

绪 论

国际上工程项目日益大型、复杂，越来越多地应用综合学科、高新技术，而且工期紧迫，因而促使人们运用系统优化的理论和方法来研究解决工程项目建设管理问题，以寻求实现建设目标的最佳途径和方式方法，以及取得工程项目投资建设最大的效益。以项目建设全过程一体化管理为特征的工程总承包、管理承包和工程监理显示了强大的生命力。工程项目建设管理决策层、管理层和作业层的相对分离，形成了适应专业化分工协作的组织结构。先进管理方法和手段的广泛应用，加快了项目建设管理现代化的进程。快速跟踪程序取代线性程序，满足了业主对缩短工期的强烈要求。质量、进度和费用等方面综合控制程序和方法的产生、应用创造了建设系统的整体效益。国际性组织与法规在各国得到广泛承认，实现了项目建设管理的国际化和规范化。伴随这种形势，在许多西方国家形成或初步形成了风格各异的工程项目管理系统理论体系。

我国建筑技术与管理有着悠久的历史。但是新中国建立以前工程管理发展缓慢，新中国建立以后有较大发展。50年代奠定了建设管理的基础工作；60年代，理论界引进了网络计划技术等，但因种种原因，工程建设管理水平未得到应有的提高，更没有产生科学的理论体系；改革开放以来，我国建设界陆续引进、推广、应用了许多现代工程项目管理机制和优化方法，工程

项目管理在实践中取得了举世瞩目的巨大成就，理论上取得了突破性进展。

鲁布革工程管理模式一度在中国工程建设领域掀起了一股冲击波。中国建筑工程总公司、中国化学工程第七建设公司、石油化学总公司洛阳设计院、化工部第八设计院等一批施工企业和设计院，在参与国际工程承包和国际合作设计的实践中，学习应用现代项目建设管理机制和方法，引起了建筑业的极大关注。理论和实际工作者协力总结经验，努力探索工程项目建设管理科学理论和方法，寻求效果最佳化的途径，相继出现了一些经验总结性的论文和著作。随着管理体制和机制的转变，随着国际工程承包的日益广泛，随着投资建设向管理要效益的呼声日益高涨，急需用系统化的理论和方法体系来武装项目建设管理队伍。同时随着局部先进管理经验的逐步积累，随着人们认识的一步步升华，产生相应理论学科的客观条件逐步具备，适应新形势的投资项目管理学、建筑经济学、施工企业管理学、施工项目管理学等相继成型。我们在长期的实践中不断研究探索，以工程项目建设一体化管理实体（主要指工程总承包商和工程监理者）为基本视角，研究工程项目建设实施期全过程一体化综合优化管理的理论体系，进而将系统理论、组织行为理论、控制理论和优化学等全面渗透于工程项目建设全过程一体化综合优化管理中，从而逐步形成一门自成体系的新兴细分子学科——工程项目建设管理优化学。

工程项目建设管理优化学，是一门研究工程项目建设系统内在构造及运动规律，研究其管理系统在特定环境下通过规划方案、组织实施、严密控制以实现工程项目建设全部要素全程优化运行的学科。它的研究对象是工程项目建设系统和外部环境构成的总体。它的研究范围是直接投资项目的建设实施阶段，即决策后至投产阶段。它的基本任务是揭示工程项目建设系统目

标、功能、结构、各子系统和要素的内在关系，分析系统环境制约规律和改善途径；阐明实现系统目标的优化机理和有效途径；探索行之有效、能与国际惯例接轨的现代工程项目建设组织模式和控制机制，以及如何从中国的现状出发，以最恰当的方式推动工程项目建设管理的发展。

工程项目建设管理优化学的建立，可为我国提高工程项目建设系统化管理水平提供指导。目前，我国工程项目建设管理已经开始走出传统模式，向现代化管理模式迈进。这就要求整个管理体系经历一个逐步系统化、程序化、标准化、集约化、智能化、国际化的过程。这是一个发展、提高的实践过程。这个过程需要系统的理论指导。

工程项目建设管理优化学的建立，可为项目管理人才的培养提供教材。随着项目管理水平提高，建筑业体制改革的深化，客观上需要一大批高层次项目管理人才阶层。人才的培养，尤其是工程总承包项目管理人才的培养，迫切需要得力的新教材。

工程项目建设管理优化学的建立，可为我国投资和项目管理体制改革提供参考。工程项目建设管理优化学揭示了工程项目建设管理的本质规律，提出了适合现代项目建设管理，特别是适合工程项目建设一体化管理的新体制，以及相应的一套完整的理论体系和科学的管理方法。而这些，在客观上正是我国投资和项目管理体制改革所要借鉴的。

本书——《工程项目建设管理优化学》在全面系统地论述工程项目建设全过程一体化综合优化管理的理论与方法的基础上，站在一体化管理实体的角度来透视，将实施阶段（项目决策后至项目投产或起动）全过程建设管理活动，尤其是以工程建设总承包列为重点内容。其中大部分理论与方法既适用于业主，也适用于设计单位和施工单位。

工程项目建设管理优化学是由有内在逻辑关系的“四论”，

即工程项目建设系统优化论、多元建设主体组织行为一体论、工程项目建设综合控制论和工程项目建设管理智能论构成的完整理论体系。本书对这四个方面的论述简介如下：

工程项目建设系统优化论（第一章至第三章）：从系统分析入手，揭示了工程项目建设系统的构造及其管理优化规律。全方位地探索了系统目标、系统结构和子系统要素组成原理。首次科学地归纳并描述了建设系统八维基本要素集的组合形态和建设管理系统‘棱台’结构。进而探讨了以实现工程项目建设质量、进度、费用三大目标为建设系统的预定功能；探讨了以建设管理子系统为主动系统，对建设系统八维要素集进行优化组合的系统优化机理。提出了工程项目建设系统优化及有效运行的基本途径是方案优选模型化、方案运行程序化、信息管理智能化的观点。集中概括了具有基础性和涉及全局的基本模型和基本程序。本论还对对照我国传统建设程序，论述了现代项目建设实施期八大工作环节。

多元建设主体组织行为一体论（第四章至第六章）：针对工程项目建设系统多元组织共同实现一个总目标的特点，建立了多元建设主体组织行为优化模式。指出了实现一体化管理的途径是管理体制科学化、组织结构合理化、行为取向同向化，进而就这三个方面分别提出了有效模式。关于管理体制科学化，别具特色地从实现项目建设一体化管理的角度探讨了投资与工程项目管理领域的几大改革问题。首次提出并明确界定了工程项目建设一体化管理主体和管理实体的概念，即提出了管理主体必须是能够承担投资风险、责任的业主，管理实体应当是能够胜任全过程计划、组织、协调、控制等日常管理工作的专业化、专家化项目管理者；提出了管理主体责任化、管理实体专家化的论点。同时结合我国工程项目建设管理实践，论述了深化改革的总思路。

工程项目建设综合控制论（第七章至第十五章）：它是工程项目建设实施阶段管理的重点内容。创立了一个统帅全论的总体综合控制程序，可概括为：“双管齐下，点面结合，三层协同，递阶控制，四步循环，滚动运行，循序渐进，螺旋上升。”对以总体综合控制程序为主线，以工程承包合同为控制依据，以资源投入为控制着眼点，以质量、进度、费用为控制核心，以施工现场管理为控制落脚点——这样一个综合控制内容和结构进行了深入地分析和系统地论述。在进度和费用综合控制中，参照国外项目控制理论，定义了“综合进度值”、“工作量加权值”、“已完工作值（赢得值）”、“实际消耗值”、“偏差值”、“偏差预测值”、“偏差影响度”等一系列概念，形成了一套符合我国工程项目建设管理发展需要，并能与国际惯例基本接轨的项目建设综合控制机制和方法，使之直接应用于国内外工程项目建设控制活动中。

工程项目建设管理智能论（第十六章）：在前面三论——工程项目建设系统优化分析、多元建设主体组织行为模式和综合控制机制研究的基础上，试图构筑实现工程项目信息管理智能化的计算机辅助工程项目建设管理系统框架，为系统软件开发奠定理论基础。

工程项目建设管理优化学作为一门新兴细分学科，尚不成熟，有关这门学科的性质、对象、任务、内容、学科框架等还有待于在实践中不断发展和完善。

工程项目建设系统优化论

第 一 章

工程项目建设系统构造

现代工程项目是复杂的开放系统，而大型现代工程项目则可称得上是复杂的开放巨系统，需要运用系统理论和系统工程的方法来解决工程项目建设优化问题。弄清和掌握工程项目建设系统的基本构造，是实现工程项目建设管理理论系统化和方法优化的基础。

第一节 工程项目建设系统概论

一、系统的概念

系统是由相互联系、相互作用的诸要素组成的具有某种特定功能的有机综合体。系统具有不可分割的整体性、要素之间的相关性、满足特定要求的目的性和对周围环境的适应性等特点。系统以不同形式存在着：根据系统的形成和功能的发挥是否有人参与，划分为自然系统和人造系统；根据系统与环境是否有物质、能量和信息交换，划分为开放系统和封闭系统；按

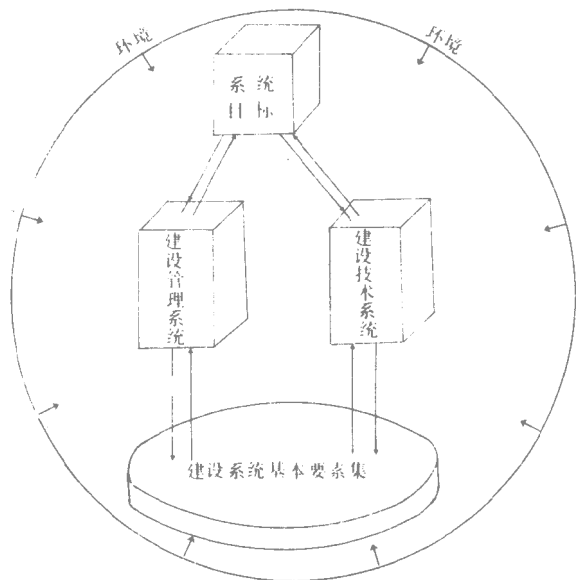
系统是否随时间变化，划分为静态系统和动态系统；根据系统是实物形态还是意识形态，划分为实体系统和概念系统；按系统构成要素（子、分系统）的数目、种类的多少以及它们之间的关系的复杂程度，划分为简单系统和巨系统等。

任何系统都必须具备某种特定的功能，这是由系统要完成的基本任务决定的。系统能否具备所要求的特定功能，取决于系统结构。因此，系统结构和系统功能是进行系统分析的两个基本概念范畴。系统结构是系统保持整体性及具有一定功能的内在依据，是系统构成要素之间的相互联系、相互作用的方式或秩序。系统结构从总体上具有稳定性、层次性、开放性和相对性等特点。系统结构分析主要是搞清要素的内容和联结方式及运行方式。系统功能是系统与外部环境相互作用所反映的能力——既反映系统目标的要求，又体现系统与外部环境之间的物质、能量和信息输入输出的转换关系。系统功能具有易变性、相关性等特点。可见，系统功能不仅取决于系统结构，而且受外部环境的制约。因此，研究系统功能就要研究系统的目标、环境以及系统要素（子、分系统）与环境的关系。

二、工程项目建设系统总体构造

工程项目建设系统是指工程项目建设有相互联系、相互作用的各子、分系统和诸要素构成的具有满足工程项目建设目标这一特定功能的有机整体。工程项目建设作为一项生产实践活动具有特定的内在规律性。随着历史的进展，工程项目规模日益庞大，构成要素众多，关联关系交错，建设活动也逐步专业化、科学化、综合化，环境影响因素也复杂化。这就决定了工程项目建设系统是一种开放的动态巨系统，只有运用系统的理论和系统工程的方法，才能从整体上深入地认识、解决工程项目建设各类问题，才能取得工程项目建设的高效益。

根据对工程项目建设系统结构与功能的分析，可以将工程项目建设系统总体构造描述成图 1—1



在图 1—1 中，系统目标起着明确规定系统应具备的功能或系统运行的“目的地”的作用。建设管理系统和技术系统象两个“车轮”协调高效地运行，将建设系统所包含的所有基本要素优化组合起来并载运到“目的地”，最终完成系统的职能。在整个过程中，无论是目标的确定，还是管理系统、技术系统的运动，都是在全方位的环境制约下进行的。

可见，工程项目建设系统优化问题包括建设管理优化和建设技术优化两大系列。本书重点论述前者——工程项目建设管理优化问题。

三、工程项目建设系统目标

工程项目建设系统，是为实现工程项目建设所要达到的结果或完成的任务而存在的。因此，工程项目建设系统目标就有赖于对工程项目建设所要达到的结果或完成任务的实质和范围做准确界定。工程项目建设的基本任务可以简单地概括为：为了实现一定区域社会经济发展战略目标，在一定期限内充分有效地利用建设资源和环境条件，以最少的投入向社会输出质量高、效益好并达到规定生产能力或使用效能的固定资产。工程项目建设系统目标具体表现为：质量合格（包括达到规定的生产能力或使用效能）、工期合理和投资（耗费）最少这三者的统一。

第二节 工程项目建设系统基本要素集

一、工程项目建设系统基本要素集八维构造论

工程项目建设系统基本要素集八维构造论，是在对工程项目建设活动进行系统分析、总结归纳和抽象概括的基础上总结出来的。它是指工程项目建设系统基本要素集（PCS）是由八个分要素集构成的总和。每个分要素集又各由若干个要素构成，它们是：工程客体要素集 $A (A_1—A_5)$ ，建设资源要素集 $B (B_1—B_8)$ ，建设环节要素集 $C (C_1—C_8)$ ，空间要素集 $D (D_1—D_8)$ ，时间要素集 $E (E_1—E_8)$ ，专业要素集 $F (F_1—F_9)$ ，方法要素集 $G (G_1—G_6)$ ，建设主体要素集 $H (H_1—H_7)$ 。基本要素集构成及构成矩阵如图 1—2 和图 1—3。

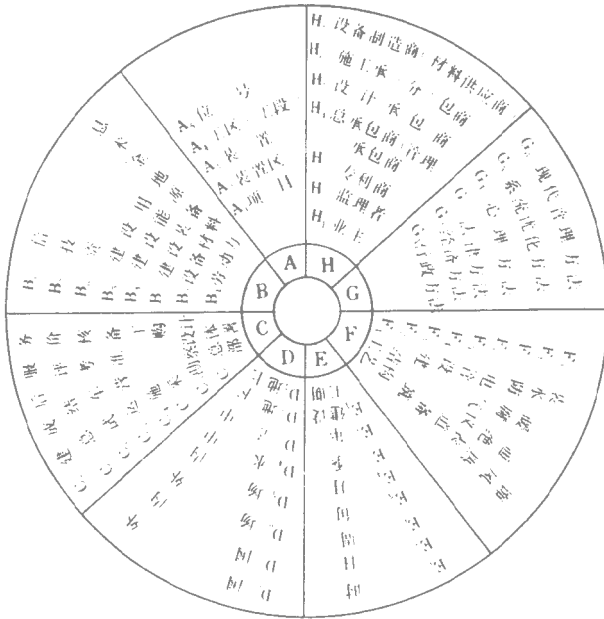


图 1—2 工程项目建设系统基本要素集构成示意图

$$\text{PCS} = \begin{bmatrix} A \\ B \\ C \\ D \\ E \\ F \\ G \\ H \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_1 & A_2 & \dots & A_n \\ B_1 & B_2 & \dots & B_n \\ C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ D_1 & D_2 & \dots & D_n \\ E_1 & E_2 & \dots & E_n \\ F_1 & F_2 & \dots & F_n \\ G_1 & G_2 & \dots & G_n \\ H_1 & H_2 & \dots & H_n \end{bmatrix}$$

图 1—3 工程项目建设系统基本要素集构成矩阵

二、工程项目建设系统基本要素之间的关系

工程项目建设系统基本要素之间存在着十分复杂的关系，如果简化为两两要素之间的关系，则可用图 1—4 所示的关系矩阵模型来表示。

$$\begin{array}{cccccccc}
 & A & B & C & D & E & F & G & H \\
 \left. \begin{array}{l} 0 \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ 0 \end{array} \right\} & AB & AC & AD & AE & AF & AG & AH & A \\
 & & 0 & BC & BD & BE & BF & BG & BH & B \\
 & & & 0 & CD & CE & CF & CG & CH & C \\
 & & & & 0 & DE & DF & DG & DH & D \\
 & & & & & 0 & EF & EG & EH & E \\
 & & & & & & 0 & FG & FH & F \\
 & & & & & & & 0 & GH & G \\
 & & & & & & & & & 0 & H
 \end{array}$$

(a)

其中：

$$\begin{array}{cccccc}
 & B_1 & B_2 & B_3 & B_j & B_8 \\
 \left. \begin{array}{l} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_i \\ \vdots \\ A_5 \end{array} \right\} AB = & \begin{array}{cccccc}
 A_1 B_1 & A_1 B_2 & A_1 B_3 \cdots & A_1 B_j \cdots & A_1 B_8 \\
 A_2 B_1 & A_2 B_2 & A_2 B_3 \cdots & A_2 B_j \cdots & A_2 B_8 \\
 \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\
 A_i B_1 & A_i B_2 & A_i B_3 \cdots & A_i B_j \cdots & A_i B_8 \\
 \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\
 A_5 B_1 & A_5 B_2 & A_5 B_3 \cdots & A_5 B_j \cdots & A_5 B_8
 \end{array} & \begin{array}{l} A_1 \\ A_2 \\ \\ A_i \\ \\ A_5 \end{array}
 \end{array}$$

(b)

图 1—4 工程项目建设系统基本要素集关系矩阵模型

图 1—4 是要素集之间的关系矩阵模型。矩阵中的 $A_i B_j$ 表示要素 A_i 与 B_j 之间的关系变量。关系变量的值有定性和定量两种。定性关系一般用文字表达其关系和密切程度，定量关系则用数字或数学表达式来表示其关系及密切程度。

三、工程项目建设系统八维基本要素集分析

(一) 工程客体要素集 A ($A_1—A_5$)

工程客体要素集是工程项目的概念分解。它表述了工程项目的内容和构成规律。认识工程客体要素集的组成是认识工程项目建设活动的范围和内容、进行工作分解、建立组织、安排计划、编制预算和实施控制的基础。庞大的项目是一砖一石构筑起来的，是通过一道道工序完成的，而整个项目的控制是靠每一个细部控制来实现的。

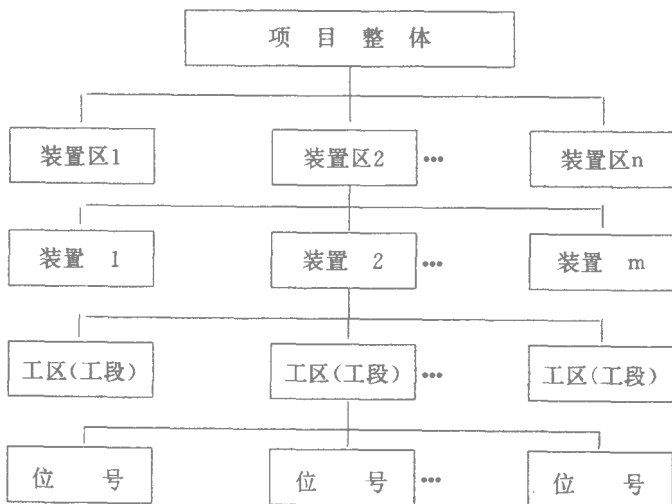


图 1—5 工程客体要素

一个特大工业建设项目的工程客体要素集，一般可以划分为五个分层次的要素组（图 1—5）。

（二）资源要素集 B (B_1-B_8)

建造任何工程项目的目的都是为追求某种产出。要想有产出必须要投入，投入就是资源的耗用。工程项目就是将资源按照特定的规律或方式合理配置出来的组合体。所以资源要素集在项目建设系统中具有基础性。合理地进行资源要素的组合，就是以最少的资源耗用实现预定的产出。项目管理的基本目的之一就是追求项目建设资源的合理有效配置。资源要素集所包括的资源要素如图 1—6。

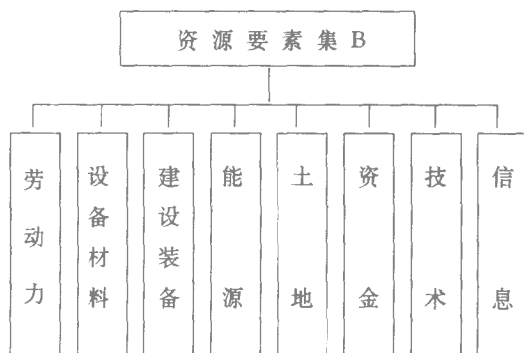


图 1—6 资源要素

（三）建设环节要素集 C (C_1-C_8)

工程项目建设是有秩序的工作活动。任何工程项目从无到有，都必须按顺序经历若干个工作环节。根据现代工程建设的一般规律，工程建设的全部活动可以分成八个主要环节，每个主要环节中又包括若干层次的细分环节。八大环节包括：确定项目组织、规划等工作的总体部署环节；编制技术说明、图纸等技术文件的勘察设计环节；实施设备材料采买的采购环节；按

设计要求完成工程客体建造的施工环节；为试车和投产后正常生产经营创造条件的运营准备环节；完成项目建设与投产使用交接的试车考核环节；评价建设业绩、总结经验教训的总结评价环节和建成投产后保修、回访的后服务环节。八大环节的基本关系如图 1—7。

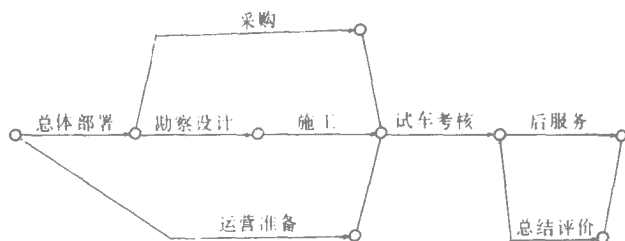


图 1—7 建设环节要素

(四) 空间要素集 $D (D_1—D_8)$

工程建设项目客体总是处于某个空间中，每项建设活动也是在特定空间范围内完成的，在整个建设过程中，建设资源是在不同的空间位置上运动着的。对空间利用的好坏决定着项目的效益。比如，项目选址是否合适决定着项目的命运，工程的布局、施工场地的布置、组织机构的设置等都影响着工程建设的优劣。工程项目建设应当追求空间的最优组合和有效利用。工程项目建设空间优化需要考虑八个空间要素（图 1—8）。

(五) 时间要素集 $E (E_1—E_8)$

“时间就是金钱”时间的节约意味着效益的提高。现代工程项目建设越来越追求工期的压缩，可以说缩短建设工期日益成为项目建设的最主要的课题。正是在业主对工期的要求逐步苛刻的情况下，推动了旨在缩短工期的技术和管理方法的探索。时间的节约离不开合理的进度计划和与其相对应的有效控制。