

建设职业技术教育丛书

建筑施工技术

JIANZHU SHIGONG JISHU

金盾出版社

建设职业技术教育丛书

建筑施工技术

丛书编委会

主 任	郁志桐				
副 主 任	王亚中	刘国琦	李 毅	尹宜祥	
	崔玉杰	陈代华	叶 刚		
委 员	张海贵	曹文达	徐 剑	尹国元	
	高忠民	阮增云	赵香贵	刘王晋	

本书主编 叶 刚



金 盾 出 版 社

内 容 提 要

本书共分九章,内容包括土方工程、地基处理与桩基工程、砌筑工程、钢筋混凝土工程、预应力混凝土工程、结构安装工程、屋面及地下防水工程、装饰工程、高层建筑施工,比较系统地介绍了建筑工程中施工技术的基本知识和基本施工方法,同时也介绍了国内外在施工技术方面的新工艺、新材料和新方法。

图书在版编目(CIP)数据

建筑施工技术/叶刚主编. —北京:金盾出版社,2000.11

(建设职业技术教育丛书)

ISBN 7-5082-1387-4

I. 建… II. 叶… III. 建筑工程-工程施工-技术 IV. TU74

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 48262 号

金盾出版社出版、总发行

北京太平路 5 号(地铁万寿路站往南)

邮政编码:100036 电话:68214039 68218137

传真:68276683 电挂:0234

封面印刷:北京 2207 工厂

正文印刷:北京 3209 工厂

各地新华书店经销

开本:787×1092 1/16 印张:27.25 字数:675 千字

2000 年 11 月第 1 版第 1 次印刷

印数:1—11000 册 定价:32.50 元

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

序

职业教育的任务是针对社会的各职业岗位培养有直接就业能力的应用型人才。这就要求学生不但具有必要的文化基础知识,更重要的是具备职业岗位需要的业务能力,即新时期企业、行业要求职工具有的过硬的岗位技能和能力,还应有良好的职业品质、继续学习和发展的能力。这将成为经济建设和社会职业对劳动者和人才的普遍要求。

建筑业是国民经济的支柱产业,随着我国经济持续、快速的发展,建筑业在国民经济中的地位和作用日益突出。由于建筑施工队伍的急剧扩大,目前全国平均80%以上的施工任务由农民工完成,中初级技术人才严重缺乏,一线施工管理水平下降,施工质量事故时有发生,如不改变这种状况,必然影响到建筑业的长远发展。为此,大力发展低重心、多层次、高活力的建设职业教育,进一步贯彻落实国家提出的“培养百万名建设专门人才和培养千万名建设技术工人和熟练劳务人员”的人才培养目标已成为当务之急。

本丛书以国家中等建设职业技术教育的业务规格为宗旨,从当前建筑技术队伍的整体素质出发,通过大量的企业调研,通过对中等技术人才的知识点和技能点的调查、分析和归纳,综合考虑企业人力资源开发的需要,合理地安排和开发课程体系,确定符合实际要求的教学目标和教学内容,注意针对性、实用性和科学性的有机结合,力求做到科学、实用。

本丛书可作为建筑类中等职业技术教育的教科书,也可作为建筑企业施工管理人员和技术人员的培训教材。

由于本丛书是综合性的,带有一定的摸索探讨的性质,难以同时兼顾各方面的需要,加之编者的水平所限,编写时间短,难免存在不足之处,敬请读者批评指正。

建设职业技术教育丛书编委会

2000年3月20日

前 言

本书参考建设部颁发的普通中等专业学校工业与民用建筑专业毕业生培养规格、专业教学大纲、《建筑施工技术》课程教学大纲以及国家新的规范、规定,并根据职业技能培训的新精神,为适合本专业各类职业学校、岗位培训的使用要求而编写的。全书比较系统地介绍了建筑工程中施工技术的基本知识和基本施工方法,同时也介绍了国内外在施工技术方面的新工艺、新材料和新方法。

全书主要讲授土方工程、地基处理与桩基工程、砌筑工程、钢筋混凝土工程、预应力混凝土工程、结构安装工程、屋面及地下防水工程、装饰工程、高层建筑施工等内容,其中穿插介绍了一些国内外先进的施工技术。

本书绪论、第一、二章由张久武、李咏梅编写;第三、五章由赵香贵编写;第四、七章由尹国元编写;第六章由高忠民编写;第八、九章由叶刚编写。全书由叶刚主编,周心恺主审。

编委会的各位同志对本书的编写提供了很大的帮助,在此特表示衷心感谢。

由于编者的知识水平所限,书中难免有不妥之处,敬请广大读者批评指正。

编者

2000年6月10日

目 录

绪论	(1)
第一章 土方工程	(3)
第一节 概述	(3)
第二节 土方量计算	(5)
第三节 施工准备	(12)
第四节 土方机械化施工	(13)
第五节 土体边坡与土壁支撑	(20)
第六节 施工降排水	(26)
第七节 基坑(槽)施工	(35)
第八节 质量标准与安全技术	(37)
第二章 地基处理与桩基础工程	(38)
第一节 地基层部处理	(38)
第二节 地基加固	(40)
第三节 桩基工程	(45)
第三章 砌筑工程	(64)
第一节 脚手架工程	(64)
第二节 垂直运输设施	(114)
第三节 砌筑材料与施工准备工作	(120)
第四节 砖砌体施工	(123)
第五节 砌石工程	(141)
第六节 中小型砌块墙施工	(144)
第七节 砌筑工程的冬期施工	(150)
第八节 砌筑工程的安全技术	(157)
第四章 钢筋混凝土工程	(159)
第一节 模板工程	(159)
第二节 钢筋工程	(170)
第三节 混凝土工程	(190)
第四节 混凝土的质量检查及缺陷的防治	(204)
第五节 钢筋混凝土工程的安全技术	(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	(214)
第三节 后张法	(227)
第四节 电热张拉法	(246)
第五节 无粘结预应力结构施工	(248)

第六节 整体式预应力结构施工·····	(250)
第六章 结构安装工程 ·····	(255)
第一节 起重机械·····	(255)
第二节 索具设备与锚碇装置·····	(265)
第三节 单层工业厂房结构安装·····	(275)
第四节 钢结构单层工业厂房安装·····	(291)
第五节 多层及高层房屋结构安装·····	(302)
第六节 结构安装工程的安全技术·····	(312)
第七章 屋面及地下防水工程 ·····	(316)
第一节 卷材防水屋面·····	(316)
第二节 涂膜防水屋面·····	(326)
第三节 刚性防水屋面·····	(329)
第四节 屋面接缝密封防水·····	(331)
第五节 地下防水工程施工·····	(333)
第六节 屋面及地下防水工程的安全技术·····	(350)
第八章 装饰工程 ·····	(351)
第一节 门窗工程·····	(351)
第二节 吊顶、隔墙工程·····	(358)
第三节 抹灰工程·····	(362)
第四节 饰面工程·····	(369)
第五节 楼地面工程·····	(379)
第六节 涂料、刷浆、裱糊工程·····	(391)
第九章 高层建筑施工 ·····	(402)
第一节 高层建筑基础施工·····	(402)
第二节 高层建筑结构施工·····	(412)

绪 论

一、建筑施工技术课的研究对象、任务和学习方法

随着我国现代化建设的蓬勃发展,占有重要地位的建筑施工技术发展很快。从投资来看,国家用于建筑安装工程方面的资金,约占基本建设投资总额的 60% 左右。所以,要全面而高效地完成基本建设任务,首先就要出色地完成建筑安装工程的施工任务。

每一建筑物或建筑群,无论面积大小、层数多少、结构繁简,都要有土石方工程、砌筑工程、钢筋混凝土工程、结构安装工程、装饰工程,而每一工序的施工,又可以采用不同的施工方案、不同的施工技术和机械设备、不同的劳动组织和施工组织方法来完成。如何根据施工对象的特点和规模、地质水文和气候、机械设备和材料供应等客观条件,从运用先进技术、提高经济效益出发,做到技术与经济统一,选择最合理的施工方案,研究其施工规律,是本课程的研究对象。建筑施工技术是工业与民用建筑专业的重要专业课程。其主要内容是建筑工程中主要工种工程施工的工艺原理和施工方法,同时还有保证工程质量及施工安全的技术措施。学好本课程要掌握建筑工程中主要工种施工的工艺原理和施工方法,为在实际中灵活运用以解决日新月异的建筑给施工技术带来的新课题,这是学习本课程的任务。

建筑施工技术课是一门综合性很强的技术课。它与其他专业课如建筑测量、建筑材料、建筑机械、工程力学、施工组织与管理等有密切的联系。由于本学科涉及的理论面广,实践性强,而且技术发展迅速,学习中必须坚持理论联系实际的学习方法。除理解和掌握课堂上讲授的基本理论和基本方法外,还要对现场教学、习题和课程设计、生产实习给予足够的重视。同时必须随时了解国内外的技术最新发展情况。

二、我国建筑施工技术发展概况

建国五十多年来在建筑施工技术方面,我们不但掌握了施工大型工业建筑和高层民用建筑的成套技术,而且在地基处理和基础工程方面推广了如钻冲孔灌注桩、旋喷桩、挖孔桩、振冲法、深层搅拌法、强夯法、地下连续墙和“逆作法”等新技术;在现浇钢筋混凝土工程中应用了大模板、滑升模板、爬模、台模、隧道模、组合钢模板、钢筋气压焊、钢筋冷压连接、泵送混凝土、喷射混凝土、高强混凝土以及混凝土设备和运输的机械化、自动化设备;在预制构件制作方面,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的发展从构件生产阶段进入了预应力结构生产阶段;在大跨度结构、高耸结构方面采用整体吊装新技术;另外,在墙体改革、防水、装修、工艺理论、计算机应用等方面都掌握和发展了许多新的技术,有力地推动了我国建筑施工技术的发展。

三、施工及验收规范与施工规程(规定)

为加强建筑工程的技术管理和统一施工验收标准,以达到提高施工技术水平,保证工程质量和降低工程成本的目的,建设部颁发了各工程的“施工及验收规范”,这是国家的技术标准,我们从事建筑工程管理和施工方面的人员必须遵循、贯彻执行。

“施工及验收规范”是按工业与民用建筑工程中的各分部工程(如:土方和爆破工程、地基

与基础工程、砌筑工程、钢筋混凝土工程等)分别制订,分册出版。

各分部工程的施工及验收规范的内容不尽相同,一般包括建筑材料、半成品、成品和建筑零件的质量标准和技术条件;施工准备工作;施工质量要求;质量的控制方法或检验方法;施工技术要点及其他技术规定等。

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。隐蔽工程还应根据相应的施工及验收规范进行期中或竣工后的技术检查和验收。

“施工规程(规定)”是比“施工及验收规范”低一个等级的施工标准文件,它一般由各部、委或重要的科学研究单位编制,报规范管理单位批准或备案后发布试行。它主要是为了及时推广一些新结构、新材料、新工艺而制订的标准,有时将设计与施工合并为一册,如:“液压滑升模板工程设计与施工规定”、“高层建筑箱形基础设计与施工规程”等。

“施工规程(规定)”的内容不能与“施工及验收规范”抵触,如有不同,应以规范为准。

第一章 土方工程

土方工程是建筑工程施工中主要分部工程之一,在场地平整、基础施工以及排水、降水和土壁支撑等施工中都要涉及。

第一节 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。应尽量采用机械化施工。

土方施工条件复杂,多为露天作业,受气候、水文、地质的影响较大,地上、地下难以确定的因素较多。因此,在土方工程施工前,必须做好施工组织设计,选择好施工方法和机械设备,制订合理的调配方案,实行科学管理,以确保工程质量,取得良好的经济收益。

二、土的分类及鉴别方法

土方工程施工中,按土的坚实程度(即开挖的难易程度)分为八类,前四类属于一般土,后四类属于岩石,见表 1-1。

表 1-1 土的工程分类与现场鉴别方法

土 的 分 类	土 的 名 称	可 松 性 系 数		现 场 鉴 别 方 法
		K_s	K'_s	
一类土 (松软土)	砂;亚砂土;冲积砂土层;种植土;泥炭(淤泥)	1.08~1.17	1.01~1.03	能用锹、锄头挖掘
二类土 (普通土)	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	1.14~1.28	1.02~1.05	用锹、锄头挖掘,少许用镐翻松
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、卵石的黄土、亚粘土;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;软泥灰岩及蛋白石	1.26~1.32	1.06~1.09	整体用镐、撬棍,并用锹挖掘,部分用楔子及大锤
五类土 (软石)	硬石灰纪粘土;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、楔子及大锤挖掘,部分使用爆破方法
六类土 (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
七类土 (坚石)	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;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
八类土 (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

注: K_s ——最初可松性系数;

K'_s ——最后可松性系数。

三、土的基本性质

(一) 土的组成

土由颗粒、水和空气三部分组成,日常所见到的土有干燥的、潮湿的、密实的或松散的,它们之所以呈现出不同的物理状态,都是由于颗粒、水和空气三部分所占比例不同,而这三部分之间的比例关系随着周围条件的变化而变化。

土的三相物质是混合分布的,为研究阐述方便,一般用三相图(见图 1-1)表示。

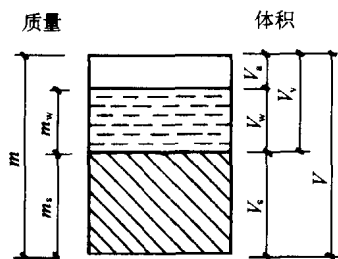


图 1-1 土的三相图

m —土的总质量($m = m_s + m_w$)(kg)

m_s —土中颗粒的质量(kg)

m_w —土中水的质量(kg)

V —土的总体积($V = V_a + V_w + V_s$)(m^3)

V_a —土中空气体积(m^3)

V_s —土中颗粒体积(m^3)

V_w —土中水的体积(m^3)

V_v —土中孔隙体积($V_v = V_a + V_w$)(m^3)

(二) 土的物理性质

1. 土的天然含水量。土的干湿程度用天然含水量 ω 表示,即在天然条件下,土中水的质量与颗粒质量之比的百分率,即

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

式中: m_w ——土中水的质量(kg);

m_s ——土中固体颗粒的质量(kg)。

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,叫土的天然密度,用 ρ 表示,即

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

式中: m ——土的总质量(kg);

V ——土的总体积(m^3)。

土的干密度是土的固体颗粒质量与土的总体积的比值,用 ρ_d 表示,即

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

3. 土的孔隙比和孔隙率。土的孔隙比 e 是孔隙的体积与颗粒体积的比值,即

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

土的孔隙率 n 是孔隙的体积与总体积的比值,用百分率表示:

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

(三) 土的工程性质

1. 土的可松性与可松性系数。土体经过挖掘后,组织被破坏,体积增加,即便夯实后也不能完全恢复的性质,称为土的可松性。用可松性系数表示,即

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

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

式中: K_s, K'_s ——土的最初,最后可松性系数;

V_1 ——土在天然状态下的体积(m^3);

V_2 ——土在挖出后松散状态下的体积(m^3);

V_3 ——土经压(夯)实后的体积(m^3)。

可松性系数对于土方的调配及运输都有影响。各类土的可松性系数见表 1-1。

2. 土的渗透系数。土的渗透系数指单位时间内水穿透土体的能力,用 m/d (米/天)表示。由于土的渗透系数不同,将土分为透水性土(如砂土)和不透水性土(如粘土)。施工中降水和排水的速度将受其影响。一般土的渗透系数见表 1-2。

表 1-2 土的渗透系数

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	匀质中砂	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	1.00~5.00		

第二节 土方量计算

土方工程施工前,必须计算土方的工程量。但各工程的土体外形很复杂,且不规则。一般情况下,都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、基坑、基槽土方量计算

基坑土方量可按立体几何中的拟柱体(由两个平行的平面做底的一种多面体)体积公式计算(见图 1-2)。即:

$$V = \frac{H}{6}(A_1 + 4A_0 + A_2) \quad (1-8)$$

式中: H ——基坑深度(m);

A_1, A_2 ——基坑上、下底的面积(m^2);

A_0 ——基坑中截面的面积(m^2)。

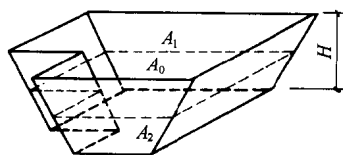


图 1-2 基坑土方量计算

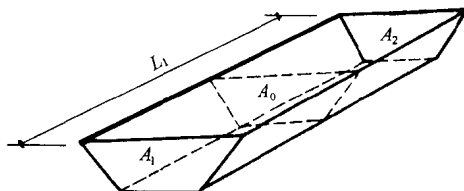


图 1-3 基槽土方量计算

基槽和路堤的土方量可以沿长度方向分段后,再用同样方法计算(见图 1-3):

$$V_1 = \frac{L_1}{6} (A_1 + 4A_0 + A_2)$$

式中: V_1 ——第一段的土方量(m^3);

L_1 ——第一段的长度(m)。

将各段土方量相加即得总土方量:

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + \cdots + V_n$$

式中: $V_1, V_2, \cdots, V_n$ ——各分段的土方量(m^3)。

二、场地平整的土方量计算

场地平整是将天然地面改造成工程所要求的设计平面。由设计的标高与天然地面的标高之差,可得到场地各点的施工高度(填挖高度),由此计算场地平整的土方量。通常采用方格网法,其计算步骤为:

(一) 划分方格网

根据已有地形图(一般用 1/500 的地形图)划分成若干个方格网,尽量与测量的纵、横坐标网对应,方格一般采用 $20m \times 20m \sim 40m \times 40m$,将设计标高和自然地面标高分别标注在方格点的右上角和右下角。设计地面标高与自然地面标高的差值,即各角点的施工高度(填挖高度),填在方格网的左上角,挖方为“-”,填方为“+”。

(二) 计算零点位置

在一个方格网内同时有填方或挖方时,要先算出方格网边的零点位置,并标注于方格网上,连接零点就得到零线,它即是填方区与挖方区的分界线(见图 1-4)。

零点的位置按比例关系计算:

$$x_1 = \frac{h_1}{h_1 + h_2} \cdot a; \quad x_2 = \frac{h_2}{h_1 + h_2} \cdot a \quad (1-9)$$

式中: x_1, x_2 ——角点至零点的距离(m);

h_1, h_2 ——相邻两角点的施工高度的绝对值(m);

a ——方格网的边长(m)。

在实际工作中,为省略计算,常采用图解法直接求出零点,如图 1-5 所示。方法是用尺在各角上标出相应比例,用直线相连,与方格相交点即为零点位置,甚为方便、直观。同时可避免计算或查表出错。

(三) 计算方格土方工程量

按方格网底面积图形和表 1-3 所列公式,计算各方格内的挖方量或填方量。

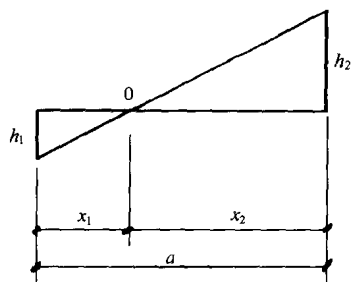


图 1-4 零点位置计算图

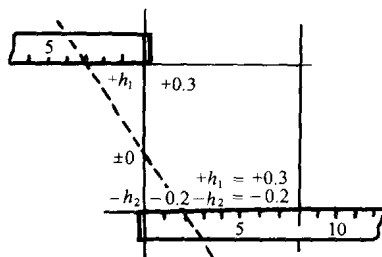


图 1-5 零点位置图解法

表 1-3 常用方格网点计算公式

项 目	图 式	计 算 公 式
一点填方或挖方 (三角形)		$V = \frac{1}{2} bc \frac{\sum h}{3} = \frac{bch_3}{6}$ 当 $b=c=a$ 时, $V = \frac{a^2 h_3}{6}$
二点填方或挖方 (梯形)		$V_+ = \frac{b+c}{2} a \frac{\sum h}{4} = \frac{a}{8} (b+c)(h_1+h_3)$ $V_- = \frac{d+e}{2} a \frac{\sum h}{4} = \frac{a}{8} (d+e)(h_2+h_4)$
三点填方或挖方 (五角形)		$V = \left(a^2 - \frac{bc}{2} \right) \frac{\sum h}{5} = \left(a^2 - \frac{bc}{2} \right) \frac{h_1+h_2+h_3+h_4}{5}$
四点填方或挖方 (正方形)		$V = \frac{a^2}{4} \sum h = \frac{a^2}{4} (h_1+h_2+h_3+h_4)$

注: 1. a ——方格网的边长(m); b, c ——零点到一角的边长(m); h_1, h_2, h_3, h_4 ——方格网四角点的施工高度(m), 用绝对值代入; $\sum h$ ——填方或挖方施工高度的总和(m), 用绝对值代入; V ——挖方或填方体积(m^3)。

2. 本表公式是按各计算图形底面积乘以平均施工高度而得出的。

(四) 边坡土方量计算

图 1-6 是一现场边坡的平面示意图。从图中可以看出: 边坡的土方量可以划分为两种近似的几何形体进行计算, 一种为三棱锥体(如体积①~③, ⑤~⑪), 另一种为三棱柱体(如体积④)。

1. 三棱锥体边坡体积。如图 1-6 中的①的体积为:

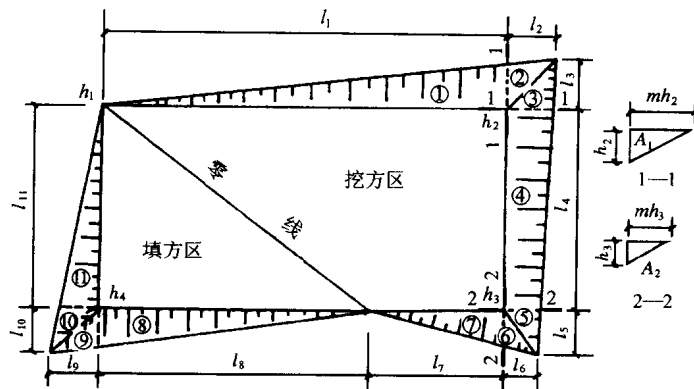


图 1-6 场地边坡平面图

$$V_1 = \frac{1}{3} A_1 l_1 \quad (1-10)$$

式中: l_1 ——边坡①的长度;

A_1 ——边坡①的端面积,即

$$A_1 = \frac{h_2(mh_2)}{2} = \frac{mh_2^2}{2}$$

式中: h_2 ——角点的挖土高度;

m ——边坡的坡度系数, $m = \frac{\text{宽}}{\text{高}}$ 。

2. 三棱柱体边坡体积。如图 1-6 中④的体积为:

$$V_4 = \frac{A_1 + A_2}{2} \cdot l_4 \quad (1-11)$$

当两端横断面面积相差很大的情况下,则:

$$V_4 = \frac{l_4}{6} (A_1 + 4A_0 + A_2) \quad (1-12)$$

式中: l_4 ——边坡④的长度;

A_1, A_2, A_0 ——边坡④两端及中部的横断面面积,算法同上(图 1-6 剖面系近似表示,实际上,地表面不完全是水平的)。

(五) 计算土方总量

将挖方区(或填方区)所有方格计算的土方量和边坡土方量相加,即得该场地挖方和填方的总土方量。

(六) 例题

某建筑场地方格网如图 1-7 所示,方格边长为 $20\text{m} \times 20\text{m}$,填方区边坡坡度系数为 1.0,挖方区边坡坡度系数为 0.5,试用公式法计算挖方和填方的土方总量。

【解】

1. 计算方格角点的施工高度。根据所给方格网各角点的设计地面标高和自然地面标高计算,例如角点 5 的施工高度 $h_5 = 43.85 - 44.80 = -0.95(\text{m})$,即该点应挖土 0.95m,以此类推,计算结果列于图 1-8 中。

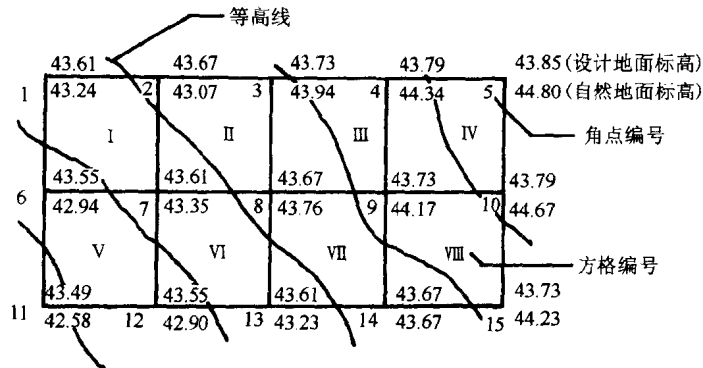


图 1-7 某建筑场地方格网

2. 计算零点位置。从图 1-8 中可知, 2~3、7~8、8~13 三条方格边两端的施工高度符号不同, 说明在此方格边上有零点存在。

由公式(1-9)

$$x_1 = \frac{h_1}{h_1 + h_2} \cdot a \text{ 求得如下:}$$

$$2 \sim 3 \text{ 线 } x_1 = \frac{0.6 \times 20}{0.6 + 0.21} = 14.81(\text{m})$$

$$7 \sim 8 \text{ 线 } x_1 = \frac{0.26 \times 20}{0.26 + 0.09} = 14.86(\text{m})$$

$$8 \sim 13 \text{ 线 } x_1 = \frac{0.38 \times 20}{0.38 + 0.09} = 16.17(\text{m})$$

14 点本身是零点。将各零点标于图上并连接起来, 即得零线位置(见图 1-8)。

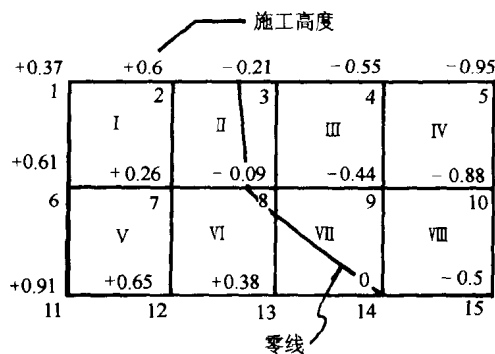


图 1-8 施工高度和零线位置

3. 计算方格土方量。方格 I、III、IV、V、VIII 底面为正方形, 土方量为:

$$V_{I(+)} = \frac{20^2}{4} (0.37 + 0.6 + 0.26 + 0.61) = 184(\text{m}^3)$$

$$V_{III(-)} = \frac{20^2}{4} (0.21 + 0.55 + 0.44 + 0.09) = 129(\text{m}^3)$$

$$V_{IV(-)} = \frac{20^2}{4} (0.55 + 0.95 + 0.88 + 0.44) = 282(\text{m}^3)$$

$$V_{V(+)} = \frac{20^2}{4} (0.61 + 0.26 + 0.65 + 0.91) = 243(\text{m}^3)$$

$$V_{VIII(-)} = \frac{20^2}{4} (0.44 + 0.88 + 0.50 + 0) = 182(\text{m}^3)$$

方格 II 底面为二个梯形, 土方量为:

$$V_{II(+)} = \frac{20}{8} (14.81 + 14.86) \times (0.6 + 0.26) = 63.80(\text{m}^3)$$

$$V_{II(-)} = \frac{20}{8} (20 - 14.81 + 20 - 14.86) \times (0.21 + 0.09) = 7.75(\text{m}^3)$$

方格 VI 底面为三角形和五边形, 土方量为:

$$V_{VI(+)} = \left(20^2 - \frac{5.14 \times 3.83}{2} \right) \times \left(\frac{0.26 + 0.65 + 0.38}{5} \right) = 100.66(\text{m}^3)$$

$$V_{VI(-)} = \frac{5.14 \times 3.82 \times 0.09}{6} = 0.3(\text{m}^3)$$

方格Ⅶ底面为一个三角形和一个梯形,土方量为:

$$V_{VII(+)} = \frac{16.17 \times 20 \times 0.38}{6} = 20.48(\text{m}^3)$$

$$V_{VII(-)} = \frac{20}{8} (3.83 + 20) \times (0.09 + 0.44) = 31.57(\text{m}^3)$$

$$\begin{aligned} \text{方格网的总填方量 } \Sigma V_{(+)} &= 184 + 243 + 63.8 + 100.66 + 20.48 \\ &= 611.94(\text{m}^3) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{方格网的总挖方量 } \Sigma V_{(-)} &= 129 + 282 + 182 + 7.75 + 0.3 + 31.57 \\ &= 632.62(\text{m}^3) \end{aligned}$$

4. 边坡土方量计算。如图 1-9 所示,除④、⑪按三棱柱体计算外,其余均按三棱锥体计算,依公式(1-10)、(1-11)可得:

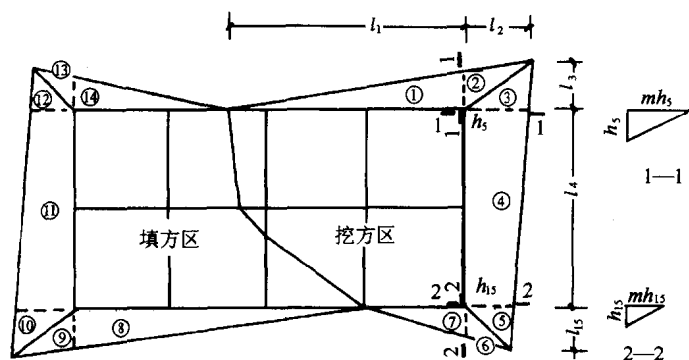


图 1-9 场地边坡平面图

$$V_{①(-)} = \frac{1}{3} \times \frac{0.5 \times 0.95^2}{2} \times (20 \times 3 - 14.81) = 3.4(\text{m}^3)$$

$$V_{③(-)} = V_{②(-)} = \frac{1}{3} \times \frac{l_2 \cdot l_3}{2} \times h_5 = \frac{1}{3} \times \frac{m^2 h_5^3}{2} = \frac{1}{6} \times 0.5^2 \times 0.95^3 = 0.04(\text{m}^3)$$

$$V_{④(-)} = \frac{A_1 + A_2}{2} \cdot l_4 = \frac{1}{2} \left(\frac{0.5 \times 0.95^2}{2} + \frac{0.5 \times 0.5^2}{2} \right) \times 40 = 5.76(\text{m}^3)$$

$$V_{⑤(-)} = V_{⑥(-)} = \frac{1}{6} \times 0.5^2 \times 0.5^3 = 0.01(\text{m}^3)$$

$$V_{⑦(-)} = \frac{1}{3} \times \frac{0.5 \times 0.95^2}{2} \times 20 = 1.5(\text{m}^3)$$

$$V_{⑧(+)} = \frac{1}{3} \times \frac{1 \times 0.91^2}{2} \times 3 \times 20 = 8.28(\text{m}^3)$$

$$V_{⑨(+)} = V_{⑩(+)} = \frac{1}{6} \times 1.0^2 \times 0.91^3 = 0.13(\text{m}^3)$$

$$V_{⑪(+)} = \frac{1}{2} \times \left(\frac{1.0 \times 0.91^2}{2} + \frac{1.0 \times 0.37^2}{2} \right) \times 40 = 9.65(\text{m}^3)$$