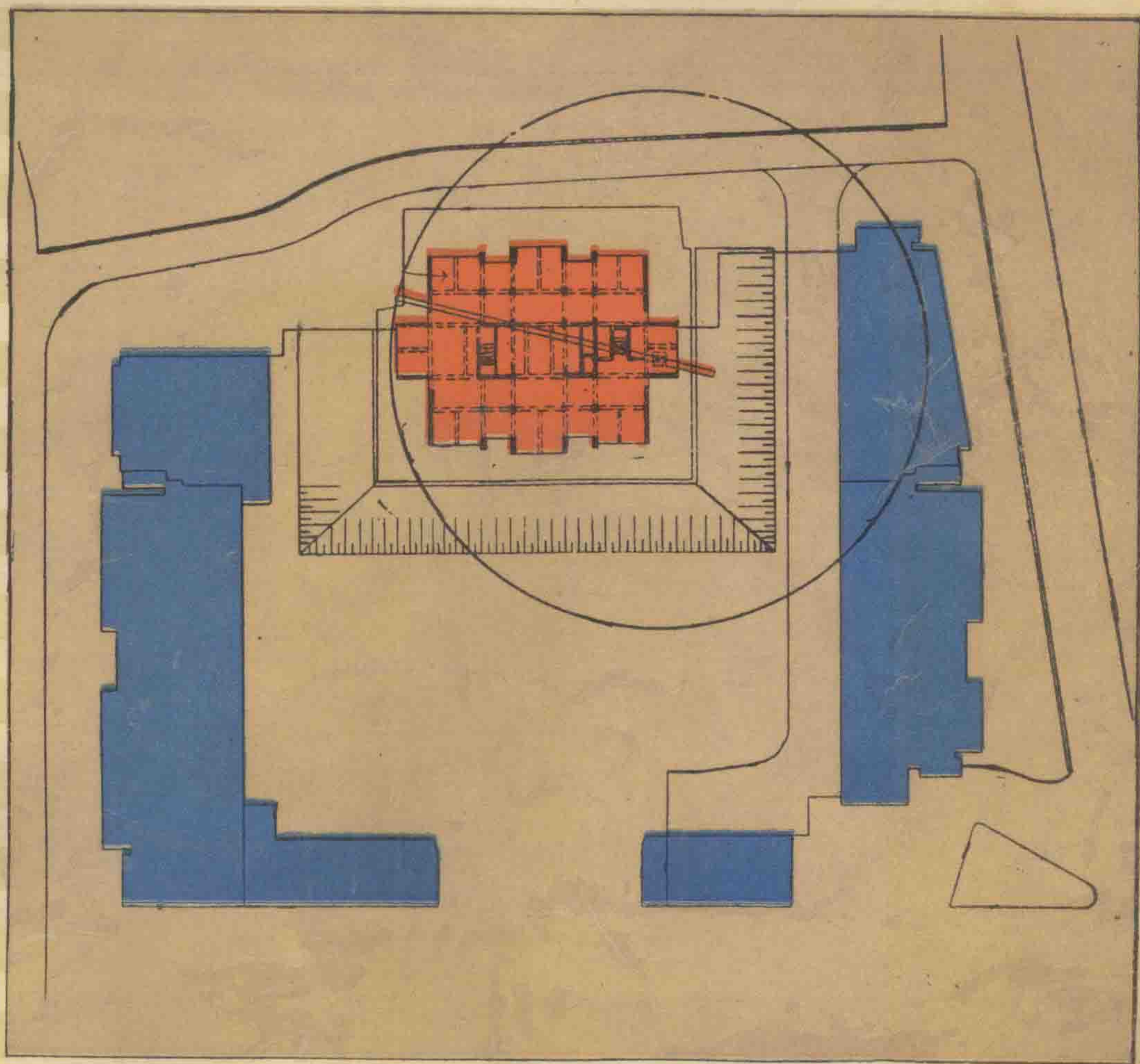


高等学校函授教材（兼作高等教育自学用书）

建筑施工

赵志缙等 编著



同济大学出版社

高等学校函授教材

(兼作高等教育自学用书)

建 筑 施 工

赵志缙等 编著

同济大学出版社

(沪)新登字204号

内 容 提 要

本书是高等学校“工业与民用建筑”专业“建筑施工”课程的函授教材,以介绍各种建筑(构筑)物在建筑工程施工中各主要工种的施工技术和组织计划的基本规律为主要内容。本书是在江景波、赵志缙等编著《建筑施工》的基础上结合函授教育的需要编写的,每章的前面设有“内容提要”和“学习方法指示”,后面附有复习思考题和习题。内容力求反映我国建筑施工方面的新成就和新技术,文字力求通俗易懂,便于自学。除供“工业与民用建筑工程”专业函授师生作为教材使用外,本书还可作为该课程的自学用书。

责任编辑 王 利

封面设计 李志云

高等学校函授教材

(兼作高等教育自学用书)

建 筑 施 工

赵志缙等 编著

同济大学出版社出版

(上海四平路1239号)

浙江上虞科技外文印刷厂排版

新华书店上海发行所发行

江苏大丰县印刷二厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张 25.5 字数: 640千字

1993年3月第1版 1993年3月第1次印刷

印数: 1—5000 定价: 6.90元

ISBN7-5608-1071-3/TU·118

前 言

“建筑施工”是“工业与民用建筑工程专业”的一门主要专业课程。它是一门研究建筑工程施工中各种建筑物(构筑物)及其主要工种工程的施工技术和组织计划的基本规律的学科。在培养学生独立分析和解决建筑工程施工中有关施工技术和组织计划问题的基本能力方面,起着重要作用。

建筑施工学科涉及面广,其发展又日新月异。由于教学时间的限制,并为适应函授教学的特点,本教材力求紧密结合我国实际,综合运用本专业的基础理论和近代科学技术的成果,有重点地讲授一些基本的和重要的内容,一些操作性较强的内容未列入,一些特殊的施工技术亦未介绍,今后工作需要时可通过学习有关专著和文献来解决。

本教材是参考江景波、赵志缙等编著的《建筑施工》(同济大学出版社出版)以及其他一些教材、教学参考书、文献等并结合我们多年函授教学的经验编写的。在编写时力求反映我国建筑施工方面的新技术、新成就,并与现行的施工规范或规程相适应。为适应函授教学的需要,每一章的前面增设了“内容提要”和“学习方法指示”,并在每一章的后面附有复习思考题和习题。在书写方面力求通俗易懂,还附有一定的例题或实例,以便于函授学生自学。虽然我们尽了很大的努力,但由于我们的实践经验不足,理论水平有限,对函授教学的认识还需进一步提高,再加上时间仓促,缺点在所难免,恳切希望读者给予批评指正,作为我们进一步修改和提高的依据。

本书的编写分工如下:绪论、第三、八、十二章——赵志缙;第六、九章——丁根裕;第四、七、十三章——王洪海,徐蓉参加了十三章部分内容编写;第一、五、十一章——应惠清;第二、十章——徐伟。全书最后由赵志缙进行了审校和统一加工。

编 者
1991年3月

目 录

结 论	1
第一章 土方工程	6
第一节 概述	6
第二节 土方工程量的计算与调配	12
第三节 土方工程的准备与辅助工作	32
第四节 土方工程的机械化施工	61
第五节 土方的填筑与压实	67
复习思考题	70
习题	70
第二章 桩基础工程	73
第一节 概述	73
第二节 预制钢筋混凝土打入桩施工	74
第三节 灌注桩施工	80
复习思考题	86
第三章 混凝土工程	87
第一节 钢筋工程	89
第二节 模板工程	99
第三节 混凝土工程	111
第四节 混凝土冬期施工	137
复习思考题	145
习题	147
第四章 预应力混凝土工程	143
第一节 概述	148
第二节 先张法	151
第三节 后张法	161
第四节 无粘结预应力筋	176
复习思考题	179
习题	180
第五章 砌筑工程	181
第一节 准备工作	181
第二节 砌砖工程	187
第三节 中小型砌块的施工	189
复习思考题	191

第六章	结构吊装工程	152
第一节	起重安装机械	193
第二节	钢筋混凝土单层工业厂房结构吊装	213
第三节	多层装配式框架结构吊装	230
第四节	计板结构施工	235
	复习思考题	242
	习题	243
第七章	屋面防水工程	246
	复习思考题	255
第八章	装饰工程	257
第一节	抹灰工程	257
第二节	饰面工程	262
第三节	铝合金与玻璃幕墙	264
第四节	油漆、刷浆和裱糊工程	265
	复习思考题	270
第九章	建筑工程流水施工原理	271
第一节	流水施工基本概念	271
第二节	节奏专业流水	276
第三节	非节奏专业流水	281
第四节	一般的搭接施工	283
第五节	流水施工例题	286
	复习思考题	289
	习题	290
第十章	网络计划技术	291
第一节	双代号网络图	291
第二节	单代号网络图	301
第三节	网络计划优化	304
	复习思考题	313
第十一章	单位工程施工组织设计	320
第一节	编制程序和依据	321
第二节	选择施工方案	322
第三节	编制施工进度计划	327
第四节	设计施工平面图	332
第五节	拟订施工措施	336
第六节	单位工程施工组织设计实例	337
	复习思考题	350
第十二章	施工组织总设计	351
第一节	施工组织总设计编制程序和依据	351
第二节	施工部署和施工方案	353

第三节	施工总进度计划·····	353
第四节	施工资源总需要量计划·····	358
第五节	全工地性施工业务·····	359
第六节	施工总平面图·····	370
	复习思考题·····	378
第十三章	建筑工程预算·····	379
第一节	建筑工程预算的意义分类及组成·····	379
第二节	建筑安装工程定额·····	382
第三节	单位工程施工图预算编制的步骤和方法·····	388
第四节	应用电子计算机编制建筑工程概预算·····	393
	复习思考题·····	396

绪 论

内 容 提 要

绪论由建筑施工课程的研究对象、任务和学习方法、我国建筑施工发展概况和施工规范与施工规程三部分组成。第一部分扼要介绍了本课程的研究对象,以及工业与民用建筑工程专业为什么要学习这门课程;第二部分系统介绍我国古代尤其是解放后我国在建筑施工方面的成就;第三部分则介绍与建筑施工关系密切的基本建设程序以及施工规范与施工规程的用途和主要内容。

学习方法指示

对建筑施工课程的研究对象要仔细加以理解,这有利于理解本课程的重要性,以便认真地学好以下的各章节。如对该问题一时理解不全面,则在今后的学习中还会逐渐加深理解。

学习我国建筑施工发展概况,可以学习一些有关的参考资料和报刊杂志以加深认识。另外,在这方面是不断发展的,更要及时学习一些新的资料。

基本建设程序是经验的总结,是客观规律,不能违背,否则就要带来损失,在学习时应该深刻理解,在工作中应坚决遵守。

施工规范与施工规程是一种法规文件,是今后工作中必须遵守的,如违反了就会带来麻烦。在学习这一部分时,最好找一些国家颁发的施工规范、规程看看,以加深认识。在下面各章的学习中与今后的工作中,都要牢记其重要性。

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、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,从运用先进技术和提高经济效益出发,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建筑物(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。除去自学或面授基本理论、基本知识之外,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,通过阅读国内外有关的杂志和专业书籍,随时了解国内外的最新发展,并结合自己的工作创造条件注意向实践学习。

二、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施工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年发展到533万人,到1990年更发展到2400多万人,成为一支力量雄厚、有较高技术水平的施工队伍。

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。进入80年代增长更快,“六五”(1981~1985年)期间完成的固定资产投资7997亿元,“七五”(1986~1990年)期间完成固定资产投资19746亿元。“七五”期间仅全民所有制基本建设投资就达7348亿元,比“六五”期间增长1.2倍;更新改造投资完成3976亿元,比“六五”期间增长1.7倍。这都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30年已竣工房屋面积16亿 m^2 ,特别是党的十一届三中全会以来,全国城乡房屋建造量每年达9亿 m^2 以上,1980~1989年的10年间,竣工房屋面积106.2亿 m^2 ,钢材使用量已占全国钢产量的25%,木材占40%,水泥、玻璃占70%,塑料制品占25%。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,扬子、齐鲁、大庆、上海四大乙烯工程等大型工业设施,以及北京饭店、京城大厦、京广大厦、北京国际贸易中心、北京国际饭店、长城饭店、西苑饭店、金陵饭店、白天鹅宾馆、广州中国大酒店、上海商城、上海新锦江宾馆、静安希尔顿宾馆、华亭宾馆、上海国际贸易中心、太平洋大饭店、广东国际大厦、深圳国贸中心和北京亚运会工程等一系列现代化的高层旅游和办公设施。这些都集中体现出我国的建筑施工已达到很高的水平。

在岩土工程技术、工程结构抗震技术、大型结构与安装技术、高层建筑结构施工技术等方面已接近或达到国际先进水平。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管理的水平不断提高。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60年代中期处于停顿;但进入70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,80年代是我国建设规模空前巨大的10年,也是施工技术进步最快的10年。我们不但掌握了施工大型工业企业和高层民用建筑的成套技术,而且在地基处理和基础工程方面推广了大直径钻孔灌注桩、超长的打设桩、旋喷桩、冲振法、深层搅拌法、强夯法、地下连续墙和“逆筑法”等新技术;在现浇钢筋混凝土工程方面应用了滑升模板、爬升模板、大

模板、台模、隧道模、组合钢模板、钢框胶合板模板、泵送混凝土、喷射混凝土、商品混凝土、大体积混凝土等技术；此外，在特种结构施工技术、预应力混凝土技术、墙体改革、装饰材料和施工技术、脚手架等方面都掌握和发展了一系列新技术。另外，在施工方案优化和技术经济比较等方面由于电子计算机的应用亦取得一些令人瞩目的成就，这些都有力地推动了我国建筑施工的发展。

三、基本建设程序

基本建设是国民经济各部门为了扩大再生产而进行的增加固定资产的建设工作。即把建筑材料、机器设备等，通过购置、施工、安装、调试等活动，转化为固定资产。所谓固定资产，即使用期限在一年以上、单位价值在规定限额以上（一般按企业规模大小和性质分别规定为 800 元、500 元或 200 元），并用固定资金（基建拨款、投资借款或专项资金）建造或购置的劳动资料。

基本建设程序是基本建设过程及其客观规律的反映，是人们在认识客观规律的基础上创造出来的基本建设全过程必须遵守的先后次序。

现行的基本建设程序，可概括为三个阶段和十项内容，如图 0-1 所示。即根据国民经济长远规划和布局的要求，在编好区域规划和探明资源的前提下，编制项目建议书，进行可行性研究，编制建设项目设计（计划）任务书，选定建设地点；设计（计划）任务书和选点报告批准后，

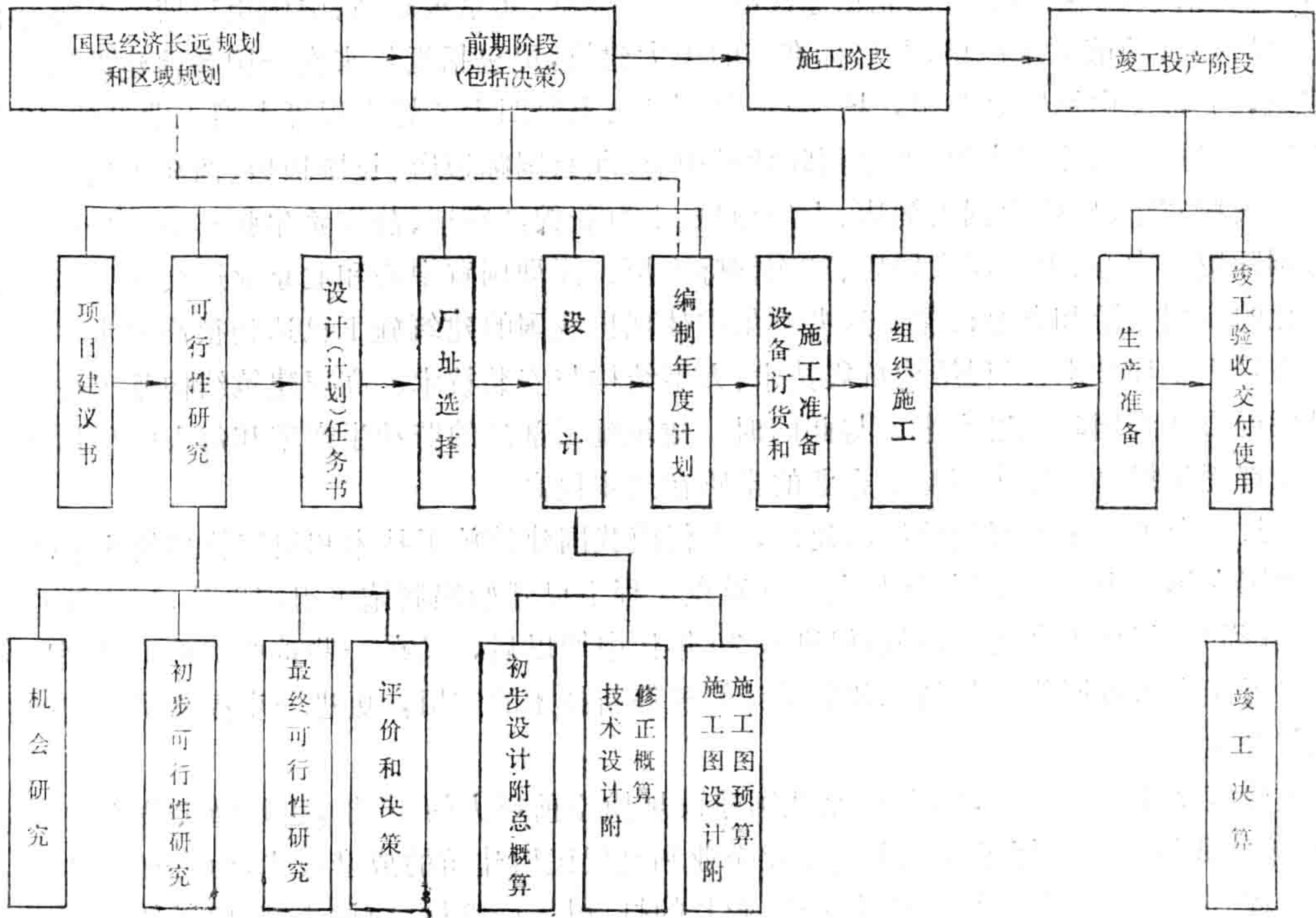


图 0-1

进行工程地质与水文地质落实勘察工作;初步设计经过批准、建设项目列入年度计划后,组织工程施工;待工程按设计内容建成后,进行验收和交付使用。

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、混凝土工程等)分别制订,分册出版。它是由国家的建设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,应以规范为准。

第一章 土方工程

内 容 提 要

本章叙述了土方工程的特点;重点是讨论土方工程施工设计的基本内容,包括最佳设计平面、土方调配、土壁支撑,降水及土方机械选择等;叙述了土方施工的一般方法及质量要求。

在上述内容前面还简略地介绍了与本章学习有关的土的工程性质。

学习方法指示

土方工程工程量大、劳动强度大,施工条件复杂,因此在建筑工程施工中占有重要地位,应予以重视。

本章内容涉及到工程地质与地基基础以及线性规划方面的知识,自学难度较大,要求学生通过学习,掌握土方工程设计的基本内容和施工的一般方法,以便今后通过工程实践进一步掌握复杂土方工程的施工。

本章概述中有关土的工程性质的内容是为便于学生学习本章基本内容而安排的,已学过土力学和地基基础的学生,可免学部分已学过的内容。

最佳设计平面是一个重要概念,应掌握并了解其设计方法。土方调配要运用线性规划的原理,作为本课程的要求,只要求掌握表上作业法。土方工程量的计算公式繁多,对其中的基本公式如拟柱体体积公式应该掌握。

土方工程的准备和辅助工作,在某种意义上比土方工程施工本身还要重要。其中,要弄清影响土方边坡稳定的因素;熟悉板桩破坏形式及计算方法;掌握轻型井点的设计与施工;了解流砂现象的原因与防治方法。

轻型井点设计这部分内容有一定难度,自学中应着重搞懂无压完整井单井降水理论,由此便可举一反三,理解其他水井的降水计算公式。此外,还要弄清楚四种水井的区别,熟悉公式中各符号的物理意义,这都有助于对降水设计的内容的理解。并通过习题演练,进一步加深理解。

土方机械化施工一节重点应掌握土方机械选择和挖土机与汽车配合施工问题。土方填筑与压实对土方工程质量有很大影响,应熟悉这部分内容。

第一节 概 述

土方工程包括一切土的挖掘、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,土方工程量可达数百万立方米以上,施工面积达数万平方公里,施工期很长;土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。

土方工程按设计顺利地施工,不但能提高土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。

(一) 土的工程分类

土的种类繁多,其分类法也很多,如按土的沉积年代、按颗粒级配、按密实度、按液性指数分类等。土方工程施工中根据土开挖难易程度将土分为8类(表 1-1),这也是确定建筑安装工程统一劳动定额的依据。

(二) 土的工程性质

土的工程性质对土方工程的施工有直接影响,其基本工程性质有:

1. 土的可松性

土具有可松性。即自然状态下的,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,应考虑土的可松性。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;

K'_s ——最后可松性系数;

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)。

各类土的可松性系数参见表 1-1。

2. 土的透水性

土的透水性是指水流通过土中孔隙的难易程度。地下水的流动以及在土中的渗透速度都与土的透水性有关。在计算地下水源水量时,也涉及到土的透水性指标。

地下水在土中渗流速度一般可按达西(Darcy)定律计算(图 1-1),其公式如下:

$$v = Ki \quad (1-1)$$

式中 v ——水在土中的渗透速度(m/d);

$$i \text{——水头梯度, } i = \frac{H_1 - H_2}{L}$$

即 A, B 两点的水头差与其水平距离之比;

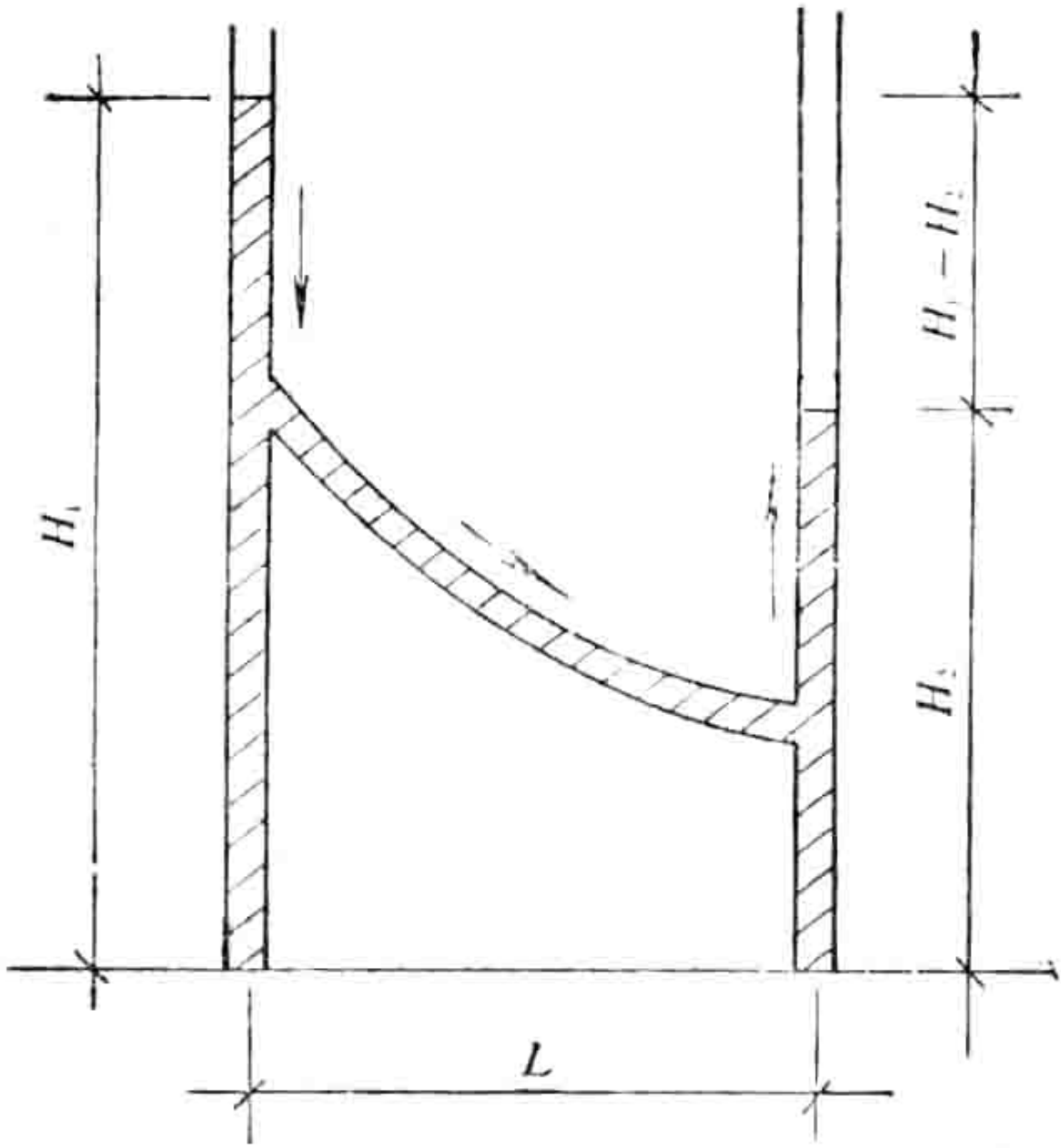


图 1-1 水的渗流

土的工程分类

表 1-1

类 别	土 的 名 称	开挖方法	可松性系数	
			K_s	K'_s
第一类 (松软土)	砂,亚砂土,冲积砂土层,种植土,泥炭(淤泥)	用锹、锄头挖掘	1.08~1.30	1.01~1.04
第二类 (普通土)	亚粘土,潮湿的黄土,夹有碎石、卵石的砂,种植土,填筑土和亚砂土	用锹、锄头挖掘,少许用镐翻松	1.14~1.28	1.02~1.05
第三类 (坚土)	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,部分用撬棍	1.24~1.30	1.04~1.07
第四类 (砂砾坚土)	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,软泥灰岩及蛋白石	先用镐、撬棍,然后用锹挖掘,部分用楔子及大锤	1.26~1.37	1.06~1.15
第五类 (软石)	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,部分用爆破方法	1.30~1.45	1.10~1.20
第六类 (次坚石)	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	用爆破方法,部分用风镐。	1.30~1.45	1.10~1.20
第七类 (坚石)	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	1.30~1.45	1.10~1.20
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	用爆破方法	1.45~1.50	1.20~1.30

K ——土的渗透系数(m/d)。

在式(1-1)中,当 $i=1$ 时, $K=v$, 即土的渗透系数。 K 值的大小反映土透水性的强弱。

土的渗透系数可以通过室内渗透试验或现场抽水试验测定,一般土的渗透系数见表1-2。

土的渗透系数

表 1-2

土的种类	$K(\text{m/d})$	土的种类	$K(\text{m/d})$
粘土、亚粘土	<0.1	含粘土的中砂及纯细砂	20~25
亚砂土	0.1~0.5	含粘土的细砂及纯中砂	35~50
含粘土的粉砂	0.5~1.0	纯粗砂	50~75
纯粉砂	1.5~5.0	粗砂夹卵石	50~100
含粘土的细砂	10~15	卵石	100~200

3. 土的密实度

土的密实度即土的紧密程度,通常用干密度表示。不同类的土,最大干密度也不同。同类土在不同状态下(如不同的含水量、不同的压实程度等),其紧密程度也不同,工程中用土的密实度来反映土体相对紧密程度:

$$\lambda_c = \frac{\rho_d}{\rho_{d\max}} \quad (1-2)$$

式中 λ_c ——土的密实度(压实系数);

ρ_d ——土的实际干密度(t/m^3);

$\rho_{d\max}$ ——土的最大干密度(t/m^3)

土的实际干密度可用“环刀法”测定。先用环刀取样,一般在现场每100~400 m^2 取一点,烘干后称出土的天然密度,并测出含水量,用下式计算土的实际干密度:

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + 0.01w} \quad (\text{t/m}^3) \quad (1-3)$$

式中 ρ ——土的天然密度(t/m^3);

w ——土的天然含水量(%)。

土的最大干密度则用击实试验确定。

4. 土的抗剪强度

土的抗剪强度是指土在外力作用下土体内部产生剪应力时,土对剪应力的极限抵抗能力。当土体中某点的剪应力达到土体的抗剪强度时,该点便发生剪切破坏。

砂土的抗剪强度与正压力之间的关系如下式所示:

$$\tau = \sigma \cdot \operatorname{tg} \varphi \quad (1-4)$$

式中 τ ——土的抗剪强度(Pa);

σ ——作用于剪切面上的正压应力(Pa);

φ ——土的内摩擦角($^\circ$)。

由式(1-4)可知,砂土的抗剪强度不但与内摩擦角有关,而且还取决于正压力的大小,而内摩擦角与砂土的密实度、土颗粒大小和形状、粗糙程度及粒径级配等有关。

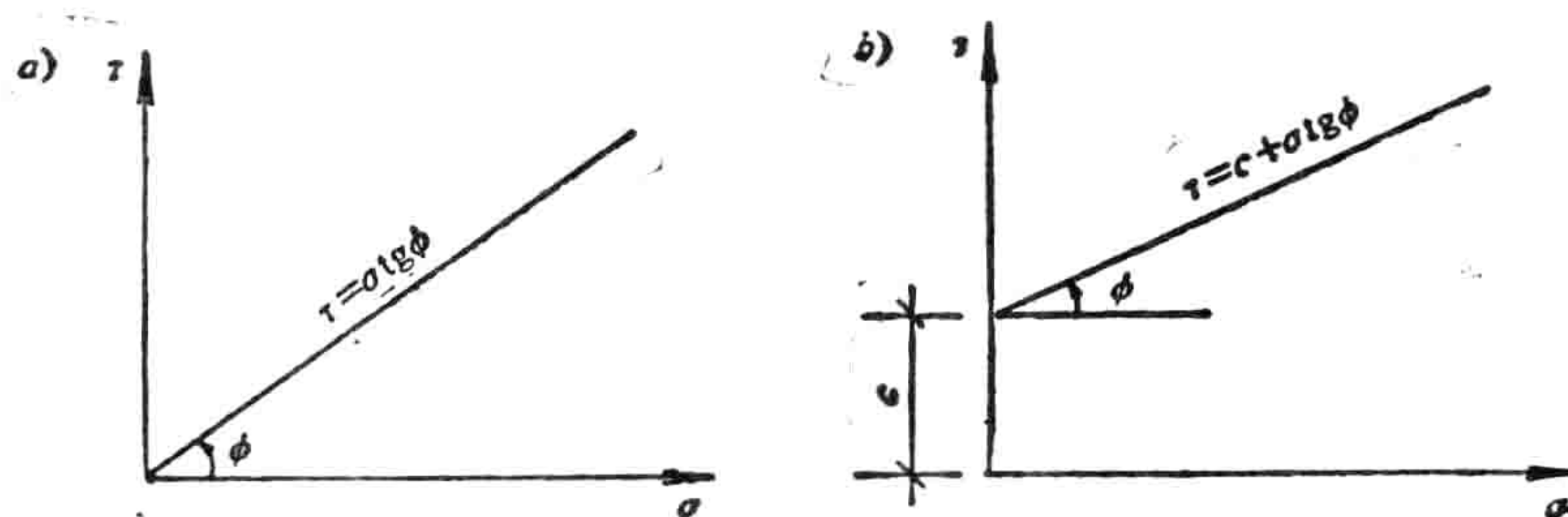


图 1-2 土的剪切强度与正压应力的关系
a) 砂土 b) 粘性土

粘性土的抗剪强度与正压应力之间基本上仍成直线关系(图 1-2),但不通过原点,其方程如下所示:

$$\tau = c + \sigma \cdot \tan \phi \quad (1-4')$$

式中 c ——土的内聚力(Pa);

其余符号同前。

内聚力 c 和内摩擦角 ϕ 一般能反映土抗剪强度,故称 c 和 ϕ 为土的抗剪强度指标。在施工中,基坑、沟槽或填筑路堤等的边坡稳定皆与土的抗剪强度直接有关。

4. 土 压 力

为保证土壁稳定,施工中经常采用一些支护结构,如横撑式支撑、板桩、地下连续墙等。

土压力是指土对支护结构产生的侧向压力。由于土压力是土壁支护结构的主要外荷载,因此设计这类支护结构时,首先要确定土压力的性质、大小、方向及作用点。根据支护结构可能产生的位移方向,土压力分为主动土压力、被动土压力和静止土压力。

当支护结构在土压力的作用下偏离土体,随着位移的增加土压力逐渐减小,当位移达到某一值时,土体达到主动极限平衡状态。此时,作用于支护结构上的土压力称为主动土压力,以 E_a 表示(图 1-3a)。

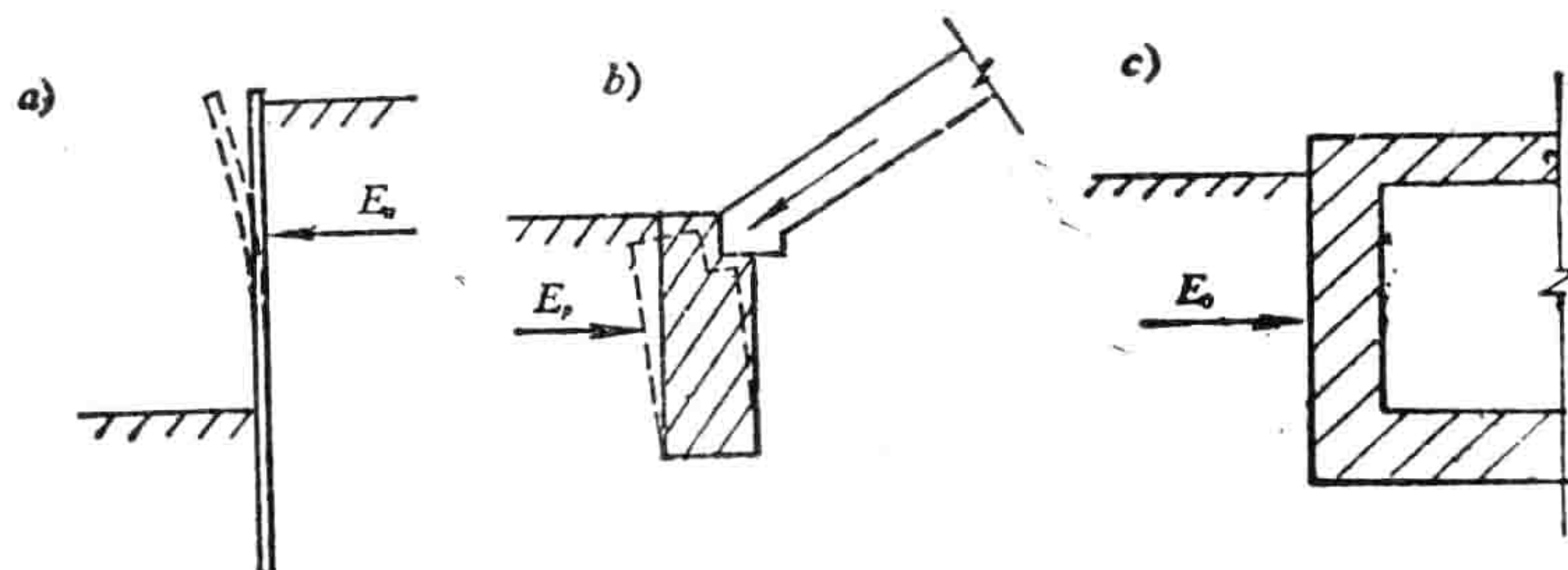


图 1-3 三种土压力

a) 主动土压力: b) 被动土压力: c) 静止土压力

与上述情况相反,当支护结构在外力作用下倒向土体,随着位移的增加,土体对支护结构