内容提要

摇摇本书主要介绍建筑环境、建筑节能的基本概念，以及暖通空调、燃气工程、建筑给排水、建筑电气、建筑消防工程等系统和设备的基本原理、系统构成及其在城镇建设、经济发展中的重要作用。本书吸收了近年来国内外相关领域的最新科技成果，信息量大、编排合理、详略得当。

本书是建筑环境与设备工程专业的入门教育课程教材，也可作为普通高等院校建筑学、土木工程、工程管理等专业的教学用书，对相关领域的广大工程技术人员也是一本十分有益的参考书。

摇图书在版编目（悦[illegible]）数据

摇建筑环境与设备工程概论 [illegible]卢军主编摇—圆版摇—重庆：
重庆大学出版社，[illegible]
摇（建筑环境与设备工程系列教材）
摇[illegible]

摇Ⅰ[illegible]建…摇Ⅱ[illegible]卢…摇Ⅲ[illegible]①建筑工程—环境管理—高等学校—教材②房屋建筑设备—高等学校—教材摇Ⅳ[illegible]

摇中国版本图书馆 [illegible]数据核字（[illegible]第 [illegible]号

建筑环境与设备工程系列教材
建筑环境与设备工程概论（第二版）
总策划摇付祥钊摇摇摇摇摇摇摇
主摇编摇卢摇军
参摇编摇付祥钊摇彭世尼摇龙莉莉
摇摇摇摇陈金华摇郑志敏摇陈摇静
主摇审摇张摇旭
责任编辑：陈红梅摇摇版式设计：陈红梅
责任校对：邹摇忌摇摇责任印制：赵摇晟

*

重庆大学出版社出版发行
出版人：张鸽盛
社址：重庆市沙坪坝正街 [illegible]号重庆大学（粤区）内
邮编：[illegible]
电话：[illegible]摇摇
传真：[illegible]
网址：[illegible]
邮箱：[illegible]（市场营销部）
全国新华书店经销
重庆升光电力印务有限公司印刷

*

开本：[illegible]印张：[illegible]字数：[illegible]千
[illegible]年 [illegible]月第 [illegible]版摇[illegible]年 [illegible]月第 [illegible]版摇[illegible]年 [illegible]月第 [illegible]次印刷
印数：[illegible]
[illegible]定价：[illegible]元

本书如有印刷、装订等质量问题，本社负责调换
版权所有，请勿擅自翻印和用本书
制作各类出版物及配套用书，违者必究

需要全本请访问 www.ertongbook.com

第一版前言

摇摇本书是建筑环境与设备工程专业的入门课程教材，也可作为土木建筑类等相关专业的技术基础课程教材。本书根据新的教学计划与教学大纲，在作者长期教学、科研与工程实践经验积累的基础上，充分吸收国内外最新科技成果编著而成的，可帮助刚接触该专业的学生树立专业信心和学科概念，起到学习和认识作用，并为学生后续专业课程的学习奠定基础。

本书系统地介绍了建筑环境学（第员章）、暖通空调（第圆猿源缘章）、燃气工程（第远苑愿章）、建筑给排水（第怨员园员章）、建筑电气（第员圆员猿员源员缘章）、建筑消防工程（第员远员苑章）等系统和设备的工作原理、系统构成、分类及其在国民经济和建筑物中的重要作用。本书信息量大，编排合理，论述清晰，适宜用作高等学校建筑环境与设备工程专业及其他专业的建筑设备类课程本科教学用书，对相关领域的广大工程技术人员也是一本十分有益的参考书。

本书由重庆大学卢军担任主编，并承担第员章、第圆章、第猿章、第源章的编写工作，彭世尼承担第远章、第苑章和第愿章的编写工作，龙莉莉承担第员圆章、第员猿章、第员源章、第员缘章和第员愿章的编写工作，陈金华承担第缘章和第员苑章的编写工作，陈静承担第员远章和第怨猿节的编写工作，广州大学的郑志敏承担第怨员、怨圆、怨源节、第员园章和第员员章的编写工作。

本书由重庆大学付祥钊教授主审。

本书在编写过程中，参阅了大量的文献资料，在此对各参考文献的作者表示衷心的感谢。

由于编者学识水平所限，编写时间也较为仓促，疏漏与不足之处恳请广大读者批评指正。

编著者

圆园园缘年 怨月

第二版前言

摇摇本书经过近 缘年的使用，针对建筑环境与设备的现状和前沿发展，结合国内读者的建议和修改意见，对全书做了较大程度的修订和调整。

本书再版提出了人类进步与学科发展的关系，补充介绍了绿色建筑与建筑节能等新理念，对原有章节内容和编排进行了整合。本书适宜作为高等院校建筑环境与设备工程专业及建筑学、土木工程、工程管理等专业的本科教学用书，对相关领域的广大工程技术人员也是一本十分有益的参考书。

本书由重庆大学卢军担任主编，并承担第 圆章、第 猿章和第 源章的编写工作，付祥钊承担第 员章的编写工作，彭世尼承担第 苑章和第 愿章的编写工作，龙莉莉承担第 员员章、第 员圆章、第 员猿章、第 员源章和第 员缘章的编写工作，陈金华承担第 缘章和第 远章的编写工作，陈静承担第 员远章的编写工作，广州大学的郑志敏承担第 怨章的编写工作。

本书由同济大学张旭教授主审。

本书在编写过程中，参阅了大量的文献资料，在此对各参考文献的作者表示衷心的感谢。

由于编者学识水平所限，编写时间也较为仓促，疏漏与不足之处恳请广大读者批评指正。

编著者

圆园员缘年 猿月

序（第一版）

建筑环境与设备工程专业是按新的教育思想，以原供热供燃气通风与空调工程专业为主，与建筑设备等专业一起整合拓宽的一个新专业。学生毕业后从事的主要工程领域是公用设备工程，执业身份是注册公用设备工程师。

公用设备工程是一幢建筑、一个城市、一个国家现代化程度的主要标志之一，是一个十分广阔而且正在不断发展扩大的工程领域。为了学生能在有限的时间内全面完成注册公用设备工程师所要求的专业教育，必须构建好建筑环境与设备工程专业学科体系。在全国高校建筑环境与设备工程学科专业指导委员会的组织与指导下，各高校合作开展教学改革，构建了建筑环境学和流体输配、传热传质等工程学原理与关键技术组成的学科平台，并编写出版了推荐教材。

建成学科平台之后，紧接着需要在平台上展开公用设备工程的技术体系。

本系列教材就是为了满足上述要求而组织编写的。其目标是充分利用学科平台，全面展开公用设备工程技术体系的教学，显著拓宽专业口径，增强学生驾驭工程技术的能力。

本系列教材的突出特点是内容体系上的创新。它特别注意与学科平台的联系，努力消除原专业课程中的重复现象，突出公用设备工程的主体技术，提高学时效率，符合教学改革的要求。

本系列教材的编者既有教学经验又有工程实践经验，而且一直同时处于教学和工程第一线。他们在编写这套教材时，十分重视理论联系实际，重视引入最新工程技术成果。

通过本系列教材的学习，学生能够掌握建筑环境与设备工程专业的学科技术，结合生产实习、课程设计和毕业设计等实践教学环节的训练，掌握工程技术问题的综合处理方法，达到注册公用设备工程师所要求的专业技术水平。

这套系列教材也可用于学生和工程技术人员自学来系统掌握公用设备工程技术。

预祝本系列教材在编者、授课教师和学生的共同努力下，通过教学实践，获得进一步的完善和提高。

付祥钊

二〇一〇年 猿月

序（第二版）

重庆大学教学改革成果——《建筑环境与设备工程系列教材》，在编著者和重庆大学出版社的共同努力下，从 [illegible] 年至 [illegible] 年陆续出版，满足了该专业教学的急切需要，[illegible] 年获得重庆市优秀成果奖。

[illegible] 年 [illegible] 月 [illegible] 日，《全国高等学校土建类专业本科教育培养目标和培养方案及主干课程教学基本要求——建筑环境与设备工程专业》正式颁布。重庆大学城市建设与环境工程学院、重庆大学出版社联合组织来自清华大学、重庆大学、华中科技大学、东南大学、南京航空航天大学、中国人民解放军后勤工程学院、重庆科技学院、西南石油学院、福建工程学院等高校的专家、学者同编著者一起，进行了学习和研讨，并决定立即启动《建筑环境与设备工程系列教材》（第二版）及扩展新教材的编写和出版工作。各位编著者都作出了积极的响应，更多学术造诣高，富有教学和工程实践经验的老师们加入了编写、主审和编委队伍。

《建筑环境与设备工程系列教材》的及时更版和扩展，为解决长期以来学生和社会反映强烈的教学内容陈旧问题创造了条件。各位编著者认真总结了第一版使用中的经验教训，仔细领会专业指导委员会的意见和公用设备工程师注册的专业教育要求，密切关注相关科学技术的发展，使第二版从体系到内容都有明显改进。第二版更注意在保持各门课程的完整性的同时，加强各门课程之间的呼应与协调，理论与工程实践相结合的特色更加鲜明。扩展新教材是该系列教材的进一步补充和完善，有助于拓宽专业口径。燃气方向的选题，丰富了我国该方面急需的技术专业书籍。

教材建设是一个精益求精、永无止境的奉献过程，祝愿编著者和出版社积极进取，努力奉献，保持本系列教材及时改版、更臻完美的好做法。编著者亲自在教学第一线讲授自己编写的教材，对于教材质量的提高是必须的；同时，通过广泛交流和调查研究，听取意见和建议，吸取各校师生使用教材的经验教训，对于教材的完善更是非常重要的。

如何解决专业教学内容日益丰富，而讲授学时显著减少的矛盾，是当前专业教学面临的困难之一。全国各高校的专业老师们都在努力寻找或创造解决这一矛盾的方法。总结和提炼这方面的教学实践经验，可使本系列教材内容新颖而丰富，所需的讲授学时相对减少。

近几年，现代教学手段正在各高校迅速普及。基于现代教学手段，我们这套系列教材的教学方法也应努力创新。

本系列教材第二版的完成及扩展教材的出版，既要祝贺编审和出版社，更要感谢使用每本系列教材的教师和同学们，他们献出了很多极有价值的意见。

付祥钊

[illegible] 年 [illegible] 月

需要全本请访问 www.ertongbook.com

编审委员会

顾摇摇问摇田胜元（重庆大学）
彦启森（清华大学）
刘安田（中国人民解放军后勤工程学院）
主任委员　付祥钊（重庆大学）
委摇摇员　（排名按姓氏笔画）
卢摇军（重庆大学）
付祥钊（重庆大学）
安大伟（天津大学）
李长惠（重庆大学出版社）
李永安（山东建筑大学）
刘光远（扬州大学）
李摇帆（华中科技大学）
李安桂（西安建筑科技大学）
连之伟（上海交通大学）
张摇旭（同济大学）
张国强（湖南大学）
吴祥生（中国人民解放军后勤工程学院）
段常贵（哈尔滨工业大学）
徐摇明（中国建筑西南设计研究院）
龚延风（南京工业大学）
黄摇晨（上海理工大学）
裴清清（广州大学）
秘摇摇书　肖益民（重庆大学）
陈红梅（重庆大学出版社）

目摇录

员摇绪论 …… 员
摇员援员摇科学·技术·工程 …… 员
摇员援圆摇工程项目的策划决策与预评估 …… 猿
摇员援猿摇人类进步与本学科发展 …… 缘

圆摇建筑环境 …… 怨
摇圆援员摇建筑外环境 …… 怨
摇圆援圆摇室内空气品质 …… 员园
摇圆援猿摇建筑声光环境 …… 员怨

猿摇建筑节能 …… 圆园
摇猿援员摇建筑节能的意义 …… 圆园
摇猿援圆摇建筑节能状况 …… 圆园
摇猿援猿摇建筑节能设计的一般原则 …… 圆远
摇猿援源摇绿色建筑 …… 圆愿

源摇供暖通风与空气调节 …… 猿园
摇源援员摇供暖 …… 猿园
摇源援圆摇通风 …… 猿园
摇源援猿摇空气调节 …… 猿园
摇源援源摇气流组织 …… 远园
摇源援缘摇系统管路布置 …… 远愿
摇源援远摇空调系统的消声减振 …… 远怨

缘摇冷热源 …… 苑园
摇缘援员摇制冷设备 …… 苑园
摇缘援圆摇锅炉 …… 苑愿
摇缘援猿摇热泵 …… 愿员

远摇防排烟 …… 愿园
摇远援员摇火灾烟气的产生及其危害 …… 愿园
摇远援圆摇高层建筑防火基本概念 …… 愿缘
摇远援猿摇烟控系统概述 …… 愿愿

摇远援源摇自然排烟 …… 愿怨
摇远援缘摇机械排烟 …… 怨园
摇远援远摇加压防烟送风系统 …… 怨圆
摇远援苑摇防排烟系统与通风空调系统 …… 怨源
摇远援愿摇防排烟系统的控制 …… 怨苑
摇远援怨摇防排烟系统的设备部件 …… 怨苑

苑摇燃气工程概述 …… 员园圆
摇苑援员摇燃气与能源 …… 员园圆
摇苑援圆摇作为燃料的燃气种类 …… 员园装
摇苑援猿摇常用燃气的组成及物理化学性质 …… 员园圆
摇苑援源摇燃气的燃烧理论基础 …… 员园远
摇苑援缘摇燃气的燃烧技术 …… 员园愿
摇苑援远摇燃气应用设备 …… 员园园
摇苑援苑摇燃气燃烧热的其他应用 …… 员园员

愿摇燃气输配工程 …… 员园缘
摇愿援员摇燃气的管道输送 …… 员园缘
摇愿援圆摇燃气的调压、计量与储存 …… 员园圆
摇愿援猿摇燃气的其他供应方式 …… 员园装

怨摇建筑给水排水 …… 员园缘
摇怨援员摇给水系统 …… 员园缘
摇怨援圆摇排水系统 …… 员园苑
摇怨援猿摇热水系统 …… 员园远
摇怨援源摇系统布置与敷设 …… 员园源
摇怨援缘摇建筑节水 …… 员园圆

员园摇灭火系统 …… 员园缘
摇员园援员摇消火栓给水系统 …… 员园缘
摇员园援圆摇自动喷水灭火系统 …… 员园员
摇员园援猿摇水喷雾灭火系统 …… 员园苑
摇员园援源摇气体灭火系统 …… 员园愿
摇员园援缘摇泡沫灭火系统 …… 圆园装

员员摇建筑电气 …… 圆园怨
摇员员援员摇建筑供配电基础 …… 圆园园
摇员员援圆摇建筑供配电系统的构成 …… 圆园远
摇员员援猿摇低压配电系统 …… 圆园远
摇员员援源摇室内低压线路敷设、导线截面选择及线路保护 …… 圆园装

[illegible]电气照明 …… [illegible]
[illegible]照明的基本概念 …… [illegible]
[illegible]常用电光源与照明装置 …… [illegible]
[illegible]照度计算与照明控制 …… [illegible]

[illegible]接地与防雷 …… [illegible]
[illegible]接地 …… [illegible]
[illegible]防雷 …… [illegible]

[illegible]火灾报警及消防联动控制 …… [illegible]
[illegible]概述 …… [illegible]
[illegible]火灾探测器及报警控制器 …… [illegible]
[illegible]火灾自动报警系统 …… [illegible]
[illegible]消防设备的供电电源 …… [illegible]
[illegible]消防设施的联动控制 …… [illegible]
[illegible]火灾应急照明 …… [illegible]
[illegible]消防控制中心 …… [illegible]
[illegible]消防专用电话 …… [illegible]

[illegible]建筑物自动化系统 …… [illegible]
[illegible]智能建筑与建筑物自动化系统 …… [illegible]
[illegible]系统设备 …… [illegible]

参考文献 …… [illegible]

猿

1 绪 论

1.1 科学·技术·工程

摇摇建筑环境与设备工程专业是工程类专业,其人才培养的基本类型是工程师。要学好工程类专业,必须对“工程”有基本的认识。

马克思说:“哲学家们只是用不同方式解释世界,而问题在于改变世界。”人类为了生存和发展所进行的改变自然界的活动称为工程活动或工程行为、工程过程。工程活动的本质特点是创造性和创新性。建筑类工程活动创造了自然界原本没有的物体——城市、公路、桥梁、大坝、建筑环境及其设备。

工程的本义是对人类改造物质世界的全部实践活动的总称。工程的根本目的是为了人类更好的生存和发展。

在人类认识和改变世界的活动中,科学、技术、工程三者既是密不可分的,又是相互区别的。科学是人类认识世界的活动,工程是人类改变世界的活动,技术则是二者的活动工具和方法。

科学是对未知世界的客观规律的探索,科学知识的基本形式和基本单元是科学概念和科学定律,科学活动的最典型的形式是基础科学体系的研究活动,科学活动的核心是“发现”。进行科学活动的主要社会角色是科学家。

技术是对可行的科学或工程方法、技巧或工具的发明,技术的基本形式和基本单元是工具和方法,技术活动的最典型的形式是技术发明和技术开发,技术活动的核心是“发明”。进行技术活动的主要社会角色是发明家。

工程是改变自然的物质实践活动,形成相对完整具体的使用价值的系列工程活动组成一个工程项目。人类的工程活动以工程项目为基本单元。工程活动的主要内容是提出为获得某一和若干具体使用价值的工程项目,调查工程的约束条件,确定工程的目标,设计工程项目方案,进行明智的决策,预见工程项目的后果等。工程活动的基本内容是策划、运筹、决策、操作、运行与管理等。工程过程包括策划、实施和使用三个阶段,其核心是创造或建造。进行工程活动的基本社会角色是工程师。

科学以客观存在为前提,以真理为定向。评价科学活动的标准是真理标准。工程活动以人的目的或目标为前提,以使用价值为定向。评价工程活动的标准是价值标准。

科学的基本问题是人能否认识世界和怎样认识世界,主要回答世界“是什么”的问题。工

程的基本问题是人能否改变自然界和应该怎样改变自然界，主要回答“人应该做什么和怎样做”的问题。

科学、技术、工程三者之间是密切联系，互有交叉的。但这绝不等于可以把科学、技术、工程三者混为一谈。科学（以基础科学研究为核心）、技术（以技术研发、发明为核心）、工程（以项目建设活动为核心）三足鼎立，支撑着现代人类社会的生存与发展。

在认识清楚科学、技术和工程三者之间相对独立性的基础上，然后才可理解三者之间的相互渗透和相互转化。

科学、技术和工程的相互转化具有两个方向。

㈠ 从科学转化为技术、技术再服务于工程

在古代社会，技术发明是依靠经验。虽然在古代社会已经出现了科学，但在古代社会中却并不存在从科学向技术的转化。这种情况直到第一次产业革命时，也没有改变。当时，技术发明主要来自工匠的经验，而不是来源于当时的科学。珍妮纺织机的发明者、发明“飞梭”的凯伊等人都是“纯粹”的工匠，没有学习过科学理论。直到瓦特在发明（改进）蒸汽机的过程中，接受和学习了当时的热学知识，科学对技术发明有了影响，但还不能说蒸汽机是在科学理论指导下发明的，它基本上仍是源于经验的技术发明。牛顿的《自然哲学的数学原理》其科学发现将人类带入科学时代。电力技术的发明揭开了技术发明史上新的一页，科学第一次成为了技术发明的源头。如果没有电的科学发现走在前面，仅凭工匠经验，不可能有电力技术的发明。

科学经过发明和“开发”这个转化过程形成了技术，许多人认为技术发明是科学的应用。但必须强调指出，即使是根据科学原理而进行的技术发明过程，也绝不是一种单纯的推演或演绎的过程，技术发明不但需要新的灵感，而且需要进行新的综合。科学到技术的转化是一个很复杂的创造性过程。

发明家的发明一般来说并不能直接应用在工程建设上，它必须经过一个“工程化”的综合实践创新过程才能转化为现实的工程建设能力。工程师就是完成这一转化过程的人。在现代社会中，从科学经过发明活动转化为工程建设的过程是愈来愈快了，转化周期是愈来愈短了。

㈡ 从工程到技术，再到科学的方向

工程建设过程中遇到的新问题，往往激发新的技术发明和科学发现，形成新技术和新的科学领域。例如，航天工程激发了航天技术和航天科学。

工程专业的教育离不开科学和技术，我国的工程教育基本遵循“科学—技术—工程”的顺序。在工程专业本科教育培养计划中，课程设置通常依次为“公共基础课（科学基础课）→技术基础课→专业课（工程学课程）”这三个层次。

从事工程活动与科学活动所需要的智能是不一样的，科学活动主要需要理论性。科学活动的特点是通过概念、理论和论证实现从具体到一般的抽象理论，是发现规律的智能，是由真理导向和定向的。工程活动更需要实践性。其特点是通过策划、决策、计划实施和运行使用，实现从一般到具体的综合实践，需要的是制定规则和执行规则的运作智能，是由价值导向和定向的。

至此，我们可以初步体会到一点科学家与工程师的区别，科学院与工程院的区别。更具实际意义的是，由此可以理解工程类专业与理科类专业的人才培养模式和教学方法是有很大差

需要全本请访问 www.ertongbook.com

异的。

工程类专业的实习、设计、施工和运行等实践教学环境是其关键。只重理论课程的学习，忽视实践教学环节是学不好工程类专业的。

员摇摇工程项目的策划决策与预评估

摇摇工程项目建设的首要问题是：该项目是否确实能形成有利于人类生存发展的使用价值？有没有负面影响？负面影响的程度？工程项目的策划、决策和评估就是回答这一首要问题的。

刚从原始自然中进化形成的原始人，首要的问题曾经是“在何处寻找一个合适的家园”。

现代文明人，已将地球变成了自己的家园。在地球上，再也无处寻找“更适宜的家园”。现代人类面临的基本问题是“怎样建设一个适宜的家园”。

工程过程的策划、决策主要工作是明确工程的目的、分析相关条件、进行正确的决策。这是一个非常复杂的、创新性非常强的过程，完成这一阶段需要具备认知和辨识能力、确定目标和运筹的能力、想像和预见的能力、选择和决断能力。

工程过程与自然过程的根本区别：工程过程是有目的的过程，而自然过程是无目的的过程。人的目的是工程活动的第一推动力，而且始终控制整个工程过程。人类的主观行为是难免失误的。工程策划决策阶段失误的损失大，一般不可能在实施和使用阶段挽回或弥补。

在策划阶段，充分搜集和获取与工程相关的初始条件、环境条件、约束条件，以及预期条件的信息、数据和资料是非常重要的。在工程活动中，初始条件是对工程项目在过程开始时的状态的描述；而边界条件则是对工程项目的空间环境状态的描述。对于工程，“边界”不只是“物质空间”的边界，更是“社会空间”的边界，包括文化、技术、教育、政治、法制、自然资源、人口、社会、经济等诸多方面。

工程项目的初始条件是工程活动开始时所遇到的现实状态，需要通过系统的调查和获取有关的资料、数据、信息并进而通过状态辨识才能把握。关于初始状态的具体信息是任何理论和任何书本都不能提供的，任何一项具体工程的初始状态都是必须通过具体的调查工作和认真的状态辨认才能把握。因此，调查分析是一项基本的工程能力。

从理想的角度，搜集的信息资料愈多愈好；辨识状态愈准确、愈快愈好。但是，一个人和一群人的能力总是有限的，用于调查分析的时间和资金也是有限的。人们实际上只能利用有限的信息进行决策，因而决策不可能是十全十美的，也不可能是无风险的。因此，关于工程条件的仔细搜集和辨识工作需要贯穿工程的全部过程，及时发现遗漏的条件，更重要的是发现条件方面的重大变化，只有作出随机应变的决策，才能保证工程的顺利进展。

从工程实践的角度，首先是策划、决策人员在信息搜集和辨识能力方面的限制；其次是搜集和辨识信息的成本限制（或经济限制），当搜集和辨识信息的成本大于所得信息可能带来的收益时，那种理想的“高水平、高标准”就成为“得不偿失”的工程行为；最后是时间的限制，工程活动是有时效性的，过了时间限制，所获得的信息就失去实效，价值严重下降，甚至一文不值。工程活动中，既不能在没有充分掌握信息的情况下鲁莽行事，错误决策；但又不得不根据所掌握的有限信息进行决策。因此，只能要求工程活动决策尽可能地充分准确和及时掌握相

关信息。这里,所谓的“充分”就是不要遗漏重要的原始信息;“准确”就是不要有“大”的误差(通常讲在工程允许的误差范围内);“及时”就是要高度重视工程过程的时效性。

工程活动更要受到多方面的限制和制约,统称为约束条件。约束条件包括自然和社会(经济、法律、文化、宗教和意识形态等)两方面。许多法律条文明确地规定了什么行为是不允许的,各种不同文化也有各自传统所禁止的行为方式。这些来自工程外部的约束条件,通常以工程法规的形式体现出来。人们常讲“科学无禁区,学术有自由”,而工程活动必须按工程法规进行。

在工程策划、决策阶段,需要预测与工程进展有关的各种未来状态。长期以来,预测未来状态主要靠经验和直觉的方法。现代科学中正在发展一些预测理论和模型形成预测未来的方法,但对于解决预测未来状态的这个难题,目前所取得的进展仍十分有限。

在工程策划、决策阶段,对初始状态的辨识是否符合实际,从理论上讲还是有可能加以“核实”的;但对未来状态的预测就是一项必须进行而又没有可能在“当时”加以核实和验证的工作。只有到了“未来”才能核实预测的正确性,但对于一项工程的负面影响及其严重性而言,这时的核实已经没有意义了。预测错误的后果已经形成,损失难以挽回,如黄河三门峡工程负面影响的“核实”。因此,对于未来的预测必须十分小心谨慎。

在工程活动的进程中,其面临的情况是不断变化的,有时甚至可能是翻天覆地的。策划和决策,必须把对形式的认识和对形式变化的可能性的预测当成一个基本因素和条件进行考虑,并在整个工程进程中随时检测情况的变化。

工程活动往往都有若干个方案,决策就是从诸多方案中选择合理的方案。运筹学是用于决策过程的科学分析方法。从技术意义上讲,运筹学是一系列数学模型技术,其中包括常用于决策合理化研究的最优化和模拟方法(运用最优化和数学模型方法是现代运筹学的方法论特征)。在 20世纪下半叶,由于运筹学、系统分析、最优化理论、理性选择理论等一系列有关运筹和决策的新理论和新方法的提出,曾经一度“洋溢”着一种非常乐观的情绪,相信已经造成了一套“程序化”、“模型化”的方法,可以有把握地为工程决策问题制定出“最优”的方案。这种情况忽视了实践经验的重要性,似乎只要有了数学模型和计算机技术,什么人都可以轻而易举地进行工程策划和决策。一些脱离工程实践的人沉溺于计算机和模拟技术,热衷于建立各种模型,随意地、轻率地,甚至主观武断地建立所需要的边值条件,求出数字解,然后以几个同类模型所得数字解的一致性来相互证明其正确性,完全把工程实践抛在了一边。

可是,工程实践证明这些同类模型相互证明的正确性未必成立。数学模拟中的最优在现实中可能并不是最优。“最优化”只是一个理论上(或数学上的)概念,并不是工程实践中的事实。工程策划、决策阶段可能犯的最大错误之一,就是盲目地相信一个模型来进行决策。工程非常复杂,由于各方面的限制和约束,只可能在充分调查分析的基础上获得“合理的”、“满意的”、“可以接受的”相对较好的方案,不可能获得“最优的”方案。

同时,也必须充分肯定的是,理论联系实际地建立数学模型和求出“最优化”的解,当其边值条件符合工程实际时,是有很好的参考价值的。

在现代社会中,工程活动的决策一般都是由一个集体作出的。但许多大型工程活动出现了极复杂的、预先未曾预料到的社会、经济和生态环境后果,这些后果甚至是灾难性的。例如,黄河三门峡工程毁坏了渭河平原;前苏联修建的卡拉库姆运河造成了“咸海生态灾难”。我国

一度大规模地建小煤窑造成了一系列的安全事故。工程活动的初衷是为了造福于人,为了人类更好地生存与发展。但是,现代社会中这类工程活动的负作用已经空前地显现了出来。对此,工程界必须百倍谨慎。沉痛的教训使人们认识到在工程决策活动中不但必须预测和估计该工程的"正效果",还必须预测和估计该工程的"负效果"。这使决策时需要进行预测和估计的内容、程序和意义与原来有了很大不同,由此产生了"预评估"。预评估是在决策阶段对已完成的某一个方案所预测的实施效果——尤其是其派生的长期效果,进行全面的、综合性的、带预见性的评估,并把这种带预见性的评估作为决策的根据。当前,生态环境问题越来越受到社会的关注,社会各界对工程活动注入了愈来愈多的人文关怀。因此,预评估已成为合理、合法的决策程序中的一个不可缺少的环节。

工程的策划和决策阶段不可避免地要遇到如何认识、看待和处理工程项目的风险问题。风险属于未来的不确定性。未来的不确定性分为两种:一种是对工程有利的不确定性,一种是对工程不利的、可能带来损失的不确定性。这种不确定性就是风险。任何工程活动都面临着一定的风险。没有充分考虑到相关风险问题的策划和决策,都必定埋伏着很大的风险。工程策划与决策时意识不到风险是最大的风险。发现风险、规避风险或转移风险、分担风险是工程策划和决策的特别重要的内容。

员遥遥人类进步与本学科发展

摇摇地球上本没有建筑,人类通过工程活动创造了建筑。房屋是固定的建筑,交通工具可视为移动的建筑。

地球上本没有城市,人类通过工程活动构建了城市。

建筑扩大了人类的生存区域,延长了人类的个体寿命;城市增强了人类的交流合作,加快了人类社会的发展。建筑和城市是人类最伟大的工程创造,始终彰显着人类文明进步的历史。

建筑和城市的出现,将原来一统单纯的地球自然环境分割为三个不同的层次:第一层次为自然环境,自然环境的性状和变化由自然力量决定;第二层次为城市环境,城市环境的性状和变化由自然力量和人类行为共同决定;第三层次为建筑环境,建筑环境的性状和变化由人的行为决定。自然力量恪守着自然的规律,人类行为充满着人类的欲望。工程师必须协调好二者。

城市环境被自然环境所包围,二者没有确切的分界,只是存在一个过渡空间。自然力量对城市环境的决定性作用,是由包围城市环境的自然环境来实现的。尽管人们越来越多地感叹城市正在失去个性,趋于相同,但城市环境实际是难以相同的。由于包围各城市的自然环境有它的独特的性状,各城市环境之间必然保持着自然属性方面的区别,如山城重庆和平原城市北京,沙漠城市拉斯维加斯和海岛城市澳门。因此,每个城市都有它独特的个性的自然环境和自然资源。

由于城市表现出来的物质文化活动的高效益,人们越来越多地聚集到城市。城市化进程正在加快,发达国家的城市人口达 苑园豫,中国实际上的城市人口很快就将超过 缘园豫,城市规模也越来越大。圆园世纪 苑园年代,几十万人口的城市在中国可算大城市,现在只能视为中小城市。几百万、上千万人口的城市不断形成,城市面积由几十平方公里扩展到几百平方公里、上

千平方公里。对于大中城市的环境性状与变化，人类行为的影响迅速增强，冲突也自然明显。最值得本学科关注的是与自然气候有紧密关系但又有明显不同的城市气候。

随着城市数量的增加和每个城市规模的扩大，自然力量作用下的城市环境与包围它的自然环境的矛盾越来越尖锐。城市对自然环境的影响日益明显，而且其影响通常是负面的。环境学科非常关注该方面，并已获得许多使人睡不安稳的研究结论。

城市建筑被城市环境所包围；农村建筑被自然环境所包围。而移动的建筑——交通工具，则变化着自己在自然环境、城市环境中的位置。建筑环境与城市环境之间的第一个区别是建筑环境与包围它外部环境之间有明显的界面。不论哪类建筑空间，都与包围它的外部空间有明确的分界。房屋的外围护结构，交通工具的外壳就是建筑空间与其外部空间的分界。这一由明确界面包围的建筑环境，其性状和变化规律是完全可以由人来控制和调节的。这是建筑环境与城市环境之间的第二个区别。这二者是建立本学科的依据。按人类活动的要求，调控建筑环境是建筑环境与设备工程专业的基本任务。

人类初创建筑是为了躲避自然环境中的灾难，获得一个安全的休息环境。人们很快发现，在自己可以调控的建筑环境中，人类的许多活动都可以获得更好的效果和更大的收益。从生活起居、学习研究、社会娱乐、工作生产、体育锻炼乃至战争行为，越来越多的人类活动从自然环境转移到了建筑环境中，人类在建筑环境中的时间越来越长，大多数当代城市人，其一生中绝大部分的时间是在建筑环境中度过的。建筑环境质量直接影响人类的生存与发展，本专业的责任重大、意义重大。

调控建筑环境的基本方式是使建筑环境与外界环境之间的物质流、能量流和信息流平衡；调控物质、能量和信息在建筑环境内的时空分布与变化使其满足需要。

不同功能的建筑环境，对物质、能量、信息有着不同的要求。空气、水是建筑环境最为需要的基本物质流。通风、给水排水是调控建筑环境的空气、水这两大物质流的工程技术手段；它们主要的理论基础是流体力学。供热（冷）、供配电、燃气供应是调控建筑环境能量流的工程技术；其中，供热（冷）、供燃气工程技术的理论基础是流体力学、传热学和工程热力学；供配电工程技术的理论基础是电工学。建筑智能化是调控建筑环境信息流的工程技术，其理论基础是计算机和信息科学。因此，必须掌握这些理论基础才能有效研发和正确应用调控建筑环境的工程技术。

民用建筑和运载人的交通工具内的建筑环境，称为以人为主的建筑环境，要从人的生理、心理舒适健康出发控制物质、能量、信息的流动与分布。本学科需要在生理卫生学、心理学、医学、人体工程学等科学基础上理解建筑环境内空气、热、声、光、水、信息等的性状和变化与人体生理、心理健康的关系，确定它们的控制参数。在物质、能量、信息学科的基础上，根据建筑使用功能和使用特点研发和运用调控这些参数的工程技术，建设调控设施，实施调控。人类社会的进步对建筑环境的舒适、健康程度要求越来越高，而对建筑环境的舒适性、健康性的危害性影响因素也越来越强，仅是人类自己造成的室内空气污染物就有几千种。本专业需要发展新的工程技术进行消除或控制。

生产建筑（工业、农业生产厂房等）和运载物资的交通工具，按生产工艺或运载物资的要求调控其建筑环境，称为以生产为主的建筑环境。调控这样的环境，首先要了解生产工艺过程，理解其与建筑环境的特殊关系；把握生产类建筑环境的性状与变化规律，研发和运用调控

技术，通过建筑调控设施实施调控。人类社会的进步，改变着传统生产过程，如农业、冶金、制造已经提出了更好的环境要求；新的生产领域如计算机、信息、航天、生物工程等要求的生产环境更是前所未有的。每一个人类社会的新进步都推动本专业拓宽领域，研究新问题，发展新技术，建设新的建筑环境控制工程。

尽管人们已经有了足够的工程能力，可以在任何外部环境包围下营造一个使人能生存发展的建筑环境。但是人们还不能脱离自然环境为整个人类建造生存发展的建筑环境。城市规模扩大，如重庆市城区面积，将在 [illegible] 余年内由 [illegible] 平方公里扩大到 [illegible] 平方公里；而长江三角洲、珠江三角洲、京津唐地区，原来相对独立、是中间间隔着自然环境的城市群，现在正逐渐连成一片。城市间的自然环境很快地消失，形成超大规模的城市环境。建筑环境被包围在其中，离自然环境越来越远。一个严峻的问题是，本专业怎样使建筑环境与几十乃至数百公里外的自然环境之间建立起物质、能量、信息的良性循环？怎样调控各建筑环境与自然环境之间的远程物质、能量、信息流？一个最为紧迫的问题是，在被污染的大型城市环境中，建筑环境所需要的新鲜空气从哪里来？

人类创造建筑的基本目的之一是为了安全。建筑的安全首先是建筑结构的安全。因此，建筑首先要挡风遮雨，防止外界侵犯，在台风和地震中稳如泰山。建筑结构的安全使人们可以在建筑内安然入睡，或者隔着玻璃欣赏大自然的力量——看狂风暴雨、电闪雷鸣洗涤被污染的城市环境。但建筑安全还不止于此，在人能完全控制的建筑环境中存在着人为的危险。许多预先未曾认识的危险因素随着建筑的发展而产生了、强化了。建筑从仅能容纳一个人或仅有几个人的窝棚，到一群建筑构成城市，再到一栋大厦就是一座城市，房屋建筑的发展是惊人的。人类在建筑内的活动规模扩大，活动类型增多，使建筑体量空前增加，内部空间及相互间的关系多变，服务设备系统复杂，使建筑环境的安全问题突出。

应对火灾、流行病毒、恐怖活动、内部交通的安全，防盗窃和防人身侵犯的安全等都提出了对建筑环境与设备工程建设和运行管理的要求。为了从工程技术上解决这些问题，需要研究认识这些不安全因素的形成和发展规律。建筑火灾要夺取人们的生命财产，火灾中首先是要拯救生命。森林大火是在开放的空间中蔓延；建筑火灾在受限空间中形成和发展，这二者是有显著差异的。我们应该研发和应用怎样的技术方案和技术手段，方能在建筑设计过程中充分正确地评价建筑工程方案防范火灾的安全性；在建筑使用时刻实施火灾安全管理；预测好火灾发生时，火灾蔓延发展的趋势和火灾烟气运动规律，为人们在火灾中的逃生设置好安全疏散通道，并有确实有效的措施防止火灾烟气侵入疏散通道，确保火灾时安全疏散通道是生命之道。更希望在火灾形成之前，就能及时发现会形成火灾的星星之火，及时扑灭它。军事卫星已经能在高空看清地面的情况了，但建筑内部空间分隔复杂，遮挡众多，要及时发现某个角落的星星之火，其监测、报警和响应系统的科学技术至今仍有不少难题。

流行病的传染最熟悉的是幼儿和小学生的腮腺炎和流感。往往一个患腮腺炎或流感的患者会引发其病情在全班或全校蔓延。其应对措施基本上是不允许患病的小朋友上学或停课放假。我们就不能控制一个流行病安全的教学环境吗？

[illegible] 袭击医院，医生和护士为救治 [illegible] 病人而引起自身感染。[illegible] 在医院中蔓延，面对死神，医院不能仿效幼儿园和学校而不允许病人到医院，更不能关门停诊。我们应该用怎样的科学技术为医务人员和病人提供流行病安全的房间？怎样才能建造和运行一个防范流行病

传染的安全医院，抑制医院流行病毒在空气中的扩散和蔓延，保证人们不在求医和治疗中感染疾病呢？

禽流感使得人们不敢吃鸡类食物，政府一方面采取强力措施封锁疫区，扑杀疫区内的家禽，同时也在平息惊慌。但禽流感仍然造成了严重的社会经济损失，尤其是养鸡人！建筑环境与设备工程事业面对这一严峻的社会现状，应该怎样行动呢？我们就不能创造出新的安全技术措施了吗？我们就不能建造和运行管理防范禽流感的安全养禽设施（或养禽建筑与设备）吗？历史表明，任何一种灾难人类都会以科学技术和工程建设来应对。禽流感会推动本专业进入现代化养殖设施环境控制领域。

恐怖行动比火灾、战争偷袭更难预测预防，需要依靠整个安全机构高效运行。恐怖行动从室外街头向建筑内转移，对建筑环境与设备工程提出了新的挑战。

最后，必须正视建筑环境与设备工程自身的不足。建筑环境与设备工程在为人类生存和发展提供需要的建筑环境的同时，也大量消耗了人类赖以生存发展的能源，并产生温室效应和对大气环境有负面影响的有害气体。建筑能耗已占社会总能耗的 [illegible] 左右。在全球能源紧缺、地球温室效应日渐显著的严峻形势下，提高建筑环境与设备工程的能源利用效率、减少 CO_2 排放是本专业的重大课题之一。

需要全本请访问 www.ertongbook.com