

全 国 高 等 农 林 院 校 教 材

森工与土木工程科技进展

赵 尘 主编



中 国 林 业 出 版 社

全国高等农林院校教材

森工与土木工程 科技进展

赵 尘 主编

中国林业出版社

内 容 简 介

本教材主要面向森林工程、土木工程、工程管理以及相关专业的本科生、硕士生,用以了解森林工程、土木工程技术和管理的历史概貌、科技现状和发展趋势,也适于森林工程、土木工程的科学研究者和工程技术人员参考。

本教材的内容覆盖森林工程、土木工程的主要领域:森林作业、森工规划设计、工程生态、工程环境、道路工程、建筑工程、防灾减灾工程、工程设计技术、工程测量、工程管理、工程信息化、交通规划等。

图书在版编目(CIP)数据

森工与土木工程科技进步/赵尘主编. —北京:中国林业出版社, 2007. 12

全国高等农林院校教材

ISBN 978-7-5038-4998-5

I. 森… II. 赵… III. F276.7 IV. F276.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 172202 号

中国林业出版社·教材建设与出版管理中心

责任编辑:康红梅

电 话:66170109 66181489

传 真:66170109

出版发行 中国林业出版社(100009 北京市西城区德内大街刘海胡同7号)

E-mail: cfphz@public.bta.net.cn 电话:(010) 66184477

网 址: http://www.cfph.com.cn

经 销 新华书店北京发行所

印 刷 北京地质印刷厂

版 次 2008年1月第1版

印 次 2008年1月第1次

开 本 850mm×1168mm 1/16

印 张 16.75

字 数 395千字

定 价 30.00元

凡本书出现缺页、倒页、脱页等质量问题,请向出版社图书营销中心调换。

版权所有 侵权必究

《森工与土木工程科技进展》编写人员

主 编 赵 尘

副 主 编 王大明

编写人员 (按姓氏笔画排序)

马健霄 (南京林业大学)

王大明 (南京林业大学)

王宏畅 (南京林业大学)

孙敦本 (南京林业大学)

苏 毅 (南京林业大学)

周新年 (福建农林大学)

郑加柱 (南京林业大学)

郑晓燕 (南京林业大学)

赵 尘 (南京林业大学)

赵 康 (南京林业大学)

戴兆华 (南京林业大学)

主 审 黄 新 (南京林业大学)

前言

为了拓宽森林工程和土木类专业本科生、研究生的知识面,加强学生的现代科技意识,跟踪现代科技日新月异的前沿,以适应学生今后发展的需要,特编写本教材。

随着我国经济建设和基础设施建设的大发展,社会对土木类人才的需求日益增大,土木工程建设技术已经从传统的手工、半手工作业转变为机械化和自动化作业,科技水平日益提高,科技含量剧增。近年来,促进土木工程发展的科技贡献率已达到50%以上,其中包括材料、工艺、设备等方面。现代化的建设人才和管理水平也大大促进了土木建筑的科技进步。

国内外森林工程科学技术多年来也有了长足的发展,正朝着森林作业环境的环保化、森林作业技术的多样化、森林工业生产规划与管理现代化、森工机械的多元化,以及与其他学科之间的交叉、合作强化的方向前进。森林工程与土木工程、交通运输工程、机械应用工程、生态工程、环境工程等更紧密地渗透、融合,使森林工程呈现出勃勃生机,科技创新不断涌现的局面。

森工与土木类专业学生需要不断加深现代科技知识,培养科技意识,掌握及时获取先进工程技术的方法,才能跟上国内外林业森工与土木建筑行业的现状和发展以及对外开放的需要。因此,本教材将作为森工与土木类专业学生以及相关专业如测绘工程、交通工程学生的专业读本。

国内尚缺乏这类综合性的专业科技前沿读物,本教材将填补高年级专业读本的不足。本教材共15章,各章相对独立,自成体系,教材后附有参考文献,适合学生选读、自学。

本教材编写人员主要为南京林业大学土木工程学院的专业骨干教师,各章编写人员为:赵尘(第1,2,3,5,13章)、王大明(第4章)、赵康(第6章)、王宏畅(第7章)、马健霄(第8章)、郑晓燕(第9章)、孙敦本(第10章)、郑加柱(第11章)、戴兆华(第12章)、苏毅(第14章)、周新年(福建农林大学,第15章)。本教材书由赵尘任主编,王大明任副主编,黄新主审。

由于时间仓促,编者水平有限,书中疏漏之处恳请广大读者批评指正。

赵 尘

2007年7月17日于南京

目 录

前 言

第1章 现代工程科学技术概述	(1)
1.1 工程科学技术的概念	(1)
1.2 工程科技的特点	(2)
1.3 工程科技活动的内容	(4)
1.4 工程技术的分类	(6)
1.5 工程技术方法	(8)
1.6 工程技术教育	(10)
1.7 工程科学技术发展趋势	(13)
第2章 森林工程学科进展	(16)
2.1 森林工程和森林工程学科的定义	(16)
2.2 森林工程的内涵	(17)
2.3 森林工程的特点	(18)
2.4 森林工程的发展历程	(19)
2.5 森林工程学科的发展	(21)
2.6 森林工程的典型研究方向	(23)
第3章 森林作业系统	(26)
3.1 森林作业概述	(26)
3.2 森林资源建设与保护作业	(27)
3.3 森林资源开发与利用作业	(30)
3.4 林区道路与运输作业	(35)
3.5 森林作业人-机-环境系统	(37)
3.6 森林作业规划设计技术	(41)
第4章 物流工程与林区物流	(48)
4.1 物流的产生与发展	(48)
4.2 物流的分类	(50)
4.3 物流的功能	(52)
4.4 物流工程	(53)
4.5 林区物流工程	(55)
4.6 物流工程的研究方向	(58)

第5章 工程生态学	(61)
5.1 工业生态学概述	(61)
5.2 工程生态学简介	(68)
5.3 森林工业生态学研究	(71)
第6章 工程环境学	(77)
6.1 工程与土壤环境	(77)
6.2 工程与大气环境	(80)
6.3 工程与水环境	(85)
6.4 工程与环境噪声	(88)
6.5 工程与固体废弃物	(91)
6.6 工程环境影响评价	(94)
6.7 环境保护的费用效益分析	(96)
6.8 工程环境监理	(98)
6.9 生态工业和清洁生产概述	(100)
第7章 道路工程	(104)
7.1 公路设计新理念	(104)
7.2 改善沥青混合料路用性能的几种新型结构型式	(109)
7.3 沥青混合料组成设计方法	(112)
7.4 道路测设技术的最新发展	(117)
第8章 交通规划	(122)
8.1 交通规划方法	(122)
8.2 交通规划的基础调查	(124)
8.3 交通需求预测	(125)
8.4 城市交通规划的新思路	(132)
8.5 交通规划经济效果评价	(136)
第9章 建筑工程	(142)
9.1 建筑的分类及建筑结构体系	(142)
9.2 超高层建筑	(148)
9.3 大跨度空间结构	(151)
9.4 智能建筑	(156)
9.5 绿色建筑	(157)
第10章 多层及高层房屋结构设计	(161)
10.1 多层及高层房屋结构设计概述	(161)
10.2 结构设计的基本规定	(162)
10.3 结构体系	(168)
10.4 结构计算中几个重要参数的合理选取	(174)
第11章 土木工程测量	(178)
11.1 高程的确定	(178)

11.2	平面坐标的确定	(180)
11.3	土木工程测量新技术的发展	(187)
第12章	工程管理	(190)
12.1	工程管理概述	(190)
12.2	现代工程管理要解决的主要问题	(193)
12.3	工程和工程管理的发展趋势	(198)
第13章	工程信息化	(201)
13.1	工程信息化概述	(202)
13.2	工程项目各阶段的信息化	(208)
13.3	岩土工程信息化与可视化技术	(210)
13.4	盾构法隧道信息化施工控制	(212)
13.5	高速公路高边坡工程信息化施工	(214)
13.6	“数字工地”系统	(216)
第14章	防灾减灾工程	(218)
14.1	土木工程地震灾害	(218)
14.2	土木工程风致灾害	(223)
14.3	土木工程火灾害	(226)
第15章	森林工程规划设计	(232)
15.1	林业企业规划设计	(232)
15.2	森林经营规划设计	(240)
15.3	木材生产规划设计	(247)
15.4	林区道路规划设计	(255)

第1章

现代工程科学技术概述

【本章提要】本章阐述了工程科学技术（简称工程科技）的概念、特点和内容分类，介绍了工程科技的一般方法，分析了现代工程技术教育问题和工程科学技术的发展趋势。

现代科技与工程迅猛发展，对从事森林工程和土木工程的科技人员和工程技术人员的知识、才智、技能和经验等提出了更高的要求。要求从业人员了解工程科学技术的内容、方法，掌握现代工程科技和设计手段，掌握工程科学技术的规律性，具备分析和解决现代工程问题的能力，胜任所从事的工程领域的工作。

本章从工程科学技术的概念出发，介绍工程科技的特点和内容分类，介绍工程科技的一般研究方法和解决方法，探索工程科技人员培养教育、学习实践的方式与规律性。旨在使读者对现代工程科学技术的内涵有一个全面、整体的了解，对读者学习特定工程领域的专业知识，解决相关科技问题，培养工程实践能力起到一定的启发、引导、示范和参考作用。

1.1 工程科学技术的概念

(1) 工程 (engineering)

是指将自然科学的原理应用到工农业生产部门中去而形成的各学科的总称。如土木建筑工程、水利工程、冶金工程、机电工程、化学工程、海洋工程、生物工程等（《辞海》）。工程科学是应用数学、物理学、化学、生物学等基础科学的原理，结合在科学实验及生产实践中所积累的技术、经验而发展出来的，主要内容包括工程基地的勘测、设计、施工，原材料的选择研究，设备和产品的设计制造，工艺和施工方法的研究等。

工程是应用科学知识使自然资源最佳地为人类服务的一种专门技术（《简明大英百科全书》）；但工程并不等于技术，它还受到政治、经济、法律、美学等非技术内容的影响。工程是利用和改造自然的实践过程，技术存在于工程之中。

工程的完整概念是运用科学原理、技术手段、实践经验，利用和改造自然，生产开发对社会有用产品和实践活动的总称。

(2) 科学 (science)

指关于事物的基本原理和事实的有组织有系统的知识。科学的任务是研究关于事物和事实（自然界和社会）的本质和机理，以及探索它们发展的客观规律。其中，基础科学（basic science），如数学、物理、化学、地学、生物学等，其任务是研究自然界最

基本的客观规律；技术科学（technological science），如固体力学、流体力学、机械学、电工学、电子学等，则是研究相邻几门工程方面共同性的自然规律。

（3）技术（technology, technique）

指根据生产实践经验和自然科学原理发展而成的各种生产工艺、作业方法、操作技能、设备装置的总和。技术的英文名词有两个：technology 和 technique。technology 指技术学，是一种学术，有它的理论基础，也有实用技术；technique 指单纯经验性的技术。技术的任务是利用和改造自然，以其生产的产品为人类服务。其中工程技术有土木、机械、机电、电信、化工、计算机等；农业技术有种植、畜牧、造林、园艺等。

简言之，科学旨在发现知识，探索事物的规律性，也即“认识世界”；技术旨在应用知识解决实践问题，也即“利用自然，改造自然”。

工程是人类改造客观世界的实践活动，工程科学就是研究、揭示这种活动的规律性，形成关于工程的知识体系，从而使我们了解和认识工程现象的本质和机理。工程科学以技术科学为直接基础。工程科学工作包括基础理论研究和应用基础研究。

工程技术工作的基本内容主要有应用研究、技术开发、产品（或工程）设计、工艺（或施工）设计、质量监控、生产调度、运行监管、设备维修、技术培训和技术服务等，以及相关的组织管理与经营工作。

1.2 工程科技的特点

（1）科学性

工程技术是整个科学技术体系的一个重要组成部分，又是科学、技术和生产全过程的一个关键环节。工程技术是科学理论在改造物质世界中的具体应用。任何一门工程技术学科都是由数门基础学科充当其理论基础的。例如，化学工程的基础学科包括高等数学、无机化学、分析化学、有机及高分子化学、物理化学等，土木工程的基础学科包括高等数学、物理学、材料力学、水力学、土力学、弹性力学、结构力学等。

与此同时，工程技术必须在现代思维理论的指导下进行。工程技术人员应自觉地将辩证唯物论、系统论、信息论和控制论的有关理论与方法应用于解决工程技术的实际问题。

工程技术的科学性还体现在工程技术工作需要严肃的科学态度，做到求真务实、严谨细致、正确无误、精益求精，坚决克服主观臆断、盲目蛮干、粗枝大叶和侥幸心理，反对独断专制、虚伪和谬误。严肃的科学态度是工程取得成功的重要保证。例如，在上海南浦大桥的建设过程中，为了解决曲线箱梁安装的难题，工程技术人员用了整整1年时间对6个方案进行了20多次优化论证，并进行了模拟试吊，从而保证箱梁吊装成功。

工程技术还需要科学精神。首先是执着的探索精神，工程技术人员应做到既有方向和信心，又有锲而不舍的意志；其次是改革与创新精神，这是科学技术的生命所在；最后是理性精神，工程技术人员不能沉溺于现有经验，而应通过归纳、概括、分析和综合不断深化认识，将经验上升为理论，并自觉地、严格地坚持用科学的理论指导工程技术实践。

(2) 应用性

工程技术有明确的社会目标,即增加社会利益和满足社会需求,充分理解社会的需求是关系到工程成败的关键因素。工程技术必须讲究经济效益,一个成功的项目,技术上先进成熟,经济上效益巨大。工程技术人员仅懂专业技术是远远不够的,他们必须深入地系统地认识社会与经济环境,必须善于对工程项目或技术方案进行经济分析、评判、预测和审核。工程技术知识主要用于解决实际问题,更加强调实用性,与基础理论相比,它更加具体、更加简洁,有些地方是近似解,有些地方根据实际情况进行了某些修正。例如,工程计算中一些非线性因素要进行线性化处理,一些复杂的计算被改造成简单的数据表格,一些次要的因素往往忽略不计。

(3) 实践性

工程技术活动是解决实际问题的实践活动,它不仅需要知识,还需要技能,如测试技能、调整技能、操作技能、维修技能等,而这些技能只能通过实践获得。由于一些相关因素是复杂多变且难以测控的,由于工程技术工作的具体环境常常有很大的差异,所以工程技术的理论无法将实践活动中所有问题及其解决办法无一遗漏地介绍给工程技术人员,很大一部分实际问题是由工程技术人员在实践中探索并获得正确认识后予以解决的。现场经验和技术秘诀都是人们在长期的实践中不断积累所形成的。工程技术方案的构思、评估和前景预测,工程技术问题的解决,都离不开实践经验。工程技术系统的一些技术特点也是人们在实践中发现和归纳出来的。例如,要问某一台设备的技术性能如何,只有经常使用它们的人最能得出切合实际的结论。工程技术实践活动同时也是技术理论具体运用和综合运用过程。

(4) 复杂性

工程技术的复杂性首先表现在其相关因素的不确定性。工程技术活动往往是在信息不全或条件不太明确的情况下着手进行的,一些条件与参数是在工作过程中逐步弄清和确定的。

工程技术的复杂性其次表现在技术方案的多元性。一个问题往往具有多种解。平常讲的最佳方案,其实就是优点较多或缺点较少的方案,如果时间和条件允许,还可以得到更好的方案。

工程技术方案的选择和实施,往往要受到社会、经济、技术设施、相关人员技术水平、市场需求和法律等因素的约束和限制。工程技术人员在充分发挥自身创造力的同时,必须正确认识这些制约因素,自觉地将思维限制在允许的范围内。

工程技术的制约因素有时是互相矛盾的。例如,要提高控制系统的可靠性,就要增设冗余系统,但这又会引起系统结构和重量过大以及成本过高的问题。因此,工程技术的一项重要任务是妥善处理各类技术与经济矛盾,统筹兼顾,最终实现综合平衡和整体优化。

工程技术的复杂性还体现在工程技术系统本身结构与功能的复杂性,它涉及众多的相关因素和复杂的相互关系。例如,像三峡工程、“神舟”五号载人航天工程这样的大型工程往往需要大量的各类专业人员长时间的共同努力,其组织、管理和协调工作也是极端纷繁复杂的。工程技术的综合性也由于它不仅与某一门科学有关,而且要运用多学

料的综合知识,涉及经济的、社会的、法律的、环境的、心理的和生理的因素。

1.3 工程科技活动的内容

工程科技活动的全过程由一系列环节构成,它们分别是基础理论研究、应用研究、技术开发、工程设计、工程系统构建、生产运行、技术服务等。

(1) 基础理论研究

工程领域的基础理论研究属于工程科学的范畴,其任务是研究关于工程事物的本质和机理,以及探索它们发展的客观规律。例如,工程数学、工程物理、工程化学、工程地质学、工程生物学,还包括工程力学、工程材料学等。通过研究、揭示工程活动的规律性,形成关于工程的基础理论和知识体系,从而认识和掌握工程现象的本质和机理。

(2) 应用研究

应用研究是指运用基础研究所取得的成果,为获取新产品、新工艺、新材料、新方法等的技术基础和技术原理所进行的研究。它所要解决的是技术应用的方向性和适应性问题。与基础研究一样,应用研究也是为获得新知识而进行的创造性研究,它主要针对某一特定的、而又比较广泛的应用目标。是否考虑“应用”是区别应用研究与基础研究的主要标志。应用研究的展开一般有两种情形:一是在基础研究成果的基础上,探索把这种成果应用于某个领域的可能和途径;二是为了实现某种特定的和实现确定的实际目的,探索新的方法或途径。在应用研究阶段,往往要对现有的科学知识和技术知识进行新的组合和综合。应用研究成果主要表现为发明、学术论文、著作、原理性模型或试验性模型。发明是最高水平的工程技术研究成果,具有新颖性、实用性和先进性3个特点。新颖性是指成果在国内外未曾公开发表和公开使用,先进性指成果比同一领域的现有技术水平先进,实用性是指能够在生产和生活中得到有效应用。

(3) 技术开发

技术开发是只为适应生产经营需要,利用从研究和实际经验中获得的现有知识,旨在生产新的材料、产品和装置,建立新的工艺系统和服务,以及对上述各项进行实质性改进等而展开的系统性工程技术工作。技术开发的成果一般是样品、样机、装置原型及相应的图纸与其他技术文件。

技术开发是应用研究的进一步发展,是技术发明的推广和应用。技术开发同样有新颖性、先进性和实用性要求,但与应用研究相比,侧重点有所偏移,其新颖性和先进性要求稍低一些,它不必是前所未有或达到原理性的发展,只要实现局部性改良即可。例如,最早的四冲程内燃发动机是一项发明,而把两个乃至更多的四冲程发动机结合成多缸内燃机,大大提高了输出功率,这就属于技术开发的成果。技术开发的实用性要求则高一些,它目的更明确,工作规定也更具体。

(4) 工程设计

工程设计是为生产和建设而进行的一种独立的构思活动,是以综合利用各类现代技术因素来满足人们某种需要为特定目的的工程技术工作。工程设计以具体的产品或过程为对象,包括新的产品或过程的设计、试制和试验工作,加工工艺系统设计,设备动力

系统设计，它要落实从样机或原型到生产之间的全部技术与工艺问题，其成果要满足正式生产的全部技术需要。在工程设计阶段，认识与实践之间的矛盾、求知与创造之间的矛盾以及技术的可用性与生产对技术的需求之间的矛盾将得到进一步的解决。

工程设计具有一系列特点，它们是：

①有明确的目的 研究和开发往往以满足潜在的需要为目的，而设计则要根据现实的和明确的目标来进行。

②基于现代技术因素 工程设计对象与其他设计对象的区别在于其技术因素起作用的程度。工程设计人员必须正确认识和充分利用与设计对象有关的先进技术因素，必须将这些因素与设计对象及所处环境有机地结合起来。

③受到多种条件的限制和约束 工程设计的制约因素主要是：科学和技术原理，资金、人力和物力等经济条件，生产设施、能源动力、有关资源和自然条件，操作、维修和使用条件，社会和法律，市场条件等。

④有多种选择的可能 在工程技术领域，往往有各种各样的途径和方案可用来实现特定的目标。例如，要把两块金属焊接起来，可以用电弧焊、电阻焊、压力焊、气焊、铜焊和锡焊等多种方式。随着科学技术的发展，一个本质上相同的问题，将会有越来越多的解决方法。设计者应综合考虑各种因素，从诸多的方案中选出最合适的技术方案。工程设计的多种可能性，有利于设计人员开阔思路和充分发挥创造能力。

(5) 工程系统建造

所谓工程系统建造，就是指生产运行系统的组织与建立。这里所指的系统，可以是整个工厂或车间，可以是一条生产线，也可以是具有独立生产功能的单台设备或单个设施。系统建造既包括从头开始新建一个系统，也包括根据需要对原系统进行一些局部的调整与改进。

系统建造是按照工程设计要求与规定来着手进行的，其目标是为其后的生产运行充分创造各方面的条件。

系统建造阶段的工作内容相当广泛，主要是：厂房的建造，交通、通信设施的建设，能源介质系统和电力系统的建设，设备的制造、选购、安装与调试，原材料与备件的准备，工艺装备和工位器具的准备；经营管理规章制度的建立，生产计划的编制，工艺、设备、质量技术标准规范的制定；生产技术组织机构的确立，以及人力资源的配备和培训等。

(6) 生产运行

生产系统建造完成后，便转入生产运行阶段。在这个阶段，需要进行生产过程的组织管理、生产计划管理、质量控制与管理、工艺开发与管理（对土建工程是施工管理）、设备维修与管理、现场管理等。其主要目标是降低消耗和生产成本、提高生产效率、维护生产秩序、改进产品质量、改进操作维修条件和创建文明工作环境等。

此阶段的主要技术工作是：处理现场技术问题，尤其是处理关键的、重大的和疑难的技术问题；对现场生产操作人员及其工作过程实施指导和监督；通过对生产过程的考察，及时发现各类潜在的工程技术问题，如工艺问题、质量问题、设备问题等，并采取有效措施解决问题、消除缺陷；采用新技术，通过挖潜、革新与改造，不断优化和改进

生产工艺系统。

(7) 技术服务

在市场竞争的条件下,技术服务是工程技术活动的一个重要组成部分。技术服务包括产品售前和售后服务。售前服务是向用户介绍产品的功能、性能、优点、特点和使用方法等;售后服务包括安装调试指导,操作使用技术培训,技术咨询,供应、维修服务和技术改进等,其基本要求是及时、有效和周到。技术服务的目标是让用户正确认识产品,保证用户用好产品,使其充分发挥技术优势、体现使用价值,由此更好地赢得广大用户和占领市场。

1.4 工程技术的分类

古代的工程大体上可分为民用(civil)和军用(military)两大类。长城是军事工程,而都江堰则是民用工程。随着生产和生活的逐步发展,人们开始制造些简单的工具和机械,从而出现了冶金工程、机械工程,后来又发明了电,有了电气工程、化学工程等,现代工程体系就逐渐建立起来了。上述这些划分是按照工程的专业内容、性质来划分的。按照客观物质在工程中的流向,工程技术可分为资源、采集加工、制造3个方面。

1.4.1 资源

自然界的资源大体可分为材料、能量、信息3大类。

(1) 材料

材料是物质生产的基础。按其来源划分,可分为天然材料和人造材料;按性质可分为金属材料(黑色金属、有色金属、合金)和非金属材料(有机材料和无机材料);从用途划分,有结构材料 and 功能材料;从发展的角度划分为传统材料和新型材料。新型材料大多是功能材料,都有新的制造和加工方法。

当前,在我国经济建设中起着重要作用的是传统材料(钢、水泥、木材等)。据统计,我国的重点支柱产业(如汽车、石化、建筑、机械制造等)中,所用传统材料的比重占95%以上。目前作为高技术产业的基础和先导的新材料发展很快。据报道,20世纪80年代世界上已注册的材料有30多万种,其中新材料的品种正以每年5%的速度在快速增长。世界各国都把发展新材料列为21世纪优先发展的领域之一,我国的“863”高技术研究发展计划也将新材料技术列为重点支持的领域。无论是改进传统材料的工艺,降低消耗,提高性能和质量,还是从新材料的性能和制造方法的角度来看,都有大量的工程技术问题需要解决。

(2) 能量

能量不同于材料的特殊性在于,人们不是作为材料来利用能量的载体(能源),而是利用载体所产生的能量,即以电能、机械能、热能等形式表现的能量。能量的主要载体有煤、油、气、水、核5种形式。随着科学技术的发展,人类还可能更多地利用其他形式的能量,这些能量(能源)在工程化的过程中有大量的工程技术问题需要解决。例如,煤的综合开采、清洁燃烧及使用效率的提高;油的开采、炼油技术的提高、生产

流程的改进、油品的质量提高和品种增加；气的开采和利用；水资源的充分利用；核能的开发利用等。

目前，我国在能源方面，宏观上存在着结构、环境和节能等问题；在微观上，从人们目前能直接利用的能量形式（主要是电能、热能和机械能）的产生、传递、变换使用过程，到未来的新能源（如太阳能、风能、地热、海洋潮汐等）所产生的能量的直接利用，都存在着大量的工程技术问题要进一步加强研究和开发。

（3）信息

信息包括载体和信息本身两部分。信息技术一般是指实现信息的获取、传递、加工存储和使用等功能的技术，它是由感测、通信、计算机和控制4个基本单元组成。目前，信息技术已广泛渗透到各个工程领域以及生产、经营、管理等过程中，成为它们发展的基本依据和重要手段。信息是一种资源，如何开发、利用信息和如何使信息技术更好地为国民经济服务，是我国现代工程中的一项重要任务。

1.4.2 采集加工

发现和开发自然界所蕴藏的资源，使之更好地为人类服务，是工程的重要任务。资源在工程化的过程中都存在着探测、采集、运输、加工这几个过程。

（1）探测

探测是资源工程化的基础。资源（材料、能量和信息）必须经过勘探、查找及检测，才能为人们采集和获取资源提供依据。

（2）采集

诸如采煤、采油、采矿、森林采伐等行业属这一门类。采集是资源工程化的重要环节，如信息的采集，如何把分散在各地的信息采集起来，变成有用的信息，这是信息系统里一个十分重要的问题。

（3）运输

运输是国民经济中的基础产业。物资交流需要运输，这些运输主要依靠公路、铁路、水运、航空等。

能量的运输比较复杂，其载体的运输和一般的运输相同，但能量本身的运输是个传递问题，如电的运输。

信息的运输就是传输，信息的传输（通信）是一个庞大的工程技术领域，包括交换、传输终端等。信息的远距离消费使通信网络成为通信的本质问题，没有网络就没有通信。通信网在全世界来说是规模最大、技术最复杂、要求最高的一个网络。因此，网络技术成为通信的关键。

（4）加工

无论是材料、能源，还是信息，一般都不可能被人类直接利用，而需要进行加工，如要把铁矿变成铁，炼成钢，做成各种各样钢材都需要加工。能源也是如此，当然也有可以直接利用的，如煤可以拿来直接燃烧。但如果加工成蜂窝煤就比直接燃烧能减少污染，提高效率，所以加工是很重要的过程。

1.4.3 制造

制造（建造）不同于上述的一般加工。制造是用多种材料，经过复杂的加工过程

做成一种新的产品或装置,制造过程要大量使用动力(能量),现代制造中又大量应用信息系统来控制。制造可分为离散制造和连续制造两大类。离散制造,即单件制造,如制造电视机,它是一部一部地制造,每一部电视机单独成为一个整体,能独立地使用;连续制造,如制造水泥,水泥不能一粒粒地制造,从原材料进去,到最后成品水泥出来,需要经过一个连续完整的化学过程和物理过程。化工产品都是连续制造,广义上讲,电也是连续制造的,这两类制造是性质不同的两个领域。离散制造一般是开放型的,而连续制造是封闭型的,封闭在一个容器里组合。制造业是国民经济体系中最大的产业。

建造不同于制造。制造是制造一个设备,而建造是建造一个建筑,如房屋、道路、桥梁、大坝等。

1.5 工程技术方法

1.5.1 工程技术方法论

所谓方法,就是人们在认识世界和改造世界的实践活动中所采取的主观手段。方法是人们依据客观规律,为实现预期目的而设定,并在实践中依照和贯彻的方式、规则、路线与程序等。

所谓工程技术方法,就是人们在工程技术研究和实践中所采取的方式、规则、路线与程序等。工程技术方法涉及的范围非常广泛,其内容十分丰富。按其层次,工程技术方法可分成特殊方法和一般方法。特殊方法只适用于少数或个别工程技术领域,如研究材料强度的应力分析法、塑料制品加工中的挤出成型法、金属冶炼中采用的氧化还原法和电解法等,研究这些方法主要是各工程技术专业的任务;一般方法适用于各个工程技术领域,如选题方法、搜集科技情报方法、创造发明方法、试验方法、设计方法等。研究这些一般方法,特别是研究关于如何进行科技开发和设计的一般方法,则是工程技术方法学的主要任务。工程技术方法可分为工程技术问题的认识方法和处理方法两类。

所谓工程技术方法论,就是关于工程技术一般方法的理论或成体系的方法,在国外也称为设计研究、设计工程、发明学、设计方法学、工程设计原理、技术革新方法论等,都是关于工程技术研究活动的规律、程序、原则和方法的理论探讨。

工程技术研究的一般方法和特殊方法之间有着极为密切的联系。一方面,特殊方法为一般方法的丰富和发展提供坚实的基础;另一方面,一般方法又对特殊方法起指导作用。例如,试验方法是从机械工程试验、建筑工程试验等具体的试验方法中概括总结出来的,但作为一般方法,一经形成又对各种具体的工程试验起到指导作用。有些特殊方法也会随着应用范围的变化发生层次上的跳跃。如模型化方法起初只是在机械工程研究中采用,而目前则几乎推广到工程技术研究的一切领域,已跃升为通用的一般方法。

1.5.2 工程技术研究的基本程序

工程技术研究有多种类型,如进行技术开发、技术发明、技术革新和技术改造等。每种类型依研究对象、目标要求、规模和复杂程度又可分为多种情况,如技术开发有新产品开发、新工艺开发、新材料开发等。技术革新的对象可以是一台设备、一件工装、

一个产品、一项工艺流程等。对一个产品来说,又可以分为产品整体上的革新,部件、零件的革新,或加工方法的革新。总之,工程技术研究的种类繁多,千差万别,每项具体研究都有其特殊性。但是,对所有类型的工程技术研究活动,应能建立一个普遍适用的基本程序。

工程技术研究的基本程序是从社会提出的技术需要出发,经过规划、研究、设计使科学理论或技术原理具体化,最后通过研制或实施创造出合乎需要的人工物品。从认识规律来看,工程技术研究程序与科学研究程序恰好相反。科学研究程序首先是通过观察试验获取感性材料,然后经过思维加工形成假设,发展为理论。科学研究程序遵循从实践到理论的一般认识规律,反映了从个别到一般、从具体到抽象的认识上升过程;工程技术研究则遵循从理论到实践的认识规律,其程序是从抽象向具体的方向发展的,反映了按照客观规律能动地改造自然的过程。

工程技术研究的基本程序是人们从事工程技术研究实践的经验总结和概括,符合工程技术研究的基本逻辑顺序。工程技术研究的本质是提出问题和解决问题,它与解决任何问题一样,都要经过提出问题、寻找解决问题的方案或解法、实现解法以及验证等4个阶段。对于解决工程技术问题或从事工程技术研究,这4个阶段便可以具体化为课题规划、创造构思、设计和实施。这4个阶段描述了工程技术研究的基本过程,构成了工程技术研究程序的骨架。

1.5.3 工程技术研究各阶段的任务

(1) 课题规划阶段

课题规划阶段的中心任务,是选择和确定研究课题和明确主攻方向。选题正确与否,关系到整个研究工作的成败,也关系到所进行的研究工作能否得到社会的支持以及取得的成果能否顺利推广。为此,除了要遵循选题原则和采取恰当的选题方法之外,还要进行认真的技术经济预测和搜集科技情报工作,做到对技术发展趋势、市场需求和竞争动向心中有数,以保证研究工作卓有成效地进行。

(2) 创造构思阶段

这是技术研究中最关键、最富创造性的阶段,它的任务是寻找能够在既定的限制条件下满足课题要求的新方案,包括提出技术原理和解决问题的思路。这一阶段无需耗费许多人力、物力和时间,但却要求研究者有高度的创新精神和素质,善于创造性思维,能熟练地使用创新技法,提出新颖独特的方案。

(3) 设计阶段

设计阶段的任务是把创造构思得到的出色设想或方案具体化,拟定出具体的可供实施的技术方案。从概略设计、技术设计到施工图设计,基本上是一个从抽象到具体的发展过程。概略设计着重于产品功能结构的确定和功能载体的选择。由于产品的功能结构可以有多种形式,每一种功能又可以由许多不同的载体去承担,因此完成这些工作仍然离不开创造。研究者创造才能发挥的好坏,在很大程度上决定着产品的正式品质。技术设计和施工图设计,是使概略设计得到的初步方案逐次具体化。与概略设计相比,它更要求研究者具备硬件设计的细节知识以及计算和绘图能力。