



安徽理工大学

ANHUI UNIVERSITY OF SCIENCE & TECHNOLOGY

研究生课程

# 试验设计与分析

主讲 闵凡飞 教授

材料科学与工程学院

2020年5月

# 课程主要内容

★ 科学研究的一般过程

★ 试验设计与分析概述

★ 试验设计方法

★ 试验结果分析方法



## 主要参考文献

- ★邱轶兵.试验设计与数据处理.中国科学技术大学出版社, 2008
- ★刘炯天.试验研究方法.中国矿业大学出版社, 2006
- ★赵选民.试验设计方法.科学出版社, 2006
- ★陈魁.试验设计与分析.清华大学出版社, 1996
- ★李云雁.试验设计与数据处理.化学工业出版社, 2018
- ★盛骤.概率论与数理统计.高等教育出版社, 2001
- ★ 2012年以来期刊上发表的相关试验设计与分析方面的论文。

# 第一章 科学研究的一般过程

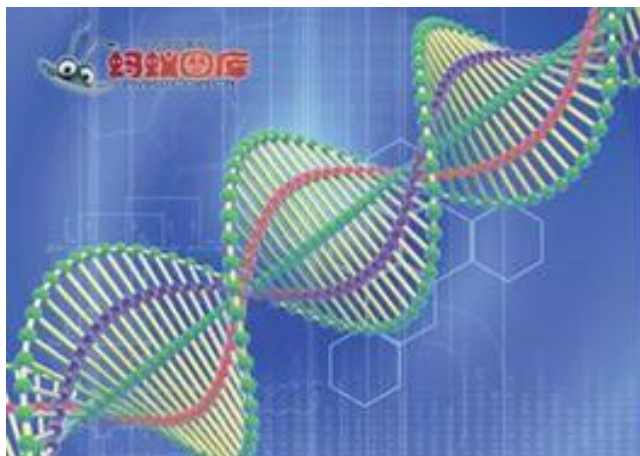
# 1.1 科学研究的类型

根据研究内容可分为：

## 1. 基础研究

- (1) 以认识现象、发现和开拓新的知识领域为目的。
- (2) 没有特定的应用目的。
- (3) 研究成果通常具有一般的或普遍的正确性，成果常表现为一般的原则、理论或规律。

举例：物理、数学，医学上的例子。

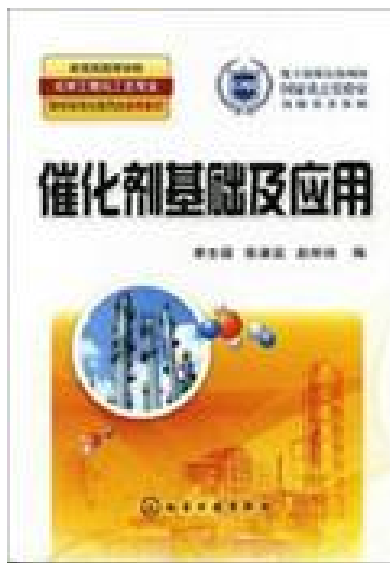


## 1.1 科学研究的类型

### 2. 应用基础研究

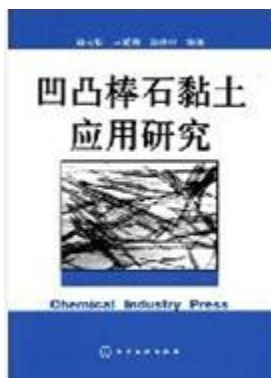
- (1) 有广泛应用背景。
- (2) 获取新知识、新原理、新方法为目的的应用理论研究。
- (3) 以基础科学理论为基础，针对技术中存在的普遍性问题进行理论探索。

煤泥水难以沉降的原因，泡茶



## 3. 应用研究

- (1) 具有特定的实际目的或应用目标。 (**新产品、新工艺**)
- (2) 在围绕特定目的或目标进行研究的过程中获取新的知识，为解决实际问题提供科学依据。
- (3) 应用研究对象的核心是技术，起着使科学理论与生产实践相联系、相结合的作用。
- (4) 应用研究是基础研究和开发研究的桥梁，既能为基础科学提出研究课题和提供研究资料，从而推动基础科学发展，又能直接指导某一类生产过程，从而带来明显经济效益。





## 根据研究目的可分为：

### 1. 探索性研究

探索性研究是一种所研究对象或问题进行初步了解，以获得初步印象和感性认识的，并为日后更为周密、深入的研究提供基础和方向的研究类型。（对研究对象知之甚少）

### 2. 描述性研究

描述性研究又称为叙述性研究，指研究结果为正确描述某些总体或某种现象的特征或全貌的研究，任务是收集资料、发现情况、提供信息，和从杂乱的现象中，描述出主要的规律和特征。（病例报告）

### 3. 解释性研究

解释性研究也称为因果性研究。这种研究类型主要探索某种假设与条件因素之间的因果关系，即在认识到现象是什么以及其状况怎样的基础上，进一步弄清楚或明白事物和现象的为什么是这样。



## 1.2 科学研究的步骤

### 1.准备阶段

准备阶段包括选题、搜集和阅读文献资料以及进行课题设计三部分。

### 2.进行阶段

进行阶段是实际工作阶段，其关键是“做”。“做”的过程中，一要熟练掌握先进的研究技术与方法（科学、可再现）；二要客观地做好试验记录。

### 3.总结阶段

总结阶段包括整理实验记录，分析、综合实验资料，写出科学研究工作总结和技术总结，撰写论文以及提交鉴定或验收。

## 1.3 科研工作者的素质

### 1.德

“德”指的是科研工作者的思想道德和科学道德。在素质结构中，“德”的核心和实质就是学会做人，而学会做人正是做好学问的前提。然而有些人认为只要有了学问，就可以搞科研、出成果，结果导致了素质结构上的偏食，以至出现问题。（诚信，协作）目前更加强调！

### 2.识

“识”指的是科研工作者的胆识。其含义主要是指科研工作者在正确的思想认识路线指引下，所应具备的识别能力、判断能力和预见能力。

### 3.才

“才”是指科研工作者的才干、才能、能力。具体说来就是善于把知识、方法、技巧等巧妙地应用到科研的实际工作中去，转化为进行科研的实际能力。

## 4.学

“学”是指科研工作者的学习、学问、学识。科研工作者的“才”很大程度上依赖于他的后天学习，可以说“学”是一个人做科研的基础。特别是在当前正值“知识爆炸”的时代，知识日新月异，科技迅猛发展，一个人的“学”将显得尤为重要。（培养学习能力）



## 1.4 科学研究的选题

### 1. 科研选题的重要性及意义

所谓科研选题，就是指在特定的、具体的科学领域中，选择和确定那些尚未认识而又必须探索 and 解决的科学问题作为自己的研究对象。

在选择和确定科研课题时，有两点需要给予高度重视：（1）选题时“天线”要放远些，要对整个课题领域作全方位的了解，避免选错课题或重复选题；（2）选题要了解自己，特别是对自己的兴趣和能力，一定要做实事求是的客观估计，否则，即使选对课题，而自己不能胜任，则难以完成。

## 2. 科研课题的基本来源

- 1、从社会生产实践和现实生活的需要中提出来的实际问题
- 2、从学科交叉所产生的空白区中提出问题
- 3、对已有理论、传统观点和结论的怀疑
- 4、科学史上记载的难题
- 5、研究工作中的“反常”现象
- 6、从学术问题的争论中提出来



### 3. 科研选题的原则和步骤

#### 1、科研选题的基本原则

##### 1) 需要性原则

(1) 考虑课题的价值；(2) 注意近期需要和长远需要的关系；(3) 要正确处理基础理论研究和应用技术研究的关系。

##### 2) 创造性原则

创造性是科学研究的灵魂。

(1) 在选择应用技术课题时，要考虑课题能否带来新发明或技术革新的可能性，课题的预期成果与国际、国内同类先进技术的各项技术性能指标相比，是否具有先进性。



- (2) 在选择基础理论课题时，要考虑课题能否导致重大发现和理论创新的可能性，预期成果的学术价值大小等。
- (3) 在现代科技选题中，还可以考虑以新的观点、新的角度、新的水平、新的方法等去研究前人已经研究过的课题。





### 3) 科学性原则

(1) 基础理论研究课题的选择和确立，必须有一定的事实根据或理论依据。(2) 应用技术研究课题的选择和确立，必须有一定的科学理论根据。

### 4) 可行性原则

(1) 正确评价研究者的知识结构和水平，以及研究能力、思维能力及个人的兴趣，从而扬长避短，量力而行，尽力而为。

(2) 正确评价客观条件是否具备。客观条件是指科学研究活动必须具备的资料、设备、仪器、经费等各种物质手段，以及时间、协作条件、相关学科的发展程度等等。这些都是科研活动所需要的最起码的物质条件，都必须在确定研究课题时给予落实。否则，再好的研究课题也难以实现。

(3) 发挥主观能动性，积极创造条件。有些条件是可以创造的。研究人员在科研活动中，不但要善于充分利用社会所提供的物质条件，而且还要善于发现和创造自己创造的有利条件。

### 5) 效益性原则

(1) 在效益性原则指导下，要尽量做到科学、合理的选题。投资少见效快。

(2) 从效益性原则出发，要选择有创见性的课题。

(3) 选择应用技术类的课题，要从我国的国情出发。

### 6) 发挥优势的原则

科研选题的上述六条基本原则，反映了科学研究的目的是、性质、根据、条件和价值，它们既有区别，又相互联系。因此，在运用这六条原则来选题时，要以辩证统一的观点，根据主客观实际情况，具体问题具体分析，选择和确定好自己所研究的课题。

## 2、科研选题的基本步骤

1) 问题调研

2) 课题选择



在问题调研之后，即进入提出科学问题和确定科研选题的阶段，也就是选题的形成阶段。这主要是根据问题调研的结果，从所调研的科学问题中优选出一定的备选课题，并设计、拟定出研究方案，提出开题报告。开题报告一般包括七个方面的内容：（1）课题来源；（2）研究的目的和意义；

（3）国内外研究现状和发展趋势；（4）主要研究内容和研究方法；（5）完成课题的主客观条件；（6）研究周期和所需经费；（7）需要有关部门协助解决的问题等。开题报告是对课题可行性研究和主管部门审批课题的重要依据。

3) 课题论证 与决策

## 1.5 课题研究前的准备

### 1. 思想准备

人是有思想的，做任何工作都要把思想准备、思想工作放在前头。思想明确了，工作中就可以少出偏差、少走弯路。

- 1) 要明确课题责任人的职责；
- 2) 要开好研究前的思想动员会；
- 3) 要明确课题研究目标，限制课题研究范围。

### 2. 组织准备

这里的组织工作是专指某一研究课题的责任人和为完成该研究课题所建立起来的一种临时性的研究集体的组织工作。主要工作有以下几点：

- 1) 确定课题组的组织形式和课题组成员，在现代科学研究中存在着两种研究形式。一种是个人研究，另一种是合作研究。这里主要是指合作研究中的组织工作。
- 2) 掌握研究工具和研究方法。
- 3) 构思课题完成步骤和制定研究计划。



## 1.6 文献检索与资料收集

- 对有关资料和学术动态进行了搜集和分析作为对已掌握的文献的补充；
- 如果没有这些最新的参考文献，要想使研究达到新颖和独创性是不可能的；
- 搜集阅读资料的目的，是为科学研究开拓思路，提供理论依据。

学校现有中外文电子资源已基本能满足工科需求。



## 1. 文献与情报资料的种类和来源

- 1) 书籍
- 2) 期刊
- 3) 报纸
- 4) 专利文献
- 5) 科技报告和政府出版物
- 6) 正在进行中的科研项目情报
- 7) 学术会议文献
- 8) 学位论文
- 9) 标准文献
- 10) 产品样本（产品资料）



## 2. 文献与情报资料的搜集

### 信息检索的主要原则

- 1、逆时法原则
- 2、有限制原则
- 3、可靠性原则
- 4、全面性原则



## 3. 文献与情报资料的阅读方法

- 1、翻阅法
- 2、速读法
- 3、选读法
- 4、泛读法
- 5、精读法



## 4. 阅读文献与情报资料时记笔记的方法

- 1、评点法
- 2、摘要法
- 3、提要法
- 4、札记法
- 5、综述法



## 5. 中外电子信息资源检索

### 中文

- 1、中文科技期刊数据库由国家科委西南信息中心重庆维普资讯公司出
- 2、CNKI中国期刊网数据库
- 3、万方数据资源系统
- 4、中国资讯行网址: <http://www.chinainfobank.com>
- 5、超星数字图书馆
- 6、中国高等教育文献保障系统 (CALIS)
- 7、安徽理工大学图书馆电子资源



## 外文

- 1、Elsevier出版商
- 2、美国《工程索引》
- 3、英国《科学文摘》
- 4、美国《科学引文索引》（SCI）
- 5、德国施普林格数据库（Springer LINK）
- 6、EBSCO数据库
- 7、WSN（世界科学出版社）电子期刊



## 1.7 选题报告实例分析

- 1、气体与电加热辅助重力泄油的电-热-渗流耦合机制研究
- 2、基于量子化学/分子动力学的煤泥水微细黏土颗粒界面调控机理研究