

庆祝复旦附中建校 55 周年

吴小新 杨士军 主编

高中生科学研究入门

(上 册)

學林出版社



复旦大学附属中学 55 周年校庆



庆祝复旦附中建校 55 周年

吴小新 杨士军 主编

高中生科学研究入门

(上册)

总主编 谢应平 郑胤飞

本册主编 吴小新 杨士军

编委 (按姓氏笔画排序)

王健 叶朝良 伍新宝 吴小新

李朝晖 吾用纬 吴晓柏 杜程鹏

杨士军 曾德琨 黄曾新 阎衡秋

学林出版社

前言

毋庸置疑,研究性(探究性)学习是当前中学新课程改革的亮点。我们认为,研究性(探究性)学习的推进大致可以分为两步:前几年进行的主要是“补课”,即补原来我们重结果轻过程的应试教育带来的“乏研究”问题;时下进行的是“深化”,欲要推进有效的研究性(探究性)学习,尤其是面上整体推进,就必须落实到一线课堂教学之中,笔者称此种研究为“载体研究”,旨在鼓励师生从学科教学中发现问题并尝试解决问题。但我们又不能否认,要让学生养成自觉研究的习惯或具有主动探究的品质,对他们进行必要的科学研究指导是必要的。比如,如何科学选题并在海量的信息世界中收集具有价值的资料,怎样发现有价值的问题进行探索研究,怎样进行科学调查和实验,如何形成科学的研究成果,又如何进行作品的展示和评价,使学生明白什么样的研究过程是符合科学要求的,等等。这些问题如果没有很好地花工夫解决,那么可能出现两个非常严重的后果:(一)花了大量时间和精力获得的研究成果未必是可信的、真实的;(二)学生会因为他们所谓的“研究”,而对科学研究的认识产生偏差,甚至误以为科学研究就是随随便便没有章法的,这种认识会影响到他们的大学深造甚至科学研究。从开设中小学的研究型课程的目标来看,第一位的是通过研究活动的过程获得亲身体验,从而培养学生的科学态度和科学精神。

复旦大学附中长期以来着眼学生全面而有个性地发展,着眼学生长远而持续地发展,所以,为了与大学科学探求过程接轨,对培养学生树立正确的科学研究观一向非常重视。2000年起,我们专门在高一年级开设了《高中生科学研究入门》必修课,经过师生的共同努力,绝大部分学生感到了实实在在的收获,不少进入大学的同学反馈,高中的这门课程能帮助他们尽快走进大学实验室和教授的课题组,这无疑让我们这些实践者感到振奋,也更加大了我们总结经验,改进不足,编写此书的信心。

复旦大学附中放眼长远、严谨求实的校风,也影响着我们对研究(探究性)课程的定位与实施。最近,研究性(探究性)课程在某些地方似乎“热”劲不再,但我们贵在坚持,教师队伍不断壮大,由原先仅三位教师参与到如今的副校长牵头,十四位老师共同备课分工完成教学和指导课题研究的情况看,是十分可贵的。我们的老师都参加过市级以上的学生科研指导和2049青少年创新计划教师培训,他们本身在教学科研方面有专长,在他们的影响下,每届学生能独立或合作完成约100个课题,他们甚至以学科或班级为单位,每学期形成专题研究的报告文集,他们开开题报告会,他们举行课题答辩,他们进行课题布展与评价,一切来得从容而实在,在如此氛围中,我们参加市级以上的青少年创新创造性课题和论文成果与五年前相比,无论在学科层面、学生参与层面还是获奖层次等方面都取得了突破。

正是基于上述背景,在全体参与老师的共同努力下,本书有机会集辑出版。当然,由于各界对研究性(探究性)学习的理解不一,各地各校的研究性(探究性)学习成果也大不同,我们更侧重于学生科学素养的培养,所以定书名为《高中生科学研究入门》。本书在编写过程中引用了一些专家的文献资料和国家科学研究标准等,在此仅表达谢意。黄曾新老师以校友的身份参与了部分章节编写。限于能力与编辑时间,其中不足,恳请诸位专家、同仁和同学批评指正,待再版时修改完善,以谢诸君厚爱。

编者
2005年3月5日

目 录

第 一 章	研究从收集信息开始	1
第 二 章	科学探索 始于质疑	10
第 三 章	科学选题	13
第 四 章	批判性思维的培养	19
第 五 章	揭开伪科学的面纱	23
第 六 章	创造创新的基本原理	27
第 七 章	研究方案设计、步骤与过程	34
第 八 章	科技作品制作窍门	41
第 九 章	社会调查	47
第 十 章	调查问卷的设计与实施	54
第十一章	科学实验	61
第十二章	统计初步	67
第十三章	研究成果与结题、科研小论文写作	73
第十四章	科技研究论文的展示与评价	79
附 录		
1.	科学技术报告、学位论文和学术论文的编写格式	85
2.	英特尔上海市中学生科技创新活动月科学创新课题咨询申请表	93
3.	复旦附中学生研究性课题计划书	95
4.	头部控制的计算机输入系统	98
参考文献		107

成功的科学研究离不开信息收集和处理工作,如果把课题研究工作比作建造“大厦”的话,那么搜集相关信息就是为建造“大厦”打基础。

第一章 研究从收集信息开始

在所有人类的实践活动中,无论是认识世界,还是改造世界,都离不开信息。认识世界首先要依靠信息的收集、处理和加工,然后在丰富信息的基础上进行分析、综合、推理,形成理性认识。在改造世界的过程中,更离不开信息,要依靠已获得的信息和对规律的认识去指导生产或其他活动。信息活动在人类社会活动中具有非常重要的作用,而且随着社会进步,其重要性在不断提高。

一、信息的价值和信息源

(一) 信息的价值

德国物理学家伦琴(1845—1923)在研究克鲁克斯管(一种真空放电管)时,偶然发现了 X 射线,因而第一个获得了诺贝尔物理学奖。后来,德国科学家亨利·庞加来(1854—1912)发现 X 射线在克鲁克斯管壁上磷光现象特别强烈。继而法国物理学家亨利·贝克勒尔(1852—1908)经过实验发现了与 X 射线不同的铀射线,而居里夫人为了探索铀射线的性质,又导致了钋和镭两种放射性元素的发现,并由此获得了诺贝尔物理学奖。

上述事例,正是人类发明创造、研究成果连续性的表现,而这种连续性依靠信息资料,所以收集信息与分析处理信息是研究工作的一项基础工作,若信息不可靠,研究就失去了意义。信息收集在研究的不同阶段的作用是不同的:

确定课题阶段——广泛浏览,从中发现感兴趣的研究范围或主题,如有同学在查阅有关“现代科技的发展”方面的资料后,认为绿色环保技术的发展是大势所趋,于是确定了《市场上空气清新剂的污染问题及绿色空气清新剂的研制》课题;

确定课题以后——收集与课题研究有关的信息,了解前人在此领域内已经作过的工作、已经达到的研究水平和所使用的研究方法,确定自己课题的研究方向;

确定课题研究方向后——收集能够证明、说明和解决课题中提出的问题的关键资料,并对研究方案提出一些适当修改意见,使研究方案更完善,最终完成课题研究工作。

(二) 信息源

信息源是指信息传递过程中的信息发送端或生成端的总称,它是信息产生的源头。

广泛存在着的多种类型的信息源,既是信息工作的基础,又是信息工作的对象。对信息源的类型、形态、结构及特点的分析,是信息存贮、检索和开发利用的重要课题。

1. 信息源的类型。信息源的类型可依不同的标准划分如下:

信息源的类型	标准划分	分类与内容例举
	按信息的保存性分	正式记录的信息源:如各种印刷品、缩微、声像、机读载体的文档、资料或出版物
		非正式记录的信息源:如会议、电话、口头交流等
	按信息源产生的时间顺序分	先导信息源:如天气预报、市场预测等
		实时信息源:如实验记录、产品、讲座或报告等
		滞后信息源:如报刊、会议论文等
	按信息源的生产过程分	原始信息源:它是人类社会实践活动中直接产生或得到的各种数据、概念、知识、经验及其总结
		加工信息源:是有关单位根据社会的不同需求对原始信息源进行加工、分析、改编、重组,生产人们社会活动所需的各种信息源。加工信息源又可按其加工的方式和深度的不同分为二次信息源、三次信息源
	按信息源产生信息的内容分	社会科学信息源
		自然科学信息源
		科技信息源

• 阅读材料 •

文献信息的主要形式

文献信息根据其载体的物质形态,基本上可分为手抄型、印刷型、缩微型、机读型和视听型。

2

(1) 手抄型。主要是指古旧文献和未经付印的手稿及技术档案之类的资料,其中可供开发利用者颇多。

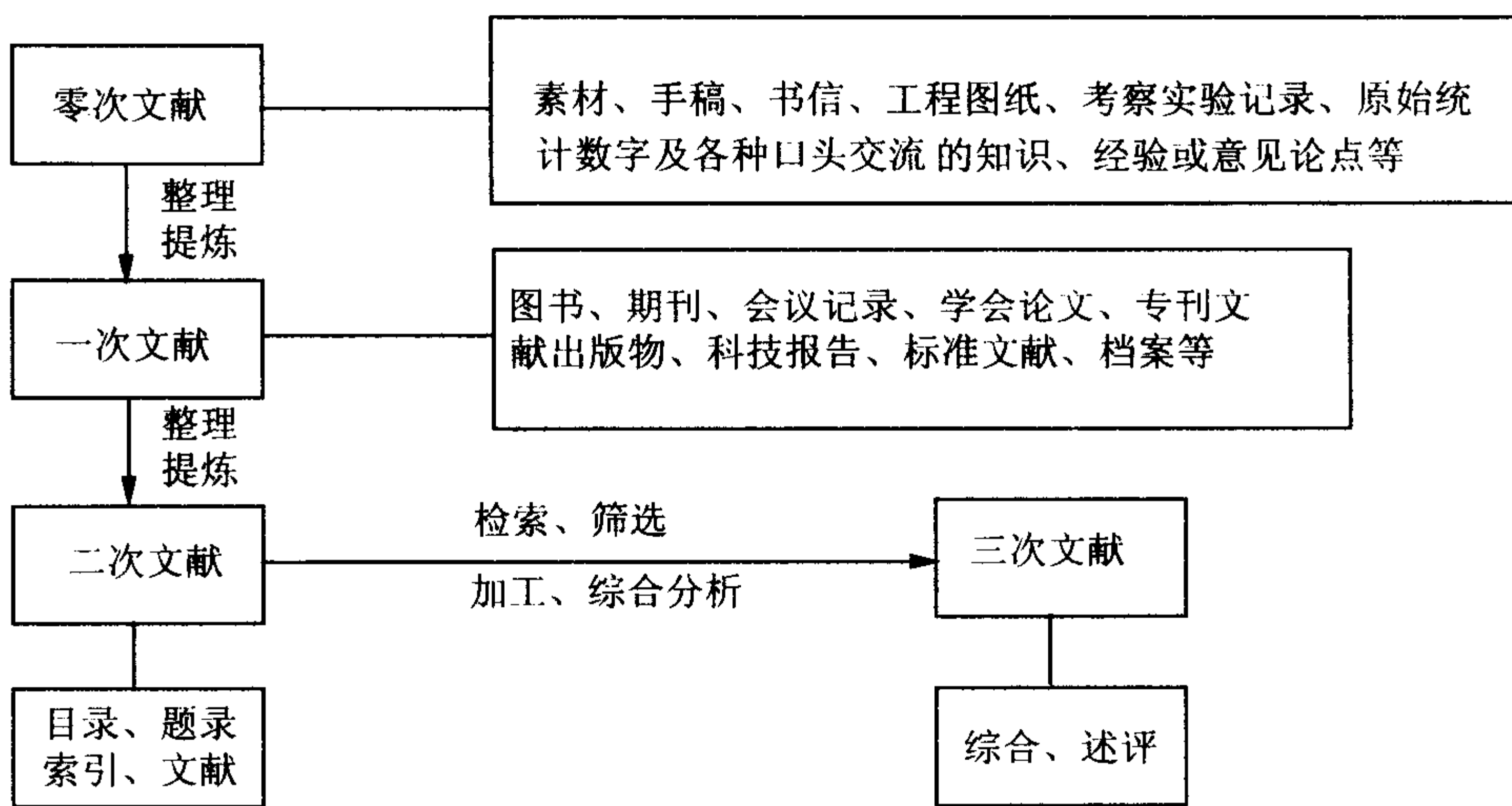
(2) 印刷型。属传统的印刷形式,以纸张为载体,通过包括铅印、石印、油印、胶印等方式得来的产品。此类文献历史悠久,收存丰富、系统,因其方式灵活、方便、广泛,保存时间相对较长,使用便捷。但其缺点是出版速度慢,体积大、笨重,收藏空间大,不易保管,且纸质易老化碎变。

(3) 缩微型。即缩微复制品,它以感光材料为载体,利用摄影技术将手抄型或印刷型文献缩摄而形成的文献形式,包括缩微胶卷、缩微平片、缩微胶套和幻灯片等。缩微文献体积小、存贮密度高、存贮容量大、价格便宜,便于保存和检索。但其缺点是必须借助于阅读机才能阅读。

(4) 机读型。采用一种利用机器——电子计算机才能进行阅读的新型载体,即采用电子计算机和光电磁技术,通过编码和程序设计,把文字信息转换成计算机可读的语言,输入机器,存贮于磁带、磁盘等载体。阅读时,由计算机按指令和存入的标识将存入的信息转换成文字或图像输出。机读型文献因存贮容量大,传输速度极高,可存贮各种形式的信息,宜用来做大量的情报信息存贮和快速的文献信息检索。

(5) 视听型。又称声像资料,它通常以感光材料或磁性材料为载体,以光学感光或电磁转换为记录手段而产生出来的一种文献。它包括录像带、录音带、幻灯片、唱片、科技电影等,由于它运用录音、录像和摄影等技术直接记录声音和图像,所以提供的图像、声音逼真,宜于记载难以用文字表达和描绘的形象资料和声频资料,如用以记载野生动物保护区珍稀禽兽的活动及其吼鸣声。通过播放,可达“如见其形,如闻其声”的真切效果,给人以直观的感觉。

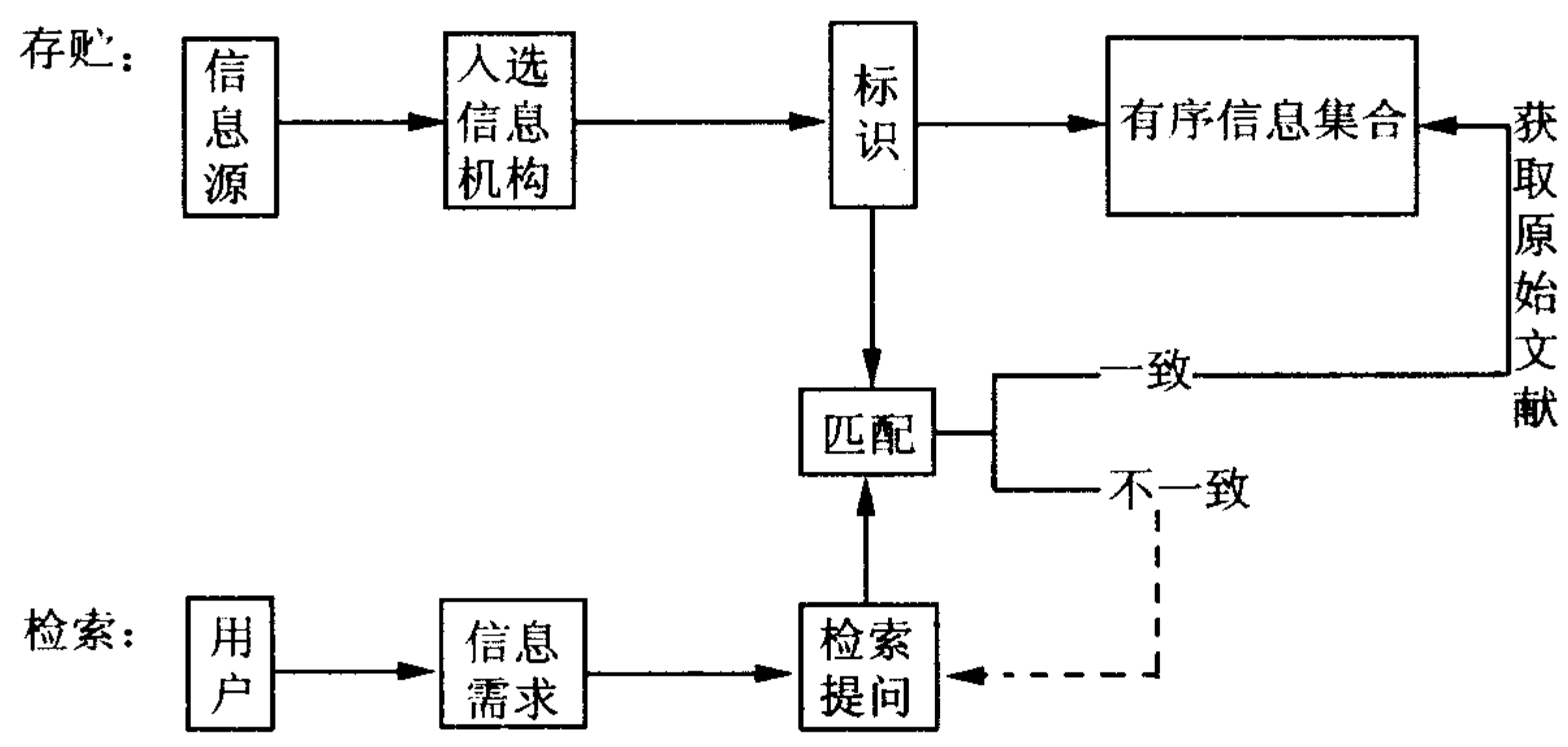
2. 文献信息的结构层次。信息工作的主要任务是对信息进行深层次开发和综合利用,为了有效地发掘出文献的信息内容,必须对文献进行一定的加工,因此,根据文献的产生次序和加工整理的程度不同,可将文献划分为四个层次结构:



二、信息检索基础

(一) 何谓信息检索

信息检索是信息工作的一项重要内容,是沟通广大信息用户和各种信息源的主要渠道,也是大量情报信息进行广泛传递的集中表现形式,最能体现信息存贮的目的。



信息出现的形式是不同的,有的以记录着信息,或知识的文献表现出来,有的以含有情报或知识的数据或事实表现出来,于是根据检索对象(信息出现形式),信息检索又可分为不同类型。

(二) 信息检索的基本类型

1. 文献检索。以文献线索为检索内容,目的是核实已知文献的不确切项目,如著者名、年代、出处等,或查检某课题原始文献的线索及它们的具体收藏情况。这类检索数量大,方式不一,是信息检索的基础部分。一般说来,文献检索是一种相关性检索,它只提供有关的文献供参考,而不直接回答用户所提技术问题的本身。例如:“路甬祥在 20 世纪 90 年代有关科技的著述情况”,就是要根据查寻要求,按照一定的检索标识,从所收藏的文献中查找出特定的文献,以供参考。

2. 数据检索。以数据为检索对象,可直接选择专类的数据性工具,从中查检,从而得到数值性数据、图表、化学结构式、计算公式等等,它们都是经过人们精心测试、绘制、评价、处理而得出来的确切数据。数据检索是为了满足科技工作者对浓缩信息的特殊需求而出现的,这种浓缩的信息,用户可直接使用,无需查阅原始文献,因此可大大节约研究人员的时间,提高工作效率。数据检索是一种确定性检索,要直接回答用户所提问题的本身,提供所需的确切的数据。

3. 事实检索。是以特定的事实为检索对象,先选择适宜的检索工具,按一定检索标识,直接从中检出事实性、知识性的答案。事实检索也是一种确定性检索,要求提供用户所需的确定的事实。

(三) 信息检索的意义

1. 信息检索是获取知识的有效途径。在当今文献和知识急剧增长的信息时代,如何以最少的精力、最短的时间充分占有文献信息,成了人们亟待解决的实际问题,而信息检索正是有效解决这一问题的最好途径,它可以帮助人们快、准、全地获取所需信息,最大限度地节省查找时间,使文献信息得以充分的利用。

2. 信息检索是科研工作的组成部分。科学研究一般包括资料准备阶段和研究阶段,其中,资料准备阶段要占用科研人员全部科学研究的 30%~60% 的时间,还会随着信息检索效率的高低发生变化。高效的信息检索不仅能使科研人员减少查找资料的时间,而且还能够通过信息检索获得启发,对研究工作具有极大的帮助作用,最终缩短科学研究的时间。

3. 信息检索能够避免重复研究和走弯路。据统计,我国的低水平的重复研究现象比较严重,尤其是省级及以下科研项目,重复率达到 50%。可见,要进行有价值的科学研究,必须全面地获取有关文献信息,及时了解各学科领域出现的新问题、新观点,这只能依赖文献信息检索才能实现。通过信息检索,可以掌握研究课题的历史和现状,了解其发展趋势,以确定自己的研究起点和研究目标。

三、信息检索方法

检索方法是指查寻文献信息的具体方法。选择科学有效的检索方法,对广、快、精、准地获取文献信息,提高检索效率,有着重要的促进作用。

1. 直查法。是指直接从有关的原始文献中获取所需信息的方法。利用直查法有这样几种情况:凭浏览获取文献信息、靠积累获取文献信息、利用核心文献。

2. 工具法。是指利用一定的检索工具或检索系统获取所需文献信息的检索方法。工具

法在具体应用时还可以分为四种方法:通查法、顺查法、倒查法和抽查法。应根据检索的具体要求定。如检索牛顿对人类的贡献,就应用顺查法,从牛顿生活的年代查到迄今为止,因为其发明发现对今天的人类依旧有着深远的影响;而检索时事资料或新发明则一般用倒查法,查出最新的消息即可;当检索“文革”时期《人民日报》的社论时,就应当使用抽查法,直接检索 1966 至 1976 年的《人民日报》索引。而计算机检索因检索速度快,无需选择时间段,则一般使用通查法。

3. 追溯法。是利用某些文献后附的参考文献线索,来追踪查找相关文献的“滚雪球”式检索方法,根据追溯的对象不同,可分为参考文献追溯法(例如,论文《基于交通流量的城市交通宏观仿真监控系统》后附有 6 篇相关参考文献,如果看了此文后想进一步查阅相关参考文献,即可层层追溯查找)、核心期刊追溯法(例如,利用《全国报刊索引》查找有关高考命题动向的文献资料,工作量就很大,且发现其中有一些都出自《中国考试》这本期刊,就对近两年该刊进行追溯检索,很快可查出先前未被检索出的几篇)和核心著者追溯法(例如,宋健为全国科技核心著者,我们就可通过责任者途径检索到他的科学论文,从而掌握 20 世纪 80~90 年代有关科技发展的最有价值的文献资料)。

4. 计算机检索方法。计算机检索与手工检索方法相比具有一些独特的方法。虽然不同的数据库、计算机检索软件的操作方法不尽相同,但是它们有共通之处。掌握检索的一般方法,有利于我们制订出正确的检索策略,加快检索速度。这里介绍应用最多的几种:

(1) 布尔检索 在计算机检索中,逻辑运算是常用的方法。用逻辑运算的方法反映了检索词之间的逻辑关系,达到提高检索效果的目的。常用的逻辑运算有三种:与(AND)、或(OR)、非(NOT)。

与——逻辑乘,符号为“AND”或“*”。“A * B”或“A AND B”表示检索出的是同时包含 A 概念和 B 概念的文献。“逻辑与”缩小了文献的检索范围,提高了文献检索的查准率。

例如:“宋健 * 科学出版社”,就是将科学出版社出版的宋健著作的文献检索出来。

或——逻辑和,符号为“OR”或“+”。“A + B”或“A OR B”表示检索出的是只包含 A 概念、只包含 B 概念和两者兼得的文献。“逻辑或”扩大了文献的范围,提高了查全率。

例如:“宋健 + 科学出版社”,就是将所有宋健著作和所有科学出版社的出版物全部检索出。

非——逻辑差,符号为“NOT”或“-”。“A - B”或“A NOT B”表示检索出的是含 A 概念但不含 B 概念的文献。“逻辑非”也能够缩小文献的检索范围。

例如:“宋健 - 科学出版社”,就是将所有宋健著作中不是科学出版社出版的文献检索出来。

(2) 截词检索。是一种常用的组配技术,一般都用于西文文献检索。我们可将检索词在我们认为合适的地方截断,用一个词的局部作为检索词进行文献检索,被截去的部分可用“?”表示。

例如:要查找有关“计算机”的文献,为了提高查全率需采用多个检索词:Computer(计算机)、Computerized(给……装电子计算机)、Computerism(计算机主义)、Computerization(计算机化)、Microcomputer(微型电子计算机)、Minicomputer(微型电子计算机)等,这样相对比较烦琐,且限于人的知识面,还是不容易查全。但若采用截词检索法,则只要用“?”,即“Computer?”表示与截断的词“Computer”相匹配的文献均属于检索范围,而将有关计算机文献全部检出。这样不仅方便而且查全率高。

(3) 组配检索。组配检索就是将多个检索词用布尔逻辑运算符组合起来,以达到查检文献的目的。组配检索的表达式叫检索式。

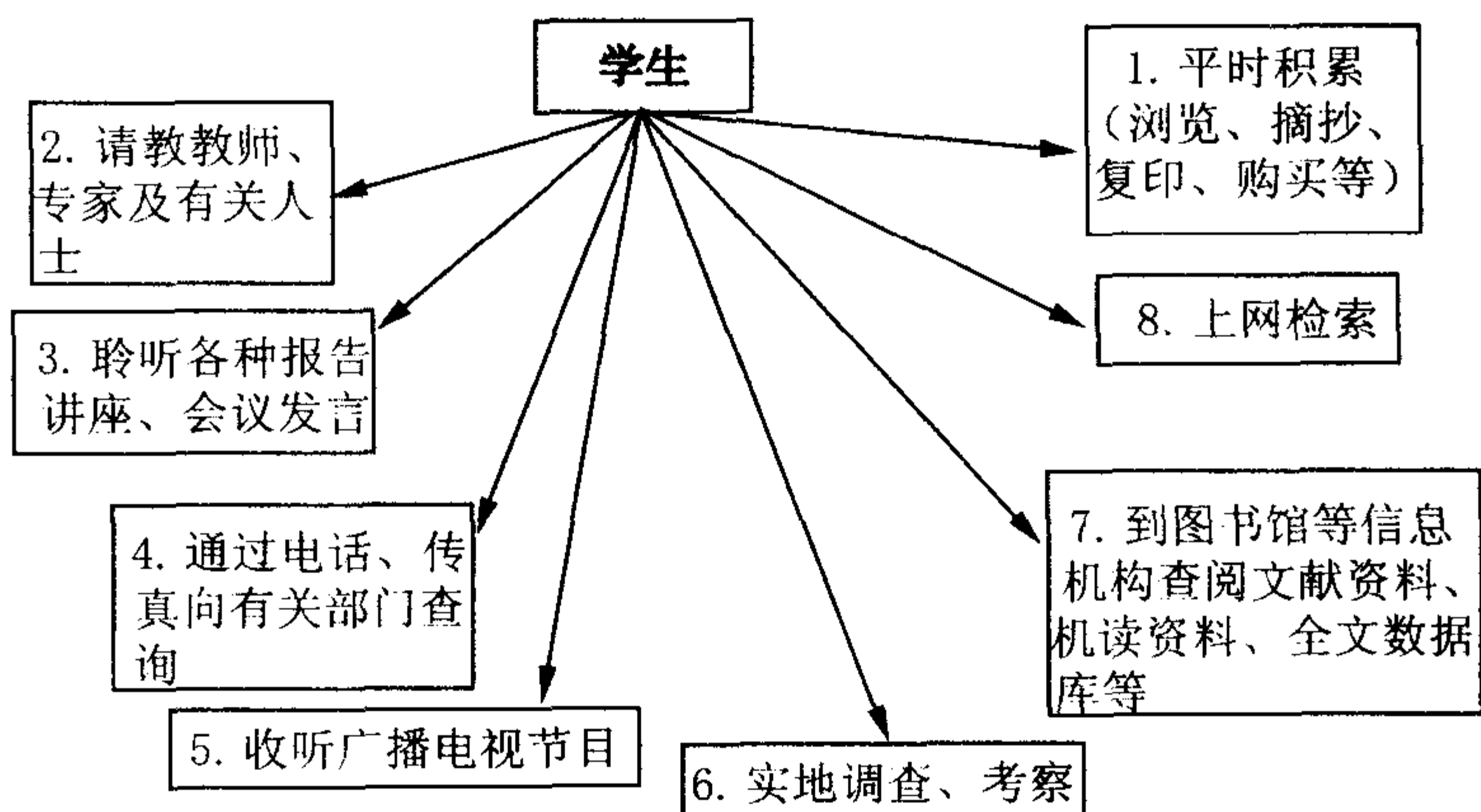
例如:要查找有关数字地球概念、支持技术、应用等方面的文献可采用检索式:

数字地球概念+数字地球概念*支持技术+应用;也可以写成:数字地球*(概念+支持技术+应用)。

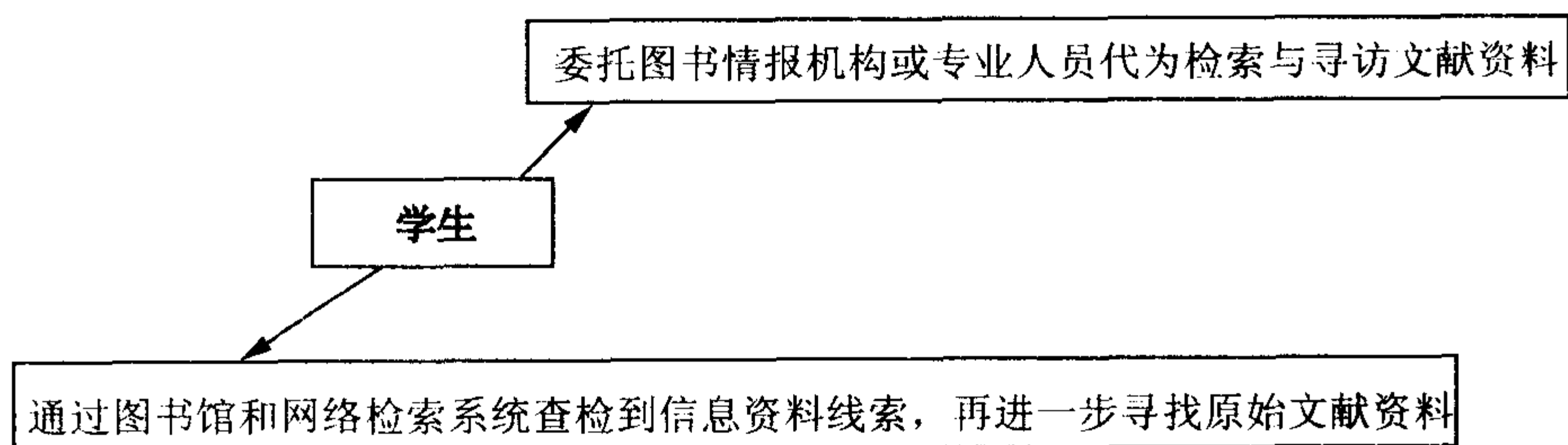
四、信息获取的途径和信息检索程序

(一)信息获取的途径

1. 直接获取。(见下图)



2. 间接获取。(见下图)



直接获取信息的途径很多,第1途径是平时积累,即通过平时浏览将重要的有价值的及有益思想启迪的信息资料通过摘抄、复印、购买等手段积累起来。第2、3途径是获取口头信息的重要途径,以往许多重要的第一手资料往往出自口头信息源。即使是在当今技术时代,最佳的、最完整的资料来源仍来自于人。对于不太有经验的研究者来讲,请教自己研究领域内的专家作为指导教师,请他(她)们介绍从哪里才能获得资料不失为明智之举。因为某领域的专家比较了解该研究领域的发展情况,包括研究成果、重要的会议、重要的研究人员,以及获得这些资料的地点。这样做,可以节省查找资料的时间。

第4条途径是查找各种事实性信息的可靠途径。如:要询问飞机某次航班的确切到达时间;询问某科技展览会的票价;询问某书店有无特定图书的销售等。第5条途径也是获取信息的重要途径之一,这种途径时间性强,但不易查检回溯信息。第6条途径是在文献资料不足的情况下通过实物实景来获取信息的补充途径,也是获取未知信息的有效途径。如:“雅鲁藏布大峡谷的考察”不仅可映证前人资料的正谬,还可发现新的人文、地理和物种信息。

对研究课题来说,最重要最常用的途径就是第7、8条途径,即上网检索资料和到图书馆等文献信息机构去查阅信息。尤其要强调指出的是:要全面系统地查检资料,图书馆是必涉之地。因为图书馆不仅拥有丰富、系统、类型全面的信息资料;而且,它所拥有的信息资料都是经过整序的。如:图书期刊及机读资料、电子文献等都经过了形式整序;许多大型的收费全文数据库则进行了内容整序,查检者可以从多种不同角度查检到所需的信息资料。图书信息机构的整序要依据一定的规则,不同的整序方法有不同的原理。作为查检者要想很好地利用图书馆就要熟悉它的整序规则,即通常讲的要掌握检索方法。

(二) 文献信息检索途径

检索途径依赖于文献信息的特征。文献具有两种特征:即外部特征和内容特征。

文献外部特征的检索途径

1. 责任者途径。即通常所说的著者姓名途径。责任者是指对文献内容负责或作出主要贡献的个人或团体,包括著者名、译者、编者等。责任者途径是根据文献著(译、编)者的名称查找文献信息的途径,是外文检索工具较为重要的途径和惯用途径。使用著者途径检索文献信息须注意文种不同和姓名排列方式的差异,如单姓、复姓、父母姓连写、本名、教名以及姓名中附加荣誉称号等。欧美人的姓名习惯上名在前、姓在后,而目前使用的各种著者目录和著名索引则按姓在前、名在后的方式以字序排列,因此,在具体检索时应按姓在前、名在后的字顺查找。

2. 题名途径。也称书名途径。题名是表达、象征、隐喻文献内容及特征的词或短语,是文献的标题或名称,包括书名、刊名、篇名等。文献题名有正题名、副题名和辅助题名。题名检索途径是指根据文献题名查找文献信息的途径。它把文献题名按照字顺排列起来编成索引,其排法简单易行,易于查检。但因书名和篇名较长,不宜作为检索标识,实际使用价值已不为人们看好。

3. 文献类型途径。文献信息检索工具收选的信息源多种多样,如期刊、图书、科技报告、专利、技术标准、政府出版物、会议记录等。为满足查询者不同要求,如会议文献或专利文献的查找,不少检索工具也增设文献类型检索途径,如专利号索引、图书索引、会议索引、报告号索引等,以满足不同检索用户需求。

文献内容特征的检索途径

1. 分类途径。是指按文献内容的学科分类体系查找文献信息的途径。一般说来,一种检索工具的编制都须按学科建立自己的分类体系,其收录的文献按分类目录中的排序进行编排,这样编排的结果可将同一学科的文献集中,便于按学科查找文献。分类目录和分类索引是普遍使用的分类检索工具。其缺点是,对于较难分类的新兴学科和边缘学科来说,查找不便,查找时须首先了解反映学科体系的分类表,再将概念变换为分类号,然后按分类号进行检索,由于概念变换为分类号的过程中易出差错,所以也会导致漏检和误检。

2. 主题途径。主题是文献所表达的中心思想、所讨论的基本问题和研究对象。主题途径指根据表达文献主题内容的主题词及其派生出的关键词为标识查找文献信息的途径。其主要检索工具是主题目录和主题索引,或标题词索引、关键词索引、叙词索引等。主题目录按文献内容主题词组织,以文献所讨论的主题直接检索,可以查到分散于各学科里同一主题的文献。主题索引是工具书辅助索引之一,它可揭示包含该主题的文献信息在文献正文中的位置。主题途径检索文献信息的优点是,用主题词作为标识,表达概念准确、灵活、专指度高,可使同一主题的文献集中,检索效率高。又由于主题词可随科技发展增加或更新,因此便于查找新兴学科的文献信息,在各学科和其分支交叉渗透日益增多的当前,主题途径较好地适应了这一要求。但其缺点是,主题索引缺少学科系统的整体性和层次性,因此,难以达到很高的查全率。

3. 其他途径。主要是指一些辅助检索途径,如按化学分子式排出的“分子式索引”,可提供一种从分子式角度查找化学化工文献的目的,另外还有化学物质索引、合金索引、地名索引等各种专门索引,以满足查检特定种类文献信息的需求。

(三) 信息检索的程序

通常,信息检索按下列程序进行:

1. 分析检索课题,明确提问要求:检索之前,先须对待检课题进行认真分析,明确检索的目的和具体要求,以便使用户的检索提问符合检索工作的要求,做到检索与提问一致,避免盲目检索。在分析课题的基础上,还要辨明检索课题的类型,是查文献,或是查事实,还是查数据,以及要求查找文献信息的时间范围、学科范围等,以求对检索课题有个总体的认识。

2. 选择检索工具:主要考虑该领域有哪些适用的工具,其出版时间和所概括的范围能否包括拟检的问题,其质量和权威性如何,是否具备多种检索途径等。一般对检索工具的要求是:收录文献资料的专业广、类型齐全、数量大、报道速度快、文摘详细,并附有各种索引。检索时,既要选择专业性检索工具,也要考虑使用综合性检索工具,以获得满意的查全率。选择检索工具时,可利用有关的指南、检索手册及便览等,以对各种工具书进行比较和选择,从而确定更适合课题要求的检索工具。

3. 确定检索途径和检索方法:这取决于检索课题的要求和已掌握的情况。若课题检索的泛指性较强,即所需文献的范围较广,则选用分类途径较好,检索方法可以选用顺查法,以全面了解课题的研究背景、发展及现状;反之,若课题检索的专指性较强,即所需资料较专深,则选用主题途径为好,检索法可选用倒查法和抽查法,以获得该课题的最新文献信息。检索途径和方法不当,将造成误检和漏检,从而影响检索效果。

4. 实施信息检索:以上所述皆为检索的准备阶段,有些更带有策略性的,在检索前应进行全面的考虑。检索过程的实施一般可分三步进行。(1)试查:按已选定的检索工具和方法,抽样或小范围初查一下,若发现问题,可对检索方法作适当修改。(2)正式查:这是信息检索的主体,主要是利用检索工具进行查找,通常利用工具的目次、分类表、主题词表、类目索引或检索手册等辅助性工具,以使检索更为直接准确。(3)补查:检查结果发现仍不能满足需要,或发现新的查找线索,可进一步做些补查工作。

5. 获取原始文献:根据检索所得的题录或文摘,可以查找到原始文献的作者、所在刊物及收藏单位,然后利用馆藏目录或其他各种目录,以馆藏中查找原文或向其他收藏单位索取原文

或复印件,也可通过查得的作者联系地址或作者单位向作者本人索取。至此,一次信息检索的过程终止。

思考与讨论

1. 仔细想一想,写出五种平时你利用最多的信息类型。
2. 选择江、浙、皖三省范围任意一处自然或文化景点,筹备一次考察和旅游活动。请详细写出考察前你准备工作中收集信息的途径与方法(如该景点的人文,自然,历史状况,交通路线安排,计划使用经费,气象询问等)。

第二章 科学探索 始于质疑

敢于质疑,提出问题,是科学发现的起点,是创造的前提。一次,李政道先生曾在与中国科大少年班师生谈话时说:“同学们在一些观念问题上有没有提出疑问?比如对牛顿力学会不会问:我为什么要学习它?为什么它不可能是错的呢?……你老师讲牛顿力学,为什么是对的呢?根据是什么?如果这样年纪还无这样的态度,将来就做不了第一流工作。”他还说:“爱因斯坦的那三篇论文就是问了几个前人没有问过的问题,并且自己作了回答。”

一、质疑的界定

质疑是什么?按照辞海释义,“质疑代表了一种对于现实存在所具有的不确定性倾向,即对客观世界与客观真理是否存在,能否认识持不信任的态度的倾向。引申到科学活动中,质疑与怀疑同义,表现为对传统的概念、学说、理论在新的条件下失去信任,对其重新进行审查、检查、探索的一种理论思维活动。”

“学源于思,思源于疑。”可见无疑则不思,疑为思之动力。心理学认为,疑,最容易引起探索反射。在历史长河中,没有一成不变的真理,任何事物都在发展,都在前进。“推陈出新”需要创造性思维,需要敢于破除迷信、怀疑谬误、向错误的东西挑战的精神。但同学们要注意,科学的质疑并非怀疑一切,而是抓住新的事实来怀疑旧的观点。由质疑发现问题,由问题进行深入的思考与探究,这是爆发新思想的导火索,也是发展创造思维能力的好办法。比如:20世纪初,有人断言,向地球的远方发射电磁波完全不可能,因为电磁波穿过空气就会一去不复返。然而意大利人马可尼却不相信,1901年,他终于成功地实现不用导线就把信号送过大西洋的创举,使英美两国建立起了电讯联系。这一创造为电子时代的到来奠定了基础。由此不难看出质疑能力的重要作用。

二、质疑源自矛盾

质疑是问题的源泉,质疑又从何而来呢?质疑产生于人的认识中的矛盾,有矛盾必然引起怀疑,面对矛盾,人们显然要对矛盾的某一方面或矛盾的双方产生出不信任的倾向,因为在逻辑上,两个矛盾的命题不可能同真。在科学认识中,足以引起质疑的至少有这样一些矛盾。

1. 经验事实之间的矛盾

所谓经验事实是指人们在科学研究中通过实践活动(如实验观察)得出来的科学事实,经验事实是对客观事实的反映,客观事实则客观物质对象的现象和过程,它不以人的意识而转移。人们对客观事实的认识就是对于它的反映,即经验事实,科学研究中所表述出来的事实都是经验事实。

经验事实是对客观事实的反映,但由于认识过程的复杂性、深刻性,经验事实与客观事实一般并非完全一致,不同的观察、不同的实验可能得出不同的结论;尤其重要的是,从科学方法

论的角度看,“观察渗透理论”,人们的观察、实验都是在一定理论指导甚至设计下进行的,这使得在不同的理论背景下,对同一对象的观察,也可能作出差别较大的观察陈述。

例如,人们对类星体(一种天体)所作的观察陈述就十分不同。类星体是20世纪60年代发现的一种奇异的天体,它体积小,能量极高,类似于恒星又非恒星,所以称为类星体。它的发现是射电天文学产生之后第一批重大成果之一。类星体最大的特征是具有极大的“红移”。所谓红移,指光谱线向波长较长的红端位移的现象。天体产生红移有两种解释,一种称为速度红移,即物体高速离我们而去时由多普勒效应引起的;另外一种称引力红移,由强引力场引起的。类星体有极大的红移,不同的人作出的观察陈述是不同的,如:有人认为“类星体是较近的天体,甚至是银河系内的天体,红移由其高速度,高质量引起”;而有的人却认为“类星体远近距离的都有,其红移与距离无关”。

经验事实之间的矛盾引起质疑,由质疑产生了问题。如关于类星体就产生了这样的问题:类星体到底是什么?天体红移和距离到底有什么关系?类星体能源的机制是什么?这些问题使人们加强对类星体的探索研究,取得了一系列的重大发现,但原问题至今尚未解决。

2. 科学理论和经验事实之间的矛盾

这是科学质疑最常见的产生途径之一,也是促进科学理论发展(通过质疑产生的问题的研究)的最基本的方式之一。在科学史上,这一矛盾也是常见的。导致伦琴发现X射线的质疑也正是产生于关于阴极射线的理论与他的观察事实的矛盾。

例如,1781年,人们“偶然”地发现了天王星后,根据天体力学理论为天王星编制了运行表。最初,天王星运行与运行表很一致,但到19世纪20年代以后,天王星运行的实际观察(经验事实)开始与根据理论编制的运行表有了差异,到了1830年时,误差竟然达到 $2'$ 以上。针对经验事实与理论的矛盾,人们产生了怀疑。一种怀疑指向了天体力学理论,认为它可能不是普遍适用的;另一种怀疑则指向了事实:太阳系中可能不止7颗大行星,在天王星外可能还有一颗行星,由于其摄动而使天王星不守“规矩”。由后一怀疑引出的科学问题导致了海王星乃至冥王星的发现。

3. 理论与理论之间的矛盾

这种方式包括两种情况:一是对一个学科领域内的共同对象有不同的理论;二是对不同的学科不同的对象有不同的理论。不同的理论表现人们认识的差异,当针对同事物时就产生了矛盾。

第一种情况可以光的波动与微粒说为典型例子。荷兰科学家惠更斯(1629—1695)最早明确提出光的运动是媒质的运动,即波动(1690);英国科学家牛顿(1643—1727)则提出微粒说:光是一种微粒(1704)。这两种理论各有自己的实验依据,各能解释一些经验事实。对这两种理论的矛盾产生的怀疑形成的问题促使人们对光的本质长达几个世纪的探索,直到20世纪“光量子”理论和“物质波”理论揭示了光的波粒二象性才告一段落。

第二种情况的例子以生物进化论和热力学第二定律为典型。生物进化论(以及相应的天文学、地质学理论)认为具体的物质系统在不断地进化,即不断由简单向复杂、由低级向高级发展,也就“自发地从无序向有序发展”,即物质系统的发展过程是一个有序化和组织程度不断提高的过程。而按热力学第二定律,任何封闭系统的“熵”将不断趋于极大,即物质系统的发展过程是一个无序化和组织程度解体的过程。这两个理论各自都是严格的科学理论并解释了广泛的现象,都是19世纪重大的科学成就,但对自然界却提供了两种互相矛盾的图景,引起人们对这两者的质疑,提出了如何使两者统一起来的问题。经过长期努力,比利时科学家普里戈金提出了耗散理论,沟通了无序向有序化的途径,才使这一问题得到初步的解决,为此,普里戈金获得了1979年诺贝尔物理学奖。

4. 一个理论自身的逻辑矛盾

一个理论内部存在的逻辑困难是直接产生质疑的地方,逻辑矛盾意味着理论自身存在着困难环节或待完善之处,针对逻辑矛盾的质疑常产生出重大的促进科学理论发展的科学问题。

例如,在人们发现了电子和原子核存在之后,1910年,英国物理学家卢瑟福根据经典电动力学理论提出了原子结构的“小太阳系”模型:原子核位于原子中央,像一个太阳,电子好比行星围绕原子核旋转。这一模型简洁易懂,但经深入逻辑分析即会发现此模型存在逻辑矛盾:按照经典电动力学理论,在这种模型中,绕核旋转的电子将不间断地向外辐射电磁波而连续地失去能量,电子的轨道半径将越来越小,最后将沿着一条螺线落到原子核上,电子在轨道上存在的时间不超过 10^{-8} 秒,这与原子的存在是矛盾的。由于这一逻辑矛盾,卢瑟福自己就对自己的“小太阳系”模型提出怀疑,由此引起连续的科学探索并使他的学生玻尔提出了原子量子化轨道结构,后经过许多学者多次质疑与改进,终于建立起量子力学理论。

在一些理论中,逻辑矛盾也被称为悖论和佯谬。它们实际上是一种特殊的逻辑矛盾。

5. 理论发展所引起的矛盾

科学理论一经产生,就有一种不断发展的要求,这种要求常引出新的矛盾。当然,这种要求是以科学家的探索努力表现出来的,这一发展要求或探索努力经常表现为对现有理论的某些部分或其完善性的质疑,这种质疑提出的科学问题往往是促进科学发展的不竭动力。

例如,法国数学家费马(1601—1665)在发现丢番图对不定方程 $x^2 + y^2 = z^2$ 的求解方法后,自然对不定方程的次数2提出质疑:对大于2的指数这一方程是否有解呢?由此质疑形成了闻名天下的费马大定律:方程 $x^n + y^n = z^n$ ($n > 2$)没有正解数。这一定理经350多年研究,直至1994年才被证明,而其不断证明的过程极大地推动了数学的发展。

6. 对新成果的需要和原有成果不能满足的矛盾

这在应用科学和技术科学的研究中表现特别明显,人类对技术改进的新成果需要——本质上是人类社会生产或生活的需要是无止境的,这种需要严格地说是生产生活以至于科学技术发展最根本的动力。人类新需要和原有成果的不足的矛盾表现在生产生活的所有方面,如人们发明了无线电广播技术,人们听到传来的声音,又希望从而看到形象,对原有技术质疑就开始开发出新的技术——电视技术。对电视技术自身的需要也逐渐由黑白到彩色,由小屏幕而大屏幕,同时又需要极小的屏幕。对图像的清晰度的要求则使人们质疑模拟技术,开发数字电视技术。如此等等。对这类质疑提出的问题的探讨往往不仅促进技术的发展,也促进了科学的发展,如高清晰度电视(数字电视)研究带来的数字化、数据压缩及小波分析等科学理论的发展。

质疑在科学研究中具有产生科学问题从而构成科学研究起点的重要意义,因此我们应该倡导科学的质疑精神。质疑精神可以说是最重要的科学精神,民族的生命力,需要创造精神,而创造力的培养,需要从孩子质疑能力的培养开始。家长和教育者必须有这种教育战略眼光,从小注重增强孩子的质疑能力,现行的教学改革的重点应该落实到这一点上。

思考与讨论

和同学一起对生活或学习中的某个问题进行探讨,发现它存在的疑问,然后讨论其中可能的矛盾并尝试解决它。