

GAOZHI GAOZHUAN
XILIE JIAOCAI GONGCHENG ZAOJIA ZHUANYE



高职高专工程造价专业系列教材

建筑施工工艺是为建筑工程提供工艺流程及标准的学科。它是建筑工程实施的引导者，是实际操作和质量控制的依据。只有遵循建筑施工工艺，才能建成高标准、高质量的建筑。

建筑施工工艺

庞金昌 主编

JIANZHU SHIGONG
GONGYI
GONGCAI

中国建材工业出版社

高职高专工程造价专业系列教材

建 筑 施 工 工 艺

庞金昌 主编

中国建材工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑施工工艺/庞金昌主编. —北京: 中国建材
工业出版社, 2010. 6
(高职高专工程造价专业系列教材)
ISBN 978-7-80227-774-8

I. ①建… II. ①庞… III. ①建筑工程—工程施工—
高等学校: 技术学校—教材 IV. ①TU7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 087603 号

内 容 介 绍

本书根据《高等职业教育工程造价专业教育标准和培养方案及主干课程教学大纲》的要求编写而成。本书共由 10 章组成, 内容涵盖了建筑工程施工工艺的各个分部分项工程。在编写方式上, 没有冗长的叙述语言, 抓住了施工工艺的关键要素, 从材料要求、主要机具、作业条件、操作工艺等几个方面直接切入主题, 脉络清晰, 通俗易懂。

本教材的主要内容包括: 土方工程、地基与基础工程、砌体工程、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、高层建筑施工简介、季节性施工。

本教材可作为高等职业教育工程造价与建筑管理类专业教材, 也可作为工程技术人员的参考资料。

建筑施工工艺
庞金昌 主编

出版发行: 中国建材工业出版社

地 址: 北京市西城区车公庄大街 6 号

邮 编: 100044

经 销: 全国各地新华书店

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 13

字 数: 330 千字

版 次: 2010 年 6 月第 1 版

印 次: 2010 年 6 月第 1 次

书 号: ISBN 978-7-80227-774-8

定 价: 24.00 元

本社网址: www.jccbs.com.cn

本书如出现印装质量问题, 由我社发行部负责调换。联系电话: (010)88386906

《高职高专工程造价专业系列教材》 编 委 会

丛书顾问：杨文峰

丛书编委：（按姓氏笔画排序）

刘 镇 张 彤 张 威

张万臣 邱晓慧 杨桂芳

吴志红 庞金昌 姚继权

洪敬宇 徐 琳 黄 梅

盖卫东 虞 骞

《建筑施工工艺》编委会

主 编：庞金昌

副主编：吴秀峰

参 编：刘义贤 马 军 刘文生 党 伟

前 言

建筑工程施工是涉及结构施工、装饰装修和设备安装等多种专业的综合性学科。随着我国经济建设的发展，人们对建筑工程的质量和施工环境也提出了更高的要求。为此，在建筑施工中必须采用合理的施工工艺标准，作为实际操作和质量控制的依据。

建筑施工工艺是工程造价、建筑管理专业的主要技术课程之一，其研究的主要内容包括建筑工程的施工工艺、质量验收标准和施工中的安全技术等。本书依据《高等职业教育工程造价专业教育标准和培养方案及主干课程教学大纲》的要求，详细地阐述了一般工业与民用建筑的施工程序，建筑施工各项分部工程的施工方法、施工工艺、施工特点，旨在培养学生独立分析和解决建筑工程施工中的基本问题的职业能力，以达到该专业的培养目标。

本书共分十章，内容主要包括：土方工程、地基与基础工程、砌体工程、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、高层建筑施工简介、季节性施工。

本书语言通俗易懂、实用性强，并且注重利用图片和表格辅助讲解知识和技能，既可作为企业施工工艺标准用语编制施工方案、进行技术交底，也可以用于施工准备、指导操作。

本书编写过程中参考借鉴了相关资料，并得到多方支持与帮助，在此表示衷心感谢。

由于建筑工程施工是一门实践性强、涉及面广、发展快的应用学科，加之编者的水平有限，书中难免存在不妥之处，恳请读者批评指正。

编 者
2010年4月

目 录

第1章 土方工程	1
1.1 概述	1
1.1.1 土方工程特点	1
1.1.2 土的工程分类	1
1.1.3 土的工程性质	2
1.2 土方工程量的计算和调配	4
1.2.1 场地平整的土方工程量计算	4
1.2.2 土方工程施工前的准备工作	4
1.2.3 土方的调配	4
1.3 定位放线与土壁支护	5
1.3.1 建筑物的定位放线	5
1.3.2 土壁支护	6
1.4 施工排水	11
1.4.1 流砂现象	11
1.4.2 明排水	11
1.4.3 井点降水	12
1.5 土方开挖	18
1.5.1 土方开挖原则	18
1.5.2 基坑(槽)土方量计算	18
1.5.3 土方机械化施工	19
1.5.4 施工机械的选择	23
1.6 土方填筑与压实	24
1.6.1 土料选择	24
1.6.2 填筑方法	24
1.6.3 压实方法	24
1.6.4 影响压实的因素	25
1.6.5 压实的质量检查	26
思考题	27
第2章 地基与基础工程	29
2.1 浅基础施工	29
2.1.1 刚性基础	29
2.1.2 柔性基础	30

2.2 地基处理与加固	33
2.2.1 地基局部处理	33
2.2.2 地基处理方法	34
2.3 桩基础施工	39
2.3.1 预制桩施工	39
2.3.2 灌注桩施工	42
思考题	46
第3章 砌体工程	47
3.1 垂直运输设备	47
3.1.1 井架	47
3.1.2 龙门架	47
3.1.3 施工电梯	48
3.2 脚手架	49
3.2.1 外脚手架	50
3.2.2 里脚手架	56
3.2.3 脚手架安全设施	57
3.3 砖砌筑施工	58
3.3.1 施工准备工作	58
3.3.2 砖砌体的组砌形式	59
3.3.3 砖砌体的砌筑方法	60
3.3.4 砖砌体的施工工艺	62
3.3.5 砖砌体的技术要求	63
3.4 中小型砌块施工	65
3.4.1 施工准备工作	65
3.4.2 中小型砌块施工工艺	66
思考题	67
第4章 钢筋混凝土工程	68
4.1 模板工程	68
4.1.1 模板的组成与基本要求	68
4.1.2 模板的构造与安装	68
4.1.3 模板的拆除	74
4.2 钢筋工程	75
4.2.1 钢筋的分类与验收存放	75
4.2.2 钢筋的加工	76
4.2.3 钢筋的配料与代换	79
4.2.4 钢筋的连接	82
4.2.5 钢筋的绑扎与安装	86

4.3 混凝土工程	87
4.3.1 施工准备工作	87
4.3.2 施工工艺	88
思考题	97
第5章 预应力混凝土工程	99
5.1 先张法	99
5.1.1 施工机械设备	99
5.1.2 施工工艺	100
5.2 后张法	102
5.2.1 施工机械设备	102
5.2.2 施工工艺	105
5.3 其他预应力施工方法	108
5.3.1 电热张拉法	108
5.3.2 无粘结预应力施工	109
思考题	110
第6章 结构吊装工程	111
6.1 起重机械	111
6.1.1 桅杆式起重机	111
6.1.2 自行式起重机	112
6.1.3 塔式起重机	113
6.2 单层工业厂房结构安装	116
6.2.1 吊装前准备工作	116
6.2.2 构件安装工艺	117
6.2.3 结构安装方案	123
6.3 多层工业厂房结构安装	127
6.3.1 吊装方案	127
6.3.2 结构构件吊装	129
思考题	130
第7章 防水工程	131
7.1 屋面防水工程	131
7.1.1 卷材防水屋面	131
7.1.2 涂料防水屋面	134
7.1.3 刚性防水屋面	135
7.2 地下防水工程	137
7.2.1 防水方案	137
7.2.2 地下防水混凝土结构施工	137
7.2.3 附加防水层施工	139

7.3 厨房、卫生间防水工程	141
7.3.1 聚氨酯涂膜防水施工	141
7.3.2 氯丁胶乳沥青防水涂料施工	142
思考题	143
第8章 装饰工程	144
8.1 抹灰工程	144
8.1.1 抹灰工程的组成及分类	144
8.1.2 一般抹灰施工	145
8.1.3 装饰抹灰施工	149
8.2 门窗工程	151
8.2.1 木门窗	151
8.2.2 铝合金门窗	152
8.2.3 塑料门窗	153
8.2.4 玻璃安装	154
8.3 饰面工程	155
8.3.1 饰面砖施工	155
8.3.2 饰面板施工	156
8.3.3 金属饰面施工	158
8.4 楼地面工程	160
8.4.1 整体式楼地面施工	160
8.4.2 块材楼地面施工	164
8.4.3 木楼地面施工	165
8.5 其他装饰工程	166
8.5.1 玻璃幕墙施工	166
8.5.2 涂料、刷浆及裱糊工程施工	168
8.5.3 顶棚与隔墙(断)工程施工	170
思考题	175
第9章 高层建筑施工简介	176
9.1 概述	176
9.1.1 高层建筑的概念	176
9.1.2 高层建筑的发展	176
9.2 高层建筑分类及施工特点	177
9.2.1 高层建筑分类	177
9.2.2 高层建筑施工特点	177
9.3 高层建筑垂直运输设备	178
9.3.1 塔式起重机	178
9.3.2 混凝土泵	179
9.3.3 施工电梯	179

9.4 高层建筑施工外用脚手架	180
9.4.1 扣件式钢管脚手架	180
9.4.2 碗扣式钢管脚手架	180
9.4.3 门式钢管脚手架	181
9.4.4 悬挑式脚手架	181
9.4.5 附着升降式脚手架	182
9.5 高层建筑基础施工	182
9.5.1 高层建筑基础工程的特点	182
9.5.2 大体积混凝土基础施工	183
9.6 高层建筑主体施工	185
9.6.1 高层框架结构施工	185
9.6.2 高层筒体结构施工	185
9.6.3 高层钢结构施工	186
思考题	187
第10章 季节性施工	188
10.1 冬期施工	188
10.1.1 冬期施工的准备工作	188
10.1.2 主要分部分项工程的冬期施工	188
10.2 雨期施工	195
10.2.1 雨期施工的准备工作	195
10.2.2 主要分部分项工程的雨期施工	196
思考题	197
参考文献	198

第1章 土方工程

重点提示

1. 掌握土方工程的相关内容、土方边坡与支撑的表示方法。
2. 理解土方工程量的计算、土方开挖的施工过程。
3. 掌握施工排水、土方填筑与压实的方法。
4. 了解定位放线、土方调配的方法。

1.1 概述

1.1.1 土方工程特点

土方工程是基础施工的重要施工过程，它的特点是工程量大，施工工期长，劳动强度大。一个大型建筑项目的场地平整，土方工程量可达数百万立方米以上，施工面积可达数十平方公里，大型基坑的开挖，有的深达20m。土方工程施工条件复杂，多为露天作业，受地区气候、水文、地质等条件的影响，劳动条件差。因此在组织土方工程施工前，必须做好施工组织设计，选择好施工方法和机械设备，制定出合理的调配方案，实行科学管理，以保证工程质量，并取得较好的经济效果。

1.1.2 土的工程分类

在土方工程施工中，根据土方施工时的开挖难易程度，将土分为松软土、普通土、坚土、砂砾坚土、软石、次坚石、坚石、特坚石八类。前四类属于一般土，后四类属于岩石，土的具体分类方法及其现场鉴别方法见表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	开挖方法	可松性系数	
			K_s	K'_s
一类土（松软土）	砂土、粉土、冲积砂土、种植土、泥炭（淤泥）	能用锹、锄头挖掘	1.08~1.80	1.01~1.04
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	用锹、锄头挖掘，少许用镐翻松	1.14~1.28	1.02~1.05
三类土（坚土）	软及中等密实黏土，重粉质黏土，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	主要用镐，少许用锹、锄头，部分用撬棍	1.24~1.30	1.04~1.07
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，软的泥灰岩及蛋白石	用镐、撬棍，然后用锹挖掘，部分用楔子及大锤	1.26~1.37	1.06~1.15

续表

土的分类	土的名称	开挖方法	可松性系数	
			K_s	K'_s
五类土(软石)	硬石炭及黏土, 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	用镐或撬棍、大锤, 部分使用爆破	1.30~1.45	1.10~1.20
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	用爆破方法, 部分用风镐	1.30~1.45	1.10~1.20
七类土(坚石)	大理岩, 辉绿岩, 粗、中粒花岗岩, 坚实的白云岩、砂岩、砾岩、片麻岩、石灰岩	用爆破方法	1.30~1.45	1.10~1.20
八类土(特坚石)	玄武岩, 花岗片麻岩, 坚实的细粒花岗岩、闪长岩、石英岩、辉绿岩	用爆破方法	1.45~1.50	1.20~1.30

注: K_s 为最初可松性系数, K'_s 为最后可松性系数。

1.1.3 土的工程性质

土的基本工程性质包括: 土的密度、天然含水量、可松性、透水性等。

1. 土的密度

土的密度通常可分为天然密度、干密度、饱和密度和浮密度。

(1) 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, 它影响土的承载力、土压力及边坡的稳定性, 通常用环刀法测定。天然密度可按下式计算:

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

式中 ρ ——土的天然密度, 单位为 kg/m^3 ;

m ——土的总质量, 单位为 kg ;

V ——土的天然体积, 单位为 m^3 。

一般黏性土的天然密度为 $1800 \sim 2000 \text{kg}/\text{m}^3$, 砂土的天然密度为 $1600 \sim 2000 \text{kg}/\text{m}^3$ 。

(2) 干密度。单位体积土中固体颗粒的质量称为土的干密度。土的干密度越大, 表示土越密实。工程上常把干密度作为检验填土压实质量的控制指标, 通常用环刀法和烘干法测定。土的干密度可按下式计算:

$$\rho_d = \frac{m_s}{V} \quad (1-2)$$

式中 ρ_d ——土的干密度, 单位为 kg/m^3 ;

m_s ——土中固体颗粒的质量, 单位为 kg ;

V ——土的天然体积, 单位为 m^3 。

2. 土的天然含水量

土的天然含水量是指在天然状态下, 土中所含水的质量与土的固体颗粒的质量之比, 通常用百分数表示, 计算公式如下:

$$W = \frac{G_1 - G_2}{G_2} \times 100\% \quad (1-3)$$

式中 W ——土的天然含水量；
 G_1 ——含水状态时土的质量，单位为 kg；
 G_2 ——土中固体颗粒的质量，单位为 kg。

土的干湿程度影响土方施工方法的选择、边坡的稳定和回填土的夯实质量，一般用土的含水量来表示。土的含水量越大，对施工就越不利，如果超过 30%，则机械化施工就困难；而回填土则需有最佳含水量，方能夯压密实，获得最大干密度。土的最佳含水量和最大干密度参考值见表 1-2。

表 1-2 土的最佳含水量和最大干密度

土的种类	最佳含水量 (质量比) (%)	最大干密度 (g/cm ³)	土的种类	最佳含水量 (质量比) (%)	最大干密度 (g/cm ³)
砂 土	8~12	1.80~1.88	黏 土	19~23	1.58~1.70
粉 土	16~22	1.61~1.80	粉质黏土	12~15	1.85~1.95

3. 土的可松性

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，也不能恢复其原来的体积，这种现象称为土的可松性。由于土方工程量是以自然状态的体积来计算的，所以在土方调配、计算土方机械生产率及运输工具数量等的时候，必须考虑土的可松性。土的可松性程度用可松性系数表示，即

$$K_s = \frac{V_2}{V_1} \tag{1-4}$$

$$K'_s = \frac{V_3}{V_1} \tag{1-5}$$

式中 K_s ——最初可松性系数；
 K'_s ——最后可松性系数；
 V_1 ——土在天然状态下的体积，单位为 m³；
 V_2 ——土经开挖后的松散体积，单位为 m³；
 V_3 ——土经回填压实后的体积，单位为 m³。

在土方工程中， K_s 是计算土方施工机械及运土车辆等的重要参数， K'_s 是计算场地平整标高及填方时所需挖土量等的重要参数。各类土的可松性系数可参照表 1-1。

4. 土的透水性

土的透水性是指土体被水透过的性质，是水流通通过土中空隙的难易程度，一般以渗透系数 K 表示。渗透系数 K 表示单位时间内水穿透土层的能力，单位为 m/d。 K 值的大小将直接影响降水方案的选择和涌水量计算的准确性，一般应通过室内渗透试验或现场抽水试验确定。一般土的渗透系数参考值见表 1-3。

表 1-3 土的渗透系数参考值

土的种类	K (m/d)	土的种类	K' (m/d)
黏 土	<0.005	中 砂	5~20
粉质黏土	0.005~0.10	均质中砂	35~50
粉 土	0.1~0.50	粗 砂	20~50
黄 土	0.25~0.50	圆砾石	50~100
细 砂	1.0~5.00	砾 石	100~500

1.2 土方工程量的计算和调配

1.2.1 场地平整的土方工程量计算

大型工程项目通常要进行场地平整，场地平整就是挖高填低将天然地面改造成施工所要求的设计平面。计算场地挖方量和填方量，首先要确定场地平整设计标高。场地平整设计标高的确定一般有以下两种情况：

(1) 整体规划设计时确定场地设计标高，需要综合考虑的因素包括：

- ①要与已有建筑标高相适应。
- ②尽量利用地形，减少挖方数量。
- ③能满足生产工艺和运输的要求。
- ④要有一定的泄水坡度，以满足排水需要等。
- ⑤要求场地内的挖方和填方基本平衡，以降低土方运输的费用。

(2) 总体规划没有确定场地设计标高时，以场地内挖填平衡、降低运输费用为原则，确定设计标高。由此计算场地平整的土方量的步骤如下：

①划分方格网。依据已有地形图（1/500）划分成边长相等的若干个方格网，方格网的规格一般采用 $20\text{m} \times 20\text{m} \sim 40\text{m} \times 40\text{m}$ 。

- ②确定各角点的自然地面标高。
- ③确定各角点的设计地面标高。
- ④确定各个角点的施工高度（挖或填），挖方为（-），填方为（+）。
- ⑤确定零线。
- ⑥计算方格挖、填方量。
- ⑦计算土方量汇总。

分别将挖方区（填方区）所有方格计算的土方量和边坡土方量汇总，即得该场地挖方和填方的总土方量。

1.2.2 土方工程施工前的准备工作

(1) 场地清理。包括清理地面及地下各种障碍。在施工前应拆除旧房和古墓，拆除或改建通信、电力设备、地下管线及地下建筑物，迁移树木，去除耕植土及河塘淤泥等工作。

(2) 排除地面水。场地内低洼地区的积水必须先排除干净，同时应注意雨水的排除，使场地保持干燥，以利于土方施工。地面水的排除一般采用排水沟、截水沟、挡水土坝等措施。

(3) 做好土方工程测量、放线工作。

(4) 修筑好临时道路及供水、供电等临时设施。

(5) 做好材料、机具及土方机械的进场工作，并保证机械的正常运转。

(6) 根据土方施工设计做好土方工程的辅助工作，如边坡稳定、基坑（槽）支护、降低地下水等。

1.2.3 土方的调配

1. 土方调配的原则

(1) 好土尽量用在回填质量要求较高的地区。

(2) 土方平衡调配应尽可能地与大型地下建筑物的施工相结合，将余土一次性地运送到

指定弃土场，做到文明施工。

(3) 合理布置挖、填方分区线，选择恰当的调配方向、运输线路，使土方运输无对流和乱流现象，便于机械化施工。

(4) 应力求达到挖方与填方基本平衡和就近调配，使挖（填）方量与运距的乘积之和尽可能最小，使总土方运输量或运输费用最小。

(5) 土方调配应考虑近期施工与后期利用相结合的原则，考虑分区与全场相结合的原则，还应尽可能与大型地下建筑物的施工相结合，以避免重复挖运和场地混乱。

2. 土方调配区的划分原则

在划分调配区的时候要注意以下几点：

(1) 调配区的划分应与工程建（构）筑物的平面位置相协调，并考虑它们的开工顺序和工程分期的开工顺序。

(2) 调配区的大小应满足土方施工主导施工机械的技术要求，尽可能地降低工程的施工成本。

(3) 调配区的范围应该和土方工程量计算时用的方格网相协调，可将若干个方格组成一个调配区。

(4) 当土方运距比较大或者场地范围内的土方挖填量不平衡时，应根据附近地形来考虑就近取（弃）土，此时每个取（弃）土区都可以作为一个独立的调配区。

3. 平均运距的确定

确定了调配区的大小和位置以后，便可计算各个挖填方调配区之间的平均运距。如果土方施工是用铲运机或推土机施工，则挖方和填方调配区土方重心之间的距离一般就是该挖方和填方调配区之间的平均运距。若挖方和填方调配区之间的距离较远，则可采用汽车、自行式铲运机或其他运土工具沿工地现有的道路或者规定路线运土，其运距应该按路线实际距离进行计算。

4. 土方施工单价的确定

采用汽车或其他专用运土工具运土时，调配区之间的运土单价可根据预算定额确定。采用多种机械施工时，除了要考虑单机核算问题外，还要考虑运、填配套机械的施工单价，确定一个综合单价，所以这时确定土方的施工单价就比较复杂。

5. 土方调配

土方调配时，由于有多个挖（填）方区，这样导致从不同的挖方区到填方区的运输路线就有很多种，因此方案便有很多种，且最优方案可以不只一个，为人们提供了更多的选择余地，这些方案调配区或调配土方量可以不同，但它们的目标函数都是相同的。当土方调配区数量较多时，为了找出最优方案，现已有较完善的电算程序，能准确、迅速地求得最优方案值，而且还能得到所有可能的最优方案。

1.3 定位放线与土壁支护

1.3.1 建筑物的定位放线

基坑（槽）的施工，应首先进行房屋定位和标高引测，然后根据基础的底面尺寸、埋置深度、土质好坏、地下水位的高低及季节性变化等不同情况，考虑施工需要，确定是否需要留工作面（施工人员操作、支模板等所需要的平面位置）、放坡、增加排水设施和设置支撑，从而定出挖土边线和进行放灰线工作。

1. 基槽放线

根据房屋主轴线控制点，将外墙轴线的交点用木桩测设在地面上，并在桩顶钉上钢钉作为标志。房屋外墙轴线测定以后，再根据建筑物平面图，测出内部开间所有轴线。最后根据边坡系数计算的开挖宽度，在中心轴线两侧的地面上用石灰撒出基槽开挖边线。为便于基础施工时复核轴线位置，还应同时在房屋四周设置龙门板。

2. 柱基放线

基坑开挖前，从设计图上查对基础的纵横轴线编号和基础施工详图，根据柱子的纵横轴线，用经纬仪在矩形控制网上测定基础中心线的端点，同时在每个柱基中心线上，测定基础定位桩，每个基础的中心线上设置 4 个定位木桩，其桩位离基础开挖线的距离为 0.5~1.0m。若基础之间的距离不大，可每隔 1~2 个或几个基础打一个定位桩，但两个定位桩的间距应 $\leq 20\text{m}$ ，以便拉线恢复中间柱基的中线。桩顶上钉一钉子，标明中心线的位置。然后按照施工图上柱基的尺寸和按边坡系数确定的挖土边线的尺寸，放出基坑上口挖土灰线，标出挖土范围。

大基坑开挖，根据房屋的控制点，用经纬仪放出基坑四周的挖土边线。

1.3.2 土壁支护

1. 土方边坡坡度

土方边坡坡度用其高度与其底宽度之比来表示，如公式 (1-6) 所示。

$$\text{土方边坡坡度} = \frac{H}{B} = \frac{1}{\frac{B}{H}} = \frac{1}{m} \quad (1-6)$$

式中 H ——土方边坡的高度；

B ——土方边坡的底宽度；

m ——坡度系数， $m = \frac{B}{H}$ 。

边坡坡度应根据土质、开挖方法、开挖深度、施工工期、地下水位、坡顶荷载及气候条件等因素确定。边坡可做成直线形、折线形或踏步形，如图 1-1 所示。

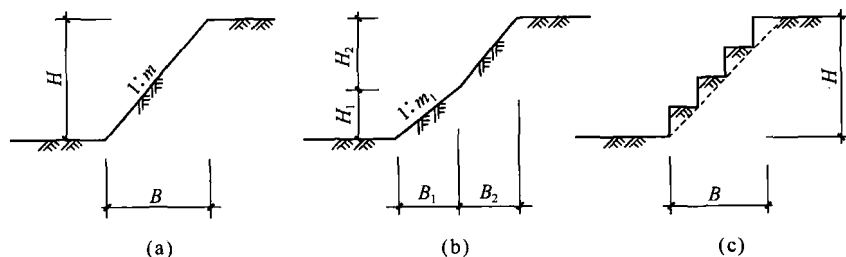


图 1-1 土方放坡

(a) 直线形；(b) 折线形；(c) 踏步形

使用时间较长的临时性挖方边坡的坡度，应根据边坡高度和工程地质，结合当地实践经验确定。施工时，土方边坡坡度的留设应考虑土质、开挖深度、开挖方法、施工工期、地下水位、坡顶荷载及气候条件等因素的影响。临时性挖方边坡坡度应符合表 1-4 所列的规定。

表 1-4 临时性挖方边坡坡度

土 的 类 别		边坡坡度 (高 : 宽)
砂土 (不包括细砂、粉砂)		1 : 1.25 ~ 1 : 1.50
一般性黏土	硬	1 : 0.75 ~ 1 : 1.00
	硬、塑	1 : 1.00 ~ 1 : 1.25
	软	1 : 1.50 或更缓
碎石类土	充填坚硬、硬塑黏性土	1 : 0.50 ~ 1 : 1.00
	充填砂土	1 : 1.00 ~ 1 : 1.50

注：1. 设计有要求时，应符合设计标准。

2. 如采用降水或其他加固措施，可不受此表限制，但应计算复核。

3. 开挖深度，对软土不应超过 4m，对硬土不应超过 8m。

永久性挖方边坡应按设计要求放坡，临时性挖方边坡值应符合表 1-5 所列规定。

表 1-5 深度在 5m 的基坑 (槽)、管沟边坡的最大允许坡度 (不加支撑)

土 的 类 别	边坡坡度 (高 : 宽)		
	坡顶无荷载	坡顶有静载	坡顶有动载
中密的砂土	1 : 1.00	1 : 1.25	1 : 1.50
中密的碎石类土 (充填物为砂土)	1 : 0.75	1 : 1.00	1 : 1.25
硬塑的粉土	1 : 0.67	1 : 0.75	1 : 1.00
中密的碎石类土 (充填物为黏性土)	1 : 0.50	1 : 0.67	1 : 0.75
硬塑的粉质黏土、黏土	1 : 0.33	1 : 0.50	1 : 0.67
老黄土	1 : 0.10	1 : 0.25	1 : 0.33
软土 (经井点降水后)	1 : 1.00	—	—

注：1. 静载指堆土或材料等，动载指机械挖土或汽车运输作业等。静载或动载距挖方边缘的距离应保证边坡和直立壁的的稳定，堆土或材料应距挖方边缘 0.8m 以外，高度不超过 1.5m。

2. 当有成熟施工经验时，可不受本表限制。

2. 边坡稳定

基坑开挖后，如果边坡土体中的剪应力大于土的抗剪强度，则边坡就会滑动失稳。边坡的滑动一般是指土方边坡在一定范围内整体沿某一滑动面向下和向外移动而丧失其稳定性，如图 1-2 所示。边坡失稳往往是在外界不利因素影响下触发和加剧的。这些外界不利因素往往会导致土体剪应力的增加或抗剪强度的降低。

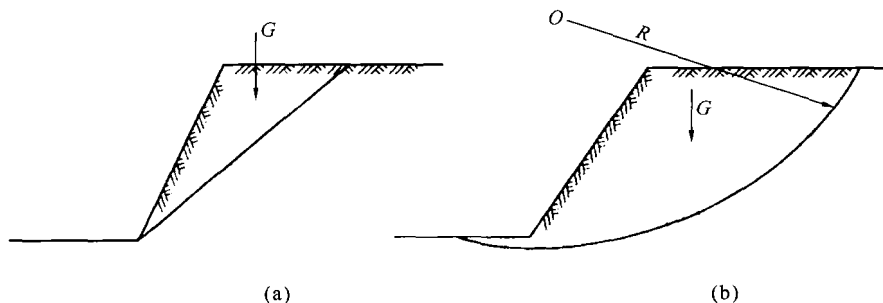


图 1-2 土坡的滑动

(a) 直线滑动面；(b) 圆弧滑动面