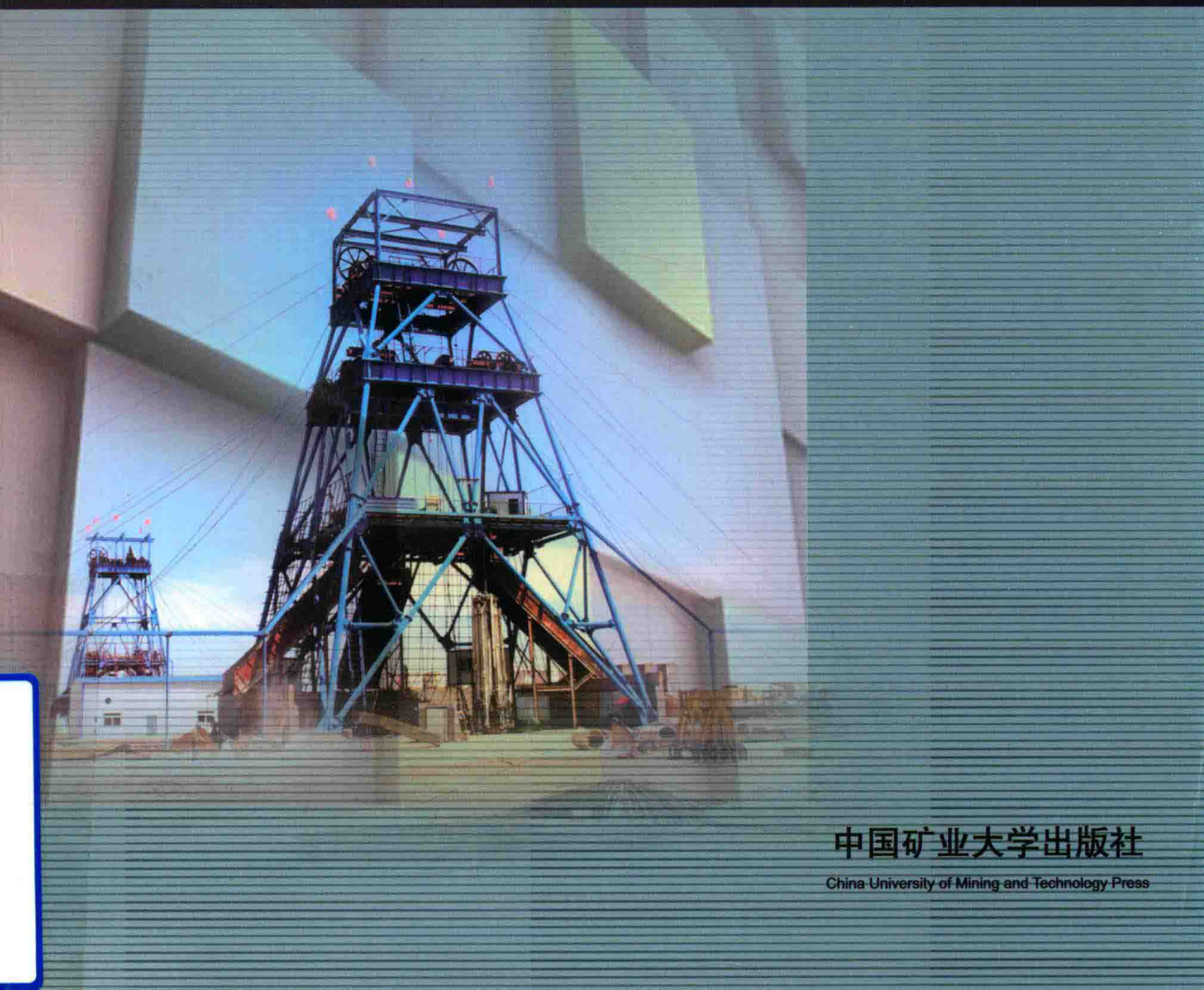


中国矿业大学卓越采矿工程师教材

矿山工程项目管理

刘志强 王 博 主编

Kuangshan Gongcheng Xiangmu Guanli



中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

矿山工程项目管理

刘志强 王 博 主编

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书主要介绍矿山工程施工项目的特征和管理特点,矿山井巷工程施工技术,矿山工程项目施工组织管理、进度管理、质量管理、成本管理、安全管理以及现场管理等知识。在内容上以矿山工程施工技术和工程项目三大目标控制及安全管理为重点,兼顾介绍目前我国矿业工程专业注册建造师执业相关内容。

本书是高等学校土木工程、采矿工程、工程管理等专业的选修课程教材,也可供从事与矿山工程建设与管理相关的各专业技术与管理人员学习和参考。

图书在版编目(CIP)数据

矿山工程项目管理/刘志强,王博主编. —徐州:

中国矿业大学出版社, 2018.5

ISBN 978 - 7 - 5646 - 3944 - 0

I. ①矿… II. ①刘… ②王… III. ①矿山—矿业工程—工程项目管理—高等学校—教材 IV. ①TD

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第077403号

书 名 矿山工程项目管理

主 编 刘志强 王 博

责任编辑 杨 洋

出版发行 中国矿业大学出版社有限责任公司

(江苏省徐州市解放南路 邮编 221008)

营销热线 (0516)83885307 83884995

出版服务 (0516)83885767 83884920

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com

印 刷 江苏凤凰数码印务有限公司

开 本 787×1092 1/16 印张 13.25 字数 330 千字

版次印次 2018年5月第1版 2018年5月第1次印刷

定 价 24.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

前 言

为了加强建设工程项目管理,规范施工管理行为,保证工程质量和施工安全,我国自 2002 年开始推进注册建造师执业资格制度。注册建造师是以专业技术为依托,以工程项目管理为主的注册执业管理人员。我国注册建造师共分 10 个专业,每个专业的注册建造师可以担任相应专业的工程项目施工管理的负责人,从事法律、行政法规或标准规范规定的相关业务。实施建造师执业制度后,我国各类工程建设项目施工管理水平不断得到提升,有效保证了工程质量和安全,并为我国工程建设拓展国际建筑市场开辟了广阔的道路。

矿山工程建设是矿产资源开发的先导,矿山建设工程项目包括矿建、土建和机电安装三类工程项目,涉及地面和地下两大工程内容,工程建设的环境条件差、施工条件复杂,安全要求高,因此必须十分重视矿山工程项目的施工管理工作。近年来,随着我国矿山建设技术水平的不断发展,矿山建设施工技术已位居国际领先或先进水平,但矿山工程建设管理有待进一步提升。

矿山工程建设属于土木工程专业的一个重要方向,是矿业工程注册建造师专业的主要组成部分。对于高等学校土木工程专业学生来讲,通过相关课程的学习,已基本掌握了工程项目管理的基本知识,但如何结合专业知识进一步提升专业工程管理水平,有必要进一步学习所执业的相关专业实务内容,这是将来具备从事相关专业执业能力的需要。本书结合矿业工程专业注册建造师执业工程管理和实务的要求,从矿山工程专业实际出发,系统介绍了矿山工程项目的特点、矿山井巷工程施工技术、矿山工程施工组织管理、进度管理、质量管理、成本管理、安全管理以及现场管理等知识,是工程项目管理知识的进一步补充和完善。本书对于土木工程、采矿工程、工程管理等矿业工程相关专业学生和工程技术人员从事矿业工程项目建设和管理具有十分重要的学习、应用和参考价值。

本书由中国矿业大学刘志强、王博担任主编,全书共 8 章,编写人员由中国矿业大学教师和矿山建设施工企业技术或专家组成。编写分工为:第 1 章、第 2 章、第 4 章由中国矿业大学刘志强、王博编写,第 3 章由中煤第五建设有限公司

王鹏越编写,第5章由中煤第一建设有限公司李艮桥编写,第6章由中国矿业大学石晓波编写,第7章由中煤矿山建设集团公司单卫雪和山西能源学院吕建青编写,第8章由中国矿业大学王文顺和中煤矿山建设有限责任公司刘长安编写。

由于编者水平有限,在编写过程中,编写的内容虽经反复核证,但仍难免有不妥和疏漏之处,恳请广大读者提出宝贵意见。

作者

2018年2月

目 录

1	矿山工程项目及其特征	1
1.1	矿山工程项目组成	1
1.2	矿山工程项目管理内容	5
1.3	矿山工程项目管理特征	6
2	矿山工程施工技术	8
2.1	立井井筒施工技术	8
2.2	巷道与硐室施工技术	35
3	矿山工程施工组织	48
3.1	矿山工程项目建设程序	48
3.2	矿山工程施工组织编制	49
3.3	矿山工程施工组织管理	53
4	工程项目进度管理	66
4.1	进度计划编制方法	66
4.2	矿山工程施工进度控制方法	73
5	工程项目质量管理	84
5.1	工程项目质量管理体系	84
5.2	工程项目质量控制方法	88
5.3	矿山工程质量检查与验收	94
5.4	矿山工程质量事故处理	103
6	工程项目成本管理	108
6.1	工程项目费用构成及计算	108
6.2	工程项目施工成本控制	121
7	工程项目安全管理	130
7.1	矿山工程安全管理体系	130
7.2	矿山施工安全管理规定	144

7.3 矿山安全事故预防及灾害控制	161
8 工程项目现场管理	176
8.1 工程项目招标投标管理	176
8.2 工程项目合同与索赔管理	181
8.3 工程项目施工环境管理	188
8.4 工程项目技术档案管理	199
参考文献	203

1 矿山工程项目及其特征

1.1 矿山工程项目组成

矿山工程是以矿产资源为基础,在矿山进行资源开采作业的工程技术学科。矿山工程目前主要涉及煤炭、冶金、建材、化工、有色金属、铀矿、黄金等七大行业。一般来说,矿山工程包括矿建工程、土建工程和机电安装工程三大类。矿建工程包括井工矿或露天矿的建设工作;土建工程指矿区地面的工业广场、生活区的房屋建筑和工业厂房建筑工程以及井下的土建工程,包括准备开采矿产资源及矿产资源采出后为矿物运输、加工、存储和外运过程中的各种设施、厂房建设和办公、居住等生活用房建设;安装工程包括矿山建设、采矿及采矿生产过程中的通风、排水、提升运输、供电等各种机电设备安装以及针对不同选矿方法所用的选矿设备的安装内容。

矿山工程项目目前可划分为单项工程、单位工程、分部工程和分项工程。工程项目组成的合理、统一划分对评价和控制项目的成本、进度、质量、验收以及结算等方面管理工作是不可避免的。

1.1.1 单项工程

单项工程是建设项目的组成部分。一般指具有独立的设计文件,建成后可以独立发挥生产能力或效益的工程,如矿区内矿井、选矿厂,机械厂的各生产车间;非工业性项目一般指能发挥设计规定主要效益的各独立工程,如宿舍楼、办公楼等。

1.1.2 单位工程

单位工程是单项工程的组成部分。一般指不能独立发挥生产能力或效益,但具有独立施工条件并能形成独立使用功能的单元为一个单位工程。通常按照单项工程中不同性质的工程内容,可独立组织施工、单独编制工程预算的部分划分为若干个单位工程。如矿井单项工程分为立井井筒、斜井井筒和平硐、巷道、硐室、通风安全设施、井下铺轨等单位工程。

根据《煤矿井巷工程质量验收规范》(GB 50213—2010),单位(或子单位)工程的划分应按下列原则确定:具备独立施工条件并能形成独立使用功能的单元为一个单位工程;对于跨年度施工的井筒、巷道等单位工程,可按年度施工的工程段划分为子单位工程。子单位工程的划分主要是工程量较大且比较容易分开的立井、斜井、巷道等工程按年度施工量进行子单位工程的划分。

1.1.3 分部工程

分部工程按工程的主要部位划分,它们是单位工程的组成部分;分部、分项工程不能独立发挥生产能力,没有独立施工条件,但可以独立进行工程价款的结算。如立井井筒工程的

分部工程为井颈、井身、壁座、井窝、防治水、钻井井筒、沉井井筒、冻结、混凝土帷幕等。对工程量大、工期长的井筒井身工程和平硐硐身、巷道主体工程,可以按每月实际进尺作为一个分部工程。组成房屋工程的分部工程有基础、墙体、屋面等,或按照工种不同划分为土方、钢筋混凝土、装饰等分部工程。

根据《煤矿井巷工程质量验收规范》(GB 50213—2010),分部(或子分部)工程的划分应按下列原则确定:

- ① 分部工程可按井巷工程部位功能和施工条件进行划分;
- ② 对于支护形式不同的井筒井身、巷道主体等分部工程,可按支护形式不同划分为若干个子分部工程;
- ③ 对于支护形式相同的井身、巷道主体等分部工程,可按月度验收区段划分为若干个子分部工程。

1.1.4 分项工程

井巷工程的分项工程主要按施工工序、工种、材料、施工工艺等划分,是分部工程的组成部分。分项工程没有独立发挥生产能力和独立施工的条件;可以独立进行工程验收和价款的结算。一般常根据施工的规格形状、材料或施工方法不同,分为若干个可用同一计量单位统计工作量和计价的不同分项工程。如井身工程的分项工程为掘进、模板、钢筋、混凝土支护、锚杆支护、预应力锚索支护、喷射混凝土支护、钢筋网喷射混凝土支护、钢纤维喷射混凝土支护、预制混凝土支护、料石支护等。墙体工程的分项工程有基础、内墙、外墙等分项工程。

表 1-1 煤矿井巷工程项目的划分

序号	单位工程	子单位工程	分部工程	子分部工程	分项工程
1	立井井筒 (含暗井、 60°以上的 煤仓)	××年度立井 井筒	井颈	—	冲积层掘进、基岩掘进、模板、钢筋、混凝土支护*
			井身* (含井窝)	无支护井身*	基岩掘进*
				锚喷支护井身*	基岩掘进、锚杆支护*、预应力锚杆支护*、喷射混凝土(含砂浆)支护*、金属网(含塑料网、锚网背)喷射混凝土支护*、钢架喷射混凝土支护*
				砌块支护井身*	冲积层掘进、基岩掘进、模板、钢筋混凝土弧板支护*、预制混凝土块、料石支护*
				混凝土支护井身*	冲积层掘进、基岩掘进、模板、混凝土支护*
				钢筋混凝土支护井身*	冲积层掘进、基岩掘进、模板、钢筋、混凝土支护*、夹层铺设*
			冻结	—	冻结钻孔、制冷冻结*
			钻井	—	井筒钻进、预制井壁、井壁漂浮下沉*、固井
			防治水	—	地面预注浆、工作面预注浆、壁后注浆、卷材防水层
			壁座	—	基岩掘进、模板、钢筋、混凝土支护*

续表 1-1

序号	单位工程	子单位工程	分部工程	子分部工程	分项工程
2	斜井(含暗斜井)井筒、平硐	××年度斜井井筒、××年度平硐	斜井井口* 平硐硐口*	—	冲积层掘进、明槽开挖、基岩掘进、模板、钢筋、混凝土支护*、砌块支护*
			斜井井身* 平硐硐身*	无支护井身 (或硐身)*	基岩掘进*
				锚喷支护井身 (或硐身)*	基岩掘进、锚杆支护*、预应力锚杆支护*、喷射混凝土(含砂浆)支护*、金属网(含塑料网、锚网背)喷射混凝土支护*、钢架喷射混凝土支护*
				砌块支护井身 (或硐身)*	基岩掘进、模板、钢筋混凝土弧板支护*、预制混凝土块、料石支护*
				混凝土支护井身 (或硐身)*	冲积层掘进、基岩掘进、砌块支护*、防水夹层铺设*
				钢筋混凝土支护井身 (或硐身)	冲积层掘进、基岩掘进、模板、钢筋、混凝土支护*、防水夹层铺设*
		××年度斜井井筒、 ××年度平硐	斜井井身* 平硐硐身*	支架支护井身 (或硐身)*	基岩掘进、刚性支架支护*、可缩性支架支护*
			连接处 (或交岔点)*	—	基岩掘进、模板、钢筋、混凝土支护*、锚杆支护*、预应力锚杆支护*、喷射混凝土(含砂浆)支护*、金属网(含塑料网、锚网背)喷射混凝土支护*、钢架喷射混凝土支护*、砌块支护*、刚性金属支架支护*、可缩性支架支护*
			水沟	—	冲积层掘进、基岩掘进、模板、混凝土砌筑、预制混凝土砌筑、水沟盖板
			附属工程	—	混凝土台阶、砌块台阶、混凝土地坪、砂浆地坪、喷刷浆
			防治水	—	地面预注浆、工作面预注浆、壁后注浆、砂浆防水层、卷材防水层

续表 1-1

序号	单位工程	子单位工程	分部工程	子分部工程	分项工程
3	巷道(含平巷、斜巷)	××年度巷道、 ××年度石门	主体*	无支护主体*	基岩掘进*
				锚喷支护主体*	基岩掘进、锚杆支护*、预应力锚杆支护*、喷射混凝土(含砂浆)支护*、金属网(含塑料网、锚网背)喷射混凝土支护*、钢架喷射混凝土支护*
				砌块支护主体*	基岩掘进、模板、钢筋混凝土弧板支护*、预制混凝土块、料石支护*
				混凝土支护主体	基岩掘进、模板、混凝土支护*
				钢筋混凝土支护主体*	基岩掘进、模板、钢筋、混凝土支护*
				支架支护主体*	基岩掘进、刚性支架支护*、可缩性支架支护*
			防治水	—	地面预注浆、工作面预注浆、壁后注浆、砂浆防水层、卷材防水层
			水沟	—	基岩掘进、模板、混凝土砌筑、预制混凝土砌筑、水沟盖板
4	硐室(含井筒与井底车场连接处、交岔点、风道、安全出口)	—	主体*	—	附属工程
				—	—
				—	—
				—	—
				—	—
			水沟(含沟槽)	—	—
			设备基础	—	—
				—	—
			主体*	—	—
				—	—
				—	—
				—	—
				—	—
			防治水	—	—
				—	—
				—	—

续表 1-1

序号	单位工程	子单位工程	分部工程	子分部工程	分项工程
5	井下安全构筑物	—	风门	—	基槽开挖、墙体*、门框及门扇安装
		—	防火门	—	基槽开挖、墙体*、门框及门扇安装
		—	防爆门	—	基槽开挖、墙体*、门框及门扇安装
		—	密闭门	—	基槽开挖、墙体*、门框及门扇安装
		—	防水闸门	—	基槽开挖、墙体*、门框及门扇安装
		—	密闭墙	—	基槽开挖、墙体*
6	井下铺轨	—	道床、轨枕	—	基底、道床、轨枕、岔枕
		—	轨道*、道岔*	—	轨道*、道岔*
		安全防护设施		—	轨距杆、防爬器、防轨道滑移设施、托辊、托绳轮、安全标志桩(或线)

注：表中分项、分部工程名称后带有符号“*”的为指定分项工程、指定分部工程；

1.2 矿山工程项目管理内容

1.2.1 业主的项目管理

① 矿山工程项目业主对项目的管理是全过程进行的,包括项目决策和实施阶段的各个环节,即从编制矿井建设项目的建议书开始,经可行性研究、设计和施工,直至项目竣工验收、投产使用的全过程管理。

② 在市场经济体制下,矿山工程项目的业主可以依靠社会化的咨询服务单位,为其提供项目管理方面的服务。工程监理单位可以接受业主的委托,在工程项目实施阶段为业主提供全过程的监理服务。此外,监理单位还可将其服务范围扩展到工程项目前期决策阶段,为工程业主进行科学决策提供咨询服务。

1.2.2 工程建设总承包单位的项目管理

矿山工程项目在设计、施工总承包的情况下,业主在项目决策之后,通过招标择优选定总承包单位全面负责工程项目的实施过程,直至最终交付使用功能和质量标准符合合同文件规定的工程项目。由此可见,总承包单位的项目管理是贯穿项目实施全过程的全面管理,既包括工程项目的设计阶段,也包括工程项目的施工安装阶段。总承包方为了实现其经营方针和目标,必须在合同条件的约束下,依靠自身的技术和管理优势或实力,通过优化设计及施工方案,在规定的时间内,按质、按量地全面完成工程项目的承建任务。

1.2.3 设计单位的项目管理

设计单位的项目管理是指矿山工程设计单位受业主委托承担工程项目的设计任务后,根据设计合同所界定的工作目标及责任义务,对建设项目设计阶段的工作所进行的自我管理。设计单位通过设计项目管理,对建设项目的实施在技术和经济上进行全面且详尽的安排,引进先进技术和科研成果,形成设计图纸和说明书,以便实施,并在实施过程中进行监督和验收。由此可见,设计项目管理不局限于工程设计阶段,而是延伸到施工阶段和竣工验收

阶段。

1.2.4 施工单位的项目管理

矿山工程项目施工单位可通过投标获得工程施工承包合同,并以施工合同所界定的工程范围组织项目管理,简称施工项目管理。施工项目管理的目标体系包括工程施工质量(Quality)、成本(Cost)、工期(Delivery)、安全和现场标准化(Safety),简称 QCDS 目标体系。显然,这一目标体系既与整个工程项目目标相联系,又带有很强的施工企业项目管理的自主性特征。

1.3 矿山工程项目管理特征

1.3.1 矿产资源的属性

矿产资源的开发首先受到矿产资源条件的约束。资源的分布地域和赋存条件决定了资源开发的可行性及其规模、地点、范围等重要决策问题。

国家矿产资源法规定,矿产资源属于国家所有。无论地表或地下的矿产资源,其所有权不因其所依附的土地所有权或使用权的不同而改变。矿产资源的开发,必须符合国家矿产资源管理等有关法律条款规定和国家关于资源开发的政策。根据国家资源法规定,勘查和开采矿产资源,必须依法分别申请,经批准获得探矿权、采矿权,并按规定办理登记;资源法还规定,国家实行探矿权和采矿权的有偿取得制度,开采矿产资源必须按照国家有关规定交纳资源税和资源补偿费。

国家矿产资源法规定,凡国家规划矿区、对国民经济具有重要价值的矿区和国家规定实行保护性开采的特定矿种,国家实行有计划开采。矿产资源法规定,国家对矿产资源的开采实行采矿许可证制度,并且从事矿产资源勘查和开采的,必须符合规定的资质条件。

多数矿产资源赋存在一定深度的地表下面。矿产资源赋存在地下的特点,给矿产资源的开发带来了许多困难。目前,了解地下矿产资源赋存状况的唯一办法就是地质勘查。因此,资源的勘探工作是进行矿山建设设计、实现矿山工程项目和矿产资源开采的前提条件。国家矿产资源法规定,供矿山建设设计使用的勘查报告,必须经国务院或省级矿产储量审批机构审查批准;未经批准的勘查报告,不得作为矿山建设的依据。

1.3.2 矿山工程项目管理特点

① 矿山工程项目管理是综合性管理。

矿山工程一般都是综合性建设项目,涉及勘探、设计、建设、施工、材料设备提供等方面的共同工作;矿山工程建设通常包含有生产系统、通风系统、提升运输系统、排水系统、供水系统、压风系统、排矸系统、安全监测系统、通讯系统、供电系统、动力照明系统、生活办公系统等工程内容,以及选矿工程系统、矿产品的储运系统等,建设好这些系统才能构成完整的矿山生产系统。矿山工程还具有投资大、周期长、组织关系复杂的特点。由此可见,矿山工程项目管理工作是一项综合性管理工作。

② 矿山工程项目管理内容十分复杂。

矿山工程建设的环境条件存在大量复杂和不确定因素。目前工程地质和水文地质的勘查水平还无法提供满足生产、施工所需的详尽、准确的地质资料,这就使项目建设会有更多

的可变因素。因此,在项目建设中,无论是建设、设计、施工或其他管理单位,不仅必须要对这种情况有充分的估计和应对准备,尽量对可能出现的问题考虑周全、细致,而且还要充分利用管理、技术、经济和法律知识与经验,对这些已经出现的变化做好协调和“善后”工作,以避免自己利益的损失。

矿山工程的主体工程在地下,环境条件的复杂和不确定性还对项目建设的本身带来大量安全问题。地下工作条件恶劣,或是突发性的事故,或是因为稍有的疏忽,水、火、瓦斯、冒顶塌方等各种矿井灾害会对项目和人员造成灾难性的损失;有害物质对环境污染所造成的社会影响和对作业人员的伤害也是矿山工程建设中的一个严重问题。因此,考虑对这些重大突发事件的防范和必要的应急措施是实施矿山工程不可忽视的内容。矿山工程项目的管理人员必须十分重视安全管理和环境保护工作。

③ 矿山工程管理涉及的各个系统相互联系和相互制约。

矿山工程是一个包含地上、地下内容的综合性工程。地下生产系统本身是一个比较完整的系统,必须具有包括生产、运输、通风、排水、供变电、通讯、监控监测等各种功能的专有场所(硐室)和设备,形成一个与地面有充分联系的地下生产系统。系统布局不仅要求各个生产环节之间,而且还要求不同生产水平(高程)之间和不同生产水平(高程)与地面之间有合理的联系。地下工程施工还具有明显的方向性,因此,施工顺序排队与选定施工方案、确定工期长短问题之间是密切相关的。一条关键线路上的巷道施工质量与速度或者调整,会对整个工程产生重要影响。

地下产生系统决定了地面生产系统的布局,同样也影响了施工设施的布局。一个矿山工程整体项目还包括井巷工程、土建工程以及采矿、选矿设备,甚至大型施工设备的安装工程内容。因此,矿山工程项目不仅存在各个环节之间的协调关系,而且还要考虑井上、井下工程的空间关系和地面工程与地下工程间的制约关系,矿(建)、土(建)、安(装)工程间的平衡关系,这些关系的影响贯穿于项目建设过程的各个环节。在项目具体实施时,这些错综复杂的关系又会影响项目的顺利进展,协调这些关系是矿山工程施工管理(包括现场调度)的特有的也是重要的内容。因此,矿山工程管理工作必须对这些关系有明确的认识,从项目的整体上和每一个细节上把握和协调这些关系。

④ 矿山工程项目管理施工与生产联系紧密。

由地下工作的特点所决定,矿山工程建设期的井巷施工内容与投产后的采矿作业形式、施工设备有许多类似之处。因此,矿山工程的施工是可以利用部分永久(生产)设施或设备来完成的。利用永久设施施工,既有利于建设单位尽早发挥设施与设备的效益,又利于减少施工单位的投入和大临工程的建设。反之,施工过程又是建设单位培训生产人员的一个很好机会。因此,建设单位与施工单位处理这类设施的租赁和人员培训问题,也是矿山工程管理中具有特色的内容。

2 矿山工程施工技术

2.1 立井井筒施工技术

2.1.1 立井井筒表土施工方法

在立井井筒施工中,覆盖于基岩之上的第四纪冲积层和岩石风化带统称为表土层。工程中按表土稳定性将其分成两大类:稳定表土层主要包括含非饱和水的黏土层、含少量水的砂质黏土层、无水的大孔性土层和含水量不大的砾(卵)石层等;不稳定表土层包括含水砂土、淤泥层、含饱和水的黏土、浸水的大孔性土层、膨胀土和华东地区的红色黏土层等。

根据表土的性质及其所采用的施工措施,井筒表土施工方法可分为普通施工法和特殊施工法两大类。稳定表土层一般采用普通施工法,而不稳定表土层可采用特殊施工法或普通与特殊相结合的综合施工方法。

2.1.1.1 井筒表土普通施工法

(1) 井圈背板普通施工法

井圈背板普通施工法是采用人工或抓岩机(土硬时可爆破)出土,下掘一小段后(空帮距根据土层的稳定性来确定,一般不超过 1.2 m),即用井圈、背板进行临时支护,掘进一长段后(一般不超过 30 m),再由下向上拆除井圈、背板,然后砌筑永久井壁,如图 2-1 所示。如此周而复始,直至基岩。这种方法适用于较稳定的土层。

(2) 吊挂井壁施工法

吊挂井壁施工法是适用于稳定性较差的土层中的一种短段掘砌施工方法。为保持土层的稳定性,减少土层的裸露时间,段高一般取 0.5~1.5 m。并按土层条件,分别采用台阶式或分段分块,并配以超前小井降低水位的挖掘方法。吊挂井壁施工中,因段高小,不必进行临时支护。但由于段高小,每段井壁与土层的接触面积小,土对井壁的围抱力小,为了防止井壁在混凝土尚未达到设计强度前失去自身承载能力,引起井壁拉裂或脱落,必须在井壁内设置钢筋,并与上段井壁吊挂,如图 2-2 所示。

这种施工方法适用于渗透系数大于 5 m/d,流动性小,水压不大于 0.2 MPa 的砂层和透水性强的卵石层,以及岩石风化带。吊挂井壁法使用的设备简单,施工安全。但它的工序转换频繁,井壁接茬多,封水性差,故常在通过整个表土层后,自下而上复砌第二层井壁。为此,需按井筒设计规格,适当扩大掘进断面。

(3) 板桩施工法

对于厚度不大的不稳定表土层,在开挖之前可先用人工或打桩机在工作面或地面沿井筒荒径依次打入一圈板桩,形成一个四周密封的圆筒,用以支承井壁,并在其保护下进行掘进。

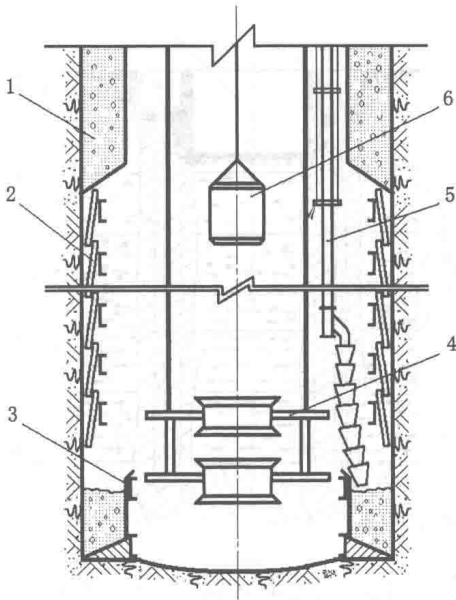


图 2-1 井圈背板普通施工法

1——井壁;2——井圈背板;3——模板;4——吊盘;
5——混凝土输送管;6——吊桶;

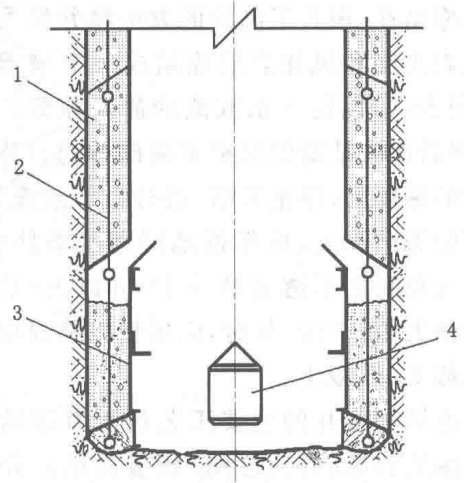


图 2-2 吊挂井壁施工法

1——井壁;2——吊挂钢筋;3——模板;4——吊桶

板桩材料可采用木材和金属材料两种。木板桩多采用坚韧的松木或柞木制成,彼此采用尖形接榫。金属板桩常用 12 号槽钢相互正反扣合相接。根据板桩入土的难易程度可逐次单块打入,也可多块并成一组,分组打入。木板桩一般比金属板桩取材容易,制作简单,但其刚度小,入土困难,板桩间连接紧密性差,故用于厚度为 3~6 m 的不稳定土层。而金属板桩可根据打桩设备的能力条件,适用于厚度 8~10 m 的不稳定土层,若与其他方法相结合,其应用深度可较大。

(4) 表土施工降水工作

井筒表土普通施工法中应特别注意水的处理,一般可采用降低水位法增加施工土层的稳定性。

① 工作面降低水位法

在不稳定土层中,常采用工作面超前小井或超前钻孔两种方法来降低水位。它们都是在井筒中用泵抽水,使周围形成降水漏斗,变为水位下降的疏干区,以增加施工土层的稳定性。工作面降低水位法包括工作面超前小井降低水位法和工作面超前钻孔降低水位法两种。

② 井外疏干孔降低水位法

这种方法是在预定的井筒周围打钻孔,并深入不透水层,然后用泵在孔中抽水,形成降水漏斗,使工作面水位下降,保持井筒工作面在无水情况下施工。

2.1.1.2 井筒表土特殊施工法

在不稳定表土层中施工立井井筒,必须采取特殊的施工方法才能顺利通过,如冻结法、钻井法、沉井法、注浆法和混凝土帷幕法等。特殊法施工表土的工期长、成本高,但适应性强。应根据实际条件,正确地选择不稳定表土层的施工方法,安全可靠、快速经济地通过表

土层。目前以采用冻结法和钻井法为主。

(1) 冻结法

冻结法凿井就是在井筒掘进之前在井筒周围钻冻结孔,用人工制冷的方法将井筒周围的不稳定表土层和风化岩层冻结成一个封闭的冻结圈(图 2-3),以防止水或流砂涌入井筒并抵抗地压,然后在冻结圈的保护下掘砌井筒。待掘砌到预计的深度后,停止冻结,进行拔管或充填工作。井筒的冻结深度,应根据地层埋藏条件确定,并应深入稳定的不透水基岩 10 m 以上;基岩下部涌水量大于 $30 \text{ m}^3/\text{h}$ 时,应延长冻结深度至含水层底部 10 m 以上。

冻结法凿井的主要工艺过程有冻结孔钻进和冻结站安装、井筒冻结(积极冻结)、井筒掘砌和套内层井壁(消极冻结)等主要工作。

① 冻结孔的钻进

冻结法凿井所钻的钻孔按用途可分三种:冻结孔、水位观察孔和测温孔。

为了形成封闭的冻结圈,先要在井筒周围钻一定数量的冻结孔,以便在孔内安设带底锥的冻结管和底部开口的供液管。冻结孔一般等距离地布置在与井筒同心的圆周上,其圈径依冻结井筒掘进直径、冻结壁厚度、冻结深度及钻孔允许偏斜率而定。冻结孔间距一般为 $1.2 \sim 1.5 \text{ m}$,孔径为 $200 \sim 250 \text{ mm}$,孔深应比冻结深度大 $5 \sim 10 \text{ m}$ 。冻结孔的圈数根据要求的冻结壁厚度确定,表土较浅时一般采用单圈冻结,对于深厚表土可采用双圈或三圈冻结。

水位观察孔一般在距井筒中心 $1 \sim 2 \text{ m}$ 的位置,以不影响掘进时井筒测量和施工为宜。水位观察孔根据含水层的赋存情况而定,当井筒穿过若干个含水层时,最好每组合含水层设置一个水文孔,其深度不应大于冻结深度或偏出井筒。水位观察孔的作用是:当冻结圆柱交圈后,井筒周围便形成一个封闭的冻结圆筒,由于水变成冰后体积膨胀作用,使水位观察孔内水位上升,以致溢出地面。水位观察孔溢水是冻结圆柱交圈的重要标志。

为了确定冻结壁的厚度和开挖时间,在冻结壁内外必须打一定数量的测温孔,根据测温结果分析判断冻结壁峰面即零度等温线的位置。测温孔数量根据需要而定,一般冻结壁外侧宜布置 $1 \sim 2$ 个,内侧 $1 \sim 3$ 个测温孔应分别布置于各冻结圈孔间距最大部位,测温孔的允许偏斜率与冻结孔相同。

某矿井主井冻结孔布置如图 2-4 所示。设计冻结深度为 615 m ,外圈孔采用差异冻结,孔数 40 个,深 $615 \text{ m}/575 \text{ m}$;中圈孔 13 个,深 538 m ;内圈孔 13 个,深 160 m ;设计测温孔 5 个,水文孔 3 个。

② 井筒冻结

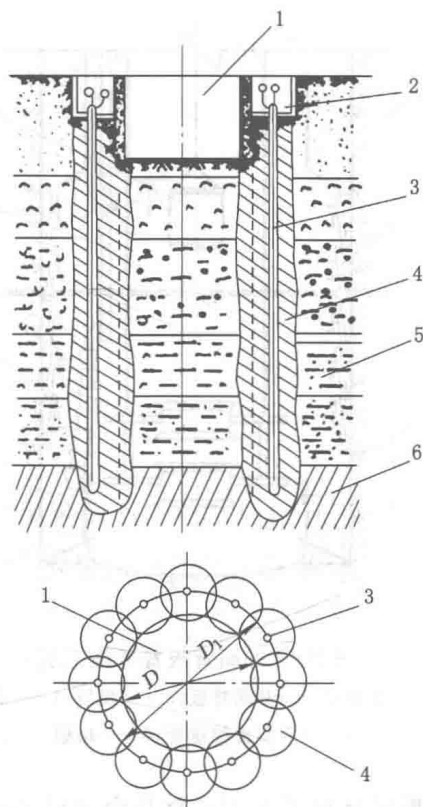


图 2-3 冻结法凿井示意图

1——立井井筒;2——冻结沟槽;3——冻结管;
4——冻结壁;5——表土地层;6——不透水基岩层