



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

高等院校土建类专业新编系列教材

土木工程施工



(第4版)

廖代广 孟新田 主编
甘绍熿 主审

武汉理工大学出版社





普通高等教育“十一五”国家级规划教材
高等院校土建类专业新编系列教材

土 木 工 程 施 工

(第 4 版)

廖代广 孟新田 主 编
甘绍熺 主 审

武汉理工大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

土木工程施工/廖代广,孟新田主编. —4版. —武汉:武汉理工大学出版社,2012.8
高等院校土建类专业新编系列教材
ISBN 7-5629-3769-2

I. 土… II. ①廖… ②孟… III. 土木工程-工程施工 IV. TU7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 164482 号

项目负责人:蔡德民 刘永坚 田道全

责任编辑:陈 硕

责任校对:谢 文

装帧设计:湖北语新文化书籍设计工作室

出版发行:武汉理工大学出版社

社 址:武汉市洪山区珞狮路 122 号

邮 编:430070

网 址:<http://www.techbook.com.cn>

经 销:各地新华书店

印 刷:通山金地印务有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:25.75

字 数:640千字

版 次:2012年8月第4版

印 次:2012年8月第1次印刷 总第37次印刷

印 数:274001—282000册

定 价:38.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请向出版社发行部调换。

本社购书热线电话:027-87785758 87381631 87165708(传真)

· 版权所有 盗版必究 ·

第 4 版前言

《土木工程施工》第 4 版是在武汉理工大学出版社 2006 年出版的《土木工程施工》第 3 版基础上修订而成的。全书共 12 章。本书从大土木的理念出发,适用于高等院校土木工程、道路与桥梁工程、工程管理等专业的教学,只是针对不同的专业,在授课时对各章节有所侧重而已。

由于本书的实践性强,亦可供工程技术人员在施工实践中用作参考书。

本书在第 3 版的基础上,进行修订的内容有:

(1)每章增加了填空、选择习题。

(2)最后面增加了综合练习题,这是根据各章的内容,按《全国一级建造师的执业资格考试大纲》而编写的习题,并附有参考答案。

(3)“土木工程施工”作为一门学科,涉及面广,实践性强,随着经济的发展,人们的要求也越来越高。因此,有许多内容有待我们穷毕生精力去探索。因此,在各章都增加了工程常见的质量事故及处理。

本书共经历了三次改版。第 1 版的第 1、2、4 章由福建工程学院林奇高级工程师编写;第 3、5 章由长春工程学院高志通教授编写;第 6、11 章由湖南城市学院朱少华高级工程师、株洲工学院欧阳建湘副教授编写;第 8 章由湖南城市学院孟新田教授编写;其余各章由廖代广编写。全书由廖代广研究员、高级工程师和孟新田教授主编,由清华大学甘绍焯教授主审。

第 4 版在第 3 版的基础上,孟新田教授对第 4、5、8 章作了详细修订,并增写了综合练习题;朱少华同志对第 9 章增写了热期施工,并对第 11 章隧道施工增写了新奥法施工。全书由湖南城市学院廖代广同志进行全面修订。本书第 3 版参考了孟新田提出的建议,包头钢铁学院李晓光、长春工程学院孙洪伟、广州大学陈小宝、黄石理工学院吴洁、南京工程学院张雪颖、南阳理工学院陈守兰等同志参加了部分章节的修订,在此表示衷心的感谢!

本书在编写和修订过程中,参考了《建筑施工》、《建筑技术》、《建筑施工技术》、《中国建材》、《盾构原理》、《桥梁结构工程施工》、《隧道施工技术》、《隧道施工的通风》、《高等级公路施工》、《全国一级建造师执业资格考试大纲》等杂志和书籍,在此特表示衷心的感谢!并对为本书付出辛勤劳动的编辑同志表示衷心的感谢!

由于我们的水平所限,加之时间仓促,错误之处在所难免。特别是对一些新理论和内容,尚待进一步研究和发展,我们恳切地希望广大读者批评指正,并表示衷心的感谢!

编 者

2012 年 4 月

目 录

1 土石方工程	(1)
1.1 概 述	(1)
1.1.1 土石方工程的种类与特点	(1)
1.1.2 土石的分类与现场鉴别方法	(2)
1.1.3 土的工程性质	(2)
1.2 土方工程的机械化施工	(4)
1.2.1 推土机施工	(5)
1.2.2 铲运机施工	(5)
1.2.3 单斗挖土机施工	(6)
1.3 土方填筑与压实	(7)
1.3.1 对土料的选择	(7)
1.3.2 对基底的处理	(8)
1.3.3 填筑要求	(8)
1.3.4 填土的压实方法	(8)
1.3.5 影响填土压实质量的因素	(9)
1.3.6 填土压实的质量检查	(11)
1.4 深基坑施工	(11)
1.4.1 基坑边坡及其稳定	(11)
1.4.2 深基坑支护结构	(13)
1.4.3 地坑排水	(18)
1.4.4 深基坑土方开挖	(26)
1.5 土石方工程常见的质量事故及处理	(27)
1.5.1 场地积水	(27)
1.5.2 填方出现翻浆现象	(27)
1.5.3 边坡塌方	(28)
本章小结	(29)
复习思考题	(29)
习 题	(30)
2 地基与基础工程	(31)
2.1 浅基础	(31)
2.1.1 浅基础的类型	(31)
2.1.2 浅基础施工	(32)
2.2 地基处理	(33)
2.2.1 换土垫层法	(34)

2.2.2	重锤夯实法	(36)
2.2.3	强夯法	(37)
2.2.4	振冲法	(39)
2.3	桩基础工程	(41)
2.3.1	预制桩施工	(42)
2.3.2	混凝土灌注桩施工	(51)
2.3.3	桩基础的检测与验收	(56)
2.4	沉井基础	(59)
2.4.1	沉井结构	(59)
2.4.2	沉井的施工工艺	(59)
2.5	围堰施工	(60)
2.5.1	围堰的类型	(60)
2.5.2	围堰施工的要求	(61)
2.6	基础工程常见的质量事故及处理	(62)
2.6.1	砌体基础常见的质量事故及处理	(62)
2.6.2	钢筋混凝土预制桩在施打过程中常见的质量事故及处理	(64)
2.6.3	沉井在施工过程中的质量事故及处理	(64)
	本章小结	(65)
	复习思考题	(65)
	习 题	(66)
3	砌筑工程	(67)
3.1	砌筑材料	(67)
3.1.1	砖	(67)
3.1.2	石	(67)
3.1.3	砌块	(68)
3.1.4	砌筑砂浆	(68)
3.2	砌筑施工	(69)
3.2.1	砖墙砌筑	(69)
3.2.2	砌块砌筑	(71)
3.3	砌筑工程的质量及安全技术	(73)
3.3.1	砌筑工程的质量保证	(73)
3.3.2	砌筑工程的安全与防护措施	(74)
3.4	小桥、涵砌体施工	(74)
3.4.1	浆砌砌体施工	(74)
3.4.2	拱涵、小拱桥的主拱圈砌筑	(75)
3.4.3	拱的上部结构砌筑	(75)
3.5	砌筑工程常见的质量事故及处理	(76)
3.5.1	砂浆强度不稳定	(76)
3.5.2	石砌墙体里外分层	(76)
3.5.3	多孔砖及砌块墙面渗水	(77)

本章小结	(77)
复习思考题	(77)
习 题	(78)
4 钢筋混凝土结构工程	(79)
4.1 模板工程	(79)
4.1.1 模板的作用和基本要求	(80)
4.1.2 模板的种类及发展方向	(80)
4.1.3 模板的构造与安装	(80)
4.1.4 模板设计	(86)
4.1.5 模板的拆除	(88)
4.2 钢筋工程	(91)
4.2.1 钢筋的种类与验收	(91)
4.2.2 钢筋连接	(93)
4.2.3 钢筋配料	(101)
4.2.4 钢筋代换	(105)
4.2.5 钢筋的绑扎	(106)
4.3 混凝土工程	(106)
4.3.1 混凝土的配制强度确定	(106)
4.3.2 混凝土的施工配料	(107)
4.3.3 混凝土的搅拌	(109)
4.3.4 混凝土的浇筑成型	(112)
4.3.5 混凝土的养护	(116)
4.3.6 混凝土质量的检查	(117)
4.3.7 混凝土质量缺陷的修补	(121)
4.3.8 其他新型混凝土施工	(122)
4.3.9 混凝土工程常见的质量事故及处理	(125)
本章小结	(127)
复习思考题	(127)
习 题	(127)
5 预应力混凝土工程	(129)
5.1 先张法	(129)
5.1.1 台座	(130)
5.1.2 夹具	(132)
5.1.3 连接器	(133)
5.1.4 张拉设备	(134)
5.1.5 先张法施工工艺	(134)
5.2 后张法	(136)
5.2.1 后张法锚固体系与张拉设备	(137)
5.2.2 预应力筋的制作	(142)

5.2.3	后张法施工工艺	(143)
5.2.4	工程实例	(147)
5.3	无粘结预应力混凝土的施工	(148)
5.3.1	无粘结预应力筋的制作	(148)
5.3.2	无粘结预应力筋的敷设	(149)
5.3.3	预应力筋的端部处理	(149)
5.3.4	预应力筋的张拉	(150)
5.4	质量保证与安全措施	(150)
5.4.1	张拉设备的测定及选用	(150)
5.4.2	预应力的施工	(151)
5.4.3	常见的质量事故及处理	(151)
	本章小结	(153)
	复习思考题	(153)
	习 题	(153)
6	钢结构工程	(155)
6.1	钢桁架	(155)
6.1.1	钢桁架的几种类型	(155)
6.1.2	轻型钢屋架的应用	(157)
6.2	薄壁型钢屋架	(158)
6.2.1	薄壁型钢屋架的概况	(158)
6.2.2	薄壁型钢屋架的计算和构造特点	(159)
6.2.3	薄壁型钢屋架的制作和维护	(160)
6.3	网架结构	(164)
6.3.1	网架结构的优越性	(164)
6.3.2	网架结构的施工	(165)
6.4	钢结构的质量要求与施工安全	(168)
6.4.1	钢结构的质量要求	(168)
6.4.2	质量的通病与安全措施	(168)
	本章小结	(169)
	复习思考题	(169)
	习 题	(169)
7	高层建筑与高耸构筑物的施工	(171)
7.1	高层建筑的施工	(171)
7.1.1	高层建筑的施工特点	(171)
7.1.2	高层建筑主体钢筋混凝土结构的施工	(172)
7.1.3	高层建筑转换层结构施工中的几个问题	(185)
7.1.4	高层建筑主体钢结构的施工	(186)
7.1.5	高层建筑的基础工程	(187)
7.2	高层建筑施工中应解决的几个问题	(190)

7.2.1	高层建筑的脚手架	(190)
7.2.2	塔吊的爬升	(195)
7.2.3	泵送混凝土的施工	(199)
7.2.4	大体积混凝土的浇筑与温度裂缝的控制	(201)
7.3	高耸构筑物的施工方法	(205)
7.3.1	烟囱的施工	(205)
7.3.2	水塔的施工	(208)
7.3.3	电视塔的施工	(209)
7.3.4	高耸钢筋混凝土筒体结构无井架电动升模施工	(210)
7.4	保证工程质量和安全的措施	(212)
7.4.1	对高层建筑或高耸构筑物施工的措施	(212)
7.4.2	对高层建筑及高耸构筑物施工的安全措施	(212)
	本章小结	(213)
	复习思考题	(213)
	习 题	(213)
8	防水工程	(215)
8.1	屋面防水工程	(215)
8.1.1	屋面防水简介	(216)
8.1.2	高聚物改性沥青卷材防水屋面	(220)
8.1.3	高分子卷材防水屋面	(223)
8.1.4	涂膜防水屋面	(227)
8.1.5	常见屋面渗漏及防治方法	(231)
8.2	地下防水工程	(232)
8.2.1	防水方案	(233)
8.2.2	变形缝、后浇缝的处理	(233)
8.2.3	卷材防水层施工	(235)
8.2.4	防水混凝土结构的施工	(237)
8.2.5	地下防水工程渗漏及防治方法	(239)
8.3	卫生间防水施工	(242)
8.3.1	卫生间楼地面聚氨酯防水施工	(242)
8.3.2	卫生间楼地面氯丁胶乳沥青防水涂料施工	(244)
8.3.3	卫生间涂膜防水施工注意事项	(244)
8.3.4	卫生间渗漏及堵漏措施	(245)
8.4	新型防水材料	(245)
8.4.1	铝锡铋合金防水卷材	(245)
8.4.2	APP改性沥青防水卷材	(247)
8.4.3	喷涂聚脲防水涂料	(248)
8.4.4	氟树脂防水涂料	(249)
8.4.5	JS聚合物水泥基复合防水材料	(249)
8.4.6	建筑防水材料的发展动向及应用范围	(249)

8.5	防水工程常见的质量事故及处理	(250)
8.5.1	卷材防水工程常见的质量事故及处理	(250)
8.5.2	油膏防水工程常见的质量事故及处理	(251)
8.5.3	水泥砂浆、细石混凝土屋面防水工程常见的质量事故及处理	(252)
	本章小结	(253)
	复习思考题	(253)
	习题	(253)
9	特殊性施工	(255)
9.1	冬期施工的基本知识	(255)
9.1.1	冬期施工的特点、原则和施工准备	(255)
9.1.2	混凝土及钢筋混凝土的冬期施工	(256)
9.1.3	砖石工程的冬期施工	(261)
9.2	雨季施工	(264)
9.2.1	各分项工程在雨季施工的注意事项	(264)
9.2.2	作好防雷设施	(266)
9.3	热期施工	(266)
9.3.1	各分项工程在热期施工应注意的问题	(266)
9.3.2	热期条件下的混凝土施工	(266)
9.4	建筑物整体移位施工	(267)
9.4.1	建筑物整体移位的特点	(267)
9.4.2	建筑物整体移位的适用范围	(267)
9.4.3	建筑物整体移位施工工艺	(268)
9.4.4	建筑物整体移位施工注意事项	(268)
9.5	绿色建筑施工	(269)
9.5.1	绿色施工的概念	(269)
9.5.2	地源热泵技术在建筑中的应用	(270)
9.5.3	建筑外遮阳技术	(270)
9.5.4	太阳能与建筑一体化	(271)
9.5.5	铝合金断桥技术的应用	(271)
9.5.6	外墙外保温隔热系统的施工	(271)
9.5.7	蒸压加气混凝土墙板的施工	(271)
	本章小结	(272)
	复习思考题	(272)
	习题	(272)
10	高速公路及高等级公路的施工	(274)
10.1	公路路基的施工	(274)
10.1.1	路堤填方的施工	(274)
10.1.2	路堑的挖方施工	(278)
10.1.3	特殊地区的路基施工	(279)

10.1.4	桥、涵台背的填土施工	(288)
10.2	公路路面的施工	(289)
10.2.1	路面基层的施工	(289)
10.2.2	沥青路面的施工	(300)
10.2.3	水泥混凝土路面的施工	(308)
10.3	公路工程施工中的质量通病与整治	(312)
10.3.1	高填路堤的下沉及整治	(312)
10.3.2	沥青路面的早期病害与防治	(312)
10.3.3	水泥混凝土路面的病害及根治	(315)
	本章小结	(316)
	复习思考题	(317)
	习 题	(317)
12	隧道施工	(318)
11.1	隧道的施工测量	(318)
11.1.1	井外测量	(318)
11.1.2	洞内测量	(318)
11.1.3	推进控制测量	(319)
11.2	隧道的掘进	(320)
11.2.1	隧道的掘进方式	(320)
11.2.2	开挖面的支撑	(321)
11.2.3	隧道开挖的出土方式	(321)
11.3	隧道的衬砌	(322)
11.3.1	拱衬的构造	(322)
11.3.2	管片的分类	(323)
11.3.3	压注混凝土衬砌	(324)
11.3.4	隧道衬砌的其他几种施工方法	(324)
11.3.5	隧道衬砌的类型	(325)
11.4	隧道施工中的通风	(326)
11.4.1	隧道施工中所要求的气候条件及通风要求	(326)
11.4.2	通风设备及选择	(327)
11.4.3	通风方法	(329)
11.4.4	风量计算	(330)
11.5	隧道施工的防尘	(334)
11.5.1	粉尘对人体的危害	(334)
11.5.2	防尘措施	(335)
11.6	隧道的新奥法施工	(336)
11.6.1	新奥法施工原理	(336)
11.6.2	开挖方法的选择	(337)
11.6.3	初期支护及其作用原理	(337)
11.6.4	施工监控量测及数据处理	(339)

11.6.5	量测断面及测点的布置、量测频率	(341)
11.6.6	二次模筑混凝土衬砌施工	(347)
	本章小结	(348)
	复习思考题	(348)
	习 题	(348)
12	桥梁结构工程施工	(350)
12.1	桥墩桥台的施工	(350)
12.1.1	桥墩桥台的现浇混凝土施工	(350)
12.1.2	装配式桥墩施工	(353)
12.1.3	后张法预应力混凝土装配桥墩施工	(354)
12.2	混凝土梁桥上部结构的施工	(356)
12.2.1	就地浇筑钢筋混凝土的梁桥或拱桥的施工	(356)
12.2.2	预制安装梁桥和拱桥的施工	(358)
12.2.3	悬臂施工	(364)
12.2.4	转体施工	(368)
12.2.5	顶推法施工	(371)
12.2.6	连续梁逐孔施工法	(373)
12.3	钢桥施工	(376)
12.3.1	钢桥的发展与钢桥构件的制作	(376)
12.3.2	钢桥的安装	(376)
12.3.3	钢斜拉桥的施工	(381)
12.4	施工中常出现的质量事故及处理	(382)
	本章小结	(382)
	复习思考题	(382)
	习 题	(383)
	综合练习题	(384)
	参考文献	(398)

1 土石方工程

内容提要

本章内容包括土石方的分类及现场鉴别方法;土石方的施工方法以及机械化施工等内容。重点阐述了边坡的稳定、施工排水和填方的压实,以及土石方施工机械的性能和如何提高生产效率。在土石方工程施工中,还结合现场施工常出现的质量事故,分析了原因、应采取预防的措施以及根治的方法。

学习要求

1. 了解土石方的分类和如何鉴别;了解常用的土石方施工机械性能和如何选用。
2. 熟悉土坡失稳的原因和产生流砂的原因。
3. 掌握土石方工程常见的质量事故的预防措施和根治方法。

1.1 概 述

1.1.1 土石方工程的种类与特点

土石方工程是建筑工程施工中主要分部工程之一,它包括土石方的开挖、运输、填筑与压实等主要施工过程,以及场地清理、测量放线、施工排水、降水和土壁支护等准备工作与辅助工作。

土石方工程按其施工内容和方法的不同,常有以下几种:

1.1.1.1 基坑(槽)及管沟开挖

指开挖宽度在 3m 以内的基槽或开挖底面积在 20m² 以内的土石方工程,是为浅基础、桩承台及管沟等施工而进行的土石方开挖。其特点是:要求开挖的标高、断面、轴线准确;土石方量少;受气候影响较大(如冰冻、下雨等影响)。因此,施工前必须做好各项准备工作,制订合理的施工方案,以达到减轻劳动强度、加快施工进度和节省工程费用的目的。

1.1.1.2 地下工程大型土石方开挖

对人防工程、大型建筑物的地下室、深基础施工等而进行的地下大型土石方开挖。它涉及降低地下水位、边坡稳定与支护、地面沉降与位移、临近建筑物(构筑物、道路和各种管线)的安全与防护等一系列问题。因此,在土石方开挖前,应详细研究各项技术资料,进行专门的施工设计和评审。

1.1.1.3 土石方填筑

土石方填筑是对低洼处用土石方分层填平。建筑工程上有大型土石方填筑和小型场

地、基坑、基槽、管沟的回填,前者一般与场地平整施工同时进行、交叉施工;后者除小型场地回填外,一般在地下工程施工完毕后再进行。对填筑的土石方,要求严格选择土质,分层回填压实。

1.1.2 土石的分类与现场鉴别方法

土石的分类方法很多,作为建筑物地基的土石可分为岩石、碎石土、砂土、粉土、粘性土和特殊土(如淤泥、泥炭、人工填土)。

在建筑施工中,根据其开挖的难易程度,将土石分为松软土、普通土、坚土、砂砾坚土、软石、次坚石、坚石、特坚石八类。前四类属一般土,后四类属岩石。土的这种八类分类法及其现场鉴别方法见表 1.1。

土的工程分类与现场鉴别方法

表 1.1

土的分类	土 的 名 称	可松性系数		现场鉴别方法
		K_s	K_s'	
一类土 (松软土)	砂;亚砂土;冲积砂土层;种植土;泥炭(淤泥)	1.08 ~ 1.17	1.01 ~ 1.03	能用锹、锄头挖掘
二类土 (普通土)	亚粘土;潮湿的黄土;夹有碎石、卵石的砂;种植土;填筑土及亚砂土	1.14 ~ 1.28	1.02 ~ 1.05	用锹、锄头挖掘,少许用镐翻松
三类土 (坚土)	软及中等密实粘土;重亚粘土;粗砾石;干黄土及含碎石、卵石的黄土、亚粘土;压实的填筑土	1.24 ~ 1.30	1.05 ~ 1.07	主要用镐,少许用锹、锄头挖掘,部分用撬棍
四类土 (砂砾坚土)	重粘土及含碎石、卵石的粘土;粗卵石;密实的黄土;天然级配砂石;软泥灰岩及蛋白石	1.26 ~ 1.35	1.06 ~ 1.09	整个用镐、撬棍,然后用锹挖掘,部分用楔子及大锤
五类土 (软石)	硬石灰纪粘土;中等密实的页岩、泥灰岩、白垩土;胶结不紧的砾岩;软的石灰岩	1.30 ~ 1.40	1.10 ~ 1.15	用镐或撬棍、大锤挖掘,部分使用爆破方法
六类土 (次坚石)	泥岩;砂岩;砾岩;坚实的页岩;泥灰岩;密实的石灰岩;风化花岗岩;片麻岩	1.35 ~ 1.45	1.11 ~ 1.20	用爆破方法开挖,部分用风镐
七类土 (坚石)	大理岩;辉绿岩;玢岩;粗、中粒花岗岩;坚实的白云岩、砂岩、砾岩、片麻岩、石灰岩、风化痕迹的安山岩、玄武岩	1.40 ~ 1.45	1.15 ~ 1.20	用爆破方法
八类土 (特坚石)	安山岩;玄武岩;花岗片麻岩;坚实的细粒花岗岩,闪长岩、石英岩、辉长岩、辉绿岩、玢岩	1.45 ~ 1.50	1.20 ~ 1.30	用爆破方法

注: K_s —最初可松性系数; K_s' —最终可松性系数。

1.1.3 土的工程性质

1.1.3.1 土的天然密度

土在天然状态下单位体积的质量,称为土的天然密度(单位为 N/cm^3 、 kN/m^3)。一般粘性土的天然密度为 $18\sim 20kN/m^3$,砂土的天然密度为 $16\sim 20kN/m^3$ 。土的天然密度(ρ)按下式计算:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1.1)$$

式中 m ——土的总质量；
 V ——土的天然体积。

1.1.3.2 土的干密度

单位体积土中的固体颗粒的质量称为土的干密度(单位为 N/cm^3 、 kN/m^3)。土的干密度(ρ_d)按下式计算：

$$\rho_d = \frac{m_s}{V} \quad (1.2)$$

式中 m_s ——土中固体颗粒的质量；
 V ——土的天然体积。

土的干密度愈大,表示土愈密实。工程上常把干密度作为评定土体密实程度的标准,以控制填土工程的质量。

1.1.3.3 土的可松性

天然土经开挖后,其体积因松散而增加,虽经振动夯实,仍不能恢复原来的体积,这种性质称为土的可松性。土的可松性程度用可松性系数表示,即：

$$K_s = \frac{V_2}{V_1} \quad (1.3)$$

$$K_s' = \frac{V_3}{V_1} \quad (1.4)$$

式中 K_s ——土的最初可松性系数；
 K_s' ——土的最终可松性系数；
 V_1 ——土在天然状态下的体积；
 V_2 ——土被挖出后在松散状态下的体积；
 V_3 ——土经压(夯)实后的体积。

可松性系数对土方的调配、计算土方运输量、计算填方量和运土工具等都有影响。各类土的可松性系数见表 1.1。

1.1.3.4 土的透水性

土的透水性是指水流通过土中孔隙的难易程度。

地下水的流动以及在土中的渗透速度都与土的透水性有关。在计算地下水源水量时,也涉及土的透水性指标。

地下水在土中的渗流速度一般可按达西定律计算(图 1.1),其公式如下：

$$v = K \cdot i \quad (1.5)$$

式中 v ——水在土中的渗流速度(m/d)；

i ——水力梯度, $i = \frac{H_1 - H_2}{L}$, 即 A、B 两点水头差与其水平距离之比；

K ——土的渗透系数(m/d)。

在式(1.5)中,当 $i=1$ 时, $K=v$, 即土的渗透系数。 K 值的大小反映土透水性的强弱。土的渗透系数可以通过室内渗透试验或现场抽水试验测定。一般土的渗透系数见表 1.2。

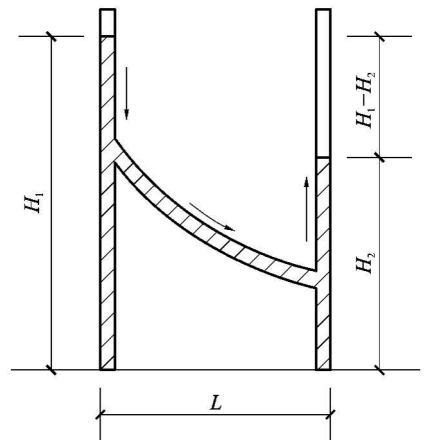


图 1.1 水的渗流

土的渗透系数

表 1.2

土的种类	K(m/d)	土的种类	K(m/d)
粘土、亚粘土	<0.1	含粘土的中砂及纯细砂	20~25
亚砂土	0.1~0.5	含粘土的细砂及纯中砂	35~50
含粘土的粉砂	0.5~1.0	纯粗砂	50~75
纯粉砂	1.5~5.0	粗砂夹卵石	50~100
含粘土的细砂	10~15	卵石	100~200

1.1.3.5 土的含水量

土的含水量(ω)是土中水的质量与固体颗粒质量之比,以百分数表示。即:

$$\omega = \frac{m_w}{m_s} \times 100\% \quad (1.6)$$

式中 m_w ——土中水的质量;

m_s ——土中固体颗粒经温度为 105°C 烘干后的质量。

一般土的干湿程度,用含水量表示。含水量在 5% 以下称为干土;在 5%~30% 以内称为潮湿土;大于 30% 称为湿土。含水量愈大,土就愈湿,对施工就愈不利。含水量对挖土的难易、施工时的放坡、回填土的夯实等均有影响。在一定含水量的条件下,用同样的夯实机具,可使回填土达到最大的密实度,此含水量称为最佳含水量。各类土的最佳含水量见表 1.3。

土的最佳含水量和最大干密度参考表

表 1.3

项次	土的种类	变动范围		项次	土的种类	变动范围	
		最佳含水量(%) (质量比)	最大干密度 (kN/m ³)			最佳含水量(%) (质量比)	最大干密度 (kN/m ³)
1	砂土	8~12	18.0~18.8	3	粉质粘土	12~15	18.5~19.5
2	粘土	19~23	15.8~17.0	4	粉土	9~15	16.1~18.0

注:①表中土的最大干密度应根据现场实际达到的数字为准。

②一般性的回填可不作此项测定。

1.1.3.6 土的密实度

通常用密实度表示土的紧密程度。同类土在不同状态下(如不同的含水量、不同的压实程度等),其紧密程度也不同。工程上用土的干密度来反映相对紧密程度:

$$\lambda_c = \frac{\rho_d}{\rho_{d,\max}} \quad (1.7)$$

式中 λ_c ——土的密实度(压实系数);

ρ_d ——土的实际干密度;

$\rho_{d,\max}$ ——土的最大干密度。

土的实际干密度可用“环刀法”测定。先用环刀取样,测出土的天然密度(ρ),烘干后测出含水量(ω),用下式计算土的实际干密度:

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + 0.01\omega} \quad (1.8)$$

土的最大干密度则用击实试验测定。

1.2 土方工程的机械化施工

土方的开挖、运输、填筑、压实等施工过程应尽量采用机械施工,以减轻繁重的体力劳

动,加快施工进度。

土方工程施工机械的种类繁多,有推土机、铲运机、平土机、松土机、单斗挖土机及多斗挖土机和各种碾压、夯实机械等。现就这几种类型机械的性能、适用范围及施工方法作以下介绍。

1.2.1 推土机施工

推土机实际上为一装有铲刀的拖拉机。按铲刀的操纵机构不同,可分为索式和油压式两种。索式推土机的铲刀系借其本身自重切入土中,因此在硬土中切土深度较小。油压推土机的铲刀用油压操纵,能强制切入土中,切土较深,且可以调升铲刀和调整铲刀的角度,因此具有更大的灵活性,图 1.2 为油压推土机外形图。

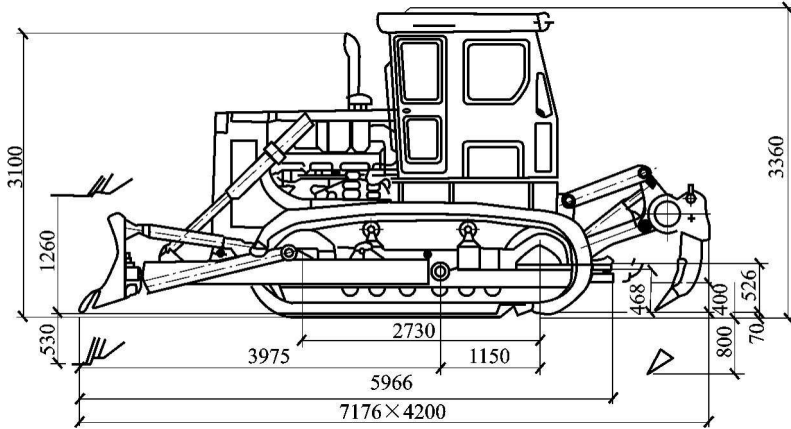


图 1.2 T-180 型推土机外形图

推土机的生产率主要决定于推土刀推移土的体积及切土、推土、回程等工作循环时间。为了提高推土机的生产效率,缩短推土时间和减少土的失散,常用以下几种施工方法:

下坡推土 如图 1.3。推土机顺地面坡度沿下坡方向切土与推土,是借助机械本身的重力作用,增加推土能力和缩短推土时间。一般可提高生产效率 30%~40%,但推土坡度应在 15°以内。

并列推土 平整场地的面积较大时,可用 2~3 台推土机并列作业。铲刀相距 15~30cm。一般两机并列推土可增大推土量 15%~30%,但平均运距不宜超过 50~70m,不宜小于 20m。



图 1.3 下坡推土法

槽形推土 推土机重复多次在一条作业线上切土和推土,使地面逐渐形成一条浅槽,以减少土从铲刀两侧流散,可以增加推土量 10%~30%。

多铲集运 在硬质土中,切土深度不大,可以采用多次铲土、分批集中、一次推送的方法,以便有效地利用推土机的功率,缩短运土时间。

此外,还可以在铲刀两侧附加侧板,以增加铲刀前的推土量。

1.2.2 铲运机施工

铲运机是一种能独立完成铲土、运土、卸土、填筑、整平的土方机械。按行走方式分为自