



高职高专土建大类十二五规划教材

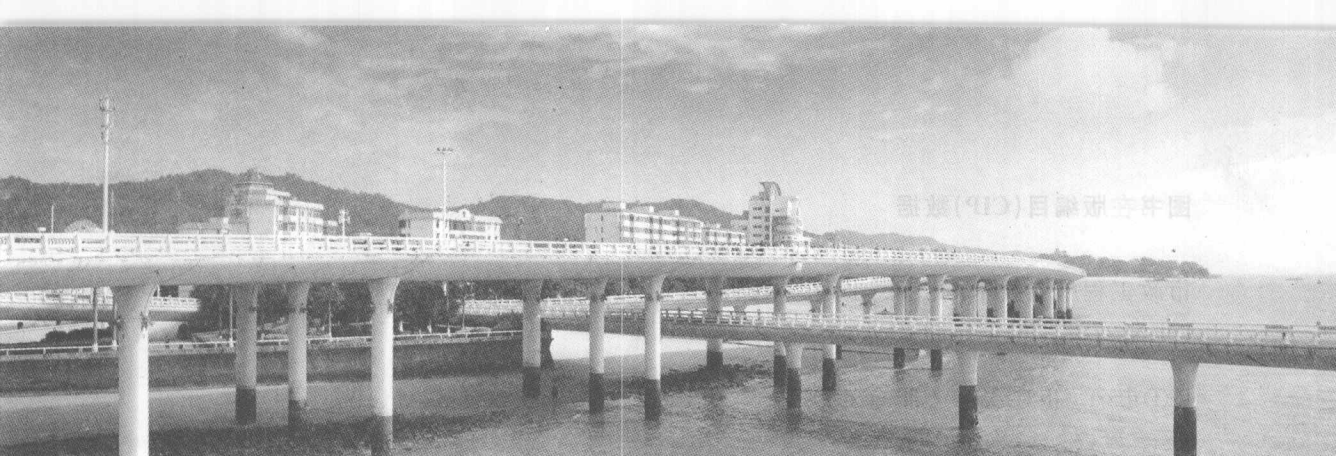
市政工程施工技术

主 编 © 吴伟民



厦门大学出版社
XIAMEN UNIVERSITY PRESS

国家一级出版社
全国百佳图书出版单位



高职高专土建大类十二五规划教材

市政工程施工技术

主 编 ◎ 吴伟民

副主编 ◎ 张金霖

编写者 ◎ 陈光吉

林欣欣

李林威



YZLI0890172976



厦门大学出版社
XIAMEN UNIVERSITY PRESS

国家一级出版社
全国百佳图书出版单位

图书在版编目(CIP)数据

市政工程施工技术/吴伟民主编. —厦门:厦门大学出版社, 2013. 1
ISBN 978-7-5615-4479-2

I. ①市… II. ①吴… III. ①市政工程-工程施工-高等职业教育-教材 IV. ①TU99

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 013993 号



吴伟民 ① 编 主

霖金 ② 编 主



厦门大学出版社出版发行

(地址:厦门市软件园二期望海路 39 号 邮编:361008)

<http://www.xmupress.com>

xmup@xmupress.com

三明市华光印务有限公司印刷

2013 年 1 月第 1 版 2013 年 1 月第 1 次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:27.25

字数:650 千字 印数:1~2 500 册

定价:50.00 元

如有印装质量问题请与承印厂调换

内容摘要

本书是高职高专土建大类十二五规划教材,教材依据《福建省教育厅关于组织实施“福建省高等职业教育教材建设计划”的通知》(闽教高[2010]60号)文件精神、土建类专业教材编委会研讨制定的《福建省土建类高等职业教育教材建设方案》及“市政工程施工技术”课程教学大纲编写完成。全书分为三篇,第一篇为道路工程施工技术篇,由路基施工技术、垫层及基层施工技术、沥青面层施工技术、水泥混凝土面层施工技术四个章节组成;第二篇为桥梁工程施工技术篇,由桥梁基础施工、桥梁墩台施工、混凝土和预应力钢筋混凝土构配件制作、桥跨结构施工、悬索桥施工、斜拉桥施工六个章节组成;第三篇为管道工程施工技术篇,包括市政管道工程概述、市政管道开槽施工、市政管道不开槽施工、附属构筑物施工及管道维护四个章节。

本教材主要作为高等职业教育市政类专业的教学用书,也可作为其他相关专业教学参考书,同时可供就业岗位培训或供市政工程技术人員学习参考。

高等职业教育土建大类十二五规划教材

编审委员会

主 任	林松柏	黎明职业大学校长
副主任	江 勇	福建水利电力职业技术学院院长
副主任	陈卫华	黎明职业大学副校长

委 员

李伙穆	黎明职业大学土木建筑工程系原主任
林 辉	福建水利电力职业技术学院水利工程系主任
周志坚	福建船政交通职业学院交通土建工程系原主任、教务处处长
罗东远	闽西职业技术学院土木建筑工程系主任
薛奕忠	漳州职业技术学院建筑工程系主任
林春建	福建省第五建筑工程公司副总经理、教授级高工
林巧国	福建省第一建筑工程公司副总经理、副总工
吴延凤	厦门城市职业学院土木建筑工程学部主任
林起健	福建信息职业技术学院建筑工程系主任
郑金兴	福建林业职业技术学院土木建筑工程系主任
宋文艳	厦门大学出版社总编辑
赖俊仁	台湾朝阳大学营建工程系教授
梁志满	黎明职业大学土木建筑工程学院院长
吴伟民	福建水利电力职业技术学院土木建筑工程系主任
卓维松	福建船政交通职业学院建筑工程系系主任

编审委员会办公室

主 任	王金选	黎明职业大学教务处副处长
副主任	陈俊峰	黎明职业大学土木建筑工程学院副院长
	吴伟民	福建水利电力职业技术学院土木建筑工程系主任

成 员

王金圳	黎明职业大学施工技术专业主任
颜志敏	福建水利电力职业技术学院工民建教研室主任

前言

“市政工程施工技术”是高等职业教育市政类专业的一门必修主干课程。其任务在于阐述市政工程中主要建设项目的施工原理、施工方法、构造要点,施工用材料的规格、标准、配合比设计,施工机械选用,现行市政、公路工程的行业规范和标准等内容。

本教材是根据《福建省教育厅关于组织实施“福建省高等职业教育教材建设计划”的通知》(闽教高[2010]60号)文件精神、土建类专业教材编写委员会研讨制定的《福建省土建类高等职业教育教材建设方案》及“市政工程施工技术”课程教学大纲编写的福建省土建类专业规划教材。教材以学生能力培养为主线,具有鲜明的时代特点,体现实用性、实践性、创新性的教材特色,是一套理论联系实际、教育面向生产的高职高专教育精品规划教材。

本教材的特色是以市政工程建设为对象,本着“突出重点、注重实用、避免重复”的原则,对市政工程中道路、桥梁和管道工程施工方法进行科学合理的整合,使其更加具有系统性。本书在编写时,注意与相关学科基本理论和知识的联系,注意反映新技术、新材料、新工艺、新标准在生产中的运用,注意突出对解决工程实践问题的能力培养,力求做到层次分明、条理清晰、结构合理。

本教材由福建水利电力职业技术学院吴伟民任主编。全书由三篇14章组成,编写人员及编写分工如下:第一篇的第1、2章由福建林业职业技术学院李林威编写,第3、4章由福建船政交通职业学院张金霖编写;第二篇的第1、2、3、4、5、6章由福建水利电力职业技术学院吴伟民编写;第三篇的第1、2、4章由黎明职业技术学院陈光吉编写,第3章由厦门城市职业学院林欣欣编写。吴伟民还承担了全书的统稿工作。

本教材在编写中引用了大量的规范、专业文献和资料,恕未在书中一一注明。在此,对有关作者表示诚挚的谢意。

对书中存在的缺点和疏漏,恳请广大读者批评指正。

编者

2012年11月

目 录

第一篇 道路工程施工技术

第一章 路基施工技术	3
1.1 路基施工的准备工作的	3
1.1.1 路基施工的基本程序与内容	3
1.1.2 路基施工的特点和原则	4
1.1.3 路基施工的基本方法	4
1.1.4 施工前的准备工作	4
1.2 土质路基施工	8
1.2.1 土质路基填筑	8
1.2.2 路堑开挖及其施工技术	15
1.2.3 挖方路基的边坡坡度要求与施工技术要点	17
1.2.4 土质路基机械化施工及施工机械选择	18
1.3 石质路基施工	21
1.3.1 爆破的基本原理和应用范围	21
1.3.2 爆破施工技术	25
1.4 路基压实施工技术	28
1.4.1 土基压实标准及其应用	28
1.4.2 压实工作组织	31
1.5 路基的防护与加固	32
1.5.1 路基防护与加固的原则	32
1.5.2 坡面防护与加固方法	32
1.5.3 路基冲刷防护方法	35
1.5.4 支挡工程	37
1.5.5 路基边坡施工中易出现的问题及处理方法	37
1.6 路基排水设施施工	38
1.6.1 地面排水设施施工技术	38
1.6.2 地下排水设施施工技术	42
1.7 路基的整修维修与验收标准	46

1.7.1 路基整修施工技术要点	46
1.7.2 路基维修施工技术要点	46
1.7.3 路基工程质量检查验收标准	47
复习思考题	49
第二章 垫层及基层施工技术	51
2.1 垫层、填隙碎石施工技术	51
2.1.1 垫层	51
2.1.2 填隙碎石	51
2.2 级配碎(砾)石施工技术	54
2.2.1 材料要求	54
2.2.2 施工程序与施工技术要点	56
2.3 水泥稳定土施工技术	59
2.3.1 材料要求	59
2.3.2 混合料组成设计要点	61
2.3.3 路拌法施工程序与施工技术要点	63
2.3.4 中心站集中厂拌法施工技术要点	67
2.3.5 养生及交通管制	68
2.3.6 施工组织与作业段划分	69
2.3.7 其他相关规定	69
2.4 石灰稳定土施工技术	70
2.4.1 一般规定	70
2.4.2 材料要求	70
2.4.3 混合料组成设计要点	72
2.4.4 路拌法施工程序与施工技术要点	72
2.4.5 养生与交通管制要点	74
2.5 石灰工业废渣稳定土施工技术	75
2.5.1 材料要求	75
2.5.2 混合料组成设计要点	76
2.5.3 路拌法施工程序与施工技术要点	78
2.5.4 中心站集中厂拌法施工技术要点	79
2.5.5 养生及交通管制要点	80
2.6 基层施工质量检验标准	80
复习思考题	82
第三章 沥青面层施工技术	83
3.1 概述	83
3.1.1 沥青路面的特点	83
3.1.2 沥青路面的分类	83
3.1.3 施工准备工作	84
3.2 沥青路面材料	85

3.2.1	材料的一般规定	85
3.2.2	沥青	86
3.2.3	乳化沥青	86
3.2.4	液体石油沥青	87
3.2.5	煤沥青	87
3.2.6	改性沥青	87
3.2.7	改性乳化沥青	88
3.2.8	粗集料	89
3.2.9	细集料	90
3.2.10	填料	91
3.3	透层、黏层施工技术	92
3.3.1	透层施工技术要点	92
3.3.2	黏层施工技术要点	93
3.4	热拌沥青混合料路面施工技术	94
3.4.1	热拌沥青混合料的种类及基本要求	94
3.4.2	施工前的准备工作	95
3.4.3	沥青混合料的拌和	97
3.4.4	热拌沥青混合料的运输	98
3.4.5	热拌沥青混合料的摊铺	99
3.4.6	沥青路面的压实及接缝的处理	102
3.5	沥青表面处治与封层施工技术	104
3.5.1	沥青表面处治施工技术要点	105
3.5.2	上封层施工技术要点	106
3.5.3	下封层施工技术要点	107
3.6	沥青贯入式路面施工技术	107
3.6.1	贯入式路面所用材料规格和用量	107
3.6.2	贯入式路面施工准备	110
3.6.3	贯入式路面施工技术要点	110
3.7	沥青面层施工质量标准及验收	110
3.7.1	沥青面层施工质量验收应执行的基本规定	110
3.7.2	交工验收阶段的工程质量检查与验收	111
3.7.3	沥青层压实度评定方法	113
	复习思考题	115
第四章	水泥混凝土面层施工技术	117
4.1	概述	117
4.1.1	材料要求	117
4.1.2	混凝土配合比设计	119
4.1.3	施工准备	124
4.2	混凝土的搅拌和运输	128

4.2.1	搅拌设备	128
4.2.2	拌和技术要求	129
4.2.3	运输车辆	131
4.2.4	运输技术要求	132
4.3	混凝土面层铺筑施工技术	133
4.3.1	滑模机械摊铺施工技术要点	133
4.3.2	三辊轴机组施工技术要点	138
4.3.3	小型机具铺筑施工技术要求	139
4.3.4	模板的架设与拆除	142
4.3.5	接缝与灌缝施工技术要点	144
4.3.6	抗滑构造施工技术要点	147
4.3.7	混凝土路面养生施工技术要点	147
4.4	特殊气候条件下混凝土路面施工技术	148
4.4.1	一般规定	148
4.4.2	雨季施工	148
4.4.3	风天施工	149
4.4.4	高温季节施工	149
4.4.5	低温季节施工	150
4.5	水泥混凝土面层施工质量标准及验收	150
4.5.1	施工过程质量管理与检查	150
4.5.2	交工质量检查验收	151
	复习思考题	152

第二篇 桥梁工程施工技术

第一章	桥梁基础施工	154
1.1	概述	154
1.1.1	桥梁施工准备工作	154
1.1.2	桥位放样	155
1.1.3	桥梁基础类型	157
1.2	桥梁基础施工	158
1.2.1	明挖基础施工	158
1.2.2	桩基础施工	160
1.2.3	沉井基础	168
	复习思考题	173
第二章	桥梁墩台施工	174
2.1	石砌墩台的施工	174
2.1.1	定位放样	174
2.1.2	材料运输	174

2.1.3 圬工砌筑	175
2.1.4 基础砌筑	177
2.1.5 墩台身砌筑	177
2.1.6 墩台帽施工	178
2.2 装配式墩台的施工	179
2.2.1 砌块式墩台施工	179
2.2.2 柱式墩台施工	180
2.2.3 后张法预应力混凝土装配墩施工	181
2.3 就地浇筑混凝土墩台的施工	183
2.3.1 墩台模板	183
2.3.2 混凝土浇筑的施工要点	184
2.4 高桥墩的滑动模板施工	186
2.4.1 滑动模板构造	186
2.4.2 滑动模板提升工艺	187
2.4.3 滑模浇筑混凝土施工要点	188
2.5 桥台附属工程施工	189
2.5.1 桥头锥坡施工	189
2.5.2 台后泄水盲沟施工要点	190
2.5.3 导流建筑物施工要点	190
复习思考题	190
第三章 混凝土及预应力钢筋混凝土构配件制作	191
3.1 钢筋混凝土和预制钢筋混凝土梁板的制作	191
3.1.1 模板	191
3.1.2 钢筋工程	193
3.1.3 混凝土工程	197
3.2 预应力钢筋混凝土梁板的制作	201
3.2.1 预应力夹具和锚具	202
3.2.2 先张法施工工艺	204
3.2.3 后张法施工工艺	208
复习思考题	214
第四章 桥跨结构施工	215
4.1 悬臂施工法	215
4.1.1 悬臂浇筑法	215
4.1.2 悬臂拼装法	224
4.2 顶推法施工	232
4.2.1 梁段预制	234
4.2.2 梁段顶推	235
4.2.3 导梁和临时墩	238
4.2.4 顶推施工中注意的问题	240

4.3 逐孔施工法	241
4.3.1 用临时支撑组拼预制节段逐孔施工	241
4.3.2 整孔吊装与分段吊装逐孔施工	242
4.3.3 使用移动支架逐孔现浇施工	242
4.4 预制安装施工法	244
4.4.1 陆地架梁法	245
4.4.2 浮运架梁法	247
4.4.3 高空架梁法	248
4.5 拱桥施工	251
4.5.1 有支架施工	251
4.5.2 无支架施工	255
4.6 桥面及附属工程	268
4.6.1 支座安装	268
4.6.2 伸缩装置	272
4.6.3 桥面防水与排水	273
4.6.4 桥面铺装	275
4.6.5 人行道及栏杆板的安装	276
复习思考题	277
第五章 悬索桥施工	278
5.1 悬索桥简介	278
5.1.1 悬索桥的构造	278
5.1.2 悬索桥的施工程序	279
5.2 锚碇施工	281
5.2.1 锚碇的形式	281
5.2.2 主缆锚固	281
5.2.3 锚碇体施工	282
5.3 索塔与主缆施工	283
5.3.1 索塔的形式	283
5.3.2 混凝土塔柱施工	284
5.3.3 钢塔施工	284
5.3.4 主索鞍施工	285
5.3.5 主缆施工	286
5.3.6 猫道	289
5.4 加劲梁施工	293
5.4.1 加劲梁的特点	293
5.4.2 钢桁加劲梁施工	295
5.4.3 钢筋混凝土加劲梁施工	297
复习思考题	299

第六章 斜拉桥施工	300
6.1 斜拉桥简介	300
6.1.1 斜拉桥	300
6.1.2 斜拉桥布置形式	301
6.2 索塔及主梁施工	301
6.2.1 索塔施工	301
6.2.2 起重设备的选择	302
6.2.3 拉索锚固区塔柱的施工	303
6.2.4 索塔施工质量要求	305
6.2.5 斜拉桥主梁施工方法	306
6.3 斜拉索施工	306
6.3.1 斜拉索的施工	306
6.3.2 斜拉索的防护	311
6.3.3 斜拉索的安装	312
复习思考题	317

第三篇 管道工程施工技术

第一章 市政管道工程概述	320
1.1 给水管道工程	320
1.1.1 给水管道系统的组成	320
1.1.2 给水管网系统的类型	321
1.1.3 给水管网的布置	323
1.1.4 给水管材	324
1.1.5 给水管网附件	326
1.2 排水管道工程	328
1.2.1 排水管网系统的组成	328
1.2.2 排水系统的体制	329
1.2.3 排水管网系统的布置	330
1.2.4 排水管渠材料	332
1.3 其他市政管线工程	338
1.3.1 燃气管道系统	338
1.3.2 热力管网系统	341
1.3.3 电力管线和电信管线的构造	342
复习思考题	345
第二章 市政管道开槽施工	346
2.1 施工降排水	346
2.1.1 明沟排水	346
2.1.2 人工降低地下水位	348

2.2 沟槽开挖	356
2.2.1 施工准备	356
2.2.2 沟槽断面形式	357
2.2.3 沟槽及基坑土方量计算	358
2.2.4 沟槽及基坑的土方开挖	358
2.3 沟槽支撑	360
2.3.1 支撑的目的及要求	360
2.3.2 支撑的种类及其使用的条件	361
2.3.3 支撑的材料要求	362
2.3.4 支撑的支设和拆除	362
2.4 管道的铺设与安装	364
2.4.1 下管与稳管	364
2.4.2 排水管道的安装与铺设	365
2.4.3 压力管道安装与铺设	367
2.4.4 管道压力试验及严密性试验	370
2.5 沟槽回填	372
2.6 工程验收	373
复习思考题	374
第三章 市政管道不开槽施工	375
3.1 掘进顶管法	376
3.1.1 人工掘进顶管	376
3.1.2 机械掘进顶管	379
3.1.3 管节顶进时的连接	381
3.1.4 延长顶进技术	382
3.1.5 顶管测量和误差校正	384
3.1.6 掘进顶管的内接口	386
3.2 挤压土顶管和管道牵引不开槽铺设	387
3.2.1 挤压土顶管	387
3.2.2 管道牵引施工简介	389
3.3 盾构法施工	391
3.3.1 盾构的组成及工作原理	391
3.3.2 盾构的形式及特点	392
3.3.3 盾构施工的勘察和准备工作	394
3.3.4 盾构的下放与始顶	395
3.3.5 盾构掘进的挖土及顶进	396
3.3.6 盾构的砌块及衬砌方法	397
3.4 其他暗挖法简介	398
3.4.1 浅埋暗挖法	398
3.4.2 盖挖逆作法	399

3.4.3 管棚法	400
复习思考题.....	401
第四章 附属构筑物施工及管道维护	402
4.1 附属构筑物施工及阀件安装	402
4.1.1 检查井施工	402
4.1.2 雨水口施工	403
4.1.3 阀门井施工	405
4.1.4 支墩施工	406
4.1.5 阀件安装	407
4.2 市政管道维护管理	409
4.2.1 室外给水管道的维护	409
4.2.2 排水管道的维护	410
4.2.3 地下燃气管道的维护	410
4.2.4 热力管道的维护	411
4.2.5 通信管线、电力电缆的维护.....	414
复习思考题.....	416
参考文献	417

第一篇 道路工程施工技术

道路作为国民经济和社会发展的重要基础设施,在新中国成立后得到了迅速发展,至 2010 年底,我国公路网总里程达到 398.4 万公里,其中高速公路里程为 7.4 万公里,居世界第二位。

1. 城市道路的类型

(1)道路分类:城市道路的功能是综合性的,为发挥其不同的功能,保证城市中生产、生活正常进行和交通运输经济合理,按道路在道路网中的地位、交通功能以及对沿线建筑物的服务等,我国 CTJ37-1990《城市道路设计规范》将城市道路分为四类:

①快速路:城市道路中设有中央分隔带,具有四条以上机动车道,全部或部分采用立体交叉与控制出入,供汽车以较高速度行驶的道路,又称汽车专用道。

②主干路:以交通功能为主,连接城市各分区的主要道路。

③次干路:主要承担主干路与各分区间的交通集散,兼有服务功能。

④支路:次干路与街坊路(小区路)的连接线,以服务功能为主。

(2)道路分级:除快速路外,每类道路按照所占城市规模、设计交通量、地形等分为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级。

①一般情况下,大城市应采用各类指标中的Ⅰ级标准,中等城市应采用各类指标中的Ⅱ级标准,小城市应采用各类指标中的Ⅲ级标准。

②我国各城市所处的位置不同,地形、气候条件等存在着较大的差异,同等级的城市也不一定采用同一等级的设计标准。无论提高或降低技术标准,均需经过城市总体规划审批部门批准。

(3)按功能分类:交通性道路、生活性道路。

(4)按交通目的分类:疏通性道路、服务性道路。

(5)按力学特性分类:柔性路面和刚性路面。其特点对比如下表:

分类	特点	破坏形式	代表路面
柔性路面	弯沉变形较大,抗弯强度小	取决于极限垂直变形和弯拉应变	各种沥青类路面
刚性路面	产生板体作用,抗弯拉强度大,弯沉变形小	取决于极限弯拉强度	水泥砼路面

2. 城市道路工程的结构与材料

不论是沥青路面还是混凝土路面,均包括面层、基层、垫层等结构层。

(1)沥青道路路面的结构:

①面层应具有较高的强度、刚度、耐磨、不透水和高低温稳定性,且表面层应具有良好的平整度和粗糙度。高等级路面的面层可划分为磨耗层、面层上层、面层下层,或称之为上面层、中面层、下(底)面层。

②基层是路面结构中的承重层,应具有足够的均匀的承载力即强度和刚度,在沥青类面层下应有足够的水稳定性。基层主要材料如下表:

名称	包含内容	特点	适宜层次
整体性材料	无机结合料基层,如石灰粉煤灰砂砾、石灰稳定砂砾、石灰煤渣、水泥稳定碎(砾)石	强度高、整体性好	适用于交通量大、轴载重的道路,其中工业废渣类适用于各种路面的基层

续表

名称	包含内容	特点	适宜层次
嵌锁型和级配型	级配碎(砾)石	在中湿和潮湿路段时,应掺石灰	天然沙砾可做基层,不符合要求时宜做底基层或垫层
	泥灰结碎(砾)石	骨料粒径宜 $\leq 40\text{ mm}$	
	水泥结碎石	骨料粒径宜 $\leq 70\text{ mm}$	

③垫层,介于基层与路基之间的层位,用于改善土基的湿度和温度状况。垫层材料应具备良好的水稳定性。垫层材料有粒料和无机结合料稳定土两类。粒料包括天然沙砾、粗砂、炉渣等。

(2)混凝土路面的结构

①面层一般采用设接缝的普通混凝土。面层板的平面尺寸较大或形状不规则,路面结构下埋有地下设施,在高填方、软土地基、填挖交界段的路基等可能产生不均匀沉降的地方,应采用设置接缝的钢筋混凝土面层。最终水泥混凝土面层应具有足够的强度、耐久性、表面抗滑性、耐磨性和平整性。

②基层类型宜依照交通等级按下表选用,混凝土预制块面层应采用水泥稳定粒料基层。

适宜各交通等级的基层类型

交通等级	基层类型
特重交通	贫混凝土、碾压混凝土或沥青混凝土基层
重交通	水泥稳定粒料或沥青稳定碎石基层
中等或轻交通	水泥稳定粒料、石灰粉煤灰稳定粒料或级配粒料基层

湿润和多雨地区,路基为低透水性细粒土的高速公路、一级公路、承受特重或重交通的二级公路,宜采用排水基层。排水基层可选用多孔隙的级配水泥稳定碎石、沥青稳定碎石或碎石,其孔隙率约为20%。

基层下未设垫层,上路床为细粒土、黏土质砂、级配不良砂(承受特重或重交通时)或者为细粒土(承受中等交通时),应在基层下设置底基层。底基层可采用级配粒料、水泥稳定粒料或石灰粉煤灰稳定粒料。无论何种基层都应具有足够的抗冲刷能力和一定的刚度。

③防冻垫层和排水垫层宜采用砂、砂砾等颗粒材料;半刚性垫层可采用低剂量无机结合料稳定粒料或土。

3. 城市道路施工的机械

(1)土方机械主要有:推土机、铲运机、挖掘机、装载机、平地机等。

①推土机是一种自行式的挖土、运土工具,运距在100 m以内(以30~60 m为最佳运距)的平土或移挖作业时常常采用。推土机的特点是操作灵活,运输方便,所需工作面较小,行驶速度较快,易于转移。推土机的基本作业是铲土、运土、卸土和空回四个过程,通常的作业方式有:波浪式铲土法、接力式推土法、槽式推土法、并列推土法、下坡推土法。

②铲运机有拖式铲运机和自行式铲运机两种。铲运机的特点是能独立完成铲土、运土、卸土、填筑、压实等工作,对行驶道路要求较低,常用于坡度在20°以内的大面积场地平整,开挖大型基坑、沟槽,以及填筑路基等土方工程。铲运机可在Ⅰ~Ⅲ类土中直接挖土、运土,适宜运距为600~1500 m,当运距为200~350 m时效率最高。作业方式通常有:一次铲装法、交替铲装法、波浪式铲土法、下坡铲土法。

③挖掘机适用范围:当场地起伏高差较大、土方运输距离超过1000 m,且工程量大而集中时,可采用挖土机挖土,配合自卸汽车运土,并在卸土区配备推土机平整土堆。

④装载机兼有推土机和挖掘机两者的工作能力,适应性强、作业效率高、操纵简便。

⑤平地机是用装在机械中央的铲土刮刀进行土壤的切削、刮送和整平连续作业,并配有其他多种辅助作业装置的轮式土方施工机械。配置推土铲、土耙、松土器、除雪犁、压路辊等附属装置和作业机具时,可进一步扩大使用范围,提高工作能力或完成特殊要求的作业。通常的作业方式有:选择铲土直角、选择刮刀回转角、倾斜作业、刮刀移土作业。

(2)压实机械主要有:光轮压路机、轮胎压路机、振动压路机、捣实压路机羊足碾等。

(3)路面施工机械主要有:沥青摊铺机、混凝土搅拌机、切缝机等。

随着经济的发展,道路工程的施工机械的种类与品牌越来越多,施工机械的选择也更多。在保证质量顺利完成工程的情况下,可以根据施工实际情况与施工环境,选择高效合理的施工机械组合。