



中等职业教育土木类专业规划教材

土木工程施工概论

TUMU GONGCHENG SHIGONG GAILUN

主 编 朱军军 程达峰

主 审 张修身



人民交通出版社

China Communications Press

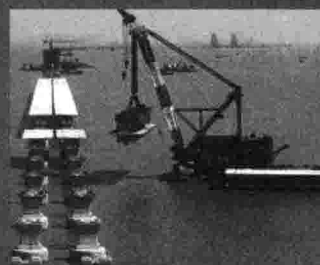
◆ 中等职业教育土木类专业规划教材

土木工程施工概论

TUMU GONGCHENG SHIGONG GAILUN

主 编 朱军军 程达峰

主 审 张修身



人民交通出版社
China Communications Press

内 容 提 要

本书是一本为土木工程类专业及相关学科的学生提供帮助其了解所学专业和未来从事本行业工作的概论性教材。全书共 12 单元,包括:土方工程施工、地基处理和桩基础施工、砌筑工程施工、钢筋混凝土结构工程施工、预应力混凝土结构工程施工、建筑结构工程施工、市政管道工程施工、桥梁工程施工、道路工程施工、隧道及地下工程施工、高速铁路工程概述、施工组织概论。内容简要、实用,每单元均配有大量图片,附“知识拓展”、“思考与练习题”。

本书为“中等职业教育土木类专业规划教材”,适合作为广大职业教育土木类专业师生的教学用书,也可作为相关专业工程技术人员的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

土木工程施工概论 / 朱军军, 程达峰主编. — 北京:
人民交通出版社, 2011.8

ISBN 978-7-114-09234-3

I. ①土… II. ①朱…②程… III. ①土木工程—工
程施工 IV. ①TU74

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 129613 号

中等职业教育土木类专业规划教材

书 名: 土木工程施工概论

著 作 者: 朱军军 程达峰

责任编辑: 刘彩云

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010) 59757969, 59757973

总 经 销: 人民交通出版社发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京交通印务实业公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 15.5

字 数: 357千

版 次: 2011年8月 第1版

印 次: 2011年8月 第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-09234-3

定 价: 29.50元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

中等职业教育土木类专业规划教材

编 审 委 员 会

主任委员 徐 彬

副主任委员 (以姓氏笔画为序)

安锦春 陈苏惠 陈志敏 陈 捷 张永远

张 雯 徐寅忠 曹 勇 韩军峰 蒲新录

委 员 (以姓氏笔画为序)

王丽梅 石长宏 刘 强 朱凤兰 朱军军

米 欣 宋 杨 张建华 张维丽 李志勇

李忠龙 李荣平 杨立新 杨 伟 杨 妮

苏娟婷 连建忠 陈 宇 房艳波 姚建英

姜东明 姜毅平 禹凤军 钟起辉 徐 成

徐瑞龙 强天林 焦仲秋 程达峰 韩高楼

褚红梅

丛书编辑 刘彩云 (lcy@ccpress.com.cn)

中等职业教育土木类专业规划教材

出版说明

近年来,国家大力发展中等职业教育,中职教育获得了前所未有的发展,而且随着社会需求的不断变化,以及中职教育的不断深化,中职教育也面临着新的机遇和挑战;同时,随着我国城市化的推进和交通基础设施建设的蓬勃发展,公路、铁路、城市轨道交通等领域的大规模建设,对技能型人才的需求非常强烈,为土木类中职教育的发展提供了难得的契机。

为贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》以及《中等职业教育改革创新行动计划(2010—2012年)》等一系列文件的精神和要求,加快培养具有良好职业道德、必要文化知识、熟练职业技能等综合职业能力的高素质劳动者和技能型人才,人民交通出版社在有关学会和专家的指导下,组织全国十余所土木类重点中职院校,通过深入研讨,确立面向“十二五”的新型教材开发指导思想,共同编写出版本套中职土木类专业规划教材,意在为广大土木类中职院校提供一套具有鲜明中职教育特点、体现行业教育特色、适用且好用的高品质教材,以不断推进中职教学改革,全面提高中职土木类专业教育教学质量。

本套教材主要特色如下:

(1)面向“十二五”,积极适应当前的职业教育教学改革需要,确保创新性和高质量。

(2)充分体现行业特色,重点突出教材与职业标准的深度对接,以及铁道、公路、城市轨道交通知识体系的深入交叉、整合、渗透,以满足教学培养和就业需要。

(3)立体化教材开发,教材配套完善——以“纸质教材+多媒体课件”为主体,配套实训用书,建设网络教学资源库,形成完整的教学工具和教学支持服务体系。

(4)纸质教材编写上,突出简明、实务、模块化,着重于图解和工程案例教学,确保教材体现较强的实践性,适合中职层次的学生特点和学习要求;当前高速公路、高速铁路、城市地铁、隧道工程建设发展迅速,技术更新较快,邀请企业人员与高等院校专家全程参与教材编写与审定,提供最新资料,确保所涉及技术和资料的先进性和准确性;结合双证书制进行教材编写,以满足目前职业院校学生培养

中的双证书要求。

本套教材开发依据教育部新颁中等职业学校专业目录中的土木类铁道施工与养护、道路与桥梁工程施工、工程测量、土建工程检测、工程造价、工程机械运用与维修等专业要求,最新修订的全国技工院校专业目录中的公路施工与养护、桥梁施工与养护、公路工程测量、建筑施工等专业,以及公路、铁路、隧道及地下工程等土建领域的相关专业要求,面向上述领域的各职业和岗位,知识相互兼容与涵盖。本套教材可供上述各专业使用,其他相关专业以及相应的继续教育、岗位培训亦可选择使用。

人民交通出版社

中等职业教育土木类专业规划教材编审委员会

2011年6月

前 言

本书依据土木工程类专业指导性教学计划及教学大纲的要求,根据国家现行标准、规范,针对土木工程施工的特点,结合教学、生产实践经验编写而成。全书体现中等职业教育教学特点,通过大量图片展现土木工程施工过程,内容简练、实用。

本书共分12个单位,由中铁二十局集团有限公司技工学校朱军军(一级建造师)和中铁十八局集团有限公司技工学校程达峰主编。具体编写分工如下:中铁十八局集团有限公司技工学校程达峰编写单元1~单元3及单元9,中铁二十局集团有限公司技工学校程秀娟编写单元4,中铁二十局集团有限公司技工学校朱军军编写单元5、单元6,中铁二十局集团有限公司技工学校朱军军及哈尔滨铁道职业技术学院郭喜春、李曦明编写单元8、单元10、单元12,中铁二十局集团有限公司技工学校何帆编写单元7,中铁二十局集团第六工程有限公司王雷编写单元11。全书由朱军军统稿,陕西铁路工程职业技术学院张修身教授主审。

本书在编写的过程中,得到了人民交通出版社刘彩云、中铁二十局集团有限公司技工学校的领导和同事们的精心指导和大力支持,在此一并表示衷心的感谢!

限于编者水平,加之技术进步日新月异,疏漏、不足之处在所难免,恳请有关专家和读者提出宝贵建议,以便进一步完善。

编 者
2011年6月

目 录

单元1 土方工程施工	1
1.1 概述	1
1.2 土方调配量计算	2
1.3 土方工程施工要点	7
1.4 土方工程的机械化施工	10
1.5 土方填筑与压实	14
1.6 土方工程质量标准与安全技术要求	16
思考与练习	18
单元2 地基处理和桩基础施工	19
2.1 基坑验槽	19
2.2 地基加固处理	20
2.3 桩基工程	25
思考与练习	37
单元3 砌筑工程施工	38
3.1 常用砌筑材料	38
3.2 砌体施工	40
3.3 砌筑用脚手架	46
思考与练习	53
单元4 钢筋混凝土结构工程施工	54
4.1 钢筋工程	54
4.2 模板工程	58
4.3 混凝土工程	64
思考与练习	74
单元5 预应力混凝土结构工程施工	75
5.1 预应力筋	75
5.2 先张法施工	77
5.3 后张法施工	83
思考与练习	94
单元6 建筑结构工程施工	95
6.1 砖混结构施工	95

6.2	现浇混凝土结构施工	97
6.3	单层厂房结构安装	99
6.4	多层装配式结构的安装	104
6.5	钢结构安装	107
	思考与练习	112
单元7	市政管道工程施工	113
7.1	室外地下管道的开槽施工	113
7.2	室外地下管道的不开槽施工	126
7.3	室外热力管道安装	128
	思考与练习	132
单元8	桥梁工程施工	134
8.1	桥梁工程基本知识	134
8.2	桥梁下部施工	136
8.3	简支梁桥安装	139
8.4	逐孔法施工	141
8.5	悬臂法施工	142
8.6	顶推法施工	146
8.7	现浇拱桥施工	148
8.8	转体法施工	150
	思考与练习	154
单元9	道路工程施工	155
9.1	路基工程施工	155
9.2	路堤施工	158
9.3	路堑施工	159
9.4	路基压实	161
9.5	路基排水与加固	163
9.6	软土路基施工	168
9.7	路基修整与检查验收	169
9.8	路面(底)基层施工	170
9.9	水泥混凝土路面施工技术	171
9.10	沥青混凝土路面施工	176
	思考与练习	179
单元10	隧道及地下工程施工	180
10.1	开挖	180
10.2	衬砌与灌浆	186
10.3	喷锚支护技术	190
10.4	盾构法	195

思考与练习	200
单元 11 高速铁路工程概述	201
11.1 高速铁路工程简介	201
11.2 高速铁路 I 型板式无砟轨道施工	208
11.3 高速铁路 CRTS II 型板式无砟轨道施工	211
11.4 高速铁路双块式无砟轨道施工	216
思考与练习	220
单元 12 施工组织概论	221
12.1 建筑产品及其生产的特点	221
12.2 施工组织的基本原则	221
12.3 施工准备工作	223
12.4 施工组织设计	229
思考与练习	234
参考文献	235

单元 1 土方工程施工

1.1 概述

1.1.1 土方工程的施工特点

常见的土方工程包括场地平整,土方的开挖、填筑和运输,降、排水,土壁边坡支护,以及土方回填与压实。

土方工程施工要求高程准确,断面合理,土体有足够的强度和稳定性,土方量少,工期短,费用省。但土方工程具有工程量大、施工工期长、劳动强度大的特点。而其另一个特点是施工条件复杂又多为露天作业,受气候、水文、地质和邻近建(构)筑物等条件的影响较大,且天然或人工填筑形成的土石成分复杂,难以确定的因素较多。

1.1.2 土的工程分类与现场鉴别方法

土的种类繁多,其分类方法各异。土方工程施工中,一般把土按开挖难易程度分为八类。一~四类为土,五~八类为岩石。在选择施工挖掘机械和套用建筑安装工程劳动定额时,要依据土的工程类别,具体选用。

1.1.3 土的基本性质

1) 土的天然含水率

土的含水率 $w(\%)$ 是土中水的质量与固体颗粒质量之比的百分率,即

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

式中: m_w ——土中水的质量(g 或 kg);

m_s ——土中固体颗粒的质量(g 或 kg)。

2) 土的天然密度和干密度

土在天然状态下单位体积的质量,称为土的天然密度,用 $\rho(\text{g/cm}^3 \text{ 或 } \text{kg/m}^3)$ 表示。

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1-2)$$

式中: m ——土的总质量(g 或 kg);

V ——土的天然体积(cm^3 或 m^3)。

单位体积中土的固体颗粒的质量,称为土的干密度,用 $\rho_d(\text{g/cm}^3 \text{ 或 } \text{kg/m}^3)$ 表示。

$$\rho_d = \frac{m_s}{V} \quad (1-3)$$

式中: m_s ——土中固体颗粒的质量(g 或 kg);

V ——土的天然体积(cm^3 或 m^3)。

土的干密度越大,表示土越密实。工程上常把土的干密度作为评定土体密实程度的标准,以控制填土工程的压实质量。土的干密度 ρ_d 与土的天然密度 ρ 之间有如下关系:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m_s + m_w}{V} = \frac{m_s + w m_s}{V} = (1 + w) \frac{m_s}{V} = (1 + w) \rho_d \quad (1-4)$$

$$\text{即} \quad \rho_d = \frac{\rho}{1 + w} \quad (1-5)$$

3) 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体积的一种性质。土的可松程度用可松性系数表示,即

$$K_s = \frac{V_{\text{松散}}}{V_{\text{原状}}} \quad (1-6)$$

$$K_s' = \frac{V_{\text{压实}}}{V_{\text{原状}}} \quad (1-7)$$

式中: K_s ——土的最初可松性系数;

K_s' ——土的最终可松性系数;

$V_{\text{原状}}$ ——土在天然状态下的体积(m^3);

$V_{\text{松散}}$ ——土挖出后在松散状态下的体积(m^3);

$V_{\text{压实}}$ ——土经回填压(夯)实后的体积(m^3)。

土的可松性对确定场地设计高程、土方量的平衡调配、计算运土机具的数量和弃土坑的容积,以及计算填方所需的挖方体积等均有很大影响。

4) 土的渗透性

土的渗透性指水流通过土中孔隙的难易程度,水在单位时间内穿透土层的深度称为渗透系数,用 k 表示,单位为米每天(m/d)。

1.2 土方调配量计算

1.2.1 基坑、基槽土方量计算

在开挖基坑、沟槽或填筑路堤时,为了防止塌方,保证施工安全及边坡稳定,其边沿应考虑放坡。土方边坡的坡度为高度 H 与底宽 B 之比,即

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

式中, $m = B/H$,称为坡度系数。其意义为:当边坡高度已知为 H 时,其边坡宽度 B 则等于 mH ,见图 1-1。

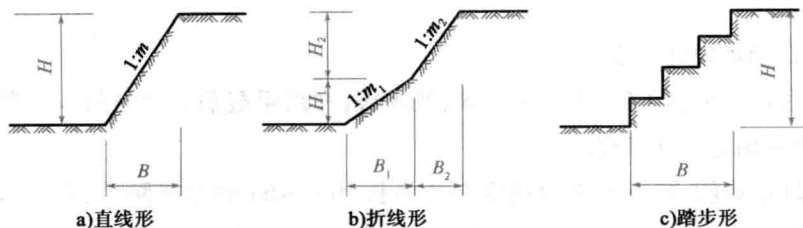


图 1-1 土方边坡线形

基坑土方量可按立体几何中的拟柱体体积公式计算,拟柱体即由两个平行的平面做底的一种多面体,见图 1-2a)。

$$V = \frac{H}{6}(A_1 + 4A_0 + A_2) \quad (1-8)$$

式中: H ——基坑深度(m);

A_1 、 A_2 ——基坑上、下底面积(m^2);

A_0 ——基坑中间位置的截面面积(m^2)。

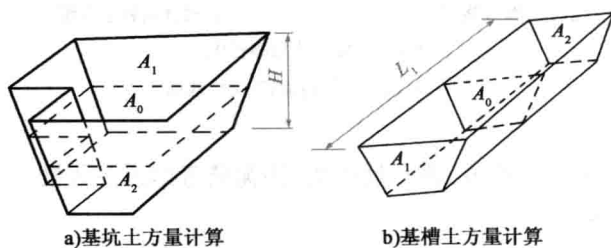


图 1-2 基坑、基槽土方计算图

基槽[见图 1-2b)]和路堤的土方量可以沿长度方向分段后,再用同样方法计算。

$$V_1 = \frac{L_1}{6}(A_1 + 4A_0 + A_2) \quad (1-9)$$

式中: V_1 ——第一段的土方量(m^3);

L_1 ——第一段的长度(m)。

将各段土方量相加,即得总土方量。

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + \cdots + V_n \quad (1-10)$$

式中: V_1 、 V_2 、 V_3 、 $\cdots$ 、 V_n ——各分段的土方量(m^3)。

1.2.2 场地平整土方量计算

对较大面积场地的平整,合理地确定场地的设计高程,对减少土方量和加快工程进度具有重要的意义。一般来说,应考虑以下因素:①满足生产工艺和运输的要求;②尽量利用地形,分区或分台阶布置,分别确定不同的设计高程;③场地内挖填方平衡,土方运输量最少;④要有一定的泄水坡度($\geq 0.2\%$),使之能满足排水要求;⑤考虑最高洪水位的影响。

场地设计高程一般应在设计文件上规定,若设计文件对场地设计高程没有规定时,可按

述步骤来确定。

1) 初步确定场地设计高程

假定整平后场地是水平的,不考虑边坡、泄水坡,利用平整前总土方量 = 平整后总土方量的原则,初步计算场地设计高程。

首先将场地地形图,根据要求的精度划分为长 10 ~ 40m 的方格网,见图 1-3,然后求出各方格角点的地面高程。地形平坦时,可根据地形图相邻两等高线的高程,用插入法求得;地形不平坦时,用插入法有较大误差,可在地面上用木桩打好方格网,然后用仪器直接测出。

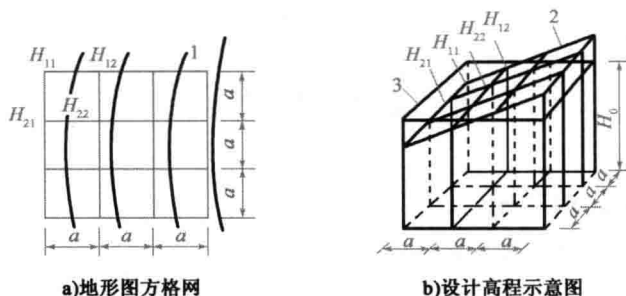


图 1-3 地形图与高程图

1-等高线;2-自然地面;3-设计地面

2) 场地设计高程的调整

按上述计算的场地设计高程 H_0 系一理论值,还需要考虑以下因素。

(1) 土的可松性影响

由于土具有可松性,按理论计算的高度 H_0 施工,若回填土有剩余,则要适当提高设计高程。

(2) 借土或弃土的影响

在场内地内修筑路堤等需要土方时,若按 H_0 施工,会出现用土不足的情况,为了保证有足够的土,则需降低设计高程。

在场内地内若有大型基坑开挖,会有多余土方,为了防止余土外运,则需提高设计高程。

(3) 考虑泄水坡度对设计高程的影响

平整场地的坡度,一般标明在图纸上,如设计无要求,一般取不小于 0.2% 的坡度。根据设计图纸或现场情况,泄水坡度分单向泄水和双向泄水。

场地向一个方向排水,称为单向泄水。单向泄水时,场地设计高程计算,是将已调整的设计高程作为场地中心线的高程。

场地向两个方向排水,称为双向泄水。双向泄水时,设计高程计算,是将已调整的设计高程作为场地纵横方向的中心点。

3) 计算零点标出零线

(1) 计算各方格角点的施工高度

在实际施工中,每一个方格是挖方还是填方呢? 若为挖方,应挖多少? 若为填方,应填多

少? 这就是施工高度问题。所谓施工高度,就是每一个方格角点的挖填高度。当地形平坦时,按地形图用插入法求得;当地面坡度变化起伏较大时,用经纬仪测出。

(2) 计算零点标出零线

当同一方格的四个角点的施工高度全为“+”或全为“-”时,说明该方格内的土方则全部为填方或全部为挖方。如果一个方格中一部分角点的施工高度为“+”,而另一部分为“-”时,说明此方格中的土方一部分为填方,而另一部分为挖方,这时必定存在不挖不填的点,这样的点叫零点,见图 1-4,点 O 即为零点, H_2 部分为填方段, H_1 部分为挖方段。把一个方格中的所有零点都连接起来形成直线或曲线,这道线叫零线,即挖方与填方的分界线。

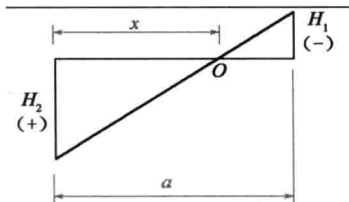


图 1-4 零点计算示意图

4) 计算土方工程量

(1) 四棱柱法

① 方格四个角点全部为挖方或填方时,见图 1-5a),其挖方或填方体积为

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

式中: h_1 、 h_2 、 h_3 、 h_4 ——方格四个角点挖或填的施工高度,以绝对值代入(m);

a ——方格边长(m)。

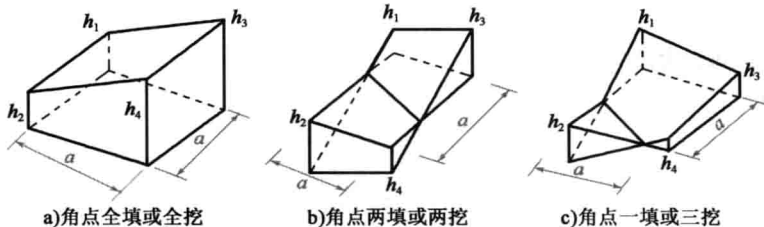


图 1-5 填挖方图

② 方格四个角点中,部分是挖方,部分是填方时,见图 1-5b),其挖方或填方体积分别为

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

$$V_{填} = \frac{a^2}{4} \left(\frac{h_3^2}{h_2 + h_3} + \frac{h_4^2}{h_1 + h_4} \right) \quad (1-13)$$

③ 方格三个角点为挖方,另一个角点为填方时,见图 1-5c),其填方体积为

$$V_4 = \frac{a^2}{6} \left[\frac{h_4^3}{(h_1 + h_4)(h_3 + h_4)} \right] \quad (1-14)$$

其挖方体积为

$$V_{1,2,3} = \frac{a^2}{6} (2h_1 + h_2 + 2h_3 - h_4) + V_4 \quad (1-15)$$

(2) 断面法

在地形起伏变化较大的地区,或挖填深度较大,断面又不规则的地区,采用断面法计算土方工程量比较方便。

方法:沿场地取若干个相互平行的断面(可利用地形图定出或实地测量定出),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,见图 1-6。

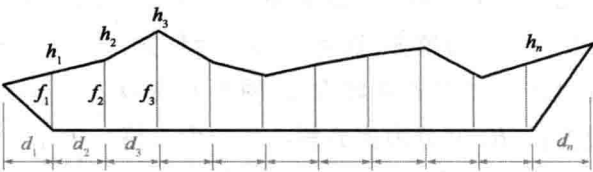


图 1-6 断面法

断面面积求出后,即可计算土方体积。设各断面面积分别为 $f_1, f_2, \dots, f_n$, 相邻两断面间的距离依次为 $d_1, d_2, \dots, d_{n-1}$, 则所求土方体积为

$$V = \frac{1}{2}(f_1 + f_2)d_1 + \frac{1}{2}(f_2 + f_3)d_2 + \dots + \frac{1}{2}(f_{n-1} + f_n)d_{n-1} \quad (1-16)$$

5) 边坡土方量计算

图 1-7 为场地边坡的平面示意图,从图中可以看出,边坡的土方量可以划分为两种近似的几何形体进行计算,一种为三角形棱锥体(如图中①、②、③…),另一种为三角形棱柱体(如图中的④)。

(1) 三角形棱锥体边坡体积

则①体积为

$$V = \frac{1}{3}F_1L_1 \quad (1-17)$$

$$F_1 = \frac{1}{2}mh_2h_2 = \frac{1}{2}mh_2^2 \quad (1-18)$$

式中: L_1 ——边坡①的长度(m);

F_1 ——边坡①的断面面积(m^2);

h_2 ——角点的挖土高度(m);

m ——边坡的坡度系数。

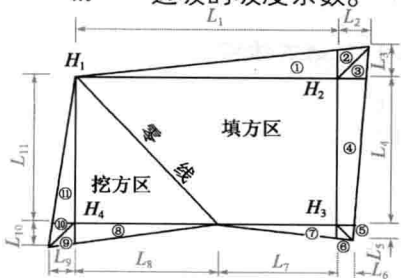


图 1-7 场地边坡示意图

(2) 三角形棱柱体边坡体积

如图中④,其体积为

$$V_4 = \frac{F_3 + F_4}{2}L_4 \quad (1-19)$$

当两端横断面面积相差很大时:

$$V_4 = \frac{L_4}{6}(F_3 + 4F_0 + F_5) \quad (1-20)$$

式中: L_4 ——边坡④的长度(m);

F_3 、 F_0 、 F_5 ——边坡④的两端及中部横断面面积(m^2)。

1.2.3 土方调配

土方工程量计算完成后,即可着手对土方进行平衡与调配。土方的平衡与调配是土方规划设计的一项重要内容,是对挖土的利用、堆弃和填土的取得这三者之间的关系进行综合平衡处理,以达到土方运输费用最小而又能方便施工的目的。

应力求达到挖、填平衡和运输量最小,这样可以降低土方工程的成本。然而,仅限于场地范围的平衡,往往很难满足运输量最小的要求。因此还需根据场地及其周围地形条件综合考虑,必要时可在填方区周围就近借土,或在挖方区周围就近弃土,而不是只局限于场地以内的挖、填平衡,这样才能做到经济合理。

进行土方调配,必须根据现场的具体情况、有关技术资料、工期要求、土方机械与施工方法予以综合考虑,从而做出经济合理的调配方案。

1.3 土方工程施工要点

1.3.1 施工准备

土方工程施工前通常需完成下列准备工作:①施工场地的清理;②地面水排除;③临时道路修筑;④油燃料和其他材料的准备;⑤供电与供水管线的敷设;⑥临时停机棚和修理间等的搭设;⑦土方工程的测量放线和编制施工组织设计等。

1) 场地清理

场地清理包括清理地面及地下各种障碍。在施工前应拆除旧有房屋和古墓,拆迁或改建通信和电力设备、下水道以及地下建筑物,迁移树木,去除耕植土及河塘淤泥等。

2) 排除地面水

场地内低洼地区的积水必须排除,同时应注意雨水的排除,使场地保持干燥,以利于土方施工。地面水的排除一般采用排水沟、截水沟、挡水土坝等措施。

应尽量利用自然地形来设置排水沟,使水直接排至场外,或流向低洼处再用水泵抽走。主排水沟最好设置在施工区域的边缘或道路的两旁,其横断面和纵向坡度应根据最大流量确定。场地平整过程中,要注意排水沟保持畅通,必要时应设置涵洞。山区的场地平整施工,应在较高一面的山坡上开挖截水沟。在低洼地区施工时,除开挖排水沟外,必要时应修筑挡水土坝,以阻挡雨水的流入。

3) 修筑临时设施

修筑好临时道路及供水、供电等临时设施,做好材料、机具及土方机械的进场工作。

4) 土方工程的测量和放灰线

放灰线时,可用装有石灰粉末的长柄勺靠着木质板侧面,边撒、边走,在地上撒出灰线,标出基础挖土的界线。