



建筑 施工技术

JIANZHU SHIGONG JISHU

周金春 主编

河北科学技术出版社

建筑施工技术

周金春 主编

河北科学技术出版社

内 容 提 要

本书介绍了建筑施工技术的研究方向和地位,施工工艺和施工方法,最新建筑施工技术的发展。

全书共分十一章,主要内容包括:绪论、土方工程、桩基础工程、砌筑工程、脚手架工程和垂直运输设施、混凝土结构工程、预应力混凝土工程、结构安装工程、防水工程、装饰工程、建筑工程冬期和雨期施工、高层建筑的施工等。

本书内容详实、覆盖面广、通俗易懂,较全面地反映了建筑施工技术的基本技术知识、基本理论和基本操作技能以及建筑施工技术最新技术成果,结合国家的最新建筑设计、施工规范和规程,具有时效性。既能作为教学用书,又能作为现场施工人员的技术手册,也可供从事建筑工程设计与施工管理的工程技术人员和房地产开发管理人员参阅。

图书在版编目(CIP)数据

建筑施工技术/周金春主编. —石家庄:河北科学技术出版社, 2005

ISBN 7-5375-3029-7

I. 建… II. 周… III. 建筑工程-工程施工-施工技术 IV. TU74

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第011286号

建筑施工技术

周金春 主编

出版发行 河北科学技术出版社

地 址 石家庄市和平西路新文里8号(邮编:050071)

印 刷 河北新华印刷一厂

经 销 新华书店

开 本 787×1092 1/16

印 张 25.25

字 数 560000

版 次 2005年2月第1版

2005年2月第1次印刷

印 数 3000

定 价 40.00元

<http://www.hkpress.com.cn>

前 言

《建筑施工技术》是建筑工程专业的一门主要专业课。它主要研究建筑工程施工技术的一般规律，主要工种工程施工工艺及工艺原理，介绍建筑施工领域的新技术、新工艺的发展。

目前已有的《建筑施工技术》及相关教材大多是在国家最新结构和施工规范（2001年、2002年版）之前出版的，同时，随着我国国民经济的迅猛发展，建筑工程建设规模不断扩大，新材料、新技术、新工艺、新型施工机械设备不断涌现，而且随着我国建筑业进入国际建筑市场，国内工程国际招标的数量愈来愈多，承接的国际工程项目也增多，如何熟悉和掌握国际上最新的施工技术和工艺也就日益重要，为此，对《建筑施工技术》教材应进行不断的更新。

在编写本教材时，我们力求综合运用有关科学的基本理论和知识，以解决生产实践问题；力求源于实践，又高于实践，着眼于建筑施工中技术方案问题的探讨，从中优选出最经济最先进的方案；力求阐明先进的科学技术和施工工艺对发展生产、保证质量、提高劳动生产率、加速工程进度、降低工程成本和改善经营管理的重要意义。同时，在取材上反映了国内外先进技术水平 and 施工实践中的具体实例，使其满足现场施工实际工作的需要；内容上强调系统的基础理论和理论在实践中的应用，并结合2001年、2002年最新出版的建筑施工规范，使其符合《建筑施工技术》这门课程实践性的特点和技术规范的时效性要求；结构上采用教材加手册的形式，使其既能作为教学用书，又能作为现场施工人员配合使用的技术手册，达到学时会用，用时易学的效果。

全书由周金春任主编，战启芳、刘良军任副主编。其中绪论、第五章由周金春编写；第一章由崔春霞编写；第二章由杨石柱编写；第三章、第四章由张俊杰、杨靖屹编写；第六章由崔会芝编写；第七章由姜波编写；第八章

由檀丽丽编写；第九章由刘良军编写；第十章由杨维亭编写；第十一章由战启芳编写；图片整理和资料收集工作由高恒聚完成。全书由石家庄铁路职业技术学院刘广君教授主审。

另外，编者考虑到教材篇幅和教学课时的限制，拟另外单独编写一本《建筑施工技术习题与题解》，配合本教材使用，供读者自学与参考。

我们在本教材的编写时虽然尽了最大努力，但由于受时间、信息条件以及编者经验、学识水平所限，难免存在不少问题，甚至有不妥之处，诚恳地欢迎专家和读者批评和指正。

编者

2004年7月

目 录

| | |
|-------------------------------|----------------|
| 绪论 | (1) |
| 第一章 土方工程 | (8) |
| 第一节 土的工程分类及其工程物理性质 | (8) |
| 第二节 基坑(槽)的土方开挖 | (12) |
| 第三节 土方填筑与压实 | (37) |
| 第四节 土方工程的机械化施工 | (40) |
| 第五节 人工降低地下水位 | (46) |
| 第二章 桩基础工程 | (62) |
| 第一节 概述 | (62) |
| 第二节 预制桩施工 | (63) |
| 第三节 混凝土灌注桩施工 | (77) |
| 第三章 砌筑工程 | (90) |
| 第一节 砌筑砂浆 | (90) |
| 第二节 砖砌体施工 | (92) |
| 第三节 石砌体施工 | (96) |
| 第四节 混凝土小型空心砌块砌体工程 | (98) |
| 第五节 配筋砌体工程 | (100) |
| 第六节 加气混凝土砌块工程 | (105) |
| 第七节 粉煤灰砌块工程 | (106) |
| 第四章 脚手架工程和垂直运输设施 | (107) |
| 第一节 脚手架的种类和基本要求 | (107) |
| 第二节 常用落地式脚手架的设置和构造 | (110) |
| 第三节 常用非落地式脚手架的设置和使用 | (121) |
| 第四节 里脚手架及安全网 | (124) |
| 第五节 垂直运输设施 | (126) |
| 第五章 混凝土结构工程 | (132) |
| 第一节 模板工程 | (132) |
| 第二节 钢筋工程 | (152) |
| 第三节 混凝土工程 | (176) |
| 第六章 预应力混凝土工程 | (206) |
| 第一节 预应力混凝土及其分类 | (206) |
| 第二节 预应力筋、夹具和锚具 | (207) |
| 第三节 先张法施工 | (211) |

| | | |
|-------------|--------------------|-------|
| 第四节 | 后张法和无粘结预应力施工 | (219) |
| 第七章 | 结构安装工程 | (234) |
| 第一节 | 索具设备 | (234) |
| 第二节 | 起重机械 | (244) |
| 第三节 | 单层工业厂房结构安装 | (250) |
| 第四节 | 多层装配式房屋结构安装 | (268) |
| 第五节 | 钢结构安装 | (273) |
| 第八章 | 防水工程 | (283) |
| 第一节 | 卷材防水屋面施工 | (283) |
| 第二节 | 涂膜防水屋面施工 | (291) |
| 第三节 | 刚性防水屋面施工 | (295) |
| 第四节 | 地下工程防水施工 | (296) |
| 第五节 | 防水工程施工安全技术 | (304) |
| 第九章 | 装饰工程 | (306) |
| 第一节 | 门窗工程 | (306) |
| 第二节 | 吊顶的安装 | (317) |
| 第三节 | 抹灰工程 | (320) |
| 第四节 | 饰面板(砖)工程 | (326) |
| 第五节 | 楼地面工程 | (330) |
| 第六节 | 涂饰、裱糊、软包工程 | (337) |
| 第十章 | 建筑工程冬期和雨期施工 | (345) |
| 第一节 | 冬期和雨期施工概述 | (345) |
| 第二节 | 土方工程冬期和雨期施工 | (347) |
| 第三节 | 砌体工程冬期和雨期施工 | (349) |
| 第四节 | 混凝土工程冬期和雨期施工 | (354) |
| 第五节 | 装饰工程冬期施工 | (364) |
| 第十一章 | 高层建筑施工 | (367) |
| 第一节 | 高层建筑的施工工艺 | (367) |
| 第二节 | 高层建筑施工中应解决的几个问题 | (374) |
| 第三节 | 高层建筑的施工测量 | (387) |
| 参考文献 | | (397) |

绪 论

一、课程的研究方向和地位

建筑产品生产活动一般包括：论证立项→勘察设计→工程招标→材料采购→组织施工→竣工验收等过程。其中组织施工阶段是最重要的阶段。在这个阶段中，施工企业首先要根据建筑产品的特点、水文地质条件、气候条件、环境条件和企业的技术装备情况，制定切实可行的施工方案或施工组织设计文件。然后，通过科学严谨的组织管理，将设计蓝图变成现实，生产出合格的建筑产品。

建筑产品的施工生产活动有着内在的本质联系，存在着规律性，这种规律性就是我们所讲的建筑施工技术。它包括：施工原理、施工方法、施工工艺、保证质量和安全措施、质量检验控制方法、施工组织管理方法等方面。因此，建筑施工技术是一门研究建筑产品施工生产活动规律的学科。

建筑施工技术课程既要研究建筑产品施工生产的一般方法，同时又要研究国内外先进的施工技术，这就是建筑施工技术学科的研究方向和地位。

二、课程的特点和学习方法

建筑施工技术课程主要讲授的是建筑工程施工的各主要工种工程施工原理和方法。它包括以下内容的课程体系：土方工程、砌筑工程、桩基础工程、钢筋混凝土工程、预应力混凝土工程、结构吊装工程、防水工程、装饰工程、冬期和雨期施工等。随着我国建筑施工技术水平提高，近些年在施工技术领域出现了许多在理论上较成熟的课题和方向，如大体积混凝土防裂抗渗施工技术、边坡支护结构与施工、新型脚手架设计与施工、大重量钢结构整体吊装施工技术。其中部分内容已纳入建筑施工技术课程中。

建筑施工技术具有综合性强、实践性强、发展快等特点。

1. 课程特点之一——综合性强

综合性强是指本课程与建筑工程测量、建筑材料、建筑机械、建筑电工、建筑构造、工程力学、工程结构、施工组织与管理、建筑工程概预算等学科都密切相关，既相互联系，又相互影响。因此，要学好建筑施工技术课程，必须全面掌握上述的学科知识。

综合性强为本课程带来的教学问题有：课程边缘内容容易造成重复或遗漏；对其他课程的依赖性强，它要求教师知识面广，要求学生基础好等。如：建筑材料课程涉及建筑用钢的种类、质量标准及抽样验收方法，而建筑施工技术教材亦涉及此内容。因此，教师在建筑施工技术课程的讲授过程中，对相关内容的恰当复习对提高学生综合素质也有益处，学生在学习过程中通过运用各学科的知识，了解其相互间的联系，也能提高自身综合运用的能力。

2. 课程特点之二——实践性强

实践性强不仅包括依赖作业、课程设计、毕业设计等所谓要求学生动手的实践性教学环节，更主要指课程与工程实践的联系紧密，亦即依赖工程直观现象，用课程内容解决实际工程问题。由于本学科涉及的理论面广，实践性强，在掌握基本理论、基本知识的基础上，需更多地向实践学习。

实践性强造成了课程内容涉及面广、操作性强，容易感觉课程内容琐碎、理论简单、叙述不详。课程教学加强生产实习和毕业实习，建立工程直观印象，增强感性知识；并通过现场教学、课程设计、生产实习等实践性环节的教学，达到理论与实践相结合的目的，以提高学生解决工程实际问题的能力。

3. 课程特点之三——发展快

当今科技在迅猛发展，建筑施工技术推陈出新速度非常快，建设部每年都推出一批新技术推广应用。由于本学科或课程的综合性和实践性强，学科的发展必将波及本课程的内容，本课程的教学必须加大投入，紧跟科技进步，跟上学科发展，提高教学水平和教学效果。

4. 建筑施工技术课程的学习方法及能力培养

根据建筑施工技术课程特点，学生要学好这门课程应掌握以下3个方面的学习方法：

(1) 学习要坚持循序渐进，理论联系实际。

(2) 掌握基本知识和基本理论以及基本技能。

(3) 善于归纳总结，抓住重点，并重视现场实习，大型作业课程设计等教学环节要给予高度重视。

注意以下3个方面能力的培养：

(1) 解决工程实际问题的能力。即运用所学施工技术的原理和方法能在毕业后尽快解决工程实际问题，承担施工任务的能力。

(2) 具备较高的理论知识水平。本课程内容中有许多是高理论水平的，通过对其理论的学习，具备相应的理论知识水平，能用理论指导施工。

(3) 了解当代先进的施工技术。紧跟学科的发展，及时了解施工技术的发展动向，以提高建筑施工的技术水平，毕业后能更好地适应工作。

三、我国建筑施工技术的发展

我国是一个历史悠久的文明古国，在世界科学文化的发展史上，我国人民有作出极为卓越的贡献。在建筑施工技术方面，同样有巨大的成就。早在新石器时代，就使用了红烧土、白灰粉及混合土等复合材料。在商代，我国已开始用水测定水平，用土夯筑城墙，开始在墙壁上进行涂饰。以木构架结构为主的宫殿庙堂建筑也有了发展。在春秋、战国、秦、汉时代，砌筑技术有很大发展，已有方砖、空心砖和装饰性条砖。至两晋、南北朝，木塔的建造显示木结构施工技术得到进一步发展。隋、唐、五代，土、石、砖、瓦、石灰、钢铁、矿物颜料和油漆的应用技术已趋熟练，唐代大规模城市建设，表明建筑施工技术已达到相当高的水平。两宋时代，开始在基础下打桩，室内装饰方面也趋更加华丽。至元、明、清，已能用夯土墙内加竹筋的办法建造三四层楼房，木构架的整体性加强了，馆金、玻璃等用于建筑。从现存的北京故宫等建筑来看，表明我国的古代建筑技术已达到很

高的水平。

鸦片战争以后，我国的建筑施工技术发展缓慢，虽在沿海一些大城市出现了少量的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。近代，我国建筑施工技术开始落后于世界经济发达国家。

新中国成立以后，我国建筑施工的机械化、专业化、工厂化和快速施工方面都取得了较大成就，当时采用的一些新技术如：重锤夯实地基、砂垫层、砂桩、混凝土桩基和沉箱基础等地基基础工程技术，建造到七八层楼的砖石工程技术，钢筋冷加工、预应力混凝土、钢筋混凝土薄壳、轻质混凝土和特种混凝土等钢筋混凝土工程技术，卷材防水屋面、刚性防水等屋面防水工程技术，冬季施工技术。1965年我国有了自己的第一套施工及验收规范。

从20世纪60年代中期到70年代末，采用了灌注桩、井点排水、钢板桩的深坑边坡支护、地下连续墙等地基基础工程技术，砌筑工程采用砌块及大型砌块，钢筋混凝土采用大模板、组合钢模、滑模施工，高层建筑施工，装饰工程采用钢门窗、饰面工程、墙纸、塑料地面涂料及喷涂、滚涂、弹涂工艺，新防水材料大量应用，修订了施工与验收规范。

近20年来，我国建筑施工技术取得了显著成绩和突破性进展，例如地基处理、基础大体积混凝土、模板和脚手架以钢代木、结构工程中的粗钢筋连接、高强度和高性能混凝土、高效钢筋和现代预应力结构等；钢结构和大型结构整体安装技术也已接近国际先进水平。

据统计，到1999年末，全国累计建成10层以上建筑物约3亿 m^2 （不包括香港、澳门和台湾地区），高层住宅约占高层建筑总量的1/20，其中上海金茂大厦高421m（88层），成为当今世界第四高度的建筑物。在工程构筑物方面，上海东方明珠电视塔高468m，居世界第三。由于高层、超高层建（构）筑物的发展，使结构材料已由砖石向混凝土、钢材转换；基础工程也由浅基础向深基础发展，并形成框架-剪力墙、剪力墙和筒体多种结构工艺体系。

1. 地基基础工程施工技术

在地基处理方面，目前已基本形成了压密固结法、加筋复合法、换填垫层法和注浆加固法等4种系列，其中加筋复合法已成为地基处理的主导方法。

桩基技术仍然是我国应用最广泛的一种基础形式。尤其是混凝土灌注桩，能适用于任何土层，承载力大、施工对环境影响小，因而发展最快，目前已形成挤土、部分挤土和非挤土等数十种桩和成桩工艺，最大直径达3m，最深达100m左右。桩基承载力的检验，已应用了动态测试技术。

深基坑挡土支护技术，包括挡土、支护、防水、降水、挖运土、监测和信息化施工，目前已形成了多种方法。如悬臂式围护结构、重力式水泥土挡墙、内撑式围护结构、拉锚式围护结构、土钉墙围护结构以及沉井等。目前，基础埋深超过15m的已很普通，其中北京京城大厦基础埋深达25m，正在施工的北京国家大剧院工程基坑最深处达41m。

高层建筑箱基、筏基的底板、深梁等大体积混凝土，极易产生危及结构安全的裂缝。通过工程实践，总结出降低水泥水化热、合理选用骨料、掺用适量外加剂和外掺料、改善混凝土边界约束条件、合理分层分段施工、加强保温保湿养护、设置后浇带、利用混凝土后期强度、使混凝土内外部温差控制在 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以内等一系列措施，取得裂缝控制成功。

2. 模板和脚手架以钢代木并推陈出新

(1) 我国的模板技术一直处于散支散拆木模和定型木模板的落后局面。自从 20 世纪 70 年代提出“以钢代木”以来,逐步朝着多样化、标准化、系列化、商业化方向发展。不仅研制开发了通用性强的组合式模板,还结合工程结构构成的特点和工艺要求,研制开发了用于建筑竖向构件的大模板、滑动模板、爬升模板,用于浇筑大空间水平构件的飞(台)模、密肋楼盖模壳,可以同时浇筑墙体和楼盖的隧道模等工具式模板。另外还研制开发了用于叠合楼盖的永久模板。使我国的模板技术初步形成了组合式、工具式和永久式三大系列。

在组合式模板中,如今已有了钢框木(竹)胶合板模板(最大尺寸 $2.4\text{ m}\times 1.2\text{ m}$)、无框木(竹)胶合板模板以及中型组合钢模板(最大尺寸 $2.5\text{ m}\times 0.6\text{ m}$),有些模板已能满足浇筑清水混凝土的要求。采用组合式模板支设楼盖模板时,还研制了“先拆模板、后拆支撑”的早拆体系,从而加快了模板的周转,减小了一次投放量,受到广泛的欢迎。

爬模技术吸取了大模板和滑模板的优点,特别适用于超高层建筑施工。

飞(台)模实现了整体安装、整体拆模,从而大大节省了支、拆工作量,加快了施工进度,成为无梁楼盖普遍采用的模板技术。

塑料和玻璃钢制成的模壳,适用于大跨度密肋楼盖施工。

(2) 我国脚手架技术已从竹木脚手架和钢管脚手架并存转变为以钢管脚手架为主体,并衍生出多种新型脚手架。脚手架的生产已实现工厂化、系列化;脚手架的功能已发展为多样化;脚手架的搭设、安装和设计计算也逐步走向规范化,并已形成扣件式、门架式、碗扣式等多种工具式脚手架,以适应不同建筑高度、结构跨度以及内外作业、结构和装饰施工的需要。目前,脚手架已可以与模板支撑通用,这对提高脚手架利用率,无疑是一项重大的突破。特别是爬架,由于它能沿着建筑物攀升和下降,不受建筑物高度的限制,既可用于结构施工,又可用于外装饰作业,因此,用它进行高层、超高层建筑施工极具发展优势。

3. 现浇结构的粗钢筋连接技术

我国的钢筋连接技术,由于受到推行预制装配式结构的制约,长期以来基本上只有闪光对焊、点焊和电弧焊等技术。近 20 年来,随着高层现浇混凝土结构的增多,现场施工粗钢筋的连接已成为突出问题。传统的电弧焊不仅耗用钢材多、劳动强度大、工效低,而且质量难以保证。

自从北京长城饭店和西苑饭店工程在施工中研制开发了电渣压力焊以来,先后研制开发了多种适应现浇结构施工的粗钢筋连接新技术。如电渣压力焊、氧乙炔气压焊及套筒径向和轴向冷挤压连接、锥螺纹连接和直螺纹连接等机械连接技术。其中,电渣压力焊由于操作简便、工效高、成本低,现已成为现浇结构竖向粗钢筋焊接的主要方法。钢筋机械连接方法具有不受钢筋化学成分、焊接性和气候条件的影响,并可用于垂直、水平、倾斜、高处、水下等粗钢筋的连接,具有操作便捷、接头质量稳定等特点。为此,我国于 1996 年正式公布实施了《钢筋机械连接通用技术规程》(JGJ107-1996)、《带肋钢筋套筒挤压连接技术规程》(JGJ108-1996)、《钢筋锥螺纹接头技术规程》(JGJ109-1996)。这三项技术规程的公布与实施,大大地促进了钢筋机械连接技术的发展。经过近几年的实施,不仅积累了更丰富的实践经验,而且新的机械连接技术也在不断涌现,如等强锥螺纹连接技

术、镦粗直螺纹连接技术、滚压直螺纹连接技术、削肋滚压直螺纹连接技术等。在此基础上,1999 年对《钢筋机械连接通用技术规程》(JGJ107-1996)进行了局部修订,同时还颁布实施了《镦粗直螺纹钢筋接头》(JG/T3057-1999)。

4. 混凝土向预拌、高强、高性能发展

我国常用混凝土的设计强度已从 20~30 MPa 提高到 30~50 MPa,强度等级为 C50、C60 的高强混凝土,在高层建筑施工中采用越来越多。1997 年国内应用高强混凝土达 776 万 m³,占全部总量的 4.6%。抗压强度达 80 MPa 的混凝土已在一些高层建筑中试用。

混凝土配制质量要求的提高,促使预拌混凝土进一步发展。据统计,上海、大连、常州等城市的预拌混凝土产量已占现浇混凝土总量的 60% 以上。

泵送技术提高了混凝土施工的机械化水平,也解决了大体积混凝土连续浇筑的问题。目前混凝土泵送最大高度已达 350 m 以上。

高性能混凝土(High Performance Concrete 简称 HPC),在 1998 年被建设部列为重点推广 10 项新技术的内容之一。高性能混凝土是以耐久性为基本要求,可根据不同用途强化某些性能的混凝土,如补偿收缩混凝土、自密实免振混凝土等。除了低用水量外,主要是开发应用超塑化剂和超细活性掺和料,实现高工作度、高体积稳定性和高抗渗性。

5. 高效钢筋和现代化预应力技术得到广泛应用

随着我国混凝土结构的发展,为解决配筋稠密、钢筋用量大、造价高的问题,必须进一步提高钢筋材质强度,改善综合性能。为此,近 10 年来,在热轧钢筋方面研制开发了 400 MPa 的新Ⅲ级钢筋,比原来 370 MPa 的Ⅲ级钢筋性能优良。另外,引进生产了 20 世纪 70 年代国外发展起来的新型钢筋-冷轧带肋钢筋。由于这种钢材强度高、韧性好且锚固性能强,已成为冷拔低碳钢丝和热轧光圆钢筋的代换品,并颁布了《冷轧带肋钢筋》(GB13788-2000)和《冷轧带肋钢筋混凝土结构技术规程》(JGJ95-1995)作为重点推广。550 MPa 级主要用于现浇楼盖,用其取代 I 级钢筋,可节约钢材 30%;800 MPa 级用于预应力混凝土构件,用其取代冷拔低碳钢丝,可节约钢材 15%;650 MPa 级既可用于预应力构件,亦可用于非预应力现浇楼板。另外,采用中强钢丝在工厂生产焊接网片,也得到了广泛的应用。

在现代预应力混凝土技术方面,我国目前不仅预应力混凝土用钢丝和钢绞线的标准(GB/T5223-1995 和 GB/T5224-1995)已与国际接轨,而且高强度低松弛钢绞线的强度已达到国际先进水平(1860 MPa)。另外,大吨位锚固体系与张拉设备的开发与完善,金属螺旋管(波纹管)留孔技术的开发与无粘结预应力成套技术的形成(包括开发了环向、竖向和超长束预应力工艺),将我国现代预应力技术从构件推向结构新阶段,应用范围不断扩大。采用预应力混凝土大柱网结构,满足高层建筑下部大空间功能的要求;无粘结预应力平板技术,可比梁板结构降低层高 0.2~0.4 m,具有显著的经济和社会效益。由于研制开发了环向、竖向和超长束预应力工艺,使预应力混凝土技术用于高耸构筑物成为可能。如居世界第三位的上海东方明珠电视塔(高 450 m)均采用了上述技术。

近几年,我国预应力技术在解决特大跨度钢结构建筑中(如北京西站 45 m 跨钢桶架门楼),对节约钢材和提高结构刚度,均发挥了重要作用。

6. 钢结构技术和大型结构整体安装技术接近国际先进水平

钢结构已包括高层和超高层建筑钢结构、大跨度空间钢结构、轻型钢结构(包括轻

型房屋子钢结构和门式钢网架结构)和钢-混凝土组合结构等,其连接技术已发展到采用高强螺栓连接、焊接、螺柱焊和自攻螺纹连接,从设计、制造、施工等方面形成了比较成熟的成套技术,某些领域还处于领先地位。首都机场四机位库(360 m×90 m×40 m),钢屋盖由大门钢桥、中梁桶架及正交斜放多层四角锥焊接空心球管网架3种结构组成,是世界上最大的飞机库之一。

7. 建筑节能技术

从20世纪80年代初期开始,围绕以节约建筑能耗为核心,对建筑物围护结构和采暖(空调)系统进行了研究和工程试点。《民用建筑节能设计标准(采暖居住建筑部分)》(JGJ26-1995)要求节能30%,颁发的《建筑节能技术政策》提出了推广采用混凝土小型空心砌块建筑体系、桁架轻墙建筑体系、外墙外保温隔热技术、节能保温门窗(塑钢门窗)和门窗密封技术、高效先进的供热制冷系统(如直埋式保温管道、水力平衡阀和双管网系统、分室控温分户安装表)等主要建筑节能和墙改技术,使我国的建筑节能技术向着全面实施的阶段发展。

8. 现代装饰和新型防水技术

随着我国改革开放和经济建设的发展,人们对建筑物的环境和功能有了更高的要求。在建筑装饰设计、选材和施工方面,均已适应高层次现代化的要求。广泛采用了新材料、新工艺、新技术。

饰面装饰已从传统的湿作业抹灰,发展为采用装饰混凝土、涂料饰面、陶瓷饰面、石材饰面、壁纸和墙布饰面、玻璃饰面、塑料饰面和金属饰面等。其中陶瓷饰面的镶贴技术,已相继研制开发不含甲醛等的多种粘合剂,既克服了传统作法易出现的空鼓脱落问题,也解决了环保问题。随着室内外天然石材饰面的广泛应用,促进了产品品种和镶贴技术不断更新,产品品种已发展到镜面、火烧防滑面、雕刻面等多种产品,镶贴技术已从传统的灌浆法发展到直接干挂工艺,从而解决了长期存在的石材表面变色问题。玻璃和金属饰面,已从室内装饰发展到室外幕墙,成为集装饰、围护为一体的新型技术。

顶棚装饰技术已基本废除了木龙骨板条抹灰的单一作法,采用了轻钢龙骨、铝合金龙骨和各种装饰板吊顶。其组合形式有活动式(明龙骨)、隐蔽式(暗龙骨)和敞开式等,且可与灯盘、灯槽及空调、消防烟雾报警装置、喷淋装置等构成完整的装饰造型。另外,采用玻璃或非玻璃透明材料作采光屋顶,已成为现代建筑屋面装饰的一种时尚作法。

在长期以来,我国防水技术北方一直沿用纸胎石油沥青油毡,南方以水泥砂浆刚性防水为主体。随着经济建设的发展,出现了诸如大跨度、屋顶花园、采光屋顶、室内游泳池等,其防水要求必须根据建筑形式、防水部位、功能特点等,选用合适的防水构造、防水材料和防水工艺。

随着我国建材工业和建筑科技的快速发展,目前防水材料已由少数品种发展形成了多门类、多品种。高聚物改性沥青材料、合成高分子材料、防水混凝土、聚合物水泥砂浆、水泥基防水涂层材料以及各种堵漏、止水材料,已在各类防水工程中得到广泛应用。防水设计和施工遵循“因地制宜、按需选材、防排结合、综合治理”的原则,采取防、排、截、堵相结合,刚柔相济,嵌涂合一,复合防水,多道设防的技术措施,使我国的建筑防水技术已日趋成熟,获得了令人瞩目的进步,基本适应各类新型防水材料做法的需要,并能规范化作业。

9. 建筑企业的管理技术水平不断提高

我国建筑企业的管理，在计划经济条件下主要是行政管理，不能适应市场经济瞬息万变的情况。为此，改革开放以后，我国建筑企业围绕工期、质量、造价和投资效益引入了许多现代化管理手段，如网络计划技术、全面质量管理等，对施工企业管理水平的提高，起到了积极作用。进入20世纪90年代，随着改革的深入发展，企业间竞争日趋激烈，现代管理方法和计算机在企业管理中的应用越来越多地受到重视，单项专业软件的编制水平也大大提高，内容也十分广泛，如工程预算、工程成本计算、劳动工资、材料库存管理、统计报表等。

随着计算机硬件技术和软件水平的不断提高，计算机在建筑企业管理中发挥的作用日益扩大，涉及到施工企业经营管理的各个方面，如投标报价、土石方工程量计算、混凝土配合比设计、深基坑挡土支护、结构施工方案决策、大体积混凝土施工温控以及成本控制等。

自从20世纪90年代初信息高速公路技术出现后，在企业管理方面，为准确地掌握各类信息，以便及时决策，已开始注重利用计算机进行信息服务，发展信息化施工技术，因此，施工软件的功能已从单一发展到功能集成，由单项专业应用向信息化系统应用发展。

四、我国的施工及验收规范与施工规程

施工及验收规范是对建筑工程质量、技术要求及其验收方法等所做的技术规定，是标准化工作的重要内容，也是建筑企业技术管理工作的基础。它是国家标准，是建设部颁发的一种重要法规，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。从事建筑工程设计和施工的人员必须予以足够的重视。

施工及验收规范一般按工业与民用建筑工程中的各分部工程分别制定，分册出版。如《土方与爆破工程施工及验收规范》、《地基与基础工程施工及验收规范》、《混凝土结构工程施工及验收规范》、《建筑装饰工程施工及验收规范》、《建筑地基处理技术规范》、《屋面工程技术规范》、《建筑桩基技术规范》等。各分部工程的施工及验收规范的内容不尽相同，一般包括总则；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；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。除此之外，《建筑工程质量检验评定标准》、《建筑安装工程质量检验评定统一标准》等也属施工及验收规范。

凡新建、改建、修建等工程，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中间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做相应的修订。

施工规程是比施工及验收规范低一个等级的施工技术标准文件，它一般由各部、委或重要的科学研究单位编制，呈报规范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、新工艺而制定的标准，如：《建筑钢结构焊接规程》、《预应力筋锚具、夹具和连接器应用技术规程》、《钢筋锥螺纹接头技术规程》等。有时将设计与施工合并为一册制定设计和施工规程，如：《钢筋混凝土高层建筑结构设计与施工规程》等。施工规程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

土方工程是建筑工程施工的主要工程之一，在大型建筑工程中，土方工程的工程量和工期往往对整个工程影响较大。土方工程主要包括土方的开挖、运输、填筑和压实等过程以及排水、降水和土壁支撑等准备和辅助过程。建筑工程中，土方工程施工过程主要有场地平整、地下室和基坑（槽）及管沟开挖与回填、地坪填土与碾压、路基填筑等。

第一节 土的工程分类及其工程物理性质

一、土方工程施工特点

土方工程施工的特点有施工面广、工程量大、劳动繁重、施工条件复杂等。例如大型建设项目的场地平整，土石方施工面积可达数平方千米，甚至数十平方千米；在场地平整和大型深基坑开挖中，土方工程量可达几万甚至几百万立方米以上，且施工工期长；土方工程施工多为露天作业，施工中直接受到地区交通、气候、水文、地质和邻近建（构）筑物等条件的影响；且土、石又是一种天然物质，成分较为复杂，难以确定的因素较多，有时施工条件极为复杂。

根据上述特点，在组织土方工程施工前，应对现场进行勘察，详细掌握各项技术资料（如实测地形图、工程地质、水文地质、原有地下管线分布情况、地下构筑物资料）；做好施工前的准备工作，如地面、地下障碍物清除，以及必要时修筑运土道路等；制定出以技术经济分析为依据的施工组织设计，选择好施工方案，合理安排施工计划，尽可能避开雨季施工；做出合理的土方调配方案，以降低土方工程施工费用；做好保证工程质量的技术措施，对施工中可能遇到的问题，如流沙、边坡稳定等进行技术分析，提出解决方法。

二、土的工程分类

土的种类繁多，其分类方法也很多。在建筑施工中，按照开挖的难易程度，土可分为8类，见表1-1。表中一至四类为土，五至八类为岩石。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。

三、土的工程物理性质

1. 土的天然含水量

土的含水量 ω 是土中水的质量与固体颗粒质量之比，以百分数表示，即

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

式中： m_w —土中水的质量；
 m_s —土中固体颗粒的质量。

表 1-1 土的工程分类

| 土的分类 | 土的级别 | 土的名称 | 普氏系数 f | 密度 ($g \cdot cm^3$) | 开挖方法及工具 |
|---------------|---------|--|----------|--------------------------|-------------------------|
| 一类土 (松软土) | I | 砂土;粉土冲积砂土层;疏松的种植土;淤泥(泥炭) | 0.5~0.6 | 0.6~1.5 | 用锹、锄头挖掘,少许用脚蹬 |
| 二类土 (普通土) | II | 粉质粘土;潮湿的黄土;夹有碎石、卵石的砂;粉土混卵(碎)石;种植土;填土 | 0.6~0.8 | 1.1~1.6 | 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;重粉质粘土、砾石土;干黄土、含有碎石、卵石的黄土、粉质粘土;压实的填土 | 0.8~1.0 | 1.75~1.9 | 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 | 坚硬密实的粘性土或黄土;含碎石、卵石的中等密实的粘性土或黄土;粗卵石;天然级配砂石;软泥灰岩 | 1.0~1.5 | 1.9 | 整个先用镐、撬棍,后用锹挖掘,部分用楔子及大锤 |
| 五类土 (铁石) | V~VI | 硬质粘土;中密的页岩、泥灰岩、白垩土;胶结不紧的砾岩;软石灰及贝壳石灰石 | 1.5~4.0 | 1.1~2.7 | 用镐或撬棍、大锤挖掘,部分使用爆破方法 |
| 六类土 (次坚石) | VII~IX | 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;片麻岩及正长岩 | 4.0~10 | 2.2~2.9 | 用爆破方法开挖,部分用风镐 |
| 七类土 (坚石) | X~XII | 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;微风化安山岩;玄武岩 | 10~18 | 2.5~3.1 | 用爆破方法开挖 |
| 八类土 (特坚石) | XIV~XVI | 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、角闪岩、玢岩、辉绿岩 | 18~25以上 | 2.7~3.3 | 用爆破方法开挖 |

注:土的级别为相当于一般16级土石分类级别。

土的干湿程度用含水量表示。含水量在 5% 以下称干土，含水量在 5% ~ 30% 之间称湿土，大于 30% 称饱和土。含水量越大，土就越湿，对施工越不利。土的含水量大小对挖土的难易、施工时边坡的坡度、回填土的压实等均有影响。

2. 土的密度

(1) 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。土的天然密度用 ρ 表示：

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

式中： m —土的总质量 (kg)；

V —土的天然体积 (m^3)。

(2) 土的干密度。单位体积中土的固体颗粒的质量称为土的干密度，土的干密度用 ρ_d 表示：

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

式中： m_s —土中固体颗粒的质量 (kg)；

V —土的天然体积 (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，以控制基坑底压实及填土工程的压实质量。

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，其体积仍不能恢复原状，这种性质称为土的可松性。土的可松性程度用可松性系数表示，即：

$$K_s = \frac{V_2}{V_1} \quad (1-4)$$

$$K'_s = \frac{V_3}{V_1} \quad (1-5)$$

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_1 —土在天然状态下的体积 (m^3)；

V_2 —土被挖出后在松散状态下的体积 (m^3)；

V_3 —土经压实后的体积 (m^3)。

土的可松性对土方量的平衡调配、确定场地设计标高、计算运土机具的数量、弃土坑的容积、填土所需挖方体积等均有很大影响。各类土的可松性系数见表 1-2。

表 1-2 各种土的可松性参考数值

| 土的种类 | 体积增加百分比% | | 可松性系数 | |
|----------------|----------|---------|-------------|-------------|
| | 最初 | 最终 | K_s | K'_s |
| 一类土 (种植土除外) | 8 ~ 17 | 1 ~ 3.0 | 1.08 ~ 1.17 | 1.01 ~ 1.03 |
| 一类土 (植物性土, 泥炭) | 20 ~ 30 | 3 ~ 4 | 1.20 ~ 1.30 | 1.03 ~ 1.04 |