

SHUILI GUANQU SHIGONG YU ANQUAN JIANCE

水利灌渠 施工与安全监测

主 编 魏国宏



黄河水利出版社

水利灌渠施工与安全监测

主 编	魏国宏		
副主编	于文林	赵志刚	
编 委	孙双福	王永强	吴贻起
	董喜合	崔换霞	

黄河水利出版社

· 郑 州 ·

图书在版编目(CIP)数据

水利灌渠施工与安全监测/魏国宏主编. —郑州:黄河水利出版社,2016. 10

ISBN 978 - 7 - 5509 - 1098 - 0

I. ①水… II. ①魏… III. ①渠道 - 水利工程 - 工程施工 - 安全监测 IV. ①TV672

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 244434 号

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼 14 层 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371 - 66026940、66020550、66028024、66022620(传真)

E-mail:hhslebs@126.com

承印单位:河南承创印务有限公司

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:19.25

字数:445 千字

版次:2016 年 10 月第 1 版

印数:1—1 000

印次:2016 年 10 月第 1 次印刷

定价:45.00 元

前 言

在我国北方的广大地区,水利灌渠在日常的生产与生活中发挥着重要作用。在国家农田水利建设的过程中水利灌渠体系建设是重要的内容之一,它不仅直接惠泽百姓,同时还和农村的经济发展有着直接的联系,在保证和促进农业发展、社会和谐的过程中,起着重要的作用。

近年来,国家相关部门先后出台了一系列措施,对灌渠管理体系予以强化,比如开展综合管理措施,并与当今现代化管理技术进行有效结合,就综合自动化信息管理开展实质性建设,对农田水利灌溉渠道在设计、施工、监测、信息化等方面进行综合维护,旨在加强对农田水利灌渠的保护与利用。

本书作者长期从事水利工程建设与施工工作,拥有丰富的建设与管理经验。本书在结构安排上遵循了由简单至复杂的逻辑思维,全书共分八章,从工程地质勘查,到施工组织方案设计,再到具体的施工过程,最后阐述了灌渠事后维护的一项重要内容——安全监测。

本书由魏国宏担任主编,于文林、赵志刚担任副主编,其他编委分别编写其中的部分章节。由于现代施工与管理技术发展很快,在成书的过程中,吸收和借鉴了部分前人的成果,在此表示感谢。

由于编者水平有限,书中难免还存在错误与疏漏,恳请读者批评指正。

编 者

2016年9月10日

目 录

第一章 渠系建筑物概述	(1)
第一节 概 述	(1)
第二节 常见渠系建筑物的构造及作用	(4)
第二章 工程地质勘察	(6)
第一节 土的工程地质特性	(6)
第二节 岩体工程地质特性	(12)
第三节 特殊岩(土)体的工程地质特性	(20)
第四节 区域构造稳定性	(27)
第五节 水库工程地质	(32)
第六节 拦河坝(闸)工程地质	(37)
第七节 地下洞室与边坡工程地质	(44)
第八节 天然建筑材料勘察	(50)
第三章 施工组织设计	(57)
第一节 编制施工组织设计前的准备工作	(57)
第二节 施工组织设计的内容和编制原则	(58)
第三节 渠系工程项目施工方案设计	(60)
第四节 施工进度计划	(67)
第五节 施工组织进度管理与控制	(75)
第四章 渠道设计与施工	(84)
第一节 渠道选线	(84)
第二节 渠道流量确定	(85)
第三节 渠道断面设计	(90)
第四节 渠道防渗设计	(99)
第五节 渠道工程施工	(101)
第五章 渠系工程的地基处理	(109)
第一节 地基处理方法分类	(109)
第二节 置换法	(111)
第三节 振冲法	(121)
第四节 砂石桩法	(127)
第五节 高压喷射注浆法	(133)
第六节 袖阀管灌浆法	(139)
第七节 水泥土搅拌法	(145)
第八节 CFG 桩法	(156)

第九节	灌注桩法	(167)
第十节	预应力混凝土管桩法	(177)
第十一节	石灰桩法	(192)
第十二节	灰土挤密桩法及土挤密桩法	(199)
第六章	渠系建筑物工程的施工	(209)
第一节	地基开挖及地基处理	(209)
第二节	混凝土工程的施工	(213)
第三节	闸室工程	(231)
第四节	渡槽工程	(234)
第五节	倒虹吸工程	(238)
第六节	涵洞工程	(242)
第七节	桥梁工程	(246)
第八节	堤防道路	(266)
第七章	施工现场管理	(272)
第一节	施工安全管理	(272)
第二节	环境安全管理	(281)
第八章	渠系工程的安全监测	(287)
第一节	安全监测应遵循的原则	(287)
第二节	安全监测工作的要求	(288)
第三节	安全监测系统的布置	(289)
第四节	监测仪器现场检验与率定	(290)
第五节	常用安全监测仪器安装和埋设	(295)
第六节	通信工程与监控管道	(301)

第一章 渠系建筑物概述

第一节 概 述

一、渠系建筑物的概念

渠系建筑物在中国很早就已出现。《水经·渭水注》记载:汉惠帝元年(公元前194年)筑长安城,用飞渠引水入城;《周礼》一书中的《考工记·匠人》(成书于2000多年前)记载:欲为渊,则勾于矩;《汉书》卷八十九“召信臣传”记载:汉元帝建昭五年(公元前34年),召信臣“行视郡中水泉,开通沟渎,起水门提阕凡数十处,以广灌溉”;《后汉书·张让传》记载:中平三年(公元186年)毕岚“作翻车、渴乌,施于桥西”。上述之“飞渠”“勾于矩”“水门”及“渴乌”即为现今渡槽、跌水、水闸及虹吸管。渡槽、跌水、水闸在中国已有2000年以上的历史,虹吸管也有1800年的历史。建于战国前期的引漳十二渠是中国北方引河水灌溉最早的大型灌溉渠系。埃及尼罗河流域、美索不达米亚以及印度河流域等地区都有悠久的灌溉历史。这些地区最古老的灌排渠系建筑物可追溯到公元前2000多年。

渠道(渠系)是水利建设中的输水工程,用来从河流、水库、湖泊等水源引水,以供农业灌溉、发电、工业与民用。为了安全合理地输配水量,满足农田灌溉、水力发电、工业及生活用水的需要,在渠道上修建的水工建筑物,统称渠系建筑物。

在农田水利工程建设中,蓄水、引水等枢纽工程,只有与渠系工程配套使用,才能达到兴利的目的,故渠系建筑物又称灌区配套建筑物。灌区工程配套是挖掘现有灌溉设施潜力、发挥工程效益的重要措施。

二、渠系建筑物的类型

渠系建筑物按其作用可分为以下几类:

(1)渠道:人工开挖或填筑的水道,用来输送水流,以满足灌溉、排水、通航或发电等需要。一个灌区内灌溉或排水渠道,一般分干、支、斗、农四级,构成渠道系统,简称渠系。

(2)调节及配水建筑物:渠道中用以调节水位和分配流量的建筑物,如节制闸、分水闸、斗门等。

(3)交叉建筑物:输送渠道水流,穿过山梁和跨越或穿越溪谷、河流、渠道、道路时修建的建筑物,分平交建筑物与立交建筑物两大类。前者为渠道与另一水道相交处有共同流床的交叉建筑物,适用于两水道底部高程相近的情况,常用的平交建筑物有水闸、倒虹吸管等。后者为渠道与天然或人工障碍在不同高程上相交时,在渠道上修建的建筑物,适用于两者高程相差较大的情况,常用的立交建筑物有渡槽、倒虹吸管、涵洞、隧洞等。

(4)落差建筑物:在地面落差集中或坡度陡峻地段所修建的连接上下游段,或在泄水

与退水建筑物中连接渠道与河、沟、库、塘的建筑物,如跌水、陡坡、跌井等。

(5)渠道泄水及退水建筑物:为了防止渠道水流由于超越允许最高水位而酿成决堤事故,保护危险渠段及重要建筑物安全,放空渠水以进行渠道和建筑物维修等目的所修建的建筑物,如溢流埝、泄水闸、排洪槽、虹吸泄水道、退水闸等。

(6)冲沙和沉沙建筑物:为了防止和减少渠道淤积而在渠首或渠系中设置的冲沙和沉沙设施,如沉沙池、冲沙闸等。

(7)量水建筑物:为了按用水计划准确而合理地向各级渠道和田间输配水量,并为合理征收水费提供依据,在渠系上设置的各种量水设施,如量水堰、量水槽、量水喷嘴等。工程中,常利用符合水利计算要求的建筑物如水闸、渡槽、倒虹吸管等进行量水。

(8)专门建筑物及安全设施:为服务于某一专门目的而在渠道上修建的建筑物称专门建筑物,如通航渠道上的船闸、码头、船坞,利用渠道落差修建的水电站和水力加工站等。安全设施是指为防止、阻拦人畜等进入渠道或使落入渠道的人畜脱离危险的设施,如安全防护栏等。

渠系建筑物的形式选择,主要根据灌区规划要求、工程任务,并全面考虑地形、地质、建筑材料、施工条件、运用管理、安全经济等各种因素后,进行比较确定。

三、渠系建筑物级别划分

灌溉渠道或排水沟的级别应根据灌溉或排水流量的大小,按表 1-1 确定。对灌排结合的渠道工程,当按灌溉流量和排水流量分级分属两个不同工程级别时,应按其中较高的级别确定。

表 1-1 灌排渠沟工程分级指标

工程级别	1	2	3	4	5
灌溉流量(m^3/s)	> 300	100 ~ 300	20 ~ 100	5 ~ 20	< 5
排水流量(m^3/s)	> 500	200 ~ 500	50 ~ 200	10 ~ 50	< 10

水闸、渡槽、倒虹吸、涵洞、隧洞、跌水与陡坡等灌排建筑物的级别,应根据过水流量的大小,按表 1-2 确定。

表 1-2 灌排建筑物分级指标

工程级别	1	2	3	4	5
过水流量(m^3/s)	> 300	100 ~ 300	20 ~ 100	5 ~ 20	< 5

蓄水、引水和提水枢纽工程中的水工建筑物级别,应根据所属枢纽工程的等别与建筑物重要性,按表 1-3 确定。

在防洪堤上修建的引水、提水工程及其他灌排建筑物,或在挡潮堤上修建的排水工程,其级别不得低于防洪堤或挡潮堤的级别。

表 1-3 水工建筑物级别划分

工程等别	永久性建筑物级别		临时性建筑物级别
	主要建筑物	次要建筑物	
I	1	3	4
II	2	3	4
III	3	4	5
IV	4	5	5
V	5	5	—

倒虹吸、涵洞等灌排建筑物与公路或铁路交叉布置时,其级别不得低于公路或铁路的级别。蓄水、引水和提水枢纽工程的位置特别重要,若失事将造成重大灾害,可采用新型结构、实践经验较少的 2~5 级主要建筑物;2~5 级的高填方灌排渠道、大跨度或高排架渡槽、高水头或大落差水闸、倒虹吸、涵洞等灌排建筑物,其级别经论证后均可提高一级。

灌排建筑物、灌溉渠道的防洪标准,应根据其级别按表 1-4 确定。

表 1-4 灌排建筑物、灌溉渠道设计防洪标准

建筑物级别	1	2	3	4	5
防洪标准(重现期,a)	50~100	30~50	20~30	10~20	10

注:1. 灌排建筑物的设计防洪标准,宜取表列上限值。

2. 灌排建筑物的校核防洪标准,可视工程具体情况和需要研究决定。

四、渠系建筑物的特点

(1) 面广量大,总投资多。在一个灌区内,渠系建筑物的数量是很大的。如陕西宝鸡峡灌区,干渠平均每千米 38 座,支渠平均每千米 4 座,斗渠平均每千米 95 座,共计建筑物 13 484 座。虽然单个渠系建筑物的规模一般并不大,但由于分布面广,数量多,它的总投资额往往比渠首枢纽工程的投资大。因此,渠系建筑物的合理布局、选型与构造及设计革新,对降低工程造价是十分重要的。

(2) 建筑物具有相似性。同一类型的渠系建筑物,其工作条件一般是较为近似的,其结构形式、尺寸及构造也较为相近。因此,在一个灌区内可以较多地采用统一的结构形式和施工方法,广泛采用定型设计和预制装配。这样不仅能简化设计和施工程序,便于群众施工,而且能够保证工程质量,加快施工进度和便于维修。对于规模较大、技术复杂的建筑物,则必须进行专门设计。

(3) 受地形影响大,与群众联系密切。渠系建筑物的布置,主要取决于地形条件,同时又与群众的生产、生活密切相关。

五、渠系建筑物布置

渠系建筑物布置要求如下:

(1) 数量恰当,效益最大。渠系建筑物的形式和位置,应根据渠系建筑物的平面布置

图、渠道横断面图以及当地的具体地形、地质等条件,合理布局,使建筑物的位置及数量恰当,工程效益最大。

(2)安全运行,保证供水。满足渠道输水、配水、泄水和量水的综合需要,保证渠道安全运行,提高灌溉效率及灌水质量,最大限度地满足灌区需水要求。

(3)联合修建,形成枢纽。应尽量减少建筑物数量,尽可能联合修建,形成枢纽,以节约投资,便于管理。

(4)独立供水,方便管理。结合用水要求,最好做到用水单位各自有独立的取水控制建筑物。

(5)便于交通,方便生产。在满足灌区用水要求的同时,应考虑方便交通,方便生产。

第二节 常见渠系建筑物的构造及作用

在渠道上修建的水工建筑物称为渠系建筑物,它使渠水跨过河流、山谷、堤防、公路等。类型主要有渡槽、涵洞、倒虹吸管、跌水与陡坡等,下面仅介绍几种常见渠系工程的构造与作用。

一、渡槽的构造及作用

按支承结构渡槽可分为梁式、拱式、桁架式等,渡槽由输水的槽身及支承结构、基础和进出口建筑物等部分组成。小型渡槽一般采用简支梁式结构,截面采用矩形。

(一)梁式渡槽

(1)槽身结构。梁式渡槽槽身结构一般由槽身和槽墩(排架)组成,主要支承水荷载及结构自重。槽身按断面形状有矩形和U形;梁式渡槽又分成简支梁式、双悬臂梁式、单悬臂梁式和连续梁式。简支矩形槽身适应跨度为8~15 m,U形槽身适应跨度为15~20 m。

(2)渡槽的进出口建筑物。它和水闸基本相同,由翼墙、护底、铺盖和消能设施组成,把矩形或U形槽身和梯形渠道连接起来,起改善水流条件、防冲及挡土作用。

(二)拱式渡槽

拱式渡槽的水荷载及结构自重由拱承担,其他和梁式渡槽相同。

二、涵洞的构造及作用

根据水流形态的不同,涵洞分为有压式、无压式和半有压式。

(一)涵洞的洞身断面形式

(1)圆形管涵。它的水力条件和受力条件较好,多由混凝土或钢筋混凝土建造,适用于有压涵洞或小型无压涵洞。

(2)箱形涵洞。它是四边封闭的钢筋混凝土整体结构,适用于现场浇筑的大中型有压或无压涵洞。

(3)盖板涵洞。断面为矩形,由底板、边墙和盖板组成,适用于小型无压涵洞。

(4)拱涵。它由底板、边墙和拱圈组成。因受力条件较好,多用于填土较高、跨度较

大的无压涵洞。

(二) 洞身构造

洞身构造有基础、沉降缝、截水环或涵衣,如图 1-1 所示。

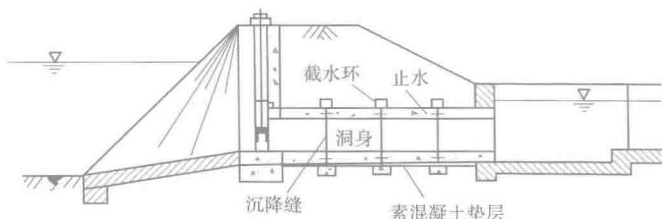


图 1-1 洞身构造

(1)基础。管涵基础采用浆砌石或混凝土管座,其包角为 $90^{\circ} \sim 135^{\circ}$ 。拱涵和箱涵基础采用 C15 素混凝土垫层。它可分散荷载并增加涵洞的纵向刚度。

(2)沉降缝。设缝间距不大于 10 m,且不小于 2~3 倍洞高,主要是适应地基的不均匀沉降。对于有压涵洞,缝中要设止水,以防止渗水使涵洞四周的填土产生渗透变形。

(3)截水环或涵衣。对于有压涵洞要在洞身四周设若干截水环或用黏土包裹形成涵衣,用以防止洞身外围产生集中渗流。

三、倒虹吸管的构造和作用

倒虹吸管有竖井式、斜管式、曲线式和桥式等,主要由管身和进、出口段三部分组成。

(1)进口段的形式。进口段包括进水口、拦污栅、闸门、渐变段及沉沙池等,用来控制水流、拦截杂物和沉积泥沙。

(2)出口段的形式。出口段包括出水口、渐变段和消力池等,用于扩散水流和消能防冲。

(3)管身的构造。水头较低的管身采用混凝土(水头在 4~6 m)或钢筋混凝土(水头在 30 m 左右),水头较高的管身采用铸铁或钢管(水头在 30 m 以上)。为了防止管道因地基不均匀沉降和温度变化而被破坏,管身应设置沉降缝,内设止水。现浇钢筋混凝土管在土基上缝距为 15~20 m,在岩基上缝距为 10~15 m。为了便于检修,在管段上应设置冲沙放水孔兼作进入孔。为了改善路下平洞的受力条件,管顶应埋设在路面以下 1.0 m 左右。

(4)镇墩与支墩。在管身的变坡及转弯处或较长管身的中间应设置镇墩,以连接和固定管道,镇墩附近的伸缩缝一般设在下游侧。在镇墩中间要设置支墩,以承受水荷载及管道自重的法向分量。

第二章 工程地质勘察

第一节 土的工程地质特性

一、土的分类

(一)按《土的工程分类标准》(GB/T 50145—2007)的分类

1. 分类的依据和原则

土的分类主要依据以下指标确定:

- (1)土颗粒组成及其特征;
- (2)土的塑性指标,包括液限、塑限和塑性指数;
- (3)土中有机质含量。

在具体分类时,巨粒类土应按粒组划分;粗粒类土应按粒组、级配、细粒含量划分;细粒类土应按塑性图所含粗粒类别及有机质含量划分。当土的含量或指标等于界限值时,可根据使用目的按偏于安全的原则分类。

2. 粒组划分

粒组划分见表 2-1。

表 2-1 粒组划分

粒组	颗粒名称		粒径 d 的范围 (mm)
巨粒	漂石(块石)		$d > 200$
	卵石(碎石)		$60 < d \leq 200$
粗粒	砾粒	粗砾	$20 < d \leq 60$
		中砾	$5 < d \leq 20$
		细砾	$2 < d \leq 5$
	砂粒	粗砂	$0.5 < d \leq 2$
		中砂	$0.25 < d \leq 0.5$
		细砂	$0.075 < d \leq 0.25$
细粒	粉粒		$0.005 < d \leq 0.075$
	黏粒		$d \leq 0.005$

3. 巨粒类土

巨粒类土的分类见表 2-2。当试样中巨粒组含量不大于 15% 时,可扣除巨粒,按粗粒

类土或细粒类土进行分类;当巨粒对土的总体性状有影响时,可将巨粒计入砾粒组进行分类。

表 2-2 巨粒类土的分类

土类	粒组含量		土类代号	土类名称
巨粒土	巨粒含量 > 75%	漂石含量大于卵石含量	B	漂石(块石)
		漂石含量不大于卵石含量	Cb	卵石(碎石)
混合巨粒土	50% < 巨粒含量 ≤ 75%	漂石含量大于卵石含量	BS1	混合土漂石(块石)
		漂石含量不大于卵石含量	CbS1	混合土卵石(碎石)
巨粒混合土	15% < 巨粒含量 ≤ 50%	漂石含量大于卵石含量	S1B	漂石(块石)混合土
		漂石含量不大于卵石含量	S1Cb	卵石(碎石)混合土

注:巨粒混合土可根据所含粗粒或细粒的含量进行细分。

4. 粗粒类土的分类

试样中粗粒组含量大于 50% 的土称为粗粒类土,其中砾粒组含量大于砂粒组含量的土称为砾类土,砾粒组含量不大于砂粒组含量的土称为砂类土。砾类土的分类见表 2-3。砂类土的分类见表 2-4。

表 2-3 砾类土的分类

土类	粒组含量		土类代号	土类名称
砾	细粒含量 < 5%	级配: $C_u \geq 5 \quad 1 \leq C_c \leq 3$	GW	级配良好砾
		级配:不同时满足上述要求	GP	级配不良砾
含细粒土砾	5% ≤ 细粒含量 < 15%		GF	含细粒土砾
细粒土质砾	15% ≤ 细粒含量 < 50%	细粒组中粉粒含量不大于 50%	GC	黏土质砾
		细粒组中粉粒含量大于 50%	GM	粉土质砾

表 2-4 砂类土的分类

土类	粒组含量		土类代号	土类名称
砂	细粒含量 < 5%	级配: $C_u \geq 5 \quad 1 \leq C_c \leq 3$	SW	级配良好砂
		级配:不同时满足上述要求	SP	级配不良砂
含细粒土砂	5% ≤ 细粒含量 < 15%		SF	含细粒土砂
细粒土质砂	15% ≤ 细粒含量 < 50%	细粒组中粉粒含量不大于 50%	SC	黏土质砂
		细粒组中粉粒含量大于 50%	SM	粉土质砂

5. 细粒类土的分类

试样中的细粒含量不小于 50% 的土称为细粒类土,其中粗粒组含量不大于 25% 的土称为细粒土;粗粒组含量大于 25% 且不大于 50% 的土称为含粗粒的细粒土;有机质含量小于 10% 且不小于 5% 的土称为有机质土。

细粒土根据如图 2-1 所示的塑性图进行分类。图 2-1 中的液限 ω_L 为用碟式仪测定的液限含水率或用质量 76 g、锥角为 30° 的液限仪锥尖入土深 17 mm 对应的含水率;虚线之间区域为黏土—粉土过渡区 (CL—ML)。各类细粒土的定名及定名区域见表 2-5。

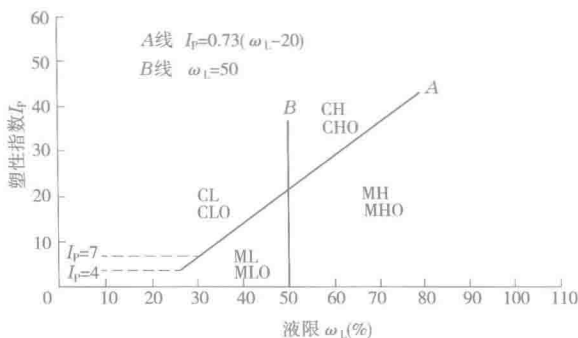


图 2-1 塑性图

表 2-5 细粒土的定名及定名区域

土的塑性指标在塑性图 2-1 中的位置		土类代号	土类名称
$I_p \geq 0.73(\omega_L - 20)$ 且 $I_p \geq 7$	$\omega_L \geq 50\%$	CH	高液限黏土
	$\omega_L < 50\%$	CL	低液限黏土
$I_p < 0.73(\omega_L - 20)$ 或 $I_p < 4$	$\omega_L \geq 50\%$	MH	高液限粉土
	$\omega_L < 50\%$	ML	低液限粉土

注:黏土—粉土过渡区 (CL—ML) 的土可按相邻土层的类别细分。

含粗粒的细粒土应根据所含细粒土的塑性指标在塑性图中的位置及所含粗粒类别,按下列规定划分:

- (1) 粗粒中砾粒含量大于砂粒含量,称含砾细粒土,应在细粒土代号后加代号 G。
- (2) 粗粒中砾粒含量不大于砂粒含量,称含砂细粒土,应在细粒土代号后加代号 S。
- (3) 有机质土按表 2-5 进行分类,并在土类代号之后加代号 O。

6. 土的工程分类体系

土的工程分类体系框图见图 2-2。

(二) 按《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001) 的分类

(1) 在《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001) 中,将晚更新世 Q_3 及其以前的土定义为老沉积土;将第四纪全新世中近期沉积的土定义为新近沉积土。按土的成因,可划分为

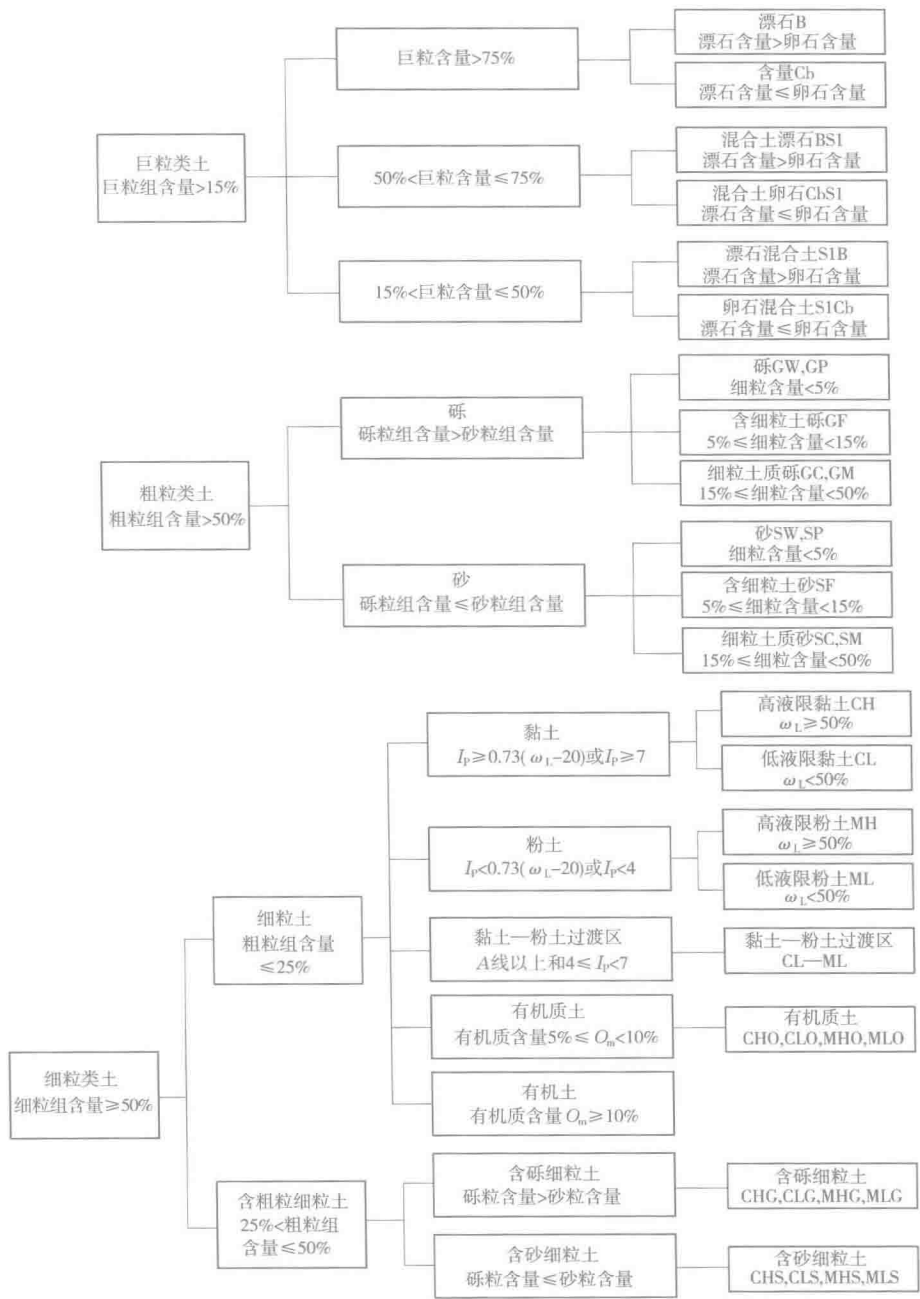


图 2-2 土的工程分类体系框图

残积土、坡积土、洪积土、冲积土、淤积土和风积土等。

(2) 土按颗粒级配和塑性指数可分为碎石土、砂土、粉土和黏性土四类。土的基本分类如表 2-6 所示。

表 2-6 土的基本分类

土的名称	颗粒级配或塑性指数(I_p)
碎石土	粒径大于 2 mm 的颗粒质量超过总质量的 50%
砂土	粒径大于 2 mm 的颗粒质量不超过总质量的 50%, 且粒径大于 0.075 mm 的颗粒质量超过总质量的 50%
粉土	粒径大于 0.075 mm 的颗粒质量不超过总质量的 50%, 且 $I_p < 10$
黏性土	$I_p \geq 10$

(3) 碎石土。按颗粒形状和颗粒级配可分为漂石、块石、卵石、碎石、圆砾、角砾等六类。碎石土分类如表 2-7 所示。

表 2-7 碎石土分类

土的名称	颗粒形状	颗粒级配
漂石	圆形及亚圆形为主	粒径大于 200 mm 的颗粒质量超过总质量的 50%
块石	棱角形为主	
卵石	圆形及亚圆形为主	粒径大于 20 mm 的颗粒质量超过总质量的 50%
碎石	棱角形为主	
圆砾	圆形及亚圆形为主	粒径大于 2 mm 的颗粒质量超过总质量的 50%
角砾	棱角形为主	

注:定名时,应根据颗粒级配由大到小以最先符合者确定。

(4) 砂土。按颗粒级配可分为砾砂、粗砂、中砂、细砂、粉砂等五类。砂土分类如表 2-8 所示。

表 2-8 砂土分类

土的名称	颗粒级配
砾砂	粒径大于 2 mm 的颗粒质量占总质量的 25% ~ 50%
粗砂	粒径大于 0.5 mm 的颗粒质量超过总质量的 50%
中砂	粒径大于 0.25 mm 的颗粒质量超过总质量的 50%
细砂	粒径大于 0.075 mm 的颗粒质量超过总质量的 85%
粉砂	粒径大于 0.075 mm 的颗粒质量超过总质量的 50%

(5) 黏性土。根据塑性指数进一步分为粉质黏土和黏土。塑性指数大于 10 且小于或等于 17 的土称为粉质黏土;塑性指数大于 17 的土称为黏土。

(三) 按《堤防工程地质勘察规程》(SL 188—2005)中关于细粒土的分类土的三角坐标分类见图 2-3。

二、土的主要物理、水理性质

(1) 土粒比重(G_s)。是指土在 105 ~ 110 ℃ 下烘至恒值时的质量与土粒同体积 4 ℃ 纯水质量的比值。其试验方法有浮称法、虹吸法和比重瓶法。

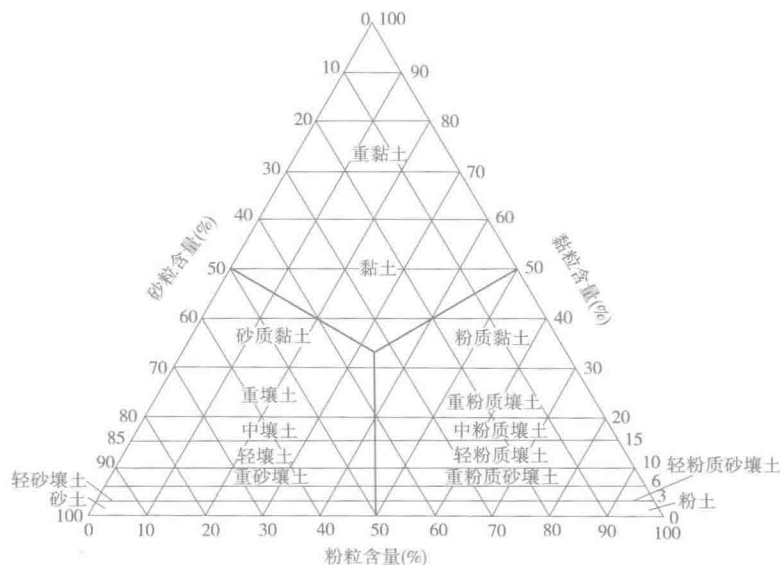


图 2-3 土的三角坐标分类

(2) 天然密度(ρ)。是指土在天然状态下单位体积的质量,单位为 g/cm^3 。

按照土的含水状态,表示土的密度的指标还有干密度(ρ_d)、饱和密度(ρ_{sat})等。

(3) 含水率(ω)。是指土中所含水分的的质量与固体颗粒质量之比。通常用百分数表示。

(4) 孔隙率(n)。是指土中孔隙的体积与土的总体积之比。通常用百分数表示。

(5) 孔隙比(e)。是指土中孔隙体积与土粒体积之比。

(6) 土的稠度与界限含水率。细粒土因土中的水分在量和质方面的变化而明显地表现出不同的物理状态,具有不同的性质。因含水率的变化而表现出的各种不同物理状态,称为细粒土的稠度。

细粒土的稠度状态主要有液态、塑态和固态三种。由一种稠度状态转变为另一种稠度状态时相应于转变点的含水率称为界限含水率,如土的液态和塑态之间的界限含水率称为液限(或称流限)含水率(ω_L),土的塑态与固态之间的界限含水率称为塑限含水率(ω_P)。

土的液限、塑限由试验直接测定。其试验方法包括液塑限联合测定法、碟式仪液限试验和滚搓法塑限试验三种。

塑性指数(I_P)是表征黏性土可塑性范围的指标,用土的液限和塑限之间的差值表示。

液性指数(I_L)是表征黏性土所处状态的指标,用土的天然含水率和液限含水率之差与塑性指数的比值表示。

(7) 渗透系数(K)。是指当土中水渗流呈层流状态时,其流速与作用水力梯度成正比关系的比例系数,单位为 cm/s 或 m/d 。

三、土的主要力学性质及指标

(1) 压缩系数(α)。是指在 K_0 固结试验中,土试样的孔隙比减小量与有效压力增加