

冶金矿山设计参考资料

下 册

冶金工业出版社

冶金矿山设计参考资料

下 册

《冶金矿山设计参考资料》编写组 编

冶金工业出版社

内 容 提 要

《冶金矿山设计参考资料》包括地质与矿床疏干及地面防排水、露天开采、坑内开采、技术经济指标、采掘运输设备、井建、矿山机械和索道运输等九篇，分上、下两册，上册包括前六篇，下册是后三篇。

本《资料》供冶金矿山设计人员以及从事矿山工作的其他工人、干部和工程技术人员参考。

冶 金 矿 山 设 计 参 考 资 料

下 册

《冶金矿山设计参考资料》编写组 编

(内部发行)

*

冶金工业出版社出版

新华书店北京发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

*

开本小16 印张 33 $\frac{3}{8}$ 插页 1 字数 1113 千字

1974年1月第一版 1974年1月第一次印刷

印数00,001—25,000册

统一书号: 15062·3052 定价 (四) 4.10元

毛主席语录

开发矿业

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

自力更生，艰苦奋斗，破除迷信，解放思想。

打破洋框框，走自己工业发展道路。

前 言

在党的“九大”团结胜利路线指引下，冶金战线广大工人、干部和工程技术人员，坚决响应伟大领袖毛主席关于“**开发矿业**”的号召，狠批了刘少奇一类骗子对冶金工业的干扰和破坏，使冶金工业生产建设的重点逐步转到矿山上来，掀起了一个轰轰烈烈的大打矿山之仗的群众运动。

矿石是冶金工业的原料。矿山设计工作是矿山基本建设的重要环节。为加速冶金矿山工业的发展，由鞍山矿山设计院主编，北京有色冶金设计院、长沙矿山设计院、长沙有色冶金设计院、马鞍山钢铁设计院、南昌有色冶金设计院、昆明有色冶金设计院、西北有色冶金设计院等设计单位参加，共同编写了这本《冶金矿山设计参考资料》。在编写中遵照毛主席关于“**打破洋框框，走自己工业发展道路**”的教导，为适应我国冶金矿山工业发展的特点，取材于国内的生产实践，也吸收了一些国外矿山设计的资料，并力求统一黑色金属矿山和有色金属矿山的共同点，对其不同特点也进行了分述。

本《资料》所涉及的政策、规范、标准和指标等，如有与国家和上级现行规定有矛盾之处，在使用中应以国家和上级现行规定为准。

由于篇幅所限，本书只供初步设计参考。其主要读者对象是从事冶金矿山设计的工程技术人员；也可供从事矿山工作的其他工人、干部和工程技术人员参考。

由于我们深入实际调查研究不够，水平有限，对我国广大工人和工程技术人员在矿山建设和生产实践中所创造的新工艺、新流程、新设备、新技术的收集不够全面，因此缺点错误在所难免，诚恳希望广大读者批评指正。

在编写过程中，曾得到全国几十个生产矿山、基建、设计、科研单位和高等院校的大力支援和协助，在此谨致谢意。

《冶金矿山设计参考资料》编写组

1972年7月1日

30879

目 录

第七篇 井 建

第一章 平硐	1
第一节 平硐断面	1
第二节 巷道支护	6
第三节 碗岔	10
第四节 硐门	12
第二章 斜井	15
第一节 斜井井筒断面确定	15
第二节 斜井铺轨	15
第三节 斜井与车场连接形式	17
第四节 斜井硐室	25
第三章 竖井	26
第一节 竖井井筒断面确定	26
第二节 竖井支护	29
第三节 梯子间、管子间及电缆敷设	33
第四节 竖井井筒装备	35
第五节 马头门	39
第六节 箕斗矿仓和装裁硐室	40
第七节 井底水窝	40
第八节 井下天轮平台及多绳卷扬机硐室	41
第四章 溜井(槽)	44
第一节 溜井(槽)适用条件及溜井(槽)类型	44
第二节 溜井结构	44
第三节 溜井局部加固	56
第四节 溜槽	59
第五节 溜井生产管理和施工注意事项	61
第五章 硐室	62
第一节 一般规定	62
第二节 破碎机硐室	62
第三节 卷扬机硐室	66
第四节 水泵硐室、管子道及水仓	68
第五节 防水闸门硐室	70
第六节 中央变电硐室	71
第七节 坑内炸药库	72
第八节 坑内通风机硐室	73
第九节 服务性硐室	74
第十节 锚杆基础	75
第六章 设计参考资料	76
第一节 结构计算资料	76
第二节 设计常用参考资料	83

第八篇 矿山机械

第一章 坑内机车运输	89
第一节 概述	89
第二节 机车运输	91
第三节 井底车场	107
第四节 坑内轨道	120
第二章 无极绳、重力卷及调度绞车运输	135
第一节 无极绳运输	135
第二节 重力卷运输	144
第三节 调度绞车	147
第三章 钢丝绳胶带运输机	149
第一节 钢丝绳胶带运输机的结构及使用情况	149
第二节 主要计算参数的选取	161
第三节 胶带运输机的选型计算	162
第四节 井下钢丝绳胶带运输机的布置	167
第五节 钢丝绳胶带运输机的保护	168
第四章 斜井(坡)提升	169
第一节 概述	169
第二节 主要计算参数的选取	173
第三节 矿车组提升计算	176
第四节 箕斗提升计算	184
第五节 提升机及提升机房配置	189
第六节 斜井提升布置及车场	198
第七节 提升信号与保安设施	207
第五章 竖井单绳提升	209
第一节 概述	209
第二节 设备选择	209
第三节 井架与卷扬机房配置	226
第四节 提升计算	234
第五节 井口机械	246
第六节 提升信号与保安设施	253
第七节 粉矿回收设施	253
第六章 竖井多绳提升	257
第一节 概述	257
第二节 主要计算参数选取和设备选择	258
第三节 多绳提升机的配置	266
第四节 箕斗装卸矿设施	278
第五节 多绳提升计算	283
第六节 提升信号与保安设施	286
第七节 电梯在坑内矿山的应用	286

第七章 钢绳罐道	289
第一节 概述.....	289
第二节 钢绳罐道的计算.....	289
第三节 钢绳罐道的布置.....	300
第四节 绳索安全卡.....	307
第八章 井下破碎装置	309
第一节 设备选择和计算.....	309
第二节 井下破碎设备的配置.....	314
第九章 压气设施	318
第一节 压气设备选择.....	318
第二节 压气机站.....	323
第三节 压气管网.....	329
第四节 电能消耗计算.....	338
第十章 主通风机	339
第一节 主通风机的选择.....	339
第二节 主通风机房.....	349
第十一章 矿山排水设施	363
第一节 排水设备的选择.....	363
第二节 排水管路.....	386
第三节 主水泵房.....	389
第四节 坑内供水设施.....	394
第五节 矿井泥砂水的处理.....	397
附录 I 常用电动机规格表.....	400
附录 II 常用钢丝绳.....	407

第九篇 架空索道

第一章 概论	437
第二章 基础资料与技术经济指标	438

第一节 基础资料.....	438
第二节 技术经济指标.....	438
第三章 线路选择	440
第四章 双线索道	443
第一节 基本参数的选取及计算.....	443
第二节 承载索及其有关设备的选择和计算.....	444
第三节 牵引索的选择.....	445
第四节 牵引计算及驱动机的选择.....	446
第五节 线路设计.....	451
第六节 站房设计的一般要求.....	461
第七节 站口设计.....	463
第八节 自动迂回设计.....	468
第九节 站内机械化.....	471
第五章 单线索道	484
第一节 基本参数的选取及计算.....	484
第二节 牵引索的选择.....	484
第三节 牵引计算及驱动机的选择.....	485
第四节 线路设计.....	489
第五节 站房设计.....	492
第六章 轻便索道与轻便绳索起重机	496
第一节 双线往复式轻便索道.....	496
第二节 轻便绳索起重机.....	501
第七章 保护设施	505
附录 I 工程用过的部分设备表.....	508
附录 II 国内一些架空索道的技术性能表.....	517
附录 III 线路计算的图表算法.....	522
附录 IV 公式 9-5-63~9-5-68 的推导.....	525

第七篇 井 建

第一章 平 硐

第一节 平 硐 断 面

一、断面尺寸确定 (见图7-1-1)

(一) 有关规定

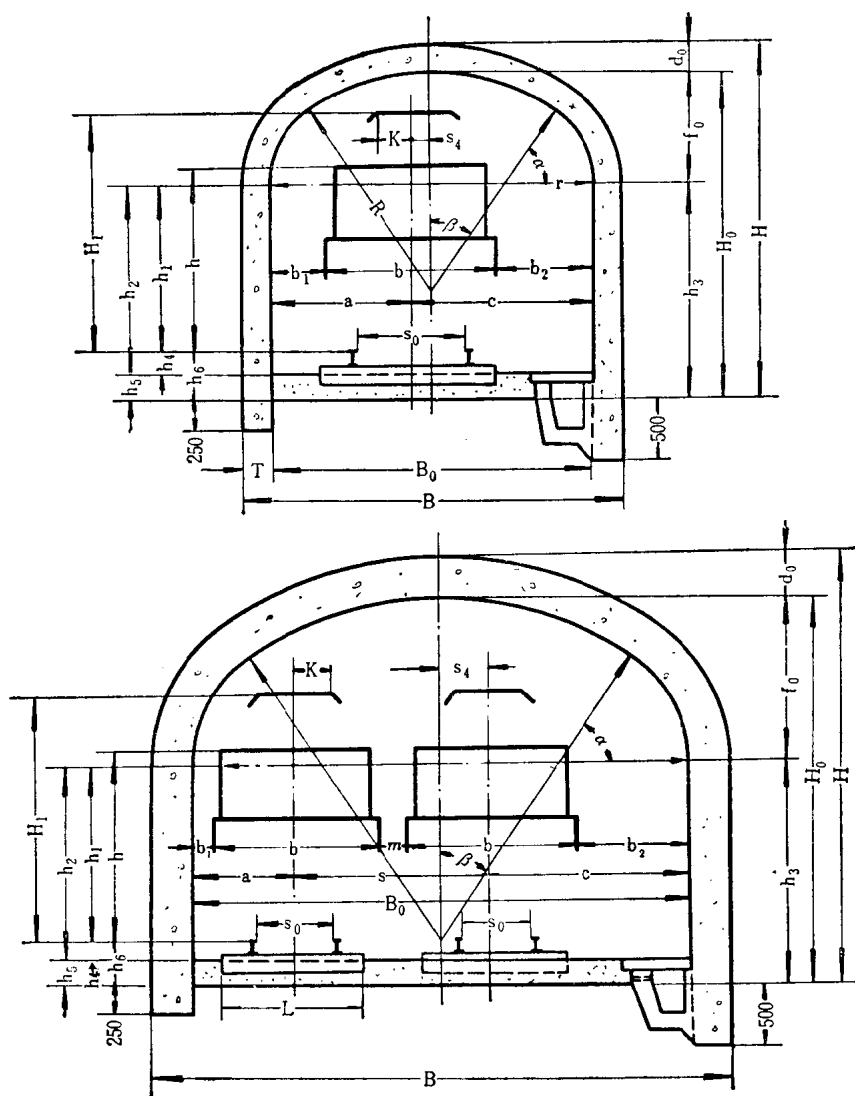


图 7-1-1 断面尺寸

1. 人行道宽度 b_2 见表 7-1-1, 并应注意下列几点:

1) 两条线路之间及溜口(或卸矿口)侧禁止设置人行道;

2) 人行道应尽量不穿或少穿线路;

3) 在人行道侧敷设管路时, 应相应增加人行道宽度。

人行道宽度 b_2 (毫米) 表 7-1-1

人推車	电 机 車		人車停車处的 巷道两侧	矿車摘挂钩处 的巷道两侧
	<14吨	≥14吨		
≥700	800	≥800	≥1000	≥1000

2. 运输设备到支架间隙 b_1 见表 7-1-2。

运输设备到支架间隙 b_1 (毫米) 表 7-1-2

运 输 设 备	支 架 材 料	砖、石、混凝土 及钢筋混凝土砌 凝	不支护、不支护、 钢筋混凝土预制支 架、锚杆、喷射混 凝土
	固定式矿車及小 于3.5米 ³ 的侧卸 式矿車	≥200	≥250
运 输 设 备	大于或等于 3.5 米 ³ 的侧卸式(底 卸式)矿車	≥250~300	≥300~350

3. 线路中心线间距应保证两列对开的列车最突出部分之间的间隙不小于 0.2 米, 并应考虑设置渡线道岔的可能性。各种电机车、矿车的线路中心线间距 s , 参考表 7-1-3 选取。

线路中心线间距 s

表 7-1-3

运 输 设 备 类 型		设备外型尺寸			軌 距 s_0	架綫高度 H_1	s	运 输 设 备 类 型		设备外型尺寸			軌 距 s_0	架綫高度 H_1	s
		长 l	寬 b	高 h						长 l	寬 b	高 h			
坑 內 型 架 綫 式 电 机 車	ZK1.5/100	2100	920 1040	1550	600 762	1600~2000	1200 1300	翻 斗 矿 車	0.55米 ³ 矿車	1600	905	1200	600	—	1200
	ZK3.250	2700	1250	1550	600 762	1700~2100	1500		0.75米 ³ 矿車	1820	1005	1250	600	—	1300
	ZK7/250	4500	1060 1360	1550	600 762	1800~2200	1300 1600		0.75米 ³ 矿車	1820	980	1245	762	—	1300
	ZK7/550	4500	1060 1360	1550	600 762	1800~2200	1300 1600		1.2 米 ³ 矿車	2470	1374	1360	762	—	1600
	ZK10/250	4500	1060 1360	1550	600 762	1800~2200	1300 1600	曲 軌 側 卸 式 矿 車	1.6米 ³ 矿車	2500	1200	1300	600 762	—	1500
	ZK10/550	4500	1060 1360	1550	600 762	1800~2200	1300 1600		2.5米 ³ 矿車	3650	1250	1300	600 762	—	1500
	ZK14/250	4900	1060 1360	1550	600 762	1800~2200	1300 1600		3.5米 ³ 矿車	4430	1766	1530	762	—	2100
	ZK14/550	4900	1060 1360	1550	600 762	1800~2200	1300 1600		4.0米 ³ 矿車	4200	1400	1600	762	—	1700
蓄 电 池 式 电 机 車	ZK20/550	7390	1700	1800	762 900	1800~2200	1600	底 卸 式 矿 車	4.0米 ³ 矿車	4045	1600	1550	762	—	1900
	XK2.5/48	2100	950	1550	600	—	1200		6.0米 ³ 矿車	5250	2010	1645	900	—	2300
	XK2.5/48A	2100	950 1050	1550	762	—	1200 1300	固 定 式 矿 車	0.5米 ³ 矿車	1250	780	1000	600	—	1100
	XK8 6/100,9/132A	4430	1060 1360	1550	900	—	1300 1600		0.7米 ³ 矿車	1630	850	1050	600	—	1100
									1.2米 ³ 矿車	1900	1050	1200	600 762	—	1300
									2.0米 ³ 矿車	3000	1200	1200	600 762	—	1500
									4.0米 ³ 矿車	3700	1550	1330	762 900	—	1900

注: 按电机车、矿車宽度决定的 s , 最后取大值。

4. 曲线巷道按表 7-1-4 规定加宽。

曲线巷道加宽值 表 7-1-4

运 输 方 式	内側加宽	外側加宽	线路中心距加宽
	毫 米		
电机車运输	100	200	200
人推車运输	50	100	100

5. 电机车架线高度 H_1 应满足下列要求:

1) 有人行走的运输巷道内、车场内及人行道与运输巷道交叉地方, 自轨面起不应小于 2.0 米; 不行人的运输巷道内, 自轨面起不应小于 1.8 米;

2) 自斜井井底或竖井马头门到人车停车地点一段巷道内, 自轨面起不应小于 2.2 米(电机车的架线高度见表 7-1-3);

3) 采用架线电机车运输平硐, 在工业广场内不和其它道路交叉的地方, 自轨面起不应小于 2.2 米, 当采

用平硐溜井运输矿山的平硐，矿车顶面距架线应保持有一个矿石最大块度尺寸的距离；

4) 电机车架线与巷道拱顶（支架梁）之距离不应小于0.2米；

5) 电机车架线悬挂在巷道一侧时，人行道应设在另一侧。

6. 巷道底板到轨面高度 h_0 见表 7-1-5 及公式 7-1-1。

$$h_0 = h_{\text{轨}} + h_{\text{垫}} + h_{\text{枕}} + h_{\text{道}} \quad (7-1-1)$$

式中： $h_{\text{轨}}$ ——钢轨高度，毫米，钢轨规格见第八篇第一章；

$h_{\text{垫}}$ ——垫片厚度，毫米；

$h_{\text{枕}}$ ——枕木高度，毫米；

$h_{\text{道}}$ ——枕木下面的道碴厚度，毫米；

用电机车运输时， $h_{\text{道}} \geq 100$ 毫米；

用人推车运输时， $h_{\text{道}} \geq 50$ 毫米。

h_0 值(毫米) 表 7-1-5

钢轨类型，公斤/米		8	11	15	18	24
轨 枕	钢筋混凝土上的	320 (260)	320 (270)	350	350	400
	木材的	300 (250)	320 (360)	320	320	350

注：括号内尺寸为人推车运输时。

7. 巷道最小净高（架线电机车运输巷道除外）自轨面算起不应小于1.8米，采用木支架和钢筋混凝土预制支架的巷道，应考虑100毫米的沉降值，当采用架线式电机车运输时，巷道墙高（ h_1 ）应满足公式(7-1-2)及(7-1-3)要求：

当架线弓子在小拱时，即 $\frac{r-a+K}{r-250} \geq 0.55$ 时

$$h_1 = H_1 - \sqrt{(r-250)^2 - (r-a+K)^2} \geq h \quad (7-1-2)$$

在大拱时，即 $\frac{r-a+K}{r-250} \leq 0.55$ 时

$$h_1 = H_1 - \sqrt{(R-250)^2 - \left(\frac{B_0}{2} - a + K\right)^2} - (R - f_0) \geq h \quad (7-1-3)$$

式中： R ——三心拱的大半径，毫米(见表7-1-6)；

r ——三心拱的小半径，毫米(见表7-1-6)；

K ——架线弓子宽的一半，毫米，一般 $2K = 800 \sim 900$ 毫米。

其它符号见图7-1-1所示。

三心拱要素表 表 7-1-6

f_0	R	r	β	α
$\frac{1}{3}B_0$	$0.692B_0$	$0.262B_0$	$33^\circ 41'$	$56^\circ 19'$
$\frac{1}{4}B_0$	$0.9044B_0$	$0.1727B_0$	$26^\circ 34'$	$63^\circ 26'$
$\frac{1}{5}B_0$	$1.1296B_0$	$0.1287B_0$	$21^\circ 48'$	$68^\circ 12'$

8. 平硐净宽应以100毫米进位；巷道高度 H_0 ，当为梯形断面时以100毫米进位，拱形断面时以10毫米进位。

9. 断面确定后，应进行通风验算，巷道中最大风速见第四篇第七章表4-7-2。

(二) 工程量计算

1. 三心拱巷道见图7-1-1及表7-1-7。

2. 梯形巷道见图7-1-2及表7-1-8。

三心拱巷道断面及工程量计算 表 7-1-7

名 称	计 算 公 式
从轨面起电机车(矿车)高度	h
从轨面算起墙高	h_1
道碴厚度	h_5
道碴面到轨面高度	h_4
巷道底板到轨面高度	$h_0 = h_5 + h_4$
从道碴面算起墙高	$h_2 = h_1 + h_4$
从底板算起墙高	$h_3 = h_2 + h_5$
架线高度	H_1
三心拱高	$f_0 = \frac{1}{3}B_0$
巷道掘进高度	$H = h_3 + f_0 + d_0$
运输设备的宽度	b
运输设备到支架间隙	b_1
两运输设备间的间隙	m
人行道宽度	b_2
巷道净宽 单轨	$B_0 = b_1 + b + b_2$
双轨	$B_0 = b_1 + 2b + m + b_2$
墙厚	T
巷道掘进宽度	$B = B_0 + 2T$
巷道净断面	$S_{\text{净}} = B_0(h_2 + r B_0)$
巷道净周长	$P_{\text{净}} = 2h_2 + 2.33B_0$
巷道拱断面积	$S_{\text{拱}} = 1.33(B_0 + T)d_0$
巷道墙断面积	$S_{\text{墙}} = 2h_3T$
巷道基础断面积	$S_{\text{基}} = (0.5 + 0.25)T$
巷道道碴面积	$S_{\text{道}} = h_5B_0$
巷道掘进断面积	$S_{\text{掘}} = S_{\text{净}} + S_{\text{拱}} + S_{\text{基}} + S_{\text{道}}$

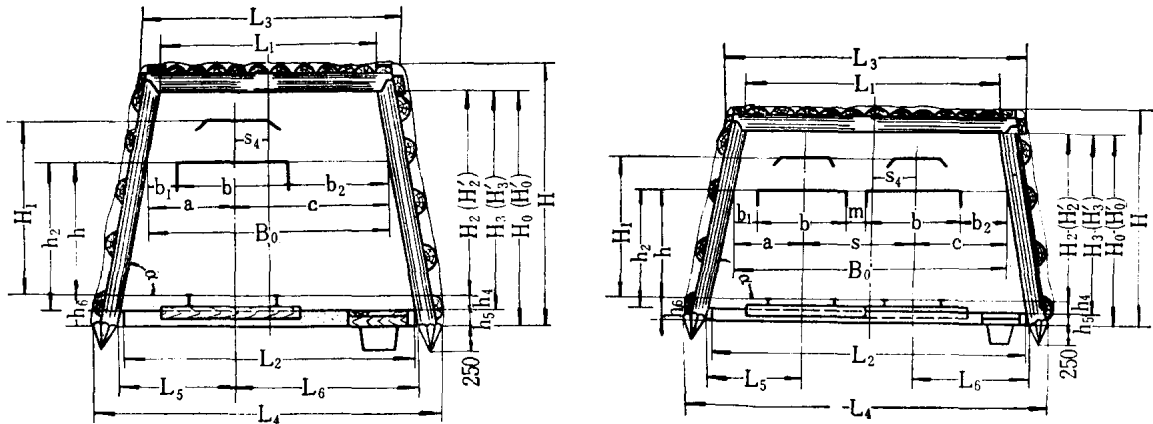


图 7-1-2 梯形巷道断面图

梯形巷道断面及尺寸计算 表 7-1-8

名 称	计 算 公 式
从軌面到支架頂梁的高度*	H_2
从軌面到支架頂梁的高度**	$H'_2 = H_2 + 100$
从道碴面到支架頂梁的高	H_3
度*	
从道碴面到支架梁的高度**	$H'_3 = H_3 + 100$
从底板到頂梁的高度*	H_0
从底板到頂梁的高度**	$H'_0 = H_0 + 100$
从底板到頂板巷道掘进高	$H = H_0 + d + 50 + 100$
度**	
支架立柱傾斜角度	$\alpha = 80^\circ$
在 h 高度的巷道寬度 单軌	$B_0 = b_1 + b + b_2$
双軌	$B_0 = b_1 + 2b + m + b_2$
巷道頂梁淨寬度	$L_1 = B_0 - 2(H_2 - h) \operatorname{ctg} \alpha$
在道碴面水平, 巷道淨寬度	$L_2 = B_0 + 2(h + h_4) \operatorname{ctg} \alpha$
在底板水平軌道中心綫到立	$L_5 = a + (h + h_6) \operatorname{ctg} \alpha$
柱距离	$L_6 = c + (h + h_6) \operatorname{ctg} \alpha$
巷道頂板掘进寬度	$L_3 = L_1 + 2d + 100$
巷道底板掘进寬度 单軌	$L_4 = L_5 + L_6 + 2d + 100$
双軌	$L_4 = L_5 + L_6 + b + m + 2d + 100$
頂梁长度	$L = L_1 + 2d$
支架立柱长度	$L_{柱} = \frac{H'_0}{\sin \alpha} + 250 - \frac{d}{2}$
巷道淨断面	$S_{淨} = \frac{L_1 + L_2}{2} \times H_3$
巷道掘进断面	$S_{掘} = \frac{L_3 + L_4}{2} H$
巷道淨周长	$P_{淨} = L_1 + L_2 + \frac{2H_3}{\sin \alpha}$

注: ① * 沉降后高度, ** 为沉降前高度, 沉降值为 100 毫米;

② 其它符号同表 7-1-7。

二、水沟

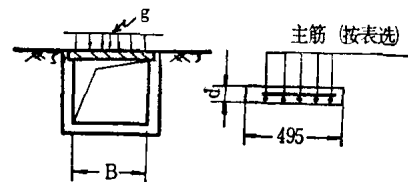
(一) 水沟设计原则

1. 水沟一般应设置在人行道一侧, 其坡度与平硐坡度相同, 一般不应小于 3%。

2. 水沟盖板一般采用钢筋混凝土预制板, 配筋见表 7-1-9; 当采用木盖板时其厚度为 40 毫米。

3. 砌碛巷道的水沟在靠墙一边应留 100 毫米距离, 以便铺设盖板。

4. 水沟充满度取 0.75。



水沟盖板配筋表 表 7-1-9

沟 寬 B 毫米	荷 載 g, 吨/米 ²					
	0.4		1.0		2.0	
	厚度 d 毫米	每 块 配 筋	厚度 d 毫米	每 块 配 筋	厚度 d 毫米	每 块 配 筋
400	50	3 ϕ 4	—	—	—	—
500	50	3 ϕ 4	—	—	—	—
600	50	3 ϕ 4	70	4 ϕ 6	70	4 ϕ 6
700	50	3 ϕ 4	70	4 ϕ 6	70	4 ϕ 6
800	50	3 ϕ 4	70	4 ϕ 6	70	4 ϕ 6
900	50	4 ϕ 4	70	4 ϕ 6	70	4 ϕ 8
1000	50	4 ϕ 4	70	4 ϕ 6	70	4 ϕ 8
1100	50	3 ϕ 6	80	4 ϕ 6	80	4 ϕ 8
1200	50	3 ϕ 6	80	4 ϕ 6	90	4 ϕ 8

注: ① 混凝土标号为 150 号, 鋼筋为 3 号鋼 $R_g = 2100$ 公斤/厘米²;

② 盖板在沟壁上的支承长度不小于 100 毫米;

③ 鋼筋保护层 10 毫米;

④ 井下沒有特殊要求的水沟盖板, 荷載按 0.4 吨/米² 选取。

5. 水沟侧帮坡度 (m)：当混凝土支护或不支护时，一般为1：0.1~1：0.25；
6. 水沟中的最大流速：当混凝土支护时为 5~10 米/秒；木支护时为 6.5 米/秒；不支护时为 3~4.5 米/秒；
7. 水沟的最小流速应满足泥砂不沉淀的条件，水流速度不应小于0.5米/秒；
8. 泄水孔每3~6米设一个，其尺寸为40×40毫米。

(二) 水沟断面见表7-1-10。

排 水 沟 特 征 表 表 7-1-10

水沟支护材料	涌水量, 米³/小时				水沟净尺寸			水沟断面		每米材料消耗量					
	i=3 ‰		i=5 ‰		上宽	下宽	深度	净	掘	水沟支护			水沟盖板		
	从	到	从	到	毫米	毫米	毫米	米²		混凝土米³	钢材公斤	木材米³	混凝土米³	钢材公斤	木材米³
混凝土	0	100	0	120	310	280	200	0.059	0.132	0.073	—	—	0.029	1.21	—
	101	150	121	180	330	280	250	0.078	0.161	0.083	—	—	0.029	1.21	—
	151	200	181	260	350	310	300	0.099	0.192	0.093	—	—	0.029	1.21	—
	201	300	260	340	400	360	350	0.133	0.238	0.105	—	—	0.029	1.21	—
钢筋混凝土	0	100	0	160	360	340	200	0.070	0.101	0.031	1.14	—	0.029	1.21	—
	101	150	161	230	360	340	250	0.088	0.122	0.034	1.41	—	0.029	1.21	—
	151	200	231	270	360	340	300	0.105	0.143	0.038	1.48	—	0.029	1.21	—
	201	300	271	400	400	380	350	0.137	0.181	0.044	1.65	—	0.029	1.21	—
木材	0	100	0	120	310	280	200	0.059	0.082	—	—	0.029	—	—	0.037
	101	150	121	180	330	290	250	0.078	0.103	—	—	0.031	—	—	0.037
	151	200	181	260	350	310	300	0.099	0.129	—	—	0.036	—	—	0.037
	201	300	260	340	400	360	350	0.133	0.167	—	—	0.040	—	—	0.037
不支护	0	100	0	120	380	230	280	0.085	0.085	—	—	—	—	—	—

注：① 本表水沟掘进断面是按巷道者为混凝土支护计算的；
② 钢筋混凝土水沟盖板材料消耗，按有一面挡碴板计算的。

三、管线的敷设

(一) 管道应设在人行道一侧，管的架设一般采用管墩、托架及锚杆吊挂，并应考虑便于维护和修理（见图7-1-3）。

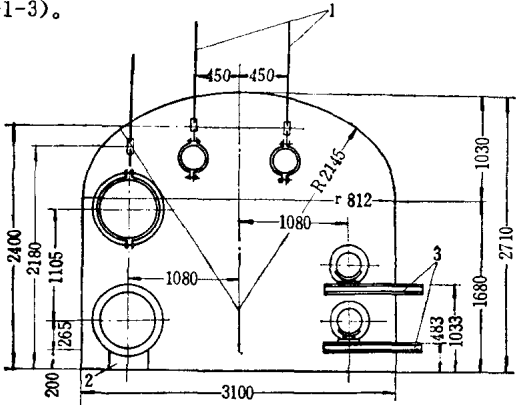


图 7-1-3 三九公司一矿管子巷
1—锚杆吊挂；2—管墩；3—管的托架

(二) 为防止电流腐蚀，在电机车运输巷道内管子应尽量避免沿巷道底板敷设。

四、电缆的敷设要求

(一) 动力电缆与通讯电缆，一般不能悬挂在巷道的同一侧，如需设在同一侧时，要各自悬挂，动力电缆在下面，并保持 300 毫米以上的距离；

(二) 电缆与风、水管平行敷设时，电缆要悬挂在管道上方，并隔开 300 毫米以上的距离。

(三) 木支护的巷道中，为防止电缆被落石砸断，应采用木钩或帆布带悬挂，其强度应保证当有落石情况木钩或帆布带能折断，而不致砸断电缆。

(四) 电缆悬挂高度应保证当矿车掉道时不致撞击电缆，电缆坠落时不致落在轨道上或运输设备上；电缆两悬挂点不应大于 3 米。

五、铺轨见第八篇第一章。

第二节 巷道支护

一、巷道支护的一般原则

(一) 当岩层稳定、节理裂隙不发育, 岩石硬度 $f \geq 6 \sim 8$ 时, 可考虑不支护。

(二) 为了充分利用岩层的承载能力, 减少施工对围岩的破坏, 建议开凿巷道时, 采用光面爆破。

(三) 巷道支护材料的选择, 必须贯彻就地取材, 因地制宜及节约坑木的原则, 在设计中应大力推广锚

杆、锚杆喷射混凝土及喷射混凝土支护, 一般不应采用木支护。

(四) 需要衬砌的巷道, 一般采用等截面圆弧拱或三心拱, 拱矢高为巷道净宽的 $1/3$ 或 $1/4$ 。由于地压问题没有很好解决, 因此衬砌计算不能作为设计的唯一依据, 衬砌尺寸最后应结合现场的实际情况修正。

二、地压计算见表7-1-11。

地 压 计 算 表

表 7-1-11

类 别	简 图	条 件	公 式
深 部 地 压		$H_1 \geq 2.0h$ 时, 并且承压拱的强度和稳定性又在允许范围内	$q = \gamma h$ $h = \frac{a_1}{f}$ $= \frac{\frac{B}{2} + H \tan(45^\circ - \frac{\phi}{2})}{f}$
			$p_1 = \gamma h \tan^2(45^\circ - \frac{\phi}{2})$ $p_2 = (h + H) \tan^2(45^\circ - \frac{\phi}{2})$ 当H不大时, 可按均布计算 $p = \frac{p_1 + p_2}{2}$
浅 部 地 压		$H_1 < 2.0h$ 时, 或由于其它情况巷道上方不能形成承压拱时	$q = \gamma H_1 - \frac{\gamma H_1^2 A_0 \tan \phi}{2(\frac{B}{2} + a)}$ $= \gamma H_1 (1 - \frac{N H_1}{2 B_1})$ $N = A_0 \tan \phi$ 当 $H_1 > \frac{B_1}{N}$ 时, q 与 H_1 无关
			$p_1 = \gamma H_1 \tan^2(45^\circ - \frac{\phi}{2})$ $p_2 = \gamma (H_1 + H) \tan^2(45^\circ - \frac{\phi}{2})$
地 震 荷 载			$g_1 = \gamma h' K_c$ $f \geq 2 \quad g_2 = p_0 K_c$ $f < 2 \quad g_2 = \Delta p + p_0 K_c$
衬 砌 自 重			$g_3 = \gamma_0 d_0$

表中: H_1 ——巷道埋置深度 (从衬砌拱顶至地表), 米;

h ——承压拱高, 米;

γ ——岩层容重, 吨/米³;

B ——巷道掘进宽度, 米;

H ——巷道掘进高度, 米;

ϕ ——地层内摩擦角, 度, 见表 7-6-18;

f ——岩石硬度;

A_0 ——侧压力系数见表 7-6-17, $A_0 = \operatorname{tg}^2(45^\circ - \frac{\phi}{2})$;

p_0 ——衬砌自重 = $\frac{\text{一半衬砌重量}}{H}$;

h' 及 Δp ——见公式 (7-1-4) 及 (7-1-5);

K_c ——地震系数见表 7-1-12;

β ——计算地压时内摩擦角增减值见表 7-1-12。

地震系数 K_c 及 β

表 7-1-12

地震计算烈度	7	8	9
地震系数 K_c	1/40	1/20	1/10
β , 度	± 3	± 3	± 6

$$h' = \frac{1}{f} \left\{ \frac{B}{2} + \frac{1}{2} H \left[\operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\phi - \beta}{2} \right) + \operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\phi + \beta}{2} \right) \right] \right\} \quad (7-1-4)$$

$$\Delta p = \gamma \left(h' + \frac{H}{2} \right) \left[\operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\phi - \beta}{2} \right) - \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) \right] \quad (7-1-5)$$

三、支护

(一) 支护材料选择见表 7-1-13。

支 护 材 料 选 择

表 7-1-13

支护类型	作用	服务年限 年	适用条件	不适用条件
不支护		不限	岩石硬度 $f \geq 6$, 裂隙等级小于 3*	易风化的岩层
喷 浆	防止风化	不限	$f \geq 6$, 裂隙等级小于 3, 易风化的岩层	与砂浆不粘结的岩层及其有膨胀性的岩层
锚 杆	主动承压	不限	$f \geq 4$, 裂隙等级小于或等于 3	节理裂隙特别发育 (裂隙等级为 4) 岩层及易风化岩层
锚杆喷浆	防止风化 主动承压	> 5	$f \geq 4$, 裂隙等级小于或等于 3	与砂浆不粘结的岩层有膨胀性的岩层
喷射混凝土	防止风化 主动承压	不限	$f \geq 4$, 裂隙等级等于 4	与砂浆不粘结的岩层, 具有膨胀性的岩层及大面积滴水 (渗水) 的岩层
锚杆喷射混凝土	防止风化 主动承压	≥ 5	$f > 2$, 除具有膨胀性岩层、大面积滴水 (渗水) 的岩层、与混凝土不粘结的岩层、极不稳定岩层及大断层破碎带外, 皆可考虑采用。	
钢筋混凝土预制支架	被动承压	5~10	$f \geq 4$, 巷道净宽小于 3 米	有动压、有膨胀性的岩层
混凝土、料石砌碹	被动承压	≥ 5	$f \leq 4$, 裂隙等级为 4	
钢筋混凝土砌碹	被动承压	≥ 5	岩质松软、有动压岩层及极不稳定岩层	

* 详见表 7-6-20 及表 7-6-21。

(二) 喷射混凝土

1. 喷射混凝土支护厚度见表 7-1-14。

喷射混凝土支护厚度(毫米) 表 7-1-14

巷道净宽 B ₀ 米	岩石硬度 f				
	3	4~6	6~8	8~10	>10
3	50	50			
4	100	100			
5	150	100			
6	150	100	100		
8		150	100		
10	—	200	150	100	
12~14	—	200	150	150	100
16~18	—	200	200	200	150

注：① 当岩层稳定、整体性好，又在本表粗黑线以上的条件时，为防止岩层风化，可喷射细骨料的混凝土或砂浆，其厚度为30~50毫米；喷射混凝土厚度在100毫米以上时，可考虑采用锚杆喷射混凝土；
② 本表系参照原建筑工程部设计局直属专业设计室等单位编制的“整体式衬砌断面图表”支护厚度取其三分之一，并参考国内应用喷射混凝土实例编制的；
③ 当采用锚杆喷射混凝土支护时，其厚度可适当减薄。
2. 喷射混凝土及锚杆喷射混凝土支护实例见表7-1-15及表7-1-16。

锚杆喷射混凝土在不复地质条件下的应用 表 7-1-15

单位	工程名称	巷道净宽 米	地质条件	支护型式	支护厚度 毫米	生产情况
×××矿	2号主巷道	7	角闪片岩，绿泥石化云母片岩，有裂隙水，f=1.5~2	喷射混凝土	100	
冶山铁矿	东矿区1号平硐硐口	3.1	风化花岗岩，f=2	喷射混凝土	30~50	
冶山铁矿	北矿区东大巷	4.0	闪长岩，f=2~3，有破碎带多处	喷射混凝土	20~70	一年后局部有裂缝出现
梅山铁矿	305穿脉	6.0	高岭土化安山岩，节理发育易片落，遇水后成泥状	锚杆喷射混凝土	70~80	
撫順矿务局紅旗矿	603绞车硐室	6.0	松软的頁岩，中間有一处断层，頂板易冒落	锚杆喷射混凝土	50	現有裂缝
本溪鋼鐵公司	南芬选厂泄洪洞	3.2	泥质頁岩，有断层，f=1~2	喷射混凝土加鋼絲网、鋼軌	50~100	一米加一根鋼軌
×××铁矿	平硐	7.0	风化的花岗岩闪长岩有断层、破碎带，冒頂高3~4米	喷射混凝土	50~80	

喷射混凝土实例 表 7-1-16

应用单位	巷道净宽 米	地质条件	支护型式	支护厚度 毫米	生产情况
××铁矿主平硐	6	花岗岩闪长岩 f=4~10	喷射混凝土	50~150	局部采用锚杆喷射混凝土
××铁矿主平硐	7	輝长岩、花岗岩、花岗岩闪长岩，岩层较稳定，节理较发育	喷射混凝土	50~70	
××铁矿施工巷	2~3	花岗岩闪长岩	喷射混凝土	50~100	

续表 7-1-16

应用单位	巷道净宽 米	地质条件	支护型式	支护厚度 毫米	生产情况
南芬泄洪支洞	φ2.0	泥质、炭质、钙质頁岩, f=1~4	噴射混凝土	50~100	
弓长岭140大巷	6	混合岩, f=8~10	锚杆噴射混凝土	50~100	
梅山鉄矿水泵及变电硐室	5~7	石英粗面岩, f>6	锚杆噴射混凝土	100~150	采用光面爆破
牟定銅矿	11	长石石英岩, 节理比較发育, f>10	锚杆噴射混凝土	100	
香寮矿水泵硐室	5~6	花崗岩, 节理中等, f=10	噴射混凝土	30	局部地段采用锚杆噴射混凝土
电耙巷道	2.0	角頁岩、石灰岩, 岩性复杂, 局部地段节理裂隙发育	噴射混凝土配鋼筋	100~200	經附近14吨炸药爆破考驗

(三) 锚杆支护见表7-1-17及表7-1-18。

(四) 混凝土、混凝土块、料石支护厚度见表7-1-

锚杆长度(米) 表 7-1-17

岩石硬度, f	巷 道 净 宽, 米									
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
3	0.8	1.0	1.3	1.5	1.7	2.0	2.3	—	—	
≥ 4	0.8	0.8	1.0	1.2	1.5	1.7	2.0	2.2	2.5	

注: ① 一般采用砂浆锚杆, 杆体直径φ16~18毫米, 杆距为0.8×0.8米, 1.0×1.0米及1.2×1.2米, 砂浆配合比为水泥:砂=1:1.1~1:1.2(重量比), 水灰比为0.4~0.5, 速凝剂为氯化钠, 加入量为水泥重量的2.5~10%;

② 也可采用废鋼絲绳代替螺紋鋼筋。

砂浆锚杆試驗数据 表 7-1-18

		锚固深度, 毫米					
		100	200	300	400	500	600
φ19	锚固力Q, 吨	3.5	4.66	6.43	8.33	7.88	9.00
	位移量δ, 毫米	17	16	6	21	11	27
	单位面积上的 粘結力, c 公斤/厘米 ²	64.7	40.3	35.6	34.8	26.4	25.1
φ18	Q, 吨	3.26	6.72	10.46	11.5	11.88	12.6
	δ, 毫米	12	15	16	21	34	34
	c, 公斤/厘米 ²	57.7	66.2	61.4	50.8	41.9	37.0
φ18 带弯鈎	Q, 吨	3.66	11.43	10.92	10.87	12.93	13.08
	δ, 毫米	14	17	61	28	30	46
	c, 公斤/厘米 ²	64.8	101	64.2	48	45.6	38.5

注: 本表摘自建字02部队 011 部队, 黑色冶金矿山研究院編写的“鋼筋砂浆杆柱試驗研究与应用”。

19。

混凝土、混凝土块及料石支护厚度表 表 7-1-19

巷道净宽 米	岩石硬度					
	f=4~6			f=3		
	混凝土	混凝土块	料石	混凝土	混凝土块	料石
3.0	200	250	250	250	250	300
3.5	250	300	300	300	300	350
4.0	300	300	300	350	350	350
4.5	300	350	350	350	350	350
5.0	300	350	350	350	350	—
5.5~6.0	300	350	350	400	—	—

注: ① 混凝土标号为150号;

② 料石的极限抗压强度不应小于400公斤/厘米²;

③ 巷道净宽大于6米的支护厚度參见表7-6-23选取。

(五) 木支护直径选择见表7-1-20。

平巷木支护直径选择表 表 7-1-20

巷道净宽 米	支架直径 毫米	每米巷道支架数, 架/米	
		f=4~6	f=3
1.8	160	1.0	1.0
2.0	160	1.0	1.5
2.4	180	1.5	2.0
2.6	180	2.0	2.0
3.0	200	2.0	2.5
3.2	200	2.5	3.0
3.4	200	3.0	3.5
3.6	220	3.0	4.0
3.8	220	3.0	4.0
4.0	220	3.5	4.0
4.5	220	4.0	

(六) 钢筋混凝土预制支架

1. 钢筋混凝土预制支架棚距按表7-1-21确定。

钢筋混凝土预制支架棚距(米) 表 7-1-21

梯形巷道 顶部净宽 米	支架规格尺寸, 毫米		岩石硬度, f	
	宽 度	高 度	3~4	5~6
1.4~2.0	100	200	0.7	1.0
2.1~2.4	120	220	0.7	1.0
2.5~2.6	120	220	0.5	0.7

注: ① 此表偏重于理论计算, 在使用中应根据岩石压力实际情况和已有经验自行修正;

② 在岩石硬度 f 小于 3 的松软岩层中采用钢筋混凝土预制支架, 在使用前进行试验架设, 当试验取得良好效果后, 再大批架设。

2. 梯形巷道构件规格见表7-1-22 及图 7-1-4。

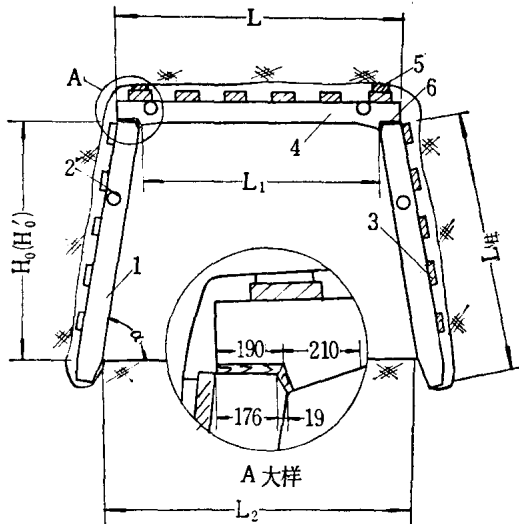


图 7-1-4 钢筋混凝土预制支架

- 1—立柱; 2—撑木; 3—钢筋混凝土背板; 4—顶梁;
5—防腐木楔; 6—20毫米厚防腐木垫板

梯形巷道构件规格、重量及材料消耗 表 7-1-22

构 件	梯形巷 道尺寸 米	规 格			一根构 件 重 公斤	一根构件材料消耗		
		长	宽	高		混凝土 米³	钢 筋	
							A _s	A _v
		毫米	毫米	毫米		公斤	公斤	
頂 部 淨 寬 L ₁	1.4	1830	100	200	90	0.036	4.95	7.36
	1.5	1930	100	200	95	0.038	6.28	9.08
	1.6	2030	100	200	100	0.040	6.53	9.53
	1.7	2130	100	200	105	0.042	8.31	11.59
	1.8	2230	100	200	110	0.044	8.53	12.23
	1.9	2330	100	200	115	0.046	10.52	14.80
	2.0	2430	100	200	120	0.048	10.91	15.25
	2.1	2530	120	220	165	0.066	13.66	19.06
	2.2	2630	120	220	172	0.069	14.14	19.63
	2.3	2730	120	220	178	0.071	14.61	20.15
	2.4	2830	120	220	185	0.074	18.12	23.93
	2.5	2930	120	220	192	0.077	15.68	21.58
2.6	3030	120	220	198	0.079	16.26	22.43	
立 柱 <								

注: ① 混凝土标号为 200 号;

② 当 $f=3\sim4$ 时, 采用密集背板; $f=5\sim6$ 时, 间隔背板; $f=7\sim8$ 时, 采用稀疏背板。

第三节 碛 岔

一、碛岔型式见图 7-1-5。

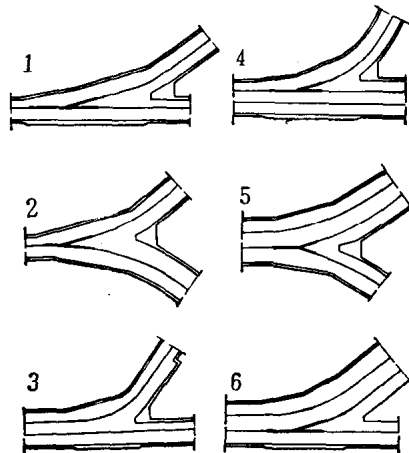


图 7-1-5 碛岔型式