

东洋科学之学习

一同理工科大学生读读学习方法

怎样科学地学习

——同理工科大学生谈谈学习方法

款 妆

北京出版社

怎样科学地学习

——同理工科大学生谈谈学习方法

款 妆

北京出版社出版

(北京版文门外来兴隆伪 81 号)

新华书店北京发行所发行

北京印刷二厂印刷

787×1092 楷米 32 开本 8.25 印张 165,000 字

1982年8月第1版 1983年8月第1次印刷

印数 1 - 88,000

书号: 7071.789 定价: 0.58 元

序

学习是一门科学。怎样科学地学习？这是每一个立志成才的青年所迫切关心的问题。狄牧同志写的《怎样科学地学习——同理工科大学生谈谈学习方法》这本书，试图从理论和实际的结合上系统地论述这个问题，我想，是会受到广大青年特别是理工科大学生的欢迎的。

庄子曾经说过：“吾生也有涯，而知也无涯。以有涯随无涯，殆矣！”庄子的这个论点，我想大家都不会同意，因为它是消极的，无所作为的。但是，它也向我们提出了一个值得深思的问题，即：如何以有限的一生向无限的知识海洋进军。特别在当前“知识爆炸”的时代，这个问题更为突出。要解决这个问题，就必须从学习的战略和战术两个方面进行研究。我们通常所说的学习方法，主要是指战术而言，但从广义来说，也必然涉及到学习战略问题。如果不研究学的战略和战术，就不但不能攀登科学文化高峰，而且会在潜渺的知识海洋中被波涛吞没。因此，要取得学习上的成功，除了勤奋之外，还必须要科学地学习。勤奋 + 科学地学习 = 学习上的成功之路。

怎样科学地学习？在这个问题面前，我完全是一个小学生，没有多少发言权。狄牧同志抛出了一块“砖”——我确

信这是为广大青年铺筑学习之路有用的"砖"，愿向广大青年同志们推荐。同时，希望更多的同志都能抛出自己的"砖"，都来研究学习这门科学，为青年的学习贡献自己的力量。特别是教师，更应当研究学生的学习，真正把自己的教建立在学生学习的基础上。我认为，科学地学习，最根本的有四条：第一，学生要做学习的主人，掌握学习的主动权，在教师的指导下积极主动地向知识的海洋进军。第二，要把学习建立在辩证唯物主义认识论的基础上，使学习符合人的认识规律。第三，要在学习过程中不断提高自学能力和智力，并把它放在学习的首位。第四，要能学以致用，分析问题，解决问题，达到改造世界的学习目的。

现在，在学生学习上相当普遍地存在着"一窄二死三负担重"的现象。这是教学上的三条大忌。特别在中学生中，这个问题更为突出。在大学生中这个问题也很值得注意。如果长此下去，很难培养出大批优秀的人才。我们应当引导青年学生从这个恶性循环中走出来，转入良性循环，扩大知识面，使学习知识和培养智力、能力两者互相促进。提高学生的学习质量，一定要按辩证法办事。科学的学习方法，说到底，就是唯物辩证法在学习领域中的各种具体表现形态。我们要把学习知识和培养智力、能力辩证地结合起来，这是学习上的科学途径。同时，提高智力和能力是对付"知识整炸"最有效的办法，对此我们一定要有战略的眼光。到了大学高年级和研究生阶段，我们还应十分重视"识"的培养，有见识，有眼光，有捕捉具体攻关目标、机遇和问题的不能。关于这个问题，在这里就不展开谈了。

最后，我还希望在校的大学生向自学成才的青年们学习。他们虽然学习条件很差，但由于有理想、有志气，勤奋学习，并在艰难困苦的条件下锻炼出可贵的自学能力，终于走上成才之路。在校的大学生同志们，你们的学习条件比他们飞越得多，如果能有他们那种顽强的自学精神，何愁不能成才？成才和成功的道路摆在每个同学面前，“有志者事竟成”，愿大家善自为之。

敬峰

一九八一年十一月一日

目 录

第一章 学贵有方	(1)
一 学习本身是一门科学	(1)
二 学习是人才的阶梯	(6)
三 "单学知识仍然是蠹人"	(11)
第二章 打好基础，循序渐进，广博专深	(17)
一 知识的大厦是怎样构成的	(17)
二 读循序渐进的原则	(21)
三 读广博和专深的关系	(28)
第三章 勤学好问，教学相长	(33)
一 "不学不成，不问不知"	(33)
二 "不师如之何？吾何以成！"	(38)
三 "独学而无友，则孤陋而寡闻"	(43)
第四章 正确对待书本知识，善于读书	(47)
一 "读经而已，则不足以知经"	(47)
二 科学的读书方法	(50)
三 不动笔墨不读书	(54)
四 工具书和检索工具的使用	(59)
第五章 理论联系实际，提高分析和解决问题的能力	(66)

一 "纸上得来终觉浅"	(66)
二 "知之非艰，行之惟艰"	(73)
三 枝能和技巧的培养	(79)
四 分析和解决问题的一般过程	(85)
第六章 独立思考，发展科学思维能力	(94)
一发展科学思维能力的重要性	(94)
二 思维的细胞——概念必须明确	(97)
三 思维的链条——判断必须恰当	(106)
四 推理——探寻新结果的方法	(112)
五 论证的逻辑规则	(120)
六 谈谈辩证逻辑问题	(126)
七 关于创造思维	(136)
八 如何发展科学思维能力	(142)
第七章 掌握记忆规律，发展记亿能力	(146)
一 记忆——智慧的仓库	(146)
二 "黑箱"理论——探索记忆的本质和属性	(150)
三 艾宾浩斯曲线——记忆过程的规律	(157)
四 如何掌握科学的记忆方法	(166)
第八章 掌握各学习环节的特点与学习方法	(173)
一 预习和听课	(173)
二 复习和小结	(181)
三 习题和作业	(188)
四 实验——窥探自然的眼睛	(194)
五 实习——处处留心皆学问	(199)
六 不敝分数的奴隶	(205)

七 毕业设计和毕业论文	(209)	
第九章 生动活泼地主动地学习	(215)	
■ 热爱科学，刻苦谦逊的治学精神		(215)
二 学习的意志品质		(228)
三 严肃、严格、严密的科学态度		(233)
四 时间的科学利用和学习的计划性		(236)
五 "如果你想聪明，跑步吧！"		(243)
后记		(250)

第一章 学贵有方

一 学习本身是一门科学

把我国建设成为一个现代化的、高度民主、高度文明的社会主义强国，是时代赋予我们的宏伟历史使命，它正激励着亿万青年刻苦学习、勤奋工作。有志有识的中华儿女，都希望自己能为社会主义事业贡献力量，成为各行各业的杰出人才。然而，千里之行，始于足下，要把宏伟的理想变为现实，首要的问题是学习好。只有通过学习，方能成为人才。

怎样才能学习好呢？我们可以看到，以同样水平进入大学的同学，经过一年半载的学习，成效就有明显的不同。同样从大学毕业，学习质量差别更大，这是为什么呢？

有的同学，在学习中显得那样轻松愉快，他们学习时精力集中，课余充分休息，体育活动、文娱活动、社会工作，样样走在前面。不但学习成绩很好，而且有时间看许多参考书。而有的同学，夜以继日地刻苦读书，整天精神紧张，头昏脑胀，身体消瘦，经常生病，反过来影响了学习，成绩更差。这就是我们常说的违反了劳逸结合规律，造成了“恶性循环”。

有的同学，学习基础扎实，稳步前进，在掌握规定的学

习内宫之外，还主动向深度和广度进军，学到了更多知识。而有的同学，参考书看了很多，难题钻了不少，基本知识却掌握不牢，学习成绩非但没有提高，而且逐渐下降。这就是我们常说的违反了“循序渐进”的原则。

有的同学，一个一个问题学懂弄通，经常复习，反复巩固，知识掌握得十分牢固。而有的同学迷信死记硬背，寄希望于考前复习，虽然有时也可取得较好的分数，但碰到灵活运用的问题，则一筹莫展。这就是我们常说的违反了“在理解的基础上记忆”的原则。

如此等等。

实际情况说明，得法者事半功倍，不得法者事倍功半。不管你是否意识到这一点，方法问题，对从事一切活动都是不容忽视的一个重要问题，对学习过程来说，也必然是这样。

二十世纪的科学巨人爱因斯坦创立了相对论，开创了物理学的新纪元，在科学上作出了伟大贡献。爱因斯坦是怎样获得伟大成就的呢？在回答这个问题的时候，他写下了这样一个公式： $W = X + Y + Z$ ，并解释说：W代表成功，X代表艰苦劳动，Y代表正确的方法，而Z呢？则代表少说空话。爱因斯坦的这个“公式”，总结了一条普遍规律，无论对于发明创造还是学习，都是合适的。少说空话，勤奋努力，容易为人们所理解；而正确的方法，可以理解为按照客观的科学规律办事，则不易为人们所掌握。然而，违反客观规律不能不受到惩罚。英国著名物理学家、科学学的创始人之一贝尔纳在《科学的研究的艺术》一书中说：“良好的方法能使我们更好地发挥天赋的才能，而拙劣的方法则可能阻难才能的发挥。”

对学习来说，也是这样。学习的机会，人人都可以争取，但其效果却大不一样。清华大学有一位教授说得好："学习效果与学习时间并不是成正比例的，这儿有一个效率问题。效果是效率与时间的乘积，说得确切一些，效果是效率对时间的定积分。"效率问题，与学习基础有关，与身体健康状况有关，但对大多数同学来说，主要取决于是否掌握了学习的科学方法。

学习过程，对于学习者，就其本质，是一个认识过程，也就是由无知转化为有知，由知之不多转化为知之甚多，由对社会和自然的盲目性转化为自觉性，由必然王国向自由王国的转化过程。任何事物的转化，都有其独特的客观规律，认识的转化过程，也不例外。列宁说："在认识论上和在科学的其他一切领域中一样，我们应该辩证地思考，也就是说，不要以为我们认识是一成不变的，而要去分析怎样从不知到知，怎样从不完全的不确切的知识到比较完全比较确切的知识。"人类的认识转化过程，究竟遵循怎样的规律性呢？毛泽东同志在《实践论》中告诉我们："通过实践而发现真理，又通过实践而证实真理和发展真理。从感性认识而能动地发展到理性认识，又从理性认识而能动地指导革命实践，改造主观世界和客观世界。实践、认识、再实践、再认识，这种形式，循环往复以至无穷，而实践和认识之每一循环的内容，都比较地进到了高一级的程度。这就是辩证唯物论的全部认识论，这就是辩证唯物论的知行统一观。"学习过程，从根本上来说，也必须遵循这样的辩证过程，这就是学习作为一门科学的理论根据。

人类发展过程的科学历史，不仅寻求反映客观规律的真理，而且不断寻求反映真理的客观规律。人类研究自身认识规律的成果，反映在哲学、心理学、逻辑学、教育学、科学学、科学史等学科之中。现代科学发展的事实证明，人的认识规律还和生理学、医学、遗传学以及社会学等有密切的关系。学习作为一门科学，必须建立在从不同角度研究人的认识规律的这些学科基础之上。

学生的学习和人的一般认识活动相比较，又有其特殊性。其一，与人类探索未知知识相比较，学生的学习过程主要是掌握人类已知的知识；其二，与直接研究社会和自然规律相比较，学生的学习过程主要是通过语言、文字等掌握间接知识；其三，与较为成熟的智力和知识基础相比较，学生的学习过程，特别是青少年的学习过程，在这些方面都还处于正在发展和形成之中。因此，学生的学习过程所走的，是人类认识活动最经济、最简捷的道路。正因如此，人类在几千年文明的历史中所积累的基本知识，才能在从小学到大学的十几年时间里接受下来。例如，从公元前三百年亚里斯多德的"力停动止"、"物体重量越大下落速度也越大"，到伽利略的"惯性原理"、"物体下落速度与重量无关"，经过了两千年时间，现在，在中学里讲解这两条原理，只需用两节课。正因为如此，我们研究学习过程的特殊规律性和科学的学习方法，是充分发挥人的认识能力，开发智力，培养人才的一项重要任务。

人类研究自身的科学说明，就整个人类来说，其认识能力是无限的。科学发展的历史证明，随着时间的推移，人类

对客观世界规律性的认识也在愈来愈快地扩展和加深。就每一个具体的个人来说，人的认识能力不能不受到历史条件、社会条件和个人条件的限制，但也存在着巨大的潜力。十七世纪初捷克的大教育家夸美纽斯早就说过，“人心的能量是无限的，它的知觉进程象个无底深渊。”他认为人的心理“天内天外都找不出一个界限。”科学发展的无数历史事实也说明，一个人一生的时间如果奋斗不已、使用得当，就可以取得巨大的成就。爱迪生没有受过什么专门教育，青年时期处境也十分困难，但终生奋斗，在八十一岁时，竟取得了第一千零三十三项专利。欧拉十八岁开始研究数学直到七十多岁高龄，虽然后来瞎了一只眼睛，另一只眼也只有微弱视力，一生中著作竟达八百八十六种之多。苏联有一位科学家柳比歇夫，从二十六岁起到八十二岁去世，五十六年中共有七十多部著作，还写了一万二千五百多页打字稿纸的论文。正如人们所熟知的，历史上还有不少科学家，是在倍受摧残、迫害，处境穷困、潦倒，遭到流亡、监禁的不利条件下取得成果的。更令人惊讶的，1872年英国有一位青年古德利克，以杰出的想象能力，根据恒星大陵五亮度有规律地增强和减弱，天才地预言它有一颗暗伴星围绕其旋转，谁能料想到他竟然只是一个只活了二十二岁的龚哑人呢？现代科学研究结果也说明，人对自身能力的实际使用率远远没有达到可能达到的高度。例如，有的资料认为：目前人类只使用了自身能力的10%，还有90%没有发挥出来；大脑皮层神经细胞的利用率，只占可能的五分之一，其中想象力只占15%，等等。这许多事实，都深刻地启示我们：人的智力是一个极其巨大、

极其可贵的宝藏，开发人的智力的宝藏，是当代科学，特别是教育学、心理学、科学学的重要任务，也正是学习作为一门科学所要研究的中心课题。

传统的教育学理论，着重从教的方面研究教学过程的规律与方法，而从学生的学习方面来研究学习过程的规律与方法则比较少。但是，现代国际国内的教育家一般认为，教学论的发展趋势之一，是特别重视培养学生学习能力的研究，主张着力于"教会学生学习"，或者说，着力于"教学生会学"。学习作为一门科学，是发展的必然趋势。

二 学习是人才的阶梯

无论在社会科学方面或自然科学方面，有巨大成就的人，都是善于学习的。

伟大的革命导师马克思，是学识渊博、善于学习的典范。马克思除长期研究政治经济学以外，还通晓哲学、法律、各国历史，研究过技术理论、实用经济学，他写过有相当水平的微积分论文，他熟悉古典文学、通晓德文、法文、英文等几种文字，到五十岁，还孜孜不倦地学习俄文。李卜克内西回忆马克思时说："学习！学习！这就是马克思经常教导给我们的一种至高无上命令。但他个人的榜样就已经有这种命令，甚至仅仅看一下这位伟大天才永不停息的学习精神，更令人产生这样的感觉。"

伟大的革命导师列宁，十七岁获得中学毕业的金质奖章，进入喀山大学不到半年，因为积极参加革命活动被沙俄

反动当局开除，并且全家被放逐到萨马拉郊区的一个小村庄。在这里，列宁制订了一个精确的学习计划并严格执行，只经过一年半的努力，就自学完了大学的全部课程，参加彼得堡大学的毕业考试并获得了第一名，学校破例地发给他这位校外生最优等的毕业文凭。

科学巨人爱因斯坦，幼时并不被教师认为是聪慧的，但由于善于独立思考，勤于学习，在十四岁时，他就已经开始自学微积分。当十六岁的时候，同辈的同学们还在为代数、几何大伤脑筋，他的脑海里已经开始孕育着相对论的胚胎了。

电磁学理论奠基人麦克斯韦，十岁进入爱丁堡中学，由于性格怪癖、衣着上气，被同学们称为“俊瓜”，但是智力非凡。还在中学阶段，十五岁的麦克斯韦就写了一篇数学论文，描述画卵形线的一种方法，精湛的构思，深受爱丁堡大学教授们的重视，在爱丁堡皇家学会上获得好评。十六岁进入爱丁堡大学后，又写出两篇科学论文，在爱丁堡皇家学会会刊上发表。十九岁进入剑桥大学，就学于著名物理学家霍普金斯，成绩优异。

著名的流体力学和火箭理论科学家冯·卡门，在学生时代，就显示了优异的才能。六岁时，便能在客人面前用不到一分钟心算六位与五位数字的乘法。九岁进入中学，曾获得匈牙利国家数学竞赛优胜奖。十七岁进入大学，偶然发现一种引擎运转到某一速度时便剧烈地颤动起来，他很快找出了共振关系，提炼为一个数学问题并获得圆满解决。

科学史上这样的事例，非常之多。
一个科学家杰出成就的取得，影响因素很多，最主要的

是两条：一条是善于学习并掌握前人的知识，一条是善于探索。牛顿说过：“如果我比笛书几看得远些，那是因为我站在巨人们肩上的缘故。”我国明代学者王夫之也说：“致知之途有二：日学，日思。学则不恃已之聪明，而一唯先觉之是效；思则不徇古人之陈迹而任吾警悟之灵”

1869年门徒列夫制订出元素周期表，是在人类已经掌握了六十多种元素的基础上，研究了前人对于元素分类的丰富的研究成果，并在研究方法上作了创造性的改变，按原子量大小顺序和元素化学性质结合起来进行排列，才获得了最后的成功。无数历史事实告诉我们，既要善于学习，又要善于创造；要善于创造，首先必须善于学习。学习是创造的基础，创造的才能首先要从学习中获得。在科学技术飞速发展的今天，尤其是这样。

自从人类社会学校教育产生以来，对于接受学校教育的学生来说，就逐渐把一个人的一生分为了两个阶段：前一阶段在学校里学习和掌握前人的知识；后一阶段进入社会，运用学到的知识进行工作和创造。实际上，这种划分是相对的。一个人在一生中所需要的知识和能力，在学校学习阶段绝对完成不了。为了适应工作和生活的需要，一个人一生中都必需不断学习，学校的任务仅仅在于打下一个知识的基础和培养自学的能力而已。苏联教育家赞可夫说得对：“无论学校的教学大纲多么完善，学生在毕业以后必然会遇到他们所不熟悉的科学上的新发现和新技术。那时候，他们将不得不独立地、迅速地弄懂这些新东西并掌握它。只有具备一定的品质有较高发展水平的人，才能更好地应付这种情况。在这

个时(。学些的发展对他未来的工作具有多么庞大的意义所!"

现代利学技术发展极为思速，人类知识总量急剧增加，被称为"知识爆炸"。国外资料估计：人类知识量是以几何级数类长的。如果以 1750 年知识量为二倍，1900年增加到四倍，4年增加到八倍，1960年增加到十六倍。也就是说，由二倍增加了，四倍用了 150 年，由四倍增加到八倍用了 50 年，由八倍增加到十六倍只用了 10 年。从书刊数量的增长来看，有人估计：5 前世界上有三千万种名称不同的书，每年增加约二十万种；图书馆的藏书量大约十二年要增长一倍；从现在到2000年，每个大图 13 首的书架长度将增加五十公里。从科学活动来看，有资料介绍：十九世纪末，从事科学工作的全世界一五万人，科学刊特仅个一千种。而现在，全世界科学工作者有六百万，科技刊物达十万种以上，每年国际性大型科学会议一百个以上，有六十个政府间国际科学组织和二百五十个民间的国际科学组织。每年发表的科学论文，大约每十年增加一倍，现在全世界一年发表科学论文约四百万篇。这种"知识爆炸"的必然结果，是每一个人面临要学习的东西急剧增多，要求人们提高学习能力，并且不断地学习，才能适应形势的发展。

与"知识爆炸"相关的是 "知识更新"的问题。据美国麻省理工学院等五所大学对电工、机械、化工、航空、宇航五个系调查，1936 年来，这些系开设的课程门类的知识内容每十七年翻一番。因此，按一个人工作四十五年计算，他们的知识大约只有 20% 是学校获得的，其余 80% 是在工作中获

得的。还有人估计，工程师的业务知识在十年内过时的大约有一半，有些专门知识甚至二、三年就陈旧了，因此，“现在百分之七十的小学生将来要从事的职业，眼下是没有的”。知识迅速陈旧所产生的“知识更新”问题，是教育理论与实践中遇到的极大挑战。国外为了解决这一问题，提倡所谓“终生教育”，或称“继续教育”。“继续教育”企图用学校教育的方式，给在业人员提供学习机会，这是有限的。实际上，几乎每一个在业人员都需要继续学习，“继续教育”却无法全部满足。就广大从事实际工作的人员来说，随时通过自学以补充和更新原有的知识，乃是主要的途径。在我国，高等教育普及还不够广，绝大多数不能上大学的中学生，以及大学毕业后从事工作的人员，主要靠自学来进一步提高科学文化水平。虽然国家大力举办电视教育、函授教育，加强职工培训和业余教育，提供了一些学习条件，但从事这种形式的学习，无疑需要较强的自学能力。因此，在各级各类学校，都注意有目的、有系统地教会学生如何学习；每一个在校学生，也应努力提高自学能力，方能在四化的征途中，有效地对付“知识迅速陈旧”的威胁。

过去曾有过一个形象的比喻，把在学校学习的知识比作“干粮”，学习方法和学习能力比作“猎枪”。“干粮”是可以吃光的，而有了“猎枪”，就可以自己去“猎取”新的知识。这是很有道理的。现在搞电子计算机科学的一些老专家、老教授，他们在学校学习时还没有这门新学科，但他们通过自学，却可以很快掌握，除开依靠广阔而扎实的基础知识，另一重要原因是具有进入新领域的科学学习方法和学习

能力。现代科学技术的一个重要发展特点，是边缘科学、交叉拱术的大量产生，新材料、新工艺、新技术的迅速推广，新产品、新设备的不断出现，以及科研组织、工程企业巨大规模所产生的管理复杂化，等等，这都要求每一个专业人员广泛了解并随时有能力深入到新的专业知识领域，唯有善于不断地学习，才能胜任工作。

美国著名流体力学家冯·卡门在晚年还孜孜不倦地学习他所生疏的化学和燃烧学，为什么呢？原来是为了研究燃烧化学并把它和流体力学结合起来的需要。经过学习和研究，冯·卡门终以七十多岁的高龄，奠定了近代燃烧理论的基础。大家都知道，爱因斯坦为了创立狭义相对论，在寻找合适的数学表达形式时，不得不重新钻研数学，只是在学习了闪可夫斯基的非欧几里德几何之后，才使狭义相对论找到了完整的数学形式。可见，即使大科学家在科学的道路上，也常常需要继续学习。这就更加使我们体会到，周恩来同志生前经常告诫我们，要“活到老、学到老”，确实是一条至理名言。

三 “单学知识仍然是粒人”

掌握知识与发展能力，是智育的两个主要目标。在教育史上，有偏重知识传授的“实质教育”，也有着重能力发展的“形式教育”，各执一端，都有片面性。更多的教育理论家，则主张掌握知识与发展能力的辩证统一。

掌握知识容易为人们所理解。所谓能力，一般是指人体

机能的潜在力量，主要是指人的智力，从心理：学和教育学来说，能力主要包括感知、注意、思维、记忆、想象等智力活动的能力，是人们在认识过程中完成思维加工的能力。一般把学生学习过程中的能力归纳为四个方面：一是观察能力；二是思维能力；三是自学能力；四是动手能力（或称实际操作能力）。一个人的知识和能力，是紧密联系，相辅相成的。

知识是能力的基础，无知必然无能。能力又是在掌握知识的过程中培养和发展起来的。没有语文知识，不可能有阅读和写作的能力；没有数学知识，不可能有计算能力；没有物理、化学知识，不可能有观察分析物质运动变化的能力，等等。

能力又是掌握知识和运用知识的必要条件。任何知识的掌握，都要通过观察来感知，通过分析、综合等抽象思维加以理解，通过记忆来巩固，在分析和解决问题的过程中学会知识的运用，形成熟练的技巧。苏联当代教育家赞可夫说得对："如果能在提高学生的一般发展上取得重大成效，那就含给学生真正掌握知识开辟一条广阔的道路。"这里所说的"一般发展"，主要是指能力发展。

事实上，自古以来教育的革新家都极为重视能力的发展。二千年前我国的教育家孔子就提出"学而不思则罔"，说的是单纯学习知识，不发展思考能力，仍然是昏昧的人。歌德有一句名言："单学知识仍然是蠢人"。也是同样的意思。德国教育家第斯多惠说："一个坏的教师参运真理，一个好的教师则教人发现真理。"近代教育家和科学家，也提倡在积累知

识的同时，要用更大的注意力去发展能力。现代教学论中 "发现法" 的倡导者皮亚杰主张："一切真理都要让学生自己获得，或者由他重新发明，至少由他重建，而不是简单地传递给他。" 爱因斯坦对这个问题的看法说得更清楚："如果一个人掌握了他的学科基础理论，并且学会了独立地思考和工作，他必定会找到他自己的道路，而且比起那种主要以获得细节知识为其培训内容来，他一定会更好地适应进步和变化。" 他又说："发展独立思考和独立判断的一般能力，应当始终放在首位，而不应当把获得专业知识放在首位。" 列宁对这个问题也有极精辟的见解，他说："只有用人类创造的全部知识财富来丰富自己的头脑，才能成为共产主义者。" 他又说："我们不需要死记硬背，但是我们需要用基本事实的知识来发展和增进每个学习者的思考力，因为不把学到的全部知识融会贯通，共产主义就会变成空中楼阁，就会成为一块空招牌，共产主义者也只会是一些吹牛家。"

把发展能力放在学习的首位，或者说放在重要的位置，主要有两方面的理由。其一，能力是应用知识的必要条件。毛泽东同志说："学习的目的全在于应用"。我们如果没有应用知识来分析问题解决问题的能力，那么，知识再多，也没有什么用处。这种情况，唐代历史学家刘知几比喻为"恩贡操金"，就是说，好比一个不会做生意的商人，徒然拥有许多金银，一无用处。其二，学生是学习的主体，学生的自学能力，是获得知识的重要前提。这一点却常常为一些教师所忽视，也不为一般学生所重视，需要重点加以说明。

从教学过程的整体来说，教师和学生双方的教学目的、

教学态度、教学方法以及师生关系是决定教学过程的内因，而教学条件、教学设备和组织管理是教学过程的外因。从教和学的关系来说，教师起主导作用，一个学校整体的教学水平，主要决定于教师的学识水平和教学法水平。

但是，从学生的学习过程来说，学生的学习目的、学习态度、学习方法是决定学习效果的内因，这时，教师的教育，学习的条件等就都成为外因。当学生具有相同的学习基础和学习条件，学习效果的显著差别就在于内因的不同。在同一所学校里，甚至同一个班级，在同样的教师和教学条件下，学生的气质、资历、环境、条件、努力程度等因素都差不多，但学习的成效却千差万别，原因在于学习方法和学习能力不同。纵观科学发展的历史，杰出人物的成长，虽然条件千差万别，道路各有不同，却有一些共同的特点，就是在学习的刻苦有方，研究的坚毅得法，他们的学习和研究能力比常人要高出一畴。名家学者，无不有一套成功的治学经验和研究方法，他们留下的警句格言，堪为后者之师。

学生学习的内因对学习的优劣成败起决定作用，教师和教学条件等外因必须通过内因起作用，这就决定了学生是学习的主体。一切知识的获得，各种能力的培养，都必须通过学生艰巨的脑力劳动才能达到，这是教师或其他人所绝对代替不了的。明代学者王阳明说："夫学贵之得心"。朱熹说：学习知识要"使其言皆若出于吾之口；……使其意皆若出于吾之心，然后可以有得尔。"说的都是学生学习的成果，不在于教师教了多少，而在于学生真正接受了多少，是否变成了自己的东西。志于说："梓匠轮舆，能与人规矩，不能使人巧。"

就是说，象木匠教人造车轮...样，只能告诉你原则方法，无法代替你获得制造的技巧和能力。在创造性的学习中，以及在学习以后的创造中，教师只能指引方向，创造条件。常言道：“师傅领进门，修炼在个人”。教师不能代替学生学习，更不能代替学生创造；攀登新的高峰的重任，总是落在学生而不是教师的肩上。

因此，要努力提高自学能力。没有上大学的主要靠自学，在大学里学习的也要强调自学。科学史上杰出的发明家，固然不少是在学校里接受名师的教诲，加上刻苦学习而成功的，也有相当多数主要是靠自学成才的。富兰克林是印刷厂的学徒，瓦特是一个工人，法拉第是铁匠的儿子，从未受过专门教育，十四岁到书店“当装订学徒，二十二岁才成为大化学家戴维的实验助手，通过自学，终于成为历史上卓越的实验工师，被西方科学史家称为“可以闻出真理来”的“先哲”。爱因斯坦虽然上过大学，但他把时间充分用在自学，认为自学比听课和记笔记更适于独立思考科学问题。他向一位老师海因里希·书贝尔对他说：“你是一个十分聪明的小伙子，可是，你有一个毛病，就是你什么都不愿让任何人告诉。”其实，这并不总爱因斯坦的毛病，而正是他善于自学的特点。

大学阶段的学习，要特别重视科学的学习方法，因为大学更加需要主动地、独立地进行学习。如果说小学阶段是老师扶着走，中学阶段是老师牵着走，大学阶段则是老师领着走。大学强调独立地进行学习，体现在学习内容上，是教师讲授的内容逐渐减少，独立钻研

的内容逐渐增多，到高年级，常常开设各种选修课，要求学生自己来安排和组织自己的学习。生产实习和毕业设计等环节，更要求学生独立地进行钻研。大学强调独立地进行学习，体现在学习方法上，是要求学生按照不同课程、不同学习环节、不同的学习阶段，独立掌握阅读参考书，积累资料、研讨问题、实际调查、综合论述等方面的学习方法。刚进入大学的学生，常常习惯于中学的一套学习方法，不能适应大学的学习特点，这也是造成学习负担过重的重要原因之一。能否尽快提高自学能力，适应大学的学习特点，是在大学阶段达到全面发展，成为高质量毕业生的重要关键。

第二章 打碎基础，循序 渐进，广博专深

一 知识的大厦是怎样构成的

"书山有径勤为路，学海无涯苦作舟"。这是青年们用来鼓舞自己勤学苦读的两句古语。这两句话也说明人类数千年文明的历史，积累了如高山大海一般的知识，一个人穷其一生，也只能读完其中微小的一部分。目前，全世界不同名称的书约有三千多万种，而且以每年出版二十万种新书的速度增加着。如典有一个天才，每天可以读完一本书，仅仅把一年中出版的新书读完，就得花六百年时间。如果让电子计算机来"读"，假定每天可以读一千种书，要把全世界已有的书读完，也得一百年。因此，摆在人们面前的问题，有一个如何设计自己的知识结构和按照怎样的顺序来学习的问题，这就必须了解科学知识的体系结构。

人类科学知识的庞大体系，总的来说，可以分为社会科学和自然科学两大类。在自然科学体系中，又大致包括基础科学、技术科学和专业技术三个部分。一般说来，基础科学是以自然界不同的物质运动形式为研究对象，是阐明自然界基本规律的科学；而技术科学和专业技术，则着重研究如何

利用自然规律为人类服务。现代的基础自然科学，通常分为六
大类：即数学、物理学、化学、生物学、地学和天文学。每一大
类，根据所研究的范围或侧重而不同，又可分为不同的分支学科，
如物理学可以分为力学、电磁学、热学、光学、声学、原子物理学
等；力学又可以进一步分为固体力学、流体力学；流体力学还可以
分为水力学、空气动力学，等等。自然界是一个统一的整体，不同
运动规律统一于同一类物质，因此，从各大类基础科学到它们的分
支学科，互相联系、互相渗透，形成了许多边缘学科或交叉学科。
例如物理学和化学相联系，形成物理化学；化学与生物学相联系，
形成生物化学；生物学与物理学相联系又形成生物物理学。技术科
学和专业技术，都是基础自然科学的应用，但又有所不同。技术科
学是某一基础科学或分支在科技生产中的应用，如电子技术是电子
学的应用，热工技术是热学的应用，无线电技术是电学、磁学的应
用等。而专业技术，常常是多种基础科学和技术科学的综合运用。
如农业技术，是生物学、化学以及机械、水利、电气等学科的综合
运用；医疗技术是生理学、化学、物理学以及电子、机械等学科的
综合运用。自然科学的这种结构体系，不是人为的机械划分，而是在
人类认识自然、改造自然的过程中形成的。它反映了客观事物的
相互联系和辩证统一，也反映了人类认识和改造自然的历史发展过
程。

自然科学结构体系，是人类认识历史发展的产物。从数学的发
展历史和数学的体系结构，可以清楚地看出这一点。人类进入文明
阶段，首先发展了计数，然后发展了数的加、

减，由数的连续相加产生了乘法，由数的连续相减产生了除法，由除法和乘法又产生了分数运算、比例运算，这就是现在幼儿园和小学阶段数学学习的内容。在古埃及和古希腊，欧几里德和阿基米德那个时代，进一步发展了代数、几何、三角，这就是现在初中和高中数学的学习内容。到十七世纪左右，在笛卡儿、高斯、牛顿那个时代，进一步发展了三角函数、解析几何和微积分，这就是现在高中和大学低年级学习的数学知识。而在大学的高年级和研究生阶段学习的数学内容，则和近代的数学发展水平一致了。这种初等数学、高等数学、近代数学的科学结构体系，和人类认识数学规律的历史是一致的，教学过程的结构和它也是一致的。在教育学上，称之为个体智力发展和人类认识历史发展的平行性原理。违反这种原理，硬要小学一年级学生去学微积分，那就是荒谬绝顶的事情。现在外国有的教育学者认为“任何学科的基础都可以用某种形式教给任何年龄的任何人”，如果违反从低级到高级、由简单到复杂的认识发展历史的根本原理，那么这种设想只能是一种空想。

自然科学结构体系，也是人类反映客观事物规律性的产物。客观事物合乎辩证统一规律，相互联系又相互转化，产生了各门学科结构体系的逻辑关系。我们打开一本教科书，常常可以发现，它是由几个最简单的基本概念和定理开始，一步一步展开，严格按照逻辑推理的顺序，组成了它的全部内容。物理学的刚体力学系统，以速度、加速度、质量、力等基本概念和牛顿定律为基础，分别研究直线运动、曲线运动，进一步引伸出功和能的概念，建立动量守恒和能量守恒

原理，组成了整个刚体力学系统，非进一步研究冲量、碰撞，到非弹性碰撞，就开始越出了刚体力学范围。材料力学，则从应力、应变等基本概念和虎克定律等基本定律为基础，从研究拉伸和压缩开始，一步一步引伸出弯曲、扭转、复合受力情况以及疲劳、蠕变等整个材料力学体系。这种逻辑结构体系，和人类认识的发展历史有一定的一致性，但又抛开了科学发展历史的一些细节和曲折过程，突出了事物相互联系的逻辑关系，突出了从一般到特殊、由整体到个别的辩证统一。所以爱因斯坦说，“由经验材料为引导，……提出一种思想体系，它一般是在逻辑上从少数几个所谓的公理的基本假定建立起来的。”李政道博士也曾经谈到，“我们有一个信念，世界上的一切自然现象，都是以一组相当简单的自然原理构成基础的。这些自然原理是人们可以认识的。”“因此，治学方法首先要从基本着手。基本的、重要的东西，在了解之后，往往是简单的，而且其应用也是十分广泛的。常是问题愈基本，其解愈简单。需要的是正确的认识和观念，而不是繁复的数学和运算。”这种教学内容的结构和科学体系的逻辑结构的一致性，常称为教学和逻辑的一致性。一本好的教科书，严密的逻辑结构是重要的基本条件之一。欧几里德几何学，就是这种逻辑体系最早、最典型的体系。

懂得自然科学结构体系的这些基本特点，就能使我们明白打好基础、循序渐进的依据和重要意义，也能使我们了解教学过程中各门课程安排顺序，各种教科书内容组织结构的规律性，对指导我们的学习有很大好处。

二 该循序渐进的原则

"根深叶茂，本固枝荣"这两句话，常常被用来说说明打好基础、循序渐进的意义。所谓基础，一般是指一门学科的基础知识、基础理论、基本技能。用树木的生长来说明学习过程，确实是一个很确切的比喻。参天的大树，离不开泥土、肥料、水分、空气和阳光，它的根、主干、旁枝、叶、花、果实也必须恰当地得到发展。对我们的学习来说，基本概念、定理等基础知识，好比是树木的根；在基础知识之上发展的定理、推论和技术科学好比是树木的主干和枝叶；知识的应用，如专业技术和科学成果，好比是树木的花和果实；而自然现象和生产实际，则好比是泥土、肥料、水分、空气，科学思维好比是阳光。只有基础牢固，学习才能获得广博专深的发展，这就是"树大根深"、"根深叶茂"；否则，必然是"墙上芦苇，头重脚轻根底浅"，经不起风吹雨打。只有枝繁叶茂，才能繁花似锦，硕果累累，在科学上作出杰出的成绩。而一切基础知识，必须来源于实践，一切理论，又必须与实践紧密联系，这好比树木的生长，一刻也离不开土地、肥料、水分和空气一样。只有把肥料、水分输送到叶面上，吸收空气中的二氧化碳，在阳光照射下进行光合作用，才能制造出树木生长的养分，成为开花结果的基础。没有阳光，一切生物都不能生长，没有科学思维，也不能进行学习和创造。

按照自然科学的体系结构，着力打好基础，循序渐进地

学习，是自古以来的学问家和教育家都十分强调的一条根本原则。我国最早的教育理论专著《学记》中说：“不陵节而施之谓孙”（循序渐进，就可以顺利进行），指出“杂施而不孙，则坏乱而不修”（不循序渐进，就会混乱而无成效）。孟子说过：“流水之为物也，不盈科不行；君子之志于道也，不成章不达。”意思是：水的流动规律，不灌满小水洼不会向前流动；人的学习，不按照法则和顺序就不能学好。宋朝学者朱熹说：“读书之法，在循序而渐进，熟读而精思。”又说：“量力所至，约其课程而谨守之。字求其训，句索其旨，未得乎前，则不敢求其后，未通乎此，则不敢志乎彼，如是循序渐进焉，则意定理明，而无疏易凌蹴之患矣。”意思是：要根据自己的学习能力，订出学习的计划并严格遵守它，每一字都要懂得它的涵义，每一句都要掌握它的要领，前面的没有搞懂不要去搞后面的，这个问题不明白不要去钻那个问题，这样才能做到循序渐进，概念清楚道理明白，不会产生颠倒凌乱的毛病。俄国著名的生物学家巴甫洛夫曾一再告诫青年，学习要循序渐进，他说：“要想一下子全知道，就意味着什么也不知道”。又说：“你们在想要攀登到科学高峰之前，首先应当研究科学的初步知识。如果还没有充分领会前面的东西，就决不要动手搞后面的东西。”我国著名的数学家华罗庚回忆他的学习过程时也说过：“我曾为学习中学、大学初年级的数学课程花费过不少时间和精力，但我一点也不后悔，因为以后我在研究工作中能够自如地运用初等数学部分，都受益于此。”

在学习过程中，一些同学常常不能很好地遵守循序渐进

的原则，以致造成学习中的困难，事倍功半甚至失败，其原因是多方面的，主要有：

死记硬背，不求甚解。有的同学学习三角恒等式，把几十个公式写在卡片上、刻在三角板上，花费不少时间来背诵，结果还是互相混淆，丢三拉四。如果稍加分析，就可以明白，基本的三角恒等式 只 有 三 个 : $\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$; $\sin(\alpha + \beta) = \sin \alpha \cos \beta + \cos \alpha \sin \beta$; $\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta$ 。其他的半角公式、倍角公式等等，都可以由此推导出来。掌握了知识本身的结构，就可以抓住基本的东西，循序渐进去掌握它所引出的各种知识。

好高骛远，急于求成。古人言：“欲速则不达”，学习是一种艰苦细致的脑力劳动，必须有一种韧性的战斗精神。我国古代的荀子在《劝学篇》中打了一个很好的比喻，他说：“蚓（蚯蚓）无爪牙之利、筋骨之强，上食埃土，下饮黄泉，用心一也。蟹六跪（足）而二螯，非蛇（蛇）鳝（蟮）之穴，无可寄托者，用心躁也。”基本的东西，常常贯穿整门学科之中；与其在学习过程中时时返工，何不在打基础时多费一把力气呢？

囫囵吞枣，粗枝大叶。基本的知识常常表面上看来简单，而理解其实质并不容易。马克思在《资本论》初版序言中说：“以货币形态为其完成形式的价值形态，是极无内容和极简单的。但……人类智慧在这方面进行探索的努力，还是毫无结果；同时，对一些内容丰富得多的并且复杂得多的形态的分析，却至少已近于成功。为什么呢？因为已经发育的身体，比身体细胞，是更容易研究的。”以为基本知识简单，一

望便知，马虎放过，必将给以后学习带来重重困难。忽冷忽热，一暎十寒。学习顺利时，容易对自己估计过高，贪多求快，浮光掠影，华而不实；学习遇到困难时，又容易悲观失望，降低要求。这种学习上的冷热病，阻碍我们脚踏实地，按部就班地前进。忽冷忽热，两种表现，一个病根，都产生于对自己没有正确的估计。它们又是互为因果的，自满必然失败，失败又产生自卑，经过努力稍有进步，自满的思想又重新抬头，如此反复。要克服冷热病，一定要从基础开始就一丝不苟，严格要求，切忌贪多求快，也不可马虎放松。

有的同志也许要问，是否学校教育计划中规定的各门课程顺序，每一本教科书的先后章节，在学习中只能严格遵守，丝毫不能违反呢？这个问题提得好。实际上，无论是中学或大学，许多课程都是同时进行的；每一门课程，不同的教科书其章节顺序也并不一样。这应当如何解释呢？首先，自然科学的结构体系是相对的而不是绝对的，小学数学的四则运算是中学代数、三角的基础，代数、三角又是微积分的基础，前一部分知识常常成为学习后一部分知识的阶梯，不可能把所有的知识截然划分为基础的和非基础的两部分。其次，自然科学的结构体系，在一门学科范围内相对来说比较严密，而在不同学科之间并不一定存在固定不变的联系，全看其具体学科内容之间关系而定，生物学与地理学是相互独立的两种学科，有各自的结构体系，但又有一定联系，学生物的并不一定要先学地理，学地理的也并不一定要先学生物，但是，学生物地理的，则一定要具备生物学与地理学的

知识基础。同一门学科的不同部分，也有这种情况，物理学一般先学力学、电学，但热学和光学之间，并不存在固定的先后顺序。第三、学习的目的要求不同，知识的结构也不同，学工程的都要学数学，但学机械的、学无线电的、学电子计算机的、学化工的，所需要的数学知识基础无论其内容和分量都各不相同。如何合理地安排一个专业的学习内容和教学的顺序，是现代高等学校十分重视的一个问题，它用教育计划和教学大纲的形式确定下来，从事某一专业学习的学生，也应当予以充分的了解，懂得每一门课程、各部分的知识在整个学习过程中的作用和相互关系，才能发挥学习的主动性和积极性。

还有的同志可能要问，怎样才算掌握好基础知识，可以继续往下学习呢？这个问题很重要。实际上，在学习过程中，掌握基本的东西，并不是一次完成的。物理学中的力学基本概念和原理，如速度、加速度、力、功、能、牛顿定律等，在初中物理课讲到，高中物理课又讲到，到大学物理中还要讲，但并不是简单的重复，而是一个逐步提高和加深的过程。在古代教学理论中，归纳为"博"与"约"的关系。"博"，说的是知识的广度，而"约"，说的是知识的基本部分和要领，它们之间是一个辩证统一的关系。华罗庚教授曾形象地说：读书要经过"由薄到厚再到薄"的过程。事实上确实如此。当你读一本新书时，开始感到并不很多，也并不很难，但越是钻研，越感到内容丰富、头绪繁杂，这就是由浅入深，"由薄到厚"的过程。当你一部分一部分钻透了，再回过头来前后联系，综合归纳，你会觉得豁然贯通，感到

无非是几条原理贯穿全书，脉络清晰 条理井然，这就是由深到透，“由厚再到薄”的过程。我们可以回想一下，在小学阶段学习算术时，五年之中十本书，每条规则每道习题，都费了不少心思；而现在，在你脑子里又占有多大的地位呢？这种学习过程的规律性，我国古代学者就曾有过精辟的见解。《孟子·离娄下》中说：“博学而详说之，将以反说约也。”意思是：广泛学习，深入研究，就可以融汇贯通，抓住要领。韩愈在《进学解》中说：“记事必提其要，纂言必钩其玄。”就是说，在学习中，要抓住要点，撷取精华。朱熹谈到学习时也说：“读书须是知贯通处，东边西边，都能触着这关捩子方得。”只有多方研究，反复提炼，才能提要钩玄，抓住精髓，学得精通。因此，我们对循序渐进不能机械地去理解，而应当辩证地理解它。打好基础，是顺利地进行学习的前提。基础的东西，又必须在以后的学习过程中不断加深、巩固。二者相辅相成，互相促进，使学习步步深入，逐渐提高。

还会有这样的情况，一个班的同学，有的基础好，学习能力强，他们能不能学得快一些、学得多一些呢？我们说，不仅可以，而且应当鼓励和提倡，不能把这种情况视为贪多求快、好高骛远。在教学论中有一条原则，称为量力性原则。就是说：必须正确地估计和根据学生的年龄特征和学习能力来进行教育和学习，才能获得良好的效果。学习好比滚雪球，学习新的知识，无非是在原有知识的基础上添加某些新的部分而已，原来的雪球比较大，基础比较好，添加新的部分就比较容易。有学习经验的人都能体会到，读一本新的

书籍，如果内容全知道，就引起不起兴趣，如果根本读不懂，也无法读下去，只有那些既能读懂。又能增加新知识的书籍，或经过适当钻研可以读懂的书籍，才最能引起兴趣，最有益处，最适合于阅读，学习的效果也最好。所以，量力性原则的要求，应当是根据个人的学习能力，按照充分发挥积极性而能达到的深度和速度来学习，有人把它形象地说成“跳一跳，够得着”。按照这样的深度和速度来学习，和循序渐进的要求是完全一致的。当代，国外提倡一种“程序教学”，获得了一定的效果。“程序教学”是将教材分成有机联系的一些片段，由片段组成符合一定逻辑体系的序列，学生由浅入深，一个一个片段去掌握它们，只要前一个片段学好，通过该片段规定的测验，就可以立即转入下一片段，而不必拘泥于统一的时间进程或等待其他同学。这样，既强调按照逻辑序列循序渐进地学习，又可以自定步调，充分发挥个人的学习能力。现在从事自学的青年，可以完全根据自己的学习能力，自己确定学习的步调。在高等学校学习的同学，则可以着重加大学习的广度和深度。有选修课程条件、实行学分制的学校，也可以加快学习的步调和速度。

打好基础，循序渐进，主要是针对学习过程而言的学习原则。只有形成了严密科学体系结构的已经成熟了的学科，才有逻辑结构的顺序可言；而在科学探索过程中，新的知识和体系结构是未知的，因而也谈不上循序渐进的问题。但是，循序渐进地学习，可以培养我们科学思维的严密性和条理性，训练踏踏实实的工作作风，这是一个优秀的科技工作者必不可缺的基本素养。当然，科学的研究工作，也有一个应

当具备理论基础、实践基础和研究顺序问题，不过，那已经是另外一种意义上的科学原则，这里就不谈了。

三 谈广博和专深的关系

我国古代教育学专著《学记》中有两句话："良冶之子，必学为委；良弓之子，必学为箕。"究竟为什么搞炼铁的要去学习缝制皮革，搞制造弓箭的要去学习做竹器，我们没有考证，也许古代炼铁的鼓风机类似现在的"皮老虎"，要缝合大张柔软的皮革，而学习制造弓，首先要学会用竹、柳条去弯曲成箕的缘故吧。这两段话还有一重意思，就是说一个行业的专家，在开始学习时，必须懂得有关行业的知识，不能只局限在本行业的范围内，就是说学习不但要"专深"，而且要"广博"。

本世纪五十年代，当美国的贝尔研究所资助科学家巴丁、肖克莱、布拉顿等人研究半导体时，一般人认为他们的工作对通讯系统没有什么好处，讥笑这个庞大的科学小组是"象牙之塔"，不过是一件漂亮的摆设而已。可是，正是他们制出了世界上第一批半导体晶体管，实现了电子器件的革命，开辟了固体电子学的新学科。巴丁等几位科学家1956年同时荣获了诺贝尔奖金。如果搞无线电的贝尔研究所的科学家们不涉及于看来与本行无关的半导体领域，也就只能继续在电子管器件的天地里徘徊。所以美国科学家泰勒说："具有丰富知识和经验的人，比只有一种知识和经验的人，更容易产生新的联想和独创的见解。"贝尼斯说："我们的工作愈使我们专深

于一门，我们就愈要争取成为多面手。”贝弗里奇也说：“成功的科学家往往是兴趣广泛的人。他们的独创精神可能来自他们的博学。……多样化会使人观点新鲜，而过于长时间钻研一个狭窄的领域则易使人愚钝。”

一个现代科技工作者当然必须“专”，如果对本行业、本学科不专，就不能成为一个专家。但科技发展的现代特点，也要求“专”和“博”相结合。首先，现代科学技术的实际问题，大都是许多基础科学、技术科学和工程技术的高度综合。如从事机械工程的人，过去只要有力学基础，懂一点电气技术，就可以应付自如；现在，由于自动控制机床、精密加工机床、特种加工方法的出现，电子计算机技术、激光技术和超声技术等渗透到机械工程中，仅有力学的和机械的知识就远远不够了。其次，现代工程技术项目，规模常常很大，涉及的行业甚多，从事组织管理的人员，必须由对其中关键部门精通而对有关行业熟悉的科学工作者来担任。美国阿波罗登月计划的实施，参加的有 120 所大学、200 多家公司、40 万人员、投资 300 亿美元、历时 11 年，可以想象其技术组织与管理工作是极为复杂的，没有既专且博的科学家，将无法胜任这样的组织工作。

控制论的创始人、数学家维纳在《控制论》一书的导言中有一段话，对“专”和“博”的关系说得很透，虽然文字较长，不妨全文引用如下。

维纳写道：“许多年来，罗森勃吕特博士（同维纳一起最早研究控制论的一位生理学家——引者注）和我共同相信，在科学发展上可以得到最大收获的领域是各种已经建立起来

的部门之间的被忽视的无人区。从莱布尼兹以后，似乎再没有一个人能够充分掌握当代的全部知识活动了。从那时候起，科学日益成为专门家在越来越狭窄的领域内进行着的事业。在一个世纪以前，也许没有莱布尼丝这样的人，但还有一个高斯，一个法拉第，一个达尔文。今天，没有几个学者能够不加任何限制而自称为数学家，或者物理学家，或者生物学家。一个人可以是一个拓扑学家，或者一个声学家，或者一个甲虫学家……他往往会把邻近的科学问题看作是与己无关的事情……（但是），正是这些科学的边缘区域，给有修养的研究者提供了最丰富的机会。同时这些边缘区域也是最不能用集体攻击和劳动分工这种公认的方法来达到目的的。如果一个生理学问题的困难实质上是数学的困难，那末，十个不懂数学的生理学家的研究成绩和一个不懂数学的生理学家的研究成绩完全一样，不会更多。如果一个不懂数学的生理学家和一个不懂生理学的数学家合作，那末，这个人不会用那个人所能接受的术语来表达自己的问题，那个人也不能用这个人所懂得的任何形式来作出自己的回答。罗森勃吕特博士一直坚持主张，到科学地图上这些空白地区去作适当的查勘工作，只能由这样一群科学家来担任，他们每人都只是自己领域中的专家，但是每人对他的邻近的领域都有十分正确和熟练的知识……数学家不需要有领导一个生理学实验的本领，但却需要有了解一个生理学实验、批判一个实验和建议别人去进行一个实验的本领。生理学家不需要有证明某一个数学定理的本领，但是必须能够了解数学定理中的生理学意义，能够告诉数学家他应当去寻求什么东西"。

归纳维纳的这段话，可以得到三个要点：现代的科学家，要想同时精通许多门学科是不可能的；而正是科学地图上这些学科交界的边区，可望得到最丰富的收获；各学科专门家之间的简单合作无济于事，他们必须了解对方领域的基本知识并建立起共同语言，才能有成效地合作。

有的同志可能认为：维纳这段话是对科学家的要求，对一般科技工作者，尤其是工程技术人员来说，只要懂得本行业的专业知识就够了。这种认识是片面的。因为要想真正精通一门专业知识，不但要有扎实的基础知识、技术基础知识，而且要有一定的相关科学知识。例如，一个优秀的电机专家，他不仅要有比较扎实的电学和磁学基础，还必须具有电工材料、介电绝缘材料、电机制造、测试仪表等等方面的知识。所以"专"是建立在一定"博"的基础之上的。同时，也要看到真正精通一门专业知识，常常使人能够很快掌握相近或相关学科的知识，容易实现"一专多能"。例如，一个航空发动机设计方面的专家，可以轻易地转而从事发电站的汽轮机设计，转入内燃机、水力机械、火箭发动机等等方面的设计工作。所以"专"也可以促进"博"的发展。由此可见，"专"和"博"的关系，从根本上来说，是辩证统一的关系。两者是相对而存在，相互促进而发展的。

既"专"且"博"，在广博的基础上专深，在专深的前提下力求广博，这是对我们学习的要求，也是学习的一条规律。鲁迅先生在《读书杂谈》中，就提倡多读一些课外书籍。他说："大可以看看本份以外的书，即课外的书，不要只将课内的书抱住。""应做的功课已完而有余暇，大可以看看各样

的书，即使和本业毫不相干的，也要泛览。譬如学理科的，偏偏看看文学书，学文学的偏看看科学书"。"这样子，对下别人、别事，可以有更深的了解。"苏联教育家苏霍姆林斯基在给一个大学生关于如何学习的回信中提出建议：每天要仔细钻研几页多少与教学科目有关的学术著作；除此之外，还要阅览一些科学和科普读物。他说："你所阅读的一切，就是你用以治学的精神财富的积累，这个积累越雄厚，就越容易学习"。专而不死，博而不滥，安排得当，相互促进，这是学习成功的重要条件。所以苏霍姆林斯基又说："你的周围有一个浩瀚的书刊海洋。大学生时代要非常严格慎重地选择阅读书籍和杂志。爱钻研和求知欲旺盛的人总是想博览一切，然而这是做不到的。"专无止境，博无边际，在学习的征途中，善于选择，恰当组织自己的知识结构，是很重要的。夸美纽斯早就说过："聪明的人不是知道得多的人，而是知道什么是有用处的人。"报纸上报道过一个外国人，到七十五岁时，获得了第五个博士学位，可谓博矣，但并不是真正的科学家，至多只是一位"博问家"而已。皓首穷经，博而不专，终究是无用的。列宁说："一切环绕一点，但也要照顾全面。"我们应当记住这个公式。

第三章 勤学好问，教学相长

- "不学不成，不问不知"

我国古代唯物主义思想家王充在《论衡·实知篇》中说：“不学自知，不问自晓，古今行事，未之有也。……故智能之士，不学不成，不问不知。……人才有高下，知物由学，学之乃知，不问不识。”在这里，王充批判了“生而知之”的唯心主义观点，肯定了“学而后知”的唯物主义认识论，并且说明了“学”和“问”在认识过程中是同样重要的。

一个人的知识，究其来源，无非直接经验与间接经验两部分；究其获得知识的方法，一是学，二是问。“学”与“问”是紧密相联、密切相关的两个方面。在汉语中：“学问”已转化为一个名词，成了“知识”的同义词。知识丰富的人，我们说他有学问；知识渊博的人，我们称他是大学问家。可见“学”与“问”在获得知识的过程中是同样重要的。

“学”和“问”又是相互区别的两种获得知识的不同方法。“学”，或者说自学，是指学习者充分发挥主观能动性，独立阅读、亲自实践、独立思考的过程。而“问”，或者说请教，是指学习者对阅读不懂、思考不通、没有亲自实践体会的问题，向老师或他人求教的过程。正确处理“学”与

"问"之间的关系，对于学习过程，关系极大。有的人学而不问，则孤陋而塞闻。他们或思考不深，提不出问题；或好面子，爱虚荣，耻于发问；或过于自信，自以为是，无可问人，因而阻碍自己学习向深入广阔的方向发展。有的人，好问而不深思，则流于浅薄。他们或满足于掌握结论，而轻视思维方法的学习和思维能力的培养；或过于自卑，不相信自己的思考力，因而妨碍了思维能力的提高，知识的深入掌握。

在"学"和"问"两方面，"学"是基础，只有在勤学的基础上好问，才能学有心得，学习深入。学生是学习的主体，一点一滴的知识，必须通过独立思考，才能变成自己的东西。学习的好坏，学习者的积极性、态度、能力和方法，是起决定作用的内在原因。达尔文说："我所学到的任何有价值的知识，都是由自学得来的"。没有独立的刻苦钻研，决得不到深刻的认识。杰出的科学家、严肃的学者，对于他们所掌握的重要知识，总是亲自加以深入研究，而不以现成的结论为满足。列宁的夫人克鲁普斯卡娅在《学习列宁的工作方法》一书中讲到这样一个故事：1858年，马克思在给恩格斯的一封信中，对于拉萨尔的《爱非斯的海淀哲人赫拉克里特的哲学》一书给了严格的批评，把它称为"小学生的"作文。列宁起初把马克思的批评归结为这样一段结论："拉萨尔简单地重弹黑格尔的调子，抄袭他的话，无数次地反复咀嚼黑格尔关于赫拉克里特的个别论点，用无数的学究气、书呆子气十足的废话来充塞自己的著作。"但列宁为了印证这一结论，仍然亲自研究了拉萨尔的这一著作，把它作成纲要，写成摘录，加上评语，并在末尾作结论说："一般说来，马克思的评论是正确的。

拉萨尔的这本书不值得一读。"

列宁为了研究马克思的学说，宁愿去读一本"不值得一读"的书，这是一个严肃的学者在学习和研究中可贵的科学精神；而拉萨尔单纯模仿和抄袭黑格尔的现成观点，恰恰是这种精神的反面。在社会科学上如此，在自然科学上同样如此，历史上许多重大发明创造，往往是研究已有理论知识中的矛盾和谬误而引发出来的。所以在学习中，切忌承认现成结论，人云亦云。华罗庆教授曾形象地说：读书"要读到书背后的东西，我们所需要的，与其是赤裸的结果，不如说是研究；如果离开了引向这个结果的发展来把握结果，那就等于没有结果。"真正的学习，贵在独立思考；而满足于单纯的结论，只不过把自己的头脑降到了电子计算机存储器的作用。即使你的头脑有电子计算机那样十分精确、容量巨大的存储能力，又有按照输入指令进行计算、判别、逻辑推理等各种能力，那也只不过是按照输入的信息和别人的指令办事，而不会有丝毫的创造性。

勤学又离不开好问。一个人的经验是有限的，思维能力也是有限的，不依靠前人和他人的知识来弥补自己认识的不足，学习过程就将无法进行。俗话说："要知山中事，须问打柴人。""问遍万家是行家。"宋朝学者张载说："有可疑者而不疑不曾学，学则须疑。"又说："有不知则有知，无不知则无知。""于不疑处有疑，方是进矣。""学则须疑"，这是古人学习的一条重要原则。发现问题，要解决这些问题，一靠独立思考，二靠虚心求教。一个人遇到问题，如果每一个都要由自己去亲身实践，完全由自己去发现，而不借助于教师的指

点，他人的启发，关起门来死钻死喃，那么，一个人一生能掌握的知识是极为有限的。孔夫子在《论语·卫灵公》篇中就说过：“吾尝终日不食，终夜不寝，以思，无益，不如学也。”这里的“学”，就是指在独立思考的基础上向他人求教。荀子的《劝学篇》也说了这个道理：“吾尝终日而思矣，不如须臾之所学也；吾尝跂而望矣，不如登高之博见也。登高而招，臂非加长也，而见者远；顺风而呼，声非加疾也，而闻者彰；假舆马者，非利足也，而致千里；假舟楫者，非能水也，而绝江河；君子生非异也，善假于物也。”向人求教，好比登高而能望远，能看到自己踮起脚跟还看不到的东西。但是，好问并不一定善问，只有善于提问，才能善于学习。我国古代教育名著《学记》就说过：“善问者如攻坚木，先其易者，后其节目，及其久也，相说以解；不善问者反之。”就是说，提问好比劈开木头，要先劈开容易劈的树干，然后再劈难劈的节疤，由易到难。要做到这一点，必须先有一番独立思考的功夫。所以《学记》又告诫教师要善于答问，“善待问者如撝钟，叩之以小者则小鸣，叩之以大者则大鸣，待其从容，然后尽其声。不善答者反之。”这里有一条总的原则，就是一定要在独立思考的基础上提问，而不能象孔夫子所批评的：“有鄙夫问于我，空空如也，……说不出自己不明白在什么地方，即使好问，也无助于学习。

“学”和“问”是辩证统一的关系，既有区别又紧密联系，互相促进，是学习过程两种基本的学习方式。所以谚语说：“学问学问，一学二问，不学不问，一生混沌。”勤学好问，苦学善问，这是一个学习者本身所应具备的两种基本素养，

教师只能促成它，而无法越俎代庖。

在大学阶段的学习过程中，无论是"学"还是"问"，都有更高的要求。在 "学" 的方面，由于经过小学和中学的学习，具备了一定的学习基础，有一定的学习能力，思维处于逐渐成熟的阶段，因此要求更多地进行自学。就是说，要求独立地选择学习内容，掌握学习重点，安排学习计划；独立地观察实验，抽象分析，综合归纳，推理论证；独立地运用知识锻炼分析解决问题能力。教师的指导、讲解、答疑只起辅导的作用。能否培养较强的自学能力，是关系到大学学习成败优劣的重要关键。这就是大学生入学时教师们常常提醒的：要迅速适应由中学到大学的转变。为了培养较强的自学能力，就必须自觉掌握思维的规律和方法，正确处理理论与实践、知识与能力、理解与记忆、教和学、红与专各方面的关系，使自己始终处于学习的主动地位。

在"问"的方面，如果小学生只是简单地提出："这个问题我不懂"，中学生则应当能够说清什么地方不懂，而大学生，更应当在说清不懂的地方的同时，能说出自己分析、判断、推理的各种思路和所遇到的矛盾。有一位优秀的大学生给自己规定了五不问：它学过的基础知识未经复习不问；教师提出的参考书没有看过不问；教师提出的思考题未曾深入思考不问；找不到矛盾所在不问；"提不出自己的思路和看法不问。这样严格地要求自己，结果他发现，不该问而问的问题减少了，不曾想而想到的问题加多了，学习的广度和深度提高了，自学的能力也加强了。许多想不通、弄不懂的问题，有的不过是基础知识遗忘、基本概念不清而产生的，稍加复

习，则一通百通；有的看看参考书、和教师的讲解、教科书的叙述略加对照，也很容易解决；真正弄不懂的问题，由于反复思考过，一经教师点拨，也能很快恍然开朗。一个有经验的教师，从学生的提问，就可以看出学生的学习水平，这常常比考试的分数更准确。一个学生，也应当从自己学习中所产生的问题，分析出自己学习的薄弱环节所在。“人贵有自知之明”，学习过程，也应当善于从“学”与“问”两方面正确估计自己的水平和能力，长善救失，不断提高。

二 “不师如之何？吾何以成！”

我国唐代著名学者韩愈在有名的《师说》一文中，头一句话就是：“古之学者必有师”。柳宗元也说：“不师如之何？吾何以成！”这说明教师的重要作用。自从人类有了语言、文字，产生了文化和教育，人们的丰富社会经验和生产斗争知识，就是由文化和教育来传给后代。从教育产生的第一天起，就有了教育者和被教育者；从学校教育产生起，就有了教师与学生之间的关系。现代教育，一个人一生至少要接受十年左右的学校教育、培养高级人才，则需要经过二十年左右的学校教育。这十年到二十年受教育过程中，每天都在教师的教育下成长，因此，正确地看待和对待教师，很好处理师生间的关系，对受教育者来说，是一个十分重要的基本问题。离开学校，主要依靠自学的青年，虽然可能没有固定的教师，但也必须以长者为师，以有学问者为师，以群众为师，他的教师更加多了。一个人的成长，和教师的教育关系极大，也和他

是否善于向教师学习关系密切。

自古以来，凡教育学著作，无论论述教师的职责和作用，论述教师所应当具有的品德、学识、教学方法等方面的条件。两千多年前的孔子，就说作为教师应当“因才施教”、“循循善诱”、“诲人不倦”。韩愈在《师说》中提出三条：“师者，所以传道授业解惑也”。就是说，教师的责任，在于给学生指引方向，传授知识，解答疑难。作为现代学校的教师，要求更高，但基本要求，仍然是培养学生高尚的品德，向学生传授知识、技能，提高学生的思维能力、学习能力和工作能力，关心爱护学生，使学生得到全面发展等几个方面。

作为一个受教育者，应当怎样看待和对待教师呢？古代的教育家、学者也有许多精辟的论述。

要向一切人学习一切长处。这一点韩愈的《师说》讲得很透彻：“无贵无贱，无长无少，道之所存，师之所存也。”（无论地位高低，年龄大小，只要他掌握了真理和知识，就可以作为自己的老师）。又说：“孔子曰：三人行，则必有”吾师。是故弟子不必不如师，师不必贤于弟子。闻道有先后，术业有专攻，如是而已。”（孔子说，有三个人在一起，就一定有可以作为自己老师的人。所以学生不一定不如老师，老师也不一定处处比学生高明。因为懂得道理有先有后，各人有各人的专长，这是显而易见的道理。）所以毛泽东同志也说：要“向一切内行的人学习”。“做群众的小学生”。我国古代流传下来的许多故事，能使我们得到生动的教益。隋末唐初的王通，十五岁就当了老师，当时的一些著名人物，如唐朝的开国元勋魏征、李靖、房玄龄等都拜他为师，所以后人说：“白首北

面，岂以年乎？”（白发苍苍的老人向后辈学习，而不在乎他们年龄的大小）。后汉的马融是当时著名的学者，郑玄千里来投师，三年都没能见到马融的面，后来马融研究图纬，听说郑玄精通历数，就马上向自己没有见过一面的这位学生请教，反过来拜郑玄为师。唐代有一个和尚叫齐己，他作了一首诗，其中两句是“前村深雪里，昨夜数枝开”，他的朋友郑谷见了，认为梅花已开数枝，不能喻其早，遂改为“昨夜一枝开”，齐己觉得非常好，称郑谷为自己的老师，被后人赞美为“一字之师”。这些精辟的观点和优美的故事，使我们懂得：一切善于学习的人，总是虚怀若谷，向一切人的一切长处学习，从不计较尊卑长幼，也不对老师求全责备。孔夫子的学生子贡就曾称颂他：“夫子焉不学，而何常师之有。”就是说，孔夫子无所不学，无人不以为师，哪里有什么固定的老师呢？

我们在学校里，所遇到教自己的老师，总是修养各不相同，学术有深有浅，方法有好有坏，但都有值得学习的地方，都应当虚心地向老师学习。如果要求老师十全十美，无所不知，无所不晓，实际上不可能。如果发现教师有某些缺点或短处，不适合自己的要求就不能虚心地学习，那么，能够从之而学的人就很少了。实际上，在现代教学条件下，知识浩如烟海，无所不通的人根本找不到；一个教师教成百上千个学生，也根本无法适应每一个人的要求，因此，只能由学生去适应教师。善于掌握教师的特点，充分利用教师的长处来进行学习，就能得到最大的收获。当教师讲课善于抓住重点，讲深讲透，对其他方面只作一般论述，你就要在课上消化重

点，在课下举一反三、广开思路，以求全面掌握。相反，“如果教师讲课细致具体，面面俱到，但重点不突出，条理欠清晰，你就应当在课后多下归纳综合的功夫，以掌握重点，分清主次。当教师讲课进度较快，你就要集中注意力，紧跟思路，宁可少记笔记，也要力争当场听懂。如果你感到教师讲得太慢，不妨让自己的思路跑到教师前面去，想想下一步将如何分析推导，然后再和教师的讲述加以对照。我们在学习中，切不可过于“娇气”。快了不行，慢了也不行；深一点不行，浅一点也不行，其结果只能是自己吃亏。而一旦抓住教师的特点，了解教师的长处，那么，无论什么样的教师，你都肯定可以从他那里尽可能多地学到宝贵的知识。

要尊敬教师。这是中华民族的一种传统美德。在汉族的口语中，老师有时又称为师父，这是有道理的，因为历来事师如事父，尊师如尊父，把老师象父亲一样地看待。尊敬教师，不仅是尊敬教师本人，而首先是尊敬教师的劳动，尊敬他的学问。我国古代的《学记》就说过：“凡学之道，严师为难。师严然后道尊，道尊然后民知敬学。”这里的“严师”就是尊师的意思。就是说，要想学到知识，必须尊敬教师，只有尊师才能崇敬教师的学问，虚心向教师学习。所以《学记》又说：“隐其学而疾其师，苦其难不知其益也。虽终其业，其去之必速。”意思是：厌恶学习，讨厌老师，感到困难又不知学习的好处，虽然学到毕业，也很快就会忘掉。毛泽东同志也说过：要想真正学到一点东西，必须从不自满开始；要恭恭敬敬地学，老老实实地学；当学生必须恭谨勤劳……所以，我们在学习中，也不能有一点“娇气”。有的学生自恃有某些

才能，对教师不能尊敬，发现教师有某些缺点，不是善意地提出意见，而是在背后讽刺、讥笑，甚至当面刁难、更落，这不仅是缺乏道德的表现，也必然恶化师生关系，成为继续前进的绊脚石。教与学，是教师与学生互相密切配合，共同努力的一种脑力劳动过程，只有尊师爱生，在师生之间建立乳水交融的亲密关系，才能使教学过程获得最好的效果。

要向工人、农民和一切有实践经验的人学习。在学习中，最可贵的是向比自己知识少、学问低的人学习。人和人之间，总是千差万别，各有所短，各有所长。善于学习的人，总是取诸家之长，克自己之短，就能“积沙成塔，集腋成裘”，丰富自己的知识。现在的学校，以学习理论知识为主，更应当着重联系实际，虚心向有丰富实践经验的工人、农民学习。二千多年前的孔子，被尊为“圣人”，但是，他的学生向他请教种庄稼，孔子承认“吾不如老农”：学生向他请教种瓜菜，孔子也承认“吾不如老圃”。古希腊的亚里斯多德，在古代的欧洲，也被尊为“圣人”，他为了研究哲学，了解自然，曾和渔夫谈话，向他们请教，终于成了古代欧洲第一个研究自然的学者。从事生产劳动的工人、农民，虽然他们可能对某些自然现象和生产经验说不出更多的道理，或者使用的是一个不科学的语言，然而，他们对实际问题的观察，由于千百次的重复，常常极为细致而可靠；他们的生产经验和技能，常常极为丰富而熟练；他们对某些事物的判断，常常令人惊奇地准确。一辆拖拉机从窗外开过去，学习拖拉机专业的大学生也许什么也听不出来，老农机修理工就可能马上告诉你，哪一个气缸的喷油嘴有毛病。一个骨折病人来了，医科大学

生可能借助 X 光透视还判断不准，一个民间的接骨老医生也许用手摸一摸、捏一捏就能马上正位。这些极其丰富的实践知识，对于从事科学技术学习的人来说，是非常宝贵的学习内容。

三"独学而无友，则狐陋而寡闻"

法国有两位著名的科学家，一位是普鲁斯特，另一位是贝索勒，为了探索化学上的"定比定律"，他们激烈地争论了九年，最后，普鲁斯特胜利了，但他把一半功劳归于贝索勒，他说，由于贝索勒提出了种种质疑，才激发了他的智慧，迫使他更加深入地研究"定比定律"。著名的流体力学家冯·卡门的寓所，经常宾客满堂，有教授，也有学生和助手，他们用不同国度的语言交谈，进行无拘无束的争论，洁白的桌布上写满了各种数学方程式，宝贵的思想火花不断迸出。有的人害怕自己的思想会被别人"偷走"，冯·卡门就告诉他：与人交流讨论，只会丰富自己的思想，得到收益。科学史上，有着许许多多这样生动的事例。特别是近代，由于科学技术的飞速发展，科学的研究的综合性、复杂性和巨大规模，要求科学家联合成为集体共同进行同一目标的工作。也许，由科学家个人以手工业方式单独进行的研究工作，在大多数重大的课题上，将永远也不会再有了。科学的研究中的共同协作，相互争辩，将愈来愈普及到所有的领域，因而也逐渐成为科技工作者所不可缺少的基本素养之一。只有那些在科学工作中既善于发挥独创精神又善于配合集体共同工作的人，才

可望作出最大的贡献。这不仅要求我们的知识结构具有既深且博的特点，也要求我们培养善于在科学集体中工作的能力。

善于在科学集体中工作的能力，要在学习过程中逐步培养提高。同时，在科学问题上的讨论争辩，切磋琢磨，也是一个极为重要的学习方法。我国古代的《学记》中，就精神地指出：“独学而无友，则孤陋而塞闻。”意思是：没有朋友之间的互相学习，就必然会使知识狭隘，见识短浅。因此，传统的教育学理论，总是提倡互教互学，能者为师。毛泽东同志在革命战争中，提倡“官教兵、兵教官、兵教兵”的练兵方法，对培养大批勇敢善战的革命战士起过很大的作用。实行互教互学，在古代就有所谓“问答教学法”。希腊的苏格拉底，用的是辩论的方法；我国孔夫子的《论语》，也是他和学生之间问答、讨论的记录；在现代，“讨论式教学法”也很受教育学家的重视，据说，美国有些大学的物理课程，讨论课与讲课所占的学时一样多。

在学习过程中，同学间互教互学，互相讨论，有着重要作用。首先，能促进自己对知识的深刻理解。知识是否理解得透彻，自己是难以检查出来的，而在互相质疑、讨论争辩中，朋友之间的“疑义相与析”，很容易使自己“于不疑处有疑”，解决这些疑难，就前进了一步。俗话说得好：“要想了解自己，最好问问别人。”“任独者暗，任众者明。”群众是自己最好的一面镜子。其次，能促进自己思维能力的提高。在教给别人的过程中，最能发现自己知识的不足和困惑的所在，激发自己深入钻研的积极性。同时，要使别人懂得，自己

定要多懂得一些，理解深一些，对关键、要点也必须了如指掌。否则："以其昏昏"，不能"使人昭昭"，自己似懂非懂，也不能使人明白，这就必然促使自己深入思考。而经过独立思考后彻底弄明白的问题，在记忆中是很难消失的。夸美纽斯在《大教学论》中说："教导别人的人就是教导了自己"，并引用阿希姆福尔斯丁的话说："听到或读到一次，一月之内就可能忘记；如果教人一遍，便终生难忘。"再次，能锻炼自己思维的表达能力。在讨论中，不仅要能迅速听懂别人的论点和问题，善于抓住要点和实质，而且要善于准确而有条理地表达自己的概念、判断，严格而合乎逻辑地进行推理、论证，敏捷而突出地抓住对方的谬误与疏忽进行反驳、补充，灵活而浅易地利用比喻、类比，以及措词恰当、语言简炼、具有生动性和启发性等等。这是一个科学工作者一种可贵的能力和素养。爱因斯坦作过许多次关于相对论的讲演，当时有一报道曾形容他的讲课："爱因斯坦极为朴实地出现在众人面前，从而使在场的人都为之倾倒。他讲起话来生动而开朗，从不娇挂造作，十分自然，有时还来点使人振奋的幽默。"相对论原来如此简单，这使不少听众为之惊叹！"列宁在赞扬卢那察尔斯基的表达能力时说过："有时，一个什么人说出某种正确有趣的思想时，卢那察尔斯基就立即把握住这种思想，并如此美丽和如此有天才地把它表述出来，给它穿上这样灿烂的装束，竟使这一思想的作者也为之惊奇。"列宁本人就是一位杰出的宣传家，他的辩论极为尖锐而逻辑严密，加上学识渊博，常常使得他的论敌"不是全军覆没就是缴械投降"。为了锻炼这种能力，有时故意让他的夫人克鲁普斯卡娅"装

成一个既不懂外国术语和科学术语，也不懂某些人所共知事物的"无知"读者"。

同学之间的互教互学，当然不能代替自己的独立思考，而只能是一种促进和补充。单纯依靠他人或不懂装懂、好为人师，都必然得不到真正的知识，这是不言而喻的。

第四章 正筮对学书本知识，善于读书

- "读经而已，则不足以知经"

书本知识是前人获得的知识的结晶。我们学习前人积累的知识，主要途径就是读书。

高尔基只上过小学，他成为一代文豪，主要靠自己读书学习。所以高尔基说："书是人类进步的阶梯。我读书越多，书籍就更使我和世界越接近，生活对我就变得越加光明和有意义。"又说："我身上的一切优点要归功于书本。"革命导师马克思、恩格斯博览群书，学识渊厚。列宁为了研究帝国主义问题，阅读了各国的经济、政治、技术、外交、工人运动、殖民地问题等等大量的书籍和材料，仅这一个问题所做的笔记、摘录、札记、短评和表格等，一共有二十个笔记本，后来印成了厚达四十多印张的《帝国主义问题笔记》。克鲁普斯卡娅回忆说：列宁"在革命最困难的转变关头，他又重新反复地阅读马克思的书籍。我有时到他办公室去，一看大家都很兴奋激昂，但依里奇却在阅读马克思的著作，而且难于脱离它。"毛泽东同志青年时代在长沙求学时，以第一名考取省立第一中学，由于不满意刻板的课程和陈腐的规则，读了半

年又退了学。他觉得这种死板的学校，还不如自己独立自主地读书和研究学问更好一些。于是，他就住在伙食非常便宜的湘乡试馆，每天早饭后到浏阳门定王台省立图书馆去看书，中午吃两个烧饼，一直到图书馆关门时才回来。他从没有多的钱用，但一有钱，一定要到有旧书铺的玉泉街和府正街买书。

爱因斯坦一生极为强调独立思考，但又极为重视自学读书。他在自传中回忆他的少年时代：“我有幸从一部出色的通俗读本中，对整个自然科学领域中的主要成果和方法有了了解。这部书是伯恩斯坦的《自然科学通俗读本》，共有五、六卷，几乎完全是定性描述，我聚精会神地读完了这部著作。”在苏黎士上大学期间，他把时间充分用来自学，以“虔诚的狂热”拜读了基尔霍夫、亥姆霍兹、赫兹和波尔茨曼以及洛伦兹、麦克斯韦的主要著作。首先实现核连锁反应的物理学家费米，从小学习成绩优秀，但他得以攀登科学高峰的渊博学识是从自学读书中得来的。十四岁时，他从旧书店买到一本基础物理学，并从他父亲的同事那里借到一套物理与数学丛书，从此悉心钻研。广泛的兴趣、丰富的知识，使他二十一岁就得到比萨大学的博士学位。在论文中，他巧妙地运用概率论和相对论的才华，使当时的物理学界大为震惊。

可见，无论社会科学或是自然科学，杰出人物的渊博学识和创造才能，必须首先通过读书来继承人类已经取得的科学成果。但是，书本知识只不过是前人认识水平的概括和总结，它具有间接经验的性质和历史的局限性，书本上的道理，并不能作为检验真理的标准。如果认为书本知识是万古不变

的绝对真理，那么科学就不能向前发展。

二千年前的孟子，早就看到了书本知识的局限性，因此他说：“尽信书不如无书。”意思是：完全迷信书本，为书本所束缚，还不如没有书本的好。汉朝的董仲舒，青年时代钻研孔夫子的《春秋》，三年时间竟连自己的花园也不去看一眼，“三年不窥园”被后世儒生传为佳话。可是，董仲舒过分迷信书本，拘泥于古人，成为历史上维护落后的大官僚地主统治的保守派人物。革新的政治家王安石不仅政治上反对保守，在治学精神上也反对拘泥于《公羊春秋》，脱离实际的迂腐态度。他针锋相对地写了一首《窥园》诗：“杖策窥园日数巡，攀花折木兴常新。董生只被公羊惑，肯信捐书一语真。”宣称自己就是柱着拐杖，也要天天到园子里去转几趟，从外界获得新鲜的感受，寓意于走出书斋，了解社会，研究现实，批评董仲舒迷信书本，死读书本，不如把书本捐掉，没有书本为好。王安石还说：“读经而已，则不足以知经”。意思是：如果只停留在书本上，就不能真正掌握书本的内容实质，不能真正读懂它。如果生吞活剥、死记硬背，那更是除装点门面外，一无用处。清朝学者陆世仪说：“如欲一一记诵，便是玩物丧志。”相反，历史上凡是推动历史向前发展的革新家，总是主张跳出书本的框框，去寻找更新的真理。古代唯物主义家王充，在“罢黜百家，独尊儒术”的时代，对孔丘、孟子并不奉若神明，盲目迷信，他吸收孔、孟的一些观点，却又在《论衡》里写了《问孔》、《刺孟》、《非韩》三篇文章来批判孔丘、孟子和韩非的许多论点。

今天，科学技术的发展一日千里，已有的知识迅速陈旧，

新的东西层出不穷。变化最快的是各学科的专业知识，基础理论虽然相对来说比较稳定，但也在局部内容上不断变化更新。例如小学的算术和中学的代数，其内容历年变化不大，但近年也逐步增加了"集合"、"映射"等新的基本内容。大学物理增加了近代物理的内容，工业电子学则几乎用半导体器件完全代替了电子管，等等。不能适应变化，拘泥于几本经典著作，对报刊、杂志、论文上的东西一无所知，就完全不能适应这种科技迅速发展的情况。除开要读书本之外的东西，还要注意读"书本后面"的东西。也就是说，要联系实际，深入理解，不仅懂得结论的含义，而且懂得引向这些结果的方法和途径。这些内容，常常比书本上所有的东西更重要，因为书本上的东西，舍弃了前人在深求真理道路上的迂回曲折，也舍弃了实际事物的许多细节和表象，只是客观规律最精炼、最概括的一种总结而已。

二 科学的读书方法

伏尔泰曾经说过："大多数人不会读书"。皮萨略夫也说："世界上有许多好书，但这些书是为那些会读书的人准备的。"怎样才算会读书？怎样读书才能以最少的时间取得最大的成效？有几个问题必须加以注意。

首先，读书必须有中心。世界上书籍之多，可谓"浩如烟海"。在我国古代的议朝，据《汉书·艺文志》记载，六艺之类的书，共五百九十六家，一万二千二百六十九卷，那时候，"搜炼古今"，"博览群书"，就得花几十年时间；到

清朝，仅一部《四库全书》，就有经、史、子、集四大类，三千四百七十种，七万九千零一十八卷，一个人一生要读完它，已经很困难；到近代，就拿化学这一门学科来说，每年发表的论文就有四十万篇，每天读一篇，也得一千一百年!!如果没有中心，没有目标，有啥读啥，就会"如楂五里雾中"。读书要把中心选准，并不容易。到了大学阶段，专业方向基本确定，根据现代科学技术教育的发展，每一门专业知识，都有一系列必读的书籍，可以作为参考。除此之外，要想深入本专业的某一专题，就得依靠教师的指点，自己不断探索。总之，要确定一个中心，然后围绕这个中心去读书，才能逐步建立起必备的知识体系。切忌朝三暮四，举棋不定。只有如马克思所说，"目标始终如一"，才能一往直前，有所成就。

其次，读书要有重点、有层次、有系统。列宁给他的弟弟德米特里的信中说：要"有系统地学点东西。因为泛泛阅读，是没有多大好处的"。读书的重点，是指在一类书中，要选择一本或几本作为重点；在一本书中，也可能某些章节是阅读的重点。这就要有一个选择和分类的工作，这项工作是万万不可缺少的。别林斯基说："阅读一本不适合自己阅读的书，比不阅读还要坏。我们必须学会这样一种本领，选择最有价值、最适合自己的读物。"只有善于选择，才能最有效地利用宝贵的读书时间。我国清代学者陆世仪就说过："凡读书分类，不惟有益，且兼省心目。"要做到有重点，读书还要有层次，一般可以分为浏览、粗读、摘读、精读几个层次。浏览，就是先看看章节题目、插图曲线、公式结论，了解其

内容深浅，大致轮廓。这是判断一本书是否值得一读，应该怎样读所不可缺少的调查研究工作。如果一本书的内容大致已经掌握，只是某些部分有一些可贵的新知识、新的叙述方法，则可粗读一遍，重点在采撷那些新东西。如果某些章节是过去未曾学习过的，那么，就可以摘读这些章节，补充自己知识的不足。只是当书本内容从头到尾都需要系统深入时，才采取逐章逐节精读的办法。这样步步深入，看来费事，实则省时。相反，如果拿到一本书，就从头到尾读下去，那么，或则内容过浅，浪费时间；或则内容过深，读不下去；或者读精读的用粗读的办法，煮了一锅夹生饭；或者抓不住新鲜内容和重点，不利于深入提高。

第三、读书要有计划。巴甫洛夫说过："科学是需要人的毕生精力的。假如你们能有两次生命，这对你们来说也还是不够的。"我们必须要读的书很多，适合自己需要的书更多。为了更好地把握住有限的时间，去循序渐进地摄取丰富的知识营养，就要有一个周密的计划。不可因为强调基础、强调精读而死啃一本，无眼旁顾；也不可强调知识广博而走马观花，浮光掠影。不可因为必读的书难懂而半途而废，也不可这山望见那山高，有始无终。订读书计划要分先后，分层次，订目标，提要求，还要根据自己的能力，合理安排时间，确保计划的可行。一旦确定了一个合适的计划，就要克服困难，排除干扰，坚持不懈，按期完成。订好一个科学的读书计划不容易，完成计划更难，这里用得上马克思的一句名言："只有不畏劳苦沿着陡峭山路攀登的人，才有希望达到光辉的顶点。"

为了善于组织自己的读书计划,这里再简要介绍美国大学中一种流行的学习方法——SQ3R体系。S代表纵览(Survey)、Q代表提问(Question)、3R则代表阅读(Read)、背诵(Recite)、复习(Revise)。

纵览：就是我们所说的浏览。了解书的全貌，阅读作者的序言，查看目录、索引和提要。

提问：相当我们所说的粗读。这里强调了要根据学习目的，在粗读中提出疑问。提出疑问，会使你积极思考问题，带着这些问题去寻找答案，并不断与自己已掌握的知识相联系，与自己原有的观点相比较，逐渐学会有分析地读书，而不只是盲目接受书本上的观点。

阅读：这是读书的中心步骤。通常对要精读的书籍或章节，都要读得慢而透彻，常常返回到前面去重温某些部分的内容。要争取一遍读下来，基本上掌握全部内容，而不要寄托在第二遍阅读上面。

背诵：就是要在理解的基础上记忆。培根说过：“任何文章，即使你看二十遍以上，也不一定能轻易记熟；倒不如只念十遍，念一会儿试着背一背，如有遗忘，随时看书，反而容易背会。”当然，所说的背诵，并非要求逐字复诵，而是要提纲挈领，抓住主要的东西记牢。对重要的公式、定理，能一字不差地记住更好。关上书本回想，再与书本内容相对照是一种记忆的好办法，可以促使你发现理解不深，记忆不牢，或是理解和记忆错误的地方。这样，背诵可以促进理解。

复习：是为了巩固自己的理解和记忆。复习必须及时，看完一章书就应当小结、回忆，当天要复习所阅读的内容，

哪怕几分钟也好。如果单纯重复阅读教科书或笔记感到乏味，可以读一读别的教科书中相同题目的内容。在总复习时，应特别注意最前面的内容，因为可能忘记得更多一些。也要注意自以为理解透彻的地方，因为对自己估计往往不正确，被忽视的地方常常隐藏着自己的弱点和错误。

SQ3R系统，不一定对每一本书、每一门课程都合适，但一些有益的经验和总的步骤方法是可以借鉴的。

三 不动笔墨不读书

列宁有一本很重要的哲学著作，这就是人们所熟知的《哲学笔记》。列宁为了研究马克思主义哲学，努力钻研黑格尔、费尔巴哈以至亚里斯多德等人的著作，把历史上哲学家们的著作中一切宝贵的东西挑出来，加以吸收和整理，同时，又无情地批判那些荒谬的观点。《哲学笔记》就是列宁学习和研究哲学问题的读书笔记，至今仍然是我们学习马克思主义哲学的必读书之一。关于做读书笔记的重要性，列·托尔斯泰曾说过："身边要永远要带着铅笔和笔记本，读书和谈话时碰到一切美妙的地方和话语，都把它记下来。"

做读书笔记，包括卡片、札记、专论等形式，对于学习过程，以至对于一生的工作过程，有着重要的作用。从年青时代起，就养成记笔记的习惯，建立自己的笔记系统，终生都会得到不小的益处。

首先，做笔记有助于对学习内容的深入理解。做笔记不等于抄书，而是一种学习和思考过程的结晶，因此，要求对

所学习的内容有透彻的理解，抓住论题、论据、论点、结论、推论、典型实例等要点，用自己的话言简要地记下来。理解愈深刻，笔记愈是简洁、规要。否则，就如罗蒙诺索夫所说，“认识模糊，写出来也模糊。”当你感到做笔记困难，不能“提要钩玄”，记下来的东西不能“一目了然”，那常常是因为你还没有透彻地理解。通过做笔记，可以促使自己一针见血地抓住问题本质和关键，可以培养用最简捷的语言表达复杂问题的能力，也可以训练运用科学术语、符号、图表的娴熟技巧。通过做笔记，头脑中模糊的东西可以变得清晰起来，零乱的东西可以变得有条理起来，隐藏着的认识空白可以暴露出来。总之，它是加强思维能力的一种辅助手段。

其次，做笔记有助于巩固记忆。经过做笔记，思维经过加工整理，头脑里形成了系统的思路和表达形式，因而不易遗忘。某些局部产生遗忘，也可以经过系统的回忆，通过联想和推理复现出来。笔记把读、看、背诵等印象记忆内容变为书写、画图等运动记忆，也能加强记忆的牢固程度。复习时，按照笔记来进行回忆，能节省复习时间，并能勾起思维加工整理过程的复现而收到较好的效果。某些头脑难以精确记忆的数字、公式，有了文字的记载，也便于查找和回忆。所以，记忆力即使很强的人，也从不放松利用笔记等方式来进一步加强自己的记忆力。在《回忆马克思》一书中，拉法格说：“画横线的方法使他能够非常容易地在书中找到所需要的东西。他有这么一种习惯，隔一些时候就要重读一次他的笔记和书中做了记号的地方来巩固他非常强而且精确的记忆。”

第三、有助于把学习过程引向创造过程。在读书学习过程中，总是会产生各种疑问又不断解决这些疑问，会涌现出一些新的思想，会从其它书刊资料中补充一些资料，甚至发现某些错误而予以匡正。这些学习中的收获和体会，如果用笔记的形式记载下来，无疑会加深对知识的理解。常常有这样的情况，一篇好的读书报告，就是一篇初步的论文；如果读书报告中有精辟而独到的见解，有新的发现和推论，那简直就是一篇很有价值的论文了。在这里，我们很难把学习和研究、创新之间划出一条明显的界限。恩格斯的《自然辩证法》一书，就是学习和研究自然科学和哲学等各方面资料，经过笔记、札记、论文等阶段积累而成的一本重要著作，是直到今天我们研究自然辩证法所必须阅读的经典著作之一。做笔记，写札记，总结成为论文，这是一种很好的学习方法，也是一种很好的研究方法。

第四、有助于积累资料。大凡做学问的人，都非常重视资料的积累。我国著名历史学家吴晗，一生中积累了成千上万张卡片，做报告、写文章、研究历史，都可以很快地找到所需的资料。科学幻想小说家儒勒·凡尔纳，一生中积累了二千五百多本笔记，这些笔记记载着所收集的各种资料，因此，他不仅是一位多产的作家，而且是一位具有惊人的预见性的科学幻想小说家。材料是科学的研究的基础，积累材料是科学的研究的第一步。马克思在《资本论》第一卷第二版跋文里说：“研究必须充分地占有材料，分析它的各种发展形式，探寻这些形式的内在联系。只有这项工作完成以后，现实的运动才能适当地叙述出来。”在这里马克思说的是研究社

会科学，对自然科学来说也是完全适用的。

怎样做读书笔记？笔记的形式们哪些？各人学习的内容不同、习惯不同，做笔记的方法和形式也有所不同，一般来说，有卡片、笔记、札记等几类。读书报告、专论、论文，则属于总结研究成果范畴，不完全是笔记的性质了。

卡片：这是一种广泛适用而又灵活机动的做笔记的形式。一张卡片，可以记下一本书的简要介绍，记下一篇文章的内容摘要，也可以记下一个论题、一段话、一张图表、一个公式。对于一本书，如果内容一般，只是粗读，则可以在读完以后，记下书名、作者、出版时间和出版社、主要章节、内容特点等，作为以后查找有关内容的索引。对于一篇论文，如果内容有新颖之处，可记下登载论文的刊物、论文集的名称、论文作者和单位、主要论据、论点和结论，以备以后查找。对于一本书、一篇文章，如果只需记下某些重要段落、名言、图表、数据、公式、事例、例题等，可以抄录或摘录，注明出处，以备查找或直接使用。卡片记载内容有限，只适合于零星资料的积累和索引性质的简介。整本书或文章的详细摘录，则应当用笔记的形式。卡片积累多了，还应进行适当分类，有大类，有小类，有各种专题，并编出分类目录，以便于查找。卡片可以用印好的卡片纸，也可以用活页笔记，规格最好统一，以利于整理。最好随身携带一些空白卡片，听报告、看展览、上书店、到阅览室，随时可以记下所需要的东西，十分方便。一天积累十张八张，一年就是几千张，大学阶段四年，就有上万张；一张平均一百字，就有上百万字的资料，是相当可观的。积累资料，好象蜜蜂在百花

从中采蜜一样，辛勤劳动，才能获得丰富的收获。

笔记：这是对于重点钻研重要著作的一种做笔记的形式。它不同于一般课堂听课笔记，而是经过加工整理的系统笔记。笔记可以分为专著笔记和专题笔记等形式。专著笔记是读一本大部头作品的专用笔记，包括对书本内容经过钻研以后所学握的要点，整理的系统，重要内容的摘录等。专题笔记则是读某一类书籍，把有关各家之言简要记载下来的形式，一个专题一本笔记。无论哪一类笔记，总的要求应该是“内容宽广、语言简洁”，尽量用自己日常语言作笔记，同时又要珍视原文的准确性与精华。正如列宁所说：“……在摘要中，个别句子，甚至个别词，都比详细充分的叙述有不可比拟的重要意义。”此外，还可以设置一些专门的笔记，例如，可以用一本专门的笔记，把自己在科学问题上的一些新想法，一些发明创造的火花记下来，可以促使自己加强思考，培养创造才能，有时，甚至可以成为新的创造的萌芽。例如，可以用一本专门的笔记，把科学上的疑难问题及时记下来，使这些问题不致造成学术上的空白和知识上的缺陷，也可以加强自己的思考能力。

札记：这是由学习步入研究和创造的阶梯，是一种特殊的笔记形式。它常常由专题笔记经过归纳、整理，加上自己的见解而写成的东西。札记可以是某一专题的综述和分析，也可以是某一课题的引伸和发挥。札记可以成为论文的基础，也可能是创造的开端。在大学的高年级，这种笔记的方式常常可以给毕业设计或论文带来很大的好处。在大学或研究生毕业以后，从事科技工作的过程中，这是常常要用到的

一种学习方式，在大学阶段，就应当培养这方面的能力，打下一个良好的基础。

随着科学技术的发展，做笔记和积累资料也有了更现代化的手段，例如复印机的普遍使用，可以省去摘抄、制图的时间；绘微摄影和阅读器的使用，为积累浩瀚的资料带来方便条件；现代图书馆的电子计算机检索，可以方便地查阅某一专题的资料，等等。但是，正如抄书不能代替理解一样，这些现代化手段只能节省时间，而不能节省你的脑力劳动。卡片、笔记、札记等形式，仍然是学习和研究的基本手段。

在大学阶段，有了听课笔记，又不断补充、整理这些笔记，再作卡片、札记等形式的笔记，还有没有必要呢？当然，对于学习比较困难的学生，首先应当以听课笔记为主，只是在学有余力的情况下再从事其他的学习活动。但是，形成一套记笔记的系统，这是终生工作的需要，在可能的条件下，适当花费一定的时间和精力，终生有益。善于学习的人，应当把自己的眼光放远一点，要求更高一点。

四 工具书和检索工具的使用

读书还需要工具吗？回答是：不仅需要，而且十分重要。

以学习外语为例，大家知道，外语辞典是一种重要的工具。可以这样算一笔帐：阅读三小时外文书籍，如果遇到六十个生词，查辞典熟练的人，平均一分钟一个，共用去一小时；如果不熟练，每个生词多用一、两分钟，加起来就是

一、两个小时，就要多花将近一倍的时间，这是多么可惜的一种浪费！

读书的工具有哪些？对一般人来说，主要是掌握工具书，学点文献检索知识。

所谓工具书，主要是指各种辞典、数表、手册、图册、技术标准等。辞典又分中文辞典、外文辞典、技术辞典等；数表主要是各种数学用表；手册有各种零件手册、设计手册、仪表手册；图册主要是各种专业的图册，如植物图册、动物图册；技术标准主要是具有法律约束性质的技术规定，例如学习工程制图，就要熟悉国家规定的制图标准。对这些工具书，一要熟悉，二要学会用。所谓熟悉，就是要了解有一些什么样的工具书可以利用，每一种工具书包括一些什么样的内容。例如，某一个数学公式记不准，翻箱倒笼，找出教科书，查到有关章节，也可以找到这个公式，但要花费许多时间，如果学会利用数学手册，就可以很快查到，岂不省事！如果阅读外文资料，碰到成语或技术用语而不会利用成语辞典或技术辞典，就很难准确理解，甚至闹出一些笑话。所谓会用，就是要了解各种工具书的用法。例如，英语辞典前面的“使用说明”，一定要大部分记熟，才能熟练地使用。如果 vi（代表不及物动词）、vt（代表及物动词）、prep（代表前置词）、pron（代表代词）还记不住，每次都要去翻“使用说明”，那么，所浪费的时间将是十分惊人的。为了熟悉、会用，就要多翻、多用，必要时花一些工夫去记忆这些工具书的“使用说明”和阅读它的内容。“磨刀不误砍柴工”，你在掌握工具书上所花费的时间，比起不善于使用它们而浪

费的时间，将是微不足道的。据说，列宁有时一连几小时去阅读一本外文辞典，他把这作为一种休息，实际上是一种很好的学习。同样，我们如果经常利用闲暇时间去阅读各种手册、图册、技术辞典，既可以松弛一下紧张的头脑，又可以把这些工具书的内容在头脑里留下一个印象，便于在以后查阅时不致感到生疏，这是一举两得的事。我们可以发现，酷爱学习而又善于学习的人，在购买工具书方面是从不吝惜的，他们也总是把工具书作为自己学习中重要的随身武器，倍加爱护。

学点文献检索知识，对学习自然科学的人来说，主要是为了掌握科技文献的检索工具，熟悉科技文献的查找方法。在现代科技书刊的汪洋大海之中，不会寻找科技资料，犹如“大海捞针”。曾不止一次地出现过这样的事情，我们的科技人员花费了不少人力、物力从事某一项研究，结果发现，在国内或国外早已有人进行过同样的工作并且公开发表了论文。如果认真地查阅科技文献，这样重复工作所造成的浪费是完全可以避免的。我们学习各种科技专业知识的人，只有充分掌握本专业范围内世界的最新水平和成就，掌握它的发展动态和趋向，才能用最现代的知识来武装自己，去赶上和超过世界先进水平。所以，掌握并熟悉科技文献的检索工具，是科技人员的一项基本能力。这种能力的培养，除“图书馆学”专业以外，一般高等学校并没有相应的专门课程。在大学学习过程中，也只是在高年级，主要在毕业论文阶段才更多地接触到。但是，事实证明，尽早培养这方面的能力，对于提高学习质量，有着重要的意义。

要掌握文献检索方面的能力，应当搞清楚科技文献的类型和特点；检索工具的职能与种类；文献检索的步骤、方法与途径等方面的问题。同时，要能够熟练地使用本专业常用的检索工具。

一、科技文献的类型和特点。科技文献的种类很多，主要有以下一些：

1. 科技图书：一般是总结性的、经过重新组织的第二手文献，它比期刊论文等要晚，但比较系统、全面、成熟，是学校教学和研究工作中获得一般基本知识的主要文献；
2. 科技期刊：出版周期短，刊载速度快，虽然不一定成熟，但它多属第一手资料，反映科技水平。这类资料数量很大，据统计全世界科技期刊大约有十万种，每年发表科技文献四百万篇；
3. 科技会议文献：是各种学会、协会、科技主管单位主办学术会议的论文、讨论纪要等，常汇编成册，反映最新成果和趋势；
4. 技术标准：是带有规章性的技术规定，有一定法律约束性质，每一件技术标准都是独立、完整的资料；
5. 技术档案：是科技部门或工程部门科研、生产中形成的技术文件，具有内部使用的特点。

以上几种是高等学校图书馆和资料室最常见到的科技文献，此外，还有各种政府出版的科技资料和科技政策文件，高等学校毕业生、研究生的学位论文，产品样本，报纸新闻等等，也具有一定的科技文献价值。

二、检索工具的职能与种类。检索工具，是用来积累和

查找文献资料线索的工具。科技工作者掌握了这把钥匙，就能从浩瀚的科技文献中查找到所需的文献资料线索，进而取得原始的文献资料。在高等学校，常用到的检索工具有目录、索引、文摘等。

目录是图书和成册资料的系统记载。一个学校的图书馆有藏书目录，一个出版社有该社所出版的图书目录，新华书店有各种征订目录，全国所出版的图书有《全国总书目》和《全国新书目》，此外，汇总一些大图书馆的藏书，有联合目录，还有围绕各种专题编出的专题文献参考目录。

索引分为篇目索引与内容索引。篇目索引主要是把期刊、报纸、论从等所包含的文献按题目、著者编摘起来；内容索引则是将图书、论文中所包含的事物、人名、地名、名词等摘录出来汇编成的索引。

文摘是把文献内容以简炼的形式作成摘要，汇编在一起而形成的。按详略不同，又可分为不涉及具体内容的指示性文摘和对文献主要内容作简要叙述的报导性文摘。我们阅读文摘，等于粗读了许多篇文章，可以节省许多查找、借阅文献的重复性劳动，是一种很有用处的检索工具。此外，还有各种快报、述评、文献指南等检索工具，也各有特点和用处。

三、文献检索的步骤、方法与途径，文献检索的步骤、方法与途径，对于能否迅速而准确地找到所需要的书刊资料关系很大。在学习或工作中，需要查阅资料的情况是各不相同的，有时教师指定一本参考书，书名、作者都很清楚，比较好找；有时只确定一个课题，要选择最合适的书籍和文

章，就需要费一番检索工夫；有时钻研某一疑难问题，要从众多的文献资料中找到所需答案，就更加困难一些。一般的检索过程，首先要分析研究课题，根据需要确定所需资料的范围和深度，其次要选择好检索工具和方法，最后才能利用检索工具找到线索，取得所需要的文献资料。在高等学校学习，从低年级开始，就应当熟悉本校图书馆有哪些检索工具，学会使用方法。常用的检索途径和方法有以下几种。

1. 从书名或篇名的途径来查。这主要是利用书名目录或篇名索引来找到书号或刊物期数。一般图书馆都有把书名或文章篇名按照汉字笔划或拼音字母顺序排列的检索系统。例如《微积分》、《微电子学》、《微生物》、《微量元素》、《微血管》，不分学科，都排列在一起，象查字典一样，只要记准书名，就可找到。
2. 从分类途径来检索。由于书名一般难以记准，而且书名相同内容侧重不同，内容相同书名又不相同的情况很多，所以按分类途径来检索更为适用。我国比较通用的是《中国图书馆图书分类法》和《中国图书资料分类法》，两者体系一致，后者在科技部分分得较细一些。例如，要查找“氧气顶吹转炉炼钢的氧气消耗”问题的资料，可按分类层次顺序查到：TF 冶金工业

7 炼钢

72 氧气转炉炼钢

724 氧气顶吹转炉炼钢法

724.4 氧气及动力消耗

根据 TF724.4 这个分类号，就可以查到有关该课题的有关资

料。实际使用时，情况要复杂一些，集《古生物学》，涉及生物学和地质学两类学科，“矿山工程测量”涉及矿业工程和测绘学，可以在相应的不回学科下面进一步查找。

3. 从著者姓名的途径采查，利用者者目录或著者索引，可以方便地查到某些方面专家所做的工作和最新的成果；
4. 从文献序号的途径来查，例如技术标准编号、科技报告编号、专利说明书编号等。

此外，还有从主题途径来检索，从文献题目的关键词途径来检索，从概念组配的途径来检索等，方法繁多，且并非每一个图书馆或资料单位都完全具有，需要具体进行了解，才能熟练地使用。

随着科学技术的飞速发展，科技资料种类数量不断增多，整理和查找文献的工作也越来越复杂而繁重，科技界常常称之为“信息爆炸”。虽然利用电子计算机进行检索是一种先进的、很有前途的方法，但目前实际使用的仍然是手工检索方式。要想搞好我们的学习，最好找一些有关书籍进行学习，并到图书资料管理部门去进行详细了解。

第五章 理论联系实际，提高分析 和解决问题的能力

一"纸上得来终觉浅"

古人家问无遗力，少壮工夫老始成。

纸上得来终觉浅，绝知此事要躬行。

这是南宋诗人陆游的著名诗句，它说出了一个重要的道理：要取得任何真正的、完全的知识，仅仅读书是不够的，还必须亲身参加实践，获得实践经验。

实践是认识的源泉，认识发展的动力，检验真理的标准和认识的最终目的。这是众所周知的哲学常识。

学习过程的根本特点之一，在于以接受间接知识为主，不需要、也不可能要求学生事事经过实践，一般来说，也不重复前人探索知识的过程中所走过的曲折道路。那末，在学习过程中，实践经验有着怎样的地位和作用呢？这是我们研究学习规律应当重视的一个问题。

间接知识的学习，必须以直接知识为基础。直接知识有助于获得生动的、丰富的感性认识，通过抽象思维而形成清晰的概念，并达到巩固记忆，提供类比和分析材料，建立综合归纳的基础。在教育学的研究中，从十八世纪夸美纽斯开

始，就有一条称为“教育直观性”的原则，或称为教学中感知与理解相结合的原则，是指学习必须遵循由感性知识逐步上升为理性知识的过程。在《大教学论》中，夸美纽斯提出：“看得见的都要去看，听得见的都要去听，摸得到的都要去摸”。在中学讲授物理、化学课程时，老师总是要做课堂演示实验。近代电化教学的发展，也是为了努力增加感知的效果。电影、录像、电视、幻灯、电动教具等，都是力图将难以直接感知的东西用形象和声音表现出来。虽然这种表现形式仍然是间接的，但比起文字和语言就要生动具体得多。

教育的直观性原则除强调感性认识外，还强调感知和理解的结合。实际上，感知和理解、实践和思维之间的差别是相对的，没有不与思维过程相联系的感知和实践。小学生在获得感性知识时，就已经开始观察、思考、联想、对比，提出许多问题，虽然他们的理性知识较少，提出的问题也许十分天真可笑，但在感知和理解相结合这一点上，却已经大大发展起来。正如鲁迅先生所说：“孩子是可敬佩的，他常常想到星月以上的境界，想到地面下的情况，想到花奔的用处，想到昆虫的语言；他想飞入天空，他想潜入蚁穴……。”随着年龄的增大、学识的增长，在面对感知的现象时，思维和理解的深度也逐渐增加。小学生看到飞机在高空飞翔，可能只想到它和飞鸟、昆虫的类似；中学生则想到飞机能够飞翔是什么原理；到了大学，则想到飞机的各部分结构，它的类型和作用；学航空的，则能更一步思考某一种飞机的型号、性能、特点，作出各种分析和评价。重视感性知识的积

紧，同时善于把感知与理解、实践和思维紧密结合在一起，对于提高学习效率，增强学习效果，有着重大的意义。

感知和理解、思维的紧密结合，最主要的是观察方法和实验方法，更高的发展形式则是模拟的方法。

一、观察方法。观察方法是对各种自然现象在自然发生的条件下进行考察的一种方法。观察是在一定的理论思维指导下获得感性知识的，因此它和日常生活经验中被动的感知不同。但是，它又是在对自然现象不加控制的情况下进行考察的，因而和实验方法也有所不同。观察方法对科学的研究有着重大的意义。法布尔从小热爱对昆虫的研究，在野外捕捉搜集的各种昆虫，衣袋装满了，手里拿满了，甚至用嘴唇咬着拿回家里，长年累月地观察，积累了极其丰富的感性知识，成为历史上有名的昆虫学家。达尔文乘“贝格尔号”军舰作了五年的环球航行，从欧洲到南美洲、澳洲、亚洲，对各地区的动物、植物进行了大量观察，积累了丰富的感性材料，经过研究，终于写出了历史名著《物种起源》。我国著名的地质学家李四光，对我国的山川河流、平原湖泊进行了长期考察，收集了大量地质地理现象的感性资料，最后创立了地质力学的新学派。我国著名的气象学家竺可桢，数十年如一日，精心观察物候的变化规律，亲自记录每天的气温、气压、风向、湿度，冰冻冰消、花开花落、燕去雁来，一丝不苟，直到逝世前一天。他晚年发表的《物候学》，就是几十年观察所得感性资料的结晶。

观察方法是一种重要的科学的研究方法，也是一种重要的学习方法。掌握科学的观察方法，形成较强的观察能力，养

成良好的观察习惯，是搞好学习的必要条件之一，也是在学习过程中发展智力的一项重要任务。当甫洛夫把"观察，观察，观察"当成自己的座右铭。达尔文把"勤勉观察和收集资料"作为一个科学家成功的最重要因素之一。

掌握观察方法最重要的是正确处理观察的客观性和理论思维的指导作用之间的关系。观察的客观性，是观察方法的首要条件，列宁的《哲学笔记》中把它列为辩证法十六条要素的第一条，并补充说："不是实例，不是枝节之论，而是自在之物本身"。

但是，我们必须重视理论思维对观察的指导作用。特别是近代科学的高度发展，单靠对自然发生的现象的观察或在实验中发现异常现象的观察已经远远不够，理论思维的指导作用也愈加突出。狄拉克预言有正电子存在，汤川预言介子存在，基本粒子分类的八重态模型预言 Q^- 粒子存在，结果都为实验现象的观察所证实，不过，我们应当注意到，拘泥于旧理论，也常常使人误入歧途。因此，不可固执先入为主的成见，一切从实际出发，绝对尊重事实的客观性。相反，盲目的观测，没有正确的理论思维的指导，观察也得不到应有的效果，或者得出错误的观察结果，儒的放射性蜕变，持续不断地产生热量，而其重量很难看到减轻，这是所观察到的表面现象，但并不能就此断定违反了能量守恒定律。法国著名物理学家彭加勒仅仅根据当时尚未探明的这样一类现象，断言"推翻了能量守恒原理"，是"原理的普遍毁灭"，就不可能不犯错误。所以恩格斯说："单凭观察所得的经验，是决不能充分证明必然性的。"

二、实验方法。实验方法是一种特殊的观察方法，所不同的，是在实验过程中人为地控制自然现象，排除了一些次要因素的干扰，而突出了所要观察的因素。科学实验是人类为认识自然、改造自然的目的而进行的一种特殊实践活动，在科学发展的历史上有着极其巨大的推动作用。特别是十八世纪末自然科学由主要是“搜集材料”转向“整理材料”的阶段以后，实验在科学发展中占有越来越重要的地位，直到近代科学，无论哪一种学科，都离不开科学实验，这是容易理解的。实验方法在人类认识过程中的作用，与观察方法相比较，主要是它的纯化作用、强化作用和简化作用。

纯化作用是指实验过程的特点在于排除了复杂因素的干扰，有利于透过表面现象抓住事物的本质。居里夫妇在研究镭的放射性时，就是在实验过程中，用提纯的办法，排除了铀的干扰，找到了镭。

强化作用，是指实验过程可以把本来不突出的现象突出起来，把本来不强的因素加强起来，使事物之间的因果关系更易于观察。意大利佛罗棱斯科学院几位院士观察金刚石把太阳光折射成为五光十色的现象时，想用放大镜把阳光聚集起来照射上去，结果，阳光焦点落到金刚石上，一会儿一缕青烟从金刚石上升起，青烟消失，宝贵的金刚石也无影无踪。后来，把金刚石放到烧瓶里加热，同样化为一缕青烟，经过分析，产生的烟不过是普通的二氧化碳。于是，认识到金刚石是碳。那么，普通的碳能否变为金刚石呢？直到本世纪五十年代，人们创造了一千八百度高温和七万大气压的高压，才造出了人造金刚石。这样特殊的条件，人们在自然条

件下几乎是不可能观察到的，而在实验中却可以实现。 ·
简化作用，是指实验过程可以利用最简捷、最经济、时间最快的办法观察自然规律。广沴桂林七星岩里面，千奇百怪的钟乳石，使人们对大自然的造化惊叹不已，这是千百万年形成的。然而，地质学家用一秆硫酸溶解几块石灰石，然后用滴管滴到玻璃皿上，用不了多久，你就可以看到人造的钟乳石在滴管下面生长起来。千百万年变化，在几小时内就揭露无遗。在高电压实验室里，你可以从容地观察电闪雷鸣；在气象实验室里，你可以看到台风的形成和消失；在地震实验室里，你可以了解地震波作用下房屋模型怎样倒塌破坏；在高山之颠成年累月期待宇宙空间高能粒子流的光顾，在高能加速器里也可以造出来。

科学实验是科学研究的主要方法之一，也是学习过程的主要学习方法之一。学习过程中利用实验方法，主要是教学实验的形式，它是更成熟、更简明、更便于人们理解的一类实验。你到一所化工厂参观，看到的只是塔、釜、罐、管道，阀门和仪表，而在化工实验室，你可以在烧瓶、试管、酒精灯组成的"小化工厂"看到反应过程的每一步变化。你到一所火力发电厂，看到的只是汽轮机在轰鸣，发电机在旋转，仪表板上指针在摇摆；而在发电实验室，你可以看到解剖了的汽轮机，拆开了的发电机，安安静静地去研究它们的构造、原理、特点。充分利用教学实验，掌握实验的学习方法，培养实验能力，是掌握知识和发展智力的重要途径之一。

三、模拟方法。模拟方法是一种特殊的实验方法，它建

立在相似原理的基础之上，以观察和验证不能对自然现象进行直接试验的那些规律。一座大坝是否安全，不能建起来以后再让大水去把它冲垮，而必须在水工实验室用模型测试；一架飞机的性能如何，不能花费巨资制造出来再让飞行员驾驶着去冒险，而首先要经过风洞模型实验和其他实验的研究；一种新的药物的疗效和毒性，更不能首先拿病人来试验，而必须先用动物作试验；亿万年的地质变化，成千上万公里的大气环流变化，世世代代的动物和植物的遗传变异，更无法在实际的范围和时间里去进行研究，只能用模型、模拟的办法来进行实验。近代科学的发展，人们认识到各种事物发展变化在数学形式上的统一性，更发展了“数学模拟”的方法。

流体力学中，水头 h 的微分方程式 $\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} = 0$ ，与电学中电势 u 的微分方程式 $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0$ 有着完全相同的数学形式，因此，既可以用电流场来模拟地下水的渗流场，又可以用模拟计算机或电子计算机来模拟、计算电流场和渗流场。

在学习过程中，模拟的方法也用得很广。在数学实验中，有相当一部分属于模拟实验。把复杂的工程实际问题抽象为物理模型来加以研究，则是思维逻辑中的模拟方法，也是一种科学抽象的方法。一台起重机。简化为杆和索组成的支架来研究；一座摩天大楼，有时也简化为一个空心盒子来研究。这种模拟方法的进一步抽象，就成为一种“理想模型”，成为一种理想化方法。于是，数学中出现了没有空间

大小的点，没有粗细的线，没有厚度的面；力学中出现了没有形状、大小的质点，没有任何变形的绝对刚体，没有粘性、不可压缩的理想流体；生物学中出现了没有任何组织分化特征的模式细胞；工程中出现了技卡诺循环运转的所谓理想热机。如此等等。

从观察、实验、模拟、理想化等科学方法，可以看出人类在认识过程中感性和理性、实践和理论紧密结合的发展。当我们在学习过程中面对各种难于理解的抽象概念、抽象模型、抽象理论的时候，一刻也不要忘记它的实践基础。离开这个基础，我们的一切认识就都成了无源之水，无本之木。所以毛泽东同志说：“理性认识依赖于感性认识，感性认识有待于发展到理性认识，这就是辩证唯物论的认识论。”

二 "知之非艰，行之惟艰"

"鲁叟谈五经，白发死章句。问以经济策，茫若坠烟雾。"

这是我国著名诗人李白《嘲鲁儒》的一首诗。这首诗讽刺那些死读书、读死书的书呆子，从书本到书本，从概念到概念，脱离实际，不能解决任何实际问题。

理论联系实际，或称理论与实际统一，是认识论的一条重要原则，也是教学法理论的一条重要原则。它有两方面的意义，其一，是指人的理论知识、书本知识要与实际紧密联系，理解理论知识的实际意义；其...，是指人的理论知识还要能运用到实践中去，解决实践中的问题。我国古代学者把

理论和实践的关系概括为知和行的关系，有许多精神的见解。《尚书说命》中就有“知之非艰，行之惟艰”的话。朱熹在《朱子语类》中说：“知行，常相须，如目无足不行，足无目不见。”“为学之实，固在践履，苟徒知而不行，诚与不学无异；然欲行而未明于理，则其践履者又未知其果为何事也。”他主张：“学之之博，未若知之之要，知之之要，未若行之之实。”所以朱熹总结说：“论先后，知为先；论轻重，行为重。”明末学者王夫子说：“行可兼知，而知不可兼行。”强调了实践的重要性。王阳明主张学习过程要紧密联系实际，说：“未有知而不行者。知而不行，只是未知。”“其知即所以为行，不行不足谓之知。”他以学习射箭为例，说：“学射，则必张弓挟矢，引满中的。”王阳明认为真正的学习过程，是理论和实践统一的过程，“尽天下之学无有不行而可以言学者，则学之始，固已即是行矣。”清朝农民出身的教育家颜元，是一个提倡实际的实行家，他曾说：“心上思过，口上讲过，书上见过，却不得力，临事依旧是所习者出。”又说：“心中醒，口中说，纸上作，不从身上习过，皆无用也。”他以学琴为例，说：“今手不弹，心不会，但以讲读琴谱为学琴，是波河而望江也。”他总结说：“学问以用而见其得失，口笔之得者不足恃。”明初林鸿年有一首诗：“古人既已死，古道存遗书；一语不能践，万卷徒空虚。”

认识自然，掌握自然的规律性，为的是改造自然。学习知识，掌握理论，为的是指导实践。理论联系实际，不仅是

学习和认识的方法途径，也是学习和认识的目的。

理论联系实际的原则，和教学论的直观性原则是一致的，二者都建立在意识和物质辩证关系哲学原理的基础之上。二者又是有区别的，直观性原则，强调遵循由感性到理性、由具体到抽象的飞跃过程的认识规律；而理论联系实际的原则，则强调遵循由理论回到实践，指导实践，检验理论并发展理论的又一次飞跃过程的认识规律。因此，在学习过程中贯彻理论与实际统一的原则，必须把间接经验与直接经验联系起来，把学习知识与运用知识统一起来，把逻辑思维和创造性思维结合起来。

一、间接经验与直接经验相联系。书本的间接经验如何与直接经验相联系，在学习过程中有着特别重要的意义，其原因在于学习过程的特点是以接受间接知识为主。这些间接知识，是前人通过观察、实验等取得实践经验的总结，是前人通过判断、推理、假设、论证等思维过程所获得的结果，也是前人在实践中经过验证，指导实践并取得成功的真理性认识。而对学习者来说，这一切都未曾经历过。因此，直观性原则强调学习理性知识要建立在丰富的感性知识基础之上，而理论联系实际的原则则更进一步要求学习科学理论要建立在独立思考和独立验证的基础之上。在大学的教学过程中，安排了习题课、实验课、生产实习等实践性教学环节，其目的正在于此。教学论强调启发式、讨论式教学，提倡自学，其目的也正在于此。

在科学史上，为了争得用直接经验来验证间接经验，曾进行了艰巨的斗争，并付出过血的代价。中世纪的教会，把

亚里士多德的哲学、托勒密的天文学、盖伦的医学视为神圣不可侵犯的三大权威。当时的经院哲学，只许学生背诵和盲目承认这些权威著作中的每一个字，而不许有丝毫怀疑。盖伦是公元二世纪的名医，他一生解剖过猪、牛、羊、狗、熊、猴等动物，却没有解剖过人。他的著作中关于人的心血运动理论大部分是错误的，可是，在他死后的一千四百年间，一直被视为经典。当时医科大学的课本竟是《猪的解剖学》。十六世纪中期，比利时的维萨里在上大学时，亲自跑到坟地、刑场解剖尸体。1543年，哥白尼犹豫三十六年后才发表《天体运行论》，而在这一年，仅二十八岁的维萨里，以血气方刚的朝气发表了《论人体构造》，书中断然反对盖伦认为左、右心室之间有孔的论断，抽掉了盖伦学说的基石，结果，维萨里被迫离开大学教授的职位，默默无闻了其残生。十年以后，西班牙的塞尔维匿名发表著作，提出肺循环学说，竟被烧死在罗马的鲜花广场。直到1628年，英国的哈维发表了《心血运动论》，才彻底粉碎了盖伦学说。哈维的发现，是二十年观察、实验的结果。今天，中世纪的经院哲学虽然不存在了，但是，视书本上的间接经验为万古不变教条的思想却仍然存在于人们的头脑之中。科学史上，尽管科学理论的创立者认为自己的理论是有条件的、不完备的，而到了继承者那里和教科书上，却似乎成了天衣无缝的“绝对真理”。欧几里德的原著中承认平行公理的武断，但后人却把它视为逻辑推理的最高典范，以致少有的杰出数学家高斯也不敢发表非欧几何体系的见解。牛顿自己说：“我不知道世人怎样看我，我觉得自己好象是在海边的一个小孩子，有时高

兴地拣到一块光滑美丽的石子，但真理的大海，我还没有发现。”然而，牛顿的弟子们却把牛顿力学奉为绝对的神圣体系。迈克尔逊的著名实验否定了“以太”假说，瑞利和金斯的黑体辐射能量密度的频率分布公式否定了能量均分定律，物理学界权威开尔文爵士却惊呼物理学的“晴空”出现了两朵“乌云”。普朗克提出不连续的“能量子”概念，他本人却花了整整十五年时间竭力把新概念纳入旧理论的体系。直到爱因斯坦，才最后突破了牛顿力学的限制，开创了相对论力学的新纪元。

二、掌握知识和运用知识。掌握知识和运用知识，也是理论联系实际的重要问题。毛泽东同志说过：“学习不是容易的事情，使用更加不容易”。“学习的目的全在于运用”。我们常说：“书到用时方恨少”。这说明，书本上的知识是有限的，而实际事物是广阔无垠复杂多变的，唯有勤于学习善于运用，才能比较适应客观实践的需要。自然科学的每一种理论，都有一定的运用范围，如果盲目地推广，就必然要产生谬误。在力学中，两个物体相碰撞，有时用动量守恒定律来解它，有时却用能量守恒定律来解它。教科书告诉我们，弹性碰撞可以应用动量守恒定律，而非弹性碰撞必须应用能量守恒定律。为什么呢？在科学史上，曾经有过一场持续几十年的争论。以笛卡儿为代表的一派，主张以 mv 作为运动的量度，以莱布尼兹为代表的一派则主张以 mv^2 作为运动的量度。但都没有弄清楚这两种量度适应的条件和它们的相互关系。原来， mv 是机械运动的量度，只适应于运动以机械方式传递的情况下；而 mv^2 虽然也是一种机械运动的量度，

但它却适应于机械运动转化为势能、热能、电能等等的条件下，只是搞清了这种区别，才结束了这场争论。当我们重新学习动量和能量的守恒定律时，如果不搞清它们之间的联系和区别，就将重复前人的混淆，也不能正确地加以运用。

三、逻辑思维和创造思维。这二者从根本上来说是一致的，都必须符合人类认识客观事物的规律。但从思维形式和特点来说又互相区别。一般称概念、判断、推理、论证为逻辑思维，而称想象、灵感、机遇、直觉等为创造性思维。在学习理论的过程中，主要运用逻辑思维，而在研究探索过程中，需要充分发挥创造性思维。但是，在学习过程中，就必须大力培养创造性思维的能力，这一点通过理论联系实际是最好的方式。灵感、机遇、直觉、幻想等创造性思维，历来带有神秘的外表和传奇的色彩。传说中，牛顿看到苹果从树上掉下来发现了万有引力；瓦特看到水蒸汽推动壶盖发明了蒸汽机；开库勒在瞌睡中想到了苯的分子结构式以后说：“先生们，让我们学作梦吧！”但是，一切想象和灵感都离不开实践的基础。门捷列夫发现元素周期律以后，有的传说捏造他是在打桥牌时得到偶然启发而获得成功的，有一个小报记者为此访问门捷列夫并问他：“您是怎样想到您的周期系统的？”门捷列夫听了大笑起来，说：“这个问题，我大约考虑了二十年，而您却认为：坐着不动，五个戈比一行、五个戈比一行地写着，突然成功了。事情并不是这样！”爱因斯坦的想象实验，导致了相对论的建立，有些人把这说成是纯粹思辩的产物，爱因斯坦强调指出：“我急于要请大家注意到这样的事实：这理论并不是起源于思辩；它的创造完全由于想要使物

理论尽可能适于观察到的事实。"巴甫洛夫告诫青年说："无论鸟翼是多么完美，但如果不能凭借空气，它是永远不会飞翔高空的。事实就是科学家的空气。你们如果不凭借事实，就永远也不能飞腾起来。"创造性思维必须借助于逻辑思维，而逻辑思维又必须建立在实践的坚实基础上。二十世纪初，英国数学家、哲学家罗素为代表的逻辑主义，主张把数学归入逻辑，做了大量工作，但最终却无法使无穷公理和选择公理就范，迫使罗素宣布逻辑主义的破产。如果罗素的设想完全实现，全部数学就可以脱离客观世界而由逻辑推导出来，且不必接受实践的检验。但事实证明，象数学这样抽象的理论科学，也无法在单纯的逻辑系统中得到完全解决。单凭逻辑思维，是不可能作出科学的创造来的。

理论联系实际，总的来说，要联系自身的实践，这就是间接经验和直接经验的联系；要联系前人或他人的实践和科学发展的实践，这就是逻辑和创造、继承和发展的统一。

三 技能和技巧的培养

"人猿相揖别。只几个石头磨过，小儿时节。"劳动创造了人类，劳动推动了人类智慧的发展，这是马克思主义的基本常识。古希腊的亚拿萨哥拉有一句名言："人类手的发达增进了人的智慧"。达尔文从生物进化的观点提出了从猿到人的发展进程，而恩格斯则作了更科学的解释，他说："首先是劳动，然后是语言和劳动一起，成了两个最主要的推动力，在它们的影响下，猿的脑髓就逐渐地变成人的脑

" 懊。"

在人类智慧高度发达的今天，劳动对人类科学的发展仍然有着重要的意义。首先，生产实践和科学实验是自然科学发展的基础，这一点在前面已经谈到；其次，现代科学的发展要求人们具有更高的劳动技能，这是下面要着重谈到的问题。

科学和技术，是互相推动又互相制约的两个方面，这一点在化学元素的发现历史中可以清楚地看到。据有的资料分析，元素发现的历史可分为七个时期：实用时期，金丹术时期，化学分析时期，电解时期，光谱分析时期，放射性时期，人工合成时期。在纪元前的实用时期和后来的金丹术时期，人们没有元素化合和分解的科学知识，只有简单提炼合金的技术，只能在生产实践中和"炼金"、"制丹"活动中发现那些含量集中、性质稳定、易于提取的元素或化合物，如金、银、铜、汞等。到十八世纪中期，由于天平的广泛应用，定量分析方法的建立，为化学元素的发现打开了大门，从1735年到1804年，全靠化学分析技术发现了二十五种元素，同时，逐步发现了定比定律、倍比定律、当量定律等经验定律，建立了拉瓦锡的燃烧理论，并产生了道尔顿的原子论。十九世纪初，伽伐尼发现电流，伏特发明电池，为化合物的分解提供了新的技术手段，从1806年到1844年，主要依靠电解方法发现了二十种元素。十九世纪中期，基尔霍夫建立光谱分析基础，又为元素的分析提供了物理的技术手段，从1860年到1898年，主要借助光谱分析法发现了二十种元素。在发现六十二种元素的基础上，经过半个世纪的探索，

1869年门捷列夫发现了元素周期律。使寻找新元素有了方向，这是化学理论上划时代的一项进展。二十世纪初，由于电子、 λ 射线的发现，引起了物理学的革命， λ 射线光谱学为预言和发现92号以前当时尚未发现的六种元素指明了方向。居里夫妇发现针和镭两种放射性元素开始，从1898年到1925年，一共发现九种极稀少的元素。同时，产生了卢瑟福原子模型、玻耳等人的原子结构理论和贤子理论，打开了原子世界的大门，使人类对元素的本质有了更深刻的认识。二十世纪三十年代，由劳伦斯发明的问题加速器，为“人造元素”提供了技术手段。在原子理论指导下，从1937年到1976年，总共得到了十九种“人造元素”。由此可见，技术理论和方法的产生，为发现新元素开辟了道路，也为化学理论的发展奠定了基础；物理和化学的理论发展又反过来指导技术的发展和新元素的发现。

技术的发展，在科学的发展中是非常活跃的一种因素。近代科学的发展，几乎每一门学科都离不开技术的发展。先进技术的发展，如电子计算机、激光、高能加速器等，常常使许多学科的发展产生革命性的变革。我们学习自然科学，在重视基础理论的同时，必须充分重视掌握现代技术；在掌握知识的同时，必须充分重视技能的训练；在发展科学思维能力的同时，必须充分重视提高动手的（或实际操作的）能力。

基础理论和技术科学是统一的，都是人类对客观世界规律性的认识，它们互相促进，互相影响。二者又有一定的区别，基础理论着重研究自然界物质运动变化，探索自然界发

展规律；技术科学则研究如何利用自然规律为人类服务，它建立在综合运用基础理论的基础上，又直接总结生产技术的经验。因此，现代高等学校既设有理科专业，又设有工、农、医科专业；无论理科或工科，又设有基础课和专业课。基础理论的重要性是人们所熟知的，技术科学的重要性却常常为人们所忽视。实际上，技术科学既是研究基础理论的强有力手段，又是生产技术发展的强有力手段，处于十分重要的地位。原子反应堆、粒子加速器等原子能技术，至今仍然是研究原子物理的主要手段，它又是原子能发电、原子能舰艇、原子弹、同位素应用等方面的主要手段。无线电技术是研究空间物理、天文学、信息科学、控制理论的重要手段，又是发展广播通讯、航空航天、自动控制、电子计算机、仪器仪表等工业的手段。计算技术更是许多学科发展不可缺少的手段，又是工农业生产部门现代化的重要手段。掌握现代技术科学，不仅要懂得技术理论，还要掌握技术方法和设备，能够运用它解决科学的研究和生产实际中的具体问题。正如同懂得人体的经络和穴位理论，要能用针灸的办法治病，还必须掌握选穴、扎针、捻转以及泻法、补法等技术，使病人“得气”，才能达到治病的效果。懂得无线电理论，要装好一台收音机或电视机，还必须掌握选择和测试元件、设计和布置线路、分步和整机调试技术，才能达到实用的目的。技术理论在技术基础课和专业课中有系统的论述，而技术方法和设备的知识大多通过实验、实习等教学环节获得。缺乏技术训练，就不能成为一名优秀的科学技术人员。

知识和技能，也是又统一又互相区别的两个方面。知识

是人们对客观事物的了解，技能是运用知识解决问题的能力，技巧是运用知识的能力的熟练程度，正如同懂得力学平衡原理并不是一个优秀的走钢丝杂技演员，懂得浮力原理并不是一个优秀的游泳运动员一样。懂得科学技术知识，并不等于具有了运用这些知识的技能。常常有这样的情况，技能的训练比学习知识本身要花费更大的力量和更多的时间。对一个职业数学家来说，对他的要求是严格的数学逻辑思维能力；而对一个工程师来说，解决重要技术课题常常依据他的计算结果，那么他的分析计算工作，就不容许出任何差错，即使运用电子计算机，也要求所选择的计算方法和编制的程序具有万无一失的精确性。这种精确而迅速的计算能力，首先必须在学习中培养。在学习过程中，如果计算方法和步骤正确，仅仅数值计算发生了错误，还可以得一个及格的分数；而在工程计算中，即使数值计算超过了允许的误差，也会使你的计算工作成效归于零。能否迅速选用仪器仪表测量各种数据，能否精确地整理数据作出曲线和图表，能否根据设计思想制出合乎规格的工程图。……各行各业，各门学科都有一整套基本的技能要求。现代科学技术的迅速发展，所使用的技术方法和设备迅速增多，对技能的训练也有着更高的要求。杰出的科学家常常十分重视基本技能的训练，据说，我国著名的地质学家李四光在长期野外考察中，训练出以步测距的本领，他走出的每一步，都几乎是 0.85 米，误差甚小；我国著名的生物学家童第周，到老年还能在显微镜下进行解剖工作。

动手能力或实际操作能力，与科学思维能力是紧密结合

在一起的，人们从事一项工作，总是手脑并用。但是，正如科学思维能力有高下之分，动手能力也有强弱之分。在科学史上，许多杰出的科学发明家，当他们进行研究工作时，总是亲身制造仪器设备，亲身从事实验工作。当居里夫妇举着一支盛着微量镭的玻璃管向全世界宣布这一历史性发现时，你可知，这竟是他们亲自在一间简陋的小棚子里，从四百吨铀沥青矿物、一千吨化学药品和八百吨水之间追捕得来的。当我们坐在电视机前面欣赏那生动真切的画面时，你可知，六十年前英国的拜德研究第一台活动电视时，他的电视机座是一个茶叶箱，一个饼干盒里屏蔽着投影灯，扫描盘是用纸板剪的，并且使用的是四便士一个的透镜，整个装置用碎木块、织补针、细线和密封蜡固定在一起，花了三年时间，拜德才在1926年把三十行、 2×1 英寸画面的电视装置展示在人们面前。实现核连锁反应的物理学家费米，在研究工作中率领他的小组，亲自制造实验设备，有时连自来水管都用上了，他说：“我们是按培根的准则来进行的……那就是事实。我们作我们的实验，而实验会告诉我们结果是什么。”诺贝尔奖金获得者、物理学家丁肇中告诫人们：“自然科学不能离开实验的基础，特别，物理学是从实验中产生的。”在他的实验室里，研究人员有时必需干最普通的组活，拿起锉刀和锯头，自己制造所需的零件。我国古代的孟子早就说过：“梓匠轮舆，能与人规矩，不能使人巧。”能工巧匠，是在实际操作中锻炼出来的，科学技术工作的实际动手能力也只能在实际操作中培养。学焊接的没有摸过焊钳把，学锻压的没有碰过锻锤，学无线电技术的不会使用电烙铁，学建筑的没有拿

过瓦刀，这样的人才即使头脑十分聪明，在实际工作中的作用必然是有限的。

技术、技能、技巧，主要来自实际的训练，由知到会、到熟练，需要艰苦努力的培养过程，又一刻也不能离开思维的配合。正如一个优秀的球类运动员，不仅要有娴熟的基本功训练，到了球场还要善于用脑子打球。科学工作的技术、技能、技巧，也要靠动脑子才能真正学会，熟练掌握。手脑并用，能说会干，你就会如虎添翼，自由地翱翔在科学技术的高空。

四 分析和解决问题的一般过程

一百多年前，虽然已经有了外科手术。但许多病人仍然逃脱不了死亡的命运，原因是伤口化脓造成手术失败。英国外科医生李斯特长期试验消除化脓都没有成功。1864年，法国微生物学家巴斯德发表了关于有机液体的腐败和发酵是由于微生物活动结果的论文，使李斯特很受启发，想到伤口化脓也可能是由于微生物活动的结果。因此，经过反复实践，找到了石炭酸这种有力的防腐剂，对病人的皮肤、医生的双手、医疗器械及药棉绷带等都进行严格的杀菌消毒，保证了手术的成功。李斯特写信给巴斯德说：“请允许我趁这个机会，恭恭敬敬地向您致敬。感谢您指出微生物的存在是腐败的真正原因……只是根据这唯一可靠的原理，才使我找出了防腐的办法”。其实，直到今天，我们除了感谢巴斯德，也应当感谢李斯特，因为是他根据巴斯德的理论，应用到防止手术化

脓的问题上，作出了正确的推论；也是他根据正确的推论，确定了防腐的具体办法，才最终解决了手术化脓的问题。判断准确，论证正确，方法对头，行之有效，人们才解决了问题，获得了真理的认识。

我们学习知识，提高思维能力，发展技能和技巧，最终的目的，是为了解决实际问题。一项工程的成功，一个科学假设的被证实，一处地方的农业获得丰收，一台新机器的制造出来，都是分析和解决问题的结果，世界万事万物错综复杂，解决问题的具体道路各不相同。假设、实验、推理、论证等等，是科学研究所的方法；方案、论证、设计、试验、制造等等，是解决工程技术问题的办法；调查、分析、改进、试验、定型等等，是解决产品质量问题的方法，如此等等。那末，从人们分析解决问题的具体途径和办法中，能否归纳出一般规律性的东西来呢？心理学和有关研究结果，认为大致可以分为四个阶段，即：提出问题，明确问题，提出假设，检验假设。

一、提出问题。恰当提出问题，是解决问题的出发点，也是解决问题的归宿。在科学发展的历史中，常常是由于提出了平常人认为是不成问题的问题，才获得了划时代的创造性发现。众所周知，爱因斯坦提出“物体以光速运动会发生什么现象”，提出“同时性”问题，创立了相对论。所以爱因斯坦说：“提出一个问题往往比解决一个问题更重要，因为解决问题也许仅是一个数学上或实验上的技巧而已，而提出新的问题、新的可能性，从新的角度去看旧的问题、却需要有创造性的想象力，而且标志着科学的真正的进步。惯性原

理，能量守恒定律，都只是运用新的和独创的思想去对付已经熟知的实验和现象所得来的。"物理学家海棠堡有一句名言："提出正确的问题，往往等于解决问题的大半。"世界上的问题千千万万，一个人可能提出的问题河止千百个，就是三岁小孩提出的问题，也常常使人人瞠目结舌，不知所答。这许许多多的问题，并排每一个都有重大的意义，关键在于问题提得正确。要能提出正确的问题，就必须对事物有深入的了解，掌握事物发展过程中的才后。本世纪五十年代，在基本粒子研究中发现了两种新的介；一介于，介介子。因为具有不同的宇称，按宇称守恒定律，它们应当是两种不同的介子；由于它们的质量、电荷、自旋等相同，又可能是同一种介子。这就是所谓"一一疑难"。当时一般人认为，基本粒子普遍遵守宇称守恒定律，没有怀疑宇称守恒定律有什么例外。杨振宁、李政道分析了所有宇称守恒的实验，发现在弱相互作用下宇称守恒并没有得到实验的证实，因而正确地提出了在弱相互作用下宇称有可能不守恒的问题，经过吴健雄的实验，得到了证明，终于确立了这个假说。在学习过程中，也必须找出自己不懂的地方，提出问题，并解决这些问题，学习才能前进。孔夫子是一位有经验的教师，他深深懂得，必须善于启发学生提出问题，在《全语·子学篇》中记载："有鄙夫问于我，空空如也，我即其所蹠而蹠蹠。"意思是说，有一个不用功的学生向孔子求教，可是什么也没想过，什么问题也提不出来，于是，孔子不是盲目地问这个学生讲解，而是从正面和反面反问学生，启发学生去思考问题，发现问题所在。要能够发现问题，恰当地提出问题，不能仅仅凭着直观感

觉，而必须经过思考，对事物进行初步的分析、归纳。积累的材料越多，这种思考越深入，就越能透过事物的表面现象，抓住事物内在的矛盾，提出实质性的问题来。

二、明确问题。明确问题，就是发现矛盾，是提出问题之后，经过进一步分析，找出主要矛盾，抓住问题的实质和关键的过程。从思维过程来说，也是根据观察、分析、推理，作出初步判断的过程。只有问题的实质抓得准，判断正确，才能为解决问题创造成功的条件。一个医生，从病人发烧、咳嗽、鼻塞、咽肿等现象，可以判断患的是感冒；一个车工从车刀发热、工件表面不光、产生振动，可以判断车刀已经磨针；一个学生从一个圆的方程和一条直线方程求它的交点的题目，可以判断这是一道解析几何题目，如此等等。这种判明问题实质，抓住主要矛盾的过程，对于简单的问题，可以直接作出判断，而对于复杂的问题，则要经过反复思考，深入探索，才能比较准确地判明。十八世纪中叶，法国昂热附近有一座长达102米的桥，相当坚固，可是，有一次当一队法军士兵踏着军乐的旋律齐步通过这座桥，突然发生了莫名其妙的振动，整座大桥顷刻崩塌，死了226人，为什么呢？经过研究，发现主要是士兵的步伐正好与桥的自振频率相同，引起了共振所造成的。发现了这个主要矛盾，就使以后建造桥梁必须计算其自振频率。1940年11月7日，美国西雅图附近横跨塔科马海峡一座漂亮的大桥，在很少车辆通过的情况下，仅仅因为一场八级大风，就在一小时之内崩塌殆尽，这又是什么原因呢？经过研究，终于判明是由于“卡门涡街”的作用。原来，在1912年，著名的力学家冯·卡门早

就发现，在泛动的水情中，倾向于水流总是不断摆动，卡门从理论上证明，圆柱形水流只在形成两排交叉的涡旋时才是稳定的，这一流体力学的重大发现，被称为“卡门涡街”。西雅图大桥正是由于这种作用而破坏的。于是，在以后桥梁设计及其他建筑设计中，“卡门涡街”成为必须考虑的重要因素。杰出的科学家和有经验的工程师，当他们运用丰富的知识和科学的思维能力，对导带和工程问题提出关键性见解时，常常使问题的解决变得十分容易，这就是科学的巨大作用。1977年诺贝尔奖金获得者安得森说：“一个科学家在十秒钟里回答的问题，可以用来偿还他二十年中所得的工资。”安得森的学生约瑟夫森发现约瑟夫森效应，就是在老师启发性思想指导下获得的成果。

学习的目的，在于积累知识，发展智力，以培养迅速抓住客观事物本质的能力。在学习过程中，这种能力也有巨大的作用。善于学习的人，在学习一章新知识的时候，首先是全力抓住这部分新知识的实质，找出其中的关键所在，而不是首先着眼于一些细节问题和具体方法技巧。

三、提出假设。提出假设，这是明确问题之后，提出解决问题的原则、途径、计划、方法的过程。从事科学研究，要确定实验方案，设计实验装置，安排实验步骤。从事一项工程，要论证工程路线，制订施工过程，选择材料和设备，确定施工组织。为一个病人治病，要确定治疗原则，开出医药处方，安排疗程和措施，等等。这个过程常常是解决问题过程中工作量最大，要求也十分细致具体的任务。问题越复杂，要求人们考虑得越细致。由于计划不周、方法不当，有

时"一着不妥，满堂等输"，导致整个工作的失败。鲁班的传说中有一则故事：某地建造一座石桥，鲁班路过工地，对所准备的石块一一经过测量，然后亲自动手凿了一块石头，送给一位妇人当猪槽，并说这块"猪槽石"将来大有用处。果然，大石桥将要落成之时，发现少了一块桥面的石头，人们想起那块"猪槽石"，抬过来一量，恰好合适，都不禁十分钦佩鲁班的高明。其实，鲁班高明之处，不过在于他比别人考虑得更周密、计算得更精确。

在科学的发展史中，有无数事例说明，独特而巧妙的实验方法，是科学研究课题获得成功的重要关键。地球的质量有多大？我们能否找到一杆"秤"来称量地球？牛顿的万有引力定律，开辟了一条理想的道路。按牛顿定律：两个物体

间引力 $f = \frac{g m_1 m_2}{d^2}$ 即 f 与两个物体的质量 m_1 、 m_2 以及引力常数 g 成正比，与两个物体距离 d 的平方成反比。在高地心6400公里远的地球表面，吸引一公斤物体的力是一公斤，于是，只要知道引力常数 g ，就可以粗算出地球的质量。称量地球重量的关键在于测量引力常数 g ，但是，物体间万有引力太小，很难测出，直到卡文迪许，才想出了一个巧妙的办法，他用一根细丝，横着悬吊着一个哑铃状手柄的中心，再在哑铃两头的小球附近，放置两个已知质量的大球，由于两个大球对两个哑铃小球的吸引，使哑铃要产生微小的扭转，然后，测量产生这样大小的扭转需要多大的力，就可以算出 g 值了。卡文迪许就是用这种办法最先给地球"过秤"的。直到1928年，美国物理学家海尔根据这种办法，测量出

g 较精确的数值是 6.673×10^{-8} 达因·厘米²/克²，由此算出地球的质量大约为 5.983×10^{21} 吨。光的速度有多大？这又是物理上的一个难题，伽利略曾经试图测量过，他和助手分别站在两个山头上，他将遮盖灯光的板子拿开一下，助手看到闪光后马上同样回答一个闪光，记下到看到回答讯号所需时间，然后加大距离再测，假定助手动作时间不变，那么，两次测量的时间变化就是距离增加所引起的了。伽利略这个想法是正确的，但是方法太粗糙了。直到1849年，法国科学家斐索按照伽利略的想法重新设计了一套装置，他让闪光通过八公里距离由反射镜反射回来，又在光线通过的路径上放了一个高速旋转的齿轮。一个闪光从两齿之间通过后，被反射回来时将被下一个齿挡住，观察者就看不到闪光；当齿轮转速提高，返回的光线恰好穿过下一个齿隙，闪光又能被观察到了。只要测出齿轮的转速，就能求出转过两个齿隙所需时间，而这恰好是光线通过十六公里所需时间。由于这种测量方法切实可行，终于测出光线在空气中的速度大约每秒三十万公里。

四、检验假设。检验假设。这是分析解决问题的最后一步。当人们通过提出问题、明确问题、提出假设的过程，最后又经过实践检验得到证实或解决，那末，分析解决问题就获得了成功。“事莫明于有效，论莫定于有证”，说的正是最后的实践效果是检验真理的唯一标准。前面所说桥梁崩塌的原因和防止， $\tau \sim 0$ 疑难的解决，地球质量的大小，光的速度的测量等等，最后都在实践中得到了证明。如果没有检验假设的过程并得到证明，那末，假设将永远只能是假设而已。

检验假设而得到的真理性认识或解决问题的成功，也必须有重复性才能确立。当人们知道金刚石不过是一种碳的同素异形体，设法把普通的碳转变为昂贵的金刚石的课题就吸引了许多物理学家、化学家、工程师为之奋斗。1893年，法国著名的化学家穆瓦桑宣称，他把石墨熔化在熔融的生铁中，由于高温和生铁冷却时收缩的压力，石墨转化为金刚石微粒，其中有一颗几乎达一毫米长。尽管相当一段时期内人们认为穆瓦桑真的制得了人造金刚石，但此后再没有第二个人重复他的实验得到过成功。因此，至今也不能认为穆瓦桑的成果是真实的。

在学习过程中，我们应当通过验证性实验和实习等环节，取得真理性认识，学习检验假设的方法；同时，要分清所学到的内容，有哪些是尚未被证实的假设，有哪些是只在一定范围内被证实而在另外一些范围内是尚未被证实的，才能懂得真理的相对性，在运用知识去分析解决问题时，也才能减少谬误和差错。

分析和解决问题的这四个阶段，在整个过程中并不是彼此孤立和一成不变的。在科学上许多著名发现确立以前，常常在生活中早已被实践所证实并被广泛应用了。在吉尔勃脱进行磁针试验，发现磁倾角之前，磁针早已在中国用作指南针。在琴纳发现种牛痘可以预防天花，已经早在挤奶女工身上和君士坦丁堡人痘嫁接中得到应用。在红外线医疗特性被发现以前，吹玻璃的工人早已应用熔炉的辐射治疗烧伤。今天，针灸和针刺麻醉原理并没有完全弄清，然而它已经为中国人民应用了许多世纪。在分析和解决问题的过程中，

也并不是依次由已知推向素知，由分析、假设而得到验证的简单过程。人们在解决问题过程中，由于不能成功而返回去重新分析，修改计划，改变方法的情况，是经常出现的。因而，六〇六药品的研究成功，才出现了六〇五次的失败。但是，就一般情况来说，就一个局部过程来说，分析和解决问题的一般过程仍然可以给我们提供一种科学工作方法的通常模式。

第六章 登高思考，发展科学思维 能力

一、发展科学思维能力的重要性

爱因斯坦说过："学习知识要善于思考。思考，再思考，我就是靠这个学习方法成为科学家的。"

什么是科学？科学是客观事物固有规律性在人的头脑中的正的反映。只有人，只有人脑的思维能力，才能正确地反映客观事物相互关系和发展变化的规律性。爱因斯坦说："整个科学不过是日常思维的一种提炼。"这里说了两重意思：其一，科学思维并不神秘，它是在日常思维的基础上产生的；其二，科学思维又高于日常思维，它是在日常思维的基础上提炼出来的，是人类思维在更高水平上的结晶。随着科学的发展，抽象思维具有越来越重要的作用，恩格斯说："原子和分子等等是不能用显微镜来观察的，而只能用思维来把握。"列宁也说过："表象不能把握整个运动，例如它不能把握每秒钟三十万公里的运行，而思维则能够把握而且应当把握。"无论研究科学还是学习科学知识，都必须依靠人的思维能力。

在科学上有杰出贡献的人物，不仅在于他们的博学，更重要的是他们善于思考。有人问牛顿怎样发现了万有引

力，他说：“我一直想，想……”。爱迪生说出：“我生平从来没有做出过一次偶然的发明。我们一谈发明都是经过深思熟虑，严格试验的结果”。爱因斯坦是位伟大的自然科学家，又极为重视对哲学的研究。在他的创造性才华发出异彩的年代，一刻也没有停止对科学方法论的探求。1902至1905年，他和物理学系大学生索洛文、学友哈比希特三人组织了一个自命为“奥林匹克科学院”的小组，经常在一起学习和讨论科学方法论问题。爱因斯坦认为：自然科学定如果没有认识论，即使是可以思议的，那也是“蒙昧”和“混沌”的。他接触了各种哲学理论，但总以批判的眼光看待它们。索洛文回忆“奥林匹克科学院”的讨论时说：“念一页或半页，有时刚刚念完一句，立即对比较重要的问题进行讨论。能延续几天之久。”爱因斯坦研读了许多唯心主义哲学等作，但在科学上，他是一位自发的辩证唯物主义者。所以列宁赞誉爱因斯坦“是一位伟大的自然科学革新家”。

寻觅科学史上杰出人物的足迹，可以坚定我们这样一个信念：为了学习的成功，更为了成功地创造，必须在发展科学思维能力上不吝惜自己的精力。

思维对科学的决定意义，使古今中外的教育家、科学家极为重视思维能力的发展。孔夫子说，学而不思则罔”。韩愈说：“行成于思，毁于随”。明代的王夫之精辟地论述过学习与思考的关系：“学非有碍于思，而学愈博则思愈远；思正有功于学，而思之困则学必勤。”爱因斯坦曾经强调地说：“高等教育必须重视培养学生具备会思考、探索问题的本领。人们解决世界上的所有问题是用大脑的思维能力和智慧，而不是

撒书本。"日本东工大学校长川上正光说得好："与其说大学教育的目的是培养知识渊博的人，勿宁说是培养会思考的人。"只有善于思考，才能善于学习。有了学习的愿望，独立思考就成为最重要的因素。马克思在《资本论》初版序言中说："除了价值形式那一部分外，决不能说这本书难懂。当然，我指的是那些想学到一些东西，因而愿意自己思考的读者。"这里，马克思把学习的志愿和独立思考作为学习的两条最基本的要素。

如何才能发展科学思维能力呢？最根本的办法是在具体的思考中加以培养和训练，同时，也要学习人类思维的基本规律的知识。思格斯曾经说过："理论思维仅仅是一种天赋的能力。这种能力必须加以发展和锻炼。"所谓天赋的能力，是指人脑区别于其他一切动物的脑子，它有着抽象思维能力。然而，人的思维能力，只是人脑的一种潜在机能，如果不在人类社会活动中发展提高，就不可能有高级形态的抽象思维。在世界一些地方多次发现从小就被狼盯走离开人类社会的"狼孩"，当他回到人类社会中以后，就完全不具有通常的人的智力。美国学者瑞夫，总结他的教学经验，十分强调学生在学习过程中要学会独立思考，他在《伯克利物理学教程》前面单独写了一段《对学生的忠告》，其中说："学习是一个积极主动的过程，单纯阅读或死记硬背得不到什么真正效果。对待书中的内容要象你自己力图发现它那样，教科书只是一种指导，你应当超过它。"又说："我最后的忠告是：你先试图很好地理解简单的基本概念，然后去做许多习题，包括书中给出的习题和你自己提出的问题。只有这样，你才能

鉴别你自己的理解情况。也只有这样，才能懂得如何依靠自己而成为一位独立的思考者。”曾经有一位有经验的教师对学生说：“不是我把你们教懂的，而是我引导你们想懂的。有时用来思考的时间比看书的时间要长得多。这如同消化食物比吃饭时间要长些一样。”独立思考是对知识的消化过程，这是一个十分恰当的比喻。

学习人类思维的基本规律和知识，对发展科学思维能力具有十分重大的意义。首先，形式逻辑是研究人类思维形式结构和规则的科学，只有懂得形式逻辑的基本知识，才能使自己的思维具有正确的形式，符合科学的规则；其次，还应当了解辩证逻辑的基本知识，使自己的思维符合科学的辩证法规律；第三，在学习形式逻辑和辩证逻辑基本知识的基础上，要进一步发展思维的灵活性、创造性，使自己具有更高的科学思维能力。

二 思维的细胞——概念必须明确

概念是思维的细胞。任何生物都由细胞组成，人的任何思维过程也都离不开概念。没有概念的思维过程是不可想象的。科学认识的成果首先是通过概念来概括和总结的。数学中的自然数、有理数、无理数、常量、变量、函数等概念；物理学的力、能、功、质量、动量、场、量子等概念；化学的元素、原子、化合、分解、价、键等概念。由这些概念出发，经过思考，形成判断，成为科学中的原理、定律、规律。由不同的定律，通过逻辑推理得出新的结论，作出新的

假设和预言。这些由概念、判断、推理等等组成了人类的科学理论的整体体系，其中最基本的元素是概念。所以列宁说：概念是“帮助我们认识和掌握自然现象之网的网上组织”。

概念是思维的基础，追求概念的正确性和明确性又是科学的目的之一。随着人类认识的发展，概念也随之发展，不是一成不变的。例如“宇宙”这一概念，古代认为，地是方的，天是圆的，四面是海，有几根柱子把天撑在地上，即所谓“天圆地方”等等。后来，认识到地是圆球形，认为日月星辰围绕地球转动，即所谓“地心说”。到了哥白尼时代，才认识到太阳是中心，地球和一些行星绕太阳转动，形成了“日心说”。再以后，又进一步认识到太阳系不过是银河系的一部分，银河系又是总星系的一部分，等等。这样一步步加深了对“宇宙”的认识。每一门科学的每一个概念，都是在不断修改对客观世界的认识中形成、产生和发展的。所以列宁说：“自然科学的成果是概念”。

我们在学习过程中，常常发生“概念不清”或“概念错误”的问题。由于“概念错误”属于根本性错误，常常导致一系列判断、推理、结论的错误，所以教师总是反复强调一定要十分注意搞清基本概念。怎样才能做到概念清楚、正确呢？

一、要搞清概念是怎样从客观事物抽象出来的。客观事物是形成概念的基础，离开了实际，概念就成了无源之水，无本之木。死记硬背的书呆子，只知道咬文嚼字，却不知所论为何物，不免到处闹笑话。古代唯心主义的“正名论”者，颠倒了事实与概念之间的关系，认为概念第一，事实第二。

二。孔子有一次走到路上，口渴了，正好路边有一眼泉水，刚要喝水，忽然看到旁边石头上刻着"盜泉"二字，因为怕影响"君子"的名声，竟忍着干渴走开了。"孔子不饮盗泉之水"就成了一个千古的笑话。我们如果在学习中，对概念的事实基础不作了解，而主观臆断，顾名思义，就不免经常出错。有的学生，在学到"电压"的概念时，顾名思义，以为"电压"就是"电的压力"，就象自来水管里的水压一样。还有的同学，学习到"导数"概念时，对导数的定义和数学表达式背得很熟，但是并不真正了解"导数"是各种力学、电学等不同变化过程的有关"变化率"抽象出来的概念，因而对于"导数应用题"就感到发怵。麦克斯韦在剑桥大学学习时，学习物理、数学等，总是求助于图解，努力把问题形象化，对空间关系、物质关系理解得异常清晰。由于他把抽象的数学形式和具体的物理概念紧密地联系在一起，他的老师霍普金斯说："这个人是不可能在物理课题上想得不正确的"。正是麦克斯韦，把法拉第的"力线"概念"翻译"成了数学的表达形式，而且沿着这条道路，创立了全部电磁理论。当然，有些概念抽象的程度更高一些，例如热学中的"焱"、"熵"，流体力学中的"雷诺数"等等，但究其根源，仍旧来自实际的客观事物。

二、要搞清概念的"外延"和"内涵"。所谓外延，是概念所反映的那一类事物。例如平面几何中"三角形"概念的外延，是锐角三角形、钝角三角形和直角三角形。所谓内涵，是指概念所反映的客观事物的本质，它的特有的属性。例如平面几何中"三角形"概念的内涵，是指由不在一直线

上的三条直线线段所围成的封闭图形。对概念的外延和内涵搞不清楚，必然发生概念错误。例如上述例子中，如果只包括锐角三角形和钝角三角形，没有包括直角三角形，就是外延过窄；如果不注意直线线段这一条件，则由曲线线段可能组成为球面三角形，产生内涵过少的错误。由于对客观事物认识深入程度的局限性，概念的外延和内涵也是在不断变化的。例如，关于“聚集态”的概念，过去划分为固态、液态、气态；而近年来，又发现了等离子态和中子态，这一概念的外延就扩展了。又例如，在古代希腊，德膜克利特提出“原子”的概念时，只认为原子是不可分割、不能破坏的物质最小组成单位；而后来，则认识到原子是可破坏的，由原子核和电子所组成的等等，这一概念的内涵就大大丰富了。在学习过程中，由于学习的深度和广度的发展，概念的内容也随之发展。例如初中物理讲述速度，一般只讲匀速直线运动，速度定义为 $v = s/t$ ；到高中物理课，则进一步讲变速运动的速度，采用平均速度的概念，定义为 $\bar{v} = \Delta s / \Delta t$ ；到大学物理，更进一步讲述瞬时速度，定义为 $v = ds/dt$ 。随着学习的深入，“速度”这一概念的内涵和外延都发生了变化。我们要使自己的学习不断深入，就要透彻地了解概念的这些变化。科学的成果是概念，在一定意义上说，学习的成果也体现在对概念的深入理解。

三、要用比较的办法，把混淆不清的概念区分开来，把正确的概念和错误的概念区分开来。《吕氏春秋》说：“使人大迷惑者，必物之相似也。玉人之所患，似石之似玉者。相剑之所患，*y*患剑之似吴干（一种有名的剑）者。”“相似

之物，此愚者之所大惑，而圣人之所加虑也。”古诗曰：“草菅虽耀终非火，荷露虽团岂是珠”。主观片面，固于成见，孤陋容闻，都可能造成认识上的偏见与混淆，因而造成概念上的谬误。要在认识上把相似、相近而容易混淆的概念区分开来，就必须对事物有透彻的了解，并且运用比较的办法，找出事物间的同中之异、异中之同，以及形同实异，形异实同。黑格尔在《小逻辑》中说：“假如一个人能见出当下显而易见之异，譬如，能区别一枝笔与一个骆驼，则我们不会说这人有了不起的聪明。同样另一方面，一个人能比较两个近似的东西，如橡树与槐树，或寺院与教堂，而知其相似，我们也不能说他有很高的比较能力。我们所要求的，是要能看出异中之同，或同中之异。”鲸似鱼、蝙蝠似鸟，而实际都为哺乳动物，这是生物学家研究的结果。科学史上，在伽利略之前，“速度”与“加速度”是混淆不清的，“质量”和“重量”也是混淆不清的。在学习中，如果我们仍然不能清晰地加以区分，也就只能停留在伽利略以前的认识水平。1980年高校招生统考物理试题第一大题第一小题：“月球表面上的重力加速度为地球表面上重力加速度的 $\frac{1}{6}$ 。一个质量为600千克的飞行器在月球表面上，质量是100千克还是600千克呢？重量是5880牛顿还是980牛顿呢？”这道题所测验的，实际上就是重量与质量的基本概念。如果基本概念不清，这道题就可能答错。即使死记住“同样物体在月球上质量不变，重量减少”，也可能答对；但是，如果进一步问：“同样物体，在地球的赤道和两极，质量、重量有无变化？”

"在海平面和高山上是否有变化？""在自由下降的电梯中有无变化？""在人造卫星上有无变化？""在火星上、木星上又会怎样？"就不一定都能答得正确。因此，要搞清一个概念，除了从明确概念的定义上搞清楚以外，还要通过反复比较，周密思考，才能比较地懂得透彻一些。

当然，我们用比较的方法来搞清概念，既要看到同中之异，又要看到异中之同。只有看到同中之异，才能区别相似的概念，弄清它们之间的本质不同，也就是弄清其内涵；也只有看到异中之同，才能弄清同一概念所包含的具有非本质差别的事物，也就是弄清其外延。世界上没有完全相同的两片树叶。如果分不清本质和非本质的区别，则概念非但不能弄清，反而会更加混淆。所以列宁说："任何比较都不会十全十美，这一点大家早就知道了。任何比较只是拿所比较的事物或概念的一个方面或几个方面来相比，而暂时地和有条件地撇开其他方面。我们提醒读者注意一下这个大家都知道的但是常常被人忘掉的真理。"

四、要懂得用下定义或划分的办法来明确概念的基本原则。在对一个概念下定义时，常用"属概念"加"种差"的办法。一般来说，所谓属概念是外延较广而内涵较少的概念，当我们对它加上足以同其他概念相区别的属性，即"种差"的时候，被定义概念就形成了。例如，"人是能制造生产工具、抽象地进行思维的动物"。这里，"动物"是"属概念"，而"制造生产工具"和"进行抽象思维"是"种差"。这样，"人"就和其他动物区别开来，形成了"人"的确切定义。形式逻辑告诉我们，下定义要遵循三条基本原则：（1）

定义概念的外延和被定义概念的外延必须相等。古希取唯心主义哲学家柏拉图给"人"下了一个定义："人是没有羽毛的两脚直立的动物"。显然，定义概念的外延过克了，按柏拉图的说法，不仅大猩猩、类人猿等和人没有区别，拔了毛的鸡也都成为人了。（2）定义不应当消环。恩格斯在《反杜林论》批判这种循环定义时说："如果规定生命就是有机体的新陈代谢，这就等于规定生命就是生命；因为有机体的新陈代谢，……正是本身又需要用生命来解释、需要用有机体和非有机体的区别即生物和非生物的区别来解释的说法。所以这种解释并没有使我们前进一步。"（3）定义必须清楚明白，不能用比喻。杜林又给生命下过一个"通过塑造出来的模式化而进行的新陈代谢"的定义，恩格斯批判道："在碰到"塑造出来的模式化'时，我们又深深地陷入了最纯粹的杜林行话的毫无意义的胡说八道。"

在学习中，教师常常用比喻的方法深入浅出地解释某些概念，学"也乐于接受这种易懂的比喻。但是，如果用比喻来代替科学的定义，就会造成概念的混乱。我们常常说对某一概念下一个严格的定义，也就是说要力求清楚准确。在教科书中，有的概念明确地用一段洞如的文字表达出来，我们应当仔细地分析它所表达的涵义；有的概念，却用一系列的公式推导和表述来加以说明，我们就应当加以提炼，搞清其中的要点。

用划分的办法来明确概念的办法，就是直接指出被定义概念的外延。这时，被定义概念称为"母项"，而所列举的外延的那些概念称为"子项"。划分是明确概念的简明办

法。形式逻辑告诉我们，用划分的办法来明确概念也有三条基本原则：（1）子项的外延的总和必须和母项的外延相等。例如，"三角函数一共有六种：正弦、余弦、正切、余切、正割、余割"。"三角函数"是母项，六种三角函数是子项，如果子项缺少任何一种，就是划分过窄。（2）划分后子项外延必须互相排斥。例如：如果把三角形分为锐角三角形、钝角三角形、直角三角形和等腰三角形，就是不恰当的，因为等腰三角形可能是锐角三角形或钝角三角形，子项不是互相排斥的。（3）每一次划分都只能根据同一标准。例如：机床可以按加工方式分为车床、铣床、刨床、磨床、镗床、钻床等；按自动化程度可分为自动机床、半自动机床、非自动机床；按加工精度可以分为精密加工机床，普通机床和粗加工机床等。我们不能把机床分为车床、自动加工机床、金属加工机床等，这样就违反了按同一标准划分的原则。

在学习中，首先要对事物有深刻理解，才能做到概念明确，而逻辑知识，则可以使我们的思维更精确、更有条理。例如，一般"属概念"是已掌握的知识，"种差"的条件及其中包含的概念也能理解，新概念就可以顺利建立起来。这就是由已知进入到未知的过程，也是常说的"循序渐进"学习原则的基础。

五、要搞清概念和语言、符号的关系。语言、文字、符号以及某些图象是思维的外壳，依靠它，人们才能表达概念，交流思想。在学习过程中，我们绝大多数的学习材料是语言、文字、符号的东西。搞清一定的文字、符号所代表的

概念内容，非常重要。每一门科学都用特有的一套文字、符号来表达各种概念。数学中有 $+$ 、 $-$ 、 \times 、 ∇ 、 \cdot 、 $>$ 、 $<$ 、 $=$ 等等；物理学中有 u （速度）、 a （加速度）、 m （质量）、 E （能量）、 A （功）等等；化学中有各种元素符号、结构式符号、反应式符号等；工程制图中更有一套表示形状、尺寸、位置、光度、精度、配合、公差等特有的“国家标准”。利用这些特殊的文字、符号，不仅简明地表达了概念，而且用来简明地进行判断、推理等思维过程。离开它，我们的学习就将寸步难行。当我们接触未曾学习过的东西，例如某一计算机语言，首先碰到的，就是那一连串的符号，如果对每一个符号所代表的概念不清楚，那你就会感到它象一本“天书”，完全不懂它是什么意思。在学习中，常常会遇到同一符号代表不同的概念，例如物理学中 S 代表长度， S 代表面积，有时还代表熵； T 代表时间， T 代表温度，有时代表张力。在不同学科中，同一符号代表的概念会截然不同，算术中的乘号（ \times ），与布尔代数中，数理逻辑中意义完全不同，到生物学更表示“杂交”。另外，同一概念，也可能用不同符号表示，如高等数学中，“导数”的符号，牛顿用 \dot{y} ，拉格朗日用 $i'(x_0)$ 或 y' ，莱布尼兹用 dy/dx ，柯西用 Dy_y 。在学习中，还会遇到有一些概念，它的文字表达已经不能确切地表示概念的本质和范畴，但由于是历史形成的产物，以致沿袭下来，为保持传统表达方式的稳定性，仍然继续使用，象“基本粒子”并不基本，自不必说，就是普通化学所说的“氧化”，也并不仅仅是“与氧化合”的意思。所以我们前面就已说过，理解概念千万不可“顾名思义”。用文字、

符号来表达概念的这许许多多问题，人们不仅十分重视，而且专门地加以研究，因而产生了一门新的学科——符号学。

总之，概念是抽象思维的起点，又常常是科学思维的成果。透彻理解概念是我们学习中必须首先做到的第一步，有创见的科学新概念的提出又常常是自然科学的辉煌成就。整个科学的发展历史，也总是首先体现在概念的补充、修正，摒弃错误概念，建立正确概念，创立新的概念，探索更新概念这样一个过程。在学习过程中，我们必须下大力量培养运用概念进行思维的能力。

三 思维的链条——判断必须恰当

思维的另一种重要形式，是判断。所谓判断，就是断定事物情况的一种思维形式。

日月经天，江河行地，鹰击长空，鱼翔浅底，……世界万物在不断运动变化着，人们的认识，也总是在追求各种判断的真实性。科学的历史，就是探求各种判断真实性的历史。“心之官则思”的话，虽然至今被人们所使用，然而从生理科学上说它是一个虚假的判断。“原子分裂可以放出巨大能量”的判断，随着原子弹爆炸的巨响，证明了它的真实性。人们学习的过程，也是认识各种判断真实性的过程。

判断，就是概念之间的肯定联系或否定联系的思维形式。如果把概念比作思维的一环，那么判断就是由概念之环

所组成的思维链条。

判断的结构形式，是用句子来表达的。简单判断用简单句子表达，复合判断用复合句表达。当然，我们不能反过来说，所有的句子都表达判断，例如多数疑问句就不表达判断。自然科学文献和教科书中，一个句子或一组句子只表示一个确定的判断，而不能表示两个以上的判断，这和文学上的一些句子不同。文学上常常有"一语双关"，"反话正说"之类的写法，以增加作品的生动性，自然科学著作则不能如此。但是，不同的句子可以表达同一判断，这常常是为了从不同角度或侧面来更清楚地表达意思，不论在文学作品或科学著作中，都是常用的。例如欧姆定律可以表述为："电流与电压成正比，与电阻成反比"；也可以表述为；"电压等于电流和电阻的乘积"。

我们知道，科学的概念常常用一定的符号来表示，逻辑概念可以用逻辑符号来表示，所以在科学著作中，大量地用各种符号所组成的公式来表达判断。当各种符号所代表的概念是清楚而确定的时候，公式所表达的判断常常具有最简明的形式。例如牛顿第二运动定律的文字表达是这样一个判断："物体受到外力作用时，物体所获得的加速度的大小与合外力的大小成正比，并与物体的质量成反比；加速度的方向与合外力的方向相同。"而用公式表达，则可以写成 $F = ma$ 。但是，公式表达的判断，由于形式上的简略，常常不能全面反映判断的确切内容，在更多的情况下，是用文字叙述和公式表达相结合的方式来表达判断的涵义。我们在学习中，如果只记住了公式，而忘记了公式所没有充分表达的内

容，就不免要发生错误。例如上述牛顿第二运动定律，如果忘记了"加速度的方向与合外力的方向相同"，对于这条定律所表达的判断就会理解得不完全。在用不同句子表达同一判断时，有的句子比较简洁，便于记忆。例如牛顿第三运动定律这样一个判断，可以表述为："当物体 A 以力 F_1 作用在物体 B 上时，物体 B 也必定同时以力 F_2 作用在物体 A 上； F_1 和 F_2 在同一直线上，大小相等而方向相反"。为了简洁，可以改述为："作用力与反作用力在同一直线上，大小相等，方向相反"。这样虽然便于记忆，但是在学习中千万不可忘记 F_1 和 F_2 是"分别作用在物体 A 和物体 B 上"，否则就可能产生"作用力与反作用力互相抵消"的错误推论；也不可忘记" F_1 和 F_2 是同时产生的"，否则也可能产生"只有作用力没有反作用力"或"只有反作用力没有作用力"的错误认识。

判断的结构形式可以分为简单判断和复合判断两大类。

简单判断也叫直言判断，它是由两个概念组成、用单句来表达的判断。例如"太阳系所有行星运动的轨道都是椭圆形"，就是一个简单判断。它由四个部分组成：

1. 主项：表示判断的对象。例中"太阳系的行星运动的轨道"就是主项。在形式逻辑中用 S 表示。
2. 谓项：表示判断对象所具有或不具有的性质。例中"椭圆形"就是谓项。用 P 表示。
3. 量项：表示判断对象的数量。例中"所有"就是量项，叫做全称量项；不包括事物的全体，如"有些"、"有的"叫做特称量项。
4. 联项：表示判断是肯定还是否定。上例中"是"是

肯定联项，此外还有否定联项。

根据量项的"全称"或"特称"低量，以及联项的"肯定"或"否定"的质，简单判断可以分为以下四种形式：

- 1) 全称肯定判断：形式逻辑简称为A判断，简单表述为：所有 S 是 P ；
- 2) 全称否定判断：简称 E 判断，表述为：所有 S 不是 P ；
- 3) 特称肯定判断：简称 I 判断，表述为：有些 S 是 P ；
- 4) 特称否定判断：简称 O 判断，表述为：有些 S 不是 P 。

应当说明，由于语言文字的灵活多样，并非所有简单判断都按上述模式表达，碰到某些情况，尚须作一些研究。例如："人皆有死"，是一个全称肯定判断，"皆"字实际上表示了"所有人"的意思，是量项。却放到了主项"人"的后面，如果按照A判断的模式，应"表达为："所有的人都要死的"。又例如："人不是植物"，是一个全称否定判断，这里把"所有的人"简述为"人"，量项省略掉了。在科学著作中，这种情况并不少见，究竟属于哪一种判断形式，必须对表达判断的句子首先作一番分析，才能搞清判断所表达的确切含义。

复合判断的形式较为复杂，形式逻辑中介绍了三类共八种形式，我们结合自然科学学习中的应用简要列举如下：

第一类：联言判断。

1. 并列关系的联言判断。"光具有波动性，并且具有

粒子性"。"金属具有金属光泽，可展延性，导电性，导热性等性质"。这都是由反映事物同时具有的两个或几个并列存在的性质的支判断所组成的联言判断。

2. 递进关系的联言判断。"爱因斯坦的相对论力学不但适应于牛顿力学范围，而且适应于高速运动的物体"。这一联言判断的后一个支判断说明爱因斯坦的相对论力学比牛顿力学具有更广的适应范围，所以是一种递进关系。
3. 转折关系的联言判断。"狭义相对论虽然可以在高速、宏观的物理现象范围内起作用，但是在微观现象领域，则从根本上还无能为力"。这一联言判断，前一支判断说明肯定方面，后一支判断说明否定方面，而且重点在后一支判断，所以是一个转折关系。

第二类：假言判断。

1. 充分条件假言判断。"如果给金属通电，则将产生热量"。如果不通电，还可能因碰撞。变形而发热。这类判断的特点是：有之则然，无之未必。一般形式是：如果A，则B。
2. 必要条件假言判断。"除非形成电场，否则不能产生电流"。如果有了电场，没有自由电子，仍然不能产生电流。这类判断的特点是：无之则否，有之未必。一般形式是：除非A，不B。
3. 充分和必要条件假言判断。"只有当磁铁棒与线圈间有相对运动时，线圈中才会出现电流"。有了相对运动，必然出现电流；没有相对运动，就不会出现电流。这类判断的特点是：有之则然，无之则否。一般形式是：只有 A ，

才 B

第二类：选言判断。

1. 相容的选言判断。英国科学家瑞利，发现从空气中制得的氮比从氮化物中制得的氮每升重量大 0.0058 克，这时，瑞利认为 "从空气所制得的氮中，或含有少量的氢，或含有少量的氧"。这是一个相容的选言判断，并未排除既含氢又含氧或含有其他未知气体的可能性，拉塞姆看到了这一点，经研究，终于发现了当时未知的新元素——氦。
2. 不相容的选言判断。"平面上的两条直线，或者平行，或者相交"。这两个选言肢。非此即彼，二者必居其一，因而是不相容的。这两类选言判断，文字表达都可以用 "或者……或者……，但意义是不相同的。为了区别，对于不相容的选言判断，有时用"不是……就是……"或加上"二者必居其一"等词语，以加强"不相容"的意思。

弄清楚这些判断的形式和特点。对于加强思维的严密性和准确性，有重要意义。当然，首先需要加强语文水平，以求通过文字能理解其确切含义，但最终要归纳到各种判断的种类和形式，才能使自己的理解更严格、更清晰、更确定。在通过文字表达自己的意思时，才能有更强的逻辑性。在从事研究和探索时，也才能更快地抓住矛盾和关键，掌握实质和联系，有助于研究和探索工作的进行。

应当明确，了解判断的形式，并不能代替对判断所表达的事物之间本质关系的理解。而只有在了解事物本身的基础上，才能作出恰当形式的判断。判断是否恰当，首先在于判断内容的真实性，其次才是判断形式的逻辑性问题。

四 推理——探寻新结果的方法

人类的认识，是由已知到未知的一种运动过程。在未知世界的汪洋大海之中，要探寻真理的彼岸，人们总是通过实践之船，依靠科学思维之桨，方能胜利到达。推理，就是人们在已有知识所形成的判断的基础上，由一个或几个已知判断推出一个新的判断的科学思维过程。这里所说的推理，是就形式逻辑来说的。尽管人们探求新的知识的方法和途径十分复杂，但都离不开推理这种思维方法。所以恩格斯说：“甚至形式逻辑也首先是探寻新结果的方法，由已知进到未知的方法；辩证法也是这样，只不过是更高超得多罢了；因为辩证法突破了形式逻辑的狭隘界限，所以它包含着更广的世界观的萌芽。”

人类的思维是复杂的，推理这种思维过程也有多种形式。对于学习和研究自然科学的大学生来说，最常用到的是演绎推理、类比推理和归纳推理。

一、演绎推理。

1. 演绎推理最常见的是直言三段论形式。例如：“自然界一切物质都是可分的，基本粒子是自然界的物质，因此，基本粒子是可分的”。在这一直言三段论推理中，前面一句称为大前提，中间一句称为小前提，后面一句称为结论。大前提和小前提都是已知的判断，结论则是一个新产生的判断。为了从已知判断推出新的判断，有两个基本条件必须遵守：一是大前提和小前提的判断必须是真实的；二是推

理过程必须符合正确的逻辑形式和规则，正如恩格斯所说：“如果我们有了正确的前提，并且把思维规律正确地运用于这些前提，那么，结果必定与现实相符。”

前提是推理的基础，前提不真实，就不能保证结论的正确，这一点容易理解。两千多年前，古希腊的亚里斯多德有一段推理：“如果宇宙无限，就不会有中心；地球是宇宙的中心；所以，宇宙是有限的”。这一直言三段论的推理之所以得出“宇宙有限”的错误结论，在下小前提“地球是宇宙的中心”是一个虚假的判断。我们在学习中，在公式、定律的推导中，有的同学常常不注意前提条件，因而费了很大力气，常常得出的是错误结论。在作习题时，如果用错公式，也会造成根本性错误。

直言推理的过程如果违反正确的逻辑规则，也不可能得出正确的结论。直言三段论推理的一条规则是：中项至少在一个前提中是周延的。例如：“一切比重小于水的物体都能浮在水面上；所有的瓷碗都能浮在水面上；所以所有瓷碗比重都小于水”。大、小前提显然都是正确的，结论为什么竟是荒谬的呢？问题在于，此例的中项在大小前提中都是不周延的。所谓中项，是指在大小前提中都出现，并把大小前提中的事物联系在一起而在结论中不出现的词句，在这个例子中，“浮在水面上”就是中项。所谓周延，是指在判断中，所论及的概念包括了这一概念的全部外延，否则称为不周延。在这一例子中，大前提不能反过来说“所有浮在水面上的物体比重都小于水”，也就是说，“比重小于水的物体”只是“浮在水面上”的物体中的一部分而不是全部，所以在

大前提中"浮在水面上"的概念不周延。同样，在小前提中，更不能说"浮在水面上的物体都是瓷碗"，所以中项在小前提中也不周延。"浮在水面上"在大、小前提中不周延，结论就当然不正确。在这个简单的例子中，我们虽然直接看出了结论的谬误，却不容易看清推理过程的错误；如果不能直接看出结论的错误，也就很可能犯了逻辑上的错误而不自觉。由此可见，掌握正确的逻辑推理形式和规则是十分重要的。

直言三段论推理的另一条重要规则是：中项只能有一个。例如："凡金属通电就会产生磁场；磁铁有磁场；所以磁铁必然通电了"。这一直言三段论中，表面看来，中项 "磁场"似乎是一个，而实际上，在大前提中指的是"电磁场"，即通电产生的磁场，而小前提中指的是"永磁场"，即磁铁所具有的磁场，这叫"中项歧义"，也就是说中项 "磁场"在大、小前提中指的不是一回事，所以结论必然是错误的。由此可见，我们在学习中，要正确地进行思维，首先要搞清各种基本概念，同时要把正确的概念运用到推理的过程中去，才能保证思维的正确性。

2. 演绎推理的另一种形式是假言推理。假言推理是以假言判断作为大前提，以直言判断作为小前提来推出结论的推理形式。例如，哥白尼提出了"太阳中心"学说以后，曾错误地认为行星绕太阳运动是沿着正圆形的轨道。后来，开普勒根据大量行星运动的观测资料，发现正圆轨道理论与事实不符，提出了椭圆形轨道理论，观测资料证明，与实际相符，因而创立了行星运动的三大定律。我们概括开普勒的研

究过程，可以归结为这样两个假言推理过程：其一，“假如行星沿着正圆形轨道绕太阳运动，那么按理论计算出行星的位置就应当和观测事实相符；理论计算与实际观测资料不符；所以行星运动不是正圆形轨道”。其二，“假如行星沿着椭圆形轨道绕太阳运动，那么按椭圆轨道计算出行星位置应当和观测事实相符；经过观测，行星运动与椭圆轨道理论计算相符；所以行星运动是按椭圆轨道”。假言推理是通过假说的方法研究自然规律的思维形式。假说是一种非常重要的科学方法，历史上新理论的产生，总是先以假说的形式出现，经过实践的反复验证，才成为科学的真理。所以恩格斯说：“只要自然科学在思维着，它的发展形式就是假说”。当然，假说只是运用已知的事实或规律，对未知的事物规律性所作的假定性说明。科学的假说，既不是毫无根据的臆测，又不是一种完全肯定的推论。假说要成为真理，必须经过实践的证明。我们在学习中和工作中，运用普遍原理来解决特殊的的具体问题时，更是大量的应用假言推理的形式。

3. 演绎推理的第三种形式是选言推理。选言推理的大前提是选言判断，小前提和结论都是直言判断。例如，伽利略在论证“落体速度与重量无关”的规律时，曾进行过这样的推理：假设你让两个重量不等的球在同一时刻从塔上掉下来，并且假设亚里士多德是对的，即假设重球更快地下落，那么，它就会逐渐地超过轻球而先击中地面。好吧，现在我们想象再作一个同样的实验，只有一点不同：这次这两个重量不同的球是用一根线系连起来的。重球将再度超前运动，而轻球却在后面牵制它，其作用相当一个制动器或刹车。于

是轻球势必增加速度，重球势必减低速度。由于它们被拴在一起，就非得同时落地不可，但它们不能象单个重球那样快地落到地面上。既然，系住它们的线使得两个球变成了一个较其中任何一个球都要重的整体物，那么，按照亚里士多德的推论，这个整体物落下的速度，无疑地就应当比其中任何一个球的下落速度都要来得快。伽利略风趣地说：“你们明白了吧！我是怎样根据你们的重物体下落速度比轻物体更快的假设，推论出一个更重物体下落速度反而比较慢的结论的。”对这种矛盾现象只能有一种解释：重球和轻球在下落时速度必须相等，只有这样，当他们拴在一起落下时才会出现同样的下落速度。对于伽利略的这段推论，我们可以简化为这样一个选言推理形式：“或者如亚里斯多德所说，重物体下落速度比轻物体更快，或者下落物体速度都相等；根据重物体下落速度比轻物体更快，推论出更重的物体下落速度反而比较慢的矛盾结果；所以轻重不同物体下落速度必须相等”。伽利略用选言推理的思辩方式，论证了落体运动规律的一条真理。这里我们可以看出科学思维在探求真理过程中的作用。不过应当注意，在运用选言推理过程中，只有大前提中的两个选言肢不相容，也就是说只有在“非此即彼”的情况下，才能用否定一个选言肢的方式，肯定另外一个选言肢。上例中，下落物体速度或是与重量有关，或是与重量无关，二者必居其一，才能得出结论。如果是相容的选言判断，不是“非此即彼”，而有第三种情况，就无法得出肯定结论。

4. 演绎推理的第四种形式是二难推理。这是一种假言

和选言推理结合起来运用的复杂推理形式。例如，欧几里德为证明 "素数有无穷多个" 这一命题，先提出一个假言判断的命题：假如素数只有有限个， N 是其中最大的一个。然后，把所有素数相乘再加 1 即 $(2 \times 3 \times 5 \cdots \times N) + 1$ ，这个数肯定比 N 大，且不能被 N 以前的素数整除。这时，再用选言推理形式论证：要末这个比 N 大的数是素数，要末它是非素数（可以被比 N 还大的素数整除），二者必居其一。无论哪种情况，都存在有比 N 还大的素数。所以 "素数只有有限个" 的命题是假的，而 "素数有无穷多个" 这个判断必然是真的。在研究复杂问题时，这种假言选言推理（二难推理）是经常用到的。

二、归纳推理：归纳推理是从个别事实中概括出一般原理的思维形式。例如，著名的哥德巴赫猜想，就是用归纳推理的形式提出来的。1742 年，德国数学家哥德巴赫根据奇数 $77 = 53 + 17 + 7, 461 = 449 + 7 + 5 = 257 + 199 + 5$ ，等例子，看出许多奇数都可以由三个素数相加而得到，于是，他归纳出一个规律：所有大于 5 的奇数都可以分解为三个素数之和。他把这个猜想写信给欧拉，欧拉肯定了他的想法，而且补充提出：4 以后每个偶数都可以分解为两个素数之和。后来，这两个命题就合称为哥德巴赫猜想。但是，这种归纳的方法是不完全的，它没有也不可能穷举无限多个对象，因而二百多年来始终是一种猜想。用演绎推理的办法来寻求对这一猜想的确切证明，是许多数学家为之努力直到陈景润也未能完全解决的课题。这种不完全的归纳推理，虽然结论不一定是可靠的，但却是发现真理的一条重要途径，在自然科

学处于收集材料、整理材料的那个历史阶段，也就是16世纪中期哥白尼提出“日心说”开始以后的那个阶段，科学上的理论思维主要以归纳推理为主，直到18世纪康德提出“星云假说”，演绎推理才逐步发展。在近代科学发展中，演绎推理起着越来越重要的作用，正如爱因斯坦说的：“适应于科学幼年时代以归纳法为主的方法。正在让位给探索性的演绎法。”然而，归纳推理的思维形式，在科学思维中仍然有着重要意义，所以爱因斯坦又说：“科学家必须在庞杂的经验事实中间抓住某些可用精密公式来表示的普遍特征，由此探求自然界的普遍真理。”恩格斯也说：“归纳和演绎，正如分析和综合一样，是必然相互联系着的。不应当牺牲一个而把另一个捧到天上去，应当把每一个都用到应该用的地方，而要做到这一点，就只有注意它们的相互关系、它们的相互补充。”

三、类比推理。类比推理是科学思维中和归纳推理有同样重要意义的思维形式。类比推理是根据两类不同对象的某些属性相同或相似而推出其他属性也可能相同或相似的逻辑方法和思维形式。传说中鲁班发明木案是受茅草刺手的启发；医生看病用的叩诊方法，是奥地利医生奥恩布鲁格受敲叩木桶估计桶中酒量的启发；哈格里沃斯发明纺纱机是有一次老式纺车倾倒，纺锤直立受到的启发；等等。近代仿生学的许多成果，都是受到生物某些结构和功能的启发而得到的。所以爱因斯坦说：“在物理学上往往因为看出了表面上互不相关的现象之间有相互一致之点而加以类推，结果竟得出很重要的进展。”“有些共同的特点，都隐藏在外表上的差别的背

后，要能发现这些共同点，并在这个基础上建立一个新的理论，这才是重要的创造性工作。”波动力学的建立，就是运用类比推理的思维而建立起来的。上一世纪，哈密顿曾揭示了几何光学中光沿费时最短路程传播（费尔玛原理）与经典力学中物体沿最短路径作自由运动的最小作用原理（莫泊图原理）之间的相似性，薛定谔想，既然经典力学与几何光学相似，那么，描述微观客体波动性的量子力学与波动光学也应当是相似的。经过仔细研究，终于建立了波动力学。我们在学习和研究中，借助于已有知识和未知的事物间类比的方法，可以更快地掌握未知的知识。但是，应当看到，和归纳推理中的不完全归纳法一样，类比推理的客观基础和逻辑根据也都是不够充分的，因而只能从中得到启发，所得的结论还必须经过实践的检验。我们在学习中常说的“举一反三”，就是一种运用类比推理思维方式的能力。例如，我们解一道代数题：

$$\sqrt{5\sqrt{5\sqrt{5\ldots}}} = 5^{t+t+t\ldots+\frac{1}{2}+\cdots} = 5^{\frac{1}{1-t}} = 5$$

实际上，化成了无穷级数求和的运算。善于“举一反三”，就能依此类推，解出以下不同形式而又类似的题：

$$\begin{aligned}\sqrt{a\sqrt{a\sqrt{a\ldots}}} &= a \\ \sqrt{a}/a\sqrt{a\sqrt{a\ldots}} &= a - \frac{1}{a-1}\end{aligned}$$

$$\sqrt{a\sqrt{a^2}\sqrt{a^3}} = a^2$$
$$\sqrt[n]{a\sqrt{a^2}\sqrt{a^2\dots}} = ?$$

应当指出，推理是一种非常重要的科学思维方法，在科学的研究和工程技术中，必须用推理的方法去作出各种预测、设计和判断。在学习过程中，也要用推理的方法才能掌握系统的知识。但是，推理并不是探寻新结果的唯一方法。探寻新结果，首先必须建立在实践基础上，只是人们在整理实践知识的时候，在把生活实践、生产实践、科学实验的实践中得来的材料进行抽象，形成概念和判断，进行推理和论证时，才用到逻辑的方法；最后，逻辑推理得出的结论，还要回到实践中去加以检验。所以，在我们充分重视逻辑推理在学习和研究中的重要意义时，不可过分夸大它的作用。如果认为世界上的一切新的知识可以单纯通过少数公理和事实无限地运用逻辑推理得出来，那就是完全荒谬的了。

五 论证的逻辑规则

《墨子·鲁问》里记载了墨子和彭轻生子的一场辩论：彭轻生子说：“往者可知，来者不可知。”墨子说：“假设而亲在百里之外，则遇难焉，期以一日也，及之则生，不及则死。今有固车良马于此，又有駕马四隅之轮于此，使子择焉，子将何乘？”彭轻生子回答：“乘良马固车，可以遠至。”

于是墨子说：“焉在不知来！”

这场辩论，墨子论证了通过逻辑推理能够获得知识，能够从已知推出未知。而墨子所用的方法就是证明的方法。

证明由三部分组成：

1. 论题：是需要加以确立的那个判断。上面例子中，“来者可知”，或者说“能够从已知推出未知”是论题。
2. 论据：是确立论题真实性所依据的那些判断，也就是已知为真实的那些判断。上面例子中，“乘良马固车，可以速至”就是论据。这种根据具体事实来作为论据的叫事实论据。更多的情况下，是用一般性的理论、原理、定理作为论据，叫理论论据。
3. 论证方式：是论据和论题之间的联系方式，也就是在论证过程中所用的推理形式。上面例子中，墨子用的是反证法，即首先假设彭轻生子的判断是真的，“来者不可知”；然后，用一个假言推理来证明彭轻生子的判断是虚假的：假设对方的亲人遇难，如果你能一天赶到百里之外相救，就可以生，否则就要死；现在有好车壮马在这里，又有坏车劣马在这里，你乘那辆车子去呢？如果“来者不可知”，那将不能决定乘那辆车子，可是，彭轻生子回答“乘好车壮马就可以很快赶到”，所以“来者不可知”是假的。既然“来者”或是“可知”，或是“不可知”，二者必居其一，所以“来者可知”必然是真的。

证明离不开推理。用概念、判断为根据推出科学结论，其实就是一种证明。推理中的结论，相当证明中的论题；推理中的前提，相当证明中的论据；而推理中的根据，则相当

证明中的论证方式。但是，证明比推理要深入一步，因为证明是先有论题，然后为论题找出论据，用符合逻辑规则的推理方式来确定论题的真实性，这显然比单纯推理过程要困难一些。而且，推理通常是单个的推理，而证明则可能由一系列的推理构成，这显然比单纯的推理要复杂一些。

证明在建立科学的理论体系中，有着重大的作用。一篇科学论文，常常是一个严密的证明过程；一本教科书，也是由一系列证明而建立的严密的科学理论体系。我们在学习中，例如证明一个数学上的恒等式，就是运用数学知识进行严格证明的过程。一九七九年高等学校招生统考数学试题中，有一道“证明勾股弦定律”的题目，有的学生作了如下证明：

按三角公式 $\cos^2 A + \sin^2 A = 1$

两边同乘 c^2 ，得

$$\begin{aligned}c^2 \cdot \cos^2 A + c^2 \cdot \sin^2 A &= c^2 \\(c \cdot \cos A)^2 + (c \cdot \sin A)^2 &= c^2\end{aligned}$$

因为: $c \cdot \cos A = b, c \cdot \sin A = a$

所以: $b^2 + a^2 = c^2$

这样的证明是不正确的，它犯了“循环论证”的错误。因为公式 $\cos^2 A + \sin^2 A = 1$ 是由勾股弦定律推导而证明的，又以它为根据去证明勾股弦定律，这种逻辑上的循环，违反了证明的规则，因而所得出的结果不能保证其真实性。

为了保证证明过程符合逻辑，必须遵守证明的逻辑规则。

1. 论题必须明确并保持同一。对所论证的对象，不仅要范围明确，不允许含混，而且在整个论证过程中要始终同

一，不允许歧义、更换、一八五九年，达尔文发表了划时代的著作《物种起源》，立即遭到了教会和保守学者的攻击。在一八六〇年的一次会上，以雄辩著称的威尔勃福斯主教对拥护达尔文学说的赫胥黎进行恶毒攻击，说：“赫胥黎教授就坐在我的旁边，他是想等我一坐下来就把我撕成碎片的。因为照他的信仰，他本来是猴子变的嘛！不过，我倒要问问，这个猴子子孙的资格，到底是从祖父那里得来的呢，还是从祖母那里得来的呢？”这位主教大人所用的是偷换论题的手法，把达尔文提出经过千百万年的发展由猿演变成人的正确论点，偷换为人是直接由猴子变成的。进而推论赫胥黎教授的祖父或祖母是猴子，赫胥黎教授本人会象猴子一样把这位主教“撕成碎片”。赫胥黎针锋相对，进行了坚决回击，他说：“我断言——我重复断言：要说我是起源干弯着腰走路和智力不发达的可怜的动物，我并不觉得羞耻；相反，要说我起源于那些自称很有才华，社会地位很高，却胡乱干涉自己所茫然无知的事物，任意抹杀真理的人，那才真正可耻！”赫胥黎教授的回答，一针见血地指出这位主教对达尔文的学说根本不懂，而是恶意地抹杀真理，进行偷换论题的诡辩。

在我们的学习和研究中，有时并非有意偷换论题，而是由于对所论事物产生糊涂认识，也可能导致论证的错误。例如，对所论事物存在的条件和范围没有搞清楚，就可能产生论题范围扩大或缩小。历史上，有人把局部范围存在的热力学第二定律扩大到整个宇宙，从热量不能自动地从低温物体传向高温物体，推论出“热寂说”的错误结论。即使在简单的几何证明中，如果把平面几何范围的平行线公理扩展到立

体几何、球面几何中，也必然是荒谬的。

2. 论据必须真实。例如前面所说的对勾股弦定律的证明，把论据的真实性依赖论题的真实性，犯了循环论证的错误。另一种情况是，用虚假的事实来作为论据，则是虚假论据的错误。现在世界范围内，虽然关于飞碟目击者的报道有许许多多，对飞碟的研究也非常广泛，但是，并没有一件飞碟摆在博物馆里，就不可能用来证明飞碟是“宇宙来客的飞行工具”。此外，以未经证实的判断或理论来作为论据，也不能证明论题的真实性，这就是称为“预期理由”的错误。科学历史上的“燃素说”，从逻辑证明来说，就是一种预期理由的错误，因为燃素是客观上不存在的，未被证实的。在许多科学假说未被证实的时候，可以用来进行推理，推理的结果仍然是未被证明的。只有假说本身或由假说推出的结果完全被证明了的时候，假说才能成为真理。由此也可以看出，虽然证明过程要用到推理的思维形式，但证明和推理仍然是有区别的。论据的真实性是证明的基础，我们在学习和研究中，必须保证论据的真实和恰当，才能获得证明的真实和可靠。例如做一道习题，所引用的公式、定理，就是一种论据。我们做习题时，如果不考虑公式、定理的适用范围，而不加分析地随意引用，那就可能出错。
3. 论证要合乎逻辑。也就是说，必须在论证中遵守逻辑推理的规则。违反推理规则，尽管论据真实，仍然不能保证论题的真实性。这一点是显而易见的。如果在论证过程中，发生了上面曾经讲到过的推理的错误，诸如直言推理的中项不周延、中项歧义，选言推理的选言肢相容等，就不可能得

出正确的推理结果，因而也就不能实现证明的科学性与严密性。

证明的一种特殊形式是反驳。反驳是用已知的真实判断去证明另一判断的虚假性。反驳的形式很多，用直接推理方式，直接指出对方论题与事实不符，是最简单而常常是最有力的反驳方式。当对方的理论是一个完整的证明过程，则可以用指出论据的错误或论证方式的错误来进行反驳。还有一种反驳方式叫归谬法，就是由对方的论断推出荒谬的结论，从而证明论题不能成立。恩格斯在反驳宇宙的热叙说时指出，如果放射到宇宙空间中的热不能再转化为另一种运动形式，那就意味着物质的运动不再具有转化的能力，运动的多样性就会消失，这就产生了运动可以部分地被消灭这样一个荒谬的结论，所以宇宙热叙说是不能成立的。反驳的方式可以用来证明一个判断的虚假性，但并不一定能证明与之相矛盾的论题的真实性。反驳和证明一样，是在学习和研究中最常用到的一种思维形式，特别在深入思考和共同讨论时，要反复使用证明和反驳的方式，以求得对事物的详尽而又确切的认识，这就是辩论或论证的过程。俗话说：“真理愈辩愈明”，科学历史上的许多重大课题，常常争论达几百年甚至上千年之久。科学上的争论，是科学发展的一种动力，因此，我们提倡科学上的“百家争鸣”，以促进科学的繁荣和发展。

实践是检验真理的唯一标准，实践也是逻辑证明的基础。不仅逻辑证明的论据必须以实践为基础，要求论据的真实性；而且逻辑证明的规则也是来自实践，是从实践中总结出来而且在实践中被证明是正确的东西。逻辑证明规则的这

种实践基础，决定了它具有公理的性质，因而在人们认识和探寻客观真理的过程中，具有极为重要的作用。首先，逻辑证明是理论和实践之间的桥梁，只有通过逻辑证明，才能由具体的、特殊的实践经验上升为抽象的、普遍的理论形式。其次，逻辑证明是由偶然性通向必然性的途径，只有借助逻辑思维，才能找出事物之间的因果性，确定理论和实践之间的必然性联系，从大量表面的、偶然的现象中探寻到寓于其中的必然性。第三，当开始建立理论或用实验检验真理受到物质技术条件限制的时候，逻辑证明能为我们提供通向真理的途径。第四，在无法以直接经验来把握的问题上，例如数学的无穷数量、天文的百亿光年距离、地质的几十亿年发展历史，必须首先借助逻辑证明来把握住它们，并经过推理，作出可由实践加以检验的推论，从而得到间接的实践证明。在这些领域，证明的作用尤为巨大。无论是自然科学还是社会科学的范围，逻辑证明都是实践证明不可缺少的辅助手段和形式。在以接受间接知识为主的学习过程中，逻辑证明更是不可缺少的求知手段。

六 读谈辩证逻辑问题

我们生活的世界，千姿百态、气象万千，形形色色、变化无穷。日月星辰、东升西落、风云雷电、雨雪冰霜、飞禽走兽、花鸟虫鱼，过去未来，生生不已。是什么在主宰着世界万物？“路漫漫其修远兮，吾将上下而求索。”人类在发展的历史长河中，不断探索着大自然的奥秘。千百年的经验

积累，逐步认识到这无穷变化着的世界，有着相对巩固和持久的东西，这就是自然规律。许许多多具体的自然规律，又有着共同的东西，哲学家把它们归纳为对立统一规律，质量互变规律，否定之否定规律。同时，也研究了这些规律表现的范畴，这就是原因和结果、必然性和偶然性、可能性和现实性、形式和内容、本质和现象，等等。掌握唯物辩证法的基本规律和范畴，就能帮助你更好地学习和研究各门具体的科学知识。所以，爱因斯坦称哲学"是全部科学研究之母"。恩格斯认为，科学家从科学发现本身可以认识到唯物辩证法，然而这是一条长期缓慢的道路，但是，"如果理论自然科学家愿意从历史地存在的形态中仔细研究辩证哲学，那么这一过程就可以大大地缩短。"所以列宁号召科学工作者要"做一个自觉的辩证唯物主义者"。

我们研究了人的思维形式，懂得了要概念明确、判断恰当、推理合乎逻辑，这是保证思维的科学性和严密性的必要条件，它也可以引导我们探索和发现新的知识，在创造性的思维之中，到处可以发现形式逻辑所研究的各种逻辑方法。

但是，仅有形式逻辑是远远不够的。光的粒子说和波动说，争论了两个世纪之久。二十世纪初，爱因斯坦创立了光的量子学说，认为光具有粒子性和波动性的双重特性。爱因斯坦的朋友别索问他："光究竟是什么呢？是波还是微粒？要知道，两者不能并存！……不是这个，就是那个。"显然，形式逻辑不够用了。然而，具有辩证思维的爱因斯坦回答说：

"不是这个，就是那个？为什么不可以既是这个，又是那个呢？光既是波，又是微粒，是连续的，又是不连续的。自然

界喜欢矛盾……”。原来，形式逻辑是一种静态逻辑，它不是从思维的运动发展角度来研究认识过程的，它没有揭示思维的辩证发展规律，没有揭示人的认识从未知到知的运动规律。正如初等数学只研究固定的数，而高等数学则研究变数一样。虽然形式逻辑是正确思维的辅助工具，但它却无法解决思维运动发展的规律性问题，而必须进一步掌握辩证逻辑。

辩证逻辑是辩证法应用于研究思维运动规律而得出的理论性认识。它研究了实践和认识、感性和理性、具体和抽象、分析和综合、归纳和演绎、历史的和逻辑的、相对真理和绝对真理等等矛盾运动的规律。辩证法的基本内容，在大学的哲学课中详细地学过，下面只重点介绍一下分析和综合、归纳和演绎、历史的和逻辑的矛盾运动规律。

一、分析与综合：分析和综合是辩证统一的两种抽象思维方法。分析是把整体分解为部分，把复杂的事物分解为简单要素，并分别加以研究的一种思维方法。自然界的物质是由什么组成的？古希腊的泰勒斯说是水，阿那克西米说是空气，赫拉克利特说是火。到了德谟克利特，又认为“从元素中产生无数的宇宙，而宇宙又分解成元素”。在中国古代，则认为金、木、水、火、土“五行”是构成万物的本原。中、外古代学者这些光辉的朴素自然观，是用分析的思想方法认识自然的杰出成就。

分析可以借助于实验进行，也可以借助于抽象思维能力来进行。通过三棱镜把日光分为七色，通过离心机把液体中不同比重的悬浮物分开，通过分析化学的办法把物质中所含

各种组成元素分开，等等。这是用的实验方法。而在刚体内部取一个"单元体"或"质元"，分析应力情况，在流体内部取一个非常小的"体积元"建立微分方程，以至在数轴上取一个很小的增量 Δx 建立微分的概念等等，用的是抽象思维的方法。分析可以把整体分解为部分，也可以把过程分解为阶段。一只昆虫的生活过程，可以分为卵、幼虫、蛹、成虫等阶段；一个四冲程活塞式内燃机运动过程可以分为进气、压缩、爆发、排气等阶段。研究一件事物的不同属性，用的也是一种分析方法。我们眼前的一台收音机，是一个整体，然而在我们的思维中，它具有一定的形状、结构、颜色、重量和性能等。无线电工程师着重研究它的结构和性能，而工艺美术师着重研究它的形状和颜色。分析就象一把思维的"解剖刀"和"照相机"，它把整体的事物割碎，分解；它把运动着的事物静止下来，分为一幅幅连续的画面。

但是，分解和静止化只是手段，其目的在于更深刻地了解其整体和运动的性质。在细胞未被发现和深入研究之前，生物科学只是一种描述性的科学，只有当人们把构成生物体的砖石——细胞进行深入研究之后，才更深刻地了解了生命的本质。正如列宁所说的："如果不把不间断的东西割断，不使活生生的东西简单化、粗糙化，不加以割碎，不使之僵化，那末我们就不能想象、表达、测量、描述运动。"学习过程中，分析的思维方法是首先和大量要用到的一种方法，因为对未知者来说，出现在面前的众多整体的事物，要能深入地认识它、理解它，首先就要分析它、简化它。于是，飞速转动的发电机，在教科书上成了两块磁铁中间夹着一圈导线的

形式，飞越天险的大桥在教科书上成了两个支点中间架着的一根梁。

但是分析这种思维方法的巨大作用，在人类认识的历史上也产生过它的副作用，这就是导致了形而上学机械论思想方法的产生。把分析过分夸大，造成了孤立地、片面地、静止地看问题的习惯，忘记了事物的整体性、全面性和不断运动变化的特性。在古人那里，芝诺提出了"飞矢不动"的命题，他过分强调飞行着的箭在每一确定瞬间都有确定的位置，在无限短的时间之内箭在某一位置是不动的，这一连串的静止画面，最后夸大为"飞行着的箭并没有运动"的荒谬结论。形而上学的思维方式，忘记了分析只是把本来互相联系的东西暂时分割开来考察，把运动着的东西暂时静止地加以研究。为了取得全面的、正确的认识，最终还必须考察各部分之间的联系，各阶段之间的连续，这就必须用综合的办法。

综合是在思想中把对象的各个部分、各个方面、各种因素、各个阶段联结起来考虑的一种思想方法。综合的特点在于不是把事物的各个部分简单地堆砌在一起，而是着重于找出相互联结的规律性。世界的物质是由什么构成的？在古代朴素的唯物主义者那里，已经猜出是"原子"；后来，化学家和物理学家经过研究，才逐步认识到万千世界的物质，都是由一百多种元素的原子组成的，而原子又是由"基本粒子"组成的，"基本粒子"又可能是由"层子"（"夸克"）组成的。人类利用分析这种思维的"解剖刀"不断地把物质细分而又细分。可是，一百多种元素之间，难道是杂乱无章、互不相关的部分吗？经过半个世纪的探索，终于由门捷列夫

找出了元素之间的联系，发现了元素周期律，这是运用综合的思维方法获得的重大成果。在学习过程中，综合的思维方法也有着重要的作用，一部热机，有着机械的、化学的、热学的、流体的运动变化，如果不综合考虑，就无法研究整体的功能。离开综合，就无法全面了解我们所研究的整体事物。

分析和综合是在认识过程中密不可分的统一体。中世纪的量热学、测温学只对热现象进行宏观的描述。十九世纪分子运动论的建立，一方面用分析的办法，把热现象分割为大量分子的无规则运动，同时又用综合的办法运用统计规律找出它与宏观热现象之间的联系，这才建立了古典的统计热力学。没有分析和综合紧密联系在一起的思维过程，统计热力学就无法建立。可见，分析必须由综合的整体出发，最后再回到综合的整体，人的认识就是循着分析—综合—再分析—再综合而一步步加深对客观事物的认识。分析和综合是互相促进，相辅相成的。当我们用分析的办法，认识了各种动物和植物的特点，我们才能综合这些不同的认识，建立生物界的图景，直至建立达尔文的进化论学说。当我们用分析的办法，深入一步认识了各种生物都是由细胞构成的，我们又在新的水平上综合从单细胞生物直到人类，建立在细胞基础上的生物界图景。当我们更深一步认识了细胞的结构，了解了氨基酸、蛋白质、DNA、RNA等的作用，我们又可以在更高程度上综合起来，建立分子生物学的生物界图景。分析的进一步加深，必然导致更高程度的综合。所以恩格斯说：“思维既把相互联系的要素联合为一个统一体，同样也把意识的

对象分解为它们的要素。没有分析就没有综合。”

二、归纳和演绎。归纳和演绎是另外一对辩证统一的抽象思维方法，它是“由特殊到一般，又由一般到特殊”的认识运动的思维方法。前面已经分别介绍过归纳推理和演绎推理的逻辑形式和规则，下面着重介绍归纳和演绎的辩证统一关系。

一般来说，演绎必须以归纳为基础。欧几里德几何是演绎推理所构成的一个严密系统，一环套一环，环环紧扣，似乎全部是由演绎推理所组成的。然而，它的整个体系，都建立在五个（平行公理如果不计，则为四个）公理的基础上，而这五个公理，恰恰只能由大量经验事实归纳得来，而不能由演绎推理得来。能量守恒定律是大量物理问题演绎推理的基础，它也是由机械的、热的、电的方面的经验事实归纳而得来的。科学体系发生根本性变革，常常是由于作为演绎基础的一般性命题有了新的归纳结果。欧几里德几何的平行公理发生变化，就产生了非欧几何的新的理论体系；牛顿力学中的伽利略坐标变换代之以洛伦兹坐标变换式，就产生了相对论力学。在学习过程中，我们不仅要十分重视演绎推理的前提所依据的一般原理，尤其要重视这些一般性原理是如何从大量实践经验中归纳出来的，才能正确理解和运用一般原理去进行演绎推理，得出正确的结论。

另一方面，归纳又常常要以演绎为指导。我们在农作物育种过程中，常常使用选种、杂交、改变环境等办法，从千千万万的作物中用归纳的办法选育我们所需要的品种。然而，这种选育并不是盲目地挑选，也不单靠大自然的恩赐，

而是以植物的遗传性，获得的性状可能在遗传中保留下来，以及环境的改变，可以使作物获得新的性状等原理为指导的有意识活动。由一般的遗传规律推论到某一作物按照规律可能产生的遗传变化，这就是推理在归纳中的指导作用。脱离开演绎的单纯归纳，很难得出正确的归纳结论。千百万年太阳和月亮东升西落的自然经验，在古人那里归纳为太阳是从海里升起又落到海里去的结论；在哥白尼之前，大多数人又归纳为太阳、月亮等是绕地球转动的结论。只有在牛顿力学出现后，才进一步找出了天体运动所遵循的力学规律。在学习过程中，当我们面对大量统计表格、变化曲线、具体事例，要用归纳的办法总结出带规律性的原理时，万万不可忘记要同时用演绎的办法，探求因果关系，运用一般原理来指导我们的归纳推理活动。

三、逻辑的和历史的辩证统一。逻辑的和历史的辩证统一，是研究逻辑体系结构和历史过程之间关系的一般规律。翻开一本教科书、一本专著，我们看到它是一个严密的逻辑体系。那些比较成熟的逻辑体系，常常是从某些最基本的概念、原理，从十分抽象的规定出发，然后，在叙述过程中不断深化、不断丰富，补充许多具体的内容。物理的力学体系，是从牛顿三定律、从质点的直线运动、速度、加速度开始，一步步研究功和能、动量和冲量，再研究刚体的运动。电学体系是从两个点电荷之间作用开始，一步步研究电场、电流、磁场、电磁感应，最后研究电磁场。可以看出，这些逻辑体系，和历史过程之间有着一致的关系，又有着一定的区别。

所谓历史过程，是指自然界发展的历史过程，或是人对自然界认识的发展过程。生物界的发展，是由无机物质到有机物质，由最简单的单细胞生物发展起来的，然后到多细胞生物，动物界从二胚层动物到三胚层动物，从无脊椎动物到有脊椎动物，从水生动物到陆生动物，从两栖类、爬行类、哺乳类直至发展到灵长类和人这样的高等生物。生物进化的这样一个由低级到高级、由简单到复杂的谱系，有时正是生物学教科书和专著的逻辑体系，这就是自然界历史发展过程和逻辑体系的一致。

在另外一些学科或专著的逻辑体系中，则反映为和人类认识历史过程的一致。人类在热力学研究过程中，十九世纪四十年代发现热力学第一定律，即热机的机械能和热能之间的关系；十九世纪五十年代发现了热力学第二定律，即关于热过程进行方向的规律；以后又由热的宏观现象进入微观，导致统计热物理的建立；二十世纪初，发现热力学第三定律，即绝对零度不能达到的原理。热力学第一、第二、第三定律的所组成的系统，正反映了人类的认识过程。

但是，逻辑体系往往突出了自然发展的主干和关节之点，而简略了它的旁枝和重复过程。例如，动物和植物同时发展的过程，在理论体系中则分为动物的发展谱系和植物的发展谱系予以研究。这是逻辑体系与自然发展历史过程的不同之点。同样，在人的认识过程中，那复杂而曲折的过程，那错误认识和弯路，在逻辑体系中都被略去了。教科书中，很少讲到“燃素说”、“地心说”、“以太媒质”理论等等，仅仅讲述那些为实践证明是正确的东西。人类自然观的发展，经

历了古代朴素的自然观，中世纪神学的自然观，形而上学的自然观，最后发展为辩证唯物主义自然观。教科书中也力求用最科学的辩证唯物主义自然观作为指导，来阐明自然科学的各种原理，而舍弃那些不正确、不完全的自然观。这也是逻辑体系与人类认识过程的不同之点。

了解逻辑的和历史的辩证统一，对于学习自然科学有着重要意义。首先，按照逻辑体系来认识自然，能为我们提供一条通向真理最简捷的道路。其次，按照逻辑体系来认识自然，决定了必须循序渐进，才能符合人的认识规律。第三，使我们懂得仅仅是系统的理论学习，还不能完全理解人类探索科学规律的认识过程，必须重视科学史的学习，重视科学方法论的研究，吸取历史上人类探索自然的丰富经验教训，进行科学研究的训练，才能培养独立工作能力和创造能力。所以爱因斯坦说："根据原始论文来追踪理论的形成过程却始终具有一种特殊的魅力；而且这样一种研究，比起通过许多同时代人工作的对已完成的题目作出一种流畅的系统的叙述来，往往对于实质提供一种更深刻的理解。"

研究辩证唯物主义哲学，研究辩证逻辑，同样是为了获得如爱因斯坦所说的这种"更深刻的理解"。伟大的科学巨匠牛顿，由于摆脱不了唯心主义，无法解释宇宙的星体最初是怎样按照牛顿定律运动起来的，不得不乞求"神的第一次推动"。物理学家克鲁克斯，也相信有"神灵的世界"。正如恩格斯所说："不管自然科学家采取什么样的态度，他们还是得受哲学的支配。"当然，我们也不能把唯物辩证法当作现成的模式去套经验的材料，不能认为辩证逻辑是一种按图索骥通向

真理的万能通道。所以恩格斯又说："仅仅知道大麦植株和微积分属于否定的否定，既不能把大麦种好，也不能进行微分和积分，正如仅仅知道靠弦的长短粗细来定音的规律还不能演奏提琴一样。"普遍性的规律只能包括而不能代替具体的科学规律，辩证法和辩证逻辑只能指导而不能代替我们对具体科学知识的学习。

七 关于创造思维

在科学的巨著之中，在知名教授的讲演之中，世界的科学图景是那样严密，由概念、判断、推理、论证组成的体系，简直是天衣无缝。科学史上的曲折、迂回、谬误和失败，统统不见了，所留下的，只是一条毕直地通向真理的大道。科学家在寻找真理过程中的想象、假设、灵感和机遇也统统不见了，似乎一切科学都只是由严密的推理、论证而一步一步得出的。

在科学家的传记、科学史著作中，我们看到的却是另一种情况。化学家凯库莱，在瞌睡中看到壁炉中的火焰在跳舞，忽然它们又变成一条条蛇，其中有的"蛇"咬住自己的尾巴，形成一个圆环；突然，凯库莱顿悟出苯的分子式的环形表示法。法拉弟在多年探索磁转化为电的问题中，孜孜不倦地工作，最后劳累过度而不得不休假，当他返回实验室时，却几乎毫不费力地马上得出了结果。拉普拉斯说过："我常常注意到，把某个非常复杂的问题搁置几天不去想它，当我再拣起它重新进行考虑时，它竟变得极其容易。"大量的科

学发现，在长期探索之后，常常是在一种似乎不合逻辑、不合理性，然而是一种创造性见解的飞跃形式中产生的。这种飞跃，甚至可能在不止一个人的思想上萌动很长时间之后，以一种突然闪现的形式出现。我们称之为顿悟、灵感或机遇，这说明，人的思维规律是极为复杂的，科学中的创造性，要求人们严格、严密、有条理地去逻辑思考问题，同时要求人们具有灵活、机动而自由开阔的思维方法。严谨而不呆板，灵活而不杂乱，这是在学习过程中就应当培养的科学思维特点。想象的能力，善于抓住"灵感"的能力，善于捕捉"机遇"的能力等等，是创造性思维不可缺少的能力。

一、谈谈想象能力。想象的天赋，是一种十分宝贵的能力。想象，或称幻想，是自古以来人类思维历史中闪现着绚丽光彩的一种传奇般的方式。翱翔在空中的鸟类，使人们幻想给自己安上翅膀，终于，在二十世纪的前半个多世纪，由第一架动力飞机发展到人的足迹踏上了月球的土地。古人幻想的"千里眼"、"顺风耳"，终于由马可尼和波波夫实现几百码距离的无线电通讯，在二十世纪的七十年代发展到从地球到木星的自动星际站之间几十亿公里的通信；由伽利略的望远镜，发展到用射电望远镜能"看"到百亿光年之远的天体。美国天文学家黑尔说："我们切莫忘记，最伟大的工程师不是那种被培养成仅仅了解机器和会运用公式的人，而应是这样的人，在掌握机器和公式的同时，并未停止开阔视野及发挥其最出色的想象能力。一个缺乏想象能力的人，无论从事工程技术还是美术、文艺或自然科学都不会做出什么创

造性成绩来的。"爱因斯坦说过："想象力比知识更重要，因为知识是有限的，而想象力概括着世界上的一切，推动着进步，并且是知识进化的源泉。严格地说，想象力是科学中的实在因素。"牛顿有一句名言："没有大胆的猜测就作不出伟大的发现。"列宁也曾经说过："有人认为，只有诗人才需要幻想，这是没有理由的，这是愚蠢的偏见！甚至在数学上也是需要幻想的，甚至没有它就不可能发明微积分。"

想象能力是发明创造的一种重要能力，也是学习的一种重要能力。学习主要依靠语言、文字、图形等第二信号系统的间接材料，虽然辅之以现场参观、实物、模型、标本等实际材料，终究是有限的。如果不能在实践经验的基础上充分发挥想象能力，学习就很难进行。特别是对有一些看不见、摸不着的东西，如高分子化合物各组成原子的空间结构，原子中原子核和电子的空间结构等，没有想象能力就很难掌握。也许有人认为，在学习阶段，幻想可能没有必要吧？其实，只有善于幻想，才能使思维灵活、思路开阔，提出种种深入思考的问题来。如果我们象牛顿一样，幻想有一台架在高山顶上的平射炮，炮弹初速越大，炮弹落点越远；如果速度足够大，炮弹就可以围绕地球飞行。这样一想，对人造卫星的飞行原理就会有更形象的理解。因此，有根据的幻想，对学习同样是必要的。对理工科大学生来说，最重要的是发展空间想象能力，同时要发展逻辑思维的想象能力。理想实验就是逻辑思维想象能力的一种。

二、谈理想实验。科学方法论中，有一种称之为"理想实验"，或称为"想象实验"的思维方法，是一种想象和逻

辑推理相结合的方法，在科学发展历史中有着重要的作用。伽利略在建立惯性定律的过程中，曾经用过这种方法。在实验中，伽利略注意到，当一个球从一个光滑斜面上滚下来接着又滚上第二个光滑斜面时，球在第二个斜面所达到的高度几乎和它在第一个斜面上开始滚下的高度相等，只有一个微小的差别。伽利略断定，这一微小的差别是由于摩擦而产生的，如果没有摩擦，则高度将恰好相等。他又进一步推想，如果没有摩擦，第二个斜面斜度不管怎么小，球总是要达到相同高度。最后，想象到如果第二个斜面斜度完全消除，成为一个无限的平面，那末，球从第一个斜面上滚下来之后，将永远不可能达到同样的高度，因而将以恒定速度永远不停地运动下去。这个实验在一般情况下是无法实现的，而只能在想象中进行，然而，它却得出了"动者恒动"这一经典力学基础的重要结论。爱因斯坦在建立相对论理论中，也应用了"理想实验"的方法。在论证狭义相对论关于同时性的相对性概念时，他设想在以接近光速行驶的火车前方和后方同等距离有两道同时发生的闪电，在铁道旁的观察者眼中，它们是同时发生的；而在火车上的观察者看来，却先看到火车前方的闪电，而后看到火车后方的闪电，也就是说，两者不是同时发生的。

"理想实验"不仅在科学的研究中有重要作用，在学习过程中也是一种重要的学习方法。在物理学习中常用到的一种称之为"隔离法"的方法，实际上也是一种"理想实验"的方法。在论证浮力定律时，我们想要知道一个铁块在水中受到多大的浮力，可以用一把"假想的刀"，把相当铁块的一

团水挖出来，这团水在水中既不上升也不下沉，那么，支持这团水靠什么呢？靠浮力，而且这浮力的大小和这团水的重量将完全相等。取走这团水，放上铁块，则铁块所受到的浮力也必然和这团水的重量恰好相等。从这里可以看出，科学研究中的科学方法论和学习过程中的学习方法，在思维方法上有许多地方是一致的。为了掌握科学的学习方法，我们应当很好地学习科学方法论。

三、谈机遇。善于抓住科学探索中的"机遇"，常常给科学的研究带来意想不到的重大发现；而粗心的人，却常常失去了自然所给予的宝贵启示。伦琴发现 \times 射线之前，牧师弗雷德里克·史密斯就多次发现过在克鲁克斯管附近密封着的照相底片上出现雾管，但他除了沮丧以外，并未探求其原因，只有伦琴才抓住了这一机遇。1781年赫谢尔发现天王星之后，人们才发觉，这一天体在此之前至少已观察到二十次了，但一直没有把它当作一颗行星。免疫法的发现，为人类防治传染病提供了极强大的武器，巴斯德在作出这一具有历史意义的发现时，却完全是一个偶然的机遇。巴斯德在研究鸡霍乱病时，用鸡汤作培养液，把它注射到鸡身上以观察病情的变化。一次，他外出一个短时间回来后，发现被注射过的鸡仍然健康地活着，经检查，原来注射的是一瓶失效了的培养液。经过深入研究，终于发现了减弱病原体免疫法的原理。这种抓住偶然机遇的能力，是建立在精心研究的基础之上，所以巴斯德总结说："在观察的领域中，机遇只偏爱那种有准备的头脑。"

要培养这种抓住"机遇"的能力，在学习中就必须养成

多疑好问的习惯，培养置疑善问的能力。只有不断提出问题，不断解决问题，才能使学有长进，并培养独立思考的能力。如果在学习中不去穷根问底，满足于舒舒服服接受现成的结论，把书本上的知识视为万古不变的教条，那也就没有科学思维可言了。我国古代学者朱熹说得好：“读书无疑者，须教有疑。有疑者却要无疑，到这里方是长进。”所以他提出学习的方法是：“小有疑处，即便思索，思索不通，即置小册子，逐日抄记，以时省阅。俟归目逐一体会，切不可含糊护短，耻于咨问，而终身受此黯害以自欺也。”即使是名家之言，经典之著，也不可盲目轻信而不通过自己的头脑。

科学思维能力的训练和培养，需要从多方面进行，不可能有一种固定的程式，难以一概而论。一个人有丰富的想象力，思路开阔，就能使思维摆脱传统见解的束缚，不受已有知识的局限，不为权威意见所制约，敢于开创新的道路。英国物理学家丁铎尔说：“有了精确的实验和观测作为研究的依据，想象力便成为自然科学理论的设计师。”一个人思路明确，思维集中，就能善于抓住要点，掌握关键，打开未知领域的大门。哈维在提出血液循环论之前，虽然许多人都怀疑过盖伦的学说，但没能抓住要害。哈维想到，如果血液不循环，那么，究竟流过心脏的血液有多少呢？经过简单计算，发现每小时心脏排出的血液竟是人体重量的三倍，这无论如何是旧的理论所解释不了的。一下子抓住要害，深入突破，获得了决定性的成功。一个人思路敏捷，思维灵活，就能不拘泥于一种思路，固守一种方法，而是开辟更多的途径，增加成功的可能性。

八 如何发展科学思维能力

高明的外科医生需要锋利的手术刀，才能切除病灶，修复病体；高明的艺术家需要锋利的雕刻刀，才能把木头、石头变成栩栩如生的人物形象。高明的科学家也需要一把锋利的刀，这就是他的思维能力。只有掌握了犀利的思维能力之刀，才能在探索自然规律中做到“去粗取精，去伪存真，由此及彼，由表及里”。

科学思维能力不是天生的，也不是读一两本书就可以得到的，只有在学习和科学实践中进行具体思维，才能逐步锻炼培养。但是，人类研究思维规律的理论成果，可以使这种实践锻炼更加自觉，更为迅速。为此，向青年朋友们提出下面几点建议。

1. 认真学习马克思主义哲学。哲学，是一切科学最普遍规律的总结。马克思主义哲学，是现今人类哲学发展的最新阶段，它具有高度的革命性和科学性。人的思维，自然科学的思维，总是在一定的哲学观点支配下进行的；不管你是否意识到这一点，它总在起着无形的指导作用。历史上有成就的科学家，尽管许多人的哲学思想受到历史的局限，但都在一定程度上自觉或不自觉地运用了唯物主义和辩证法的哲学思想。有些杰出的自然科学家，尽管他们宣称自己和哲学无关，然而。他们在研究科学时，不从主观臆测出发而凭借客观事实，不以提出假说而终结，必定要以实验来加以检验，这就只能是唯物主义的。所以恩格斯说：“辩证法对今天

的自然科学来说是最重要的思维形式。"

2. 要学一点逻辑学。李卜克内所在《回忆马克思》中说："应该逻辑地思维和明确地表达思想'，一有机会他（指马克思）就对我们'年轻小伙子'这样说，并强迫我们学习。"列宁也说："形式逻辑——在学校里只讲形式逻辑，在学校低年级里也只应当讲形式逻辑（但要加一些修改）——根据最普通的或最常见的事物，作出形式上的定义，并以此为限。……辩证逻辑则要求我们更进一步。"学习逻辑，能够帮助我们提高认识能力和分析能力，能够帮助我们提高逻辑思维能力和推理、论证的水平，能够帮助我们提高科学表述的能力。当然，学习逻辑学，只能指导而不能代替我们对具体科学问题的思维，必须在科学材料的逻辑分析中才能深刻理解并熟练运用逻辑知识。黑格尔在《逻辑学》一书中写道："逻辑对于刚开始研究逻辑以及一般地刚开始研究各种科学的人⁵说来是一回事，而对于研究了各种科学又回过来研究逻辑的人说来则是另一回事。"列宁非常赞赏这一句话，在列宁的《哲学笔记》一书中加以引用并写上了"微妙而深刻！"的评语。
3. 在独立思考中发展科学思维能力。高尔基说："一个人如果常常锻炼自己的身体，他就能健康、耐劳、灵敏，自己的智能和意志也要同样锻炼。"刀子愈磨愈锋利，思想愈用愈灵活。独立思考能力是逼出来的，要自己逼自己，要不断地向自己提问。不断提出疑问，不断解决疑问，知识才能长进，思维能力才能提高。独立思考，最重要的是"独立"二字，每一个问题，由头到尾，由具体到抽象，由理论到实

践，都要通过自己的头脑。独立思考，也并不是一味地闭门读书、冥思苦想，而要通过多种形式进行。例如同学之间的讨论、争辩，对于锻炼独立思维能力就有很大的促进作用。独立思考，在某种意义上说，是一种习惯。调查超常儿童和少年大学生的结果证明，他们几乎都有一个共同的特点，就是自小爱提问，这说明他们自小养成了爱思考的习惯，因而有较强的思维能力，容易接受新知识。

4. 善于通过总结自觉地研究自己的思维方法。在学习过程中，一般人仅仅满足于弄懂具体科学问题本身，善于思考的人则进一步整理自己的思路，总结思考中的经验教训。一个人的具体思维过程是十分复杂的，在得到某一认识的思维过程中总要犯各种错误。有时由于基本概念不清或错误，以致一系列判断、推理都不可能正确；有时推理过程不符合逻辑规则，也会得出荒谬的结论；有时拘泥于一种思路，思维缺乏灵活性，换一种思路就可能豁然贯通，如此等等。总结各种具体的进行思维的经验，再提高到逻辑和哲学的高度加以概括，就可以得到更深刻的认识，建立在更加自觉和主动的基础之上。
5. 要学一点科学史。从科学史中，我们可以了解到前人探索真理的足迹，可以看到前人的思维过程，得到思维的宝贵经验。据说，法拉第在研究磁能否转化为电的过程中，花了九年时间，做了许多实验，最后，当磁铁在线圈内运动时，终于产生了电流。一个简单的动作，竟用了这样长的时间，不是方向不正确，不是实验技巧不高明，也不是实验设备的限制，关键在于没有掌握能量守恒的原理，思维缺乏正

确理论的指导。

科学思维能力既是工作和研究的主要能力，又是学习过程中的重要能力。我们衡量一个人的才能，要看他所具有的知识、技能和技巧，更重要的是看一个人的思维能力的高下。发展科学思维能力，应当作为我们发展学习能力的核心；按照科学的思维方法来进行学习，是最根本的学习方法。在发展科学思维能力方面，希望青年朋友们不要吝惜自己的力量。

第七章 掌握记忆规律，发展记忆能力

一 记忆——智慧的仓库

记忆是人脑的一种极为重要的特性，是一种智力活动中必不可少的能力，它又具有复杂的心理学特征。人类没有记忆，就没有智慧活动可言。正如宋代学者张载所说：“不记则思不起。”

记忆对于学习过程有着特别重要的意义。学习过程，无非要达到掌握知识和发展能力两个相互联系的目标。掌握知识就是理解和记住前人所获得的各种知识；而发展能力，包括观察能力、思维能力、想象能力、记忆能力和动手能力，不仅要以记忆必要的知识为基础，而且记忆本身就是一种重要的能力。我国春秋时代的孔子说过：“温故而知新，可以为师矣”。他的学生子夏说：“日知其所无，月无忘其所能，可谓好学也已矣。”俄国的苏沃诺夫说：“记忆是智慧的仓库，要把一切东西迅速地放到所应放的地方去”。

在学习过程中，按照知识本身所具有的逻辑结构体系，由易到难，由浅入深，循序渐进地掌握知识是一条根本的规律，因此，后学知识必须以掌握和记住先学的知识为基础。

夸美纽斯说：“一切后教的知识都根据先教的知识”。“要使后学的功课能依靠先学的功课，要使一切先学的功课能够靠后学的功课固定在心里。”当一个学生忘记了算术的知识，就无法进一步学习代数知识；忘记了代数基本知识，就不可能学好微积分。在学习中，记不住必要的知识，在以后继续学习过程中，就难免要时时复习过去所学的知识而发生极大的困难。

通过学习，掌握和记住的知识的多少及其结构，对从事实际工作也有重大意义。一个优秀的科技工作者，总是对他所经常用到的基本原理、定律、公式、数据有着准确的记忆，而不必碰到每一个具体问题都要去翻书、查表。历史上许多杰出的人物，非常重视发展记忆能力。克鲁普斯卡娅回忆列宁时说：“列宁所记录的东西，后来都反复阅读过，这从他所标记的那些符号和着重号可以看出来”。马克思的学识十分渊博，是从艰苦学习中得来的。为了著《资本论》而读的一千五百种书，都有摘要，并且经常阅读自己的笔记。经过深思熟虑的问题，就综合起来，写成专论，从青年时代起，到逝世为止，从未间断过。一个人事业的成功不能不取决于学识的渊博，而渊博的学识又和较强的记忆能力有关。因此，提高记忆力，是培养自己成为有才能的人的一个重要因素。

为了提高记忆能力，古今的教育学家、心理学家，都注意研究记忆的心理本质，以及提高记忆能力的方法途径。艾宾浩斯是首先系统研究记忆规律的心理学家。教育家夸美纽斯也认为：“天天训练记忆的办法对于青年人不但目前有用处，而且对于他们终生终世都是有用的。”现代教育学中，教

育的巩固性原则是一条重要的教学原则。巩固性原则的基本要求，就是要牢固地掌握知识，随时都能在记忆中再现出来，并能在学习和实践中加以运用。巩固性原则的实现，最主要的是依靠学生掌握正确的记忆方法。行之有效的记忆方法很多，例如：

系统记忆法：根据事物内在联系结合为一个系统的记忆方法。例如一百多种化学元素的原子序数、原子量、性质等等，应当按照元素周期表的族和类的纵横联系来记忆。

分类记忆法：按照事物性质、特征分类来记忆。例如，植物和动物按照纲、目、种、属分类，不仅可以掌握它们共性和个性、相同点和相异点，也便于记忆，不致混淆。

对立记忆法：按照事物的矛盾对立统一关系，成对地记忆。例如，指数函数与对数函数公式，三角函数与反三角函数公式，微分公式与积分公式，都可以互相联系起来记忆。

区别记忆法：按照事物的形式相同而本质不同，或本质相同而形式不同，掌握其共同点和差异点进行记忆。例如，物理中的能量公式形式相同，而符号和所代表的物理量不同，机械运动动能 = $\frac{1}{2}mv^2$ ；弹簧弹性势能 = $\frac{1}{2}kx^2$ ；电容器储存的电能 = $\frac{1}{2}cu^2$ ；电感线圈储存的磁能 = $\frac{1}{2}LI^2$ ；电场的能量密度 = $\frac{1}{2}eE^2$ ；磁场的能量密度 = $\frac{1}{2}uH^2$ ；转动物体的转动动能 = $\frac{1}{2}Jw^2$ ；弹簧振子的振动能量 = $\frac{1}{2}kA^2$ ，等等，可以互相联系掌握其共同规律，互相对比搞清其不同的物理意义，既便于理解，又便于记忆。

规律记忆法：掌握事物的共同规律而分别记住不同部

分。例如：英语单词的构词法，掌握词根、词头和词尾，对记住单词就比较有利。物理学中，掌握能量守恒和转化的原理，对理解力学、热学、电磁学等不同运动形式有着共同的意义，也便于记忆。

逻辑记忆法：掌握知识的逻辑结构体系来进行记忆的方法。例如， $\sin^2 A + \cos^2 A = 1$ 应从三角函数定义及如何推出这一恒等式来理解和记忆；物理学中经典力学的各种定律公式要从牛顿三定律在不同运动形式下的应用来理解和记忆。

循环记忆法：根据记忆和遗忘的时间规律来记忆。例如，英语单词在记熟以后未完全遗忘之前进行复习，随着遗忘较少，复习的时间间隔逐渐拉长，不断循环地学记新单词、复习旧单词，达到完全记住的目的。

简化记忆法：利用简明的公式、示意图、口诀等记住复杂的内容。

重点记忆法："少则得，多即惑"，在分紧的内容中抓住重点和关键，就能"提要钩玄"，"纲举目张"。

实践记忆法："眼看千遍不如手过一遍"。"听过不如看过，看过不如干过"。亲自动手做过的实验、习题，总是难以忘记。

直观记忆法："眼见为实，耳听为虚"。学地理要多读地图，学动植物要多看标本图册，学建筑学的要多观察各种建筑物或图样，等等。

回忆记忆法：复习时，先进行回忆，再看看哪些回忆错了，为什么会错的，经过几次反复，一段内容就可以记住。读写记忆法：高声朗读、默读、边读边写，对学习外语

比较有效。

兴味记忆法：联系奇异现象，历史故事，科学幻想等，能引人入胜，记忆效果就比较好。阅读《趣味物理》、《趣味数学》及各种科普杂志，在轻松愉快之中，可以牢牢记住许多有益的知识。

这样具体的记忆方法，还可以列举许多。在实际的学习过程中，有的人用某种方法取得了效果，用另一种方法却无效；在学习某一门功课时行之有效的记忆方法，用到另一门功课也许又不行。这是为什么呢？加强记忆能力有没有共同的一般规律呢？这些问题可以从心理学、教育学中找到理论性的答案。现在，据说科学家已分离出动物的某些记忆素，并设想制造出包含大量信息的蛋白质，人吞服之后可以把知识直接转移到大脑里。但是，目前仍然不过是《圣经》中伊甸园里智慧果的幻想；现实中，知识的记忆只能通过学习才能达到。

二 "黑箱"理论——探索记忆的本 质和属性

苏联的物理学家朗道，未到入学年龄就掌握了初等算术，十二岁通过了大学入学考试，通晓了全部高等数学，十四岁进入巴库大学，同时在数理系和化学系学习，十五岁转入列宁格勒大学，十九岁大学毕业之前，就发表了两篇关于量子力学的论文，二十岁来到欧洲，和物理学家波尔、泡利、狄拉克等一起工作，一生作出了许多重大的创造性科学成果。然而，1963年因车祸大脑受伤以后，朗道就再也无法进

行科学工作了，虽然到1968年朗道才逝世，可是科学家们说：作为科学家的朗道，1963年已经死去了。具有很高智力的朗道，大脑受伤以后就完全丧失了他的智力。人类的一切智力活动，都离不开大脑的物质基础。记忆也不过是大脑的一种特性而已。当大脑受到机械的、病理的、药物的损伤后，就常常部分地甚至整个地破坏了记忆能力，表现为"健忘症"。严重的成为白痴，原来所记忆的知识也部分地或全部遗忘。

大脑是依靠什么来执行记忆功能的呢？生物学家巴甫洛夫曾经作过研究。他曾这样来描述："在一定时期内，在外来的与内在的刺激影响之下发生兴奋和抑制状态其沿着大脑半球皮质的整个确立和分布情形，若在单调的一再重复的环境当中，就愈来愈坚固起来了，而且完成得也愈来愈容易和愈来愈自动化起来了"。现代生物生理学家研究结果认为，大脑的灰质神经细胞具有记忆功能。神经细胞的神经纤维象树枝一样长出许许多多树状突起，而且树状突起的末端，即突触，又附着在远远近近的其他神经细胞的细胞体、神经纤维和树状突起上，组成一个极其复杂的网络。但是，在这个复杂的网络中，是依靠什么来执行记忆功能的呢？是靠核酸、靠蛋白质或是靠其他化学物质呢？现在还没有弄清楚。可以说，人的大脑还是一个"黑箱"，就是说，它的内部机理并没有完全弄清楚，而它的整体特性是可以被研究清楚的。因此，我们研究人脑记忆功能的生理基础，还只能用所谓"黑箱"理论的研究方法，即只研究其外部表现出来的心理学特性，而不深究其内部机理。

人脑的记忆功能，主要是以回忆和认知的效果表现出来的。从前感知过的事物，现在不在眼前而能把对它的反映重新呈现出来，叫做回忆。当提到欧姆定律，能写出 $U = iR$ 的公式并加以解释；提到内燃机。能画出曲轴、连杆、汽缸、活塞、汽门等主要部分的简图，能解释它的四个冲程的循环运动，这就是回忆的效果。客观事物在眼前，能够辨认出过去感知过的有关内容，叫做认知。看到一个英文单词，能辨认出过去学习中所了解的中文意义，看到一幅照片，能辨认出这是过去曾见到过的某一个人，这就是认知的效果。一般说来，回忆的效果高于认知的效果，当记忆不甚牢固时，仅能认知而不能回忆，例如一个外文单词尚未完全记住时，仅能读出而不能默写出来，常常需要多次反复认知，才能达到回忆的效果。

认知又可以分为知觉认知和思维认知。知觉认知，是断定眼前的事物"曾经看到过"，"曾经听说过"或"曾经感受过"。而思维认知，则是断定某个问题"曾经考虑过"，"曾经研究过"。在大多数情况下，这两种认知不是截然分开的，思维总是伴随着知觉而产生，思维认知也总是伴随着知觉认知而出现。一般说来，思维认知比知觉认知更深刻一些。当你见到一台仪器，也许你可以辨别出过去在某个实验室见到过，但对仪器的名称、作用、性能一无所知；假如你曾看到它被用来进行某种实验，曾经思考过它的用途、构造，那么，你的认知效果就丰富而深刻得多。在学习中，必须加强独立思考，反对"走马看花"，就是要提高思维认知的效果。认知记忆的牢固程度是不同的。某些事物"一眼就认出来"，立即认

知；而某些事物却要经过比较、整理、联想，才能确认。如果完全不能认知，那末就完全没有记忆效果，就是记忆的消失或称遗忘。认知也可能产生错误。记忆不牢，或缺乏对比的记忆而产生混淆，都可能发生错误，这就是错认。错认是认知的失败，在学习过程中要力求避免。用区别记忆法或对比记忆法，是克服错认的一种有效方法。

回忆可以分为有意回忆和无意回忆两种。有意回忆是有回忆的任务，自觉追忆以往的东西。考试时回答问题，写实验报告时回忆实验过程，复习时回忆教师的讲课，都是有意回忆。无意回忆是没有预定的回忆意图而产生的不自觉的回忆，往事突然涌上心头，见景生情，或是感触很深的事情索回脑际不能摆脱，都是无意回忆。反复地任意识地回忆能产生深刻的记忆效果，这就是复习对记忆的作用。而无意回忆也能产生不自觉的记忆效果，有时作用也很巨大。例如你想了解动物的知识，恰好读到一本写得十分生动有趣的动物学书籍，使你反复玩味、爱不释手，虽然读完了，书中的精美插图，栩栩如生的描述，使你情不自禁地经常想到它，那么，可以肯定，你对书中的大部分内容一定会记得比较牢固。

回忆又常常以联想的形式出现。联想是回忆某一事物时重现出与之相关连的事物的记忆效果。如果你过去到过飞机场看过飞行表演，那么，当提到歼击机时，会马上在你的脑海里显现出宽广的机场、笔直的跑道、高耸的塔台，会使你想起整齐排列的歼击机、巨大的轰炸机、轻巧的直升机，甚至想起你看到过的歼击机特技表演等等，这种不自主的联

想，称为自由联想。可是，当考试时要求你回答某种元素的原子结构、性质和它可能组成的化合物时，你的头脑里就首先会浮现出来元素周期表，同时想起这种元素的位置以及周围相邻元素，还可能想起学习时所做过的有关实验。根据你所联想到的这些内容，就能准确地回答问题。这种根据需要而产生的联想，称为控制联想。我们的知识保留在记忆中，总不是孤立的，总是与有关的东西联系在一起。这种联系如果符合知识本身的逻辑结构体系，很有条理，那么，就象苏沃洛夫所说，在智慧的仓库里，把一切东西放在了它应有的位置。反之，杂乱无章，支离破碎，你就不能迅速地联想起所需要的东西。所以在学习过程中，教师总是强调要学生自己进行小结、总结，经常整理自己的知识系统。缺乏这种功夫，就常常造成回答和讨论问题时“下笔千言，离题万里”，或“东拉西扯，主次不分”。为了训练自己成为一个具有科学素养的科技人员，应当努力避免这种记忆中的混乱现象。

联想对于学习，特别对大学生的学习，有很重要的作用。按照联想所反映事物的关系不同，通常分为四种：（1）接近联想。在空间和时间上接近的事物，容易形成联想。如上面提到的由歼击机联想到机场等；（2）相似联想。指某一事物的感知或回忆引起对和它性质上接近或相似的事物的回忆。在学习中，比喻就是利用这种相似联想的作用。例如用水波比喻光波、声波、电磁波等等；（3）对比联想。指某一事物引起和它具有相反特点的事物的回忆。例如由风扇联想到涡轮机，由活塞式压气机联想到活塞式发动机等；（4）关

系联想。客理事物之间联系多种多样，由关系引起的联想也是多种多样的。由部分联想到整体，由后果联想到原因，由实际联想到理论，由模型联想到实物等等，都是一种关系联想。善于学习的人，总是把联想作为促进记忆效果的一种重要的方法而加以利用。

回忆还可以分为直接回忆和间接回忆。所回忆的事物能直接呈现出来，称为直接回忆，默写出一个外文单词，背诵出一个数学公式，不需要经过思索，就是直接回忆。而需要经过比较、推理、判断，运用联想才能准确回忆的情况，则称为间接回忆。如果三角恒等式的某一倍角公式记不准，需要由基本的三角恒等式推导才能肯定其正确性，就是用的间接回忆方式。能够直接回忆，说明记忆牢固，便于运用，当然是最好的记忆效果。某些知识，例如外语的单词和基本句形结构，必须达到“冲口而出”的程度，在会话中不容许有多少思考的时间，这就要求在学习中强调直接回忆。但是，事事都直接回忆，必然造成记忆内容的庞大数量，也容易割裂知识之间的联系，因此，间接回忆在记忆中也有着巨大的作用。在教学中，教师既强调要把基本的概念、定律记得经熟，又总是告诫同学切不要死记硬背。

人脑的记忆效果，由认知和回忆的不同情况表现出来。记忆能力的强弱，则可以由记忆的广度、精度、速度和巩固性来衡量。

记忆的广度。即记忆事物内容的多少、范围的大小。我国著名的科学家茅以升，年逾古稀还能够准确地背出圆周率到一百位。优秀的电话员能记住上下个常用电话号码。我们

说他们的记忆力很强。

记忆的速度。即记住一定量材料所花时间的多少。优秀的传令兵能很快记住指挥员的命令，准确地复述出来；优秀的话剧演员能很快记住台词；优秀的实验人员能很快地记住仪表所显示的读数，等等。我们说他们有特殊的记忆能力。

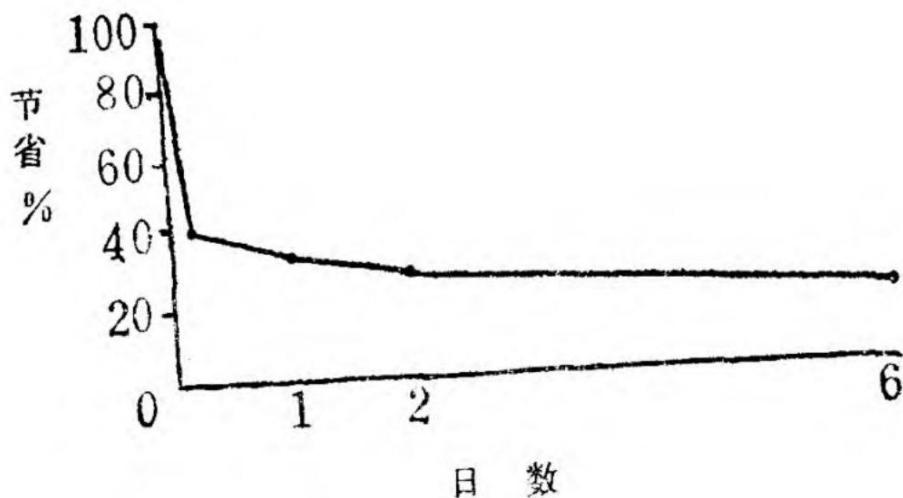
记忆的精度。即对所记住的事物再现时的正确程度。人的记忆不可能象照相机一样完全准确无误，但比较起来，其正确程度是各不相同的。速写画家能把舞蹈演员的舞姿准确地记住，作成画时达到维妙维肖的程度；侦察兵能把所侦察到的地形、火力点位置等准确地记住；等等。我们说他们的记忆力好。

记忆的巩固性。即记忆内容保持时间的长短。保持在记忆中的事物，是随着时间的推移而逐渐遗忘的，一定时间后，有的内容完全遗忘，有的部分遗忘，有的永远不会忘记，这就是巩固性的不同。患健忘症的人，记忆的巩固性最差。一个高龄的老人，可能记不住孙子的年龄，但对年青时某些事情却记得很牢。记忆的巩固性和年龄大小是有关的。所以说，青少年是学习的最好时期。

人的记忆特性是人脑这一种特殊物质本身所具有的，是一种天赋的功能。但是，这种记忆能力的大小，却是在后天发展中形成的。《文史通义》的作者章学诚，少年愚钝，健忘，日读百字为艰，但他日夕披览，孜孜不倦，终成博学。记忆力强的人，固然学习起来要容易一些；而记忆力较弱的人，通过努力，是可以逐渐提高的，关键在于刻苦努力，同时要掌握记忆的规律和方法。

三 艾宾浩斯曲线——记忆过程的规律

十九世纪末，德国心理学家艾宾浩斯对记忆和遗忘进行了长时间的研究。他以自己为实验对象，在七、八年间学习了几个无意义音节字表，每个字表由 10 ~ 36 个字母组成，并记录遗忘产生的原因。1885 年，他发表了研究结果，其中最主要的是有名的艾宾浩斯遗忘曲线（见下图）。图中横座



长为熟记一组字表之后到检查时的时间间隔；纵座标为在该时间间隔上重学达到熟记与开始记住所花费的时间相比，重学所节省时间的百分数，它标志着记忆的保持率。例如一组无意义音节字

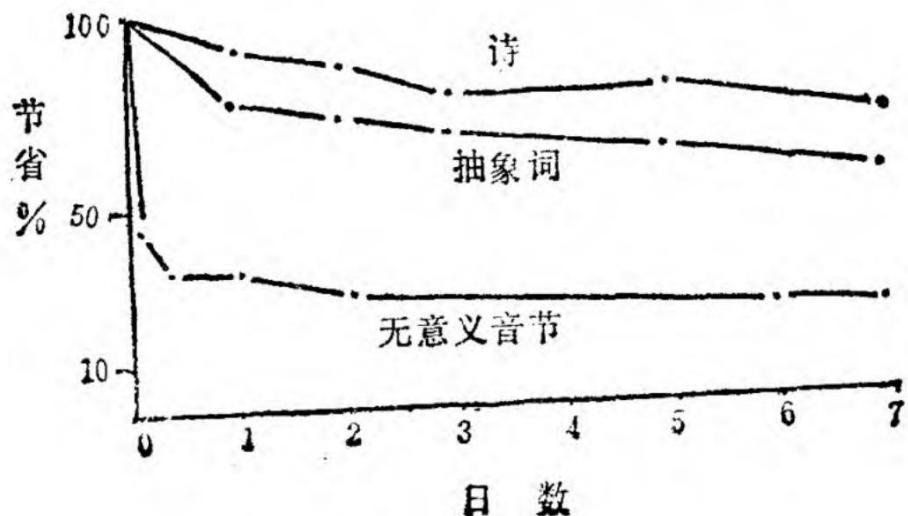
表，从开始记忆到可以记住花 10 分钟，过 20 分钟后检查，开始遗忘，但重新记住只需 4.2 分钟，重学节省的时间为 5.8 分钟，为开始记住时间的 58%，即重学节省时间百分数为 58%。

艾宾浩斯遗忘曲线所依据的实验数据很多，下表为共实验结果一例：

不同时间间隔后的记忆成绩

时间间隔	重学节省时间百分数
20分钟	53.2
1小时	44.2
8小时	35.8
1日	33.7
2日	27.8
6日	25.4
31日	21.1

艾宾浩斯遗忘曲线表明，新近记住的东西、遗忘较快；而历时较久的东西，遗忘较慢。以后，许多心理学家用各种办



法，在各种条件下对不同的记忆内容进行实验，都得到了大致相同的规律。同时，也发现记忆的内容不同，记忆的方法不同，记忆时精神状态不同，所产生记忆的效果也不同。例如，对无意义内容、有意义内容、熟知的内容分别测试，就有如上图所示的曲线。

人脑既能记忆又会产生遗忘，这是客观规律。“过目不忘”不过是形容记忆力强而已，实际上不可能完全不忘记，只是程度不同罢了。常常听到有人埋怨自己的记忆力，“唉！瞧这记性，刚记住又忘了。”其实，在学习过程中，完全不必因为产生遗忘而懊丧，更不要因此而失去学习的信心，可以说，没有遗忘，那反而是咄咄怪事哩！不过，我们又应当充分掌握、正确运用记忆规律，采取科学的记忆方法，不断提高记忆能力，这是终生享用不尽的一个“法宝”。

在记忆过程中，记忆的内容，记忆的方法，记忆时的注意力，所记忆的内容之间和时间先后的相互影响，都会对记忆效果产生影响，它们之间是有规律的。

一、识记内容的影响。所记忆的内容对记忆效果有重大影响。一般说来，具体的事物比抽象的事物容易记住，有意义的东西比无意义的东西容易记住，有规律有条理的东西比杂乱罗列的东西容易记住，理解了的东西比尚未理解的东西容易记住，数量较大的材料比数量较少的材料容易记住。在记忆外文单词时，一般名词较易记住，因为它比较具体，而动词、形容词较难，副词更难，因为它们比较抽象。学习内燃机构造比较容易，因为有具体的实物或模型，而学习内燃机原理比较困难，因为有许多抽象的理论。如焓、熵等概念。

念，看不见也摸不着。为了记住抽象的东西，常常把它与具体的事物相联系，或者用模型、比喻等方法使之具体化。电场和磁场比较抽象，用电力线、磁力线描述，就比较容易理解，也容易记住。无意义的东西难以记住，经常化为有意义的东西，才便于记住。外语中的一些词法和句法，是"约定俗成"的东西，没有更多的道理可讲，如果与汉语加以对比，找出其相同点和不同点，就容易记住。杂乱罗列的东西难以记住，所以在教学中总是强调要加强归纳总结，运用分类记忆法、对比记忆法、逻辑记忆法，把知识整理成为有系统、有条理的结构，比较便于记忆。在理解的基础上记忆，更是一条基本原则。夸美纽斯说："彻底领悟之后，就应该记住，也能记住。""所知事物都得到良好的理由的支持，就能深信不疑，不致忘记。"他认为"理由是把一件东西现固在记忆里面，使它不致忘却的钉子、钩子和铁子。"数量大的材料，常常同时具有一定联系和结构，因而也便于记忆，比起孤立的现象和结论，要有利得多。一种金属的比重或电阻值，难于准确地记住，当你把许多金属的比重和电阻值按大小排列，反而容易记住。记忆的内容千变万化，种类很多，善于记忆的人，总是进行一番加工整理、改造制作成为易于记忆的形式，这是记忆方法上的一种重要"诀窍"。

二、记忆方法的影响。记忆方法不同，记忆的效果也不同。记忆方法，主要是指记忆过程中感官的运用、记忆的时间分配和复习的方法。据心理学实验研究，看过的东西比听过的东西所记住的内容要多1.6倍，所谓"百闻不如一见"，说明由视觉器官所感知的东西比用听觉器官感知的东西容易

记住。另外据有的心理学实验证明，仅仅听这别人口授的东西，三小时之后仅记住 60%，三天后只记住 15%；自己阅读和默诵的东西，三小时之后记住 70%，三天后能记住 40%，而对于边听边看的东西，三小时之后能记住 90%，三天之后仍能记住 75%。还有的统计资料介绍，保留在记忆之中的东西，由视觉感知的占 83%，由听觉感知的占 11%，由嗅觉感知的占 3.5%，由触觉感知的占 1.5%，而由味觉感知的只占 1%。日常生活经验和心理学研究还说明，用多种器官来巩固记忆，比只用单一的器官要有好得多的效果，所以学习外语，总是强调要耳听、眼看、口念、手写，同时并用或交错反复，不要只用朗读或默写一种方式。

记忆的时间分配也很重要，按艾宾洁斯曲线，则记住的东西遗忘较快，所以教师总是强调及时复习的重要性。记忆到复习的间隔时间越长，所需重新记忆的时间就越多，在时间的运算上就越不合算，循环记忆法，就是合理安排记忆和复习之间的时间间隔以取得较好效果的一种有效方法。据心理学研究，在开始记忆新的内容时，用恰好能记住的时间的 150% 来记忆，效果最好，就是说，如果用十分钟能记住，那么，你应当再多记五分钟。超过 150%，效果增长渐少，而低于 100%，效果明显变差，所以在合适的记忆分量下，应力求把所记内容全部记住，不要老是“沙光生饭”。现代化的教学手段，为科学的记忆方法提供了良好的条件，例如电化教学的幻灯、电影、电视，及语言实验室等，对原来只能听教师讲述的某些内容，变为既能看到又能听到的生动活泼的东西；录音机、录像机的使用，为及时复习提供了良好的条

件。因此，电化教学是现代教育中受到特别重视的一种新技术，学习者也应当充分加以利用。

三、注意对记忆的影响。注意对记忆的影响，是教育学家早就十分重视的一个问题。夸美纽斯说：“教学艺术的光亮是注意，有了注意，学习的人才能保持他的心理，不跑野马”。俄国教育家乌申斯基也说：“注意力是我们心灵的唯一门户，意识中的一切，必然都要经过它进来”。日常生活中的经验就能告诉我们，没有给予注意的事情，是不可能保持在记忆中的。如果突然问你，今天早上你到学校遇见的第一个人是谁？你很可能回答不上来，因为一般情况下，并不注意这样意义不大的事，所以虽然你亲身经历了，却“没有往心里去”。但是，如果问你，昨天你向教师请教的某个问题弄懂了没有？你就能滔滔不绝地讲述起自己思考的难点，教师是如何解答的，现在你是怎样认识的，等等。为了记住，必须注意。一个学生学习的好坏，与他是否全神灌注在学习内容上关系极大，教师为了提高教学效果，也总是设法引起学生对学习内容的注意。

注意这种心理状态，可以分为有意注意和无意注意。有意注意是人们为了某种目的和需要而产生的 注意 心理，为了获得知识而用心听讲、专心阅读、细心实验，就是保持有意注意这种心理状态。无意注意是外界刺激强度很大，或者是变化起伏很大，引起你不自觉的注意而产生的心理状态。教师用彩色粉笔把重要公式用大字书写在黑板上，提高声音重复叙述重要定义，教师精心设计的一些生动的演示实验，都是为了引起学生的无意注意。无意注意虽然广泛地被用来提

高教学效率，增强记忆效果，但有意注意对学习者来说比无意注意重要得多。因为有意注意有强烈的选择性和目的性，因而也有较为持久的稳定性；而无意注意常常随着刺激的消失而消失。有的时候，无意注意还可能影响学习过程的进行，上课时不自主地注意到天上飞过的飞机，窗外开过的汽车，就会分散你对课堂内容的注意。所以马克思说过：“表现在注意力上的适当毅力，在整个劳动过程中都是需要的。”为了保持记忆的最好心理状态，就必须用学习的毅力来保持有意注意的稳定性。

四、兴趣对记忆的影响。兴趣对记忆也有重要的作用。兴趣，是指人对事物和现象的一种特殊的认识倾向。首先，兴趣是产生注意的重要前提之一。当你学习无线电技术时，对于无线电接收机的调试方法和步骤可能感到枯燥无味，也很难记住。但是，当你安装一台收音机，苦于调试效果不好，这时你按照调试步骤和方法操作，终于获得成功，你就会对这枯燥的东西产生很大兴趣，调试完毕，也能准确地记住每一个方法和步骤的要点。其次，记忆这种心理特性，其本质是大脑神经细胞产生兴奋，这种兴奋所留下的“痕迹”就造成了记忆效果。当事物再度出现时，或提起这件事情时，曾经有过的兴奋再一次产生，就表现为认知和回忆。感受愈强烈，思考愈长久，也就是兴奋愈强烈，兴奋留下的“痕迹”愈深刻，记忆也就愈牢固。而兴趣是产生兴奋的重要条件，所以强烈的兴趣往往能获得直接记忆的效果。夸美纽斯形象地说：“在铅上面盖印记虽然很困难，但是盖上了就可以保持很久。”当你对学习的内容具有自觉的强烈兴趣，以致达到

"废寝忘食"的人迷程度，当你孜孜以求的疑团一个一个解开而得到愉快和满足，那末，这些学习内容不用费多大力气就可以牢牢地记住，经久不忘。

五、记忆的加强和抑制。记忆还有一种加强和抑制的特性。所谓加强，是先记忆的东西和后记忆的东西之间，互相促进；而抑制，则正好相反，是互相干扰。记忆的加强特性，在学习中常被用来提高记忆能力，增强学习效果。记忆的加强，是通过知识之间的互相联系而实现的。在基础知识和派生知识之间，具体事物与抽象概念之间，复杂事物与它的模型、比喻之间，都有着合乎逻辑的联系，利用这种联系，就可以加强记忆效果。任何新的知识，并不是绝对的新，只是在原有知识的基础上补充一点新的东西而已，正如在树枝上长出新的枝桠一样。学习电工学，总是和物理学中的电学联系起来，学习热工学，总是和物理学中的热学联系起来。知识中的联系越多。记忆也就越牢固，这好比把东西捆绑在车子上，绳索越多，捆得越牢，车子跑得再快，也不会掉下来。如果与原有知识联系很少，就要加强这种联系。有的时候，还要制造一些本来不存在的联系。例如外国的小学生记不住圆周率 = 3.1416，教师就教给学生一句简单的话："Yes, I have a number"（是，我有一个数）。这句话的六个单词的字母数顺序为 3.1416，而逗点正好在小数点的位置上。记住了这一句话，也就记住了圆周率。我国的中学教师，则常给同学讲祖冲之的故事，讲他发现圆周率的密率为 355/113，这个分数可以由三位最小的奇数 1、3、5 每一位重复一次成为 113355，然后把前三位作为分母，后三位作为分子，就成了

周率的密率。一个简单的圆周率，为什么要搞得这么复杂呢？其目的在于建立一种便于现剧记忆的联系，使记忆得到加强。

记忆的知识之间，也会产生互相干扰的情况，以致记忆内容互相混淆，或"张冠李戴"，这就是记忆的抑制作用。学习外语，常常受本国语言的发音、语法习惯的影响，说话常带有本国地方口音，写文章不习惯外国的"倒装句"，这就是记忆的抑制现象。这种情况对于学习和记忆是十分不利的，必须设法尽量避免。心理学研究说明，记忆无意义材料抑制作用大，记忆有意义材料抑制作用小；记忆材料相似而不加比较抑制作用大，记忆材料完全不同或完全相同抑制作用小；无间隔学习抑制作用大，有间隔学习抑制作用小；学习的内容不现固抑制作用大，学习内容现固抑制作用小。为了避免记忆抑制的不利影响，应当对学习作合理的安排。在内容上，应当加强对知识的理解，对相似的内容多作比较；在时间安排上，应当在转换学习内容时，中间作短暂的休息；前后安排的学习内容，最好性质不同；主要依靠记忆来掌握的内容，例如外语，一般应安排在清晨起床之后或晚上睡觉之前进行；需要记忆的材料，最好记忆一部分现固一部分，而不要记忆很多现固很少，以致彼此混淆，相互影响。

六、记忆内容变化的影响。这是在记忆中所必然要出现的。一个人的脑子，不可能象照相机、录音机或计算机的存储器一样，丝毫不差地准确记住一切细节，总要产生各种各样的变化。有时，你只记住一个大概，留下一个突出的印象，或是只记住了几条要点，几个片断，这就是"简略"和"概

括"的变化。有时，你联系过去记住的东西，回忆时联同类的材料，或是加上了自己的分析、判断、推理，使重的内容更为丰富、有条理，这就是"完整"、"详细"的变化。有时，你对某一点感受强烈，回忆时突出得过分，以致"言过其实"，这就是"夸张"、"突出"的变化，如此等等。这些变化，对于记忆效果，都有正反两方面的影响。记忆的简略和概括，可以使你抓住要领，掌握重点，也可能使你"以偏概全"，或"抓了芝麻，丢了西瓜"。记忆的完整、详细，可以使你把新旧知识有机联系起来，形成科学的体系，也可能产生"画蛇添足"，"画虎不成反类犬"的毛病。记忆的夸张、突出可以使你记忆深刻牢固，但却可能失去应有的分寸，突出的重点不对头，还可能造成"喧宾夺主"的问题。为了使记忆的变化有利于记忆的准确和巩固，首先要透彻理解、分清主次，抓住重点记深记牢，再及其他。其次，要多加总结、系统归纳，形成知识的科学体系。第三，要把头脑的记忆与笔记、卡片等记忆工具结合起来。"好记性不如秃笔头"，我们保留在脑子里的，应当只是那些最主要最基本的东西。学外文背字典，其精神固然可佳，其方法未免过于笨拙，善于学习的人是不会这样做的。

四 如何掌握科学的记忆方法

走出考场，脑子里还在回旋着那一道没有答出来的题目。奇怪！学过的东西怎么竟然一点印象也没有呢？忽然，想起来了，象映出的一幅幻灯片，脑子里呈现出教科书上的

一页，公式、图形，竟是那样清晰。多么简单的一道题！为什么考场上忘得一干二净呢？记忆呵，记忆，真是捉弄人的鬼东西！

记忆的规律，至今还有许多地方叫人弄不明白。但是，心理学家和教育学家已经作了许多研究，前面所介绍的，就是其中主要的一部分。有没有办法提高自己的记忆能力呢？回答是肯定的。根据记忆的基本规律，心理学家和教育学家提出了许多增强记忆能力的科学方法。不过，正如同一切科学方法仅仅懂得并不一定会用一样，这些增强记忆能力的方法，还要靠我们在学习过程的实践中去细心体会、灵活掌握。“临渊羡鱼，不如退而结网”。要想获得巩固的知识，你就要在增强记忆能力，掌握科学的记忆方法上下一番苦功。

1. 给自己规定记忆的任务，明确记忆的目标，提出记忆的要求，这是有意记忆的首要条件。以为“书上一切都是，何必去记？”当然什么也不会有意地记住，至多是一些无意记忆的印象。“一切都很重要，一切都要记住”，实际上做不到，全是重点等于没有重点，也失去了记忆的目标。“一次不可能记住，以后慢慢会记住的”，总是把希望寄托在以后，眼下却放过了，记忆也是一句空话。提出了记忆任务，就要坚决完成，不打折扣。革命老人徐特立，四十三岁才留学法国，刚去时，对法文一字不识，他就计算，一天学记一字，一年365字，七年就是2555字，可以粗通法文；如果一天两个字，四十六岁就可读通。他说：“纵然愚笨，断没有一天学一两个字也不能的”。如果说记忆有“诀窍”，

那末，老老实实地学，扎扎实实地记，这是首要的"诀窍"。以为掌握某种神秘的"记忆术"，就可以毫不费力地记住一切，那当然只能是一种不切实际的幻想。

2. 在理解的基础上记忆。知其然不知其所以然，死记硬背，必然事倍功半，即使背得滚瓜烂熟，也没有用处。两千多年前我国的《学记》就说："记问之学，不足以为人师"。记问之学，指的就是死记硬背得来的知识。对知识的理解，是通向记忆的坚实途径。现代美国心理学家布鲁纳说得很好："高明的理论不仅是现在用以理解现象的工具，而且也是明天用以回忆那个现象的工具。"
3. 用思考加强记忆的强度。长久而反复的思考，会在大脑的确定部位造成神经细胞兴奋的固定联系，印下深刻的痕迹。有一段话说得好："给学生现成答案，象沙滩上的脚印；经教师点拨，由学生自己寻求而得到的答案，如巨石上的锈刻。"你要把知识深深地刻在脑子里吗？那末，就请你运用思考这把锋利的雕刻刀吧！思考，要付出你心血的代价，诚然是艰苦的事，但是，所带来的，却是领悟的欢乐。当你"百思不得其解"而又"萎回脑际，欲罢不能"，一旦"豁然贯通"，就会比得到一颗闪光的钻石还要高兴。这一"苦"一"乐"，"苦尽甜来"，怎能不使你留下深刻的印象，又怎么会可能遗忘呢？
4. 努力使最初的印象完整、准确、鲜明。这就是心理学常说的：要重视"第一次感知"的效果。夸美纽斯在《大教学论》中谈到：音乐家提摩阿西，对于曾在别处学习过一些音乐知识的学生要求双倍的学费。因为他认为，开始不止

确，改正就很难。在学习过程中，不完整的知识不容易透彻理解，模糊的印象不能产生深刻的"痕迹"，都不利于记忆的巩固。为了使最初的印象完整、准确、鲜明，有效的方法是将被感知的对象和要记忆的内容从背景中区分出来。常用的区分办法是差异法、活动法和组合法。差异法是将对象的特点抓住，找出与背景的差异点，例如用写提要的办法把重点从一章一节的叙述中区别出来，用列表比较的办法把相似内容的不同点突出出来，用纠错的办法把正确的东西与错误的东西区别开来，用剖析的办法把内在的东西从表面现象中挖掘出来，等等。活动法是将静止的内容变成互相衔接的连续画面，以获得首尾连贯的鲜明的连续变化知识，如抛物线运动，可以把物体在运动中不同时刻的位置拍在同一张照片上。组合法是将有联系的事物组成有意义的系统，例如外语单词的不同用法，把它放在不同的句子里加以认识和记忆；同一句形的特点，又可以用不同的替换词组成不同句子加以认识和记忆等等。

5. 让新的知识在旧的知识的生长点上发展起来，新旧知识组成互相紧密联系的知识之树：新的知识和旧的知识挂钩挂得越多、挂得越紧，巩固对新的知识的记忆就越容易。因此，学习新的知识，要先复习有关旧的知识，这样，既有利于巩固旧的知识，也有利于记住新的知识，还能使新旧知识组成合乎逻辑的知识体系。
6. 正确安排复习时间，有节奏地进行复习和巩固。集中记忆和分散记忆、记忆和非记忆要交错安排，结合进行。不要长时间地单调地进行机械记忆："多次单调重复"的记

忆方式，造成刺激集中在大脑皮层的同一个部位，会使神经由兴奋自发地转为抑制，继而产生疲劳，降低记忆的效率。记忆的节奏，视记忆的内容、方法和个人记忆习惯、素质而有所不同，需要在学习过程中自己去加以体会，掌握火候，以达到最大的记忆效果。

7. 复习的方式应与初次学习和前次复习有所不同。简单地重复第一次学习过程，容易产生"驾轻就熟"的感觉，降低注意力，放松记忆要求，也不利于发现理解上的错误和缺陷。对于主要依靠理解的内容，例如数学、物理、化学等，可以在听课之后，复习时先行回忆、自行推导，然后和笔记、教科书对比，看自己哪些内容理解了、记住了，哪些不理解，没有记住，再找一找记不住的原因，重点加强这些薄弱环节。对于以记忆为主的内容，例如外文，则可分别用朗读、默读、抄写、默写等方式复习。
8. 重视错误的教训。理解和记忆中产生的错误是学习中的不利因素，但是，如果处理得当，它常常可以带来积极的效果。一件事物，从反面去理解它可以造成较强的记忆效果。俗话说："吃一堑，长一智"。错误的东西，给大脑的刺激常常是比较强烈的，因而印象也常常是比较深刻的。在做习题、做实验、考试时产生的错误，只要彻底弄懂了错误的所在，搞清了错误产生的原因，那末，就可以较长时间记住不忘，以后不致产生同样的错误。
9. 充分利用阶段复习和总复习的记忆效果。在阶段复习和总复习时，不要满足于从头到尾背诵一遍。有时回过头来，把原有体系打乱，重新归纳、整理所学过的内容，以不

同于课堂讲授和教科书的体系加以总结，常常可以获得较好的效果。一般授课的体系常以逻辑推理的纵的顺序来组织有关内容，总复习时就可以从横的方面多作比较、归类的总结，经过自己的一番整理，对所学内容不仅可以理解得更加深刻，也不容易忘记。

10. 将头脑的记忆和笔记、卡片等配合起来，养成一套适合自己特点的记忆习惯。苏联现代教育家苏霍姆林斯基说：

"要学会如何减轻自己今后的脑力劳动。这里说的是要学会赢得时间的储备。为此，就要习惯于建立记笔记的方法。"建立一套笔记、卡片系统，不仅对今天的学习有很大的用处，而且对以后的工作也有重大的意义。

记忆能力是一种极为重要的能力，但又必须正确地看待它，把它放在适当的位置，切不可认为学习过程就是熟记各种知识的过程。记忆能力，也要用在最恰当的地方，才能获得最好的效果。有一次，爱因斯坦在美国讲学，当地的美国人向他提出了诸如声音的速度是多少等许多问题。爱因斯坦说："至于你们问我，声音的速度是多少？现在我很难确切地回答你们，必须查一查辞典，才能回答。因为我从来不记在辞典上已经印有的东西。我的记忆力是用来记忆书本上还没有的东西。"在那些美国人愕然之际，他接着说："我还在上学的时候，对于那种填鸭式的教育非常不满，譬如硬要学生死记那些事件、人名、公式等等，其实要想知道那些东西，从书本上可以翻到，根本不用上什么大学。高等教育必须重视培养学生具备会思考、探索问题的本领。人们解决世界上的所有问题是用大脑的思维能力和智慧，而不是搬书本。"

当然，我们不应当片面地理解，爱因斯坦并不是反对记忆必要的东西，而是强调思维能力和记忆的结合，强调把思考摆在第一位而不是把记忆摆在第一位。

遵循记忆的客观规律，掌握科学的记忆方法，养成良好的记忆习惯，培养较强的记忆能力，并且恰当地运用到学习过程中去，我们就能在理解的基础上，积累丰富的知识，建立起合理的知识系统，获得最好的学习效果。

第八章 掌握各学习环节的特点与 学习方法

一 预习和听课

课堂教学，是学校理论教学的主要环节。在电视大学、夜大学等从事业余学习的同志，也要通过一定的听课来获得新的知识。在高等学校里，课堂教学时间约占总的学习时间的 35 ~ 45%；一般低年级多一些，高年级少一些。课堂学习质量，还直接影响到复习、习题、实验等其他环节的学习。学习优秀的学生经验证明，听课这一环抓住了，就一步主动、步步主动，是搞好学习最关键的一环。

一、怎样听好课。大学里的讲课有些什么特点？怎样才能掌握好大学听课的学习方法呢？

大学的课堂教学和中学有所不同。大学里的讲课，特别是低年级的基础课，大部分采取大班上课的形式。二、三百人在一起听课，一般情况下，不可能也不允许学生提出问题，更无法给少数没有听懂的同学重讲一遍。如果课堂上听不懂，就只能留待下课以后自己钻研或答疑。大学教师的讲课，一般特点是把思路讲清，重点和难点讲透，并不按照教科书或讲义一点一滴去加以解释；也就是说，和中学相比较，

进度较快，内容较简略。不适应这一特点，常常感到听课十分紧张，不能全部听懂讲课内容。大学的听课，一般也不进行课堂提问；有时提出一些问题，并不要求某个学生当堂回答，在课堂上留给学生思考的时间是不多的。掌握不住这一特点，就难以处理好听课与思考的关系。有些教师的讲课，思路与教科书差别较大，内容上也作了一定的取舍或补充，听课笔记就显得十分重要；不善于记听课笔记，常常成为大学生学习中的一道难关。

紧跟教师讲课的思路，这是听课中很重要的一点。所谓思路，就是提出问题，明确问题，分析问题，解决问题的思维逻辑系统。讲课内容尽管千变万化，思维逻辑的形式却有其共同性，无非概念、判断、假设、推理、论证等等；它们一环套一环，环环紧扣，无论哪一步不清楚，都将产生逻辑思维的困难。所以对教师讲课的思路，必须步步紧跟。要紧跟教师讲课的思路，脑子里要经常想一想“为什么”？“怎么办”？讲到一个新概念，要想一想为什么要建立这个概念，它是怎样由实际问题或已有概念抽象出来的；讲到定理，就要想一想这个定理表达了哪些概念之间的联系，属于一种什么形式的判断；讲到定理的证明，就要想一想已知条件是什么，未知条件是什么，证明的推理形式是什么，哪些是关键步骤；讲到应用和例题，就要想一想应用时有什么条件限制，有什么实际意义，等等。这样，既能紧跟教师的思路，又能充分发挥独立思考的能力。

紧跟教师讲课的思路，并非要求呆板地亦步亦趋。学习基础较好，接受能力较强的学生，完全可以跑到教师思路的

前面去，想一想下一步教师可能会怎样讲，可能会提出什么问题，然后在继续听讲中加以对照，这样，能够使听课的印象更深刻。但是，要注意不可 "跑" 得太远，以致离开教师讲课而独自思考起来，那就失去了听课的意义；也不可固执于自己的总路，不要因为自己想的和教师讲课不一样就听不下去。自己有独特的想法，这是好事，对于加强独立思考，深入学习，益处很大。但是，在课堂上，主要还是接受教师的思路；独立思考的工作，应当留到课下去进行。

在听课中，遇到有的地方听不懂，必然感到跟不上教师的思路。这种情况，经常会发生；学习困难的学生，尤其突出。应当怎样办呢？可以先冷静地思考一下；如果一时还想不明白，就应当作出记号，暂时放下。常常有这样的情况，一时没有听懂，在继续听讲的过程中，当教师从另外一个角度讲解，或返回来重复补充，马上就清楚了。即使听完一堂课，某些部分仍然不明白，也不要紧；你可以先接受下来，承认它是对的，以免影响继续听懂后面的讲课。过去学过的某些公式、定理，在课堂上碰到时一下子回忆不起来，就可能产生这种情况。当听课时思路出现这种 "卡壳" 的情况，切忌固于这一点，急于马上弄明白而放弃继续听讲的注意力，不要让 "卡壳" 的地方把自己 "卡" 死了。学习优秀的学生常常介绍一条学习经验：要争取当堂消化讲课的内容。其实，当堂消化只是相对的，主要指搞清要点、弄通关键、掌握思路，并非一切都可以彻底弄清；对于从未接触过的新知识，任何人都难以一次听课就彻底弄懂。从这种意义上说，课堂上留下或多或少的疑问，乃是一种正常现象。

为了紧跟教师讲课的思路，要高度集中自己的注意力。为此，应当加强体育运动，注意劳逸结合，保持旺盛精力；应当培养对课程的兴趣，用毅力排除分散注意力的各种外界干扰和思想情绪；应当掌握并适应教师讲课特点，等等。这都是大家所熟知的道理，不必多加解释。

二、怎样做课堂笔记。大学课堂听讲，如何正确对待听课笔记，培养记笔记的能力，非常重要。记课堂笔记的作用：一是记下讲课的主要内容和思路，以备复习时参考；二是通过记笔记来集中自己的注意力，组织自己的逻辑思维；三是在笔记中记下自己尚未明白的问题和课堂上想到需要深入钻研的问题。

听课笔记究竟应当摆在什么样的重要位置上？优秀学生的经验和大多数教师都比较一致地认为。重点应当放在听课和思考上，记笔记应当放在从属的位置；特别是不要当“速记员”。记笔记的方式和详细程度，要根据课程内容、教师的讲课特点和自己的学习情况而定。例如，课程的逻辑推理性较强，主要记思路、关键的推理步骤和重点结论；课程内容叙述性较强，则主要记住纲目、补充内容和归纳分析结论。教师讲课与教科书基本相同，可以少记。只记补充内容；如果和教科书差异较大，则应该多记一点。把轮廓和思路记全。自己的接受能力强，听懂没有困难，可以适当多记；如果听课吃力，恰恰应当少记，甚至完全不记，要首先力求听懂。

记笔记的方式，根据各人的特点和习惯，有所不闻。有的人笔记工工整整，画图规规矩矩，在保证听好的前提下，

有能力做到这一点。当然很好。但不可为了追求这些形式而妨碍听讲。为了记好笔记，应当在平时注意字体清楚，培养徒手作图的能力，这也是一个工程科技人员的基本素养。有的人课堂笔记多而杂乱，思后复习大部分时间用来重新整理和抄写，这种作法虽然并无坏处，但在时间利用上却很不合算。如果经过复习，对每节进一步概括提炼，重新整理出更为简明扼要的笔记，那倒正有好旁的。大多数学生的笔记，宁肯在课堂上稍加留心，略为工整一点。有的同学在笔记右边留下适当空白，以备补充看参考书的收获和写下学习心得，或作为标明重点之用。由于笔记主要供个人学习之用，这种作法比较适用而且高效。

有的教师强调记笔记要用自己的语言，这是有一定道理的。因为要用自己的话言，必须对讲课内容有比较透彻的理解。有意识地用自己的话言来记笔记，可以促使自己加强独立思考，而较少机械地抄板书、抄讲义。同时，注意用自己的话言记笔记，也能锻炼自己的语言文字表达能力，训练有条有理叙述问题的习惯。当然，自己的语言有时候可能不严格、不确切，特别是那些经过前人反复锤炼过的定理、定义，自己的表达方式有可能产生错误。这种情况并不要紧，因为在复习时对照教科书，你可以发现自己理解上的缺点和错误，再加以纠正，就能印象更深刻。比那种原文照抄、不动脑筋，虽然表达正确却理解不深的情况，其效果无疑会好得多。

有的学生总结了记笔记的几句话：“详略得当选择记，结合理解灵活记，板书时间迅速记，不懂问题特殊记。”可以作

为参考。

三、怎样进行课前预习。要提高听课的效果，课前预习是值得提倡的一种好办法。

中国有句古话：“凡事预则立，不预则废。”有无准备，对从事任何一件事情，效果都会大不一样。在学习过程中，对于听课、实验等教学环节的学习，预习常常可以带来较好的学习效果。

听课之前进行适当预习，可以做到胸中有数，争取主动。听一节新课，所讲的内容，并非绝对的新，总是在原有知识基础上，增添新的部分，作出新的推论。通过预习，如果把旧的知识加以适当复习，就能减少听课中的困难，把精力集中到新的内容上，提高听课效率。新的知识，是原有知识基础上合乎逻辑的发展，一般说来，大多数学生对新的章节完全可以自己看懂。如果在预习中能做到初步明了新课内容，那末，就可以提出更深一步的问题。听课时把精力集中到这些问题上，使自己的理解更深入、更透彻一些。预习好比打仗之前的火力侦察，既可以扫清一些障碍，取得进攻的出发基地；又可以对“敌”、“我”双方做到“知己知彼”，争取主动。

预习可以提高独立思维能力。预习是自己独立地由已知到未知的进军，需要较强的逻辑思维能力。虽然教科书上有系统的论述，但是通过阅读来搞清思路、掌握要点、抓住关

“山川环水”

预习中没有

健、解决难点，非经过独立思考不可。因为这些东西，老师在讲课中可能指点得十分明白，而教科书一般并不加以注明。预习中没有弄懂的地方，听课时就会特别加以注意，思维活

动也更加积极。预习中自己认为已经理解了的东西，听课时也许会发现和自己想的并不一致，就会引起更进一步的思考。

预习还有利于巩固所学的知识。有的人认为，只有复习才是巩固所学知识的方法，岂料预习在有的时候比复习更有利掌握新的学习内容，这是什么原因呢？首先，预习中独自弄懂的内容，经过了积极思考，就难于遗忘。其次，预习中没有弄清的问题，经过了一番思考，听课时豁然贯通，会使你产生强烈的印象而经久不忘。再次，预习中理解错误之处，听课中得到纠正，有了正反两方面的对比，较之只有正面的认识，印象也会深刻得多。最后，如果预习没弄懂，课堂仍然没听懂，到复习才彻底搞清楚的问题，经过三番五次钻研，花费不少心血，大概就很难忘却了。

一般人对预习不够重视，除开对它的好处不了解，还因为感到时间不够用，没有功夫进行预习。其实，预习非但不会浪费时间，运用得好，还是节省时间、提高效率的重要方法。一方面，经过预习，课堂上基本上能全部理解，就可以大大节省复习的时间；另一方面，经过预习，扫清了听课障碍，也可以节省因准备不足而浪费的听课时间。加上因听课效率提高，做习题、做实验、做作业能更快更好地完成，所节省的时间就更多了。苏联现代教育家苏霍姆林斯基在谈到大学生如何学习时强调指出："首先并且最主要的就是在听课时要善于赢得时间的积累。"就是说，要从提高听课效率上节省时间，以便能更广泛地阅读、更深入地钻研，使以后的学习变得更加容易，更加主动。为了做到这一点，花一点时间进行

预习是非常合算的。

学习吃力的学生，复习、习题、作业都难以及时完成，还应不应该预习呢？事实上，分析学习困难的学生，常常可以发现，首先是基础不牢，已学的知识不巩固，因此听课中碰到的“拦路虎”比较多，难以跟上教师的思路，课后复习、习题等所费的时间也相应增加，而且不可能透彻掌握，以致越学越困难，造成“恶性循环”。为了跳出这种被动状态，必须从眼下做起，提高每一堂课的听课质量，减少复习、习题等所费的时间。最有效的办法，是针对基础薄弱的问题，在预习中着重复习下一堂课所要用到的基础知识，扫清听课中的障碍。赢得一定的时间，再回头系统地加固基础，就能逐步转为主动。从这种意义上说，学习困难的学生，预习反而更加重要，是变被动为主动的关键。

进行课前预习，要防止过粗、过细两种偏向。预习过粗，达不到预习的效果，会流于形式；如果过细，花的时间很多，以致课堂上没有什么可听的，也会降低听课的积极性和注意力，虽然学习可以收到成效，学习时间的利用却很不经济。一般情况下，合适的预习深度应当做到：（1）重温有关的旧知识，扫清听课障碍；（2）大致了解新课的内容和思路；（3）提出不明白和需要深入研究的问题。总的说来，预习的目的，是为了提高听课效率，加强听课中理解的深度，培养独立思考能力，赢得时间的积累，而不是用预习来代替听课。

预习和听课，是接受新知识的第一个学习环节，也是最重要的一步。一个大学生要做到善于听课，而且善于听不同

类型的课，听有不同特点的老师的课，必须通过听课实践，细心体会，总结经验，掌握规律，形成一套预习、听课、记笔记的科学方法，并且把它作为搞好学习的中心环节。

二 复习和小结

复习是与听课紧密联系的一个学习环节。复习的作用，是通过独立思考、答疑、阅读参考书、同学之间的讨论、小结等形式，使学习在听课的基础上深入一步，更加系统和巩固。

一、复习怎样深入思考。深入理解，这是复习的首要任务。深入，就是要在学习的深度和广度上下功夫。仅仅在复习时看一遍笔记，阅读一遍教科书，背一背定义、定理和公式，不可能达到深入的目的。要深入，必须加强独立思考。俗话说："聪明人听一次，要思考十次。"否则，"学而不思则罔"，看看笔记似乎全懂，稍加深入就可能疑问百出，说明理解并不透彻。

要深入地独立思考，就必须找出深入思考的问题。有的同学并非不愿意深入思考，而是苦于提不出问题，无从深入。提出深入思考的正确问题，并不容易。是否善于提出问题，这是一个人思考能力强弱、学习能力高低的一个重要标志。这种学习、思考能力，需要在长期刻苦学习过程中逐步培养，也需要掌握一般性的规律和方法。下面提出几种一般性的方法，以供参考。

1. 测验法。"不识庐山真面目，只缘身在此山中"。自己

对自己的疑问所在，常常不能全部知道。或是知道得不甚清楚；等到做习题或考试，忽然都冒出来了。远回来再深入复习，当然也可以，但在时间利用上就很不合算。能否在复习时自己“考试”一下自己呢？完全可以。李政道博士介绍过一个学习方法：“当读完一段之后，就应当把书关上，自己把思路走一下，如果走不出来，再去看书，想想自己为什么走不出来，别人为什么走通了”。这里指的是读书，复习时也可以这样。先不急于看书或看笔记，凭回忆把一堂课的思路先走一遍，公式、定理先写一写；然后再和笔记、书本相对照；看哪些地方对了，哪些错了，哪些忘了；想一想为什么会错、会忘，自己思路是否正确，等等，就可以发现一大堆问题。这等于对自己进行了一次测验。针对这些问题去复习，收效就要大得多。

(4) 定辑是。具体的知识有千千万万，思维形式却有共同的规律。从逻辑上提出问题，常常可以使自己的思考深入一步。例如，复习概念、定义，可以问问自己，为什么要引入这些概念？是从哪些实际问题中抽象出来的？概念的外延和内涵是什么？表述概念的定义能否改变一种说法？等等。不论什么概念，都可以照例提出这样一些问题来深入思考。又例如，复习定理、公式的推导时，可以问一问自己，这个定理推导的前提条件是什么？推导的理论依据或实际根据是什么？推导的关键步骤是什么？结论表达了一个什么样的判断？适用于什么样的范围？等等。各种定理，都可以提出类似的一系列问题，以求深入理解，任何理论，都有完整的逻辑体系结构，搞清楚各个逻辑组成部分，就能获得深入

系统的理解，而不致成为表面的、零散的知识。

3. 反问法。谚语说：“不知道谬误，也不会真正懂得真理”。任何知识，从反面提出问题，可以加强正面的理解，同时又可以避免错误，是一种很有用的方法。例如，在公式、定理的推导中，有各种假设条件，就可以反问自己：不具备某一条件，会有什么结果？在条件正好相反的情况下，又会有什么结果？对公式、定理的应用范围，也可以反问自己：如果超出这个范围，为什么不能用？如果用在相反的情况下，又会发生什么错误？等等。反问法不仅可以引导学习走向深入，有时甚至是科学上发明创造的萌芽。欧几里德几何学问世以后，他的第五公理，即平行线公理，一直为数学家们所怀疑，但都只是设法去证明它，而没有去想过相反的情况；直到罗巴切夫斯基，反过来断然宣称：第五公理不可证明。并采用相反的公理：通过不在直线上的一点，至少可以引两条直线平行于已知直线。终于创造出非欧几何体系。中国有句古话：“相反相成”。就是说相反的东西有同一性。我们从正面研究事物的同时，也从反面去想一想，这种思想方法和研究方法，符合唯物辩证法的哲学原理，是一种科学的思维方法。
4. 比较法。我们学习知识，在于了解不同事物和它运动发展的规律，也就是要了解矛盾的特殊性。只有通过比较，才能了解某一事物区别于其他事物的特点，了解它们之间的区别、矛盾和联系。学习要求全面性，也只有通过比较，才能避免只知其一、不知其二的片面理解。比较的方法，在学习和研究中，也是一种非常普遍的方法。在复习

中，我们应当把新的知识和老的知识相比较，把课堂知识和书本知识相比较，把教科书和参考书相比较，把理论和实践相比较，把不同思路、不同的论述和推理方法互相比较。从比较中发现问题，深入思考，就能获得比较深入而全面的理解。

5. 变革法。就是说，不要固定地、静止地去理解问题，而应当从变化和发展上去思考问题。要让知识在头脑中活起来、动起来。例如，教师用正电荷之间的作用来讲解电场，我们可以想一想负电荷之间的电场作用；教师讲的是固定力的作用，我们可以想一想变化的力的作用；教师讲的是单一因素作用，我们可以想一想多因素共同作用的情况等等。这样，可以使思路开阔起来。这种变化的方法，可以称之为“替换法”；类似于学习外语基本句形时用不同的替换词组句的方法。又例如，教师讲的是一般情形，我们可以推到极端的情况下想一想，两个因素共同作用下产生的定理，当其中一种因素减小最后趋于零会发生什么情况？当其中一种因素逐渐加强趋于无限大又会发生什么情况？等等。这种变化的方法，可以称之为“极端法”。

当复习中提出了许多疑问之后，接着应当对这些问题进行分析、适当归纳，分清主次，逐一思考。可以提出的问题很多，不可能一一加以钻研。有的问题，是课程在继续讲解中要加以研究的，可以留待以后解决；有的问题，是当前科学技术尚不能解答的，可以留待有空闲的时间去思索；有的问题没有理论或现实意义，也可以暂时不去想它。首先要解决的，是那些涉及本课程基本概念、基本原理、基本方法方

面的问题，应当首先弄清楚，然后再及其他。切不可碰到什么问题钻什么问题，以致主次不分、轻重倒置，影响复习效果。

复习中解决各种疑难问题，最主要之点是独立思考，不要寻求现成的答案。俗话说："眼看千遍，不如手过一遍"。概念、定义要自己动手表述出来，定理、公式要自己动手推导一遍，典型例题要自己动手做一做。"学贵求之得心"。有的同学缺乏独立思考，结果是："一看就懂，一放就忘，一做就错"。当然，不可能"万事不求人"，在时间和精力上也不允许。答疑，同学间的互相请教、互相讨论是必要的，但一定要在独立思考基础上进行。

二、要重视小结和记忆。复习的最后一步是进行小结。如果说，前面所说的提出问题、解决问题是由"薄"到"厚"的过程，那么，进行小结就是由"厚"再到"薄"的过程。古人说："俯而谈，仰而思"。在"俯身下去"，深入钻研之后，还要"直起腰来"，统观全局，抓住重点，理清思路，综合归纳，这就是进行小结的功夫。小结的方式可以多种多样，可以用几十个字或几百字写出一个提纲，可用几个公式加以归纳，也可以用方框图、系统图、示意图或者表格、曲线等形式。据钱伟长教授回忆，著名的美籍中国血统学者林家翘当年在清华大学学习时，善于总结，他的每一门课都有一个小本子，页数不多，上面总结了这门课每章每节最重要、最精华的东西。一学期下来，也不过几十页。我们在小结上下了功夫，所学的知识就不致破碎、零乱，而是象一张鱼网一样，打得开、收得拢，井然有序，条理分明。

在复习中，要切忌以死记硬背公式、结论为满足，但又要在理解的基础上记住最主要的内容。通过提出问题、解决疑难、小结归纳，许多内容自然而然可以记住，但是要做到重要公式一项不错、重要定理一字不差、重要条件一点不拉、重要数据完全准确，适当背诵是完全必要的。有的同学在做习题时为了一个公式东翻西找，又何不把这点时间节省下来用心地去记住这些常用的公式呢？

三、复习中要注意的几个问题。为了掌握好复习这一学习环节的学习方法，还有几个问题值得注意。

1. 复习的时机问题。大多数教师和学习优秀的学生都强调要及时复习。什么叫及时？有的理解为越快越好；有的理解为“今日事今日毕”，必须当天复习；有的则认为稍稍隔一段短的时间，当掌握不牢的部分开始产生遗忘时复习最好，因为这时容易发现理解或记忆上的问题，而且不致因印象过于鲜明而不自觉地放松复习的严格要求。究竟哪种办法好，要根据个人的习惯、特点和课程的性质、难易而定。例如，听课时比较吃力，印象不甚深刻。有待解决的疑难较多，应当更及时一点；课堂上基本理解，复习仅仅为了深入钻研，则间隔一、两天影响不大。课程理论性较强，复习应当及时一点；主要是叙述性内容，与书本基本一致，则可以间隔一段时间再复习。复习的时间安排，最好用整块时间，一次复习深透为好，不要分散安排，因为次数虽多，每一次粗粗过一遍，不易深入。当然，少数以记忆为主的课程，如外语，则主要依靠多次重复复习，以加深记忆。
2. 关于同学之间或师生之间互相讨论的问题。讨论是

一种很好的学习方法。古希腊的苏格拉底，常用尖锐的责问使学生或其他人陷入困境，从而希望从中发现新的真理；正是尖锐责问产生的僵局，成了思维发展的发条。现代教育理论，也很重视课堂讨论在教学中所起的重要作用。一个人的思维总有一定的局限性，它经常受到个人知识、经验的限制，也受到个人思维能力的限制。集体讨论，能够集思广益，能开阔思路，能互相补充研究问题的不同角度，能从提问、答辩、反驳、反问等形式中得到逻辑思维能力的锻炼，能从抓住重点、准确使用术语、论说有条理、比喻通俗等方面培养思维的敏捷性，提高表达能力，好处是很多的。善于从讨论中学习，比个人单纯地冥思苦想要有更好的效果。当然，必须有一定独立思考的基础，在讨论中也应当充分开动脑筋，不要形成盲目的“抬杠”或“顶牛”，才能真正达到讨论的目的。讨论中也应当有明确的中心，有适当的组织，人数不宜过多（以三、五人为宜）。而且要和各人的学习安排结合起来。在学习中，有彼此接近的几个同学经常切磋琢磨，相互砥砺，共同提高，实在是值得大大提倡的好事情。

3. 复习与习题的配合问题。一般说来，必须强调先复习再作题。有的同学认为，课堂都听懂了，做习题也没有困难，为什么还一定要求先复习再作题呢？这是因为，虽然复习和习题，都是巩固听课、深入掌握理论的重要环节，但各有不同的侧重和要求，不能互相代替。复习着重搞清理论，而习题着重掌握理论的运用方法和技巧，只有搞清理论，才能打好运用的基础，所以理论复习一定要先行。有时能对照例题，死套公式来完成习题，但这样做并不完全能通过习题

进一步加深对理论的理解，也不一定能达到熟练运用理论的目的。会做题并不能证明理论已经完全深入掌握。习题只能从某些方面检查对理论的理解程度，许多基本概念、定理的推导过程等等，习题中常常并不涉及，所以做题并不能代替复习。正确的方法应当是坚持先复习，后做题，再通过做题更深一步地复习。

三 习题和作业

习题和作业，是进一步消化和巩固所学知识，培养运用理论分析和解决实际问题的能力，训练理论推导、运算、制图及文字表达等方面技能的重要环节。在大学学习阶段，特别是基础课和技术基础课学习，每门课都有几十道、几百道甚至上千道习题，还有一些大型课程作业，在学习中占有相当重要的位置。和听课、复习相比，通过习题和作业，在基本能力和基本技能的训练方面，应当更着重强调一些。

因为考试主要考做题，所以一般情况下，大学生对习题作业是比较重视的。但是，容易产生两种偏向：其一，做得多，想得少。以为只要把题做对，就达到了做题要求，不能有意识地在思考能力和方法技巧上下功夫；其二，粗点多，精点多。很少有人琢磨用几种不同方法来做同一道题，然后加以比较；也很少有人分析归纳不同习题的类型和解法要点，深入研究。

为了达到习题、作业的学习效果，要突出一个“精”字，就是说，要精选题目，精心思考，做得精细，讲究精

炼。许多学习优秀的学生，总结做题的一条好经验，就是“粗做十道，不如精做一道”。题要做得精，前提是复习好有关理论，坚持先复习、再做题。在做题过程中，要有条不紊、扎扎实实。

一、弄清题意，分清性质。弄清题意就是弄清已知条件是什么？要得到的结果是什么？这似乎是一般常识，但却有一些人在这上面经常出错。丢了已知条件解不出结果，看错题目要求，答非所问，都将浪费宝贵的时间，而且对于养成一种科学的作风十分不利。课本上的习题，一般已知条件恰好足够，解题要求也很明确，而且常常只有唯一的答案。但是，在实践中，问题错综复杂，千变万化，常常要自己确定解题要求，自己寻找已知条件，自己判断根据已知条件能否求出解答，那时，审题能力就非常重要。这种能力在学习过程中，应当首先通过习题、作业，以及在课程设计、毕业设计中逐步培养起来。

分清性质就是分清题目的类型。属于理论概念性的题目，应当在概念明确、推理合乎逻辑方面下功夫；而技巧性的题目，则在解题思路、解题方法上多推敲、多比较，力求解题简捷合理。

二、回顾理论知识，确定解题步骤。所谓回顾理论知识，并非要求临做题时再全面复习一遍理论，而是针对题目要求，认真思考如何运用理论知识来解题。有的题目用某一基本理论就可解决；有的题目则需综合运用几方面基本理论才能解决；有的运用基本理论在特殊情况下的推论来解决更简便；有的还要将已知条件作某些变化才能解决。这一思考

过程，对所学理论是一种复习，对运用理论则是一种锻炼。解题的理论根据找好了，就能大致确定解题步骤。对于复杂一些的题目，虽然详细的步骤可能一下子定不下来，但解题的方向是可以清楚的。解题步骤定得不当，在具体解题过程中可能要有所修改，这是正常情况。但是，要竭力避免"套"和"碰"的办法。"套"就是不仔细考虑应当运用哪个理论比较恰当，抓住一个公式就套用起来。"套"对了，并不明白为什么用这个公式合适而用别的公式就不合适；"套"错了，徒然白白浪费许多宝贵的时间。"碰"就是对解题步骤胸中无数，走一步看一看，乱碰瞎撞，靠"碰运气"解题。不仅浪费时间，也不利于提高解题能力。

三、踏踏实实，精心解题。一般情况下，除非有十足的把握，最好先用草稿纸解题；解出结果，审核无误，再抄写到习题本上去。有的人以为这样做只是为了追求书面整洁美观，没有必要，其实不然。在草稿上解出结果，只说明思路和方法对头，但逻辑是否严谨，表达是否科学，条理是否清晰，数据是否准确，还大有讲究。如果能进行增删修改、加工整理，对培养基本能力和科学作风来说，好处很大。分析解题结果，进行适当验算，这一工作常常被忽视，实际上却很重要。作为一个科学工作者，科学性是首先的要求；对所解决的问题保证结论的正确性，又是科学性的主要标准。对所得出的结论毫无把握，在做习题时似乎无所谓，而在实际工作中则根本不能允许。怎样才能判断自己解题结果的正确性和准确性？仅仅依靠细心谨慎是不够的，而必须找出判断的理论依据和科学方法。这对于深入掌握理论和培养分析解

解决问题的能力，有着特殊的意义，例如，有些问题，只有用不同原理解出相同结果，“殊途而同归”，才能保证其正确性。

四、举一反三，归纳总结。一般大学生很少做这一工作，而优秀学生解题能力较强，常常获益于此。其实，题目做多了，归纳总结并不困难。例如，证明数学恒等式，有时由左边经过推导证明等于右边；有时要由右边推导证明等于左边；有时要左右两边分别推导等于第三式；有时却要把左边减去右边证明恒等于零。把所做的各种证明数学恒等式的题加以归纳，总结为这样四种方法，对于开阔解题思路，指导解题方法，好处很大。又例如，解一道解析几何的题，要求由解析式画出图形。如果不停留在这一步，而进一步改变解析式的各项参数，看一看对图形变化有什么影响。这样举一反三，做一道题，就会有几道、几十道题的收获。具体的经验是可贵的，系统的经验更加可贵，对习题、作业来说，也是这样。

五、要有“啃硬骨头”的精神。一般情况下，教师所布置的习题，都是按照学生的知识和能力完全可以独立完成的。如果说在复习中不要轻易去问老师和同学，强调独立思考，那么，在完成习题过程中，更应强调独立思考。在各种习题中，所谓难题，或是由于理论概念较深，或是由于方法技巧要求比较灵活，可以冷静地加以分析。如果属于理论概念问题，可以进一步带着问题重新复习有关理论部分；常常可以发现，理论一旦理解透彻，所谓难题其实不难。如果属于方法技巧问题，则可以把思路放开一点，多用几种方法，

多从几个角度去考虑问题，多琢磨一些典型例题的解题方法；一时做不出，搁置一、两天再想，总是可以做出来的。这样，真正由自己探索出来的难题，做一道顶得上许多道题目作用。有一个教师回答学生为什么解难题那么快时说：

"你们看我解难题很快，其实，我碰的钓子比你们不知要多多少倍。"只有多"碰钓子"，才善于"拔钓子"，这确实是一条平凡的真理。

六、努力培养基本技能。公式推导、数字计算、作图列表，选座标画曲线以及文字表达等方面的技能，首先要力求准，其次要力求快，还要尽可能工整、清晰、美观。例如，先推导公式再代入数字，许多人并非不知道，可是在大学高年级还常常出现这方面的毛病。选座标画曲线，是最普通的技能，可是直到毕业设计中还能发现有些人缺乏基本训练。主要原因，是思想上没有足够的重视，缺乏对自己的严格要求。而不具备这些基本的科学素养，是不能成为一个优秀的科技人员的。

七、正确处理做题的数量和质量的关系。达到一定数量，着重提高质量，做到少而精，这是总的要求。没有一定数量，达不到训练的要求，这是显而易见的。在质量方面，除独立思考，做一道题有一道题的收获以外，还要注意品种齐全，难易搭配，粗做和精做相结合。盲目追求数量，不精心挑选，"拣到篮子里就是菜"，品种太少，虽多实际不广，仍然孤陋寡闻。好钻难题，较容易的基本训练题做得不多，并不能真正提高解题能力；反之，容易的题目做了一大堆，难题却不敢去碰，也提高不了解题的水平。每一道题都

深钻细作，都追求几种不同解法。时间不允许，也没有必要。可以每一种类型的题选一、两道中等难度以上的精做，其余相同类型的题可以粗做。既可以培养解题能力，又可以训练快速准确的技巧。恰当安排，就能事半而功倍，获得较好的效果。

八、从错误中学习。在解题过程中，总会产生各种大大小小的错误，有时是概念理论方面的，有时是运算、制图方面的，都属于原则性错误；有时看错数字、产生笔误，或书写不工整，属于粗枝大叶的非原则性错误。无论哪种错误，都说明自己的知识、能力、技巧或作风上存在缺陷，当然不是一件好事。但是，如果通过错误，吸取教训，能够"吃一堑。长一智"，就能把坏事变好事。善于学习的学生，总是把习题作业看成是一种"开卷考试"，严肃认真地对待每一处或大或小的错误，细心找出原因，引以为诫，可以从中了解到不少宝贵的东西。有的同学对于原则性错误比较注意，而对非原则性错误则认为无所谓。实际上，许多非原则性错误，也具有原则性的意义。或反映出原则性问题。例如，计算中原理正确，数字错误，对于一个从事实际工作的科技人员是不允许的；计算正确，书写时产生笔误，似乎只是粗心大意的毛病，但仔细推敲，至少可以发现对解题结论缺乏认真的检查、核对、验算，这就反映出存在原则性问题。一个在学习中对待习题作业的错误满不在乎的人，很难期望他在实际工作中有严谨的科学作风，更难期待他能作出杰出的发明创造。学习上要求不高的学生，常常对于教师要求改正或重做做错的题目反感；而优秀的学生总是自觉地严格要求自

己不放过每一处错误，甚至对草稿上演算时产生的错误也力求找出原因，总结成经验教训。显然，这样两种不同的态度，其效果也会截然不同。

四 实验——窥探自然的眼睛

实验对现代科学技术有着愈来愈重要的地位，在现代教学中也有着越来越重要的作用。

科学实验既是产生理论的源泉，又是检验真理的标准。科学实验，是人类认识自然、改造自然的一种基本活动。正如恩格斯所说：“自然科学和哲学一样，直到今天还完全忽视了人的活动对他的思维的影响；它们一个只知道自然界，另一个只知道思想。但是，人的思维的最本质和最切近的基础，正是人所引起的自然界的變化，而不单独是自然界本身；人的智力是按照人如何学会改变自然界而发展的。”掌握了科学实验的方法和技能，就好比给我们安上了一双窥探自然的眼睛。

现代科学的迅速发展，材料的改变，产品的更新，技术的改进，经常给科技工作和生产部门带来大量新任务、新课题。一个工程技术人员靠熟悉一套工艺规程、一套设计方法就可以对付工作的时代可以说一去不复返了。设计人员、工艺人员、研究人员、管理人员之间的固定界限，正在大规模范围内消失。科学实验的任务，摆到了各类科技人员的面前。过去，没有实验研究就要落后；今天，没有实验研究，已很难进行日常的科技工作。

科学技术的迅速发展，也给科学实验带来了许多新的特点。实验设备更加精密、综合、大型、自动，使用着科学技术中最先进的成就；实验理论由古典的单因子实验、数学统计、直觉选择、试错等方法，逐步为数学模型、计算机模拟、最优化理论所代替；自动控制、自动检测、计算和分析等技术引入科学实验，提高了实验的“纯度”、速度、自动化程度；实验科学在许多学科领域，已发展成为独立的分支，例如原子物理、粒子物理都已分为理论物理和实验物理两大分支。科学实验和生产的紧密联系，互相促进，使实验具有生产化的特点，而生产又一时一刻也离不开实验，等等。

实验在科学技术中的重要地位，决定了它也是高等理工科院校极为重要的教学环节。实验课的教学时数，约占总学时的15～20%。实验课的教学目的是：（1）验证和巩固所学的知识。把通过书本得来的间接理论知识建立在直接经验的基础之上；（2）进行实验方法的训练。从确定实验目的、方案，制订实验过程、步骤，选择实验材料、设备，直到整理实验数据、分析实验结果，等等，都应在实验课中得到应有的训练和提高；（3）培养独立工作能力和科学的作风。

高等理工科院校的教学实验课，大致有三类：（1）基础课和技术基础课实验：如物理、化学、材料力学、电工等课程，实验课学时占课程课内总学时的1/4到1/3。一般以巩固理论知识为主，同时进行实验的基本训练。这类实验，设备和实验方法比较成熟，教师对实验的指导也比较细致、具

体。（2）专业课实验：由于课程性质不同，实验内容差别较大。有的可以以个人或小组进行，有的则以班级进行。一般来说，对学生独立工作能力要求较高，更多地在实验能力和技巧上进行训练。（3）以实验为主的课程：如无线电技术专业所开的“无线电技术实验基础”课，以实验理论、实验方法、实验技术为主，传授系统的实验知识和技能，使学生得到实验方面的全面训练。还有一种课堂演示实验，主要是加强讲课效果的辅助手段，可以不列入实验的教学环节。

由于实验课具有独立性、实践性较强的特点，能否认真掌握实验课的学习方法，对学习效果的影响，比听课、复习、习题等环节都要大。实验课的学习方法，要着重在理论联系实际和独立工作能力的培养上下功夫。

一、复习有关理论，明确实验目的，理解实验方案。教学实验一般是根据理论教学的重点而设置的。理论知识是进行实验的指导思想和理论武器。实验课前，不应当以阅读实验指导书为满足，而必须进行必要的理论复习。只有从理论的高度来理解实验的目的，才能抓住重点，明确要点。从理论复习中，也可以深入理解实验指导书所提出的实验方案，比较不同实验方案的特点和优缺点。事实证明，重视实验中的理论指导作用，在实验过程中就能观察得更细致，分析得更深入，有比较大的主动性，实验的收获就会更大一些。

二、按照实验指导书，认真掌握实验方法和步骤。实验方法和步骤，在有了正确的实验方案之后，常常成为实验成败的关键。有一些学生，对于实验指导书所规定的实验方法和步骤不予重视，认为枯燥无味，以为只要在实验中按照指

定的程序进行就可以了。实际上，在方法的选择、步骤的安排上大有学问，应当力求理解它的道理。有的学生在实验中忘记某一步骤，以致整个实验失败，这决不只是粗心大意的问题，而是说明他对步骤安排的道理缺乏理解。即使机械地按步骤做完了实验，如果不考虑为什么要这样做，知其然不知其所以然，实验的收获就很小。当要求独立设计实验方法和步骤时，就将无从下手，一愁莫展，暴露出缺乏独立工作能力的弱点。

三、认真学习实验的基本操作技能和仪器使用知识。合理地选用仪器，正确地操作仪器是达到实验目的的唯一途径。许多大学生常常忽视这方面能力的培养。例如，在化学实验中，天平、试管、烧杯、量杯的使用，配制溶液、加热、冷却、过滤以至刷洗试管、点燃酒精灯等等操作技术，看起来十分简单，但要正确而熟练地掌握，却非得经过反复严格的训练不可。越是基本的操作，在实验中反复使用的机会越多，不正确的操作方法带来的危害就越大。温度计放入溶液中使用一次后，要立即冲洗干净，看来很繁琐，但如果养成习惯，不经冲洗到处乱插，就可能给溶液中带来杂质，影响实验效果甚至失败。某些仪器操作不当，还将损坏仪器设备甚至产生严重事故。实际操作的动手能力，是一个优秀的工程科技人员必不可少的基本能力，在大学学习阶段，要把它摆到和掌握理论、发展科学思维能力同样重要的位置上，在经常的实验中逐步提高。

四、提高实验的观察、分析能力。如果说复习、习题等学习环节着重培养概念、判断、推理、论证等演绎方面的逻

辑思维能力，那末，实验中则着重培养比较、分析、综合、归纳等方面的逻辑思维能力。实验是一种实践性学习环节，所接触的是十分生动丰富的实验现象，如何从中总结出自然的规律，是实验中学习方法的基本特点。例如，实验中出现异常现象，出现实验误差是经常的、必然的，而和理论完全准确相符合的情况则很少。而一般的学生，只重视相符合的一方面，而忽视不符合和产生误差的一方面，很少去考虑异常现象和误差产生的原因，不会运用理论知识去分析，不善于从偶然的现象中归纳出具有规律性的知识，这样，通过实验所得到的收获必然有限。更有个别人，任意篡改实验数据，抹煞实验中的异常现象，勉强去凑合理论。他的实验报告也许很漂亮，但真正学到的知识却很少，更严重的是形成了一种违反科学的坏作风。这种不良作风带到工作中去，常常给工程技术事业造成损失，更不可能有杰出的发明创造。历史上重大的发现，常常是从实验的异常现象中得到的。象迈克尔逊—莫雷实验，否定了当时理论上公认的"以太"的存在，就成了相对论产生的实践基础之一。

五、逐步提高独立进行实验的能力。大学的基础课和技术基础课实验，大多数按实验指导书进行。实验的原理说得很清楚，实验的目的、要求、内容、方法、步骤以至仪器的选用、操作方法、实验结果的分析整理方法都规定得很详细具体，按此进行，就可以顺利完成。在实验能力不强，时间有限的情况下，为了逐步培养独立的实验能力，开始这样做是完全必要的。但是，不要以此为满足。在有了一定基本训练之后，应当考虑根据实验的目的、要求，试着改变某些实验

步骤，改动测量范围，增加自行设计的某些实验内容；再逐步提高，达到完全抛开实验指导书，仅仅根据理论知识和实验原理，可以独立设计和进行某一简单的实验；最后，再独立进行某些较复杂的实验。当然，这一切都应当在教师指导下进行，以免走过多的弯路，或产生损坏设备仪器、发生事故等问题。

六、阅读实验资料，扩大实验眼界。在学习阶段，由于时间和设备限制，只能重点安排有限的实验。学校条件较好，可以为学有余力的学生提供某些选作的实验，一般情况下，也不可能很多。为了提高实验能力，可以阅读一点实验资料。例如，用一种方法进行实验，可以看一看用另一种方法进行同一实验的指导书或实验报告，进行对照学习；在学报、杂志上，可以找一些科学实验的论文进行阅读，了解其实验原理、方法和结果。这种学习，效果比亲自进行实验当然要差一些，但对于扩大眼界，增长知识，是一种切实可行的办法。有的同学在理论学习上很注意阅读参考书，在实验这一学习环节中，不妨也发扬一下这方面的优点。有的时候，如果有条件参观某些科研实验过程，听人介绍某些实验仪器性能特点，也能得到不少收益，不要轻易放过这些机会。

五 实习——处处留心皆学问

实习是理论学习与生产实际相联系的教学环节。实习的目的，是使学生获得生产技术知识和生产管理知识，同时又

培养运用理论知识分析解决生产实际问题的能力。实习在理工科特别是大多数工科专业教育计划中占有相当重要的地位，一般占总教学时间的 10 ~ 15%，有的专业还更多一些。世界各国的高等教育，对实习在教学过程中的作用，都十分重视，成为国际上一些教育学术会议上讨论的重要课题之一。

实习大致分为教学实习和生产实习两大类。教学实习是配合一门课或几门课的学习而安排的实习，例如，工科院校大多数专业，都要进行金属工艺学实习，是配合金属工艺学课程学习而安排的。教学实习常常是以获得本专业基本的生产实际知识和学习操作技能为目的，同时也要了解一些生产管理的初步知识。有的专业称为认识实习，也是一种教学实习。

生产实习一般是配合专业课学习而安排的，它要求获得更多的本专业生产实际知识，学习把各种专业理论知识综合运用到生产实践中去，提高分析和解决生产实际问题的能力，同时学习更多的生产管理方面的实际知识。毕业实习也是一种生产实习，它以准备毕业设计或毕业论文的实际资料为目的，是一种要求更高、综合性更强的实习环节。

实习是大学学习所特有的一种学习方式。掌握实习的学习特点和学习方法，对提高学习质量，缩短学习和从事实际工作之间的距离，有着重要意义。

一、要善于在实习中向实践学习。不了解实习这一学习环节的特点，常常会产生"学什么"、"怎么学"的问题。这不难理解，因为从小学到大学，习惯了听课、复习、习题、

实验等学习方式，而到实习中，情况就不同了。生产现场，碰到的是生动具体的生产现象，使人目不暇接，似乎可学的东西很多；可是，生产工人操作机床设备，生产出一件件产品，似乎又是那样简单明了，感到没什么可以学习的。还有的觉得这些东西，比起微积分概念那样的理论，似乎算不得什么知识。如果有这种“没什么可学”的思想，那在实习中无非看看热闹，是不会有什么收获的。

应当怎样向实践学习呢？

首先，要重视实践知识。理论知识是从实际知识中抽象出来的，反过来，人们又运用理论知识为指导，创造出千千万万、生动丰富的生产设备和生产技术，去改造自然，造福人类。在生产实践中，每项生产设备，工人的每一步操作，都凝聚着前人丰富而宝贵生产经验，都是理论与实际相结合的结晶。在机械加工车间里，为什么要有那么多形形色色的机床？为什么车床达不到磨床的精度，磨床又代替不了车床的作用？车刀为什么要磨成五花八门的形状，砂轮又会有粗有细、有大有小？加工时有的加冷却液，有的又为什么不加？……这里用得上一句谚语：“处处留心皆学问”。实习教学有实习大纲，但并没有专门的教材，丰富的实践知识，全靠细心观察，勤于请教，才能学到手。

其次，要善于联系理论知识。实践知识并非没有理论，而是处处都和理论知识有关。车间里的各种机床上，都装有刀具：车刀、铣刀、刨刀、镗刀、钻头等等，各种刀具都有一定的几何形状，它们为什么要做成那种样子而不是别的样子呢？《金属切削原理和刀具》就要研究这个问题。在实

习中思考过这些问题，学习这门课的时候就有了实践知识的基础；掌握了课程理论，在实习中就要用来分析研究这些具体问题。

第三，要有独特的学习方法。在实习中，教师和工人、技术员将进行必要的讲解，但更主要的是要学生自己多观察、善思考、勤总结。观察要细、而要广。了解车床加工，不善于观察的，只能看到刀架上装的几把车刀；而善于观察的，从工人的工具箱里，可以看到种类繁多的各种各样车刀。这么多的车刀，每一把都有什么用处呢？在具体加工时，针对不同的材料和加工要求，又如何正确地选用呢？这就必须开动脑筋多思考，多请教。了解它们的各自特点之后，善于学习的自然要把它们分成类，按刀具材料可以分为高速钢车刀、硬质合金车刀等，按加工用途又可分外圆车刀、端面车刀、切断刀、螺纹车刀等。实践知识常常是零碎的，具体的，经过总结，就能成为系统的知识。不仅便于巩固记忆，而且是提高成为理论知识的第一步。

二、理论联系实际，学习运用理论知识分析解决实际问题。一般来说，实习中并不要求学生真正去解决生产实践中的具体问题，而只是学习的一种方法。当然，高年级学生如果能抓住生产中的一、两个实际问题进行研究，提出革新建议，是应当提倡的。在大多数情况下，主要是运用所学的理论知识，去理解和解释生产中的各种现象。实习钻床加工，分析钻头形状要用到数学上螺旋线、螺旋面的知识，分析钻削过程要用到物理的力学、热学（钻头的散热、冷却）知识，钻孔的定位要用到几何、三角知识，等等。这种理论知识的

运用，不象习题、实验一样，问题很明确，解答的要求很具体；而是要求自己提出问题，自己进行思考，自己作出解答。也不象习题、实验一样，问题比较简单，所运用的理论也比较专一；而是比较综合，比较复杂，要求自己善于抓住重点，抓住关键，全面考虑问题，越到高年级，这种要求的程度也越高。

在高年级的实习中，特别是毕业实习中，碰到什么问题研究什么问题就不够了，按照实习大纲去钻研问题也不够了，而是要求在教师指导下，由学生自己确定实习的内容、要求，有目的、有计划、有步骤地去收集所需要的实际资料。你的毕业设计题目是设计内燃机的一个部件，你就要到工厂去把这个部件的设计、工艺资料，生产中的情况、问题、关键，当前的技术革新动向等等实际知识有目的地进行系统了解。有些重要问题，在实习过程中就要运用理论知识分析透彻，研究清楚，以形成设计思想，定出设计中要进行革新的课题，才能为毕业设计打下一个坚实的实践基础。毕业实习进行得好不好，常常是毕业设计质量高低的一个重要关键。

三、用心学习操作技能。一个人的知识和技能，是有差距的。“知”并不等于“会”，由“知”到“会”，要有一个反复练习的过程。大学生为什么要学习生产实际的操作技能呢？首先，这是实际工作的需要。在工程科技人员的工作中，并不总是在纸上写、嘴上讲，许多情况下，必须亲自去干。进行一项科研实验，许多实验设备的加工、安装、调试都要亲自动手；进行一项新工艺的实验、新设备的试用，也

常常要亲自动手操作。不会动手操作，实验就很难成功。其次，是理论和技术工作的需要。一项新产品的设计，能否方便地加工制造出来，没有亲自参加制造过程的体验，就不会有深刻的体会。一辆汽车设计出来，是否驾驶方便，没有开汽车的体会也很难做到设计的合理。科技人员好比生产的指挥员，什么乐器演奏也不会的人当不了乐队指挥，什么操作技术也没有的人也一定指挥不了生产。第三，某些专业操作技能，是从事这些行业科技人员的基本功，更需要达到娴熟的程度。一个矿产普查勘探工作者，如果不会使用地质锤和放大镜，一个金相专业人才，如果不会做金相磨片，他们的专业工作是无法进行的。学习操作技能，由于实习时间有限，不可能要求达到熟练工人的水平，重点应当放在理解操作方法的原理上，所以在学习中应当充分开动脑筋，而不单纯依靠重复操作达到熟练的目的。实践说明，具有一定理论知识的大学生，比缺乏理论知识的学徒工，学习操作技能要快一些。只要用心学习，在较短的实习时间内，是可以学会一些最基本的操作技能的。

四、努力学习生产管理知识。由于科学技术的迅速发展，现代科学的研究和企业生产，各种专业的分工更细而要求相互之间的配合更紧密。如何最充分地发挥人力、物力和财力，使局部和整体关系协调配合，以便从整体上达到最优设计、最优控制、最优管理，最大限度地提高劳动生产率，是现代管理工程的主要任务。现代的管理知识，不仅生产管理人员必须具备，而且每一个科技人员和工人都要有充分了解，否则就无法做好本职工作。

在高等工科院校，有管理工程专业，其他某些专业也没有管理工程方面的课程或是在工艺课等课程中介绍管理方面的知识。通过生产实习来学习生产管理知识，是一个重要的方面。在实习中，要请工厂企业的管理人员讲解管理知识，也要求学生主动地通过观察和请教工人、技术人员，了解生产的组织和管理等情况，增进管理知识。

实习是一种特殊的学习环节，学习的对象是工人、技术人员、管理人员；学习的内容是生动丰富的实际知识和操作技能；学习方法的特点是多看、多听、多想、多请教，要有更强的求知欲，有更大的学习灵活性和更强的获取知识的能力。一个人一生都需要不断地学习，学习方式有向书本理论学习和向实际学习两大类；习惯在学校学习书本理论的人，应当着重提高向实际学习的本领，而生产实习正是锻炼这种本领的最好机会。通过实习学会如何在实践中学习，将对终生的工作都有很大的益处。

六 不做分数的奴隶

考试是检查学习效果的一种方式，也是一个学习过程。在大学学习阶段，将要遇到无数次考试，小至课堂提问、测验、期中考试，大至期末考试、毕业答辩。仅计算期末考试时间，约占全部学习时间的 8 ~ 10%。如何通过考试促进和达到更好的学习效果，是每一个学生都很重视也应当认真考虑的问题。

在研究考试这一学习环节的特点和学习方法之前，应当

先烧清考试的目的，端正对待考试的态度。

考试要达到的目的有三条：（1）督促学生全面、系统地复习和巩固所学的知识和技能；（2）检查教师教学和学生学习的效果；（3）促进学生自学能力、分析和解决问题能力的培养。根据考试的目的，我们应当首先把考试看作是一个学习过程，看作是进一步掌握知识和发展能力的特殊阶段；其次才是检查学习效果，总结经验教训，以利于以后的学习。

由于考试的成绩是决定一个学生升级、留级的根据，也是能否取得毕业证书、获得学位的根据，每一个学生都十分关心考试的分数，这是自然的，也是正常的。但是，有的学生把取得较好的考试分数作为学习的目的，把分数作为衡量学习成绩的唯一标准，这是一种片面的看法。我们应当充分地重视考试的成绩所反映出来的学习效果和存在的问题，但不能为考试而考试，被动地应付考试，更不能为考试而学习。为考试而考试。在考前热衷于猜题目、探消息。要求教师划定或缩小考试的范围，对估计要考的内容死记硬背，估计不考的内容就丢在一边，也许，侥幸能得一个较好的分数，但又能说明什么呢？被动地应付考试，一切围绕考试转，要测验数学了，物理、化学丢在一边，要测验外语了，其他的一概不管，到期末，拼命加班加点，这样，打乱了正常的学习节奏，放弃了广博专深要求，“考试背笔记，考后全忘记”，真正学到手的知识，微乎其微。为考试而学习，把学习的目的放在搏取一个好分数，不注意全面发展，不重视能力培养，迷信死记硬背，分数好一点就盲目自满，分数差一点又

悲观失望，正如通常所说的，成了“分数的奴隶”。这种学习态度，有百害而无一利。

正确地对待考试这一学习环节，不仅是考试阶段的重要问题，也影响到整个学习的各个方面，应当掌握正确的方法。

一、重点放在考前的系统总结和复习。平时学习，一堂课接一堂课，一次习题接一次习题 系统总结的时间很少。学习比较主动的同学，能做一些阶段小结，但整门课程的系统总结，只有在全部讲完考前复习中才有可能进行。考前复习是全面系统总结的难得机会。怎样才能搞好全面系统总结？这里提出一种可供参考的三步方法，第一步，全面回顾。就是说，把一学期一门课的内容，从头到尾很快地复习一遍。回顾一门课的各章内容，目的在于摸清自己对各部分内容掌握的程度，做到胸有全局。同时对各章内容重新回忆，在下一步逐章逐节复习中便于前后联系。在此基础上，抓住重点、难点和自己的弱点，制定出切合实际的复习计划，以免平均使用力量或前松后紧。全面回顾的时间不要花得太多，如果有三天复习时间，用二、三小时即可。第二步，逐章复习。逐章逐节并不意味着看一遍、背一遍。首先要强调深入，就是说要能发现问题、提出问题，通过解决问题提高一步；其次要抓住重点。就是说要抓住基本内容、要点、难点，彻底搞清，不留隐患；再其次，要注意联系，各章节之间，讲课内容和习题、实验之间，都要互相联系，做到融汇贯通。逐章复习要争取一遍成功，不要给自己留下空白。第三步，全面总结。在消化了各章各节之后，返回来搞清各部

分之间的相互联系和逻辑结构，就可以把全部知识形成一个完整的系统，对深入理解和巩固记忆有很大好处。全面总结的办法，可以着重从横的方面进行，比较各部分的区别和联系、相同点和不同点。必要时还可以列出一些提纲、表格。这样，既有纵的方面的逻辑系统，又付横的方面的对比分析，对整门课的脉络就能更加清楚，在平时学习和考前复习的基础上有进一步提高。

二、通过考试，发现问题，进行补课。考试可以比较准确地发现学习中存在的问题。在学习内容上，哪些答对了，自己很有把握；哪些虽然对了，但把握不大；哪些答错了，是什么错误，自己都一清二楚。在学习方法上，可以发现自己是思维能力上有弱点，还是记忆能力不强；是基本概念不清，还是系统总结不够。平时测验，可以及时发现问题，及时补救。期末考试发现问题，也应当重新补课。古人说：“亡羊补牢，犹未为晚”。一门课学完了、考完了，并不等于和这部分知识“告别”，而仅仅是开始。在以后的工作中，可能一生也离不开它，甚至在下一学期的课程中，就要用到它。善于学习的学生，常常不仅从自己的错误中吸取教训，而且很注意从他人的错误中吸取教训；不仅分析错误本身，而且把错误当作警钟，推检其他，以防患未然。

三、总结经验教训，提高学习能力。考试得到了较好的成绩或不够理想，都有原因可找。成绩好，当然在一定程度上反映出平时刻苦钻研的成效，也应当一分为二地分析。例如，可以问问自己，是靠科学的学习方法取得的，还是靠死记硬背取得的？是靠平时努力，还是靠考前突击？是确有把

握，还是有几分侥幸？这样一问，就能从成绩中看出不足，从表面上的成功看出掩盖着的隐患。成绩不够理想，当然有多方面的原因，主要是什么呢？是钻研不深，还是知识面窄？是思维能力不强，还是技能技巧的不足？这样一查，就能发现学习中的薄弱环节，找到关键所在，加以改进。同时，也应当充分认识到已取得的成绩，题目算错了，可能所用的原理、公式和思路还是对的；考试时答不上来，可能是记忆不牢，一时遗忘，并非完全不懂。实事求是地总结，可以鼓舞学习的信心和勇气，以利于继续发扬优点和长处，不致产生灰心失望情绪。学习的能力，就是在学习方法的不断总结、改进、再总结、再改进的过程中不断提高的。

考试本身，也能锻炼一个人的能力。例如，考试特别要求沉着、冷静。看清题意，能够锻炼审题的能力；考试要求在规定时间内完成答卷，能够锻炼迅速准确的运算能力；考题的答案是否正确、准确，完全要由自己作出判断，能够锻炼分析结论和验算的能力；考试答题要求简单明了，表达正确，能够锻炼善于抓住要点，科学严谨的叙述能力；等等。这些方面的功夫，依靠平时养成，但通过考试，是一次集中的训练，对于形成一个人基本的科学素养，是不可缺少的一环。

七 毕业设计和毕业论文

毕业设计或毕业论文，是大学本科学习过程的最后一个环节，是培养学生综合运用所学理论知识和技能解决实际问题

题能力的一个重要环节，也是由学习阶段过渡到实际工作阶段的一个必要环节。

毕业设计或论文，约占大学总学时的 10 ~ 15%。就是说，在大学的四年中，有将近一个学期用来作毕业设计或论文。毕业设计的题目，常常是工程技术中某一项具体的设计任务，例如设计某一种产品、某一部件、某一工艺过程或某一生产设备。论文的题目，则常常是科技工作中的某一项研究课题，例如某一局部的基本理论、某一种新技术、新工艺、某一种新材料，等等。这些题目，可能是工厂企业或科研单位的实际问题，也可能是假拟的题目。不论何种题目，都要求学生能得到全面的综合训练。具体来说，它要求：

(1) 独立地收集为完成毕业设计或论文所需要的资料，并且科学地整理和分析这些资料，包括有关书刊、科学报告、生产文件等书面资料，也包括工厂企业、科研单位现场的实际资料；(2) 根据设计或论文题目要求，独立提出多种方案，分析研究并确定一种方案，进行方案的论证；(3) 科学地组织自己的工作，独立地进行设计或研究的全过程，独立地考虑设计和研究的科学性、现实性和经济性等问题；

(4) 独立地分析和评价设计和研究的结果。

毕业设计和论文，既是对整个大学学习阶段所获得的知识和能力的全面总结、巩固和考核，也是获得新知识、提高独立工作能力的一个学习阶段。和大学学习的其他阶段相比较，毕业设计和论文具有更强的综合性、独立性、实践性、创造性特点，相应地，要有一些独特的学习方法。

一、要以实战的姿态投入工作，进行学习。如果是真实

的题目，当然要真刀真枪地去做；即便是假拟的题目，也要假题真做。例如，收集资料时，要力求真实、丰富、准确，不要为设计或研究的方便，脱离实际，停留在书本、讲义的范围内，把已有的成果拼凑作为自己的新东西。收集实际资料，要费力气，会给设计或研究带来许多困难；但是，正是运用理论知识，发挥能力，克服这些困难，才能有所提高。例如，在进行新产品的工艺设计时，如果仿照国外先进工厂的生产过程，全部采用先进的设备，可以很容易达到工艺要求，当然也很先进，但国内并不具备这种条件，这种设计并没有实用性。如果在现有的设备条件下，要实现工艺要求，可能要克服种种困难，研究最合理的工艺路线，选用最合理的加工方法，设计某些专门设备，但是，它具有实用性，因而是优秀的设计。即使是假题真做，也要一丝不苟，力求每一步都准确合理，经得起实践的考验。这种从实际出发的要求越严格，毕业设计或论文中所受到的锻炼和得到的收获就会越大。缺乏这种严格的锻炼，走上工作岗位以后，还非得补课不可。

二、刻苦训练独立工作能力。毕业设计和论文的学习阶段，就象训练飞行员，已经到了"放单飞"的阶段。尽管自始至终都有教师指导，但一定要克服依赖思想。在每一个大大小小的问题上，都要想"没有老师我怎么办"，而不要"不知怎么办就去找老师"。例如，在研究和确定方案时，老师也许只要求提出一、两种方案进行比较，或者由老师提出几种方案供你选择。要求严格、善于独立工作的学生，决不满足于去理解现成的方案，也不拘泥于看来已经比较完善

的某种方案，而是力求多提出一些方案进行研究，甚至提出完全不同的新方案进行考虑。尽管最终可能还是回到了原来的方案上，但由于经过了周密思考，在开阔思路、分析比较、逻辑论证以及理论联系实际等方面，却可以受到更多的训练。

三、充分发挥创造精神。对于初次从事设计和研究的人来说，要求真正达到富有创造性而且获得成功，当然是困难的。但从学习的要求来说，可贵的正是有创造的愿望，而不满足于"照猫画虎"。没有创造的愿望，当然不可能有创造的行动。列·托尔斯泰说："如果学生在学校里学习的结果是使他什么也不会创造，那他的一生将永远是摹仿和抄袭"。毛泽东同志说到学生答题，答得好，有创见，可以打一百分；答得对，但是平平淡淡，没有创见的，给五十分、六十分。毕业设计和论文也是这样，如果没有创见，即使合理、正确，你自己应该知道：这只不过是"及格"的标准而已。怎样才能有创造性？仅仅靠联思苦想或灵机一动，不会有真正的创造性，只有收集和研究了丰富的资料，掌握了科技发展的最新成果，在基本理论上有透彻的研究，掌握了科学的方法论，才能步入创造的天地，培育创造的花朵。但是，也不要 把创造看得高不可攀，神秘莫测。能够提出全新的创造性方案，固然很好；一点一滴的革新，能获得实际效果，也是很可宝贵的。教育理论界有人主张大学生要提早进入科研领域，毕业设计和论文就是一个大有作为的天地。在学习中开始研究和创造，用创造的精神和研究的方法去学习，使创造发明的种子早一些开始萌发，这不仅是需要的，事实证明

也是可能的。既然没有进大学的许多工人、农民能够有所发明、有所创造，经过数年大学阶段的学习，步入毕业设计、论文阶段的未来工程师怎么会反而不能呢？

四、脚踏实地，严格要求。毕业设计和论文，特别是真实的题目，要求从理论到实际，从方案到计算，从结论到应用，都做到绝对正确。因为任何谬误，都将在实际生产中带来人力、财力、物力的浪费，有些甚至可能导致重大的事故或损失。由于高度的责任感而产生的严格要求，正是毕业设计和论文这一学习环节所具有的突出优点。平时学习，习题错了改过来就是，实验不对可以重作，考试答错了无非成绩差一点，尽管强调应当培养严肃、严格、严密的科学作风，究竟和实践相距较远，没有毕业设计和论文这样强烈的现实性。实践是铁面无私的，大学阶段学习的成果，将在毕业设计和论文这一实践性教学环节中受到最严格的检验，当然也是一次最严格的训练。

五、善于巩固和扩大知识。运用知识和能力，提高分析解决问题的本领，无疑是毕业设计和论文的重点，同时也不要忽视巩固和扩大知识面。毕业设计和论文阶段，可以学到的新知识是非常丰富的。首先，要从事某一产品的设计，就要对同类和相近的产品有较深入的了解；要研究某一技术，就要对这一技术的发展历史和现状们广泛的知识。在收集资料、论证方案、评价结果的过程中，要广泛积累、反复钻研与本题有关的这些知识，这本身就是一种巩固和扩大知识面的过程；其次，某一产品的全部设计过程，某一技术的全面研究过程，要求熟悉设计的研究的原则、方法、步骤。在课程设

计、大型实验的基础上，要求进一步提高。这些方向的知识，从原则到实际，内容非常丰富，常常是书本上不容易学到的；再其次，在毕业实习中，在收集资料过程中，有许多实际知识可供学习和研究。实践中成功的技术革新，出现的新问题，提高到理论上予以总结或解释，就可以丰富理论方面的知识，而且常常成为毕业设计和论文的宝贵基础。善于学习的人，实践是一个极其丰富的源泉。

毕业设计和论文是一个艰巨的学习阶段，是一个要求很高的学习环节，也最能发挥一个学生的学习能力、工作能力和创造能力。当你把大学阶段的学习成果凝结在富有创见性的毕业设计和论文中，特别是当在工程技术和科学的研究中发挥了它的实际成效时，你将会深深感到十多年刻苦学习、辛勤劳动终于开始结出了果实，欢乐、喜悦、对前途充满希望的心情，是只有身临其境的人才可以体会到的。

第九章 生动活泼地主动地学习

一 热爱科学，刻苦谦逊的治学精神

学习的成功，首先要有对知识的热爱，强烈的求知欲，永不衰减的兴趣。有了热爱，就能产生勤奋刻苦的精神，谦逊好学的美德，充分扬长避短，发挥优势，取得学习的主动。热爱科学、刻苦谦逊的治学精神，也是产生科学的学习方法的动力，是运用一切科学学习方法的基础。没有汽油，再好的汽车只不过是一件摆设；缺乏优秀的治学精神，科学的学习方法也只能是一句空话。

一、谈热爱科学的精神。古往今来的科学家、教育家，都认为对学习的热爱、对科学的兴趣是进步的首要条件，是引向成功之路的巨大动力。《论语·雍也篇》说：“知之者不如好知者，好知者不如乐知者。”夸美纽斯说：“铁匠在打铁以前，便先去把铁烧热，……在传授学生知识之前，必须同样先使他的学生渴于求得知识。”又说：“凡是热忱求学的人，也就是具有学问的人。”达尔文在自传中回顾：“就我记得我在学校时期的性格来说，其中对我后来发生影响的，就是我仔强烈而多样的兴趣，沉溺于自己感兴趣的东西，深喜了解任何复杂的问题和事物。”他总结自己成功的

经历："在事实的观察与收集方面，我的勤奋差不多已尽了最大的努力，尤其重要的是我对自然科学的爱情极坚贯而又热烈。"爱因斯坦总结学习成功的秘诀："热爱是最好的老师。"

对学习的兴趣和热爱是怎样产生的呢？

首先，伟大的目标产生永不襄竭的热情。列宁说："为了完成伟大的事业，要有奋发的热情"。斯大林说："只有伟大的目的才能产生伟大的力量。"恩格斯在《反杜林论》中说到，为了系统地阐述辩证唯物主义，不得不去啃杜林先生著作这个"酸果"。为创立和发展马克思主义的强烈责任感，使恩格斯热心去钻研自己并不感兴趣的東西。爱因斯坦 34 岁被选为普鲁士皇家学院正式院士，他在致柏林科学院的信中写道："对一个人来说，所期望的不是别的，而仅仅是他能全力以赴和献身于一种美好的事业"。当诺贝尔从爆炸的硝烟烈火中冲出来的时候，没有对危险的恐惧，没有因受伤而痛苦，而是成功的欢乐。当陈景润在一切不利环境中研究哥德巴赫猜想时，鼓舞他的是去摘取数学皇冠上明珠的强烈愿望。

其次，强烈的求知欲是在求知的过程中产生的。如果让一个初等数学还不熟悉的人去听数理逻辑的枯燥讲演，或是让一个专家重复去听他所熟悉的学科的科普讲座，是无论如何也引起兴趣的。求知的欲望产生于经过力所能及的劳动而能获得新知识、步入新天地的情况下。所以，学习一门新知识，要由易到难，由浅入深；阅读一本新的书籍，要适合自己的知识水平和接受能力。

第三，兴趣和爱好是在斗争中培养的。俗话说："学问

之根苦，学问之果苦”。经过千辛万苦，克服重重困难而取得成功，就会产生发自内心的愉悦。爱因斯坦在描述这种心情的时候，曾说过：“有助于已经获得的认识，显然能看到幸运地达到的目标，这一点连聪明的大学生也能轻易地理解到。但是，那种遐想连翩与怀着热切的奢望、信心与失望长年交织在一起的心情，以及最后向真理冲刺时的感情，所有这一切，唯有设身处地的人才能体会到。”在斗争中产生的兴趣，是能够保持长久的。

兴趣是学习成功的重要基本因素，应当主动而自觉地培养对学习的兴趣。但是，必须记住，如果过分强调兴趣，以致单凭兴趣去学习，当你的兴趣多变而不固定的时候，它也可能使你在知识的海洋里随风漂荡，事事浅尝辄止，终于一事无成。所以夸美纽斯说：“在智慧方面，快乐地加入旅行的人很多，而能登峰造极的人是很少的。”我国有一句古语：“麻不有初，鲜克有终”。就是说，一件事能够开头的人很多，而能坚持到底的人很少。要不为偶然的兴趣所左右，不随肤浅的爱好所吸引，应当把兴趣和爱好建立在伟大的理想、强烈的责任感之上。

强调兴趣与爱好的作用，并不是只为了满足兴趣和爱好的刺激，而在于由此所产生的勤奋坚毅、锲而不舍的精神。俗话说：“好不如妙，妙不如迷”。只有对知识的学习和研究达到了入迷的程度，才能把兴趣和爱好转化为顽强的学习精神和百折不回的毅力。据心理学家分析，兴趣的产生，有各种复杂的心理因素，大致上可以分为三种类型：（1）直观兴趣。色彩鲜明，形象生动，动作幽默，可以引起本能的

兴趣。这种兴趣非常浅薄，极不固定。当你看到一本书，装帧漂亮，插图精美，印刷清晰，不禁使你赞赏，本能地要看它一看，如果对内容一窍不通，也就不再感到有趣，很快搁置一旁。（2）自觉兴趣。这种兴趣，伴随着情感的产生，思维参加活动，引导人们追根问底。不是即兴产生，而是有明确的追求目的。这种兴趣比较深入，比较固定。当你找到了一本合适的参考书，能解决你的疑难，引导你更深入地思考问题，增加许多新鲜而有趣的知识，你所产生的兴趣，就是这种自觉的兴趣。（3）潜在兴趣。当兴趣具有强烈的目的性，伴随着意志活动，就可以长久地支配一个人的活动，产生经久不衰的爱好。它不再为偶然以亲而改变，也不为艰苦挫折而退缩。能够以苦为乐，在单调平凡的活动中找到无穷的乐趣。一个杰出的科学家，几十年如一日为其最终目的而奋斗，依靠的就是这种潜在的兴趣。哥白尼一生沉迷于星空的观测，忘掉了爱情，忘掉了一切。开普勒沉迷于科学，穷极潦倒，终致饿死。一切人间的不幸和打击，不能使他们有丝毫的动摇；一切精神和物质的引诱，不能使他们有任何的改变。这种潜在的兴趣，产生了奋发的热情，狂热的热爱，是极其可贵的。几乎在所有杰出的科学家身上，你都可以看出这种闪光的特点。我们要使自己成为有所成就的人才，必须自觉地培养对一定的科学目标具有自觉的、潜在的兴趣。具有哪一种性质的兴趣，是对一个大学生成熟程度的检验。如果真正具有一种潜在的兴趣，就会如著名昆虫学家法布尔说的，能“把精神集中到一点”，“其力量好比炸药，立即可以把障碍物爆炸得干干净净”。

二、谈勤奋刻苦的精神。俗话说："一勤天下无难事"，"要知天道酬勤"。纵观古往今来的名家学者，即使有绝顶的聪明，也无一不是因勤奋刻苦而获得成功的。勤奋学习、勤奋研究、勤奋工作，勤奋成才的故事，可以车载斗量，叙说不尽。

究竟为什么要勤奋刻苦才能作所成就呢？

首先，生命有限，知识无涯。在有限的时间内，如何合理利用，提高效率，建立恰当的知识结构，处理广博与专深的关系，是一个极关重要的问题。科学发展，对一个人知识和能力要求越来越高，正如廷德尔所说："知识的高原本已高峻，而我们的发明家则象高原上的山峰，又略为高出在当时一般水平之上。"要想异峰突起，就非有超于一般人的勤奋不可。在一定意义上说，勤奋就是珍惜时间，争取时间。马克思说过："珍惜时间无异于扩大空余时间，也就是扩大了为个人全面发展所必需的时间。这种扩展本身首先就如同生产力反过来影响劳动生产率一样"。

其次，勤奋是脑机能局限性所产生的需要。人脑是自然界发展所产生的最巧妙最高级的物质，人脑的思维能力、心理特征，是其他任何物质、任何机械所不可能具有的。但是，人脑也有它的局限性。例如，和最先进的电子计算机相比，在信息存储能力上，人脑的记忆能力不可能象计算机存储器那样详细、准确、稳定；在运算能力上，人脑的逻辑运算能力赶不上计算机那样周密、精确、迅速；在工作能力上，人脑也不可能象计算机一样连续不断、始终保持高效率、高灵敏度。人为了记住各种必要的知识，为了培养各种

能力，必须依靠逐步培养，反复训练才能达到。除开勤奋地学习和锻炼，别无他法。

第三，勤奋是适应社会现实条件的需要。一个人的学习、工作，无不得到社会上各种有利条件的促进，也无不受到各种不利条件的束缚和限制。学习资料、学习工具、学习环境不可能尽善尽美；经济、家庭、生活不可能事事如意；思想、感情、人和人之间的关系，不叮能不带来各种影响。要克服困难，创造条件，只有勤奋刻苦。古人孙康映雪，读书，胤恭囊尝读书，匡衡凿壁偷光，陋佃映月读书，仅仅为了一线光亮，就流传了这么许多激动人心的故事，其特点都在于不为困难条件所压倒。

第四，勤奋是克服自身不利因素的需要。每一个人都可能有这样那样的缺点、弱点和短处，例如记忆能力差，身体素质不好，意志薄弱，爱好游情等等。唯有勤奋刻苦，方能弥补自身条件的不足。奥斯特洛夫斯基瘫痪以后成为文学家，高士其痴瘓以后成为科普作家，贝多芬耳侮以后仍然投身音乐创作，等等。都是勤奋刻苦的结果。

人才的成功需要勤奋，只靠勤奋却不一定成才。中国封建社会，有不少"十年寒窗苦读，一朝金榜题名"的举人、秀才以至状元，他们熟读经史，深通八股，却并没有为人类留下多少成果；恰恰是那些并非举人、秀才的"白衣之士"，倒成了杰出的文学家、史学家、诗人。在科学上，研究永动机的不乏其人，没有一个成功；在深山修行苦炼的道士，想寻找长生不老的仙药、点石成金的法术，没有一个获得了成果。这都说明，有了勤奋，还必须方向对头。正如培根所说："跛

足而不迷路能赶上虽健步如飞但误人歧途的人。"在学习过程中，有的人日夜攻读、死记硬背，有的人钻进书堆、无暇他顾，其效果都并不理想，也是因为方法不对。盲目的勤奋，不免成为"愚勤"、"蠭勤"。讲求学习方法、科学的研究方法，正是为了使我们的勤奋用到恰当的方向上，有着更高的效率和作用，达到学有成就，研究有所得的目的。

三、读谦逊好学的精神。谦虚是人的一种美德，对于学习，尤为重要。我国古代的《书经》里就总结了"满招损，谦受益"的格言。毛泽东同志曾经告诫我们："虚心使人进步，骄傲使人落后。"又说："要想真正学到一点东西，必须从不自满开始。"

谦虚的反面是骄傲。骄傲的表现是自满自足，自以为是：而骄傲的根子正是在于无知。一个人的时间有限、能力有限，即使博学多才的人，他的知识相对于人类文化的宝库，也不过是沧海一粟而已。认为自己懂得很多，只不过是一种主观唯心的估计。凡是骄傲的人，一旦遇到失败，就容易产生自卑，对自己全盘否定，这同样是一种主观唯心的估计。一个人总有优点和缺点，长处和短处，没有自知之明，对自己作了不切实际的估计，必然走向两个极端，或是骄傲，或是自卑。所以该语说："自卑是骄傲的影子"。宋朝的程颐说："君子莫进于学，莫止于画，莫病于足，莫罪于自弃。"意思是说，进步皆因勤学，故步自封使人停滞不前，最大的毛病是自满自足，最大的缺点是自暴自弃。这一段话，不仅说出了虚心的有益，自满的危害，也说出了自满与自卑的连带关系。所以，一个人要真正做到谦虚，防止骄

傲，首先要对自己有正确的估计。

一个人的知识与能力是有限的，人类所积累的知识财富却极为丰富，而人类未知的天地更是广阔无垠。认识到这一点，才能有唯物主义的正确认识，也才能激发谦虚好学的精神。孔子就说过：“学而不已，阅棺乃止。”苏格拉底也说：“我之所以比别人聪明，就在于我只知道自己无知。”有人问大物理学家波尔：你怎样创造了第一流的物理学派？波尔回答说：“可能因为，我从来不感到羞耻地向我的学生承认——我是俊瓜。”只有懂得自己有不知之处，才能通过努力学习，把不知化为有知。所以谚语也说：“骄傲来自浅薄，狂妄来自无知”。“无知的人未必自大，自大的人大抵无知”。“不实心不成事，不虚心不知事”。

谦虚并不等于自卑，不等于丧失自信心。坚持真理，坚持信念也不能和骄傲混淆在一起。自卑的人，貌似谦虚，但知道自己无知而不努力学习，失去学习的信心和成功的希望，自暴自弃，虽然并不骄傲，和谦虚也无共同之处。坚持真理的人，为真理而勇敢战斗，不为强暴所压服，不为权威所屈服，不为攻击所屈服，傲然挺立，貌似骄傲，但他们为追求真理而努力学习，艰苦探索，严格要求，和骄傲也无共同之处。年已七十的伽利略，面对强暴的教廷法官，仍然说：

“你们可以宣判我有罪，可是地球仍在转动”。爱因斯坦面对法西斯暴徒“勒死这个臭犹太”的叫嚣，镇定地听完“批判”相对论大会全部发言，蔑视地说：“我象是躺在舒适床上的人，臭虫总是要打扰我！”达尔文的进化论观点，开始并不被名家学者所承认，但是，他在《物种起源》一书结尾

满怀信心地写道："我虽然完全确信本书以摘要形式所提出的各项观点的真实性，但绝不期望能说服那些有经验的自然学者，他们的头脑装满了在长期岁月中用与我的观点直接相反的观点所观察到的大量事实，……然而我满怀信心地期望未来，期望着年轻的新起的自然学者，他们将会公平不偏地观察这个问题的两个方面。"这些杰出科学家的杰出表现，不能认为也没有人认为是骄傲。

当新的理论尚未被事实所证明，当新的发明尚未充分显露出优越性，无论坚持或反对，都是正常的。常言道："真理愈辩愈明"。通过理论的争辩和实验的分辨，乃是通向真理的道路。即使反对的意见是错误的，对真理的发展也有促进作用。在为了探求科学真理，抱着实事求是的科学态度而进行的争论中，谈不上谁是谦虚或骄傲。象爱因斯坦这样的大科学家，也并非没有过错误的认识。1927年和1930年，他曾经一再强烈反对波恩把统计数学方法引入量子理论，指责波恩信仰的是"掷骰子的上帝"。事实证明，爱因斯坦是指责错了，但仍然属于科学中正常的争论。在学习过程中，对书本上的知识，提出疑问，发表不同的看法，即使是幼稚可笑的，也有利于认识的深化，相对于迷信书本，盲从权威，是一种进步，不能斥之为骄傲自满。只是那些毫无根据地否定前人，粗率浅薄地宣布自己的"新发现"，为虚荣而追求标新立异，才是不可取的骄傲态度。最重要之点，是不要自认是绝对权威，不要自以为掌握了终极真理，要以最严格的态度来对待自己的信念。爱因斯坦有一句格言："在真理和认识方面，任何以权威自居的人，必将在上帝的戏笑中垮台。"

爱因斯坦的一位朋友曾经这样来褒扬这位科学巨人的科学态度："面对要解决的问题，爱因斯坦总是比他的评议人，甚至往往比他的反对者和敌对者还要多虑得更加周密"。只有象爱因斯坦这样既坚持真理而又科学地对待真理，才是真正谦虚。

谦虚的美德，能使入学而不厌，精益求精，多疑好问，也能使教师乐于教授，使同学乐于讨论。谦虚可以给学习带来无穷的益处，是善学者不可缺少的一种基本品德。

四、谈扬长避短，有自知之明的精神。曾经在班上列为倒数第一的爱迪生，数学糟糕的富兰克林，被学校开除的伦琴，教师认为"没有出息"的爱因斯坦，后来都成了杰出的科学巨人。这是为什么呢？

正如同世界上没有两片完全相同的树叶，也没有完全相同的两个人；每个人既有他的优点和长处，也有他的缺点和短处。如果一个人的优点和长处得到充分发挥，它就可以弥补缺点和不足，在优点和长处的枝桠上开放出绚丽的花朵，结出丰硕的果实。"金无足赤，人无完人"。扬长避短，是人才成功的重要因素。充分发扬一个人的长处，是在经常运用他的长处的过程中实现的，所以富兰克林说出了这一平凡的真理："常用的钥匙总是发亮的。"

法拉第出身贫寒，父亲是一个铁匠，他十四岁到书店当装订学徒，二十二岁才在大化学家戴维帮助下到英国皇家学院实验室当助手。他从未受过专门教育，基本上不懂数学，但在协助戴维进行实验的过程中，兢兢业业，埋头苦干，发挥了实验的才能，终于成了历史上卓越的实验大师，成为电

础学理论的奠基人之一。他一生研究成果，总结性的著作就叫做《电学实验研究》，在这书巨著中，竟找不到一条数学公式。法拉第生成果影黑，然而不懂数学的缺陷，却始终未能使他的卓越发现升华到应有的高度。他的著作语言晦涩难懂，也使他的影响受到限制。法拉第发现电磁感应那年，恰好麦克斯韦诞生，正是他，完成了法拉第遗留的历史任务，正如爱因斯坦说的，“他指出当时已知的全部光和电磁现象，都可以用他的著名的两组微分方程来表示。”然而，麦克斯韦也不是全才，他的学生、二极电子管的发明者弗莱明说：“他从理论上预言了电磁流存在。但似乎从未曾想到要用任何实验去证实它。”因而，在当时除少数年轻的科学家外，他的理论并不被著名的学者所承认。后来，又由法国青年物理学家赫芝用精彩的实验证明了麦克斯韦的理论。赫芝的实验极为简单，不过用一根粗铜线绕成环状，两端分别连着金属小球，在相隔一段距离外的莱顿瓶放电所产生的电磁波，被这个铜环所接收而在金属小球之间产生电火花。这样简单的实验，建立了“电磁理论大厦”的麦克斯韦却不曾设想过。赫芝实验的火花，宣告了无线电通讯时代的到来，使麦克斯韦的天才著作《电磁学通论》呈现出绚丽的光彩。可是，这已经是著作问世以后二十六年的事了。法拉第、麦克斯韦、赫芝，他们在理论与实验上各有特长，正是充分地发挥了各自的特长，才使他们在电磁理论的发展上相继树立了一道道光辉的里程碑。

一个人的特长，并不是天生的，而是在学习和工作中形成的。本来不具有的特长，经过艰苦努力，可以培养锻炼。

古希腊的德莫斯芬，小时口吃，但他决心苦练，每天口含石子，对着大海不停地讲演，终于成为著名的演说家。本来具有的特长，如果培养不当，也可能逐渐丧失。董仲舒写了一篇《伤仲永》，说的是一个叫方仲永的孩子，少年擅长做诗，远近闻名，可是，他父亲没有让他拜名师求学，而是带着他到处做诗游学；过了几年，并无长进；又过了几年，则“泯然众人”，和普通人一样了。一个人的聪明才智，也和优点、特长一样，需要在学习和锻炼中发展。正如清朝的彭端淑在《为学》篇中所说：“聪与敏，可恃而不可恃也；自恃其聪与敏而不学，自败者也。昏与庸，可限而不可限也；不自限其昏与庸而力学不倦，自立者也。”朱熹也早就说过：“大抵为学虽有聪明之资，必须做迟钝工夫，始得。既是迟钝之资，却做聪明底样工夫，如何得？”

在学习过程中，充分发挥自己的特长，就能使学习效果更好一些。在学科上，政治、语文、历史学得好，应当选择文科专业；数、理、化学得好，应当选择理工科专业，自不必说。在能力上，逻辑思维能力强，对从事基本理论研究有利；动手操作能力强，对从事工程技术有利；记忆能力和语音模仿能力强，对从事外语工作有利，这也是一般常识。在学习方法和思维方法上，有的人思维严谨，思考周密，有的人则思维敏捷，思路开阔；有的人长于推理论证，有的人长于想象，灵感丰富。不同的特长得到充分发挥，都可以成为科学事业中突出的风格。

充分发扬长处，是问题的一个方面；避免短处和争取全面发展，是问题的另一个方面。在杰出科学家的传记中，我

们可以看到一些特殊的现象。爱因斯坦自己说：“我的主要弱点，是记忆力差，特别是记单词和课文的能力差。”但是，爱因斯坦有极强的思考能力，善于抓住事物的本质，在大学，他“很快就学会敏锐地辨识出那种能够导致发现根本法则的东西，将其主要兴趣完全转移到它的上面来，而把一切别的东西抛掉，好从脑海里挤得满满的那些杂七杂八的东西中摆脱出来。”这是用发展思考能力的办法弥补了记忆能力的不足。苏联大物理学家朗道，十二岁就通过了大学入学考试，可是，他对课程的爱好十分偏激。他和父亲争辩说，如果文学课得的分数比及格还好，那才叫人害臊呢！有人问他：“诗人莱蒙托夫在《当代英雄》里要表达什么思想？”他说：“你去问莱蒙托夫吧！”朗道一生成果出众，然而，很少独自著书，不爱动笔。有名的巨著《理论物理学教程》，就是他和叶甫根尼·栗佛席茨合作的。有人问栗佛席茨，这本书究竟是谁写的？他说：“动笔的是我，构思的是朗道。”不好写作，大概成了朗道的终生缺陷。但是，朗道思维敏捷，知识宽广，他给学生讲课，措词精炼，想象完美，见解深刻，很受学生欢迎，形成了科学家称之为“浪漫派”的风格。因此，形成一个科学家的基本素养，应当力争全面发展，却不可为此妨碍了特长的发挥。我们承认人的特长不是天生的，而是在学习和工作中发展形成的，就应当主动地、有意识地去加以锻炼和培养。

学习过程是积累知识、培养能力的过程，也是形成优点和特长的过程。在基本知识和能力上得到全面发展，在某些方面又主动地培养自己的特长，那么，在科学的道路上你就

可以有比较大的主动性和灵活性。

二 学习的意志品质

孟子曰："学问之道，无他，求其放心而已矣。"(1) 把整个聪明才智都放在学习上，是没有不能成功的。为了能一心致学，必须怀有宏心，定下决心，树立信心，做到专心，持之以恒，而且要有志气、有朝气。

宏心，就是说要有崇高的目标，拈大的理想。古人云："取法乎上，仅得其中；取法乎中，仅得其下。"数学家华罗庚年轻的时候，是一位不知名的自学者，看到当时有名的大学教授苏家驹关于五次方程解法的文章，发现疑问，并不迷信，经过研究，得出了与苏教授相反的结果，勇敢地发表了反驳的文章，最后得到了数学界的承认，华罗庚教授总结了寓意深长的两句话："弄斧到班门，对刀找云长。"他巧妙地把"班门弄斧"，"关公面前要大刀"这两句形容不自量力的话，反过来形容一个人要敢于攀登科学高峰，要有超越前人的雄心壮志，可谓治学的妙言警句。爱因斯坦说："科学研究好象钻木板，有人喜欢钻薄的，而我喜欢钻厚的。"宏心常常被误认为狂妄，被讥讽为幻想，被贬斥为幼稚，其区别在于是否有科学的根据，是否有切实的行动。俗话说："小马学行樵路窄，稚鹰展翅恨天低。""初生牛犊不怕虎。"青年人有一

[^0]

点不切实际的幻想，有几分柱安，并不可怕，在科学的征途上，恰恰需要的倒是敢于攀登险峰的勇气。但是，俗话说：“只在河滩上沉思，永远得不到珍珠。”“跟高手低，矮墙难过，奋力苦战，雄关易夺。”重要的是要把宏心壮志建立在科学的基础之上，以切实的行动去为实现它而奋斗。

信心，就是说要打掉自卑感。要相信自己的能力。舜是我国古代贤者的象征，成为可望而不可及的人物，但韩愈说：“闻古之人有舜者，其为人也，仁义人也，求其所以为舜者，贷于己曰：彼人也，予人也，彼能是而我乃不能是？昼夜以息，去其不如舜者，就其为舜者。”所以古人说：“人皆可以为尧舜。”宏心是创造的起点，信心则是创造的根基。谚语说：“树没有根，枝叶就会枯萎；没有信心，就会中途退缩。”人一但成名，就会把他神化，这是一种迷信。只有打破迷信，才能树立起创造的信心。马克思说：“搬运夫和哲学家之间的原始差别要比家犬和猎犬之间的差别小得多，他们之间的鸿沟是分工掘成的。”去读一读科学史吧！在杰出的科学家通向成功的脚迹中，你将会找到自己的道路，从而树立起坚强的信心。信心是一种经常鼓舞你前进的力量，信心能引导你走向胜利。任何时候，特别是遇到困难和挫折的时候，千万不可失去信心，格言说：“失去了胜利的信心，就失败了一半。”又说：“只有在丧失信心的时候，才算失败。”

决心，就是坚定信心不动摇，坚持到底，百折不回的信念。宏心和信心使人始终对准目标，而决心则是通向目标的道路。格言说：“信心没有行动就是死的。”“望远镜能使你看到远方的目标，但不能缩短你所要走的路程。”人们总是希望

万事如意，一帆风顺。可是，历来是"好事多磨难"。唐僧取经，九九八十一难，唯有孙悟空从未产生过退缩之心。这部杰出的神怪小说，很可以当作科学道路的文学寓言。在遇到挫折，遭受失败，产生困难的时候，灰心会使你动摇，而决心能使你坚定。"疾风知劲草，考验见真心。"开耳文说："我坚持奋斗五十五年，致力于科学的发展，用一个字可以道出我最艰辛的工作特点，这个字就是失败。"成熟的科学家，从不幻想轻易取得成功，倒是经得起屡屡失败的考验。在失败面前不改其坚强的决心，往往将成为胜利的先导。

专心，就是要不为杂念所干扰，不为诱惑而动摇。专心致志，孜孜以求，坚持不懈，必能成就。周恩来同志在1943年艰苦的对敌斗争中，曾经订了一个《我的修养计划》，其中第一条就是："加紧学习，抓住中心，宁精勿杂，宁专勿多。"其心专一，有如利锥钻木；其心不专，犹如跑马观花。"其为人也，发愤忘食，乐以忘忧，不知老之将至云尔。"这是孔子赞扬一个叫沈诸梁的人专心致学的一句话。荀子在《性恶篇》中也说："今使涂之人，伏术为学，专心一志，思索熟察，加日县久，积善而不鬼，则通于神明，参于天地矣。"意思是，不论什么人，只要按照正确的方法去学习，专心一志，细心体会，长久为力，坚持不懈，就可以掌握高深的学问了。诸葛亮在《诫子书》中有两句话："非澹泊无以明志，非宁静无以致远。"用到学习，可以理解为，如果抵制不了吃喝玩乐的诱惑，就不能立定远大的志向；如果不能专心致志，就不能持之以恒而有所成就。善于专心学习的人，总是"书本拿上手，万事抛脑后"。不然，"心事浩茫连广宇"，

又怎能整精会神，用心专一呢？

恒心，就是说要锲而不舍，持之以恒。《论语·泰伯篇》说：“士不可以不弘毅，任重而道远。”宋朝的苏轼说：“古之立大事者，不惟有超世之才，亦有坚韧不拔之志。”坚毅有恒，坚韧不拔，方能肩负重任。成就事业。在古代是这样，在现代仍然是这样。美国的吉耶曼和沙利为首的两组科学家研究下丘脑激素，是持续二十一年之久的科学竞赛。于1977年同时获得诺贝尔奖金。吉耶曼组的一个成员说：“什么叫坚忍不屈？那就是逐个地分析一百万只羊脑！”他们只是在逐个处理了二十七万只羊脑之后，才得到仅仅一毫克的促甲状腺释放因子（TRF）的样品。有人以为现代科学研究借助于先进的实验仪器，高速的电子计算机，丰富的书刊资料，庞大的科研队伍，也许不象历史上的科学家那样需要走过漫长的道路吧？实际上，科学技术既提供了有利的条件，同时也提高了研究的难度。巴甫洛夫说：“科学非毕生从事不可，假如你有两个生命，那对你还是不够的。科学需要一个人付出巨大的精力和热忱。”这个话在今天看来仍然是合适的。

志气，说的是不甘落后，不屈不挠，百折不回的精神。俗话
说：“有志者有千方百计，无志者只感千难万难。”“有志者事竟
成。”“鸟贵有翼，人贵有志。”志气是一个人的宏心、信心、决心的
体现。古人极重视立志，朱熹说：“立志不定，终不济事。”王阳明
说：“志不立，天下无可成之事。”竹林七贤之一的杨康甚至说：“人
无志，非人也。”毛泽东同志青年时代所尊敬的老师杨昌济先生
说：“意志之强者，对于己身，则能抑制情欲之横恣；对于社会，则
能抵抗权势之压迫。道

德者克己之连续，人生者不断之竞争。有不可夺之志，则事无不成矣。”历史上的革命者，可以牺牲生命而其志不可夺；历史上杰出的科学家，为真理而献身，而其志不改。志于学而终生不渝，则其学亦无不成矣。

朝气，说的是无论何等艰难困苦。也不失其革命的乐观主义精神和蓬勃向上的积极性。德国在一一句民间谚语：“钱丢了，没有什么；失掉朋友，损失就很大；失掉了朝气，那一切都完了。”革命是斗争，生活是斗争，学习也是斗争，只有在斗争中永远朝气蓬勃，才能永保其战斗的青春。毛泽东同志曾说：“与天奋斗，其乐无穷！与地奋斗，其乐无穷！与人奋斗，其乐无穷！”列宁被流放到西伯利亚，并没有挫败他的勇气、毅力，仍然保持乐观的精神，他继续研究马克思的著作，大量阅读外国杂志，翻译外国书刊，研究历史、哲学和自然科学，进行社会调查，同时，还进行长途旅行，打猎，下棋，滑冰。在整个流放期间，竟写下了三十多种著作。

宏心，信心，决心，专心，恒心，志气与朝气，是一种精神的力量，属于意志、品质的范畴。这种精神的力量，放到学习上，就成为一种卓越的治学精神。它不仅是学习过程中一种激发学习积极性的鼓舞力量，而且有时候能直接转化成为科学的学习方法。例如，学习过程中克服困难的决心，能使你孜孜不倦地独立思考，而决不为疑难所屈服；学习时的专心致志，能使你思想高度集中，有利于接受知识和巩固记忆；而朝气蓬勃地学习，可以使你头脑变得灵巧，学习过程生动活泼。任何科学的学习方法，也必须要有坚强的意志品质为后盾。例如，一个胸无大志，丧失信心的人，即使灵巧

的方法可以使他得到较好的考试成绩，但却很难使他成为一个出色的人才。

三 严肃、严格、严密的科学态度

我国著名科学家钱学森说：“科学是严肃的、严格的、严密的，是不允许马虎的，所以科学技术工作者必须首先有良好的科学工作习惯。”这种良好的习惯，在学习过程中就应当逐步养成。

严肃的科学态度，是指对待科学事业，必须十分认真，不可马虎草率。爱因斯坦临终前放在床头一篇未完成的文章中写下了这样一句话：“凡是在小事上对真理持轻率态度的人，在大事上也是不足信的。”在学习和研究中，如果道听途说，人云亦云。主观臆断，草率从事，就不可能得到真正的知识，也决不可能有创见和发明，所以毛泽东同志说：“科学是老老实实的学问，任何一点调皮都是不行的。”中国有一句民间格言：“严师出高徒”。鲁迅先生笔下的藤野先生，就是严师的速写像。鲁迅先生在日本仙方医学院学医时，藤野先生把他的笔记拿去，过两、三天还回来，打开一看，从头到尾都用红笔改过了，不仅内容，而且文字的文法也作了修改。在人体解剖图上，位置画得不准确的地方，也一一予以改正，并且告诉鲁迅先生，画人体各部分的位置，不能只求图形美观，而要讲求准确，符合实寂。现代科学技术的发展，特别要求具有严肃认真的精神。“差之毫厘，失之千里”，是中国一句古老的格言，用在发射人造卫星、洲际火箭上，竟

是十分现实的问题。一个微小部件的失灵，可能导致耗资亿万的宇宙飞行失败。严肃的科学态度，已不仅是获得杰出成果的前提，而是从事现代科学技术的基本要求。

严格的湍义，是指必须按照科学的客观规律办事。科学之所以成为科学，就在于它反映了客观事物的规律。达不到每秒八公里以上的速度，人造卫星不可能绕地球旋转；铀块小于临界体积，原子核的链式反应就不可能进行；不调到一定的频道，就收看不到电视节目。自然界的规律铁面无私，只允许人们遵守，不容许人们违反。没有严格的科学精神，就不可能不受到自然规律的惩罚。真正的科学理论，绝不是自由想象的产物，而是客观实际的反映。爱因斯坦的相对论诞生以后，才为天文观测所证实，然而，爱因斯坦强调说：

"这些理论并不是凭空想出来的，它的创建完全是由于这样一种愿望，即要使物理理论尽可能适应所观察到的事实。"没有严格的科学精神，科学技术的一切事业都不可能得到成功。也许有人要问：难道科学只需要严格，不需要幻想、灵感、大胆的假设、自由的创造吗？回答是：二者都很需要，它们之间并不矛盾。幻想等等，是创造的开始，严格的科学精神，则必须贯彻到整个研究创造过程之中直到成功以后。凡尔纳幻想乘坐巨大的炮弹飞到月球上去，但没有一百多年的严格科学的研究，宇宙火箭和飞船那怕有一个零件或一只电子管失灵，幻想也仍然不可能成为现实。

所谓严密，是指人们必须掌握事物各种质和量的规定性。严密的推理论证，严密的测量计算，严密的实验步骤，严密的生产组织，……没有一定的严密程度，就得不到相应的

科学技术成果。1872年，英国人欣克把n的值算到了707位，可是，后人发现，算到528位就错了，以后接着计算的二十年完全是白费功夫。这只不过是一个时间的浪费而已。如果算错了宇宙飞行器的轨道，宇航员就再也无法返回地球；如果一座大坝、一栋大厦发生计算错误而倒塌，损失就很严重；如果对反导弹导弹的计算和控制发生误差，在未来战争中，就关系到千百万人的生死存亡。随着现代科学技术的飞速发展，科学的严密性要求越来越高，成为一个不容有丝毫忽视的重要问题。在学习过程中，习题、实验的正确性与精确性常常为人们所忽视，这将在一个科学工作者身上埋下极其严重的隐患。

严肃、严格、严密的科学态度和科学作风，总的来说，就是要按科学的客观规律办事。古人说：“不依规矩，不能成方圆。”指的是没有圆规和角尺，就画不出方形和圆形的图案。如果强调它的哲学涵义，就是告诉我们必须规规矩矩、老老实实地按照科学规律来进行学习，进行工作，方能得到圆满的结果。

在学习过程中，必须自觉地养成严肃、严格、严密的科学态度。首先，要懂得它的意义，明了它的重要性，自觉地化为自觉的行动。墨子说：“古之学者得一善言，附于其身。”朱熹也说：“穷理以致其知，反躬以践其实。”都是说懂得了道理，就要去身体力行。其次，要从小事做起，形成习惯。习题、作业、实验报告，上面的文字、图表、曲线，都要力求正确，书写工整，绝不马虎。要使严格要求成为一种习惯。明末的王夫之说过：“习之于人大矣。”“习行性成，成性而严

师益友不能劝勉，酰尝重罚不能匡正矣，"为了等成良好的科学习惯，要和自己的情性作斗争，一刻也不会纵自己，自觉地磨炼。第三、要自觉地适应教师的严格要求。教师是我们走向科学道路的领路人。在科学事业中，怎样才叫严肃，为什么要严格，那些地方应当严密，教师是很清楚的。应当对自己要求更严，而不应把教师的严格要求视为苛求。"合抱之木，生于毫末。""天下大事，必作于细。"一点一滴养成严肃、严格、严密的科学素养，将是终生有益的一种宝贵财富。

四 时间的科学利用和学习的计划 性

"人生如白驹过隙"。"否生也，有涯；否学也，无涯"。古人慨叹生命的短促，时间的宝贵。然而，"天地无私草木秋"，大自然把时间平等地给予每一个人，全看你怎样去支配它。俄国诗人马尔夏克的诗说得好："我们知道：时间有虚实短长，全看人们赋与它的内容怎样"。"纵然我们每天的时间完全一样，但是你把它放到天秤上，就会发现：有的钟点异常短促，有些分秒竟然很长。"夸美纽斯引用辛尼加的话说："我们所得的生命并不短促，除非我们自己使它短促。我们的岁月并不感到缺乏，我们只是浪费了给予我们的岁月而已。假如我们知道怎样利用人生，人生是很长的。""假如我们把我们的生命好好地安排，它们是够长的，它们可以让我们做成最伟大事业。"他号召说："让我们努力使我们的生命象世间的宝石一样，不要块头大，只要重量大吧!"

一个人的一生，时间是有限的；大学阶段的学习，时间更加有限。时间的骏马不停地飞奔，只有善于驾驭的骑手，才能乘着它，奔向光明绚丽的虎功之峰。

要珍惜时间，不要无端地浪费。暮陶促说：“大禹圣者，乃惜寸阴；至于众人，当惜分阴。”列·托尔斯泰说：“你没有最有效地便用而把它放这的那一个钟点，是永远再也不能返回了。”莎士比亚说：“放弃时间的人，时间也放弃他。”鲁迅不但反对浪费自己的时间，更反对浪费别人的时间，他说：“无端浪费别人的时间，无异于谋财害命。”该语也说：“谁对时间越吝啬，时间对谁就越慷慨。”时间的浪费，一种是无所事事，白白消磨光阴；另一种是效率不高，“事倍功半”，一半的时间又交还给大自然去了。白白消磨光阴，是最不值得的。无休止地闲聊瞎扯，在阅览室无目的地东翻西看，无端地东游西返，最是可惜。当然，任何人都不可能二十四小时不停地学习、工作，请看彼埃尔·居里的一段话：“我们不得不饮食、睡眠、游谱、恋爱，也就是说，我们不得不接触生活中最甜蜜的事情；不过我们必须不屈服于这些事物，在作这些事的时候，我们仍然保持我们一心从事的一些反自然的思想，使它们仍然居于优越地位，使它们在我们可怜的头脑中继续冷静地进行。我们应该使生活成为一种梦想，而且使这种梦想成为事实。”所以说，要“使我自己象一个嗡嗡地响着的陀螺一样急速地旋转，使外物不能侵入。”对于有志要攀登科学高峰的人来说，克服这种白白浪费时间的毛病，并不困难。但是，要充分有效地利用时间，就要困难得多。我们研究学习规律，掌握科学的

学习方法，在一定意义上来说，也就是为了提高学习效率，更充分地利用时间，节约时间。

要珍惜时间，就要充分地利用一切可以利用的时间。我国东汉时代有一个重遇，幼亡双亲，依兄货郎度日，然而好学不倦，终成学者。他说：“学习只怕不立志，立了志就不怕没时间，我就是利用‘三余’来学习的。”什么叫“三余”呢？他说：“冬者岁之余，夜者日之余，阴雨者晴之余。”他利用冬闲，晚上，阴雨天不能外出劳作的时间，日积月累，读了许多书。这种精神，今天仍然是可以作为借鉴的。达尔文说过：“我从来不认为半小时是微不足道的一小段时间。”爱因斯坦的狭义相对论，就是在伯尔尼专利局当小职员的时候，利用在办公室一切短暂的时间，用小纸片计算、画图、推演公式而作出来的。充分地利用一分一秒时间，要象从海绵里挤出水份，在木板上钉进钉子一样，这个道理似乎都懂，但真正做起来，并不容易。最重要的，是从眼下做起，持之以恒。李大钊同志说：“我以为世间最可宝贵的就是‘今’，最容易失去的也是‘今’。”他还引用一位哲学家的话说：“昨日不可唤回来，明天还不确实，能确实把握的就是今日。”把希望寄托在明日，既把握不住今日，也肯定把握不住明日。“明日复明日，明日何其多，否生待明日，万事成蹉跎。”

要珍惜时间，充分利用时间，就必须有坚强的意志和严格的要求，任何时候都不放松自己。夸美纽斯把人比做一座钟，重锤是意志，擒纵轮是理智。只有当重锤和擒纵轮相配合，钟才能有规律地走动；只有意志和理智相结合，人才能

坚韧地去完成他所从事的事业。

要充分发挥时间的效率，还必须有科学的计划。对待时间，如果仅仅象守财奴对待金钱一样，既贪且吝，搞得过分紧张，挤掉休息和睡眠，其效果并不理想。只有当学习时间尽可能多而同时学习效率又尽可能高，才能获得最好的学习效果。

怎样订好学习计划？这是一个十分重要的问题。

首先，要根据学习的任务和自己的情况，确定“战略计划”。学习如同打仗，也只有“知己知彼”，才能“百战不殆”。学习的任务、要求、特点必须首先明确，没有明确的目标，当然谈不上计划。相对于学习任务，自己的学习基础怎样？学习方法怎样？身体条件怎样？都要有自知之明，才能定出恰当的“战略方针”。如果基础知识差，接受新知识困难，就应当着重补基础，提高接受能力，不能勉强赶进度，盲目看参考书，以致越学越吃力，到头来一锅夹生饭，还得从头开始不可。如果基础好，学有余力，就应当向深度和广度进军，不能满足于现有的水平。学习的“战略计划”，应当订在经过努力可以实现的水平上，这是留有余地而不盲目冒进的标准。不经过艰苦努力即可达到的水平，显然过于保守，不能充分发挥学习潜力；要经过极大努力方能达到的水平，似乎又过于冒险，容易落空。这种“战略计划”，要在一定阶段重新审查，看是否对头。例如在期中或期末各检查一次。不断提出新任务、新要求，学习就能稳步上升。正确的“战略计划”，只有执行一段以后才能看出成效，所以一经订下，不要轻易变动。忽冷忽热、朝三暮四，战略上举

棋不定，到头来肯定要吃亏。

其次，学习计划要突出重点，照顾全面。什么是重点？重点就是影响自己学习过程的主要矛盾：各人情况不同，重点也有差异。在许多门功课当中，某一门十分吃力，占去的学习时间多，影响其他功课，就应当在计划中重点予以解决；在各个学习环节当中，假如听课效率不高，不能当堂理解，以致影响复习、习题等，就要有计划地提高课堂效率。学习方法、学习基础、记忆能力、身体条件、思想问题、家庭问题，都可能成为主要矛盾，只有抓紧解决，才能搬掉学习前进路上的绊脚石。抓住重点，也要照顾全面。不能为赶某一门功课，放弃其他功课，以致一门上去了，其他几门却掉下来。也不能为补基础而放弃正在学习的内容，或是为赶进度而不去加强基础。总之，“有所不为，才能有所为”，什么都想干，什么要求都想达到，结果什么也干不了，什么要求也会落空。只有突出重点，均衡发展，才能“一城既克，势如破竹”，全面提高。

第三，要有长计划、短安排。有的人舍不得花一点时间订个学习计划，仅有一个大致的打算，或是只按“今日事、今日毕”的简单原则去行事，结果学习处于忙乱状态，所浪费的时间，远远超出订计划的时间，很不合算。善于学习的人，一天有一天的安排，一周有一周的计划，一月有一月的打算，一学期有一学期的总计划。一般说来，一周的计划必须详细具体，每天的时间安排得当。而一月、一学期的计划则可以较为原则一些。一周的计划，有一些相对固定的内容，例如每天早、晚两次学习外文，每天及时复习新课，按

时完成习题作业等；也有一些需要灵活安排的内容，例如按照“战略计划”和学习重点，要补某一门课的基础，进行某一门课的小结，或是加深对某个问题的研究等等。订出一份具体执行的学习计划，既要有时间的安排，又要有关于实行计划的具体方法和措施，例如补基础，要订出补哪些内容，用什么参考书等。在时间安排上，一定要留有机动时间，特别是那些容易超学时的课程，更要加上足够的“保险系数”；否则，一步完不成，整个计划就打乱了。订计划的方法步骤，可以由原则到具体，在不变中有变，以时间安排为线索。先订出几条简单的原则要求，再给每周每天固定的学习内容安排适当的时间，然后在其他时间安排一些重点项目，并留下机动时间，最后算一算时间比例是否恰当，并注上在执行计划中应注意的一些问题。一份短期计划就完成了。在学习上既有长计划，又有短安排，学习过程中就能全面照顾、均衡发展，不致顾此失彼，留下空白。有了计划，就能专心致志，精力集中，不致拿起物理书想到数学还没复习，做着化学题又惦记着外语还没有背诵。有了计划，就能有劳有逸，掌握主动，一切都安排妥当，放心地参加体育锻炼、文娱活动、社会工作，没有后顾之忧。有了计划，还能有效地把握学习潜力，充分挤出时间，扩大知识面，深入钻研某些问题。

第四，要主动进攻，不要被动应付。毛泽东同志在《论持久战》一文中谈到打仗，说军队的主动性很重要，主动性就是行动的自由权，失去了自由，军队就接近于被打败或被消灭。学习过程中也是这样，陷于被动应付，忙乱而无计划，

一步被动，步步被动，这就是常说的造成了"恶性循环"。毛泽东同志又说："在斗争中，由于主观指导的正确或错误，可以化劣势为优势，化被动为主动；也可以化优势为劣势，化主动为被动。"在学习过程中，遇到困难，如果不找出原因，改进方法，而是拚时间、拚体力，就可能把身体搞垮，陷入更困难的境地。学习紧张，如果不加强计划，而是消极应付，就可能造成顾此失彼，疲于奔命，更加紧张。力争学习主动，这是加强学习计划性的原则，也是加强学习计划性的目的。

第五，要科学地利用时间。一份学习计划，虽然各项学习任务都得到了安排，但并不一定科学。只有把良好的学习方法与学习的计划性结合起来，才能得到预期的效果。有的同学常常抱怨学习计划完不成，仅仅在时间的分配上打主意，是不能奏效的。例如，课后复习必须及时，如果当天不能及时复习，也应当安排较短时间"过一过电影"；做习题必须安排在复习之后；钻研和思考必须用整块的时间，而谈外语、看参考资料可以利用零碎时间；等等。只有科学地利用时间，才能赢得时间的积累和储备，取得学习的主动权，完成学习计划才可靠的基础。例如，加强预习，提高课堂听课效率，力争主要内容当堂听懂，就可以为复习、习题、实验创造良好的条件，节省许多时间。善于学习的人，常常看重课前预习。课前预习花时间不多，但可带来整个学习过程的主动权，这就是把时间用在了关键的地方。

一个人的一生能否作出杰出的贡献，各种因素很多，充分而有效地利用时间是其中很重要的一点。能否有价值地利

用我们的生命，影响因素也很多，有主观方面的，也有客观方面的；但是，起决定作用的，是主观因素。“我们要做时间的主人”，——希望你把这句话当作座右铭。

五 "如果你想聪明， 跑步吧！"

在古希腊的埃拉多斯山岩上镌刻着这样三句话：“如果你想强壮，跑步吧！如果你想健美，跑步吧！如果你想聪明，跑步吧！”两千五百多年以前。人们就懂得了体育锻炼对身体健康的巨大意义；也懂得了身体强健对智力发展的巨大作用。

学习是艰巨的脑力劳动，必须有健康的身体，才能胜任学习任务。增强体质，不仅是全面发展的要求，也是搞好学习的前提和基础。人的大脑是思维的物质基础。据生理学家研究，人的大脑皮层神经细胞约有一百四十亿，集中在厚仅 2.5 毫米的大脑皮层中。当脑细胞工作时，它所需要的血液量比肌肉细胞多 15 ~ 20 倍，因此，脑细血管的总长竟达 240 华里；同时，脑的耗氧量约占全身耗氧量的 20 ~ 25%。脑细胞工作时，如果血液和氧气供应不足，就会使脑细胞疲劳，感到困倦，产生自动的保护性反应。缺乏锻炼，身体衰弱的人，消化能力薄弱，吸收营养能力很差，新陈代谢不旺，心脏功能不强，肺活量小，全身的血液和氧气供应不足，脑细胞的血液和氧气供应也随之减少。如果一味加重脑细胞的工作量，放弃体育锻炼，日夜伏案钻研，脑细胞经常处于疲劳状态，那末，开始是学习效率降低，既而产生神经衰弱，最

后因脑机能下降引起全身功能的失调，各种疾病相继而来，造成极严重的后果。相反，如果经常进行体育锻炼，就可以使各种器官得到加强。运动时，血液循环可以从每分钟4~5次增至7次，毛细血管舒张，为平常15至20倍，血液流量为平常的5~6倍，吸收氧气的能力提高40~50%，身体的各种功能得到改善，脑的机能也能得到加强。同时，运动可以使大脑皮层的兴奋和抑制得到调节，神经疲劳得到缓解，神经系统的稳定性、灵活性和反应能力得到提高，所以说，体育运动不只是锻炼了肌肉，也同时锻炼了大脑。头脑的聪明和身体的健壮，常常是一对亲密的伴侣。

历史上杰出的学者、教育家，总是十分注重体育锻炼和身体健康。列宁一九〇一年给被囚禁在监狱里的妹妹写信说：“要紧的是不要忘记每天必须做操，要迫使自己做几十个动作（不要再少）。这点很重要。”许多杰出的科学家，他们热爱科学，相信科学，对体育锻炼和身体健康，也有着科学的态度。居里夫妇从事科学研究，条件艰苦，工作繁重，仍然注意身体健康，他们经常长途散步，或骑自行车长途漫游。虽然放射性元素损害了他们的健康，仍然以充沛的精力完成了人类科学史上的杰出事业。古今的教育家，都把体育作为重要的教育内容之一，在孔夫子的时代，六艺中就有骑马射箭的项目。科举时代提倡死读书，遭到许多进步教育家的强烈反对。我国清初的教育家顾炎武，就认为死读书如同吞砒，“耗竭心思气力，深受其害”。他强烈抨击科举制度的教育弊病，说“终日兀坐书房中，萎弱人精神，使筋骨皆疲软，以至天下无不弱之书生，无不病之书生，民之祸，未有

甚于此者”。他主张体育锻炼，说“养身莫善于习动，夙兴夜寝，振起精神”，“行之有常，并不困疲，日益精壮”。

保证身体健康，首要的是体育锻炼。体育是一门科学。只有用科学的方法锻炼身体，才能取得好的效果。特别是学习自然科学各种专门知识的人，不可能要求人人都成为出色的运动员，但是要求人人都具有体育锻炼的科学知识和方法。因此，各级各类学校，体育是一门必修课。在体育课上，我们可以懂得各种运动对身体健康的重要作用。在这里，只着重提出科学的体育锻炼必须注意的几条原则。（1）锻炼要持之以恒，经常不断，方能有效。切不可一曝十寒，时断时续。如果平时不坚持，心血来潮又盲目搞大运动量，不但无益，而且有害。（2）每一次运动量不宜过大。如果每天有三次、每次十五分钟左右的中等运动量，对保证身体健康就可以了。

（3）锻炼方法要简单易行。跑步是一种四季均可，老少皆宜，简便易行，功效很好的运动。跑步时能量代谢率会提高30%至200%。跑速可根据身体条件，以脉搏不超过每分钟170次为宜。其他如做操、练《五禽戏》，体弱的打太极拳，也都简便易行，效果很好。

（4）要量力而行。根据身体素质，循序渐进。运动量过小，达不到锻炼目的；运动量过大，过于疲劳，也会适得其反。（5）要注意锻炼环境。多到户外运动，多吸收阳光和新鲜空气，可以使锻炼效果更好。（6）要重视体育卫生，避免体育伤害事故和不利影响。如及时洗澡、换衣，防止感冒等，事情虽小，影响颇大。

重视劳逸结合，是保证身体健康，特别是保持脑力功能

的重要问题。列宁说过，善于休息才能善于工作。实践证明，过劳过逸，对身体健康都很不利。过于劳累，精神紧张，心力衰弱，当然读不上健康。如果饱食终日，无所用心，懒散拖沓，虽然脑满肠肥，却不过是一种病态。只重休息而不注意锻炼，只谈休养精神而不刻苦学习，常常会使思维笨拙、反应迟钝。只有善于保持学习、生活、锻炼、休息的适当节奏，劳逸适度，才有利于身心健康。要做到善于休息，要保证恰当的睡眠时间和睡眠质量，要有合适的劳逸节奏。一般人在青年时期，要保证八小时睡眠时间。为了提高睡眠质量，要有良好的睡眠习惯，例如卧具舒适，不过暖过冷；睡姿正确；入睡前抛开各种牵肠挂肚的思念；睡前用温水洗脚；睡前不进行思维紧张的学习活动，不进行激烈的体育运动，等等。如果睡眠中梦屡过多，容易惊醒，经常处于似睡非睡状态，第二天起床后仍然感到十分困倦，说明睡眠质量不高，应当及时找出原因加以克服。特别是学习紧张，不善于休息的人，睡眠质量不高常常是失眠的前兆，更应加以注意。经常失眠，是一种神经衰弱的表现，就应当作为一种疾病来治疗。医学生理的研究证明，神经衰弱很难靠药物治疗，最有效的办法是注重劳逸结合和加强体育运动。除睡眠以外，合适的劳逸节奏也很重要。主要之点在于不要让某一部分的神经兴奋时间过长。例如一定时间的学习和工作之后，要适当间以休息、体育运动，使思维活动的神经兴奋和肌肉运动的神经兴奋交替进行。这就是平常所说的要经常“换换脑筋”。现在各种学校每节课定为四十五分钟，课间都安排休息和课间操，正是为了保证劳逸的节奏。如果不能

充分加以利用，在课间还苦苦思索学习中的问题，就会破坏这种节奏，造成不良效果。

情绪积极而饱满，性格开朗而乐观，对身体健康关系也很大。许多生理学和心理学的研究证明，一个人的精神状态好，常常身体也比较健康；如果情绪消沉，悲观消极，常常容易害病，或小病酿成大病。民间谚语常说："笑一笑，百年少"。"不气不愁，活到白头"。这是有科学根据的。因为人的一切活动，人体的一切机能，都受神经系统的控制和影响，神经系统不正常，就必然影响到各种器官的正常工作。在学习过程中，经常会遇到困难、挫折、失败，会产生紧张情绪，感到学习负担的压力，面临考试的种种担忧和恐惧，等等。善于学习的人，总是能运用理智去克服各种情绪的影响，始终保持乐观向上的积极情绪，这不仅对身体有好处，对学习本身也非常有利。

适当注意营养，对保证身体健康的作用是众所周知的。有一门研究营养与健康关系的学问，叫"营养学"。有的营养学家说："在某种意义上说，智力是吃进去的。"有的医学家说："食物中丰富的维生素 C，有助于提高智力商数。"这是有一定道理的。因为大脑是智力发展的物质基础，而营养是大脑发育的必要条件。那么，究竟怎样才算营养好呢？每天大鱼大肉，长得又肥又胖，身体并不见得好；食欲旺，饭量大，吃得过饱，也并不一定身体好。据营养学介绍，主要应当保证以下几点：（1）适当的营养热值。即从能量消耗的观点来决定营养补充的需要量。这是一切身体活动所需要的基本能量值。（2）全面的营养内容。蛋白质、维生

素、脂肪、矿物质是最基本的营养内容。在青年时将质每天需要量大约每公斤体重为2克，维生素的需多大，另外，固醇及磷脂类物质及锌、铜等痕量元素，和神经系统的发育也很重要。无论儿童或青年，都食、挑食。不同的人食量会有所不同，但医学家都要吃得过饱。（3）提高营养的吸收能力。要注意加振力，最有效的是适当的体育锻炼，同时要注意防止污的疾病，养成良好的饮食习惯。选择易于消化吸收的对于脑力劳动的人来说，尤其要注意在吃饭时不要等问题，饭后有适当的休息，以保证唾液的正常分泌和正常蠕动，有利于食物的消化和吸收。

养成良好的生活习惯，注重卫生，也是保证身价重要条件。按时休息和工作，饮食适量而均衡，注意行走姿势，不吸烟、不酗酒，等等，都是基本的良惯。勤洗澡，勤换衣，注意室内清洁，空气新鲜，期卫生，注意保护视力，等等，都是重要的卫生常年时期，养成一套科学的生活习惯，并依靠预强的保持下去，对一个人的一生都有着不可估量的重大

正确对待疾病，是一个重要的问题。一个人一不生病。在学习期间，疾病常常给学习造成重大影特别注意。在对待疾病的问题上，既不要过于轻视，失信心。有的青年人自恃身体基础好，小病然，大怕影响学习，结果小病酿成大病，大病拖成重病；了、拖好了，也常常元气大伤，成为弱不禁风的多所以及时医治，把疾病消除在初始阶段，十分重要

1疾病讨于害怕，小病忧心忡忡，大病悲观失望，其至疑神疑鬼，这种情绪，无论对治好疾病或保证身体健不到的。对疾病的科学态度，应该是不夸大、不轻事求是，尊重医药科学，才能战胜疾病，保持身体健

力劳动对于身体健康所带来的一系列问题，在教育学省视，从十九世纪就开始了。那时发现学校学生视力学椎变形，消化不良，神经官能症患者增多，在西方开 "学校卫生学"的研究。到近代，科技迅速发展，科 1积累成指数增长，给青年学生带来了很大的压力， :身体的健康发展更成为一个迫切的课题。我们学握：习规律，也必须认真研究这方面的有关知识，才能的效果。

后记

祖国光辉灿烂的古代文化遗产，在教育方面也给我们留下了许多宝贵的篇章。《学记》是我国最早的教育专著之一，其中许多内容，在今天看来，仍然很有价值。

《学记》中说：“善学者，师逸而功信，又从而庸之；不善学者，师勤而功半，又从而怨之。”两千多年前我国的教育理论，就这样明确地指出了学习成功是师生共同努力的结果，特别是它指出了学生的学习能力对学习效果具有十分重要的意义。在现在的学校里，仍然存在这样的情况：善于学习的学生，老师教起来省力，学生的学习效果很好，所学知识也能灵活运用；不善于学习的学生，老师教起来费力，学生学习效果很差，反过来埋怨教师。

怎样成为“善学者”，取得学习的卓越成效呢？在怀有为祖国富强、人类幸福的崇高目标和具有热爱科学、刻苦谦逊的治学精神的基础上，最重要的是要遵循学习的客观规律、掌握科学的学习方法。也就是说，要认真学习马克思主义认识论，学习自然辩证法、教育学、心理学、逻辑学、以及科学学、科学史等方面的有关知识，用以指导自己的学习过程，真正掌握学习的主动权。学会善于学习，这是现代教育理论研究的重要课题，也是学习现代科学技术知识的青年

所不可忽视的重要课题。

本书编写的目的，在试图帮助青年同学们了解学习规律方面的基本知识，尽可能联系学习中的实际问题提供一些具体的科学学习方法。但是，象教育学、心理学、逻辑学等等学科，无不具有庞大的学科体系和极其丰富的内容，在有限的篇幅中不可能详述。学习的具体方法，随着学科内容、学习条件、学习基础和自学素养不同而各异，也不可能面面俱到。由于作者对有关学科的知识有限，即使简要的叙述或介绍，也常常感到力不从心。这一本小书，不过是一块引玉之砖，一个粗略的提纲和引子，期望能引起广大青年同学和教师的重视，大家都来研究学习的客观规律和科学的学习方法。

《学记》中还说：“虽有嘉肴，弗食不知其旨也；虽有至道，弗学不知其善也”。学习的客观规律和科学的学习方法，也必须下功夫才能真正掌握。尤其是具体的学习方法，并不象仙丹妙药，一服见效，相反，却要求因人因事制宜，灵活运用。本书的重点，放在介绍学习的基本规律上，其目的是想请青年同志们注意掌握学习方法的基本原理，善于联系实际加以运用，而不拘泥于这种或那种具体的方法。更重要的，我认为一个学习者要始终给自己规定一条研究学习规律的任务，在具体的学习实践中，不断总结经验，形成具有自己特点的一套科学学习方法，这对于一个人一生的事业，会有有着不可估量的重大意义。

本书编写过程中，得到了北京师范大学教育系靳希斌同志和其他许多同志的指导和帮助，《人民教育》杂志编辑部故

原书

缺

页

252-末

Document generated by Anna's Archive around 2023-2024 as part of the DuXiu collection (<https://annas-blog.org/duxiu-exclusive.html>).

Images have been losslessly embedded. Information about the original file can be found in PDF attachments. Some stats (more in the PDF attachments):

```
{  
  "filename": "MTA5Njk1NzQuemlw",  
  "filename_decoded": "10969574.zip",  
  "filesize": 16972883,  
  "md5": "faf0bdfe6c9d9705b9724f752c7b0038",  
  "header_md5": "4f832271bb11d4249bb50a125dde4693",  
  "sha1": "3b6f912004332cec271f7cffdc5f300b38c17af9",  
  "sha256":  
    "b6b68c3f9b80443e388fdd504df8512442efb23846799a5ff823b5e97d1  
    89e06",  
  "crc32": 3959332792,  
  "zip_password": "",  
  "uncompressed_size": 17580270,  
  "pdg_dir_name":  
    "\2558\2321\2564\2219\2510\255e\2564\00ba\2561\256a\2564  
    \00ba\2567\2591\00ed\00ac\00  
    ed\00ac\2550\00bc\2514\03c6\2563\00f1\2510\255e\2524\2264  
    \2564\00ba\2554\00b7\2560\2555\2560\2555  
    u2564\00ba\2567\2591\2556\255c\2556\00bf_10969574",  
  "pdg_main_pages_found": 252,  
  "pdg_main_pages_max": 252,  
  "total_pages": 261,
```

```
"total_pixels": 860661760,  
"pdf_generation_missing_pages": false  
}
```