

# 建筑 施工

—— 建筑施工技术

A detailed architectural floor plan of a large building, showing various rooms, corridors, and structural elements. The plan is centered on the cover, with a red title box above it and a red octagonal logo on the left side.

清华大学出版社 朱 嫵 梁绍周 张玉蓉 编著

建筑施工

# 建筑施工技术

朱 熾

梁绍周 编著

张玉蓉

清华大学出版社

(京)新登字 158 号

### 内 容 提 要

本书对工业与民用建筑物各主要分部分项工程的施工方法、机械化施工原理,以及近年来广泛采用的新施工技术,进行了比较全面的介绍。取材符合工业与民用建筑专业教学大纲,基本上能够反映国内先进技术水平。书中内容采用了最新施工及验收规范。

本书可作为工科大学土建类专业教材,也可作为施工技术人员及自学者参考用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

建筑施工技术/朱熾等编著. —北京:清华大学出版社,1994  
ISBN 7-302-01639-9

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(94)第 11801 号

出 版 者: 清华大学出版社(北京清华大学校内,邮编 100084)

因特网地址: [www.tup.tsinghua.edu.cn](http://www.tup.tsinghua.edu.cn)

责任编辑: 曹淑贞

印 刷 者: 北京市清华园胶印厂

发 行 者: 新华书店总店北京科技发行所

开 本: 850×1168 1/32 印张: 14.5 字数: 376 千字

版 次: 1994 年 11 月第 1 版 1998 年 1 月第 3 次印刷

书 号: ISBN 7-302-01639-9/TU·91

印 数: 10001~13000

定 价: 15.00 元

# 前 言

建筑施工技术是研究建筑工程施工中各种建筑物、构筑物施工技术的学科,是施工单位人员掌握、分析和解决建筑工程施工中有关各种技术问题的重要手段。大、中、小型建筑施工均离不开建筑施工技术,因此建筑施工技术既是工程技术人员必须掌握并灵活运用于工程中的必备知识,也是高等院校及专科学校土建工程类学科的一门主要的必修专业课。为了给建筑工程专业提供一部适用的教科书,给建筑工程技术人员提供一部实用的参考书,我们编写了这本《建筑施工技术》。

书中内容比较全面,既吸收了传统的建筑施工做法及算法,也写进了 90 年以后建筑施工发展的新技术、新工艺、新规范、新计算方法。全书参考了最近版本的现行施工技术规范,其中包括 93 年 5 月 1 日以后实施的混凝土结构工程施工及验收规范。全书所用符号及单位皆符合规定标准。

本书基本按照高等院校建筑施工课程教学大纲的要求编写,并加入了深基础、脚手架、冬施新算法、各种吊装方法等实用内容,在装饰及防水工程章节中除介绍传统做法外,还介绍了近年来室内、室外装饰和防水所采用的新材料、新技术及新的施工方法。

本书第一、二、五、六、七章及第四章第四节由朱熾编写;第三、四章由梁绍周编写;第八、九章由张玉蓉编写。全书由朱熾审校及定稿。编写过程中得到赵锦楷、杨怀宇等同志的帮助。本书中的图表除注明者外,还部分引用了书中所列参考文献中有关图表,书中计算公式基本采用最新施工及验收规范、施工手册、计算手册中公式。对以上同志及作者表示感谢。

书中编写不当之处,请读者指正。

作 者

1994 年 7 月于清华园

# 目 录

<b>第一章 土方工程</b> .....	1
<b>第一节 概述</b> .....	1
一 常见的土方工程 .....	1
二 土方工程施工的特点 .....	1
三 土的分类 .....	2
四 土的工程性质 .....	4
<b>第二节 场地平整</b> .....	7
一 平整顺序 .....	7
二 场地设计标高的确定 .....	8
三 计算角点的施工高度,确定“零线” .....	13
四 计算场地土方量 .....	16
五 计算边坡土方量 .....	21
六 动用土方最小的设计平面求法 .....	22
七 土方调配 .....	25
<b>第三节 基坑开挖</b> .....	33
一 基坑排水与降水 .....	34
二 土方边坡与土壁支撑 .....	46
三 基坑开挖施工中常见问题及处理方法 .....	54
<b>第四节 土方工程的机械化施工</b> .....	57
一 铲运挖掘机械 .....	57
二 压实机械 .....	65
三 运输、装载机械 .....	68
<b>第二章 深基础工程</b> .....	70
<b>第一节 桩基础</b> .....	70
一 预制钢筋混凝土桩 .....	72
二 混凝土和钢筋混凝土灌注桩 .....	85
<b>第二节 地下连续墙</b> .....	98
一 概述 .....	98
二 地下连续墙的施工 .....	99
<b>第三节 墩基础</b> .....	102
<b>第四节 沉井、沉箱基础</b> .....	103

<b>第三章 砖石砌筑工程</b> .....	105
<b>第一节 砌体材料</b> .....	105
一 砌砌体所用的材料主要是砖和砂浆 .....	105
二 砌筑用石 .....	106
<b>第二节 砖砌体的施工</b> .....	107
一 砖砌体砌筑时的基本要求 .....	107
二 砖砌体的施工 .....	108
<b>第三节 砖砌体施工过程中的规定和限制</b> .....	109
一 砂浆配合比的计量方法 .....	109
二 砂浆使用时间的限制 .....	110
三 砖的湿润程度 .....	110
四 砂浆的饱满程度 .....	111
五 砌体水平灰缝厚度的规定 .....	111
六 临时间断处高差的规定 .....	112
<b>第四章 混凝土结构工程</b> .....	113
<b>第一节 钢筋工程</b> .....	114
一 钢筋的冷加工 .....	114
二 钢筋的加工与绑扎安装 .....	123
<b>第二节 模板工程</b> .....	136
一 模板的种类与基本要求 .....	137
二 模板的构造 .....	138
三 组合钢模板 .....	142
四 大模板 .....	145
五 隧道模 .....	151
六 台模 .....	151
七 永久式模板 .....	152
八 模板的设计 .....	152
九 模板的拆除 .....	158
<b>第三节 混凝土工程</b> .....	161
一 混凝土的制备 .....	161
二 混凝土的运输 .....	173
三 混凝土的浇筑 .....	180
四 混凝土的养护 .....	189
五 混凝土质量的检查及强度检验评定 .....	190
六 混凝土的其它工艺施工方法 .....	194
<b>第四节 滑升模板施工</b> .....	197

一	滑升模板的组成和滑升原理 .....	198
二	模板系统的构造 .....	199
三	操作平台系统的构造 .....	204
四	提升机具系统的构造 .....	206
五	滑升模板的施工过程 .....	210
第五节	混凝土的冬季施工 .....	213
一	混凝土的冻害情况分析 .....	213
二	原材料加热的方法及热工计算 .....	217
三	蓄热法养护 .....	221
四	掺外加剂的混凝土冬季施工方法 .....	225
五	蒸气加热养护法 .....	228
六	电加热养护法 .....	229
七	远红外线加热养护法 .....	231
八	暖棚保温法 .....	233
九	空气加热养护 .....	234
<b>第五章</b>	<b>预应力混凝土工程 .....</b>	<b>236</b>
第一节	先张法 .....	237
一	台座 .....	238
二	夹具 .....	243
三	施工工艺 .....	247
第二节	后张法 .....	255
一	锚具 .....	256
二	施工工艺 .....	262
第三节	预应力筋下料长度计算 .....	267
一	先张法预应力钢筋下料长度计算 .....	267
二	后张法预应力钢筋下料长度计算 .....	269
第四节	张拉设备 .....	272
一	液压拉伸机 .....	272
二	冷拔低碳钢丝张拉机具 .....	275
第五节	后张无粘结预应力混凝土施工 .....	275
一	材料及设备 .....	276
二	无粘结筋的铺放与定位 .....	277
三	张拉后的端部处理 .....	279
<b>第六章</b>	<b>脚手架工程 .....</b>	<b>280</b>
第一节	脚手架的基本要求 .....	280
第二节	脚手架的使用构造要求 .....	281

一	多立杆式外脚手架 .....	281
二	其它外脚手架 .....	282
三	里脚手架 .....	283
第三节	几种常用脚手架 .....	284
一	木、竹脚手架 .....	284
二	扣件式钢管脚手架 .....	285
三	插接式钢框脚手架 .....	287
四	桥式脚手架 .....	289
五	塔式脚手架 .....	291
六	悬挑式脚手架 .....	292
七	外挂脚手架 .....	293
八	吊篮 .....	296
九	内脚手架 .....	296
第四节	扣件式钢管脚手架计算 .....	299
<b>第七章</b>	<b>建筑结构安装工程 .....</b>	<b>302</b>
第一节	起重机械 .....	302
一	桅杆式起重机 .....	302
二	自行杆式起重机 .....	315
三	塔式起重机 .....	324
四	起重机的选择 .....	335
第二节	单层工业厂房结构构件吊装 .....	338
一	构件吊装前的准备工作 .....	339
二	结构构件的吊装工艺 .....	339
三	结构吊装顺序及起重机开行路线 .....	350
四	结构构件的平面布置 .....	353
第三节	多层和高层装配式框架结构的安装 .....	357
一	吊装机械的选择和布置 .....	358
二	结构吊装方法 .....	360
三	柱子的安装与校正 .....	365
四	梁板的安装 .....	366
五	接头灌浆 .....	366
第四节	特殊结构构件吊装 .....	367
一	门式刚架吊装 .....	367
二	V形折板吊装 .....	369
第五节	大跨度屋盖结构安装 .....	371
一	大跨屋盖结构提升法施工 .....	371



二	大跨屋盖结构整体吊装 .....	380
三	大跨屋盖结构平移法施工 .....	386
第六节	升板结构施工 .....	388
一	提升设备 .....	389
二	升板施工工艺 .....	391
三	升板法柱子稳定性验算 .....	400
<b>第八章</b>	<b>防水工程</b> .....	410
第一节	概述 .....	410
一	防水卷材方面 .....	411
二	防水涂料方面 .....	412
三	嵌缝密封材料方面 .....	412
第二节	屋面防水卷材工程的施工 .....	412
一	石油沥青油毡防水屋面工程施工 .....	413
二	高聚物改性沥青油毡防水屋面工程的施工 .....	418
三	高分子卷材防水屋面工程施工 .....	421
第三节	防水涂料工程施工 .....	426
一	水乳型再生橡胶沥青防水涂料工程施工 .....	427
二	水乳型硅橡胶防水涂料工程施工 .....	428
<b>第九章</b>	<b>装饰工程</b> .....	431
第一节	概述 .....	431
第二节	抹灰工程和墙面粉刷工程 .....	432
一	抹灰工程 .....	432
二	墙面粉刷工程 .....	432
第三节	油漆、涂料的涂饰工程 .....	433
一	油漆工程 .....	434
二	涂料工程 .....	436
第四节	建筑塑料铺贴工程 .....	440
一	塑料壁纸 .....	440
二	塑料地板铺贴 .....	441
第五节	建筑装修用饰面石材工程 .....	443
一	大理石镶贴操作工序 .....	444
二	聚酯砂浆固定办法 .....	445
三	树脂胶粘结的方法 .....	446
第六节	建筑陶瓷装修工程 .....	446
一	陶瓷锦砖的铺贴施工 .....	447
二	釉面砖的铺贴施工 .....	448

第七节	新型玻璃与铝合金装饰工程 .....	449
一	玻璃马赛克的铺贴施工 .....	449
二	玻璃幕墙的装饰施工 .....	450
三	铝合金的装饰施工 .....	451
参考文献	.....	453

# 第一章 土方工程

## 第一节 概 述

在建筑工程的整个施工过程中,首先遇到的就是施工场地的处理,通常称为土方工程。

### 一 常见的土方工程

1 平整场地,处理地上地下一切障碍物,完成三通一平。其中包括该挖、该填部分的土方量计算,如何合理地完成土方调配以及平整场地的机械化施工。

2 开挖沟槽和基坑,地下人防工程及其它地下建筑物、构筑物的开挖。其中包括基坑开挖后的排水、坍塌及常遇问题的处理,以及土方开挖的机械化施工。

3 土方回填与压实。包括基槽土及房心土的回填、压实以及所使用的机械。

### 二 土方工程施工的特点

1 工程量大,尤其是建设一个大型工业企业或民用建筑群区时,土方工程量可达数百万立方米,因此必须合理安排土方施工,才能经济、快速地完成工程建设项目。

2 施工条件复杂,土方工程多为露天作业,施工中直接受到地区、气候、水文和地质条件的影响,特别是冬季和雨季施工,条件更为困难。

### 三 土的分类

土的种类繁多,其工程性质直接影响施工方法、劳动力消耗及工程费用,因此首先要正确区分土的种类、类别才能合理选择开挖的方法,准确套用定额计算土方工程费用。

在《土方与爆破工程施工及验收规范》GBJ 201-83 中,土有三种分类方法:

1 根据土的颗粒级配或塑性指数可分为碎石类土、砂土和粘性土。这在施工中鉴别土的种类和选用灰土或填土时常常使用。

2 根据土的沉积年代,粘性土又可以分为:老粘性土、一般粘性土和新近沉积粘性土。不同的粘性土其强度和压缩性也不相同。在土方施工的基土检验时要用到这一分类。

3 根据土的工程特性尚可分出特殊性土,例如软土、人工填土、黄土、膨胀土、红粘土、盐渍土、冻土等。

土方工程施工和工程预算定额中,土是按其开挖难易程度(即土的硬度系数大小)分类的。土一般分为普、坚土和砂砾坚土两大类(见表 1-1)。再硬则称为岩石,岩石也分为普通岩和坚硬岩两类,需用爆破方法开挖。

表 1-1 土的定额分类(北京地区)

土的种类	土的名称	鉴别方法
普、坚土	砂、砂质粘性土和黄土、种植土、软的块碱土。 中等密实的粘性土和黄土、含有碎卵石或工程垃圾的堆积土。 压实的填筑土、轻微胶结砂土、含有碎石、卵石 15% 以内的杂质黄土。	主要用镐,少用锹。

续表

土的种类	土的名称	鉴别方法
砂砾粘土	经压实或坚实的粘土、板状黄土，密实硬化后的重盐土及含碎石、卵石 30% 以内的杂质胶粘土、天然级配砂石	全部用镐或尖头锹挖掘，少量用撬棍挖掘

按我国水力电力部颁布的土、石方工程十六级分类法的标准，一般工程土类为 I、II、III、IV 级，见表 1-2。岩石则从 V 到 XVI 级。

表 1-2 一般工程土类分级表

土类级别	土质名称	自然湿密度 (kg/m <sup>3</sup> )	外形特征	开挖方法
I	1. 砂土 2. 种植土	1650— 1750	疏松、粘着力差或易透水，略有粘性	用锹或略加脚踩开挖
II	1. 壤土 2. 淤泥 3. 含壤种植土	1750— 1850	开挖时能成块并易打碎	用锹需要用脚踩开挖
III	1. 粘土 2. 干燥黄土 2. 干淤泥 4. 含少量砾石粘土	1800— 1950	粘手，看不见砂粒，或干硬	用镐、三齿耙开挖或用锹需用力加脚踩开挖
IV	1. 坚硬粘土 2. 砾质粘土 3. 含卵石粘土	1900— 2400	土壤结构坚硬，将土分裂后成块状，或含粘粒砾石较多	用镐、三齿耙等工具开挖

## 四 土的工程性质

### 1 土的容重

与土方施工有关的是土的天然容重和土的干容重。天然容重是指土在天然状态下单位体积的重量,它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用。

土的干容重,即单位体积土中固体颗粒的重量,即土体孔隙内无水时的单位体积土重。干容重在一定程度上反映了土颗粒排列的紧密程度,可用来作为填土压实质量的控制指标。土的最大干容重值可参考表 1-3。

### 2 土的含水量

土的含水量是土中所含的水与土的固体颗粒间的重量比,以百分数表示。土的含水量随外界雨雪、地下水的影响而变化。当土的含水量超过 25—30%时,采用机械施工就很困难,一般土的含水量超过 20%就会使运土汽车打滑或陷车。回填土夯实时若含水量过大则会产生橡皮土现象,无法夯实。土的含水量对土方边坡稳定性也有直接影响。因此,土方开挖时对含水量过大的土层,应采取排水措施;回填土时,应使土的含水量处于最佳含水量的变化范围之内。参考表 1-3。

表 1-3 土的最佳含水量和干容量参考值

土的种类	最佳含水量(重量比) (%)	最大干容重 (g/cm <sup>3</sup> )
砂土	8—12	1.80—1.88
粉土	16—22	1.61—1.80
亚砂土	9—15	1.85—2.08
亚粘土	12—15	1.85—1.95
重亚粘土	16—20	1.67—1.79
粉质亚粘土	18—21	1.65—1.74
粘土	19—23	1.58—1.70

### 3 土的渗透性

土的渗透性是指土体透过水的性能,它同土的颗粒级配、密实程度以及被封闭的气体含量有关,土颗粒的有效粒径越大,孔隙比越大,被封闭的气体量越小,则土的渗透系数越大。

渗透水流在碎石土、砂土和粉土中多呈层流状态,其运动速度服从达西定律:

$$V = K \cdot I \quad (1-1)$$

式中  $V$ ——渗透水流的速度, m/d;

$K$ ——渗透系数, m/d;

$I$ ——水力坡度。

在土中渗流的运动水压力称为渗透力。渗透力的作用方向同渗流方向一致,渗透力的大小由公式 1-2 计算:

$$J = I\gamma_w \quad (1-2)$$

式中  $J$ ——作用在单位体积土体上的渗透力, kN/m<sup>3</sup>;

$I$ ——水力坡度;

$\gamma_w$ ——水的重度, kN/m<sup>3</sup>。

一般用渗透系数  $K$  作为衡量土的透水性指标,当水力坡度为 1 时,渗透系数就是水在土中的渗透速度。

土的渗透系数可通过室内渗透试验和现场注水、抽水试验来测定。也可以参考表 1-4。

对于重大工程,宜采用现场抽水试验,以获得较为准确的渗透系数值。其方法是在现场设置抽水孔,并距抽水孔为  $x_1$  和  $x_2$  处设两个观测井,抽水孔与两观测井要在同一直线上,抽水稳定以后,观测井内的水深  $y_1$  和  $y_2$ ,并测得抽水孔的抽水量  $Q$ ,按式 1-3 计算  $K$  值:

$$K = \frac{Q \cdot \lg \frac{x_2}{x_1}}{1.366(y_2^2 - y_1^2)} \text{ (m/d)} \quad (1-3)$$

表 1-4 渗透系数参考值

土的类别	K(m/d)	土的类别	K(m/d)
粘土	<0.005	中砂	5.0—20.0
亚粘土	0.005—0.1	均质中砂	25—50
轻亚粘土	0.1—0.5	粗砂	20—50
黄土	0.25—0.5	砾石	50—100
粉砂	0.5—1.0	卵石	100—500
细砂	1.0—5.0	漂石	500—1000

#### 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,以后虽经回填压实,仍不能恢复到原来的体积,土的这种性质称为土的可松性。

土体开挖后体积增加用最初可松性系数  $K_1$  表示,松土经夯填后的体积增加用最后可松性系数  $K_2$  表示,即:

$$K_1 = \frac{V_2}{V_1}; \quad K_2 = \frac{V_3}{V_1} \quad (1-4)$$

式中  $V_1$ ——土在自然状态下的体积;

$V_2$ ——土挖出后的松散体积;

$V_3$ ——土经回填压实后的体积。

土的最初可松性系数  $K_1$  是用于计算挖方工程量、装运车辆及挖土机械的主要参数;最后可松性系数  $K_2$  是计算填方所需挖土工程量的主要参数。土的可松性系数可参考表 1-5。

#### 5 松土的压缩性

松散土经压实后体积减小的性质,影响填土的土方量。在核实填土工程量时,一般应按填方实际体积增加 10—20% 的方数考虑。



表 1-5 土的可松性系数

土 的 名 称	可松性系数	
	$K_1$	$K_2$
砂土、轻亚粘土	1.08—1.17	1.01—1.03
种植土、淤泥、淤泥质土	1.20—1.30	1.03—1.04
亚粘土、潮湿黄土、砂土混碎(卵)石、轻亚粘土混碎(卵)石、素填土	1.14—1.28	1.02—1.05
粘土、重亚粘土、砾石土、干黄土、黄土混碎(卵)石、亚粘土混碎(卵)石、压实素填土	1.24—1.30	1.04—1.07
重粘土、粘土混碎(卵)石、卵石土、密实黄土、砂岩	1.26—1.32	1.06—1.09
泥灰岩	1.33—1.37	1.11—1.15
软质岩石、次硬质岩石	1.30—1.45	1.10—1.20
硬质岩石	1.45—1.50	1.20—1.30

## 第二节 场地平整

建筑工程施工之前,特别是修建比较大的厂房、露天堆栈、体育场、铁路站场、飞机场等占地广阔的工程时,首要的工作就是场地平整,即在施工区域内,对原有房屋、道路、河渠等事先拆迁并清除树墩,清理原地面的草皮、耕植土及淤泥以后,将天然地面削高填洼改造成设计要求的设计平面。

### 一 平整顺序

场地平整的顺序通常有以下三种:

1 先平整整个场地,后开挖建筑物基坑(槽)。这种做法,使大型土方机械有较大的工作面,能充分发挥其工作效能,也可以减少与其他工作的相互干扰,但工期较长。该方法适用于高低差较大,填、挖土方量大的场地。