



建筑施工技术

主 编 吉海军 谢志秦

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

建筑施工技术

主 编 吉海军 谢志秦

副主编 辛 星 王赛金 刘 怡



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 提 要

本书根据国家最新设计、施工与质量验收标准规范编写而成。全书共分为9个项目, 主要内容包括土方工程施工、地基与基础工程施工、模板工程施工、钢筋工程施工、混凝土工程施工、砌体工程施工、防水与节能工程施工、装饰装修工程施工、钢结构工程施工等。

本书可作为高等院校土木工程类相关专业的教材, 也可作为工程技术人员的参考用书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

建筑施工技术/吉海军, 谢志秦主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2017. 7

ISBN 978-7-5682-3497-9

I. ①建… II. ①吉… ②谢… III. ①建筑工程—工程施工—高等学校—教材 IV. ①TU74

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第320219号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京紫瑞利印刷有限公司

开 本 / 787毫米×1092毫米 1/16

印 张 / 18

字 数 / 440千字

版 次 / 2017年7月第1版 2017年7月第1次印刷

定 价 / 62.00元

责任编辑 / 钟 博

文案编辑 / 瞿义勇

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 边心超

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换

前 言

本书根据国家最新设计、施工与质量验收标准规范编写而成,通过深度剖析不同结构形式的建筑工程对象,从施工方案编制、施工组织管理、测量放线、土方工程、基础工程、主体结构等方面完整、系统地阐述了建筑施工全过程。全书主要采取项目任务引导,结合实际工程将与建筑施工有关的内容组织在一起,以常见分部分项工程为主线,按项目施工工艺过程组织编写。

本书与其他同类书相比,主要有以下特点:

(1) 重点突出主要分部分项工程的施工工艺流程和施工验收标准两大部分内容,其中施工工艺流程包括施工准备、工序流程及操作要点、常见质量通病预防等内容,施工验收标准包括材料取样方法和施工验收规范的相关内容,注重培养学生综合运用建筑施工技术理论知识分析、解决工程实际问题的能力。

(2) 编写时遵循深入浅出、通俗易懂的原则,并且图文并茂,十分有利于教学。

(3) 全书大部分内容通过简单工程项目任务实例的方式引入,使学生明确学习的目的,激发学生学习的动力,通过任务的分析和实施,让学生掌握专业技能。

(4) 引入新技术、新工艺,重视传统施工技术。本书在尊重传统施工技术的同时,引入节能环保等新技术、新工艺、新概念,注重与时俱进。

本书由吉海军、谢志秦担任主编,辛星、王赛金、刘怡担任副主编。具体编写分工为:吉海军编写项目一和项目八;谢志秦编写项目五、项目七的任务二、三、四和项目九;王赛金编写项目二和项目三;刘怡编写项目四;辛星编写项目六和项目七的任务一。全书由吉海军负责统稿工作。本书在编写过程中参阅了大量文献,在此向这些文献的作者致以诚挚的谢意!

由于编写时间仓促,加之编者的编写经验和水平有限,书中难免有不妥之处,恳请专家和读者指正。

编 者

目 录

项目一 土方工程施工..... 1

任务一 土方开挖场地平整方案设计 1

任务引入 1

相关知识 2

一、土的基本性质 2

二、土方量计算方法 5

三、场地设计标高计算 6

任务实施 9

一、实施条件 9

二、实施步骤 9

任务二 基坑降水方案设计12

任务引入 12

相关知识 13

一、降低地下水水位的方法 13

二、井点降水的种类 16

三、轻型井点降水的设备 16

四、轻型井点降水的布置 17

五、轻型井点降水的计算 18

任务实施 20

一、实施条件 20

二、实施步骤 21

拓展知识 22

一、井点管的埋设与使用 22

二、回灌井点法 23

三、其他井点简介 24

任务三 土壁支撑方案设计25

任务引入 25

相关知识 26

一、放足边坡 26

二、土壁支护结构 27

三、基坑支护结构 27

任务实施 33

一、实施条件 33

二、实施步骤 33

任务四 土方机械化施工33

任务引入 33

相关知识 33

一、土方工程施工的常用机械 33

二、土方挖运机械的选择和机械挖土的

注意事项 39

三、基坑土方开挖方式 40

任务实施 44

一、实施条件 44

二、实施步骤 44

拓展知识 45

任务五 土方回填施工46

任务引入 46

相关知识 47

一、土料选择 47

二、土料填筑要求 47

三、填土压实方法 48

四、影响填土压实质量的因素 50

任务实施 51

复习思考题51

项目二 地基与基础工程施工..... 54

任务一 地基处理及加固54

任务引入 54

相关知识	54	任务实施	90
一、地基局部处理	55	一、模板及支撑系统的选用	90
二、地基的加固	56	二、模板及支撑系统的要求	90
任务实施	63	任务二 模板的设计与施工	90
一、实施依据	63	任务引入	90
二、实施要点	63	相关知识	90
任务二 浅基础施工	63	一、模板设计	90
任务引入	63	二、模板施工	92
相关知识	63	任务实施	97
一、浅基础的类型	63	一、模板面板的计算	97
二、砖基础施工	64	二、模板支架荷载标准值（立杆轴力）	97
三、石基础施工	64	拓展知识	98
四、混凝土和毛石混凝土基础施工	65	一、新型模板体系	98
五、钢筋混凝土基础施工	65	二、新型模板体系施工	98
任务实施	68	复习思考题	102
一、桩筏基础的适用条件	68	项目四 钢筋工程施工	103
二、选用桩筏基础的依据	68	任务一 钢筋进场验收	103
任务三 桩基施工	68	一、钢筋基本知识回顾	103
任务引入	68	二、进场验收	103
相关知识	68	三、钢筋的存放与保管	106
一、桩基的作用和分类	68	任务二 钢筋的配料	106
二、钢筋混凝土预制桩施工	69	任务引入	106
三、静力压桩施工	73	相关知识	107
四、钢筋混凝土灌注桩施工	74	一、钢筋下料长度计算	107
五、人工挖孔灌注桩	79	二、影响因素分析	107
六、桩基检测与验收	81	三、配料单的填写	110
任务实施	83	四、钢筋的代换	111
一、实施依据	83	任务实施	112
二、实施步骤	84	任务三 钢筋加工与安装施工	113
复习思考题	84	一、钢筋加工	113
项目三 模板工程施工	86	二、钢筋安装施工	124
任务一 模板体系及分类	86	复习思考题	127
任务引入	86	项目五 混凝土工程施工	128
相关知识	87	任务一 混凝土的制备、搅拌与运输	128
一、模板的体系构成和基本要求	87	任务引入	128
二、模板的分类	87		
三、木模板	87		
四、组合钢模板	89		

相关知识	128
一、混凝土的制备	129
二、混凝土的搅拌	132
三、混凝土的运输	133
任务实施	134
任务二 混凝土的浇筑与振捣	134
相关知识	135
一、混凝土的浇筑	135
二、混凝土的振捣	136
任务实施	138
任务三 混凝土的养护与拆模	138
相关知识	138
一、混凝土的养护	139
二、混凝土的拆模	140
任务实施	141
拓展知识	141
一、混凝土工程施工质量检查	141
二、混凝土质量缺陷的修整	145
复习思考题	146
项目六 砌体工程施工	148
任务一 砖砌体施工	148
任务引入	148
相关知识	148
一、砌体施工概述	148
二、砖砌体施工工艺	153
任务实施	162
一、实施思路	162
二、实施步骤	162
任务二 砌块砌体施工	162
任务引入	162
相关知识	162
一、石砌块施工	162
二、中、小型砌体施工	164
任务实施	166
一、实施思路	166
二、实施步骤	167
任务三 脚手架及垂直运输施工	170

任务引入	170
相关知识	170
一、扣件式钢管脚手架	170
二、门式钢管脚手架	178
三、里脚手架	179
四、垂直运输设施	180
任务实施	184
一、实施内容	184
二、实施步骤	185
复习思考题	187

项目七 防水与节能工程施工..... 191

任务一 屋面防水工程施工	191
任务引入	191
相关知识	192
一、卷材防水屋面	192
二、涂膜防水屋面	197
三、刚性防水屋面	199
任务实施	200
一、实施思路	200
二、实施步骤	200
任务二 地下工程防水施工	201
任务引入	201
相关知识	202
一、防水混凝土	202
二、水泥砂浆防水层	206
三、卷材防水层	207
任务实施	210
一、实施思路	210
二、实施步骤	210
任务三 卫生间防水施工	211
任务引入	211
相关知识	212
一、楼地面聚氨酯防水施工	212
二、楼地面氯丁胶乳沥青防水涂料施工	213
三、卫生间渗漏与堵漏技术	214
任务实施	214
一、渗漏原因	214
二、卫生间蓄水试验的要求	214

任务四 建筑节能工程施工	215	任务实施	252
任务引入	215	一、实施环境及条件	252
相关知识	215	二、实施步骤	252
一、外墙外保温工程的适用范围及作用	215	任务四 天棚工程施工	252
二、聚苯乙烯泡沫塑料板薄抹灰外墙外保温工程	215	任务引入	252
三、外墙外保温工程的设计要点和应考虑的因素	219	相关知识	252
任务实施	219	一、天棚的概念和分类	252
一、界面砂浆处理层	219	二、木骨架罩面板天棚施工	253
二、外墙抹保温浆料及贴板	220	三、轻钢骨架罩面板天棚施工	254
三、抗裂砂浆层	221	四、暗龙骨吊顶工程质量要求	255
复习思考题	221	五、明龙骨吊顶工程质量要求	256
项目八 装饰装修工程施工	224	任务实施	257
任务一 抹灰工程施工	224	一、实施环境及条件	257
任务引入	224	二、实施步骤	257
相关知识	224	任务五 门窗工程施工	258
一、抹灰工程的概念和分类	224	任务引入	258
二、抹灰工程的组成	225	相关知识	258
三、一般抹灰	226	一、木门窗安装	258
四、装饰抹灰	233	二、硬PVC塑料门窗安装	260
任务实施	236	任务实施	262
一、实施环境及条件	236	一、实施环境及条件	262
二、实施步骤	237	二、实施步骤	262
任务二 饰面板(砖)工程施工	238	复习思考题	263
任务引入	238	项目九 钢结构工程施工	265
相关知识	238	任务一 钢结构认知	265
一、饰面工程的概念和分类	238	一、钢结构的概念、特点及材料	265
二、饰面板的安装工艺	240	二、钢结构工程的基本构造	267
三、陶瓷面砖的施工工艺	244	任务二 钢结构安装施工	268
任务实施	247	一、钢构件的进场检验	268
一、实施环境及条件	247	二、安装设备	268
二、实施步骤	247	三、结构安装吊装方法	270
任务三 涂饰工程施工	248	四、构件的平面布置与运输堆放	272
任务引入	248	五、单层工业厂房结构吊装	273
相关知识	248	复习思考题	279
一、涂料的概念和分类	248	参考文献	280
二、涂饰工程的施工	249		

项目一 土方工程施工

知识目标

- 1. 掌握土方工程的常规施工原理及方法；
- 2. 掌握土方工程施工中必要的计算方法；
- 3. 熟悉土方工程施工中常见的质量、安全问题及质量、安全验收规范；
- 4. 熟悉土方施工顺序及所需配备的设施和设备。

能力目标

- 1. 能选择和制定土方工程的合理施工方案；
- 2. 能完成土方施工中的一些必要计算；
- 3. 能编写土方工程施工技术交底；
- 4. 能进行常规土方工程的质量检查和验收。

任务一 土方开挖场地平整方案设计

任务引入

某建筑场地地形图和方格网(边长 $a=20.0\text{ m}$)布置如图 1-1 所示。土壤为二类土，场地地面泄水坡度 $i_x=0.3\%$ ， $i_y=0.2\%$ 。试进行土方开挖场地平整设计，确定场地设计标高(不考虑土的可松性影响，余土加宽边坡)，计算各方格挖、填土方工程量。

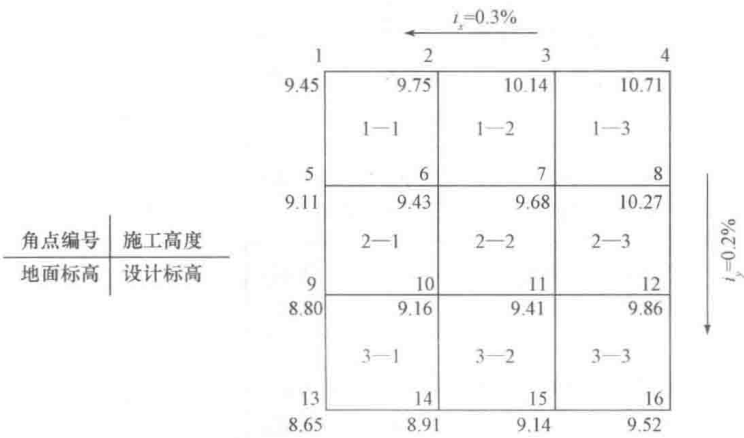


图 1-1 某建筑场地地形图和方格网布置

【任务分析】 土方工程开挖前，首先要完成场地平整方案的设计。设计方案中要确定平整后场地的设计标高，再根据自然状态下地面各点的自然标高计算场地平整的土方量。要完成这一工作任务，必须掌握场地设计标高、基坑、基槽土方量的计算方法。

规范学习

《建筑地基基础工程施工质量验收规范》(GB 50202—2002)

6.1.1 土方工程施工前应进行挖、填方的平衡计算，综合考虑土方运距最短、运程合理和各个工程项目的合理施工程序等，做好土方平衡调配，减少重复挖运。

土方平衡调配应尽可能与城市规划和农田水利相结合，将余土一次性运到指定弃土场，做到文明施工。

相关知识

一、土的基本性质

1. 土的工程类别与现场鉴别方法

土方工程施工中，土的工程类别按土的开挖难易程度分为八类，见表 1-1。表中一至四类为土，五至八类为岩石。在选择施工挖土机械和套用建筑安装工程劳动定额时要依据土的工程类别。

表 1-1 土的工程类别

分类	级别	土的名称	密度/(kg·m ⁻³)	开挖方法及工具
一类土 (松软土)	I	砂土；粉土；冲积砂土层；疏松的种植土；淤泥(泥炭)	600~1 500	用锹、锄头挖掘，少许用脚蹬
二类土 (普通土)	II	粉质黏土；潮湿的黄土；夹有碎石、卵石的砂；粉土混卵(碎)石；种植土；填土	1 100~1 600	用锹、锄头挖掘，少许用镐翻松
三类土 (坚土)	III	软及中等密实黏土；重粉质黏土；砾石土；干黄土、含有碎石卵石的黄土；粉质黏土；压实的填土	1 750~1 900	主要用镐，少许用锹、锄头挖掘，部分用撬棍
四类土 (砂砾坚土)	IV	坚硬密实的黏性土或黄土；含碎石、卵石的中等密实的黏性土或黄土；粗卵石；天然级配砂石；软泥灰岩	1 900	整个先用镐、撬棍，后用锹挖掘，部分用楔子及大锤
五类土 (软石)	V	硬质黏土；中密的页岩、泥灰岩、白垩土；胶结不紧的砾岩；软石灰岩及贝壳石灰岩	1 100~2 700	用镐或撬棍、大锤挖掘，部分使用爆破方法
六类土 (次坚石)	VI	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	2 200~2 900	用爆破方法开挖，部分用风镐
七类土 (坚石)	VII	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；微风化安山岩；玄武岩	2 500~3 100	用爆破方法开挖

分类	级别	土的名称	密度/(kg·m ⁻³)	开挖方法及工具
八类土 (特坚土)	Ⅷ	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、角闪岩、玢岩、辉绿岩	2 700~3 300	用爆破方法开挖

2. 土的天然含水量

天然状态下的土由土颗粒、土中的水和土中的气三部分组成。

土的含水量 w 是土中水的质量与土中固体颗粒的质量之比,以百分数表示,即

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

式中 m_w ——土中水的质量;

m_s ——土中固体颗粒的质量。

土的含水量表示土的干湿程度, $w < 5\%$, 称为干土; $w = 5\% \sim 30\%$, 称为潮湿土; $w > 30\%$, 称为湿土。

3. 土的天然密度和干密度

土在天然状态下单位体积的质量,称为土的天然密度,用 ρ 表示,即

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

式中 m ——土的总质量;

V ——土的天然体积。

单位体积土中固体颗粒的质量称为土的干密度,用 ρ_d 表示,即

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

式中 m_s ——土中固体颗粒的质量。

土的干密度越大,表示土越密实。工程上,常把土的干密度作为评定土体密实程度的标准,以控制填土工程的压实质量。土的密度一般用环刀法测定,土的干密度 ρ_d 与土的天然密度 ρ 之间有如下关系:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m_s + w m_s}{V} = (1 + w) \frac{m_s}{V} = (1 + w) \rho_d$$

即

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + w} \quad (1-4)$$

4. 土的渗透性

土的渗透性是指土体被水透过的性质,反映水流通过土中孔隙的难易程度。

土的渗透性用渗透系数 K 表示。水在单位时间内穿透土层的能力称为渗透系数,用 K 表示,单位为 m/d。地下水在土中的渗透速度一般可按达西定律计算。其计算公式如下:

$$v = K \frac{H_1 - H_2}{L} = K \frac{h}{L} = K i \quad (1-5)$$

式中 v ——水在土中的渗透速度(m/d);

i ——水力坡度, $i = (H_1 - H_2)/L$, 即任意两点水头差与其水平距离之比;

K ——土的渗透系数(m/d)。

从达西公式可以看出，渗透系数的物理意义是当水力坡度 $i=1$ 时的渗透速度 v ，即渗透系数 K 。 K 值的大小反映土体透水性的强弱，影响施工降水与排水的速度；土的渗透系数可以通过室内渗透试验或现场抽水试验测定。一般土的渗透系数见表 1-2。

表 1-2 土的渗透系数 K

土的种类	渗透系数 $K/(\text{m} \cdot \text{d}^{-1})$	土的种类	渗透系数 $K/(\text{m} \cdot \text{d}^{-1})$
黏土	<0.005	中砂	5~25
粉质黏土	0.005~0.1	均质中砂	35~50
粉土	0.1~0.5	粗砂	20~50
黄土	0.25~0.5	圆砾	50~100
粉砂	0.5~5	卵石	100~500
细砂	1.0~10	无填充物卵石	500~1 000

5. 土的可松性

土的可松性是指自然状态下的土经开挖后，其体积因松散而增大，以后虽经回填压实，但仍不能恢复其原来的体积。土的可松性用可松性系数表示，而可松性系数又可分为最初可松性系数和最终可松性系数，即

$$K_s = V_2 / V_1 \tag{1-6}$$

$$K'_s = V_3 / V_1 \tag{1-7}$$

- 式中 K_s ——土的最初可松性系数；
 K'_s ——土的最终可松性系数；
 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 ——土经回填压(夯)实后的体积(m^3)。

土的可松性对确定场地的设计标高、土方量的平衡调配、计算运土机具的数量和弃土坑的容积，以及计算填方所需的挖方体积等均有很大影响。各类土的可松性系数见表 1-3。

表 1-3 各类土的可松性系数

土的种类	体积增加百分数		可松性系数	
	最初	最终	K_s	K'_s
一类土(种植土除外)	8~17	1~2.5	1.08~1.17	1.01~1.03
一类土(植物性土、泥炭)	20~30	3~4	1.20~1.30	1.03~1.04
二类土	14~28	2.5~5	1.14~1.28	1.02~1.05
三类土	24~30	4~7	1.24~1.30	1.04~1.07
四类土(泥灰岩、蛋白石除外)	26~32	6~9	1.26~1.32	1.06~1.09
四类土(泥灰岩、蛋白石)	33~37	11~15	1.33~1.37	1.11~1.15
五至七类土	30~45	10~20	1.30~1.45	1.10~1.20
八类土	45~50	20~30	1.45~1.50	1.20~1.30

二、土方量计算方法

1. 土方边坡

为了防止塌方, 保证施工安全及边坡稳定, 基坑、沟槽开挖时边缘应考虑放坡。土方边坡坡度为其高度 H 与底宽 B 之比(图 1-2), 即

$$\text{土方边坡坡度} = \frac{H}{B} = \frac{1}{B/H} = 1:m$$

式中, $m=B/H$, 称为坡度系数。其意义为: 当边坡高度已知为 H 时, 其边坡宽度 B 等于 mH 。

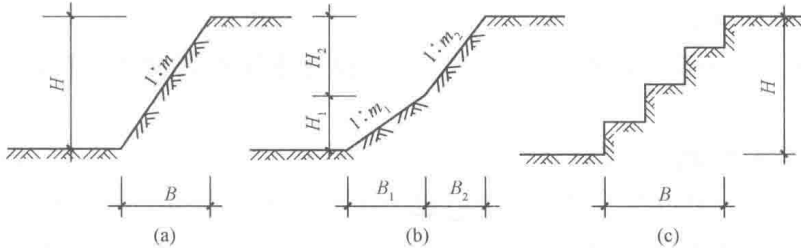


图 1-2 土方边坡

(a)直线形; (b)折线形; (c)踏步形

2. 基坑、基槽土方量

基坑土方量可按立体几何中的拟柱体(由两个平行的平面作底的一种多面体)体积公式计算(图 1-3), 即

$$V = \frac{H}{6} (F_1 + 4F_0 + F_2) \quad (1-8)$$

式中 H ——基坑深度(m);

F_1 、 F_2 ——基坑上、下底面面积(m^2);

F_0 ——基坑中间位置的截面面积(m^2)。

基槽和路堤的土方量可以沿长度方向分段后, 再用同样的方法计算(图 1-4), 即

$$V_1 = \frac{L_1}{6} (F_1 + 4F_0 + F_2) \quad (1-9)$$

式中 V_1 ——第一段的土方量(m^3);

L_1 ——第一段的长度(m)。

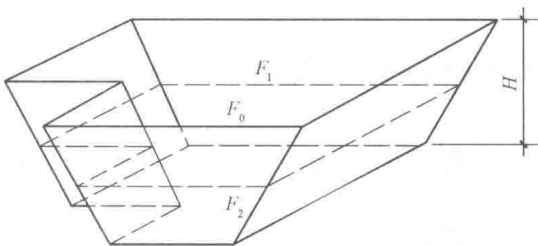


图 1-3 基坑土方量计算图

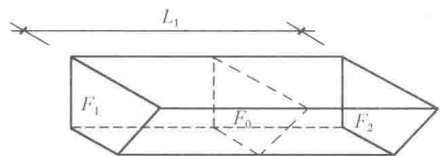


图 1-4 基槽土方量计算图

将各段土方量相加即得总土方量:

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n \quad (1-10)$$

式中 V_1 、 V_2 、 V_3 、 $\dots$ 、 V_n ——各分段的土方量(m^3)。

三、场地设计标高计算

对较大面积的场地平整，合理地确定场地的设计标高，对减少土方量和加速工程进度具有重要的经济意义。一般来说，应考虑以下因素：

- (1)满足生产工艺和运输的要求。
- (2)尽量利用地形，分区或分台阶布置，分别确定不同的设计标高。
- (3)场地内挖填方平衡，土方运输量最少。
- (4)要有一定泄水坡度($\geq 2\%$)，使之能满足排水要求。
- (5)要考虑最高洪水位的影响。

场地设计标高一般应在设计文件上规定，若设计文件对场地设计标高没有规定，可按下述步骤来确定。

1. 初步计算场地设计标高

根据挖填方平衡原则(即场地内挖方总量等于填方总量)初步计算场地设计标高。

首先将场地的地形图根据要求的精度划分为 $10\sim 40\text{ m}$ 的方格网，如图 1-5(a)所示，然后求出方格各角点的自然地面标高。地形平坦时，可根据地形图上相邻两等高线的标高，用插入法求得；地形起伏较大或无地形图时，可在地面用木桩打好方格网，然后用仪器直接测出。

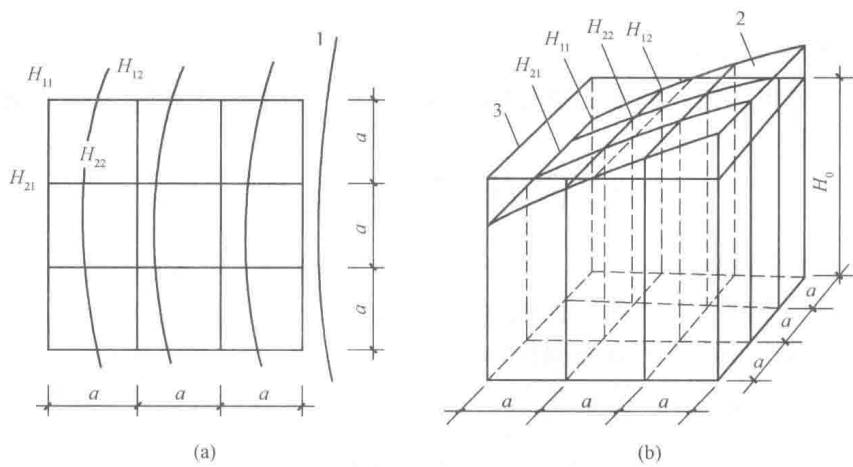


图 1-5 场地设计标高 H_0 计算图

(a)方格网划分；(b)场地设计标高

1—等高线；2—自然地面；3—场地设计标高平面

按照挖填方平衡的原则，场地内的土方平整前与平整后相等，如图 1-5(b)所示，场地设计标高可按式计算：

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

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

式中 H_0 ——场地设计标高(m)；

a ——方格边长(m)；

n ——方格数；

H_{11} 、 H_{12} 、 H_{21} 、 H_{22} ——任一方格的四个角点的标高(m)。

由图 1-5(a)可以看出, H_{11} 是一个方格的角点标高, H_{12} 及 H_{21} 是相邻两个方格的公共角点标高, H_{22} 是相邻四个方格的公共角点标高。如果将所有方格的四个角点相加, 则类似 H_{11} 的角点标高需加一次, 类似 H_{12} 、 H_{21} 的角点标高需加两次, 类似 H_{22} 的角点标高需加四次。如令 H_1 为一个方格仅有的角点标高, H_2 为两个方格共有的角点标高, H_3 为三个方格共有的角点标高, H_4 为四个方格共有的角点标高, 则场地设计标高 H_0 的计算公式(1-11)可改写为如下形式:

$$H_0 = \frac{\sum H_1 + 2 \sum H_2 + 3 \sum H_3 + 4 \sum H_4}{4n} \quad (1-12)$$

2. 调整场地设计标高

按式(1-12)计算的场地设计标高 H_0 仅为一个理论值, 在实际运用中, 还需考虑以下因素进行调整:

(1)土的可松性影响。土均具有可松性, 如按挖填平衡原则计算得到的场地设计标高进行挖填施工, 填土多少会有富余, 特别是当土的最后可松性系数较大时更不容忽视。如图 1-6 所示, 设 Δh 为土的可松性所引起的设计标高的增加值, 则设计标高调整后的总挖方体积 V'_w 应为

$$V'_w = V_w - F_w \times \Delta h \quad (1-13)$$

总填方体积 V'_T 应为

$$V'_T = V'_w K'_s = (V_w - F_w \times \Delta h) K'_s \quad (1-14)$$



图 1-6 设计标高调整计算图
(a)理论设计标高; (b)调整设计标高

此时, 填方区的标高也应与挖方区一样提高 Δh , 即

$$\Delta h = \frac{V'_T - V_T}{F_T} = \frac{(V_w - F_w \times \Delta h) K'_s - V_T}{F_T} \quad (1-15)$$

移项整理简化得(当 $V_T = V_w$ 时)

$$\Delta h = \frac{V_w (K'_s - 1)}{F_T + F_w K'_s} \quad (1-16)$$

故考虑土的可松性后, 场地设计标高调整为

$$H'_0 = H_0 + \Delta h \quad (1-17)$$

式中 V_w 、 V_T ——按理论设计标高计算的总挖方、总填方体积;

F_w 、 F_T ——按理论设计标高计算的挖方区、填方区总面积;

K'_s ——土的最后可松性系数。

(2)场地挖方和填方的影响。有些场地内大型基坑挖出土方、修筑路堤填高土方, 以及通过经济比较而将部分挖方就近弃土于场外或将部分填方就近从场外取土, 上述做法均会引起挖填土方量的变化。必要时, 也需要调整场地设计标高。

为了简化计算, 场地设计标高的调整值 H'_0 可按如下近似公式确定:

$$H'_0 = H_0 \pm \frac{Q}{na^2} \quad (1-18)$$

式中 Q ——场地根据 H_0 平整后多余或不足的土方量。

(3) 场地泄水坡度的影响。按上述计算和调整后的场地设计标高，平整后场地是一个水平面。但实际上由于排水的要求，场地表面均有一定的泄水坡度，平整场地的表面坡度应符合设计要求，如无设计要求时，一般应向排水沟方向做成不小于 2‰ 的坡度。因此，要根据场地要求的泄水坡度，最后计算出场地内所有方格各角点实际施工时的设计标高。

场地为单向泄水及双向泄水时，方格各角点的设计标高计算方法如下：

1) 单向泄水时方格各角点的设计标高计算[图 1-7(a)]。以计算出的设计标高 H_0 或调整后的设计标高 H'_0 作为场地中心线的标高，场地内任意一个方格角点的设计标高为

$$H_{dn} = H_0 \pm li \quad (1-19)$$

式中 H_{dn} ——场地内任意一角点的设计标高(m)；

l ——该角点至场地中心线的距离(m)；

i ——场地泄水坡度(不小于 2‰)。

该点比 H_0 高，取“+”号；反之，则取“-”号。

例如，图 1-7(a)中场地内角点 10 的设计标高： $H_{10} = H_0 - 0.5ai$ 。

2) 双向泄水时方格各角点的设计标高计算[图 1-7(b)]。以计算出的设计标高 H_0 或调整后的设计标高 H'_0 作为场地中心点的标高，场地内任意一个方格角点的设计标高为

$$H_{dn} = H_0 \pm l_x i_x \pm l_y i_y \quad (1-20)$$

式中 l_x 、 l_y ——该点于 $x-x$ 、 $y-y$ 方向上距场地中心线的距离(m)；

i_x 、 i_y ——场地在 $x-x$ 、 $y-y$ 方向上的泄水坡度。

例如，图 1-7(b)中场地内角点 10 的设计标高： $H_{10} = H_0 - 0.5ai_x - 0.5ai_y$ 。

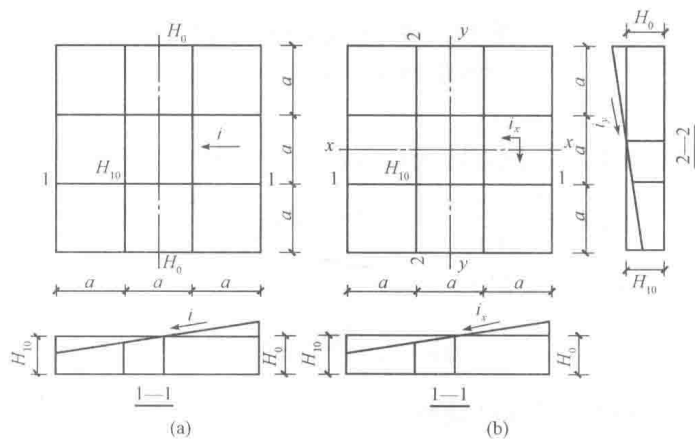


图 1-7 场地泄水坡度示意图

(a) 单向泄水；(b) 双向泄水

规范学习

《建筑地基基础工程施工质量验收规范》(GB 50202—2002)

6.1.4 平整场地的表面坡度应符合设计要求，如设计无要求，排水沟方向的坡度不应小于 2‰ 。平整后的场地表面应逐点检查。检查点为每 $100 \sim 400 \text{ m}^2$ 取 1 点，但不应少于 10 点；长度、宽度和边坡均为每 20 m 取 1 点，每边不应少于 1 点。

6.1.5 土方工程施工，应经常测量和校核其平面位置、水平标高和边坡坡度。平面控制桩和水准控制点应采取可靠的保护措施，定期复测和检查。土方不应堆在基坑边缘。

任务实施

一、实施条件

- (1) 施工场地的地形图和等高线图等，以方便划分方格网和确定方格网各角点的自然标高。
- (2) 场地平整后地面泄水坡度的要求。
- (3) 土壤的类别，可松性、含水量等性质。

二、实施步骤

1. 计算场地设计标高 H_0

$$\sum H_1 = 9.45 + 10.71 + 8.65 + 9.52 = 38.33(m)$$
$$2 \sum H_2 = 2 \times (9.75 + 10.14 + 9.11 + 10.27 + 8.80 + 9.86 + 8.91 + 9.14) = 151.96(m)$$
$$3 \sum H_3 = 0\text{ m}$$
$$4 \sum H_4 = 4 \times (9.43 + 9.68 + 9.16 + 9.41) = 150.72(m)$$
$$H_0 = \frac{\sum H_1 + 2 \sum H_2 + 3 \sum H_3 + 4 \sum H_4}{4n} = \frac{38.33 + 151.96 + 0 + 150.72}{4 \times 9} = 9.47(m)$$

2. 根据泄水坡度调整方格网各角点的设计标高

以场地中心点(几何中心 O)为 H_0 ，求得各角点设计标高为：
 $H_1 = H_0 - 30 \times 0.3\% + 30 \times 0.2\% = 9.47 - 0.09 + 0.06 = 9.44(m)$
 $H_2 = H_1 + 20 \times 0.3\% = 9.47 + 0.06 = 9.50(m)$
 $H_5 = H_0 - 30 \times 0.3\% + 10 \times 0.2\% = 9.47 - 0.09 + 0.02 = 9.40(m)$
 $H_6 = H_5 + 20 \times 0.3\% = 9.40 + 0.06 = 9.46(m)$
 $H_9 = H_0 - 30 \times 0.3\% - 10 \times 0.2\% = 9.47 - 0.09 - 0.02 = 9.36(m)$
其余各角点设计标高均可求出，详见图 1-8。

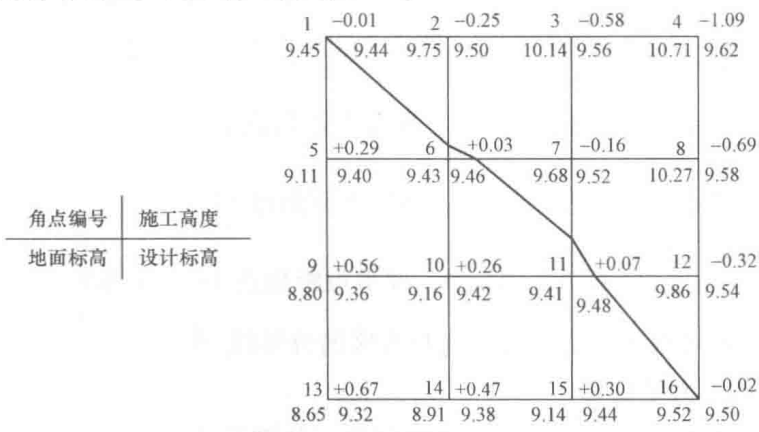


图 1-8 某场地计算土方工程量