

铁路勘测设计基础丛书

铁路隧道设计基础知识

铁道部第一勘测设计院编



中国铁道出版社

U212
8308

铁路隧道设计基础知识

铁道部第一勘测设计院编

中国铁道出版社

1981年·北京

1758

铁路勘测设计基础丛书
铁路隧道设计基础知识
铁道部第一勘测设计院编
中国铁道出版社出版
新华书店北京发行所发行
各地新华书店经售
中国铁道出版社印刷厂印

开本：787×1092 $\frac{1}{2}$ 印张：14.75 字数：317 千
1981年4月第1版 1981年4月第1次印刷
印数：0001—4,000 册 定价：1.20 元

内 容 简 介

本书以介绍新建铁路隧道的勘测设计为主，详细叙述了隧道设计专业技术人员应具有的基本知识。通过学习本书，可以达到参加设计工作的能力。

本书可供初级技术人员和从事隧道工作的同志参考。

目 录

第一章	绪 论	
§ 1.	解放后我国铁路隧道的修建和发展	1
§ 2.	隧道工程特点和分类	2
§ 3.	隧道工程的组成	6
第二章	隧道工程地质	8
§ 1.	隧道与地质的关系	8
§ 2.	不良地质和特殊地区对隧道的影响	8
§ 3.	隧道地质调查和勘察	26
第三章	隧道围岩分类和围岩压力	31
§ 1.	隧道围岩分类	31
§ 2.	隧道围岩的稳定性	43
§ 3.	围岩压力的计算	53
第四章	隧道建筑限界及隧道内部轮廓	65
§ 1.	隧道建筑限界	65
§ 2.	几种限界之间的关系	69
§ 3.	隧道内部轮廓及其曲线地段的加宽	71
§ 4.	直线隧道与曲线隧道衔接的规定	75
第五章	隧道的勘测与设计	78
§ 1.	勘测设计程序及各阶段的主要任务	78
§ 2.	隧道勘测资料及设计图纸内容	79
§ 3.	隧道位置的选择	83
§ 4.	隧道洞口位置的选择	98
§ 5.	隧道平面及纵断面设计	101

第六章	洞口工程	107
§ 1.	洞口位置的选定	107
§ 2.	洞门类型及其适用条件	125
§ 3.	洞门及其附属工程设计	132
第七章	明洞	140
§ 1.	明洞的特征及其应用	140
§ 2.	明洞类型及其适用条件	145
§ 3.	明洞设计	150
第八章	隧道衬砌设计和洞内设备	167
§ 1.	衬砌类型及其适用条件	167
§ 2.	一般衬砌设计	174
§ 3.	洞口衬砌设计	176
§ 4.	偏压衬砌设计	178
§ 5.	不良地质隧道衬砌设计	181
§ 6.	特殊地区隧道衬砌设计	187
§ 7.	喷锚衬砌设计	194
§ 8.	下锚段衬砌	198
§ 9.	洞内设备	202
第九章	荷载和结构计算	219
§ 1.	衬砌形式与荷载	219
§ 2.	荷载计算	222
§ 3.	衬砌计算	234
§ 4.	洞门计算	247
第十章	隧道防水和排水	252
§ 1.	隧道治水的一般原则	252
§ 2.	洞口排水设计	253
§ 3.	洞内排水设计	253
§ 4.	各种类型的防水措施	265

§ 5. 寒冷和严寒地区的防排水措施	283
第十一章 辅助坑道	297
§ 1. 一般使用条件和作用	297
§ 2. 方案选择考虑的因素	301
§ 3. 各类辅助坑道的设计	303
§ 4. 辅助坑道的处理	319
第十二章 隧道运营通风	321
§ 1. 运营隧道内防治有害气体的基本措施	321
§ 2. 设置机械通风的原则	325
§ 3. 通风方式的选择	333
§ 4. 风道设计和通风计算	337
§ 5. 通风设备的选择和配套	347
第十三章 隧道施工	353
§ 1. 几种常用的隧道施工方法的特点和选用原则	353
§ 2. 各工序的施工要求	357
§ 3. 施工辅助作业	371
§ 4. 洞口地段、不良地质和多线隧道的施工	391
§ 5. 明洞施工方法	403
§ 6. 隧道施工组织	406
第十四章 运营隧道的改建和病害整治	419
§ 1. 隧道改建原则和一般要求	419
§ 2. 隧道改建调查和资料收集	420
§ 3. 改建类型和方案选择	422
§ 4. 改建的施工方法	434
§ 5. 运营隧道漏水整治	442
§ 6. 衬砌变形的整治	445
§ 7. 洞口病害的处理	449

附录 I 隧道工程设计图	451
附图一 隧道初测洞身地质纵断面图	451
附图二 洞身地质平面图	452
附图三 隧道定测洞身地质纵断面图	455
附图四 ××隧道进口设计图	456
附图五 ××隧道出口设计图	457
附录 II 隧道定测资料表	459
附表 1 定测应完成资料表	459
附表 2 ××线××段定测隧道表	464

第一章 绪 论

§ 1. 解放后我国铁路隧道的修建和发展

解放后，随着我国社会主义建设事业蓬勃发展，新建铁路隧道工程迅速增加，发展速度之快在国外是少有的；至1979年，营业线路隧道总长为1,900余公里，是世界上铁路隧道总长超过千公里以上的少数国家之一。

随着铁路修建标准的提高，新建铁路中隧道比重也日益增长。例如华北某线共有隧道60余座，其总延长占线路长度的27%，西北某线共有隧道304座，总延长80余公里，占线路长度的12.6%，西南某线全长1,085公里，隧道427座，总延长341.3公里占全线长度的31.3%，其中三个区间24公里线路中，隧道占21公里，占该段线路长度的87.5%，为国内各线隧道最密集者，在国外也不多见。此外，单座隧道的修建长度也不断加长，目前国内5公里以上隧道共10座总延长约59公里，最长的铁路隧道已达7公里以上。

通过大量的工程实践，我国修建隧道的技术水平，迅速提高。在隧道勘测设计方面，密切结合工程地质，逐步掌握不良地质地段的隧道选线规律。在选择洞口位置方面也有较为丰富的经验，认识到要根据洞口具体的地形地质情况着重从边坡和仰坡的稳定条件来选择其位置，而不应该片面强调隧道和路堑的经济比较，并归结为一般情况下隧道宜早进洞，晚出洞。在隧道衬砌设计中，以往基本上按均匀分布计算衬砌荷载，经过多年来大量的隧道工程实践和量测分析，说明这种理论与实际出入较大，不能完全反映衬砌受力状态，

总结出围岩压力应按多种分布图示计算，以使设计的衬砌断面能适合较为普遍的实际荷载情况，减少出现衬砌开裂的可能。在衬砌计算方法上，采用电子计算机进行衬砌结构内力计算，节省大量劳力和时间。在隧道运营通风设计方面，通过理论探讨和大量现场试验，建立了以挤压为主的计算隧道通风量的方法，代替过去以冲淡为主的计算方法，使通风设计更加符合实际，节省了动力。此外在衬砌类型设计方面，采用喷锚支护（包括运营线上既有隧道的病害处理），大拱脚薄边墙以及柱式、连拱式花边墙等新型结构，节省了工料，加快了施工进度，为多、快、好、省地修建铁路创造了有利条件。

在隧道施工方面，积累了修建长隧道的施工经验，并掌握了处理各种不良地质隧道的施工技术，采用了光面爆破、激光导向、半断面及全断面开挖、钻孔台车、槽式列车等先进技术和设备。

§ 2. 隧道工程特点和分类

隧道工程是修建在岩石或土体内的地下建筑物，既要支护围岩又受围岩限制约束。隧道工程具有克服高程障碍，缩短线路长度，改善线路条件（平面、纵断面），提高运输效率，保证行车安全，避开特殊地质和地面建筑物，减少与城、镇交通的干扰，以及少占农田，利于战备等方面的作用。

隧道工程的施工，工作面狭小，施工条件差；但受外界气候条件影响小，可组织均衡生产。隧道施工时间较长，往往控制全线或部分线段的工期；钢材水泥木材等用量大，投资多，施工机具设备多。从运营方面说，机车乘务人员及养护人员在洞内的工作条件比露天线路差，洞内轨道设备易受

腐蚀，寿命短。

隧道工程分类，根据施工方法和埋藏条件不同，有隧道和明洞两大类。习惯上又将隧道作如下的划分：

一、从长度上划分

隧道长度关系着需否设置运营通风设备、道床类型的选择、施工单价和工期长短的划分等问题，我国以往多沿用以下分法：

(一) 一般隧道：长度小于2000米者；

(二) 长隧道：长度在2000米及以上，5000米以下者；

(三) 特长隧道：长度在5000米及以上者。

二、从受力条件划分

由于洞身受力条件不同，直接影响着衬砌断面的尺寸、结构、强度、施工方法及支护类型等，因而分为：

(一) 单线隧道（图 1—1）；

(二) 双线及多线隧道（图 1—2）；

(三) 偏压隧道（图 1—3）；

(四) 喇叭口隧道（图 1—4）。

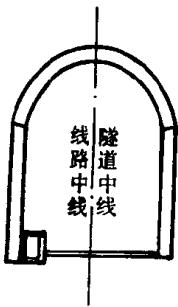


图 1—1 单线隧道

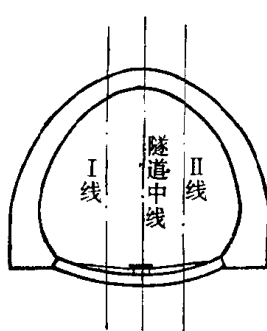
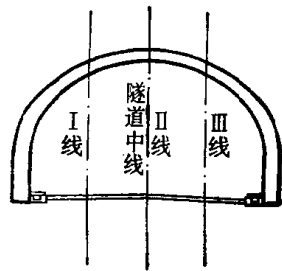


图 1—2 双线和多线隧道



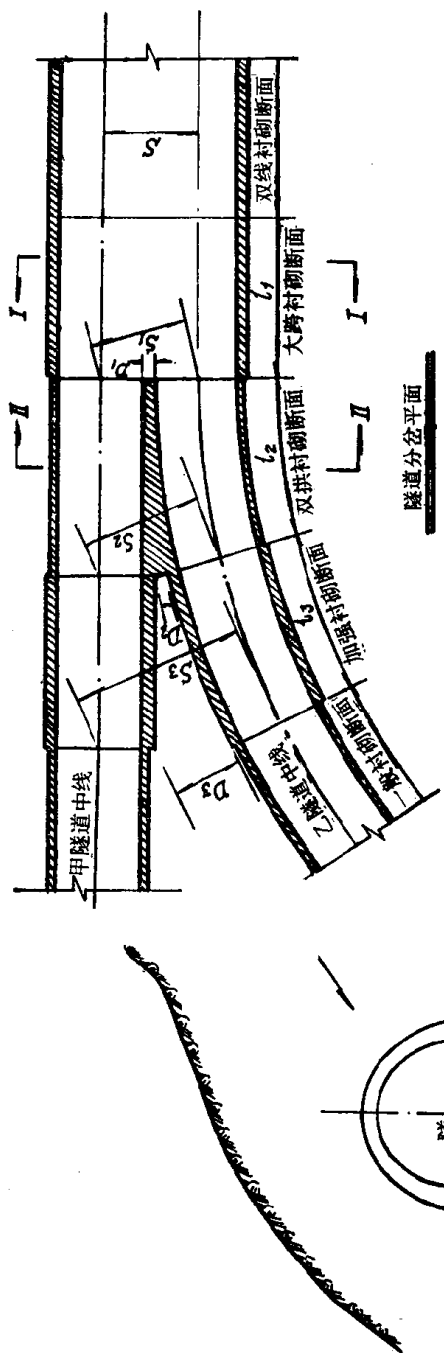


图 1—3 偏压隧道

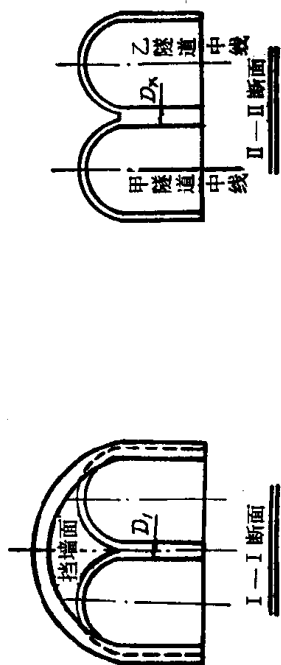


图 1—4 喇叭口隧道

改建即有线隧道，废弃部分长度，往往须在洞内分岔；或在修建复线时，为了绕过困难地形和不良地质地段或减少工程量，常将一条复线分为两个单线，或将两个单线合并为一条复线，其变化区段如位于隧道内时，即形成通常所谓的喇叭口隧道。

（五）深埋和浅埋隧道

根据隧道埋藏深浅分为深埋隧道与浅埋隧道。其分界深度目前多以坑道开挖对地表产生影响（变形）与否来确定。产生影响者为浅埋隧道（图 1—5），不产生影响者为深埋隧道。

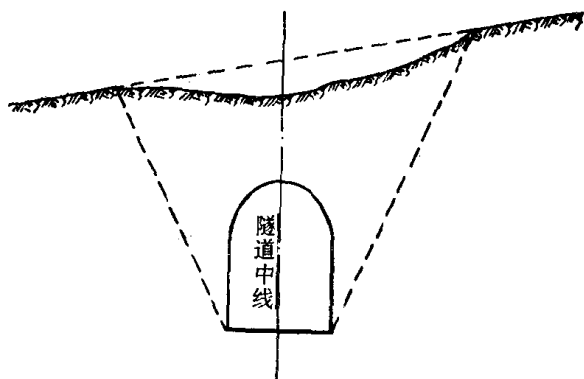


图 1—5 浅埋隧道

三、从地质条件划分

隧道通过地段的地质条件，直接涉及设计和施工问题，如衬砌类型的选择、结构尺寸的确定、施工方法的采用及施工措施的制定等，都与地质条件有着密切关系，为便于开展工作，通常分为：

- （一）一般隧道：无不良地质现象的隧道；
- （二）不良地质隧道：洞身穿过断层、流砂、溶洞、堆积层等不良地质地段的隧道。

§ 3. 隧道工程的组成

隧道工程包括主体工程、附属工程、辅助工程三大部分。

主体工程和附属工程是隧道的永久性建筑。辅助工程是为改善施工条件、加快施工进度而增设的临时性工程，但有时兼作运营中机械通风的风道，排水坑道用。

一、主体工程及其作用

主体工程是指隧道结构本身主要组成部分，如隧道衬砌（包括回填及压浆）及洞门（包括翼墙）。

洞门是指隧道两端与路堑接头处加固洞口地层的建筑物（图 1—6）。它具有挡护洞顶仰坡和路堑边坡岩（土）体，排除洞口地表水、确保行车安全，适当装饰美化等作用。因此，除了完整不易风化的岩层可只作

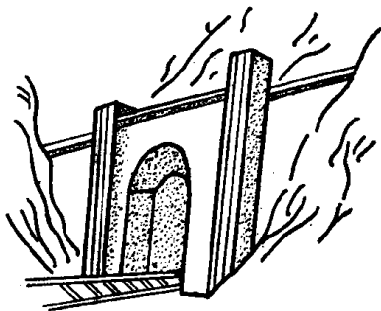


图 1—6 隧道洞门

洞门框（图 1—7）外，一般均应修建洞门。

隧道衬砌是支护坑道围岩的主要结构。它具有抗御围岩压力，保持围岩稳定，防止围岩风化剥落及松动掉块，防止和引排洞内渗、漏水，保证行车安全等作用。隧道在一般情况下应做衬砌。衬砌是由拱圈和边墙所组成（图 1—8）。如围岩松软或岩层含水，可能引起基础沉陷、隧底翻浆和有鼓胀时，应设置仰拱。如围岩开挖后，侧壁可能失去稳定发生坍塌时，特别是土质地层，则采用曲墙式带仰拱的衬砌（图 1—9）。

二、附属工程

附属工程是隧道工程的附属建筑和设备。如洞内、洞

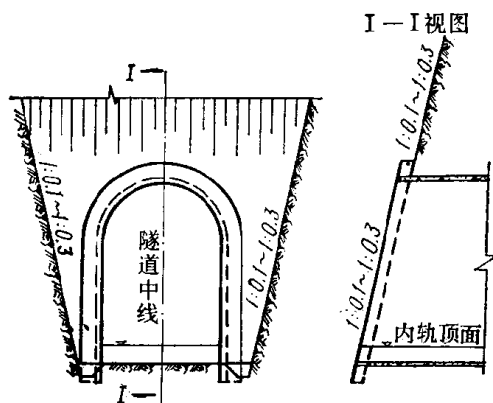


图 1—7 洞门环框

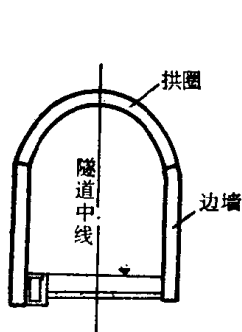


图 1—8 衬砌结构

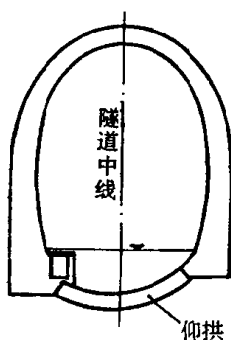


图 1—9 曲墙式带仰拱衬砌

外、洞顶排水设备，洞口的挡护工程，洞内大小避车洞，通风建筑物及设备（运营通风道、通风机房、机管人员住房等），洞顶改沟等。它的主要作用是保证隧道主体正常使用，方便洞内养护维修作业。

不论是主体工程，还是附属工程，都是隧道工程不可缺少的组成部分。

三、辅助工程

辅助工程有横洞、斜井、竖井和平行导坑等。其作用和选设条件详见第十一章辅助坑道部分。

第二章 隧道工程地质

§ 1. 隧道与地质的关系

隧道是修建在岩（土）体内的地下建筑物，它和地质的关系十分密切。隧道位置的选择，洞口位置的确定，衬砌结构的设计，施工方法和建筑材料的选择，防、排水措施的采用，以及整个隧道工程的造价和工期，均与地质有着密切关系。隧道建成后，能否保证长期安全运营，减少养护、维修工作量，也与地质情况好坏有关。

根据过去隧道修建情况，往往由于地质资料未能全面反映客观实际，隧道开挖后，常需频繁变更设计，打乱施工程序，有时洞内外大量坍塌，给施工带来很大困难。也常有因对地质重视不够，勘测设计阶段选定的隧道和洞口位置不合理，或对特殊地质情况没有采取相应的措施，或者在施工中不顾地质好坏，盲目追求进度等忽视地质的情况，而引起各种病害，严重地影响隧道正常使用，给运输造成难以弥补的损失。因此，无论勘测、设计或施工都应对地质工作加以重视。

§ 2. 不良地质和特殊地区对隧道的影响

一、不良地质对隧道工程的危害

不良地质，系指滑坡、错落、崩塌、岩堆、泥石流、岩溶、陷穴、流砂、断层、褶曲、涌水及第四纪堆积层等特殊地质现象而言。它直接威胁到隧道施工及运营的安全，是造成工程事故和隧道病害的重要因素之一，因此，应予足够的

重视。

（一）滑坡

滑坡是山坡地段在一定自然条件（地层结构、岩性、水文地质条件等）下，由于地下水活动、河流冲刷、人工切坡或地震活动等因素的影响，

大量土体或岩体在重力作用下，沿着一定的软弱面（或带）整体向下滑动的不良地质现象（图 2—1）。由于山坡整体滑动而产生的巨大推力，能使坑边严重变形、支撑挤垮和衬砌断裂；情况严重的，往往需改移线路，另建新隧道。

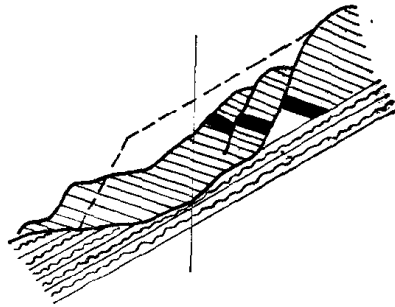


图 2—1 滑坡

如图 2—2 的傍山隧道，出口位于滑坡地段，勘测中判断为地表浅层滑坡，隧道在滑坡影响范围之外。施工后由于地表土质松软，透水性强，生活用水的长期浸渗，以及设计、施工的不当和小煤窑采空的影响，致使山体滑动，出现衬砌严重开裂，部分基础沉陷，水沟被挤断，局部仰拱环裂等病害。最后采取钢轨花拱骨架混凝土加强衬砌，洞口段两侧设置抗滑桩稳定山体，并对隧道下面小煤窑采空地段以钻孔压浆回填等综合措施处理，才防治了山体滑动的继续发展。

（二）错落

错落是山坡在一定的自然条件（岩性、构造等）下，由于雨水作用、河流冲刷、人工切坡或地震活动等因素的影响，大量松散的岩（土）体在重力作用下，顺其内部较陡的构造面（断层、节理、层面等），先行压密而后突然整体下