

293150

鐵路設計手冊

隧 道

鐵道部鐵路專業設計院主編



人民鐵道出版社

鐵路設計手冊

隧 道

鐵道部鐵路專業設計院主編

人 民 鐵 道 出 版 社

一九六二年·北京

这本手册是由铁道部铁路专业设计院，第二、三、四设计院，武汉铁路局等五个单位，根据中国十数年来在隧道设计工作的实践中集累的一些对隧道建筑结构设计有关的资料，经过整理汇编而成，可供铁路设计施工人员及其他基建工作者的参考。

铁路设计手册

隧道

铁道部铁路专业设计院主编

人民铁道出版社出版

(北京市霞公府17号)

北京市书刊出版业营业许可出字第010号

新华书店北京发行所发行

人民铁道出版社印刷厂印

书号1967 开本 787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张16 $\frac{3}{4}$ 插页2 字数614千

1962年6月第1版

1962年6月第1版第1次印刷

印数 0,001—3,400册 定价 (11) 4.00元

前 言

本手冊是根据1959年6月全国铁路标准设计工作座谈会的决定编制的。参加编制的有铁道部第二设计院、第三设计院、第四设计院、武汉铁路局及铁路专业设计院（主编）五个单位；第一设计院在编制中也提供了许多资料。初稿于1960年5月完成后，曾油印寄发有关单位审阅试用，征询意见。1961年夏，根据调整、巩固、充实、提高八字方针的精神，在充分研究了第一、四设计院，太原、西宁、西安铁路局，同济大学和铁道科学研究院等单位所提的宝贵意见后，铁路专业设计院协同第一、二、三、四设计院，在调查研究的基础上，进行了重编而后定稿。前后参加编制工作的有：孙明华、杨健全、陈克昭、邹定扬、冯秉琛、何克友、李俊达、周化丰、岑益、罗镇球、李于荣、张葆蓀、郭康、陈祖蔭、秦滋君、戴国柱、王效良、彭蘊山。

本手冊的内容，主要是搜集与隧道设计有关的各种基本规定和要求，结构的类型和特点，常用的计算方法、公式图表和参考数据，材料及机具的性能和选用条件，以及先进经验等设计资料。全书共分隧道建筑限界及建筑结构，隧道建筑结构设计，隧道通风及照明，隧道排水及防水，工程材料，机具设备，施工组织及经济参考指标，瓦斯防爆及溶洞处理等八编及附录。在取材方面，除着重采用了国家标准、铁路系统的规程规范和常用的资料外，还采用了一些其他单位的及国外的有关资料。

在本手冊的编制工作中，我们虽曾作了很大的努力，力求作到内容丰富正确，编排格式便于查阅使用，但由于缺乏经验，难免挂一漏万，内容或有不当之处，希读者随时指正，并将宝贵意见寄北京铁路专业设计院标准设计管理处。

编 者

1962年1月

目 录

第一編 隧道建筑限界与建筑結構

§1-1 隧道建筑限界..... 1	一、隧道衬砌类型..... 4
一、标准軌距铁路隧道建筑限界..... 1	二、明洞类型..... 9
二、地方铁路隧道建筑限界..... 1	三、偏压衬砌类型..... 18
§1-2 在曲线綫路上隧道淨空的加寬..... 1	§1-5 隧道門和明洞門..... 19
一、加寬的理由..... 1	一、隧道門类型..... 19
二、标准軌距铁路曲线綫隧道加寬办法..... 2	二、斜交洞門类型..... 24
三、地方铁路曲线綫隧道加寬办法..... 2	三、明洞門类型..... 24
四、曲线綫隧道与直綫隧道衬砌銜接方式..... 2	§1-6 其它各类建筑結構形式..... 26
§1-3 避人洞及避車洞..... 3	一、喇叭口隧道結構..... 26
一、铁路隧道避人洞、避車洞位置布置..... 3	二、竖井結構..... 26
二、避人洞及避車洞的規定尺寸..... 3	三、斜井結構..... 28
三、避人洞及避車洞的类型..... 3	四、刚性道床..... 29
§1-4 隧道襯砌及明洞..... 4	五、山岳隧道內設車站的結構..... 30

第二編 隧道建筑結構設計

§2-1 隧道襯砌設計一般規定..... 31	§2-8 洞門的設計和計算..... 59
§2-2 隧道門設計的一般規定..... 31	一、基本尺寸的拟定..... 59
§2-3 明洞設計的一般規定..... 32	二、洞門的計算方法..... 60
§2-4 荷載..... 32	§2-9 竖井与斜井結構的設計和計算..... 60
一、隧道衬砌的荷載..... 32	一、基本尺寸的拟定..... 60
二、明洞荷載..... 34	二、計算公式..... 61
三、傍山隧道地层偏压力..... 35	§2-10 地震区隧道結構設計..... 61
四、洞門土壤側压力..... 36	一、地震区建筑规范草案有关隧道的規定..... 61
五、竖井与斜井的地层压力..... 37	二、地震力与地震荷載..... 62
六、隧道施工支撐荷載..... 38	三、地震区隧道衬砌的計算方法..... 63
七、平行隧道綫間距离的确定..... 39	§2-11 結構計算資料..... 64
§2-5 隧道襯砌的設計和計算..... 39	一、地层压力及地震强度的一般数值..... 64
一、基本尺寸的拟定..... 39	二、砖石結構强度計算..... 67
二、应力分析計算公式..... 41	三、混凝土及鋼筋混凝土結構計算的一般数据..... 69
三、衬砌变位計算中分段求和公式应用的說明..... 52	四、混凝土結構强度計算..... 71
§2-6 偏压襯砌的設計和計算..... 52	五、鋼筋混凝土結構强度計算(按破損阶段)..... 72
一、基本尺寸的拟定..... 52	六、少筋混凝土結構强度計算..... 81
二、应力分析計算公式..... 52	七、木結構强度計算..... 81
§2-7 明洞的設計和計算..... 54	八、木模板及支架..... 85
一、基本尺寸的拟定..... 54	
二、应力分析計算公式..... 54	
三、簡要說明..... 59	

第三編 隧道通风及照明

§3-1 山嶺铁路隧道运营期間机械通风..... 89	一、洞口风道式通风..... 90
一、运营隧道机械通风应达到目的..... 89	二、噴嘴式通风(薩卡尔徒通风方式)..... 90
二、改善隧道运营通风对綫路勘测設計的要求..... 89	三、竖井式通风..... 90
三、設計机械通风需考虑的几个問題..... 89	四、斜井式通风..... 90
§3-2 运营隧道机械通风方式及其選用..... 90	§3-3 列車活塞作用对隧道通风的影响..... 91
	一、与运行列車相对的空气速度 v_T 的計

算.....	91	一、施工期間通風重要性及目的.....	98
二、列車通過隧道後有害氣體在隧道中的 剩餘長度.....	91	二、施工通風方式及其選用.....	98
三、有害氣體在隧道中自由排完所需時間 t 的計算.....	91	三、施工通風計算.....	100
四、有害氣體在隧道中自由排完時之最後 風速 v_0 的計算.....	91	83-8 山嶺鐵路隧道運送期間的照明.....	102
五、列車出洞後洞內風速漸變過程 v_t 的計 算.....	92	83-9 隧道通風參考資料.....	103
83-4 運送隧道機械通風氣象資料的搜集.....	94	一、通風的阻力系數.....	103
一、氣壓、氣溫的觀察.....	94	二、常用通風機的性能規格.....	105
二、風向、風力的觀察.....	95	三、幾種有害氣體的性質.....	118
83-5 運送隧道機械通風計算方法.....	95	四、一氧化碳檢定器.....	119
一、通風量的計算.....	95	五、風量單位換算.....	121
二、通風阻力的計算.....	97	六、蒸汽及內燃機車牽引噸數表.....	121
83-6 通風機械設備.....	98	七、JF 貨運蒸汽機車牽引特性曲線圖.....	121
一、通風機特性曲線.....	98	八、根據干濕溫度計的指示數之差來求算 空氣的相對濕度.....	122
二、通風機選擇.....	98	九、空氣密度換算.....	122
三、軸流式與離心式通風機比較.....	98	十、功率換算表.....	123
四、動力設備.....	98	十一、溫度換算表.....	123
83-7 山嶺鐵路隧道施工期間機械通風.....	98	十二、水柱與水銀柱壓力換算表.....	123
		十三、風級表.....	123
		十四、風速與動壓力關係表.....	124

第四編 隧道排水及防水

84-1 基本原則及主要設施.....	125	二、排水的主要類型.....	132
一、基本原則.....	125	84-5 洞內排水.....	134
二、主要設施.....	126	一、一般排水設施.....	134
84-2 地下水及涌水量計算.....	127	二、防滲水溝.....	135
一、地下水分類.....	127	三、特殊的排水設施.....	137
二、含水地層的特征.....	127	四、已成隧道的排水補強.....	138
三、地層的滲透系數.....	128	84-6 各種防水的方法.....	138
四、影響半徑的確定.....	129	一、壓漿法防水.....	138
五、涌水量計算.....	129	二、瀝青法防水.....	140
84-3 洞頂排水.....	130	三、硅化法防水.....	141
一、地面整平.....	130	四、噴漿法防水.....	141
二、山頂截水溝.....	130	五、外貼式防水.....	142
84-4 洞門排水.....	131	六、內貼式防水.....	142
一、排水的方式.....	131	七、五層灰漿抹面法防水.....	142

第五編 工程材料

85-1 水泥.....	144	85-3 礫石料.....	152
一、三種主要品種水泥規格及特性.....	144	一、礫.....	152
二、水泥的標準抗壓抗拉強度.....	144	二、石料.....	153
三、其他水泥特性及用途.....	145	85-4 岩石軟化劑.....	153
四、隧道工程水泥的選擇.....	145	一、軟化劑的用途和效果.....	153
85-2 砂漿及混凝土.....	146	二、按岩石性質對軟化劑的選擇.....	154
一、砂漿的水泥選用.....	146	85-5 木材.....	154
二、混凝土選用之水泥標號.....	146	一、木材標準.....	154
三、砂漿及混凝土之最大水灰比.....	146	二、木材的性質.....	156
四、砂漿配合成份及水泥用量.....	147	三、木材材積.....	157
五、混凝土配合比.....	147	85-6 爆炸材料.....	160
六、混凝土的強度增長率.....	148	一、炸藥.....	160
七、混凝土結構拆模日期.....	148	二、雷管.....	162
八、早強劑.....	149	三、導火綫及其点火材料.....	165
九、活性劑.....	150	四、導爆綫(傳爆綫).....	166

五、电爆用的电線	167
六、放炮器	167
85-7 鋼鐵材料	167
一、各种建筑鋼材的容許应力	167
二、鋼釘	168
三、鑽头	170
四、鑄鉄管	172
五、鋼管	173
六、鋼索	174
七、鋼筋	175

八、角鋼技术数据表	176
九、工字鋼技术数据表	180
十、槽鋼技术数据表	182
十一、鋼軌技术数据表	184
十二、扁鋼、鋼板及方鋼	184
十三、螺絲	187
十四、螺母	192
十五、普通圓釘	195
十六、鍍鋅鉄絲	195

第六編

86-1 隧道施工机具的選擇	196
86-2 空气压缩机	196
86-3 凿岩机	197
一、国产风动凿岩机性能规格表	197
二、凿岩机使用说明	197
86-4 凿岩机支架	198
86-5 风鑽	198
86-6 鉸釘机	198
86-7 裝岩机	199
一、国产裝岩机性能规格表	199
二、苏联产品裝岩机性能规格表	199
三、苏联产品附有轉載机的裝岩机性能规格表	200
86-8 牽引車	201
86-9 運輸車	201
一、国产斗車性能规格表	201
二、国产平板車性能规格表	202
86-10 混凝土搗固机具	202
一、国产混凝土振动器性能规格表	202
二、国产搗固机性能规格表	202
三、国产混凝土振动台性能规格表	202

第七編 施工組織及經濟參考指标

87-1 施工組織設計	213
一、文件說明書主要内容	213
二、文件說明書的基本資料	216
三、施工主要机具配备計算办法	217
四、隧道施工照明計算	223
五、施工方法及程序	224

机具設備

86-11 碎石机	203
86-12 拌合机	203
86-13 混凝土泵	203
86-14 灌漿机与噴漿机	204
一、灌漿机性能规格表	204
二、噴漿机性能规格表	204
86-15 灰浆攪拌机	204
86-16 水泵	205
一、国产SSM型水泵性能表	205
二、国产K型水泵性能表	207
三、国产A型水泵性能表	209
86-17 卷揚起重机械	211
一、国产电动卷揚机性能规格表	211
二、国产无级繩絞車性能规格表	211
三、国产手搖卷揚机和兩川穩車性能表	211
四、国产手动繩式起重器性能规格表	212
86-18 发电机	212
一、国产柴油发电机(配套)性能规格表	212
二、国产火力发电动力机主要性能表	212
三、国产管型水輪机性能表	213

87-2 經濟參考指标	231
一、綜合造价指标	231
二、主要劳材消耗指标	237
三、洞門造价指标	239
四、隧道竖井(直径5米)綜合造价指标	240
五、隧道斜井綜合造价指标	240

第八編 瓦斯防爆及溶洞处理

88-1 隧道施工中防止瓦斯的爆炸	241
一、瓦斯的特性	241
二、隧道内瓦斯引燃与爆炸的原因	241
三、瓦斯突出的規律	241
四、隧道施工中防止瓦斯爆炸的措施	242
五、隧道内瓦斯的測定	243

88-2 隧道中溶洞的处理	243
一、有水流而低于隧道高度很深的溶洞	243
二、流量随季节变化的溶洞	244
三、有水流而与隧道高度相接近的溶洞	244
四、已基本停止发展的溶洞	245
五、溶洞地区修建隧道注意事項	246

附 录

一、計算隧道内最大坡度的系数	247
二、隧道正洞超挖限度	247
三、隧道仰坡体积表	247
四、我国干热、严寒、寒冷地区划分表	252
五、中国区城工理地質岩組表	252

六、土壤及岩石分类表	253
七、世界各国铁路长隧道修建概況表	256
八、常用图形的面积及其重心位置表	258
九、常用图形体积計算	259

第一編 隧道建筑限界 与建筑結構

§1-1 隧道建筑限界

一、标准軌距鐵路隧道建筑限界

〔国标(GB)146-59〕

隧限—1甲 及 隧限—1乙 (单綫) (双綫)

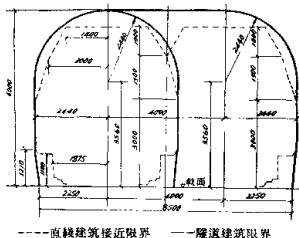


图 1-1

“隧限—1甲”及“隧限—1乙”限界，适用于新建及改建蒸汽及內燃牵引的单綫及双綫铁路。其中直綫建筑接近限界与隧道建筑限界之間，可以装設照明、通信、警告信号等设备。

“隧限—2甲”及“隧限—2乙”限界，适用于新建及改建电力牵引的单綫及双綫铁路。其中直綫建筑接近限界，电气化装置限界与隧道建筑限界之間（即图內阴影部份），可以装設照明、通信、警告信号，及色灯信号等设备。

說明：

1. 本限界图系根据国家科学技术委员会1959年1月15日批准，并于1959年4月1日起实施的“国标(GB)146-59”繪制。
2. 本限界可以通过4級扩大貨物列車(寬4450×高5300mm的扩大貨物)。

隧限—2甲 (单綫) 及 隧限—2乙 (双綫)

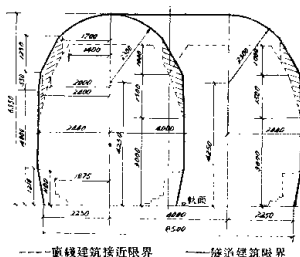


图 1-2

二、地方铁路隧道建筑限界

(一) 1435 mm軌距地方铁路隧道建筑限界，其尺寸与标准軌距铁路隧道建筑限界相同。即使用〔国标(GB)146-59〕标准。

(二) 762 mm軌距地方铁路隧道建筑限界，如图1-3所示。

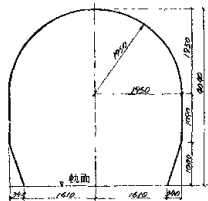


图 1-3

說明，地方铁路隧道建筑限界图，系根据铁道部1961年4月15日批准的“地方铁路設計技术条件草案”繪制的。

§1-2 在曲綫綫路上隧道淨空的加寬

一、加寬的理由

(一) 由于車輛纵軸与綫路中綫有偏距(图1-4)；

(二) 由于曲綫上的外軌超高引起車輛对垂直位置的傾斜(图1-5)。

計算采用車輛最大长度 $L=26$ 米，車輛前后轉向架間距 $L'=18$ 米，計算点高度 H 按需要确定。

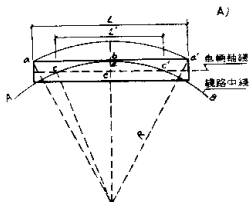


图 1-4

二、标准轨距铁路曲线隧道加宽办法

(一) 单线曲线隧道加宽:

曲线内侧加宽:

$$W_1 = \frac{L'^2}{8R} + \frac{H}{1.5} h = \frac{40500}{R} + \frac{H}{1.5} h \text{ (mm)}$$

曲线外侧加宽:

$$W_2 = \frac{L^2}{8R} - \frac{L'^2}{8R} = \frac{44000}{R} \text{ (mm)}$$

曲线内外侧总加宽:

$$W = W_1 + W_2 = \frac{84500}{R} + \frac{H}{1.5} h \text{ (mm)}$$

(二) 双线曲线隧道加宽:

曲线隧道内侧加宽:

$$W_1 = \frac{40500}{R} + \frac{H}{1.5} h \text{ (mm)}$$

曲线隧道外侧加宽:

$$W_2 = \frac{44000}{R} \text{ (mm)}$$

曲线隧道两线路间距的加宽 W_3 :

1. 当外侧线路的外轨超高大于内侧线路的外轨超高时:

$$W_3 = \frac{84500}{R} + \frac{H}{1.5} h \text{ (mm)}$$

2. 在其它任何情况下:

$$W_3 = \frac{84500}{R} \text{ (mm)}$$

双线曲线隧道总加宽:

$$W = W_1 + W_2 + W_3$$

式中: R ——曲线半径 (m);

h ——外轨超高值 (mm);

H ——自轨面算起的计算点高度 (m)。

计算说明:

1. 当线路远期行车速度不能确定时, 计算曲线隧道加宽应按最高行车速度考虑。此时, $R \leq 1200$ m 时, 一律采用 $h = 150$ mm; $R > 1200$ m 时则用最高行车速度 160 公里/小时按 $h = 7.6 \frac{V^2}{R}$ (mm) 公式反求外轨超高及加宽量。

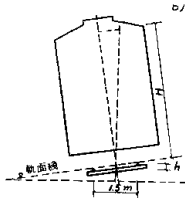


图 1-5

2. “ $\frac{H}{1.5} h$ ” 项系因外轨超高曲线内侧所需之加宽量, 亦可按照将隧道建筑限界内侧轨顶中心转动一角度 θ ($\theta = \tan^{-1} \frac{h}{1500}$) 以求之。

(三) 由于曲线隧道内外侧加宽量不同, 断面加宽后隧道中线应向曲线内侧方向移动一距离 d , 其计算公式为:

单线隧道:

$$d = \frac{1}{2} (W_1 - W_2) \text{ (mm)}$$

双线隧道:

内侧线路中线至隧道中线的距离

$$d_1 = 2000 - \frac{1}{2} (W_1 - W_2 - W_3) \text{ (mm)}$$

外侧线路中线至隧道中线的距离

$$d_2 = 2000 + \frac{1}{2} (W_1 - W_2 + W_3) \text{ (mm)}$$

三、地方铁路曲线隧道加宽办法

(一) 1435 毫米轨距地方铁路曲线隧道加宽计算, 仍用标准轨距曲线隧道加宽的计算公式。其超高值 h 最大不得超过 125 毫米。

(二) 762 mm 轨距地方铁路曲线隧道加宽计算:

曲线内侧加宽

$$W_1 = \frac{5560}{R} + \frac{H}{800} h \text{ (mm)}$$

曲线外侧加宽

$$W_2 = \frac{6940}{R} \text{ (mm)}$$

曲线内外侧总加宽

$$W = W_1 + W_2 = \frac{12500}{R} + \frac{H}{800} h \text{ (mm)}$$

式中: R ——曲线半径 (m);

H ——自轨面算起的计算点高度 (mm);

h ——外轨超高值 (mm)。

四、曲线隧道与直线隧道

衬砌衔接方式

(一) 有缓和曲线者, 缓和曲线区段可分两段加宽之。即由缓和曲线终点到缓和曲线中点, 并再

延長13米段內，採用圓曲綫的加寬断面，其餘則採用綫和曲綫中點的加寬断面，并再向直綫方向延長22米（見圖1—6）。

（二）綫和曲綫中點的断面加寬值 and 隧道中綫對綫路中綫的偏移距離值可分別按圓曲綫的 W 及 d 值的一半採用。

（三）無綫和曲綫者，則在直綫上有超高的段內（即圓曲綫超高的順坡區段）全部採用圓曲綫的加寬断面，并再延長22米。

（四）不同寬度衬砌断面，可于兩拱架間逐漸變化銜接之。石砌衬砌交換断面時，可做成交階形。

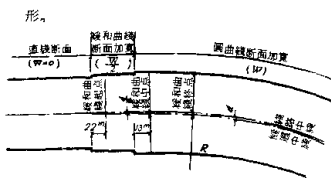


圖 1-6

§1-3. 避人洞及避車洞

一、鐵路隧道避人洞、避車洞位置布置

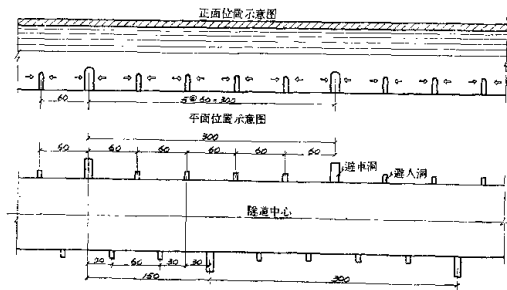


圖 1-7

說明：

1. 圖中尺寸均以 m 計。
2. 避人洞及避車洞均互相錯設置，并統隧道全長均勻分布之；按隧道一側計，每隔 60 m 設避人洞一個；每隔 300 m 設避車洞一個。
3. 隧道長度在 300 m 以下者不設避車洞，300~400 m 之隧道可在中間設置一個避車洞，400 m 以上之隧道按規定間距設置避車洞。但當隧道兩端與無制溝平台之路壘相連，則考慮避車洞布置時，隧道長度應加上路壘長度。
4. 曲綫隧道中避人洞及避車洞之間隔距離，應沿隧道中綫丈量，其位置在曲綫半徑方向設置。
5. 地方鐵路隧道，邊軌兩側交錯設置避人洞。按一側計，每隔 90 m 設避人洞一個；每隔 600 m 設避車洞一個。隧道長 600~800 m 時，可在中間設一個避車洞；600 m 以下者可不設。

二、避人洞及避車洞的規定尺寸

- （一）避人洞的規定尺寸：
拱頂高 2.2 米（以使拱腳處滿足一人高處），寬 2.0 米，深 1.0 米。
- （二）避車洞的規定尺寸：
拱頂高 2.8 米，寬 4.0 米，深 2.5 米。

三、避人洞及避車洞的類型

（一）避人洞類型

1. 無衬砌避人洞（圖 1-8A）
適用範圍：

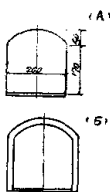


圖 1-8

（1）單綫、雙綫及地方鐵路之不衬砌隧道，或半衬砌隧道；

（2）單綫 $f \geq 10$ ，雙綫 $f > 10$ ，窄軌鐵路 $f \geq 7$ ，并比較整體的岩層。

特點：易于施工，節省材料。

2. 衬砌避人洞（圖 1-8B）

適用範圍：

（1）單雙綫及地方鐵路有衬砌的隧道；

（2）單綫隧道 $f \geq 5$ ，雙綫隧道 $f \geq 5$ ，窄軌隧道 $f \geq 3$ ，設薄衬砌不設后牆；

（3） $f = 2 \sim 4$ 設后牆。

特點：

（1）衬砌較薄；

（2）防止岩層風化；

（3） $f = 2 \sim 4$ 衬砌承受外力。

（二）避車洞類型

1. 無衬砌避車洞（圖 1-9）

適用範圍：

（1）適用於不衬砌及半衬砌隧道；

（2）單綫 $f \geq 10$ ，雙綫 $f > 10$ ，窄軌鐵路 $f \geq 7$ ，并比較整體的岩層。

特點：易于施工，節省材料。



图 1-9

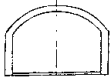


图 1-10

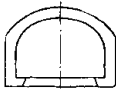


图 1-11

(1) 适用于单线、双线及地方铁路之土质衬

2. 薄衬砌避车洞 (图 1-10)

适用范围:

- (1) 适用于单线、双线及地方铁路之衬砌隧道;
- (2) $f \geq 5$ 之单线隧道, $f \geq 5$ 双线隧道, $f > 3$ 窄轨铁路隧道, 均不设后墙;
- (3) $f = 2 \sim 4$ 设后墙。

特点:

- (1) 无后墙者仅防止岩层风化, 不受外力;
- (2) 设后墙者为受力衬砌。

3. 衬砌避车洞 (图 1-11)

适用范围:

(1) 适用于单线、双线及地方铁路之土质衬

砌隧道;

(2) $f = 1 \sim 1.5$;

(3) 有地下水。

特点: 承受较大的外力。

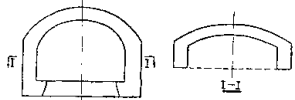


图 1-12

4. 后曲壁避车洞 (图 1-12)

适用范围:

- (1) 适用于单线、双线及地方铁路 $f = 0.6$ 之土质衬砌隧道;
- (2) 有较大的地下水。

特点:

- (1) 承受很大的外力;
- (2) 后墙为曲墙。

S1-4 隧道衬砌及明洞

一、隧道衬砌类型

隧道衬砌的类型, 与其通过的地形、地质 (岩层的性质, 坚固系数 f 等)、水文地质及衬砌受力情况有关, 同时也需符合隧道净空尺寸的要求。

(一) 单线隧道衬砌

1. 不衬砌断面 (图 1-13), 适用于 $f \geq 10$, 无地层压力, 整体无裂缝或裂缝很少, 比较干燥, 不易风化的坚硬岩层, 如坚硬完整的石灰岩、厚层砂岩、完整的花岗岩等。对于 $f \geq 6$ 的岩层, 如整体性好, 层理厚, 干燥, 不易风化, 确实无掉块可能, 经研究后, 也可考虑不衬砌。

特点:

开挖时, 其壁上之凸出部份, 以不伤人隧道建筑限界为原则。为了防止风化可进行喷浆, 如将来考虑衬砌时, 应按衬砌断面进行开挖。

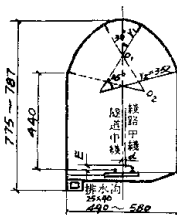


图 1-13

2. 半衬砌断面 (图 1-14), 按平拱设计, 考虑拱脚的转动及水平位移, 衬砌承受地层垂直压力及自重。

适用于坚硬的石灰岩, 不坚硬的花岗岩, 坚硬的砂岩, 坚硬的大理岩, 白云岩等 $f \geq 8$ 的岩层, 承受极少的局部地层压力, 如拱脚个别岩层脱落或局部风化的情况。

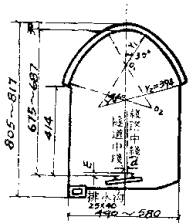


图 1-14

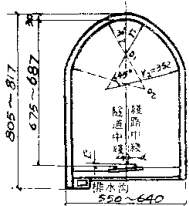


图 1-15

特点:

为了防止两侧岩层风化可进行喷浆。拱部施工时允许按 20 厘米衬砌厚开挖, 如超挖部份超过 15 厘米, 则按 30 厘米厚衬砌。如超挖部份小于 15 厘米, 其超挖部份均随衬砌一起灌注混凝土, 不另行回填。但在拱脚处向上 50 厘米内, 必须保证 30 厘米厚。当拱脚错台开挖不完整时, 可做一段短墙填补; 若拱脚错台施工确有困难时, 则可用 30 厘米等厚花边衬砌, 即带有侧沟的边衬砌。

3. 直墙式

衬砌断面 (图 1-15), 按直墙式隧道断面设计, 其所受外力为地层压力, 结构自重, 并考虑弹性拉力及其所产生的摩擦力。

适用于较坚硬的层状石灰岩、砂岩、砂质片岩

等 $f \geq 5$ 的岩层。承受较小的岩层压力，或局部岩层压力。在无水区岩层中，洞内可用花边衬砌。

特点：

当 $f = 6 \sim 7$ 时，可按 20 厘米厚的衬砌开挖。当超挖部份大于 15 厘米时，按 30 厘米厚衬砌施工；当超挖部份小于 15 厘米时，其超挖部份均一起衬砌。衬砌厚度不得小于 30 厘米。采用花边衬砌时，超拱线上一米范围内拱脚超挖部份，应全部用混凝土回填密实。边墙侧洞顶至超拱线之距离应大于一米；侧洞跨度视地质及施工环节长度选用，可为 2~4 米。侧洞中心间距可用 6~10 米，并应配合避人车辆设置。

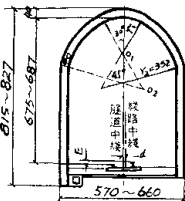


图 1-16

4. 直槽式衬砌断面 (图 1-16, 图 1-17), 按直槽式衬砌设计。

考虑地层垂直压力，岩层弹性抗力，及其所产生之摩擦力。

(1) 40 厘米等厚衬砌 (图 1-16) 适用于坚硬的粘板岩，红黄色的砂岩，中薄层的石灰岩，砾岩等 $f = 4$ 的岩层。

特点：

属于承载衬砌开挖时壁上凸出部份不得大于 5 厘米；拱脚截面一段范围内不得小于 40 厘米；衬砌基底岩层，如受外界影响易于侵蚀时，应将衬砌加深。

(2) 50 厘米等厚衬砌 (图 1-17) 适用于薄层的石灰岩，不坚硬的片岩，砂页岩互层，密实的泥灰岩，胶结的角砾岩，坚硬胶结的粘土等 $f = 3$ 的地层。

特点：

承受较大的垂直压力，拱顶和拱脚截面不得小于 50 厘米，其余开挖壁面之凸出部份不得大于 5 厘米；衬砌基底岩层，如受外界影响易于风化或侵蚀时，衬砌应加深。

5. 不带仰拱之马蹄形衬砌断面 (图 1-18), 按曲槽衬砌设计。考虑地层垂直压力、侧压力、弹性抗力及其所产生之摩擦力。

适用于软片岩、软石灰岩、冻粘土、泥灰岩、

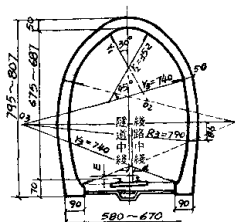


图 1-18

破碎的砂岩、石灰岩等 $f = 2$ 的地层。如边墙岩层较好，拱部岩层压力很大，亦可采用此类形式之衬砌。

特点：

承受较大的地层垂直压力和不大的侧压力。衬砌基底岩层风化者，应将衬砌加深。

6. 带仰拱的衬砌断面 (图 1-19), 按曲槽衬砌设计，不考虑仰拱与衬砌共同作用，仅

作为基础的一部份。考虑地层垂直压力、侧压力、弹性抗力及其所产生之摩擦力。

适用于软片岩、软泥灰岩、破碎的砂页岩、破碎的石灰岩等含水的 $f = 2$ 的岩层。

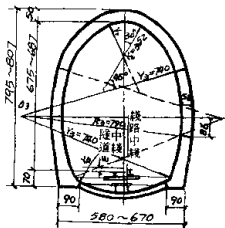


图 1-19

特点：

承受比较大的垂直压力，不大的侧压力，并可防水。当隧道底部遇较多的地下水时，为避免建筑仰拱时扰动边墙基础，影响结构稳定性，可将边墙衬砌加深。

7. 土质隧道衬砌断面 (图 1-20, 图 1-21), 按曲槽衬砌计算，仰拱拱作基础的一部份，不考虑与衬砌共同作用，仅在仰拱必须先施工时，计算时

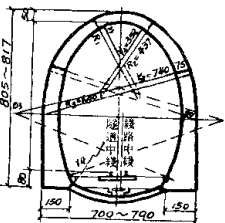


图 1-20

才考虑仰拱与牆共同作用。仰拱按弹性地基梁计算，内应力按拱形结构分析。亦可用似柱法计算仰拱、边牆与弹性地层的共同作用。考虑较大的垂直压力及侧压力，弹性抗力及摩擦力。

(1) 图1-20断面，适用于密实的粘土、坚硬的冲积土、粘土质土壤及一般较硬的碎石土壤等 $f = 1$ 的地层。

特点：

能适应土质地层中的比较大的垂直压力及侧压力。如仰拱施工会影响牆基的稳定时，则牆基可加深。

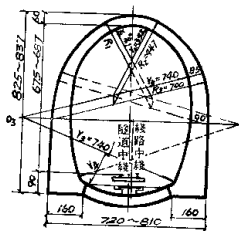


图 1-21

(2) 图1-21断面，适用于湿沙土、粘沙土、种植土、輕型沙粘土、坡积土、及顆粒不大的堆积层等 $f = 0.6$ 的地层。

特点：

可承受很大的地层压力。施工时应特别注意地层的变形，防止塌方。

(二) 双綫隧道衬砌

两綫間距为4米，在曲綫上时，衬砌断面应按規定加寬。其受力情况等的考虑，基本与单綫隧道衬砌断面相同。

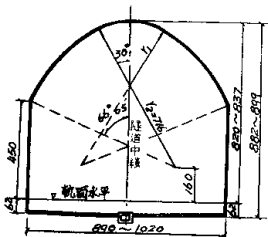


图 1-22

1. 不衬砌断面(图1-22)适用于 $f > 10$ 的地层。
2. 半衬砌断面(图1-23)适用于 $f = 10$ 的地层。

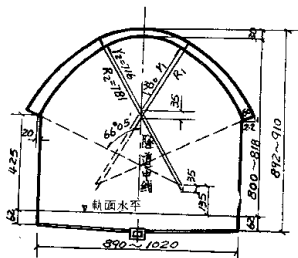


图 1-23

层。

3. 40厘米等厚衬砌断面(图1-24)适用于 $f = 7 \sim 8$ 的地层。

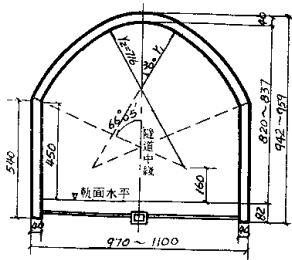


图 1-24

4. 不等厚衬砌断面

(1) 图1-25适用于 $f = 5 \sim 6$ 的地层。

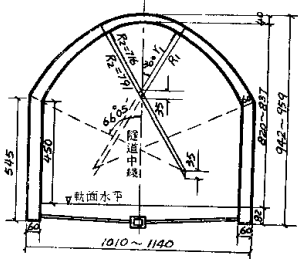


图 1-25

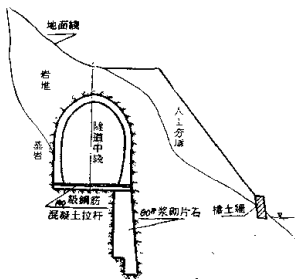


图 1-39

二、明洞类型

明洞系铁路隧道的另一种形式，从结构上分为拱式明洞及棚洞两类。设洞明洞时，系根据地形、地质、建筑材料的供应情况、施工方法、施工时间等因素决定。不论采用何种类型，均应符合实际客观条件。

(一) 单线拱式明洞

1. 对称式明洞 (图1-40)

适用范围：

(1) 承受对称或接近于对称的静荷载。边坡岩石基本稳定，仅防落石掉到线路上。

(2) 当基底岩石弹性抵抗系数 $K_0 = 0.3 \times 10^5 \text{t/m}^3$ ，拱顶填土内摩擦角 $\phi = 35^\circ$ ，边墙后填土内摩擦角 $\phi = 45^\circ$ ，明洞各部尺寸如图1-40。牆厚1m时，牆背用浆砌片石回填；牆厚1.2m时，牆背用干砌片石回填。

施工注意事项：

(1) 边墙后用干砌片石回填紧密，不得任意抛填。浆砌片石时，用砂浆塞缝与岩石贴紧。

(2) 施工时可根据当地地形、地质情况，将边墙基底沿纵向做成台阶形。台阶切割坡度应小于地基土壤内摩擦角，并不大于65度。

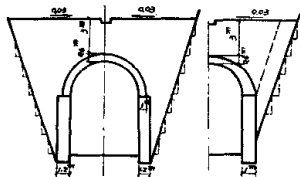


图 1-40

2. 不对称式明洞 (图1-41)

适用范围：

(1) 路整边坡有坍塌、流石、流泥或雪崩等地区宜用此式明洞。

(2) 当基底岩石弹性抵抗系数 $K_0 = 0.2 \times 10^5 \text{t/m}^3$ ，拱顶填土内摩擦角 $\phi = 35^\circ$ ，边墙后填土内摩擦角 $\phi = 45^\circ$ 时，明洞各部尺寸如图1-41。

施工注意事项：与图1-40相同。

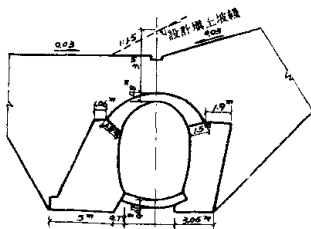


图 1-41

3. 半路棚明洞 (图1-42)

适用范围：

(1) 边坡岩石比较稳定的半路棚，可用此式明洞，其作用主要是防护落石掉到线路上。

(2) 当基底岩石弹性抵抗系数 $K_0 = 0.6 \times 10^5 \text{t/m}^3$ ，拱顶填土内摩擦角 $\phi = 35^\circ$ ，内边墙后填土内摩擦角 $\phi = 50^\circ$ 时， $d = 1.2\text{m}$ (牆后填浆砌片石)， $d_1 = 1.6\text{m}$ (牆后填干砌片石)， $d_2 = 2.2\text{m}$ ， $d_3 = 1.8\text{m}$ 。

(3) 当基底岩石弹性抵抗系数 $K_0 = 0.3 \times 10^5 \text{t/m}^3$ ，拱顶填土内摩擦角 $\phi = 35^\circ$ ，内边墙后填土内摩擦角 $\phi = 45^\circ$ 时， $d = 1.25\text{m}$ (牆后填浆砌片石)， $d_1 = 1.6\text{m}$ (牆后填干砌片石)， $d_2 = 2.2\text{m}$ ， $d_3 = 1.85\text{m}$ 。

施工注意事项：与图1-40相同。

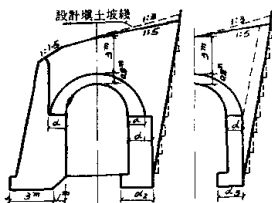


图 1-42

4. 防护落石明洞 (图1-43)

适用范围：

(1) 边坡岩石比较稳定，仅防护落石掉到线路上；同时外牆外面有较宽的平地，填土坡线能与地面相交的情况下适用此式明洞。

(2) 当基底岩石弹性抵抗系数 $K_0=0.6 \times 10^5 \text{t/m}^3$, 拱顶填土内摩擦角 $\phi=35^\circ$, 内边牆后填石内摩擦角 $\phi=50^\circ$ 时, $d_0=0.7\text{m}$, $d_n=1.1\text{m}$, $d=3.0\text{m}$ 。内牆后填干砌片石时边牆厚1.6m; 浆砌片石时边牆厚1.1m。

(3) 当基底岩石弹性抵抗系数 $K_0=0.3 \times 10^5 \text{t/m}^3$, 拱顶填土内摩擦角 $\phi=35^\circ$, 内边牆后填石内摩擦角 $\phi=45^\circ$ 时, $d_0=0.8\text{m}$, $d_n=1.2\text{m}$, $d=3.5\text{m}$ 。内牆后填干砌片石时, 边牆厚1.6m; 内牆后填浆砌片石时, 边牆厚1.2m。

施工注意事项, 与图1-40相同。

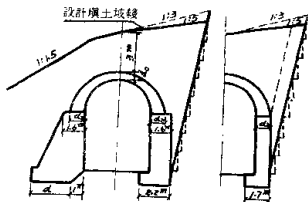


图 1-43

5. 半路壩防护落石明洞 (图1-44)

适用范围:

(1) 半路壩边坡基本稳定, 基底岩石较坏, 防护落石及小量坍方, 掉到线路上时, 用此式明洞。

(2) 当基底岩石弹性抵抗系数 $K_0=0.2 \times 10^5 \text{t/m}^3$, 拱顶填土内摩擦角 $\phi=35^\circ$, 内边牆后填石内摩擦角 $\phi=45^\circ$ 时, 明洞尺寸如图1-44。

施工注意事项, 与图1-40相同。

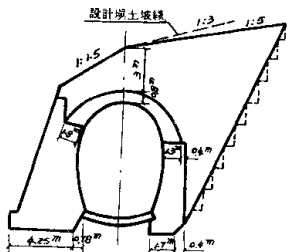


图 1-44

6. 半路壩防护坍方明洞 (图1-45)

适用范围:

(1) 在半路壩中, 边坡有可能发生崩塌、流

石、流泥, 或雪崩等不良情况时, 用此式明洞。

(2) 当基底岩石弹性抵抗系数 $K_0=0.2 \times 10^5 \text{t/m}^3$, 拱顶填土内摩擦角 $\phi=35^\circ$, 内边牆后填石内摩擦角 $\phi=45^\circ$ 时, 明洞尺寸如图1-45。

施工注意事项, 与图1-40相同。

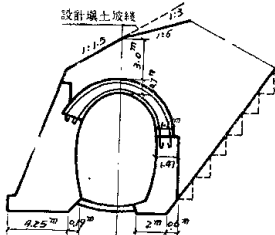


图 1-45

7. 半路壩防护重坍方明洞 (图1-46)

适用范围:

(1) 半路壩边坡有可能发生数量比较大的崩塌、流石、流泥或雪崩等不良情况时, 可用此式明洞。

(2) 当基底岩石弹性抵抗系数 $K_0=0.1 \times 10^5 \text{t/m}^3$, 拱顶填土内摩擦角 $\phi=35^\circ$, 内边牆后填石内摩擦角 $\phi=40^\circ$ 时, 明洞尺寸如图1-46。

施工注意事项, 与图1-40相同。

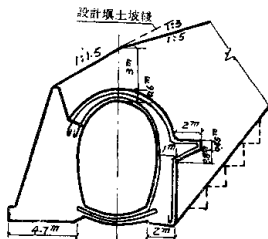


图 1-46

8. 半路壩防护落石明洞 (图1-47)

适用范围:

(1) 边坡岩石比较稳定的半路壩可用此式明洞。明洞作用, 主要是防护落石掉到线路上。

(2) 当基底岩石弹性抵抗系数 $K_0=0.6 \times 10^5 \text{t/m}^3$, 拱顶填土内摩擦角 $\phi=35^\circ$, 牆后岩石内摩擦角 $\phi=70^\circ$ 时, 明洞尺寸如图1-47。

施工注意事项, 与图1-40相同。