

21世纪高等院校工程管理专业教材

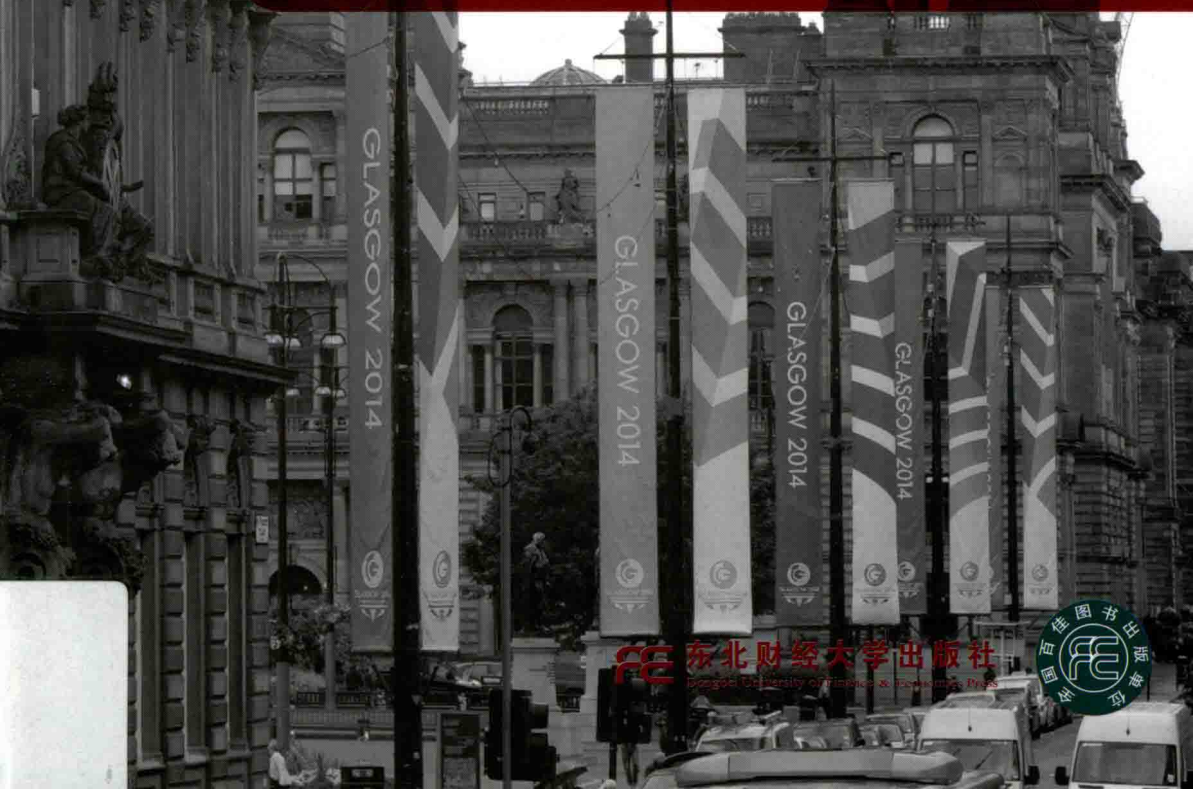
建筑施工

——技术、管理与组织

JIANZHU SHIGONG

JISHU GUANLI YU ZUZH

刘禹 编著



FE 东北财经大学出版社
Dongbei University of Finance & Economics Press



21世纪高等院校工程管理专业教材

建筑施工

——技术、管理与组织

JIANZHU SHIGONG

JISHU GUANLI YU ZUZHI

刘禹 编著



东北财经大学出版社 大连
Dongbei University of Finance & Economics Press

© 刘 禹 2015

图书在版编目(CIP)数据

建筑施工：技术、管理与组织 / 刘禹编著. —大连：东北财经大学出版社，2015.8

(21世纪高等院校工程管理专业教材)

ISBN 978 - 7 - 5654 - 1944 - 7

I. 建… II. 刘… III. 建筑工程-工程施工-高等学校-教材
IV. TU7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 115403 号

东北财经大学出版社出版

(大连市黑石礁尖山街217号 邮政编码 116025)

教学支持：(0411) 84710309

营 销 部：(0411) 84710711

总 编 室：(0411) 84710523

网 址：<http://www.dufep.cn>

读者信箱：dufep@dufe.edu.cn

大连日升彩色印刷有限公司印刷 东北财经大学出版社发行

幅面尺寸：170mm×240mm 字数：541千字 印张：25 3/4 插页：1

2015年8月第1版

2015年8月第1次印刷

责任编辑：李 彬 龚小晖 吴 焕

责任校对：贺 鑫

封面设计：张智波

版式设计：钟福建

定价：42.00元

21世纪高等院校工程管理专业教材编写委员会

主 任

王立国 教授，博士生导师

委 员

(以姓氏笔画为序)

马秀岩 王全民 王来福 刘 禹 刘秋雁

李 岚 张建新 宋维佳 武献华 梁世连

总序

8年前，我们依照建设部高等院校工程管理专业学科指导委员会制定的课程体系，组织我院骨干教师编写了“21世纪高等院校工程管理专业教材”。目前，这套教材已出版的有《工程经济学》、《可行性研究与项目评估》、《工程项目管理学》、《房地产经济学》、《项目融资》、《工程造价》、《工程招标投标管理》、《工程建设合同与合同管理》、《城市规划与管理》、《国际工程承包》、《房地产投资分析》、《土木工程概论》、《投资经济学》、《建筑结构——概念、原理与设计》、《物业管理理论与实务》等17部。

上述教材的出版，既满足了校内本科教学的需要，也满足了外院校和社会上实际工作者的需要。其中，一些教材出版后曾多次印刷，深受读者的欢迎；一些教材还被选入“普通高等教育‘十一五’国家级规划教材”。从总体上看，“21世纪高等院校工程管理专业教材”已取得了良好的效果。

为进一步提升上述教材的质量，加大工程管理专业学科建设的力度，新一届编委会决定，对已出版的教材逐本进行修订，并适时推出本科教学急需的新教材。

组织修订和编写新教材的指导思想是：以马克思主义经济理论和现代管理理论为指导，紧密结合中国社会主义市场经济的实践，特别是工程建设的管理实践，坚持知识、能力、素质的协调发展，坚持本科教材应重点讲清基本理论、基本知识和基本技能的原则，不断创新教材编写理念，大力吸收工程管理的新知识和新经验，力求编写的教材融理论性、操作性、启发性和前瞻性于一体，更好地满足高等院校工程管理专业本科教学的需要。

多年来，我们在组织编写和修订“21世纪高等院校工程管理专业教材”的过程中，参考了大量的国内外已出版的相关书籍和刊物，得到中华人民共和国国家发展和改革委员会、中华人民共和国住房和城乡建设部等部门的大力支持。同时，东北财经大学出版社有限责任公司的领导、编辑为这套系列教材的及时出版提供了必要的条件，做了大量的工作，在此一并致谢。

编写一套高质量的工程管理专业的系列教材是一项艰巨、复杂的工作。由于编著者的水平有限，书中的缺点与不足在所难免，竭诚欢迎同行专家与广大读者批评指正。

21世纪高等院校工程管理专业教材编委会主任 王立国

前言

工程管理是集成了工程技术、管理学、经济学、法律四个专业的新兴学科。目前我国高等院校的工程管理专业设置有以传统土木工程学科为基础和背景的、旨在探索工程建设技术管理的方法,也有置于财经院校之中的、目的是寻求工程建设与发展中的价值规律。不同专业背景的学校,依托其优势学科,形成了不同的发展路径与专业优势。

东北财经大学的工程管理专业就是根植于财经院校中的代表者。作为全国最早的专门培养基本建设财务信用管理人才的专业,其学术研究视角始终置于如何提高建设项目的宏观价值上,不论是前期建设项目评价,建设过程中的成本控制,还是针对建设后期的相关研究。本专业自1974年成立以来,已经逐步形成了在工程造价、建设投资、房地产开发、工程财务等领域的优势。经过多年的积累与实践,在前辈的努力下,本专业逐步摸索出一条适合于财经院校、适合于非土木工程学科背景的工程管理专业发展的教学模式、学科知识逻辑和有效的课程体系,并受到了工程管理专业指导委员会国内外专家学者的认可,也使得东北财经大学成为全国最早的通过工程管理专业评估的财经院校,并已经两次顺利通过复评。本书就是在这一背景下写作完成的。

财经院校的建筑施工课程在整体教学体系中起到了关键性的承上启下作用,集成了建筑材料、建筑结构、建筑力学、工程测量、工程制图、建筑构造等多门工程技术基础课的相关知识,并将其综合运用;与此同时又为工程估价、工程合同管理、建设法规、建设项目评估、建设项目可行性研究等多门管理性课程提供必要的技术基础。因此在讲授相关知识时,不仅仅要阐述其基本原理——解决施工中怎样做的问题;更要注意对其教学目的的关注——为什么要这样做,这样做的后果是什么,还有哪些其他的可以解决问题的做法,并最终将视角放在采用不同的相关工艺过程和组织过程对工程建设的影响性评价方面。只有这样才能满足建设成本控制、工程合同管理等方面的要求。

基于以上原则,本书在写作过程中并未按照主流的施工技术与组织方面的教材来编写,而是有了一定的取舍,没有将讲解具体的施工工艺与做法作为核心内容,而是更加关注这些工艺做法给工程带来的影响。

具体在写作中,以建筑工程的房屋建设项目过程为主线进行阐述:

第一章,阐述土石方工程、基坑工程,包括地质状况、土方计量、场地处理、地下水的防范与降水、基坑坍塌的防范与土壁支撑、土方施工设备的选择与使用、

基坑设计、验槽与回填等内容。

第二章，讲述桩基础工程施工，包括预制桩与灌注桩的基本工艺。

第三章，介绍现浇普通钢筋混凝土工程施工，包括钢筋工程、模板工程和混凝土工程，以及混凝土工程的最终验收与质量问题的处理。

第四章，简单地介绍了预应力钢筋混凝土工程施工。

第五章，介绍结构吊装与安装工程施工，并以此为基础阐述了预制结构的安装。

第六章，介绍了典型预制结构——钢结构的吊装与安装。

第七章，在整体结构已经完成的基础上，讲述隔墙的砌筑过程，并同时介绍与之相关的脚手架工程。

第八章，按照材料的性能、适用范围和工艺特点来讲述建筑防水工程。

第九章，建筑工程施工的最后环节——装饰装修工程，但仅涉及相对简单的工艺，以抹灰为主。

从第十章开始，本书开始介绍工程施工组织的基础知识。

第十章，讲述流水施工原理和横道图、网络图的原理，包括单代号、双代号、双代号时标网络图，以及进度管理与控制、资源优化原理等。

第十一章，将重点放在现场管理和施工组织设计方面。

力求深入浅出是本书的特点，本书所提到的工程技术知识也比较浅显，对于相对复杂与难以理解的部分均作了适当的取舍与删减，更有利于工程技术基础并不是很深厚的初学者学习。在阅读本书后，如果您对一些问题感兴趣，这本书的基础知识将对您进一步学习与研究提供帮助。

尽管本书的最初写作目的是为财经院校工程管理专业的学生而作，但绝不仅限于此。对于在工程造价、建设投资、房地产开发、工程财务、建设法律、工程合同管理等领域工作的工程技术与管理人员，也是一本很好的参考书。

感谢前辈的努力、积淀与传承，使得我们有机会将其成果整理成册。作者在写作之初的想法是力求使本书能够做到：“内行愿意看，外行也看得懂。”但是，由于作者专业水平、理论基础以及实践经验的欠缺，书中会有不足与表述不当之处，敬请读者谅解，也请广大读者及时指正。

作者

2015年5月

目录

第一章 工程准备与土方工程施工	1
学习目标	1
第一节 工程施工的准备与地表处理	1
第二节 地下水的防范与降水	11
第三节 基坑坍塌的防范与土壁支撑	24
第四节 土方施工设备的选择与使用	39
第五节 土石方施工方案设计	45
第六节 土方工程施工后的几个问题	50
本章小结	59
关键概念	60
复习思考题	60
第二章 桩基础工程施工	61
学习目标	61
第一节 桩基础工程概述	61
第二节 预制桩基础工程施工	66
第三节 灌注桩基础工程施工	78
本章小结	89
关键概念	89
复习思考题	89
第三章 现浇普通钢筋混凝土工程施工	91
学习目标	91
第一节 钢筋工程	92
第二节 模板工程	109
第三节 混凝土工程	126
第四节 混凝土工程的最终验收与质量问题的处理	145
本章小结	148
关键概念	149
复习思考题	149

第四章 预应力钢筋混凝土工程施工	151
学习目标	151
第一节 预应力混凝土工程概述	151
第二节 先张法预应力混凝土的施工	156
第三节 后张法预应力混凝土的施工	164
本章小结	174
关键概念	174
复习思考题	175
第五章 结构吊装与安装工程施工	176
学习目标	176
第一节 常用的起重设备及其应用	176
第二节 预制钢筋混凝土结构的常规吊装与安装工艺	196
本章小结	215
关键概念	215
复习思考题	215
第六章 钢结构工程施工	217
学习目标	217
第一节 钢结构施工的基本问题——基本单元或模块的确定	218
第二节 钢结构连接施工——焊接与螺栓	220
第三节 钢结构的吊装安装	227
本章小结	256
关键概念	256
复习思考题	256
第七章 砌筑与脚手架工程	257
学习目标	257
第一节 砌筑工程的主要材料	258
第二节 砌筑工艺	261
第三节 脚手架工程	269
本章小结	283
关键概念	283
复习思考题	283
第八章 建筑防水工程	285
学习目标	285
第一节 防水工程概述	286
第二节 柔性防水工程的基本工艺	292
第三节 刚性防水与构造防水工程的基本工艺	300

第四节 防水工程的验收与问题处理	308
本章小结	313
关键概念	313
复习思考题	313
第九章 装饰工程	315
学习目标	315
第一节 装饰工程的特点与注意事项	315
第二节 装饰工程的最基本工艺——抹灰	318
第三节 装饰工程的特殊问题——环保与消防	333
本章小结	337
关键概念	337
复习思考题	338
第十章 施工工艺流程组织与进度计划	339
学习目标	339
第一节 流水施工模式的提出	340
第二节 网络计划技术	354
第三节 工程进度的控制与相关管理	371
本章小结	381
关键概念	381
复习思考题	381
第十一章 施工现场管理与施工组织设计	382
学习目标	382
第一节 施工现场总平面图	382
第二节 施工现场临时设施	385
第三节 施工组织设计	397
本章小结	400
关键概念	401
复习思考题	401
主要参考文献	402

第一章

工程准备与土方工程施工

学习目标

掌握土方工程施工的基本技术资料；岩土工程关键技术参数的使用；地表水的处理方式；地下水的处理技术及其问题；土坡坍塌的原因及防治措施；基坑开挖方案的设计方法；土方工程机械的选择；回填土的质量保证措施。

熟悉土方工程场地设计；土方量计算方法；不同基坑支护方式的比选；不同降水措施的选择与使用；土方工程验收过程。

了解复杂的岩土工程技术指标的意义；土方施工的安全问题及注意事项。



第一节 工程施工的准备与地表处理

一、土方施工的基本技术基础资料

土方工程施工之前，施工方至少要获得以下几份基本技术资料，才可以制订有效的施工方案，进行施工。按照建设程序与工程合同的基本要求，这些资料均要求由发包人提供。

这些资料包括地质勘察报告、地下管网分布图、水准定位点、基础施工图、结构总说明。

地质勘察报告是由勘察单位向发包人提供的，描述建设区域地下土层、岩层、地下水等关键技术参数和分布状况的文件。

地下管网分布图是发包人从市政与城市建设档案部门获取的，描述建设区域地

下市政管网关键技术参数和分布状况的文件。

水准定位点是发包人从城市规划、测控部门获取的,描述建设区域关键性地理信息,如地理坐标、高程等参数的定位点,用于确定未来建筑的基本位置、标高等。

基础施工图和结构总说明是设计单位向发包人提供的所有设计图纸中与土方工程相关的部分。通过基础施工图可以确定基坑的位置、平面尺寸、深度等关键信息;而结构总说明则是上部结构与地基基础设计的说明文件。

尽管这些文件是发包人提供的,基于承发包双方的缔约原则,发包人应保证这些文件及其参数的正确性、完整性,但是施工方也应按照程序,对其进行准确的评价。当发现这些资料不能满足施工要求时,应向发包人提出,补充资料;否则贸然施工的损失应由施工方承担。

二、土的工程分类、性质与地质报告

(一) 土的工程分类及性质

岩土的工程分类及工程性质是地基设计与施工的基础,是勘察工作及勘察报告的重要内容。在施工中,尤其是土石方工程中,必须清楚地掌握土的工程性质,只有这样才能一方面确定正确的施工工艺,另一方面避免危险的发生。

1. 不同分类标准下的土的分类

我国不同的标准对土的分类不同。

根据《土的工程分类标准》的规定,土按其不同粒组的相对含量可划分为巨粒类土、粗粒类土、细粒类土,这是土的基本分类;根据《岩土工程勘察规范》的规定,按岩石坚硬程度可分为坚硬岩、较硬岩、较软岩、软岩、极软岩;根据《建筑地基基础设计规范》的分类方法,作为建筑地基的岩土,可分为岩石、碎石土、砂土、粉土、黏性土和人工填土。

另外,在地质学上,根据地质成因,土可划分为残积土、坡积土、洪积土、冲击土、淤积土、冰积土和风积土等;而根据土的粒径和塑性指数,土可划分为碎石土、砂土、粉土、黏性土。

但是在施工中,更加常见并有价值的分类方式,是根据土方开挖的难易程度不同,将土石分为八类,以便在选择施工方法和确定劳动量时,为计算劳动力、机具及工程费用提供依据。

2. 土的施工分类

第一类,松软土,包括砂,粉土,冲积砂土层,种植土,泥炭(淤泥)等,在施工的时候,只需要人工用锹、锄头挖掘即可。

第二类,普通土,包括粉质黏土,潮湿的黄土,夹有碎石、卵石的砂,种植土,填筑土和粉土。在施工的时候,需要人工用锹、锄头挖掘,少许用镐翻松。

第三类,坚土,包括软及中等密实黏土,重粉质黏土,粗砾石,干黄土及含碎石、卵石的黄土、粉质黏土、压实的填筑土等。施工时,可以采用镐来挖掘,少许

需要用锹、锄头,部分要用撬棍施工。

第四类,砾砂坚土,包括重黏土及含碎石、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。施工时需要先用镐、撬棍,然后用锹挖掘,部分坚硬土层需要用楔子及大锤进行松动开挖。

一般来说,前四类就是我们常说的土。在施工中虽有差异,但采用人工的方式均可以开挖。第五类至第八类即为石,从软石到坚石,在施工中需要采用大型机械或爆破等施工方式开挖,如果采用人工方式则极为困难。

第五类,软石,包括硬石炭纪黏土,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。施工中如果人工开挖的话,需要用镐或撬棍、大锤,部分用爆破方法。

第六类,次坚石,即为泥岩,砂岩,砾岩,坚实的页岩、泥灰岩,密实的石灰岩,风化花岗岩、片麻岩等。施工时除了部分用风镐可以施工外,一般均用爆破方法。

第七类,属于坚石,包括大理岩,辉绿岩,玢岩,粗、中粒花岗岩,坚实的白云岩、砾岩、砂岩、片麻岩、石灰岩,风化痕迹的安山岩、玄武岩。施工时只能用爆破的方法开挖。

第八类,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,施工时只能用爆破的方法开挖。

(二) 地质报告中的关键指标及其对土方施工的影响

施工前,地质勘查部门会为施工单位提供一份地质勘察报告,用以说明施工场地内下部土层的分布状况,并提供相关土层岩层的基本地质特征指标,包括强度、弹性模量、变形模量、压缩模量、黏聚力、内摩擦角等物理力学性能。这些指标均是按标准试验方法经过试验确定的。

1. 土的内摩擦角

内摩擦角,是土的抗剪强度指标,是土力学上很重要的一个概念,是工程设计的重要参数,是土体中颗粒间相互移动和胶合作用形成的摩擦特性。在力学上,该概念可以理解为块体在斜面上的临界自稳角,在这个角度内,块体是稳定的;大于这个角度,块体就会滑动。

2. 土抗剪强度

土抗剪强度是指土体抵抗剪切破坏的极限强度,包括内摩擦力和内聚力。抗剪强度可通过剪切试验测定。当土中某点由外力所产生的剪应力达到土的抗剪强度、发生了土体的一部分相对于另一部分的移动时,便认为该点发生了剪切破坏。工程实践和室内试验都验证了土最终是受剪产生破坏的。剪切破坏是强度破坏的重要特点,强度问题也是土力学中最重要的基本内容之一。

3. 土的黏聚力

黏聚力是在同种物质内部相邻各部分之间的相互吸引力,这种相互吸引力是同种物质分子之间存在分子力的表现。黏聚力能使物质聚集成液体或固体,特别是在

与固体接触的液体附着层中,由于黏聚力与附着力相对大小的不同,致使液体浸润固体或不浸润固体。

4. 土的天然含水量

土中所含水的质量与土的固体颗粒质量之比的百分率,称为土的天然含水量。土的天然含水量对挖土的难易、土方边坡的稳定、填土的压实等均有影响。

5. 土的天然密度

土在天然状态下单位体积的质量,称为土的天然密度。土的天然密度随着土的颗粒组成、孔隙的多少和水分含量而变化,不同的土密度不同。

土的内摩擦角、土抗剪强度、土的黏聚力、土的天然含水量和天然密度等指标是计算土坡稳定性的重要指标。另外,土的天然含水量还对挖土的难易、填土的压实等有影响。

6. 土的干密度

土的干密度是指单位体积内土的固体颗粒质量与总体积的比值,称为土的干密度。干密度越大,表明土越坚实。在土方填筑时,常以土的干密度控制土的夯实标准。由于在工程中土中会含有水分,因此干密度一般为实验室提供的数据。

7. 土的密实度

土的密实度,是指土被固体颗粒所充实的程度,反映了土的紧密程度。土的密实度也可以成为土的夯实标准,但由于该指标没有排除水的影响,因此不作为工程检测标准。

8. 土的可松性

天然土经开挖后,其体积因松散而增加,虽经振动夯实,仍不能完全恢复到原来的体积,这种性质称为土的可松性。它是挖填土方时,计算土方机械生产率、回填土方量、运输机具数量、进行场地平整规划竖向设计、土方平衡调配的重要参数。

土的可松性用可松性系数表示,包括:

K_s , 开挖之后松散状土的体积 V_1 与同量的土在自然密实状态的体积 V_0 比, $K_s = \frac{V_1}{V_0}$

K'_s , 回填夯实后土的体积 V_2 与同量的土在自然密实状态的体积 V_0 比, $K'_s = \frac{V_2}{V_0}$

【例 1-1】某工程需要填筑一低洼地带,经测算该地需要填筑的几何体积为 500m^3 ,土石方施工企业的运输车辆每次能运输 10m^3 。已知取原料土的成本为 $10\text{元}/\text{m}^3$,开挖成本为 $30\text{元}/\text{m}^3$,夯填成本为 $20\text{元}/\text{m}^3$,运输成本为 $2\text{元}/\text{m}^3/\text{km}$,运输距离为 10km , $K_s=1.1$, $K'_s=1.05$ 。

试计算该填筑工程的综合单价(不计算其他管理费、间接费用)。

【解】该地需要填筑的几何体积为 $V_2=500\text{m}^3$,则需要原状土量为:

$$V_0=V_2/K'_s=500/1.05=476.19(\text{m}^3)$$

该土在运输过程中的散料 V_1 体积为:

$$V_1 = K_s V_0 = 1.1 \times 476.19 = 523.81 \text{ (m}^3\text{)}$$

原土取土与开挖成本为:

$$C_1 = V_0 \times (10 + 30) = 1.90 \text{ (万元)}$$

土料运输成本为:

$$C_2 = V_1 \times 2 \times 10 = 1.05 \text{ (万元)}$$

土料填筑成本为:

$$C_3 = V_2 \times 20 = 1.00 \text{ (万元)}$$

总成本为:

$$C = C_1 + C_2 + C_3 = 3.95 \text{ (万元)}$$

综合单价为:

$$P = C / V_2 = 79 \text{ (元/m}^3\text{)}$$

三、场地的测量、设计与土方测算及水准点的保护

(一) 测量控制点的获取、设置与保护

1. 测量控制点的获取与校核

在工程施工前, 发包人应向工程所在地的有关规划勘测部门获取拟建工程的测量控制点, 并将其相关手续移交给施工单位。

2. 测量控制点的场内设置与保护

施工单位在获得测量控制点后, 应采取有效措施对该水准点进行有效的保护, 以避免在施工工程中对其发生不当的扰动或破坏。对于引测到现场的测量控制点, 施工单位应将其置于基坑变形影响区域以外, 即距离基坑底部边缘至少 2 倍基坑深度以上的稳固位置进行设置与保护。当基础或护壁有打桩等强震动施工过程, 或地质条件为软土地基时, 应将测控点设置于更远的位置, 以避免震动或土体变形的影响 (如图 1-1 所示)。

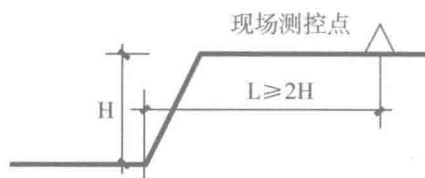


图 1-1 测控点的安全位置

当基础或护壁有打桩等强震动施工过程, 或地质条件为软土地基时, 应将测控点设置于更远的位置, 以避免震动或土体变形的影响 (如图 1-1 所示)。

(二) 场地方格网、土方计算

在土方施工前, 需要对场地进行方格网设置, 目的是进行土方的丈量并进行场地的设计。

1. 场地方格网的布置

在布置场地方格网时, 应根据场地高差起伏的状况确定方格网的基本尺度。一般来讲, 常规建筑施工项目中, 应使一个方格网内的地表高差控制在 0.5m 以内, 以便减小后期数据处理的误差。在设置方格网时, 应尽可能与工程所在地的市政测控坐标系相一致, 以方便后期施工。

2. 规则几何形体的土方计算

规则几何形体的土方工程几乎很少见, 尽管基坑开挖后的地面一般是规则的,

但地标的高差将会导致场地内土方测算的困难。当场地表面平整度较好,高差较小(小于3%)时,可近似地认为地表处于水平状态,此时可以按照规则几何形体计算土体体积。考虑基坑开挖时土壁四周的坡状,如果开挖部分的长度为宽度的3倍或以上,可按槽型计算土方量,若不满足则可按斗型对基坑土体计算体积。

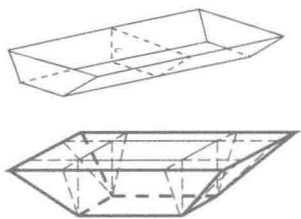


图 1-2 基坑、基槽的几何状态

如图 1-2 所示基槽,基槽横截面积为 S ,底部中心线长度为 L ,则土方开挖量可近似地表示为:

$$V = S L$$

应该明确的是,基槽的两端由于施工安全的需要,也要进行放坡,但由于其影响相对较小,可以忽略。

对于长宽比例接近的基坑,可以采用下面的公式进行简易计算:

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

其中:

H ——基坑开挖深度;

A_1 、 A_2 ——基坑的上、下底的面积;

A_0 ——基坑中截面的面积。

当然也可以将基坑分解为立方体、棱柱体和棱锥体的体积精确计算。

3. 复杂场地的土方计算

对于地表崎岖的复杂场地,以上计算方法显然不能满足要求,此时需要采用方格网进行计算。对于任意一个方格网 i ,其四角上部高程测量结果为 H_{i1} 、 H_{i2} 、 H_{i3} 、 H_{i4} ,下部高程根据设计要求,其结果为 H'_{i1} 、 H'_{i2} 、 H'_{i3} 、 H'_{i4} ,则该方格网下部所需开挖的柱状土体体积为:

$$V_i = \sum_{i=1}^n \left[\frac{(H_{i1} - H'_{i1}) + (H_{i2} - H'_{i2}) + (H_{i3} - H'_{i3}) + (H_{i4} - H'_{i4})}{4} A_i \right]$$

原则上讲,在一个方格网内的坡度如果呈线性,方格网的大小将对其计算精度没有影响,因此应根据地表的崎岖程度确定方格网的大小,以确保在一个方格网内的地表与基层底面呈线性坡度,从而提高计算精度。

(三) 场地设计

1. 场地设计原理

在施工中,施工场地一般无需特殊的设计,大多按照工程所在地原地表状态进行各种现场工作的安排与协调,并有效利用场地。场地设计主要是指工程完成后的地表状况,该状况主要是场地设计者提出的,需要满足未来建筑物及其周边环境的排水、交通、景观等方面的要求。

如果仅从施工方角度来看,场地设计的基本原则是:保证场地排水组织和场地土方运输量最小的要求。前者主要是坡度设计,一般为3%~5%;而后者则是对于场地内的挖土量与回填量进行平衡——挖填平衡原则,从而保证无余土外运或外运

量最少,达到降低工程成本的目的。

在进行挖填平衡设计时,应该注意土的可松性所带来的影响,也就是说挖填之间不仅是简单的几何平衡,更要考虑土方在填筑时的压缩状态与自然状态之间的差异性,从而真正做到挖填的工艺平衡。

2. 场地设计实例

某工程场地平面方格网测量结果如表1-1所示,若场地排水纵横向坡度设计为3%,坡度方向与原地表状态相同,场地土最初可松性系数为 $K_s=1.1$,最终可松性系数为 $K'_s=1.05$,方格网尺度为 $20\text{m}\times 20\text{m}$,试确定场地内原方格网测量点的设计高程(精度要求 0.01m)。

表1-1 场地方格网基准点高程 h_{ij}

点位	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	34.91	27.93	22.34	17.87	14.30	11.44	9.15	7.32	5.86	4.69
2	31.42	25.14	20.11	16.09	12.87	10.30	8.24	6.59	5.27	4.22
3	28.28	22.62	18.10	14.48	11.58	9.27	7.41	5.93	4.74	3.80
4	25.45	20.36	16.29	13.03	10.42	8.34	6.67	5.34	4.27	3.42
5	22.90	18.32	14.66	11.73	9.38	7.51	6.00	4.80	3.84	3.07
6	20.61	16.49	13.19	10.55	8.44	6.75	5.40	4.32	3.46	2.77
7	18.55	14.84	11.87	9.50	7.60	6.08	4.86	3.89	3.11	2.49
8	16.70	13.36	10.69	8.55	6.84	5.47	4.38	3.50	2.80	2.24
9	15.03	12.02	9.62	7.69	6.16	4.92	3.94	3.15	2.52	2.02
10	13.52	10.82	8.66	6.92	5.54	4.43	3.55	2.84	2.27	1.82

根据表1-1中的数据可以计算出每一个方格网的平均高程为: $\bar{h}_{ij} = \frac{h_{ij} + h_{i+1,j} + h_{i,j+1} + h_{i+1,j+1}}{4}$,计算可得:

表1-2 场地方格网平均高程 $\bar{h}_{ij}$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	29.85	23.88	19.10	15.28	12.23	9.78	7.82	6.26	5.01
2	26.86	21.49	17.19	13.75	11.00	8.80	7.04	5.63	4.51
3	24.18	19.34	15.47	12.38	9.90	7.92	6.34	5.07	4.06
4	21.76	17.41	13.93	11.14	8.91	7.13	5.70	4.56	3.65
5	19.58	15.67	12.53	10.03	8.02	6.42	5.13	4.11	3.29
6	17.62	14.10	11.28	9.02	7.22	5.78	4.62	3.70	2.96
7	15.86	12.69	10.15	8.12	6.50	5.20	4.16	3.33	2.66
8	14.28	11.42	9.14	7.31	5.85	4.68	3.74	2.99	2.40
9	12.85	10.28	8.22	6.58	5.26	4.21	3.37	2.69	2.16