



高等学校土木建筑工程类系列教材

土木工程施工 (第三版)

- 主 编 杨和礼
- 副主编 何亚伯



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社



高等学校土木建筑工程类系列教材

土木工程施工 (第三版)

- 主 编 杨和礼
- 副主编 何亚伯



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

土木工程施工/杨和礼主编;何亚伯副主编. —3版. —武汉:武汉大学出版社,2013.6

高等学校土木建筑工程类系列教材

ISBN 978-7-307-10554-6

I. 土… II. ①杨… ②何… III. 土木工程—工程施工—高等学校—教材 IV. TU7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 044272 号

责任编辑:李汉保 责任校对:刘欣 版式设计:马佳

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:cbs22@whu.edu.cn 网址:www.wdp.whu.edu.cn)

印刷:荆州市鸿盛印务有限公司

开本:787×1092 1/16 印张:36.25 字数:876千字 插页:1

版次:2004年9月第1版 2010年8月第2版

2013年6月第3版 2013年6月第3版第1次印刷

ISBN 978-7-307-10554-6/TU·121 定价:54.00元

版权所有,不得翻印;凡购买我社的图书,如有质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

内 容 简 介

本书是按照高等学校土木工程专业的培养目标和国家教育部土木工程专业教学指导委员会制定的课程教学大纲编写的。本书编写过程中力求反映国内外的新技术、新工艺和新方法,力求扩宽学生的专业面和知识面,以满足土木工程专业培养目标的要求。

本书主要介绍和研究土木工程施工技术和管理方面的基本理论、基本方法和有关施工规律。全书共分15章,分别为土方工程、深基础工程施工、砌体工程、混凝土结构工程、预应力混凝土工程、高层建筑主体结构施工、结构安装工程、地下工程施工、道路桥梁施工、防水工程、建筑装饰工程、流水施工、网络计划技术、单位工程施工组织设计、施工组织总设计。

本书可以作为高等学校土木工程专业或工程管理专业本科生教材,也可以供高等学校相关专业的教师以及土木工程施工技术人员参考。

序

建筑业是国民经济的支柱产业,就业容量大,产业关联度高,全社会 50% 以上固定资产投资要通过建筑业才能形成新的生产能力或使用价值,建筑业增加值占国内生产总值较高比率。土木建筑工程专业人才的培养质量直接影响建筑业的可持续发展,乃至影响国民经济的发展。高等学校是培养高新科学技术人才的摇篮,同时也是培养土木建筑工程专业高级人才的重要基地,土木建筑工程类教材建设始终应是一项不容忽视的重要工作。

为了提高高等学校土木建筑工程类课程教材建设水平,由武汉大学土木建筑工程学院与武汉大学出版社联合倡议、策划,组建高等学校土木建筑工程类课程系列教材编委会,在一定范围内,联合多所高校合作编写土木建筑工程类课程系列教材,为高等学校从事土木建筑工程类教学和科研的教师,特别是长期从事土木建筑工程类教学且具有丰富教学经验的广大教师搭建一个交流和编写土木建筑工程类教材的平台。通过该平台,联合编写教材,交流教学经验,确保教材的编写质量,同时提高教材的编写与出版速度,有利于教材的不断更新,极力打造精品教材。

本着上述指导思想,我们组织编撰出版了这套高等学校土木建筑工程类课程系列教材,旨在提高高等学校土木建筑工程类课程的教育质量和教材建设水平。

参加高等学校土木建筑工程类系列教材编委会的高校有:武汉大学、华中科技大学、南京航空航天大学、南昌航空大学、湖北工业大学、汕头大学、南通大学、江汉大学、三峡大学、孝感学院、长江大学、昆明理工大学、江西理工大学、江西农业大学、江西蓝天学院 15 所院校。

高等学校土木建筑工程类系列教材涵盖土木工程专业的力学、建筑、结构、施工组织与管理等教学领域。本系列教材的定位,编委会全体成员在充分讨论、商榷的基础上,一致认为在遵循高等学校土木建筑工程类人才培养规律,满足土木建筑工程类人才培养方案的前提下,突出以实用为主,切实达到培养和提高学生的实际工作目标。本教材编委会明确了近 30 门专业主干课程作为今后一个时期的编撰、出版工作计划。我们深切期望这套系列教材能对我国土木建筑事业的发展 and 人才培养有所贡献。

武汉大学出版社是中共中央宣传部与国家新闻出版署联合授予的全国优秀出版社之一,在国内有较高的知名度和社会影响力。武汉大学出版社愿尽其所能为国内高校的教学与科研服务。我们愿与各位朋友真诚合作,力争使该系列教材打造成为国内同类教材中的精品教材,为高等教育的发展贡献力量!

高等学校土木建筑工程类系列教材编委会

2008 年 8 月

前言

本书于2004年9月在武汉大学出版社首次出版,2010年8月再版以来,受到一大批高等学校土木工程专业广大师生的欢迎,出于对本书的关爱,提出了许多宝贵意见,在此作者表示衷心的感谢!这次第三版的修订主要按照近几年国家颁布的新规范进行修改,同时针对广大读者的意见,这次修订中也有所体现。本次修订力求本书能够反映国家各种新规范的要求,若有不足,请各位专家、学者多多赐教。

土木工程施工是高等学校土木工程专业重要的专业课程之一,本课程主要研究土木工程施工技术和管理方面的基本理论、基本方法和有关施工规律。通过本课程的学习,主要要求学生了解土木工程施工领域内国内外的新技术和发展状态,掌握土木工程施工中常用的施工技术和施工方法,掌握单位工程施工组织设计及施工组织总设计的编制步骤、方法,具有初步解决土木工程施工技术和施工组织设计问题的能力。

本书是按照高等学校土木工程专业培养目标和国家教育部土木工程专业指导委员会制定的课程教学大纲编写的。本书编写过程中,按照国家近几年来新颁布土木工程设计规范和各种施工质量及验收规范进行编写,删除了规范中已经废除和已经过时的施工技术和施工方法,力求反映国内外的新技术、新工艺和新方法,力求扩宽学生的专业面和知识面,以满足高等学校土木工程专业培养目标的要求。

本书第三次修订过程中,本着删繁就简,有利于课堂教学的原则,增加了一些必须的知识点。如第1章中删除了爆破工程内容;在第3章中删除了混凝土小型空心砌块墙体的裂、渗问题,增加了脚手架和垂直运输设备,砖砌体的施工等;同时在各章中删除了大量的表格,以去掉参考工具书的痕迹。另一方面按照近几年来国家新颁布的各种规范,对原书老规范的内容进行了修订,如第4章中增加了钢筋的品种,对混凝土质量检验标准进行了修订,对混凝土强度检验和评定方法进行了修订;第5章中后张法施工预应力钢筋制作一节去掉了粗钢筋的下料长度计算,而增加了精轧螺纹钢下料长度计算等;第10章屋面防水工程中去掉了新规范中已经淘汰的刚性防水屋面等;在第12章单位施工组织设计中,按照绿色施工要求,绿色施工方案应在施工组织设计中独立成章,所以增加了绿色施工方案等内容。本书这次修订过程中依然保留了地下工程施工这一章节,这是本书与其他土木工程施工教材最大的不同点,因为随着城市建设的不断发展,采用盾构方法和沉管方法建设地下铁路和地下隧道的工程越来越多,有必要让学生了解这方面的知识,掌握这方面的施工工艺和施工方法。

本书可以作为高等学校土木工程专业或工程管理专业的教学用书,也可以作为高等学校相关专业的教学用书,同时也可以作为高等学校相关专业教师以及土木工程技术人員解决施工技术和施工管理方面问题的参考用书。

本书共分15章,具体编写分工如下:陈悦华第1章、第9章;杨海红第2章、第3

章;王望珍第4章、第12章;何亚伯第5章、第6章;杨和礼第7章(李洪波负责单层工业厂房实例的编写)、第8章、第10章、第11章;孔文涛第13章;王传玺第14章、第15章(孔文涛参加了这两章的修订工作)全书由杨和礼负责统稿。

本书编写的过程中参考了相关书籍及资料,在此谨向各位作者表示衷心的感谢!由于作者水平有限,书中的错误和不足之处在所难免,恳请读者提出宝贵意见。

杨和礼

2012年12月于珞珈山

目 录

第1章 土方工程	1
§ 1.1 土的工程分类及性质	1
§ 1.2 场地平整	3
§ 1.3 土方调配	10
§ 1.4 施工排水	17
§ 1.5 土方工程的机械化施工	31
复习思考题 1	44
第2章 深基础工程施工	47
§ 2.1 桩基础施工	47
§ 2.2 地下连续墙施工	68
§ 2.3 逆作法施工	72
复习思考题 2	78
第3章 砌体工程	79
§ 3.1 砌筑材料	79
§ 3.2 脚手架及垂直运输设备	83
§ 3.3 砖砌体施工	89
§ 3.4 石砌体施工	94
§ 3.5 混凝土小型空心砌块砌体施工	101
§ 3.6 加气混凝土砌块施工	109
复习思考题 3	113
第4章 混凝土结构工程	114
§ 4.1 模板工程	115
§ 4.2 钢筋工程	125
§ 4.3 混凝土工程	137
复习思考题 4	161
第5章 预应力混凝土工程	163
§ 5.1 预应力钢筋	163
§ 5.2 预应力张拉锚固体系	167

§ 5.3 预应力张拉设备	178
§ 5.4 先张法施工	183
§ 5.5 后张法施工	191
§ 5.6 无粘结预应力混凝土结构施工	203
§ 5.7 预应力框架结构的施工	208
复习思考题 5	217
第 6 章 高层建筑主体结构施工	219
§ 6.1 高层建筑滑模施工	219
§ 6.2 高层建筑爬模施工	237
§ 6.3 高层建筑大模板施工	243
§ 6.4 高层钢结构施工	252
复习思考题 6	263
第 7 章 结构安装工程	264
§ 7.1 起重机械	264
§ 7.2 单层工业厂房结构吊装	276
§ 7.3 多层和高层建筑结构安装	307
§ 7.4 升板法施工	318
复习思考题 7	323
第 8 章 地下工程施工	325
§ 8.1 盾构工程施工	325
§ 8.2 沉管隧道	341
§ 8.3 沉井施工	360
复习思考题 8	366
第 9 章 道路桥梁施工	368
§ 9.1 路基施工	368
§ 9.2 路面施工	375
§ 9.3 常见桥梁施工	389
复习思考题 9	401
第 10 章 防水工程	403
§ 10.1 屋面防水工程	403
§ 10.2 地下防水工程	416
复习思考题 10	433

第 11 章 建筑装饰工程	435
§ 11.1 抹灰工程	435
§ 11.2 饰面板(砖)工程	442
§ 11.3 涂饰工程	449
§ 11.4 吊顶工程	454
复习思考题 11	459
第 12 章 流水施工	460
§ 12.1 流水施工的基本概念	460
§ 12.2 流水施工参数	463
§ 12.3 流水施工的基本方式	467
复习思考题 12	475
第 13 章 网络计划技术	477
§ 13.1 双代号网络图的绘制	477
§ 13.2 双代号网络图的计算	485
§ 13.3 单代号网络图	496
§ 13.4 网络计划的工期—成本优化	502
§ 13.5 网络计划的资源优化	506
复习思考题 13	516
第 14 章 单位工程施工组织设计	518
§ 14.1 概述	518
§ 14.2 施工方案	521
§ 14.3 单位工程施工进度计划	535
§ 14.4 施工准备及资源供应计划	540
§ 14.5 单位工程施工平面图	543
复习思考题 14	547
第 15 章 施工组织总设计	548
§ 15.1 施工组织总设计概述	548
§ 15.2 施工部署和主要项目施工方案	549
§ 15.3 施工总进度计划	551
§ 15.4 资源需要量计划	553
§ 15.5 全场性暂设工程	555
§ 15.6 施工总平面图	562
复习思考题 15	565
参考文献	566

第1章 土方工程

土方工程是各类土木工程项目开始施工的第一道工序，土方工程具有工程量大、施工条件复杂、劳动强度大等特点，在土木工程施工中占有重要地位。土方工程施工包括一切土的挖掘、填筑和运输等过程以及排水、降水和土壁支撑等过程。

§ 1.1 土的工程分类及性质

1.1.1 土的工程分类

土的分类方法较多，如根据土的颗粒级配或塑性指数可以将其分为碎石类土（漂石土、块石土、卵石土、碎石土、圆砾土、角砾土）、砂土（砾砂、粗砂、中砂、细砂、粉砂）和粘性土（粘土、亚粘土、轻亚粘土）等；根据土的沉积年代，粘性土可以分为老粘性土、一般粘性土、新近沉积粘性土等；根据土的工程特性，又可以分出特殊性土，如软土、人工填土、黄土、膨胀土、红粘土、盐渍土、冻土等。不同的土，其物理性质、力学性质均不同，只有充分掌握各类土的特性及其对施工过程的影响，才能选择正确的施工方法。

在实际工程中常根据土方施工时土（石）的开挖难易程度，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8类，称为土的工程分类。前4类属一般土，后4类属岩石，土的分类法及其现场开挖方法，如表1.1.1所示。

表 1.1.1 土的工程分类

土的分类	土的名称	土的密度 / (t/m^3)	开挖方法
一类土 (松软土)	砂土、粉土、冲积砂土层、疏松的种植土、淤泥（泥炭）	0.6~1.5	用锹、锄头挖掘，少许用脚蹬
二类土 (普通土)	粉质粘土；潮湿的黄土；夹有碎石、卵石的砂；粉土混卵（碎）石；种植土、填土	1.1~1.6	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；重粉质粘土、砾石土；干黄土、含有碎石卵石的黄土、粉质粘土；压实的填土	1.8~1.9	主要用镐，少许用锹、锄头挖掘，部分用撬棍
四类土 (砂砾坚土)	坚硬密实的粘性土或黄土；含碎石卵石的中等密实的粘性土或黄土；粗卵石；天然级配砂石；软泥灰岩	1.9	先用镐、撬棍，后用锹挖掘，部分用楔子及大锤

续表

土的分类	土的名称	土的密度 /(t/m^3)	开挖方法
五类土 (软石)	硬质粘土; 中密的页岩、泥灰岩、白垩土; 胶结不紧的砾岩; 软石灰及贝壳石灰石	1.2~2.7	用镐或撬棍、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、片麻岩及正长岩	2.2~2.9	用爆破方法开挖, 部分用风镐开挖
七类土 (坚石)	大理石; 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; 微风化安山岩; 玄武岩	2.5~2.9	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、角闪岩	2.7~3.3	用爆破方法开挖

1.1.2 土的工程性质

土的工程性质对土方工程的施工有直接影响, 其主要的性质如下。

1. 土的可松性

土的可松性是指在自然状态下的土经开挖后组织被破坏, 其体积因松散而增大, 以后虽经回填压实, 仍不能恢复成原来状态的体积。土的可松性程度, 一般用最初可松性系数 K_s 和最后可松性系数 K'_s 来表示, 见式 (1.1.1) 与式 (1.1.2)。

$$K_s = \frac{V_2}{V_1} \quad (1.1.1)$$

$$K'_s = \frac{V_3}{V_1} \quad (1.1.2)$$

式中: 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。

2. 土的含水量

一般土的干湿程度用含水量表示, 土的含水量 (ω) 是土中水的质量 (m_w) 与土的固体颗粒质量 (m_s) 之比, 以百分比表示。即

$$\omega = \frac{m_w}{m_s} \times 100\% \quad (1.1.3)$$

一般土的含水量在 5% 以下的称为干土; 在 5% ~ 30% 之间的称为潮湿土; 大于 30% 的称为湿土。含水量越大, 土就越湿, 对施工就越不利。含水量对挖土的难易、施工时的放坡、回填土的夯实等均有影响。

3. 土的透水性

土的透水性是指水流通过土中孔隙的难易程度。土体孔隙中的自由水在重力作用下会发生流动,当基坑土方开挖到地下水位以下,地下水的平衡被破坏后,地下水会不断流入基坑。地下水的流动以及在土中的渗透速度都与土的透水性有关。地下水在土中的渗流速度一般可以按达西定律计算(见图1.1.1),其公式为

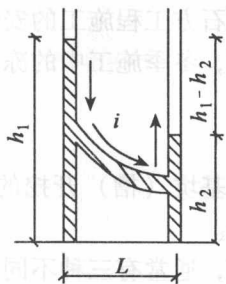


图 1.1.1 水力坡度示意图

$$v = K \cdot i = K \cdot \left(\frac{h_1 - h_2}{L} \right) \quad (1.1.4)$$

式中: v ——水在土中的渗流速度 (m/d);

K ——土的渗透系数 (m/d);

i ——水力坡度,表示两点水头差 ($h_1 - h_2$) 与其水平距离 L 之比。

§ 1.2 场地平整

1.2.1 场地平整前的施工准备工作

场地平整是将现场平整成施工所要求的设计平面,以方便下一步施工。场地平整前需做好以下主要准备工作:

(1) 充分了解施工现场技术资料。在组织施工前,施工单位应充分了解施工现场的地形、地貌,掌握原有地下管线或构筑物的竣工图、土石方施工图以及工程、水文地质、气象条件等技术资料,做好平面控制桩位及垂直水准点位的布设及保护工作,施工时不得随便搬移和碰撞。

(2) 场地清理。将施工区域内的建筑物和构筑物、管道、坟墓、沟坑等进行清理。对影响工程质量的树根、垃圾、草皮、耕植土和河塘淤泥等进行清除。将场地内对环境有污染的土壤及其他物质进行清除。

(3) 地面水排除。在施工区域内设置排水设施,一般采用排水沟、截水沟、挡水土坝等,临时性排水设施应尽量与永久性排水设施结合考虑。应尽可能利用自然地形来设置排水沟,使水直接排至场外或流向低洼处。沟的横断面尺寸可以根据当地实际气象资料,按照施工期内的最大排水量确定,一般不小于 $500\text{mm} \times 500\text{mm}$ 。排水沟的边坡坡度应根据土质和沟深确定,一般为 $1:0.7 \sim 1:1.5$,岩石边坡可以适当放陡。

(4) 修建临时道路、临时设施。主要道路应结合永久性道路一次修筑。临时道路除路面宽度要能保证运输车辆正常通行外,最好能在每隔 30~50m 的距离设一会车带。路基夯实后再铺上碎石面层即可,但在施工过程中随时注意整平,以保证道路通畅。在城市施工时,为保证施工场地内的泥土不被车辆轮胎带入市区道路造成城市环境污染,场地内一般可以用低标号混凝土浇筑一层混凝土路面,确保城市内的文明化施工。

(5) 制定冬季、雨季施工措施。如果土石方工程的施工期中有冬季或雨季,在编制施工组织设计时应制定冬季、雨季土石方工程施工的安全、质量与进度的保证措施,如雨季施工中的防洪、土方边坡稳定措施,冬季施工中的冻土开挖、填方等内容。

1.2.2 场地平整土方量计算

场地平整前,要确定场地平整与基坑(槽)开挖的施工顺序,确定场地的设计标高,计算挖、填土方量,进行土方调配等。

场地平整与基坑开挖的施工顺序,通常有三种不同情况:

(1) 对场地挖、填土方量较大的工地,可以先平整场地,后开挖基坑。这样,可以为土方机械提供较大的工作面,使其充分发挥工作效能,减少与其他工作的相互干扰。

(2) 对较平坦的场地,可以先开挖基坑,待基础施工后再平整场地。这样可以减少土方的重复开挖,加快建筑物的施工进度。

(3) 当工期紧迫或场地地形复杂时,可以按照现场施工的具体条件和施工组织的要求,划分施工区域。施工时,可以平整某一区域场地后,随即开挖该区域的基坑;或开挖某一区域的基坑,并做好基础后进行该区域的场地平整。

场地平整一般是进行挖高填低。平整前首先计算场地的挖方量和填方量,确定场地的设计标高,由设计平面的标高和天然地面的标高之差,可以得到场地各点的施工高度(即填、挖高度),由此可以计算场地平整的挖方和填方的工程量。

1. 场地设计标高确定

场地设计标高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。合理确定场地的设计标高,对减少土石方量、加速工程进度都有重要的经济意义。如图 1.2.1 所示,当场地标高为 H_0 时,填挖基本平衡,可以将场地土石方移挖作填,就地处理;当设计标高为 H_1 时,填方大大超过挖方,则需从场地外大量取土回填;当设计标高为 H_2 时,挖方大大超过填方,则要向场外大量弃土。因此,在确定场地设计标高时,应结合现场的具体条件充分进行技术经济比较,选择其中相对最优方案。其原则是:满足生产工艺和运输的要求;满足设计时考虑的最高洪水水位的影响;充分利用地形,尽量使挖、填平衡,以减少土方运输量。场地设计标高若无其他特殊要求,则可以根据挖、填土方量平衡的原则加以确定。

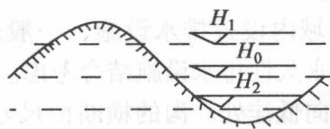
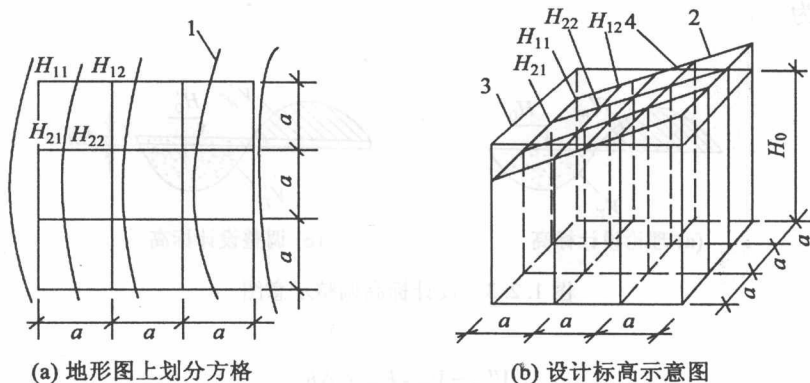


图 1.2.1 场地不同标高的影响

(1) 初步确定场地设计标高 (H_0)

将场地划分成边长为 $d=10\sim40\text{m}$ 的若干个正方形方格。每个方格的角点标高,在地形较平坦时,可以根据地形图上相邻两条等高线的高程,用插入法求得;当地形起伏较大,用插入法有比较大的误差时,则可以在现场用木桩打好方格网,然后用测量的方法求得。

如图 1.2.2 所示,根据场地内挖、填土方量平衡的原则,若平整前后土方量相等,则



1—等高线; 2—自然地坪; 3—设计标高平面; 4—自然地面与设计标高平面的交线(零线)

图 1.2.2 场地设计标高简图

$$H_0 N a^2 = \sum_1^N \left(a^2 \frac{H_{11} + H_{12} + H_{21} + H_{22}}{4} \right)$$

即

$$H_0 = \sum_1^N \frac{(H_{11} + H_{12} + H_{21} + H_{22})}{4N} \quad (1.2.1)$$

式中: H_0 ——所计算场地的设计标高 (m);

a ——方格边长 (m);

N ——方格数;

H_{11} 、 H_{12} 、 H_{21} 、 H_{22} ——某一方格的 4 个角点标高 (m)。

从图 1.2.2 可见, H_{11} 是 1 个方格的单独角点标高, H_{12} 、 H_{21} 为 2 个方格共有的角点标高; H_{22} 为 4 个方格共有的角点标高。因此, 如果将所有方格的 4 个角点标高相加, 则类似 H_{11} 这样的角点标高加 1 次, 类似 H_{12} 、 H_{21} 的角点标高加 2 次, 类似 H_{22} 的角点标高加 4 次。此外还有三方格共有 1 个角点标高 (加 3 次) 的情况。因此, 式 (1.2.1) 可以改写为

$$H_0 = \frac{\sum H_1 + 2 \sum H_2 + 3 \sum H_3 + 4 \sum H_4}{4N} \quad (1.2.2)$$

式中: H_1 ——1 个方格独有的角点标高 (m);

H_2 ——2 个方格共有的角点标高 (m);

H_3 ——3 个方格共有的角点标高 (m);

H_4 ——4 个方格共有的角点标高 (m)。

(2) 计算设计标高的调整值

按式 (1.2.2) 计算出的设计标高为一理论值,而在实际施工过程中,还需考虑下列因素的影响而对设计标高进行调整。

1) 土的可松性影响

由于土具有可松性,虽经回填压实,还会造成填土的多余,相应地提高了设计标高。如图 1.2.3 所示,设 Δh 为土的可松性引起设计标高的增加值,则设计标高调整后的总挖方体积 V'_w 为



图 1.2.3 设计标高调整示意图

$$V'_w = V_w - F_w \cdot \Delta h \quad (1.2.3)$$

式中: V'_w ——设计标高调整后的总挖方体积;

V_w ——设计标高调整前的总挖方体积;

F_w ——设计标高调整前的挖方区总面积。

设计标高调整后,总填方体积变为

$$V'_T = V'_w K'_s = (V_w - F_w \Delta h) K'_s \quad (1.2.4)$$

式中: V'_T ——设计标高调整后的总填方体积;

K'_s ——土的最后可松性系数。

此时,填方区的标高也应与挖方区一样,提高 Δh ,即

$$\Delta h = \frac{V'_T - V_T}{F_T} = \frac{(V_w - F_w \Delta h) K'_s - V_T}{F_T}$$

式中: V_T ——设计标高调整前的总填方体积;

F_T ——设计标高调整前的总填方区总面积。

经移项整理简化得 (当 $V_T = V_w$ 时)

$$\Delta h = \frac{V_w \cdot (K'_s - 1)}{F_T + F_w \cdot K'_s} \quad (1.2.5)$$

故考虑土的可松性后,场地设计标高的计算公式应调整为

$$H'_0 = H_0 + \Delta h \quad (1.2.6)$$

2) 考虑泄水坡度对设计标高的影响

按上述计算出设计标高进行场地平整时,是假设整个场地为一个水平面,实际上由于排水的要求,场地表面要有一定的泄水坡度。泄水坡度要符合设计要求,若设计无要求,一般要求泄水坡度不小于 0.2%。设计时要根据场地泄水坡度的要求 (单向泄水或双向泄水),计算出场地内各方格角点实施施工时所用的设计标高,如图 1.2.4 所示。

在进行双向泄水坡度设计标高计算时,考虑本场地土石方量的填、挖平衡,将已调整的设计标高(H'_0)作为场地纵横方向的中心点的设计标高,则场地内任意一点的设计标高为

$$H_n = H'_0 \pm l_x \cdot i_x \pm l_y \cdot i_y \quad (1.2.7)$$

式中: l_x 、 l_y ——计算点沿 x 、 y 方向距中心点的距离;

i_x 、 i_y ——场地沿 x 、 y 方向的泄水坡度。当 i_x (或 i_y)为零时,为单向泄水;

计算点比中心点高时,取“+”;计算点比中心点低时,则取“-”。

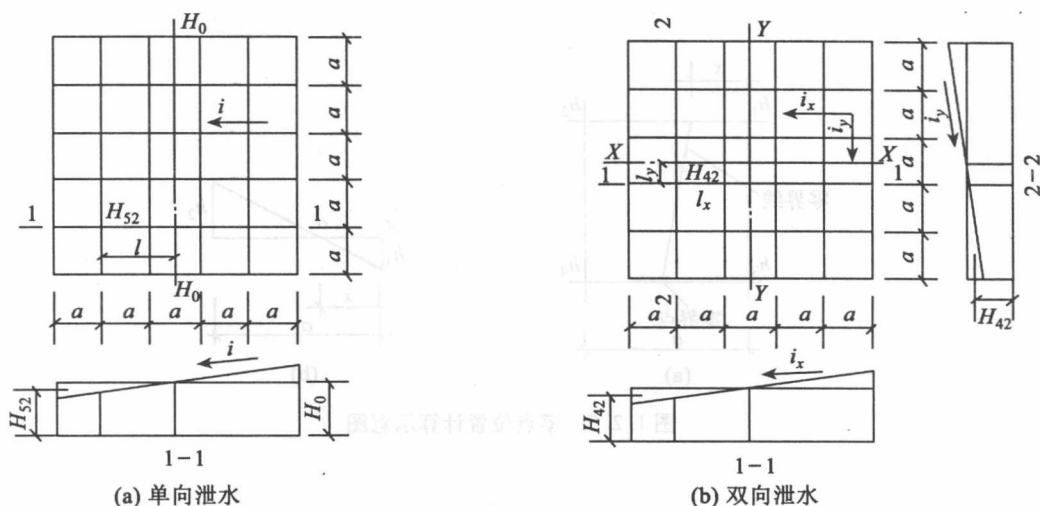


图 1.2.4 考虑泄水坡度对设计标高的影响

例如,在图 1.2.4 中,要求分别计算角点 H_{52} 、 H_{42} 的设计标高分别为:

①对于 H_{52} 点,属单向泄水, $H_{52} = H_0 - l_i = H_0 - 1.5ai$;

②对于 H_{42} 点,属双向泄水, $H_{42} = H_0 - l_x i_x - l_y i_y = H_0 - 1.5ai_x - 0.5ai_y$ 。

2. 场地平整土方量计算

场地土方量的计算方法有方格网法和断面法两种,当场地地形较为平坦时宜采用方格网法;当场地地形比较复杂或挖填深度较大、断面不规则时,宜采用断面法。

(1) 方格网法

1) 方格网法的步骤

方格网法是利用方格网来控制整个场地,从而计算土方工程量,主要适用于地形较为平坦、面积较大的场地。场地宜划分为正方形方格网,通常边长以 10~40m 居多。

在求出场地各方格角点的自然地面标高和设计标高后,可以按下式计算各角点的施工高度(挖或填)

$$h_n = H_n - H \quad (1.2.8)$$

式中: h_n ——角点的施工高度(m),计算结果“+”值表示填方,“-”值表示挖方;

H_n ——角点的设计标高(m);

H ——角点的自然地面标高(m)。