

全国水利水电高职教研会
中国高职教研会水利行业协作委员会

规划推荐教材

高职高专土建类专业系列教材

● 市政工程施工技术 ●

主 编 吴伟民

副主编 及风云 张晓战 吴红梅

主 审 汪敏玲



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

全国水利水电高职教研会
中国高职教研会水利行业协作委员会

规划推荐教材

高职高专土建类专业系列教材

市政工程施工技术

主 编 吴伟民

副主编 及凤云 张晓战 吴红梅

主 审 汪敏玲



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书是全国高职高专土建类专业系列教材,是根据全国水利水电高职教研会制定的《市政工程施工技术》教学大纲,并结合高等职业教育的教学特点和专业需要进行设计和编写的。全书分3篇,第一篇为道路工程施工技术,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4章组成;第二篇为桥梁工程施工技术,由桥梁基础施工、涵洞与墩台施工、混凝土及预应力钢筋混凝土构配件制作、桥梁支座及构配件安装、几种主要桥型的施工方法简介5章组成;第三篇为管道工程施工技术,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管理等内容。

本教材主要作为高等职业教育市政类专业的教学用书,也可作为岗位培训教材或供市政工程技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

市政工程施工技术/吴伟民主编. —北京:中国水利水电出版社,2008

全国水利水电高职教研会、中国高职教研会水利行业
协作委员会规划推荐教材. 高职高专土建类专业系列教
材

ISBN 978-7-5084-6101-4

I. 市… II. 吴… III. 市政工程—工程施工—高等学校:
技术学校—教材 IV. TU99

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第189402号

书 名	高 职 高 专 土 建 类 专 业 系 列 教 材 全 国 水 利 水 电 高 职 教 研 会 规 划 推 荐 教 材 中 国 高 职 教 研 会 水 利 行 业 协 作 委 员 会 市 政 工 程 施 工 技 术
作 者	主 编 吴伟民 副 主 编 及凤云 张晓战 吴红梅 主 审 汪敏玲
出版发行	中国水利水电出版社(北京市三里河路6号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266(总机)、68367658(营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市地矿印刷厂
规 格	184mm×260mm 16开本 21.25印张 530千字
版 次	2008年12月第1版 2008年12月第1次印刷
印 数	0001—4000册
定 价	42.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

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。

本教材是以2007年11月在合肥召开的“全国高职高专土建类专业系列教材”编审会精神及全国水利水电高职教研会拟定的教材编写规划为依据编写的。教材对当前市政工程中道路、桥梁和管道等主要建设项目的施工技术做了全面系统的阐述,可以较全面地提高学员处理市政工程技术问题的能力,并为其今后从事本专业的技术工作打下坚实的基础。本书在内容编写上重实用性,注意与相关学科基本理论和知识的联系,突出反映新技术、新材料、新工艺、新标准在生产中的运用,培养学生对解决工程实践问题的能力;编排形式上力求做到层次分明、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,及凤云、张晓战、吴红梅任副主编,河北省唐山市建设局汪敏玲教授级高工任主审。全书由3篇共13章组成。第一篇的第1、2章及第二篇第4章的第5节由吴伟民编写,第3、4章由河北工程技术高等专科学校及凤云编写;第二篇的第1、2、3章由浙江水利水电专科学校吴红梅编写,第4、5章由安徽水利水电职业技术学院张晓战编写;第三篇的第1章由山西水利职业技术学院杨晓贝编写,第2章由黄河水利职业技术学院侯根然编写,第3、4章由福建水利电力职业技术学院张支燦编写。吴伟民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

2008年12月

目 录

水 泥 工 程 施 工 技 术 第 二 章

前言

第一篇 道路工程施工技术

第 1 章 路基施工技术	2
1.1 路基施工的准备工作	2
1.2 土质路基施工	6
1.3 石质路基施工	20
1.4 路基压实施工技术	26
1.5 路基的防护与加固	30
1.6 路基排水设施施工	37
1.7 路基的整修维修与验收标准	45
复习思考题	48
第 2 章 垫层、基层施工技术	50
2.1 垫层、填隙碎石施工技术	50
2.2 级配碎砾石施工技术	52
2.3 水泥稳定土施工技术	57
2.4 石灰稳定土施工技术	67
2.5 石灰工业废渣稳定土施工技术	71
2.6 基层施工质量检验标准	76
复习思考题	78
第 3 章 沥青面层施工技术	79
3.1 概述	79
3.2 沥青路面材料	81
3.3 透层、粘层施工技术	90
3.4 热拌沥青混合料路面施工技术	92
3.5 沥青表面处治与封层施工技术	101
3.6 沥青贯入式路面施工技术	103
3.7 沥青面层施工质量标准及验收	106
复习思考题	110
第 4 章 水泥混凝土面层施工技术	112
4.1 概述	112

4.2 混凝土的搅拌和运输	122
4.3 混凝土面层铺筑施工技术	125
4.4 特殊气候条件下混凝土路面施工技术	139
4.5 水泥混凝土面层施工质量标准及验收	141
复习思考题	142

第二篇 桥梁工程施工技术

第1章 桥梁基础施工	144
1.1 概述	144
1.2 桥梁基础施工	147
复习思考题	160
第2章 涵洞与墩台施工	161
2.1 涵洞的施工	161
2.2 石砌墩台的施工	166
2.3 装配式墩台的施工	170
2.4 就地浇注混凝土墩台的施工	172
2.5 高桥墩的滑动模板施工	175
2.6 桥台附属工程施工	178
复习思考题	179
第3章 混凝土、预应力钢筋混凝土构配件的制作	180
3.1 钢筋混凝土和预制钢筋混凝土梁板的制作	180
3.2 预应力钢筋混凝土梁板的制作	189
复习思考题	200
第4章 桥梁支座及构配件安装	202
4.1 桥梁支座安装	202
4.2 预制梁、板安装	206
4.3 悬臂拼装块件安装	212
4.4 拱肋及拱上建筑安装	223
4.5 桥面及附属工程	226
复习思考题	231
第5章 几种主要桥型的施工方法简介	232
5.1 连续梁桥的顶推施工	232
5.2 斜拉桥施工简介	240
5.3 悬索桥施工简介	244
复习思考题	247

第三篇 管道工程施工技术

第1章 市政管道工程概述	248
1.1 给水管道工程	248

1.2 排水管道工程	256
1.3 其他市政管线工程	266
复习思考题	267
第2章 市政管道开槽施工	268
2.1 施工降排水	268
2.2 沟槽开挖	277
2.3 沟槽支撑	280
2.4 管道的铺设与安装	281
2.5 沟槽回填	289
2.6 工程验收	289
复习思考题	291
第3章 市政管道不开槽施工	292
3.1 掘进顶管法	292
3.2 挤压土顶管和管道牵引不开槽铺设	306
3.3 其他暗挖法简介	307
3.4 盾构法施工	309
复习思考题	316
第4章 附属构筑物施工及管道维护	317
4.1 附属构筑物施工及阀件安装	317
4.2 市政管道维护管理	323
复习思考题	330
参考文献	331

第一篇 道路工程施工技术

道路是设置在大地上供各种车辆行驶的一种线形带状结构物，具有交通运输、城乡骨架、公共空间、抵御灾害和发展经济的功能。城市道路按其在系统中的地位和功能划分为：快速路、主干路、次干路、支路四大类。

道路一般由路基、路面、桥涵、隧道、其他人工构筑物以及不可缺少的附属工程设施等部分组成。

(1) 路基。路基是公路线形结构的主体，是由土、石按照一定尺寸、结构要求建筑成的带状土工结构物。它与路面共同承受行车荷载的作用，同时抵御各种自然因素造成的危害，如图 0.1 所示。

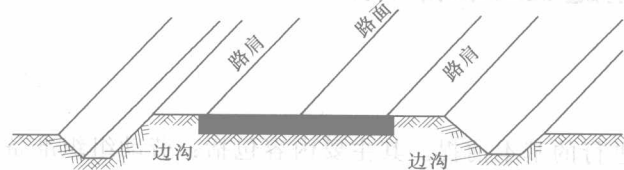


图 0.1 道路路基示意图

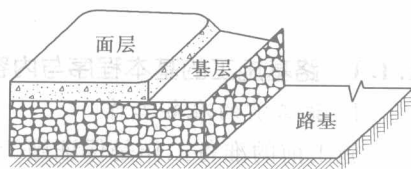


图 0.2 路面结构示意图

(2) 路面。路面是用各种路面材料按照一定的比例经混合拌制，分层铺筑于路基顶面后形成的结构物，主要供车辆安全、迅速和舒适地行驶。一般由面层、基层、垫层三部分组成，如图 0.2 所示。等级较高的道路还可将面层分为表面层、中面层、下面层，基层分为基层和底基层，垫层只有在地下水较高地带和季节性冰冻地区才设置。

(3) 桥梁、涵洞。道路跨越河流、沟谷以及其他线路时，为了保证道路的连续性，则需要修建桥梁或涵洞等结构物。当结构物的单孔跨径小于 5m 或多孔跨径之和小于 8m 时，称为涵洞；当大于上述值时则称为桥梁。

(4) 隧道。在山区修筑公路，经常有较高的山岭阻拦，如果选择绕的方式过山岭，有可能造成里程大大增加，纵坡陡峻，线形迂回较多，技术标准偏低。在这种情况下，可以考虑在一个适当的高程和地形处，打通一条山洞连接山岭两侧的公路，这样就可以避免上述路线的缺点而取得一条捷径。这类山洞就是公路隧道。还有一种情况，当公路需要穿越深水层或所跨越的江海湖泊不适宜修建桥梁时，也可以考虑隧道方案。

(5) 沿线设施。在公路上，除了上述各种基本结构物以外，为了保证行车的安全、迅速、舒适、美观，还需要设置交通安全设施、交通管理设施、服务设施及环境保护设施等，如挡土墙、防护工程、排水设施、护栏、护柱、绿化带等。

由于目前针对市政工程的全国性通用新规范很少，考虑到近年来在路面面层施工中，新材料、新工艺、新设备发展很快，故在本篇的编写中分别采用了原建设部颁布的《市政工程施工技术规范（路基、基层部分）》和原交通部最新编制出版的《公路工程施工技术规范（面层部分）》。使用《公路工程施工技术规范》时，市政工程中城市快速路、主干路、次干路、支路的技术指标为相应的公路规范中高速公路、一级公路、二级公路、三级公路的技术指标。



第1章 路基施工技术

教学要求：了解路基施工的基本程序与内容、特点原则、基本施工方法，掌握施工前准备工作的内容与要求；掌握土质路基、土石路基、填石路基填筑施工的主要内容和施工技术要点，路堑开挖施工方案和施工技术要点，路基机械化施工的技术要点及施工机械选择；掌握石质路基的开挖和填筑方法；掌握路基压实标准和施工的技术要点；掌握路基地面水、地下水排除的方法和施工要点；路基、坡面、堤岸防护与加固施工要点；路基整修、维修及路基工程质量验收标准。

1.1 路基施工的准备工作

1.1.1 路基施工的基本程序与内容

1. 施工前的准备工作

施工前的准备工作是保证施工顺利进行的基本前提。其主要内容包括：劳动组织准备，物资准备，技术准备，施工现场准备，施工场外准备。

2. 修建小型构造物

小型构造物包括小桥、涵洞、挡土墙、盲沟等。这些工程通常与路基施工同时进行，但要求小型构造物先行完工，以利于路基工程不受干扰地全线展开，并避免路基填筑之后又来开挖修建涵洞、盲沟等构造物。

3. 路基土石方工程

此程序包括路堤填筑、路堑开挖、路基压实、整平路基表面（有横坡要求）、整修边坡、修建排水设施及防护加固设施等工作，所包含的工程量大，构造物的种类繁多，且又相互关联制约，并涉及周边环境，是保质量、保工期和节省投资及降低成本的关键所在。因此，施工中应严格按照施工组织设计的规定和监理工程师的指令，精心开展工作。

4. 路基工程的竣工检查与验收

竣工检查与验收应按竣工验收规范规定进行。其检查与验收的主要项目有：路基及其有关工程的位置、高程、断面尺寸、压实度或砌筑质量等及其相关的原始记录、图纸及其他资料等，所有检验项目均应满足规定的要求。

1.1.2 路基施工的特点和原则

(1) 路基工程范围广，线路地质条件复杂多变，影响因素较多，且路基为隐蔽工程，一旦施工质量不合格，留下隐患，处理和根治将十分困难。因此，必须采用合理的施工方法，选择合适的施工材料，采用先进的施工工艺和机械设备，进行周密的施工组织和科学的管理，确保路基工程的施工质量，使路基具有足够的稳定性和耐久性。

(2) 路基工程施工不仅需考虑对自身技术问题的解决（如城市道路路基施工时，地面拆迁多、地下线路多、配套工程多、施工干扰多，场地布置难、临时排水难、用土处理难、土基压实难等），而且要考虑其他设施和项目的影



排水设施等)及保护生态环境。

(3) 在保证施工质量符合工艺要求和标准的条件下,应积极推广使用经过鉴定的新材料、新设备、新工艺和新的检验方法,并因地制宜合理利用当地材料和工业废料。

(4) 路基用地范围内的各种管线工程和附属构筑物,应按照“先地下,后地上”、“先深后浅”的原则施工,避免道路反复开挖。回填时,必须重视管线沟槽回填土的质量,使其达到与路基相同的设计强度。

(5) 路基施工必须贯彻安全生产的方针,制定安全技术措施,加强安全教育,严格执行安全操作规程,确保安全生产。

1.1.3 路基施工的基本方法

1. 简易机械化施工

本方法以人力为主,配以机械或简易机械,能减轻工人的劳动强度,加快施工进度。

2. 机械化施工或综合机械化施工

本方法是使用配套机械,主机配以辅机,相互协调,共同形成主要工序的综合机械化作业,能极大地减轻劳动强度,显著加快施工进度,提高工程质量和劳动生产率,降低工程造价,保证施工安全。目前,我国城市道路的施工大多数采用这种方法。

3. 爆破法施工

本方法主要用于石质路基和冻土路基开挖,在隧道工程中,亦广泛应用,并配以相应的钻岩机钻孔与机械清理。亦可用于石料的开采与加工等。

4. 水力机械化施工

本方法是使用水泵、水枪等水力机械,喷射强力水流,冲散土层并流运至指定地点沉积,亦可作采取砂料或地基加固之用。对于砂砾填筑路堤或基坑回填,还可起密实作用(即水夯法)。适用于挖掘比较松散的土质及地下钻孔等施工。

上述施工方法的选择,应根据工程性质、地质条件、施工条件等因素经过论证确定。当采用新技术、新工艺、新材料、新设备进行路基施工时,应采用不同的方案在试验路段上施工,其位置应是地质条件、断面形式、填料均具代表性的地段,其长度不宜小于100m,以便从中选出路基施工的最佳方案,指导全线施工。

1.1.4 施工前的准备工作

施工准备工作的基本任务是为拟建工程的施工建立必要的技术和物质条件,统筹安排施工力量和施工现场。实践证明,认真做好施工准备工作,对于保证工程施工的顺利进行、发挥企业优势、合理供应资源、加快施工速度、提高工程质量、降低工程成本、增加经济效益、赢得社会信誉、实现管理现代化等具有重要的意义。

1. 劳动组织准备

主要是建立健全施工队伍和组织机构,明确施工任务,制定必要的规章制度,确立施工应达到的目标等。劳动组织准备是做好一切准备工作的前提。

(1) 建立健全施工组织机构。根据拟建工程项目的规模、结构特点和复杂程度,确定拟建工程项目的项目经理,设立项目经理部。

(2) 组建施工队伍。根据所承揽工程的大小和工期,编制出施工总进度计划网络图,并进一步估算出全部工程的用工日数、平均用工人数、施工高峰期用工人数,以及各专业、工种的合理配合,技工、普工的比例等,选择能适应其工程质量和进度要求的施工队组,并与



其签订劳动合同,实行合同管理。

(3) 建立健全各项管理制度。其内容包括:工程质量检验与验收制度,工程技术档案管理制度,建筑材料(构件、配件、制品)的检查验收制度,技术责任制度,施工图纸学习与会审制度,技术交底制度,职工考勤、考核制度,工地及班组经济核算制度,材料出入库制度,安全操作制度,机具使用和保养制度等。

2. 物资准备

材料、构(配)件、制品、机具和设备是保证施工顺利进行的物资基础,这些物资的准备工作必须在工程开工之前完成。根据各种物资的需要量计划,分别落实货源,安排运输和储备,使其满足连续施工的要求。

3. 技术准备

技术准备是施工准备工作的核心。由于任何技术的差错或隐患都可能引起人身安全和质量事故,造成生命、财产和经济的巨大损失。因此必须认真地做好技术准备工作。

(1) 原始资料的调查分析。进行拟建工程的实地勘测和调查,获得有关数据的第一手资料,对于拟定一个先进合理、切合实际的施工组织设计是非常必要的。

1) 自然条件的调查分析。包括建设范围内水准点和绝对标高,地质构造、土的性质和类别、地基土的承载力、地震级别和裂度,河流流量与水质、最高洪水和枯水期的水位,地下水位的高低变化情况,含水层的厚度、流向、流量和水质,气温、雨、雪、风和雷电,土的冻结深度和冬雨季的期限等情况。

2) 技术经济条件的调查分析。包括地方建筑施工企业的状况,施工现场的动迁状况,当地可利用的地方材料状况,国拨材料供应状况,地方能源和交通运输状况,地方劳动力和技术水平状况,当地生活供应、教育和医疗卫生状况,当地消防、治安状况和参加施工单位的力量状况等。

(2) 熟悉、审查施工图纸。根据建设单位和设计单位提供各类设计图、城市规划图、国家有关的设计、施工验收规范和技术规定,熟悉施工图纸,掌握施工对象的特点、要求和内容。

(3) 编制施工预算。施工预算是根据中标后的合同价、施工图纸、施工组织设计或施工方案、施工定额等文件进行编制的,它直接受中标后合同价的控制。它是施工企业内部控制各项成本支出、考核用工、“两价”对比、签发施工任务单、限额领料、基层进行经济核算的依据。

(4) 编制中标后的施工组织设计。建筑施工生产活动的全过程是非常复杂的物质财富再创造的过程,为了正确处理人与物、主体与辅助、工艺与设备、专业与协作、供应与消耗、生产与储存、使用与维修以及它们在空间布置、时间排列之间的关系,必须根据拟建工程的规模、结构特点和建设单位的要求,在原始资料调查分析的基础上,编制出一份能切实指导该工程全部施工活动的科学方案(施工组织设计)。

4. 施工现场准备

施工现场是施工的全体参加者为夺取优质、高速、低耗的目标,而有节奏、均衡连续地进行战术决战的活动空间。施工现场的准备工作,主要是为了给拟建工程的施工创造有利的施工条件和物资保证。其具体内容如下:

(1) 征地与拆迁。根据划定的建设用地范围征用土地,拆迁房屋、电信及管线等各种障



碍物；对路线范围内的垃圾堆、水潭、草丛、软土、淤泥等进行妥善处理；复核地下隐蔽设施、外露的检查井、消防栓、人防通气孔的位置和标高，并在图纸上注明，以备施工交底；文物古迹、测量标志必须加以保护，园林绿地和公共设施应避免污染损坏。同时，做好场地排水，保证施工现场的道路、生产和生活用水、用电畅通。

(2) 施工放样。路基开工前，应在现场恢复和固定路线，并标定用地范围。其内容主要包括：导线、中线及水准点复测、增设水准点并检查核对、横断面检查核对与补测，并提出改进设计的建议。具体要求：

1) 施工负责人应会同设计或勘测部门现场交接中线控制桩和设计水准点，并设置护桩。

2) 临设水准点应与设计水准点复测闭合，允许闭合差：快速路、主、次干路为 $\pm 12\sqrt{L}\text{mm}$ ；支路为 $\pm 20\sqrt{L}\text{mm}$ (L 为水准线长度公里数)。

3) 控制点（包括直线上的转点、曲线上的交点、直缓、缓曲、曲中、曲缓、缓直等控制桩）的坐标闭合差。采用全站仪或 DS6 级经纬仪配以钢尺测量，允许误差：里程方向的纵坐标差不大于 10cm，垂直中线的横向坐标差不大于 5cm。

4) 恢复道路中心桩。用全站仪或钢尺丈量，桩距在直线地段宜为 15~20m，曲线地段为 10m，平、竖曲线起止点和地形变化点必须加桩。中线桩间的纵向误差为 1/2000，横向误差为 $\pm 50\text{mm}$ ，中线控制点间的纵向误差为 1/5000，横向误差为 $\pm 25\text{mm}$ 。量距允许误差：小于 200m 为 $\pm 1/5000$ ，200~500m 为 $\pm 1/10000$ ，大于 500m 为 $\pm 1/20000$ 。

5) 中线桩高程测量。用水准仪测量，视线长度不大于 100m，允许误差为 $40\sqrt{L}\text{mm}$ (L 为水准线长度公里数)。

6) 在不受施工影响的位置引测辅助基线，设平面控制桩，以备施工过程中及时补桩。

7) 定出路边线及上下边坡线桩，核对占地和拆迁是否满足施工需要，施工范围内尚存的障碍应作明显标志。

8) 临时设置的水准点距离应以测高不加转点为原则，平原不得大于 200m，山区或丘陵宜为 100m。临时设置的水准点必须坚固稳定，对跨年度工程或怀疑被移动的水准点应复测校核后方可使用。

9) 在中心桩两侧不受施工影响的位置设桩，定出路中心（或路肩边缘标高）。

10) 应按中心桩位置复测原横断面，加桩处应补测横断面，并计算土石方量。

11) 工地测量人员应复核原有桥涵和地下管线的位置和标高以及其他要求的有关测量。

(3) 做好施工现场的补充勘探。对施工现场做补充勘探是为了进一步寻找枯井、防空洞、古墓、地下管道、暗沟和枯树根等隐蔽物，以便及时拟定处理隐蔽物的方案，并进行实施。

(4) 建造临时设施。按照施工总平面图的布置，建造临时设施，为正式开工准备好生产、办公、生活、居住和储存等临时用房。

(5) 安装、调试施工机具。按照施工机具需要量计划、组织施工机具进场，根据施工总平面图将施工机具安置在规定的地点及仓库。对于固定的机具要进行就位、搭棚、接电源、保养和调试等工作。对所有施工机具都必须在开工之前进行检查和试运转。

(6) 做好建筑构（配）件、制品和材料的储存和堆放。按照建筑材料、构（配）件和制品的需要量计划组织进场，根据施工总平面图规定的地点和指定的方式进行储存和堆放。

(7) 及时提供建筑材料的试验申请计划。按照建筑材料的需要量计划，及时提供建筑材



料的试验申请计划。如钢材的机械性能和化学成分等试验；混凝土或砂浆的配合比和强度试验等。

(8) 做好冬雨季施工安排。按照施工组织设计的要求，落实冬雨季施工的临时设施和技术措施。

(9) 进行新技术项目的试制和试验。按照设计图纸和施工组织设计的要求，认真进行新技术项目的试制和试验。

(10) 设置消防、保安设施。按照施工组织设计的要求，根据施工总平面图的布置，建立消防、保安等组织机构和有关的规章制度，布置安排好消防、保安等措施。

5. 施工场外准备

(1) 材料的加工和订货。建筑材料、构（配）件和建筑制品大部分需外购，工艺设备更是如此。因此加强与加工部门、生产单位联系，签订供货合同，搞好及时供应，对于施工企业的正常生产是非常重要的；对于协作项目也是这样，除了要签订议定书之外，还必须做大量有关方面的工作。

(2) 做好分包工作和签订分包合同。由于施工单位本身的力量所限，有些专业工程的施工、安装和运输等均需要向外单位委托或分包。根据工程量、完成日期、工程质量和工程造价等内容，与其他单位签订分包合同、保证按时实施。

(3) 向上级提交开工申请报告。当材料的加工、订货和作好分包工作、签订分包合同等施工场外的准备工作完成后，应该及时地填写开工申请报告，并上报上级主管部门批准。

1.2 土质路基施工

1.2.1 土质路基填筑

1.2.1.1 填筑方案

1. 分层填筑

(1) 水平分层填筑。填筑时按照横断面全宽分成若干水平层次，从最低处逐层向上填筑，每层填土的厚度可按压实机具的有效压实深度和压实度确定，如图 1.1 (a) 所示。

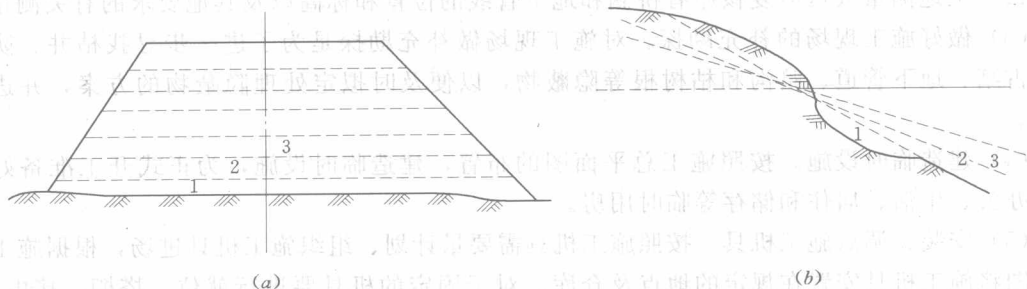


图 1.1 分层填筑（图中数字为填筑顺序）

(a) 水平分层填筑；(b) 纵向分层填筑

(2) 纵向分层填筑。用推土机从路堑取土填筑距离较短的路堤，依纵坡方向分层填筑、压实、直至达到设计高程，如图 1.1 (b) 所示。



2. 竖向填筑方案

在深谷陡坡地段,无法自下而上分层填筑路堤,只能从路堤的一端或两端按横断面全部高度逐步推进填筑,如图 1.2 所示。

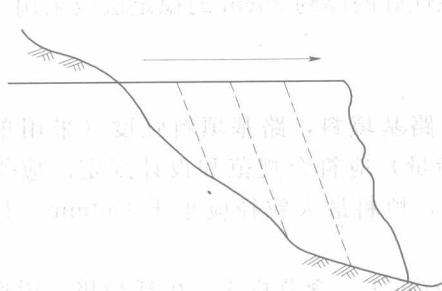


图 1.2 竖向填筑

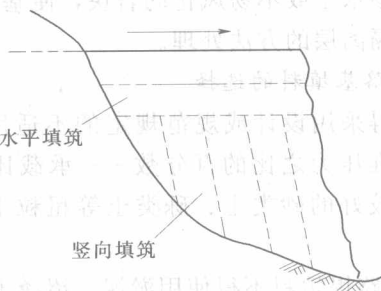


图 1.3 混合填筑

3. 混合填筑方案

在深谷陡坡地段可采用上层水平分层填筑、下层竖向填筑的混合填筑方案,如图 1.3 所示。

1.2.1.2 土质路堤施工技术要点

1. 路堤基底的处理

路堤基底是指土石填料与原地面的接触部分。为使两者结合紧密,防止路堤沿基底发生滑动,或路堤填筑后产生过大的沉陷变形,则可根据基底的土质、水文、坡度和植被情况及填土高度采取相应的处理措施。

(1) 密实稳定的土质基底。当地面横坡不陡于 $1:5$, 应将原地面草皮等杂物清除。地面横坡为 $1:5 \sim 1:2.5$ 时,在清除草皮杂物后,还应将原地面挖成台阶,每级台阶宽度应不小于 1m ,高度不大于 30cm ,台阶顶面做成向内倾斜 $2\% \sim 4\%$ 的斜坡,如图 1.4 所示。当横坡陡于 $1:2.5$ 时,必须检算路堤整体沿路基底及基底下软弱层滑动的稳定性,抗滑稳定系数不得小于规范规定值,否则应采取措施改善基底条件或设置支挡结构物等作防滑处治。

(2) 覆盖层不厚的倾斜岩石基底。当地面横坡为 $1:5 \sim 1:2.5$ 时,需挖除覆盖层,并将基岩挖成台阶。当地面横坡陡于 $1:2.5$ 时,应进行特殊处理,如设置护脚或护墙。

(3) 耕地或松土基底。路堤基底为耕地或松土时,应先清除有机土、种植土,平整压实后再进行填筑。在深耕地段,必要时应将松土翻挖、土块打碎,然后回填、找平、压实。经

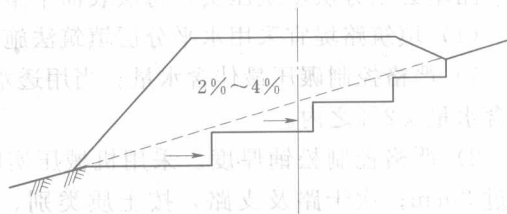


图 1.4 斜坡基底的处理

过水田、池塘或洼地时,应根据具体情况采取排水疏干、挖除淤泥、打砂桩、抛填片石或砂砾石等处理措施,以保持基底的稳固。

(4) 路堤基底原状土的强度不符合要求时。应进行换填,其深度应不小于 30cm ,并予以分层压实,压实度应达到设计要求。

(5) 加宽旧路堤时。所用填土宜与旧路相同或选用透水性较好的土,清除地基上的杂



草,并沿旧路边坡挖成向内倾斜的台阶,其宽度不小于1m。

(6) 做好原地面临时排水设施,并与永久排水设施相结合。当路基稳定受到地下水的影
响时,应予拦截或排除,引地下水至路堤基底范围以外。如处理有困难时,则应当在路堤底
部填以渗水土或不易风化的岩块,使基底形成水稳性好的厚约30cm的稳定层或采用土工织
物设置隔离层的方法处理。

2. 路基填料的选择

不得采用设计或规范规定的不适用土料作为路基填料,路基填料强度(采用单位压
力与标准压力之比的百分数——承载比CBR来衡量)应符合规范和设计规定。应优先选
用级配较好的砂类土、砾类土等粗粒土作为填料,填料最大粒径应小于150mm。具体规
定如下:

1) 路堤填料不得使用淤泥、沼泽土、冻土、有机土、含草皮土、生活垃圾、树根和含
有腐朽物质的土,以及有机质含量大于5%的土。

2) 液限大于50,塑性指数大于26的土,以及含水量超过规定的土,不得直接作为
路基填料。需要应用时,必须采取技术措施,使其满足设计要求并经检验合格后方可
使用。

3) 钢渣、粉煤灰等材料,可用作路堤填料。其他工业废渣在使用前应进行有害物质的
含量试验,避免有害物质超标,污染环境。

4) 捣碎后的种植土,可用于路堤边坡表层以利绿化。

5) 当采用细粒土填筑时,路堤填料最小强度应符合表1.1的规定。

表 1.1

路堤填料最小强度要求

项目分类	路面底面以下深度 (m)	填料最小强度(CBR)(%)	
		快速路及主干路	次干路及支路
上路堤	0.8~1.5	4	3
下路堤	1.5以上	3	2

3. 路基填筑压实要求

路基必须分层填筑压实,每层表面平整,路拱合适,排水良好。其施工要点如下:

(1) 填筑路堤宜采用水平分层填筑法施工。

1) 严格控制碾压最佳含水量。当用透水性不良的土填筑路堤时,应控制其含水量在最
佳含水量 $\pm 2\%$ 之内。

2) 严格控制松铺厚度。采用机械压实时,快速路及主干路的分层最大松铺厚度不应
超过30cm;次干路及支路,按土质类别、压实机具功能、碾压遍数等,经过试验确定,
但最大松铺厚度不宜超过50cm。填筑至路床顶面最后一层的最小压实厚度,不应小
于8cm。

3) 严格控制路堤几何尺寸和坡度。路堤填土宽度每侧应比设计宽度宽出30cm,压实合
格后,进行削坡。

4) 掌握压实方法。压实应先边后中,以便形成路拱;先轻后重,以适用逐渐增长的土
基强度;先慢后快,以免松土被机械推动。同时应在碾压前,先行整平,可自路中线向路堤
两边整成2%~4%的横坡。在弯道部分碾压时,应由低的一侧边缘向高的一侧边缘碾压,



以便形成单向超高横坡,前后两次轮迹(或夯击)需重叠 15~20cm。应特别注意控制均匀压实,以免引起不均匀沉降。

5) 加强土的含水量检查。

(2) 山坡路堤,当地面横坡不陡于 1:5 且基底处理合格,路堤可直接修筑在天然的土基上。地面横坡陡于 1:5 时,原地面应挖成台阶,并用小型夯实机加以夯实。填筑应由最低一层台阶开始,然后逐台向上填筑,分层夯实。所有台阶填完并合格后,即可按一般填筑要求进行。砂类土上则不挖台阶,但应将原地面以下 20~30cm 的表土翻松。

横坡陡峻地段的半填半挖路基,必须在山坡上从填方坡脚向上挖成向内倾斜的台阶,其宽度不应小于 1m。其中挖方一侧,在行车范围之内的宽度不足一个行车道宽度时,则应挖够一个行车道宽度,其上路床深度范围之内的原地面土应予以挖除换填,并按上路床填方的要求施工。

(3) 若填方分几个作业段施工,两段交接处不在同一时间填筑,则先填地段应按 1:1 坡度分层留台阶。若两个地段同时填,则应分层相互交叠衔接,其搭接长度不得小于 2m。

(4) 不同土质混合填筑路堤时,应符合下列规定:

1) 以透水性较小的土填筑路堤下层时,应做成 4% 的双向横坡;如用于填筑上层时,除干旱地区外,不应覆盖在由透水性较好的土所填筑的路堤边坡上。

2) 不同性质的土应分别填筑,不得混填。每种填料层累计总厚宜不小于 0.5m。

3) 凡不因潮湿或冻融影响而使其体积增大的土应填在上层。

(5) 机械作业时,要注意:

1) 应根据工地地形、路基横断面形状和土方调配图等,合理地规定机械运行路线。土方集中的地点,应有全面、详细的机械运行作业图据以施工。

2) 两侧取土且填高在 3m 以内的路堤,可用推土机从两侧分层推填,并配合平地机分层整平。土的含水量不够时,用洒水车控制洒水(注意控制洒水量,检查渗透均匀情况等),并适时用压路机碾压。

(6) 填方集中地区路堤的施工,可按以下方法进行:

1) 取土场运距在 1km 范围内时,可用铲运机运送,辅以推土机开道,翻松硬土,平整取土段,清除障碍和助推等。

2) 取土场运距超过 1km 范围时,可用松土机械翻松,用挖掘机或装载机配合自卸汽车运输,用平地机平整填土,用洒水车洒水,并配合压路机碾压。

3) 挖掘机、装载机与自卸车配合运输时,要合理布置取土地点的汽车运输路线,并设置必要的标志。汽车配备数量,应根据运距的远近和车型确定,其原则是满足挖装设备能力的需要。

(7) 整个施工期间,必须保证排水畅通。

4. 桥涵及其他构筑物处的填筑施工要点

为了保证桥涵及其他构筑物(主要指桥台背、锥坡、挡土墙墙背等)的稳定和使用要求,必须认真细致地进行填筑施工,其要点是:

1) 隐蔽工程需经监理工程师验收认可后,才能进行回填施工。



- 2) 桥涵及其他构造物处的填料,除设计文件另有规定外,应采用砂类土或透水性强的土。当采用透水性弱的土时,应在土中增加石灰、水泥等掺和料,以改良其性质。
- 3) 台背填土顺路线方向长度要求。顶部为距翼墙尾端不小于台高加 2m;底部距基础内缘不小于 2m;拱桥台背填土长度不应小于台高的 3~4 倍;涵洞填土长度每侧不应小于 2 倍孔径长度。
- 4) 做好压实工作。结构物处的填土应分层填筑,每层松铺厚度不宜超过 15cm,路床顶面 2.5m 以内应采用砂砾石等透水材料或石灰土填筑。结构物处的压实度要求从填方基底或涵洞顶部至路床顶面均应比紧临路段对应层次的压实度高出两个百分点。
- 5) 在回填压实施工中,应做到对称回填压实,并保持结构物完好无损。压路机压不到的地方,应使用小型机动夯具夯实,并达到规定的密实度。
- 6) 施工中注意安排桥台背后填土与锥坡填土同时进行,以取得更佳效果。
- 7) 涵洞缺口填土,应在两侧对称均匀分层回填压实。如使用机械回填,则涵台胸腔部分及检查井周围应先用小型压实机具压实后,方可用大机械进行大面积回填。
- 8) 涵洞顶面填土压实厚度大于 50cm 后,方可允许重型机械和汽车通过。
- 9) 挡土墙填料宜选用砂石土或砂类土。墙趾部分的基坑,应注意及时回填,并做成向外倾斜的横坡。回填结束后,挡土墙顶部应及时封闭。
- 10) 若机动车车行道下的管、涵等结构物的埋深较浅,回填土压实度达不到规定数值时,可按表 1.2 的规定执行。

表 1.2 管、涵、沟槽、检查井、雨水口周围回填土填料和压实度要求

部 位			填 料	最低压实度（%）
胸腔	填料距路床顶<80cm		石灰土	90/95
			砂、砂砾	93/95
	>80cm		素土	90/95
管顶以上至路床顶	管顶居路床顶<80cm	管顶上 30cm 以内	石灰土	85/88
			砂、砂砾	88/90
		管顶上 30cm 以外	石灰土	92/95
			砂、砂砾	95/98
检查井及雨水口周围	路床顶以下 0~80cm		石灰土	92/95
			砂	95/98
	80cm 以下		石灰土	90/92
			砂	93/95

- 注 1. 表中数字为最低压实度。分子为重型击实标准的压实度,分母为轻型击实标准的压实度,两者均以相应的标准击实试验法求得最大干密度为 100%。
2. 管顶距路床顶小于 30cm 的雨水支管可采用水泥混凝土管包封。
3. 各地可根据具体情况选用与路基压实相同的击实标准。

1.2.1.3 土石路堤施工技术要点

- (1) 认真作好基底处理。土石路堤的基底处理同填土路堤。
- (2) 控制填料质量。天然土石混合材料中所含石料强度大于 20MPa 时,石块的最大粒径不得超过压实厚度的 2/3,超过的应清除;当所含石料为软质岩(强度小于 15MPa)时,