



全国普通高等学校土木工程专业
“卓越工程师教育培养计划”精品教材

土木工程施工

Civil Engineering Construction

赵学荣 陈 烜 主编

全国普通高等学校土木工程专业“卓越工程师教育培养计划”精品教材

土木工程施工

主 编：赵学荣 陈 烜

编写委员会：（按姓氏音序排列）

陈 烜	丁红岩	丁克胜	李文渊
李自林	刘 戈	王超华	王海良
吴东云	吴泳川	熊 维	阎西康
杨宝珠	赵学荣		

图书在版编目(CIP)数据

土木工程施工/赵学荣等主编. —南京:江苏科学技术出版社, 2013. 3

全国普通高等学校土木工程专业“卓越工程师教育培养计划”精品教材

ISBN 978-7-5537-0898-0

I. ①土… II. ①赵… III. ①土木工程—工程施工—高等学校—教材 IV. ①TU7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 034454 号

全国普通高等学校土木工程专业“卓越工程师教育培养计划”精品教材
土木工程施工

主 编 赵学荣 陈 烜
责任编辑 刘屹立
特约编辑 夏 莹
责任校对 郝慧华
责任监制 刘 钧

出版发行 凤凰出版传媒股份有限公司
江苏科学技术出版社
出版社地址 南京市湖南路 1 号 A 楼, 邮编: 210009
出版社网址 <http://www.pspress.cn>
经 销 凤凰出版传媒股份有限公司
印 刷 天津泰宇印务有限公司

开 本 787 mm×1 092 mm 1/16
印 张 22
插 页 0.25
字 数 522 000
版 次 2013 年 3 月第 1 版
印 次 2013 年 3 月第 1 次印刷

标准书号 ISBN 978-7-5537-0898-0
定 价 45.00 元

图书如有印装质量问题, 可随时向我社销售部调换。

内 容 提 要

本书以最新的现行土木工程专业有关技术规范和规程为依据,对土木工程中常用的施工技术和施工组织知识进行了全面的介绍。在内容上不仅保留了目前仍采用的一些传统的施工技术,而且将最近几年发展起来的土木工程的新理论、新技术和新工艺充实到本书中。

全书分为两篇,共 12 章。第 1 篇为土木工程施工技术,主要包括:土方与基础工程、桩基础工程、砌体及脚手架工程、钢筋混凝土结构工程、结构安装工程、防水工程、建筑装饰装修工程、道路桥梁工程;第 2 篇为土木工程施工组织,主要包括:施工组织概论、流水施工原理、网络计划技术、单位工程施工组织设计。

本书是按照全国高等学校土木工程学科专业指导委员会制定的《土木工程施工课程教学大纲》编写的,能够满足普通高等学校“卓越工程师教育培养计划”的需要。全书涵盖了土木工程专业各方向的主要学习内容。本书标准教学学时为 64 学时,各地区、各专业方向可根据侧重点不同调整相应的教学内容和学时。

本书可作为高等学校土木工程专业、工程管理专业和工程造价专业等本科生的教材,也可作为相关专业工程技术人员参考书。

前言

土木工程施工是土木工程专业和工程管理专业学生的必修课程之一。它是研究土木工程施工技术与施工组织的一门实践性强、涉及面广、技术发展快的课程。本教材是依据全国高等学校土木工程学科专业指导委员会制定的《土木工程施工课程教学大纲》编写的,它注重培养学生掌握土木工程施工的基本理论和基本技能,使学生具有一定的解决工程实际问题的能力。

本教材与同类教材相比,其鲜明的特点是体现了科学性和先进性。全书全部按照现行规范、规程和标准编写,而且在内容的安排上,舍去了一些目前在施工中已很少应用或与发展方向不相符的陈旧内容,保留并增加了现行规范的新理论,以及目前施工中普遍采用的技术,使其能科学地反映当前土木工程施工的新工艺、新技术和新的组织管理理念。本教材的另一个特点是注重实用性。本书中有关施工技术的内容以施工工艺为主线,侧重于介绍工艺原理和工艺方法,既有一定的理论深度,又易于在实践中应用;有关施工组织的内容则侧重于介绍组织原理和科学的组织方法,具有一定的可操作性。各章针对重点、难点问题或常用的理论与计算配写了一些例题,使学生能够在系统掌握基本知识、基本理论的基础上进行土木工程施工组织设计的编制。因此,本书是一本注重培养应用型土木工程专业人才的教材。

本书由赵学荣、陈烜担任主编。各章编写人员如下:赵学荣(天津城市建设学院)编写第1、2、4、6章,陈烜(天津城市建设学院)编写第5、8、11章,熊维(天津城市建设学院)编写第3、7、9、12章,李文渊(西南石油大学建筑工程学院)编写第10章。

本书编写过程中,多位专家、学者对该书的内容提出了指导性的意见和建议。在此特别感谢王超华(天津住宅集团总公司,正高级工程师)、丁红岩(天津大学,教授)、阎西康(河北工业大学,教授)、丁克胜(天津城市建设学院,教授)、杨宝珠(天津城市建设学院,教授)、吴泳川(天津城市建设学院,教授)、李自林(天津城市建设学院,教授)、王海良(天津城市建设学院,教授)、吴东云(天津城市建设学院,教授)、刘戈(天津城市建设学院,副教授)等对本书编写工作的大力支持。

限于本书篇幅较长,编写时间较紧,书中难免有不足之处,恳请读者批评指正。

编者
2013年2月

目 录

第 1 篇 土木工程施工技术

1 土方与基础工程	3
1.1 概述	3
1.2 土方量计算	6
1.3 土方开挖	6
1.4 土方的填筑与压实	26
1.5 地基处理	30
2 桩基础工程	32
2.1 钢筋混凝土预制桩施工	32
2.2 灌注桩施工	41
2.3 大直径扩底灌注桩施工	47
2.4 地下连续墙施工	48
3 砌体及脚手架工程	55
3.1 砌体材料	55
3.2 砖砌体工程	57
3.3 脚手架工程	65
4 钢筋混凝土结构工程	78
4.1 模板工程	78
4.2 钢筋工程	93
4.3 混凝土工程	109
4.4 混凝土的冬期施工	133
4.5 预应力混凝土工程	137
5 结构安装工程	153
5.1 结构吊装机械	153
5.2 钢筋混凝土结构安装工程	159
5.3 钢结构安装工程	169
6 防水工程	181
6.1 屋面防水工程	181
6.2 地下防水工程	191
6.3 用水房间防水工程	199
7 建筑装饰装修工程	203
7.1 抹灰工程	203
7.2 建筑地面工程	207
7.3 吊顶与轻质隔墙工程	212

7.4 饰面板(砖)工程	216
7.5 幕墙工程	221
8 道路桥梁工程	226
8.1 道路工程	226
8.2 桥梁工程	239

第2篇 土木工程施工组织

9 施工组织概论	247
9.1 概述	247
9.2 施工准备工作	252
9.3 施工组织设计	255
9.4 工程项目资料的内容与存档	260
10 流水施工原理	262
10.1 流水施工概述	262
10.2 流水施工参数	266
10.3 流水施工组织	274
10.4 流水线法	281
10.5 流水施工组织实例	282
11 网络计划技术	289
11.1 网络计划的基本概念	289
11.2 双代号网络计划	290
11.3 单代号网络计划	305
11.4 双代号时标网络计划	310
11.5 网络计划的优化与调整	315
12 单位工程施工组织设计	324
12.1 概述	324
12.2 施工方案的选择	328
12.3 单位工程施工进度计划和资源需要量计划	330
12.4 单位工程施工平面图设计	334
12.5 主要技术经济指标	337
参考文献	340

第 1 篇
土木工程施工技术

1 土方与基础工程

内容提要

掌握:土的工程性质,并能熟练应用土的可松性解决实际问题;基坑(槽)土方量计算;基坑降水方法和流砂产生的原因与防治;土方边坡的稳定分析;单斗挖土机的土方挖土方式;土方压实方法和影响压实的因素。

熟悉:土的含水量和土的渗透性及土方边坡的概念;人工降低地下水位方法的适用性、轻型井点设计思路及管井井点降水的应用;土壁支撑形式和适用性;基坑(槽)的验收内容和方法;土料选择和填土压实的一般要求。

了解:土的工程分类;土方施工前的准备工作;喷射井点、电渗井点的降水原理;填土压实的质量要求;常见的地基处理方法。

1.1 概述

在建筑工程施工中,首先需进行土方工程施工。土方工程包括场地平整、基坑(槽)与管沟开挖、地下建筑工程开挖、基坑回填、地坪填土等。

土方工程施工的难易程度与土的类别和土的工程性质、工程量的大小、开挖深度和开挖方式及该地区的地质条件和地形情况有关。土方工程的特点是:工程量大、施工范围广;土的种类繁多;施工受地区气候、地质、地貌的影响大,施工条件复杂等。因此,施工前必须做好周密的调查研究和试验研究工作,以便制订合理的施工方案。

1.1.1 土的工程分类

在土方工程施工和工程预算定额中,根据土的开挖难易程度,将土分为八类(十六级),如表 1-1 所示。前四类为一般土,即一类土(I 级)为松软土,二类土(II 级)为普通土,三类土(III 级)为坚土,四类土(IV 级)为砂砾坚土;后四类为岩石,即五类土(V~VI 级)为软石,六类土(VII~IX)为次坚石,七类土(X~XIII)为坚石,八类土(XIV~XVI)为特坚石。土的类别越高则越坚硬,越不易开挖;但土体结构越稳定,开挖后土体越不易松散、坍塌。

表 1-1 土的工程分类、开挖方法和工具

土的分类	土的级别	土的名称	土的可松性系数		开挖方法及工具
			K_p	K'_p	
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)	1.08~1.17	1.01~1.03	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、夹有碎石或卵石的砂、粉土混卵(碎)石、种植土、填土	1.20~1.30	1.03~1.04	用锹、锄头挖掘,少许用镐翻松
三类土 (坚土)	III	软及中等密实的黏土、重粉质黏土、砾石土、干黄土、含有碎石或卵石的黄土、粉质黏土、压实的填土	1.14~1.28	1.02~1.05	主要用镐、少许用锹或锄头挖掘,部分用撬棍
四类土 (砂砾坚土)	IV	坚硬密实的黏土或黄土、含有碎石或卵石的中等密实黄土、粗卵石、天然级配砂石、软泥灰岩	1.26~1.32 (除泥灰岩、蛋白石外)	1.06~1.09 (除泥灰岩、蛋白石外)	整个先用镐、撬棍,后用锹挖掘;部分用楔子及大锤
			1.33~1.37 (泥灰岩、蛋白石)	1.11~1.15 (泥灰岩、蛋白石)	
五类土 (软石)	V~VI	硬质黏土、中等密实的页岩、泥灰岩、白垩土、胶结不紧的砾岩、软石灰岩及贝壳石灰岩	1.30~1.45	1.10~1.20	用镐或撬棍、大锤挖掘,部分使用爆破
六类土 (次坚石)	VII~IX	泥质页岩、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			用爆破方法开挖,部分用风镐
七类土 (坚石)	X~XIII	大理石、辉绿岩、玢岩、粗粒或中粒的花岗岩、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			用爆破方法开挖
八类土 (特坚石)	XIV~XVI	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	1.45~1.50	1.20~1.30	

1.1.2 土的工程性质

土的工程性质决定了土方工程施工方法、土方机械的选择,基坑(槽)降水方法及土方

工程费用等。土的主要工程性质如下。

1. 土的可松性

土的可松性是指天然状态下的土经挖掘以后,内部组织破坏,体积增大,以后虽经回填压实,仍不能恢复到原来的体积。土的可松性程度以可松性系数表示,土的最初可松性系数 K_p 和最终可松性系数 K'_p 分别为

$$K_p = \frac{V_2}{V_1} \quad (1-1)$$

$$K'_p = \frac{V_3}{V_1} \quad (1-2)$$

式中: V_1 ——土在天然状态下的体积, m^3 ;

V_2 ——土经开挖后的松散体积, m^3 ;

V_3 ——填方的土经压实后的体积, m^3 。

土的可松性是挖、填土方时,计算土方机械生产率、运土机具数量、回填土方量以及进行场地平整规划竖向设计、土方平衡调配的重要参数。

2. 土的含水量

土的含水量是指土中水的质量与固体颗粒质量之比,以百分率表示,即

$$w = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100\% = \frac{m_w}{m_s} \times 100\% \quad (1-3)$$

式中: m_1 ——含水状态时土的质量, kg;

m_2 ——烘干后土的质量, kg;

m_w ——土中水的质量, kg;

m_s ——土中固体颗粒的质量, kg。

土的含水量随气候条件、季节和地下水的影响而变化。它对基坑(槽)降水、土方边坡稳定及填土密实程度都有直接的影响。

3. 土的渗透性

土的渗透性是指土体被水透过的性质。当基坑(槽)开挖至地下水位以下时,地下水会在土中渗流,渗流中受到土颗粒的阻力,渗流速度与土的渗透性和渗流路程的长短有关,即

$$v = KI \quad (1-4)$$

式中: v ——水在土中的渗流速度, m/d 或 cm/d;

K ——比例系数,称为土的渗透系数, m/d 或 cm/d;

I ——水力坡度, $I = h/L$;

h ——水位差值, m;

L ——水的渗流路程, m。

土的渗透性与土的颗粒级配、密实程度等有关,一般由现场试验确定。它是选择基坑(槽)降、排水方法,确定分层填土时相邻两层结合面形式的重要参数。

4. 土方边坡

土方边坡是指在某一状态下的土体可以稳定的倾斜能力,一般用边坡坡度和边坡系数表示。边坡坡度是指边坡高度 h 与边坡宽度 b 之比,如图 1-1 所示。工程中通常用 $1:m$

表示边坡的大小, m 称为边坡系数, 即

$$\text{边坡坡度} = \tan \alpha = h/b = \frac{1}{b/h} = 1:m \quad (1-5)$$

1.2 土方量计算

1.2.1 基坑土方量计算

基坑土方量可近似地按柱体(由两个平行的平面做底的一种多面体)体积计算(见图 1-2), 其计算公式为

$$V = \frac{H}{6} (A_1 + 4A_0 + A_2) \quad (1-6)$$

式中: H ——基坑挖深, m ;

A_1 、 A_2 ——基坑上、下平面的面积, m^2 ;

A_0 ——基坑中部截面的面积, m^2 。

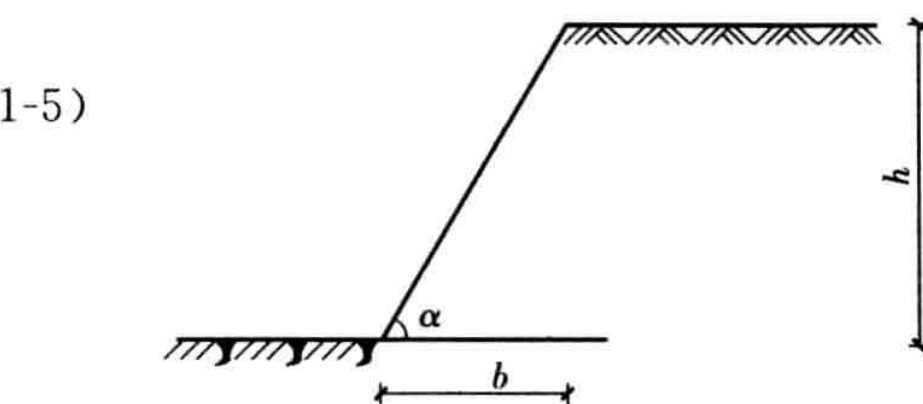


图 1-1 边坡坡度示意

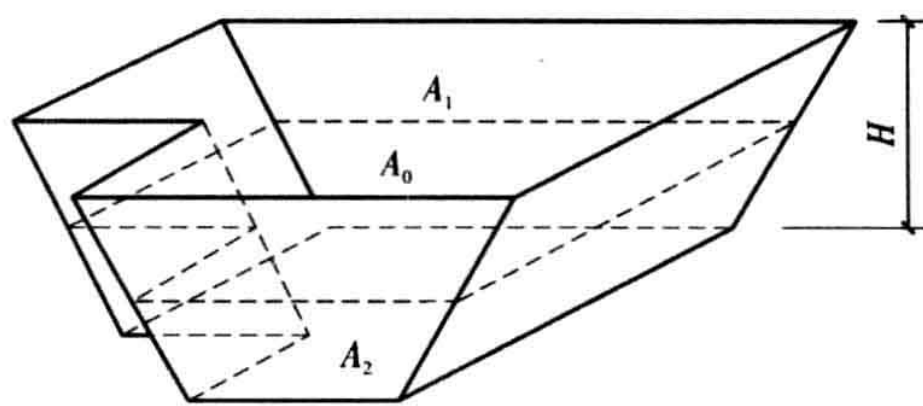


图 1-2 基坑土方量计算简图

1.2.2 基槽、管沟土方量计算

基槽和管沟比基坑的长度长、宽度小。为了保证计算的精度, 可沿长度方向分段计算土方量, 基坑土方量计算简图, 如图 1-3 所示, 即

$$V_i = \frac{l_i}{6} (A_{i1} + 4A_{i0} + A_{i2}) \quad (1-7)$$

式中: l_i ——第 i 段的长度, m ;

A_{i1} 、 A_{i2} ——第 i 段两端部的截面面积, m^2 ;

A_{i0} ——第 i 段中部的截面面积, m^2 。

若沟槽两端部也放坡, 则第一段和最后一段按三面放坡计算。

将各段土方量相加, 即得总土方量

$$V = \sum_{i=1}^n V_i \quad (1-8)$$

基槽或管沟开挖的底口尺寸, 除了考虑垫层尺寸外, 还应考虑施工工作面和排水沟的宽度。施工工作面的宽度视基础形式确定, 一般不大于 $0.8 m$; 排水沟宽度视地下水的涌水量而定, 一般不大于 $0.5 m$ 。

1.3 土方开挖

1.3.1 土方施工前的准备工作

土方工程施工前, 应做好以下各项准备工作。

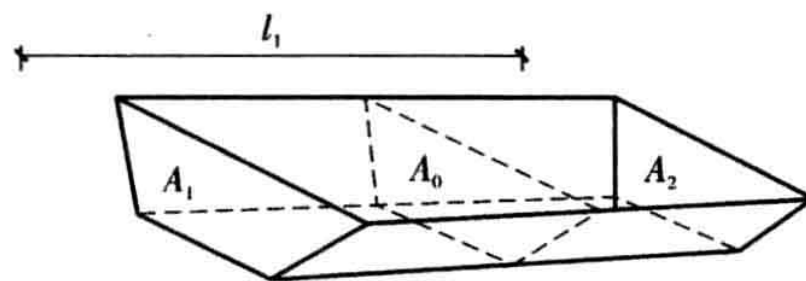


图 1-3 基槽土方量计算简图

(1) 场地清理:包括拆除施工区域内的房屋、地下障碍物;拆除上下水管道和其他构筑物;拆除或搬迁通信和电力设备;迁移树木;清除树墩及含有大量有机物的草皮、耕植土和河道淤泥等。

(2) 地面水排除:场地内积水会影响施工,故地面水和雨水均应及时排走,以保持场地内干燥。地面水的排除一般采用排水沟、截水沟、挡水土坎等方法。临时性排水设施应尽可能与永久性排水设施相结合。

(3) 搭设临时设施:搭建必需的临时建筑,如加工棚、工具库、材料库、办公和生活临时用房等。设置好临时供水、供电、供压缩空气(开挖石方时)管线,并试水、试电、试气。

(4) 修筑运输道路:修筑场地内机械运行的道路(宜结合永久性道路修建),路面宜为双车道,其宽度不小于 6 m,路侧应设排水沟。

(5) 安排好设备运转:对施工中需使用的土方机械、运输车辆及各种辅助设备进行维修检查、试运转,并运往现场。

(6) 编制土方工程施工组织设计:主要是确定基坑(槽)的降水方案,确定挖、填土方的方法和边坡处理方法,选择及组织土方开挖机械,选择填方土料及回填方法。

1.3.2 基坑(槽)降水

在地下水位较高的地区开挖基坑或沟槽时,开挖至地下水位后,土的含水层被切断,地下水会不断渗流入基坑中。雨季施工时,雨水也会落入基坑。为了保证施工的正常进行,防止出现流砂、边坡失稳和地基承载能力下降等现象,必须在基坑(槽)开挖前或开挖时做好降水、排水工作。基坑(槽)的降水方法有集水井法和人工降低地下水位法。

1. 流砂及其防治

1) 地下水简介

地下水即为地面以下的水,地下水可分为潜水(重力水)、无压层间水和承压层间水(自由水)三种,如图 1-4 所示。

2) 地下水流网

水在土中稳定渗流时,水流情况不随时间而改变,土的孔隙比和饱和度也不变,流入任意单元的水量等于该单元流出的水量,以保持平衡。若用流网表示稳定渗流,其流网由一组流线和一组等势线组成,如图 1-5 所示。

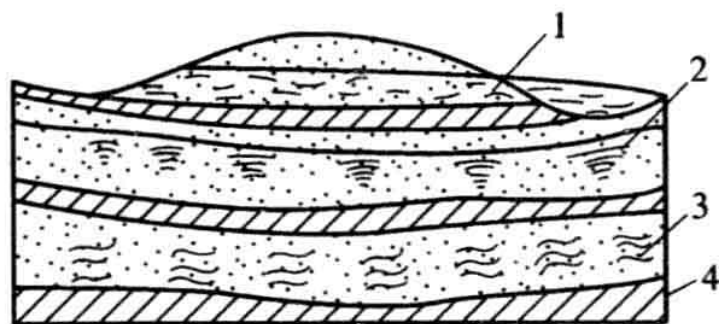


图 1-4 地下水

1—潜水;2—无压层间水;3—承压层间水;4—不透水层

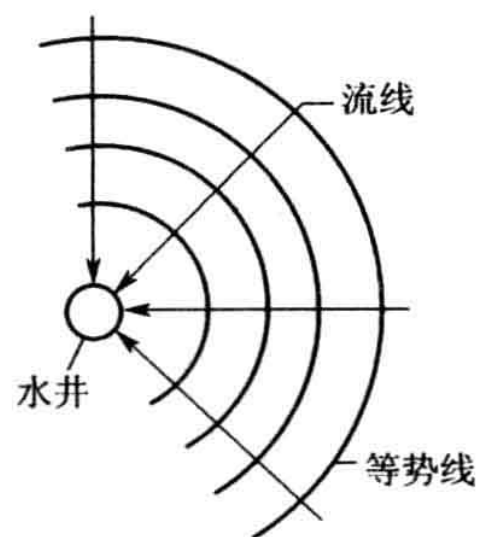


图 1-5 流网示意

如果根据降水方案绘出相应的流网,就可直观地考察水在土体中的渗流途径,更主要的是流网可以用于计算基坑(槽)的渗流量(涌水量)及确定土体中各点的水头和水力梯度。

3) 动水压力和流砂

当基坑(槽)挖土达到地下水位以下时,而土质是细砂和粉砂,又采用明排水时,基坑(槽)下面的土会呈现流动状态而随地下水涌入基坑,这种现象称为流砂。此时土体完全失去承载能力,边挖土边冒砂,施工条件恶化,严重时会造成边坡塌方,甚至造成附近地下管线变形及建筑物、构筑物下沉、倾斜、倒塌等。因此,在施工前必须对工程地质和水文地质资料进行详细调查研究,采取有效措施防止流砂的产生。

(1) 动水压力。

动水压力是指流动中的地下水对土颗粒产生的压力,其方向与水流方向一致。动水压力的性质可以通过图 1-6 的试验来说明。

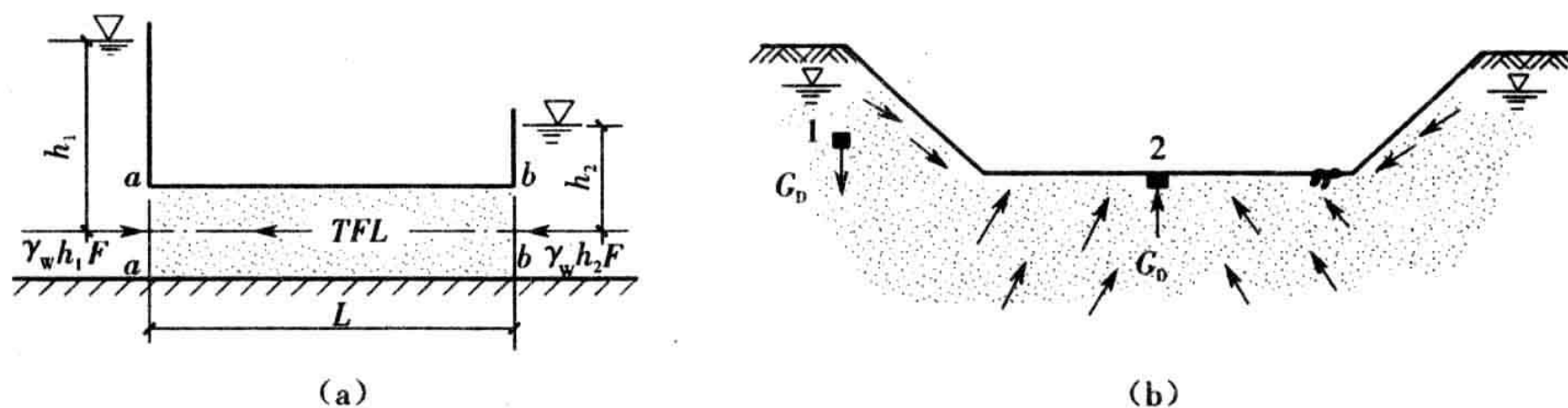


图 1-6 动水压力原理

(a)水在土中渗流的力学现象;(b)动水压力对地基土的影响

1、2—单位土体

在图 1-6(a)中,由于高水位的左端(水头 h_1)与低水位的右端(水头 h_2)之间存在水头差值,水从左端向右端流动,对土体产生压力;而土颗粒骨架对水的流动产生阻力。根据作用力和反作用力原理,得

$$\gamma_w h_1 F - \gamma_w h_2 F = -TFL$$

简化得

$$T = -\frac{h_1 - h_2}{L} \gamma_w \quad (1-9)$$

式中: $\frac{h_1 - h_2}{L}$ ——水头差与渗流路程长度之比,即为水力坡度,用 I 表示。

式(1-9)可改写成

$$T = -I \gamma_w \quad (1-10)$$

由于单位土体阻力与水在土中渗流时对单位土体的压力 G_d 大小相等、方向相反,因此

$$G_d = -T = I \gamma_w \quad (1-11)$$

式中: G_d ——动水压力, kN/m^3 。

从式(1-11)可以看出,动水压力 G_d 与水力坡度成正比,其水位差值 $\Delta h = h_1 - h_2$ 愈大, G_d 愈大;而渗流路程 L 愈长, G_d 愈小。

(2) 流砂产生的原因。

水流在水位差的作用下,对单位土体(土颗粒)产生动水压力(见图 1-6(b)),而动水压力的方向与水流方向一致。对于图中单位土体 1 而言,水流方向向下,即动水压力向下,与重力方向一致,土体趋于稳定;对单位土体 2 而言,水流方向向上,即动水压力向上,这时土颗粒不但受到水的浮力作用,还受到向上的动水压力作用,有上举的趋势。当动水压力 G_D 大于或等于土的浸水容重 γ' 时,即

$$G_D \geq \gamma' \quad (1-12)$$

则土颗粒失去自重,处于悬浮状态,并随渗流的水一起流入基坑,即发生流砂现象:

当地下水位越高,坑(槽)内外水位差愈大时,动水压力愈大,就愈容易发生流砂现象。

实践表明,具有下列性质的土,在一定动水压力作用下,就可能发生流砂现象:① 土颗粒的组成中,粘粒含量小于 10%,粉粒的粒径为 0.005~0.05 mm 且含量大于 75%;② 在土颗粒级配中,土的不均匀系数小于 5;③ 土的天然孔隙比大于 43%;④ 土的天然含水量大于 30%。因此,流砂现象经常发生在细砂、粉砂及粉质砂土中。实践还表明,可能发生流砂的土质,若基坑挖深超过地下水位线 0.5 m 左右,就有可能发生流砂现象。

此外,当基坑(槽)底部位于不透水层内,而其下面为承压水层,基坑(槽)底不透水层的覆盖厚度的重量小于承压水的顶托力时,基坑(槽)底部便可能发生管涌现象(见图 1-7),即

$$H\gamma_w > h\gamma \quad (1-13)$$

式中: H ——压力水头, m;

h ——坑(槽)底部透水层厚度, m;

γ_w ——水的重度, kN/m^3 ;

γ ——土的重度, kN/m^3 。

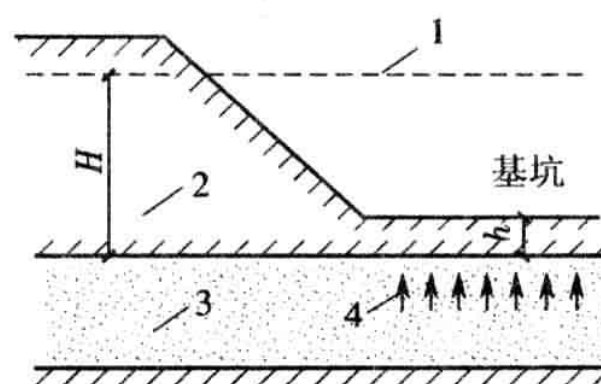


图 1-7 管涌现象

1—压力水位线; 2—不透水层;
3—承压水层; 4—承压水的顶托力

(3) 流砂的防治。

防治流砂的主要途径有三方面。一是减小或平衡动水压力,其方法有:① 在枯水期施工;② 打板桩;③ 水下挖土法;④ 筑地下连续墙或地下连续灌注桩;⑤ 筑水泥土墙。二是改变动水压力的方向,设法使坑底的水压力方向向下,或是截断地下水流,一般即采用人工降低地下水位的方法。三是改善土质,采用向土中注入水泥浆或硅化浆的方法加固土体,使其稳定。此外,在含有大量地下水的土层或沼泽地区施工时,还可以采用土壤冻结法、烧结法等。

当基坑出现局部或轻微流砂现象时,可采用抛入石块、装土(或砂)麻袋把流砂压住。若坑底冒砂太快,土体已失去承载力,则此法不可行,必须预先采取上述措施进行防治。

2. 明排水法

明排水法又称集水井法,属于重力降水。它是采用截、疏、抽的方法进行排水,即在基坑开挖过程中,沿基坑底部周边或中央开挖排水沟,并设置一定数量的集水井,使基坑内的水经排水沟流向集水井,然后用水泵抽走,如图 1-8 所示。

施工中,应根据基坑(槽)底涌水量的大小、基础的形状和水泵的抽水能力,确定排水沟的截面尺寸和集水井的数量。排水沟和集水井应设在基础底边 0.4 m 以外,当坑(槽)底为砂质土时,排水沟边缘应离开坡脚不小于 0.3 m,以免影响边坡的稳定。排水沟的宽

度一般为 0.3 m,深度为 0.3~0.5 m,并向集水井方向保持 3‰左右的纵向坡度。集水井每间隔 20~40 m 设置一个,其直径或宽度为 0.6~0.8 m,深度随挖土深度的增加而加深,且应低于挖土面 0.7~1.0 m。集水井每积水达到一定深度后,应及时将水抽出坑外。基坑(槽)挖至设计标高后,集水井底应低于排水沟底 0.5 m 以上,并铺设碎石滤水层。为了防止井壁由于抽水时间较长而将泥砂抽出以及井底土被搅动而塌方,井壁可用竹、木、砖、水泥管等进行简单加固。

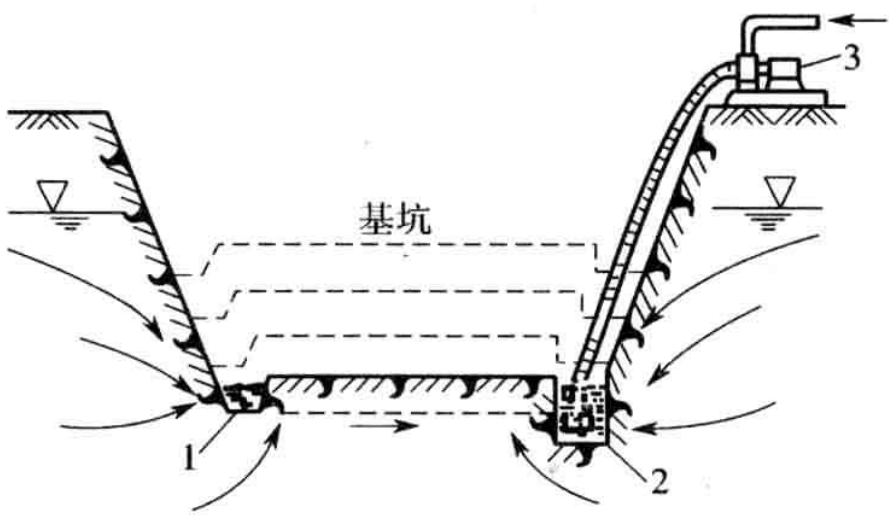


图 1-8 集水井降水示意
1—排水沟;2—集水井;3—水泵

集水井法降水深度一般在 5 m 以内,由于其设备简单、排水方便,工程中广泛采用。该方法适用于渗水量较大的粗粒土层的排水,因为水流一般不致将粗颗粒带走;也可用于渗水量较小的黏性土层降水,即土的渗透系数在 7~20 m/d 时的基坑降水。集水井法不适宜细砂土和粉砂土层,因为地下水渗流时会带走细颗粒而发生流砂现象,导致边坡坍塌、坑底凸起而难以施工。在这种情况下就必须采取有效的措施防止流砂现象的发生。

3. 人工降低地下水位法

人工降低地下水位,就是在基坑开挖前,预先在基坑四周埋设一定数量的滤水管(井),利用抽水设备不断地抽出地下水,使地下水位降低到坑底标高以下,直至基础工程施工完毕为止。这样,可使挖土始终保持干燥状态,改善了施工条件。同时,还使动水压力方向向下,从根本上防止流砂发生,并增加土中的有效应力,提高土的强度和密实度。在降水过程中,基坑(槽)附近的地基会有一定的沉降,施工时应加以注意。

人工降低地下水位的方法有轻型井点、喷射井点、电渗井点及管井井点(大口井)等。施工时可根据土的渗透系数、需要降水的深度、工程特点、设备条件及经济性等具体情况选用(见表 1-2)。其中,以轻型井点的理论最为完善。目前很多深基坑降水也常采用管井井点的方法,其降水设计是以经验为主、理论计算为辅。

表 1-2 降水井类型及适用条件

降水井类型	渗透系数/(m/d)	降水深度/m	土质类型	水文地质特征
轻型井点	0.1~20.0	单级<6	填土、粉土、黏土、砂土	水量不大的潜水
		多级<20		
喷射井点	0.1~20.0	<20		
电渗井点	<0.1	按井点管确定	黏性土	
管井井点	1.0~200.0	>5	粉土、砂土、碎石土、可松岩、破碎带	含水丰富的潜水、承压水、裂缝水

1) 轻型井点

轻型井点降低地下水位的方法,如图 1-9 所示。它是沿基坑周围以一定间距埋入井