

SDGC

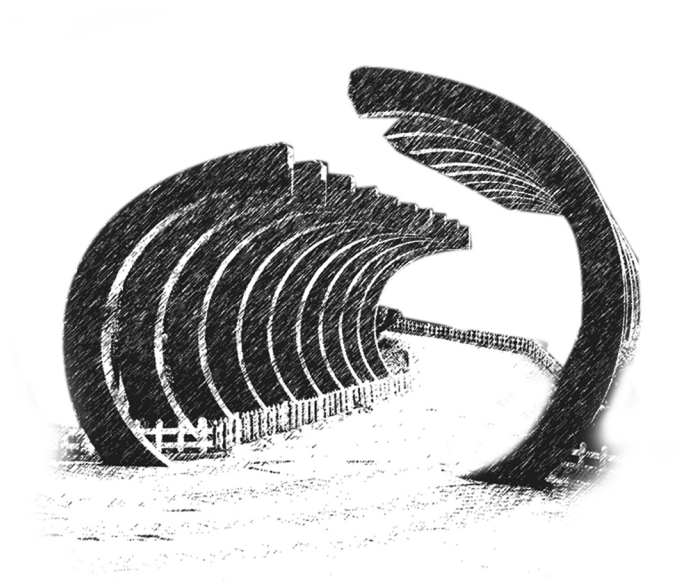


隧道工程施工 技术与安全

林志鹏 著

江西科学技术出版社

SDGC



隧道工程施工 技术与安全

林志鹏 著

江西科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

隧道工程施工技术与安全 / 林志鹏著. -- 南昌 :
江西科学技术出版社, 2018. 10

ISBN 978 - 7 - 5390 - 6555 - 7

I. ①隧… II. ①林… III. ①隧道施工 - 安全技术
IV. ①U458. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 232437 号

国际互联网(Internet)地址:

<http://www.jxkjcs.com>

选题序号:ZK2018094

图书代码:B18188 - 101

隧道工程施工技术与安全

林志鹏 著

出版 江西科学技术出版社
发行 南昌市蓼洲街 2 号附 1 号
社址 邮编:330009 电话:(0791)86623491 86639342(传真)
印刷 北京虎彩文化传播有限公司
经销 各地新华书店
开本 787mm × 1092mm 1/16
字数 180 千字
印张 11.5
版次 2018 年 10 月第 1 版 2018 年 10 月第 1 次印刷
书号 ISBN 978 - 7 - 5390 - 6555 - 7
定价 48.00 元

赣版权登字 - 03 - 2018 - 364

版权所有,侵权必究

(赣科版图书凡属印装错误,可向承印厂调换)



前 言

我国幅员辽阔,人口众多,资源相对稀缺,各地经济发展很不平衡。交通运输发展相对落后,制约了经济发展。为了适应国民经济持续快速增长的需要,并促进经济社会发展。改革开放以来,我国将交通运输列为国民经济发展的战略重点之一。公路交通在国民经济和交通运输中具有覆盖面大、适应性强,机动灵活等特点和优势,因此受到重视,并得到快速发展,尤其包括高速公路、长大桥梁和公路隧道等公路基础设施的发展更是举世瞩目。

随着我国国民经济快速发展和西部大开发,西部地区迎来了高速公路和铁路建设的高潮。由于西部地区地形地质条件的特殊性,山高坡陡,沟壑纵横,在这一地区修建高速公路和铁路不仅工程投资多,而且施工难度也很大,同时,隧道工程在整个工程所占的比重较大,隧道工程施工与一般的民用建筑和路桥工程相比有其特殊性,不仅难度非常大,而且风险也很大,安全事故也是频繁发生。施工安全是企业形象和信誉的窗口,是经济效益的基本保障,关系到国家经济的发展和稳定。

本书通过对隧道工程、公路隧道结构与围岩压力的分析阐明隧道工程的基础理论,通过对隧道施工方法和特殊地质地段的隧道施工的探讨研究了隧道工程施工技术的发展与应用,通过对隧道施工安全风险、山岭隧道施工安全与灾害防治以及公路瓦斯隧道施工期安全技术的研究分析隧道施工安全的基本理论和不同隧道所面临的安全问题及其防治措施,是一本理论与实践相结合,又不乏创新的隧道施工与安全方面的专业书籍,以期为我国广大隧道工程从业者提供全新的理论支持与辅助,为我国的交通运输与现代化建设添砖加瓦。



目 录

1	隧道工程	1
1.1	隧道结构与分类 / 1	
1.2	隧道工程的发展与展望 / 6	
1.3	公路隧道施工设计 / 18	
2	公路隧道结构与围岩压力	27
2.1	隧道围岩分级与围岩压力 / 27	
2.2	隧道衬砌与洞身支护结构 / 40	
2.3	明洞 / 48	
2.4	竖井与斜井 / 51	
3	隧道施工方法	55
3.1	隧道施工方法概述 / 55	
3.2	新奥法施工原理与方法 / 70	
3.3	隧道新奥法施工变形监测 / 78	
3.4	公路隧道新奥法施工全过程致险因子识别 / 86	
3.5	隧道新奥法施工风险应对与控制 / 94	
4	特殊地质地段的隧道施工	100
4.1	特殊地质地段隧道施工概述 / 100	
4.2	膨胀土围岩地段隧道施工 / 104	



4.3 黄土地段隧道施工 / 110

5 隧道施工安全风险管理

121

5.1 隧道施工人员安全教育 / 121

5.2 隧道安全监理实施 / 146

5.3 隧道施工安全风险管理 / 158

5.4 公路隧道施工安全风险管理应用 / 164



1 隧道工程

1.1 隧道结构与分类

1.1.1 隧道概述

隧道是埋置于地层内的工程建筑物,是人类利用地下空间的一种形式。隧道可分为交通隧道、水工隧道、市政隧道、矿山隧道。

1970 年国际经济合作与发展组织召开的隧道会议综合了各种因素,对隧道所下的定义为:“以某种用途、在地面下作用任何方法规定形状和尺寸修筑的断面积大于 2m^2 的洞室。”

公路隧道,修筑在地下供汽车行驶的通道,一般还兼作管线和行人等通道。

1.1.1.1 发展历史

公元前 2180—前 2160 年,在幼发拉底河下修建的一条约 900 米长的砖衬砌人行通道,是迄今已知的最早用于交通的隧道,它是在旱季将河流改道后用明挖法建成。公元前 36 年,在那不勒斯和普佐里之间开凿的婆西里勃道路隧道,长约 1500m,宽 8m,高 9m,是在凝灰岩中凿成的一条长隧道。中国最早用于交通的隧道是古褒斜道上的石门隧道,建成于东汉永平九年(公元 66 年)。古隧道为省去衬砌,多建于较坚硬的岩石中。隧道在施工时先将岩壁烧热,随即浇以冷水,使岩石先发胀后突然收缩而开裂,以利开凿。在中世纪,隧道主要是用于开矿和军事。17 世纪和 18 世纪,随着运输事业的发展和技术的进步,尤其是工程炸药的应用,修建通航隧道和道路隧道的工程也发展起来。19 世纪铁路建筑的发展,促使隧道工程迅速发展,修建的隧道数量也很多。20 世纪以来,汽车运输量不断增加,公路路线标准相应提高,公路隧道也逐



渐增多。

1.1.1.2 发展的必要性

我国幅员辽阔,人口众多,资源相对稀缺,各地经济发展很不平衡。交通运输发展相对落后,制约了经济发展。为了适应国民经济持续快速增长的需要,并促进经济社会发展。改革开放以来,我国将交通运输列为国民经济发展的战略重点之一。公路交通在国民经济和交通运输中具有覆盖面大、适应性强,机动灵活等特点和优势,因此受到重视,并得到快速发展,尤其包括高速公路、长大桥梁和公路隧道等公路基础设施的发展更是举世瞩目。

中国山地、丘陵和高原很多,其面积约占国土总面积的 69%。地形西高东低,自西向东呈现阶梯下降。第一级阶梯是青藏高原,平均海拔 4500 ~ 5000m。据统计,世界上海拔 8000m 以上的高峰共 14 座,位于喜马拉雅山脉和喀喇昆仑山脉的中国国境线上和国境内者即达 9 座。第二阶梯是青藏高原、云贵高原和西北部黄土高原和内蒙古高原。云贵高原海拔 2000 ~ 1000m。第三阶梯主要以平原、丘陵和低山地貌为主。自北而南分布着东北平原、华北平原和长江中下游平原,海拔多在 200m 以下,这里地势低平,沃野千里,是我国最重要的农业发达,人口、城镇、村落密集,工业基础雄厚,交通方便的地区。长江以南以低山丘陵为主,广大地区海拔大多小于 500m,地面起伏不平,平坦的河谷平原、盆地与低缘的丘陵、断续相连的低山交错分布。

在山区或半山区修筑的公路,由于过去公路建设资金严重短缺,多以盘山公路为主。这种公路不仅等级低,绕行里程长,占用可耕地多,而且能耗高,安全隐患多,生态环境破坏大等,因而造成巨大经济损失和人员大量伤亡。随着经济的迅速发展,人民生活水平的大幅度提高,公路交通建设规模日益扩大,技术进步达到新的水平,公路隧道建设不仅在山区和丘陵地区公路建设中,而且在东部江河桥隧跨越方案比选中,对公路隧道的选择和建设,日益引起重视,并有很大发展。

1.1.2 隧道结构组成

洞口工程指隧道及地下建筑工程出入口部分的建筑物,包括洞门,洞口通风和排水设施,边、仰坡支挡结构和引道等。有防护要求的地下工程还包括防护门、密闭门、消波和滤毒设施等。

隧道及地下建筑工程出入口部分的建筑物,包括洞门,洞口通风和排水设施,边、仰坡支挡结构和引道等。有防护要求的地下工程还包括防护门、密闭门、消波和滤毒设施等。



1.1.2.1 隧道洞门

其作用为保持洞口仰坡和路堑边坡的稳定;汇集和排除地面水流;便于进行建筑艺术处理。洞门的主要形式有:

(1) 环框式洞门

将衬砌略伸出洞外,增大其厚度,形成洞口环框,适用于洞口石质坚硬、地形陡峭而无排水要求的场合。

(2) 端墙式洞门

适用于地形开阔、地层基本稳定的洞口;其作用在于支护洞口仰坡,并将仰坡水流汇集排出。

(3) 翼墙式洞门

在端墙的侧面加设翼墙而成,用以支撑端墙和保护路堑边坡的稳定,适用于地质条件较差的洞口;翼墙顶面和仰坡的延长面一致,其上设置水沟,将仰坡和洞顶汇集的地表水排入路堑边沟内。

此外,当地形较陡,地质条件较差,且设置翼墙式洞门又受地形条件限制时,可在端墙中设置柱墩,以增加端墙的稳定,这种洞门称为柱式洞门。它比较美观,适用于城郊、风景区或长大隧道的洞口。在傍山地区,为了降低仰坡的开挖高度,减少土石方开挖量,可将端墙顶部做成与地表坡度相适应的台阶状,称为台阶式洞门。

砌筑洞门的材料主要为浆砌块石、混凝土及钢筋混凝土。端墙与洞口环衬砌应连接良好,端墙和翼墙后的空隙应及时回填紧密。两者的基础必须置于稳固的地基上。

1.1.2.2 引道支挡结构

当隧道洞口处的路面标高与地面标高有较大差距时,须修建引道,如水底隧道洞口与地面干道的连接段和地下铁道牵出线的出口段等。在软土地区,为保证行车安全,减少土方工程,须在引道段建造适当形式的支挡结构,用以挡土、隔水和防洪。其形式有:

重力式、半重力式挡墙,适用于堑壕深度不大的引道,多用浆砌块石建造。

钢筋混凝土 L 形或倒 T 形挡墙,与路面一起构成分离式引道,结构强度高,轻型美观,适宜于城市中应用。

加筋土挡墙,主要由墙面板、拉筋及填料三部分组成,拉筋外端与墙面板联结,其余部分埋在填料中,起承受拉力的作用。

板桩拉锚挡墙。

地下连续墙型支挡结构,适用于深度较大的引道。



槽形支挡结构,是由两侧挡墙和底板连成一个整体的 U 形钢筋混凝土结构,适用于深度和宽度较大的引道(见路基挡土结构)。

1.1.2.3 防护门

地下工程中最重要防护设施,包括门扇、门框和门框墙,用以抵挡冲击波的压力,使人员和设备免受伤害和破坏。它必须具备足够的抗爆强度。门扇材料多用钢筋混凝土。大跨度或有特殊要求的门扇可用钢材。多采用拱形门,也有采用壳体门、平板门的。

1.1.2.4 密闭门

用来隔绝放射性沾染、生化毒剂,以及潮湿空气进入洞内的设施,应具有良好的密闭性能,不要求具有抗爆能力。钢丝网水泥是门扇最常用的材料。密闭条则用橡胶或塑料制造。

1.1.2.5 防毒通道

用若干道密闭门分隔的通道,其内部安装有效的换气设备,能够迅速持续地降低放射性沾染,或使生化毒剂的浓度降至容许值。为保证地下工程内部的空气清洁,人员或车辆进出必须经过防毒通道。

1.1.2.6 消波室

削弱进入地下工程内部空气超压的设施,由防爆活门和扩散室组成。前者是一种能大幅度地削弱空气超压的金属机械装置;后者是由钢筋混凝土建造的密闭空间,通过其扩散作用可以削弱空气超压。

1.1.2.7 除尘滤毒室

为使外界沾染放射性灰尘或污染的空气经除尘、过滤后才得进入地下工程内部而设置的房间。其中有除尘器、滤毒器等各种设备。

1.1.3 隧道分类

1.1.3.1 按种类

按照隧道所处的地质条件:土质隧道和石质隧道。

按照隧道的长度:短隧道(铁路隧道规定: $L \leq 500\text{m}$;公路隧道规定: $L \leq 500\text{m}$)、中长隧道(铁路隧道规定: $500 < L \leq 3000\text{m}$;公路隧道规定: $500 < L \leq 1000\text{m}$)、长隧道(铁路隧道规定: $3000 < L \leq 10000\text{m}$;公路隧道规定: $1000 < L \leq 3000\text{m}$)和特长隧道(铁路隧道规定: $L > 10000\text{m}$;公路隧道规定: $L > 3000\text{m}$)(根据 JTGT D70 - 2010 公路隧道设计细则规定)。



按照国际隧道协会(ITA)定义的隧道的横断面积的大小划分标准:极小断面隧道($2 \sim 3\text{m}^2$)、小断面隧道($3 \sim 10\text{m}^2$)、中等断面隧道($10 \sim 50\text{m}^2$)、大断面隧道($50 \sim 100\text{m}^2$)和特大断面隧道(大于 100m^2)。

按照隧道所在的位置:山岭隧道、水底隧道和城市隧道。

按照隧道埋置的深度:浅埋隧道和深埋隧道。

按照隧道的用途:交通隧道、水工隧道、市政隧道和矿山隧道。

1.1.3.2 按长度

(1) 铁路隧道

①特长隧道:全长 10000m 以上。

②长隧道:全长 3000m 以上至 10000m ,含 10000m 。

③中隧道:全长 500m 以上至 3000m ,含 3000m 。

④短隧道:全长 500m 及以下。

(2) 公路隧道

①特长隧道:全长 3000m 以上。

②长隧道:全长 1000m 以上至 3000m ,含 3000m 。

③中隧道:全长 500m 以上至 1000m ,含 1000m 。

④短隧道:全长 500m 及以下。

1.1.4 城市隧道

城市隧道所处的特殊的地理位置,决定了城市隧道的修建,具有比铁路、公路等特殊环境要求的隧道更大的风险性。

城市地下工程或隧道工程的施工具有以下特点和难点:

城市隧道大多为浅埋隧道,埋深一般在 20m 以内,在这一范围的岩土体大多是第四纪的沉积层或者堆积层,围岩的工程地质和水文地质条件较差,围岩性质软弱,自稳能力较差,遇水易失稳。

城市隧道或地下工程大都位于城市市区,周围建筑物密度大、地下管线布设复杂、人口众多、交通繁忙、施工场地有限,相比一般的山岭隧道,城市隧道的修建对于施工安全提出了更高的要求,不仅要确保隧道工程本身结构的稳定性和强度要求,还要确保周围的既有建筑物、地下管线或其他市政设施不会因为隧道施工产生的过大变形而发生破坏。

城市隧道埋深大多较浅,隧道施工引起的地表沉降和变形对周边建筑物或地下管



线的影响较大。因此,在隧道施工前就必须对邻近建筑物或地下管线的布置情况及相关特性进行详细的调查研究,并需要针对围岩性质进行施工方案比选,尽量选择那些对地层扰动较小的施工方案,并根据工程进度及实际的围岩情况及时调整。

目前国内各大科研院所或隧道施工单位对城市地下工程施工造成的周边环境影响的预测和控制技术的研究还不成熟,由于隧道施工的不确定性和周边环境的复杂性,进行事前的周边环境的安全性判定比较困难,在隧道施工期间进行风险跟踪和控制就显得尤为重要。

1.1.5 水下隧道

水下隧道又称水底隧道,是修建在江河、湖泊、海港或海峡底下的隧道。它为铁路、城市公路、公路、地下铁道以及各种市政公用或专用管线提供穿越水域的通道,有的水底公路隧道还设有自行车道和人行通道。

公元前 2180—前 2160 年巴比伦修建了一条穿越幼发拉底河,从王宫到朱庇特庙的长约 900 米的人行隧道。近代水底隧道始建于英国。1807 年英国在伦敦动工修建连接泰晤士河两岸的人行隧道,开挖时因无法克服泥水涌入隧道而被迫停工。直到 1825 年在法国工程师 M. I. 布律内尔指导下,初次采用盾构法施工,才于 1843 年建成第一条泰晤士河水底隧道。此后,英国等国不断发展盾构工程技术,至 20 世纪 30 年代以后,水底隧道建设有了迅速发展。近 50 年间,世界上修建的水底隧道总数几乎是在此之前百余年间修建的总和。至 20 世纪 80 年代初,世界上已有 100 多条水底隧道,其中公路隧道有 60 余条,一公里以上的铁路隧道有 10 余条。日本于 20 世纪 70 年代至 80 年代中修建的青函海底隧道,是目前世界上最长的海底铁路隧道。上海黄浦江打浦路隧道为中国第一条水底公路隧道。台湾省高雄市的过港隧道已于 1984 年通车。

1.2 隧道工程的发展与展望

1.2.1 隧道的发展过程

1.2.1.1 隧道产生和发展的 4 个时代

(1) 原始时代

公元前 3000 年的新石器时代,防御自然威胁,工具:兽骨和石器,地层较好,无须支撑。



(2) 远古时代

从公元前 3000 年到 5 世纪,生活和军事防御,明挖法,砖砌。

(3) 中世纪时代

5 世纪到 14 世纪,建造技术发展缓慢,矿石开采。

(4) 近代和现代

16 世纪产业革命开始,黑火药,黄色炸药,瑞典人诺贝尔。

我国最早用于交通的隧道“石门”隧道,世界上最早的隧道公元前 2200 年,巴比伦国王为连接宫殿和神殿而在幼发拉底河下修建的行人隧道,砖砌构造物。

1.2.1.2 隧道工程的发展趋势

两个新的领域,宇宙空间与地下空间。

地下空间开发与利用的优势技术比较成熟,可持续发展的客观要求,城市综合症的解决。

21 世纪是地下空间大开发利用的年代。

发达国家的规划:日本:10 个日本;美国:21 世纪 1/3 人口要居住在地下。

1.2.1.3 隧道工程施工方法的发展简况

古代“火焚法”,石器,铁锤和钢钎。

钻爆法:炸药,凿岩机。

机械开挖方法:盾构法(盾构机,软土地层),掘进机法(中硬岩石地层,秦岭隧道,是国内外用 TBM 施工的第 3 座长隧道)。

1.2.1.4 隧道工程相关理论的研究进展

(1) 地压力

开始于 14 世纪,随着采矿和隧道工程的发展,地层压力理论也在相应的发展。两个研究方向:松散体理论(把地层视为松散构造,普式理论),弹塑性理论(把地层视为连续介质)。

(2) 岩石力学的发展

陈宗基,1958 年首次把岩石力学作为一门边缘学科来发展。用力学的观念,以地质为基础来解决工程实践问题,首次运用流变理论来研究岩石的流变特性,指出即使在坚硬岩石中修建地下洞室,也要考虑流变对长期稳定性的影响。

(3) 新奥法

新奥地利隧道施工方法,奥地利拉布西维兹教授等在长期从事隧道工程的实践中,从岩石力学的观念出发而提出的一种合理的施工方法。以控制爆破或机械开挖为



主要掘进手段,以锚杆、喷射混凝土为主要支护方法,理论、量测和经验相结合。并不单纯是一种施工方法,更不能认为喷锚支护就是新奥法,新奥法应该是修建隧道的指导原则和积极思路。

1.2.2 隧道工程发展历程及前景

1.2.2.1 隧道工程发展的状况

随着理论、机械、现代技术等发展,隧道的建设也在不断地发生着变化。隧道公路的发展状况按时间大致可分为下面三个阶段:

(1) 古代发展状况

人类很早以前就知道利用自然洞穴作为住处。当社会发展能制造挖掘工具时,就出现了人类挖掘的隧道。

在我国最早有文字记录的地下人工建筑物,出现在东周初期(约公元前七百年)。《左传》中有“……掘地及泉,隧而相见……”的记载。最早用于交通的隧道为“石门”隧道,位于今陕西省汉中市褒谷口内,建于东汉明帝永平九年(公元66年)。用作地下通道的还有安徽亳州城内的古地下通道,建于宋末元初(约十三世纪),是我国最早的城市地下通道。

这个时期主要的开挖主要依靠“火焚法”和铁锤钢钎等原始工具,体力劳动和施工难度非常高。隧道建设还处于经验阶段,一切还是根据建造者的长期经验积累,没有什么理论作为指导。

(2) 近代发展状况

岩石力学关于地层压力的研究也在14世纪有所发展。到20世纪初期,岩石力学已经去的了质的飞跃,形成了“连续介质理论”和“地质力学理论”。而这些理论已经被用在地下工程中,前一理论在被用来对隧道开挖、围岩与支护共同作用进行数值分析计算。后一理论是现代信息岩石理论的雏形,该理论就是著名的“新奥法”。

理论研究为隧道建设提供了更多的可能。由于当时的隧道建设规模等不算太大,这些理论在一定程度上对隧道的发展起到了积极的作用。但随着隧道建设的不断发展,这些理论的不足逐渐暴露出来。理论与实际的联系还是有一些滞后,经验性的东西没有足够的理论支持。

(3) 现代发展状况

现在,道路已成为国家的重要资源,对于促进国家经济增长、提高人民生活质量、维护国家安全等都具有重要价值。道路的发展不仅仅是经济的需要,也是人类文明和



现代化的组成部分。而隧道作为道路中的重要节点有着至关重要的作用。我国隧道建设在近些年的建设中取得了飞跃式的发展。如秦岭终南山公路隧道,单洞长 18.02km,双洞单向交通,建设规模世界第一,中国公路隧道之最。厦门翔安隧道是中国大陆第一座大断面海底隧道,对我国隧道建设技术的进步和发展,缩小与世界先进水平的差距,起到了里程碑式的作用。目前在建的港珠澳跨海大桥中的隧道部分,也代表中国乃至世界隧道发展的最前沿。

新奥法是 20 世纪 40 年代开始发展起来的,它是以混凝土和锚杆为主要支护手段的一种方法。新奥法能充分利用地层地质条件。随着理论上的日臻完善,将会在地下工程中得到更加广泛的应用。而计算机的运用,使隧道在开挖前期,就可对隧道的开挖、施工、通风等进行数值模拟,可以得出虽然数值模拟在精确程度上和工程实际上的要求还存在一些差距,但其还是能准确反映出工程的整体力学性状和发展趋势,采用数值模拟指导公路隧道的施工也是十分必要和经济的。

1.2.2.2 隧道工程发展前景展望

21 世纪,是一个科技发展日新月异的世纪,全球人口已突破 60 亿,土地资源的短缺日益成为各国共同关注的交点。地下空间的利用也将被更加地重视。展望隧道施工的发展方向,隧道施工应着重开展以下方面的工作:

(1) 加强隧道工程理论的研究

理论对实践起到指导的作用。隧道工程中的理论研究主要是对隧道中的围岩进行研究。通过多学科的交叉研究,主要从围岩的物理力学性质出发,研究围岩变形破坏的方式以及围岩的赋存、受力情况,这样就可以选择合适的开挖方法,选择合适的支护时机和方式等等。在未来的发展中,还需要这方面的不断研究来促进对隧道围岩的认识。

(2) 加快隧道工程施工新技术的研究

目前,隧道施工中的机械化程度还不是很,还需要大量的人工,费时费力,隧道施工机械要随着机械工业化的水平不断提高。全断面掘进机、盾构机等的使用到不同岩石、土的限制未来应对它们的适用性、便利性等做更多的改进。

目前应用高压水的射流破岩技术已经过关,它能以很快的速度在花岗岩中打出炮眼,再在坑道周围用高压水切槽,然后爆破破岩。这样可以少用,甚至不用炸药,可以保护环境。但消耗功率较大,设备成本较高,技术上还未达到十分成熟的程度,未来需要在这方面进行更多的研究



(3) 加强现代科技在隧道工程的运用的研究

现代计算机的应用遍及各行各业,隧道工程的数值模拟也取得了很大的进步,但由于各个软件的局限性,并不能完全模拟出隧道工程开挖、施工、后期运营等过程,这些在目前只能作为工程参考,这就为我们以及软件行业提出了新的要求。

1.2.3 我国公路隧道建设成就

我国是多山多水的国家,阿尔泰山、天山、祁连山、昆仑山、阴山、贺兰山、横断山、喜马拉雅山、太行山、秦岭、长白山、大兴安岭、雪峰山、武夷山和南岭等一级山脉,内蒙古高原、黄土高原、青藏高原和云贵高原等四大高原,以及众多二级山脉和山峦,阻碍了人们的出行;黄河、长江、珠江等江河以及众多湖泊,横亘在大地上,形成了天然的屏障。这些,都增大了公路建设的难度。30年来,特别是随着高速公路的加快发展,交通运输行业改变了传统劈山开道的做法,大力建设公路隧道和发展相关技术,取得了瞩目的成就。

20世纪后半叶的前30年我国所修建的公路等级低,线形要求不高,当公路翻越山岭时,大都采用盘山展线绕行。20世纪50年代,我国仅有30多座总长约2.5km的公路隧道。在20世纪60~70年代,我国干线公路上曾修建了百米以上的公路隧道。1964年修建的北京至山西原平公路(四级公路),修建了两座200m以上的隧道,已是非常大的工程。进入20世纪80年代,我国公路隧道发展的速度加快,具有代表性的工程有深圳梧桐山隧道和珠海板樟山隧道,福建鼓山隧道,甘肃七道梁隧道等。据统计,1979年我国公路隧道通车里程仅为52km/374座,1993年我国的公路隧道通车里程为136km/682座,隧道平均长度分别为139米和199m,均以二级以下的短隧道为主。据统计,2000年我国隧道通车里程已达628km/1684座,隧道平均长度已达373m,其中特长隧道为54km/15座,长隧道为207km/135座,中隧道为255km/514座,短隧道为112km/1020座,公路隧道通车里程比1979年增长了12倍多,比1993年增长了4倍多。据不完全统计,到2001年底,我国建成的千米以上的公路隧道已有140余座。进入21世纪,我国公路网交通逐渐向崇山峻岭穿越,向离岸深水延伸,2010年底,全国公路隧道为7384处、512.26万米,其中,特长隧道265处、113.80万米,长隧道1218处、202.08万米。秦岭终南山隧道、上海崇明隧桥、厦门翔安海底隧道等重大工程相继建成。截至2015年底,我国运营公路隧道14006座,总长12684km;近两年新增运营公路隧道2647座(3079km)。目前最长的公路隧道为17.1km的木寨岭隧道,于2016年7月18日贯通。



近十年来,我国已修建了不少长隧道、特长隧道以及隧道群,隧道占公路里程比重不断增大。同时隧道建设技术不断提高和成熟。其中:

1995年建成的成渝高速公路上的中梁山隧道长3.165km,缙云山隧道长2.529km,解决了我国长大公路隧道的通风问题,在我国的现代化隧道建设中具有重要意义。

1999年12月通车的四川省川藏公路上的二郎山隧道长4.176km,该隧道是连接西藏与内地的重点工程。该隧道的建成缩短运营里程25.4km,提高了线路标准,避免了公路在海拔3000米以上的山区迂回,促进了地方经济的发展。

1999年9月全线通车的四川广安地区华蓥山公路隧道长4.534km,是成都到上海高速公路中的广安至重庆高速公路的瓶颈工程,也是目前我国已通车的最长公路隧道。华蓥山公路隧道地质复杂,集溶洞、涌泥、突水、岩爆、高瓦斯和石油天然气于一身。

1998年12月实现单洞通车,并于1999年底实现双洞通车的全长 2×4.116 km的浙江省甬台高速公路大溪岭—湖雾岭隧道。该隧道为确保隧道运营通车后的通行能力及安全性,设置了照明、通风、防火监控等完善的运营机电设施,它是我国自行设计施工及采用国产材料设备为主的现代化大型隧道。

“十二五”期间,公路隧道建设成就更是显著。“十一五”末的2010年,全国公路隧道为7384处、5122.6公里,其中特长隧道265处、1138公里,长隧道1218处、2020.8公里;截至2014年底,全国公路隧道为12404处、10756.7公里,特长隧道626处、276.62千米,长隧道2623处、4475.4公里。

“十二五”期间,公路隧道年增长里程超过1000公里,由于2015年统计数据尚未发布,以2014年数据进行比较,公路隧道里程已较“十一五”末增长了5634.1公里,增幅超过100%(如:2015年公路隧道的增速比较平稳,增长幅度应无大的变化。据此估算,2015年底,我国公路隧道至少增长1400公里,2015年末公路隧道数量、总里程将分别突破1.36万处、1.2万公里)。

目前,我国的隧道工程数量及建设规模,已跃居世界第一。从2012年起,我国公路隧道建设规模已超过铁路隧道,在“十二五”期间,涌现出一批高技术含量的公路隧道工程。

2011年通车的福建弄尾隧道,宽21.90米,单洞四车道,刷新了我国公路隧道开挖宽度的纪录。2011年开工、20巧年底贯通的青海鄂拉山隧道,海拔4400米,左线全长4715米,右线全长4655米,是世界上最长的高原冻土双洞公路隧道。2013年建成