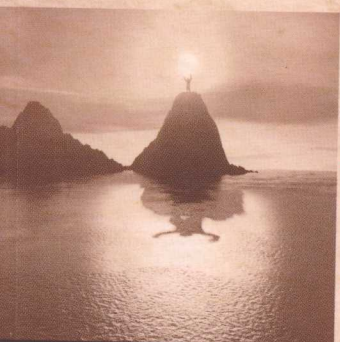


滨州学院教材出版基金资助



科学研究方法 学习指导

KEXUE YANJIU
FANGFA
XUEXI ZHIDAO

主 编 李长海 副主编 王明东

G304/14

2012

滨州学院教材出版基金资助

科学研究方法学习指导

主 编 李长海

副主编 王明东

北方工业大学图书馆



C00321867



天津大学出版社

TIANJIN UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

本书内容包括：科学研究的特点及一般程序，科学研究中的基本概念，选题的意义、原则和方法及选题步骤，文献检索的一般步骤和图书馆文献资源的利用，研究方案的设计，观察研究、调查研究、比较研究、实验研究和理论研究五种基本研究方法，描述统计、推断统计及 Excel 在数据统计中的应用，个案研究和行动研究两种具体的质的研究方法，科研成果的表述与科研能力及其培养，SPSS 统计软件的应用。

本书适合高等院校各专业作为通用教材，也可供其他相关专业人员学习使用。

图书在版编目（CIP）数据

科学研究方法学习指导/李长海主编. —天津：天津大学出版社，2012.9

ISBN 978-7-5618-4443-4

I. ①科… II. ①李… III. ①科学方法论—高等学校—教材 IV. ①G304

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2012）第 192374 号

出版发行 天津大学出版社
出 版 人 杨 欢
地 址 天津市卫津路 92 号天津大学内（邮编：300072）
电 话 发行部：022-27403647
网 址 publish.tju.edu.cn
印 刷 河间市新城印刷有限公司
经 销 全国各地新华书店
开 本 184mm×260mm
印 张 17.5
字 数 437 千
版 次 2012 年 9 月第 1 版
印 次 2012 年 9 月第 1 次
定 价 30.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页等质量问题，请与我社发行部联系调换

版权所有 侵权必究

前 言

科学研究方法是我们认识各种自然现象和社会现象及事物的途径,是获取知识的重要方式。正确的科学研究方法能够为学生在实践中创新和开展研究提供程序化、规范化的路径,使得工作能够科学有效地进行。古人云:“工欲善其事,必先利其器。”这句话深刻地揭示出了科学研究方法对于认识世界和改造世界的重要性。

高等教育的特点决定了大学生要参加必要的科学研究活动。大学生参加科学研究活动,有利于培养创新能力,有利于个性全面发展,有利于加深对所学知识的理解 and 应用。本书的编写旨在适应应用型人才培养的需求,使学生具有良好的科学研究意识,掌握基本的科学研究方法,具备初步进行科学研究的能力。

本书较为全面、系统地介绍了常用的科学研究方法。第一章概括介绍了科学研究的特点及一般程序,结合大学学习特点说明了大学生科研的特点、要求及前期准备等。第二章对科学研究过程中涉及的一些基本概念,包括抽样、变量、测量、误差、效度和信度等进行了阐述。第三章着重介绍了选题的意义、原则、方法和选题步骤等基本知识。第四章在说明了资料收集对科学研究的意义的基础上,着重介绍了文献检索的一般步骤和图书馆文献资源的利用。第五章介绍了如何设计研究方案。第六章具体介绍了观察研究、调查研究、比较研究、实验研究和理论研究五种基本研究方法。第七章着重介绍了描述统计、推断统计及 Excel 在数据统计中的应用。第八章介绍了个案研究和行动研究两种具体的质的研究方法。第九章主要介绍了科研成果的表述与科研能力及其培养。第十章介绍了 SPSS 统计软件的应用。

本书是集体智慧的结晶。全书由李长海、王明东拟定基本框架并编写提纲,进行统稿和定稿。参编人员分工撰写各章节内容:刘文娟编写第一章、第九章,张娟编写第二章、第七章,孔令桐编写第三章,赵望锋编写第四章、第五章,陈秀珍编写第六章,谢彦红编写第八章,王磊编写第十章。许凤奇、孙鲁青和高合理协助做了大量校对工作。

在本书的编写过程中,我们参阅了大量文献资料,吸收了有关方面的研究成果,在此向这些文献的作者表示诚挚的谢意!本书的出版还得到了滨州学院院长纪洪波教授、滨州学院教务处处长张士国教授的具体指导和大力支持,在此一并表示衷心感谢!

由于编者水平有限,书中难免存在疏漏和不足之处,敬请广大读者不吝赐教,予以批评指正。

目 录

第一章 科学研究概述.....	1
第一节 科学、科学研究与大学生科研.....	1
第二节 科学研究的一般程序.....	13
第三节 科学研究的准备.....	21
第二章 基本概念.....	29
第一节 抽样.....	29
第二节 变量.....	40
第三节 测量.....	42
第四节 误差.....	46
第五节 效度和信度.....	49
第三章 选题.....	52
第一节 选题概述.....	52
第二节 选题的原则和方法及存在的问题.....	59
第三节 选题步骤与课题论证.....	66
第四章 资料收集.....	72
第一节 资料收集概述.....	72
第二节 文献检索.....	75
第三节 图书馆文献资源利用.....	83
第五章 研究方案的设计.....	97
第一节 确定研究对象和研究方法.....	97
第二节 分析研究变量.....	101
第三节 形成研究方案.....	105

第六章 科学研究的基本方法	112
第一节 观察研究	112
第二节 调查研究	122
第三节 比较研究	133
第四节 实验研究	138
第五节 理论研究	145
第七章 研究数据的统计分析	150
第一节 描述统计	150
第二节 推断统计	172
第三节 非参数统计	178
第四节 EXCEL 的统计数据分析功能	182
第八章 质的研究方法	189
第一节 质的研究	189
第二节 个案研究	196
第三节 行动研究	199
第九章 科研成果表述与科研能力及其培养	202
第一节 科研成果的表述	202
第二节 科研能力及其培养	216
第十章 SPSS 统计软件的应用	222
第一节 SPSS 概述	222
第二节 SPSS 的启动和数据文件的建立	223
第三节 数据的编辑、整理与基本描述统计	226
第四节 均值比较检验与方差分析	250
第五节 相关分析与线性回归分析	263
参考文献	273

第一章 科学研究概述

学习提示

- 科学研究是人类特有的活动方式，是人类社会实践的基本形式之一
- 科学研究的程序通常是完成一项具体的科研课题必经的基本环节和步骤
- “凡事预则立，不预则废”，从事科学研究要做好充分的准备

内容概述

科学研究是人们探索未知事实或未完全了解事实的本质和规律以及对已有知识分析整理的实践活动。大学生参与科研活动，有助于创造力和拔尖人才的培养，有助于个性的全面发展，有助于加深对所学知识的理解和应用。大学生要明确科学研究的概念、掌握科学研究的一般程序，充分做好进行科学研究的准备。

第一节 科学、科学研究与大学生科研

一、科学的概念与分类

(一) 科学的概念

什么是科学？人类在认识自然、改造自然、研究自然规律与社会规律的同时，也一直在探讨科学的本质。然而，科学界迄今对这一问题的认识也没有统一。科学的含义是随着历史的发展而发展和变化的，纵观科学发展的历史，概括起来说，对这一概念的理解有广义和狭义两种。

1. 广义的科学

广义的科学指自然科学、人文社会科学和思维科学，人们对它的理解主要有以下四点。

(1) 实证知识论

从认识的结果来看，科学是一种系统化的实证知识。《美国大百科全书》对“科学”下的定义为“系统化的实证知识，或看做在不同时期、不同地点所系统化的这样一种知识”。我国《辞海》和《自然辩证法词典》中的解释为：“科学是关于自然、社会和人类思维的知识体系或正确反映自然、社会和思维本质与规律的系统知识，是实践经验的结晶。”

(2) 知识进化论

从认识过程来看，科学是一种人类知识不断积累与深化而获得规律的过程。日本的《世界大百科事典》称：“科学是认识的一种形态，是指人们在漫长的社会生活中所获得和积累

起来的，现在还在继续积累的认识成果，即知识总体的总和和连续不断的认识活动本身。”

(3) 反映论

从认识过程和结果看，科学是人类对客观事件及其规律的认识或反映。法国《百科全书》中的解释是：“科学是通过揭示现象之中规律所取得的全部知识以及作为这些知识之基础的认识论。”

(4) 文化现象论

从文化大背景去看，科学是一种文化现象。这种文化现象是人类心智（理性）现象、语言现象、精神现象、社会现象和历史现象相互作用、共同建构的，是一种非常复杂的、人类特有的现象。

2. 狭义的科学

狭义的科学是指自然科学，人们对自然科学的理解主要有以下四点。

(1) 知识体系论

19世纪以来的传统看法认为科学是根据一定理论原则整理出来的知识的总和，这种知识不是零散的，而是由其内在逻辑特征和本质联系被揭示后建立起来的一个完整的知识体系，本质特征是系统性和实证性。

(2) 探索活动论

科学本质上是一种探索活动，是一个认识和创造过程。知识并不是科学，而是科学的产物。科学不在于已认识的真理，而在于探索真理。

(3) 工具论

科学是一种用有理论、有思路的方法来探索自然奥秘的工具。它不仅是对外部世界的认识和描述，更是应付或适应外部世界的工具。

(4) 信念论

科学是科学共同体按照其成员公认的信念所进行的研究活动，是根据范式解决实际难题的创造性活动。

随着科学的发展，人们对科学的认识和理解也在不断地发展和深入。显而易见，狭义的知识体系论从静态角度对自然科学进行描述，不足以反映自然科学的本质；探索活动论从动态角度对自然科学进行考察，关注的仅是其认识过程，而忽视其作为知识的一面；工具论将自然科学当做应付环境的工具，仅注意到其功利的一面，是典型的实用主义；信念论关注人的精神方面，但将自然科学归结为科学共同体的共同信念，也不可取。

以英国著名科学家、科学学创始人之一 J·D·贝尔纳为代表的科学家们认为，“科学在不同的时期、不同的场合有不同的意义，科学不能用定义来诠释，必须用广泛的阐述性的叙述来作为唯一的表达方法”。

因此，把众多的定义、解释加以概括，本书将科学定义为：科学是人对客观世界包括自然、社会、思维等现象的正确认识，是反映客观事实和规律的系统化和理论化的知识体系。

(二) 科学的分类

根据不同的标准可以把科学分成不同的类别，主要有以下几类。

1. 自然科学、人文科学和社会科学

这是根据研究对象的不同,对科学进行的划分。

自然科学以自然界、自然现象为研究对象,其目的在于揭示和认识自然界各种现象的本质和规律,并遵循自然规律利用和改造自然,为人类社会造福。自然科学包括物理学、化学、生物学、天文学、地理学、体育以及应用物理学、应用化学、工业化学、农业化学、医用化学、应用生物学(医学微生物学)、应用天文学及其相应的交叉边缘学科等。

人文科学以人类精神生活为研究对象,对人的存在、本质、价值及其发展等问题进行自我反思,是对人类思想、文化、信仰、情感、道德、美感和精神表现进行探究的学问。人文科学关注的中心或其研究的对象主要是人自身,是关于人的精神、文化、价值、观念的问题。人文科学包括文学、历史学、哲学、艺术等学科。

社会科学主要以人类社会为研究对象,是关于人类社会的学说或者理论体系。它以人类在实践活动中自我对象化产物为其对象(包括经济活动、政治活动、社会活动等社会现象),通过对人类社会的组织构成、功能作用、形成机制、变迁规律等进行分析研究,以求探索和揭示人类自身活动的规律,从而达到自我控制与自觉发展,创造出符合人的全面发展的社会组织形式。社会科学包括政治学、经济学、社会学、法学等学科。

2. 物理科学群、生理科学群、心理科学群、数理科学群和事理科学群

这是根据学科群进行划分的。现代科学技术的发展趋势是既高度分化又高度综合。自然科学各级分支学科内部和人文、社会科学各级分支学科内部相互渗透。三大科学领域之间的相互渗透,交叉科学和新兴技术群体的兴起,使得一个新的分类系统正在逐步形成。目前,科学一般可分为如下五大科学群。

(1) 物理科学群

它研究一切物质运动的共同规律,包括天文学、地理学、物理学、化学、工程力学、材料科学等。

(2) 生理科学群

它研究有机物体生长和消亡的共同规律,包括动物学、植物学、人体科学、环境科学、医学、营养学、药理学等。

(3) 心理科学群

它研究思维运动的共同规律,包括思维科学、教育学、逻辑学、行为科学、心理学、伦理学等。

(4) 数理科学群

它研究数量的共同逻辑规律,包括统计学、经济学、计算机软件以及众多的数学分支。

(5) 事理科学群

它研究事物运动的无序和有序的演变及其共同发展规律,包括系统论、控制论、突变理论、管理科学等。

3. 基础科学、技术科学和生产科学

这是根据各门科学在整个科学体系中的职能和地位的不同,对科学进行的划分。

基础科学的研究对象是各种物质形态与运动形式,其目的在于探索各种物质运动形成的规律,其研究成果是整个科学技术的理论基础。技术科学亦称应用科学,它是以基础科学为

指导,着重研究应用的基础理论和原理、方法。生产科学亦称工程技术,它主要是研究各种产品、项目、设施等的设计、施工及工艺技术的理论知识。技术科学是指导生产科学的直接理论基础,同时也是联系基础科学和生产科学之间的桥梁。

二、科学研究的概念、分类与特点

(一) 科学研究的概念

什么是科学研究(简称科研),目前尚无确切定义。“科学研究”一词来源于英文“research”,由前缀“re”(再度、反复之意)与“search”(探索、寻求之意)组成,合起来的意思是反复探索。然而,世界各国习惯于用“研究与开发”(Research and Development, R&D)来表示科学研究。日本直接用“研究开发”即“RD”表示科学研究。

关于科学研究的概念,美国资源委员会下了这样一个定义:“科学研究工作是科学领域中的探索,包括已经产生的知识的整理、统计,图表及其数据的收集、编辑和分析工作。”我国教育部对科学研究的定义是:科学研究是指为了增进知识,包括关于人类文化和社会的知识以及利用这些知识去发明新的技术而进行的系统的创造性工作。

虽然国内外对科学研究所下的定义表述上不尽一致,但其在本质特征上没有原则差异。通过上述定义我们可以得出以下几点共识。

1) 科学研究的对象既可以是自然现象,也可以是社会现象或精神现象。

2) 科学研究实质上由两部分组成,一部分是创造知识,即创新、发现和发明,是探索未知事实及其规律的实践活动;另一部分是整理知识,即对已有知识分析整理,使其规范化、系统化,是知识继承的实践活动。创造知识与整理知识是不可分割的两个组成部分。例如,门捷列夫的早期研究工作只是对前人已经发现的诸多元素进行排序,可以说这是整理已有知识的实践活动。然而,当他按原子量、原子价大小不同对元素进行排列之后,发现元素有周期性变化,原子量与元素性质之间有函数关系,并且有的排序断裂,表明还有有待发现的元素,从而提出元素周期律理论,这就成为创造了前人未知知识的实践活动。

3) 科学研究包含三个层次:解释前人的智慧,完善前人的智慧,创造新的智慧。

由此可以给科学研究下这样一个定义:科学研究是人们探索未知事实或未完全了解事实的本质和规律以及对已有知识分析整理的实践活动。

(二) 科学的分类

根据研究功用、研究性质、研究方法和研究方式等方面的不同,可以将科学研究区分为不同的类别,主要有以下几类。

1. 基础研究、应用研究和开发研究

这是按研究功用对科学研究进行的分类。

(1) 基础研究

没有特定的商业目的,以创新探索知识为目标的研究,称为基础研究。例如,牛顿发现牛顿运动定律,法拉第发现电磁感应原理,麦克斯韦建立电磁波理论,居里夫人发现放射性

同位素镭等，这些研究都属于基础研究。

基础研究又分为纯理论研究和应用基础研究两类。纯理论研究是没有商业目的而进行的促进科学发展和社会进步的原始性研究，研究的目的是寻找客观事物的发展规律、新原理和新规则，通常是指数学、物理学、化学、天文学、地理学和生物学六大基础学科中的纯理论研究。应用基础研究是指有广泛的应用背景，运用基础研究方法以获取新知识、新原理与新方法为目的而进行的应用理论研究，通常是指定向的基础理论研究或工程科学、农业科学、材料科学、计算机科学等技术科学方面的基础理论研究。

(2) 应用研究

应用研究是以创造新技术、新工艺、新流程和新产品等为目标的研究。一般是将基础研究之成果应用于满足和解决技术科学、工程科学和社会科学中的技术要求和实际问题，有明确的实用目的。如超导研究、杂交水稻研究、机器人研制、遥感技术研究、计划生育研究、肝病研究和癌症治疗的研究等。

(3) 开发研究

开发研究又称发展研究，它以实现或推广某些应用研究在试验、试制、设计、规划阶段所产生的成果变为产品、变为社会现实为目标，进一步进行中间（扩大）试验、类型设计、小批量试生产、决策咨询等一类研究。它是介于科研与生产之间的过渡阶段或中间环节，与生产社会关系更为紧密。应用研究的成果是在实验室条件下取得的，还存在如何在生产实际中应用的问题。开发研究的基本任务就是将实验室条件下已经试验成功的新技术、新工艺、新材料、新产品通过中间试验或扩大试验，推广到实际生产中去。

基础研究是探索 and 发现新规律、新事物，应用研究是发明新事物，开发研究是完成新产品、新工艺等，使之商品化、实用化。这三种研究是整个科学研究过程的三个相互联系的环节，应协调一致地发展。

2. 验证性研究和探索性研究

这是按研究性质对科学研究进行的分类。

(1) 验证性研究

从检验某种理论或假设出发的研究称为验证性研究（又称决断性研究），如验证皮亚杰认知发展理论的实验研究，验证短时记忆遗忘干扰假设的研究等。验证性研究有时会使研究者看不到一些意外却十分重要的结果。因为意外的结果可能被当做最初理论假设的否定项，得不到足够的关注，从而使其可能揭示的某种新意被忽略。这是刚刚开始进行科学研究的人应该特别注意的问题。

(2) 探索性研究

所谓探索性研究是对新问题、新现象或新领域的研究，如儿童思维发展规律的研究、儿童基本情绪发展特点的研究等。探索性研究可以有不同层次，开始可能源于偶然发现或实践需要。

验证性研究和探索性研究的区分是相对的。有时最初通过探索性研究概括出一定的理论观点，然后根据理论假设设计实验，以验证理论。验证研究本身在一定程度上也是某种探索性研究，它可以对所决断的理论或假设进行修正和发展，也可以提出新的探索问题。验证性研究主要通过实验法实现，通过精心设计和操纵某些因素，控制其余因素，以观察这些因素

的系统变化是否导致其余因素的相应变化,从而确定因果关系。

3. 实验研究、调查研究和观察研究

这是按研究方法不同对科学研究进行的分类。

(1) 实验研究

实验,指根据一定目的,运用必要手段,在人为控制的条件下,观察研究事物的实践活动。用实验的方法作为收集资料的主要手段的研究,称为实验研究。它是研究者预先计划、控制条件,使用某种条件主动引起、复制或变革某事物的自然过程,并对其出现的现象进行观察、记录,然后进行分析、综合,做出结论的科学研究。实验研究又可以分为绝对性实验与相对性实验。

绝对性实验是用实验方法测量研究对象的某项(些)指标的绝对值,如家畜的体重、身长、生理常值、血液指标等。此类实验强调使用统计学的误差理论,以便在众多测量误差中获得所测指标可靠性的信息,同时对有关总体的指标做出最佳的估计。

相对性实验又称比较性实验,是对两组或两组以上研究对象给予两种或多种处理,然后观察比较不同处理的效应。此类实验研究强调使用统计学的设计理论,以便减小误差,保证各组之间的可比性。

一般在正式实验前都要先进行一个小规模的实验,称为预实验,以判定是否需要或是否值得在更大范围内进行实验(正式实验)。按实验达到的目的不同,预实验可分为导向性实验、安全性实验、观测性实验和筛选实验四种。

1) 导向性实验:先在少数研究对象中进行小规模实验,根据结果判定是否值得进行大范围实验。例如,使用一种新的饲料添加剂时,先在少数研究对象中进行饲喂实验,如效果良好,再进行正式实验。

2) 安全性实验:应用一种新药、新除草剂、新农药、新疫苗时,必须先进行小规模实验,以观察这些制剂的安全性及毒副作用。

3) 观测性实验:以获得算术平均数、样本标准差和相对标准差等数据为目的,在少数研究对象中进行的实验,称为观测性实验。此类预实验主要是为了了解实验组与对照组之间的差异程度,为正式实验设计,尤其是为确定样本数提供基础数据。

4) 筛选实验:用比较简单的实验方法,从众多研究对象中筛选出值得进一步研究的对象。例如,当研究对象为布氏杆菌病羊时,可先用凝集反应在绵羊群中检测出呈阳性反应的病羊。

(2) 调查研究

用现场调查的方法作为收集资料的主要手段的研究,称为调查研究。它是一种对研究对象不加任何干预,对客观事物自发过程进行观察和记录的科学研究。

调查研究按照不同的标准可以分为不同的类型:按调查研究的时间特点,可分为横向调查与纵向调查;按调查时事件是否发生,可分为回顾性调查和前瞻性调查。

1) 横向调查:在某一特定时间内(现在)对研究对象中某种事件或现象的出现概率进行的调查,又称横断面调查或断面调查。例如,我国的人口普查、农业普查、工业普查。

2) 纵向调查:在一段较长的时间内对研究对象中某事件的出现特征进行连贯性的比较调查研究,称为纵向调查。例如,对某养兔场过去10年内各种疫病发生情况的动态进行调查。

3) 回顾性调查:在事件发生后进行调查,从调查结果中分析事件的发生原因、影响因

素的调查,称为回顾性调查。例如,医学领域中的病例分析报告。

4) 前瞻性调查:在事件发生之前,调查者事先经过精心设计,经一段时间以后再进行观察,并取得资料的调查方法,称为前瞻性调查。这种调查的实质是调查与实验研究相结合的一种调查方法。例如,要研究某种添加剂与家畜畸胎发生率之间的关系,有意识地在某些绵羊的饲料中加入这一添加剂,另外一些绵羊的饲料中不加,在此后的1~2年调查母羊畸胎的发生率,就属于前瞻性调查。

(3) 观察研究

以观察的方法取得资料的科学研究,称为观察研究。例如,用肉眼、光学显微镜、电子显微镜、X线仪等观察动物、植物、金属产品的形态及微结构。

4. 描述性研究和实证性研究

这是根据研究方式的不同对科学研究进行的分类。

描述性研究主要是通过对现象的描述、观察、个案分析等方式收集证据材料来说明观点、论证假设。实证性研究主要通过量化的方式收集数据材料来说明观点、论证假设。

(三) 科学研究的特点

1. 探索性和创新性

探索性和创新性是科学研究最重要、最本质的特征。

科学研究的基本任务是探索未知,是揭示未知的认识实践过程。科学研究的无数事实证明,没有探索,就没有发现。例如,美国“发明大王”爱迪生在一生中有1328项发明,仅在发明电灯的过程中,为了寻找合适的灯丝,他就先后用过1600多种材料进行试验,直到成功。瑞典化学家舍勒为了揭开空气在燃烧中的作用之谜,对燃烧现象反复进行试验,虽然取得了新知,查明了空气并不是元素,而是由一种可以燃烧的“火焰空气”和另一种不能燃烧的“无用空气”混合而成的气体,可是当时舍勒本人也不知道自己在试验中分离出来的所谓“火焰空气”其实就是氧。随着科学研究的进一步发展,后来人们才揭开了氧的秘密。我国卓越的气象学家竺可桢为了探索百花为什么总是按照一定的次序开放,百鸟为什么按照一定的次序鸣叫,他从东南到西北,走遍祖国各地,随身携带照相机、罗盘、气温表和高度表四件宝,几十年如一日地观察记载不同海拔高度的作物生长情况和不同季节的花鸟活动情况,为我国物候学的发展做出了重要贡献。

科学探索是为了创新,科学研究的价值在于创新。人类在科学研究过程中,总是从不知到知,从知之不多,到知之甚多。人们总是试图透过现象揭示本质,在纷繁的变化中寻找规律,从而获得新知识,做出新解释,形成新理论,开创新领域。科学研究创新性成分越大,其研究的价值也就越大。恩格斯之所以把波兰天文学家哥白尼的《天体运行》一书誉为“不朽著作”,是因为这本书中阐述的“太阳中心说”突破了托勒密的“地球中心说”,把被颠倒了一千多年的日地关系纠正了过来。恩格斯之所以认为“只有赖尔才第一次把理性带进地质学中”,是因为赖尔这位英国自然科学家经过长期的观察研究,积累了大量的关于机械的、物理的、化学的长期作用而引起地质演变的宝贵资料,写成了《地质学原理》一书,揭示了前人未曾发现的地质演变规律,推翻了以法国古生物学家居维叶为代表的认为地质的演变是由于造物主的一时兴起所引起的突变的观点。同样,现代最伟大的物理学家爱因斯坦贡献给

人类的研究成果——相对论所蕴涵的具有重大科学价值和历史意义的创造性，是对牛顿力学的重大突破，揭示了时间和空间的辩证关系，加深了人们对物质和运动的认识，从而推动了整个科学的发展。

探索和创新是科研活动中不可分割的两个过程，探索是创新的前提，探索的目的在于获得新的认识，发现新的事实，阐明新的规律，建立新的理论，发明新的技术，研制新的材料或新的产品；创新——新的发现、新的发明、新的创造则是探索的结果，是在探索过程中实现的创新。探索性和创新性的特征从本质上概括和反映了科学研究根本任务和科研活动的真正价值，衡量科研成果水平的高低，在一定程度上主要取决于创新成分的大小，创新性越大，水平越高；反之，水平越低。如果没有创新，就不能称其为科学研究。

2. 继承性和积累性

科学的发展就是科学知识连续增值、积累的过程，科学研究工作离不开对前人科技劳动成果的继承，是在前人或他人的基础上进行的，它所创造的新知识也必然为后人或他人所继承。科学研究活动需要收集和积累大量的有关信息，并对已有的研究工作和研究思路、方法等进行系统的分析、评价、整理加工，才能在前人或他人已有工作的基础上提出新的目标任务和研究方案。在研究过程中也要不断收集、整理、分析、积累研究资料。这些都反映了科研工作所具有的继承性、积累性的特征。

“……一切发现，一切发明。这种劳动部分地以今人的协作为条件，部分地又以对前人劳动的利用为条件。”德国物理学家伦琴在研究克鲁克斯管（一种真空放电管）中所发生的现象的过程中，偶然发现了X射线，因而第一个获得了诺贝尔物理学奖。这种能够自由穿透各种物体的神秘射线，引起了科学家们的浓厚兴趣。法国科学家亨利·庞加莱注意到X射线在克鲁克斯管壁上磷光现象特别强烈，是不是一切磷光物体都能发出X射线呢？法国物理学家亨利·贝克勒尔等人经过实验，否定了庞加莱的猜想，并且发现了与X射线不同的铀射线。而居里夫妇为了探索铀射线的性质，又发现了钋和镭两种放射性元素。居里夫妇为此获得了诺贝尔物理学奖。科学发现就是在这种承前启后的研究活动中不断前进的。

3. 系统性和规范性

科学研究本身是一项复杂的活动，在研究过程中，要以科学的理论基础为依据，以研究的目的为方向，综合考虑研究的内容、方式方法、环境条件等各种因素，才能有机地形成一个整体的研究过程。

作为一种系统的研究活动，科学研究是按一系列规定好的步骤而展开的，要求研究者在研究过程中遵循一定的行为规范。如课题的选择、方案的设计、对象的选取、资料的整理和分析、科研成果的表述与评价等，都要遵循一定的规范。这种规范的行为方式能使所获得的科学成果真实有效。如果研究设计科学、合理而周密，便可以用比较经济的人力、物力和时间获得丰富而可靠的资料；反之，如果设计存在着缺陷，不仅会造成浪费，而且会减损研究成果的价值。

4. 系统性和控制性

科学研究需要系统地寻求研究对象之间的关系，从而对现象做出严密、深入的分析与解释，而一般常识对于某些关系的说明往往是松散而缺乏系统的。科学研究的系统性包括三方面的内容：①科学研究的对象是一个有组织的系统，如心理学的研究对象是人的



心理现象,而人的心理现象是由层次不一的许多子系统、亚系统共同构成的具有组织性的系统;②科学研究的方法也是一个由哲学方法论、一般方法论和具体研究方法组成的系统;③科学研究的组织管理也是一个系统。

任何科学研究都具有一定的控制性。无论是物理学、数学、化学,还是心理学,无论是采用自然科学方法,还是采用社会科学方法,科学家在进行研究时,总要将研究对象从背景中抽取出来,排除无关因素的影响,抓住事物的主要矛盾进行观察和分析,以揭示事物的本质和规律。某些科学研究要求的“操作定义”正是这种控制性的体现。在操作定义中,研究者要说明观察和测量研究对象时进行的操作活动,而不仅仅是对研究对象特征或性质的直接描述。例如,在心理学研究中,智力可以被定义为“一般能力”或“适应能力”等,但这种定义却无法在研究中直接操作。因此,智力的操作定义经常用“智力测验分数”或“智力测验所测量的东西”表示。如果缺乏控制,科学家就难以辨别研究的对象,就不能确认事物或现象之间的相互关系,尤其是因果关系。

三、大学生科研

(一) 大学生科研的意义

高等学校的教学特点决定了大学生要参加科研活动。高等学校的教学不同于中学的教学,它集教学和科研为一体,允许教师在保证完成教学大纲所规定的内容的前提下向学生讲述自己的学术观点。因此教师在教学过程中,不仅讲述书本知识,而且不可避免地将学生带入了科研领域。反过来讲,学生参加科研活动,不仅能使自己的所学尽快地联系实际,了解实际,而且还能促进教师的教学工作,使教师在带领学生进行科研的过程中总结经验,改进教学,提高教学质量。大学生科学研究工作是教学的继续和深入。为了加强大学生的能力培养,目前,我国高等学校对于大学生参与科研活动十分重视。大学生进行科学研究的意义有以下几点。

1. 有助于创造力和拔尖人才的培养

随着现代科学技术的发展,现代和未来文明的真正财富,将越来越多地表现为通过创造本质力量的发挥而实现的对客观世界的支配。人类认识的焦点从事物过渡到了系统,知识更新的加快、劳动变换的频繁等,所有这些只有具有创造性精神才能适应。科学研究不仅需要具有雄厚的理论基础,而且需要具有创造力。在研究工作中,课题选择,研究方案的制订,研究过程中的观察和记录,结果的评价、分析整理等,都要求科研人员有敏锐的观察力、丰富的想象力以及渊博的知识。大学生参与科研活动,可以训练与培养自己的创造力,提高人才培养质量。

2. 有助于个性的全面发展

科研人才的创造成功,不但需要智力因素,而且也需要非智力因素。例如,兴趣是积极探索某事物的认识倾向,它能够引起人持久而稳定的注意力,使感知清晰,启发思路和想象,使人产生愉快的情绪体验。广泛的兴趣能促使人去接触和注意多方面的事物,开拓眼界,获得丰富的知识,为科学创造准备有利条件。又如科研人员的毅力,就是指实现目标的坚持性,确定了目标,选择了方法以后,能否取得成功,毅力是重要因素。在科研活动中,大学生的个性得以全面发展。

3. 有助于加深对所学知识的理解和应用

大学生学习的理论知识都是人类在长期社会发展中的经验总结,对大学生来说这些都是间接理论。科研活动是对直观认识中获得的大量感性材料,运用理性思维的方法加以整理,经过一系列的科学抽象,达到对客观事物的本质和规律的认识,因而参与科学活动的大学生能够加深对所学知识的理解并达到学会应用的目的。

总之,开展大学生科学研究工作,能促使他们适应信息时代终身学习的需要,深刻地理解和牢固地掌握学习材料,增加专业学习兴趣,拓展科学眼界,在实践中获得运用理论知识的经验,学会综合分析的本领,提高分析问题、解决问题的能力。

(二) 大学生科研的特点

大学生科研是指学生与教师协作,考察、创造和分享新知识,或者按照学科的实践方式工作。大学生科研包括三个指标:①协作(学生与科研教师之间的关系);②创新(研究工作能够产生部分或完全新的知识);③分享(研究的结果或产品要得以传播)。大学生科研具有科研的一般属性即原创性和公开性,同时大学生科研又有其特殊性,比如学生与教师之间的协作,既包括学生在教师指导下的独立研究,也包括学生作为个体或者团队成员参与教师的研究项目,只要大学生实质性地参与了教师的研究工作或进行了较深层次的探究性学习,就是科研活动。大学生科研有以下几个基本特点。

1. 探索性

大学生科研是本科生进行的探究性或调查性的活动。对大学生参与科研应鼓励其探索未知,鼓励就自然界和社会生活中的各种问题质疑困难。著名的教育家布鲁纳认为:“一位科学家在他的书桌上和实验室里所做的,一位评论家在谈一首诗时所做的,正像从事类似活动而想获得理解的任何其他人一样,都属于同一类的活动,其间的差别,仅在程度而不在性质。”科研活动中,大学生每完成一项实验、取得一项数据、提出一个结论、撰写一篇论文,都必须在接触实际、了解社会的实践过程中独立思考、周密研究、互相切磋。他们所做的一切,本质上都是与布鲁纳提到的那些科学家和评论家们的活动相类似的创造性劳动。

当然,对于大学生来说,探索和创造并不都等于科学发现,多数情况往往表现为对原有学习水平的突破,可贵之处则在于他们在实践过程中勇于认识新事物,提出新问题,想出新办法,创造新产品。

2. 实践性

科研活动是让大学生在各式各样的以课题为内容的实践活动中经受锻炼、增长才干,这就形成了科研活动独具的实践性特点。

科研活动为大学生创造了课堂教学所不具备的优越条件,他们在科研中可以学习和掌握提取信息、处理信息的方法以及综合地运用知识分析解决实际问题的能力,通过动手操作、实验等环节获取知识,学习技术,取得经验。这使大学生不仅有机会把理论和实践结合起来,把学到的知识运用到实践中去,达到实践认识上的飞跃,而且可以开拓新的知识领域。

3. 综合性

首先,大学生科研活动的综合性表现在知识的综合运用和技能的综合培养。各学科的科研活动都不是单靠某一学科的知识就可以完成的,任何方案的设计,任何实际问题的解决,

都必然要涉及多学科的横向联系和各种知识的综合运用。大学生从事科研要从收集文献资料做起,历经调查、分析、计算、研究,直到得出结论并撰写论文的全过程。其间每逢遇到困难,又都要独立思考、反复实践、拜师求教,直到找出解决问题的办法为止。每完成一个课题,大学生不但学会了某个方面较为系统的知识,也经受了一次进行科学研究的综合性训练。其次,大学生科研活动使大学生的观察、记忆、想象、思维等能力得到全面的锻炼和提高。再次,大学生科研活动很容易和思想教育活动有机地结合起来,寓教育于学习之中,寓教育于活动之中,使大学生的思想道德水平得到全面发展。

4. 协作性

与其他科研人员不同,大学生一般不具备独立研究的能力和经历,其科研活动是在教师的密切指导下进行的。无论是学生参与教师的科研项目,还是学生自己独立申请科研项目,大学生科研的实施都离不开教师的指导和学生之间的协作学习。

5. 公开性

公开性也是大学生科研的基本属性。大学生科研不属于商业秘密研究,其研究的结果或产品要得以传播,要和学术界分享,从而促进科学的发展。

6. 教育性

大学生科研是大学教学的组成部分,是培养学生创新能力、创新意识和创新精神的措施之一。让大学生参加科研,主要目的不是直接取得重要科研成果(尽管这也是大学生科研的目标之一),而是通过早期科研训练培养创新人才。

(三) 大学生科研的可行性

科研不是高不可攀的,对某个问题进行探讨的调查报告,对某一现象的专业分析,甚至一个建模、一项设计也是科研。科研一般在某个领域、某个范围进行,大学生可结合自己的专业,在一个较小的领域进行较浅层面的科研。其关键是学习科研的方法,培养科研的精神和一定的科研能力,并不强调非有一定的成果。在高校,大学生参与科研工作具有很强的可行性。

1. 教师具有科研的能力

高校教师一般都接受过较高层次的高等教育,具有一定的科学研究与教学能力,对新事物的接受快,反应也快,能把现代技术和自己的教学结合起来。他们一般肩负着某些科研课题,以自己科研的方法、态度去影响学生,是最直观的教材。教师一方面把自己的科研成果融入教学之中,使其更加丰富和充实,另一方面又向学生介绍不同的学术观点、当前的学术研究动态及需要进一步探讨的问题,这样就培养了学生科研的意识和从事科研的兴趣。

2. 高校拥有学生科研所需的硬件和软件

高校一般都有相应的硬件配套设施,如图书馆、阅览室、多媒体教室以及沟通学校与世界的因特网、期刊网、高校网。大部分教师和学生也有计算机及相应的软件,这些教学资源为科研信息的获取提供了保证。此外,高校除在课内传授系统的科学知识之外,课外还广泛开展各种学术活动,如建立各种学术小组,聘请国内外学者专家讲学,定期举办学术讲座等。这些活动都有利于学生拓展知识面,及时吸收最新科研成果,培养科研兴趣。