

(京)新登字 063 号

内 容 简 介

本手册是“铁路工务技术手册”中的一册。书中以怎样认识隧道病害,研究分析产生病害的原因,以及如何预防整治病害为中心内容,总结了我国隧道多年养护维修和大修的经验,介绍了各种隧道病害的防治措施、施工方法和管理制度。本手册是一本供现场工务技术人员、工人和管理人员实际应用的工具书。

图书在版编目(CIP)数据

隧道/铁道部工务局编. —2 版(修订本). —北京:中国铁道出版社,1997

(铁路工务技术手册)

ISBN 7-113-02599-4

I. 隧… II. 铁… III. 铁路隧道-隧道病害-整治-手册
IV. U459.1-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 08392 号

铁路工务技术手册
隧 道
(修订版)
铁道部工务局 主编
中国铁道出版社出版发行
(北京市宣武区右安门西街 8 号)
责任编辑 安鸿逵 封面设计 李 兴
各地新华书店经售
北京彩桥印刷厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:23.25 字数:567 千
1980 年 6 月 第 1 版 1997 年 12 月第 2 版 第 2 次印刷
印数:2001—4000 册

ISBN7-113-02599-4/TU · 537 定价:63.50 元

修订版前言

为适应广大工务职工学习和工作的需要,“五五”期间,曾组织编写了铁路工务技术手册·《轨道》、《线路业务》、《路基》、《桥涵》、《隧道》、《防洪》、《林业》、《采石》、《道岔》、《养路机械》等10册。出版后,历经多年的应用,深受读者欢迎,对提高工务技术管理水平,贯彻铁路主要技术政策和有关规范、规章,提高线桥设备质量,起到了积极作用。

多年来,随着科学技术的进步与发展,新技术、新工艺、新材料在工务部门有了广泛应用,随着《铁路技术管理规程》、《铁路工务规则》及有关规章的修订,这套手册内容亦应有进一步的修改和补充,以适应当前生产需要。为此,决定着手对“铁路工务技术手册”进行一次全面修订。

这次修订工作,组织了铁路局和部分铁路院校的专家,在对初版进行全面总结的基础上,又做了大量的调查研究,并广泛征集各路局的经验和资料,进行修改和补充的,使它更具有实用、简明、准确的特点。对统一技术用语,贯彻规范、规章,都具有现实的指导作用。

本手册是技术应用工具书,在内容上广收博取,选材具有理论根据,且经过实践证明是切实可行的,故提供给读者,据以指导生产,达到正确贯彻现行规章的目的。本手册主要是为工务技术管理领导者和专业技术人员(包括领工员、工长)编写的。也可为广大工务职工技术学习之用。

本书在修订过程中得到各铁路局的积极支持,在此表示感谢。

在修订过程中,吸取了近年来国内外隧道修建工程新技术和养护维修先进经验,收集了铁道部专业设计院等单位编制的隧道标准图、通用图等有关技术资料,对初版作了修改和补充。

本次修订特请王效良高级工程师对第一、二、六章,徐祯祥研究员对第三、五章,姚源道高级工程师对第四章和附录进行校核,在此一并致谢。

由于我们的工作水平所限,可能有些经验未被纳入,缺点错误在所难免,欢迎读者批评指正。

铁道部工务局

1996年

目 录

第一章 隧道设备技术资料

第一节 概 述.....	1
第二节 洞 门.....	1
第三节 衬 砌.....	8
第四节 明 洞	13
第五节 防排水设备	22
第六节 道 床	34
第七节 附属构筑物	38

第二章 隧道限界的管理

第一节 隧道有关限界与衬砌内轮廓	44
第二节 隧道限界的管理	60
第三节 综合最小限界的测绘	74

第三章 隧道检查及观测

第一节 检测制度	88
第二节 检测方法	91
第三节 技术文件.....	120

第四章 隧道病害及防治

第一节 隧道漏水.....	126
第二节 衬砌腐蚀.....	138
第三节 衬砌裂损.....	143
第四节 隧道冻害.....	150
第五节 洞门损坏.....	154
第六节 整体道床损坏.....	155
第七节 附属构筑物损坏.....	160

第五章 隧道大、维修施工

第一节 增设防水设备.....	161
第二节 增设与改建排水设备.....	189
第三节 加固改建与增设衬砌.....	196

第四节	加固、翻修与增设整体道床	237
第五节	整修洞门与增设明洞	246
第六节	隧底工程施工架设	256
第七节	立拆钢拱架	261
第八节	隧道施工爆破	265
第九节	电化区段隧道施工	280
第六章 隧道通风及照明		
第一节	隧道内空气的卫生标准及有害气体简介	288
第二节	隧道内有害气体的综合防治	301
第三节	自然通风	302
第四节	机械通风	305
第五节	隧道照明	307
附录一	隧道围岩分类	310
附录二	隧道常用机械	314
附录三	隧道大维修革新机具选介	317
附录四	隧道通风机	33 ⁵
附录五	铁路隧道帘幕通风主要技术条件	35)
附录六	管理办法	35
	单线铁路隧道帘幕通风运营管理办法(试行)	35
	单线铁路隧道帘幕通风养护、维修细则(试行)	357
附录七	北同蒲线段家岭隧道帘幕通风运用管理办法	359
附录八	混凝土标号与混凝土强度等级的换算关系	361

第一章 隧道设备技术资料

第一节 概 述

一、隧道按其长度分为特长隧道、长隧道、中长隧道及短隧道(见表 1—1)。隧道长度系指进出口洞门端墙之间的距离,即以端墙面与内轨顶面的交线同线路中线的交点计算。计算时,双线隧道以下行线为准;位于车站上的隧道以正线为准,设有通风帘幕的洞口,以帘幕洞门为准。

隧道按长度分类表 表 1—1

类 别	长 度
特 长 隧 道	全长 10000m 以上
长 隧 道	全长 3000m 以上至 10000m
中 长 隧 道	全长 500m 以上至 3000m
短 隧 道	全长 500m 及以下

二、两相邻隧道的最小净距,应按围岩地质条件、隧道断面尺寸及施工方法等因素确定。一般情况,可采用表 1—2 的数值。

两相邻单线隧道间的最小净距表 表 1—2

围 岩 类 别	Ⅵ	V ~ Ⅳ	Ⅲ	Ⅱ	I
净 距	$(1.5 \sim 2.0)B$	$(2.0 \sim 2.5)B$	$(2.5 \sim 3.0)B$	$(3.0 \sim 5.0)B$	$>5.0 B$

注: B ——隧道开挖断面的宽度, m。

三、位于长大坡道上长于 400m 的隧道,其坡度不得大于最大坡度按规定折减后的数值。内燃、蒸汽牵引的铁路还应检算列车通过隧道的速度,如低于表 1—3 规定时,应在洞外设计加速缓坡。

内燃、蒸汽牵引列车通过隧道的最低速度(km/h) 表 1—3

隧道长度 (m)	蒸 汽 牵 引		内 燃 牵 引
	单线隧道 双线隧道	单机牵引 单、双机牵引	
≤ 400	计算速度		计算速度
401~1000	25(但不小于计算速度)		计算速度
1001~4000	30		25
>4000	35		25

注:蒸汽牵引的列车在相邻两隧道间走行不足 30s 时,应作为一个隧道长度选取通过速度。

第二节 洞 门

一、洞门系隧道门的简称,通常也泛指隧道门与明洞门。洞门是在隧道进出口用混凝土或砌体灌筑而成的门式建筑物,其作用为维持洞口仰坡和边坡的稳定、引排坡上水流及对洞口进

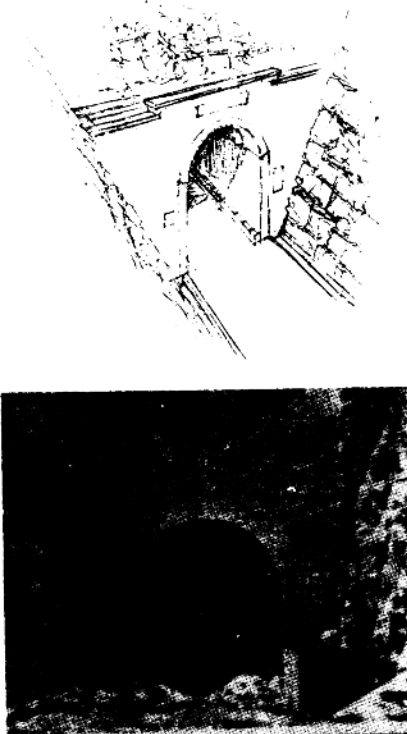
行建筑装饰。

我国建国以来修建的大量铁路隧道,其洞门工点设计大多是利用标准设计,结合当地地形、地质等条件进行的。根据以往洞门修建的实践,洞门标准设计的基本结构形式如下表所示。

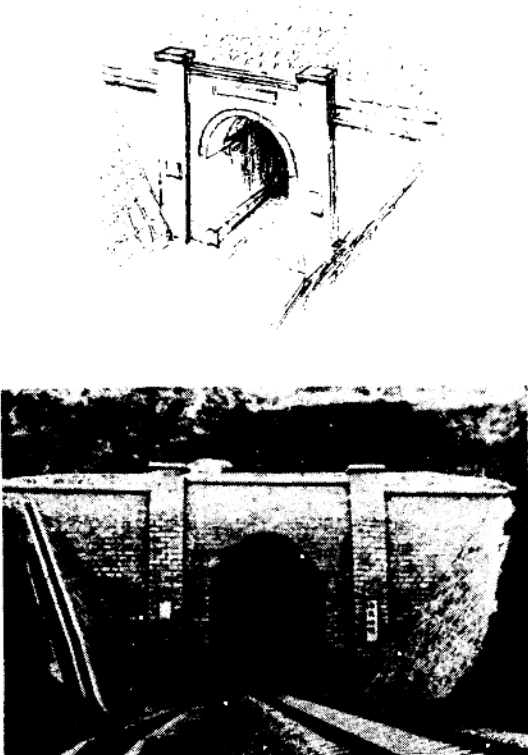
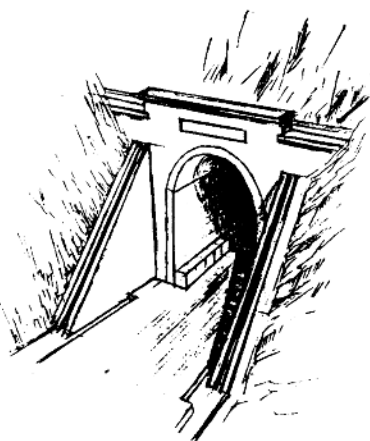
洞 门 形 式		仰(边)坡 坡度	1 : 0.3	1 : 0.5	1 : 0.75	1 : 1	1 : 1.25	1 : 1.5
洞门类别								
隧 道 门	一般隧道门		端墙式	端墙式 柱 式	柱 式 翼墙式	翼墙式	翼墙式	翼墙式
	偏压隧道门 (台阶式洞门)		——	单 侧 挡墙式	高 低 挡墙式	高 低 挡墙式	高 低 挡墙式	——
	斜交隧道门 (斜洞门)		端墙式	端墙式	挡墙翼墙式 (或翼墙式) 端墙式 (或柱式)	——	——	——
明 洞 门	路堑式明洞门		——	柱 式	翼墙式	翼墙式	翼墙式	——
	路堑或半路堑 偏压式明洞门		——	单侧翼墙式 (或挡墙 翼墙式)	挡 墙 翼墙式	挡 墙 翼墙式	挡 墙 翼墙式	——
	半路堑单压式 明洞门		——	端墙式 (或单侧 挡墙式)	单 侧 挡墙式	单 侧 挡墙式	单 侧 挡墙式	——

注:对于仰坡坡度陡于 1 : 0.3,完整不易风化的硬岩,且无排水要求时,可不设隧道门,只做洞门框。

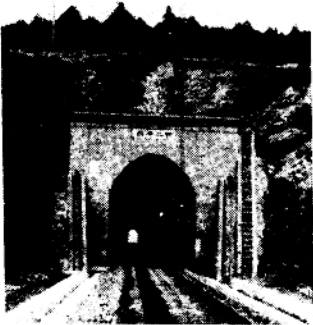
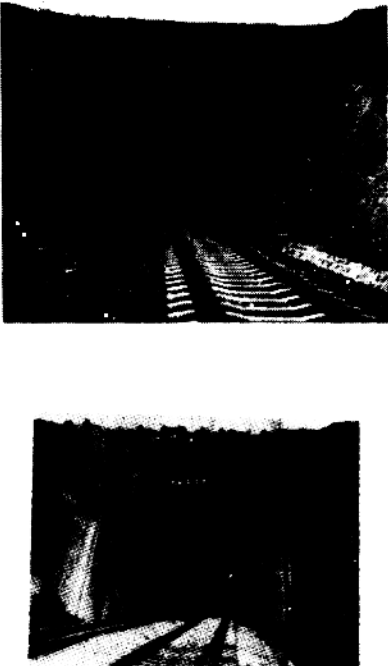
隧道洞门基本类型 表 1—4

基本形式	适用条件与特点	例 图	标准设计 图号与图别
端墙式隧道门	自然山坡陡峻,洞口地形开阔,岩层较为坚硬完整,山体压力很小,仰坡开挖坡度1 : 0.3~1 : 0.5的洞口地段。 结构简单、工程量小、施工简便,在岩层较好时使用最为经济。唯洞门顶排水条件稍差,当横向山坡一侧较低时,宜开挖沟槽横向引排		单线电化铁路隧道门标准图: 专隧 0013—7—1 : 0.3 专隧 0013—8—1 : 0.5

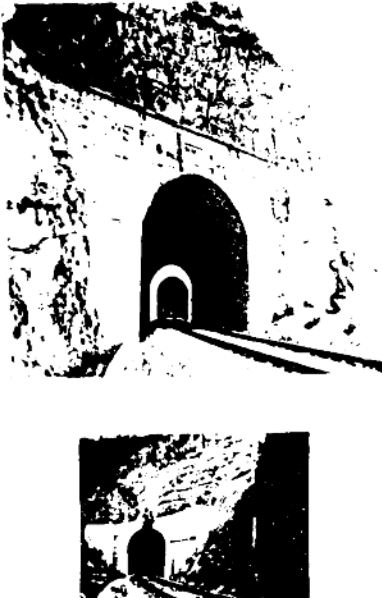
续上表

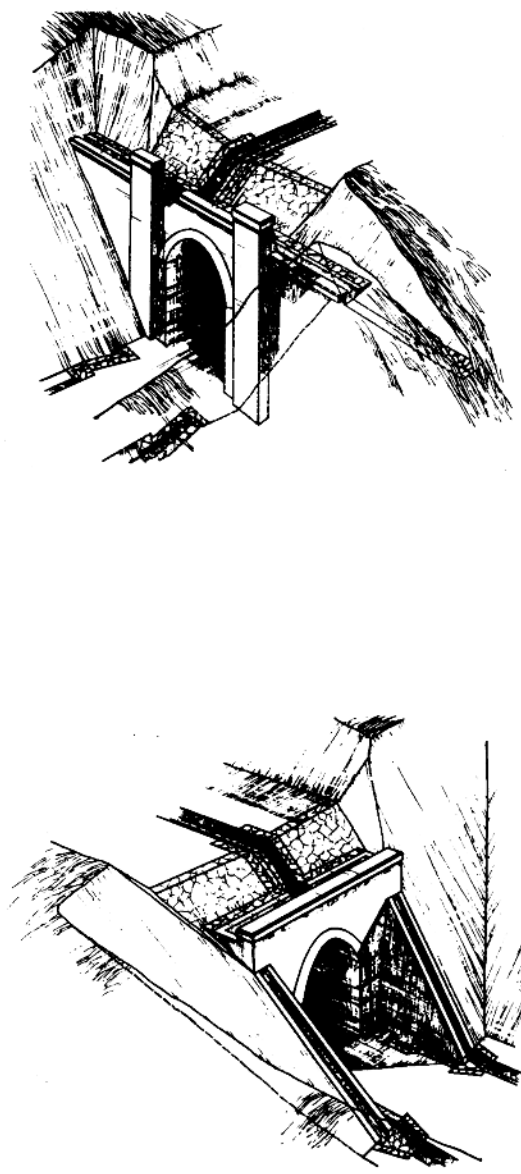
基本形式	适用条件与特点	例 图	标准设计 图号与图别
柱式隧道门	洞口地形较陡,岩层有较大侧压力的地段,或洞口处地位狭窄,设置翼墙无良好基础时,其仰坡开挖坡度一般为 $1:0.5 \sim 1:0.75$。 是从端墙式洞门发展起来的一种结构形式。工程量大于翼墙式洞门,造价较高,施工也较复杂。但较为雄伟美观,故在城市、风景区附近或有建筑装饰要求的地区宜采用之		单线电化铁路 隧道门标准图: 专隧 0013-9 $1:0.5$ 专隧 0013-10~12 $1:0.75$
翼墙式隧道门	地质条件较差,仰边坡开挖坡度 $1:0.75 \sim 1:1.5$ 的洞口地段;上述条件下,采用翼墙式隧道门,由于洞口开挖范围较窄,端墙宽度较小,可减少土石方工程量,节省大量建筑材料,且翼墙与端墙共同作用,能增加隧道门的稳定性。这是较端墙式隧道门的显著优点		单线电化铁路 隧道门标准图: 专隧 0013-13~16 $1:0.75$ 专隧 0013-19~22 $1:1$ 专隧 0013-25-1:$1:1.25$ 专隧 0013-28-1:$1:1.5$

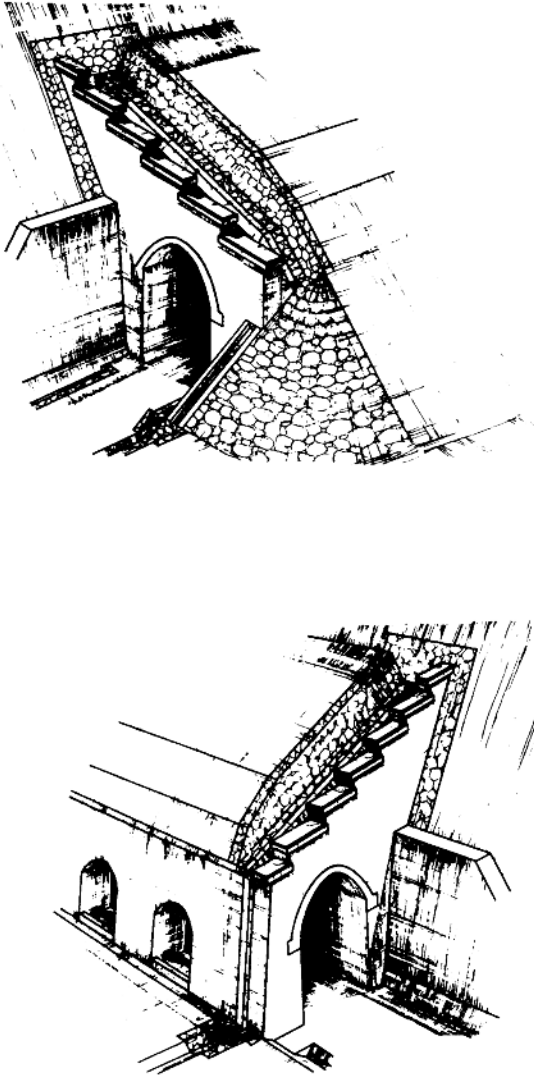
续上表

基本形式	适用条件与特点	例 图	标准设计 图号与图别
翼 墙 式 隧 道 门	唯翼墙式隧道门,墙顶水沟截水面小作用不大,致翼墙背后坡面长期受水冲刷,易出现沟槽,不得不将边坡全面铺砌,是其不足		单线电化铁路 隧道门标准图: 专隧 0013—13~16— 1:0.75 专隧 0013—19~22— 1:1 专隧 0013—25—1:1.25 专隧 0013—28—1:1.5
耳 墙 式 隧 道 门	是在翼墙式隧道门工程实践中总结、提高和发展起来的一种结构形式。即将翼墙式隧道门端墙两侧各接出一个耳墙至边坡内,呈带耳墙的结构而得名: 耳墙式隧道门适用条件基本同翼墙式隧道门。它保持了翼墙式隧道门的优点,克服了其不足之处;对于排泄仰、边坡地表汇水,阻挡洞顶风化剥落体,效果良好,并可减少对坡面的冲刷,洞口显得宽敞,结构式样较美观,且对边坡坡度不一致的洞口设计时便于处理。在总的造价上与无耳墙的翼墙式隧道门相比,增加费用有限		单线电化铁路 隧道门标准图 专隧 0013—17~18— 1:0.75 专隧 0013—23~24—1:1 专隧 0013—26~27— 1:1.25 单线电化铁路 耳墙式 隧道门通用图: 参隧(88)0013

续上表

基本形式	适用条件与特点	例 图	标准设计图号与图别
偏压隧道门	傍山隧道洞口,地面横坡较陡,为了适应地形,减少开挖而采用;这种隧道门一般配合偏压隧道衬砌使用,其端墙呈台阶形,也称台阶式隧道门。它在靠山侧通常需设置挡墙,低山坡一侧,当地质较差,地面较高,也可采用矮挡墙	 The technical drawing on the left shows a cross-section of a tunnel portal with a stepped end wall. The photograph on the right shows a real-world example of such a portal, with a large arched opening and a stepped concrete structure.	单线电化铁路 偏压隧道门标准图: 壹隧 (88)0035
斜交隧道门	当线路与隧道门斜交,避免采用正洞门,可能出现低洞门端墙上部露空,或者高山侧因自然坡面陡而开挖很高的现象,通常将隧道门近于平行等高线方向设置,修建成斜交隧道门,简称斜洞门 斜洞口通常用于Ⅳ类以上围岩、山体压力较小的洞口地段,并要求端墙与线路的交角不应小于45°。斜洞门形式可采用端墙式、翼墙式或柱式	 The technical drawing on the left shows a cross-section of a tunnel portal with an oblique end wall. The photograph on the right shows a real-world example of such a portal, with a large arched opening and an oblique concrete structure.	单线电化铁路 隧道斜交隧道门标准图: 肆隧 0048

基本形式	适用条件与特点	例 图	标准设计图号与图别
明洞	明洞门主要配合明洞结构类型设计,明洞有拱形明洞和棚洞之分,相应明洞门也分拱形明洞门和棚式明洞门两大类。由于棚式明洞门并不单独设置,而即在棚洞洞口端横向顶梁上加设端墙,故一般阐述的明洞门形式及指拱形明洞门。 拱形明洞门可分为路堑式和半路堑式两类 路堑式明洞门有端墙式(常用柱式)和翼墙式两种,与一般隧道门形式相类似(图1、图2) 半路堑式明洞门多用于傍山线路,为了适应地形,也多以台阶形式加高端墙,并在山侧设置挡墙。对外侧有覆盖填土的偏压明洞,为支挡填土,设置了较低的翼墙。图3所示为挡墙翼墙式半路堑偏压明洞门,图4所示为单侧挡墙式半路堑单压明洞门		单线电化铁路拱形明洞门标准图: 贰隧(91)0048

基本形式	适用条件与特点	例 图	标准设计图号与图别
明洞	明洞门主要配合明洞结构类型设计,明洞有拱形明洞和棚洞之分,相应明洞门也分拱形明洞门和棚式明洞门两大类。由于棚式明洞门并不单独设置,而即在棚洞洞口端横向顶梁上加设端墙,故一般阐述的明洞门形式及指拱形明洞门。 拱形明洞门可分为路堑式和半路堑式两类 路堑式明洞门有端墙式(常用柱式)和翼墙式两种,与一般隧道门形式相类似(图 1、图 2)。 半路堑式明洞门多用于傍山线路,为了适应地形,也多以台阶形式加高端墙,并在山侧设置挡墙。对外侧有覆盖填土的偏压明洞,为支挡填土,设置了较低的翼墙。图 3 所示为挡墙翼墙式半路堑偏压明洞门,图 4 所示为单侧挡墙式半路堑单压明洞门		单线电化铁路拱形明洞门标准图: 贰隧(91)0048

(一)在松软地层中,不宜采用斜交洞门,Ⅳ类及以上岩层在采用斜交洞门时,其端墙与线路中线的交角不应小于 45°。

(二)设置通风帘幕的洞门或通风道洞口与隧道洞口相连时,洞门的结构型式应结合通风设备,一并考虑。

(三)位于城镇、风景区、车站附近的洞门,必要时可适当考虑建筑美观的要求。

隧道洞门的基本类型见表 1—4。

二、洞门构造应符合下列规定:

(一)仰坡坡脚至洞门端墙顶帽背的水平距离一般不小于 1.5m;洞门端墙顶宜高出仰坡坡脚不小于 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一般不小于 1m,水沟底下如有填土应紧密夯实。

(二)当洞门设计有翼墙或挡土墙时,洞口路堑线路中线沿轨枕底面水平至路堑翼墙(挡土墙)面边线的距离,一边应不小于 3.5m(曲线地段系指曲线外侧)。

(三)洞门端墙、翼墙、挡土墙应根据情况设置伸缩缝和沉降缝,墙身设置泄水孔。

三、洞门建筑材料,可按表 1—5 选用,其强度等级不应低于表列规定。

洞门建筑材料表 表 1—5

工 程 部 位 \ 材 料 种 类	混凝土或 钢筋混凝土	片 石 混凝土	砌 体
端 墙	C13	C13	M10 号水泥砂浆砌片石、块石镶面,或混凝土预制块镶面
顶 帽	C13		M10 号水泥砂浆砌粗料石
翼 墙 和 洞 口 挡 墙	C13	C13	M7.5 号水泥砂浆砌片石(严寒地区用 M10 号水泥砂浆砌片石)
侧沟、截水沟、护坡等			M5 号水泥砂浆砌片石(严寒地区用 M7.5 号水泥砂浆砌片石)

注:1. 砌体包括石砌体和混凝土块砌体。
2. 严寒地区洞门用混凝土整体浇筑时,强度等级不应低于 C18。

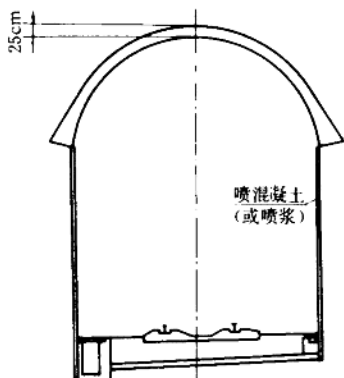
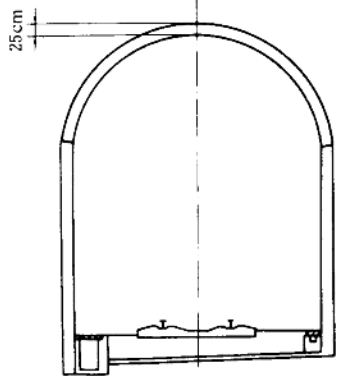
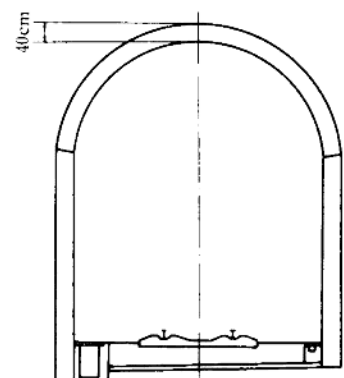
第三节 衬 砌

一、隧道应做衬砌,一般情况下采用整体式衬砌(模筑混凝土及砌体衬砌)或复合式衬砌。当地质条件适宜与施工条件许可时,可采用拼装式衬砌。在Ⅳ类及以上围岩的短隧道中,可采用锚喷衬砌(锚喷支护用作永久衬砌时的通称,包括喷混凝土衬砌、锚杆喷混凝土衬砌及锚杆钢筋网喷混凝土衬砌)。

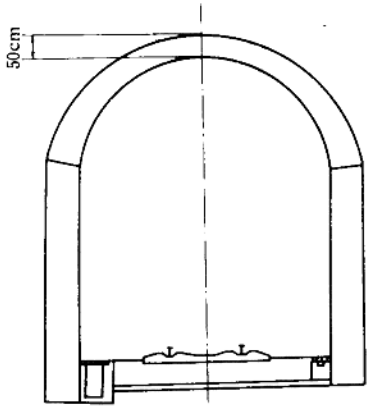
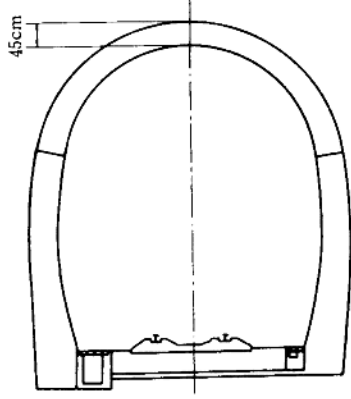
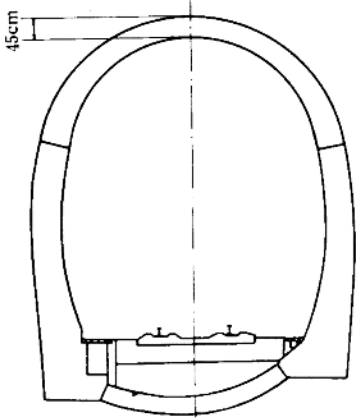
二、隧道衬砌结构类型及尺寸,可根据围岩类别、水文地质条件、埋置深度、结构工作特点、施工条件等,通过工程类比和结构计算确定。隧道衬砌基本类型见表 1—6。

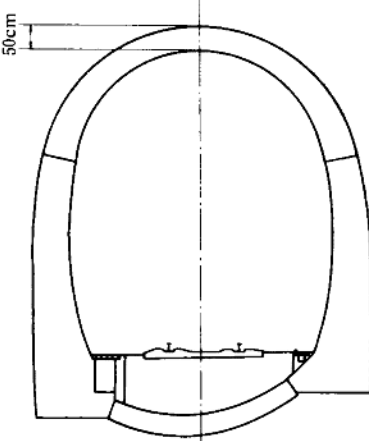
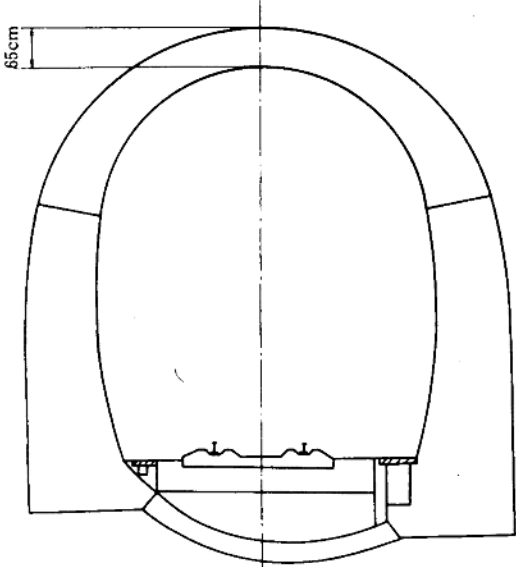
隧道衬砌基本类型表

表 1—6

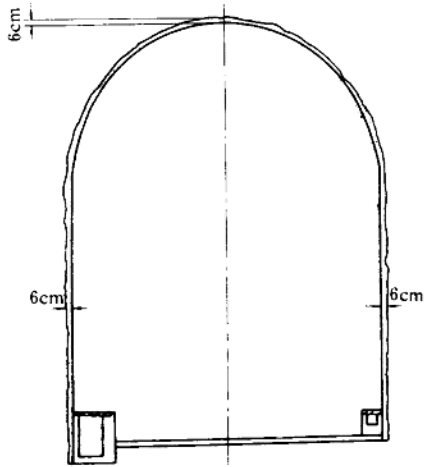
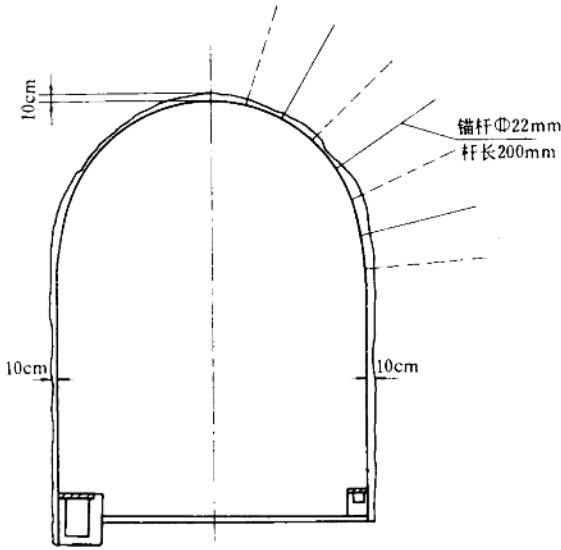
衬砌类型	适用条件	典型例题图	图 号	
			电气化铁路	非电气化铁路
大拱脚边墙喷混凝土(浆)衬砌	适用于Ⅴ类围岩,当岩层倾向于线路时,层理、节理倾角应小于 30°		专隧 0012—10 标准图	专隧 0010—10 标准图
直墙式衬砌	适用于Ⅴ类围岩,有单、双侧两种水沟布置形式		专隧 0012—11 ~12 标准图	专隧 0010—11 ~12 标准图
衬砌	适用于Ⅳ类围岩,有单、双侧两种水沟布置形式		专隧 0012—13 ~14 标准图	专隧 0010—13 ~14 标准图

续上表

衬砌类型	适用条件	典型例图	图 号	
			电气化铁路	非电气化铁路
直墙式衬砌	适用于Ⅲ类围岩,在隧道大部分为Ⅳ类及以上围岩,仅个别地段为Ⅲ类围岩,为施工方便时采用,有单、双侧两种水沟、布置形式		专隧 0012—39、 40 标准图	专隧 0010—39、 40 标准图
曲墙式衬砌(无仰拱)	适用于Ⅲ类围岩,隧底无地下水,基础不产生沉陷等情况时。有单、双侧两种水沟布置形式		专隧 0012— 15、16 标准图	专隧 0010— 15、16 标准图
曲墙式衬砌(有仰拱)	适用于Ⅲ类围岩,有地下水,基础可能产生沉陷等情况时。有单、双侧两种水沟布置形式		专隧 0012— 17、18 标准图	专隧 0010— 17、18 标准图

衬砌类型	适用条件	典型例图	图 号	
			电气化铁路	非电气化铁路
曲墙式衬砌(有仰拱)	适用于Ⅰ类围岩。有单、双侧两种水沟布置形式		专隧 0012—19、 20 标准图	专隧 0010—19、 20 标准图
偏压衬砌	适用于Ⅳ类围岩衬砌拱部有可能产生小量偏压的地段；以及在Ⅲ类和Ⅱ类围岩中，隧道外侧山体覆盖较薄，地面横向坡较陡，可能产生显著偏压的地段。衬砌类型按围岩类别分类。衬砌结构设计为对称式		壹隧(88) 0034—8 ~21 标准图	壹隧(90) 0032—9 ~22 标准图

续上表

衬砌类型	适用条件	典 型 例 图	图 号	
			电气化铁路	非电气化铁路
喷混凝土衬砌	适用于Ⅵ类围岩,结构特征为完整稳定的整体结构		专隧 0024—8 参考图	专隧 0024—8 参考图
	适用于Ⅴ类围岩,结构特征为大块状或厚层状整体结构。若遇软硬岩石互层,层间结合差,或块状围岩,遇裂隙结构面切割形成危石时,应加设锚杆		专隧 0024—9、 11 参考图	专隧 0024—9、 11 参考图

续上表

衬砌类型	适用条件	典 型 例 图	图 号	
			电气化铁路	非电气化铁路
喷混凝土衬砌	适用于Ⅳ类围岩,结构特征为块(石)碎(石)状嵌嵌结构或大块状砌体结构。若遇围岩稳定性较差,局部易坍塌时,应加设钢筋网		专隧 0024— 10、11 参考图	专隧 0024— 10、11 参考图

注:本表所列图号——专隧 0024 待修改重编,现喷混凝土衬砌应以复合衬砌(单线电气化:专隧(95)0014,单线非电气化:隧 0046)替代。

三、衬砌建筑材料,可按表 1—7 选用,其强度等级不应低于表列的规定。

衬砌建筑材料表

表 1—7

工 程 部 位	材 料 种 类	混凝土	片石混凝土	钢筋混凝土	喷混凝土	砌 体
拱 圈		C13		C18	C18	M10 水泥砂浆砌粗料石或混凝土块
边 墙		C13	C13	C18	C18	M10 水泥砂浆砌片石
仰 拱		C13	C13	C18		
棚 洞 盖 板				C18		
铺 底		C8				
仰 拱 填 充		C8	C8			
水 沟 沟 身 及 电 缆 槽 身		C13				
水 沟 盖 板 及 电 缆 槽 盖 板				C13		

第四节 明 洞

一、明洞适用于下列情况:

(一)洞顶覆盖薄、难以用暗挖法修建隧道的地段。