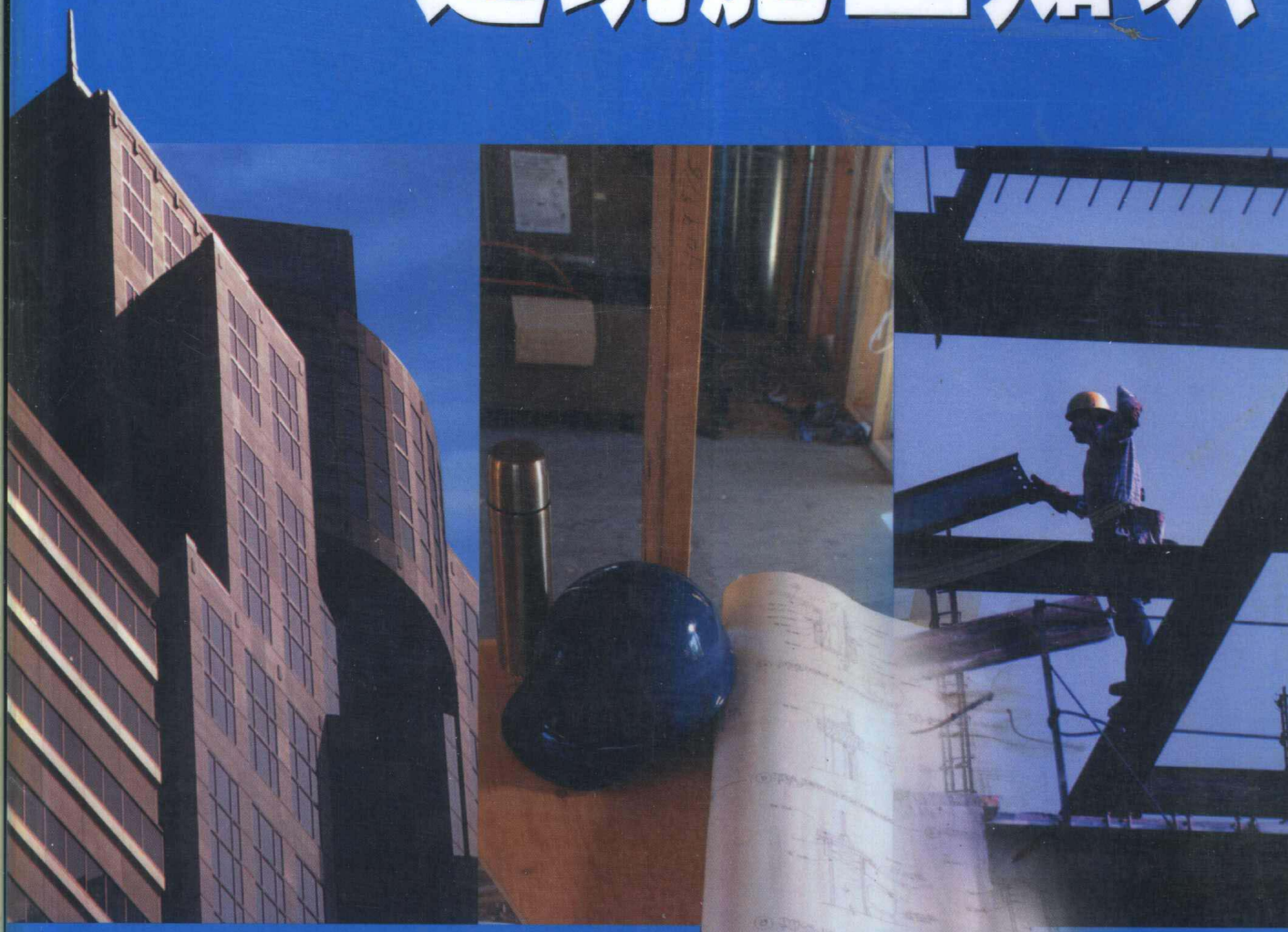
修订版

建筑企业专业管理人员岗位资格培训教材

黄展东 编著

建筑施工知识



中国环境科学出版社

建筑企业专业管理人员岗位资格培训教材

建筑施工知识

黄展东　编

中国环境科学出版社

·北　京·

图书在版编目（CIP）数据

建筑施工知识/黄展东编 .-北京：中国环境科学出版社，1998 年 .4
建筑企业专业管理人员岗位资格培训教材
ISBN 7-80135-355-2

Ⅰ. 建…　Ⅱ. 黄…　Ⅲ. 建筑工程-工程施工-技术培训-教材　Ⅳ. TU7
中国版本图书馆 CIP 数据核字（97）第 29175 号

内容简介

本书是经建设部人事教育劳动司审定的建筑企业专业管理人员岗位资格培训教材之一。本次结合近几年发展起来的建筑施工新技术、新工艺、新方法进行修订，讲述主要工种工程施工的工艺原理和施工方法，同时介绍了保证工程质量和安全施工技术措施；对工业化建筑体系施工的主要特点和施工要点也进行了介绍。为了便于教学与自学者掌握重点和难点，各章均有小结和复习思考题。

本书除作为岗位培训教材外，也可作为建筑类中等职业技术学校、职工中专、职业高中和各类培训班的教学用书以及施工技术人员、工人学习参考书。

中国环境科学出版社出版发行
（100036 北京海淀区普惠南里 14 号）
北京市联华印刷厂印刷
各地新华书店经售
*
2002 年 5 第 三 版　　开本 787×1092　1/16
2002 年 10 月第二次印刷　　印张 23
印数 5 001—25 000　　字数 545 千字
定价：25.00 元

第三版出版说明

1987年建设部人事教育劳动司组织编写、我社出版的《建筑企业专业管理人员岗位培训教材》，于1994年修订再版，并更名为《建筑企业专业管理人员岗位资格培训教材》。出版至今，8年来在建筑专业管理人员岗位资格培训中发挥了重要的作用，为建筑企业提高技术素质和管理水平作出了贡献。随着我国加入WTO和建筑企业改革的深化，建筑科学技术日新月异，新规范、新标准、新法规相继颁布，先进的企业管理方法正在建筑企业实行。为此，我社根据使用单位、教师、学员的建议，适应市场经济和入世的需要，决定对这套教材进行修订。

这次修订工作总结以往的经验和各地读者提出的建议及意见，注重理论联系实际，突出实用性、科学性、先进性和适当超前性。删除陈旧过时的内容，反映当前建筑行业生产中采用的新技术、新工艺、新材料、新设备和现代管理理念。采用已颁布的新标准、新规范、新法规。修订后努力做到篇幅适当、图文并茂，每章有小结，备有思考复习题和适当的作业题。这些将使参加培训的管理人员和自学教材的读者，比较系统地掌握实用性技术和现代企业管理方法，成为符合培训目标要求的、有扎实技术素质和现代企业管理能力的骨干。

为使这套教材日臻完善，更加适合从业者资格考核的需要，希望使用单位提出宝贵意见，以便不断提高教材的质量。这套教材修订得到了各有关院校、设计、施工、科研单位的大力支持，在此谨致谢意。

中国环境科学出版社

2002年4月

出 版 说 明

1987年由建设部干部局、建设部远距离教育中心组织编审，1988年由中国环境科学出版社出版的建筑企业专业管理人员岗位培训教材自出版以来，在建筑施工企业岗位培训工作中，发挥了重要的作用，但也存在一定的不足，特别是这套教材出版以来的6年中，我国的社会主义建设事业发生了巨大变化，科学技术日新月异。原来的教材已不适应社会主义市场经济和建筑施工企业岗位资格培训的需要，也不符合1987年以来颁布的新法规、新标准、新规范，为此我司决定对通用性强、培训工作急需的23种教材，进行修订或重新编写。经修订或重新编写的教材，基本上能满足建筑施工企业关键岗位培训工作的需要。

经修订或重新编写的这套教材，定名为建筑企业专业管理人员岗位资格培训教材。它是根据经审定的大纲和在总结前一套教材经验的基础上以及广大读者、教师、工程技术人员在使用中的意见和建议，结合改革开放形势发展的需要，按照科学性、先进性、针对性、实用性、适当超前性和注重技能培训的原则，进行修订和编写的。部分教材进行了大幅度的删减。为适应在职职工自学的要求，这套教材每章均附有小结、复习思考题和必要的作业题。

这套教材修订，新编的具体工作，由中国建设教育协会继续教育委员会负责组织。在编写、出版过程中，各有关院校、设计、施工、科研单位，为保证教材质量和按期出版，作出了不懈的努力，谨向这些单位致以谢意。

希望各地在使用过程中提出宝贵意见，以便不断提高建筑企业专业管理人员岗位资格培训教材的质量。

建设部人事教育劳动司

1994年8月

前　言

本书是根据1995年的版本内容，结合近几年发展起来的建筑施工新技术、新工艺、新方法进行修订，其中，钢筋混凝土工程中增加了钢筋机械连接（套筒挤压连接和锥螺纹套筒连接）和泵送混凝土施工等内容，同时对各施工过程中有关内容也进行了修改；预应力混凝土工程中增加了无粘结预应力施工工艺，对先张法和后张法施工工艺在内容和叙述方式上有较大的更改；屋面及地下防水工程改为防水工程，介绍了屋面防水和地下工程防水等级和设防要求，增加了新型防水材料及其施工工艺，另辟厕浴间防水施工，删去堵漏技术等内容；装饰工程中增加了木质地板施工等内容。修订后的教材供建筑企业预算员、统计员、财会员、计划员、劳资员、定额员岗位培训使用。

本书讲述主要工种工程施工的工艺原理和施工方法，同时介绍了保证工程质量和安全施工的技术措施；对工业化建筑体系施工仅简要讲述大模板工程和液压滑升模板工程的主要特点和施工要点。

通过本书学习，希望学员能了解建筑施工中不同工种的施工工艺、施工方法，同能掌握建筑施工中不同分部分项工程间的科学联系，对整个单位工程施工有一个比较完整的概念，结合本职工作，提高管理水平。

全书在编写过程中，参考和引用了建筑施工手册及部分教材等，在此，编者对以上编著者表示感谢。

本书由建设部干部学院龚伟研究员审定，在编写过程中，中国建设教育协会继续教育委员给予大力支持，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，缺点和错误在所难免，恳请给予批评指正。

编　者

2001年3月

目　录

第一章　土　方　工　程

任何建筑物或构筑物，都是由土方工程开始施工。它包括场地平整、土石方挖掘、运输、填筑、降排水、土壁支撑、基坑（槽）的回填土等内容。

土方工程施工的特点是工程量大、施工面广；人力施工时，劳动强度大、效率低，劳动力消耗多且工期长；施工条件复杂，受土的种类、地下水文、地质情况、气候条件的影响。因此，施工前应根据工程、水文地质条件、施工期间的气候等特点，制定合理的施工方案。土方工程施工不论挖方或填方都要求标高、截面准确，土体有足够的强度和稳定性。

第一节　土的分类及工程性质

一、土的工程分类

在工程上，土根据开挖难易程度分为八类：分别为松软土、普通土、坚土、砂砾坚土、软石、次坚石、坚石和特坚石。

土的工程分类见表 1-1。其中：1～4 类土为土，5～8 类土为岩石。表中列出土的工程分类直观的鉴别方法，就是根据开挖的难易程度和开挖中使用不同的工具和方法来进行分类。

土的开挖难易程度直接影响土方工程的施工方案、劳动量消耗和工程费用。土越硬，劳动量消耗越多，工程成本越高；土的软硬情况不一样，采用的施工方法也就不同。松软土、普通土，一般能用铁锹直接开挖或用铲运机、推土机、挖土机等施工；坚土与砂砾坚土主要用镐或撬棍开挖或机械施工，其中以铲运机、推土机及部分挖土机械施工以前，预先松土，以提高机械的生产效率；岩石土多用爆破法施工。

二、土的工程性质

土在天然埋藏条件下是由矿物颗粒（固相）、水（液相）和空气（气相）三部分组成。三者之间的相互作用以及它们之间在数量上的比例关系反映出土的疏松或紧密、干燥或潮湿，从而可大致判断土的工程性质。

（一）土的三相物质

土的三相物质是混合分布的，为了研究阐述方便，一般用三相图（图 1-1）表示，把土的固体颗粒、水、空气各自划分开来。

各部分的体积和质量用下列符号表示：

m ——土的总质量（$m = m_s + m_w$）（kg）；

m_s——土的固体颗粒质量（kg）；

m_w——土中水的质量（kg）；

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

表 1-1　土的工程分类

土的分类	土　的　名　称	开挖方法及工具	可松性系数	
			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）	能用锹、锄挖掘	1.08～1.17	1.01～1.03
二类土（普通土）	亚粘土；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、锄挖掘，少许用镐翻松	1.20～1.30	1.03～1.04
三类土（坚　土）	软及中等密实粘土；重亚粘土；粗砾石；干黄土及含碎石卵石的黄土、亚粘土；压实的填筑土	主要用镐、少许用锹、锄挖掘，部分用撬棍	1.14～1.28	1.02～1.05
四类土（砂砾坚土）	重粘土及含碎石、卵石的粘土；粗卵石；密实的黄土；天然级配砂石；软泥灰岩及蛋白石	整个用镐、撬棍，然后用锹挖掘，部分用楔子及大锤	1.24～1.30	1.04～1.07
五类土（软石）	硬石炭纪粘土；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、大锤挖掘，部分使用爆破方法	1.26～1.32	1.06～1.09
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	用爆破方法开挖，部分用风镐	1.33～1.37	1.11～1.15
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	用爆破方法开挖	1.30～1.45	1.10～1.20
八类土（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、石英岩、辉长岩、辉绿岩、玢岩	用爆破方法开挖	1.45～1.50	1.20～1.30

注：K_s——最初可松性系数；

k'_s——最后可松性系数。

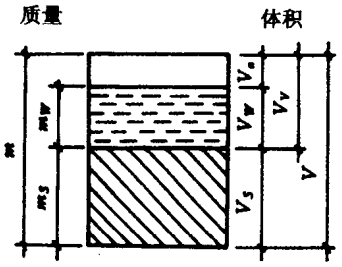


图 1-1　土的三相简图

V_a——土中空气体积（m^3）；

V_s——土中固体颗粒体积（m^3）；

V_w——土中水所占的体积（m^3）。

土的主要工程性质有：

（一）土的天然含水量

它是指土中水的质量与土颗粒质量之比，以百分率表示。表达式为：

$$W = \frac{m_w}{m_s} \times 100\% \qquad (1—1)$$

式中：W ——土的天然含水量（%）；

m_w——土中水的质量（kg）；

m_s——土中固体颗粒质量（kg）。

土的含水量表示土的干湿程度，土的含水量在5%内称为干土，在5%～30%称为潮湿土，含水量大于30%时称为湿土。土的含水量超过25%～30%就不能使用机械施工，含水量超过20%会造成运土汽车的打滑或陷车，甚至影响挖土机的使用，回填土压实含水量过大的土会产生橡皮土，因此，对含水量过大的土，施工时应采取排水措施。

（二）土的天然密度和干密度

天然状态下土的单位体积质量称为土的密度。表达式为：

$$\rho = \frac{m}{V} \tag{1—2}$$

式中：ρ——土的天然密度（kg/m^3）；

m——土的总质量（kg）；

V——土的体积（m^3）。

干密度是土的固体颗粒质量与总体积的比值。表达式为：

$$\rho_d = \frac{m_s}{V} \tag{1—3}$$

式中：ρ_d——土的干密度（kg/m^3）；

m_s——土中固体颗粒质量（kg）；

V——土的体积（m^3）。

土的密度愈大，土愈坚硬，愈难挖掘。一般粘土密度约1 800～2 000kg/m^3，砂土约为1 600～2 000kg/m^3。

（三）土的密实度

土的密实度，就是土的压实系数，即施工时的填土干密度与实验所得的最大干密度之比值。表达式为：

$$\lambda_c = \frac{\rho_d}{\rho_{\max}} \tag{1—4}$$

式中：λ_c——土的密实度（即压实系数）为小于1的系数；

ρ_d——施工填土干密度；

$\rho_{\max}$——最大干密度。

当回填土夯实后作为地基土用时，必须强调回填土的密实度，它是衡量回填土质量的重要指标。设计规范规定了各种结构类型、各种填土部位的压实系数值，如砖石承重结构和框架结构在地基主要持力层范围内的填土压实系数λ_c应大于0.96，而地基主要持力层下，则为0.93～0.96。

（四）土的可松性

它是指自然状态下的土开挖后，其体积增大，以后虽经回填夯实，仍不能恢复成原来的体积的性质。土的可松性程度可用最初可松性系数K_s和最后可松性系数K'_s表示。表达式为：

$$K_s = \frac{V_2}{V_1} \tag{1—5}$$

$$K'_s = \frac{V_3}{V_1} \tag{1—6}$$

式中：K_s、K'_s——为最初、最后可松性系数；

V_1 ——土在自然状态下体积（m^3）；

V_2 ——土挖出后的体积（m^3）；

V_3 ——土经夯实后的体积（m^3）

由于土具有可松性，土经开挖后土体松散破坏了原土结构，承载力下降，故未经处理的回填土上不能建造建筑物，另外，土的可松性对土方的平衡调配、计算弃土或取土数量，确定挖土和运输机具数量等有直接的影响。最初可松性系数是计算装运车辆及挖土机械的重要参数，最后可松性系数是计算填方所需挖土数量的重要参数。各类土的可松性系数见表 1-1。

（五）土的渗透性

它是指土体被水透过的性质。土的渗透性用渗透系数表示，即单位时间内水穿透土层的能力，一般由实验确定，表 1-2 可供参考。渗透系数是计算水井出水量和降低地下水时重要参数。根据土的渗透性不同，可分为透水性土（如砂土）和不透水性土（如粘土）。在透水性土中挖方时，由于地下水量多，在挖方前应做好排水措施。

表 1-2　含水层内土的渗透系数经验近似值

含水层土的类别	渗透系数 K（m/昼夜）	含水层土的类别	渗透系数 K（m/昼夜）
漂石（无砂质充填）	500～1 000	粉　砂	0.5～1
卵　石	100～500	黄　土	0.25～0.5
砾　石	50～150	粘 性 土	0.1～0.5
粗　砂	20～50	轻质粘土	0.05～0.1
中　砂	5～20	重质粘土	0.001～0.05
细　砂	1～5	粘　土	<0.001

第二节　场地平整与基槽（坑）土方施工

一、场地平整

场地平整就是将自然地面改造成所要求的设计地面。场地平整的程序是：确定场地的设计标高；计算挖填方工程量；确定挖方、填方土方平衡调配方案；根据工程规模、施工期限、现有机械设备条件来选择土方机械，拟订施工方案。

（一）土方量计算

场地平整土方量计算有方格网法和断面法两种。当场地地形比较平坦时宜采用方格网法，当地形比较复杂或挖填深度较大，断面又不规则时，宜采用断面法。下面仅介绍方格网法计算方法和步骤：

1. 划分方格　在地形图上根据平整场地范围划分方格，方格边长 a 根据地形复杂情况取 10～50m，地形复杂取小值，地形平坦的取大值，但一般取 20m。

2. 确定方格角点标高　当精度要求较高时，用水平仪直接测定各方格角点的地面

标高，当精度要求不太高时，用插入法在地形图上求出方格角点的地面自然标高。同时，根据设计要求的坡度及给定的起始标高，算出各角点的设计标高。把设计标高和自然标高注在相应的各角点上。由设计标高减去自然标高所得的差值，即各角点的施工高度（挖或填），并习惯以“+”号表示填方，以“-”号表示挖方，标注在方格网各角点处，如图 1-6。

3. 确定零线　当一个方格内同时有填方或挖方时，要先求出有关方格边线上的零点（不挖不填的点），把相邻的零点连接起来，即为零线，它是填方区与挖方区的分界线（图 1-5）。

零点位置按下式计算：

如图 1-2。设 h_1 为填方角点的填方高度，h_2 为挖方角点的挖方高度，0 为零点位置，由两个相似三角形可求得零点至计算基点的距离 x。

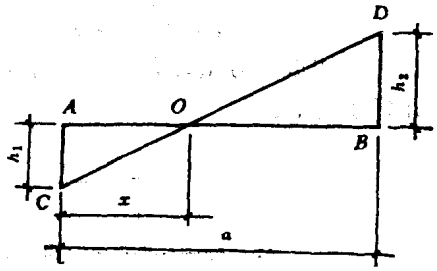


图 1-2　零点位置计算示意图

$$x = \frac{ah_1}{h_1 + h_2} \qquad (1—7)$$

式中：　x ——零点至计算基点（某角点）的距离；

h_1、h_2 ——该方格边两端角点的挖填高度，均用绝对值代入，h_1 为填方角点的填方高度，h_2 为挖方角点的挖方高度；

a ——方格边长。

4. 计算各方格的土方量

（1）当方格四个角点全部为填或全部为挖时（图 1-3）。

$$V = \frac{a^2}{4}(h_1 + h_2 + h_3 + h_4) \qquad (1—8)$$

式中：　V ——填方或挖方体积（m^3）；

a ——方格边长（m）；

h_1、h_2、h_3、h_4 ——方格四个角点的填或挖高度（m）。

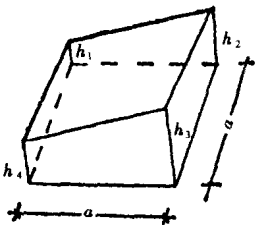


图 1-3　方格四个角点全部为填（或挖）时计算示意图

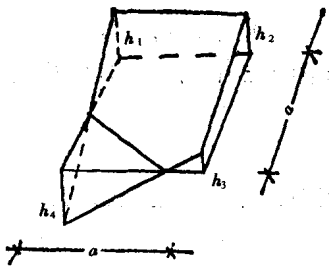


图 1-4　方格四个角点部分是填，部分是挖时计算示意图

（2）当方格四个角点部分是填方、部分是挖方时（图 1-4）。可用下列近似公式计算，当方格中地面不平时误差较大，但计算简单，人工计算土方量时多用此法。

$$V_{填} = \frac{a^2}{4} \cdot \frac{(\sum h_{填})^2}{\sum h} \tag{1—9a}$$

$$V_{挖} = \frac{a^2}{4} \cdot \frac{(\sum h_{挖})^2}{\sum h} \tag{1—9b}$$

式中：$\sum h_{填(挖)}$——方格角点中填（挖）方施工高度的总和，取绝对值（m）；

$\sum h$ ——四个角点施工高度总和，均用绝对值代入（m）；

$V_{填(挖)}$ ——部分填（挖）方体积。

5. 边坡土方量计算　为了保证场地四周土壁的稳定，必须设置边坡，边坡土方量计算如图 1-5。

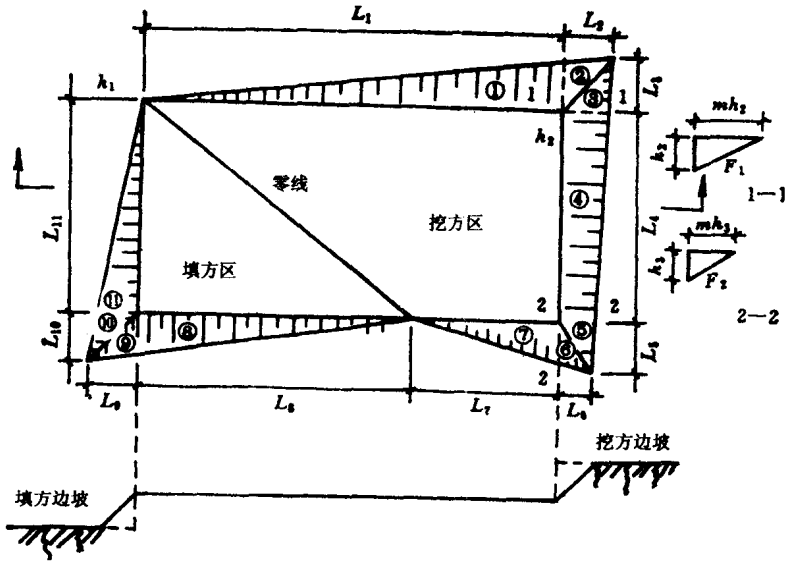


图 1-5　边坡土方量计算示意图

从图 1-5 可知，场地平整边坡基本上分成两种类型，即三角锥体（如体积①～③，⑤～⑪）和三角棱柱体（如体积④）。

（1）三角锥体边坡体积

如图 1-5 中的①，其体积为：

$$V_1 = \frac{1}{3} A_1 l_1 \tag{1—10}$$

式中：l_1——边坡①的长度；

A_1——边坡①的端面积，即：

$$A_1 = \frac{h_2\ (mh_2)}{2} = \frac{mh_2^2}{2}$$

h_2——角点的挖土高度；

m——边坡的坡度系数，$m = \frac{宽}{高}$。

（2）三角棱柱体边坡体积

如图 1-5 中的④，其体积为：

$$V_4 = \frac{A_1 + A_2}{2} l_4 \tag{1—11}$$

当两端横断面面积相差很大情况下，则：

$$V_4 = \frac{l_4}{6}\ (A_1 + 4A_0 + A_2) \tag{1—12}$$

式中：l_4——边坡④的长度；

A_1、A_2、A_0——边坡④两端及中部的横断面面积。

6. 计算土方总量　将挖方区（或填方区）所有方格计算的土方量和边坡土方量汇总，即得该场地挖方和填方的总土方量。

例：如图 1-6 所示，为某场地方格网的一部分，方格边长为 20m，各角点设计标高及自然地面标高图中均已注出，试计算方格Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ的填、挖土方量。

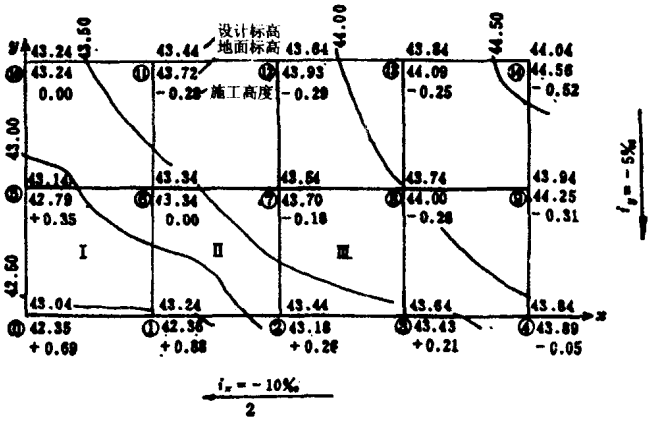


图 1-6　某场地方格网一部分

解：先求出各方格角点的施工高度并注于图上。

如：角点⑪施工高度 = 设计标高 43.44 - 自然地面标高 43.72 = -0.28m

方格Ⅰ全为填方

$$V_{\mathrm{I}} = \frac{a^2}{4}\ (h_1 + h_2 + h_3 + h_4) = \frac{20^2}{4}\ (0.69 + 0.88 + 0 + 0.35) = 100 \times (1.92)$$
$$= 192\mathrm{m}^3$$

方格Ⅱ为部分填方、部分挖方

$$V_{\mathrm{II}填} = \frac{a^2}{4} \cdot \frac{(\sum h_{填})^2}{\sum h} = \frac{20^2}{4} \cdot \frac{(0.88 + 0.26)^2}{(0.88 + 0.26 + 0.16 + 0)} = 100 \times \frac{1.2996}{1.3}$$
$$= 100\mathrm{m}^3\ (+)$$

$$V_{\mathrm{II}挖} = \frac{a^2}{4} \cdot \frac{(\sum h_{挖})^2}{\sum h} = \frac{20^2}{4} \cdot \frac{0.16^2}{1.3} = 2\mathrm{m}^3\ (-)$$

方格Ⅲ也是部分填方、部分挖方

$$V_{\mathrm{III}填} = \frac{a^2}{4} \cdot \frac{(\sum h_{填})^2}{\sum h} = \frac{20^2}{4} \cdot \frac{(0.26 + 0.21)^2}{(0.26 + 0.21 + 0.26 + 0.16)} = 25\mathrm{m}^3\ (+)$$

$$V_{\mathrm{III}挖} = \frac{a^2}{4} \cdot \frac{(\sum h_{挖})^2}{\sum h} = \frac{20^2}{4} \cdot \frac{(0.26 + 0.16)^2}{(0.26 + 0.21 + 0.26 + 0.16)} = 20\mathrm{m}^3\ (-)$$

（二）土方调配

土方调配就是在场地挖、填土方工程量计算之后，对挖出的土方如何利用或堆弃和填土的取得三者之间的关系进行综合协调处理。

1. 土方调配原则

（1）应力求达到挖方与填方基本平衡和就近调配，使之挖方量与运距的乘积之和尽可能为最小，亦即使土方运输量和费用最小；

（2）土方调配应考虑近期施工与后期利用相结合的原则；应考虑分区与全场相结合的原则；应尽可能与大型地下建筑物的施工相结合原则。使土方运输无对流和乱流的现象；

（3）合理布置挖、填方分区线，选择恰当的调配方向、运输路线，使土方机械和运输车辆的功能得到充分发挥；

（4）好土用在回填质量要求高的地区。

总之，进行土方调配，必须根据现场具体情况、有关技术资料、进度要求、土方施工方法与运输方法，综合考虑上述原则，并经计算比较，选择经济合理的调配方案。

2. 编制土方调配图　场地土方平衡调配，需作土方调配图，方法如下：

（1）划分调配区。即在场地平面图上先划出填、挖区的分界线（零线），并根据地形地理条件，在挖方区和填方区适当划出若干调配区，其大小应满足土方机械的操作要求。

（2）计算各调配区的土方量，标明于图上。

（3）求出每对调配区之间的平均运距。一般指挖方区重心与填方区重心之间的距离。为简化求重心位置的计算，可假定每个方格上的土方各自均匀分布，可用图解法求出形心位置以代替重心位置。

（4）绘出土方调配图。根据以上计算，在图中标出调配方向、土方数量及运距。图1-7为某场地内挖填平衡与有弃土借土的土方调配示意图。

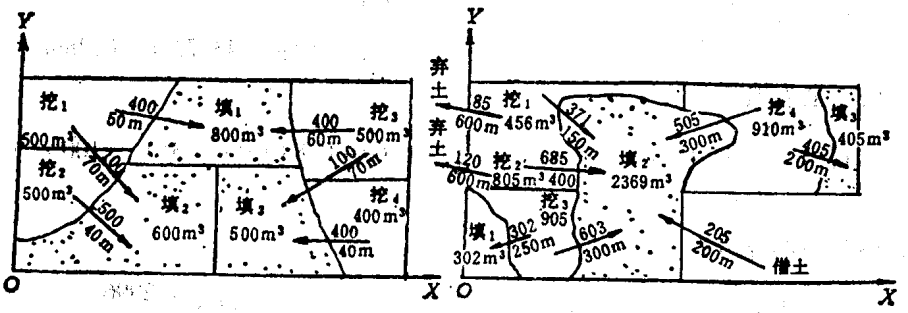


图 1-7　土方调配示意图

（a）场地内挖填平衡调配图；（b）有弃土和借土的调配图

（三）场地平整施工

1. 场地平整的施工准备

（1）拆迁障碍物。将施工区内旧有建筑物、坟墓、管道、通讯、电力设备、树木等拆除或搬迁。

(2) 排除地面水。场地内低洼地区的积水必须排除，同时要阻止地区雨水流入施工区。地面水的排除一般采用排水沟、截水沟、挡水土坝等措施。

(3) 修筑临时设施。修筑临时道路及供水、供电等临时设施。

(4) 作好设备试运转。对进入场地的土方机械设备进行维修检查、试运转，并运往现场。

2. 场地平整的施工方法　场地平整施工是由挖土、运输、填筑、压实等单一施工过程所组成的综合施工过程。其中土方开挖是主导施工过程。大面积的场地平整，宜采用大型土方机械，如推土机、铲运机和正铲挖土机等进行施工。

(1) 推土机施工。推土机是一种自行式挖土运土机械，运距在 100m 以内进行移挖作填，尤其运距在 30～60m 之间，更为有效。图 1-8 所示是液压操纵的推土机外形图。

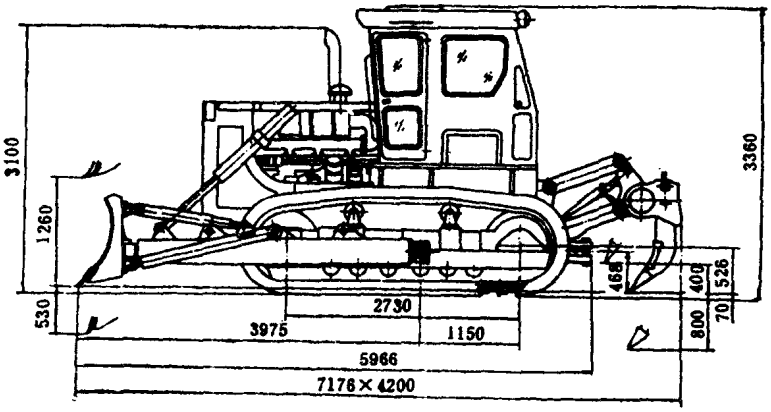


图 1-8　T--180 型推土机外形图

为了提高推土机的生产率，必须增大铲刀前土的体积，减少推土过程中土的散失，缩短切土、运土、回程等每一工作循环的延续时间，可以采用以下几种推土方法：

A. 下坡推土　推土坡度不宜超过 15°。

B. 并列推土　在大面积平整场地时，可采用二三台推土机并列推土，以减少土的散失。推土时，两铲刀相距 15～30cm，倒车时，分别按先后次序退回。

C. 分批集中　一次推送，以缩短运土的时间。

D. 槽形推土　即利用前次已推过土的原槽再次推土，可以减少土从铲刀两侧的散失。

E. 铲刀两边附加侧板，以增加铲刀前土方体积。

推土机技术性能参见表 1-3。

(2) 铲运机施工。铲运机是一种能综合完成挖土、运土、卸土的土方机械，可用于平整场地、开挖基坑、建造路基等。一般适用于松土、普通土作业。当场地地形起伏不大，坡度在 20°以内的大面积场地平整，土的含水量不超过 27%，平均运距不超过 1 000m时较为合适。铲运机按行走方式分为自行式铲运机和拖式铲运机两种，图 1-9 为自行式铲运机外形图。

铲运机的运行路线，对提高生产率影响很大，应根据挖填方区的分布情况并结合当地具体情况进行合理选择。一般有以下几种形式：