

现代设计法丛书

建设工程现代设计法

戚昌溢 胡云昌 主编

中国建筑工业出版社

本书是关于建设工程现代设计方面完整的系统著作，除阐述了现代建设工程的特征外，重点叙述了建设工程现代设计法的主要范畴，包括系统分析设计、创造性设计、可行性论证、广义优化论方法、功能论方法学、工程可靠性与失效分析、模糊论方法、宜人设计法及CAD在建设工程设计中的运用。本书附有详细实例分析。

本书可供工程设计及管理技术人员参考，并适于作为工程设计类大专院校的教材。

建设工程现代设计法

戚昌滋 胡云昌 主编

中国建筑工业出版社出版（北京西郊百万庄）

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

三河振兴印刷厂印刷

开本：787×1092毫米 1/32 印张：24 3/5 字数551千字

1988年3月第一版 1988年3月第一次印刷

印数1—15,000册 定价：4.30元

中国标准书号：ISBN 7—112—20304—3/TU·198

科技新书目：163—216 统一书号15940·5505

现代设计法丛书总序

任何一项规划、计划、管理、改革，任何一类工程、产品、施工、作品，任何一种发明、发现、创造、构思，总之，任何群体与个人，理论与实践、学科与科学、领导与决策，第一道工序就是根据客观规律进行“设计”。

通过传统经验的吸取、现代科学的运用、方法论的指导与方法学的实现，解决各种疑难问题，设计真善美的系统或事物，这门学问就称作《现代广义设计科学方法学》，简称《现代设计法》或广义设计学，她，是跨学科、跨专业纵横渗透移植的综合性、定量性、多元性交叉学科。她，揭示了现代广义设计科学的特征、属性、理论、规律、程式、途径、方法与法规，集中外古代、近代与现代科学方法论、方法学之精髓于己身，使人类最重要的活动——广义设计，产生了质的飞跃，从偶然的、经验的、感性的、静态的与手工式的传统狭义设计，上升为必然的、优化的、理性的、动态的与计算机化的现代广义设计。

《现代设计法》由既相对独立又有机联系的十一论方法学组成，其中古五论为：功能论(可靠性为主体)、优化论、离散论、对应论、艺术论，老三论为系统论、信息论、控制论，新三论为突变论、智能论、模糊论。哈肯的协同论与普里高津的耗散结构论可隶属系统论与突变论，且尚未形成普

适性方法学体系。十一论方法学的作用如下：

信息论方法学（信号处理是现代设计的依据）

功能论方法学（功能实现是现代设计的宗旨）

系统论方法学（系统分析是现代设计的前提）

突变论方法学（突变创造是现代设计的基石）

智能论方法学（智能运用是现代设计的核心）

优化论方法学（广义优化是现代设计的目标）

对应论方法学（相似模拟是现代设计的捷径）

控制论方法学（动态分析是现代设计的深化）

离散论方法学（离散处理是现代设计的细解）

艺术论方法学（悦心宜人是现代设计的美感）

模糊论方法学（模糊定量是现代设计的发展）

亲爱的读者，当你事务缠身而思路枯竭时，当你经验丰富而现时莫展时，当你哲理不清而又无计策时，当你决心开拓而心力不足时，那么，有志于工作现代化、管理现代化、领导现代化、决策现代化、生产现代化、技术现代化、教学现代化……自强的读者，可从十一论方法学中吸取定性、定量的概念观点和实用方法。

亲爱的读者，迎接国际范围面向未来、面向世界、面向现代化这一场大变革的有志之士，正在总结人类能够出色地工作、学习、生活、生产和创造的一切软、硬科学方法学，正在设计人类主、客体均能各尽其能的美好环境。让我们为此而博取百家精华，贡献自己微薄的力量吧！

中国现代设计法研究会

戚昌滋 1987年6月

于北京展览馆路一号

前 言

“建设工程”包含大量土木建筑和专业性生产、居住区生活有关的工程，一般指民用或军用的工业建设工程项目的总称。它涉及广义设计的广泛领域与行业。由于大工程的投资大、周期长，于国民经济具有重大意义，所以设计现代化是建设工程的核心关键。

本书重点叙述设计现代化与综合研究应用的意义与范畴及其各种主要现代设计方法。内容包括总论、系统分析设计、宜人设计、智能论方法共四部分，是现代设计法十一论方法学在建设工程中的综合运用。

参加本书编写工作的有：

第二章 张立群

第三章 张立群、陈定方、戚昌滋

第四、六、七章 胡云昌、林友联、寇雄、高士奇、张立群、戚昌滋

第三篇 刘金秋、王伯良

某些节次采用了张钦楠、朱志明、刘智良、李大戈、程不时、薛顺应、胡鹤钧、金磊、光耀华、徐剑英、张耀、徐挺、王荣本、黄金枝、董海燕等同志的稿件。

其余均由戚昌滋撰写。

本书只是在建设工程现代设计方面的一次尝试，不妥之处，敬希读者指正。

编 者

1987、10.

目 录

现代设计法丛书总序

前 言

第一篇 总论

- 第一节 现代建设工程的主要特征..... (1)
- 第二节 现代设计与传统设计..... (6)
- 第三节 广义化是现代科学的重要标帜..... (8)
- 第四节 广义设计的本质特征..... (23)
- 第五节 现代设计法的特征与程式..... (33)
- 第六节 现代设计法的范畴与内容..... (42)
- 第七节 现代设计法与其他学科的关系..... (49)

第一章 创造性设计..... (62)

- 第一节 方案选择的创造性..... (62)
- 第二节 参数选择的优化..... (65)
- 第三节 创造性设计法则与方法..... (68)

第二章 工程系统分析设计..... (94)

- 第一节 系统分析设计的基本方法和程序..... (94)
- 第二节 系统分析..... (98)
- 第三节 系统设计..... (111)
- 第四节 系统综合评价..... (117)

第二篇 系统分析设计若干方法..... (121)

第三章 广义优化设计..... (121)

第一节	广义优化范畴·····	(122)
第二节	最优准则指标体系的确定与要求·····	(130)
第三节	技术最优准则和指标·····	(134)
第四节	经济最优准则和指标·····	(135)
第五节	多目标综合评价·····	(144)
第六节	参数优化设计·····	(163)
第四章	功能论方法学·····	(215)
第一节	功能定义与分类·····	(218)
第二节	功能分析·····	(221)
第三节	功能相似法则和功能分化原理·····	(239)
第四节	功能价值分析(价值工程)·····	(249)
第五章	信息论方法学与可行性论证·····	(258)
第一节	信息论方法学·····	(262)
第二节	计算机预测技术·····	(267)
第三节	试验数据的概率分析·····	(272)
第四节	可行性分析·····	(296)
第六章	系统的可靠性分析设计法·····	(348)
第一节	系统设计中的可靠性与安全性·····	(348)
第二节	可靠性的理论基础·····	(352)
第三节	失效时间的概率分布·····	(360)
第四节	系统的可靠性指标及其计算·····	(367)
第五节	应力——强度模型·····	(378)
第六节	可靠性分析的应用实例·····	(384)
第七节	系统的失效树分析·····	(391)
第八节	供电工程可靠性分析·····	(410)

第七章 系统分析设计法工程实例	(432)
第一节 系统分析理论在船舶运输系统设计 上的应用.....	(432)
第二节 失效树分析法在船舶火灾分析 上的应用.....	(450)
第三节 矿山工程设计实例.....	(463)
第三篇 系统的宜人设计法	(497)
第八章 概述	(497)
第一节 什么是宜人设计法.....	(497)
第二节 宜人设计法的发展概况与动向.....	(501)
第三节 宜人设计法的研究内容和方法.....	(503)
第九章 人机系统的分析设计	(506)
第一节 人机系统的结合形式.....	(506)
第二节 人机系统的功能分配.....	(512)
第三节 人机系统分析和设计程序.....	(519)
第十章 作业系统设计时的宜人学原则	(530)
第一节 作业场所和作业设备设计.....	(530)
第二节 作业环境设计.....	(580)
第十一章 系统振动与噪声控制	(596)
第一节 振动与噪声的危害.....	(596)
第二节 系统振动的评价.....	(598)
第三节 系统振动的控制.....	(609)
第四节 噪声的计量.....	(620)
第五节 声源分析.....	(630)
第六节 噪声控制.....	(640)

第十二章 人机系统的分析评价	(650)
第一节 连接分析法.....	(650)
第二节 按人体负担进行分析与评价.....	(651)
第三节 按人的传递函进行分析与评价.....	(654)
第四节 按人为差错进行可靠性分析 与评价.....	(660)
第四篇 工程设计的智能论方法	(663)
第十三章 智能论方法学	(663)
第一节 智能论方法学产生的背景与范畴.....	(666)
第二节 CAD 系统 硬件.....	(675)
第三节 CAD 系统 软件.....	(693)
第四节 建筑物的描述及数据库.....	(701)
第五节 应用实例.....	(724)
第十四章 模糊智能及模糊论方法学	(765)
第一节 概述.....	(765)
第二节 实例.....	(767)

第一篇 总 论

目前对建设工程给予明确的定义来划定它的内涵和外延还是很困难的。大略是指与中央或地方的基本建设指标和投资相关的工程项目，包含着大量的土木建筑工程和专业性生产、居住区生活有关的各项设施。包括陆地的、海洋的，工业的、民用的和军事的各项工程建设的总称。

随着工农业生产技术的发展，所有建设工程都具有现代的特征，这也就使设计的组织管理和设计方法必须具有现代的特征。

第一节 现代建设工程的主要特征

现代建设工程具有规模大、工艺目标和功能要求复杂，材料和设备品种繁多，建设周期长等主要特征。

一、工程规模大

现代建设工程一般的规模都比较大。一个厂区、一个矿区、一个居住建筑群或是一个水利电力枢纽工程等等，无不踞有大片的生产和生活区域。在大批建设队伍开进以前，首先要解决路通、水通、电通。建设工程除了建成各项生产设施以外，还必须解决区域内部的交通、生活和社会福利设施等等，规模远远大于一般的乡镇。即使是老的厂矿企业引进新设备的改建或扩建项目，往往也具有相当的规模。工程规

模大，并且自成系统，甚至还有它的分系统和子系统，形成多层次系统工程，所以必须采用现代设计法中的系统论方法学。

二、工艺目标和功能要求复杂

现代建设工程的工艺目标和功能要求往往比较复杂。标志人的存在的基本要素：衣、食、住、行的内容，随着时代的发展而具有新的内容和时代的特征。就拿“行”这内容来讲，不只是简单的行走、交通之类的问题，而是人的行动，包含着生产活动、文化娱乐和各种社交活动，围绕这些内容所需的工程设施是相当丰富的。更由于人口趋向密集，随着经济、文化发展，人们对物质和精神方面不断提出更高要求。生产设施的自动化、生活设施的现代化不断地向前发展，要求一个厂矿企业不只是生产单项产品，而是要生产系列产品，还有各种副产品，以最大限度地满足社会的需要；要求一项水利工程尽可能全面地考虑水利、电力、生态、农林、渔牧、环保等等经济效益；一项公路或铁路工程要综合考虑地区的经济开发、旅游业开发以及国防建设等多方面需求；一幢大厦要综合考虑对该地区所提供的服务、对邻近地区所提供的服务，以及对城市环境、交通、供水、供电、供气等造成的影响，如此等等，每一项工程都应置身于更大的系统中考虑其当前的规模和今后的发展。

三、材料设备品种繁多、安装技术复杂

现代建设工程区域宽、体量大，建筑材料耗费多，施工机械化程度高，生产设备品种繁多，生活设施趋于现代化，也需各种器材设备。这些材料、器材、设备的订购、采购、收发、保管是一系列细致而计划性很强的工作，设计者应该

随时掌握市场上有关材料、器材、设备的价格、质量和供货情况等信息，正确地选用材料、器材、设备的规格、品种和制造厂商。由于设计者选用市场供不应求或是厂商经常延期供货的材料、器材、设备则会贻误建设速度；如果信息不灵，选用了质次、价高的材料、器材、设备，则会影响建设投资和生产运转。因此在选择材料品种、规格和制造厂商方面也要放在大的系统中考虑各种利弊得失。

现代建设工程的器材设备安装技术比较复杂，各种管线纵横交错，各种管线有的可以互相平行、交叉，有的必需互相回避（如象煤气管线与电器管线），对整个管线交错空间要综合考虑，统一规划走线方向和区域。要协调各方面专业技术的专门要求。要尽量避免由于设计考虑不同造成修建过程中今天装，明天拆，反反复复，造成浪费和贻误建设速度。

四、建设周期长

现代建设工程往往是围绕主干项目还有若干分项目，甚至还有子项目。主干项目本身的工程体量就比较大，需要投入较多的人力物力，而分项目或子项目的工程体量往往也并不小。整个工程系统当然不能一下子全面铺开，需要分期分批完成，而投资效益也要求分期分批地实现。主干项目工程周期比较长，由于现代技术的发展迅速，设计者当初的统盘考虑，等到分项目或子项目开始动工兴建时存在着一个时间差，造成主干项目与分项目以至子项目的不协调。设计工作者在考虑整个工程系统中，应该预计到这种时间差所带来的影响，这就需要掌握这方面技术展望的信息。另一方面应当尽可能利用现代技术措施缩短建设周期，缩短这种时间差。有时候增加一点投资而能早日投产所带来的经济效益远远大

于投资的增加量，遇到这种情况，设计者应该积极的向计划部门建议，帮助计划部门在他所在的大系统里权衡利弊。

五、设计组织和管理的要求高

现代建设工程规模大、工艺目标和功能要求复杂，因此需要集中工艺设计和建筑工程设计等方面的各种专业技术人才，互相协作，共同完成工程设计任务。即使是其中一项子项目或是一项改建、扩建项目，也还是需要集中工艺设计和建筑工程设计方面的各种专业技术人才，才能完成该项设计任务。这种现代设计往往具有规模大、群体性强的特征，加强设计工作的组织和管理成为十分必要。也就是说要实现现代设计，不仅有赖于设计工作者，还应当在更大的系统中考虑跨行业、跨专业的密切协作与管理。

任何一项工程设计，其质量的好坏不仅取决于当时的社会条件、历史条件、材料和各项技术水平，而更重要的是与管理者和设计者的业务技术素质和个人性格、修养密切相关。在同样的社会、历史条件下，不同的设计者所完成的设计往往会有不同的效果。

各种技术的互相关联和互相渗透，这就需要充分发挥技术人员的个体和群体的作用。因此在人才的使用上就不是一项简单的组织和管理，而需要有一套科学的组织方法和管理方法。在纵向有主干和分支，在横向有交叉和联结。领导者必须考虑一个单位或部门人才使用的总效能并不单纯依人才储备的多少来衡量，而是与人才发挥的使用率密切相关。一个单位或部门人才使用的总效能可按下列算式计算

$$W = P \cdot \frac{M}{N}$$

式中W——一个单位、部门或系统人才使用的总效能，

P——相应于这一单位、部门或系统的人才使用率，

M——正在工作的技术人才数，

N——这一单位、部门或系统拥有的技术人才总数。

算式中的人才使用率P是反映人才的素质状况、管理状况、工作状况等的动态指标。实现最大总效能的条件是拥有的技术人才全部处于工作状态，即 $M=N$ 则 $W=P$ ；一般情况下人才使用的总效能因 $M<N$ 则 $W<P$ 。

六、采用多层次的方法学

建设工程的现代设计法应该是多层次的。一般说来第一层次的方法应该是系统论方法和离散论方法。任何一项工程设计总是要从整体出发，深入到各个局部，再综合回到整体，并且多次地按照这样的循环过程，螺旋上升、逐步深化，以达到完善的工程设计。在运用系统论和离散论方法的时候，还要注意从多层次的系统中来思考问题。不仅局限于工程系统内，还要从更高一层的系统考虑问题。在各个层次的系统中考虑问题。

在系统分析和离散化的基础上，进行具体项目的设计时，既要有各专业技术人才的配合，又要按各个专业技术自身的特点采用多种不同的设计方法，并且又是多层次的采用各种方法。

人们的认识总是逐步地由浅入深，由于技术上和理论分析上的成熟程度不同，会遇到开发性设计、适应性设计和变异性设计等不同类型。建设工程实践的历史还表明，许多工程实践是在理论上还不十分成熟的情况下开拓起来的。理论（理性认识）滞后于实践的时间差，在古代是极其漫长的，

早在伽里略进行梁的弯曲试验研究以前多少个世纪，上古人早已在进行着架设独木桥和构木为巢的工程建设，普遍地使用着梁构件。现代的工程实践仍然存在着理论滞后于实践的现象，但是由于科学技术的发展，这种时间差已经大大的缩短。现代设计遇到的挑战，正是理论滞后于实践的时差已经大大缩短，正当这一项目的理论趋于完善之时，它的新形式、新内容又出现在人们面前，新的理论滞后现象又一次出现，人们就是这样不断地你追我赶地奔跑着，依循着历史的大道前进，虽然也有不断的摔倒和阻塞，但人们还是向前奔跑着。

第二节 现代设计与传统设计

什么是现代设计？现代设计有什么基本特征？这是工程设计界所关心的一个议题。

从设计性质上看，传统的设计面向问题偏重于技术，现代设计则面向功能目标，将技术、经济和社会环境因素结合在一起统筹考虑，具有工程性，既重视设计的内容亦强调设计进程的管理。

从设计进程上看，传统的设计在战略进程和战术步序上有随意性，现代设计则强调设计进程及其步序的模式化（层次、条理和逻辑性）。

从设计手段上看，传统的设计是电算器（过去为算尺）、图板加手册，个体手工作业，现代设计则充分利用电子计算机进行计算、自动绘图和数据库管理，集团分工协作。

从设计方式上看，传统的设计以经验总结、规范依据为主，现代设计则强调预测与信号分析及创造性的相互配合。

从设计部署上看，传统的设计只限于从方案到工作图这个阶段，现代设计则贯穿开发的全过程，除常规的设计外，还要考虑从用户需求（市场预测）到设计评价（可行性研究）及施工阶段的结构设计工艺性修改以及试运转和使用维修经验的反馈。

从设计思维上看，传统的设计是朝向结构方案的“收敛性思维”，现代设计则是面向总体功能目标的“发散性思维”。

从设计方法上看，传统的设计采用少数的验证性分析以满足限定的约束条件，现代设计则是多元性方法学直接综合使其在各种条件下实现方案与全域优化目标。

从设计对象上看，传统设计局限在微观和结构，现代设计则更注重全局构成，包括造型艺术，宜人设计。

从设计考虑的工况来看，传统的设计避开复杂问题只按确定工况与静态考虑，现代设计则研究动态的随机工况；模糊性与其他一系列设计中复杂问题的深化细解。

从设计的评价来看，传统的设计采用单项与人为的准则（如强度、刚度、成本等），现代设计则采用科学的模糊综合评判。

总之，现代设计是指：

1. 八十年代前后初步成熟且在今后一个相当长时期内继续发展与研究的设计与分析方法学（时域特征）；

2. 在盲目的、经验的、感性的、类比的基础上，上升到自觉的、科学的、理性的、逻辑的设计与分析方法学（哲

理特征)；

3. 能大幅度地提高设计的稳定性、准确性与快速性的设计与分析方法学(质量特征)；

4. 在稳态分析基础上考虑多变量动态特性以广义优化为目标且运用自动设计工具的设计与分析方法学(目标与手段特征)。

第三节 广义化是现代科学的重要标帜

一、广义化是科学综合性、交叉性的必然结果

社会科学与自然科学的复杂性，引起综合解题与交叉解题的必然性，这种综合与交叉又导致了科学、技术、概念、方法、名词的广义化。目前“工程”“设计”等词已扩大理解为包括社会问题；“法”字已不仅含指方法，尚包括法规、规律、途径、步骤等等；“数据”不仅指数字，实际上已指一切信息的记录(包括图形、法则、数值、消息等)；

“机构”一词现已理解为机械、电气、液压、气动、小五金部件等；名词术语的广义化，也说明了只有跨行业、跨学科才能解决一项工程问题的必然趋向。

优化方法过去往往被理解为数学规划的最优化方法，其实，这是一种误解，尚包括数学方法、计算机方法、试验方法、方法论、设计观等等都与优化有关，故我们从开拓视野出发，为了达到真正的全域优化，必须提倡“广义优化”，它是现代设计的目标。

另外，优化域内的优化与非优域内的优化同等重要，因为大量的现象是在非优域内，真正在优化域内的情况是为数