



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
普通高等学校土木工程专业新编系列教材
中国土木工程学会教育工作委员会 审订
“互联网+”创新型教材

土木工程施工

(第5版)

T M G C S G

毛鹤琴 主编



WUTP



武汉理工大学出版社
Wuhan University of Technology Press



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
普通高等学校土木工程专业新编系列教材
中国土木工程学会教育工作委员会 审订
“互联网+”创新型教材

土木工程施工

(第5版)

主 编 毛鹤琴
主 审 甘绍煊

常州大学图书馆
藏书章

武汉理工大学出版社
· 武 汉 ·

内 容 简 介

本书从拓宽专业面、扩大知识面出发,力求综合运用有关学科的基本理论和知识,以解决土木工程实践中的技术问题;重点阐述施工工艺及工艺原理,施工方案及方法,施工组织及管理,流水理论及网络技术的应用,施工组织设计的内容及编制程序,以及保证工程质量和施工安全等有关技术措施;力求源于实践而高于实践,力求反映国内外先进科学技术及管理水平。

全书共分16章,其内容包括土方工程、地基与桩基工程、砌体工程、混凝土结构工程、预应力混凝土工程、结构安装工程、升滑法施工、防水工程、装饰工程、桥梁结构工程、道路工程、施工组织概论、流水施工原理、网络计划技术、施工组织总设计、单位工程施工组织设计等。书中增设了一些二维码,读者可以直接扫码观看。

本书可供与土木工程相关的其他专业选用,亦可供土木类工程技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

土木工程施工/毛鹤琴主编. —5版. —武汉:武汉理工大学出版社,2018.8
ISBN 978-7-5629-5827-7

I. ①土… II. ①毛… III. ①土木工程-工程施工 IV. ①TU7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 177436 号

主 编 简 介

毛鹤琴 重庆大学教授,英国特许建造师(CIOB),享受国家政府特殊津贴专家。原重庆建筑大学管理工程学院院长,建设部重庆管理干部培训中心主任,全国建筑与房地产管理专业指导委员会主任委员。长期从事建筑施工技术和工程项目管理教学、科研与工程实践,“改革课程体系,建立具有时代特色的施工学科”获四川省第1届优秀教学成果二等奖;“‘工程项目管理’系列课程建设”获四川省第3届优秀教学成果一等奖;编著的高等学校教材《建筑施工》、《运筹学》分别获建设部优秀教材三等奖和二等奖;《施工项目质量与安全管理》获第3届全国优秀建筑科技图书部级二等奖,“项目管理”被评为建设部二类优秀课程;出版的著作有《建设项目质量控制》、《系统工程导论》、《土木工程施工》、《实用工程项目管理手册》等共14部;发表学术论文有《网架施工技术》、《施工总进度计算与投资效益》、《建筑业质量经济性评价模式探讨》、《锥形式锚具的受力分析》等共30余篇。其业绩被载入《中华人物辞海》、《中国人才辞典》等专家名入录中。

项目负责人:蔡德民 刘永坚 田道全

责任编辑:高 英

责任校对:汪浪涛

封面设计:芳华时代

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

网 址:<http://www.wutp.com.cn>

经 销:各地新华书店

印 刷:荆州市鸿盛印务有限公司

开 本:880×1230 1/16

印 张:23

插 页:1页

字 数:745千字

版 次:2018年8月第5版

印 次:2018年8月第1次印刷 总第50次印刷

印 数:388001—398000册

定 价:49.50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:027-87515778 87515848 87785758 87165708(传真)

• 版权所有 盗版必究 •

普通高等学校土木工程专业新编系列教材编审委员会

(第5版)

学术顾问:

吕西林 李 杰 罗福午 李少甫 甘绍熹 包世华 毛鹤琴
辛克贵 刘立新 李必瑜 彭少民 何铭新 吴培明 胡敏良

主任委员:

李国强 朱宏亮

副主任委员:

刘伟庆 邹超英 白国良 徐礼华 雷宏刚 贾连光 朱彦鹏
张永兴 张俊平 刘殿忠 缪 昇 王 岚 周学军 赵明华

委员:(以姓氏笔画为序)

邓铁军 王 林 王 燕 王天稳 王月明 王社良 王泽云
王雪松 王新武 王毅红 白晓红 卢文胜 叶献国 过静珺
刘剑飞 孙 俊 孙 强 孙家齐 任建喜 陈水生 陈昌富
陈伯望 何培玲 李书进 李怀建 李启令 李碧雄 邵旭东
宋固全 吴能森 吴炎海 吴雪茹 吴辉琴 张立人 张科强
周 云 段兵廷 姜玉松 柳炳康 饶云刚 俞 晓 赵瑞斌
秦建平 徐 伟 袁广林 袁海庆 蒋沧如 曾志兴 窦立军
戴国欣 魏瑞演

总责任编辑:刘永坚 田道全

秘 书 长:蔡德民

第 5 版前言

《土木工程施工》自 2000 年第 1 版问世以来,承蒙广大读者提供的宝贵意见和建议,经过编者与出版社不懈的努力,现已多次再版,其中第 3 版列入了普通高等教育“十一五”国家级规划教材,第 4 版列入了“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材。

为了进一步提高教材的质量,以适应新技术的发展和新规范的要求,我们现对第 4 版再一次做了修订。其修订的要点如下:

- (1) 在保持原有教材体系的基础上,逐章校正了错误和局部调整了内容。
- (2) 按照新的施工质量验收规范修订,内容符合新规范的要求。
- (3) 增加了对整体装配式结构的介绍。
- (4) 升滑法施工和大跨度结构施工中的某些工艺,虽说目前已少有应用,但为了保持原有教材体系,便于了解施工工艺的演变和发展,以启迪创新思维,故仍予以保留,供学习者参考。
- (5) 为了拓宽专业面,教材内容涉及的范围较广,对不同类型、不同层次的专业,可根据需求灵活选用。
- (6) 本书在修订时,力图以科学发展观反映先进的施工技术和现代化的管理方法;力图理论联系实践,以应用为主。但教材毕竟以教学为主,要深层次的学习和应用,还需要综合运用有关学科的基本理论和知识,方能解决工程实践问题。
- (7) 增加一些视频资料,以帮助读者更直观地理解相关内容。

参加编写或修订的有毛鹤琴、陶妍艳、华建民、朱正刚、王光建、甘琳、罗明、毛燕。

本书在修订过程中,对所参考的文献资料的作者,对读者的宝贵意见和出版社的大力支持表示衷心的感谢!

编 者
2018 年 4 月

数字资源目录

井点管理设 18

轻型井点基坑降水施工现场 18

反铲 29

混凝土预制桩 43

静压桩 47

螺旋钻 48

正循环灌注桩施工动画 48

反循环清孔 48

反潜钻 49

正潜钻 49

锤击沉管灌注桩 49

沉管灌注桩 50

振动灌注桩 50

缩颈桩 51

吊脚桩 51

人工挖孔桩 52

脚手架施工 56

建筑施工电梯 58

一顺一丁 59

三顺一丁 59

梅花丁 59

闪光对焊 73

钢筋冷挤压连接 77

钢筋弯曲 81

板筋绑扎 82

梁筋绑扎 82

柱模板工程 88

楼板支模 88

支拆模壳 91

混凝土搅拌机..... 100

混凝土运输..... 102

混凝土运输机械..... 103

浇筑混凝土..... 104

槽式台座..... 127

先张法..... 128

后张法..... 130

锚具..... 131

起重机械..... 145

牵缆式拔杆起重机对称吊装屋顶壳板..... 146

旋转法吊柱..... 155

滑行法吊柱..... 156

屋架吊装..... 159

屋面板吊装..... 160

墙面 SBS 防水卷材施工 192

外墙抹灰..... 204

水磨石..... 206

石材干挂..... 209

外墙贴瓷砖..... 210

目 录

1 土方工程	(1)
1.1 土方规划	(1)
1.1.1 土方工程的内容及施工要求	(1)
1.1.2 土的工程分类及性质*	(1)
1.1.3 土方边坡*	(3)
1.1.4 土方量计算的基本方法	(4)
1.1.5 场地平整土方量计算	(6)
1.1.6 土方调配	(10)
1.2 土方工程施工要点	(14)
1.2.1 土壁稳定*	(14)
1.2.2 施工排水*	(18)
1.2.3 流砂的防治*	(23)
1.2.4 填土压实*	(26)
1.3 土方工程机械化施工	(27)
1.3.1 推土机施工*	(27)
1.3.2 铲运机施工*	(28)
1.3.3 单斗挖土机施工*	(28)
1.3.4 土方工程综合机械化施工	(29)
1.4 爆破施工	(30)
1.4.1 炸药	(30)
1.4.2 爆破漏斗及药量计算	(31)
1.4.3 爆破方法	(32)
1.4.4 起爆技术	(33)
1.4.5 爆破安全措施	(36)
思考题	(36)
练习题	(36)
2 地基处理与桩基工程	(39)
2.1 基坑验槽	(39)
2.1.1 观察验槽*	(39)
2.1.2 钎探验槽*	(39)
2.2 地基加固处理	(40)
2.2.1 地基加固的原理*	(40)
2.2.2 地基加固的方法*	(40)
2.3 桩基施工	(43)
2.3.1 钢筋混凝土预制桩锤击法施工*	(43)
2.3.2 静力压桩、振动沉桩、射水沉桩	(47)
2.3.3 混凝土灌注桩施工*	(47)
思考题	(53)
3 砌体结构工程	(54)
3.1 砌体材料	(54)

3.1.1	块体	(54)
3.1.2	砂浆*	(55)
3.2	脚手架及垂直运输设施	(56)
3.2.1	脚手架	(56)
3.2.2	垂直运输设施	(57)
3.3	砖砌体施工	(58)
3.3.1	一般规定	(58)
3.3.2	施工工艺*	(58)
3.3.3	质量要求*	(59)
3.3.4	砖砌体冬期施工	(60)
3.4	石砌体施工	(61)
3.4.1	毛石砌体	(61)
3.4.2	料石砌体	(62)
3.4.3	石挡土墙	(63)
3.4.4	石砌体质量	(63)
3.5	中小型砌块砌体施工	(63)
3.5.1	普通混凝土小型空心砌块砌体	(63)
3.5.2	加气混凝土砌块砌体	(65)
3.5.3	粉煤灰砌块砌体	(66)
3.6	拱桥砌体施工	(67)
3.6.1	桥梁墩台的砌筑	(67)
3.6.2	拱桥主拱圈砌筑	(68)
3.6.3	拱上结构的砌筑	(69)
	思考题	(69)
4	混凝土结构工程	(70)
4.1	混凝土结构工程概述	(70)
4.2	钢筋工程	(71)
4.2.1	钢筋的种类及性能	(71)
4.2.2	钢筋焊接*	(72)
4.2.3	钢筋机械连接*	(77)
4.2.4	钢筋的配料及加工*	(78)
4.2.5	植筋施工	(83)
4.3	模板工程	(84)
4.3.1	定型模板与工具式支模	(84)
4.3.2	现浇结构中常用的模板*	(87)
4.3.3	模板安装质量要求*	(89)
4.3.4	模板设计	(90)
4.3.5	模板的拆除*	(91)
4.4	混凝土工程	(92)
4.4.1	混凝土的原材料*	(92)
4.4.2	混凝土的和易性及强度*	(97)
4.4.3	混凝土施工配料	(99)
4.4.4	混凝土搅拌*	(100)
4.4.5	混凝土运输*	(102)
4.4.6	混凝土成型*	(103)

4.4.7	混凝土养护*	(112)
4.4.8	混凝土质量检查*	(114)
4.4.9	混凝土冬期施工	(118)
4.5	整体装配式结构	(121)
4.5.1	整体装配式结构的发展	(121)
4.5.2	整体装配式结构的特点及基本要求	(121)
4.5.3	整体装配式结构施工	(122)
	思考题	(124)
	练习题	(125)
5	预应力混凝土结构工程	(126)
5.1	先张法施工	(126)
5.1.1	台座*	(127)
5.1.2	张拉机具和夹具*	(127)
5.1.3	先张法施工工艺*	(128)
5.2	后张法施工	(130)
5.2.1	预应力筋及锚具*	(131)
5.2.2	张拉机具和设备*	(134)
5.2.3	后张法施工工艺*	(136)
5.3	无粘结预应力混凝土施工*	(142)
5.3.1	无粘结预应力筋的制作	(142)
5.3.2	无粘结预应力筋的铺设	(143)
5.3.3	无粘结预应力筋张拉	(143)
	思考题	(144)
	练习题	(144)
6	结构安装工程	(145)
6.1	起重机械	(145)
6.1.1	桅杆式起重机	(145)
6.1.2	履带式起重机*	(146)
6.1.3	汽车式起重机	(148)
6.1.4	轮胎式起重机	(148)
6.1.5	塔式起重机	(148)
6.2	索具设备	(152)
6.2.1	卷扬机	(152)
6.2.2	滑轮组	(152)
6.2.3	钢丝绳	(153)
6.2.4	横吊梁	(154)
6.3	单层工业厂房结构安装	(154)
6.3.1	构件吊装工艺*	(154)
6.3.2	结构吊装方案*	(161)
6.4	装配式框架结构吊装	(167)
6.4.1	吊装方案	(167)
6.4.2	安装方法	(170)
6.4.3	柱的吊装与校正	(171)
6.4.4	构件接头	(171)
6.5	大跨度结构吊装*	(172)

6.5.1	分条(块)吊装法	(172)
6.5.2	整体吊装法	(173)
6.5.3	高空滑移法	(174)
6.5.4	整体提升法	(174)
6.5.5	整体顶升法	(176)
	思考题	(177)
	练习题	(177)
7	升滑法施工	(178)
7.1	升板法施工	(178)
7.1.1	升板法施工工艺	(178)
7.1.2	提升设备	(179)
7.1.3	升板工艺的发展	(179)
7.2	液压滑模施工	(181)
7.2.1	模板系统	(181)
7.2.2	操作平台系统	(183)
7.2.3	液压滑升系统	(183)
7.2.4	液压滑模的施工	(185)
7.2.5	质量事故的预防和处理	(186)
	思考题	(188)
8	防水工程	(189)
8.1	卷材防水屋面*	(189)
8.1.1	卷材防水屋面的构造	(189)
8.1.2	防水材料	(189)
8.1.3	卷材防水屋面的施工	(191)
8.2	涂膜防水屋面*	(193)
8.2.1	板缝嵌缝	(194)
8.2.2	防水涂料施工	(194)
8.3	刚性防水屋面*	(195)
8.3.1	屋面构造	(195)
8.3.2	施工工艺	(195)
8.4	地下防水工程*	(196)
8.4.1	卷材防水层	(196)
8.4.2	水泥砂浆防水层	(197)
8.4.3	冷胶料防水层	(197)
8.4.4	防水混凝土	(198)
8.4.5	堵漏技术	(199)
	思考题	(201)
9	装饰工程	(202)
9.1	装饰工程概述	(202)
9.2	抹灰工程	(203)
9.2.1	抹灰工程分类	(203)
9.2.2	一般抹灰*	(203)
9.2.3	装饰抹灰*	(205)
9.3	饰面板(砖)工程	(207)

9.3.1	饰面板(砖)材料及要求	(207)
9.3.2	饰面板(砖)的施工*	(208)
9.3.3	铝合金饰面板的施工	(211)
9.3.4	塑料饰面板的施工	(211)
9.4	裱糊工程*	(211)
9.4.1	裱糊材料及要求	(211)
9.4.2	裱糊施工	(212)
9.4.3	裱糊工程的质量要求	(213)
9.5	涂饰工程*	(213)
9.5.1	油漆涂饰	(213)
9.5.2	涂料涂饰	(217)
9.6	刷浆工程	(218)
9.6.1	常用刷浆材料及配制	(218)
9.6.2	刷浆施工	(219)
9.7	玻璃幕墙工程*	(219)
9.7.1	玻璃幕墙的类型	(219)
9.7.2	玻璃幕墙安装施工	(220)
	思考题	(221)
10	桥梁结构工程	(222)
10.1	桥梁墩台施工	(222)
10.1.1	石料及混凝土砌块墩台施工	(222)
10.1.2	混凝土及钢筋混凝土墩台施工	(222)
10.1.3	装配式墩台施工	(224)
10.1.4	高桥墩施工	(225)
10.2	桥梁上部结构施工	(226)
10.2.1	装配式桥梁施工	(226)
10.2.2	预应力混凝土梁桥悬臂施工	(227)
10.2.3	拱桥施工	(231)
	思考题	(239)
11	道路工程	(240)
11.1	路基工程施工*	(240)
11.1.1	填方路基施工	(241)
11.1.2	挖方路基施工	(242)
11.1.3	特殊地区路基施工	(244)
11.1.4	路基压实	(248)
11.1.5	路基排水设施施工	(249)
11.2	路面基层(底基层)施工	(250)
11.2.1	半刚性基层材料拌和机械	(250)
11.2.2	碎、砾石基层(底基层)施工	(251)
11.2.3	稳定土基层施工	(253)
11.2.4	工业废渣基层施工	(256)
11.3	水泥混凝土路面施工*	(257)
11.3.1	水泥混凝土路面施工机械	(257)
11.3.2	轨道式摊铺机施工	(258)

11.3.3	滑模式摊铺机施工	(261)
11.3.4	钢筋混凝土路面施工	(262)
11.3.5	混凝土小块铺砌路面施工	(262)
11.3.6	钢纤维混凝土路面施工	(262)
11.4	沥青路面施工*	(262)
11.4.1	沥青路面施工机械	(262)
11.4.2	沥青路面的分类	(263)
11.4.3	施工前的准备工作	(264)
11.4.4	洒铺法沥青路面层施工	(264)
11.4.5	热拌沥青混合料路面施工	(265)
	思考题	(267)
12	施工组织概论	(268)
12.1	建筑施工的特点	(268)
12.2	施工组织的基本原则*	(268)
12.3	原始资料调查	(270)
12.3.1	工程勘察	(270)
12.3.2	技术经济调查	(271)
12.4	施工准备工作*	(271)
12.4.1	基础工作准备	(271)
12.4.2	全工地性施工准备	(271)
12.4.3	单位工程施工条件准备	(272)
12.4.4	分部、分项工程作业条件准备	(272)
12.5	施工组织设计*	(272)
12.5.1	施工组织设计的作用	(272)
12.5.2	施工组织设计分类	(272)
12.5.3	施工组织设计的内容	(273)
12.5.4	施工组织设计的贯彻、检查和调整	(274)
12.6	优化施工现场管理*	(274)
	思考题	(275)
13	流水施工原理	(276)
13.1	流水施工概念	(276)
13.1.1	依次施工	(276)
13.1.2	平行施工	(277)
13.1.3	流水施工*	(277)
13.2	流水施工指示图表	(277)
13.3	流水施工的参数*	(278)
13.3.1	施工过程数 n	(278)
13.3.2	施工段数 m	(278)
13.3.3	流水节拍 t_i	(279)
13.3.4	流水步距 K	(279)
13.3.5	流水施工工期 T	(279)
13.4	流水施工分类	(280)
13.5	流水施工的组织方法	(280)

13.5.1	固定节拍流水*	(280)
13.5.2	成倍节拍流水*	(282)
13.5.3	分别流水*	(283)
13.5.4	流水线法	(285)
13.6	流水施工组织应用示例	(286)
13.6.1	砖混结构流水施工组织	(286)
13.6.2	现浇钢筋混凝土框架流水施工组织	(286)
13.6.3	群体工程流水施工组织	(288)
	思考题	(289)
	练习题	(289)
14	网络计划技术	(291)
14.1	网络图的绘制原则及方法	(291)
14.1.1	网络图的概念及分类	(291)
14.1.2	双代号及单代号网络图的构成要素*	(292)
14.1.3	双代号及单代号网络图的绘制原则及方法*	(294)
14.2	网络计划时间参数的计算*	(300)
14.2.1	网络计划时间参数的基本概念	(300)
14.2.2	网络计划时间参数的计算方法	(301)
14.3	时标网络计划*	(305)
14.3.1	时标网络计划的绘制表达方法	(305)
14.3.2	从时标网络计划中判读相关时间参数	(307)
14.4	网络计划的优化与控制*	(308)
14.4.1	网络计划的优化	(309)
14.4.2	网络计划的控制	(310)
	思考题	(318)
	练习题	(318)
15	施工组织总设计	(322)
15.1	施工组织总设计编制程序及依据*	(322)
15.1.1	施工组织总设计编制程序	(322)
15.1.2	施工组织总设计编制依据	(323)
15.2	施工部署*	(323)
15.3	施工总进度计划*	(323)
15.3.1	施工总进度计划编制的原则	(323)
15.3.2	施工总进度计划编制方法	(324)
15.4	暂设工程	(325)
15.4.1	加工厂(站)组织	(326)
15.4.2	建筑工地运输业务组织	(326)
15.4.3	建筑工地仓库业务组织	(326)
15.4.4	行政管理、生活福利房屋的组织	(327)
15.4.5	建筑工地临时供水	(327)
15.4.6	建筑工地临时供电	(328)
15.5	施工总平面图*	(329)

15.5.1	施工总平面图的内容	(329)
15.5.2	设计施工总平面图的资料	(329)
15.5.3	设计施工总平面图的原则	(330)
15.5.4	施工总平面图设计的步骤和方法	(330)
15.5.5	施工总平面图的管理	(332)
	思考题	(332)
16	单位工程施工组织设计	(333)
16.1	单位工程施工组织设计的内容和编制程序	(333)
16.1.1	单位工程施工组织设计的主要内容*	(333)
16.1.2	单位工程施工组织设计的编制程序和依据	(333)
16.2	施工方案*	(334)
16.2.1	施工方案的主要内容	(334)
16.2.2	施工方案的技术经济评价	(336)
16.3	单位工程施工进度计划*	(337)
16.3.1	施工进度计划的作用	(337)
16.3.2	施工进度计划的编制	(337)
16.3.3	施工进度计划的评估	(340)
16.4	资源需要量计划	(341)
16.5	单位工程施工平面图设计*	(342)
16.5.1	单位工程施工平面图设计依据	(342)
16.5.2	单位工程施工平面图设计的内容和原则	(343)
16.5.3	单位工程施工平面图设计的步骤	(343)
	思考题	(346)
	参考答案	(347)
	参考文献	(349)

1 土方工程

本章提要

本章内容包括土方规划、土方工程施工的要点,土方工程机械化施工和爆破施工。在土方规划中,涉及了土的工程分类和性质、土方边坡、土方量计算、场地设计标高的确定和土方调配等问题。在土方工程施工要点中,重点论述了土壁稳定、施工排水、流砂防治和填土压实,是土方工程施工的关键。在土方工程机械化施工中,着重阐述常用土方机械的类型、性能及提高生产率的措施。在爆破施工中主要介绍了爆破基本知识、炸药和药量计算、起爆技术及爆破方法。

学习要求

- (1) 了解土的工程性质、边坡留设和土方调配的原则,掌握土方量计算的方法、场地计划标高确定的方法和用表上作业法进行土方调配。
- (2) 能分析土壁失稳和产生流砂、管涌的原因,并能提出相应的防治措施。对各种降水方案能进行选择比较,掌握轻型井点设计和回填土的质量要求及检验标准。
- (3) 了解常用土方机械的性能及适用范围,能正确合理地选用。
- (4) 了解爆破原理、引爆技术、爆破方法及安全知识,能正确地计算炸药量和电爆网路。

1.1 土方规划

1.1.1 土方工程的内容及施工要求

在土木工程施工中,常见的土方工程有:

- (1) 场地平整 其中包括确定场地设计标高,计算挖、填土方量,合理地进行土方调配等。
- (2) 开挖沟槽、基坑、竖井、隧道、修筑路基、堤坝,其中包括施工排水、降水,土壁边坡和支护结构等。
- (3) 土方回填与压实 其中包括土料选择,填土压实的方法及密实度检验等。

此外,在土方工程施工前,应完成场地清理,地面水的排除和测量放线工作;在施工中,则应及时采取有关技术措施,预防产生流砂、管涌和塌方现象,确保施工安全。

土方工程施工,要求标高、断面准确,土体有足够的强度和稳定性,土方量少,工期短,费用省。但由于土方工程施工具有面广量大,劳动繁重,施工条件复杂等特点,因此,在施工前,首先要进行调查研究,了解土壤的种类和工程性质,土方工程的施工工期、质量要求及施工条件,施工地区的地形、地质、水文、气象等资料,以便编制切实可行的施工组织设计,拟定合理的施工方案。为了减轻繁重的体力劳动,提高劳动生产率,加快工程进度,降低工程成本,在组织土方工程施工时,应尽可能采用先进的施工工艺和施工组织,实现土方工程施工综合机械化。

1.1.2 土的工程分类及性质*

土的种类繁多,分类方法各异,在土方施工中,按土的开挖难易程度分为八类,如表 1.1 所示。

表 1.1 土的工程分类

土的分类	土的级别	土 的 名 称	密 度 (kg/m³)	开挖方法及工具
一类土 (松软土)	I	砂土;粉土;冲积砂土层;疏松的种植土;淤泥(泥炭)	600~1500	用锹、锄头挖掘,少许用脚踏
二类土 (普通土)	II	粉质黏土;潮湿的黄土;夹有碎石、卵石的砂;粉土混卵(碎)石;种植土;填土	1100~1600	用锹、锄头挖掘,少许用镐翻松
三类土 (坚土)	III	软及中等密实黏土;重粉质黏土;砾石土;干黄土,含有碎石、卵石的黄土,粉质黏土;压实的填土	1750~1900	主要用镐,少许用锹、锄头挖掘,部分用撬棍
四类土 (砂砾坚土)	IV	坚实密实的黏性土或黄土;含碎石、卵石的中等密实的黏性土或黄土;粗卵石;天然级配砂石;软泥灰岩	1900	整个先用镐、撬棍,后用锹挖掘,部分用楔子及大锤
五类土 (软石)	V~VI	硬质黏土;中密的页岩、泥灰岩、白垩土;胶结不紧的砾岩;软石灰岩及贝壳石灰岩	1100~2700	用镐或撬棍、大锤挖掘,部分使用爆破方法
六类土 (次坚石)	VII~IX	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、片麻岩及正常岩	2200~2900	用爆破方法开挖,部分用风镐
七类土 (坚石)	X~XIII	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;微风化安山岩、玄武岩	2500~3100	用爆破方法开挖
八类土 (特坚石)	XIV~XVI	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、角闪岩	2700~3300	用爆破方法开挖

土有各种工程性质,其中影响土方工程施工的有土的质量密度、含水量、渗透性和可松性等。

1.1.2.1 土的质量密度

分天然密度和干密度。土的天然密度,指土在天然状态下单位体积的质量,它影响土的承载力、土压力及边坡的稳定性。土的干密度,指单位体积土中固体颗粒的质量,它是用以检验填土压实质量的控制指标。

1.1.2.2 土的含水量

土的含水量 W 是土中所含的水与土的固体颗粒间的质量比,以百分数表示:

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_2}$$

(1.1)

式中 m_1 ——含水状态时土的质量;

m_2 ——土烘干后的质量。

土的含水量影响土方施工方法的选择、边坡的稳定和回填土的质量,如土的含水量超过 25%~30%,则机械化施工就困难,容易打滑、陷车;回填土则需有最佳含水量,方能夯压密实,获得最大干密度(表 1.2)。

表 1.2 土的最佳含水量和最大干密度参考值

土的种类	最佳含水量(质量比) (%)	最大干密度 (g/cm³)	土的种类	最佳含水量(质量比) (%)	最大干密度 (g/cm³)
砂 土	8~12	1.80~1.88	重 亚 黏 土	16~20	1.67~1.79
粉 土	16~22	1.61~1.80	粉质亚黏土	18~21	1.65~1.74
亚砂土	9~15	1.85~2.08	黏 土	19~23	1.58~1.70
亚黏土	12~15	1.85~1.95			

1.1.2.3 土的渗透性

土的渗透性是指水在土体中渗流的性能,一般以渗透系数 K 表示。从达西公式 $V=KI$ 可以看出渗透系数的物理意义:当水力坡度 I 等于 1 时的渗透速度 v 即为渗透系数 K 。

渗透系数 K 值将直接影响降水方案的选择和涌水量计算的准确性,一般应通过扬水试验确定,表 1.3 所列数据仅供参考。

表 1.3 土渗透系数参考值

土的种类	$K(m/d)$	土的种类	$K(m/d)$
亚黏土、黏土	<0.1	含黏土的中砂及纯细砂	20~25
亚黏土	0.1~0.5	含黏土的细砂及纯中砂	35~50
含亚黏土的粉砂	0.5~1.0	纯粗砂	50~75
纯粉砂	1.5~5.0	粗砂夹砾石	50~100
含黏土的细砂	10~15	砾石	100~200