

分类号 .....

密级 .....

U D C .....

编号 .....

# 中南大學

CENTRAL SOUTH UNIVERSITY

## 硕士学位论文

论文题目 水电工程设计项目的

生产管理系统及应用研究

学科、专业 工商管理

研究生姓名 胥树茂

导师姓名及  
专业技术职务 陈晓虹 教授

2007年5月

## 摘 要

我国的电站工程的设计管理基本上沿用苏联的模式，上世纪 60—70 年代也采用过以项目为中心的一条龙的管理方法。目前，设计行业已经转变为企业，业主对水电站设计过程控制提出了严格的要求，市场竞争的客观需要也要求设计企业提升管理水平和竞争能力。随着计算机技术的普遍应用和信息化网路的快速普及，用信息技术管理设计过程已经具备了技术和知识的储备条件。

本文在系统总结生产管理理论及其发展过程的基础上，深入分析了水电站工程的设计过程及其特征，提出了把复杂、循环交替的设计过程分解成一个个相对简单的工序或工序包，通过对工序作业的输入、作业过程和工序产品输出的信息化管理，实现设计生产的过程控制、设计过程质量和产品质量的控制、员工作业绩效管理、产品统计和归档的信息化管理，并通过建立生产管理决策支持系统对设计过程进行改进和优化，达到不断完善管理方法、提高企业运作效率的目的。本文提出了工作环境建设是生产管理系统的重要组成部分，论述了工作环境建设的主要内容，报告了将研究成果应用于生产管理信息系统建设的进展，对本系统的科学性、可行性进行了初评，展望了本课题的发展方向。

**关键词** 生产管理，工序，过程控制，信息管理

## **ABSTRACT**

Hydropower projects are one of the major basic projects that supply clear energy resource for the development of national economy. At present, in mainland China, the total capacity of hydro-power that can be explored economically is around 400 million kW. Hydro-power stations that are constructed, are under construction and in the pre-feasibility study and in feasibility study can also generate a capacity of around 300 million kW electric-powers. The capacity of hydropower stations that have been constructed is 25% of the mainland's total electric power.

The design and management of hydro-power projects have been carried out based on the former Soviet Union's model. From 1960s to 1970s the project-oriented management methodology also had been applied. Recently, the engineering designing institutions have become enterprises. The owners of hydro-power stations have put strict restrictions on the process of designing. The rigorous market competition also forces the designing enterprises to improve both of their managerial efficiency and competence. As today's society has become more computerized and information based, this will provide convenience for applying information technology in the designing management process.

This article deeply analyses the designing process of hydro-power projects and their features based on the systematically summarization of the theory of production management and its development. The article shows how to divide the complicated and circulated designing process into single process unit, through the information management of the input

of process products, the output of process products and the control of designing production process, the control of designing process quality and product quality, the management of employee performance, the information management of products filing, the creation of working circumstances are accomplished. In addition, a Decision-making Supporting System is established for production management in order to improve and advance designing process. Therefore, both of the managerial method and production efficiency of individual enterprise will be continuing improved.

**KEYWORDS** production operation management, production procedures, process control, information management

# 目 录

第1章 导 论 .....	1
1.1 选题背景 .....	1
1.1.1 设计和水电工程设计 .....	1
1.1.2 水电工程设计管理存在的问题 .....	2
1.2 研究的意义 .....	3
1.3 国内外研究现状 .....	4
1.4 主要研究内容和方法 .....	5
1.4.1 研究的主要内容 .....	5
1.4.2 研究的主要方法 .....	5
1.4.3 论文框架 .....	6
本章小结 .....	6
第2章 生产管理的有关理论概述 .....	8
2.1 生产管理 .....	8
2.2 生产管理与设计项目的生产管理 .....	10
2.2.1 关于生产和设计项目的生产 .....	10
2.2.2 生产管理及其在企业管理系统中的作用 .....	11
2.2.3 生产过程分析和工序 .....	13
2.2.4 标准工时和劳动定额 .....	14
2.3 现代生产管理的方法概述 .....	15
2.3.1 企业管理的变革趋势 .....	15
2.3.2 现代生产管理的特点 .....	16
2.3.3 现代生产管理的方法概要 .....	17
本章小结 .....	26
第3章 水电工程设计过程的工作分解设计 .....	27
3.1 水电工程设计的特点 .....	27
3.1.1 水电工程及其基本特点 .....	27
3.1.2 水电工程设计及其特点 .....	28
3.2 设计项目生产管理的总体思路 .....	30
3.2.1 复杂设计过程的拆分 .....	30

3.2.2	对工序进行标准化改造 .....	32
3.2.3	制定过程控制的程序模型 .....	32
3.2.4	对过程控制的程序模型和工序结构模型实行信息化管理 .....	33
3.2.5	动态调整、不断完善工序结构模型和过程控制模型 .....	33
3.2.6	工序作业成果的标准化规范 .....	34
3.2.7	在生产过程中对员工作业绩效进行考核、对产品进行同步管理 .....	34
3.3	标准工序和标准作业时间 .....	35
3.3.1	水电工程设计的工序 .....	35
3.3.2	水电工程设计的标准化作业 .....	35
3.3.3	水电工程设计的标准作业时间 .....	36
3.4	设计流程与工序层次结构 .....	37
3.4.1	水电站工程的设计流程分析 .....	37
3.4.2	水电站工程设计的工序层次结构 .....	37
3.5	专业的工作工序分解和工序结构 .....	38
3.5.1	各专业的工序拆分 .....	38
3.5.2	工序拆分 .....	38
3.5.3	工序结构 .....	39
	本章小结 .....	41
第4章	水电工程设计项目的生产管理体系设计 .....	42
4.1	设计企业的生产管理模型 .....	42
4.1.1	生产过程分级控制模型 .....	42
4.1.2	工序成果流转控制模型 .....	45
4.1.3	设计企业员工的绩效管理模型 .....	46
4.1.4	工序之间的拉动式管理模型 .....	49
4.1.5	工序产品的质量控制方法 .....	50
4.1.6	生产管理信息系统框架 .....	51
4.2	过程控制方法选择 .....	53
4.2.1	甘特图、线性规划和模拟技术 .....	53
4.2.2	网络图 .....	54
4.2.3	P3e/c 系列软件 .....	54
4.3	配置人力资源和信息使用授权 .....	55
4.3.1	设计管理人员配置 .....	55

4.3.2	设计人员配置 .....	55
4.3.3	使用信息授权 .....	56
4.4	设计项目的生产策划 .....	57
4.4.1	生产技术策划 .....	57
4.4.2	生产计划策划 .....	57
4.5	质量控制设计 .....	58
4.5.1	质量标准具体化 .....	58
4.5.2	工序作业和工序成果校审 .....	58
4.5.3	产品质量控制环节调整 .....	58
4.6	绩效考核设计 .....	58
4.6.1	建立个人帐户 .....	58
4.6.2	作业绩效的自动录入和统计 .....	59
4.7	产品归档和提交设计 .....	59
4.8	实施过程控制 .....	59
4.8.1	调整工序模块参数 .....	59
4.8.2	系统调整工序的允许工作时间参数以满足合同工期要求 .....	59
4.8.3	寻找关键路线 .....	60
4.8.4	按照关键路线控制生产过程 .....	60
4.8.5	信息采集和分析 .....	61
4.9	以项目为核心组织设计项目的生产 .....	62
4.9.1	项目管理是企业内部管理一种趋势 .....	62
4.9.2	设计企业必须实行项目管理 .....	62
4.9.3	设计项目的生产管理与项目管理的区别 .....	63
4.9.4	以项目为核心组织生产 .....	63
	本章小结 .....	63
第5章	设计项目生产管理体系的工环境设计 .....	64
5.1	工作环境建设是生产管理系统的的核心内容 .....	64
5.1.1	工作环境是社会组织进行有效运作必不可少的条件 .....	64
5.1.2	工作环境建设是生产管理系统的的核心内容 .....	64
5.2	生产管理体系的工作环境建设的主要内容 .....	65
5.2.1	创新管理理念，重塑设计项目生产管理流程 .....	65
5.2.2	发挥知识员工在推行生产管理信息系统中的主力军作用 .....	67
5.2.3	创新绩效考核和激励分配机制 .....	68

5.2.4 建设符合知识型企业特点的企业文化 .....	70
5.2.5 使组织结构适应现代管理和市场的要求 .....	74
本章小结 .....	77
第6章 应用研究 .....	78
6.1 某设计院生产管理现状和开发本系统的由来 .....	78
6.2 项目立项和工作进展 .....	79
6.3 生产过程拆分和工序划分 .....	79
6.4 过程控制模型的构建 .....	79
6.5 引进 P3 软件作为支撑平台 .....	80
6.6 项目结构 .....	80
6.6.1 企业项目结构 .....	80
6.6.2 项目信息系统管理结构 .....	80
6.7 某专业生产工序分解和几个专业的某些过程控制模型 .....	82
6.7.1 某专业的生产工序分解 .....	82
6.7.2 某几个专业的某些过程控制模型 .....	82
6.8 本系统的科学性、可行性初步评价 .....	86
6.8.1 本系统的科学性评价 .....	86
6.8.2 本系统的可行性评价 .....	86
6.8.3 存在的问题 .....	86
本章小结 .....	86
第7章 结论和展望 .....	88
7.1 结论 .....	88
7.2 创新点 .....	88
7.3 展望 .....	89
参考文献 .....	90
致  谢 .....	95
攻读学位期间主要的研究成果 .....	96



# 第1章 导论

## 1.1 选题背景

### 1.1.1 设计和水电工程设计

#### (1) 设计

设计是一门涉及自然科学的许多学科、经济学知识和国家方针政策等各个方面的综合性的应用技术科学<sup>[1]</sup>。设计工作包括所有满足工程使用功能需求的活动（all activities required for an overall engineering function），设计文件是设计活动的最终产品（to produce design documents as a final product）。设计工作的任务是确定工程的建设范围、编制详细的投资估算、建设计划和工程执行文件（to finalize the project scope, complete detailed estimates and schedules, complete detailed design deliverables, and prepare work packages for project execution）等<sup>[2]</sup>。

工程设计是设计单位按照合同规定，根据项目所在地的自然和社会环境情况，依据项目的功能要求，吸收国内外先进的科学技术成果和生产实践经验，依照严格的技术规程规范，采用严密的工作方法，选择最佳的建设方案，生产出设计报告和图纸作为工程建设的依据，并为项目建设提供施工建造安装、开车或试运转服务的整个活动的过程。

工程设计类别繁多，用途各异，如火电厂工程直接用于发电，房屋建筑工程为人民提供居住、休闲、娱乐、生产场所，交通工程为社会和人民生活提供便捷的交通设施，环境保护工程治理环境污染，等等。

#### (2) 水电工程设计

水电工程设计，是指设计企业受项目业主的委托，以测绘、调查、勘探、试验为基础，使用高技术知识并结合项目所处的河流地形、地质条件和社会经济情况，通过若干工程技术人员的反复研究、论证，分阶段提出工程设计方案，编制文字报告和图纸，并根据业主、评审单位和各部门的意见修改完善直至批准或者核准的全部过程。

### 1.1.2 水电工程设计管理存在的问题

中华人民共和国成立后，中国大陆建成了数万座水电站、总装机容量已经超过 1.2 亿 kW，每年向社会提供发电量约 5000 亿 kW.h，分别占中国大陆目前总发电装机容量和年发电量的四分之一左右。

水电工程设计企业属于第三产业范围内的咨询行业。目前，中国大陆有分别属于中国水电工程顾问集团和水利部、各省（直辖市、自治区）管辖的水电水利设计行业的员工数万人，拥有一批包括工程院院士、全国设计大师、勘测大师、享受政府特殊津贴等等水电水利科学技术管理专家在内的众多的高技术人才。

我国的水电工程设计企业内部的生产管理体制是在学习前苏联的经验的基础上逐步发展起来的。建国初期我国照搬苏联模式，在设计行业实行完全的专业科室管理，对于推动专业发展起了很大的作用，为形成今天这样完善的专业设计理论做出了很大的贡献。1958 年大跃进运动和文化革命期间实行以设计队为基础的综合科室<sup>[3]</sup>，提高了设计速度。上世纪 80 年代中后期开始，我国开始与美国、加拿大、澳大利亚、巴西等国进行技术交流，工程建设领域也逐步引入了项目的思想，逐步探索水电设计项目的生产管理方法。但是到目前为止，水电工程设计项目的生产管理一直采用内部各大专业控制工作量的办法。在市场经济时代，业主把工程设计项目的周期压缩得很短，对工程投资控制要求很高，十分注重工程的经济效益；设计企业相互竞争十分激烈，在满足业主设计周期要求、优化工程勘测设计过程和控制工程投资方面，各个企业发挥自己的优势，努力争取较多的市场份额和顾客占有率。特别是中国加入 WTO 后，国外咨询企业高效率 and 灵活的管理机制对国内咨询企业带来极大的冲击。采用各大专业宏观控制工作量的做法已经很难适应激烈的竞争要求，暴露出许多弊端：

首先，原有办法不利于设计项目的生产过程（流程）优化。各专业局限于自己的工作范围，对现代技术特别是信息技术的应用重视不够，舍不得打破专业界限来重组生产流程，使得生产的组织不得受制于专业来安排。

其次，现在的分级（院、处、室三级）、分专业管理模式将项目直接管理者（如院分管领导、分管总工、生产计划部门、项目经理（设总））与基层的设计过程（工序）隔离开来，信息传递和反馈的速度慢，内部周转时间长，导致工效低。随着信息技术广泛而成熟的运用，我们有可能细化生产工序、改造

生产流程。市场经济的客观要求和信息化技术的成功运用都为进行设计过程的信息管理创造了条件。

第三，由于长期以来实行各专业为生产单位（单元）的组织形式，工程项目经理（设总）只能起到联络各生产单位、协调各生产环节的作用，总工在各专业汇报的基础上解决主要生产技术问题，计划部门下达生产计划、检查生产进度、组织设总与业主联系和分配各专业的产值，生产过程被切分成各自独立的几大块（段），难以协调统一成有机的整体，生产效率低，技术接口难度大，项目分管领导要么疲于应付，要么容易出现成果返工、质量不高的状况，这已经不能适应激烈竞争的要求。

第四，内部以专业管理为主的生产组织模式，难以适应业主多变的市场要求。业主由于其投资环境的多变导致其对工程方案设计和项目建设规模乃至某些局部的工程布置和设计都提出种种要求，为了适应这种状况，必须改横向分割（专业）为主的专业管理为以项目统领全部工作的纵向式管理为主的模式，将资源配置在项目的周围、为项目服务，从而赢得业主、赢得市场。

## 1.2 研究的意义

我国水电设计企业的管理组织机构庞大，人员众多，效率低、社会负担很重，技术进步速度较慢；国外咨询业进入国内市场后，采用高薪战术吸走国内咨询企业的技术人才，采用成套的设计研究技术，组成精干高效的设计班子，对国内咨询企业造成巨大的威胁。面对国内、国外激烈的竞争，非常有必要提出既适合设计企业情况、又能适应国际竞争环境的水电工程设计项目的生产管理方法，以提高效率，搏击市场、求得生存。

应用系统工程原理和信息技术，根据水电工程设计项目的生产管理实际需要，提出将相互交替的复杂的水电设计项目的生产过程划分为相对单一的若干生产工序的方法，指出利用信息技术将这些工序有机地组合起来、形成控制项目生产过程网络的途径；建立一套以工序控制为主的生产管理方法，即将复杂问题简单化，简单问题标准化，标准问题程序化，程序问题信息化。在实际生产过程中，项目决策者根据项目的生产计划和计划执行的实际进展，修改工序网络参数，调整工序控制的关键路线，达到动态管理、快速决策和快速适应市场变化的目的。

本研究虽然是针对水电工程的，但是本研究的成果可以应用于水利工程，因为水利工程的设计过程、内容和要求与水电工程几乎是完全一样的。

### 1.3 国内外研究现状

我国大陆的水电工程设计管理，目前主要采用以原苏联的设计管理模式为基础的设计管理方法。

近十余年来各大型设计院陆续引进项目管理方法进行设计生产管理，以专业为基础、项目为主线进行设计资源配置，以各大专业为基础、按照不同设计阶段的一定比例进行设计产值分配，生产计划控制主要是督促、检查各个专业的生产进度和各个项目的设计现场服务并通过不断调整资源配制实现业主要求。设计生产的质量控制主要是编制设计原则指导书、设计大纲和作业大纲进行控制和管理，通过产品质量抽查、贯标文件审核、质量管理考核等进行设计生产的质量管理。产品归档与生产过程的结合不是十分紧密，特别是在建项目的很难及时归档。

各地方设计院多采用项目承包形式的设计生产管理。

国外设计咨询企业大多采用人工时或者人工月控制的精细化生产管理，即企业按照雇用员工的小时或月工作量来编制生产计划、计算员工报酬。我国的设计咨询人员在国际项目的报价也逐渐采用人工小时或人工月报价。

国内对于设计项目的生产管理尚无系统的研究，查阅国内近几年公开发表的文献，对于设计生产的项目管理<sup>[1]</sup>、设计企业的矩阵式管理<sup>[3]</sup>有过一些研究，但没有发现与本研究相同或相似的研究成果。

国外文献中有关研究设计项目的生产管理的成果很少，尤其是很难找到关于水电工程设计项目生产组织的系统资料。

水电工程设计项目的生产过程复杂、知识密集、技术含量很高，许多重大问题的解决需要丰富的知识和工程经验的积累。基于目前国内外关于设计项目尤其是水电工程设计项目生产管理研究的现状，立足于提高设计企业生产管理水平和企业运作效率、提高设计企业竞争力考虑，本研究提出以设计工序管理为主线的设计过程控制、质量管理、作业绩效管理、产品管理的管理思路，并融入到本院正在推进的生产管理信息系统建设中，期求为推动企业进步作出一点努力。

## 1.4 主要研究内容和方法

### 1.4.1 研究的主要内容

论文分七个主要部份：

第一部份为导论，主要介绍本论文的研究背景、研究意义及研究方法。

第二部份为生产管理的有关理论概述，主要介绍生产管理的基本概念及其与设计项目生产管理的区别。

第三部分为水电工程设计过程的工作分解设计，主要阐述设计项目生产管理的总体思路、水电工程设计的标准化工序和标准作业时间、设计流程与工序层次结构、专业工序分解和工序结构等。

第四部分为水电工程设计项目的生产管理体系设计，提出了设计企业的生产管理模型包括过程控制模型、产品流转控制模型、员工绩效管理模型、拉动式生产管理模型、质量控制方法和生产管理信息系统框架模型，论述了选择过程控制方法的思路，提出了生产计划编制和过程控制的方法，设计了质量控制、员工绩效考核、产品归档和提交的原则，明确提出了以项目为核心组织生产的思想。

第五部分明确指出生产管理体系和该体系赖以存在和推行的工作环境共同构成设计项目的生产管理系统，论述了工作环境建设的主要内容。

第六部分报告了本研究成果的应用研究进展，对本系统的科学性和可行性进行初步评价。

第七部分是结论和展望。

### 1.4.2 研究的主要方法

本研究将综合运用管理学、水电工程设计理论和方法、经济学和信息科学的一些方法，具体的研究方法主要有：

(1) 文献探讨：在研究过程中，将广泛查阅国内外关于生产管理、知识经济和知识管理及知识员工管理、工作流和工作分解、设计项目生产管理、企业管理和组织变革、团队理论、企业文化等信息和资料，了解和掌握国内外在设计项目生产管理领域的研究动态，吸引借鉴现代成熟和先进的管理思想和技术，以便开拓研究思路、疏通研究环节，努力争取较好的研究效果。

(2) 调查研究：根据本人 20 余年从事设计和设计管理的经历，系统分析现有的设计项目的生产管理模式及其存在的弊端，系统思考设计企业竞争和发展关注的主要问题，为选题立项奠定客观基础。

(3) 系统构思：在文献探讨、调查研究的基础上，系统思考设计项目生产管理需要解决的主要问题和解决这些问题的主要思路，依据现有的技术水平和管理水平，设计出既能适应当前实际、又便于企业发展（如适应新的组织环境）的管理思想及其信息系统，本研究提出的管理信息系统框架不脱离当前的实际情况，又具有相当的创新程度，完全实现具有相当的难度、需要坚持不懈的努力才能达到预期的效果。

(4) 应用研究：把本研究提出的工作分解设计、生产管理体系设计应用于本企业正在推进的生产管理信息系统建设，并及时反馈信息修正和完善这些设计，推动生产管理信息系统的建设。

#### 1.4.3 论文框架

论文框架见下页图。

### 本章小结

提出了选题背景，阐明了研究的意义，分析了国内外的研究现状，简述了研究的内容和方法，概括了研究的主要结论。

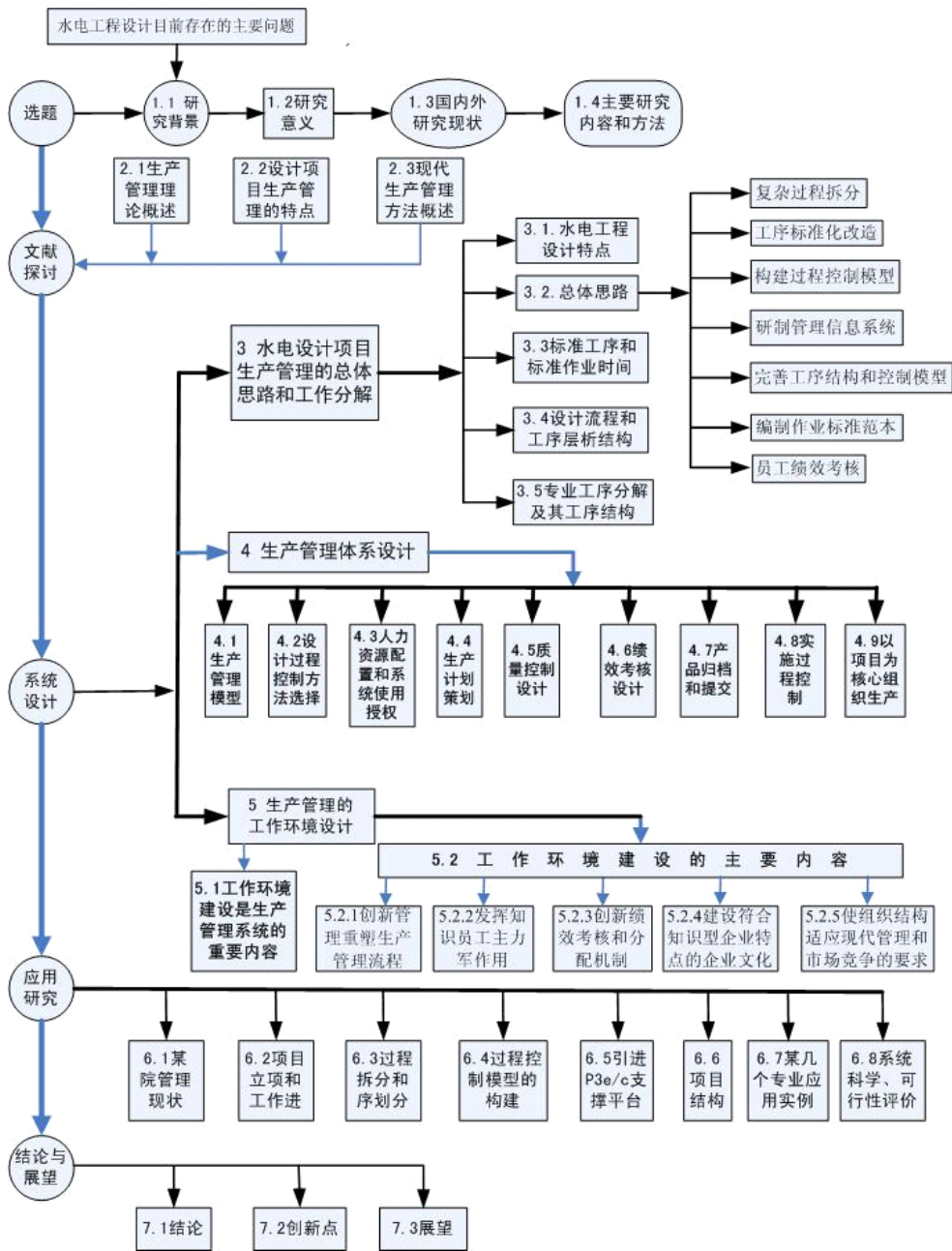


图 1—1 论文结构示意图

## 第2章 生产管理的有关理论概述

### 2.1 生产管理

1556年, Georgius Agricola 发表《De Re Metallica》, 这是第一部关于生产运作管理的教科书, 作者在该书中描述了那个时代的采矿和冶金工业的管理和技术问题。Georgius Agricola 还提出了设备、技术、垂直整合、质量、劳动力、生产规划/材料控制、组织等七个决策类型问题 (facilities, technology, vertical integration, quality, workforce, production planning/materials control, and organization) [4]。

1776年, 英国古典经济学家亚当·斯密 Adam Smith 发表《国富论》, 系统叙述了劳动分工的理论, 指出采用劳动分工方式可以大大提高生产率。亚当斯密的劳动分工理论成为生产管理理论发展中的一个里程碑[5]。

1832年, 英国的查尔斯·巴贝奇 Charles Babage 出版《论机器和制造业的经济》, 着重论述了专业分工与机器、工具使用的关系, 以及分工能够提高劳动生产率的原因。他认为由于劳动分工, 一项工作可以分解为许多不同的工序, 而各个工序所需要的技巧是不同的, 可按不同的工序所需要的技巧来雇佣不同的工人, 他还提出对技艺水平、劳动强度定出界限作为付酬依据的原则[5]。

美国的弗雷德里克·温斯洛·泰罗 Frederick Winslow Taylor 在生产管理学的建立和发展中做出了突出的贡献, 他的代表作《科学管理原理》集中体现了他的管理思想, 即一切管理问题都应当而且可以用科学的方法去研究解决, 实行各方面工作的标准化、使工人的经验上升为理论[5]。

美国的弗兰克·吉尔布雷斯夫妇 Frank Gielbreth and Lillian MGielbreth 长期从事动作和疲劳研究, 利用拍摄电影的方法, 分析和改善动作, 寻求“最佳法”以提高工作效率, 他们把工人操作的劳动分解为17个基本动作即“动作基本元素”, 并通过各种动作分解, 剔除不必要的动作形成新的工作方法[5]。

美国的亨利·甘特 Henry L. Gantt 在生产管理中创制了甘特图, 即用生产进度线条和指示图表对产品生产活动进行计划、调度和控制, 它具有简单、醒目和便于编制等特点, 至今仍在生产管理中得到广泛应用[5]。



亨利·福特 Henry Ford 是美国福特汽车公司的创始人，流水线大量生产管理技术的倡导者。他在 1913 年创建了利用传送带，组织汽车的连续流水线装配，工人操作时无需移动就可以从旁边或高架上获取各种零件、部件和工具。他还大力推行标准化、简单化和专业化。所有这些都大大丰富了生产管理的内容和方法<sup>[5]</sup>。

1931 年美国的沃尔特·休哈特 Walter Shewhart 运用概率论和统计学原理，创立了控制图，用于生产过程中的产品质量控制，后来被一些大公司广泛采用，并把质量控制列为生产管理的一项重要内容<sup>[5]</sup>。

1934 年英国的蒂皮特 L.H.C.Tippett 进行了工作抽样理论研究，首先把统计抽样研究方法运用于工时调查<sup>[5]</sup>。

上世纪 40 年代开始，生产管理领域的一个重大发展是数学方法，特别是运筹学的引入，在合理配料、搭配产品品种、任务分配、决定产品加工顺序、库存控制、组织企业内部的物质流程、研究设备更新等方面广泛应用，从而有了一种基本的数学工具，使生产系统有限资源的安排和分配方面许多大规模的复杂问题有可能得到正确的处理和解决<sup>[5]</sup>。

上世纪 60 年代起，系统原理在生产管理中得到大量运用，它从系统的观念出发去观察、思考、分析和解决问题。把企业生产过程中投入的各种要素及其活动作为一个系统，进行合理的组织和控制，从而进一步加强了生产的综合和协调，保证了复杂生产任务的如期完成，并取得总体效果的最优<sup>[5]</sup>。

随着科学技术的发展，新产品不断涌现，产品的复杂程度不断提高，而产品的市场寿命日益缩短，更新换代加速，大量生产的模式受到了挑战；柔性自动化应运而生，柔性是制造系统能够适应产品变化的能力，从 1954 年美国麻省理工学院制造出第一台数控机床、揭开柔性自动化序幕，到 70 年代柔性自动化开始进入生产实用阶段，单台数控机床的应用逐渐发展到加工中心、柔性制造单元、柔性制造系统和计算机集成制造系统，它能在中小批量生产条件下基本实现在大量生产方式下由于刚性自动化所达到的高效率和低成本，同时具有刚性自动化所没有的灵活性<sup>[5]</sup>。

电子计算机的应用使过去大量庞杂的管理问题得以圆满解决，借助电子计算机，生产系统可以仿照相当真实的条件进行模拟和模型化，对生产中各种可供选择的方案进行比较，很快抉择出最优方案。电子计算机辅助设计的运用，不仅能大大减轻设计人员的繁重劳动，达到加快产品设计的过程，加速生产技

术准备，更能在计算机上模拟试品、样品的条件，直接在荧光屏上显示测试的结果，取得理想的设计效果<sup>[5]</sup>。

## 2.2 生产管理与设计项目的生产管理

### 2.2.1 关于生产和设计项目的生产

生产是一切社会组织最基本的活动，按照马克思主义的观点，生产是以一定生产关系联系起来的人们利用劳动资料去改变劳动对象（如材料、部件、信息），以满足人们需要（物质需要和精神需要）的过程<sup>[6]</sup>。凡是创造和增加效用满足人们需要的活动，均可纳入生产活动的范畴<sup>[5]</sup>。生产的目的是为满足社会需要，在市场经济条件下，企业生产所提供的实物产品和服务以商品的形态提供给社会进行消费<sup>[7]</sup>。有形产品的生产 *production* 和提供劳务的活动 *operation* 都可视为生产<sup>[6]</sup>。

一般意义上的生产，多指工厂化的机器制造业或加工业，生产过程和环节涉及时间、空间和设备等条件（如厂址选择、生产设施布置和工作设计等）。机器制造业和加工业生产中，人的劳动和机器的运转是最基本的活动，是实用价值的形成过程、物的流通过程和物质产品的生产过程；生产过程结构从横向看，包括生产技术准备过程、基本生产过程、辅助生产过程、生产服务过程等；从纵向看，它由不同的工艺阶段组成，每一工艺阶段又由许多工序组成<sup>[8]</sup>。

按照生产的动因分析，可以将生产分为推进式生产和牵引式（或拉式）生产两类。推进式生产是以制造商（制造商或生产企业）为中心组织生产，它按照计划部门的指令或前道工序的要求进行生产，生产控制的重点是保证按生产作业计划的要求按时完成生产任务，通过获取实际进度和计划进度的偏差信息并采取诸如加班加点、修改作业计划等措施以符合实际情况。牵引式（或拉式）生产系统是以客户（市场）为导向来组织生产，即每道工序都按照其紧后工序的要求，在适当的时间按需要的品种与数量生产，不会发生不需要的零部件生产出来的情况<sup>[6]</sup>，使库存最小；客户即使用本道工序产品或成果的一切客观需求，每道紧后工序都是本道工序的客户。

设计项目的生产与机器生产或手工生产完全不同。它没有成片的厂房、笨重的机器、轰鸣的机器声（野外勘探除外）和太多的体力劳动（水库淹没调查、水文调查、地质调查等除外）；它必须在在宽敞明亮的办公室里和安静的环境中依靠计算机、网络和技术规范，以脑力劳动为主完成工作，设计员工必须是

受过高等教育、掌握特种专业知识的知识分子，设计产品是多种知识和项目团队集体智慧的结晶、是可以供用户使用的知识和技术密集的信息产品，而其他项目的产品大多是有形状、可触摸的物质实体。

设计项目的生产是由市场需求拉动的牵引式（或拉动式）生产。设计产品不可能像工厂产品那样存放在仓库和计算机里，顾客需要时直接从仓库和计算机里提取，而是根据顾客需要适时进行生产；在设计企业内部，往往是由计划部门根据顾客需求和有关规程规范的规定，制定生产计划，各专业按计划提交下道工序所需要的成果或产品。设计项目的生产完全是一种柔性生产，随着项目的规模不同和设计阶段不同，设计所需要的周期、动用的勘探设备和勘测、调查的方法及精度完全不同，设计产品的内容范围和复杂程度也相差很大。

设计项目的生产也是一种精细生产。它要求每一个项目的设计都必须高质量，既有精细生产的循序渐进，又有根据项目的具体情况追求卓越的特点；它对内强调合作与团队精神，对外用户至上，与大专院校、科研院所有密切的合作，重大项目的关键技术问题都会组织多方位的攻关；它注重环境建设，因为只有和谐、合作、充满创新的环境中，知识型员工的智慧才能得以最大限度的发挥。

设计产品是一群不同背景的人共同工作（groups of designers with different intent, background knowledge work together）、分享和交换知识（包括数据、信息和设计过程：exchanging geometric data, general knowledge about design and design process, including specifications, design rules, constraints）的协作劳动（knowledge intensive and collaborative）的成果<sup>[9]</sup>。

## 2.2.2 生产管理及其在企业管理系统中的作用

### （1）生产管理

生产运作管理（Production and operations management）是指管理人和其他资源的过程，目的是创造产品或服务（to create a product or a service）。生产过程是采用一种以上的投入来创造出对组织内外的客户有价值的产出的活动的集合（a collection of activities that takes one or more kinds of inputs and creates outputs（or outcomes）that are of value to customers external and internal to the organization）<sup>[10]</sup>。

生产管理就是对企业生产活动进行的决策和计划、生产的组织和指挥、生产的控制和协调<sup>[5]</sup>。生产计划的功能在于预先安排各项活动的内容，包括预测市场（顾客）对本企业产品和服务的需求，确定产品品种和产量，设置产品交货期，编制产品出厂计划等。生产组织的主要任务是组织生产要素、使有限的资

源得到充分而合理的利用。生产控制的功能则在于适时调度各项与产品生产相关联的作业活动，它是生产管理的重要职能，是实现生产计划和生产作业计划的重要手段；它依据各种活动过程反馈回来的信息，评价生产系统的状态，决定是否调整 and 如何调整各项活动的的内容，以确保计划目标的实现；它包括接受订货控制、投料控制、生产进度控制、库存控制等<sup>[6]</sup>。

设计项目的生产管理，是指按照设计委托合同和有关规程规范的要求，对项目进行生产计划安排、生产资源配置和生产过程控制与协调的一系列活动。它与工厂化实物产品生产系统运行管理的内容基本相同，但计划编制和下达的形式、生产资源配置与组织的方式和生产过程控制的手段、方法，都有很大的区别，需要专门进行研究。

### (2) 生产管理在企业管理系统中的地位、作用和目的

企业管理系统是一个大系统，生产管理只是这个大系统中的一个部分，它与企业经营决策、技术开发、销售、财务管理、人力资源等有着密切的关系。

经营决策对生产管理起指导作用，生产管理对经营决策起保证作用。经营决策是根据经营要素和经营环境的分析，对企业总体活动和各种重要经营活动的目标、方针、战略所进行的决策，它是整个企业管理系统中的上层即决策层<sup>[5]</sup>。经营决策在企业管理系统中处于核心地位；生产管理处于执行的地位，它要将处于理想状态的经营目标，通过产品的制造生产过程转化为现实，即从目标产品转化为现实产品，离开了生产管理就无法实现这种转换，也就不能实现经营目标<sup>[5]</sup>。

技术开发的职能主要是开发新产品，改进老产品，推广新技术，制定新工艺、新材料，是顺利进行生产活动的一项必要前提和生产管理的技术保证。生产管理也为技术开发、进行科学试验提供信息和条件<sup>[5]</sup>。

销售是生产的依据，生产管理是销售的后盾、对销售管理起保证作用<sup>[5]</sup>。

财务管理是以资金运动为对象、利用价值形式进行的综合性管理工作。生产管理水平的提高，在各方面减少消耗，节约资金，又为财务管理系统更好的利用资金、降低产品成本、增加企业利润提供重要条件<sup>[5]</sup>。

生产管理必须以人力资源管理为前提，人力资源的管理则要根据生产的要求确定和控制人员编制，选择和配备职工，组织经常的、多种形式的培训活动，研究和建立工资奖励等各种绩效考核、奖惩制度，协助生产部门执行和维护劳动纪律<sup>[5]</sup>。

生产管理的目的是尽量满足顾客要求 Maximum customer service、存量投资最低 Minimum inventory investment、生产效率高、成本低 Efficient or low-cost

plant production<sup>[11]</sup>，生产管理的目标是高效、低耗、灵活、准时地生产合格产品和向顾客提供满意服务。为此，生产管理人员不仅需要技术技能（工程技术与管理技术），而且需要处理人际关系的行为技能<sup>[6]</sup>。

设计项目的生产管理在设计企业管理系统中同样具有上述地位和作用。经营决策是否正确决定企业的生存和发展。生产保证有力，优质高效提供设计文件和图纸，设计服务及时、服务态度好、服务效果明显，顾客满意度和客户占有率就会不断提高。技术进步和管理理念的创新促进生产手段和管理方法的不断改进，从而提高企业在市场上的竞争力。生产管理效率不断提高使企业利润增加、财务绩效改善。设计企业的知识智力等无形资产在企业中起决定性作用，知识资本成为企业的核心资本，知识型员工的素质不仅是进行高效生产管理的前提，而且是企业稳定和发展的决定性力量。

### 2.2.3 生产过程分析和工序

#### (1) 生产过程分析

生产对象（材料、部件、信息）在生产过程中顺序的变化和流动构成一个工作系列，构成工作系列的一个单位叫做生产环节。生产过程分析是指研究与工作系列的生产环节有关的时间、空间、设备等条件，研究如何改进组织管理和方法、提高生产率的方法<sup>[5]</sup>。

生产分析的目的是：进一步改善不合理的作业程序，拟定合理的工序结构和操作方法；简化和改善生产流程；改善劳动条件，提高操作机械化、标准化程度；根据生产技术和组织管理要求，制定和完善工序定额标准；找出影响工时消耗和准时提交产品的技术组织因素，为改善技术和经营管理措施提供有利条件<sup>[5]</sup>。

生产分析的步骤包括选择分析项目，调查、记录现行方法并分析其利弊，拟定改进的方法，贯彻实施新的工作方法<sup>[5]</sup>。

生产方法分析主要是 5W1H<sup>[5]</sup>分析法，即：

Why——现行生产流程及操作方法的目的是何在？为什么要加以改进？

Who——现行生产操作的难易程度与操作人员的技术水平熟练程度是否配合得当？生产率水平及其与市场竞争态势的差距，生产人员的积极性是否得到充分发挥？

What——对生产对象进行分析，现行生产组织方式是否适应生产对象的变化？

Where——生产组织的弊端发生在什么地方、什么环节？

When——生产组织的弊端何时发生？

How——所使用的劳动手段（如加工方法、加工设备、搬运工具及设备、计算分析绘图工具）和工作环境是否合适？

设计项目的生产过程分析方法必须符合设计项目生产的特点，遵循设计管理的有关规定，以项目为核心，以工序为主线，努力分清不同设计阶段工序的组合关系，找出制约阶段设计进程的关键工序，便于进行事前指导和重点控制。

## （2）工序、工步、动作及操作、作业标准与标准作业

生产过程由不同的工艺阶段组成，每一工艺阶段又由许多工序组成。

工序是生产过程的细胞、是最基本的生产单元<sup>[8]</sup>。工序通常是由一名工人或一组工人在一个工地上对同一劳动对象进行连续加工的一系列生产活动<sup>[5]</sup>。对设计项目而言，工序是指完成设计过程中的最小工作单元，一般由一个人在具备一定条件下就可以完成的相对单一的工作过程。

工步是指完成一道工序所必需的工作步骤。操作是为达到一定目的、使用一定方法去完成某一工步所做的完整动作，包括基本操作和辅助操作。动作由操作过程进一步分解所构成；动作单元即动素或微动作，是动作最小的自然分割<sup>[12]</sup>。

作业标准<sup>[13]</sup>是为保证在规定成本和时间内完成规定质量的产品所制定的方法。对设计项目而言，作业标准包括规定的手册、计算分析方法和计算机程序、检验办法等等。标准作业是指按照作业标准的要求进行配合与运作，其要素包括时间、动作、方法、环境、程序、质量和材料<sup>[13]</sup>。

在保证工艺技术条件下，合理的工序结构和操作可以减少辅助性操作，缩短工时消耗；可以使某些操作之间相互交叉提高劳动效率。研究和分析工序结构可以寻求操作进一步机械化<sup>[12]</sup>和标准化。

### 2.2.4 标准工时和劳动定额

标准工时和标准时间即在规范作业条件（如设备和工作环境）下以标准作业方法（即用可能承受的劳动强度和速度按照规定的工作方法）完成质量合格的单位产品所需要的时间<sup>[13][14]</sup>，也即劳动定额。

标准时间应当考虑一定的宽裕时间，包括作业宽裕、车间管理宽裕和生理宽裕。宽裕时间是指在生产过程中进行非主体作业所消耗的附加时间，以及补偿某些因素影响生产的时间（不是指浪费的时间）<sup>[14]</sup>。

定额标准是指在一定的生产、技术条件下，用来确定工时定额的尺度和依据，它必须具有统一性、规律性、系统性、规格性和先进合理性五个特征<sup>[12]</sup>。

劳动定额研究的原理是：在正常情况下多数人可以达到、部分人可以超过、少数人可以接近的水平；它强调充分有效利用工作时间、速度正常且符合劳动卫生要求，少数人达到和少数人超过，动态调整以适应管理和竞争要求<sup>[5]</sup>。

制定劳动定额的方法有经验估工法、统计分析法、类推比较法和技术定额法。技术定额法首先要细分工序，分析确定工序合理的结构和顺序，分析确定影响工序各组成部分延续时间的因素；其次要分析工艺用量和工装、设备、道具材质和耐用度；第三要分析劳动组织和工地安排；第四是计算工序时间，包括计算单件时间、准备结束时间和合计定额时间<sup>[12]</sup>。

设计项目的标准工时即工序定额是指不同专业在具备必要条件（如工序的输入条件、明确的工序作业任务（即输出成果）要求和操作方法、明确的检验方法和标准等）的情况下，完成其每一道工序所消耗的时间。由于不同专业的工序内容和完成该任务的手段和方法不一样，各专业的工序定额也不一样。

## 2.3 现代生产管理的方法概述

### 2.3.1 企业管理的变革趋势

（1）企业家才能（信息、知识和技术）被提到了重要的位置，与人力、资本、土地一并成为企业管理的要素<sup>[15]</sup>；知识经济时代，信息和知识成为重要的资源，与人力资源、自然资源、社会资源、文化资源、企业财力和物力等共同成为管理的资源。

（2）企业管理的目标从追求利润最大化的短期目标向追求整体价值最大化的战略性目标转换<sup>[16]</sup>，企业将把企业利益、社会利益和长远利益一体化。企业没有当前利益，就无法顾及长远利益，更谈不上为社会谋利益；但如果只顾企业利益而不考虑社会利益，企业也无法生存。

（3）人力资源管理的目标转向努力使每个员工成为人力资本<sup>[16] [17]</sup>。企业要为每个成员获取信息、终生学习和掌握新知识创造条件，通过工作丰富化、员工参与管理、团队活动、职业生涯设计等管理方式来发展员工的潜力，发挥员工的创造力，帮助员工实现其个人价值的同时，有效提升人力资本的价值、提高人力资本的产出率。

（4）社会环境和管理环境复杂多变、信息技术日益普及且更新速度快，要求管理组织实施灵活多样和柔性化<sup>[17]</sup>、虚拟化的管理方法；企业组织结构向扁平化的团队式的运作模式转变，企业将逐步变成科技研发和市场营销两头大、

中间管理组织变得简单和决策层逐渐贴近执行层的哑铃型的新型组织结构；管理方式由集权向授权转变以发挥员工的创造力、提高组织运作的效率。

(5) 学习型组织将逐步成为企业发展的普遍模式。企业唯一持久的优势是具备比你的竞争对手学习得更快的能力，自我超越实现心灵深处的渴望，改善心智模式用新眼睛看世界，团体学习能激发群体智慧，建立共同愿景能凝聚企业向心力，系统思考有助于全面发展<sup>[18]</sup>。

(6) 经验型管理将逐渐转向知识型管理<sup>[17]</sup>，通过对知识有效的识别、获取、开发、分解、使用、存储与共享，提高组织应变、创新和核心竞争力，知识员工成为企业的主体。战略性企业管理 SEM、动态管理、客户知识管理等方法的运用将变得日益普及，知识的生产、传播、共享和运用的激励机制将逐步建立，信息网络成为企业运作必不可少的条件，“尊重知识、共享知识”成为企业文化的核心内容之一。

(7) 管理激励与考核方式的转变。智力资本是使公司得以运营的所有无形资产的总称，智力资本体现在人力资本（即企业员工所具有的各种技能和知识）、结构性资本和顾客资本三者之中。人力资本可采用期权、技术入股等方式予以长期激励<sup>[18]</sup>。激励方式将从物质推动型激励转向情感满足型激励、最终形成精神归属激励方向转变。

(8) 企业竞争力的变迁——由传统的物力、财力资本竞争转向企业对市场反映能力的竞争，高的市场占有率、最大程度地满足顾客要求和很难被竞争对手模仿成为企业核心竞争力的标志。

(9) 企业文化对企业经营战略的实现起着决定性的作用，没有强大的企业文化，再高明的企业经营战略都无法实现<sup>[19]</sup>，企业经营者要满足顾客和内部员工的心理需求，力求实现公司自身价值与企业价值的统一。

(10) 所有权和经营权分离是现代企业经营制度的一个特征，职业经理人/经纪人将逐渐替代传统的经理人<sup>[19]</sup>。

### 2.3.2 现代生产管理的特点

(1) 社会需求多样化和企业生存需要导致生产管理柔性化<sup>[20]</sup>，知识管理成为企业管理的主导方向。顾客需求的多样化和个性化迫使企业向多品种小批量生产转变，企业（特别是资源型企业）为了生存，不得不以一业为主、多种经营，也导致多品种生产。这就促使企业生产设备要具有适应市场需求多变的加工制造的灵活性、可变形和可调节性<sup>[21]</sup>，要求工艺、物流系统和计划、生产管理等等都具有柔性，以达到多品种小批量、周期短、质量好、成本低的要求。



知识管理使生产方式发生重大转变。灵活多变、适应性强、个性化的柔性生产方式取代大批量的生产方式。

(2) 生产组织虚拟化<sup>[20]</sup>和管理网络化。由于网络的普及和网络技术的快速更新,企业获得新信息的速度加快,企业经营采用竞争+合作的管理思想,通过分包、购买、联合、兼并等外力方式实现经营目的,整合企业外部优势实现规模发展。这迫使企业生产管理也发生相应变化。设计项目的重大科研攻关、重要软件的引进,都充分利用大专院校和科研单位的人才、设备、信誉等资源优势,快速解决若干重大技术问题。由于合作企业可能遍布全球,总装企业的生产管理不得不采用网络等先进信息技术交流情况、调度生产、进行市场营销操作、提供售后服务等。

(3) 生产准时化<sup>[20]</sup>。即以顾客需求为导向组织生产,在恰当的时间以恰当的数量生产恰当的产品满足市场需要。设计项目就是典型的准时化生产。

(4) 工作丰富化<sup>[20]</sup>和职务扩大化,使员工完成多项工作和多道工序,以减少职务单调感,努力创造条件让员工参与某一产品生产全过程的工作来满足人们期望赋予责任、获取成就、赏识、进步和发展的需求,鼓励士气、提高工作的积极性。

(5) 精益生产<sup>[20]</sup>,即在彻底消除无效劳动和浪费的思想指导下,以销售作为整个生产过程起点,以市场需求拉动产品开发、制造和营销各个环节,并尽一切可能降低成本、获取利润。

(6) 清洁生产<sup>[20]</sup>,保护环境,可持续发展。节约土地、原料和能源,淘汰有毒原材料并在全部排放物和废物离开生产过程以前减少它们的数量和毒性,向顾客提供无公害、零污染的产品。对设计项目而言,生产管理必须做到节约土地特别是耕地,将工程建设对环境产生的污染和负面影响通过采取有效措施降低到最低限度。

(7) 质量至上<sup>[20]</sup>。质量是企业的生命,质量就是效益。设计产品的质量关系到社会公共利益,影响深远,生产过程设置了多层产品质量保证体系,确保产品质量。

(8) 服务取胜<sup>[20]</sup>。建立以售后服务为中心的全方位服务体系已经成为企业赢得顾客和市场的关键。设计项目的服务贯穿于从签订合同前到工程建成后的全过程,通过总结经验、吸取教训,不断改进设计理念、提高设计水平,赢得更多的市场份额。

### 2.3.3 现代生产管理的方法概要

#### (1) 制造业 MRP II 与 ERP

MRP 即物料需求计划 Material Requirement Planning, 它是制造业信息化生产管理的比较先进的软件。它根据主要生产计划 MPS (master production planning) 表上何时需要物料来决定订货和生产的, 其基本原理是根据需求和预测来测定未来物料供应和生产计划与控制的方法, 它提供了物料需求的准确时间和数量<sup>[22]</sup>。

将 MRP 的信息共享程度扩大, 使生产、销售、财务、采购、工程紧密结合在一起, 共享有关数据, 组成一个全面生产管理的集成化模式, 即制造资源计划 Manufacturing Resources Planning——MRP II。在 MRP II 软件中增加了生产能力计划、生产活动控制、采购和物料管理计划三方面的功能<sup>[22]</sup>。

企业资源计划 ERP 是一个集合企业内部的所有资源、进行有效的计划和控制、以达到最大效益的集成系统<sup>[22]</sup>, 它的集成度高、通用性强、具有跨国业务功能, 体现了先进的管理思想和方法。ERP 不只是一个软件模型, 而是一个集组织模型、业务流程、企业规划和信息技术、实施方法为一体的综合管理应用系统; ERP 使企业的管理核心从“在正确的时间制造和销售正确的产品”转移到了“在最佳的时间和地点, 获得企业的最大利润”; ERP 引入商务智能, 使得以往简单的事务处理系统变成能够真正具有智能化的管理控制系统[23]。

MRP II 和 ERP 管理系统是从国外逐步引入国内的, 在国内制造业中逐步推广应用。设计企业的管理对象主要是知识型员工而不是物, 主要生产手段是计算机而不是加工制造机器, 生产的产品是信息产品而不是实物, 管理思想主要以知识管理为主, 因此, 必须研究专门的生产管理方法。

## (2) 丰田的看板控制系统

日本丰田汽车公司在 50 年代初通过观察美国超市管理结构和工作程序中受到启发, 50 年代后期直接研究日本的超市, 1953 年丰田公司在总公司的机械工厂试行看板管理, 并进行多年的摸索和试验, 于 1961 年实现了生产均衡化, 1962 年在整个公司全面试行了看板管理。我国二汽 1978 年初开展“一个流生产方式”试点, 取得了较大的实效。看板管理就是通过重新布置使得厂房与库房合一, 实现准时生产, 减少浪费、提高效率<sup>[6]</sup>。

看板有移动看板和生产看板两种。移动看板用于指挥零件在前后两道工序之间移动, 在上道工序的出口存放处与下道工序的入口存放处之间往返移动。每个移动看板只对应一种零件, 移动看板通常包括零件号、容器容量、看板号、供方工作地号、供方工作地出口存放处号、需方工作地号、需方工作地入口存放处号<sup>[6]</sup>。

生产看板用于指挥工作地的生产，它规定了所生产的零件及其数量，它只在工作地和它的出口存放处之间往返。每个生产看板通常包括要生产的零件号、容器的容量、供方工作地号、供方工作地出口存放处号、看板号<sup>[6]</sup>。

设计项目不能照搬工厂化实物产品生产的看板管理系统，因为它的中间产品流动主要是信息流。但是及时将上道工序的信息传递到下道工序，将下道工序的信息及时反馈回上道工序，实现设计信息的交换、共享和合成，从而产生出设计方案构思；设计项目生产管理人员通过电子看板监控信息的流动、掌握设计项目的生产动态，及时调整资源配置和计划，确保按时优质提交设计产品，产生出比工厂看板移动更好的效果，在网络时代不但可以做到，而且应该尽快实现。

### (3) 客户关系管理 CRM

企业经营思路正在从以产品为中心转向以客户为中心、管理战略从市场占有率转向客户占有率、经营成果的标志从投资回报率转向客户保持率、提高利润的手段从内部的节资转向外部的增收，信息管理已经由分散走向集成，信息技术的发展已经由局部网络走向全球网络，企业与客户、供应商、代理商和零售商的关系的管理被提到重要的地位。客户关系管理有利于开拓市场、吸引客户、减少销售环节、降低销售成本、提高企业运行效率，有利于加强各部门的协调和提高员工工作的有效性。客户关系管理十分重视客户价值，应用“一对一”理论，定位客户类型（如关系客户和交易客户），包括销售自动化、营销自动化、客户服务与支持 CSS (Customer Service and Support) <sup>[22]</sup>。

客户是企业收入的来源。设计企业体内各样应该重视客户关系管理，通过优质服务和正确运用价格等竞争策略，获得尽可能多的国内外市场。

### (4) 知识经济、知识型企业、知识管理和学习型组织

#### ① 知识、知识员工和知识经济

联合国经合组织 (OECD—Organization of Economy Cooperation and Development) 报告把人类迄今为止的所有知识 (knowledge) 分为四大类：事实知识 know-what、原理知识 know-why、技能知识 know-how 和人力知识 know-who<sup>[24]</sup>，知识不仅包括理论与实践经验的概括，还包括信息、数据、图像、态度、价值观及其他一些象征性符号<sup>[18]</sup>。知识产生新的创意、形成新的成果、带来新的财富<sup>[25]</sup>。按照知识存在的形式又可将知识分为显形知识和隐形知识两大类，显形知识是专利、科学发明和特殊技术等形式的知识，隐形知识主要是指创造性的只存在于人的头脑中的知识<sup>[26]</sup>。

知识员工 (knowledge workers) 是掌握和运用符号和概念、利用知识和信息工作的人, 他们创造财富时用脑多于用手, 他们通过自己的创意、分析、判断、综合和设计给产品带来附加价值<sup>[27]</sup>。

知识经济是建立在知识和信息的生产、分配和使用之上的经济<sup>[24]</sup>。人类正在进入一个以知识 (智力) 资源的占有、生产、分配、使用 (消费) 为最重要因素的经济时代——知识经济时代, 它以信息的生产 and 利用为核心, 以人力资本和技术为动力, 以高新技术和服务产业为支柱, 以强大的系统化、高新化、高效化的科研体系为后盾, 以追求知识价值不断更新为目标<sup>[26]</sup>。

知识经济的基础是高速数据通讯网, 信息化和智能化<sup>[28]</sup>。

### ② 知识型企业

知识型企业是指以知识产品为主要的投资主体, 以知识的开发、生产、流通、消费、知识创新为目的的社会经济组织<sup>[29]</sup>, 企业资产无形化 (知识智力等无形资产在知识型企业中起决定性作用) 或少形化 (无形资产比重越来越大), 企业主要生产知识密集型或技术密集型的产品, 知识阶层成为企业的主体, 企业组织结构明显简化、科技含量高、实体规模小、人员少而精, 企业由知识专家决策, 全面持续创新机制和终身学习制度成为知识型企业生存发展的基础。

知识型组织是一个能熟练地创造、获取和传递知识的组织, 它是开放的, 员工的知识结构、能力结构和年龄结构在一个组织内是互补的, 组织是柔性的、扁平化的、非线性的多维结构和多变的组织<sup>[30]</sup>。

### ③ 知识管理

知识管理 (knowledge management theory) 是组织的管理者运用集体的智慧通过管理、利用组织内部和外部所拥有的知识, 使企业利用所掌握的资源对外部需求做出快速反应<sup>[29]</sup>, 以增加内部知识存量与知识价值、提高企业知识流通效率、促进隐形知识向显形知识转化、提高员工素质为目标, 达到提高组织的应变、创新能力和提高组织创造价值的能力这一目的的一种手段和过程。

知识管理的主要内容包括: 知识资产 (专利、商标、版权、信誉) 的创造、使用、保存和转让, 人力资源的投资、开发、管理和运用, 企业文化的提炼、形成和推广, 知识资源的采集、创新、延新和使用<sup>[29]</sup>。

人是知识 (显形知识和隐形知识) 的载体和知识创新的主体, 知识型员工就是掌握和运用符号、概念, 并利用知识和信息工作、创造新知识、实现企业智力资本增值的人<sup>[31]</sup>。知识管理的核心是如何把员工头脑中的知识深度开发、实现共享, 有效地和创造性地利用起来, 以实现企业组织向更高层次的有序演进<sup>[30]</sup>。

知识管理的基础活动是对知识的识别、获取、开发、分解和存储<sup>[21]</sup>。实施知识管理必须变革组织结构、建立激励创新的机制、提供必要的技术条件。首先要创建支持知识管理的学习型组织，其次要开发支撑知识管理的信息技术，第三要营造知识交流、知识共享和知识创新的文化氛围，第四是把员工培训和职业发展作为知识管理的重要内容。企业发展的主要任务是建立和创造一种有利于知识创造、知识积累、综合知识和协调知识的机制<sup>[26]</sup>。

#### ④ 学习型组织

学习型组织的特点是组织结构精简、扁平化和有弹性（适应市场和环境变化的能力）；提倡全员学习、全程学习和团体学习，并善于不断学习；自主管理（自己发现并解决问题，自己选择伙伴组成团队，自己选定并实施改革目标，自己检查效果和评价总结）和不断自我创造未来。建立学习型组织提倡五项修炼：自我超越（Personal mastery）修炼要求全新投入不断创造和超越自己；改善心智模式（Improving mental model）提倡员工之间以开放的心灵容纳别人的想法；建立共同愿景（Building shared vision）主张确立共同的目标、价值观和使命感；团队学习（team learning）使成员之间深度会谈和真诚交流；系统思考（system thinking）培养纵观全局和系统思维的能力<sup>[32]</sup>。

#### （5）工作丰富化

千篇一律复现着的刺激是单调感的生理学基础，它容易引起兴趣丧失、倦怠、寂寞和睡欲等不愉快的心理状态，使作业能力降低。分工过细，以致使作业者对从事的作业感到单调、孤立和产生无目的感<sup>[14]</sup>。现在是生活丰富化、个性多样化的社会，每个人都期望赋予责任、获取成就、得到赏识、获得进步和发展；网络技术的普及和快速更新，使知识的传播范围广泛、传播速度极快，人们获得知识的途径多样化，对知识的渗透、融合和综合能力大大加强，过于专业的分工不利于某些知识接受能力快、希望得到全面发展的人们的需要。

增加工作丰富的措施有：强调工作的目的性，使员工经常知道自己的工作成果；扩大部分员工的职务和责任范围，使作业内容充实和多样化；采取集体作业，成员间相互支援和协作；轮换岗位变换工作内容，尤其是那些业务能力强、综合素质高的员工更要轮岗锻炼；职工参加车间、班组和科室甚至不同层次的管理，增强他们的责任感和使命感；实行作业间歇制度；改善岗位作业设计增加工作的新鲜感，使员工热爱岗位；利用照明、音乐、颜色、更新设备等改善工作环境<sup>[14]</sup>。设计项目的项目经理或者设总、副设总岗位就是职务扩大化和工作丰富化的典型例子。

#### （6）对员工的激励

### ① 有关的激励理论简述<sup>[33]</sup>

亚伯拉罕·马斯洛(Abraham Maslow)的需求层析理论(hierarchy of needs theory) 该理论假设每个人的内部都存在5种需求即:生理需求(包括饥饿、干渴、栖生、性和其他身体需要),安全需要(保护自己免受生理和心理伤害的需要),社会需要(包括爱、归属、接纳和友谊),尊重需要(内部尊重因素如自尊、自主和成就,外部需要如地位、认可和关注),自我实现需要(self-actualization 一种追求个人能力极限的内驱力,包括成长、发挥自己的潜能和自我实现)。生理需要和安全需要属于较低层次的需要(lower-order needs),其余三种需要属于较高层次的需要(higher-order needs)。较高层次的需要从内部得到满足,较低层次的需要从外部得到满足。只有尚未满足的需求才有激励作用。

X理论和Y理论 道格拉斯·麦格里格(Douglas McGregor)提出两种完全不同的人性假说,即消极的X理论(theory X)和Y理论(theory Y)。X理论假设人天生讨厌工作和逃避责任、安全感最重要因而没有什么进取心,所以必须对其进行强制、控制和惩罚。Y理论假设人把工作与休息看得一样自然、能够自我引导和控制、能学会接受甚至寻求责任、普遍具有创造性决策能力。X理论假设低级需要主导个体行为,Y理论假设高级需要主导个体行为。道格拉斯·麦格里格认为Y理论比X理论更符合实际,提出了让员工参与决策、担负有责任感和挑战性的工作、建立融洽的群体关系等。

当代激励理论的应用 除了上述两种基本的激励理论外,还有激励-保健理论、ERG理论(生存 existence、相互关系 relationship 和成长 growth 理论)、麦克莱兰德的 need 理论、认知评价理论、目标设置理论、强化理论、公平理论、期望理论、能力和机会理论等,这些理论在不同的环境下都有不同的应用。

就生产管理而言,期望理论比较现实,因为员工的努力得到绩效、从而得到奖励并实现个人目标,他或她的努力程度就会提高。同样,如果绩效评估系统比较公平,奖励主要与绩效挂钩,就会引导员工去努力创造组织需要的绩效。激励水平的高低取决于一个人由于高绩效所得到的奖励在多大程度上满足与他或她的个人目标相一致的主导需求。

生产中的某些挑战性岗位对于高成就者具有很大的诱惑力。高成就者的最好的奖励不是通过绩效而得到的奖励,而是她或他能从自己的工作中感受到的个人责任、组织对他和她的反馈和适度的工作冒险,特别是从努力到个人目标的飞跃所带来的愉悦和成就感。

管理层应该设计对高绩效进行奖励的奖酬体系，以强化和鼓励持续的高绩效（正面强化）；对低绩效少给予、不给予甚至惩罚，抑制不希望的结果出现。

不同的激励理论都假设不同的文化特点，因而每种激励理论都不具有普遍性，企业只能根据自己的特点有选择的使用激励理论或者多种激励理论综合使用。

## ② 对知识型员工的激励

知识员工作为追求自主化、个性化、多样化和创新精神的群体，具有知识性、创造性、独立性和高需求性的特点。他们更多追求来自工作本身的满足，但可能由于心情不佳导致生产率下降；他们主要从工作中得到满足，忠诚感更多的是针对自己的专业而不是公司或公司老板，如果待遇不公和收入未达到期望值很可能自谋出路；他们需要经常更新知识、对专业的投入意味着超出工作时间工作，一般都有较高的报酬；他们的工作更多的依赖自身拥有的知识而不是外在条件或工具，因而具有更大的流动性<sup>[34]</sup>。

## （7）团队精神和项目管理

### ① 团队已经成为先进的管理模式<sup>[33]</sup>

如今，像美国的通用电气、美国电话电报公司、惠普公司、摩托罗拉等等知名企业，团队形式是他们的主要运作方式。工作团队（work team）通过成员的努力能够产生积极的协同作用，其团队成员努力的结果使团队的绩效水平远大于个体绩效的总和。团队有问题解决型团队、自我管理型团队、多功能型团队等。在设计企业中，生产是按照项目来组织的，因此，设计团队又可称为项目管理，即由不同专业的知识型员工组成项目管理部去完成某一项目的设计任务。

事实表明，如果某种工作任务的完成需要多种技能和经验，团队来做通常效果比较好。团队是组织提高运行效率的可行方式，它有助于组织更好地利用雇员的才能。在多变的环境中，团队比传统的部门和其他形式的稳定性群体更灵活、反映更迅速。团队的优点是可以快速的组合、重组、解散，团队还能促进雇员参与决策过程，有助于管理人员增强组织的民主气氛，提高工人的积极性。

传统的稳定的组织结构既有健全的制度和运作模式、群体稳定（人员稳定、环境稳定）、一切按部就班的特点，又有部门分割、条块隔离导致严重和比较严重地不适应市场的缺陷。企业生存在市场经济社会中，顾客的需求随时都在变，企业依赖的政策环境、资源环境、竞争环境都在激烈的随时变化，企业不能躺

在既有的模式上睡大觉，必须紧随市场不断适应市场。团队或项目管理部比较适应市场变化、能够快速提交设计产品，是一种比较好的组织形式。

## ② 项目管理

美国项目管理学会（Project Management Institute—PMI）标准《项目管理知识指南《A guide to the Project Management of Knowledge —PMOK》指出，项目由创造产品的过程和管理过程组成，前者包括设计过程、采购过程（制造设备、材料）、施工过程（建筑、安装）和开车过程，后者包括项目启动过程、实施过程、控制过程和收尾过程<sup>[35]</sup>。

建设部（2003）30号文将工程项目管理界定为：从事工程项目管理的企业受业主委托，按照合同的约定，代表业主对工程项目的组织实施进行全过程或若干阶段的管理和服务。工程项目管理企业分为工程评估咨询公司（受业主委托提供决策阶段的项目管理服务）、工程设计咨询公司（为业主提供设计阶段项目管理服务）、工程建设咨询公司（为业主提供施工阶段项目管理服务）和综合项目管理咨询公司（提供全过程或某组合阶段项目管理服务）。综合项目管理咨询公司是前三种基本类型的有机组合<sup>[36]</sup>。

项目是一个知识密集的任务，项目管理将是知识经济的伴侣。知识型项目团队中的隐形知识比重较大，项目管理需要强调与其他信息系统的交流、集成，项目管理部应该是企业内部的学习型组织。企业的机制要能够激发项目管理者的创造性<sup>[27]</sup>。

项目管理部和项目团队由项目经理和来自不同专业的精干成员组成，项目经理是团队的核心，有权独立行驶计划、资源分配、指挥和控制。

项目团队的知识管理主要包括全面构造项目的知识体系（Project Management body of knowledge）和建立高效的项目知识集成体系，组织高效的知识运用、交流和共享，注重知识整合、加速知识创新<sup>[27]</sup>，吸收现行组织体制中成熟的管理知识和经验、遵守有关规定，优质、高效地完成项目任务。

工程项目管理必须与国际惯例接轨。学习国际上先进的项目管理模式和方法，按照国际工程公司的做法组建贯穿项目建设全过程的项目管理公司，按国际惯例和标准培养项目经理<sup>[25]</sup>。

项目管理部的组织结构要扁平以便于沟通、充分授权和快速适应项目环境和情况的变化。项目经理思想要开放，要培养企业员工认同感，培育贡献知识与人共享的企业文化，完善内部激励机制，健全项目内部网络化管理<sup>[37]</sup>。

## （8）甘特图



甘特图是编制项目进度计划的一种工具。甘特图的左边纵列一般表示项目的组成要素（或称子项目），每个要素右边的横道线条表示该要素的计划进度或实际进展。管理者通过甘特图了解项目各组成要素或子项目的计划进度，通过观察甘特图计划的执行情况掌控项目及其各组成要素的实际进展，便于他或她适时地调整资源配置，达到动态控制项目进展的目的。

设计项目的施工总进度表、计划安排表基本上都采用甘特图，因为它具有简单明了、脉络清晰的特点。

### （9）网络图、线性规划和模拟技术

**网络图** 网络图表示一项工程和一项生产任务中各个工作环节和道工序的先后顺序关系和所需的时间。网络图由作业、虚作业、结点和路线组成。通过网络时间参数计算获得每项作业的最乐观时间（optimistic time）、最悲观时间（pessimistic time）和最可能时间（most likely time），计算出每项作业的时差和项目的总时差，找出关键作业和关键路线，确定项目重点管理的对象和关键路线，据此作为资源配置和管理的依据，或进行网络计划的优化如时间优化、时间—费用优化、费用优化和时间—资源优化。网络图技术主要用于项目工序很多、工序之间衔接关系复杂的进度安排情况。尽管网络中不允许出现循环、两个结点之间只允许一条箭线相连、不允许从一条箭头线的中间引出另一条箭头线等，但总可以把复杂的过程分解成相对简单的过程，使简单的过程符合网络图的要求，从而利用网络图进行管理。设计项目的计划安排、施工企业的施工进度安排等，都可采用网络计划。

**线性规划** 线性规划主要用于资源优化配置。它通过建立一组线性约束方程组，求解目标函数获得有限资源的优化配置，这对于优化安排人力、物力、财力和时间分配很有帮助。Behzad Behdani, Mahmoud Reza Pishvaie, Davood Rashtchian<sup>[38]</sup>用混合整数规划（mixed-integer programming）求解化工系统的多因素线性约束问题，使得完成所有任务的时间最短。

**模拟技术** 模拟技术是对一个客观系统的结构和行为进行动态模仿，从中取得所需信息的过程。它可以处理复杂系统，如企业系统、经济系统、社会系统等；可以帮助缩短系统的试验周期、节约试验经费；可以用于系统的设计如企业设计、城市规划等；模拟技术具有预期作用，对系统新规则、新政策的输入可能产生的结果进行推断和评价。设计项目也采用模拟技术，主要是通过物理模型模拟工程建成后的运行条件，观察设计方案的合理性，帮助设计者进行设计修改。

项目管理软件 P3 E/C 美国 Primavera 公司开发的 P3E/C 5.0 企业级软件<sup>[39]</sup>，为我们开发设计企业的生产管理信息系统从而逐步推进和完善企业生产管理提供了支持平台。

## 本章小结

简述生产管理理论的发展历程，归纳与本研究有关的生产管理概念，分析设计项目生产管理与一般生产管理的异同；提出企业管理的变革趋势和现代生产管理的特点，系统归纳现代生产管理的方法；为本研究奠定理论基础，也为实施本研究成果提供理论依据。

## 第3章 水电工程设计过程的工作分解设计

### 3.1 水电工程设计的特点

#### 3.1.1 水电工程及其基本特点

##### (1) 水电工程

水电工程是指根据国家批准的河流规划，在河流上筑坝挡水提高水位或引水，利用水位落差和水量生产电能为主的工程项目。水电站除了以发电为主外，根据河流规划的要求，还可以具有防洪、供水（灌溉供水和向城镇供水）、通航（大大改善库区航运条件、修建连接上下游船只的通道）、保护生态环境等功能。只具备发电、防洪、灌溉、通航等单向水流（水流总是从上游水库流向下游）运动的水电站称为常规水电站，而同时具备抽水（利用系统低谷电量把水从下库提升到上库）和发电（利用从下库抽取的且存储于上库的水发电）功能的双向水流运动的水电站称为抽水蓄能水电站。按照水电工程装机容量的大小，水电站工程可以分为小型（目前标准）（装机容量小于 50MW）、中型（50MW~250MW）和大型（大于 250MW）。

根据引水发电系统布置的不同情况，水电站可以分为河床式和引水式两种类型。发电厂房可以布置在地面和地下，分别称为地面式发电厂房和地下发电厂房。水电站工程主要由挡水建筑物、泄水建筑物、引水建筑物、发电建筑物组成，当工程枢纽要满足人类和其他生物过坝要求时，还需要修建过坝建筑物（如船闸、升船机、驳运码头、鱼道等）。

##### (2) 水电工程的基本特点

水电工程具有下列基本特点：

① 水电站工程是利用水力来生产清洁能源的可再生能源工程，水电站的建设符合经济社会可持续发展的要求。从总体上看，水电站的兴建对保护国家和地区总体环境、解决国家能源需求和节约不可再生的能源资源、推动国家和地区经济发展是非常有利的。

② 筑坝挡水、改变水流运动的大型土木工程。水电工程建设在河流上，需要建筑挡水大坝以壅高水位并使水流按照设计者的意图通过水轮发电机组生产电能，或者将多余的（如汛期洪水）水流有组织地排泄到下游。水电工程的构筑物主要由合格的混凝土、土石材料、钢筋和钢材等建造，动用的土石方和混

混凝土工程量多达几十万  $\text{m}^3$ 、数百万  $\text{m}^3$  乃至上千万  $\text{m}^3$ ，施工场地布置范围和动土面积均可达到数  $\text{km}^2$  至十数  $\text{km}^2$ 。

③ 建设周期长，工程投资巨大。中型水电站从筹备开始到建成发电为止需要数年工期，大型水电站的建设周期超过十年。水电工程耗资巨大，动辄数亿元或数十亿元，巨型水电工程耗资达到数百亿元乃至上千亿元或者数千亿元。

④ 社会影响巨大，综合效益显著，项目立项审批程序复杂。大中型水电站一般通过省级电网向用户提供电力，像三峡、龙滩、向家坝、溪落渡等巨型水电站通过数千  $\text{km}$  的超高压输电线路向一省、数省的用户供电，对国家的社会发展产生巨大影响。水电工程以发电为主，同时兼有防洪、改善航运条件、供水、发展库区旅游等多项综合效益。水电工程的水库淹没引起的移民人数从数百人、数千人、数万人到十数万人甚至超过百万人，移民安置很可能成为当地社会不稳定的因素之一，引起中央和地方各级政府的高度重视。因此，国家对水电站的建设的立项做了严格的规定：大中型水电站工程必须经过国家发展与改革委员会（以下简称国家“发改委”）核准才能开工，部分由国家法改委授权省（市、自治区）发改委核准的中、小型水电站可以由所在省（市、自治区）发改委核准开工。

⑤ 涉及学科门类众多，技术密集，管理难度较大。水电工程建设和运营中涉及众多的社会和自然科学领域，技术密集程度很高。国家对水电工程的规划设计、施工建设、运行管理都制定了严格的规定，参加建设和管理的主要人员必须掌握一门以上的相关科学技术知识和具有相当的管理经验，才能担当起管理重任。

⑥ 立项审批严格。根据我国目前的规定，水电站建设需要经过河流规划、预可行性研究、可行性研究、招标设计、施工图设计、竣工验收投产等阶段，而且各个阶段都必须经过国家和省级政府的批准或核准。

### 3.1.2 水电工程设计及其特点

#### （1）水电工程设计及其作用

① 水电工程的设计是指设计企业受项目业主的委托，以测绘、调查、勘探、试验为基础，使用高技术知识并结合项目所处的河流地形、地质条件和社会经济情况，通过若干工程技术人员的反复研究、论证，分阶段提出工程设计方案，编制文字报告和图纸，并根据业主、评审单位和各部门的意见修改完善直至批准或者核准的全部过程。

② 水电工程设计的作用主要表现在：

绘制水电站建设的蓝图。设计要提出河流水电开发建设的蓝图,包括在一条河流上开发多少座水电站、这些水电站的建设时序安排,提出每个水电站的开发方式和规模、工程布置、对供电范围和工程周边地区的影响、工程工期和造价等等。对于经过国家核准开工的水电站,设计单位按照国家有关部门的批复意见,编制出具体的施工详图,明确规定所有建筑物的位置坐标、建筑尺寸、材料规格、施工方法和质量标准等等,供业主组织施工、接受国家有关部门的检查和工程验收;

为业主编制一系列设计文件供地方和国家审批。这些文件包括河流规划报告、河流梯级水电开发环评报告、项目予可行性研究报告、项目可行性研究报告、使用林地可研报告、文物古迹调查和处理发掘报告、征占用土地审批报告、移民安置和水库淹没处理规划设计专题报告、水土保持方案报告、环境影响评价报告书、安全予评价报告、地质灾害评估报告、项目防洪论证报告、水资源论证报告、压覆矿产资源论证报告、电站接入系统专题报告、电站上网协议等等专题和专项报告;

项目运行管理的基础。设计文件中要明确水电站接入系统的方式、电站水库调度(如防洪和发电调度)的原则、各类建筑物和设备运行维护的基本要求等等,供业主对电站进行运行管理。

## (2) 水电工程设计的特点

① 知识密集型的多技术的智力劳动。水电工程设计属于知识密集型的脑力劳动,在设计企业内部专门设置有地质和勘探、水文、规划、工程(水工和施工,下同)、机电、水库移民和环保、科研试验、建筑、观测、暖通、消防、安全评价、水土保持、工程造价等等诸多专业。设计人员根据所从事的专业工作需要,要掌握或者熟悉有关的政治理论和经济学知识,要精通或者熟悉水文水资源、电力系统、工程设计、工程地质和水文地质、土地管理、资产评估、城市规划、交通工程、输变电工程、区域规划、农学、林学、环境生态学、生物(水生生物、陆生生物)、土壤、水力学、气象、河流运动学、风险评价理论、结构力学、材料力学、弹性力学、水力机械和工程机械、电子科学、模拟理论、概(预)算编制的理论与方法等等知识中一门以上的知识,才能胜任专业设计工作。

② 工作内容多,涉及部门广,社会影响大。水电站工程的设计包括勘测、设计和科研三大部分,工作内容包括外业勘探和调查、调研和内业设计以及接受咨询、评估、审查、现场服务等等。调查、调研的内容涉及社会、经济、环

境、自然、国民经济各部门等，需要动员数十乃至数百人历时数月乃至数年才能完成。设计全过程的社会影响很广。

③ 工作阶段明显，政府主导色彩浓厚。因为水电站建设涉及大量土地（特别是耕地、园地）资源的征占用和移民安置，有的还涉及跨行政区域的资源开发、移民安置、税收和水库运行管理，还因为水电站的库容达到数百万  $m^3$ 、数千万  $m^3$ 、数亿  $m^3$  乃至数十甚至数百亿  $m^3$ ，一旦失事将对下游人民的生命财产造成巨大损失，所以国家规定水电站建设必须经过河流规划、预可研、可研、招标设计、技术施工图设计、竣工验收等阶段，后一阶段的工作必须在前一阶段的工作得到批准的基础上才能进行。

④ 专业结构复杂，工序循环交替，只有依靠群体智慧和团队精神才能生产出合格产品。参与水电站工程设计的各专业的工作既有先后顺序和前后衔接，更多的是在总工程师指导下根据拟定的方案同时开展工作，设总和总工程师们从各专业的工作结论中发现问题、修改和优化设计方案，经过反复比选得出推荐方案；各专业的专家们的智慧和大量设计人员的紧密合作才能设计出好的方案和合格的产品。

⑤ 产品是文字报告、图纸或电子文件等信息产品。与工业产品的实物形态不同，设计产品是以文字报告、图纸或电子文件为载体的信息产品。工业产品可以供消费者直接使用以实现其功能要求，水电站工程设计的产品必须经过施工建造和移民安置过程才能实现其使用价值。

⑥ 工程项目千奇百异，必须针对每一个工程单独进行勘测设计科研工作。水电站分布于不同的河流上和同一条河流的不同位置，每一座水电站工程都面对不同的地形、地质条件，建设征地与移民安置的数量及其安置的难度也不一样，供电范围不尽相同、输电距离差异较大，工程建设的规模和工程建筑物的布置方式、工程建筑物的形式各不相同。因此，必须针对每一个工程单独进行勘测设计科研工作，才能做出符合地形地质和当地社会经济条件、供电要求的设计产品。

## 3.2 设计项目生产管理的总体思路

### 3.2.1 复杂设计过程的拆分

早在16世纪，采矿业就重视生产过程控制技术和生产场地分配问题(Process technology and site location)<sup>[4]</sup>。通过生产过程管理不断能产生重要的知识(yield important knowledge)而且能帮助组织改善其对顾客服务的过程质量(help

organizations improve the quality of their business processes and services to their business partners)<sup>[40]</sup>。设计企业的收入来源于项目的收入，业主或者雇主对项目的评价决定了设计企业当前和将来的市场份额和收益回报。因此，重视设计过程的管理对于设计企业的生存至关重要。

Mar' a Dolores R-Moreno, Daniel Borrajo, Amedeo Cesta 等人<sup>[74]</sup>对工作过程也称工作流(workflow)进行过深入的研究，他们将任务(Tasks)、执行任务的人或使用者(Persons (users))、在执行任务中扮演的角色(Roles)、执行任务的路径(Routing)、信息的传递规则(Transitions)、任务执行中产生的数据或信息(data)、饱含丰富信息的事件(event)、完成任务的期限(deadline)、完成任务的过程(process)、执行任务的规则(policy)有机地组织起来，对工作流进行人工智能管理(artificial-intelligence)；Kwang-Hoon Kim<sup>[41]</sup>将工作流作为分层(procedure-layer, role-layer, and actor-layer)的知识模型进行开发和管理，并开发形成了各具特色的软件。Hai Zhuge<sup>[42]</sup>对知识流网络规划和模拟作过研究，提出知识螺旋的概念(knowledge spiral)帮助读者定义、修改、验证知识流网络(define, modify and verify a knowledge flow network)和整合知识内容(to integrate its components)。

有学者指出：管理的基础问题和核心问题向来是并将永远是工作效率问题，实现管理的目标就必须关注企业生产的作业过程以及这些作业过程中的工作效率问题<sup>[43]</sup>。工程设计过程虽然错综复杂，但总是由若干阶段、若干专业的若干工作任务流组成<sup>[44]</sup>。设计过程是一个循环往复的工作流过程，工作流的每个小段针对具体的任务(activity)，由指定(可以竞争确定)的工作成员(member)，按照规定的职责(role)，运用专业技术和其他工具(如软件 application)，在规定的周期(duration)<sup>[45]</sup>，实施专业的技术操作(动作 action)，经过规定的校审(checking, examination)后流入下一个任务环节。

人们的思维习惯是从简单的事物中找出复杂事物的规律，通过研究复杂事物找寻其具体构成及其作用，许多人为此耗费了无数的精力，许多人也取得了显著的成绩，如劳动分工理论、工序管理思想和数学上的微积分原理等等。

劳动分工理论和工序管理的思想使我们可以把复杂的劳动分解成相对简单的由不同技艺水平的员工完成的若干劳动过程，为我们改进劳动组织、改造和控制生产过程、考核劳动绩效提供了理论依据。数学上的微积分原理告诉我们，复杂的事情可以细分成无数个简单的事情，庞大的系统由无数个局部的、微小的构件或要素组成。

工程项目的的设计过程非常复杂,从宏观上看有从始至终的过程,从其中的某一个或几个过程看,又有循环往复、相互交替的过程。大多数情况下是几个专业同时开展工作,某一专业的工作往往受到其他专业的工作的制约,需要进行大量的技术协调和工作协调。

工程项目的的设计也是从简单到复杂,把工程项目涉及的规划、移民、环境、地质、地形、工程结构和工程布置、造价编制、经济分析、项目评价等等专业的理论经过几十年的实践,总结成系统的理论,归纳成通用的方法,编制成约束和指导人们进行设计的规程和规范。因此,复杂的设计工作是可以按照特定的工作流程细分成若干相对简单的工作环节的,复杂的设计问题是可以科学的方法分解成便于控制的相对简单的问题的,通过对这些有机组成的相对简单问题的科学组织和协调,就可以实现对复杂问题的整体控制和优化管理。设计项目的生产过程是可以细分的,这是我们研究设计项目生产过程控制的基础。

### 3.2.2 对工序进行标准化改造

把复杂问题简单化,并不是随意简化,而是必须遵循特定项目的设计工作的客观规律,组织有丰富经验的专家群体根据其所从事的设计专业和设计对象的具体情况,遵循专门的技术规范或规程的规定,进行科学拆分,形成相对固定和相对简化的工作步骤;通过对拆分的工作步骤或流程的反复推敲,形成一个个标准的工作程序,简称为工序。有了这些标准的工作程序或工序,我们就可以使复杂的设计过程和脑力为主的劳动“机械化”或“准机械化”,将经验、智慧等隐性知识具体体现在一个个工序中,将规程、规范和具体项目的策划意图具体化到这些工序的作业过程中,使工序作业者知道该怎么做、何时做、需要经过那些检验程序、做了能得到多少绩效、工序成果给谁,以减少盲目性和提高参与者的满意度<sup>[44]</sup>。这既规范工序设计人员的操作,又便于测量和监控工序成果的质量,为实现对设计流程的有效组织和控制、为进行生产过程信息集成和信息分析、为各级管理者进行决策奠定基础。

### 3.2.3 制定过程控制的程序模型

标准化的工序可以作为设计项目生产管理的控制基础,但是必须将分散在各个专业的标准化工序按照设计工作的逻辑关系有机地集成起来,形成前后衔接的工作流程和标准的工作程序,才便于设计控制人员实施组织和控制。以标准化的工作模块(工序)为基础、以特定工程项目设计工作要求的工作程序为模块组装规则,形成具有特定工程项目设计特色的设计项目生产管理控制链,选用或者研发适当的过程控制方法,对可用的设计资源(一个或多个人员、质



量规则及其应用条件、允许工作时间)进行合理配置,根据执行过程中实际发生的情况动态地控制关键流程,达到适时调整资源配置、保证设计工期的目的。

对标准的工作过程进行程序化管理,必须严格规定工序的输入条件、工序工作内容和依据、工序产品输出的具体规定,科学设置工序质量校审程序,合理安排工序接口和规定工序产品的传递路径、规则,还必须将工序工作的成果数量、质量与工序作业人员的绩效挂钩,从分配机制上推动员工按照工序流程自觉开展工作。

#### 3.2.4 对过程控制的程序模型和工序结构模型实行信息化管理

只有在网络环境和先进软件支持下才能对复杂的设计过程进行定量管理。在没有普及信息网络、没有先进软件的情况下,只能对复杂的设计过程进行粗放的管理。具备了大容量、高速度的信息网络环境,才有可能对复杂的设计过程的工序或者工序包进行全程管理,才有可能对工序的作业情况进行直接控制和对工序的若干参数进行统计、分析,使决策者及时掌握生产过程情况,根据需要及时做出决策,确保生产过程满足顾客需要。

工程项目设计生产过程控制需要专门的信息网络环境和信息管理、控制和决策分析软件。设计过程标准工作模块的参数数以万计,不同设计阶段的生产过程控制模式又不一样,巨量信息的收集、分析、处理和信息流控制需要有专门的网络环境和专门的信息控制软件,才能对特定工程项目的设计生产过程进行有效控制。不同工程项目的设计过程完全不一样,管理者需要的决策参数也相差较大,因此其设计生产过程控制的软件也不一样。在对生产过程进行初级控制的基础上,需要对过程控制中的重要参数专门进行收集和分析,便于决策者做出及时决策。

对过程控制程序进行不断完善需要信息化管理。任何一个过程控制程序都需要不断完善。过程控制程序的完善需要收集和分析大量的控制参数,对不同工程的不同工序、不同员工的作业状况进行纵横交错的分析 and 归纳,找出影响过程控制的因素,改进不合理或者不恰当的控制方法,修改完善工序或者工序包的作业参数,这些都需要信息控制软件和决策分析软件从不同的角度进行信息收集、统计分析,只有在信息化条件下通过研发特定的软件并在先进的软件支撑平台下才能实现。

#### 3.2.5 动态调整、不断完善工序结构模型和过程控制模型

随着科学技术的不断进步和管理手段的不断改进和完善,随着设计企业生产组织结构和生产组织形式的不断改进,工程项目设计生产过程的控制程序和方法也需要动态的进行调整,以更加符合市场要求、更加适应先进的管理需要。

可以把设计生产过程控制中的核心部分做成模块，把经过参数修正或者定期完善的核心模块组装起来实现不同项目的设计生产过程控制要求。根据客观情况的变化，既可以不断改进和完善全过程控制方法，更多的是改进那些核心模块，使之符合新的要求。随着生产力水平的不断提高，过去需要几人、几十人完成的工作，现在或者将来可能只需要更少的人就可以完成，因此，工序可能被合并，现在的一个工序包在将来可能变成一个至多几个工序。通过不断的调整和完善，设计生产过程的控制程序将日臻完善，有可能形成特定工程项目设计生产管理的专门化软件。

### 3.2.6 工序作业成果的标准化规范

脑力劳动与体力劳动的最大区别在于，脑力劳动生产的产品具有一定的柔性，检验条件因人而异，人们对产品的体验更多的表现在感觉上。如何保证每道工序的产品具有客观的评判标准，尽量减少因人而异带来的对产品校核、审查、会签、核准和批准的不一致的影响，就迫切需要针对每道工序的产品制定若干检验标准。这些检验标准一定是符合特定工序产品的输入条件、工作依据和工作内容，每道产品的检验内容和评判标准应该是不一样的。在符合其检验标准的前提下，可以研制出每到产品的标准工作范本。标准工作范本可以保证设计生产过程控制中产品质量校审的规范化，促使工序作业的标准化和规范化，为设计生产过程控制的程序标准化和信息化提供基本的保证。

### 3.2.7 在生产过程中对员工作业绩效进行考核、对产品进行同步管理

脑力劳动的工作量难于考核，但是并不等于不能考核。采用分层控制的方法从院开始到作业者个人逐层确定工作量，是比较可行的办法。因为我们已经积累了不同设计阶段各个设计专业处的工作量比例，各个设计专业处领导对其内部各个设计专业的工作量比例也是心中有数，各个专业室的领导对于其内部的各个工序的工作量也比较清楚。因此我们首先可以控制某一设计阶段院、处、专业室的工作量比例，各个工序的工作量由各个专业室自己确定。最后，我们把各个专业室确定的工序工作量换算成该专业室的标准工作量（即设计院结算的工作量）；作业员工完成的工序工作量也可以换算成标准工作量。这样，脑力劳动的工序工作量就可以定量考核了。

对于特定的工序工作量，各个专业室已经确定，作业者不能自己确定工序工作的工作量。

任何工作都有明确的目的，任何一件产品都有明确的用户，只有用户接收的产品才是有效产品，有效产品才能计价。因此，只有下道工序接收了本道工序的产品后，本道工序产品的作业工作量才能被系统确认。

为了保证下道工序接收的是合格产品，本道工序的产品必须经过规定的校审程序。所有工序作业的产品，都是在信息网上运行，基本消除纸质文件；下道工序接收的产品，系统会自动保存其版本进行归档。这样，工序作业、产品质量控制、产品流转管理和归档管理，就在工序工作量确认环节的控制下集成在一起，而其中的动因就是工序工作量是个人绩效分配的依据，如果不把工序工作量与个人的收入分配挂起钩来，再好的控制办法也很难有人去执行。在生产过程中对员工的作业绩效进行考核，在考核中进行质量控制、产品流转控制和产品管理，实现绩效考核与过程控制的有机结合。

### 3.3 标准工序和标准作业时间

#### 3.3.1 水电工程设计的工序

借助于机械加工过程中的工序、工步等概念，我们可以定义水电工程设计中的细小的相对简单的生产过程为工序，如编织一份调查大纲过程中收集某份特定的资料、完成某一特定任务的计算分析书、计算分析某个特定建筑结构的应力、计算分析特定坝型的坝顶高程，提出某一张包含特定内容的设计图纸，等等。这些细小的相对简单的生产过程或称工序，是指在一定的工作条件下，一般由一个设计人员单独完成的生产过程。所谓“一定的条件”，相当于弗雷德里克·温斯洛·泰罗 Frederick Winslow Taylor 提出的工具（如设计过程中的计算机、办公桌椅、绘图工具）、机械（设计项目生产过程中的交通工具、野外作业机械）、材料（如各种输入信息）与作业环境（人均办公室面积、照明条件、噪音控制条件、特别是办公和信息传递的网络）和标准化条件（规程、规范等工作规则）。

#### 3.3.2 水电工程设计的标准化作业

标准作业是指作业系统（人员、设备、材料）按照规定的作业标准（即为保证在规定成本和时间内完成规定质量的产品所制定的方法）进行配合与运作。标准作业要素包括时间、动作、方法、环境、程序、质量、材料等<sup>[13]</sup>。

由于水电工程设计中不同专业依据的基础理论及其工作规律完全不同，不同专业的生产工序所涵盖的内容、完成每道工序所需要的时间、工序之间的衔接关系以及每道工序产品的检验办法等等都差别很大，必须针对具体的设计专业进行专门的研究和细分。

水电工程设计的标准化作业，是指把分解的工序经过专家评审后形成的标准工序结构，这些标准的工序结构相当于弗兰克·吉尔布雷斯夫妇 Frank Gilbreth

and Lillian MGielbreth 的“动作基本元素”。标准化的工序结构不但有明确的输入条件、规定的工序操作程序和完成工序必须遵循的工作规则，而且有明确的输出结果即产品，还有流入下道工序的确定的路径，这些路径也是下道工序工作的前提条件。严格意义上的标准作业不能多、也不能少。如果多了，就会造成工序重复；如果少了，就不能把工序有机地衔接起来完成满足质量要求的特定的设计任务。但是，随着技术手段不断改进，某些生产环节的某些标准化作业只要是紧密相连、又同属于一个专业工作室的范围，而且只要大多数人都可以单独完成，就可以适当进行归并，以简化管理流程。

### 3.3.3 水电工程设计标准作业时间

设计项目的标准作业时间即工序定额是指不同专业在具备必要条件（如工序的输入条件、明确的工序作业任务（即输出成果）要求和操作方法、明确的检验方法和标准等）的情况下，完成其每一道既定工序所消耗的时间。由于不同专业的工序内容和完成该任务的手段和方法不一样，各专业的工序定额也不一样。

传统的机械加工作业以体力劳动为主，因此其标准作业时间更多的要考虑劳动者的生理等因素。而设计企业的员工是以知识型员工为主体，除了明确规定的设计规范、规程等设计准则外，经验对于构思和设计出优越的工程建设方案是至关重要的。知识型员工的劳动效率除了受到分配机制影响外，还受到心情是否舒畅、事业心是否坚强、个人奋斗的目标等多种精神和环境因素的影响。

要把所有影响设计工作的标准作业时间的因素考虑以后再确定设计工序定额是很不现实的。随着技术手段不断改进（如使用计算机辅助设计、复杂计算采用审定的专门程序、配置畅通的网络环境、编制和规定具体的操作规则和检验程序等）和设计企业整体水平的不断提高（如过去完成一份同样规模的工程可研报告需要数年乃至十年，现在只需要几年甚至更短的时间），同一工序的基本作业时间应逐步缩短。在细分工序和分析确定工序合理的结构及其顺序的基础上，在分析确定影响工序各组成部分延续时间的因素后，确定不同专业的标准作业时间，只能以本专业的平均劳动水平为依据，由有经验的专业室和专业处的专家来测定或确定。确定的标准作业时间应该是在正常情况下多数人可以达到、部分人可以超过、少数人可以接近的水平。

目前大多数设计企业采用模糊办法对各个专业室的工作量进行分配，而且这种分配已经成为习惯和自然。要求各个专业室把工作量分解到各个工序，他们就害怕暴露真实情况而吃亏，因此各个专业室普遍将工序工作量加大。所以，在系统设计时，可以考虑将各个专业处、室的工作量按照目前的水平相对固定，

把本专业室的工序工日总数作为分母从而得出换算系数，各个专业室工序之间的不平衡在本专业室内部消化，不影响其他专业室的利益。这样可以调动专业室、专业处实行生产过程信息化控制的积极性。

### 3.4 设计流程与工序层次结构

#### 3.4.1 水电站工程的设计流程分析

进入予可研阶段及其以后的水电站的设计全过程大致可以分为：坝址、坝线和坝型比选，枢纽布置研究，工程规模论证（又包含正常蓄水位论证、汛期限制水位和防洪专题论证、死水位选择、装机容量选择），选定方案的设计工作，报告编制，评估咨询和审查修改，工作结束等主生产流程。在每一个主生产过程中，涉及的设计专业、各专业投入的力量、关注的重点、使用信息的精度都是不一样的；每个专业的工作都有先后顺序、都互相提供资料、都相互验证。

#### 3.4.2 水电站工程设计的工序层次结构

水电站工程设计是按照企业级项目管理层、专业处、专业室逐层展开的。

第一层次是主生产流程，这些流程包括主生产过程中各个专业室向本专业处以外的专业提供产品的交换环节，是企业的项目管理层（包括分管领导、主管部门、项目经理、设总等）关注的重点。

第二层次是专业处内部的生产流程，主要控制本专业处内部各个专业的产品交换环节，是本专业的项目管理层（分管领导、专总、主设人）关注的重点。

第三层次是各个专业室内部的工序产品提交环节，是本专业室的主设人和室级领导控制的重点。各个专业室对于本专业室内部的某些需要循环往返的工序（如方案比选）可以按照工序包的办法进行管理。

上述工序层次的结构可以用下图来概略地表示。图中对 C13 专业的内部结构和它本身的子专业的工序给出了结构示意图。不同的专业可以根据自身的实际情况来展开工序结构。

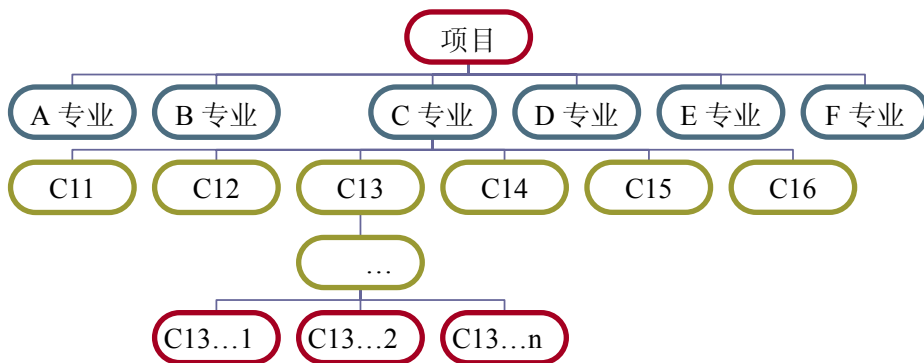


图 3-1 水电站工程设计的工序结构示意图

### 3.5 专业的工作工序分解和工序结构

#### 3.5.1 各专业的工序拆分

##### (1) 水电站工程设计工序的结构特点

水电站工程设计工序的结构形状与树枝状相似，但又有不同。

首先，水电站工程的设计涉及诸多大专业，每个大专业内部可以分为许多专业室，每个专业设计室的工作又可以分为许多工序包或者工序。每道工序都在整个设计过程中扮演了重要的角色。工序不能多、也不能少，多了表示工作重复，少了表示工作程序之间不能正常衔接。

其次，本专业的工序与其他专业的工序之间和本专业内部各专业室的工序之间都有着密切的联系。某一个专业的工作流程，更多的受到别的专业专业的制约。如果别的相关专业不提供资料，本专业将无法开展工作；如果提供的资料出现反复，必然影响到本专业的工作的正确与否和精度的差异。同时，本专业内部各专业室的工序之间的工作也相互制约，前一道工序的输出产品就是下道工序的输入产品。

第三，各个专业的工序结构图的集合反映了水电站工程设计全过程的工序。但是，只有把这些工序按照水电站设计工作的前后顺序关系首尾相连形成一条穿越专业组织和职能界限、包含从初始实践到客户的期望的结果的所有活动<sup>[46]</sup>的工作任务流，才能形成有机的工作流程。

#### 3.5.2 工序拆分

##### (1) 总体安排

生产管理信息系统研发的组织者应该对工序拆分做出总体安排，明确：

① 参与拆分的专业范围，即水电站设计过程中那些专业实行以工序控制为基础的生产信息系统管理、哪些专业实行以合同为基础的管理；

② 工序拆分的基本原则；

③ 工序的层次结构和编码；

④ 工序结构的标准样式；

⑤ 对于实行分包合同管理的专业，那些信息应该归并进入生产管理信息系统；

⑥ 工序拆分的组织机构和完成时间；

⑦ 工序拆分成果的审查；

⑧ 其他事项。

#### (2) 成立拆分小组

应该挑选那些对本专业室工作非常熟悉的专家参加工序拆分工作，每个专业的工序拆分专家组成专家小组，并明确一名负责人。

设计企业应有专门的领导主抓此项工作。

#### (3) 各专业的专家组审查

各个设计专业应组织精干的专家小组，负责组织由本专业若干专家完成的工序拆分成果，重点检查工序之间的衔接关系是否正确，以保证本专业的设计工作能够按照所拆分的工序全面完成；审查工序的内容是否完整、工序参数是否基本合理，使员工能够对工序进行实际操作和便于管理者进行管理。

#### (4) 收集、归纳和整理

生产管理信息系统研发的组织者要在适当的时候检查、督促工序拆分的成果，收集各个专业的工序拆分成果，按照主设计过程进行归类整理，便于工序组装、研发过程控制软件和投入试运行。

### 3.5.3 工序结构

工序结构必须标准化，否则就无法统一衡量工序输入和输出的格式，就无法控制工序成果的质量。工序结构的基本样式见表 3-1。工序结构样式图包含几个主要的内容。

#### (1) 工序适用设计过程

有的工序只发生在某一个或某几个设计过程中。因而对某些专业而言，某些过程没有工作、即没有工序。

大多数专业在各个设计过程都有工作，都有设计工序。但是不同的专业在不同的设计阶段的不同设计过程中，所投入的工作量、输入本道工序作为工作依据的产品的精度要求、各个专业关注的重点等是不一样的。

工序结构要求各个专业根据自己的实际情况，按照统一的设计过程划分，把本专业在不同设计阶段的所有工作分解到各个设计过程中。前一个设计过程的最终产品，就是后一个设计过程的工作依据或输入条件之一。

随着设计过程的逐步深入，后一设计过程关注的重点、工序工作的深度和产品质量要求更加明确。所有设计过程的结束，就是某一设计阶段设计工作的完结。

(2) 工序编码及其意义

只有将错综复杂的工序的工作意义用编码代表，才能用数学语言进行描述从而运用网络原理在信息系统中进行控制。每一个工序都对应唯一的编码、代表特定的工作意义。

表 3—1 \*\*\*\*专业\*\*\*\*设计阶段工序结构主要内容

适用设计过程	工序编码	工序名称	信息输入	工作内容	工作规则	工序参数	输出产品	质量控制	输出指向
.....									
.....									
.....									

(3) 工序名称和输出产品

工序名称是本道工序工作内容的简称，应该尽可能与本道工序的输出产品名称相一致。每道工序对应一份或者多份产品，尽管这些产品可能重复出现几次（如方案比选成果），但是每一次出现都作为产品进行管理，一方面是为了便于追溯，另一方面是为了工作量。

(4) 工序工作的信息输入

工序工作的工作条件输入即信息输入，这些输入的信息包括上道工序的各类产品。这些产品可以是组织者创造的，如设计方案策划者的设计原则指导书、设计大纲、专业设计细则或者拟定的设计方案，也可以是上道工序提供、输出的产品，没有明确的信息输入，操作者是无法完成工序工作内容的。

(5) 工序工作的具体内容和规则

在工序分解时要充分考虑到整个设计工作的有效衔接，一般将一个人在具备一定条件下就可以完成的相对单一的工作过程划分为一个工序，这样可以减少扯皮、明确责任、便于计量和考核。工序工作的内容是本工序需要完成的具体任务。工作规则是规定完成这些具体任务所必须遵循的原则和方法，如所涉



及的设计规程和规范、细则、设计手册、参考书籍或资料中，设计者应该熟练掌握和运用，才能准确、快速地完成规定的工作。工序结构表必须明确指出或者规定工序工作所依据的上述原则和方法，便于设计、校审者设计和校审产品。

#### (6) 工序参数

工序参数可以根据企业的管理水平、从事的工程项目的特点和企业的分配体制等设定。一般应包括完成工序工作内容所涉及的基本工作时间参数、不同工程同一工作内容的工作复杂程度参数、工作重复或者返工参数，等等。

各专业室编制的工序作业时间（换算成标准作业时间）参数是按照各专业室的生产水平编制的。但是，具体项目的总工作时间在合同中是规定好了的，因此要根据具体情况对本项目所有设计专业的工作时间参数进行统一调整，以适应业主和合同额要求。

#### (7) 质量控制

不同的工序产品在同一项目的不同设计阶段、同一设计阶段的不同设计过程中的作用是不一样的，因而对其输出成果的质量的控制方法也是不一样的。设计企业可以根据其质量管理特点和具体工序划分的情况拟定针对工序产品的控制方法。

#### (8) 输出指向

在工序结构中必须明确每一道工序产品的输出指向，即由哪道工序来接收本道工序的产品，便于系统按照规定的指向提交到指定的工序作为他或她的工作信息输入。

### 本章小结

分析了水电站工程设计的特点。提出了生产管理的总体思路即把复杂问题简单化，将简单问题标准化，把标准问题程序化，程序问题用信息化手段来管理。论述了水电工程设计的标准化作业、工序和标准作业时间、设计流程与工序层次结构模型等概念。指出了水电站工程设计专业的工序分解程序、工序结构的主要内容及其填制的基本要求。

## 第4章 水电工程设计项目的生产管理体系设计

### 4.1 设计企业的生产管理模型

#### 4.1.1 生产过程分级控制模型

设计企业的生产与工业化实物产品生产的最大区别在于：各工序之间既有相对明确的设计目标和前后或上下道工序关系，又有根据预先设定的条件进行设计、根据试验或设计成果进行修正和完善的逐步优化、工序之间循环往复和相互依赖才能确定最终结果的交错式生产关系。因此，研究设计企业的生产过程控制方法，必须依据不同设计领域的生产流程，采用由粗到细、逐层展开的控制方法。

纵观水电工程设计过程，可以从三个或三个以上的层次来控制生产过程。

##### (1) 一级网络控制模型

首先是设计过程从始至终的纵向控制。进入预可研阶段及其以后的水电工程设计过程可以考虑为坝址、坝线和坝型比较、枢纽布置研究、工程建设规模论证和选定方案的设计。设计企业的项目管理层首先需要掌控一级网络控制模型，其关注的重点是各个主生产流程中各个专业室向本专业处以外的专业提供产品的交换环节。

某一生产过程中的总（第一级网络）控制模型的示意图见图4-1。

由于设计项目的过程过于复杂，不同设计企业对于同一项目的设计思路又有所不同，所以很难设计出统一的设计过程网络控制模型；即使某一设计企业能够把总控制模型设计出来，也由于网络关系复杂而难于用准确的图形表示，只能用示意图表示。

一级网络控制模型对于项目经理、设计企业的领导具有实际意义，因为他或她经常掌控的是各个生产过程中主要设计环节的生产进展，便于及时调整人力、物力等资源配置，及时协调设计项目生产中的各种内部和外部关系。这个模型反映了设计企业从事特定设计项目的生产过程的特点，它反映了各个大专业即各专业处之间互提资料或成果的相互关系。

这个模型不完全符合网络图的不允许出现循环线路的要求，在模型设计时考虑采用人工干预和有限作业重复的办法来保证设计过程的有序推进。从而在总体上使网络模型满足网络图的要求，便于用计算机语言和网络系统来实现信息控制。

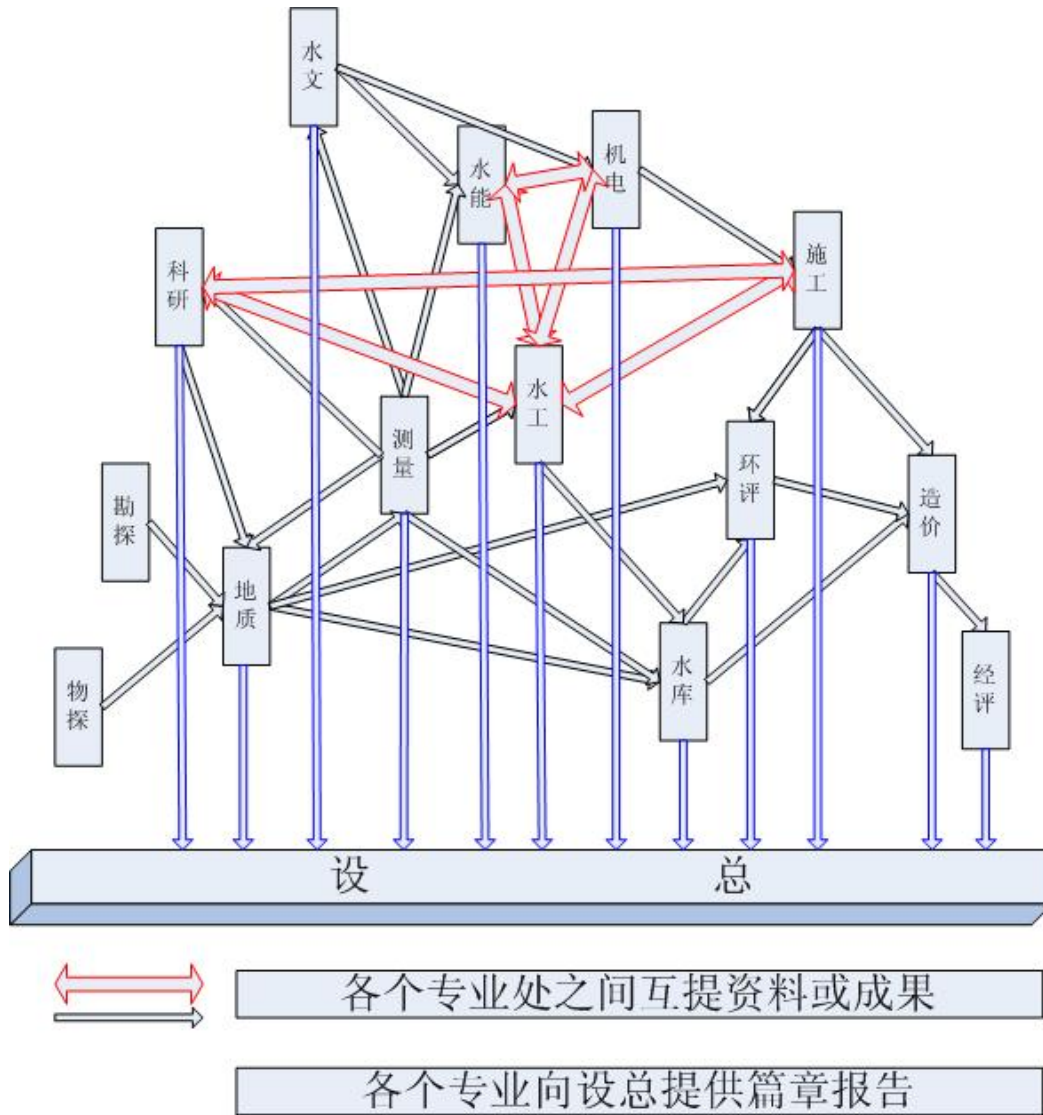


图 4-1 设计项目生产过程某一设计过程的总（第一级网络）控制模型示意图

**(2) 二级网络控制模型**

总（一级）控制模型中的每一个大的生产专业即生产处又包含若干小专业（专业室），涉及本专业处内部各个专业室之间的产品交换，这些产品在生产过程中，又存在许多工序的相互依赖甚至循环交替的关系。

对于专业处分管领导和项目分管副经理（副设总）而言，他或她必须对本专业处或者分管专业处内部各专业室之间的产品交换及其生产过程进行控制。

对于项目的计划控制工程师而言，他或她必须掌握每一个大的生产专业即生产处的各个专业室之间的生产过程，便于及时向领导反映情况，或者请求领导解决生产过程中的问题。

对于不同的设计专业处，其二级生产过程控制模型是完全不同的，与一级网络控制模型相比，其形状类似，但其内部各个专业室之间的产品交换的数量、各个专业室之间的相互关系（网络箭线的走向）是完全不同的，必须由各个专业处根据其自身的特点认真编制。

二级网络控制模型的输入，就是其他专业处向本专业提供的产品，本专业处的输出就是本专业向其他专业处提供的产品。这些输入或者输出，会渗入到各个专业室内部的具体生产工序。

同样由于专业处内部设计过程的复杂性，很难用同一个网络表示所有专业处的设计过程网络；不同专业处的设计过程网络各不相同，很难用统一的网络模型表示。

### （3）三级网路控制模型

第三级网络控制模型是各个专业室内部的工序产品交换及其生产控制模型，是专业室的主设人和室级领导实施本专业室的项目生产控制的信息管理工具。同样由于各个专业室的生产业务差别很大，各个专业室项目的产品交换及其生产控制的具体环节和方式也大不一样。

各个专业室内部某些产品的生产过程也存在循环往返的问题（如方案比选），这些很可能是本专业处相邻专业室之间的产品交换（二级网络控制模型），甚至是与本专业处以外的专业室进行产品交换（一级网络控制模型）。

对于循环往返的问题可以按照工序包的办法进行管理，程序设计时考虑采用人工干预和有限作业重复的办法来保证设计过程的有序推进，即作业者根据校核或审查意见或者上道工序的输入改变进行重复作业、输出新的产品，这样往复循环直至满足要求为止，这个工序才正式结束。方案比选就是典型的例子之一。

因此，专业室可以考虑设置工序包，在工序包内部进行循环作业，结果满意再正式输出。

三级网络控制模型也与一级网络控制模型的形状类似，但是各个专业室之间差别很大，必须由各个专业室单独分析编制。

图6—1～图6—3是几个专业的工序或者工序包的网路图的例子。

#### 4.1.2 工序成果流转控制模型

设计项目的生产是一个复杂的脑力劳动和多人、多专业共同完成的过程，不同的专业在不同的时间提供各自的产品（成果）满足下道工序的需求。设计产品或工序成果在没有普及计算机以前是以纸质文件形式由人工进行传递的，现在使用移动 U 盘进行传递，部分设计产品（成果）也使用网络传递。现有的传递方式速度慢、人为干扰因素大，尤其是在异地协同设计中很难保证生产需要、不便于进行远程交流，更不便于产品及时审签和归档。

基于现代网络技术和计算机语言的设计产品信息化管理，是要将设计产品或工序成果在交流双方约定的网络环境下进行传递和交流，使设计产品或工序成果提交、校核、审查、修改、流转下道工序等过程在人工干预下通过特定的网络环境来实现。

设计产品或工序成果的网络环境下的流转过程可以描述如下：

首先，设计者在一定的输入条件下，依据本工序的工作规则完成产品或工序成果的设计。

其次，校核者按照校核规则完成校核或提出修改意见，设计者进行修改直至校核者满意。

第三，如果工序结构规定本道工序需要审查和批准，则由审查者和批准者依据审查、批准规则进行审查、提出修改意见，设计者按照审查意见修改直至审查、批准者满意。

第四，校核、审查、批准各关通过后，产品或成果按照工序控制模型规定的流向流入下道工序，并由下道工序的接收者接受。只有下道工序操作者接收（或称“采购”）本道工序产品，本道工序产品才能被认为是已经完成并提交（完成交割），系统才能根据系统的确认信息将本道产品的作业绩效（包括设计、校审）工日（模版中已经设定好，人工不能修改）自动计入作业者和校审者的个人账户。

上述流转确认过程模型可以用框图 4—2 来标识。

如果本道工序生产过程中，工序的输入条件或前提条件发生变化，则工序产品不能正常流入下道工序，致使本工序或者以前的工序返工，这种情况在实际生产过程中是存在的。这种情况可以采用在程序设计时考虑采用人工干预和有限作业重复的办法来解决，即作业者根据校核或审查意见或者上道工序的输入改变进行重复作业、输出新的产品，这样往复循环直至满足要求为止，这个工序才正式结束。

网络系统应设计一套专门的办法来监控设计项目的工序产品的流转状态，及时将工序产品的流转信息告诉相关的设计和生管理人员。

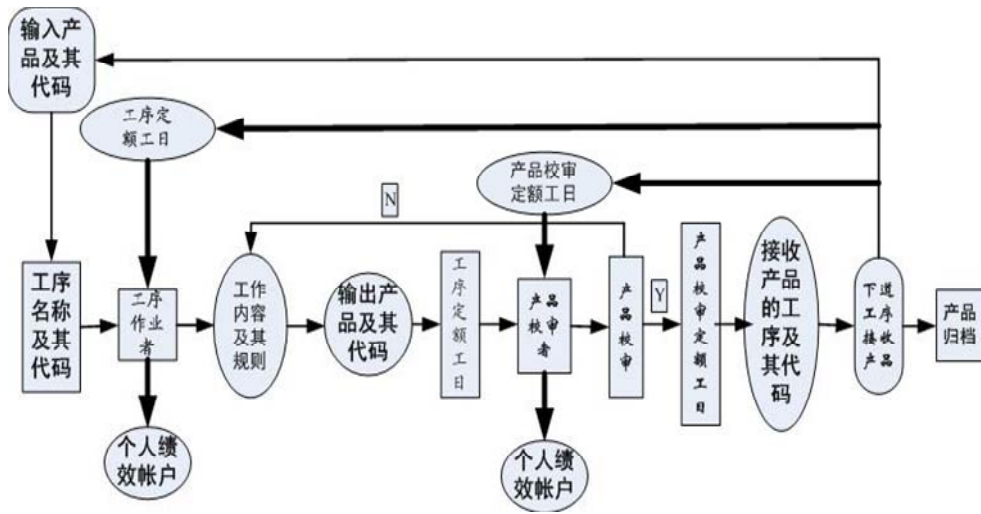


图 4-2 产品流转确认模型

#### 4.1.3 设计企业员工的绩效管理模型

##### (1) 绩效管理及其分类

##### ① 知识型员工的绩效管理

知识天生就难以测量 (Knowledge is inherently difficult to measure), Jae-Hyeon Ahn 和 Suk-Gwon Chang 用建立知识产品矩阵 (knowledge product matrix) 与产品绩效 (product performance) 之间、知识活动过程矩阵 (knowledge process matrix) 与过程绩效矩阵 (process performance matrix) 之间的关系来分别测量财务绩效 (financial performance) 和组织绩效 (organizational performance), 从而测量出组织的商业绩效 (business performance<sup>[47]</sup>)。R. Navon<sup>[48]</sup> 开发了自动数据采集技术 (automated data collection (ADC) technologies) 来实现对劳力、设备控制、材料和安全生产等进行管理和自动控制 (automated labor and equipment control, materials management and control as well as monitoring safety measures)。Michel Mitri 用语义网络知识表现法 (semantic network knowledge representations) 和多属性利用模型 (multi-attribute utility models) 来管理隐性知识。Michel Mitri<sup>[49]</sup> 设计采用数据库、网络、人工智能、决策支持技术 (databases, Internet

architectures, artificial intelligence, and decision support techniques) 等知识管理技术 (knowledge management techniques) 来管理隐性知识 (managing tacit assessment knowledge)。这些方法有借鉴意义但很难照搬到设计项目的绩效管理中来。

尽管知识难于管理, 但是我们又不得不努力探讨开发和管理知识尤其是隐性知识的方法以增强组织的核心竞争力。针对设计企业员工在设计项目的生产过程中的定性和定量表现, 来提出知识型员工的绩效考核模型或者方法。

绩效是指员工完成工作的效果, 绩效考核是指对员工完成工作的效果的定性和定量的考核。绩效管理包括绩效考核和绩效分配两方面的内容。

### ② 生产管理员工与生产操作人员

对于不同岗位的员工绩效, 采取不同的考核分配方式, 这是世界通行的做法。设计企业员工的绩效, 可以分为管理层绩效和作业层绩效两大类。

管理层包括设计企业的行政和技术领导, 各个专业及其各专业室的行政和技术负责人, 这类人员属于设计企业的生产管理指挥系统。他们负责设计项目的生产策划 (如研究制定设计方案、编制设计大纲等), 负责生产计划安排和计划执行情况的检查与协调 (生产组织协调、内外部关系协调、技术协调), 负责对设计产品进行逐级审查, 负责对生产作业层员工的绩效进行考核, 负责对设计项目最终产品的评审、咨询、审查、报送业主等等组织管理工作。

设计企业生产作业层是指除了管理者以外的数以百计甚至上千的勘测设计科研设计员工。作业层的职责是按照各级策划主要是专业室的策划进行具体操作性的工作, 而且这种操作性工作是严格按照工序的输入条件、工作内容和输出要求、工作规则的规定进行“机械”工作的, 他们的成果体现在最终设计产品的文字报告和设计图纸中。

### ③ 绩效评估和绩效考核分配方式

绩效评估有效性的准则<sup>[50]</sup>决定评估要素与组织战略的符合程度、评估方法的有效性和现实性、组织接受的程度和给予员工的绩效反馈的程度 (Criteria that determine the effectiveness of performance measures include each measure's fit with the organization's strategy, its validity, its reliability, the degree which it is acceptable to the organization, and the extent to which it gives employees specific feedback)。对于生产组织管理层员工的绩效, 只能用考核评估为主、量化计算为辅的绩效评估考核兑现办法。一般说来, 生产组织管理环节中的总工、项目经理或者设总、各专业行政和技术负责人, 都是设计企业的精英力量, 具有比较丰富的设计管理经

验，他们的工程设计经验一般高于普通的设计人员。生产组织管理层员工的绩效管理，可以制定专门的考核分配办法，对他们的设计策划的质量（协调管理是否及时（特别是内部生产关系协调、技术接口协调）、工序返工率和评审意见、用户意见）、设计项目的经费控制效果（是否用最少的工作量完成了满足质量要求的设计任务）、负责的设计项目的总体质量水平和获奖情况等进行定性和定量的多层面的考核测评，设计企业管理者根据考核结果进行奖励或采取其他措施督促其改进工作。企业管理者根据考核结果和分配办法对管理层进行绩效分配。

对于大量的具体操作的设计人员而言，他们的主要工作是按照设计策划者的指令，将策划意图变成实实在在的分析计算结果、设计方案和设计图纸。对于他们的绩效，应该主要用他们实际完成的计算分析成果、具体设计方案的图纸、编制的文字报告、完成的外业工作量等来衡量。这些工作量以完成的工序工作量即产品（所有产品都必须是经过校审程序后放行的合格产品）为考核依据，并考虑产品质量和团队合作精神后来确定其绩效水平。

## （2）工序作业工日的标准化

设计企业员工最关心的是完成具体工序所能获得的工日，一般情况下工序的标准工日数量与单价的乘积就是作业层的产值，按照企业的结算办法就可以计算出个人能够得到的效益。

在不同设计阶段的工序结构模版中，每道工序的作业工日是由各个专业室根据其生产力水平来决定的，各专业室之间很难有统一的标准。为了解决这个问题，可以考虑按照（企业分配给大专业、大专业分配给）各个小专业的工作量比例和小专业的工序工日总数量的比值，将小专业的工序工日换算到工序标准工日。

另一方面，不同项目同一工序的难易程度存在差别，可以在计算工序基本工日的同时，再考虑具体工序的难易程度，使作业者的劳动和所得尽量一致。

对于因为输入条件发生变化而导致本道工序重复作业时，应考虑本道作业工序工日的补充。

对于由于本道工序操作错误导致返工，应该由操作者本人负责。

用信息系统的方法对以工序为单元的生产过程进行管理，计算机能够自动记录每一道工序作业的接受上道工序产品的时间和输出本道工序产品的时间，不同的员工操作同一道工序、同一个员工操作不同工程的同一道工序，如果有决策支持系统的帮助，经过一段时间的运行，可以使工序工日逼近真实的生产



水平。因此，尽管建立以工序为基础的生产管理系统会遇到前人从未遇到并未解决的困难，但是只要坚持做下去，就一定能够得到预期的效果。

### (3) 员工个人帐户的建立和使用

要对以工序为基础的生产过程进行管理，就必须改变分配体制，改变分配体制就要建立员工的个人绩效账户。该帐户可以和企业给员工设立的其他帐户结合起来。信息系统会按照设定的工序产品确认程序将员工实际完成的工序工日自动录入其个人帐户，作为考核和分配的依据。员工也可以通过授权察看自己从事不同工程完成的不同的工作量，作为促使自己学习、熟练操作工序作业的激励依据之一。

员工作业个人绩效的实现途径参见图4—2。

#### 4.1.4 工序之间的拉动式管理模型

由于本道工序的生产必须在一定的输入条件下才能完成，但往往由于工序之间扯皮难于很快满足要求造成工序等待；一旦本道工序完成、产品或成果出来之后，下道工序缺乏主动去接收和使用本道（即下道工序的输入）成果或产品的积极性，甚至出现一些人在等待基础资料、而基础资料在等待别人来拿的情况，而且一耽搁就是十天半月，等到发现问题时已经很被动。这样的生产组织环节致使生产效率大为降低。造成这种现象的根本原因是作业人员的绩效薪酬没有与实际完成的工序设计产品挂钩，他或她的奖金薪酬与他或她干多干少、干好干差关系不大。这样的生产组织管理流程导致业主直接找项目经理或设总、项目经理或设总找专业领导、专业领导找分管领导、分管领导找专业室、专业室找项目负责人、项目负责人找具体设计人员，一旦某个或某几个环节发生堵塞，势必造成工期延误、业主抱怨、市场占有率降低、企业生存陷入困境的局面。

本管理模型的重要思想之一，就是规定只有下道工序操作者接收（或“采购”）的本道工序的产品或成果，才能作为绩效计量考核的依据。工序操作者的奖金薪酬一旦与工序成果挂钩，他或她就必须关注自己帐户里的工序工日数量。他或她要完成本道工序的工作，就必须主动寻求上道工序提供的作为本道工序的输入条件的产品，他或她要使自己的产品或成果得到确认，就必须关注下道工序是否接受（或“采购”）本道工序的产品、就会主动去寻找下道工序这个“买主”。这样，被动的等待别人提供产品变成了主动向别人索取产品。相互拉动的生产过程使生产组织变得更加简单、高效，促使生产组织向着扁平化方向发展，企业关注的重点由大量的间接协调、层层疏通变为对生产工序的直接的和高度的关注，使企业把主要精力用在研发和市场营销方面。

这种拉动式生产过程的实现途径也可参见图 4—2。

#### 4.1.5 工序产品的质量控制方法

##### (1) 质量管理落实到每道工序，规范作业要求

许多人都重视质量管理。Ipek Ozkaya 和 Ömer Akin<sup>[51]</sup>研究了建筑设计中计算机辅助设计条件下客户需求的追溯问题，使设计追溯有助于一致性检查（consistency checking）和设计符合性验证问题（design compliance verification）。Hale Kaynak<sup>[52]</sup>通过验证：①管理领导能力与员工训练（training）、员工关系（employee relations）、产品设计（product design）；②训练与员工关系、与质量数据和质量报告（quality data and reporting）；③员工关系与质量数据和质量报告（quality data and reporting）；④质量数据和质量报告与产品/服务设计（product/service design）、与过程管理（process management）；⑤产品设计与过程管理和质量绩效（quality performance）；⑥质量绩效与财务和市场绩效等正相关的假设，得出了全面质量管理（TQM）活动对公司各种绩效水平有直接或间接的影响的结论。

迄今为止的设计产品和设计过程的质量管理，均强调生产过程中的质量控制。我们曾经推行过全面质量管理即 TQC，正在推行质量体系文件贯标，即将推行卓越绩效管理，无论那种质量管理模式，都普遍采用定期检查和质量抽查等方式，而且质量管理的原则性要求多，具体到工序的质量要求少。

本管理方法推行以工序为基础的生产过程管理，强调明确每道工序的输入条件，这些条件包括设计策划者创造的和上道工序提供的产品等若干条件；强调每道工序的工作内容及其准则，这些准则包括完成工序工作规定内容所涉及的设计规程和规范、细则、设计手册、参考书籍或资料、批准使用的计算分析软件等；强调每道工序输出产品的具体内容（这些内容一定是可以找到“买家”的可以交换的产品）要具体明确、可以定量，不能含糊不清；明确每道工序产品的校审程序。这样，质量管理就落实到了具体的工作程序和环节上，使作业更加规范、作业产品的校审有具体的可以遵循的规则。

##### (2) 质量控制贯穿到工序作业过程中

如果不是把质量控制落实到工序作业过程中，就很容易造成检查时突击补充质量管理环节（如补充校审签字、署名，补充填写质量特性表，补充装订等等），平时又以种种理由推托造成重视不够。工序结构表中把作业的输入、工作内容、工作规则、校审程序都固化在工序作业环节中，如果把工序作业的标准范本建立起来再配套运行，则质量特性就具体、明确，作业人员严格按照要求去做，校审人员严格对照检查，合格产品放行，不合格产品返工，条件变化了

的重做。而且作业人员也只有努力使自己的产品合格放行才能得到绩效工资、不合格产品返工对自己没有好处。

#### 4.1.6 生产管理信息系统框架

信息是关于客观事实的可通信的知识<sup>[53]</sup>。信息系统是一个由人、硬件、软件、通讯网络和数据资源组成的复合体，这个复合体能向使用者及时和正确的收集、加工存储、传递和提供信息，实现组织中各项活动的管理、调节和控制人造复合系统<sup>[53]、[54]</sup>，为组织的生产经营和管理服务。一个生产管理信息系统至少应该包括生产计划及其控制（production planning and control），应该满足对顾客需求做出迅速反映（customer responsiveness），应该考虑如何对产品质量进行管理（product quality），应该考虑过程控制的可调节性（operational flexibility），应该涵盖与生产直接相关的人力资源管理（human resources management（HRM）），其最终目的是提高企业的劳动生产力（productivity）<sup>[55]</sup>。Daniela Grigori 等人<sup>[56]</sup>提出用分析、预测、监测、控制和优化（analysis, prediction, monitoring, control, and optimization）的商业过程智能方法（Business Process Intelligence（BPI））来实现对商业过程的信息管理。信息系统可以帮助企业实现快速、准确提取和分析信息、改进企业管理对于提升企业的管理水平有非常重要的意义。

设计项目的生产管理是一个庞大的系统工程，牵涉到过程控制、质量管理、绩效考核、产品管理等方面，涵盖了生产技术系统的基本内容，这样的系统只有借助于强大的网络环境和信息管理软件来运行。因此，尽快开发和建设生产管理信息系统和管理决策支持系统是必要和急需的。由于设计项目的生产过程是离散型的，难于用完整的数学公式表述，所以本研究只能提出构建信息系统的框架性构想，在开发过程中再具体研究和完善。

##### （1）系统的物理模型和方法

Andrzej P. Wierzbicki<sup>[57]</sup>指出：计算机化的数学模型在知识经济和知识文明时代被广泛用来表现和组织所拥有的知识（Computerized mathematical modelling will be widely used for representing and organizing knowledge in knowledge-based economy and in the new era of informational and knowledge civilization），使知识为组织或企业所充分利用。模型对于提炼管理思想、指引管理方向有很实际的意义。本研究针对离散的生产过程控制，着重说明过程控制的方法和思路，希望借助于信息软件支持和人工干预的方法解决生产实际问题。

生产管理信息系统主要由工序结构模型、过程控制模型、产品质量控制方法、绩效考核分配模型等几个主要模块构成，企业可以根据自己的具体情况进行开发建设。

#### ①工序结构模型

工序结构模型/模块是生产管理的核心模型/模块之一，主要作用是规定工序作业全过程的控制环节，规定工序产品的质量特性和校审环节，规定本工序与前后工序的衔接关系，量化工序作业的时间参数。本模块嵌入系统运行，系统的控制模型监控和指导本模块的运行，从本模块中提取信息并根据运行情况调整生产过程的控制参数。本模块可以根据已运行工程的运行情况进行参数修正和结构完善。

#### ②生产过程控制模型

生产过程控制模型是本系统的另一个核心模型，它是根据企业所从事项目的特点，分阶段、分过程编制的联系各个专业、各个工序的过程控制方法，即一级网络模型、二级网络模型和三级网络模型的集合体。这个模型负责监控工序结构模型的运行，从工序结构模型中提取信息并进行分析、修改过程的关键路线，向管理者报告工序运行情况，提示管理者及时调整资源配置以适应新的关键路线要求。它还可以根据设定的信息采取点，给生产管理决策支持系统提供决策分析的信息。

水电工程领域设计项目的生产过程控制模型，也是采用嵌入式结构，不同的阶段嵌入不同的过程控制模型。

#### ③产品质量控制方法

把产品质量控制嵌入在工序结构模型中，设置产品校审环节，体现质量管理对于工序的具体要求，包括作业规则、产品编制范本、产品校审环节等等，由工序结构模型设计者根据企业质量管理的要求进行具体设计并设定在工序结构模型的适当环节中。

#### ④绩效考核分配模型

这个模型的基础数据来源于工序结构模型。企业可以根据管理水平将员工的其他绩效指标一并考虑统一设计绩效考核分配模型。生产管理信息系统只负责向绩效考核分配模型提供员工的作业绩效信息并按照工程进行管理，财务系统可以向该考核分配模型提供财务成本、个人工资、奖金分配等信息，企业管理者可以委托某一主管部门开发此模型。

### (2) 对系统使用的软件平台的基本要求

生产管理信息系统由于信息量巨大，同时使用该系统的用户多达近千人。因此，生产管理信息系统使用的平台必须具有一定的先进性，能够满足信息量巨大和同时使用的用户多的要求。系统必须具有高可靠性，因为数百人同时使用系统时，万一系统出现差错，或出现差错不能及时修复，影响会很大。系统必须为决策支持系统留足信息提取接口，便于信息的输出。系统必须是可视化的，通过鼠标点击可以看到过程控制网络图上每道工序或者工序包的名称等有关特性，并能自动寻找和绘制出关键路线。系统应是可修改的，采用嵌入结构可以组装多个模块，以适应不同用户的多种要求。系统还应满足其他必要的要求。

### **(3) 系统开发**

系统开发的基础是建立完善的物理模型，设计先进合理的工序结构模块和过程控制模块。系统的总体构思既要满足当前生产的需要，又要具有一定的超前性，包括采用的支撑平台、物理模型、系统界面、系统保密、系统的交互式功能等等。系统开发应该以设计企业为主体设计物理模型以符合企业的实际情况，专业软件开发公司为主进行系统软件开发。由于系统涉及的工作内容复杂，使用用户多、同时率高，设计企业应有专门的部门和人员负责此项工作，以便在开发期紧密合作，在运行期便于维护。

### **(4) 系统物理模型的模块的改进**

系统的模块随着技术进步和生产水平的提高、企业组织结构的变革，需要不断改进和完善。设计企业应该监控系统的运行，广泛收集用户（主要是员工）的意见，对模块的结构、参数、应用条件等等提出改进意见，并利用决策支持软件对管理者关注的问题进行分析，从中找出系统设计的不足，并加以改进。

### **(5) 系统维护**

系统在运行过程中，难免会发生这样那样的问题，需要系统维护人员及时维护。属于系统本身的问题，应及时维护以保证正常运行。属于系统模型设计的问题，系统设计者应总结经验、针对存在的问题尽快予以解决。

## **4.2 过程控制方法选择**

### **4.2.1 甘特图、线性规划和模拟技术**

干特图适用于编制设计项目的施工总进度表、生产计划表，它具有简单明了、脉络清晰的特点。但是，它是一种静态的表达进度的方式，而且不适宜用于动态反映生产过程的变化，更不能动态地自动调整关键路线。

设计项目的生产过程不是简单的线性关系，而且也很难找到诸多变量之间的线性比例关系，所以线性规划不适用于设计生产过程控制。

模拟技术可以用于水电工程的模型试验，通过物理模型或者数学模型模拟工程建成后的运行情况，观察设计方案的合理性，帮助设计者进行设计修改。但是，设计生产过程很难模拟，因此也不适用于设计生产过程控制。

#### 4.2.2 网络图

网络图适合于生产过程控制。

首先，它适用于离散的结构，而生产过程就是一个复杂的离散过程。

其次，生产过程可以概化成符合网络图要求的离散过程。

第三，生产过程控制是以进度为关注重点的，质量管理、绩效管理、产品管理都可以加载在过程中（即每一道工序中），而网络图正好适用于进度控制。

第四，生产过程是可以调整的，而网络图也是可以调整的，两者正好互相适应。

综上所述，采用网络图作为生产过程控制方法是可行和合理的。

#### 4.2.3 P3e/c 系列软件

P3e/c 系列软件是美国 Primavera 公司的产品，最新版本为 5.0。美国的许多重要部门、许多著名的跨国集团和工程公司都使用 P3e/c 软件对项目进行管理。德国、法国、英国、日本、澳大利亚等国也广泛使用 P3e/c 系列软件。我国的水电、石油化工、交通、油田、火电、核电 2008 北京奥运会和 2010 年上海世博会场馆建设项目都使用了 P3e/c 系列软件<sup>[39]、[58]</sup>。

P3e/c 软件具有完善的功能，融合了先进的项目管理思维和方法论。它很好地演绎并发展了上世纪 50 年代中期发展起来的网络计划技术（CPM、PERT），并在管理功能方面丰富了网络计划技术，不但能给出作业的时间进度安排，还能改造加载不同信息系统所需要的信息，如本系统的质量控制、作业绩效、产品管理等。它采用多级网络计划技术，广泛适应不同类型的项目管理的特点，以满足管理者的实际需要<sup>[39]、[58]</sup>。

P3e/c 进度图的表现形式有：

（1）横道图——是进度计划图中最常用的一种，这种方法最为直观、也最容易理解。P3e/c 在项目、WBS、作业窗口均可以显示横道图，其中项目、WBS 窗口横道图进度信息是从作业层汇总上来。项目和 WBS 窗口的横道图也是高层管理者了解全局进度安排的有效工具。

（2）纯逻辑网络图——以节点表示作业，以箭线表示作业之间的关系得网络图，主要用于管理者察看各作业之间的逻辑关系。

(3) 单代号时标网络图——以时间标尺为尺度编制的网络图，横道的长度表示作业持续时间，箭线表示作业之间的逻辑关系。其优点是兼有网络计划和横道图的优点，既能清除表明计划的时间进程，又能显示出作业之间的逻辑关系。

作业网络图就是以图形化来反映作业间的逻辑网络关系。在 Primavera5.0 中，用户可以随意察看与分析任一 W B S 结点下的作业网络图。与作业横道图类似，通过对网络图进行分组、定义作业框的内容及其他选项等设置来调整与丰富作业网络图的内容与形式<sup>[39]、[58]</sup>。

## 4.3 配置人力资源和信息使用授权

### 4.3.1 设计管理人员配置

每个项目需要来自不同专业的作业人员和管理人员。在项目合同签订之后，首先就应该明确分管项目的管理层人员，建立管理人员矩阵。管理人员矩阵包括分管项目设计生产的企业行政领导、企业技术领导、项目经理或者设总、各个专业的分管行政和技术领导、各个专业室的分管行政和技术领导、各个专业的主设人。

### 4.3.2 设计人员配置

项目经理会商各个专业的分管行政领导，确定参与项目的设计人员，从而形成设计人员矩阵。

每个大专业又有多个小专业即专业室，每个专业室又有许多工序或者工序包。配置人力资源矩阵的目的就是将所有的工序或者工序包的设计、校核、审查和质量管理、产品管理等工作落实到具体的人去完成。每个承担工序或者工序包的不同工作（设计、校核、审查、会签、核准和批准）的员工的作业绩效都会自动录入其个人帐户。

很明显，企业层的分管领导、项目经理、设总将会对所负责工程的所有工序或者工序包的所有工作负总责；企业的各级技术领导将对所分管的专业及其相关专业的协调负总责。而各个大专业的分管行政领导将会对所负责专业的工作负责资源配置和行政协调，各个技术领导将会对分管的专业室及其相关专业的技术协调负总责。各个专业室的行政领导和技术领导分别对资源配置、本专业室的行政和技术协调负总责。主设人在各级的指导和协调下，负责本指导项目组的具體工作，并带头完成本项目的主要工作。

这样的人力资源配置，必然出现一个员工承担多个项目和少部分员工承担

很少的甚至没有项目的情况，这是正常的，犹如市场上同类企业之间工作量和效益都差别很大的情况一样；这只能通过自己努力和组织适当的调控来保证部分员工的基本收入，刺激和鼓励能力强的员工多劳多得。

表 4-1 \*\*\*\*项目人力资源配置矩阵

大专业	大专业 1			大专业 i			...	大专业 p		
	1	2	..i	i+1	...	i+m		p	...	p+k
1、设计管理层										
1) 企业分管行政领导										
企业分管技术领导										
企业项目经理或设总										
2) 各专业处分管行政领导										
3) 各专业室分管行政领导										
分管技术领导										
2、设计人员										
1) 主设人 (1~p)										
2) 校核人										
3、质量管理										
4、产品管理										

### 4.3.3 使用信息授权

项目管理者对所有参与项目的人员给予从事分配工序的作业和接受相关工序产品的授权，经过授权的人员可以打开相应的工序进行设计、校核、审查、会签、核准和批准。使用信息授权主要是授予质量控制人员、产品管理人员和相关作业人员。

质量控制人员可以根据授权，查看项目生产的全过程的情况，并重点关注质量控制的关键工序的运行情况，以便适时进行质量管理。

相关作业人员通过授权，可以查看相关工序的作业情况和本作业产品的校审、流转情况。

产品管理人员 产品管理人员经过授权，可以对所有的产品进行管理，包括归档、印刷、提交业主等；也可以根据具体情况，授权某些专业的产品管理人员对本专业的某些产品进行管理，但是归档必须统一到企业层面管理。



## 4.4 设计项目的生产策划

### 4.4.1 生产技术策划

设计项目生产的技术策划的目的是要明确设计工作的技术路线（应该怎样去做）、需要重点关注的技术问题及其解决办法（根据具体项目的特点来决定），这些策划的成果具体体现在项目设计原则指导书、勘测设计大纲、专业设计大纲或细则中。

项目的设计原则指导书由企业的技术负责人组织编制并签发；项目的勘测设计大纲由项目经理或者设总组织编制并负责汇总平衡，企业分管项目的技术负责人签发；专业设计大纲或细则由专业技术负责人组织编写、审查、签发。

企业的技术质量管理部门应该根据技术策划的成果，设定关键工序或者关键工序包的质量检查点，设定设计成果评审、咨询或者审查的控制点，以保证技术策划意图的实现。

### 4.4.2 生产计划策划

计划就是对将来发生的操作或活动的时间安排（a plan for the timing of operations or activities to take place in the future）。企业在生产组织过程中由于沟通不畅（poor communications）或缺乏对参与生产的各个角色的定位（a lack of role clarity），会产生各种矛盾（conflicts）、甚至漠视计划的现象也时有发生（or even disregard for the scheduler）。计划在执行过程中也必须随着情况的变化而进行动态调整（dynamic scheduling）<sup>[59]</sup>。企业的管理者要精心组织生产，也离不开尽可能周密和应变能力较强的计划。制定计划要充分考虑到业主/顾客的需求、对服务内容进行仔细研究、对提供服务的生产过程进行认真分析（Productivity analysis process）和模拟（Schedule process module）、分析制约生产的关键因素和关键环节（Bottleneck analysis）、合理分配各种资源（如 material allocation）<sup>[60]/[61]</sup>。

所谓计划策划，是指对承接的工程项目的设计工作的总体考虑和安排，如总工期、经费控制、设计安全控制措施、安全文明生产控制措施、设计风险管理措施、沟通交流计划等等，以及对建设和谐社会（如征地和移民安置）和保证可持续发展（如水资源等资源的合理利用、环境保护等）提出的一些新的问题等等的总体考虑。计划策划的成果用项目总任务书、项目总体计划、项目年度计划、项目月度滚动计划、计划变更通知等来体现。

项目总体任务书、总体计划、年度计划、月度滚动计划和计划变更通知等，由项目经理编制、生产管理部门审查并报分管领导批准和签发。

在生产管理信息系统中，项目管理者既可以分段设定控制工期（目前就是这样做的），更应该强调总的控制工期（满足业主要求），系统根据工序或者工序包的时间参数和相互关系（过程控制模型）自动寻找关键路线（关键工序或者工序包所组成的工作路线），作为项目管理者控制项目过程的依据。

## 4.5 质量控制设计

### 4.5.1 质量标准具体化

设计企业的质量管理文件有几十万字，分门别类数十本。如果把这些质量管理的具体要求落实到生产过程的每一道工序，则可以形成以工序为质量管理控制单元的新的质量管理体系，在此基础上提炼的质量要素会是精干高效、简洁、明了的。生产管理信息系统的研发过程中，要有从事质量技术管理的同志参加，对每道工序的校审、会签做出具体规定，便于作业和管理人员开展工作。

### 4.5.2 工序作业和工序成果校审

工序作业的内容包括：调查、收集资料，编制计算书，绘制图纸，编写大纲、细则、报告、汇报材料等等。不同的专业对于上述产品的要求是完全不一样的，同一个专业的不同工序的要求也是不相同的，每份计算书由于其具体内容不一样，导致对其质量要求也不一样。应该在规范的工序分解基础上，确定每道工序的产品内容，从而编制出这些工序产品的标准作业范本和校审把握的重点环节，包括作业过程的具体要求和产品编制的具体规定。作业者和管理者有了这些具体明确的规定，作业时就会方便得多。

### 4.5.3 产品质量控制环节调整

如果系统运行中发现质量控制环节不适合实际情况，或者需要增加某些新的规定，或者工序单元进行合并或者增加，相应的工序质量控制标准和控制环节（校审等级及其规定）也应做出相应调整。

## 4.6 绩效考核设计

### 4.6.1 建立个人帐户

企业管理者应建立或完善员工的个人账户，系统记录员工的作业绩效等等有关个人的信息，便于各个管理系统对员工进行综合管理。

#### 4.6.2 作业绩效的自动录入和统计

如前所述，管理者应监控系统自动录入员工的作业绩效，并通过绩效管理软件统计员工的作业绩效等等有关员工个人的信息，供各级管理者考核和分配员工的绩效使用。员工个人也便于查看自己的有关信息。

#### 4.7 产品归档和提交设计

现在的产品是靠人工（绝大部分使用计算机）生产的，由于设计周期普遍比过去短，员工来不及整理产品使之成为标准或者规范的产品进行归档，往往工程已经完工几年甚至十年，而归档没有按照要求完成，这对于设计院来说是很不利的。

生产管理信息系统就是要将每道工序的产品通过标准的输出范本一次整理成符合归档要求的产品，并由产品管理中心自动收集，产品每生成一次，产品管理中心就保存一次版本，同一道工序最后的成果将作为归档产品。这样，计算机自动收集和管理产品就可以保证及时归档。再给生成的产品设置密码，就可以达到保密的作用。

现在是由项目部负责印刷和向业主提交最终产品，生产管理信息系统也是这样的思路。即由产品管理中心收集、管理产品，再由项目部负责印刷和提交。各个专业内部交流的纸质文件，可以授权各个专业进行印刷和提交，但是归档必须由产品管理中心统一完成。

为了达到归档的要求，要求工序产品按照归档的要求编制，这就需要在工序产品编制范本中一并考虑。

#### 4.8 实施过程控制

##### 4.8.1 调整工序模块参数

正如前面所述，工序结构模块中有许多参数要根据具体项目的具体情况进行调整后，再导入系统运行。这些参数包括每道工序的难度系数等等，调整参数的目的是使模块的参数更加符合项目的实际情况。

##### 4.8.2 系统调整工序的允许工作时间参数以满足合同工期要求

由于各个专业只能按照本专业各个专业室的平均偏先进的生产力水平分析拟定每道工序的作业时间，导致不同专业各个工序之间、同一专业不同专业室的工序之间的工序作业时间很难平衡。因此，系统必须将各个工序的作业时间

归化到统一的作业时间标准，而且要使总的归化后的作业时间标准符合合同工期的要求。按照一定的算法对各个工序的作业时间进行归化，得到工序的允许工作时间。关键路线的允许工作时间之和不得超过合同工期。

#### 4.8.3 寻找关键路线

系统根据导入的工序结构模块中的参数，自动分析计算出各个主要设计过程或者全过程的关键路线，并将这些关键路线所包含的工序或者工序包动态的显示在项目管理者计算机屏幕上，管理者可以随时监控关键路线的变化。

系统在项目初始运行时，是根据导入模块的工序作业初始时间参数来分析计算关键路线的。在实际运行中，已经完成的工序的作业时间由于种种原因发生了变化，有的可能超出初始作业时间，有的可能提前。系统根据已经完成的工序作业的实际消耗时间（计算机自动记录每道工序接受输入产品和下道工序接受本道工序产品的时间，两个时间差就是本道工序的实际消耗时间）重新分析计算关键路线。这样，每完成一道工序，关键路线都可能变化。所以，管理者的主要任务是监控项目生产过程的运行，并根据变化的关键路线来调整和控制资源分配，努力确保项目合同工期的完成。

同样，技术质量管理部门也应该根据变化的关键路线，调整对关键技术质量点的控制措施如检查、评审、咨询时间等。

#### 4.8.4 按照关键路线控制生产过程

##### (1) 过程运行跟踪

各级管理人员根据授权，负责跟踪所授权工序的运行情况，发现问题及时反映到专业分管行政和技术领导、设总或者项目经理直至企业分管领导，以便迅速决策。

各级管理人员的跟踪与系统的自动报警（当某道工序没有按期完成任务时，系统应自动向所有授权人员报警）是分属于两个管理概念。各级管理人员的跟踪是主动监控工序的运行，而系统报警是按照设定的方法及时提醒作业和管理人员设定时间（如当天）应完成的任务。主动管理可以减少报警，自动报警可以及时提醒加强管理。

##### (2) 监控关键路线的变化，调整资源或采取措施确保工期

各级管理者监控关键路线的变化，有助于全面了解本专业、相邻专业的生产动态。如果关键路线在自己所分管的专业，应主动加强协调和检查，使本专业不成为关键路线从而不对项目生产造成重大影响。项目管理者则可以根据关键路线对相关专业进行主动协调、提供支持和服务、督促检查工序环节，协调

内外部关系，推进项目生产进程。通过所在专业和项目管理者的共同努力、协调配合，确保合同工期的实现。

### **(3) 异常情况的处理**

巨量信息、数百人同时运行的生产管理信息系统，由于系统本身的结构原因、软件平台、运行软件本身可能存在的缺陷，很可能导致系统运行中出现这样那样的问题，系统管理人员必须做出快速反映，消除异常情况，保证系统正常运行。

对系统及其模块要密切跟踪，缩短修改周期，提高修改质量，使系统不断完善。

## **4.8.5 信息采集和分析**

### **(1) 作业时间采集和分析**

生产管理信息系统采集的供分析和控制使用的主要信息是作业时间和作业过程。

作业时间不仅关系企业的运作效率，而且影响到企业在市场上的声誉。生产管理信息系统的主要目的是合理组织生产，它把生产过程、质量控制、员工绩效考核、产品管理等内容有机组织成一条生产流程，通过信息系统进行管理。管理者最需要了解的是在满足质量要求的前提下如何快速完成生产，因此作业时间和影响作业时间的作业过程是管理者最关心的问题。这两者都可以通过关键路线的变化来反映。

采集作业时间的另一个重要作用是为工序结构模块修正工序作业时间提供客观依据。在没有实行信息化管理之前，脑力劳动工序的作业时间是无法或者很难准确采集的，一是因为缺乏足够精确的资料，二是作业时间与员工个人的分配关系不大，他或她没有必要去太多的关心工作效率问题，尤其是在中庸文化的影响下，谁也没有必要去为努力加快进度而得罪他人。推行以工序为基础的生产过程信息化管理，就是让每个作业者努力发挥自己的潜力，努力超越由本专业室平均生产力水平拟定的工序作业时间，因为自己完成的每道工序的作业时间，都将成为自己的绩效、体现在效益分配上。这样的动力机制会促使员工学习技术、熟练掌握所从事专业的工序的操作方法，努力提高工效。这样做不但对个人有好处，而且对企业也有好处。生产管理信息系统的主要信息采集功能之一就是采集每道工序从完全接受输入产品并开始工作到提交合格产品为止的实际花费的时间，有了不同的员工从事同样工序的平均作业时间，就可以修正这些工序的作业时间参数。

### **(2) 工序输入条件和产品输出调整**

在系统运行过程中，很可能发现某些工序或者工序包的输入条件（包括产品、成果或者其他工作条件）或者输出产品或成果的要求不合适。通过对系统运行的观察和分析，就可以对工序结构模块进行调整和完善，使之符合生产的客观规律，更好地指导和规范工序作业。

## 4.9 以项目为核心组织设计项目的生产

### 4.9.1 项目管理是企业内部管理一种趋势

Kevin C. Desouza 和 J. Roberto Evaristo 对项目管理办公室（PMOs）作过深入的研究<sup>[62]</sup>。他们从组织的战略和战术层面论述了 PMOs 的作用：实现组织的战略性目标（Strategic objectives of the organization）、推动组织的战略性成长（Strategic growth of the organization）、便于组织进行有效的知识管理（Efficient and effective knowledge management），在战术上 PMOs 要保证加强项目启动阶段的整合（Close integration between project initiatives）、协调项目产品和服务的质量（Consistent quality of products and services generated by projects）、在组织成员中进行知识分享（Knowledge sharing），在操作层面上 PMO 负责指导项目评估（Conducting project evaluations）、整合项目运作中产生的知识（Integration of knowledge derived from projects）、跟踪顾客的反映（Constant monitoring of customer satisfaction）。以任务为导向的知识管理<sup>[63]</sup> 管理项目工作人员的知识（to model workers' dynamic information needs (profiles) on tasks based on their access behaviors or relevance feedbacks on knowledge items），帮助和指导他们共享与所从事的任务相关的知识（to assist knowledge workers to access and disseminate task-relevant knowledge based on profiles）。参与项目活动各方的承诺（commitment of project participants）、项目经理和雇主的能力（project manager' s competence, owner' s competence）、项目参与各方的协调（coordination among project participants）对强化项目绩效有非常突出的作用<sup>[64]</sup>。项目管理已经风行世界，大大小小、门类齐全的项目都在努力实行项目管理。

### 4.9.2 设计企业必须实行项目管理

首先，设计企业的一切收入均来自于各种生产项目，项目是支撑设计企业生存和发展的基础；其次，市场由项目组成，每个业主都掌握了大大小小的项目，扩大市场份额主要是要尽可能多地占有市场项目；第三，业主通过考察设

设计企业承担项目的实际业绩来判断设计企业的综合能力，来决定是否继续让该设计企业承担项目，业主直接关心的是设计项目的经理、设总、主设人员和他们的分管领导、总工等直接为项目提供服务的人员的能力和表现；第四，设计企业的技术和管理水平集中体现在项目上；第五，设计企业内部的计划及其执行情况考核、产值分配等管理也是围绕项目来进行的。

一切都是项目，一切也将成为项目，这是国内外诸多研究的共识。设计院的收入由几十个项目的收入汇总而成，生产和生产管理人员分散或分布在几十个大大小小的生产项目上，生产和财务管理按项目进行；管理部门的每一项工作、每一个案例都可以视作一个项目。大、小项目都可以实行项目管理。

#### 4.9.3 设计项目的生产管理与项目管理的区别

设计项目的生产管理不能称为完全的项目管理，因为前者着重于设计项目的生产过程控制并整合质量管理、员工生产作业绩效考核、产品管理等内容，它不包括项目的范围管理，采购管理、资金管理、沟通管理、完整的人力资源管理、风险管理、综合管理等，只包含部分项目信息管理。但是，设计项目的生产管理系统，确实能够促进项目管理，它最重要的作用在于重组生产流程，使设计项目的生产过程按照工序需求来组织，既能继承大专业管理的优势，又精细化到工序管理环节，把管理的重点转移到工序产品需求上，把员工的注意力从纯粹服从分配转移到主动关注前后工序需求上来。在本文提出的设计项目的生产管理概念的基础上，开发研制生产管理信息系统并推行是必然的趋势，完善的生产管理信息系统是全面推行项目管理的必要手段和技术支持。

#### 4.9.4 以项目为核心组织生产

生产管理信息系统可以为设计项目的生产组织提供管理手段，可以促进设计企业的组织方式和管理模式变革。一方面，设计企业应照顾现有的管理模式和管理手段的现实，不断完善管理方法，努力使设计项目的生产组织做得更好。另一方面，要克服各种困难，尽早完成生产管理信息系统，使之尽早投入试运行和运行，在运行中不断完善，尽快为项目生产组织提供先进适用的管理手段。

### 本章小结

提出了设计企业的生产管理模型,论述和选择了设计过程控制的方法,阐述了设计项目生产管理的思路,指出了设计过程中质量管理、员工绩效考核、产品归档管理与生产过程控制的关系,强调要以项目为核心组织生产。

## 第5章 设计项目生产管理体系的工环境设计

### 5.1 工作环境建设是生产管理系统的的重要内容

#### 5.1.1 工作环境是社会组织进行有效运作必不可少的条件

工作环境是指社会组织周围的自然环境、社会环境和组织内部的工作氛围。任何一个社会组织，如企业、事业单位、政府机构乃至家庭，都是生活和工作在特定的环境之中，这些环境制约了社会组织的工作、生活、生存和发展。

设计项目的生产管理既要面对自然环境（如地形地貌、地质、水文、气象、土地等等），又要面对社会环境（如民族和民族文化、行政区划、交通、通讯、行政法规和社会习俗等等），还要随时和组织的内部环境（如组织结构、员工、文化氛围、分配和激励机制等等）打交道。这里所说的设计企业的工作环境，主要是指设计企业组织的内部环境。

社会组织要进行有效运作，必须要有良好的工作环境。社会动荡使组织无法集中精力进行生产运作，组织内部环境差（如各种群体的意见严重对立、组织结构严重不适应生产发展、分配和激励体制不利于调动员工的积极性，等等）使组织处于内部扯皮和内耗之中，也不利于企业生产经营和履行社会职能。

企业管理者的主要任务之一是不断完善其工作环境，使企业内部的生产关系不断适应生产力的发展，使企业的运作机制特别是激励和分配体制、组织结构、文化氛围、管理理念等上层建筑不断适应其经济基础。在市场经济条件下，生产力在竞争环境下获得了前所未有的发展，导致社会的生产关系不断重组，导致社会和企业的组织结构、激励和分配体制、管理理念、文化氛围等等不断变革，导致企业的组织管理向着管理幅度不断增大、垂直层级不断减少、工作环境不断改善、激励和分配体制不断民主和透明的方向发展，由此带来组织结构和运作机制的不断变革，创造出更加有利的工作环境。

#### 5.1.2 工作环境建设是生产管理系统的的重要内容

企业的生产管理对其经营决策起着保证作用。生产管理不能高效就无法保证经营目标的实现，而要做到生产管理高效，就必须采用先进的管理理念和管理手段，而要采用先进的管理理念和管理手段就必须有良好的工作环境。设计项目的工作分解是生产管理体系设计的基础，生产管理体系设计是生产管理系统的硬件；工作环境建设是生产管理系统的软件。硬件和软件的相互配合和相互促进，才能比较顺利地推行本生产管理系统并推动本系统不断发展。只有性



能优良的硬件而缺少良好的工作环境这个软件，硬件将无法运行甚至永远停留在研制阶段；只有良好的工作环境而无硬件则只能使管理停留在口头上而延误发展，这种暂时的良性工作环境也难以持久。生产管理系统组成见图 5-1。生产运作效率、企业经营目标、企业绩效之间的关系见图 5-2。



图 5-1 生产管理系统组成

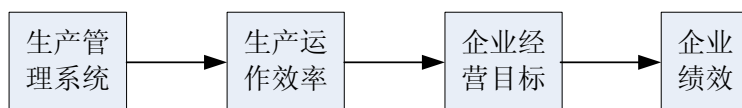


图 5-2 生产管理系统与企业绩效

## 5.2 生产管理体系的工作环境建设的主要内容

### 5.2.1 创新管理理念，重塑设计项目生产管理流程

首先是创新管理理念、形成重塑设计项目生产管理流程的共识。目前这种传统的设计项目的生产管理方法已经沿袭了几十年，在中国的水利水电行业已经形成了固有的模式，从专业划分、干部培养、产值分配到业务建设都是以专业为基础的，普遍为设计和设计管理人员所接受，具有相当的社会基础。但随着市场竞争的日益加剧和企业转型的压力日益增大，重塑水电水利设计项目的生产流程提到了议事日程，中国国有资产监督管理委员会（简称国资委）要求中央企业加强信息化建设<sup>[75]</sup>无疑也对开发设计项目的生产管理系统起了很好的推动作用。改造设计项目的生产流程、重塑设计项目的生产管理流程，是在继承传统专业设计理论和设计管理的基础上，用信息技术的手段来将复杂的设计过程拆分成相对单一的生产工序，把这些生产工序形成标准的生产单元，通过

分析各个工序之间的前后工序关系形成一个局部循环、整体推进的生产流程，用信息技术加以管理，形成新的可以不断改造和完善的适应特定设计项目的生产流程，因此，本研究提出的生产流程不是对传统生产流程的否定，而是继承、规范、优化和不断完善；重塑生产管理流程是基于生产流程的改造，把员工绩效考核、产品质量管理、生产过程控制和产品管理集中于生产管理信息系统，形成规范清晰的生产管理流程而且用信息化手段进行控制和改造，这完全不同于只靠开会、检查、突击加班等传统的做法，而是把管理提升到科学指挥、过程监控和动态管理这样的高度。相当的基层管理者担心本系统结构庞杂、信息量巨大，首次研制耗费时间和精力，运行起来肯定修改完善的工作量大，到时是否会引起混乱；使用本系统的管理者也必须学习、学习、再学习，才能熟练使用、主动改造完善本系统。所有这些，都需要企业的领导人和领导层用创新的思维、用开拓的胆识、从企业的长远利益着想来支持和推行本管理系统。

其次是变知识产品的工作量不可度量为可以逐步实现度量。本系统研制和推行过程中遇到的另一个忧虑甚至阻力，是知识劳动能否度量？如何度量？几十个小专业生产不同的产品，各自的工作量即使度量出来，又如何平衡？通过几十年的管理积累，无论是现成的专业分配比例，还是大家心中对各个专业的工作量的认识，设计项目各个专业的工作量是可以度量的。我们在研制过程中，采用各个专业之间的工作量比例由设计企业确定，专业内部的小专业之间的比例由专业领导层确定，各小专业内部的工序定额由小专业领导层确定。这样，宏观上各个小专业的工作量比例是相对平衡的，小专业的工序工作量定额的误差不影响其他专业的定额；通过系统的运行，不同项目同一工序在不同员工间的实际耗时可以测算出来，使得同一工序的工作定额逐步逼近真实。

三是变传统的设计产品质量宏观管理为产品生产过程中的质量控制。我们已经习惯了对产品质量编写质量体系文件、产品抽查、贯标内审、发现问题突击处理、质量管理考核等一套做法，但是这种做法在很大程度上带有人为的作假成分，存在相当的质量管理隐患。本系统针对每一个工序产品编制其质量特性控制范本和校审规则，把产品质量管理从宏观细化到工序产品这个微观；所有产品都在系统中运行，质量管理人员可以随时抽取检查、而产品生产和校审人员不会事先知道，使质量管理效果的真实性大大提高。

四是树立大管理思想，采用信息技术管理设计过程。现在的生产管理主要是合同谈判和收款、组织查勘和布置生产任务、检查协调和与业主等社会各界沟通、经费控制和产值分配等，这些环节是很重要的。但是从现代管理来看，生产管理要在上述基础上，重点进行生产过程控制，并把产品质量控制、产品

管理、员工绩效考核集合进来，将来也许还要把其他内容也逐步纳入。这样的大的生产管理，不是谁吃掉谁，而是客观生产过程所必须的，过去之所以那样划分，是因为我们缺少信息技术的支持。现在，我们完全可以做到集成、规范、高效和不断改进。这也需要企业领导层相互支持、理解和合作，才能顺利推进。

五是把细化、优化生产管理作为提高企业核心竞争力的大事来抓，坚持不懈地推动生产管理信息系统建设。生产始终是企业永恒的主题，因为企业的一切财富、社会的一切财富都是生产创造的。生产效率的提高无疑是企业核心竞争力提高的重要方面。任何生产管理系统的改进尽管会涉及基层利益的调整、甚至会引起暂时的躁动和不安，但是只要方向正确、技术可靠，坚持下去就一定能够取得成功。这需要领导层形成共识，共同推动生产管理信息系统的建设，共同推行生产管理信息系统的实施。

### 5.2.2 发挥知识员工在推行生产管理信息系统中的主力军作用

知识包括事实知识 know-what、原理知识 know-why、技能知识 know-how 和人力知识 know-who<sup>[24]</sup>，信息、数据、图像、态度、价值观及其他一些象征性符号<sup>[18]</sup>都属于知识的范畴。知识可以是显形的和隐形的，显形知识以专利、科学发明和特殊技术等形式存在，而隐形知识则是创造性的只存在于人的头脑中<sup>[26]</sup>。知识员工（knowledge workers）是掌握和运用符号和概念、利用知识和信息工作的人，他们创造财富时用脑多于用手，他们通过自己的创意、分析、判断、综合和设计给产品带来附加价值<sup>[34]</sup>。

设计企业属于知识型企业，百分之六十以上的员工来自于各高等学校的不同专业，他们掌握了自然和社会两大科学体系的如数学、物理、化学、力学、土木工程结构理论、工程设计、机械工程、通讯工程、政治经济、造价分析、工程经济分析、环境工程、移民工程、管理工程等等学科的知识，这些掌握不同知识结构的知识群体是设计企业生存发展的主力军。设计企业的知识结构包括工程技术知识和企业管理知识。

工程技术的显性知识主要体现在规程规范、教科书、手册和各种技术资料中，隐性知识主要体现在设计创意和构思中。企业管理的显性知识体现在企业的各种管理办法中，隐性知识主要是指企业管理员工的管理经验和创新能力。

设计企业的产品主要是由报告和图纸组成的设计文件，设计产品是知识和技术密集的信息产品。设计项目的生产管理是针对知识性员工和知识性劳动进行的管理，它不但要管理容易识别和编码的显形知识，更主要的是管理存在于员工头脑中的工程设计和建造经验、智慧、管理经验和才能等隐形知识。因此，

尊重知识和人才，最大限度地发挥设计科研人员的创造性（激励知识型员工），成为设计企业考虑问题、制定内部政策和管理办法的出发点和归宿。

本生产管理系统管理的对象是知识型员工（即我们通称的设计人员），本系统实际上是特定知识行业的生产知识的管理。知识型员工是否接受是本系统成败的关键。在研制过程中，我们遵循道格拉斯·麦格里格（Douglas McGregor）的 Y 理论，从分析生产和管理过程入手，注重调动工序编制员工的积极性，利用先进的信息技术直接与员工沟通和交流，让员工感到自己能够直接参与企业的生产管理过程，从而提高其工作的主动性。我们充分发挥了近两百位骨干设计人员（约占从事本系统涉及的设计人员的 1/3）的积极性（最后收缩到近百位设计骨干），依靠他们分解工作，依靠他们组装生产流程，依靠他们拟定工序结构参数，将来还要依靠他们来调试、修改和完善本系统。本系统是他们的智慧的结晶，他们才是本系统研制的主力军；而我们是本系统的组织者、系统构思者和宣传鼓动者。

本系统的开发建立在尊重知识的基础上。知识型员工是设计企业的主体，他们和勘测科研知识型员工一道，为企业创造出年均数以亿计的收入，谋划着数以亿 kW 计的水电站。知识型员工不仅在设计生产第一线发挥决定性的作用，而且在设计企业的管理层中占据支配性的地位，知识智力等无形资产在设计企业中起决定性作用，知识阶层成为企业的主体。

本系统是用知识管理知识，而且用先进、成熟的管理和信息知识来管理特定行业的知识型企业和知识型员工。企业已经或者正在配置有利于发挥知识员工作用的硬件环境。知识经济的基础是高速数据通讯网，信息化和智能化<sup>[28]</sup>。设计企业要舍得在计算机和网络建设、信息系统建设、员工办公设施、企业形象建设方面投资，为员工创造优美、和谐、工具先进的工作环境。

### 5.2.3 创新绩效考核和激励分配机制

#### （1）承认和最大限度满足员工的合理需求

激励知识型员工要从正面肯定与赞赏、个体成长、工作自主、业务成就、金钱财富、知识入股和股票期权等方面去考虑<sup>[31]</sup>。首先是营造尊重知识、尊重人才的文化氛围，创造有助于提升员工从事人力资本投资的意图的环境，建立激励员工参与知识共享的机制，让知识型员工在宽松、和谐、竞争向上的环境中充分发挥自己的作用。其次，建立企业与知识型员工的战略合作伙伴关系，鼓励和吸收知识型员工参与企业管理，把他们的生存和发展与企业利益紧密联系在一起。第三是通过工作丰富化设计、设置挑战性的工作岗位等为知识型员工发挥创造力提供展示空间。第四，为知识型员工学习和获取知识提供服务和

帮助，培养他们的终身就业能力。第五，建立有效的激励机制，把员工收入与绩效紧密相连，鼓励员工奋发努力。

亚伯拉罕·马斯洛 (Abraham Maslow) 的需求层析理论 (hierarchy of needs theory) 比较客观地反映了人的 5 种需求即生理需求、安全需要、社会需要、尊重需要、自我实现需要。生理需要和安全需要属于较低层次的需要 (lower-order needs)，其余三种需要属于较高层次的需要 (higher-order needs)。较高层次的需要从内部得到满足，较低层次的需要从外部得到满足。只有尚未满足的需求才有激励作用。设计企业的员工尤其是知识型员工，特别看重社会需要、尊重需要和自我实现需要，他们经常会将自己与同期毕业的同学进行比较，他们会经常想到自己工作的意义，尤其是当看到自己从事的工程建成投产、自己推动的管理方法奏效，他们会感到无比喜悦。他们希望得到晋升、得到领导赏识，他们会为了完成一件自己认为有意义的工作而废寝忘食。他们在遇到困难的时候最需要领导和同事关心、支持，在取得成绩的时候最希望听到领导和同志们说一句“您辛苦了”。设计企业的管理者应承认和充分理解员工的 5 种需求，并最大限度地满足他们的合理需要，如生产和管理岗位的设置要有利于发挥设计员工的积极性，企业生产经营要确保员工的生理需求和安全需要，企业文化的建设和晋升机制要有利于满足他们的社会需要、尊重需要和自我实现需要，等等。

### (2) 创新绩效评估机制帮助员工实现期望的目标

期望理论比较适用于设计企业的情况。生产管理过程中，一旦员工因努力得到绩效和奖励，他或她的努力程度就会提高；如果奖励主要与绩效挂钩，就会引导员工去努力创造组织需要的绩效。

设计项目的生产管理体系的一个主要目的就是把员工的工序作业成果与他或她的个人绩效紧密结合起来，并通过系统的运行和完善来不断调整工序的作业时间以尽量做到公平，努力满足员工希望通过努力工作获得相对公平的绩效的期望。设计企业的奖酬机制应强化和鼓励持续的高绩效 (正面强化)；对低绩效少给予、不给予甚至惩罚，抑制不希望的结果出现。本系统提出的绩效评估机制有助于员工实现期望的目标，包括精神的和物质的期望目标。本系统对于作业层员工和管理层员工都可以计量考核其绩效，不断完善的这种考核办法会引导所有设计和设计管理员工多做实事、少说空话、关注群体关系、减少扯皮，配合文化建设会形成一种真正务实进取的精神状态。

### (3) 选拔优秀员工从事挑战性的工作，创造积极的激励机制

本系统着力于从公平竞争的角度，鼓励员工在实践中锻炼、成长，以实际绩效为基础，培养团结合作的团队精神，从优秀的工序作业者中选拔生产和生产管理骨干，培养出专业知识基础扎实、设计经验丰富和设计效率高、能够驾驭多专业的设计项目领军人物（如项目经理、设总）等，从管理群体中选拔优秀的管理骨干，使她或他能从自己的工作中感受到的个人责任（适度的工作冒险）、组织对他和她的信任，实现其从努力到个人目标的飞跃，感受其中所带来的愉悦和成就感。

#### 5.2.4 建设符合知识型企业特点的企业文化

##### （1）创新文化推动企业不断进步

企业文化是凝聚人心以实现自我价值、提升企业竞争力的无形资产和力量，可以使企业在竞争中赢得持久发展<sup>[66]</sup>。实施以人为本的管理，必然注重对人的价值观、人的精神世界的引导和控制，并且将其提升为企业的价值观以作为企业管理的灵魂<sup>[66]</sup>。设计是新的观念和智慧的结晶，设计参与的经济就是知识经济，设计和设计管理都能创造价值、创造财富<sup>[67]</sup>。设计管理包括设计组织内部的管理和设计组织与其它组织的谐调管理，前者包括设计策略、设计计划、设计监督和控制以及设计师的管理等<sup>[67]</sup>。

设计企业是以知识型员工为主体的知识型企业，员工素质比较高，吸收知识的速度快，懂得的知识远比同龄的非知识型员工多，思想比较活跃。引导和帮助设计企业员工敢于创新的思想，对于推动设计企业的知识创新、管理创新有重要意义。设计项目的生产管理系统，包括其生产管理体系设计和工作环境建设，就是一种管理创新的尝试。这种创新，目的在于推动企业不断增强竞争能力，增强企业的综合实力和生存、发展的能力。每一次创新不一定都成功，但每一次创新都孕育着一种机会，只要我们正确引导创新，企业就会不断地发展和进步。

##### （2）诚实守信的文化保持员工和企业的信誉

企业最核心的价值观就是诚实守信，因为市场经济本质上是道德经济和信用经济<sup>[66]</sup>。知识型企业的员工从事工程项目的勘测设计科研工作，本身就要求实事求是，客观反映工程的社会经济和自然条件，比选研究后选用合理的设计方案，采用科学先进的施工方法，制定先进可靠的工程运行管理办法。因此诚实守信对于设计企业来说本是应有之义。水电工程设计涉及广泛地区的社会经济，涉及到大坝上游的淹没损失、大坝下游的防洪减灾、电站的经济效益，等等。为了使所设计的工程经得起历史的检验，就必须对所有基础信息进行认真

的收集和分析，必须对工程的建设方案和建筑物的结构方案进行反复推敲、优中选优。在工程建成后，还要做主动回访验证，提出改进意见。

设计项目的生产管理系统，就是从生产过程管理入手，努力保证每一道工序的生产都遵循诚实守信的原则。任何虚假、不真实的信息都可以追溯到其源头，任何设计、校审都有据可查；由于是在信息网上运行本系统，一旦管理设定运行规则（如采用授权制和分级管理制），任何人不得随意改变产品的流向、产品的校审程序、产品的数量和工作量、不能自己给自己考核工作量、不能随意提取经过校审的产品，等等。

### （3）知识共享的文化是生产管理系统的基礎

有效的学习分享 (Effective Lessons Learned Sharing) 能从创新或者教训 (the knowledge acquired from an innovation or an adverse experience) 中获得知识以便个人或组织改进工作过程、提高工作效率和质量 (causes a worker or an organization to improve a process or activity to work safer, more efficiently or with higher quality)<sup>[68]</sup>。企业文化决定人们对待知识的态度，即是否承认显性知识和隐性知识并重，是否主张将隐藏在员工头脑中的隐性知识与集体和他人共享，企业要建立起一种信赖分享的文化，使成员彼此之间主动地分享工作经验，鼓励员工学习他人的知识，企业要有健全的沟通及授权体系，要建立起合作和互相学习的文化<sup>[69]</sup>。知识如果仅存在于个人的头脑中而不发挥其作用，则再多的知识也是用处不大。为什么有的员工学历很高、知识渊博，而实际成就还赶不上在学历和知识量比自己都差的员工呢？不愿意与人共享知识、生怕贡献出来吃亏恐怕是其原因之一。现代管理特别倡导沟通交流，沟通交流本身就是知识共享的一种形式，你的一点想法或许会成为影响企业长远发展的因素，发达国家的知识界也十分看重思想交流、知识共享。设计项目的多次评估、咨询、审查就是为了广泛交流各方面专家的经验、认识和智慧。所以，设计企业更要重视知识共享和交流、重视团队合作精神，生产管理必须充分利用现代技术让工序作业者与项目团队充分交流，才能设计出好的方案。

设计项目的生产管理系统就是知识共享的成果，知识共享文化奠定了本系统的基础。数十个小专业的数百位专家把他们的知识贡献出来，编制成数以千计的工序及其数十万个结构参数，这么庞大的知识集成是前所未有的，我们应该珍惜这份来之不易的成果，要把它利用好、保管好、改造好，形成企业特有的知识财富。

### （4）和谐竞争的文化鼓励知识型员工在竞争中求得和谐

以人为本、建设和谐社会已经成为人们的共识。设计企业在建设和谐社会的同时,也必须提倡有序的竞争,才能保持企业员工旺盛的工作热情,才能促使企业不断发展。设计企业考虑问题、制定各种管理办法,都要以最大限度地发挥设计科研人员的创造性为出发点和归宿。努力从制度上体现公平、从管理上促使公平、从环境建设上营造和谐的人居环境,与自然协调发展,从文化上倡导互相关爱,让员工在和谐的企业氛围中奋斗和生活。

倡导有序竞争是保证社会公平的必要手段,没有竞争就没有发展。要从制度上保证设计企业中的优秀员工得到实惠。在收益分配上努力做到按劳分配,在文化上倡导学习上进,在工作上强调团结奋斗,在岗位选拔上优中选优,在岗位设置上尽量让员工多参与、多展现才华。

本生产管理系统倡导竞争,在竞争中求得和谐,在和谐中竞争。为什么多年来没有提出系统的设计产品工作量定额考核的办法?除了问题本身的复杂性外,中庸之道、不愿意得罪人也是主要原因之一。本研究的发起者多年从事设计管理工作,从设计人员、设计室主任、副处长、处长到企业领导层,了解设计项目生产管理的酸甜苦辣,也知道一些专业产品生产的工作量情况。迫于对企业应对市场竞争和改变生产管理现状的考虑,提出一套设计项目生产产品工作量考核的办法,并力主编制成信息管理系统,目的是保护优秀员工的积极性,倡扬在和平环境中竞争的文化,吸引更多的人参与竞争、提高自身的生存能力。这难免要遇到一些阻力,因此需要企业领导层形成共识和给予支持。

### (5) 创建学习型组织不断推动生产管理的发展

爱因斯坦(Albert Einstein)指出:人类是宇宙有限时间和空间中的一部分,由于自身意识的错觉,将其限制在个人的欲望和身边人的感情的牢笼之中,我们的任务是要通过扩大我们的视野、热爱所有生物和全部自然中的美好的东西来解放我们自己<sup>[70]</sup>。对员工提出学习要求、建立学习型组织和理论模型,从古至今就有许多成功的典范。Georgius Agricola就清楚地意识到采矿商不能忽略许多艺术和科学,并提出了哲学、医学、天文学、测绘学(土木工程学的一部分)、算术学(奠定今天的费用-时间分析基础)、建筑学、绘图学、法学等八个学科领域的初步构想<sup>[4]</sup>。设计理论和方法尤其是专业性很强的材料科学、施工技术、项目管理、工程项目策划、设计手段等发展很快,需要我们紧盯前沿科学技术,不断丰富和提高自身的设计水平。

一个优秀的员工必须善于学习,勤于思考,敢于挑战自我,创造性地适应环境<sup>[66]</sup>,企业必须勇敢面对市场,通过学习创新、管理创新和体制创新使企业不断适应市场的要求,在竞争中生存和发展。只有学习创新才能管理创新、技术



创新。因此,发展企业学习能力,创建学习型组织是增强企业核心竞争力的必然选择,是企业文化管理的一项重要战略目标<sup>[66]</sup>。现在每天都在发生大量的新鲜事物,都在产生新的观念和思想,稍不注意就会落后。设计企业尤其要从制度上(如组织定期培训、鼓励员工继续学习、开展学习交流、奖励新的思想)激励员工学习新知识、掌握新技术、创新观念,使员工个人与企业共同成长,最终实现组织与个人的共同发展<sup>[66]</sup>。

设计企业的创新主要包括技术创新和管理创新。水电设计行业每年都要制定或完善技术创新规划,鼓励企业采用新技术、创新设计理念和办法。但可惜的是,目前没有看到鼓励设计企业进行管理创新的计划,这说明重技术、轻管理的倾向仍一定程度上存在于设计企业中。

水电设计企业的技术创新包括创造新的坝型和厂房形式、采用新的建筑材料,开发新能源(如风电和太阳能发电、生物质能发电),采用新的施工方法(包括施工工艺和新的施工机具的采用),采用长距离大容量高电压等级送电等等。

水电设计企业的管理创新应该体现在根据现代信息技术采用信息化管理,创建新的管理模式,优化生产组织流程,改造和完善生产组织形式,建立新的激励机制,从管理制度上进行创新以精简管理层次、提高组织效率、对市场做出快速反应,加大企业研发和营销力度,使企业的生产效率、技术水平和市场占有率都得到快速提高。生产管理系统的开发和推行,本身就是不断学习、不断思考、不断创新的过程。开发这个系统需要学习,使用这个系统更需要全体设计人员学习、需要所有设计管理人员学习,不断地学习才能产生创新的思维、才能发现系统研制中存在的问题,才能想办法去解决这些问题,才会使系统具有生命力。

#### **(6) 创建同愿景, 增强企业的凝聚力**

企业与员工的共同愿景就是企业与员工建立心理契约,把企业的发展与员工个人的前途紧紧联系起来,形成企业兴我就兴的共同愿望,以激励员工努力工作、企业健康发展。

要建立共同愿景,就必须使企业和员工有共同的价值取向,共同的理想和目标把企业和员工的命运紧紧联系在一起,成为他们互相鼓励、共同奋斗的精神支柱。设计企业尤其是水电工程设计企业,员工的主要使命是开发建设一座座水电站、为社会造福,通过企业员工的努力奋斗,最大程度地满足员工的成就感和增加收入;企业和员工的主要任务是在有限的水电资源中占领更多的市场份额,努力做好到手的设计任务,确保市场开拓取得成功。

设计企业必须紧紧依靠员工，为员工办实事、谋取实际利益；使员工把企业当作自己的依靠，甘心情愿为之奋斗。

设计企业还应提供促进员工交往、合作的交流机会<sup>[71]</sup>，使员工感到自己在企业的作用，增强主人翁意识。

设计企业可以通过徽章、标识、符号等象征方式阐述组织核心价值观念，可以通过仪式、庆典、会议、展览、表彰等方式来传达组织对员工的期望以及对员工精神的奖赏<sup>[71]</sup>。

设计企业可以发挥老员工对新员工的影响<sup>[71]</sup>作用，帮助企业建立新员工对企业的认知和忠诚。

设计企业的文化建设应该宣传企业的使命、奋斗计划和目标（当年和今后几年），通过组织各种各样的活动来强化员工与企业的共同愿景。

所有这些，都必须在具体的生产管理过程中得到体现，而设计、设计管理员工相互之间的交流和按时保质完成特定设计项目生产的共同愿望、设计产品的标识、设计项目生产过程中的评审等体现最为具体，企业和员工的共同愿景的结合程度会在生产过程中得到充分的展示。

#### 5.2.5 使组织结构适应现代管理和市场的要求

##### (1) 使生产组织逐渐转变为以项目为中心的管理团队

企业组织知识开发和变革管理的目的是要弄清楚当前的状态 (As-Is **state**)、设计各种可能的变革方案 (‘Alternative scenaria for change determined’ state)、评估选择最适合的变革方案 (‘Alternative scenaria evaluated and the most appropriate one selected’ state) 以达到理想的未来状态 (To-Be state)<sup>[72]</sup>。市场经济和国内外竞争的加剧，迫使我们把企业或者组织的未来设定为适应竞争要求、具有较强核心竞争力的知识型企业，这就需要我们重视和推动组织变革。

知识性组织是一个能熟练地创造、获取和传递知识的组织，它是开放的，员工的知识结构、能力结构和年龄结构在一个组织内是互补的，组织是柔性的、扁平化的、非线性的多维结构和多变的组织<sup>[30]</sup>，以快速适应市场和环境的变化；提倡全员不断学习、全程学习和团体学习；自主管理和不断自我创造未来<sup>[32]</sup>。

现今的设计企业的组织结构，是在计划经济体制下把设计院作为政府的一个部门建立起来的，其内设机构仿照政府的建制进行设置，尽管已成为企业，但浓厚的行政色彩并没有多大改变。设计企业的生产组织以专业划分为处（所、院、中心、公司，以下简称“处”），与政府的处级单位相对应，相应的领导也被称为处长、所长、院长，……本研究提出的生产管理系统，是以项目为中心

组织生产，资源配置在项目上，管理围绕项目转；另一方面，本系统强化了对生产过程质量的控制，基于几十年比较成熟的专业设计知识和在此技术上集成的生产过程系统，实施对项目生产过程的控制；鼓励一个员工承担多个项目，生产处对人力资源进行配置（在尊重员工个人选择的基础上发挥行政裁决作用），对暂时不能被项目选择的人员进行培训；生产处根据本系统记录的员工的作业绩效和员工其他方面（合作、服从分配、承担艰苦工作、野外工作等等）的表现，决定对员工的分配。这似乎与目前的管理方法没有太大的差别，但是，员工的眼睛不再只盯着所在单位的领导，而是要主要盯住项目，因为他或她的收益主要决定于个人账户的绩效数量（只有满足质量要求的产品工作量才能进入绩效账户），这就给项目经理组织生产创造了条件。本生产管理系统不仅适用于企业级的生产项目的组织，也适用于二级生产单位的自营项目的生产组织，但都是以项目为中心。这样，我们就能逐步建立以项目为中心的管理团队。

有的同志担心，实行项目管理后专业技术的发展会受到影响。其实恰好相反，由于个人在竞争环境下的能动作用的进一步发挥，他或她必然要求主动学习技术；企业也会安排科研项目并以项目管理的方式开发出更加实效的科研成果。

本系统十分重视设计项目的技术质量管理。首先是发挥技术专家的作用，把设计原则指导书、设计大纲、设计细则作为员工作业的重要依据，使专家的智慧具体发挥在生产过程中。其次是把技术管理团队（专业处的专总、总工、质量管理人员）独立于项目之外，使他们的经济利益不与项目挂钩，同时又对他们的技术管理工作进行考核并把考核结果作为分配的重要依据。这就避免了项目经理为追求经济效益而放松质量控制。

## （2）精干高效的生产管理运作系统促进设计企业形成哑铃型的组织结构

哑铃型的组织结构是指企业的研发和市场营销两头大，生产组织管理充分利用现代信息技术和网络环境而变得比较简单。而我们目前的状况是在生产组织方面花费了大量的精力，直接影响企业技术和管理实力的研发和对市场的开拓。

要实现哑铃型的组织结构，首先就必须转变现有的生产组织形式，简化管理层次，通过信息系统让工序作业员工与项目的技术和行政管理者直接交流、沟通；通过知识共享工程把高端员工的经验和智慧相对固化成一个个规范的操作程序，依靠精干的有经验的管理者和信息系统收集的大量信息不断完善生产管理信息系统，使不可捉摸的设计过程变得条例清晰、过程规范和可控、改进完善程序化，逐步形成设计项目生产管理的知识库。如果这个目的达到，我们

就可以腾出精力来研发更多对企业生产、生存发展有实际意义、有自主知识产权的科研产品，为企业的发展提供智力支持；我们就可以抽出精兵强将去开拓国内外市场。

### （3）生产管理系统是项目管理的有力手段

团队形式是美国等先进国家的企业的主要运作方式。工作团队（work team）通过成员共同努力能够产生积极的协同作用，其团队成员努力的结果使团队的绩效水平远大于个体绩效的总和<sup>[33]</sup>。在设计企业中，生产是按照项目来组织的，因此，设计团队又可称为项目管理，即由不同专业的知识型员工组成项目管理部去完成某一项目的设计任务。团队的优点是可以快速的组合、重组、解散，促进雇员参与决策过程，有助于管理人员增强组织的民主气氛，提高工人的积极性<sup>[33]</sup>，团队的这些优点有助于快速适应市场变化。

设计企业的工作对象是一个个特性各异的工程项目，每个项目都有明确的业主或业主代表，他们关心的是高效、优质的设计服务，设计企业必须围绕项目组织生产才能最大限度地满足业主要求。在知识经济时代，知识更新速度快，网络传递信息的速度惊人，这为以项目为核心组织生产创造了技术条件。以项目为中心来配备资源和组织生产有利于减少设计企业的中间层次、缩短设计信息传递的时间，能比较快速地适应市场要求。设计企业应该根据具体情况组建若干项目管理机构，选调得力的干部，比较充分地授予职权，由项目管理机构负责协调内部和外部关系、处置日常事务，履行设计合同规定的设计方的责任，努力争取做一个项目的设计，交一方朋友，开拓一片市场。

在知识经济时代，利用快速发展的信息技术把专业设计理论、知识和技术整合到项目设计过程中，使设计过程更加系统、科学，设计成果更加个性化，设计效率更高。设计人员根据其能力的大小可以从事多个项目的设计，丰富自己的设计知识和经验；专业技术质量控制人员从多个项目的技术质量管理中总结、提高专业设计理论和知识。

矩阵式项目组织是由项目机构从各设计专业抽调设计人员组成，并对工程设计项目负责始终。项目经理由企业领导聘任，各专业主设人员由项目经理与专业协商确定，专业主设人员接受项目经理和专业的双重领导。

项目机构发挥高效组织和协调生产的优势。项目机构负责人根据企业的授权，实施项目进度、质量和成本控制，协调内外部关系，考核各专业进度和质量，按照规定的办法兑现项目分配给各专业的收入。

设计各专业发挥专业技术质量把关和培训专业技术人才的优势，按照项目机构的计划派出主设人员、配置办公条件等其他资源，实施产品的质量控制等。

迄今为止,实施项目管理已成共识,但是缺少必须的管理手段,本研究提出的生产管理系统正是为此而研发的。水电设计项目需要几十个小专业的许多人共同完成,这些专业内部又有很多生产工序及其产品,这些工序之间的关系是怎样的?完成每个工序产品究竟需要多少时间、谁去考核、怎么考核?那些是制约项目设计进度的关键工序?这些工序的产品怎么管理、质量怎么控制?任何项目经理都不可能完全明白。本系统就是针对这些问题来研制并为项目经理提供有力的管理手段,不同项目的项目经理使用本系统,必然发现各种问题,再进行修改、完善,就可以逐步形成完整、完善的信息管理系统,使之成为项目经理的得力助手。

#### **(4) 加大员工个人的责任,提高组织运作效率**

国外的设计管理层次没有我们这么多,一个很重要的原因就是个人的签名负责制把个人的信誉与所设计产品的责任紧密联系在一起。而我们现在的设计生产管理中形式上校核审查程序很多,但存在互相等待、责任心不强的问题,致使工作效率低。随着国家推行个人执业资格制度力度的加大,个人负责制将逐步展开。生产管理信息系统就是试图通过规范设计生产过程和工序作业,按照本专业室的平均偏先进的生产力水平确定作业时间,提前完成的有奖,返工和延时完成也不追加作业时间,把个人的分配与所承担的责任挂钩,意在理顺生产关系,简化生产管理层次,提高组织生产运作效率。

## **本章小结**

围绕生产管理体系的要求和设计企业的工作特点,阐述了本生产管理体系和工作环境建设之间的关系,明确指出了工作环境建设是生产管理系统的重要组成部分;论述了工作环境建设的主要内容如创新管理理念、发挥知识员工在推行生产管理信息系统中的主力军作用、创新绩效考核和激励分配机制、建设符合知识型企业特点的企业文化、使组织结构适应现代管理和市场的要求等。

## 第6章 应用研究

### 6.1 某设计院生产管理现状和开发本系统的由来

某设计院一直从事以水利水电工程为主、覆盖工民建和市政等工程的勘测设计科研、工程监理、工程监测和检测、工程总承包、水电项目开发投资等业务。该院现有规划、地质、水文、水工、施工、机电、水库移民和环保、工程造价等设计专业处，还有测绘、水建、物探、科研、建筑等专业处为设计提供基础资料和科研试验支持。

该院水电工程的设计项目的生产管理目前仍然沿用从原苏联设计管理模式发展而来的以上述专业处为基础的管理方法，院生产经营部统筹全院的生产计划编制、计划执行检查、组织设计过程中的各种咨询和审查，组织产品提交和归档，催收设计经费，按照不同设计阶段的不同比例对各个生产部门进行产值分配。

院技术质量部负责勘测设计科研产品的质量管理，通过组织编制设计原则指导书、设计大纲和作业大纲对生产过程中的质量进行控制和管理，通过产品质量抽查、贯标文件审核、质量管理考核等履行质量管理职能。

院信息中心负责产品的归档工作。近年来采取出院产品先送信息中心归档、再结算复制费用的办法，使产品归档工作有一定改进。

各个生产专业处的员工的作业绩效考核和分配主要由各个专业处负责。在员工所在专业处安排的人力资源范围内，项目经理、设总即使可以直接与员工商讨工作、安排某些具体的任务，也无权直接对员工的绩效水平进行考核。这就导致即使项目组织者了解计划执行和工作质量过程中的问题，也不能直接指挥员工纠正；加之近年来推行项目管理的呼声日渐增高，但各方面的认识并不统一，以至于尽管生产计划照样下达，尽管组织协调不断，但是生产过程中的扯皮、推诿时有发生，设计文件编制、设计供图仍常不能满足业主要求，新的任务安排遇到较大困难，参与生产管理的干部日益增多、各种会议连续不断，而生产组织效率与同行业水平相比却未见提高。

在这种情况下，本文作者力求探索、设计出一套生产管理的方法，再借助于现代化的信息技术开发形成完整的设计生产过程管理系统。

## 6.2 项目立项和工作进展

本项目的立项构思由来已久。早在几年前，本文作者就思索过设计项目生产管理的问题，只是由于当时条件的限制未能实施。2005年5月，该院生产部正式部署设计生产工序定额编制工作，拉开了生产管理信息系统建设的序幕。随着工作的进展，参与此项工作的同仁的认识不断深化；结合本系统和该院大力推进的信息系统建设，将以生产工序为核心的设计生产过程控制全面纳入信息系统建设的主要内容之一；2006年春节后，本系统设计的思路逐步清晰，系统物理模型构建进入实质性推动阶段；到目前为止，各个专业的工序拆分工作的总体框架、专业和工序编码基本完成，过程控制的物理模型框架已基本完成并正积极推进，系统编程和调试即将开展。

## 6.3 生产过程拆分和工序划分

共组织动员近百位在各个专业设计方面很有经验的高级工程师按照样板工程的设计要求，并考虑即将面对的巨型工程的设计需要，分解了各自专业的工序，并将各个工序的内部逻辑关系逐步理顺。

根据已经完成的某个工程的实际情况，并考虑未来面临的工程设计的需要，将某一阶段的设计过程划分为6—10个。每个专业根据自己专业在每个过程中发挥的作用、与相邻专业的关系（产品输出、工作条件输入），照顾到目前的设计实际情况，划分和分解自己专业的工序。

每个工序赋予唯一的编码。每个工序必须有产品，这些产品既可以是本专业其他工序所需要的输入，也可以是其他专业的不同工序所要求的输入；每道工序可以有多个产品，每个产品在其从属的工序后面确定唯一的编码。

粗略统计，所有设计专业的工序多达数千个。

## 6.4 过程控制模型的构建

为了分层管理的目的，分别由专业室负责人、专业处负责人和院系统开发负责人分别负责专业室、专业处和全院设计各专业的生产过程控制模型（工序结构（包括逻辑关系和时间顺序）组装）。

构建过程控制模型以设计过程为单位，每个设计过程构造至少三级模型。一个总体模型（一级过程控制模型），一个在总体模型指导下的以专业处为单位的模型（二级过程控制模型），一个以小专业为单位的三级过程控制模型。对于某些专业室，甚至还要构造四级（工序包）或四级以下的过程控制模型。

各个工序之间的逻辑关系非常复杂，如果硬性把所有的工序组装在一张图上，那就是一张类似于蜘蛛网的网络，即不便于看懂，又不便于管理。为此，充分利用 P3 软件的优点，赋予每道工序的紧前、紧后工序关系，由软件去配对，以提高工效、保证配对关系正确。

## 6.5 引进 P3 软件作为支撑平台

P3e/c 系列软件是美国 Primavera 公司的产品，最新版本为 5.0。该院经过对国产的和国外的多种可能的开发平台（如 Project）的比较，最终选择 P3e/c 系列软件作为本信息系统的支撑平台。

## 6.6 项目结构

### 6.6.1 企业项目结构

设计企业要同时承担不同设计阶段的多个项目才能生存，设置企业项目结构的目的是为了对不同类别的各个项目进行管理。本研究主要是针对具体项目的生产过程组织和管理，所以重点说明项目生产过程管理中的系统结构问题。

### 6.6.2 项目信息系统管理结构

#### （1）设计过程结构

设计项目的过程很复杂，利用 P3E/C 编制多层生产计划来解决和协调复杂的设计过程。通过 WBS（工作分解结构）——Activity（作业，活动，任务，这些可以组织成工序或者工序包（package of working procedures or working procedures）——STEP（作业下面的步骤）由高级管理层开始自上而下进行计划编制，从项目团队的底层自下而上的计划分解，协调统一的计划形成符合不同管理层次需要的里程碑（P3E/C 可以识别出里程碑的层次）。不同层次的计划反映出不同的关注重点和应采取的措施，保证各个管理层次之间以及项目团队和外部的关系人之间沟通的一致性和有效性，使计划真正发挥对项目实施过程的指导作用和控制作用。



设计企业的 WBS 系统根据设计项目的特点采用树状结构分层, 通过协调一致的工序代码将复杂的生产过程有机组织成以计划控制为主线的生产过程控制模型, 将质量控制、产品流转和管理、员工绩效考核加载到计划执行过程中, 形成生产管理信息系统。

各个设计企业对于具体水电工程项目的设计过程的划分各有不同。本研究课题根据现行的设计规范并考虑到本院从事的复杂项目的设计情况, 将特定项目的设计全过程划分为 6—10, 每个过程赋予特定的代码。

### (2) 专业结构

考虑到多年来水电工程设计系统专业划分和本院的实际情况, 将各个设计专业处的各个设计专业室包含的专业统一划分成 20—30 个工序专业, 并赋予每个专业特定的代码。

### (3) 工序结构

每个工序专业内部又根据该专业在不同过程中的作用, 划分成若干工序或者工序包, 每个工序或者工序包赋予相当范围 (0—999) 的编码。

### (4) 产品结构

每个工序或者工序包可以同时或者分批产出若干产品, 赋予每个工序或者工序包 (0—99) 份产品的编码。

### (5) 工序之间的逻辑关系

各个工序之间的逻辑关系, 首先由编制该工序或者工序包的作者确定、经所在专业负责人审查后, 再利用 P3e/c 软件的功能, 输入其紧前或者紧后工序后, 连成网络关系或打印出来供各个专业检查, 审查、协调后形成工序过程控制图。

### (6) 工序进度表示方法和动态调整

充分利用 P3e/c 软件的功能, 可以采用横道图、纯逻辑网络图等表示工序或者工序包的进度。

动态规划和控制技术在建设项目管理中得到了广泛的应用, Sang Hyun Lee 等人<sup>[73]</sup>运用网络概念和系统动态规划技术分析项目管理中的战略和操作问题 (both the strategic and operational aspects of project management)。如果系统能够自动采集工序的实际完成时间, 也能够自动推算出后续工序过程的关键路线, 则本系统对于设计项目的生产过程控制具有非常实际的意义。

## 6.7 某专业生产工序分解和几个专业的某些过程控制模型

### 6.7.1 某专业的生产工序分解

某专业按照统一部署，将某阶段的设计过程分为 7 过程。各个过程涉及的小专业、工序包、输入的产品份数、输出的产品份数见下表。

表 6—1 ××专业工序统计表

设计过程	涉及小专业	涉及工序包个数	涉及工序个数	需要输入产品份数	必须提出产品份数
过程 1	专业 1	1	1	2	3
	专业 2	1	7	26	12
过程 2	专业 2	2	8	39	13
过程 3	专业 2	1	15	52	33
过程 4	专业 2	2	15	58	33
过程 5	专业 2	1	8	33	14
过程 6	专业 1	1	1	3	1
	专业 2		10	29	17
过程 7	专业 1	4	35	54	36
	专业 2	18	145	236	174

### 6.7.2 某几个专业的某些过程控制模型

水电设计项目的专业分工细、各个专业分解的工序数量多、与相邻专业的工序关系十分复杂；一个工序一般情况下要对应多个产品的输入、同时又要至少输出一个产品。有些产品是在专业室内部“自产自销”，但很多产品是与（本专业处的或其他专业处的）其他专业室进行交换；本道工序的产品是其他产品的生产前提。工序之间的关系错综复杂，很难用图纸完整地表现出来，不得不借助于具有网络组装功能的软件来帮助组成网络图，这种网络图就是生产过程控制的一个局部模型。

下面是几个专业的某些过程的网络图的例子，用以说明本系统过程控制模型的复杂性。

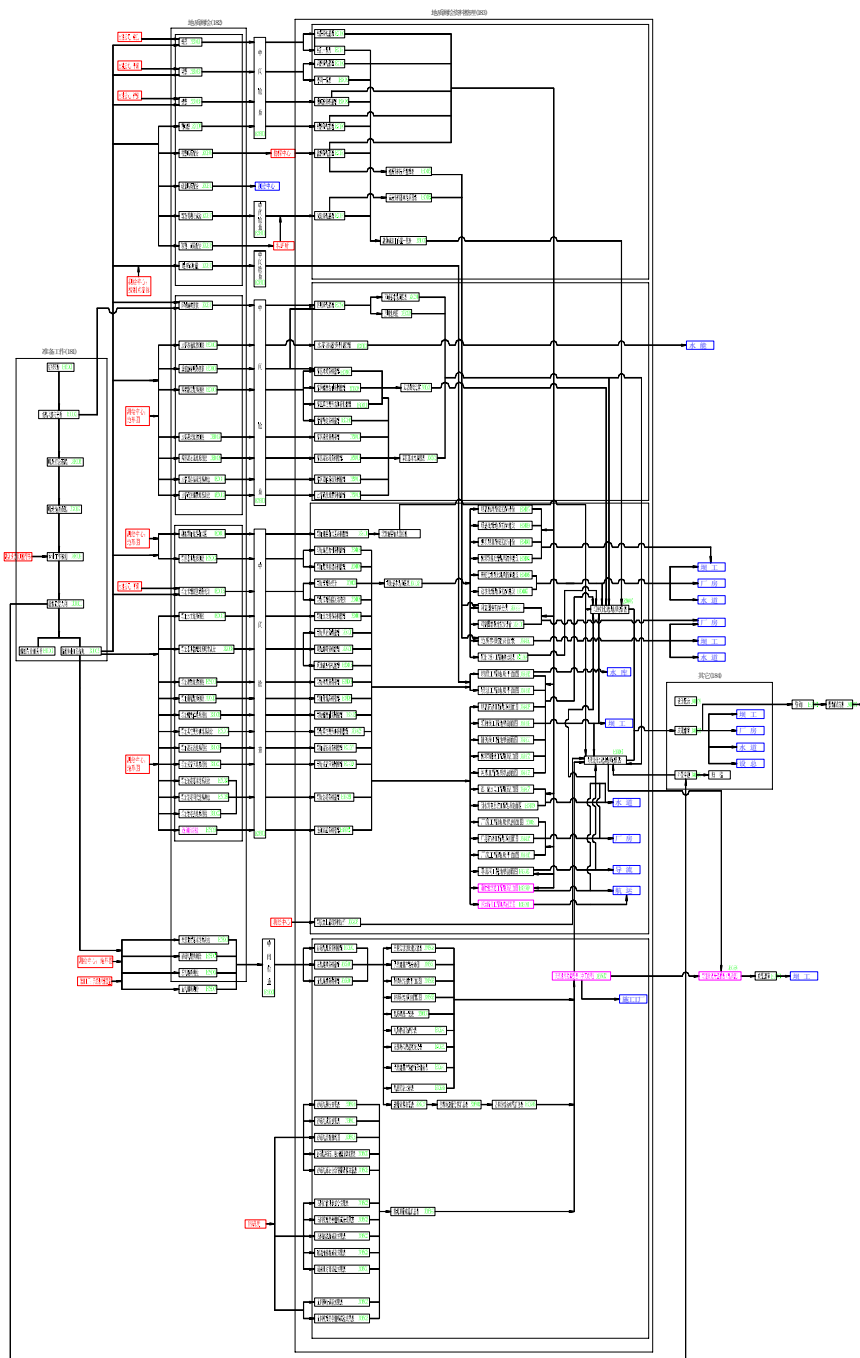


图 6—1 地质专业某设计过程的控制模型

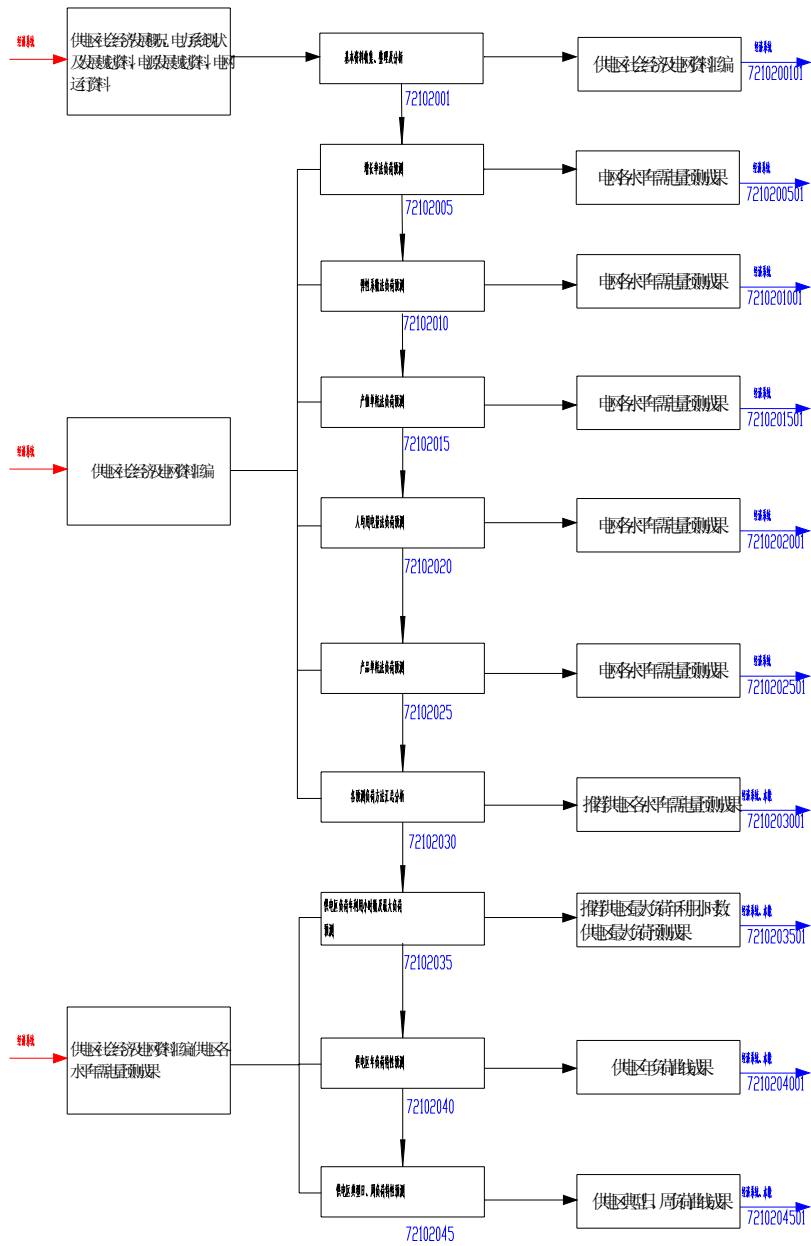


图 6—2 规划专业某设计过程的控制模型

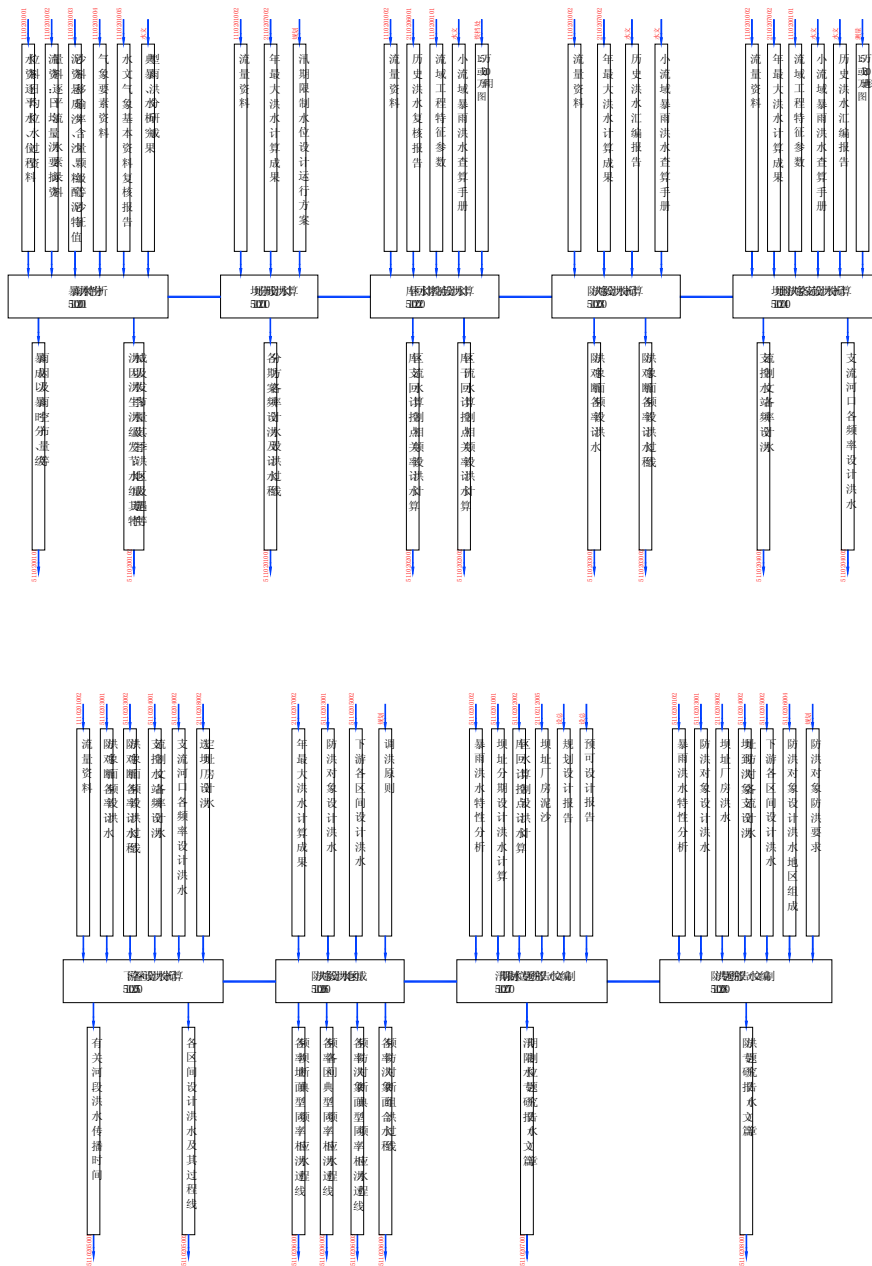


图 6—3 水文专业某设计过程的控制模型

## 6.8 本系统的科学性、可行性初步评价

### 6.8.1 本系统的科学性评价

首先，本研究的理论基础是可靠的。生产管理由来已久，对物质产品生产过程的管理理论比较成熟，对知识产品尤其是水电设计的知识产品的生产管理研究较少；但是物质产品生产管理的思路和系统工程的方法是可以应用在知识产品的管理过程中的。

其次，本系统的理论构思是基本正确的。复杂问题总可以简单化，简单问题可以标准化，标准问题可以形成相对固定的工作程序，程序问题就可以用信息技术进行管理。这种构思符合客观事物的规律，在目前的条件下也可以实现。

第三，本系统研制过程中发挥了上百位专家的智慧，所拆分的数千道工序和正在构建的工序生产流程以已经完成可研的某巨型工程为基础的，具有坚实的实践基础。

第四，本系统采用的信息支撑平台是比较先进的。

第五，本系统的思路既可以适用水电水利工程设计的多个阶段，也可以在改编工序结构模块和生产过程网络后适用于其他工程设计项目的生产管理。

综上所述，本系统的理论基础可靠，系统构思基本正确，采用的方法切实可行并有相当的群众和工程实践基础，依赖的信息技术成熟先进，适用范围广。

### 6.8.2 本系统的可行性评价

本系统已经完成基础性的工作，其成果是在本系统的指导下，从实际工程中提炼出来的，是可行的。

### 6.8.3 存在的问题

设计项目的生产管理，至今没有完整统一的操作模式，各个设计企业又根据自身的情况演绎变化出略有差别的管理模式。本系统是一种全新的管理系统，没有现成的经验可资借用，是水电工程设计知识集成的知识产品，设计开发的难度很大。到目前为止，也只是基本完成工序分解工作，正在进行过程控制模型构建，信息系统的开发才刚开始，运行过程中的修改完善工作量肯定很大，需要继续投入巨大的人力物力和精力才能逐渐完善。

## 本章小结

以某设计院生产管理信息系统开发为实例，叙述了应用本研究成果指导该

#### 删除的内容:

删除的内容: 是否投入运行和检验完全取决于企业主要负责人的决心和行政决策，

删除的内容: 但是，从目前的进展来看，本研究具有鲜明的特点，表现出良好的发展前景:

删除的内容: 首先，本研究的理论基础是可靠的。生产管理由来已久，对物质产品生产过程的管理理论比较成熟，对知识产品尤其是水电设计的知识产品的生产管理研究较少；但是物质产品生产管理的思路和系统工程的方法是可以应用在知识产品的管理过程中的。

其次，本系统的理论构思是基本正确的。复杂问题总可以简单化，简单问题标准化，标准问题程序化，程序问题信息化，既符合客观事物的规律，又顺应信息技术普遍应用的时代要求。

第三，本系统研制过程中发挥了上百位专家的智慧，所拆分的工序和组装的工序生产流程以已经完成可研的某巨型工程为基础的，具有坚实的实践基础。

第四，本系统采用的信息支撑平台是比较先进的。

第五，本系统既可以适用水电工程设计的多个阶段，也可以适用于改编工序结构模块和生产过程网络的其他工程设计项目的生产管理。

但由于设计项目尤其是水电设计项目本身的复杂性，本系统特别是工序结构和生产过程网络存在不少难于在研制过程中发现的问题，只有在运行过程中不断完善。

系统开发的过程，例举了工序网络的实例，阐述了引进开发平台的理由，给出了生产管理信息系统的项目结构，[初步评价了本系统的科学性和可行性](#)。

## 第7章 结论和展望

### 7.1 结论

本文根据水电工程设计项目生产管理工作的实际，提出了工序控制的基本思想，既有别于传统专业管理方法而有所创新，又把传统管理经验与现代信息技术条件下的管理结合起来、提出了比较完整的设计项目的生产管理思想。

工作分解把复杂的设计项目的生产过程拆分成相对单一和标准的工作模块即工序；用信息管理的方法把生产过程控制、产品质量控制和员工作业绩效考核、产品管理与工序结构有机联系在一起，使各项管理活动协调运作并落实到工序这个最小的生产单元，对于实现精细化管理有很重要的意义。本文对生产管理信息系统提出了框架性意见，根据作者多年的设计和设计管理的实践，构思了基于生产管理信息系统的设计项目的相对完整的生产管理体系，阐述了本生产管理体系和工作环境建设之间的关系，明确指出了工作环境建设是生产管理系统的的重要组成部分；论述了工作环境建设的主要内容。这样，基于复杂问题简单化、简单问题标准化、标准问题程序化、程序问题信息化研制的生产管理体系的硬件和该体系耐以施行的工作环境建设的软件合为一体，就初步构成了知识经济和信息技术条件下的设计项目的生产管理系统。

### 7.2 创新点

(1) 本文提出的设计项目的生产管理的总体思路、标准工序和标准工作时间、设计流程和工序层次结构划分、生产管理的模型和把质量管理、员工作业绩效考核和产品管理加载在生产过程控制中、形成有机的生产管理体系，并逐渐形成规范的生产管理信息系统的管理思想和方法，在国内外水电工程设计中没有见到先例。

(2) 本文提出的管理系统可适应于相当大范围的企业生产组织形式，既适应现有的专业处为主进行生产管理的组织结构，也适应实行项目管理的组织形式，还适应不同层次级（设计院安排的项目和专业处自己经营的项目）的项目的生产管理，对工序结构模块和过程控制模块进行改造后，也可以适用其它工程设计项目的生产管理。



### 7.3 展望

本研究课题涉及一种全新的管理系统，不但设计开发的难度很大，而且涉及到企业生产组织形式的变化、容易引起现存的管理模式和生产组织结构的挑战。即使本研究取得应用成果，是否投入运行和检验完全取决于企业主要负责人的决心和行政决策。投入运行后的修改完善工作量肯定很大。即便如此，本系统的理论思维总体上是正确的，依靠行业专家来开展有关工作、得出的工序成果和过程控制模型具有比较扎实的基础，企业的信息系统环境也为实施本系统提供了有利条件。

本项目第一阶段的目标是针对某一设计阶段编制出水电站工程设计项目的设计过程管理控制信息系统，并投入生产试运行，不断完善和改进后在今后的设计项目的生产中使用。

紧随本项目第一阶段目标试运行后，立即编制其他阶段的设计生产过程管理控制信息系统，使本院从事的水电设计项目都纳入信息系统进行管理和控制，达到提高生产组织效率和企业运作效率的目的。

## 参考文献

- [1] 于雪梅. 强化项目管理, 提高设计管理水平. 石化技术, 2003, 10 (3): 65~68
- [2] Karen A. Moreau, W. Edward Back: Improving the design process with information management. Automation in Construction 10\_2000: 127-140
- [3] 马壤生. 浅谈设计企业矩阵式管理. 煤矿设计, 1997 (8): 3~5
- [4] Christopher A. Voss: Learning from the first Operations Management textbook. Journal of Operations Management xxx (2006) xxx-xxx
- [5] 严学丰主编. MBA 管理丛书---生产管理学. 上海财经大学出版社, 1996, 12
- [6] 陈荣秋编. MBA 系列---生产计划与控制——概念、方法与系统. 华中理工大学出版社, 1995, 7
- [7] 张浩主编, 颜秋许, 杜江北副主编. 企业生产经济学. 航空工业出版社, 1993, 9
- [8] 张学平, 刘彬编著. 如何做生产主管. 首都经贸大学出版社, 1999, 2
- [9] Hong Liu, Mingxi Tang, John Hamilton Frazer: Supporting dynamic management in a multi-agent collaborative design system. Advances in Engineering Software 35, 2004: 493-502
- [10] Wdward A. Silver: Process Management Instead of Operational Management. Manufacturing & Service Operations Management; Fall 2004; 6, 4; ABI/INFORM Global pg. 273
- [11] 叶若春博士. 生产计划与管制 Production planning and control. 中兴管理顾问公司发行, 中华民国六十八年二月初版
- [12] 何杏清, 郭型仁. 劳动定额研究. 劳动人事出版社, 1986, 12
- [13] 张乞. 生产系统优化与超常规作业. 暨南大学出版社, 2004, 8
- [14] 杨学涵编著. 管理工效学. 东北工学院出版社, 1988, 4
- [15] 钱颜文, 孙林岩 (西安交大管理学院): 论管理理论和管理模式的演进. 管理工程学报, 2005 (2): 12~17
- [16] 西安交通大学 詹伟峰. 现代企业管理变革趋势. 中国电力企业管理, 2004-01: 51~53
- [17] 叶素文, 闫国庆. 现代企业管理的十大趋势. 中国工商管理研究, 2005

删除的内容:

- (4): 77~79
- [18] 王焯. 知识经济推动下的现代管理理论探析. 兰州商学院学报, 2002 (2) 总 18 卷 Vol. 18 No.2, 2002, 4: 92~95
- [19] 中国工程院院士郭重庆. 创新——管理上的生产力. 河南科技, 2004 (1): 4~6
- [20] 禹淑莲. 现代生产管理的十大趋势. 经济问题探索, 2001 (6): 59
- [21] 桂重, 蒋明清. 现代化企业知识管理模式研究. 现代管理科学, 2005 (2): 77~78
- [22] 上海现代物流人才培训中心(张毅)编著. 企业资源计划(ERP)与 SCM、CRM. 上海市紧缺人才培训工程企业资源计划(erp)应用能力考核指定教材. 电子工业出版社, 2002 年 3 月第一版 2002 年 6 月第二次印刷
- [23] 用友软件股份有限公司编著. ERP 应用指南. 机械工业出版社, 2002, 9
- [24] 方俊, 李先明. 论泰罗的科学管理理论对知识管理的借鉴意义. 韶关学院学报(社会科学版 2002 年 5 月), 2002, 23 (5): 12~17
- [25] 叶晓倩, 韩锺, 关培兰. 试论工程项目管理的发展趋势. 技术经济, 2005 (1): 56~57
- [26] 周辉, 刘思峰. 新经济环境下的企业知识管理战略. 经济问题, 2005 (1): 37~39
- [27] 王国钟, 黄本笑. 知识型企业中项目团队的知识管理对策. 现代管理科学, 2005 (2): 23~24
- [28] 赵海燕, 胡丽文, 刘合翔. 知识管理与工业管理的十项比较. 现代情报, 2005, 3 (3): 127~129
- [29] 梁幸平, 任君庆等. 知识营销. 经济管理出版社, 2002, 3
- [30] 彭纪生, 赵步同. 论知识管理与自组织理论. 系统辩证学学报, 2005, 1 (1): 37~39
- [31] 杜力, 李金林. 企业管理新模式——以“人”为本的知识管理. 技术经济与管理研究, 2004 (4): 91~92
- [32] 李军农. 学习型企业——未来企业管理模式. 江汉论坛, 2003.02: 33~35
- [33] Stephen P.Robbins 著, 孙健敏李原 等译. 组织行为学. 中国人民大学出版社, 2002, 11
- [34] 赵艳娟. 智力资本理论对知识员工管理的启示. 情报科学, 2005, 2(2):

175~178

[35] 胡德银. 论建立工程项目管理体系. 建筑经济, 2003 (6): 10~15

[36] 曹智平. 工程项目管理企业组建模式研究. 中国工程咨询, 2005 (2)

[37] 李立宏, 刘景芳. 浅谈知识管理及其实施重点. 经济师, 2005 (1):

161~162

[38] Behzad Behdani, Mahmoud Reza Pishvaie, Davood Rashtchian: Optimal scheduling of mixed batch and continuous processes incorporating utility aspects

[39] 沈雄伟编著: 大型工程建设项目管理方法 ——暨 P3e/c 系列软件应用参考手册 (水电篇) 上海普华科技发展有限公司, p6-7,12,132[43]

[40] Daniela Grigoria\*, Fabio Casatib, Malu Castellanosb, Umeshwar Dayalb: Business Process Intelligence. Computers in Industry 53, 2004: 321-343

[41] Kwang-Hoon Kim: A layered workflow knowledge Grid/P2P architecture and its models for future generation workflow systems. Future Generation Computer Systems 23, 2007: 304-316

[42] Hai Zhuge: Knowledge flow network planning and simulation. Decision Support Systems 42, 2006: 571- 592

[43] 李三山, 李永建. 知识作业工效及其研究意义. 现代管理科学, 2004 (2): 11~12

[44] 胥树茂. 关于工程设计项目生产管理方法的思考. 水力发电, 第 32 卷第 1 期, 2006-1-12: 90

[45] 禹涌, 潘文俊, 彭艾霞等. 勘察设计行业实施项目管理信息系统关键技术分析. 工程建设与设计, 2001 (4): 18~23

[46] 余高波. 基于流程管理的工作整合设计. 航空科学技术, 2004(2): 13~16

[47] Jae-Hyeon Ahn, Suk-Gwon Chang: Assessing the contribution of knowledge to business performance:the KP3 methodology. Decision Support Systems 36, 2004: 403- 416

[48] R. Navon: Research in automated measurement of project performance indicators. Automation in Construction 16, 2007: 176-188

[49] Michel Mitri: Applying tacit knowledge management techniques for performance assessment. Computers & Education 41, 2003: 173-189

[50] [美]Raymond A.Noel ,John R.Hollenbeck,Barry Gerhart Patrick M.Wright 著: Fundamentals of Human Resources Management. 清华大学出版社, 2004 年第

一版 2004, 10: 242

[51] Ipek Ozkaya, Ömer Akin: Tool support for computer-aided requirement traceability in architectural design: The case of DesignTrack. *Automation in Construction* xx (2007) xxx-xxx

[52] Hale Kaynak: The relationship between total quality management practices and their effects on firm performance. *Journal of Operations Management* 21, 2003: 405-435

[53] 陈晓红, 罗新星. 信息系统教程. 清华大学出版社, 2003, 3: 2, 16

[54] James A.O'Brien: Introduction to Information Systems—Essentials for the e-Business Enterprise. 高等教育出版社, 2002, 9: 7

[55] Louis Raymond: Operations management and advanced manufacturing technologies in SMEs---A contingency approach. *Journal of Manufacturing Technology Management*; 2005; 16, 7/8; ABI/INFORM Global pg. 936

[56] Daniela Grigori, Fabio Casati, Malu Castellanos, Umeshwar Dayal, Mehmet Sayal, Ming-Chien Shan: Business Process Intelligence. *Computers in Industry* 53, 2004: 321-343

[57] Andrzej P. Wierzbicki: Modelling as a way of organising knowledge. *European Journal of Operational Research* 176, 2007: 610-635

[58] 肖和平主编. 企业级项目管理软件 Primavera 5.0 参考手册. 上海普华科技发展有限公司, p340

[59] Vincent Bozzone: Get your production schedule under control. *Forming & Fabricating*; Jul 2002; 9, 7; ABI/INFORM Trade & Industry pg. 59

[60] Gregory Quinn; Mike Novels: Analyzing production schedules. *IIE Solutions*; Feb 2001; 33, 2; ABI/INFORM Global pg. 38

[61] Abdulrezak N. Mohamed: knowledge based approach for productivity adjusted construction schedule. *Expert System with Application* 21 (2001) 87-97

[62] Kevin C. Desouza, J. Roberto Evaristo: Project management offices: A case of knowledge-based archetypes. *International Journal of Information Management* 26, 2006: 414-423

[63] Duen-Ren Liu, I-Chin Wu, Kuen-Shieh Yang: Task-based K-Support system: disseminating and sharing task-relevant knowledge. *Expert Systems with Applications* 29, 2005: 408-423

[64] K.N. Jha a,1, K.C. Iyer b: Commitment, coordination, competence and the

- iron triangle. *International Journal of Project Management* xxx (2007) xxx-xxx
- [66] 吕璜, 何怡洪. 企业文化管理的战略思考. *石油大学学报 (社会科学版)*, 2004, 4 (2): 28~30
- [67] 李龙生. 设计文化的价值及其文化传播. *装饰*, 2005 (8): 007~008
- [68] R. Webera, D.W. Ahab,\* , I. Becerra-Fernandezc: Intelligent lessons learned systems. *Expert Systems with Applications* 17, 2001: 17-3
- [69] 柳丽华. 基于知识管理背景下的企业文化建设. *东岳论丛*, 2005, 3 (2): 169~171
- [70] 暴占光: 组织文化与心理契约的理想缔结. *管理现代化*, 2005 (1): 41~43
- [71] Selmin Nurcana, Colette Rolland<sup>a</sup>: A multi-method for defining the organizational change. *Information and Software Technology* 45, 2003: 61-82
- [72] Sang Hyun Lee, Feniosky Pen~a-Mora, Moonseo Park: Dynamic planning and control methodology for strategic and operational construction project management. *Automation in Construction* 15, 2006: 84 - 97
- [73] Mar'a Dolores R-Moreno, Daniel Borrajo, Amedeo Cesta: Integrating planning and scheduling in workflow domains. *Expert Systems with Applications* 33, 2007: 389-406
- [74] 国务院国有资产监督管理委员会、国务院信息化办公[2007]8号文《关于加强中央企业信息化工作的指导意见》

## 致 谢

在本文写作过程中，得到了中南大学陈晓红教授、熊勇清教授、徐选华教授、刘咏梅教授、罗新星教授、何晓洁教授、陈可老师和湖南大学李琳教授等的悉心指导，得到了中南勘测设计研究院生产经营部的领导和同仁、信息中心的领导、技术质量部的领导和各个生产单位的领导和专家的支持；在本文的小论文《关于工程设计项目生产管理方法的思考》发表于《水力发电》第32卷第1期（2006年1月12日出版，第90页）时，得到了中国水电顾问集团公司童显武（原水电水利规划设计研究总院副院长）教授级高级工程师、次进军社长、杨多根总工的支持；在此一并表示衷心感谢。

胥树茂

2007年5月

## 攻读学位期间主要的研究成果

为推进本院设计项目的生产管理和信息化建设，本人结合在中南大学攻读工商管理硕士（MBA）学位的机会，认真思考设计项目的生产管理问题，并在本院院长的支持下，力主推进本院的设计项目的生产管理信息系统建设，该项工作已经开展近两年，取得了初步进展，预计本年（2007）可投入试运行。