

中华人民共和国行业标准

铁路隧道辅助坑道技术规范

**Technical code for service gallery
of railway tunnel**

TB 10109—95

主编单位:铁道部隧道工程局

批准部门:中华人民共和国铁道部

施行日期:1995年4月1日

1995 北 京

关于发布《铁路工程地质遥感技术规程》和《铁路隧道辅助坑道技术规范》 的 通 知

铁建函[1995]95 号

《铁路工程地质遥感技术规程》(TB10041—95)和《铁路隧道辅助坑道技术规范》(TB10109—95)经审查批准,现予发布,自1995年4月1日起施行。

本规范由部建设司负责解释。出版发行由建设司标准科情所负责组织。

铁 道 部

一九九五年一月十一日

目 次

1	总则	1
2	术语	3
3	辅助坑道的设置	5
3.1	勘测要求	5
3.2	位置选择	5
3.3	平面、纵断面和横断面	6
4	洞口与井口	7
4.1	横洞、平行导坑和斜井洞门	7
4.2	竖井锁口圈	7
5	支护	8
5.1	一般规定	8
5.2	横洞、平行导坑和斜井支护	8
5.3	竖井支护	10
5.4	坑道特殊地段支护	11
5.5	洞室支护	12
6	车场	13
6.1	一般规定	13
6.2	斜井和竖井车场	14
7	运输与提升	17
7.1	一般规定	17
7.2	横洞和平行导坑运输	18
7.3	斜井提升	18
7.4	竖井提升	20
7.5	信号和通信	21
8	栈桥和井架	22

8.1	一般规定	22
8.2	斜井栈桥	22
8.3	竖井井架	22
9	通风	24
9.1	横洞和平行导坑通风	24
9.2	斜井和竖井通风	24
10	防水和排水	26
10.1	一般规定	26
10.2	防水	26
10.3	横洞和平行导坑排水	27
10.4	斜井和竖井排水	27
10.5	排水设备	28
11	供电、配电和照明	30
11.1	一般规定	30
11.2	供电和配电	30
11.3	照明	32
12	施工	33
12.1	一般规定	33
12.2	横洞和平行导坑施工	33
12.3	斜井施工	34
12.4	竖井施工	34
附录 A	本规范用词说明	36
附加说明	37
《铁路隧道辅助坑道技术规范》	条文说明	38

1 总 则

1.0.1 为适应铁路隧道辅助坑道设计和施工的需要,使修建的辅助坑道符合技术先进、经济合理、安全适用的要求,制订本规范。

1.0.2 本规范适用于标准轨距铁路山岭隧道各类辅助坑道的设计和施工。

1.0.3 铁路隧道辅助坑道可分为横洞、平行导坑、斜井和竖井四种类型。

1.0.4 铁路隧道辅助坑道的设置,应根据隧道长度、施工期限、地形、地质、水文等条件,结合施工、通风、排水、防灾和运营服务等方面的需要综合考虑,通过技术、经济比较确定。各类辅助坑道可单个、多个或组合设置。

1.0.5 各类辅助坑道的设置,必须有利于施工及运营、缩短工期、发挥投资效益,并能至少达到下列之一的要求:

1.0.5.1 起到增加隧道工作面,加快施工进度,满足工期要求的作用。

1.0.5.2 解决隧道主体工程施工中的运输、通风、排水、弃碴、处理塌方或通过不良地质地段等特殊要求。

1.0.5.3 适应隧道运营期间通风、排水、防灾或增建第二线的需要。

1.0.6 各类辅助坑道的净空必须满足运输提升、设备进洞、通风、排水及安全间隙等要求,兼顾运营服务的辅助坑道,尚应满足有关使用的要求。

1.0.7 各类辅助坑道,根据其施工、运营期间的服务性质,应按下列要求设置和处理:

1.0.7.1 按设计要求兼作运营期间服务坑道者,应按永久性建筑物设置,并做好排水系统。

1.0.7.2 隧道主体工程竣工后不予利用者,应本着固本简末的原则,在保证隧道安全的条件下,加强洞(井)口、软弱围岩段及辅助坑道与正洞连接段的衬砌,并做好排水系统;封闭洞(井)口时,应设置安全、检查设施。

1.0.8 铁路隧道辅助坑道的洞(井)口位置选择、施工场地布置及弃碴处理等,均应注意环境保护,不占良田,少占农田,防止弃碴堵塞河道、沟渠、道路交通,并应减少由于辅助坑道的修建对农田、水利和人民生活用水的影响,同时采取弃碴造田、恢复水源等补救措施。

1.0.9 瓦斯地层隧道辅助坑道的设计和施工,应符合铁道部《铁路瓦斯隧道技术暂行规定》的要求。

1.0.10 修建铁路隧道辅助坑道除应符合本规范外,尚应符合国家和铁道部现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 平车场

斜井井身内的轨道线路直接过渡到井口(或井底)处的车场。

2.0.2 甩车场

斜井井身内的轨道线路从旁侧引出后过渡到井口(或井底)处的车场。

2.0.3 单绳提升

提升机运转时,只通过一根钢丝绳带动容器沿井身作上下直线运动的提升方式。

2.0.4 单钩提升

一台提升机通过一根钢丝绳提升一个容器。

2.0.5 双钩提升

一台提升机通过两根钢丝绳同时提升与下放一个容器。

2.0.6 围抱角

提升钢丝绳与天轮接触段的平面角。

2.0.7 钢丝绳弦长

钢丝绳离开天轮的接触点到钢丝绳与卷筒接触点间的距离。

2.0.8 钢丝绳偏角

钢丝绳弦偏离天轮平面的水平角。

2.0.9 钢丝绳仰角

钢丝绳弦与水平线所成的角度。

2.0.10 主井

专门提升石碴的斜井或竖井。

2.0.11 副井

升降人员、运送设备和材料的斜井或竖井。

2.0.12 混合井

既提升石碴,又升降人员、运送设备和材料的斜井或竖井。

2.0.13 罐道

井筒中提升容器的导向装置。

2.0.14 设计涌水量

斜、竖井所担负的施工工区(包括隧道正洞、井身、井底车场、泵站、管子道、水仓等洞室)经采取预注浆、锚喷、模筑混凝土等措施后,按堵水效果达 $20\%\sim 50\%$ 的前提下,所计算的施工工区涌水量。

2.0.15 最大涌水量

斜、竖井所担负的施工工区按不考虑预注浆、锚喷、模筑混凝土等措施的堵水效果,所计算的施工工区涌水量。

3 辅助坑道的设置

3.1 勘测要求

3.1.1 辅助坑道勘测资料收集的内容和范围,应根据各设计阶段的内容和要求,结合辅助坑道的特点确定。勘测时应认真地进行调查、测绘、勘探和试验工作,做到收集资料齐全、准确,满足设计要求。

3.1.2 斜井、竖井调查测绘时,井口应有布置提升系统的场地条件,井口高程应满足防洪要求。

3.2 位置选择

3.2.1 辅助坑道应选择在稳定地层中,避免穿过工程地质、水文地质复杂和严重不良地质地段,当必须通过时,应有充分的理由和切实可行的工程技术措施。

3.2.2 傍山、沿河线的隧道,一侧山体不厚,可设置横洞。横洞位置应根据工期、地形、地质及出碴和通风的要求,选在有工作场地和便利出碴的处所。

3.2.3 埋深较大的越岭长隧道,在没有条件设置斜井、竖井或有其他要求时,可在洞口段设置平行导坑并符合下列规定:

3.2.3.1 对于预留第二线的隧道,平行导坑应设在二线位置上,否则应设在地下水发育或出碴运输方便的一侧。

3.2.3.2 平行导坑长度应根据施工组织设计确定。

3.2.3.3 平行导坑与隧道的净距应按地质条件、施工方法等因素确定,宜采用 15~20m。

3.2.4 斜井位置应根据工期要求和地形、地质等条件选定,井口应设在工程地质条件好、涌水量较少的地段,并应便于提升设备及车场、转碴场地的布置。斜井长度应根据技术经济比较确定。

3.2.5 竖井位置的选择应满足长隧道竖井深度小于 **200m**, 特长隧道竖井深度小于 **400m** 的要求, 否则应有充分的技术经济比较依据。条件许可时可设简易竖井, 深度宜小于 **40m**。竖井宜避免穿过含水的砂层及卵砾石地层。竖井宜设在隧道一侧, 与隧道的净距宜为 **15~20m**。

3.3 平面、纵断面和横断面

3.3.1 横洞、斜井轴线与隧道中线斜交时, 交角不宜小于 **40°**; 正交时应设连接通道, 连接通道中线与隧道中线交角宜选用 **40°~45°**。竖井井下与隧道之间宜设双侧连接通道。平行导坑与隧道之间应设横通道, 其间距不宜小于 **120m**, 横通道中线与隧道中线交角宜为 **40°**。在曲线地段平行导坑的线间距应加宽, 加宽办法应符合本规范 **6.1.1** 条的规定。

3.3.2 横洞底部应有向洞外不小于 **3‰** 的下坡。平行导坑纵向坡度应与正洞一致, 其底部高程应较隧道底面低 **0.2~0.6m**。斜井倾角必须与提升方式相适应; 胶带输送机提升不得大于 **15°**, 箕斗提升不得大于 **35°**。矿车提升不得大于 **25°**。矿车提升的斜井井底应设平坡段, 斜井井身纵断面不宜变坡, 井身每隔 **30~50m** 可设一个躲避洞; 井口和井底变坡点应设竖曲线, 有轨运输的竖曲线半径宜采用 **12~20m**。竖井井底车场连接通道重车方向宜为下坡, 其坡度不宜小于 **2‰**。

3.3.3 辅助坑道的横断面, 应根据地质情况, 按运输车辆及设备、各种管线、人行道、安全间隙等条件确定。

4 洞口与井口

4.1 横洞、平行导坑和斜井洞门

4.1.1 横洞、平行导坑洞口及斜井井口应修建洞门。对于完整不易风化的硬岩或采用喷锚加固的洞口,可只做洞门框。

4.1.2 洞门结构形式应根据地形、地质、水文等条件选用端墙式、翼墙式或台阶式等。**IV**类及以上围岩采用斜交洞门时,其端墙与辅助坑道中线的交角不应小于 45° 。

4.1.3 洞门端墙宜高出仰坡坡脚 **0.5m**,洞门端墙与仰坡之间水沟的沟底至衬砌拱顶外缘的高度不宜小于 **0.5m**;水沟底下如有填土应紧密夯实,洞顶仰坡土石有剥落可能时,坡面应清理加固。

4.1.4 洞门端墙、翼墙和洞口挡墙的基础,必须置于稳固地基上,并埋入地面下一定深度,土质地基埋入的深度不应小于 **1m**。

在冻土上设置基础时,基础应埋入冻结线以下或采用其他措施。

4.1.5 洞门应及早施工。洞门端墙应与拱墙衬砌同时施工,连成整体。

洞门的排水、截水设施应配合洞门施工,并与洞外排水系统连通。

4.2 竖井锁口圈

4.2.1 竖井井口应修建锁口圈。锁口圈应采用混凝土或钢筋混凝土灌注。

4.2.2 锁口圈应高出地面至少 **0.25m** 或灌注环形挡墙,并做好井口场地排水沟。

4.2.3 锁口圈应与下部井颈连成整体。当锁口圈作为井架基础时,应与井架结构连成整体。

5 支 护

5.1 一般规定

5.1.1 选用辅助坑道支护类型时,应优先采用喷锚支护。对运营期间用作泄水洞、运营通风道等的辅助坑道,应按使用要求设衬砌。

5.1.2 辅助坑道洞口、岔洞处及与正洞连接段的支护结构应符合下列规定:

5.1.2.1 横洞与平行导坑洞口、斜井井口应设置长度不小于 5m 的模筑混凝土衬砌。

5.1.2.2 竖井锁口圈应与由地表深入基岩或稳定表土层 2~3m 的井壁连成整体,并应采用模筑混凝土或钢筋混凝土衬砌。

5.1.2.3 岔洞处及与正洞连接段的模筑混凝土或钢筋混凝土衬砌,应向各洞身方向延伸,其长度不得小于 5m。

5.1.3 辅助坑道位于两种围岩交接地段,围岩较差地段的支护结构应向围岩较好地段延伸,其长度不得小于 5m。

5.1.4 辅助坑道位于软硬地层分界处,衬砌宜设沉降缝。

5.1.5 辅助坑道衬砌不设仰拱时宜做铺底,铺底厚度不得小于 10cm,采用无轨运输时不得小于 15cm。

5.2 横洞、平行导坑和斜井支护

5.2.1 横洞、平行导坑及斜井的支护,应根据围岩类别、工程地质、水文地质、坑道宽度、埋置深度、施工方法等确定。采用喷锚支护时,其参数可按表 5.2.1 选用。

横洞、平行导坑及斜井喷锚支护参数 表 5.2.1

围岩类别	喷 锚 支 护 参 数
VI	不支护,局部喷射混凝土或水泥砂浆护面

围岩类别	喷锚支护参数
V	局部喷射混凝土,厚度 5cm
IV	喷射混凝土厚度 5~8cm,局部设置锚杆,长度 2m
III	喷射混凝土厚度 8~10cm,拱部设置锚杆,长度 2.0~2.5m,间距 1.0~1.2m,必要时拱部设置钢筋网
I	喷射混凝土厚度 10~15cm,设置系统锚杆,长度 2.5~3.0m,间距 1.0m,设置钢筋网

注:① I 类围岩地段应采用特殊支护措施;

②拱部设置锚杆而墙部不设或局部设置锚杆时,拱脚处锚杆应适当加长、加密;

③钢筋网的网筋直径宜选用 6~8mm,网格间距宜选用 15~30cm;

④表中参数适用于坑道宽度小于或等于 5m 的情况,当坑道宽度大于 5m 时,应另行设计。

5.2.2 横洞、平行导坑及斜井按使用要求设衬砌时,其参数可按表 5.2.2 选用。

横洞、平行导坑及斜井衬砌参数

表 5.2.2

围岩类别	喷锚衬砌	模筑混凝土衬砌	复合衬砌	
			初期支护	二次衬砌
VI	5cm	20cm	按表 5.2.1 选用	20cm
V	5cm	20cm	同上	20cm
IV	10cm 局部设置锚杆,长度 2.0~2.5m	25~30cm	同上	20cm
III	——	35~40cm	同上	25~30cm
I	——	45~50cm,必要时设仰拱	同上	35~40cm,必要时设仰拱

注:① I 类围岩地段应特殊设计;

②喷锚衬砌仅适用于地下水不发育,无侵蚀性,并能保证光面爆破效果的 IV 类及以上围岩地段;

③表中参数适用于坑道宽度小于或等于 5m 的情况,当坑道宽度大于 5m 时,应另行设计。

5.3 竖井支护

5.3.1 竖井支护应根据围岩类别、工程地质、水文地质、井径、井深、施工方法及使用材料等确定。喷锚支护参数可按表 5.3.1 选用,模筑混凝土或钢筋混凝土支护厚度宜采用 30~60cm,砌体支护厚度宜采用 40~80cm。

竖井喷锚支护参数

表 5.3.1

围岩类别	竖井直径 D	
	$D < 5\text{m}$	$5\text{m} \leq D < 7\text{m}$
VI	喷射混凝土厚度 10cm	喷射混凝土厚度 10~15cm;必要时局部设置锚杆
V	喷射混凝土厚度 10~15cm;锚杆长度 1.5~2.0m,间距 1.0~1.5m	喷射混凝土厚度 15~20cm;锚杆长度 2.0~2.5m,间距 1.0m;配置钢筋网;必要时加设混凝土圈梁
IV	喷射混凝土厚度 15~20cm;锚杆长度 2.0~2.5m,间距 1.0m;配置钢筋网;必要时设钢圈梁	喷射混凝土厚度 20cm;锚杆长度 2.5~3.0m,间距 1.0m;配置钢筋网;必要时设钢圈梁

注:Ⅲ类及以下围岩地段不宜采用喷锚支护。

5.3.2 竖井按使用要求设衬砌时,喷锚衬砌、模筑混凝土或钢筋混凝土衬砌、砌体衬砌可参照相应的竖井支护予以加强。

竖井采用复合衬砌时,初期支护参数可按表 5.3.2 选用,二次衬砌的模筑混凝土厚度宜采用 30~50cm。

竖井初期支护参数

表 5.3.2

围岩类别	竖井直径 D	
	$D < 5\text{m}$	$5\text{m} \leq D < 7\text{m}$
IV	喷射混凝土厚度 5~10cm;锚杆长度 1.5~2.0m,间距 1.0m;必要时局部配置钢筋网	喷射混凝土厚度 10~15cm;锚杆长度 2.0~2.5m,间距 1.0m;必要时配置钢筋网
Ⅲ	喷射混凝土厚度 10~15cm;锚杆长度 2.0~2.5m,间距 1.0m;必要时配置钢筋网	喷射混凝土厚度 15~20cm;锚杆长度 2.5~3.0m;间距 0.75~1.0m;配置钢筋网
I	喷射混凝土厚度 15cm;锚杆长度 2.5~3.0m,间距 0.75~1.0m;配置钢筋网;必要时设钢圈梁	喷射混凝土厚度 20~25cm;锚杆长度 3.0~3.5m,间距 0.50~0.75m;配置钢筋网;必要时设钢圈梁

注① I 类围岩地段应采用特殊支护措施;

②钢筋网的钢筋直径宜选用 6~8mm,网格间距宜选用 10~20cm。

5.3.3 竖井支护在一般地质条件下可不设壁座。但在锁口圈下部、地质较差的井身段及井身与井底车场连接处上端应设壁座。

无壁座灌筑井壁时,当采用砌体支护时,应在每段井壁下部先灌筑一段混凝土圈梁,厚度与砌体相同,高度为 $0.8\sim 1.2\text{m}$ 。

5.4 坑道特殊地段支护

5.4.1 辅助坑道的交岔点、竖井井身与井底车场连接处等薄弱地段,支护应加强。

5.4.2 辅助坑道矩形断面的平顶交岔点,应设由顶梁、立柱组成的敞口或闭合框架。框架宜采用钢构件或预制钢筋混凝土构件。框架间距应根据围岩类别、坑道宽度等确定,宜为 $0.5\sim 1.0\text{m}$ 。必要时,平顶应插入钢管,平顶交岔点及岔口段的坑道衬砌应连成整体。

5.4.3 辅助坑道拱形断面的拱顶交岔点,应根据断面矢跨变化,采用渐变或分段加强支护。

拱顶交岔点断面渐变段的支护,应根据每段的坑道断面比照同类坑道支护予以加强。

拱顶交岔点最大断面分离为两个独立的坑道处,两坑道间的隔墙应采用模筑混凝土或钢筋混凝土衬砌加强,并和两坑道的拱部衬砌连成整体,最大断面净空高出两坑道拱部的部分,应设置厚度不小于 1m 的堵头墙。

5.4.4 竖井井身与井底车场连接处上端 $1.5\sim 2.0\text{m}$ 及下端 $2.0\sim 2.5\text{m}$ 的井壁支护应与连接坑道的岔口段支护连成整体,并应采用模筑混凝土或钢筋混凝土衬砌加强。

5.5 洞室支护

5.5.1 辅助坑道的洞室支护应根据洞室宽度、高度及围岩类别,参照本规范表 5.2.1 的要求选用。

5.5.2 装载洞室及碴仓、水仓等特种洞室的支护结构,应根据使用要求和构造特点,通过工程类比或结构检算确定。

5.5.3 装载洞室的上室支护应采用钢筋混凝土。当上室为平顶结构时,应布足劲性钢筋,尖角处应填筑混凝土顶盖,必要时应增设工字钢或钢轨加强。

5.5.4 碴仓、水仓支护应采用模筑混凝土,进、出口联结处应加强,必要时应增设工字钢或钢轨,碴仓装卸碴处应敷设钢板。

6 车 场

6.1 一般规定

6.1.1 辅助坑道车场的线间距应符合下列要求：

6.1.1.1 直线地段应保持两列车车体最突出部分间的距离不小于 **0.2m**，错车线范围不小于 **0.4m**。并考虑设置定型渡线道岔的可能性。

6.1.1.2 曲线地段应按规定计算加宽值，线间距宜增加 **0.3m**。

6.1.1.3 弃碴装载点，两列车车体最突出部分间的距离不得小于 **0.7m**；矿车摘挂钩地点，两列车车体最突出部分间的距离不得小于 **1m**。

6.1.2 车场线路最小曲线半径应符合下列规定：

6.1.2.1 使用固定车轴的两轴车辆时，线路最小曲线半径应符合表 **6.1.2** 规定。

两轴车辆线路最小曲线半径

表 6.1.2

平面转角	运行速度(m/s)	最小曲线半径(m)
<90°	<1.5	≥7 倍轴距
	1.5~3.5	≥10 倍轴距
	>3.5	≥15 倍轴距
≥90°	—	≥15 倍轴距

6.1.2.2 使用大容积有转向架的四轴车辆时，线路最小曲线半径应根据矿车类型和技术参数选取。

6.1.3 斜井井底车场最小竖曲线半径应大于车辆轴距的 **13** 倍，并满足下放长大材料的要求。

6.1.4 两相邻曲线间夹直线长度应符合下列规定：

6.1.4.1 两同向曲线连接时，夹直线长度宜大于通过车辆的最

大轴距;困难情况下不得小于 **1m**。

8.1.4.2 两反向曲线连接时,夹直线长度应大于通过车辆的最大轴距加上 **2** 倍接头夹板长度。

8.1.5 单开道岔与曲线连接时,应在道岔与曲线段之间设置长度大于外轨超高过渡距离的直线段。在井下线路中应设置长度不小于 **1m** 的直线段。

8.1.6 两条分岔线路之间应设置警冲标,警冲标至岔心的距离应满足警冲标中心至两侧线路中心线最小垂距(双线线间距的二分之一)的要求。

8.1.7 车场的通过能力应满足隧道弃碴及时运出洞外的要求,其备用通过能力应大于辅助坑道设计年出碴能力的 **30%**。

采用电瓶车牵引时,车场通过能力应根据编制的运行图表计算确定。

8.2 斜井和竖井车场

8.2.1 矿车提升的斜井井口宜采用平车场,有斜坡地形可利用时,亦可采用甩车场。

8.2.2 井口车场场地应根据运量、提升方式、运输设备等条件、结合井口地形、弃碴方向、调车作业等要求合理布置。

8.2.3 井口车场应根据其承担的任务及提升、转载方式等,有选择地设置空重车储车线(甩车场)、空重车摘挂线、停车线(平车场)、牵出线、材料车线、人车停放线及机修线等,并符合下列要求:

8.2.3.1 井口平车场空重车摘挂线的直线长度不应小于 **1~1.5** 倍列车长度加 **8~10m** 的缓冲长度,曲线后的停车线长度不宜小于 **2** 倍列车长度,同时应满足机车调车的要求。

8.2.3.2 井口甩车场空重车储车线的有效长度宜为 **1.5~2** 倍列车长度。井口距离卸碴点较远时,储车线的有效长度不宜小于 **2** 倍列车长度。

8.2.3.3 牵出线的有效长度不应小于列车长度。

8.2.3.4 材料车线的直线长度不应小于列车长度。

8.2.3.5 人车停放线的有效长度应满足列车长度加 **5m** 安全距离的要求。

8.2.3.6 机修线及其他线路有效长度可根据需要设置。

8.2.4 井口车场纵断面设计时,对有摘钩作业的斜井井口车场,在井口附近的线路应设置一段反坡道或设置安全闸和阻车器;其余线路宜按机车调车作业方式设计为平坡或小于 **6‰** 的坡度,卸碴轨道应做成 **1‰** 的上坡道。

8.2.5 井口车场路基面宽度可根据线路用途、轨道类型及要求设计。井口附近路基宽度应结合所连接的井口分界横断面设计,且应按调车作业的需要加宽。

8.2.6 井底车场宜选择在稳定、坚硬的岩层中,避开断层和坡碎岩体。矿车提升的斜井井身与井底车场连接处宜采用平车场布置方式。平车场的平面布置可根据提升要求、井身与隧道的相对位置等条件确定,采用双侧连接或单侧连接。

8.2.7 井底车场主要调车线路宜布置在隧道内,根据地质条件、运量、出碴矿车的运输或提升方式、井身与隧道的相对位置及地面生产系统的布置等条件,可设计为环行或折返式车场。

8.2.8 井底车场的空重车摘挂线的直线长度应满足下列要求:

8.2.8.1 主提升时不应小于 **1~1.5** 倍列车长度;副提升时不应小于列车长度。

8.2.8.2 车场调车线有效长度不应小于 **1.5** 倍列车长度。

8.2.8.3 竖井井底进出车线的直线长度不应小于 **1~1.5** 倍列车长度。

8.2.8.4 材料车停放线的直线长度应能容纳 **5~10** 辆材料车。

8.2.9 井底车场空重车摘挂线、竖井井底进出车线可采用矿车自溜坡度,也可根据需要设置坡度,采用电瓶车调车。

隧道内车场调车线坡度应与隧道线路坡度相同。

当线路坡度较大时,应设置阻车器或其他安全设施。

8.2.10 车场轨道宜采用轻型标准钢轨,钢轨类型的选择应符合本规范 **7.2.3** 条的规定。

8.2.11 车场轨道宜采用 **762mm** 轨距,曲线地段轨距应加宽并设外轨超高,其过渡距离分别为轨距加宽值和外轨超高值的 **100~300** 倍。

8.2.12 车场内道岔的轨型应与线路轨型一致。其道岔号数,对用于电瓶车牵引场段和甩车道的道岔不得小于 **4** 号;对用于人力推车地段的道岔不得小于 **3** 号。

8.2.13 相邻道岔间插入短轨的最小长度应满足两顺向单开道岔间为 **3.5m**,两对向单开道岔间为 **7m** 的要求。

8.2.14 井口车场木枕线路,在坡度较大且经常制动的地段应安设防爬设备。木枕线路曲线地段应设置轨距拉杆或轨撑。侧卸式矿车卸载站应设置护轨。轨道尽头处应设挡车装置。

7 运输与提升

7.1 一般规定

7.1.1 辅助坑道的运输与提升,应根据其具体情况和特点,分别采用有轨运输、无轨运输或单绳提升。

7.1.2 辅助坑道运输与提升设备类型的选择,应根据辅助坑道的坡度、长度、出碴量及工期等条件,通过技术经济比较确定。

7.1.3 辅助坑道运输与提升设备,应与隧道施工主要工序所采用的机械设备、生产能力基本均衡,相互配套。

7.1.4 斜井与竖井提升应采用单绳缠绕式提升系统。当井较深或出碴量较大时,宜采用双钩提升。

提升机卷筒的直径和宽度应满足提升长度的要求。

7.1.5 斜井与竖井采用单绳提升时,无论升降人员或物料,提升机滚筒上缠绕钢丝绳的层数均不得大于 2 层;当斜井斜长或竖井井深大于 400m 时不得大于 3 层。

7.1.6 提升装置的滚筒和围抱角大于 90° 的天轮,最小直径同钢丝绳直径之比,不得小于 60;围抱角小于 90° 的天轮,最小直径同钢丝绳直径之比,不得小于 40;斜井提升的游动轮最小直径同钢丝绳直径之比,不得小于 20。

7.1.7 确定提升机的位置应符合下列要求:

7.1.7.1 钢丝绳的最大内外偏角符合《铁路隧道设计规范》(TBJ3—85)第 10.3.9 条的规定。

7.1.7.2 满足提升机对钢丝绳出绳仰角值的要求。

7.1.8 采用无轨自行设备运输时,必须满足安全生产和保护环境的要求,坑道内运输机械应选用高效率、低污染的柴油机,并应配置机外净化器。有易燃、易爆气体的坑道,必须选用防火、防爆设备。

7.2 横洞和平行导坑运输

7.2.1 水平坑道运输方式应通过技术经济比较确定,可采用有轨运输或无轨运输。

7.2.2 水平坑道采用有轨运输时,宜选用 **762mm** 轨距与电瓶车牵引。在含有可燃、易爆气体的地层中施工时,必须配置防爆型电瓶车。

7.2.3 采用有轨运输时,钢轨类型应满足电瓶车质量和矿车容积等要求,可按表 **7.2.3** 选取。

钢轨类型的选取

表 7.2.3

电瓶车质量(t)	矿车容积(m ³)	钢轨类型(kg/m)
7~10	1.2~2.0	18
10~14	2.0~4.0	18、24
14~20	4.0~6.0	24、32

7.2.4 长度大于 **1km** 的平行导坑,上下班时宜采用车辆运送人员。

7.2.5 出碴矿车的容积应满足运输量的要求,宜选用大容积矿车。

7.3 斜井提升

7.3.1 斜井提升方式应根据其倾角、斜长、出碴量及工期等条件,通过技术经济比较确定。可选用矿车提升、箕斗提升、胶带输送机运输或无轨自行设备运输。

7.3.2 斜井垂直深度大于 **50m** 时,井内人员上下班宜配备运送人员的车辆。运送人员的车辆必须装有可靠的防坠器。当断绳时,防坠器能自动发挥作用,也能用手操作。

7.3.3 斜井提升允许最大速度应符合《铁路隧道设计规范》(TBJ3—85)第 **10.3.6** 条的规定。升降人员时,其加速度值不得大于 **0.5m/s²**。

7.3.4 斜井采用有轨运输时,轨道中应设置托辊,托辊间距宜用10~15m;当井口有变坡时,必须在变坡段安装一组大托辊;采用甩车场时,应设置立辊。

7.3.5 斜井采用矿车出碴时,宜选用大容积矿车,并采用井口斜坡栈桥不摘钩卸载方式,栈桥斜坡倾角应满足空车自溜的要求。

7.3.6 斜井用箕斗出碴时,应采用主副井。主井宜选用双钩提升、无卸载轮前卸式箕斗。

7.3.7 斜井出碴采用胶带输送机运输时,宜选用钢绳芯胶带输送机系列。

7.3.8 斜井胶带输送机出碴的带速应根据石碴的块度、滚圆度、湿度及环境卫生等条件确定。选用带速应符合胶带输送机的倾角越大、运输距离越短、带速应越低的原则。斜井出碴的带速可选用1.6m/s、2.0m/s及2.5m/s。

7.3.9 斜井胶带输送机出碴,起动加速度宜为 $0.2\sim 0.4\text{m/s}^2$,选用时,应符合斜井的倾角越大运输距离越长、加速度应越低的原则。

7.3.10 斜井出碴,选择钢绳芯胶带输送机的胶带宽度,应按(7.3.10)式计算并选用标准宽度0.8m或1.0m。

$$B \geq 2A_{\max} + 0.2 \quad (\text{m}) \quad (7.3.10)$$

式中 B ——胶带宽度(m);

A_{\max} ——石碴最大块度(m)。

7.3.11 胶带输送机在井口变坡处的凸弧段半径,应符合(7.3.11)式要求。

$$R \geq (75 \sim 80) B \quad (\text{m}) \quad (7.3.11)$$

式中 R ——凸弧段半径(m);

B ——胶带宽度(m)。

7.3.12 胶带输送机出碴,斜井倾角大于 12° 时,宜采用重载小车拉紧装置,布置在胶带输送机的尾部,必须使施加的拉紧力通过拉紧滚筒中心。

7.3.13 胶带输送机必须安设防止逆转、打滑、跑偏以及纵向撕裂

等的保护装置。

7.3.14 钢绳芯胶带连接宜采用硫化胶接法。

7.3.15 斜井采用无轨自行设备运输时,应结合设备及备件供应情况,经技术经济比较后确定合理的设备型号。

7.3.16 斜井采用无轨自行设备运输时,限制坡度及坡长应符合下列规定:

7.3.16.1 两轮驱动时,坡度不得大于 **12%**;四轮驱动时,坡度不得大于 **15%**。

7.3.16.2 纵坡大于或等于 **6%**时,坡段长度不得大于 **800m**;纵坡大于或等于 **8%**时,坡段长度不得大于 **350m**;纵坡大于或等于 **10%**时,坡段长度不得大于 **250m**;纵坡大于或等于 **12%**时,坡段长度不得大于 **150m**。

7.4 竖井提升

7.4.1 竖井施工宜采用罐笼提升。凡兼作升降人员的单绳提升罐笼,必须设置安全保险装置。

7.4.2 罐笼提升时,深井宜采用钢丝绳罐道;浅井宜采用单侧布置的刚性罐道。

7.4.3 罐笼提升的加速度值,升降人员时,不得大于 **0.75m/s^2** ;升降物料时,不得大于 **1m/s^2** 。

7.4.4 竖井提升天轮和滚筒的直径同钢丝绳中最粗钢丝直径之比不得小于 **900**。

7.4.5 钢丝绳的钢丝,专为升降人员及升降人员和物料时,应达到特号钢丝的韧性标准;专为升降物料时,应达到 **1**号钢丝的韧性标准。

7.4.6 采用钢丝绳罐道时,每根罐道绳的最小刚性系数不得小于 **0.5kN/m** 。各罐道绳张紧力之差不得小于平均张紧力的 **5%**,并应符合内侧张紧力大,外侧张紧力小的布置要求。

7.4.7 采用钢丝绳罐道时,在井口和井底进出车处,应安设承接装置和一段刚性罐道。

7.4.8 选择凿井提升设备,应满足掘进工作循环作业及提升最大高度的要求,并应考虑隧道施工阶段利用原有设备的可能性。

7.4.9 凿井期间悬挂水泵、吊盘、管子用的稳车滚筒和天轮,以及运输物料的提升机滚筒和天轮,其最小直径同钢丝绳直径之比不得小于 **20**;最小直径同钢丝绳中最粗钢丝直径之比不得小于 **300**。

7.4.10 凿井提升机位置应满足钢丝绳的绳弦长度不得大于 **55m**,绳偏角不得大于 **2°**的要求,并应符合提升机对钢丝绳出绳仰角值的规定。

7.4.11 吊桶沿稳绳升降时,其最大加速度值不应大于 **0.5m/s²**,吊桶在无稳绳段升降的最大加速度值不应大于 **0.3m/s²**。

7.5 信号和通信

7.5.1 斜井、竖井提升必须有提升信号。箕斗提升应采用直发式信号,其他提升应采用井口中继转发式信号。

7.5.2 每台提升机应有独立的提升信号,提升信号不得多机共用。

7.5.3 提升信号应采用不同的声、光表示,并保留光信号。声、光信号的信号电压不宜大于 **127V**。

7.5.4 提升信号与竖井和斜井的井盖门、安全门之间必须设置闭锁,同时应有解除闭锁的功能。

7.5.5 斜井、竖井提升应设提升专用通信联络有线电话,并具有双工功能。

7.5.6 有人员乘降的斜井、竖井提升系统,宜设闭路电视。

7.5.7 坑道内的主变电所应设置能与地面变电所或调度直接联络的电话。

8 栈桥和井架

8.1 一般规定

8.1.1 设置栈桥、井架应贯彻适用、经济、节约用地、少拆迁的原则。

8.1.2 栈桥、井架结构应根据使用要求并结合当地料源及施工条件等进行经济比较确定。

8.2 斜井栈桥

8.2.1 斜井井口必要时可设置栈桥。斜井栈桥应满足石碴提升,材料、机具、设备的运输及人员操作、检修等要求。

8.2.2 根据运输机械类型,可设置胶带输送机栈桥、箕斗栈桥或矿车栈桥。

8.2.3 栈桥结构计算应计及的荷载有结构静载、设备荷载(含石碴重)、人群活荷载、屋面雪荷载和风荷载。

8.2.4 栈桥上应设人行道,其宽度不宜小于 0.7m,人行道外侧应设栏杆,人行道坡度大于 5°时,应设防滑条;大于 8°时,应设踏步。

8.2.5 斜井天轮架应结合地形、地质条件设置。天轮架高度大于 12m 时,宜采用钢结构。

8.3 竖井井架

8.3.1 竖井井架应满足石碴提升,材料、机具、设备的运输,人员检修,施工工艺及过卷高度等要求。井架用料宜采用钢材备品构件。

8.3.2 竖井深度小于或等于 40m 时,可采用三角架或龙门架作井架;井深大于 40m 时,宜设置凿井、生产阶段共用井架。

8.3.3 凿井与生产阶段共用井架应设置天轮房、天轮平台、主体桁架、翻碴系统、栏杆、扶梯及基础。罐笼提升采用钢丝绳罐道时,

应设拉紧装置平台、窜绳平台及罐道支架等。

8.3.4 采用侧卸式矿车出碴的井架应设置天轮平台、主体桁架、罐道支架、栈桥、卸载架、梯子、栏杆及基础等,必要时可设碴仓。

8.3.5 井架结构构件应按以下两种荷载组合进行验算:

8.3.5.1 正常荷载:包括井架自重、附属设备重及提升悬吊钢丝绳的工作荷载。

8.3.5.2 特殊荷载:包括提升钢丝绳的断绳荷载及其共轭钢丝绳的2倍工作荷载、50%风荷载。

8.3.6 天轮平台布置应符合下列规定:

8.3.6.1 天轮平台应满足井身平面布置的需要,可按两面或四面出绳布置,宜减少导向轮。

8.3.6.2 在满足使用要求的情况下,宜缩小天轮平台面积,形状宜为正方形。

8.3.6.3 悬吊钢丝绳与天轮平台各构件的间隙不得小于5cm;天轮与天轮平台各构件的间隙不得小于6cm,严禁钢丝绳与井架构件相碰。

8.3.6.4 天轮梁应与井架中心线平行。如设置中梁,提升天轮梁应与天轮平台中梁垂直。

8.3.6.5 天轮轴承座的中心线应与天轮梁的中心线重合;天轮轴承座宜直接支承在天轮梁的上翼缘上。

8.3.6.6 天轮轴承座之间不应互相重叠。

8.3.7 井架底部平面尺寸应满足提升石碴、运输材料、下放设备、工作人员操作与检修的要求,并应符合稳定性要求。

8.3.8 井架上的罐道平面位置应与井身中的罐道平面位置一致。

8.3.9 井架基础顶面与柱腿中心应垂直,基础底面应水平。

8.3.10 井架基础应进行以下各项验算:

8.3.10.1 基础底面的承压强度。

8.3.10.2 基础底面边缘的最小压应力。

8.3.10.3 基础顶面的承压强度。

8.3.10.4 地脚螺栓的抗剪强度和承压强度。

9 通 风

9.1 横洞和平行导坑通风

9.1.1 横洞、平行导坑可采用管道式通风,平行导坑亦可利用巷道通风系统进行通风。

9.1.2 巷道通风应建立完善的通风系统,并避免风门处漏风。

9.1.3 管道式通风可分别采用压入式、吸出式或混合式通风,并应根据施工坑道的长度及施工方法确定独头通风段长度。

9.1.4 在管道式通风的主管路系统中,应按监测部门要求设置监测站。

9.2 斜井和竖井通风

9.2.1 混合斜井采用混合式通风时,应满足通风排烟时间不大于 20min 的要求。

9.2.2 主副斜井采用巷道式通风时,应符合下列要求:

9.2.2.1 凿井施工通风应用主副井巷道式通风。

9.2.2.2 斜井拐入隧道正洞时的通风,可采用下列方法:

(1)副井供风,主井排风的巷道式通风;

(2)在副井内安设管道进行混合式管道通风。

9.2.2.3 开挖工作面安装辅助风机时,其吸入风量必须小于主风管道供给该处的风量。

9.2.2.4 主风机采用并联安装需要单机起动和运转时,应设有防回风装置。

9.2.2.5 洞内风机应避免设在漏水地段。

9.2.2.6 无自动断电安全装置的风机应安装信号指示灯。

9.2.3 竖井通风应符合下列要求:

9.2.3.1 竖井凿井通风,当竖井深度在 300m 及以下时,宜采

用压入式管道通风；当竖井深度大于 **300m** 时，宜采用混合式管道通风。

9.2.3.2 竖井拐入隧道正洞时的通风应采用混合式管道通风。

10 防水和排水

10.1 一般规定

10.1.1 辅助坑道的排水系统(泵站、水仓、管子道、排水沟等),应根据隧道正洞和辅助坑道洞身的涌水量、施工组织安排、使用期限及便利施工等因素确定。

10.1.2 辅助坑道设计前,应进行现场调查。当施工排水可能影响周围环境(农田、水源、森林、风景游览区等),造成污染和危害时,应采取防污染和防其他公害的措施。有害物质的排放标准,应符合国家有关规定。

10.1.3 辅助坑道施工前,应查明坑道附近地表水源及汇水情况,掌握历年降雨量和最高洪水位资料,并结合具体情况做好洞顶、坑道口、车场的截水与排水系统,必要时应设置防洪及地表防渗设施。

10.2 防水

10.2.1 辅助坑道穿越有突水可能或地下水发育地段前应进行探水。探水方法应根据水文地质条件和设备能力确定,可采用水平钻机或采用一般风钻钻长孔等方法。

10.2.2 洞(井)口位置的高程,应高出洪水频率为 **1/100** 的水位 **0.5m**,否则,应采取有效的防洪措施。

10.2.3 辅助坑道防水应符合下列规定:

10.2.3.1 变电洞室应采取防水、防潮措施,洞顶、洞壁不得滴水。

10.2.3.2 其他洞室应采取防水措施,洞壁不得滴水成线。

10.2.3.3 辅助坑道洞身应根据使用要求采取适当的防水措施。

10.3 横洞和平行导坑排水

10.3.1 横洞和平行导坑应设排水沟,其过水断面、坡度应满足隧道正洞排水的要求。

10.3.2 横洞坡度和平行导坑底面高程应符合本规范 3.3.2 条的规定。

10.3.3 当隧道正洞为反坡时,平行导坑应分段设集水坑排水。排水设备的能力应大于服务工区(正洞和平行导坑)围岩涌水量之和。

10.4 斜井和竖井排水

10.4.1 斜井掘进排水,宜采用边掘边排的方法。当遇到涌水量较大的含水层、断层或裂隙涌水时,应采取分段截排水的措施。排水设备应根据排水需要,选用体积小、移动维修方便的水泵。

10.4.2 竖井凿井期间的排水方案应根据竖井的水文地质资料、井身深度及各施工阶段井身涌水量大小等因素确定。当井身涌水量大于 $50\text{m}^3/\text{h}$ 时,应采取注浆堵水等措施。

10.4.3 井下排水泵站应设在铺设排水管的井身附近,并应与主变电所毗邻。

10.4.4 井下排水泵站的布置形式,宜采用水泵沿洞室纵向单排布置。

10.4.5 井下排水泵站洞室,应能满足水泵、排水管、起重设备安装及运输的要求。

10.4.6 井下排水泵站地面高程,应高出通道入口处井底车场底板高程 0.5m ,地面应向吸水池一侧设 1% 的下坡。

10.4.7 水文地质条件复杂、有突然涌水可能的坑道,泵站应留有增加水泵的余地。必要时,应辅以局部堵水、综合治理或选择潜水泵排水等其他防治水措施。

10.4.8 水文地质条件复杂、有突然涌水淹井危险的坑道,在泵站通往井底车场的通道中应设置防水密闭门。

10.4.9 井下排水泵站的水仓应由两条独立、互不渗漏的坑道组成。水仓容积应能容纳 **1.5~2h** 设计涌水量。

10.4.10 斜井、竖井分段排水时,腰泵站水仓容积宜按泵站 **10~15min** 排水能力设计。

10.4.11 水仓入口应设在井底车场排水沟的最低处,入口前必须设置沉淀池,沉淀池的容积应根据水质情况确定。

10.4.12 井下排水泵站吸水池宜采用直接与水仓相接连的形式,连接处应设控制闸阀。吸水池宜为矩形,几台水泵可共用一个吸水池。

10.4.13 斜井井下排水泵站设管子道应根据地层有无突然涌水及排水管安装工程量大小,通过技术经济比较确定。

10.4.14 竖井井下排水泵站应设两个出口,一个通往井底车场,另一个用倾斜的管子道与井身连接。连接处应高出泵站地面 **7m** 以上。管子道的倾角宜采用 **25°~30°**,并应设人行台阶。

10.4.15 管子道的净空应保证安设排水管后仍能通过水泵或电动机,其高度不得小于 **2m**。管子道与井身连接处应设 **2m** 左右缓坡段,并以 **3%~5%** 的坡度倾向斜井或竖井。

10.5 排水设备

10.5.1 斜井、竖井井下排水泵站水泵的选择,应根据隧道设计涌水量、水质和扬程等因素确定,并应符合下列要求:

10.5.1.1 斜井、竖井井下各排水泵站的水泵宜选用一种型号。

10.5.1.2 确定水泵扬程时,应考虑排水管淤积所增加的阻力,将计算的管道损失增加 **70%**。

10.5.2 井下排水泵站水泵及排水管的设计应符合下列要求:

10.5.2.1 泵站应设有工作和备用的水泵及排水管。其工作泵和排水管的能力,应能在 **20h** 内排出隧道 **24h** 的设计涌水量。

10.5.2.2 工作的水泵和排水管以及备用的水泵和排水管的总能力应能在 **20h** 内排出隧道 **24h** 的最大涌水量。

10.5.2.3 备用水泵的配备能力不应小于工作水泵的总能力。

10.5.3 斜井、竖井井底水窝应设置两台排水泵,其中一台备用。

10.5.4 井下排水泵站宜设计成非自灌式,且应设置引水装置,引水时间不宜大于 **5min**。

10.5.5 斜井、竖井井下泵站排水宜按一级排水设计。当井深大于 **200m** 时,可采用分段排水。采用一级或分段排水方式应根据技术经济比较确定。

10.5.6 当水泵设有止回阀或底阀时,应进行停泵水锤压力计算。当水锤压力值大于管道试验压力时,应采取消除水锤的措施。

10.5.7 泵站中每台水泵均应能向两条排水管输水。每条排水管上应设置放空管及放水闸阀。

10.5.8 排水管的管材应根据水压、水质和敷设条件确定,并应符合下列要求:

10.5.8.1 排水管沿斜井敷设时,压力小于 **1MPa** 时,可采用铸铁管;压力大于 **1MPa** 时,宜采用焊接钢管或无缝钢管。

10.5.8.2 排水管沿竖井敷设时,应选用无缝钢管或焊接钢管。

10.5.9 隧道涌水的 **PH** 值小于 **5** 时,排水设备应采取防腐蚀措施。

10.5.10 井下排水泵站设计及设备安装,除按本规范执行外,尚应符合国家现行《室外排水设计规范》和《机械设备安装工程施工及验收规范》的有关规定。

11 供电、配电和照明

11.1 一般规定

11.1.1 隧道的斜井、竖井应有两路电源供电,特长和长隧道的平行导坑与横洞宜有两路电源供电。

11.1.2 辅助坑道的供电电源应优先采用地方可靠电源。当地方电源不能满足要求时,应设地面柴油发电站,其容量应满足辅助坑道的全部用电负荷。柴油发电站机组的台数不应少于 2 台。

11.1.3 辅助坑道内电器设备的选择,除应满足各种技术条件外,还应符合使用环境的要求。

11.1.4 辅助坑道供电工程应贯彻节约的原则,在有条件时可与长期运营供电工程相结合

11.2 供电和配电

11.2.1 辅助坑道内供电的高压网络电压应优先采用 10kV,若辅助坑道内有高压用电设备,经技术经济比较后,也可采用 6kV 或 3kV。

辅助坑道内低压网络配电电压宜采用 380V/220V;手持式电器设备的额定电压不应大于 127V。

11.2.2 辅助坑道内配电变压器应采用中性点不接地方式,中性点接地的地面变压器不得向辅助坑道内供电。

11.2.3 辅助坑道内的电力供应,其电压损失及功率因素应符合下列规定:

11.2.3.1 高压网络末端电压损失不得大于线路额定电压的 7%~8%。

11.2.3.2 低压网络用电端电压损失不得大于额定电压的 5%~6%;个别远端的用电设备不得大于 10%,但应符合用电设备对

端电压的要求。

11.2.3.3 辅助坑道供电的高压网络端对电业部门的功率因素不应小于 **0.9**。为提高功率因素而采用的静电电容器补偿宜设于地面变电所内的高压侧。

11.2.4 辅助坑道内电缆的规格及线路敷设应符合下列要求：

11.2.4.1 辅助坑道内固定敷设的电缆可采用铝芯电缆；敷设于竖井内的电缆必须采用铜芯电缆。

11.2.4.2 辅助坑道内宜采用塑料电缆。横洞、平行导坑和斜井内敷设的电缆应采用钢带铠装电缆；竖井内敷设的电缆应采用钢丝铠装电缆。

11.2.4.3 辅助坑道内高压电缆的悬挂高度应保证在矿车掉道时电缆不受撞击。

11.2.4.4 电力电缆与弱电电缆宜分设于辅助坑道的两侧；高压电力电缆应设于人行道或检修道的对侧。

11.2.4.5 电缆不得悬挂在水管、风管上，电缆上也不得悬挂任何物件。电缆与水管、风管平行敷设时，电缆应在水管、风管的上方，且间距不宜小于 **0.3m**。

11.2.4.6 电力电缆平行敷设的间距不宜小于 **0.1m**；在斜井中敷设的电缆，其固定点间距不宜大于 **3m**；在竖井中敷设的电缆，其固定点间距不宜大于 **6m**。

11.2.4.7 敷设于竖井中的高压电力电缆应避免中间接头，当井较深，应将中间接头设于腰泵站或电缆接头的专设壁龛内。

11.2.5 辅助坑道内电器设备宜选择矿用型，在环境条件较好处可采用普通型。

11.2.6 辅助坑道内变电所或向坑道内供电的地面变电所的低压母线或馈线上应设漏电保护装置，并宜装设必要的信号。

11.2.7 辅助坑道内主变电所应选择井底车场附近，宜与排水泵站合建。主变电所洞室地面应比相邻坑道的地面高出 **0.5m** 以上，比排水泵站洞室地面高出 **0.3m** 以上。主变电所宜在两个通道，一端与排水泵站相连，另一端与车场或坑道相通。若主变电所

容量较小,可单独设置成尽头式。

11.2.8 辅助坑道内的主变电所应配备与地面变电所或调度直接联系的电话。

11.2.9 辅助坑道内的所有电器设备外壳、金属构架及可能带电而人员又易触及的金属管线均必须接地或与接地网相连。

11.2.10 辅助坑道内应设总接地网,其主接地极不应少于 2 组。

在辅助坑道内的单独用电设备点应设局部接地极,局部接地极可设在积水坑、水沟或较潮湿处,并应与总接地网相连。

总接地网的接地电阻值不得大于 2Ω 。

11.3 照 明

11.3.1 辅助坑道内必须设置照明,照明光源应采用高效、耐久、可靠、光色较好的电光源。

11.3.2 辅助坑道内照明灯具设备应选择防潮、防尘型,安设于易碰损处的灯具应选择防护安全型。

11.3.3 辅助坑道内照明电源应采用中性点不接地系统。照明与动力电源宜共用变压器,但照明回路应与动力回路分开,且每条照明回路上应装设触电保护开关。

11.3.4 辅助坑道内照明电压宜采用 $220V$;行灯及作业段的照明电压不应大于 $36V$ 。

11.3.5 辅助坑道内照明灯具安装应采用固定式或悬挂式,灯具安装高度不宜小于 $2m$ 。

11.3.6 辅助坑道内照明配线,在有可能引起机械损伤处,应采用铠装电缆。

12 施 工

12.1 一般规定

12.1.1 辅助坑道开工前,应结合隧道主体工程做好施工调查、核对设计文件、进行测量复核、编制实施性施工组织设计,做好施工准备工作。

12.1.2 辅助坑道应先于隧道正洞开工,并组织好快速施工。

12.1.3 辅助坑道洞口及井口的防排水系统和防冲刷设施,应在施工前妥善规划,按本规范有关规定作好防排水工作。洞门或锁口圈宜先施工。

12.1.4 辅助坑道施工方法的选择,应以地质条件为主,结合隧道施工条件、机械设备情况和开挖断面尺寸等综合确定。

12.1.5 辅助坑道施工,除完整稳定的围岩外应及时支护,洞口、井口、岔洞及与隧道正洞连接处应紧跟开挖面支护或先支后挖。

12.1.6 辅助坑道开挖宜采用光面爆破或预裂爆破。辅助坑道支护宜采用喷锚支护。

12.1.7 辅助坑道的中线、高程、倾角、垂直度、断面尺寸及支护材料均应符合设计要求。

12.2 横洞和平行导坑施工

12.2.1 选择施工方法时,宜优先采用全断面法与正台阶法。

12.2.2 横洞与平行导坑不设仰拱时,其底部应按设计高程一次挖够,水沟与边墙基础也应一次挖成并应及时做好水沟。

12.2.3 平行导坑的横通道施工,应在平行导坑和隧道正洞掘进至其位置时,将交岔口处一次挖成。如原确定的横通道位置地质不良,可根据实际情况调整横通道间距。

12.3 斜井施工

12.3.1 斜井井身施工宜采用耙斗装碴机装碴,箕斗或侧卸式矿车出碴。

12.3.2 斜井开挖应采用顺邦钻眼,其方向应与井身倾角一致,底板眼方向应较开挖面设计高程略低。开挖每一循环宜用炮孔测角仪控制井身坡度;当采用激光导向时,应经常校核激光发射点的位置。

12.4 竖井施工

12.4.1 竖井井身施工应采用普通凿井法,特殊情况亦可采用反井法、钻井法、冻结法、沉井法等施工方法。

12.4.2 井口施工应符合下列要求:

12.4.2.1 表土掘完一段后要及时砌筑锁口圈及井颈。

12.4.2.2 井颈施工应按设计要求预留管线口、地脚螺栓、梁窝和其他通道口。

12.4.2.3 安装井盖和吊挂掘进井架。

12.4.2.4 安装井口栅栏和安全门。

12.4.3 竖井井身施工,可采用单行作业,当井身围岩稳定且有安全措施时,亦可采用平行作业。

12.4.4 与井身直接相连的水仓、水泵房及其他用途的洞室与通道应与井身同时施工。

12.4.5 井身施工中宜采用激光导向,并应及时用激光检查井身中心线或边线与开挖、衬砌尺寸。

12.4.6 井口施工时,应在锁口、井架基础和附近的地面上设立高程观测点,定期量测施工期间地面沉陷和主要结构的变形。

12.4.7 使用各型钻架凿岩时,应符合下列要求:

12.4.7.1 伞形钻架升降时,必须收缩成最小尺寸,并将所附的风、水管捆绑妥当;伞形钻架工作时,应利用支撑臂将其固定在井身中心位置,并应另设一根保险绳悬吊钻架。

12.4.7.2 使用环形钻架时,应用三点悬吊于地面或吊盘的稳车上,钻架升降时必须保证平稳同步,钻架放至工作面距离,宜为3~4m,钻架定位后应采用撑紧装置固定在井壁上。

12.4.7.3 钻架升降和使用时,应排除与吊桶、抓岩机、排水设备等的干扰。

12.4.8 使用各型抓岩机时,应符合下列要求:

12.4.8.1 使用 0.1m^3 抓岩机时,每台工作面积为 $12\sim 15\text{m}^2$,其悬吊高度不得小于 15m;

12.4.8.2 使用靠壁式抓岩机时,抓斗提升高度不应大于 5m,机架应用锚杆固定在岩壁上。

12.4.8.3 采用中心回转、环行轨道式抓岩机时,井身内不得布置 2 台吊泵。

12.4.8.4 抓岩机的位置不应妨碍测量工作。

12.4.9 井身支护时,宜在井口地面设置供料系统,井身内设管路进行垂直供料。

12.4.10 采用管路输送混凝土时应符合下列规定:

12.4.10.1 管路应垂直,使用前应检查管路,使用后应立即冲洗干净。

12.4.10.2 管路下端应安设缓冲弯管。

12.4.11 井壁设置梁窝宜在井身施工同时预留,采用现凿梁窝其深度不宜大于井壁厚度。

12.4.12 供水管应设降压阀。

附录 A 本规范用词说明

执行本规范条文时,对于要求严格程度的用词说明如下,以便在执行中区别对待。

A.0.1 表示很严格,非这样做不可的用词:

正面词采用“必须”;

反面词采用“严禁”。

A.0.2 表示严格,在正常情况均应这样做的用词:

正面词采用“应”;

反面词采用“不应”或“不得”。

A.0.3 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的用词:

正面词采用“宜”或“可”;

反面词采用“不宜”。

附加说明

本规范主编单位和主要起草人名单

主 编 单 位:铁道部隧道工程局

主要起草人:谢世华 杨元胜 胡庭树

袁永贵 徐大琦 余志贵

徐颂恩 徐再生 谢明才

徐望新 陈振林

在执行本规范过程中,如发现需要修改和补充之处,请将意见和有关资料寄交铁道部隧道工程局(洛阳市陵园路,邮政编码:471009);并抄送铁道部建设司标准科情所(北京市朝阳区门外大街227号,邮政编码,100020),供今后修订时参考。

《铁路隧道辅助坑道技术规范》

条 文 说 明

本条文说明系对重点条文的编制依据,存在的问题,以及在执行中应注意的事项等予以说明。为了减少篇幅,只列条文号,未抄录原条文。

1.0.1 在 40 余年我国铁路隧道建设过程中,由于施工和运营需要,各种类型的辅助坑道均作过尝试,并取得一定的经验。为了更有效地发挥各类辅助坑道在施工和运营中的作用,在总结经验的基础上,统一技术标准,故制订本规范。

1.0.4 铁路隧道辅助坑道主要根据隧道长度、工期和运营需要,结合地形、地质、水文条件,按施工通风、运营通风、超前探水及排水和防灾等方面的要求,进行技术经济比较,综合考虑设置。并针对具体隧道工程特点,经充分论证确定设置辅助坑道的类型与数量。

1.0.5 长隧道或多线隧道应根据施工和运营需要选用不同类型的辅助坑道。

长隧道施工,往往工期为主要制约因素,由于增设了辅助坑道,可增加工作面,达到长隧短做,加快施工进度,满足工期要求。

解决隧道在施工中因塌方影响工期,可采用增设迂回导坑等措施,或利用平行导坑探测前方不良地质及水文情况,以便采取措施,安全、顺利通过,利于争取工期。

满足运营期间,由于通风、排水或防灾等要求,可设置不同类型的辅助坑道,保证运输畅通。

1.0.6 各类辅助坑道的净空要按运输提升和使用要求拟定。凡兼顾运营期间服务者,除应满足使用要求外,尚应符合施工阶段运

输提升需要;运营期间无使用要求,仅为施工阶段服务者,应满足运输提升设备、通风管道及安全间隙的要求。

1.0.7 根据各类辅助坑道在施工、运营期间的服务性质,确定其设置和处理原则,共分两种情况:

(1)按设计要求兼作运营期间服务坑道者,如作为运营期间通风、排水和防灾害的通道使用时,应按永久性建筑物设置,符合使用要求,并做好排水系统。

(2)运营期间无使用要求,仅为施工服务者,应本着固本简末的原则,在保证隧道安全的条件下,节省工程投资,并按下列原则处理:

①各型支护结构在施工期间要有一定的安全度,确保施工安全;

②在洞(井)口端及辅助坑道与正洞连接段关键部位,在适当长度内应作永久性支护;同时,在洞(井)身位于软弱围岩段或漏水严重地段,支护结构要因地制宜采取加强措施;

③作好洞(井)身排水系统。以往的教训告诫我们,由于辅助坑道在运营期间不予利用,造成洞(井)身排水不畅或积水严重,引起塌方,甚至威胁隧道安全者甚多,因此,应作好洞(井)身排水系统;

④为了便于在运营期间进出辅助坑道检查、维修和安全的需要,应在洞(井)口端加设钢架门,竖井应设井帽、钢架门及安全防护网格架等;

⑤为安全计,可考虑在洞(井)口端或辅助坑道与正洞连接段采取封闭措施,如用浆砌片石砌筑等,但封闭段要注意排水通畅。

1.0.8 在拟定各类辅助坑道洞(井)口位置、施工场地布置及弃碴处理等,往往与农田、水利有着密切关系,如有处置不当将会给农田、水利带来一定影响。因此,在考虑上述问题时一定要注意不占良田、少占农田、防止弃碴堵塞河道、沟渠、道路交通,要避免影响农田、水利和人民生活用水,同时,还应采取弃碴造田,恢复水源等补救措施。

1.0.10 条文中所指尚应符合的国家和铁道部现行的有关标准主要有:(1)《铁路隧道设计规范》(TBJ3—85);

(2)《铁路隧道施工规范》(TBJ204—86);

(3)《铁路隧道施工技术安全规则》(TBJ404—87);

(4)《铁路线路设计规范》(GBJ90—85);

(5)《矿山井巷工程施工及验收规范》(GBJ213—90);

(6)《混凝土结构设计规范》(GBJ10—89);

(7)《钢结构设计规范》(GBJ17—88);

(8)《室外排水设计规范》(GBJ14—87);

(9)《锚杆喷射混凝土支护技术规范》(GBJ86—88)。

3.1.1 辅助坑道勘测资料是设计和施工的依据,也是隧道勘测资料的组成部分。过去,由于对辅助坑道的勘测工作重视不够,勘测资料收集不完善,特别是地质描述不甚清楚,因而造成一些辅助坑道没有起到应有的作用,造成一定的损失,延误了工期,增加了工程费用,故作本条规定。

3.1.2 特长隧道及长隧道的斜井、竖井一般较长、较深,随之提升设备也较复杂,提升设备的安装及转载要求一定的井口场地,以满足提升能力的要求,故要求井口应有布置提升系统的场地条件。

斜井、竖井井口高程高,一旦洪水灌入井口,其后果不难设想。故要求井口高程应满足防洪要求。

3.2.1 辅助坑道位置选择时,应选在稳定地层中,避免穿过工程地质、水文地质复杂和严重不良地质地段。但自然界毕竟是多样的和复杂的,因此,在某些情况,如长或特长隧道因工期及通风、排水需要在较差的地质地段设置辅助坑道,还应全面考虑,当技术上可行,经济上合理,也可穿过较复杂的地质地段,但应做到情况明,措施得力,通过较详细的技术经济比较确定。

3.2.2 横洞是各类辅助坑道中最方便实用、造价低、设备简单,且正洞工作面的施工进度指标系数最高的一种。但在选用时要特别注意弃碴防护,避免弃碴阻塞河道,危害下游农田及水利设施。

3.2.3 设置平行导坑的主要目的是减少工序干扰,解决通风、排

水、出碴运输加快施工进度并为正洞施工探明地质情况,故条文规定对于不预留第二线的隧道,平行导坑应设在地下水发育或出碴运输方便的一侧。

平行导坑的长度应根据施工组织设计确定,在特殊条件下应根据需要设置,如地下水集中地段或有瓦斯涌出地段等在靠隧道中部,此时可适当增长,以解决主要矛盾。

平行导坑与隧道的净距采用 **15~20m**,在一般的围岩中是可行的,当地质条件不好时,应选用较大的净距,以策安全。

3.2.4 设置斜井的主要目的是开辟工作面、缩短工期,因此,选择斜井位置时首先要考虑整个隧道的均衡施工,保证采用斜井施工,达到缩短工期的目的。

斜井长度由技术经济比较确定,一般情况下,长隧道的斜井长度不宜大于 **500m**。否则所需要的提升设备要增大,工程造价要提高,运输安装困难,不经济。斜井长度不大于 **500m**、倾角不大于 **25°**时,采用 **2m** 直径的提升机、**4m³** 侧卸式矿车、双钩提升,提升能力可满足较高施工进度需要。

特长隧道的斜井长度不宜大于 **900m**,原因如上述。当斜井长度不大于 **900m**、倾角不大于 **25°**时,采用 **2.5m** 直径的提升机、**4m³** 或 **6m³** 侧卸式矿车、双钩提升,提升能力可满足较高施工进度需要。

3.2.5 竖井深度主要受地形条件控制。条件许可时设置简易竖井最好,简易竖井深度宜小于 **40m**,采用吊桶提升,可不设置稳绳,井架可采用三用架或龙门架,施工方便易行。竖井深度在 **200m** 以内时,可选用冶金系统的 **2** 号单层罐笼,**0.7m³** 矿车出碴,**2m** 直径提升机、钢丝绳罐道等较轻型配套设备,另外从施工排水考虑可采用一级泵站排水,其排水管路及法兰盘接头也较轻便,施工方便、安全性能可靠。特长隧道竖井深度要求小于 **400m**,其理由是:
(1)选用 **2.5m** 直径的提升机,**1.7m³** 矿车及配套罐笼出碴,提升能力可满足双线铁路隧道施工进度要求。若竖井深度大于 **450m**,则需改用 **3m** 直径的提升机,直径 **3m** 提升机比直径 **2.5m** 提升机

耗电量大,总重增加 52%,最大件重 1.5 倍,复杂程度将增加很多。(2)400m 以内的深竖井选用两级排水比较方便,安全度较大。

竖井穿过含水的砂层或卵砾石地层,易产生流砂事故,若不可避免时,应采用预注浆加固地层,使砂层固结,防止流砂事故产生,这样就将增加工期和造价。故条文规定竖井宜避免穿过含水的砂层及卵砾石地层。

竖井设在隧道中线顶部有不少缺点,如施工时调车不便、不安全、支护结构不易处理等,故要求竖井设在隧道一侧。竖井与隧道的净距应依地质情况确定,条文规定 15~20m,主要是从结构受力和安全上考虑的。

3.3.1 横洞和斜井的轴线与隧道中线的交角大小是根据地形、地质条件及其本身的参数确定的,正交时应设连接通道,斜交时可为任意角度,若交角过大或过小时,也应采用连接通道与隧道连接。连接通道与隧道中线交角宜选用 $40^{\circ}\sim 45^{\circ}$,这是从支护结构受力和出碴运输两方面考虑的,因连接通道与隧道相接处必然形成喇叭口状,其交角过小,连接处跨度增大,对围岩稳定不利,当地质条件较差时,容易发生坍塌,支护结构不易构筑;其交角过大,因转弯过急,运输车辆在工作中易发生掉道,同时受连接曲线半径影响,需要将轨道内移,造成内侧岩体大量切削,连接处跨度同样有所增加,仍然不利于围岩的稳定,故根据多年来施工实践经验,条文提出上述角度范围。平行导坑与隧道间横通道的交角亦是根据上述原因规定的。

竖井不设在隧道中线上时,其井下与隧道之间宜设双侧连接通道,以方便调车。若设单侧连接通道,进、出罐笼的车辆同在一侧,操作不便,且不安全,并增加了辅助时间,大大降低了提升能力。

平行导坑横通道设置的间距主要应从地质条件、施工组织设计及施工机械化程度等因素,并结合避车洞的布置确定。若地质条件好,施工机械化程度高,其间距可根据施工组织设计情况选用 240m 甚至 360m。若地质条件较差,施工机械化程度较低,其间距

可用 **120m、150m** 等。间距大,工程量省,从而可降低造价;间距小则反之。条文规定不宜小于 **120m** 是根据各施工工序及通风、排水方便提出的。

3.3.2 横洞纵断面是根据一般的排水坡度要求和有利于重车下坡运行而规定的。

平行导坑底部高程低于隧道底面高程 **0.2~0.6m** 可使横通道的纵坡由隧道向平行导坑为下坡,有利于正洞水流向平行导坑排除,并有利于重车下坡运行出碴。但由于横通道两端需设反向曲线,且两端均需铺设道岔,坡度不宜太大,太小时下坡易使车辆溜车掉道,上坡可能超过机车牵引限坡。为有利于排水,其坡度不应小于 **3‰**。

斜井倾角大小主要取决于提升方式。从大瑶山隧道滑石排 2 号斜井采用胶带输送机提升的实际情况看,斜井采用国产 **DX** 型钢绳芯带式输送机,实际倾角为 **15°40'**,输送石碴效果很好,且该机型技术参数为:矿石粒径 **0~350mm**,向上提升可采用 **14°~16°**;同时铁路隧道施工斜井纯属临时工程,服务年限短,在安全可靠的前提下,采用较大的允许倾角,可缩短斜井长度,节约工程投资。条文规定胶带输送机提升不得大于 **15°** 是从安全角度考虑,并与铁道部现行《铁路隧道设计规范》取得一致。

条文中箕斗提升不得大于 **35°**,矿车提升不得大于 **25°**,斜井井身纵断面不宜变坡,井身每隔 **30~50m** 可设一个躲避洞,均根据铁道部现行《铁路隧道设计规范》制订。为适应井下摘挂钩及调车作业的需要,条文规定矿车提升的斜井井底应设平坡段。为使提升平顺,避免车辆掉道事故发生,条文规定井口和井底变坡点应设竖曲线,有轨运输的竖曲线半径宜采用 **12~20m**。

3.3.3 辅助坑道横断面的净空高度一般由装碴机动作高度加上安全间隙控制或者由通过的大型机械设备加安全间隙控制,有时是通行车辆加通风管及安全间隙控制。净空宽度一般由最宽运行车辆、人行道、管线宽度及安全间隙控制,有时也是通过大型设备宽度加安全间隙控制。

4.1.1.1 洞门的作用在于支撑辅助坑道边仰坡、拦截仰坡上的少量剥落、掉块、并将仰坡的水引离辅助坑道,以保障洞(井)口的安全畅通。

一般情况下,洞(井)口应修建洞门;对于完整不易风化的硬岩或采用喷锚加固的洞口,可只做洞门框。

4.1.1.2 洞门结构形式应力求简单、因地制宜,适应洞口地形、地质等要求。岩层较好时可采用端墙式,岩层较差时可采用翼墙式,地面横坡稍大或一侧地形突出时可采用台阶式。

斜交洞口衬砌受力情况比较复杂,施工比较麻烦,斜交洞门的端墙与辅助坑道中线的交角越小,对洞口段衬砌受力和施工安全越不利,故条文规定Ⅳ类及以上围岩采用斜交洞门时,其端墙与辅助坑道中线的交角不应小于 45° 。

4.1.1.3 洞门端墙宜高出仰坡坡脚 **0.5m** 系采用修建隧道洞门的经验数据。洞门端墙与仰坡之间水沟的沟底至衬砌拱顶外缘的高度不宜小于 **0.5m**,主要考虑到辅助坑道断面一般较小,洞门是临时工程,使用年限短,故较隧道洞门的要求低。为了减少洞门顶水沟的不利影响,水沟底如有填土应紧密夯实,洞顶仰坡土石有剥落可能时,坡面应清理加固。

4.1.1.4 为了洞口的安全稳定,洞门端墙、翼墙和洞口挡墙的基础必须置于稳固地基上,并埋入地面下一定深度。要求地基稳固不一定单纯加深基础,应认真清除基底废碴或采用其他加固措施。

在冻土上设置基础时,基础应埋入冻结线以下或采用其他措施,以防地基冻胀造成洞门的开裂或损坏。

4.1.1.5 洞(井)口是辅助坑道的咽喉,不及早施工洞门,边仰坡暴露时间过长,会发生坍方落石,危及安全,干扰运输,严重时将降低辅助坑道的使用价值,故要求洞门及早施工。为增强洞口建筑的稳定性,洞门端墙应与拱墙衬砌同时施工,连成整体。

4.2.1 竖井井口多处在松散表土层或风化岩层内,一般还要承受井架、提升设备、运输设备等传递的荷载,修建锁口圈是必要的。锁口圈系井颈的头部,是地上与地下坑道联系的咽喉,为了井口的

稳定和安全,应采用混凝土或钢筋混凝土灌筑。

4.2.2 为防止地面松土、碎石、杂物等及地表水从井口进入井内,竖井锁口圈应高出地面不小于 **0.25m**,或灌筑环形挡墙,并做好井口场地排水沟。

4.2.3 锁口圈与井颈是一个整体,施工时应整体灌筑。当锁口圈作为井架基础时,应与井架结构连成整体,进行整体设计,同时施工,以确保井架使用和提升运输的安全。

5.1.1 辅助坑道支护类型常用木、钢、钢木混合、混凝土或钢筋混凝土等构件支护和喷锚支护。构件支护系点支护,只起临时支撑作用,需要增设模筑混凝土才能形成永久性支护,喷锚支护可用作永久性支护,也可用作永久性支护的初期支护,具有灵活、简便、工序少、施工空间大、安全可靠等优点,故应优先采用。

辅助坑道被用作泄水洞、运营通风道等,虽然在施工阶段是辅助坑道,但就其实际的使用要求是永久性工程,故应按永久性工程及通风、泄水的使用要求设衬砌。

5.1.2 辅助坑道洞口、岔洞处及与正洞连接段,围岩临空面多,经施工多次扰动,物理力学性能下降,应力集中,地下水容易侵入,使支护结构受力复杂化,是辅助坑道的薄弱环节,应采用加强支护措施。本条各款所作规定是为了提高洞(井)口支护的强度和整体性。

5.1.3 辅助坑道内两种围岩交接地段,是围岩较差向围岩较好过渡的地段,过渡地段长度一般为 **3~5m**。因此,规定围岩较差地段的支护结构应向围岩较好地段延伸,其长度不得小于 **5m**。

5.1.4 位于软硬地层分界处的衬砌,因承受不同的围岩压力,易产生不均匀沉降,使衬砌断面产生应力集中而开裂破坏。因此,规定软硬地层分界处衬砌宜设沉降缝。

5.1.5 不设仰拱的辅助坑道,为了防止道床发生病害,确保运输和车辆通行安全可靠,宜做铺底。

5.2.1 横洞、平行导坑及斜井喷锚支护参数主要根据围岩类别、坑道宽度确定。表 **5.2.1** 是按国标《锚杆喷射混凝土支护技术规

范》和部标《铁路隧道设计规范》的有关规定及一般辅助坑道宽度 $B \leq 5\text{m}$ 支护要求拟定的。此表同时参考了国内一些工程实例,如大瑶山隧道、军都山隧道及云台山隧道辅助坑道的支护参数,并参照国外同类资料类比拟定,具有一定的实用性。由于工程情况千变万化,在施工过程中,应根据量测资料进行适当修正和补充。

5.2.2 横洞、平行导坑及斜井衬砌常用喷锚衬砌、模筑混凝土衬砌、复合衬砌等类型。

喷锚衬砌作为衬砌的一种类型,喷锚的质量和技术标准应比一般喷锚支护要求高,应用范围亦受到一定的限制,故规定仅适用于地下水不发育,无侵蚀性,并能保证光面爆破效果的Ⅳ类及以上围岩地段。

喷锚衬砌最小厚度定为 **5cm** 系按构造要求,当喷射混凝土厚度小于 **5cm** 时,石子含量少,容易引起收缩开裂和剥落。

模筑混凝土衬砌厚度的确定,Ⅳ类及以上围岩按构造要求并留有一定安全储备,Ⅲ类及以下围岩应进行承载检算或按工程类比。

复合衬砌的初期支护可按表 **5.2.1** 所列喷锚支护参数选用,取下限。二次衬砌的模筑混凝土厚度按构造要求并留有一定安全储备确定。

5.3.1 表 **5.3.1** 是按国标《锚杆喷射混凝土支护技术规范》结合铁路隧道竖井使用特点拟定的。由于竖井支护不仅承受围岩压力,还要承受井架、装载设备等地面传递的荷载,故规定喷射混凝土最小厚度为 **10cm**,并限制Ⅲ类及以下围岩地段不宜采用喷锚支护。

5.3.2 竖井用作运营通风井或救灾通道等,应按使用要求设衬砌。

竖井衬砌应参照相应材料的竖井支护予以加强。喷锚衬砌的喷射混凝土厚度宜较喷锚支护增加 **5cm**,模筑混凝土或钢筋混凝土衬砌厚度宜较模筑混凝土或钢筋混凝土支护增加 **5~10cm**,砌体衬砌厚度宜较砌体支护增加 **10~20cm**。有条件采用喷锚作临

时支护的竖井衬砌,其厚度可采用竖井模筑混凝土或钢筋混凝土衬砌、砌体衬砌的厚度。表 5.3.2 竖井复合衬砌初期支护参数是按国标《锚杆喷射混凝土支护技术规范》有关规定,并参考大瑶山隧道班古坳竖井、深圳梧桐山隧道莲塘、五亩地、伯公坳、沙头角竖井等初期支护资料拟定的,有一定的实用价值。

5.3.3 设置壁座是为了承托井壁的部分重量,加强井壁与围岩的互相影响,从而产生很大的阻力,提高井壁的承载能力,使竖井支护结构和承载能力同井壁的工作条件和承受的荷载相适应,达到提高竖井支护结构的可靠性和安全度。

无壁座灌筑井壁,采用砌体支护时,应先灌筑混凝土圈梁作承重构件,以利用井壁工作面围岩的推力,加强井壁与围岩的结合,可增加一定的安全系数。

5.4.1 辅助坑道交岔点是两个及两个以上坑道的连接部,一般情况下,各坑道不可能同时施工,此处围岩经多次扰动,由于先施工坑道的稳定性受到后施工坑道开挖的影响,应有较强的支护才能保证安全。竖井井身与井底车场连接处不仅坑道断面大,而且地压也大,围岩经多次扰动后稳定性更差,需要较强的支护才能确保结构的稳定与安全。

5.4.2 平顶交岔是矩形断面辅助坑道的平面连接部,故除进行一般支护外,应设框架。

5.4.3 拱顶交岔是拱形断面辅助坑道的平面连接部,应采用渐变或分段加强支护,断面渐变段的支护,可根据断面尺寸和围岩类别比照同类一般坑道支护予以加强,按围岩类别降低 1~2 级处理,或增设模筑混凝土衬砌。

分离为两个独立的坑道处,其支护可比照同类一般坑道支护适当加强,原则上宜将围岩类别降低 1 级处理。

5.5.1 辅助坑道的洞室一般由坑道扩宽、加高或分支开拓形成的,同一般坑道没有实质性区别。因此,其支护可参照一般坑道支护,即本规范表 5.2.1 的要求选用。

5.5.2 装载洞室及碴仓、水仓等属于空间结构的特种洞室,结构

8.1.6 警冲标是道岔附近允许停车的最近标志点。当机车或矿车停放在警冲标内方时,另一条轨道上运行的列车方可安全通过道岔。

8.1.7 车场的通过能力应满足隧道出碴的要求。车场线路平面布置完成后,需计算车场年通过能力,如年备用通过能力小于辅助坑道设计年出碴能力的 **30%** 时,应摸清通过能力不足的原因,有针对性地变更设计,使其同辅助坑道的运输提升能力和隧道的施工工期相适应。

影响车场通过能力的因素较多。采用电瓶车牵引时,应根据编制的电瓶车在车场内的运行图表,确定列车间隔时间,计算车场年通过能力。

8.2.1 矿车提升的斜井井口,在不增大提升能力的前提下,平车场比甩车场具有较大的提升能力和通过能力。故设计斜井井口车场时,宜采用平车场。

结合井口斜坡地形选择甩车场形式,可大大减少地面土方工程量,且有利于提升系统的合理布置。

8.2.2 井口车场场地应结合各工程的具体情况综合考虑合理布置。不仅要方便调车作业、在保证生产及人员安全的前提下,还要做到方便施工和减少工程量。

8.2.3 井口车场应根据作业需要设置各种用途的线路,其有效长度系参考煤炭和冶金矿山资料,并结合铁路隧道辅助坑道车场设计的经验数据制订。

8.2.4 线路坡度过大时,电瓶车难以牵引车组上坡运行,且下坡制动困难、不安全、轨道与车辆轮缘磨损严重。故井口车场纵断面根据矿山及隧道施工经验,结合地形条件及作业要求,宜按平坡或小于 **6‰** 的坡度设计。

8.2.7 斜井和竖井随着井身长度、提升方式、运输设备及施工组织安排的不同,井底车场的布置和规模大小有较大的差别。设计时需要根据运量要求综合考虑,结合井口地形、方便施工、确保安全和经济合理等,尽可能地将辅助性工作和设备安排于地面或利

8.1.6 警冲标是道岔附近允许停车的最近标志点。当机车或矿车停放在警冲标内方时,另一条轨道上运行的列车方可安全通过道岔。

8.1.7 车场的通过能力应满足隧道出碴的要求。车场线路平面布置完成后,需计算车场年通过能力,如年备用通过能力小于辅助坑道设计年出碴能力的 **30%** 时,应摸清通过能力不足的原因,有针对性地变更设计,使其同辅助坑道的运输提升能力和隧道的施工工期相适应。

影响车场通过能力的因素较多。采用电瓶车牵引时,应根据编制的电瓶车在车场内的运行图表,确定列车间隔时间,计算车场年通过能力。

8.2.1 矿车提升的斜井井口,在不增大提升能力的前提下,平车场比甩车场具有较大的提升能力和通过能力。故设计斜井井口车场时,宜采用平车场。

结合井口斜坡地形选择甩车场形式,可大大减少地面土方工程量,且有利于提升系统的合理布置。

8.2.2 井口车场场地应结合各工程的具体情况综合考虑合理布置。不仅要方便调车作业、在保证生产及人员安全的前提下,还要做到方便施工和减少工程量。

8.2.3 井口车场应根据作业需要设置各种用途的线路,其有效长度系参考煤炭和冶金矿山资料,并结合铁路隧道辅助坑道车场设计的经验数据制订。

8.2.4 线路坡度过大时,电瓶车难以牵引车组上坡运行,且下坡制动困难、不安全、轨道与车辆轮缘磨损严重。故井口车场纵断面根据矿山及隧道施工经验,结合地形条件及作业要求,宜按平坡或小于 **6‰** 的坡度设计。

8.2.7 斜井和竖井随着井身长度、提升方式、运输设备及施工组织安排的不同,井底车场的布置和规模大小有较大的差别。设计时需要根据运量要求综合考虑,结合井口地形、方便施工、确保安全和经济合理等,尽可能地将辅助性工作和设备安排于地面或利

用隧道设置,以减少辅助坑道工程。

8.2.8 条文中斜井、竖井井底车场各种线路有效长度,系参考煤炭、冶金及铁路隧道辅助坑道井底车场设计的经验数据制订。

8.2.9 采用矿车自溜坡度,可参照煤炭、冶金部门资料计算或通过试验确定。

采用电瓶车调车时,坡度不宜大于 6% 的机车限坡,也不宜小于 3% 的排水坡。

8.2.10 钢轨类型的选择与电瓶车质量和矿车容积有关,可见表 7.2.3。轻型标准钢轨的规格列于说明表 6.2.10。

轻型标准钢轨规格

说明表 6.2.10

钢轨类型 (kg/m)	断面尺寸(mm)				断面面积 (mm ²)	理论质量 (kg/m)	钢轨长度 (m)
	高	底宽	顶宽	腰厚			
18	90	80	40	10	2307	18.06	7~12
24	107	92	61	10.9	3124	24.46	7~12
33	120	110	60	12.5	4250	33.29	12.5

8.2.11 为了使电瓶车、矿车能顺利通过曲线地段,并尽量减少轮轨之间的横向水平力、轮轨磨损和轨道变形,故曲线段轨距应按规定加宽。为了消除电瓶车、矿车在曲线上运行时离心力对线路和行车安全的影响,曲线外轨要按规定设置超高。轨距加宽与外轨超高值应在曲线段两端的直线线路上逐渐递减。

8.2.13 相邻道岔间插入短轨的目的是使道岔间轨距变化平缓,以减少列车过岔时的剧烈冲撞和摇晃。

顺向、对向布置的道岔间插入短轨长度分别按 7m 长钢轨的二分之一和 7m 考虑。

8.2.14 车场线路由于机车起动、制动、过钢轨接头时的冲击力及列车运行等均能引起钢轨爬行。为保持钢轨的纵向稳定,应在坡度较大且经常制动的木枕地段安设防爬设备。

列车通过曲线时将产生横向水平力,为保证轨道在横向水平力作用下的稳定和行车安全,应在木枕线路曲线地段设置轨距拉

杆或轨撑,予以加强。

在侧卸式矿车卸载站设置护轨可防止掉道车辆过度偏斜而造成的严重事故。

7.1.1 有轨运输包括电瓶车牵引矿车和绞车提升矿车或箕斗;无轨运输包括胶带输送机运输和自行设备运输;单绳提升包括单钩提升和双钩提升。

7.1.2 辅助坑道的坡度是选择其运输与提升设备类型的主要条件。横洞与平行导坑属平巷工程,可选用有轨或无轨运输;斜井按坡度的大小,可选用矿车提升、箕斗提升、胶带输送机运输或无轨自行设备运输;竖井则宜选用吊桶与罐笼提升。辅助坑道运输与提升设备的类型,还应结合辅助坑道长度、出碴量及工期等条件,进行技术经济比较,合理选用,以节省工程投资。

7.1.3 辅助坑道的运输、提升设备能力应满足隧道施工时出碴、进料、运送设备与人员等要求。当设备能力不足,则要影响隧道施工进度;设备能力过大,就不能充分发挥设备能力而造成浪费,故要求辅助坑道运输与提升设备,应与隧道施工主要工序所采用的机械设备生产能力基本均衡、相互配套,以获得最优的经济效果。

7.1.4 目前矿用提升机有单绳缠绕式(简称单绳提升机)和多绳摩擦式(简称多绳提升机)两种。多绳提升机一般为塔式布置,其塔为钢筋混凝土结构,建设费用较高,铁路隧道竖井为临时性工程不宜采用。单绳提升机采用落地式,天轮架、井架结构较简单,适用于临时性工程。故铁路斜、竖井工程应采用单绳提升机。

当井较深或出碴量较大时,若采用单钩提升,一次提升全时间较长,故宜采用双钩提升,以缩短一次提升全时间,并减小最大拉力差与电机功率。

7.1.5 参照《煤矿安全规程》第 395 条第三款制订。铁路隧道正洞的施工相当于煤矿修建主要运输大巷的建井期间,辅助坑道服务时间一般 3~5 年和煤矿建井期的时间亦相当,故采用其相应规定。

7.1.6 参照《煤矿安全规程》第 392 条第三、六款制订。

7.1.7 滚筒出绳角的大小,影响着提升机主轴的受力情况,故出绳仰角值应满足提升机技术参数要求,其值不宜小于 30° ,以适应井架(或斜撑)建筑的要求。

7.1.8 柴油机驱动无轨自行设备具有功率大、机动性强、效率高、综合生产成本低等优点;但柴油机工作时排出大量有害物质,污染洞内空气,如不采取有效措施,就会严重影响洞内工人的健康,故应选用高效率、低污染的柴油机,并装设机外净化器,使废气净化,减少污染。对于有易燃、易爆气体的辅助坑道,为了人身、设备与工程的安全,必须选用防火、防爆设备。

7.2.2 铁路隧道施工用有轨运输设备,绝大多数的轨距为 762mm 。电瓶车灵活性较大,无需架线,在金属矿山多用于开拓阶段运输。故隧道施工采用有轨运输时,宜选用 762mm 轨距与电瓶车牵引。

在含有可燃、易爆气体的地层中施工,必须配置防爆型电瓶车,是参照《铁路隧道施工技术安全规则》(TBJ404—87)第 11.0.7 条制订的。

7.2.3 表 7.2.3 是参照冶金矿山资料制订的。

7.2.4 铁路隧道的平行导坑属临时性工程,工人上下班行走的道路条件差,故参考《煤矿安全规程》第 333 条制订本条规定。

7.2.5 铁路隧道施工,出碴是控制工序之一,而加大矿车的容积,有利于使用大型装碴机械,提高装、运石碴的速度,缩短出碴时间,为快速施工创造条件。

7.3.2 参照《煤矿安全规程》第 340、341 条制订。

7.3.3 参照《煤矿安全规程》第 402 条和《矿山井巷工程施工及验收规范》(GBJ213—90)第 9.3.3 条制订。

7.3.4 设置托辊、大托辊的目的是为了避免钢丝绳直接与道碴、轨枕摩擦,减少钢丝绳的磨损和提升时的阻力,同时起到导向的作用,大托辊设置在井口竖曲线段。

甩车场设置立辊主要起减少钢丝绳磨损和导向的作用。

7.3.5 斜井采用大容积矿车、斜坡栈桥不摘钩卸碴方式,是大秦

线军都山隧道斜井施工的经验。大容积矿车出碴效率高、不摘钩既安全又省时,大大加快了出碴速度,故推广使用。使用时栈桥的倾斜坡度不能太小,以免松绳时空车不能靠自重克服天轮另一侧的钢丝绳重量而向下坡行走。

7.3.6 斜井采用箕斗提升,一般都是井深且出碴量大,故箕斗宜选用双钩提升,以提高效率并减少功率消耗。箕斗与人车不宜在同一井身内提升;否则,为安全计应修建隔墙,则斜井断面太大,增加施工难度,故应采用主副井。副井专为下料、人员与设备的升降,不与箕斗提升发生干扰,可大大提高安全度和效率。

目前使用的斜井箕斗有后卸式、前卸式和无卸载轮前卸式三种形式。无卸载轮前卸式箕斗是一种新的结构形式,其特点是将前卸式箕斗突出两侧的卸载轮去掉,在卸载处利用翻转架卸碴。其主要优点是扩大了箕斗有效装载宽度,同时也提高了井身断面利用率,卸载快、结构简单、易于制造、便于维修,适合铁路隧道斜井出碴。

7.3.7 胶带输送机是一种连续性运输设备,生产率较高。生产实践证明,无论在运输量方面,还是在经济指标方面,它都是一种先进的运输设备。和普通胶带输送机相比,钢绳芯胶带输送机的优点是:胶带抗拉强度高,可满足长距离输送的要求;成槽性好,运输能力大;结构简单,电能消耗小,使用寿命长;胶带伸长量小,拉紧装置行程小;胶带破损后容易修补,接头寿命长;输送机的滚筒小,设备数量少,维修方便;运营费用低,经济效果好,故适合铁路斜井施工用。

7.3.8 带速与物料性质、块度、滚圆度、温度及环境卫生和倾角有关。对物料易滚动的、磨琢性大的、块大的、干的而且环境卫生条件要求高的场合,应采用较低带速;目前冶金矿山推荐带速为 $2\sim 3.15\text{m/s}$ 。胶带输送机向上运输的倾角越大、运输距离越短,则带速应选用越低。

7.3.9 钢绳芯胶带输送机起动时要求平稳,加速度不宜过大。根据冶金矿山的经验与资料,向上运输时,一般起动、停车加、减速度

取 $0.2 \sim 0.5 \text{ m/s}^2$ 。斜井倾角越大、运距越长,加速度应越低,以降低电机功率。

7.3.10 计算带宽公式是冶金矿山对含有块状物料的钢绳芯胶带输送机带宽的校核公式,隧道开挖后的石碴与矿石相近,故采用冶金矿山带宽的计算公式。

7.3.11 井口变坡处凸弧段半径计算公式的依据是:考虑胶带通过凸弧段,槽角顶边胶带伸长不超过许用伸长率 0.002 ,以免胶带侧边存在很大的局部应力,致使托辊与胶带早破坏。公式为 $k/R \leq 0.002$, k 为胶带成槽深度(m)。当 DX 型系列,托辊槽角 $\alpha = 30^\circ$ 时, $k = (0.15 \sim 0.17) B$, 即 $R \geq (75 \sim 85) B$ 。

7.3.12 重载小车拉紧装置的拉紧力可控制,其拉紧力为恒定值,其拉紧性质是滚筒车架有拉移,张力不变,只适用于倾角大于 12° 的提升用胶带输送机。其布置要点是:小车上拉紧滚筒的受力方向应与小车的位移方向平行,使施加的拉紧力通过滚筒中心。

7.3.13 为了使胶带输送机安全地向上输送石碴,保持正常运行,必须设置保护装置。

7.3.14 钢绳芯胶带连接方法有机械连接法和硫化(热)胶接法。硫化胶接法是把两胶带的纵向排列钢绳采用搭接错位法连接,给橡胶加热加压,经过硫化使它们搭接成一个整体,接头强度一般可获得最佳的粘着强度,达到胶带强度的 $85\% \sim 90\%$ 。

7.3.15 无轨自行设备的选型与石碴的性质、出碴量、作业条件、运行道路状况、设备维护检修等有关。正确的设备选型应在保证坑道内安全和卫生的条件下,经过技术经济比较后确定,以确保经济效益最佳。目前,国内外使用的无轨自行设备主要是柴油机驱动、轮胎式的。为了提高运输效率,减少运营费用,根据冶金矿山的经验:两轮驱动的柴油无轨自行设备的运行坡度不宜超过 $11\% \sim 12\%$;四轮驱动的无轨自行设备的运行坡度不宜超过 17% ,主井用于运输石碴,其坡度不宜大于 15% ,仅就无轨设备最大爬坡能力而言,坡度可达 40% 左右,但运行速度慢、机件损耗大,轮胎磨损大,得不偿失,所以把坡度减少到 15% 以下,作为减少轮胎磨

损的措施之一,从而规定了限制坡度及其坡长。

7.4.1 竖井单绳提升常用的容器有罐笼和箕斗,吊桶仅用于竖井开凿阶段。罐笼与箕斗相比其优点是:不需设置井下及井口碴仓;基建开拓量较小、基建时间较短、井架高度较小;既能出碴,又能运送人员、材料和设备。铁路隧道竖井属临时性工程,故宜采用罐笼提升。安全保险装置应符合《铁路隧道施工技术安全规则》(TBJ404—87)第六章第三、四、五节有关规定。

7.4.2 钢丝绳罐道的优点是:结构简单,能节省井身装配用的钢材或木材;便于安装,可缩短建井工期;磨损较轻,使用寿命长,维修费用低;井身通风阻力小,故适用于临时性工程的深竖井。由于钢丝绳罐道需要固定和拉紧装置,工作繁重,故浅井宜采用单侧布置的刚性罐道。

7.4.3 竖井罐笼升降人员的最大加、减速度根据《煤矿安全规程》第 400 条制订。升降物料的最大加、减速度参照冶金矿山的经验与资料制订。

7.4.4 参照《煤矿安全规程》第 393 条第二款制订。

7.4.5 参照《煤矿安全规程》第 378 条第三款制订。

7.4.6 参照《煤矿安全规程》第 364 条,结合铁路隧道竖井情况,按每个提升容器一般设 4 根罐道绳的要求制订。

7.4.7 为了使罐笼正确地停止在规定位置,便于矿车进出,应在井口和井底进出车处安设承接罐笼的装置和一段刚性罐道。承接装置有托台、摇台和承接梁。承接梁只用于井底。刚性罐道的数量可根据罐笼的大小,安设两根或四根。

7.4.8 选择凿井提升设备,考虑隧道施工阶段利用原有设备的可能性,可减少换装时间,节省人力、物力与设备,加快施工进度,提高经济效益。

7.4.9 参照《煤矿安全规程》第 392 条第六款和第 393 条第三款制订。

7.4.10 凿井钢丝绳的绳弦长度是根据煤矿的经验与资料制订的,其理由同本规范 7.1.7 条说明。凿井提升最大绳偏角值是参

照《矿山井巷工程施工及验收规范》(GBJ213—90)第 9.1.7 条制订的。对出绳仰角值的要求见本规范 7.1.7 条说明。

7.4.11 参照《矿山井巷工程施工及验收规范》(GBJ213—90)第 9.2.1 条制订。

7.5.1 为了保证提升安全,斜井、竖井的提升信号除箕斗采用直发式(即装载点与提升机房直接联络)外,其他提升方式应采用中继转发式,一般在井口设中继提升信号房,专设信号人员,负责车场、摘挂钩点、装载点与提升机房的中继转发信号联络,确保人身及设备的安全。

7.5.3 提升声、光信号可根据习惯确定具体内容。

信号电压规定不超过 127V,能既保证声、光信号可靠动作,又保证操纵信号人员的安全用电。

7.5.5 当提升信号不明或提升内容超过规定时,为确保提升安全,采用有线通信联络,可起提升信号的补充完善作用。通信为有线电话直通式。

7.5.7 坑道内主变电所应设能与地面变电所或单位生产(安全)调度直接联络的电话,是为保证供电的可靠和安全。通话方式可采用调度直通式或单位普通通信电话。

8.1.1 栈桥、井架均属为隧道施工服务的临时辅助设施,使用期为 3~5 年,应以适用、经济为主。结构平面尺寸宜取小值,使其不占或少占耕地,在选择栈桥、井架位置时,应配合斜、竖井井口位置选择,选在少拆迁的地方。

8.1.2 栈桥、井架作为临时辅助施工设施,在满足施工的前提下,要求节省材料和工程投资,故应根据使用要求、材料来源及施工条件等进行经济比较确定。

8.2.1 斜井栈桥是为了将运出的石碴倒装给其他运输车辆,并为运送材料、机具、设备而设置。为供人员操作、检修用需设置人行道。

8.2.2 采用胶带输送机运输石碴时设置胶带输送机栈桥,其下部支承结构可就地取材采用浆砌片石或采用混凝土;上部承重结构

宜采用钢材,以利运输、安装、拆卸,并可复用。

采用矿车运输石碴时设置矿车栈桥,其桥面除满足轨道的数量、矿车卸载外,还应满足人员操作、检修的要求。该栈桥的承重纵梁宜采用钢梁,下部支承结构可就地取材采用砖砌、浆砌片石或混凝土立柱。砖柱由于承压强度低,只适用于 **8m** 以下高度的栈桥。

8.2.3 栈桥结构计算应计及以下荷载:

结构静载:包括栈桥上部建筑、跨间承重结构及下部支架的结构自重,如设碴仓时还要计及碴仓自重。

设备荷载:当采用胶带输送机时,包括胶带输送机设备的荷载(含石碴重);当输送机的传动装置及头部设在栈桥上时,应将传动装置及头部的设备自重乘以 **1.2** 的动力系数。当采用矿车运输时,包括轨道、矿车及石碴重。

人群活荷载:根据煤矿的经验数据,可按 **2.0kN/m²** 均布荷载计算。

层面雪荷载可根据实际情况选取。

一般栈桥为半敞开式或全敞开式,可不计风荷载;当为全封闭时,才计及侧向风荷载。

栈桥属临时辅助施工设施,设计时可不计地震力的影响。

8.2.4 栈桥上设人行道系供人员操作及检修用,宽度不小于 **0.7m**,人行道上设栏杆、防滑条及踏步均为安全生产要求。

8.2.5 当地形有利、地质条件允许时,天轮架可直接设置在岩层上,即在岩层中预埋地脚螺栓,用水泥砂浆找平后安设天轮架,以充分利用地形、地质条件,减少工程量,节约投资。

8.3.2 竖井深度小于或等于 **40m** 时,由于不需要安装稳绳,故可采用三角架或龙门架作井架;井深大于 **40m** 时,宜设置凿井、生产两阶段共用井架,以缩短换装时间,加快施工速度。

8.3.5 验算井架结构构件时,为了安全,应根据使用过程中可能同时作用的最大荷载进行组合。

8.3.5.1 正常荷载中井架自重包括天轮房、天轮平台和扶梯等

重力;附属设备重包括天轮及其轴承的重力,卸碴台(凿井阶段)及围壁的重力;提升悬吊钢丝绳的工作荷载包括各种悬吊设备重(含石碴重)和钢丝绳自重。

按正常荷载组合验算是要保证井架在正常工作情况下有充分的安全度。

8.3.5.2 特殊荷载中提升钢丝绳的断绳荷载(破断拉力)=换算系数 \times 钢丝绳破断拉力总和,其中换算系数可根据钢丝绳的结构取 0.8×0.9 。

按特殊荷载组合,除计算井架自重、附属设备重外,采用单钩提升时,还应计算提升钢丝绳的断绳荷载、其余钢丝绳的工作荷载及 **50%**风荷载;采用双钩提升时,还应计算一根主提升钢丝绳的断绳荷载、另一根主提升钢丝绳的 **2** 倍工作荷载、其余钢丝绳的工作荷载及 **50%**风荷载。

按特殊荷载组合验算是为了保证井架在遇到断绳等特殊事故时仍有一定的安全度。

8.3.6 天轮平台布置应符合的规定说明如下:

8.3.6.1 天轮平台一般按两面出绳布置,根据施工场地具体情况也可按四面出绳布置,目的是使井架受力均衡、减少井架的负荷,简化井架结构。

8.3.6.2 天轮平台采用正方形,为井架结构简化起到主导作用,从而可使结构设计受力明确,计算简单,施工安装方便。

8.3.6.3 规定间隙值,是为了避免磨损钢丝绳,使升降钢丝绳时不受阻碍。当钢丝绳与天轮平台边梁或井架构件相碰时,一般可采取以下几种措施:

- (1)用垫板或垫座将天轮轴承垫高;
- (2)增设导向轮(或称绷绳轮);
- (3)让钢丝绳从边梁下面穿过;
- (4)调整设备布置的位置。

8.3.6.4 此款要求是为了使天轮平台布置简单,施工方便。

8.3.6.5 天轮轴承座的中心线与天轮梁的中心线重合,可使天

轮梁受力均衡。如天轮轴承座需设在高于梁的上翼缘上时,可垫钢板、垫座或垫梁。

8.3.6.6 为了使井架受力均衡,天轮轴承座之间不应互相重叠。

8.3.7 井架底部平面尺寸指主体架角柱在下部张开的距离,应有足够的空间,以满足出碴、下大件设备及长材料等要求。

8.3.8 井架上的罐道平面位置与井身中的罐道平面位置一致,方能保证罐道的垂直度,使罐笼升降顺畅、安全。

8.3.9 井架基础顶面与柱腿中心垂直,可使基础顶面受力明确,柱腿与基础安装方便;基础底面呈水平,有利于地基受力与抗滑稳定。

8.3.10 对井架基础进行各项验算是为了安全。

8.3.10.1 要求基础底面的压应力不大于地基的容许承载力。

8.3.10.2 基础底面边缘的最小压应力验算是为保证基础底面不产生拉应力。因为,当基础底面产生拉应力,它将与地基脱离接触,这是不允许的。

8.3.10.3 基础顶面承压面积应取角柱底部支承板的面积,基础顶面荷载应取基础顶面的法向荷载。

8.3.10.4 地脚螺栓的抗剪强度和承压强度应根据切向荷载验算,以保证螺栓在允许受力范围内,不致遭受破坏。

9.1.1 利用平行导坑作回风道能保持通风不间断而稳定地进行,可满足长隧道施工通风的需要。平行导坑断面大,风压损失小,能节约电能,是其优点。

9.1.2 本条规定系根据国内长隧道施工中利用平行导坑作为通风巷道的经验总结。

9.1.3 长隧道的施工通风,以组成混合式通风为宜。设有辅助坑道的隧道常利用辅助坑道作为通风巷道,既经济效果又很好。各种通风方式的优缺点为:

压入式通风:爆破后开挖工作面首先得到新鲜空气,能较快地将有害气体排离,且金属风管、软质风管都能使用。缺点是爆破后

有害气体沿整个坑道排出,使全坑道空气污染;当管路连接不良时,会造成大量漏风降低通风效果。

吸出式通风:爆破后有害气体沿风管排出,不致使整个坑道空气受污染。但在工作面有害气体排除较慢,易造成停滞区,且不能使用软质风管。

混合式通风:是以吸出式为主的压入和吸出联合作用的通风方式,具有压入式和吸出式的优点。

9.2.1 条文根据大瑶山隧道滑石排 2 号斜井施工经验制订。

9.2.2 条文根据大瑶山隧道上崩塘、滑石排 1 号斜井施工经验制订。

9.2.3 条文中数据根据大瑶山隧道班古坳竖井通风得出。竖井直径小于 5m 时,一般井深较短,可采用压入式管道通风。

10.1.3 为了防止和减少地表水冲刷和下渗,防止坑道口边、仰坡范围内地表水流入隧道内,影响施工,规定对洞顶、坑道口、车场应设截、排水系统和防渗设施。

10.2.1 辅助坑道应选在工程地质及水文地质较好的地段。若必需设在有突水可能的地段,则应查明含水层的厚度、岩性、水量、水压、水质与补给条件以及隔水层的厚度、岩性与分布等情况,为探水提供依据。当在施工中,发现开挖工作面有突水预兆时(如洞壁挂汗,空气变冷,发生雾气、水声或工作面出水突然加大等)应进行探水。

探水方法应根据水文地质条件和设备能力确定,由于坑道工作面场地狭窄,宜选择体积小、重量轻的水平钻机,如 TXU—75 型油压岩芯钻机、KD—100 型坑道钻机、MYZ—150 型钻机等,亦可选用 YG—60 型、YG—80 型或 YT—65 型等风动凿岩钻机。

10.2.2 本条系防洪要求。在确定洞(井)口高程时,还应考虑开挖弃碴堵塞沟床的影响,确保工程不受洪水危害。

10.2.3 本条将辅助坑道防水规定分三种情况提出不同要求,是考虑到其多为临时工程,变电洞室防水要求较高,防水等级应达到二级,洞顶、洞壁不得滴水;其他洞室主要指水泵、搬道、信号及避

人等洞室,防水等级要求达到三级,允许有少量滴水,但不得成线流;辅助坑道洞身防水要求稍低,防水等级要求达到四级,应采取适当的防水措施。

10.3.1 实践证明,横洞和平行导坑不仅对解决施工通风、运输、减少施工干扰起一定作用,而且对解决施工排水,加快施工进度有相当的作用。所以条文规定排水沟过水断面、坡度应满足正洞排水的要求,以保证施工期排水通畅。

10.3.3 当隧道正洞为反坡时,平行导坑也必是反坡,不可能自流排水,而必然要采用机械抽升。随着工作面的不断向前延伸,排水长度逐渐增加,所以应采用分段排水。规定排水设备能力应大于服务工区围岩涌水量之和是为了保证排水的安全性。排水能力增大多少为宜,可根据围岩水文地质情况确定。

10.4.1 当斜井掘进遇到涌水量较大的含水层、断层或裂隙涌水时,除应增加掘进工作面排水设备能力外,还应对涌水较大的局部地段,采取分段截排水的措施,弄清涌水来源和水量大小,设法截住涌水,防止下流。如在涌水地点下部凿小容量水窝,设置潜水泵或喷射泵,将水直接排出井身或排至上方临时水仓。这样可以大大改善工作面的施工条件,保证不间断地快速施工。但分段不宜过多,以免造成井内布置杂乱,干扰施工。

10.4.2 竖井凿井期间排水方案影响因素较多,条文不宜将其一列举。施工时可依据其排水特点灵活处理。凿井期间排水的特点有以下几个方面,可供参考。

由于井身穿过的岩层含水量不同,工作面涌水量变化较大。同时因工作面积水流经爆破后的石碴,故含泥砂较多。

随井身工作面掘进,排水设备的扬程需逐渐增加,且由于放炮工作停止一段排水时间,设备的排水能力要大于正常工作面涌水量。

竖井排水时往往湿度及淋水均较大,故排水设备不能用普通型的电气设备,而应选用防潮电机。

鉴于以上诸多原因,竖井凿井期间排水的方法也较多,常用的

有吊泵一段排水,卧泵排水,气压泵、吊泵或卧泵两段排水,吊泵串联排水等,采用何种方法应因地制宜确定。

当井身涌水量大于 $50\text{m}^3/\text{h}$ 时,应采用注浆堵水的规定,是参照煤矿系统的经验数据制订。

10.4.3 排水泵站设在井身附近可减小管子道长度,便于排水管以最短的距离敷设至井口外。泵站与变电所联合布置可便于施工和管理。

10.4.4 根据煤矿、冶金系统的经验,水泵沿洞室纵向单排布置可减小洞室跨度,管道布置简单,方便操作和管理。

10.4.6 参照《煤矿安全规程》第 437 条制订。

10.4.7、10.4.8 一般情况,隧道位置应避免穿越工程地质、水文地质条件复杂的地层,但由于客观地形、地质的复杂性和目前勘探技术水平及勘探手段的限制,所取得的资料不能完全符合实际的情况还是经常发生的。不可预见的变化,特别是突然涌水造成的水患在铁路隧道施工中屡见不鲜。水文地质是一个比较复杂的问题,情况不同涌水量差异很大。所以在条文中对留有增加水泵的余地和设置防水密闭门难以作出具体规定,而只能作原则规定,以使在工程设计中对水患问题不至于忽视。

10.4.9 为了沉淀隧道施工时地层涌水中的泥砂、杂质,贮蓄隧道开挖涌水以及当泵站发生意外事故短时间停机不致造成水害,井下应设置一定容积的水仓。水仓主要用来贮水,但对调节水量也有很大的作用。规定水仓设置两条坑道的目的是互为备用,当一条清淤时,另一条能正常工作。

关于水仓容积在《煤矿安全规程》中规定为 $4\sim 8\text{h}$ 的矿井正常涌水量。本条规定为 $1.5\sim 2\text{h}$ 设计涌水量是根据铁路隧道特点和施工经验确定。例如现已建成的军都山隧道和正在修建的云台山隧道均按这个标准,现场反映基本可行。鉴于工程实例还不够多,该标准还有待在执行过程中,通过更多的实践加以补充或修订。

10.4.10 斜、竖井分段排水时,腰泵站主要起转水作用,水仓容积不需过大,规定按泵站 $10\sim 15\text{min}$ 排水能力设计是根据现场施工

经验,确定腰泵站水仓容积应考虑下列几方面的因素:

保证水泵工作时的良好水力条件,防止吸入空气,吸水管入口处应在最低水位以下 $0.5\sim 1\text{m}$,泵的吸入口与池底的距离一般为吸水管径的 $1.3\sim 1.5$ 倍。

保证水泵启动所需的瞬时流量,避免水泵启动过于频繁。

10.4.11 规定水仓入口应设在井底车场排水沟的最低处,目的是使隧道涌水能全部顺利地汇集流入水仓。施工经验证明水仓入口前设置一定容积的沉淀池,能起到预沉淀的作用,对水泵叶轮和管道配件有保护作用,可减少磨损和堵塞。

10.4.12 井下排水泵站属临时工程,一般使用期为 $3\sim 5$ 年。因此,水泵吸水池洞室宜简不宜繁,基本上能满足水泵正常工作的水力条件即可,这样不仅能减少工程量,而且洞室结构简单,适合铁路隧道施工的实际情况。

10.4.13 斜井与竖井相比,施工中排水的安全性要高些,所以条文对斜井管子道的设置只做原则性规定。

10.4.14 参照《煤矿安全规程》第 256 条制订。

10.4.15 对管子道净空高度的规定,主要是考虑当井下发生突然涌水或事故时,便于增援和外运排水设备。管子道与井身连接处规定设缓坡段和坡度是为了方便工作人员进出泵站和渗积水经斜、竖井流入井底水窝,而不至于顺管子道流入泵站。

10.5.1 据调查,在水泵选用上,大小悬殊的配泵或泵选型不当,往往使水泵不能在最佳工况点运转,以致增加能耗;另外,型号过多会给管理和维修带来很多不便,故规定宜选用一种型号。

确定水泵扬程的要求系参照《煤炭工业设计规范》第 2—130 条制订。

10.5.2 参照《煤矿安全规程》第 255 条制订。《煤矿安全规程》中规定泵站备用水泵的能力不应小于工作水泵能力的 70% ,检修水泵的能力不应小于工作水泵能力的 25% 。经调查,对于铁路隧道辅助坑道可不设检修泵。通过近期已建成的几座长隧道的施工经验证明,不设检修泵,以加大备用泵系数来增加排水的可靠性更适

合铁路隧道施工排水特点,因为在工程施工中地层涌水量计算不可能很准确,为了排水安全,增加备用泵是既简单又有效的措施,所以条文规定备用水泵的能力不应小于工作水泵的总能力,这比煤炭系统规定增加了 30%。

10.5.4 井下排水泵站有自灌和非自灌两种方式。自灌式有起动迅速,管理方便等优点,但工程量大,施工复杂,而且为了安全必须设置可靠的防水闸门及其洞室。非自灌式因吸水高度大易产生气蚀,但工作量相对小得多,这种方式对临时工程来说是经济合理的,不仅管理方便且可节省工程投资。

非自灌式泵站引水方法有多种,当吸水管装有底阀时,可采用从排出管上设旁通管引水的方法,利用排水管中的存水自动灌水。这种办法适合临时工程,设备简单,操作方便。当吸水管不设底阀时,可采用真空泵引水、水射器引水、密闭水箱引水等方法。

引水时间不大于 5min 是常规设计的经验数据。

10.5.5 据目前对国内煤炭系统矿井的调查,井深在 400m 左右的斜、竖井采用一级排水已比较普遍,而且 600m 的深井也有一级排水的实例,可以说较高扬程的井下排水技术国内已有较成熟的经验,故条文规定斜井、竖井井下泵站排水宜按一级排水设计。

深井一级排水工作压力大,对水泵及设备安装工艺水平要求较高,此外为了承受较高压力,使排水管自重和配件重量加大。如 4.0MPa 比 2.5MPa 压力的一对接法兰重量就增加一倍多。从施工技术要求和安装方便,以及当井下发生水患时,腰泵站可做救灾的临时排水泵站,从这两个因素出发,又做了井深大于 200m 时可采用分段排水的规定。

10.5.6 所谓停泵水锤是指水泵机组因突然停电或事故时,造成开阀停车,会产生水锤,水锤会引起管道振动和噪声,产生瞬间的巨大冲击力,严重时将引起管道和阀门破坏,所以规定应进行停泵水锤压力计算。

10.5.7 规定每台水泵应能向两条排水管输水,目的是为了能保证排水的安全性和可靠性,即当其中一条管道检修或发生故障时,

不致影响正常排水。

每条排水管上设置放空管的目的是为了在检修管道时能将水放空排入水仓。

10.5.8 无缝钢管、焊接钢管与铸铁管比较,具有壁薄、质轻、便于施工等优点。排水管道在竖井中安装比在斜井中条件困难,所以规定竖井中排水管应选用无缝钢管或焊接钢管。

10.5.9 当隧道涌水的 **PH** 值小于 **5** 时,属酸性水,排水泵应选用性能良好的耐酸泵;管道防酸有下列措施,应根据具体情况选用:

采用硬聚氯乙烯管和玻璃钢管,压力可达 **1.7MPa**,这种管材目前生产较少,且价格较贵,不宜采用;

采用无缝钢管内衬塑料管

采用钢管内衬水泥砂浆。

11.1.1 为了确保人员、设备的安全和辅助坑道防灾救灾的需要,对隧道的斜井和竖井,应有两路电源供电。这样当一路电源发生故障停电后。另一路电源能继续供电,从而保证井下的排水泵、风机和升降人员的提升机及通信信号的用电。

特长和长隧道的平行导坑和横洞的施工用电源,一般属临时工程,可靠性较差,为了不影响特长和长隧道正常施工,供电电源宜设两路。一路正常供电,一路备用;或者两路同时供电,互为备用。若供电电源较可靠,允许采用一路电源供电。平行导坑和横洞的施工可短时停电,但对于反坡排水的平行导坑和横洞,供电电源应和斜井、竖井相同。

11.1.2 由于地方供电部门电源可靠性高、电压质量高,同时也为了节省投资和施工运营费用,方便管理,因此要求辅助坑道优先采用地方电源。

自设柴油发电站是基于两种情况:第一种是当地方电源仅有一路,自设柴油发电站起备用作用;第二种是无地方电源,辅助坑道用电完全由自设柴油发电站供电。该两种情况下所设的柴油发电站容量都应满足辅助坑道的全部用电负荷。无论何种情况,自设柴油发电站机组的台数不应小于 **2** 台,具体应视地方电源、机组

性能、单机容量、工程情况、机组的检修和备用确定。

11.1.3 辅助坑道内电器的使用环境主要是指滴水、潮湿、粉尘和空间狭小等条件。

11.1.4 长期运营供电是指隧道照明、隧道及轨道的维修养护、运营通风、防灾救灾等。辅助坑道供电与长期运营供电有条件结合的工程一般为高压部分,如电源接取点、容量的大小、电源线路工程等,此时各种技术条件必须满足长期运营供电的要求。

11.2.1 选择 **10kV** 高压网络和 **380V/220V** 低压网络作为辅助坑道供电是为符合我国规定的标准电压级。对于即使有 **6kV** 或 **3kV** 电压的高压用电设备(如辅助坑道的大型排水泵、中大型提升机等),供电网络电压仍应优先采用 **10kV** 级,设备用电可由 **10kV** 降为 **6kV** 或 **3kV** 来解决。只有经过技术经济比较有明显优点时,辅助坑道供电才采用 **6kV** 或 **3kV** 系统。

11.2.2 由于辅助坑道内工作环境和设备安设条件较差,人员触电机会较多,所以规定辅助坑道供电应采用中性点不接地系统,中性点接地的地面系统也不得向辅助坑道内供电。这样,当人员触电时,可减轻对人员的伤害程度。

11.2.3 高压网络末端电压损失控制在不大于额定电压的 **7%~8%**,比《铁路电力设计规范》(**TBJ8—85**)规定的一般值 **5%~6%** 大 **2%~3%**,是由于隧道施工机具和工艺对供电电压质量的要求较一般工业低的原因,同时,也是为了减少辅助坑道内供电工程的投资,增加接取电源的灵活性。

对于低压系统,规定电压损失一般情况下不大于额定电压的 **5%~6%**。而电压损失不大于 **10%** 的规定,只适用于个别远端的动力用电设备,但还应满足设备工艺及起动的要求。

功率因素不小于 **0.9** 是对地方电业部门高压侧而言。为了减少辅助坑道内的土建费用及方便管理,辅助坑道内变电所高压侧一般不设电容补偿,由地面变电所内高压侧集中补偿。

11.2.5 辅助坑道内环境条件较好处,一般指井底车场,经过防排水处理过的土建洞室,且通风为新风进风式的场所。

11.2.8 为了保证辅助坑道内人员的人身安全,变电所的低压母线或馈线上应装设漏电保护装置,并能直接作用于自动切断电源。

11.2.10 辅助坑道一般处于石质围岩中,电阻率极高,要达到总接地电阻值不大于 2Ω 是很不易的。解决的办法,一般是在排水泵站的水仓(或水坑)深处放置面积不小于 0.75m^2 、厚度不小于 5mm 的钢板作主接地极或采用化学降阻剂,以满足接地电阻值的要求。设 2 组主接地极是为了防止 1 组断落。

局部接地极一般采用面积不小于 0.6m^2 、厚度不小于 3mm 的钢板,放置于水沟(或水坑)较潮湿的底部,并应与总接地网相连。

11.3.3 由于动力回路在设备起动时电压降较大,影响辅助坑道照明,尤其是荧光灯和钠灯,所以规定辅助坑道内变电所的照明回路应与动力回路分开。对于动力设备较小,起动时对回路电压影响较小的照明,也可与动力回路合并。

12.1.1 施工前,深入工地做好施工调查、核对设计文件、进行测量复核、编制实施性施工组织设计等工作,是施工准备工作的前提。做好一切施工准备工作,是防止盲目施工,为科学组织施工奠定切实可行的基础,故作本条规定。

12.1.2 本条是针对以往辅助坑道多数是与隧道正洞同时开工,而且施工准备工作不充分、施工机械设备落后、施工进度较慢,致使辅助坑道的作用不能充分发挥,经济效益不好,为了避免上述弊端,故作本条规定。

12.1.3 辅助坑道口是施工的重要通道。坑道口的截、排水系统和防护冲刷的设施以及坑道口、井口的洞门或竖井的锁口圈,均要求尽快和尽早完工,目的在于保证辅助坑道与隧道正洞的施工顺利进行。

12.1.5 根据地质情况施工中如需要支护,则开挖与支护应配合进行。但辅助坑道的岔洞及与隧道正洞连接处,断面大、形状多变、结构受力条件复杂,故支护应加强,必要时应采用超前支护,先支后挖,以保证施工安全。

12.1.6 采用光面爆破、预裂爆破开挖辅助坑道,能减小对围岩的

破坏,有利于利用围岩的自承能力,减少支护的难度和支护的数量。辅助坑道支护一般情况应采用喷锚支护,目的是节省钢材、木材。辅助坑道是否设永久性支护,由设计确定。

12.2.1 横洞、平行导坑施工方法,过去多采用全断面法,近年来随着隧道施工机械化程度提高,大型机械设备需经由横洞、平行导坑进入正洞施工,横洞、平行导坑的设计断面增大,为此,施工方法应有较大的适应性,以确保施工安全,达到快速施工。

12.2.2 本条规定目的是使横洞、平行导坑的地下涌水及施工用水引入水沟排出,保持隧底及边墙基础的稳定,保证洞内排水及运输畅通。

12.2.3 平行导坑的横通道位置,主要根据隧道施工进度确定,设计规定其间距一般不小于 **120m**,施工中如原设计的横通道位置地质不良,可作适当调整,以简化施工,但交岔口处应一次挖成,并及时将横通道与隧道正洞的运输道接通,以有利于通风、出碴、进料。若待平行导坑前进一段距离后再回头开挖横通道,将影响平行导坑及隧道正洞的施工进度。

12.3.2 斜井井筒施工的顶板眼和帮眼的方向应与斜井井身的倾角一致,即与斜井轴线平行;底板眼的方向应大于斜井倾角 **3°~5°**,以免开挖后出现台阶不利辅轨。斜井的方向与坡度应保证正确。近几年的工程实践表明,斜井井身施工采用激光导向,只要经常校核激光发射点的位置,便能准确确定斜井的方向与井身坡度。

12.4.1 竖井井身施工,一般情况应采用普通凿井法,即竖直钻眼、爆破、井架提升出碴(当井深不大于 **40m** 时,亦可在井口架立三角架提升出碴);只有对在隧道施工过程中的一些特殊情况,且井深较浅的竖井,如通风井、下料井或电缆井等,才可采用反井法施工,即由下向上开挖成井。

12.4.2 竖井井口地段受力条件复杂,地质条件较差,预留孔洞或预埋件较多,施工工艺较复杂,为了确保井身施工安全和井口施工质量,避免重复工作,影响施工进度,因此对井口施工作出具体规定。

12.4.3 竖井井身施工可采用开挖、衬砌单行作业,主要是从施工安全上考虑;在深竖井施工中,为了满足工期的要求,当围岩稳定且有安全措施时,亦可采用开挖、衬砌平行作业。

12.4.4 为了施工安全,尽早发挥各类洞室的作用,避免重复工作造成不安全因素,影响工程质量和施工进度,故作本条规定。

12.4.5 竖井井身开挖采用激光导向时,每隔 40~50m 应用井身中心线较核激光点一次,其偏差不得大于 15mm;井身衬砌采用激光导向时,每隔 20~30m 用井身中心线较核激光点及边线一次,其允许偏差应为 $\pm 5\text{mm}$ 。

12.4.6 由于井口地质条件一般都较差,井架是竖井提升的主要受力结构,井架基础如果出现不均匀下沉将造成井架歪斜、提升中心线偏移,影响竖井正常提升,定期量测地面沉陷和主要结构的变形,是为了尽早发现问题及时处理,确保井身施工顺利进行。