

建 筑 施 工

江景波 赵志缙等编著

同济大学出版社

建 筑 施 工

江景波 赵志缙等编著

同济大学出版社

内 容 提 要

本书是一本介绍并研究各种建筑(构筑)物的施工技术及其组织计划问题的专著,对土石方工程、桩基础工程、钢筋混凝土工程、预应力混凝土工程、砌体工程、结构吊装工程、屋面防水工程、装饰工程、施工组织概述、流水施工原理、网络计划技术、建筑工程施工设计和施工组织设计等均作了详述。本书内容翔实,并以最新的施工规范作依据。

本书可作为工科大学土建类专业中“建筑施工”课程的教材,也可作为施工技术人员的参考书。

责任编辑 王 利

封面设计 赵文奎

建 筑 施 工

江景波 赵志缙等编著

同 济 大 学 出 版 社 出 版

(上海四平路 1239 号)

新华书店上海发行所发行

上海新华印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 25.75 字数 640 千字

1985 年 8 月第 1 版 1985 年 8 月第 1 次印刷

印数 1—100,000 科技新书目 87-243

统一书号 15335·008 定价 4.50 元

目 录

绪 论.....	(1)
----------	-------

第一章 土石方工程

第一节 概述.....	(6)
第二节 土石方工程量的计算与调配.....	(7)
一、基坑、基槽和路堤的土方量计算.....	(7)
二、场地平整的土方量计算.....	(8)
三、土方调配.....	(13)
第三节 土方工程的准备与辅助工作.....	(20)
一、场地平整准备工作.....	(20)
二、土方边坡与土壁支撑.....	(20)
三、降水.....	(30)
第四节 土方工程的机械化施工.....	(39)
一、主要挖土机械的性能.....	(39)
二、土方机械的选择.....	(44)
三、挖土机与运土车辆的配合.....	(48)
四、土方的填筑和压实.....	(49)
第五节 爆破工程.....	(51)
一、爆破的基本概念.....	(51)
二、炸药、炸药量计算及起爆方法.....	(52)
三、爆破方法.....	(55)
四、爆破安全措施.....	(59)

第二章 桩基础工程

第一节 预制钢筋混凝土打入桩的施工.....	(60)
第二节 灌注桩施工.....	(65)

第三章 钢筋混凝土工程

第一节 钢筋工程.....	(72)
一、钢筋冷加工.....	(73)
二、钢筋焊接.....	(76)
第二节 模板工程.....	(80)
一、木模板.....	(80)

二、组合钢模板	(82)
三、大模板	(84)
四、滑升模板	(87)
五、其它模板	(89)
六、模板设计	(90)
第三节 混凝土工程	(93)
一、混凝土的制备	(97)
二、混凝土的运输	(99)
三、混凝土的浇筑和捣实	(103)
四、混凝土养护	(110)
五、混凝土质量的检查	(111)
第四节 钢筋混凝土预制构件制作	(112)
一、构件制作的工艺方案	(113)
二、预制厂生产预制构件用的模板	(113)
三、预制构件的成型	(114)
四、预制构件的养护	(116)
第五节 混凝土冬季施工	(119)
一、混凝土冬季施工原理	(119)
二、混凝土冬季施工方法的选择	(119)
三、混凝土冬季施工方法	(120)

第四章 预应力混凝土工程

第一节 先张法	(127)
一、先张法施工设备	(128)
二、先张法施工工艺	(134)
第二节 后张法	(137)
一、预应力筋、锚具和张拉机具	(137)
二、后张法施工工艺	(147)
第三节 电热法	(148)
一、钢筋伸长值计算	(149)
二、电热设备选择	(149)
三、电热张拉工艺	(149)

第五章 砌体工程

第一节 砌体工程的准备工作	(151)
一、砌筑材料准备	(151)
二、搭设砌筑用脚手架	(151)
三、砌体工程材料运输	(156)
第二节 砌砖工程	(157)

一、砌筑要求	(157)
二、砖墙砌筑工艺	(159)
三、施工组织	(160)
第三节 砌体工程的冬季施工	(161)
第四节 中小型砌块墙的施工	(162)
一、中小型砌块的规格和排列要求	(162)
二、中小型砌块的施工工艺	(163)

第六章 结构吊装工程

第一节 起重安装机械	(165)
一、履带起重机	(165)
二、汽车起重机	(169)
三、轮胎起重机	(170)
四、塔式起重机	(170)
五、桅杆式起重机	(177)
第二节 单层工业厂房结构吊装	(185)
一、构件吊装前的准备工作	(185)
二、构件的吊装工艺	(188)
三、结构吊装方案	(192)
第三节 多层房屋结构吊装	(198)
一、吊装机械的选择与布置	(198)
二、结构吊装方法与吊装顺序	(201)
三、构件平面布置与堆放	(203)
四、结构构件的吊装	(204)
第四节 升板法施工	(207)
一、提升设备与提升原理	(207)
二、升板法施工工艺	(209)
三、提升阶段柱子的稳定验算	(215)
四、升板法施工的进一步发展	(217)

第七章 屋面防水工程

一、卷材屋面的防水要求和主要防水材料性能	(221)
二、沥青油毡屋面防水层施工	(222)

第八章 装饰工程

第一节 抹灰工程	(226)
一、抹灰的分类和组成	(226)
二、常用抹灰的做法和选用	(227)
三、抹灰基层表面处理	(228)

四、机械喷涂抹灰施工	(229)
五、装饰抹灰施工	(230)
第二节 饰面工程	(232)
一、釉面瓷砖墙面镶贴	(232)
二、大理石安装	(232)
第三节 油漆、刷浆和裱糊工程	(234)
一、油漆工程	(234)
二、刷浆工程	(236)
三、裱糊工程	(237)

第九章 施工组织概述

第一节 基本建设与建筑安装工程	(239)
第二节 施工组织设计和施工设计	(241)
第三节 施工组织设计的资料调查	(243)
第四节 施工组织的基本原则	(245)

第十章 流水施工原理

第一节 基本概念	(250)
一、流水施工	(250)
二、流水施工的经济效果	(251)
三、流水施工参数	(251)
第二节 节奏性专业流水	(254)
一、固定节拍专业流水	(255)
二、成倍节拍专业流水	(257)
第三节 非节奏专业流水	(259)

第十一章 网络计划技术

第一节 双代号网络图	(264)
一、网络图的基本概念	(264)
二、网络图的绘制方法	(266)
三、网络图的时间参数计算	(269)
第二节 单代号网络图	(275)
一、网络图的绘制	(275)
二、网络图的计算	(276)
第三节 网络计划的优化	(279)

第十二章 建筑工程施工设计

第一节 选择施工方案	(294)
一、熟悉图纸, 确定施工程序	(294)

二、计算工程量和确定施工过程的先后顺序	(295)
三、选择施工方法和施工机械	(298)
四、施工方案的技术经济比较	(300)
五、施工方案示例	(301)
第二节 编制进度计划	(304)
一、时间计划	(305)
二、资源计划	(306)
三、评价指标	(308)
四、进度计划示例	(310)
第三节 设计施工平面图	(315)
一、设计的内容和依据	(316)
二、设计步骤和要求	(316)
三、施工平面布置示例	(320)
第四节 拟订施工措施	(322)
一、技术组织措施	(322)
二、保证工程质量与施工安全措施	(323)

第十三章 建设项目施工组织设计

第一节 制定建设项目一览表	(324)
二、计算主要实物工程量	(324)
三、确定工程开展顺序和施工部署	(324)
四、选择施工方法和施工机械	(328)
第二节 编制施工总进度计划	(328)
一、施工总进度计划的概念	(328)
二、流水方法在施工总进度计划中的应用	(330)
三、准备阶段施工进度计划	(334)
第三节 计算主要劳动力和施工技术物资需要量	(334)
第四节 组织全工地性施工业务	(335)
一、建筑工地的仓库业务	(336)
二、建筑工地的运输业务	(340)
三、建筑工地的附属生产企业	(345)
四、建筑工地临时建筑物	(346)
五、建筑工地临时供水供电	(349)
第五节 设计施工总平面图	(356)
一、施工总平面图的主要内容	(356)
二、施工总平面图的设计要求	(357)
三、施工总平面图的设计方法	(358)
四、施工总平面图的评价指标	(360)
五、施工总平面图设计示例	(361)

附：建筑安装定额和工程概预算

一、建筑安装定额	(364)
二、建筑安装工程费用	(370)
三、单位工程施工图预算	(371)
四、单位工程设计概算	(373)

绪 论

一、建筑施工课程的研究对象、任务和学习方法

在基本建设中，建筑安装工程占有重要的地位。从投资来看，国家用于建筑安装工程方面的资金，约占基本建设投资总额的60%左右。所以，要全面而高效能地完成基本建设任务，首先就要出色地完成建筑安装工程的施工任务。

一个建筑物或一个建筑群的施工，是由许多工种工程（土石方工程、砌筑工程、钢筋混凝土工程、结构安装工程、装饰工程等）组成的。而每一个工种工程的施工，都可以采用不同的施工方案、不同的施工技术和机械设备、不同的劳动组织和施工组织方法来完成。如何根据施工对象的特点和规模、地质水文和气候条件、机械设备和材料供应等客观条件，从运用先进技术、提高经济效益出发，做到技术和经济统一，选择各工种工程最合理的施工方案，研究其施工规律，是本课程的研究对象之一。

此外，一个建筑物的各个施工过程和一个建筑群中各个建筑物的施工可以有不同的顺序；构件生产可以采用不同的方式；运输工作可以采用不同的工具和方式；工地上的机械设备、仓库、预制场、搅拌站、办公房屋、水电路等可以有不同的布置方案；开工前的一系列施工准备工作可以用不同的方法解决。对于这一系列的问题，如何根据工程性质、规模和各种客观条件，从经济和技术统一的全局出发，对各种问题通盘加以考虑，做出科学的、合理的全面部署，编制出指导施工的施工组织设计，并在以后的贯彻执行过程中，根据条件的变化，随时适当地进行修正和补充，亦是本课程的研究对象。

概括起来，建筑施工的研究对象就是研究最有效地建造房屋（构筑物）和建筑物群（构筑物群）的理论、方法和有关施工规律，以求用最少的消耗取得最大的成果，全面而高效能地完成建筑安装工程，以较好的经济效益保证建设项目迅速投产或使用。

根据上述的研究对象，可以看出本课程的任务，就是根据专业培养目标的要求，使学生了解我国的基本建设方针和政策以及各项具体的技术经济政策，了解建筑施工领域内国内外的新技术和发展动态，掌握工种工程和单个建筑物施工方案的选择和施工组织设计的编制，具有独立分析和解决建筑施工技术和组织计划问题的初步能力，并为今后进一步学习有关的知识和进行科学研究打下基础。

上述任务，对于本专业的学生将来参加国家四个现代化的建设是十分重要的。根据专业培养目标，将来不论是从事科学研究工作、结构设计工作或是具体的施工技术管理工作，都十分需要掌握这方面的基本理论和基本知识。

本学科涉及的理论面广、实践性强、政策性强，而且技术发展迅速。学习中必须坚持理论联系实际的学习方法。除去对于课堂讲授的基本理论、基本知识加以理解和掌握之外，还需要随时注意党和政府颁布的有关基本建设的方针政策，随时了解国内外的最新发展，并对有关的实践性教学环节如现场教学、习题和课程作业、教学参观、生产实习等给予足够的重视。

二、我国的基本建设方针和政策

基本建设是国家有计划地扩大社会再生产的活动。由于它是一项综合性很强的工作，必须从全局出发，统筹安排才能取得较好的效果。我国五届人大四次会议和党的十二大，都规定要把全部经济工作转到以提高经济效益为中心的轨道上来，固定资产投资（包括新的基本建设和现有企业的技术改造）当然也要以此为中心来进行工作。

参照我国三十多年经济建设的经验和教训，为了保证建设资金的合理使用，提高经济效益，国家对基本建设工作规定了下述的方针和政策：

1. 严格控制固定资产投资总规模

为了要不断扩大社会再生产的能力，我们就必须保持一定规模的固定资产投资，进行新的基本建设和现有企业的技术改造。但是基本建设投资的规模必须同国力相适应。否则，如基本建设规模过大，不仅会造成建筑材料供应紧张，建筑周期拉长，而且必然会挤生产，挤维修，挤人民生活。一旦这种局面无法维持下去，就不得不进行调整，造成大批基建工程下马，大量设备积压以至报废，许多为基本建设服务的工厂企业减产停产，大量施工队伍窝工。这种大上天下所造成的浪费和危害，是我国过去经济建设中最大的浪费和危害。

在严格控制固定资产投资总规模的同时，还必须使资金按照正确的方向，得到合理的使用，即适当集中投资，保证国家的重点建设。

2. 对基本建设项目实行严格的审批制度

为了达到严格控制投资总规模的目的，必须实行严格的审批制度。

国家规定不论是国家预算内的拨款或自筹资金和银行贷款，都必须由国家计委和省、市、自治区计委进行综合平衡，统一纳入国家计划。限额以上的大中型基本建设项目，由国家计委审批；小型基本建设项目，由省、市、自治区计委和国务院有关部门审批。对于国家计划外追加的大中型建设项目和限额以上的技术改造项目，也要经国家计委综合平衡后，报国务院审批。

3. 严格按照基本建设程序办事

基本建设程序是实践经验的总结，它正确反映了客观存在的自然规律和经济规律，是进行基本建设必须遵循的先后次序。

基本建设程序，一般分为：下达建设任务、进行可行性研究、进行设计、确定建设总进度、施工准备工作、进行施工、生产准备、验收、试车和生产等。进行基本建设，可行性研究尤为重要，必须给予充分的重视。必须对所建设的项目进行技术和经济的论证，充分证明其是可行的，而且也做好了勘察设计等建设前期工作，才能列入年度建设计划。否则，不得列入建设计划，更不能仓促开工，以杜绝浪费现象。

4. 实行严格的责任制度

国家规定，对所有确定要进行建设的项目，一律实行“五定”，即定建设规模，定投资总额，定建设工期，定投资效果，定外部协作条件。实行严格的责任制度。

国家规定，在重点基本建设中实行项目经理责任制，全面负责重点建设工程前期的各项准备工作。项目经理要对建设前期工作成果的科学性、准确性承担责任，包括：负责组织可行性研究报告和设计任务书的编制；对建设项目在技术上是否先进可行、经济上是合理的。

资源是否可靠、产供销是否平衡和协作以及配合条件是否落实等进行论证，为国家决策提供正确的依据。

5. 改革建筑业和基本建设的管理体制，推行投资包干制和招标承包制

建筑业的改革，要围绕缩短工期，降低造价，提高工程质量和投资效益来进行。国家规定，凡是有条件的建设项目，都要签订投资包干协议，由建设单位对国家全面负责。凡是有偿还能力的项目，都要按照资金有偿使用的原则，改财政拨款为银行贷款。国家将投资包干协议规定的总金额拨给建设银行，由其根据工程进度，按实际需要付款，在不超过投资总额的前提下，可以不受年度的限制。由于提前竣工而节约的资金，应归承包单位。由于延误工期而多贷的资金，由承包单位承担。在整个工程、整个开发区实行承包后，建筑企业内部还应当结合自己的特点，落实各种形式的承包责任制。

要积极推行以招标承包为核心的多种形式的经济责任制。凡重要工程和城市开发建设的承包、发包，都应进行招标、投标。在国家统一计划和监督下，由发包单位通过招标、择优选用设计、施工单位。国营和集体的设计、施工单位，不论来自哪个地区、哪个部门，经审查合格后都可以参加投标。要鼓励竞争，防止垄断。

在基本建设的管理上，要简化审批程序，下放审批权限，减少环节，提高效率。

此外，还要求积极推行技术进步，改革设计工作，改革建筑材料的供应方式，改革用工制度等。

三、我国建筑施工发展概况

我国是一个历史悠久和文化发达的国家，在世界科学文化的发展史上，我国人民有过极为卓越的贡献，在建筑技术方面，我国同样有巨大的成绩。在殷代，我国已开始用水测定水平，用夯实的土壤作地基，并开始在墙壁上进行涂饰。战国、秦、汉时，砌筑技术有很大发展，已有方砖、空心砖和装饰性条砖，还用特制的楔形砖和企口砖砌筑拱券和穹窿，发券的方法也有单层、双层和多层券。此时已有精巧的榫卯，表明木构架建筑的施工技术已达到一定的水平。至两晋、南北朝，木塔的建造显示木结构技术有了进步。云冈石窟的开凿等表明了石工技术的水平。砖石结构开始大规模运用于地面上建筑，如河南登封嵩岳寺塔等的建造表明这方面有很大进步。隋、唐、五代时，土、石、砖、瓦、石灰、钢铁、矿物颜料和油漆的应用技术已渐趋熟练。夯土技术除用于城墙和地基外，还用于宫殿墙壁，并能用土坯砌筑半圆形穹窿顶。唐代大规模城市的建造，表明房屋施工技术达到了相当高的水平。宋、辽、金时，开始在基础下打桩。从砖塔和拱桥（如芦沟桥）可看出砖石结构的施工技术水平。同时在室内装饰方面亦更加秀丽而绚烂。至元、明、清，已能用夯土墙建造三、四层楼房，内加竹筋。砖券结构的普及说明了砌砖技术的进步。此外，木构架的整体性加强了，镏金、玻璃等用于建筑，丰富了装饰手法。现存的北京故宫等建筑，表明此时我国的建筑技术已达到很高的水平。

鸦片战争以后，帝国主义势力开始侵入我国，此后在我国的高等学校开始建立土建类的系科，开始了建筑教育。在沿海一些大城市也出现了一些用钢铁和混凝土建造的现代化建筑工程，但多数由外国建筑公司承建。此时，由我国私人创办的营造厂虽然也有所发展，并承建了一些工程，但由于规模小，技术装备较差，技术进步亦慢。因此，从整体来看解放前我

国的建筑技术和组织管理水平是较低的。

新中国建立后，我国的建筑事业起了根本的变化。经过对私营建筑业的改造，和为适应国民经济恢复时期建设的需要，我国的施工力量就由 1949 年初的 20 万人左右，发展到 1952 年的 140 万人，至 1958 年更发展到 533 万人。到 1977 年，施工单位的职工已发展到占全国职工总数的 5.9%，成为一支力量雄厚的建设队伍，且近年来又有很大的发展。

建筑安装企业完成的工作量逐年提高，1950—1952 年的国民经济恢复时期完成 78.4 亿元；1953—1957 年的第一个五年计划完成 550 亿元；到 1979 年，建国 30 年来累计完成的工作量，已达 3600 亿元。1983 年，全民所有制单位基本建设投资就有 594 亿元，此外还有更新改造和其他措施投资 358 亿元，这有力地促进了国家四个现代化的建设。

从解放到 1979 年底，建国三十年已竣工房屋面积十六亿多平方米，其中新建住宅约六亿平方米。1982 年全民所有制单位和城镇集体所有制单位新建住宅 1.18 亿平方米，1983 年为 1.16 亿平方米，农民还新建住房 7 亿平方米。其中既包括解放初期建设的鞍山钢铁公司、长春汽车厂等一千多个规模宏大的工矿企业，也包括 1958—1959 年在北京建设的人民大会堂、北京火车站、中国历史博物馆等结构复杂，规模巨大，功能要求严格，装修标准高的十大建筑，更包括近年来在全国各地建设的高层居住建筑，上海宝山钢铁总公司等大型工业设施，以及北京饭店、长城饭店、西苑饭店、金陵饭店、白天鹅宾馆、广州中国大酒店、上海宾馆等一系列现代化的高层旅游设施。这些都集中体现出我国的建筑施工已达到很高的水平。与此同时，建筑施工部门的劳动生产率和每人的平均年竣工面积，也都逐年提高，这表明施工企业的素质在逐步改善，经济效益在逐渐提高。

经过三十多年来大规模的经济建设，也促使我国建筑施工技术和组织计划的水平不断提高。我国在第一个五年计划期间，在一些重点工程上已开始编制施工组织设计，后来并相继有所发展，到六十年代中期处于停顿；但进入七十年代中期以后，又在一些重要工程上得到恢复和发展。近年来随着网络计划技术和电子计算机等新技术的应用，更进一步提高了我国的施工组织与企业管理的水平。

在建筑施工技术方面，我们不但掌握了施工大型工业设施和高层民用建筑的成套技术，且在地基处理和基础工程方面推广了如钻孔灌注桩、旋喷桩、冲振法、深层搅拌法、强夯法、地下连续墙和“逆作法”等新技术；在现浇钢筋混凝土工程中应用了滑升模板、大模板、台模、隧道模、组合钢模板、泵送混凝土、喷射混凝土、大体积混凝土浇筑技术以及混凝土制备和运输的机械化、自动化设备；在预制构件制作方面不断完善了挤压成型、热拌热模、立窑和折线形隧道窑养护等技术；另外在预应力混凝土技术、墙体改革、装饰材料和施工技术以及大跨度结构、高耸结构等方面都掌握和发展了许多新的施工技术，有力的推动了我国建筑施工的发展。

四、施工规范与施工规程（规定）

建筑施工方面的规范，为“施工及验收规范”，它是国家标准，是按工业建筑工程与民用建筑工程中的各分部工程（如：土方和爆破工程、地基与基础工程、砌体工程、钢筋混凝土工程等）分别制订，分册出版。它是由国家的城乡建设与环境保护部颁发的一种重要的法规，其目的是为了加强建筑工程的技术管理和统一施工验收标准，以达到提高施工技术水平、

保证工程质量和降低工程成本的目的。我们从事建筑工程设计和施工等工作的同志，都必须予以足够的重视。

各分部工程的施工及验收规范的内容不尽相同，一般包括建筑材料、半成品、成品和建筑零件的质量标准和技术条件；施工准备工作；施工质量要求；质量的控制方法或检验方法；施工技术要点及其他技术规定等。

凡新建、改建、修复等工程，在设计、施工和竣工验收时均应遵守相应的施工及验收规范。隐蔽工程还应根据相应的施工及验收规范进行期中或竣工后的技术检查和验收。

“施工及验收规范”的解释权在规范的管理单位。随着施工和设计水平的提高，每隔一定时间，需对施工及验收规范作相应的修订。

“施工规程（规定）”是比“施工及验收规范”低一个等级的施工标准文件，它一般由各部、委或重要的科学研究单位编制，报规范的管理单位批准或备案后发布试行。它主要是为了及时推广一些新结构、新材料、新工艺而制订的标准，有时将设计与施工合并为一册，制订设计与施工规程，如：“液压滑升模板工程设计与施工规定”、“高层建筑箱形基础设计与施工规程”等。其内容不尽相同，根据结构与施工工艺特点而定。设计与施工规程（规定），一般包括：总则、设计规定、计算要求、构造要求、施工规定和工程验收，有时还附有具体内容的附录。

“施工规程（规定）”的内容不能与“施工及验收规范”抵触，如有不同，应以规范为主。

第一章 土石方工程

第一节 概 述

土石方工程包括一切土（或石）的挖掘、填筑和运输等过程以及排水、降水和土壁支撑等准备和辅助过程。在建筑工程中，最常见的土石方工程有：场地平整、基坑（槽）开挖、地坪填土、路基填筑及基坑回填土等。

土石方工程施工往往具有工程量大，劳动繁重和施工条件复杂等特点：如大型建设项目的场地平整，土石方工程量可达数百万立方米以上，施工面积达数平方公里，施工期很长；土石方工程施工又受气候、水文、地质等的影响较大，难以确定的因素较多，有时施工条件极为复杂。因此，在组织土石方工程施工前，应详细分析与核对各项技术资料（如实测地形图、工程地质、水文地质勘察资料，原有地下管道、电缆和地下构筑物资料及土石方工程施工图等），进行现场调查并根据现有施工条件，制订出以技术经济分析为依据的施工设计。这个设计应做到：

- 1) 根据工程条件，选择适宜的施工方案和效率较高、费用较低的机械进行施工；
- 2) 合理调配土石方，使总的施工工作量最少；
- 3) 合理组织机械施工，保证机械发挥最大的使用效率；
- 4) 安排好运输道路、排水、降水、土壁支撑等一切准备及辅助工作；
- 5) 合理安排施工计划，尽量避免雨季施工；
- 6) 保证工程质量，对施工中可能遇到的问题，如：流砂现象、边坡稳定等进行技术分析，并提出解决措施；
- 7) 有确保安全施工的措施。

土石方工程按设计顺利地施工，不但能提高土石方施工的劳动生产率，而且为其他工程的施工创造有利条件，对加快基本建设速度有很大意义。

土的种类繁多，其工程性质直接影响施工方法、劳动量消耗和工程费用。建筑工程中作为地基的土分为五类：粘性土、砂土、碎石土、岩石和人工填土，按工程地质特征及土的性质不同，各类土又可分成几个细类：如砂土分为砾砂、粗砂、中砂、细砂、粉砂等；根据其孔隙比的大小，分为密实、中密、稍密和松散的各种砂土；根据含水的饱和度大小又分为稍湿、很湿和饱和的各种砂土。同样粘性土也可分为粘土、亚粘土和轻亚粘土，并根据其状态分为坚硬、硬塑、可塑、软塑和流塑等粘性土。不同的土，其物理、力学性质也不同，只有充分掌握各类土的特性及其对施工的影响，才能选择正确的施工方法。如果工程条件十分复杂，难以确定地质情况时，应估计可能出现的最好和最坏的情况，作好两手准备，以便从容对付施工中出现的各种情况。

按照开挖的难易程度，可将土分为松软土、普通土、坚土、砂砾坚土、软石、次坚石、坚石、特坚石等八类。松土和普通土可直接用铁锹开挖，或用铲运机、推土机、挖土机施工，

坚土、砂砾坚土和软石要用镐、撬棍等开挖，如用机械施工，一般需预先松土，部分需用爆破方法施工；次坚石、坚石和特坚石一般要用爆破方法施工。

土具有可松性。即自然状态下的土，经过开挖后，其体积因松散而增大，以后虽经回填压实，仍不能恢复。由于土方工程量是以自然状态的体积来计算的，所以在土方调配、计算土方机械生产率及运输工具数量等的时候，必须考虑土的可松性。土的可松性程度用可松性系数表示，即

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

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 ——最后可松性系数：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（米³）；

V_2 ——土经开挖后的松散体积（米³）；

V_3 ——土经回填压实后的体积（米³）。

开挖基坑、沟槽或填筑路堤时，为了防止坍方，保证施工安全，其边沿应考虑放坡。土方边坡的坡度以其高度 h 与底宽 b 之比表示（图 1—1），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。

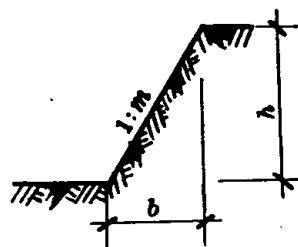


图 1—1 土方边坡

第二节 土石方工程量的计算与调配

在土石方工程施工之前，必须计算土石方的工程量。但各种土石方工程的外形往往很复杂，不规则，要得到精确的计算结果很困难。一般情况下，都将其假设或划分成为一定的几何形状，并采用具有一定精度而又和实际情况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（由两个平行的平面做底的一种多面体）体积公式计算（图 1—2）。即：

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

式中： H ——基坑深度（米）；

F_1, F_2 ——基坑上下两底面积（米²）；

F_0 ——基坑中截面的面积(米²)。

基槽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(图1-3):

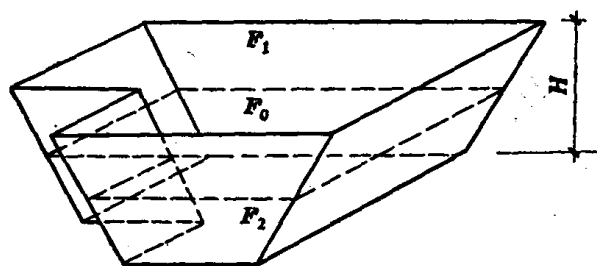


图 1-2 基坑土方量计算

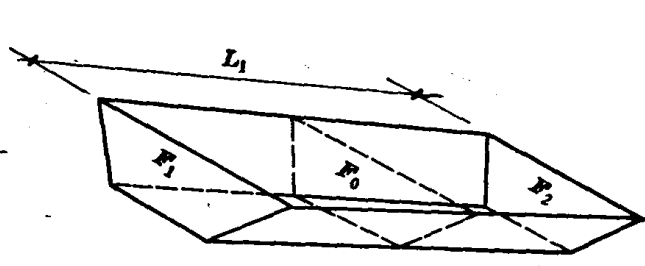


图 1-3 基槽土方量计算

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

式中: V_1 ——第一段的土方量(米³);

L_1 ——第一段的长度(米);

将各段土方量相加即得总土方量

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

式中: $V_1, V_2, \cdots V_n$ 为各分段的土方量(米³)

二、场地平整的土方量计算

场地平整就是将天然地面改造成我们所要求的设计平面。场地设计平面通常由设计单位在总图竖向设计中确定。由设计平面的标高和天然地面的标高之差,可以得到场地各点的施工高度(填挖高度),由此可计算场地平整的土方量。

(一) 场地最佳设计平面的概念

场地的竖向设计对土方的工程量影响很大。我们要求的设计平面,应在满足建筑规划、生产工艺和运输、排水等要求的前提下,尽量使土方填挖平衡并使总的土方量达到最少,这样的设计平面可称为“最佳设计平面”。当地形比较复杂时,一般需设计成多平面场地,此时可根据工艺要求和地形特点,预先把场地划分成几个平面,分别计算出最佳设计单平面的各个参数。然后适当修正各设计单平面交界处的标高,使场地各单平面之间的变化缓和且连续。因此,确定单平面的最佳设计平面是竖向规划设计的基础。

应用最小二乘法原理,可以求得最佳设计平面的参数(原点标高及地面坡度)。

我们知道,任何一个平面在直角坐标体系中都可以用三个参数 c 、 i_x 、 i_y 来确定(图1-4)。在这个平面上任何一点 i 的标高 z'_i ,可以根据下式求出:

$$z'_i = c + x_i i_x + y_i i_y \quad (1-2)$$

式中: x_i —— i 点在 x 方向的坐标;

y_i —— i 点在 y 方向的坐标。

在设计前,将场地平面划分成方格网,并根据地形图及测量数据,将各个方格的角点标高 z_i (即原地形标高) 标于图上。则该场地方格角点的施工高度为