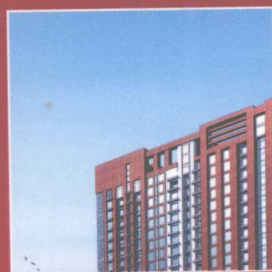
 全国高等院校工程管理专业  
应·用·型·系·列·规·划·教·材

# 土木工程施工技术

陈守兰 主 编  
王海飙 鲁亚波 郑文豫 副主编  
束 拉 主 审



科学出版社  
[www.sciencep.com](http://www.sciencep.com)

全国高等院校工程管理专业应用型系列规划教材

---



# 土木工程施工技术

科学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书以全国高等学校土建学科教学指导委员会及工程管理专业指导委员会制定的《土木工程施工课程教学大纲》为依据,针对土木工程管理专业的培养目标进行编写。书中主要介绍土木工程施工技术,其内容涵盖建筑工程施工技术和道路桥梁施工技术两方面,主要包括土方工程、地基与基础工程(含地下工程)、混凝土结构工程、预应力混凝土工程、砌筑工程、脚手架及垂直运输、钢结构工程、结构安装工程、防水工程、装饰工程、道路工程和桥梁工程等。本书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土木工程施工的先进水平,适用性强,应用性突出。

本书反映了土木工程技术的快速发展,融国家现行规范、规程与标准于其中,力求做到内容新颖、结构完整、深入浅出、通俗易懂。本书可作为高等院校土木工程管理专业、建筑工程专业的教学用书,也可供土建类设计、施工、监理等技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

土木工程施工技术 / 陈守兰主编. —北京:科学出版社,2010

(全国高等院校工程管理专业应用型系列规划教材)

ISBN 978-7-03-027567-7

I. ①土… II. ①陈… III. ①土木工程-工程施工-施工技术-高等学校-教材 IV. ①TU74

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 087766 号

责任编辑:童安齐 王晶晶 任加林 / 责任校对:耿 耘

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>

新蕾印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2010年6月第一版 开本:787×1092 1/16

2010年6月第一次印刷 印张:21 1/4

印数:1—3 000 字数:489 000

定价:35.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈路通〉)

销售部电话 010-62134988 编辑部电话 010-62137026(BA08)

版权所有,侵权必究

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

## 前 言

土木工程施工技术是土木工程管理专业技术平台课程中的一门必修基础课程。其主要宗旨是研究土木工程施工技术的一般规律让读者掌握土木工程中主要工种工程施工技术和施工工艺的原理、方法,了解土木工程施工中的新技术、新材料的发展和应用。它在培养学生具有独立分析和解决土木工程中有关施工技术与管理问题的基本能力方面起着重要作用。

本书以全国高等院校土建学科教学指导委员会及工程管理专业指导委员会制定的《土木工程施工课程教学大纲》为依据,针对应用型本科的特点及土木工程管理专业的培养目标进行编写,内容涵盖建筑工程、道路工程、桥梁工程和地下工程等专业领域,力求构建土木工程较全面的知识体系,突出综合运用土木工程施工及相关学科的基本理论和知识,同时结合国家现行规范、规程、标准,力求反映当前土木工程施工的先进水平,强调理论联系实际,努力做到深入浅出、通俗易懂、实用性强,以达到培养学生解决工程实际问题能力的目标。

本书由陈守兰担任主编,王海飙、鲁亚波、郑文豫担任副主编。南阳理工学院陈守兰、鲁亚波,东北林业大学王海飏,南阳师范学院郑文豫,南京三江学院王继果及江南大学姜勇参加了编写。具体分工为:陈守兰编写第二、三、八章;王海飏编写第四、五章;鲁亚波编写第十一、十二章;郑文豫编写第七、十章;王继果编写第一章;姜勇编写第六、九章。全书由陈守兰进行审校与统稿。

郑州大学束拉教授担任主审,他对本书提出了许多宝贵意见,作者在此表示衷心感谢。本书在编写过程中得到了广大业内人士的支持与指导,如本书介绍的静力压桩内容得到南阳华夏地质勘察公司白华敏高级工程师的大力帮助,在此表示感谢。

由于编者水平有限,书中难免有不妥之处,恳请广大读者批评指正。

# 目 录

<b>第一章 土方工程</b> .....	1
1.1 概述 .....	1
1.1.1 土方工程的种类及特点 .....	1
1.1.2 土的工程分类 .....	1
1.1.3 土的工程性质 .....	2
1.2 场地平整 .....	3
1.2.1 场地设计标高的确定 .....	4
1.2.2 场地平整土方工程量计算 .....	5
1.2.3 土方工程施工机械及施工 .....	8
1.3 基坑(槽)土方工程施工 .....	12
1.3.1 基坑(槽)土方工程量计算 .....	12
1.3.2 边坡稳定与基坑(槽)支护 .....	13
1.3.3 基坑(槽)土方开挖 .....	18
1.4 深基坑降水 .....	19
1.4.1 集水井降水 .....	20
1.4.2 井点降水 .....	21
1.5 土方填筑与压实 .....	27
1.5.1 土料的选用与填筑要求 .....	27
1.5.2 填土及压实方法 .....	28
1.5.3 影响填土压实的因素 .....	29
1.5.4 填土压实的质量控制与检验 .....	30
思考题 .....	31
习题 .....	32
<b>第二章 地基与基础工程</b> .....	33
2.1 概述 .....	33
2.1.1 地基与基础概念 .....	33
2.1.2 基础工程分类 .....	33
2.2 地基加固 .....	33
2.2.1 地基加固原理 .....	33
2.2.2 地基加固施工 .....	34
2.3 浅基础施工 .....	43
2.3.1 无筋扩展基础 .....	43
2.3.2 钢筋混凝土扩展基础 .....	44
2.3.3 杯形基础 .....	45
2.3.4 柱下条形基础 .....	46

2.3.5	筏形基础	47
2.3.6	箱形基础	48
2.4	桩基础工程	50
2.4.1	简述	50
2.4.2	预制桩施工	51
2.4.3	灌注桩施工	58
2.4.4	承台施工	66
2.5	地下工程施工	67
2.5.1	地下连续墙施工	67
2.5.2	逆筑法施工	70
2.5.3	盾构法施工	72
	思考题	79
<b>第三章</b>	<b>混凝土结构工程</b>	<b>81</b>
3.1	模板工程	81
3.1.1	模板的作用与基本要求	81
3.1.2	模板的分类与构造	81
3.1.3	模板设计	87
3.1.4	模板安装与拆除	89
3.2	钢筋工程	90
3.2.1	钢筋的种类与检验	90
3.2.2	钢筋配料与代换	91
3.2.3	钢筋加工	95
3.2.4	钢筋连接	95
3.2.5	钢筋绑扎与安装	104
3.3	混凝土工程	105
3.3.1	混凝土配制	105
3.3.2	混凝土搅拌	107
3.3.3	混凝土运输	108
3.3.4	混凝土浇筑	110
3.3.5	混凝土振捣	114
3.3.6	泵送混凝土施工	116
3.3.7	混凝土养护	117
3.3.8	混凝土质量检验	118
3.3.9	混凝土冬期施工	119
	思考题	121
	习题	122
<b>第四章</b>	<b>预应力混凝土工程</b>	<b>123</b>
4.1	概述	123
4.1.1	预应力混凝土的特点	123
4.1.2	预应力混凝土的分类	123
4.2	预应力钢筋	124

4.2.1	预应力筋的种类 .....	124
4.2.2	预应力筋的特性 .....	126
4.2.3	预应力筋的检验 .....	127
4.3	先张法施工 .....	128
4.3.1	先张法施工工艺流程 .....	128
4.3.2	先张法施工设备 .....	128
4.3.3	先张法施工工艺 .....	133
4.4	后张法施工 .....	135
4.4.1	后张法施工工艺流程 .....	135
4.4.2	后张法张拉设备 .....	136
4.4.3	后张法施工工艺 .....	141
4.4.4	无粘结预应力施工 .....	144
	思考题 .....	147
<b>第五章</b>	<b>砌筑工程</b> .....	<b>148</b>
5.1	砌筑材料 .....	148
5.1.1	砌筑块材 .....	148
5.1.2	砌筑砂浆 .....	149
5.2	砖砌体施工 .....	151
5.2.1	砖墙的组砌形式 .....	151
5.2.2	砖墙的砌筑工艺 .....	153
5.2.3	砖墙砌筑质量要求 .....	154
5.2.4	构造柱、圈梁 .....	155
5.3	砌块砌体施工 .....	156
5.3.1	绘制砌块排列图 .....	156
5.3.2	砌块砌筑的施工工艺 .....	157
5.3.3	砌块砌筑的质量要求 .....	157
5.4	砌筑工程的冬期施工 .....	158
5.4.1	砌筑冬期施工规定 .....	158
5.4.2	砌筑冬期施工方法 .....	159
	思考题 .....	161
<b>第六章</b>	<b>脚手架及垂直运输</b> .....	<b>162</b>
6.1	脚手架工程 .....	162
6.1.1	扣件式钢管脚手架 .....	162
6.1.2	碗扣式钢管脚手架 .....	165
6.1.3	门式钢管脚手架 .....	166
6.1.4	里脚手架 .....	167
6.1.5	升降式脚手架 .....	168
6.1.6	脚手架搭设的安全技术要求 .....	172
6.2	垂直运输设施 .....	173
6.2.1	龙门架 .....	173

6.2.2 施工电梯 .....	174
6.2.3 塔式起重机 .....	175
思考题 .....	175
<b>第七章 钢结构工程</b> .....	<b>176</b>
7.1 钢结构的类型 .....	176
7.1.1 钢柱 .....	176
7.1.2 钢桁架 .....	178
7.1.3 网架结构 .....	181
7.2 钢结构的加工 .....	183
7.2.1 钢构件的制作 .....	183
7.2.2 钢结构的连接 .....	188
7.2.3 成品表面处理、涂装 .....	199
7.3 钢结构的预拼装、堆放和运输 .....	201
7.3.1 钢结构的预拼装 .....	201
7.3.2 钢结构的成品堆放 .....	201
7.3.3 钢结构的运输 .....	201
思考题 .....	202
<b>第八章 结构安装工程</b> .....	<b>203</b>
8.1 起重机械 .....	203
8.1.1 桅杆式起重机 .....	203
8.1.2 自行杆式起重机 .....	204
8.1.3 塔式起重机 .....	207
8.2 起重设备 .....	212
8.2.1 卷扬机 .....	212
8.2.2 钢丝绳 .....	212
8.2.3 其他机具 .....	215
8.3 混凝土结构构件安装 .....	217
8.3.1 构件安装前的准备 .....	217
8.3.2 构件安装工艺 .....	219
8.3.3 结构安装方案 .....	226
8.3.4 混凝土结构安装工程质量控制与安全技术要求 .....	232
8.4 钢结构构件安装 .....	232
8.4.1 钢结构单层厂房安装 .....	232
8.4.2 钢结构多层、高层建筑安装 .....	235
思考题 .....	241
习题 .....	242
<b>第九章 防水工程</b> .....	<b>243</b>
9.1 防水材料 .....	243
9.1.1 刚性防水材料 .....	243
9.1.2 卷材防水材料 .....	246



9.1.3 涂膜防水材料 .....	247
9.1.4 密封防水材料 .....	247
9.2 屋面防水工程 .....	249
9.2.1 屋面工程分类及防水等级 .....	249
9.2.2 刚性防水屋面施工 .....	250
9.2.3 卷材防水屋面施工 .....	252
9.2.4 涂膜防水屋面施工 .....	256
9.3 地下防水工程 .....	258
9.3.1 地下工程防水方案及防水等级 .....	258
9.3.2 混凝土结构自防水施工 .....	259
9.3.3 水泥砂浆防水层施工 .....	262
9.3.4 卷材防水层施工 .....	264
9.4 厕浴间防水施工 .....	267
9.4.1 简述 .....	267
9.4.2 涂膜防水施工 .....	267
思考题 .....	269
<b>第十章 装饰工程 .....</b>	<b>270</b>
10.1 抹灰工程 .....	270
10.1.1 一般抹灰 .....	270
10.1.2 一般抹灰施工 .....	271
10.1.3 抹灰工程的质量控制与检验 .....	273
10.2 饰面板(砖)工程 .....	274
10.2.1 材料与施工要求 .....	274
10.2.2 饰面板(砖)施工 .....	274
10.2.3 饰面板(砖)的质量控制与检验 .....	278
10.3 涂饰工程 .....	278
10.3.1 涂饰材料 .....	278
10.3.2 涂饰工程施工 .....	279
10.3.3 涂饰工程质量控制与检查 .....	279
10.4 楼地面工程 .....	280
10.4.1 楼地面构造 .....	280
10.4.2 楼地面施工 .....	280
10.4.3 楼地面工程质量控制与检验 .....	283
10.5 保温隔热层施工 .....	283
10.5.1 保温隔热层构造 .....	283
10.5.2 保温隔热层施工 .....	284
思考题 .....	285
<b>第十一章 道路工程 .....</b>	<b>286</b>
11.1 概述 .....	286
11.1.1 道路结构的基本组成 .....	286

11.1.2	路基路面结构的功能要求	287
11.2	路基工程	287
11.2.1	路基类型	287
11.2.2	路基构造	288
11.2.3	路基施工	289
11.3	路基基层(底基层)施工	296
11.3.1	碎、砾石基层(底基层)施工	296
11.3.2	稳定土基层施工	298
11.3.3	工业废渣基层施工	301
11.3.4	基层(底基层)的质量控制与检验	301
11.4	路面施工	302
11.4.1	路面工程的分类及等级	302
11.4.2	水泥混凝土路面	302
11.4.3	沥青路面	305
	思考题	309
<b>第十二章</b>	<b>桥梁工程</b>	<b>310</b>
12.1	概述	310
12.2	桥梁墩(台)施工	310
12.2.1	墩台类型	310
12.2.2	墩台施工方法	311
12.2.3	墩台基础施工方法	312
12.3	沉井施工	313
12.3.1	沉井类型及构造	313
12.3.2	沉井施工	314
12.4	桥梁结构施工	316
12.4.1	装配式桥梁施工	316
12.4.2	预应力混凝土桥梁悬臂施工	319
12.4.3	预应力混凝土连续桥梁顶推法施工	321
12.5	混凝土拱桥施工	324
12.5.1	有支架施工法	324
12.5.2	无支架施工法	325
12.6	斜拉桥和悬索桥施工	326
12.6.1	简述	326
12.6.2	斜拉桥施工	326
12.6.3	悬索桥施工	328
	思考题	328
	参考文献	330

# 第一章 土方工程

## 1.1 概 述

### 1.1.1 土方工程的种类与特点

土方工程是建筑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。土方工程根据施工内容和方法不同,一般分为场地平整、基坑(槽)及管沟开挖、地下大型土方开挖、土方填筑等。此外,排水、降水、基坑支护等准备工作也是土方工程施工中必须认真设计与实施安排的。

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

土的种类繁多,其分类方法也很多,如按土的沉积年代、颗粒级配、密实度、液性指数等进行分类。在土方工程施工中,按土的开挖难易程度,将土分为松软土、普通土、坚土、砂砾坚土、软石、次软石、坚石、特坚石等八类,前四类为一般土,后四类为岩石(表 1.1)。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。

表 1.1 土的工程分类

土的分类	土的名称	开挖方法及工具	可松性	
			$K_s$	$K'_s$
第一类 (松软土)	砂,粉土,冲积砂土层,种植土,泥炭(淤泥)	用锹、锄头挖掘	1.08~1.17	1.01~1.04
第二类 (普通土)	粉质黏土,潮湿的黄土,夹有碎石、卵石的砂,种植土,填筑土及亚砂土	用锹、锄头挖掘,少许用镐翻松	1.14~1.28	1.02~1.05
第三类 (坚土)	软及中等密实黏土,重粉质黏土,粗砾石,干黄土及含碎石、卵石的黄土、亚黏土	主要用镐,少许用锹、锄头,部分用撬棍	1.24~1.30	1.04~1.07
第四类 (砾砂坚土)	重黏土及含碎石、卵石的黏土,粗卵石,密实的黄土,天然级配砂石,软泥灰岩及蛋白岩	先用镐、撬棍,然后用锹挖掘,部分用楔子及大锤	1.26~1.37	1.06~1.09

续表

土的分类	土的名称	开挖方法及工具	可松性	
			$K_s$	$K'_s$
第五类 (软石)	硬石炭纪黏土,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	用镐或撬棍、大锤,部分用爆破方法	1.30~1.45	1.10~1.20
第六类 (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	用爆破方法,部分用风镐	1.30~1.45	1.10~1.20
第七类 (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、石灰岩等	用爆破方法	1.45~1.50	1.15~1.20
第八类 (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	用爆破方法	1.45~1.50	1.20~1.30

### 1.1.3 土的工程性质

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

#### 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,指土在自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,是检验土的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,以后虽经回填夯实,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

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

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

式中:  $K_s$  ——最初可松性系数;

$K'_s$  ——最终可松性系数;

$V_1$  ——土在天然状态下的体积,  $m^3$ ;

$V_2$  ——土经开挖后的松散体积,  $m^3$ ;

$V_3$  ——土经回填压实后的体积,  $m^3$ 。

土的可松性对土方的调配、计算土方的运输量、填方量及运输工具数量等都有影响,

尤其是大型挖方工程,必须考虑土的可松性。

### 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,即

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

式中:  $W$  ——土的含水量;

$m_1$  ——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。土方回填时则需要有最优含水量方能夯压密实,获得最佳干密度。

### 4. 土的渗透性

土的渗透性是指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。地下水在土中渗流速度可按达西定律计算,即

$$V = Ki \quad (1.4)$$

式中:  $V$  ——水在土中的渗流速度,  $m/d$  或  $cm/s$ ;

$i$  ——水力坡度;

$K$  ——土的渗透系数,  $m/d$  或  $cm/s$ 。

渗透系数  $K$  值反映出土的透水性强弱,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,土的渗透系数见表 1.2。

表 1.2 渗透系数参考值

土的种类	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设计所要求的平面。场地平整包括场地标高的确定、场地平整土方量的计算、土方施工机械及施工等工序。

### 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,也是总施工图规划和土方竖向设计的依据。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意义。选择设计标高时应满足规划、生产工艺、运输、排水及最高洪水位的要求;尽量利用地形,使场地内土方挖填平衡,土方量最小,运输费用最低。

场地设计标高一般应在设计文件上规定,若无具体规定时,按下述步骤和方法确定。

#### 1. 初步确定场地设计标高

先将场地的地形图按要求的精度划分成边长为 10~40m 的方格网[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。各方格角点的地面标高,当地形平坦时,可根据地形图上相邻两等高线的标高,用插入法求得。当地形起伏较大或无地形图时,可在地面用木桩打好方格网,用仪器直接测出。

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

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

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

式中:  $H_0$ ——场地设计标高;

$a$ ——方格边长;

$n$ ——方格数;

$H_{11}, \dots, H_{22}$ ——任一方格的各个角点标高。

从图 1.1(b)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,上式可改写成

$$H_0 = \frac{\sum H_1 + 2 \sum H_2 + 3 \sum H_3 + 4 \sum H_4}{4n} \quad (1.5)$$

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

按式(1.5)所计算的设计标高  $H_0$  系一理论值,实际工程中还需要考虑以下因素进行调整,此工作在完成土方量计算后进行。

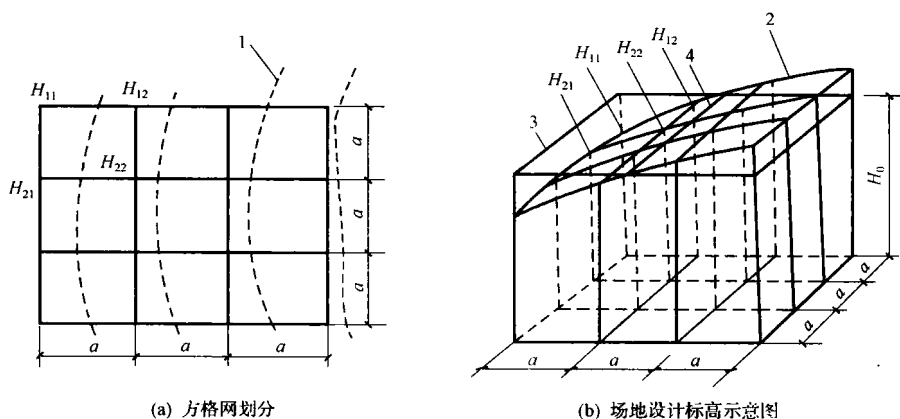


图 1.1 场地设计标高计算示意图

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

- 1) 考虑土的最终可松性,需要相应提高设计标高,已达到土方量的实际平衡。
- 2) 考虑工程余土或工程用土,相应提高或降低设计标高。
- 3) 经过经济分析比较,如采用场外取土(借土)或弃土的施工方案,则应考虑因此引起的土方量变化,需重新调整设计标高。
- 4) 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。但实际上还要根据场地的单双向泄水坡度,进行最后调整,计算出实际施工时的设计标高。

### 1.2.2 场地平整土方工程量计算

场地平整土方量的计算方法,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方格网,方格边长一般取 10~40m。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,将场地所有方格计算的土方量和边坡土方量汇总,即可求得整个场地的填、挖土方量。其具体步骤如下。

##### (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

$$h_n = H_n - H \quad (1.6)$$

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

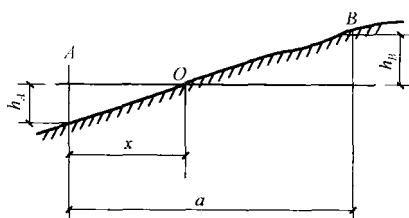


图 1.2 零点位置计算

果同一方格中一部分角点的施工高度为“+”，而另一部分为“-”时，则此方格中的土方一部分为填方，另一部分为挖方。挖、填方的分界线，称为零线，零线上的点不填不挖，称之为不开挖点或零点。确定零线时，要先确定方格边线上的零点，位置可按下式计算(图 1.2)，即

$$x = \frac{ah_A}{h_A + h_B} \quad (1.7)$$

式中： $x$ ——零点距角点 A 的距离，m；

$a$ ——方格边长，m；

$h_A, h_B$ ——相邻两角点 A、B 的施工高度(取绝对值)，m。

将方格网中各相邻的零点连接起来，即为不开挖的零线。零线将场地划分为挖方范围和填方范围两部分。

(3) 计算场地方格挖填土方量

场地各方格土方量的计算，一般有四种类型，可采用四方棱柱体的体积计算方法。

1) 方格四个角点全部为填方或全部为挖方(图 1.3)，其土方量为

$$V = \frac{a^2}{4}(h_1 + h_2 + h_3 + h_4) \quad (1.8)$$

2) 方格的相邻两角点为挖方，另两角点为填方(图 1.4)，其挖方部分的土方量为

$$V_{1,2} = \frac{a^2}{4} \left( \frac{h_1^2}{h_1 + h_4} + \frac{h_2^2}{h_2 + h_3} \right) \quad (1.9)$$

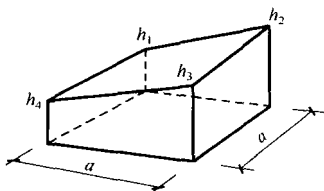


图 1.3 全挖(全填)方格

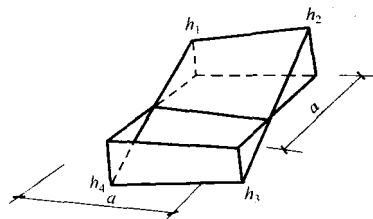


图 1.4 两挖两填方格

填方部分的土方量为

$$V_{3,4} = \frac{a^2}{4} \left( \frac{h_3^2}{h_1 + h_4} + \frac{h_4^2}{h_2 + h_3} \right) \quad (1.10)$$

3) 方格的三个角点为挖方，另一个角点为填方，或者相反时(图 1.5)，其填方部分土方量为

$$V_4 = \frac{a^2}{6} \frac{h_4^3}{(h_3 + h_4)(h_4 + h_1)} \quad (1.11)$$

挖方部分土方量为

$$V_{1,2,3} = \frac{a^2}{6} (2h_1 + h_2 + 2h_3 - h_4) + V_4 \quad (1.12)$$



4) 方格的一个角点为挖方, 相对角点为填方, 另两个角点为零点时(图 1.6), 其挖(填)土方量为

$$V = \frac{1}{6}a^2h \quad (1.13)$$

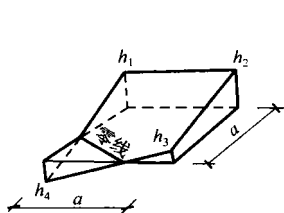


图 1.5 三挖一填(或三填一挖)方格

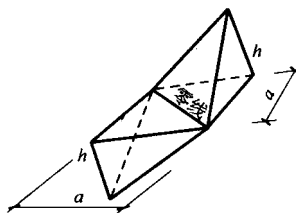


图 1.6 一挖一填方格

以上的计算公式是根据平均中断面的近似公式推导而得, 当方格网中地形不平时误差较大, 但计算简单, 目前用人工计算土方量时多用此法。为提高计算精度, 也可将方格网按等高线走向再划成三角棱柱体进行计算, 此法计算工作量大, 一般适宜用电子计算机计算土方量。

(4) 计算场地边坡土方量

在场地平整施工中, 沿场地四周都需要做成边坡, 以保持土体稳定, 保证施工和使用的安全。边坡土方量的计算, 可先把挖方区和填方区的边坡画出来, 然后将边坡划分为两种近似的几何形体, 如三角棱柱体或三角棱锥体, 如图 1.7 所示, 分别计算其体积, 求出边坡土方的挖、填土方量。

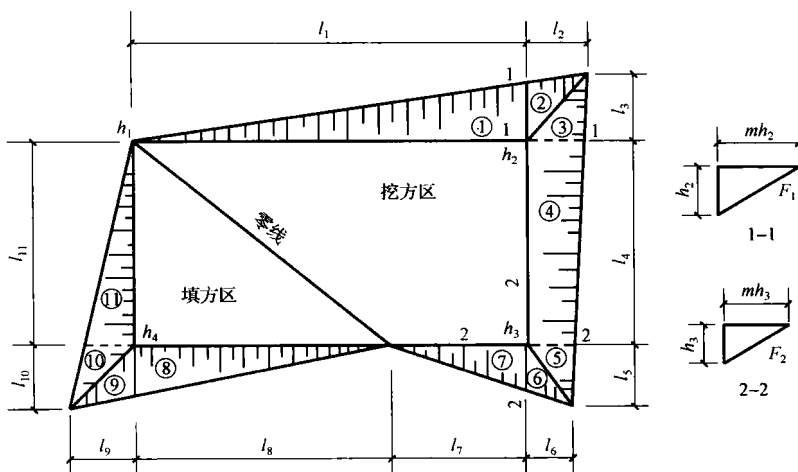


图 1.7 场地边坡平面图

1) 棱锥体边坡体积。如图 1.7 中的①, 其体积为

$$V_1 = \frac{1}{3}F_1l_1 \quad (1.14)$$