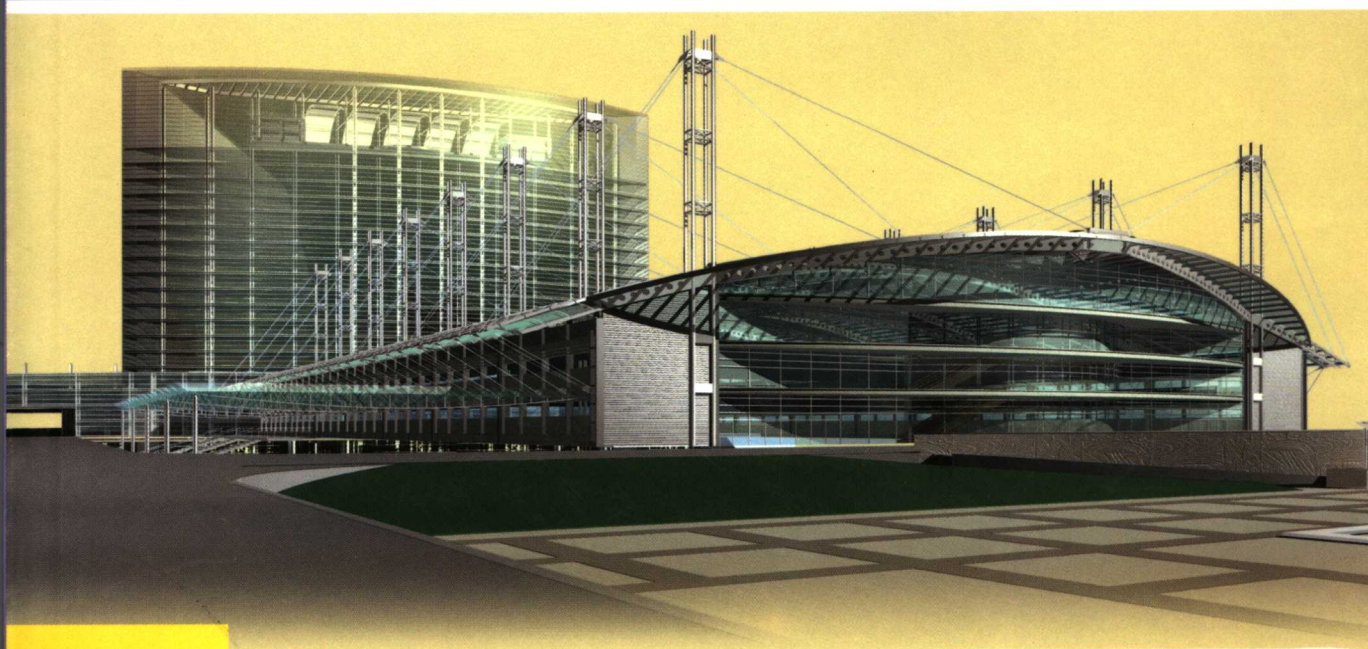


交通版

高等学校土木工程专业规划教材

JIAOTONGBAN GAODENG XUEXIAO TUMU GONGCHENG ZHUANYE GUIHUA JIAOCAI



建筑工程 施工

阎西康 张厚先 赵春艳 主编
刘宗仁 主审



人民交通出版社

China Communications Press



交通版

高等学校土木工程专业规划教材

JIAOTONGBAN GAODENG XUEXIAO TUMU GONGCHENG ZHUANYE GUIHUA JIAOCAI

—— 建筑工程施工

Jianzhu Gongcheng Shigong

阎西康 张厚先 赵春艳 主编
刘宗仁 主审



人民交通出版社

China Communications Press

内 容 提 要

本书是为高等学校建筑工程类专业学生学习建筑工程施工课程而编写的。书中重点介绍了与建筑工程施工紧密相关的基本知识,建筑工程施工技术与组织的一般规律和施工工艺原理,反映了国内外施工技术的新水平。全书包括土方工程、地基基础工程、脚手架工程、混凝土结构工程、预应力混凝土工程、砌筑工程、钢结构工程、建筑结构安装工程、防水工程、装饰装修工程、施工组织概论、流水施工基本原理、网络计划技术等共十三章。

本书主要适用于普通高等学校、成人高校土木工程专业教学,也可作为继续教育的培训教材。对从事实际工程的技术人员和管理人员,也是非常有益的专业参考书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑工程施工/阎西康,张厚先,赵春艳主编. —北京:人民交通出版社, 2006.2
ISBN 7-114-05904-3

I. 建... II. ①阎...②张...③赵... III. 建筑工程-工程施工 IV. TU7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 005581 号

书 名: 建筑工程施工

著 作 者: 阎西康 张厚先 赵春艳

责任编辑: 尤晓晔

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010)85285838, 85285995

总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 27.25

字 数: 684 千

版 次: 2006 年 2 月 第 1 版

印 次: 2006 年 2 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-114-05904-3

印 数: 0001—3000 册

定 价: 46.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

交 通 版

高等学校土木工程专业规划教材

编 委 会

主任委员: 阎兴华

副主任委员: 张向东 李岷昌 魏连雨 赵 尘

宗 兰 马芹永 段敬民 黄炳生

委 员: 彭大文 林继德 张俊平 刘春原

党星海 刘正保 刘华新 丁海平

秘 书 长: 张征宇

随着科学技术的迅猛发展、全球经济一体化趋势的进一步加强以及国力竞争的日趋激烈,作为实施“科教兴国”战略重要战线的高等学校,面临着新的机遇与挑战。高等教育战线按照“巩固、深化、提高、发展”的方针,着力提高高等教育的水平 and 质量,取得了举世瞩目的成就,实现了改革和发展的历史性跨越。

在这个前所未有的发展时期,高等学校的土木类教材建设也取得了很大成绩,出版了许多优秀教材,但在满足不同层次的院校和不同层次的学生需求方面,还存在较大的差距,部分教材尚未能反映最新颁布的规范内容。为了配合高等学校的教学改革和教材建设,体现高等学校在教材建设上的特色和优势,满足高校及社会对土木类专业教材的多层次要求,适应我国国民经济建设的最新形势,人民交通出版社组织了全国二十余所高等学校编写“交通版高等学校土木工程专业规划教材”,并于2004年9月在重庆召开了第一次编写工作会议,确定了教材编写的总体思路,于2004年11月在北京召开了第二次编写工作会议,全面审定了各门教材的编写大纲。在编者和出版社的共同努力下,目前这套规划教材已陆续出版。

这套教材包括“土木工程概论”、“建筑工程施工”等31门课程,涵盖了土木工程专业的专业基础课和专业课的主要系列课程。这套教材的编写原则是“厚基础、重能力、求创新,以培养应用型人才为主”,强调结合新规范、增大例题、图解等内容的比例并适当反映本学科领域的新发展,力求通俗易懂、图文并茂;其中对专业基础课要求理论体系完整、严密、适度,兼顾各专业方向,应达到教育部和专业教学指导委员会的规定要求;对专业课要体现出“重应用”及“加强创新能力和工程素质培养”的特色,保证知识体系的完整性、准确性、正确性和适应性,专业课教材原则上按课群组划分不同专业方向分别考虑,不在一本教材中体现多专业内容。

反映土木工程领域的最新技术发展、符合我国国情、与现有教材相比具有明显特色是这套教材所力求达到的,在各相关院校及所有编审人员的共同努力下,交通版高等学校土木工程专业规划教材必将对我国高等学校土木工程专业建设起到重要的促进作用。

交通版高等学校土木工程专业规划教材编审委员会

人民交通出版社

2005年8月

QIANYAN

前言

“建筑工程施工”是研究建筑工程施工中技术与组织的一般规律、建筑工程施工工艺原理和建筑工程施工新技术、新工艺发展的学科,它具有实践性强、涉及面宽的特点。本教材编写本着“厚基础、重能力、求创新,以培养应用型人才为主”的总体思路,强调结合新规范、适当增加图解的比例,体现出“重应用”的特色,力求做到专业面宽、知识面广、能反映当前本学科领域国内外技术的新发展。

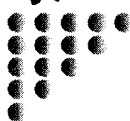
参加本书编写的有张厚先(第一、二、五章等)、戎贤(第三章)、张立群(第四章)、郑显春(第六、十二章)、吴迈(第七、八章)、赵春燕(第九、十章)、阎西康(第十一章)、曲贻胜(第十三章)。全书由阎西康统稿,由刘宗仁教授主审。鉴于时间短促和编者水平有限,书中不免有不当之处,敬请读者批评指正。

本书编写过程中引用了部分专家的著作和文献,谨在此表示衷心的感谢。

编 者

2006年1月

目录 MULU



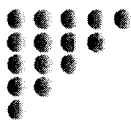
第一章 土方工程	1
第一节 土的工程性质与分类	1
第二节 场地平整	4
第三节 土方机械化施工	13
思考题	19
第二章 地基与基础工程	21
第一节 基坑降水	21
第二节 地基处理	29
第三节 基坑(槽)施工	37
第四节 基础工程施工	43
思考题	65
第三章 脚手架工程	67
第一节 概述	67
第二节 扣件式钢管脚手架	70
第三节 碗扣式钢管脚手架	81
第四节 门型组合式脚手架	87
第五节 附着升降脚手架	91
思考题	95
第四章 钢筋混凝土结构工程	96
第一节 模板工程	97
第二节 钢筋工程	121
第三节 混凝土工程	141
思考题	172
第五章 预应力混凝土工程	174
第一节 概述	174
第二节 先张法施工	177

第三节	后张法施工	186
第四节	无粘结预应力混凝土工程施工	201
思考题		205
第六章	砌筑工程	206
第一节	砌筑材料	206
第二节	砌筑工艺及质量要求	210
第三节	冬期施工	225
思考题		228
第七章	钢结构工程	229
第一节	钢结构构件的制作	229
第二节	钢结构构件的连接	236
思考题		244
第八章	建筑结构安装工程	245
第一节	垂直运输机械、起重机械及选用	245
第二节	单层工业厂房结构安装	258
第三节	装配式框架结构安装	267
第四节	钢结构工程施工	273
思考题		280
第九章	防水工程	281
第一节	屋面防水施工	281
第二节	地下防水工程施工	288
思考题		292
第十章	装饰装修工程	293
第一节	抹灰工程	293
第二节	饰面板(砖)与幕墙工程	297
第三节	涂饰和裱糊工程施工	301
第四节	吊顶工程施工	305
思考题		308
第十一章	施工组织概论	309
第一节	建筑产品及其生产的特点	310
第二节	组织项目施工的基本原则	311
第三节	工程项目施工准备工作	314
第四节	施工组织设计	321
第五节	施工组织总设计	327

第六节 单位工程施工组织设计	334
思考题	355
第十二章 流水施工基本原理	357
第一节 流水施工的基本概念	357
第二节 流水施工参数	363
第三节 流水施工的基本方式	371
思考题	383
第十三章 网络计划技术	384
第一节 网络计划技术的基本概念	384
第二节 双代号网络计划	385
第三节 单代号网络计划	400
第四节 单代号搭接网络计划	404
第五节 网络计划的优化与调整	411
思考题	420
参考文献	421

第一章 土方工程

DIYIZHANG



建筑施工中,常见的土方工程有场地平整、基坑开挖及基坑回填等。土方工程主要包括土(或石)的挖掘、填筑和运输等施工过程,以及排水、降水和土壁支护等辅助工程。

土方工程施工的特点是:面广量大,劳动繁重,大多为露天作业,施工条件复杂,易受地区气候条件影响。且土本身是一种天然物质,种类繁多,施工时受工程地质和水文地质条件的影响也很大。因此为了减轻劳动强度、提高劳动生产效率、加快工程进度、降低工程成本,在组织施工时,应根据工程自身条件,制订合理施工方案,尽可能采用新技术和机械化施工。

第一节 土的工程性质与分类

一、土的有关工程性质

1. 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,后虽然经过回填压实仍不能恢复其原来的体积,这种性质称为土的可松性。土的可松性程度用可松性系数表示,即:

$$\text{最初可松性系数:} \quad K_s = V_2 / V_1 \quad (1-1)$$

$$\text{最后可松性系数:} \quad K'_s = V_3 / V_1 \quad (1-2)$$

式中: V_1 ——土在自然状态下的体积(m^3);

V_2 ——土挖出后的松散状态下的体积(m^3);

V_3 ——土经回填压实后的体积(m^3)。

土的可松性程度与土质有关。可松性系数对土方的调配、土方量的计算、运输、填筑等都有影响。可松性系数可参考表 1-1。

2. 土的渗透性

土的渗透性是指土体被水透过的性质。土体孔隙中的水在重力作用下会发生流动,流动

可松性系数参考值

表 1-1

土的类别	土的名称	土的可松性系数	
		K_S	K'_S
一类土 (松软土)	砂, 粉土, 冲击砂土层, 种植土, 泥炭(淤泥)	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, 填筑土及粉土	1.14 ~ 1.28	1.02 ~ 1.05
三类土 (坚土)	软及中等密实土, 重粉质粘土, 粗砾石, 干黄土及含碎石、卵石的黄土, 粉质粘土, 压实的填筑土	1.24 ~ 1.30	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, 软泥灰岩及蛋白石	1.26 ~ 1.32	1.06 ~ 1.09
五类土 (软石)	硬石炭纪粘土, 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
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
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
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

速度与土的渗透性有关。法国学者达西根据砂土渗透试验(图 1-1 所示)得到达西定律如下:

$$V = KI \quad (1-3)$$

式中: V ——水在土中的渗流速度(m/d);

K ——土的渗透系数(m/d), K 值由试验确定, 也可参考表 1-2;

I ——水力坡度, $I = h/L$;

h ——A、B 两点的水位差(m);

L ——渗流路程长度(m)。

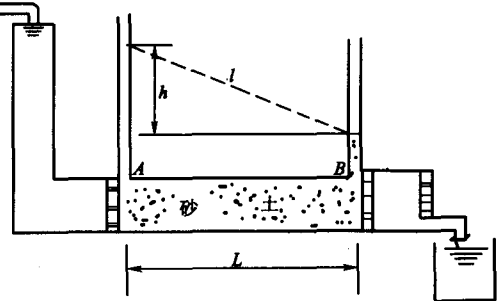


图 1-1 砂土渗透试验

土的渗透系数

表 1-2

土的名称	渗透系数 K (m/d)	土的名称	渗透系数 K (m/d)
粘土	< 0.005	中砂	5.0 ~ 20.00
粉质粘土	0.005 ~ 0.10	均质中砂	35 ~ 50
轻粉质粘土	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		

3. 土的含水量

土的含水量是土中水的质量与固体颗粒质量之比, 用百分数表示。即

$$w = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100\% = \frac{m_w}{m_s} \times 100\% \quad (1-4)$$

式中： m_1 ——含水状态时土的质量(kg)；

m_2 ——烘干后土的质量(kg)；

m_w ——土中水的质量(kg)；

m_s ——固体颗粒的质量(kg)。

土的含水量随气候条件、雨雪和地下水的影响而变化,对土方边坡的稳定性及填方密实程度有直接的影响。

4. 土的天然密度

土在天然状态下单位体积的质量,称为土的天然密度。即

$$\rho = m/V \quad (1-5)$$

式中： ρ ——土的天然密度(g/cm^3)；

m ——土的总质量(g)；

V ——土的天然体积(cm^3)。

5. 土的干密度

单位体积中土的固体颗粒的质量,称为土的干密度。即

$$\rho_d = m_s/V \quad (1-6)$$

式中： ρ_d ——土的天然密度(g/cm^3)；

m_s ——土中固体颗粒的质量(g)；

V ——土的天然体积(cm^3)。

6. 土的压实系数

土的密实程度用土的压实系数表示。即

$$\lambda_c = \rho_d / \rho_{dmax} \quad (1-7)$$

式中： λ_c ——土的压实系数；

ρ_d ——土的实际干密度；

ρ_{dmax} ——土的最大干密度。

土的干密度可以用“环刀法”测定。即用环刀取样,测出天然密度 ρ ,烘干后测出含水量 w ,然后用下式计算实际干密度: $\rho_d = \rho / (1 + 0.01w)$ 。而土的最大干密度 ρ_{dmax} 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 w 。

二、土 的 分 类

土的种类繁多,分类的方法也不同。在建筑施工中按土开挖的难易程度将土分为松软土、

普通土、坚土、砂砾坚土、软石、次坚石、坚石、特坚石等 8 类,前 4 类属于一般土,后 4 类属岩石。土的分类及现场鉴别方法见表 1-3。

土的分类及现场鉴别方法

表 1-3

土 的 分 类	土 的 名 称	现场鉴别方法
一类土	松软土	能用锹、锄头挖掘
二类土	普通土	用锹、锄头挖掘,少许用镐翻松
三类土	坚土	主要用镐,少许用锹、锄头挖掘,部分用撬棍
四类土	砂砾坚土	整个用镐、撬棍,然后用锹挖掘,部分用楔子及大锤
五类土	软石	用镐或撬棍、大锤挖掘,部分使用爆破方法
六类土	次坚石	用爆破方法开挖部分用风镐
七类土	坚石	用爆破方法开挖
八类土	特坚石	用爆破方法开挖

第二节 场地平整

建筑施工中,一般先进行施工准备。施工准备包括场地平整等多项内容。本节的场地平整技术,主要针对大面积的场地平整,如整个厂区或住宅小区建设之前的场地平整。

一、场地设计高程的确定

场地设计高程是进行场地平整和土方量计算的依据,也是总图规划和竖向设计的依据,合理地确定场地的设计高程,对减少土方量,加速建设速度,都有重要的经济意义。

如图 1-2 所示的横断面,如果场地设计高程为 H_0 时,那么挖方、填方的体积基本平衡,可以把土方移挖作填,就地处理;如果设计高程为 H_1 时,那么填方大大超过挖方,则需要从场地外大量取土回填;如设计高程为 H_2 时,挖方大大超过填方,则要向场外大量弃土。

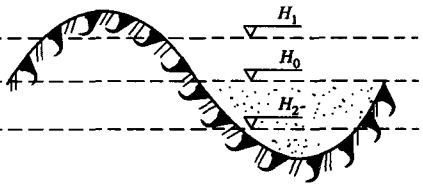


图 1-2 场地不同设计高程的比较

在确定场地设计高程时,应结合场地具体条件,反复进行技术经济比较,选择一个最优良的方案。确定场地设计高程时需考虑以下因素:应满足建筑功能、生产工艺和运输要求;充分利用地形(比如分区域或分台阶布置),尽量使挖填方平衡,以减少土方量;要有一定的泄水坡度($\geq 2\%$),使其能满足排水要求;要考虑最高洪水水位的影响。

如果场地设计高程没有其他的特殊要求时,则可以根据挖、填平衡的原则加以确定,即场地内土方的绝对体积在平整前和平整后相等。场地设计高程的确定方法和步骤如下。

1. 初步确定场地设计高程 H_0

初步确定场地设计高程是根据场地挖填土方量平衡的原则进行,即场内土方的绝对体积在平整前后是相等的。

(1)在具有等高线的地形图上将施工区域划分为边长 $a = 10 \sim 40\text{m}$ 的若干方格(图 1-3 所示)。

(2)确定各小方格的角点高程。可根据地形图上相邻两等高线的高程,用插入法计算求

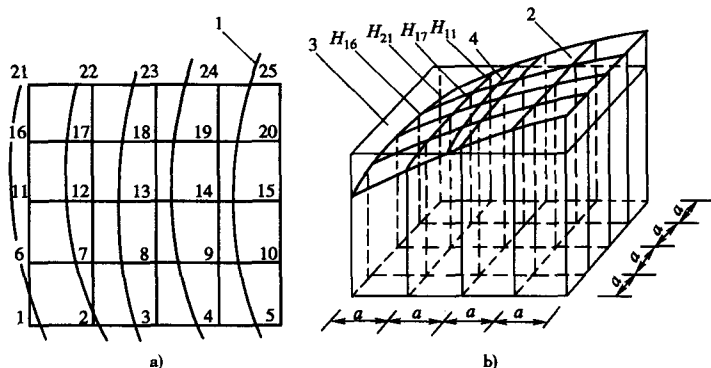


图 1-3 场地设计高程计算简图

a)地形图上划分方格;b)设计高程示意图

1-等高线;2-自然地面;3-设计高程平面;4-零线

得。此外,在无地形图的情况下,也可以在地面用木桩或钢钎打好方格网,然后用仪器直接测出方格网角点高程。按填挖方平衡原则确定设计高程 H_0 ,即

$$H_0 Na^2 = \sum \left(a^2 \frac{H_{11} + H_{12} + H_{21} + H_{22}}{4} \right) \quad (1-8)$$

$$H_0 = \frac{\sum (H_{11} + H_{12} + H_{21} + H_{22})}{4N} \quad (1-9)$$

从图 1-3a)可知, H_{11} 系一个方格的角点高程, H_{12} 和 H_{21} 均系两个方格公共的角点高程, H_{22} 则是四个方格公共的角点高程,它们分别在上式中要加一次、二次、四次。因此,上式可改写成下列形式:

$$H_0 = \frac{\sum H_1 + 2\sum H_2 + 3\sum H_3 + 4\sum H_4}{4N} \quad (1-10)$$

式中: H_1 ——一个方格仅有的角点高程(m);

H_2 ——两个方格共有的角点高程(m);

H_3 ——三个方格共有的角点高程(m);

H_4 ——四个方格共有的角点高程(m);

N ——方格数。

2. 场地设计高程 H_0 的调整

以上我们求出了设计高程 H_0 ,但这个值只是一个理论值,实际上还应该考虑一些其他的因素,对 H_0 进行调整。这些因素有:

(1)土的可松性

由于土具有可松性,所以一般填土会有多余,因此,应该考虑由于土的可松性而引起的设计高程增加值 Δh 。

把 V_w 、 V_T 分别称为按理论设计计算的挖、填方的体积;把 F_w 、 F_T 分别称为按理论设计计算的挖、填方区的面积;把 V'_w 、 V'_T 分别称为调整以后挖、填方的体积; K' 是最终可松性系数。

如图 1-4 所示,设 Δh 为由于土的可松性引起的设计高程增加值,则设计高程调整以后的

总挖方体积 V'_W 应为:

$$V'_W = V_W - F_W \Delta h \quad (1-11)$$

总填方体积应为: $V'_W = V'_T / K'_s$

$$V'_T = V'_W K'_s \quad (1-12)$$

把式(1-11)代入式(1-12)得:

$$V'_T = (V_W - F_W \Delta h) K'_s \quad (1-13)$$

这时,填方区的高程也应该和挖方区一样,

要提高 Δh ; $V_W = V_T$, 则有:

$$\Delta h = [(V_W - F_W \Delta h) K'_s - V_T] / F_T = V_W (K'_s - 1) / (F_T + F_W K'_s) \quad (1-14)$$

求出 Δh 值后,场地的设计高程应调整为:

$$H'_0 = H_0 + \Delta h \quad (1-15)$$

(2)规划场地内挖填方及就近取、弃土

由于场地内大型基坑挖出的土方,修路、筑堤填高的土方,以及从经济角度考虑部分土方就近弃土或就近借土,都会引起挖、填土方量的变化,有必要时也要调整设计高程。

为了简化计算,场地设计高程调整可以按下面近似公式确定为:

$$H'_0 = H_0 \pm Q / (Na^2) \quad (1-16)$$

式中: Q ——假定按原设计高程平整以后,多余或不足的土方量;

N ——方格网数;

a ——方格网边长。

3. 泄水坡度

当按设计高程调整后的同一设计高程 H'_0 进行平整时,则整个场地表面均处于同一水平面,但是,实际上由于排水的要求,场地表面需要有一定的泄水坡度,因此,还必须根据场地泄水坡度的要求(单面泄水或双面泄水)计算出场地内各方格角点实际施工所用的设计高程。

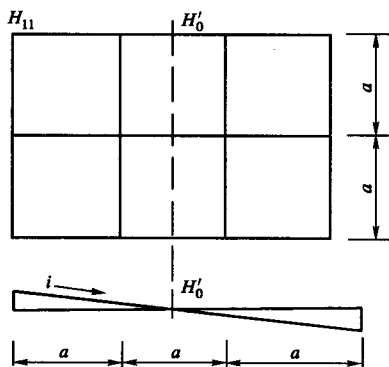


图 1-5 场地具有单向泄水坡度

(1)场地具有单向泄水坡度

场地具有单向泄水坡度时,设计高程的确定方法,是把已经调整后的设计高程 H'_0 作为场地中心线的高程(图 1-5 所示)(当然也可设某点高程,然后由挖填平衡条件求该点高程),场地内任意一点的设计高程则为:

$$H_n = H'_0 \pm li \quad (1-17)$$

式中: H_n ——场地内任意一点的设计高程;

l ——场地任意一点至设计高程 H'_0 的距离;

i ——场地泄水坡度(不小于 2‰)。

例如,考虑具有泄坡度之前,场地的设计高程为

251.47m,那么,考虑具有泄水坡度以后,如坡度为 2‰, H_{11} 的设计高程为:

$$H_{11} = H'_0 + 1.5a = 251.47 + 1.5 \times 20 \times 2\text{‰} = 251.47 + 0.06 = 251.53\text{m}$$

(2)场地具有双向泄水坡度

场地具有双向泄水坡度时,设计高程的确定方法同样是把已调整后的设计高程 H'_0 作为场地的纵向和横向中心线交点(即形心)高程(图 1-6 所示),场地内任意一点的设计高程为:

$$H_n = H'_0 \pm l_x i_x \pm l_y i_y \quad (1-18)$$

式中: l_x, l_y ——分别为任意一点沿 $x-x, y-y$ 方向距场地中心线的距离;

i_x, i_y ——分别为任意一点沿 $x-x, y-y$ 方向的泄水坡度。

例如,考虑具有泄坡度之前,场地的设计高程为 251.47m,那么,考虑具有双向泄水坡度以后,如果沿 $x-x, y-y$ 的坡度分别为 3‰、2‰, H_{34} 角点的设计高程为:

$$\begin{aligned} H_{34} &= H'_0 - 1.5 a i_x - a i_y \\ &= 251.47 - 1.5 \times 20 \times 3\text{‰} - 20 \times 2\text{‰} \\ &= 251.47 - 0.09 - 0.04 = 251.34\text{m} \end{aligned}$$

实际上,上述影响因素是互相影响的,即上述步骤中前一步的调整结果会因后一步调整而改变。可以采用试算的方法解决上述问题,即以 H_0 为规划场地地形心平整后高程,按规划坡度计

算场地各点高程,再考虑场地平整后的挖、填、就近取弃土等,计算各方格的土方量,进一步考虑可松性,检查场地的挖填平衡条件是否满足;如该条件不满足,则可调整 H_0 等。该试算过程可手工粗算,也可更准确和便捷地电算。

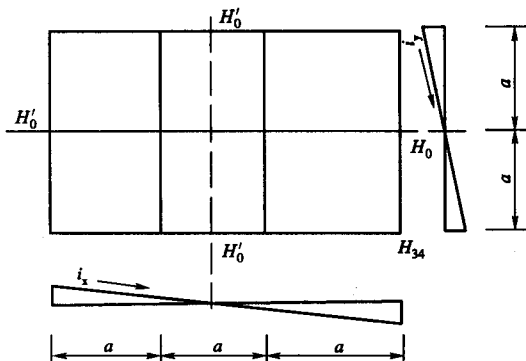


图 1-6 场地具有双向泄水坡度

二、场地平整土方量计算(场地土方量和边坡土方量的计算)

场地土方量计算方法有两种:方格网法和断面法。场地地形较为平坦时,一般采用方格网法;场地地形较为复杂或挖填深度较大,断面又不规则时,一般采用断面法。

1. 用方格网法计算场地土方量

在确定场地设计高程时画好的方格网上进行计算,方格网边长一般为 10~40m,通常取 20m。首先把场地上各方格角点的自然高程与设计高程分别标注在方格角点上(这一步,在设计场地设计高程后已完成),那么,场地上设计高程与自然高程的差值,即为各角点的施工高度(挖或填),并习惯上“+”号表示填方,以“-”号表示挖方。施工高度有了以后,也填在各角点上,然后就可以计算每一个方格的挖、填土方量,并继而计算场地边坡的土方量。最后将填方区域和挖方区域内所有的土方量以及边坡土方量进行汇总,就得到了场地上总的平整场地土方量。

场地土方量计算步骤为:

1) 求各方格角点的施工高度

我们用 h_n 表示各角点的施工高度,亦即挖填高度,并且以“+”为填,以“-”为挖。 H_n 表示各角点的设计高程, H 表示各角点的自然高程,那么有:

$$h_n = H_n - H \quad (1-19)$$

方格角点的自然高程可以根据地形图上相邻两等高线的高程,用线性插入法求出;也可以用一张透明纸,上面画上 6 根等距离的平行线,把透明纸放到标有方格网的地形图上,将 6 根平行线的最外两根分别对准两条等高线上的两点 A、B,这时 6 根等距离的平行线将 A、B 间的高差分成 5 份,于是便可以读出 C 点的地面高程(图 1-7 所示)。

2) 绘出“零线”

“零点”是某一方格的两个相邻挖、填角点连线与该方格边线的交点(图 1-8 所示)。两个相邻“零点”的连线即为“零线”。

3) 计算场地挖、填土方量

“零线”求出以后,场地内的挖、填方区域就可以标出来,然后用四角棱柱体法和三角棱柱体法去进行计算。

(1) 四角棱柱体法

四角棱柱体法可分三种情况:

①在方格网中,某个方格的四个角全部为填方或者全部为挖方,如图 1-9 所示。

其土方量的计算公式为:

$$V = a^2(h_1 + h_2 + h_3 + h_4)/4 \quad (1-20)$$

图 1-7 方格角点自然高程的图解法

②方格的相邻两角点为挖,另两角为填,如图 1-10 所示。

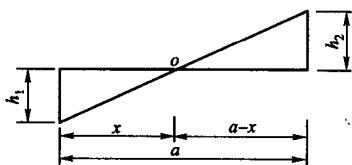


图 1-8 零点和零线的求法

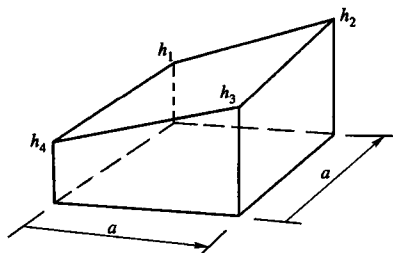


图 1-9 全填或全挖的方格

其挖方部分土方量的计算公式为:

$$V_{1,2} = a^2[h_1^2/(h_1 + h_2) + h_2^2/(h_2 + h_3)]/4 \quad (1-21)$$

填方部分土方量计算公式为:

$$V_{3,4} = a^2[h_3^2/(h_2 + h_3) + h_4^2/(h_1 + h_4)]/4 \quad (1-22)$$

③方格的三个角为挖,另一个角为填(或方格的三个角为填,另一个角为挖),如图 1-11 所示。

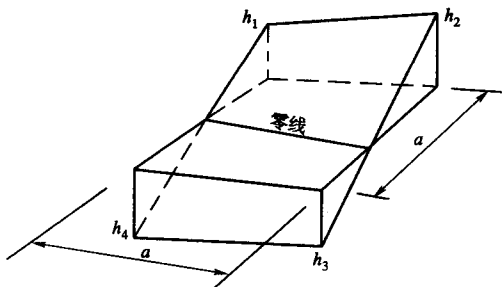


图 1-10 两挖和两填的方格

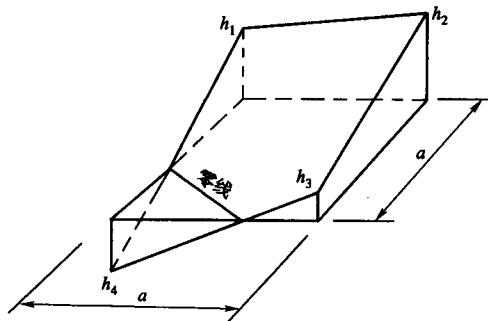


图 1-11 三挖一填(或相反)的方格

其填方部分土方量计算公式为:

$$V_4 = a^2 h_4^3 / [(h_1 + h_4)(h_3 + h_4)] / 6 \quad (1-23)$$

其挖方部分土方量计算公式为: