

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

中小学体育知识文库

现代科技与体育



科学技术的发展与体育变革

“科技是第一生产力”，科技发展的水平在一定意义上决定着各种社会活动的发展进程。没有伴随着工业革命的一系列科学技术革命，现代奥林匹克运动不可能发生。没有近一个世纪来，特别是二战以后世界科学技术的飞速发展，体育运动也不会有今天的这种规模和影响。现代科学技术已经渗透到体育运动中的各个领域。

工业革命后奥林匹克运动的复活

早在十八世纪，人们在工业生产以及自然科学，特别是生物科学的发展中，认识到体育对培养新时代所需要的人的巨大价值，于是把体育引入学校，成为德智体全面发展的组成部分。

进入十九世纪，工业革命进展迅速。蒸汽机的使用和各种机器、机床的发明，不仅引起生产技术的根本变革，也使社会思想和生活方式发生了变化。此外，自然科学的进步，特别是医学、生理学等有关人体的科学的发展，使人们对身体活动有了新的认识。欧洲出现了一个需要体育，并创造出新的体育手段的时代，形成了欧洲大陆的体操和英国的户外活动及竞技运动体系。体育运动由学校向社会发展。

十九世纪中叶，自然科学先后获得了具有决定意义的三个重要发现，即1842—1845年间提出的能量守恒和转化定律，1838—1839年间提出的细胞学说和1885年达尔文的进化论学说。这些重大发现揭示了自然界各领域以及对自然界研究的各个部门之间的联系，证明了自然界中整个运动的统一。

从十九世纪六十年代开始，自由资本主义向垄断资本主义过渡。在大工业生产所形成的工种专业化的条件下，人的身体被残酷的肢解成机器的附件，造成人体的畸形发展。同时，大工业生产引起的文明公害在英国和欧美大陆相继出现。大工业生产造成了都市化生活方式和紧张的节奏、污染的危害、肮脏的生活环境，以及在资本主义制度下出现的种种弊端，诸如吸毒、赌博等。在这种情况下，人们渴求新鲜的空气和健康的活动。在新时代条件下造成的人的隔绝的生活方式和由此产生的孤独感，又使人们产生相互接触和了解的要求。资本主义工业化造成的这些社会因素，促使人们去寻求一个理想、健康的生活方式，从而把注意力转向人的身体本身，于是体育成为一种日益迫切的社会需要，有了较大的发展。十九世纪下半叶，随着现代科学技术和国际政治、经济的发展，现代体育的发展出现两个明显的倾向：

第一、竞技运动的迅速发展

当现代体育在欧洲兴起时，欧洲大陆矛盾交错，各国笼罩着浓厚的民族主义和国家主义情绪，各国都很注意体育的军事效能，强调体育与军事训练的结合。因此，各种体操体系比较盛行，而英国则由于文化传统和“绅士体育”的影响，以及海外贸易的需要，流行着竞争激烈、变化复杂、能激发强烈情感的户外游戏和竞技运动。

十九世纪50年代，英国流行的竞技运动，越过大洋，远传美国和加拿大。但这种与体操在形式、内容、功能各方面都存在极大差异的体育形式，在体操的故乡——欧洲大陆，却遭到非议和排斥。

到十九世纪后期，体操和竞技运动并存的体育结构发生了变化。随着大

工业生产迅速发展，欧洲大陆各国出现的大工业生产所造成的都市化生活和生产的节奏加快，越来越明显。人们需要寻求具有较好娱乐功能，能有效地消除紧张状态的新的身体活动形式。在体育内容和形式方面，面临一次新的选择。因此，在欧洲出现了有关体操与竞技运动孰优孰劣的争论。社会实践使人们认识到，新的紧张的生活节奏需要更富于游戏性的与更复杂的身体运动。而竞技运动作为各种动作的综合体，较之分解的孤立的体操动作更能满足人们的娱乐需要。于是，到十九世纪七十年代，竞技运动终于在“体操危机”中迅速地发展起来。竞技运动的发展，特别是美国竞技运动的繁荣，是十九世纪末世界体育革命的重要标志之一。

第二、体育的国际化趋势

到十九世纪后半叶，自由资本主义向垄断资本主义过渡。随着世界市场的形成，民族壁垒被打破，社会的生产和消费国际化的进程大大加快。过去那种地方的和民族的自给自足的闭关自守状态，被各民族的各方面的互往来和各方面的互相依赖所代替了。物质的生产如此，精神的生产也是如此。

于是，十九世纪末，体育也超越了国界，出现了体育国际化趋势。兴起于欧洲的西方现代体育，通过涌向各地的殖民者——主要是商人、军人、传教士和各种文化人为媒介，向世界传播，形成了东西方体育以及其他不同类型体育的交流融合的体育国际化大趋势，出现了国际间的体育交流和比赛，如 1851 年伦敦的第一届世界国际象棋锦标赛、1858 年澳大利亚的国际游泳锦标赛、1871 年布德的国际射箭比赛、1889 年阿姆斯特丹的世界速滑冠军赛等。这些早期的国际体育比赛，由于没有公认的权威性组织和统一的比赛规则，秩序混乱，水平较低。但这些“非正式”的运动会，对以后出现的正规国际比赛起了促进作用。在“非正式”的国际比赛中，一些国际性的单项体育组织陆续诞生：1881 年，第一个国际单项体育组织——国际体操联合会成立。此后，划船、滑冰等项目的国际组织也于十九世纪末相继出现。国际单项体育组织的出现，使各运动项目在国际范围内有了统一的领导核心，能够制订统一的比赛规则，使运动竞赛摆脱了原来的地方传统，具有真正的国际性。

在新建的国际单项体育组织的主持下，各单项的欧洲的和世界的比赛陆续兴起：1891 年，汉堡举行了第一届欧洲花样滑冰赛；1892 年，欧洲速滑锦标赛在维也纳举行，第一届世界速滑锦标赛也于 1893 年在阿姆斯特丹拉开战幕。随着国际体育交往的扩大，建立一个综合性的国际体育交流的大舞台，建立一个协调各单项组织活动的国际体育组织以发挥管理作用，已成为时代的迫切需要。

此后，在奥林匹亚考古成果的启示以及世界各地复兴奥运会的尝试下，第一届现代奥林匹克运动会终于于 1896 年 4 月在雅典成功举行。

二战后科学技术发展带来的体育地位的变化

半个世纪以来，世界在科技方面有六大成就：第一，1942 年建成第一座核反应堆，使人类掌握了核能量，掌握了新能源，进入了原子能时代。这是科学技术的重大突破。第二，1946 年宣布了第一台电子计算机的诞生。我们知道，机械是人类四肢的延长，而电子计算机则是我们思维和脑力的延长，它可代替部分脑力劳动。当时的计算机还相当庞大，具有一台现在的台式微

机功能的电子计算机，在当时要有几间房子才能装下。若具备现在电子表的功能，当时则需要一卡车的元件。这个发展是相当快的。第三，1947年出现的第一批半导体晶体管，1959年又出现了集成电路，即产生了微电子技术。现在电子技术的趋势是体积越来越小，功能越来越多，价格越来越便宜。第四，1957年苏联第一颗人造卫星上天，这是划时代的一个技术进步。这标志着人类活动从地球走向宇宙空间。这次新技术革命是人类技术发展史上一个质的飞跃。这个飞跃也可看作是这项新技术革命的开始。第五，信息技术。这是七十年代产生的。所谓信息技术，就是微电子技术在几个方面的结合。这里包括大规模集成电路、电子计算机、远距离通讯、计算机软件。信息技术包括信息的产生、储存、加工和传递这一套技术。第六，生物工程，也叫生物技术。生物工程包括四个方面：遗传工程、细胞工程、海洋工程、微生物工程。这些在过去也有，但把它发展成为改造自然，改造生物，改造人本身这样一种研究以及对基因的研究是最近一个时期发展起来的。而生物工程这一技术被看作是二十一世纪一个主要的技术发展方向。也即是托夫勒所说的“第四次浪潮”，生物工程浪潮。现在对生物工程的设想很多，有些已进入实验阶段。如现在科学家正在研究，把粮食作物改造成像树一样多年生长，每年到时即可收获。这样就能解决日益增长的粮食危机问题。再如对人类本身的改造研究等。还有把西红柿改造成方形的，这样便于包装运输。所以生物工程的潜力是很大的。其它还有新材料、新能源、空间技术、海洋技术等的发展。以上是半个世纪以来，人类的重大技术突破，由于这六大成就，对世界经济、技术产生了五个重大影响。首先，是促使产业结构和经济结构的变化。据1983年联合国统计，现在全世界国民生产总值有65%都和信息技术有关，与电子计算机有关，这就产生了产业结构的变化。第二，知识和智力的开发越来越成为决定生产力发展速度和经济竞争能力高低的一个主要因素。知识这个因素越来越重要。过去讲物质经济，现在讲信息经济，信息成为一个很重要的资源。一种普通材料当把它做成集成电路时，价值要翻几千倍，其道理就在这里。第三，由于信息的发展，改变了人类的劳动方式。第四，管理方式出现明显的变化。过去的托拉斯，是金字塔式的管理，现在是横向联系。在国际上设立许多分公司、子公司，用这种方法来管理生产。第五，由于技术发展不平衡，国际间的竞争越来越激烈。

随着科技的进步及其成果在生产、生活中的广泛运用，导致劳动条件的改善和强度的减轻，并使工作时间缩短，闲暇时间增多，同时也使社会经济状况得到极大的改善。这便是第二次世界大战后所发生的科技革命为人类社会生产和生活带来的积极的结果。但是，科技的进步为社会生活造成的消极影响，也越来越引起人们的关注和不安。人们甚至认为：人类是否将被自己创造的高度文明所毁灭。

机械工业造成的身体活动减少的现象，随着在以信息技术为主导的新技术时代的到来变得更加严重。如今，工作人员只需坐在干净的工作室，用手操纵键盘，观察仪表指针和荧光屏上的数据，便可完成业务工作；上下班以车代步，去运动场的时间已经被极具诱惑力的电视节目和电子游戏机娱乐所占据，因此，在生产、生活中运用自然体力的程度大为下降。至于一些尚需体力的工种，动作也越来越单调，致使人的身体不能正常发展。人的身体素质和功能不断下降的趋势，在大城市表现得尤其明显。例如，1978年，一个前苏联研究人员的统计资料指出：农村女学生投掷垒球的距离平均为35米，

而城市女学生则只能投掷 20 米左右。现代文明毁坏人类健康的现象在许多国家普遍存在。参加世界学术会议的医生指出，坐骨神经痛、颈部骨质增生、腰腿痛等疾病已经是在职人员中的常见病，而且，越是先进的国家，这类疾病越为普遍。同时，由于先进科学的运用，过去还表现得并不十分突出的问题，即生产、生活中的心理压力损害人类健康的问题，现在变得越来越突出了。由于现代生产的复杂条件和现代生活节奏的加快，都使人们更加紧张，并增大了人的心理负荷，尤其是在最发达的西方国家，几百年来被资本家无限延长的劳动时间所占有的劳动者的个人生活，现在则是被资本家对劳动力的更苛刻的要求剥夺了。与现代科技进步成正比的整个生产节奏的加快，不仅把劳动者的几乎每一根神经都铆死在他的工作岗位上，而且也迫使他的个人生活发生与之相应的变化，从而使他的全部个人生活被逐渐扭曲、破坏。终于，越来越多的人在紧张的节奏中败下阵来，一些神经病患者出现了，一些人患上了失眠症，出现了心烦意乱等病态的心理症状。另外，社会学家还发现，战前在机械工业条件下形成的人的孤独感，在战后新的科技革命条件下也变得更加严重，人们比过去更加需要相互交往，彼此了解，需要创造一个健康的心理环境。

身体生理指标的下降和心理负荷的加重，使体育的传统代偿功能得到进一步加强：一方面，人们必须广泛参加体育运动，以恢复在生产过程中受到生理损伤的机体的正常功能；另一方面，又需要利用体育运动，以及一些必要的身体活动形式创造适当的生活环境，建立必要的生活方式，以缓冲心理紧张状态。这便是《大趋势》作者约翰·奈斯比特所指的平衡高技术条件下产生的情感的需要。这样，出于生理和心理的需要，越来越多的人开始不让自己的孩子老呆在电视机或电子游戏机旁，越来越多的人奔向野外，去野营、旅行、打球、游泳、钓鱼或骑自行车，享受大自然中活动的乐趣。这类活动不仅可以平衡他们的高情感，而且，也可在一定程度上使他们摆脱由高技术带来的孤独感。

也正是在科技革命的条件下，作为对社会生产力的一个积极因素——人进行再生产的工具，体育的培养、教育功能也有了新的侧重。由于现代生产的节奏加快，一些工种对动作速度、准确性和可靠性的要求更高了，因而，对人的劳动训练也必须作相应的改变，即是除按传统的原则采用一般体育运动项目以继续提高人的整个身体能力外，还必须利用一些特殊的体育项目来增强其心理承受能力。以使之适应现代生产条件和生活方式的要求。正是从这一原则出发，第二次世界大战以后，不少国家十分重视开展汽车、摩托车、摩托艇、射击、潜水、跳伞、滑翔、无线电等技术性运动项目。因为这些运动不仅可以培养公民的军事素质，而更主要的是，它们比传统的奥林匹克项目和各民族的传统运动项目更有助于形成现代生产所需要的稳定的心理品质。

在现代科技条件下陡增的闲暇时间（据统计，一个人如果以活 70 岁计算，一生时间约为 60 万小时，其中闲暇时间约为 20 万小时）所引发的一系列问题已经成为危及社会的不稳定因素。今天，人们已清楚地看到，闲暇时间既为人实现其才智、表现其作为人的价值提供了可能，同时也给某些危害社会、妨碍青少年正常发展的消极因素的滋生创造了条件（若对闲暇时间的活动不加以正确引导的话）——国外近年来的骚乱和青少年犯罪行为，其中绝大多数都是在闲暇时间发生的。因而在世界不少国家和地区，政界、教育

界都把怎样提高闲暇时间的利用质量问题提上了议事日程。虽然，各个国家和地区对闲暇时间内出现的消极行为所采取的防治措施并不完全相同，但却有明显的共同之处，即是使用以体育活动为主、文娱等其它活动为辅的社会活动来充实青少年的闲暇生活。例如，在香港六十年代中期的动乱使政府意识到，青少年过剩的精力是带有危险性的，因此必须加以疏导，而课外活动在这方面是一项行之有效的工具。于是，在政府和热心分子推动下，课外活动逐渐受到社会人士的重视。1968年，在市政局和一些团体的策划下，香港首先举办了多项大规模的青少年暑期活动，其内容包括宿营、远足、游泳、舞会、综合晚会及粤剧等。

虽然，上述情况表明，在科技革命的条件下，体育的地位日渐增强，其发挥的功能却仍未超出过去代偿、教育、调节工具的范围，但在实施内容、手段等方面有了相应的改变。不过，七十年代中期以后，在一些已进入信息社会的国家，体育开始发生一次质的变化。

这次变化是近二十年来物质“宽裕”导致的结果。由于不少国家的大多数人已经基本上从温饱的重压下解脱出来，不再为衣、食、住、行的问题犯愁，从而得以不用单纯的物质的量的标准来衡量生活水平和考虑人生价值，人们向往着具有乐趣和美感，富于变化和色彩，符合个性和爱好的生活，这是一种重在生活“质量”的追求，正是这种追求使人们把精力转向体育和其它社会娱乐活动，并将其引入现代生活之中，使之成为人的生活的一个有机组成部分。体育仅仅作作为代偿、教育、调节工具存在的历史至此结束。日本于1975年到1980年间出现的“提高生活型”体育（也称“自我设计型”体育），以及八十年代后出现的“追求乐趣型”体育便是这次体育质变过程中出现的两种不同层次的实践形式。

当代体育运动发展的特点

随着体育地位的改变，其实施状况也发生了相应的明显变化。体育的社会化、娱乐化、终身化发展，竞技体育的空前高涨，体育运动和现代科技的联系更加密切等，成为第二次世界大战后世界体育发展的几个重要特征。

体育的社会化、娱乐化和终身化

“社会化”（或“大众化”）、“娱乐化”、“终身化”反映了科技革命条件下体育发展的总体趋势的几个重要侧面：“社会化”体现了体育实施范围的扩大；“娱乐化”表达了体育向消遣形式的转移；“终身化”则意指个人参加体育年限的增长。

1. 社会化

第二次世界大战前，工业的迅速发展，军事需要的急剧增强、阶级斗争以及各种错综复杂的社会矛盾的日渐尖锐等因素，把大量社会成员推入体育运动之中，导致体育社会化早期趋势的出现。但是，第二次世界大战前体育社会化有较大局限性，如妇女的体育运动还受到伦理和生理方面的一定限制；老年体育也尚未受到应有的重视。第二次世界大战之后，从六十年代起（有些国家还更早一些，如美国便从五十年代末起），体育社会化进入了新的发展阶段。体育不仅在在职人员中全面铺开，而且把妇女、老年人，乃至身体或精神上有缺陷的人都卷入了这一行列。七十年代时，体育的社会化逐渐进入高潮。近年来，这种体育社会化的发展势头有增无减。如在1983年时，

前西德参加体育活动的人数已达全国人口的 93%，美国更高达 96.3%。在前苏联、日本、丹麦、东欧各国，参加群众体育的人数也都在急剧增加。

各国政府为鼓励群众参加体育运动，都拿出了数以百计的美元进行广告宣传 and 修建场地设施。英国政府在发起多锻炼、少吸烟的“照顾自己”运动时，便耗资 150 万美元；德国在近二十年间，也花去 157 亿马克的巨资，修建群众体育运动设施。前苏联和东欧国家的情况也是如此。例如前东德为了满足人们开展业余体育和娱乐活动的需要，在全国修建了成千上万个体育和娱乐设施，其中 1981 年 3 月向公众开放的体育和娱乐中心仅建筑面积便达 35000 平方米，内设水温不同的游泳池、室内排球场、篮球场、手球场、乒乓球室、台球室和各种健身房。在室外 45000 平方米的非建筑面积中，也建有排球、篮球、手球、足球、羽毛球、滚球场地。这样的群众体育设施是当今世界造价最为昂贵的体育建筑之一。

为了鼓励群众体育的开展，特别是促使青年参加体育运动，不少国家都规定了自己的体育节。这一措施是根据第二次世界大战前德国、前捷克、前苏联的经验采取的。如日本为纪念 1964 年东京奥运会，规定从 1966 年起每年 10 月 10 日为全国体育节。1980 年的体育节，全国各地共有 17000 处举行了纪念活动，参加活动者竟达 1100 多万人次。在前西德每年 7 月 4 日到 5 日的体育节期间，全国举办足球、排球、自行车、摩托车等体育活动，参加者不受年龄、性别的限制，伤残人也可投身其中，领略体育活动的乐趣。从 1949 年起，每年 10 月初便成为朝鲜的体育节，节日期间举行各种全国单项锦标赛。法国的心脏病基金会发起的“为心脏健康而跑”的活动，由于深受群众欢迎而终于发展成每年 3 月中旬一个星期日的全国性体育节。体育强国——美国 1978 年也规定了每年从 7 月 23 日开始的为期一周的节日。新加坡在第二次世界大战后也规定了每年自 8 月 1 日开始的，为期达 1 个多月的体育节。一些小国对群众体育也关心备至。

在体育社会化发展过程中，第二次世界大战前瑞典、荷兰、前德国、前苏联通行的群众体育达标活动已经传向世界各地，成为群众体育最引人注目的实施形式之一。除欧洲绝大多数国家外，亚洲的中国及其台湾省、日本、朝鲜，非洲的南非，南美洲除巴西、阿根廷、乌拉圭以外的国家，大洋洲的澳大利亚都在战后开始施行群众体育达标制。随着经验的日益积累，比利时、芬兰、日本、南非、美国、加拿大等国以及中国台湾省逐渐开始采用体能测验代替运动技术水平测验，甚至连匈牙利和前西德一类一直偏重于运动技术测验的国家也都出现了类似热头。1963 年欧洲议会的“欧洲运动证章”达标标准的通过和“国际体质测验标准委员会”的成立，标志着群众体质测验活动已经出现了国际化的新动向。但是，由于地区和民族特点很难顾全，这种统一测验法还未收到明显效果。另外，在群众达标体育活动中，一些欧洲国家还对使用信誉管理系统代替传统的组织机构实施群众体育进行了尝试。例如，芬兰于 1963 年推行的健康卡片制，要求公民在 100 天内抽 70 天参加每日半小时的体育活动，在参加达标活动自觉完成规定的时间限额后，即可申请运动证章，这种新的实施形式为欧洲议会所采用。

2. 娱乐比

在体育社会化过程中流行的个人或集体项目，除有健身性质外，大多具有娱乐性。因而有些人根据这一特点把体育的发展趋势称作体育的娱乐化，或干脆称当代群众体育为“娱乐体育”或“快乐体育”。

根据娱乐项目的实施形式和特点，可以将其分为以下几大类：

娱乐性健身类——包括现代舞、家庭体操、健美体操、艺术体操造型等；

旅游类——包括远足旅行、旅游、野营、登山攀岩等，驾舟渡洋等探险性活动也可归入此类；

冰上、雪上、水中、空中活动类——包括各种传统冰上、雪上、水中和空中运动项目，以及一些娱乐性极强的活动形式，如冰上溜石运动、冰上障碍赛、转球、带翅滑雪、狗拉雪橇、摩托雪橇、风帆滑雪、飞翼运动、空中冲浪、“打水片”、滑水、冲浪、水下曲棍球等；

球戏类——包括篮球、排球、网球、乒乓球、滚球、保龄球、高尔夫球等。

另外，还有钓鱼和狩猎等，棋牌类和民间游戏类。后者包括大量民间游戏，其中有的属于以旧翻新，如飞旋镖、膝球游戏、吹箭运动等，而有的则为新创，如飞盘、陆地风帆等。

在世界性娱乐热潮中，旅游和健美性娱乐活动的发展最为突出。

旅游活动虽然在战前便有了一定的群众基础，但直到第二次世界大战后才真正进入了自己发展的“黄金时代”。国际官方旅游联合会（1947年）、国际旅行社协会（1949年）、国际旅游学院（1951年）、太平洋地区旅游协会（1952年）、拉丁美洲旅游组织联合会（1957年）、阿拉伯旅游协会联合会（1964年）、世界工会联盟所属的社会旅游和休息工会委员会（1964年）等组织机构的建立，表明旅游活动已经成为群众体育的一个重要组成内容。在荷兰、挪威、瑞士的旅行活动形式已经成为传统。如荷兰每年的4日旅行便成功地进行了多年。另外，随着自行车、滑雪、帆船等运动进入旅游活动，骑自行车环球旅行在世界已经十分流行，滑雪旅行在欧美、日本等也蔚然成风，驾艇横越大洋探险等已不再被认为是时髦之举了。

健美活动是保健、娱乐、审美需要结合的产物。今天，健美活动风靡全球。美国有7000万人在从事各种类型的健美练习；在法国，仅报名参加健美中心活动的便达400万人；在英国，每日清晨就有270万人在电视台辅导下进行各种健美锻炼。健美活动在前苏联、东欧、拉美、亚洲也同样受到群众的欢迎。

健美练习主要采用节奏感极强的现代舞和器械体操，并辅之以桑拿浴。以迪斯科等舞蹈为主要内容的现代舞可以促进血液循环，强壮心脏，使全身各部分受益，器械体操则可使身体局部部位得到锻炼。桑拿浴通过冷热交替的物理刺激除有增进血液循环、加强心血管功能外，也能增强神经、肌肉的反应性和应急性。

在第二次世界大战前，为适应社会体育娱乐发展的需要，在美国等国已经开始培养娱乐指导者，到第二次世界大战以后，更有相当数量的大学附设有娱乐学院。在亚洲，日本于1981年4月决定创办培养社会体育指导者的专科学校——鹿屋体育大学。该校于1984年正式招生，娱乐体育的教学和研究是其重要内容之一。

3. 终身化

第二次世界大战后，为了提高劳动生产率，各发达国家对在职人员的教育比战前更为重视；由于知识不断更新，对生产者进行再教育问题显得越来越重要；科学的发展终于揭示了幼儿和老年人教育的必要性，加之近二十年来人类平均寿命延长，老年人教育更势在必行；另外，由于闲暇时间增多和

改善生活质量的要求日益强烈，过去那种把人的生活分为前期学习知识，后期从事生产实践的两个部分的观点，已经不再符合时代的需要。这终于导致了一种代表当代世界教育发展新趋势的所谓“终身教育”思潮在一些发达国家逐渐形成。这种思潮主张教育应当成为包括有正规和非正规教育在内的新的实践形式。终身体育便是终身教育伸延到体育领域内的必然产物。

五十年代时，由于终身教育思潮的影响，终身体育的概念在英美开始萌发。当时英国的贝蒂·梅瑞迪斯·琼斯和美国的伊利莎白·哈洋塞等便曾提出“运动教育”的主张，力主体育的任务是让“儿童去自由寻找和创造适合他们自己运动类型的运动，而不使之受单调无味的口令的限制”，因为这样“可以发展整个儿童的一切潜力”，为未来一生参加体育运动打下基础。这种看法已经预示着体育的一个新的发展方向的出现。进入六十年代后，在欧美等国，又相继出现了一些与传统的将体育作为处于一定年龄阶段的社会成员的培养手段的观念迥然不同的新理论。在这些新问世的理论中，“人体运动论”（1963年，布朗、卡西迪等）、“运动教育论”（1979年，西米兹等）和“活动体育论”（1981年，西登托波等）最具代表性。这些理论虽然在探讨原则，以及由此在采用活动形式等方面存在着一定程度的差异，但在将体育活动作为人的终身活动内容对其进行培养、训练这一点上，却有其共同之处。七十年代时，“终身体育”思潮也在日本出现（“终身体育”在日本多被称为“生涯体育”）。它指出体育不仅是人的发展手段，而且也是贯穿人的一生内容。六十年代时，东欧和前苏联学者开始对“终身体育”问题进行探索。六十年代末，前苏联学者明确提出对从0岁至100岁的人实施体育的主张。另外，1976年联合国教科文组织召开的关于青少年体育运动的会议，也确认终身体育对学龄前儿童、在职人员、妇女、高龄人和伤残人的生活具有极大价值。这些情况表明，体育终身化已开始逐渐成为一种体育的世界发展趋势。

竞技运动的迅猛发展

第二次世界大战后，特别是近二十年来，竞技体育的发展迅猛异常，已经成为一个与蓬勃开展的群众体育同样突出的社会现象，其表现有如下几个特征：

1. 运动成绩日益提高，难度日益加大

1956年以来，在46个可以精确计量的奥运会项目中，平均每届奥运会有75%的项目的成绩超过前一届，男子1500米自由式游泳的1978年世界第10名的成绩，比1972年世界冠军的成绩还快59秒；1976—1984年举重成绩平均每年递增1.1%；田径尤为突出，1985年破世界纪录20次，比1981年（9次）多一倍多，而且突破了很多大关，如男子跳高（2.40米）、撑竿跳高（6米）、女子标枪（75米）、男子铅球（22.50米）、男子1500米（3分30秒）等，就连沉睡了10年的三级跳远纪录（17.89米）也被改写为17.97米，撑竿跳高1960年以前，世界上没有一个人能越过5米大关，而1978年，仅前苏联就有64人跳过5米。冬季项目也不例外，以速滑为例，1984破5次世界纪录。体操、跳水、花样滑冰等技巧性项目的难度日益增大，以男子体操为例，国际评分标准每4年修改一次，1985年公布的新标准难度组由3个增至4个，难度动作从519个增至608个，增加了17.1%，总分中的难度分值也从3.4分增至4分。

2. 运动训练逐渐专业化

五十年代以来，各项竞技运动水平和技巧的迅速发展，使得那些没有从事过专业训练的运动员与金牌无缘。运动训练的实践证明，虽说提高运动成绩的因素是多方面的，但是，即使具备最优越的身体条件，如果不经过多年系统的训练，要达到高水平也是绝不可能的，因此，世界各国纷纷建立了以培养优秀选手为目标的训练机构。这种训练体制大体上可分为三种类型：第一种是前苏联和东欧的训练体制，其最大特点是由国家投资来培养运动人才，中国也属于这一类型。第二种是以美国为代表，大多数西方国家和日本均采用这种体制，即主要通过学校、私人俱乐部、企业培养和训练运动员，国家很少拨专款。第三种体制在一定程度上是第一和第二这两种体制的综合。

3. 奥林匹克运动会走向大型化，作为世界竞技比赛竞争中心的地位将进一步得到强化

1972年慕尼黑奥运会参加国家和地区121个，选手7147名，设项为21大项、195小项。1988年汉城奥运会参加国家和地区增长到160个，选手8143名，设项为23大项、237小项。据巴塞罗那市市长帕·马拉加尔说：“1996年第25届奥运会的规模将超过洛杉矶和汉城奥运会，成为奥运会史上最大的一次体育盛会”。据估计，将有170个国家和地区的1万多名选手参加这次大会。蒙特利尔奥运会耗资65亿美元，莫斯科奥运会耗资90亿美元，洛杉矶和汉城奥运会分别耗资6亿和31亿美元。汉城奥运会期间，全世界有140多个国家和地区的226家电视台转播了奥运会实况，每天至少有10亿多人收视，使奥运会成为当今人类社会影响最大的国际活动之一。在奥运会期间，无论是庶民百姓还是达官贵人，奥运赛事成了世界性的热门话题，各国政府和人民对奥运会的关注程度和情感反应强烈。汉城奥运会期间，赞比亚总统卡翁达得知本国足球队以4:0的战绩赢了意大利，十分兴奋地说：“今晚我可以香香地睡上一觉”，“这是赞比亚伟大的一天”。

4. 竞赚商业化趋势愈演愈烈，金钱渗入竞技体育活动之中

在竞技体育各项活动之中，竞技比赛是商业广告最富有成效和价值的载体，各种大型竞技比赛都被各种企业的广告充斥着。据统计，1987年美国企业用于竞技体育的广告和赞助费达62亿美元。居第一名的企业是菲利普·莫利斯香烟公司，达3.51亿美元。目前，电视体育节目成为最吃香的广告载体，1987年美国利用体育节目做广告的费用就达15.9亿美元。电视转播权之争总是每届奥运会的一场引人注目的大战，1984年洛杉矶奥运会的电视转播权赚了2.88亿美元，引为骄傲。1988年南朝鲜同世界226家广播公司打交道，最后赚了4.07亿美元，更为得意。巴塞罗那奥运会的电视转播权在美国三大广播公司之间竞争，结果NBC以4.01亿美元中标，创下最高纪录。

商业界对竞技体育的介入，使竞技比赛的胜负和金钱的得失紧紧地联系在一起。汉城奥运会上各国政府为了刺激选手夺取金牌，奖励金额大大加码已成为众所周知的事情。在体育商业化程度高的国度中，体育名星的收入令人瞠目。世界著名足球运动员马拉多纳的年收入为250万美元；韩国足球名将朴忠焕年收入近4000万韩元；美国职业篮球选手中年薪愈百万美元者达20多人，其中约翰逊为250万美元，卡林为210万美元，欧文为200万美元；网球女将纳芙拉蒂洛娃1986年赚了190万美元，1987年名声更大，经营有方，竟赚了400万美元。被人称为“上帝也会忌妒的人”——美国篮球巨星乔丹，年收入在千万美元以上，更是令人惊诧不已。

竞技体育的商业化使运动员的身价倍增，马拉多纳以一千万美元的身价转会，贝肯鲍尔以 5500 万美元的身价到美国执教。比赛的出场费也在不断加码，据报道，刘易斯的出场费为 2.5 至 3 万美元，摩西、奥伊塔、格里菲斯等为 2.5 万美元。泰森在 1988 年东京拳击争霸战中只用 35 分 54 秒的时间就赚了 1000 万美元，折合每秒得 28248 美元。但是，与此同时也给竞技体育的发展制造了难局。美国体操选手雷顿在 23 届奥运会一举成名以后，立刻处在 500 多家公司、厂商、广告商的包围和追逐之中，使之无法进行系统训练，断送了运动生涯。

金钱奇妙地进入了赛场，同时也奇妙地进入了赛场之外。汉城奥运会入场券的公价为 200 美元，然而黑市价却暴涨到 5000 美元。每每大赛，黑市票贩们便像幽灵一样地周旋在人群之中兜售黑市票，大发横财。在体育彩票市场上，幸运的希腊人买的足球彩票中奖，创造了体育中奖的新纪录，谈笑间做成了一本万利买卖的缪尔明斯只花了 14 美元，就获巨奖 144 万美元。此外，运动员的职业化也是一重要的趋势。

学校体育的变化

虽然，同战前一样，学校体育也仍然承担着传统的实现全面发展的人的培养任务，但是，近 20 多年来，社会体育和竞技体育的前述新的发展趋势，却已经对学校体育产生了明显的影响，使之在教学内容、方法和原则方面都出现重大的变化。

在美国、日本、前西德等国家，学校体育在完成传统的培养教育任务的同时，已开始被视为未来终身体育的入门阶段或一个环节，这便自然要求学校体育的目标作一定程度的转移，即从单纯的教育目标向形成学生的运动和娱乐运动兴趣、培养从事活动的基本能力及对活动的鉴赏力的目标过渡。从这一原则出发，美国卫生、体育和娱乐学会便曾协助学校推行钓鱼、射击、射箭、划船等活动；1965 年成立的终身运动基金会也在学生中传授羽毛球、滚球、网球、高尔夫球、滑水、潜水、花样滑水、自行车等运动项目。这两个体育团体在学生中实施的体育内容，与过去体育课的田径、体操等已经不同，它们更具娱乐性，与社会体育的内容一致。在学校体育进入“快乐体育”阶段后的日本和体育课更名为运动课后的前西德，这种情况也同样发生了。

在日本发生的教学方法的变化颇有代表性。过去工业时代各级学校无视个人兴趣，无视个人的能力差异，对学生作统一要求的体育课（即日本广岛大学团琢磨教授所谓“大家一起跑步前进型”体育，基本上是采用相同内容、同一方法指导），曾引起学生普遍反感。但新的体育方法则首先考虑学生的个人差异，而施以不同的教学内容和提出不同的要求，从而使过去由学生适应体育课标准的状况改变为体育课顺应学生需要的新的局面。例如，小学低年级的“跳箱”教学便不再硬性规定克服障碍的难度，而是让学生根据自己的能力，选择力所能及的障碍，向其挑战，并在克服障碍过程中掌握技巧，获得乐趣。

鉴于竞技体育的空前发展，东欧一些国家对学校体育也作了相应调整。如 1972 年匈牙利进行教育改革时，便制订了新的体育教学大纲。该大纲由传统的普通体育课和附加体育课两部分组成。前者由学校体育教师担任，其任务是向学生传授多方面的体育知识，以促进学生身体的全面发展；后者由各运动俱乐部专业教练员承担，任务是向学生传授某一专项运动的知识，使之掌握某一专项运动技术。匈牙利的这一改革不仅保证了学生身体的全面发

展，而且也为国家各运动俱乐部和运动队输送了一批又一批人材。

体育运动的科学化

体育科学化是体育运动蓬勃发展，并且首先是在现代科技条件下发展的必然结果。体育科学体系的形成、体育科研广泛深入的开展、现代科技成果在体育领域的运用，是现代体育科学化过程的几个突出方面。

1. 体育科学体系的形成

在人类社会进入近代后的二百多年间，伴随近代体育的产生、发展，体育的专门知识体系也逐渐形成。从英国绅士体育的兴起到前德国博爱主义教育家登台执教的整个时期，洛克、卢梭、裴斯泰洛齐、菲特、古茨穆斯等，便已经开始根据近代社会的需要，从自然科学和社会科学的角度，对体育运动的理论和实践进行探索。进入十九世纪后，在体操和竞技体育、户外活动勃兴的年代，各国的体育开拓者又进一步结合自然和社会科学，更加有侧重地对体育的政治和社会、生理与心理功能进行研究。如英国的阿诺德、前德国的杨氏对体育（或体操）的培养教育作用进行过认真的探讨；瑞典的林氏、瑞士的克里阿斯等也曾把生理学、解剖学、医学知识运用于体育的理论和实践的研究之中。他们的尝试对后来体育的生理学、医学、心理学、社会学方面的学科的形成，起了一定的推动作用。十九世纪末到二十世纪初，在一批对体育的生物和社会作用既能兼顾、同时又有所侧重的著名研究者，如俄国的谢切诺夫、列斯加夫特，美国的伍德、海斯林顿、列维斯，法国的德梅尼、拉齐涅，丹麦的萨多林等人的影响和推动下，诸如运动医学等学科开始逐渐形成。第一次世界大战后，个别发展较为成熟的学科，甚至出现了专门的研究机构和团体，如瑞典的运动医学委员会（1922年）、国际运动医学联合会（1928年）等。但是，这一时期的体育学科，“在很长一个时期主要是沿着分化途径”（马特维耶夫语）形成的，都只是作为直接或间接反映体育及其一些边缘现象的学科而存在。加之第二次世界大战前，由于人们主要是从教育以及代偿作用来认识体育的功能，因而，虽然也有一些国家，如二十年代的前苏联，便为建立综合性的体育科学作过努力，但提出的综合性体系也主要建立在同教育、生理学联系的学科之上。

第一次世界大战后，随着竞技体育、群众体育的迅速发展，体育的社会地位变得越来越重要，其任务也超出了过去的教育的范畴，因而对其科学认识、系统把握，已经十分必要。而战后几十年在科学各个领域的信息联系的增强，又使过去相对单一、片面的研究向多学科的综合研究过渡，因此，建立整体性更强的综合性体育科学体系有了可能。

由于学者们的教学分类原则不同，各国对体育各领域的需要不尽一致，战后各国提出的体育体系也自然存在着一定程度的差异。

日本福冈大学教授川村英男在五十年代末写成的《体育原理》中，认为体育科学体系应包括以下三大科学：人文科学（含体育社会学、行政学、经济学、统计学）、自然科学（含体育心理、解剖、生理、卫生、工程学）、身体运动学等。

前东德辛德勒 1970 年提出的体系，是以政治经济学和科学社会主义为主导思想，其结构为：属于社会科学门类的学科包括体育史、体育社会学、体育教育学、运动心理学；属于自然科学和技术科学门类的学科包括运动物理学、运动生物（生理）学、运动生物化学；属于医学科学门类的学科包括运动医学、运动卫生学、运动创伤等；属于结构科学门类的学科包括体育统计

学、体育情报学等。

七十年代中期，前苏联学者马特维耶夫和诺维科夫在《体育理论与教学法》中也提出了体育科学体系应包括人文科学类和生物学及其相邻的自然科学的观点。另外，前西德的哈格和英国的安德鲁斯也仍然在自然和社会两大门类科学的基础之上，建立了自己的体系，只是后者的体系是以实践研究为其重点。

进入八十年代后，中国的理论研究者也对体育科学体系问题展开了讨论。有的学者认为，体育科学的建立不仅不应当脱离体育的自然学科和社会学科的设置来考虑问题，而且，还必须建立一些边缘学科，如体育管理学等，并将其列入与体育的自然学科和社会学科相并列的第三类。

当前体育科学体系的逐渐形成，标志着体育已进入系统性更强的阶段。这也同时反映出，体育研究领域，已经出现高度分化和高度综合的时代特征。

2. 体育运动科研的广泛开展

由于近三十年来竞技体育的迅速发展，运动员靠天赋的体质战胜对手，教练员凭自己的经验培养人材的日子已经一去不复返了。一个运动员（或运动队）要保持自己的优势，不仅必须采用各种有效的训练方法，而且在训练和比赛中还必须依靠大量的运动研究成果。另外，为培养能适应现代生产、生活节奏的新人，合理满足其体育运动、娱乐运动的需要，消除现代文明对其造成的生理、心理损害，也必须对群众体育的方法、手段和内容进行探索。因而战后的体育科研既是因竞技体育和群众体育的促动而勃兴，同时，其研究方向也为这两个方面的需要所决定。这是近几十年来体育运动科研方面的第一个特点。

例如，前苏联最重要的体育科研机构——全苏体育科研所，其研究内容便分为竞技体育和群众体育两大类。前一部分内容，由所属竞技体育研究室等机构承担，而群众体育研究室则负责制订群众体育发展规划，完善全国体育教育制度，以及促进学校体育开展等方面的工作。1970年前西德成立的联邦体育科研所的科研内容也与之相同。该所除研究运动员的选才、训练、营养、心理，以及运动场地等问题外，对群众体育也十分重视，如运动医学研究便越来越涉及非竞技体育领域，其中列有伤残人体育、疾病的体育防治、衰老的推延、营养饮食等方面的专题。在竞技体育享有世界声誉的前东德，情况也不例外。七十年代前，前东德的竞技体育科研已经成果累累，但此后，随着群众体育的发展，也出现了探索健康与体育关系的新方向。1977年成立的“业余活动和疗养体育研究所”便是一个重要的群众体育科研机构。

战后体育科研的第二个特点是研究工作越来越重视从多学科角度进行多方面的、立体的综合性分析。如为了探索人类潜力和最大运动能力，便需要教育学、生物力学、医学生物学、心理学、社会学、控制论、人类工程学等领域的专家通力合作，而运动员选才研究也涉及到生理、心理、体形等这样一些传统范围外的诸如遗传因素等领域。

战后体育科研的另一个突出特点是，研究活动中，定量分析研究占有越来越大的比重。一些能对影响体育运动的各种因素进行定量分析的新学科的相继建立，充分反映了这一趋势。大脑神经生理学、运动技能学、体育统计学、体育测量与评定等学科可为这些新学科的代表。

在现代科技条件下，体育成果的交流受到特殊重视。这是当代体育科研

中的又一特点。近二十年来，前苏联和东欧学者之间经常举行不定期的学术讨论会；美国、加拿大和日本也建立了北美——亚洲体育情报中心；一些发展中的国家也已经或正在筹建本国的体育情报机构。1960年国际体育情报联合会成立后，各国的体育交流正在日益加强。

大量运用现代科技成果和不断创造、改进器材设备，也是现代体育运动科研的特点之一。

3. 现代科技成果的运用

“体育运动是科技的橱窗”。当前，电子仪器、激光、光电、电声及卫星通讯技术大量运用于体育领域，使运动训练、比赛、科研、管理等方面的面貌为之一新，其中电子仪器的运用对体育运动的现代化起了最重要的作用。

在各种运动项目中，教练员和运动员都离不开电子器材。通过电子屏幕上不断变化的图象和数据，能直观、及时、明确地为运动员提供最佳动作的有关资料，同时又在大银幕上再现优秀运动员动作的真切实景，起到了教练员所不能起的作用。因此美国、日本、前德国、前苏联等国家都建立了电子计算机测试中心来指导训练。

现代科技成果也把运动成绩的评记工作推向一个新的水平。使用了电子光学、电子石英和电子计算机技术的高级精密计时器，可使运动员的成绩精确到0.001秒（瑞典运动员在1972年奥运会上便是靠了电子计时器的精确计时能力，才以0.002秒的微弱优势战胜了对手，夺得金牌）；电子仪器通过红外线的帮助，能在几秒钟内测出运动员的投掷距离，田赛的测定时间因而大为缩短；在花剑、重剑比赛中，电子仪器正是借助红外线的效力承担了裁判工作，并且避免了过去裁判员的误判，使比赛成绩公正。

另外一些科技产品的问世，也为体育发展铺平了道路。斯太洛泡沫塑料包（海绵包）取代了沙坑和木屑坑，使身体的任何部位触地都不再发生危险，为新纪录的产生创造了条件；玻璃纤维竿的诞生，使今天一个普通中学生的撑竿跳高成绩都达到了过去优秀选手的水平；塔当跑道不仅消除了运动员在煤渣跑道上蹬地时容易发生的轻微滑动，并因其带有一定的弹性对提高运动成绩有一定作用；人工草皮的问世使足球运动有了广泛开展的可能……

但是，现代科技成果在体育运动领域的广泛运用，也带来了一些新的问题。其中最突出的是，由于科技成果能提高运动水平，运动员当前在运动场上的比赛越来越成为旧科技与新科技的对抗，从而改变了体育运动竞赛是天生的能力和训练水准比较的本来意义。另外，专家们还发现，采用现代科学技术成果的运动器材和设备也还存在不少问题。如塔当跑道的弹性会损伤赛跑运动员的阿基里斯跟腱；人工草皮球场容易造成橄榄球运动员膝关节和踝关节的严重创伤；橄榄球运动员坚硬的头盔虽然可以起到保护自己的作用，但也经常成为攻击对手的武器。尤其是不少新器材价格昂贵，也非一般人能问津。

生机勃勃的体育科学技术

体育科学的产生

体育科学的起源

体育作为一种社会文化现象，它是随着社会的发展而发展起来的。从原始社会起，在劳动与生活技能传授过程中就产生了原始体育。到了奴隶社会，体育活动和教育、军事、宗教祭祀活动发生了联系，逐渐从生产劳动中独立出来。

在古代体育中早已存在一些朴素的科学思想，可以认为这些属于体育科学的萌芽。例如古希腊人在体育方面早已注意到身体全面发展，要求青少年锻炼为身体匀称的一种人体美。早期雅典人还指望通过体育使青少年发展自我节制、勇敢、谦让、果断和运动道德等品质。从公元前 776 年一直延续到公元 293 年的古代奥林匹克运动会，对于促进社会文化有重大影响。当时已出现了掌握训练专门知识的专业教练员。到了公元五世纪，教练已开始掌握人体和营养学知识，产生了医疗体操，体育开始与科学发生了联系。在史料中我们还可以发现，这个时期人们已懂得运用负重练习的方法进行跳跃练习。

1538 年，前德国的威曼教授发表了《游泳》专著；1569 年意大利医生麦克利亚发表了体育对健康影响的专著；弗朗于 1705 年发表《医学的运动论》。在 17—18 世纪，资产阶级革命中许多先进的思想家，如意大利人文主义者弗尔特、前捷克斯洛伐克的科迈纽斯、英国的洛克、法国的卢梭等人，他们作为教育家，研究教育和体育的基本理论、教育方法、教学和组织形式等问题。推动了体育教育研究的发展。18 世纪体育教育理论有较大的发展，1787 年前德国学者维罗姆发表了《身体的形成》，共二十一章，系统地阐述了身体练习的原理，是早期的一本体育教育论著。在同一时期，意大利的贝纳第发表了《游泳理论》一书。

可见，体育科学是伴随着体育的发展而产生的。

现代体育科学的发展

现代体育科学是随着现代体育和现代科学技术的发展而兴起的。伴随着 19 世纪末工业革命而进入现代体育的新的历史阶段之后，现代科学技术越来越多地应用于体育运动。无论在提高竞技体育的运动技术水平方面，还是对于促进青少年德、智、体全面发展和保持人类健康水平、防治“文明病”等方面，许多学科如医学、解剖学、生理学、生物化学、生物力学、运动学、心理学、社会学、教育学、经济学、数学、哲学、美学、伦理学、法学等等都为了解决体育运动中所面临的问题而与体育相结合，逐步向体育科学渗透，形成了体育科学的各个学科的专门知识体系。

法国在运动医学的现代化研究方面较早，如贝尔特（1827—1917）对呼吸的压力和呼吸生理以及人类机体构成进行了研究。肖汶（1830—1904）纪录了跑和跳的情况，通过连续图片来研究运动生理。拉格朗热于 1889 年发表了《不同年龄身体练习的生理学》和《身体练习的医疗措施》。法国儒安维尔体育师范学院在 1912 年就建立了生理解剖和力学实验室、放射性实验室、化学实验室。当时在科研方面已应用了照像术和电影术。该院 1911 年就出版了运动生理学著作。1920 年出版了《运动医学知识百科全书》。法国在 1921

年成立了运动医学协会并创刊了世界上最早的一份《运动医学》杂志。

前德国在 1921 年召开了世界第一个运动医学大会，1924 年成立了临床医生参加的“体育医学振兴委员会”。北欧国家在 1911 年建立国际体育学会，1913 年在巴黎召开国际体育学术会议。瑞典于 1922 年成立运动医学委员会。日本早在 1879 年就开始进行人体测量，包括年龄、身高、体重、臂围、握力、肺活量和力量等测定研究，并于 1924 年成立国立体育研究所，对体育开始从生理学、心理学及教育学角度进行研究。

前苏联、东欧国家体育科学的开展较晚，但发展较快。前苏联从 1931 年才开始在体育院校设立运动医学课程，1932 年在莫斯科体育学院成立了科研部。第二次世界大战后成立莫斯科全苏体育研究所，东欧各国也纷纷成立体育科研机构，美国于 1954 年建立全国性体育科研协调机构——美国运动医学会。1976 年蒙特利尔奥运会后美国开始建立训练与科研相结合的训练中心。前西德于 1970 年才建立前西德联邦体育研究所。法国于 1975 年建立了教育、训练和科研三结合的法国国立体育运动学院。

在国际体育科学的学术组织方面，除了国际体育教育联合会（1923 年）和国际运动医学联合会（1928 年）成立较早外，其他如国际运动生物力学协会、国际运动心理学会、国际体育史学会、国际体育情报协会、国际体育社会学会、国际比较体育学会等都是近二十多年来相继成立的。

总之，现代体育科学是一门正在发展中的年轻的科学。由于体育在发达国家日益受到重视，发展中国家也在努力发展体育运动；加上现代科学技术不断向体育科学渗透，逐步形成了体育科学的体系，现在体育科学正以越来越大的规模在世界范围迅速发展。

迅猛发展的新中国体育科技事业

从零开始

从三十年代到中华人民共和国成立前夕，虽有一些体育学术论著，但体育科研的基础十分薄弱，实验研究几乎是空白，而且没有组织保证。

新中国成立后，体育科研工作差不多是白手起家，但在党和政府的关怀下，有了较快的发展。

中国历史上第一个专门体育科研机构——北京体育科学研究所（后改称国家体委体育科学研究所），是 1958 年创建的，它以北京体育学院研究生部毕业的研究生和 1955 年选派出国学习归来的研究生和大学生为基本力量，由北京体育学院副院长赵斌兼任所长。根据当时的实际条件，先成立了医学生理研究室和理论方法研究室。1959 年，卫生系统成立北京运动研究所。进入六十年代，上海、黑龙江体育研究所，广东省体委研究室，成都体育学院体育史研究室、运动医学研究室相继建立。

1960 年 3 月，国家体委在北京召开全国体育科学工作会议，对 1960 年重大科研项目计划作了补充修改，讨论了 1961 年到 1962 年体育科学发展纲要。为了促进交流，建立了体育科学通讯网，出版了体育科技刊物。由于加强了对体育科研工作的领导，建立了一支体育科研队伍，在国家编制《1963—1972 年科学技术发展规划》时，体育科学方面的研究课题大大增加，其中包括运动训练、运动解剖学、运动营养、运动创伤、医务监督和祖国传统体育项目太极拳、气功等方面。

1964年，为了进一步组织协调全国的体育科研工作，国家体委成立以李梦华为主任的体育科学工作委员会。1965年全国体育工作会议要求体育科研人员深入第一线，在普及群众体育运动、提高运动技术水平中发挥作用。但不久“文化大革命”开始了，科研机构被撤销，队伍被解散，科研工作完全中断。1970年，周恩来总理针对北京运动医学研究所被撤销的事指出，运动医学不能取消，只能加强，不能减弱，要在运动实践中发挥作用。1972年恢复了一些体育研究所，但当时还很难有所作为。

“文革”结束之后，特别是党的十一届三中全会的召开，科学技术是生产力的马克思主义观点得到确认，一个向科学技术现代化进军的热潮在全国迅猛兴起，体育科学的春天也到来了！1977年国家体委召开全国体育科学技术规划会议，草拟1978—1985年全国体育科技发展规划。从1978年起，体育科技列入了国家科委制定的《全国科学技术发展规划》。

1978年5月，国家体委发出《关于加强体育科学技术工作的意见》，各省、自治区、直辖市体委、体育学院按照文件精神，陆续建立和充实科研机构，抓紧科研队伍的建设，科研工作摆到日程上来了。

1979年5月，第二届全国体育科技工作会议，集中讨论了建立、健全体育科研机构，进一步开展体育科研工作的问题，初步总结了体育科研工作正反两方面的经验，研究了国际上体育科研的新动向。会议明确了：体育科研为体育运动服务，主要是研究一整套科学的训练方法来提高技术水平，以便迎接日益激烈的国际竞赛的挑战；同时研究科学的锻炼方法和多种组织形式，以推动群众体育的普及，提高全民族的健康水平。

到八十年代，体育科研进入了新的发展阶段，机构发展，队伍壮大，新建了昆明体育电子设备研究所和北京、吉林、广东、江苏、江西等10多个体育研究所，到1990年底，全国体育研究所已达35个，人员1450余，其中，科技人员1145人，在科技人员中具有高级职称的为178人，中级职称为327人。

成果累累

现代科学的发展，给体育科学提供了许多新理论，新技术，推动体育科学研究迅速发展，并取得可喜成果，有一批成果受到全国科学大会和体育系统的奖励。1979—1989年的十年间，国家体委主管的重大成果有893项，其中有29项获国家体委体育科技成果奖，280项获得国家体委科技进步奖，12项获全国科学大会奖，7项获国家科技进步奖，3项获国家发明奖。这些成果包括群众性体育运动，如运动医学、运动生物力学、运动生理、运动训练，高山科学考察、科技情报、体育仪器研制等方面。参加的不仅有体育系统的科研工作者、运动员、教练员、干部，还有中国科学院所属机构的研究人员和一些大学教师。

在学校体育方面，多年来对体育的特点、任务、教学原则和类型、结构、密度的研究，以及评定学生体质的方法和锻炼标准的研究，促进了体育教学质量提高。像六十年代陈明达等人的论文《增大运动密度是当前提高中学体育教学效果的重要问题》，以较丰富的材料和有说服力的论证，指出提高中学体育教学质量的关键所在，对改进体育教学有一定价值。

为了推动群众性体育活动的广泛开展，五十年代和六十年代，一些科研人员深入工厂、农村、部队、学校、商店、与群众一起认真总结了许多新经验，还根据需要和可能，参与创编了多种广播操、生产操。对防治职业病，

改善人民健康状况，促进生产发展，起到积极作用。在七十年代和八十年代初，主要进行了3项调查研究和科学实验：

1. 1978年，由国家体委、教育部、卫生部共同组织1500名科研人员和工作人员，对全国16省、市的青年、少年和儿童的身体形态、机能、素质进行抽样测试。根据1210所大、中、小学校183414人，23项指标测试得出的4,401,936个数据，分析了我国青少年体质的现状和特点，研究制定了生长发育、机能、素质的评价标准。这项研究对我国学校教育、卫生保健、体育教学、运动员选材和多年训练，以及经济、国防建设等方面有实际应用和参考价值。

2. 1982年，国家体委组织了有关《国家体育锻炼标准》的年龄分组、项目和评分评级标准的研究。大家在全国20个省、自治区、直辖市的200所大、中、小学中，收集和研究了约90,000名青年、少年、儿童的身体素质、运动能力等方面的25项近75万个数据。为修改《体育锻炼标准》提供了比较全面、系统、准确的资料。

3. 1981—1982年底，由国家体委科研所，上海、广东和辽宁体育科研所，北京、上海、武汉体院和甘肃省体委研究室合作，完成了国家计划规定的课题《优秀青少年运动员科学选材研究》。研究人员对优秀运动员、业余体校学生和普通中小学生共14,871人，进行了102个指标的测试，获得形态、机能、素质、心理、遗传等原始数据74.8万多个。经过分析研究，完成论文123篇，对田径、游泳、体操、排球、足球等运动项目的运动员的选材，提供了参考数据和某些理论依据，对选拔和培养运动员后备力量的工作有重要意义。

在体育科研领域里，开展研究比较早的学科是运动医学。五十年代末，在曲绵城教授主持下的北京运动医学研究所，以及在郑怀贤教授主持下的成都体育学院附属体育医院，在分别采用现代医学和中西医结合的办法，为运动员消除疲劳和治疗运动创伤疾病等方面，做出了有益的贡献。国家体委科研所等单位的科研人员，深入运动实践，注意对大运动量训练的研究。总结出耐力训练可以提高投掷运动员心脏功能，提高运动能力，从而帮助教练员改进训练方法，促使我国女子投掷项目的水平获得较快提高。1965年，我国体育科研人员建议用三磷酸腺苷(ATP)治疗游泳运动员的局部肌肉僵硬，取得了良好的疗效。梁伟芬在参加1979年大学生运动会之前，双臂肌肉僵硬，技术变形，出发前1周注射14针三磷酸腺苷后，疗效明显，在比赛中取得了好成绩。

利用按摩治疗伤病和消除疲劳的效果尤为明显。按摩疗法在国际上也享有盛誉。1978年，英国布朗米奇足球队访华，著名国际裁判员泰勒在广州的一场比赛中不慎跌倒，跟腱受损，行走困难，而在北京的一场比赛迫在眉睫。当我国足球协会派运动队的医生为他治疗时，泰勒说：“我到北京来，就是想在10亿人口国家的首都当一次裁判，然后向世界宣布与足球告别，可惜现在不行了！”经过一番治疗，医生让他下地试试，他不敢。医生说：“过6小时，我来看你。”6小时后当医生来到旅馆时，英国电视记者已摆好摄像机，泰勒正在房里走动，他高兴地：“我已经不疼，能当裁判了！”布朗米奇足球队回国后，英国电视台介绍了“东方医学的奇特疗效”。1979年，我足球队访英时，英国电视台重播了这个录像，表示对中国运动医学工作者的钦佩和感激。

在运动训练研究方面，科研人员长期以来努力探索运动训练的最佳化，并获不少成果。我国乒乓球队在世界上保持领先地位三十多年来，在训练实践和理论研究中，积累了丰富的经验。研究员梁焯辉等 10 人著的《现代乒乓球理论、技术、战术及其训练的研究》一书，针对乒乓球比赛中的主要技术因素——准确、速度、力量、旋转、落点，运用力学的及生理学的有关知识，从理论与实践结合上，阐明了提高这 5 个因素的有效方法，对 20 种发球及 214 种单项技术和综合性技术中各类技术的特点、质量要求作了深入的分析。它对我国和世界乒乓球运动的发展，有较大的理论意义和实用价值，分别获得全国科技成果和科技图书等奖，该书还在国外翻译出版。

排球中的快球和一套快攻战术是我国首创的，但过去主要用于一攻，难以在快速反击中得分。《女排发展快速反击新技术、新战术的设计和实验》这项科研成果，根据反攻的特殊规律，设计了全网进行快速反击的多种技术配合，对充实和发展我国排球快速多变的进攻的反击战术具有指导意义。

在迅速提高体操运动技术方面，科研人员也做出了贡献。例如，《单杠单臂向后大回环技术原理及其特征的研究》，分析研究了单臂向后大回环的基本力学原理和单臂向后大回环的技术特征。在研究中发现和论证的“无重量时相”和下摆最大受力点不在垂直面等新的论点，充实了体操技术理论。体操运动中的“晚旋”技术原理，是国内外许多学者所关注的课题。《单杠“晚旋”的力学原理》这项成果，通过科学的概括，把一个复杂的人体动作抽象为一个简明的力学过程，阐明“晚旋”形成的原因和力学特征。这项研究有助于设计新颖动作，对体操空翻技术有指导作用。

国家体委先后组织了中国科学院等 10 多个单位，上百人次配合登山运动进行高山科学考察，对保证登山成功、为经济建设与国防建设服务方面都发挥了积极作用。如上海生理研究所科研人员对潘多在登上珠穆朗玛峰时遥测心电图，国家测绘局测量了珠峰的准确高度，这些都是有国际影响的成果；国家体委科研所翁庆章等的《高山缺氧时人体若干生理机能变化的研究及其应用》，中央气象局研究所和贵阳地球化学研究人员的《珠穆朗玛峰的大气环境本底调查》，均获得全国科学大会成果奖。

体育科技情报人员，还为发展我国体育事业提供了大量文献情报和声像情报。在文献情报方面，通过《国外体育动态》、《国外体育科技》和《国外体育期刊目录索引》，向体育界传递各种信息。在声像情报方面，主要靠卫星地面站接收和电视录象，及时了解运动技术的发展情况，提供给有关方面参考。六十年代在成功地对付国外乒乓弧圈球技术上，八十年代我国运动员在第六届世界杯体操比赛创造优异成绩上，情报工作都起了不可忽视的作用。

体育仪器、器材的研制工作取得了可喜的进展，昆明体育电子设备研究所吸取世界先进技术，完成了田径比赛成套电子设备的研制。通过仪器测试并在我国大型比赛中多次使用，可以看出这套设备的计时精度高。运转稳定可靠，操作方便，基本上达到国际标准。它已作为体育援建项目出口。我国科技人员还研制成功了乒乓球发射机、JY—I 型八道肌电遥测系统、MB—I 型脉冲水力按摩机、SQB 型电动手枪靶、连续闪光机、CH—I 型创纪录专用（1 毫升）航模发动机、SHZJ—I 型速度滑冰自动计时仪、CT—3 型神经机能测量仪、电子计算机运用于排球技术战术分析系统、球类统计微型计算机等。

八十年代以前，我国的游泳事业受到国际专项组织的限制，致使运动水

平极低，形成了男的游不过外国女的的局面。七十年代末八十年代初，我国开始了对游泳这一拥有 32 枚奥运会金牌项目的全面攻关。在引进国外先进训练方法的同时，大胆进行尝试，从选才到年龄阶段训练方法上，摸索出一条自己培养游泳人才的路。同时，科研人员计算出目前我国竞技游泳总体水平与世界最高水平差距比值，我国男女分别为 94.6% 和 97%，我国女子已超过男子水平。

在第 24 届奥运会上，我国女选手钱红、庄泳、杨文意、黄晓敏，在与前东德选手奥托的竞争中，仅以微小差距，首次在世界游泳大赛上夺得银牌。这一成就，是与多年潜心致力于科研工作的人们分不开的。

进入八十年代，游速虽是各国大为关注的课题，但转身技术仍是竞技中的首要问题。为此，赤旭明、于仙贵大胆研制出 YZ—B 型游泳转身测试仪，运用光源系统、光栅发生装置、水下光电探头及电子计算机，同时在水上、水下分别检测运动员转身各环节的时间和速度，并通过计算机打印出相应的数据，将数据存入计算机，便于分析之后在短期内提高成绩。这一仪器在世界尤里卡博览会上获得金奖。

这两项科研成果及一整套科学训练体系，是我国游泳事业翻身的关键，成为我国游泳研究史上一项巨大成就。

学术交流

随着新学科、新成果不断涌现，知识更新的速度加快，国内外体育科学学术交流尤为迫切，学术活动日益活跃。

1964 年 4 月第一届全国体育科学报告会收到 82 个单位的 321 篇学术论文，在会上宣读了 109 篇。

1980 年 10 月中国青少年儿童体质研究科学论文报告会上，交流了 130 篇论文，对推动体质研究起了重要作用。同年 12 月，中国体育科学学会成立，召开了第二届全国体育科学报告会。这次入选论文 257 篇，比第一届科学报告会增加了 1 倍多，质量也有显著提高。1992 年举行了第 4 届体育科学大会，总录取论文 456 篇，比第 1 届增加了 3 倍。质量的提高主要表现在学科的增多和领域的扩大，选题更有实用价值。尤其是采用多学科的综合研究有了加强。涉及的领域有：体育理论、学校体育、体育史、体质测试、体育统计、运动训练学、运动心理学、体育仪器和器材，以及竞技体育中的绝大多数项目。在研究方法和手段方面，无论是实验方案的设计，实验技术的运用，或数据的处理和结论的推断，科学性都比先前增强。电子计算机、超声心动仪、遥测心电仪、心输出量测定仪，还有遥测心率、血气、肢体血流图、甲皱微循环，阻抗测心输量，以及儿茶酚胺指标等，都在体育科研中被采用。

我国体育科技工作者还参与重要体育科技政策和问题的咨询工作，积极地提出合理化建议。如有关专家根据本学科今后 5 年、10 年在人员培养、机构设置、重大课题研究以及主要科研仪器设备等方面发展的设想和 1982 年的打算，对国家体委拟订的《1981 年至 1990 年体育科技发展计划纲要(草案)》、《2000 年的中国体育》研究提纲，提出了积极的建议。

为了普及体育科学技术知识，传播交流体育科研、教学、训练等方面的先进经验，中国体育科学学会多次组织学术造诣较深的学者、专家到有关单位讲学。还举办老年保健讲座，出版《体育科学》和《中国运动医学》等学报。

在开展国际体育科学学术交流活动方面，也有新的进展，加强了同国外

的体育科技团体和体育科技工作者的友好联系，发展同友好国家的教学、科研单位之间的交流。我国体育科学工作者先后参加了国际运动医学、运动心理学、运动生物力学，亚洲运动会体育科学、英国运动医学、日本运动医学等学术报告会；考察了美国、加拿大、罗马尼亚、日本、瑞典、前西德、瑞士的体育科研工作。中华全国体育总会科教部与日本体育协会科学委员会，国家体委科研所与前西德体育科研所分别签订了合作协议书，加强科学合作；与此同时，分别邀请了英国、美国、瑞典、加拿大、奥地利等国的体育科学专家来我国讲学，从 1980—1989 年间，我国共有 3 人次在国际会议上作学术报告。在 1986 年第 10 届亚运会科学大会和 1988 年第 24 届奥运会科学大会上，我国在运动医学、运动训练学等方面的研究，达到或领先于世界先进水平。曲绵域、杨天乐、晏苏民等被选为国际学术组织的委员。目前，有 5 个学科加入了国际组织。1985 年在我国召开了国际运动医学学术讨论会，该学会主席认为，此会已达到国际 A 级水平。通过这些活动，了解和掌握了世界体育科学的研究方向，促进了我国体育科学研究的发展。

当代体育科技的特征及发展趋势

体育科学作为一门新兴的综合性交叉科学，在它的发展中与日俱增地吸收其它科学领域的知识和方法；研究的范围越来越宽。研究的问题越来越深。这是当前世界体育科学总的发展趋向和特点。可以设想，随着控制论、信息论和系统论的科学方法和信息技术、生物工程、新材料在体育上的应用，必将大大加速体育科学的发展进程。从目前国内外体育科学的发展现状，可以看到体育科学有以下几个特征：

体育科学研究规模日益扩大

目前世界上凡是体育比较发达的国家，无不十分重视体育科学研究。这不仅仅是因为现代竞技体育的发展水平越来越高，各国教练员和体育科学工作者都在应用最新科学训练方法来发掘人体最大潜力；同时，由于现代生产的高度自动化、机械化、电气化，人类体力劳动和脑力劳动都大大减少，但工作和生活节奏加快，运动缺乏和精神紧张导致各种心血管疾病和神经系统疾病的增加，因此必须进行科学锻炼，合理利用余暇时间，保持身体健康，最大限度发挥工作能力和创造才能以适应现代化社会的需要。

前苏联是世界上体育科学最发达的国家之一，据 1982 年材料，他们有 3 个体育科研所和 25 所体育学院开展体育科研工作。共有教学科研人员 5366 人，其中教授和博士 147 人，副教授和副博士 1641 人。规模最大的莫斯科全苏体育科研所在 50 年代只有 200 多人，1977 年为 700 人，1982 年已发展到 1200 人。

1976 年奥运会之后，美国奥委会认为，他们输给前苏联和前东德，主要是输在科学训练上。于是在 1977 年初在海拔两千米的斯阔谷建立第一个奥林匹克训练中心，投资 200 万美元。集中了一批生物力学、营养学、生理学和心理学的专家，与教练员配合进行科学训练和技术诊断，以准备在 1980 年莫斯科奥运会上东山再起。到 1980 年共集训了 5000 名国家级运动员，后来又又在科罗拉多普林建立了另一个奥林匹克训练中心。此外，美国还有 450 所大学开展体育科研。原东德仅 1700 万人口，而他们曾有体育科研人员 1200 人，有些项目科研人员与一线队员的人数比例接近 1 比 3，如男子体操队一线队

员不足 60 人，而科研人员竟达 20 多人，原东德大力开展体育科学研究，是他们在短短三十年内跃居体育强国的奥秘之一。

体育科学发展的主要趋向

任何一个学科只能解决体育研究中的某一个局部，只有多学科综合研究才有可能解决整体问题。以竞技体育中运动员提高成绩为例。根据外国专家研究，一个运动员提高成绩的因素有 150 多个，包括素质、体质、机能、心理、技术、战术、智力以及许多社会因素。从训练过程看，它包括科学选材、少年儿童系统训练、高水平的控制和安排、训练水平的测定和评价、技术诊断、机能评定、营养卫生、医务监督、伤病防治和体力与精神恢复等等。涉及许多学科，如：形态学、遗传学、解剖学、组织学、生理学、生物化学、医学、心理学、运动学、生物力学、教育学、社会学、美学、管理学、情报学等等学科，而训练学本身既是一门综合性学科，又是联合训练实践与各学科的桥梁。科学训练本身是一项系统工程。

体育科学的综合研究，正如其它学科的综合研究一样，不是各个学科结论的相加，而是运用各学科的理论、方法和手段，取得各种参数然后运用系统的方法对各种数据进行综合运算，以得出比较全面的结论。前苏联全苏体育科研所在综合监督训练过程中，可运用近 600 种检测方法，检测 3000 多种训练水平参数。在训练总时间中，约 25% 的时间用于进行各种检测。

现代科学理论、方法的广泛应用

系统论、控制论和信息论在体育科学中的应用，形成模式训练法，给运动训练研究开辟了新的途径。前苏联从 1968 年开始采用模式训练对短跑运动员鲍尔佐夫进行控制训练，取得了良好效果。在 1972 年慕尼黑奥运会上鲍尔佐夫一举获得男子 100 米和 200 米两枚金牌，从此引起了国际体育界的重视。模式训练就是把训练看成是一种可控制的复杂的动态系统。依靠信息（指各种测试数据）的传递和反馈，不断调节训练过程，以达到最佳训练效果，从而取得最理想的成绩。模式训练要借助于信息技术，对教练员提出了更高的要求。

为奥运会战略服务，密切联系训练实践

尽管体育科学研究的方面很多，但许多国家，特别是前苏联、东欧国家多年以来一直把训练研究、提高运动技术水平，为奥运会战略服务放在首要位置，他们不仅在认识上比较一致，做法上也大同小异。近年来国际体育竞争越演越激烈，美国和一些西方国家也纷纷效仿。但在科研和训练结合上各国也都存在不少问题。大家重视探索一条可行的道路。前苏联和东欧各国为了解决结合问题，从体制上加以改革。例如前苏联体育科研所向国家队派多学科综合研究组并按项目分研究室或课题组，以利于结合。美国、前西德、法国、瑞典等国把研究中心和训练中心合而为一，以解决结合问题。

大众体育研究越来越占重要位置

大众体育的兴起是自二十世纪六七十年代以来在许多经济发达国家的突出现象。有人把大众体育看做是世界上第二股体育力量，认为与竞技体育有并驾齐驱之势，这是一点也不过份的。体育科学必然适应这一趋势。

前苏联在 1981 年公布《进一步普及群众体育运动》的决议中，明确提出“建议国家体委和有关部委及单位制定和批准科研措施。加强群众体育的科研力量和科学研究。”前苏联全国共有四所体育研究所，其中在基辅的一所就以群众体育研究为主。

前东德在六十年代科研重点是对训练过程进行研究，到七十年代它的研究范围扩大到整个社会。1981年—1985年的年研究计划中，列在首位的是《青少年的身体功能》和《全体公民经常参加体育活动》的问题。前西德还专门成立群众体育研究所，美国有专门从事群众体育锻炼研究的库珀研究所，日本有体育科学中心运动处方委员会等等。

国际体育科学活动中，大众体育研究的比重也有增加趋势。如1984年奥林匹克科学大会上，与大众体育有关的论文约占30%。1985年的国际学科活动日程表中，属于大众体育的学术会议就有三项。

应用基础研究不断深入

体育科学是一门应用科学，它虽不涉及探索性最强的基础研究，但如果没有应用基础理论的突破和进展，科研工作水平就难以提高。正如全苏体育科研所副所长库兹涅佐夫在《体育领域的基础研究》一文中所说的“基础研究不是抽象的科学活动，而是任何知识领域中的理论实用研究的开始和必要的阶段”。

目前国外在医学生物学方面已经用肌肉活组织检查对红白肌纤维进行生理、生化及组织化学的研究；用血乳酸及无损伤的方法对运动员进行无氧测定，对他们进行心动间期及超声心动图的研究；对运动与酶、内分泌、蛋白质、糖代谢及电解质变化的研究，应用电子显微镜和同位素的研究已进入到线粒体和肌原纤维之中；有的对肌肉疲劳机制进行了新的探索，同时对恢复问题进行了多方面的深入研究。总之，研究层次越来越深，研究方法日益精密。如前苏联全苏体育科研所建立独特的综合试验台，可供对人的运动功能进行学科的综合性基础研究。遗传学家、教育学家、生物力学家、生理学家、生物化学家、心理学家和计算机专家等可以在统一的试验对象身上进行分子的、亚细胞的、细胞的、各器官的、各系统的以及整个有机体的试验研究。

体育科学仪器和体育器材研制系列化

体育科学仪器和体育器材的研制，是现代科学技术在体育科学领域中的延伸和应用，也是体育科学技术研究的一个新领域，其目的是为适应体育和体育科学技术发展的需要，提供仪器器材方面的物质保证。体育科学仪器，是搞好科学研究实现科学训练，提高运动技术水平，减少运动伤病不可缺少的科学手段；体育器材，不仅是实现体育运动现代化的重要条件，而且是提高运动成绩必不可少的环节。随着体育科学技术的发展，对仪器器材研究的要求越来越高。不仅是要研究单个仪器器材，解决科研、训练中测力、测速、心率、肌电等测定问题，更重要的是研究仪器器材的系列化，特别是电子计算机在体育中的应用，要求对体育科学技术的发展产生整体的影响。因为体育科研的对象是人，是运动中人体的整体，科学研究仅停留在单个测力，测速指标上是不够的，是不能反映运动中人体的全貌的。国外体育科学仪器和体育器材的研究已越来越系列化。例如，测力、测速仪器系列化；人体测量仪器器材系列化；裁判电子计时、计远、计高仪器器材系列化；运动训练器材系列化等等。我国在这方面的研究还刚刚起步，正在采取措施，加强系列化的研究。又因为体育运动的特点是“动”不是“静”，这对体育科学仪器和体育器材的研究提出了更高的要求，特别是附加在运动员身上的测试仪器要求更高，一是微型化，二是精密化，三是稳定性。就是体积小，质量高，实用意义大，要求系列化的程度更高。

学科体系日趋健全，哲学社会科学的研究逐步开展

总的情况来看，体育哲学、社会科学的研究在西方国家比较发达，目前有关的国际学术组织大部分在欧洲。

如体育社会学就是一门重要的学科，它是研究体育范畴中的社会问题。它的任务是通过调查研究，揭示体育这一社会现象的运动和发展的客观规律，探讨体育与其它社会现象之间的关系及其社会作用，寻求切实可行的科学办法来解决体育范畴中大量存在的社会问题，促进体育事业的发展。

前苏联在体育社会科学的研究方面已开始重视。在全苏体育科研所中也增加了以下一些课题：发展体育运动的社会经济基础、前苏联体育运动综合发展大纲、体育教育体制等等。

知识更新加快，体育情报发挥更大作用

今天我们已面临一个以知识和电子计算机为中心的自动化技术广泛应用的年代，这个时代的特征就是知识传递和更新的速度加快，从事知识创造、加工和传播工作的人数剧增，逐步向信息社会过渡。体育知识也不例外，据国外报道，世界上体育报刊已达五千余种，每年出版有科学价值的体育文献已达二万五千至三万篇，这意味着平均每天在世界上要出版近八十篇体育科研文献。体育文献不仅数量增多，而且由于综合性强，涉及面广，语种繁多，给科研人员查阅文献造成很大困难。同时，随着现代科学技术的迅速发展，目前世界上科技知识的更新率大体上每年 20~25% 左右，这意味着一项新技术的出现经过 4~5 年就已过时，因此必须加强体育情报工作。

金牌的奥秘

现代科学技术对运动训练的作用

现代科学技术对促进运动技术水平的提高，是显而易见的。有的专家预言，今后奥运会上的竞争，从一定意义上来说是当代科学技术的竞争。现代科技对运动训练的作用主要表现在以下几个方面：

提高运动员选才成功率

国外有种说法：“运动员选才选对了，就成功了一半”。选才为什么如此重要呢？首先，正如前西德著名运动医学权威霍尔曼教授所指出：“人体机能至少有60%取决于遗传，只有40%受训练等外界影响的制约。”其次，国外有人研究，取决于遗传的潜在运动能力只有当机体在“敏感发展期”——4至17岁期间受到适当刺激时，才能得到最佳的发展。因此，把先天条件优越的少年儿童选拔出来进行科学训练，对培养奥运会冠军、世界纪录创造者是极为重要的一环。我国从1980年开始进行选才研究，许多专家采用大量先进仪器和科学方法，经过几年的努力，制定了我国田径、游泳、体操、排球、足球优秀运动员的形态、素质、机能、心理方面的选才评定标准，发现了通过XY染色体长臂及头型的测定，可预测今后的身高，通过对第二性征、骨龄、发育期高潮持续时间及其相互关系的研究，可预测少年发育潜在能力的大小，对发现有发展前途的青少年提出科学依据，提高了选才成功率。

对运动成绩进行科学预测

在理论上，表现为运动技术现有的已知值和未来不定性的影射关系。运动技术最佳化在一个较长时期内都是相对的，它随着科学技术的发展而发展。对运动技术发展进行预测，是训练科学化的重要环节。运动技术预测，分为对运动技术发展趋势的预测和对特定运动技术研究规划的预测。前者的目的是认识运动技术的未来给运动水平提高带来的影响，为制订运动技术发展规划和训练计划提供情报。后者是确定研究运动最佳化规划的前提。对运动技术发展规律的深入研究，将有利于提高运动技术预测的准确性。

预测的方法，大体上分为直观法（技术考察、参观比赛、训练）、探索法（进行探索性的模拟实验）和规范法（根据客观规律进行综合，研究分类）。例如，近来国外科研人员对人的运动能力和世界田径的发展作了预测，认为：大约还可以将现有的世界纪录提高15—20%，其最终极限主要取决于运动员肌肉和骨骼组织的承受能力。据原东德1979年《田径运动员报》报道，他们采用数学模式方法，对今后的田径运动成绩进展作出了预测。如，男子100米，1984年9.92秒—9.84秒，1988年9.90秒—9.82秒；男子跳高，1984年2.385—2.440米，1988年2.439—2.42米；女子100米，1984年10.81秒—10.72秒，1988年10.75秒—10.65秒；女子跳高，1984年2.05—2.08米，1988年为2.06—2.10米。

预测科学在体育领域的应用时间不长，但发展速度很快。国外运用预测科学理论和方法在运动成绩预测方面，已取得了较大的进展。成绩预测准确性的提高是同现代科学手段的运用分不开的。目前，一些国家已根据运动员的各项身体素质、专项成绩和各种训练负荷等多种数据及生理指标，编制了专门预测运动成绩的电子计算机程序，可预测该运动员什么时候能取得什么成绩。原东德曾采用这种方法准确地预测了女子游泳运动员恩德尔将在蒙特

利尔奥运会上打破世界纪录。

科学预测提供的信息是正确决策的依据。拿一场比赛来说，教练员只有正确地预测了对方的战略战术意图，科学地分析了比赛中可能出现的有利或不利因素，才能做到全局在胸，对策适当，掌握比赛的主动权。

科学的预测是建立在科学技术发展基础之上的，只有运用决策学、统计学、计算机等综合科学技术，才能提高科学预测的准确性，才能对制定正确的决策和规划提供科学依据。

加快训练信息的传递与反馈

所谓反馈，就是说事物的发展变化总是受到外界各种各样因素的刺激、影响而进行调整、纠偏，这种调整、纠偏就是反馈。例如，运动员在学习掌握运动技术时，就不会按既定目标笔直地走，往往会产生错误动作，出现失误。既有错误动作，就有个纠正的问题，这就是反馈。实际上，没有一个运动员在学习掌握运动技术时，不会出现这样或那样的错误动作，仅依靠教练员的经验是不够的。运动训练科学化的功能之一，就是要研究运动员学习掌握最佳技术动作的“捷径”，也就是利用现代科学技术对运动员学习掌握技术的状况进行研究，对运动员生理机能进行测定，并及时将研究测定的信息反馈给教练员、运动员。

近几年，由于信息科学在运动训练中的运用，大大加快了运动训练信息的传递与反馈，为运动训练领导部门、教练员、运动员、科技人员及时提供有价值的信息。以训练中采集处理生物力学的信息为例，开始阶段是用高速摄影机根据不同需要以每秒 64 到 10,000 格的速度拍摄技术动作的三维图像，然后用电脑控制的解析装置对胶片上的画面进行分析，得出动作的速度、加速度、方向、角度等信息。现在，由于科学技术的发展，美国已使用一种数字转换器来代替拍摄影片的方法，可直接获得数据信息。最近国外还出现了一种自控耐力训练器，只要把运动员的有关信息及教练员的指令性信息输入电脑，就能自动监督运动员的训练负荷。负荷不足或过头时，训练器便自动发出信息，便于教练员及时调整训练负荷。

目前，在一些体育强国，教练员在训练现场运用现代技术设备，不但能立即获得运动员训练的某些反馈信息，而且能通过终端设备立即向电脑检索该运动员过去的信息资料，以及有关的国内外运动员的信息资料，以便进行对比。此外，还可向电脑讨教主意，帮助确定下一步训练内容，大大提高了训练的质量。

提高运动训练效果

1. 运动员机能的科学诊断

运动训练的目的，从一定意义上讲，就是要最大限度地提高运动员机体能力和最大限度地运用、发挥机体能力，不断提高运动成绩。从纯理论的角度讲，高水平运动员任何一次较大幅度地提高成绩，都要承受极大的负荷。而这种负荷（包括某一器官的局部负荷和全身负荷）与运动员机能之间往往产生不平衡，其结果，轻则或多或少地在局部产生机能紊乱，重则会发展为全身机能紊乱，因而，在运动训练中极需对运动员的机能进行诊断。这种诊断，单靠教练员的经验和运动员的自我感受是远远不够的，而需要科学的诊断。

（1）现代科学技术提供先进的仪器设备，对运动员的健康状况、机能变化进行科学诊断。例如：运用电子遥测技术，包括遥测心率仪、遥测心电仪、

遥测肌电仪、运用运动生理学、生物化学的科学手段和方法，对运动员进行乳酸、尿蛋白、酶、新陈代谢产物等测定；采用肌肉活检针对运动员肌肉活组织检查；心导管检查心脏功能，等等。

(2) 对运动员进行机能科学诊断，主要目的是对运动员训练、比赛前后机能的检查测定，分析研究运动机能的变化规律和运动训练规律。通过指导训练，获得训练最佳效果。例如，前西德的研究成果表明，近十几年来，运动员的竞技能力，特别是有氧竞技能力提高较快，如长跑运动成绩有大幅度提高，原因是什么呢？按传统的方法从运动员的心脏大小及最大吸氧量的能力去寻找的话，那是找不出结果的。如 1960—1970 年期间，所测得的优秀运动员（包括世界尖子运动员）的最大吸氧量为 80—90ml/kg 体重，可是现今的测定值仍然是这样。显然这十几年来运动员竞技能力的提高，不是由于心血管系统机能的改善的结果。研究推测，是由于骨骼肌的代谢能力提高而引起的，如果不进行科学的诊断，运动训练就会陷入盲目状态。

2. 运动技术的科学诊断

在运动技术训练中，教练员需要对运动员的技术进行诊断。譬如，体操教练员要分析运动员在单杠技术训练中的动力学特征，而且在同一次训练课中还想运用分析的结果，从而反馈给他的运动员关于力的信息。为此，这些测量就必须同时能得出所需要的这些参数的函数曲线，若没有一定的仪器设备和合理的方法，就做不到这点。而要做到这点，必须用运动生物力学分析研究运动技术，对技术进行科学诊断。这里主要包括两个方面的内容：

(1) 客观的测定出人体在剧烈运动中的各种参数

一般来讲，教练员在实践中用眼睛观察到或用秒表记录下来的仅是原始数据，只表现了现象。要想知道肌肉发力的情况，都是肉眼看不到的，同时也不可能得到定量的数据。而用运动生物力学的研究方法，包括从过去的机械测量，发展到现代的电子测量、光学测量、电视录像、电影摄影、立体摄影等方法，通过影片解析仪得到各种数据，并把通过电子计算机处理的各种参数运用于运动训练，可提高训练效果。得到参数的情报越多、越早，对训练越有价值。

(2) 对运动技术最佳化的模拟

统计学处理。从多因素的各种参数中，找出决定性因素，对关键技术进行最佳化模拟。

运用电子计算机对运动技术进行模拟，从各种统计数据中推算出最佳参数。

跟踪研究，层层逼近。人们对事物的认识是逐渐深化的，运动技术最佳化在任何时候也总是相对的，因为技术是人掌握的，人的特点不同，在掌握运动技术时，其特点也有个体差异。虽有共性，但不能像机器生产一样，用一个模式，而应根据其特点，进行多种方案的模拟，以取得多种模式，层层逼近最佳化。

(3) 对技术、战术进行分析

运用电子计算机对运动技术进行科学诊断和对运动技术最佳化模拟，使运动训练有了科学依据。如美国科研人员用高速摄影机、录像等对我国女排在 1981 年世界杯和访美比赛的技术、战术进行了拍摄，通过影片解析仪获得了大量数据，并运用电子计算机进行处理，分析研究出对付我国女排的办法，进行模拟训练。这样的训练目标明确、科学性强，效果显著。

对运动训练效果最佳化影响

1. 运用新的科学方法确定训练最佳目标，提高训练效果

由于现代运动技术的迅速发展，对高水平运动员适应训练负荷能力的要求达到了极高的地步。因此，所有为提高竞技能力所作的努力都要将运动员引向他的“生物极限”，即生理界限结束和病理界限开始的临界线。由于现代竞技体育已经在生物极限范围上下徘徊，运用现代科学方法指导训练就显得十分迫切、十分重要了。运动训练最佳化，就是运用科学方法达到训练目标的捷径。它可以根据需要和可能，为运动训练系统定量地确定出最佳目标，并运用最先进技术手段和处理方法把整个训练系统逐阶分级，分成不同等级和层次结构，在动态中协调整体和部分的关系，使部分的功能和目标服从训练系统总体的最佳目标，以达到训练总体的最佳效果。这种方法，可以借助电子计算机等最新科学技术成果，为训练系统提出运动员选材、训练方法手段、训练负荷（运动量、强度、密度）、运动技术、运动营养、运动心理、训练恢复、训练器材设备条件等运用的最佳方案，并付诸运动训练实践。这方案是一种立足于整体、统筹全局、使整体与局部辩证地统一起来的科学方案，它运用数学语言定量地、精确地描述运动训练状态和规律。这种方案不仅有实用价值、而且意义深远。从掌握到的国外文献资料来看，运动训练最佳化在世界体育强国只是部分地付诸实践，许多方面还仅仅处在研究之中。在目前虽是新的课题，需进行新的探索，但是，已取得了惊人的成就。例如，前苏联著名教练员彼得罗夫斯基，从1968年开始对鲍尔佐夫采用训练模式最佳化训练，技术水平迅速提高，在1972年奥运会上一个人夺得男子100米、200米两枚金牌，震动了世界体坛。

2. 随着现代科学技术的发展，知识更新速度大大加快了

微电子学、生物工程、新材料等在运动训练中运用，训练结构，周期安排、教练员和科研人员的智力结构也发生了变化。面对这种形势，仍然采用传统的训练方法，是不能适应培养世界水平运动员的需要的。这就要求教练员、科研人员具有多学科的知识、技能，要有雄厚的知识基础，不仅要懂得运动训练学，还要懂得运动医学、运动生物力学、系统论、信息论、控制论等。教练员知识的广度和深度对运动训练效果最佳化将产生直接影响。

运动训练科学化，是现代体育运动发展的趋势，是运动水平迅速提高的重要前提。可以预见，随着科学技术的飞跃发展，特别是电子计算机技术渗透到运动训练中的各个环节，谁要想在奥运会或世界重大比赛中获胜，就要看谁能在运动训练科学化上占优势。

运动训练的科学化

现代竞技体育的序幕启于1896年雅典奥运会，继而迅速地发展成为当代人类社会中盛大的文化活动。竞技体育领域中最引人入胜的部分无疑当属运动竞赛，但作为运动竞赛基础的运动训练则在竞技体育活动中占据着重要的地位。

自上个世纪末至今九十年来，人们的运动训练实践活动以及由之而产生的知识和理论，发生了并正在发生着巨大的变化。最初人们发现，训练能够产生积极的成果，多一些训练可以使人们跑得更快、跳得更高、投得更远。继而，鉴于不同的运动员从事同样的训练活动而取得了不同的结果，人们又

进一步认识到选拔运动天才的重要性。而随着近四十年来竞技水平的迅速提高，国际竞争的日益激烈以及整个世界科学技术的飞跃发展，人们更加明确地认识到只有广泛地运用现代科学技术的研究成果指导训练，才有可能获得理想的训练效果，才有可能在当代激烈的国际运动竞争中取得比赛的优胜。于是，人们不再满足于仅仅按照师徒相传的经验进行训练，而是纷纷向新理论、新思想，向新的科学技术，向新的仪器器材，向新的方法和手段，去探求，去探求运动竞技水平更快的提高。这就是在世界范围内方兴未艾的运动训练科学化的总体发展趋势。

运动训练科学化的背景

1. 运动训练需要科学技术

(1) 运动训练实践的积累。现代社会生活中，竞技体育地位的明显提高，各个层次，各个领域竞赛活动的空前活跃，促使了运动训练实践的迅猛发展，使人们进而也从中积累了异常丰富的实践经验。诸如美国的男子田径短、跨、跳、篮球、拳击；巴西、阿根廷、前西德的足球；前东德的游泳、速滑、女子短跑；前苏联的体操、撑竿跳、链球、女子中长跑；中国的羽毛球、乒乓球、跳水、女子排球；英国的男子中长跑；巴基斯坦的壁球、曲棍球；保加利亚的举重和艺术体操，都拥有一大批这些项目的训练专家。许多教练员从事各自专项的训练达几十年之久，他们所积累的大量的亲身感受，所表现出来的对运动训练过程独有的驾驭才能，交织着成功和失败的丰富经历，都是运动训练规律的宝贵财富，为运动训练科学化进程的发展奠定了重要的基础。

(2) 教练员知识水平的提高。现代运动训练对教练员提出了越来越高的要求。许多国家如前东德、波兰、英国、前西德及我国都实行了教练员考核制度，要求教练员必须获得相应的学历，具备必要的知识水平，才有资格担任一定级别的训练工作。教练员知识水平提高进一步激发了他们科学训练的自觉性，为运动训练科学化的实施提供了实践的可能。

(3) 国家、社会对发展竞技体育的高度重视。当代竞技体育水平的发展越来越紧密地与一个国家、民族的社会政治经济的发展联系在一起，成为社会发展水平的重要标志之一，得到了各国政府和社会的高度重视，进而竞相在人力、物力、财力诸方面为竞技体育的发展提供优越的条件。同时也愈加要求在运动训练中尽量采用现代科学知识和科学手段，实施科学训练，以求尽快提高竞技水平。

2. 运动训练科学化的科学基础

(1) 现代科学技术的飞速发展。现代科学技术已经取得并正在继续取得令人瞩目的飞速发展，其重要趋势之一，便是迅速而多方面地向宏观世界和微观世界突进。物理学的触角已探入基本粒子的更深层次；生物学研究进入分子水平；天文学已将人类视野扩展到一百亿光年以外的遥远星系。系统论、控制论、电子计算机等新技术的发展，推动着整个社会的前进。科学技术在国家的经济建设和社会发展中所起的巨大作用越来越明显。日本的“科技王国”，英国的“星球大战计划”，西欧的“尤里卡”计划都是以发展高技术为核心的科技与经济发展计划。我国的“2000年科技、经济和社会发展纲要”以及“星火计划”等也都是为了充分发挥和挖掘科学技术的巨大潜力，为经济和社会的发展服务。科学技术的飞速发展已成为当代社会的一个极其重要的新特征。

现代体育的发展，同样也依赖着新科学技术。如美国奥委会运动医学委员会主席达迪特所说：“一旦把运动与科学结合起来，就会取得成就。”这种认识和理论，已被世界许多体育强国的实践所证明。在体育运动飞速发展，运动成绩不断提高，运动技术日臻完善的今天，如果体育不与科学结合，运动训练不用现代科学技术进行指导，就不可能具有足够的实力参加国际竞技场上的激烈角逐。

(2) 现代科学技术强有力地介入运动训练领域。现代科学技术在运动训练领域广泛的渗透与移植，大大地促进了运动训练科学化的进程，为运动训练科学化提供了科学的理论、方法和先进技术，奠定了重要的科学基础。

自然科学、社会科学的介入。竞技体育以特定的运动中的人作为对象，运用自然科学及社会科学中许多学科的理论、方法进行研究，并孕育产生了一群新的学科。如自然科学体系中的运动医学、运动生理学、运动生物力学、运动生物化学等；社会科学体系中的体育社会学、体育经济学、体育情报学、体育美学、体育决策学、体育人才学、体育未来学等，对整个竞技体育产生着越来越大的影响。

数学科学的介入。运用定量的数学方法解决运动训练中的实际问题已非常普遍。无论是体育统计学还是模糊数学。都已成为体育科学工作者手中熟练的手段。数学科学在运动训练领域的应用一般包括两个方法：一是根据运动训练的固有规律，把实际问题转化为数学问题，然后求出答案的近似数值；二是按需要解决的问题的性质，在计算机上进行模拟，探索其发展规律。如果不能成功地运用数学这一工具，就不可能精确地描绘竞技体育的本质和发展规律，不可能进行科学的预测及有效地组织训练。

信息科学的介入。信息科学是一门综合性的新兴学科，着重研究机器、生物和人类如何获取、存贮、处理、传递和控制各种信息，掌握其一般规律，设计制造各种智能信息处理机器和设备，实现操作的自动化。近几年来，由于信息科学的介入，使运动训练信息的收集、存贮、加工、传递能力大大提高。一方面，体育科技人员有可能较全面地掌握、处理和传递大量信息；另一方面，迫使体育科技人员在较短时间内对综合性问题作出分析、判断，从而为训练决策系统及时提供有价值的信息。

技术科学的介入。八十年代以来，技术科学发展很快，其中生物工程技术、激光技术、通信技术、空间技术和电子计算机技术对竞技体育发展产生了深刻影响。

生物工程技术首先在运动营养补剂、运动食品及运动饮料等研制中取得了较大的突破。在研究生命现象及其物质基础方面，如肌肉收缩、神经兴奋、遗传特征的传递等等，生物工程技术也发挥了重要作用。

激光技术在训练比赛中应用极广，如激光测距、测速、测位移、测角速度等等。

通信技术、空间技术、电子计算机技术为训练科研仪器设备的高功能化、多功能化、小型化和自动化奠定了基础，提供了手段，并使仪器设备的稳定性、可靠性、精确性不断提高。比如心率遥测仪、八导肌电遥测系统、三维测力台等都是借助这些技术研制出来的。通信技术在运动场上的运用是运动训练科学化水平的一种标志。比如，1984年洛杉矶奥运会花费五千万美元设置了三百台电子计算机，以统计比赛结果；装配了能使用10种语言的声音信息系统。此外还建立了光导纤维通讯网，可同时使用24万部电话。这些设备

是洛杉矶奥运会顺利进行的一项重要保证。

现代运动训练理论的发展

运用科学的理论、方法以及先进的技术去指导、组织和实施并有效控制运动训练的全过程是科学训练的基本思想。而只有与运动训练活动本身所固有的规律相符合的理论和方法才能称为是科学的理论和方法，才能指导训练活动获得成功，实现理想的目标。运动训练理论又称运动训练学，是研究运动训练活动的固有规律，以及相应的训练原则和训练方法的科学。

1. 运动训练理论发展的历史

(1) 运动训练理论源于运动训练实践。像所有科学的理论一样，运动训练理论也是从实践中产生、在实践中发展起来的。同时，它又服务于训练实践的需要，推动着训练实践的发展。

在运动训练领域可以列举许多生动的实例，如训练周期学就是前苏联训练学界根据训练活动的系统化、长期化以及制定全年训练、多年训练计划的需要而总结提炼出来的关于训练过程的结构与组织体系的科学理论。再如，从五十年代末期开始，美国教练员们从运动训练实践中进一步认识到力量素质对各运动素质的基础作用，大大发展了多种力量训练的理论与方法，如等长训练、超等长训练、离心训练、间歇训练等方法，现在已在全世界被广泛应用。还有，前德国的格什勒和阿因德尔在中长跑训练发展的基础上总结了世界纪录创造者哈尔彼格（前德国）、海格（瑞典）、扎托倍克（前捷克）、列依弗（比利时）等优秀中长跑运动员的训练经验，提出和建立了间歇训练的经典理论和练习体系，首先对中长跑、游泳等各种周期性运动项目，继而对更多专项的训练产生了巨大的影响，促进了竞技运动成绩水平的迅速提高。

(2) 从专项训练理论到一般训练理论的飞跃。运动训练的实践活动总是以各个运动项目为单位组织进行的。随着各个项目训练实践和竞赛活动的开展，人们逐渐积累了相应的经验，进而将其上升为理论。因此，各个专项的训练理论是训练理论体系中最早的成员。随着各专项训练理论的发展，不少专项训练中移植和借鉴了那些开展较早、普及程度较高，竞技水平发展较快的运动项目（诸如田径、足球、体操）的训练经验、理论和方法，再加上多种多样的自然科学和社会科学学科知识在运动训练领域的广泛介入和应用，使人们逐渐认识到，很有必要去研究各个项目运动训练活动的普遍规律，并据以建立其有普遍指导意义的运动训练理论，从而导致了运动训练理论从专项到一般的飞跃。一般训练是专项训练实践及理论发展到高级水平的必然产物，它的形成和发展又促进着运动训练实践和专项训练理论更进一步的提高和发展。

从作为一门独立学科发展的不同深度，可以把一般训练学理论的发展过程分为萌芽、形成和深化三个阶段。

在各个不同的运动专项中，关于开展得最为普及的田径运动训练的研究对整个训练理论的发展起了巨大的推动作用。在各个基础理论学科中，则首先是运动生理学，继而是生物力学和生物化学为训练理论体系的建立准备了必要的生物学科的条件。五十年代以来，有关科学的研究逐渐从简单的实践经验的总结和介绍发展为对运动训练普遍规律的揭示、解释和应用。1962年11月，在莫斯科举行的“社会主义国家运动训练问题国际科学方法讨论会”集中地反映了这些研究的成果。大会报告十八篇论文从不同角度涉及到运动

训练的几乎各个主要方面。如奥卓林的“现代运动训练体系”、法尔费尔的“运动训练的生理学问题”、罗马尼来柯兹马等人的“现代运动训练中的身体训练问题”等等。这些报告中的大部分均在此前后以专著的形式发表。如1957年出版的“运动训练的生理学和生物化学基础”（雅科甫科列夫等）、1961年出版的“运动训练问题（运动员的身体训练）”（卡列金、吉雅契柯夫合编），以及“运动训练的中心问题”（霍明科夫，1959）和在国际训练界具有重要影响的“运动训练分期”（马特维也夫，1964）等等。

1964年，原东德莱比锡体育学院的一些教师在哈雷博士的主持下编写了题为《训练学》的函授讲义，第一次把有关训练的各种问题系统地汇集在一部教材中，并于1969年正式出版了《训练学》一书。这部著作的问世，则标志着系统的训练学理论进入了它的形成阶段。其后，在前西德、日本、前苏联、英国分别出版了一些较为系统地论述训练的著作。这样，训练学便被作为体育科学体系中的一门独立学科确立了下来，并初步形成了自己的理论体系。

训练学理论体系的初步形成，对这门学科理论的深化和系统化起了很大的推动作用。不同的专著陆续出版，研究的内容也是愈来愈广、愈深愈细。自七十年代后期出现了一批结构严密、内容丰富而又研究得深细的训练学著作，意味着训练学的理论进入了“深化阶段”。其中，最有代表性的著作当推前西德马丁的《训练学基础（上、下）》（1977/1980），前苏联马特维也夫的《运动训练原理》（1977），原东德哈雷主编的《训练学》第八版（1979）。同时还出版了一些内容精深的专题著作。如：《运动员的专门耐力》、《少年运动员训练过程的控制》（前苏，纳巴特尼柯娃，1974、1982），《现代运动训练》、《运动训练的理论与方法》（前苏，普拉托诺夫，1980/1984），《素质训练与评定》、《论技术训练》（前西德、葛欧瑟，1980/1981/1982）等。

我国运动训练理论界自七十年代后半期以来，也陆续进行了和正在进行着一般训练理论的研究。如吴焕群、王汝英、陈明达对周期理论的研究，安朝臣等对负荷的标定化及负荷评定的研究，曾凡辉等对儿童少年发育规律与选材理论的研究，茅鹏等对训练安排基本规律的探讨，史广文、蒋云霄等对训练控制的研究，郭可愚等对艺术类项目中形体美的研究等等。这些研究成果都对我国运动训练理论体系的建立和发展起着积极的作用。

在上述研究的基础上，过家兴等组织编写了我国第一部一般训练理论专著（《运动训练学》，1983）以及第一部体育院校《运动训练学》教材（1986），初步建立了我国一般运动训练理论体系，并开始着手总结我国运动训练实践的经验。

2. 运动训练理论的研究内容及主要特点

（1）运动训练理论的研究内容。从研究的范畴及理论的适用范围可以把训练学理论分为一般训练学与专项训练学两个层次。前者研究运动训练中适用于所有运动项目或某一大类运动项目共同特点的一般规律性问题；后者研究某一专项训练中的特殊规律及一般训练学理论在该专项训练中的应用。不论是一般训练学还是专项训练学，其研究的具体内容都包括训练的目的任务、训练的主体、训练的原则、训练的内容、训练的方法和组织、影响训练的因素，训练效果的评定与竞赛七个部分。它们分别回答为什么练、训练谁、练什么、怎样练、怎样保证训练的成功以及怎样表现和判定训练的成果等问

题。

(2) 运动训练理论的几个重要特性

多学科知识运用的广泛综合性。现代科学发展的突出特点之一是科学学科的精细分化以及科学知识运用的高度综合。大家知道，训练过程必须服从于人体机能变化的规律，人体的运动又必须遵循生物力学的原理，这就决定了训练学理论具有强烈的自然科学的属性。另一方面，它又由于训练竞赛的社会化而具有强烈的社会科学属性。因此，无论是发展训练学的理论，还是解决训练实践所提出的问题，都必须从自然科学和社会科学两大科学领域广泛地吸取营养，综合运用多学科的知识和方法，才可能获得成功，促进训练学理论的发展，促进运动技术水平的迅速提高。

引进新科学知识的高度敏感性。运动训练是人类体育行为中极为活跃的组成部分，运动竞赛又具有强烈的竞争性和巨大的感染力，竞技运动的社会化又明显地加剧了训练科学的竞赛，因而在科学知识的交流和引进中也最为敏感。许多体育科学家和教练员都在密切注视着各科学领域的新发现，新成就，力求捷足先登，最迅速地接受和引进新的科学研究成果，以求在训练的竞争中取胜，例如，运用生物力学的研究成果改进运动技术，利用控制理论和方法掌握训练进程，运用新医疗手段及恢复手段消除负荷后的疲劳等等都要早于学校体育、群众体育等其它体育活动领域。

对训练实践的直接指导。体育科学体系中的许多学科都把相当大的注意力放到竞技训练的研究上。如运动生物化学对人体运动时能量供应的研究；运动生理学对训练负荷后恢复及超量恢复机制的研究；运动生物力学对各运动项目最佳用力效果的研究等等。但这些研究都是从这些学科本身的角度和体系进行的。必须将它们的研究成果与训练的实际情况密切结合起来予以应用才有可能取得良好的效果。而训练学则正是这样一门科学学科，是联结各基础理论学科与训练实践的桥梁。

例如，运动生理学家们研究了儿童、少年发育特点，指出儿童神经系统的发育成熟得早。运动训练学家则根据决定运动成绩的因素及多年训练组织的特点提出儿童在 9—14 岁之间特别有利于协调能力的发展，从而可为他们掌握运动技巧，发展高难动作创造良好的条件。在技能类运动项目中运用这一研究成果指导训练，可对从事体操、跳水、花样滑冰训练的少年儿童早期安排较多的技术训练。

生物化学家还研究了不同时间负荷中供能的特点。训练工作者则根据这一研究成果结合不同专项的运动特点确定运动员改善供能状况取得优异运动成绩的正确途径：从事持续工作时间超过 80 秒的运动项目主要应发展有氧代谢的能力，而从事持续工作时间短于 60 秒的速度力量型运动项目则应特别重视无氧糖酵解能力的发展。

现代运动训练的主要发展趋向

1. 负荷内容的定向化

根据比赛的总目标和不同运动员不同阶段的具体训练任务实施目标控制，决定负荷的内容，这就是负荷内容的定向化。

负荷内容的定向化首先表现在注意弥补自己竞技能力构成中的薄弱环节，使运动员在多个方面已具有的竞技能力得以进一步地发挥，表现出更高的总体效益。中国女排提高接古巴队平砍式发球的能力而增强了与古巴队抗衡的实力就是一个成功的例子。

运动竞技水平的飞速提高，促使运动员从决定竞技能力的非主导因素中去挖掘潜力，这是当前负荷内容定向化的另一突出表现。例如，耐力性项目运动员普遍更加重视速度训练，典型的速度爆发性体能类项目更加强调技术的细腻和用力的效率，对羽毛球、排球、拳击、柔道选手来说，耐力的意义更加重要。而心理品质的提高则已列入几乎所有项目优秀选手的训练日程。

2. 多年训练的程序化

二十多年来的训练实践进一步表明，人们要想取得训练的成功，既应不断地探索和创新，寻求培养优秀选手的捷径，又必须注意到，在运动员多年训练过程中，各个阶段目标的序列演进常常是不可逆的，企图超越全过程中的阶段特点，无异于拔苗助长，导致运动员“早衰”的出现。例如耐力性项目运动员，如果在基础训练阶段过多地采用大强度间歇训练而导致其心肌力量的加强和心壁的增厚，则会给其心腔容积的训练性扩大造成严重的障碍，从而大大地限制其心血管系统功能的提高。同样地，如果忽视了难美性项群选手早期柔韧性的发展，或者忽视了对抗性项群选手早期基本技术的训练，也都会对这些运动员的长远发展带来无法弥补的损失。因此，在培养优秀运动员的工作中，人们越来越重视有序地组织多年训练的进程，按照特定的程序安排不同训练的任务和要求，而片面追求短期竞技效果的早期强化专项训练则被普遍摒弃。学习前苏联等国成功的经验，我国已制订了体操、篮球、田径等九个项目的多年教学训练大纲。

3. 负荷量度的个体化

通过负荷量度的增加，会引起机体更加明显的生物适应，从而取得更好的训练效果。当前，将运动员负荷的量度与对手相比，并力求超过自己的竞争者已不再是教练员们最为关注的目标，人们考虑得最多的问题也不再是要不要增加负荷的量度，而是如何根据运动员的具体情况去确定适宜的负荷，去掌握负荷的增加和变化。

负荷量度个体化的实施是以对运动员的状态进行的准确诊断为基础的，为此，当代优秀运动员普遍运用科学的诊断方法和手段。如在周期性耐力运动员的训练中运用无氧阈理论可以准确地控制有氧训练的适宜强度，而对血乳酸含量的测定则可为有效地评定总体负荷的适宜度提供重要的科学依据。

4. 致力于训练效率的提高

现代竞技水平的迅速提高，使得人们努力挖掘竞技能力每一个影响因素的积极作用。优秀运动员需要发展的竞技能力，即其训练的子目标，明显地增多了。在同样的时间里，谁能够发展更高的竞技能力，谁就有更多的机会在激烈的竞争中夺取优势；同样地，为获取同等的训练效果却只花费更短的时间，也有助于运动员早日达到更高的竞技水平。显然，提高训练效率正是当代各国教练员和科学家努力追求的目标，并为此进行了广泛的探索。例如：某些项目的教练员正试图缩短一个大训练周期，即经历一次竞技状态的形成、保持、消失的全过程的时间，从而在一年中组成比传统的一两个更多的大周期。

负荷的量和强度的交替发展是促进竞技运动水平提高的巨大动力。近几年来，许多项目的教练员和运动员，如原东德的游泳选手，荷兰、前西德的足球队，美国的许多田径运动员都十分重视提高训练负荷的强度，并取得了明显的成效。此外，科学地组合负荷的内容和练习的手段，以及广泛地采用综合性的训练手法，也都是提高训练效率的有效措施。

5. 有效地控制比赛次数及比赛强度

比赛是训练结果的检验，成功地参加比赛是训练的直接目标，但在许多情况下，比赛又常常被用作一种重要的训练手段。现代运动竞赛的数量明显地增加了。网球、羽毛球、田径还先后兴办起了多达 16—18 站的年度大奖赛。这一方面是竞技体育发展的需要，另一方面也受体育商品化浪潮的强烈影响。面对这一现实，运动训练界最初的反应是要求运动员能更多地参加比赛，并期望他们在全年大量的比赛中都表现出高度的竞技水平；但很快地，许多有识之士便清醒地认识到，这种要求是不切实际的，并且会使运动员遭到损害，会导致他们生理上和心理上的过度负荷。在 1987 年的世界运动医学大会上，国际医学联合会主席霍尔曼教授呼吁对优秀运动员参加比赛的次数予以限制，以避免由其带来的损害，并通过了相应的决议。

在日益增多的参赛邀请面前，优秀选手是有所选择的。我国女子羽毛球队就有甲、乙两套阵容，分别参加不同层次比赛。我国乒乓球、体操、跳水等优秀队伍也都采取了类似的措施。

6. 采用多种手段加速负荷后的恢复

只有当运动员在生理上和心理上都从负荷造成的疲劳中恢复过来后，训练负荷对于运动员竞技能力变化的影响才能清楚地表现出来。如果说，没有负荷，就不成其为训练；那么，没有恢复，也就不可能有提高。现代运动训练的一个重大发展，就是高度重视恢复过程的实施，采取多种手段加速恢复的实现。如建立恢复中心，设置专职的恢复研究人员等都是行之有效的重要措施。

7. 心里训练

在优秀运动员训练体系中的重要作用已经广为人知，结合专项的特点和需要认真地付诸实施则是当前教练员与运动心理学家们努力追求的目标。射击、体操等项目运动员多采取意念训练的方法加强自我调节等控制能力；各种球类和摔跤、击剑等对抗性项目则常常通过多种多样的模拟（对手、场地、气候、观众等）训练提高运动员的心里承受能力，自我激励及自我控制能力。

8. 女子项目训练的“男子化”

由于在竞技体育的发展史上，许多男子项目的设立早于女子，竞技水平也高于女子，因此，在女子项目的训练中借鉴男子训练的经验会获得明显的效果。这一趋向正越来越受到广泛的重视。例如，按对男运动员的要求发展运动素质，如挪威女长跑选手的耐力，古巴女排运动员的弹跳力等；学习掌握男运动员的技战术，如美国女篮，中国女足；负荷量度赶上甚至超过男选手，如前东德女子游泳运动员等；由男选手陪练或带练，如中国女排、乒乓、女子柔道等。

9. 运动训练理论与方法纵横多向的借鉴、渗透与移植

与当代各门科学的发展一样，运动训练的理论与方法也借助于不同的层次，不同的学科，不同的项目之间的交叉、渗透，得到进一步的发展。

不同的运动项目既各有自己的特点，又在不同层次上表现着同一的共性。特别是运用项群理论分析同一群运动项目的训练规律时，则可以更加清楚地看到这一点。例如，源于中长跑的间歇训练法在速滑、自行车、赛艇等项目训练中的运用；足球全攻全守战术移植到冰球、曲棍球等项目；艺术体操编排理论与技法对花样游泳、技巧编排的启发等等。人们还可以从乒乓球多变的发球联想到排球的发球，把自由体操中的翻腾移植于花样滑冰和花样

的成绩；提供关于巴塞罗那及各赛场情况和有关项目规则、奥林匹克文化节、残疾人奥运会的情况；提供交通、电话、天气、旅游、购物信息服务；提供 40 万人次的通信服务等。

3. 现代技术与奥林匹克运动影响的扩大

对奥林匹克运动的发展影响最大的，莫过于大众传播媒介的进步。1936 年在柏林奥运会上，闭路电视第一次被用来转播运动会实况，大约 15 万人在 25 个大厅观看了奥运会实况传播；1972 年在慕尼黑奥运会观看开幕式实况转播的观众达到 10 亿人；甚至连一向观众较少的冬季奥运会也由于电视的介入而得到改观，收看 1992 年在法国阿尔贝维尔举行第十六届冬季奥运会的电视观众高达 20 亿人次。

电视实况转播不但使各国亿万观众更加了解奥运赛场的风云变幻而不是仅仅关心竞赛的结果，还通过在奥运会全过程中展示给世界的各种文化活动和举办国的风土人情，使人们更全面、形象地认识奥林匹克主义和奥林匹克运动的内容，从而迅速扩大了奥林匹克运动的影响。鉴于大众传播媒介的巨大作用，70 年代初，国际体育运动理事会（ICSPE）成立了“大众传播、体育与国际理解委员会”。国际奥委会也设立了“广播与电视委员会”、“新闻委员会”两个专门委员会。

运动员科学选材

国际体坛的竞争越来越取决于科技竞争、人才竞争。随着竞技体育和高科技的发展，一方面运动员的运动寿命得以延长，另一方面，一些项目出成绩的年龄出现了越来越小的趋向。面对这种局面，就需要借科技之力，开人才之源。科学选材正是取得成功的第一步。到 1992 年底，全面从事科学选材工作的专职人员达 500 多人，兼职人员近 1300 人。在科学选材方面，我国已有成功的经验，有的已步入世界先进行列。如第 24 届奥运会金牌得主李小双、伏明霞、杨文意、庄泳等，就是经过科学选材筛选出来的优秀苗子，经科学训练而成才的。运动员科学选材的核心即在于把具有从事某项运动特殊先天能力的少年儿童选拔出来，给以专门的训练，使他们先天的能力得到充分的发挥和发展，进而达到高度的竞技水平。这些先天的运动能力正是遗传的效应。

遗传是指父母与子女间在特征和特性上都相似的现象，而变异是指他们之间的差异。遗传学是研究遗传与变异基本规律的科学。它是古老的也是尖端的科学。遗传学已渗透到各个科学领域及人类从事的各种事业中。从遗传角度更好地进行选材和训练，近些年已在国内外引起广泛的重视。

运动员机体遗传的物质基础

人体发育过程中，不断通过细胞分裂，产生大量的新细胞。同时细胞进行移动，组成层或块构成各别的群体，然后这些群体细胞有了特异的结构和功能，逐渐产生了神经细胞、肌肉细胞等等，也就是细胞的分化过程。分化了的细胞集成组织，构成了人体组织、器官和系统，从而进行体育运动和人类的各种活动。细胞的分裂保证了细胞正常生存和遗传基础。

核酸是机体内一种大分子化合物，是生物遗传的物质基础，它能贮存、复制和传递信息。生物界的遗传现象就是亲代的遗传物质将它所贮存的遗传信息传递给子代并在子代中表达的结果。核酸分两种，一种是脱氧核糖核酸

简称 DNA，它是遗传物质的携带者，可以自我复制，并且可以提供制造蛋白质的遗传密码，另一类是核糖核酸简称 RNA，主要作用是转录输送遗传信息。

染色体是遗传物质的载体，是巨大的遗传信息的贮存库。人类有大大小小的染色体共 23 对 46 条，其中 44 条（22 对）为常染色体，2 条（一对）为性染色体。

染色体内储存着遗传信息，上下代之间借生殖细胞传递着遗传信息。一条染色体就是一个 DNA 大分子的双螺旋长链结构。存储着大量的遗传信息。基因就是 DNA 分子长链上的一个片段，能决定某种特定的遗传功能。基因控制各种酶蛋白质的合成，通过生理生化过程，表现出某一性状（如某种生化特性、某种解剖结构、某种组织和器官功能等）。由此，父母亲基因上的遗传信息传给了子女。并使子女在形态上及组织器官等功能上带有父母的特点。

遗传对不同运动能力的影响

由于运动员的机体是由亲代（父母）遗传而来，因此，先天性因素在其中占很大的比例。在形态机能、素质等方面有许多指标是后天环境不易改变的，或者改变程度较小。如身高、外型、最大吸氧能力的 93.4%、最大脉搏频率的 85.9%、血乳酸浓度的 81.4%，以及红肌、白肌纤维，骨骼肌纤维数量等都取决于遗传的支配，通过训练和加强营养不易得到大的改变。因此，要选拔先天指标有利于从事体育运动并且最适合某个专项发展的青少年运动员进行培养。

1. 运动能力与种族、家族的遗传

根据格来贝和盖达的统计，著名运动员后代中平均有百分之五十的人运动能力突出。我国陈氏举重家族（陈镜开九破世界纪录，他兄弟陈满林、侄儿陈伟强也都多次打破举重世界和青少年世界纪录），穆氏游泳家族及前苏联布勃卡兄弟（撑竿跳高）等都是众所周知的例子。在所有运动项目中，击剑、拳击和射击这三项的“家族性指数”最高。因此在选拔运动员时，应特别注意从事体育运动的父母的子女，如果父母一方是从事体育运动的，则用观察法分析子女在形态，机能，素质等方面倾向于父亲或母亲的程度大小，对运动能力强的家族，种族的子女优先选拔。

2. 形态学遗传

人体的各种长度、宽度、围度、体重等均是遗传决定的。国内外体育工作者对形态选材进行了大量研究，并在选材实践中直接运用。

（1）身高。身高与各运动项目有密切关系，是选材培养定向的重要指标，最为人们所重视。

身材高矮与遗传关系很大。国外遗传学者研究认为，世界上最高的人种是非洲乍德湖地区的黑人，男子平均身高 183 厘米，最矮的人种是非洲的侏儒型类黑人，平均身高只有 140 厘米。两者差异竟达 25%。这是基因决定的。当然有许多环境因素，如气候、食物习惯、工作性质等等会对身长发生影响。

身高在外型方面遗传系数最大高达 0.79（体重为 0.50，胸围为 0.64）。目前预测身高的方法很多，如用子女和父母身高关系计算法；根据自己身高推算法；以脚的大小预测；骨龄预测；X、Y 染色体长度预测等。目前国内已普遍开始应用骨龄来预测。

根据人类遗传学关于各组染色体大小在同一个体各细胞中较恒定的依据，不随年龄及身体发育而增大或缩小。因此，可以从一个幼儿的性染色体

长度上预测未来身高，根据运动项目的特点需要，选拔高身材或中等身材或低身材的运动员进行培养。

(2) 体型。一般分为肥胖型、瘦长型、运动型三种，每个人有自己的基本体型。体型是遗传决定的，然而环境因素可以大大地修饰它，少年儿童虽然不如成年人发育得明显，但可参考父母体型，结合皮下脂肪测量进行观察分析。

(3) 下支髋关节和上肢肩关节。这两个关节直接影响上下肢灵活性、柔韧性，技术动作掌握与解剖结构的遗传有关。因为股骨头和肱骨头面积大小，髋关节窝及肩关节窝的深径、直径等所成的角度是先天的。分别用 X 线测量可以分析判断。

3. 生理机能遗传

(1) 心肺功能。通过血压、脉搏数、心脏形状、肺面积、胸部形状等各项指标的双生法研究均表明遗传影响是主要的，后天环境影响程度小。

加拿大的李绍拉斯发现人体最大摄氧能力的遗传系数高达 0.93，最大脉搏频率的遗传系数为 0.86。

前捷克乌尔布利望博士研究，心肺功能各项指标从童年到成人均有较大的发展稳定性。其中稳定性最大的是脉搏频率，呼吸频率，每公斤体重的摄氧量，每公斤体重每分钟呼吸量，氧脉搏和每次呼吸的耗氧量等。因此，可以从 11~12 岁时的心肺功能指标来预测成人后的心肺功能，其中脉搏频率是所有心肺功能指标中稳定性最强的指标之一，测定比较方便，因此在大面积测定时可单测稳定状态和次最大负荷时的脉搏频率并结合肺活量，作为选材标准。这样把心肺功能强的青少年选拔成运动员进行培养，特别是对于耐力性运动项目十分重要。

(2) 神经反应和肌肉结构遗传。神经和肌肉功能大小直接影响力量、速度、爆发力、弹跳、耐力等运动能力。研究表明：四肢肌纤维数量是遗传的，每个人出生 4—5 个月就固定下来，以后不再改变。由于肌纤维的数量多少，影响到运动员力量及四肢围度大小，对于举重、投掷、体操、长跑等不同的运动项目要求不同。如：重量级举重、重器械投掷运动员需要增加力量和体重，一个人假如一万条肌纤维，另一个人五千条肌纤维，因肌纤维数量不同，所以通过训练，四肢力量及粗细不同，体重增长也不同。

有些项目不需要体重大和四肢粗壮，假如挑选了一个肌纤维很多的运动员，通过力量训练使其每条肌纤维横断面加粗，结果很快上下肢变得粗壮；如果不进行力量训练而四肢力量素质又跟不上专项的需要，使教练员在安排训练计划时造成一定困难，不易掌握。

美国达登研究，一个人力量的大小取决于肌肉体积，而肌肉体积的发展潜力主要决定于各个人的肌肉长度（不是指骨头长度，而是指肌肉两头肌腱之间的长度）。例如有两个人，一个人的肱三头肌长 6 寸，另一个人长 9 寸。后者长度等于前者的 1.5 倍，横断面积的潜力等于前者的 $(1.5 \times 1.5 =) 2.25$ 倍，肌肉力量的潜力等于前者的 $(1.5 \times 1.5 \times 1.5 =) 3.75$ 倍。训练前两人手臂肌肉体积差不多。而肌肉的长度是遗传的，不受后天训练的影响，因此可以从肌肉的长度来预测未来的肌肉力量。

红肌和白肌的类型与运动选材及训练的关系，一般认为：

白肌（快肌）——骨骼肌百分组成与肌肉的收缩速度和爆发力成正相关，与纵跳速度和腿部力量成反相关，通过力量训练其横断面增加较大。白肌百

分组成大的个体适于短跑、举重等许多项目，是爆发力的先决条件。

红肌（慢肌）——骨骼肌百分组成与肌肉静力、耐力成正相关，通过训练其横断面有所增加但较小。红肌百分组成大的个体适于长跑、马拉松等耐力性运动项目。

（3）视觉、听觉、位觉功能的遗传。这些方面的功能对运动有着重要的作用，特别是对于球类、体操、跳水等技术复杂、动作方位改变较大的项目，尤其是当运动员训练到一定水平时，这些因素便成为影响技术成绩提高的主要矛盾。

视觉——如色盲是遗传的，近视也有遗传。视觉好坏个体中差距较大。主体视觉对球类运动员精细、准确地判断人与球各种位置距离起主要作用；中央视野对击剑、射击、射箭等项目起重要作用；周边视野对球类运动员协调性，投掷运动员器械出手偏斜有直接影响。

听觉——每个人的听力先天有差距，听觉灵敏度高的运动员通过对球的声音的变化能很好地判断并正确处理发挥打球的技术。

位觉——即平衡机能，也是遗传的，后天环境可使其改变，运动时人体位置发生激烈复杂的变化（如直线、旋转、上下，加速等）平衡机能不好的个体，则出现四肢、躯干颈部肌肉紧张、眩晕，视觉、听觉及位觉失调，脉搏、血压呼吸频率改变等，影响技术动作准确性及本身方位的判断。

（4）神经反应速度的遗传。神经反应的快慢是决定一个人的速度快慢的重要因素之一。前苏联塔尔巴契尼克等人认为速度能力作为一种身体素质来讲是天生的，是很难培养或改变的，也就是说具有很大的稳定性。另据日本水野忠文研究，50米快跑成绩的遗传系数高达0.78。因此，可从短跑成绩好的少年运动员中物色培养对象。此外还有两项速度指标也具有稳定性，有预测的功能。一项是最大步频，另一项是快速跑中的支撑时间，即单脚踏地时间。可采用触点跑道和波动描记器记录。古巴优秀短跑运动员，奥运会获奖者菲格洛拉的单脚踏地时间为0.08秒。前苏联短跑高级运动员为0.11—0.13秒。普通人为0.14—0.15秒。

（5）节奏感和耐力遗传。节奏感——前苏联尼基丘克教授指出，节奏感（指准确地掌握和再现动作节奏的能力）是一种难于训练的素质，有稳定性，对跨栏跑来说特别重要，是选择跨栏运动员最有预测性的指标。

耐力——前苏联费明和戈罗霍夫的研究结果表明：植物性速率（长时间地保持步频和心率高度协调的能力）指标不随年龄的增长而改变，有天赋性质，具有稳定性。和其它指标一起可以作为确定少年从事长跑运动潜在能力的基础。利用这项指标可以进行早期预测。

另据前苏联尼基丘克教授研究，神经肌肉器官在负荷后机能恢复时间的长短，是预测耐力的重要指标之一。

4. 生化代谢方面的遗传

人的机体在生化方面的基本物质，化学结构方面是相同的，另一方面每个机体又各具有生化个性，具有一些独特的蛋白质，这种独特性必然反映到体质、生理和生化代谢的特征上来。

（1）乳糖及乳糖酶代谢的遗传。符莱斯教授对全世界各地区各民族进行了大量调查和仪器检验，证实乳糖的活性高低是由遗传决定的，是常染色体隐性遗传，乳糖酶活性高的人对牛奶中乳糖分解得多，血中葡萄糖高。反之，乳糖酶活性低者对乳糖分解得少，血中葡萄糖低。根据世界调查分布情况可

以看出欧洲人、美洲人、高加索人、非洲人的乳糖酶活性高，亚洲人、中国汉族、还有其他地区人乳糖酶活性较低，从年龄上来看小孩吃奶时三岁以下乳糖酶活性高，一般到成人时乳糖酶活性下降，但欧洲白人乳糖酶的活性仍然高。乳糖酶的高低，对人体营养，体质可能有一定关系。因此，不要迫使对牛奶、乳类不适应的运动员大量饮食。

(2) 对葡萄糖吸收的遗传。个体对于葡萄糖的吸收机能是遗传的。血糖是运动员主要能量的来源，所以选材中应考虑这一指标。

(3) ABO 血型的遗传。血型是遗传的。中国科学院遗传研究所通过对汉族 335344 ABO 血型的调查，人，其中 O 型占 33.7%，A 型占 28.8%，B 型占 28.7%，AB 型占 8.8%。

5. 智力的遗传

人类遗传学者通过对脑及神经系统的研究发现，染色体畸变基因缺失和异常等，引起神经细胞生物化学反应的变化，使智力和行为受到影响。

大量研究表明，智力有遗传基础是肯定的，它是一种多基因遗传，遗传只规定了智力高低的上下限，而实际的表现受主观努力和客观条件等后天因素影响很大。

智力对于运动员十分重要，特别是对于训练计划的理解，正确技术动作的掌握分析，战术配合的发挥，文化素质的提高等等。那些认为运动员“头脑简单，四肢发达”的说法是错误的。智力水平对运动技术水平，运动成绩的提高有着很重要的意义，在选拔运动员时要引起重视。

6. 选材应注意先天性遗传病

根据 1978 年的统计，人类遗传病已知的有 2735 种，其中常染色体显性遗传病 1466 种，隐性遗传病 1073 种。X 连锁遗传病 196 种。遗传病对于运动的影响程度不同，有的大，有的无关。在选材中应首先进行健康检查，并对父母、家族的病史进行分析，特别要注意家族性心脏病（显性遗传），原发性高血压缓进病（多基因遗传），及先天性贫血等。

运动员心理选材

影响优秀运动员成长的因素是多方面的，不仅需要运动员有超群的身体素质，极大的生理潜力和遗传方面的优势，而且还需要有运用、动员、发挥这些优势的心理能力。运动员不仅是一个自然实体，而且也是一个社会的实体。“人为万物之灵”，人类是有智慧的动物，人类的智慧反映了具有比动物更高或本质不同的心理活动。我国著名的心理学家潘菽认为：人体有生理和心理两种机能，二者是密切不可分割的。运动员所进行的运动活动，既是身体的运动（生理运动），也是心理的活动。而生理活动与心理活动是统一的，其中心理活动对运动员的活动起着调节、控制和主导的作用。心理因素在运动中的作用和意义越来越被广大体育工作者所重视。运动技能的学习与掌握，比赛成绩的发挥，都与运动员相应的心理素质和个性特征有关。心理训练业已成为现代运动训练的重要组成部分。

早期科学选材的基本构思是从众多的少年儿童中选拔具有优越先天性竞技能力并具有巨大竞技潜力者作为训练对象，以求通过系统的科学训练使其竞技能力得到充分的发展。研究表明，运动员的心理品质在许多方面显现着遗传的性质，运动员的气质、反应、个性都在很大程度上受着先天性因素的强烈影响。

1. 运动员心理选材的科学基础

运动员的选材所要解决的核心问题，是对所选对象未来的竞技能力的预测。没有准确的预测，选材的成材率就不会高。预测是通过各种渠道，各种途径对运动员成材的各种因素，占有大量的科学材料，进而应用统计分析的方法建立相应的选材模型。

由于现代科学的发展，特别是脑科学的发展，已经在一定程度上为科学地组织运动员心理选材准备了必要的条件。

(1) 遗传机制的研究为心理能力的预测提供了可能

遗传素质，及与生俱来的解剖生理特点，特别是感觉器官和神经系统活动的特点，对人的某些心理能力的发展具有重大影响。人心理的实质，是人脑对客观的反映。客观现实是心理的内容和源泉，人的心理是在生理（大脑、神经系统、感觉器官等）的基础上产生的，同时也是有客观规律可循的。可见人的心理的物质本质及活动规律（高级神经活动的规律等）的揭示，为运动员心理能力的预测提供了重要的条件。

(2) 年龄心理规律的研究为心理能力的评定提供了可能

发展心理学和儿童、少年年龄心理学的研究表明：作为生物体的人，不仅在机能、形态、素质等方面有其年龄发展的生理规律，而且有与形态、机能、素质、发展等特点相适应的一般心理规律。如感知觉、记忆、注意、思维、自我意识等心理品质的发展都具有年龄心理特点。如时间知觉（视觉、听觉、动觉的时间差），空间知觉（时空判断），反应时，操作思维，深度知觉，综合反应等。而且儿童、少年的年龄心理特点，一般都具有相对的稳定性。这就为运动员心理能力的评定提供了可能。

(3) 心理发展的可变性与稳定性为心理能力的诊断提供了可能

人的心理如注意、记忆、思维、情感、意志，都在不断的变化之中，而且由于主客观条件的不同，心理表现也不同。但同时还应看到，以上举例的各种心理过程、心理现象、心理特征都有其相对的稳定性。即在一定时间内，一定条件下，一定活动的主体，其心理活动的量和质有其规定性。如注意的范围，人们在一定时间内所能注意客体的数量是有限的。人们的记忆在一定时间内，对一定性质和数量的信息，记忆的速度、质量和数量是有规律的。在一定条件下，反映人的操作思维能力的最佳步数和最快时间也有一定客观反映。人们的气质性格类型既可以从长期观察中了解，也可以通过多种方法进行诊断和预测。

2. 运动员心理选材的内容与方法

(1) 心理选材的一般内容

为培养高水平优秀运动员，遗传素质的优势加上良好的早期训练形成的高起点，和科学训练都是不可缺少的必要条件。心理选材是从遗传和高起点两个方面进行工作的。运动员心理选材的基本内容包括心理过程和个性心理特征等主要方面。

心理过程。包括认识过程，情感、意志过程。在认识过程方面，包括运动员感受性的敏感度，知觉的准确度，运动表象的完整性和清晰性，反应的迅速性、选择性、准确性，操作思维的敏捷性、实效性，运动记忆的及时性、准确性，以及运动员的想像力和注意力等方面的心理机能。有的可以用仪器测定和分析，也可以进行定性分析研究。至于运动员的意志和情感以及心理状态等方面的特点既可定量地测定和分析，也可以进行定性分析研究。

个性心理特征。运动员的个性特征表现在性格、气质、兴趣、能力等

方面。气质的生理机制神经类型，是可以利用生理学和其它测试方法进行测定的，气质类型也有多种测试方法。而运动员的意志性格特征，运动员的兴趣以及运动能力的某些表现，目前尚多采用定性分析。

(2) 心理选材的一般方法

常用的运动心理学测试方法如下：

肌肉空间感觉阈限的测试，常用专门的传感器（测定各部位）、测定肌肉用力感觉的测力计和动力描记器测定。

视野和视觉知觉的测定。用视野计和霍尔/多尔曼深度知觉、测试仪。平衡感觉的测定。用旋转椅。

时间知觉的测定。如用秒表计时，或用电子秒表装配成时间知觉测试仪，测定运动员能否正确估计时间和时间间隔。

空间知觉测定。包括深度知觉及物体空间关系的知觉。研究被试和物体空间关系。采用能确定物体运动和被试视、动觉关系的仪器。

操作思维的测定。在各种活动条件下，思维特点的测定（如逻辑思维能力，创造思维能力，以及应变思维能力等）常用三个筹码的游戏。还可采用计算机模拟研究。

动作反应的速度及准确性的测定。根据所需测试的心理指标，运用和设计各种反应测试仪器，在特殊条件下，有的可以用秒表测定反应时。

运动记忆的测定。主试人根据测试的目的、任务编出一套动作，要求受试者限时学习和重复所学的动作。还可以采用电子显示器进行测试。

自我感觉能力测定。可让运动员做一组动作后，估计自己完成动作的情况（质和量）。根据被试完成动作的客观表现给予评定。

意志力的测定。要求运动员用自己的最大力量、速度、频率指标完成一定的练习（在时间和次数，质量上均有一定的要求），做完后，向被试者提出新的指标，要求超出上述指标。根据被试前后完成动作情况对其意志力的表现作出评定。也可以采用有关神经类型、气质类型的测试方法，对被试者的意志特点进行评定。

(11) 模拟专项运动心理特点的测定。根据各个项目的特点，模拟某项运动的特定的心理特征，可用专门的仪器或模拟某种活动情况，测定被试者与专项有关的各种心理特点。

(12) 心理状态的测定。可通过闪光临界频率和皮肤电阻的测定，了解运动员神经过程的易变性和心理状态的可变性，以及运动员情绪状态的特点。

(13) 运动员神经系统活动特点的测定。通过测定运动员对各种外部刺激或信号反应（视、听、触等）的情况分析评定，也可以用专门的测试方法和仪器测定。

(14) 运动表象、注意的特性、动作准确性、运动定向等的测定。

(15) 社会心理学方法的评定。采用调查、访问、座谈、问卷、个案分析研究等方法对运动员的个性特征进行评定。

(3) 不同选材阶段的心理选材

根据高水平运动员成长周期长、层次多的特点，国内外有关运动员选拔的措施与制度以及与之相关的选拔与培养的经验，一般把运动员的选材分为：初选阶段；复选阶段；精选阶段。

初选阶段。即从众多的儿童、少年中选取那些具有较高运动才能者，

经过短期试训、观察进行淘汰，然后选取体校学员。

在心理选材方法上主要采用团体的纸墨测试方法，纸墨测试的内容为儿童与运动有关的智力测验。通过大样本心理测试以及结合教师的观察、访问、谈话等方法，筛选出心理素质较好，智力水平较高的儿童。

复选阶段。即对已经进行过测试或短期体校训练的儿童、少年进行再选拔，作为各级运动队的后备力量，同时，为所选对象的专项定向提供科学依据。这个阶段的特点是：在全面选拔的基础上，突出专项运动所需要的形态、素质、机能、心理特征以及专项成绩等进行评定。

精选阶段。又可称之为追踪选拔阶段。它的主要任务是挑选那些运动才能卓越，运动成绩拔尖，形态、素质、机能、心理条件超群，经过复选阶段和早期训练，已经显现具有运动潜能的优秀后备选手。

运动技术的创新

运动成绩的提高同运动技术改进有着密切的联系。在田径运动中表现得尤为明显，第二次世界大战后，前苏联短跑界创造了摆动式跑法，风行一时。这种跑法充分发挥后蹬的力量，用力摆腿，前蹬时不用小腿，用前掌着地，并注意送髋以减小后蹬度。近年来，优秀短跑运动员都采用高抬膝盖的跑法，因为，抬高膝盖的生理反射机制，可以促进蹬地腿增强蹬地作用。并能保证充分送髋、缩小蹬地角度加长步幅。美国田径学派强调步幅、快速摆臂和折叠后腿，注意动作放松协调的跑法，使美国短跑选手在田坛处于领先地位，并把100米跑成绩提高到9.95秒以内。

长跑的技术也有了明显的变化。现代采用的重心高、步频快、步幅小、重心起伏小的跑法可以有效地节能，经济地用氧，从而淘汰了过去那种大步跑法。两种摆臂姿势——新西兰的低摆姿势和一般的高摆姿势都为各国运动员接受。另外，多数优秀长跑运动员也都采用了腰部转动技术。这种技术可以节约能量，运用于短程长跑比赛中尤能产生实效。

现代跨栏也抛弃了过去那种“为跨栏而跑”的错误概念，开始形成仅仅将栏看作是短跑途中的障碍的概念，从而在短跑技术基础上形成了跨栏跑的技术规范：挺胸、臂由上向下压摆、高抬膝盖和提高身体重心。

踏跳技术在七十年代以后的明显改进，使跳远运动成为一个较为成熟的项目。五十年代时，前苏联运动界曾提出运动员跳远时应意想“把踏跳板踏入地下”，同时用力蹬伸踏跳腿的提高成绩的主张（在日本也有屈腿用力向下踏的提法）。但实践证明，这个主张不能达到预期的效果：因为要靠踏跳腿的瞬间伸屈，获得巨大的爆发力是困难的，而且，着意于踏跳，神经的指挥重点偏重于踏跳动作本身，以致降低踏跳速度。因此，一种踏跳时意想“跑向空中”，同时摆动腿有力向上摆动的新的跳法出现了。这种新跳法可以在不降低速度的情况下增大踏跳效果。前西德的跳远运动员正是采用这一跳法取得了优异成绩。与此同时，跳远运动中的三级跳技术也得到很大改进。波兰人借助助跑速度，采用踏跳时两臂前摆的跳法，都可增大踏跳的力量。两种跳法都为各国运动员所习用。

在跳高运动中，俯卧式跳高技术经前苏联教练员的多年改进，已经日趋完善。慕尼黑奥运会上分获冠、亚军的达尔马克和原东德的勇格的跳高过竿姿势比较流行。前者过竿时，在竿上围绕纵轴转动，随势过竿，背先着地；

后者的踏跳腿动作比一般人为早，过竿前，足尖和膝盖已开始外展，到竿上时便达到了越竿的状态。1968年墨西哥奥运会上，美国选手福斯贝里以他创造的“背越式”技术夺得金牌。从此，背越式跳高技术因其简单易学，特宜于女子采用而得以迅速流传，到七十年代时已成为与俯卧式一样受人欢迎的跳高法。

田赛技术也在发生同样的变化。长期以来一直被运动员视为有效方法的背向滑步铅球投掷技术，七十年代时已被以腰部为中心、上体向投掷方向猛力扭转的投掷法所代替；第二次世界大战后诞生的背向铁饼投掷法淘汰了战前因姿势过高、不能用尽全身力量的侧向旋转技术。经二十余年对旋转技术的改进，最大限度利用四肢和躯干的动作幅度、采用快速旋转方法掷饼的技术，已经把铁饼送过70米大关。

三大球技术、战术的完善可以代表球类运动的发展趋势。足球完成的三次战术变革使该项目成为球类运动中最有影响、最受欢迎的项目。1953年，匈牙利队采用“四前锋”阵形及悬殊比分击败了以“WM”阵形称雄于世的英国足球队，从而结束了“WM”阵形二十余年来一直统治足坛的局面。新的阵形是“WM”阵形的发展，它将“WM”阵中的中锋拖后，2个内锋突前，与2个边锋形成4个前锋，用以进攻“WM”阵形中1个中卫左右的两腰空档，因而增强了攻击力。这一阵形打破了WM阵形中3个前锋对3个后卫的平衡局面，使攻守出现了新的不平衡，推动了足球运动的发展，实现了现代足球战术的第一次变革。1958年，巴西足球队又把“四前锋”阵形发展为“四二四”阵形，完成了现代足球的第二次战术革命。这一新设计的阵形减少了队员的排列层次，保持4个前锋，中场任务则主要由2个前卫担任；同时，用2个中卫盯住对方的2个内锋，形成4个后卫对4个前锋的局面，使攻守继“WM”阵形之后再度达到平衡。巴西人靠4个后卫排列的踢法，登上了第六届世界足球锦标赛冠军的宝座。1974年，在第十届世界足球锦标赛上，出现了荷兰人的全攻全守的打法。这种新的足球战术要求队员技术全面，能根据场上的攻守需要，到任何一个位置上发挥该位置队员的作用。这一战术打破了阵式对队员的束缚，充分调动和发挥队员的积极性和才能，同时，对队员在身体素质、技术、战术和意志品质、战斗作风诸方面，也提出了更高的要求。这一新的战术的问世，把足球运动推向了一个新的水平，从而被人誉为足球战术的第三次变革。

在四十年代末，美国教练员布鲁斯·德雷克创造了换位进攻战术，提高了篮球投篮命中率（加之五十年代出现的单手投篮和继而兴起的跳起投篮，更把投篮命中率提高到50%）；六十年代中期，美国教练员罗伯特·道尔又提出了“移动进攻”的概念。进入七十年代后，美国，继而南美、欧洲，以及亚洲的不少运动队都相继接受并开始运用这一战术概念，逐渐在篮球运动中形成了一个新的发展方向。此外，四十年代末3秒钟规则和后来的30秒钟规则的制订，使比赛变得更加激烈。由于业余和职业篮球的结合，1984—1988年的篮球新规则又扩大了球场（长由26米增加为28米，宽由14米增加为15米）球队犯规次数每半场由8次改为7次，并新添了3分线（在线外投篮，每中3分）。这些新的规则迫使对篮球战术进行大调整，并对运动员的个人体力和技术，尤其是全队的整体配合提出了更高的要求。因此，新规则实施后，篮球运动中，各队的突击小组、包夹小组、“铁三角”、“长短篮板球”、“复位中锋”等的训练都将被列为专门训练的内容。正是这些变化的发生，

使现代篮球成为一种战术复杂，战况多变的吸引人的运动项目之一。

排球运动战后的发展，很大程度上应归功于亚洲运动员。六十年代日本女排创造的飘球（发球的一种）代替了五十年代流行的发球——旋转球，从而给对方造成了更大的威胁。从七十年代起，由于各国选手对发球技术的不断探索，勾手飘球、上手飘球、勾手发球、高吊发球等技术也相继出现。同一时期中国女排创造的“近体快”、“短平快”、“平拉快”、“背快”等快球技术和包括有“前飞”、“背飞”、“拉三”、“拉四”等技术和“空间差”的打法，以及日本运动员创造的滚翻垫球技术，都对排球运动的发展起了极大的推动作用，使之成为激烈竞争、技术高难、且有猛击和拦网组合的复杂的运动项目。另外，六七十年代日本教练员、运动员运用的极限训练法、斋滕身体训练法（又称“斋滕体操”），至今仍为各国运动队所重视和采用。

竞技性体操虽然有着悠久的历史，但也只是直到第二次世界大战后才经分化成为现在包括有竞技体操、技巧运动和艺术体操的一个大项。1956 后的苏黎世会议把竞技体操动作分为 ABC 三个难度等级，是完善其评分制度的重要一环。70 年代出现的“三性加分”（即按体操动作的惊险性、独特性和熟练性加分）的评分规定，促使运动员去努力攀登难度高峰，创造新的技术动作，把技巧娴熟并且有个人特色的动作用于比赛。50 和 70 年代，“第三种比赛”（即单项决赛）和第二种比赛（即全能决赛）的相继确定，形成了现行的比赛体制。战后几十年，由于各国运动员不断地探索、创新，创造出诸如旋翻、单臂大回环、叶格尔空翻、德尔切夫空翻、特卡切夫腾越、马凯洛夫腾越、托马斯全旋、笠松跳、冢原跳、以及以中国运动员姓名命名的新的技术动作，使竞技体操不断丰富和发展。

技巧运动是五十年代才由自由体操中逐渐分离出来，成为一个独立比赛项目的。长期以来，双人动作造型的难度动作的选择与编排都是以雕塑艺术的造型动作为其依据，从而形成了完成整套动作过程中，以“上面人”完成动作难度，而“下面人”仅作支撑之用的单调呆板的静力造型特点。但是，在近年来，前苏联、保加利亚队员突破了这一传统，他们的“下面人”在完成将“上面人”单臂推起成高单臂水平动作时，也同时完成慢下蹲成坐打滚转体 360 度的坐式高单臂动作，为双人技巧表演由静力造型发展为动作造型迈出了第一步。至于男、女单人的动作连接，自从中国运动员采用空翻代替后手翻后，已经变得难上加难了。

自 1963 年竞技性艺术体操被列为比赛项目后，球操（1967 年）、绳操（1967 年）、圈操（1967 年）、带操（1971 年）、棒操（1973 年）也相继被列为比赛单项。至此，竞技性体操家族基本形成。

在田径、球类、体操几个运动项目逐渐成熟的战后几十年间，其它运动项目也都经历了项目完善的过程。如 1977 年，举重比赛按体重分为 10 级；1968 年，跳水运动从游泳运动中分离出来；1982 年，射击已由 1897 年的用 1 种枪支进行 5 个项目发展为用 12 种枪支进行 54 个项目比赛的大项……不用说，冰上、雪上、划船、自行车、马术等运动也伴随运动战术、技术、器材、设施的发展，变得更加完善。

在旧有项目不断完善、成熟的同时，在群众体育蓬勃发展的过程中，一个个新的项目也在相继出现。苏格兰人的转球和掷冰壶游戏，经欧美各国战后几十年的广泛开展，现在已经开始组织世界锦标赛。本世纪五十年代兴起

的冰上跳越障碍比赛，继 1951 年第一届国际比赛后，世界锦标赛也已开始举行。受人欢迎的花样滑雪和带翼滑雪现在已经在欧美各国普遍流行。前者于 1981 年得到国际滑雪联合会承认，并于 5 年后在法国举行了第一届锦标赛；后者虽然于 1981 年在法国、瑞士、奥地利等国问世，但发展、传播异常迅速，已经可望成为奥运会项目。水上运动中的新兴项目——帆板运动，虽然直到六十年代末才在美国兴起，但不久便传向欧洲、东南亚、澳大利亚等地，并成立了国际帆板协会。1974 年，举行了首届帆板锦标赛。1984 年，帆板又被列为奥运会比赛项目。源远流长的打水片游戏，由于美国人比尔·莱勃在六十年代举办公开赛而成为一个得到国际承认的项目，时至今日，每年 7 月 4 日在美国密执安州的大型国际赛会仍在举行。六十年代兴起于美国的飞盘运动，迅速传向中、南美以及东欧各地。1967 年国际飞盘协会成立后，每年都要举行有许多地区和国家参加的国际飞盘锦标赛。由澳大利亚土著人的狩猎工具发展而来的飞旋镖运动，近年来已经遍及欧、美以及大洋洲国家，1984 年夏天在美国举办的第一届国际飞旋镖锦标赛，证明该项目已经得到国际承认。另外，美国的掰手臂比赛（兴起于 50—60 年代），结合了网球和手球特点的墙网球运动（兴起于六十年代）、从滑水运动演化而来的滑轮板运动（兴起于六十年代）、足球运动的演变形式——室内足球（始创于七十年代初），以及对人的耐力、意志品质具有巨大培养价值的铁人三项运动，都是一些越来越流行的新兴运动项目。

训练方法的革新

第二次世界大战后，由于运动成绩普遍提高，一个运动员仅凭过去常用的改进运动器材和完善运动技术的方法已经很难获得成功了。不少教练员认识到，要打破纪录，除要继续在改进运动技术和器材方面作出努力外，更重要的则是加大运动训练量。首先在运动训练中采用这一原则的是前捷克斯洛伐克运动员爱弥尔·扎托别克。

最初，扎托别克同其他运动员的训练方法并无什么差异，是后来，他在医生帮助下才开始采用一种所谓“超量训练”的方法，即每天跑 40 至 50 公里，整个训练都按严格的综合训练制度施行。他认为：“对长跑运动员来讲，最根本之点是跑步距离要尽量长，速度要尽量快。不要怕大运动量，它只能给人带来好处。”

按新方法训练后，扎托别克的运动成绩扶摇直上。在包括有三届奥运会（伦敦、赫尔辛基、墨尔本）在内的一系列重大比赛中，他一共 40 次打破了前捷克斯洛伐克国家纪录和 19 次打破世界纪录。他成为竞技运动史上第一个闯过 5000 米 14 分大关和 10000 米 29 分大关的运动员。面对这样一些辉煌的胜利，从 50 年代初起，不仅各国的长跑运动员，连其它田径项目的选手，以及举重、划船、游泳、球类的选手，都开始按扎托别克的训练方法重新审查自己的训练方案，在加大运动量后，他们也同样取得了好成绩。直到今天，扎托别克的加大训练量的方法仍然是取得优异成绩的重要手段之一。J·诺克在七十年代时又再次重申了增大训练强度的意义：“从生理学观点看，过去的训练量太保守，一星期 2—3 次训练课不能充分动员潜力提高技能水平。为了寻求适当的训练时间，建议一天进行两次训练……。最近的试点经验证明，只有调动身体全部潜力，才能取得最好成绩。”

四十年代时，瑞典长跑家创造的“法特莱克”（瑞典文，意为“速度游戏”）训练法，曾培养出1500米、1英里、2英里、5000米的世界纪录创造者戈·赫克。五十年代以后直到现在，新西兰、澳大利亚以及前西德的一些世界一流的优秀长跑运动员，都是用这一方法培养出来的。这一训练法把运动员置于天然环境训练，无论平原、树林、山地、沙丘或雪野，都可作为训练场地。训练的间歇时间和休息形式都按运动员进行的专项特点和本人的自我感觉而定。这种训练法有利于运动员独立工作能力的形成，并能对其产生良好的心理影响，但却难以精确计算运动量，对运动员的速度素质形成不足，且常削弱运动员和教练员之间联系，因此，此法经常同其它训练法，如间歇训练法合用。

间歇训练法也形成于四十年代，广泛用于游泳和田径训练中。这种训练法把整个训练过程分为若干段，各段作业之间按严格规定的作息间进行。经实践证明，这种方法对提高速度和速度耐力，增强呼吸和心血管系统的机能等有明显效果。间歇训练法的创始人，前德国著名教练员凯什列尔，在四十年代时曾培养出优秀长跑运动员哈尔贝克。1952年，他的另一名学生、卢森堡运动员巴捷尔在赫尔辛基奥运会上又夺得了1500米金牌。十二年后，由于采用了这一训练方法，在美国全国大学校际比赛联合会举办的游泳锦标赛上，过去的全部纪录都被刷新。

重复训练法是在间歇训练法基础上形成的，这种新的方法是让运动员在相对固定的条件下，重复完成某一运动动作。它对发展运动员的速度和速度耐力，培养其速度感和节奏感，降低甚至消除其机体各器官在比赛中的不良反应效果显著，且可全年使用。但是，却易于给运动员造成单调、枯燥感。法国前撑竿跳高世界纪录创造者蒂埃里·维涅龙的训练经历就反映了这种训练方法的情况。他曾说过，他为了进一步改进自己的跳高姿势，曾对助跑、起跳、翻转等动作进行过数以千计的反复练习。

五十年代初期，前德国人缪勒尔和赫廷格尔研制出了肌肉对抗练习法，为运动训练提供了有效的辅助练习形式。这种练习的原理在于：肌肉处于非运动状态时的对抗或静态收缩，会产生紧张，这种紧张可以增强运动员体力，使受伤肌肉恢复正常功能。1961年鲍勃·霍夫曼提出的“等长性练习”，要求运动员用力时用静止的肌肉收缩方式来发展肌肉功率。这种新的理论是对五十年代肌肉对抗练习法的进一步发展。阿·埃·斯但因认为，等长性收缩可以通过举一个提不起的重物，推一个掀不动的物体，一组肌肉群与另一组肌肉群对抗的收缩的方式获得。

1957年，英国人摩根和阿达姆逊设计出极具实用价值的循环训练法。该法是让接受训练者按一定顺序，轮流在一定作业点上练习的方法。实践证明，对每个作业点进行往复循环的练习，能有效地增大练习密度和运动负荷，激发兴趣，提高机体能力。直到现在，这种训练法仍被各国教练员重视和运用。

六十年代后期，各国教练员从运动生理学、力学、心理学角度进行研究，取各家之长，又创造了综合训练法。这个训练法旨在发展运动员在不同运动项目所应当具备的相应的身体素质。它能确保运动员的身体既全面、又有侧重地发展，促进其潜力充分发挥。由于训练内容多种多样，因而可以提高运动兴奋状态。经采用这一训练法后，田径等项目的纪录又为之一新，一些“多面手”的一流运动员也相继涌现。

高山训练法虽然在十九世纪时就已经萌芽，并在本世纪四五十年代就已引起体育界的注意，但直到1960年，代表高山民族的埃塞俄比亚运动员阿贝贝在罗马奥运会上一举夺魁后，才使各国研究人员开始认真考虑高山环境同人的生理以及运动成绩的关系。1968年的墨西哥奥运会最终促发了高山训练法的诞生，在运动会上刮起的“非洲黑旋风”——非洲运动员在许多运动项目，尤其是中长跑和马拉松比赛中的胜利，从“理论”和“实践”上证明了高山训练法的优越性，从此，高山训练成了各国教练员研究的热门课题。人们发现，非洲特定的高原气候给长跑训练带来了有利条件，因为高原（约2200米）训练比平原训练更能增强心血管功能，使红血球增多、血液的载氧能力加强，从而使运动员在比赛中获得更多的能量供应。然而要让长跑选手都到高原地区训练很难办到。于是科学家们便开始了研制高原训练器。美国麻醉师梅尔弗因·亨金和工程师乔尔丹·莱比经过八年研究，终于在1980年获得了成功。训练器由两只长方形的罐和面具组成。罐上各有一根软管和面具的呼吸装置相连接。经器械的自动装置，将呼出的气体通过一条软管引到一只长罐，分离出二氧化碳，储存起余下的氧气（15%）。运动员再吸气时，吸入的就是储存罐内的氧气和罐外空气的混合气体。这种气体与高原空气基本相同。训练器重四磅，运动员背在身上能很自如地进行训练。

实验研究表明，马拉松跑成绩在2小时12分的运动员，使用10周后成绩可提高到2小时10分30秒，跑3小时的运动员的成绩能提高约5分半钟；跑4小时的能提高约7分钟。美国著名马拉松选手萨拉萨尔1980年开始使用，每周跑115英里，其中90英里背着训练器跑，结果在1981年10月纽约马拉松赛上，创造了2小时08分13秒的世界最好成绩。

仿高原训练器——氧分压有氧训练器的研制成功，被认为是长跑训练的一大突破。运动员使用这种训练器，不但可增强有氧耐力水平，而且还能减少运动创伤。因为长跑运动员的运动创伤通常是由于跑程超过身体负荷能力造成的，而氧分压有氧训练器的使用无需跑很长的距离就达到提高耐力和速度的目的，大大的减少运动员的体力消耗，更有利于运动员成绩的提高。

由于现代竞技场上的竞争越来越激烈，运动员要取得胜利，除要具备良好的技术、战术素质外，在很大程度上则取决于稳定的心理素质。因此，心理训练在现代训练中占有极为重要的地位，已经成为基本训练的主要内容。现代的心理训练，不仅包括从前的一般心理训练，而且还包括专项的，以及根据个人特点拟订的专门心理训练，其主要内容有自我暗示训练、放松训练、集中注意力训练、意志训练等。其中以气功训练为主要手段的念功训练效果尤为突出。如现已发现在大运动量训练后，5分钟的气功练习，竟与一小时传统恢复活动的效果几乎相同。特别值得注意的是，念动训练现在经常同放松训练合用，不仅起战前恢复体力和放松精神的作用，而且开始被作为一种提高运动成绩的有效手段运用，例如前苏联设计的“心理调整训练”，其中后一部分的活动便是专为提高运动成绩而设的。这标志着心理训练已进入一个新的发展里程。

近十多年来，又出现了一种“无形训练”。所谓“无形训练”便是对运动员训练以外的生活作息制度、社会关系进行分析研究，以帮助解决实际训练过程中的部分问题。在前苏联、东欧、西欧、美国，这种方法已经越来越受到教练员的重视。

现在，教练员已经清楚地认识到，对运动项目“最好的训练形式是竞赛”，

因此，合理的比赛制度已经成为整个训练过程的有机组成部分。当前，正是为达到训练目的，运动队参加比赛越来越频繁。例如，原东德的田径和前西德的足球出现比赛终年不断的现象，其原因便在于此。

今天，绝大多数的教练员都知道，上述各种训练方法并不就是一种可以一成不变地运用于任何运动员和任何运动队的包打天下的良方。它们，诚如纽约大学副教授斯达特·路韦特所说的那样，可能对于某些运动员或运动队是“肉”，而对另外一些运动员或运动队则是“毒药”。因此，一个优秀的教练员总是在选用上述方法的同时，认真探索自己的道路。正是这种可贵的探索精神曾经促进并仍在继续促进着运动训练方法的不断发展与完善。

新材料不断改写体育纪录

日本撑竿跳高称雄一时的深刻含意

在今天，人们已经清楚地知道，无论什么样的体育竞技比赛，单凭材料的改进来让世界第一流选手创造世界纪录是极为艰难的。任何体育纪录的刷新，只有在运动员个人才干、训练方法和完善的体育器材、设施（包含着材料）融为一体时才有可能出现。

体育竞赛有许多项目，其中最能反映新材料开发对创造新纪录的巨大作用的要数撑竿跳高。纵看二次世界大战前后的撑竿跳高发展史，运动员用的竿子历经了由竹竿到金属竿、玻璃纤维竿的沧桑之度，相应地撑竿跳高纪录也有了惊人的提高。

在撑竿跳高史上，日本的成绩曾辉煌一时。1932年，在洛杉矶奥运会上，日本选手西田修平过关斩将，奇迹般地越过了4.30米的高度，虽然他仅以1厘米的优势险胜美国的米勒而获得亚军，但这一成绩却令同行刮目相看。紧接着在柏林奥运会上，日本人雄风未减，获得撑竿跳高的银牌和铜牌。

那个时候，能使日本撑竿跳高称雄一时的重要原因，正是由于日本有着丰富的竹资源。战前的撑竿跳高，运动员采用的是竹竿。日本和台湾（处于日军的占领下）都是有名的竹乡，世界优秀撑竿跳高选手无一例外地使用着日本加工出来的竹竿。日本京都和四国一带均盛产质量上乘的竹子。竹竿的加工，一般都要经5年左右的时间阴干，以使竹油能得到充分地排尽。虽然竹子的砍伐是在阳光下进行的，但毫不影响竹芯的强度和韧性。象这样得天独厚的条件，无疑会引来日本撑竿跳高的黄金时代。

金属竿在战争的苦难中降生

1942年，美国的瓦马塔姆以一种新型材料的竿子创造了4.77米的撑竿跳高最好成绩，从此之后，竹竿便在世界纪录中失去了它昔日的光彩。

这一事实的出现，乃是由于二次世界大战的爆发而迫使撑竿材料的转换。很清楚，战火的弥漫使竹源中断，欧美各国也为此而大伤脑筋，所以只有开发轻质合金的金属竿才能应付时局的变化。就这样，撑竿跳高开始了金属竿时代。

另一方面，日本也因战争的爆发而使撑竿跳高受到重创。由于战事的繁忙，竹竿的加工不得不以偷工减料来对付。竹子一经砍伐，就在太阳下晒干了事，这自然会造成日本撑竿跳高日益衰落。因此，可以说金属竿完会是人类被卷入战火后不得已才采用的。正如曾雄居日本撑竿跳高界十年（1950—1960）的安因矩明所道破的，这并非是由于金属竿生来就优于竹竿。

当然，就金属竿本身材料均匀且不易弯曲这些特点来看，确实胜过竹竿。然而正是抗弯性能好的竿子在插入插穴时会产生很大的冲击力，这就要求运动员必须使上肢练就出发达的肌肉。后来，新的撑竿跳高世界纪录确实出现了，但最高也只达到了4.83米（美国的德比斯创造）。由于战争的影响，撑竿跳高的成绩在整个金属竿时代的19年中只提高了6厘米。

玻璃纤维竿刮起了世界旋风

真正使撑竿跳高纪录腾飞起来的，还是玻璃纤维竿。早在1948年，美国杰克斯就曾想到过撑竿的工业生产，以使其具备竹子的性能。虽说玻璃纤维竿的弯曲性能在出世时并不太理想，但它的风姿却出人意料地迅速席卷了全球。1956年，在墨尔本奥运会上，钢竿还居于统治地位。可是希腊选手鲁巴尼斯拿出了玻璃纤维竿，赢得了撑竿跳高铜牌。尽管如此，还是未引起人们的重视。因此在以后的各种大型运动会上，玻璃纤维竿只能小露尊容。

日本领略玻璃纤维竿的英姿，还是1958年在日本小田原举行日美田径对抗赛时。比赛时，日本的安田矩明用钢竿经三次试跳横越了4.36米的高度，而美国的查尔斯仅在第二次试跳中就轻松地越过了这一高度，最后安田还是败给了查尔斯。当时，查尔斯用的是玻璃纤维竿，并且还递给安田，安田试了试，只因竿太粗，握起来不顺手而未使用。后来，安田参加了1960年的罗马大赛，日本才决定引进玻璃纤维竿。

正值撑竿跳高向新的纪录冲刺时，出现了一种议论：人体的体力已到极限，只能跳过4.87米。恰好在这时，美国的尤尔塞斯却用玻璃纤维竿飞越了4.89米的高度，“极限说”被打破，从这以后，撑竿跳高的成绩象雪崩一样从各方面突飞猛进。仅1962年的一年内，世界纪录就改写了三次，连续提高了11厘米。第二年，世界纪录又刷新四次，共提高26厘米。1964年，在东京奥运会上，选手们用玻璃纤维竿又展开了一场鏖战。一时间，象所谓“用玻璃纤维竿跳高不是体育运动，应取消玻璃纤维竿”之类的说法此起彼伏。然而这些论调未能阻止撑竿跳高运动的发展。如今，撑竿跳高的世界最好成绩已经突破6米大关。

标枪投掷——在新材料的发展中起落

体育纪录的创造与材料的发展密切相关。体育创纪录比赛，也就是器材技术改进的比赛。为了创造新纪录而费尽心机地对器材进行改革性的研究，其中最说明问题的莫过于标枪投掷这一项目。

标枪的材料，一直是采用木材，后来有美国的赫尔德兄弟标新立异，将木材改成铅材。哥哥博布是标枪运动员，与弟弟荻克合作，共同制作了铅材标枪。为了探索并减少标枪的空气阻力，两人还专门学习了空气动力学。1952年，世界第一根铅制标枪就这样在他们手中问世。后来他们又发现标枪的升力不够，于是又对标枪头部太粗等等缺陷加以改进。自东京奥运会后，金属标枪完全取代了木制标枪。与此同时，瑞典研究的钢制标枪也应运而生。

金属标枪出现后，标枪的投掷纪录连连刷新。然而正是纪录的不断刷新，使得一个令人困惑的问题出现了。1984年，在洛杉矶奥运会上，原东德选手乌贝霍恩投出105米的世界最好纪录，这一高水平的纪录，引起了田径界的不安。大家知道，运动场的跑道通常是400米，它限制了标枪投掷的视界。可是标枪飞出100米之后，就有可能超越视界，这自会引起人们的忧虑。鉴于这一情况。国际田联于1988年便作出了标枪重心最大距离向前移4厘米的规定。从这以后，标枪的世界纪录下降了约20米。因此，今后要创造好的世

界纪录，只有在标枪的加工和投掷技术上寻求出路。

在风洞实验的推波助澜下进步的跳台滑雪

近代的体育项目，无论在训练方法的改进上，还是在器材的开发上，都明显地反映着自身的科学性。象跳台滑雪就是其中最典范不过的例子。

80米跳台滑雪，从起滑到着陆大约要3秒钟。在这短暂的时间里，要想获得较远的飞跃距离，就得设法使运动员的升力增大，阻力降低。在理论上讲，升阻比较大，跳雪者留空时间就会越长。而从运动员体型来看，身材越长且体重越轻，则越有利于运动员飞行。换言之，只要运动员身体投影面积越大，则越能产生较多的升力，也就越能获得较远的飞行距离。如果体重轻，还能使运动员获得更长的留空时间。

除此之外，跳雪的姿势也不容忽视。在跳台滑雪的早期，身体前倾很少，而且手臂还反复往后摆动。有人认为，手臂往后摆动，会有助于身体朝前突，至少可获得1米的飞跃距离。

按照空气动力学的原理，将以上飞行姿势用风洞进行实验、分析，那么过去的那种不科学的看法便不攻自破。

最早进行这一风洞实验的，是瑞士的工程师斯德洛曼。日本的谷一郎（1967年）也做了同样的实验，得出的结论是：手臂来回摆动会增大空气阻力。

以上风洞实验的结论，在1972年的札幌冬季奥运会上得到了证实，而且得出了最理想的飞行姿势：手臂紧贴身体而伸向后方，使整个身子保持斗笠底形状。

改进后的滑雪板的滑行面

滑雪的滑降性能提高，也和运动员的服装有关，但更重要的还在于滑雪板的改进。

要说滑雪板的改进，1960年美国斯阔谷冬奥会是一个根本的转折点。此届奥运会前，由胡桃木制成的层板一直是滑雪板的主要原材料，后来，出现了一种表面贴金属层的所谓“人工材料”滑雪板，但最初由于滑行时振动大、性能差而一度受到滑雪选手的冷落。直到法国运动员比阿鲁勒在斯阔谷用这种“人工材料”滑雪板夺得优胜后，情况才有所好转。

对滑雪板滑行面的研究，其着眼点主要在降低滑行面和雪面的摩擦阻力上。滑雪板在雪面上滑行，依靠的是雪水，但雪水融化过多，则粘性会增加，于是摩擦阻力变大，滑行困难。

由此看来，不易沾水的材料，其滑行性能就好。人们很早也想到了将石蜡涂在木制滑雪板上以改善其滑行性能。而现在考虑的是如何研制出一种表面性能如同涂有石蜡一样的材料。十年前出现的超高分子聚乙烯正好是具备这种特性的材料，它的防水性很好，纵令石蜡材质是最优良的，也要相形见拙。

目前，为了防止滑行静电效应引起滑雪板吸上杂质，又推出一种具有导电性能的滑雪板，也就是使超高分子聚乙烯材料具有导电性。以后，人们又在这种材料中添加了玻璃和

石墨，进而改进了滑雪板在雪面上的追随性和操纵性。

一度惊扰了田径界的全天候跑道

如今提到全天候跑道——塑胶跑道，人们已不感到陌生。但是它在墨西哥奥运会上初露头角时，却因其性能不详而一度让田径界焦虑。钉鞋在土跑

道上的最佳摩擦力，通常是通过调整鞋钉长度获得。但在塑胶跑道上，多长的鞋钉为宜？在当时就连国际田联也不知道。在田径运动中，运动员刚起跑时较容易滑倒，因此要求鞋和地面的摩擦系数不得低于 1.7。当运动员全速奔跑时，摩擦系数须控制在 0.8 左右。但鞋底和地面的摩擦系数一般只有 0.4—0.6，因此，需要鞋钉来增大摩擦系数。

日本的小林一敏曾仔细研究过鞋钉和塑胶跑道间摩擦系数，但由于塑胶跑道在钉鞋踏上时，其表面会凹下，于是小林改变了思路，转而致力于无钉鞋底在跑道上的摩擦力的研究。为了深入进行探讨，小林把灯芯绒、维尼龙及三合土弄进了实验室，几乎将所有的东西都粘在鞋底上试验过，最后，他决定推翻常规跑鞋的制作惯例。

夭折的奥运会揭幕前的带发条跑鞋

1968 年，各种秘密体育器材随新式跑道相继在墨西哥奥运会上露面。日本小林一敏带到这届运动会上的是一双带发条跑鞋，这种鞋的鞋底呈波状，装有扭成“S”字型的钟表发条。这双鞋的粘接剂还未干，就由日本 5000 米跑的运动员带入了大会。谁知开赛前，国际田联突然宣布，禁止使用任何特殊结构的跑鞋，小林的苦心制作未显身手就这样化为泡影，尽管如此，小林至今还骄傲地认为“日本的运动鞋是出类拔萃的”。

在慕尼黑大会前夕，小林又对跑鞋作了认真的研究，他将鞋钉前端制成圆柱形，在投入实际应用时，日本队固执地认为鞋钉会扎入跑道而拒不采用。但是到了慕尼黑一见美国队的跑鞋后，不免为之一震，美国队跑鞋上的鞋钉就是圆柱形的。

虽说日本队最后还是采用了小林一敏开发的这种跑鞋，然而始终未搞清楚这种鞋对提高成绩的好处在那儿。要说这种跑鞋的特殊功能，有可能就在于它能将不同选手的用力吸收到一定的适度。

箭的命中率在弓弦材料的更新中提高

提高射箭的成绩，关键是提高弓和弓弦的比弹性率。弓的恢复力越大，箭飞行的距离就越远，其命中率也就越高。日本为了发展弓力很强的弓，很早就开始利用环氧树脂将玻璃纤维制作成 FRP 材料，同时促使弓箭材料国产化，尽管射箭运动并非日本的强项。在弓箭材料的开发中，最引人注目的还是弓弦材料的开发，因为它在很大程度上决定着射箭的命中率。

新的弓弦材料的出现，使得中断了 50 年之久的射箭运动又在奥运会上恢复了生机。1972 年，在慕尼黑大赛中，美国队获得相当好的成绩，用的就是涤纶加聚脂的新型弓弦材料——凯布勒弓弦材料。这种在大会临将揭幕前才露面的弓弦材料，质轻且比弹性率高，用在弓上后可使箭的速度增大 5%。有人计算过，有了这样的速度提高率后，若用 45 磅弓力的弓射箭，实际上可使箭的速度增加 3 米/秒，相当于弓的弓力提高了 5—8 磅。但另一方面，弦的比弹性率提高后，弦的弹力恢复快，引起箭的蛇形轨迹也就越明显，相应地对射手来说，滑槽技术的掌握也就越困难。所以，到后来美国人还是放弃了凯布勒弦的使用，不过这已是这种弦使用过三年之后的事了。

的确，弓弦从涤纶弦变到凯布勒弦后，箭的命中率是提高了很多，但也只有在箭的飞行轨迹越接近直线时才有可能。在通常情况下，采用涤纶弦可得分 1200 环（最高可达 1440 环），而采用凯布勒弦可得分 1250 环。1985 年，一种新的超高分子聚乙烯弓弦材料的出现，使射箭的命中率得到了进一步的提高。

难以捉摸的游泳衣在创纪录中的功绩

日本的木原美知子说过，裸泳可创造最好的世界纪录。这一说法固然是她的经验之谈，但实际上是否果真如此呢？

对游泳衣的性能进行定量的研究，历来都很少。要说这方面的研究，只有荷兰人对穿游泳衣和不穿游泳衣，做过一项阻力对比实验。实验表明，不穿游泳衣要比穿游泳衣时的阻力（平均阻力）大 9%。由此可见，运动员穿游泳衣会更有利于速度的提高。

其实，道理也很简单，穿游泳衣可遮住身体凹凸；使之更趋于流线型，甚至水阻力引起的身体变形也可得到一定程度的减少。象 100 米自由泳，其速度高达 2.5 米/秒，因此切不可轻视水中阻力的减少。

正因为如此，目前对游泳衣面料及裁剪方法的研究，着重放在了以下三个方面：抵消身体凹凸；使水流沿身体表面流动；防止水进入游泳衣内或者尽量使水从游泳衣内排出。

日本前泳坛高手前烟秀子穿的游泳衣曾是用丝绸做的。从 1950 年起，尼龙游泳衣开始风靡世界。尼龙游泳衣可随身体自由伸缩，尤其是在经线方向更易伸长，因此在胸部褶处衬入橡胶层。然而这一现状仅维持到 1968 年的墨西哥奥运会。到 1972 年慕尼黑奥运会时，一种毛线游泳衣出现了，但这种游泳衣的伸缩性实在是太差，这预示着新型材料的游泳衣不久将出台。

1976 年，在蒙特利尔奥运会上，游泳衣再展新容。美国杜邦公司 1974 年生产的一种双向伸缩的聚氨酯甲酸酯纤维，促成日本推出了一种不用胶层也不再象裙形的游泳衣。在这种游泳衣的反面，用的就是双向伸缩的聚氨酯甲酸酯纤维，它能防止衣服伸长时或者从结处衣缝流入过多的水。时至今日，人们还没有停止对面料伸缩性以及游泳衣阻力的探讨、研究。至于说游泳衣一经改进后，究竟能降低多少阻力，或者换而言之，如何使游泳衣的阻力减少，迄今还不清楚而且也无高招。

前面提到的前烟秀子所穿过的那种样式的丝绸游泳衣，在外观上与现在的游泳衣差别不太大。但是由于丝绸的网眼粗糙，漏水很不通畅，这就使人体体会到了开发一种新型游泳衣是势在必行的事。应该说，人的实际感受最终还是会和科学分析的结果相一致的，而不可能是大相径庭。

总的说来，在体育科学的领域内，有许多方面还有待使之向更深的方向发展。日本体育科学委员会的松井秀次（国际武道大学教授）指出，对体育纪录提高的研究工作应着重放在：人才的开发；与人体成长合一的一贯训练制度；器材、设施以及含有教练在内的体育训练场所的齐备、完善。总之，对体育应灌注科学精神，这就是当前应从头切实做起的现实。

新型计时设备提高了运动成绩的精度。

随着竞技水平的不断提高，高水平运动员的成绩日益接近。例如，1968 年在墨西哥举行的第 19 届奥运会男子百米半决赛中，有四名运动员的成绩都为 10.2 秒，第一名与第八名的成绩之差仅为 0.3 秒，1976 年蒙特利尔奥运会的女子 200 米蛙泳决赛中，第三名与第四名的成绩也只差 0.04 秒。再如在第九届亚运会上，我国男子蛙泳运动员战胜了日本运动员，夺得第一名，与第二名之间的成绩也只差 0.94 秒，这种百分之四秒的差距，用传统的手按秒表记录法是无法区分开的，因为在人工计时过程中，“反应时间”是难以克服的。当人眼看到发令枪的烟雾后，这一信号经过大脑，再由大脑指挥手指按下秒表，尽管这个过程极其短促，但毕竟是要花时间的。这样的时间就叫

反应时间，反应时间的客观存在，导致了运动员成绩的误差。由于体育运动实践的迅猛发展，迫切需要改进计时装备，即体育对科技提出了新的要求。为此，体育科研工作者通过多次实践，终于研究开发了新型计时设备，如终点摄影计时器、游泳自动计时器等。这些新的计时器都采用了当代最新先进的科学技术成果。同时，它们的研制成功也促进了科学计时技术的发展。

终点摄影计时器是一种全自动电子计时器，它主要由发令信号接受头、逻辑电路、石英钟、照相机、快速显影定影槽和底片判读仪等组成，当发令枪一响，枪声即被装在接收头内的传感器接受，在换能器的作用下，音频信号转换为电信号，从而计时门被触发，计时电路便开始工作了，其后，成绩显示电脑牌上不断地显示出时间数码，当运动员向终点冲刺时，机内胶片通过窄缝感光，拍下运动员到达终点的景象，还可将记时时标、计时数码，比赛编组数码等内容同时感光在胶片上快速显影、定影，经过 30 秒钟后，一张运动员到达终点线的完整底片就可呈现在裁判员眼前，裁判员们把这张底片放在判读仪上进行判断，就可确定成绩和名次。如果对运动员的成绩有疑议的话，就可马上放大洗印，以供裁判员们研究。大量的测试统计表明：人工计时与终点摄影计时之间，其绝对误差约为 0.2 秒。

游泳自动计时器是又一种现代化的计时器，它主要由信号传感器、触板、微处理机，成绩显示牌和盲表（盲表是游泳自动计时器的备用装置，一旦主机失灵，利用它也可以记录下各泳道的成绩，只是因为裁判员看不到表中的时间，故称之为“盲表”）。游泳自动计时器是目前大型国际游泳比赛中所必不可少的正式计时装置。

终点摄影计时器、游泳自动计时器被称为当今“最合理”、“最公正”的竞赛计时设备，在国际、国内的大型竞赛项目中，它们能“忠实”地记录下每一个运动员的成绩。

计算机在体育中的广泛运用

电子计算机自 1946 年在世界上诞生以来，其发展异常迅速，迄今已经历了电子管计算机、晶体管计算机和集成电路计算机三代，进入了第四代——大规模集成电路计算机。

电子计算机在体育领域中的应用，是从 1960 年在美国加利福尼亚州的斯阔谷举行的第八届冬季奥运会上开始的。当时在一个可容 11,000 名观众的冰场上安装了一台“拉马克”电子计算机供花样滑冰等比赛的使用，当每一项比赛结束后，计算机只需 12 秒钟就用英、法两种文字公布全部的比赛成绩，并附有运动员的简单履历，这大大减少了裁判员的统计工作，也缩短了成绩公布的时间。

尽管电子计算机应用于体育的时间较晚，而且用途相对来说比较简单（统计成绩资料），但是发展相当快。尤其是近几年来，它已从一般的资料统计工具，发展为协助教练员指导训练、比赛的参谋机器，其实践效果日益显著，作用不断扩大。

帮助运动员改进技术

教练员指导运动员改进技术，过去一般都是凭肉眼去观察运动员临场的表现或电影、录像机拍摄下来的动作。由于人的眼睛对一闪而过的快速动作不可能观察得很仔细，有些技术细节看不清楚，甚至会作出错误的判断，影

响了高级运动员技术水平的进一步提高。而电子计算机进入体育场，帮助运动员改进技术，就能使这个缺陷得到弥补。

计算机应用于运动技术主要有两条途径，一种是教学统计的方法。这种方法的作法是首先拟定一些决定运动性质的关键参数。如短跑中的步频和步幅等，然后根据平时训练和比赛中积累的数据资料，进行分析处理后，运用数理统计方法将数据输入计算机进行计算，求出各参数最优值或最佳范围；另一种方法是力学方法，先把运动物体（主要是人体模拟成多刚体系，即把整个人体模拟为多刚体球铰联结的链系统，再根据运动的动力学特点，列出运动微分方程组，把通过解析仪分析整理——从摄影图片或用其它手段所得的数据，作为已知条件输入计算机内，以求出方程组的数值解，从而得出人体运动的规律。例如，美国玛塞诸塞茨城的生物机械计算机中心阿里爱尔博士发明了一种计算机程序，可使人看到所有运动过程的各个阶段。在使用时，电子计算机首先对运动员的技术动作过程进行每秒 10 万次的特高速摄影，然后把这种高分阶段照片逐一在监视器上投放，并标明运动员关节及骨骼的相应位置，以及运动器械（如铁饼、球拍等）的位置。尔后，计算机又将这些记录点转变为一种模拟人形图，一种数字转换监视器将整个运动过程表现为一种模拟图。最后，电子计算机将根据运动员的个人数据算出并显示动作的理想过程。这张标准图将与每次所取得的技术图像进行比较，使教练员、运动员能迅速、精确、清楚地看到技术上的缺点。这种方法把分析阶段摄影结果和运动解剖学上的测量联系在一起，真正能精确测量构成运动成绩的各种因素，因而其效果是十分显著的。

美籍以色列科学家艾里尔在美国开设了“生物力学计算机分析公司”，对许多运动员的技术进行分析。在蒙特利尔奥运会之前，他分析了美国铁饼运动员威尔金斯的情况：当时他的最好成绩是 67 米，离 69.19 米的世界纪录还有 2.19 米的距离。艾里尔就用电子计算机计算了威尔金斯的四肢各部份用力的情况，对比分析他的技术图片，终于发现威尔金斯技术上的一个大毛病——铁饼出手之前不但没有按正确的技术要求去刹住膝关节的移动，反而跳动了一下，使他失去了一部分应当传到铁饼上去的力。于是他就在电子计算机上模拟出一个刹住膝关节的正确图形，并预算出这样做后比原来成绩提高 3 米。威尔金斯在三天后用矫形器械刹住了膝关节，果然一下子把成绩提高了 3.86 米，打破了世界纪录。艾里尔在 1976 年还对铅球运动员阿尔勃里进行了技术分析，也使他创造了 21.85 米的世界纪录。

仅次于博格的网球大王吉米·科努尔在发球技术上存在问题，但过去一直看不出来。后来通过电子计算机才发现在发球中的错误动作——过早地使脚离开地面，影响了发球后的球速。于是他下决心改进了这个动作，结果使发球后球速加快了将近 20 英里/小时。

短跑运动员卡尔文·史密斯，他在大部分的跑步中，脚尖落地，轻巧得象一只猫一样，但是计算机表明，他在赛跑的最后几步，由于气力不够，脚落地时就很重，经过改正这个毛病，史密斯于 1985 年 7 月份在斯普林顿举行的体育节上创造了世界纪录。

已退役的美国奥林匹克铁饼冠军阿尔·奥特到科多中心后，他发现自己的投掷臂与身体间的角度是错的：他的两脚离地的时间正好是他最需要触地的时间。依靠电脑的数字化装置，他纠正了上述错误，投掷成绩超过他在运动巅峰时期的 2.7 米，达到 67 米。

在这方面，我国也迈出了可喜的一步。体育科研人员与有关单位协作，研制出了统计分析球类运动技术、战术的电子计算机软件。武汉体院与湖北电子科研所在微型机（单板机）上实现了足、篮、排球比赛技术和战术的常规统计分析。北京体科所与北工大二分校以系统论、信息论为指导，研制出定量分析排球比赛技术与战术内在规律的电子计算机软件系统：一种为排球比赛双方技术、战术分析系统，纪录分析比赛中以球为核心的信息结构和信息变化规律；一种则为采用网络化方法，先进行现场数据收集，然后输入电子计算机进行运算，以分析双方的攻、防特点。上述三项成果都是运用电子计算机的逻辑纠错、分类运算、统计汇总和制表等多种功能进行程序处理的，具有容量大，处理数据快，信息反馈准确、完整、迅速、图表清晰，便于查阅，分析科学化等特点，为教练员和科研人员全面分析研究比赛双方技术、战术和攻防特点提供了科学依据，对训练和比赛的科学化是个有力的促进。

协助教练员掌握训练

科学安排训练课的运动量是改进训练效果、提高运动成绩的基本保证。过去许多教练在安排训练计划时，主要是凭自己的经验和主观的观察来确定运动员每天的负荷数量和强度，这样有时就会效果不佳，甚至事与愿违，使运动员产生过度疲劳或训练不足。现在有些国家采用电子计算机做帮手，按特定的程序，预先把运动员前阶段训练的数量、密度、强度、节奏，各项生理指标，以及运动员训练前的生理状况等数据，通过编码器输入电子计算机，很快就能得出一个当天训练最适宜的运动量方案，供教练员参考，显著提高了训练工作的效果。

电子计算机还能协助教练员掌握训练进度。以体操为例，如果教练员要某个运动员学习一个难度动作，电子计算机就会告诉你，按照这个运动员的条件，需要经过多少时间的训练，采用哪一种方法，安排多大的运动量。如果在预定的时间运动员遇到意外的情况而没有学会这个技术动作，电子计算机就会很快地从各种数据中找出原因，以供教练员参考。据报道，原东德的科学家们，在游泳运动员每完成一组练习后，都从耳垂取血样，测定血乳酸的水平，而后通过电子计算机分析，了解运动员对训练的适应情况，及时发现运动员的疲劳程度，以确定下一段的训练安排。

为了进一步协助教练员掌握训练，提高质量，有些国家还设法在训练器材设备上装置电子计算机。法国近年来设计了一种训练射门的电子足球门，它是把电子计算机和冲击力传感器、发光元件装在金属做的球网上组成的。教练员接通哪个发光元件，就表示要运动员把球射向哪里。而电子计算机能当场向教练员、运动员报告射门的冲击力、命中率、飞行速度和角度，并能显示出对运动员射门动作的评分，为教练员掌握训练提供依据，起了很好的“顾问”作用。

在国际象棋界，有不少国家还试制成了能和运动员对奕的机器棋手，它能代替教练员陪伴运动员训练棋艺，并能根据不同运动员的需要，把这个机器棋手的水平调高或调低。美国著名数学家克劳德·沙农经过几十年的努力，提出以数的函数评价象棋布局的优劣，成功地找到了编制奕棋程序的原则方法，把棋盘上可能形成的、大得惊人的 10^{120} 的数量布局编制成奕棋程序。但刚开始时，这种计算机还是不完善，常发生失误和漏算，对残局也无能为力。后来在数学家和计算机专家共同努力下，不断改进，近几年水平明显提高，以运算速度快、记忆力强、择优处理好见著，不仅能帮助训练国际象棋运动

员，而且还直接参加比赛。如计算机曾击败国际象棋分的.捷克特级大师霍特、美国特级大师布朗等名手，为人们所称道。

电子计算机辅助训练方面最有影响力的首推“电脑排球”，1982年在秘鲁举行的第九届世界女排锦标赛上，美国女排以3比0战胜了实力雄厚的中国队，接着，又以凌厉的攻势轻取日本、前苏联两支劲旅，可谓所向披靡，势如破竹，可是，却偏偏输给了不显眼的秘鲁队，使球迷们感到震惊和迷惑。记者们采访美国队教练塞林格时，他十分得意、引以为自豪地说：“这次能战胜三支强队，特别是中国队，是得益于电子计算机辅助训练和比赛。”

原来美国女排为了准备这次比赛，在1981年，他们就派专人用三架高速摄影机，从不同的角度拍下了我国女排在世界杯赛及访美时各场比赛的资料，尔后将这些资料以及从日本、前苏联女排比赛中得到的资料输入计算机中，借助于电子计算机进行精细的分析，如每个运动员的技术特点、习惯动作以及全队的战术变化等，从而使他们自己的训练更有了针对性，只是由于轻敌，才输给了秘鲁队。

“电脑排球”的神威主要表现在以下两个方面：其一、协助教练员有效地指挥比赛。赛前，电脑可以根据输入的有关对手的各种信息，为教练员制定切实可行的战术方案提供依据，赛后，电脑可以根据电视录像提供的现场比赛情况，作出迅速处理，为教练员制定下一场的作战方案提供必要的信息，即：电脑可以准确迅速地提供比赛中对方的战术倾向，双方攻守成败的百分比，技战术上的长处和漏洞以及各运动员临场发挥的情况，从而为教练员在临场指挥中正确地决策提供必要的信息。塞林格教练就有一个储存了中、日等世界强队各种信息的小型电脑。其二、协助教练员有效地组织针对性训练。美国女排在技术训练中，运用电脑对运动员的技术动作进行生物力学分析，并迅速让运动员知道自己的主要毛病和怎样做最正确，从而进行针对性训练。正如美国奥委会生物力学及电脑科学委员会主任艾里尔博士在回答电脑为什么能提高训练效果时说：“面对电脑进行训练，任何一点错误马上会被发现而纠正，经反复练习，正确动作一旦成为习惯，就是你的了。”在战术训练方面，电脑能将对方集体和个人进攻与防守战术的规律性动作以及击球路线和落点的规律性表现提供给教练员，使教练员能组织有效的针对性战术训练。正因为如此，美国队才能在第九届世界女排锦标赛上有效地防住了郎平的强攻，以至于在香港超级大赛中，使他们的拦网水平与中国女排拉齐，而进攻的成功率甚至超过中国女排。

电脑还可提供每个队员身体素质全面的发展情况和主要弱点，协助教练员进行针对性的训练，从而使美国女排具有良好的体力和身体训练水平。在制定科学的训练计划方面，电脑的作用尤其明显。现代训练的一大特点是运动负荷很大，同时也带来了伤病的增加，这是一个一直未能很好解决的矛盾。然而，美国女排的伤病却很少，何故？关键在于艾里尔博士用电脑为她们安排了合理的训练手段和运动量，其中包括每个队员每天训练内容、方法、次数和强度等，连每天的饮食营养也作了科学的安排，每个人都得严格执行。由此可见：电脑在排球训练和比赛的各个方面，都有着十分重要的作用。

我国也于1983年11月29日成功地研制成“电子计算机应用于排球比赛技、战术分析系统”。这个系统是由北京市体育科学研究所和北京工业大学二分校共同研制的，并及时在全运会上，由北京女排试用了这个系统，得益不浅。

为体育竞赛当参谋

1. 临场指导。体育竞赛比平时训练激烈、紧张得多，攻防战术瞬息即变，时间性很强，对指挥比赛的教练员要求也更高，要求他们对对方复杂的战术变比迅速准确地作出判断和决策。因此，这也就更需要现代科学技术的帮助。现在日、美、前西德等国体育界已在研制用于球类比赛的电子计算机。如日本日立公司已研制成一种排球赛专用的电子计算机。它是一种手提的电子器械，由两个专门人员管理和操纵，比赛时它能将场上所有球飞行情况输入，并迅速地把对方比赛的战术倾向、双方扣球成功与失败的百分比、长处和短处等活资料提供给临场指挥的教练员。日立女排总教练山秉雄在与富士女排比赛时，运用这架计算机协助指挥，收到了良好的效果，结果以3 0胜了富士队。日立公司的这架排球赛专用电子计算机是共花了八百万日元，用了一年半时间才试制成功的。

2. 竞赛管理。近几年，国际大型运动会普遍使用先进的计算机管理系统，为成功地举办这些运动会发挥了重要作用，并逐渐成为在现代条件下举办大型国际性运动会的必备条件之一，同时也在一定程度上反映出承办国的科技发展水平。

1984年在洛杉矶举办的第23届奥运会，用分布式计算机网络构成的运动会管理系统，耗资7000万美元。内容包括：

- (1) 成绩信息处理系统 (RIS)
- (2) 电子信息服务系统 (EIS)
- (3) 人员注册信息系统 (PIS)
- (4) 事务处理信息系统 (TIS)
- (5) 辅助体育分析系统 (CAS)
- (6) 监控和运行指挥系统 (MRS)

更有甚者，1988年9月在汉城举办的第24届奥运会上，耗资1.7亿美元建立了相应的计算机管理系统。

虽然我国的经济实力还较落后，科技发展水平很不平衡，然而在体育领域，计算机技术的应用还是取得了可喜的发展。1987年11月在广州举办的第六届全国运动会上，首次使用了电脑管理系统，主要进行成绩信息处理 (RIS) 和一部分电子信息服务 (EIS)，费用为200万人民币。这一系统大大提高了运动会的管理效率，为我国进行大型运动会的现代化管理作了一次有益的尝试。

近几年来电子计算机还被运用到登山运动中去，人们利用计算机的快速与方便，通过预先编制好的程序，对登山队员收集的地形、气候资料进行分析，迅速选择出有关地段的最佳路线和时间，使登山队员顺利前进。70年代有一支英国登山队就带了一台编有登山程序的电子计算机，从尼泊尔境内的西南坡向珠穆朗玛峰攀登。在前进道路上，他们曾四次遇到巨大的险阻，都是借助这台电子计算机对地形资料的快速处理，选择出最理想的攀登时间和路线，得以顺利地通过，并提早一个月登上了顶峰。

预测运动成绩

预测运动员在比赛中可能达到的成绩，对比赛时的战术安排和赛前的训练有重要的意义。由于按照人们主观的经验预测成绩常常带有盲目性，因此，有些国家的教练员和有关科技单位配合，编制了预测运动成绩的电子计算机程序，输入经过编码的运动员的各种训练负荷、身体素质、专项成绩等数据

及生理指标，就能推算出运动员在什么时候能达到什么成绩。如前东德的一名游泳教练员把运动员恩德尔在训练中的运动量、强度、主项和各种有关段落的成绩，以及生理方面的指标等数据输入电子计算机的有关程序，预测出她在蒙特利尔奥运会上能打破女子 100 米自由游的世界纪录。结果，实践证明这个预测非常灵验，恩德尔果然在这次比赛中，以 53 秒 56 的优异成绩打破了该项的世界纪录。

运用计算机可以进行很多有趣的模拟和预测。例如艾里尔曾把前苏联跳高世界纪录创造者布鲁梅尔和背越式创始人福斯贝利在计算机上进行“比赛”，发现如果当时的布鲁梅尔改跳背越式，成绩有可能超过目前的世界纪录。他还把著名美国黑人运动员欧文斯的短跑技术和目前世界纪录保持者相比较，发现如果让欧文斯在塑胶跑道上跑的话，仍可能破世界纪录。

通过运动生物力学研究，艾里尔计算出人类的运动极限。他认为，男子 100 米可能的极限是 9 秒 6 左右，如超过这个极限，肌肉就有损伤的危险，骨骼也有折断的可能。跳远的极限是 8.96 米，美国运动员比蒙 1968 年在墨西哥城奥运会创造的 8.90 米世界纪录，跳跃对比蒙的髌关节发出了 770 公斤的力量，这已接近人体肌肉撕裂的极限。至于跳高，据推测可以超过 2.70 米，但从生物工程的角度来看，这些极限也很难说是绝对的。

提高裁判工作效率和质量

许多体育竞赛都是在快速活动中进行的，裁判员凭自己的肉眼对运动员的成绩名次作出判断，其准确性往往受到限制。因此，随着电子计算机的普及，它也很快被应用于裁判工作，并表现出准确、迅速、方便、公正等优点。目前，在一些大型的田径、游泳、滑雪、速度滑冰、自行车等比赛中，电子计算机已部分地代替或协助裁判员工作了。如瑞士计时有限公司设计的电脑计时器，能持续不断地将同时在跑道上你追我赶的运动员情况加以记录整理和储存。其储存数可多达 250 名，并能在赛程的不同地点记下各运动员经过的时间，所有的时间记录、运动员国籍、姓名和号码等都能在比赛过程中，立即由电子计算机显示，记录下来。这样既可以防止运动员比赛途中作弊犯规，又能最精确地记录成绩，分出名次。这种电脑计时器可用于越野滑雪赛和田径中的长距离跑。其所以能准确无误地计时，是由于它利用了一架特制的电视录像机，可在同一时间里将每个运动员掠过终点时的影像和时间记录下来。这种电视录像机和电子计时系统组成的闭路电视系统，每秒钟可记录一百个影像。

在游泳比赛中，目前国外的电子计时器已能在运动员手触终点池壁后，立即在记分牌上把八名运动员的成绩和名次公布出来。

目前，在击剑比赛中，电子计算机不仅能记录击中对方的次数和部位，还可以立即算出比赛结果和名次，工作效率比人工计算快 10 倍以上。

指导人们进行健康锻炼

以增强体质、提高健康水平为目的的大众体育，是整个体育运动的一个重要组成部份，电子计算机在这方面也开始发挥作用。近几年来，美国建立了十多个利用电子计算机评定人们健康水平、预测寿命、指导健康途径的中心。在预测时，人们要预先填写一张健康状况和生活习惯的表格，内容包括本人和家庭病史，参加体育锻炼情况、抽烟、喝酒的情况及脉搏、血压等 20 多个项目。电子计算机就按照特定编制的程序对这些数据进行综合分析，最后作出书面答复，告诉测定对象目前的“健康年龄”和可能达到的寿命，以

及要提高健康水平、延长寿命须注意的事项。通过这种测定，人们都能获得自己的“健康年龄”（计算机按人体健康状况所测定的年龄）和可能达到的年龄（寿命）。例如，某人实际年龄30岁，由于身体健康状况不佳，其健康年龄已达40岁，能够活到60岁。如果他能按电子计算机指导的途径去锻炼身体、戒除烟酒等不良习惯，若干年后再去电子计算机健康中心测定，就可能使健康年龄下降到35岁，接近了实际年龄，而寿命也因此而延长到70岁。在美国，不少人通过这种电子计算机的测定，促进了健康水平的提高。

有的国家还为人们的健康性锻炼设计了一些能自动帮助人们掌握锻炼负荷的电子运动器械。如国外有一种装有电子计算机的固定自行车，参加锻炼的人事先把自己性别、年龄、心率、血压等一些有关数据输入电子计算机。自行车的车把、坐垫、及耳机式的配件和电子计算机相连，踏车锻炼时，健康者的心率、血压和血液循环情况就能通过把手、坐垫、和戴在耳朵上的配件，及时反映在萤光屏上。如果运动量超过本人的适宜负荷，它就会自动亮起红灯，叫你减慢速度或停止锻炼。

运动员选材

运动员选材单靠肉眼和经验已经不能适应现代要求，还要依靠先进的测试设备和手段，而这些指标的采集，分析都得用计算机。国家体委和许多省市的体育科研所都开发了计算机运动员选材系统，能对被测者进行各种生理、心理的测试。同时，还引进了一些先进的电脑化的测试设备，为选择运动员提供各种科学指标和依据。如电脑进行的反应时的测试，可对速度型、反应型的运动项目进行选材。利用电脑控制的心肺功能仪进行的最大摄氧量和无氧阈的测定，可对耐力项目选材。其它如身高预测，神经类型、营养状况评定等，计算机可通过对各项指标的综合分析，根据内定的各种标准和统计规律决定取舍或给出结论。

管理和决策

计算机以其容量大、速度快、不厌繁的特点，成为事务处理的极好的工具。同时，计算机也有一定的推理判断能力，是实现办公自动化的必备条件。

用计算机建立运动员数据库，教练员数据库，存贮训练、比赛、经费等有关信息，提供并帮助管理人员对人事安排、训练计划制订、经费投入、项目分配比例等进行准确决策，另外还可以进行成绩统计，报表自动速成，财务工资管理等事务性工作，以提高管理效率。上海市体委在多方努力下，建立了一个小型的计算机机关信息系统，为体育管理的现代化作了初步尝试。

提高体育科研的效果

在体育科研中，有大量而复杂的数据要储存和快速运算，电子计算机在这方面的应用，使科研效果得到提高。如前西德生产的心肺功能测试仪，在测定中运用电子计算机，能通过对气体数值的分析，马上直接得出通气量、氧摄取量、二氧化碳排出量、氧脉搏以及呼吸商等。在运动生物力学的研究中，电子计算机能按照特定的程序，自动地一次划出有关运动员做动作的力量、速度、角速度、重心、运动轨迹等指标的坐标图，并印出数据。至于运动医学、运动训练等学科研究中对有关数据的统计学处理，则应用得更为广泛。如国家体委、教育部、卫生部联合进行的“中国青少年儿童身体形态、机能、素质的研究”，经过电子计算机的逻辑检验和对183414张卡片、4401936个原始数据的演算，得出了43项派生指标等多种数据，为研究体质规律提供了极有价值的材料。又如“关于《国家体育锻炼标准》的年龄分组、

项目和评分评级标准的研究”，收集了有关青少年儿童身体素质和运动能力的现状、特点及城乡、地区差异的约万人、25项、近75万个数据，16000人经过9个月锻炼后身体素质和运动能力变化的有关数据，以及20个省、市、自治区试行《标准》达标率的数据。对这些数据运用电子计算机进行综合处理，得出了青少年儿童各项身体素质和运动能力之间及各单项与多项素质之间的相互关系的数值，为修改、制定新《标准》提供了科学依据。这两项工作若用人工演算，且不说需要多长时间，就是人员也难以齐备，因为这不是三五个具有一般数学知识的人便能解决的问题。

电子计算机还在情报资料研究中大显身手。有不少工业发达国家使用电子计算机和其它设备设置了“体育情报中心”、“奥运会资料中心”，收集、整理、分析来自各国的体育情报，并及时输送给使用者。前东德、法国、前苏联、美国等都有较大规模的情报中心，收集世界各地的体育科技情报。现在美国、西欧、日本等还都在搞体育情报网，把分布在本国、本地区及世界各地的同类型或不同类型的大型电子计算机互相沟通起来，综合使用各个情报中心所储存的情报资料，把检索和使用情报面扩大到世界范围。传送情报资料时把电子计算机信息数据先转换成编码电信号，经过电话线路传送出去。然后再把编码电信号转换成电子计算机的信息数据，进行检查。使用者只要有一个电子计算机中心的“终端机”，就可以在办公室里通过长途电话，向数千里外同一条系统的任何“情报计算中心”索取所需的情报资料。这方面我国体育工作者和有关方面合作，已迈出了第一步。合肥工业大学与安徽医学院共同研究设计的“国际田径运动资料数据库管理系统”，就是一项可喜的成果。该系统采用BASIC和COBOL两种高级语言进行软件设计，内容包括第一届至第二十二届奥运会、第一届至第七届亚运会、第一届至第四届全运会全部田径比赛前三名的成绩、姓名和单位（国籍），1945年至1981年全部田径项目的世界、亚洲、全国、安徽男女纪录的成绩、创造者，创造时间和单位（国籍），可分别按照地区轴（世界、亚洲、中国）、时间轴（届、年）、项目轴制成所需的各种表格，具有查询、比较、修改、增新、删除和修改键码等六个功能，基本上满足了田径运动资料管理的需要。

改善运动场地、服装、器材

电子计算机在不引人注意的运动场地、服装、器材等方面也发挥了不少作用。

良好的足球比赛场地必须有一片绿色的草坪。运动员在这种富有弹性的草地上驰骋，能大展球艺，发挥最佳水平。那末，在寒冷的冬季如何使草皮也长得和春、夏一样茂盛呢？开始有些国家用热水浇灌等方法，结果都失败了。后来用电子计算机解决了这个问题。如不久前前苏联莫斯科建成的一个电子加热球场，就是用芬兰一家公司的电子加热系统制成的。辅在这片足球场下面的加热结构是：电缆线直径为6毫米，电缆敷设的深度离地表20厘米，各行电缆间距为18厘米，12行为一组，全场30组，敷设的电缆总长达39公里。另外，还在各个不同点装了39个用以检测草根温度的传感器，并与控制台上的电子计算机相连接。这样就可以通过计算机的特定程序，自动控制温度。当天气寒冷时，它能使草根处的温度保持在15°—18°，于是，这片足球场地就一年四季绿草如茵了。

借助于电子计算机还可以为运动员改善运动服装。美国现在研制了许多在重量和加工上各有特点的、适合不同运动员穿的专门训练鞋。如一种鞋底

充气的慢跑鞋，通过电子计算机计算，可以根据各人体重及脚着地时所受的反向压力的不同，而改变它的充气程度，跑步时感到特别舒适，为训练提供了良好的条件。

用计算机控制的阿瑞尔 4000 型训练器械是 80 年代的最新产品。计算机控制的力量和速度反馈系统，加上计算机的记忆贮存、显示、打印等功能，使得这种器械可以按事先编制的各种程序进行精确的训练。可以按增阻力、减阻力、定阻力或任何特定的阻力曲线进行练习，也可以按定速度、增速度、减速度或任何特定的速度曲线进行练习，可以向心收缩做正功，也可以离心收缩做负功。如要求连续做渐增定阻力练习，阻力可从运动员体重的 1/2 开始，每次重复增加阻力 10%，直到不能继续下去为止。又如，预先制定一个非线性变化的力量曲线，要求练习时在速度的最低点上（即最薄弱点）停三秒钟进行静力练习，然后再继续练习下去，等等。此外，可以在训练中显示阻力、位移、速度等参数。也可在训练后把要求的数据打印出来，还可和要求的指标或最佳运动员的训练水平进行比较，从而激发运动员努力进取的信心和锻炼兴趣。这种器械不仅能满足力量训练的各种要求，而且能用于选拔运动员，决定受伤运动员何时才能重新参加比赛，开展体育科研工作等等。它所具备的功能是过去所有的训练器械无法达到的，可谓“万能”训练器械。总之，计算机的应用，使训练器械的研制产生了一个质的飞跃。

金牌闪烁着科技之光

中国著名跳高运动员朱建华曾两次打破世界纪录，显示了科学训练的强大生命力。当时，为保证他的科学训练，上海有关科研人员与其教练密切配合，组成专门小组，从营养上、技术上进行了长期的跟踪研究。朱建华不仅具有世界优秀跳高选手的身高和素质条件，而且具有体重轻的独特条件，为保持这一优势，研究人员为他精心制定了营养食谱，并在训练、比赛期间监督执行，从而保证了他在不增加体重的情况下具有充沛的体力。生物力学研究人员也经常对他进行“技术诊断”，及时向教练员提供技术改进的意见，使他的技术不断精进。当年在朱建华第二次打破世界纪录时，有记者问他的教练员胡鸿飞：朱建华百日中是怎样把他的世界纪录升高一厘米的？胡鸿飞回答：朱建华第一次打破世界纪录后，我们对他的竞技状态进行了全面分析，认为他存在的主要问题是过杆技术，也就是腿碰杆问题。于是，有针对性地抓住这一问题进行改进，经过训练和比赛检验，看来是抓对了，因为朱建华当时跳过 2.38 米再创世界纪录时，他的力量和速度并没有提高，这就说明主要是通过解决这个关键技术所取得的。这足以说明了科技对体育事业的作用。

跳水运动员高敏 12 岁时，就在新西兰举行的世界跳水比赛中荣获两项冠军，成为为祖国赢得世界冠军的最小运动员。其中一个重要原因就是：得力于训练器材的改革，金属板代替木质跳板，弹性好，运动员跳得更高，便可做出更多更难的动作，以促使跳水实现了“第一次飞跃”；弹网之类的训练，又把许多水上技术动作搬到陆地上进行练习，这样不仅节省了时间，也比较安全，从而促进了跳水技术实现了“第二次飞跃”。我国跳水运动正是实现这两次“飞跃”之后，才进入世界先进行列。高敏的教练员刘继蓉在前人经验的基础上，还研制出了一件训练器材，使运动员在同样的时间里，成倍地

增加了训练次数，以有利于迅速提高质量：别人需要一年时间才能掌握的技术动作，高敏用这种器材练三个月就可掌握。这些都为这个9岁学跳水的四川小姑娘能在12岁之际登上世界冠军的宝座，创造了有利条件。

跳水皇后陈肖霞在1982年世界跳水锦标赛上，由于心理紧张，比赛失常，丢掉了冠军。赛后，她的教练员梁伯熙替她请来了心理专家丁雪琴、董经武教师，给她讲授控制自己情绪的科学方法，到了1983年世界跳水锦标赛时，情况就大不一样了。当时在团体赛中，美国队的积分一直压着中国队，并领先了两天，陈肖霞最后一跳之前，美国队领先71.97分，这就要求陈肖霞的最后一个动作必须做得精确完美，取得9分以上的成绩，才能获胜。成败在此一举！当时，陈肖霞的精神压力有多大，是可想而知的。此刻，她用心理训练的方法，控制情绪，节省体力，泰然自若，轻松优美地完成了最后一个“405”动作。当时的七个裁判员，有两个给出10分，两个给出9.5分，三个给出9分，折合76.86分，终于战胜了美国队。陈肖霞从休斯敦回到北京后，高兴地对丁教师说：“我能控制自己啦！”进行心理训练前后的两次大赛截然不同的效果，令人信服地看到运动心理学的奇妙力量。

举重名将吴数德曾打破56公斤级抓举世界纪录，其成功的要素之一，就是科学的饮食。轻级别举重运动员如何控制体重，是国内外体育科研的重大课题之一。为了确保吴数德既增加两臂的力量，在有充分的营养供给下，又不增加体重，广西科研所的研究人员一反国际常规，以不影响“增强体力”为原则，利用现有条件，改变蛋白质、脂肪和糖的供给比例，以及一日三餐的热能分配比例使他的总体重一直保持在接近自己级别水平，且脂肪体重下降，瘦重增加，因而两臂力量大大加强，同时其体力一直很充沛，终于在第五届全运会上打破了世界纪录。

体育要腾飞，就迫切地需要插上科学的翅膀。无论是乒乓球多球训练的方法、体操海绵坑的出现、跳水弹床的解决、举重控制体重的有效措施、营养问题研究的进展、消除疲劳途径的探索，还是人体各部运动机能的分析等方面的科研成果，都极大地促进了各项体育运动水平的提高。

随着科学技术的发展、科研手段的日趋现代化和多学科科研人员日益紧密的共同配合，科学对体育事业的影响以及对提高成绩的作用，必将更大，更明显。

体育、人才与科学技术

科学技术的基础是教育，教育的最终目标是培养德、智、体、美、劳等全面发展的人才。而体育则是培养合格人才的不可缺少的有力手段。

学校体育在人才培养中的作用

学校体育的功能

学校体育是学校教育不可分割的组成部分。在早期的教育思想中，古希腊哲学家亚里士多德就认为：体育、德育、智育互相联系，智力的健全依赖于身体的健全，因此体育应先于智育。近代英国哲学家洛克认为：体育是一切教育的基础。英国教育家阿诺德于 1828 年把体育列为学校课程，因而被人们认为是现代体育的创始人。马克思指出：“未来教育对所有已满一定年龄的儿童来说，就是生产劳动同智育和体育相结合。它不仅是提高社会生产的一种方法，而且是造就全面发展的人的唯一的方法。”列宁在前苏联十月革命胜利之后曾指出：“为实现和完成共产主义事业，应该培养青年一代具有坚强的健康的身体，钢一般的意志和铁一般的肌肉，去迎接这些战斗。”我国近代教育家蔡元培先生主张：德、智、体、美四育并重。毛泽东同志在早期著作《体育之研究》一文中也指出：“体育的功效不仅能强筋骨，而且能增知识，调情感、强意识。”并于 1950 年和 1953 年分别提出“健康第一”、“三好”的口号，又把身体好放在了第一位。周恩来同志曾指出：“体育运动既是一种物质力量，又是一种精神力量。”恽代英同志当时作为一位革命家和教育家，也曾发表过许多文章探讨体育对促进德育、智育发展的意义，他看到身体健康与心灵之间的关系，认为：“资质能拙者，人变多不活动，而天分高明者，则多腾跃不羁。”他还提倡把体育作为“改良社会风俗，屏绝少入恶门”的一种教育手段。李鹏同志在第二届大学生运动会开幕式上指出：“学校体育教育，是整个学校教育的重要组成部分。体育活动不但能使学生增强体质，提高运动技能，而且还是发展智力，陶冶情操，锻炼意志，培养集体主义精神，增强组织性、纪律性的重要途径。”可见学校体育有其不可轻视的重要作用。具体地说，学校体育的功能有：

1. 发展身体素质，增强体质。
2. 参加体育活动能使学生从中尝到乐趣和幸福，对培养学生个性有良好的作用。
3. 学校体育有助于对学生进行道德品质教育。
4. 学校体育有助于对学生进行美育教育。
5. 学校体育有助于使学生掌握体育的基本知识、技能、技术、养成学生锻炼的习惯。为终身体育打好基础。
6. 学校体育能为国家输送优秀运动员后备人才。

学校体育功能的科学佐证

1. 我国曾有人对参加系统训练的少年乒乓球运动员进行过观察测试，结果发现他们的智力商指数优于对照班的学生。

2. 我国陈融对注意稳定性的研究表明：体育课后注意稳定性水平高于课前，课后 20 分钟比课前提高 15%—19% 左右，而且课后 40 分钟仍维持较高水平，同课前比较仍高出 14% 左右。

3. 研究表明：运动实践促进了智力的发展。如在空间知觉的发展方面，大部分运动员目测能力发展很高，特别是篮球、足球和网球运动员，他们目测近物时的误差仅是 4 厘米，目测远物时的误差仅是 7 厘米，在时间知觉的判断力方面，赛跑运动员能以 0.3 秒的误差正确判断 400 公尺所经过的时间。

4. 张庆等人通过对学生学习前后脑血流图的研究证明，当大脑学习出现暂时疲劳时，采用活动地休息 10 分钟，达到 120 次/分的心率，由于改善了血液循环，会使大脑恢复超过原来状态。

5. 温州市黎明小学黄滔老师，把刚升入三年级的学生分成甲、乙两班，甲班是体育加强班，乙班是普通班，对他们进行不同体育课安排，甲班每周四节体育课，乙班每周二节体育课，甲班每天早训半小时，乙班没安排早训，“两操、两活动”都同样照常进行，其他文化课两班安排都一样。体育加强班每天体育锻炼超过一小时，普通班按学校一般规定活动。两个班经过三年的试点测定，学生在体质和学习方面都有一定的提高，但体育加强班在形态机能、素质和学习成绩等方面的进展都比普通班快。

6. 上海市的研究证明，在同等条件下加强体育锻炼的学生，能促进身体各部位的发育。

7. 心理学家研究了早操对人的心理的影响，结果证明，在 80—98% 的情况下早操对练习者的记忆力、注意力以及消除懒动的态度、过份兴奋都有无可置疑的直接的良好作用。

8. 奥利瓦在 1958 年，科达在 1966 年，麦克高米科在 1968 年分别报告说，他们以心理能力差的儿童和学习不好的儿童为对象，按计划要求这些儿童进行了健身活动，结果他们的运动能力或智力、读书能力等提高了。

9. 活利科夫的研究证明，在体育锻炼的影响下，能使中学生、大学生的智力工作能力在一周或一年中向好的方面变化，甚至在考试期间也是如此。每天一个小时的体操，田径或球类运动（特别是在新鲜空气中）能有助于保持高度的智力工作能力，并能反映在他们的学习成绩中，参加课外训练的同学比那些只参加一般体育课的同学智力工作能力更高。

10. 希季科娃的研究表明，甚至在高度的体力紧张中，使体育课充满大量的智力负荷量时，也不会对下一节课中学生的智力工作能力带来负作用，相反，还能提高智力工作能力。这就为一天的学习中提高教学过程的效果创造了前提，在舒罗夫斯娅及其他人的研究中，也得到类似的结果。

学校体育在培养现代人中具有独特作用

随着世界新技术革命的到来，现代社会正朝着自动化、电子化、信息化的方向发展，我国的四化建设在经济体制改革的推动下，进程大大加快，人们的工作和劳动越来越高速度、高强度、高效率，生活节奏也随之加快，这就要求学校培养大批的能适应现代化建设的新型人才。不但要具有渊博的知识，而且要有健康的身心，富有创造能力和开拓竞争精神，具有良好的人际关系和良好的意志品质以及成熟和高尚的道德标准，学校体育对人的这些素质形成有着独特的作用。

1. 培养能适应现代社会、具有健康身心的人

现代化社会会给人们神经系统带来高强度负荷，提高了对机体的要求。同时，现代化社会也带来了对人体健康与发展颇为不利的条件，如城市人口高度集中，工业污染严重，自然环境和生态平衡遭到了破坏等。当前，经济发达国家普遍出现运动缺乏症，加上膳食构成中脂肪和动物蛋白比重偏高，

导致心脏病、糖尿病、高血压和肥胖症的患者增多。大量的实践和科学实验证明，体育活动能够较多地消耗过剩的营养物质，保持新陈代谢平衡，能够促进新陈代谢过程，提高身体机能，使新陈代谢旺盛，身体健康，精力充沛。同时，体育活动也是增强体质，调节身心，防治各种“文明病”最有效的方法。

2. 培养有创造能力和开拓竞争精神的人

小平同志提出，教育要面向现代化、面向世界、面向未来。这三个方面的核心就是要求我们培养的人才具有创造精神和开拓能力，在日本这种竞争的社会里，要想作为一个成员立稳脚跟，是不能回避竞争的，而且必须努力锻炼经得起竞争的韧性，许多单位在录用人才上还优先录用具有“运动精神”的健康人。

体育教学则要求学生们在体育课当中，不仅身体上得到锻炼以提高身体素质，掌握各种基本技能，而且鼓励他们要活跃思想，敢于拚搏，敢于创新，努力超过别人。

3. 培养现代人所必需的良好的人际关系

人在社会生活中，结成各种各样的人际关系。人际关系对人的行为经常发生积极性作用或消极性作用。人际关系性质不好引起人与人之间的关系紧张，相互猜疑，彼此戒备，工作不协助，降低工作效率；人际关系对人的心理健康发生重大影响。人际关系不同，需要不同心理适应，以保证心理健康；对人际关系的心理失调，将影响人的心理特别是身心疾病如神经衰弱、高血压、偏头痛、溃疡病等都与人际关系失调有密切的关系。

4. 培养良好的意志品质

不同的运动项目能着重培养学生不同的意志品质，如短跑，要求快速、有力、强度大，能培养学生坚强、勇敢、敏捷等品质。长跑：要求持续、耐久，能培养学生的毅力、坚韧和自信等品质。体操则灵巧、惊险，要求注意力集中，能培养学生沉着、专心、稳重的品质。力量性练习，容易产生疲劳和肌肉酸痛，引起难受、厌倦的情绪，能培养坚韧、顽强、吃苦耐劳的品质。如此种种，不一而足，可见，体育活动是培养人意志品质的良好途径。

学校体育中的科学技术

体育锻炼能增强学生体质的科学解释

1. 促进学生身体的正常发育

所谓生长是指儿童少年身体的不断长高，长粗，长重的人体的量变过程，是细胞不断繁殖，细胞间质不断增多的结果。发育是指人体的细胞与器官不断分化，机能逐渐成熟，形态逐渐完善的过程，是人体的质的变化的过程。儿童少年的生长发育是一种自然现象，就是说，他们自然会长高，长大，而且有一定的规律。但是，身体能不能得到正常的或良好的生长发育，这在很大程度上决定于后天的环境和教育，特别是营养、体育和卫生教育。身体的生长发育，是儿童少年身体功能和健康的基础，学校体育可以促进学生身体的良好生长发育。

2. 促进身体形态的发展

(1) 骨骼的生长发育。骨骼是人体形态的框架。骨骼和肌肉组成人的身体形态。身高，体重，胸围的生长发育，主要就是骨和肌肉的生长发育。儿

童少年的骨骼，还没有骨化的软骨较多，他们骨的生长发育，是骨端的骺软骨不断增殖，肥大，并钙化形成骨质，使不断增长。骨的生长发育的物质代谢过程受神经系统的调节，内分泌器官：脑下垂体、胸腺、甲状腺、甲状旁腺、性腺等也影响骨的生长发育，营养条件和骨的机能对骨的生长发育也起很大的作用。骨的外面有一层骨膜，血管和神经通过骨膜进入骨内。身体运动时，血液循环加快，流向运动部分骨的血液增多，使骨得到更多的营养和机械的刺激，促进骺软骨的增殖，使骨增长。承受重力，压力和张力的部位，骨的密质层和骨小梁加厚，骨的重量增加。用 X 射线照视网球运动员，可看到他们执拍的那只手臂骨明显地比另一只手臂较粗；跳高运动员起跳腿的下肢骨，比另一条腿的下肢骨要粗一些，这都证明了体育运动能够促进骨的生长发育。

(2) 肌肉的生长发育。儿童少年肌肉的生长发育是自然的现象，但是，能否得到正常的和良好的发展，受环境和教育的影响很大。体育锻炼是促进肌肉良好生长发育的最重要的因素。肌肉中有很多毛细血管，在安静时，只有 5% 的毛细血管开放，身体剧烈运动时，90% 以上的毛细血管都开放。血液大量流经更多开放的毛细血管，使肌肉的细胞组织得到更多的营养，促进肌肉的代谢机能，使肌肉中的有机物和无机物增多、肌肉增粗，力量增大，并增强神经系统对肌肉控制调节的能力。因为肌肉的生长发育依靠肌肉的运动，所以，儿童少年时期好跑、跳、攀爬等身体的活动，这不仅是儿童少年对周围事物的探索和智力发展需要，而且是他们身体生长发育的生理上的自然需要。学校体育正是适应儿童少年这种自然需要，因势利导，有目的、有计划地使他们身体各部分的肌肉和骨骼都得到良好的生长发育。

3. 促进体能的良好发展

体能是指人在体力上所表现的能力，包括表现在外部的身体基本活动能力、身体素质和表现在内部的身体机能这三个方面。

(1) 促进基本活动能力和素质的发展。任何一个儿童少年，虽然有自发的自然的身体活动，但是由于受环境、条件以及活动时间、方法等的限制，导致有的某些活动多些，某些活动少些，一般来讲，只靠自然的身体活动，他们的身体基本活动能力和素质，不可能获得全面的和良好的发展。所以，同年龄、同性别的学生，他们的基本活动能力和素质表现出很大的差别。例如：13 岁男生的短距离快跑能力好的，可以用 8 秒钟跑完 60 米，而能力差的要用 13 秒（当然也包括遗传的因素）。由于身体活动环境、条件的不同有的儿童少年身体很瘦弱，有的动作不协调或缓慢，有的跑跳等动作还灵敏但臂力或腰肌力量差。这并不是先天因素所造成，主要是因为身体的活动不足，或者身体的活动有偏废，不够多样化。学校体育由于有固定的场地、锻炼时间以及专人进行指导，从而弥补了这种学生自然的身体活动对发展其身体基本活动能力和素质的不足，进而促进了学生体能的发展。

(2) 身体机能的发展。身体的机能，是指身体内部器官和系统的功能。人体活动时，身体内部器官、系统，为了适应身体外部活动的需要，它们的机能会发生变化。因此，体育锻炼不仅是对学生身体外部能力的锻炼，也是对他们身体内部机能的锻炼，对整个机体的锻炼。体育锻炼促进身体机能的发展，主要有两个两个方面：身体运动时，心脏跳动的频率加快。7—17 岁的儿童少年平静时的心率每分钟是 77—87 次，在中等强度的运动时，每分钟可达 130—150 次，心率加快和毛细血管的大量开放（剧烈运动时，为平静

时的 15—20 倍)，使血液循环加快，安静时血液循环全身一周的时间是 20—25 秒，中等强度运动时是 8—9 秒，增快一倍多。这样，使肌肉组织内，包括心脏肌肉组织内，血液的流量大为增加，得到更多的营养物质，加强新陈代谢，使心肌纤维增粗、增厚，收缩力增强，射血功能增强，心脏每搏输血量增多。这些都可以促进心血管系统的生长发育和机能的良好发展。身体运动时，由于主要的呼吸肌群：膈肌、肋间内外肌、肋提肌、上下前锯肌等等，以及呼吸辅助肌群：斜方肌、胸锁乳突肌、胸小肌、胸大肌等，加强收缩就逐渐促进这些肌肉本身的生长发育，呼吸的力量增强；并促使胸廓扩张，胸腔容积增大，肺泡发展较好，肺活量、肺通气量和吸（摄）氧量增大，整个呼吸系统的生长发育和机能得到正常的、良好的发展。

4. 增强身体的适应能力。

身体适应能力，是指身体适应寒冷、炎热、风雨等自然环境的能力和抵抗疾病的能力。学校体育除用各种体育活动来锻炼学生的身体外，同时注意利用日光、空气等自然力对身体的锻炼，并用冷水浴和游泳、爬山等野外活动来锻炼学生的身体，以增强他们身体的适应能力。

学校体育能促进智力发展的科学解释

1. 学校体育为智力的发展创造了良好的生理条件

体育促进神经系统的生长发育、维持脑的正常功能。人的脑、脊髓和整个神经系统，从生理组织和机能来说，是同身体其他器官、系统一起逐渐生长发育的。儿童的脑发育较早，在 8 岁左右已发育完好。但是，脑的重量要到青春期开始时（1—13 岁），才接近成年人脑的重量。经常参加体育运动的人，大脑神经细胞的反应速度较快，大脑皮层的分析和综合能力较强。脑、脊髓和整个神经系统在生长发育和维持正常工作期间，和其他器官系统一样，需要充分的营养物质。体育运动则能使大脑获得更多的营养物质，经常参加体育运动，可以刺激红骨髓制造红血球的机能，能有效地提高呼吸、循环系统的功能，增加血液中输送氧气的红血球和血红蛋白的含量，使大脑获得更多的氧气。人体在安静时血液循环每分钟 4—5 次，而运动时血液循环加速，每分钟达 7 次，向大脑的供氧量就会增加。人的一切智力活动都是在的直接控制下进行的，大脑是人的指挥机构，是代谢作用最活跃的器官，它所需要的氧气量占全身需氧量的四分之一，比肌肉多 15—20 倍。一个成年人的脑每分钟需要 500—600 毫升的氧才能维持正常的功能活动。

有的科学家研究发现，脑力劳动者在进行紧张思考时，大脑工作一小时所消耗的氧气，相当于炼铁工人劳动八小时脑子所消耗的氧气总和。学生在学习过程中，大脑新陈代谢产生的废物不断增加。长时间用脑会产生疲劳。疲劳使新陈代谢失调、神经细胞受到抑制，如果用脑过度，神经细胞较长时间得不到休息，全身都会感到不适，头昏眼花，记忆力减退等症状会接踵而来，甚至产生神经衰弱等慢性疾病。体育活动则可以使大脑中相应区域引起兴奋，与脑力劳动有关的兴奋区域被诱导而引起抑制过程，使已疲劳的神经细胞得到充分的休息与调节，故可有助于提高学习效率。

2. 增强了学生身体素质，进而对学生智力的发展起了良好的促进作用。

人体是有机的统一体，人体的构造和机能是非常复杂的，其各个器官和系统既有它的专门机能，同时，它们在大脑神经系统的统一指挥下又互相联系、互相影响互相制约地协调活动，形成一个有机的统一整体。在身体这个统一的整体中，大脑和整个神经系统处于指挥全身的地位，同样，也受其他器官

和系统的影响。这些器官、系统的生长发育和机能的发展，对大脑和整个神经系统的生长发育、以及智力的发展有密切的关系。也就是说，身体是智力、精神或心理活动的物质基础，智力的发展有赖整个身体的正常或良好发展，精神和身体、生理和心理是统一的。人身体素质的好坏，对文化技术素质影响很大。上面所述，人体是一个有机的整体，人的身体状况不但会影响其体力活动，也会影响其脑力活动。身体素质好，就可以有更多的时间、更充沛的体力和精力去学习和提高文化技术。恩格斯曾指出：“把夏季的大部分时间花在行军和野外练习上，不但有益于学生的身心发展，……还能大大提高学生的智力。”美国斯坦福大学的特曼教授在追踪观察美国数十名天才儿童时，发现他们经常参加体育锻炼，其体质和精力比一般孩子要好，该校还对全国获得优秀奖学金的学生进行调查，结果表明：优等奖学金获得者大都喜爱体育活动，他们的身体比一般人强壮，更健康。

体育对学习较差的学生所起的作用也许比对一般学生所起的作用还要大一些。杰姆斯·N·奥利弗（James N·Oliver）对学习较差的学生进行了大量的研究，发现身体素质的系统性进步对这些学生的智力和身体发展有明显的作用。他认为这种改善来自学生的成功感和适应性的改善。

4.可以直接促进学生智力的发展

（1）身体、运动的发展和智力的发展。乳儿期或幼儿期的前半期是语言能力未成熟的阶段，在这个阶段，感觉运动的能力是智力表现的有力手段。心理学家C·凯发特指出：运动与较高的思维过程有关，儿童的行为不能优于运动能力，后者是前者的基础。瑞士心理学家吉思·波埃杰指出：儿童最早学习到的本能的技能（包括神经肌肉系统和所产生的跑动、伸长等动作），为进一步学习形成了基础。科利佐娃在大量事实材料中证明，在小孩与物体接触的过程中，在组成感觉关系（视觉、听觉、触觉等）体系的基础上，形成了对物体外部标志进行初步的概括（对具体的东西、玩具形式完整形象的概括）。剥夺了婴儿活动的积极性，就会严重影响物体概括形象的建立和保持，甚至“……为了发展语言的概括作用……尽可能多的运动分析器官参加是很重要的。对语言所产生的运动反射越多，语言概括功能的发展就越顺利”。可见，在婴儿身上可以看到身体和运动的发展与智力发展间存在着较高的相关。同时，实验又表明：随着年龄的增长，心理发展与身体和运动的发展渐渐分化，他们之间的关系变得微弱了。但是，尽管如此，它们之间还是维持着积极的相关。

雷里克（Rarick）等人所做的动作技能与学习成绩的关系的研究表明，动作能力较强的一组在阅读、书写、理解等方面得分高的人数比能力较差的多。

（2）体育教学对智力结构的影响

体育教学有助于培养学生的观察力和注意力。在体育教学中，练习者从事任何一种身体练习，都要接受来自视觉、听觉、触觉、味觉、肌肉运动感觉及内脏器官各种复杂和新异的刺激，他必须高度紧张和敏锐地去感知这些刺激的性质，才能对所有的复合刺激加以迅速的分析判断，选择正确的运动表象而做出相应的符合练习需要的行动。此外，运动技术的学习和运动场上千变万化的环境，不但要求学生注意的集中性和稳定性，而且还要求注意自己的对手和同伴的行动变化，这就有助于培养学生观察和注意的转换和分配能力，扩大注意的范围，提高同时对多种客体的分析能力。

运动技术的学习有助于培养学生直觉形象的记忆能力。体育教学具有鲜明生动的实践性及复杂多变性，它要求学生努力识记练习的一般结构、动作的方式和速度、幅度和节奏，还要求学生在实际练习时，通过追忆动作之间的联系、完整技术动作的先后次序和外形象，以联想和再生的方式在头脑中组成一整套正确技术动作的运动表象，准确无误地按照练习所要求的要领去进行训练。因此，体育教学对于整个记忆过程的发展和扩大表象储存有极大意义。

形成运动技巧要求高度的想象力。高度的运动技巧的形成，决定于学生创造性地解决那些发生在教学和训练过程中的问题，找出最有效的方式方法。一种新颖动作技术的出现，往往是学生在教师指导下，根据自身有的运动表象加以改造，按一定方式把它们重新组合起来，这就是我们通常所说的想象力的具体表现。所以，体育教学对学生想象力的发展有极大促进作用。

学习运动技术，除了依靠学生有机体直接的反复练习以外，更多的是依赖于学生思维活动的积极参与。通过对组成整个练习模式的分解，对该动作和已学动作的分析比较，找出动作本身的特点以及在完整技术中这一动作和那一动作在结构上的联系，才能获得准确的技术概念，掌握合理的练习方法。同样的，任何一种体育教学比赛，都决不仅是学生双方技能和体能的竞技，而且也是个人智慧的比赛。没有学生本身对比赛对方的技术和战术特点准确周密的分析研究，没有他们对比赛场上复杂多变的情况迅速的分析判断，是不可能作出符合竞赛需要的应变行动的。可见：体育教学和运动训练，有助于培养学生思维的针对性、深入性和灵活性。

在体育与运动心理学中，许多作者（如C·M·奥亚等人）的研究都证明了体操、球类、学校体育课对改进视觉功能、动觉、注意力、记忆力及其他心理过程有良好影响。由此可见：在一定的内容、教法和组织条件下的体育教育和运动活动，不仅是对身体发展而且是对智力发展起作用的因素。同时，综上所述，我们可以这样认为，正是因为体育教学中，学生是在大脑的指挥下进行复杂的身体活动，以及它本身具有生动的实践性和活动方式的复杂多样性这一与一般课堂教学不同的特点，所以它能够从不同的角度增强学生的智力。体育锻炼不仅仅只是增强了体质和大脑皮质对疲劳的耐受力，以及活动性休息使大脑疲劳得以恢复，从而提高学习效率，且体育教学和训练的本身增强了学生大脑功能，促进了他们心智能力的发展。

值得指出：体育与智育的关系有着正相关和负相关的两重性。正相关是体育与智育相互关系的本质属性，理论和实践一致地证实了体育能够促进智育，但是正相关也是有条件的，不是体育好智育自然就好，体育只是为智育的发展创造了良好的生理条件，启迪了潜在能力，要取得智育的实际进展，还必须通过抓智育的本身来实现。负相关是体育与智育相互关系的非本质属性，是由体育训练中的某些错误作法引起的，不具有必然性。在现实生活中，确实存在着有些学生运动技术水平较高，但文化学习成绩很差的现象，其中原因很多，主要有两个：一是学习动机不明确，二是学习兴趣片面。由于青少年活泼好动，他们都喜爱体育活动，而对学习文化知识有的不感兴趣，有的在学习上有畏难情绪，因而造成文化学习成绩很差。故：绝不能简单地把文化成绩差归咎于体育活动，以致阻止学生参加各项活动。

体育课的科学化

1. 运动负荷

体育课运动负荷是指学生在课中做练习时所承受的生理负荷。它反映着练习过程中，学生身体的生理机能的一系列变化。

科学、合理的安排课的运动负荷，对增强体质，掌握与提高运动技术、技能，防止伤害事故，具有重要意义。因为人体形态、机能的改善和提高，以及技术的掌握，必须在一定的负荷量和负荷强度的刺激下才能实现。因此，在体育教学过程中，应随着学生的机能能力的改善和提高，不断地适当地增加课的运动负荷。

安排课的运动负荷，应根据人体生理机能活动能力变化和人体机能适应性两个规律，循序渐进，从小到大，逐步加大运动负荷。

2. 电子计算机成了体育教师的助手

有 1200 名学生的前苏联克拉斯诺达尔电子仪器专科学校，首次把电子计算机作为体育教师的助手。

克拉斯诺达尔电子仪器专科学校研制出了一套称为“学生体育”的自动化管理系统，它能有效地处理大量的数据并作出有科学根据的判定。这一系统包括四个部分：教学过程、比赛成绩的处理、前苏联劳卫制、掌握小组和班级体育教学训练的过程。从体育教研室或医务所来的一系列资料放进信息调度中心进行处理，输入电子计算机记录下来，以便长期保留。

该校还制定“健康手册”，记载学生自入学以来的一切材料，包括人体测量、秋季和春季体格检查，参加比赛的成绩、通过劳卫制的成绩，体育测验以及学生进行课外体育锻炼的资料。

体育测验分为速度（20 米跑）、力量（引体向上、俯卧撑）、弹跳力（原地跳高）和耐力（男生 700 米跑、女生 350 米跑）等项。训练成绩记录在卡片上，送交信息调度中心进行处理。经过处理的学生体育锻炼的资料每个月的最后一天就可以送到教师的手里。

克拉斯诺达尔电子仪器专科学校特别重视学生们课外体育锻炼的情况。该校选择了一些可以在家中，无须特殊器械就能完成的练习项目，如引体向上、俯卧撑、举腿、单脚跳和双脚跳、高抬腿跑等。这些项目交替进行，使学生们对体育活动发生兴趣。

使用电子计算机查阅某个学生的体育档案，只要 30 秒钟就行了。学生的各项体育成绩每学年的开始时公布一次，八个月以后再公布第二次，学生就能了解自己的锻炼结果。随着电子计算机在体育领域中的广泛使用，在不远的将来，这种做法必定会被普及的。

此外，现代化的教学手段，如：影片、电视、录音、录像已在体育课中被广泛地采用。电化教学生动、形象、直观，更有助于学生更多、更好、更快地掌握体育的基础知识、基本技术和技能，并能有效地调动和提高学生的学习积极性和兴趣。

科技进步与大众体育运动

现代科学技术的发展，使劳动方式、社会关系和自然环境等发生了巨大的变化。一是现代技术减轻了人体的体力劳动，人们的业余时间充裕了，人们有更多的时间来从事活动，增进健康，丰富业余生活；二是由于人的体力活动相对减少，导致心血管系统病增多；长期高度紧张的脑力劳动，对人的神经系统也有损害。这些因素加上科学文化水平的提高，使人们认识到体育与健康的关系，把体育当作生活的重要内容；三是由于科学技术的发展，重大体育比赛的现场转播，特别是重大国际体育比赛，通过卫星，通过通信技术、空间技术、电子计算机技术，把比赛的实况迅速而准确地传播到世界各地，由于运动场上运用现代科学技术，使比赛更加精彩、激烈，更加吸引人，这也极大地刺激人们去从事体育活动；四是由于用现代科学技术对群众体育进行科学研究和科学指导，使群众体育锻炼科学化，使不同年龄性别、工种的人按地区、季节、项目的特点参加各式各样的体育锻炼，有效地增强了体质，使人们尝到了参加体育活动的甜头，也就更激发了人们从事体育活动的积极性，以至群众体育活动蓬勃兴起，成为现代体育发展的一种新潮流。

未来大众体育发展的社会条件

如果我们今天强调体育锻炼应该和吃饭、睡觉一样成为生活所必需，可能有人认为这是言过其实。但展望未来的信息化社会，将由集中生产的社会通过工厂和办公室自动化而成为分散生产的社会，所谓“电子家庭”就是指很多人可以通过视频终端和电子通讯设备而在家办公，既可以减少能源消耗、避免交通拥挤，又节省了办公设施。这样的结果必然使体力活动越来越少，从而对健康不利。今天发达国家的“文明病”，在未来就可能成为常见病、多发病；另一方面，闲暇时间的增加，为我们从事体育锻炼提供了时间保证，根据前西德《体育通讯》1983年第3期报道：美国一些未来学者预测，到本世纪末可能发展到每周工作4天，每周总工作的时数为30小时。正如法国尼斯大学教授肖埃尔说：“我们面对这样的现实：由于体育在现代社会中的地位不断提高，它将成为生活所必需。”

国民收入成倍增加，将为居民锻炼提供较充裕的经济条件

身体锻炼就经济往来分析是一种文化消费，随着经济收入的增加，锻炼只出力不出钱的传统观念将逐步改变。据1983年统计，锻炼者穿运动服装的只占21.6%，穿运动鞋的只占48.1%，个人购买体育器材者甚少。据有关资料统计，我国居民用于文化娱乐的开支只占个人支出的4%。到2000年，国民收入将由目前的300多美元增加到1000美元左右，人们在物质消费不断增长的同时，文化消费将大幅度增长，按发达国家80年代的文化消费水平衡量，将达到个人总支出的20—40%。

余暇时间延长，居民将有更多的锻炼机会

未来几十年，实现“四化”的任务繁重，居民余暇时间的延长主要依赖于家务劳动社会化。目前，我国“第三产业”从业人员只占全国就业人口的15%，城镇居民每日家务劳动时间平均4.5小时。到本世纪末，我国居民的余暇时间有可能增加1—1.5小时。

随着离退休制度的执行，一些工厂企业试行6小时工作制或每周五日工

作制，将使部分职工余暇时间延长。

营养水平提高，居民锻炼目的有所改变

目前，我国人民的膳食构成以谷物为主，约占热量来源的60%左右，动物蛋白的摄取量只占11%。这种传统的饮食构成，随着经济收入的不断增加，正在逐步改变。人们对动物蛋白的食用量日益增多，如80年代初，奶消费量每人每年平均为4.3公斤，专家预测到本世纪末将达到7.5公斤左右。饮食结构的这种变化，使人们以减肥、健美和预防血管疾病为直接目的的锻炼者将大大增多。

居民文化程度提高，科学锻炼要求将更加迫切

目前，我国参加身体锻炼者中，老年人所占比例较大，他们的整体文化水平较低。到了2000年，我国城市将努力完成九年制义务教育，居民将普遍达到高中文化水平，农村的教育普及率也将有较大提高。因此，锻炼中讲究科学，掌握技术，定期检测的要求将更加迫切。

人口年龄结构的变化，锻炼要求较为迫切的中老年人大大增多

我国目前15岁以下的人口占全国总数的38.6%，属青年人口型国家。但近年来，我国老年人寿命延长，60岁以上的人口每年以3%的速度持续增长，到2000年，全国60岁以上的老年人将达到1.3亿人，占人口总数的11%；与此同时，15岁以下人口将下降到人口总数的25%。人口年龄的这种变化，客观上有利于群众体育队伍的扩大。

群众体育锻炼的科学化

群众体育在有的国家称为大众体育、身体娱乐或闲暇体育。它的兴起，是二十世纪六十年代以来现代体育发展的重要特征之一。大众体育是科学技术高度发展的文明社会的产物。近20年世界科学技术的迅速发展，造成空前强大的社会生产力，使人类生活上得到更多的方便，但也带来许多不利因素。特别是信息化社会的发展，体力活动越来越少。为了适应这种情况，体育锻炼就越来越显示出它的重要作用。

身体锻炼的原则

身体锻炼的实践告诉我们，任何一种卓有成效的锻炼行为，总是锻炼者自觉或不自觉遵循某些原则的结果，其原因可能是多方面的，但是，有一个基本因素，那就是不能背离了正确的锻炼原则。因此，参加或指导身体锻炼，必须首先了解、掌握并遵循身体锻炼的原则。

1. 主动性原则

作为一种自愿行动，主动积极是参加并坚持身体锻炼的首要条件。正如毛泽东同志在《体育之研究》中所指出的那样：“欲图体育之有效，非动其主观，促其对体育自觉不可。”所谓主动性是指身体锻炼参加者在充分理解身体锻炼目的、意义的基础上，自觉、自愿、主动、积极地进行身体练习。根据主动原则，我们在锻炼身体时就应该做到：

(1) 明确目的、强化动机。目的是人们行动所预期的结果，动机是促使行为的内在力量。人的一切行为总是从一定的动机出发，并指向一定的目的。参加以自觉自愿为前提的身体锻炼，首先必须明确目的，这样才能产生锻炼的欲望。

人的动机产生于人的需要，就身体锻炼的作用和不同个体的身心特点来

看，人对这一活动的需要是广泛的，应根据每个人的具体实际需要，进行有针对性的启发。概括起来，不同性别、年龄、身体条件的个体，一般需要是：

强身需要。强健的身体是人类生存和享受的必备条件，是高效率工作和愉快生活的前提。因此，强身壮体是人们的普遍需要。青少年为促进身体的生长发育，精力充沛地学习、为夺取更好的运动比赛成绩，需要强健的身体；中年人为保持旺盛的体力和精力，在人生的关键时期做出突出的贡献，也需要强壮的体质；老年人为推迟衰老进程，延年益寿，安度晚年，对强身壮体的欲望更迫切。

保健需要。依生物学观点看，人是在适应环境和战胜疾病及衰老过程中生存的。药物、营养物品固然有医病和抗衰作用，但是，身体锻炼作为内源和本性保健手段，对于某些疾病，特别是许多慢性疾病具有特殊的医疗作用。因此，对于体弱多病，求医索药多年而无明显收效者，应通过各种实例，启发他们参加身体锻炼，开辟新的医疗途径。

娱乐需要。人类对生活的需求是多位的，在紧张的工作或学习之余，消遣娱乐是人之所好。丰富多彩的体育运动具有游戏性、趣味性，是人们健康的消遣娱乐活动。在运动中，人们因表现体能而感到自豪，以掌握和热练技巧而感到欣慰，以战胜对手、超过对方而感到满足。

健美需要。美是人类的共同爱好，在诸多的美感中，人体美不象服饰、美容那样一蹴而就，除了遗传因素外，它主要通过日积月累的锻炼而获得。随着经济文化的发展，人们对美的理解和追求更加深化，人体健美将成为更多人的目标。其中，妇女和青少年对健美的追求欲望更为迫切，应有重点、有区别地加以引导。

竞赛需要。比赛是体育运动的显著特点之一，对群众具有很大的吸引力。我国基层体育比赛相当活跃，并已形成传统。为迎接比赛、取得成绩，广大群众多有赛前练习的习惯，应激发他们的自尊心和荣誉感，使其主动参加锻炼，并导向经常化。

(2) 培养兴趣，形成习惯。身体锻炼的主动性一方面依赖于努力达到目标的毅力。另一方面来源于活动内容的吸引，来源于对锻炼内容的兴趣。

兴趣有直接兴趣和间接兴趣之分。直接兴趣是指对现实具体的活动内容本身所产生的兴趣，如对变化莫测、游戏性极强的球类运动的兴趣，对刚柔并存、威武潇洒的武术运动的兴趣等等。间接兴趣是对活动的未来结果等所产生的兴趣，如有些人对长跑运动本身没有兴趣，但对长跑后心肺功能增强、多余脂肪减少要求迫切，有的学生对做广播体操不感兴趣，但对做操后疲劳消除、有利于提高学习成绩感兴趣。应通过教育引导和灵活安排组织形式等，促使两种兴趣互相影响、互为渗透，以形成稳定的锻炼兴趣。那种为求得一时满足而产生的兴趣，是不稳定的。同样，由于兴趣是建立在需要基础上的。并在实践中巩固发展的，如果需要长时间得不到满足，那么，兴趣也会随之减弱，直至丧失。

兴趣能透发自觉，但兴趣由于多次重复也可能出现转移或淡化，因此，身体锻炼的主动自觉性，还要有赖于养成锻炼的习惯。“习惯成自然”，只有把身体锻炼纳入日常生活制度，形成规律，才会逢时必出，主动积极。习惯是稳固的条件反射，是在多次重复基础上建立起来的反应联系，因而必须在相当长的时间内，依靠自制力，坚持不懈，待原有惰性逐渐消失，形成新的生物节律后，就会轻松自然。

(3) 检查评价，激发动力。身体锻炼的效果是逐步获得的，在锻炼过程中的一阶段，锻炼者往往自我感觉不明显。应通过医务检测、成绩测验、参加比赛等形式，对锻炼效果进行评价。只有让锻炼者充分了解锻炼效果时，才能进一步调动他们练习的自觉积极性。通过检测评价，还可以从中发现不足，找出原因，修订锻炼方案，把握正确方向，从而提高锻炼的科学性。因此，检查评价能从正反两方面激发锻炼热情，是调动锻炼积极性的有效手段。

2. 针对性原则

针对性原则是指在身体锻炼过程中，根据锻炼者的个人特点以及季节、地域等客观条件，合理地确定锻炼内容、选择方法手段和安排运动负荷，使之符合实际需要。针对性原则要求人们在锻炼时，根据锻炼者的实际状况，合理确定锻炼方案。一般说，要考虑以下几点：

(1) 年龄特点。不同年龄阶段，人体机能是有差别的。儿童少年处于生和发育阶段，全面发展身体是锻炼的前提。由于骨骼硬度小，韧性大，不宜采用过多的负重练习，否则会引起下肢骨弯曲变形。从事一些非对称项目的练习（如投掷项目、羽毛球、乒乓球等）要适度，并注意非用力肢的锻炼，以免影响脊柱发育的正常弯曲度和身体的均衡发展。儿童少年的心肺功能尚未完善，心跳和呼吸频率快，心输出量和肺通气量较小，难以胜任过分激烈的运动，尤其拔河、倒立等憋气或静止用力练习，更应注意避免过劳。

(2) 性别特点。男女身体差异是多方面的。男性肌肉发达，约占体重的42%左右，女性只占36%左右，故女性运动负荷应小于男性。女性髌部宽，重心低、关节韧带的灵活性较好，适合完成平衡、柔软等动作，男性肩宽、髌窄，完成力量、速度以及跳跃等练习的能力较强。从心理特点看，女性喜爱动作轻盈、优美、富于韵律的项目与动作，男性则偏爱刚健有力、冒险性强的项目与动作。

(3) 身体的健康状况。身体各部位的机能状况，是确定锻炼内容、方法和运动负荷的主要依据。锻炼前应通过体质检测、医务诊断或病史调查等手段，掌握锻炼者的健康水平。对于高血压、冠心病等患有心血管系统疾病的人，应在医生指导和监督下进行锻炼。对于其它疾病的患者，也应了解其病患部位和程度，以便“对症下药”。可采取专门性练习，也可因病情较重而暂时中止练习。

(4) 职业特点。不同职业者劳动性质差别较大，有的从事体力劳动，有的从事脑力劳动；就劳动强度看，也有轻重大小之分；从劳动时的姿态看，差别更多，有的站着，有的坐着，有的相对静止，有的经常变换；身体主要活动部位也不相同，有的上肢负担重，有的下肢易疲劳；劳动环境千差万别，有的在室内，有的比较安静，有的比较嘈杂，有的空气清新，有的环境污浊。掌握锻炼者的职业特点，就为因人制宜地确定锻炼方案提供了依据。如脑力工作者，工作时经常维持弯腰伏案等的姿势，颈部前倾，脑供血受阻，长时间工作会出现头昏脑胀之感，颈、背、腰部肌肉酸痛，甚至有微麻症状。由于低头含胸，肺部活动受迫，呼吸机能降低。相对静止工作，肌肉缺少活动，体力下降。针对知识分子的这些劳动特点，就应以动作舒展的运动性户外锻炼为主，如仅在户内打乒乓球或做定位操是不够的。

(5) 锻炼目的。锻炼者在增强体质的前提下，还抱有不同的具体锻炼目的。如有人是为了医疗疾病，有人是为了健美身体，有人是为了消遣娱乐，有人是为了迎接比赛。为实现不同的锻炼目的，需要进行有针对性的安排。

为健美身体，使肌肉更丰满，就应安排小重量、多重复的哑铃操等身体练习。而医疗神经系统等疾病，最好采用气功、太极拳、八段锦等民族传统保健项目。

(6) 地域和季节特点。我国幅员极其辽阔，不同地区的地理气象条件、体育的地方特色等均有不同。锻炼中，应因地制宜，从各地的实际出发，有针对性地进行安排。我国居民进行身体锻炼，多在户外进行，受季节气候制约较大，依据不同自然环境的变化，调整或变更锻炼计划是必要的。

贯彻针对性原则，除上述要求外，还应注意兼顾锻炼者的兴趣爱好，体育基础条件等。只有把这些因素综合考虑，才能比较准确地制定锻炼方案。

3. 全面性原则

全面性原则是指在锻炼中，统筹兼顾，使身体各部位、各器官、系统的机能，各种身体素质和活动能力都能得到均衡的发展。全面性原则要求锻炼时应注意：

(1) 合理选择和搭配锻炼内容。各项运动项目对人体的影响是有区别的。就某一项目来说，可能主要发展身体的某一部位或着重发展某身体素质，如长跑时，下肢锻炼比较充分，而单杠、双杠练习侧重发展上肢，短跑主要发展速度，举重主要发展力量等等。因此，选择锻炼内容时，要注意挑选那些对身体发展影响较全面的项目，象游泳、打太极拳等。但由于兴趣爱好或条件所限，也可选择其它项目，采用偏重于发展身体某些部位或某些器官的项目。

(2) 要内外结合。身体锻炼，就外在表现看，是由各种明显动作组成的肌肉活动，实际上，它是由身体各组织、器官和系统相互配合，共同完成的。运动时，既要注意骨骼、肌肉等形态上的发达，同时也应加强内脏器官、系统的功能锻炼，内外结合，使机体能力得到全面提高。

内外结合，首先要求锻炼中不仅要注意练习动作的准确、优美，而且要注意体内组织器官和系统的反应。发现问题随时加以调整。如呼吸过于急促、胸部胀闷，有窒息感，就应考虑是否有调整运动强度或练习节奏的必要。脉搏可以反映心血管机能的状况，经常注意脉频的变化，即可了解循环系统的反应。锻炼后，脉频恢复常态较慢，或经过较长时间休息后，脉频仍明显高于或低于常态指标，就应分析运动负荷的安排是否适宜。

内外结合，还应讲求锻炼卫生，避免因不合理的安排而损害内脏器官。如为保护心血管系统，在激烈运动后，不能因机体疲劳而马上静止休息；运动中由于体温升高和出汗，会出现渴感，不能在锻炼间歇或锻炼刚结束就大量饮水，否则会增加心血管系统的负担。

(3) 应神形一致。“神”指精神、心理，“形”指身体、动作，所谓神形一致，是要求锻炼中意念要专注，精神要集中，使思想与动作紧密配合。这样，不但可以提高身体的物质锻炼效果，而且能够获得精神上的享受和心理上的修炼效果，使身体锻炼获得物质和精神的双重效果。我国传统锻炼项目，就很注重神形结合，打太极拳就要求“意动身随”，“劲力色蓄于内，而不露于形表”。

4. 适量性原则

适量性原则是指在身体锻炼中，恰当合理地安排运动负荷，使之既能满足锻炼者增强体质等需要，又符合身体的实际接受能力。

(1) 掌握锻炼强度。强度是练习对身体刺激程度的计量。速度、耐力性

练习，以移动速度或重复频率为计量单位，力量性练习，以克服阻力的大小为计量单位，跳跃和投掷练习，以高度和距离计算。掌握锻炼强度应因人而异，在身体检查的基础上，最好由运动处方来决定。为了简便，人们常采用心率来掌握。国内外比较流行的方法是采用以下公式计算每分钟心率的：

$$\text{锻炼时心率} = (\text{最高心率} - \text{安静心率}) \times X\% + \text{安静心率}$$

其中：X%为欲达锻炼强度。专家认为，欲达强度小于 20%，锻炼的强体效果较低。欲达强度为 50—70%属于有效锻炼强度，70%的强度可获得最大摄氧量和心输出量。80%以上是大强度，在此强度下锻炼实际已具有训练性质。

(2) 把握锻炼时间。锻炼时间一般视强度大小而定，5 分钟以上都属有效范围。青少年锻炼可采用较大强度的短时练习，中老年人及体弱者宜采用低强度的长时练习方式。实践表明，1 小时以内的运动，对身体的影响就足以有效。如果时间允许锻炼最好以 30 分钟至 1 小时为好。锻炼时间与强度的对应关系，可看下表：

(3) 确定锻炼次数。锻炼次数应视身体的恢复程度进行安排。一般说，上次锻炼的疲劳基本消除就可以进行下一次锻炼。日本学者的研究结果表明，锻炼间隔一周以上收效甚微，如果间隔超过二周，前次锻炼效果全部消失。因此，每日锻炼一次，隔日锻炼一次或一周锻炼二次或三次等间隔安排，应根据锻炼强度和身体状况决定，但间隔超过一周，则失去有效的健身意义。

锻炼时间与强度的配合关系表

时间 强度 等级	5 分	10 分	15 分	30 分	60 分
轻锻炼	70 %	65 %	60 %	50 %	40 %
中等锻炼	80 %	75 %	70 %	60 %	50 %
强锻炼	90 %	85 %	80 %	70 %	60 %

(强度为最大摄氧量的百分比)

(4) 避免过度疲劳。疲劳，特别是长期疲劳可能导致疾病。锻炼中应避免过度疲劳和轻度疲劳的积累。确定疲劳的办法很多，比较简便易行的有：

自我症状确定。疲劳时，身体反应较多，不仅肌肉酸痛、周身不适，而且伴有睡眠不好、食欲不振等症状。反映在面容上，眼睑下垂，眼球凹陷，严重时可出现轻度浮肿。

膝腱反射测定。叩打膝腱可以引起股四头肌收缩，从而使小腿猛然伸展，这种现象称为膝反射。采用这种方法测定疲劳与否，首先应确定正常反射阈值，然后与运动后阈值比较，如出现强叩击不反射、反射时间延长、或反射运动减弱，则证明有疲劳存在。

心率增值测定。先排除杂念静卧 1 分钟后，测出每分钟脉频。慢慢成坐位后心率比卧位时每分钟增加 4 至 5 次，成立位后心率比坐位时每分钟增加 4 至 5 次，说明正常，无疲劳存在。若脉频随体位变化而增加次数过多，或出现减少现象，说明身体出现疲劳或有疾病隐患，应及时调整运动负荷或需检查身体。

5. 持续性原则

持续性原则是指锻炼者按预定的锻炼计划，持之以恒，不间断地从事身体锻炼。根据持续性原则，锻炼时应注意：

(1) 逐步养成锻炼习惯。有规律的锻炼能使身体形成较为稳定的生物节奏。每一次锻炼对身体产生的良好影响，为后一次锻炼提供了基础，再一次锻炼又会在新的基础上有所提高，长期坚持便会收到预期效果。对青少年儿童来讲，每天锻炼一次，每次锻炼1小时，是比较科学的。对年老体弱者来说，根据本人实际合理确定锻炼的节奏也是重要的。

养成有规律的锻炼习惯，需要毅力。特别在最初阶段，一定要战胜自我，坚持不懈，认真执行锻炼计划，待经过相当长的时间后（大约3至6个月），便会形成新的生物节律，逢时便会自然地、反射式地产生锻炼需求。

(2) 循序渐进，稳步提高。在锻炼内容、方法手段安排上，要注意连贯、系统，由简到繁，由易到难，逐步提高。对运动负荷的安排也要采取辩证的态度。青少年，或以增强体力、耐力、迎接比赛为目的的锻炼者，运动负荷可做稳步增加的安排。稳步增加，并不意味着运动负荷非得一天大似一天，可以以周，或以月为递增周期。递增幅度和速度应以身体适应能力为限。中老年人身体机能逐渐衰退，在一定时期内，保持相对稳定的运动负荷，实际就等于增加。应该明确，身体锻炼并不要求非得达到接近极限的运动负荷。科学研究证明，采用有氧代谢进行身体锻炼，其健身价值较大。

(3) 定期检测体质，预防伤病事故。出现伤病将影响身体锻炼的系统性和连续性，严重时甚至不得不中止锻炼。因此，锻炼中要随时注意安全，讲求锻炼卫生，同时，还应当建立定期进行体质测定的制度。这不仅可以及时发现病患，而且可以掌握锻炼的收效进程。

身体锻炼的上述原则，相互联系，构成了统一的整体和相对稳定的体系。在贯彻执行时，不可互相代替，有所偏废，而应当有机的结合，综合加以运用。

身体锻炼的内容

身体锻炼的内容是伴随人类生存需要而产生的，具有悠久的历史渊源。在我国，早在原始社会的尧舜时期，就已出现了阴康氏发明的以医疗为目的的“消肿舞”。奴隶社会时，以“吹响呼吸、熊经鸟申、抑按皮肉”为主要形式的“导引术”开始流行。进入封建社会，汉代的“五禽戏”、宋代的“八段锦”、明代的“太极拳”等相继问世。到了半殖民地半封建社会的清代，由西方传入我国的竞技运动项目也多为锻炼者所采用。在西方，崇尚体育的古希腊人，早在公元前700多年前，就将健身和健美结合起来进行锻炼，除采用竞技手段外，按摩法、入浴法十分流行。古罗马人为强健身体，早在二千多年前，已广泛采用体操和跑步等体育手段。在十八世纪末期开始实施的近代体育中，英国的户外运动和德国体操、瑞典体操，均广泛流行于社会，成为健身、娱乐的重要内容。随着现代体育的发展，身体锻炼内容更加丰富多彩。

(1) 健身运动。健身运动主要是指一般健康者（包括体弱无病者）为强健身体而从事的身体锻炼。通过练习，增强身体各器官、系统的机能，发展身体素质，提高基本活动能力。健身运动可根据个人特点和爱好，选用各种锻炼手段，既可以采用各种竞技体育项目，也可采用日常生活中一些有锻炼价值的动作，如走跑、骑自行车等。

(2) 健美运动。健美运动是在健身的基础上，为增加身体美感而进行的身体锻炼。形成良好的体型和肌肉，可采用举重和器械体操练习；为养成端庄优美的体姿，增加协调性和韵律感，可采用健美操、艺术体操和舞蹈等练

习。

(3) 医疗体育。医疗体育又称康复体育，是指病患者为了治愈某些疾病而进行的身體锻炼。医疗体育的内容应根据疾病性质而采取相应的手段。一般采用作轻缓、运动负荷较小的散步、慢跑、太极拳、气功、按摩、保健操等。为提高康复效果，缩短疗程，常与药物治疗相结合，在医生指导下，按运动处方进行定量锻炼。

(4) 矫正体育。矫正体育是指某些人为了弥补身体缺陷或克服功能障碍而进行的身體锻炼。练习内容应针对身体的特殊性进行专门的安排，如轻度驼背可做脊柱弯曲矫正操，近视眼可做眼保健操等。

(5) 娱乐体育。娱乐体育是指为了丰富生活、调节精神、欢度余暇而进行的体育活动。娱乐体育以消遣、欢快为目的，内容选择以个人爱好为前提，如游戏、球类活动、郊游、渔猎、登高等。

(6) 防卫体育。防卫体育是指为提高防身和应变能力而进行的身體锻炼。这种锻炼既可强身，又有较强的实用价值，如摔跤、拳术、擒拿，以及攀登、爬越和各种反应性、灵敏性、自我保护性的专门练习。

怎样选择身体锻炼内容？

恰当准确地选择身体锻炼的内容，可以激发和巩固锻炼的积极性，是提高锻炼效果，顺利实现锻炼目的的前提。

选择身体锻炼的内容，既要遵循身体锻炼的原则，又要参照锻炼内容的分类以及锻炼者的兴趣爱好，使锻炼者的选择更科学、合理、简便。

(1) 目的性。身体锻炼的目的是选择锻炼内容的主要依据。选择锻炼内容前，必须首先确定锻炼目的。锻炼目的有直接目的和间接目的之分，首先应考虑直接目的，然后再努力使直接目的与间接目的相互统一。如为治疗慢性疾病，首先就应从医疗价值较高的体育项目中，寻求对症之法，然后再从长计议，考虑如何使身体进一步发达健壮。

锻炼目的应重点突出，尽量具体。多种锻炼目的或抽象的目的，将导致项目选择无所适从。如泛泛地讲健身，锻炼内容的选择就有很大的随意性，偿若在健身的前提下，明确着重发展某一方面的素质（如力量），那么，选择锻炼项目就会有的放矢了。

(2) 实效性。为提高锻炼实效，确定采用的锻炼内容时，要注意项目的特点、作用和实际价值，力求少而精，而不必追求表面的欣赏价值。正如毛泽东所言：“夫法之效然，百法之效亦然，则余九十九法可废之。”

(3) 可行性。确定锻炼内容，必须从实际出发，充分考虑锻炼的客观条件。练习场地应以就近为宜。据对锻炼者调查，锻炼地点对 15 分钟以内可到达者有较大的吸引力，其中跑步 5 至 10 分钟可到达的人数最多。对居住偏远者，可选择对场地条件要求不高的项目，就近锻炼，如跑步、打拳等。锻炼器材，应小型、轻便，便于携带。目前，我国锻炼者多采用徒手项目，对场地器材条件要求不高。随着物质水平和文化生活水平的不断提高，应逐步增加轻器械练习，这不仅可以增加练习兴趣，而且能够提高锻炼质量。此外，确定锻炼内容时，还应考虑到，锻炼者的技术基础是否能够适应该项目的难易度？该项目是否需要、能否找到技术辅导员？该项目锻炼所需时间与本人业余时间是否矛盾？等等。

(4) 季节性。选择身体锻炼内容时，要注意该项目练习是否有季节、气候要求？锻炼内容若采用季节性较强的项目，应随季节的变化，做出相应的

安排。如夏季游泳、踢足球，冬季锻炼无室内锻炼条件，就可以从事长跑、滑冰等项目的锻炼。

确定锻炼的内容，不必一次确定，不再更改。可先初步决定后，试行一段时间。如感到有必要，也还可以进行调整或变更，但不宜变更过多。

身体锻炼的科学方法

(1) 单项重复法。单项重复法是指锻炼者在相对固定的条件下，按照计划和要求反复练习同一内容的方法。这种方法适用于：第一，运动负荷较小或用时较短的项目，重复练习可增加练习强度和次数，有助于提高练习效果；第二，动作技术比较复杂，难于掌握的项目，通过反复练习，有助于熟练和巩固技术；第三，运动负荷安排较大，难以一次完成的练习，如健美锻炼中举哑铃 300 次，分解 6 次反复进行。这样，每次间隔中安排一定的休息，可以保证计划的落实。

采用单项重复法应注意：

合理确定重复的要素。其中包括，重复练习的总次数，每次重复练习的距离或时间，每次重复练习的强度（速度或重量等），各次重复练习之间的间歇时间等。

切实保证每次重复练习的质量。不能因重复次数而降低动作要求，也不能由于疲劳出现而减少计划练习的数量。

单项重复易产生枯燥感觉，应用时，一方面要锻炼意志，克服厌烦情绪，另一方面，可采取灵活的调整措施，如在练习前后或每次间歇中穿插安排轻松活泼的辅助练习等。

(2) 群项组合法。群项组合法是指根据锻炼需要，将二个以上具有不同身体发展功能的项目搭配起来，在一次锻炼中依次练习的方法。

这种练习方法，可以弥补某些项目对身体发展作用比较单一的不足，使各项目之间功能互为补充，达到全面发展身体的目的。此外，由于锻炼内容多样，经常变化，故锻炼生动活泼，易激发和调动锻炼者的积极性。

采用群项组合法锻炼身体，应解决好以下几个问题：

要根据身体锻炼的任务，选定组合的各项内容，使之互相配合，取长补短。特别是处于生长发育时期的少年儿童锻炼，项目组合要兼顾发展不同部位、不同身体素质，使身体得到全面的、均衡的发展。

要合理确定各项练习的比例和次序。采用群项组合法锻炼，并不一定要求各项练习时间非得平均分配不可。在多数情况下，应首先确定一个中心项目，其它项目则围绕这一项目做出适当的安排。如锻炼以长跑为主题，考虑到上肢锻炼的不足，在长跑后，可辅之以单杠的引体向上和俯卧撑练习，这样，在时间上可以保证重点项目，在次序上也比较合理。

要灵活掌握换项中的间歇。间歇主要是采取调整性休息，这一短暂过程，既是上一项练习后的休息和体力恢复，又是为了下一项练习做准备。故内容安排应注意承上启下，轻缓放松。间歇时间可根据二项内容的强度而定，一般说，只要呼吸频率比较平稳后，就应开始下一项练习。

根据练习的结构特点，可结合采用循环练习。群项组合为综合运用循环练习提供了可能。如果各项练习的结构允许，可全部或部分采用循环练习，这样，不仅可以避免局部肌肉出现疲劳，而且可以增加练习兴趣，调节练习情绪。

(3) 变换锻炼法。变换锻炼法是指在改变锻炼内容、强度和环境的条件

下进行锻炼的方法。如变换锻炼项目、提高或降低运动负荷、调整练习要素、变更练习地点等。

采用变换锻炼法，能够提高中枢神经系统的灵活性，发展身体的调节能力和适应能力，同时，对于修定锻炼计划，活跃锻炼气氛也具有一定意义。应用变换锻炼法，应注意解决好以下几个问题：

变换要以锻炼的实际需要为前提，做出有针对性的安排。

灵活掌握变换锻炼的计划，注意材料积累和信息反馈。变换锻炼一般应有预定的计划，但由于是改变常规的锻炼，具有尝试性，因此，必须加强锻炼过程中的自我监督，视身体反应，随时加以调整。变换锻炼中，由于接触新的练习内容或条件，身体必然会产生新的感受，应注意记录和总结，以便为调整锻炼计划提供依据。

采用变换锻炼法，应是短期和非经常性的，在达到变换目的之后，应尽快转入常规练习。如变换时间过长、过于频繁，不利于原锻炼计划的执行。如通过变换练习，认为有必要更改原锻炼方案，则应尽早下决心并施行之。

在采用变换锻炼法时，要把注意力集中到所要解决的任务上，不要因为练习内容、条件或环境的改变，产生新异刺激，兴奋点就集中到锻炼的形式和环境上，因而忽视了变换锻炼目的与任务。

当前国内外流行的锻炼方法

(1) 有氧锻炼法。有氧锻炼法是指锻炼者通过呼吸能够满足运动对氧气的需要，在不负氧债的情况下进行身体锻炼的方法。这种锻炼的运动负荷强度适中，而运动时时间较长，可以有效地提高心血管机能和呼吸机能，促进机体新陈代谢，并减少脂肪积累，是国外和国内都比较流行的一种锻炼方法。

采用有氧锻炼法的关键是掌握练习强度，使锻炼强度既在有效健身阈值以上，又不超过无氧阈值。国外比较流行的用心率控制强度的方法有：

锻炼时，脉频保持在每分钟 130 次左右，不高于每分钟 150 次。

用 180 减去锻炼者的年龄数，所得的差作为锻炼时每分钟的平均脉搏数。

(2) 发达肌肉法。发达肌肉法是指锻炼者在发展力量素质的同时，以增长肌肉、健美身体为目的的一种锻炼方法。这种锻炼方法，在青少年、特别是男青年中采用者较多。

肌肉的发达健壮，依赖于负荷状态下的收缩与放松，反复的刺激使肌肉有充分的血液供应，可获得更多的氧气和营养物质，肌纤维增粗，富于弹性，这样，肌肉体积才会增大，力量才能增强。因此，负担重量、反复练习、适当间歇是增长肌肉的基本要求。发达肌肉的锻炼内容，可以从以下几方面进行选择：

运用体操项目中的单杠、双杠、吊环等器械，发展躯体和上肢肌肉。如双杠的支撑屈伸、双臂支撑摆动屈伸，单杠的引体向上、摆动屈伸上等。

运用哑铃、拉力器、杠铃等器材，促使身体各部位肌肉协调发展。根据发展部位的需要，可自编各种练习动作，并注意负荷重量和次数的配合。

运用克服自身体重的徒手练习。如跳跃、蹲起、俯卧撑、仰卧起坐等。这种练习不受器材及场地限制，简便易行，但发达肌肉的效果，不如器械练习明显而迅速。

应用发达肌肉法，特别应当注意的是：第一，要使身体各部位肌肉协调发展，如上肢与下肢的协调，左侧肢与右侧肢的协调，四肢与躯干的协调等；

第二，要把发展力量素质与发展柔韧素质结合起来，避免肌肉过于僵硬；第三，要把发达大肌肉群与发展小肌肉群结合起来，使肌肉有力而灵活；第四，发达肌肉的锻炼要坚持经常，须知，肌肉增长快，但消退也快，只有经常反复练习，才会使发达的肌肉巩固、持久，并逐渐形成形态学特征。

(3) 消遣运动法。消遣运动法是指为了寻求生理和心理上的放松，欢度余暇而进行身体锻炼的一种方法。这种锻炼方法，运动强度不大，令人轻松愉快，具有安抚身心、消除疲劳的功效。

在余暇时间里，人们的消遣活动很多，如手工工艺，收藏、观看戏剧电影、欣赏音乐美术等。作为身体锻炼内容之一的消遣活动，主要有两种：一是观赏性活动，主要是指观看各种体育比赛，由于观看比赛时产生情绪冲动，获得心理满足，所以给人的身体带来一定的好处；二是实践性活动，主要是指轻松愉快的消遣娱乐活动，如散步、旅行、郊游、踏青、登高、日光浴、空气浴、狩猎、垂钓、泛舟等。

(4) 导引养生法。导引养生法是我国传统健身方法之一，是通过呼吸调节、身心松弛、意念集中和圆滑徐缓等有节律的动作来达到健身祛病、延年益寿目的的锻炼方法。这种锻炼方法将身体的外部动作与内在气血运行相统一、身体运动与身体卫生保健相结合，符合中华民族的健身习惯，是深受我国人民，特别是中老年人喜爱的锻炼方式。

采用导引养生法锻炼身体的具体练习内容很多，有明显表露外部的动作的，像导引、五禽戏、易筋经、八段锦、小劳术、太极拳和各种保健功等，也有相对静止、外部动作不大明显的，如行气、静养功、按摩等。

运动处方

运动处方是在身体检测的基础上，根据锻炼者身体的需求，按照科学健身的原则，为锻炼提供的量化指导方案。运动处方是现代科学技术应用于身体锻炼领域的具体体现，是对身体锻炼过程的有效控制手段，是身体锻炼科学化发展方向之一，在世界许多体育发达国家已引起高度重视，成立了专门机构进行研究。

1. 运动处方的制定与实施过程

(1) 了解锻炼者的基础情况。包括：姓名、性别、年龄、职业、疾病史、过去及现在身体锻炼状况，此外，还应了解锻炼者的食欲、睡眠和常用药名称等。

(2) 健康诊断。是对锻炼者健康程度的判断，是制定运动处方的重要依据之一。可采用直接的医学检查，也可以直接索取近期的身体检查证明。

(3) 运动负荷测定。是锻炼者身体机能对运动承受能力的检测和评定。一般进行安静和运动状态下生理机能的检测，主要应测定心跳频率、最大吸氧量等机能指标。

(4) 体力测定。主要是对锻炼者身体素质的检定，内容包括：身体各部分的力量、速度、耐力、灵敏、柔韧等。为了便于评价，可将测试指标与较大样本的同项指标进行对比，以确定该项素质的优劣程度。

(5) 制定运动处方。根据以上四项调查、测定的结果和身体锻炼的原则、规律，为锻炼者提供包括锻炼内容、强度、时间等在内的锻炼方案。

(6) 实施锻炼方案。按运动处方的要求锻炼一个阶段后，应再次进行健康检查、运动负荷测定和体力测定，这样一方面可以评价运动处方的实效和锻炼效果，另一方面，也可根据身体的变化，修改和调制新的运动处方，使

处方更具有针对性和实效性。

2. 运动处方的要素

制定运动处方所应考虑的基本要素有四类，即：运动项目、运动强度、运动次数和每次运动持续的时间。

(1) 运动项目。适用于一般健康者和慢性病患者的项目，可分为五类：

耐力性锻炼项目，如步行、长跑、骑自行车、长距离游泳等。

力量性锻炼项目，如练拉力器、哑铃、实心球及克服自身体重的练习。

放松性锻炼项目，如散步、旅行、按摩、太极拳等。

一般健身性锻炼项目，如各种球类游戏、广播操、八段锦等。

专门体操锻炼项目，如为不同锻炼者设计的医疗和矫正体操等。

(2) 运动强度。运动强度是运动处方的核心部分，定量化又是运动强度的精髓。

衡量强度的标准有两种：一种用运动时机体的耗氧量。耗氧量越大，锻炼强度就越大，通常是用最大耗氧量的百分比来表示；另一种是用能量消耗多少表示，使用单位是“梅脱”，一梅脱就是静息时的能量代谢率，相当于每公斤体重每分钟 17 卡。同样，运动时的梅脱值越高，强度就越大。

由于耗氧量和能量消耗率直接测定都比较复杂，故可根据运动时做功的功率来推算。下面介绍三个推算公式：

耗氧量（毫升/分）=2×功率（公斤·米/分）+300

最大梅脱值=耗氧量（毫升/分·公斤体重）÷3.5

运动强度（梅脱）=（60+最大梅脱值）÷100×最大梅脱值

例：某患者体重 60 公斤，作运动实验时最大功率为 600 公斤·米/分，根据上述公式可知：

耗氧量=2×600+300=1500 毫升/分

每公斤体重每分钟耗氧量为 1500÷60=25 毫升

最大梅脱值=25÷3.5=7.1 梅脱

训练强度=（60+7.1）÷100×7.1=4.5 梅脱

在运动实践中，掌握运动强度的最简便办法是运用心率控制。具体方法是：180 减去锻炼者的年龄数作为运动时每分钟的平均脉搏数。如：某人年龄 45 岁，那么，锻炼时脉搏数应为 180-45=135（次/分）。此脉搏数为锻炼者运动半小时的标准脉搏数。若每次少于半小时，脉搏数应加 5 至 10 次；每次多于半小时，则脉搏数应减 5 至 10 次。增加或减少几次以及最后确定运动时的脉搏数，应以自己感觉舒适，不影响正常的工作、学习和生活为准。

依据心跳频率的多少，成年人锻炼强度可分三个级别：

大强度，运动时最高心率达每分钟为 130—150 次，相当于本人最大摄氧量的 51—75%，此强度对健康者强身壮体较为适宜，但在病人中较少采用。

中等强度，运动时最高心率为每分钟 100—124 次，相当于本人最大摄氧量的 26—50%，对中老年人及体弱者，此强度是比较适宜的。

小强度，运动时最高心率低于每分钟 100 次，小于本人最大摄氧量的 25%，这就是以医疗和康复为目的的锻炼者所经常采用的强度。

(3) 运动次数。作为一般人健身和增强耐力，每天应锻炼 1 次，心肺功能差或者体质较弱的老人，每周以锻炼 3 次为宜，隔日练习。但不管怎样，应形成节律，不能练 3 天，休 4 日，这样不利于锻炼效果的积累，甚至有损

于健康。

(4) 每次运动持续的时间。锻炼时间的长短依据锻炼强度的大小确定，耐力性的运动处方，一般锻炼 30 分钟左右，力量性运动处方要因人而异。在确定每次运动的持续时间后，应注明练中的休息间隔时间。

按运动处方进行锻炼前，应有段准备期（一个月左右），待身体基本适应后再按运动处方进行锻炼，对从未锻炼者和以治疗为目的的人，准备期更不可缺少。在运动过程中如果出现以下症状，如胸痛随运动的进行而加剧、胸内绞痛、呼吸严重困难、感到分外疲劳、恶心、眩晕、头痛、四肢肌肉剧痛、足关节和膝关节等疼痛、两腿无力、行走困难、脉搏显著加快等等，以及脸色苍白、出冷汗、嘴唇发紫、跑的速度突然缓慢下来等时，则应立即停止运动。运动中止后，如果症状没有什么恶化，断定继续进行运动不会有问题，就可再继续进行运动，但运动量要减轻。

