

道路桥梁工程系列丛书

主编 李世华

主审 刘赞勋 陈思平

道路桥梁维修技术 手册

DAOLUQIAOLIANGWEIXIUJISHUSHOUCE

中国建筑工业出版社

道路桥梁工程系列丛书

道路桥梁维修技术手册

主 编 李世华

主 审 刘赞勋 陈思平

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. —北京: 中国建筑工业出版社, 2003
(道路桥梁工程系列丛书)
ISBN 7-112-05686-1

I. 道... II. 李... III. ①道路—维修—技术手册
②公路桥—维修—技术手册 IV. ①U418-62 ②U448.
145.7-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 012304 号

本书包括: 道路桥梁试验检测技术 (道路的试验技术、道路检测技术、桥梁的试验技术、桥梁的检测技术); 道路维修技术 (道路维修机械、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 (桥梁结构表层的维修技术、桥梁结构裂缝的修补技术) 等内容。

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

道路桥梁工程系列丛书
道路桥梁维修技术手册

主 编 李世华

主 审 刘赞勋 陈思平

*

中国建筑工业出版社 出版、发行 (北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京市安泰印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 40½ 字数: 1006 千字

2003 年 6 月第一版 2006 年 5 月第二次印刷

印数: 3001—4000 册 定价: 70.00 元

ISBN 7-112-05686-1

TU · 4999 (11325)

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)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

前 言

道路桥梁是我国现代化建设的重要基础设施,汽车运输是国民经济赖以发展的重要支柱产业之一,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,甚至中断交通。

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,及时修复被损坏部分,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。

《道路桥梁维修技术手册》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试验检测技术(道路的试验技术、道路的检测技术、桥梁的试验技术、桥梁的检测技术);道路维修技术(道路维修机械、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、桥梁结构裂纹的修补技术、梁式桥上部结构的维修加固技术、桥梁下部结构的维修加固技术、拱桥的维修与加固技术、桥梁附属结构物的维修技术)等。

本手册由广州市市政集团有限公司李世华主编;广州市市政工程质量监督站站长刘赞勋和建设部市政工程施工与给水排水专业指导委员会主任陈思平主审;钟喜强、吴达强、胡明珠、李亦斌、周理忠、陈淑萍、蒋东旗、李琼、阮永韶、肖霁君等为副主编。其中广州市机电学校钟喜强承担了第二篇第一章“道路维修机械”等内容的编写;广东省佛山市南海区市政工程质量安全监督站吴达强承担了第二篇第三章“路面不平整的原因及处理技术”、第四章“水泥混凝土路面的维修技术”、第三篇第七章“桥梁附属构筑物的维修技术”等内容的编写;湖南湘中公路桥梁建设总公司胡明珠承担了第二篇第五章“沥青混凝土路面的维修技术”、第三篇第三章“桥梁结构裂缝的修补技术”等内容的编写;广州市市政建设学校李亦斌承担了第一篇第三章“桥梁的试验技术”和第二篇第二章“道路路基的维修技术”中的“特殊地基上的基础工程处理”、“路肩边坡的维修”等内容的编写;广州市医药学校陈淑萍承担了第一篇第二章“道路的检测技术”中的“振动检测技术”、“超声波检测技术”、“雷达检测技术”、“激光检测技术”等内容的编写;广东省佛山市南海区市

政工程质量检测中心周理忠承担了第一篇第一章“道路的试验技术”等内容的编写；广州市建设工程交易中心蒋东旗承担了第一篇第四章“桥梁的检测技术”等内容的编写；广州市商业银行福利支行李琼承担了第三篇第六章“拱桥的维修与加固技术”的编写和全书图纸的绘制；广州市机电学校阮永韶承担了第一篇第二章“道路的检测技术”中的“机械检测技术”、“机电检测技术”等内容的编写；国家电力公司中南勘测设计研究院肖霁君承担了第二篇第二章“道路路基的维修技术”中的“道路软土路基超限沉陷的防治处理”、“高填方路基的下沉处理”、“高路堤软基的处理”等内容的编写；其余内容的编写由李世华完成。

在编写的过程中，不仅得到了广州市市政集团有限公司的陈小鹏、杨会龙、张喜华、广州大学的禹奇才、陈思平、刘新民、周美新、伍署光、耿良民、丁华东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

1 道路桥梁的试验技术

1.1 道路的试验技术	3
1.1.1 土的分类	3
1.1.1.1 土分类总体系	3
1.1.1.2 土壤物理性能	3
1.1.1.3 土的一般规定	3
1.1.1.4 巨粒土分类	5
1.1.1.5 粗粒土分类	6
1.1.1.6 细粒土分类	8
1.1.1.7 路基土的野外鉴定方法	9
1.1.2 土的物理性能试验	11
1.1.2.1 土的工程类型试验	11
1.1.2.2 土的相对密度 G 试验	12
1.1.2.3 土的密度试验 (环刀法)	14
1.1.2.4 土的含水量试验 (烘干法)	15
1.1.3 土的力学性能试验	17
1.1.3.1 土的击实试验	17
1.1.3.2 土的直剪试验	20
1.1.3.3 土的压缩试验	22
1.1.4 路面基层材料的试验	24
1.1.4.1 路面基层材料试验的概述	24
1.1.4.2 水泥和石灰剂量试验	27
1.1.4.3 氯化钙和氯化镁含量试验	31
1.1.4.4 无侧限抗压强度试验	34
1.1.5 沥青与沥青混合料的试验	37
1.1.5.1 沥青材料的试验	37
1.1.5.2 沥青混合料热稳定性试验	50
1.1.5.3 沥青混合料水稳定性的试验	52
1.1.5.4 沥青混合料产品的试验	55
1.1.6 水泥与水泥混凝土的试验	58
1.1.6.1 砂石材料的技术性质与 要求	58

1.1.6.2 常用水泥技术标准和强度 指标	63
1.1.6.3 水泥材料的试验	65
1.1.6.4 水泥混凝土拌和物的试验	69
1.1.6.5 水泥混凝土强度的试验	74
1.2 道路的检测技术	77
1.2.1 机械检测技术	77
1.2.1.1 机械检测技术的特点、原理 与类型	77
1.2.1.2 记数式路面颠簸累积仪	77
1.2.1.3 绘图型路面平整度测定仪	79
1.2.1.4 划线式路面车辙测定仪	81
1.2.1.5 画图式 3m 直尺	84
1.2.2 机电检测技术	86
1.2.2.1 机电检测技术的特点、原理与 发展	86
1.2.2.2 普通型路面自动弯沉测 定仪	87
1.2.2.3 普通路面落锤式弯沉仪	89
1.2.2.4 轻型连续式路面平整度 测定仪	91
1.2.2.5 路面摩擦系数 (纵向、横向) 测 定仪	93
1.2.3 振动检测技术	95
1.2.3.1 振动检测技术概述	95
1.2.3.2 便携落锤式路面弯沉快速测 定仪	99
1.2.3.3 车载落锤式路面弯沉快速测 定仪	101
1.2.3.4 落锤式路面密实度快速测 定仪	103
1.2.3.5 落锤——频率式路基压实度 快速测定仪	104
1.2.3.6 落锤——电容式路基压实度 快速测定仪	108

1.2.4 超声波检测技术	111	1.4.2.2 制定试验方案,作好检定 准备	192
1.2.4.1 超声波检测技术概述	111	1.4.2.3 根据试验方案,作好具体试验 布置	192
1.2.4.2 超声波路面综合测强仪	114	1.4.3 桥梁结构的检查	194
1.2.4.3 超声波路面探伤仪	120	1.4.3.1 桥梁检查的主要部件	194
1.2.5 雷达检测技术	122	1.4.3.2 桥梁检查的部位及其内容	195
1.2.5.1 雷达检测技术概述	122	1.4.3.3 桥梁结构体系的检测部位与 内容	196
1.2.5.2 雷达检测主要仪器	123	1.4.3.4 混凝土桥梁结构的重点检查 部位图	196
1.2.5.3 路面雷达检测系统	126	1.4.4 混凝土的现场检测	197
1.2.6 激光检测技术	127	1.4.4.1 无破损检验法检测混凝土 强度	197
1.2.6.1 激光检测技术概述	127	1.4.4.2 挖取试样法检测混凝土 强度	203
1.2.6.2 激光弯沉测定仪	128	1.4.4.3 混凝土强度对桥梁结构 的影响	204
1.2.6.3 激光路面纹理测定仪	131	1.4.5 桥梁墩台沉降及位移观测	205
1.2.6.4 激光路面平整度测定仪	135	1.4.5.1 桥梁墩台沉降及位移观测的 目的	205
1.2.6.5 激光远距路面车辙测定仪	136	1.4.5.2 桥梁墩台沉降及位移观测的 内容与方法	205
1.3 桥梁的试验技术	139	1.4.5.3 桥梁墩台沉降及位移观测的 时间与记录	207
1.3.1 概述	139	1.4.6 桥梁钻(挖)孔灌注桩的检测	208
1.3.1.1 桥梁试验检测的任务和 意义	139	1.4.6.1 泥浆性能指标的检测	208
1.3.1.2 桥梁试验检测的主要内容	139	1.4.6.2 混凝土钻孔灌注桩完整性 检测	210
1.3.1.3 桥梁试验检测的依据	140	1.4.7 桥梁承载力的检测	219
1.3.2 桥梁原材料的试验	142	1.4.7.1 桥梁承载力的检测概述	219
1.3.2.1 砂石材料的试验	142	1.4.7.2 分析计算法	220
1.3.2.2 水泥、水质检验	151	1.4.7.3 荷载试验法	222
1.3.2.3 砂浆、混凝土的试验	155	1.4.7.4 实物调查比较法	222
1.3.3 桥梁静载试验	164		
1.3.3.1 概述	164		
1.3.3.2 桥梁静载试验检测仪器	164		
1.3.3.3 桥梁的静载试验	167		
1.3.4 桥梁动载试验	170		
1.3.4.1 桥梁动载试验的内容	170		
1.3.4.2 桥梁动载测试仪器	172		
1.3.4.3 桥梁动载试验	175		
1.4 桥梁的检测技术	179		
1.4.1 概述	179		
1.4.1.1 桥梁检测评定的目的	179		
1.4.1.2 桥梁检查的种类和项目	180		
1.4.1.3 桥梁工程质量检验的评定依据 和方法	182		
1.4.1.4 桥梁技术状况评定标准	185		
1.4.2 桥梁检定的技术准备与试验 布置	191		
1.4.2.1 掌握基本资料,明确现实 情况	192		
		2 道路维修技术	
		2.1 道路维修机械	229
		2.1.1 道路维修机械装备标准	229
		2.1.1.1 道路维修机械装备标准的 目的、 范围和原则	229
		2.1.1.2 路基养护维修机械装备 标准	229

2.1.1.3 沥青路面养护维修机械		挤淤法·····	307
装备标准·····	230	2.2.1.5 加固土桩法·····	308
2.1.1.4 水泥路面养护维修机械		2.2.1.6 碎石桩与砂桩·····	310
装备标准·····	231	2.2.1.7 袋装砂井、塑料排水板、反压护道	
2.1.1.5 高等级道路的维修保养		和柴(木)梢排·····	312
设备·····	232	2.2.1.8 粉喷桩与真空预压法·····	316
2.1.2 路基维修机械·····	236	2.2.2 高填方路基的下沉处理·····	320
2.1.2.1 概述·····	236	2.2.2.1 高填方路基的基本概念·····	320
2.1.2.2 推土机·····	238	2.2.2.2 高路堤产生沉降的原因·····	320
2.1.2.3 铲运机·····	241	2.2.2.3 高填方路基的设计·····	322
2.1.2.4 装载机·····	245	2.2.2.4 高填方路基的施工·····	324
2.1.2.5 挖掘机·····	248	2.2.3 高路堤软基的处理·····	327
2.1.2.6 平地机·····	253	2.2.3.1 换土覆填法·····	327
2.1.2.7 压路机·····	256	2.2.3.2 排水固结法·····	328
2.1.3 稳定土路面维修机械·····	260	2.2.3.3 加筋技术·····	333
2.1.3.1 路拌机械·····	260	2.2.3.4 高压喷射注浆法·····	343
2.1.3.2 稳定土厂拌设备·····	262	2.2.3.5 水泥土搅拌法·····	351
2.1.3.3 粉料撒布机·····	264	2.2.4 特殊地基上的基础工程处理·····	356
2.1.3.4 石料摊铺机·····	265	2.2.4.1 软土地基处理·····	356
2.1.4 沥青路面维修机械·····	266	2.2.4.2 湿陷性黄土地基处理·····	362
2.1.4.1 沥青乳化设备·····	266	2.2.4.3 膨胀土地基处理·····	365
2.1.4.2 沥青洒布机·····	267	2.2.4.4 红黏土地基处理·····	372
2.1.4.3 沥青混凝土拌和设备·····	269	2.2.4.5 岩溶与土洞地基的处理·····	374
2.1.4.4 沥青混凝土摊铺机·····	272	2.2.4.6 冻土地区基础工程的处理·····	377
2.1.4.5 沥青路面再生机械·····	275	2.2.5 路肩边坡的维修·····	383
2.1.4.6 沥青路面综合修补车·····	277	2.2.5.1 路肩的维修·····	383
2.1.4.7 美国科来福公司修补裂缝设备		2.2.5.2 边坡的维修·····	384
·····	279	2.3 路面不平整的原因及处理	
2.1.5 水泥路面维修机械·····	281	技术 ·····	387
2.1.5.1 混凝土搅拌机械·····	281	2.3.1 路面不平整产生的主要原因·····	387
2.1.5.2 混凝土搅拌楼(站)·····	285	2.3.1.1 路基不均匀沉降·····	387
2.1.5.3 混凝土输送机械·····	288	2.3.1.2 桥头涵洞两端及桥梁伸缩缝的	
2.1.5.4 混凝土振动机械·····	294	跳车·····	387
2.1.5.5 水泥混凝土摊铺机·····	298	2.3.1.3 基层不平整路面平整度的	
2.1.5.6 水泥路面维修车·····	301	影响·····	388
2.2 道路路基的维修技术 ·····	304	2.3.1.4 路面摊铺机及工艺对平整度的	
2.2.1 道路软土路基超限沉陷的防治		影响·····	388
处理·····	304	2.3.1.5 面层摊铺材料的质量对平整	
2.2.1.1 概述·····	304	度影响·····	390
2.2.1.2 高等级道路出现软土路基的		2.3.1.6 碾压对平整度的影响及接缝处	
原因分析·····	305	理欠佳·····	392
2.2.1.3 土工布加固地基、路填·····	306	2.3.2 提高路基及路面基层平整度的	
2.2.1.4 砂垫层、置换填土、抛石		措施·····	392

2.3.2.1 路堤填筑前原地面处理·····	392	2.4.3.3 水泥混凝土路面接缝修补材料·····	430
2.3.2.2 路基填料及压实·····	393	2.4.3.4 水泥混凝土路面板块修补材料·····	435
2.3.2.3 完善道路排水设施·····	394	2.4.3.5 JK 系列新型快速修补材料·····	443
2.3.2.4 路面基层施工注意事项·····	395	2.4.4 水泥混凝土路面的修补技术·····	451
2.3.3 沥青混凝土路面施工工艺与平整度控制·····	396	2.4.4.1 概述·····	451
2.3.3.1 沥青混凝土路面机械摊铺工艺与控制·····	396	2.4.4.2 水泥混凝土路面接缝的修补技术·····	452
2.3.3.2 沥青混凝土面层材料的质量控制·····	398	2.4.4.3 裂缝的修补技术·····	453
2.3.3.3 沥青混凝土路面碾压的质量控制·····	400	2.4.4.4 局部修补技术·····	454
2.3.3.4 沥青混凝土路面接缝处理措施·····	401	2.4.4.5 水泥混凝土路面整块板更换修复技术·····	456
2.3.4 水泥混凝土路面施工工艺与平整度控制·····	402	2.4.4.6 水泥混凝土路面磨损与浅层龟裂现象的罩面·····	459
2.3.4.1 水泥混凝土路面机械摊铺工艺·····	402	2.5 沥青混凝土路面的维修技术 ·····	464
2.3.4.2 水泥混凝土路面材料·····	404	2.5.1 沥青混凝土路面的使用现状·····	464
2.3.4.3 水泥混凝土路面纵横缝设置·····	405	2.5.1.1 沥青混凝土路面的种类·····	464
2.4 水泥混凝土路面的维修技术 ·····	409	2.5.1.2 高等级道路的沥青路面结构·····	464
2.4.1 概述·····	409	2.5.1.3 沥青路面的表面使用功能·····	469
2.4.1.1 水泥混凝土路面的现状·····	409	2.5.1.4 粗集料断级配沥青混凝土·····	470
2.4.1.2 水泥混凝土路面修补技术的发展·····	413	2.5.2 沥青路面损坏的类型、原因、技术要求及评价·····	472
2.4.1.3 水泥混凝土路面维修养护的内容和对策·····	414	2.5.2.1 沥青混凝土路面损坏的类型·····	472
2.4.2 水泥混凝土路面损坏的类型、原因及评定·····	415	2.5.2.2 沥青混凝土路面损坏的原因·····	476
2.4.2.1 水泥混凝土路面损坏类型·····	415	2.5.2.3 沥青路面维修作业分类及主要内容·····	482
2.4.2.2 水泥混凝土路面断板原因·····	415	2.5.2.4 沥青路面维修保养的技术要求·····	482
2.4.2.3 水泥混凝土路面裂缝的原因·····	418	2.5.2.5 沥青路面质量的评价及维护保养·····	485
2.4.2.4 水泥混凝土路面表面损坏的原因·····	421	2.5.3 沥青混凝土路面病害预防措施·····	490
2.4.2.5 水泥混凝土路面损坏状况评定·····	422	2.5.3.1 沥青混凝土路面早期病害的预防措施·····	490
2.4.3 水泥混凝土路面的修补材料·····	426	2.5.3.2 高等级道路沥青路面病害预防措施·····	495
2.4.3.1 水泥混凝土路面修补材料的类型·····	426	2.5.4 沥青混凝土路面坑槽的修补技术·····	498
2.4.3.2 水泥混凝土路面裂缝修补材料·····	427	2.5.4.1 乳化沥青技术的特点及	

应用.....	498	类型.....	540
2.5.4.2 沥青乳化剂的分类及选择.....	500	3.2.1.2 水泥混凝土桥梁结构缺陷产生的原因.....	540
2.5.4.3 常温混合料修补路面坑槽.....	502	3.2.1.3 水泥混凝土桥梁结构产生缺陷的危害.....	541
2.5.4.4 沥青路面的低温混合料.....	504	3.2.2 水泥混凝土桥梁结构表层缺陷的检查与修补材料.....	542
2.5.5 乳化沥青稀浆封层技术.....	507	3.2.2.1 水泥混凝土桥梁表层缺陷的检查及分析.....	542
2.5.5.1 稀浆封层技术的特点及应用.....	507	3.2.2.2 水泥混凝土桥梁表层损坏废料的清除.....	542
2.5.5.2 慢裂快凝稀浆封层技术.....	509	3.2.2.3 水泥混凝土桥梁表层缺陷修补常用的材料.....	543
2.5.5.3 改性乳化沥青稀浆封层技术.....	512	3.2.3 水泥混凝土桥梁结构表层维修的方法.....	546
2.5.6 合成材料修补沥青路面裂缝技术.....	515	3.2.3.1 水泥混凝土的修补法.....	546
2.5.6.1 沥青路面修补裂缝技术.....	515	3.2.3.2 水泥砂浆的修补法.....	547
2.5.6.2 土工合成材料的类型与功能.....	518	3.2.3.3 混凝土胶粘剂的修补法.....	548
2.5.6.3 玻璃纤维格栅在修补沥青路面的应用.....	522	3.2.3.4 环氧树脂的修补法.....	550
2.5.6.4 玻璃纤维布修补沥青路面网裂的技术.....	524	3.2.4 砖石桥梁结构的表层损坏及维修.....	551
		3.2.4.1 砖石桥梁结构的表层损坏原因.....	551
		3.2.4.2 砖石桥梁结构表层损坏的维修方法.....	551
3 桥梁维修技术		3.3 桥梁结构裂缝的修补技术	554
3.1 桥梁维修概论	531	3.3.1 桥梁裂缝的产生及分类.....	554
3.1.1 桥梁维修加固的基本概念.....	531	3.3.1.1 概述.....	554
3.1.1.1 桥梁维修加固的形式.....	531	3.3.1.2 砖石砌体的裂缝.....	554
3.1.1.2 桥梁维修加固的意义.....	531	3.3.1.3 水泥混凝土构件的裂缝.....	555
3.1.2 桥梁维修加固的目的.....	532	3.3.2 桥梁孔结构的常见裂缝.....	556
3.1.2.1 确保桥梁的安全、完整及适用.....	532	3.3.2.1 钢筋混凝土简支梁的常见裂缝.....	556
3.1.2.2 熟悉桥梁状况,掌握基础资料,为维修提供方便.....	533	3.3.2.2 预应力钢筋混凝土梁的常见裂缝.....	558
3.1.2.3 提高旧桥的承载能力与通过能力.....	533	3.3.2.3 连续梁、刚架桥及拱桥的常见裂缝.....	559
3.1.3 桥梁维修加固的内容.....	534	3.3.3 桥梁墩台的常见裂缝.....	560
3.1.3.1 桥梁养护维修中的常见病害.....	534	3.3.4 桥梁结构裂缝的修补方法.....	562
3.1.3.2 桥梁维修加固的主要内容.....	536	3.3.4.1 桥梁结构裂缝的检测.....	562
3.1.3.3 桥梁维修加固的基本步骤.....	537	3.3.4.2 桥梁裂缝修补必要性的判定与选择.....	563
3.1.3.4 桥梁维修加固的常用方法.....	537	3.3.5 桥梁结构裂缝的表面封闭修	
3.1.4 桥梁维修加固的特点.....	538		
3.2 桥梁结构表层的维修技术	540		
3.2.1 水泥混凝土桥梁结构的缺陷.....	540		
3.2.1.1 水泥混凝土桥梁结构缺陷的			

补法	565	3.5.1 桥梁墩台基础的缺陷	588
3.3.5.1 表面抹灰修补法	565	3.5.1.1 概述	588
3.3.5.2 填缝与凿槽嵌补	566	3.5.1.2 桥梁基础的缺陷	588
3.3.5.3 表面粘贴修补法	566	3.5.1.3 桥梁墩(台)身的缺陷	590
3.3.5.4 打箍加固封闭法	567	3.5.2 桥梁墩台基础的维修与加固	590
3.3.5.5 表面喷浆法	567	3.5.2.1 桥台基础的维修	590
3.3.6 裂缝的压力灌浆修补法	568	3.5.2.2 扩大墩台基础加固法	591
3.3.6.1 概述	568	3.5.2.3 增补桩基加固法	591
3.3.6.2 水泥灌浆修补法	568	3.5.2.4 人工地基加固法	592
3.3.6.3 化学材料灌浆修补法	569	3.5.2.5 钢筋混凝土套箍或护套 加固法	593
3.4 梁式桥上部结构的维修		3.5.2.6 桥台滑移倾斜的处理	593
加固技术	572	3.5.3 桥梁墩台基础的旋喷注浆加固	594
3.4.1 梁式桥上部结构常见缺陷及 其原因	572	3.5.3.1 旋喷法的特征与工艺类型	594
3.4.1.1 梁式桥上部结构常见的主要 缺陷	572	3.5.3.2 旋喷法加固墩台基础的 施工	596
3.4.1.2 梁式桥主要缺陷的种类及 原因分析	573	3.5.3.3 旋喷法加固墩台基础的 应用实例	597
3.4.2 桥梁维修加固的主要方法	575	3.5.4 桥梁墩台基础的改建	598
3.4.2.1 桥梁维修加固的一般原则	575	3.5.4.1 墩台基础的加宽	598
3.4.2.2 桥梁维修加固的主要方法	576	3.5.4.2 墩台基础的加高	598
3.4.3 桥面铺装层的维修与加固	577	3.6 拱桥的维修与加固技术	601
3.4.3.1 概述	577	3.6.1 砖、石拱桥维修加固法	601
3.4.3.2 桥面板的修补措施	578	3.6.1.1 砖、石拱桥的维修	601
3.4.3.3 桥面补强层加固法	578	3.6.1.2 砖、石拱桥的加固	601
3.4.3.4 桥面补强层加固法的施工	579	3.6.1.3 砖、石拱桥的抢修和临时 加固	603
3.4.4 增大梁截面和配筋加固法	580	3.6.2 双曲拱桥的维修加固法	605
3.4.4.1 概述	580	3.6.2.1 双曲拱桥的常见病害	605
3.4.4.2 板梁桥增大截面和配筋 加固法	580	3.6.2.2 双曲拱桥的维修加固	605
3.4.4.3 T形梁增大截面和配筋 加固法	581	3.6.3 桁架拱桥的维修加固	607
3.4.5 预应力混凝土桥梁加固法	582	3.6.3.1 桁架拱桥的构造特点及 类型	607
3.4.5.1 概述	582	3.6.3.2 桁架拱桥的常见缺陷	608
3.4.5.2 预应力拉杆加固钢筋混凝土 梁板	583	3.6.3.3 桁架拱桥的维修加固	609
3.4.6 钢板粘贴补强和改变结构体系 加固法	585	3.6.4 拱桥的改建与墩台基础 加固法	610
3.4.6.1 钢板粘贴补强法	585	3.6.4.1 拱桥的拓宽改建	610
3.4.6.2 改变结构体系加固法	586	3.6.4.2 拱桥墩台基础加固法	611
3.5 桥梁下部结构的维修与加固		3.6.4.3 顶推法调整拱桥拱脚的 水平位移	611
技术	588	3.7 桥梁附属构筑物的维修技术	616
		3.7.1 桥梁支座的维修加固	616

3.7.1.1 桥梁支座的作用与形式·····	616	3.7.3.2 桥头引道的养护维修·····	624
3.7.1.2 桥梁支座的损坏及产生原因·····	617	3.7.4 道路桥头及桥梁伸缩缝处跳车的防治措施·····	625
3.7.1.3 桥梁支座的检查内容·····	618	3.7.4.1 道路桥头及桥梁伸缩缝处跳车的现状·····	625
3.7.1.4 桥梁支座的维修与加固·····	618	3.7.4.2 道路桥头及桥梁伸缩缝处跳车的危害·····	625
3.7.2 桥梁伸缩缝的维修·····	619	3.7.4.3 道路桥头及桥梁伸缩缝处跳车台阶产生的原因·····	626
3.7.2.1 桥梁伸缩缝的构造·····	619	3.7.4.4 防止跳车的基本措施·····	629
3.7.2.2 桥梁伸缩缝的常见缺陷及原因分析·····	621	3.7.4.5 产生跳车台阶的维修·····	633
3.7.2.3 桥梁伸缩缝的养护维修·····	622	参考文献 ·····	634
3.7.3 桥面及桥头引道的养护维修·····	623		
3.7.3.1 桥面铺装层的养护维修·····	623		

1 道路桥梁的试验技术

1.1 道路的试验技术

1.1.1 土 的 分 类

1.1.1.1 土分类总体系

土分类总体系见图 1-1-1 所示。

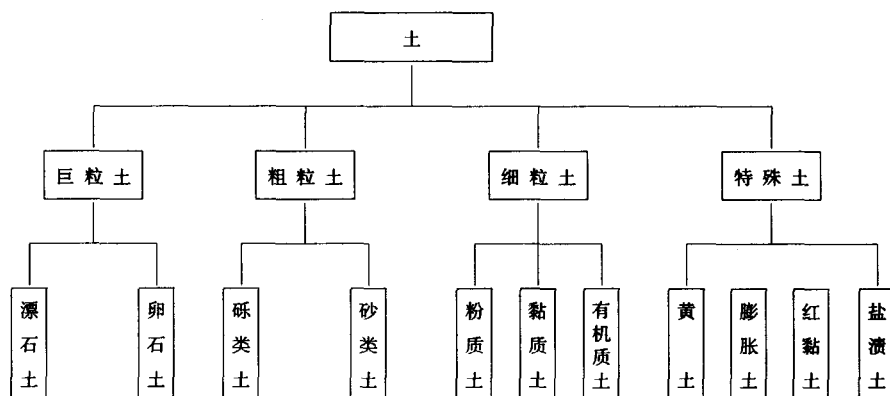


图 1-1-1 土分类总体系

1.1.1.2 土壤物理性能

道路常使用土壤物理性能见表 1-1-1 所列。

1.1.1.3 土的一般规定

土的工程分类一般规定有如下内容：

(1) 土的分类依据的特征：

1) 土颗粒组成特征。土颗粒组成特征应以土的级配指标的不均匀系数 C_u 和曲率系数 C_c 表示，不均匀系数 C_u 反映粒径分布曲线上的土粒分布范围，按下式计算：

$$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}}$$

曲率系数 C_c 反映粒径分布曲线上的土粒分布形状，按下式计算：

$$C_c = \frac{(d_{30})^2}{d_{10} \cdot d_{60}}$$

式中 d_{10} 、 d_{30} 、 d_{60} ——分别为土的粒径分布曲线上对应通过率 10%、30% 和 60% 的粒径 (mm)；

2) 土的塑性指标：主要是液限 W_L 、塑限 W_P 和塑性指数 I_P 。

(2) 粒组划分范围。粒组划分范围见图 1-1-2 所示。

表 1-1-1

道路常用土壤物理性能表

深度 (m)	标高 (m)	厚度 (m)	图 例	土 名	描 述	W (%)	主要物理力学性指标						
							ρ (g/cm ³)	ρ_2 (g/cm ³)	E	B	r		a_{1-3} (cm ² /kg)
											ϕ (°)	c (kg/cm ²)	
2.4	0.44	2.4		吹垫土	0~0.5m 为杂填土	26.0	1.95	1.55	0.75	0.8	12	0.46	
4.5	-1.66	2.1		粉土	褐黄、云母、铁质、有机质	24.3	18.5	1.49	0.81	0.8			
						25.3	1.85	1.48	0.83	0.5			
						26.5	1.91	1.51	0.79	0.5			
				淤泥质亚黏土		32.3	1.80	1.36	0.99	1.7	9	0.38	
				粉 土		33.2	1.80	1.35	1.00	1.2	16.5	0.2	
						36.5	1.80	1.32	1.06	1.2	19.5	0.2	
						28.7	1.81	1.41	0.92	1.0	16	0.2	
						25.7	18.7	1.48	0.83	0.6	22.5	0.28	
14.0	-11.16	9.5		粉质黏土	灰色、云母、有机质、贝壳	27.4	1.89	1.48	0.83	0.8	27	0.24	
				黏 土		42.3	17.3	1.22	1.25	0.9	14	0.24	
						39.4	1.79	1.28	1.14	0.6	21.5	0.26	
				粉质黏土		37.4	1.80	1.31	1.09	0.6	15	0.36	
						26.4	1.92	1.52	0.79	0.3			
						23.1	2.00	1.63	0.66	0.8			
				粉 土		20.8	1.97	1.63	0.66	0.7			
						23.0	1.97	1.60	0.69	0.4			
						15.2	2.03	1.76	0.53				0.016
				粉 砂		22.9	2.01	1.63	0.66	0.3			0.025
						28.3	1.88	1.47	0.86	0.4			0.028
						25.2	1.97	1.57	0.72	0.5			0.021
30.0	27.16	16.0		粉质黏土	褐黄、灰黄、云母、铁质有机质、贝壳	23.9	1.95	1.57	0.72	0.6			0.018
						25.7	1.93	1.54	0.76	0.8			0.025
				粉 土		31.0	1.93	1.47	0.84	0.8			0.027
						30.6	1.93	1.48	0.84	0.6			0.026
						26.2	1.92	1.49	0.82	0.6			0.029
				粉质黏土		31.1	1.96	1.50	0.83	0.5			
				黏 土		23.5	1.93	1.56	0.75	<0			0.02

200		60		20		5		2		0.5		0.25		0.074		0.002 (mm)	
巨粒组				粗粒组								细粒组					
漂石 (块石)		卵石 (小块石)		砾 (角砾)			砂			粉粒		黏粒					
				粗	中	细	粗	中	细								

图 1-1-2 粒组划分范围示意图

(3) 土的成分、级配、液限、特殊土和土类名称等的基本代号见表 1-1-2 所列。

土的成分、级配、液限、特殊土和土类名称及代号 表 1-1-2

主要项目	规 定 主 要 内 容 (摘要)			
土的 成分、 级配、液限和 特殊土等基本 代号	1. 土的 成分	代号	2. 土的 级配	代号
	漂石	B	级配良好	W
	块石	Ba	级配不良	P
	卵石	Cb	3. 土液限高低	代号
	小块石	Cba	高液限	H
	砾	G	低液限	L
	角砾	Ga	4. 特殊土	代号
	砂	S	黄土	Y
	粉土	M	膨胀土	E
	黏土	C	红黏土	R
	细粒土 (C 和 M 合称)	F	盐渍土	St
	(混合) 土 (粗、细粒土合称)	Sl		
	有机质土	O		
土类名称和 代号	土类名称	代号	土类名称	代号
	漂石	B	含砾高液限粉土	MHG
	块石	Ba	含砾低液限粉土	MLG
	卵石	Cb	含砂高液限粉土	MHS
	小块石	Cba	含砂低液限粉土	MLS
	漂石类土	BSl	高液限黏土	CH
	卵石夹土	CBSl	低液限黏土	CL
	漂石质土	SIB	含砾高液限黏土	CHG
	卵石质土	SlCb	含砾低液限黏土	CLG
	级配良好砾	GW	含砂高液限黏土	CHS
	级配不良砾	GP	含砂低液限黏土	CLS
	细粒质砾	GF	有机质高液限黏土	CHO
	粉土质砾	GM	有机质低液限黏土	CLO
	黏土质砾	GC	有机质高液限粉土	MHO
	级配良好砂	SW	有机质低液限粉土	MLO
	级配不良砂	SP	黄土 (低液限黏土)	CLY
	粉土质砂	SM	膨胀土 (高液限黏土)	CHE
	黏土质砂	SC	红土 (高液限粉土)	MHR
	高液限粉土	MH		
	低液限粉土	ML	盐渍土	St

注：土类名称可用一个基本代号表示。当由两个基本代号表示时，第一个代号表示土的成分，第二个代号表示副成分（土的液限或土的级配）。当由三个基本代号构成时，第一代号表示土的主要成分，第二为液限高低（或级配好坏），第三则表示土中所含次要成分。

1.1.1.4 巨粒土分类

(1) 巨粒土分类体系。巨粒土分类体系见图 1-1-3 所示。