



百校土木工程专业通用教材

建筑工程施工技术

JIANZHUGONGCHENGSHIGONGJISHU



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

主 编 张 钢 郭诗惠
副主编 谈志成 王 冉

百校土木工程专业通用教材

建筑工程施工技术

主 编 张 钢 郭诗惠

副主编 谈志成 王 冉



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

本书是依据国家现行的规范、标准,按照建筑施工技术课程的教学需要和要求编写的。全书共 10 章,主要内容包括土方工程、基础工程、砌体结构工程、钢筋混凝土工程、预应力混凝土工程、结构安装工程、防水工程、建筑装饰装修工程及季节性施工等。每章节后附有思考题,供学生复习使用。

本书主要作为课堂教学和自学的辅助教材,可供高等学校应用型本科土木工程专业、工程管理专业使用,也可供其他相关专业或从事土木工程施工技术工作的人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

建筑工程施工技术/张钢,郭诗惠主编. —上海: 同济大学出版社, 2009. 9

百校土木工程专业通用教材

ISBN 978 - 7 - 5608 - 4146 - 5

I. 建… II. ①张…②郭… III. 建筑工程—工程施工—施工技术—高等学校—教材 IV. TU74

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 158484 号

百校土木工程专业通用教材

建筑工程施工技术

主 编 张 钢 郭诗惠

副主编 谈志成 王 冉

策划编辑 陈佳蔚 责任编辑 曹 建 助理编辑 陈佳蔚 责任校对 徐春莲 封面设计 潘向葵

出版发行 同济大学出版社 www.tongjipress.com.cn

(地址: 上海市四平路 1239 号 邮编: 200092 电话: 021 - 65985622)

经 销 全国各地新华书店

印 刷 江苏句容排印厂

开 本 787 mm×960 mm 1/16

印 张 25

印 数 1—3 100

字 数 500 000

版 次 2009 年 9 月第 1 版 2009 年 9 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978 - 7 - 5608 - 4146 - 5

定 价 42.00 元

本书若有印装质量问题, 请向本社发行部调换 版权所有 侵权必究

《百校土木工程专业通用教材》编写委员会

主 任 陈以一 (同济大学)

委 员 (排名不分先后)

刘春原 (河北工业大学)

许成祥 (长江大学)

赵顺波 (华北水利水电学院)

朱彦鹏 (兰州理工大学)

麻建锁 (河北建筑工程学院)

周新刚 (烟台大学)

覃 辉 (五邑大学)

许 强 (成都理工大学)

梁兴文 (西安建筑科技大学)

方 云 (中国地质大学·武汉)

陈忠汉 (苏州科技学院)

王全凤 (华侨大学)

李章政 (四川大学)

李传才 (武汉大学)

虞庐松 (兰州交通大学)

范 进 (南京理工大学)

郑荣跃 (宁波大学)

赵 林 (河南科技学院)

王广月 (山东大学)

杜守军 (河北农业大学)

白晓红 (太原理工大学)

肖 琦 (东北电力学院)

徐汉涛 (南通工学院)

严 兵 (江西科技师范学院)

高洪波 (信阳师范学院)

策 划 周克荣 (同济大学)

前 言

建筑工程施工技术是高等院校土木工程专业的主要课程之一。它主要研究建筑工程各主要工种的施工工艺、施工技术和方法。

建筑工程施工技术知识面广、综合性强,必须结合工程实践,综合运用相关学科的理论基础知识,才能正确掌握、学好本课程,才能合理解决施工生产过程中遇到的技术问题。本书按照高等院校建筑工程施工技术教学大纲和学生的培养目标要求编写,以适应市场经济发展的需要,满足建筑施工技术教学的需要。

本书采用了国家新规范、新标准,与新技术接轨,内容新颖实用。全书全面系统地阐述了土方工程、基础工程、砌体结构工程、钢筋混凝土结构工程、预应力混凝土结构工程、结构安装工程、防水工程、建筑装饰装修工程、季节性施工等内容。在编写过程中注重基本理论、基本知识及基本技能的论述,有较强的理论性和实践性。本书可作为土木工程、工程管理等专业的本科、专科教材或参考书,也可作为其他相关专业或从事建筑工程施工技术工作的人员的参考用书。

本书的编写人员具有多年的工程实践经历和工程施工的教学经验,能够结合工程施工的实际需要对教材的内容进行合理的整合处理。本书由张钢、郭诗惠主编,谈志成、王冉任副主编。本书共10章,郭诗惠编写第1章和第6章,张钢编写第7章,谈志成编写第3章,王冉编写第8章,齐笑雪编写第2章,衡艳阳编写第4章,齐国森和谢玉辉共同编写第5章和第10章,王新俐编写第9章中9.1~9.6节,任海洋编写9.7~9.8节。全书由郭诗惠负责统稿和修改工作。

本书在编写过程中,参考并引用了许多专家和学者的相关资料,在此不一一列举,仅向他们表示衷心的感谢。限于编者的水平,书中不足之处在所难免,恳切希望读者批评指正,提出修改意见,便于修订完善。

编 者

2009年9月

目 录

前 言

第 1 章 绪论	(1)
1.1 我国建筑施工技术的发展概况	(1)
1.2 建筑施工程序	(1)
1.3 建筑工程施工质量验收	(3)
1.4 本课程的研究对象、任务及学习方法	(4)
第 2 章 土方工程施工	(6)
2.1 概述	(6)
2.2 土方量计算与土方调配	(9)
2.3 土方边坡与支护	(22)
2.4 降、排水施工	(26)
2.5 土方开挖与填筑	(34)
思考题	(43)
习题	(44)
第 3 章 基础工程施工	(45)
3.1 地基处理及加固	(45)
3.2 浅基础工程施工	(57)
3.3 深基础工程施工	(64)
思考题	(84)
第 4 章 砌体结构工程施工	(86)
4.1 砌筑脚手架工程	(86)
4.2 砖砌体施工	(100)
4.3 中、小型砌体施工	(111)
4.4 砌体工程垂直运输设施	(120)
4.5 砌筑工程的质量及安全技术	(123)
思考题	(126)
第 5 章 钢筋混凝土结构工程施工	(127)
5.1 模板工程施工	(127)
5.2 钢筋工程施工	(150)
5.3 混凝土工程施工	(164)
5.4 混凝土工程施工质量验收	(183)

5.5 混凝土结构工程施工的安全技术	(186)
思考题	(189)
第6章 预应力混凝土结构工程施工	(191)
6.1 概述	(191)
6.2 先张法施工	(198)
6.3 后张法施工	(206)
6.4 无粘结预应力混凝土	(216)
6.5 预应力混凝土施工质量检查与安全措施	(220)
思考题	(225)
第7章 结构安装工程施工	(227)
7.1 索具与锚碇	(227)
7.2 起重机械	(231)
7.3 钢筋混凝土结构单层厂房结构安装	(238)
7.4 钢结构安装	(258)
7.5 多层房屋结构安装	(261)
7.6 大跨度屋盖结构安装	(266)
7.7 结构安装工程质量要求与安全措施	(270)
思考题	(273)
第8章 防水工程施工	(274)
8.1 防水材料	(275)
8.2 屋面防水工程	(282)
8.3 地下防水工程	(299)
8.4 楼面防水施工	(309)
8.5 防水工程质量要求与安全措施	(311)
思考题	(312)
第9章 装饰装修工程施工	(314)
9.1 概述	(314)
9.2 抹灰工程	(315)
9.3 饰面板(砖)工程	(322)
9.4 涂饰工程	(331)
9.5 裱糊与软包工程	(336)
9.6 楼地面工程	(343)
9.7 门窗工程	(353)
9.8 吊顶工程	(358)
思考题	(365)

第 10 章 季节性施工 (366)

10.1 概述 (366)

10.2 土方工程的冬期施工 (368)

10.3 砌体工程冬期施工 (373)

10.4 混凝土冬期施工 (376)

10.5 雨期施工 (383)

10.6 冬、雨期施工安全技术 (385)

思考题 (386)

参考文献 (387)

第 1 章 绪 论

1.1 我国建筑施工技术的发展概况

我国古代建筑施工技术有着辉煌的成就,远在公元前 2000 年,我国就已掌握了夯填、砌筑、营造、铺瓦和油漆等方面的施工技术。

新中国成立后,我国的建筑施工技术又得到了不断的发展和提高。在施工技术方面,不仅掌握了大型工业建筑,多层、高层民用建筑与公共建筑施工的成套技术,而且在地基处理和基础工程施工中推广了钻孔灌注桩、旋喷桩、挖孔桩,掌握了振冲法、深层搅拌法、强夯法、地下连续墙、土层锚杆、“逆作法”施工等新技术。在现浇钢筋混凝土模板工程中推广应用了爬模、滑模、台模、筒子模、隧道模、组合钢模板、大模板、早拆模板体系。混凝土工程采用了泵送混凝土、喷射混凝土、高强混凝土以及混凝土制备和运输的机械化、自动化设备。在预制构件方面,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。在预应力混凝土方面,采用了无粘结工艺和整体预应力结构,推广了高效预应力混凝土技术,使我国预应力混凝土的发展从构件生产阶段进入了预应力结构生产阶段。在钢结构方面,采用了高层钢结构技术、空间钢结构技术、轻钢结构技术、钢-混凝土组合结构技术、高强度螺栓连接与焊接技术和钢结构防护技术。在大型结构吊装方面,随着大跨度结构与高耸结构的发展,创造了一系列具有我国特色的整体吊装技术。在墙体改革方面,利用各种工业废料制成了粉煤灰矿渣混凝土大板、膨胀珍珠岩混凝土大板、煤渣混凝土大板、粉煤灰陶粒混凝土大板等各种大型墙板,同时发展了混凝土小型空心砌块建筑体系、框架轻墙建筑体系,外墙保温隔热技术等,使墙体改革有了新的突破。

但是,我国目前的施工技术水平,与发达国家的一些先进施工技术相比,还存在一定的差距,特别是在机械化施工水平、新材料的施工工艺及微机系统的应用等方面,尚需加倍努力,加快实现建筑施工现代化的步伐。

1.2 建筑施工程序

建筑施工的成果就是完成各类建筑产品——各种建筑物或构筑物。每个建筑产品都需要经过场地平整、基础施工、主体施工、装饰施工、安装施工等,最后竣工验收形成建筑产品。

在建筑施工中,必须坚持施工程序,按照建筑产品施工的客观规律,组织

工程施工。只有这样,才能加快工程建设速度、保证工程质量和降低工程成本。

建筑施工程序是指建筑产品的生产过程或施工阶段必须遵守的顺序,主要包括接受施工任务、签订工程承包合同、施工准备、组织工程施工和竣工验收阶段等。

1.2.1 接受施工任务、签订工程承包合同

建筑施工企业接受施工任务,主要是参加投标、中标而得到的。中标后必须同建设单位签订工程承包合同,明确各自在施工内的经济责任和承担义务。工程合同一经签订,即具有法律效力。

1.2.2 施工准备

施工任务落实后,在工程开工之前,应安排一定的施工准备期。做好施工准备工作,是坚持施工程序的重要环节之一。

施工准备的主要任务是根据建设工程的特点、施工进度和工程质量要求,以及施工的客观条件,合理布置施工力量,从技术、物质、人力和组织等方面为建筑施工顺利进行创造必要的条件。

施工准备的内容,以单项工程为例,主要包括:编制施工组织设计和施工预算,征地和拆迁,施工现场四通一平,修建临时设施,建筑材料和施工机具的准备,施工队伍的准备,等等,并做好施工与监理单位的配合及协调工作。

1.2.3 组织工程施工

组织工程施工在整个建筑生产过程中占有极为重要的地位。因为只有通过合理的组织施工,才能最后形成建筑产品。

组织工程施工的主要内容包括:一是根据施工组织设计确定的施工方案和施工方法以及进度的要求,科学地组织综合施工;二是在施工中,对施工过程的进度、质量、安全等进行全面控制,最终全面完成施工计划任务。

1.2.4 工程竣工验收

工程竣工验收是对建筑产品进行检验评定的重要程序,亦是对基本建设成果和投资效果的总检查。所有工程项目按设计文件要求的内容建成后,均须根据国家的有关规定进行竣工验收,并评定其质量等级。

只有验收合格的建筑工程,才能正式移交使用。不合格的建筑工程,不准报竣工验收,更不得移交使用。

在工程交付使用的同时,施工单位须向业主交付一套完整的工程竣工资料,以作为历史档案资料,供今后查用。

1.3 建筑工程施工质量验收

1.3.1 建筑工程施工质量验收统一标准

《建筑工程施工质量验收统一标准》(GB 50300—2001)中关于施工质量控制的基本规定有3条。

(1) 施工现场质量管理应有相应的施工技术标准,健全的质量管理体系、施工质量检验制度和综合施工质量水平评定考核制度。

(2) 建筑工程应按下列规定进行施工质量控制:

① 建筑工程采用的主要材料、半成品、成品、建筑构配件、器具和设备应进行现场验收。凡涉及安全、功能的有关产品,应按各专业工程质量验收规范的规定进行复验,并应经监理工程师(建设单位技术负责人)检查认可。

② 各工序应按施工技术标准进行质量控制,每道工序完成后,应进行检查。

③ 相关各专业工种之间,应进行交接检验,并形成记录。未经监理工程师检查认可,不得进行下道工序施工。

(3) 建筑工程施工质量应按下列要求进行验收:

① 建筑工程施工质量应符合本标准和相关专业验收规范的规定;

② 建筑工程施工应符合工程勘察、设计文件的要求;

③ 参加工程施工质量验收的各方人员应具备规定的资格;

④ 工程质量的验收均应在施工单位自行检查评定的基础上进行;

⑤ 隐蔽工程在隐蔽前应由施工单位通知有关单位进行验收,并应形成验收文件;

⑥ 涉及结构安全的试块、试件及有关材料,应按规定进行见证取样检测;

⑦ 检验批的质量应按主控项目和一般项目验收;

⑧ 对涉及结构安全和使用功能的重要分部工程应进行抽样检测;

⑨ 承担见证取样检测及有关结构安全检测的单位应具有相应资质;

⑩ 工程的观感质量应由验收人员通过现场检查,并应共同确认。

1.3.2 施工质量验收规范

1. 《施工质量验收规范》

按工业与民用建筑工程中各专业工程(如建筑地基基础工程、砌体工程、混凝土结构工程等)分别修订、分册出版。各专业工程的施工质量验收规范的主要内容一般包括总则、术语、基本规定、分项工程施工质量验收标准和程序等内容。本教材的编写就是以新的建筑工程质量验收体系的具体内容进行修订的。

建筑工程各专业工程施工质量验收规范必须与《建筑工程施工质量验收统一标

准》配合使用。

2. 施工质量验收的几个方面

(1) 进场验收。进入施工现场的材料、构配件、设备等,应按相关标准规定进行检验,对产品达到合格与否作出确认。

(2) 检验批。按同一的生产条件或按规定的方式汇总起来供检验用的,由一定数量样本组成的检验体。

(3) 见证取样检测。在监理单位或建设单位监督下,由施工单位有关人员现场取样,并送至具备相应资质的检测单位所进行的检测。

(4) 交接检验。由施工的承接方与完成方经双方检查并对可否继续施工做出确认的活动。

(5) 主控项目。建筑工程中对安全、卫生、环境保护和公众利益起决定性作用的检验项目。

(6) 一般项目。除主控项目以外的检验项目。

(7) 观感质量。通过观察和必要的量测所反映的工程外在质量。

(8) 强制性条文。规范中的强制性条文用黑体字表示。强制性条文是指直接涉及人民生命财产安全、人身健康、环境保护和其他公众利益的必须严格执行的强制性规定,并考虑了保护资源,节约投资,提高经济效益和社会效益等政策要求。

1.4 本课程的研究对象、任务及学习方法

1.4.1 本课程研究的对象和任务

建筑工程施工技术是土木工程专业的一门重要专业课,是研究建筑工程施工技术的学科。其任务就是为了培养学生掌握建筑施工技术的基本知识、基本原理和基本方法,并能运用以上知识初步分析和解决一般的建筑施工技术问题。

一个建筑物由许多工种工程(如土方工程、砌筑工程、钢筋混凝土工程、结构安装工程、屋面工程、装饰工程等)组成,如何依据施工对象的特点、规模和实际情况,应用合适的施工技术和方法,完成符合设计要求的工种工程,是建筑工程施工技术课程研究的主要内容。

1.4.2 本课程学习的方法

建筑工程施工技术是一门理论面广、综合性强的专业技术课。它与建筑工程测量、建筑材料、房屋建筑学、建筑力学、建筑结构、建筑施工组织等课程密切相关,掌握和运用这些课程的理论知识及操作技能,是学好建筑施工技术课的保证。

建筑工程施工技术源于建筑工程施工实践,是一门实践性很强而且发展迅速的

课程。因此,学生在学习中要坚持理论联系实际的学习方法,除对基本理论、基本知识必须理解掌握之外,还要了解国内外施工技术的发展状况;同时,教师也应结合建筑工程实体进行现场教学,注重课程设计、生产实习等实践教学环节,有助于建筑工程施工技术学习的理解和掌握。

第 2 章 土方工程施工

2.1 概 述

2.1.1 土方工程施工特点

土方工程包括一切土(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工程。而在建筑工程中,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。

土方工程施工具有以下特点:

- (1) 工程量大,涉及面广;
- (2) 施工工期长,施工条件复杂,受当地地质、水文、气候等影响大;
- (3) 人力施工效率低,劳动强度大;
- (4) 各方面不确定因素多。

因此,在组织土方工程施工前,应根据工程条件,选择适宜的施工方案和高效、低费用的机械进行施工,合理调配土石方,合理组织机械施工,在降低总的施工工作量的同时尽量发挥机械的最大使用效率。此外,还应安排好施工计划,尽量避免雨季施工,道路运输、排水、降水、土壁支撑等一切准备及辅助工作也应有序展开。最需要注意的是施工的安全以及工程质量一定要有所保障。

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,对加快基本建设的速度有很大意义。

2.1.2 土方工程施工依据

- (1) 各类国家建筑、规划、施工规范和条例;
- (2) 当地规划条例要求;
- (3) 现场勘测地形、地貌、地质等条件;
- (4) 建筑设计、结构设计和其他相关专业设计图纸。

2.1.3 土的分类与工程性质

1. 土的分类

土有很多种分类方法,作为建筑物地基的土石可分为岩石、碎石土、砂土、粉土、黏性土和特殊土(如淤泥、泥炭、人工填土)。

在建筑施工中,按照其开挖难易的程度,可将土分为 8 类。土的开挖难易程度直

接影响土石方工程的施工方案、劳动量消耗和工程费用。土越硬,劳动量消耗越多,工程成本就越高;土的软硬情况不一样,采用的施工方法也就不同。为了正确编制土石方工程施工方案,降低劳动量消耗和工程成本,我们将土按照开挖的难易程度进行工程分类,如表 2-1 所示。

表 2-1 土的工程分类及现场鉴别方法

土的分类	土的名称	可松性系数		开挖方法及工具
		K_s	K_s'	
一类土 (松软土)	砂;砂质粉土;冲积砂土层;种植土;泥炭(淤泥)	1.08~1.17	1.01~1.03	用锹、锄头挖掘
二类土 (普通土)	粉质黏土;潮湿的黄土;夹有碎石、卵石的砂;种植土;填筑土及亚砂土	1.14~1.28	1.02~1.05	用锹、条锄挖掘,少许用镐翻松
三类土 (坚土)	中等密实黏土;重亚黏土;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	1.24~1.30	1.04~1.07	主要用镐,少许用锹、条锄挖掘
四类土 (砂砾坚土)	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	1.26~1.32	1.06~1.09	整个用镐、条锄挖掘,少许用撬棍挖掘
五类土 (软石)	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	1.30~1.45	1.10~1.20	用镐或撬棍、大锤挖掘,部分用爆破方法
六类土 (次坚土)	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	1.30~1.45	1.10~1.20	用爆破方法开挖,部分用风镐
七类土 (坚土)	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	1.30~1.45	1.10~1.20	用爆破方法开挖
八类土 (特坚土)	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	1.45~1.50	1.20~1.30	用爆破方法开挖

注: K_s —最初可松性系数; K_s' —最后可松性系数

2. 土的工程性质

土的性质是确定地基处理方案和制定施工方案的重要依据,它对土方工程的稳定性、施工方法、工程量、劳动量以及工程造价都有影响。每一个工程技术人员都必须了解和掌握土的工程性质,并在施工实践中加以正确使用。

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(单位为 N/cm^3 , kN/m^3)。一般黏性土的天然密度约 $18\sim 20\text{ kN/m}^3$,砂土的天然密度约为 $16\sim 20\text{ kN/m}^3$ 。土

的天然密度(ρ)按下式计算:

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

式中 m ——土的总质量;
 V ——土的天然体积。

2) 土的干密度

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,用 ρ_d 表示。干密度越大,表明土越坚实。在土方填筑时,常以土的干密度来控制土的夯实标准。

$$\rho_d = \frac{m_s}{V} \quad (2-2)$$

式中 m_s ——土的固体颗粒的质量(105°C , 烘干 3~4 h);
 V ——土的总体积。

3) 土的天然含水率

土中所含水的质量与土的固体颗粒质量之比的百分率,称为土的天然含水率,用 ω 表示。

$$\omega = \frac{W_w}{W_s} \times 100\% \quad (2-3)$$

式中 W_w ——土中水的质量(g);
 W_s ——土中固体颗粒的质量。

4) 土的密实度

土的密实度用来表示土的紧密程度。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。工程上用土的干密度来反映相对紧密程度。

$$\lambda_c = \frac{\rho_d}{\rho_{\max}} \quad (2-4)$$

式中 λ_c ——土的密实度(压实系数);
 ρ_d ——土的实际干密度;
 $\rho_{\max}$ ——土的最大干密度。

5) 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,土的这种性质称为可松性。在进行土方的平衡调配、计算填方所需挖方体积、确定基坑(槽)开挖时的留弃土量以及计算运土机具数量时,应考虑到土的可松性。土的可松性程度用最初可松性系数与最后可松性系数来表示。

$$K_s = \frac{V_2}{V_1} \quad (2-5)$$

$$K_s' = \frac{V_3}{V_1} \quad (2-6)$$

式中 K_s ——最初可松性系数；
 K_s' ——最后可松性系数；
 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。

6) 土的渗透性

土体被水透过的性质称为土的渗透性,也叫作土的透水性。土的渗透性主要取决于土体的孔隙特征和水力坡度,不同的土其渗透性不同。常用土的渗透系数见表 2-2。

表 2-2

土的渗透系数

单位: m/d

土的种类	K	土的种类	K
黏土、亚黏土	<0.1	含黏土的中砂及纯细砂	20~25
亚砂土	0.1~0.5	含黏土的细砂及纯中砂	35~50
含黏土的粉砂	0.5~1.0	纯粗砂	50~75
纯粉砂	1.5~5.0	粗砂夹卵石	50~100
含黏土的细砂	10~15	卵石	100~200

地下水在土中渗流速度一般可按达西定律计算,其表达式为

$$v = \frac{\Delta H}{l} K \quad (2-7)$$

$$I = \frac{\Delta H}{l} \quad (2-8)$$

$$K = \frac{v}{I} \quad (2-9)$$

式中 K ——渗透系数(m/d);
 v ——地下水渗流速度(m/d);
 ΔH ——渗流路程两端的水头差(m);
 l ——渗流路径长度(m)。

2.2 土方量计算与土方调配

在土方工程施工之前,必须计算土方的工程量。但各种土方工程的外形有时很