



高等职业教育“十二五”规划教材

JIANZHU SHIGONG JISHU

建筑施工技术

主 编 黄富勇 孙 阳



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

高等职业教育“十二五”规划教材

建筑施工技术

主 编 黄富勇 孙 阳
副主编 王廷栋 李 超 刘 萍
参 编 刘子巍 郭红星



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 提 要

本书以房屋建筑工程的施工工艺流程为主线,全书共九章,主要包括土方工程、桩基础工程、砌筑工程、钢筋混凝土工程、预应力混凝土工程、结构安装工程、防水工程、装饰工程、冬雨期施工。本书编写注重培养施工一线的应用型人才,以施工过程为主线,以施工工艺和施工技术要求为核心,紧扣建筑施工质量管理、安全管理等相关内容。

本书可作为高职高专院校土建类各专业的教学用书,也可作为建筑施工技术岗位的培训教材以及工程技术人员参考用书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

建筑施工技术/黄富勇,孙阳主编. —北京:北京理工大学出版社,2016.3(2016.4重印)

ISBN 978-7-5682-1994-5

I. ①建… II. ①黄… ②孙… 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048096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)

82562903(教材售后服务热线)

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/13.75

字 数/327千字

版 次/2016年3月第1版 2016年4月第2次印刷

定 价/36.00元

责任编辑/钟 博

文案编辑/钟 博

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

编委会名单

主任委员：孙玉红

副主任委员：张颂娟 梁艳波 刘昌斌 刘 鑫 赖 伶
丁春静 王丹菲 谷云香 王雪梅 夏 怡
覃 斌 解宝柱 苏德利 郑敏丽 温秀红
聂立武 孙 阳 万 静

秘 书 长：阎少华

副 秘 书 长：瞿义勇 聂立武 黄富勇

秘 长：石书羽

编写说明

《国务院关于加快发展现代职业教育的决定》（国发〔2014〕19号）关于“提高人才培养质量”提出了五项要求，其中前两条是：“推进人才培养模式创新。坚持校企合作、工学结合，强化教学、学习、实训相融合的教育教学活动”“建立健全课程衔接体系。适应经济发展、产业升级和技术进步需要，建立专业教学标准和职业标准联动开发机制”。高等职业教育教材建设工作，对“提高人才培养质量”有着至关重要的作用。

为全面推进高等职业教育教材建设工作，将教学改革的成果和教学实践的积累体现到教材建设和教学资源统合的实际工作中去，以满足不断深化的教学改革的需要，更好地为学校教学改革、人才培养与课程建设服务，北京理工大学出版社搭建平台，组织辽宁建筑职业学院、辽宁省交通高等专科学校、抚顺职业技术学院、大连职业技术学院、辽宁城市建设职业技术学院、营口职业技术学院、沈阳职业技术学院、辽宁水利职业学院、辽宁商贸职业学院、辽宁地质工程职业学院、辽宁林业职业技术学院、辽宁铁道职业技术学院、大连海洋大学职业技术学院、盘锦职业技术学院、阜新高等专科学校、辽宁理工职业学院、抚顺市技师学院、辽宁石油化工大学等辽宁省18所院校，共同参与编写了“高等职业教育‘十二五’规划教材”系列。该系列教材由参与院校院系领导、专业带头人等组建的编委会组织主导，经北京理工大学出版社、辽宁省18所院校土建类专业学科各位专家近两年的精心组织，以创新、合作、融合、共赢、整合跨院校优质资源的工作方式，结合辽宁省18所院校对土建类专业学科和课程的教学理念、学科建设和体系搭建等研究建设成果，按照教育部职业教育与成人教育司发布的《高等职业学校专业教学标准（试行）》的规定和要求，结合高职院校教学实际以及当前工程建设的形势和发展编写完成。

本系列教材力求结构严谨、逻辑清晰、叙述详细、通俗易懂。全书有较多的例题，便于实践教学和自学，同时注意尽量多给出一些应用实例。

本系列教材可供各高职院校土建类专业教学使用，也可供作为中高职衔接教学、广大教师、工程技术人员参考。

辽宁省18所院校土建学科建设及教材编写专委会和编委会

2015年3月

前 言

本书以高等职业院校的办学特点为宗旨，根据高职高专院校土建类专业人才培养目标，以施工员、监理员等职业岗位能力的培养为导向，以房屋建筑工程的施工工艺流程为主线，介绍了土方工程、桩基础工程、砌筑工程、钢筋混凝土工程、预应力混凝土工程、结构安装工程、防水工程、装饰工程和冬雨期施工，以分项工程为项目进行内容的选择与安排，注重施工工艺流程和施工技术要求的介绍，突出“应用为目的，适用为度”的指导思想。

本书的编写遵循了高等职业院校学生的认知规律，结合产教结合的人才培养模式，注重学生专业知识和专业技能的培养，侧重培养学生的学习能力、动手操作能力以及创新思考的能力，如怎样编写施工方案，确定施工方法，怎样在施工过程中进行质量控制和质量检验。

本书由辽宁建筑职业学院黄富勇、辽宁理工职业学院孙阳担任主编，由辽宁水利职业学院王廷栋、抚顺职业技术学院李超、辽宁建筑职业学院刘萍担任副主编。具体编写分工为：第一章第三节、第四节、第五节，第四章由黄富勇编写，第三章、第六章由孙阳编写，第五章由王廷栋编写，第七章由李超编写，第一章第一节、第二节，第九章由刘萍编写。另外，辽宁水利职业学院刘子巍编写第八章，辽宁理工职业学院郭红星编写第二章，书中部分插图由黄富勇、刘萍完成。

本书在编写过程中得到了中铁十九局、北京城建集团等单位的大力支持和帮助，同时也得到辽宁理工职业学院、辽宁水利职业学院等兄弟院校的支持与帮助，在此一并表示由衷的感谢！

本书在编写过程中参考了大量相关教材与著作，在此向作者表示衷心的感谢。由于篇幅较大，涉及内容较多，加之编者学识和经验有限，书中可能存在错误、疏漏或不妥之处，敬请读者与同行批评指正。

编 者

目 录 CONTENTS

第一章 土方工程..... 1

第一节 土的工程分类及工程物理

性质..... 2

一、土的工程分类..... 2

二、土的工程物理性质..... 2

第二节 基坑(槽)的土方开挖..... 4

一、施工前准备..... 4

二、场地平整..... 5

三、土方边坡与土壁支撑..... 9

四、基坑(槽)开挖..... 11

第三节 土方填筑与压实..... 13

一、回填土料的选择与填筑要求..... 13

二、填土压实方法..... 13

三、回填压实的影响因素..... 14

第四节 土方工程施工机械..... 15

一、推土机..... 15

二、铲运机..... 16

三、单斗挖土机..... 16

第五节 人工降低地下水位..... 17

一、集水井降水法..... 17

二、井点降水法..... 18

思考题..... 22

第二章 桩基础工程..... 24

第一节 预制桩施工..... 25

一、预制桩的制作、起吊、运输和

堆放..... 25

二、预制桩的沉桩施工..... 27

第二节 混凝土灌注桩施工..... 37

一、钻孔灌注桩施工..... 38

二、沉管灌注桩施工..... 44

三、人工挖孔灌注桩施工..... 48

思考题..... 49

第三章 砌筑工程..... 50

第一节 砌筑砂浆..... 50

第二节 砖墙砌体施工..... 51

一、墙体砌体的组砌形式和砌砖方法..... 51

二、砌筑的材料要求和施工准备..... 52

三、砖墙砌筑工艺..... 53

四、砖墙砌体的质量要求及保证措施..... 53

五、砖砌体的施工组织..... 55

第三节 砌块砌体施工..... 55

一、组砌的排列要求..... 56

二、砌块的施工工艺..... 56

三、砌块砌体的质量要求及保证措施..... 57

第四节 砌筑用脚手架..... 58

一、外脚手架..... 58

二、里脚手架..... 61

第五节 砌块工程垂直运输设施..... 62

一、井架·····	62	第二节 后张法施工·····	109
二、龙门架·····	63	一、后张法的施工设备·····	110
三、起重设备的服务范围·····	63	二、预应力筋的制作·····	115
思考题·····	63	三、后张法施工工艺·····	118
第四章 钢筋混凝土工程·····	64	第三节 无粘结预应力混凝土施工·····	124
第一节 模板工程·····	64	一、无粘结预应力筋的制作·····	124
一、模板系统的组成和基本要求·····	64	二、无粘结预应力筋的布置·····	126
二、木模板·····	65	三、无粘结预应力混凝土结构施工·····	127
三、定型组合钢模板·····	68	思考题·····	129
四、早拆模板·····	69	第六章 结构安装工程·····	130
五、其他模板简介·····	69	第一节 起重机械的选择·····	130
六、模板的拆除·····	71	一、桅杆式起重机·····	130
第二节 钢筋工程·····	71	二、自行杆式起重机·····	131
一、钢筋的验收与存放·····	72	三、塔式起重机·····	137
二、钢筋的加工·····	72	第二节 索具设备的选择·····	142
三、钢筋连接·····	73	一、卷扬机·····	142
四、钢筋配料·····	77	二、滑车、滑车组·····	143
五、钢筋代换·····	80	三、钢丝绳·····	145
第三节 混凝土工程·····	81	四、吊具·····	146
一、混凝土的配料·····	81	第三节 单层工业厂房结构安装·····	147
二、混凝土的搅拌·····	83	一、结构安装前准备工作·····	147
三、混凝土的运输·····	85	二、构件的吊装工艺·····	150
四、混凝土的浇筑·····	89	三、结构安装方案·····	156
五、混凝土的振捣·····	94	思考题·····	163
六、混凝土的养护·····	96	第七章 防水工程·····	164
七、混凝土质量缺陷及修补方法·····	97	第一节 卷材防水屋面施工·····	164
思考题·····	98	一、屋面防水等级和设防要求·····	164
第五章 预应力混凝土工程·····	99	二、卷材防水屋面建筑构造·····	165
第一节 先张法施工·····	99	三、屋面防水卷材施工·····	167
一、先张法的施工设备·····	100	第二节 涂膜防水屋面施工·····	169
二、先张法施工工艺·····	105	一、技术要求·····	169

二、合成高分子防水涂膜施工·····	169	三、材料的技术要求·····	191
第三节 地下防水工程·····	170	四、施工工艺·····	191
一、防水等级和设防要求·····	170	第四节 裱糊和软包工程·····	193
二、防水混凝土结构·····	172	一、壁纸及软包的分类·····	193
第四节 其他部位防水工程·····	176	二、施工环境要求·····	194
一、厕浴间防水·····	176	三、材料的技术要求·····	194
二、防水涂料施工·····	177	四、施工工艺·····	195
思考题·····	179	思考题·····	196
 第八章 装饰工程·····	 180	 第九章 冬、雨期施工·····	 197
第一节 一般抹灰工程·····	180	第一节 冬期施工·····	197
一、抹灰工程的作用·····	180	一、冬期施工基本知识·····	197
二、抹灰工程的分类·····	180	二、土方工程冬期施工·····	198
三、材料的技术要求·····	181	三、砌筑工程冬期施工·····	201
四、施工环境要求·····	182	四、钢筋混凝土工程冬期施工·····	202
五、施工工艺·····	183	第二节 雨期施工·····	204
六、应注意的质量问题·····	185	一、雨期施工基本知识·····	204
第二节 饰面板工程·····	185	二、土方和基础工程雨期施工·····	205
一、饰面板(砖)工程分类·····	185	三、砌筑工程雨期施工·····	206
二、施工环境要求·····	186	四、吊装工程雨期施工·····	206
三、材料的技术要求·····	186	五、屋面工程雨期施工·····	206
四、施工工艺·····	186	六、抹灰工程雨期施工·····	206
第三节 涂饰工程·····	191	思考题·····	206
一、涂饰工程的分类·····	191	 参考文献·····	 208
二、施工环境要求·····	191		

第一章 土方工程

内容提要

本章内容主要包括土的工程分类，土的工程物理性质；土方边坡的形式和影响边坡稳定的因素；土壁支撑的种类及适用范围；基坑(槽)土方量计算，平整场地工程量计算；土方工程对回填土料的要求、压实方法、回填压实的影响因素；土方施工机械的种类、施工特点及适用范围；降低地下水位的方法及轻型井点降水系统的布置与设计。

知识目标

1. 了解土的工程分类，掌握土的工程物理性质；
2. 了解土方边坡的形式，掌握影响边坡稳定的因素，掌握土壁支撑的种类及适用范围；
3. 熟悉基坑(槽)土方量的计算方法，掌握平整场地工程量计算；
4. 熟悉土方工程对回填土料的要求，掌握压实方法、影响压实的因素和质量要求；
5. 了解土方施工机械的种类，熟悉各种施工机械的施工特点及适用范围；
6. 掌握人工降低地下水位的方法及降水量的计算。

能力目标

1. 能判别土的类别，合理选择土方施工机械；
2. 能做好土方开挖的准备工作，会编制土方开挖施工方案；
3. 能做好土方回填的准备工作，会编制土方回填施工方案并进行质量验收。

学习建议

1. 参观校内实训室或其他在建工程中基坑(槽)开挖，增加感性认识；
2. 熟悉土方工程施工的施工规范。

土方工程是建筑工程施工中主要的工程之一，土方工程施工具有施工面广、工程量大、施工工期长、劳动强度大；施工条件复杂，又多为露天作业，受气候、水文、地质条件的影响较大；不可预见因素多等特点。

土方工程包括挖土、运输、填筑、压实等主要施工过程，以及场地清理、测量放线、施工排水、降水和土壁支撑等准备工作与辅助工作。常见的土方工程有场地平整、基坑(槽)与管沟开挖、挖土方和土方回填。

第一节 土的工程分类及工程物理性质

一、土的工程分类

土的种类繁多，分类方法也很多。在建筑施工中，通常按照土的坚硬程度和开挖的难易程度将土分为八类，见表 1-1。前四类为土，后四类为岩石。不同土的物理性质与力学性质不同，只有合理掌握八类土的特性及对施工的影响，才能正确选择土方开挖的施工方法。

表 1-1 土的工程分类

土的分类	土的级别	土的名称	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；泥炭(淤泥)	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；种植土及填土	用锹、条锄挖掘，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；干黄土及含碎石、卵石的黄土、粉质黏土；压实的填土	主要用镐，少许用锹、条锄挖掘，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	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	用镐或撬棍、大锤挖掘，部分用爆破方法
六类土 (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、片麻岩及丘长岩	用爆破方法开挖，部分用风镐
七类土 (坚石)	X~XIII	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；微风化的安山岩、玄武岩	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	用爆破方法开挖

二、土的工程物理性质

1. 土的含水量

土的含水量是土中水的质量与固体颗粒质量之比，用百分数表示，即：

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

式中 m_w ——土中水的质量(kg)；

m_s ——土中固体颗粒的质量(kg)。

一般土的干湿程度，用含水量表示。含水量在 5% 以下称为干土；含水量为 5%~30% 称为潮湿土；含水量大于 30% 称为湿土。含水量对土方开挖的难易程度、土方边坡坡度大

小、回填土的夯实等均有影响。

2. 土的天然密度和干密度

(1)土的天然密度。土的天然密度是指在天然状态下单位体积土的质量。土的天然密度用 ρ 表示，即：

$$\rho=\frac{m}{V} \tag{1-2}$$

式中 m ——土的总质量(kg)；

V ——土的体积(m^3)。

(2)土的干密度。土的干密度是指土的固体颗粒质量与总体积的比值。在一定程度上，土的干密度反映了土颗粒排列的密实程度，也是工程中通常用来检验土体密实程度的标准。土的干密度越大，表示土越密实。土的干密度用 ρ_d 表示，即：

$$\rho_d=\frac{m_s}{V} \tag{1-3}$$

式中 m_s ——土中固体颗粒的质量(kg)；

V ——土的体积(m^3)。

3. 土的可松性

土的可松性是指自然状态下的土经开挖后，其体积因松散而增加，之后虽经振动夯实，仍不能恢复原来的体积。土的可松性程度一般用土的可松性系数表示。

最初可松性系数 K_s ：

$$K_s=\frac{V_{\text{松散}}}{V_{\text{原状}}} \tag{1-4}$$

最终可松性系数 K'_s ：

$$K'_s=\frac{V_{\text{压实}}}{V_{\text{原状}}} \tag{1-5}$$

式中 $V_{\text{原状}}$ ——土在自然状态下的体积(m^3)；

$V_{\text{松散}}$ ——土经开挖后松散状态下的体积(m^3)；

$V_{\text{压实}}$ ——土经压(夯)实后的体积(m^3)。

土的可松性系数对确定场地设计标高、土方量的平衡调配、计算运土机具的数量和弃土量及填土所需挖方体积等影响很大。各类土的可松性系数见表 1-2。

表 1-2 各类土的可松性系数

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(植物性土、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

续表

土的类型	体积增加百分比/%		可松性系数	
	最初	最终	K_s	K'_s
八类土	45~50	20~30	1.45~1.50	1.20~1.30
注：最初体积增加百分比 $\frac{V_{\text{松散}}-V_{\text{原状}}}{V_{\text{原状}}}\times 100\%$ ；最终体积增加百分比 $\frac{V_{\text{压实}}-V_{\text{原状}}}{V_{\text{原状}}}\times 100\%$ 。				

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。地下水的流动以及在土中的渗透速度都与土的渗透性有关。其计算公式为：

$$v=ki \tag{1-6}$$

式中 v ——水在土中的渗透速度(m/d)；

k ——土的渗透系数(m/d)；

i ——水力坡度。

土的渗透性大小取决于不同土质，一般土的渗透系数见表 1-3。

表 1-3 土的渗透系数 m/d

土的名称	渗透系数	土的名称	渗透系数
黏土	<0.005	中砂	5.00~20.00
粉质黏土	0.005~0.10	均质中砂	35~50
轻粉质黏土	0.10~0.50	粗砂	20~50
黄土	0.25~0.50	圆砾石	50~100
粉砂	0.50~1.00	卵石	100~500
细砂	1.00~5.00		

第二节 基坑(槽)的土方开挖

一、施工前准备

1. 熟悉与审查图纸

在进行基坑(槽)开挖前，各专业主要人员要对图纸进行熟悉和综合审查。熟悉地质水文勘察资料，了解基础形式、工程规模、结构形式、特点、工程量和质量要求；弄清地下管线、构筑物与地基的关系，建设单位(甲方)、施工单位(乙方)和设计单位进行图纸会审。图纸会审的主要目的是核对平面尺寸和标高，核对各专业图纸之间有无矛盾和差错。

2. 编制施工方案

根据施工组织设计规定和现场实际条件，结合地质水文情况，制订基坑(槽)开挖施工方案。确定施工方案一般包括确定施工顺序、确定边坡坡度或支护方式、确定施工排水或降水方案、合理选择施工机械和施工方法、制订技术组织措施等。

3. 修建临时道路和设施

修建临时道路及供水、供电等临时设施，做好材料、施工机具及挖土机械的进场工作。

4. 排除地面水

为保证施工场地干燥，以利于建筑定位放线和基坑(槽)开挖，要做好施工场地地表水上的排除，同时应做好地面雨水的排除。地表水排除常采用排水沟、截水沟、挡土坝等措施。

5. 建筑物定位与放线

(1)建筑物定位。土方工程通常是建筑工程施工的第一步工作，此时建筑物的平面和高程位置都没有确定下来，将建筑物的平面和高程位置标识，作为工程施工中建筑物位置尺寸的现场施工依据，这项工作称为建筑物定位。

为方便基坑(槽)开挖后施工各阶段的轴线位置控制，应将轴线引测到龙门板上或引测到混凝土桩上，用轴线钉标定。龙门板顶部标高一般为 ± 0.000 ，以便控制挖基坑(槽)和基础施工时的标高，如图 1-1 所示。

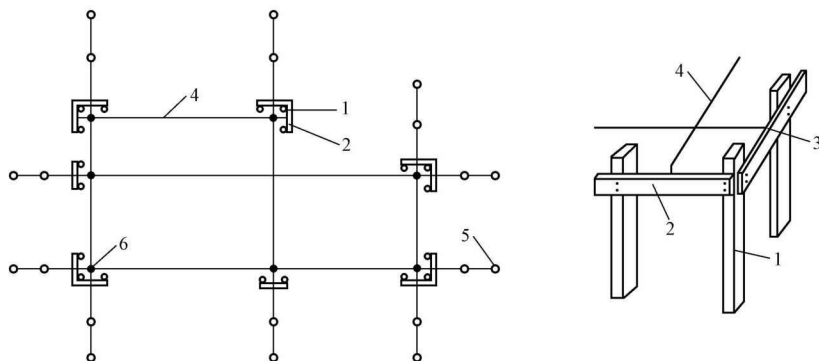


图 1-1 龙门板的设置

1—龙门桩；2—龙门板；3—轴线钉；4—轴线；
5—控制桩(引桩、保险桩)；6—轴线桩(角桩)

(2)放线。放线是根据定位确定的轴线位置，用石灰画出开挖边线，即建筑物定位后，根据基础的设计尺寸和埋置深度、土壤类别及地下水情况确定是否留工作面 and 放坡等来确定基坑(槽)上口开挖宽度，拉通线后，用石灰在地面上画出基坑(槽)开挖的上口边线，如图 1-2 所示。

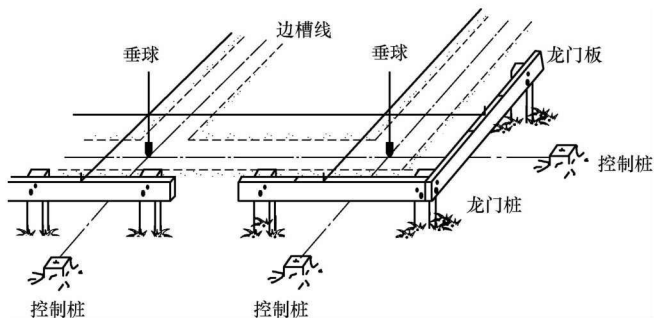


图 1-2 基坑(槽)放线示意图

二、场地平整

场地平整是整个建筑工程施工的前期工程，是指在开挖基坑(槽)前，对整个施工场地

进行就地挖、填和平整的工作。即场地平整就是将天然地面改造成工程所要求的设计平面的过程。

(一) 场地平整的前期准备工作

平整场地前应先做好各项准备工作，清除场地内障碍物，排除地面积水，铺筑临时道路。地上障碍物主要包括杂草、树木等植物，残余建筑废弃物以及地面积水；地下障碍物主要包括原建筑基础、石块以及植物根茎。

(二) 场地平整施工工艺流程

场地平整施工一般工艺流程：现场勘察→地面障碍物清除→标定整平范围→设置场地内水准点设置方格网→测量标高→计算挖、填土方量→编制土方调配方案→挖、填土方→平整压实→验收。

(三) 场地平整土方量计算

场地平整土方量是指挖、填厚度超过 30 mm 时的场地挖、填土方量。场地平整土方量的计算方法有方格网法和断面法两种。

1. 方格网法

方格网法是利用方格网控制整个场地，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。方格网法计算步骤如下：

(1) 划分方格网，测定角点标高，计算各角点施工高度。通常，在地形图上将场地划分为边长 $a=10\sim40$ m 的若干正方形网格。利用测量仪器测定各方格角点的自然地面标高 (H)，并在各方格角点标注出设计标高 (H_n)，如图 1-3 所示。角点设计标高与自然地面标高的差，即为各角点的施工高度 (h_n)。

$$h_n = H_n - H \quad (1-7)$$

式中 h_n ——角点的施工高度(“+”表示填，“-”表示挖)(m)；

H_n ——角点的设计标高(m)；

H ——角点的自然地面标高(m)。

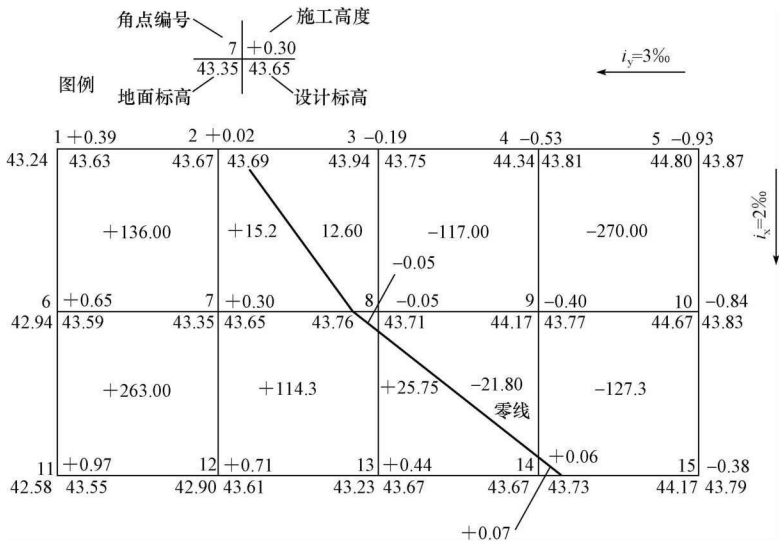


图 1-3 方格网法计算平整场地土方量示意图

(2)计算零点，确定零线。在相邻两个角点所在的边长上，一端角点的施工高度为“+”，另一端角点的施工高度为“-”，在此边长上必然存在一个不挖不填点，即为零点，如图 1-4 所示。将方格网中相邻的零点连接起来，即为零线，在该线上的施工高度都为零。

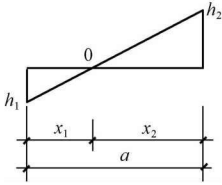


图 1-4 零点位置计算示意图

确定零点位置的公式如下：

$$x_1 = \frac{ah_1}{h_1 + h_2} \quad x_2 = \frac{ah_2}{h_1 + h_2} \quad (1-8)$$

式中 x_1, x_2 ——零点至角点 1、2 的距离(m)；

h_1, h_2 ——角点 1、2 的施工高度(m)；

a ——方格边长(m)。

(3)挖填土方量计算方法。方格网法计算挖填土方量计算公式见表 1-4。

表 1-4 常见方格网法计算公式

项 目	图 式	计算公式
一点填方或挖方 (三角形)		$V = \frac{1}{2}bx \frac{\sum h}{3} = \frac{bh_3}{6}$ 当 $b = a = c$ 时, $V = \frac{a^2 h_3}{6}$
两点填方或挖方 (梯形)		$V_+ = \frac{b+c}{2}a \frac{\sum h}{4} = \frac{a}{8}(b+c)(h_1+h_3)$ $V_- = \frac{d+e}{2}a \frac{\sum h}{4} = \frac{a}{8}(d+e)(h_2+h_4)$
三点填方或挖方 (五角形)		$V = \left(a^2 - \frac{bc}{2}\right) \frac{\sum h}{5}$ $= \left(a^2 - \frac{bc}{2}\right) \frac{h_1+h_2+h_3}{5}$
四点填方或挖方 (正方形)		$V = \frac{a^2}{4} \sum h = \frac{a^2}{4}(h_1+h_2+h_3+h_4)$

(4)边坡土方量计算。为保证挖方土壁和填方区的稳定，将场地挖方区和填方区做成边坡。边坡土方量可以划分成两种近似的几何形体进行计算，场地边坡平面示意图如图 1-5 所示。

如图 1-5 所示，①②③⑤⑥⑦⑧⑨⑩ ■ 为三角棱锥体，三角棱锥体边坡体积为：

$$V_1 = \frac{1}{3} A_1 l_1 \quad (1-9)$$

式中 l_1 ——边坡①的长度(m)；

A_1 ——边坡①的端面积(m²)。

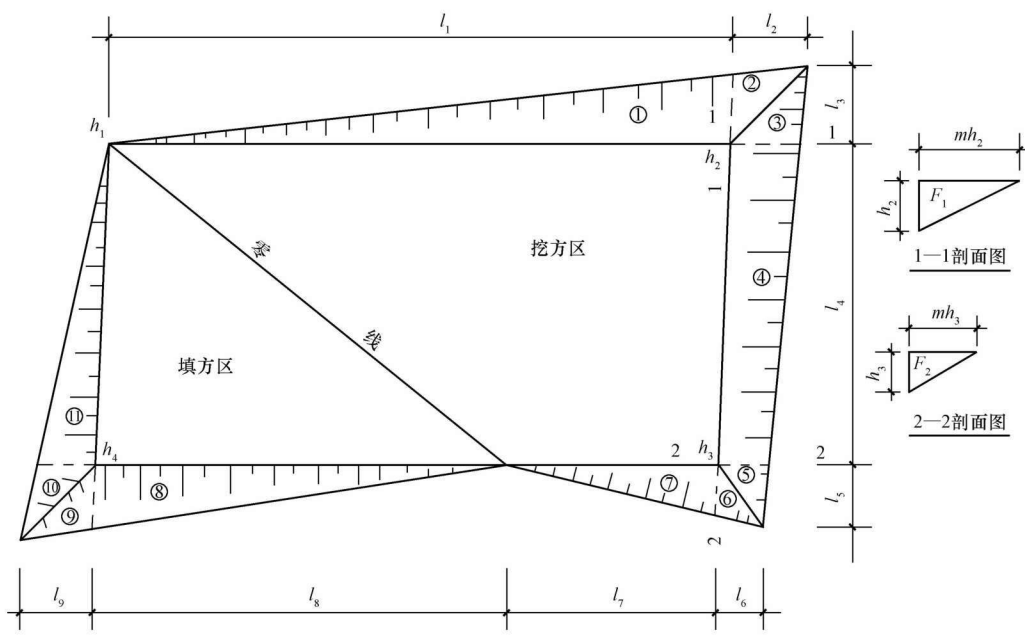


图 1-5 场地边坡平面示意图

如图 1-5 所示，④为三角棱柱体，三角棱柱体边坡体积为：

$$V_4 = \frac{A_1 + A_2}{2} l_1 \quad (1-10)$$

当两端横断面面积相关很大的情况下，边坡体积为：

$$V_4 = \frac{l_4}{6} (A_1 + 4A_0 + A_2) \quad (1-11)$$

式中 A_1 、 A_2 、 A_0 ——边坡④两端及中部的横断面面积(m^2)；

l_4 ——边坡④的长度(m)。

2. 断面法

沿场地取若干个相互平行的断面(当精度不高时，可利用地形图确定断面，若精度要求较高时，应实地测量确定)，将所取的每个断面(包括边坡断面)划分为若干个三角形和梯形，如图 1-6 所示，对于某一断面，其中三角形和梯形的面积为：

$$A_1 = \frac{h_1 d_1}{2}, A_2 = \frac{(h_1 + h_2) d_2}{2}, \dots$$

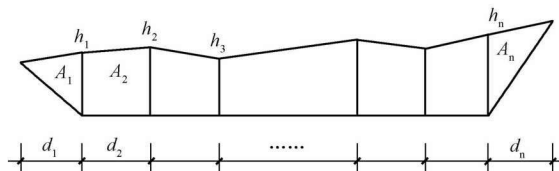


图 1-6 断面图

某一断面面积为：

$$A_i = A'_1 + A'_2 + \dots + A'_n$$

若

$$d_1 = d_2 = \dots = d_n = d$$