

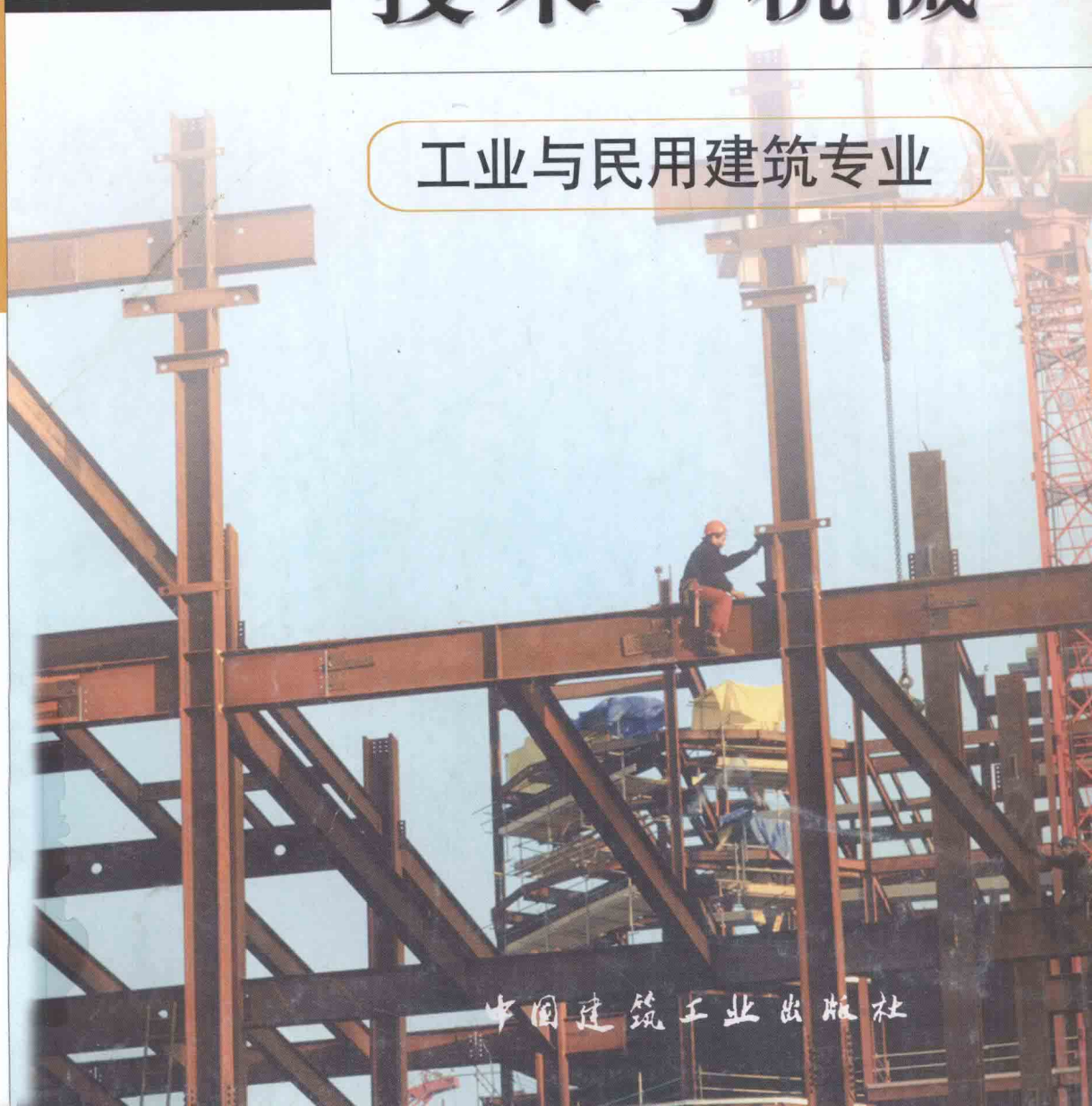


中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

主 编 李顺秋

建 筑 施 工 技 术 与 机 械

工业与民用建筑专业



中国建筑工业出版社

中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定
全国建设行业中等职业教育推荐教材

建筑施工技术与机械

(工业与民用建筑专业)

主 编 李顺秋
责任主审 刘伟庆
审 稿 王 赫 岳昌年

中国建筑工程工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

建筑施工技术与机械/李顺秋主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2003

中等职业教育国家规划教材. 工业与民用建筑专业
ISBN 978-7-112-05390-2

I. 建... II. 李... III. ①建筑工程—工程施工—
工程技术—专业学校—教材②建筑机械—专业学校—教材
IV: ①TU74②TU6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 005250 号

本书是根据建设部关于中等职业学校工业与民用建筑专业毕业生培养规格、专业教学计划、《建筑施工技术与机械》课程教学大纲以及国家的新标准、新规范编写的。全书共分十二章, 包括绪论、土石方工程、桩基础工程、砌体工程、钢筋混凝土工程、防水工程、装饰装修工程地基处理、预应力混凝土工程、结构安装工程、冬雨期施工、高层施工、先进的模板体系施工等。本书适合于中等职业教育人才培养要求。

中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定
全国建设行业中等职业教育推荐教材
建筑施工技术与机械
(工业与民用建筑专业)

主 编 李顺秋
责任主审 刘伟庆
审 稿 王 赫 岳昌年

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)
各地新华书店、建筑书店经销
北京建筑工业印刷厂印刷

*

开本: 787 × 1092 毫米 1/16 印张: 20 1/4 字数: 488 千字
2003 年 5 月第一版 2008 年 1 月第十二次印刷
印数: 58,501 — 62,500 册 定价: 28.00 元

ISBN 978-7-112-05390-2

(14889)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换
(邮政编码 100037)

中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神,落实《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划,根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》(教职成[2001]1 号)的精神,我们组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写,从 2001 年秋季开学起,国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教学大纲(课程教学基本要求)编写,并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想,从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发,注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本,努力为教材选用提供比较和选择,满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材,并在使用过程中,注意总结经验,及时提出修改意见和建议,使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

2002 年 10 月

前 言

本书是根据建设部关于中等职业学校工业与民用建筑专业毕业生培养规格、专业教学计划、建筑施工技术与机械课程教学大纲以及国家的新标准、新规范编写的。适合于中等职业教育人才培养要求。本书系统地介绍了建筑工程施工过程中所涉及的基础理论、基本知识,着重阐明了建筑工程基本施工技术与方法、质量安全要求及常用建筑机械的特点,并在此基础上,介绍了国内外施工技术的新工艺、新材料和新方法。

全书共分十二章,其中绪论、第七章、第八章、第九章、第十章和第十二章由黑龙江建筑职业技术学院副教授李顺秋编写;第一章、第二章、第三章和第四章由山西建筑工程职业技术学院高级讲师白锋编写;第五章、第六章和第十一章由上海市建筑工程学校讲师张永辉编写,全书由南京工业大学教授刘伟庆任责任主审,王赫、岳昌年审稿,并提出修改意见。

限于时间和作者水平,书中不足之处在所难免,衷心欢迎广大读者批评指正。

目 录

绪论	1
第一章 土石方工程	3
第一节 概述	3
第二节 土方工程施工准备与辅助工作	5
第三节 土方工程的机械化施工	14
第四节 基坑(槽)的开挖	19
第五节 土方回填与夯实	21
第六节 土方工程质量标准与安全技术	24
复习思考题	25
第二章 桩基础工程	26
第一节 混凝土预制桩施工	27
第二节 灌注桩施工	32
第三节 桩基工程的质量检查与安全技术	40
复习思考题	44
第三章 砌体工程	45
第一节 脚手架工程	45
第二节 砖砌体施工	50
第三节 砌筑工程的安全技术	59
复习思考题	59
第四章 钢筋混凝土工程	60
第一节 模板工程	60
第二节 钢筋工程	67
第三节 混凝土工程	81
第四节 钢筋混凝土工程的安全技术	94
复习思考题	95
习题	96
第五章 建筑防水工程	97
第一节 建筑防水等级与设防措施	97
第二节 建筑防水的分类与防水材料	99
第三节 地下防水工程	100
第四节 屋面防水工程	109
复习思考题	116
第六章 建筑装饰装修工程	118

第一节	门窗工程	118
第二节	抹灰工程	124
第三节	饰面板(砖)工程	129
第四节	涂饰工程	134
第五节	地面工程	139
	复习思考题	148
第七章	地基处理	150
第一节	地基的局部处理	150
第二节	地基加固	152
	复习思考题	161
第八章	预应力混凝土工程	162
第一节	先张法	163
第二节	后张法	168
第三节	无粘结预应力混凝土施工	178
第四节	预应力混凝土质量检查与安全措施	195
	复习思考题	197
第九章	结构安装工程	198
第一节	索具设备	198
第二节	起重机械	201
第三节	单层工业厂房结构吊装	211
第四节	结构安装工程质量要求及安全措施	232
	复习思考题	234
第十章	冬期与雨期施工	236
第一节	概述	236
第二节	土方工程的冬期施工	237
第三节	砌筑工程冬期施工	240
第四节	混凝土结构工程的冬期施工	244
第五节	装饰工程和屋面工程的冬期施工	256
第六节	雨期施工	259
第七节	冬期与雨期施工的安全技术	260
	复习思考题	261
第十一章	高层建筑施工	262
第一节	高层建筑及其施工特点	262
第二节	高层建筑垂直运输机械与脚手架	266
第三节	高层建筑基础施工	277
第四节	高层建筑混凝土结构工程施工	287
第五节	高层建筑施工的安全技术	292
	复习思考题	295
第十二章	先进的模板体系施工	296

第一节 大模板的施工·····	296
第二节 液压滑升模板施工·····	301
第三节 升模工程施工·····	309
复习思考题·····	312
参考文献·····	314

绪 论

一、本课程的研究对象和任务

国家的发展、城市的建设以及国民经济各部门的扩大再生产均离不开基本建设,国家用于基本建设领域的资金巨大且不断增加。而建筑业的发展又对国民经济的其他行业起着重要的促进作用,它消耗大量的钢材、水泥、地方性建筑材料和其他国民经济部门的多种产品,又带动了如机械制造、交通运输,甚至服务等各个行业的发展。随着我国改革开放政策的深入贯彻,国民经济和四化建设的不断发展,建筑业的支柱作用日益得到发挥。

建筑产品与人们的生产、生活活动息息相关,其质量的优劣对国家和人民的生命财产安全具有直接的影响。建筑产品的制造生产过程又是整个建设程序中的关键阶段,对于从事建筑安装工程施工的有关人员,学好和掌握《建筑施工技术与机械》课程是十分重要的。

建筑物的施工是一个复杂的过程。为了研究方便,也便于组织施工,常将建筑的施工划分为若干个分部和分项工程。一般建筑工程按专业性质、建筑部位划分为地基与基础工程、主体结构工程、建筑屋面工程、建筑装饰装修工程以及给排水采暖、电气、智能、通风与空调和电梯等九个分部。每一分部工程又可划分为若干个子分部工程,一个子分部工程又可划分为若干个分项工程,如钢筋混凝土子分部工程划分为模板工程、钢筋工程和混凝土工程等分项工程。每一分部分项工程的施工,都可以结合地质水文条件、气候条件,采用不同的施工方案、不同的施工技术方法、选择不同的机具设备等完成。《建筑施工技术与机械》就是以各分部分项工程为对象,研究其在各种不同的自然条件和施工条件下,合理的施工工艺方法、质量保证措施和施工安全的技术措施。本课程的任务就是从提高经济效益的角度出发,选择各分部分项工程最经济合理的施工方案和施工工艺方法,确保工程质量和施工安全,做到技术和经济的高度统一。

二、建筑施工技术发展概况

在古代,我们的祖先在建筑领域就已取得了辉煌的成就,建筑技术达到了相当高的水平。随着建设事业的不断发展,特别是建国 50 多年来,我国的建筑施工技术水平发展很快,掌握了大型工业建筑、多、高层民用建筑和公共建筑施工的成套技术,而且在很多方面推广应用了先进的施工技术、施工方法。地基处理和基础工程中推广了钻孔灌注桩、旋喷桩、压力注浆桩、大直径挖孔桩、夯扩桩、振冲法、深层搅拌法、强夯法、化学加固法等。大型深基坑支护方面推广了地下连续墙与“逆作法”结合应用、土层锚杆支护等方法。钢筋混凝土工程中推广了大模板、早拆模板体系、爬模、滑模、台模;粗钢筋的电渣压力焊、气压焊、机械连接;泵送混凝土、喷射混凝土、高性能混凝土施工等。预应力混凝土工程采用了高效的后张有粘结、无粘结工艺及整体预应力结构。钢结构工程中采用了高层钢结构技术、空间钢结构技术、轻钢结构技术、钢-混凝土组合结构技术、高强螺栓连接技术和钢结构防护技术等。此外,在墙体改革、构件制作、大型结构整体吊装、先进的施工仪器与机械设备、建筑装饰等等各方面均掌握开发应用了许多新的材料和新的施工技术,有力地推动了我国建筑

施工技术的发展。

但是,我国目前的施工技术水平,与发达国家的一些先进施工技术相比,还存在着差距,尚需要我们加倍努力,加快实现建筑施工现代化的步伐。

三、本课程的学习要求

《建筑施工技术与机械》是工业与民用建筑专业的主干课程,综合性很强。它涉及建筑力学、建筑材料、建筑测量、建筑构造、建筑结构、地基与基础等多学科的知识,因此,要求学员必须学好以上这些相关课程,为学好本课程打下良好的基础。同时,本课程又与建筑施工组织与管理、建筑工程预算等课程有着密切的联系,学好本课程对学习建筑施工组织与管理、建筑工程预算起着重要的作用。它们之间既相互联系,又相互影响。

《建筑施工技术与机械》课程具有较强的实践性。学习中必须坚持理论与实践相结合的学习方法。除了掌握课堂讲授的基础理论、基本知识和基本施工方法外,还应利用幻灯、录像等电化教学手段进行直观教学,重视课程设计、现场教学、认识实习、生产实习、技能训练等实践环节,做到融会贯通,学以致用。

在学习本课程的过程中,还应深入了解国家的有关标准、规范等知识。国家颁发的《建筑工程施工质量验收统一标准》和相应的各专业施工验收规范是国家的统一技术标准,是全国建筑界所有人员应共同遵守的准则。另外,部颁的技术规程和安全规范也是我们应学习并遵守的准则。

第一章 土石方工程

第一节 概 述

一、土方工程的分类及特点

(一)土方工程分类

根据土方工程的施工内容与方法的不同,土方工程有以下几种:

(1)场地平整:是指将天然地面改造成设计要求的平面所进行的土方施工过程。这类土方工程施工面积大,土方工程量大,应采用机械化作业。

(2)基坑(槽)开挖:是指开挖宽度在 3m 以内,长宽比 ≥ 3 的基槽或长宽比 < 3 ,底面积在 20m^2 以内的基坑进行的土方开挖过程。这类土方开挖时,要求开挖的标高、断面、轴线准确,因此施工时,应制定合理的施工方案,尽量采用中小型施工机械,以提高生产率,加快施工进度和降低工程成本。

(3)基坑(槽)回填:基础完成后的基槽、房心需回填,为确保填方的强度和稳定性,必须正确选择填方土料与填筑方法。填筑应分层进行,并尽量采用同类土填筑。填土必须具有一定的压实密度,以避免建筑物产生不均匀沉降。

(二)土方工程施工特点

土方工程是建筑工程施工的主要工程之一,其施工特点有以下几点:

(1)工程量大,劳动强度高。如大型项目的场地平整,土方量可达数百万立方米以上,面积达数十平方公里,工期长。因此,为了减轻繁重的劳动强度,提高劳动生产率,缩短工期,降低工程成本,在组织土方工程施工时,应尽可能采用机械化或综合机械化方法进行施工。

(2)施工条件复杂。土方工程施工,一般为露天作业,土为天然物质,种类繁多。施工时受地下水文、地质、地下障碍、气候等因素的影响较大,不可确定的因素也较多。因此,施工前必须做好各项准备工作,进行充分的调查研究,详细研究各种技术资料,制定合理的施工方案进行施工。

(3)受场地限制。任何建筑物都需要有一定埋置深度,土方的开挖与土方的留置存放都受到施工场地的限制,特别是城市内施工,场地狭窄,周围建筑较多,往往由于施工方案不当,导致周围建筑设施不安全并失去稳定。因此,施工前必须详细了解周围建筑的结构形式及各种管线的分布走向,熟悉地质技术资料,制定切实可行的施工安全方案,充分利用施工场地。

二、土的分类与现场鉴别方法

土的种类繁多,其分类方法也很多。在工程上,土根据开挖难易程度分为八类(见表 1-1),其中 1~4 类土为土,5~8 类土为岩石。表 1-1 中列出土的工程分类直观的鉴别方法,就是根据开挖的难易程度和开挖中使用不同的工具和方法来进行分类。

土的开挖难易程度直接影响土方工程的施工方案,劳动量消耗和工程费用。土越硬,劳

动量消耗越多,工程成本越高。

土 的 工 程 分 类

表 1-1

土的分类	土 的 名 称	开挖方法及工具	可松性系数	
			K_s	K'_s
一类土 (松软土)	砂;粉土;冲积砂土层种植土;泥炭(淤泥)	用锹、锄头可挖掘	1.08~1.17	1.01~1.03
二类土 (普通土)	粉质粘土;潮湿的黄土、夹有碎石、卵石的砂,种植土;填筑土及亚砂土	用锹、锄头可挖掘,少许需用镐翻松	1.14~1.28	1.02~1.05
三类土 (坚土)	软及中等密实粘土;重亚粘土;粗砾石;干黄土及含碎石的黄土、亚粘土;压实的填土	主要用镐,少许用锹、锄头,部分用撬棍	1.14~1.28	1.04~1.07
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;软泥炭岩及蛋白石	先用镐、撬棍,然后同锹挖掘,部分用楔子及大锤	1.24~1.30	1.06~1.09
五类土 (软石)	硬石碳纪粘土;中等密实的页岩、泥炭岩、白垩土;胶结不紧的砾岩;软的石灰岩	用镐或撬棍、大锤,部分用爆破方法	1.26~1.32	1.11~1.15
六类土 (次坚石)	泥岩;砂岩;砾岩;坚硬的页岩、泥灰岩;密实的石灰岩;风化花岗岩、片麻岩	用爆破方法,部分用风镐	1.33~1.37	1.10~1.20
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、砾岩、砂岩、片麻岩、石灰岩;风化痕迹的安山石、玄武石	用爆破方法	1.30~1.45	1.10~1.20
八类土 (特坚石)	安山石;玄武石;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	用爆破方法	1.45~1.50	1.20~1.30

三、土的工程性质

土的工程性质对土方工程施工有直接影响,也是进行土方施工设计必须掌握的基本资料。土的主要工程性质有:

(一)土的可松性

它是指自然状态的土,经开挖后,其体积因松散而增加,以后虽经回填压实,仍不能恢复成原来体积的性质。由于土方工程量是以自然状态的体积来计算的,所以在土方调配、计算土方机械生产率及运输工具数量等的时候,应考虑土的可松性影响,土的可松性程度可用可松性系数表示,即

$$K_s = \frac{V_2}{V_1} \tag{1-1}$$

$$K'_s = \frac{V_3}{V_1} \tag{1-2}$$

式中 K_s ——最初可松性系数;
 K'_s ——最终可松性系数;
 V_1 ——土在天然状态下的体积;

V_2 ——土经开挖后的松散体积；

V_3 ——土经回填压实后的体积。

在土方施工中, K_S 是计算开挖工程量、施工机械及运土车辆等的主要参数, K'_S 是计算土方调配、回填料土量等的参数。

(二) 土的天然含水量

它是指土中水的质量与土颗粒质量的百分比。表达式为

$$w = \frac{m_w}{m_s} \times 100\% \quad (1-3)$$

式中 w ——土的天然含水量, %;

m_w ——土中水的质量, kg;

m_s ——土中固体颗粒质量, kg。

土的含水量大小会影响土方的开挖及填筑压实等施工。含水量超过 20% 会造成运土车辆的打滑或陷车, 甚至影响挖土机的使用。回填土含水量过大, 压实时会产生橡皮土, 因此, 对含水量过大的土, 施工时应采取有效的排水、降水措施。

(三) 土的渗透性

它是指土体被水透过的性质。土的渗透性用渗透性系数表示, 即单位时间内水穿透土层的能力, 一般由实验确定, 表 1-2 可供参考。渗透性系数是计算降低地下水时涌水量的主要参数。根据土的渗透性不同, 可分为透水性土(如砂土)和不透水性土(如粘土)。

土的渗透性系数

表 1-2

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	含粘土的细砂及中砂	35~50
含亚粘土的粉砂	0.5~10	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

第二节 土方工程施工准备与辅助工作

一、施工准备及定位放线

(一) 施工准备工作

(1) 场地清理: 包括清理地上和地下各种障碍物, 如旧建筑、迁移树木、拆除或改建通讯和电力设备、地下管线及建筑物, 去除耕植物及河塘淤泥等。

(2) 地面水排除: 场地积水将影响施工, 必须将地面水或雨水及时排走, 使场地保持干燥, 以利施工。地面排水一般可采用排水沟、截水沟、挡水土坝等措施。

(二) 定位与放线

(1) 建筑物定位: 建筑物定位就是将建筑设计总平面图中建筑物外轮廓的轴线交点测定到地面上, 用木桩标定出来, 桩顶定小钉指示点位, 称轴线桩, 然后根据轴线桩进行细部测定。

为了进一步控制各轴线位置, 应将主要轴线延长引测到安全地点并做标志, 称为控制桩。为

了便于开槽后施工各阶段中能控制轴线位置,可把轴线位置引测到龙门板上,用轴线钉标定。龙门板顶部标高一般为 $\pm 0.000\text{m}$,以便控制挖基槽和基础施工时的标高,如图 1-1 所示。

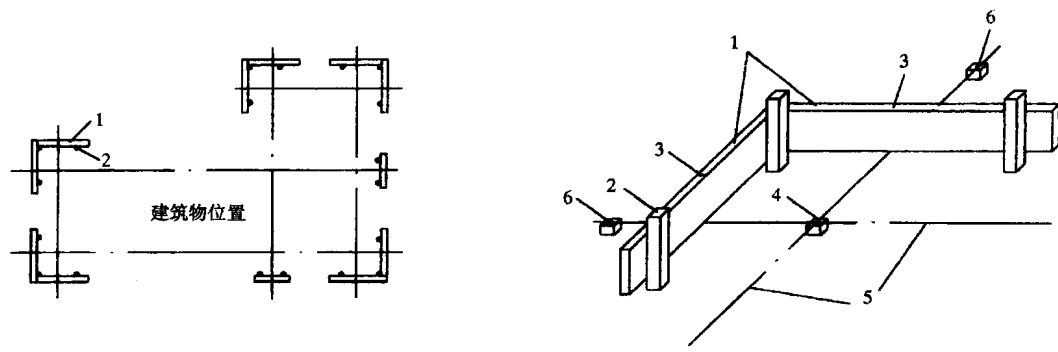


图 1-1 龙门板的设置

1—龙门板(标志板);2—龙门桩;3—轴线钉;4—轴线桩(角桩);
5—轴线;6—控制桩(引桩、保险桩)

(2)放线:放线就是根据定位确定的轴线位置,用石灰划出基槽(坑)开挖的边线,基槽(坑)上口尺寸的确定应根据基础的设计尺寸和埋置深度、土类别及地下水情况确定是否留工作面或放坡,如图 1-2 所示。

工作面的留置要求为:砖基础不小于 150mm,混凝土及钢筋混凝土基础为 300mm。

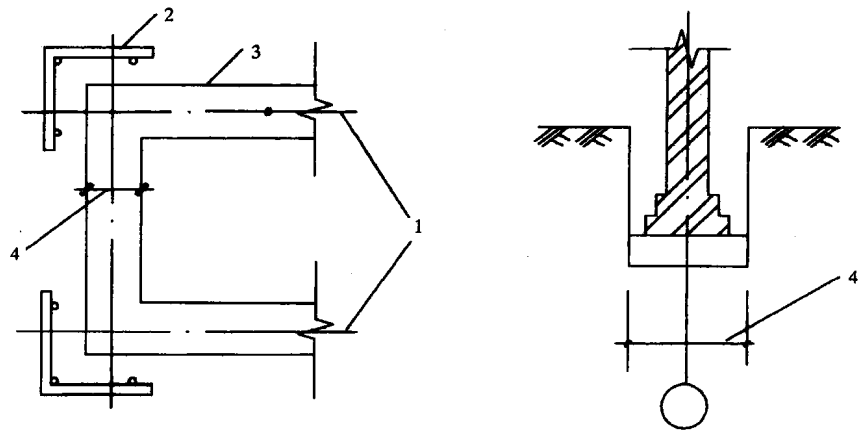


图 1-2 放线示意图

1—墙(柱)轴线;2—龙门板;3—白灰线(基础边线);4—基槽宽度

二、土方边坡

(一)土方边坡

为保证土方工程施工时土体的稳定,防止塌方,保证施工安全,当挖土超过一定的深度时,应留置一定的坡度。

土方边坡的坡度依其高度 H 与底宽度 B 之比来表示(图 1-3),边坡可以做成直线形边坡、折线形边坡及阶梯形边坡。

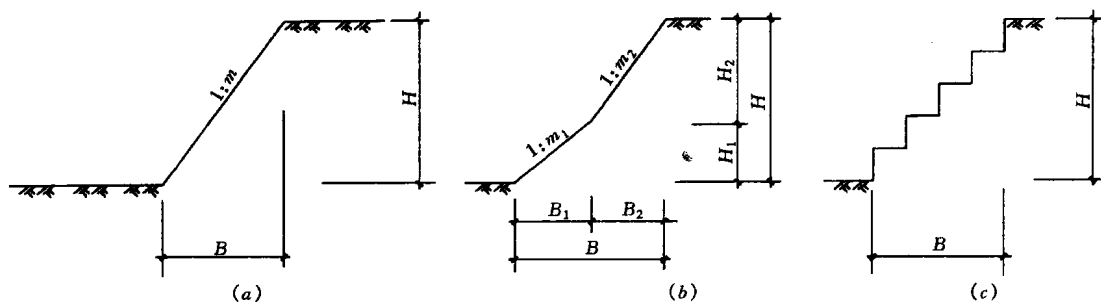


图 1-3 土方放坡
(a)直线形;(b)折线形;(c)阶梯形

$$\text{土方边坡坡度} = \frac{H}{B} = \frac{1}{B/H} = \frac{1}{m} \quad (1-4)$$

式中 $m = \frac{B}{H}$ 称为坡度系数。

根据《建筑地基基础工程施工质量验收规范》(GB50202—2002)的规定,临时性挖方的边坡值应符合表 1-3 的规定。

临时性挖方边坡值		表 1-3
土的类别		边坡值(高:宽)
砂土(不包括细砂、粉砂)		1:1.25~1:1.50
一般性粘土	硬	1:0.75~1:1.00
	硬、塑	1:1.00~1:1.25
	软	1:1.50 或更缓
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. 设计有要求时,应符合设计标准。

2. 如采用降水或其他加固措施,可不受本表限制,但应计算复核。

3. 开挖深度,对软土不应超过 4m,对硬土不应超过 8m。

(1) 放足边坡。边坡的留置应合乎规范的要求,其坡度大小,则应根据土的性质、水文地质条件、施工方法、开挖深度、工期的长短等因素而定。施工时应随时观察土壁变化情况。

(2) 边坡上堆土方或材料以及有施工机械行驶时,应于边坡边缘保持一定距离。当土质良好时,堆土或材料应距挖方边缘 0.8m 以外,高度不应超过 1.5m。在软土地区开挖时,应随挖随运,以防由于地面加荷引起的边坡塌方。

(3) 做好排水工作,防止地表水、施工用水和生活废水浸入边坡土体,在雨期施工时,应更加注意检查边坡的稳定性,必要时加设支撑。

当基坑开挖完后,可采用塑料薄膜覆盖,水泥砂浆抹面、挂网抹面或喷浆等方法进行边坡坡面防护,可有效防止边坡失稳。

在土方开挖过程中,应随时观察边坡土体,当出现如裂缝、滑动等失稳迹象时,应暂停施工,必要时将施工人员和机械撤出至安全地点。同时,应设置观察点,并对土体平面位移和沉降变化做好记录,随后与设计单位联系,研究相应的措施,如排水、支撑、减重

根据工程实践调查分析,造成边坡塌方的主要原因有以下几点:

(1) 未按规定放坡,土体本身稳定性不够而产生塌方;

(2) 基坑上边缘附近堆物过重,使土体中产生的剪应力超过土体的抗剪强度;

(3) 地面水及地下水渗入边坡土体,使土体的自重增大,抗剪能力降低,从而产生塌方。

因此,防止边坡塌方的主要措施有:

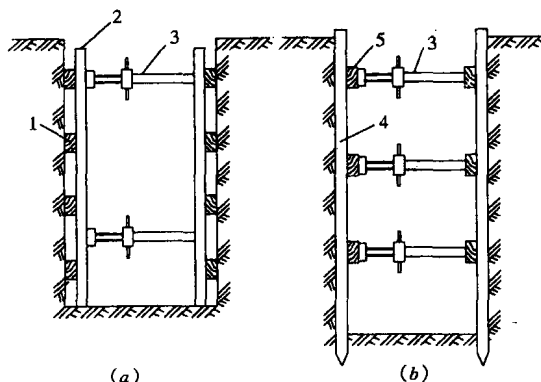


图 1-4 横撑式支撑

(a) 断续式水平挡土板支撑；(b) 垂直挡土板支撑

1—水平挡土板；2—竖楞木；3—工具式支撑

4—竖直挡土板；5—横楞木

反压和护坡等方法进行综合治理。有些情况下，也可采用通风疏干、电渗排水、爆破灌浆、化学加固等方法，改善滑动带岩土的性质，以稳定边坡。

(二) 土壁支撑

当基础埋置较深，场地狭小不能放坡或由于土质原因放坡后土方量过大时，应加设挡土支撑，以防土壁坍塌发生事故。支撑的方法很多，这里仅介绍横撑式支撑和板式支撑，其他方法详见第十一章的有关内容。

横撑式支撑分水平挡土板（图 1-4a）和垂直挡土板（图 1-4b）两类。水平挡土板的布置又分断续式水平和连续式两种。断续式水平挡土板支撑主要适用于湿度小的

粘土及挖土深度小于 3m 的情况；连续式水平支撑主要适用于松散、湿度大及深度在 5m 以内的情况。对松散和湿度很高的土可用垂直挡土板式支撑，挖土深度可超过 5m。

板式支撑适用于有地下水或流砂，而又不能采用人工降低地下水位的基槽、基坑。板式支撑有木板桩、钢板桩、钢筋混凝土板桩等。钢板桩除用钢量大之外，其他性能均优于别的板桩，且能够在临时支护工程中多次重复使用。

钢板桩的种类较多，常见的有平板桩（图 1-5a）和波浪形板桩（图 1-5b）两种。

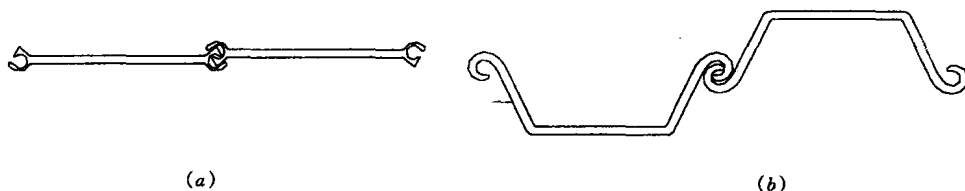


图 1-5 钢板桩

(a) 平板桩；(b) 波浪形板桩

平板式板桩防水和承受轴向应力性能良好，且易打入土中，但长轴方向的抗弯强度较小，在施工中使用较少。波浪式板桩的防水和抗弯性能都较好，在施工中应用较多。

三、施工排水

(一) 地面排水

为保证施工顺利进行，对施工现场的排水系统，应有一个总体规划，做到场地排水畅通，特别是雨期施工，应将地面水尽快排走，以保证场地土体干燥。地面水的排除可采取设置排水沟、截水沟或修筑土堤等设施来进行。在施工区域，考虑临时排水系统时，应注意与原排水系统相结合。原排水系统指原自然排水系统和已有的排水设施，临时排水设施应尽量与永久性排水设施相结合。

排水沟的设置应尽量利用自然地形，以便将水直接排至场外，或流入排水坑内，再用

水泵抽走。主要排水沟最好设置在施工区域的边缘或道路的两旁，其断面大小由施工期内最大流量确定。一般横断面不小于 $0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$ ，纵向坡度一般不小于 $2\text{‰} \sim 3\text{‰}$ 。

在山坡地形施工时，应在较高一面的坡上，先作好永久性（或临时）截水沟，阻止山坡水流入施工现场。

在平坦地区施工时，除开挖排水沟外，必要时还应修筑土堤，以阻止场外水流入施工场地。

出水口应设置在原有的排水系统进水口处，或远离建筑物或构筑物的低洼地点，并应保证排水畅通。

（二）降低地下水位

在土方开挖过程中，当基坑（槽）底面位于地下水位以下时，土的含水层被切断，地下水会不断地渗入基坑。雨季施工时，地面水也会流入基坑，为了保证施工的正常进行，一般采用明沟排水法和人工降低地下水位法。

1. 明沟排水法

这种方法是在基坑（槽）开挖过程中，当基底挖至地下水位以下时，沿基坑四周挖一定坡度的排水沟，设集水井，使地下水沿沟流入井内。然后用水泵抽走，抽水工作应持续到基础工程施工完毕进行回填土后才能停止（图 1-6）。

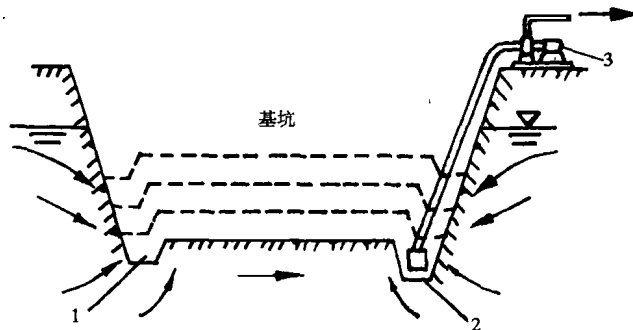


图 1-6 明沟排水

1—排水沟；2—集水井；3—水泵

集水井应该设置在基坑范围以外，地下水流的上游。根据地下水量、基坑平面形状及水泵的性能，集水井每隔 $20 \sim 40\text{m}$ 设置一个，集水井的宽度一般为 $0.6 \sim 0.8\text{m}$ ，深度保持低于挖土面 $0.8 \sim 1.0\text{m}$ ，挖至设计标高后，井底应低于坑底 $1 \sim 2\text{m}$ ，并铺设碎石滤水层，以免在抽水时，将泥砂抽出，并防止井底土被扰动。排水沟一般设置在基坑周围或基槽的一侧或两侧。水沟截面应考虑基坑排水及邻近建筑物的影响，一般排水沟深度为 $0.5 \sim 0.8\text{m}$ ，最小 0.4m ，宽度等于或大于 0.4m ，水沟的边坡为 $1:1 \sim 1:0.5$ ，排水沟应有 $2\text{‰} \sim 5\text{‰}$ 的最小纵向坡度，使水流不致阻滞而淤塞。

排水沟和集水井应随挖土加深而加深，以保持水流畅通。明沟排水法设备简单，使用广泛。但当地下水位较高、涌水量较大或土质为细砂或粉砂，易产生流砂，边坡塌方及管涌等现象，影响正常施工，甚至会引起附近建筑下沉，此时应采用人工降低地下水位。

2. 流砂现象

当基底挖至地下水位以下时，有时坑底土会成流动状态，随地下水涌入基坑，这种现