

深圳市红岭中学选修课教材

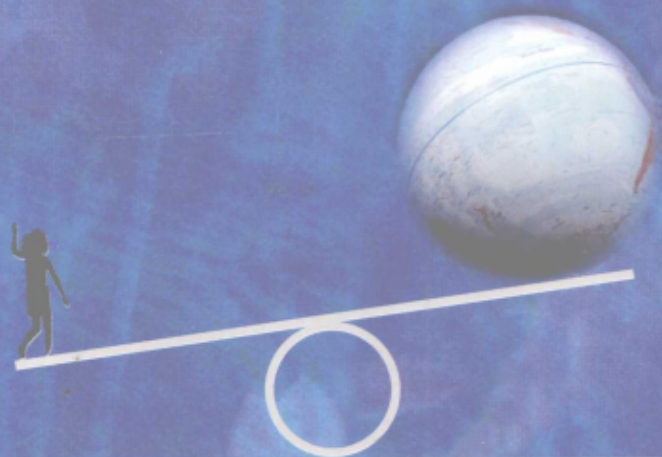
中学生创新能力 培养及训练



ZhongXueShengChuangXinNengLiPeiYangJiXunLian

2001年6月

责任编辑：王立峰



深圳市红岭中学选修课教材

中学生创新能力 培养及训练

2001年6月



前言

纪元晋千，人类已跨入了21世纪，知识经济初见端倪。江泽民主席指出：“今天，面对世界科技飞速发展的挑战，我们必须把增强民族创新能力提到关系中华民族兴衰存亡的高度来认识。教育在培育民族创新精神和培养创造人才方面，肩负着特殊的使命。”教育是知识创新、传递和应用的主要基地，也是创新精神和创新人才的重要摇篮。”《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育决策》中也明确指出：“培养学生的创新精神和实践能力是素质教育的重点。”这一切都说明了创新教育在学校教育中的重要地位，为学校全面推进素质教育指明了方向。

创新教育是以培养人的创新精神和创新能力为基本价值取向的教育，是创造能力得以提高、创造习惯得以养成的前提和动力。培养学生的创新精神和创新能力是教育的本质属性之一。全面推进素质教育的重点是培养学生的创新精神，现已成为全体教育工作者的共识。但到底如何操作？如何物化？却还缺少大面积的成功经验。

我校从1995年起就开始在学生中开展以创新为主旨的科技教育活动。1996年开始举办科技节，每年举办一次至今已举办了五届，1997年学校还成立了以学生为主体的学生科技协会，这些都为我校开展创新教育创造了良好的条件。为了在学校整体推进科技创新教育，我校决定在校内开设创新教育课程，向全体学生普及创新知识，进行创新能力训练。为此，我校组织编写了《中学生创新能力培养及其训练》教材。

本教材由校长常炜规划并审阅定稿，李华东，蹇英礼，陈加林，夏广露等同志参与了有关工作。

全书由王立峰老师编写，由其近年来的科技活动课的讲稿整理改编而成，并由其补绘了部分插图。书中总结归纳了开展科技创新活动的经验，介绍了科技创新的主要原则与方法，例举了校内外的不少创新实例，对于启迪创新思路，有一定参考价值。

本教材的编写得到了福田区教育局教研中心陈威老师的热情指导和大力支持在此表示感谢。

我校“创新教育课程”的开设及校本教材的编写均在实验过程中，不足之处，我们将在实践中不断修改，日臻完善。

目 录

前 言

第一章 创新教育——时代的呼唤

- 第一节 人类开始进入知识经济时代 5
- 第二节 创新教育是现代社会的要求 11

第二章 科学创新与科研方法

- 第一节 观测、考察 13
- 第二节 假说与实验验证 16
- 第三节 比较与分类 21

第三章 技术创新的基本原则

- 第一节 技术创新的衡量标准 25
- 第二节 技术创新的选题原则 26
- 第三节 遵循创造规律是实施发明的有效途径 30

第四章 技术创新的技法技巧

- 第一节 列举法 33
- 第二节 设问法 36
- 第三节 联想与移植法 42
- 第四节 组合分离法 46
- 第五节 信息交合法 48
- 第六节 互激创造法 49
- 第七节 借用专利法 51

第五章 创新思维与技法的训练

- 第一节 记忆能力的训练 53
- 第二节 注意力的训练 57
- 第三节 思维灵活性训练 58
- 第四节 空间关系理解能力训练 59
- 第五节 逻辑推理能力训练 61

附录一 优秀青少年科技教育活动简介

- 1、全国青少年科技创新大赛 66

2、广东省青少年发明创造比赛和科学讨论会	66
3、深圳市福田区青少年科技节	66
4、国际科学与工程大奖赛(ISEF)	66
5、绿色家园——全国青少年生物与环境科学实践活动	67
6、“少年电子技师”活动	67
7、广东省与深圳市中学生物理实验创意与设计评比活动	67
附录二 科技创新成就影响与改变了世界的 12 位科学家与发明家简介	69
附录三 2000 年国际科学与工程大奖赛(ISEF) 首次参赛的中国学生 与他们的项目	70
后记	71

第一章 创新教育——时代的呼唤

第一节 人类开始进入知识经济时代

一、什么是知识经济

翻开人类文明史的画卷，科学技术从来没有象今天这样，以巨大的历史力量，以令人难以置信的速度推动着人类的文明进程，它不仅影响着人类和社会经济发展的速度，而且深刻地影响着人类社会发展的方向。20世纪90年代以来，以数字化为特征的信息革命遍及全球，把人类带入了一个崭新的经济时代——知识经济时代。

历史上人类经历了五千多年的农业经济时代，中华民族在农业经济时代一直遥遥领先世界各国。后来，由于蒸汽机、电动机的出现，人类进入了工业经济时代。现在，人类在经历了三百年的工业经济时代之后，在科学技术的推动下，进入了第三个经济时代——知识经济时代。什么是知识经济呢？简单地说，就是以知识为基础的经济。我们现在的经济，无论是农业经济还是工业经济，都是以物质为基础的。以往，我们一谈及经济，就联想到粮食、机器、产品、生产资料、以及能源等，也就是说，农业经济与工业经济都是以物质为基础的经济（图1）。而知识经济是由于人类的知识——特别是科学技术知识——积累到一定程度，且以数字信息的形式在计算机网络上广为传播而逐渐发展起来的。也就是说知识经济有两个特点，一是知

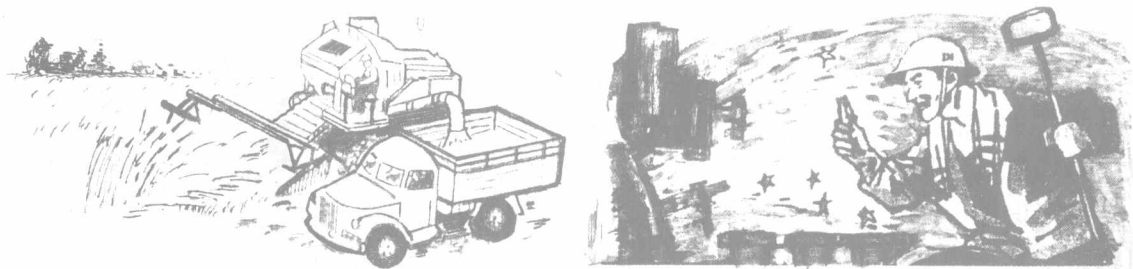


图1 农业经济、工业经济都是以物质的生产和利用为基础的经济

识的高度积累，知识在经济发展中日益发挥着有力的推动作用。二是信息知识的传播方式产生了根本的变革。

过去一国的经济发展只取决于其劳动生产率，现在一国的经济发展还同时取决于其知识生产率。怎样才能提高知识的生产率呢？首先是通过网络使知识成为共享的财富，通过共享增加自己的知识；再者是用我们的大脑与双手推动科技进步创造新的知识。

在农业经济时代，从事农业生产的劳动力不低于 80%，才能解决整个人类的吃饭和穿衣问题，人类才能生存下来。到了工业社会，人类大约只需 20% 的劳动力从事农业生产，约占 80% 的劳动力生产工业产品解决住、行、用的问题。在知识经济时代，将会有大约 80% 的劳动力转向从事知识、信息的生产与传播，而 20% 的劳动力从事工、农业生产。

面对新形势，江泽民主席指出：“当今世界以信息技术为主要标志的科技进步日新月异，高科技成果向现实生产力的转化越来越快，初见端倪的知识经济预示人类的经济、社会生活将发生新的巨大变化。”

二、知识经济对世界和我国经济影响

虽然我们与知识经济社会还有一段距离，但不可能长久置身事外。

（一）在知识经济时代，传统的“劳动生产率”已经不能创造更多的价值，重要的是知识的生产率，即生产知识并把知识转化为技术和产品的效率。

在这样的时代，如果没有新的知识、新的技术、新的产品，“劳动生产率”越高，产品积压越多，浪费越大，亏损越严重。

工业与农业——物质经济——主要是解决产品的“量”和“质”的问题，而知识经济，主要解决的是“品”的问题，是解决产品创新的问题。产品的“量”和“质”的问题已经变得比较容易，关键是新品种的增加。新的经济增长点已不仅仅是产品量的增加的质的提高，更重要的是不断推出新的产品代替过时的产品。（图 2）

在知识经济时代，科学不断深化，技术日新月异。当你刚熟悉了某一项新技术，它很快又被更新的技术替换了，有的行业，技术的寿命周期平均只有 5 年。在美国，15 年来，

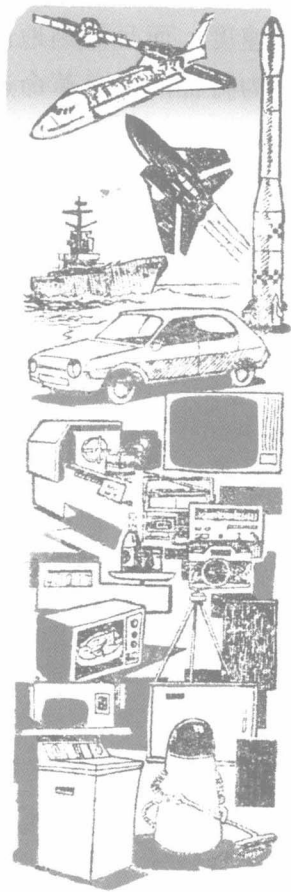


图 2 以不断推出新的产品来促进经济增长是知识经济的重要特征

淘汰了8000种职业，同时，诞生了6000种新的职业。

过去衡量一个国家经济能力，用的是“劳动生产率”或“劳动生产率”的增长率。到了知识经济时代，更重要的是创造力和创造力的增长率。

所以，技术创新已成为一家企业及至一个国家、一个民族生存和发展的决定性因素。

(二) 在知识经济时代，科学技术的研究、开发和传播(教育、培训)成为经济发展的关键。用于研究与开发、教育、培训的经费已成为新的知识资本，超过了传统的生产资本。

知识资本——用于研究与开发、教育、培训的经费，占国民生产总值的比例，成为衡量一个国家未来经济发展趋势的重要标准。近年来，世界各国竞相增加在这一方面的资金投入。

(三) 全球化，是知识经济一个最重要的特点。如果说，农业经济时代，各个国家、各个民族，互不相干，各自为政，工业经济时代也可有相对独立，那么，知识经济时代，一开始就突出地表现为全球化。任何一个国家，任何一个民族，都将面对知识经济的挑战。

三、现代科技发展的主要特点

20世纪50年代开始出现了四大带头学科，它们分别是：核物理、电子学、高分子科学和生物分子学，伴随出现的是三大繁荣领域，即生命秘密的探索，电子技术的应用，空间技术的发展。(图3)

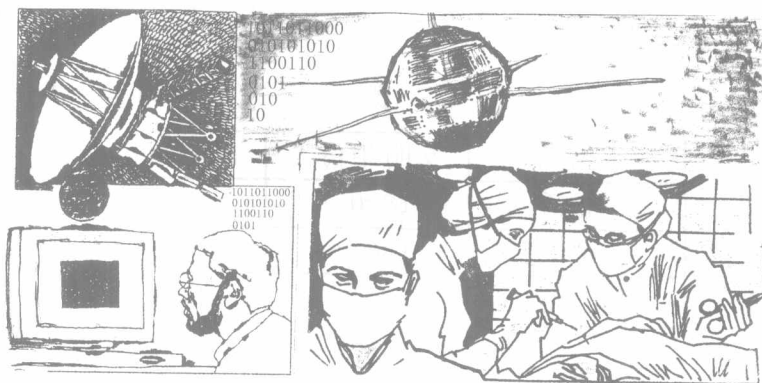


图3 空前繁荣的近代科学的三大领域：生命秘密的探索，电子技术应用、空间技术的应用

现代科技的发展具有如下的特点：

(一) 高度分化，又高度综合，以综合化为主要趋势

自然科学迅猛发展。一方面古老的学科向纵深，向边缘，向前沿全方位地发展；一方面学科之间相互渗透，形成众多的新分支学科、边缘学科和综合性学科。在这种高速的发展中以综合化为主要趋势。例如，环境科学的诞生就融合了人文社会学科、地理学、生物学，化学及大气科学等众多的知识；航天技术也是集数学，物理学、天体力学、计算机科学、材料科学为一体的综合技术。可以说单靠某一学科或

某一方向的人才解决当代重大科技问题的时代已经一去不复返了。

(二) 科学技术高速发展，科技成果向工业生产的转换周期越来越短（图4）

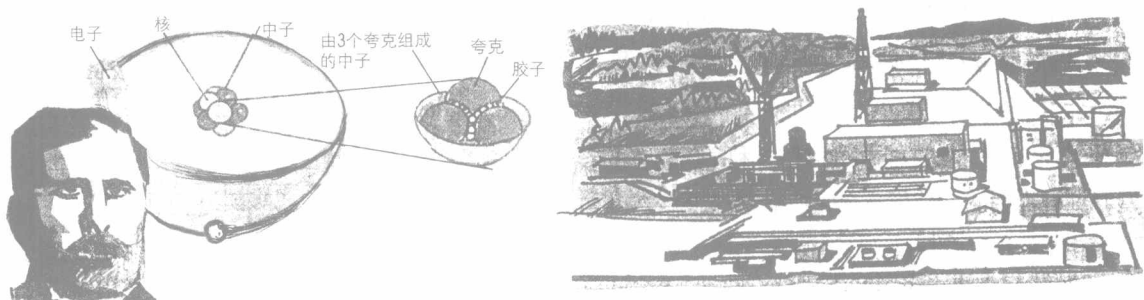


图4 1932年人类首次成功运用人工方法击碎了原子核，发现原子核有着复杂的结构、包含着许多更小的粒子，并开始掌握和利用原子能，仅仅经过24年人类建成了世界上第一座核电站

半导体和计算机的发展更清楚地显示了这一发展趋势。

1947年美国贝尔实验室的巴丁等科学家在固体物理理论的指导下，在材料研究的基础上发明了半导体晶体管，这标志信息时代的开始，晶体管一经问世就显示出本领不凡，随后一系列半导体器件相继诞生，半导体工业因此而建立起来。之所以如此，这与半导体基础理论的研究密切相关。基础研究前期的投入是巨大的，一旦一炮打响，就可能取得“无限大”的效益。目前半导体工业的年产值为千亿美元的量级。

表1：1 从发明到应用的周期

	发明年份	应用年份	转换周期（年）
电话	1820	1876	56
无线电	1867	1902	35
柴油机	1878	1897	19
X光	1895	1913	18
雷达	1925	1940	15
电视机	1925	1934	9
原子弹	1939	1945	6
集成电路	1960	1962	2
激光器	1959	1960	1

20世纪40年代中期（1946年），第一台大型电子计算机问世，它共有18000个真空管，1500个继电器，几十万只电阻、电容，重30吨，耗电200千瓦，安置在长300米的机房内，运算速度为每秒5000次。

20世纪50年代，晶体管计算机（第二代）诞生，有两个衣柜大小，运算速度

为每秒几十万次到几百万次。

20 世纪 60 年代，集成电路计算机（第三代）出现，电路密集度提高了 100 - 1000 倍，运算速度为每秒 1 千万次以上。

20 世纪 70 年代，大规模集成电路计算机（第四代）研制成功，其体积和重量分别是第一代的 $1 / 300000$ 和 $1 / 700000$ 。目前，计算机还在以惊人的速度在不断地更新。

（三）信息化、数字化、网络化

20 世纪 90 年代以来兴起的信息革命已开始逐渐进入到人们的社会生活，人类将步入信息时代。（图 5）

这次信息革命有三个特点：数字化、网络化和信息化。以往人类知识与信息的载体是书籍、报刊等出版物，它们离不开纸，离不开印刷。这些出版物从编写到印刷、发行上市再到读者手中有一个较长的时间周期。而在信息时代里，知识与信息全都可变成用 0 和 1 两个数字的编码来表达的数字信息，数字信息再转换成光和电信号，通过计算机网络进行传输。

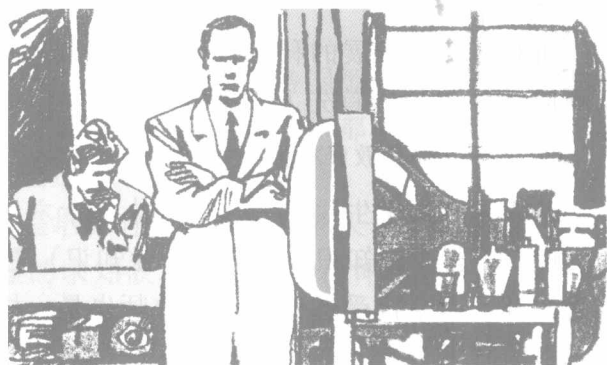


图 5 1925 年电视机研制成功，1928 年美国开始试播最初电视节目，从此信息传播开始了新的变革

传到网络的终端，再原原本本地把原来的编码还原出来，成为文字、声音、图象。其传播速度非常之快。在此之前，人们使用模拟式信号传输信息，即用电磁波的振幅和频率变化来模仿的声音与画面的从而实现信息的传输，其传输的信息量有限，信息数字化之后，信息载体与信息量的信息量可成倍、几十倍、几百倍的提高。这样，图象、声音将更逼真，置身其中，完全有身临其境的感受，与传统的知识媒体相比，质量大大提高，有着天壤之别。

计算机互联网络的出现将引起社会的巨大变革，乃至出现一个崭新的社会，这是因为：

1、网络将大大改变今天的经济生产方式

工业产品的设计、生产、销售、经营、采购、加工、订货、交货、付款，全部过程都可通过网络进行。制造、调试、安装、运行，也可以用网络模拟。生产中，工人与管理者可以离开车间，甚至在家里通过计算机网络监控机器的运转、指挥生产，从而大大地降低了生产成本，提高了质量，缩短了生产周期。

2、网络将改变今天的教育模式

人类通过受教育来增长知识、能力和智慧。能力与智慧储存在人的大脑中，在网络中没办法找到，必须通过实践才能获得。但知识可以用数字编码，可以进入网络，人们可以在网上查找到自己所需的知识，网络就成了学校，学生首先学会的就应是在网上查找自己所需的知识。

今天我们划分文盲和非文盲的标准是“是否识字、是否能读会写”，在信息社会里划分文盲的标准是会不会上网查找所需的信息，即是否“能查会找”。

3、网络将改变人的生活方式

进入信息时代，人们求医问诊、交友结友、休闲娱乐……都可通过网络进行。网络将改变人们的生活方式。

四、路在何方？路在脚下

面对急速发展的科学技术、汹涌而来的知识经济浪潮，教育势必要作调整，以顺应这种形势。首先人们要作一些观念上的改变：

（一）树立终身教育观念

以往一个大学生通过大、中、小学十六年的学习，掌握的理论知识可以用一辈子，现在不行了，知识（特别是专业知识）更新很快，大学毕业后，还要继续学习，接受教育，不断接受各种培训。教师也是一样，必须不断地用新知识充实自己，才能跟上时代的发展。

（二）大力推行素质教育、创新教育，注意教育的可持续发展

知识分显性知识与隐性知识：显性知识可以数字化，通过网络传给用户；隐性知识就是能力与智慧，它储存在人的大脑中，在网络里没法找到，只能通过实践获得。创新教育要让学生获取更多的隐性知识，提高创新能力。学校的可持续发展，指既满足和适应现阶段社会对人才的需要，又为人才的拓潜性、发展性和创新性奠定基础。我们今天的教育须面向学生今后的发展，要为学生今后的一生奠基，对民族的未来负责。

（三）教育手段要先进，要现代化、网络化

美国的教育经费是全世界最高的。美国前总统克林顿仅在97年就新增540亿美元教育经费，目的是保证在2000年达到四个目标。其中第二个目标要求确保13岁以上的青少年必须学会使用网络获得知识，到2000年美国划分文盲的标准变成了是否“能查会找”，即能否通过计算机网络查找到所需的知识。到2000年因特网要进入美国每一个中小学校的每一间教室，保证全国每五个中小學生至少有一台电脑。我国是一个发展中国家，也将朝着这个目标努力，力争在较短的时间内实现这一目标。

网络教育将实现最好的师资配置，充分利用最好的教育资源，并有利于实现多媒体教学，可极大地提高教学效果，调动起学生的学习热情。

第二节 创新教育是现代社会的要求

一、人才观的变化

现代科学技术的发展，对人才的需求，引起了人才观的变化。在20世纪初以前，许多人推崇的是百科全书式的“知识型”的人才观，至20世纪中叶，由于科技的竞争更趋激烈，人们强调了“能力型”的创新人才。

信息革命时代实质上就是智力竞争的时代，因此世界各国都对人的创新能力的培养十分关注，许多心理学家、科学家、教育家、甚至哲学家都积极致力于创新能力的研究。培养青少年学生的创新能力已成为一个重要的课题，创新教育已成为现代教育的最大要求。创新教育的出发点是培养时代发展所需的人才，它期望的主要目标是培养学生对科学的好奇心和旺盛的求知欲，培养开拓精神和创新能力。

在科学技术飞速发展而又竞争激烈的时代，创新水平的高低决定着一个民族的兴衰荣辱，生死存亡。创新是一个民族的灵魂，是国家兴旺发达的不竭动力。因此，培养人们掌握创造新的世界的创新方法，对于国家的建设、民族的振兴、经济的发展、科技的崛起和社会的进步都有着极其重要的意义。

二、创新能力不只是少数英才所具有的能力

创新能力一般是指首创前所未有的新事物的能力。心理学界较为一致的看法是创新能力是人的运用已知信息，开展能动（主动）思维活动，产生新颖、独特、有社会和个人价值的产品的智力品质。这里说的产品是指思维的成果，可以有形的，如新设计、新技术、新工艺、新材料，也可以是无形的，如：新概念、新理论，但都必须独特，有社会价值或个人价值。科学技术上的发明创造是创新，管理、决策上新的办法、新的措施、新的方案也是创新，作家、音乐家、画家……的新作品只要创造出了前所未有东西也是创新。因此创新存在于社会的方方面面、各个阶层之中。创新是一种复杂的，高级的智力活动，但是它决不是神秘莫测、高不可攀、仅属少数天才人物的“专利”。

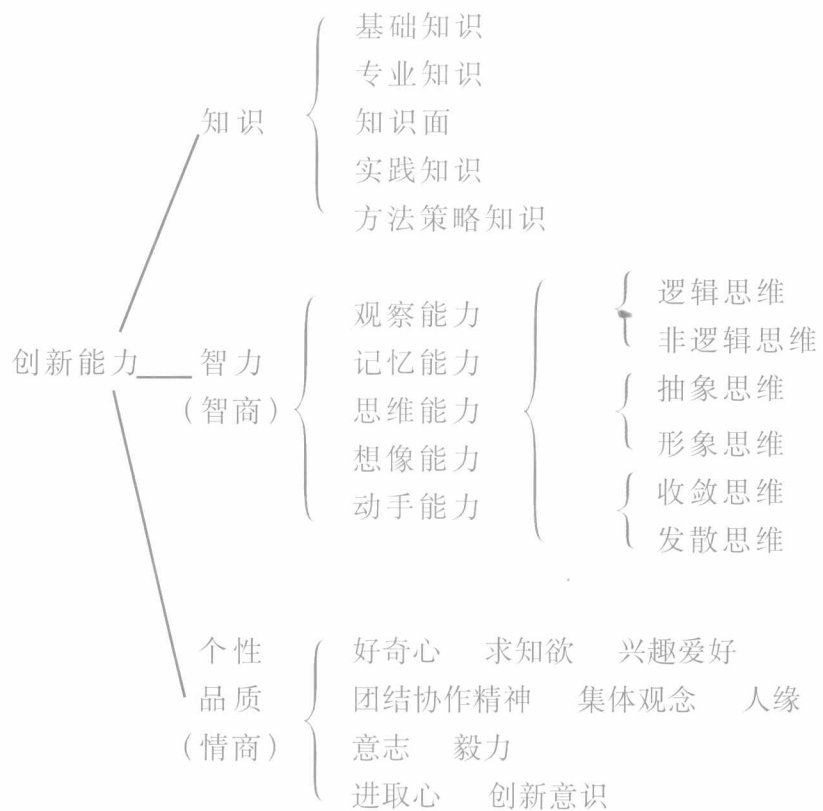
实际上，创新能力是作为智慧生物的人类普遍具有的才能。除少数生来痴呆，弱智，或精神有障碍者外，这种能力存在于每个正常人的能力结构之中，不论其文化水平的高低，也不论其社会地位如何。当然，创造是有层次的，它可以根据创新

成果的新颖独特程度和价值的大小来划分。正因为有层次，才需要培养和提高。这一观点强调了创新能力培养的可能性及培养的普遍意义。

人民教育家陶行知先生曾说过：“人人是创造之人，天天是创造之时，处处是创新之地。”绝大多数的人都具有创新的禀赋，其创新能力都可以通过学习、训练得到开发。

三、创新能力的结构

决定创新能力的基本要素有知识因素，智力因素和个性品质因素，其结构关系如：



第二章 科学创新与科研方法

人类在科学技术领域的创新活动包含两方面：科学探索与技术创新。在这两方面前人皆为后继者提供了宝贵的经验与教训，科技创新方法正是在这些经验的基础上形成的。在科技创新活动中，中学生有必要学习、运用、掌握这些方法，为取得创新成果创造条件。

科学探索活动主要是揭示客观事物及其发展规律，回答“是什么”和“为什么”。科学探索的方法有很多种，本章列举一些科技史中的实例，着重介绍观测、考察、实验与假说，比较与分类三种主要方法。

第一节 观测、考察

这一方法的主要过程为：观测、考察——记录、追踪——整理、归纳——找出规律、得到结论。

一、自然现象的观察

观测是人们考察自然现象的一种方法，它是人类探索自然奥秘和改造自然的最重要的方法之一。

观察的方法源远流长，历史悠久。我国是最早对自然界进行考察并作出记录的国家之一。传说原始社会的颛顼时代就有了名为“火正”的官员，专门负责观察红色亮星“大火”（心宿二），并根据其出没来指导农业生产。在著名的《左传》中记有：“鲁庄公七年夏四月辛卯夜，恒星不见，夜中星陨如雨。”这是世界上天琴座流星雨的最早记录。世界上第一次关于哈雷彗星的记录见于《春秋》（公元前613年）。在西方，近代早期天文学上最精确的观察当推丹麦人第谷。他花了21年的时间，对行星运动作了极其精密的观察，积累了大量的资料。（图6）



图6 第谷——丹麦人，一个治学严谨和精于天文观测的天文学家，长期观测行星运动达20余年

在此基础上，其学生继任者开普勒才总结出了行星运动三定律，并为牛顿力学奠定了坚实的基础。

为了说明自然考察的特点，我们举一个亚里斯多德对鸡胚胎进行研究的例子。

亚里斯多德是古希腊的伟大学者，在他所著的《动物发展史》中，介绍了他对鸡胚胎发育过程的系统观察。他通过用动物胚胎的发育和比较来了解婴儿的生长过程。他“用20多个鸡蛋由三只母鸡进行孵化。从孵化的第二天起，每天取一个鸡蛋解剖检查。”他详细地记录了观察的结果。“所有禽类都是卵生，其方式相同，但孵化周期长短不一。就普通的鸡而言，三天三夜之后，就显露出最初的胚胎迹象”，“这时，蛋黄上升到鸡蛋的尖头一端，鸡蛋的基本组成部分就此固定下来，得到孵化。心脏最初好像一个血点，出现在蛋白之中。这个血点具有生命，在不停地跳动。随着孵化的过程，从中伸出两条血管，每条血管带有外衣，延展形成带血丝的薄膜。其中一层血管薄膜包裹住蛋黄。再稍后便可分辨出鸡身，有眼睛，像两个鼓泡，向外突起……”如此详细地记录了鸡蛋孵化二十天的全过程。亚里斯多德的论述，叙事清楚，抓住了所观察的各个主要环节；重点明确，突出了生物学的主要原理；把鸡胚胎的胎膜与哺乳动物的胎膜比较，也就是说，他已经把胚胎的观察从一个物种推广到另一个物种。这种观察，虽然没有改变自然过程的进展，但有某种积极的干预和设计，采用了有意观察、长期观察、细微观察、归纳和对比的观察方法，从而使观察能更好地趋近事物的本质。

古往今来，有许多成功地用观察方法探索大自然奥秘的感人事迹，我国地学工作者杨联康徒步万里考察黄河的壮举就是一例。

杨联康于1981年7月19日到达青海的黄河源头，开始进行实地考察。他顺流而下，历尽艰险，行程万余里，历时近一年，考察了黄河的全程，最后抵达山东省的黄河入海口。通过考察，他取得了丰富的第一手资料，对黄河的河源，河道，分段成因，以及黄河的开发利用等八个问题，得出了自己的结论。

这表明，观察方法在科学研究中起着十分重要的作用。只有通过科学观察，人们才能获得事物各种直接知识，从而为科学理论的发展提供可靠的科学事实。许多科学家都十分重视观察方法的作用。

我国著名科学家竺可桢，在研究动植物的生长发育与气候、季节变化的关系等问题上，用观察的方法取得了重大的科学成就。他晚年发表的《物候学》和《中国近五千年来气候变迁的初步研究》等著作，达到世界公认的高水平。他的科学成就，是和他几十年孜孜不倦地进行科学观察分不开的。从1924年起，他开始注意观察诸如布谷鸟始鸣的日期和燕子始见的日期等物候变化。每天都要观测记录当天的气温、气压、风向、湿度等气象要素，从青年时起直至逝世的前一天，从未间断。每年都

要周密地考察与记载冰冻、融化和各种植物开花的日期等现象。这些观察资料为他取得重大科研成果奠定了重要的基础。(图7)

由于观察方法是在自然发生的条件下进行研究的,它无需变革或控制研究对象,凡不能采用实验方法的科研领域中,如天体运行,地壳变迁,主要是采用“观测”的方法,因此天文学、地质学、地理学、气象学、生态学、物候学、临床医学、心理学等,都是借助观察方法,才产生和发展起来的,观测至今仍不失为它们的主要研究方法。所以有人把这类学科统称为观测学科,这是有道理的。

二、社会人文现象的观测



图7 竺可桢——我国久负盛名的气象学家、物候学家,曾任中科院副院长。

在社会科学的研究中,更应注意对现象的实地考察,才能得到科学的结论。马克思为探索资本问题,不仅阅读了伦敦大英图书馆的几乎全部同类书籍,而且深入到工厂、矿山、车间、商场考察、调查,历经十几年,方得出资本的产生、发展的结论,写出《资本论》一书。在观测、考察中常采取追踪观察的方法,系统观察事物发展的过程。1976年,美国心理学会将重大科学成果的资金授予一项关于超常人创造能力的研究。这项研究成果就是用追踪观察的方法取得的。这项研究是由美国斯坦福大学心理学教授特尔门开创的。他为了研究超常儿童能力的发展,于1921年到1923年间,选择了一千五百二十八名小学生和初中生作为研究对象,其中男生八百五十七人,女生六百七十一人。经测定,他们的智商都在一百三十以上,即智力发展都是属于聪明、智力超常或是“天才”一类的人。特尔门对他们分别进行了学校和家庭访问,详细地了解学生父母和教师对这些学生智力的评价,并对其中三分之一的学生作了体格检查。1928年,这些学生已进入青少年时期,为了掌握他们的智力发展和变化情况,特尔门再次对这些学生所在的学校和家庭进行访问。到了1936年,这些学生都已长大,走上了各自的工作岗位,特尔门则采取了通信调查的方式,继续了解和掌握他们的身心发展状况。1940年,又把这些研究对象召集到学校来座谈,并进行了一次心理测验。此后,每隔五年进行一次通信调查。特尔门逝世后,由西尔斯等心理学家接替了他的研究工作。到了1960年,这些研究对象的平均年龄已经四十九岁了,但被调查人数仍能保持原来人数的百分之八十,到1972年调查时,仍保持原来人数的百分之六十七。这项长期地、系统地追踪观察,历时五十年之久。通过这项研究,取得了