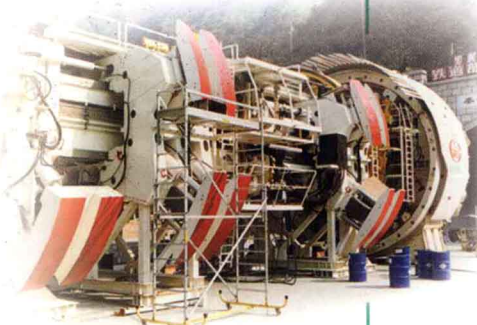




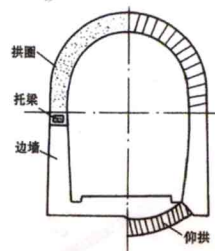
中国科协科普专项资助



“解读中国铁路”科普丛书之六



漫话 MANHUA 隧道 SUIDAO



王效良 景诗庭 编著

什么是隧道？

铁路为什么要修隧道？

一座座隧道是怎样建成的？

铁路隧道里还有什么奥妙？……

——为你展示铁路的“地下宫殿”！



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

解读中国铁路 科普丛书

JIE DU ZHONGGUO TIELU KEPU CONGSHU



王效良 景诗庭 编著

中国铁道出版社

2009年·北京

内 容 提 要

什么是隧道？铁路为什么要修隧道？一座座隧道是怎样建成的？隧道里还有什么奥秘？……本书为你解读：铁路隧道的分类及各种隧道的“地貌特征”，我国为何已成为世界铁路隧道大国，打隧道如何探明地质，隧道设计要考虑哪些问题，隧道施工为何称为是“有硝烟的战争”；同时向你介绍了13座中国铁路的标志性隧道，并展现了我国铁路隧道建设的辉煌前景。

图书在版编目（C I P）数据

漫话隧道 / 王效良, 景诗庭编著. —北京: 中国铁道出版社, 2009
(解读中国铁路科普丛书)
ISBN 978-7-113-10945-5

I. ①漫… II. ①王…②景… III. ①铁路隧道—普及读物 IV. ①U459.1-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 235776 号

书 名: 漫话隧道

作 者: 王效良 景诗庭

责任编辑: 严介生

电 话: 010-51873155

设计总监: 吴大公

封面题字: 吴俊亮

装帧设计: 崔丽芳

环衬篆刻: 邹 路

责任印制: 郭向伟

出版发行: 中国铁道出版社 (100054, 北京市宣武区右安门西街8号)

网 址: <http://www.tdpress.com>

印 刷: 北京盛通印刷股份有限公司印刷

版 次: 2009年6月第1版 2009年6月第1次印刷

开 本: 787mm×1040mm 1/16 印张: 13.25 字数: 304千

印 数: 0001~2000册

书 号: ISBN 978-7-113-10945-5 审图号: GS (2009) 285号

定 价: 70.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 请与本社读者服务部调换。

电 话: 市电 010-51873174, 路电 021-73174 (读者服务部)

打击盗版举报电话: 市电 010-63549504, 路电 021-73187

“解读中国铁路” 科普丛书

总顾问 孙永福（中国工程院院士）

总策划 郑建东 吕长清

策 划 国建华 钟加栋

主 编 严介生 丁国平 吴大公

时代的列车

(代序)

铁路纵横交错，四通八达，连接千家万户，贯通五湖四海，是经济发展的牵引机，是社会运行的大动脉。

当今中国的铁路，正以排山倒海之势，迅猛发展，运营里程接近8万公里，几乎绕地球赤道两周；尤其是在世界屋脊架起了天路长虹，不仅结束了西藏没有铁路的历史，也创造了在世界海拔最高的雪域高原铺设铁路的奇迹；我国铁路架设的桥梁和开凿的隧道之多之长之难举世罕见；自1997年以来，在短短的10年里，中国铁路成功地实施了六次大面积提速，时速200公里以上线路里程已达6200余公里；京津城际铁路最高时速达到350公里，是现时世界上最快的运营铁路；以前人们企盼的夕发朝至、当日往返的长途旅行，如今已在许多城市间实现，给人们的工作和生活带来很大方便。

人民铁路为人民，这正是中国铁路的行业宗旨。它始终坚持国家利益至上、社会效益第一，在运输能力十分紧张的情况下，优先保证关系国计民生的重点物资运输，除承担全社会85%的木材、85%的原油、60%的煤炭、80%的钢铁及冶炼物资的运输，坚持把化肥、农药、农机等“三农”物资作为运输重点，还多次圆满地完成电厂用煤、粮食、救灾物资的集中抢运任务……

中国铁路以占世界铁路6%的营业里程，完成了世界铁路25%的工作量，运输效率世界第一，完成的旅客周转量、货物发送量、换算周转量、运输密度均居世界前列，2008年大秦铁路年运量达到3.4亿吨，为世界之最。

中国铁路建设事业和运输事业日新月异，创建了一座座新的里程碑，为国家为人民做出了巨大贡献，建立了丰功伟绩。

然而目前的铁路现状还不能完全满足社会经济发展的需求，英雄的铁路员工，正在科学发展观的指导下，向着更高的目标前进：京沪高速铁路已经全面开工，

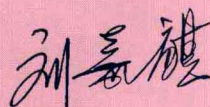
2012 年时速 200 公里及以上客运专线及城际铁路里程将达到 1.3 万公里，一个更密、更快、更先进的铁路运输网正在形成。

火车到底能够跑多快？桥梁到底能建多长？台湾海峡能否架起一道钢铁彩虹？密如蛛网的铁路如何保证成千上万穿梭般的列车安全有序地运行？……

铁路充满着传奇的色彩，铁路饱含着动人的故事，铁路蕴藏着深奥的知识，铁路肩负着神圣的使命！

为了开启铁路的“神秘之窗”，让更多的人认识铁路、了解铁路、热爱铁路，中国铁道学会和中国铁道出版社在中国科协科普部的指导下，组织一批资深的铁路专家学者，历时 3 年，编写了一套“解读中国铁路”的科普丛书，涉及高速列车、机车、车辆、线路、桥梁、隧道、通信信号、运输和安全等方面，用浅显通俗的生动语言和精美的图片，揭示了铁路的奥秘，展现了铁路的风采，读起来不仅能学到许多有关铁路的科技知识，还可以领略铁路的文化内涵，是一部精品科普图书，祝愿它早日与读者见面。

中国科普作家协会理事长
中国科学院院士

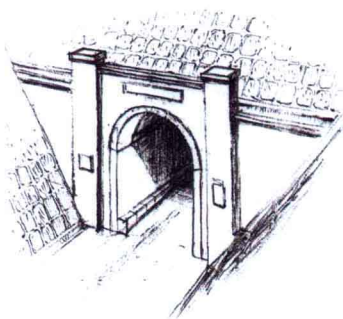


(刘嘉麒)

目录 CONTENTS

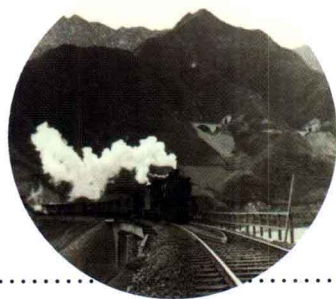
引言	1
----------	---

第一单元 概说隧道	2
-----------------	---



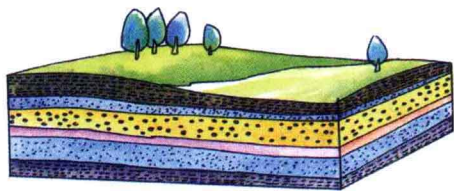
隧道及其“家族”	5
为什么要修建铁路隧道?	7
铁路隧道的“体貌特征”	8
铁路隧道的基本构造	12

第二单元 我国是世界铁路隧道大国	20
------------------------	----



艰难曲折的前七十三年	23
大步前进的近半个多世纪	24
我国铁路隧道知多少	30

第三单元 探明地质是关键	36
--------------------	----



从“经验之谈”谈起	39
“隐蔽杀手”和“拦路虎”	43
为了排除“不确定性”	52
对围岩“区别对待”	56

第四单元 精心绘制地下蓝图60



- “逢山开洞”，洞开何处?63
- 洞口选址与洞门选型66
- 隧道的净空和衬砌69
- 水火无情，不可不防78

第五单元 打赢有硝烟的“战争”84



- 不打无准备之仗87
- “全面进攻”还是“突破缺口”?88
- “装甲兵”和“机械化部队”91
- “新奥法”和“新意法”101
- “侧面包抄”与“长隧短打”105
- “稳住前沿”的技术109
- “攻坚战”——爆破开挖113
- 与围岩紧密结合的喷锚支护118
- 百年大计中的“隐蔽工程”124
- 隧道施工，以人为本129

第六单元 隧道的“体检”和“保健” 132



- 隧道要经常“体检”135
- 运营隧道的“天敌”138
- 隧道冻害甚于水害141
- 隧道运营通风和照明146

第七单元 中国铁路标志性隧道 152



狮球岭隧道——中国最早建成的铁路隧道 156

八达岭隧道

——国人自力修建的首座铁路越岭隧道 158

凉风垭隧道

——国内最早采用平行导坑施工的隧道 160

关村坝隧道

——首创快速施工纪录的铁路隧道 163

驿马岭隧道

——“最长”桂冠保持 25 年的单线铁路隧道 ... 166

关角隧道

——几经磨难建成的高海拔隧道 169

下坑隧道

——中国首座按新奥法建成的铁路隧道 172

大瑶山隧道

——我国最长的双线铁路隧道 174

家竹箐隧道

——号称“天下第一险洞”的隧道 177

秦岭隧道

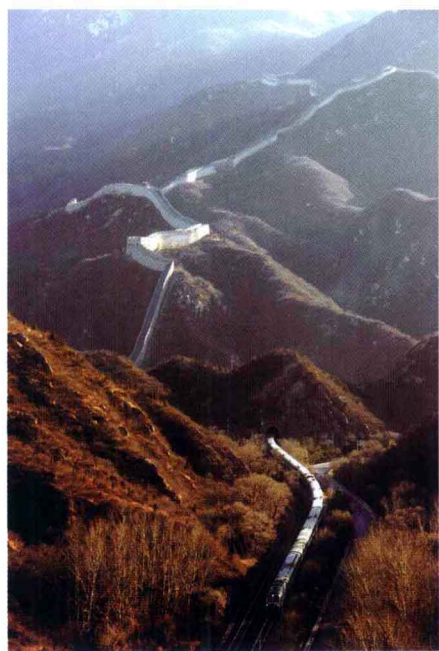
——中国铁路首次使用掘进机施工的隧道 181

风火山隧道和昆仑山隧道

——世界上最高和最长的高原冻土隧道 184

乌鞘岭隧道

——创下中国“第一长隧”新纪录的隧道 190



第八单元 隧道建设前景辉煌 194

后记 202

引言

隧道是铁路的重要组成部分，“逢山开洞，遇水架桥”，在山区修铁路免不了要建隧道。

我国是世界铁路隧道大国，建成铁路隧道的座数和总长度位居世界最前列。

一位西方隧道专家曾说：“所有经验表明，对于隧道工程，如果有一件确定的事，那就是它的不确定性。”也有专家说：“如何修隧道，既是技术，又是艺术。”这些中肯的话，说明修建隧道受环境和地质影响因素太多，要针对现场实际有预见性地进行设计与施工；同时也反映了修建隧道的艰巨性和复杂性，既有不确定性，更富挑战性。那么，为什么要修建隧道？各种各样的隧道是怎样建成的？

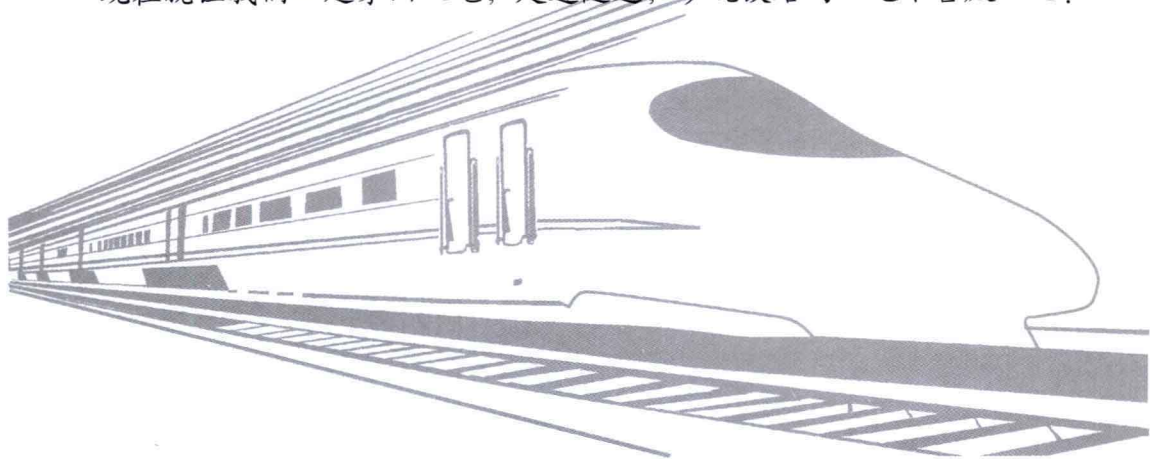
地层情况错综复杂，变化万千，要在地层中开凿一条通道，地层对隧道会施加哪些作用？“制造”哪些麻烦？地层是隧道的“对手”还是“同盟军”？如何摸清它的“脾气”和“秉性”？采取哪些措施来“制服”或“利用”它呢？

有人说修建隧道是一场有硝烟的“战争”，那么指战员的谋略和战术是如何发挥的？修建隧道也是费钱、费时、风险很大的工程，如何在不同条件下，把洞内土石挖下来、运出去、稳固地支护住地层，既安全、经济，又快速地建成“百年大计”的隧道工程，让列车快速顺利地通过？

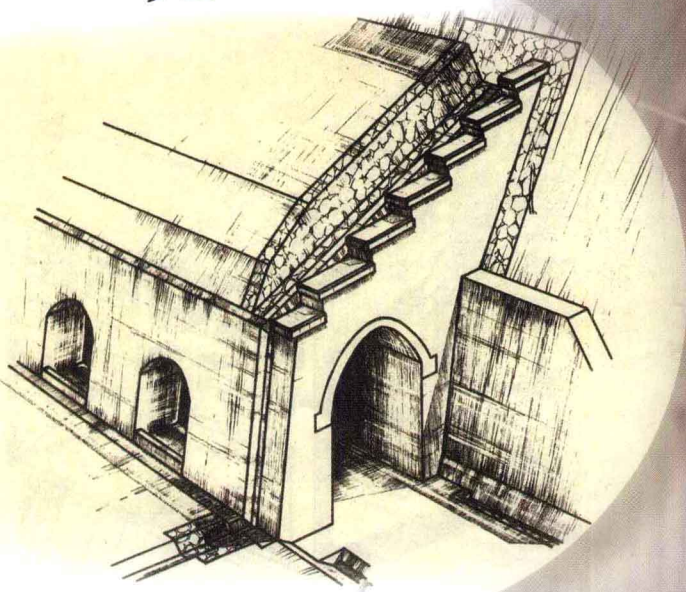
作为隧道大国的中国在修建隧道方面有哪些成就？在隧道建设史上有哪些具有标志性意义的隧道？铁路隧道发展远景如何？……

如果你对这些问题感兴趣，想知道铁路隧道里还有什么奥秘，不妨读读这本书。希望这本书能带您愉快地进入隧道知识的海洋。

现在就让我们一起穿山入地，走进隧道，参观铁路的“地下宫殿”吧！



第
1
单元



■ 概说隧道

.....➤ GAISHUO SUIDAO

.....➤ GAISHUO SUIDAO



概 说 隧 道

提起隧道，人们就会想起乘坐列车通过既黑又暗的“山洞”，想起通过一座接一座“山洞”密集的隧道群地段时，窗外仅有十几秒钟的天光一闪，列车就又冲进黑暗隧道中去的情景。那么什么是隧道？铁路为何要建隧道？黑古隆冬的隧道，它的“体貌特征”、基本构造到底是什么样的？……我们将和你一起来解读这些隧道的基本知识。



↑ 列车经过西康线秦岭隧道

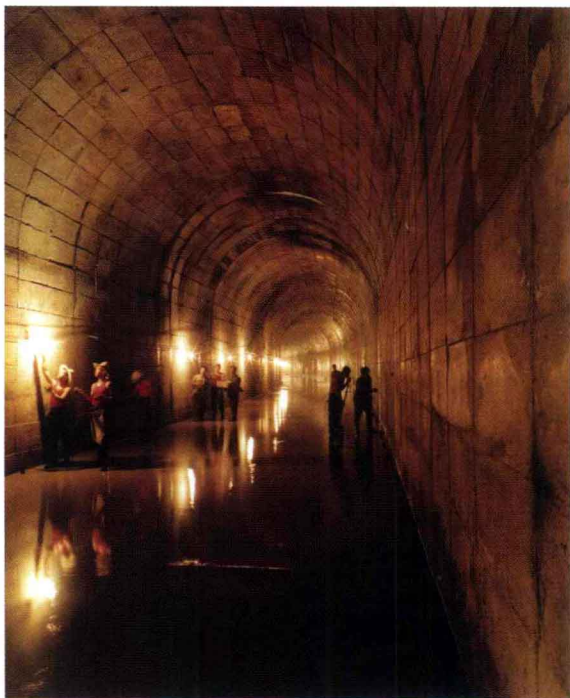
隧道及其“家族”

隧道，据《辞海》解释，乃是在山中或地下凿成的通道。按照工程界的说法，隧道是埋设在地层中的工程建筑物，是人们利用地下空间的一种形式，它被广泛地应用于交通、矿山、水利、市政、人防、国防等的建设中。

隧道的种类繁多，从不同的角度来分类，就有不同类别的隧道。依隧道的用途来划分，可分为交通隧道、水工隧洞（水利部门习惯叫“隧洞”而不称“隧道”）、矿山巷道（矿山开采中所开设的隧道习惯叫“巷道”）、市政隧道及特殊用途的隧道。依隧道所在的位置来划分，可分为山岭隧道、水下隧道和城市隧道。此外，依隧道所处的地质条件来划分，还可分为石质隧道和土质隧道，或一般隧道和不良地质隧道等；依隧道埋置在地层中的深度来划分，还有浅埋隧道和深埋隧道之分；依隧道横断面的形状来划分，又可分为马蹄形隧道、拱形隧道、圆形隧道、矩形隧道等等。

——**交通隧道** 包括铁路隧道、公路隧道、公路铁路两用隧道、地下铁道隧道和人行地道等，是为旅客、行人与货物提供运输的通道，是各类隧道中数量最多的一种。

——**水工隧洞** 是水利工程中的一个重要组成部分。根据水工隧洞的用途可分为引水、

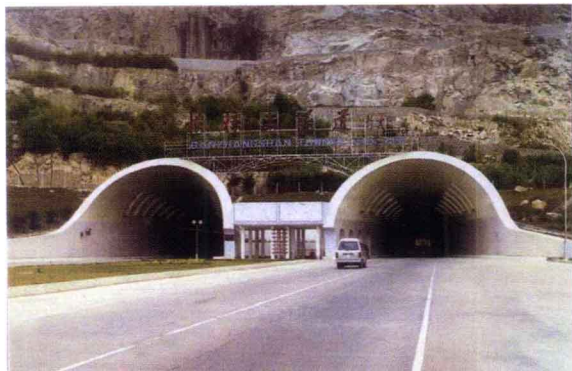


↑ 1983年铁道兵开凿出我国最长的“引滦入津”引水隧洞

输水隧洞，导流、泄洪隧洞，尾水隧洞和排沙隧洞。引水、输水隧洞为引水或输水以供发电、灌溉或工业和生活之用，如南水北调工程中的输水隧洞便是。导流、泄洪隧洞用以疏导水流或水库容量超限后作为泄洪通道。尾水隧洞是为排走水电站发电后尾水的通道。排沙隧洞可用来排冲水库淤积的泥沙或放空库水以备检修水工建筑物之用。

——**矿山巷道** 是为矿山采掘工作在含矿层或岩层中开凿的地下通道，包括运输巷道、通风巷道、给水巷道等。

——**市政隧道** 是修建在城市地下，用作敷设各种市政设施的地下管线，如自来水、污水、暖气、煤气、通信、供电等的隧道。市政隧道是城市发展必不可少的市政配套设施，按



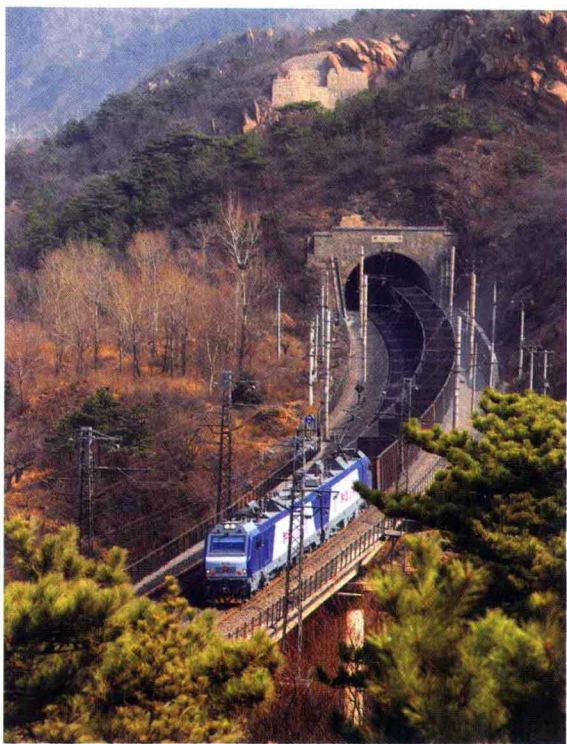
→ 珠海市区全长1210米的板樟山公路隧道

其本身的用途可分为排水隧道、供水隧道、煤气隧道、暖气和热水管线隧道、电线和电缆隧道以及混合隧道。

——**山岭隧道** 是为穿越山岭而修建的隧道。位于沿河傍山地段的称为傍山隧道，穿越分水岭的称为越岭隧道。常见的有铁路山岭隧道和公路山岭隧道。

——**水下隧道** 又称水底隧道。是修建在江河、湖泊、海峡等底下的隧道。如1970年建成的上海市黄浦江打浦路隧道和在建的广深港客运专线铁路穿越珠江口水域的狮子洋水下隧道。

——**城市隧道** 为节约城市土地资源、缓解地面交通、利于环境保护，城市隧道在现代城市建设中具有十分重要的意义。按其功能一般可概括为上述交通隧道和市政隧道两大类。地下铁道的车站及区间隧道、人行过街地道，以及正在修建的北京站至北京西客站地下直径线，都属于城市交通隧道。



↑ 山岭隧道



↑ 上海徐家汇地铁立体解剖图

为什么要修建铁路隧道？

铁路隧道是建在地下或水下并铺设轨道供铁路机车车辆通行的建筑物。修建铁路遇到分水岭、山峰、丘陵等难以翻越的高程障碍，或是遇到江河、湖泊、城镇、工矿企业、人口密集地区等难以绕避的平面障碍时，或者为了躲避不良地质地段（例如峡谷中滑坡地段等），就需要修建隧道。隧道是克服高程障碍的有效方法，有时甚至是唯一的方法，它可使线路直接穿越山岭，不用弯来绕去地爬高，使线路的高程降低、减缓其坡度并缩短其长度，从而提高运输能力，降低运输成本。当铁路线路遇到平面障碍时，虽说除隧道穿越外，还可以采用绕行的方法，但绕行往往是不经济的，甚至是



→ 渝怀线武隆隧道穿越城区

不可能的，如遇到江河、海峡等；采用隧道则常常是一种最好的解决方法，可以避免修桥而妨碍大型船舶通航，也不受气候影响。



① 线路沿河谷行走时为减少弯曲或绕避不良地质地段需修建隧道

铁路隧道的“体貌特征”

我们认识一个人,首先要了解这个人的五官面貌、年龄大小、高矮胖瘦等等。要认识隧道也一样,可将隧道的各种属性分成如下若干类别或等级,了解了某座隧道这些属性的类别或等级,我们对这座隧道的“体貌特征”就清楚了,这也是进一步认识它修建情况、难易程度的基础。

1 隧道的长短

长度等于及小于 500 米的称为**短隧道**;
长度大于 500 米至 3 公里之间的称为**中长隧道**;
长度大于 3 公里至 10 公里之间的称为**长隧道**;
长度大于 10 公里的称为**特长隧道**。

这里所说的铁路隧道长度,是指在钢轨顶面高程上,隧道进口洞门墙的墙面至出口洞门墙的墙面之间的距离。有趣的是,有些隧道的长度在竣工后还会增长,例如阳(平关)安(康)铁路,在 1970 年代建成时,没有长度超过 3 公里的隧道,1988 年却“变”出了一座。这是由于通车后,台子山 1 号隧道与台子山 2 号隧道之间路堑边坡落石,而修建了 45 米长的明洞将这两座隧道连通成为一座长度为 3 625 米的台子山隧道的缘故。成(都)昆(明)铁路 1960 年代竣工时,有 3 公里以上的长隧道 9 座,而现在则是 11 座,也是这个道理。至于因解决洞口落石、坍方而接建明洞,使隧道长度增加者更是为数众多。

2 隧道的“胖瘦”

隧道断面划分标准

名 称	净空断面积(平方米)
超小断面	<3.0
小断面	3.0 ~ 10.0
中等断面	10.0 ~ 50.0
大断面	50.0 ~ 100.0
超大断面	>100.0

国际隧道协会(ITA)建议,隧道断面大小按隧道修筑好后的实际净空面积来划分,如左下表所示。

按此标准,我国目前普通铁路单线隧道为中等断面,双线隧道则是大断面。时速 200 公里以上的客运专线或客货共线铁路隧道都是大断面隧道。

3 隧道内线路的数目

隧道内线路数目的多少反映在隧道断面尺寸大小上,也直接影响着隧道建筑结构的受力条件。按隧道内铺设线路的数目可分为**单线隧道**、**双线隧道**和**多线隧道**3 类。多线隧道一般位于车站内,也称车站隧道,如三线隧道、四线隧道。



① 大秦线郑重山三线隧道

在修建双线铁路时,为了绕过困难地形和不良地质地段,或者为了减少工程量,常将一条双线铁路分成两条单线铁路,或将两条单线铁路合并为一条双线铁路,这时变化区段若位于隧道内,往往需要在洞内分岔,形成通常所称的