

高等职业技术学院房地产类规划教材

GAODENG ZHIYE JISHU YUANXIAO
FANGDICHAN LEI GUIHUA JIAOCAI

建筑工程 施工技术

主 编◎王丽梅 任 粟 邓明栩

主 审◎范幸义

JIANZHU GONGCHENG SHIGONG JISHU



西南交通大学出版社

高等职业技术院校房地产类规划教材

建筑工程施工技术

主编 王丽梅 任 粟 邓明栩

主审 范幸义

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

建筑工程施工技术 / 王丽梅, 任粟, 邓明栩主编.
—成都: 西南交通大学出版社, 2015.9
高等职业技术学院房地产类规划教材
ISBN 978-7-5643-4224-1

I. ①建… II. ①王… ②任… ③邓… III. ①建筑工
程—工程施工—高等职业教育—教材 IV. ①TU74

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 199283 号

高等职业技术学院房地产类规划教材

建筑工程施工技术

主编 王丽梅 任 粟 邓明栩

责任编辑 杨 勇

封面设计 何东琳设计工作室

出版发行 西南交通大学出版社
(四川省成都市金牛区交大路 146 号)

发行部电话 028-87600564 028-87600533

邮政编码 610031

网 址 <http://www.xnjdcbs.com>

印 刷 成都蜀通印务有限责任公司

成品尺寸 185mm × 260 mm

印 张 17.5

字 数 436 千

版 次 2015 年 9 月第 1 版

印 次 2015 年 9 月第 1 次

书 号 ISBN 978-7-5643-4224-1

定 价 35.00 元

课件咨询电话: 028-87600533

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

建筑施工技术是建筑类专业的一门主干专业课程。其主要内容是研究建筑工程各分部分项工程的施工工艺流程、施工方法、技术措施和要求以及质量验收方法等,对培养学生在施工一线的岗位能力有着重要的作用。

建筑施工技术涉及面广,综合性、实践性强,其发展又日新月异。随着高等教育改革的深入,如何培养适应建筑市场需求的具备工程素质和岗位技能的应用型人才是摆在土木工程教育者面前的首要问题。建筑施工技术课程在教学内容、教学手段、教学方法和教材建设等各方面都面临更新,为适应地方高校培养应用型高级技术人才的需要,本书着眼于编写一本具有实用性、创新性、先进性的立体化教材,主要具有如下特点:注重理论联系实际。教材编写以新颁布的施工验收规范的分部分项工程划分为主线,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主要内容,施工验收方法包括材料取样方法和施工验收规范的相关内容,在一些主要章、节均引入了工程案例。着重培养学生综合运用建筑施工技术理论知识分析、解决工程实践问题的能力。由于施工技术发展较快,新规范、规程更新也较快,本书力求紧扣当前施工实践,如:在钢筋混凝土工程中,重点介绍了现行常用的直螺纹连接,并引入 11G101 等规范抗震构造内容,在钢筋下料计算中以框架梁计算为实例;在预应力混凝土工程中,以现行后张法有黏结、无黏结施工工艺为主。

本书由重庆房地产职业学院王丽梅、任粟、邓明栩任主编,重庆房地产职业学院甘其利、陈万清、孙俊霞、张丽参编。全书由重庆房地产职业学院范幸义担任主审。编写安排为:第一章 陈万清、第二章 甘其利、第三章 邓明栩、第四章 王丽梅、第五章 张丽、第六章 孙俊霞、第七章 任粟、第八章 张丽。

本书在编写过程中,参考了多种规范、教材、手册、著作和论文及网络资料,引用了一些实际工程案例,在此一并致谢。由于编者水平有限和时间仓促,书中难免存在不足之处,诚挚希望广大师生和读者提出宝贵意见,给予批评指正。

编 者

2015 年 6 月

— 目 * 录 —

第一章 土方工程	1
第一节 土方工程概述	2
第二节 土方边坡与土方工程量计算	8
第三节 土方调配	16
第四节 土壁支撑	20
第五节 人工降低地下水位	25
第六节 基坑（槽）的施工	30
第七节 土方机械化施工	35
第二章 地基与基础工程	42
第一节 浅基础施工	43
第二节 桩基础概述	51
第三节 钢筋混凝土预制桩的施工	53
第四节 混凝土灌注桩的施工	61
第五节 地基的处理与加固	74
第三章 砌筑工程	85
第一节 脚手架及垂直运输设施	86
第二节 砌体施工的准备工作	97
第三节 砌筑工程的类型与施工	99
第四节 砌筑工程的质量及安全技术	111
第四章 混凝土结构工程	114
第一节 模板工程	115
第二节 钢筋工程	128
第三节 混凝土工程	146

第五章 预应力混凝土工程..... 165

第一节 先张法 166

第二节 后张法 177

第三节 无黏结预应力施工工艺 195

第四节 预应力混凝土施工质量检查与安全措施 199

第六章 防水工程 205

第一节 防水工程概述..... 206

第二节 防水工程的施工 208

第七章 装饰工程 244

第一节 抹灰工程施工技术 245

第二节 饰面安装施工技术..... 249

第三节 裱糊工程施工技术 252

第八章 高层建筑施工..... 254

第一节 高层建筑概述..... 255

第二节 高层建筑结构施工用机械设备 259

第三节 高层建筑基础施工..... 262

第四节 高层建筑主体结构施工 269

第五节 高层建筑施工的安全技术 271

参考文献 272

第一章

土方工程

学习目标

知识目标

了解土的工程特点、分类及其工程物理性质；基坑（槽）土方量计算，维护坑（槽）稳定的做法；拉锚和土层锚杆的构造及施工工艺，制订土方开挖的方法；了解降低地下水位的方法；了解集水坑降、井点降水；了解轻型井点设计及计算方法，理解轻型井点计算实例。

技能目标

能计算土方工程量；能根据工程具体情况选择合理的排水与降水方法，并能进行排水、降水量的计算；能选择合理的机械土方开挖和平整场地；能利用土方工程质量验收标准进行现场土方开挖，质量和安全验收。

素质目标

通过对土方工程量、排水降水的计算，培养学生求真务实、一丝不苟的工作作风；通过对现场土方开挖及填筑压实设备的选型及组织，锻炼学生运用理论知识解决实际问题的能力，培养学生团队协作精神。

学习方法

结合工程实际进行学习，场地平整、土方开挖、填筑压实等以工地现场参观学习为例进行，也可以通过专业教师模拟工程实际环境，学生以3~4人为一组进行综合实训。

第一节 土方工程概述

一、土方工程主要施工内容及特点

土方工程是建筑施工的一个主要分部工程，也是建筑工程施工的第一道工序。它包括土的开挖、运输和回填压实等主要施工过程，以及排水、降水和土壁支护等准备和辅助过程。

常见的土方工程有平整场地、挖基坑、挖基槽、挖土方和土方回填。

1. 平整场地

平整场地是指厚度在 300 mm 以内的挖填、找平工作。

2. 挖基坑

挖基坑指挖土底面积在 20 m^2 以内，且底长为底宽 3 倍者。

3. 挖基槽

挖基槽指挖土宽度在 3 m 以内，挖土长度等于或大于宽度 3 倍以上者。

4. 挖土方

挖土方指挖土宽度在 3 m 以上，挖土底面积在 20 m^2 以外，平整场地厚度在 300 mm 以外者。

5. 土方回填

常见的有基础回填、室内回填和管道沟槽回填。

土方工程的施工特点：

土方工程施工具有工程量大，施工工期长，施工条件复杂，劳动强度大的特点。建筑工地的场地平整，土方工程量可达数百万立方米以上，施工面积达数平方千米，大型基坑的开挖，有的深达 30 多米。土方施工条件复杂，又多为露天作业，受气候、水文、地质等影响较大，难以确定的因素较多。因此在组织土方工程施工前，必须做好施工组织设计，选择好施工方法和机械设备，制订合理的土方调配方案，实行科学管理，以保证工程质量，并取得好的经济效果。

二、土的工程分类

土的种类繁多，其工程性质直接影响土方工程施工方法的选择、劳动量的消耗和工程费用。

土的分类方法很多，如按照土的沉积年代、按照颗粒级配、按照密实度分类等。在土方工程施工中，按土的开挖难易程度分为八类，一至四类为土，五至八类为岩石。土的分类与现场鉴别方法见表 1.1。

表 1.1 土的分类与现场鉴别方法

土的分类	土的名称	可松性系数		现场鉴别方法
		K'_s	K_s	
一类土 (松软土)	砂，亚砂土，冲积砂土层， 种植土，泥炭（淤泥）	1.08 ~ 1.17	1.01 ~ 1.03	能用锹、锄头挖掘
二类土 (普通土)	亚黏土，潮湿的黄土，夹有 碎石、卵石的砂，种植土，填 筑土及亚砂土	1.14 ~ 1.28	1.02 ~ 1.05	用锹、锄头挖掘， 少许用镐翻松
三类土 (坚土)	软及中等密实黏土，重亚黏 土，粗砾石，干黄土及含碎石、 卵石的黄土、亚黏土，压实的 填筑土	1.24 ~ 1.30	1.04 ~ 1.07	要用镐，少许用 锹、锄头挖掘，部分 用撬棍
四类土 (砂砾坚土)	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 蛋白石	1.26 ~ 1.32	1.06 ~ 1.09	整个用镐、撬棍， 然后用锹挖掘，部分 用楔子及大锤
五类土 (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	1.30 ~ 1.45	1.10 ~ 1.20	用镐或撬棍、大锤 挖掘，部分使用爆破 方法
六类土 (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	1.30 ~ 1.45	1.10 ~ 1.20	用爆破方法开挖， 部分用风镐
七类土 (坚石)	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， 风化痕迹的安山岩、玄武岩	1.30 ~ 1.45	1.10 ~ 1.20	用爆破方法开挖
八类土 (特坚硬石)	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	1.45 ~ 1.50	1.20 ~ 1.30	用爆破方法开挖

施工现场部分工具依次为：铁锹、锄头、镐、风镐（图 1.1）。



图 1.1 施工工具

三、土的组成

土由土颗粒、水和空气组成，我们一般把它们叫作土的固相、液相和气相。这三部分之间的比例关系是不断变化的。三者之间的比例不同，所反映的物理状态也不同，如干燥、湿润，密实、稍密或松散。这些物理指标对评价土的工程性质，进行土的工程分类具有重要意义。

土的三相物质是混合分布的，为研究阐述方便，一般用土的三相图表示，把土的固体颗粒、水、空气各自划分开来，一般也利用土的三相图来掌握土的组成（见图 1.2）。

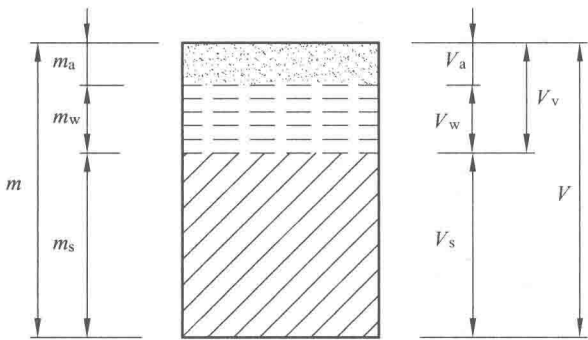


图 1.2 土的三相图

图 1.2 中各符号的含义：

m ：土的总质量（kg）， $m = m_a + m_w + m_s$

m_s ：土中固体颗粒的质量（kg）

m_w ：土中水的质量（kg）

V ：土的总体积（ m^3 ）， $V = V_a + V_w + V_s$

V_a ：土中空气体积（ m^3 ）

V_w : 土中水所占的体积 (m^3)

V_s : 土中固体颗粒体积 (m^3)

V_v : 土中孔隙体积 (m^3), $V_v = V_a + V_w$

四、土的物理性质

1. 土的天然含水量

在天然状态下, 土中水的质量与固体颗粒质量之比的百分率叫土的天然含水量, 反映了土的干湿程度, 用 ω 表示, 即:

$$\omega = m_w / m_s \times 100\% \quad (1.1)$$

土的含水量测定方法为:

把土样称量后放入烘箱内进行烘干, 温度为 $100 \sim 105^\circ\text{C}$, 直至重量不再减少为止, 进行称量。第 1 次称量为含水状态土的质量 G_1 , 第 2 次称量为烘干后土的质量 G_2 , 利用公式可计算出土的含水量。

土的含水量表示土的干湿程度: 土的含水量在 5% 以内, 称为干土; 土的含水量为 5% ~ 30%, 称为潮湿土; 土的含水量大于 30%, 称为湿土。

2. 土的天然密度和干密度

土的天然密度: 在天然状态下, 单位体积土的质量。它与土的密实程度和含水量有关。土的天然密度用 ρ 来表示, 按下式计算:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

干密度是土的固体颗粒质量与总体积的比值, 用下式表示:

$$\rho_d = m_s / V \quad (1.2)$$

式中 ρ, ρ_d ——土的天然密度和干密度。



图 1.3 环刀

土的密度一般用环刀法测定, 即用一个体积已知的环刀切入土样中, 上下端用刀削平, 称出质量, 减去环刀的质量, 与环刀的体积相比, 就得到土的天然密度。不同的土, 密度不同, 密度越大, 土越密实, 强度越高, 压缩变形越小。

在一定程度上，土的干密度反映了土的颗粒排列紧密程度。土的干密度越大，表示土越密实。

3. 土的孔隙比和孔隙率

孔隙比和孔隙率反映了土的密实程度。孔隙比和孔隙率越小，土越密实。孔隙比 e 是土的孔隙体积与固体体积的比值，用下式表示：

$$e = V_v / V_s$$

孔隙率 n 是土的孔隙体积与总体积的比值，用百分率表示，即：

$$n = V_v / V \times 100\%$$

4. 土的渗透系数

土的渗透系数表示单位时间内水穿透土层的能力，以 m/d 表示。根据土的渗透系数的不同，可分为透水性土（如砂土）和不透水性土（如黏土）。它影响施工降水与排水的速度，一般土的渗透系数见表 1.2。

表 1.2 土的渗透系数

土的名称	渗透系数 / (m/d)	土的名称	渗透系数 / (m/d)
黏土	<0.005	中砂	5.00 ~ 20.00
亚黏土	0.005 ~ 0.10	均质中砂	35 ~ 50
轻亚黏土	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	1.005 ~ 5.00		

5. 土的可松性

土具有可松性，即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，仍不能恢复其原来的体积。土的可松性程度用可松性系数表示，分为最初可松性系数 K_s 和最终可松性系数 K'_s ，见表 1.3。

表 1.3 土的可松性系数

土的类别	K_s	K'_s	土的类别	K_s	K'_s
一类土	1.08 ~ 1.17	1.01 ~ 1.04	五类土	1.30 ~ 1.45	1.10 ~ 1.20
二类土	1.14 ~ 1.28	1.02 ~ 1.05	六类土	1.30 ~ 1.45	1.10 ~ 3.20
三类土	1.24 ~ 1.30	1.04 ~ 1.07	七类土	1.30 ~ 1.45	1.10 ~ 1.20
四类土	1.26 ~ 1.37	1.06 ~ 1.09	八类土	1.45 ~ 1.50	1.20 ~ 1.30

$$(1) \text{ 最初可松性系数 } K_s = V_2/V_1 \quad (1.3a)$$

$$(2) \text{ 最终可松性系数 } K'_s = V_3/V_1 \quad (1.3b)$$

式中 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)。

特别提示:

土的最初可松性系数 K_s 是计算车辆装运土方体积及挖土机械的主要参数。

土的最终可松性系数 K'_s 是计算填方所需挖土工程量的主要参数。

【例 1.1】 某基坑体积为 800 m^3 , 其基础体积为 200 m^3 , 试计算取土挖方的体积。如果运土车容量为 5 m^3 一车, 回填后剩余土需运多少车次? 已知: $K_s = 1.30$, $K'_s = 1.15$ 。

解: 挖土体积: $800 \times 1.30 = 1040 \text{ m}^3$

回填土天然体积: $200/1.15 = 174 \text{ m}^3$

回填土松散体积: $174 \times 1.30 = 226.2 \text{ m}^3$

弃土体积: $1040 - 226.2 = 813.8 \text{ m}^3$

运土车次: $n = 813.8/5 = 163$ 车次

【例 1.2】 某坑坑底长 80 m , 宽 60 m , 深 8 m , 四边放坡, 边坡坡度 $1:0.5$, 试计算挖土土方工程量。若地下室的外围尺寸为 $78 \text{ m} \times 58 \text{ m}$, 土的最初可松性系数 $K_s = 1.13$, 最终可松性系数 $K'_s = 1.03$, 回填结束后, 余土外运, 用斗容量 5 m^3 的车运, 需运多少车?

解: 基坑长 $a_{\text{基坑}} = 80 \text{ m}$, 宽 $b_{\text{基坑}} = 60 \text{ m}$, 挖土土方工程量:

$$\begin{aligned} V &= h(a_{\text{基坑}} + mh)(b_{\text{基坑}} + mh) + \frac{1}{3}m^2h^3 \\ &= 8 \times (80 + 0.5 \times 8) \times (60 + 0.5 \times 8) + \frac{1}{3} \times 0.5^2 \times 8^3 = 43050.7 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

挖土土方工程量为 43050.7 m^3 。

地下室体积:

$$78 \times 58 \times 8 = 36192 \text{ m}^3$$

回填土量 (夯实状态):

$$V_3 = \text{挖土体积} - \text{地下室体积} = 43050.7 - 36192 = 6858.7 \text{ m}^3$$

回填土土方工程量为 6858.7 m^3 。

$$K'_s = \frac{V_3}{V_1} \Rightarrow \text{回填土量 (天然状态)} V_1 = \frac{V_3}{K'_s} = \frac{6858.7}{1.03} = 6659 \text{ m}^3$$

余土量 (松散状态): $V_{\text{余}} = K_s(V - V_1) = (43050.7 - 6659) \times 1.13 = 41122.6 \text{ m}^3$

$$\text{需运车数: } n = \frac{V_{\text{余}}}{5} = \frac{41122.6}{5} = 8224.5 \quad \text{取 } 8225$$

$$n = 8225$$

需运车数 8225 辆。

第二节 土方边坡与土方工程量计算

一、土方边坡

1. 土方边坡的概念

土方工程施工中，必须使基坑或基槽的土壁保持稳定。为了防止塌方，保证施工安全，在基坑或基槽开挖深度超过一定限度时，土壁应做成有一定斜度的边坡，或者加临时支撑以保证土壁的稳定。

2. 边坡坡度及边坡形式

(1) 土方边坡坡度用其高度 H 与其底宽 B 之比表示。

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

式中， $m = B/H$ ，称为坡度系数。

(2) 土方边坡大小应根据土质、开挖深度、开挖方法、施工工期、地下水位、坡顶荷载及气候条件等因素确定。边坡可做成直线形、折线形或阶梯形（如图 1.4）。

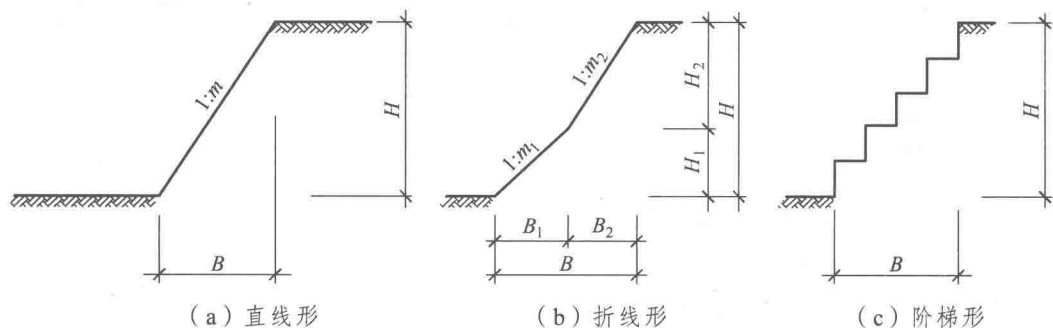


图 1.4 边坡

特别提示：当土质均匀时用直线形；土分层时采用折线形，折线形又分为上陡下缓和上缓下陡；当放坡深度较大时，采用阶梯形。

土方边坡坡度一般在设计文件上有规定，若设计文件上无规定，可按照《建筑地基基础工程施工质量验收规范》(GB 50202—2002) 第 6.2.3 条的规定执行。

3. 不放坡的最小深度

规范规定，当地质条件良好、土质均匀且地下水位低于基坑或管沟底面高程时，挖方边

坡可挖成直壁而不加支撑，但深度不宜超过下列规定：

密实、中密的砂土和碎石类土（填充物为砂土）	1.0 m
硬塑、可塑的轻亚黏土及亚黏土	1.25 m
硬塑、可塑的黏土及碎石类土（填充物为黏性土）	1.5 m
坚硬的黏土	2.0 m

4. 边坡坡度值

当土的湿度、土质及其他地质条件较好且地下水位低于基底时，深度 5 m 以内不加支撑的基坑基槽或管沟，其边坡的最陡坡度见表 1.4。

表 1.4 深度在 5 m 内的基坑（槽）或管沟边坡的最陡坡度

土的类别	边坡的坡度		
	坡顶无荷载	坡顶有静载	坡顶有动载
中密的砂土	1 : 1.00	1 : 0.25	1 : 1.50
中密的碎石土（填充物为砂土）	1 : 0.75	1 : 1.00	1 : 1.25
硬塑的轻亚黏土	1 : 0.67	1 : 0.73	1 : 1.00
中密的碎石土（填充物为黏性土）	1 : 0.50	1 : 0.67	1 : 0.75
硬塑的亚黏土、黏土	1 : 0.33	1 : 0.50	1 : 0.67
老黄土	1 : 0.10	1 : 0.25	1 : 0.33
软土（经井点降水后）	1 : 1.00		

由于影响因素较多、精确地计算边坡稳定尚有困难，一般工程目前都是根据经验确定土方边坡。

二、土方工程量计算

在土方工程施工之前，必须计算土方的工程量。但各种土方工程的外形有时很复杂，而且不规则。一般情况下，将其划分成为一定的几何形状，采用具有一定精度而又和实际情况近似的方法进行计算。

（一）基坑土方量计算（图 1.5）

基坑土方量可按立体几何中的拟柱体体积公式计算。即

$$V = \frac{H}{6} + (F_1 + 4F_0 + F_2) \tag{1.4}$$

式中 H ——基坑深度（m）；
 F_1, F_2 ——基坑上、下的底面积（ m^2 ）；
 F_0 ——基坑中截面的面积（ m^2 ）。

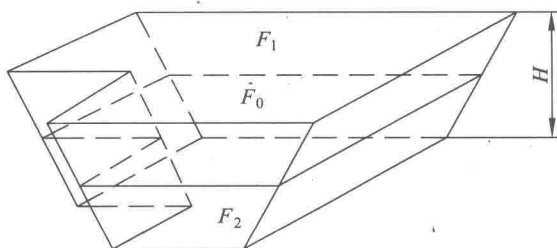


图 1.5 基坑土方量的计算

【例 1.3】 已知某基坑底长 80 m，底宽 60 m。场地地面高程为 176.50，基坑底面的高程为 168.50，四面放坡，坡度系数为 0.5，试计算挖方工程量。

解：基坑的高度： $H = 176.50 - 168.50 = 8 \text{ m}$

基坑的上口长度： $80 + 8 \times 0.5 \times 2 = 88 \text{ m}$

基坑的上口宽度： $60 + 8 \times 0.5 \times 2 = 68 \text{ m}$

$$F_1 = 68 \times 88 = 5984 \text{ m}^2$$

$$F_2 = 60 \times 80 = 4800 \text{ m}^2$$

$$F_0 = 64 \times 84 = 5376 \text{ m}^2$$

则 $V = H/6 \times (F_1 + 4F_0 + F_2) = 8/6 \times (5984 + 4 \times 5376 + 4800) = 43050.67 \text{ m}^3$

(二) 基槽土方量计算

基槽和路堤的土方量计算，可以沿长度方向分段后，按相同的方法计算各段的土方量，再将各段土方量相加即得总土方量。即

$$V = \frac{L_1}{6} (F_1 + 4F_0 + F_2) \quad (1.5)$$

$$V = V_1 + V_2 + \dots + V_n$$

式中 V_1 ——第 1 段的土方量；

L_1 ——第 1 段的长度；

V_1, V_2, V_n ——各段的总土方量。

思考：某住宅楼条形基础基槽，已知基槽底宽 1.1 m，深 2.2 m，坡度系数 0.33，基槽全长 54 m，试求基槽开挖土方量。

三、场地平整的计算

(一) 定义

建筑场地通常按照平面图竖向设计要求，设置在一个高程或几个不同高程的平面上。所以土方工程施工时，必须对建设场地进行平整。场地平整就是将高低不平的天然地面改造成我们所要求的设计的平坦地面。当场地对高程无特殊要求时，一般可以根据在平整前和平整

后的土方量相等的原则来确定场地的设计高程。使挖土土方量和填土土方量基本一致，从而减少场地土方施工的工程量，使开挖出的土方得到合理的利用。

(二) 方格网法计算场地平整土方量

1. 场地设计标高的确定

确定场地设计标高时应考虑以下因素：

- ① 满足建筑规划和生产工艺及运输的要求；
- ② 尽量利用地形，减少挖填方数量；
- ③ 场地内的挖、填土方量力求平衡，使土方运输费用最少；
- ④ 有一定的排水坡度，满足排水要求。

如设计文件对场地设计标高无明确规定和特殊要求，可参照下述步骤和方法确定：

(1) 初步计算场地设计标高

初步计算场地设计标高的原则是场地内挖填方平衡，即场地内挖方总量等于填方总量。

如图 1.6 所示，根据已有地形图，将场地划分为若干个方格。方格边长一般为 20 m、30 m、40 m，将自然地面高程标注在方格网点上。

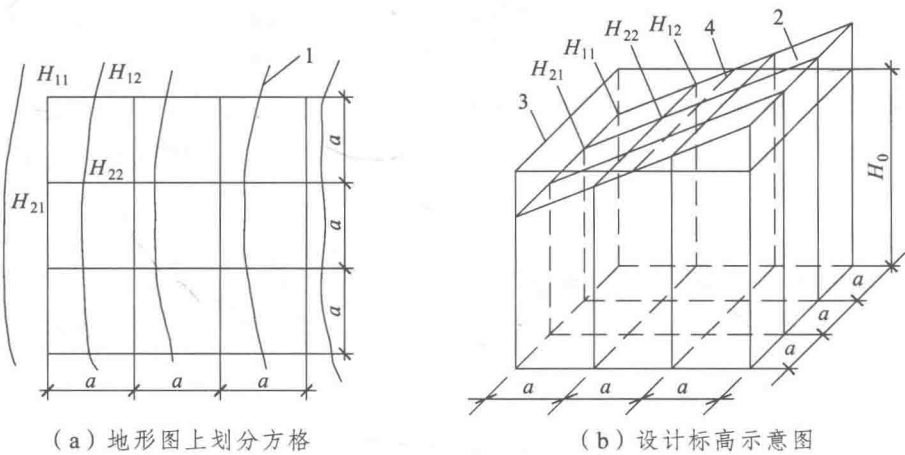


图 1.6 场地设计标高计算简图

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

按照挖填平衡原则，场地设计标高可按下式计算：

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

$$H_0 = \frac{\sum (H_{11} + H_{12} + H_{21} + H_{22})}{4N} \tag{1.6a}$$

式中 N ——方格网个数。

由图 1.4 可见： H_{11} 系一个方格的角点标高； H_{12} 、 H_{21} 系相邻两个方格公共角点标高； H_{22} 则系相邻的 4 个方格的公共角点标高。如果将所有方格的 4 个角点标高相加，则类似 H_{11} 这