

大型水利工程费用/ 进度集成控制

◎ 刘英杰 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

大型水利工程费用/ 进度集成控制

刘英杰 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

大型水利工程是一个开放复杂的巨系统,是兼有公益性和经营性的超大型项目集群。具有子项目多样性、项目集群性、管理开放性、管理多目标、信息传递不畅等特点。因此,在管理过程中需要引入系统理论、集群理论和集成理论。进度和费用是大型水利工程中两个重要的控制目标。由于在控制过程中需要共享数据,二者密切相关,因此,集成管理进度和费用为工程目标管理提供了有效工具。本书以工程项目费用/进度的集成管理为研究方向,对费用/进度的集成模型、预测以及控制等方面进行了研究。本书适用于工程管理人员,也可作为高校管理科学与工程、工程管理等专业研究生学习、科研参考教材。

图书在版编目(CIP)数据

大型水利工程费用/进度集成控制 / 刘英杰著. --
北京:中国水利水电出版社, 2015. 12
ISBN 978-7-5170-3895-5

I. ①大… II. ①刘… III. ①水利工程—工程费—费用控制②水利工程—施工进度计划 IV. ①TV51

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第304646号

书 名	大型水利工程费用/进度集成控制
作 者	刘英杰 著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心 (零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	三河市鑫金马印装有限公司
规 格	170mm×240mm 16开本 6.75印张 106千字
版 次	2015年12月第1版 2015年12月第1次印刷
印 数	001—500册
定 价	21.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

QIANYAN

大型水利工程是一个开放复杂的巨系统，是兼有公益性和经营性的超大型项目集群。具有子项目多样性、项目集群性、管理开放性、管理多目标、信息传递不畅等特点。因此，在管理过程中需要引入系统理论、集群理论和集成理论。在管理目标中，费用和进度是控制的重点和难点，在控制过程中，二者需要共享数据，分别进行控制会产生数据收集重复、冗余数据、信息孤岛等现象，从而影响管理效率和导致错误决策。所以，研究费用/进度集成管理具有非常重要的现实意义。本书主要基于集成理论对费用/进度管理集成、预测以及费用和进度管理过程中相关问题进行研究。

大型水利工程的系统性主要表现为参与方的系统性、目标的系统性和寿命期各过程的系统性。目标的系统性主要反映在目标的多样性、优先性和层次性。项目目标是指一个项目为了达到预期成果必须完成的各项指标标准，主要包括：质量目标、费用目标和进度目标，即近 50 年没有变化的“质量、成本、时间”铁三角（The Iron Triangle）准则。项目目标管理是进行管理的核心内容，然而这些目标之间往往存在冲突。经过对项目总体目标及其衍生子目标构成的目标体系的设置和分解、实施以及对完成情况的检查、处置等环节，通过所有的项目参与者的自我管理来保证项目目标的实现，是项目目标管理的目的所在。

质量、费用、工期三大目标控制构成了工程项目的目标控制管理系统，这三项控制目标之间存在着矛盾统一的关系。三

大控制目标相互联系，相互影响，任一目标的变化都会影响其他两个目标的实现，所以在目标管理过程中，必须权衡优化，用系统的方法解决问题，从而达到整体最优。

在保证质量的前提下，按照计划时间和预算完成工程一直都是管理者努力的目标。然而在工程建设过程中，无论是我国国内工程项目还是国际乃至发达国家工程项目费用超支和工期延误都是经常性的事情。世界银行 1984 年第十次年会对工程项目效能审查结果显示项目投资（成本）超支达 560%，工期延期平均达 62%，这主要是由于项目技术环境越来越复杂特别是一些超大型项目的风险性在不断增大，通货膨胀也是一个主要原因。从系统学观点来看，大型水利水电建设项目是一个开放的复杂巨系统，其结构多变、层次多、随机因素多、系统开放性强，很难全部建立精确的数学模型；钱学森先生提出了处理复杂巨系统的方法论，即“从定性到定量的综合集成法”。在项目目标集成维度上，根据各目标所具有的性质，质量、环境和安全目标主要是从定性的角度进行管理，费用目标和进度目标主要从定量的角度进行管理。质量目标、费用目标和进度目标是项目管理的三个基本目标，对项目管理成功是至关重要的，在这三大控制目标中，费用和工期目标是客观定量的，而质量目标是定性的。所以本书只研究费用目标和工期目标的管理。在传统的管理模式中，费用目标管理和进度管理根据其实现目标的不同分别进行管理，但是由于费用目标和工期目标联系密切，并且在进行管理过程中需要共享数据，两者分别管理势必造成数据共享困难、冗余数据多和信息孤岛出现等弊端。因此，费用目标和工期目标的集成控制为工程项目过程控制提供了有力工具。

编者

2015 年 8 月

目 录

MULU

前言

第一章 绪论	1
第一节 大型水利工程	1
第二节 项目群管理理论	4
第三节 项目集成管理理论	4
第二章 工程项目费用 / 进度集成模型	8
第一节 费用 / 进度集成模型	9
第二节 费用 / 进度集成模型应用分析	15
第三节 基于 C / SCSC 模型的柔性工作分解结构	16
第四节 基于 C / SCSC 的数据集成的概念模型	19
第三章 工程项目费用动态预测模型研究	24
第一节 费用动态预测方法分析	26
第二节 相关度理论	27
第三节 贝叶斯理论	30
第四节 多元概率分析	32
第五节 工程项目费用动态预测模型	33
第六节 实例研究	34

第四章	基于工期赢得值的工期预测	37
第一节	赢得值技术	38
第二节	工期赢得值	42
第三节	基于有效工期赢得值的工期预测	44
第四节	实例研究	46
第五章	关键链技术在多项目管理中的应用及总时差分配	49
第一节	关键链技术	50
第二节	关键链技术在大型水利工程中的应用实例分析	58
第三节	基于总时差分配的工期索赔研究	63
第六章	信息系统集成在南水北调工程中的应用	70
第一节	研究背景	70
第二节	基于网络集成信息系统框架构造	75
第三节	信息熵在大型水利水电工程网络管理系统信息集成中的 应用	79
第四节	信息系统集成方案的模糊优选	86
参考文献		99

第一章

绪 论

第一节 大型水利工程

一、我国水利工程建设现状

水是生命之源、生产之要、生态之基。兴水利、除水害，事关人类生存、经济发展、社会进步，历来是治国安邦的大事。水利是国民经济基础产业。水利产业中的防洪、灌溉、工业及城镇供水、发电、航运等功能在保障和促进国民经济长期稳定发展中具有十分重要的地位和作用。大型水利工程是国土整治开发的重要组成部分，大多数是具有多种功能和效益的综合利用工程，是国家生产力合理布局和经济发展的根本条件之一，也是改善人民生活 and 保障社会安全的基础措施，涉及各部门、各地区、各方面的利益。

我国政府已经加大了水利建设的投资力度，第十届全国人民代表大会第一次会议的工作报告中指出，在过去的 5 年中，全国水利建设的投资达到 3562 亿元，相当于 1950—1997 年全国水利建设投资的总和。2005—2010 年中央水利投资在逐年增加，2010 年水利总投资 2707.6 亿元，中央投资达到 1386.1 亿元。2006—2010 年水利投资情况见表 1-1 和图 1-1。《中共中央国务院关于加快水利改革发展的决定》（2010 年 12 月 31 日）（中发〔2011〕1 号）指出，力争今后 10 年全社会水利年平均投入比 2010 年高出 1 倍。发挥政府在水利建设中的主导作用，将水利作为公共财政投入的重

点领域。各级财政对水利投入的总量和增幅要有明显提高。进一步提高水利建设资金在国家固定资产投资中的比重。这也就是说在 2011—2010 年中央水利投资累计将达到 4 万亿元。

表 1-1 2006—2010 年中国水利投资统计表

年份	水利总投资 /亿元	总投资增长 比例/%	中央水利 投资/亿元	中央投资增长 比例/%	中央投资占 总投资比例/%
2006	923.7	11.64	308.4	13.56	33.39
2007	1026.5	11.13	341.7	10.80	33.29
2008	1604.1	56.27	652	90.81	40.65
2009	1702.7	6.15	657.1	0.78	38.59
2010	2707.6	59.02	1386.1	110.94	51.19

注 表中数据来自《中国水利发展统计公报》。

从表 1-1 中可知，2006—2010 年水利总投资和中央投资逐年增长，其中以 2008 年和 2010 年增长最快；2008 年全国水利总投资增长率为 56.27%，2010 年增长率为 59.02%。2008 年中央水利投资增长率为 90.81%，2010 年增长率为 110.94%。

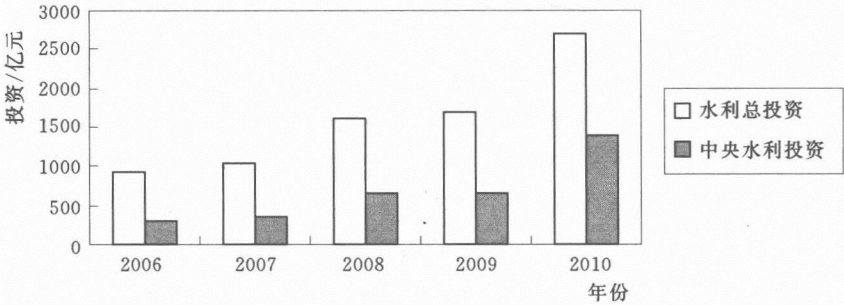


图 1-1 2006—2010 年中国水利投资图

我国加快了水利工程建设步伐。从 2006 年至 2010 年，我国灌溉面积从 6255.9 万 hm^2 增长至 6635.2 万 hm^2 ；水库从 85249 座增长至 87873 座，其中大型水库从 482 座增长至 552 座；水利工程总供水量从 5795 亿 m^3 增长至 5998 亿 m^3 ；全国水电装机容量从 12847 万 kW 增长至 21157 万 kW ；全年发电量从 4163 亿 $\text{kW} \cdot \text{h}$ 增长至 6813 亿 $\text{kW} \cdot \text{h}$ 。长江三峡水利枢纽工程和大型

跨流域调水的南水北调工程，又将竖起水利建设史上令世人瞩目的丰碑。

水利工程投资的快速增长以及水利工程建设步伐的加快，对水利工程建设管理也提出了更高的要求。

二、大型水利工程特点

大型水利工程具有规模宏大、投资巨额、建设周期长、涉及范围广的特点，是综合的、复杂的大系统，有着复杂的组织环境和多目标、多约束的控制需求，是由一系列相互联系的子项目所构成的一个项目群^[1]。建设管理极具复杂性和挑战性。

在我国，大型水利工程作为兼有公益性和经营性的超大型项目集群，具有以下显著特点：

(1) 子项目多样性。大型水利工程涉及多个专业工程，建筑形式多样。大型水利工程往往由多个不同类型的专业工程所组成，如导流工程、土石方开挖、土石方回填、地下洞室开挖、钻孔和灌浆工程、基础工程、混凝土工程等；其建筑形式多样，如水库、涵洞、地下洞室、渡槽、倒虹吸、厂房等。这就要求施工技术和施工组织设计多样，对工程建设、统筹、项目整合能力、综合管理水平都提出了更高的要求。

(2) 项目建设集群性。为了建设管理的方便性和系统性，按照项目需要和施工要求把工程划分为不同的层次体系，形成了不同层次、不同类型的子项目群。

(3) 管理开放性。管理的开放性，是现阶段我国经济社会发展和建设社会主义市场经济的客观要求。主要表现在：①在项目管理上，实行“政府监督、项目法人负责、监理人控制、承包人保证”的管理模式，建立多主体多层次的管理体系；②除主体工程外，还有大量相关工作，如征地移民、生态和环境保护、水污染治理等，可能涉及众多地区、众多部门职责和利益关系调整。这种管理开放性特点，客观上要求建立起有效统一的管理和协调机制。

(4) 多目标管理。多目标管理主要表现为两个方面：①项目管理的主要任务是通过采取相应的措施，保证项目按照计划的质量、进度、投资、环境 and 安全等目标的实现，这些目标不是独立存在的，它们之间是相互影响，相

互关联的；②各子项目不同，目标要求会有差异。

(5) 信息传递不畅。信息是决策的主要依据。由于管理参与单位众多，产生信息量很大，传统的信息采集、加工和传递落后，不能及时提供所需信息，影响决策的准确性和及时性。

第二节 项目群管理理论

根据对大型水利工程特点的分析，要平衡和建立共同的目标体系，优化利用有限资源，构建有序管理层次，建立沟通信息平台，实现项目群管理目标，传统的项目管理模式已不能满足现实需要，这就要求引入项目群管理理论。

随着大型水利工程的集群化和规模化，项目群管理理论应运而生。项目群管理理论研究始于 20 世纪 80 年代中期，很多专家和学者对其理论和应用从协调管理、集群目的、项目之间的集成与协同、战略角度、项目群管理分类、管理理论等方面进行了研究。项目群管理是为了实现组织的战略和项目群共同目标，应用知识、技术、技能、方法和工具，对项目群进行协同管理^[2]。

与项目管理比较，项目群管理是一种组织框架，是基于组织的战略层次，从战略和技术管理角度，利用项目管理理论、集成理论、协同理论对集群项目进行的管理。

第三节 项目集成管理理论

最早提出集成管理思想的学者是美国的切斯特·巴纳德 (Chester Barnard)。集成管理，是指利用集成理论、方法对特定要素形成的集成体进行能动的计划、组织、指挥、协调、控制的管理活动。所以对集成概念的理解、集成理论的分析以及集成方法的研究是实施集成管理的基础。

张正义^[3]、吴连海^[4]等认为，集成不是简单的连入、堆积、混合、叠

加、汇聚、捆绑和包装，而是将各种创新要素通过创造性的融合，使各项创新要素之间互补匹配，从而使创新系统的整体功能发生质的跃变，形成独特的创新能力和竞争优势。

李宝山^[5]认为，要素仅仅是一般性地结合在一起并不能称之为集成，只有当要素经过主动的优化，选择搭配，相互之间以最合理的结构形式结合在一起，形成一个由适宜要素组成的、相互优势互补、匹配的有机体，这样的过程才称为集成。

海峰^[6]认为，所形成的集成体，不是集成要素之间的简单叠加，而是按照一定的集成方式进行的构造和组合；其目的在于实现集成整体的功能的增加和新功能的涌现，以实现集成主体的集成目标。

金军^[7]认为集成的基本核心是强调要素的整合（集成）增效，通过集成，整合资源，衍生创新，分散风险，降低成本，加快发展，提高效益。

通过对以上文献的综合分析，集成主要有以下特点：①要素创造性组合；②功能倍增；③整体最优。

集成管理在工程建设项目中的应用研究已成为目前工程建设领域研究的热点课题。国内外众多学者在项目集成管理方面进行了研究。国内众多学者对项目集成管理的方法进行了研究，提出了项目总集成的概念模型，部分学者对项目群环境下的集成管理进行了研究。国内外部分学者对项目管理中的信息集成进行了研究。

从国内外学者研究结果综合分析，项目目标、项目全寿命周期和项目各参与方是项目集成管理的三个维度，而要实现三个维度的综合集成管理必须先要建立信息平台，实现信息集成。

(1) 项目目标集成。建设工程项目管理目标主要包括质量、费用、时间、环境和安全。这里主要指质量、费用和时间三个基本目标的集成。

(2) 全寿命周期集成。建设项目形成的各个阶段是密切相关的，独立的管理某一个阶段，都有可能对其下一阶段产生影响。水利工程形成主要分项目建议书阶段、可行性研究阶段、初步设计阶段、施工阶段、竣工验收阶段和后评价阶段。目标集成和参与各方的集成贯穿其始终，每个阶段都包含项目目标和项目各参与方的集成。

(3) 项目各参与方集成。项目形成的各个阶段中，项目各参与方不同。

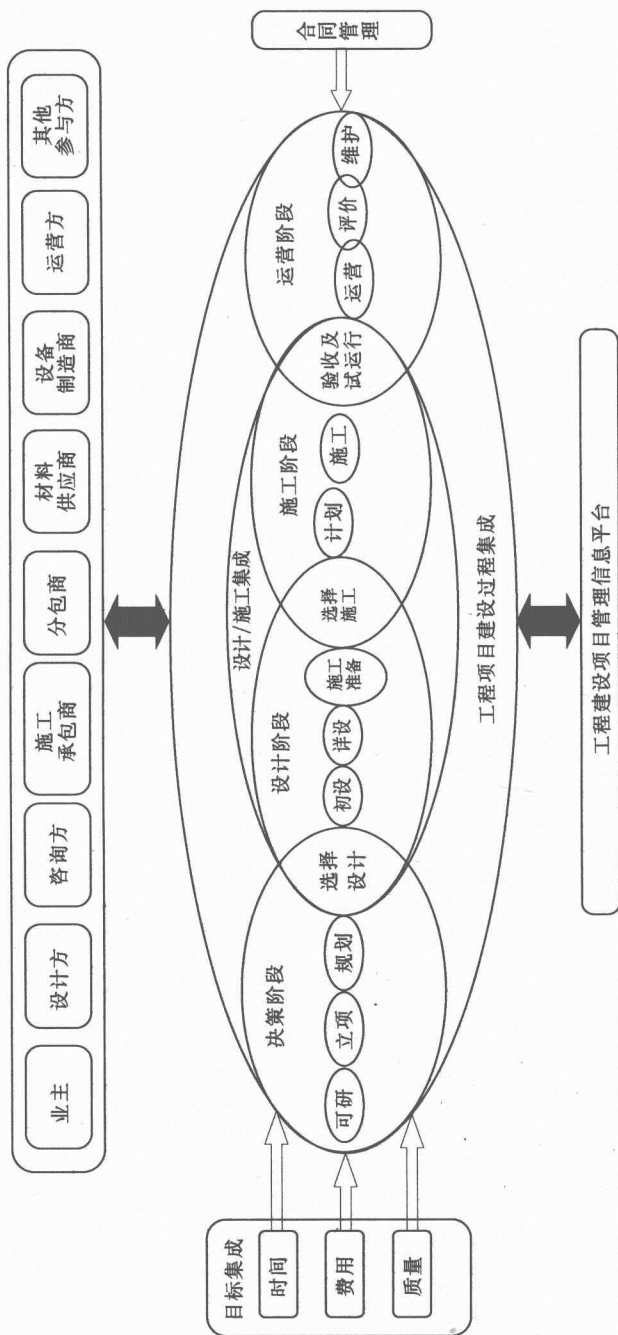


图 1-2 大型工程项目总体集成概念模型^[8]

(4) 信息集成。项目信息集成是其他三个维度集成的基础，主要解决在集成管理过程中出现的信息孤岛问题，保证信息正确、高效的传送，以确保管理目标的实现。

无论是进行生命周期集成管理、项目目标集成管理、项目各参与方集成和信息集成都是为了管理目标的实现。大型工程在所建立的信息平台上进行三个维度的总体集成概念模型如图 1-2 所示。

第二章

工程项目费用/进度集成模型

在进行建设管理过程中，费用/进度是两个不同的决策目标，在传统管理模式中，进度和费用由于其目标不同，在实际工程中，通常对二者单独分别进行控制，并且使用不同的分解结构，即 WBS (Work Breakdown Structure) 和 CBS (Cost Breakdown Structure)。Rasdorf 和 Abudayyeh^[9]指出，由于控制目标的不同，利用这种控制方法，同一数据需要重复输入，在繁琐的输入过程中可能会出现关键性的错误，从而影响决策效果。但是进度和费用二者是密切相关的，进度和费用的集成控制可以提供更精确的信息，反映目标之间的相互影响，提高控制效率。在进行集成控制过程中最关键的技术主要是进度和费用数据共享。

项目结构分解是项目的核心标识系统，它使项目在整个实施过程中所产生的信息可通过该系统建立联系并进行整理归类^[10]。在工程实际中，WBS 结构通常按照工程部位进行分解，以一个子项目（或者工序）作为分解的最基本单位；CBS 通常按照费用组成进行分类。两种不同的分解层次和详细程度阻碍了信息的共享和处理数据的负担。为了使进度和费用的数据共享，实现集成控制，国内外许多学者和管理者致力于这方面的研究，并建立起相关的模型，但至今还未研究出标准的集成模型，不是因为理论问题，而是在实际应用困难。其中最主要的问题是数据收集和维持。为了进行费用/进度集成控制，美国国防部于 1967 年提出了“费用/进度控制系统标准”(Cost/Schedule Control System Criteria, C/SCSC)；为了更好地对标准进

行应用和推广, 历经 3 次修改, 并于 1980 年出台了“费用/进度控制系统标准综合应用指南”(Jointly Implementation Guide, JIG), 并逐渐在政府工程和一些企业中得到了应用。C/SCSC 标准是基于工作包模型, 在应用过程中需要业主基于整个项目建立项目分解结构 (Project Summary Work Breakdown Structure, PSWBS), 每个承包商在 PSWBS 的基础上建立合同分解结构 (Contract Work Breakdown Structure, CWBS), 并在此基础上建立费用分解结构。在 C/SCSC 标准应用过程中, 费用分解结构提供的数据从详细程度上不能满足目标控制要求, 且收集数据困难。Sears 提出了一种可以实现所有期望功能的模型; Teichloz 基于映射的思想提出了 Teichloz 模型; Hendrickson 和 Au 基于矩阵相关联提出了 Hendrickson 模型; 同年, Ibbs 和 Kim 提出了面向对象的 Ibbs's 和 Kim's 模型。上述集成模型都是基于映射的思想, 它们主要区别在于: ①选择费用/进度之间的集成点或集成方式不同; ②对分解层次的要求不同。

第一节 费用/进度集成模型

一、C/SCSC

C/SCSC 标准的建立基于工作包模型。工作包模型是以工作为基础进行的费用控制^[8]。模型是以工作网络计划中的每项工作作为工作包, 对其进行加载时间和费用数据。但由于以工作网络计划进行控制不容易操作和实现, 所以这种模型没有被广泛接受和应用。为了使模型方便应用, 2000 年美国国防部 C/SCSC 中应用该模型时对其进行了修改, 修改后的模型如图 2-1 所示。

很显然, C/SCSC 仍然是利用工作包实现时间和费用的集成, 与工作包模型比较, 其建立工作包的层次要高些。

C/SCSC 通过建立费用账户作为集成点, 连接 CWBS 和 OBS (Organization Breakdown Structure)。控制单元属于 CWBS 的最基础单元。每个承包商必须根据业主提供的 PSWBS 建立自己的 CWBS 和 OBS, 利用控制单元 (Control Account, CA) 连接。这就要求每个承包商在建立 CWBS 时,

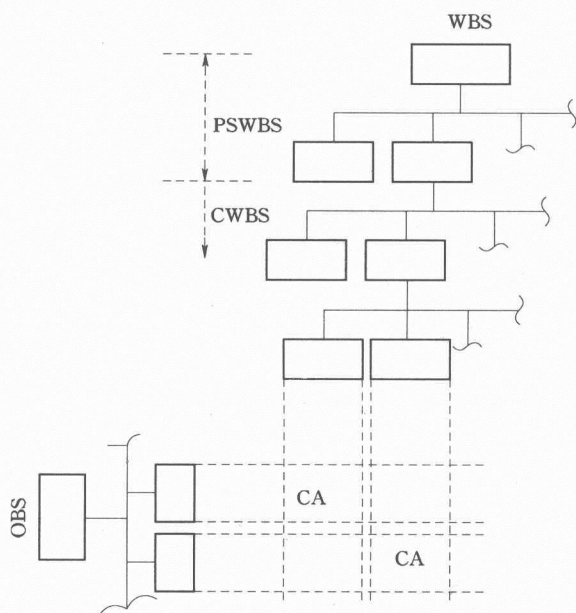


图 2-1 工作包模型 WBS 和 OBS 集成图

必须基于同一个 WBS，即业主提供的 PSWBS。对于 PSWBS 和 CWBS 中的层次的数量可根据实际需要而定。

控制单元可以反映累计完成实际费用和已完成工程量的预算费用。若要实现进度/费用的集成控制，控制账户还要反映进度情况，所以每个成本账户需加载每个组成部分的起止时间。承包商需要根据业主提供的各部分工程的里程碑目标确定每个组成部分的工期。

二、Sears 模型

Sears 提出了一种基于成本账户和工作之间柔性映射的模型。该映射可以是 1::1，M::1 和 1::M，如图 2-2 所示。

在图 2-2 中，“总量”是指工作的工作量占该成本账户的比例；“截止目前完成量”是指截至到统计日期完成的工作量。对于一个成本账户映射多个工作的，该账户截至到统计日期完成的工作量应等于其多个工作实际工作量之和。

在应用该模型时主要应注意以下问题：