

PUTONG GAODENG JIAOYU TUJIANLEI
“SHIERWU” GUIHUAJIAOCAI

普通高等教育土建类“十二五”规划教材

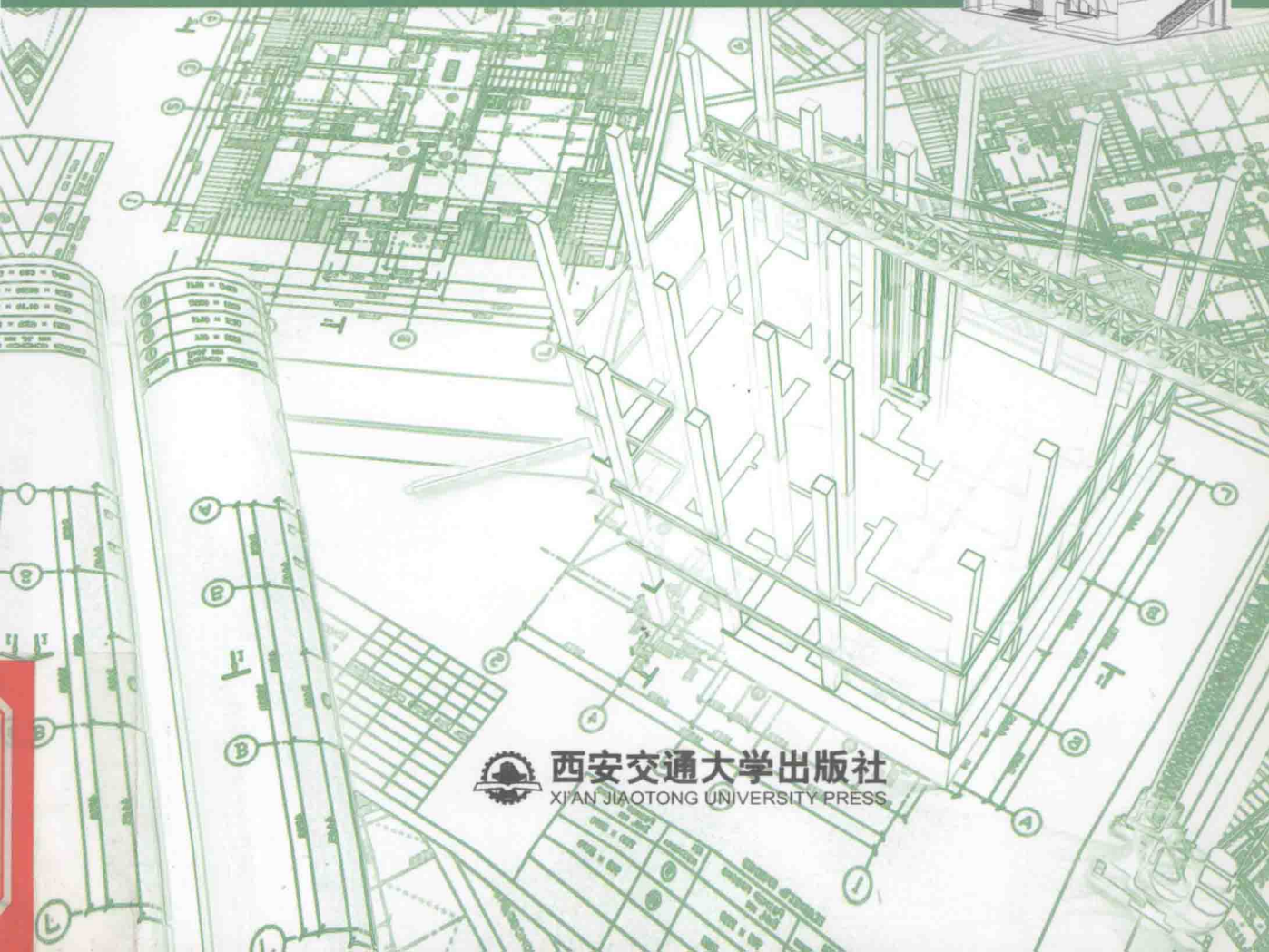
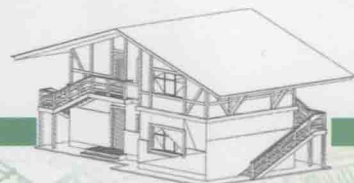
建筑施工技术

JIANZHU

SHIGONGJISHU

建筑是工人们用土、石、木、钢、玻璃、芦苇、塑料、冰块等一切可以利用的材料建造的构筑物。建筑的本身不是目的，建筑的目的是获得建筑所形成的“空间”。

王万德 刘 丽 李玉甫/主编

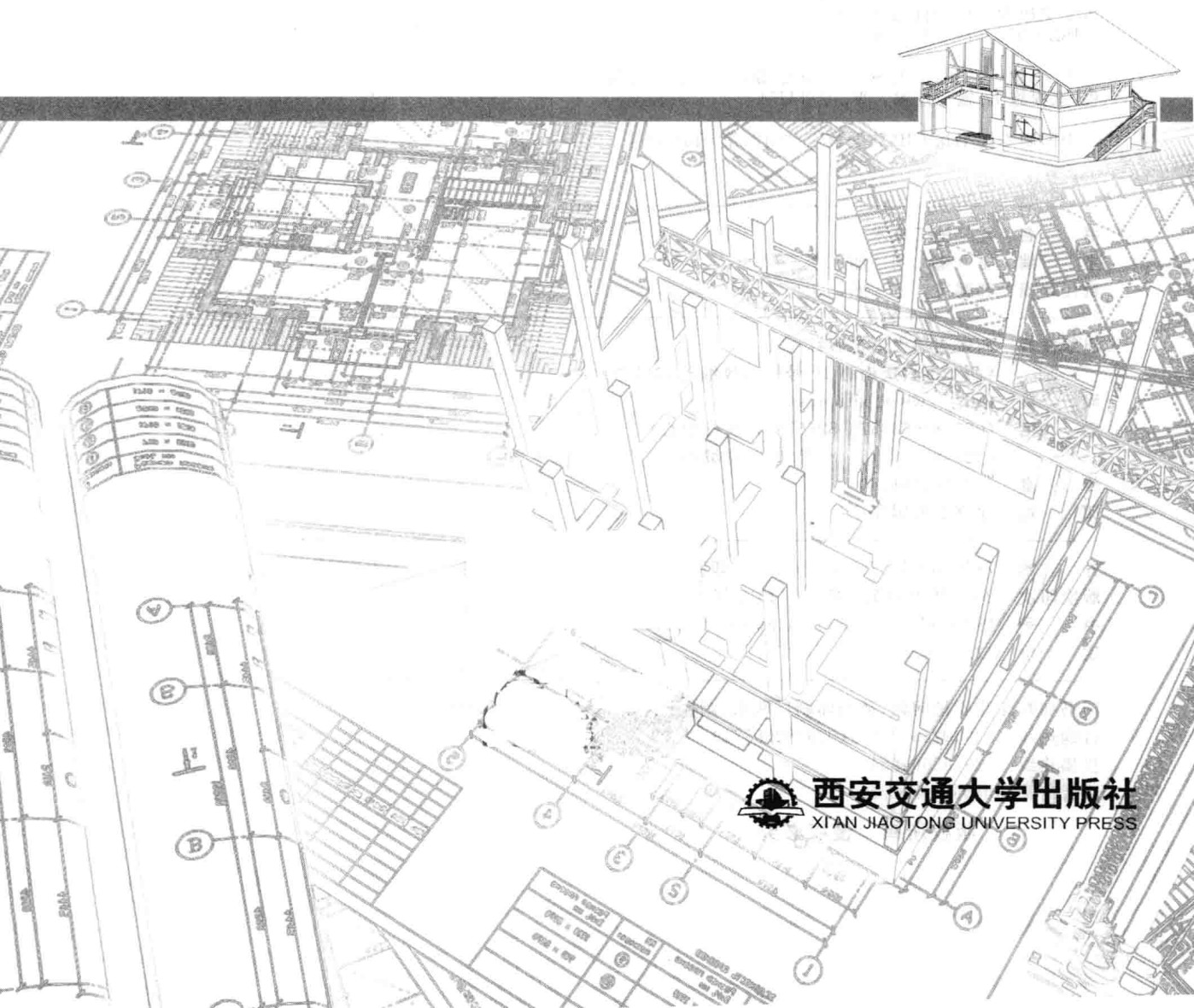


西安交通大学出版社

XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

建筑施工技术

主 编 王万德 刘 丽 李玉甫
编 者 王 亮 曹迎春 杨 勇 侯献语
张立柱 温俊生 傅鸣春
参 编 殷雨时 朱 永 石宇光
主 审 张 岩 张颂娟 李振国 王旭东



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

内容提要

本书包括土方工程施工、地基与基础工程施工、通用机械和设施、砌体工程施工、钢筋混凝土工程施工、预应力混凝土工程施工、钢结构工程施工、装饰工程施工、防水工程施工、冬期和雨期施工、加固与改造工程施工。全书注重培养应用型人才,以施工过程为主线,以施工工艺和技术要求为核心,融入施工质量管理、安全管理、施工组织管理等内容。

本书适用于高校土建类实践性要求较高的本科、专科学生的专业学习,也可作为应用型本科、高职高专教学用书,还可作为建筑施工技术岗位培训教学用书以及工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑施工技术/王万德,刘丽,李玉甫主编. —西安:
西安交通大学出版社,2012.2
ISBN 978-7-5605-4186-0

I. ①建… II. ①王… ②刘… ③李… III. ①建筑工程-工程施工-施工技术 IV. ①TU74

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 013670 号

书 名	建筑施工技术
主 编	王万德 刘 丽 李玉甫
责任编辑	郭鹏飞 王 欣

出版发行	西安交通大学出版社 (西安市兴庆南路 10 号 邮政编码 710049)
网 址	http://www.xjtpress.com
电 话	(029)82668357 82667874(发行中心) (029)82668315 82669096(总编办)
传 真	(029)82668280
印 刷	北京市施园印刷厂

开 本	787mm×1092mm 1/16	印张	23	字数	573 千字
版次印次	2012 年 2 月第 1 版	2012 年 2 月第 1 次印刷			
书 号	ISBN 978-7-5605-4186-0/TU·68				
定 价	42.00 元				

图书如有印装质量问题,请与印刷厂联系、调换 电话:(010)69572336
订购热线:(029)82665248 (029)82665249
投稿热线:(029)82664954
读者信箱:jdgy@yahoo.cn

版权所有 侵权必究

前 言

本书在编写中,根据现代建筑施工技术原理、施工过程及验收规范要求,介绍必要的技术要求和控制点、控制方法、质量与安全管理等内容。

包括土方工程施工、地基与基础工程施工、通用机械和设施、砌体工程施工、钢筋混凝土工程施工、预应力混凝土工程施工、钢结构工程施工、装饰工程施工、防水工程施工、冬期和雨期施工、加固与改造工程施工。

全书由辽宁省交通高等专科学校王万德、刘丽、黑龙江建筑职业技术学院李玉甫主编,由辽宁省交通高等专科学校张岩、张颂娟、李振国、王旭东老师主审。参加编写工作的有:王万德(第2章)、刘丽(第5、9章)、李玉甫(第4章)、王亮(第7章)、侯献语(第1章)、曹迎春(第11章)、温俊生(第10章)、杨勇(辽宁建筑职业技术学院)(第6章)、张立柱(辽宁建筑职业技术学院)(第3章)、傅鸣春(第8章),书中部分插图由殷雨时、朱永、石宇光老师完成。

在本书编写的过程中得到了中建一局、中铁九局等单位领导和同志们的大力支持和帮助,在此一并表示衷心的感谢!

由于篇幅较大,涉及内容较多,加之编者学识和经验所限,书中可能存在错误、疏漏或不妥之处,衷心希望读者对本书提出宝贵意见。

编者

2012年1月

目 录

第 1 章 土方工程施工	(1)	本章学习小结	(197)
1.1 土方工程施工准备工作	(1)	复习思考题	(197)
1.2 土方工程施工辅助工作	(4)	第 6 章 预应力混凝土工程施工	(199)
1.3 土方开挖施工	(26)	6.1 预应力混凝土及其分类	(199)
1.4 土方运输	(38)	6.2 预应力夹具和锚具	(203)
1.5 土方回填	(40)	6.3 先张法施工	(209)
本章学习小结	(44)	6.4 后张法施工	(214)
复习思考题	(45)	本章学习小结	(221)
第 2 章 地基与基础工程施工	(46)	复习思考题	(221)
2.1 地基处理	(46)	第 7 章 钢结构工程施工	(222)
2.2 浅基础施工	(66)	7.1 钢结构构件的加工制作	(222)
2.3 桩基工程施工	(73)	7.2 钢结构构件焊接	(228)
本章学习小结	(96)	7.3 紧固件连接工程	(232)
复习思考题	(96)	7.4 钢结构安装与验收	(234)
第 3 章 通用机械和设施	(97)	7.5 钢结构涂装工程	(247)
3.1 垂直运输机械和设备	(97)	本章学习小结	(252)
3.2 安全设施	(111)	复习思考题	(253)
3.3 临时设施	(115)	第 8 章 装饰工程施工	(254)
本章学习小结	(117)	8.1 抹灰工程、饰面安装工程	(254)
复习思考题	(118)	8.2 油漆及刷浆、裱糊工程	(268)
第 4 章 砌体工程施工	(119)	本章学习小结	(274)
4.1 砌体材料	(119)	复习思考题	(274)
4.2 砌体施工工艺	(122)	第 9 章 防水工程施工	(276)
4.3 脚手架	(131)	9.1 防水工程概述	(276)
本章学习小结	(143)	9.2 地下防水工程	(280)
复习思考题	(143)	9.3 屋面防水工程	(288)
第 5 章 钢筋混凝土工程施工	(145)	9.4 厕浴间防水	(294)
5.1 模板工程施工	(146)	9.5 工程案例	(305)
5.2 钢筋工程施工	(160)	本章学习小结	(307)
5.3 混凝土工程施工	(175)	复习思考题	(307)

第 10 章 冬期和雨期施工	(308)	第 11 章 加固与改造工程施工	(333)
10.1 概述	(308)	11.1 地基基础加固	(333)
10.2 土方工程的冬期施工	(311)	11.2 结构一般缺陷加固	(351)
10.3 砌筑工程的冬期施工	(318)	11.3 结构处理与改造	(354)
10.4 混凝土工程的冬期施工	(321)	本章学习小结	(360)
10.5 装饰工程的冬期施工	(328)	复习思考题	(360)
10.6 雨期施工	(330)	参考文献	(361)
本章学习小结	(332)		
复习思考题	(332)		

第1章 土方工程施工

知识目标

- 掌握一般建筑土方工程的常规施工工艺、施工方法及原理;
- 掌握土方工程施工中遇到的一些必要计算方法;
- 熟悉土方工程施工中容易出现的常见质量、安全问题及质量、安全验收规范;
- 熟悉土方施工顺序及土方所需配备的设施和设备。

技能目标

- 能根据施工图纸和施工实际条件,选择和制定常规土方工程合理的施工方案;
- 能辅助土方工程准备工作的策划,能进行井点降水设计,能编制排降水、基坑支护和土方挖、填、运等单项施工方案和技术交底;
- 能将土方施工准备工作的原理应用到工程技术管理中,能将土方机械施工方法应用到施工组织设计的场地道路布置中,具备轴线、标高引测方法调整,边坡坡度的确定和调整的能力。

土方工程是土木工程施工的开始,具有工程量大,面广;施工条件复杂,受水文、地质、气候影响大;不可预见因素多等特点。其施工方法的合理选择,对缩短工期、降低工程成本、保证工程质量和安全具有重要的意义。

土方工程主要工作包括挖土、运土、填土等,施工准备工作包括三通一平、排除地面水、搭设临时设施、建筑定位及放线等,施工辅助工作由排水、降水、边坡支护等组成。

1.1 土方工程施工准备工作

土方工程施工前通常需完成下列准备工作:制定施工方案、三通一平、临时设施搭设、排除地面水、土方工程的测量放线等。

1.1.1 制定施工方案

根据勘察文件、工程特点及现场条件等,确定场地平整、排水降水、基坑支护、土方开挖方法、土方运输及回填方案等,并绘制施工平面布置图,编制施工进度计划。

1.1.2 三通一平和临时设施搭设

所谓“三通一平”即是对施工现场内的水、电、道路进行畅通和必要临时设施的搭设,对场地进行平整。以保证后期各项施工工作的顺利展开。

场地平整是指厚度在 30 cm 以内的场内土方就地挖填找平工作,常用方法是用推土机推平。在场地平整时应注意,为避免场内积水影响施工,保证场内具有一定的排水能力,应有 1‰~2‰ 场地坡度,当场地内高低差较大,或场内障碍物较多,可采用挖掘机(或配合其他机具)进行处理。

场地清理包括清理地面及地下各种障碍。在施工前应拆除旧有房屋和古墓,拆迁或改建通讯、电力设备、上下水道以及地下建筑物,迁移树木,去除耕植土及河塘淤泥等。

1.1.3 排除地面水

场地内低洼地区的积水必须排除,同时应注意雨水的排除,使场地保持干燥、便于施工。

1. 场地的截水、挡水、排水措施

场地开挖常会遇地下水和地表滞水大量渗入或雨水积存,造成场地浸水,破坏边坡稳定,影响施工进行。因此,必须做好场地的排水、截水、挡水等工作。地面水的排除通常采用设置排水沟、截水沟或修筑土坝等设施来进行。应尽可能利用自然地形来设置排水沟,以便将水排至场外,或流入低洼处再用水泵抽走。截水的施工方法可以选择钢板桩、钢筋混凝土排桩、地下连续墙、旋喷桩、深层搅拌桩等,可根据施工地形、水文地质资料和施工方法等确定。

2. 排水沟的施工方法及要点

在修筑排水沟时,通常以人工挖土的方式进行,挖土中碰有石块等坚硬物体时严禁敲打。挖出的土应堆放在距排水沟缘 20 cm 外,然后集中清运。

排水沟一般分段开挖、分段砌筑,以防挖土堆放时间过长被地表水冲入管沟。排水沟设计时要考虑在现场道路两侧、地表流水的上游一侧。排水沟沟底坡度一般为 2‰~8‰,保持场地排水畅通。在山坡地区施工,应在较高一面的坡上,先做好永久性截水沟,或设置临时截水沟,阻止山坡上的水流入施工现场。在低洼地区施工时,除开挖排水沟外,必要时还需修筑土堤,以防止场外水流入施工现场。出水口应设置在远离建筑物或构筑物的低洼地点,并保证排水畅通。

在现场排水管网的低洼地段设置集水、排水设施,集中将水排走。永久性排水沟应用盖板封闭,防止废渣直接进入沟内。排水沟应定期清理浮渣与沉渣,并且将清理出的废渣按生活垃圾、工程垃圾、可回收利用垃圾分类堆放。严禁将废生活用油、废机油、废油漆等有毒有害的废物直接倒入排水沟中。现场材料设备、施工垃圾的堆放不得阻碍雨水排泄。

1.1.4 建筑定位

土方工程通常是建筑工程施工的第一步工作,此时建筑物的平面和高程位置尚未确定,需从城市测量系统中引测到施工区域中,将建筑物的平面和高程位置标识、固定下来,作为工程施工中建筑物位置尺寸的实地依据,这项工作称为建筑定位。

定位是由建设单位依据建设规划部门,建设项目规划审批的建筑物位置,从建设规划部门获得待建建筑附近至少两个城市(或区域)的导线点位置(X 、 Y 、 H)的参数,并在实地向引测单位(施工单位或委托专业测量单位)进行交接,由引测单位将定位点引入工地做好标识。其标识一般采用断面为 50 mm×50 mm、长 700 mm 的方木桩打入土中约 400 mm(用混凝土固定),在桩顶钉上 15~25 mm 铁钉(外露 2~3 mm),并在桩身或固定用的混凝土面用红漆标记

编号,此铁钉作为平面定位点;高程标记点应在施工场地不受施工影响的位置设置不少于3个,一般要求至少一点按照国家临时水准点要求埋设保护,另两点通常可就近设在周边稳定的建构筑物墙上(如相邻的旧房角、电杆、临时房等),将本工程的 ± 0.000 的位置,用红三角的底边来标识,注明编号、绝对及相对高程值。

定位工作完成,由建设方、测设人、施工方等在现场进行实地交验,交验完成由交接双方在定位记录和测绘成果上进行签章确认形成记录。

1.1.5 抄平和放线

根据定位点,将建筑物的标高、轴线引测到某一作业面,并采用一定的方式将其标记下来,这种形式称为抄平、放线。放灰线时,可用装有石灰粉末的长柄勺靠着木质板侧面,边撒、边走,在地上撒出灰线,标出基础挖土的界线。

基槽放线:根据房屋主轴线控制点,首先将外墙轴线的交点用木桩测设在地面上,并在桩顶钉上铁钉作为标志。房屋外墙轴线测定以后,再根据建筑物平面图,将内部开间所有轴线都一一测出。最后根据中心轴线用石灰在地面上撒出基槽开挖边线。同时在房屋四周设置龙门板(见图1-1)或者在轴线延长线上设置轴线控制桩(又称引桩)如图1-2所示,以便于基础施工时复核轴线位置。附近若有已建的建筑物,也可用经纬仪将轴线投测在建筑物的墙上。恢复轴线时,只要将经纬仪安置在某轴线一端的控制桩上,瞄准另一端的控制桩,该轴线即可恢复。

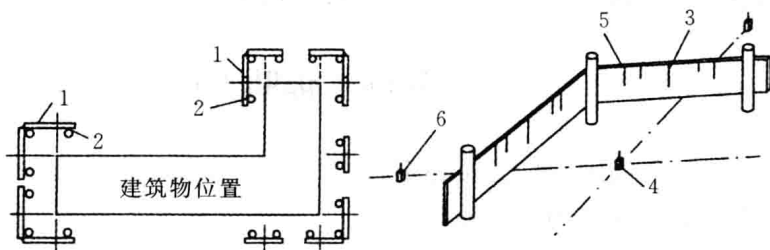


图 1-1 龙门板的设置

1—龙门板;2—龙门桩;3—轴线钉;4—角桩;5—灰线钉;6—轴线控制桩(引桩)

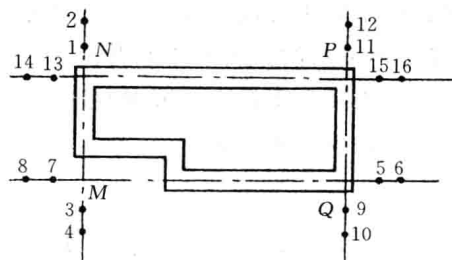


图 1-2 轴线控制桩(引桩)

为了控制基槽开挖深度,当快挖到槽底设计标高时,可用水准仪根据地面 ± 0.000 水准点,在基槽壁上每隔2~4 m及拐角处打一水平桩,如图1-3所示。测设时应使桩的上表面离槽底设计标高为整分米数,作为清理槽底和打基础垫层控制高程的依据。

柱基放线:在基坑开挖前,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四个定位木桩,其桩位离基础开挖线的距离为0.5~1.0 m。若基础之间的距离不大,可每隔1~2个或几个基础打一定位桩,但两定位桩的间距以不超过20 m为宜,以便拉线恢复中间柱基的中线。桩顶上钉了钉子,标明中心线的位置。然后按施工图上柱基的尺寸和已经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。当基坑挖到一定深度时,应在坑壁四周离坑底设计高程0.3~0.5 m处测设几个水平桩,如图1-4所示,作为基坑修坡和检查坑深的依据。

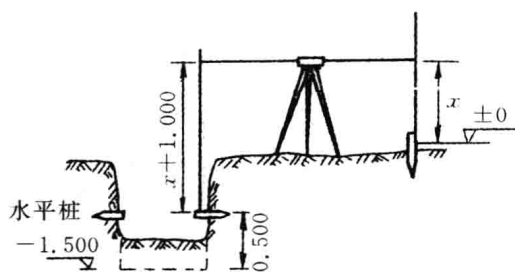


图 1-3 基槽底抄平水准测量示意图



图 1-4 基坑定位高程测设示意图

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。

1.2 土方工程施工辅助工作

土方工程施工辅助工作包括降水、边坡稳定、基坑支护等,是配合土方施工而进行的工作,是确保土方开挖安全、顺利进行的保证措施。

1.2.1 降水施工

在开挖基坑或沟槽时,土的含水层常被切断,地下水将会不断地渗入坑内。雨季施工时,地面水也会流入坑内。为了保证施工的正常进行,防止边坡塌方、基坑流砂、管涌、地基承载力下降等,必须做好降水工作。降低地下水的方法有集水井降水法和井点降水法两种。集水井降水法一般宜用于降水深度较小且土层为粗粒土层或黏性土时;井点降水法一般宜用于降水深度较大,或土层为细砂和粉砂,或是软土地区时。

1.2.1.1 集水井法

集水井降水是在坑底周围或中央开挖有坡度的排水沟,每隔一定距离设一个集水井,地下水通过排水沟流入集水井,用水泵抽走,如图1-5所示。抽出的水应引开,以防倒流。该方法设备简单,施工方便。

1. 集水井的设置

为了防止基底土的颗粒随水流失而使土结构受到破坏,集水井应设置于基础范围之外,地下水走向的上游。根据地下水量大小、基坑平面形状及水泵抽水能力,确定集水井间距,一般

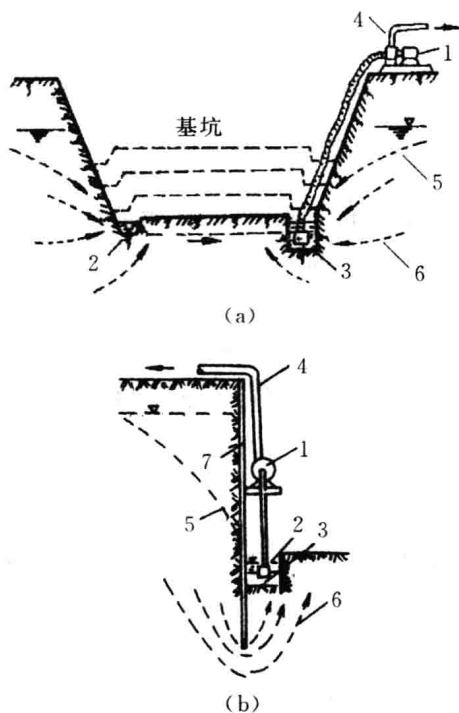


图 1-5 集水井降低地下水位

(a) 斜坡边沟; (b) 直坡边沟

1—水泵; 2—排水沟; 3—集水井; 4—压力水管; 5—降落曲线; 6—水流曲线; 7—板桩

每隔 20~40 m 设置一个。集水井的直径或宽度一般为 0.6~0.8 m, 其深度应随挖土的加深而加深, 井底低于挖土工作面 0.7~1.0 m。当基坑挖至设计标高后, 井底应低于坑底 1~2 m, 并铺设碎石滤水层, 防止由于抽水时间较长而将泥砂抽出及井底土被搅动。井壁可用竹、木等材料进行简易加固。在建筑工地上, 基坑排水用的水泵主要有离心泵、潜水泵等。

集水井降水法简单、经济、对周围影响小, 因而可用于降水深度较小且上层为粗粒土层或渗水量小的黏土层降水; 基坑开挖深度较深, 但采用刚性土壁支护结构挡土并形成止水帷幕时的基坑内可用此方法降水。采用井点降水法降水但仍有局部区域降水深度不足时, 可用其作辅助措施。

2. 流砂的产生及防治

当基坑挖土到达地下水位以下, 而土质是细砂或粉砂时, 采用集水井降水时, 在一定的动水压力作用下, 有时坑底下部的土会形成流动状态, 随地下水一起流动涌入基坑, 这种现象称为流砂。发生流砂时, 土完全丧失承载力, 工人难以立足, 坑底凸起, 施工条件恶化, 边挖砂边冒出, 很难挖到设计深度。流砂严重时, 会引起边坡塌方, 如果附近有建筑物, 会使建筑物下沉, 倾斜, 甚至倒塌。总之, 流砂现象对土方施工和附近建筑物有很大危害。

(1) 流砂产生的原因

水在土中渗流时受到土颗粒的阻力, 从作用与反作用原理可知, 水对土颗粒也作用一个压力, 即为动水压力。当基坑底挖至地下水位以下时, 坑底的土就受到动水压力作用。如果动水

压力等于或大于土的浸水重度时,土粒失去自重处于悬浮状态,能随着渗流的水一起流动,带入基坑发生流砂现象。

当地下水位愈高,坑内外水位差愈大时,动水压力也就愈大,越容易发生流砂现象。实践经验是在可能发生流砂的土质处,基坑挖深超过地下水位线 0.5 m 左右,就要注意流砂的发生。

此外,当基坑底位于不透水层内,而其下面为承压水的透水层,基坑不透水层的覆土的重量小于承压水的压力时,基坑底部就有可能发生管涌现象。

(2) 易发生流砂的土

在一定动水压力作用下,可能发生流砂现象的土包括以下几种。

- ①土的颗粒组成中,粘粒含量小于 10%,粉粒含量大于 75%;
- ②颗粒级配中,土的不均匀系数小于 5;
- ③土的天然孔隙比大于 0.75;
- ④土的天然含水量大于 30%。

因此,流砂现象经常发生在颗粒细、均匀、松散、饱和的非黏性土中。

(3) 流砂的防治

防治流砂的方法主要是从消除、减小或平衡动水压力入手,其具体做法如下。

①枯水期施工:因地下水位低,坑内外水位差较小,所以动水压力减小;

②打钢板桩法:将板桩沿基坑周围打入坑底面一定深度,增加地下水流入坑内的渗流路线,从而减小水力坡度、降低动水压力,防止流砂发生;

③水下挖土法:就是不排水施工,使坑内水压力与地下水压力平衡,不至形成动水压力,故可防止流砂产生。此法一般在沉井挖土下沉过程中采用;

④人工降低地下水位:采用管井或轻型井点等方法,使地下水渗流向下,动水压力的方向也朝下,水不致于流入坑内,又增大了土颗粒间的压力,从而有效地制止流砂现象。此法采用较广亦较可靠;

⑤地下连续墙法:此法是在基坑周围先浇筑一道混凝土或钢筋混凝土的连续墙,以支撑土壁截水,并防止流砂产生;

⑥抢挖法:如在施工过程中发生局部的或轻微的流砂现象,可组织人力分段抢挖,使挖土速度超过冒砂速度,挖至标高后,立即铺设芦席并抛大石块,增加土的压力,以平衡动水压力。此种方法已不常采用。

1.2.1.2 井点降水法

井点降水就是在基坑开挖前,预先在基坑周围埋设一定数量的滤水管,利用抽水设备不断抽出地下水,使地下水位降低到坑底以下,直至基础工程施工完毕,使坑底的土始终保持干燥状态。井点降水法改善了工作条件,防止了流砂发生。同时,由于地下水位降落过程中动水压力向下作用与土体自重作用,使基底土层压密,能够提高地基土的承载能力。因此,井点降水法不仅是一种施工措施,也是一种地基加固方法。

井点降水法按其系统的设置、吸水原理和方法的不同,可分为轻型(真空)井点、喷射井点、电渗井点、管井井点和深井井点。各种井点降水方法一般根据土的渗透系数、降水深度、设备条件及经济性选用,可参照表 1-1 选择。其中轻型井点应用最为广泛,下面做重点介绍。

表 1-1 各类井点适用范围及主要原理

井点类型	参数	渗透系数(m/d)	降水深度(m)	最大井距(m)	主要原理
单级轻型井点		0.1~20	3~6	1.6~2	地上真空泵或喷射嘴真空吸水
多级轻型井点			6~20		
喷射井点		0.1~20	8~20	2~3	地下喷射嘴真空吸水
电渗井点		<0.1	5~6	极距1	钢筋阳极加速渗流
管井井点		20~200	3~5	20~50	单井真空泵、离心泵
深管井井点		10~250	25~30	30~50	单井潜水泵排水
水平辐射井点		大面积降水		平管引水至大口井排出	
引渗井点		不透水层下有渗存水层		打穿不透水层,引至下一存水层	

1. 轻型井点降水

轻型井点是沿基坑四周每隔一定距离将若干直径较小的井点管埋入蓄水层内,井点管上端伸出地面,通过弯联管与总管相连并引向水泵房,利用抽水设备将地下水从井点管内不断抽出,使地下水位降至坑底以下,如图 1-6 所示。

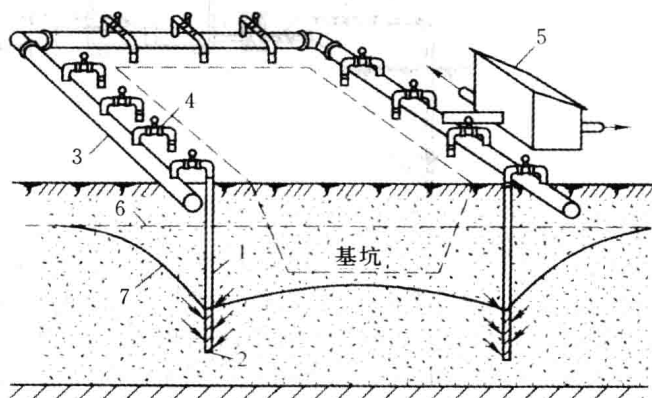


图 1-6 轻型井点降水系统组成

1—井点管;2—滤管;3—集水总管;4—弯联管;5—水泵房;6—原地下水位;7—降低后地下水位

(1) 轻型井点设备

轻型井点设备主要包括井点管、滤管、集水总管、弯联管及抽水设备等。

井点管为直径 38 mm 或 51 mm、长 5~7 m 的钢管,可整根或分节组成。井点管的上端用弯联管与总管相连,下端与滤管相连。

滤管为进水设备,通常采用长 1.0~1.5 m、直径 38~51 mm 的无缝钢管,管壁钻有直径为 12~18 mm 的呈梅花形排列的滤孔,滤孔面积为滤管表面积的 20%~25%。骨架管外面包以两层孔径不同的滤网,内层为 30~50 孔/cm² 的黄铜丝或尼龙丝布的细滤网,外层为 3~10 孔/cm² 的同样材料粗滤网或棕皮。为使流水畅通,在骨架管与滤管之间用塑料管或梯形铅丝隔开,塑料管沿骨架管绕成螺旋形。滤网外面再绕一层粗铁丝保护网,滤管下端为一铸

铁塞头,滤管上端与井点管连接,如图 1-7 所示。

集水总管为直径 100~127 mm 的无缝钢管,每段长 4 m,其上装有与井点管连接的短接头,间距为 0.8~1.6 m。

抽水设备根据水泵和动力设备的不同,轻型井点分为干式真空泵井点、射流泵井点和隔膜泵井点三种。一套抽水设备的负荷长度(即集水总管长度)为 100~120 m。常用的 W5、W6 型干式真空泵,其最大负荷长度分别为 100 m 和 120 m。

(2) 轻型井点的布置

井点系统的布置,应根据基坑平面形状、大小与深度、土质、地下水位高低与流向、降水深度要求等因素而定,设计时主要考虑平面和高程两个方面。轻型井点设备工作原理如图 1-8 所示。

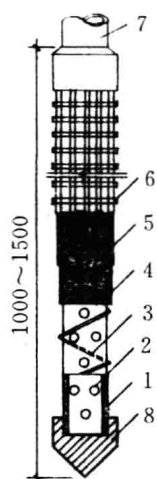


图 1-7 滤管构造

- 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

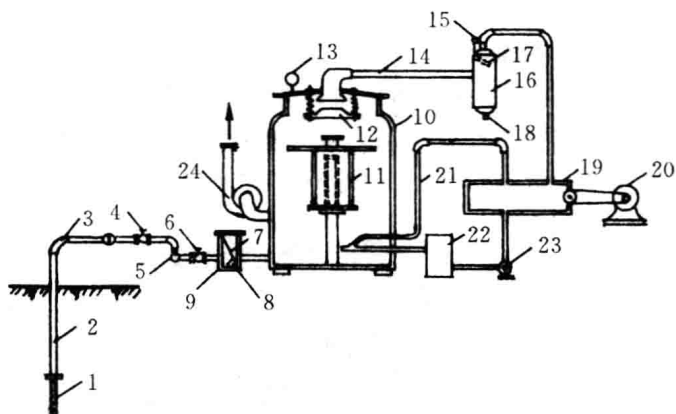


图 1-8 轻型井点设备工作原理

- 1—滤管;2—井点管;3—弯管;4—阀门;5—集水总管;6—闸门;
7—滤网;8—过滤箱;9—掏砂孔;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

①平面布置。当基坑或沟槽宽度小于 6 m,且降水深度不超过 5 m 时,可用单排线状井点,将井点管布置在地下水上游一侧,两端的延伸长度不宜小于该坑或槽的宽度,如图 1-9 所示。

若基坑宽度大于 6 m 或土质不良,则宜采用双排井点,如图 1-10 所示。对于面积较大的基坑宜采用环形井点布置(如图 1-11 所示)。有时也可布置为 U 形,以利于挖土机械和运输车辆出入基坑。环状井点四角部分应适当加密,井点管距离基坑壁不宜过小,一般取 0.7~1.2 m,以防止坑壁发生漏气而影响系统中的真空度。井点管间距按计算或经验确定,一般为 0.8~1.6 m。

采用多套抽水设备时,井点系统应分段、各段长度应大致相等。分段地点宜选择在基坑转弯处,以减少总管弯头数量,提高水泵抽吸能力。水泵宜设置在各段总管中部,使泵两边水流

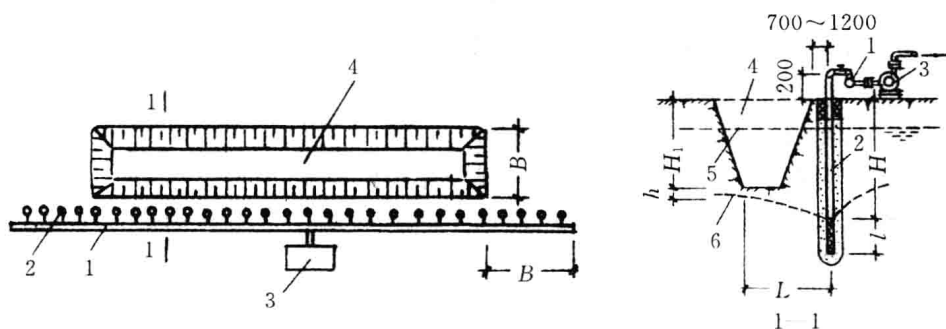


图 1-9 单排线状井点布置

1—集水总管;2—井点管;3—抽水设备;4—基坑;5—原地下水位线;6—降低后地下水位线

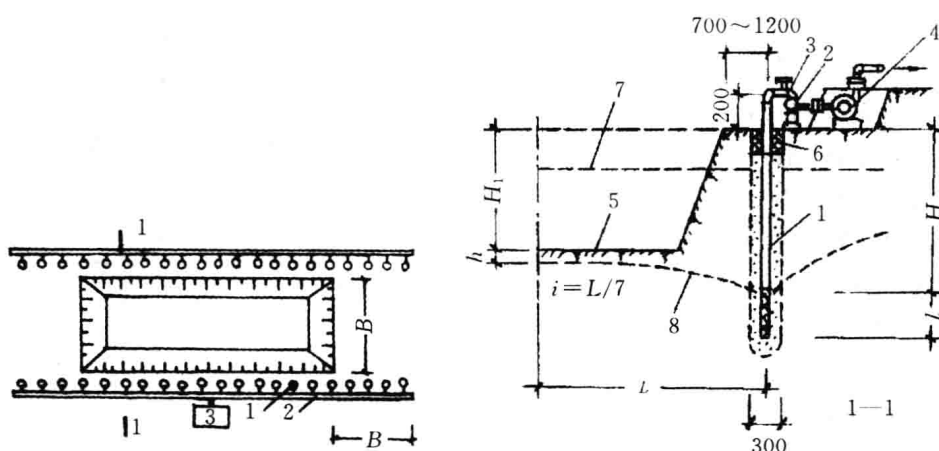
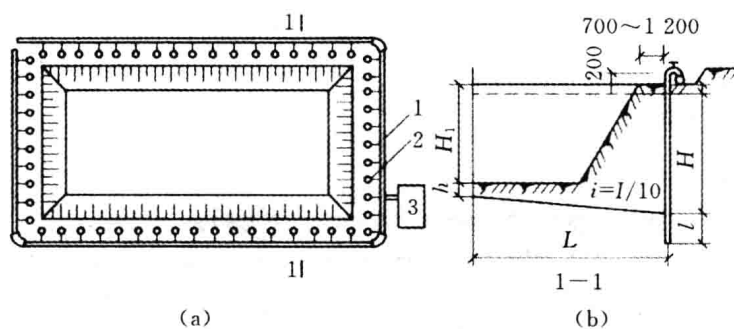


图 1-10 双排线状井点布置

1—井点管;2—集水总管;3—弯联管;4—抽水设备;5—基坑;
6—黏土封孔;7—原地下水位线;8—降低后地下水位线



(a)

(b)

图 1-11 环形井点布置

(a) 平面布置; (b) 高程布置

1—总管;2—井点管;3—抽水设备

平衡。分段处应设阀门或将总管断开,以免管内水流紊乱,影响抽水效果。

②高程布置。轻型井点的降水深度,从理论上讲可达 10.3 m,但由于管路系统的水头损失,其实际降水深度一般不超过 6 m。井点管埋设深度 H (不包括滤管)按下式计算:

$$H \geq H_1 + h + iL \quad (1-1)$$

式中, H_1 ——井点管埋设面至基坑底面的距离(m);

h ——基坑中心处基坑底面至降低后的地下水位的距离,一般取 0.5~1.0 m;

i ——地下水降落坡度,单排井点 1/4~1/5,双排井点 1/7,环状井点 1/10~1/12;

L ——井点管至基坑中心的水平距离,当井点管为单排布置时 L 为井点管至对边坡脚的水平距离。

根据上式算出的 H 值,如大于 6 m,则应降低井点管抽水设备的埋置面,以适应降水深度要求。即将井点系统的埋置面接近原有地下水位线(要事先挖槽),个别情况下甚至稍低于地下水位(当上层土的土质较好时,先用集水井排水法挖去一层土,再布置井点系统),就能充分利用抽吸能力,使降水深度增加,井点管露出地面的长度一般为 0.2~0.3 m,以便与弯联管连接,滤管必须埋在透水层内。

当一级轻型井点达不到降水要求时,可采用二级井点降水,即先挖去第一级井点所疏干的土,然后再在其底部装设第二级井点(如图 1-12 所示)。

(3) 轻型井点的计算

井点系统的设计计算必须建立在可靠资料的基础上,如施工现场地形图、水文地质勘察资料、基坑的设计文件等。轻型井点的计算包括:根据确定的井点系统的平面和竖向布置图,计算井点系统涌水量,计算井点管的数量与间距,校核水位降低数值,选择井点设备和井点管布置等。

①井点系统的涌水量计算。井点系统所需井点管的数量,是根据其涌水量来确定的;而井点系统的涌水量,则是按水井理论进行计算。根据井底是否达到不透水层,水井可分为完整井与不完整井;凡井底到达含水层下面的不透水层顶面的井称为完整井,否则称为不完整井。根据地下水有无压力,又分为无压井与承压井,如图 1-13 所示。各类井的涌水量计算方法不同,其中以无压完整井的理论较为完善。

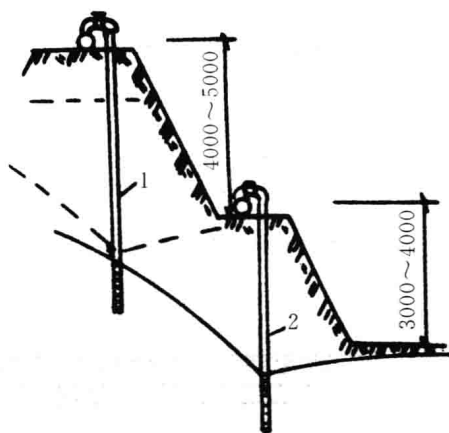


图 1-12 二级轻型井点示意图
1—1 级井点管;2—2 级井点管

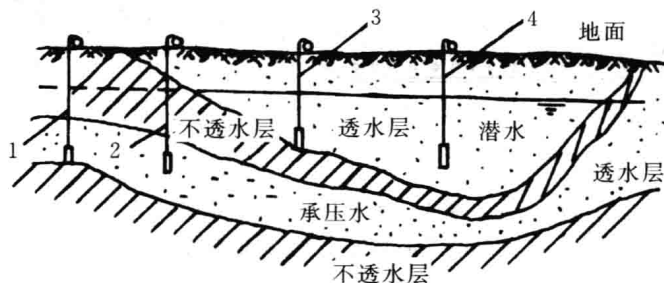


图 1-13 水井的分类

1—承压完整井;2—承压非完整井;3—无压完整井;4—无压非完整井

a. 无压完整井的环状井点系统涌水量。对于无压完整井(图 1-14(a))的环状井点系统,涌水量计算公式为:

$$Q = 1.366K \frac{(2H - S)S}{\lg R - \lg x_0} \quad (1-2)$$

式中, Q ——井点系统的涌水量(m^3/d);

K ——土的渗透系数(m/d),可以由实验室或现场抽水试验确定;

H ——含水层厚度(m);

S ——基坑中心水位降低深度(m);

R ——抽水影响半径(m);

x_0 ——井点管围成的大圆井半径或矩形基坑环状井点系统的假想圆半径(m)。

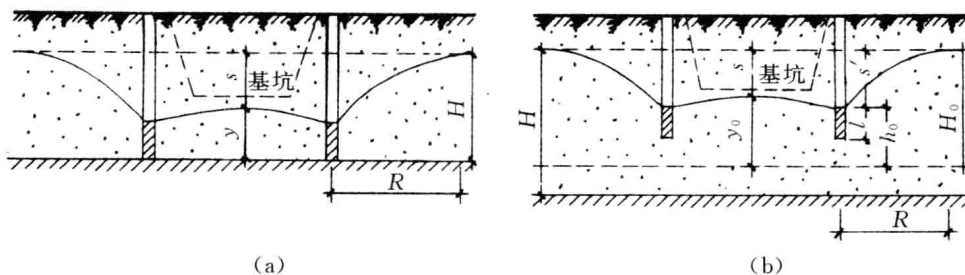


图 1-14 环状井点系统涌水量计算简图

(a) 无压完整井; (b) 无压非完整井

应用式(1-2)计算涌水量时,需事先确定 x_0 、 R 、 K 值的数据。由于式(1-2)的理论推导是从圆形井点系统假设而来的,试验证明对于矩形基坑,当其长宽比不大于 5 时,可以将环状井点系统围成的不规则平面形状化成一个假想半径为 x_0 的圆井进行计算,计算结果符合工程要求。即:

$$x_0 = \sqrt{\frac{F}{\pi}} \quad (1-3)$$

式中, F ——环状井点系统包围的面积(m^2)。

注意当矩形基坑的长宽比大于 5,或基坑宽度大于 2 倍的抽水影响半径 R 时就不能直接利用现有的公式进行计算,此时需将基坑分成几小块使其符合公式的计算条件,然后分别计算每小块的涌水量,再相加即得总涌水量。

抽水影响半径 R 系指井点系统抽水后地下水位降落曲线稳定时的影响半径,与土的渗透系数、含水层厚度、水位降低值及抽水时间等因素有关。在抽水 2~5 d 后,水位降落漏斗基本稳定,此时抽水影响半径可近似地按下式计算:

$$R = 1.95S \sqrt{HK} \quad (1-4)$$

b. 无压非完整井的环状井点系统涌水量。

在实际工程中往往会遇到无压非完整井的井点系统如图 1-14(b)所示,这时地下水不仅从井的侧面流入,还从井底渗入,因此涌水量要比完整井大。为了简化计算,仍可采用公式(1-2)。此时,仅将式中 H 换成有效含水深度 H_0 。 H_0 可查表 1-2 确定,当算得的 H_0 大于实际含水层的厚度 H 时,则仍取 H 值,视为无压完整井。