

目 录

第一章 前 言	(1)
第二章 实验室管理工程学的含义	(5)
第一节 研究对象	(6)
第二节 研究方法	(7)
第三节 研究目的	(7)
第四节 含义表述	(8)
第三章 实验室管理与系统工程学的密切关系	(10)
第一节 实验室管理与系统工程	(10)
第二节 系统分析技术	(11)
第三节 决策分析方法	(14)
第四节 计划协调技术	(18)
第五节 系统工程的其它方法	(29)
第四章 实验室工程的经济理论基础	(31)
第一节 实验室工程与经济发展的关系	(31)
第二节 实验室工程的经济效益评价	(33)
第三节 充分发挥实验室的经济功能	(43)
第五章 心理学在实验室管理中的重要地位和作用	(47)
第一节 人事心理学	(47)
第二节 工程心理学	(50)
第三节 动机理论	(53)
第四节 目标管理中的心理学	(56)
第五节 心理挫折与挫折心理	(57)
第六章 实验室系统的机构及其职能	(60)

第一节	机构设置的原则	(60)
第二节	系统机构	(61)
第三节	机构职能	(62)
第七章	实验室系统的建设规划	(66)
第一节	指导思想	(66)
第二节	奋斗目标	(67)
第三节	规划内容	(69)
第四节	规划方法和步骤	(70)
第八章	实验室系统运动的流程和基本原则	(72)
第一节	运动流程	(72)
第二节	基本原则	(74)
第九章	子系统(或分系统)	(76)
第一节	实验系统	(76)
第二节	物资系统	(78)
第三节	实验队伍系统	(88)
第十章	信息采集和利用	(92)
第一节	信息分类	(92)
第二节	信息收集、研究与利用	(93)
第三节	信息机构	(95)
第十一章	系统外部联系	(97)
第一节	校际联系	(97)
第二节	社会联系	(98)
第三节	国际联系	(98)
第十二章	实验室评估	(100)
第一节	指导思想和原则	(100)
第二节	评估的层次	(102)
第三节	评估的指标	(103)
第十三章	结 束 语	(112)

第一章 前 言

在讨论《实验室管理工程学》之前，我们想先谈一谈实验室在高校的重要地位和作用。因为，如果这个问题不解决，我们把实验室管理作为一门科学来研究，恐怕人们就更加难以理解了。

高等学校担负双重任务，一是培养高级人才，一是出高质量的科研成果。要完成这个崇高使命，要办好高等教育，必须搞好师资建设、教材建设和实验室建设，这是三个基本要素。实验室是必不可少的一个要素，它担负着绝大部分实验教学任务。实验教学是教学、科研的一个重要组成部分。实验教学的质量直接影响到培养人才的质量。

培养新一代建设人才，不能没有实验室。这是因为新一代的建设人才固然应该具有坚实的基础理论知识和丰富的专业知识，同时，还必须具有独立进行实验的基本技能，从事科学研究实验的基本技能。后者正是我们当前培养人才的一个弱点。我们的许多留学生、进修教师出国后，到处碰到各种类型的计算机和当代一些先进的测试仪器，但不会使用，得花很多宝贵的时间去学习和掌握这些仪器，去学习和掌握先进的实验方法和实验技术，大大影响到他们对主攻科目的学习和研究，这是十分可惜的！

我国著名科学家张文裕说：“科学实验是科学理论的源泉，是自然科学的根本，是工程技术的基础。”丁肇中教授在接受诺贝尔奖金的仪式上也说：“自然科学理论离不开实验的基础，特别是物理学，是从实验产生的。”任何一个有成就的科

学家都深切感到实验室的重要，在他们的一生中，很多时间是在实验室度过的。世界上的许多科学成就，如电话、电报、飞机、激光技术、电子技术、核科学技术、基本粒子、电子计算机等等新材料、新技术、新理论，大部分都是从实验室来的。可以说，没有实验室，许多新技术、新理论就不可能产生，科学也得不到发展。在当代，新技术革命对实验室提出了更高的要求，各国更重视实验室建设，用最新技术、最先进设备武装实验室，建设新型的实验室。一句话，科学技术的产生和发展都离不开实验室。

欧美一些发达国家是很重视实验教学的，是很重视实验室建设的。他们的实验教学占总学时的比例都较高，一般在三分之一左右。如：

美国的哥伦比亚大学	31.3%
美国的格罗拉多矿业学院	33.6%
日本的早稻田大学	35%
日本的秋田大学	34.1%

美、日、西德等发达国家的实验室有几个特点：

1. 投资大，设备先进。西德克劳斯达尔工业大学的材料实验室，仅新型材料试验机一项投资即达 180 万马克。加上许多精贵设备配套，形成完善的实验手段；美国密苏里大学矿物工程系有原子反应堆；加利福尼亚材料与矿物工程系有 8 台各种功能的电子显微镜、2 台 160 万电子伏特的高压电镜，有最先进的 MTS 材料机。

2. 计算机数量多、质量高。美国的加州大学贝克莱、斯坦福大学、哈佛大学等，都有几百台、上千台的各种计算机，连网使用，应用在学校的各个方面。如加州大学贝克莱拥有大中型机 10 台，其中有最新一代的 IBM 3081，价值 220 万美元；

小型机有 DEC 公司 VAX11/750、11/780等44台、PDP 系列60台，其他101台，共 205 台；各种微机 1285 台。它的校计算中心，有大型机 1 台，小型机 20 台，专用于管理的中型机 3 台。哈佛大学已有大型机 5 台，小型机25台，还感到自己落后了，正在急起直追。

3. 重视测试仪器和技术，测试仪器比重大，各种类型的显微镜、谱仪、X 光机、材料试验机、热电磁光分析装置，以及激光、红外、同位素等在测试技术中的应用都是常见的。这里顺便说一个问题，过去国内实验室建设有个教训，化很大资金买大设备，搞“设备展览”，搞“博物馆”，讲究齐全，造成很大浪费，效益低。如有个学校，把各种汽车都买来，化了很多钱，最后成了一堆废钢铁。有个学校五十年代建设一个切削实验室，买了很多机床，文革时东拖西拉，现在大多搞坏了，精度下降了，浪费也很大。为什么不上机床厂、汽车厂去看呢？应该厂校结合。高校不要着重搞大设备，化不起那么多钱，效果也不好。应该着重把测试手段、信息处理手段搞得先进一点，这对教学和科学研究有好处。当然，不是说大设备一点不允许搞，象航空学院研究飞机、导弹，大型风洞装置还是需要的。搞建筑的，大型压力设备也是需要的。要接受过去的经验教训，还是多搞点测试手段、数据处理手段为好，我们建设和投资的侧重点应该放在这上面。

国外实验室的特点当然不只这些，但已足以说明人家对实验室是舍得化钱的，是相当重视的，他们科技水平高，恐怕这也是一个重要原因。

我们国家对高校实验室的重要性也是一再肯定的，是上了“红头文件”的。原教育部1983年召开的全国高等学校实验室工作会议，曾经十分明确地指出：为了适应国家建设的需要和

科技革命的新形势，必须“加强领导和加速高等学校实验室建设”。(83)教供第075号文颁布的《高等学校实验室工作暂行条例》第一条规定：“高等学校的实验室是进行教学和科学研究的重要基地，是办好学校的基本条件之一。它的工作是教学、科研工作的重要组成部分，是反映学校教学水平、科学技术水平和管理水平的重要标志之一。”这是迄今为止对高等学校实验室的基本性质、基本任务、重要地位和作用的最明确、最完整的阐释。几十年来，国家对高校实验室建设作了大量投资，仅从高校实验室现有的装备来看，无论是数量还是质量，都已具备一定的规模和水平。根据1984年底原教育部的不完全统计，全国高校实验室拥有仪器设备的总价值已达44亿元，不仅有大量的通用仪器，而且已经有了一批相当国际上七、八十年代水平的高、精、尖仪器。国家曾经遭受到“十年浩劫”的特大破坏，至今财力仍不充裕，即使在这样的情况下，也作了如此巨额的投资，而且近年来又进一步决定聚集上亿资金建设若干个国家级实验室。凡此种种，足见国家对实验室建设的重视；也完全可以预期，随着国家财力的增长，我国高校的实验室建设今后还将有更大的发展，它对我国的“四化”建设将作出愈来愈大的贡献，在培养人才、科技攻关、国际交往等方面将愈来愈显示出重要作用。那种低估实验室在高等教育中的地位和作用的想法和做法，是国家重视教育、重视实验室建设的方针背道而驰的，因而，是极其错误和极其有害的。

第二章 实验室管理工程学的含义

实验室管理工程学是一个新生事物。它和一切新生事物一样，都是事物内在矛盾发展到一定阶段的必然产物。

我国高等学校的实验室大体经历了五十年代的改造和扩建，六十年代初期的发展，“文革”期间的十年大破坏和“六五”期间的恢复与整顿，现在正面临一个新的发展时期。由于“四化”建设和科技发展的需要，国家对高等教育期望殷切，实验室的建设步伐应当加快。因此，新时期的实验室对管理者提出了一系列新的更高要求，这就是工作人员必须具备多方面的科学技术知识，懂得用新技术、新产品装备实验室，善于运用现代管理理论和先进技术对实验室进行科学管理。这就促使管理者需要自觉地去总结我国实验室管理的历史经验，学习和吸收国内外新的管理理论和技术，以逐步建立适合我国社会主义阶段实验室情况的科学管理理论和方法。这也是近几年来，越来越多的高校从事实验室管理的同志主动积极地进行实验室管理科学研究的基本原因。

实验室管理工程学提出时间不长，还处于初期探索阶段，需要热情扶持，组织更多的同志积极进行研究。目前，我们对它的许多规律性的认识，还不十分清楚，因而难以作出科学的理论概括，这里只想对它的含义从几个方面进行一些初步的探讨。所谓几个方面是指这门新兴学科的研究对象、研究方法和研究目的。需要把这些基本问题搞清楚，然后才有可能对它的含义进行科学表述。

第一节 研究对象

首先应该弄清楚实验室管理工程学研究的对象是什么？我们的理解是：它主要是研究实验室的内部和外部条件及其动态关系，换句话说，即是研究实验室系统及其运动规律。

具体说，它的研究对象和范围包括如下十一个方面：

1. 实验室的性质、地位和任务；
2. 实验室的发展历程和趋向；
3. 实验室的设置和分类，各类实验室的职能；
4. 实验室的教学和科研管理；
5. 实验室的技术物资装备、使用和管理；
6. 实验室的经费管理和投资效益；
7. 实验室队伍的结构、教育和管理；
8. 实验室的管理体制、机构、内容和方法；
9. 实验室的内部和外部联系；
10. 实验室管理和现代科学技术；
11. 实验室的效益评估。

这些还只是实验室管理工程学研究的主要方面，仅此还不能概括它的全部内容。但即使从这十一条，也可看出，它的研究内容是很丰富的，涉及的理论和实际问题也很多，需要有广博的知识和多方面的实践经验。总之，它是一门理论性、技术性和实践性都比较强的新学科，值得用毕生精力去对它进行研究和开拓。我们一些从事实验室工作的同志，尤其是一些新参加工作的年青同志，往往把实验室工作看得很简单，不太安心从事这项工作，这是因为“不识庐山真面目”所产生的错误想法。

第二节 研究方法

讨论研究方法，不能不涉及认识论。人们认识一种事物总是要经历一个较长的过程，从不知到知之不多，再到知之更多。知，就是去认识事物，认识事物内在的联系，认识事物的运动规律。认识有两种，一种是感性认识；一种是理性认识。感性认识是认识事物的基础，理性认识是通过感性认识获得事物的本质。无论是感性认识或理性认识，都离不开实践。没有实践，就没有认识，也不能判断认识的正确与谬误。因此，必须坚持实践的观点，坚持理论与实践相结合的方法。我们在对实验室系统及其运动规律的研究工作中，也必须遵循这一条基本原则和方法。这就要求我们深入实际，认真总结实践经验，从中找出规律性的东西。“纸上谈兵”不行，“浅尝辄止”同样不可取。

除此之外，鉴于我们研究的对象的复杂性，还必须学习和运用现代管理科学和先进的科学技术。譬如，我们把实验室看成为一个系统，就不能不学习和运用系统工程学和控制论的一些基本原理和方法；我们要研究投资效益，就不能不学习和运用经济理论；我们要进行系统控制、系统分析、信息处理，就不能不学习和运用计算机科学和技术；等等。总之，现代科学技术是我们研究实验室系统的有力武器，不可弃之不用。当然，在运用的过程中，也要从我国高校实验室的实际出发，应有所取舍，有所扬弃，“生搬硬套”是不好的，过去这方面的教训不少，付出的“学费”也是够多的了。

第三节 研究目的

前面说过，实验室管理工程学主要是研究实验室系统，研究

这个系统的组织机构、系统内各个部分的地位作用、运动方式及其相互关系、系统内外的环境和条件,以及对整个系统的动态管理等等。研究系统的各个方面和各种因素,其目的都是为了建立起适宜于系统正常运动的环境,有利于对系统运动实施科学的管理和有效的控制,以期最终实现系统的最优效能和最佳效益。

系统的最优效能是指它的总体效能。因此,只有在系统的各个部分都处于良好的条件下,运转正常,并且密切配合,协调工作,系统的总体效能才能实现。在一般情况下,系统的效能高,它的效益才会高;反之,亦然。

系统的最佳效益同样是指它的总体效益。怎样衡量系统的总体效益呢?总体效益高的标志是什么呢?能否说至少应具有如下几条:

1. 实验开出率高,实验技术先进,实验质量好,培养的人才知识面广,基本技能强,经过鉴定的科研成果有较高的学术水平和较大的社会效益;
2. 实验装备的完好率和使用率高,功能开发齐全,并能得到充分的、有效的利用和获得良好的效果;
3. 人员数量足,素质高,结构合理,有饱满的工作热情和实事求是的科学态度;
4. 系统的机构健全,组织严密,配合协调,信息灵通,传递迅速,管理科学,有较高的工作效率。

对这四条进行综合评价,基本上可以得出比较准确的实验室系统的总体效益。这样说是否妥当?还需要进一步研究探讨。

第四节 含义表述

综上所述,我们对实验室管理工程学的含义试作如下表述:

实验室管理工程学是一门多学科渗透的新兴的边缘学科，是组成高等教育管理学的一个重要分支。它依据辩证唯物论的基本原理，运用现代科学理论和技术，去研究高等学校实验室系统及其运动规律，并用以强化对系统的科学管理和有效控制，最终达到实现系统的最优效能和最佳效益的目的。

我们作这样一种表述纯粹是探讨性的，它很不完善，甚至有错误。我们中间的许多同志从事实验室管理工作十几年、几十年，由于种种原因，他们没有很多时间去系统总结实际工作的经验，去深入进行理论方面的研究。应该承认我们对这门新兴的学科的研究是很不充分的，对它作出完备的科学论断，也许是遥远未来的事情。但是，我们仍然要强调指出，实验室管理工程学是一个“新生儿”，她需要经过相当长时间的哺育才能逐步成熟起来。作为一个实验室管理者，应该而且有责任积极去研究、去探索，那怕是只为“大厦”添一砖一瓦也是好的。这就是我们试探着作上述表述的基本指导思想，我们也力图把这个思想贯穿在本书的各个章节之中。

第三章 实验室管理与系统工程学的密切关系

实验室管理工程学是一门综合性的新兴学科，它与许多学科存在着密切的关系。实验室作为一个大的动态系统，它和系统工程学的关系尤为密切。因此，我们不能不首先谈谈系统工程学的有关理论和方法及其在实验室管理工作中的应用。

第一节 实验室管理与系统工程

实验室管理是高校管理工作中的一个重要方面，即在高校管理这个大系统中它处于一个子系统的地位，而高校实验室管理系统本身又是由若干子系统所组成，例如有教学和科研实验管理，实验队伍管理，实验物资管理等子系统。实验室管理系统，在高校管理的大系统中，又必将横向地与其他子系统如教学管理，科研管理，人事管理，财务管理以及后勤保障等系统存在着密切的相互联系、互相制约的关系。此外，高校实验室管理系统还要和学校外部环境发生关系。

从实验室管理系统的纵向关系上看，它又是一个多层次的管理系统，即国家、院校、系所和专业与基础实验室四个层次，多级管理，协调控制的系统。

从系统的目标方面分析，实验室管理系统的目标要服从高校的统一目标，即要面向现代化，面向世界，面向未来，为国家出人才、出成果，并从这个大目标出发，建立起自身系统内

部的最优化体系，从整个系统来权衡利弊，科学地处理好系统内外各种因素相互间的关系，充分发挥系统内部各方面人员的积极性，最有效地使用财力、物力，为教学、科研实验创造良好的物质基础和技术条件，使实验室获得最大效益。

从实验室这一事物的运动与发展方向看，实验室管理系统也经历着规划、设计、建设、使用、维护与更新改造等各个阶段，为使实验室能够发挥出最佳效果，必须对其运动全过程实行动态最优化管理和控制。

综合上述可见，实验室管理系统实际是一个多因素、多层次、多目标、全过程相当复杂的动态系统。因此，实验室系统的现代化管理需要运用系统工程的思想与方法，系统工程的方法与技术也十分适合于实验室系统的现代化管理。从专业系统工程的定义上说，实验室管理工程完全可以称之为“实验室管理工程”。

下面，我们想针对实验室管理工作的若干方面，如何应用系统的观点与方法，在理论上作些粗浅的探讨，目的在于提出问题，引起讨论。

第二节 系统分析技术

所谓系统分析，就是从系统的观点出发，对事物进行分析和综合，找出各种可行方案以供决策者进行合理的选择。例如，在编制实验室规划工作中，或是在准备筹建某个重大实验室之前，或是准备建立院校一级的计算机管理信息系统等等重大课题、项目之前，都可以运用系统分析技术进行分析。

一、系统分析需要遵循的原则：

1. 内外部条件和有关因素综合分析原则。即分析清楚系

统任务与目标，系统内部构成，所处地位与作用，内外部有那些影响因素和制约条件等等。

2. 当前利益与长远利益相结合的原则。选择一个良好的方案，不但要从目前利益出发，而且还要考虑将来利益。如果所取方案对目前和将来有利，也属可取。而对那种一时有利长远不利的方案，即使是过渡性的也最好不取。

3. 局部效益与整体效益相结合的原则。用系统观点分析问题，要求的是系统整体效益最佳化，对于一个实际问题来说，局部和整体效益都最优固然很好，然而，在大多数情况下，往往是局部系统是最优的，但全局并不一定经济，或者是从全局上看是良好的而局部却不最好，显然我们应该抛弃前者，宁愿采用后者，只有从整体的目标分析才为合理。

4. 定量分析和定性分析相结合。系统分析需要依据目标的性质与特征，采用定量与定性两相结合进行分析。其中定量分析系指实验室或新建系统在教学、科研、科技服务等方面的效益可以用数量指标衡量的部分所作的分析，它可以用模型、公式、货币等方式进行描述，而在反映人员素质、成果水平、工作质量等方面不易用数量表示的指标，适用专家评价等方式作出定性的分析。

5. 客观性原则。即在作系统分析时，需要从客观实际出发，对各方面情况作出周密细致的调查，具体问题具体对待，不要轻易忽略某些因素，不要因数学模型复杂而随意简化，否则将会不能真实反映客观存在。

二、系统分析的步骤：

进行系统分析，通常需要分为以下几步：

第一步：确定目标。因为系统分析的目的在于找出可行方

案并进行优劣比较，要比较就需要有共同的评价指标。确定目标通常要考虑到未来、效果、全局和可行性、标准性与经济性。系统分析的指标体系，可以按技术分析，经济分析，财务分析和社会分析等方面综合确定，例如，统一并确定实验室的评价指标体系，便是衡量实验室管理系统优劣的标准。不同的系统有不同的指标体系，应该根据具体问题，确定不同的目标。

评价方案的优劣时，如果仅涉及一个因素的选优，则问题比较简单，但是实际问题往往是多因素的（又称多目标），对于多目标选优，通常可以用以下几种办法处理：

1. 主因素法：即将多因素划分为主要因素与次要因素两类，如果主因素达不到一定标准，就不能作为最优方案，而应作为劣方案放弃。

2. 化多因素为单因素法：例如采用“功效系数”法，即每个因素的优劣系数均采用相对值，假定有 n 个因素，每个因素都有一定的功效系数，第 j 个指标的功效系数记为 d_j ($0 < d_j \leq 1$, $j=1, 2, \dots, n$)，用这些系数的几何求积作为某一方案的总功效系数

$$d_i = \sqrt[n]{d_1 \cdot d_2 \cdots d_n}$$

其中 i 为方案下标，($i=1, 2, \dots, m$)。这样比较各个方案的总功效系数便可以得到结果。当然，某些因素根据实际情况，还可以规定“不可接受”下限，例如， $d_j=0.3$ 为下限， $0.3 < d_j \leq 0.4$ 是边缘状态， $0.4 < d_j \leq 0.7$ 为可接受，但是效果稍差的状态， $0.7 < d_j \leq 1$ 为效果良好情况等。

3. 妥协折衷法：对于一对互相矛盾的因素，一个向好的方向变化时，另一个则向更坏的方向发展，这时要求两者同时达到各自的最优是办不到的，因此往往只能放弃一个或者采取折衷的办法。

第二步：收集资料，确定因素及其影响范围。调查研究收集国内外同类问题的各种指标，目的是分析并找出影响目标的主要因素，在此基础上进一步确定各因素的影响范围。影响范围必须定的适当，太大，增加不必要的工作量浪费时间，过小，则可能把最优方案排除在外。

第三步：建立可能模型，目的是对于一些特定的定量因素进行分析计算求解。所谓模型，就是在某些特定指标意义下的对于实际问题（或系统）的一种等价。模型有实物型与非实物型两大类，用的最多的是非实物模型（数学模型、逻辑模型、经济模型等等），是将目标函数与约束条件、输入、输出等各种关系用数学方程或图表示出来，然后再通过计算机或其他运算工具分析求解。

第四步：分析对比各方案的数量与质量指标，即评价指标，排出优劣顺序，提供决策者选择。

第五步：综合分析，确定最佳方案。在前述工作的基础上，决策者再综合考虑政治、政策、社会影响等难以确定的因素定出最佳方案，如果不满意，需要按上述步骤重新进行调整。

第三节 决策分析方法

在实验室管理与建设中，常常遇到许多问题需要作出决断，对这些问题通过前述的系统分析，找出了各种可行方案，面对这些可行方案，决策者又该如何作出最佳方案的选择呢？系统工程的决策分析可以在理论上提供若干方法，使许多实际决策问题得到解决。

决策问题的典型形式如下表所示：

表3—1

现实可能出现 的种种情况 可供选 择的各种方案	1	2	...	...	j	...	...	n
1	a_{11}	a_{12}	...		a_{1j}	...		a_{1n}
2	a_{21}	a_{22}	...		a_{2j}	...		a_{2n}
⋮	⋮							
i	a_{i1}	a_{i2}	...		a_{ij}	...		a_{in}
⋮	⋮							
m	a_{m1}	a_{m2}	...		a_{mj}	...		a_{mn}

表中 a_{ij} 的含意是决策者采取措施 i ，而现实情况为 j 时的结局，称作对应每一个方案在每一情况下，决策者所得到的一个确定的收益，因此，这个表又称作决策问题的收益矩阵。在这种外界条件（现实可能出现的情况）不确定的条件下，决策者应该怎样做出决定才能使收益最大呢？下面分两种情况进行讨论，即：外界情况完全无法予知的情况和外界条件出现的概率为已知的情况。

一、外界条件完全无法预知的情况。

对于这种情况，目前已有的决策法则有以下几种：

1. 小中取大法则 (Maxmin)，俗称悲观法则或保守法则。这种方法的基本思想是找出每一方案在最不利条件下的收益（最小收益），即

$$\min_j [a_{ij}], \quad (i=1, 2, \dots, m) \quad (3-1)$$

然后再在这 m 个方案对应的最小收益中选择最大的那个方案，