

高等学校教学用书

井巷设计与施工

董方庭 姚玉煌 黄 初 王裕介 主编

jinghang sheji yu shigong

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

高等学校规划教材

井巷设计与施工

(修订版)

董方庭 姚玉煌 黄初 王裕介 主编

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书内容包括巷道及硐室工程、立井井筒工程和建井施工组织与管理三大部分,系统介绍了井巷设计与施工方面的基本理论、施工技术以及施工组织管理方面的基本知识。

《井巷设计与施工》是煤炭高等院校矿井建设专业的主干课程之一。本书也可供函授、成人教育的师生以及从事冶金、铁道、建工、水利等地下工程的工程技术和研究人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

井巷设计与施工/董方庭等主编. —徐州:中国矿业大学出版社,1994.1(2003.6重印)

ISBN 7-81040-019-3

I. 井… II. 董… III. ①井巷工程—工程设计
②井巷工程—工程施工 N. TD26

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第041655号

书 名 井巷设计与施工
主 编 董方庭 姚玉煌 黄 初 王裕介
责任编辑 吴秀文
出版发行 中国矿业大学出版社
(江苏省徐州市中国矿业大学内 邮编 221008)
网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com
印 刷 中国矿业大学印刷厂
经 销 新华书店
开 本 787×1092 1/16 印张 25 字数 605 千字
版次印次 1994年1月第1版 2003年6月第2次印刷
印 数 2001~3000册
定 价 28.00元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)



修 订 前 言

本教材自 1986 年元月第一版发行五千余册以来,已经 7 年。随着教学改革和教学实践,应用本教材的有关高校对本书提出了许多新的要求和改进意见,所以决定修订再版。修订初稿完成后,曾在有关部门的支持下,召开了征求意见会议,然后在此基础上完成了这次修订再版任务。

《井巷设计与施工》是一门实践性很强的应用学科,要通过实习、课堂教学、课程设计三个环节紧密配合,才能使学生较好地掌握其内容。本书作为这一教学过程中的主要教材,其课堂教学约需 100 学时左右。其中岩石平巷、立井工程为主要内容,认真学好这两部份,可以诱导学生举一反三。在这两部份中,本书着重于多因素、多条件的综合分析,由特殊到一般或者由一般到特殊,围绕着快速、高效、低消耗、安全等因素,力求使学生在复杂的施工条件下能运用最优的方案去解决井巷工程的实际问题,尽量避免就事论事地罗列经验。

本书在应用的 7 年中,我国井巷工程的设计与施工技术已有明显的发展。例如:岩巷施工中我国凿岩台车得到了应用和发展,装岩机类型增多,能力增大,锚喷支护技术在各类围岩和工程中得到了应用,单体锚杆凿岩机正在不断改进,潮、湿式喷砂机已定型推广。在煤巷中,掘进机在一些主要矿区已得到普遍应用,采区巷道支护方式也在变革中。硐室施工,由于锚喷技术的应用,变得容易多了。斜井施工作业线正在不断完善和不断地创造新的纪录。立井井筒装备正在接近国际水平,立井施工方案在完善,施工机械化作业线在不断发展与改进,井内悬吊技术、深井施工技术、预注浆技术、爆破新器材、新型砌壁模板和大流态砼的应用等使立井施工技术改变了面貌。在管理方面,招投标制度,建设管理制度等正在推广应用。这些都是这次修订的重点。立井表土普通施工、立井井筒延深这些年来技术发展不明显,前者是由于技术研究不够,后者是由于工程较少。但是其中有些技术已呈被淘汰趋势,因此这些部份也作了适量删改。

在教学方面,由于教学方法的改进,电化教学的普及和本书进一步精炼,虽然内容增加了,补进了凿井提升部份,但是修订后的全书篇幅较第一版仍有明显的精简。

在本书第一版发行过程中得到来自各方面的意见和建议。修订初步完稿后又专门召开了研讨会,在此一并致谢,并欢迎继续不断给以指正。

本书第一版编者为刘会文、房延贤、史天生、郭晋蒲、黄初、姚玉煌、董方庭,由董方庭、姚玉煌、黄初主编。修订本由刘会文、房延贤、王裕介、王建平、郭晋蒲、黄初、姚玉煌、鹿守敏执笔,主编为董方庭、姚玉煌、黄初、王裕介。

编者 1993 年 6 月于江苏徐州

目 录

第一篇 巷道及硐室工程

第一章 岩石平巷	(1)
第一节 概述.....	(1)
第二节 巷道断面设计.....	(2)
第三节 钻眼爆破工作	(16)
第四节 装岩工作	(27)
第五节 支护工作	(40)
第六节 通风与防尘工作	(54)
第七节 巷道过松软破碎带的施工方法	(56)
第八节 岩巷掘进机	(57)
第九节 巷道施工方法及其工作队的组织与管理	(60)
第二章 井底车场与硐室	(65)
第一节 井底车场的结构与形式	(65)
第二节 井底车场主要硐室设计	(70)
第三节 硐室施工	(81)
第四节 巷道交岔点设计	(89)
第五节 交岔点施工	(97)
第三章 煤巷、半煤岩巷和煤仓	(101)
第一节 概述.....	(101)
第二节 采区巷道掘进时的定向方法.....	(101)
第三节 煤巷施工.....	(103)
第四节 半煤岩巷道施工.....	(123)
第五节 煤仓施工.....	(124)
第四章 斜井	(132)
第一节 概述.....	(132)
第二节 斜井的结构.....	(132)
第三节 斜井施工.....	(142)

第二篇 立井井筒工程

第五章 立井井筒设计	(164)
第一节 概述.....	(164)

第二节	立井井筒装备	(166)
第三节	立井井筒断面设计	(176)
第四节	井颈、座壁和井底设计	(186)
第六章	立井井筒施工	(193)
第一节	概述	(193)
第二节	表土施工	(194)
第三节	钻眼爆破	(204)
第四节	装岩	(214)
第五节	提升及排矸	(223)
第六节	井筒支护	(245)
第七节	井筒涌水的治理	(260)
第八节	其它辅助作业	(269)
第九节	井筒安装	(276)
第十节	施工方式与施工组织	(280)
第十一节	立井井筒施工技术的发展	(295)
第七章	凿井结构物及凿井设备布置	(302)
第一节	凿井井架	(302)
第二节	凿井工作盘	(309)
第三节	凿井设备布置	(317)
第八章	立井井筒延深	(331)
第一节	概述	(331)
第二节	井筒延深的保护设施	(335)
第三节	利用辅助水平延深法	(341)
第四节	利用延深间延深法	(346)
第五节	普通反井延深法	(348)
第六节	吊罐反井延深法	(350)
第七节	井筒延深方式的选择	(353)

第三篇 建井施工组织与管理

第九章	建井施工的准备工作的	(356)
第一节	施工准备工作内容	(357)
第二节	工业场地施工总平面布置	(359)
第三节	缩短施工准备期的主要途径	(362)
第十章	矿井施工顺序	(368)
第一节	矿井施工方案与井筒开工顺序	(368)
第二节	井巷过渡期的改装工作	(370)
第三节	井底车场与硐室的施工顺序	(376)
第四节	采区巷道的施工安排	(379)
第十一章	矿井建设的施工管理	(380)

第一节 编制施工组织设计.....	(380)
第二节 技术管理.....	(382)
第三节 工程管理.....	(384)
主要参考文献.....	(390)

第一篇 巷道及硐室工程

第一章 岩石平巷

第一节 概 述

岩石平巷施工在煤矿新井建设和生产矿井的开拓工程中占有很重要的地位。一般它约占井巷开拓总工程量的 22%，占巷道开拓总工期的 40%~60%。因此，不断提高岩石平巷掘进速度，对加速煤矿建设具有非常重要的意义。

目前岩巷掘进仍主要采用钻眼爆破方法破岩。因此我国十分重视发展和完善钻眼爆破法施工技术，大力研制岩巷各种新型掘进设备，积极进行岩巷施工新技术、新工艺、新材料的试验研究，并在生产中推广使用，使我国岩巷掘进机械化水平、施工技术水平和管理水平有了很大的提高。

液压凿岩机、独立回转机构的 YGZ 系列高效凿岩机、凿岩台车和柱齿硬合金镶焊钎头的研制和推广使用，不仅提高了凿岩效率，改善了劳动条件，而且提高了钻孔质量和岩巷掘进机械化水平。

装载机由铲斗后卸式单一机型，发展到耙斗式装载机、侧卸式装载机、蟹爪和立爪式装载机等各种类型。这些装载机的推广使用，以及它和新型的转载设备和调车设备配套使用，组成了各种不同的配套与工艺合理的岩巷机械化作业线，达到了提高岩巷掘进速度和施工工效的目的。

为实现破岩、装载、运输综合机械化，新研制的钻装锚机和全断面岩巷掘进机在使用中均取得了较好的经济技术效益。

锚喷支护作为一种新型支护形式，在岩巷支护中得到广泛的使用。锚喷机具、喷射材料、施工工艺与技术近年来有很大的发展。锚喷支护理论研究在我国也有了突破性的进展。

提高岩巷单进和效率的根本出路在于发展机械化，只有迅速发展掘进机械化，同采煤机械化相适应，才能有效促进生产的稳定发展。当前，发展岩巷掘进机械化应从两方面着手：一是在气腿凿岩机、耙斗装载机的基础上，积极组织机械化配套，使凿岩、装载、转载、照明、支护和安全通风方面达到合理配套。目前岩巷掘进工作面 95% 以上采用这类常规装备，双轨巷道采用带调车盘的耙斗装载机，单轨巷道在耙斗装载机后配以胶带转载机或梭车等转载设备，投入少，见效快，具有现实意义；二是发展以全液压钻车、侧卸装载机为主的岩巷掘进机械化作业线。这种作业线采用了噪音低、效率高的液压技术，能实现打炮眼、锚杆眼和装岩机械化。

此外，对很长的直巷、断面合适，可选用钻装锚机为主的岩巷掘进机械化作业线，也可在条件适应时选用全断面岩巷掘进机。

但是，不论选用哪一类机械化作业线，必须保证后配套（包括提升、运输等）有足够的能

力满足快速掘进的需要。

第二节 巷道断面设计

巷道是井下生产的动脉,巷道断面设计合理与否,直接影响煤矿生产的安全和经济效益。

巷道断面设计的原则是:在满足安全、生产和施工要求的条件下,力求提高断面利用率,取得最佳的经济效果。

巷道断面设计的内容与步骤是:首先选择巷道断面形状、确定巷道净断面尺寸,并进行风速验算;其次,根据支架参数与道床参数,计算出巷道的设计掘进断面尺寸,并按允许的超挖值,求出巷道的计算掘进断面尺寸;然后,布置水沟与管缆;最后,绘制巷道断面施工图,编制巷道特征表和每米巷道工程量及材料消耗量表。

一、选择巷道断面形状

我国煤矿井下使用的巷道断面形状,按其构成的轮廓线可分为折线形和曲线形两大类。前者如矩形、梯形、不规则形;后者如半圆拱形、圆弧拱形、三心拱形、马蹄形、椭圆形和圆形等(图 1-1)。

巷道断面形状的选择,主要应考虑巷道所处的位置及穿过的围岩性质(即作用在巷道上的地压的大小和方向);巷道的用途及其服务年限;选用的支架材料 and 支护方式;巷道的掘进方法和采用的掘进设备等因素。

一般情况下,作用在巷道上的地压大小和方向,在选择巷道断面形状时起主要作用。当顶压和侧压均不大时,可选用矩形或梯形断面;当顶压较大、侧压较小时,则应选用直墙拱形断面(半圆拱、圆弧拱或三心拱);当顶压、侧压都很大,同时底鼓严重时,就须选用诸如马蹄形、椭圆形或圆形等封闭式断面。

巷道的用途及所需的服务年限也是考虑选择巷道断面形状不可缺少的重要因素。服务年限长达几十年的开拓巷道,采用砖石、混凝土和锚喷支护的各种拱形断面较为有利;服务年限 10 年左右的准备巷道以往多采用梯形断面,现在采用锚喷支护的拱形断面日趋增多;服务年限短的回采巷道,因受动压影响,须采用具有可缩性金属支架的梯形断面。

有时矿区富有的支架材料和习惯使用的支护方式,往往也直接影响巷道断面形状的选择。木支架和钢筋混凝土棚子,多适用于梯形和矩形断面;砖石、混凝土和喷射混凝土,更适用于拱形等曲线断面;而金属支架和锚杆可用于任何形状的断面。

掘进方法与掘进设备对于巷道断面形状的选择也有一定的影响。目前,岩石平巷掘进仍是钻眼爆破方法占主导地位,它能适应任何形状的断面。近年来,由于锚喷支护的广泛应用,为了简化设计和有利于施工,巷道断面多采用半圆拱和圆弧拱,三心拱逐渐被淘汰。若使用全断面掘进机组掘进岩石平巷,选用圆形断面无疑是更为合适的。

在需要通风量很大的矿井中,选择通风阻力小的断面形状和支护方式,既有利于安全生产,又具有明显经济效益。所以,也不应忽视。

上述选择巷道断面形状应考虑的因素,彼此是密切联系而又相互制约的。条件要求不同,影响因素的主次位置就会发生变化。所以,应该综合分析比较,抓住主导因素,兼顾次要因素,以便能选用较为合理的巷道断面形状。

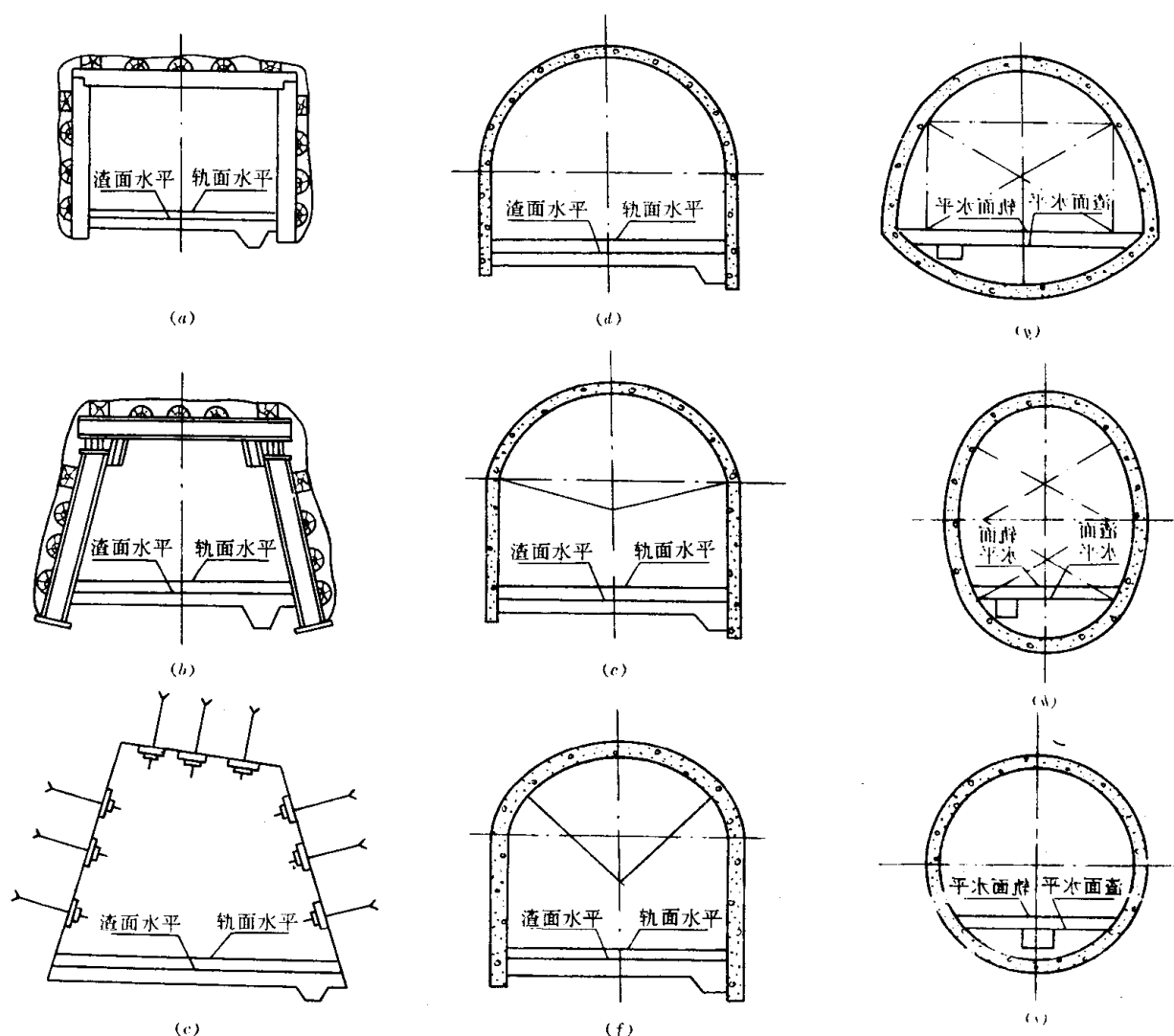


图 1-1 巷道断面形状

a—矩形；b—梯形；c—不规则形；d—半圆拱形；e—圆弧拱形；
f—三心拱形；g—马蹄形；h—椭圆形；i—圆形

二、确定巷道断面尺寸

巷道的用途不同，断面尺寸的确定方法亦有所不同。主要运输巷道的断面尺寸，既要保证各种机械、器材或运输设备在巷道中畅通无阻，又要满足《煤矿安全规程》规定的人行道宽度与各种安全间隙以及通过巷道的风量、风速要求。同时，还要考虑敷设于巷道中的各种管道、电缆的合理布置。专作为通风或行人用的巷道断面尺寸，只需满足通风或人行的要求即可。

(一) 巷道净宽度的确定

岩石平巷最常用的断面形状是直墙拱形（半圆拱形、圆弧拱形、三心拱形，简称拱形）。现就以拱形运输巷道为例，阐述巷道净宽度的确定方法（图 1-2）。

$$B = a + 2A_1 + c + t \quad (1-1)$$

式中 B ——拱形巷道净宽度，系指直墙内侧的水平距离，m；

a ——非人行道侧的宽度，《煤矿安全规程》规定： $a \leq 0.3\text{m}$ ；当巷道内安设输送机时，输送机距支护或碴墙的距离， $a \leq 0.5\text{m}$ ；

A_1 ——运输设备的最大宽度，可按表 1-1 选取，m；

t ——在双轨运输巷道中,两列对开列车最突出部分之间的距离,《煤矿安全规程》规定: $t \leq 0.2\text{m}$;在采区装载点, $t \leq 0.7\text{m}$;在矿车摘挂钩地点, $t \leq 1.0\text{m}$ 。

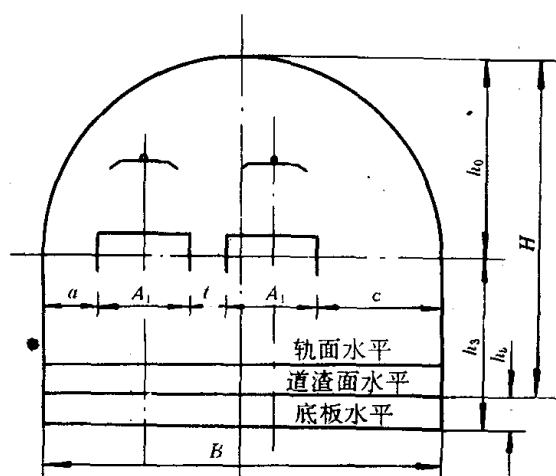


图 1-2 巷道净断面尺寸计算图

巷道净宽度按式(1-1)确定后,还需检查是否能满足掘进机械化装载和铺设临时双轨调车以及运输综采支架时所需最小净宽度的要求。一般拱形断面的主要运输巷道净宽度不宜小于 2.4m。

在确定曲线段巷道的净宽时,应该考虑车辆在弯道上运行时,由于车体中心线和线路中心线不相吻合,会发生车辆外角外伸和内侧车帮内移现象。所以,按式(1-1)计算出的直线段巷道净宽度后,还需要将上述的安全间隙适当加大,加大值与车辆长度、轴距和弯道半径有关。根据井下实测和理论计算,内侧和外侧均加宽 0.2m 为宜。注意除曲线段要全部加宽外,与曲线段两端相连的直线段也需加宽,其加宽范围:采用矿车运输的巷道,取为 1.5~3.5m;电机车通行的巷道,取 3~5m。

表 1-1	煤矿井下巷道常用运输设备类型及规格尺寸表	mm
-------	----------------------	----

运输设备类型			外形尺寸 长×宽×高	轨距	运输设备类型		外形尺寸 长×宽×高	轨距	
电 机 车	直 流 架 线 式	6/250 ZK7-9/550	1060 4500× 1360×1550	600 900	人 车	平 巷	PRC-12-6/3	4280×1220×1525	600
		6/250 ZK10-9/550	1060 4500× 1360×1550	600 900			PRC-18-9/3	4280×1525×1525	900
		ZK14-9/550	4900×1335×1550	900		斜 巷	XRC-15-6/6 ^S _W	4970×1200×1474	600
		ZK20-9/550	7400×1600×1900	900			XRC-20-9/6 ^S _W	4970×1518×1474	900
		蓄 电 池 式	6 XK2.5-9/48A	2100×920×1550		600 900	输 送 机	钢 丝 绳 式	GDS-100
	CDXT-5		1030 3300× 1260×1550	600 900	GDS-120	160000×14470×2620			
	XK8-6/110A		1054 4430× 1354×1550	600 900	吊 挂 式	SPI-800		6600×2110×1350	
	XK8-9/132A					SPI-800S		6600×2100×1300	
	矿 车		固 定 车 箱 式	MG1.1-6A	2000×880×1150	600		固 定 式	TD-75
		MG1.1-6B							
MG1.7-6A		1050 2400× 1200×1150		600 900	可 弯 刮 板 式	SGW-44A	1500×620×180		
MG1.7-9B						SGW-40T	1500×620×180		
底 卸 式		MD3.3-6	3450×1200×1400	600					
		MD5.5-9	4200×1520×1550	900					

双轨曲线段巷道两条轨道中心线间距,为了保证对开列车最突出部分的安全间隙不小

于 0.2m,一般比直线段两条轨道中心线间距加宽 0.3m。同理,双轨曲线巷道,两轨道中心线间距加宽起点也应从两端直线段开始。其长度对机车可取 5m;对 3t 或 5t 底卸式矿车也可取 5m;1t 矿车可取 2m。

(二) 巷道净高度的确定

拱形巷道的净高度系指自道碴面至拱顶内沿或锚杆露出长度终端的垂直高度,如图 1-2 所示。即

$$H = h_0 + h_3 - h_b \quad (1-2)$$

式中 H ——拱形巷道的净高度,m;

h_0 ——拱形巷道的拱高,m;

h_3 ——拱形巷道的墙高,m;

h_b ——巷道内道碴高度,按表 1-6 选取,m。

1. 拱高 h_0 的确定

拱的高度常以巷道净宽的比来表示(称为高跨比)。

半圆拱的拱高 h_0 、拱的半径 R 均为巷道净宽的 $1/2$,即 $h_0 = R = B/2$;圆弧拱与三心拱的拱高,煤矿多取巷道净宽的 $1/3$,即 $h_0 = B/3$,个别矿井为了提高圆弧拱和三心拱的受力性能,取拱高 $h_0 = 2B/5$;金属矿山由于围岩坚固稳定,可将圆弧拱和三心拱的拱高 h_0 取为巷道净宽的 $1/4$ 或 $1/5$ 。

2. 墙高 h_3 的确定

拱形巷道的墙高 h_3 系指自巷道底板至拱基线的垂直距离(图 1-2)。为了满足行人安全,运输通畅,以及安装和检修设备、管缆的需要,拱形巷道的墙高 h_3 ,设计要求按架线电机车导电弓顶端两切线的交点处与巷道拱壁间最小安全间隙要求;按管道的装设高度要求;按人行高度要求;按 1.6m 高度人行宽度要求以及按设备上缘至拱壁最小安全间隙要求等五种情况按表 1-2 中公式计算,并取其最大者。

对于架线电机车运输的巷道,一般按其中架线电机车导电弓子和管道装设高度要求计算即能满足设计要求;其他如矿车运输、仅铺设输送机或无运输设备的巷道,一般只按行人高度要求计算即可满足设计要求,但在人行道范围内 1.8m 以下,不得架设管、线和电缆。

上述计算出的墙高 h_3 值,必须按只进不舍的原则,以 0.1m 进级。

(三) 巷道的净断面积

拱形巷道的净宽和净高确定后,拱形巷道的净断面积便可求出。

半圆拱巷道净断面积: $S = B(0.39B + h_2)$ (1-3)

圆弧拱巷道净断面积: $S = B(0.24B + h_2)$ (1-4)

式中符号意义见图 1-3 和表 1-8。

(四) 巷道风速验算

井下几乎所有巷道都起通风作用。巷道通过的风量是根据对整个矿井生产通风网络求解得到的。当通过该巷道的风量确定后,断面越小,风速亦大。风速越大,不仅会扬起煤尘,影响工人身体健康和工作效率,而且易引起煤尘爆炸事故。为此,《煤矿安全规程》规定了各种不同用途的巷道所允许的最高风速(见表 1-3)。同时,为使矿井增产留有余地和经济风速的要求,一般不选用表 1-3 中所列的最高风速。《煤炭工业设计规范》规定,矿井主要进风巷的风速一般不大于 6m/s。所以设计出巷道净断面后,还必须进行风速验算。即

表 1-2

煤矿常用拱形巷道断面墙高 h_3 计算公式

mm.

计算条件			计算公式 (图 1-3)	
			半圆拱	圆弧拱
按架线电机车导电弓子要求计算			$h_3 \geq h_4 + h_c - \sqrt{(R-n)^2 - (K+b_1)^2}$	$h_3 \geq h_4 + h_c + \sqrt{R^2 - (B/2)^2} - \sqrt{(R-n)^2 - (K+b_1)^2}$
按管道的装设高度要求计算	按电弓子	双轨	$h_3 \geq h_5 + h_7 + h_b - \sqrt{R^2 - (K+m+D/2+b_2)^2}$	$h_3 \geq h_5 + h_7 + h_b + \sqrt{R^2 - (B/2)^2} - \sqrt{R^2 - (K+m+D/2+b_2)^2}$
		单轨	$h_3 \geq h_5 + h_7 + h_b - \sqrt{R^2 - (K+m+D/2-b_1)^2}$	$h_3 \geq h_5 + h_7 + h_b + \sqrt{R^2 - (B/2)^2} - \sqrt{R^2 - (K+m+D/2-b_1)^2}$
	按电机车	双轨	$h_3 \geq h_5 + h_7 + h_b - \sqrt{R^2 - (A_1/2+m_1+D/2+b_2)^2}$	$h_3 \geq h_5 + h_7 + h_b + \sqrt{R^2 - (B/2)^2} - \sqrt{R^2 - (A_1/2+m_1+D/2+b_2)^2}$
		单轨	$h_3 \geq h_5 + h_7 + h_b - \sqrt{R^2 - (A_1/2+m_1+D/2-b_1)^2}$	$h_3 \geq h_5 + h_7 + h_b + \sqrt{R^2 - (B/2)^2} - \sqrt{R^2 - (A_1/2+m_1+D/2-b_1)^2}$
按人行高度要求计算			$h_3 \geq 1800 + h_b - \sqrt{R^2 - (R-j)^2}$	$h_3 \geq 1800 + h_b + \sqrt{R^2 - (B/2)^2} - \sqrt{R^2 - (B/2-j)^2}$
按 1.6m 高度人行宽度要求计算	双轨		$h_3 \geq 1600 + h_b - \sqrt{R^2 - (C' + A_1/2 + b_2)^2}$	$h_3 \geq 1600 + h_b + \sqrt{R^2 - (B/2)^2} - \sqrt{R^2 - (C' + A_1/2 + b_2)^2}$
	单轨		$h_3 \geq 1600 + h_b - \sqrt{R^2 - (C' + A_1/2 - b_1)^2}$	$h_3 \geq 1600 + h_b + \sqrt{R^2 - (B/2)^2} - \sqrt{R^2 - (C' + A_1/2 - b_1)^2}$
按设备上缘至拱壁最小安全间隙要求计算	人行侧	双轨	$h_3 \geq h + h_c - \sqrt{R^2 - (c' + A_1/2 + b_2)^2}$	$h_3 \geq h + h_c + \sqrt{R^2 - (B/2)^2} - \sqrt{R^2 - (c' + A_1/2 + b_2)^2}$
		单轨	$h_3 \geq h + h_c - \sqrt{R^2 - (c' + A_1/2 - b_1)^2}$	$h_3 \geq h + h_c + \sqrt{R^2 - (B/2)^2} - \sqrt{R^2 - (c' + A_1/2 - b_1)^2}$
	非人行侧		$h_3 \geq h + h_c - \sqrt{R^2 - (c' + A_1/2 + b_1)^2}$	$h_3 \geq h + h_c + \sqrt{R^2 - (B/2)^2} - \sqrt{R^2 - (c' + A_1/2 + b_1)^2}$

符 号 注 释

- h_3 ——自巷道底板至拱基线的垂直距离, mm;
 h_4 ——从轨面起电机车架线高度, 取 2000mm 或 2200mm;
 h_c ——从底板至轨面高度(道床总高度), 按表 1-6 选取;
 R ——拱形巷道半径, 半圆拱 $R=B/2$, 圆弧拱 $R=0.542B$;
 n ——电机车导电弓顶端两切线的交点处与巷道拱壁间最小安全间隙, $n \geq 200$ mm, 一般取 $n=300$ mm;
 K ——导电弓宽度之半, 取 $K=360$ mm;
 b_1, b_2 ——轨道中心线与巷道中心线间距;
 h_5 ——从道碴面起至管道悬吊高度, 一般取 $h_5 \geq 1800$ mm;
 h_7 ——管道悬吊件总高, 采用锚杆悬吊时, 一般取 $h_7=900$ mm;
 h_b ——从底板至道碴面的高度, 按表 1-6 取;
 h ——从轨面起车辆的高度, 按表 1-1 选取;
 A_1 ——运输设备最大宽度, 按表 1-1 选取;
 a, c ——运输设备与巷道墙间宽度, mm;
 a', c' ——当运输设备上缘进入巷道拱部范围内时, 设备上缘到拱壁间的距离, 一般 $a' \geq 200$ mm, $c' \geq 800$ mm;
 m ——导电弓距管道间安全间距, 一般取 $m \geq 300$ mm;
 m_1 ——电机车距管道间安全间距, 一般取 $m_1 \geq 200$ mm;
 D ——管道接头处最大直径, mm;
 j ——巷道有效净高不小于 1800mm 处到墙的水平距离, 一般取 $j=200$ mm。

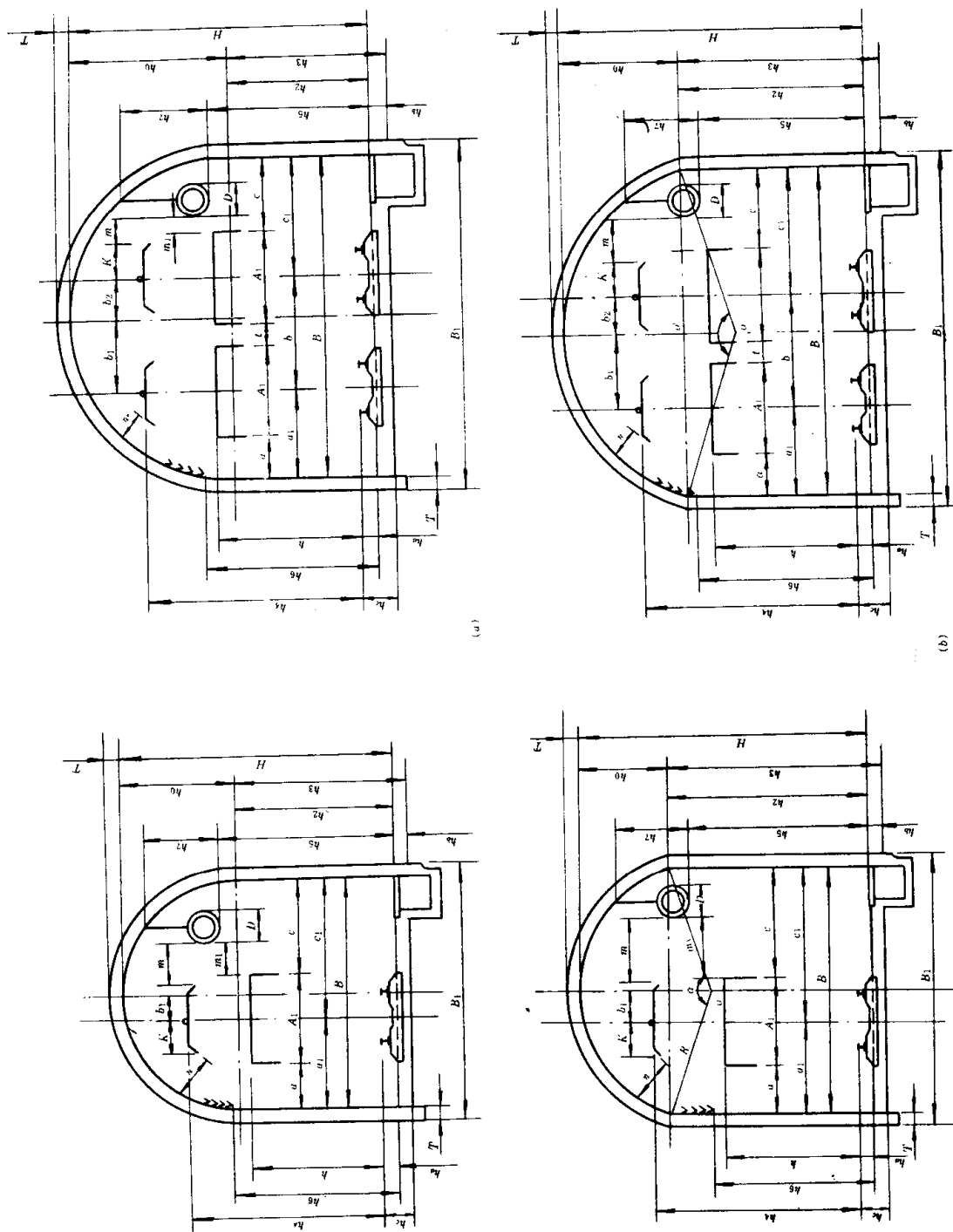


图 1-3 拱形巷道断面
a—半圆拱, b—圆拱

$$v = \frac{Q}{S} \leq v_m \quad (1-5)$$

式中 v ——通过该巷道的风速, m/s;

Q ——根据设计要求通过该巷道的风量, m³/s;

S ——巷道的净断面积, m²;

v_m ——该巷道允许通过的最大风速, 按表 1-3 确定, m/s。

表 1-3 井巷允许风速

井 巷 名 称	允许风速, m/s		说 明
	最 低	最 高	
无提升设备的风井和风硐	—	15	1. 设有梯子间的井筒或进行修理的井筒, 风速不得超过 8m/s; 如果梯子间四周封闭后, 各类井筒的最高允许风速, 仍可按表中规定执行。
专为升降物料的井筒	—	12	
风 桥	—	10	
升降人员和物料的井筒	—	8	
主要进、回风道	—	8	2. 综采工作面, 当采取煤层注水湿润煤体和采煤机喷雾降尘等措施后, 经矿总工程师批准, 可以适当加大风速, 但不得超过 5m/s。
架线电机车巷道	1.0	8	
运输机巷道、采区进、回风巷道	0.25	6	
回采工作面、掘进中的煤巷和半煤岩巷	0.25	4	
掘进中的岩巷	0.15	4	
其它通风人行巷道	0.15	—	

一般对低瓦斯矿井, 按前述方法设计出的巷道净断面尺寸均能满足通风要求。但是, 对高瓦斯矿井往往不能满足。这时巷道的净断面尺寸就需要根据允许的巷道最高风速和《煤炭工业设计规范》规定的最高风速要求来进行计算。

这里需要指出: 经过通风验算合格以后确定的巷道净断面尺寸能满足生产、安全及掘进施工要求是肯定的, 但并非是最合理、最优的断面。近年来, 在巷道断面设计中, 人们越加重视经济效益。提出了“经济断面”的概念。所谓“经济断面”, 系指具有最小年综合费用的巷道断面。具体内容在本节最后专门进行阐述。

(五) 巷道设计和计算掘进断面的确定

1. 支护参数的选择

巷道支护是影响煤矿技术经济指标及安全生产的关键技术问题。长期以来, 棚式支架和砖石、混凝土砌碛一直是煤矿巷道的主要支护形式。近年来, 金属支架和锚喷支护发展较快, 其中金属支架和锚喷支护的巷道已分别占我国统配煤矿全部巷道支护总长度的 16.7% 和 27.5%。特别是在煤及半煤岩巷道中金属支架占的比重达 35.4% 以上。而锚喷支护在岩石巷道中占的比重已超过 50%。

通常应根据巷道的类型和用途, 巷道的服务年限, 围岩的物理-力学性质以及支架材料的特性、来源等因素, 综合分析选择合理的支护形式。即支护方式力求承载能力强, 就地取材, 施工方便, 经济耐用, 维修量小。

支护方式确定后, 即可进行支护参数的选择。支护参数是指各种支架的规格尺寸。如砖石、混凝土的厚度, 木棚子的直径, 钢筋混凝土棚子的断面高度(厚度)及背板厚度, 矿用工字钢和 U 型钢的型号, 锚喷支护的锚杆类型、长度、直径、间距和排距, 喷射混凝土的厚度与标号等。

各种支架的规格尺寸,取决于巷道的跨度和高度,围岩的性质以及支架材料本身的性能和结构形式等因素。迄今为止,国内外对支架的计算方法进行了许多研究和探讨。有的也编制了支架结构计算的程序,利用计算机进行计算。但是鉴于目前作用于支架上的外荷载——地压值尚不能准确地事先确定,而使计算结果的准确性受到影响。因此目前支架参数的选择,一般通过工程类比、现场实测和参考理论计算来确定。

对岩石平巷的支护而言,锚喷支护是主要支护形式。目前,锚喷支护已形成一个支护系列。它包括喷射混凝土支护;锚杆支护;锚杆与喷射混凝土联合支护;锚杆、喷射混凝土与钢筋网联合支护以及与石材或金属支架的联合支护;锚喷网与混凝土等的联合支护。

岩石平巷的锚喷支护参数,可以参考本章第四节支护工作中有关内容,或者《煤矿矿井采矿设计手册》第四篇第四节中提供的经验数据进行具体确定。

2. 道床参数的选择

道床参数是指钢轨型号选取,轨枕规格和道碴高度的确定。

钢轨的型号是以每米长度的质量来表示的。煤矿常用的型号是 11、15、18、24、30 和 33kg/m。钢轨型号根据巷道类型、运输方式及设备、矿车容积和轨距来选用,见表 1-4。

表 1-4 巷道钢轨型号选择表

巷道类型		运输方式及设备	矿车容积	轨距 mm	钢轨型号 kg/m
井底车场及主要 运输大巷		8t、10t 电机车或 12t、14t 机车牵引列车	5t 底卸式 3t 底卸式	900 600	≥30
		<8t 机车	1t 固定式	600	18
		无极绳, ≤5t 机车	1t 固定式	600	15
采区 运输巷道	上、下山	钢丝绳运输	1.5t 固定式	600(900)	15
			1.0t 固定式	600	15
	运输中巷、回风顺槽	≤5t 机车或钢丝绳运输	1.5t 固定式 1.0t 固定式	600(900) 600	15 11 或 15

轨枕的类型及规格应与选用的钢轨型号相适应。目前多使用钢筋混凝土轨枕,木轨枕主要用在道岔处。由于预应力钢筋混凝土轨枕有较好的抗裂性和耐久性,构件刚度大,节约木料,造价低等优点。所以应大力推广使用。常用的轨枕规格见表 1-5。

表 1-5 常用的轨枕规格 mm

轨枕类型	轨距	轨型 kg/m	全长	全高	上宽	下宽
木轨枕	600	11	1200	100	—	120
		15 或 18		120	120	150
		24		140	130	160
钢筋混凝土轨枕	900	15 或 18	1600	120	120	150
		24、30		140	130	160
	600	11 或 15 18	1200	130 130	120 160	140 180
预应力钢筋混凝土轨枕	900	24、30	1700	145	170	200
预应力钢筋混凝土轨枕	600	15 或 18	1200	115	100	140

道床应选用坚硬和不易风化的碎石或卵石,其粒度以 20~30mm 为宜。并不准掺有碎末等杂物,使其具有适当孔隙度,以利排水和有良好的弹性。道碴的高度也应与选用的钢轨型号相适应。其厚度不得小于 100mm,并至少把轨枕 $\frac{1}{2} \sim \frac{2}{3}$ 的高度埋入道碴内,道床宽度可按轨枕长再加 200mm 考虑。道床有关参数见表 1-6 和图 1-4。

表 1-6 道碴道床参数选择表 mm

巷道类型		钢轨型号 kg/m	道床总高度 h_c	道碴高度 h_b	道碴面至轨道面垂高 h_a
井底车场及主要运输巷道		≥ 24	360	200	160
		18	320	180	140
采区运输巷道	上、下山	15 或 18	220	可不铺道碴,轨枕沿底板浮放,也可在浮放轨枕两侧充填掘进矸石	
	运输中巷、回风顺槽	15 或 18	220		

据铁路系统的观测,列车通过时道床的弹性变形仅占 8%~11%。因此,为了减少维护工作量、降低经营费用和提高列车运行速度,大型矿井,特别是采用底卸式矿车运输时,井底车场和主要运输大巷应积极推广整体(固定)道床。这种道床可用混凝土一次浇灌而成,也可先在轨道下铺设轨枕,然后再浇灌混凝土。但是,有底鼓且未做处理的巷道不宜采用整体道床。

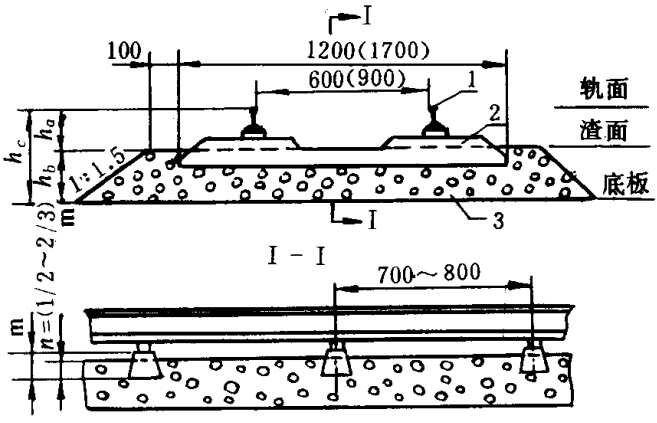


图 1-4 道碴道床结构图

1—钢轨;2—轨枕;3—道碴

3. 巷道设计和计算掘进断面积

巷道的净尺寸加上支架和道床参数后,便可获得巷道的设计掘进尺寸,进而求出巷道的设计掘进断面积。

半圆拱巷道设计掘进断面积:

$$S_1 = B_1(0.39B_1 + h_3) \quad (1-6)$$

圆弧拱巷道设计掘进断面积:

$$S_1 = 0.24B^2 + 1.27BT + 1.57T^2 + B_1h_3 \quad (1-7)$$

式中符号意义参见图 1-3 和表 1-8。

巷道设计掘进断面尺寸加上允许的掘进超挖误差值 $\delta(75\text{mm})$,即可求出巷道计算掘进断面尺寸。

三、水沟设计

为了排除井下涌水及其它污水,创造文明生产的环境,巷道的底板需设置水沟。一般水沟布置在人行道一侧,并加设盖板。若非人行道侧有较大空间时,水沟也可设在非人行道侧,可不加盖板;在有底拱的巷道,水沟一般布置在巷道中间。

水沟盖板顶面与道碴面齐平,水沟底板掘进标高应比巷道壁的基础标高高出 50~