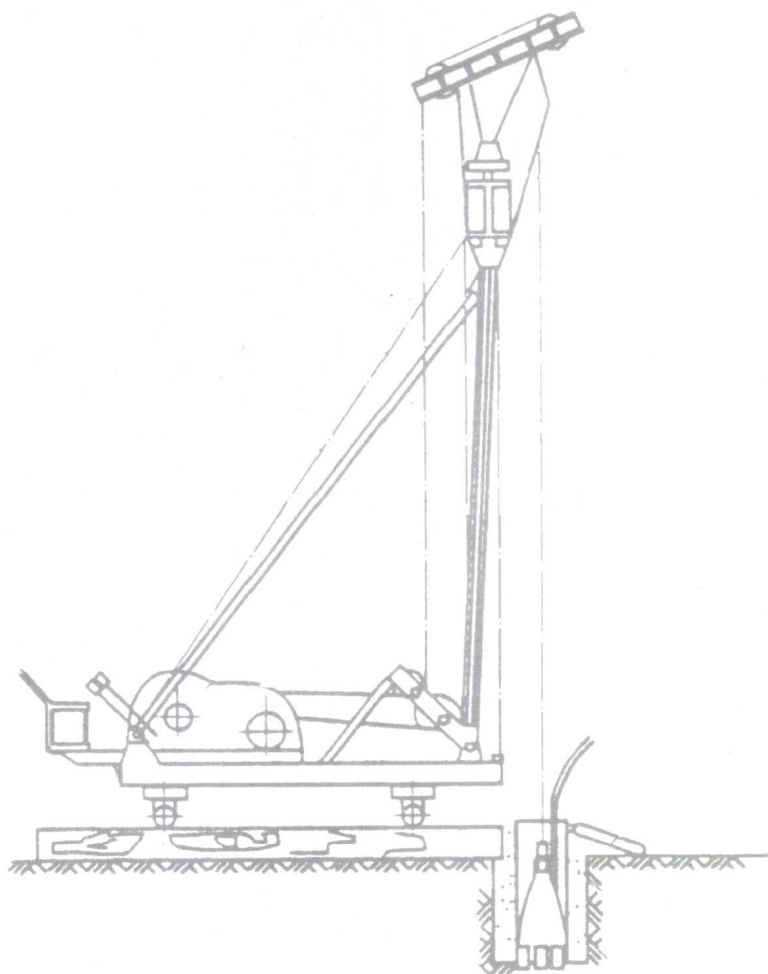


普通高等学校土木工程专业新编系列教材
中国土木工程学会教育工作委员会 审定

土木工程施工

T M G C S G

毛鹤琴 主编
甘绍熺 主审



WUTP

武汉工业大学出版社

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 审定

土木工程施工

主 编 毛鹤琴
主 审 甘绍熺

武汉工业大学出版社

【内 容 摘 要】

本教材从拓宽专业面、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。

全书共分十五章,其内容包括土方工程、地基与基础工程、砌筑工程、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、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。

本教材系根据教育部颁布实施的《普通高等学校本科专业目录》中新设置的土木工程专业而编写的试用教材,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. —武汉:武汉工业大学出版社,2000. 8
ISBN 7-5629-1553-9

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 11119 号

出版者:武汉工业大学出版社(武汉市:武昌珞狮路 122 号 邮编:430070)

印刷者:武汉工业大学出版社印刷厂

发行者:各地新华书店

开 本:880×1230 1/16

印 张:22.75

字 数:753 千字

版 次:2000 年 8 月第 1 版 2000 年 8 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-5629-1553-9/TU·139

印 数:1—10000 册

定 价:32.00 元

(本书如有印装质量问题,请向承印厂调换)

普通高等学校土木工程专业新编系列教材

编 审 委 员 会

顾 问:成文山 滕智明 罗福午 魏明钟 李少甫

甘绍熺 施楚贤 白绍良 彭少民 范令惠

主 任:江见鲸 吕西林 高鸣涵

副主任:朱宏亮 辛克贵 袁海庆 吴培明 李世蓉

苏三庆 刘立新 赵明华 孙成林

委 员:(按姓氏笔画顺序排列)

于书翰 丰定国 毛鹤琴 甘绍熺 白绍良

白晓红 包世华 田道全 成文山 江见鲸

吕西林 刘立新 刘长滨 刘永坚 刘伟庆

朱宏亮 朱彦鹏 孙家齐 孙成林 过静君

李少甫 李世蓉 李必瑜 吴培明 吴炎海

辛克贵 苏三庆 何铭新 汤康民 陈志源

罗福午 周 云 赵明华 赵均海 尚守平

施楚贤 柳炳康 姚甫昌 胡敏良 俞 晓

桂国庆 顾敏煜 徐茂波 袁海庆 高鸣涵

蒋沧如 谢用九 彭少民 覃仁辉 蔡德明

燕柳斌 魏明钟

总责任编辑:刘永坚 田道全

秘 书 长:蔡德明

出版说明

1998年7月,教育部颁布了新的普通高等学校本科专业目录,1999年全国高等学校都已按新的专业目录招生。新的土木工程专业专业面大大拓宽,相应的专业业务培养目标、业务培养要求、主干学科、主要课程、主要实践性教学环节等都有了不同程度的变化。原有的教材已经不能适应新专业的培养目标和教学要求,组织一套新的土木工程专业系列教材成为众多院校的翘首之盼。武汉工业大学出版社在中国土木工程学会教育工作委员会的指导和支持下,经过大量的调研,组织国内29所大学的土木工程学科的教授共同编写了这套系列教材。

本套教材的主、参编人员及编委会顾问遵照1998年1月建设部全国土木建筑工程专业教学指导委员会昆明会议和1998年5月上海的全国土木工程专业系主任会议的精神,经过充分研讨,决定首批编写出版29种主干课程的教材,以尽快满足全国众多院校的教学需要,以后再根据专业方向的需要逐步增补。中国土木工程学会教育工作委员会组织专家审查了本套教材的编写大纲,决定将其作为“中国土木工程学会教育工作委员会审定教材”出版。作为一套全新的系列教材,本套教材的“新”体现在以下几点:

体系新——本套教材从“大土木”的专业要求出发,从整体上考虑专业的课程设置和各门课程的内容安排,按照教学改革方向要求的学时统一协调与整合,组成一套完整的、各门课程有机联系的系列。整套教材的编写除正文外,大多增加了本章提要、本章重点、例题详解、思考题、习题等,以使教材既适合教学需要,又便于学生自学。

内容新——本套教材中各门课程教材的主、参编人员特别注意了教材内容的更新和吸收各校教学改革的阶段性成果,以适应21世纪土木工程人才的培育要求。

规范新——本套教材中凡涉及土木工程规范的全部采用国家颁布的最新规范。

本套教材是新专业目录颁布实施后的第一套土木工程专业系列教材,是面向新世纪、适应新专业的一套全新的教材。能为新世纪土木工程专业的教材建设贡献微薄之力,自是我们应尽的责任和义务,我们感到十分欣慰。然而,正因其为第一套教材,尽管我们的编审者、编辑出版者夙兴夜寐、尽心竭力,不敢稍有懈怠,它仍然还会存在缺点和不足。嚶其鸣矣,求其友声,我们诚恳地希望选用本套教材的广大师生在使用过程中给我们多提意见和建议,以便我们不断修改、完善全套教材,共同为教育事业的发展作出贡献。

武汉工业大学出版社

2000.2

前 言

《土木工程施工》是土木工程专业的一门主要专业课,它的任务是研究土木工程施工的局部性规律和全局性规律。所谓局部性的施工规律,系指每一个工种工程的工艺原理、施工方法、操作技术、机械选用、劳动组织、工作场地布置等方面的规律;所谓全局性的施工规律,系指凡是涉及项目施工中的各个方面和各个阶段的联系配合问题,诸如全场性的施工部署、施工方案的优选、开工程序、进度安排、资源的配置、生产和生活基地的规划、科学的组织和管理、以及实现现代化管理的方法和手段等问题。只有掌握施工局部和全局性的规律,才能有效地、科学地组织施工,从而保证人尽其才,物尽其用,以最少的消耗取得最大的成果,充分发挥基本建设的投资效益。

鉴于《土木工程施工》实践性强、综合性大、社会性广,工程施工中许多技术问题的解决和管理系统的建立,均要涉及到有关学科的综合运用。因此,本书力求拓宽专业面,扩大知识面,以适应市场经济的需要,满足土木工程专业教学的要求;力求综合运用有关学科的基本理论和知识,以解决工程实践问题;力求理论联系实际,以应用为主;力求符合新规范、新标准和有关技术法规。着眼于解决土木工程施工的关键和施工组织的主要矛盾;着重方案性问题的探讨和技术经济比较;重点剖析影响工程质量的因素及对策;综合论述施工工艺管理和工序操作要点;阐明先进技术和科学管理对发展生产、保证质量、加速工程建设、提高综合经济效益的重要意义。

本书在编写时,取材上力图反映国内外先进技术水平和管理水平;内容上尽量符合实际需要;文字上深入浅出,通俗易懂;并在每章附有内容提要、学习要求、复习思考题和习题,以便于组织教学和自学。但是,由于水平有限,书中难免有不足之处,诚挚地希望读者提出宝贵意见,予以赐教。

本书由重庆建筑大学毛鹤琴教授主编,清华大学甘绍煊教授主审。参与编写者有:毛鹤琴(第1、7、11、12、14章);顾敏煜(第5、13章);姚甫昌(第2、8、10章);甘琳(第4章);仲景冰(第3、15章);张以道(第6章);毛燕(第9章)。

本书系由武汉工业大学出版社组织编写的“普通高等学校土木工程专业新编系列教材”之一,在编写过程中承蒙编审委员会的指导,出版社的大力支持,谨此表示衷心的感谢。

编 者

1999 年

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	(30)
1.3.4 土方工程综合机械化施工	(32)
1.4 爆破施工	(33)
1.4.1 炸药	(33)
1.4.2 爆破漏斗及药量计算	(33)
1.4.3 爆破方法	(35)
1.4.4 起爆技术	(37)
1.4.5 爆破安全措施	(39)
2 地基与基础工程	(43)
2.1 地基加固处理	(43)
2.1.1 地基加固的原理	(43)
2.1.2 地基加固的方法	(44)
2.2 桩基施工	(45)
2.2.1 钢筋混凝土预制桩锤击法施工	(45)
2.2.2 静力压桩、振动沉桩、射水沉桩	(49)
2.2.3 混凝土和钢筋混凝土灌注桩施工	(49)
2.3 地下连续墙施工	(54)
2.3.1 地下连续墙的施工过程	(54)
2.3.2 地下连续墙的施工工艺	(55)
2.3.3 逆作法	(56)
2.4 沉井法施工	(56)
2.4.1 沉井结构	(56)
2.4.2 沉井施工	(56)
2.4.3 沉井纠偏	(56)
2.5 墩式基础施工	(58)
2.5.1 施工工艺(人工挖孔)	(58)

2.5.2	质量标准	(58)
2.6	围堰施工	(59)
2.6.1	围堰的类型	(59)
2.6.2	施工要求	(59)
3	砌筑工程	(61)
3.1	砖砌体施工	(61)
3.1.1	材料	(61)
3.1.2	脚手架及垂直运输	(62)
3.1.3	砖砌体施工工艺及质量	(62)
3.1.4	砖砌体冬期施工	(65)
3.2	石砌体施工	(65)
3.2.1	材料	(65)
3.2.2	施工工艺	(66)
3.2.3	石砌体的质量标准	(66)
3.3	中小型砌块施工	(67)
3.3.1	材料	(67)
3.3.2	砌块施工工艺	(67)
3.3.3	砌块砌体质量要求	(68)
3.4	拱桥砌体施工	(69)
3.4.1	砌体材料	(69)
3.4.2	桥涵砌体施工	(69)
4	混凝土结构工程	(73)
4.1	混凝土结构工程概述	(73)
4.2	钢筋工程	(74)
4.2.1	钢筋的种类及性能	(74)
4.2.2	钢筋的冷加工	(76)
4.2.3	钢筋焊接	(80)
4.2.4	钢筋机械连接	(84)
4.2.5	钢筋的配料及加工	(86)
4.3	模板工程	(91)
4.3.1	定型模板与工具式支模	(91)
4.3.2	现浇结构中常用的模板	(96)
4.3.3	模板安装质量要求	(98)
4.3.4	模板设计	(99)
4.3.5	模板的拆除	(102)
4.4	混凝土工程	(103)
4.4.1	混凝土的原材料	(103)
4.4.2	混凝土的和易性及强度	(108)
4.4.3	混凝土施工配料	(110)
4.4.4	混凝土搅拌	(111)
4.4.5	混凝土运输	(112)
4.4.6	混凝土成型	(114)
4.4.7	混凝土养护	(123)
4.4.8	混凝土质量检查	(125)
4.4.9	混凝土冬期施工	(128)

5 预应力混凝土工程	(133)
5.1 先张法施工	(133)
5.1.1 台座	(134)
5.1.2 张拉机具和夹具	(135)
5.1.3 先张法施工工艺	(135)
5.2 后张法施工	(138)
5.2.1 锚具和预应力筋的制作	(138)
5.2.2 张拉机具和设备	(145)
5.2.3 后张法施工工艺	(147)
5.2.4 电热法施工	(155)
5.3 无粘结预应力混凝土施工	(156)
5.3.1 无粘结预应力筋的制作	(156)
5.3.2 无粘结预应力筋的铺设	(157)
5.3.3 无粘结筋的张拉	(158)
6 结构安装工程	(161)
6.1 起重机械	(161)
6.1.1 桅杆式起重机	(161)
6.1.2 自行杆式起重机	(162)
6.1.3 塔式起重机	(166)
6.2 索具设备	(169)
6.2.1 卷扬机	(169)
6.2.2 滑轮组	(170)
6.2.3 钢丝绳	(170)
6.2.4 横吊梁	(171)
6.3 单层工业厂房结构安装	(172)
6.3.1 构件吊装工艺	(172)
6.3.2 结构吊装方案	(178)
6.4 装配式框架结构吊装	(185)
6.4.1 吊装方案	(185)
6.4.2 安装方法	(187)
6.4.3 柱的吊装与校正	(188)
6.4.4 构件接头	(189)
6.5 大跨度结构吊装	(190)
6.5.1 分条(块)吊装法	(190)
6.5.2 整体吊装法	(191)
6.5.3 高空滑移法	(192)
6.5.4 整体提升法	(192)
6.5.5 整体顶升法	(194)
7 升滑法施工	(196)
7.1 升板法施工	(196)
7.1.1 提升设备	(196)
7.1.2 柱的预制和安装	(197)
7.1.3 板的制作	(197)
7.1.4 板的提升	(198)
7.1.5 提升阶段群柱的稳定	(200)

7.1.6	升板工艺的发展	(202)
7.2	升模法施工	(202)
7.2.1	升模工艺	(202)
7.2.2	升滑法施工	(203)
7.2.3	升提法施工	(204)
7.3	液压滑模施工	(204)
7.3.1	模板系统	(204)
7.3.2	操作平台系统	(206)
7.3.3	液压滑升系统	(206)
7.3.4	液压滑模的施工	(208)
7.3.5	质量事故的预防和处理	(209)
8	防水工程	(212)
8.1	屋面防水工程	(212)
8.1.1	卷材防水屋面	(212)
8.1.2	涂膜防水屋面	(214)
8.1.3	细石混凝土刚性防水屋面	(215)
8.2	地下防水工程	(216)
8.2.1	卷材防水层	(216)
8.2.2	水泥砂浆防水层	(217)
8.2.3	冷胶料防水层	(218)
8.2.4	防水混凝土	(218)
8.2.5	堵漏技术	(220)
9	装饰工程	(222)
9.1	装饰工程概述	(222)
9.2	抹灰工程	(223)
9.2.1	抹灰工程分类	(223)
9.2.2	一般抹灰	(223)
9.2.3	机械喷涂抹灰	(225)
9.2.4	装饰抹灰	(226)
9.3	饰面板(砖)工程	(227)
9.3.1	饰面板(砖)材料及要求	(228)
9.3.2	饰面板(砖)的施工	(229)
9.3.3	铝合金饰面板的施工	(232)
9.3.4	塑料饰面板的施工	(232)
9.4	裱糊施工	(232)
9.4.1	裱糊材料及要求	(232)
9.4.2	裱糊施工	(233)
9.4.3	裱糊工程的质量标准和检验方法	(234)
9.5	涂料工程	(235)
9.5.1	油漆涂饰	(235)
9.5.2	涂料涂饰	(238)
9.6	刷浆工程	(240)
9.6.1	常用刷浆材料及配制	(240)
9.6.2	刷浆施工	(240)
10	桥梁结构工程	(242)

10.1	墩台施工	(242)
10.1.1	混凝土墩台的施工	(242)
10.1.2	石砌墩台施工	(244)
10.2	混凝土桥梁施工	(245)
10.2.1	悬臂施工法	(245)
10.2.2	逐孔施工法(移动模架法)	(250)
10.2.3	顶推法施工	(251)
10.2.4	转体法施工	(253)
11	施工组织概论	(258)
11.1	建筑施工的特点	(258)
11.2	施工组织的基本原则	(258)
11.2.1	贯彻执行《建筑法》,坚持建设程序	(259)
11.2.2	合理安排施工顺序	(259)
11.2.3	用流水作业法和网络计划技术组织施工	(259)
11.2.4	加强季节性施工措施,确保全年连续施工	(259)
11.2.5	贯彻工厂预制和现场预制相结合的方针,提高建筑工业化程度	(259)
11.2.6	充分发挥机械效能,提高机械化程度	(259)
11.2.7	采用国内外先进的施工技术和科学管理方法	(260)
11.2.8	合理地部署施工现场,尽可能地减少暂设工程	(260)
11.3	原始资料调查	(260)
11.3.1	工程勘察	(260)
11.3.2	技术经济调查	(261)
11.4	施工准备工作	(261)
11.4.1	基础工作准备	(261)
11.4.2	全工地性施工准备	(262)
11.4.3	单位工程施工条件准备	(262)
11.4.4	分部、分项工程作业条件准备	(262)
11.5	施工组织设计	(262)
11.5.1	施工组织设计的作用	(262)
11.5.2	施工组织设计分类	(263)
11.5.3	施工组织设计的内容	(263)
11.5.4	施工组织设计的贯彻、检查和调整	(264)
12	流水施工原理	(265)
12.1	流水施工概念	(265)
12.1.1	依次施工	(265)
12.1.2	平行施工	(266)
12.1.3	流水施工	(266)
12.2	流水施工指示图表	(266)
12.2.1	水平指示图表	(266)
12.2.2	垂直指示图表	(266)
12.3	流水施工的参数	(267)
12.3.1	施工过程数 n	(267)
12.3.2	施工段数 m	(267)
12.3.3	流水节拍 t_i	(268)
12.3.4	流水步距 K	(268)

12.3.5	流水施工工期 T	(268)
12.4	流水施工分类	(269)
12.4.1	按流水施工对象的范围分类	(269)
12.4.2	按流水节奏的特征分类	(269)
12.5	流水施工的组织方法	(269)
12.5.1	固定节拍流水	(269)
12.5.2	成倍节拍流水	(271)
12.5.3	分别流水	(272)
12.5.4	流水线法	(274)
12.6	流水施工组织应用示例	(275)
12.6.1	砖混结构流水施工组织	(275)
12.6.2	现浇钢筋混凝土框架流水施工组织	(275)
12.6.3	群体工程流水施工组织	(277)
13	网络计划技术	(279)
13.1	网络图的绘制	(279)
13.1.1	双代号网络图	(279)
13.1.2	单代号网络图	(283)
13.2	网络计划的时间参数计算	(284)
13.2.1	双代号网络计划的时间参数计算	(284)
13.2.2	单代号网络计划的时间参数计算	(288)
13.3	双代号时标网络计划	(290)
13.3.1	时标网络计划的编制	(290)
13.3.2	时标网络计划时间参数的判读	(291)
13.4	搭接网络计划	(293)
13.4.1	相邻工作的各种搭接关系	(294)
13.4.2	搭接网络计划中各种时距逻辑关系的时间分析计算	(294)
13.4.3	搭接网络计划时间参数计算顺序和步骤	(296)
13.4.4	搭接网络计划的计算示例	(297)
13.5	网络计划的优化	(299)
13.5.1	工期优化	(299)
13.5.2	资源优化	(301)
13.5.3	费用优化	(304)
13.6	网络计划的控制	(305)
13.6.1	网络计划的执行记录	(305)
13.6.2	网络计划的检查分析	(307)
13.6.3	网络计划的调整方法	(308)
14	施工组织总设计	(312)
14.1	施工组织总设计编制程序及依据	(312)
14.1.1	施工组织总设计编制程序	(312)
14.1.2	施工组织总设计编制依据	(313)
14.2	施工部署	(313)
14.2.1	建立组织机构,明确任务分工	(313)
14.2.2	重点工程的施工方案	(313)
14.2.3	主要工种工程施工方法	(313)
14.2.4	施工准备工作规划	(313)

14.3	施工总进度计划	(314)
14.3.1	施工总进度计划编制的原则	(314)
14.3.2	施工总进度计划编制方法	(314)
14.4	暂设工程	(316)
14.4.1	加工厂(站)组织	(316)
14.4.2	建筑工地运输业务组织	(316)
14.4.3	建筑工地仓库业务组织	(316)
14.4.4	行政管理、生活福利房屋的组织	(317)
14.4.5	建筑工地临时供水	(317)
14.4.6	建筑工地临时供电	(319)
14.5	施工总平面图	(320)
14.5.1	施工总平面图的内容	(320)
14.5.2	设计施工总平面图的资料	(320)
14.5.3	设计施工总平面图的原则	(320)
14.5.4	施工总平面图设计的步骤和方法	(320)
14.5.5	施工总平面图的管理	(323)
14.6	施工组织总设计的技术经济指标	(323)
14.6.1	施工周期	(323)
14.6.2	劳动生产率	(323)
14.6.3	工程质量	(323)
14.6.4	降低成本	(323)
14.6.5	安全指标	(323)
14.6.6	机械指标	(323)
14.6.7	预制化施工水平	(324)
14.6.8	临时工程	(324)
15	单位工程施工组织设计	(325)
15.1	单位工程施工组织设计编制依据和内容	(325)
15.1.1	单位工程施工组织设计编制程序和依据	(325)
15.1.2	单位工程施工组织设计的内容	(326)
15.2	工程概况及施工条件	(326)
15.3	施工方案	(327)
15.3.1	施工程序	(327)
15.3.2	施工顺序	(328)
15.3.3	施工方案的技术经济分析	(330)
15.4	单位工程施工进度计划	(331)
15.4.1	编制施工进度计划的依据	(331)
15.4.2	施工进度计划的形式	(331)
15.4.3	施工进度计划的编制步骤	(332)
15.5	资源需要量计划	(334)
15.6	单位工程施工平面图	(334)
15.6.1	施工平面图设计的依据和内容	(335)
15.6.2	单位工程施工平面图设计的基本原则	(335)
15.6.3	单位工程施工平面图的设计步骤	(335)
15.7	单位工程施工组织设计实例	(337)
15.7.1	工程概况	(337)

15.7.2	施工部署	(338)
15.7.3	主要项目施工方法和技术措施	(339)
15.7.4	工具、机械、设备计划	(342)
15.7.5	劳动力安排计划	(343)
15.7.6	质量、安全和节约措施	(343)
15.7.7	经济分析	(344)
15.7.8	进度计划	(344)
15.7.9	施工总平面布置	(345)
参考文献		(347)

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,拟定合理地施工方案。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,在建筑安装工程劳动定额中,按土的开挖难易程度分为八类,如表 1.1 所示。

土的工程分类

表 1.1

土的分类	土的级别	土 的 名 称	密 度 (kg/m ³)	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	粉质粘土;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	软及中等密实粘土;重粉质粘土;砾石土;干黄土、含有碎石卵石的黄土、粉质粘土;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	坚实密实的粘性土或黄土;含碎石、卵石的中等密实的粘性土或黄土;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	硬质粘土;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:

$$W = \frac{G_1 - G_2}{G_2} \quad (1.1)$$

式中 G_1 ——含水状态时土的质量;

G_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)。

土的最佳含水量和最大干密度参考值

表 1.2

土的种类	最佳含水量(质量比) (%)	最大干密度 (g/cm ³)	土的种类	最佳含水量(质量比) (%)	最大干密度 (g/cm ³)
砂 土	8~12	1.80~1.88	重 亚 粘 土	16~20	1.67~1.79
粉 土	16~22	1.61~1.80	粉质亚粘土	18~21	1.65~1.74
亚砂土	9~15	1.85~2.08			
亚粘土	12~15	1.85~1.95	粘 土	19~23	1.58~1.70

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。

土渗透系数参考值

表 1.3

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

1.1.2.4 土的可松性

土具有可松性,即自然状态下的土,经过开挖后,其体积因松散而增加,以后虽经回填压实,仍不能恢复其原来的体积。土的可松性程度用可松性系数表示,即

$$\text{最初可松性系数 } K_s = \frac{\text{土经开挖后的松散体积 } V_2}{\text{土在天然状态下的体积 } V_1} \quad (1.2)$$

$$\text{最后可松性系数 } K'_s = \frac{\text{土经回填压实后的体积 } V_3}{\text{土在天然状态下的体积 } V_1} \quad (1.3)$$

土的可松性对土方量的平衡调配,确定运土机具的数量及弃土坑的容积,以及计算填方所需的挖方体积等均有很大的影响。

土的可松性与土质有关,根据土的工程分类(表 1.1),其相应的可松性系数可参考表 1.4。

各种土的可松性参考值

表 1.4

土 的 类 别	体积增加百分数		可松性系数	
	最 初	最 后	最初 K_s	最后 K'_s
一类土(种植土除外)	8~17	1~2.5	1.08~1.17	1.01~1.03
一类土(植物性土、泥炭)	20~30	3~4	1.20~1.30	1.03~1.04
二类土	14~28	2.5~5	1.14~1.28	1.02~1.05
三类土	24~30	4~7	1.24~1.30	1.04~1.07
四类土(泥灰岩、蛋白石除外)	26~32	6~9	1.26~1.32	1.06~1.09
四类土(泥灰岩、蛋白石)	33~37	11~15	1.33~1.37	1.11~1.15
五~七类土	30~45	10~20	1.30~1.45	1.10~1.20
八类土	45~50	20~30	1.45~1.50	1.20~1.30

1.1.3 土方边坡

合理地选择基坑、沟槽、路基、堤坝的断面和留设土方边坡,是减少土方量的有效措施。边坡的表示方法如图 1.1 所示,为 1:m,即:

$$\text{土方边坡坡度} = \frac{h}{b} = \frac{1}{b/h} = 1:m \quad (1.4)$$

式中 $m=b/h$,称坡度系数。其意义为:当边坡高度已知为 h 时,其边坡宽度 b 则等于 mh 。

边坡坡度应根据不同的挖填高度、土的性质及工程的特点而定,既要保证土体稳定和施工安全,又要节省土方。在山坡整体稳定情况下,如地质条件良好,土质较均匀,使用时间在一年以上,高度在 10 m 以内的临时性挖方边坡应按表 1.5 规定;挖方中有不同的土层,或深度超过 10 m 时,其边坡可作成折线形(图 1.1 (b)、(c))或台阶形,以减少土方量。

使用时间较长、高 10 m 以内的临时性挖方边坡坡度

表 1.5

土 的 类 别		边 坡 坡 度
砂土(不包括细砂、粉砂)		1:1.25~1:1.50
一般粘性土	坚 硬	1:0.75~1:1.10
	硬 塑	1:1.00~1:1.15
碎石类土	充填坚硬、硬塑粘性土	1:0.50~1:1.00
	充填砂土	1:1.00~1:1.50

- 注:1. 使用时间较长的临时性挖方是指使用时间超过一年的临时道路、临时工程的挖方;
2. 挖方经过不同类别的土(岩)层或深度超过 10 m,其边坡可作成折线形或台阶形;
3. 当有成熟经验时,可不受本表限制。

当地质条件良好,土质均匀且地下水位低于基坑、沟槽底面标高时,挖方深度在 5 m 以内,不加支撑的边坡留设应符合表 1.6 的规定。