

高等职业技术教育土建类专业

新编系列教材

2003 新版

XINBIANXILIEJIAOCAI

建筑施工与质量验收

孙 波 倪华勇 于险峰 主 编
孙加保 主 审

新标准
新规范

黑龙江科学技术出版社

高等职业技术教育土建类专业新编系列教材

建筑施工与质量验收

孙 波 倪华勇 于险峰 主编
孙加保 主审

黑龙江科学技术出版社

中国·哈尔滨

图书在版编目(CIP)数据

建筑施工与质量验收/孙波,倪华勇,于险峰主编.
哈尔滨:黑龙江科学技术出版社,2003.7
(高等职业技术教育土建类专业新编系列教材)

ISBN 7-5388-4405-8

I.建... II.①孙...②倪...③于... III.①建筑
工程-工程施工-高等学校:技术学校-教材②建筑工
程-工程验收-高等学校:技术学校-教材 IV.TU7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 055034 号

内容提要

本书共分十三章。其内容包括:概论、土方工程、桩基础工程、脚手架工程、砌体工程、混凝土结构工程、预应力混凝土工程、钢结构施工、屋面防水工程、地下防水工程、楼地面装饰工程、建筑装饰装修工程和冬期施工等。每章附有思考题和习题。

本书适用于高等建筑职业教育的建筑工程技术专业、工业与民用建筑专业及相关专业教学;同时,也适用于有关岗位培训和建筑工程技术人员学习、参考。

责任编辑 阴志清

封面设计 秉 顺

高等职业技术教育土建类专业新编系列教材

建筑施工与质量验收

JIANZHU SHIGONG YU ZHILIANG YANSHOU

孙 波 倪华勇 于险峰 主编

孙加保 主审

出 版 黑龙江科学技术出版社

(150001 哈尔滨市南岗区建设街 41 号)

电话(0451)53642106 传真 53642143(发行部)

印 刷 哈尔滨工程大学印刷厂

发 行 全国新华书店

开 本 787×1092 1/16

印 张 26.25

字 数 600 000

版 次 2003 年 12 月第 1 版·2003 年 12 月第 1 次印刷

印 数 1-4 000

书 号 ISBN 7-5388-4405-8/TU·354

定 价 44.00 元

编者的话

《建筑施工与质量验收》(以下简称本教材),是高等职业技术教育土建类专业新编系列教材主要组成部分。本教材是根据 2002 年建设部新颁布的《建筑工程施工质量验收系列规范标准》为主线,及时组织有关人员编写的。在编写本教材过程中结合我国建筑业的发展现状及技术人才培养模式的要求,力求教材内容新颖、精炼,并结合工程实际,各章尽可能编写施工工艺、施工方法、施工机械和质量验收及安全措施等内容,还将常规施工和高层施工有机地融为一体,使读者能系统地学习到建筑施工与质量验收的专业理论知识和工程实践知识,从而增强了读者的动手能力和操作水平。

本教材大纲的编写和全书的统稿及审定工作,均由新编系列教材主编孙加保同志完成。本书共有十三章。其中,孙波编写第一章和第十三章;陈俊秀编写第二章;于险峰编写第三章和第七章;倪华勇编写第四章和第五章;高士信编写第六章;孙滨编写第八章和第十章;董海波编写第九章;付春玲编写第十一章和第十二章。

由于我们的水平有限,加之时间仓促,错误之处在所难免,我们恳切地希望广大读者批评指正,并表示衷心地感谢!

编著者
2003 年 6 月

目 录

第一章 概论	(1)
第一节 概述.....	(1)
第二节 建筑施工技术的发展.....	(2)
第三节 建筑施工质量验收.....	(4)
第二章 土方工程	(8)
第一节 土的工程分类及性质.....	(8)
第二节 土方开挖	(12)
第三节 基坑挡土支护结构	(18)
第四节 降水与排水	(24)
第五节 土的填筑与压实	(40)
第六节 土方工程施工质量验收	(43)
第三章 桩基础工程	(52)
第一节 准备工作	(52)
第二节 泥浆护壁钻孔桩	(53)
第三节 套管成孔灌注桩	(59)
第四节 干成孔灌注桩	(64)
第五节 人工挖孔桩	(67)
第六节 桩的检验	(72)
第七节 质量要求与验收	(73)
第四章 脚手架工程	(77)
第一节 脚手架搭设	(77)
第二节 脚手架设计与计算	(84)
第三节 垂直运输	(99)
第四节 安全措施.....	(108)
第五章 砌体工程	(113)
第一节 砖砌体施工.....	(113)
第二节 砌块砌体施工.....	(116)
第三节 钢筋混凝土构造柱施工.....	(120)
第六章 混凝土结构工程	(125)
第一节 模板工程.....	(125)
第二节 钢筋工程.....	(154)
第三节 混凝土工程.....	(185)
第四节 现浇混凝土质量检查验收.....	(205)

第七章 预应力混凝土工程	(213)
第一节 概述.....	(213)
第二节 先张法施工.....	(214)
第三节 后张法施工 (有黏结)	(225)
第四节 后张法施工 (无黏结)	(238)
第八章 钢结构施工	(247)
第一节 概述.....	(247)
第二节 单层钢结构安装.....	(260)
第三节 高层 (多层) 钢结构安装.....	(266)
第四节 钢网架结构安装.....	(274)
第九章 屋面防水工程	(280)
第一节 概述.....	(280)
第二节 卷材防水屋面.....	(282)
第三节 涂膜防水屋面.....	(293)
第四节 刚性防水屋面.....	(297)
第五节 屋面渗漏及防治方法.....	(301)
第十章 地下防水工程	(304)
第一节 地下工程防水混凝土施工.....	(304)
第二节 地下工程水泥砂浆防水层施工.....	(308)
第三节 地下工程卷材防水层施工.....	(312)
第四节 地下工程涂膜防水层施工.....	(316)
第五节 地下工程金属板防水层施工.....	(319)
第六节 地下防水工程渗漏及防治方法.....	(320)
第十一章 楼地面装饰工程	(324)
第一节 概述.....	(324)
第二节 整体面层施工.....	(325)
第三节 块料面层施工.....	(330)
第四节 楼地面装饰工程施工质量控制.....	(338)
第十二章 建筑装饰装修工程	(342)
第一节 外墙装饰工程.....	(342)
第二节 内墙装饰工程.....	(354)
第三节 顶棚装饰工程.....	(366)
第十三章 冬期施工	(375)
第一节 砌筑工程冬期施工.....	(375)
第二节 混凝土工程冬期施工.....	(387)
主要参考文献	(413)

第一章 概 论

第一节 概 述

一、本门课程研究的主要任务及内容

本门课程的主要任务是以单位工程（子单位工程）、分部工程（子分部工程）和分项工程为对象，研究其施工方法、施工机械选择、质量措施及施工质量检验评定方法。其内容主要有：土方工程、桩基础工程、脚手架工程、砌体工程、混凝土结构工程、钢结构工程、地下防水工程、屋面工程、建筑地面工程、建筑装饰装修工程和冬期施工等内容。

二、学习相关课程并研究相关规范

要学好本门课程必须学好相关课程，如：建筑力学、建筑结构和建筑材料等课程，这些课程是学好本门课程的基础课。

在学习建筑施工与质量验收课同时，应同时研究学习的相关规范如下：

- (1) 《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB50202—2002
- (2) 《砌体工程施工质量验收规范》GB50203—2002
- (3) 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204—2002
- (4) 《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205—2001
- (5) 《地下防水工程施工质量验收规范》GB50208—2002
- (6) 《屋面工程施工质量验收规范》GB50207—2002
- (7) 《建筑地面工程施工质量验收规范》GB50209—2002
- (8) 《建筑装饰装修工程施工质量验收规范》GB50210—2001

三、学习本课程的重要性

建筑施工与质量验收课程是建筑施工技术专业的骨干课，同时，也是为学好建筑施工组织和建筑工程概预算课程打下基础。

在工程实践中，在投标阶段，要编制技术标书；在开工前要编制一份施工组织设计；在施工中，技术人员对施工班组下达技术交底单；在施工前和施工中对检验批、分项工程、分部工程（子分部工程）进行质量验收，以及工程内业的建立等，都要应用到建筑施工与质量验收知识。因此，学好建筑施工与质量验收课程是十分重要的。

第二节 建筑施工技术的发展

一、施工工艺标准

施工工艺标准是施工企业进行具体操作的方法,是施工企业的内控标准,它是企业在统一验收规范的尺度下进行竞争的法宝,把企业的竞争机制引入到拼实力、拼技术上来,真正体现市场经济条件下企业的主导地位。施工工艺标准的构成复杂,它既可以是一项专门的技术标准,也可以是施工过程中某专项的标准。这些标准主要体现在行业标准、地方标准的一些技术规程、操作规程,如:《混凝土泵送施工技术规程》JGJ/T10-95,《钢筋机械连接通用技术规程》JGJ107-96,《带肋钢套筒挤压连接技术规程》JGJ108-96,《钢筋锥螺纹接头技术规程》JGJ109-96,《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ/T114-97,《冷轧扭钢筋混凝土构件技术规程》JGJ115-97,《建筑基坑支护技术规程》JGJ120-99,《设置钢筋混凝土构造柱多层砖房抗震技术规程》JGJ/T13-94,《混凝土小型空心砌块建筑技术规程》JGJ/T14-95,《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》JGJ/T23-92,《轻集料混凝土技术规程》JGJ51-90,《液压滑动模板施工安全技术规程》JGJ65-89,《预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程》JGJ85-92,《冷轧带肋钢筋混凝土结构技术规程》JGJ95-95,《钢框胶合板模板技术规程》JGJ96-95等等。

同时我们也要看到,长期以来我们的企业习惯执行一个国家、行业或地方的标准,一些中小企业还没有建立起自己的企业标准和施工工艺标准,特别是一些基础性、常规性的施工工艺标准,没有标准是不能施工的,不能进行“无标生产”。对于这样的情况,企业优先采用施工地方操作规程,可以将一些协会标准、施工指南、手册等技术进行转化为本企业的标准。

施工工艺标准所涉及的范围广,既可以是操作规程、工法、也可以是规范。如果我们把工艺、方法编成政府的标准,就可能影响技术进步,使新技术、新材料、新工艺成为“非法”;也可能因条件改变遵守规范出现问题时仍然“合法”,使规范成为技术落后的借口。工艺、方法内容强制化将不利于市场竞争和技术优化。过多地照顾落后的中小企业将使我们在国际竞争中面临更大困难。工艺、方法类内容本来就属于生产控制的范畴,除少量涉及验收的内容必须在验收规范中反映外,应以推荐性标准或企业标准的形式反映。这样做完全没有放弃对质量严格控制的意思。

二、建筑施工技术的发展

从我国施工工艺标准的制定,可以看出建筑施工技术的发展。

(一) 在基础工程方面

在基础工程方面,多采用桩基础、筏式基础、箱式基础或桩基与箱型基础的复合基础,存在着深基坑支护、桩基施工、大体积混凝土浇筑、深层降水等施工问题。由于深基坑的增多(10 m以下的很多,北京京城大厦深达23.76 m),支护技术发展很快,多

采用钢板桩、灌注桩、土锚杆、地下连续墙和逆筑法、深层搅拌水泥土桩等技术。施工工艺有很大改进，支撑方式有传统的内部钢管（或型钢）支撑，也有在坑外用土锚拉固；内部支撑形式也有多种，有十字交叉支撑，有环状（拱状）支撑，有采用“中心岛”式开挖的斜撑，近年来又发展了钢筋混凝土的角撑等。土锚的钻孔、灌浆、预应力张拉工艺也有很大提高。

桩基础方面，钢筋混凝土方桩、预应力混凝土管桩、钢管桩等预制打入桩皆有应用，有的桩长已达 104 m，由于打桩设备和工艺的改善，也能顺利打入。在减少打桩对周围有害影响方面也总结了一些经验，采用了一些有效措施。近年来混凝土灌注桩已有很大发展，在钻孔机械、桩端压力注浆、成孔扩孔、动力试验、扩大桩径等方面都有很大提高。大直径钻孔灌注桩应用越来越多。我国已经能够在各种复杂条件下成功地建造深基础。

（二）大体积混凝土裂缝控制的计算理论日益完善

为了减少或避免产生温度裂缝，各地都采用了一些有效措施。由于商品混凝土和泵送技术的推广，几千立方米甚至万余立方米的大体积混凝土浇筑也无大的困难（上海已浇筑了 17 000 m³ 的大体积混凝土基础），在测温技术和信息化施工方面也积累了不少经验。在深基坑施工降低地下水位方面，已能利用轻型井点、喷射井点、深井泵和电渗井等技术进行深层降水，而且在预防因降水而引起附近地面沉降方面也有一些有效措施。

（三）在结构工程方面

在结构工程方面，已形成装配式大板、大模板、爬升模板和滑升模板的成套工艺，对钢结构超高层建筑的施工技术也有了一定的基础。装配式大板主要用于北京的高层住宅，至今已完成了 10 层以上住宅近百万平方米，已形成标准设计。大模板工艺在剪力墙结构和筒体结构中已广泛应用，已形成“全现浇”、“内浇外挂”、“内浇外砌”成套工艺，且已向大开间建筑方向发展。除各种预制、现浇板外，楼板还应用了各配筋的薄板叠合楼板。爬升模板首先用于上海，工艺已成熟，不但用于浇筑外墙，也可内、外墙皆用爬升模板浇筑，在提升设备方面已有手动、液压和电动提升设备，有带爬架的，也有无爬架的，尤其与升降式脚手架结合应用，优点更为显著。滑模工艺也有很大提高。在模板技术方面，大量应用了早拆支撑体系，发展了一些新型的模板。在钢筋结构建筑施工、粗钢筋连接、泵送混凝土、施工机械化、防水工程和高级装饰技术等方面都有长足的进步。

（四）混凝土技术的进展十分迅速

混凝土技术的进展十分迅速，C50、C60 的高强混凝土在一些大型工程中已不少见，应用量日见提高，C80 的混凝土已开始用于预应力管桩，强度等级更高的混凝土正在研究之中。这几年商品混凝土有很大发展，已接近工业发达国家水平。

随着我国高层和超高层建筑的进一步发展，传统技术会进一步提高，一些新技术、新工艺必将不断出现。

第三节 建筑工程施工质量验收

一、建筑工程分部（子分部）工程、分项工程划分

建筑工程的分部（子分部）工程、分项工程可按表 1-1 划分。

表 1-1 建筑工程分部工程、分项工程划分

序号	分部工程	子分部工程	分 项 工 程
1	地基与基础	无支护土方	土方开挖、土方回填
		有支护土方	排桩、降水、排水、地下连续墙、锚杆、土钉墙、水泥土桩、沉井与沉箱、钢及混凝土支撑
		地基处理	灰土地基、砂和砂石地基、碎砖三合土地基、土工合成材料地基、粉煤灰地基、重锤夯实地基、强夯地基、振冲地基、砂桩地基、预压地基、高压喷射注浆地基、土和灰土挤密桩地基、注浆地基、水泥粉煤灰碎石桩地基、夯实水泥土桩地基
		桩 基	锚杆静压桩及静力压桩、预应力离心管桩、钢筋混凝土预制桩、钢桩、混凝土灌注桩（成孔、钢筋笼、清孔、水下混凝土灌注）
		地下防水	防水混凝土、水泥砂浆防水层、卷材防水层、涂料防水层、金属板防水层、塑料板防水层、细部构造、喷锚支护、复合式衬砌、地下连续墙、盾构法隧道；渗排水、盲沟排水、隧道、坑道排水；预注浆、后注浆、衬砌裂缝注浆
		混凝土基础	模板、钢筋、混凝土、后浇带混凝土、混凝土结构缝处理
		砌体基础	砖砌体、混凝土砌块砌体、配筋砌体、石砌体
		劲钢（管）混凝土	劲钢（管）焊接、劲钢（管）与钢筋的连接、混凝土
		钢结构	焊接钢结构、栓接钢结构、钢结构制作、钢结构安装、钢结构涂装
2	主体结构	混凝土结构	模板、钢筋、混凝土、预应力、现浇结构、装配式结构
		劲钢（管）混凝土结构	劲钢（管）焊接、螺栓连接、劲钢（管）与钢筋的连接、劲钢（管）制作、安装、混凝土
		砌体结构	砖砌体、混凝土小型空心砌块砌体、石砌体、填充墙砌体、配筋砖砌体
		钢结构	钢结构焊接、紧固件连接、钢零部件加工、单层钢结构安装、多层及高层钢结构安装、钢结构涂装、钢构件组装、钢构件预拼装、钢网架结构安装、压型金属板
		木结构	方木和原木结构、胶合木结构、轻型木结构、木构件防护
		网架和索膜结构	网架制作、网架安装、索膜安装、网架防火、防腐涂料

续表 1-1

序号	分部工程	子分部工程	分 项 工 程
3	建筑装 饰装修	地 面	整体面层：基层，水泥混凝土面层，水泥砂浆面层，水磨石面层，防油渗面层，水泥钢（铁）屑面层，不发火（防爆的）面层；模块面层；基层，砖面层（陶瓷锦砖、缸砖、陶瓷地砖和水泥花砖面层），大理石面层和花岗岩面层，预制板块面层（预制水泥混凝土、水磨石板块面层），料石面层（条石、块石面层），塑料板面层，活动地板面层，地毯面层；木竹面层：基层、实木地板面层（条材、块材面层），中密度（强化）复合地板面层（条材面层），竹地板面层
		抹 灰	一般抹灰，装饰抹灰，清水砌体勾缝
		门 窗	木门窗制作与安装，金属门窗安装，塑料门窗安装，特种门安装，门窗玻璃安装
		吊 顶	暗龙骨吊顶，明龙骨吊顶
		轻质隔墙	板材隔墙，骨架隔墙，活动隔墙，玻璃隔墙
		饰面板（砖）	饰面板安装，饰面砖粘贴
		幕 墙	玻璃幕墙，金属幕墙，石材幕墙
		涂 饰	水性涂料涂饰，溶剂型涂料涂饰，美术涂饰
		裱糊与软包	裱糊、软包
		细 部	橱柜制作与安装，窗帘盒、窗台板和暖气罩制作与安装，门窗套制作与安装，护栏和扶手制作与安装，花饰制作与安装
4	建筑屋面	卷材防水屋面	保温层，找平层，卷材防水层，细部构造
		涂膜防水屋面	保温层，找平层，涂膜防水层，细部构造
		刚性防水屋面	细石混凝土防水层，密封材料嵌缝，细部构造
		瓦屋面	平瓦屋面，油毡瓦屋面，金属板屋面，细部构造
		隔热屋面	架空屋面，蓄水屋面，种植屋面

二、有关概念

1. 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的，由一定数量样本组成的检验体。

2. 主控项目

建筑工程中的对安全、卫生、环境保护和公众利益起决定性作用的检验项目。

3. 一般项目

除主控项目以外的检验项目。

三、检验批质量验收记录

检验批的质量验收记录由施工项目专业质量检查员填写，监理工程师（建设单位项目专业技术负责人）组织项目专业质量检查员等进行验收，并按表 1-2 记录。

表 1-2 检验批质量验收记录

工程名称		分项工程名称											验收部位		
施工单位			专业工长											项目经理	
施工执行标准 名称及编号															
分包单位			分包项目经理											施工班组长	
主控项目	质量验收规范的规定		施工单位检查评定记录										监理（建设）单位验收记录		
	1														
	2														
	3														
	4														
	5														
	6														
	7														
	8														
	9														
一般项目	1														
	2														
	3														
	4														
施工单位 检查评定结果		项目专业质量检查员：_____ 年 月 日													
监理（建设） 单位验收结果		监理工程师 （建设单位项目专业技术负责人）_____ 年 月 日													

四、分项工程质量验收记录

分项工程质量应由监理工程师（建设单位项目专业负责人）组织项目专业技术负责人等进行验收，并按表 1-3 记录。

表 1-3 分项工程质量验收记录

工程名称		结构类型		检验批数	
施工单位		项目经理		项目技术负责人	
分包单位		分包单位 负责人		分包项目经理	
序号	检验批部 位、区段	施工单位检查 评定结果	监理（建设）单位验收结论		
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
检 查 结 论	项目专业 技术负责人： 年 月 日	验 收 结 论	监理工程师 （建设单位项目专业技术负责人） 年 月 日		

第二章 土方工程

第一节 土的工程分类及性质

一、土的工程分类

按照土的开挖难易程度分类，称为土的工程分类。我国《建筑安装工程统一劳动定额》，根据土的坚硬程度和开挖方法及使用工具将土分成 8 类。现将 8 类的工程分类方法与 16 级地质分类方法综合于表 2-1。

表 2-1 土的工程分类

土的分类	土的级别	土 的 名 称	坚实系数 f	密 度 (t/m^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	粉质黏土，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	软及中等密实黏土，重粉质黏土、砾石土，干黄土、含有碎石卵石的黄土、粉质黏土，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	坚硬密实的黏性土或黄土，含碎石卵石的中等密实的黏性土或黄土，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 (软石)	V~VI	硬质黏土，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	4.0~10.0	2.2~2.9	用爆破方法开挖，部分用风镐

续表 2-1

土的分类	土的级别	土 的 名 称	坚实系数 f	密 度 (t/m^3)	开挖方法及工具
七类土 (坚石)	Ⅷ~Ⅹ	大理石, 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, 微风化安山岩, 玄武岩	10.0~18.0	2.5~3.1	用爆破方法开挖
八类土 (特坚石)	Ⅺ~Ⅻ	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、角闪岩	18.0~25.0 以上	2.7~3.3	用爆破方法开挖

注: (1) 土的级别为相当于一般 16 级土石分类级别; (2) 坚实系数 f 为相当于普氏岩石强度系数。

二、土的工程性质

(一) 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 g/cm^3 , t/m^3)。一般黏性土的天然密度约 $1.8\sim 2.0 \text{ t/m}^3$, 砂土的天然密度约为 $1.6\sim 2.0 \text{ t/m}^3$ 。土的天然密度 (ρ) 按下式计算:

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

式中 m ——土的总体质量;

V ——土的天然体积。

(二) 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 (单位为: g/cm^3 , t/m^3)。土的干密度 (ρ_d) 按下式计算:

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

式中 m_s ——土中固体颗粒的质量;

V ——土的天然体积。

土的干密度愈大, 表示土愈密实。工程上常把干密度作为评定土体密实程度的标准, 以控制填土工程的质量。

(三) 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, 仍不能恢复原来的体积, 这种性质为土的可松性。土的可松性程度用可松性系数表示, 即

$$K_s = \frac{V_2}{V_1} \quad (2-3)$$

$$K_s = \frac{V_3}{V_1} \quad (2-4)$$

式中 K_s ——土的最初可松性系数；
 K_r ——土的最终可松性系数；
 V_1 ——土的天然状态下的体积；
 V_2 ——土挖出后的松散状态下的体积；
 V_3 ——土经压（夯）实后的体积。

可松性系数为土方的调配、计算土方运输量、计算填方量和运土工具等都有影响。各类土的可松性系数见表 2-2 所示。

表 2-2 土的工程分类与现场鉴别方法

土的分类	土 的 名 称	可松性系数		现场鉴别方法
		K_s	K_r	
一类土 (松软土)	砂；亚砂土；冲积砂土层；种植土；泥炭（淤泥）	1.08~1.17	1.01~1.03	能用锹、锄头挖掘
二类土 (普通土)	亚黏土；潮湿的黄土；夹碎石、卵石的砂；种植土；填筑土及亚砂土	1.14~1.28	1.02~1.05	用锹、锄头挖掘，少许用镐翻松
三类土 (坚 土)	软及中等密实黏土；重亚黏土；粗砾石；干黄土及含碎石、卵石的黄土、亚黏土；压实的填筑土	1.24~1.30	1.05~1.07	主要用镐，少许用锹、锄头挖掘，部分用撬棍
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	1.26~1.35	1.06~1.09	整个用镐、撬棍，然后用锹挖掘，部分用楔子及大锤
五类土 (软石)	硬石灰纪黏土；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	1.30~1.40	1.10~1.15	用镐或撬棍、大锤挖掘，部分使用爆破方法
六类土 (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	1.35~1.45	1.11~1.20	用爆破方法开挖，部分用风镐
七类土 (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	1.40~1.45	1.15~1.20	用爆破方法
八类土 (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	1.45~1.50	1.20~1.30	用爆破方法

注： K_s ——最初可松性系数； K_r ——最终可松性系数。

(四) 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定律计算,如图 2-1 所示,其公式如下:

$$v = K \cdot i \quad (2-5)$$

式中 v ——水在土中的渗流速度 (m/d);

i ——水力梯度。 $i = \frac{H_1 - H_2}{L}$, 即 A, B

两点的水头差与其水平距离之比;

K ——土的渗透系数 (m/d)。

在式 (2-5) 中, 当 $i = 1$ 时, $K = v$, 即土的渗透系数。 K 值的大小反映透水性的强弱。

土的渗透系数可以透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 2-3 所示。

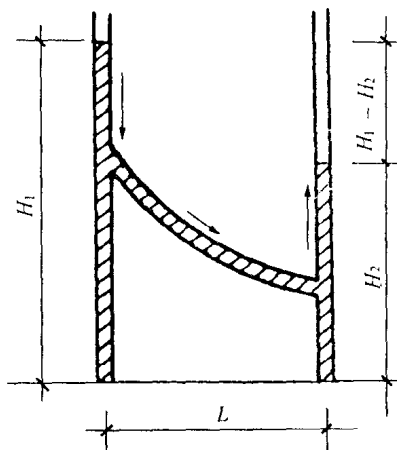


图 2-1 水的渗流

表 2-3 土的渗透系数

土的种类	K (m/d)	土的种类	K (m/d)
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

(五) 土的含水量

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

$$\omega = \frac{m_w}{m_s} \times 100\% \quad (2-6)$$

式中 m_w ——土中水的质量;

m_s ——土中固体颗粒经温度为 105℃ 烘干后的质量。

一般土的干湿程度, 用含水量表示。含水量在 5% 以下为干土; 在 5%~30% 以内称为潮湿土; 大于 30% 称为湿土。含水量愈大, 土就愈湿, 对施工就愈不利。含水量对挖土的难易、施工时的放坡、回填土的夯实等均有影响。在一定含水量的条件下, 用同样的夯实机具, 可使回填土达到最大的密实度, 此含水量称为最佳含水量。各类土的最佳含水量如下: 砂土为 8%~12%; 粉土为 9%~15%; 粉质黏土为 12%~15%; 黏土为 19%~23%。