

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。建筑业的经理人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最新动态。

● 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。

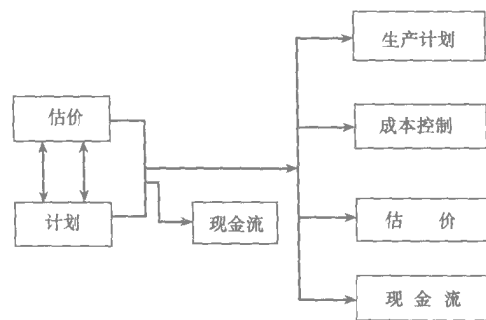


图 2.1 承包商管理功能

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。

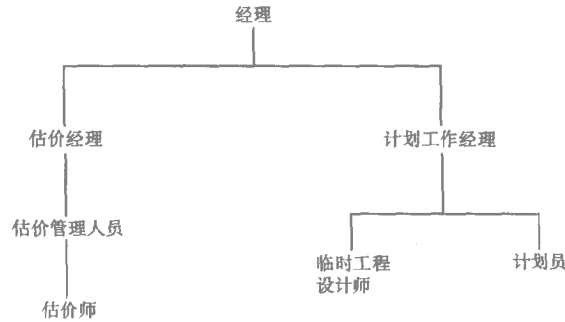


图 2.2 大多数施工公司中典型的投标报价组织

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。

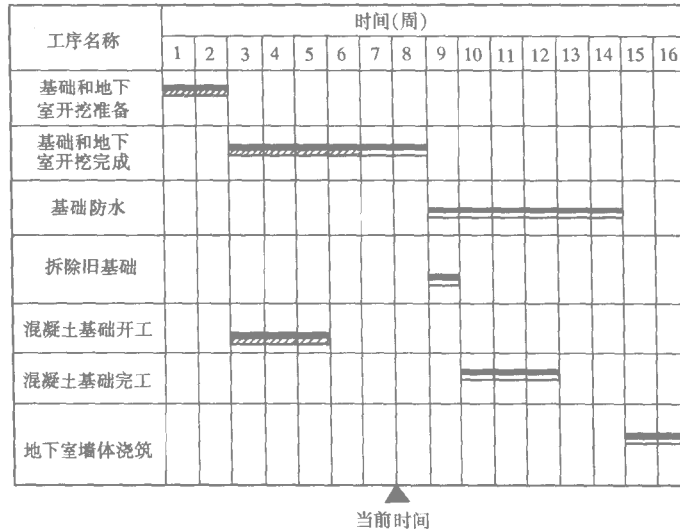


图 2.3 典型横道图

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 中的汇总是有关劳动力的，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）；

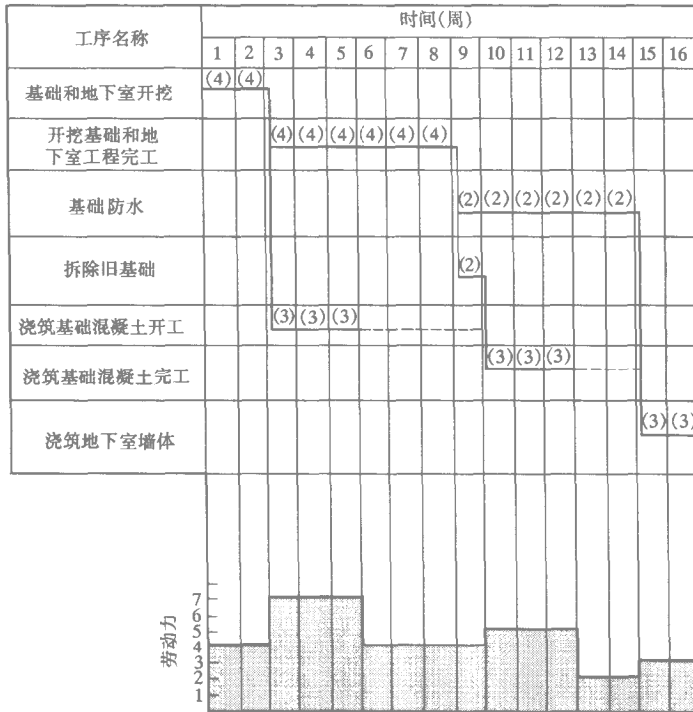


图 2.4 关联横道图和资源汇总表。垂线代表工序之间的依赖关系，虚线代表时差，括号中的数字代表劳动力

● 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方作着重说明。

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顺序的约束，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 1。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。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。

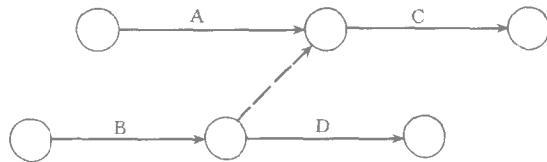


图 2.5 维持正确逻辑关系的虚工作

大多数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 $0+2=2$ ，

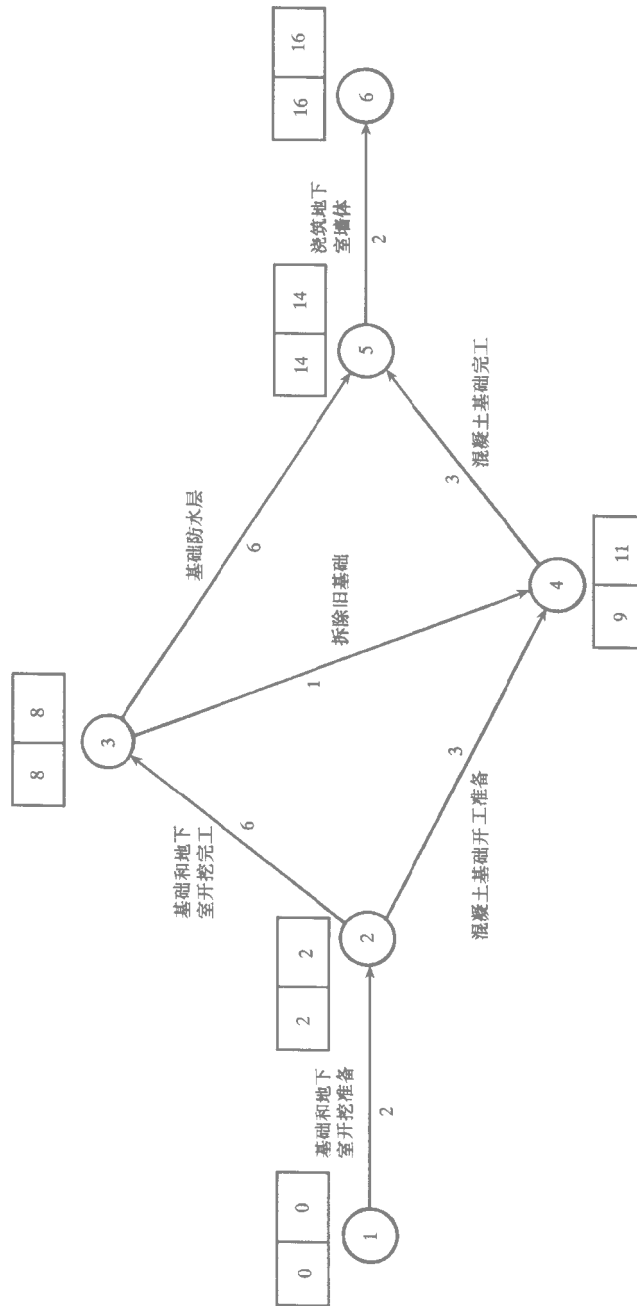


图 2.6 一个显示工期、节点号和节点时间的网络图

事件 的最早时间是 $2+6=8$ 等等。如果是两条路径或链路汇合的节点，如图中显示的事件，必须注意到是由最长的路径决定节点的最早时间参数。在节点 上通过节点 的最早时间是 $8+1=9$ 大于直接通过接点 ② 的路径 $2+3=5$ 。因此 9 就是事件 的最早时间。这就是事件最早时间参数的计算方法。

沿反方向向后进行计算，就可以决定事件的最迟时间参数，即在不影响整个工程工期的前提下每个工序最迟必须结束的时间。最迟时间计算出后标注在每个节点的右方框内。计算步骤如图 2.6 所示。已知节点 ⑥ 的最后完工的工期是 16 周；节点 的最迟时间是 $16-2=14$ ；节点 的最迟时间是 $14-3=11$ ；由于同时有两个工序从节点 出发，因此节点 的最迟时间参数由计算出的最早的或最小的时间参数决定，由节点 计算的节点的最迟事件参数是 $14-6=8$ ，而另一个是 $11-1=10$ ，因此接点 的最迟时间参数就应该选用 8 如果在节点 上完成的时间超过 8 周那么完成工序 一 和 一 ⑥ 后将会超过 16 周的总工期。

通过正向和反向的计算，可以确定每个节点的最早和最迟时间参数。从最早和最迟时间参数可以计算出每个工序的“时差”或是多余时间。关键工序是没有时差的工序，关键工序头节点的最早时间参数和最迟时间参数相等，并且其尾节点的最早时间参数和最迟时间参数也相等，头节点和尾节点的差等于工序工期。

时差 图 2.8 显示的是图 2.6 中网络计划的其中一道工序。其上显示的与事件时间相关的定义含义如下。事件的最早开始时间是指工序最早可能开始的时间。事件的最迟结束时间是指事件在不影响工程总工期的前提下必须结束的时间。事件的最迟开始时间是指其紧前工序最迟的完成时间，事件的最早结束时间是指紧后工序最早可能开始的时间。掌握了这些时间的定义，就可以计算出时差。图 2.8 上示范了计算总时差和自由时差的方法。

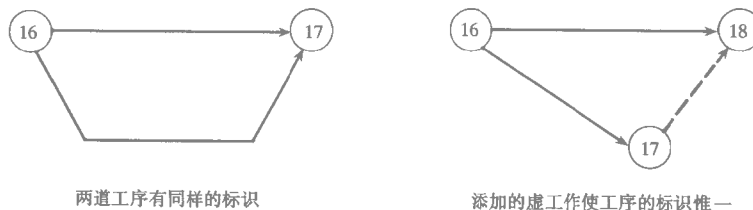


图 2.7 添加虚工作使工序的标识惟一

总时差是在不影响工程总工期的情况下工序可以延长或延期的时间量。总时差是工序的可利用时间减去工序的工期，即尾节点事件的最迟结束时间减去事件的最早开始时间再减去事件工期。

如果一个工序完全占用了该工序的总时差那么也就占用了一些其紧后工序的总时差。自由时差却是指工序不影响紧后工作开始的前提下可延长或延期的时间量。自由时差的计算是尾节点的最早时间减去头节点的最早时间再减去工序工期。自由时差是工序的紧前工序和紧后工序都以最早时间开始时为该工序可以机动延迟的时间。

以图 2.8 为例，工序 一的总时差是 $11-2-3=6$ ，自由时差为 $9-2-3=4$ 。

总时差和自由时差的差为干涉时差，如图 2.8 所示。它是一个与紧后工作共享的时间量。在后面的计算中，干涉时差用得较少。

(4) 资源估计

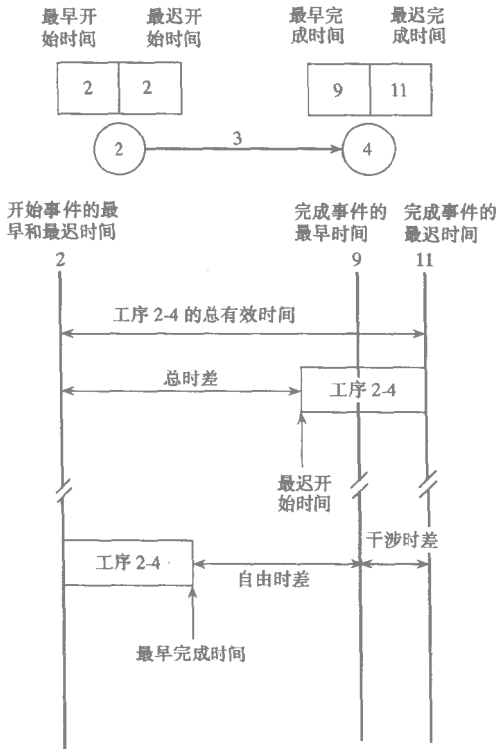


图 2.8 时差的计算

估计每个工序的工期时必须考虑工序所需的资源。资源可以沿网络箭杆标注。例如一个 20 个木工工人日的工序需要两个木工工作 10d。最早也是得到最广泛运用的资源估计方法是汇总表。图 2.4 就是劳动力汇总表的一个示例。在很多情况下不需要更加详细的方法。资源汇总表通常是为了估计目的而进行的工作量估算，常常和关联横道图一起使用（图 2.4），可以利用横道图中很直观的工序时差（图中以虚线表示）的表示方法分散对资源的需求峰值。但在很多实际操作中资源量一般比较充足。

除了用于资源汇总外，还有两种情况需要对资源的使用进行估计。一种是工期规定问题，即工程必须在一个特定时期内完成；另一种是资源有限，也就是即使工期会超过最终的完成期限，可提供给工程使用的资源仍然有限。

工期规定情况下对资源的考虑 通过对时间进行分析可以得到工程完工的最早可能期限。如果把把这个日期作为对工程时

间的限制，对任何工序在时差内进行日期调整都会影响到资源的需求量。工期规定情况下的资源需求分析步骤如下：

(a) 将工序按最早开始时间排成一个序列。

(b) 如图 2.9 所示，依据最早开始时间排列的工序列和资源需求绘制资源汇总表。这就是假设所有工序按最早可能时间开始时对资源的需求情况。

(c) 将工序按最迟开始时间排成一个序列。

(d) 如图 2.9 所示，依据按最迟开始时间排列的工序列和资源需求绘制资源汇总表。这就是假设所有工序按最迟可能时间开始时对资源的需求情况。

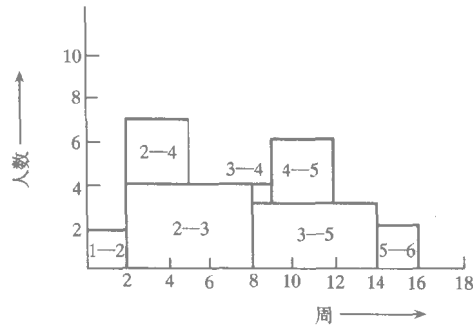
(e) 对比根据步骤 (b) 和 (d) 绘制的资源汇总表。它们提供的是两种极端情况下的资源需求情况，即所有工序尽可能早或尽可能晚开始时的情况。通过在这两种极端情况之间的检查和操作可以找到一种可接受的折衷的资源需求情况。

资源有限 绘制资源受限情况下的资源汇总表时，除了一旦工序的资源需求超过了额定的资源上限该工序就推迟外，其他方面都与绘制资源不受限制的资源汇总表相同。为了获得合理的结果，所以首先在给早期的工序配置资源时，工序的安排应该遵循系统优先权或“判定法则”。

判定法则是一种程序，籍此对工序按优先级进行排序再将它们的资源需求汇总到汇总表中。每个工序在队列中适当的被赋予获得资源的优先权。可能会出现不是所有的工序在一开始申请时就能得到资源的情况。结果一些工序只能被延迟直至资源空闲。这种依据优

以最早开始时间排序的工序

工序	最早开始	总时差	工期	资源	工人数
1—2	0	0	2	2	
2—3	2	0	6	4	
2—4	2	6	3	3	
3—5	8	0	6	3	
3—4	8	2	1	1	
4—5	9	2	3	3	
5—6	14	0	2	2	



以最迟开始时间排序的工序

工序	最迟开始	总时差	工期	资源	工人数
1—2	0	0	2	2	
2—3	2	0	6	4	
3—5	8	0	6	3	
2—4	8	6	3	3	
3—4	10	2	1	1	
4—5	11	2	3	3	
5—6	14	0	2	2	

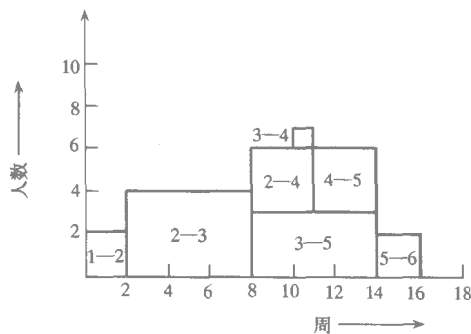


图 2.9 按工序尽可能早开始和尽可能晚开始的资源汇总表 (基于图 2.6)

先权或判定法则排列的序列保证具有高优先级的工序能得到所需资源。延迟低优先级的工序得到资源。

根据优先级归类排列就是排序，较常见的一种排序或判定法则根据的是最早开始时间。对于有同样最早开始时间的工序就必须引入第二级排序，一般根据各工序的时差。图 2.9 上半部分给出了图 2.6 网络工序排序的表格，首先根据工序的最早开始时间，第二级

根据的是工序的总时差。该排序表格用于准备如图 2.10 所示的资源汇总表。示例中可以看到 1 是最先超过资源限制的工序，因此不得不把开始时间从第 2 周向后推延到第 8 周。当所有工序的资源都被统计入资源汇总表后形成如图 2.10 表示的时间表；图 2.11 则给出了类似的按两种资源计算的例子，为了演示本例中的决策法则或优先权以最早开始时间为第一级排序参数，按从大到小的工期为第二级排序参数。判定法则或是分级的参数选择由用户选择。判定法则通常采用最早开始时间——总时差，最迟开始——总时差，并因为不同目的选择不同的判定法则来判断资源汇总表中的资源序列，所以资源汇总表的结果也就有所不同。优先权排列序列能使用户得到使自己满意的解决方案。

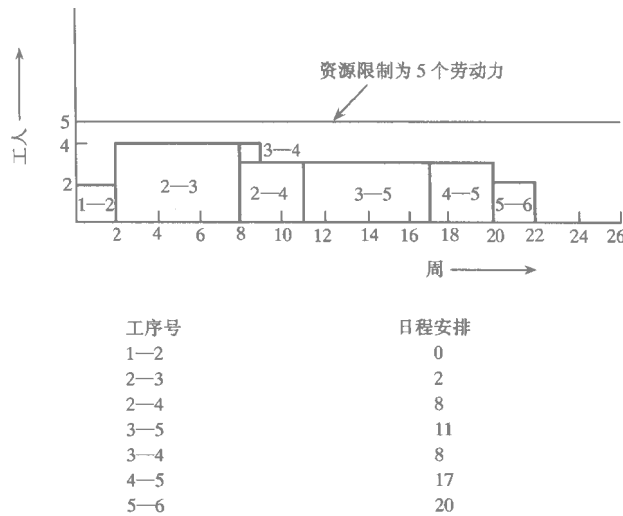


图 2.10 限制性资源柱状图和日程安排表

优 先 图 表

通过优先图表对网络进行分析的逻辑关系步骤与双代号网络相同。其中有差异的部分如下所示：

- (1) 列出工序。可以给工序加延长线来表示工序之间的依赖关系，如图 2.12 所示。
- (2) 绘制逻辑网络。

网络逻辑 在优先图表中“节点”代表工序而箭杆仅代表逻辑关系。图 2.12 显示优先图表网络和产生网络图的工序列表。这种网络图不需要虚工作来维持正确的逻辑关系和工序编号的惟一性。

工序识别 赋予代表工序的每个节点惟一的编号。

工期时间分析 估计每个工序的持续时间以及前后计算最早开始、最迟开始、最早完成、最迟完成时间如图 2.12。时间的计算是指工序，反之箭杆的计算是指事件时间。一些人认为这是优先图优于箭杆图的地方。计算时差的方法如双代号网络图，例如 5 号工序的总时差是最迟完成时间减去最早开始时间减工期，即 $11 - 2 - 3 = 6$ 。

工序之间的关系 优先图表及其配套的电脑软件的主要优点是工序之间可能存在的关系超过单代号网络仅能表达的完工—开工关系。这种完工—开工的限制意味着如果一个工

工序	最早开始	工期	资源	资源种类	日程安排
1—2	0	2	2	C	0
2—3	2	6	4	L	2
2—4	2	3	3	L	8
3—5	8	6	3	L	11
3—4	8	1	1	C	8
4—5	9	3	3	C	11
5—6	14	2	2	C	17

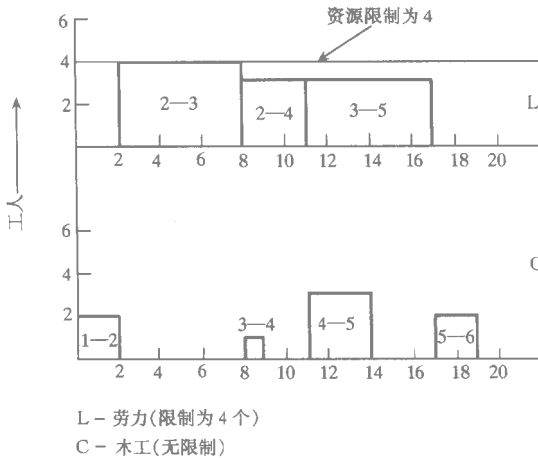


图 2.11 两种资源的分配表

序开始于紧前工序完工前，那样必须把紧前工序分成较小的两部分，如图 2.13 (a)；否则在工序之间必须采用如图 2.13 (b) 所示的有时间限制的虚工作进行搭接。

优先图中在工序之间存在很多不同的关系，例如：

- 完工—开工
- 完工—完工
- 开工—开工
- 部分完工—开工
- 部分完工—完工
- 完工—部分完工

这些特定关系的选择依赖于配套的电脑软件。

在实际中许多工序之间关系的应用证实一些情况下会产生不利因素。原因是用户发现可供选择的办法太复杂。也有一些例子证明当计划中广泛地应用工序中的搭接，就很容易低估

工程的工期。这种结果往往出现在预先规定目标工期并又过多采用搭接功能时。

在优先图表和双代号网络图之间的差别主要是优先图表没有虚工作，并且当因加入额外工序关系变复杂时无须改变参考标号。至今并没有充足的理由指导我们究竟应当选用哪一种方法，在大多数的施工计划中依靠的是个人的偏好。

平衡线

平衡线是一种计划重复工作的技术，其原理来自制造步骤的计划和控制。这种技术的原理是确定每个阶段或操作中所需的资源量从而不会与下一阶段发生冲突以达到预定目标。这项技术主要应用在房屋施工和小范围的码头施工中，并与网络技术一起应用于道路工程。

先考虑一个简化的码头施工的案例，由三个操作步骤组成——打桩、安装桩帽、安放预制板——为完成该码头这组工序要重复 10 次。

图 2.14(a) 的简化逻辑图表示了这三项基本工序的相互关系。考虑到完成每个工序消耗时间的误差界限，通常在两个过程之间设置如图 2.14(b) 所示的时间缓冲。从施工计划中可以看出完成一组工序一共需要 50 工日。工程的目标进度能以工序组的完成速度来表达。例如码头由 10 段组成并必须在 20 周内或 100 个工作日内完成。因此如图 2.15 所示，如果把一周完成一段码头作为目标速度，完成 10 段共需要 19 周。第一段的逻辑图或是施工计划如图 2.14，把它加入图 2.15 后就能表现其他组工序的进度如图

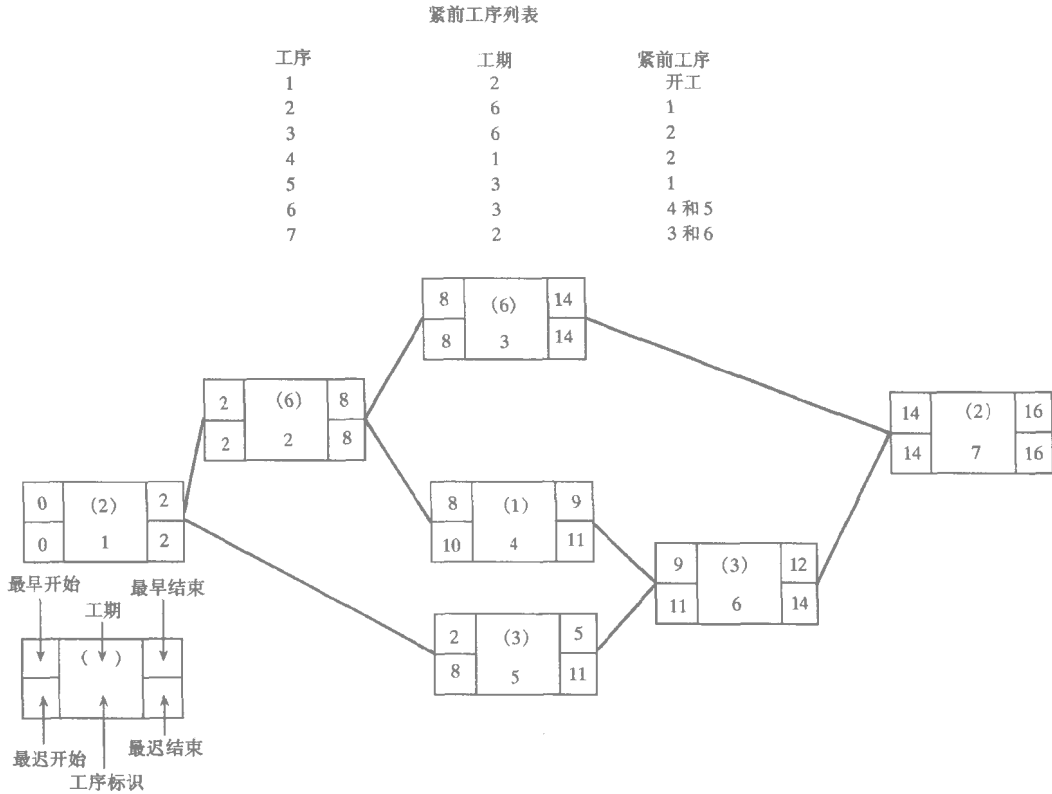


图 2.12 图 2.6 网络的紧前工序列表和其优先图表

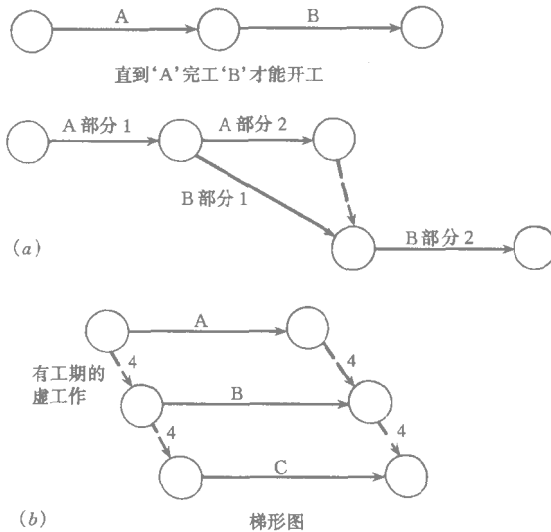


图 2.13 对网络图进行调整以实现工序搭接

2.16。如果工程内有充足的资源维持施工就能形成进度表所示的平衡线进度。

应当弄清楚在该时间点形成平衡线进度的重要之处不是施工方法，而是只有在每段开工时有可用的专业队组，实现图 2.16 中显示的进度才成为可能。关于制定正确平衡线进度基本方法的论述在本书“制定平衡线进度表”小标题下作进一步讨论。决定可用的资源和计算施工可达到的速度是基本手段。这个例子只是为了示范。

例如，如果工序“安装桩帽”需要一个 6 个工人的施工队进行 12d，如果雇用了 2 个这样的施工队，两队人的速度

就是每 5 个工作日完成 0.83 段而不是工期要求的每周 1 段。这是因为如果雇用两个施工队，施工队 ‘a 在第 23 日开始段 1 的工作并在第 35 日结束（根据图 2.16 的进度），

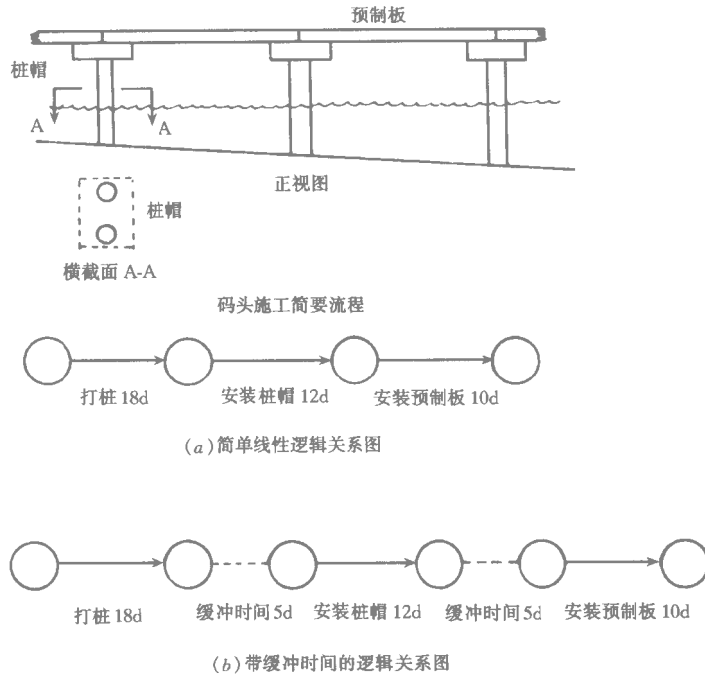


图 2.14 逻辑图

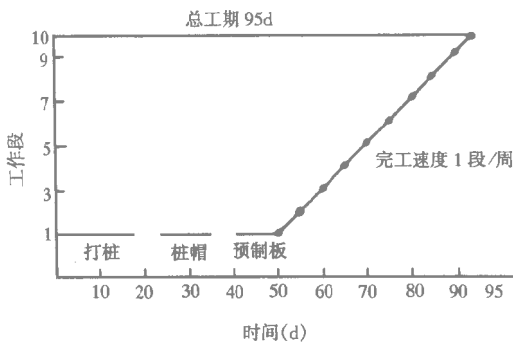


图 2.15 以每周一段的进度完成十段
重复工程的总完工时间

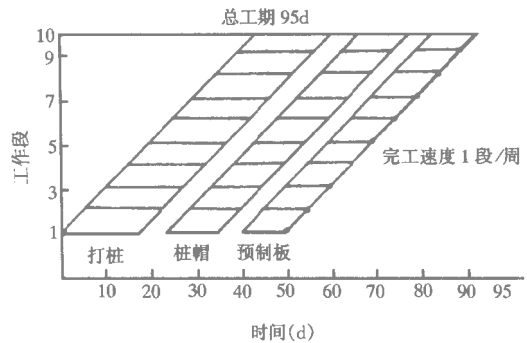


图 2.16 表示了每段工程
完工进程的逻辑图表

施工队 ‘b’ 可在第 28d 开始段 2 的工作并在第 40 日结束 (根据图 2.16 的进度), 根据这个进度, 第 3 段开始于第 33 日, 但是队 ‘a’ 直到第 35d 才可用。因此安装桩帽的工序的速度小于 1 段/5 工作日; 计算结果显示速度为 0.83 段/5 工作日。如图 2.17 所示显示了延迟的工程。

如果安装桩帽工序雇用了 3 个施工队, 结果就是每周 1.25 段。这是因为施工队 ‘a’ 第 35d 完成第 1 段后就可以在第 38d 移到段 4。图 2.18 显示尽管 ‘安装桩帽’ 工作得到加速但工程完工的工期反而比不加速时的结果靠后。这是因为安装桩帽的工作不再与它的紧前工作和紧后工作处于 ‘平衡’ 状态了。