



21世纪全国高职高专土建系列**技能型**规划教材

建筑施工技术

主 编 叶 雯 周晓龙



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国高职高专土建系列技能型规划教材

建筑施工技术

主 编	叶 雯	周晓龙			
副主编	张 强	梁圣彬			
参 编	杨永民	吕秀娟	向亚卿	常 莉	
主 审	宿 敏				



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书以房屋建筑工程的施工工艺流程为主线,介绍了土方工程、基础工程、钢筋混凝土工程、砌筑工程、预应力混凝土工程、结构安装工程、防水工程和装饰工程等建筑施工主要分项工程的施工方法和施工技术,并增加了工程实际应用的新技术、新工艺和新方法等方面的内容介绍,较为全面地反映了现行的施工质量验收规范的要求,在编写上突出实用性和职业能力的培养。

本书可作为高职高专院校土建类各专业的教学用书,又可作为相关的培训教材,也可供建筑施工专业技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

建筑施工技术/叶雯,周晓龙主编. —北京:北京大学出版社,2010.8

(21世纪全国高职高专土建系列技能型规划教材)

ISBN 978-7-301-16726-7

I. ①建… II. ①叶…②周… III. ①建筑工程—工程施工—施工技术—高等学校:技术学校—教材
IV. ①TU74

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 105667 号

书 名: 建筑施工技术

著作责任者: 叶 雯 周晓龙 主编

策 划 编 辑: 赖 青 杨星璐

责 任 编 辑: 杨星璐

标 准 书 号: ISBN 978-7-301-16726-7/TU·0124

出 版 者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> <http://www.pup6.com>

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

电 子 邮 箱: pup_6@163.com

印 刷 者: 三河市北燕印装有限公司

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 24.75 印张 573 千字

2010 年 8 月第 1 版 2010 年 8 月第 1 次印刷

定 价: 44.00 元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话: 010-62752024

电子邮箱: fd@pup.pku.edu.cn

21 世纪全国高职高专土建系列技能型规划教材 专家编审指导委员会

主 任： 于世玮（山西建筑职业技术学院）

副 主 任： 范文昭（山西建筑职业技术学院）

委 员： （按姓名拼音排序）

丁 胜（湖南城建职业技术学院）

郝 俊（内蒙古建筑职业技术学院）

胡六星（湖南城建职业技术学院）

李永光（内蒙古建筑职业技术学院）

刘正武（湖南城建职业技术学院）

马景善（浙江同济科技职业学院）

王秀花（内蒙古建筑职业技术学院）

王云江（浙江建设职业技术学院）

危道军（湖北城建职业技术学院）

吴承霞（河南建筑职业技术学院）

吴明军（四川建筑职业技术学院）

武 敬（武汉职业技术学院）

夏万爽（邢台职业技术学院）

战启芳（石家庄铁路职业技术学院）

朱吉顶（河南工业职业技术学院）

特 邀 顾 问： 何 辉（浙江建设职业技术学院）

姚谨英（四川绵阳水电学校）

21 世纪全国高职高专土建系列技能型规划教材 专家编审指导委员会专业分委会

3

建筑工程技术专业分委会

主任： 吴承霞 吴明军
副主任： 郝 俊 刘正武 马景善 战启芳
委员： (按姓名拼音排序)
 白丽红 邓庆阳 李 伟 刘晓平 孟胜国
 牟培超 石立安 汪忠洋 王渊辉 韦盛泉
 肖明和 徐锡权 叶 腾 于全发 张 敏
 张 勇 赵华玮 郑仁贵 钟汉华 朱永祥

工程管理专业分委会

主任： 危道军
副主任： 胡六星 武 敬 李永光
委员： (按姓名拼音排序)
 冯 钢 赖先宇 李柏林 李洪军
 时 思 孙 刚 王 安 吴孟红
 徐庆新 杨庆丰 赵建军 周业梅

建筑设计专业分委会

主任： 丁 胜
副主任： 夏万爽 朱吉顶
委员： (按姓名拼音排序)
 戴碧锋 脱忠伟 肖伦斌 余 辉

市政工程专业分委会

主任： 王秀花
副主任： 王云江
委员： (按姓名拼音排序)
 俞金贵 胡红英 来丽芳 刘 江
 刘水林 刘 雨 张晓战

前 言

本书根据建筑工程技术专业人才培养目标,以施工员、监理员等职业岗位能力的培养为导向,同时遵循高等职业院校学生的认知规律,以专业知识和职业技能、自主学习能力及综合素质培养为课程目标,紧密结合职业资格证书中相关考核要求,确定本书的内容。本书按照访问建筑工程的基本顺序,即按土方工程、基础工程、钢筋混凝土工程、砌筑工程、预应力混凝土工程、结构安装工程、防水工程和装饰工程进行内容安排。围绕施工过程质量和安全控制、施工质量检验与评定、施工方案的制订等专业核心知识设置本书内容。在每章都有实际工程作为引例,以引导学生对各个知识点的理解和学习,侧重培养学生怎样制订施工方案,怎样在施工过程中进行质量控制和质量检验。每章结尾都有综合应用案例,培养学生综合运用所学知识解决建筑工程施工技术问题的能力,以及应用国家现行施工规范、规程和标准的能力,促进学生处理实际问题能力的提高。

本书由叶雯、周晓龙任主编,张强、梁圣彬任副主编。具体写作分工如下:

叶雯(广州番禺职业技术学院):模块 1

向亚卿(湖北水利水电职业技术学院):模块 2

张强(广州番禺职业技术学院):模块 3

梁圣彬(绵阳职业技术学院):模块 4

常莉(开封大学):模块 5

周晓龙(杭州科技职业技术学院):模块 6

杨永民(广州番禺职业技术学院):模块 7

吕秀娟(河南建筑职业技术学院):模块 8

浙江工业职业技术学院宿敏老师对本书进行了审读,并提出了许多宝贵意见,在此表示感谢。

本书在编写过程中参考了诸多的相关教材与著作,在此向作者表示衷心的感谢。书中不足之处,敬请读者与同行批评指正。

编 者
2010 年 3 月

北京大学出版社高职高专土建系列技能型规划教材

序号	书号	书名	编著者	定价	出版日期
1	978-7-301-12335-5	建筑工程项目管理	范红岩 宋岩丽	30.00	2008.1 (第4次印刷)
2	978-7-301-12337-9	建筑工程制图	肖明和	36.00	2008.4 (第2次印刷)
3	978-7-301-13578-5	建筑工程测量	王金玲 周无极	26.00	2008.5
4	978-7-301-12336-2	建筑施工技术	朱永祥 钟汉华	38.00	2008.7 (第3次印刷)
5	978-7-301-13576-1	建筑材料	林祖宏	28.00	2008.7 (第4次印刷)
6	978-7-301-14158-8	工程建设法律与制度	唐茂华	26.00	2008.8 (第4次印刷)
7	978-7-301-13581-5	建设工程招投标与合同管理	宋春岩 付庆向	30.00	2008.7 (第7次印刷)
8	978-7-301-14283-7	建设工程监理概论	徐锡权 金 从	32.00	2008.10 (第3次印刷)
9	978-7-301-14468-8	AutoCAD 建筑制图教程	郭 慧	32.00	2009.1 (第5次印刷)
10	978-7-301-14471-8	地基与基础	肖明和	39.00	2009.1 (第4次印刷)
11	978-7-301-14467-1	房地产开发与经营	张建中 冯天才	30.00	2009.2 (第2次印刷)
12	978-7-301-14477-0	建筑施工技术实训	周晓龙	21.00	2009.2 (第2次印刷)
13	978-7-301-14465-7	建筑构造与识图	郑贵超 赵庆双	45.00	2009.2 (第3次印刷)
14	978-7-301-14466-4	工程造价控制	斯 庆	26.00	2009.2 (第3次印刷)
15	978-7-301-14464-0	建筑工程施工技术	钟汉华 李念国	35.00	2009.3 (第3次印刷)
16	978-7-301-14915-7	市政工程计量与计价	王云江	38.00	2009.3 (第2次印刷)
17	978-7-301-13584-6	建筑力学	石立安	35.00	2009.4 (第3次印刷)
18	978-7-301-15017-7	建设工程监理	斯 庆	26.00	2009.4 (第2次印刷)
19	978-7-301-15136-5	建筑装饰材料	高军林	25.00	2009.5
20	978-7-301-15215-7	PKPM 软件的应用	王 娜	27.00	2009.6
21	978-7-301-15359-8	建筑施工组织与管理	翟丽旻 姚玉娟	32.00	2009.6 (第3次印刷)
22	978-7-301-15376-5	建筑工程专业英语	吴承霞	20.00	2009.7 (第2次印刷)
23	978-7-301-15443-4	建筑工程制图与识图	白丽红	25.00	2009.7 (第3次印刷)
24	978-7-301-15404-5	建筑制图习题集	白丽红	25.00	2009.7 (第2次印刷)
25	978-7-301-15405-2	建筑制图	高丽荣	21.00	2009.7
26	978-7-301-15586-8	建筑制图习题集	高丽荣	21.00	2009.8
27	978-7-301-15406-9	建筑工程计量与计价	肖明和 简 红	39.00	2009.7 (第3次印刷)
28	978-7-301-15449-6	建筑工程经济	杨庆丰 侯聪霞	24.00	2009.7 (第4次印刷)

序号	书号	书名	编著者	定价	出版日期
29	978-7-301-15439-7	建筑装饰施工技术	王 军 马军辉	30.00	2009.7 (第 2 次印刷)
30	978-7-301-15504-2	设计构成	戴碧锋	30.00	2009.7
31	978-7-301-15542-4	建筑工程测量	张敬伟	30.00	2009.8 (第 3 次印刷)
32	978-7-301-15548-6	建筑工程测量实验与实习指导	张敬伟	20.00	2009.8 (第 3 次印刷)
33	978-7-301-15516-5	建筑工程计量与计价实训	肖明和 柴 琦	20.00	2009.8 (第 2 次印刷)
34	978-7-301-15549-3	工程项目招投标与合同管理	李洪军 源 军	30.00	2009.8 (第 2 次印刷)
35	978-7-301-15541-7	建筑素描表现与创意	于修国	25.00	2009.8
36	978-7-301-15518-9	建设工程监理概论	曾庆军 时 思	24.00	2009.8
37	978-7-301-15517-2	建筑工程造价管理	李茂英 杨映芬	24.00	2009.8
38	978-7-301-15658-2	建筑力学与结构	吴承霞	40.00	2009.8 (第 3 次印刷)
39	978-7-301-15652-0	安装工程计量与计价	冯 钢 景巧玲	38.00	2009.8 (第 2 次印刷)
40	978-7-301-15613-1	室内设计基础	李书青	32.00	2009.8
41	978-7-301-15614-8	施工企业会计	辛艳红 李爱华	26.00	2009.8 (第 2 次印刷)
42	978-7-301-15598-1	土木工程实用力学	马景善	30.00	2009.8
43	978-7-301-15606-3	中外建筑史	袁新华	30.00	2009.8 (第 3 次印刷)
44	978-7-301-15687-2	建筑装饰构造	赵志文 张吉祥	27.00	2009.9
45	978-7-301-15817-3	房地产估价	黄 晔 胡芳珍	26.00	2009.9 (第 2 次印刷)
46	978-7-301-16905-6	建筑工程质量事故分析	郑文新	25.00	2010.2
47	978-7-301-16716-8	建筑设备基础知识与识图	靳慧征	34.00	2010.2 (第 2 次印刷)
48	978-7-301-16727-4	建筑工程测量	赵景利	30.00	2010.2
49	978-7-301-16731-1	建设工程法规	高玉兰	30.00	2010.3 (第 2 次印刷)
50	978-7-301-16072-5	基础色彩	张 军	42.00	2010.3
51	978-7-301-16732-8	工程项目招投标与合同管理	杨庆丰	28.00	2010.3
52	978-7-301-16864-6	土木工程力学	吴明军	38.00	2010.4
53	978-7-301-17086-1	建筑结构	徐锡权	62.00	2010.6
54	978-7-301-16730-4	建设工程项目管理	王 辉	32.00	2010.7
55	978-7-301-16070-1	建筑工程质量与安全管理	周连起	35.00	2010.7
56	978-7-301-16071-8	建筑工程计量与计价——透过案例学造价	张 强	30.00(估)	2010.7
57	978-7-301-16130-2	地基与基础	孙平平	32.00(估)	2010.7
58	978-7-301-16073-2	Photoshop 效果图后期制作	脱忠伟 姚 炜	38.00(估)	2010.7
59	978-7-301-16726-7	建筑施工技术	叶 雯 周晓龙	44.00	2010.8
60	978-7-301-16728-1	建筑材料与检测	梅 杨	30.00(估)	2010.7
61	978-7-301-16729-8	建筑材料实验指导	王美芬	21.00(估)	2010.7
62	978-7-301-16688-8	市政桥梁工程	刘 江	42.00	2010.7
63	978-7-301-17331-2	建筑与装饰装修工程工程量清单	翟丽晏 杨庆丰	25.00	2010.7

电子书(PDF 版)、电子课件和相关教学资源下载地址: <http://www.pup6.com/ebook.htm>, 欢迎下载。

欢迎免费索取样书, 请填写并通过 E-mail 提交教师调查表, 下载地址: <http://www.pup6.com/down/教师信息调查表 excel 版.xls>, 欢迎订购。

欢迎投稿, 并通过 E-mail 提交个人信息卡, 下载地址: <http://www.pup6.com/down/zhuyizhexinxika.rar>。

联系方式: 010-62750667, laqingbeida@126.com, linzhangbo@126.com, 欢迎来电来信。

目 录

模块 1 土方工程	1	2.2.1 浅基础的类型	44
1.1 土方施工基础知识	2	2.2.2 浅基础施工	45
1.1.1 土方工程主要施工内容	2	2.3 桩基础施工	53
1.1.2 土的分类与鉴别	2	2.3.1 桩基础类型	53
1.1.3 土的工程性质	3	2.3.2 钢筋混凝土预制桩施工	55
1.1.4 土方施工常用施工机械	5	2.3.3 泥浆护壁钻孔灌注桩的 施工	63
1.2 场地平整土方施工	8	2.3.4 沉管灌注桩的施工	68
1.2.1 场地平整的施工工艺 流程	8	2.4 深基础施工	72
1.2.2 计算场地平整土方量	9	2.4.1 地下连续墙施工	72
1.2.3 编制土方调配方案	12	2.4.2 沉井施工	75
1.2.4 场地平整的施工机械和 施工方法	16	本章小结	82
1.3 基坑(槽)开挖	16	习题	82
1.3.1 施工准备	17	模块 3 钢筋混凝土工程	83
1.3.2 基坑降水方法	18	3.1 模板工程	84
1.3.3 基坑边坡及基坑支护	25	3.1.1 模板的分类和构造	85
1.3.4 基坑(槽)开挖机械的选择 及开挖顺序	29	3.1.2 模板设计	92
1.3.5 基坑开挖工艺流程和施工 要点	31	3.1.3 模板安装与拆除	94
1.3.6 土方开挖质量检验与安全 技术要求	33	3.1.4 模板工程质量控制	96
1.4 土方回填压实	33	3.2 钢筋工程	96
1.4.1 填土压实的方法	34	3.2.1 钢筋的种类和性能	97
1.4.2 填土施工准备	35	3.2.2 钢筋的检验和存放	99
1.4.3 土方回填的施工工艺	36	3.2.3 钢筋的配料和代换	99
1.4.4 施工要点	36	3.2.4 钢筋加工	104
1.4.5 土方回填质量检验与安全 技术要求	37	3.2.5 钢筋连接	105
本章小结	41	3.2.6 钢筋绑扎与安装	113
习题	42	3.3 混凝土工程施工	117
模块 2 基础工程	43	3.3.1 混凝土的制备	117
2.1 基础工程的基础知识	44	3.3.2 混凝土的运输	123
2.2 浅基础施工	44	3.3.3 混凝土的浇筑	126
		3.3.4 混凝土的养护	133
		3.3.5 混凝土冬期施工	135
		3.3.6 混凝土质量检验	138
		本章小结	145
		习题	145

模块4 砌筑工程..... 147

4.1 砌筑工程的基础知识	148
4.1.1 砌筑材料	148
4.1.2 砌筑工程工作流程	151
4.1.3 砌筑工程施工相关标准	152
4.2 砖砌体施工	153
4.2.1 砌筑的基础知识	153
4.2.2 砌体的组砌形式	155
4.2.3 砌体的砌筑方法	157
4.2.4 砌体的一般砌筑工艺	158
4.2.5 砌体的一般要求	161
4.2.6 基础实心砖砌体的施工	161
4.2.7 主体实心砖砌体的施工	162
4.2.8 砖砌体工程质量与安全要求	167
4.2.9 砌体工程冬季施工	169
4.3 混凝土空心砖砌块施工	172
4.3.1 材料准备	172
4.3.2 一般构造要求	172
4.3.3 施工工艺和施工要点	173
4.4 框架填充墙施工	175
4.4.1 框架填充墙材料	175
4.4.2 框架填充墙施工顺序和施工工艺	175
4.4.3 加气混凝土小型砌块填充墙施工	177
4.4.4 烧结多孔砖、空心砖砌体施工	178
4.4.5 材料准备	178
4.4.6 施工要点	178
4.5 脚手架工程	179
4.5.1 脚手架工程基础知识	179
4.5.2 外脚手架	180
4.5.3 里脚手架	189
4.6 砌筑工程垂直运输	191
4.6.1 塔式起重机	191
4.6.2 井架	191

4.6.3 龙门架	192
-----------------	-----

4.6.4 施工电梯	192
------------------	-----

本章小结	199
------------	-----

习题	199
----------	-----

模块5 预应力混凝土工程..... 201

5.1 预应力混凝土基础知识	202
5.1.1 预应力混凝土的概念	202
5.1.2 预应力钢筋	203
5.2 先张法	205
5.2.1 先张法施工基础知识	205
5.2.2 先张法施工的工艺流程	209
5.2.3 先张法施工的施工要点	210
5.3 后张法	213
5.3.1 后张法施工基础知识	213
5.3.2 后张法施工的工艺流程	222
5.3.3 后张法施工的施工要点	222
本章小结	229
习题	229

模块6 结构安装工程..... 230

6.1 起重机械与索具	231
6.1.1 桅杆式起重机	231
6.1.2 自行式起重机	232
6.1.3 塔式起重机	234
6.1.4 索具设备及锚碇	237
6.2 单层工业厂房结构安装	238
6.2.1 结构安装前的准备工作	238
6.2.2 构件的吊装工艺	240
6.2.3 结构安装方案	247
6.2.4 结构安装工程的质量要求及安全措施	255
6.3 钢结构安装	257
6.3.1 轻钢结构安装	257
6.3.2 网架结构安装	261
6.4 钢与混凝土组合结构施工	266

6.4.1 钢管混凝土结构施工	266	8.4 隔墙施工	335
6.4.2 劲性混凝土结构(SRC 结构) 施工	269	8.4.1 轻钢龙骨纸面石膏板隔墙 施工	336
本章小结	277	8.4.2 木龙骨轻质罩面板隔墙 施工	337
习题	277	8.4.3 钢网泡沫塑料夹心板墙 隔墙施工	338
模块 7 防水工程	278	8.4.4 玻璃隔墙施工	338
7.1 防水工程概论	279	8.4.5 隔墙施工的质量要求及 验收标准	339
7.2 屋面防水工程施工	280	8.5 饰面工程	339
7.2.1 细石混凝土刚性防水屋面 施工	281	8.5.1 饰面砖施工	340
7.2.2 卷材防水屋面施工	282	8.5.2 饰面板施工	342
7.2.3 涂膜防水屋面施工	285	8.6 门窗工程	350
7.3 地下防水工程施工	286	8.6.1 木门窗施工	350
7.3.1 结构自防水施工	287	8.6.2 铝合金门窗施工	351
7.3.2 外防水层防水施工	291	8.6.3 钢门窗施工	353
7.4 厕浴间防水	293	8.6.4 塑料门窗施工	355
7.4.1 厕浴间防水施工部位的 构造和施工要求	293	8.6.5 特种门窗施工	356
7.4.2 厕浴间的防水施工过程	294	8.6.6 自动闭门器安装	357
本章小结	297	8.7 幕墙工程	359
习题	297	8.7.1 玻璃幕墙施工	360
模块 8 装饰工程	298	8.7.2 金属幕墙施工	362
8.1 抹灰工程施工	301	8.7.3 石材幕墙施工	363
8.1.1 一般抹灰工程施工	301	8.8 涂饰工程	365
8.1.2 装饰抹灰工程施工	308	8.8.1 乳胶漆涂料施工	367
8.1.3 一般抹灰、装饰抹灰质 量的允许偏差	314	8.8.2 多彩喷涂施工	369
8.2 楼地面工程施工	315	8.8.3 浮雕喷涂与真石漆涂饰 施工	369
8.2.1 整体地面施工	315	8.8.4 涂饰工程质量要求、检验 方法及安全技术	371
8.2.2 块材地面施工	318	8.9 裱糊与软包工程	372
8.2.3 卷材地面施工	321	8.9.1 裱糊工程施工	372
8.2.4 木地面施工	323	8.9.2 软包工程	376
8.3 吊顶工程施工	326	8.9.3 质量标准及检验方法	380
8.3.1 木龙骨吊顶施工	326	本章小结	381
8.3.2 轻金属龙骨吊顶施工	328	习题	382
8.3.3 金属装饰板吊顶施工	330	参考文献	383
8.3.4 开敞式吊顶施工	333		
8.3.5 吊顶施工质量要求及 验收标准	335		

模块

土方工程

教学目标

通过学习土方工程施工,了解土方工程施工的主要内容;熟悉土的基本性质、土方工程施工准备与辅助工作内容;掌握土方量计算方法,降水和土壁支撑的方法;基坑、基槽开挖工艺流程和施工要点,掌握土方工程的质量要求、检查及评定方法。

教学要求

知识要点	能力要求	相关知识	权重
土方施工 基础知识	1. 能判别土的类别 2. 能合理选择土方施工机械	土方工程施工的主要内容、土的分类与判别、土的工程性质、土方施工常用施工机械	40%
基坑(槽) 土方开挖	1. 能做好土方开挖的准备工作 2. 会编制土方开挖施工方案 3. 能控制基坑(槽)土方开挖施工质量 4. 会土方开挖质量验收	基坑(槽)土方开挖方式、土方开挖施工机械、土方边坡和基坑支护方式、排水与降低地下水位、平整场地的工艺流程及土方量计算、定位放线、基坑(槽)开挖工艺流程、基坑(槽)开挖施工要点、土方开挖质量检验与安全技术要求	50%
土方回填 压实	1. 能做好土方回填准备工作 2. 会编制土方回填施工方案 3. 能控制土方回填施工质量 4. 会土方回填质量验收	填土压实的方法、填土施工准备、土方回填的工艺流程、施工要点、土方回填质量检验与安全技术要求	10%



引例

某建筑为科研所内部办公用房，地上 14 层，地下 2 层，总建筑面积 29995.66m²，东临南三街，北部为正在施工的某大厦 C 座，南面紧邻居民小区，西面为废弃厂房和居民区。建筑平面呈长方形，地下室外墙基本紧贴距地块四周红线，地下室埋深约为一 10.8m(设备、电梯井埋深约为一 11.8m)。根据岩土工程勘察报告，土层可分为两层：人工堆积层和第四季沉积层。工程在基坑开挖范围内，局部区域存在上层滞水、层间潜水及潜水在基础埋深以下。

思考：1. 该工程如何进行开挖？

2. 开挖机械如何选择？

3. 基坑土方量如何计算？

1.1 土方施工基础知识

1.1.1 土方工程主要施工内容

土方工程是建筑施工的一个主要分部工程，也是建筑工程施工的第一道工序。它包括土的开挖、运输和回填压实等主要施工过程，以及排水、降水和土壁支护等准备和辅助过程。

常见的土方工程有平整场地、挖基坑、挖基槽、挖土方和土方回填。



知识链接

1. 平整场地

平整场地是指厚度在 300mm 以内的挖填、找平工作。

2. 挖基坑

挖基坑指挖土底面积在 20m² 以内，且底长为底宽 3 倍者。

3. 挖基槽

挖基槽指挖土宽度在 3m 以内，挖土长度等于或大于宽度 3 倍以上者。

4. 挖土方

挖土方指挖土宽度在 3m 以上，挖土底面积在 20m² 以外，平整场地厚度在 300mm 以外者。

5. 土方回填

常见的有基础回填、室内回填和管道沟槽回填。

1.1.2 土的分类与鉴别

在土方工程施工中，按土的开挖难易程度分为八类，一至四类为土，五至八类为岩石。土的分类与现场鉴别方法见表 1-1。

表 1-1 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'_s	
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

(续)

土的分类	土的名称	可松性系数		现场鉴别方法
		K_s	K'_s	
二类土 (普通土)	亚黏土, 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、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	1.04~1.07	要用镐, 少许用锹、锄头挖掘, 部分用撬棍
四类土 (沙砾坚土)	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、撬棍, 然后用锹挖掘, 部分用楔子及大锤
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	1.30~1.45	1.10~1.20	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	1.30~1.45	1.10~1.20	用爆破方法开挖
八类土 (特坚硬石)	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	用爆破方法开挖



特别提示

在选择施工挖土机械和套建筑安装工程劳动定额时要依据土的工程类别。

1.1.3 土的工程性质

1. 土的含水量

土的含水量: 土中水的质量与固体颗粒质量之比的百分率, 即

$$W = \frac{m_{\text{湿}} - m_{\text{干}}}{m_{\text{干}}} \times 100\% = \frac{m_w}{m_s} \times 100\% \quad (1-1)$$

式中 $m_{\text{湿}}$ ——含水状态土的质量, kg;

$m_{\text{干}}$ ——烘干后土的质量, kg;

m_w ——土中水的质量, kg;

m_s ——固体颗粒的质量, kg。

土的含水量随气候条件、雨雪和地下水的影响而变化。



特别提示

对土方边坡的稳定性及填方密实程度有直接的影响。

2. 土的天然密度和干密度

土的天然密度：在天然状态下，单位体积土的质量。它与土的密实程度和含水量有关。土的天然密度按下式计算：土的天然密度用 ρ 来表示。

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

式中 ρ ——土的天然密度， kg/m^3 ；

m ——土的总质量， kg ；

V ——土的体积， m^3 。

干密度：土的固体颗粒质量与总体积的比值。用公式表示为

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

式中 ρ_d ——土的干密度， kg/m^3 ；

m_s ——固体颗粒质量， kg ；

V ——土的体积， m^3 。

在一定程度上，土的干密度反应了土的颗粒排列紧密程度。土的干密度越大，表示土越密实。



特别提示

土的密实程度主要通过检验填方土的干密度和含水量来控制。

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，仍不能恢复其原来的体积。土的可松性程度用可松性系数表示，即

$$K_s = \frac{V_{\text{松散}}}{V_{\text{原状}}} \quad (1-4)$$

$$K'_s = \frac{V_{\text{压实}}}{V_{\text{原状}}} \quad (1-5)$$

式中 K_s ——土的最初可松性系数；

K'_s ——土的最终可松性系数；

$V_{\text{原状}}$ ——土在天然状态下的体积， m^3 ；

$V_{\text{松散}}$ ——土挖出后在松散状态下的体积， m^3 ；

$V_{\text{压实}}$ ——土经回填压(夯)实后的体积， m^3 。

各类土的可松性系数见表 1-1。



特别提示

土的可松性对确定场地设计标高、土方量的平衡调配、计算运土机具的数量和弃土坑的容积，以及计算填方所需的挖方体积等均有很大影响。土的最初可松性系数 K_s 是计算车辆装运土方体积及挖土机械的主要参数；土的最终可松性系数是计算填方所需挖土工程量的主要参数。

应用案例 1-1

某建筑物外墙为条形毛石基础，基础平均截面面积为 3.0m^2 ，基坑深 2m ，底宽 2.5m 。地基为亚黏

土, 计算 100 延米长的基槽土方挖土方量、填土量和弃土量(不考虑放坡和支撑, $K_s=1.3$, $K'_s=1.05$)。

$$\text{挖土量} = 2\text{m} \times 2.5\text{m} \times 100\text{m} = 500\text{m}^3$$

$$\text{基础体积} = 3.0\text{m} \times 100\text{m} = 300\text{m}^3$$

$$\text{填方量} = \frac{(500\text{m}^3 - 300\text{m}^3)}{1.05} = 190\text{m}^3$$

$$\text{弃土量} = (500\text{m}^3 - 190\text{m}^3) \times 1.3 = 4.03\text{m}^3$$

4. 土的渗透性

土的渗透性指水在土体中渗流的性能。渗透性的大小用渗透系数 K 表示, 即

$$V = Ki \quad (1-6)$$

式中 V ——水在土中渗流速度, m/d ;

K ——土的渗透系数, m/d ;

i ——水力坡度。

渗透系数: 表示单位时间内水穿透土层的能力。可通过室内渗透试验或现场抽水试验确定。土的渗透系数见表 1-2。

表 1-2 土的渗透系数

单位: m/d

土的名称	渗透系数	土的名称	渗透系数
黏土	<0.005	中砂	$5.00 \sim 20.00$
亚黏土	$0.005 \sim 0.10$	均质中砂	$35 \sim 50$
轻亚黏土	$0.10 \sim 0.50$	粗砂	$20 \sim 50$
黄土	$0.25 \sim 0.50$	圆砾石	$50 \sim 100$
粉砂	$0.50 \sim 1.00$	卵石	$100 \sim 500$
细砂	$1.00 \sim 5.00$		

特别提示

土的渗透系数与土的颗粒级配、密实程度等有关, 直接影响降水方案的选择和涌水量的计算。

1.1.4 土方施工常用施工机械

由于土方工程量大、劳动繁重, 应尽可能采用机械化、半机械化施工, 以减轻繁重的体力劳动, 加快施工进度, 降低工程造价。

1. 推土机

推土机是土方工程施工的主要机械之一, 按行走的方式, 可分为履带式推土机和轮胎式推土机。履带式推土机附着力强, 爬坡性能好, 适应性强。轮胎式推土机行驶速度快, 灵活性好。

推土机适应于场地清理和平整, 开挖深度 1.5m 以内的基坑、填平沟坑, 也可配合铲运机和挖土机工作。推土机可推挖一至三类土, 经济运距 100m 以内, 效率最高为 $40 \sim 60\text{m}$ 。

为提高生产率, 常采用下坡推土、槽形推土和并列推土等施工方法, 在运距较远而土质又比较坚硬时, 对于切土深度不大的, 可采用多次铲土、分批集中、再一次推送的施工方法。

2. 铲运机

铲运机是一种能够独立完成铲土、运土、卸土、填筑、整平的土方机械。可在一至三类土中直接挖、运土，常用于坡度在 20° 以内的大面积土方挖、填、平整和压实，大型基坑、沟槽的开挖，路基和堤坝的填筑，不适于砾石层、冻土地带及沼泽地区使用。坚硬土开挖时要用推土机助铲或用松土机配合。

铲运机按行走机构可分为拖式铲运机(如图 1.1 所示)和自行式铲运机(如图 1.2 所示)两种。自行式铲运机适用于运距 $800 \sim 3500\text{m}$ 的大型土方工程施工，以运距在 $800 \sim 1500\text{m}$ 的范围内生产效率最高；拖式铲运机适用于运距为 $80 \sim 800\text{m}$ 的土方工程施工，而运距在 $200 \sim 350\text{m}$ 时，效率最高。

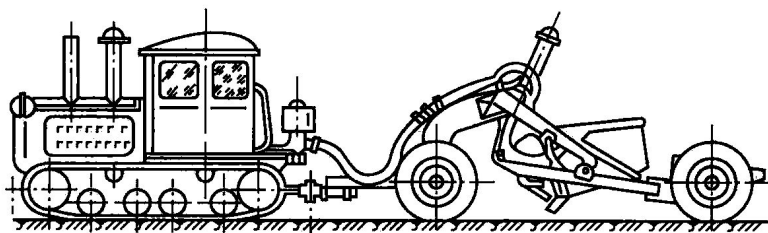


图 1.1 拖式铲运机外形示意图

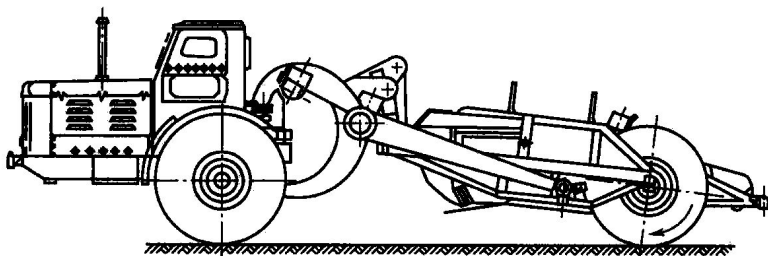


图 1.2 自行式铲运机外形示意图

铲运机的开行路线可采用环形路线和“8”字形路线，对于地形起伏不大，施工地段较短和填方不高的场地平整工程，宜采用环形路线；对于施工地段较长或地形起伏较大的场地平整工程，多采用“8”字形开行路线，如图 1.3 所示。

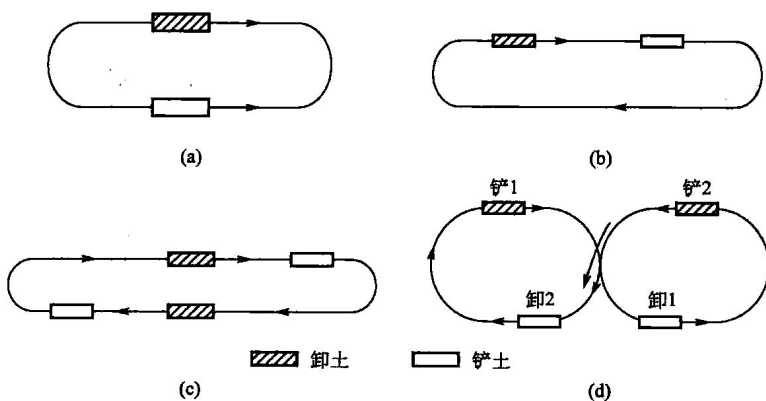


图 1.3 铲运机开行路线

(a) 环形路线；(b) 环形路线；(c) 大环形路线；(d) 8 字形路线