



普通高等教育“十一五”国家级规划教材  
全国高职高专土木工程专业系列规划教材



建筑工程施工技术

◎陈守兰 主编 ◎申琪玉 郭志 张辉 副主编

# 建筑施工技术

(第四版)



科学出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

全国高职高专土木工程专业系列规划教材

# 建筑施工技术

(第四版)

陈守兰 主编

申琪玉 郭志 张辉 副主编

中国科学院教材建设专家委员会特别教材奖

科学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书为“全国高职高专土木工程专业系列规划教材”之一,主要介绍建筑施工技术,内容涵盖九个部分,主要包括土方工程、地基与基础工程、砌筑工程、混凝土结构工程、预应力混凝土工程、钢结构工程、结构安装工程、防水工程、装饰工程等。本书在第三版的基础上增加了住房和城乡建设部推广的十项新技术的有关内容,其特点是能体现当前建筑工程施工的先进水平,适用性强,应用性突出。

本书反映了建筑工程技术的快速发展,融国家现行规范、规程、标准于教材的编写中,力求做到内容新颖、结构完整、深入浅出、通俗易懂。

本书可作为高职高专土木工程专业的教学用书,也可供土木工程施工、监理、设计等技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

建筑施工技术/陈守兰主编. —4版. —北京:科学出版社,2011

(普通高等教育“十一五”国家级规划教材·全国高职高专土木工程专业系列规划教材)

ISBN 978-7-03-031426-0

I. ①建… II. ①陈… III. ①建筑工程—工程施工—施工技术—高等职业教育—教材 IV. ①TU74

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 106557 号

责任编辑:彭明兰 张雪梅 / 责任校对:刘玉靖

责任印制:吕春珉 / 封面设计:耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

铭浩彩色印装有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2001 年 8 月第 一 版 开本:B5 (720×1000)

2003 年 10 月第 二 版 印张:27

2005 年 3 月第 三 版 字数:523 000

2011 年 6 月第 四 版 2013 年 5 月第十九次印刷

定价:42.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈骏杰〉)

销售部电话 010-62136131 编辑部电话 010-62132124 (VA03)

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

## 第四版前言

本书自 2001 年出版第一版、2003 年出版第二版及 2005 年出版第三版以来，发行达几万册。因其具有内容新颖、通俗易懂、实践性突出、可操作性强的特点，得到全国高职高专土建专业师生及广大从业人员的厚爱，尤其是 2006 年度被纳入普通高等教育“十一五”国家级规划教材以来，发行量更加突出。

由于新材料、新技术、新工艺的不断发展与应用，国家系列规范、规程的不断修改与更新，施工工艺的不断改进与提高，原教材的内容显得不够完善，部分内容较滞后，修订该书内容势在必行，具体变动如下：

补充内容：第一章土方工程中基坑支护增加了水泥土桩墙支护和土钉墙支护内容，第二章地基与基础工程中增加了水泥粉煤灰碎石桩法及灌注桩后注浆技术，第四章混凝土结构工程增加了大模板、滑膜、泵送混凝土施工等内容，第六章钢结构工程增加了普通螺栓、高强度螺栓施工内容。

调整内容：对第三章砌筑工程中的脚手架及垂直运输部分内容做了调整、修改，将第六章钢结构安装部分内容合并到第七章结构安装工程中。

经修订后，本书的先进性、应用性、实践性、科学性更加突出，进一步体现了理论与实践的有机结合，更加适合高职高专应用型人才培养目标的实施。

本书由陈守兰担任主编，申琪玉、郭志、张辉担任副主编，袁兴信、葛科、姚文华、王付华、赵林静参加了编写，具体分工为：陈守兰编写第二、七章，申琪玉编写第四章，郭志编写第五章，张辉编写第九章的 9.1~9.5 节，姚文华编写第八章，王付华编写第三章的 3.5、3.6 节和第九章的 9.6、9.7 节，赵林静编写第六章，袁兴信编写第三章的 3.1~3.4 节，葛科编写第一章。

本书在修订过程中得到了陈珂、张冉、麻金龙的大力支持，他们参与了图片制作、文字整理等工作，在此深表谢意。本书的再版同时也得到了许多高职高专院校土木工程专业老师的大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢。由于编者水平有限，不足之处在所难免，恳请广大读者提出宝贵意见。

编 者

2010 年 12 月

## 第三版前言

《建筑施工技术》自2001年出版问世，2003年第二版的出版，至今已四年，发行上万册，因其具有通俗易懂，应用性知识突出，可操作性强的特点，受到高职高专土建专业师生及广大建筑从业人员的喜爱。由于新材料、新技术、新工艺的不断应用与发展，施工工艺的不断提高与改进，针对《建筑施工技术》第二版内容进行局部修订，具体内容如下：

1. 对第五章预应力混凝土工程中预应力筋内容进行了补充。
2. 删除了结构安装工程中多层装配式框架结构施工的内容。
3. 对地基与基础工程中的部分内容进行了修改。

经修订后，本书的科学性、先进性、实用性更加突出，进一步体现了理论与实践相结合的特点。

本书紧密结合新颁布实施的国家系列规范、行业规范，使施工技术与质量要求有机结合，进一步扩大本书的可实施性，满足高职高专土木工程专业师生及广大建筑工程施工技术人员需要。

本书还吸取了广大业内人士宝贵意见，修改删除了书中的烦琐错误之处，增加补充了必要的新内容。

本书由陈守兰担任主编，申琪玉、鲁亚波、郭志任副主编，袁兴信、葛科、杨雪玲、周建华参加了编写。具体分工为：陈守兰撰写第六章，申琪玉撰写第四章，鲁亚波撰写第二、九章，郭志撰写第五章，袁兴信撰写第三章，葛科撰写第一章，杨雪玲撰写第八章，周建华撰写第七章。

本书修订过程中，得到了很多高职高专院校土木工程专业老师的大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢。

## 第二版前言

《建筑施工技术》自 2001 年出版以来,因其具有通俗易懂、应用性知识突出、可操作性强的特点,受到高职高专土建专业师生及广大建筑从业人员的喜爱。但两年来随着我国建筑工程勘察设计、施工质量验收、材料等标准规范的重新修订实施,以及新技术、新工艺、新材料的应用和发展,为了适应我国加入 WTO 以后建筑业与国际接轨的要求,特对《建筑施工技术》第一版内容进行修订。本次修订内容如下:

1. 将第一版十三章合并为九章。
2. 第二章基础工程改为地基与基础工程,增加了地基处理内容。
3. 将模板工程、钢筋工程、混凝土工程合并为混凝土结构工程。
4. 将脚手架工程、砌体工程合为一章,统称为砌体工程。
5. 删除装配式大板建筑安装及升滑工程两部分内容。

经修订后,本书有以下特点:

1. 充分体现本书的科学性、先进性、实用性,突出理论与实践有机结合的特点。

2. 紧密结合新颁布实施的国家系列规范,采用新的规范标准要求,进一步扩大了本书的可实施性,以满足高职高专土建类师生及建筑工程广大施工技术人员需要。

3. 重点突出,内容更新,增加补充了建设部重点推广的新技术、新工艺,删除了比较落后的施工工艺和方法。

本书由陈守兰担任主编,申琪玉、鲁亚波、郭志担任副主编;袁兴信、葛科、杨雪玲参加了编写。具体分工为:陈守兰撰写第六、七章,申琪玉撰写第四章,鲁亚波撰写第二、九章,郭志撰写第五章,袁兴信撰写第三章,葛科撰写第一章,杨雪玲撰写第八章。

本书由山东农业大学李继业教授担任主审,他对本书提出了许多宝贵的修改意见,在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,错误之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者

2003 年 8 月

## 第一版前言

本书按照先进性、针对性、地区性和规范性的原则，突出理论与实践的有机结合，重点介绍了建筑工程中的主要施工技术、基本操作方法；并在参考有关资料和教材的基础上，介绍了许多近 10 年来我国在建筑工程上比较成熟的新知识、新理论、新成果、新工艺。

本书具有应用性知识突出、可操作性较强、通俗易懂、重点突出等特点，尤其适用于高职高专土建类学生的学习，也适用于建筑工程施工第一线人员的自学，使用价值较高。因此，本书既可以作为高职高专土建类有关专业的教材，也可以作为建筑工程类培训的教材，还可以作为建筑施工技术人员的技术参考书。

本书由李继业担任主编并负责统稿，由陈守兰、刘念华、段绪胜、井国茂担任副主编，袁兴信、周翠玲、郭志、鲁亚波、葛科参加了编写。具体分工为：李继业撰写第五章；陈守兰撰写第九章、第十章；刘念华撰写第十三章；段绪胜撰写第八章、第十二章；井国茂撰写第六章；袁兴信撰写第三章、第七章；周翠玲撰写第四章；郭志撰写第十一章；鲁亚波撰写第二章；葛科撰写第一章。

本书由山东科技大学王连国副教授（博士）担任主审，他对本书提出了许多宝贵的修改意见，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，缺点和错误在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

2001 年 8 月

# 目 录

第四版前言

第三版前言

第二版前言

第一版前言

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 第一章 土方工程 .....      | 1   |
| 1.1 概述 .....        | 1   |
| 1.2 场地平整 .....      | 4   |
| 1.3 基坑(槽)开挖 .....   | 14  |
| 1.4 降低地下水位 .....    | 27  |
| 1.5 土方填筑与压实 .....   | 37  |
| 思考题 .....           | 42  |
| 习题 .....            | 43  |
| 第二章 地基与基础工程 .....   | 44  |
| 2.1 地基处理 .....      | 44  |
| 2.2 浅基础 .....       | 54  |
| 2.3 桩基础 .....       | 65  |
| 思考题 .....           | 83  |
| 第三章 砌筑工程 .....      | 85  |
| 3.1 砌筑材料 .....      | 85  |
| 3.2 砖砌体施工 .....     | 90  |
| 3.3 中小型砌块施工 .....   | 100 |
| 3.4 砌体工程冬期施工 .....  | 105 |
| 3.5 砌筑用脚手架 .....    | 109 |
| 3.6 砌筑工程的垂直运输 ..... | 123 |
| 思考题 .....           | 127 |
| 第四章 混凝土结构工程 .....   | 128 |
| 4.1 模板工程 .....      | 128 |
| 4.2 钢筋工程 .....      | 143 |
| 4.3 混凝土工程 .....     | 170 |
| 思考题 .....           | 193 |

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 习题 .....                  | 194 |
| <b>第五章 预应力混凝土工程</b> ..... | 195 |
| 5.1 概述 .....              | 195 |
| 5.2 预应力筋 .....            | 196 |
| 5.3 先张法施工 .....           | 202 |
| 5.4 后张法施工 .....           | 212 |
| 思考题 .....                 | 229 |
| 习题 .....                  | 230 |
| <b>第六章 钢结构工程</b> .....    | 231 |
| 6.1 钢结构的类型 .....          | 231 |
| 6.2 钢结构的加工 .....          | 241 |
| 6.3 钢结构的预拼装、堆放和运输 .....   | 259 |
| 思考题 .....                 | 261 |
| <b>第七章 结构安装工程</b> .....   | 262 |
| 7.1 起重机械 .....            | 262 |
| 7.2 起重设备 .....            | 272 |
| 7.3 混凝土结构构件安装 .....       | 279 |
| 7.4 钢结构构件安装 .....         | 300 |
| 思考题 .....                 | 316 |
| 习题 .....                  | 317 |
| <b>第八章 防水工程</b> .....     | 318 |
| 8.1 防水材料 .....            | 318 |
| 8.2 屋面防水工程 .....          | 328 |
| 8.3 地下防水工程 .....          | 340 |
| 8.4 厕浴间防水施工 .....         | 355 |
| 思考题 .....                 | 358 |
| <b>第九章 装饰工程</b> .....     | 359 |
| 9.1 抹灰工程 .....            | 359 |
| 9.2 饰面板(砖)工程 .....        | 366 |
| 9.3 涂饰工程 .....            | 378 |
| 9.4 楼地面工程 .....           | 383 |
| 9.5 门窗工程 .....            | 393 |
| 9.6 吊顶工程 .....            | 401 |
| 9.7 轻质隔墙工程 .....          | 408 |
| 思考题 .....                 | 413 |
| <b>主要参考文献</b> .....       | 414 |

# 第一章 土方工程

本章主要介绍土方工程种类及特点、土的工程分类及其与施工有关的性质、土方工程量计算的基本方法以及土方施工机械，重点阐述地下水控制、边坡稳定及基坑支护、土方填筑与压实。

## 1.1 概 述

### 1.1.1 土方工程种类与特点

土方工程是建筑工程施工中主要分部工程之一，也是建筑工程施工过程中的第一道工序。土方工程按施工内容和方法不同，一般分为场地平整、基坑（槽）开挖、土方填筑与压实等。此外，排水、降水和基坑支护等辅助工作也是土方工程施工中必须认真设计与实施的。

土方工程施工的特点是工程量大、面广，施工条件复杂，受气候、地形、水文、地质、地下障碍等因素影响大。因此，在组织土方工程施工前，应详细分析施工条件，核对各项技术资料，进行现场调查并根据工程具体条件，制订出技术可行、经济合理的施工方案。同时，土方施工要尽量避开雨季，如不能避开，则要做好防洪和排水工作。

### 1.1.2 土的工程分类及性质

#### 1. 土的工程分类

土的种类很多，其分类方法也很多，如按土的沉积年代、颗粒级配、密实度、液性指数分类等。在土方工程施工中，根据土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、特坚石等八类，前四类为一般土，后四类为岩石。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。

#### 2. 土的工程性质

土有多种工程性质，其中影响土方工程施工的有土的质量密度、可松性、含水量和渗透性。

### (1) 土的质量密度

土的质量密度分天然密度和干密度。土的天然密度指土在天然状态下单位体积的质量，它影响土的承载力、土压力及边坡稳定性。土的干密度指单位体积土中固体颗粒的含量，是用来检验压实质量的控制指标。

### (2) 土的可松性

自然状态下的土（原土）经开挖后，其体积因松散而增加，虽经回填夯实，仍不能恢复到原状土的体积，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为

$$K_p = \frac{V_2}{V_1} \quad (1.1)$$

$$K'_p = \frac{V_3}{V_1} \quad (1.2)$$

式中： $K_p$ ——最初可松性系数；

$K'_p$ ——最终可松性系数；

$V_1$ ——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。

可松性系数对土方的调配和计算土方运输量、填方量及运输工具都有影响，尤其是大型挖方工程，必须考虑土的可松性系数。各类土的可松性系数见表 1.1。

表 1.1 土的工程分类

| 土的分类         | 土的级别 | 土 的 名 称                                     | 坚实<br>系数    | 密 度<br>/(t/m <sup>3</sup> ) | 开挖方法及<br>工具          | 可松性系数         |               |
|--------------|------|---------------------------------------------|-------------|-----------------------------|----------------------|---------------|---------------|
|              |      |                                             |             |                             |                      | $K_p$         | $K'_p$        |
| 一类土<br>(松软土) | I    | 砂土、粉土、冲积砂土层、疏松的种植土、淤泥(泥炭)                   | 0.5~<br>0.6 | 0.5~<br>1.5                 | 用锹、锄头挖掘，少许用脚蹬        | 1.08~<br>1.17 | 1.01~<br>1.04 |
| 二类土<br>(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        | 0.6~<br>0.8 | 1.1~<br>1.6                 | 用锹、锄头挖掘，少许用镐翻松       | 1.14~<br>1.28 | 1.02~<br>1.05 |
| 三类土<br>(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 | 0.8~<br>1.0 | 1.75~<br>1.9                | 主要用镐，少许用锹、锄头挖掘，部分用撬棍 | 1.24~<br>1.30 | 1.04~<br>1.07 |

续表

| 土的分类          | 土的级别    | 土 的 名 称                                                  | 坚实<br>系数             | 密度<br>/(t/m <sup>3</sup> ) | 开挖方法及<br>工具               | 可松性系数         |               |
|---------------|---------|----------------------------------------------------------|----------------------|----------------------------|---------------------------|---------------|---------------|
|               |         |                                                          |                      |                            |                           | $K_p$         | $K'_p$        |
| 四类土<br>(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        | 1.0~<br>1.5          | 1.9                        | 整个先用镐、撬棍, 后用锹挖掘, 部分用楔子及大锤 | 1.26~<br>1.37 | 1.06~<br>1.09 |
| 五类土<br>(软石)   | V~VI    | 硬炭质黏土、中等密实的页岩、泥灰岩、白垩土, 胶结不紧的砾岩, 软石灰及贝壳石灰石                | 1.5~<br>4.0          | 1.1~<br>2.7                | 用镐或撬棍、大锤挖掘, 部分使用爆破方法      | 1.30~<br>1.45 | 1.10~<br>1.20 |
| 六类土<br>(次坚石)  | Ⅶ~Ⅸ     | 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               | 4.0~<br>10.0         | 2.2~<br>2.9                | 用爆破方法开挖, 部分用风镐            | 1.30~<br>1.45 | 1.10~<br>1.20 |
| 七类土<br>(坚石)   | X~Ⅷ     | 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 | 10.0~<br>18.0        | 2.5~<br>3.1                | 用爆破方法开挖                   | 1.45~<br>1.50 | 1.15~<br>1.20 |
| 八类土<br>(特坚石)  | XIV~XVI | 安山岩, 玄武岩, 花岗岩片麻岩, 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        | 18.0~<br>25.0<br>及以上 | 2.7~<br>3.3<br>以上          | 用爆破方法开挖                   | 1.45~<br>1.50 | 1.20~<br>1.30 |

## (3) 土的含水量

土的含水量是指土中所含的水与土的固体颗粒之间的质量比, 以百分数表示为

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100\% = \frac{m_w}{m_s} \times 100\% \quad (1.3)$$

式中:  $m_1$ ——含水状态时土的质量;

$m_2$ ——烘干后土的质量;

$m_w$ ——土中水的质量;

$m_s$ ——固体颗粒的质量。

土的含水量对土方边坡的稳定性和填土压实质量均有影响。土方回填时需要有最优含水量, 方能夯压密实, 获得最佳干密度。土的最优含水量和最大干密度参考值见表 1.2。

表 1.2 土的最优含水量和最大干密度参考值

| 项次 | 土的种类 | 变 动 范 围          |                              | 项次 | 土的种类 | 变 动 范 围          |                              |
|----|------|------------------|------------------------------|----|------|------------------|------------------------------|
|    |      | 最优含水量<br>(质量比)/% | 最大干密度<br>(t/m <sup>3</sup> ) |    |      | 最优含水量<br>(质量比)/% | 最大干密度<br>(t/m <sup>3</sup> ) |
| 1  | 砂土   | 8~12             | 1.80~1.88                    | 3  | 粉质黏土 | 12~15            | 1.85~1.95                    |
| 2  | 黏土   | 19~23            | 1.58~1.70                    | 4  | 粉土   | 16~22            | 1.61~1.80                    |

注：1) 表中土的最大干密度应以现场实际达到的数字为准。

2) 一般性的回填可不做此项测定。

(4) 土的渗透性

土的渗透性是指水在土体中渗流的性能，一般以渗透系数  $K$  表示。地下水在土中渗流的速度可按达西定律计算，即

$$V = K \cdot i \tag{1.4}$$

式中： $V$ ——水在土中渗流的速度（m/d 或 cm/s）；

$i$ ——水力坡度；

$K$ ——土的渗透系数（m/d 或 cm/s）。

渗透系数  $K$  反映了土透水性的强弱，它直接影响降水方案的选择和涌水量计算的准确性，一般可通过室内渗透试验或现场抽水试验确定。一般土的渗透系数参考值见表 1.3。

表 1.3 一般土的渗透系数参考值

| 土 类        | 渗透系数 $K$ /(cm/s)       | 渗 透 性 |
|------------|------------------------|-------|
| 纯砾         | $>10^{-1}$             | 高渗透性  |
| 纯砂与砾混合物    | $10^{-3} \sim 10^{-1}$ | 中渗透性  |
| 极细砂        | $10^{-5} \sim 10^{-3}$ | 低渗透性  |
| 粉土、砂与黏土混合物 | $10^{-7} \sim 10^{-5}$ | 极低渗透性 |
| 黏土         | $<10^{-7}$             | 几乎不透水 |

1.2 场 地 平 整

大型工程项目通常都要确定场地设计平面，进行场地平整。场地平整就是将自然地面改造成施工所要求的设计平面。在工程总承包施工中，三通一平的工作往往由施工单位实施，因此场地平整也成为开工前的一项工作内容。场地平整前要进行场区竖向规划设计，确定场地设计标高，计算挖方和填方的工程量，并根据工程规模、施工期限、土的性质等选择土方机械，拟定施工方案。

### 1.2.1 场地设计标高的确定

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方量、节约土方运输费用、加快施工进度等都有重要的经济意义。选择设计标高时应考虑以下因素:

- 1) 满足生产工艺和运输的要求。
- 2) 尽量利用地形,使场内挖填平衡,以减少土方运输费用。
- 3) 有一定泄水坡度 ( $\geq 2\text{‰}$ ), 满足排水要求。
- 4) 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,若无规定时可按下述步骤和方法确定。

#### 1. 初步确定场地设计标高

首先将场地的地形图根据要求的精度划分成边长为  $10\sim 40\text{m}$  的方格网,见图 1.1 (a)。在各方格左上角逐一标出其角点的编号,然后求出各方格角点的地面标高,标于各方格的左下角: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。

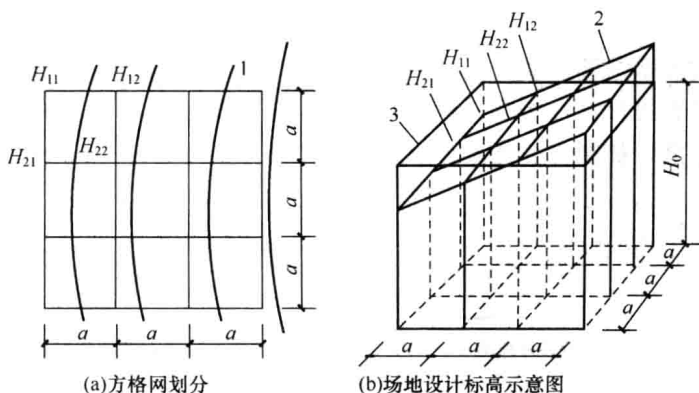


图 1.1 场地设计标高计算示意图

1. 等高线; 2. 自然地面标高; 3. 设计地面标高

按照场地内土方在平整前及平整后相等的原则,场地设计标高可按下式计算,即

$$H_0 n a^2 = \sum \left( a^2 \frac{H_{11} + H_{12} + H_{21} + H_{22}}{4} \right) \quad (1.5)$$

$$H_0 = \frac{\sum (H_{11} + H_{12} + H_{21} + H_{22})}{4n} \quad (1.6)$$

式中:  $H_0$ ——场地设计标高;

$a$ ——方格边长;

$n$ ——方格数;

$H_{11}, \dots, H_{22}$ ——任一方格各个角点的标高。

从图 1.1 (b) 中可见,  $H_{11}$  系一个方格的角点标高,  $H_{12}$  及  $H_{21}$  系相邻两个方格的公共角点标高, 而  $H_{22}$  系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标高相加, 则类似  $H_{12}$  的角点标高需加两次, 而类似  $H_{22}$  的角点标高要加四次。为便于计算, 式 (1.6) 可改写为以下的形式, 即

$$H_0 = \frac{\sum H_1 + 2 \sum H_2 + 3 \sum H_3 + 4 \sum H_4}{4n} \quad (1.7)$$

式中:  $H_1$ ——一个方格独有的角点标高;

$H_2$ ——两个方格共有的角点标高;

$H_3$ ——三个方格共有的角点标高;

$H_4$ ——四个方格共有的角点标高。

## 2. 场地设计标高的调整

按公式 (1.7) 所计算的设计标高  $H_0$  系一理论值, 实际上还需要考虑以下因素进行调整。

### (1) 土的可松性的影响

由于土具有可松性, 按理论计算出的  $H_0$  进行施工, 填土会有剩余, 需相应地提高设计标高, 如图 1.2 所示。

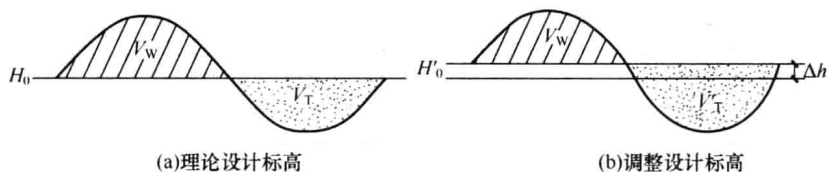


图 1.2 设计标高调整计算示意图

若  $\Delta h$  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

$$V'_w = V_w - F_w \cdot \Delta h$$

总填方体积为

$$V'_T = V_T + F_T \cdot \Delta h$$

而

$$V'_T = V'_w \cdot K'_p$$

所以

$$V_T + F_T \cdot \Delta h = (V_W - F_W \cdot \Delta h) K'_p$$

移项整理得

$$\Delta h = \frac{V_W K'_p - V_T}{F_T + F_W K'_p}$$

当  $V_W = V_T$  时, 上式化为

$$\Delta h = \frac{V_W (K'_p - 1)}{F_T + F_W K'_p} \quad (1.8)$$

故考虑土的可松性后, 场地设计标高应调整为

$$H'_0 = H_0 + \Delta h \quad (1.9)$$

### (2) 借土或弃土的影响

由于受设计标高以上的各种挖方工程的挖土量或设计标高以下的各种填方工程的填土量的影响, 以及经过经济比较而将部分挖方就近弃土于场外 (弃土), 或部分填方就近从场外取土 (借土), 都会导致设计标高的降低或提高, 因此必要时需重新调整设计标高。

### (3) 泄水坡度的影响

按上述计算和调整后的场地设计标高, 平整后场地是一个平面, 但实际上由于排水的要求, 场地表面需要有一定的泄水坡度, 其大小应符合设计规定。因此, 在计算的  $H_0$  (或经调整后的  $H'_0$ ) 基础上, 应根据场地要求的泄水坡度 (单向泄水或双向泄水, 见图 1.3), 最后计算出场地内各方格角点实际施工时的设计标高。

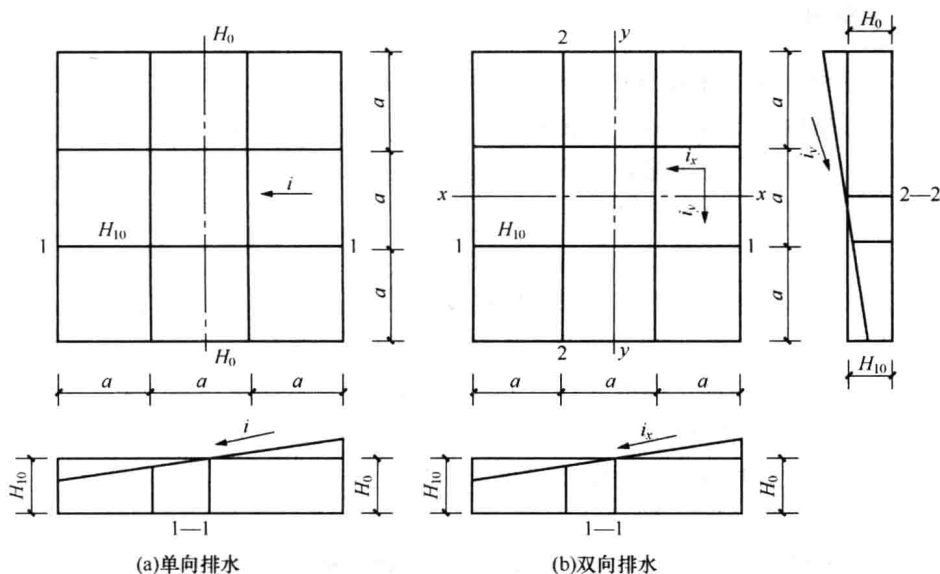


图 1.3 场地泄水坡度示意图

单向泄水时,以计算出的实际标高  $H_0$  (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

$$H_n = H_0(H'_0) \pm l \cdot i \quad (1.10)$$

式中:  $l$ ——该方格角点距场地中心线的距离 (m);

$i$ ——场地泄水坡度 (不小于 2‰)。

例如,图 1.3 (a) 中场地内角点 10 的设计标高为

$$H_{10} = H_0 - 0.5ai$$

当场地表面为双向泄水时,设计标高的求法原理与单向泄水坡度时相同。场地内任意一个方格角点的设计标高  $H_n$  为

$$H_n = H_0(H'_0) \pm l_x \cdot i_x \pm l_y \cdot i_y \quad (1.11)$$

式中:  $l_x, l_y$ ——该点在  $x-x$ 、 $y-y$  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 1.3 (b) 中场地内角点 10 的设计标高  $H_{10}$  为

$$H_{10} = H_0 - 0.5ai_x - 0.5ai_y$$

### 1.2.2 场地平整土方量的计算

场地平整土方量的计算通常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,当场地地形起伏较大、断面不规则时宜采用断面法。

#### 1. 方格网法

场地宜划分为正方形的方格网,方格边长一般取 10m、20m、30m、40m 等。根据每个方格角点的自然地面标高和设计标高,算出相应的角点挖填高度,然后计算出每一个方格的土方量,并算出场地边坡的土方量,这样即可求得整个场地的填、挖土方量,具体步骤如下。

##### (1) 计算场地各方格角点的施工高度

各方格角点的施工高度 (挖或填的高度) 可按下式计算,即

$$h_n = H_n - H \quad (1.12)$$

式中:  $h_n$ ——角点的施工高度 (以 “+” 为填, “-” 为挖);

$H_n$ ——角点的设计标高;

$H$ ——角点的自然地面标高。

##### (2) 确定零线

当同一方格的四个角点的施工高度同号时,该方格内的土方则全部为挖方或填方;如果同一方格中一部分角点的施工高度为 “+”,而另一部分为 “-” 时,则