



普通高等教育“十五”国家级规划教材

(高职高专教育)

建筑施工工艺

杨树清 主编



高等教育出版社

普通高等教育“十五”国家级规划教材

(高职高专教育)

建筑施工工艺

杨树清 主 编

余 江 副主编

高等教育出版社

内容提要

本书是普通高等教育“十五”国家级规划教材(高职高专教育)。本书主要内容包括基础土石方工程,桩基础工程,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,钢结构工程,装饰工程,高层建筑工程等。

本书可作为高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院、继续教育学院和民办高校的工程造价管理专业、房地产经营与管理和社会管理等专业教材,也可供从事工程造价管理工作的人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

建筑施工工艺/杨树清主编. —北京:高等教育出版社, 2003. 7

普通高等教育“十五”国家级规划教材

ISBN 7-04-012528-5

I. 建... II. ①杨... III. 建筑工程-工程施工-高等教育-教材 IV. TU7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 025891 号

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-64054588
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010-82028899		http://www.hep.com.cn

经 销 新华书店北京发行所
印 刷 北京铭成印刷有限公司

开 本	787×1092 1/16	版 次	2003 年 7 月第 1 版
印 张	16	印 次	2003 年 7 月第 1 次印刷
字 数	380 000	定 价	20.30 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

出版说明

为加强高职高专教育的教材建设工作，2000年教育部高等教育司颁发了《关于加强高职高专教育教材建设的若干意见》(教高司[2000]19号)，提出了“力争经过5年的努力，编写、出版500本左右高职高专教育规划教材”的目标，并将高职高专教育规划教材的建设工作分为两步实施：先用2至3年时间，在继承原有教材建设成果的基础上，充分汲取近年来高职高专院校在探索培养高等技术应用性专门人才和教材建设方面取得的成功经验，解决好高职高专教育教材的有无问题；然后，再用2至3年的时间，在实施《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上，推出一批特色鲜明的高质量的高职高专教育教材。根据这一精神，有关院校和出版社从2000年秋季开始，积极组织编写和出版了一批“教育部高职高专规划教材”。这些高职高专规划教材是依据1999年教育部组织制定的《高职高专教育基础课程教学基本要求》(草案)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(草案)编写的，随着这些教材的陆续出版，基本上解决了高职高专教材的有无问题，完成了教育部高职高专规划教材建设工作的第一步。

2002年教育部确定了普通高等教育“十五”国家级教材规划选题，将高职高专教育规划教材纳入其中。“十五”国家级规划教材的建设将以“实施精品战略，抓好重点规划”为指导方针，重点抓好公共基础课、专业基础课和专业主干课教材的建设，特别要注意选择一部分原来基础较好的优秀教材进行修订使其逐步形成精品教材；同时还要扩大教材品种，实现教材系列配套，并处理好教材的统一性与多样化、基本教材与辅助教材、文字教材与软件教材的关系，在此基础上形成特色鲜明、一纲多本、优化配套的高职高专教育教材体系。

普通高等教育“十五”国家级规划教材(高职高专教育)适用于高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院、继续教育学院和民办高校使用。

教育部高等教育司

2002年11月30日

前 言

本书是普通高等教育“十五”国家级规划教材(高职高专教育),是根据教育部对普通高等院校教学改革的要求和以培养高质量的高等工程技术应用型人才为目标及系列教材编写总纲的要求,结合多年教学 and 实践经验,采纳了国内开设同类专业的兄弟院校的意见,在已编教材的基础上,进行了较大的修改和补充编撰而成的。本书可作为建筑类高等院校的工程造价管理、建筑经济管理等专业的教学用书,也可作为现场施工人员及管理人员学习参考。

本书主要介绍建筑工程施工中各主要工种工程的施工工艺、技术和方法。按照工程造价管理专业教改计划的要求——“必须、够用”的原则,所编内容以“理论知识够用为度,重在实践动手能力的培养”。本书既介绍传统施工工艺、技术和方法,同时也增加了当前正在推广应用的新工艺,新技术方面的内容。

全书由杨树清统稿并任主编,余江任副主编,其中第1、2、4、8章由杨树清编写;第3、5、6、7章由余江编写;第9章由唐晓雪编写;第10章由余忠编写。本书由重庆大学武育秦教授主审。

本书在编写中力求做到内容精炼、体系完整、逻辑性强,紧密结合工程实际,反映国内外先进的工艺技术水平。另外,在编写中参考了部分图书资料,在此向有关图书编著者表示感谢。同时感谢重庆大学职业技术学院、湖南建材高等专科学校等单位的大力支持。

由于水平有限,加之时间仓促,书中不足和错误之处在所难免,特别是对一些理论问题的探讨和有关内容的取舍,尚待进一步研究和探索。我们恳切希望广大读者批评指正。

编者

2003年2月

目 录

第 1 章 基础土石方工程	1	小结	147
1.1 土的工程分类及性质	1	复习思考题	147
1.2 土石方工程施工准备与辅助工作	4	第 7 章 防水工程	148
1.3 土石方量的计算	16	7.1 屋面防水工程	148
1.4 基坑(槽)土石方的开挖	19	7.2 地下防水工程	163
1.5 土方的回填与压实	23	小结	170
小结	25	复习思考题	170
复习思考题	26	第 8 章 钢结构工程	171
第 2 章 桩基础工程	28	8.1 概述	171
2.1 钢筋混凝土预制桩施工	28	8.2 钢结构构件的制作	173
2.2 混凝土及钢筋混凝土灌注桩施工	36	8.3 钢结构构件的焊接	180
小结	43	8.4 钢结构构件的安装	188
复习思考题	43	小结	194
第 3 章 砌体工程	44	复习思考题	194
3.1 砌体工程施工准备工作	44	第 9 章 装饰工程	195
3.2 砌筑施工	51	9.1 抹灰工程	196
小结	57	9.2 饰面工程	202
复习思考题	57	9.3 涂料工程	210
第 4 章 钢筋混凝土工程	58	9.4 裱糊工程	214
4.1 模板工程	58	9.5 吊顶工程	216
4.2 钢筋工程	66	9.6 隔墙与隔断工程	218
4.3 混凝土工程	81	9.7 门窗工程	220
小结	97	小结	222
复习思考题	98	复习思考题	222
第 5 章 预应力混凝土工程	100	第 10 章 高层建筑工程	223
5.1 先张法施工	101	10.1 高层建筑的结构体系及其施工	
5.2 后张法施工	109	方法	223
小结	119	10.2 高层建筑施工设备及应用	224
复习思考题	120	10.3 现浇钢筋混凝土结构高层建筑	
第 6 章 结构吊装工程	121	施工	229
6.1 起重机械	121	10.4 高层建筑基础工程施工	239
6.2 单层工业厂房结构吊装	131	小结	244
6.3 多层装配式框架结构吊装	144	复习思考题	244
		主要参考文献	246

第1章 基础土石方工程

能力要求 本章主要介绍土方的分类、土方施工中排降水方法和护壁方法、土方量的计算、土方施工的方法和机具等内容。通过本章学习,要求学生了解土方的分类、土方施工中排降水方法和护壁方法,能正确选择土方施工机具,掌握土方量的计算、土方施工的方法。应使学生具备从事土方分类计价、土方工程施工的技术和管理工作的能力以及解决土方工程施工中实际问题的能力。

建筑施工中的土石方工程,通常包括场地的清理平整;基坑、基槽、管沟以及人防工程和地下建筑物等的土方开挖、运输与堆弃;地坪、路基及基础土方的回填与压实等施工项目。

基础土石方工程是基础工程的重要组成部分,其特点是工程量大,劳动密集繁重,施工条件复杂,同时还直接受地区地形、气候及水文地质条件的影响。因而土石方工程的施工组织管理水平和质量直接影响到基础工程乃至主体结构工程施工质量和进度。所以,在组织土石方工程施工前,要做好充分的准备工作,以保证施工的连续进行。首先应详细分析和了解涉及基础工程的各项技术资料(如实测地形图、工程地质、水文地质勘察报告、原有地下管道及构筑物的分布图等资料),进行现场的实际调查,然后根据气象、工程性质、工期和质量要求,拟定出技术可行,经济合理的施工方案。施工方案要力求减轻劳动强度,提高机械化程度以及满足标高、断面和轴线准确的要求,边坡土体要具有足够的稳定性,要力求达到工程量少、工期短和费用省的目的。

1.1 土的工程分类及性质

1.1.1 土的工程分类

土的种类不同,其施工方法也就不同,相应的工作量和工程造价也会有所不同。土的种类繁多,其分类方法也较多,从建筑施工的角度出发,根据其开挖难易程度,可将土方分为松软土、普通土、坚土、砂砾坚土、软石、次坚石、坚石和特坚石等八类。前四类属一般土,后四类属岩石,各类土的名称及现场开挖鉴别方法见表1.1。

1.1.2 土的工程性质

土的工程性质对土方工程的施工有直接影响的有：

1. 土的天然密度和干密度

土在天然状态下单位体积的质量，称为土的天然密度，又称湿密度。一般黏性土的湿密度约为 $1\ 800 \sim 2\ 000\ \text{kg}/\text{m}^3$ ，砂土的湿密度为 $1\ 600 \sim 2\ 000\ \text{kg}/\text{m}^3$ 。土的天然密度(ρ)按下式计算：

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1.1)$$

式中 m ——土的总质量；

V ——土的天然体积。

土的干密度(ρ_d)是指单位体积中土的固体颗粒的质量，用下式计算：

$$\rho_d = \frac{m_s}{V} \quad (1.2)$$

式中 m_s ——土中固体颗粒的质量。

土的密度在一定程度上反映了土颗粒排列的紧密程度，密度越大开挖难度也越大。工程上常把干密度作为评定填土压实质量的控制指标。土的最大干密度值可参考表 1.2。

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
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	主要用镐，少许用锹、锄头挖掘，部分用捅棍
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、撬棍挖掘，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	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

续表

土的分类	土的名称	可松性系数		现场鉴别方法
		K_s	K'_s	
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

注: K_s ——最初可松性系数。 K'_s ——最后可松性系数。

表 1.2 土的最大干密度和最佳含水量参考值

土的种类	变 动 范 围	
	最佳含水量/(%) (质量比)	最大干密度/($g \cdot cm^{-3}$)
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
亚黏土	12 ~ 15	1.85 ~ 1.95
重亚黏土	16 ~ 20	1.67 ~ 1.79
粉质亚黏土	18 ~ 21	1.65 ~ 1.74
黏土	19 ~ 23	1.58 ~ 1.70

2. 土的含水量

土的含水量(w)是指土中所含水的质量与土的固体颗粒质量之比, 以百分数表示。

$$w = \frac{m_w}{m_s} \times 100\% \quad (1.3)$$

式中 m_w ——土中水的质量。

土的含水量反映土的干湿程度, 一般土的含水量在 5% 以下称为干土; 在 5% ~ 30% 之间称为潮湿土; 大于 30% 称为湿土。土的含水量对挖方的难易、施工时的放坡、回填土的夯实等均有直接影响, 所以, 土方开挖时, 应做好排降水; 回填土施工时, 应使用含水量变化处于最佳范围之内(表 1.2)的土, 以保证填土压实质量。

3. 土的可松性

自然状态下的土经过开挖后, 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, 这种性质称为土的可松性。

土的可松性对土方的平衡调配、确定基坑(槽)开挖时的留弃土量、运土机具数量以及计算填方所需挖方体积的计算均有直接影响。

土的可松性程度用可松性系数表示，即：

土的最初可松性系数

$$K_s = \frac{V_2}{V_1} \quad (1.4)$$

土的最后一可松性系数

$$K'_s = \frac{V_3}{V_1} \quad (1.5)$$

式中 V_1 ——土在天然状态下的体积；

V_2 ——土挖出后松散状态下的体积；

V_3 ——土经压(夯)实后的体积。

土的可松性与土质有关，根据土的工程分类，各类土的可松性系数可参考表 1.1。

4. 土的透水性

土的透水性是指土体被水透过的性质，又称土的渗透性。它主要取决于土体的孔隙特征和水力坡度，不同的土其透水性也是不同的，水在土中渗流的速度与水力坡度成正比。一般用渗透系数 K 来表示水在土中的渗透速度， K 值表示单位时间内水穿透土层的强弱，以 m/d (米/天) 表示。土的渗透系数可以通过室内渗透试验或现场抽水试验测定。表 1.3 的数值可供参考。土的渗透系数大小直接影响降排水的速度。

表 1.3 土的渗透系数参考表

土 的 名 称	$K/(m \cdot d^{-1})$	土 的 名 称	$K/(m \cdot d^{-1})$
黏土	< 0.005	中砂	5.00 ~ 20.00
亚黏土	0.005 ~ 0.10	均质中砂	35 ~ 50
轻亚黏土	0.10 ~ 0.50	粗砂	20 ~ 50
黄土	0.25 ~ 0.50	圆砾石	50 ~ 100
粉砂	0.50 ~ 1.00	卵石	100 ~ 500
细砂	1.00 ~ 5.00		

1.2 土石方工程施工准备与辅助工作

土石方工程施工前通常需完成下列准备工作：场地清理与平整；排除地面水与降低地下水等。有时还需完成以下辅助工作：土方边坡及边坡支护；定位与放线；土石方量的计算等。

1.2.1 场地清理与平整

场地清理是指土石方工程施工区域内的房屋、古墓应拆除，拆迁或改建通讯、电力设备、上下水道及其他建筑物，迁移树木和除去耕植土等工作。

1.2.2 排除地面水与降低地下水位

1. 排除地面水

为了保证场内干燥，以利于定位放线和土石方施工，应将场地内低洼处的积水排除，同时还应注意雨水的排除。临时性排水设施应尽量与永久性排水设施相结合，利用自然地形设置排水沟。

排水沟最好设在施工区域的边缘上下方或道路两旁，其横断面尺寸和纵向坡度应根据最大流量来确定。一般横断面不小于 $0.5\text{ m} \times 0.5\text{ m}$ ，纵向坡度不小于 0.2% 。

在山区进行基础土石方施工时，应在较高一面的山坡上开挖截水沟，且距边坡边缘不应小于 5 m 。在低洼地区进行基础土石方施工时，除应开挖排水沟外，必要时在场地需要的地段修筑挡水堤坝，以阻挡雨水流入。

2. 降低地下水位

当地下水位较高，在开挖基坑或其他土方工程至地下水位以下时，土的含水层将被切断，地下水的平衡会因遭到破坏而不断地渗入基坑内；雨期进行土方工程施工时，地面水也会流入基坑内。这样不仅使施工条件急剧恶化，而且地基土被水泡软容易发生塌方，同时也降低了地基的承载能力。为了保证工程的施工质量和安全，在雨期和地下水位较高的情况下进行基坑或其他土方工程施工时，首先应做好排降水工作，保证在干燥条件下进行地下工程施工。排降水的方法主要有：明排水法、井点降水法等。

(1) 明排水法

明排水法又称集水坑降水法(图 1.1)，系采用截、疏、抽的方法来进行排降水，即在基坑开挖至接近地下水位时，沿基坑底四周或中央开挖宽度不小于 300 mm ，具有一定坡度的排水沟(沟底纵向坡度一般不小于 0.5%)，沿排水沟每隔 30 m 左右设置一个集水坑(集水坑的直径或宽度一般为 $0.6 \sim 0.8\text{ m}$)，水通过排水沟疏入集水坑中，然后用水泵将水抽走，便可继续挖土。

排水沟和集水坑应设置在基础范围之外，地下水走向的上游。集水坑边线距坡底的水平距离应不小于 300 mm 。在挖土的过程中，排水沟始终应比挖土面低 $0.3 \sim 0.4\text{ m}$ ，集水坑底部应比排水沟底部低 0.7 m 左右。当基坑挖至设计标高后，集水坑底部应低于基坑底部 1.0 m 以上，并铺 0.3 m 厚的碎石滤水层，以防抽水时坑底土被搅动。

基坑排水常用的水泵有离心泵、潜水泵和软轴水泵等，应根据基坑涌水量和降水深度的要求选择合适的排水设备。

明排水法具有设备少、施工简单和排水方便等特点，它适宜于基坑开挖深度不大的粗粒土层及渗水量小的黏性土层的排水。

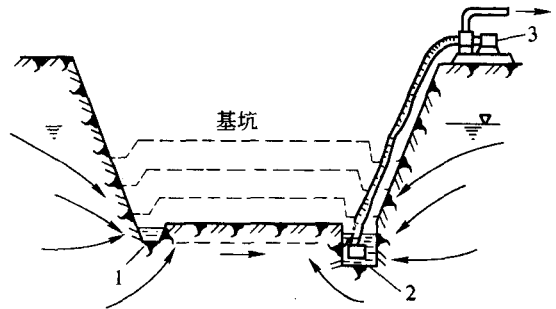


图 1.1 明排水法

1—排水沟；2—集水井；3—水泵

(2) 井点降水法

① 井点降水的作用：井点降水就是在基坑开挖前，在基坑周围埋设一定数量的滤水管（井），利用抽水设备从中抽水，使地下水位降至基坑底以下，直至施工完毕为止。其作用如图 1.2 所示。降低地下水位后，由于土体固结，可适当改陡边坡以减少挖土数量。井点降水法不仅是一种施工措施，也是一种加固地基的方法，但在降水过程中，基坑附近的地基土壤会有一些的沉降，可能使已有建筑物或构筑物产生附加沉降、位移，施工时应加以注意，必要时应采取有效的防护措施。

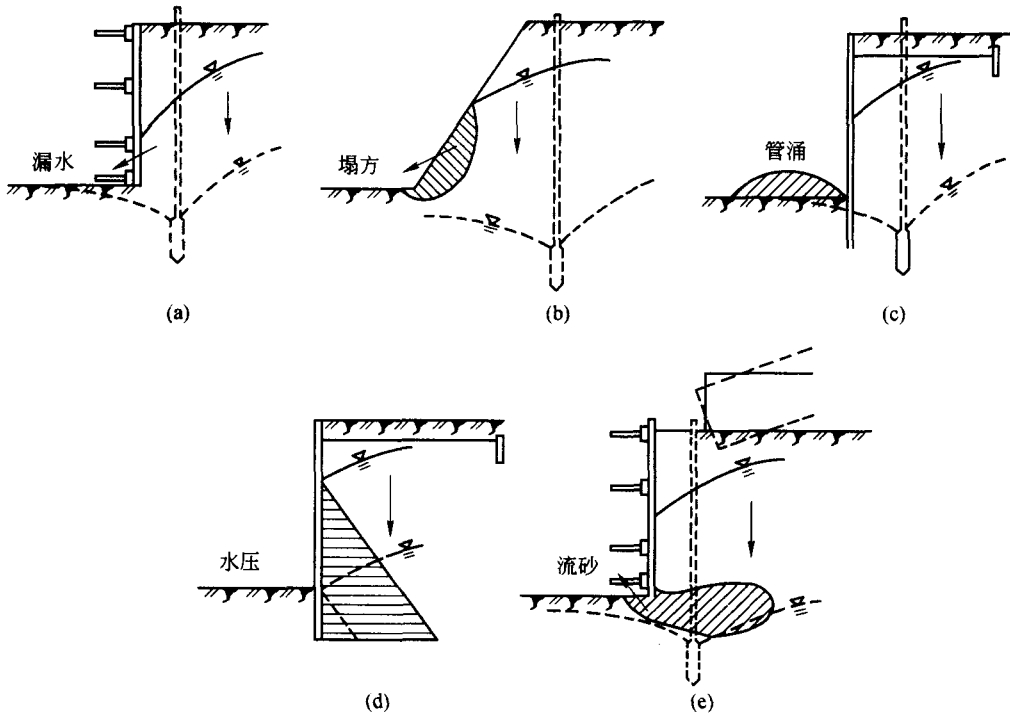


图 1.2 井点降水的作用

(a) 防止涌水；(b) 使边坡稳定；(c) 防止土的上冒；(d) 减小横向荷载；(e) 防止流砂

井点降水的主要目的是防治流砂现象。流砂现象的产生原因，是水在土中渗流所形成的动水压力对土体作用的结果，如果动水压力等于或大于土的 9.8 倍的浸水重度，则土料就失去自重，处于悬浮状态，土的抗剪强度等于零，土料就随着渗流的水一起流动，这种现象就叫“流砂现象”。饱和的均匀、松散的细颗粒土容易发生流砂现象。

采用井点降低地下水位的办法，使动水压力方向朝下，增大土颗粒间的压力，不论细砂、粉砂都不可能出现流砂现象。防治流砂现象的方法还有水下挖土法、打板桩法、地下连续墙法、冻结法等多种，可根据不同条件选用。

② 井点降低地下水位的办法：井点降低地下水位的办法有轻型井点、喷射井点、电渗井点、管井井点及深井井点等。各种办法的选用，一般是根据土的渗透系数、降低水位的深度、工程特点、设备条件，并通过经济比较来确定，具体可参照表 1.4。其中轻型井点应用较广泛，故重点介绍。

表 1.4 各类井点的适用范围

项次	井点类型	土层渗透系数 /(m·d ⁻¹)	降低水位深度 /m	项次	井点类型	土层渗透系数 /(m·d ⁻¹)	降低水位深度 /m
1	单层轻型井点	0.1~50	3~6	4	电渗井点	<0.1	根据选用的井点确定
2	多层轻型井点	0.1~50	6~12 (由井点层数而定)	5	管井井点	20~200	3~5
3	喷射井点	0.1~2	8~20	6	深井井点	10~250	>15

③ 轻型井点降水

轻型井点设备：轻型井点设备是由管路系统和抽水设备组成(图 1.3)。管路系统包括：滤管、井点管、弯联管及总管等。

井点管长 6 m，上端用弯联管与总管相连，下端用螺丝套头与滤管连接。井点管和滤管通常采用直径 38 mm 或 51 mm 的无缝钢管。

滤管(图 1.4)为进水设备，管壁上钻有直径为 13~19 mm 的呈星棋状排列的滤孔，外包两层孔径不同的铜丝布或纤维布滤网，滤网外再绕一层 8 号粗铁丝保护网，滤管的下端为一铸铁堵头。

集水总管为直径 100~127 mm 的无缝钢管，每节长 4 m，其节间用橡皮套管联结，并用钢箍拉紧，以防漏水。总管上每隔 0.8~1.6 m 装有与井点管联结的短接头。

干式真空泵是轻型井点的抽水设备，它由真空泵、离心泵和水气分离器组成。其工作原理如图 1.5 所示。

真空泵的负荷能力，与其型号、性能和地质情况有关。一般情况下，一台真空泵能负担 100~200 m 的集水总管。

轻型井点的布置：井点系统的布置，应根据基坑(或沟槽)的平面形状和

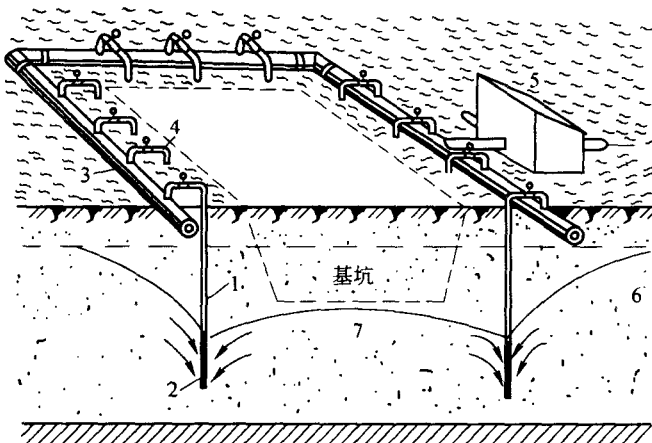


图 1.3 轻型井点法降水设备组成全貌图

1—井点管；2—滤管；3—总管；4—弯联管；
5—水泵房；6—原有地下水位线；7—降低后地下水位线
注：图中实线箭头表示水流。

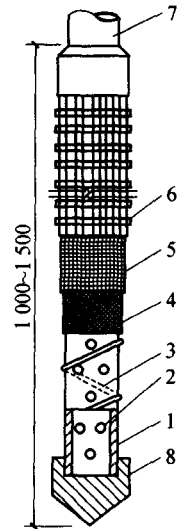


图 1.4 滤管构造

1—钢管；2—管壁上
的小孔；3—缠绕的
塑料管；4—细滤网；
5—粗滤网；6—粗铁
丝保护网；7—井点
管；8—铸铁头

尺寸、深度、土质、地下水位及流向、降水深度要求等因素综合确定。

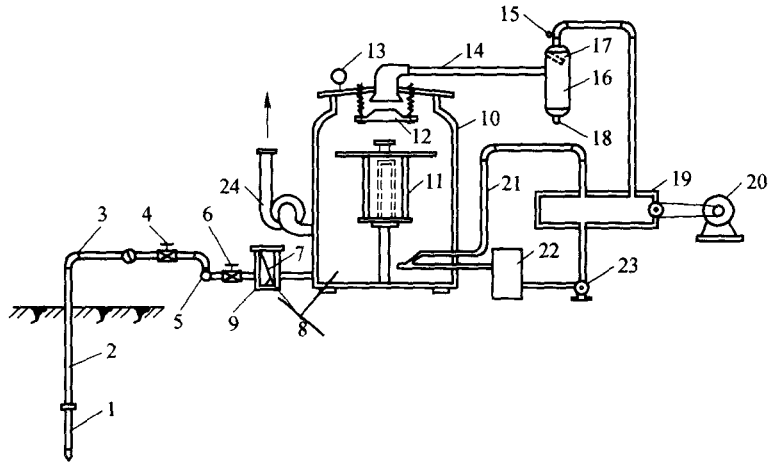


图 1.5 轻型井点设备工作原理

- 1—滤管；2—井点管；3—弯管；4—阀门；5—集水总管；6—闸门；7—滤管；8—过滤器；9—淘沙孔；
10—水气分离器；11—浮筒；12—阀门；13—真空计；14—进水管；15—真空计；
16—副水气分离器；17—挡水板；18—放水口；19—真空泵；20—电动机；
21—冷却水管；22—冷却水箱；23—循环水泵；24—离心水泵

轻型井点的平面布置：当沟槽的宽度小于 6 m，且降水深度不超过 5 m 时，可用单排线状井点，布置在地下水流的上游一侧(图 1.6)。如沟槽宽度大于 6 m，或土质不良，宜用双排线状井点(图 1.7)。面积较大的基坑宜用环状井点(图 1.8)。有时也可布置为 U 形，以利挖土机械和运输车辆出入基坑。

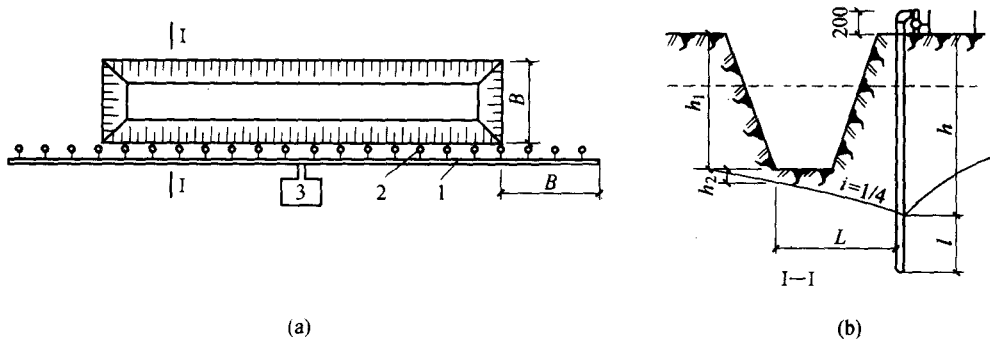


图 1.6 单排井点布置简图

(a) 平面布置；(b) 高程布置

1—总管；2—井点管；3—抽水设备

轻型井点系统的高程布置：轻型井点的降水深度，在考虑设备水头损失后，一般不超过 6 m。井点管的埋设深度 h (不包括滤管,如图 1.8 (b)所示) 按下式计算：

$$h \geq h_1 + h_2 + iL \quad (1.6)$$

式中 h_1 ——井点管埋设面至坑底的距离；

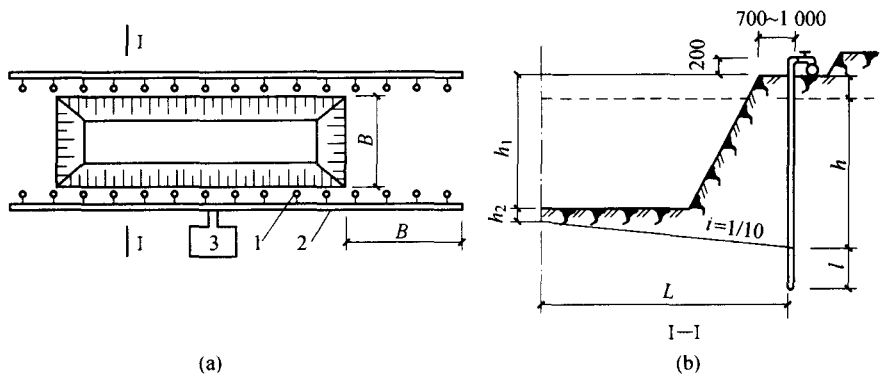


图 1.7 双排线状井点布置图
 (a) 平面布置; (b) 高程布置
 1—井点管; 2—总管; 3—抽水设备

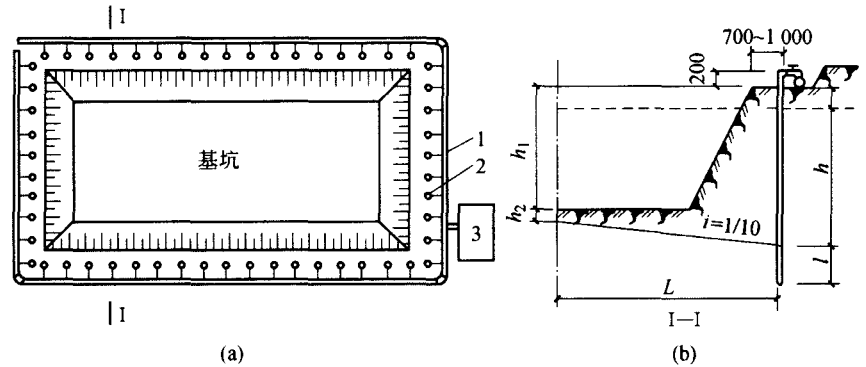


图 1.8 环形井点布置简图
 (a) 平面布置; (b) 高程布置
 1—总管; 2—井点管; 3—抽水设备

h_2 ——基坑中心处坑底面(单排井点布置时,为远离井点管一侧坑底边缘)至降低后地下水位的距离,一般为 $0.5 \sim 1.0 \text{ m}$;
 i ——地下水降落坡度,环状井点为 $1/10$,单排线状井点为 $1/4$;
 L ——井点管至基坑中心的水平距离(单排线状井点至沟底远离井点一侧边缘的水平距离。

此外,井点管埋设时,井点管端部要露出地面 0.2 m 左右。在任何情况下,滤水管必须埋在透水层内。

如果计算出的 h 值大于 6 m 时,则应降低井点管的埋设面(但以不低于地下水位为准),以适应降水深度的要求。当一级井点达不到降水深度要求时,可视土质情况采用其他方法(如先用明排法挖去一层土再布置井点系统)或采用二级井点(即先挖去第一级井点所疏干的土,然后再布置第二级井点)使降水深度增加(图 1.9)。

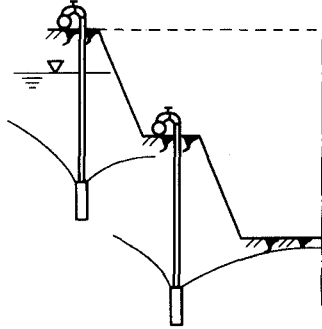


图 1.9 二级轻型井点示意图

井点管距离基坑一般为 0.7~1.0 m，以防漏气。井点管间距通常为 0.8~1.6 m，也可以由计算和经验确定。

轻型井点的安装使用：轻型井点的安装工艺流程是，排放总管→埋设井点管→用弯联管将井点管与总管接通→安装抽水设备。

总管的布置标高宜接近地下水位线，与水泵轴心标高平行或略高。总管应具有 0.25%~0.5% 坡度(坡向泵房)。

井点管的埋设是一项关键性工作，一般多采用水冲法埋设，分为冲孔与埋管两个过程(图 1.10)。

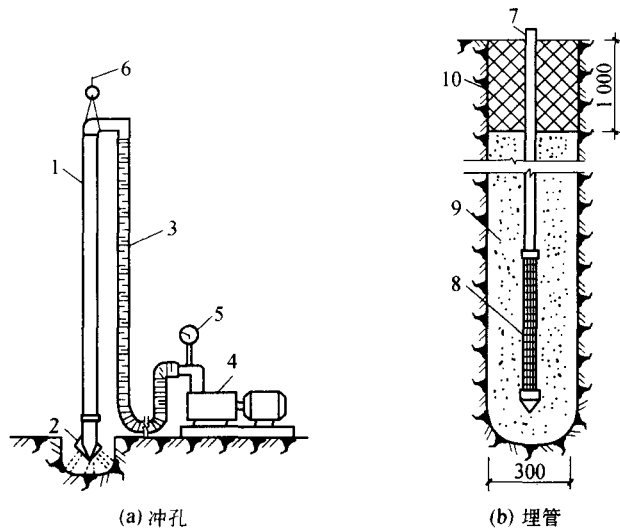


图 1.10 井点管的埋设

1—冲管；2—冲嘴；3—胶皮管；4—高压水泵；5—压力表；
6—起重吊钩；7—井点管；8—滤管；9—填砂；10—黏土封口

冲孔时，先将高压水泵用高压胶管与冲水管连接，冲水管用滑车悬挂在人字架或三脚架上，对准井点位置，然后开动高压水泵，高压水(6~8 MPa)经冲水管底部的 3 个喷水小孔，以急剧的射水速度冲刷土壤。冲刷时，冲水管应作左右转动，使冲孔孔径达到 300 mm。冲水管边冲边下沉，从而逐渐在土中形成孔洞，孔深应比滤管埋设标高深 0.5 m 左右，拔出冲水管，立即将井点管插入孔内，并及时在井点管与孔壁间填灌洁净的粗砂至地面下 0.5~1.0 m，再用黏土分层封口捣实与地面平，以防止漏气。

轻型井点系统全部安装完毕后，需进行试抽，以检查有无漏气、漏水现象。如有异常情况，应检修好后方可使用。

轻型井点使用时，应持续不断地抽水。若时抽时停，滤网易于阻塞；若中途停抽，地下水将回升，会引起边坡塌方、井点管漏气等事故。正常的出水规律是“先大后小，先浊后清”。井点降水结束后所留的井点管孔，必须用沙砾或黏土填实。

1.2.3 土方边坡及边坡支护

在建筑物基坑(槽)或管沟土方施工中,为了防止塌方,保证施工安全,当挖方深度超过一定限度时,应设置边坡,或临时支护以保证土壁的稳定性。

1. 土方边坡

土方边坡的坡度以其坡高 h 与坡宽 b 之比表示(图 1.11),即

$$\text{土方边坡坡度} = \frac{h}{b} = \frac{1}{b/h} = 1:m$$

式中, $m = b/h$, 称为坡度系数。

边坡可以做成直线边坡、折线边坡和台阶形边坡(图 1.11)。当挖方深度内土质均匀时,多采用直线边坡;若挖方深度内有不同土层时,为了减小开挖土方工程量,宜采用折线形边坡或台阶形边坡。

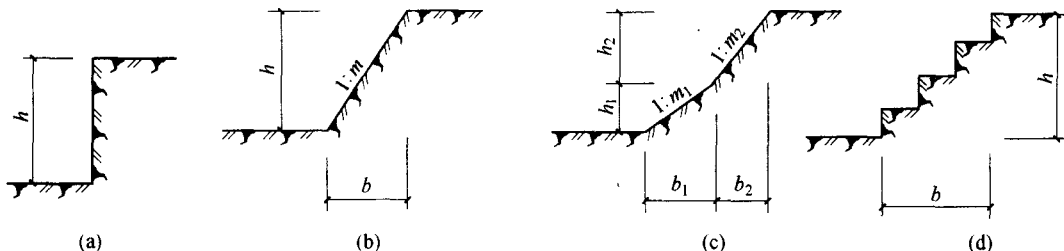


图 1.11 土方边坡

(a) 直壁; (b) 斜直线边坡; (c) 折线边坡; (d) 阶梯形

影响土方边坡大小的因素有土质、开挖深度、开挖方法、边坡留置时间长短、排降水情况、边坡上口附近的静动荷载大小和施工现场的情况等。在一般情况下,土体失去稳定,发生滑动,主要是因土体中剪应力增加或土体内抗剪强度降低所致。造成边坡土体中剪应力增加的主要原因有:边坡上口附近存在静、动荷载;土体遇水使自重增大;水浸入土体的裂缝中产生静水压力和水的渗流产生的动水压力等。另外,因风化、气候等影响使土质变得松软;土中夹层因浸水而产生润滑作用;饱和的细砂、粉砂因受振动而液化等都会使土体内抗剪强度降低。为此,在施工中必须综合考虑影响边坡稳定的各种因素,使边坡的坡度合乎规范要求或设置必要的支护,以防止土方边坡失稳坍塌。

根据《土方与爆破工程施工及验收规范》的规定,当地下水位低于基坑(槽)底,在土质均匀、湿度正常的土层中开挖基坑(槽)或管沟敞露时间不长时,可直立壁开挖不加支护,但挖方深度不宜超过下列规定:

密实、中密的砂土和碎石类土(充填物为砂土)	1.0 m
硬塑、可塑的轻亚黏土及亚黏土	1.25 m
硬塑、可塑的黏土和碎石类土(充填物为黏性土)	1.5 m
坚硬的黏土	2.0 m

当土的湿度、土质及其他地质条件较好,且地下水位低于基底,开挖深度在 5 m 之内的基