

21 世纪高等职业技术教育规划教材——建筑工程类

④ 建筑施工技术

主编 李晓良 主审 张淑卿



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

21 世纪高等职业技术教育规划教材——建筑工程类

建筑施工技术

主 编 李晓良

副主编 (以姓氏笔画为序)

孙秀红 牟墩波

李 莉 赵东红

主 审 张淑卿

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

内容简介

本书包括绪论、土方工程、地基处理与桩基础、砌体工程、钢筋混凝土工程、预应力混凝土工程、结构安装工程、建筑防水工程、冬期与雨期施工、装饰工程等十部分内容。

本书内容采用国家新规范、新标准,与新技术接轨。内容新颖实用,编写中侧重于实用性、针对性和可操作性等方面。在讲清、讲透基本理论、基本方法的基础上强调实践操作能力的培养。编写时重点把握让学生知道“做什么”、“怎样做”,不深究“为什么做”。

本教材即可以作为高等职业教育中建筑工程技术、工程造价、工程监理等建筑工程类专业教材,也可作为相关人员的岗位培训教材或供土木工程类技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

建筑施工技术 / 李晓良主编. —成都: 西南交通大学出版社, 2008.1

21 世纪高等职业技术教育规划教材. 建筑工程类
ISBN 978-7-81104-776-9

I. 建… II. 李… III. 建筑工程—工程施工—施工技术—高等学校: 技术学校—教材 IV. TU74

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 011853 号

21 世纪高等职业技术教育规划教材——建筑工程类

建 筑 施 工 技 术

Jianzhu Shigong Jishu

主 编 李 晓 良

*

责任编辑 杨 勇

封面设计 本格设计

西南交通大学出版社出版发行

(成都二环路北一段 111 号 邮政编码: 610031 发行部电话: 028-87600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

成都蜀通印务有限责任公司印刷

*

成品尺寸: 185 mm × 260 mm 印张: 19.375

字数: 481 千字 印数: 1—3 000 册

2008 年 1 月第 1 版 2008 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-81104-776-9

定价: 29.80 元

图书如有印装问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

建筑施工技术是高等职业教育建筑工程类专业的主要专业课程之一，主要研究建筑工程的施工工艺、施工方法和施工技术。

建筑施工技术是一门实践性很强的专业课程，知识面广、综合性强，必须结合工程实践，综合运用相关学科的理论基础知识，才能正确掌握、学好本课程，才能合理解决施工生产过程中遇到的技术问题。本教材采用了国家新规范、新标准，与新技术接轨。内容新颖实用，编写中侧重于实用性、针对性和可操作性等方面。在讲清、讲透基本理论、基本方法的基础上强调实践操作能力的培养。编写时重点把握让学生知道“做什么”、“怎样做”，不深究“为什么做”。本教材在结合当代建筑工程施工技术完成基本理论编写的同时，增加了工程实践案例的编写、工程实训以及安全技术的编写，实用性强。

本教材的编写人员具有多年的工程实践经历和工程施工的教学经验，能够结合工程施工的实际需要对教材的内容进行合理的整合处理。本教材由济南铁道职业技术学院李晓良任主编，济南工程职业技术学院牟墩波、西安铁路职业技术学院李莉、济南铁道职业技术学院孙秀红及齐齐哈尔铁路工程学校赵东红任副主编，济南工程职业技术学院张淑卿老师主审。绪论和第三、四章由李晓良负责编写，第一、二章由赵东红负责编写，第五、六章由牟墩波负责编写，第七、九章由李莉负责编写，第八章由孙秀红负责编写。全书由李晓良负责统稿和修改工作。

本书在编写过程中，得到了济南铁道职业技术学院韩建芬教授、济南四建（集团）有限责任公司尚华高级工程师和姜义标工程师的大力支持，在此表示诚挚的谢意。

限于编者的水平，书中不足之处在所难免，恳切希望读者批评指正。

编 者

2007 年 12 月

目 录

绪 论	1
第一章 土方工程	4
第一节 土方工程概述	4
第二节 土方边坡与土方工程量计算	8
第三节 土壁支撑	13
第四节 人工降低地下水位	18
第五节 基坑（槽）的施工	24
第六节 土方机械化施工	28
第七节 土石方工程实例	33
第八节 土石方工程实训	35
思考题	37
练习题	37
第二章 地基基础与桩基础	38
第一节 浅基础的施工	38
第二节 地基的处理与加固	40
第三节 桩基础概述	43
第四节 混凝土预制桩的施工	45
第五节 混凝土灌注桩的施工	51
第六节 地基基础与桩基础工程实例	57
第七节 地基基础与桩基础工程实训	60
思考题	62
第三章 砌体工程	63
第一节 砌体结构的材料	63
第二节 脚手架工程	65
第三节 垂直运输机械	73
第四节 砌体施工	75
第五节 砌体工程的安全技术	87
第六节 砌体工程实例	88
第七节 砌体工程实训	90
思考题	92

第四章 钢筋混凝土工程	93
第一节 模板工程.....	93
第二节 钢筋工程.....	101
第三节 混凝土工程.....	119
第四节 钢筋混凝土的质量与安全技术.....	131
第五节 钢筋混凝土工程实例.....	134
第六节 钢筋混凝土工程实训.....	135
思考题.....	137
练习题.....	137
第五章 预应力混凝土工程	139
第一节 概 述.....	139
第二节 先张法施工.....	140
第三节 后张法施工.....	151
第四节 无粘结预应力施工工艺.....	169
第五节 预应力施工质量检查与施工安全措施.....	172
第六节 预应力混凝土工程实例.....	174
第七节 预应力混凝土工程实训.....	180
思考题.....	181
练习题.....	182
第六章 结构安装工程	183
第一节 起重索具及设备.....	183
第二节 单层工业厂房结构的安装.....	195
第三节 单层钢结构工业厂房的安装.....	208
第四节 结构安装工程质量要求与安全措施.....	213
第五节 结构安装工程实例.....	216
第六节 结构安装工程实训.....	219
思考题.....	220
第七章 建筑防水工程	221
第一节 屋面防水工程.....	222
第二节 地下防水工程.....	233
第三节 卫生间防水.....	238
第四节 防水工程实例.....	239
第五节 防水工程实训.....	245
思考题.....	245
第八章 冬期与雨期施工	246
第一节 混凝土结构工程的冬期施工.....	246

第二节	土方工程的冬期施工	255
第三节	砌体工程的冬期施工	258
第四节	雨期施工	261
第五节	冬期与雨期施工工程实例	263
第六节	冬期与雨期施工实训	265
思考题		266
第九章	装饰工程	267
第一节	抹灰工程	267
第二节	楼地面工程	270
第三节	饰面工程	277
第四节	吊顶工程	283
第五节	装饰装修工程施工质量通病及解决方法	286
第六节	装饰工程实例	295
第七节	装饰工程实训	299
思考题		300
参考文献		301

绪 论

一、建筑施工技术课程的研究对象、任务和学习方法

(一) 建筑施工技术课程的研究对象和任务

建筑施工技术是建筑工程专业的一门重要专业课,是研究建筑工程施工技术与施工组织基本规律的学科,其任务就是为了培养学生掌握建筑施工技术的基本知识、基本原理和基本方法,并能运用以上知识初步分析和解决一般的建筑施工技术与施工组织问题。

一个建筑物由许多分部分项工程(如土石方工程、砌体工程、钢筋混凝土工程、结构安装工程、屋面工程、装饰工程等)组成,每个分部分项工程的特点、规模和实际情况各不相同,都可以应用不同的施工技术和施工机具来完成,但是应力求采用先进的施工技术、编制合理的施工方案,来达到符合设计要求的工程质量、加快施工进度、节约工程成本的目的,这属于施工技术的范畴。

对于整个建筑物或建筑群的施工,研究如何根据工程的性质和实际情况,从技术和经济出发,对人力、物力、财力、机械和施工方案进行科学、合理的安排、编制出可以有效地指导现场施工的组织设计文件,以最少的人力和物力消耗,在最短的工程内按照设计及质量规范的要求来完成工程的施工任务,这属于施工组织的范畴。

(二) 建筑施工技术课程的学习方法

建筑施工技术是一门理论面广、综合性强的专业技术课。它与建筑工程测量、建筑材料、房屋建筑学、建筑力学、建筑结构、建筑施工组织等课程密切相关,掌握和运用这些课程的理论知识及操作技能,是学好建筑施工技术课的保证。

建筑施工技术源于建筑工程施工实践,是一门实践性很强而且发展迅速的课程。因此,学生在学习中要坚持理论联系实际的学习方法,除对基本理论、基本知识必须理解掌握之外,还要了解国内外施工技术的发展状况;同时,教师也应结合建筑工程实体进行现场教学,注重课程设计、生产实习等实践教学环节,有助于建筑施工技术学习的理解和掌握。

二、我国建筑施工技术的发展概况

新中国成立 50 多年来,特别是改革开放以来,我国建筑施工技术得到了不断的发展和提高。在施工技术方面,不仅掌握了大型工业建筑,多层、高层民用建筑与公共建筑施工的成套技术,而且在地基处理和基础工程施工中推广了钻孔灌注桩、旋喷桩、挖孔桩、振冲法、深层搅拌法、强夯法、地下连续墙、土层锚杆、“逆作法”施工等新技术。在现浇钢筋混凝土模板工程中推广应用了爬模、滑模、台模、筒子模、隧道模、组合钢模板、大模板、早拆模

板体系。粗钢筋连接应用了电渣压力焊、钢筋气压焊、钢筋冷压连接、钢筋螺纹连接等先进连接技术。混凝土工程采用了泵送混凝土、喷射混凝土、高强混凝土以及混凝土制备和运输的机械化、自动化设备。在预制构件方面，不断完善了挤压成型、热拌热模、立窑和折线形隧道窑养护等技术。在预应力混凝土方面，采用了无粘结工艺和整体预应力结构，使我国预应力混凝土发展由构件生产进入了预应力结构生产阶段。在钢结构方面，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、高强度螺栓连接与焊接技术和钢结构防护技术。在大跨度结构、高耸结构方面，采用了整体吊装的新技术。在墙体改革方面，利用各种工业废料制成了粉煤灰矿渣混凝土大板、膨胀珍珠岩混凝土大板、煤渣混凝土大板、粉煤灰陶粒混凝土大板等各种大型墙板，同时发展了混凝土小型空心砌块建筑体系、框架轻墙建筑体系、外墙保温隔热技术等，使墙体改革有了新的突破。但是，目前在砌体、防水、装饰工程施工中，较多沿用传统的施工工艺和施工方法，劳动强度大、工效低。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，还存在一定的差距，尚需加倍努力，加快实现建筑施工现代化的步伐。

三、建筑工程施工质量验收统一标准与施工质量验收规范

规范包括建筑施工规范和建筑设计规范，它是我国建筑界常用的标准表达形式。它以建筑科学、技术和实践经验的基础为基础，经有关方面协商一致，由国务院有关部委批准、颁发，作为全国建筑施工和设计企业及有关管理部门共同遵守的准则和依据。它分为国家、专业（部）、地方和企业规范四级，国家级规范级别最好，但是企业规范的标准要求最严格。本书讲到的规范特指建筑施工和质量验收规范。

《建筑工程施工质量验收统一标准》和各专业工程《施工质量验收规范》，以统一建筑工程施工质量的验收方法、质量标准和程序来保证建筑工程质量验收工作的质量，前者是对建筑工程施工质量验收的统一规定，后者是对各专业工程的质量要求，这个建筑工程的质量验收应该由二者共同来完成。从事建筑工程管理和施工的工程技术人员，必须学习贯彻和遵照执行。

1. 《建筑工程施工质量验收统一标准》（GB50300—2001）

该标准中关于施工质量控制的基本规定包括：

（1）施工现场质量管理应有相应的施工技术标准，健全的质量管理体系、施工质量检验制度和综合施工质量水平评定考核制度。

（2）建筑工程应按下列规定进行施工质量控制：

① 建筑工程采用的主要材料、半成品、成品、建筑构配件、器具和设备应进行现场验收。凡涉及安全、功能的有关产品，应按各专业工程质量验收规范的规定进行复验，并应经监理工程师（建设单位技术负责人）检查认可。

② 各工序应按施工技术标准进行质量控制，每道工序完成后，应进行检查。

③ 相关各专业工种之间，应进行交接检验，并形成记录。未经监理工程师检查认可，不得进行下道工序施工。

（3）建筑工程施工质量应按下列要求进行验收：

- ① 建筑工程施工质量应符合本标准和相关专业验收规范的规定；
- ② 建筑工程施工应符合工程勘察、设计文件的要求；
- ③ 参加工程施工质量验收的各方人员应具备规定的资格；
- ④ 工程质量的验收均应在施工单位自行检查评定的基础上进行；
- ⑤ 隐蔽工程在隐蔽前应由施工单位通知有关单位进行验收，并应形成验收文件；
- ⑥ 涉及结构安全的试块、试件及有关材料，应按规定进行见证取样检测；
- ⑦ 检验批的质量应按主控项目和一般项目验收；
- ⑧ 对涉及结构安全和使用功能的重要分部工程应进行抽样检测；
- ⑨ 承担见证取样检测及有关结构安全检测的单位应具有相应资质；
- ⑩ 工程的观感质量应由验收人员通过现场检查，并应共同确认。

2. 《施工质量验收规范》

各专业工程的施工质量验收规范的主要内容一般包括总则、术语、基本规定、分项工程施工质量验收标准和程序等内容。建筑工程各专业工程施工质量验收规范必须与《建筑工程施工质量验收统一标准》配合使用。由二者共同来完成建筑工程施工质量的整体验收。

第一章 土方工程

第一节 土方工程概述

一、土方工程的施工特点

土方工程的工程量大，施工工期长，劳动强度大，施工条件复杂，天气变化对施工的影响大。土方开挖的难易程度取决于土质条件和地下水位的深浅等。

土方工程的工程量大，体现在很多方面，比如建筑工地的场地平整，土方工程量可达数百万立方米以上，施工面积达数十平方千米。大型基坑的开挖，有的深达 30 多米，应尽可能采用机械化施工。

土方工程多为露天作业，受气候、水文、地质等影响较大，难以确定的因素较多。因此在土方工程施工前，应做好施工组织设计，对现场进行踏勘。掌握土的种类和工程性质、施工工期、质量要求、施工条件以及场地原有地下管线、电缆、地下构筑物埋设分布情况等；收集施工区域的地形图和地质、水文、气象等资料，作为合理拟订施工方案、选择施工方法、选择施工机械和组织施工的依据。施工中应做好各项准备工作，如计算土方量，设计边坡或土壁支撑，进行施工排水或降水设计，选择土方机械、运输工具和计算其需要量。施工前还应完成场地清理、地表水排除和测量放线等工作。在施工中，应严防流沙及塌方等意外事故的发生。

二、土的工程分类

土的种类繁多，其工程性质直接影响土方工程施工方法的选择，劳动量的消耗和工程费用。

土的分类方法很多，如按照土的沉积年代、按照颗粒级配、按照密实度分类等。在建筑工程施工中，按照土的开挖难易程度将土分为 8 类（见表 1.1），这也是确定建筑安装工程劳动定额的依据。

表 1.1 土的工程分类

土的分类	可松性系数		土的名称	开挖方法及工具
	K_s	$K_{s'}$		
一类土 (松软土)	1.08 ~ 1.17	1.01 ~ 1.04	砂，亚砂土，冲积砂土层，种植土、泥炭（淤泥）	用锹、锄头挖掘
二类土 (普通土)	1.14 ~ 1.28	1.02 ~ 1.05	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	用锹、锄头挖掘， 少许用镐翻松
三类土 (坚土)	1.24 ~ 1.30	1.04 ~ 1.07	中等密实粘土，重亚粘土，干黄土及含碎石、卵石的黄土，亚粘土，压实的填筑土	主要用镐，少许用 锹、锄头挖掘，部分 用撬棍

续表 1.1

土的分类	可松性系数		土的名称	开挖方法及工具
	K_s	K_s'		
四类土 (砂砾坚土)	1.26~1.37	1.06~1.09	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, 软泥炭及蛋白石	先用镐、撬棍, 然后用锹挖掘, 部分用楔子、大锤
五类土 (软石)	1.30~1.45	1.10~1.20	硬石炭纪粘土, 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、大锤挖掘, 部分使用爆破方法
六类土 (次坚石)	1.30~1.45	1.10~1.20	泥灰岩, 砂岩, 砾岩, 坚实的页岩, 泥炭岩, 密实的石灰岩, 风化花岗岩, 片麻岩	用爆炸的方法开挖, 部分用镐
七类土 (坚石)	1.30~1.45	1.10~1.20	大理石, 辉绿岩, 玢岩, 粗中粒花岗岩, 坚实的白云岩, 砂岩, 片麻岩, 石灰岩, 风化痕迹的安山岩, 玄武岩	用爆破的方法开挖
八类土 (特坚石)	1.45~1.50	1.20~1.30	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, 辉长石, 辉绿岩, 玢岩	用爆破的方法开挖

三、土的组成

土由土颗粒、水和空气组成, 我们一般把它们叫做土的固相、液相和气相。这三部分之间的比例关系是不断变化的。三者之间的比例不同, 所反映的物理状态也不同, 如干燥、湿润, 密实、稍密或松散。这些物理指标对评价土的工程性质, 进行土的工程分类具有重要意义。

土的三相物质是混合分布的, 为研究阐述方便, 一般用土的三相图表示, 把土的固体颗粒、水、空气各自划分开来, 一般也利用土的三相图来掌握土的组成 (见图 1.1)。

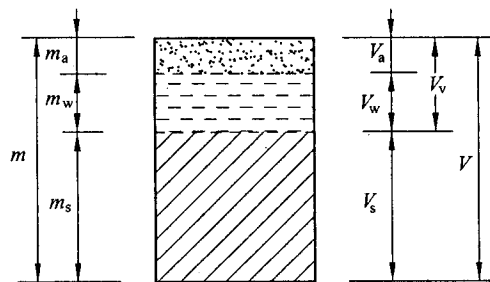


图 1.1 土的三相图

图 1.1 中各符号的含义为:

m ——土的总质量 (kg), $m = m_a + m_w + m_s$;

m_s ——土中固体颗粒的质量 (kg);

m_w ——土中水的质量 (kg);

V ——土的总体积 (m^3), $V = V_a + V_w + V_s$;

V_a ——土中空气体积 (m^3);

V_w ——土中水所占的体积 (m^3);

V_s ——土中固体颗粒体积 (m^3);

V_v ——土中孔隙体积 (m^3), $V_v = V_a + V_w$ 。

四、土的物理性质

土的物理性质是确定地基处理方案和制订施工方案的重要依据,对土方工程的稳定性、施工方法、工程量和工程造价都有影响。

1. 土的天然含水量

土的天然含水量是用来表示土的干湿程度,即土中水的质量与固体颗粒质量之比的百分率,用 ω 来表示,即:

$$\omega = m_w / m_s \times 100\%$$

土的含水量测定方法为:

把土样称量后放入烘箱内进行烘干,温度在 $100 \sim 105^\circ\text{C}$,直至重量不再减少为止,进行称量。第1次称量为含水状态土的质量 G_1 ,第2次称量为烘干后土的质量 G_2 ,利用公式可计算出土的含水量。

土的含水量表示土的干湿程度:土的含水量在 5% 以内,称为干土;土的含水量在 5%~30% 以内,称为潮湿土;土的含水量大于 30%,称为湿土。

2. 土的天然密度和干密度

土在天然状态下单位体积的质量叫土的密度,用 ρ 表示,即:

$$\rho = m/V$$

干密度是土的固体颗粒重量与总体积的比值,用 ρ_d 表示,即:

$$\rho_d = m_s/V$$

土的密度一般用环刀法测定,即用一個体积已知的环刀切入土样中,上下端用刀削平,称出质量,减去环刀的质量,与环刀的体积相比,就得到土的天然密度。不同的土密度不同。密度越大,土越密实,强度越高,压缩变形越小。

3. 土的孔隙比和孔隙率

孔隙比是土的孔隙体积与固体体积的比值,用 e 表示,即:

$$e = V_v/V_s$$

孔隙率是土的孔隙体积与总体积的比值,符号为 n ,用百分率表示,即:

$$n = V_v/V \times 100\%$$

4. 土的可松性和可松性系数

天然土经开挖后, 体积因松散而增加, 虽经振动夯实, 仍然不能完全复原的性质, 叫土的可松性。

土的可松性的大小用可松性系数表示, 分为最初可松性系数和最终可松性系数, 见表 1.2。

表 1.2 土的可松性系数 K_s 、 $K_{s'}$

土的类别	K_s	$K_{s'}$	土的类别	K_s	$K_{s'}$
一类土	1.08 ~ 1.17	1.01 ~ 1.04	五类土	1.30 ~ 1.45	1.10 ~ 1.20
二类土	1.14 ~ 1.28	1.02 ~ 1.05	六类土	1.30 ~ 1.45	1.10 ~ 1.20
三类土	1.24 ~ 1.30	1.04 ~ 1.07	七类土	1.30 ~ 1.45	1.10 ~ 1.20
四类土	1.26 ~ 1.37	1.06 ~ 1.09	八类土	1.45 ~ 1.50	1.20 ~ 1.30

(1) 最初可松性系数 K_s :

$$K_s = V_2 / V_1$$

(2) 最终可松性系数 $K_{s'}$:

$$K_{s'} = V_3 / V_1$$

式中 V_1 ——土在天然状态下的体积 (m^3);

V_2 ——土挖出后在松散状态下的体积 (m^3);

V_3 ——土经压 (夯) 实后的体积 (m^3)。

在土方工程中, K_s 是用于计算挖方工程量、装运车辆及挖土机械生产效率的重要参数, $K_{s'}$ 是计算填方所需挖方工程量的重要参数。可以说, 土的最初和最终可松性对土方平衡调配, 基坑开挖时留弃土方量及运输工具的选择有直接影响。

5. 土的渗透系数

土的渗透系数 K 表示单位时间内水穿透土层的能力, 以 m/d 表示。根据土的渗透系数不同, 可分为透水性土 (如砂土) 和不透水性土 (如粘土)。土的渗透系数影响施工降水与排水的速度, 一般土的渗透系数见表 1.3。

表 1.3 土的渗透系数 K

土的名称	渗透系数 / (m/d)	土的名称	渗透系数 / (m/d)
粘土	< 0.005	中砂	5.00 ~ 20.00
亚粘土	0.005 ~ 0.10	均质中砂	35 ~ 50
轻亚粘土	0.10 ~ 0.50	粗砂	20 ~ 50
黄土	0.25 ~ 0.50	圆砾石	50 ~ 100
粉砂	0.50 ~ 1.00	卵石	100 ~ 500
细砂	1.005 ~ 5.00		

第二节 土方边坡与土方工程量计算

一、土方边坡

1. 土方边坡的概念

土方工程施工中,必须使基坑或基槽的土壁保持稳定。如果土体在外力作用下失去平衡,土壁就会塌方,发生事故,影响土方工程施工,甚至造成人员伤亡,还会危及附近建筑物、道路及地下设施的安全,产生严重的后果。

在土方工程施工中,为了防止塌方,保证施工安全,在基坑或基槽开挖深度超过一定限度时,土壁应做成有一定斜度的边坡,或者加临时支撑以保证土壁的稳定性。

土方边坡的大小,应根据土质条件、挖方深度、地下水位、排水情况、施工方法、边坡留置时间的长短、边坡上部的荷载情况、相邻建筑的情况等因素综合考虑确定。由于条件限制不能放坡或为了减少土方工程量而不放坡时,可采取技术措施,设置土壁支护以保施工安全。

土方边坡的稳定,主要是由于土体内土颗粒间存在摩阻力和粘结力,从而使土体具有一定的抗剪强度,当下滑力超过土体的抗剪强度时,就会产生滑坡。

基坑边坡的稳定,主要由土体的抗滑能力来保持。当土体下滑力超过抗滑力,土坡就会失去稳定而发生滑动。边坡的滑动是沿着一个面发展的,这个面叫滑动面。滑动面的位置和形状取决于土质和土层结构,如含有粘土夹层的土体因浸水而下滑时,滑动面往往沿夹层发展,而一般均质粘性土的滑动面为圆柱形。可见土体是因剪切而破坏的,土体的抗滑能力实质上就是土体的抗剪能力,而土体抗剪能力的大小主要取决于土的内摩擦系数与内聚力的大小。

土壤颗粒间不但存在抵抗滑动的摩擦力,也存在内聚力。内聚力一般由两种因素形成:一是土中水的水膜和土粒之间的分子引力;一是化合物的胶结作用。不同的土,其各自的物理性质对土体抗剪能力有影响,如含水量增加了,胶结物溶解,内聚力就会变小。因此在考虑边坡稳定时,除了从实验室得到的内摩擦系数和内聚力的数据外,还应考虑施工期间气候的影响和振动的影响。

土体抗剪强度的大小与土质有关:粘性土颗粒之间,不仅具有摩阻力,而且具有粘结力,土体失稳而发生滑动时,滑动的土体将沿着滑动面整体滑动;砂性土颗粒之间只有摩阻力,没有粘结力。所以粘性土的边坡可陡些,砂性土的边坡则应平缓些。

2. 边坡坡度

土方边坡坡度的大小除与土质有关外,还与挖方深度有关,此外亦受外界因素的影响。由于外界的原因使土体的抗剪强度降低或土体内的切应力增加达到一定程度时,土方边坡也会失去稳定而塌方。如雨水、施工用水使土的含水量增加,从而使土体自重增加,抗剪强度降低;有地下水时,地下水在土中渗流,产生一定的动水压力导致土体内的剪应力增加;边坡上部荷载增加,比如边坡上部大量堆土或停放机具,也会使剪应力增加等。这些都直接影响土体的稳定性,从而影响土方边坡坡度大小的取值。所以,确定土方边坡坡度的大小时应考虑土质、挖方深度、边坡留置时间、排水情况、边坡上部荷载情况及土方施工方法等因素。

土方边坡坡度以其挖方深度 h 与边坡底宽 b 之比来表示,即:

$$\text{土方边坡坡度} = 1/m = h/b$$

其中, $m=b/h$, 称为边坡系数。

3. 边坡形式

土方边坡大小应根据土质、开挖深度、开挖方法、施工工期、地下水位、坡顶荷载及气候条件等因素确定。边坡可做成直线形、折线形或阶梯形 (见图 1.2)。

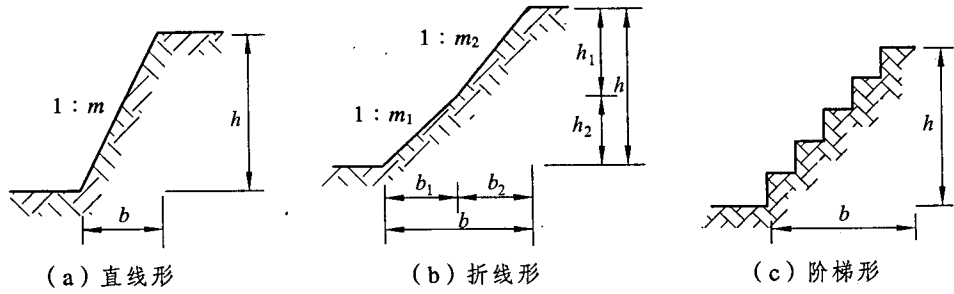


图 1.2 土方边坡

土方边坡坡度一般在设计文件上有规定, 若设计文件上无规定, 可按照《建筑地基基础工程施工质量验收规范》(GB50202—2002) 第 6.2.3 条的规定执行。

4. 不放坡的最小深度

规范规定, 当地质条件良好、土质均匀且地下水位低于基坑或管沟底面高程时, 挖方边坡可挖成直壁而不加支撑, 但深度不宜超过下列规定:

密实、中密的砂土和碎石类土 (填充物为砂土)	1.0 m
硬塑、可塑的轻亚粘土及亚粘土	1.25 m
硬塑、可塑的粘土及碎石类土 (填充物为粘性土)	1.5 m
坚硬的粘土	2.0 m

5. 边坡坡度值

当土的湿度、土质及其他地质条件较好且地下水位低于基底时, 深度 5 m 以内不加支撑的基坑基槽或管沟, 其边坡的最陡坡度见表 1.4。

表 1.4 深度在 5 m 内的基坑 (槽) 或管沟边坡的最陡坡度

土的类别	边坡的坡度 (1:m)		
	坡顶无荷载	坡顶有静载	坡顶有动载
中密的砂土	1:1.00	1:1.25	1:1.50
中密的碎石土 (填充物为砂土)	1:0.75	1:1.00	1:1.25
硬塑的轻亚粘土	1:0.67	1:0.75	1:1.00
中密的碎石土 (填充物为粘性土)	1:0.50	1:0.67	1:0.75
硬塑的亚粘土、粘土	1:0.33	1:0.50	1:0.67
老黄土	1:0.10	1:0.25	1:0.33
软土 (经井点降水后)	1:1.00	—	—

土方开挖时如果边坡太陡，容易造成土体失稳，发生塌方事故；如果边坡太平缓，不仅会增加土方量，浪费机械动力和人力，而且占用过多的施工场地，可能影响临近建筑的使用和安全。因此，必须合理地确定边坡坡度，以满足安全和经济两方面的要求。由于影响因素较多，精确地计算边坡稳定尚有困难，一般工程目前都是根据经验确定土方边坡。

二、基坑（槽）土方量计算

土方工程施工之前，必须对土方工程量进行计算。由于土方工程的外形往往比较复杂，而且不规则，要精确计算比较困难。一般情况下，都是将其假设或划分成为一定的几何形状，并采用具有一定精度而又和实际情况近似的方法进行计算。一般能够满足工程应用的需要。

1. 基坑土方量计算（见图 1.3）

基坑土方工程量可按立体几何中的拟柱体体积公式计算，即：

$$V = \frac{H}{6} \times (F_1 + 4F_0 + F_2)$$

式中 H ——基坑深度；

F_1, F_2 ——基坑上、下的底面积；

F_0 ——基坑中截面的面积。

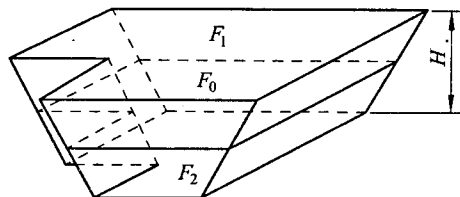


图 1.3 基坑土方量计算

2. 基槽土方量计算（见图 1.4）

基槽和路堤的土方量计算，可以沿长度方向分段后，按相同的方法计算各段的土方量，再将各段土方量相加即得总土方量，即：

$$V_1 = \frac{L_1}{6} \times (F_1 + 4F_0 + F_2)$$

$$V = V_1 + V_2 + \dots + V_n$$

式中 V_1 ——第 1 段的土方量；

L_1 ——第 1 段的长度；

$V_1, V_2, \dots, V_n$ ——各分段的土方量。

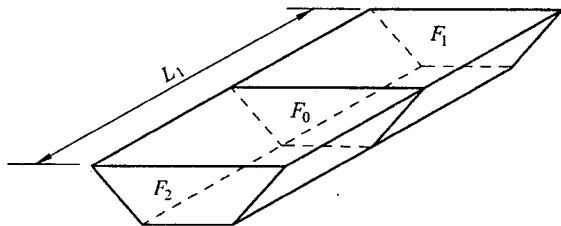


图 1.4 基槽土方量计算

【例 1.1】 已知某基坑底长 80 m，底宽 60 m。场地地面高程为 176.50，基坑底面的高程为 168.50，四面放坡，坡度系数为 0.5，试计算挖方工程量。

【解】 基坑的高度为： $H = 176.50 - 168.50 = 8 \text{ m}$

基坑的上口长度为： $80 + 8 \times 0.5 \times 2 = 88 \text{ m}$