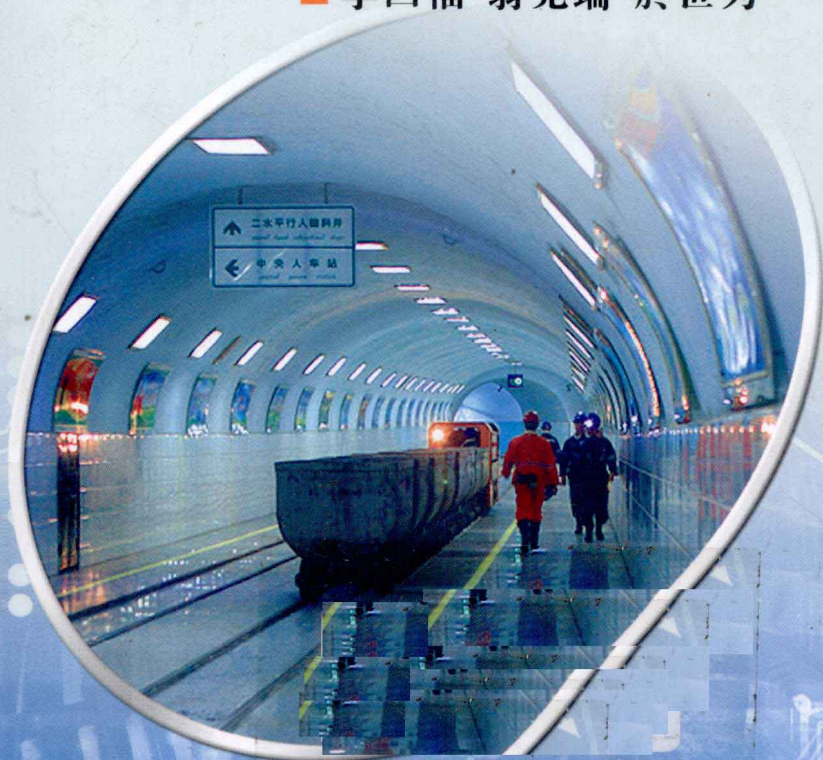


煤炭矿井工程

MEITAN KUANGJING GONGCHENG
WANGLUO JIHUA JUECE XITONG

网络计划决策系统

■ 王德银 王广民 诸克军 编著
■ 李四福 翁克瑞 於世为



中国地质大学出版社
ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE

煤炭矿井工程网络计划决策系统

王德银 王广民 诸克军
李四福 翁克瑞 於世为 编著



中国地质大学出版社

ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE

图书在版编目(CIP)数据

煤炭矿井工程网络计划决策系统/王德银,王广民,诸克军等编著. —武汉:中国地质大学出版社,2009. 12

ISBN 978-7-5625-2446-5

I. ①煤…

II. ①王…②王…③诸…

III. ①煤矿-矿业工程-计算机网络-决策系统

IV. ①TD82-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 002074 号

煤炭矿井工程网络计划决策系统 王德银 王广民 诸克军 等编著

责任编辑:赵颖弘

技术编辑:阮一飞

责任校对:张咏梅

出版发行:中国地质大学出版社(武汉市洪山区鲁磨路388号) 邮编:430074

电 话:(027)67883511 传真:(027)67883580 E-mail:cbb@cug.edu.cn

经 销:全国新华书店

http://www.cugp.cn

开本:880毫米×1230毫米 1/32

字数:130千字 印张:5

版次:2009年12月第1版

印次:2009年12月第1次印刷

印刷:武汉市教文印刷厂

印数:1—500册

ISBN 978-7-5625-2446-5

定价:25.00元

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换

前 言

随着国民经济的持续快速增长，我国对能源的需求日益增加，煤炭作为能源支柱在我国社会经济中发挥巨大作用。国家统计局资料显示，煤炭在我国一次性能源消费中一直占 70% 左右，因此，煤炭企业在安全生产和环境允许条件下努力扩大生产能力不仅符合企业自身要求，也是社会经济建设日益增长的需要。而矿井改扩建工程正是煤炭企业扩大生产能力的“瓶颈”工程，它具有投资高、风险大、效益高等特点。

矿井改扩建工程包括井巷挖掘、土建、通风、排水工程和机电设备安装工程。工序多，衔接复杂，各项工作彼此交叉，相互影响，千头万绪。既相辅相成，又互相制约，每一项工序的建设速度都直接影响总工期。如何在确保工程安全的前提下，科学地确定工序之间的逻辑关系和施工中的先后顺序使得整个工程尽快完成，尽早获得投资效益？如何使有限的资源在不同的项目活动之间进行有效的分配，提高矿井建设的工作效率和工作质量？这些不仅取决于工程技术，而且依靠科学的组织与管理技术。

就矿井建设中的组织与管理来看，近年来，正在积极探索运用现代管理思想和方法提高矿井工程管理的水平。然而目前许多矿井建设的管理中仍在延续着传统的手工管理模式，导致工程工期延误，工序混乱，施工中相互推诿，有的甚至出现严重的工程质量和施工事故，造成资源的大量浪费。面对大型复杂的工程系统，传统的手工管理模式已经越来越难以实现工程系统资源的优化配置。如何利用新的方法、新的技术手段，解决新形势下矿井建设管理所面临的一系列问题，对工程项目实施全面规划和动态控制，实现整个

工程组织、协调和控制的决策现代化,达到用最少的资金和最短的时间完成预期的工程目标,就成为煤矿企业和研究者面临的重要课题。

网络计划技术作为一种科学的决策方法,适用于大型工程项目的计划、组织、监控过程,而且越是复杂的、多头绪的、时间紧迫的任务运用网络计划技术就越能取得较大的经济效益。但是,应用网络计划技术进行工程项目管理时,现有的项目管理软件还没能有效解决一些技术应用问题,面临诸多技术“瓶颈”,这一先进的管理方法没能在矿井工程建设中得到有效应用。为改变这一现状,工程管理人员迫切要求解决以下几个主要问题:①工程信息和工序信息的信息化管理以及工程进度的实时查询与控制,减轻管理者的负担,达到信息的共享,提高项目控制和管理的水平;②网络计划图的自动绘制,摆脱手工绘制网络图的麻烦,提高绘制网络图的效率,便于网络图的修改以适应工程的进度和工程信息的变化;③网络计划优化,根据管理者的不同目标进行网络计划优化,并且根据工程的进度实现动态控制。

平顶山煤业集团公司五矿(平煤集团五矿)位于平顶山市区西北部,1956年建矿,1958年12月31日投产,设计生产能力120万t。2008年核定生产能力达到210万t,根据发展规划,通过矿井改扩建实现400万t生产能力,建成平顶山煤业集团公司(平煤集团)最大焦、精、原煤生产矿井。己二采区和己四采区是矿井接替和提高生产能力的采区,也是实现上述目标的重要保证,研制两个采区矿井改扩建工程项目决策系统具有重要的现实意义。

本书各章节安排如下:第一章绪言部分介绍了研究的背景以及研究的目的和意义;第二章主要阐述矿建工程项目管理理论和方法,廓清工程项目管理的研究思路,奠定本书的理论基础;第三章和第四章是网络计划技术介绍,研究针对矿井建设工程的网络计划优化模型;第五章研究网络图的自动布点算法,应用数据库中的工

程信息实现工序时间参数的计算，达到借助计算机编程技术实现网络计划图的计算机自动绘制的功能；第六章在上述研究内容的基础上，应用计算机技术开发出基于网络计划技术的决策支持系统，进行工程项目的信息化管理和控制、网络计划图的自动绘制和网络计划优化；第七章对本书进行总结和展望。

本书是在项目“平煤五矿巷道重点工程 PERT 系统研究”的基础上完成的。在本书的撰写过程中，得到了中国平煤神马能源化工集团公司领导和有关专家的无私帮助和指导，参考和引用了国内外相关的研究成果和文献资料，在此深表谢意。除此之外，感谢中国地质大学经济管理学院，平煤集团五矿计划科、财务科、环保科、办公室的领导，他们自始至终参加了项目的研究工作；感谢河南省工业和信息化厅刘世伟副厅长，中国平煤神马能源化工集团有限责任公司平禹公司王启山总会计师，郑州煤电物质供应公司郭修甫总经理，郑州煤业集团公司超化矿郭金陵矿长，河南省文学院杨雪教授等在研究中提出的宝贵意见；感谢中国地质大学出版社的支持，使本书得以按时出版。

由于笔者水平有限，书中内容难免有不完善之处，恳请同仁不吝赐教。

笔者

2009 年 10 月

目 录

第一章 绪言	(1)
1.1 研究背景	(1)
1.2 研究的目的和意义	(3)
1.3 主要研究内容	(4)
第二章 矿井工程项目管理的理论与方法	(5)
2.1 矿井工程项目	(5)
2.2 矿井工程项目管理	(9)
2.3 矿井工程项目的进度控制	(13)
2.4 矿井工程项目的投资控制	(14)
2.5 矿井工程项目的质量控制	(17)
第三章 网络计划技术	(20)
3.1 网络计划技术概述	(20)
3.2 网络计划技术的基本内容	(23)
3.3 网络图的绘制	(28)
3.4 网络图的时间参数计算	(36)
3.5 计算时间参数的算法及程序实现	(40)
3.6 网络计划的优化	(47)
3.7 网络计划软件	(51)
第四章 矿井工程项目网络计划优化研究	(58)
4.1 网络计划优化综述	(58)
4.2 工期最短的优化模型	(60)
4.3 资金-时间优化模型	(66)
第五章 自动绘制网络的算法与实现	(78)

5.1	图的相关数据结构·····	(78)
5.2	双代号网络图自动绘制的思路·····	(81)
5.3	双代号网络图自动绘制的关键算法分析与设计·····	(84)
第六章	矿井工程决策系统设计与开发 ·····	(95)
6.1	系统分析与设计·····	(95)
6.2	系统运行设计 ·····	(113)
6.3	系统运行测试 ·····	(132)
第七章	总结与展望 ·····	(143)
7.1	研究属性 ·····	(143)
7.2	研究价值 ·····	(144)
7.3	研究创新点 ·····	(145)
7.4	今后研究方向 ·····	(145)
参考文献	·····	(146)

第一章 绪 言

1.1 研究背景

平顶山煤业集团公司五矿位于平顶山市区西北部, 1956 年建矿, 1958 年 12 月 31 日投产, 设计生产能力 120 万 t。开采丁、戊、己 3 组煤层, 现只开采己组煤层, 即己 15、16、17, 井田呈东西走向, 南北倾斜, 服务年限 64 年, 面积 31.5km², 截至 2003 年底, 剩余工业储量 2 963.76 万 t, 可采储量 1 965.6 万 t。矿井开拓煤量 1 755.49 万 t, 准备煤量 559.54 万 t, 回采储量 102.35 万 t, 固定资产原值 3.67 亿元, 净值 2.18 亿元。2008 年核定生产能力达到 210 万 t, 根据发展规划, 通过矿井改扩建实现 400 万 t 生产能力, 建成平顶山煤业集团公司最大焦、精、原煤生产矿井。现开采庚 20、己 15、己 16-17 三组煤层。己二采区和己四采区是矿井接替和提高生产能力的采区, 目前己二采区和己四采区井巷工程与设备安装工程有的已经启动, 有的也即将展开。本书研究开发了针对矿井工程的决策支持系统, 并且在这两个工程中进行了应用实践。

矿井改扩建作为生产矿井的再建设过程, 包括井巷工程、土建工程和机电设备安装工程, 涵盖了方方面面的生产管理要素和社会关系, 具有工序衔接复杂、头绪多等特点。各项工程千头万绪, 互相交叉, 既相辅相成, 又互相制约, 每一项工程的建设速度都直接

影响总工期。如果工程实施中抓不住主要矛盾，某一小环节考虑不周，或几道工序出现问题而延误整个工期，势必造成人力、物力、财力的极大浪费。加快煤矿建设速度，缩短建设工期，降低工程造价，提高工程质量和投资效益，提高矿井建设项目的管理水平已成为当务之急。

随着矿井建设的数量和规模越来越大，矿井建设所面临的挑战也日益严峻，如何提高矿井建设的工作效率和工作质量，兼顾成本和效益，在资源有限的条件下，如何使项目资源在不同的项目活动之间进行有效的分配，使有限的项目资源得到最有效的利用，按照质量要求确保建设项目如期完成，尽快地实现投资的效益，这已成为有关人士日益关注的重要课题。

在这种背景下，本书将从以下 3 个方面展开研究。

(1) 工程项目的信息化管理和控制。

(2) 结合与工程项目管理相关的原理和方法进行系统优化和资源优化。

(3) 网络计划图的自动绘制。

具体来讲，本书将针对矿井建设工程项目的工期、质量和成本的均衡优化进行应用研究，力求结合与工程项目管理相关的原理和方法从系统优化和资源优化的角度研究如何控制项目进度、质量和成本，通过合理地优化项目活动资源，从而在项目的工期、质量和资源投入之间找到最佳的均衡点，实现工程项目的信息化管理和控制、网络计划图的自动绘制，从而制定出经济上合理、工期可行的项目方案。

1.2 研究的目的是和意义

我们知道只由少数几项工作组成的任务其安排是否合理，凭经验或进行简单分析是可以解决的。但对于大型的工程项目，其生产活动错综复杂、工序繁多，如何最合理地组织好生产，使生产中各个环节互相密切配合，协调一致，使任务完成得既好又快且省，这就不是单凭经验或稍加分析所能解决的。必须要有科学的组织和严密的计划，对生产上出现的不平衡情况，要及时通过信息进行周密预测、调整和处理，才能保证生产的连续进行和充分有效地利用现有人力、物力、财力，以取得良好的经济效果。

网络计划技术作为一种科学的决策方法，适用于大型工程项目的计划、组织、监控过程，而且越是复杂的、多头绪的、时间紧迫的任务运用网络分析技术就越能取得较大的经济效益。但是，应用网络计划技术进行工程项目管理时，现有的项目管理软件还没能有效解决一些技术应用问题，面临诸多技术“瓶颈”，导致这一优秀的管理方法无法得到有效应用。为改变这一现状，矿井工程技术人员迫切要求解决以下几个主要问题：①工程信息和工序信息的信息化管理以及工程进度的实时查询与控制，减轻管理者的负担，达到信息的共享，提高项目控制和管理的水平；②网络计划图的自动绘制，能摆脱手工绘制网络图的麻烦，提高绘制网络图的效率，便于网路图的修改以适应工程的进度和工程信息的变化；③网络计划优化，根据管理者的不同目标进行网络计划优化，并且根据工程的进度实现动态控制。

本研究旨在通过对矿建工程项目管理理论和方法进行深入研究，丰富和完善矿井工程项目管理理论的方法体系；研究如何将矿

井工程项目管理与计算机技术结合起来,使项目管理人员摆脱烦琐的、简单性的事务作业,实现网络计划图的自动绘制;网络计划优化的模型构建与计算,解决阻碍网络分析技术应用和推广的技术障碍,开发出一套适用于矿井工程建设项目的决策支持系统,提高管理决策的工作效率,从而整体上提高矿井工程建设项目的管理水平。

1.3 主要研究内容

本书的主要内容有以下几个方面:

- (1) 矿建工程项目管理理论和方法综述。
- (2) 通过对井巷工程与设备安装工程各项工序之间的联系与制约因素的分析进行各子系统的项目任务分解与细化,运用数据库技术建立井巷工程与设备安装工程基础数据库,实现工程项目的信息化管理,为工程项目的实时查询和控制奠定基础。
- (3) 研究网络图的自动布点算法,应用数据库中的工程信息实现工序时间参数的计算,达到借助计算机编程技术实现网络计划图的计算机自动绘制的功能。
- (4) 运用工程优化理论,设计针对矿井建设工程的网络计划优化模型。
- (5) 在上述研究内容的基础上,应用计算机技术开发出基于 PERT 的决策支持系统,进行工程项目的信息化管理和控制、网络计划图的自动绘制和网络计划优化,提高管理决策的工作效率,从而整体上提高矿井工程建设项目的管理水平。

第二章 矿井工程项目管理的理论与方法

2.1 矿井工程项目

1. 项目的概念及特征

项目是指在一定约束条件下,具有特定目标的一次性任务。它与常规任务之间关键的区别是,项目通常只做一次。项目的基本要素主要有以下几点(刘国靖等,2003)。

1) 项目的总体属性

从根本上说,项目实质上是一系列的工作,现实项目的具体定义依赖于该项目的范围、过程,对结果的明确要求及其具体的组织条件。

2) 项目的过程

项目是必须完成的、临时性的、一次性的、有限的任务,这是项目过程区别于其他常规“活动和任务”的基本标志,也是识别项目的主要依据。各个项目经历的时间可能是不同的,但各个项目都必须在某个时间完成,有始有终是项目的共同特点。

3) 项目的结果

任何项目都有一个与以往、与其他任务不完全相同的目标(结果),它通常是一项独特的产品或服务。

4) 项目的共性

项目也像其他任务一样,有资金、时间、资源等许多约束条件,项目只能在一定的约束条件下进行。

由上述内容可以看出,项目有其明显的特征,主要有以下几个方面:项目的唯一性、生命周期属性、冲突属性、相互依赖性、项目的整体性(詹姆斯·刘易斯,2001,2004)。

2. 工程项目的概念

工程项目是指一个在限定资源、限定时间的条件下,一次性完成某特定功能和目标的整体管理对象(周文安等,1997)。工程项目作为一种特殊的管理对象,其特殊性主要表现在以下几个方面(张金锁,2000; Andnae Belout, 2004; 刘小平, 2002)。

1) 具有特定的对象

任何项目都应有具体的对象,工程项目的对象通常是有着预定要求的工程技术系统,而“预定要求”通常可以用一定的功能要求、实物工程量、质量等指标表达。如工程项目的对象可能是:一定生产能力的车间或工厂;一定长度和等级的公路;一定规模的医院、住宅小区等。

2) 有时间限制

人们对工程项目的需求有一定的时间性限制,希望尽快地实现项目的目标,发挥项目的效用。市场经济条件下,工程项目的作、功能、价值只能在一定时间范围内体现出来。没有时间限制的工程项目是不存在的,项目的实施必须在一定的时间范围内进行。

3) 有资金限制和经济性要求

任何工程项目都不可能没有财力上的限制,必然存在着与任务(目标)相关的(或者说匹配的)预算(投资、费用或成本)。如果没有财力的限制,人们就能够实现科学技术允许的任何目标,完成任何项目。

4) 一次性特点

任何工程项目作为总体来说是一次性的，不重复的。它经历前期策划、批准、设计、计划、实施、运行的全过程，最后结束。即使在形式上极为相似的工程项目，例如，两栋建筑造型和结构形式完全相同的房屋，也必然存在着差异和区别，比如实施时间不同、环境不同、项目组织不同、风险不同，所以它们之间无法等同、无法替代。

5) 复杂性和系统性

现代工程项目越来越具有如下特征：

- (1) 项目范围广，规模大，投资高。
- (2) 新颖性，有新知识、新工艺的要求，技术复杂。
- (3) 实施时间上经历由构思、决策、设计、计划、采购、供应、施工、验收到运行全过程，项目使用期长，对全局影响大。
- (4) 受多目标限制，如资金限制、时间限制、资源限制、环境限制等，条件越来越苛刻。

3. 矿井工程项目

矿井工程项目也称煤炭基建项目，矿井工程项目除具有一般工程项目的特性外，其固有的经济技术特点有别于其他的工程项目，主要特点如下：

(1) 矿井工程项目建设周期长、投资额大。一般的煤矿建设要几年甚至十几年的时间，投资额巨大，需要若干个施工单位同时建设，要求加强建设项目的管理，提高投资效益。

(2) 矿山地质条件复杂，工作条件艰苦，生产过程中不可预见因素多。地下赋存的岩层和煤层是复杂的，因此随着采掘工作面向两翼、向深部移动发展，必然带来一系列的复杂情况，诸如岩层、煤层、顶底板、水、火、有害气体、煤尘、地压和地温的变化，对正常生产影响较大。加之煤矿建设主要的工程是井巷工程，它需要

建设者在地下作业，经常受到地下水涌出、瓦斯爆炸、塌方、片帮等一系列自然灾害的威胁。所有这些，使煤矿建设者的工作条件、生活条件较其他部门更加艰苦。

(3) 受自然条件限制。煤矿建设项目的确定，必然要受到煤炭资源条件的制约。煤炭资源的可靠程度、可开发程度，是确定建设地点、建设规模、建设类型的前提条件。而地理环境、地质情况等自然条件，是决定建设速度的重要因素。因而，搞好煤炭资源的勘探，是煤炭基本建设中非常重要的工作之一。

(4) 需处理的关系繁多且复杂。矿井建设项目涉及面广、协调工作量大、管理困难，需要处理好各种各样的关系，包括国家与地方的关系、项目建设本身与相关建设的关系、纵向与横向的关系等。

(5) 煤炭企业生产的劳动对象是非再生劳动资源，属于资源导向型企业。井田开拓方式、回采方式、采煤方法等的选择都要考虑到资源的赋存条件，企业管理也必须注意资源的合理利用，努力提高资源回收率。

(6) 生产准备工作周期长、工程量大。对一个生产矿井、移交生产的新工作面或尚未开发的新采区，都必须做好生产准备工作，包括开拓、掘进、准备和回采巷道，安装机电运输设备以及建立通风安全系统。这些准备巷道的维护时间较长，维护工作量也较大。

(7) 建设过程具有不可间断性。由于煤炭基本建设是在建设工期完结时才能生产产品或形成效益，因此在建设过程中，必须预先垫付大量的资金，而不能马上收回，这就要求建设过程是一个连续不断的劳动过程。特别是煤矿的建设，如果中间停止，不仅拖延工期，不能尽早发挥效益，而且必须对已完成的工程进行维护，从而造成不必要的损失。这样投入的资金停滞和休眠于建设过程之中而不能周转，使投入的人力、物力白白浪费，严重影响煤炭企业的稳定发展。

2.2 矿井工程项目管理

1. 项目管理

关于项目管理的定义有很多,有学者在 1950 年对项目管理下的定义是:项目管理就是运用多种工具与技术,在一定的时间、成本、质量约束下完成独特的、复杂的一次性任务 (Oisen, 1971; Gallagher, 1995)。一般地说,项目管理就是以项目为对象的系统管理的方法,通过一个临时性的专门的柔性组织,对项目进行高效率的计划、组织、指导和控制,以实现项目全过程的动态管理和项目目标的综合协调和优化 (白思俊, 2002)。项目管理方法是一种适合于大型、复杂、环境多变、不确定性因素很多的一次性任务或项目的管理方法。这一任务必须是一个明确的完整任务,且具有一个明确的寿命周期 (邱苑华, 2001; 齐宝库, 2003)。

与项目的概念相对应,项目管理又可定义为在一个确定的时间范围内,为了完成一个既定的目标,通过特殊形式的临时性组织运行机制,经有效的计划、组织、领导与控制,充分利用既定有限资源的一种系统管理方法。项目管理具有综合性、创造性和时间性的特点。

2. 工程项目管理

1) 工程项目管理的定义及特征

工程项目管理是指为使工程项目在一定的约束条件下取得成功,对项目的所有活动实施决策与计划、组织与指挥、控制与协调、教育与激励等一系列工作的总称。由于工程项目的具体特点,工程项目管理要求其管理更强调程序性、全面性和科学性,要运用