

“十三五”国家重点出版物出版规划项目
公路施工安全教育系列丛书

公路施工安全教程

第四册 隧道施工安全技术

广东省交通运输厅 组织编写
广东省南粤交通投资建设有限公司 主 编
中铁隧道局集团有限公司



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

本书是《公路工程安全教育系列丛书》中的一本,是《公路施工安全视频教程》的配套用书。本书主要介绍隧道施工安全技术,内容包括:隧道基础知识、超前地质预报、洞口工程、超前支护施工、隧道洞身开挖、装运渣作业、初期支护、仰拱施工、二次衬砌施工、辅助作业等方面的要点。

本书可供公路施工技术与管理使用,也可作为相关人员安全学习的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

隧道施工安全技术 / 广东省交通运输厅组织编写 ;
广东省南粤交通投资建设有限公司, 中铁隧道局集团有限
公司主编 — 北京 : 人民交通出版社股份有限公司,
2018 12

ISBN 978-7-114-15077-7

I ①隧… II ①广… ②广… ③中… III ①公路隧
道—隧道工程—工程施工—安全管理—指南 IV
①U459 2-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 236822 号

Suidao Shigong Anquan Jishu

书 名: 隧道施工安全技术

著 者: 广东省交通运输厅 组织编写

广东省南粤交通投资建设有限公司 中铁隧道局集团有限公司

责任编辑: 韩亚楠 朱明周

责任校对: 张 贺

责任印制: 张 凯

出版发行: 人民交通出版社股份有限公司

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010)59757973

总 经 销: 人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 中国电影出版社印刷厂

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 14 25

字 数: 365 千

版 次: 2018 年 12 月 第 1 版

印 次: 2021 年 11 月 第 3 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-15077-7

定 价: 52.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书,由本公司负责调换)

《公路施工安全教程 第四册 隧道施工安全技术》

编审委员会

主任委员：李 静

副主任委员：黄成造 于保林 职雨风

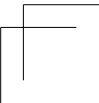
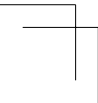
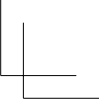
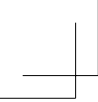
委 员：唐 忠 陈明星 付伦香 刘永忠
尹良龙 韩静玉 张家慧 洪开荣
陈子建 潘明亮 贺小明 高 翔


编写人员

主 编：潘明亮

副主编：陈子建 韩占波 王立军

编 写：刘爱新 覃辉鹃 任伟杰 田德雄
李 磊 林海彬 曹光全





健全安全教育体系 筑牢安全发展基石

改革开放40年来特别是党的十八大以来，广东交通运输主动服务国家重大战略，全面贯彻省委省政府决策部署，抢抓机遇，深化改革，加快推进现代化综合交通运输体系建设，交通运输发展的先行作用不断凸显。党的十九大开启了建设交通强国的新征程，为深入贯彻落实习近平总书记亲自谋划、亲自部署、亲自推动的粤港澳大湾区发展战略，我们以推进湾区交通基础设施互联互通为重点，开始了新一轮的综合交通规划布局，交通建设迎来了新的战略机遇期。

“求木之长者，必固其根本；欲流之远者，必浚其泉源”。在当前交通运输基础设施发展、服务水平提高和转型发展的黄金时期，既要深刻认识到高质量发展带来的新机遇，同时，也要看到行业发展面临的风险和挑战，尤其是安全发展任重道远。我们要始终牢固坚守“底线思

维”和“红线意识”，始终把人民群众生命安全放在第一位，发展绝不能以牺牲安全为代价。为切实保障交通建设安全生产，我厅秉持安全发展理念，着眼于“以技术保安全，以管理促安全”，凝聚专业力量，合力集中攻关，在系统、全面总结以往安全生产管理经验的基础上，组织编制了《公路施工安全视频教程》及配套用书。《教程》及配套用书分为安全管理、路基路面施工安全技术、桥梁施工安全技术、隧道施工安全技术、工种安全操作五个方面介绍安全生产知识要点，对相关管理人员、专业技术人员和现场作业工人均具有一定学习和参考价值。

《教程》及配套用书的编制和出版，是贯彻落实中央和省关于安全生产重要决策部署的具体行动，是我们响应和贯彻交通运输部要求，提高交通建设“本质安全”、打造“品质工程”、深化“平安交通”的重要举措，也是我省交通基础设施建设快速发展的迫切需要。希望广大交通建设管理和施工、监理人员宣贯好、推广好，在工作中严监管、真落实、见长效，坚持不懈地抓好交通建设安全生产，为交通强国建设做出新的贡献，不断实现交通延伸人民美好生活的愿景！

广东省交通运输厅

2018年12月



前 言

Foreword

保障人民生命财产安全，实现安全生产，关乎民生福祉、经济社会发展大局。交通建设是安全生产的重要领域，全面遵循习近平总书记关于安全生产的一系列重要指示批示精神，牢固树立“红线意识”、“底线思维”，深入践行以人民为中心的发展思想，坚持奉行“生命至上、安全第一”的建设理念，是实现交通建设目标的前提和基石。

为夯实行业安全生产基础，切实提高从业人员的安全意识和安全技能；着力解决当前公路施工安全生产教育培训缺乏系统性和针对性强的培训教材等问题；广东省交通运输厅主动作为，创新实践，在系统总结、全面梳理以往行业安全生产管理经验的基础上，组织专业力量编制了《公路施工安全视频教程》（以下简称“视频教程”）及配套用书。

“视频教程”已由人民交通出版社先行出版发行，分为安全管理、

专业安全技术、工种安全操作和事故案例分析等四方面内容，其中专业安全技术又分为路基路面施工、桥梁施工和隧道施工三个部分。以动画和视频为主要表现形式，讲解了公路施工专业技术基础知识、安全风险和防范措施，生动直观，通俗易懂。本次出版的“配套用书”分为安全管理和路基路面、桥梁、隧道施工安全技术以及工种安全操作五个部分，图文并茂，易学易懂易记，与视频教程配套使用。其中工种安全操作以“口袋书”的形式单独细分成册，由《作业人员基本安全知识》《班组日常安全管理》《个人劳动保护及工程临边防护》《施工现场临时用电安全操作手册》《现场急救常识》及架子工、混凝土、隧道工等22个工种安全操作手册组成（共27本分册），全面介绍工人操作与安全生产施工的核心知识和现场安全操作要点，以促进工人综合素质和技能提升，培育交通工匠精神。

“视频教程”和“配套用书”的编制历时两年，由广东省南粤交通投资建设有限公司、中铁隧道局集团有限公司、武汉博晟安全技术股份有限公司等单位的相关技术人员，组成一支近百人的专业团队，收集了50多个高速公路建设项目的工程和视频资料，广泛吸取了各有关单位的意见建议，进行了数十次的修改和完善。编制工作注重理论与实践相结合，力求兼顾管理层、技术层和操作层的相关人员安全教育培训需求，可用于专业技术辅助交底和安全教育培训。在实际使用中应结合工作实际，对其中未涉及的法律和标准规范进行补充和完善。

在编制过程中，编写组参阅借鉴了大量资料，得到了许多领导、专家和同行的关心、指导和帮助，在此一并致以真诚的感谢和敬意！同

时，由于我们的知识水平和工作能力所限，难免存在不足、疏漏甚至错误，恳请各位专家、读者将发现的问题和意见建议，及时函告广东省交通运输厅工程质量管理处（地址：广州市白云路27号，邮政编码：510101），或者广东省南粤交通投资建设有限公司安全生产监督管理部（地址：广州市天河区珠江新城珠江东路32号利通广场36楼，邮政编码：510623），帮助我们更好地改进提升。

本书编写组

2018年12月

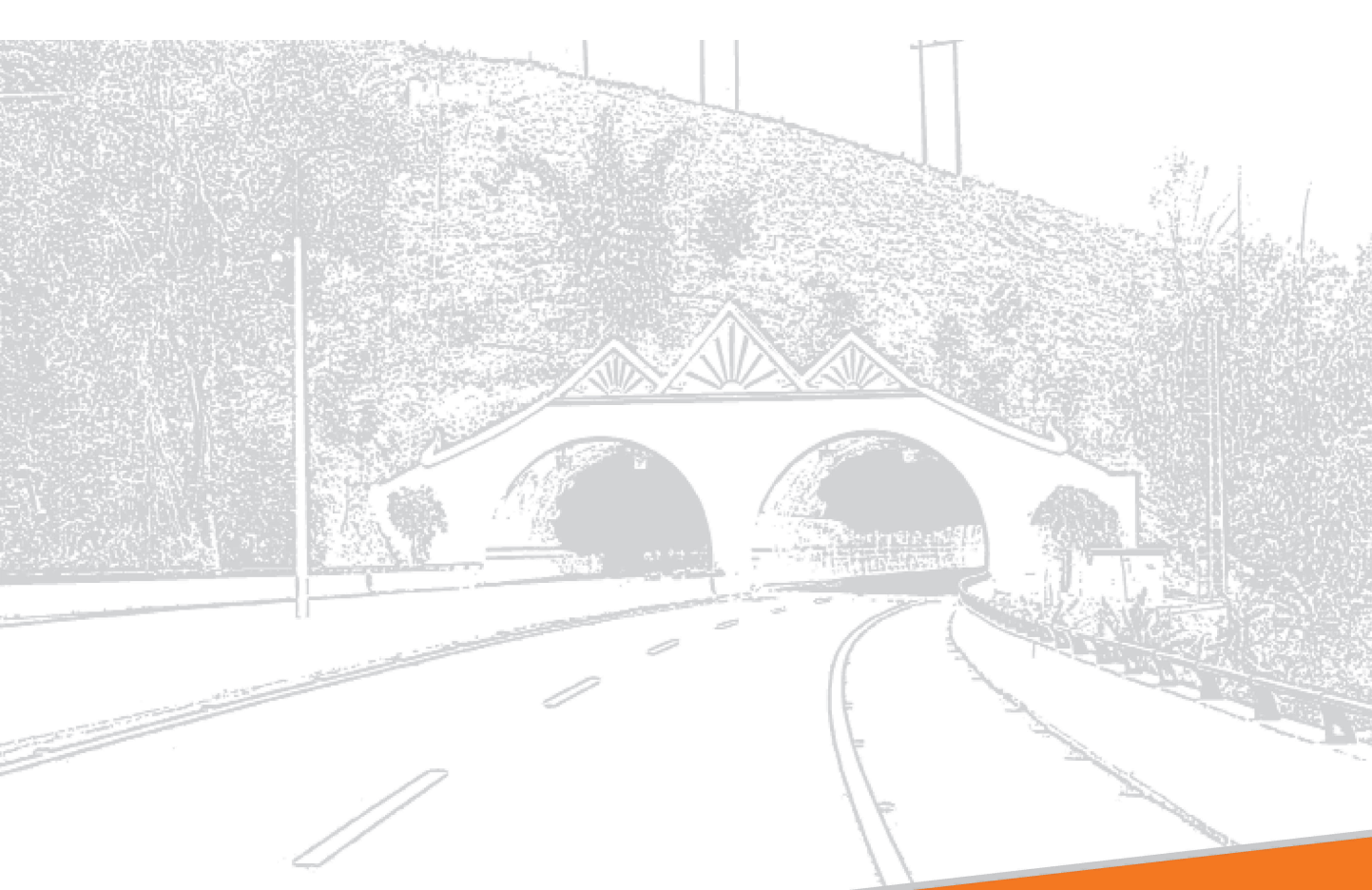
目 录

Contents

第一章 隧道基础知识	001
第一节 隧道分类.....	002
第二节 隧道结构组成.....	005
第三节 隧道围岩分级.....	009
第四节 隧道施工方法.....	010
第五节 隧道施工特点及主要安全风险.....	013
第二章 超前地质预报	015
第一节 超前地质预报概述.....	016
第二节 超前地质预报主要方法及要点.....	016
第三节 超前地质预报方法选择.....	022
第四节 超前地质预报流程.....	022
第五节 主要安全风险分析.....	023
第六节 主要安全控制要点.....	024
第三章 洞口工程	027
第一节 洞口工程概述.....	028
第二节 施工工艺流程及要点.....	029
第三节 主要安全风险分析.....	038
第四节 主要安全控制要点.....	038
第四章 超前支护施工	043
第一节 超前支护概述.....	044
第二节 施工工艺流程及要点.....	044
第三节 主要安全风险分析.....	059
第四节 主要安全控制要点.....	059

第五章 隧道洞身开挖 ·····	061
第一节 洞身开挖方法简介·····	062
第二节 施工工艺流程及要点·····	074
第三节 主要安全风险分析·····	079
第四节 主要安全控制要点·····	080
第六章 装运渣作业 ·····	083
第一节 装运渣作业概述·····	084
第二节 装运渣作业方式简介·····	084
第三节 主要技术控制要点·····	085
第四节 主要安全风险分析·····	087
第五节 主要安全控制要点·····	087
第七章 初期支护 ·····	089
第一节 初期支护概述·····	090
第二节 施工工艺流程及主要技术要点·····	090
第三节 主要安全风险分析·····	098
第四节 主要安全控制要点·····	098
第八章 仰拱施工 ·····	101
第一节 施工工艺流程及要点·····	102
第二节 主要安全风险分析·····	105
第三节 主要安全控制要点·····	105
第九章 二次衬砌施工 ·····	107
第一节 施工工艺流程及主要技术控制要点·····	108
第二节 主要施工安全风险分析·····	116
第三节 主要安全控制要点·····	117
第十章 辅助作业 ·····	121
第一节 辅助作业概述·····	122
第二节 辅助作业要点·····	122
第三节 隧道辅助作业安全风险分析·····	129
第四节 主要安全控制要点·····	130
第十一章 斜井施工 ·····	135
第一节 施工工艺流程及要点·····	136
第二节 主要安全风险分析及控制要点·····	148
第十二章 竖井施工 ·····	153
第一节 竖井概述·····	154
第二节 施工工艺流程及要点·····	155
第三节 主要安全风险分析·····	165
第四节 主要安全控制要点·····	165

第十三章	瓦斯隧道施工 ·····	169
第一节	瓦斯隧道基本知识及安全风险·····	170
第二节	瓦斯隧道施工安全管理基本要求·····	171
第三节	瓦斯隧道气体检测管理·····	174
第四节	瓦斯隧道施工通风管理·····	175
第五节	瓦斯隧道机电设备管理·····	177
第六节	瓦斯隧道消防安全管理·····	179
第七节	瓦斯隧道爆破作业安全管理·····	179
第十四章	岩溶隧道 ·····	183
第一节	岩溶隧道的概念·····	184
第二节	岩溶对隧道施工的影响·····	184
第三节	隧道岩溶处置措施·····	184
第四节	岩溶隧道施工主要技术控制要点·····	188
第五节	主要安全风险分析·····	189
第六节	主要安全控制措施·····	189
第十五章	机电安装及隧道装饰施工 ·····	191
第一节	机电安装及隧道装饰施工概述·····	192
第二节	施工工艺流程及要点·····	194
第三节	主要安全风险分析·····	201
第四节	主要安全控制要点·····	201
第十六章	隧道工程常见事故抢险救援 ·····	203
第一节	隧道“关门”坍塌事故抢险救援·····	204
第二节	隧道突泥涌水事故的抢险救援·····	208
第三节	隧道火灾事故抢险救援·····	210
第四节	隧道瓦斯事故抢险救援·····	212
参考文献 ·····		214



隧 道 施 工 安 全 技 术

P 第一章
PART 1

隧道基础知识

隧道是指在地下或水下实现某种用途,按规定的形状和尺寸修建的断面面积大于 2m^2 的条形建筑。其修建意义主要是裁弯取直、克服高程障碍、减少开挖、保护环境、避开不良地质地段及重要建(构)筑物等。

第一节 隧道分类

1. 按用途划分

隧道按用途分为交通隧道、水工隧道、市政隧道、矿山隧道和国防、人防等特殊用途的隧道,如图 1-1 ~ 图 1-6 所示。

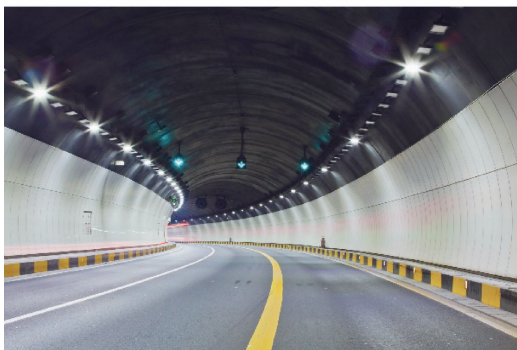


图 1-1 交通隧道

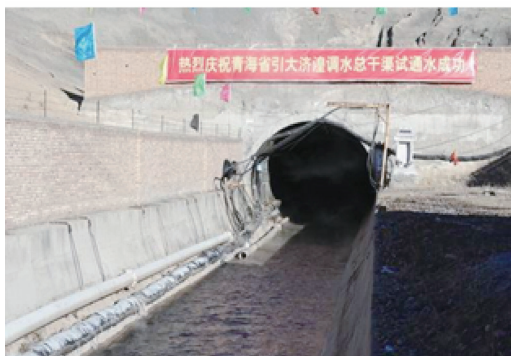


图 1-2 水工隧道



图 1-3 市政隧道



图 1-4 矿山隧道



图 1-5 国防隧道



图 1-6 人防隧道

交通隧道主要类型有公路隧道、铁路隧道、水下隧道、城市地铁、人行隧道等。

水工隧道主要类型有引水隧道、导流隧道、泄洪隧道等。

市政隧道主要类型有给水隧道、排水隧道、管路隧道等。

矿山隧道主要类型有采矿巷道、运输巷道、通风巷道等。

2. 按长度划分

隧道按长度分为特长隧道、长隧道、中长隧道、短隧道,见表 1-1。

隧道按长度划分表

表 1-1

按长度划分隧道种类	隧道长度(m)	
	公路隧道	铁路隧道
特长隧道	$L > 3000$	$L > 10000$
长隧道	$1000 \leq L \leq 3000$	$3000 < L \leq 10000$
中长隧道	$500 < L < 1000$	$500 < L \leq 3000$
短隧道	$L \leq 500$	$L \leq 500$

3. 按跨度划分

隧道按跨度分为小跨度隧道、中跨度隧道、大跨度隧道、超大跨度隧道,见表 1-2。

隧道按跨度划分表

表 1-2

按跨度划分隧道种类	跨度(m)
小跨度隧道	$B < 9$
中跨度隧道	$9 \leq B < 14$
大跨度隧道	$14 \leq B < 18$
超大跨度隧道	$B \geq 18$

4. 按断面面积划分

隧道按断面面积分为极小断面隧道、小断面隧道、中等断面隧道、大断面隧道和特大断面隧道,见表 1-3。

隧道按断面面积划分表

表 1-3

按断面面积划分隧道种类	断面面积(m ²)
极小断面隧道	2 ~ 3
小断面隧道	3 ~ 10
中等断面隧道	10 ~ 50
大断面隧道	50 ~ 100
特大断面隧道	> 100

各种不同大小断面隧道如图 1-7 ~ 图 1-11 所示。

5. 按经过地层划分

隧道按经过的地层可分为石质隧道和土质隧道两类,其中石质隧道又分为软岩隧道和硬岩隧道两种。