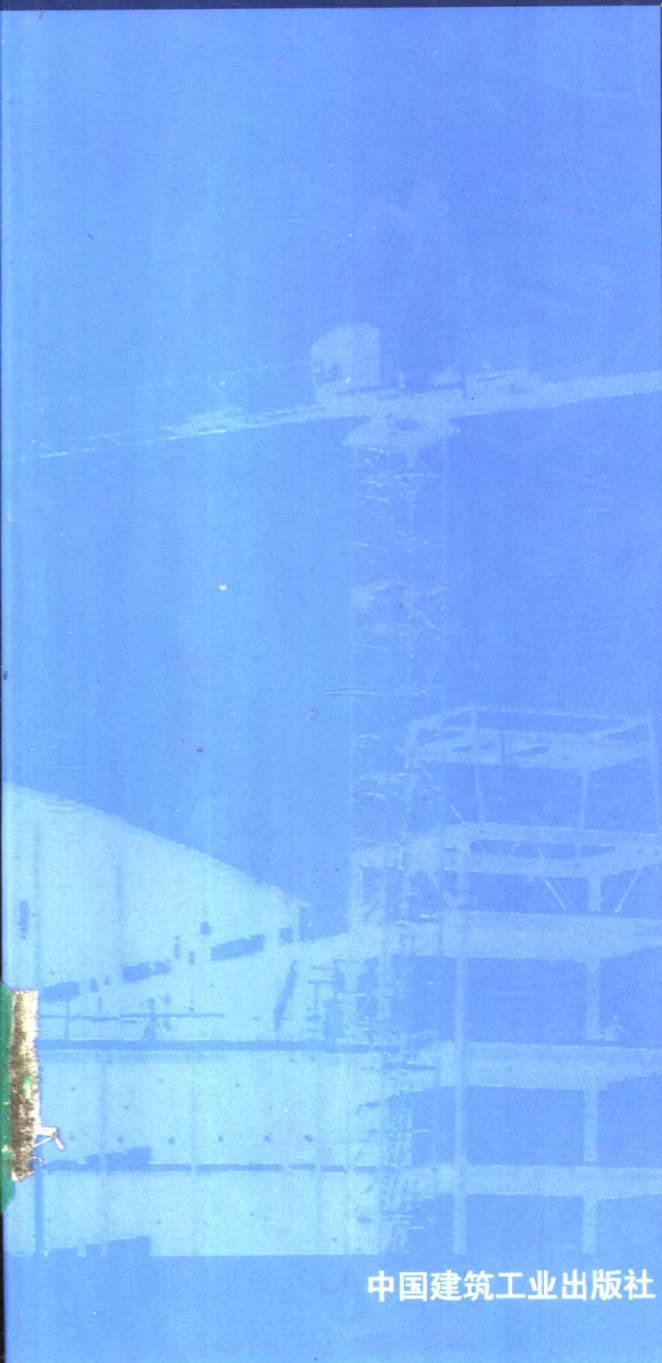


现代建筑管理译丛

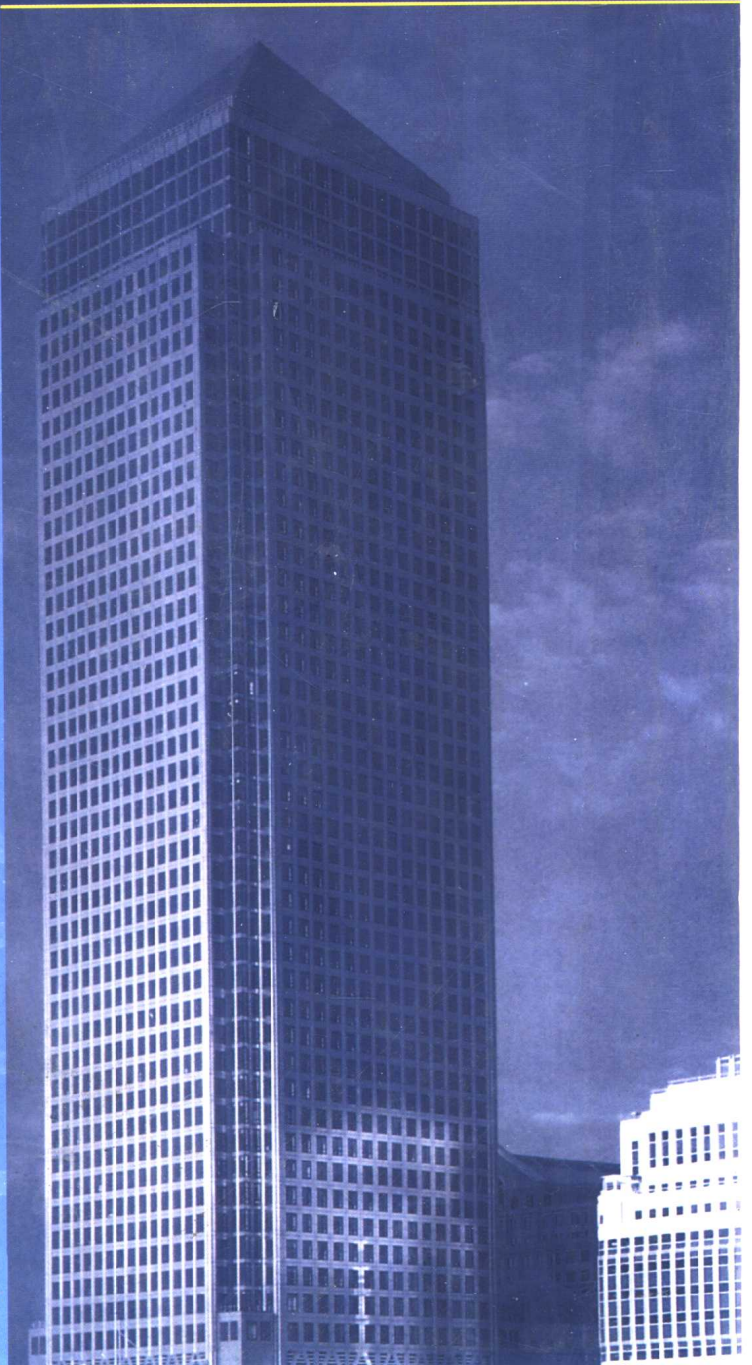
# 现代建筑管理

[英] 弗兰克·哈里斯 罗纳德·麦卡弗 著

毛磊 李钧 邓奇 朱涛 尹珺祥 李卓 译校



中国建筑工业出版社



现代建筑管理译丛

# 现代建筑管理

[英] 弗兰克·哈里斯 著  
    罗纳德·麦卡弗

毛 磊 李 钧  
邓 奇 朱 涛 译校  
尹珺祥 李 卓

中国建筑工业出版社

**图书在版编目 (CIP) 数据**

现代建筑管理/毛磊等译. —北京: 中国建筑工业出版社, 2001

(现代建筑管理译丛)

ISBN 7-112-04496-0

I. 现... II. 毛... III. 建筑工程—工程施工—施工管理 IV. TU71

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 066520 号

“This edition is published by arrangement with Blackwell Science Limited, Oxford” on the back of the half-title or title page of every copy issued in the Simplified Character Chinese language.

牛津布莱克威尔科学有限公司正式授权我社在中国翻译、出版、发行本书中文版

现代建筑管理

第四版

弗兰克·哈里斯

Wolver hampton 大学建筑研究教授

罗纳德·麦卡弗

Lough borough 技术大学建筑管理教授

现代建筑管理译丛

**现代建筑管理**

[英] 弗兰克·哈里斯 著  
罗纳德·麦卡弗

毛磊 李钧  
邓奇 朱涛 译校  
尹珺祥 李卓

\*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京市彩桥印刷厂印刷

\*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 23½ 字数: 585 千字

2001 年 10 月第一版 2001 年 10 月第一次印刷

定价: 47.00 元

ISBN 7-112-04496-0

F·314(9966)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

本书是现代建筑管理译丛之一，全书共包括三篇，前两篇着重介绍一些从实践中总结出的建筑管理成功经验，包括施工现场经验和总公司行为，第三篇详细介绍了一些容易忽视的问题以及解决办法。主要内容有计划技术、工作研究、工序抽样、激励、成本控制、设备管理、公司组织、合同安排、市场计划、估价与投标、竞争性投标、预算管理、现金流和临时估价、经济评估、财务管理、质量管理、问题及答案等。

本书内容深入浅出、通俗易懂地介绍了国际通用的建筑企业管理方法和模式，对我国的企业管理、运行及企业管理人员都具有很好的指导和借鉴意义，本书适用于建筑管理人员、技术人员及相关专业的学生使用。

# 前 言

本书是为解决土木工程、建筑管理和建筑质量监督中的实际问题编著的，适合于建筑管理人员和建筑专业的学生阅读。此次是第四次出版，正文仍分为三篇。前两篇着重介绍一些从实践中总结出的建筑管理成功经验，包括施工现场经验和总公司行为。第三篇内容和前三版相比作了很大改动。为了帮助读者更好地理解前两篇中介绍的技巧和方法，第三篇详细介绍了一些容易忽视的问题以及解决办法。

应广大授课教师和实践工作人员的要求，本书增列专章论述了质量管理。

此次再版还介绍了订立如设计施工新式合同的一些经验。在合同谈判一章中加入了对中标、时间、成本和质量问题的讨论。

本书章节安排根据目前实际情况中的一些变化尽力作相应调整。

本书介绍了从低到高、从现场管理到综合管理全过程的建筑管理。为了便于理解，第一章对全书内容作了概括性介绍，希望读者首先阅读。

弗兰克·哈里斯  
罗纳德·麦卡弗

## 致 谢

在本书写作初期，很多同事阅读了部分或全部初稿，并提出了许多批评与建议，使我获益匪浅，还有一些同事帮助我准备图表和打印文稿，在此向他们慷慨无私的帮助致以衷心的感谢。

另外，还要感谢 Loughborough 技术大学为本书的写作提供调查问卷资料。

# 目 录

前言

致谢

|               |   |
|---------------|---|
| 第 1 章 概述..... | 1 |
|---------------|---|

|          |   |
|----------|---|
| 第一篇..... | 4 |
|----------|---|

|                 |   |
|-----------------|---|
| 第 2 章 计划技术..... | 4 |
|-----------------|---|

|                  |    |
|------------------|----|
| 第 3 章 工作研究 ..... | 28 |
|------------------|----|

|                  |    |
|------------------|----|
| 第 4 章 工序抽样 ..... | 55 |
|------------------|----|

|                |    |
|----------------|----|
| 第 5 章 激励 ..... | 61 |
|----------------|----|

|                  |    |
|------------------|----|
| 第 6 章 成本控制 ..... | 71 |
|------------------|----|

|                  |    |
|------------------|----|
| 第 7 章 设备管理 ..... | 82 |
|------------------|----|

|          |     |
|----------|-----|
| 第二篇..... | 101 |
|----------|-----|

|                 |     |
|-----------------|-----|
| 第 8 章 公司组织..... | 101 |
|-----------------|-----|

|                 |     |
|-----------------|-----|
| 第 9 章 承包方式..... | 112 |
|-----------------|-----|

|                   |     |
|-------------------|-----|
| 第 10 章 市场计划 ..... | 127 |
|-------------------|-----|

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 第 11 章 估价与投标 ..... | 136 |
|--------------------|-----|

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 第 12 章 竞争性投标 ..... | 159 |
|--------------------|-----|

|                   |     |
|-------------------|-----|
| 第 13 章 预算管理 ..... | 176 |
|-------------------|-----|

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 第 14 章 现金流和临时估价 ..... | 183 |
|-----------------------|-----|

|                   |     |
|-------------------|-----|
| 第 15 章 经济评估 ..... | 201 |
|-------------------|-----|

|                   |     |
|-------------------|-----|
| 第 16 章 财务管理 ..... | 229 |
|-------------------|-----|

|                   |     |
|-------------------|-----|
| 第 17 章 质量管理 ..... | 244 |
|-------------------|-----|

|          |     |
|----------|-----|
| 第三篇..... | 258 |
|----------|-----|

|         |     |
|---------|-----|
| 问题..... | 260 |
|---------|-----|

|         |     |
|---------|-----|
| 答案..... | 291 |
|---------|-----|

# 第 1 章 概 述

本书分成三篇：

第一篇阐述了与生产计划和项目成本控制有关的管理技术，包括工作研究和设备管理。

第二篇在较宽的范围内讨论了管理及公司组织和控制技术。

第三篇包括综合问题的处理判断以及完备的工作解答，可用于教学、自学和研究讨论。

特别作此说明的原因是：

(1) 成功的施工企业经理人在他的职业生涯中有两个截然不同的阶段。一个阶段是前 10~20 年，这段时间主要是在工地度过，另一个阶段是在施工企业的总部。第一篇和第二篇的内容主要是为了这两个阶段准备的。

(2) 建筑业从根本上来讲是变化因素较多的行业。这种不确定性来自建筑业自身的特性——竞争性投标、公司的营业额、工地生产率和天气都是不能事先确定的。建筑业的经理必须学会应付这些不确定因素。第一篇和第二篇介绍的管理技术有助于减少这些变化性，例如采取适当的计划，工程工期就可以不再仅仅依靠经验来判断。即使是经营情况最好的公司也应对其他一些不可避免的不确定性因素采取如下措施：

- (a) 制定计划并设置目标；
- (b) 选择实施计划及达到目标的最好方法；
- (c) 监控过程；
- (d) 必要时采取纠正措施。

持续的监控和纠正是从根本上解决不确定性因素的惟一方法。

## 目标和内容

本书的每一章都阐述一个专门的问题（每个问题如果展开论述，都可以独立成书，拟深入研究的读者可参阅列于每章末尾的参考书目。）探讨深度以让读者对该问题有一个基本而实用的认识为准，不涉及更专业的细节。例如，本书关于计划的章节阐明了用于编制重复工作和非重复工作计划的主要方法，其详细程度可以指导工程师的实际应用，能使工程师了解计划技术并能与如计划部门等专业组织的专家进行交流。使工程师和施工人员拥有足够的专业知识在必要时让他们能了解、正确评价和询问与专业支持人员相关的工作，如会计师、成本记录员、计划制定人员和设备管理人员等。阅读第一篇和第二篇中介绍的



管理技术有助于掌握这些技巧。专业人员不能仅仅局限于专业理论里，更多的参加如第三篇中的实践活动才能更加深刻地理解不同技术的含义。

本书主要适用于能以数字计量的资源管理技术，以心理和生理为基础的人力资源管理超出了本书的讨论范围，本书不太适用于这些方面。

大部分主题都适用于来自实践领域的读者，他们已有的经验可以充当本书的参考或框架。当然同学们也可与他们的教师一起进行本书提到的各种管理技术的相关讨论。

每章讨论的内容简介如下：

## 第一篇

本篇叙述了项目计划、成本控制、工作研究和设备管理。

- 第2章：计划技术。本章针对用于重复工作或非重复工作计划技术的主要原则进行了讨论。主要叙述了横道图、关联横道图、网络分析和平衡线进度图，电脑在制定计划时的作用和效用以及在数据交换时的电脑系统需求。

- 第3章：工作研究。本章适用于方法研究技术、工时研究、延迟测定和间隔摄像等。

- 第4章：工序抽样。本章叙述了用采样方法进行生产率检验，这种方法的优势是无需等待分部工程完工，也不必进行连续监控。

- 第5章：激励。介绍了物质奖励方案相关的激励理论。

- 第6章：成本控制。简要介绍了各种实用的成本控制方法。

- 第7章：设备管理。从财务角度讨论了设备的管理和选用。适用于租赁费率和维护程序的计算。

## 第二篇

本篇主要介绍了公司组织和管理。笔者希望本篇的内容能帮助项目管理人员了解和正确评价公司的经营状况，也希望本篇能使现场管理人员过渡到总部管理人员更加轻松自然。各章主要内容如下：

- 第8章：公司组织。简要讨论了公司的结构和管理责任。

- 第9章：合同安排。介绍了项目管理和对标准合同的评审以及合同管理方面的新动态。

- 第10章：市场计划。介绍了建筑业的营销手段和营销工作带来的收益。

- 第11章：估价与投标。介绍了估价和投标工作过程中的各相关部门，并叙述了包括与生产费用计算材料问题和分承包方及估价中计算机采用的问题等相关的决策和计算过程。

- 第12章：竞争性投标。研究了估价精确性的作用，这种精确性的获得意味着在估价部门需要更多的资源，并审核如何对各类数据项进行评审以改善估价的精确性，这些数据项包括竞争方的行为和意见相关的数据。

- 第13章：预算管理。介绍了公司或企业内的预算和成本管理。

- 第14章：现金流和临时估价。阐述了公司现金流预测，指导如何进行此类预测；在现金流计算中计算机的应用；介绍了临时估价的过程和临时估价与现金流的关系。

- 第15章：经济评估。叙述了经济比较和测定回报率、项目运行周期成本计量、成本收益分析和财务模型的主要原理。

- 第16章：财务管理。叙述了资金获取来源、方法以及平衡表、损益表的使用。

- 第17章：质量管理。叙述了质量管理从质量控制到质量保证再到全面质量管理的发展历程。

## 第三篇

本篇为建筑学科的同学准备了62篇问题范例及范例的解答。

同学们通过阅读课本和课堂听课进行学习。然而，他们需要通过尝试去完成一些案例内的问题来检验他们新掌握的知识或技巧，通常正式的课本都提供了附有答案或不带答案的案例。如果课本附有答案，同学们自己的解答往往和答案不同，他就陷入了进退两难的境地：是课本错了还是作者另有含义？在本书中，每个案例都有一套完整的解答，这样同学们就可通过分析获得指导。

与建筑管理相关的需要进行数学运算的内容如下：

|          |        |
|----------|--------|
| 计划编制；    | 现金流预测； |
| 工序抽样；    | 折现现金流； |
| 奖励金；     | 投资分析；  |
| 项目成本控制；  | 财务管理；  |
| 预算管理；    | 操作研究；  |
| 设置设备租赁率； | 工作研究；  |
| 估价；      | 设备管理。  |

同学们可通过学习案例并将结果与本书提供的答案进行比较以测试自己的学习情况。如果同学们的解答和书上答案有任何不同，都可以就这一点与教师进行讨论，这样才能利用教学讨论的优点来解决问题，而不是机械的学习。

这些范例每一个都只有有限的变量和原则，有时进行了简化假设。因此，同学们可以用它来测试自己对原理的掌握程度和处理变量的能力。

# 第一篇

## 第 2 章 计划技术

### 概 要

横道图，关联横道图，双代号网络图，优先图表和平衡线进度表。

### 谁作计划？

许多人为了不同的目的需要不同复杂程度的计划——即安排工作的程序。同样在建筑业中成立了相应的由计划制定人员组成的部门，由该部门担任施工中的计划工作。在这里有三类计划制定者：委托单位；工程师、建筑师或设计人员；施工承包方。

#### 委 托 单 位

从获得土地到修筑建筑物实现其使用功能，委托单位在整个工程期间都需要制定计划。委托单位主要感兴趣的是决定现金流出的时期和整个项目管理战略决策。委托单位设置操作工序的工期很可能是按周或者月而不是日来计算。一些重大的决策，如从传统的设计—施工运行形式到设计施工交叠的合同形式，将对工程的总工期和现金流造成影响并用整个工程计划对其进行验证。

工程计划应用的另一案例是委托单位在施工合同签订之前是否继续采购机械或电气设备，该项目的采购次数和工程持续时间是影响决策的关键因素。

当从战略角度考虑这些和其他问题时，委托单位将依赖该项目的计划或者程序把它作为辅助决策的工具。之后委托单位将使用该工程计划来监督进度的实施。

#### 计 划 设 计 人 员

如果在土木工程中任命了工程师或在建筑工程方案中任命了设计师或任命了项目经理，一般来讲他们将负责把委托单位的战略决策细化为可供执行的计划。

计划设计人员有围绕项目计划运行的管理手段，在设计计划时设计师将确定项目计划

中各种工作的进行顺序。计划设计人员依据工时配置各个工作区段以及费用。为了制作出一套投标的合同文件，必须对它进行计划、监控和管理。

对工序计划、资源配置和管理所必须进行的工作有：调查、计划预测、绘图、核准法规、准备规范、准备其他合同文件，该设计过程的控制受益于计划技术的使用。计划设计人员使用的工序的时间单位一般都比委托单位使用的时间单位小。

# 承 包 商

承包商是建筑过程三方中在计划制作上投入最多努力的一方，因为优秀的计划、仔细的监控会直接在合同或组织中产生经济收益。

由于计划带来的收益清楚可见，几乎没有人会对计划工作的必要性表示惊奇。承包商的计划工作在估价阶段和生产阶段之间是分开的。图 2.1 展示的是承包商管理功能之间的相互关系。

这里能看出计划活动是估价过程的主干部分同样也是生产控制过程的一部分。可以简单的描述为：估价是依据费用决定资源的使用，计划是依据时间决定资源的使用。将二者合并在一起就可以获得现金流量。

在工程投标估价中需要为工程项目计划制定施工程序。一般说来预先投标程序中的工序活动时间单位是周或日。

在项目一开始工地现场经理需要计划或工作程序以确定资源的需求。在该项目进行的过程中现场经理也需要制定计划以协助管理资源、监控过程，估计因产品质量、错误操作、天气变化或由业主及设计方引起的变更对工程造成的影响。甚至在某些形式的合同中工地经理需要制定项目规划以便监控进度以及确定工程过程的支付额。工地经理所使用的时间单位一般是周或日。

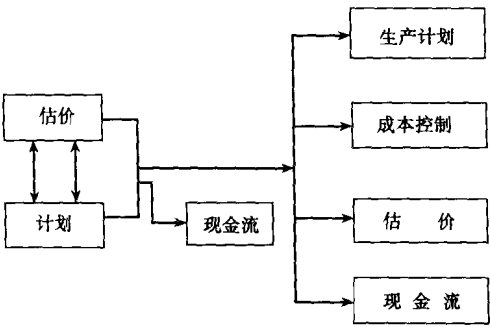


图 2.1 承包商管理功能

区段工程师通常在制定区段计划中需要比周更细致的时间单位，因此可能会使用日或半日作为时间单位。

所有大型公司在内部都设置了制定计划的专业部门。这些计划部门目的是为了给估价师和工地现场提供计划服务。通常这些计划、估价部门受同样的上级领导，如图 2.2 所示，展示了施工公司的组织示意图。在这样的公司内将为每个投标工作分配估价人员和计划制定人员。在大规模的工地现场还会设立一个由中心计划部门支持的计划规划队。在大规模的工地现场虽然有了计划人员的支持但区段工程师仍有职责制定所在区段计划的工作。在小规模工地将不会给现场工程师配备计划规划队，他们必须在总部的支持下承担自己的计划制定责任。电脑的使用现在已普及到大多数各种规模的工地和公司总部。

在小型的公司内很少存在一个独立的计划部门，估价师如同工地工程师一样自己制定计划。

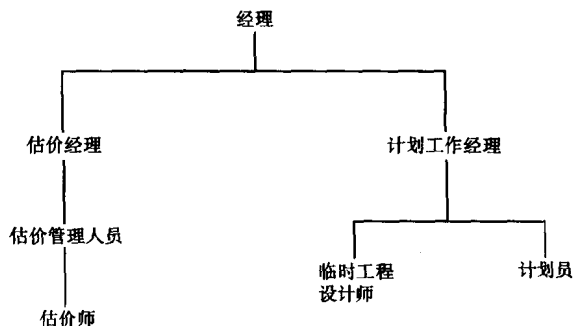


图 2.2 大多数施工公司中典型的投标报价组织

鉴于工地职员会比较自觉地制定他们所担任工作的工作计划，有时集中制定计划被认为会导致计划工作的负担。在所有的公司中都应对工作进行计划安排，否则肯定会遭受不确定的损失。

## 计 划 技 术

最常用的并在实际中得到广泛运用的计划技术是：横道图和关联横道图；网络分析、双代号网络或单代号网络；平衡线。

### 横道图和关联横道图

横道图是最容易理解和运用最广泛的计划工具。即使当更复杂的像网络分析的计划技术得到更广泛的应用时，工程最后的程序通常仍然是以横道图的形式来表现。

图 2.3 中展示了横道图的典型形式：一系列有“开工、工期、完工”的工序条形绘制在时标上。工序的详细程度依赖计划的预期使用目的。现场经理可能满足于像“基础施工”这样的详细水平。而区段工程师将把它细化到更详细的程度，如“开挖”、“挡板”、“固定钢筋”、“竖立侧边挡板”、“浇筑混凝土”、“刮平挡板”、“养护”和“回填”等等。选择适合的时标也同样将根据用户的目的。现场经理可能使用周作为时间单位，而区段工程师可能使用日或半日。

图 2.3 显示了用于进度控制计划的横道图。每个横道分为两个区域，上方的区域显示计划时间，下面的空白区域记录进度。在每个工序对应下方的区域中绘制阴影作为纪录最后完成的时间量。图 2.3 显示当前的时间是在第 7 周末，图上的阴影显示“基础和地下室开挖准备”和“浇筑基础混凝土开工准备”已全部完成。工序“基础和地下室开挖完工”显示完成了 4/6 或 67%，但工序计划表明应完成 83%。这表明该工序不可能按计划在第 8 周的末尾完成。通过延长下方的阴影区域就可显示新的完工时间。其他工序完成时间需要重新计算。也可以通过使用改进简单的横道图的方式来简化运算，如采用关联横道图。

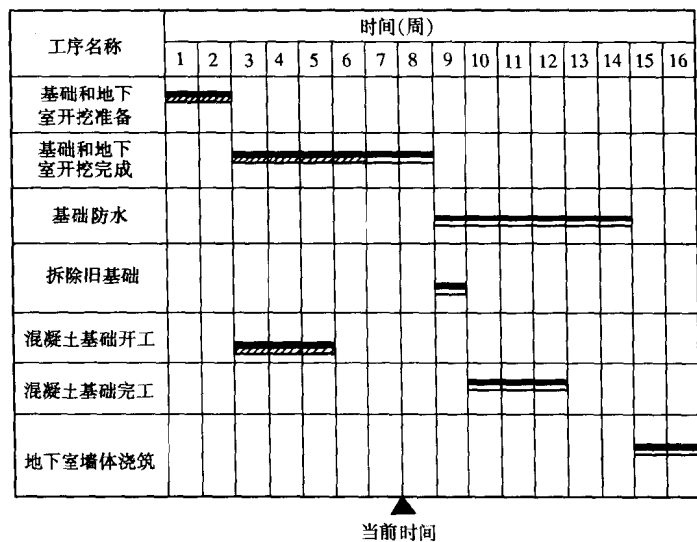


图 2.3 典型横道图

如图 2.4 所示, 关联横道图显示了在工序和紧前工序之间的联系, 紧前工序是工序进行之前必须已经完成的工序。同样, 也显示了工序和其紧后工序的关系, 紧后工序是指必须在该工序进行之后才能进行的工序。通过工序之间的依赖关系图很容易看出任何延迟对工序的影响, 也显示了每个工序可用的时间, 如“浇筑基础混凝土开工”工序在图 2.4 中显示在第 3 周开工在第 5 周完工, 但从图上可以看出它干扰紧后工序“浇筑基础混凝土完工”的最后日期是第 9 周末。也就是说该工序的延迟在影响其他工序之前还有一段“时差”或额外的时间。而图中“开挖基础和地下室工程完工”工序就没有时差必须在第 8 周完成, 这通常被称为关键工序。

横道图也可用于计算工程所需的资源。把每项资源累加, 如劳动力, 就可得到如图 2.4 所示的劳动力汇总图。图 2.4 中的汇总是有劳动力的, 同样的它也可用于统计其他的资源如木工或钢筋工或起重机。

横道图和资源需求汇总表也可用于以人日或机器工日表达的工作量的聚集。在现场也可用同样的方法用于检查工作量, 以确定所选择的施工方法是否盈利或亏损。这种基于估计施工方法的成本控制比单纯的对成本进行回顾检查更有效。

横道图也可作为工程师和工长之间沟通的有效方式, 并可用颜色来标明工种, 如蓝色代表木工, 黄色代表钢筋工, 等等。

横道图的主要优点是简单。它是一种很清晰很容易让人了解的文件。因此作为沟通协调用的横道图在计划制定人员之间传递意图是最好的方式。

用能记录进度的横道图, 可以将工程进度计划和材料或其他需求的订购日期一起使用。

对于工期短、规模小的工程或是大型工程中的分部工程横道图都是最有用的工具。

横道图的缺点主要与横道图的结构和对横道图内的数据的操作有关。如果横道图是手工绘制在纸上而不是采用计算机系统, 那么横道图就:

- 规模受限 (大约为 30~100 个活动);

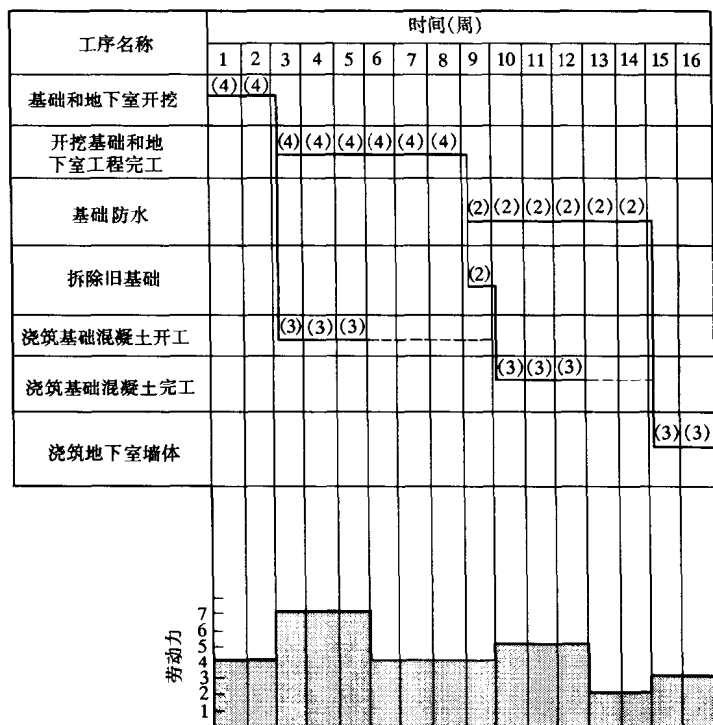


图 2.4 关联横道图和资源汇总表。垂线代表工序之间的依赖关系，虚线代表时差，括号中的数字代表劳动力

### ● 不易更新修改。

因此手工横道图的主要局限是它在处理横道图数据时的力不从心。这就意味着横道图的更新可能会很慢，并很快失去时效不值得信任和重视。

## 网 络 分 析

通过计算机应用能充分发挥网络分析在处理计划数据上的优势。网络中的计划数据是通过定义的两个工序之间的逻辑关系联系起来的。因此任何变更可能会影响到与工序有关的各种数据，即工期、资源需求等，或者影响到两个工序之间的逻辑关系和结果。另外对产品和过程通过建立网络能得到更加清楚和齐全的定义，并能给计划复杂的工作提供更精确的方法。利用这种逻辑图表的精确性可以建立更加实用的计划工作的模型。最后通过网络分析的一些形式就能用电脑来参与计算。建立网络的步骤如下：

- (1) 列出工序；
- (2) 制作反映工序之间逻辑关系的网络图；
- (3) 估计每一个工序的可能工期，确立进度表，并决定每个工序的开始和完成时间和“可用的时差”；
- (4) 估计对资源的需求。

在制作横道图时 (2) 步和 (3) 步被合并成一项，因此在复杂的项目中一般考虑采用

横道图。

进行网络分析有两种常见方法，即双代号网络和单代号网络，后一种也通常被称为优先图表法。实际上这两种方法提供了同样的功能，选用哪种好像只是依据个人的偏好。热衷优先图表的人宣称单代号网络更容易为初学者接受，但我们仍先介绍双代号网络，在与单代号网络不同处作着重说明。

## 双代号网络

建立网络的预备工作步骤如下：

- (1) 列出工序。对工序详细程度的考虑与横道图相同。
- (2) 制作反映工序逻辑关系的网络图。

**网络逻辑** 在该计划体系中，工序由有方向指向的箭杆表示。除非网络是绘制在有时标的图中，箭杆的长度没有任何意义。即使网络最后是绘制在有时标的图中，一开始也未赋予箭杆长度意义。

所有的箭杆都结合在统一的逻辑关系中，并且对网络中的每个箭杆都提出三个问题以检查逻辑关系的正确性。问题如下：

- 在该工序开始前必须先完成哪一项工作？
- 在该工序结束后哪一项工作才能开始？
- 哪一项工序与该工序没有逻辑关系并因此能同时开始？

如果不考虑工序进行时劳动力或机械设备等资源对工序秩序的约束，一个网络如果满足上述三个问题就能成功地表达所有工序的逻辑关系。另外有必要介绍以虚线绘制的虚工作，它不代表具体工序仅仅是逻辑关系的表达。例如，如果工序 C 的开始必须依赖工序 A 和 B 的完成，并且工序 D 的开始必须依赖工序 B 的完成，如图 2.5 所示，网络需要以虚箭杆来代表这种逻辑关系。

**工序识别** 箭杆开始或结束的节点被称为事件。对事件进行编号就可在工序之间提供一种识别方法。例如图 2.6 中“混凝土基础完工”工序可以被表示为工序④—⑤。编号的惟一规则就是不能出现重复，除此之外没有别的特别要求。

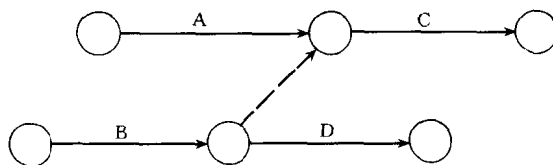


图 2.5 维持正确逻辑关系的虚工作

大多数人从网络开始处沿进程节点进行编号，一直到最后完工节点结束，并保证箭尾处的编号总是比箭头处的小。但可能会有两个箭杆从同一节点射出并同时到达另一节点的情况出现。在这种情况下工序的识别编号就可能重复。为了避免出现这种情况可以引入如图 2.7 所示的虚工作和额外的事件节点，保证编号的惟一性。

### (3) 绘制进度表

**工期时间分析** 必须通过估计获得每个工序所需的时间，对工序工期的估计建立在对工程的认识、经验、记录以及工作表分析上。估计完成后，将每个工序的工期标注在逻辑网络的箭杆上。这样可以通过网络计算每个工序的最早可能开始时间，并标注在每个节点旁的左方框内。这就决定了每个工序的最早可能开始的时间。

计算方法如图 2.6 所示。例如事件①的最早时间是 0，事件②的最早时间是  $0 + 2 = 2$ ，



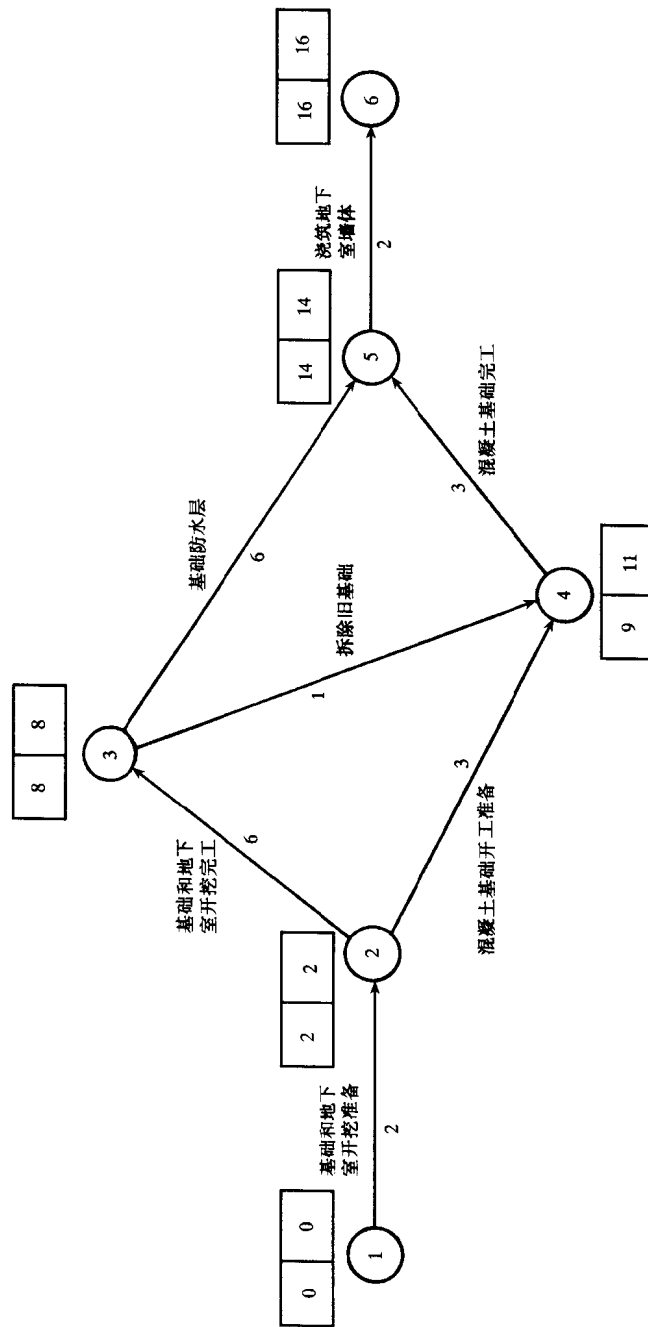


图 2.6 一个显示工期、节点号和节点时间的网络图