



道路桥梁 维修技术手册

(第二版)

李世华 主编

中国建筑工业出版社

道路桥梁维修技术手册

(第二版)

李世华 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

道路桥梁维修技术手册/李世华主编. —2 版. —北京: 中国
建筑工业出版社, 2015. 7
ISBN 978-7-112-18055-4

I. ①道… II. ①李… III. ①道路-维修-技术手册②桥-维
修-技术手册 IV. ①U418-62②U445. 7-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 082496 号

本书包括的主要内容有: 道路桥梁的检测技术(道路的检测技术、桥梁的检测技术、隧道的检测技术); 道路的维修技术(道路维修的机械设备、道路路基的维修技术、路面不平整的原因及处理技术、水泥混凝土路面的维修技术、沥青混凝土路面的维修技术); 桥梁维修技术(桥梁维修概论、桥梁结构表层的维修技术、桥梁结构裂缝的修补技术、梁式桥上部结构的维修加固技术、桥梁下部结构的维修与加固技术、拱桥的维修与加固技术、桥梁附属构筑物的维修技术)等。

本书可供从事道路桥梁维修人员使用, 也可供相关专业人员参考。

责任编辑: 胡明安 姚荣华

责任设计: 李志立

责任校对: 陈晶晶 刘 钰

道路桥梁维修技术手册

(第二版)

李世华 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)
各地新华书店、建筑书店经销
北京红光制版公司制版
北京市书林印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 38 $\frac{3}{4}$ 字数: 960 千字

2015 年 8 月第二版 2015 年 8 月第三次印刷

定价: 98.00 元

ISBN 978-7-112-18055-4

(27264)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本书编审委员会

主 任	李智华						
副主任	彭文杰	张 炯	石小东	王志兴	袁荣忠	刘 杨	王楚明
	李荣生	彭丽仙	彭健元	聂芷秀	彭 辉	李姿英	丁国恒
	肖智勇	肖芝才	彭泳娥	李阳初	李锡香	李亦聪	秦友章
委 员	罗桂莲	吴红汝	李国柱	李春华	曾义芳	李柳华	李秀华
	周晓文	李仁山	李国成	杨正武	徐定秀	胡晓岚	朱湘柱
	李乐生	王长贵	彭兰华	张锡钦	胡际和	刘雪英	彭志泽
	杨志荣	赵莲英	吴小丽	李国华	李 英	李保钦	凌翠兰
	黄德运	黄郁青	寿 鹏	陈湘平	聂伯青	罗子兰	聂 姹
	彭 艳	彭南光	王菊香	贺友良	彭娟来	彭 琼	贺哲艳
	李国荣	李再阳	李 璞	李洁玲	李英姿	朱素莲	李松怀
	聂辉娥	聂建军	卜银波	李小山	李银娥	彭银坡	李辉娥
	彭石红	陶 青	彭世坚	周宇花	彭铁志	彭立志	彭民庚
	张蒼庚	张民庚	张 戈	郑正龙	郑银龙	郑南方	徐文胜
	罗燕春	罗晓峰	戴子平	陈玉钧	戴华辉	张文学	张皓翔
	戴如婕	戴琛辉	刘梦雨	刘芮彤	罗成梅	罗义梅	罗建国
	张芝丽	刘绍球	刘 顿	张青丽	杜龙云	杜冰凌	聂智泉
	王芙蓉	聂祯妍	何春风	柳 霞	朱丽熔	胡 燕	匡 琪
	周小单	周 丽	周 珊	赵 芳	陈月香	柳忆思	吴晓兰
	彭景容	罗国莉	罗 娟	李利华	王春娥	秦 虹	秦 辉
	向喜秋	曾 彤	徐 丽	李江燕	唐小英	李新娥	杨 萍
	成 婷	吕建姣	宋再青	肖可田	肖勇华	王金莲	罗芝兰
	陈满香	彭远英	王 莉	蔡洪涛	王 静	王 巍	谢小平
	王春成	周 舒	王光辉	苟莉芳	王红亮	李海燕	李长春
	李紫林	聂英才	张学文	梁双峰	李阳春	赵精益	李云青
	谭 明	李志军	邹爱华	陈孔坤	吴剑锋	钟惠华	钟炤培
	潘瑞云	黄健平	刘秀琼	李 茵	陈楚堆	黄伟强	刘作善
	周志东	黄诺恩	周嘉怡	杨善如	李鸿斌	曹富珊	谢彩琼
	钟剑辉	古志勇	周浩通	汤监天	郭监秋	杨键鸿	谭永韶

前言

道路桥梁是我国现代化建设的重要基础设施，也是我国经济发展速度的物质基础。汽车运输是国民经济赖以发展的重要支柱产业之一，它是一种线形工程结构物。由于反复承受着车轮的磨损、冲击，遭受暴雨、洪水、风沙、冰雪、日晒、冻融等自然因素的侵蚀破坏，特别是我国交通量和重型汽车的不断增加，有些建筑材料的性质衰变，以及由于设计和施工留下的一些缺陷，必然造成道路桥梁使用功能和行车服务质量的日趋退化、不适应，甚至出现中断交通现象。

为了延长道路桥梁的使用年限，保障其畅通，尽量减少和避免上述原因给道路桥梁使用者带来损失，必须本着“预防为主、防治结合”的原则，采取有效的、适当的养护维修技术措施，坚持日常检查保养，及时修复已被损坏的部分，经常保持道路与桥梁的完好、畅通、整洁、美观，周期性地对道路桥梁进行预防性的大修、中修，逐步改善道路桥梁的技术状况，努力提高其使用质量和抵抗各种灾害侵蚀的能力。因此，搞好道路桥梁的养护维修，是保证汽车高速、安全、舒适行车不可缺少的经常性工作，加强对道路桥梁的养护维修和改进管理方法，将具有十分重要的意义。

道路桥梁维修保养是指为保持所有等级的道路（1~4级公路、城市道路、高速公路）及其附属设施的正常使用功能，而进行经常性、周期性、预防性养护和维修工作，使其道路及其附属设施保持完好状态，确保原有道路状况和使用品质不下降。

《道路桥梁维修技术手册》（第二版）一书，是奉献给广大道路桥梁养护维修工作者、建设道路桥梁现场施工技术人员的一本实用性强、图文并茂、通俗易懂、极具有参考价值的书籍。本书较严格地执行我国道路桥梁工程养护维修的技术标准、施工规范、质量检验评定技术标准等要求。由一批具有现场施工经验的资深工程技术人员编写而成。

本手册主要介绍道路桥梁的检测技术（道路的检测技术、桥梁的检测技术、隧道的检测技术）；道路的维修技术（道路维修的机械设备、道路路基的维修技术、路面不平整的原因及处理技术、水泥混凝土路面的维修技术、沥青混凝土路面的维修技术）；桥梁维修技术（桥梁维修概论、桥梁结构表层的维修技术、桥梁结构裂缝的修补技术、梁式桥上部结构的维修加固技术、桥梁下部结构的维修与加固技术、拱桥的维修与加固技术、桥梁附属构筑物的维修技术）等。

本手册由广州大学市政技术学院李世华主编；王平、李爱华、刘新超、张丽珏、曹旋、谭帅、陈琦、张功、祁淑强任副主编。

在编写的过程中，得到了广州大学土木学院、广州大学市政技术学院、广东工业大

学、广州市政集团有限公司、广州市政园林管理局、广州华南路桥实业有限公司等单位的禹奇才、陈思平、刘新民、周美新、伍署光、耿良民、李穗芳、张淑芬、余诺丹、杨玉衡、吴智勇、高岩、刘兴荣、谭志雄、谭志刚等许多领导的热情关怀与大力支持，为本手册提供了大量有关道路桥梁养护维修方面的资料；而且参考了许多素不相识同行们的著作、成果、资料及其说明书。在此一并致以衷心的感谢。同时，也由于时间仓促，人力有限，故引用的一些资料来不及、或无法与原作者联系，特此表示歉意。

由于我们的水平有限，书中不足之处，诚恳地敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

0 绪 论

0.1 引言	3
0.2 我国城市道路现状和发展目标	5
0.3 我国道路的等级分类	7
0.4 我国道路的维修保养	9

1 道路桥梁的检测技术

1.1 道路的检测技术	15
1.1.1 机械检测技术	15
1.1.1.1 机械检测技术的特点、原理与类型	15
1.1.1.2 记数式路面颠簸累积仪	15
1.1.1.3 绘图型路面平整度测定仪	17
1.1.1.4 画线式路面车辙测定仪	19
1.1.1.5 画图式 3m 直尺	22
1.1.2 机电检测技术	24
1.1.2.1 机电检测技术的特点、原理与发展	24
1.1.2.2 普通型路面自动弯沉测定仪	25
1.1.2.3 普通路面落锤式弯沉仪	26
1.1.2.4 轻型连续式路面平整度测定仪	28
1.1.2.5 路面摩擦系数(纵向、横向)测定仪	29
1.1.3 振动检测技术	31
1.1.3.1 振动检测技术概述	31
1.1.3.2 便携落锤式路面弯沉快速测定仪	34
1.1.3.3 车载落锤式路面弯沉快速	

测定仪	36
1.1.3.4 落锤式路面密实度快速测定仪	38
1.1.3.5 落锤-频率式路基压实度快速测定仪	40
1.1.3.6 落锤电容式路基压实度快速测定仪	44
1.1.4 超声波检测技术	47
1.1.4.1 概述	47
1.1.4.2 超声波路面综合测强仪	49
1.1.4.3 超声波路面探伤仪	55
1.1.5 雷达检测技术	57
1.1.5.1 雷达检测技术概述	57
1.1.5.2 雷达检测主要仪器	59
1.1.5.3 路面雷达检测系统	61
1.1.6 激光检测技术	62
1.1.6.1 激光检测技术概述	62
1.1.6.2 激光弯沉测定仪	64
1.1.6.3 激光路面纹理测定仪	66
1.1.6.4 激光路面平整度测定仪	70
1.2 桥梁的检测技术	72
1.2.1 概述	72
1.2.1.1 桥梁的检查评定的意义	72
1.2.1.2 桥梁检查的内容、种类和项目	73
1.2.1.3 桥梁工程质量检验的评定依据和方法	76
1.2.1.4 桥梁技术状况评定标准	79
1.2.2 桥梁检定的技术准备与试验布置	85
1.2.2.1 掌握基本资料,明确现实	

情况	85	1.3.1.3 公路隧道的常见质量 问题	118
1.2.2.2 制定试验方案, 作好检定 准备	86	1.3.1.4 公路隧道检测技术的 分类	119
1.2.2.3 根据试验方案, 作好具体 试验布置	86	1.3.2 公路隧道防水材料性能检测	121
1.2.3 桥梁结构的检查	88	1.3.2.1 公路隧道注浆材料性能 试验	121
1.2.3.1 桥梁检查的主要部件	88	1.3.2.2 氯丁胶乳沥青防水涂料 试验	124
1.2.3.2 桥梁检查的部位及其内容	89	1.3.2.3 石油沥青油毡检验	128
1.2.3.3 桥梁结构体系的检测部位 与内容	90	1.3.2.4 土工织物物理性能检测	131
1.2.3.4 混凝土桥梁结构的重点检查 部位图	90	1.3.2.5 土工织物的力学性能 测试	136
1.2.4 混凝土的现场检测	91	1.3.2.6 防水混凝土抗渗性能 试验	145
1.2.4.1 无破损检验法检测混凝土 强度	91	1.3.3 开挖质量和钢支撑施工 质量检测	148
1.2.4.2 挖取试样法检测混凝土 强度	95	1.3.3.1 开挖质量的检测	148
1.2.4.3 混凝土强度对桥梁 结构的影响	96	1.3.3.2 钢支撑施工质量的检测	153
1.2.5 桥梁墩台沉降及位移观测	97	1.3.4 锚喷支护施工质量的检测	155
1.2.5.1 桥梁墩台沉降及位移观测 的目的	97	1.3.4.1 概述	155
1.2.5.2 桥梁墩台沉降及位移观测的 内容与方法	97	1.3.4.2 锚杆加工质量与安装尺寸 检查	156
1.2.5.3 桥梁墩台沉降及位移观测的 时间与记录	99	1.3.4.3 锚杆拉拔力的测试	157
1.2.6 桥梁钻(挖)孔灌注桩 的检测	100	1.3.4.4 砂浆锚杆的注满度检测	158
1.2.6.1 泥浆性能指标的检测	100	1.3.4.5 端锚式锚杆施工质量的 无损检测	159
1.2.6.2 混凝土钻孔灌注桩 完整性检测	102	1.3.4.6 喷射混凝土的质量检测	161
1.2.7 桥梁承载力的检测	111	1.3.5 防排水施工质量检查	166
1.2.7.1 概述	111	1.3.5.1 概述	166
1.2.7.2 分析计算法	112	1.3.5.2 排水系统施工质量的 检查	168
1.3 隧道的检测技术	115	1.3.5.3 防水板施工质量的检测 与检查	170
1.3.1 概述	115	1.3.5.4 止水带的检查	173
1.3.1.1 我国公路隧道建设的现状 与发展	115	1.3.6 混凝土衬砌质量的检测	174
1.3.1.2 公路隧道主要特点	117	1.3.6.1 概述	174
		1.3.6.2 隧道内衬砌混凝土施工的 检查	174

1.3.6.3 回弹法检测混凝土强度·····	176	2.1.2.4 装载机·····	234
1.3.6.4 超声波法检测混凝土 强度·····	181	2.1.2.5 挖掘机·····	237
1.3.6.5 “回弹—超声”法测定混凝土 强度·····	186	2.1.2.6 平地机·····	240
1.3.6.6 对隧道混凝土缺陷 的检测·····	188	2.1.2.7 压路机·····	241
1.3.7 隧道施工监控量测·····	190	2.1.3 稳定土路面维修机械·····	244
1.3.7.1 概述·····	190	2.1.3.1 路拌机械·····	244
1.3.7.2 围岩周边位移的量测·····	193	2.1.3.2 稳定土厂拌设备·····	245
1.3.7.3 拱顶下沉的量测·····	197	2.1.3.3 粉料撒布机·····	246
1.3.7.4 隧道地表下沉的量测·····	198	2.1.3.4 石料摊铺机·····	247
1.3.7.5 隧道围岩内部位移量测·····	199	2.1.4 沥青路面维修机械·····	247
1.3.7.6 钢支撑压力的量测·····	202	2.1.4.1 沥青乳化设备·····	247
1.3.7.7 隧道衬砌应力的量测·····	203	2.1.4.2 沥青撒布机·····	248
1.3.8 隧道通风系统的检测·····	207	2.1.4.3 沥青混凝土拌合设备·····	250
1.3.8.1 概述·····	207	2.1.4.4 沥青混凝土摊铺机·····	252
1.3.8.2 隧道内粉尘浓度的检测·····	207	2.1.4.5 沥青路面再生机械·····	254
1.3.8.3 隧道内瓦斯的检测·····	209	2.1.4.6 沥青路面综合修补车·····	255
1.3.8.4 一氧化碳的检测·····	212	2.1.4.7 美国科来福公司修补裂缝 设备·····	257
1.3.8.5 隧道风压的检测·····	214	2.1.5 水泥路面维修机械·····	259
2 道路的维修技术		2.1.5.1 混凝土搅拌机械·····	259
2.1 道路维修的机械设备·····	221	2.1.5.2 混凝土搅拌楼(站)·····	262
2.1.1 道路维修机械装备的标准·····	221	2.1.5.3 混凝土输送机械·····	264
2.1.1.1 道路维修机械装备标准的目的、 范围和原则·····	221	2.1.5.4 混凝土振动机械·····	268
2.1.1.2 路基养护维修机械装备 标准·····	221	2.1.5.5 水泥混凝土摊铺机·····	270
2.1.1.3 沥青路面养护维修机械装备 标准·····	222	2.1.5.6 水泥路面维修车·····	273
2.1.1.4 水泥路面养护维修机械装备 标准·····	223	2.2 道路路基的维修技术·····	275
2.1.1.5 高等级道路的维修保养 设备·····	224	2.2.1 道路软土路基超限沉降的 防治处理·····	275
2.1.2 路基维修机械设备·····	227	2.2.1.1 概述·····	275
2.1.2.1 概述·····	227	2.2.1.2 土工布加固地基、路填·····	276
2.1.2.2 推土机·····	230	2.2.1.3 砂垫层、置换填土、抛石挤 淤法·····	277
2.1.2.3 铲运机·····	232	2.2.1.4 加固土桩法·····	278
		2.2.1.5 碎石桩与砂桩·····	280
		2.2.1.6 袋装砂井、塑料排水板、 反压护道和柴(木) 梢排·····	283
		2.2.1.7 粉喷桩与真空预压法·····	286
		2.2.2 高填方路基的下沉处理·····	290

2.2.2.1 高填方路基的基本概念	290	质量控制	343
2.2.2.2 高路堤产生沉降的原因	291	2.3.3.3 沥青混凝土路面碾压的	
2.2.2.3 高填方路基的设计	292	质量控制	344
2.2.2.4 高填方路基的施工	294	2.3.3.4 沥青混凝土路面接缝处理	
2.2.3 高路堤软基的处理	297	措施	345
2.2.3.1 换土覆填法	298	2.3.4 水泥混凝土路面施工工艺与	
2.2.3.2 排水固结法	298	平整度控制	346
2.2.3.3 加筋技术	303	2.3.4.1 水泥混凝土路面机械摊	
2.2.3.4 高压喷射注浆法	314	铺工艺	346
2.2.3.5 水泥土搅拌法	321	2.3.4.2 水泥混凝土路面材料	349
2.2.4 路肩边坡的维修	326	2.3.4.3 水泥混凝土路面纵横缝	
2.2.4.1 路肩的维修	326	设置	349
2.2.4.2 边坡的维修	327	2.4 水泥混凝土路面的维修技术	353
2.3 路面不平整的原因及		2.4.1 概述	353
处理技术	331	2.4.1.1 水泥混凝土路面的现状	353
2.3.1 路面不平整产生的主要原因	331	2.4.1.2 水泥混凝土路面的损坏	
2.3.1.1 路基不均匀沉降	331	与鉴定	355
2.3.1.2 桥头涵洞两端及桥梁伸缩缝		2.4.1.3 连续配筋水泥混凝土路面的	
的跳车	332	损坏与鉴定	367
2.3.1.3 基层不平整路面平整度		2.4.1.4 水泥混凝土路面修补材料及	
的影响	332	技术的发展	373
2.3.1.4 路面摊铺机及工艺对平整度		2.4.1.5 水泥混凝土路面维修养护的	
的影响	332	内容和对策	375
2.3.1.5 面层摊铺材料的质量对平		2.4.2 水泥混凝土路面损坏的类型、	
整度影响	334	原因及评定	376
2.3.1.6 碾压对平整度的影响及接缝		2.4.2.1 水泥混凝土路面损坏	
处理欠佳	336	类型	376
2.3.2 提高路基及路面基层平整度		2.4.2.2 水泥混凝土路面断板	
的措施	337	原因	376
2.3.2.1 置路堤填筑前原		2.4.2.3 水泥混凝土路面裂缝	
地面处理	337	的原因	379
2.3.2.2 路基填料及压实	337	2.4.2.4 水泥混凝土路面表面损坏	
2.3.2.3 完善道路排水设施	339	的原因	382
2.3.2.4 路面基层施工注意事项	340	2.4.2.5 水泥混凝土路面损坏	
2.3.3 沥青混凝土路面施工工艺与		状况评定	383
平整度控制	340	2.4.3 水泥混凝土路面的修补材料	387
2.3.3.1 沥青混凝土路面机械摊铺		2.4.3.1 水泥混凝土路面修补材料	
工艺与控制	340	的类型	387
2.3.3.2 沥青混凝土面层材料的		2.4.3.2 水泥混凝土路面裂缝修	

补材料	388	措施	451
2.4.3.3 水泥混凝土路面接缝修		2.5.3.1 沥青混凝土路面早期病害的	
补材料	391	预防措施	451
2.4.3.4 水泥混凝土路面板块修		2.5.3.2 高等级道路沥青路面病害	
补材料	395	预防措施	456
2.4.3.5 JK 系列新型快速修		2.5.4 沥青混凝土路面坑槽的	
补材料	404	修补技术	459
2.4.4 水泥混凝土路面的修补技术	412	2.5.4.1 乳化沥青技术的特点	
2.4.4.1 概述	412	及应用	459
2.4.4.2 水泥混凝土路面接缝的		2.5.4.2 沥青乳化剂的分类	
修补技术	413	及选择	461
2.4.4.3 裂缝的修补技术	414	2.5.4.3 常温混合料修补路	
2.4.4.4 局部修补技术	416	面坑槽	463
2.4.4.5 水泥混凝土路面整块板更换		2.5.4.4 沥青路面的低温混合料	465
修复技术	418		
2.4.4.6 水泥混凝土路面磨损与浅			
层龟裂现象的罩面	421		
2.5 沥青混凝土路面的维修技术	425	3 桥梁维修技术	
2.5.1 沥青混凝土路面的使用现状	425	3.1 桥梁维修概论	471
2.5.1.1 沥青混凝土路面的种类	425	3.1.1 桥梁维修加固的基本概念	471
2.5.1.2 高等级道路的沥青		3.1.1.1 桥梁维修加固的形式	471
路面结构	425	3.1.1.2 桥梁维修加固的意义	471
2.5.1.3 沥青路面的表面		3.1.2 桥梁维修加固的目的	473
使用功能	430	3.1.2.1 确保桥梁的安全、完整	
2.5.1.4 粗集料断级配沥青		及适用	473
混凝土	431	3.1.2.2 熟悉桥梁状况, 掌握基础资料,	
		为维修提供方便	473
		3.1.2.3 提高旧桥的承载能力与	
		通过能力	473
2.5.2 沥青路面损坏的类型、原因、		3.1.3 桥梁维修加固的内容	475
技术要求及评价	433	3.1.3.1 桥梁养护维修中的常见	
2.5.2.1 沥青混凝土路面损坏的		病害	475
类型	433	3.1.3.2 桥梁维修加固的主要	
2.5.2.2 沥青混凝土路面损坏的		内容	476
原因	437	3.1.3.3 桥梁维修加固的基本	
2.5.2.3 沥青路面维修作业分类及		步骤	477
主要内容	443	3.1.3.4 桥梁维修加固的常用	
2.5.2.4 沥青路面维修保养的		方法	477
技术要求	443	3.1.4 桥梁维修加固的特点及	
2.5.2.5 沥青路面质量的评价及		方法	478
维护保养	446	3.1.4.1 概述	478
2.5.3 沥青混凝土路面病害预防			

3.1.4.2 桥梁加固设计的原则	480	损坏原因	516
3.1.4.3 旧桥梁间接加固的方法	481	3.2.4.2 砖石桥梁结构表层损坏	
3.1.4.4 粘贴钢板加固法	483	的维修方法	517
3.1.4.5 粘贴高强纤维复合材料		3.3 桥梁结构裂缝的修补技术	519
加固法	484	3.3.1 桥梁裂缝的产生及分类	519
3.1.4.6 加大截面加固法	486	3.3.1.1 概述	519
3.1.4.7 预应力主动加固法	488	3.3.1.2 砖石砌体的裂缝	519
3.1.5 桥梁加固与补强的实施	489	3.3.1.3 水泥混凝土构件的裂缝	520
3.1.5.1 RC桥梁补强的时机		3.3.2 桥梁孔结构的常见裂缝	521
及方式	490	3.3.2.1 钢筋混凝土简支梁的	
3.1.5.2 补强施工方案及优缺点	492	常见裂缝	521
3.1.5.3 钢板补强施工方案	496	3.3.2.2 预应力钢筋混凝土梁的	
3.1.5.4 纤维强化高分子复合材料		常见裂缝	523
(FRP) 补强	503	3.3.2.3 连续梁、刚架桥及拱桥的	
3.2 桥梁结构表层的维修技术	505	常见裂缝	525
3.2.1 水泥混凝土桥梁结构的缺陷	505	3.3.3 桥梁墩台的常见裂缝	526
3.2.1.1 水泥混凝土桥梁结构缺陷		3.3.4 桥梁结构裂缝的修补方法	528
的类型	505	3.3.4.1 桥梁结构裂缝的检测	528
3.2.1.2 水泥混凝土桥梁结构缺陷		3.3.4.2 桥梁裂缝修补必要性的判定	
产生的原因	505	与选择	529
3.2.1.3 水泥混凝土桥梁结构产生		3.3.5 桥梁结构裂缝的表面封闭	
缺陷的危害	507	修补法	531
3.2.2 水泥混凝土桥梁结构表层缺陷的		3.3.5.1 表面抹灰修补法	531
检查与修补材料	507	3.3.5.2 填缝与凿槽嵌补	532
3.2.2.1 水泥混凝土桥梁表层缺陷的		3.3.5.3 表面粘贴修补法	533
检查及分析	507	3.3.5.4 打箍加固封闭法	533
3.2.2.2 水泥混凝土桥梁表层损坏废料		3.3.5.5 表面喷浆法	534
的清除	508	3.3.6 裂缝的压力灌浆修补法	534
3.2.2.3 水泥混凝土桥梁表层缺陷修补		3.3.6.1 概述	534
常用的材料	508	3.3.6.2 水泥灌浆修补法	535
3.2.3 水泥混凝土桥梁结构表层维修		3.3.6.3 化学材料灌浆修补法	536
的方法	512	3.4 梁式桥上部结构的维修	
3.2.3.1 水泥混凝土的修补法	512	加固技术	539
3.2.3.2 水泥砂浆的修补法	512	3.4.1 梁式桥上部结构常见缺陷	
3.2.3.3 混凝土胶粘剂的修补法	514	及其原因	539
3.2.3.4 环氧树脂的修补法	515	3.4.1.1 梁式桥上部结构常见的	
3.2.4 砖石桥梁结构的表层损坏		主要缺陷	539
及维修	516	3.4.1.2 梁式桥主要缺陷的种类及	
3.2.4.1 砖石桥梁结构的表层		原因分析	540

3.4.2 桥梁维修加固的主要方法	542
3.4.2.1 桥梁维修加固的一般原则	542
3.4.2.2 桥梁维修加固的主要方法	543
3.4.3 桥面铺装层的维修与加固	544
3.4.3.1 概述	544
3.4.3.2 桥面板的修补措施	545
3.4.3.3 桥面补强层加固法	545
3.4.3.4 桥面补强层加固法的施工	546
3.4.4 增大梁截面和配筋加固法	547
3.4.4.1 概述	547
3.4.4.2 板梁桥增大截面和配筋加固法	547
3.4.4.3 T形梁增大截面和配筋加固法	548
3.4.5 预应力混凝土桥梁加固法	549
3.4.5.1 概述	549
3.4.5.2 预应力拉杆加固钢筋混凝土梁板	550
3.4.6 钢板粘贴补强和改变结构体系加固法	552
3.4.6.1 钢板粘贴补强法	552
3.4.6.2 改变结构体系加固法	553
3.5 桥梁下部结构的维修与加固技术	555
3.5.1 桥梁墩台基础的缺陷	555
3.5.1.1 概述	555
3.5.1.2 桥梁基础的缺陷	555
3.5.1.3 桥梁墩(台)身的缺陷	557
3.5.2 桥梁墩台基础的维修与加固	557
3.5.2.1 桥台基础的维修	557
3.5.2.2 扩大墩台基础加固法	558
3.5.2.3 增补桩基加固法	558
3.5.2.4 人工地基加固法	559
3.5.2.5 钢筋混凝土套箍或护套加固法	560
3.5.2.6 桥台滑移倾斜的处理	560
3.5.3 桥梁墩台基础的旋喷注浆加固	561
3.5.3.1 旋喷法的特征与工艺类型	561
3.5.3.2 旋喷法加固墩台基础的施工	563
3.5.3.3 旋喷法加固墩台基础的应用实例	564
3.5.4 桥梁墩台基础的改建	565
3.5.4.1 墩台基础的加宽	565
3.5.4.2 墩台基础的加高	566
3.6 拱桥的维修与加固技术	569
3.6.1 砖、石拱桥维修加固法	569
3.6.1.1 砖、石拱桥的维修	569
3.6.1.2 砖、石拱桥的加固	569
3.6.1.3 砖、石拱桥的抢修和临时加固	571
3.6.2 双曲拱桥的维修加固法	573
3.6.2.1 双曲拱桥的常见病害	573
3.6.2.2 双曲拱桥的维修加固	573
3.6.3 桁架拱桥的维修加固	575
3.6.3.1 桁架拱桥的构造特点及类型	575
3.6.3.2 桁架拱桥的常见缺陷	576
3.6.3.3 桁架拱桥的维修加固	577
3.6.4 拱桥的改建与墩台基础加固法	578
3.6.4.1 拱桥的拓宽改建	578
3.6.4.2 拱桥墩台基础加固法	579
3.6.4.3 顶推法调整拱桥拱脚的水平位移	580
3.7 桥梁附属构筑物的维修技术	584
3.7.1 桥梁支座的维修加固	584
3.7.1.1 桥梁支座的作用与形式	584
3.7.1.2 桥梁支座的损坏及产生原因	585
3.7.1.3 桥梁支座的检查内容	586
3.7.1.4 桥梁支座的维修与加固	586
3.7.2 桥梁伸缩缝的维修	587

3.7.2.1 桥梁伸缩缝的构造	587	3.7.4.1 道路桥头及桥梁伸缩缝处跳车的现状	593
3.7.2.2 桥梁伸缩缝的常见缺陷及原因分析	589	3.7.4.2 道路桥头及桥梁伸缩缝处跳车的危害	594
3.7.2.3 桥梁伸缩缝的养护维修	590	3.7.4.3 道路桥头及桥梁伸缩缝处跳车台阶产生的原因	594
3.7.3 桥面及桥头引道的养护维修	591	3.7.4.4 防止跳车的基本措施	598
3.7.3.1 桥面铺装层的养护维修	591	3.7.4.5 产生跳车台阶的维修	601
3.7.3.2 桥头引道的养护维修	592	参考文献	603
3.7.4 道路桥头及桥梁伸缩缝处跳车的防治措施	593		

0 绪 论

0.1 引言

1. 道路运输的特点

(1) 交通运输是国民经济的大动脉，是国民经济发展速度的物质基础。一个完整的交通运输体系由铁路、道路、航空、水路等运输方式构成。它们各具特点，承担各自的运输任务，又互相联系和互相补充，形成综合的运输能力（表 0-1-1）。

1) 铁路运输投资大、建设周期长，但是运输能力大，速度较快，运输成本和能耗都较低，通用性能好，受自然条件的影响也比较小，宜于承担中长距离客货运和大宗物资的运输；

2) 航空运输在快速运送旅客、运载紧急物资方面显示优越性，宜于承担大中城市间长距离客运以及边远地区高档和急需物资的运输，但运输成本高，能耗大。

3) 管道运输用于原油、成品油、煤炭、天然气（加水或添加剂）的运输。

4) 水路则以其低廉的运价显示其明显的经济效益。

5) 道路运输可承担其他运输方式和客货集散与联系，承担铁路、水运、空运固定路线之外的延伸运输任务；可以深入到城镇、乡村、山区、港口、机场等的各个角落，能独立实现“门到门”的直达运输。例如，为了减少装卸次数，缩短运输总时间，如运输鲜、活、易腐物品时，可以避免多种交通环节的转运而用道路直达运输。

各种运输方式特性比较表

表 0-1-1

名称	可达性、 方便性	安全性	舒适性	运输能力	运输速度 (km/h)	能源消耗	服务对象	经济距离 (km)
铁路	受地形限制	好	好、可设 餐厅	货运能力较大 1600/列车	160~300	低	集装箱、散 装货物	<500~ 800
道路	门对门直达 运输方便	略差	差	货运能力大 60 人/车	≤120	中	集装箱、 散装货物	<200 或不限
水路	受可通航道 和港口限制	好	好、可设餐 厅、游艺室	大	16~30	低	集装箱、 散装货物	—
航空	受机场限制 直接性好	尚可	中等	货运能力较小 250 人/架	250~1000	高	贵重货物	<500~1000
管道	普及面差	好	—	较大	5~50	低	油、天然气	—

(2) 道路运输具上述的特点外，还有如下优点。

1) 机动灵活性大。客运机动性强，可及时调整运营；货物装卸可实现直达运输，在小于 100~200km 短途运输中，可以做到经济可靠、迅速及时。

2) 普及面广、适应性强。能满足政治、经济、国防各方面的需要，战时输送部队与军事装备，出现灾情时也能疏散居民及运送救援物资，平时则促进经济繁荣。