

全国水利水电类高职高专统编教材

建筑施工技术

史康立 主编



黄河水利出版社

全国水利水电类高职高专统编教材

建筑施工技术

史康立 主编

黄河水利出版社

内 容 提 要

本书为全国水利水电类高职高专统编教材,是根据全国水利水电高职教研会制定的《建筑施工技术》课程教学大纲编写的。全书共分 11 章,分别为绪论、土方工程、地基处理及桩基工程、砌筑工程、钢筋混凝土结构工程、预应力混凝土工程、结构安装工程、防水工程、装饰工程、高层建筑施工、构筑物及地下管道施工。

本书可作为高等职业技术学院、普通高等专科学校中的工业与民用建筑、建筑技术、工程造价、建筑装饰等专业的教学用书,也可作为土木工程类相关专业和建筑施工技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑施工技术/史康立主编. — 郑州:黄河水利出版社,
2005. 1
全国水利水电类高职高专统编教材
ISBN 7-80621-872-6

I. 建… II. 史… 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(2004)第 138938 号

出 版 社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市金水路 11 号 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话及传真:0371-6022620

E-mail:yrpc@public.zz.ha.cn

承印单位:黄河水利委员会印刷厂

开本:787 mm×1 092 mm 1/16

印张:26

字数:598 千字

印数:1—4 100

版次:2005 年 1 月第 1 版

印次:2005 年 1 月第 1 次印刷

书号:ISBN 7-80621-872-6/TU·49

定价:39.00 元

前 言

本书是根据教育部《关于加强高职高专人才培养工作意见》和《面向 21 世纪教育振兴行动计划》等文件精神,以及由全国水利水电高职教研会拟定的教材编写规划,经水利部批准编写的全国水利水电类高职高专统编教材。

本书在编写过程中,按照培养高等技术应用性专门人才的方法和原理,力求理论与实践紧密结合,紧紧围绕建筑工程施工的需要,阐述了建筑施工技术的基本理论、基本方法、技术措施,突出新技术、新工艺、新方法,体现实用性及高等职业教育特色。

参加本书编写的有:杨凌职业技术学院史康立(绪论,第一、三、四章,第十章第三节);安徽水利水电职业技术学院胡慨(第二、五章,第十章一、二节);杨凌职业技术学院张迪(第六章);四川水利职业技术学院董千里(第九章);杨凌职业技术学院申永康(第七、八章)。全书由史康立主编并统稿,四川电力职业技术学院邓启述副教授主审。本书在编写过程中得到杨凌职业技术学院张晖老师的大力协助,许多兄弟院校提出了宝贵意见,在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,加之时间仓促,不足之处在所难免,恳请广大读者对本书的缺点和错误予以批评指正。

编 者

2004 年 5 月

目 录

绪 论	(1)
第一章 土方工程	(5)
第一节 土的分类与工程性质	(5)
第二节 土方工程量计算	(9)
第三节 基坑(槽)降水	(19)
第四节 土方机械化施工	(40)
第五节 爆破工程	(58)
复习思考题	(64)
习 题	(65)
第二章 地基处理及桩基工程	(66)
第一节 概 述	(66)
第二节 地基处理	(66)
第三节 桩基工程	(77)
复习思考题	(108)
第三章 砌筑工程	(109)
第一节 概 述	(109)
第二节 砌筑材料	(109)
第三节 砖砌体的施工	(113)
第四节 砌块砌体施工	(120)
第五节 脚手架工程	(122)
复习思考题	(131)
第四章 钢筋混凝土结构工程	(133)
第一节 概 述	(133)
第二节 钢筋工程	(133)
第三节 模板工程	(160)
第四节 混凝土工程	(175)
第五节 混凝土冬期施工	(202)
复习思考题	(208)
习 题	(209)
第五章 预应力混凝土工程	(210)
第一节 概 述	(210)
第二节 先张法	(210)
第三节 后张法	(219)

第四节	电张法	(232)
第五节	无黏结预应力施工	(234)
第六节	质量保证与安全技术	(236)
复习思考题		(236)
第六章	结构安装工程	(238)
第一节	起重机械	(238)
第二节	单层工业厂房结构安装	(255)
第三节	装配式框架结构安装	(279)
第四节	装配式大板结构安装	(285)
复习思考题		(287)
习 题		(288)
第七章	防水工程	(289)
第一节	概 述	(289)
第二节	卷材屋面防水	(290)
第三节	涂膜屋面防水	(303)
第四节	刚性屋面防水	(307)
第五节	地下工程防水	(309)
第六节	卫生间防水	(316)
复习思考题		(319)
第八章	装饰工程	(320)
第一节	概 述	(320)
第二节	抹灰工程	(321)
第三节	吊顶、隔墙工程	(329)
第四节	饰面工程	(337)
第五节	门窗工程	(346)
第六节	楼地面工程	(352)
第七节	涂料及裱糊工程	(363)
复习思考题		(371)
第九章	高层建筑施工	(372)
第一节	概 述	(372)
第二节	高层建筑的基础工程	(374)
第三节	高层建筑主体结构施工	(378)
第四节	保证工程质量和安全的措施	(384)
复习思考题		(385)
第十章	构筑物施工	(386)
第一节	烟囱施工	(386)
第二节	水塔的施工	(389)
第三节	地下管道施工	(396)
复习思考题		(406)
参考文献		(407)

绪 论

一、《建筑施工技术》课程的研究对象及教学目标

(一)《建筑施工技术》课程的研究对象

一个建筑物的建成,从下部基础开始,到上部主体施工,直至内外装饰完毕,是由许多工种工程(如土方工程、桩基工程、砌筑工程、混凝土结构工程、结构安装工程、防水工程、装饰工程等)组成的,而每一个工种工程的施工都要采用一定的施工方法、工艺原理来完成。本门课程的研究对象就是形成建筑物主要工种工程的施工方法和工艺原理,同时还要研究保证施工质量和施工安全的技术措施。

(二)《建筑施工技术》课程的教学目标

基于本课程的特点,通过教学应达到以下四点目标:

(1)实用性。即学生利用所学的施工技术知识,能在毕业后从事工程施工,能“早上手,快上手”,以解决工程实际问题。

(2)理论性。有较高的理论水平,对工程实践操作有一定指导作用,以达到培养目标要求的水平。

(3)先进性。多了解目前先进的施工技术,除了讲授本教材之外,应多补充具有先进技术的音像教学片及组织现场参观,以扩大学生视野,拓宽知识面。

(4)全局意识。各工种施工要注意先前工种、紧后工种的作业程序,以及关键工种对整个工期的影响,以树立全局工程的施工意识。

二、《建筑施工技术》课程的特点及其教学对策

本课程与其他课程相比,具有以下三方面的特点,针对特点在教学中应采取相应的措施。

(一)综合性强

本课程与《测量学》、《建筑材料》、《建筑机械》、《房屋建筑学》、《土力学》、《工程力学》、《建筑结构》、《建筑施工组织与管理》等课程有密切联系,既相互依赖,又相互影响。这一特点带来了课程边缘内容容易造成重复或遗漏,对其他课程的依赖性强。

在制定专业教学计划时,各门课程内容应分工明确,课程开设次序应合理,以避免重复、遗漏、次序不当。对教师要求知识面要广,对学生要求基础知识要扎实。

(二)实践性强

实践性主要是指课程内容与工程实践密切相关,不仅要求学生要完成作业、设计等实践教学环节,更主要的是还应掌握一定的实践操作技能,依赖工程直观现象,用课程内容解决工程实际问题。

课程的实践性教学环节可以通过以下几个方面来实现:①安排大型作业(如某工种工

程施工技术交底);②课程设计两周;③工种实训两周;④生产综合实习两周;⑤毕业实践4周。

(三)创新性强

21世纪科技发展一日千里,建筑施工技术也在不断推陈出新,建设部每年都有一批重点推广项目出现,建筑企业界充满了竞争与挑战,也充满了机遇与希望。只有让学生大量而快速地吸收日新月异的新知识,才能适应新时代对人才的需要。

要适应施工技术的发展,应从以下几方面努力:①教师必须加大投入力度,走在本行业的前沿;②学生除了完成本门课程的学习任务外,还应不断学习本领域里的有关隐性课程;③教学管理部门应为学生、教师提供必要的设备、场地、经费和时间支持,使教学改革正规化、制度化、科学化。

三、我国建筑技术发展简史

留存至今的长城、故宫、都江堰等工程及佛塔、寺庙等,标志着古代中国建筑技术已达到很高的水平。北宋的《营造法则》、清朝的《工部工程做法则例》,显示了古代中国建筑的理论水平。

新中国成立初期,鞍山钢铁公司、长春汽车制造厂及人民大会堂、北京火车站、中国历史博物馆等结构复杂、规模宏大、功能要求齐全、装饰标准高的大型建筑标志着我国施工技术进入了一个新的发展时期。

20世纪70年代后期,国家实行改革开放以后,工程建设再次呈现一派繁荣景象。以南京金陵饭店、广州白天鹅宾馆、上海新锦江宾馆、北京昆仑饭店等一批高度超过100m的高层建筑的施工为龙头,带动了我国施工技术的迅速发展。

90年代建成的上海金茂大厦,高421m(88层),位居当今世界第四;在工程构筑物方面,上海东方明珠电视塔高468m,位居世界第三。

四、近20年来我国建筑施工技术的创新

20世纪80年代以后,我国建筑施工技术取得了显著成绩和突破性的进展,主要表现在以下几个方面。

(一)地基与基础工程

在地基加固方面,目前已基本形成了压(夯)密加固法、加筋复合法、换填垫层法和注浆加固法等系列,其中加筋复合法已成为地基处理的主导方法。

桩基础方面,采用了混凝土灌注桩、打压桩,能适应于超高层建筑的深基础使用。目前成桩工艺有十几种,最大直径达3m,最大深度达100m,并开发使用了动态测试技术。

深基础挡土支护技术目前已形成了多种方法,如悬壁式围护结构,重力式混凝土挡墙,内撑式、拉锚式围护结构,土钉围护结构以及沉井等。1999年首次颁布了《建筑基坑支护技术规程》(JG120—1999)。目前最大支护深度达41m。

基础大体积混凝土浇筑极易产生裂缝,通过工程实践,总结出了降低水泥水化热、掺用外加剂、冷却骨料、加冰法、红外线养护法、设置后浇带法等一系列措施,取得了裂缝控制的成功。上海市制定了基础大体积混凝土工法,1994年经建设部审定列为国家级

工法。

(二)模板工程

目前模板系统逐步朝着多样化、标准化、系列化、商业化发展。不仅有了通用性强的组合式钢模板,还结合工程结构的特点和工艺要求,研制开发了大模板、滑动模板、爬升模板、飞模板、隧道模板及早拆模板体系。

(三)粗钢筋连接技术

在粗钢筋连接技术方面,传统的闪光对焊、电弧焊不仅劳动强度大、工效低,且质量难以保证。自从北京长城饭店工程在施工中研制开发了电渣压力焊以来,先后又研制了氧气乙炔气压焊、套筒径向和轴向挤压连接、锥螺纹和直螺纹机械连接技术。其中,电渣压力焊,由于操作简便、工效高、成本低,现已成为现浇结构竖向粗钢筋连接的主要方法。机械连接不受钢筋化学成分的影响,并可用于水平、垂直、倾斜、水下不同方向和部位,具有操作便捷、接头质量稳定等特点。

我国于 1996 年正式实施了《钢筋机械连接通用技术规程》(JGJ107—1996)、《带肋钢筋套筒挤压连接技术规程》(JGJ108—1996)、《钢筋锥螺纹接头技术规程》(JGJ109—1996)。这三项技术规程的公布与实施,大大促进了钢筋机械连接技术的发展。

(四)预拌、高强、高性能混凝土

我国常用混凝土强度已从 20~30MPa 提高到 30~50MPa, C50、C60 高强混凝土在高层建筑中采用越来越多。

混凝土配制质量的提高,促使预拌混凝土进一步发展。预拌混凝土的使用带动了泵送混凝土施工机械化水平,也解决了大体积混凝土连续浇筑问题。

高性能混凝土在 1998 年被建设部列为“重点推广 10 项新技术”的内容之一。它是以耐久性为基本要求,根据不同用途强化某些性能的混凝土,目前有补偿收缩、耐酸碱、自密实免振、高抗渗性等性能的混凝土。

(五)高效钢筋和现代化预应力技术

为了解决配筋稠密、用钢量大、造价高等问题,近 10 年来,在热轧钢筋方面研制开发了 400MPa 的新型Ⅲ级钢筋,比原来 370MPa 的Ⅲ级钢筋性能优良。冷轧带肋钢筋强度高、韧性好、锚固性能强,已成为冷拔低碳钢丝和热轧光面钢筋的代换品,并颁布了《冷轧带肋钢筋》(GB13788—2000)和《冷轧带肋钢筋混凝土技术规程》(JGJ95—1995),重点推广。550MPa 级钢筋主要用于现浇楼盖,用其代换 I 级钢筋,可节约钢材 30%, 800MPa 级钢筋用于预应力混凝土构件,用其取代冷拔低碳钢丝,可节约钢材 15%。

在现代预应力混凝土技术方面,目前不仅预应力混凝土用钢丝和钢绞线的标准(GB/T5223—1995 和 GB/T5224—1995)已与国际接轨,而且高强度、低松弛钢绞线的强度已达到国际先进水平(1 860MPa)。另外,大吨位锚固体系与张拉设备的开发与完善,金属波纹管留孔技术的开发与无黏结预应力成套技术的形成,将预应力技术推向结构新阶段。

(六)大型结构整体安装技术与建筑物整体水平位移技术

大跨度、大空间结构,其构件安装技术复杂,难度大。目前国内采用地面组装,集群千斤顶同步整体提升,用计算机同步控制,可以把千吨以上结构提升到 40m 以上。

城市建设的不断改造,对有些需要保留的建筑物采用了整体平移施工技术,极大地促进了城市建设规划改建。

(七)计算机技术的应用

随着计算机软件、硬件水平的不断提高,计算机在建筑企业管理中发挥的作用日益扩大,如投标报价、工程量的计算、施工组织设计、混凝土配合比设计、结构施工方案决策、大体积混凝土温度控制、千斤顶同步控制、信息服务等,已涉及到建筑技术的各个方面。

五、建筑施工规范、规程知识

建筑规范、规程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综合成果为基础,经有关方面协商一致,由国务院有关部委批准颁发,作为全国建筑界共同遵守的准则和依据。它分为国家、专业(部)、地方和企业四级。

2001年1月1日以后执行的最新《建筑工程质量验收规范》系列标准体系名称有以下15个:

- (1)《建筑工程施工质量验收统一标准》(GB50300—2001);
- (2)《建筑地基基础工程施工质量验收规范》(GB50202—2002);
- (3)《砌体工程施工质量验收规范》(GB50203—2002);
- (4)《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB50204—2002);
- (5)《钢结构工程施工质量验收规范》(GB50205—2002);
- (6)《木结构工程施工质量验收规范》(GB50206—2002);
- (7)《屋面工程施工质量验收规范》(GB50207—2002);
- (8)《地下防水工程施工质量验收规范》(GB50208—2002);
- (9)《建筑地面工程施工质量验收规范》(GB50209—2002);
- (10)《建筑装饰装修工程施工质量验收规范》(GB50210—2002);
- (11)《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》(GB50242—2002);
- (12)《通风与空调工程施工质量验收规范》(GB50243—2002);
- (13)《建筑电气工程施工质量验收规范》(GB50303—2002);
- (14)《电梯工程施工质量验收规范》(GB50310—2002);
- (15)《智能建筑工程施工质量验收规范》。

各分部工程中的施工及验收规范中,对施工工艺要求、施工技术要点、施工准备工作内容、质量控制要求、检验方法等均做了具体、明确、原则性的规定。因此,凡新建、改建、修复等工程,在设计、施工和竣工验收时,均应遵守相应的施工及验收规范。

规程比规范低一个等级,一般为行业标准,由各部委或重要的科学研究单位编制,呈报规范的管理单位批准或备案后发布试行。它主要是为了推广一些新结构、新材料、新工艺。除对设计计算和构造要求做出规定外,还对其施工及验收做出规定。

规程试行一段时间后,在条件成熟时也可升级为国家规范。规程的内容不能与规范抵触,有不同,应以规范为准。对于规范和规程中有关规定条目的解释,由其发布通知指定单位负责。随着设计与施工水平的提高,规范和规程每隔一定时间要作修订。

第一章 土方工程

土方工程是建筑工程施工中的主要工种工程之一,也是整个建设工程全部施工过程中的第一道工序。

土方工程主要包括土的开挖、填筑和运输等主要施工过程,以及排水、降水和土壁支撑等准备工作及辅助工作。

第一节 土的分类与工程性质

一、土方工程的施工特点

土方工程的施工具有以下特点:

- (1)土方工程施工面广、量大、工期长、劳动强度大。
- (2)多为露天作业,易受气候的影响。
- (3)水文、地质条件影响较大,地下开挖后难以确定的因素较多。
- (4)土的坚硬程度不一,开挖及回填的几何特征不一,施工难易程度相差较大。

因此,为了减轻劳动强度,提高工效,加快工程进度,降低成本,在组织施工之前,应根据工程自身条件,制订合理的施工方案,尽可能采用新技术和机械化施工,为整个工程的后续工作提供良好的工作面。

二、土的分类

在建筑施工中土方工程一般按以下两种方法进行分类。

(一)按土开挖的难易程度分类

按土开挖的难易程度(坚实程度)可分为松软土、普通土、坚土、砂砾坚土、软石、次坚石、坚石、特坚石八类,前四类属于土,后四类属于岩石。见表 1-1。

(二)按开挖和填筑的几何特征分类

按开挖和填筑的几何特征分为以下五种:

- (1)平整场地。系指挖填平均厚度 $h \leq 300\text{mm}$ 的挖填找平工作。
- (2)挖基槽。系指基槽或基坑宽度 $b \leq 3\text{m}$ 且基槽或基坑长度 $a \geq 3b$ 者。
- (3)挖基坑。系指基底面积 $S \leq 20\text{m}^2$ 且 $a \leq 3b$ 者。
- (4)挖土方。系指山坡挖土或基槽开挖 $b > 3\text{m}$ 、基坑开挖 $S > 20\text{m}^2$ 、场地平整 $h > 300\text{mm}$ 者。
- (5)回填土。回填土分不同形状的松填和夯填。

正确区分和鉴别土的种类,可以合理地选择施工方法和准确地套用定额计算土方工程费用。

表 1-1 土的工程分类与现场鉴别方法

土的分类	土的名称	土的可松性系数		现场鉴别方法
		K_s	K_s'	
一类 (松软土)	砂,亚砂土,冲击砂土层,种植土,泥炭(淤泥)	1.08~1.17	1.01~1.03	能用锹、锄头挖掘
二类 (普通土)	亚黏土,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、撬棍
三类 (坚土)	软及中等密实土,重亚黏土,粗砾石,干黄土及含碎石、卵石的黄土,亚黏土,压实的填筑土	1.24~1.30	1.04~1.07	主要用镐,少许用锹、锄头挖掘,部分用撬棍
四类 (砂砾坚土)	重黏土及含碎石、卵石的黏土,粗卵石,密实的黄土,天然级配砂石,软泥灰岩及蛋白石	1.26~1.32	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 (软石)	硬石炭纪黏土,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	1.30~1.45	1.10~1.20	用镐或撬棍、大锤挖掘,部分使用爆破方法
六类 (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	1.30~1.45	1.10~1.20	用爆破方法开挖,部分用风镐
七类 (坚石)	大理岩,辉绿岩,玢岩,粗、中粒花岗岩,坚实的白云石,砂岩,砾岩,片麻岩,石灰岩,风化痕迹的安山岩,玄武岩	1.30~1.45	1.10~1.20	用爆破方法开挖
八类 (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	用爆破方法开挖

三、土的基本性质

土的工程性质影响着土方工程的施工方法、施工机械的选择、劳动力消耗以及工程费用。其基本工程性质包括以下几方面。

(一)含水量

土的含水量是土中水的质量与固体颗粒质量之比,以百分率表示:

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

式中 ω ——土的含水量;

m_w ——土中水的质量;

m_s ——土中固体颗粒的质量。

(二)天然密度和干密度

土在天然状态下单位体积的质量称为天然密度;单位体积中土的固体颗粒质量称为土的干密度(单位: g/cm^3 、 t/m^3)。

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1-2)$$

$$\rho_d = \frac{m_s}{V} \quad (1-3)$$

式中 ρ ——土的天然密度;
 ρ_d ——土的干密度;
 m ——土的总质量;
 m_s ——土的固体颗粒质量;
 V ——土的天然体积。

(三)孔隙比和孔隙率

孔隙比和孔隙率反映了土的密实程度,其值愈小,土愈密实。

孔隙比 e 是土的孔隙体积 V_v 与固体体积 V_s 的比值:

$$e = \frac{V_v}{V_s} \quad (1-4)$$

孔隙率 n 是孔隙体积 V_v 与总体积 V 的比值,用百分率表示:

$$n = \frac{V_v}{V} \times 100\% \quad (1-5)$$

(四)可松性

自然状态下的土经开挖后,内部组织破坏,其体积因松散而增加,以后虽经压实仍不能恢复其原来体积,土的这种性质称为土的可松性。

$$K_s = \frac{V_2}{V_1} \quad (1-6)$$

$$K'_s = \frac{V_3}{V_1} \quad (1-7)$$

式中 K_s ——最初可松性系数;
 K'_s ——最终可松性系数;
 V_1 ——自然状态下体积, m^3 ;
 V_2 ——松散状态下体积, m^3 ;
 V_3 ——回填压实后体积, m^3 。

土经压实后,土壤变得密实,但无论如何其密实程度不如原土,即 $V_3 > V_1$ 。

K_s 、 K'_s 的大小与土质有关,根据土的工程分类,相应的可松性系数可参考表 1-1。定额规定:在甲、乙双方计算土方费用时,回填方量以压实方计算;挖土、运土方量均以自然方计算,常利用可松性系数进行体积换算。

(五)渗透性

土的渗透性是指土体被水透过的性质。土体孔隙中的自由水在重力作用下会发生流

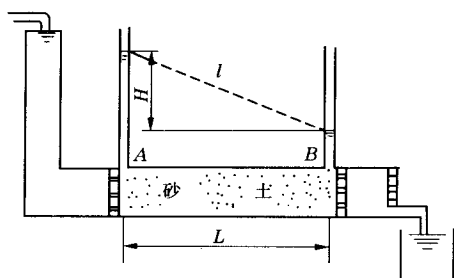


图 1-1 砂土渗透试验

动,当基坑(槽)开挖至地下水位以下时,地下水会不断流入基坑(槽)。地下水在土中渗透流动时受到土颗粒的阻力,其大小与土的渗透性及地下水渗流的路程长短有关。法国学者达西根据图 1-1 所示的砂土渗透试验,发现水在土中的渗流速度(v)与水力坡度(I)成正比,即

$$v = kI \quad (1-8)$$

水力坡度 I 是 A、B 两点的水位差 H 与渗流路程 L 之比,即 $I = H/L$ 。显然,渗流速度 v 与 H 成正比,与渗流的路程长度 L 成反比。比例系数 k 称为土的渗透系数(m/d),它同土的颗粒级配、密实程度等有关,一般由试验确定,表 1-2 的数值可供参考。

表 1-2 土的渗透系数参考值

土的名称	渗透系数 k (m/d)	土的名称	渗透系数 k (m/d)
黏土	<0.005	中砂	$5.0 \sim 20.00$
亚黏土	$0.005 \sim 0.10$	均质中砂	$35 \sim 50$
轻亚黏土	$0.10 \sim 0.25$	粗砂	$20 \sim 50$
黄土	$0.25 \sim 0.50$	圆砾石	$50 \sim 100$
粉砂	$0.50 \sim 1.00$	卵石	$100 \sim 500$
细砂	$1.00 \sim 5.00$		

土的渗透系数是选择各种人工降低地下水位方法的依据,也是分层填土时,确定相邻两层结合面形式的依据。

(六)土的压实系数

土的紧密程度用土的压实系数表示。

$$\lambda_c = \frac{\rho_d}{\rho_{d \max}} \quad (1-9)$$

式中 λ_c ——土的压实系数;

ρ_d ——土的实际干密度;

$\rho_{d \max}$ ——土的最大干密度。

土的干密度可以用“环刀法”进行测定,即用环刀取样,测出天然密度,烘干后测出含水量(ω),然后用下式计算实际干密度: $\rho_d = \rho(1 + 0.01\omega)$ 。而土的最大干密度 $\rho_{d \max}$ 可由击实试验测出。

土的工程性质对土方工程的施工有直接影响,在进行土方量的计算、确定运土机具的数量等情况时,要考虑到土的可松性;在进行基坑、基槽的开挖、确定降水方案等情况时,要考虑到土的渗透性;在考虑土方边坡稳定、进行填土压实等情况时,要考虑到土的密实度 λ_c ,进而考虑到天然密度 ρ 、干密度 ρ_d 及含水量 ω 。

第二节 土方工程量计算

在土方施工之前,必须先计算土方的工程量。土方工程外形复杂,且不规则,一般情况下,将其分割为具有一定几何形状的形体,按照求解几何体的理论方法分块求和来进行计算。在同一基坑或基槽的土方挖、运、填工程量计算中,挖土量是计算运土、填土量的基础和依据。按挖土断面不同有不放坡挖土(直挖)和放坡挖土两种。当开挖深度 H 大于放坡起点时为放坡开挖,当开挖深度 H 小于或等于放坡起点时为直挖。放坡起点是指某类别土边坡直挖不加支撑开挖的最大深度。

一、基坑(槽)挖土方量计算

(1)基槽土方量计算:

$$V_{\text{槽}} = \sum L_i \cdot S_i \quad (1-10)$$

式中 L_i ——基槽所在断面的长度,外墙基槽按中心线计算,内墙基槽按净长线计算;

S_i ——基槽平均断面面积,不放坡时(矩形) $S = BH$,放坡时(梯形) $S = (mH + B)$

H, B 为基槽开挖底宽, H 为开挖深度, m 为放坡系数。

(2)基坑土方量计算:

$$V_{\text{坑}} = \frac{H}{6}(S_1 + 4S_0 + S_2) \quad (1-11)$$

式中 H ——挖土深度(开挖基底至自然地坪的高差),m;

S_1 ——基底面积, m^2 ;

S_2 ——基坑上口面积, m^2 ;

S_0 ——基坑中截面面积, m^2 。

往往在工程图设计中并不直接告诉基坑面积,而是注明开挖范围(距外墙轴线的距离)、开挖高程及放坡系数 m ,这样可直接利用梯形体计算。对于不规则图形,可分解为几个梯形体计算。

$$V_{\text{坑}} = ABH + (A + B)mH^2 + \frac{4}{3}m^2H^3 \quad (1-12)$$

式中 A ——基坑底长度,m;

B ——基坑底宽度,m;

H ——基坑开挖深度,m;

m ——放坡系数。

基坑土方量计算简图如图 1-2 所示。

二、回填土方量计算

回填土工程量计算按工程部位不同分为基坑、基槽、房心、问题坑和室外沟槽等回填。

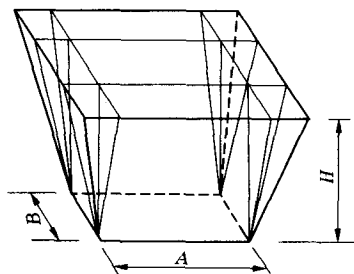


图 1-2 基坑土方量计算简图

(一) 基坑、基槽回填工程量

按设计室外地坪与自然地坪的高差关系分三种情况计算如下。

(1) 室外设计地坪高程与自然地坪高程相同时:

$$V_{\text{填}} = V_{\text{挖}} - V_{\text{埋}} \quad (1-13)$$

(2) 当室外自然地坪高于设计室外地坪时:

$$V_{\text{填}} = V_{\text{挖}} - V_{\text{埋}} - S_2 \Delta H \quad (1-14)$$

(3) 当室外自然地坪低于设计室外地坪时:

$$V_{\text{填}} = V_{\text{挖}} - V_{\text{埋}} + S_2 \Delta H \quad (1-15)$$

式中 $V_{\text{挖}}$ ——基槽或基坑的挖土方量, m^3 ;

$V_{\text{填}}$ ——基槽或基坑的回填土方量, m^3 ;

$V_{\text{埋}}$ ——设计室外地坪以下埋设的结构体积, m^3 ;

S_2 ——挖土上口面积, m^2 ;

ΔH ——自然地坪与设计室外地坪的高差, m 。

三种相对关系基础土方计算简图如图 1-3 所示。

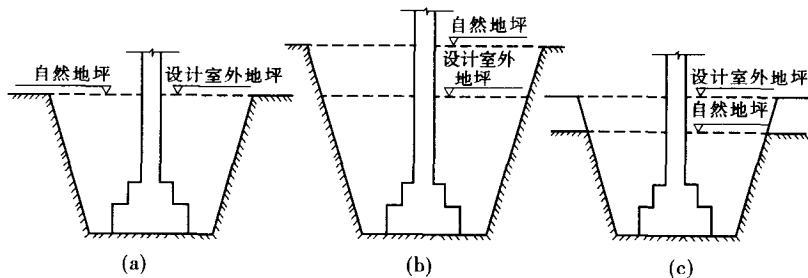


图 1-3 三种相对关系基础土方计算简图

(a) 设计室外地坪与自然地坪相同; (b) 设计室外地坪低于自然地坪;

(c) 设计室外地坪高于自然地坪

(二) 房心回填工程量

房心回填工程量按主墙之间的净面积乘以填土的平均厚度计算:

$$V_{\text{素}} = (S_{\text{房心}} + S_{\text{底层阳台}} + S_{\text{室外平台}}) h_{\text{平均}} \quad (1-16)$$

当回填高度相差较大时, 采用分块计算法:

$$V_{\text{素}} = \sum (\text{分块面积} \times \text{相应厚度}) \quad (1-17)$$

三、外运余土或取土工程量计算

外运余土或取土工程量用下式计算:

$$V_{\text{外运}} = V_{\text{总挖}} - V_{\text{用}} \quad (1-18)$$

上式计算结果为正值时为余土外运, 为负值时为取(购)土回填。在计算总回填土方量时往往并不是按理论公式把压实方折算为自然方, 而是考虑了挖土回填的可利用性, 在回填方量后乘以一个大于 1 的系数, 进行土方平衡。

四、土方工程量计算示例

某住宅楼工程基础平面为矩形,外墙外边线总长 40.0m,总宽 12.0m。地基处理设计规定,大开挖范围从外墙边线外放 3.0m,从设计室外地坪(-0.75m,与自然地坪相同)向下挖深 3.80m,在基底钻探后向上满铺素土回填 1.20m、3:7 灰土 0.60m 至基础底面。施工组织设计采用挖掘机挖土,推土机辅助推土,放坡系数 $m = 0.33$,最终可松性系数 $K'_s = 1.08$ 。事先已另行计算出设计室外地坪以下埋设总体积 $V_{埋} = 295.11\text{m}^3$,按分块法计算出底层地面净面积合计 419.60m^2 。地面垫层均为 3:7 灰土 100mm 厚,混凝土垫层、砂浆找平层、面层为 120mm 厚。采用统筹法计算各项土方工程量如下:

(1) 基坑土方计算基数:

$$\begin{aligned} A &= 40.0 + 6.0 = 46.0(\text{m}) & m &= 0.33 \\ B &= 12.0 + 6.0 = 18(\text{m}) & K'_s &= 1.08 \\ H_{总填} &= 1.80\text{m} & H_{素} &= 1.20\text{m} & H_{灰土} &= 0.60\text{m} \end{aligned}$$

(2) 土方分项工程量计算:

① 基坑底钻探面积

$$S_{钻} = AB = 46 \times 18 = 828(\text{m}^2)$$

② 人铺机压素土方量

$$\begin{aligned} V_{素} &= ABH_{素} + (A + B)mH_{素}^2 + \frac{4}{3}m^2H_{素}^3 \\ &= 46 \times 18 \times 1.2 + (46 + 18) \times 0.33 \times 1.2^2 + \frac{4}{3} \times 0.33^2 \times 1.2^3 \\ &= 1\,024.26(\text{m}^3) \end{aligned}$$

③ 满堂回填土及灰土总体积

$$\begin{aligned} V_{总填} &= ABH + (A + B)mH_{总填}^2 + \frac{4}{3}m^2H_{总填}^3 \\ &= 46 \times 18 \times 1.8 + (46 + 18) \times 0.33 \times 1.8^2 + \frac{4}{3} \times 0.33^2 \times 1.8^3 \\ &= 1\,559.68(\text{m}^3) \end{aligned}$$

④ 人铺机压 3:7 灰土方量

$$\begin{aligned} V_{灰土} &= V_{总填} - V_{素填} \\ &= 1\,559.68 - 1\,024.26 \\ &= 535.42(\text{m}^3) \end{aligned}$$

⑤ 挖掘机挖土方量

$$\begin{aligned} V_{挖} &= ABH_{挖} + (A + B)mH_{挖}^2 + \frac{4}{3}m^2H_{挖}^3 \\ &= 46 \times 18 \times 3.8 + (46 + 18) \times 0.33 \times 3.8^2 + \frac{4}{3} \times 0.33^2 \times 3.8^3 \\ &= 3\,459.34(\text{m}^3) \end{aligned}$$

⑥ 基坑槽帮回填土体积