

全国高校土木工程专业应用型本科规划推荐教材

土木工程施工

童华炜 主编
李建峰 高俊岳 主审

中国建筑工业出版社

013028551

TU74-43

24

全国高校土木工程专业应用型本科规划推荐教材

土木工程施工

童华炜 主编

李建峰 高俊岳 主审



TU74-43

24

中国建筑工业出版社



北航

C1634953

130308221

图书在版编目 (CIP) 数据

土木工程施工/童华炜主编. —北京: 中国工业出版社, 2013. 1
(全国高校土木工程专业应用型本科规划推荐教材)
ISBN 978-7-112-15100-4

I. ①土… II. ①童… III. ①土木工程-工程施工
IV. ①TU7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 023181 号

本书主要阐述土木工程施工的基本知识, 力求反映当前先进成熟的施工技术和施工组织方法, 参照现行施工及验收规范编写而成。全书共 17 章, 其内容包括土方工程、基础工程、混凝土结构工程、预应力混凝土工程、砌体结构工程、脚手架工程、结构安装工程、防水工程、建筑装饰装修工程、路基路面工程、地下工程、桥梁工程、施工组织概论、流水施工原理、网络计划技术、施工组织总设计、单位工程施工组织设计。书中每章附有习题或思考题。

本书可作为高等院校土木工程专业及其他相关专业的教材和教学参考书, 也可供土木工程技术人員学习参考。

* * *

责任编辑: 王 跃 吉万旺

责任设计: 董建平

责任校对: 姜小莲 王雪竹

全国高校土木工程专业应用型本科规划推荐教材

土木工程施工

童华炜 主编

李建峰 高俊岳 主审

*

中国工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

北京富生印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 28 $\frac{1}{4}$ 字数: 686 千字

2013 年 4 月第一版 2013 年 4 月第一次印刷

定价: 55.00 元

ISBN 978-7-112-15100-4

(23191)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

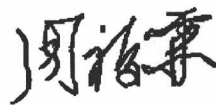
序

自 1952 年院系调整之后,我国的高等工科教育基本因袭了前苏联的体制,即按行业设置院校和专业。工科高校调整成土建、水利、化工、矿冶、航空、地质、交通等专科学校,直接培养各行业需要的工程技术人才;同样的,教材也大都使用从苏联翻译过来的实用性教材,即训练学生按照行业规范进行工程设计,行业分工几乎直接“映射”到高等工程教育之中。应该说,这种过于僵化的模式,割裂了学科之间的渗透与交叉,并不利于高等工程教育的发展,也制约了创新性人才的培养。

作为传统工科专业之一的土木工程,在我国分散在房建、公路、铁路、港工、水工等行业,这些行业规范差异较大、强制性较强。受此影响,在教学过程中,普遍存在对行业规范依赖性过强、专业方向划分过细、交融不够等问题。1998 年教育部颁布新专业目录,按照“大土木”组织教学后,这种情况有所改观,但行业影响力依旧存在。相对而言,土木工程专业的基础课如建材、力学,专业课程如建筑结构设计、桥梁工程、道路工程、地下工程的问题要少一些,而介于二者之间的一些课程如结构设计原理、结构分析计算、施工技术等问题要突出一些。为此,根据高等学校土木工程学科专业指导委员会的有关精神,配合我校打通建筑工程、道桥工程、地下工程三个专业方向的教学改革,我校部分教师以突出工程性与应用性、扩大专业面、弱化行业规范为切入点,将重点放在基本概念、基本原理、基本方法的应用上,将理论知识与工程实例有机结合起来,汲取较为先进成熟的技术成果和典型工程实例,编写了《工程结构设计原理》、《基础工程》、《土木工程结构电算》、《工程结构抗震设计》、《土木工程试验与检测技术》、《土木工程施工》六本教材,使学生更好地适应“大土木”专业课程的学习。

希望这一尝试能够为跨越土建行业鸿沟、促进土木工程专业课程教学提供有益的帮助与探索。

是为序。



中国工程院院士
2012 年 7 月于广州大学

前 言

《土木工程施工》是土木工程专业的一门主要专业课，它主要研究土木工程施工中的施工技术和施工组织的基本规律，其目的是培养学生具有独立分析和解决土木工程施工中有关施工技术和施工组织问题的能力。

《土木工程施工》在内容上涉及面广，实践性强，发展迅速，需要综合运用土木工程专业的基本理论。本教材在编写上，力求按照“体现时代特征，突出实用性、创新性”的教材编写指导思想，综合土木工程施工的特点，参照最新施工规范，反映基本理论与工程实践的紧密结合，基本原理与新技术、新方法的紧密结合。按照适应“大土木”专业的教学要求，内容上以建筑工程施工为基础，兼顾道路工程、桥梁工程、地下工程的施工知识，主要反映土木工程各主要专业方向都必须掌握的施工基础知识，同时吸收现已成熟的新技术和新方法，密切结合现行规范，突出反映土木工程施工的基本理论和基本原理。在保证基本知识的基础上，教材内容上有一定的弹性，以便教学上的取舍和学生扩大知识面。本教材力求做到图文并茂、深入浅出、通俗易懂，每章后附有思考题或习题，便于教学和自学。

全书共分17章，第1章、第5章、第6章由郑州大学杨建中编写，第2章、第3章、第4章广州大学刘丰编写，第7章由广州大学陈小宝编写，第8章、第13章、第16章、第17章由广州大学童华炜编写，第9章、第14章、第15章由广东工业大学吴学武编写，第10章、第12章由长安大学武贤慧编写，第11章由广州大学宋金良编写。全书由童华炜任主编，杨建中任副主编。长安大学李建峰教授和广州市建筑集团有限公司高俊岳教授级高工担任本书主审，他们提出了宝贵的修改意见和建议，在此表示深切的谢意。

限于编者水平有限，不足之处难免，诚挚地希望读者提出宝贵意见。

编 者
2012年12月

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 土方开挖	12
1.4 土方填筑与压实	26
1.5 土方施工机械	29
1.6 土方工程质量验收与安全技术	34
思考题	40
习题	40
第 2 章 基础工程	42
2.1 桩基础施工	42
2.2 地下连续墙施工	56
2.3 沉井施工	59
思考题	62
第 3 章 混凝土结构工程	63
3.1 钢筋混凝土的组成材料	63
3.2 钢筋工程	65
3.3 模板工程	78
3.4 混凝土工程	89
思考题	109
习题	110
第 4 章 预应力混凝土工程	111
4.1 先张法	111
4.2 后张法	115
思考题	126
第 5 章 砌体结构工程	127
5.1 砌筑材料与机具设备	127
5.2 砖砌体施工	131

5.3 砌体工程质量验收	142
5.4 砌体工程冬期施工	148
5.5 砌体结构施工安全	150
思考题	151
第6章 脚手架工程	152
6.1 外脚手架	152
6.2 门式框架组合式脚手架	169
6.3 升降式脚手架	172
6.4 里脚手架	176
6.5 脚手架的安全技术与管理	178
思考题	179
第7章 结构安装工程	180
7.1 起重机械	180
7.2 钢筋混凝土单层工业厂房结构吊装	188
7.3 高层钢结构安装	203
7.4 空间网架结构吊装	208
思考题	215
习题	216
第8章 防水工程	217
8.1 地下防水工程	217
8.2 屋面防水工程	221
思考题	229
第9章 建筑装饰装修工程	230
9.1 抹灰工程	230
9.2 饰面板(砖)工程	239
9.3 涂饰工程	250
思考题	251
第10章 路基路面工程	253
10.1 路基工程施工	253
10.2 路面基层施工	264
10.3 沥青路面面层施工	268
10.4 水泥混凝土面板施工	274
思考题	281

第 11 章 地下工程	283
11.1 概述	283
11.2 矿山法隧道施工	284
11.3 盾构法隧道施工	296
11.4 顶管法施工	301
11.5 沉管法隧道施工	307
思考题	312
第 12 章 桥梁工程	314
12.1 桥梁墩台施工	314
12.2 简支梁桥施工	322
12.3 悬臂体系梁桥和连续体系梁桥施工	328
思考题	334
第 13 章 施工组织概论	335
13.1 工程建设及其工作程序	335
13.2 施工程序及施工组织研究的对象和任务	336
13.3 施工组织设计概述	339
13.4 施工准备工作	343
思考题	350
第 14 章 流水施工原理	351
14.1 流水施工基本概念	351
14.2 流水施工组织方式	358
思考题	364
习题	364
第 15 章 网络计划技术	367
15.1 概述	367
15.2 双代号网络图	368
15.3 单代号网络图	379
15.4 双代号时标网络计划	385
15.5 网络计划的优化	388
思考题	399
习题	400
第 16 章 施工组织总设计	404
16.1 编制程序和依据	404

16.2 施工部署和施工方案·····	405
16.3 施工总进度计划·····	406
16.4 暂设工程·····	408
16.5 施工总平面图·····	413
思考题·····	416
第 17 章 单位工程施工组织设计 ·····	417
17.1 编制依据和程序·····	418
17.2 施工方案的设计·····	419
17.3 施工进度计划和资源计划·····	423
17.4 单位工程施工平面图设计·····	432
17.5 施工措施·····	437
17.6 单位工程施工组织设计的技术经济分析·····	439
思考题·····	442
参考文献 ·····	443

第1章 土方工程

在土木工程施工中,将一切土的开挖、填筑、运输等统称为土方工程。常见的土方工程有:场地平整及土方调配,基坑(槽)、管沟、路槽、地下建筑开挖等土方的开挖及回填工程。土方工程包括土方开挖、降排水和边坡支护三方面的内容。

土方工程施工的特点是:工程量大、工期紧、施工条件复杂。在施工时易受气候条件、工程地质和水文地质条件影响。因此,研究土的种类和工程性质,对拟订合理的土方施工方案,以防止流砂、塌方等安全事故的发生,保证土方工程顺利施工具有重要意义。同时,为了减轻劳动强度,提高劳动生产率,加快施工进度,降低工程成本,在组织土方施工时,应尽可能采用新技术和机械化施工。

1.1 土的工程分类及性质

1.1.1 土的工程分类

在土木工程领域土方工程中,土的种类繁多,其工程性质也不相同。土的工程性质直接影响到土方工程的施工方案、工期和造价等。因此,正确识别土的种类并掌握有关的工程性质对土方工程施工具有重要的作用。

土的分类方法很多,在土方工程中为了施工和计算费用的需要,根据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、特坚石共八类土,前四类属于土,后四类属于岩石。详见表 1-1。

土的工程分类

表 1-1

土的分类	土的级别	土 的 名 称	密度(t/m ³)	开挖工具及方法
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)	0.6~1.5	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	1.1~1.6	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	1.75~1.9	主要用镐,少许用锹、锄头挖掘,部分用撬棍
四类土 (砂砾坚土)	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	1.9	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~VI	硬质黏土;中密的页岩、泥灰岩、白垩土;胶结不紧的砾岩;软石灰及贝壳石灰石	1.1~2.7	用镐或撬棍、大锤挖掘,部分使用爆破方法

续表

土的分类	土的级别	土的名称	密度(t/m ³)	开挖工具及方法
六类土 (次坚石)	Ⅶ~Ⅸ	泥岩、砂岩、砾岩；坚实的砾岩、泥灰岩、密实的石灰岩；强风化花岗岩、片麻岩及正长岩	2.2~2.9	用爆破方法开挖，部分用风镐
七类土 (坚石)	X~Ⅲ	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	2.5~3.1	用爆破方法开挖
八类土 (特坚石)	XIV~XVI	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

土的工程性质主要有土的可松性、渗透性、压缩性、土的休止角等。土的工程性质对土方工程施工有直接的影响，如确定场地设计标高、计算土方工程量、确定土方施工机械数量等，均应考虑土的可松性；编制基坑（槽）开挖方案、确定降水方案时应考虑土的渗透性；编制边坡支护方案、确定回填土压实指标时应考虑土的含水量、密实度等。

1. 土的可松性

土的可松性是指天然状态下的土，经过开挖后，其体积因松散而增加，虽然经过回填压实，仍不能完全复原的性质。土的可松性可用可松性系数表示，即：

最初可松性系数

$$K_s = \frac{V_2}{V_1} \quad (1-1)$$

最终可松性系数

$$K'_s = \frac{V_3}{V_1} \quad (1-2)$$

式中 V_1 ——土在天然状态下的体积 (m³)；

V_2 ——土挖出后的松散状态下的体积 (m³)；

V_3 ——土经回填压实后的体积 (m³)。

土的可松性系数可由试验测定。根据土的工程分类，其相应的可松性系数可参考表 1-2。

土的可松性系数参考值

表 1-2

土的类别	体积增加百分比(%)		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(种植类土、泥炭)	20~30	3~4	1.20~1.30	1.03~1.04
二类土	14~28	1.5~5	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
五~七类土	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

2. 土的渗透性

土的渗透性是指土体能被水透过的性质。土中的水受水位差和应力的影响而流动，渗流的速度与土的渗透性有关。砂土渗流基本服从达西定律。法国学者达西根据砂土的渗透实验（见图 1-1），发现水在土中的渗流速度 V 与水力坡度 I 成正比（达西定律），可用公式（达西公式）表示如下：

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

水力坡度 I 是 A、B 两点的水位差 h 与渗流路程长度 L 之比，即： $I=h/L$ 。所以，渗流速度 V 与 A、B 两点水位差 h 成正比，与渗流路程长度 L 成反比。 K 称为土的渗透系数（m/d）。

土的渗透系数是选择人工降水方法的依据。砂土的渗透性同土的颗粒大小、级配、密度等有关。土的颗粒越细，渗透性越低。级配良好的土，因为细颗粒会填充大颗粒的孔隙，减小孔隙尺寸，从而会降低渗透性。土的密度增加，孔隙减小，渗透性也会降低。黏土的渗透性除上述因素外，还和土颗粒的矿物成分、形状和结构以及土-水-电解质体系相互作用有关。土的渗透系数可由试验确定，其参考数值见表 1-3。

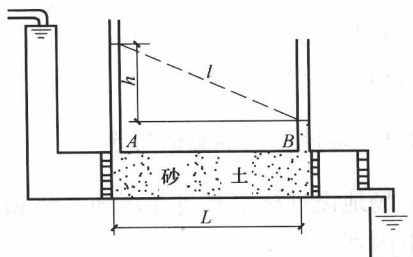


图 1-1 砂土渗透实验

土的渗透系数参考值

表 1-3

土 的 名 称	渗透系数 $K(\text{m/d})$	土 的 名 称	渗透系数 $K(\text{m/d})$
黏土	<0.005	中砂	$5.00\sim20.00$
粉质黏土	$0.005\sim0.10$	均质中砂	$35\sim50$
黏质粉土	$0.10\sim0.50$	粗砂	$20\sim50$
黄土	$0.25\sim0.50$	圆砾石	$50\sim100$
粉砂	$0.50\sim1.00$	卵石	$100\sim500$
细砂	$1.00\sim5.00$		

3. 土的压实系数

填土经压实后的密实程度常用压实系数表示。压实系数 K_c ，按下式计算：

$$K_c = \frac{\rho_d}{\rho_{d\max}} \quad (1-4)$$

式中 ρ_d ——填土压实后土的干密度；

$\rho_{d\max}$ ——土的最大干密度，可由击实实验测定。

1.2 场地平整

场地平整就是将天然地面改造成工程上所要求的设计平面，设计平面应满足施工作业条件、整个场地的地面排水等要求，并要力求场地内土方挖填平衡且总的土方量最小。因此，必须针对具体情况进行科学合理的设计。由于场地平整时全场地兼有挖土、填土的作

业内容，而挖填形状不规则，为便于计算，一般采用方格网方法分块计算。

平整场地前的准备工作有：清除场地内所有地上、地下障碍物；排除地面积水；修筑临时道路；设定水准点等。

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，在确定场地设计标高时，需考虑以下因素：

(1) 应满足建筑功能、生产工艺和运输的要求，同时需要考虑最高洪水水位的要求，严寒地区场地地下水位应位于土壤冻结深度以下；

(2) 满足总平面设计要求，考虑与场外设施的标高相协调，应充分利用原有地形，尽量使土方挖填方平衡，尽量减少总的土方工程量；

(3) 应有一定的泄水坡度 ($\geq 2\%$)，使其能满足场地排水要求。

场地标高的计算步骤：划分方格网—计算各角点的地面标高—计算各角点的设计标高—计算各角点的施工高度—确定零点和零线—计算各方格内的挖填体积—统计挖填方体积—调整设计标高。

1. 划分方格网

在具有等高线的地形图上将施工区域划分为若干个方格，方格边长 a 根据地形选取长度，一般为 $10\sim 40\text{m}$ ，场地平缓时取大值，反之，取小值，通常取 20m (见图 1-2)。

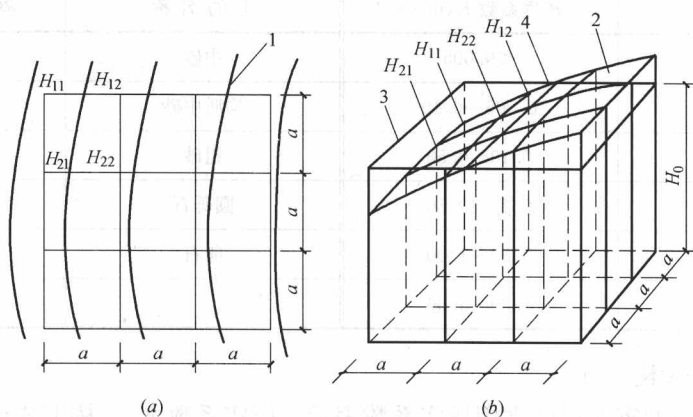


图 1-2 场地设计标高计算示意图

(a) 地形图上划方格网；(b) 设计标高示意图

1—等高线；2—自然地面；3—设计标高平面；4—零线

2. 确定各方格的角点高程

有在地形图上进行计算和用测量仪器直接测量两种方法。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；在无地形图的情况下，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各方格角点的标高。

3. 确定场地设计标高 H_0

确定场地设计标高应根据土方挖填方平衡原则，即

$$H_0Na^2 = \sum \left(a^2 \frac{H_{11} + H_{12} + H_{21} + H_{22}}{4} \right) \quad (1-5)$$

$$V_{3,4} = \frac{1}{4} a^2 \left(\frac{h_4^2}{h_1 + h_4} + \frac{h_3^2}{h_2 + h_3} \right) \quad (1-11)$$

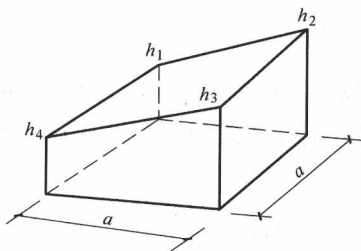


图 1-4 全填或全挖的方格

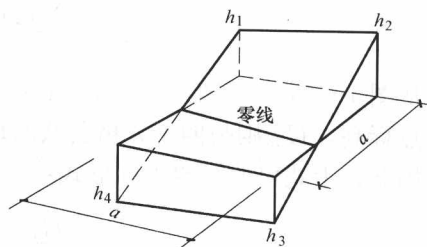


图 1-5 两挖两填的方格

③ 方格有一个角点为填方，另外的三个角点为挖方（或方格有一个角点为挖方，另外的三个角点为填方）（见图 1-6）。其填方（或挖方）部分土方量计算公式为：

$$V_4 = \frac{1}{6} a^2 \frac{h_4^3}{(h_1 + h_4)(h_3 + h_4)} \quad (1-12)$$

挖方（或填方）部分土方量计算公式为：

$$V_{1,2,3} = \frac{1}{6} a^2 (2h_1 + h_2 + 2h_3 - h_4) + V_4 \quad (1-13)$$

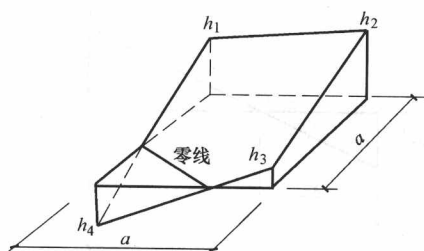


图 1-6 三挖一填（或三填一挖）的方格

7. 统计挖填方体积

将各填、挖方方格内的体积进行累加，可计算出总的挖填方体积。

8. 调整设计标高

调整设计标高的主要因素有考虑泄水坡度的影响、考虑土方可松性的影响、考虑场地内挖局部挖填及就近借弃土的影响等。

(1) 考虑泄水坡度的影响

当按设计标高 H_0 进行场地平整时，整个场地表面均处于同一水平面，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。因此，必须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网各角点实际施工所用的设计标高。

1) 单向泄水

设计标高的确定方法是把设计标高 H_0 作为场地中心线的设计标高（见图 1-7），则场地内任意一点的设计标高为：

$$H_n = H_0 \pm li \quad (1-14)$$

式中 l ——场地任意一点至场地中心线（设计标高为 H_0 ）的距离；

i ——场地泄水坡度（ $\geq 2\%$ ）。

2) 双向泄水

把设计标高 H_0 作为场地中心点的设计标高（见图 1-8），则场地内任意一点的设计标高为：

$$H_n = H_0 \pm l_x i_x \pm l_y i_y \quad (1-15)$$

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。

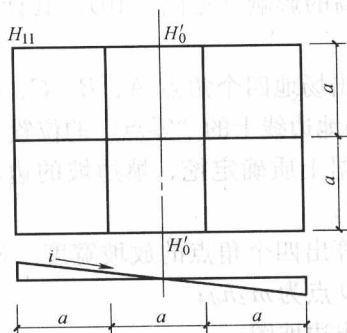


图 1-7 场地具有单向泄水坡度

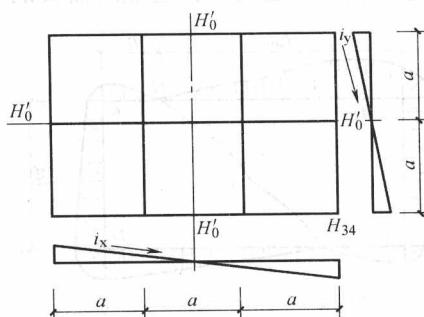


图 1-8 场地具有双向泄水坡度

(2) 考虑土的可松性的影响

根据场地挖填平衡原则求出的场地设计标高，只是一个理论值，实际上还应该考虑土的可松性，对设计标高进行调整。土具有可松性，挖填平衡时，填土会出现多余的土。因此，应该考虑由于土的可松性而引起的设计标高的增加值。

用 V_W 、 V_T 分别表示按理论设计计算的挖、填方的体积，用 F_W 、 F_T 分别表示按理论设计计算的挖、填方区的面积，用 V'_W 、 V'_T 分别表示调整后挖、填方的体积，如图 1-9 所示，设 Δh 为由于土的可松性引起的设计标高增加值，则设计标高调整以后的总挖方体积 V'_W 应为：

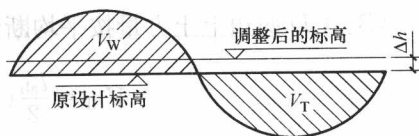


图 1-9 设计标高调整计算示

最终可松性系数为 K'_s ，则总填方体积 V'_T 应为：

$$V'_W = V_W - F_W \Delta h$$

同时，填方区的标高也应该和挖方区一样，要提高 Δh ，即有：

$$V'_T = V'_W K'_s = (V_W - F_W \Delta h) K'_s$$

因此， Δh 为：

$$V'_T - V_T = (V_W - F_W \Delta h) K'_s - V_T = F_T \Delta h$$

因此， Δh 为：

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

(3) 考虑场地内挖局部挖填及就近借弃土的影响

当场地内存在局部区域的挖、填方区及在场外就近借、弃土的情况时，原有的设计标高就需要进行调整。由于场地内大型基坑挖出的土方，从经济角度考虑部分土方在场外就近弃土或就近借土，都会引起挖、填土方量的变化和标高的调整。

为了简化计算，场地设计标高调整值 Δh 可以按下面近似公式来确定：

$$\Delta h = \pm \frac{Q}{Na^2} \quad (1-17)$$

式中 Q ——假定按原场地设计标高平整以后多余或不足的土方量 (m^3)；

N ——方格个数；

a ——方格边长 (m)。

(4) 考虑场地边坡土方量的影响

场地平整时，还要计算边坡所需要的土方量对标高的影响 (见图 1-10)。其计算方法和步骤如下：

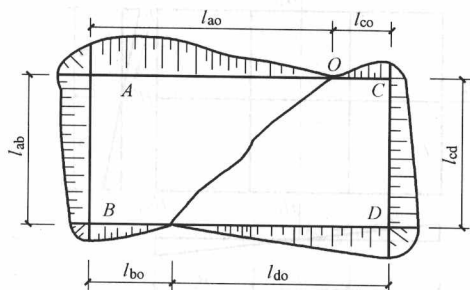


图 1-10 场地边坡平面图

1) 标出场地四个角点 A、B、C、D 的挖填高度和场地边线上的“零点”的位置；

2) 根据土质确定挖、填边坡的边坡形式与坡度系数；

3) 计算出四个角点的放坡宽度。如 A 点为 $m_1 h_a$ ，D 点为 $m_2 h_d$ ；

4) 绘出边坡图；

5) 计算边坡土方量。A、B、C、D 四个角点的土方量，近似地按正方锥体计算，例如，A 点土方量为：

$$V_A = \frac{1}{6} m_1^2 h_a^3 \quad (1-18)$$

AB、CD 两边上土方量按平均断面面积法计算，例如，AB 边土方量为：

$$V_{AB} = \frac{l_{ab}}{2} (F_a + F_b) = \frac{l_{ab} m_1}{4} (h_a^2 + h_b^2) \quad (1-19)$$

AC、BD 两边分段按三角锥体计算，例如，AC 边 AO 段的土方量为：

$$V_{AO} = \frac{1}{6} m_1 h_a^2 l_{ao} \quad (1-20)$$

1.2.2 土方调配

土方调配是指在场内对土方的挖、运、填的综合调度运用，确定挖填方区之间的调配区域和数量，优化运输方案，使得土方工程的工程运输量最少，达到工期最短、费用最低的目的。

土方调配步骤包括：划分调配区；计算土方调配区之间的平均运距（或单位土方运价或单位土方施工费用）；确定土方的最优调配方案；绘制土方调配图表。

1. 土方调配区的划分

在划分调配区时应注意：

(1) 调配区的划分应与房屋或构筑物的位置相协调，满足工程施工顺序和分期施工的要求，使近期施工和后期利用相结合；

(2) 调配区的大小应考虑土方施工主导机械的技术性能，使土方施工机械的效率得到充分发挥；

(3) 调配区的范围应与计算土方量的方格网相协调，通常情况下可由若干个方格组成一个调配区；

(4) 从经济效益出发，考虑就近借土或就近弃土，一个借土区或一个弃土区均可作为