论一些疑难问题，亨特医生对讨论也很感兴趣。

一天，琴纳问亨特医生：“得过天花的人为什么不再得天花了？”

“因为实验证明了这一点。”

“牛痘与天花有没有关系？挤奶女工得过牛痘就不会得天花，是真的吗？”

“这同样需要实验来证明。”

“实验就那么重要？”

“是的，医学的基础在于实验，除了实验，其他什么都可以不信。”

从此，琴纳从亨特医生那里了解了实验的价值。

经过两年的刻苦学习，琴纳终于成为一名杰出的外科医生了。这时，有两条光明的前途摆在他面前：一是留在条件较好、待遇优厚的伦敦工作，这样容易干出一番事业；二是跟随著名的航海家库克船长出国考察。这位名声仅次于麦哲伦的航海家非常欣赏琴纳的学识和勤奋，请他作为博物学专家随船远航。琴纳需要伦敦的工作条件，也非常热爱航海，但他脑海中挤奶女工的传说始终困扰着他。他决心弄清这个问题。就这样，琴纳放弃了光明的前途，回家乡办起了一个乡村诊所。

一天，诊所里来了一位病重的天花患者，琴纳对病人家属说：“病人需要护理，你们最好请一位得过天花的家属来护理，否则会传染上天花的。”

病人家属为难地说：“我们家人都没有得过天花。”

“那就请一个人来护理吧。”

这家人找来一位漂亮的挤奶女工。琴纳很感兴趣地问她：“你没得过天花，为什么敢来护理天花病人？”

“我得过牛痘，不会得天花的。”女工很干脆地回答。

“你怎么知道的？是传说，还是事实？”

“我已经护理过好几个天花病人了。都没事，不信，你去问。”

琴纳心想，如果真是这样，不是正好验证了传说吗？于是他对女工说：“你可要当心啊！”

“先生您放心，一定没事的。”女工很自信。

经过一段时间的护理，病人痊愈了，只是脸上留下了不少疤痕，而女工却安然无恙。

琴纳心里很高兴，看来，得过牛痘的人，确实不会得天花。他决定进一步收集这方面的证据。

从此，他跑遍了当地的农场，每到一处，都进行这样的调查：牛是否得了牛痘？在这里工作的人是否传染过牛痘？得了牛痘的人病情怎样？得病后有没有接触过天花病人？有没有被染上天花？他把调查的情况详细记录下来，建立档案。

几乎所有的结果都是：得过牛痘的人不再患天花。琴纳很兴奋。可没过多久，他就发现了相反的例子。一位农民跑来告诉他，他女儿得过“牛痘”，现在却染上了天花。琴纳很吃惊，如果这是事实，得牛痘后不会患天花病的结论就不能成立。他决定去这个农民家看一看。

果真，那女青年患的是天花。琴纳问她：“你什么时候得的牛痘，当时有什么症状？有没有看过医生？”女青年如实回答了他的问题，琴纳听后很纳闷：这位女青年得的牛痘症状与其他挤奶女工完全不同，她得的是牛痘吗？还是其他什么病？可那父女俩一口咬定是“牛痘”。

从农民家出来后，琴纳又去拜访了一位兽医，当他对兽医说出自己的疑问后，兽医笑了。他告诉琴纳，牛乳房上发的脓包有许多种，它们看上去很相似，但并不都是牛痘。它们都会传染给牧工，所以牧工都管它们叫“牛痘”。

这下琴纳明白了：那姑娘得的并不是牛痘，而是类似牛痘的一种皮肤病而已。看来挤奶女工的传说是可信的。可这必须通过进一步的实验来证明，如果实验成功，它便可以应用于预防天花病，这是他做梦都想实现的。

一年又一年，他观察了无数患牛痘的母牛乳房上的脓包，记载了一头又一头牛的情况。十几年后，他终于得出结论：牛痘和天花的脓包相似，得牛痘和得天花的症状也相似。所不同的是，牛痘比天花的症状要轻得多。牛痘不会使牛死亡，得牛痘的人也不会死亡。

在调查中琴纳还发现，同样给患了牛痘的乳牛挤奶，有的人得了牛痘，而有的人不得牛痘。这是怎么回事呢？琴纳仔细检查了挤奶女工的手，发现了秘密所在：被传染的女工手上的皮肤都被划破了，病毒就是从这些伤口侵入人体的。这又为他后来的实验提供了方法。

琴纳不断地观察、记录、思考，经过了20年的艰辛与探索，他产生了一个大胆的设想：给人接种牛痘，用牛痘接种代替人痘接种来预防天花。

于是就有了这划时代的伟大实验：

琴纳平时与乡亲们的关系十分融洽，大家都非常支持他的调查和实验。1796年5月14日，在这个阳光灿烂的日子里，一对牧工夫妇送来了他们8岁的儿子詹姆斯·菲普斯，准备接受琴纳医生的实验。他们坚信挤奶女工的传说。

“你们真的愿意让菲普斯接受试验？”

“您就放心做吧，琴纳医生，我们相信您。”

孩子父母的信任给了琴纳信心和勇气。上午10点，实验开始了。琴纳先给菲普斯的手臂消毒，然后小心翼翼地用针挑破一名正患牛痘的挤奶女工手臂上的脓包，取出少许牛痘包的脓液，然后用手术刀轻轻划破菲普斯消毒过的手臂，将牛痘包脓液滴在划破的伤口上。整个过程非常快，只用了3分钟。

菲普斯被父母带回了家，三四天后，他手臂种痘的部位有些红肿，接着中部起了疱，并且渐渐变成了脓包，身体也有些发热。再以后退了热，脓包也逐渐干枯结痂，最后脱落并留下一个小疤。菲普斯完全恢复正常。

牛痘的接种非常顺利，而这一过程是否还有用还有待于下一步的实验来证明。2个月后琴纳决定给菲普斯接种天花。如果实验成功，他就为牛痘接种法的成功迈出了关键的一步；而如果实验失败，则无论是菲普斯死去还是不死而得重病，琴纳都将成为一个罪人。

这一次实验，琴纳显得有些紧张。当他从一名天花病人的身上取脓液时，手都禁不住有些颤抖。在划破菲普斯手臂时，划了好几下都没划破，汗水却不停地流过脸颊。菲普斯却很镇定，他还安慰地说：“琴纳医生，没有关系，我不怕疼。”这才使琴纳的紧张情绪稍有缓解。

终于，手臂划破了，天花脓液被接种在了菲普斯的伤口上。手术完成了，而琴纳也筋疲力尽了。他不放心孩子跟父母回家，要把孩子留在家里观察。

“不会出事的，医生，您就放心吧！”孩子父母很有信心地说。琴纳只好让他们把孩子带回了家。临走时还叮嘱道：“一有情况马上就来叫我。”

第二天一大早，琴纳赶到了菲普斯家里，见孩子没事，才回诊所上班。就这样一天一天揪心地熬过了20多天，菲普斯什么事也没有，他根本没有感染上天花。

实验终于成功了，牛痘接种法真的可以预防天花！琴纳又高兴又激动，

紧紧抱住菲普斯，泪水沾湿了孩子的衣服……菲普斯是世界上第一个接种牛痘的人，1796年5月14日也成了人类征服天花的标志。菲普斯为这个历史性的实验做出了贡献，出于感激，琴纳后来专门为他建了一座房子。这座房子现在还完好地保存着。

后来琴纳又重复做了许多次相同的实验，都取得了成功，从而证明了接种牛痘确实能预防天花。

2年以后，琴纳的论文《一次天花牛痘的因果调查》发表了。他本想以此来推广牛痘接种法，使人们尽快接受这种安全的预防措施，可是，他的梦想失败了。他得到的不是赞扬和支持，而是一片冷嘲热讽：“如果把牛痘的脓移植给人，那么人岂不是要长出角来，发出牛的叫来了。”

琴纳的心里很着急，如果不尽快把这种安全有效的方法传播出去，天花在英国的蔓延还要日益猖獗。为了为千千万万的人减少痛苦和死亡，他想出了一个好办法：他把自己的实验病例汇集起来，编成一本小册子，题目叫做《关于牛痘病因与效果的研究》，自费出版。书中详细介绍了牛痘接种法的具体做法。

虽然医学界还是看不起这位乡村医生的伟大发明，琴纳还因此受到了许多不公平的对待，但这并没有影响牛痘接种法的普及和传播。由于它的效果好，很快被一些医生采用，人们也争相接种牛痘，就连英国皇室也种了牛痘。种牛痘的做法像野火一般在整个欧洲蔓延开了。

由于种牛痘，英国因天花而致死的人数在8个月内减少了2/3。1802年，英国国会通过一项决议，颁发给琴纳1万英镑奖金。1807年又给了他2万英镑。1808年又新创立了一个从事种痘研究的研究所，琴纳被任命为所长。可是，琴纳热爱家乡宁静的田园生活，不喜欢伦敦的喧闹。几年后，他又回到了故乡，依然当一名普通的乡村医生。

琴纳的成就，使人类从此可以免受天花的灾难。在全世界，自1796年琴纳发明牛痘接种法以后，由于普遍接种，天花大大减少。但由于国际交往频繁，天花病毒可以从流行区由不同渠道再度进入天花已绝迹的国家。最终消灭天花需要全世界每个国家都行动起来。1948年世界卫生组织（WHO）成立，天花即被列为第一要控制的世界性疾病。1958年，第十一次世界卫生大会通过了全球开展消灭天花运动的决议。其后11年间展开了全球性的消灭天花活动。1977年10月26日，世界上最后一例天花患者，非洲索马里梅尔卡市医院的炊事员马丁被彻底治愈。此后经过2年的四处搜索，没有再查到一例病人。证明天花确实已终止传播，“死神的忠实帮凶”被人类彻底消灭了。

1979年12月29日，来自19个国家的21位委员在全球消灭天花证实委员会第二次会议上，签字证实全球消灭天花。

他以独特的眼光观察生物界

——进化论的先驱者拉马克

世界上最高的动物要算长颈鹿了，据说最高的长颈鹿高达7米。长颈鹿站立时，仿佛一座高高的瞭望台。它长得这么高，是由于它脖子长，四条腿也长。长颈鹿的脖子和腿为什么长得特别长呢？原来，非洲大草原是它的“故乡”。很早以前，它的个儿并没有今天这么高，由于自然环境的不断变化，植物减少，以树木的嫩叶嫩枝为食的长颈鹿，要吃到较高的树木枝叶，必须伸长脖子，踮起脚趾。在漫长的自然选择中，经过遗传、变异，一些能适应环境的长颈鹿得以活了下来，并一代代繁衍下去，长颈鹿终于成了现在这个样子。

这就是生物学中“用进废退”和“获得遗传”两条著名法则中的典型例子之一。提出这两条法则的是法国著名科学家拉马克。

1744年8月1日，拉马克生于法国北部的比卡第州（现名索姆州）的小巴腾村的一个破落贵族家庭中。幼年时，拉马克遵从父命在教会学校学习神学。1760年，拉马克父亲在战争中战死，为了替父亲报仇，他当了兵，打了4年仗，退伍后在巴黎的一家银行当个小职员。积蓄了一些钱后，拉马克进了巴黎医学院学习医学。

在巴黎医学院学习期间，拉马克对植物学产生了特殊爱好，潜心钻研各种植物学知识。最为幸运的是，他认识了当时法国最有名望的科学家布来和哲学家卢梭。这两位大科学家非常赏识年轻的拉马克的才华。布来请他担任自己儿子的导师，带他外出游历，在野外一面观察植物，一面讨论生物学中的许多问题。同样，卢梭对拉马克亦以知友相待，他们常常在一起研究着自然界中的许多事物。最初，拉马克对植物学的研究仅是出于一种兴趣，但在布来和卢梭两人思想的影响下，他全身心地投入了对植物学的研究。

在地球上的万物之中，人们最为常见、同人类关系最为密切的，可以说是植物了。那辽阔的田野上，绿草如茵，碧波翻滚；那雄伟的山脉中，树木葱郁，犹如林海；那繁华的都市里，花儿开放，万紫千红。全世界发现的植物有几十万种。而对这个五彩的植物世界，拉马克以独特的眼光进行了观察，经过无数次的分析和归纳，他提出了许多新的见解。其成就在他的《法国植物志》一书中得到了充分反映。此书花去了拉马克10年时间。1778年这部巨著出版后，受到了学术界的重视，使拉马克一举成名。拉马克被称之为“法国的林奈”，在布来的提名下，1779年他被选为法国科学院植物学部院士，并担任了皇家植物园的植物标本管理员。这些职位给了拉马克更广阔的研究空间，1781年他去德国、荷兰、匈牙利、奥地利等国考察，采集了大量标本，并结识了许多博物学家。皇家植物园的工作薪金虽然很少，但他从不在乎，他的兴趣和精力全沉浸在了各种植物上。1791年，他编纂的《植物学辞典》出版了，这是法兰西百科全书的一部分，此书花了拉马克9年时间，在这部辞典中，他描述了2000个植物。此后，他又花了许多年时间，完成了900种植物的图鉴工作。

1793年，法国国民会议决议将法国皇家植物园改组为法国国立自然历史博物馆，并开设12个讲座。其中，蠕虫类和昆虫类等动物学内容找不到合适的主持人，便邀请拉马克担任。这时，拉马克已经50岁了，但他毅然改变专

业转向研究被人所忽视的低等无脊椎动物。自然界中，无脊椎动物要比有脊椎动物多百分之九十。这项工作就是用他一生的时间也是研究不完的。拉马克一步也没有退缩，他对研究工作倾注了全部精力。第一步他收集了许多千奇百怪的小动物，放在显微镜下仔细观察它们的构造，研究它们的产生条件、生活习性以及形状、名称，最后按类分出代表，陈列在博物馆中。无脊椎动物的研究是一项枯燥无味的工作，没有人瞧得起，但拉马克却不知费了多少心血，他要在复杂的自然界中，为无数令人眼花缭乱的小动物清理出一条思路来。

从植物到动物，长时期的大量观察和深入研究，给拉马克找到动植物之间的共性，宏观、动态地分析生物界的变化打下了基础，博学多识的拉马克充分发挥了他理论思维的非凡能力。1801年他出版了《无脊椎动物的动物体系》一书，这是他在博物院辛勤劳动8年时光的结晶。全书共分7册。在书的前言中第一次阐述了他的生物进化思想，系统地论述了环境对有机体变异发生的影响，这一观点成为他以后形成完整的进化学论的重要原则。1815年以后，拉马克又用7年时间完成了他的《无脊椎动物自然史》，这部著作对当时所知道的无脊椎动物的种类和形态做了详尽的描述，成为19世纪生物学重要文献之一。

在拉马克的代表作《动物学哲学》中，他系统地提出他的进化学说。这也是拉马克对生物科学最为重要的贡献。拉马克第一个提出了“生物学”这个科学术语。他对生物学的发展勾画出了一个蓝图，这个蓝图从生命起源一直追溯到人类起源，他大胆地提出：人类起源于高级猿类，以后环境的变化，使猿直立行走，才变成了人类现在的“两手类”。他提出了动物器官在没有达到发育限度前，使用得愈是频繁，愈能得到加强、发展，并增大起来；反之，某一器官不常使用，就会削弱和衰退，其能力亦逐渐减弱，甚至器官完全退化，这就是著名的“用进废退”法则。拉马克的第二法则则是“获得性遗传”，即在自然环境影响下，这种‘用进废退’的变异能通过繁殖而遗传给下一代个体。除了前面提到的长颈鹿的例子外，拉马克认为：鲸和鸟类没有牙齿，是由于它们吃东西时不加咀嚼就咽下去的结果。

拉马克告诉人们，生物物种是在环境影响下逐渐演变的。但为什么物种的进化不易看出来呢？因为进化是一个非常缓慢的过程。有人说3000年前的木乃伊同现在人确实没什么不同，但在生物演变的过程中，这3000年只是微不足道的一瞬间。假如一种寿命只有一年的小虫，连续25代观察一幢房子，它们也都会认为房子没有变化，一个生物学家在观察物种时同样会遇上类似情况。“其实，我们周围的一切实际上都在不断变化着。……任何地方都没有完全的静止，到处都充满着随时间地点而变化的永恒的活动。”拉马克坚信这一点。

由于拉马克的生物进化说与宗教的教义相违背，立即遭到了各方面的强烈反对。在科学院一次隆重的招待会上，法国统治者拿破仑竟公开指责拉马克，对他进行人身攻击和侮辱，称拉马克这一观点为荒诞无稽之说。在学术界，一些保守势力亦极力反对、贬低拉马克的研究成果，对他进行围攻。过去的老同事和合作者不敢接近他，各种学术单位也不敢请他去讲学了。《动物学哲学》出版20年后，他家中还存放着没卖掉的800本。拉马克的晚年，连工作和生活都产生了严重困难，变得十分孤独和贫困。

面对这些反对声，拉马克泰然处之。他在《动物学哲学》的前言中已充

分地估计到：“不管在研究自然界时发现新的真理是如何费力，在承认真理的道路上还要费更大的力量。”拉马克没有被压倒，在不幸中依旧顽强地进行着研究和写作。由于长期使用显微镜，用眼过度，他的双眼终于什么也看不到了，病魔也缠上了这位老人。他把女儿叫来，开始口述他那超越时代的生物学思想，让她一字一句记录下来。在一座简陋、破旧的房子中，拉马克知道自己已到了生命的最后时刻，他毫无所求，只希望两天的工作能在一天中完成。拉马克早已把生活中的贫穷，世事上的不公，轻轻地放到了一边。

《无脊椎动物自然史》的第6卷后半部分和整个第7卷就是在拉马克双目失明后口述而成的。就这样，他一直奋斗到生命的最后一刻。1829年12月18日，拉马克逝世了，终年85岁。

拉马克的一生是不屈不挠、艰苦奋斗地追求科学真理的一生。他从25岁开始接触自然科学，60年如一日，始终兢兢业业，好学不倦，刻苦钻研，终于成为一位世界闻名的生物学家和进化论的先驱者。

揭示“绿色工厂”之谜

——光合作用的发现

在我们生活的地球上，生长着无数的绿色植物，这些绿色植物对于人类有着重要的价值，它们就像一座奇妙的“绿色工厂”。在绿叶这个“车间”里，通过叶绿素这架“机器”，利用水和二氧化碳为“原料”，加上阳光作为“动力”，生产出了供全世界 50 亿人口、上百万种动物直接或间接赖以生存的“产品”——氧气和淀粉等碳水化合物。这就是人们已经非常熟悉的绿色植物光合作用的原理。然而，揭示“绿色工厂”之谜的过程，却历经了 200 多年的漫长岁月，倾注了几代人毕生的精力。

拉开历史的帷幕，我们回到遥远的 17 世纪。1629 年，荷兰科学家海尔蒙做了一个很有意思的实验：柳树是“吃”什么长大的，试图以此揭开植物靠什么生长之谜。他把一棵重 2.25 千克的柳树栽到一只装有 90 千克泥土的桶里，然后只浇雨水，不加任何其他东西。5 年以后，小柳树长大了。海尔蒙把柳树挖出来，抖干净泥土，称一称重量，柳树竟长到 85 千克，而晒干以后的泥土重量只减少了约 60 克。显然 60 克泥土是“变”不出 80 多千克柳树的。那么柳树究竟是“吃”什么长大的呢？因为除了泥土之外，柳树得到的唯一的東西就是水。这样，海尔蒙为我们找到了“绿色工厂”开工的原料之一——水。但是，海尔蒙的认识却只限于这一点。那时，他还不知道光合作用是怎么回事，而给人们留下了继续探索的问号。

1771 年 8 月的一天，一向对气体感兴趣的英国化学家普利斯特列做了一个实验。他在一只大瓶内点燃了一支小蜡烛，然后将瓶口盖住。过了一会儿，蜡烛熄灭了。这时，他把一只小白鼠放进瓶内，小白鼠很快死去。当时，普利斯特列认为燃烧后瓶中的空气变“坏”了，所以小白鼠死了。普利斯特列设想了很多使燃烧后的“坏”空气重新变好的方法。他设想用水来净化空气，但没成功。他又想用植物来试试。他在蜡烛燃烧后的瓶子里放进一根活的薄荷枝，几天以后，薄荷枝长得很好，叶子也平展展地伸开来。再放进一只小白鼠，盖上盖子，小白鼠也欢快地跑来跑去。一枝小小的薄荷枝居然有如此奇妙的本领！于是，普利斯特列认为：植物能把燃烧后变“坏”的空气再变好。他喜出望外地把自己的实验写成论文，告诉世人：绿色植物可使燃烧后的“坏”空气变好，这种好的空气是动物和人生存所需要的。

普利斯特列虽然还不知道他发现的气体是什么，但他确实找到了“绿色工厂”的产品之一——氧气。

普利斯特列的意外发现像长了翅膀，立刻传遍了四面八方，引起了许多人的兴趣，人们纷纷重复他的实验，但得到的结果却不太一样。有的时候绿色植物能把坏空气变好，有的时候却不能。普利斯特列也在重复着自己的实验。有一次，当他参加庆祝会回来时，已经是快深夜了，兴奋使他失去了睡意，他点着蜡烛，重复做起了他的实验。这一次他却得到了相反的结果：小白鼠在放进一根薄荷枝的坏空气里，很快便一命呜呼了。这令普利斯特列非常费解。

就在人们百思不得其解的时候，荷兰医生英杰豪斯的实验为人们打开了天窗。1779 年，英杰豪斯在伦敦近郊租了一所别墅，在整个夏季的 3 个月里，他做了 500 多次实验。他用一个盛水的大烧杯，把绿叶或水草浸在水里，

水草上面扣上一个玻璃漏斗，漏斗管上再倒扣一个试管（这一装置就如同中学生物学课本中“光合作用产生氧气的实验”装置一样）。然后，他把这个大烧杯放到阳光下，不久，漏斗里就有小气泡上升，等试管里收集了一大半气体后，他就用带火星的小木条放到试管中，顿时木条复燃，而且火焰很亮。如果把这个实验放在暗处做，漏斗中就没有气泡产生。他发现自己似乎得到了这样的结论：植物只有在阳光下才能把坏空气变好，而在黑暗中却不能。为了进一步证实这一点，英杰豪斯做了大量的观察和实验。他分别选取房屋的阴面和阳面，高楼或树木的阴影下，太阳光升到地平线后，夕阳西下以后，晴天或阴天等等各种不同的条件，反复多次进行研究，结果都是相同的，即太阳光参与了绿色植物把“坏”空气变好的活动。

至此，普利斯特列实验的真相大白：空气变好变坏的关键，在于绿色植物是否得到阳光的照射。同时，“绿色工厂”开工的“动力”问题得到解决。

英杰豪斯的实验结果是令人振奋的，但他最终还不能解决另一问题，就是在封闭的瓶子里，小白鼠和绿色植物为什么能够长期共存呢？绿色植物以什么作为自身的营养物质呢？回答这个问题的是瑞士的牧师谢尼伯。

谢尼伯虽然以传教为业，但对于植物学却非常感兴趣。他继续研究着普利斯特列和英杰豪斯的实验，直到3年后的1782年，他才发现植物在阳光下不仅能使“坏”空气变好，而且能够把坏空气作为自身的养料。这样，封闭瓶中小白鼠和绿色植物长期共存的问题立刻迎刃而解。“坏”空气（即二氧化碳）作为“绿色工厂”开工的另一基本“原料”开始得到承认。

这样，“绿色工厂”的“原料”、“动力”和“产品”三大秘密由不同国籍、不同职业的人，通过辛勤的劳动相继揭开了。然而，“绿色工厂”的另一个重要的“产品”——淀粉又是怎样被认识的呢？

德国植物生理学家朱里斯·萨克斯是认定淀粉是“绿色工厂”的“产品”的第一人。朱里斯·萨克斯是一个酷爱植物的科学家，他对植物的生长和生活习性特别感兴趣。一天清晨，他在给花草浇水时，望着千姿百态的绿色植物沉思：如果绿色植物的“工厂”真的开在叶片里，那么叶片里一定有其合成的化合物，如果这化合物是淀粉的话……淀粉通常不溶于水和酒精，但一遇到碘，就会显出蓝色来。为何不试验一下，验证这叶片里到底有没有淀粉呢？

他摘下几片天竺葵的叶子，把它们洗干净，放到盛有酒精的烧杯里加热，使叶肉里的叶绿素溶解在酒精中。这时，叶片变成了黄白色，再用水冲洗一下，滴上一滴碘酒，果然叶片显现出了蓝色。朱里斯·萨克斯高兴得跳了起来，他证实了“绿色工厂”就开在绿叶里，并且它的“产品”之一是淀粉。

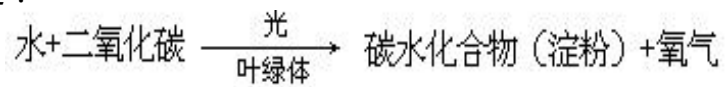
当天晚上，他就选取了一盆天竺葵，开始了更进一步的实验。他用不透光的小黑纸片把一片绿叶遮蔽起来。第二天，把这盆天竺葵放在阳光下照射几小时。然后，他把被黑纸片遮蔽的叶片和没被遮蔽的叶片同时摘下，也用上面的方法进行实验。结果，滴上碘酒以后，没有遮光的叶片变成蓝色，而遮光的叶片显现黄色。这说明植物要制造淀粉，必须借助阳光。

接着，朱里斯·萨克斯循着瑞士牧师谢尼伯的思路，即绿色植物既能把坏空气变好，又能把坏空气当作自身养料这一结论，用简陋的实验证明了这个“坏”空气（二氧化碳）就是植物制造淀粉的必需原料。

这样，朱里斯·萨克斯以三个关键性的实验，总结了19世纪以前科学家对“绿色工厂”的探索，进一步验证了海尔蒙、英杰豪斯、谢尼伯分别提出

的关于水、二氧化碳和阳光是“绿色工厂”必需条件的理论是正确的。

直到 1896 年，法国科学家贝尔纳斯才在前人的研究基础上，给绿色植物这一独特的生理化学过程命名为“光合作用”。光合作用用化学语言来表达就是：



纵观科学家探索“绿色工厂”之谜的历史，我们可以知道：一个人要在某些方面取得成就，总是离不开前人所打好的基础。科学是有继承性的。正如牛顿所说：“如果说我比别人看得远些，那是因为我是站在巨人肩上的缘故。”

人是由“猴子”变来的

——达尔文创立进化论

1831年12月27日，一艘英国海军所属的皇家勘探船贝格尔舰由英国德翁港向着美洲大陆扬帆远航了。贝格尔舰将进行一次环球航行，主要任务是测绘南美洲东西两岸和附近岛屿的水文地图，完成环球各地精确的计时测量工作。船上有一位年轻的博物学家，他就是后来成为伟大的进化论奠基人的查尔斯·达尔文。他在这次环球旅行中的主要任务是考察了解各地的地质和动植物资源情况。当时的达尔文还只是位刚从神学院毕业的年轻的博物学家，为了得到这次机会，他几经周折，说服了固执的父亲，终于踏上这满怀希望和幻想的旅程。他实在太想认识这纷繁的世界，了解这充满神秘色彩的大自然了。

达尔文1809年2月12日出生在英国塞文河畔的一个名叫施鲁斯伯里的小镇上，父亲是当地一位有名望的医生，祖父是位博物学家。达尔文从幼年起就对自然科学有着特殊的爱好。7岁时，他就开始搜集植物和昆虫。8岁时，他进了镇上的一所小学读书，第二年便转入一所中学——巴特勒博士学校读书，这个学校只教一些古代地理、历史和一些难懂的古典语言，达尔文对这些课程毫无兴趣，只对诗歌还比较爱好，所以他也只是个成绩很一般的学生。

然而，在课外学习中达尔文却是一名勤奋好学的好学生。他向一位家庭教师学习几何学；向叔父学习气压计的原理。除了学习自然科学，他还饶有兴趣地阅读了各种各样的书籍，如莎士比亚的历史剧和各类诗歌，他祖父所写的《动物生理学》，以及孩子们都喜欢的《世界奇观》等等，心中产生了对自然科学的兴趣，希望将来有一天能到遥远的地方去考察。

博物学是动物学、植物学和地质学的总称。小小年纪的达尔文，对博物学有着浓厚的兴趣。在学校生活的早期，他就狂热地搜集昆虫和植物，并想给它们分类。他甚至对植物的变异也产生了极大的好奇心。

有一天，他拿着一朵花到学校，遇到一位叫赖顿的同学。

“告诉你一个秘密，我能改变花的颜色。”达尔文很神秘地说。

“是吗？你用什么办法呢？”赖顿有些怀疑，但很感兴趣地问。

“我用不同颜色的水浇花，就可以开出不同颜色的花朵。”达尔文笑着回答。

可事实上，他从未实验过，这只不过是一种想象而已。

10岁时，达尔文到威尔士海边玩耍，遇到一些大昆虫和许多飞蛾，这是他在城里从未看到过的。于是，他被这些昆虫迷住了。他想：“这些昆虫和城里的昆虫种类不同吗？这里为什么会有这么多昆虫呢？”他仔仔细细地观察它们，并下决心开始搜集所有能找到的昆虫。

他还搜集各种各样的东西，如贝类、钱币、矿物、书信的印章等。他的小卧室简直成了一个小型博物馆。在每一件“展品”上，他都仔细地拴上了标签。

在学校生活的后期，达尔文特别喜欢打猎，尤其喜欢打鸟。可他打鸟并不是因为好玩，而是为了搜集鸟类。他认为搜集鸟类是最高尚的活动。他还特别喜欢观察鸟类的生活习性，常常天不亮就去寻找鸟和鸟蛋，并对它们的生活习性做记录。

达尔文对博物学的热爱，得到了舅舅的鼓励和支持。他告诉达尔文：“只做个摘记是不够的，你可以把自己当作一个画家，但还要使用文字，而不光是用画笔与颜色。当你描述一种蝴蝶，甚至一种苔藓的时候，你必须使别人能够根据你的描述，立刻辨别出这种东西来。”在达尔文 16 岁生日时，舅舅还送给他一本《塞尔伯恩博物学》，这使他兴奋不已，更加酷爱自然科学。

对自然科学的广泛、特殊的兴趣，对达尔文后来研究生物进化问题非常重要。因为在科学的道路上，兴趣是获取知识的动力。有了兴趣，就有了求知的激情，就会产生强大的毅力，去探索大自然无穷无尽的奥秘。

1825 年秋天，年仅 16 岁的达尔文遵从父命，到爱丁堡大学学习医学。可由于教授们的课大多讲得极其乏味，激发不起达尔文的兴趣。他甚至不忍心看到对一个孩子施行截肢手术。但他对博物学的爱好和兴趣依然不减。由于他“不务正业”，违背父亲的心愿，在爱丁堡大学度过 2 年后，父亲又不得不把他叫回来，重新安排他的前程。

父亲决定让他将来当一名乡村牧师。经过一番补习后，又把他送进了剑桥大学基督学院。这就意味着他将要成为一个虔诚的基督徒。达尔文想，当一名牧师也好，可以借闲暇时间读书，探索生物界的秘密。

在剑桥的学习是很认真的，他的毕业考试获得了良好的成绩，名列第十，获得了神学学位。当时，达尔文一点儿也不怀疑《圣经》上的每一个字都是准确的真理，他成了一名地地道道的神学教徒。

在剑桥大学学习期间，达尔文阅读了洪堡德的《南美旅行记》。洪堡德是 18 世纪末到 19 世纪初的一个伟大的科学探险家，《南美旅行记》是他的科学考察记。达尔文非常希望有一天，自己也能像洪堡德那样进行科学考察和旅行。

在剑桥，达尔文的博物学才干和善于探索自然界奥秘的能力，被他的老师汉斯罗发现。这位年轻的英国博物学家热心地指导达尔文学习植物学、昆虫学等，他们之间结下了深厚的友谊。

当达尔文即将跨出校门的时候，汉斯罗教授日夜为他的职业操心。他四处打听、联系，终于得到一个好消息：英国海军部所属的皇家勘探船贝格尔舰准备去南美进行科学考察，恰好需要一位年轻的博物学家，汉斯罗教授觉得，这最好的人选就是达尔文……

1832 年 1 月 16 日，贝格尔舰到达佛得角群岛的主岛——圣地亚哥岛的普拉雅港。这是达尔文考察的第一站。生平第一次走进热带椰子林，达尔文被如画的景色深深吸引，兴奋异常，森林里植物繁茂，昆虫低鸣……他真正地看到了大自然的美！

可他随即便想到了身负的重任，立刻投入考察工作，收集各种资料。风吹日晒，雷电交加，他历经了种种艰难困苦。每天，他总要用 2~3 小时写科学考察日记，并随时给汉斯罗老师写信汇报他的考察情况、遇到的问题以及想法，寻求他的指导。

1835 年 9 月中旬，贝格尔舰驶进太平洋，向南美洲的加拉帕戈斯群岛驶去。远远望去，一群宛如海面的岩石那样的岛屿隐约可见。加拉帕戈斯群岛是由 7 个大岛和 23 个小岛组成的，位于太平洋赤道线上，距离南美大陆只有 900 多千米，不像南美大陆那样热。岛上的植物、动物非常丰富，各种动物的形态、习性却不一样。就是同一种动物，也有差异。达尔文对此非常感兴趣，他要探索个究竟。这个群岛上的龟特别多，故有“龟岛”之美名。达尔

文遇到 2 只大龟，每只至少有 200 磅重，其中一只正在吃一块仙人掌。它向他凝视了一下，然后不慌不忙地慢慢走开了。这些岛屿仿佛是大龟的乐园，达尔文在岛上发现了至少 3 种不同的龟。生活在干燥、低地的龟主要吃仙人掌；在潮湿地上的龟吃树枝。他还发现，这些龟不仅在习性上有差异，在其他特征上也有不同。

有一天傍晚，贝格尔舰上的几名军官围住这位年轻的博物学家，向他提出了他们感兴趣的一些问题：

“我们到处看到丰富的生物种类，这是怎么一回事呢？”

“生物到底是怎样产生的呢？不是说上帝创造的生物不变吗？”

“为什么自然界的生物多种多样，变化无穷呢？难道有许多上帝同时进行创造活动吗？”

达尔文试图用《圣经》来回答他们的问题，但他们见多识广，总能举出反驳的例子来。加拉帕戈斯群岛的神奇世界和这些问题，使达尔文翻来覆去地思考，他渐渐意识到，自然界的事实与神学教义似乎是不可调和的。

经过观察和艰苦的探索，达尔文终于发现加拉帕戈斯群岛的动、植物在外界环境长期影响下发生了变异。他在岛上采集了 26 种鸟类标本，发现有 14 种不同的地雀，分布在不同的小岛上。原先，这个群岛并没有鸟，地雀是从南美洲大陆飞到这儿的。由于地理隔离，生活环境发生变化，地雀的形态也渐渐发生了变化，不仅不同于南美洲的地雀，在群岛的不同小岛上也出现了形态不同的地雀。

离开加拉帕戈斯群岛时，生物进化的理论已经在他的心中萌芽。

贝格尔舰的环球考察历时 5 年，于 1836 年 10 月结束。经过 5 年的考察，达尔文已经初步建立了生物进化论的思想。这次伟大的经历，决定性地影响了达尔文的一生。

回国之后，达尔文的脑海始终被一个问题占据着，就是“生物为什么会发生变化呢？”他决心揭开这个谜。虽然 5 年的环球考察给他的健康带来极大的损害，但他还是义无反顾地坚持探索着。

他开始搜集动物、植物在家养条件和自然条件下发生变化的一切事实，并印发了大量的调查表，拜访了许多植物育种家和动物饲养家，听取他们培养良种的经验。经过 15 个月的系统调查，他整理出了第一部物种变化的笔记，记录下了他对家养和自然条件下动、植物变异的观察和分析。

他观察了 150 种鸽子。有嗉囊膨胀起来像个气球挂在胸前的突胸鸽；有善于飞翔、专门传递书信的传书鸽；还有尾羽如同孔雀开屏的扇尾鸽等。这些不同种类的鸽子都是由一种野生鸽——岩鸽产生的。他调查了家鸽演变的历史后，提出了自己的见解：岩鸽经过几代家养，发生了变异。养鸽者根据自己的爱好，有选择地培养，经过几代，个体就被保存下来。例如有的人喜欢传书鸽，就选择一种颈长、羽毛多、善于飞翔的家鸽，让它们交配，去劣保优，再用优良品种连续繁殖几代，就培养出了传书鸽的品种。

他还仔细研究了种类繁多的金鱼。欧洲的金鱼是由中国引入的。他查阅了中国古代书籍得知，在中国的宋朝，有人把朱红色鳞的鲫鱼放在缸里饲养，由于生活环境的变化，鱼渐渐表现出各种形态的变异，人们把不同形态的鱼挑出来，再分缸饲养，结果变化越来越大，经过近千年的选择，终于培养出各种各样的金鱼。

达尔文还研究了猫、狗、牛、羊、家兔、鸭、鹅等动物以及牡丹、菊花

等各种观赏花和植物，经过反复思考，终于总结出一套理论：人们是在用人工选择的方法培养新种的家养动物和植物。生物具有变异的特性，在改变生活条件的影 响下，它会出现个体差异。人们把那些符合人类利益的变异类型挑选出来，让它们传宗接代，由于生物具有遗传的特性，这些个体变异就能够传递下去，新的物种就形成了。

他又反复思考，人工选择的原理能够适用于生活在自然条件下的生物吗？

他想起在大西洋马德本岛上的昆虫，它们中大多数的翅退化，不会飞；而少数昆虫的翅又特别发达。为什么同一岛上的昆虫有这么大的差异呢？原来，岛上经常刮大风，会飞的昆虫大部分被风刮到海里淹死了，只有少数翅特别发达的和在地上爬着不善飞行的昆虫侥幸生存下来。于是，一般会飞的昆虫渐渐灭种了，只剩下翅特别发达和干脆不会飞的昆虫了。

这说明，是环境选择了生物的生存和发展方向。自然界同样存在类似人工选择的过程。可这个过程是怎样表现出来的呢？

1838年10月的一天，达尔文偶然拿起一本英国经济学家马尔萨斯著的《人口论原理》读了起来。这下使他突然明白了。原来，书中说到：有的时候生物会出现繁殖过剩。就是说生物无限度地繁殖，生存空间太拥挤，营养不足，就会造成生物的大量死亡。例如，原有的一块草地只有50头羊，它们有充足的草和生存空间，每只羊都很健壮，经过若干年，这块草地上的羊增加到了200只，于是，草就不够吃了，生存空间也太小了，这样一来，大量的羊便会死去。达尔文想，看来，生物必须和生存环境作斗争，生物之间也为了争夺生存空间、阳光和营养而发生斗争。在生存斗争中，能够适应环境的物种就生存下来，不断发展；不适应环境的物种就被淘汰。他据此总结为：生物适者生存，不适者被淘汰，这叫做自然选择。

1856年5月1日，达尔文开始系统地写作生物进化的著作——《物种起源》。

当这部著作写到一半时，达尔文的朋友，另一位博物学家华莱士给达尔文写了一封信，并寄给达尔文一篇他的论文，论文的观点和达尔文一样。他请达尔文帮助把文章转送到剑桥大学去。达尔文非常乐意地这样做了，并在文章的下面附上了自己的一段话，他说，他本人和华莱士持有相同的观点，不过考虑到文章发表后肯定会引起一场风波，所以对于是否公开发表的问题一直犹豫不决。

剑桥大学的博物学家们得知达尔文的研究都感到非常高兴。他们都劝说达尔文公布自己的观点。于是，达尔文和华莱士联名写了一篇文章，并在著名的林奈学会的讲坛上得以宣读。一年以后，达尔文的名著《物种起源》（全名为《论自然选择形成的物种起源》）便问世了。

果然不出达尔文所料，这本书的出版引起了一场轩然大波。在书中，达尔文提出世界决不是在一个星期里创造出来的，它的历史已经非常非常悠久，它已经发生了变化，而且还在继续发生变化。一切生物也同样发生了变化，人最早决不是由上帝创造出来的，而是从最简单的生物不断进化而来的。亚当和夏娃的故事不可能是真的。这些观点激怒了西方的神学论者和教会势力，他们不能忍受人类都是猴子的子孙这种说法，甚至连达尔文过去的某些老师和朋友也都写信或发表文章抨击他。咒骂、恐吓、嘲笑和憎恨一股脑向他涌来。

由于当时教会的势力很大，因此，达尔文著作的发表并没有给他带来任何荣誉。但这些都未动摇达尔文的信念。他并非孤立无援，汉斯罗教授等一批剑桥大学的博物学家以及著名的博物学家赫胥黎教授等都是他的支持者，而且，他的支持者越来越多。

恩格斯将达尔文的进化论赞誉为 19 世纪世界的三大发明之一；马克思也将他的《资本论》第一卷寄赠给达尔文，表达了他对达尔文的赞赏和钦佩。达尔文所奠定的进化论成了今天人类认识生物界的基石，成了生物学的理论核心，推动了现代生物学的进展。

沉默了 35 年的豌豆试验

——孟德尔的遗传法则

在奥地利的西里西亚附近海因泽多夫村，有一幢普通房子，墙壁上悬挂着一块金属匾额，上面用捷克文和拉丁文镌刻着下列字样：“遗传学的创始人约翰·格雷戈尔·孟德尔 1822 年 7 月 20 日生于此”。

将孟德尔誉为遗传学的创始人是当之无愧的。

远古时代的人就注意到孩子或多或少有与其父母相像的地方，有时候简直如同“一个模子里刻出来的”。古希腊学者亚里士多德说：“毛发及指甲的特性或走路姿式，运动的独特性等是能传给子孙的，可是不易说明。”

从 17 世纪始，人们开始对遗传现象进行实验性的研究。

1683 年，荷兰学者列文虎克曾报道：将野生的灰雄兔和有颜色的雌兔放在一块让其交配，结果生下来的所有兔子全与母兔颜色无关，而呈现公兔的灰色。

1760 年，瑞典植物学家林奈写了在紫茉莉等植物上进行人工交配的论文，并描述了亲代到子代的遗传现象。

1761 年，德国植物学家科尔罗伊特提出：从两个烟草种中所得到的杂种生育力特旺盛，利用价值也高。

1828 年，德国的维格曼做成了瞿麦和烟草的杂种，杂种并不必然显示其两亲中间的性状。

1882 年，英国人戈斯发表了如下实验结果：将结淡黄色豆粒的豌豆植株的花粉放到结绿色豆粒的豌豆植株上去，杂种结淡黄色豆粒；将杂种豆粒播种下去长出的植株的果实表现出双亲的特性，再将它们播种下去，绿色豆粒产生的后代全为绿色，淡黄色的后代有的混杂着双亲的特性，有的全结淡黄色豆粒。

1830 年，法国人塞杰雷特对香瓜杂种进行了研究，发现杂种子孙会分离出许多性状，且有新组合起来的性状出现。

法国人璠丹自 1855 年以后的 13 年间发表了一系列研究报告，他写道：他在好几种植物上培育出了杂种，不论把杂交的哪一方作父本或母本，其杂种总是表现出相同性状，这样产生的杂种第一代全表现出相同性状，而在第二代以后发生各种性状的分离。在第二代，双亲的各种性状形成不同的重组再现。

在孟德尔之前，许多遗传学家已经进行了这么多研究工作，他们描绘了一大堆有趣的遗传现象，他们曾设想过与今日基因相似的物质。但遗憾的是，他们对于这类遗传因子（今称为基因）的重组和分离等都没有进行数量关系的分析。他们并没有发现“遗传法则”。而孟德尔注意到了这一点。通过 8 年豌豆杂交遗传试验的反复观察研究，他找到了生物的“遗传法则”，从而奠定了现代遗传学的基础。这种独创性足以说明孟德尔是遗传学的创始人。

孟德尔祖籍德国，他父亲是一位农民，务农之余尤爱花草果树。孟德尔自幼聪明，常随父亲在花园里栽培各种花草。孟德尔 6 岁时入本村小学就读，课余兴趣全在种植花卉和养蜂上。在这个环境中，他掌握了不少植物栽培和管理方面的知识。因家境贫寒，其父一度让他休学，学校一位教师看出了孟德尔的培养前途，极力劝说其父亲，孟德尔才得以继续学习。从小学到中学，

孟德尔成绩一贯名列前茅。1840年，孟德尔考入奥尔米茨大学哲学学院，学习了数学和物理等课程，从而为以后的遗传学研究工作打下了坚实基础。

1843年，孟德尔结束了奥尔米茨大学的学习，进入了布隆的圣·托马斯·奥古斯丁修道院，做了一名传教士，几年后，升任神父。孟德尔虽以宗教为职，但对神学并没有多大兴趣，把时间放到了生物学、气象学、地质学等自然科学上。1851年，孟德尔被修道院院长送到了维也纳大学，系统学习物理、化学、数学、动物学、植物学和昆虫学等自然科学知识。

1853年，孟德尔结束维也纳的学习，回到修道院，继续他在小花园内进行的一些植物的遗传学实验。

孟德尔想要解决的问题现在看来似乎并不复杂，他希望弄清楚植物的形态和花的颜色等是根据什么法则传递给后代的。也就是说，生物性状的遗传是否有规则可循？以前许多人的实验似乎已经看到一些有规律的结果，但是，究竟是什么规律，为什么会产生这种有规律的现象？这些问题成了生物学家迫切需要解决的重大问题。

1856年的春天，孟德尔在修道院的植物园中新开了一块废弃不用的荒地，栽种了豌豆、菜豆、玉米、草莓等，还饲养了蜜蜂、家鼠等小动物，以便从中挑选能进行动植物遗传杂交试验的材料。经过许多次的实践和多年来的经验，孟德尔选中了豌豆。

孟德尔挑了22个性状稳定的品种，又选出7对可以明显区分的性状，如黄色和绿色的叶子，高茎和矮茎，光滑种子和皱皮种子，豆荚饱满和不饱满等等。他将具有成对不同性状的豌豆进行人工杂交（例如高茎×矮茎，圆粒×皱粒等），然后把杂交产生的第一代杂交种再相互交配，并详细记录它们的“子孙”的各种性状。年复一年，冬去春来，每天他都要全神贯注、小心翼翼地观察着这个实验。

有一天，孟德尔的好朋友气象学家耐塞尔教授来到修道院，经过一番愉快交谈后，耐塞尔问：“听说你正在进行一项豌豆试验？”“是啊！今年已是第三个年头了。”“能让我参观一下吗？”“正要您指导！”

孟德尔从维也纳大学结束学习回到布尔诺后，受聘为布尔诺高等技术学院助教，主要教物理和生物。在学院中，这位30多岁，学识渊博，待人谦和的有着胖胖圆脸的青年教师很快获得了教授们的好感。耐塞尔教授尤其喜欢这个勤奋、厚道的年轻人。他们经常在一起讨论交流各自不同领域中的研究会。今天，耐塞尔提出要看一下豌豆试验，正是孟德尔求之不得的事情。

他们穿过一条长长的林荫道，绕过那五彩缤纷、香气袭人的花圃，来到了一块狭长的、种满了豌豆的园地。这是一块约35米长、7米宽的土地，并不肥沃，但一排豌豆却长势喜人。

“你看，就是这些豌豆，长得多好！”孟德尔喜滋滋地指着一串串嫩绿、饱满的豆荚夸耀说。

“你已经搞了三年了，花了这么多精力，究竟要得出什么结果呢？”耐塞尔问道。

“我准备年复一年地观察这些豌豆的子子孙孙们，通过实验找出植物遗传的规律性。”孟德尔回答并进一步解释道：“简单讲，就是要回答一个问题，为什么一代又一代的植物会形成千姿百态的形状和颜色。”

孟德尔的实验前后历时8个年头。据统计，在整个实验过程中，他一共栽培了数以千计的豌豆植株，进行了350次以上的人工授精，挑选了一万多

颗各种性状的种子。

艰辛的劳动终于换来了成功的硕果，豌豆实验证实了孟德尔所预想的结论。此时，为了证实豌豆实验的结论有着普遍意义，治学严谨的孟德尔又用玉米、菜豆等植物品种作了重复，直到证明豌豆试验的结论可从特殊推广到一般。

1865年，孟德尔发表其历时8年累积起来的实验结果的时刻终于来临了。也许是因为其内容太丰富，罗列的数据也太繁琐，报告分两次在2月8日和3月8日的布尔诺自然科学会的例会上宣读。会场设在布尔诺高等技术学校，这是一幢石头建造的四层楼房。

2月8日的傍晚，天气晴朗。体态稍胖、体格健壮的孟德尔戴着绸质的大礼帽，披着长长的修道士黑礼服上衣，迈着庄重的脚步来到了会场。因为这是自己教书的学校，所以心情是平静的。

会场里聚集着大约40多位听众。有天文学家、植物学家、化学家、医学家等。会议主持人是孟德尔的好朋友，研究会秘书长耐塞尔教授，多少年来，他一直关注着孟德尔的实验进展，分享着他的每一个成功和失败。今天，终于要在这里宣布正式结果了，耐塞尔似乎比孟德尔还要激动。他迫不及待地宣布：“今天，将由神父报告他关于植物杂交试验的新结果。”

接着，腋下夹着一叠论文的孟德尔缓步走上了讲坛，透过金边眼镜，可看到他那灰蓝色的眼睛中闪出自信、真诚的眼光。

“在植物的遗传和变异中我们可以发现两条规律。”孟德尔宣布这个结论后，全场鸦雀无声，一个个都把专注的、满怀兴趣，但又是疑惑的目光投向讲坛。孟德尔顿了一下，顺手理了理稀疏的金发，继续言辞清晰地讲述下去。

“第一，当具有成对不同性状的植物杂交时，所生的第一代‘儿子’代‘杂种’的性状都只与其‘父’与‘母’中的一个相同，另一个亲本的性状只隐而不显。例如，高茎豌豆与矮茎豌豆杂交，所生的‘儿子’们（杂种）全部是高茎，而矮茎性状则隐而不显。如果将‘儿子’们（杂交第一代）再自相杂交，所生‘孙子’（杂交第二代）的性状就不再相同，而会发生‘分离’，而且显性性状的个体数与隐性性状的个体数之间的比例是个常数，即3:1。例如，将高茎与矮茎豌豆所生的‘儿子’（全部高茎）再相互交配，‘孙子’们中有高茎，也有矮茎，其数量总呈3:1的比例。这就是分离定律（后称孟德尔第一定律）。

“第二，当同时具有两对或两对以上不同性状的植物（例如圆粒兼黄色的豌豆×皱皮兼绿色的豌豆）杂交，所生第一代杂种全是圆粒兼黄色的，而第二代杂种的每一个性状各自按3:1的比例独立分离，互不干扰，也即圆粒黄色和圆粒绿色的比例是3:1，而皱皮黄色和皱皮绿色的比例也是3:1，这就是自由组合定律（后称孟德尔第二定律）。”

孟德尔款款细述，在座的学者们全神贯注，倾听着孟德尔一步一步地解释着他的实验。但是，随着演讲的深入，人们对于这项过于新奇的杂交结果及其有规律的数字比例越听越难以理解了。约一个多小时后，演讲暂告一段落，余下部分在3月8日再次进行。当然，仍然是数字连篇的理论。

显然，孟德尔的理论超越了听讲者的接受程度。报告结束后，学者们没有提出什么问题，也没有进行任何讨论，更没有人大声叫好。出于礼貌和学者的涵养，鼓掌致意，掌声并不热烈。据说，听众只是默默地向黑夜的街头

散去。

更为遗憾的是，报告会后的这种平静状态一直持续了 35 年。虽然，怀有自信的孟德尔把讲演的内容写成了 45 页的论文《植物杂交实验》，并发表在第二年自然科学研究会的会刊上，会刊也按惯例同当时各国 120 多个科研机构和各高等学校交换各自出版物，各国学者也应该有机会读到这部不朽著作，但是，绝大多数印本只是静静地躺在图书馆的书架上，无人问津，这部价值非凡、论证严谨的大作没有引起科学界的重视。

即使当时欧洲研究植物杂交的权威、德国植物学家耐格利教授对此也疏忽了。孟德尔拿到论文的 40 部副本时，首先将一部赠给了耐格利，并为征求他的意见写了封信。等了又等，直到第二年的 2 月 27 日，孟德尔才收到耐格利的回信，但耐格利并没有特别陈述意见，只是希望孟德尔寄给他六类由杂交产生的豌豆种子。倘若耐格利这位当时的大生物学家提出孟德尔并予以介绍的话，孟德尔定律则会更早地沐浴着灿烂的光辉而登场，大概在孟德尔健在时就能成为一个世界著名的生物学家而度过其一生，不仅如此，生物学也肯定不用等到 20 世纪就会取得相当大的进步。

达尔文也与孟德尔失之交臂了。达尔文较孟德尔早两年逝世。达尔文生前若知道孟德尔的研究，也许会立即响应，并亲自加以重复试验。他们是同时代人，若把这两个伟人的研究成果联系起来，或许在科学史上会早一些出现辉煌的春天。

事实是，35 年中，醉心于达尔文主义的科学界生物学界没有把这个乡村修道院院士的论文放在眼里。

但是，孟德尔自己坚信这个理论对生物进化学说有着“难以估计的意义”。他在晚年对友人耐塞尔说：“等着瞧吧！我的时代总有一天要来临。”

孟德尔的时代终于来到了。1900 年，三位植物学家，即荷兰的德弗里斯，德国的科伦斯和奥地利的丘尔马克在《德国植物学会杂志》的第 18 卷上，发表了相同结论，他们分别在自己的研究中重新发现了孟德尔在 35 年前就已公布的遗传定律。终于使这个淹没了 35 年的伟大学说走向了世界。

孟德尔法则的问世，如同太阳照耀着生物学发展之路。孟德尔遗传法则和细胞学的进展相结合形成了细胞遗传学。此后，生理遗传学、微生物遗传学、分子遗传学、群体遗传学、发生遗传学等，不断形成壮大，推动着科学不断向前，直至今日。

征服神奇的细菌世界

——微生物学的奠基人巴斯德

在 19 世纪以前，人们常常会面临许多可怕的灾难：整桶整桶芬芳清醇的啤酒莫名其妙地变酸了，让人难以下咽，给啤酒商造成重大损失；蚕农辛辛苦苦养殖的蚕，身上出现了棕黑色斑点，接着便死个精光；难以计数的产妇死于产褥热；成群的绵羊染上炭疽病纷纷死去；被疯狗咬了的成人或小孩，没人能幸免死神的降临……其实，这些人类的灾难都是细菌或病毒在作祟，人们不知其本来面目，面对灾难束手无策。正是伟大的法国微生物学家和化学家路易·巴斯德揭开了细菌的神秘面纱，把人们从这些灾难中拯救出来。路易·巴斯德因而成为微生物学的奠基人。

1822 年 12 月 27 日，路易·巴斯德诞生在法国东部多尔城一座临近山区的破旧楼房里。他的父亲是一位勤劳能干的硝皮匠，自己文化水平不高，却对知识看得很重，他拼命干活赚钱，渴望把儿子培养成为一名教师。巴斯德 9 岁那年，父亲把他送到阿尔波瓦中学附属小学里去念书。刚上学时，由于他胆子小，个子也矮小，成绩又不突出，并没能引起学校老师的重视。但在以后的日子里，老师们发现，巴斯德具有其他孩子没有的品格。比如，在读书时，他具有一股坚持到底的恒心和耐心。尽管胆小，他却喜欢提出问题，书上的知识，老师的讲解，似乎永远满足不了他的好奇心。

那时候，小学校实行分组教学法，教师把学生分成若干小组，由组长领读课文，其余同学跟着朗读。巴斯德多么希望当一名领读的同学啊，可是他始终没得到过这份光荣。为此，他常常在家里伤心地流泪。

小学毕业后，巴斯德升入了阿尔波瓦中学。校长罗马勒很注意培养学生的意志，指导他们确定奋斗的目标。他认为巴斯德在学业上虽没有出众的地方，可是他学习起来是那样的专心，无论周围如何喧闹，他的注意力是那么集中。最难能可贵的是，他在回答任何一个问题之前，总是认认真真地想一想，直到确定之后才把答案说出口。校长认为，这样爱思索的孩子是值得深造的，他对巴斯德的父亲说：“您的孩子一点不比别人差，您应该送他到巴黎上大学。”

1839 年，年仅 16 岁的巴斯德只身来到巴黎，进入高师预备班听课。第二年，他按照自己的愿望，到贝藏松公学学习，预备投考高师的功课。他在贝藏松一边读书，一边当助理教员，用大量的时间孜孜不倦地读书。他在给家人的信中勉励妹妹：“意志、工作、成功，是人生的三大要素。意志是事业的大门；工作是登堂入室的旅程；这旅程的尽头就有个成功在等待着，来庆祝你努力的结果。”

1842 年，19 岁的巴斯德又到巴黎去读书，力行着“意志—工作—成功”的道路，终于在第二年，依靠他的勤奋和努力，以第四名的优异成绩，考取了巴黎高等师范学校。

勤奋好学的巴斯德一踏进大学的校门，就像一只蜜蜂钻进了花丛，拼命地吮吸着每一滴知识的甘露。他一步一个脚印地进取着，终于以优异的成绩获得了硕士学位，接着又一鼓作气，完成了博士论文。

巴斯德的才华得到了当时著名化学家巴拉尔教授的赏识，把他安排在自己的实验室工作，研究酒石酸的旋光现象。巴斯德如鱼得水，整天在实验室

里和化学试剂为伍，终于发现了酒石酸旋光现象的秘密。这位青年化学家的发现震动了巴黎，并得到老化学家毕奥的赞扬，认为他应到一所大学担任教授。然而，教育部却委任巴斯德为国立第戎中学物理教员，巴斯德毫无怨言尽心尽力地去做了。

1849年，巴斯德调任斯特拉斯堡学院化学教授。校长劳伦特对巴斯德很器重，常邀他到家里作客。在那里，他结识了聪明、美丽、性格活泼的校长的女儿——玛丽小姐，巴斯德的才华和高尚的心灵打动了玛丽小姐，他们很快便举行了婚礼。可就在婚礼那天，新郎却突然失踪了。最后，人们在实验室里找到了巴斯德，只好拿下他手中的试管，把他带回举行仪式的教堂。

巴斯德对酒石酸的研究并没有结束，他还在不停地做着实验。有一次，他偶然发现酵母对酒石酸居然有选择作用。他十分惊讶于这个发现。他问自己，发酵究竟是怎么回事？当时连科学界的泰斗杜马教授都把发酵作用看得非常奇异而深奥，认为它的秘密很难揭破。巴斯德对发酵的原理产生了浓厚的兴趣，而兴趣往往是发明与创造的先导。

正当巴斯德将注意力放在发酵上的时候，1854年9月，32岁的他被任命为里尔理工大学教授兼院长。机遇偏爱有准备的头脑。里尔是酒精工业发达的地方，制作酒精的一道重要工序便是发酵，这对于巴斯德的新研究太有帮助了。正是在这里，巴斯德第一次闯入了奥秘无穷的微生物世界。

里尔的一家酒精制造厂在生产中遇到了困难，向巴斯德请求研究发酵的过程。他每天都要花很长时间去工厂，把各种用于制造酒精的甜菜根汁和发酵中的液体带回实验室，放在显微镜下观察。经过反复实验，他发现，发酵时所产生的酒精和二氧化碳都是酵母使糖分解得来的，而且这个过程在没有氧的条件下也能发生。因此，他确定发酵就是酵母的无氧呼吸过程，是酵母生命活动的结果。因此，选择适当的酵母并控制它们的生活条件，便是酿酒的关键。自此，神秘的发酵原理被化学家巴斯德揭示了，也正是由此开始，巴斯德成了一名杰出的伟大的生物学家和微生物学的奠基人。

里尔以酿酒业闻名全国。但在1857年，有好几家酒厂发生了怪事——原本芬芳可口的啤酒都变得酸得不可下咽。酒厂老板望着一桶桶发酸的啤酒，焦急万分。当时人们都认为化学是神秘万能的，于是，六神无主的酒厂老板们便写信给大名鼎鼎的化学家巴斯德，请求他的帮助。

优秀的科学家都善于举一反三，触类旁通。通过对酒精问题的认识，巴斯德断定，啤酒里有微生物在作祟。他凭借着显微镜找到了它们——一种像小细棍似的乳酸杆菌。巴斯德把酒厂老板们都叫来，告诉他们，正是这些显微镜下的小小乳酸杆菌，在营养丰富的啤酒里繁殖，使酒变酸了。“这样微不足道的小东西能使啤酒变酸？”老板们将信将疑。“是的！”巴斯德肯定地说，“现在，我只要用眼睛就能断定你们的酒是不是发酸了。”老板们听后更觉惊奇，他们拿来了各种各样的酒，想试试巴斯德是不是说大话。

巴斯德将一瓶瓶酒打开，逐一滴在玻片上，一个个地放在显微镜下观察，根据乳酸菌的有无来判定酒味是香的还是酸的。每当巴斯德作出一个判断，立刻由一位品酒师来尝味，作出鉴定。结果，巴斯德的判断全部正确，酒厂老板们心服口服。{ewl MVIMAGE,MVIMAGE,!Wxzy0201_0066_1.bmp}

那么，怎样有效地防止啤酒变酸呢？巴斯德把封闭的酒瓶放进铁丝篮子里，浸在水中加热到不同的温度，力图杀死乳酸杆菌而不把啤酒煮坏。最后，他发明了一个简单有效的方法：只要把酒放在50~60℃的环境中，保持半个

小时，便能杀死里面的乳酸杆菌。这就是沿用至今的著名的“巴氏消毒法”。我们现在喝的消毒牛奶就是用这种方法消毒的。

正当巴斯德为能使全国都享受他发明的利益而欲进行深入的研究时，忽然受到老教授杜马的恳求：希望他能研究正在法国南方蔓延的可怕的蚕瘟疫，以拯救濒于毁灭的法国蚕丝业！

当时巴斯德还没有很多的生物学知识，甚至不能十分准确地区分蚕和蚯蚓，要去研究治疗蚕病，自然困难重重。但对于前辈的敬重和对国家的责任感，使他毅然挑起了这副重担。

带着妻儿和三个精力充沛的助手，巴斯德来到法国南部的蚕业灾区阿莱。

得病的蚕身上都有棕黑色的斑点，像撒过一层胡椒，当地人称它为“胡椒病”。得了病的蚕，都难免一死，极少数结成了茧子，可用钻出的蚕蛾产的卵孵蚕，全都是患病的后代。当地人绞尽脑汁，用尽了各种方法来对付蚕病，可都失败了。巴斯德想，与其盲目地尝试各种无济于事的办法，不如找出病的根源，他决定用显微镜来探寻蚕的病因。他把病蚕用水磨成糊汁，吸一滴放在玻片上，放到显微镜下观察，经过多次仔细的检验，终于发现病蚕体内都有一种棕黑色的椭圆形微粒存在，而在健康的蚕身上是绝对找不到这种微粒的。他设想，这种微粒可能就是使蚕得病的真正原因。

工作进行到第二年，许多养蚕户开始怀疑了，他们抱怨说：“政府应该派个动物学家或养蚕专家来，至少也派个兽医来，怎么选了个化学家！他整天用显微镜看，难道能把蚕病看好吗？”巴斯德默默忍受着冷嘲热讽，心里想着：“让时间来证明吧。”

在阿莱的日子里，他失去了他尊敬和热爱的父亲，他赶回家乡时，只见到了父亲的棺材。在继长女和幼女不幸得伤寒去世之后，他年仅12岁的次女在此期间又得了伤寒症，没有见到父亲就死去了。巴斯德抑制住内心的悲痛，更加专心于研究，他觉得：“只有工作可以使我的思想脱离深深的悲哀”。

巴斯德呕心沥血地进行实验，终于发现，细菌不仅存在于病蚕身上，同样存在于雌蚕蛾体内。根据这一发现，他发明了一种既简单又准确的检种方法：把交配过的雌蛾放在一小块麻布片上产卵，然后将产完卵的蛾缝在麻布的一角，等它干枯后，取一部分捣烂加水稀释，用显微镜检查。如果有微粒或微粒的痕迹存在，就连麻布一起烧掉；如果没有，则它的卵就是健康的，可留作明年的蚕种。

接着巴斯德便四处奔波为农民传播挑选好蚕的方法。由于过度疲劳，46岁的他终于病倒了。他得了中风，开始半身不遂。在人们送他到海湾去疗养的途中，他还念念不忘给蚕治病。巴斯德同蚕病奋斗了6年，终于使法国的养蚕业从困境中解脱了出来。

通过对蚕病的研究，巴斯德认识到，微生物是可以控制的。当时在法国的许多牧场，绵羊得了一种病，死亡率几近一半，损失惨重。人们把一些草地称为“瘟场”、“瘟山”，因为羊群经过那里，仅仅几小时后，就一批批四肢颤抖着倒下去，连牧羊人都没看清他们是怎么死的。死尸立刻膨胀起来，稍微撕开一点皮，就有发黑的粘血流出来，所以人们称之为炭疽病。

1878年，巴斯德受法国农业部的委托，正式开始了防治炭疽病的研究。经过实验他发现，炭疽病的病原体是一种杆状细菌——炭疽杆菌。他和助手到农场仔细观察绵羊染病死亡的过程。他们在草地上撒下大量的杆菌培养

液，奇怪的是，这里的羊并不得病死亡；而那些在“瘟场”、“瘟山”吃过草的羊，却死得特别多。巴斯德非常精明，他在撒下含杆菌培养液的同时，让羊吃些带芒刺的植物，使羊的口舌受微伤，杆菌从伤口进入血液，羊就染病死亡。那些“瘟场”、“瘟山”正是长着带芒刺的植物，才使绵羊吃草后染病死亡的。于是巴斯德告诫人们：把病羊尸体埋在干燥的砂石质的深土中，那里是不长草的，同时要注意不使羊吃到带芒刺的草，这样，羊就可以幸免于难。

人们把巴斯德看成了农牧业的救星，当 1880 年法国农村流行鸡霍乱时，又向他发出了紧急呼救。鸡霍乱是一种导致家禽迅速大量死亡的传染病，巴斯德发现，它是由霍乱菌引起的。

这一年的夏天，巴斯德回家乡度暑假，无意间把剩下的带有霍乱菌的鸡标本留在了实验室。到 10 月份他返回时，那东西还在，于是他立即重新进行实验。他把放置了三四个月的老疫苗注射到健康的鸡体内，结果鸡安然无恙。他又把新的霍乱菌注射到这些注射过老疫苗的鸡身上，结果这些鸡也不得病。他据此得出结论：他终于找到了人工接种疫苗预防得病的方法！

经过反复的实验论证，巴斯德公布了他的发现：“通过简单地改变病菌的培养过程，即把两次连续培养的时间延长一些，由于氧气的作用，使细菌减少了毒性，便获得了一种不断减少毒性的方法，并最终获得可接种的疫苗。用这种疫苗给动物接种后，只引起轻的病症，却能防止致病的传染。”巴斯德减毒疫苗的发明，为实验免疫学奠定了基础。

预防鸡霍乱有办法了，那么，牲畜的炭疽病，是不是也可以采用同样的方法来预防呢？巴斯德想，问题的关键在于必须制造出毒性减弱的炭疽病疫苗。

用延长存放时间的方法是不行的，因为炭疽杆菌不怕氧气，否则便不会有什么“瘟场”、“瘟山”了。巴斯德想起，他曾经将炭疽杆菌的培养液注入母鸡的体内，而母鸡却出乎意料地没得炭疽病。经过再三思索，他认为，可能是因为母鸡的体温要比绵羊等畜类高好几度，所以它能抑制炭疽杆菌。果然，将注射过菌液的母鸡浸在冷水里，它就抵抗不住，也得炭疽病了。

巴斯德就用适当温度培养菌液的方法，成功地制得了炭疽病的疫苗。再依次把毒性由弱到强的疫苗给绵羊注射，绵羊就再也不会得炭疽病了。经过试验，这种方法也同样可以用于牛。

实验的成功使人们非常钦佩巴斯德，人们把做实验的农场改名为“巴斯德农场”，以表达对这位科学家的敬意和感激。法兰西第三共和国政府要授予巴斯德勋章，他提出希望将勋章一同授予不辞辛苦帮助他实验的青年助手。当他们同时得到政府的授勋时，激动得相互拥抱起来。

1882 年，法国有 60 多万只羊和 8 万多头牛注射了他发明的疫苗。法国在农牧业连同养蚕业、制酒业中得到了很大利益，正如英国著名博物学家赫胥黎所说的：“1870 年普法战争使法国赔偿了 50 亿法郎的巨款，但是巴斯德一个人的发明就足够抵偿这个损失了。”

巴斯德并没有陶醉在赞扬声中，他在胜利中再接再厉，把眼睛又盯住了下一个目标——征服狂犬病。尽管此时他已年过六旬，身体虚弱，还是满腔热情地投入了工作。

狂犬病是一种非常可怕的传染病，它是由于被疯狗咬伤（或抓伤）而引起的。这种病在当时几乎是无药可救的，病人出现烦躁、恐怖、口渴异常而

又恐水等症状，最终难免一死。

巴斯德和助手们进行的第一步工作就是要弄清楚究竟是什么样的微生物在起作用。他们提取疯狗的唾液稀释后给兔子注射，兔子很快死去而并非死于狂犬病，那是怎么回事呢？祸根会不会在血液里呢？巴斯德将疯狗身上抽出的血注入健康的狗体内，并未使之得病。众所周知，狂犬病从被咬伤到发病需要经过一段潜伏期。经过细心观察和研究狂犬病的发病症状，巴斯德终于发现，引起狂犬病的微生物（病毒）是经过神经系统发生作用的，它从伤口到达中枢神经系统的过程就是狂犬病的潜伏期。

巴斯德从一只疯狗的脑颅里取出一点延髓，再将一只健康的狗麻醉后锯开脑盖，把疯狗的延髓注射进去，再缝起来。狗醒来后行动如常。但过了 14 天，它发病了。实验证实疯狗脑髓里也存在狂犬病病毒，从而论证了他的推断。

经过一段时间的研究，巴斯德发现，狂犬病病毒可以通过连续的猴体培养而减弱毒性，如果制成疫苗，便可用于预防狂犬病的发作。同时他还发现，在被疯狗咬后的短期内，以减弱毒性的狂犬毒液作为疫苗进行接种，仍然具有预防效果。

接着，他又找到了一种配制疫苗的最佳方法。他把疯狗的延髓用线吊起来，放入清洁的放有干燥剂的玻璃瓶中，它的毒性便一天天减弱，到第十四天，完全失去了毒性。然后把干缩了的延髓研碎加水稀释，便可以用来注射。

巴斯德在动物体内注射了这种疫苗，实验结果表明，注射过疫苗的动物获得了对狂犬病的抵抗能力。

1885 年，正当巴斯德准备开始拿自己作试验品来进行人体的预防试验时，7 月间，一个 9 岁的小男孩墨斯特被带到了巴斯德面前。可怜的男孩手脚被疯狗咬得鲜血淋漓，他的母亲乞求巴斯德给予治疗。巴斯德开始感到有些为难，因为疫苗治疗狂犬病在人类还没有先例。他检查了墨斯特，发现伤口有 14 处之多，他注定要得狂犬病了。假如对他进行注射疫苗的治疗，或许有可能死里逃生。

科学家的职责使巴斯德不再犹豫，当晚他就给墨斯特注射了用干燥了 14 天的延髓液制作的疫苗，次日注射 13 天的，然后是 12 天的，11 天的……孩子天天在实验室里同小动物玩得兴高采烈，而巴斯德却度过了忐忑不安的两星期，以至每晚都要失眠和发烧。治疗终于获得了成功，墨斯特挣脱了狂犬病的魔爪，回到了他的小学校。

消息很快传了出去，不仅是法国全国，世界各地的病人蜂拥而至，要求巴斯德为他们治疗。不到 10 个月，巴斯德的实验室就接受了 1726 名被疯狗或疯狼咬伤的病人，除了 10 名以外，其余 1716 人都战胜了死神，获得新生。这种治疗方法也很快在全世界得到普及。

巴斯德的巨大成功使法国人民欣喜若狂，人们筹集资金建立了巴斯德研究所。直到今天，研究所还以其雄厚的科研力量和卓越的科研成果，在微生物学领域占据着领先地位，每天，这里都要接待数以百计的各国访问者，这也是对巴斯德这位为人类征服微生物而奋斗了一生的伟大科学家的最好纪念。

解开蜣螂推粪球之谜

——来自昆虫世界的学者法布尔

法布尔是 19 世纪著名的昆虫学家。1823 年 9 月，他诞生在法国南部山区圣·莱昂村一个贫苦的农民家中。他没有受过正规教育，凭着非凡的钻研精神和坚毅性格，40 年如一日，终于成为世界闻名的昆虫学家。

我们来看看他是怎样研究蜣螂这种昆虫的。

迷人的春天来到了，阳光照在了嫩绿的草地上，一队羊群走了过来。羊群排下了许多粪便，这可忙坏了一种叫蜣螂的昆虫。

蜣螂又叫屎壳郎，是一种油黑肥胖的甲虫。人们在田野或道路旁常可以看到一对对蜣螂在滚动着一团团粪球，忙忙碌碌。蜣螂推粪球的方式很有趣，它头前长着一排坚硬的角，像个圆的钉耙，用这钉耙将少量粪土聚集在一起，再用脚搓成团，推动着向前滚动。球越滚越大，甚至超过了蜣螂的身体。陡坡险沟也不能阻挡，有时到了坡顶，就连球一起滚落下去。有时一只蜣螂推不动，就雌雄双双合作，前拉后推，不达目的，誓不罢休。

实际上，在公元前几千年，埃及尼罗河边的农民就注意到了蜣螂的这种行动，他们见到这种现象很奇怪，这个圆球是什么东西？为什么这种甲虫要推动这个圆球呢？于是有了一些迷信的想法，人们认为这个能够旋转的球是每天运动一周的地球的形象。由此，蜣螂受到了人们的尊敬，称它为神圣甲虫。古代埃及人还说，蜣螂是按照地球运行的方向从东到西转动它的球的。它随后把圆球埋在地下 28 天，恰巧是月球绕地球运行一周的时间。球里的卵经过 4 周，起了变化。第 29 天，雌蜣螂回到埋球的地方，将球取出，打开它，投入尼罗河中。经河水一浸，一只蜣螂便从球里钻了出来。蜣螂是受了天空星球运转的启示，才这样行动的，它是地球的一种“灵物”，难怪古埃及的一些文物——金印、玉印的造型像蜣螂呢。几千年来，对于蜣螂的圆球发生兴趣的人很多，可谁也没有去深入研究，谁也没有认识它的生活习性，谁也不知这种球的确切用途，谁也不知道蜣螂是怎样养育自己的后代的。

法布尔决定解开这个谜。他想先找个蜣螂的卵来研究这种甲虫的生活习性。他请了许多小朋友帮忙，但总不能如愿。小朋友告诉法布尔，他们看见了蜣螂在地上滚动的粪球，里面却没有卵。一次，一位小朋友告诉法布尔，他发现了一个奇怪的圆球，形如梨子，呈棕色，是在一个甲虫的地洞中找到的。小朋友讲：“我还砸碎了一个，发现里面有一个卵。”法布尔想：“这也许正是我要找的蜣螂卵。”他决定和小朋友一起再找一些这种“梨子”状的东西。第二天早晨，法布尔和小朋友来到草地上，他们终于又找到了埋在地里像个梨子样的东西。经仔细观察，法布尔确认，这是雌蜣螂的杰作。这个稀奇的东西真像一只不太新鲜的梨子。法布尔兴奋极了，继续工作。不久，又找到一个，更有意思的是，边上还有一只雌蜣螂关注地看护着。法布尔一连找到了 12 个大小差不多的“梨子”，而且，好几个都有雌蜣螂呆在边上。一个暑假中，法布尔几乎每天都到这些地方去观察，寻找，共挖到了 100 多个蜣螂的窝，里面都有这样一个“梨子”。经过认真研究，法布尔发现，“梨子”是用精细的兽粪做成的，它是蜣螂幼虫的粮食。蜣螂在地面上滚动的圆球，是成虫的食物。蜣螂的卵是长椭圆形的，就藏在“梨子”上端的狭小部分。从卵里孵化出的幼虫就靠吃着身边的粮食长大。法布尔还发现，蜣螂的

卵孵化出幼虫，最多的需要 33 天，最少只要 21 天。

要知道，法布尔从第一次观察蜣螂到最后得出准确结论，经过了 30 年之久。法布尔写《昆虫记》时，第一篇写的就是蜣螂，将其称为“清道工”。

法布尔以前的昆虫学家主要在做着昆虫的收集和分类工作。他们研究昆虫的身体是什么形状，有几只脚，翅膀是什么颜色……法布尔认为：这是研究死的昆虫，昆虫是活生生的机体，大千世界，海阔鱼跃，天高鸟飞，生机盎然。光靠在实验室里解剖，怎能获得准确资料呢？研究昆虫，了解昆虫，要到大自然去，到山林中去，到小溪旁去，看昆虫如何捕食，如何交配，如何产卵，如何跳跃，如何飞翔。春天看蜜蜂采蜜；夏天聆听蝉鸣；到了秋天，观察蟋蟀的求偶；冬雪飘飘，那就去寻找避寒的刺蛾。法布尔讲：“研究昆虫学，就是去研究它们在活着时的活动，它们的本能和习性，他们的才能和感情……”这也是法布尔写作不朽巨著《昆虫记》的指导思想。这部著作的一个副标题是《关于昆虫的本能和习性研究》。

法布尔几十年辛勤劳动的结果终于汇成了十大卷的《昆虫记》，全书 200 多万字，包括了 219 篇文章。在这部宏大的著作中，法布尔向人们介绍了 400 多种昆虫和其他小动物，活生生地展示了一个绚烂多彩、瑰丽多姿、奥妙无穷的世界。他把一个个昆虫写得生动有趣，有的地方还富有诗意。据说，鲁迅先生看过这部著作后，赞扬这是一部了不起的作品，“读起来也还是一部很有趣、也很有益的书。”鲁迅先生曾经打算把《昆虫记》全部译成中文，介绍给中国读者，可惜他去世太早，没来得及完成这项工作。

法布尔的写作是极为认真的。他积累的那些资料，是花了几年，十几年，甚至几十年的观察和研究后获得的。暂时没有办法解决的问题，他决不妄加猜测，宁愿保持沉默，因此，他的记载基本上是客观的总结，描绘了昆虫的真实面目和习性，写出了昆虫的最有生机和最为绚丽的秘密。

蜜蜂是一种很聪明的昆虫，它有辨别方向的能力。真是这样吗？法布尔想证实一下这个说法。法布尔设计了一个现在看来很简单的试验。他在自己屋檐下的蜂箱里捉了 40 只蜜蜂，然后小心地在每只蜜蜂的背上涂了白色的记号。做完记号后，他关照女儿阿格莱，要她记下第一只带白色记号的蜜蜂回来的时间。法布尔和女儿对准时间，带着蜜蜂出发了。他走得很远，在离家 4 千米时，他把蜜蜂放走了。法布尔发现其中 20 只迅速向四周飞去，似乎在寻找回家的方向。余下的 20 只仅是在草地上漫步，连身体平衡都无法维持，法布尔努力地赶它们走，它们也飞不起来。法布尔想，这些是受伤、残废的蜜蜂，应从试验名单上去除。

放蜜蜂时，天气还是晴朗的，太阳挂在天上，一丝云都没有。可不一会儿，突然乌云四起，风也刮了起来，而且越刮越大。最为不巧的是，风来自南方，那正是蜜蜂回家该走的方向。

法布尔怀着忐忑不安的心情往家走去。他惦记着那些放飞的蜜蜂，担心它们在这不利的条件下，可能会迷失方向。

可在他还没有踏进家门时，女儿阿格莱已经拉住了他，高兴地说：“爸爸，爸爸，快看，已经有两只带记号的蜜蜂回来了，时间是 2 点 40 分。”法布尔也不由地兴奋起来。法布尔是在 2 点钟把那群蜜蜂放出来的，说明它们在不到 45 分钟的时间内，顶着大风，飞完了 4 千米路程，更有意思的是，法布尔获知，这些蜜蜂还顺带采集了花粉，因为女儿讲，这两只蜜蜂身上沾满了花粉。

法布尔也开始很有耐心地在蜂房边等待着，他终于亲眼看到了3只归来的蜜蜂，身上同样带着花粉。第二天，法布尔检查了一下蜂房，发现另外15只蜜蜂也归来了。真的，20只放飞的蜜蜂全部归巢。

这个实验被法布尔记在了《昆虫记》中，他写道：“尽管天气不好，刮着风，沿途是陌生的田野，可是蜜蜂并没有迷失方向，20只蜜蜂终于全部归巢了。”从这段文字中，可看出法布尔很满意他的实验结果。

这些有趣的故事，都被法布尔记进了《昆虫记》。为了让这些故事写得人人都懂，都爱读，法布尔专门找了两位对昆虫不熟悉的朋友，他们是木匠吉格和小学老师夏拉斯。这两位朋友定期被法布尔请到家中，他将新近写成的昆虫故事念给他们听，朋友听懂了，法布尔欢喜得不得了，若朋友没听懂，他就重写，直到他们理解为止。因此，吉格和夏拉斯是《昆虫记》的最初读者。

法布尔的《昆虫记》每隔两三年出版一卷，虽然每卷中的昆虫故事都很有趣生动，也有许多卓越的动物行为学、心理学的研究成果，可由于这些文章并没有依照一般科学论文的格式去写，书名又少吸引力，所以当时并没有引起大多数科学家的注意。法布尔一直沉浸在他的昆虫世界中，很少与世人社会接触，他的研究和著作也慢慢被人淡忘了。

法布尔没有因为外界反应的冷淡而停止他的研究和写作，他坚持了长达半个多世纪的科学研究工作。在法布尔87岁时，他的体质很差了，走路脚也抖了，但他自信脑袋瓜儿仍旧健全。他的视力，一直到结束对甘蓝青虫和萤火虫的研究为止，仍未减退。他是从不知道休息的。他常常讲，休息什么，我这副机器还可活动，只有工作才是最正当的生活。

可是有一天他终于到了有齿无法嚼、有眼不能看、有脚不能走的境地，他不能继续从事研究工作了。这位年迈的科学家的身体一天天衰弱下去，炯炯有神的眼睛也老花了，签字的手也不断地抖着。走路要用拐杖，还要有人扶着，才能移动几步。和法布尔相伴了几十年的小桌子，他也无法搬动了。这是一张很小的桌子，才用的时候油漆得精光锃亮。它陪了主人50多年，经过主人几百万次的书写和不断的搬动，也和主人一样，衰老了。桌面留下了许多墨迹，一只角已经缺损了，有些地方被虫蛀坏了。但这桌子仍骄傲地站着，似乎在证明着法布尔50多年的写作和研究生涯；证明着法布尔在这儿完成的学士、硕士和博士论文；证明着法布尔写出的七八十本教科书和许许多多科学普及读物，写出的最为后人感叹不已的10卷《昆虫记》。

《昆虫记》终于获得了世界的承认，销售数不断增加，超过了几十年零零星星所销的总数。法布尔成了全法国，乃至全世界都知名的人物。连当时的法国总统也专程拜访了他。

今天，如果在一个阳光灿烂、暖意融融的日子里来到法国圣·莱昂参观他的故居，你在院子里可以看到这样一个塑像：一个矮小的老人，他的身子斜倚在一个树桩上，穿着一件旧大衣，口袋里鼓鼓囊囊的，装着标本匣子，头上戴着一顶宽边的毡帽，他一只手拿着放大镜，一双眼睛通过镜片盯住一只昆虫，另外一只手把大衣的衣领扯起，一直遮到耳边，让光线投射适当。在他周围有许多蜜蜂在嗡嗡地飞着。

法布尔与昆虫多亲密啊！

猎逐微生物的英雄

——罗伯特·科赫发现结核杆菌

罗伯特·科赫是一个矮小、严肃和近视的德国人。在他 28 岁生日时，夫人给他买了一架显微镜供他消遣。

科赫白天为乡村中的农民看病，晚上的时间则摆弄着这架新的显微镜。他学习着用反光镜使适量的光线射入透镜；他把薄薄的玻璃片洗得干净发亮；他把死于炭疽病的牛羊尸体的血液滴在这些玻璃片上。

他在显微镜中看到了一些形如小杆的怪物。有时候这些“杆子”是短短的，或许仅有几条，在血液中漂流着，微微颤动；有时候这些“杆子”又粘在一起，连成一条细细的长线。

这就是炭疽病的元凶吗？它们是活的吗？用什么方法能证实这些呢？科赫开始全神贯注起来了，他发疯般地关心起炭疽病牛、病羊和病人。

当时，炭疽病是一种使全欧洲的农民都胆战心惊的怪病。拥有上千只羊的富人会在几天中倾家荡产；白天还快活奔跑的肥羊到晚上就不吃食了，第二天早晨已冰冷僵硬，它们的血液黑得吓人；接着，农民、牧羊人、剪羊毛的人、羊皮商人也会染上这怪病，他们的身上长出了疮疖，或患上了急性肺炎，直到咽下最后一口气。

“我没有钱买牛羊供我作实验，但可选老鼠作为实验动物。”科赫想到。

科赫找了一些细薄的木片，仔细洗干净，放到烘炉中加热，这样可杀死沾在上面的一些其他微生物。然后把这些木片浸到患炭疽病羊的血中，这些血中充满了一些神秘的不活动的线和杆。

下一步可是极为关键的，科赫用刀在老鼠尾巴上开了个小口，将浸过羊血的木片插进了伤口。

第二天，这只老鼠死了。肚皮朝天，直僵僵地躺着，本来滑润的毛倒竖了。科赫把这只可怜的老鼠缚在木板上，切开了它的肝和眼，看遍了尸体内部每一个角落。让科赫惊奇的是，老鼠体内同样有着又黑又大的脾脏。从脾脏内取下一滴发黑的粘液放在显微镜下，科赫又一次看到了那些熟悉的线和杆。

科赫心花怒放。“这些线一定是活的。我插进老鼠尾巴里的木片上沾有一滴血，这滴血仅有几百只这种“杆子”，而老鼠患病到死亡 24 小时内，它们繁殖到了几亿只……”

“有什么办法能看到那些‘杆子’长成了线？”科赫苦苦思索着。“我若能钻到一只活老鼠体内去看看那该多好！”钻到老鼠体内是不现实的想法，但创造一种环境使这些“杆子”在里面生长倒是可以尝试的事情。

科赫取出一点死老鼠的脾脏，放到一小滴牛眼睛的水样液里。科赫想：这些东西应该是杆菌的好食品。若能提供与老鼠体温相同的温度则更理想了。他做了一个简陋的培养箱，用油灯慢慢地加热。

为了不让其他微生物混进来，科赫不断改进着他的实验方法。他将悬滴液移到显微镜的透镜下面，静看其中的变化。从显微镜下的灰色视野圈中，他看到了一些老鼠脾脏的碎屑，其间有一些极细的杆子在漂浮着。100 分钟过去了，似乎什么也没有发生。科赫有些心烦，嘴里咕哝着，“不要急，再等一下，再等些时候。”

奇迹终于出现了。就在这些碎脾屑之间，一出可怕的剧幕拉开了。

漂浮着的小杆繁殖起来了。一只的成了两只，且在不断增多，杆成了线，无数根蜿蜒不尽的线，纠缠成了理不清的无色线团。这是有生命的线团，是暗暗杀死人和动物的线团。只要有少数杆菌进入人或动物的体内，就会繁殖成几百万个线团，挤满血管，挤满肺，挤满脑。“真可怕”，科赫边观察边想着，背脊上感到一阵阵地发冷。

科赫的发现意义非常重大。他第一个真正确定了某一种微生物引起某一种疾病，确定了不起眼的小杆菌是可以暗杀动物的凶手。

在以后一系列的实验中，科赫发现这类杆菌可以形成小珠子样的芽孢，这些芽孢可生存几个月，但只要一放进新鲜的牛眼水样液中，或者抹在细木片上插入老鼠尾巴的根部，这些小珠子就很快变为致命的杆菌。

1876年，34岁的科赫穿上了最好的西装，戴着金丝边眼镜，小心地包装好他那宝贵的显微镜和几滴悬液，里面布满了致命的炭疽杆菌。此外，他没忘记带上一只铁笼子，里面有着几十只窜窜跳跳健康的白老鼠。他离开了僻居乡野，乘车去布雷斯劳。在那儿，他将展示他的炭疽微生物，他将向一些最著名的医学家们演示这些微生物是怎样杀害老鼠的。

科赫不善辞令，他用三天三夜的时间重复了以前几年的研究结果。欧洲最高明的科学家瞠目结舌地看着他的芽孢、杆菌和显微镜。很快，全世界的科学家都为此而激动不已。

科赫向全世界宣告消灭此病的方法：所有死于炭疽病的动物，必须在死后立即烧掉，若不烧掉，就应该深埋到地下，那里土的温度低，杆菌不能变为顽强长寿的芽孢。科赫给了人们一把宝剑，教会人们怎样与致命微生物斗争，与潜伏的死亡作战。

在找到炭疽杆菌后，科赫把注意力集中到了结核病人身上。与此同时，世界上许多科学家已经做过或正在做这项工作。著名教授科恩海姆把结核病人的病肺碎屑放进兔子眼睛中，使兔子染上了结核病，解剖病兔后却没找到细菌。

科赫第一次找到的结核病患者是一位强壮有力的工人，才36岁。3周前，这个人还非常健康，忽然咳嗽起来了，胸部有点痛，渐渐消瘦下来。这个可怜的人住了4天医院就死了。解剖时发现体内每一个器官全是星罗棋布的灰黄色米粒样颗粒。科赫取出一些颗粒，用两把加热过的小刀将其轧碎，再注射到许多兔子的眼里和一群豚鼠的皮下。他在等待动物出现结核病症时，开始用最好的显微镜观察死者遗体的病组织。

许多天来，科赫一无所得。“如果有结核病菌的话，那一定是非常狡猾的家伙，不让我看到它的真面目。”科赫一面观察，一面自言自语。

“看来常规方法有些问题，得改进一下。”科赫准备用一种染色剂把组织染上颜色，这样或许可将这种微生物显露出来。科赫交替用褐、蓝、紫以及彩虹七色中大多数颜色给组织染色，每次染色后他总把双手仔细地浸在杀菌的二氯化汞中，以至两手变得又黑又皱。

无数次的染色、观察，科赫差不多快要失望了。“再试一下吧！”科赫自我鼓励着。终于在某一天的上午，科赫惊叫道：“我找到它了！”这次如同往常一样，他把染料中的样品取了出来，放到透镜下，调节好显微镜的焦点，在灰色的朦胧中，一幅奇特的画面展现了出来。破损的病肺细胞中间，躺着一堆堆奇异的杆菌，杆菌呈蓝色，非常细小，还有些小弯小曲。

“难怪不易找到，比炭疽杆菌小多了。不过长得还挺漂亮。”科赫抑制不住心中的喜悦，继续将这位工人遗体的许多部分的结核组织染上颜色，置于镜下观察，每次总能显示这些纤细弯曲的杆菌。

这时候，那些可怜的兔子和豚鼠也开始遭殃了。在笼子的角落里，豚鼠缩成一团，光滑的毛蓬松了，原先圆鼓鼓的小身体瘦成了皮包骨。兔子也不再跳来跳去了，发着烧，无精打采地看着新鲜的萝卜，一点食欲也没有。很快它们一只接一只地死去了。

科赫更忙了。解剖这些死去的动物成了最为重要的事情。他把兔子和豚鼠钉在解剖板上，极为小心地用消毒的刀将它们切开。和那位工人一样，这些动物体内也有着许多灰黄色颗粒，科赫取出一些颗粒，浸在蓝色染料中，果然不出所料，显微镜下又一次看到那些熟悉的漂亮的弯曲杆菌。

“我终于抓住它们了，这些结核病的元凶！”科赫兴奋地将同事找来，指着显微镜说：“你们快看，就是这些漂亮的小杆子。”

科赫开始发疯般地穿梭于柏林各家医院的停尸房，寻找死于结核病的病人尸体，搜集各种有价值的病变组织，直到夜晚才回到自己的实验室。夜深人静，空荡荡的实验室只有豚鼠的吱吱怪叫声和急匆匆的奔跑声，听了使人毛骨耸然。科赫把白天取来的病变组织注射到几百只豚鼠、几十只兔子、3只狗、13只猫、10只鸡和12只鸽子身上。

一个星期又一个星期，科赫白天在停尸房，晚上在实验室，一天工作18个小时以上，那些咪咪、喔喔、汪汪、咯咯叫着的动物不断地死去，科赫一次又一次地证实这种小小的漂亮弯曲细菌的可怕作用。

“我要做成这些杆菌的纯菌落，单独培养后接种动物使它染病。”科赫想这样才能确切证明这种弯曲小杆菌是结核病的元凶。

科赫调好许多种味道不错，富有营养的汤汁，“人喜欢吃的牛肉汤，也许细菌也喜欢。”他把牛肉汤做成冻胶后巧妙地再把病肺残渣放在上面，绝对不让混上其他微生物。然后把这些试管放在室温、人体温度和发烧者温度下。忙完这些后，科赫像往常一样等待着结果。

事情若是就这样简单或许早被别人做成了。科赫又一次经历了失败，好在失败对他来说已是常事。

“这种小玩意儿口味也与众不同，好像挺挑食的。”科赫希望找一些其他营养品供给这些可恨的细菌。

尽可能接近活的动物体的营养品自然是血液了。科赫到屠夫处要来了健康牛的淡黄色的血清，先仔细加热，将混杂在内的其他微生物消灭掉，然后灌进试管中去，斜斜地放在架子上，以便使冻胶面出现一个长平面，最后小心地抹上结核患者的病组织。做完这些，科赫把这些试管放进了恒温的培养箱。

每天早晨，科赫来到实验室的第一件事就是从培养箱中拿出试管，贴近金丝边眼镜旁认真地看上一番，一连10多天，什么也没有发现。

其他微生物只要培养两三天就大量繁殖了，但这个呢？该死的，已经14天了，仍无动静，什么也没有，真想把这些令人失望的管子扔掉。换了别人，也许早就扔掉了。似乎真有神在助他，“科赫，要沉住气，耐心些，结核菌杀死人也得几个月甚至几年呢。才14天，也许细菌正在里面慢慢地长着呢！耐心些，再耐心等上一段时间”。

幸运之神又一次降临在科赫头上。第15天早晨，科赫从培养箱中取出试

管时，终于在血清冻的光滑面上，看到了亮晶晶的微细斑点！科赫颤颤抖抖地拿出小透镜，一管一管地细看，这些闪光的斑点，扩大成了干燥的小片。科赫轻轻地挑出一点，放到了显微镜下，“真是它们，这些弯弯曲曲、细细小小、漂漂亮亮的东西。没错，和那位死去的工人肺中的小杆子一模一样。”

科赫现在深信自己获得了成功。在向全世界宣布这一新闻之前，他想到还有一件事情要做。

他做了一个大箱子，放进了豚鼠、老鼠和兔子，接着从窗户中通进去一根导管，管口是个喷嘴，连续3天，每天半小时，用一只吹风器向箱子内喷射杆菌毒素。10天后，3只兔子透不过气了，25天之内，豚鼠全部死于结核病。科赫的实验证明，结核杆菌可以附在空气微尘中向四处传播。

1882年3月24日，在柏林的一间小房子中举行了一次生理学会会议，会上科赫宣布了他的研究结果，他不善言辞，声调也极为平常，拿论文稿纸的手在微微颤抖。他告诉人们，每7个死亡者中，有1人就死于此凶手。结核杆菌是一种最为狠毒的人类敌人，这种纤弱的微生物隐匿在何处以及它们的毒力和弱点如何……

科赫的发现，当晚就从这间小房子中传了出来，第二天世界上许多地方的报纸刊登了这个消息。科赫的发明震动了世界，许多医生从各地赶往柏林，向科赫学习寻找结核杆菌的方法。

为了表彰科赫的贡献，德国皇帝亲手授给他有星的皇冠勋章，此时，他头上仍带着那顶乡气很足的旧帽子。他说：“我不过尽我所能罢了……如果我的成功有胜人之处……原因是我在蹒跚医学领域时，遇上了一个遍地黄金的地方……而这并不是什么大的功绩。”

海星体内奇妙的游走细胞

——梅契尼科夫发现吞噬细胞

伊利亚·梅契尼科夫是犹太人，1845年生于俄国南方。因发现微妙的吞噬细胞而闻名于世。

梅契尼科夫留着长发，一直向下垂到脖子后面，与他那非常美丽的大胡子连成一片。在宽阔的前额下面是一双灵活的、充满智慧的眼睛。他的手似乎不够灵活，常常不服从大脑，有时候他又缺乏耐心。

青年时的梅契尼科夫似乎有点自不量力。不到20岁时，他用显微镜观察了一下某种甲虫，几小时后就草草写成了一篇有关甲虫的大文章。待第二天，再看甲虫时，怎么不一样了呢？赶快又追了一封信给编辑部：“昨天寄上的稿子，请勿发表，我发现自己弄错了。”但同时他仍然充满信心：“我有热诚和才能，我天资不凡，我有雄心壮志，要做一个出类拔萃的研究家。”

到了1883年，梅契尼科夫开始对海星消化食物发生了浓厚的兴趣。他已发现在海星体内有着一些奇怪的细胞，这些细胞是海星的一部分，但它们似乎比其他细胞更自由自在，不断地从一个地方移动到另一个地方，它们如同变形虫一般，以流动而行动，“暂叫它们为游走细胞吧！”梅契尼科夫自言自语道。

海星的幼体透明得如同一扇明净的玻璃窗，在透镜下观察，海星体内发生的一切尽在眼底。梅契尼科夫把一些洋红色的细粒放进了海星幼体内，嘿！那些爬着的流动着的游走细胞就像有了眼镜一般，迅速向这些洋红色颗粒扑去，伸出细胞中的一部分，包围住它们，并很快把它们吃掉了！

梅契尼科夫重复地做着这样的实验，每当出现这样的结果时，他就兴高采烈地大叫起来：“又吃掉了！又吃掉了！”梅契尼科夫并非只是在研究着海星的消化过程，他脑子里有了一个更为奇怪的想法，一种新的念头如同一只模糊的精灵，已在他的脑海里飞舞起来了……

这些海星体内的游走细胞，它们能吞吃食物，吞下洋红色的细粒，它们也一定会吃掉微生物！这些游走细胞能保护海星免受微生物侵犯，人类抵抗各种恶性细菌侵犯的保护物也许就是这些游走细胞……

梅契尼科夫独坐在起居室中，抚摸着他那美丽的大胡子，呆呆地望着那放海星的缸，思维如同电光一般，不断在面前闪耀，从海星到洋红颗粒，从游走细胞到生物免疫……

梅契尼科夫再也坐不住了，他站了起来，兴奋地在房间里大踏步地走来走去，他来到别墅后面的花园中，“如果我的想法是正确的，那么拿一支细木条刺进海星幼体内，就应该马上有游走细胞来围住它。”他立即在花园的小灌木上，拔下一些玫瑰刺，跑回实验室，将这些刺插入一个清澈如水的海星体内……

第二天天刚亮，梅契尼科夫就起床了，第一件事就是冲进实验室，看他那想了一晚上的小海星。果然不出所料，海星体内，围绕着玫瑰刺四周的是一大堆游走细胞。梅契尼科夫想到当人们的手指不慎戳进了刺，又没有及时拔掉，不久四周就会红、肿、热、痛，甚至出脓，这些脓大概就是我们人类血液中的游走细胞。

梅契尼科夫为他的发现兴奋不已。“我应该向世界宣布，我们对病菌之

所以有免疫力，是因为我们身体里有这些游走细胞，它们吞下了细菌。”

“我应该给这些细胞起个名字”，梅契尼科夫边查字典边思考着这个问题。

他的朋友，动物学家克劳斯建议道：“吞噬细胞。”

“对！就叫吞噬细胞。”梅契尼科夫向克劳斯教授道谢。多么准确的称呼，多么了不起的开端。从此以后，梅契尼科夫将会把“吞噬细胞”这个名词贴在他的桅杆顶上，开始他研究生涯的扬帆远航。

梅契尼科夫很清楚他下一步应该做些什么，因为直到此刻为止，他还没有看见过一个吞噬细胞吞下一个恶性微生物。吞噬细胞在关键时刻拦击消灭那些害人的病菌只是个动人的故事，只是梅契尼科夫的一个推断，人们想看到的是事实。梅契尼科夫得拿出令全世界所有科学家都信服的证据来。

很快，梅契尼科夫在水蚤身上实现了他的愿望。他在池塘和养鱼缸中将水蚤捉来，置于透镜下，水蚤这种小动物同海星一样，浑身透明，体内发生的事情在透镜下清清楚楚。平时做事很急躁的梅契尼科夫这时特有耐心，整天蹲在透镜前看这些水蚤。突然，他看到一只水蚤竟吞下了一种恶性酵母尖利如针的芽孢。芽孢的这些针刺进了水蚤的食管和胃壁。梅契尼科夫屏住呼吸，眼也不敢眨一下，等待他心目中的吞噬细胞出现。来了！终于来了！梅契尼科夫已经看到它们了，就是这些家伙，它们游了过来，游向这些有害的毒针，团团围了上来，吃掉它们，溶解它们，消灭它们。

更有趣的是，梅契尼科夫还看到另一幕战斗的场面。酵母针进入一些水蚤体内后，如果没有吞噬细胞出来与这些酵母针作战，酵母针的芽就立即生成许多酵母菌，大量酵母菌可把水蚤吃掉。

两种战斗场面和结果使梅契尼科夫深信他的理论是绝对正确的。他在论文中写道：“水蚤由于它的吞噬细胞而获得免疫，是自然免疫的一例。”

研究到这一步，梅契尼科夫并没有完全满足，他还想进一步看看这种斗争是否也在豚鼠、青蛙和兔子身上进行。他卷起袖子，拿起注射器，将活的危险的芽孢杆菌注射到动物的腹部。在此后几小时中，每隔几分钟，就将一根玻璃管捅进这些动物的肚子中，吸出一些液体，放在显微镜前，看着吞噬细胞吃掉这些杆菌。不出所料，这些圆圆的爬行细胞中充满了微生物。

虽然梅契尼科夫的实验一次次地证明：吞噬细胞能够吃下微生物，但要使全世界的科学家都相信这一点，并不是一件容易的事情。欧洲的研究者听了他的报告后为之哗然。德国和奥地利的许多科学家常常在各种会议和有关刊物上反对梅契尼科夫。一位年老的德国科学家每年在一种重要的科学刊物上，写一篇驳斥吞噬细胞理论的文章。另一些科学家振振有词地说：“是老鼠的血清杀死了细菌，而不是血液中的吞噬细胞。”这种争论持续了几乎20年之久。梅契尼科夫也一度出现了动摇。有一段时间，他夜夜失眠，几乎昏倒，痛苦之极不得不用吗啡来麻醉自己，甚至动过自杀的念头。但很快，梅契尼科夫走出了困境，恢复了常态。他大声疾呼，“吃掉细菌保护我们的是吞噬细胞。”他像疯子一样地做着实验，眼睛发亮，满脸通红，大胡子似乎就像一团火在燃烧。“我要多做实验来支持我的吞噬细胞理论。”

无数次不倦的实验，无数次滔滔不绝的演讲，无数篇论文的发表，梅契尼科夫的对手开始相信他的理论了。当他昂然步入某些大会会场时，连德国人也鼓掌表示敬意。欧洲的研究者开始承认，他们也看到了吞噬细胞正在吞噬有害细菌的现象。

梅契尼科夫终于真正开始快乐起来了。他获得了各种奖章和奖金。他开始坐下来写一部大作，畅论他的发现。他把实验中的一些事实写得活灵活现，他告诉人们：生物体中的吞噬细胞是怎样吃掉细菌的，这正是我们战胜疾病的原因之一。

梦中的精神世界

——弗洛伊德的心理发现

在人的生命运动中，心理活动是最为复杂和充满神奇色彩的。德国著名的哲学家和天体物理学家康德说：“唯有对宇宙和心灵的求索，越是持久，越是深沉的思考，就越是充溢着新奇、强烈的赞叹和敬畏。”是啊，心灵的求索，这也许将是人类的最后未解之谜。古往今来，无数科学家魂萦梦牵、穷尽思维，就是为了想弄清一个道理，即人类心理活动的奥秘是什么。人们一直想要解开这个奥秘，但始终又无从下手。这个奥秘与宇宙发生、生物进化不同，虽然至今仍无答案，但已知道从何做起。而面对人的心理活动、人的意识、人的精神世界，人们一直如坠云雾之中，即使最睿智的科学家谈及此题也常常张口结舌，不知所措。探索人的心灵，是一条有着无数艰难并充满荆棘的小路，是一条好像永远走不到头、看不到希望的小路，在这条小路上，只有不怕困难、敢于开拓的人才会看到胜利的曙光。奥地利心理学家弗洛伊德就是坚持在这条小路上跋涉的勇士。

奥地利的摩拉维亚区有一个小城镇叫弗莱堡，这是一个美丽的地方。1856年2月，弗洛伊德出生在这里。他的父亲和母亲都是犹太人。父亲心地善良、诚实单纯、为人忠厚。弗洛伊德继承了这些优点，但比父亲更有反抗精神，情感更为丰富，品格更为坚强。母亲是个美丽贤慧的妇女，弗洛伊德是她的7个孩子中的头生子，因此倍受她的关怀和宠爱。这也是弗洛伊德从小就有着极强自信心的原因。反抗精神和自信心结合在一起，成了弗洛伊德远大抱负的源源动力。也为他以后的精神医学研究打下了很好的基础。

弗洛伊德没有上过小学，启蒙老师是他的父亲。父亲的文化水平并不高，但父亲的认真耐心和循循善诱培养了弗洛伊德对学习的极大兴趣。弗洛伊德聪明过人，对父亲讲过的每一种知识和每一件事都能理解、分析、归纳、总结，渐渐形成自己的想法。父亲讲授的多半是人文地理和历史故事，弗洛伊德能将这些知识与现实生活联系起来，并抓住相互间的关系，更敏锐地寻找其精神本质。

弗洛伊德9岁时以优异成绩考入中学。学习时，弗洛伊德对每一门学科都有着浓厚的兴趣。歌德的作品使他痴迷，《浮士德》《少年维特之烦恼》所表现出的崇高理想、深刻哲理、优美意境，如同春风化雨滋润着少年弗洛伊德的心田。此外，弗洛伊德从8岁就开始读莎士比亚的作品，进入中学后，更是把一些重要章节背得滚瓜烂熟。1873年，弗洛伊德以全优成绩毕业。兴趣广泛的他最终选择了医学研究作为终身职业。这是因为，当时热门的达尔文进化论深深吸引了他。同时，歌德的自然颂歌也一直影响和激发着他对自然的好奇和痴迷。这一年，弗洛伊德进入维也纳大学医学院，成为一名医学生。

这时候的弗洛伊德已长成了一个漂亮的小伙子，高高的个子，黑黑的眼睛和头发，留着一撮很有风格的小胡子。从进入大学的第一天起，他就像个疯子一样，不加选择地跑进每一个课堂，到处听课。弗洛伊德兴趣广泛，除了专业课以外，许多其他专业的课他也不放弃，甚至一些看来无关的实验练习，他都要去认真地做一下。

弗洛伊德的疯狂学习劲引起了生理学教授布吕克的注意。布吕克教授是

个生性严肃、一丝不苟的人。上课时，他喜欢向学生提出各种各样的问题，如果学生回答错了，他会生气地坐在教室中一声不吭，僵持很长时间，直到学生多次请求甚至请系主任代为求情为止。学生很怕他，背后骂他“冷酷无情”。但是，对学习成绩优秀、勤奋认真的同学来说，他可是个最最仁慈的父亲了。1876年，布吕克教授把还在读大学三年级的弗洛伊德吸收进了自己的生理学实验室担任助手。在这里，弗洛伊德接受了科学研究的启蒙教育，研究方向是动物的生理机能和神经系统，这为他后来进行人类精神活动的深入研究打下了牢固的基础。

布吕克是一个严肃的科学家，他只相信科学实验的结果，他曾说过：“一个人任何时候都不可皮毛地进行观察，这将导致科学研究的失败。”在生理学实验室，弗洛伊德逐渐掌握了观察方法的基本功，并认识到观察是研究事物的基本方法之一。经布吕克的指点，弗洛伊德完成了一个有趣的研究。他通过对一种原始的脊椎动物八目鳃神经元的内在结构研究，探讨了高等动物神经细胞与低等动物神经细胞的差别，并发现低等动物与高等动物的神经系统是一个连续的系列，从而推断整个生命体——从最低等的动物开始直到人类为止是一个不断进化的系列。这项研究的意义不仅仅在生理学本身，而在于延伸到了哲学领域，更重要的是，回答了“人的本质是什么？”这样一个基本命题。一个尚未毕业的大学生就能取得这样的成功，自然引起了同行的关注，弗洛伊德开始在奥地利科学界崭露头角了。1881年3月，弗洛伊德以优异成绩通过维也纳医学院的毕业考试。次年，他开始了医学临床工作，外科、皮肤科、眼科以及神经精神科等专业的临床实践，为他日后的精神医学研究打下更为扎实的基础。这一时期弗洛伊德的研究重心渐渐向某一专题集中，并正式把成为一个神经精神病医疗专家当作自己一生的奋斗目标。

这里，值得一提的是弗洛伊德在他父亲身上进行的可卡因麻醉效果试验。弗洛伊德的父亲患眼病越来越严重了，再不治疗就有失明的危险。维也纳医院的医生诊断是青光眼，必须立即手术。这时，弗洛伊德向手术医生建议：“用可卡因作为麻醉剂，如何？”“这可不行。”手术医生立即拒绝了弗洛伊德的建议，他知道这种可卡因是一种新药，正处于试验阶段，效果虽很明显，但尚未正式用于临床，万一失败了怎么办，更何况这是用在弗洛伊德的父亲身上。“不行，不行。”手术医生再次回绝了弗洛伊德的建议。“我父亲已经同意了。”弗洛伊德仍坚持着自己的想法，并将父亲的态度告诉了手术医生。可卡因的实验结果已有多次证明，此药总有一天要直接用于临床，总有一个病人会被作为用这种药的“第一人”，科学家为什么就没有勇气让自己或自己的亲人充当这“第一人”呢。手术医生终于被说服了。事实上，手术进行得很顺利，可卡因麻醉的临床效果也得到了公认。

当时欧洲，最权威的神经病理学研究中心在法国的沙比特里尔医院。这家医院的院长沙考特教授是当时世界数一数二的神经病学专家。这是一位颇有个性医学教授，低低的前额，白白的脸，双眼冷静清澈，鹰一样的钩鼻，说话声音很严厉。弗洛伊德说：他是神经病理学界的罗马皇帝。到这位泰斗手下的沙比特里尔医院学习研究是弗洛伊德多年来的愿望。现在，这个愿望终于成了现实，弗洛伊德来到了沙考特教授的门下，从事歇斯底里病的研究。歇斯底里病又称为癔症，是一种常见的神经官能症，多见于女性，大多因神经因素使大脑功能失调而发病。但在当时欧洲医学对这种病的看法极其愚昧，许多认识非常荒唐，治疗方法也很不人道。从沙考特开始，确定这是一

种神经系统疾病，并采用电疗、浴疗、推拿和催眠疗法治愈了不少病人。在沙比特里尔医院，弗洛伊德获得了深刻的启迪，他被催眠疗法所吸引，进而把神经病治疗学作为自己的主攻方向。回到维也纳后，他正式开业行医，继续研究歇斯底里病及其治疗。经过多年的临床实践，弗洛伊德在理论研究和分析大量临床资料的基础上，与另一位医学家合作，出版了专著《论歇斯底里现象的心理机制》。在这部著作中，弗洛伊德没有过多描绘歇斯底里病症的表现和特性，而着重探究了这种病最深刻的原因——“潜意识”的存在。弗洛伊德发现，在人的意识的后面，有着一种深不可测的心智过程，这就是“潜意识”。“潜意识”栖息在人的心灵深处，如同一座冰山，大部分沉没在无意识的海洋之中，只有经过诱导和启发，才会浮上水面，转化为人的“意识”。“潜意识”的观念是弗洛伊德精神分析学的理论雏型，他以后一系列的研究成果就是沿着这条线索一步步地发展和完善起来的。这时候，弗洛伊德 39 岁。

时间到了 19 世纪的最后几年。人类历史前进的火车头似乎突然加快了速度，全世界的科学、经济和文化呈现出一派兴旺景象。同时，社会政治的动荡不安也愈来愈激烈。这时候，弗洛伊德关于歇斯底里的研究虽然不断有新的进展，但并没有获得医学科学界的认同，反而一再遭到压制和排斥。但是，这并没有动摇弗洛伊德的信心，他更加认真积极地探究人类精神活动的奥秘，进一步完善自己创立的精神分析学。1895 年，他的《歇斯底里研究》出版。在这部著作中，他提出了对抗“本能”的“抑制”学说。由此，他似乎看到了寻找人类心理世界的曙光。他说，走进这个神秘世界的道路有两条，一是自我分析，二是梦的解析。弗洛伊德曾把人的精神分为三个层面：意识、前意识和潜意识。在梦的解析过程中，弗洛伊德又发明了三个新概念与上述三种形式的心理状态相适应：“原我”“自我”和“超自我”。1897 年 7 月，他的精神分析学代表作《梦的解析》一书正式出版。在这部著作中，弗洛伊德认为：人精神活动的基础是意识，在这意识的后面有着潜意识。当人睡眠时，自觉的意识活动停止了，梦就成了潜意识最生动、最典型、最纯洁、最真实的表演。要破译人的潜意识可通过梦的解析来完成。《梦的解析》的出版标志着弗洛伊德对人类精神活动的研究达到了一个新的高度，标志着精神分析学作为一门学科正式诞生。后人将这本书称为影响人类进程的著作之一。

弗洛伊德的晚年，忍受着精神和疾病的双重折磨。德国法西斯的残酷迫害使得他不得不流亡到英国，下腭部的癌症使他必须靠止痛药才可安生。“我对其他一切都麻木了，心中唯有一个信念，努力，努力，再努力，在我的有生之年，非努力达到目标不可。”忍受着种种煎熬和难以言喻痛苦的弗洛伊德，不断地写出了大量论文和著作。1939 年 9 月 23 日，83 岁的弗洛伊德结束了他的一生，但弗洛伊德留给了人类一笔极为宝贵的精神遗产，这就是他的精神分析学。

精神分析学问世的最初几年中，并没有引起太多的关注，甚至不断遭到反对派的攻击。但从本世纪 20 年代起，随着精神分析理论逐步扩散，尤其在世界各个领域中的广泛渗透，弗洛伊德的名声越来越大。今天，医学中所采用的治疗精神疾病的许多方法，都是弗洛伊德精神分析学在临床上的直接应用。更重要的是，弗洛伊德精神分析学犹如一盏明灯，它的光照已超出了心理学和精神医学的范围，而在社会学、人类学、文学、艺术等各个方面发挥

着作用。

“ 馋得流口水 ” 是怎么回事

——巴甫洛夫发现 “ 条件反射 ”

1935 年，在前苏联召开的第 15 届国际生理学代表大会上，一位英国科学家代表所有外国代表团 1500 多名会议出席者，向一位德高望重的老人致意道：“我认为还没有其他任何自然科学部门，由一个人去领导，能像您对于生理学那样，领导得如此无可非议。您无疑是世界生物学家第一人。”得到全世界生物学家由衷赞颂的老人，便是当时已达 86 岁高龄的杰出的俄国生理学家伊凡·彼得罗维奇·巴甫洛夫。

巴甫洛夫赢得全世界生理学家的尊敬是必然和当之无愧的。他在生理学的领域中做了许多工作，其中最为杰出的贡献有下列三个方面。

他在研究血液循环生理学时，前后用了约 15 年时间，发现了高等动物的心脏具有一种特殊的营养性神经纤维，这种神经纤维可增强或减弱心跳，从而揭示出许多有关动物心脏和血管等循环器官的自动调节、条件反射方面的重要规律。

他用了近 20 年时间集中研究动物消化系统各器官的生理功能，他设计了许多构思巧妙的外科手术，改进了实验方法，从而使研究者可长时期观察整体动物的正常生理过程，这是一项为现代消化生理学奠定基础的杰出工作。

从 20 世纪初，直到巴甫洛夫生命的最后时刻，在长达 35 年的时间中，他致力于大脑生理学的研究，做了许多关于狗的高级神经活动的有趣和重要的实验。这些实验揭示了生理学上的许多前人没有发现的规律，其中包括创立了最为著名的条件反射学说以及提出的两个信号系统学说。这些研究成果，不仅对生理学，而且对医学、心理学以及哲学等方面，都产生了深远影响。

1878 年，巴甫洛夫还在求学期间，就进入了俄国著名的医学教授波特金的实验室工作。在这儿，他开始了心脏血管生理调节研究。当时的实验室其实只是一间非常陈旧狭小的屋子，就和看门人的住房或者一间澡堂差不多。在这间破旧的屋子里，巴甫洛夫做了无数次狗的解剖，他在从中枢通向心脏的复杂神经丛中，辨别出每一个小分支，并耐心地反复地用微弱电流刺激这一枝枝神经纤维，观察它们的作用。巴甫洛夫发现，这些纤维的作用是不同的。有些纤维可以改变心跳频率，有些纤维能加强心跳力量，还有一些纤维则减弱心跳力量。巴甫洛夫进一步研究了这些加强心跳力量的神经纤维。他获知，这种神经纤维还能调节心肌细胞的营养及代谢过程，能帮助疲劳的心脏恢复力量。刺激这些纤维可使已经停止跳动的的心脏重新跳动起来。后来，人们把这种神经纤维称为“巴甫洛夫神经”。

巴甫洛夫对狗测量血压的实验也是独特的。以前研究者为了测量狗的血压，多是先将狗麻醉或捆绑在手术台上，切开狗的股动脉，插入玻璃细管进行测量。巴甫洛夫认为，这样狗的神经反射已经受到影响，所获数据并不准确。巴甫洛夫采用的方法是这样的：他把狗带到手术台上，同时喂它小块食物，适当训练后，狗见到手术台就会自动跳上去，此时，巴甫洛夫一面给狗喂食物，一面迅速切开狗的皮肤，将玻璃细管插入股动脉，测量安静状态下狗的血压。巴甫洛夫做这个手术仅两三分钟，狗并无特别痛苦。由此而获得的血压数据更接近实际情况。巴甫洛夫在这些方面的研究使他获得了博士学

位和一枚金质奖章。

大约从 1888 年起，巴甫洛夫开始了消化生理学的系统研究。研究消化生理过程是一件非常困难的事情，大多数消化液只是在食物进入胃肠道后才分泌出来；而一旦食物进入，又与消化液相互混合，很难区分并确定它们的成分与作用。怎样才能采集到这些消化液并进一步破译它们消化食物的秘密呢？聪明的巴甫洛夫想出了这样的方法。他把一些健康狗带进手术室，麻醉消毒后，切开狗的消化器官，在切口处放入一根小管，并与周围组织缝合在一起。小管的一端开口在消化器内，另一端开口于皮肤外。这根管子成了巴甫洛夫了解消化生理过程的一个“窗口”，从这个“窗口”中巴甫洛夫了解到进食不同的食物时，胰液的分泌量、分泌过程和持续时间是不同的，胰腺中的各种酶的含量也随食物不同而变化。巴甫洛夫还发现了胆汁和胰液在消化过程中的作用是相互关联的。胆汁可促使胰腺分泌，促进脂肪消化吸收。

在巴甫洛夫的实验室中，最为重要的动物自然莫过于狗了。巴甫洛夫训练的狗一个个长得极为健壮，而这些狗身上，却带着巴甫洛夫安装的小管子。巴甫洛夫无数次节省下自己的粮食来喂狗。据说，有一次高尔基访问巴甫洛夫实验室了解这位著名科学家的需要时，巴甫洛夫迫不及待地喊道：“狗，需要狗。”“情况已到了这种地步，我们自己跑到街上去找狗。”

在消化系统中，巴甫洛夫对胃的研究最为深入。巴甫洛夫绞尽脑汁，想出了获得纯净胃液的“假饲”方法。他在狗的食管和胃部分别装上小管子，狗吞食时，食物不断从食管的小管子掉出来，吃多少，掉多少，不断地吃，不断地掉，永远吃不饱。而这种“假饲”开始不久，就会从接通胃部的小管子滴出胃液来。将这些胃液与食物放在一起，就可看到它们的消化过程。

在此基础上，巴甫洛夫又发现胃液的分泌同样与某种神经活动有关。一种神经（现称为迷走神经）支配着胃液，甚至胰液、肠液、胆汁的分泌。而迷走神经的活动，受着大脑的“宏观”控制。食物进入口腔后，味觉感到了食物的刺激，经神经报告了大脑，大脑通过迷走神经，命令胃腺开始分泌胃液。更有意思的是，巴甫洛夫发现，在给狗喂食前，只要让狗看到食物，也会刺激消化腺活动。巴甫洛夫称之为“心理性分泌”。这也是巴甫洛夫创立条件反射学说的缘起。

经过近 20 年坚韧不拔的努力，巴甫洛夫终于揭开了笼罩在消化秘密上的帷幕，阐明了完整机体在正常生活条件下消化机能的内在规律。他的研究成果，不仅使消化生理学焕然一新，亦大大促进了整个生理学的发展和进步。1904 年，巴甫洛夫因在消化生理学方面的成就而获得诺贝尔奖金，他是世界上第一个领受诺贝尔奖金的生理学家，也是第一个领受此奖金的俄罗斯科学家。

巴甫洛夫在实验中观察到“心理性消化腺分泌”这一有趣现象。俗称“馋得流口水”到底是怎么一回事呢？从 1903 年起，巴甫洛夫开始了这种“心理现象和大脑半球活动规律”的研究。

动物和人都具有反射活动。如婴儿生下来就会吮奶、吞咽，手指碰到烫的东西会马上缩回，食物进口会分泌唾液，等等。这些都是人和动物的先天本能，不需任何训练，就可一直保持下去的。巴甫洛夫将此称为“非条件反射”。

此外，巴甫洛夫又发现了另一类情况。如只要给狗看到肉，虽然还没有吃到嘴里，狗也会流口水。巴甫洛夫认为，这是狗在以前多次吃肉时，看到

肉的形状，嗅到了肉的气味，然后肉进入狗嘴时，味觉器官尝到了肉味，便引起了非条件反射性唾液分泌。视觉、嗅觉、味觉器官所受到的刺激传入中枢，在狗的大脑皮层的不同区域，形成三个兴奋灶。久而久之，三个兴奋灶之间的联系渐渐加强，得以巩固，发展到肉的气味形状一出现在狗面前时，就如同肉已进入嘴中一样，引起唾液分泌的反射。这种反射，是后天形成的，不断训练，不断强化而不断巩固下来。巴甫洛夫称之为“条件反射”，也就是所谓“心理性分泌”的生理过程。

条件反射不会生来就有。一只出生后只吃奶而从未吃过肉的狗，看到肉后，不但不分泌唾液，仅用鼻子嗅嗅就走开了。

条件反射也不像非条件反射那样可以永存。环境条件变化了，旧的条件反射会消退，新的条件反射就建立起来了。狗看到肉会流口水，但是反复只给狗看到肉而不给它吃，狗的唾液就会一天天减少，直到一滴也没有了。

巴甫洛夫用灯光、脚步声、流水声等各种信号刺激狗，甚至用棍子打狗，用烙铁烫狗，以针刺狗，只要在喂食前使狗获得相同刺激信号，便可形成条件反射。一旦形成条件反射，狗在挨了打、烫和刺后，也会垂涎三尺。

巴甫洛夫在研究中进一步发现，动物或人在自然界中怎样从许多刺激中找出具有信号意义的刺激。巴甫洛夫认为，这主要依靠大脑皮层的功能。大脑两半球皮层好像一个灵敏度极高的分析器总体，它可将刺激的强度和性质分析得非常精细，同时也能把不同部位、不同强度以及不同时间出现的刺激，予以很好综合，形成一个总的复合刺激，因而也就能引起各种各样极其复杂的反射。

条件反射学说具体地、科学地阐明了动物机体如何同它的外环境建立精确的相互关系。在自然环境中，动物可根据食物的信号（气味、颜色、形状等）去寻找食物，不必等待食物送上门来，掉进自己嘴里；同样，动物也会根据危险信号而避开危险，以保存自己的生命。特定环境条件下，形成动物体特定的条件反射，环境条件变了，动物又随环境改变形成新的条件反射，来适应新的环境，从而使动物机体本身更适于生存下去。这就是巴甫洛夫条件反射学说重要的生物学意义。

巴甫洛夫致力于狗的大脑的研究，写了上百万字的科学论文。1923年，巴甫洛夫出版了《动物高级神经活动（行为）客观研究二十年经验》，1927年，又出版了《大脑两半球机能讲义》。这两本书总结了巴甫洛夫及其同事二十多年来在高级神经活动方面的研究成果，是他们给科学界留下的宝贵财富。

巴甫洛夫有着超人的工作精力。在他70高龄时，又为自己设计了新的课题，即在研究动物条件反射二十多年的基础上，开始探索人脑活动的奥秘。通过长期努力，巴甫洛夫提出了关于高级神经活动类型的学说和两个信号系统的学说。巴甫洛夫发现，人的高级神经活动比动物大大地发展。其显著标志是：引起人类条件反射的信号刺激可分为两类：一类是现实的具体的信号，如声、光、皮肤刺激等，这是与动物共有的，称为第一信号；另一类是抽象信号，即词（包括听到的语言和看到的文字，这并不指它们的声音或形象，而是指它们所包括的意义），因为这是第一信号的信号，故称为第二信号。动物只会对第一信号产生反应，它们的大脑皮层只具有第一信号系统；人类的大脑皮层既具有第一信号系统，又具有第二信号系统。巴甫洛夫进一步根据两个信号系统的相互关系将人类的神经类型分为三大类：一为艺术型，以

画家、音乐家、作家等为代表，他们的第一信号系统较占优势；二为思想型，以数学家、语言学家、哲学家为代表，他们的第二信号系统比较占优势；三为中间型，即两种信号系统都比较适当，没有哪一种特别发达。在每个型内又有兴奋型、活泼型、安静型和抑制型之分。巴甫洛夫的这些理论，是有史以来第一次对人类特有的高级神经活动所作的科学论述，它为研究人类大脑皮层的活动开辟了新的途径。

1924年，巴甫洛夫75岁时，前苏联科学院为他新建了一个生理学研究所，后被命名为“巴甫洛夫生理学研究所”。1929年，他80岁寿辰时，又在前列宁格勒城附近的科尔村为他建设了一个像城镇似的，世界上独一无二的生理学研究中心，这个村后被称为“巴甫洛夫村”。

高尔基说：巴甫洛夫是“一位经过坚强锻炼的和精雕细琢的极其稀有的人物，这种人物的经常功用就在于探索有机生命的秘密。他好像是自然界为了认识自己本身而特意创造出来的一个极其完整的生物。”

揭开输血反应的谜底

——兰茨坦纳发现人类不同血型

人体内流淌不息的血液是人类生命的源泉。人体失血过多，就会有生命危险。现在人们都知道，在失血过多的情况下，只要输入同血型健康人的血液，就可以挽救生命，输血已经是一种常用的急救方法。输血作为一种治疗方法的历史还不到一个世纪，然而人类认识输血却经历了漫长的道路，甚至付出了生命的代价。

早在远古时代，人们就很敬畏地看待血液，认为它是生命的源泉，并试图用血液来延年益寿或者是挽救濒死的生命。在古罗马的角斗场里，得胜的角斗士会把对方的血液喝下去，以期获得对方的勇气和力量。饮血疗法，也曾在这个世界上风行一时。据历史记载，1492年罗马教皇生病，喝了3个男孩子的血，结果连他在内4个人全部送了命。在医学不发达的年代，人们不可能真正利用输血治病。1616年，英国医生哈维发现了血液循环，为输血奠定了科学基础。1667年，有人成功地在狗之间进行了输血。同年，法国人丹尼斯首次把羊血输给一个贫血病人，病人的病情似乎好转了。后来，他又把羊血输给精神病患者，发现病人陷入休克状态，他又继续给病人输入羊血，结果病人死亡。在这种情况下，输血在法国被禁止了，这个禁令甚至被扩大到几乎整个欧洲。在这以后的150年间，输血进入“黑暗时代”。

直到19世纪，英国妇产科医生布伦德尔才重新尝试输血。他发现了动物血输给人的危险性，主张用人血相输。1818年，他成功地用输血救活了一名产后大出血的产妇，成为人类历史上成功输血的第一例。接着，许多医生循着布伦德尔的足迹，对输血的方法和器械作了各种改进，使许多濒临绝境的病人，在接受输血之后，重新恢复了健康。

然而，在大量的输血临床实践中，事故却接连发生：有的病人在接受输血后，会突然出现发冷发热、头痛胸闷、呼吸紧迫和心脏衰竭等症状，甚至会死亡。开始人们认为这也许是输入的血液发生凝固造成的。但当有效地解决了防止血液凝固的问题以后，输血反应仍经常发生。人们又猜测，可能是输血过程中细菌感染而引起的，然而严格采用了无菌术后，危险依然时常发生。

为什么有的人接受输血后可以完全没有反应，而有的人却发生致命的反应？难道是种族差异造成的吗？事实作出了否定的回答。那么是否性别差异或血缘差异的缘故呢？也不是，因为父子、兄弟、姐妹之间的同性别输血，有时也会发生致命的输血反应，只不过比例小些。这到底是怎么回事？现在看来，显然是血型不合造成的输血反应，但当时的人们不了解这些，输血重新陷入了“黑暗时代”。血液被生理盐水替代而输入人体，差不多持续了半个世纪。

为了揭开输血反应之谜，人们进行了种种探索和研究。其中，奥地利医生、病理学家卡尔·兰茨坦纳首先揭开了谜底。

1900年，在奥地利维也纳大学病理研究所工作的兰茨坦纳正在研究发热病人血清中的溶血素，这些溶血素能溶解正常人的红细胞。可是研究结果表明，溶血素与发热病人并没有什么关联，但是他却注意到正常人血清中存在一种凝集素，能够凝集其他人的红细胞。于是他想到了输血反应。输血反应

的原因，是不是输血者和受血者血液中的血清与红细胞发生凝集的缘故呢？

这需要通过实验来证实。于是他召集来实验室里的五位同事，同他们谈了自己的设想，他想用他们六个人的血液来作一次实验。同事们很支持他。于是他小心地从每个人的静脉里抽取了一小管血液，再抽出自己的血，然后把它分离成淡黄色半透明的血清和鲜红色的红细胞盐水悬液两部分。接着，他把来自同一个人的血清，分别滴在 6 个载玻片上，又把从每人的血液分离出来的红细胞，分别滴在每一滴血清上。

奇怪的现象出现了：有几个载玻片上的血清滴入红细胞后，呈现均匀的淡红色；而另几个载玻片上的红细胞却凝结成絮团状，红色的凝集块散布在淡黄色的血清里，形成鲜明的对比。

有点意思。再看看第二个人的情况。兰茨坦纳又把第二个人的血清一一滴在 6 个载玻片上，再把每个人的红细胞分别滴在血清上，结果，同样出现了上述两种情况。

兰茨坦纳把凡是滴入红细胞后出现絮状凝集团的，用“+”号表示，不出现凝集团的，用“-”号表示。当他把六个人的血清按照同样的方法试验一遍后，就得出了一张具有划时代意义的表格。这张著名的表格，包含着现代血液分型的一些基本原理，又被称为“棋盘法”：

血清 \ 红细胞	Dr. St.	Dr. P.	Dr. S.	Dr. E.	Z.	L.
Dr. St.	—	+	+	+	+	—
Dr. P.	—	—	+	+	—	—
Dr. S.	—	+	—	—	+	—
Dr. E.	—	+	—	—	+	—
Z.	—	—	+	+	—	—
L.	—	+	+	+	+	—

(表格中的外文字母为各实验者的代号)

兰茨坦纳对这张表格着了迷，一连几天，他对这张表格凝神思考，苦苦分析。他发现：每个人的血清和自己的红细胞相遇，都不会发生凝集；而不同人的红细胞和不同人的血清相遇，就可能出现不同的结果。如果产生凝集，那絮状团块就会堵塞毛细血管，造成输血反应。这一点充分证实了他原先的猜想。他抑制住内心的兴奋，继续分析：从表中可以看出，六个人的反应恰巧呈现三种不同的类型。第一和第六例，全部红细胞都不发生凝集反应，兰茨坦纳把它们划为 A 型；第二和第五例的凝集反应相同，划为 B 型；第三和第四例也相同，划为 C 型（即现在的 O 型）。

根据上述结果，1901 年，兰茨坦纳正式宣布：人类有三种血型，不同血型的红细胞和血清相混而产生的凝集，是导致输血反应的真正原因。他指出，这一发现对于临床输血有潜在的重要意义。他还用 A 型和 B 型的血清，制成用来测定人类血型的标准血清。只要输血前预先测定血型，选择与病人相同血型的输血者，就可以保证输血的安全。

1902 年，狄卡斯德罗医生对 155 名正常人重复了兰茨坦纳的实验，发现 151 人的反应类型与兰茨坦纳宣布的血型反应完全相同，而另外 4 人的红细胞，除了和自己的血清不发生凝集以外，对其他人的血清都发生凝集，这说

明还有第四种血型存在。由于这种血型的人较少（约占人群的 1/10），兰茨坦纳只做了 6 个人的实验，所以没有发现它。当时狄卡斯德罗医生将这种血型称为 D 型（即现在的 AB 型）。

1907 年，捷克医生扬斯基，1910 年美国医生摩丝也各自独立发现了血型系统，但命名不一致，曾一度产生过混淆。后来，国际命名决定采用兰茨坦纳的命名法，把血型统一划分为：A 型、B 型、O 型和 AB 型。捷克医生扬斯基还总结出了四种血型的相互关系。O 型血无论输给哪一种血型的人，都不会发生凝集反应，所以被称为“万能输血者”；相反，AB 血型的人，除了同型血的人以外，不能输给任何别的血型的人，但他可以接受任何血型的输血而不致产生凝集反应，所以被称为“万能受血者”。但临床上最好是遵循输同型血液的原则。

几十年来，许多医学工作者在 ABO 血型的基础上，继续深入研究，又发现了人体的许多种血型类别。至今，已发现 15 个血型系统，90 多种血型。

ABO 血型的发现，为临床输血铺平了道路，使它成为一项有效的治疗手段。兰茨坦纳以他划时代的发现，获得了 1930 年诺贝尔医学生理学奖。兰茨坦纳 1868 年 6 月 14 日出生于维也纳，1943 年 6 月 25 日在纽约去世。在他的一生中，发现了 ABO、MN、P、Rh 等许多血型，对人类血型研究作出了重大贡献，赢得了“血型之父”的誉称。

果蝇杂交试验后的新发现

——摩尔根创立基因学说

“种瓜得瓜，种豆得豆”。这是为什么呢？原来，一切生物都有着把自己性状传给后代的本领，这叫遗传。19世纪时，孟德尔在多年观察、研究了豌豆的杂交试验后，发现了两条重要的遗传规律：遗传基因的分离规律和自由组合规律。但在1900年以前，孟德尔的发现一直不为人知。这是因为，孟德尔一生中只有一次在一家不引人注目的杂志上发表过他的文章，当时许多生物学家又不懂数学；再者，孟德尔是一位修道士，人们不把他看作是一位科学家。

1900年，三位植物学家发现了孟德尔1865年写的论文，这给整个生物学界带来了很大的生机。许多科学家卷入了这个讨论。孟德尔的定律正确吗？假定他的定律是对的，有着多大的普遍性？

当时正在哥伦比亚大学从事生物学研究的托马斯·亨特·摩尔根也被这些十分激动人心的发展和讨论吸引住了。最初，他对此学说及其相应的理论是持有怀疑态度的。他决定亲手做一做试验来推翻或证明这个理论。

据说，幼年的摩尔根就喜好收集自然标本和做一些乱七八糟的实验。

1866年9月25日，托马斯·亨特·摩尔根出身在美国肯塔基州列克星敦城一所豪华而古老的房子内。摩尔根的父亲是美国驻西西里岛墨西哥的领事，他巴望这孩子将来会成为一个“勇敢高尚的名人”，多次情不自禁地用双手把摩尔根托过头顶，高兴地说：“长大了他会成为一个外交家的。”孩子的母亲则讲，像他叔叔一样也不错，因为孩子的叔叔是美国南部联邦的一位将军，战功累累，名声显赫，为这个家族增加了不少风光。这是一个名门望族，在其精心保存的所有家谱中，以出过外交家、律师、实业家、军人而自豪。但是，摩尔根成了“例外”和“变种”。许多年以后，他成了一位科学家，一位著名的胚胎学家和遗传学家。

摩尔根自幼就寻觅着自己的爱好。他整日东跑西逛，一副“吊儿郎当”的样子。带着一副逮蝴蝶的网，或去列克星敦郊区，或进出于不远处的山里，采集着他喜欢的动、植物标本。一次，他与堂弟抓住一只猫，他建议，把这只猫解剖一下，看看它肚子里有些什么东西。他们用绳子把猫系在桌子上，在用刀切割猫的肚子时，猫痛得叫了起来，终于挣脱了绳子，怒气冲冲地跳下桌子，逃之夭夭了。这一次失败的实验说明摩尔根的研究技术尚不到家。

摩尔根不断地收集着各类标本，几年下来，东西越来越多，鸟、鸟蛋、蝴蝶、化石等堆得到处都是。在摩尔根10岁那年，家里决定专门把住宅顶楼上的两间房子给他作为标本室。这真是一件梦寐以求的大好事。摩尔根将这两间房间油漆裱糊一新，把各类标本搬了进去，分类整理后，工工整整地贴上了标签。这可是他的专属领地，不经同意，家里其他成员不得改变里面的任何摆设。

1880年，摩尔根14岁生日一周后，他考上肯塔基州立学院预科。1882年转入本部学习。对摩尔根来说，博物学是全部课程的精华所在。“尽管大家都认为当时的条件非常原始，但我们确实受到了很好的教育。”摩尔根是这样评价他的大学生活的。

1886年，19岁的摩尔根进入了霍普金斯大学，攻读博士学位。这时，霍

普金斯大学建校才 10 年，但在美国和欧洲教育界已享有盛誉了。当时美国的大学不太重视自然科学课程，而霍普金斯大学有别于此，特别强调生物学等自然科学。已建立了一座新的生物实验室。摩尔根在这儿，潜心研究着海洋生物，完成了他的博士论文《论海洋蜘蛛》。

传统的生物学研究方法是描述性的，科学家观察一个有机体时，注重于它的外形和结构如何，它们各部分是怎样结合在一起的。然后，如同林奈那样，把它归入所属的某一个类别中去。新一代的生物学家不满足于此，他们想知道活的有机体是如何产生并怎样活动的。生物学家马丁认真地告诉他的学生：“生命不可能在死亡的躯体中观察到。”坚持实验和注重观察生命体的动态改变，这在当时美国甚至欧洲大学中是领风气之先的。

这一次，摩尔根做的是一项非同寻常的实验。他选择了果蝇作为实验动物。果蝇的叫法五花八门，亦称醋蝇、果渣蝇、香蕉蝇。这是一种小型蝇类，仅米粒般大小，喜欢在腐烂水果和发酵物周围飞舞。

据说，果蝇求爱方式奇特。雌果蝇能利用自己的触角来聆听雄果蝇发出的求爱“情歌”。

有一种雄黄果蝇，会用翅膀来唱“情歌”。不同种属的雄果蝇各自演唱着不同曲调的“情歌”。这种“情歌”表示两种信息：一是诉说自己的同族在求爱，其次是告诉雌果蝇自己正是它的意中人。雌果蝇听了“情歌”以后，有两种反应：一种是情投意合，双方结成“情侣”；另一种是，知道曲调不对头，就扬长而去。

最为重要的是，果蝇是一种近乎理想的实验动物，只要给点烂香蕉就可毫无节制地、迅速地、广泛地繁殖，产量极高。

这一研究过程需要成千上万只果蝇，它们都放在一种小玻璃奶瓶里，这是摩尔根专门从哥伦比亚大学自助食堂里“借”来的。

摩尔根先用乙醚将果蝇麻醉，然后，将麻醉的果蝇摊开，用放大镜或简单的显微镜进行计数。计数完毕后就把它弄死；若还要进一步繁殖试验，则将它们重新放回瓶子中，待苏醒后再让它们饱餐一顿烂香蕉。

每一次实验都需要对成千上万的果蝇计数。果蝇研究高峰期，在哥伦比亚大学附近的地铁站，常常可看到一群群学生带着一瓶瓶果蝇回家，以便在厨房灶桌上摊开计数。一次，有人问摩尔根的一个学生的孩子，“你爸爸是干什么的？”这个孩子骄傲地回答：“我爸爸是替哥伦比亚大学数苍蝇的。”

摩尔根让一些果蝇终日不见白昼光线，至第 69 代时出现了眼睛暂时昏花的果蝇，但是这些果蝇很快就恢复了视力，向窗户飞去，似乎什么也不曾发生。

摩尔根又用一些射线照射果蝇，繁殖了无数代后似乎也没有什么特别的发现。

许多年中，摩尔根和他的助手不断使果蝇经受“大幅度温度变化、盐、糖类、酸类、碱类的处理”，却一点也没有引起突变。有一段时间，摩尔根自称自己走进了死胡同，他开玩笑说，他正做着三种实验，一种是愚蠢的实验，一种是十足愚蠢的实验，第三种是比十足愚蠢更糟的实验。一次，当摩尔根在接待他的老朋友哈里森时，他挥动着臂膀，指着一排排瓶子里的果蝇说：“两年的研究工作泡汤了，这两年，我一直在繁殖这些果蝇，可却一无所得。”

摩尔根的果蝇实验室是出了名的杂乱、无秩序、肮脏。

小小果蝇室里摆满了8张写字台，还有一张餐桌。在这张餐桌上，由一位指定的学生来制作培养基。开始用的是捣烂的香蕉，按果蝇的胃口进行发酵，但发出的气味很刺鼻子，不断引起生物系其他人的埋怨。后来摩尔根发现香蕉汁比整个的香蕉更便宜。室内还有一个可旋转二方柱，四面墙上挂有染色体图，并注有不同染色体重排类型。

靠近房门处，十分显眼地悬挂着一串香蕉，用来引诱大批从牛奶瓶里逃出来的果蝇，或是未经科学管理而在从未彻底打扫过的垃圾箱里孵化产生的果蝇。这些香蕉是神圣不可侵犯的。

房间中也有别的动物，用作果蝇繁殖培养基的琼脂是大批蟑螂久居之地。打开抽屉时，就会发现琼脂在移动。以至于每次打开抽屉时，眼睛总要到处看一会儿，好让蟑螂有机会跑到暗处去。有一次，摩尔根的助手斯特恩喊道：“摩尔根博士，你脚一着地就会踩着一只老鼠。瞧，你踩死了一只老鼠。”

摩尔根和他的同事们把果蝇室的杂乱无章和临时凑合的简陋形式叫做“小科学”。虽然后来摩尔根在加利福尼亚理工学院建立了设备完善的现代化实验室，但摩尔根讲：“哥伦比亚大学的那些岁月中，‘小科学’是取得科学进步的可取途径，用不着花时间去追求技术上的完善。”

摩尔根开销学校基金时十分吝啬，而自己掏腰包时却慷慨之至。实验室要引进设备经常会受到摩尔根这位“老板”的反对。许多果蝇容器是临时凑合的，手柄放大镜也只是逐渐地为简单的显微镜所代替，而显微镜的电灯罩还是用白铁罐头做成的。屋顶时常漏水，就在地板上放上水桶接水；冬天，要冷到果蝇也受不了寒冷时，才允许使用自做的简单的恒温器。

摩尔根搞的果蝇出了名，外单位纷纷要求得到果蝇品种。摩尔根总是慷慨地免费送去培养出来的果蝇。

果蝇也曾经遭受过一次戏剧性结局的威胁。一个冬天的黄昏，谢默霍恩大楼隔壁的体育馆着了火。摩尔根从屋中冲了出来，看着马拉救火车的水泵朝谢默恩大楼喷水，使之不被大火所殃及，一些门框因受热已被熔化了，成批的果蝇就靠近在那儿。摩尔根急坏了，说服了警察，越过警戒线，一口气攀上六楼，直奔位于顶层的果蝇室。摩尔根一时无法将小瓶全部搬下楼，但是他还是将瓶子搬离了那间屋子，转移到了大楼另一头离火较远的地方。转移完毕时，大楼已被烧得令人窒息。此时，他才勉强离开，站在人行道上观望，直到大火熄灭。幸运的是，这场大火并没有蔓延开，果蝇安然无恙。

每天，在果蝇室里，摩尔根博士站在一张堆满了拆阅过的邮件的桌子旁，拿着一柄珠宝商用的放大镜数着果蝇。邮件堆得太高时，他往往就把它们推到旁边一个学生的桌子上。但是，一旦这位“老板”走出房间，学生就把邮件又推回原处。这样拉锯似地推来推去，直到有人替摩尔根做出决定：把那一大堆有些甚至没有回复过的信一古脑儿扔到垃圾箱里去。

摩尔根自己的办公桌甚至比这里描写的还要不像样。他的同事把无用的果蝇扔进一只叫做“停尸间”的油壶里。而摩尔根则就地把它们掀死在计数用的瓷板上。这样这块瓷板经常是沾满了前几天掀死在那里的果蝇。偶然，某个研究生的妻子会提心吊胆地把这位伟人的瓷板上半干的果蝇洗掉。可是，摩尔根却反而对这块亮晶晶的瓷板起了疑心，接着就把要在下一天掀死的果蝇使劲地掀死在这块干净的瓷板上。

摩尔根所欣赏的正是这样的实验室。他生来就是一个粗枝大叶、漫不经心的人。但他也喜欢使别人吃惊，喜欢开玩笑。正是由于这种古怪的对舆论毫不在乎的脾气，使他在找不到他的皮带时，就用一条绳子系短裤，或穿着没有一颗钮扣的短上衣就出门了。有一次，当他发现自己衬衫上有一个很明显的破洞时，他叫办公室里的人用浆糊把一小片白纸贴在破洞上。摩尔根不止一次被误认为看门人。可即使在他故意弄得乱糟糟的情况下，他总是保持一种优雅风度。摩尔根身高 183 厘米，身体笔挺，一头黑发，两眼蓝得惊人，看上去非常健康。

任何时候，摩尔根都离不开他的果蝇，离不开他的实验。即使到了假期，举家迁往外地，摩尔根也要带上他的果蝇。在学期结束的某一天早晨，马拉着行李，摩尔根全家人都朝着地下铁道走去。孩子，佣人，随带的花草、金鱼和鸚鵡，还有兴奋得不服管的英国长毛猎狗，熙熙攘攘，好不热闹。实验室那边还会跑来一帮送行的学生和同事，加上七七八八一大批关在铁笼子里的小鸡啦、小老鼠啦、大白鼠啦，自然，最为宝贵的是一瓶瓶的果蝇。出发前，摩尔根就小心翼翼地把这些宝贝放到了旅行瓶里，那里填有少量香蕉泥，供果蝇旅行时食用。大一点的孩子就让他们帮助拿这些果蝇瓶。旅行出门时，每种类别的果蝇都保存一些。摩尔根到达后第一件事，就是打电报给他的一个助手，告诉他果蝇已安置妥当，这时，留在家里的果蝇才可处理掉，或者，在未经传种接代的情况下任其死亡。

日复一日，年复一年，摩尔根就这样坚韧不拔地做着他的研究。

“珍视你的特例”，是一句很难做到的金玉良言。特例一经发现，是很容易得到珍惜的，关键在于如何发现和认识它们。果蝇的研究者们并不知道自己能得出什么结果。在只有 0.6 厘米长的果蝇身上要发现翅膀形状或眼睛颜色的细微变化作为突变标记是相当困难的。在哈佛大学培育了两年果蝇的伍德沃德并没有发现什么突变现象，就把果蝇推荐给了卡斯尔。卡斯尔培育了 5 年，也没有什么发现，又向卢茨作了推荐。卢茨又把它推荐给了摩尔根。历经了无数次失败，摩尔根也陷入了近乎绝望的境地。但 1910 年 4 月的一天，摩尔根的果蝇室中出现了奇迹。

这一天，摩尔根实验室中诞生了一只白眼雄果蝇，而它的兄弟姐妹们的眼睛都是红色的。很明显，这是一个突变种，它在科学史中注定要成为最著名的动物。

发现这只白眼雄果蝇时，正是摩尔根的第三个孩子出生后不久。摩尔根赶到医院，他妻子的第一句话是：“那只白眼果蝇怎么样？”他的第三个孩子长得很好，但那只果蝇却很虚弱。摩尔根晚上把它带回家中，让它睡在他床边的一只瓶子里，白天又把它带回实验室。在实验室里，这只白眼果蝇精神抖擞起来，临死前与一只红眼果蝇进行了交配，把突变基因传了下来。

结果是符合孟德尔法则的。子一代全部为红眼果蝇。子一代之间再交配产生的子二代， $\frac{3}{4}$ 为红眼果蝇， $\frac{1}{4}$ 为白眼果蝇。令人惊奇的是，子二代中所有白眼个体全都是雄性果蝇。根据子二代分离比率，摩尔根认为红眼与白眼是一对遗传因子决定的，红眼为显性，白眼为隐性。白眼后代全部为雄性果蝇，表明决定眼睛颜色的遗传因子与细胞中决定性别的染色体有明显联系。而产生这种联系的原因，决定于眼睛颜色的遗传因子位于决定性别的 X 染色体上。他把这种现象专门叫做性连锁。摩尔根等进一步发现，遗传因子是以直线的形式排列在染色体上的。这种遗传因子由丹麦科学家约翰逊定名

为基因。

摩尔根等的发现既证实了孟德尔的遗传规律，还把遗传学研究大大地向前推进了一大步。可以这么说，在广泛发现了基因的相互连锁和交换现象，证明基因位于染色体上呈直线排列之后，才真正为遗传学奠定了细胞学基础。

到 1927 年止，摩尔根的果蝇研究持续了将近 18 个年头，大约经历了 15000 代果蝇。摩尔根用 370 多篇论文、21 本专著来说明他的一系列实验结果和新发现。

1933 年，由于他的杰出贡献，首次获得遗传学方面的诺贝尔医学生理学奖。得到这个消息时，他一点儿也不激动，仍坐在那儿，平静地读着当年最流行的冒险小说《安东尼的不幸》，好像什么事也没有发生。后来，他对诺贝尔奖金委员会说，他不准备出席 12 月 10 日在斯德哥尔摩的领奖会。他下一年度去，沿路可兼一些公事。他谦逊地讲，这是对实验生物学而不是对某个人的表彰，研究工作是大家协作完成的，每个人都享有应得的一份荣誉。

青色霉菌变成治病良药

——弗莱明发现青霉素

在漫长的医药发展史中，人类发明了难以计数的各种药物，它们不断地更新换代，为人类战胜邪恶的病魔助上一臂之力。然而有一种药物至今仍药效不减，风行天下。它就是杀灭病菌的灵丹妙药——青霉素（英文音译又称盘尼西林）。它具有广谱的抗菌功能，副作用少，且不易使病菌产生抗药作用，所以从它诞生之日起，就被人们视为“神药”。

第二次世界大战期间，欧洲战场上无数伤员因伤口感染化脓而死亡。当时的抗菌良药磺胺对高烧的伤员已无济于事。面对绝望的伤员，护士只能拿来纸和笔，让他们留下遗嘱。

就在这种情形下，一种神奇的黄色粉末被溶解在蒸馏水中注射进了伤员的体内。几天以后，奇迹出现了，19名被判“死刑”的高烧伤员中，竟有12名渐渐退了烧，不久便康复出院了。也正是这种神奇的药，使许多开放性骨折伤员的伤口不再流脓，很快康复出院了。这就是最初的青霉素，它很快轰动了整个医院以至整个欧洲，甚至引起了一场“盘尼西林旋风”。青霉素成了各科医生的必备抗菌剂。自然地，各种荣誉也随之涌向它的发明者——英国细菌学家亚历山大·弗莱明。

面对荣誉，弗莱明只是谦虚而平静地说：“噢，青霉素，那是我偶然发现的。”

弗莱明1881年8月6日出生于英国爱尔沙亚的一座农庄，他的父亲是个庄园主，爱好自然科学，他的兄长是个医生。从小，弗莱明便受父兄的影响，立志从医。在他14岁时，便去伦敦与兄长住在一起，随后便在一家船运公司做工。后来，弗莱明继承了一笔数目不多的遗产，得以进入圣玛丽医院学医。在学期间，勤奋聪颖的弗莱明几乎取得了所有的奖学金。1908年，他以优异的成绩获得医学博士学位，成了一名医生。

正当弗莱明雄心勃勃准备在传染病治疗领域大干一场的时候，第一次世界大战爆发了。他去战地医院服务，从事伤口感染的治疗。他把研究的热情转移到了防治伤口感染上。由于他和同事出色的工作，他所在的战地医院成了防止伤口感染的最佳医院。战争结束后，弗莱明回母校担任细菌学讲师，同时他又到赖特接种站从事心爱的杀灭细菌的研究工作。

弗莱明和他的助手把研究的对象对准了葡萄球菌，因为它是一种分布非常广泛且危害很大的病原菌，伤口感染化脓，往往就是它在作怪。他们工作得非常勤奋，整日泡在简陋的实验室里，在一只只细菌培养皿中接种上葡萄球菌，进行人工培养，再试验各种药剂对葡萄球菌的作用，以期找到杀灭葡萄球菌的理想药物。

1921年，一个偶然的发现一下子把弗莱明的注意力吸引到了早先并不认识的能够溶解病菌的生物酶上。弗莱明和其助手本以为溶菌酶是一种重要的疫苗或有效的药物，然而，历经7年的潜心研究，他们却失败了，溶菌酶对病原生物几乎丝毫不起作用。科学研究总有失败，而事实上，这失败已为弗莱明打开了通向发现青霉素的大门。

1928年夏天，天气格外闷热，赖特研究中心破例放了一个避暑假。一天，弗莱明心情异常烦躁，几天来的连续失败加上热得透不过气来的天气，使他

什么事也不想干。他胡乱放下手中的实验，准备去海滨避暑。实验台上的器皿就这么杂乱无章地放在那里。这在一向细心的弗莱明二十多年的科研生涯中还是第一次。

9月初，天气渐渐凉了下來，人们的心情也趋于平和了。弗莱明回到了他离开多日的实验室。一进门，他就习惯性地去看那些放假前放在工作台上的盛有培养液的培养皿。望着已经发霉长毛的培养皿，他有些追悔莫及，后悔在度假前没把它们收拾好。这时，一只长了一团团青绿色霉花的培养皿引起了弗莱明的注意，他拿起这只被污染了的培养皿，仔细观察起来。他的助手正准备清理这些培养皿，便说：“先生，培养基发霉了，我把它倒掉吧。”“不，这里好像有‘文章’。”弗莱明走到窗前，对着亮光，他发现了一个奇特的现象：在霉花的周围出现了一圈空白，原先生长旺盛的葡萄球菌不见了。弗莱明马上意识到：会不会是这些葡萄球菌被某种霉菌杀死了呢？他抑制住内心的惊喜，急忙把这只培养皿放到显微镜下观察，果然证实霉花周围的葡萄球菌全部死掉了。这位细心的科学家特地将这些青绿色的霉菌培养了许多，然后把过滤过的培养液滴到葡萄球菌中去。结果，奇迹出现了，几小时内，葡萄球菌全部死亡。他又把培养液稀释10倍、100倍……直至800倍，逐一滴到葡萄球菌中，观察它们的杀菌效果，结果表明，它们均能将葡萄球菌全部杀死。

进一步的动物实验表明，这种霉菌对细菌有相当大的毒性，而对白细胞却没有丝毫影响，就是说它对动物是无害的。

一天，一个助手因手被玻璃划伤而开始化脓，肿痛得很厉害。他来向弗莱明请假，说要去医院看一下。弗莱明看着助手红肿的手背，心想，这无疑是感染了细菌。他取来一根玻璃棒，蘸了些正做实验的霉菌培养液，一边涂在助手的手上，一边说：“不用去医院了，过几天手就好了。”第二天，助手就跑来对弗莱明说：“先生，您的药真灵，瞧，我的手背好了。您用的是什么灵丹妙药啊？”望着助手消尽了红肿的手背，弗莱明高兴地说：“我给它命名为盘尼西林！”

之后，弗莱明和他的助手在更进一步的实验基础上，于1929年6月，在英国的《实验病理学》杂志上发表了关于盘尼西林的论文。在论文中，他指出：“事实表明——有一种盘尼西林霉菌分泌了具有非常强大杀菌能力的物质。它不仅能杀死葡萄球菌，而且还能杀死链状球菌等许多病菌。”

然而遗憾的是，弗莱明不是一个化学家。盘尼西林培养液中的有效成分太少了，他对于盘尼西林的提纯问题始终没能解决。加上当时磺胺药在全球的风行，盘尼西林并未引起人们的重视。但弗莱明相信，盘尼西林总有一天会造福人类，他细心地保存着菌种，一代一代地进行着培养。

历史并没有冷淡伟大的科学发现。9年以后，英国病理学家佛罗理看到了弗莱明关于盘尼西林的文章。当时他正在寻找抗菌新药，对盘尼西林的发现十分感兴趣。他决心攻克弗莱明未能攻克的难关。他联合了生化学家欧内斯特·金等人一起，开展了对盘尼西林的纯化工作。经过细菌学家和生化学家的共同努力，高纯度的盘尼西林终于诞生了。将其用于病员身上，效果非常显著。从此，这不起眼的青色霉菌变成了治病良药，轰动了全世界。为此，弗莱明、佛罗理和欧内斯特·金共同获得了1945年的诺贝尔医学生理学奖。

虽然弗莱明谦虚地将青霉素的发现归结为偶然，但弗莱明历来一丝不苟、认真细致的工作态度，使这种偶然性变成了必然的伟大发现。

为糖尿病患者造福

——班廷发现胰岛素

如今人们已不必因为患了糖尿病而胆战心惊，用胰岛素来对付糖尿病已是一般的医药常识。然而，在 20 世纪 20 年代以前，这种病给人们带来的却是灭顶之灾。得了糖尿病的人以极快的速度消瘦，整日饥饿，干渴，喝下去的水会变成充满糖的尿。患者可以从一个彪形大汉，转眼变得骨瘦如柴，最终难免一死。当时，医生治疗糖尿病的最先进的方法，就是控制饮食。成千上万的患者，为了延长生命时间，而不得不依靠残酷的慢性饥饿疗法来苟延残喘……

20 年代初，有一个年轻的加拿大外科医生，勇敢地站出来，面对人类可怕的对手——糖尿病，展开了一场英勇的战斗。在同伴的帮助下，他历尽艰辛，终于获得了成功。这位勇敢的战士就是弗里德里克·班廷。

班廷 1891 年 11 月 14 日出生在加拿大的阿里斯顿。班廷的母亲在生他时留下了病根，一直卧床不起。母亲的病痛给班廷幼小的心灵留下了深深的创伤。他对母亲十分孝顺，常对母亲说：“我长大了一定要当个出色的医生，把妈妈的病治好！”在班廷 18 岁那年，他以优异的成绩考进了多伦多医学院，实现了儿时的梦想。他在医学院里的成绩一直都是名列前茅。他一直朝着一个目标在努力，那就是将来当一位名医。可惜的是，班廷的母亲没有等到这一天，在班廷读大学二年级的时候，她就病重去世了。

在班廷大学毕业那年，第一次世界大战正在进行，前方急需医生，班廷应征入伍了。在欧洲战场上，班廷作为一名优秀的外科医生，挽救了许许多多士兵的生命，而他自己从前线回来时，胳膊上却带着一块很深的弹伤。面对主张截去那只胳膊以保住性命的外科医生，班廷表现出了一股倔强的顽强：“我非要留下这只胳膊不行！我是一名外科医生，没有胳膊，就等于没有了生命！”

战争结束后，他回到了加拿大，先在多伦多儿童病院当了半年住院医生，后来又在安大略州的小镇伦敦城里挂牌开业。和平时期，外科手术很少。开业 28 天班廷才等来了第一个病人。一个月下来，帐本上一共才挣了 4 美元。为了糊口，他在安大略医学院找了一个实验示范教员的临时工作。

班廷对待教学很认真，每天晚上都在宿舍里十分用心地备课，他力图把实验示范课搞得尽可能深刻，有趣。就在 1920 年 10 月 30 日的夜晚，一个奇妙的想法出现在他的脑海，这个想法一直萦绕在他的心头，从此便改变了他的人生道路。

这天晚上，他必须准备第二天的示范实验。实验的内容是胰脏的功能。教科书上说，胰脏在消化食物方面具有重要作用，它是一座多功能的、了不起的小发酵厂，有一种神秘的分泌液经由胰管流入小肠，它能消化糖，分解脂肪和蛋白质，供人体吸收和利用。“人如果没有胰脏，就会得糖尿病死掉”，班廷的脑子里老是想这个问题，他趴在一大堆资料上仔细琢磨着。德国医生敏考斯基曾在 1899 年做过这样的实验，他把狗的胰脏彻底切除，然后仔细地缝合伤口，日后进行观察。眼看着那只狗以难以置信的速度消瘦，干渴，饥饿，无精打采，只剩下抬头喝口水的力气，最后终于倒下，……这只狗死于“糖尿病”。博学的德国病理学家兰格亨斯在他的论文中指出，胰脏中存

在着一些细小的细胞团，其结构不同于一般制造消化液的酶细胞，在显微镜下观察它们就像海洋中漂浮的小岛。因而这些细胞团被称为“兰格亨斯氏岛”，也就是“胰岛”。

班廷想，学生们一定会对这些感兴趣的。它要通过实验告诉学生们，正是这些不起眼的胰岛保护人们不得糖尿病。实验证明，即使把狗的胰管扎住，不使一滴消化液流出，狗也不会得糖尿病，虽然狗的胰脏已退化，但胰岛还健康存在。

准备到这种程度，班廷相信示范实验课一定会成功的。该睡觉了，班廷随手拿起刚收到的医学杂志，心不在焉地翻着，“噢，太巧了，这儿有一篇关于胰脏和糖尿病的报告。”班廷想到了备课内容，脑子里出现了一个念头：“能不能为治愈糖尿病做点事情呢？”整个欧洲和美国有几百万糖尿病患者，成千的人正在死去。有的是儿童，突然发病，瘦弱如侏儒，只有死路一条；还有风华正茂的年轻人，……想到这些，他忘记了一切，忘记了自己是一名正在惨淡经营收入低微的外科医生，不得当临时讲课教师来维持生计；忘记了自己是一名外科医生，而糖尿病却是典型的内科疾病……而只想到，作为医生，不能解除病人的痛苦，那还算什么医生！

班廷躺在床上，思维处于高度兴奋状态，他冥思苦想，觉也睡不着，就在冥冥之中，他好像悟出了一些道理：能不能将狗胰脏的导管扎住，使胰脏退化，这样可以使胰岛细胞不受消化液的影响，从而提取仍然健康的胰岛细胞，来使已经全部切除了胰脏而得糖尿病后行将死亡的狗活下去呢？他赶紧起身，在笔记本上记下了这稍纵即逝的思想火花：“结扎狗胰管；6~8周待其退化；将剩余部分取出进行提取。”

班廷决定到多伦多大学医学生理系，找麦克洛德教授，他 131 是北美著名的胰脏生理和病理方面的专家。他只想说服教授为自己提供一些进行实验必不可少的条件。为此，他不顾老师、亲友的劝阻，关闭了诊所，辞掉了临时教师的工作，破釜沉舟，一心准备搞研究。可是，要说服大名鼎鼎的麦克洛德教授，对于不善言辞的他是多么的不容易。他拿出了像不让锯胳膊时一样的固执和顽强劲，终于说服了教授。其实他要求的实验条件，对于教授来说太容易满足了。他只要 10 条狗，一名助手，做 8 个星期实验。教授满足了他的要求，为此，他也闻名于后世。

在阅读了大量有关糖尿病、胰脏以及知名研究者们如何想尽方法仍未能挽救糖尿病患者的书籍资料后，班廷终于开始了他的科学实验。就在多伦多医学大楼一间狭窄阴暗的小房间里，他拥有了 10 条供实验的狗和一名实验助手——一个 21 岁的医科学生查尔斯·贝斯特。贝斯特是个对生物化学十分熟悉的年轻人，他对测定狗的体液和血液中确切的含糖量等问题，驾轻就熟。这正好弥补了班廷在这方面的不足。可班廷是一位极其出色的外科医生，他进行的手术无可挑剔。两位干劲十足的年轻人开始了对糖尿病的冲击。他们两位的信心都很大，丝毫不觉得 8 周时间对于解决医学上的一个最复杂的难题是多么的不可思议。就从这失败的时间估算开始，他们给 10 只狗做了手术……一次次地失败，他们吸取教训，重新再来。实验在炎热的夏天中继续着，8 个星期也悄悄地过去了。贝斯特的报酬没人支付了，只好算班廷向贝斯特借钱，现在哪怕用辆拖拉机也休想把班廷从工作台旁拉走，因为他们看到了成功的希望。他们乘麦克洛德去欧洲讲学的机会，又继续干了起来。

班廷几周前给一条狗做了结扎胰管手术，这天，他从狗已经萎缩的胰脏

中提取了他们感兴趣的东西——胰岛细胞中的物质，然后把他注入得了糖尿病快要死去的狗的颈静脉中，观察狗的情况。一条狗死去了，又一条狗死去了……终于有一天，贝斯特看着量热器，直起身来对班廷说：“弗雷德，含糖量下去了，降到了 0.1。”这个数字比一只健康狗血液中的含糖量多不了多少。在狗窝里，刚才分明还是想喝水而抬不起头的这只狗，现在已经能抬起头来，看着眼睛发呆的班廷，坐了起来。1 小时以后，它竟站了起来！他们终于救活了一条狗，这使班廷欣喜若狂！

经过反复实验，班廷和贝斯特终于发现胰岛提取物具有维持糖尿病狗生命的作用，他们给它取名为“胰岛素”。然而，为了维持 1 条狗的生命，却用了 5 条狗的胰脏，这就等于杀死 5 条狗使 1 条狗活命，简直太荒唐，太胡闹了。

那么怎样才能得到更多的胰岛素而又不杀死狗呢？班廷想到了屠宰场。不久，他和贝斯特从屠宰场带回了 9 只牛的胰脏。决定从中提取可贵的胰岛素。他们懂得，酸化酒精能抑制对胰岛素有破坏作用的消化液，如果用酸化酒精来处理牛的胰脏，便可提取所需的胰岛素。这真是太简单了！所有的难题在解决之后都显得那样简单，然而这耗费了班廷和贝斯特多少心血谁也不清楚。他们用从牛胰脏中提取的胰岛素给第一条患糖尿病的狗注射后，狗的高血糖直线下降了。然而我们不禁要问，开始时班廷怎么没想到用酸化酒精抑制胰消化液细胞生长这种简单的方法，而要走那么多弯路呢？其实，科学研究就是这样，没有捷径好走，只有踏踏实实去干，“越显而易见的越难看清”，而终有一天会豁然开朗的。

他们的实验速度加快了，一切也都变得顺利了。他们决定把实验从狗身上转到人身上。谁来做第一次实验呢？谁也不敢担保在人身上做这一实验没有危险性。然而，对于科学的献身精神使两位年轻的探索者都争着要在自己身上做实验。

“贝斯特，不要争了！如果我有什麼意外，你可以继续把实验做到底。”班廷坚定地说。

“不，你的技术更熟练，应该受到保护的是你，而不是我。”

最后，两人先后在自己身上做了人体实验，证明了这种能救活狗的东西对人体是无害的。他们决定把这种胰脏提取物——胰岛素用在病人身上。

乔·吉尔克利斯特是班廷医学院时的同学，他得了严重的糖尿病。本来性格开朗的他变得郁郁寡欢。他知道医学界对糖尿病束手无策，只能采取饥饿疗法。他靠一个婴儿的食量勉强维持着生命。1921 年秋天，他碰上了老同学班廷。班廷对他说：“乔，说不定我很快就可以治你的病！”

1922 年 2 月 8 日，生命垂危的乔来到了班廷他们的实验室，贝斯特马上给乔注射了一针胰岛素，大家都坐下来静观效果，时间 1 小时 1 小时地过去了，仍不见效果。班廷失望了，他以为这胰岛素只对狗有效，而对人无效……他不敢正眼看乔，径直跑出了大门。

其实班廷太性急了。贝斯特劝乔留下，并耐心地说：“乔，我们再做一次。”乔耐着性子配合贝斯特又打了一针。过了一会，乔逐渐感觉好多了，几个月来他第一次觉得自己的头脑突然清醒了，两腿也不再沉重了。贝斯特冲出大门，他要赶紧把这一消息告诉班廷。

乔吃了几年来第一顿正经的晚餐，三个人都以为他已病愈了，可是第二天乔的两腿又沉得抬不动了。没关系，再打一针，就这样，乔用尽了班廷和

贝斯特所有的胰岛素。他们又陷入了困境。

这个时候，一直在幕后的麦克劳德教授意识到了这两个毛头小伙子的研究成果在医学上的价值。他暂时丢下手头的研究，带领全体助手，投入了班廷和贝斯特的工作。他做的第一件事就是将胰岛素改名为胰胰岛素，它的拉丁文为 insulin。他们分几路人马，使胰岛素的研究速度加快了。

不久以后，班廷出席了在美国纽黑文召开的全美医学大会，在众多专家面前，有些紧张的他结结巴巴地宣读了他的胰胰岛素论文。消息不胫而走，许多得了糖尿病濒临死亡的人抱着一线希望找上门来，可是班廷他们制得的胰胰岛素太少了，而希望得到它的人又那么多。大量制取胰胰岛素，成为多伦多大学医学系全体人员的共同愿望。

在这期间，麦克洛德教授前往美国，出席了美国内科医生最权威的机构——美国医师协会的会议。该组织学术地位极高，相当有影响力。麦克洛德教授向协会报告特大喜讯：找到了医治糖尿病的一种方法。这消息就像体育比赛爆出的冷门一样，令人欢欣鼓舞。一时胰胰岛素成了世界上传诵最多的词汇。

麦克洛德教授的论文，为班廷和他的同事们呼唤来了一大批同盟军，全世界许多医学实验室，都在进行着制取胰胰岛素的工作。

1925年，美国生物化学家阿贝尔终于制得了胰岛素结晶。后来，贝斯特等人也在技术上取得了重要突破，一批批毒性更小，药性更强的胰岛素被制取出来了。糖尿病患者可以有充足的胰岛素来进行治疗，尽管身上布满了针眼，然而再也用不着饿肚子了，他们能很好地充满希望地活着。

为减轻糖尿病患者的痛苦，专家们又研制了浓缩的胰岛素，它几乎可以使病人完全康复。鉴于全球学者对班廷的发现均给予了极高的评价，加拿大政府拨出巨款资助班廷的科学研究。许多热心的资助者也纷纷赠款。这样，1930年，班廷糖尿病研究院在多伦多创立了，班廷出任了院长。

班廷对科学的无私奉献和对医学研究的执着，使他在历尽艰辛困苦之后终于获得了成功。他对胰岛素的发现是决无仅有的重大发现，人们将永远铭记着。

改变食物能治病

——维生素的发现

大家都知道，维生素对于人类的健康起着举足轻重的作用，正因为它是“维持生命必不可少的要素”，所以才称之为“维生素”。人类缺乏了维生素就会得种种疾病。比如缺乏维生素 A，就会得夜盲症，缺乏了维生素 C 就会得坏血病，缺乏了维生素 B 就会得脚气病……这在今天已是一种医学常识，然而在几个世纪以前，人们对其一无所知。尽管坏血病、脚气病等顽症给人类带来了极大的痛苦，人们一直未能找出得病的真正原因。

早在哥伦布发现美洲大陆，欧洲各国纷纷派遣船只远渡重洋之时，在海上航行的水手中就流行着一种可怕的疾病。得了这种病的水手浑身无力、牙龈出血、肌肉疼痛，过一阵子就衰弱得无法继续工作，直到最后许多人死去。人们称这种病为“坏血病”。

在那个时代，水手们在漫长的航行旅程中，吃的通常都是船上储存的干面包、风干肉或者是熏肉，伙食很单调。

坏血病也常常侵袭那些食用粗劣食品的监狱、医院、军队、被围困的城市以及一切饮食单调不变的地方。

偶尔也会有人注意到这种病和饮食之间的关系。比如 1734 年，一位奥地利医生克拉默在军中服役时，发生了坏血病大流行，他注意到得病的全是普通士兵，并没有军官。而普通士兵只吃面包和豆子，军官却可以吃到水果和青菜。1737 年，克拉默写了一份报告，提出水果和青菜能预防坏血病，可是根本没人理会他，坏血病仍然到处肆虐。

18 世纪，英国人正在全世界建立殖民地，海上贸易也领先于其他国家。他们需要大批商船来运输货物，需要大批军舰去保护他们的贸易和殖民地。然而坏血病困扰着船上的水手，使他们难以胜任工作。

一位苏格兰医生詹姆斯·林德，对这种病十分感兴趣，并且偶然发现了克拉默的报告。他查阅了大量坏血病的记载，并得出结论：适当的饮食可以防止坏血病。1747 年，他开始在一些病人身上做实验，在他们的饮食中分别增加苹果汁或其他果汁，最后他发现，柑橘属水果汁对病人的复原作用最快。

他呼吁英国海军在水手的伙食中增加这类果汁，可是无法取得海军当局的赞同。直到在他死后的第二年，也就是 1795 年，英国海军才作了让步。当时英国正在同法国打仗，坏血病使衰弱的英国士兵丧失了战斗力，当局为此焦虑不已。在这种情况下，酸橙终于上了战舰。从这一年起，坏血病在英国海军中绝迹了。

100 年以后，在日本海军中又遇到了类似的问题。日本水兵经常得一种叫做“脚气”的怪病。患脚气病的人觉得身体疲乏、胳膊和腿像瘫了似的，最后导致死亡。

但是脚气病与坏血病并不一样，衰弱无力的症状也不一样，脚气病对下肢的影响特别明显。奇怪的是，日本士兵的伙食中并不缺乏蔬菜和果汁，脚气病照样发生。1878 年，脚气病在日本军舰上极为流行，这使得日本海军根本无法作战。掌管海军的高木将军得知英国人通过改变水兵的饮食解决了坏血病的问题，而英国水兵从来不得脚气病。他将英国水兵和日本水兵的食谱拿来作了一番对比。他发现，日本水兵吃的是蔬菜、鱼和白米饭，而英国水

兵不大吃米，而是吃大麦之类的其他粮食，高木将军让士兵在吃饭时也吃一些大麦，结果日本海军中的脚气病消失了。

林德医生和高木将军都不知道为什么改变食谱就能防止一种疾病的侵袭，或者发病后能将它治愈。其实在那个时代，别的人也都不知道。

直到 19 世纪 80 年代，当时荷兰统治下的东印度群岛上的居民们长期受着脚气病的折磨，为解除这种病对荷属东印度群岛的威胁，1886 年，荷兰政府成立了一个专门委员会，开展研究防治脚气病的工作。

荷兰医生克里斯蒂安·埃克曼也参加了这个委员会的工作。当时科学家和医生们认为脚气病是一种多发性的神经炎，并从脚气病人血液中分离出了一种细菌，便认为是这种细菌导致了脚气病的蔓延，它是一种传染病。

然而埃克曼总感觉问题没有得到完全解决。这种病如何防治？是否真是传染病，这些问题都还未解决。他继续着这种病的研究工作，并担任了新成立的病理解剖学和细菌学的实验室主任。

1896 年，就在他做实验的陆军医院里养的一些鸡病了，这些鸡得的就是“多发性神经炎”，发病症状和脚气病症状相同。这一发现使埃克曼很高兴，他决心从病鸡身上找出得病的真正原因。起先他想在病鸡身上查细菌。他给健康的鸡喂食从病鸡胃里取出的食物，也就是让健康的鸡“感染”脚气病菌，结果健康的鸡竟然全都安然无恙。这说明细菌并不是引起脚气病的原因。

究竟是怎么一回事呢？就在埃克曼继续着他的实验的时候，医院里的鸡忽然一下子都好了。原来在鸡患病之前，负责喂鸡的人一直用医院病人吃剩的食物喂鸡，其中包括白米饭。后来，这个喂鸡的人调走了，接替他的人觉得用人吃的上好的食物来喂鸡太浪费了，便开始给鸡吃廉价的糙米。意想不到的，鸡的病反而好了。

埃克曼分析：稻米生长的时候，谷粒外包裹着一层褐色的谷皮，这种带皮的米就是糙米。碾去谷皮，就露出白色的谷粒，这就是白米。这里的人喜欢吃白米饭，给鸡吃的剩饭也正是这种白米饭，结果一段时间后，就会得多发性神经炎。这样说来，很可能在谷皮中有一种重要的物质，人体一旦缺乏后，就会得多发性神经炎。考虑了这些情况后，埃克曼决定再作一番实验。

他选出几只健康的鸡，开始用白米饭喂它们。过了一阵子，鸡果然患有多发性神经炎。他随即改用糙米来喂养，很快，这些鸡都痊愈了。埃克曼反复这样的实验，最后，他可以随心所欲地使鸡随时患病，随时复原。

其实林德医生和高木将军都证明了特定的饮食能够治愈一种疾病，而埃克曼是第一个做到了用特定的饮食制造和治愈一种疾病的人。

埃克曼把糙米当作“药”，给许多得了脚气病的人吃，果然这种“药”医好了他们。1896 年，埃克曼因病返回荷兰。第二年，他公开发表了自己的研究成果。这一成果轰动了欧洲和日本，并很快掀起了一股研究热潮。

1912 年，三位日本化学家和一位荷兰化学家分别用不同的方法从谷皮中提取出了一种白色的结晶体——这就是维生素 B₁。以后，人们不断发现了许多种维生素。当年林德医生发现的果汁里存在的能防治坏血病的物质便是维生素 C（又称抗坏血酸）。

埃克曼医生为维生素的发现做出了突破性的贡献。他没有遵循固有的逻辑去研究问题，没有因为专家们认为脚气病是一种细菌引起的传染病而放弃自己的想法。他用自己独特的思维方式和敏锐的观察力，发现了导致脚气病的真正原因，为人类最终发现维生素作出了重大贡献，也从而荣获了 1929

年诺贝尔医学生理学奖。

生命体探秘

——我国实验胚胎学的主要开创人童第周

童第周教授是中国实验胚胎学的主要创始人。20世纪50年代，他在生物遗传学细胞核和细胞质相互关系的研究中，创造了世界一流的成果。因此，他也是世界知名的科学家。

1902年，童第周出生在浙江省鄞县的一个偏僻山村里。因为家境不算富裕，童第周小时候就跟着家人在田里干活。这可是个大课堂啊，识一些字的父亲，边教儿子农活，边教他读书。从《三字经》开始，到唐诗宋词，几年中，童第周的肚子里装了不少东西。直到17岁，童第周才第一次走进校门，比一般孩子的入学晚了整整10年。

第二年，他进了一所教会中学。这是一所严格的学校，每天的课程很紧，作业也不少。因为童第周没有经过正规上学，基础太差，许多课程都跟不上，特别是自然科学课程，更是吃力。第一学期总平均才考了40多分。这是一个没有阳光的日子，第二天就要放假了，校长把童第周叫去，说：“下学期你不要来上课了。”校长又说：“你连小学都没上过，中学怎么读得下来呢。还是回去种田吧。”童第周看着校长，说：“先生，我能读下来的。”校长说：“就留一级。”“不，我可以跟上去的，让我在原班级再试读一学期。”倔强的童第周坚持着自己的想法，他相信自己能赶上去。“那就先试试吧。但只能试一个学期。”校长答应了童第周的要求。这可是关键性的一个学期。每天天不亮，童第周就起床了，走到外面的路灯下面，开始读外语，记单词。一天听课下来，抓紧时间复习，当日功课当日毕。晚上熄灯了，他又回到了路灯下。就这样，几个月下来，童第周慢慢地赶了上来。第二学期结束时，总平均达到了70多分。别小看这70多分，几个月的时间，童第周学了别人要学几年的知识。校长看到这个成绩后高兴地说：“我们差一点放走了一个好学生。也许再过几年，童第周能成为我们学校最好的学生。”校长开始有些喜欢这个学生了。事实也果真如此，在中学快毕业时，童第周成了这个学校最优秀的学生。许多年后，童第周说：“在几何得了100分以后我知道了一个道理：我并不比别人笨。人家能办到的事情，我也能办到。世界上没有什么天才，天才来自劳动。”就凭着这点精神，童第周进入了大学，并以优异成绩毕业。28岁时，他来到了比利时学习生物学。

在比利时，童第周的学业有了更大的进步。尤其在实验胚胎学的研究方面，取得了一系列的成绩。童第周的老师布拉赛教授是国际上有名的生物学家。他多次竖起大拇指说：“童，真行。”最让同行佩服的是童第周完成了一种剥除青蛙卵膜的手术。这种现在看来很简单的操作在当时可是件了不起的事情。手术时得先将青蛙的卵子取出来，在手术镜下面小心翼翼剥除青蛙卵子外层的薄膜。手术很难做，童第周的老师布拉赛教授做了几年都没有做成，但童第周却做成了。布拉赛教授高兴地说：“童，认真、仔细，是一流的科学家。”这件事的成功给了童第周很大的鼓舞，他说：“这使我相信：中国人不比外国人笨。外国人认为很难办到的事情，中国人照样能办到。”

获得博士学位后，童第周回到了祖国。这时候的中国，国难当头，烽火连天，民不聊生，荒灾四起，没人重视科学技术，也无人来支持科学实验。就在这种极为困难的条件下，童第周继续进行着他的生物科学研究。抗日战

争爆发后，童第周随学校到处搬迁，最后来到了四川的一个小镇上。战争年代，在一个物质条件非常差的乡村小镇上，要想开展一些科学研究，其程度之艰难是今天坐在课堂里的学生无法想像的。小镇上的人从来就不知道电是什么东西。没有电，自然也没有灯，屋子里漆黑一团，怎么开展科学实验呢？童第周对他的同事和学生说：“没有电灯，我们可到室外院子里去工作，借助自然光仍然可以在显微镜下观察和实验。”就在这样的条件和环境中，科学家们开始了他们的研究。此时，童第周的主要工作是在显微镜下切割和剔除卵子，这大多在冬季和早春进行。寒风飕飕，在室外做这么精细的操作，又没有太大的活动量，常常会冻得手指僵直，全身发抖。实在吃不消了，停下来，跺跺脚，转个圈，或者去屋子里暖暖身子后，再做实验。到了阴雨天，不能在室外工作了，只好回到屋里，室内暗得无法工作，就点上煤油汽灯。童第周教授和他的学生围着灯，继续实验。屋子小，人又多，挤在一起，强光刺眼，高温烤人。在室外，这些科学家快冻成了“冰人”，到了室内，一个个又差一点烤成了“火人”。没有电，没有灯，房子小，凑合着干。实验仪器和材料缺乏，想办法找替代物；没有培养胚胎需要的玻璃器皿，用粗陶瓷酒杯替代；自己做一根拉得极细的玻璃丝，就是显微解剖器；实验蛙全部采自小镇周围的乡村田野。教课和实验的空余之时，童第周和他的同事、学生常常拎着瓶子，到野外收集生物标本。这是大家最轻松的时候，小路弯弯，溪水淙淙，绿树婆娑。蓝天上的白云，温柔如絮，悠悠远去。此时此刻，坐在小河边石板上的童第周不由地想起在布拉赛教授手下工作的日子：欧洲古老的红砖校舍，无边的茵茵绿草，资料丰富的图书馆，一尘不染的研究室，明亮的灯光，洁净的器皿，多么使人神往的工作环境呵。感慨之余，童第周说：“既然义无反顾地回到了祖国，回到了这个战火纷飞、满目疮夷的祖国，我就要坚持研究，坚持实验，不管条件有多艰苦，困难有多大，我一定要做出点什么来。”这几年中，就是在这种信念支持下，虽然条件极端困难，童第周和他的同事们完成了金鱼卵子发育能力、蛙胚纤毛运动机理分析等一系列研究。根据这个研究成果写成的论文发表后在国际上引起了同行们的很大反响。

建国前夕，童第周正在国外讲学，当他听到新中国快要成立的消息时，克制不住内心的喜悦，急着要回到祖国，他对劝他留下来的朋友说：“我一定要回去的。因为我是中国人，我的最大愿望就是让祖国尽快富强起来。我在国外掌握的科学新知识，必须为中国服务。现在中国有希望了，我得赶紧回去。”就在祖国解放的隆隆炮声中，童第周又一次回到了祖国。

这时候的童第周虽然已年近半百了，但新中国的建立使他焕发了青春。从50年代开始，童第周全力投入了对文昌鱼卵的发育规律研究，依据实验结果童第周对文昌鱼的发育能力提出了新的修正意见。由于文昌鱼卵的发育在生物进化过程中占重要的地位，因此童第周的观点又一次引起国际同行的重视。

生物学是一门非常有趣的学问。大千世界中，最多姿多彩的现象就是生命体的各种活动。认识生命体的活动奥秘，寻找生命体的活动规律，是生物学家孜孜以求的。随着科学研究的深入，对生物基因的进一步认识，生命体活动的奥秘渐渐呈现在世人面前。实际上，科学家对生命体奥秘的了解只是个基础，他们更想利用它、改造它、控制它，甚至神话般地创造它。

到了晚年的童第周并不满足于已取得的成就，又开始了对生命体研究的

最后冲刺。在中国科学院动物研究所，童第周与同事在鱼类中开展了细胞核移植工作，以探讨细胞核和细胞质的关系。他们将细胞核和细胞质进行杂交，试图用此方法培养出鱼类的新品种。创造出新的鱼类品种，就是创造了新的生命体，这可是极其诱人的题目啊。经过一系列的科学实验，童第周和同事把鲤鱼胚胎的细胞核移植到鲫鱼的去核卵内，得到了核质杂种鱼。通过鱼类的核质杂交试验，他们证明，在细胞核异种的细胞质内，经过多次分裂和复制后，生命体在生理和性质上有发生变化的可能。这种变化不完全受细胞核控制，也受到了细胞质的影响。

此后，童第周与美国坦普恩大学牛满江先生合作，做了这样一个有趣的实验：他们从鲫鱼的卵细胞质内，提取了一种核酸，这种核酸是一种传递生命信息的重要物质。以后，他们将这种核酸注射到金鱼的受精卵中，培育出了一种既有鲫鱼性状又有金鱼性状的奇怪鱼种，最为有意思的是，这种金鱼的尾巴由单尾变成了双尾。有些科学家把这种双尾金鱼称为“童-牛二氏鱼”。这个实验的成功，使童第周的胚胎实验学研究又一次走到了世界前列。

童第周担任了许多行政领导工作，又有不少社会活动，但无论多忙，他都坚持亲自动手做科学实验。到了70年代，70多高龄的童第周患了眼疾，工作起来有很大的困难，大家劝他：“年岁大了，看东西也不方便，坐在一旁说说，指点我们就可以了，不用再亲自动手了。”童第周谢谢大家的关心，却不愿做“闲人”。他说：“科研成果是干出来的，不是说出来的。我不能光说话，我要干事。”

要干事，更要抓紧时间干事，童第周比以前更忙了。工作，学习，写作，讲学，他不顾年老体弱多病，四处奔波，拼命冲刺。1979年3月，他在为浙江省科学大会作报告时，不幸脑血管破裂，倒在了讲台上。1979年3月30日，童第周去世了。

但是，作为优秀的科学遗产，童第周的研究成果已经进入人类的知识宝库；作为一个伟大的科学家，他的科学精神将永远留在后人的记忆之中。

超越时代的“玉米实验”

——麦克林托克发现转座现象

1983年的诺贝尔医学生理学奖表面上不同寻常，实际上却众望所归。说不同寻常，是一位终生研究玉米的植物细胞遗传学家麦克林托克居然独自一人获得了医学生理学的最高荣誉诺贝尔奖，并且竟然是表彰她在30多年前即1945~1951年的6年间，用一架普通光学显微镜观察玉米染色体时提出的基因转座现象。说众望所归，是因为麦克林托克这一长期不为世人所理解的站在时代前头的思想，在分子生物学兴起并迅速发展后，到80年代初已在噬菌体、细菌、酵母、果蝇、小鼠和人体中纷纷得到证明，而且日益显示出在医学研究上巨大的、无可估量的潜在意义。跳跃基因、可移动的遗传因子等名词经常出现在生命科学的研究报告和学术文献中。“玉米老太太”的外号已为不少青少年所熟知。世界科学界包括我国科学界不约而同地呼吁：“麦克林托克该得诺贝尔奖了！”

麦克林托克算得上是科学史上最富有传奇色彩的人物之一。她于1902年出生。母亲是一位有高度文化修养的妇女：一位有造诣的钢琴家、诗人和画家，但对子女的学习却有她自己的想法。一方面是考虑到家庭经济情况不佳，同时又担心接受过高的教育会使女儿不肯结婚，所以说服了大女儿、二女儿不去上大学。三女儿就是本文介绍的巴巴拉·麦克林托克，她从小对学习的兴趣就非常强烈。她不理睬父母的反对，于1919年考入康乃尔大学农学院。母亲的担心竟不幸而言中，巴巴拉·麦克林托克终身未婚。

麦克林托克的一生有两次辉煌。第一次辉煌是在同行间的交口赞誉中达到的；第二次辉煌却是在同行们的一片冷漠中达到的。如果说她的第一次辉煌代表的科学成就还有人可以与她媲美的话，她的第二次辉煌所代表的科学成就终于在30多年后无可争议地被人们认识，从而达到了她所处时代的光辉顶点。

1921年对麦克林托克的一生有相当重要的影响。那年她19岁，在康乃尔大学农学院三年级时选读了植物育种系主任、著名玉米遗传学家埃默森主讲的“遗传学”课程。这门当时还诞生不久的新科学对麦克林托克有很强的吸引力。1927年，她因性别歧视（植物育种系不接受任何女大学生和女研究生）而获康乃尔大学植物学博士学位，并被聘为讲师。1929~1931年两年间，她就发表了9篇令同行们瞩目的研究论文。1931年以后，又因性别歧视不得不先后在密苏里大学、加利福尼亚理工学院、帕萨迪纳加利福尼亚大学等谋职。1941年到冷泉港。在这段时间里，她在康乃尔大学和埃默森的支持下，在玉米的染色体研究上做了大量的工作。

从遗传学发展史来说，从1910年起摩尔根与他的三位助手斯特蒂文特、马勒和布里奇斯对果蝇染色体进行研究，直到40年代，染色体的研究一直在遗传学研究中占有非常突出的地位。麦克林托克在30~40年代对玉米染色体的研究与摩尔根等人的果蝇染色体研究犹如双峰辉映，成为这一时期的杰出代表。由于玉米染色体比果蝇染色体大，在观察染色体畸变方面更优于果蝇染色体，而观察到的玉米染色体畸变又可与颜色鲜艳易辨的籽粒以及玉米的其他表现型联系起来，构成完整的科学体系。世界各国出版的遗传学书籍，在染色体畸变的章节中，无一不引用麦克林托克关于玉米染色体的工作，无

一不引用麦克林托克提供的玉米染色体畸变的图示。麦克林托克提出的关于染色体畸变的术语，至今仍是训练所有生物学家的主要内容。麦克林托克为此而获得崇高的荣誉。1939年，她当选为美国遗传学会副主席，1944年，当选为美国科学院院士，1945年，当选为美国遗传学会主席。

然而，就在她被选为美国科学院院士的那一年，麦克林托克没有把自己摆在已经“功成名就”的位置上，而是开始了新的更艰巨的攀登。那一年，她观察玉米第9对染色体上控制糊粉层颜色的基因在杂交后代中的表现（玉米体细胞共10对染色体，按相对长度由大到小依次编号，有许多特定的基因已定位于特定的染色体上）。她设计的一次玉米杂交组合，按孟德尔的显隐性规律预测，理应得到无色的籽粒，但实际上所收获的籽粒却呈现很多深浅不同的色斑。与此同时，她还获得了许许多多类似的观察资料。它们用正统的遗传学规律完全不能解释。解释这些观察资料需要建立起一座新的理论大厦，一个新的理论体系。麦克林托克义无反顾地担当起这项任务。她在长达6年的观察和思索中提出了“解离—激活”体系。她指出，“解离因子”是可移动的遗传因子，“激活因子”则是位于另一染色体上可控制解离因子活动的基因。当解离因子移动到第9对染色体上控制糊粉层颜色的基因附近并且插入于其中时，破坏了无色显性基因的作用而使有色隐性基因发挥作用，使籽粒呈色。由于解离因子跳动很快，使隐性基因时开时关，因而籽粒呈现很多深浅不同的色斑。这个可移动的解离因子既有移动的特征又有控制其他基因开关的作用，所以当时麦克林托克又称它为“控制因子”。它的可移动特征即现已为世人熟知的“转座”。

1951年，当时还是世界公认为遗传学泰斗之一的麦克林托克在当年夏季冷泉港定量生物学讨论会上报告了她6年潜心研究的结果。可是，她的报告无人能懂，会场上如石头一般的沉默，甚至有人开始窃笑。麦克林托克关于基因可以从这个座位转到那个座位、从这个染色体转到那个染色体的思想实在是过于新颖了。麦克林托克事后承认1951年那次会议“确实打击了”她。“令我吃惊的是，我不能再与他们交往了。我受到了奚落。他们认为我真的疯了。”“后来，有那么几年，我不能和任何人谈我的想法，也没有人请我参加学术讨论。”麦克林托克还进行了两次努力。一次是1953年她在《遗传学》杂志上发表了她的题为“玉米选择位点不稳定性的诱导”的研究论文，但是只有2人向她索取单行本。另一次是在1956年的冷泉港讨论会上她又作了演讲，说明她的发现，其结果是遭到了比1951年那一次更多的蔑视。6年多呕心沥血和精疲力尽的紧张工作招来的竟是遗传学界的摒弃！

当然，并不是说麦克林托克在世界上果真连一位同盟者和赞赏者都没有。比较有名的有布林克和彼得森，他们在50年代至70年代的研究工作重复了和证实了麦克林托克的许多发现。我国上海医科大学李采娟教授于1984年的一次学术报告中提到50年代初她在复旦大学进修时她的老师高沛之先生曾详尽地向学员介绍了麦克林托克的工作，并指出，“这预示着遗传学的正统规律即将出现重大的突破。”可是，这些凤毛麟角、独具慧眼的学者不能抵消压倒多数的同行对她的学说冷漠、抵制的事实。1956年以后，她不再谈论，也不再发表文章了。

这段沉默持续了十多年。在这期间，由于分子生物学的飞速发展，到60年代末已在细菌中发现了可移动的“插入序列”，70年代中期又在细菌质粒中发现了“转座子”，接着，在果蝇、酵母等真核生物中都发现了转座因子。

麦克林托克提出的解离因子和激活因子都已用分子生物学的技术测定了其核苷酸排列序列并弄清了其所以能转座的机制。人们越来越认识到麦克林托克那曾受人冷漠的研究成果的重要意义。她在实际上开创了人们研究基因调控的先河。她的理论为研究细胞的分化和发育提供了依据。她发现的转座现象指出了研究肿瘤发生机制的正确途径。麦克林托克一生在事业上的第二次辉煌终于被人们所理解。以 1983 年荣获诺贝尔医学生理学奖为标志，她受到了全世界科学家的最高评价和尊敬。

像麦克林托克这样的科学家，在科学史上被称为“站在时代前头的人”。人们要问，究竟是什么使她具有那样异乎常人的远见卓识呢？1983 年，美国东北大学出版了一本介绍麦克林托克的人物传记，书名叫《对生物的钟情》，我国三联书店出版的中文译本巧妙地将书名译为《情有独钟》。情有独钟，是上述问题的唯一答案。麦克林托克自己说，她对她的研究对象有“非常强烈的感情”，她一进实验室就是 16 个小时，乐此不疲。她与她的研究对象简直到了“物我相忘”的程度，甚至在休息时耳边也总是缭绕着玉米的呼唤、小草的尖叫。她甚至说：“如果你真正想懂得肿瘤，你就得成为一个肿瘤。”

麦克林托克曾说：“在科学中到处在谈论着成功者、专利权、压力、钱、缺钱、剧烈的竞争、命运，事物是这样的相同，我不复知道我究竟可以被列为一个现代科学家还是一种濒临灭绝的野生动物。”

情有独钟，麦克林托克永远是幸福的。

他们登上了双扶手螺旋梯子

——沃森、克里克发现 DNA 双螺旋结构

当达尔文还在进行环球航行的时候，他就一直在考虑，各种各样有规律的生物究竟是怎样产生的？一个细胞是怎么容纳一切所必需的信息，而发育成为一株特定的花，或一只蝴蝶，一个婴儿的呢？格雷戈尔·孟德尔对各种豌豆进行了许多年的培育，研究了它们的生长发育，终于发现有一种东西对豌豆的形态、大小、颜色等产生着影响，而且他还发现，不管这东西是什么，它总是以相同的方式、按照一定的规律影响着豌豆的生长。虽然当时没有一个人把孟德尔以及他的研究放在眼里，但在孟德尔去世后许多年，越来越多的科学家证实了孟德尔的观察结果，并证实了决定生物性状的遗传信息正是来源于细胞本身。

早在 1869 年，瑞士科学家米歇尔就发现了一种从细胞核中提取出来的白色粉末——核酸（当时取名为核素），后来人们逐渐对它有了更多的了解，于是给它起了一个更新更复杂的名字，叫脱氧核糖核酸，简称 DNA。DNA 是一个很大的分子，它是经过某种复杂神秘的方式形成的。后来又经过大约 80 年的时间，科学家们通过许多科学实验证明，DNA 是遗传物质的基础，也就是说，DNA 分子是携带遗传信息的物质。

假如你要建造一幢房子，或一幢办公大楼，就必须准备好一个计划或一份设计图纸，上面规定了施工过程的每一个细节。但是这种计划如果要和造一个人，哪怕一只鼠所需要的计划相比，实在是太简单了。因为要造一个人，你就得为一千亿个细胞以及包括产生新细胞新生命所必需的一切东西订出详细详细的计划来。堆放这么多的计划图纸可得要好大一个地方啊。而所有这些复杂事情，DNA 似乎都能办到。在细胞核深处的一个小小的分子里面，居然存放得下所有这些图纸。如此多样复杂的生命完全由 DNA 控制着。如果没有 DNA 的组织，就根本不会有我们所认识的这个世界。但是，这种有规律而又多种多样的新生命的产生决不是一次成功的，而是需要每天成百上千万次不断变化才完成的。那么生命究竟是怎样产生的呢？如此之多的信息又是如何贮藏在这小小的细胞核里的呢？DNA 又是如何为整个生命传递信息的呢？它的结构又是怎样的呢？

全世界各国实验室里的人们都在研究这个问题。在英国，最早是在伦敦金氏学院工作的英国著名生物学家威尔金斯和他的助手罗莎林德·富兰克林，他们利用 X 射线衍射技术来研究 DNA 的结构。在美国，著名的化学家莱纳斯·鲍林也开始了对 DNA 的研究。在剑桥大学的卡文迪许实验室里，英国人弗朗西斯·克里克和美国人詹姆斯·沃森也着手进行对奇异的 DNA 结构的探索。

沃森是美国芝加哥人，生于 1928 年，1947 年在芝加哥大学动物系毕业并获理学学士学位。后来，他到印地安纳大学，进了以微生物学研究而闻名世界的“噬菌体小组”，研究“X 射线对噬菌体增殖的影响”。不久，他又到哥本哈根海尔曼实验室学习生物化学。在此阶段，他对遗传学发生了浓厚的兴趣。1951 年，沃森参加了在意大利举行的生物大分子结构学术会议。会上，他听到了威尔金斯关于 DNA 衍射图片分析报告，并看到他所放映的一张关于 DNA 纤维的 X 射线衍射的幻灯片。沃森开始意识到，要解开生物遗传

变异之谜，应该对基因的结构有充分的了解，这样才可能知道基因是怎样工作的，从而找到生物遗传机制的答案。他说：“进一步实验将表明一切基因都是由 DNA 组成，”而“阐明 DNA 的化学结构在了解基因如何复制上将是重要的一步。”他的这个观点得到导师劳瑞亚的支持，后经其介绍，沃森得到“全国小儿麻痹基金会”的支持，在 1952 年进入英国剑桥大学卡文迪许实验室工作，并在肯德鲁指导下，进行蛋白质和多肽结构的分析研究。这时他遇到了一位志同道合的同事——克里克。

克里克生于 1916 年，是英国比安普顿人。1938 年毕业于伦敦大学，学习物理和数学。战争期间，克里克从事武器方面的研究。战后，他舍弃物理学而对生物学发生浓厚的兴趣，主要原因是，他在 1946 年读了著名理论物理学家薛定谔写的《生命是什么》一书。这本书非常清楚地提出了一个信念，即基因是活细胞的关键部分，以及要懂得什么是生命，必须知道基因是如何发挥作用的。克里克深受此书的影响，决心从事基因分子结构研究。1949 年，克里克进入卡文迪许实验室，在佩鲁茨的指导下研究蛋白质和多肽方面的问题。1952 年，当他正在考虑基因结构与蛋白质结构之间的关系的时候，遇到了沃森，共同的事业把他们两人自然地结合到一起。

1951 年，著名化学家鲍林根据结构化学的规律，成功地建立了蛋白质的螺旋模型。这个实验给了沃森和克里克有益的启示。他俩在前人研究的基础上，应用 X 射线衍射方法着手建立 DNA 分子结构模型。

沃森和克里克经常和一直在伦敦工作的威尔金斯和富兰克林共同研究和讨论一些问题。威尔金斯和富兰克林有一架放大倍数很高的显微镜，而且还拍摄了一些 DNA 分子的 X 光照片。他们那架显微镜当时在剑桥大学是很先进的。它可以把观察物放大 20 万或 30 万倍。如果用它观察一只苍蝇，看上去足足有 1 英里长。在这架显微镜下，神秘的细胞活动情况看得非常清晰。

克里克试图用数学计算方法来解决 DNA 分子结构问题。他整天沉浸于数学公式里，沉默寡言。一天，他在常去的伊尔小酒店吃饭时，感到一阵剧烈的头痛，于是连实验室也没去就回家了。他坐在煤气取暖器旁边什么也没做，过了一会儿又觉得实在无聊，于是他又动手算了起来。不一会儿，他发现问题的答案已经找到了，他是那样的激动。然而这时他又不得不停下来，因为时间到了，他得陪他漂亮的妻子奥迪尔去参加一个品酒晚会。可是晚会并没有他们想象的那样有意思，所以他们便早早地回家了。克里克又陷入了沉思。回家途中他开始考虑这 DNA 分子一定是某种形式的螺旋体，也就是说它是呈一圈一圈盘旋形状的。

就在这个时候，沃森正埋头忙于他的 X 光摄片工作。他一心想要拍摄几张能显示 DNA 结构的片子来。他想，如果能找到一个正确的拍摄角度，使他的片子能显示出分子的结构那该多好啊。

沃森在英国的生活一直过得不那么称心。工作无疑是非常合他胃口的，可英国的饭菜却总是叫他的肠胃受不了，他把英国的饭菜叫做“无味的肉，没有颜色的菜，和那煮得稀烂的土豆。”医生为他开了一瓶又一瓶的药，可他吃了以后一点不起作用，所以他的胃开始剧烈地疼痛，而且几乎天天发作。另外他在大学里住的那几间屋子冷得叫他实在受不了，他说：“除了睡着了不知道，我在房里整天能看到自己的嘴里呼出来的热气。”就是在这样冻得连笔都握不住的房间里，沃森常常是独自面对那毫无热气的小炉子，苦思冥想 DNA 的结构问题。

那时卡文迪许实验室的大门每天晚上 10 点钟就要关闭,为了能够留在实验室里工作得晚一点,沃森专门借了一把大门的钥匙。一个 6 月的晚上,他回去打开 X 光摄影机,开始冲洗一张刚从 25 度角拍摄的片子。当他把那张湿淋淋的片子凑到灯前一看,马上发觉自己成功了,螺旋形的线条看得清清楚楚。第二天一大早,沃森便焦急地等待着克里克的到来。当克里克拿起片子看了不到 10 秒钟,就立刻表示完全同意沃森的看法。

断定了 DNA 的结构是一个螺旋体以后,紧接着需要解决的问题是,这个螺旋体究竟是由单链或是双链、四链,还是三链构成的呢?为了解决这个问题,他们经历了一段艰苦的历程。

根据当时的材料,他们有充足的理由否定了 DNA 分子的单链和四链的螺旋结构。但他们需要根据有力的事实作出是双链还是三链的判断。

他们很快建立起了一个三链结构的模型,并自信这个模型的螺旋结构的参数都是符合 DNA 的 X 射线材料所反映的事实。欣喜之余,他们立即向皇家学院 X 射线衍射小组报告了 DNA 模型的建立。第二天,以威尔金斯为首的一批科学家对模型进行了验证和核实,发现他们对实验数据理解错了,由此否定了他们建立的第一个三链模型。

以后,他们暂时停止了直接建立 DNA 模型的研究工作。沃森从事烟草花叶病毒的研究,目的是搞清楚烟草花叶病毒的感染力的有效成分 RNA,这也许会对 DNA 结构提供有效的线索。克里克仍从事蛋白质的研究工作。不久,他们得知鲍林在美国制作了一个三链螺旋的 DNA 结构模型。沃森和克里克马上感到那个三链螺旋结构在某些方面并不完全正确。他们就一起着手对这个问题进行了研究。不久,他们终于找到了这位著名化学家在自己的结构模型里所犯的错误。

由此,他俩得到了鼓舞,虽然第一个模型失败了,他们的工作还是处于领先的地位。他们又以满腔的热情、坚强的毅力重新从事模型的建立工作。

威尔金斯和富兰克林在模型的建立工作上给了沃森和克里克很大的帮助,甚至他们之间的意见分歧也都是十分有益的。要是没有这两个人在 X 光摄片方面做了大量的工作,沃森和克里克是无论如何也不可能创造出 DNA 模型的。

不久,富兰克林拍摄了一张 DNA 纤维 B 型照片,这张片子给了沃森和克里克最盼望的东西。当沃森看到这张片子时激动得话也说不出来了,他的心怦怦直跳,因为从这张片子上完全可以断定 DNA 的结构是一个螺旋体。所不清楚的只有一个问题,这个螺旋体到底是只有一个螺旋呢,还是像鲍林所做的那种三螺旋体?这个问题在沃森的脑子里翻来复去。

剑桥是一个交通拥挤的城市,要想开着汽车进城是很困难的,所以几乎每个人都骑自行车。沃森和克里克当时也都买不起汽车。当沃森骑着自行车回到学校,进后门的时候,他已打定了主意要亲自制作一个双链模型。沃森想,在自然界,一切最主要的事物如机体内部的各种器官,甚至细胞内的染色体都是成双成对的,估计 DNA 分子也是一种双链结构,这种想法克里克也一定会同意的。

第二天是星期六,沃森一大早就匆匆赶到实验室。当克里克来到实验室时,他发现沃森的情绪非常激动。沃森立即把自己的想法告诉了他。开始克里克觉得这位老朋友是在同他开玩笑,但是当他认真听完沃森的解释之后,便也和沃森一样兴奋起来。他们立即投入了工作。他们把富兰克林那张绝妙

的 X 光照片作为向导，动手制作模型。

整整一个星期，两个人的注意力全部集中在 DNA 上，甚至连看电影的时候沃森也总是想着那神秘莫测的分子结构。这个分子结构里有糖和磷酸盐，先是糖，后是磷酸盐，像链一样。其次是四种碱基——这是四种名字非常复杂的化学物质，被分别简称为 A、G、C、T。现在发生了一个问题，这四种碱基的形状都彼此不同，这就使得制作模型的工作变得相当困难。于是，他们便去请机械厂加工一些 A、G、C、T 的金属模型。由于机械厂没有立即答复，于是他们两人便想尽办法用纸和铁丝制作模型。

他们第一次在纸上画的图样没有画好。虽然他们时时在惦记着美国的鲍林在同他们竞赛，可是他们几次动手却以失败告终。除了到街对面的伊尔酒店去吃东西以外，他们始终在实验室以及克里克的小屋子里工作着。但是，看来在机械厂把加工的金属模型送来以前，用铁丝把模型做起来是没有希望了。

最后还是机械厂加工的模型解决了问题。模型一到，沃森只花了 1 个小时就把原子按照 X 光照片上所示的格式和科学规律排好了位置。螺旋体是向右旋转的，它有着向相反方向延伸的糖和磷酸盐双链。

我们不妨想象一下，许多现代化的建筑为了节省空间都有一个螺旋形的楼梯。楼梯的支撑就是糖和磷酸盐形成的链——糖—磷酸盐—糖—磷酸盐—糖—磷酸盐……好像一节一节的链一样。然后给它配上碱基，好像给楼梯装上梯级一样。在制作模型的过程中，沃森和克里克发现，他们无法把碱基放到模型中他们任意选择的位置上，这些碱基不得不用一种特殊的方式连在一起。

每一个梯级必须由两个碱基组成。问题在于有一部分的“半梯级”是长的，而另外一部分“半梯级”是短的。如果把这两个“长”的半梯级连接起来，那么做出来的梯级就太宽，不适合这个楼梯扶手的两个链之间的空间。在另一头，如果把两个“短”的连接在一起，其结果是梯级又太狭窄，同样无法布满两个扶手之间的空间。可是天然形成的结构从来总是十分合理而完善的。沃森和克里克发现，设计其实也很简单，不管哪个链上的一个“短”碱基总是和另一个链上的“长”碱基连接，那样，每一个梯级之间的长度和宽度都彼此完全相等了。所以 A（“长”的）必须和 T（“短”的）连接，G（“长”的）必须和 C（“短”的）连接，这样便能做成一个结构很牢固很平衡的螺旋体。

他俩意识到只能由一个人来自如地调整模型。当沃森把一切都调整完毕，让开身子请克里克过来进行检查时，一连 15 分钟克里克没有发现一点毛病。但是好几次，当沃森看到他脸上那怀疑的表情，心不禁怦怦直跳起来。但每一次，克里克的脸上终于又露出满意的神情，接着朝下看去。

当劳伦斯·布拉格爵士看到这个模型时，激动得和克里克、沃森毫无两样。后来威尔金斯来看了以后也非常高兴。威尔金斯和富兰克林回到实验室以后，把这个模型和他们拍摄的 X 光照片进行比较，结果发现 X 光照片和模型完全符合。

不久，这四位科学家便打算公布他们的发现了。没等到消息正式发表，鲍林已经得悉剑桥大学这两位科学家取得了成功。这位著名的化学家听说这个问题终于解决，感到由衷的高兴。他立即表示接受双螺旋的观点，并承认自己的结构是错误的。鲍林的行动同样表明了这位科学家是位了不起的人。

1953年4月25日，由四位科学家共同撰写的一篇仅仅只有900字的重要文章，发表在《自然》杂志上。文章的第一句是这样说的：“关于脱氧核糖核酸盐类（DNA）的结构，我们想提出一个建议。”他们就用这样谦虚的方式向世界宣布了他们已经揭开了生命的最大秘密之一。

1962年，沃森、克里克及威尔金斯由于成功地建立了DNA双螺旋结构模型而同获诺贝尔奖金。而英国著名女科学家富兰克林却没有得到这样的荣誉。然而人们在1953年4月25日的《自然》杂志上却看到了富兰克林的一篇对DNA双螺旋模型热情洋溢的支持性文章。她高尚的科学道德受到后人的赞扬。

如果我们给这个DNA双螺旋结构的“楼梯”的“梯级”都标上不同的颜色，能够有助于我们理解，这四种不同颜色的“梯级”的不同次序的排列或许就是一切生物之所以有如此惊人差异的原因。

在一个DNA很长的分子里，大概有1万个“梯级”。在一个人体细胞里的46个染色体内或许有46万个排列不同的“梯级”，而一个人体细胞总数大约为一千亿个以上。这些“梯级”排列顺序的不同，决定了生物之间惊人的差异，就好像千歌万曲也仅仅是只用了8个或12个音符谱成，而英语里千千万万个单词也只不过由26个字母组成是一样的道理。

所以我们完全有根据说，在DNA螺旋体内，四种“梯级”不同的排列方式使一株花、一只蝴蝶或一个婴儿产生了他们各自所有的一切复杂部分。也正由于这四种“梯级”不同的排列方式，决定了全世界50多亿人口中找不到两个完全一模一样的人。

然而DNA并不只是传递信息而已，这种模型的令人惊异之处还在于它能够精确地自我模拟，科学家们都管它叫“自我复制”。沃森和克里克接着证明了自我复制首先是DNA螺旋体自我松开，然后是两个链散开来。现在对于科学家来说，一个很大的考验就是能否制造DNA，如果做到了这一点，一切问题便迎刃而解了。说不定有一天，我们能够利用人体细胞里的DNA来“培育”出一只新的手、一条新的腿或一个新的胃，用于医学上的移植呢！

沃森和克里克发现了DNA分子模型，加深了人们对生命本质的认识，同时也标志着在遗传物质的认识史上出现了一个新阶段。生物史学家艾伦是这样评论他们的成就的：“沃森、克里克的功绩在于将信息、结构与生物化学揉在一起研究遗传的问题。这个认识对于获得遗传的精细结构，直到每个键角和不同原子及原子群之间的距离都是本质的。”

在生物学史上，一般把1953年沃森、克里克建成的DNA分子双螺旋结构模型看作为分子生物学的开端。科学发展的实践也证明，他们这一创造性的发现大大地促进了生物科学在分子水平上的研究，使生物学的面貌焕然一新。这个模型也成为20世纪生物科学的最重要发现。

基因结构的惊人复杂性

——罗伯茨、夏普发现断裂基因

美国纽约长岛北岸的冷泉港是一处避暑胜地。每年夏季，来自全美各地以及相当一部分来自世界各地的生物学家会聚集于此，把夏日休闲的愉快闲适和促进科学的交流讨论结合起来。从 1933 年起，一年一度的冷泉港定量生物学讨论会更吸引了全世界生物学家乃至全世界科学家的注意。比德尔的“一基因一酶”假说、沃森和克里克的 DNA 双螺旋结构模型、麦克林托克的“可移动遗传因子”等等，其正式研究论文都是首先在冷泉港定量生物学讨论会上报告的，从而极大地推动了生命科学的发展，并获得诺贝尔奖。

1977 年的冷泉港定量生物学讨论会又开始了。当时与会者虽然都想到会议可能会传出惊人的消息，但当他们听到两项关于腺病毒 2 基因组的研究报告后，仍然个个目瞪口呆。这两项报告分别是由罗伯茨领导的研究小组和夏普领导的研究小组提出的。

这两个研究小组发现了什么？为什么它会出乎所有人的意料之外？

原来，分子生物学发展到 70 年代末，关于 DNA 通过转录把遗传信息传递至 mRNA，然后按照遗传密码翻译成蛋白质，从而决定代谢、性状等这样的基因表达途径早已弄清。基因的转录产物，即 mRNA 分子，从 5 端到 3 端是个连续不断的分子，当然是从 DNA 上相应的一段连续不断的序列转录下来的。这似乎成了天经地义的事，从来没有任何人对此有任何疑问。1976 年测定了大肠杆菌 MS2 噬菌体（一种 RNA 噬菌体）的全核苷酸序列，1977 年测定了大肠杆菌 174 噬菌体（一种 DNA 噬菌体）的全核苷酸序列，同时也确定了这 2 种噬菌体各个基因在核酸分子上的起始点，发现在基因和基因之间是可能有不编码的间隔区的，但是，基因内部是不是也有间隔区，是任何人想都不会去想的问题。

罗伯茨小组和夏普小组选择的研究对象都是腺病毒 2。这是一种感染人呼吸系统细胞的病毒。当时人们对病毒感染真核细胞的过程已经基本弄清。像腺病毒 2 这类 DNA 病毒感染真核细胞后，在病毒 DNA 复制之前，已经有 mRNA 的转录，这部分转录产物称为早期 mRNA；在病毒 DNA 复制之后的转录产物则称为晚期 mRNA。罗伯茨小组的工作是先用特定的限制性核酸内切酶把腺病毒 2 基因组 DNA 切割成一定长度和一定序列的“限制性片段”，然后以早期 mRNA 和晚期 mRNA 分别同这些限制性片段作 DNA-RNA 分子杂交，以此来测定各个 mRNA 分子也就是各个基因在病毒 DNA 上的起始点。出乎他们意料的是腺病毒 2 的晚期 mRNA 其 5 端竟与两个不相邻的限制性片段都能杂交。这就是说，腺病毒 2 晚期基因的转录产物即晚期 mRNA，从 5 端到 3 端是个连续不断的分子，却是从 DNA 上不相连续的片段转录下来的。

换句话说，基因内部也有间隔区，基因的编码序列是被不编码的间插序列隔成一段一段的。夏普小组的研究报告与此类似。后来把具有这种结构特色的基因称为断裂基因。一段 DNA 片段所构成的一个基因竟是被隔成一段一段的，这太出乎所有人的意料之外了，但却是事实。罗伯茨小组和夏普小组正是出于尊重事实，把他们的研究成果一五一十地在冷泉港讨论会上作了报告，一下子震惊了整个冷泉港，震惊了全世界。

参加冷泉港定量生物学讨论会的生物学家们立即联想到，病毒感染真核

细胞后，其基本的生命过程即病毒基因组的复制、转录、翻译所用的酶系都是利用宿主细胞即真核细胞的酶系，那么，既然病毒的基因是断裂基因，真核基因会不会也是断裂基因呢？

冷泉港的冲击波促使法国斯特拉斯堡的全国科学研究中心真核生物分子遗传学研究室主任、著名的香邦教授和正在该研究室从事博士后研究工作的布雷思纳克重新考虑他们早先的一项实验。那是一项关于鸡的卵清蛋白基因的实验。他们的本意是想探查为什么鸡的输卵管细胞在鸡产卵时卵清蛋白基因能大量表达而鸡的红血球细胞在任何时候都不表达该基因。他们采用的方法也是先分离到鸡卵清蛋白的 mRNA，然后通过逆转录酶制备成 cDNA，已知该 cDNA 中没有限制性核酸内切酶 EcoR 和 Hind 的切割位点，也就是说，按常理推断，与该 cDNA 对应的鸡卵清蛋白基因整个儿在 1 个 EcoR 或 1 个 Hind 的限制性片段之内。用该 cDNA 与经过 EcoR 或 Hind 切割过的鸡输卵管细胞或鸡红血球细胞 DNA 作分子杂交时，都只能出现 1 个杂交片段。但他们却意外地观察到并不止一个杂交片段。他们无法解释这一结果，便如实地在 1977 年春欧洲分子生物学组织的学术会议上作了报告。与会者也都无法解释这一结果，大多数人认为这是他们在实验操作中造成的人为假象。当年夏季的冷泉港冲击波传到欧洲后，使他们坚信他们关于卵清蛋白基因的研究结果决不是实验操作中有什么差错，激励他们把原有的实验更精致地进行下去。很快他们就查清鸡的卵清蛋白基因被断裂成 8 段。真核基因果然也是断裂基因。

1977 年下半年到 1978 年初，其他一些实验室也接连报告了一批真核基因是断裂基因，包括兔 珠蛋白基因、小鼠免疫球蛋白基因、酵母 tRNA 基因、果蝇 rRNA 基因等等。此后，断裂基因的报告越来越多，终于使人们认识到，断裂基因乃是真核基因普遍的特征性结构。以人类为例，迄今已查清的人基因中，除干扰素基因等极个别的例外，全都是断裂基因。

断裂基因中的编码序列，即出现于 mRNA 中的相应 DNA 序列，称为“外显子”；断裂基因中的间插序列，即不出现于 mRNA 中的相应 DNA 序列，称为“内含子”。不同的基因其内含子数目有多有少。人类的各种珠蛋白基因都只有 2 个内含子；人类有一种在肌肉细胞内表达的 DMD 基因（这个基因突变后会导致著名的遗传病“假性肥大型肌营养不良”），至少有 78 个内含子，把基因断裂成至少 79 个外显子。一般来说，内含子的长度反而远远超过外显子的长度。例如，DMD 基因总长为 230 万至 240 万碱基对，其 mRNA（代表相应的外显子）长度仅为 1.4 万碱基对。早年估计一个基因约长 1000 碱基对，真是需要大大地修正了。

基因转录时，起初是形成一个“前转录物”，那是包含相应于外显子、内含子的序列都在内的 mRNA 前体分子，然后，通过“剪接”，即“剪”去相应于内含子的序列，把相应于外显子的序列“接”起来，形成成熟的 mRNA 分子。假如剪接过程有一丝一毫的差错，那怕只差错 1 个核苷酸，mRNA 上的遗传信息就全乱套了。是什么保证了剪接的精确性呢？香邦和布雷思纳克分析了当时已发现的 90 个内含子，发现每个内含子转录物都是从 GU（DNA 上为 GT）开始，以 AG 结束，无一例外，从而提出了香邦-布雷思纳克法则即“GT-AG”法则。“GT-AG”法则保证了剪接的精确性，其突变会导致剪接错误。已经发现人类的一种地中海贫血就是由于剪接点的突变造成的。

不同的剪接方式包括不同的转录起始点可使一段 DNA 转录成不同的

mRNA。上面提到的人 DMD 基因总长 230 万至 240 万碱基对，就是因为它在肌肉中表达时，作为转录单位的基因长 230 万碱基对，而在脑中表达时，由于转录起始点比起在肌肉中表达时要更上游 10 万碱基对，因而总长 240 万碱基对。这样，“一基因一酶”或“一基因一多肽”的概念也要加以修正了。

总之，在研究真核基因时，一切都要从断裂基因这一特征来考虑。

1993 年，罗伯茨和夏普因发现断裂基因而共同获得诺贝尔医学生理学奖。应该说，香邦与布雷思纳克在断裂基因的和深入研究所作出的贡献是很大的。无论是罗伯茨还是夏普还是香邦与布雷思纳克，都具有“尊重事实”这一崇高的科学家品质。香邦与布雷思纳克仅仅是因为所发现的事实较为复杂，一时难以解释，所以虽然发现的时间比罗伯茨和夏普早几个月却未能获奖。不管怎样，这三个研究小组“尊重事实”的优秀品质，都是所有从事科学研究的人应该效法的。

放大了几十万倍的 DNA 样品

——马利斯发明基因扩增技术

1983年4月的一个星期五晚上,38岁的马利斯正手把方向盘,在月光下驾车行驶在通往北加利福尼亚红杉林县蜿蜒曲折的山间公路上。谁都未曾料到,在这3小时的旅程中,他会灵机一动想出一项对人类发展影响十分深远的技术,这就是聚合酶链反应(PCR)体外基因扩增技术。只过了10年,马利斯就因此而获得1993年诺贝尔化学奖。

马利斯1945年出生于美国南卡罗来纳州哥伦比亚市。1962~1964年在佐治亚州亚特兰大市的佐治亚技术学院学习化学,获学士学位。1966~1972年在加利福尼亚州伯克利城的伯克利加利福尼亚大学攻读生物化学博士学位。获学位后,到堪萨斯州劳伦斯市的堪萨斯大学医学院和旧金山加利福尼亚大学做博士后。1979年受雇于加利福尼亚州埃默利维尔市的塞特斯公司。

马利斯从小就对科学表现出浓厚的兴趣。成年后,他的兴趣更为广泛,还曾涉足于诗歌、散文、小说、摄影、音乐等领域,思维十分活跃。用他母亲的话说,“他的头脑是超人的。”然而,塞特斯公司雇用他,是要他专门为用户合成一种叫做“寡核苷酸探针”的分子。寡核苷酸是核苷酸以特定序列排列的短链,能特异性地结合单股DNA中互补的核苷酸序列,因此在以放射性同位素标记后就可以作为探针去检测DNA样品中是否含有特异性的核苷酸序列,是分子生物学研究的一项极其重要的工具。不过,合成寡核苷酸探针的工作本身却因为有了自动化的合成仪器而成为一项简单的重复劳动。到了1983年,马利斯对这项索然无味的工作已经完全没有兴趣了,实验室冰箱里堆满了自动化仪器制造出来的寡核苷酸分子,马利斯的脑子也有条件可以去思考许多别的问题了。

那天晚上马利斯在驾车时思考的问题是如何改进英国科学家、两次诺贝尔奖获得者桑格所建立的DNA序列测定技术。他认为他的改进方案十分简单:加热使DNA双链解开成为单股(分子生物学上称为“变性”),合成1对分别与每一单股上某段序列互补的寡核苷酸作为“引物”,并使之与每一单股按互补序列结合(分子生物学上称为“退火”),在4种三磷酸双脱氧核苷存在的情况下加入DNA聚合酶,使引物按所结合的DNA模板的序列延伸其互补核苷酸,根据所延伸的互补核苷酸就可以知道模板上的核苷酸,从而测定模板DNA上核苷酸的排列序列。马利斯接着思考各种可能使他的改进方案出现差错的种种问题,其中最大的问题是假如样品不纯,含有游离的三磷酸脱氧核苷,就会取代在实验时加入的三磷酸双脱氧核苷而干扰实验结果。

马利斯几乎每行驶1英里,就会萌发出一种可能的解决方法,但都是一想出来就被否定了。后来,当他往下驶向安德森谷时,突然产生了一种从美学和经济学角度都引起他极大兴趣的想法:分两次使用DNA聚合酶,即在正式反应之前,先用DNA聚合酶预先进行一次假反应,把混入样品的三磷酸脱氧核苷去掉。

想到这里,马利斯的思路一下子跳跃到了一个全新的高度:分两次使用DNA聚合酶,进行2次反应,实际上使DNA样品又加倍了!

马利斯兴奋极了!他开始心算2的各次方:他大致记得2的10次方为1024,2的20次方为1000000左右。他把车停下,拿出铅笔和纸计算,果然,

2 的 20 次方是 1048576。也就是说，1 段 DNA 样品或 1 个基因，在 1 对寡核苷酸引物和 4 种三磷酸脱氧核苷存在的条件下，经 DNA 聚合酶的作用，通过“高温变性—低温退火—中温延伸”这样的 20 次循环，只需 1 个小时多一点，就可以扩增成为百万左右的拷贝。据马利斯自己说：“那一夜，因为 DNA 炸弹在我脑海里爆炸而使我无法入睡。”

星期一他回到塞特斯公司后，立即以 DNA 聚合酶为题进行一次文献检索。没有发现有关 DNA 体外扩增方面的文献。1984 年他申请了专利，并在塞特斯公司的科学年会上贴出了一张描述 PCR 的海报。马利斯说：“分子生物学家和其他研究 DNA 的人看到了 PCR 竟然如此简单之后的第一个反应几乎都是：我怎么没有想到呢？”

PCR 技术以后又得到不断的改进。其中最主要的一项改进是改用从美国黄石公园温泉中耐热水栖菌提取的耐热 TaqDNA 聚合酶。马利斯起初用的大肠杆菌 DNA 聚合酶由于高温失去活性，所以 20 次循环就要加 20 次酶。改用 Taq DNA 聚合酶后只需加 1 次即可。这项改进使自动化热循环仪的研制成为可能。

PCR 的应用实在是太广泛了。1993 年在上海举办的东亚运动会是世界上第 1 次用 PCR 技术鉴定女运动员的性别；每名女运动员只需在报名时留下一根头发即可。公安司法部门利用罪犯在作案现场留下的血斑或精斑即可通过 PCR 扩增而鉴别罪犯。医学上用 PCR 检测各种病原体以及研究与疾病有关的基因进行基因诊断。农业上用 PCR 研究作物中对人类有重要意义的基因。基因工程中用 PCR 克隆目的基因。考古学上用 PCR 研究古代生物残留下来的 DNA 等。它可以算是当前生命科学领域中应用最广泛也是最普及的一项技术了，马利斯为此而获诺贝尔奖是当之无愧的。

马利斯还准备用 PCR 来扩增著名人物的 DNA，保存在人工宝石里做成项链、耳环或其他饰品作为纪念物出售。他已经买到已故著名歌星猫王艾尔维斯·普莱斯列的 1 缕头发，还悄悄地合法取得了玛丽莲·梦露、林肯、爱因斯坦等几十个名人的一小段头发。当然，这不会产生“侏罗纪名人公园”的结果，也不用担心会不会发生爱因斯坦向林肯解释相对论或是关公大战秦琼等场面。

马利斯的思维方式是从一个想法迅速地跳跃到另一个想法，并善于在这些跳跃中捕捉灵机一动所迸发的火花。把握灵感，是马利斯成功的秘诀。

