

建筑施工技术

顾建平 主 编
张国华 陈晓荣 副主编



U7
11
河海大学出版社

建筑工程专业系列教材

建筑施工技术

顾建平 主 编

张国华 陈晓荣 副主编

河海大学出版社

责任编辑 毛积孝
责任校对 蒋玉珍

建筑工程专业系列教材

建筑施工技术

顾建平 主编
张国华 陈晓荣 副主编

出版发行: 河海大学出版
(南京西康路1号 邮政编码: 210098)
经 销: 江苏省新华书店
印 刷: 南京京新印刷厂

开本 787×1092毫米 1/16 印张 11.5 字数 287千字
1999年1月第1版 1999年1月第1次印刷
印数 1—6000册

ISBN 7-5630-1247-8/TU·38

定价: 17.50元

编写说明

“建筑工程专业系列教材”共包括 11 本,它们是:《建筑力学》、《建筑施工测量》、《建筑制图与识图》、《民用建筑构造》、《建筑材料》、《建筑结构设计原理》、《地基与基础》、《建筑施工技术》、《建筑施工组织与管理》、《工程事故分析与处理》、《建筑工程造价》。本丛书内容简明扼要,通俗易懂,具有新颖性、实用性、可操作性强等特点,是建筑工程类大中专学校以及岗位培训的理想教材,也可用作建筑工程类自学考试人员、工程技术人员的自学教材及参考资料。

丛书编委会

“建筑工程专业系列教材”编写委员会

主任委员 徐其耀

副主任委员 姚纬明

主 编 赵积华

副 主 编 王 亮 张银发 殷惠光 贾德智 毛积孝
徐震宇

编 委 (以姓氏笔画为序)

王 亮	王 赫	王明金	毛积孝	叶燕华
刘子彤	刘石英	刘永福	杨伯成	张国华
张银发	陈晓荣	林晓东	赵积华	胡朝斌
姚伯金	贾德智	顾建平	徐永铭	徐秀丽
徐震宇	徐德良	殷惠光	陶耀光	曹露春
盛永锡	韩爱明	程晓武	雷 英	滕晓维

序

改革开放以来,我国建筑业得到了前所未有的大发展,但是由于建筑业是一个传统产业,从业人员总体文化素质不高,所以基本上还处于粗放型经营的状态,科技含量不高。随着科学技术的突飞猛进,许多新技术、新材料、新工艺不断涌现。作为国民经济支柱产业之一的建筑业,只有不断增加技术含量,积极应用新技术,紧紧依靠科技进步和提高劳动者素质,才能使建筑业高速度、高效益、健康发展,也才能巩固和发展其支柱产业地位。这就需要广大教育工作者不断研究并传授新知识;需要建筑工程技术人员加强学习,不断提高业务素质;需要即将加入建筑行业的新兵,扎扎实实地接受岗前培训。这实际上已经成为当前建筑工程教育所面临的时代大课题。

在这样的大背景下,河海大学出版社组织出版了这套建筑工程专业系列教材。这套教材,对广大从事教学工作的人员来说,体系完备,内容新颖,对新理论、新技术、新材料、新工艺都有涉及,且结合教学实践进行编排,易于讲解;对建筑工程专业各层次的在校学生、广大工程技术人员和接受岗位培训的人员来说,理论阐述简明扼要,文字通俗易懂,紧密结合工程实践介绍常用的技术方法,应用性强,易于理解和应用。

这套教材从建筑制图到施工技术、从建筑结构到建筑材料、从建筑施工测量到施工组织与管理,涉及到建筑工程专业的各个方面。它既是建筑工程专业各层次教学的基本教材、重要参考用书,更是建筑工程专业职业教育、技术培训的理想教材。

愿这套教材能成为建筑工程专业学生学好专业知识、建筑业从业人员提高业务素质的良师益友,愿广大建筑工程专业学生、建筑业从业人员,通过系统的学习和培训,为我国建筑业的发展创造出更加辉煌的业绩。

徐其耀

一九九八年十一月十九日

前 言

“建筑施工技术”是一门研究建筑工程施工中各种建筑物、构筑物和其主工种的施工技术的基本规律的科学。它是建筑工程专业的一门主要专业课程。

本书共七章,第一、七章由张国华编写;第二、三章由陈晓荣编写;第四、五、六章由顾建平编写。全书由顾建平任主编,负责拟定编写大纲、统稿、定稿;张国华、陈晓荣任副主编。

本书在编写过程中,得到了许多从事建筑施工、教学工作的同事和专家的大力支持和协助,在此,我们深表衷心的感谢。

由于编者水平有限,加之时间仓促,缺点在所难免,恳请有关专家、学者和广大读者给予批评指正,以便再版时修订完善。

目 录

第一章 土石方工程	(1)
第一节 土的工程分类及性质	(1)
一、土的工程分类	(1)
二、土的工程性质	(3)
三、土方边坡	(5)
第二节 基坑(槽)土方开挖	(5)
一、土方工程量计算	(5)
二、施工准备工作	(7)
三、辅助工作	(8)
四、土方开挖	(19)
五、基槽检验与处理	(23)
第三节 土方回填与压实	(26)
一、填土的要求	(26)
二、填土压实方法	(27)
三、填土压实的影响因素	(28)
第四节 冬雨季施工	(30)
一、土方工程雨期施工	(30)
二、土方工程冬期施工	(30)
思考题	(32)
第二章 桩基础工程	(33)
第一节 钢筋混凝土预制桩施工	(33)
一、桩的预制	(34)
二、钢筋混凝土预制桩沉桩施工	(35)
第二节 混凝土和钢筋混凝土灌注桩施工	(43)
一、钻孔灌注桩	(43)
二、挖孔灌注桩	(45)
三、沉管灌注桩	(47)
四、灌注桩施工质量及控制	(50)
思考题	(52)
第三章 砌筑工程	(53)
第一节 砌筑用材料及设备	(53)
一、砌筑用材料	(53)
二、砌筑用设备	(56)
第二节 砌筑施工	(63)
一、砖砌体施工	(64)
二、中、小型砌块施工	(67)

三、石砌体砌筑.....	(68)
第三节 砌筑工程的冬期施工	(69)
一、冬期施工的界限划分.....	(69)
二、掺盐砂浆法.....	(69)
三、冻结法.....	(70)
思考题	(70)
第四章 钢筋混凝土工程	(72)
第一节 概述	(72)
一、钢筋混凝土的特点.....	(72)
二、施工程序.....	(72)
第二节 钢筋工程	(72)
一、钢筋的种类、现场验收及存放	(73)
二、钢筋的冷加工.....	(73)
三、钢筋焊接.....	(75)
四、钢筋套筒冷压连接.....	(78)
五、钢筋的配料和代换.....	(79)
六、钢筋的绑扎与安装.....	(84)
第三节 模板工程	(85)
一、模板的种类.....	(86)
二、模板构造及施工要点.....	(88)
三、模板设计.....	(91)
四、模板的拆除及注意事项.....	(94)
第四节 混凝土工程	(95)
一、混凝土的配制与搅拌.....	(95)
二、混凝土的运输.....	(98)
三、混凝土的浇筑与捣实.....	(99)
四、混凝土养护	(105)
五、混凝土的质量检查及缺陷处理	(106)
第五节 混凝土的冬期施工.....	(109)
一、混凝土冬期施工原理	(109)
二、混凝土冬期施工的一般规定	(109)
三、混凝土冬期施工方法	(110)
思考题.....	(110)
第五章 预应力混凝土工程.....	(112)
第一节 先张法.....	(112)
一、先张法施工设备	(113)
二、先张法施工工艺	(117)
第二节 后张法.....	(119)
一、预应力筋、锚具和张拉机具.....	(119)

二、后张法施工工艺	(123)
思考题	(125)
第六章 屋面及地下防水工程	(126)
第一节 屋面防水工程	(126)
一、卷材防水屋面	(126)
二、刚性防水屋面	(133)
第二节 地下防水工程	(136)
一、结构自防水	(136)
二、水泥砂浆防水层	(136)
三、卷材防水层	(138)
思考题	(140)
第七章 装饰工程	(141)
第一节 抹灰工程	(141)
一、抹灰工程的分类和组成	(141)
二、一般抹灰工程施工	(143)
三、装饰抹灰施工	(144)
四、抹灰工程的质量要求	(148)
第二节 门窗及玻璃工程	(148)
一、门窗安装工程	(148)
二、玻璃安装工程	(151)
第三节 楼地面工程	(153)
一、地面基层的施工	(153)
二、垫层的施工	(153)
三、楼(地)面找平层的施工	(155)
四、面层的施工	(155)
五、楼地面工程的质量要求	(159)
第四节 饰面及罩面板装饰工程	(161)
一、饰面工程	(161)
二、罩面板装饰工程	(163)
第五节 涂料及裱糊工程	(164)
一、涂料工程	(164)
二、刷浆工程	(168)
三、裱糊工程	(169)
思考题	(171)
参考文献	(173)

第一章 土石方工程

工业与民用建筑施工中,土石方工程作为分项工程是基础分部工程的重要组成部分。它主要包括场地平整、土(或石)的开挖、填筑和运输等施工过程以及排水、降水和土壁支撑等准备和辅助工作等。

土石方工程施工一般具有工程量大、劳动繁重和施工条件复杂等特点。如大型建筑项目的场地平整,土石方量可达数百万立方米以上,施工面积达数平方公里,施工工期很长,劳动十分繁重;土方施工又多为露天作业,受气候、水文、地质及周围环境等的影响较大,不确定的因素较多,增加了施工的复杂性。

因此,在组织土石方工程施工前,应进行充分的准备,制订出合理的施工组织设计。

第一节 土的工程分类及性质

土的种类繁多,不同种类的土其工程性质会直接影响土石方工程的施工方法、劳动量消耗和工程费用。所以正确鉴别土的种类、类别、了解其特性对合理选择施工方法、施工机械和准确套用定额计算工程费用关系十分密切。

一、土的工程分类

根据《土方与爆破工程施工及验收规范》GBJ201-83 中的规定,土方的分类方法有:

(一)根据土的颗粒级配或塑性指数,将土分为碎石类土、砂土和粘性土三大类。

1. 碎石类土

粒径大于 2 毫米的颗粒含量超过全重 50% 以上。根据颗粒级配及形状分为漂石土、块石土、卵石土、碎石土、圆砾土和角砾土,见表 1-1。

表 1-1 碎石土分类

土的名称	颗粒形状	颗粒级配
漂石土 块石土	圆形及亚圆形为主 棱角状为主	粒径大于 200mm 的颗粒超过全重 50%
卵石土 碎石土	圆形及亚圆形为主 棱角状为主	粒径大于 20mm 的颗粒超过全重 50%
圆砾土 角砾土	圆形及亚圆形为主 棱角状为主	粒径大于 2mm 的颗粒超过全重 50%

注:定名时,应根据粒径分组由大到小,以最先符合者确定。

2. 砂土

粒径大于 2mm 的颗粒含量不超过全重的 50%,塑性指数 I_p 不大于 3 的土。根据颗粒级配分为砾砂、粗砂、中砂、细砂和粉砂见表 1-2。

表 1-2

砂土按颗粒级配分类

土的名称	颗 粒 级 配
砾 砂	粒径大于 2mm 的颗粒占全重的 25~50%
粗 砂	粒径大于 0.5mm 的颗粒超过全重的 50%
中 砂	粒径大于 0.25mm 的颗粒超过全重的 50%
细 砂	粒径大于 0.1mm 的颗粒超过全重的 75%
粉 砂	粒径大于 0.1mm 的颗粒不超过全重的 75%

注:定名时应根据粒径分组由大到小,以最先符合者确定。

3. 粘性土

具有粘性及可塑性,塑性指数 I_p 大于 3 的土。按土的沉积年代,又可分为:

(1)老粘性土:第四纪晚更新世及其以前沉积的粘性土,一般具有较高的强度和较低的压缩性。

(2)一般粘性土:第四纪全新世(文化期以前)沉积的粘性土。

(3)新近沉积粘性土:文化期以来新近沉积的粘性土,一般为欠固结的,且强度较低。

粘性土按塑性指数 I_p 又分为粘土、亚粘土和轻亚粘土三种,见表 1-3。

表 1-3

粘性土按塑性指数 I_p 分类

土的分类名称	粘 土	亚 粘 土	轻 亚 粘 土
塑性指数 I_p	$I_p > 17$	$10 < I_p \leq 17$	$3 < I_p \leq 10$

注:定名时应先按工程地质特征划分类型,再按塑性指数确定。

(二)根据土的工程特性,尚可分为软土、人工填土、黄土、膨胀土、红粘土、盐渍土及冻土等特殊土。

(三)建筑施工中,按土的开挖难易程度(即土石坚硬程度)将土石分为八类,见表 1-4。

表 1-4

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;亚砂土;冲积砂土层;种植土;淤泥(泥炭)	能用锹、锄头挖掘
二类土 (普通土)	II	亚粘土;潮湿的黄土;夹有碎石、卵石的种植土、砂、填筑土及亚砂土	用锹、锄头挖掘,少许用镐翻松
三类土 (坚土)	III	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、锄头挖掘,部分用撬棍
四类土 (砂砾、坚土)	IV	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;软泥炭岩及蛋白石	用镐、撬棍翻松后,用锹挖掘,部分用楔子及大锤
五类土 (软石)	V~VI	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,部分用爆破
六类土 (次坚石)	VII~IX	泥灰岩;砂岩;砾岩;泥岩;坚实的质岩;密实的石灰岩;风化花岗岩、片麻岩	用爆破方法,部分用风镐
七类土 (坚石)	X~III	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
八类土 (特坚石)	IV~VII	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

二、土的工程性质

(一)土的三相组成

土一般由土颗粒(固相)、水(液相)和空气(气相)三部分组成,三部分之间的比例不同,反映出土的不同物理状态,如干燥、稍湿或很湿,密实、稍密或松散。这些指标是最基本的物理性质指标,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,一般用三相图(图 1-1)表示,把土的固体颗粒、水、空气各自划分开来。图中符号:

m ——土的总质量($m = m_s + m_w$)(kg)

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($V = V_a + V_w + V_s$)(m^3)

V_a ——土中空气体积(m^3)

V_w ——土中水占的体积(m^3)

V_s ——土中固体颗粒体积(m^3)

V_v ——土中孔隙体积($V_v = V_a + V_w$)(m^3)

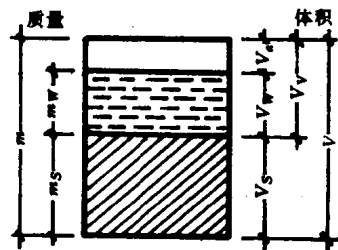


图 1-1 土的三相示意图

(二)土的工程性质

1. 土的天然密度和干密度 ρ

土在天然状态下单位体积的质量,叫土的天然密度,简称土的密度。一般粘性土的密度约为 $1800 \sim 2000 \text{kg/m}^3$,砂土约为 $1600 \sim 2000 \text{kg/m}^3$ 。土的密度按下式计算:

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

土的固体颗粒重量与总体积之比叫土的干密度,用下式表示:

$$\rho_d = \frac{m_s}{V} \quad (1-2)$$

土的密度与土的密实程度和含水量有关。在选择运土汽车载重量折算体积时要用到。

2. 土的天然含水量 $w(\%)$

土中水的质量与固体颗粒质量之比的百分率叫土的含水量,即

$$w = \frac{m}{m_s} \times 100\% \quad (1-3)$$

土的含水量反映了土的干湿程度,土的含水量随外界雨雪、地下水的影响而变化。含水量对土的回填质量、土方边坡的稳定性及挖土机械的选择等都有很大影响。

3. 土的孔隙比 e

土中孔隙体积与土粒体积之比用小数表示称为孔隙比,用下式表示:

$$e = \frac{V_v}{V_s} \quad (1-4)$$

孔隙比反映了土的密实程度,孔隙比越小,土越密实。一般, $e < 0.6$ 为密实的低压缩性土, $e > 1.0$ 为疏松的高压缩性土。

4. 土的可松性

自然状态下的土,经开挖后,其体积因松散而增加,后虽振动夯实,仍不能完全恢复原来的体积,这种现象称为土的可松性。土的可松性用可松性系数表示,即:

$$K_S = \frac{V_2}{V_1} \tag{1-5}$$

$$K'_S = \frac{V_3}{V_1} \tag{1-6}$$

式中 K_S 、 K'_S ——土的最初、最后可松性系数
 V_1 ——土在开挖前自然状态下的体积(m^3)
 V_2 ——土开挖后松散状态下的体积(m^3)
 V_3 ——土经压实后的体积(m^3)

土的可松性对土方的平衡调配,计算运输工具数量等有直接的影响。各类土的可松性系数见表 1-5。

表 1-5 各类土的可松性参考值

土 石 类 别	K_S	K'_S
一类土	1.08~1.17	1.01~1.03
二类土	1.14~1.28	1.02~1.05
三类土	1.24~1.30	1.04~1.07
四类土	1.26~1.32	1.06~1.09
五类土	1.30~1.45	1.10~1.20
六类土	1.30~1.45	1.10~1.20
七类土	1.30~1.45	1.10~1.20
八类土	1.45~1.50	1.20~1.30

5. 土的渗透性

土的渗透性是指土体渗透水的特性。一般用渗透系数 K 作为衡量指标。 K 值表示水在土中的渗流速度,其单位为 m/s (米/秒)、 m/h (米/时)或 m/d (米/昼夜)。根据土的渗透系数不同,可分为透水性土(如砂土)和不透水性土(如粘土)。它影响到降水与排水的施工方法与施工措施。一般土的渗透系数见表 1-6。

表 1-6 土的渗透系数参考表

土 的 名 称	渗透系数(m/d)	土 的 名 称	渗透系数(m/d)
粘 土	<0.005	中 砂	5.00~20.00
粉质粘土	0.005~0.10	均质中砂	35~50
粉 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		

6. 土的压缩性

第 4 页 共 1 页

松散土经压实后体积缩小的性能。土的压缩性以压缩率表示,即:

$$(K)\text{土压缩率} = \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_1} \times 100\% \quad (1-7)$$

式中 ρ_1 ——原状土的干密度(kg/m^3)

ρ_2 ——压实后土的干密度(kg/m^3)

土的压缩性影响填土土方量。在考虑填土方量时,一般应按填方实际体积再增加 10% ~ 15% 的方数。松土的压缩率参见表 1-7。

表 1-7 土的压缩率 K 参考数值表

土的类别		土的压缩率(%)	每米 ³ 松散土压实后的体积(m^3)
一~二类土	种植土	20	0.80
	一般土	10	0.90
	砂土	5	0.95
三类土	天然湿度黄土	12~17	0.85
	一般土	5	0.95
	干燥坚实土	5~7	0.94

三、土方边坡

开挖基坑、沟槽或填筑路堤时,为了保持土体的稳定,保证施工安全,其边沿应做成一定坡度的边坡。土方边坡的坡度以其高度 h 与边坡宽度之比表示(图 1-2),即

$$\text{土方边坡坡度} = \frac{h}{b} = \frac{1}{\frac{b}{h}} = 1 : m$$

式中 $m = b/h$, 叫做坡度系数

边坡的坡度应根据不同的填、挖高度,土的物理、力学性质和工程的重要性,由设计规定。如设计文件上未作规定时,则应按照《土方和爆破工程施工及验收规范》中的规定采用。

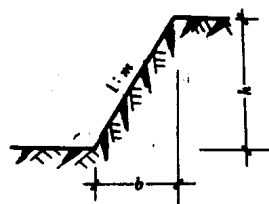


图 1-2 土方边坡

第二节 基坑(槽)土方开挖

一、土方工程量计算

在土方工程施工之前,一般要计算土方的工程量,即基坑(槽)的体积,单位一般为立方米。但各种土方工程的外形有时很复杂,且不规则,一般情况下,都将其假设或划分成为一定的几何形状,用满足一定精度而又与实际情况近似的方法进行计算。

(一)基坑土方量计算

可近似地按台体(由两个平行的平面做底的一种多面体)的体积公式计算(图 1-3),即:

$$V = \frac{H}{6} (F_1 + 4F_0 + F_2) \quad (1-8)$$

式中 H ——基坑深度(m)

F_1 、 F_2 ——基坑上、下的底面积(m^2)

F_0 ——基坑中截面面积(m^2)

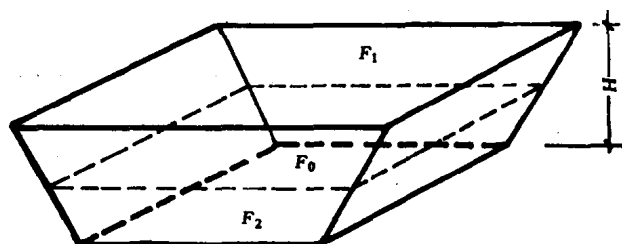


图 1-3 基坑土方量计算

(二)基槽土方量计算

可以沿长度方向分段后,再用与基坑同样的方法计算(图 1-4),即:

$$V_i = \frac{L_i}{6} (F_1 + 4F_0 + F_2) \quad (m^3) \quad (1-9)$$

式中 V_i ——第 i 段的土方量(m^3)

L_i ——第 i 段的长度(m)

F_1 ——第 i 段的前端截面面积(m^2)

F_2 ——第 i 段的后端截面面积(m^2)

F_0 ——第 i 段中截面面积(m^2)

将各段土方量相加即得总土方量,即

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

式中 V_1 、 V_2 …… V_n ——各分段的土方量(m^3)。

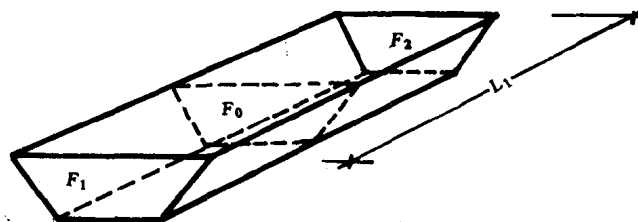


图 1-4 基槽土方量计算

例·某建筑基础,基坑底面积为 $15 \times 20m^2$,基坑剖面如图 1-5 所示。拟建的地下工程体积为 $786m^3$,则地下工程完工后,需回填土多少立方? 还应外运虚土多少立方? (已知 $K_S = 1.2$, $K'_S = 1.05$, $m = 0.4$)

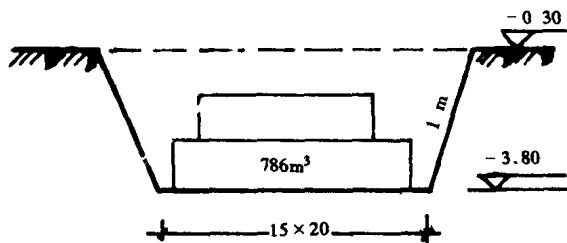


图 1-5

解 (1) 求边坡宽度

$$b = m \cdot h = 0.4 \times (-0.3 + 3.8) = 1.4(\text{m})$$

(2) 求基坑面积:

$$\text{坑底面积 } F_2 = 15 \times 20 = 300(\text{m}^2)$$

$$\text{坑中间截面面积 } F_0 = (15 + 1.4) \times (20 + 1.4) = 350.96(\text{m}^2)$$

$$\text{坑顶面积 } F_1 = (15 + 1.4 \times 2) \times (20 + 1.4 \times 2) = 405.84(\text{m}^2)$$

(3) 求基坑土方体积:

$$V = \frac{3}{6} \times (300 + 4 \times 350.96 + 405.84) = 1230.65(\text{m}^3)$$

(4) 求回填所用虚土:

$$\text{回填土压实后体积: } V_3 = 1230.65 - 786 = 444.65(\text{m}^3)$$

回填土折算成自然状态土的体积:

$$V_1 = \frac{V_3}{K_S} = \frac{444.65}{1.05} = 423.47(\text{m}^3)$$

回填所用虚土:

$$V_{\text{回}} = V_1 \times K_S = 423.47 \times 1.2 = 508.17(\text{m}^3)$$

(5) 求外运的虚土量:

$$V_{\text{运}} = K_S \times V - V_{\text{回}} = 1.2 \times 1230.65 - 508.17 = 968.6(\text{m}^3)$$

二、施工准备工作

土方工程施工前,需要做好一系列的准备工作。其主要内容如下:

(一)收集资料:准备全套工程图纸和各种有关基础工程的技术资料,进行现场实地调查与勘测。由建设单位提供工程图纸、施工现场实测地形图以及原地下管线或构筑物竣工图、有关工程地质、水文和气象资料,并有规划部门签发的施工许可证。

(二)制定施工方案:根据施工组织设计规定和现场实际条件,制定土方工程施工方案。落实施工机械设备和主要材料、燃料,进行劳动力的组织准备。

(三)场地清理:包括拆除房屋、古墓、拆迁或改建通讯、电力设备、上下水道以及其他建筑物,迁移树木,去除耕植土及河塘淤泥等工作。开挖土方如影响近旁建筑物时,还应采取措施,防止变形下沉,并设观测点。

(四)测量放线:根据城市规划部分测设的建筑平面控制桩和水准点设立基础控制轴线桩