



国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

“十三五”国家重点图书出版规划项目
交通运输科技丛书·公路基础设施建设与养护
港珠澳大桥跨海集群工程建设关键技术与创新成果书系
国家科技支撑计划资助项目(2011BAG07B01)

沉管隧道 设计与施工指南

Guidelines for Design and Construction
of Immersed Tunnels

徐国平 吕卫清 等 编著



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

内 容 提 要

本书详细介绍了用于指导沉管隧道设计与施工的一般性和专用性技术条款,全书共分23章,前3章为指南总括,包括总则、术语和符号、基础资料;第4章至15章介绍沉管隧道设计的相关内容,包括总体设计、管节结构设计、接头设计、抗震设计、地基及基础设计、基槽与回填防护设计、耐久性设计、施工监测与运营期结构健康监测、防水与排水设计、大型临时工程设计、管节舾装设计、运营维护设施设计;第16章至23章介绍沉管隧道施工涉及的相关内容,包括施工总体部署,管节预制,管节坞内移动、出坞与寄放,管节浮运,基槽开挖与回填防护施工,地基及基础施工,管节沉放安装,管节施工测量技术与控制;最后列有8个附录。

本书密切结合港珠澳大桥主体工程海底沉管隧道的工程实践,内容丰富,条理清晰,实用性强,可作为从事沉管隧道设计、咨询、施工、科研等工程技术及管理人士的参考用书。

Abstract

General and exclusive technical specifications for applying to guide the design and construction of immersed tube tunnel are introduced in detail in this guide. 23 chapters are compiled integrally in this guide. General principles, terms, symbols and basic information are included in the 1th to 3th chapter. Relevant specifications about the design of immersed tube tunnel are introduced in the 4th to 15th chapter, which include overall design, element structure design, joint design, seismic design, foundation and gravel bed design, trench and backfilling design, durability design, in-situ monitoring and structural health monitoring design, waterproof and drainage design, large temporary works design, element outfitting design, operation and maintenance design. Further relevant specifications about the construction of immersed tube tunnel are introduced in the 16th to 23th chapter, containing overall layout of workyard, prefabrication of element, movement of element in drydock, out-of-dock and sinking, floating transportation, excavation and backfilling of trench, foundation and gravel bed, immersion and connection of element, measure and control during construction. Interrelated 8 appendixes and indexes are given in the end.

Combined tightly with the immersed tunneling process of Hong Kong-Zhuhai-Macao Bridge, this guide has many advantages in richer contents, clearer statement and stronger practicability, so can be recommended for designer, consultant, worker, researcher and faculty.

交通运输科技丛书编审委员会

(委员排名不分先后)

顾 问：陈 健 周 伟 成 平 姜明宝

主 任：庞 松

副主任：洪晓枫 袁 鹏

委 员：石宝林 张劲泉 赵之忠 关昌余 张华庆

郑健龙 沙爱民 唐伯明 孙玉清 费维军

王 炜 孙立军 蒋树屏 韩 敏 张喜刚

吴 澎 刘怀汉 汪双杰 廖朝华 金 凌

李爱民 曹 迪 田俊峰 苏权科 严云福

港珠澳大桥跨海集群工程建设关键技术与创新成果书系

编审委员会

顾 问：冯正霖
主 任：周海涛
副 主 任：袁 鹏 朱永灵

执行总编：苏权科
副 总 编：徐国平 时蓓玲 孟凡超 王胜年 柴 瑞

委 员：(按专业分组)

岛隧工程：	孙 钧	钱七虎	郑颖人	徐 光	王汝凯
	李永盛	陈韶章	刘千伟	麦远俭	白植悌
	林 鸣	杨光华	贺维国	陈 鸿	
桥梁工程：	项海帆	王景全	杨盛福	凤懋润	侯金龙
	陈冠雄	史永吉	李守善	邵长宇	张喜刚
	张起森	丁小军	章登精		
结构耐久性：	孙 伟	缪昌文	潘德强	邵新鹏	水中和
	丁建彤				
建设管理：	张劲泉	李爱民	钟建驰	曹文宏	万焕通
	牟学东	王富民	郑顺潮	林 强	胡 明
	李春风	汪水银			

《沉管隧道设计与施工指南》

编写组

组 长：徐国平 吕卫清

副组长：陈 越 刘洪洲

编写人员：张志刚 李汉渤 方 磊 王 勇 吕勇刚
黄清飞 林 巍 李贞新 付佰勇 余青山
吴瑞大 梁邦炎 应宗权 董 政 苏林王
李增军 陆连洲 吴泽生 杨卫国 闫 禹

总序

General Preface

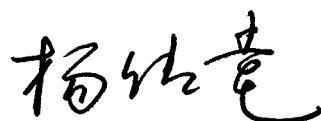
科技是国家强盛之基,创新是民族进步之魂。中华民族正处在全面建成小康社会的决胜阶段,比以往任何时候都更加需要强大的科技创新力量。党的十八大以来,以习近平同志为总书记的党中央作出了实施创新驱动发展战略的重大部署。党的十八届五中全会提出必须牢固树立并切实贯彻创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念,进一步发挥科技创新在全面创新中的引领作用。在最近召开的全国科技创新大会上,习近平总书记指出要在我国发展新的历史起点上,把科技创新摆在更加重要的位置,吹响了建设世界科技强国的号角。大会强调,实现“两个一百年”奋斗目标,实现中华民族伟大复兴的中国梦,必须坚持走中国特色自主创新道路,面向世界科技前沿、面向经济主战场、面向国家重大需求。这是党中央综合分析国内外大势、立足我国发展全局提出的重大战略目标和战略部署,为加快推进我国科技创新指明了战略方向。

科技创新为我国交通运输事业发展提供了不竭的动力。交通运输部党组坚决贯彻落实中央战略部署,将科技创新摆在交通运输现代化建设全局的突出位置,坚持面向需求、面向世界、面向未来,把智慧交通建设作为主战场,深入实施创新驱动发展战略,以科技创新引领交通运输的全面创新。通过全行业广大科研工作者长期不懈的努力,交通运输科技创新取得了重大进展与突出成效,在黄金水道能力提升、跨海集群工程建设、沥青路面新材料、智能化水面溢油处置、饱和潜水成套技术等方面取得了一系列具有国际领先水平的重大成果,培养了一批高素质的科技创新人才,支撑了行业持续快速发展。同时,通过科技示范工程、科技成果推广计划、专项行动计划、科技成果推广目录等,推广应用了千余项科研成果,有力促进了科研向现实生产力转化。组织出版“交通运输建设科技丛书”,是推进科技成果公开、加强科技成果推广应用的一项重要举措。“十二五”期间,该丛书共出版72册,全部列入“十二五”国家重点图书出版规划项目,其中12册获得国家出版基金支

持,6册获中华优秀出版物奖图书提名奖,行业影响力和社会知名度不断扩大,逐渐成为交通运输高端学术交流和科技成果公开的重要平台。

“十三五”时期,交通运输改革发展任务更加艰巨繁重,政策制定、基础设施建设、运输管理等领域更加迫切需要科技创新提供有力支撑。为适应形势变化的需要,在以往工作的基础上,我们将组织出版“交通运输科技丛书”,其覆盖内容由建设技术扩展到交通运输科学技术各领域,汇集交通运输行业高水平的学术专著,及时集中展示交通运输重大科技成果,将对提升交通运输决策管理水平、促进高层次学术交流、技术传播和专业人才培养发挥积极作用。

当前,全党全国各族人民正在为全面建成小康社会、实现中华民族伟大复兴的中国梦而团结奋斗。交通运输肩负着经济社会发展先行官的政治使命和重大任务,并力争在第二个百年目标实现之前建成世界交通强国,我们迫切需要以科技创新推动转型升级。创新的事业呼唤创新的人才。希望广大科技工作者牢牢抓住科技创新的重要历史机遇,紧密结合交通运输发展的中心任务,锐意进取、锐意创新,以科技创新的丰硕成果为建设综合交通、智慧交通、绿色交通、平安交通贡献新的更大的力量!



2016年6月24日

序

Preface

2003年,港珠澳大桥工程研究启动。2009年,为应对由美国次贷危机引发的全球金融危机,保持粤、港、澳三地经济社会稳定,中央政府决定加快推进港珠澳大桥建设。港珠澳大桥跨越珠江口伶仃洋海域,东接香港特别行政区,西接广东省珠海市和澳门特别行政区,是“一国两制”框架下粤、港、澳三地合作建设的重大交通基础设施工程。港珠澳大桥建设规模宏大,建设条件复杂,工程技术难度、生态保护要求很高。

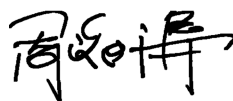
2010年9月,由科技部支持立项的“十二五”国家科技支撑计划“港珠澳大桥跨海集群工程建设关键技术与示范”项目启动实施。国家科技支撑计划,以重大公益技术及产业共性技术研究开发与应用示范为重点,结合重大工程建设和重大装备开发,加强集成创新和引进消化吸收再创新,重点解决涉及全局性、跨行业、跨地区的重大技术问题,着力攻克一批关键技术,突破瓶颈制约,提升产业竞争力,为我国经济社会协调发展提供支撑。

港珠澳大桥国家科技支撑计划项目共设五个课题,包含隧道、人工岛、桥梁、混凝土结构耐久性和建设管理等方面的研究内容,既是港珠澳大桥在建设过程中急需解决的技术难题,又是交通运输行业建设未来发展需要突破的技术瓶颈,其研究成果不但能为港珠澳大桥建设提供技术支撑,还可为规划研究中的深圳至中山通道、渤海湾通道、琼州海峡通道等重大工程提供技术储备。

2015年底,国家科技支撑计划项目顺利通过了科技部验收。在此基础上,港珠澳大桥管理局结合生产实践,进一步组织相关研究单位对以国家科技支撑计划项目为主的研究成果进行了深化梳理,总结形成了“港珠澳大桥跨海集群工程建设关键技术与创新成果书系”。书系被纳入了“交通运输科技丛书”,由人民交通出版社股份有限公司组织出版,以期更好地面向读者,进一步推进科技成果公开,进一步加强科技成果交流。

值此书系出版之际,祝愿广大交通运输科技工作者和建设者秉承优良传统,按照党的十八大报告“科技创新是提高社会生产力和综合国力的战略支撑,必须摆在国家发展全局的核心位置”的要求,努力提高科技创新能力,努力推进交通运输行业转型升级,为实现“人便于行、货畅其流”的梦想,为实现中华民族伟大复兴而努力!

港珠澳大桥国家科技支撑计划项目领导小组组长
本书系编审委员会主任

A handwritten signature in black ink, appearing to read '周知平' (Zhou Zhongping), written in a cursive style.

2016年9月

前 言

Foreword

《沉管隧道设计与施工指南》以国家科技支撑计划项目“港珠澳大桥跨海集群工程建设关键技术与示范”(2011BAG07B00)课题一“外海厚软基大回淤超长沉管隧道设计与施工关键技术”(2011BAG07B01)的研究成果为基础编制而成。

指南编制过程中,编写组依托港珠澳大桥主体工程沉管隧道建设,调研和收集了国内外沉管隧道相关技术资料,对项目各相关专题研究成果进行总结、提炼,吸收了国内外沉管隧道工程建设经验,借鉴了国内外相关标准规范。在此基础上以多种方式广泛征求了全国业内专家的意见,对主要条文及其说明进行了反复讨论、修改,最终经审查后定稿。本指南充分体现了我国当前沉管隧道设计与施工技术水平,具有先进性和实用性。

本指南共分为23章,分别为:总则,术语和符号,基础资料,总体设计,管节结构设计,接头设计,抗震设计,地基及基础设计,基槽与回填防护设计,耐久性设计,施工监测与运营期结构健康监测,防水与排水设计,大型临时工程设计,管节舾装设计,运营维护设施设计,沉管隧道施工总体部署,管节预制,管节坞内移动、出坞及寄放,管节浮运,基槽开挖与回填防护施工,地基及基础施工,管节沉放安装,管节施工测量技术与控制,书后列有8个附录及本指南用词说明。

沉管隧道具有多专业的交融性与复杂性,本指南力求系统全面、重点突出,但由于编者水平有限,书中不妥之处在所难免,敬请读者批评指正。

作 者

2016年1月

目 录

Contents

1	总则	1
2	术语和符号	3
2.1	术语	3
2.2	缩写	5
2.3	符号	6
3	基础资料	8
3.1	一般规定	8
3.2	调查	8
3.3	测绘	11
3.4	勘察	12
3.5	地震	13
3.6	水文	13
3.7	气象	14
3.8	航运及航道	14
3.9	锚地及码头	15
3.10	环境保护区	15
3.11	专项研究	15
4	总体设计	17
4.1	一般规定	17
4.2	设计技术指标	18
4.3	总体设计与要求	19
5	管节结构设计	21
5.1	一般规定	21
5.2	荷载及组合	22
5.3	结构计算	30

5.4	横断面设计	33
5.5	管节结构形式	35
5.6	管节长度与节段长度	36
5.7	构造要求	37
6	接头设计	39
6.1	一般规定	39
6.2	管节接头	41
6.3	节段接头	43
6.4	最终接头	46
7	抗震设计	48
7.1	一般规定	48
7.2	抗震验算	51
7.3	抗减震措施	54
8	地基及基础设计	56
8.1	一般规定	56
8.2	地基处理	57
8.3	桩基础	59
8.4	基础垫层	59
8.5	设计计算	60
8.6	大边载隔离措施	62
9	基槽与回填防护设计	64
9.1	一般规定	64
9.2	基槽	64
9.3	回填防护	67
9.4	防撞、防冲刷构造	69
10	耐久性设计	70
10.1	一般规定	70
10.2	环境分类和环境作用等级	71
10.3	耐久性设计	72
11	施工监测与运营期结构健康监测	77
11.1	一般规定	77
11.2	施工监测	78
11.3	运营期隧道结构健康监测	80

12	防水与排水设计	84
12.1	一般规定	84
12.2	防水	84
12.3	排水	85
13	大型临时工程设计	89
13.1	一般规定	89
13.2	管节预制场设计	90
13.3	寄放区设计	94
13.4	出坞航道	95
13.5	浮运航道	95
14	管节舾装设计	97
14.1	一般规定	97
14.2	端封门	97
14.3	压载水箱	98
14.4	其他舾装件	98
15	运营维护设施设计	101
15.1	一般规定	101
15.2	通风与排烟	101
15.3	供电照明	102
15.4	给水与排水	103
15.5	防灾与救援	104
15.6	其他	106
16	沉管隧道施工总体部署	107
16.1	一般规定	107
16.2	施工总平面布置	108
16.3	关键设备配置	109
16.4	施工计划及关键线路	110
16.5	工程测量	111
16.6	临时工程	111
16.7	施工监控	116
17	管节预制	118
17.1	一般规定	118
17.2	干坞法管节预制	118