

孙震主编

建筑施工技术
(应用新规范)

— 建 筑 施 工 技 术

(应用新规范)

孙 震 主 编
徐占发 副主编

中国建材工业出版社

(京)新登字 177 号

内 容 提 要

本书以最新施工及验收规范为依据,对工业与民用建筑各主要分部分项工程的施工方法,机械化施工原理,以及单位工程施工组织设计、施工组织总设计,进行了比较全面的介绍。在内容上既吸收了传统的施工作法,也包括了最近几年建筑施工发展的新技术、新工艺。

本书可作为工科大学土建类专业教材,也可作为施工技术人员应试前的备考用书,以及自学者的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑施工技术/孙震主编—北京:中国建材工业出版社,1996.9
ISBN 7-80090-483-0

I. 建… II. 孙… III. 建筑工程-工程施工-技术 IV. TU74

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 15232 号

中国建材工业出版社出版(北京海淀区三里河路 11 号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京市社科院印刷厂印刷

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:30 字数:730 千字

1996 年 9 月第 1 版 1996 年 8 月第 1 次印刷

印数:1—5000 册 定价:45.00 元

ISBN 7-80090-483-0/TU·110

前 言

本书是以“工业与民用建筑”专业教学大纲为指导,以最新施工及验收规范为依据编写的。编写中力求既适宜课堂教学又满足在职人员的自学要求,并适应生产实践的需要,因此在有关章节附有必要的例题。尤其在当前各种施工规范不断更新的情况下,对理解新规范将起到一定的促进作用。

为满足现场施工人员的需要,本书附有大量的图表以便实际应用时便于查找,因此对现场施工人员也具有一定的实用性。

本书由孙震任主编,徐占发任副主编,各章编写人员如下

王宪恭——第一章

刘力红——第二章

孙 震——第三、四、七章

张玉祥——第五章

徐占发——第六、十一、十四章

穆静波——第八、十三章

陈乃佑——第九章

陈年和——第十章

张婀娜——第十二章

此外,邹越参加了第三章部分习题的编写工作。

限于时间和业务水平,书中难免尚有不足之处,恳切希望读者批评指正。

3-A3-01/174/192

目 录

第一章 土方工程	1
第一节 概述.....	1
第二节 土方工程量计算与调配.....	3
第三节 人工排水与降低地下水位	27
第四节 土方边坡与土壁支撑	40
第五节 土方工程的机械化施工	44
第六节 爆破工程	52
第二章 桩基础工程	56
第一节 预制钢筋混凝土桩施工	57
第二节 灌注桩施工	65
第三节 大直径扩底灌注桩基础	80
第三章 钢筋混凝土工程	85
第一节 钢筋工程	85
第二节 模板工程.....	106
第三节 混凝土工程.....	126
第四节 钢筋混凝土预制构件生产.....	141
第五节 混凝土的冬期施工.....	144
第四章 预应力混凝土工程	151
第一节 概述.....	151
第二节 锚具、夹具及连接器.....	152
第三节 先张法.....	160
第四节 后张法.....	168
第五节 预应力筋制备.....	175
第五章 脚手架工程	182
第一节 脚手架工程的要求.....	182
第二节 多立杆式外脚手架.....	183
第三节 挑架、挂架、吊篮、爬架及里脚手架.....	196
第四节 扣件式钢管脚手架的计算.....	197
第六章 砌体工程	200
第一节 砌体材料.....	200
第二节 砖砌体施工.....	201
第三节 砌块砌体的施工.....	205
第四节 石材砌体施工.....	208
第五节 砖石工程冬期施工.....	209

第六节 砌筑工程的垂直运输	214
第七章 结构安装工程	217
第一节 起重机械	217
第二节 钢筋混凝土单层工业厂房结构吊装	237
第三节 多层装配式房屋结构安装	259
第四节 升板结构施工	268
第八章 防水工程	284
第一节 地下防水工程	284
第二节 屋面防水工程	304
第九章 装饰工程	310
第一节 抹灰工程	310
第二节 饰面工程	316
第三节 铝合金与玻璃幕墙	319
第四节 涂料与裱糊工程	323
第十章 施工组织概论	330
第一节 施工组织研究对象和任务	330
第二节 基本建设程序	331
第三节 施工组织设计的资料调查	334
第四节 施工组织设计概述	337
第十一章 流水施工	341
第一节 流水施工的基本概念	341
第二节 节奏专业流水	345
第三节 异节拍专业流水	348
第十二章 网络计划技术	351
第一节 概述	351
第二节 网络图的绘制	352
第三节 网络计划时间参数的计算	363
第四节 双代号时间坐标网络计划	373
第五节 网络计划的优化	375
第十三章 单位工程施工组织设计	395
第一节 概述	395
第二节 施工方案的编制	397
第三节 施工进度计划的编制	404
第四节 施工准备工作计划和资源计划的编制	408
第五节 单位工程施工平面图设计	411
第六节 技术与组织措施的制定	415
第七节 技术经济指标	417
第八节 单位工程施工组织设计实例	417
第十四章 施工组织总设计	430

第一节	概述.....	430
第二节	施工部署和施工方案.....	432
第三节	施工总进度计划.....	432
第四节	全场性暂设工程.....	438
第五节	施工总平面图.....	456
第六节	施工组织总设计实例.....	459
参考书目		473

第一章 土方工程

第一节 概 述

一、土方施工特点

一切建筑物或构筑物的施工过程,首先是土(石)方工程的施工。它是建筑工程施工中的主要工程之一。土方工程包括各种土的挖掘、填筑、运输,以及排水、降水、土壁支撑等准备工作和辅助工作。在一般工业与民用建筑工程中,最常见的土方工程有:场地平整;基坑(槽)、地下室及管沟开挖与回填;地坪填土与碾压;路基、护坡填筑以及各种回填土等。

土方工程施工具有以下特点:

(1) 面广量大,劳动繁重。在建筑工程中,尤其是比较大型的建筑项目的场地平整,土方施工面积很大。其土方工程量可达几万甚至几十万,几百万立方米以上。劳动强度很高,工作繁重。

(2) 施工条件复杂。土方施工大部是为露天作业,有些土方工程又往往是在施工条件不完全具备的情况下施工,因而在工程施工中难以确定的因素较多,条件复杂。尤其要受到地区、气候、水文、地质、人文历史等条件的影响,给施工带来很大困难,有时甚至会影响到施工的正常进行。

(3) 施工费用低,但需投入的劳力和时间较多。对于因受条件制约,难以组织机械化施工的土方工程又常常会影响后续工程的施工。

二、土方施工设计的原则

根据土方施工的特点,要做好土方工程施工,首先要详尽分析和校核各项技术资料,尤其要做好现场勘察、地面清理、地下障碍物的清除,以及土方机械进场道路,土方搬运去向等。在大城市施工时更要注意对环境的污染。其次,由于土方工程量比较大,要尽可能采用机械化和半机械化施工,采用一些行之有效的新工艺、新工具,以代替或减轻繁重的体力劳动。第三,要合理安排施工计划,拟定合理施工方案,充分作好准备,避开雨季施工,否则要作好防洪排水的准备,确保工程质量,取得较好的经济效果。

在施工前,一定要制定出以技术经济分析为依据的施工设计。土方的施工设计应做到以下几点:

- (1) 要选择适宜的施工方案和效率高、费用低的施工机械。
- (2) 要合理进行土方的调配,使总的土方量达到最少。
- (3) 要合理选用和组织施工机械,保证施工机械发挥最大的使用效益。
- (4) 在土方施工前要选择好运输道路,做好排水、降水、土壁支撑等一切准备和辅助工作。
- (5) 编制施工计划要充分注意季节性。土方施工应尽量避免在冬季和雨季施工。
- (6) 对施工中可能遇到的问题,如:流砂、边坡稳定、古墓、枯井、古河道、人防等要进行技术分析,并提出解决措施。

(7) 施工中一定要有确保安全的措施。

三、土的工程分类

土的工程分类方法较多，有的按普氏 16 级分类，有的分为六级，也有的分为八类或十类。经常采用的是作为建筑工程的地基土分为：粘性土、砂土、碎石土、岩石，人工填土五类。另一种是按照施工开挖的难易程度，即按土的坚硬程度和开挖方法及使用工具，将土分为八类，故在建筑安装工程统一劳动定额中是按八类土分类的。现将八类分类法综合列表 1-1。

表 1-1 土 的 工 程 分 类 表

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	略有粘性的砂土、粉土腐植土及疏松的种植土、泥炭(淤泥)	用锹，少许用脚蹬用板锄挖掘。
二类土 (普通土)	II	潮湿的粘性土和黄土，含有建筑材料碎屑，碎石卵石的堆积土和种植土。	用锹，条锄挖掘，需用脚蹬，少许用镐。
三类土 (坚土)	III	中等密实的粘性土和黄土，含有碎石、卵石或建筑材料碎屑的潮湿的粘性土和黄土	主要用镐，条锄，少许用镐。
四类土 (砂砾坚土)	IV	坚硬密实的粘性土或黄土，含有碎石、砾石(体积在 10~30%，重量在 25kg 以下石块)的中等密实粘性土或黄土；硬化的重盐土；软泥灰岩	全部用镐、条锄挖掘；少许用撬棍挖掘
五类土 (软石)	V~VI	硬的石炭纪粘土；胶结不紧的砾岩；软的、节理多的石灰岩及贝壳石灰岩；坚实的白垩；中等坚实的页岩、泥灰岩	用镐或撬棍、大锤挖掘，部分使用爆破方法
六类土 (次坚石)	VII~IX	坚硬的泥质页岩；坚硬的泥灰岩；角砾状花岗岩；泥炭质石灰岩；粘土质砂岩；云母页岩及砂质页岩；风化的花岗岩、片麻岩及正常岩；滑石质的蛇纹岩；密实的石灰岩；硅质胶结的砾岩；砂岩；砂质石灰质页岩	用爆破方法开挖、部分用风镐
七类土 (坚石)	X~XIII	白云岩；大理石；坚实的石灰岩、石灰质及石英质的砂岩；坚硬的砂质页岩；蛇纹岩；粗粒正常岩；有风化痕迹的安山岩及玄武岩；片麻岩、粗面岩；中粗花岗岩；坚实的片麻岩，粗面岩；辉绿岩；玢岩；中粗正常岩	用爆破方法开挖
八类土 (特坚石)	XIV~XVI	坚实的细粒花岗岩；花岗片麻岩；闪长岩；坚实的玢岩；角闪岩、辉长岩、石英岩；安山岩、玄武岩；最坚实的辉绿岩；石灰岩及闪长岩；橄榄石质玄武岩；特别坚实的辉长岩、石英岩及玢岩	用爆破方法开挖

注：土的级别为相当于一般 16 级土石分类级别。

四、土的可松性

土都具有一定的可松性。即在自然状态下，经过开挖后，其体积因松散而增大，虽以后经回填压实，仍不能恢复成原来的体积。

土方工程量的计算是以自然状态下的体积来计算的，所以在土方回填、土方调配、计算土方机械生产率及运输工具数量的时候，必须考虑土的可松性。土的可松性程度可用可松性系数表示。土的可松性系数分为两种，一种为最初可松性系数，它表示土由自然状态经开挖成为松散土时体积增大的程度。另一种为最终可松性系数，它是表示自然土开挖经回填压实后土体积的增大程度。计算公式如下：

$$K_s = \frac{V_2}{V_1}; \quad K'_s = \frac{V_3}{V_1}$$

式中： K_s ——最初可松性系数：松土为 1.08~1.17，普通土为 1.14~1.24，坚土为 1.24~1.30；

K'_s ——最终可松性系数：松土为 1.01~1.03，普通土为 1.02~1.05，坚土为 1.04~1.07；

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)；

由上式看出，最初可松性系数一定大于最终可松性系数；即

$$K_s > K'_s$$

其比值也一定小于 1：即 $\frac{K'_s}{K_s} < 1$ 。它实际是反映开挖后土体的压实率的大小。压实率越大，土质越松散，开挖越容易。反之，压实率越小，土质越坚硬，开挖越困难。施工中决不可忽视土的可松性。

第二节 土方工程量计算与调配

土方工程施工之前，必须进行土方工程量计算。但土方工程的外形比较复杂，几何形状不规则，要做到精确计算比较困难。工程施工中，往往采用具有一定精度而又和实际情况相近似的方法进行计算。

一、基坑、基槽和路堤的土方量计算

基坑土方量可按立体几何中的柱体体积公式计算（图 1-1）。即

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

式中 H ——基坑深度 (m)；

F_1, F_2 ——基坑上下两底面积 (m^2)；

F_0 ——基坑中截面面积 (m^2)；

基槽和路堤的土方量可以沿长度方向分段后以同样方法计算（图 1-2）。

$$V_1 = \frac{L_1}{6}(F_1 + 4F_0 + F_2)$$

式中 V_1 ——第一段的土方量 (m^3)；

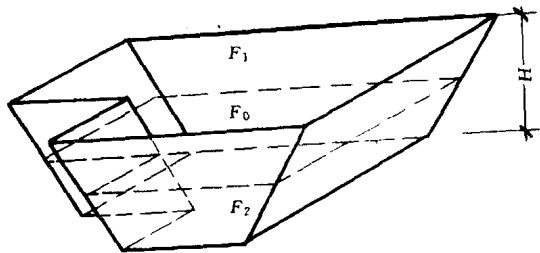


图 1-1 基坑土方量计算

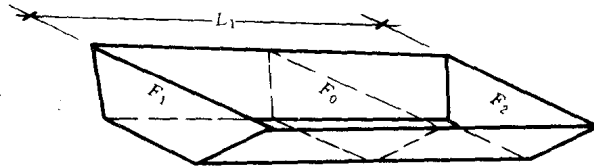


图 1-2 基槽土方量计算

L_1 ——第一段的长度 (m);

将各段土方量相加即得总土方量

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

式中 $V_1, V_2, \cdots V_n$ 为各分段土的土方量 (m^3)。

二、场地平整时设计标高的确定及土方量计算

场地平整时,首先要根据设计文件规定的要求,确定场地平整后的设计标高,然后由设计平面的标高和自然地形地面的标高之差,去计算场地各有关点的施工高度,即土方挖方和填方的高度。其:

施工高度(挖填高度) = 设计标高 - 自然标高。

由此计算整个场地的挖方和填方的工程量。

整个场地的平整施工,一般都安排在基坑(槽)、路堤、室外管沟等开挖以前进行。这样就可组织大型土方机械的整体施工,充分发挥机械化施工的优点,减少场地平整与其它工作的相互干扰。

1. 场地平整时设计标高的确定

场地平整一般都是对较大场地(如工业园区、住宅小区、大型车站、机场、广场、新建校园等)的平整,正确选择设计标高十分重要,其确定的原则为:

- ① 场地以内的挖方与填方应相互平衡,以降低土方的运输费用。
- ② 尽量考虑自然地形,以减少挖填方数量。
- ③ 符合生产工艺和运输的要求。
- ④ 考虑与周围环境协调及排水要求。

场地设计标高的确定,对小型场地平整时可采用“挖填土方量平衡法”。对大型场地和作竖向规划设计可采用“最佳设计平面法”。

“挖填量平衡法”的核心是保证土方的挖方与填方量相等,但并不能保证土方总量达到最小。不考虑场地设计标高的调整。

“最佳设计平面法”不但要求场地挖方与填方量相等,同时要使总的土方量达到最小。因而要进行场地设计标高的重新调整。

“挖填量平衡法”概念直观,计算简便;能满足小型场地平整的精度要求,常为一般土方工程量计算时所采用。

“最佳设计平面法”计算比较复杂,要应用最小二乘法求极值的原理去求解。

(1) 用“挖填量平衡法”确定小型场地设计标高。

计算方法如下：

①计算场地设计标高。将测得的场地地形图按精度要求先划成方格网（通常为 $10 \times 10\text{m}$ ）如图 1-3a，每个方格的角点标高，可根据地形图上两相邻等高线的标高，用插入法求得。如无地形图，可直接在地面上用木桩打好方格网；然后用仪器直接测出。

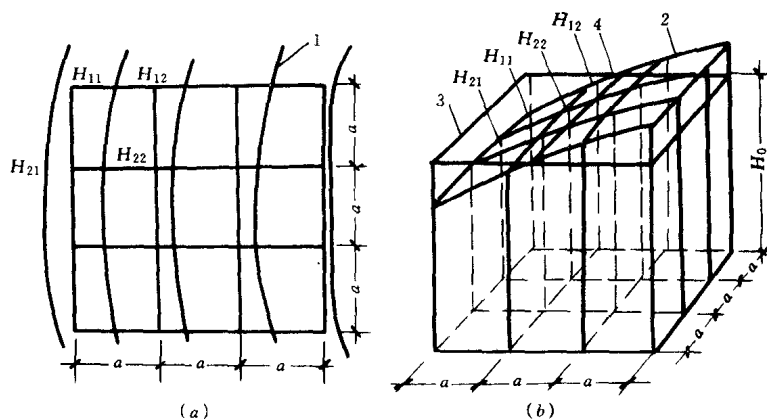


图 1-3 场地设计标高计算简图

a) 地形图上划分方格；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—自然地面与设计标高平面的交线（零零线）

按照场地土方挖填相等的原则，不考虑场地设计标高的调整，如场地泄水坡度对设计标高的影响，把整个场地看作一个水平面，场地设计标高可用平均断面法计算求得。即：

$$H_0 \cdot N \cdot a^2 = \sum_{i=1}^N \left(a^2 \cdot \frac{H_{11} + H_{12} + H_{21} + H_{22}}{4} \right)$$

$$\text{所以 } H_0 = \frac{\sum_{i=1}^N (H_{11} + H_{12} + H_{21} + H_{22})}{4N}$$

式中 H_0 ——场地设计标高 (m)；

a ——方格边长；

N ——方格数；

$H_{11} \dots H_{22}$ ——任一方格的四个角点标高。

由图 1-3 可以看出， H_{11} 为一个方格的角点标高， H_{12} 和 H_{21} 均系两个方格公共的角点标高， H_{22} 则系四个方格公共的角点标高。如果将所有方格的四个角点标高相加，那末类似 H_{11} 的角点标高要用一次，类似 H_{12} 、 H_{21} 的角点标高要用两次，类似 H_{22} 的角点标高要用到四次。因此，计算时考虑到每个角点标高使用的权数，则上式即可改写为下列形式：

$$H_0 = \frac{\sum H_1 + 2\sum H_2 + 3\sum H_3 + 4\sum H_4}{4N} \quad (1-1)$$

式中 H_1 ——一个方格仅有的角点标高 (m)；

H_2 ——二个方格共有的角点标高 (m)；

H_3 ——三个方格共有的角点标高 (m)；

H_4 ——四个方格共有的角点标高 (m)；

②考虑泄水坡度对设计标高的影响。按式(1-1)计算出的设计标高进行场地平整,则整个场地表面将处于同一水平面上,但实际上场地需要有一定的排水坡度进行地表水的排泄。其泄水坡度有单面泄水和双面泄水,因此,还需根据场地泄水坡度的要求,计算出场地内各方格角点上实际施工的设计标高。

单向泄水时,场地各点设计标高的确定,采用场地内挖填方相等原则计算出的设计标高 H_0 作为场地中心线的标高(图1-4),场地内任一点的设计标高则为:

$$H_N = H_0 \pm li_x \quad (1-2)$$

式中 H_0 ——场内任意一点的设计标高(m);

l ——该点至 H_0 的距离(m);

i_x ——场地设计泄水坡度(不小于2‰);

$\pm$ ——该点比 H_0 高则取“+”号,反之取“-”号。

例如求 H_{52} 角点的设计标高,则:

$$H_{52} = H_0 - l \cdot i_x = H_0 - 1.5a \cdot i_x$$

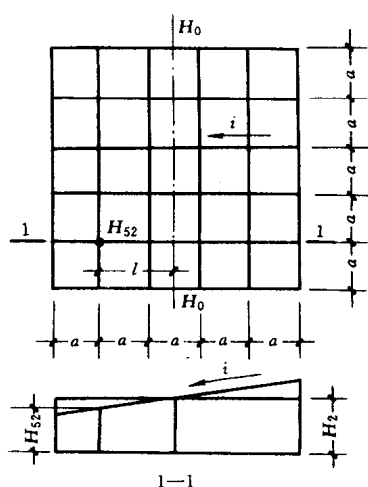


图 1-4 单向排水坡度的影响

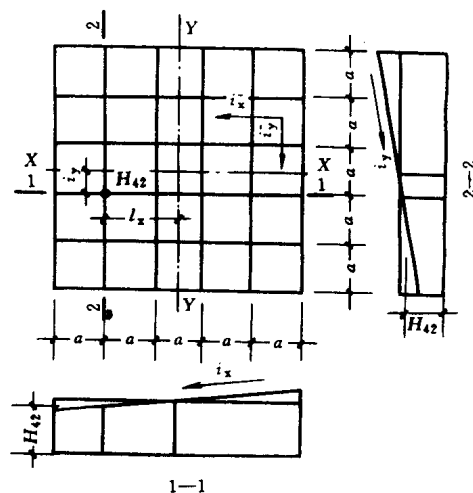


图 1-5 双向排水坡度的影响

双向排水时,场地各点设计标高的确定计算原则同前。如图1-5所示, H_0 为场地中心点的标高,场地内任意一点的设计标高为:

$$H_N = H_0 \pm l_x i_x \pm l_y i_y \quad (1-3)$$

式中 l_x 、 l_y ——该点在 $x-x$ 、 $y-y$ 方向距场地中心线的距离;

i_x 、 i_y ——该点在 x 、 y 方向场地设计泄水坡度。其余符号表示内容同前。

例如求 H_{42} 角点的设计标高,则

$$\begin{aligned} H_{42} &= H_0 - l_x i_x - l_y i_y \\ &= H_0 - 1.5a i_x - 0.5a i_y \end{aligned}$$

(2)“最佳设计平面法”确定大型场地与竖向规划的设计标高。

用上述方法求得 H_0 是按场地内挖填平衡的原则计算得,它并没有能保证土方量达到最小。故其场地平均设计标高并不理想。原因是没有考虑到场地设计标高的调整。实际上,场地设计标高还需考虑以下因素进行调整。

①由于土的可松性,回填土有剩余,因而还需适当提高设计标高。

②由于受设计标高以上的各种填方用土量(如场地筑路)影响设计标高的降低,或者由于受设计标高以下的各种挖方工程用土量(如开挖水池、河道)而影响设计标高的提高。

③经过经济比较的结果,而将部分挖方土就近弃于场外,或将部分填方土就近从场外取土而引起的挖填土方量的变化,从而导致设计标高的增减。

(3) 最佳设计平面参数的确定。

任何一个平面在空间的位置,在直角坐标体系中都可用三个参数来确定(图 1-6)。

其方程为

$$\frac{x}{a} + \frac{y}{b} + \frac{z}{c} = 1$$

等式两边乘以 c , 则

$$x \cdot \frac{c}{a} + y \cdot \frac{c}{b} + z = c$$

由图 1-6 可以看出,设计平面在 x 轴及 y 轴处夹角为 α 和 β , 则:

$$\operatorname{tg} \alpha = i_x = -\frac{c}{a},$$

$$\operatorname{tg} \beta = i_y = -\frac{c}{b},$$

上面几式经过代入整理可得:

$$Z = c + x \cdot i_x + y \cdot i_y$$

式中 c ——为原点标高;

i_x —— x 方向坡度;

i_y —— y 方向坡度。

如果知道了原点标高 c 以及坡度 i_x 及 i_y , 那么在这个设计平面上任何一点 i 的设计标高 z'_i , 可据上式求出:

$$z'_i = c + x_i \cdot i_x + y_i \cdot i_y \quad (1-4)$$

式中 x_i —— i 点在 x 方向的坐标;

y_i —— i 点在 y 方向的坐标;

其余符号同前。

为了进行挖填土方量计算。必须算出场地方格网各角点的施工高度,为此,要计算出各角点的设计标高,并根据地形图及测量数据,标出各角点的原地形标高(即角点标高)于方格网图上,则该场地方格角点的施工高度:即可按下式求得,

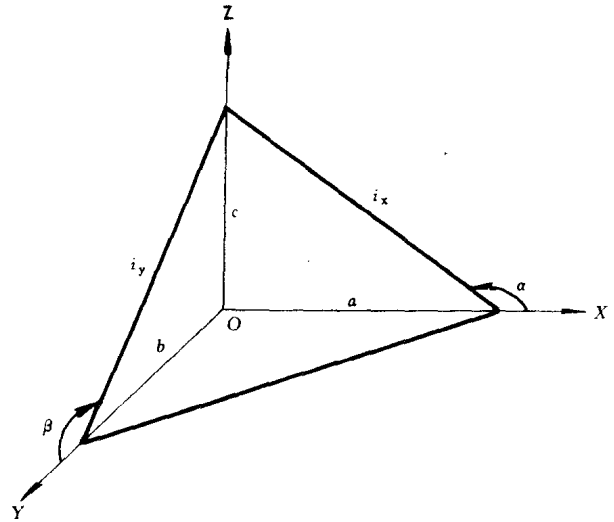


图 1-6 空间中一个平面的位置

c ——原点标高; i_x —— x 方向坡度; i_y —— y 方向坡度

$$H_i = z'_i - z_i = c + x_i i_x + y_i i_y - z_i \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (1-5)$$

式中 H_i ——方格网各角点的施工高度；

z'_i ——方格网各角点的设计平面标高；

z_i ——方格网各角点的原地形标高；

n ——方格角点总数。

若 H_i 是正值，即该点应是填土；如为负值则是挖土。

由于施工高度有正有负，当施工高度之和为零时，则表明该场地土方是挖填相平衡，但它并不能反映出挖方和填方的绝对值之和为多少。为了不使施工高度正负相抵消，在计算施工高度总和时，应先将施工高度平方后再相加，则其总和就能反映出土方工程量挖填方绝对值之和的大小。还应指出：在计算施工高度之和时，还要注意方格网各角点施工高度在计算土方量时被应用的次数 p_i 。

最佳设计平面时，不但要保证挖填量相等，而且使土方工程量最小，可应用最小二乘法求极值的原理进行求解。

令 σ 为土方施工高度之平方和，则

$$\sigma = \sum_{i=1}^n p_i H_i^2 = p_1 H_1^2 + p_2 H_2^2 + \dots + p_n H_n^2 \quad (1-6)$$

式中 σ ——土方施工高度之平方和；

p_i ——反映方格角点的特征，即“权”数。

将公式 (1-5) 代入 (1-6) 式得

$$\begin{aligned} \sigma = & p_1 (c + x_1 i_x + y_1 i_y - z_1)^2 + p_2 (c + x_2 i_x + y_2 i_y - z_2)^2 \\ & + \dots + p_n (c + x_n i_x + y_n i_y - z_n)^2 \end{aligned}$$

为了求得 σ 最小时的设计平面参数 c 、 i_x 、 i_y ，可以对上式的 c 、 i_x 、 i_y 分别求偏导，并令其为 0，于是可得：

$$\begin{cases} \frac{\partial \sigma}{\partial c} = \sum_{i=1}^n p_i (c + x_i i_x + y_i i_y - z_i) = 0 \\ \frac{\partial \sigma}{\partial i_x} = \sum_{i=1}^n p_i x_i (c + x_i i_x + y_i i_y - z_i) = 0 \\ \frac{\partial \sigma}{\partial i_y} = \sum_{i=1}^n p_i y_i (c + x_i i_x + y_i i_y - z_i) = 0 \end{cases} \quad (1-7)$$

整理成准则方程：

$$\begin{cases} [p]c + [px]i_x + [py]i_y - [pz] = 0 \\ [px]c + [p_{xx}]i_x + [p_{xy}]i_y - [p_{xz}] = 0 \\ [py]c + [p_{xy}]i_x + [p_{yy}]i_y - [p_{yz}] = 0 \end{cases} \quad (1-8)$$

式中 $[p] = p_1 + p_2 + \dots + p_n$

$$[px] = p_1 x_1 + p_2 x_2 + \dots + p_n x_n$$

$$[p_{xx}] = p_1 x_1 x_1 + p_2 x_2 x_2 + \dots + p_n x_n x_n$$

$$[p_{xy}] = p_1 x_1 y_1 + p_2 x_2 y_2 + \dots + p_n x_n y_n$$

$$[p_{yy}] = p_1 y_1 y_1 + p_2 y_2 y_2 + \dots + p_n y_n y_n$$

$$[p_{yz}] = p_1 y_1 z_1 + p_2 y_2 z_2 + \dots + p_n y_n z_n$$

余类推

解上联立方程组,便可求得最佳设计平面的三个参数 c 、 i_x 、 i_y 。然后即可求得各角点的施工高度 H_i (可列表计算)。

。(4) 场区设计平面的几种情况。

①一般设计中, i_x 、 i_y 在规范中多数给出参考数值, i_x 与 i_y 为已知, 根据准则方程, 则原点标高可由公式 (1-8) 的一式求出 c :

$$c = \frac{[pz] - [px]i_x - [py]i_y}{[p]} \quad (1-9)$$

从而可求出各点的施工高度。

在计算时必须保持 x 、 y 轴两个方向规定的坡度方向。

②如果求场地为一水平面, 不考虑场地的泄水坡度 (即 $i_x = i_y = 0$), 由公式 (1-8) 中的一式可求得原点标高 c , 即场地设计为一水平时的设计标高 H_0 , 所以

$$H_0 = c = \frac{[pz]}{[p]}$$

③如已知原点标高 c , 求出坡度 i_x 与 i_y 时, 则可用公式 (1-8) 的二、三式联立求解得出:

$$\begin{cases} [pxx] i_x + [pxy] i_y = [pxz] - [px] c \\ [pxy] i_x + [pyy] i_y = [pyz] - [py] c \end{cases} \quad (1-10)$$

【例题 1-1】 如图 1-7 为一场地平整方格网, 方格网边长为 20m, 泄水坡度 $i_x = i_y = 3\%$, 方格角点地形标高如图所示, 工艺上没有特殊要求。

试按场地最佳设计平面法进行场地竖向设计。

解: ①在图上确定坐标

角点编号	施工高度 H_i
地形标高 z_i	设计标高 z'

(角点标注示意)

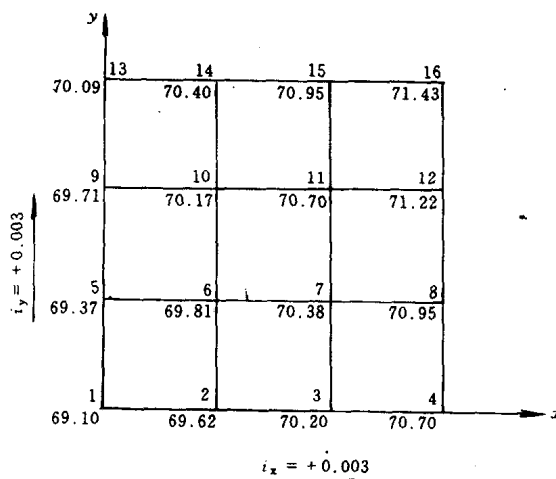


图 1-7 场地方格网与自然地面标高

②进行角点编号

③计算各点的权数 p

④为便于计算, 可列表进行准则方程系数的计算 (见表 1-2)

根据上表计算, 将各系数总和代入准则方程组化简 (由 i_x 和 i_y 已知) 得:

$$c = \frac{[pz] - [px]i_x - [py]i_y}{[p]}$$

$$= \frac{632.6 - 270 \times 0.003 - 270 \times 0.003}{9} = 70.1(\text{m})$$

⑤将 $c=70.11$, $i_x=i_y=0.003$ 代入公式, 则各方程角点的施工高度 $H_i=c+x_i i_x+y_i i_y-z_i$, 把计算结果填入表(1-2)第14栏内, 并进行检查, 如 $[ph]=0$, 说明整个计算过程正确。

图 1-8 即为计算的各方格角点施工高度。

2. 场地平整土方量的计算

为编制土方施工方案, 合理组织施工, 对挖填方合理规划, 以及土方工程量的检查、验收等, 必须先进行土方量的计算。场地平整土方量计算的方法有两种, 一种是方格网法, 另一种是横断面法。方格网法适用于地形平坦或面积宽大的场地。计算精度比较高。横断面法适用于地形起伏变化较大, 或挖填深度较大, 但

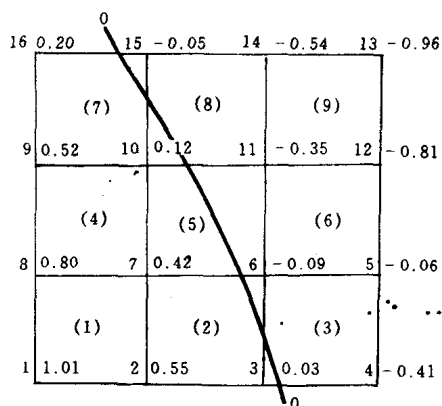


图 1-8 填挖方各方格角点施工高度

又不规则的狭长地段。

(1) 方格网法

场地平整的土方量计算多用此法。方格边长一般为 10、20、30 或 40m。视地形变化程度而定。在方格各角点上注上自然地面标高和实际采用的设计标高, 算出相应的角点挖填高度, 然后计算出每一个方格的填挖土方量, 并算出场地边坡的土方量, 相加后, 即可得到整个场地的填挖土方总量。

方格网法计算土方量, 计算精度按“四方棱柱法”和“三角棱柱法”计算体积的有关公式计算。

用“四方棱柱法”计算时, 一般可分三种类型。

①方格四个角点全部为填或全部为挖。如图 1-9 所示, 其土方量为:

$$V = \frac{a^2}{4}(h_1 + h_2 + h_3 + h_4) \quad (1-11)$$

式中 V ——填方或挖方体积 (m^3);

h_1 、 h_2 、 h_3 、 h_4 ——方格角点挖填高度, 用绝对值 (m);

a ——方格边长。

②方格的相邻两角点为填方, 另两角点为挖方。如图 1-10 所示, 其填方部分的土方量为:

$$V_{3,4} = \frac{a^2}{4} \left(\frac{h_3^2}{h_2 + h_3} + \frac{h_4^2}{h_1 + h_4} \right) \quad (1-12a)$$

挖方部分的土方量为:

$$V_{1,2} = \frac{a^2}{4} \left(\frac{h_1^2}{h_1 + h_4} + \frac{h_2^2}{h_2 + h_3} \right) \quad (1-12b)$$

③方格的三个角点为挖方(或填方), 另一个角点为填方(或挖方)。如图 1-11 所示, 其挖方部分的土方量为: