

国家示范性高职院校工学结合系列教材

SHIZHENG

SHIZHENG GUANDAO GONGCHENG SHIGONG

市政管道工程施工

(市政工程技术专业)

边喜龙 张 波 邓曼适 合编

中国建筑工业出版社

黑龙江建筑职业技术学院
国家示范性高职院校建设项目成果

国家示范性高职院校工学结合系列教材

市政管道工程施工

(市政工程技术专业)

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

市政管道工程施工/边喜龙, 张波, 邓曼适合编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2010. 11

国家示范性高职院校工学结合系列教材 (市政工程技术专业)

ISBN 978-7-112-12729-0

I. ①市… II. ①边… ②张… ③邓… III. ①市政工程: 管道工程-工程施工-高等学校: 技术学校-教材 IV. ①TU990.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 238297 号

本书内容包括市政给水管道、市政排水管道、市政供热管道、市政燃气管道及其构筑物工程施工。本书是以项目或任务为载体, 按照真实工程项目以“工作过程”为导向, 介绍了承插式铸铁给水管道开槽施工、钢筋混凝土 (混凝土) 管道开槽施工、PE (PVC) 管道开槽施工、市政供热管道工程施工、市政燃气管道开槽施工、构筑物施工、钢筋混凝土管道顶管施工、盾构法施工的基本知识、施工工艺和施工方法。

本书可作为高职高专市政工程技术专业、给水排水工程技术专业的教学用书, 也可以作为相关工程技术人员的参考用书。

国家示范性高职院校工学结合系列教材

市政管道工程施工

(市政工程技术专业)

边喜龙 张波 邓曼适合编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京市安泰印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 22 字数: 550 千字

2011 年 2 月第一版 2011 年 2 月第一次印刷

定价: 46.00 元

ISBN 978-7-112-12729-0

(19994)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

前 言

近年来，我国城市基础设施建设的发展愈来愈快，而市政管道工程建设占有相当的比重。市场上需求大批的职业技术人才。为了适应市场经济条件下城市建设的需要，满足高等职业技术教育教学和工程技术人员的需求，真正做到理论与实践结合、学校和企业结合。编者在总结多年的教学与工程实践的基础上，编写了以“工作过程”为导向、按实际工程“生产流程”为主线的工学结合型的教材。

本教材摒弃了传统的学科体系的教材模式，依据生产一线典型的工作任务，构建了以实际工程项目或任务为载体的教材内容。本教材的内容包括：承插式铸铁给水管道开槽施工、钢筋混凝土（混凝土）管道开槽施工、PE（PVC）管道开槽施工、市政供热管道工程施工、市政燃气管道开槽施工、管道顶管施工、盾构法施工、市政管道工程构筑物施工。

本教材由黑龙江建筑职业技术学院边喜龙，哈尔滨市供水工程有限责任公司张波，广州大学市政技术学院邓曼适合编，哈尔滨市政建设有限公司夏远征、北京中建润通机电工程有限公司刘百彬主审。

参编人员为黑龙江建筑职业技术学院于文波、郭春明，哈尔滨技师学院刘文玲。

编写分工：项目1、项目2、项目3由边喜龙、刘文玲编写；项目4、项目5、项目8由张波、邓曼适编写；项目6、项目7由于文波、郭春明编写。

本书可作为高职高专市政工程技术专业、给水排水工程技术专业的教学用书，也可以作为相关工程技术人员的参考用书。

由于编者水平有限，难免存在疏漏与不妥之处，敬请广大读者批评指正。

目 录

项目 1 承插式铸铁给水管道开槽施工	1
任务 1 承插式铸铁给水管道施工准备	1
任务 2 沟槽土方开挖施工	7
任务 3 地基处理施工	19
任务 4 铸铁管道安装施工	25
任务 5 铸铁管道安装质量检查	37
任务 6 沟槽土方回填	42
任务 7 文明施工	45
复习思考题	47
项目 2 钢筋混凝土（混凝土）管道开槽施工	49
任务 1 混凝土管道开槽施工准备	49
任务 2 施工排水	63
任务 3 管道基础施工	84
任务 4 钢筋混凝土（混凝土）管道安装施工	85
任务 5 钢筋混凝土（混凝土）管道安装质量检查	91
任务 6 沟槽土方回填	93
复习思考题	95
项目 3 PE（PVC）管道开槽施工	96
任务 1 PE（PVC）管道管材	96
任务 2 PE 管道热熔焊接施工	100
任务 3 PVC 管道安装	103
任务 4 土方回填	108
任务 5 试水试验	110
复习思考题	110
项目 4 市政供热管道工程施工	111
任务 1 市政供热管道构造	111
任务 2 市政供热管道材料与附件	122
任务 3 市政供热管道工程施工	129
任务 4 市政供热管道防腐与绝热施工	155
任务 5 市政供热管道质量检查	160
任务 6 工程验收	161
复习思考题	176

项目 5 市政燃气管道开槽施工	177
任务 1 燃气管道施工准备	177
任务 2 沟槽土方开挖	202
任务 3 沟槽支撑施工	204
任务 4 燃气管道安装施工	209
任务 5 燃气管道防腐施工	215
任务 6 燃气管道试验与验收	221
任务 7 燃气管道沟槽土方回填	226
任务 8 燃气管道安全、文明施工	227
任务 9 某燃气管道工程施工案例	230
复习思考题	254
项目 6 管道顶管施工	256
任务 1 顶管施工的准备	256
任务 2 顶管工作坑设置	259
任务 3 顶进设备安装施工	265
任务 4 顶管顶进施工	268
任务 5 顶管测量和校正	275
复习思考题	279
项目 7 钢管盾构法施工	280
任务 1 盾构施工简介	280
任务 2 盾构施工	283
任务 3 盾构施工(钢管)方案实例	287
复习思考题	296
项目 8 市政管道工程构筑物施工	297
任务 1 砖砌检查井等附属构筑物施工	297
任务 2 钢筋混凝土构筑物施工	306
任务 3 渠道施工	330
复习思考题	343
主要参考文献	344

项目 1 承插式铸铁给水管道开槽施工

【学习目标】

了解给水管道的的基本构造；了解管道工程施工内业的基本知识；了解管道工程文明施工、安全施工的基本知识。能熟练识读管道工程施工图；能按照施工图，合理地选择管道施工方法，理解施工工艺，会进行承插铸铁管道开槽施工；具有承插式铸铁给水管道开槽施工过程管理、内业、安全和材料管理的基本能力。具有安全文明施工的良好意识；胜任管道施工员岗位工作。

任务 1 承插式铸铁给水管道施工准备

一、给水管道系统

(一) 给水系统组成部分

给水系统是由取水、输水、水处理、配水等设施以一定的方式组合而成的总体。通常由取水构筑物、水处理构筑物、泵站、输水管道、配水管网和调节构筑物六部分组成，如图 1-1 所示。

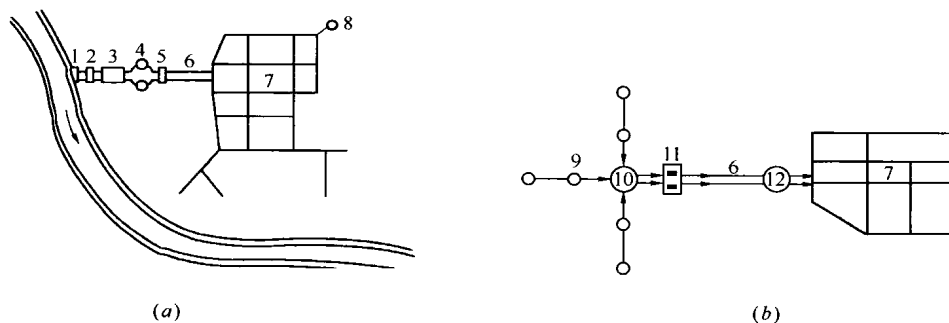


图 1-1 给水系统

(a) 地表水源给水系统；(b) 地下水源给水系统

1—取水构筑物；2—一级泵站；3—水处理构筑物；4—清水池；

5—二级泵站；6—输水管；7—配水管网；8—调节构筑物；

9—井群；10—地下水处理构筑物（除铁、锰等）；11—泵站；12—水塔

根据水源的不同，一般有地表水源给水系统和地下水源给水系统两种形式。

(二) 给水管道工程的主要任务

将符合用户要求的水（成品水）输送和分配到各用户，一般通过泵站、输水管道、配水管网和调节构筑物等设施共同工作来完成。

(1) 输水管的任务：输水管道是从水源向给水厂，或从给水厂向配水管网输水的管道，输水管道一般都采用两条平行的管线，并在中间适当的地点设置连通管，安装切换阀门，以便其中一条输水管道发生故障时由另一条平行管段替代工作，保证安全输水，其供水保证率一般为 70%。

(2) 配水管的任务：配水管网是用来向用户配水的管道系统。它分布在整个供水区域范围内，接受输水管道输送来的水量，并将其分配到各用户的接管点上。一般配水管网由配水干管、连接管、配水支管、分配管、附属构筑物和调节构筑物组成。

二、管道的布置

(一) 输水管布置形式

1. 重力输水系统

适用于水源地地形高于给水区，并且高差可以保证以经济的造价输送所需水量的情况。此时，源水可以靠自身的重力，经重力输水管送入给水厂，经处理后将成品水再送入配水管网，供用户使用；如水源水质满足用户要求，也可经重力输水管直接进入配水管网，供用户使用。该输水系统无动力消耗、管理方便、运行经济。当地形高差很大时，为降低供水压力，可在中途设置减压水池，形成多级重力输水系统，如图 1-2 所示。

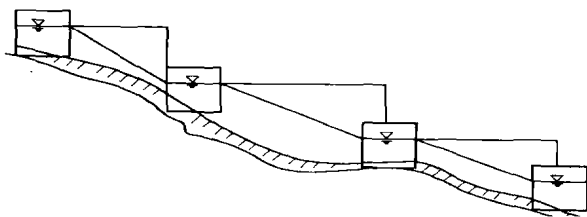


图 1-2 重力输水系统

2. 压力输水系统

适用于水源地与给水区的地形高差不能保证以经济的造价输送所需的水量，或水源地地形低于给水区地形的情况。此时，水源（或清水池）中的水必须由泵站加压经输水管送至给水厂进行处理，或送至配水管网供用户使用。该输水系统需要消耗大量的动力，供水成本较高，如图 1-3 所示。

3. 重力、压力输水相结合的输水系统

在地形复杂且输水距离较长时，往往采用重力和压力相结合的输水方式，以充分利用地形条件，节约供水成本。该方式在大型的长距离输水管道中应用较为广泛，如图 1-4 所示。

(二) 配水管网布置形式和特点

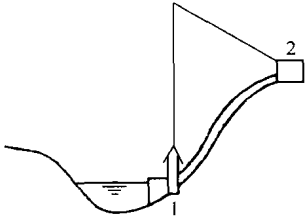


图 1-3 压力输水系统
1 泵站；2—高地水池

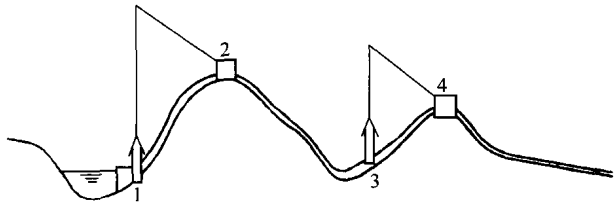


图 1-4 重力和压力相结合的输水系统
1、3—泵站；2、4—高地水池

1. 枝状管网

枝状管网是因从二级泵站或水塔到用户的管线布置类似树枝状而得名，其干管和支管分明。管径由泵站或水塔到用户逐渐减小，如图 1-5 所示。由此可见，树状管网管线短、管网布置简单、投资少；但供水可靠性差，当管网中任一管段损坏时，其后的所有管线均会断水。在管网末端，因用水量小，水流速度缓慢，甚至停滞不动，容易使水质变坏。

2. 环状管网

管网中的管道纵横相互接通，形成环状。当管网中某一管段损坏时，可以关闭附近的阀门使其与其他的管段隔开，然后进行检修，水可以从另外的管线绕过该管段继续向下游用户供水，使断水的范围减至最小，从而提高了管网供水的可靠性；同时还可以大大减轻因水锤作用而产生的危害。但环状管网管线长、布置复杂、投资多，如图 1-6 所示。

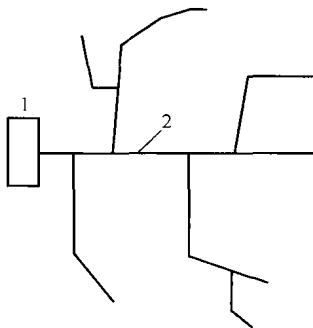


图 1-5 枝状管网
1 二级泵站；2—管网

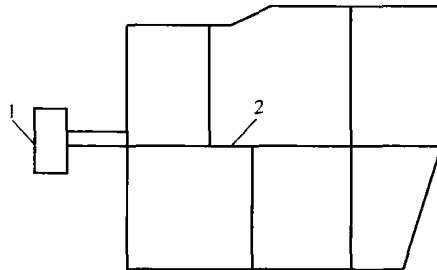


图 1-6 环状管网
1--二级泵站；2—管网

（三）配水管网的布置要求

（1）配水管网由各种大小不同的管段组成，不论枝状管网还是环状管网，按管段的功能均可划分为配水干管、连接管、配水支管和分配管。

1) 配水干管接受输水管道中的水，并将其输送到各供水区。干管管径较大，一般应布置在地形高处，靠近大用户沿城市的主要干道敷设，在同一供水区内可布置若干条平行的干管，其间距一般为 500~800m。

2) 连接管用于配水干管间的连接,以形成环状管网,保证在干管发生故障关闭事故管段时,能及时通过连接管重新分配流量,从而缩小断水范围,提高供水可靠性。连接管一般沿城市次要道路敷设,其间距为 800~1000m。

3) 配水支管是把干管输送来的水分配到接户管道和消火栓管道,敷设在供水区的道路下。在供水区内配水支管应尽量均匀布置;尽可能采用环状管线,同时应与不同方向的干管连接。当采用枝状管网时,配水支管不宜过长,以免管线末端用户水压不足或水质变坏。

4) 分配管(也称为接户管、入户管)是连接配水支管与用户的管道,将配水支管中的水输送、分配给用户供用户使用。一般每一用户有一条分配管即可,但重要用户的分配管可有两条或数条,并应从不同的方向接入,以增加供水的可靠性。

(2) 管网附件

管网的适当位置上应设置阀门、排气阀、泄水阀、消火栓等附属设备。

其布置原则是数量尽可能少,但又要运用灵活。

1) 阀门的作用与布置

阀门是控制水流、调节流量和水压的设备,其位置和数量要满足故障管段的切断需要,应根据管线长短、供水重要性和维修管理情况而定。一般干管上每隔 500~1000m 设一个阀门,并设于连接管的下游;干管与支管相接处,一般在支管上设阀门,以便支管检修时不影响干管供水;干管和支管上消火栓的连接管上均应设阀门;配水管网上两个阀门之间独立管段内消火栓的数量不宜超过 5 个。

2) 消火栓及其他附件的布置与要求

应布置在使用方便,显而易见的地方,距建筑物外墙应不小于 5.0m,距车行道边不大于 2.0m,以便于消防车取水而又不影响交通。一般常设在人行道边,两个消火栓的间距不应超过 120m。

排气阀用于排除管道内积存的空气,以减小水流阻力,保证管道有效过水面积,一般常设在管道的高处。

泄水阀用于排空管道内的积水,以便于检修或事故时排空管道,一般常设在管道的低处。

3) 给水管道在街道的位置确定

为保证给水管道在施工和维修时不对其他管线和建(构)筑物产生影响,给水管道在平面布置时,应与其他管线和建(构)筑物有一定的水平距离,其最小水平净距应符合规范要求。

给水管道相互交叉时,其最小垂直净距为 0.15m;给水管道与污水管道、雨水管道或输送有毒液体的管道交叉时,给水管道应敷设在上面,最小垂直净距为 0.4m,且接口不能重叠;当给水管必须敷设在下面时,应采用钢管或钢套管,钢套管伸出交叉管的长度,每端不得小于 3.0m,且套管两端应用防水材料封闭,并应保证 0.4m 的最小垂直净距。

三、给水管道工程施工图识读

(一) 识读施工图的意义

(1) 保证工程施工质量的前提，一般给水管道施工图包括平面图、纵断面图、大样图和节点详图四种；

(2) 了解工程的实际设计意图和设计思路；

(3) 核对施工图的正确性，并提出改进意见。

(二) 识读平面图

管道平面图主要体现的是管道在平面上的相对位置以及管道敷设地带一定范围内的地形、地物和地貌情况。识读时应主要搞清以下一些问题：

(1) 图纸比例、说明和图例；

(2) 管道施工地带道路的宽度、长度、中心线坐标、折点坐标及路面上的障碍物情况；

(3) 管道的管径、长度、节点号、桩号、转弯处坐标、中心线的方位角、管道与道路中心线或永久性地物间的相对距离以及管道穿越障碍物的坐标等；

(4) 与本管道相交、相近或平行的其他管道的位置及相互关系；

(5) 附属构筑物的平面位置；

(6) 阀门等管网附件的位置；

(7) 主要材料明细表。

(三) 识读纵断面图

纵断面图主要体现管道的埋设情况。识读时应主要搞清以下一些问题：

(1) 图纸横向比例、纵向比例、说明和图例；

(2) 管道沿线的原地面标高和设计地面标高；

(3) 管道的管中心标高或管底标高和埋设深度；

(4) 管道的敷设坡度、水平距离和桩号；

(5) 管径、管材和基础；

(6) 附属构筑物的位置、其他管线的位置及交叉处的管底标高；

(7) 施工地段名称。

(四) 识读大样图

大样图主要是指阀门井、消火栓井、排气阀井、泄水井、支墩等的施工图。识读时应主要搞清以下一些内容：

(1) 图纸比例、说明和图例；

(2) 井的平面尺寸、竖向尺寸、井壁厚度；

(3) 井的组砌材料、强度等级、基础做法、井盖材料及大小；

(4) 管件的名称、规格、数量及其连接方式；

(5) 管道穿越井壁的位置及穿越处的构造；

(6) 支墩的大小、形状及组砌材料。

(五) 识读节点详图

节点详图主要是体现管网节点处各管件间的组合、连接情况，以保证管件组

合经济合理，水流通畅。识读时应主要搞清以下一些内容：

- (1) 管网节点处所需的各种管件的名称、材质、规格、数量；
- (2) 管件间的连接方式。

四、管道的定线与放线

管道定线放线的目的是确定给水管道在安装地点上的实际位置。定线是通过测量工具按设计图纸测量出给水管道在街道或绿化地带或过障碍物的实际平面位置尺寸；该平面尺寸再用线桩或拉线和白灰等把给水管道的中心线及待开挖的沟槽边线显示出来，称为放线。

(一) 管道定线放线的原则

- (1) 管道的定线放线应严格按给水管道工程图纸进行。
- (2) 先定出管道走向的中心线，再定出待开挖的沟槽边线。
- (3) 先定出管道直线走向的中心线，再定出管道变向的转点及中心线。
- (4) 所设线位桩可用钢桩或木桩，线位桩在土内应埋入一定深度，能固定牢靠。

(5) 所拉的线绳和所放的白灰线应准确且不影响沟槽开挖。

(二) 进行管道的定线与放线工作

依据施工图给定的中线的位置，确定两个中心钉的位置，拉线后在离开沟槽开挖范围设立中心控制桩，并且进行保护措施的设置。

依据管道管径的大小、开挖方法、开挖深度、现场情况确定沟槽开挖宽度，从中心向两侧分别量出沟槽开挖宽度的二分之一，每侧两点，分别连线，按此连线撒灰线即可。

五、安全知识

(一) 安全生产的概念

安全生产就是在工程施工中不出现伤亡事故、重大的职业病和中毒现象。就是说在工程施工中不仅要杜绝伤亡事故的发生，还要预防职业病和中毒事件的发生。

(二) 安全生产的基本法律

《中华人民共和国劳动保护法》、《中华人民共和国建筑法》、《中华人民共和国安全生产法》、《中华人民共和国职业病防治法》、《建设工程安全生产管理条例》。

(三) 安全生产方针

建设工程安全生产管理，坚持安全第一、预防为主的方针。

建设单位、勘察单位、设计单位、施工单位、工程监理单位及其他与建设工程安全生产有关的单位，必须遵守安全生产法律、法规的规定，保证建设工程安全生产，依法承担建设工程安全生产责任。

(四) 安全负责人

企业法人或主要负责人。

(五) 负责人的安全职责

对安全生产工作全面负责。应当建立健全安全生产责任制度和安全生产教育培训制度，制定安全生产规章制度和操作规程，保证本单位安全生产条件所需资金的投入，对所承担的建设工程进行定期和专项安全检查，并做好安全检查记录。

任务2 沟槽土方开挖施工

一、土的工程特性指标

(一) 土的物理性质

1. 土的质量密度和重力密度

天然状态单位体积土的质量称为土的质量密度，简称土的密度，用符号 D 表示。天然状态单位体积土所受的重力称为土的重力密度，简称土的重度，用符号 γ 表示。

$$D = m/V$$

$$\gamma = G/V = m \cdot g/V = D \cdot g$$

式中 m ——土的质量 (t);
 V ——土的体积 (m^3);
 G ——土的重力 (kN);
 g ——重力加速度 (m/s^2)。

天然状态下土的密度值变化较大，通常砂土 $D=1.6\sim 2.0\text{t/m}^3$ ，黏性土和粉砂 $D=1.8\sim 2.0\text{t/m}^3$ 。通常砂土 $\gamma=16\sim 20\text{kN/m}^3$ ，黏性土和粉砂 $\gamma=18\sim 20\text{kN/m}^3$ 。

2. 土粒相对密度

土粒单位体积的质量与同体积的 4°C 时纯水的质量相比，称为土粒相对密度。土粒相对密度参考值见表 1-1。

土粒相对密度参考值

表 1-1

土的种类	砂 土	粉 土	黏 性 土	
			粉质黏土	黏 土
土粒相对密度	2.65~2.69	2.70~2.71	2.72~2.73	2.73~2.74

3. 土的含水量

水的质量与土颗粒质量之比的百分数称为土的含水量，含水量是表示土的湿度的一个指标。天然土的含水量变化范围很大。含水量小，土较干；反之土很湿或饱和。

4. 土的干密度和干重度

土的单位体积内颗粒的质量称为土的干密度；土的单位体积内颗粒所受重力称为土的干重度。一般土的干密度为 $1.3\sim 1.8\text{t/m}^3$ ，土的干密度愈大，表明土愈密实，工程上常用这一指标控制回填土的质量。

5. 土的孔隙比与孔隙率

土中孔隙体积与颗粒体积之比称为孔隙比；土中孔隙体积与土的体积之比的百分数称为土的孔隙率。孔隙比是表示土的密实程度的一个重要指标。一般来说孔隙率小于0.6的土是密实的，土的压缩性小；孔隙率大于1.0的土是疏松的，土的压缩性大。

6. 土的饱和重度与土的有效重度

土中孔隙完全被水充满时土的重度称为饱和重度；地下水位以下的土受到水的浮力作用，扣除水的浮力后单位体积上所受的重力称为土的有效重度，土的饱和重度一般为 $18\sim 23\text{kN/m}^3$ 。

7. 土的饱和度

土中水的体积与孔隙体积之比的百分数称为土的饱和度，根据饱和度的数值可把细砂、粉末等土分为稍湿、很湿和饱和三种湿度状态，见表1-2。

砂土湿度状态划分

表 1-2

湿度状态	稍湿	很湿	饱和
饱和度 S_r (%)	$S_r \leq 50$	$50 < S_r \leq 80$	$S_r > 80$

8. 土的可松性和压缩性

土的可松性是指自然状态下的土经开挖后土的结构被破坏，因松散而体积增大，这种现象称为土的可松性。土经过开挖、运输、堆放而松散，松散土与原土体积之比用可松性系数 K 表示。土经回填后，其体积增加值用最后可松性系数表示。可松性系数的大小取决于土的种类，见表1-3。

土的可松性系数

表 1-3

土 的 名 称	体积增加百分比		可松性系数	
	最初	最后	K_1	K_2
砂土、黏质粉土	8~17	1~2.5	1.08~1.17	1.01~1.03
种植地、淤泥、淤泥质土	20~30	3~4	1.20~1.30	1.03~1.04
粉质黏土、潮湿土、砂土混碎(卵)石、粉质黏土、混碎(卵)石、素填土	14~28	1.5~5	1.14~1.28	1.02~1.05
黏土、重粉质黏土、砾石土、干黄土、黄土混碎(卵)石、粉质黏土、混碎(卵)石、压实素填土	24~30	4~7	1.24~1.30	1.04~1.07
重黏土、黏土混碎(卵)石、卵石土、密实黄土、砂岩	26~32	6~9	1.26~1.32	1.06~1.09
泥灰岩	33~37	11~15	1.33~1.37	1.11~1.15
轻质岩石、次硬质岩石	30~45	10~20	1.30~1.45	1.10~1.20
硬质岩石	45~50	20~30	1.45~1.50	1.20~1.30

注：1. K_1 是用于计算土方工程量装运车辆及挖土机械的主要参数；

2. K_2 是计算填方所需挖土工程量的主要参数；

3. 最初体积增加百分比 = $(V_2 - V_1) / V_1 \times 100\%$ ；

4. 最后体积增加百分比 = $(V_3 - V_1) / V_1 \times 100\%$ 。

土经过开挖、运输、堆放而松散，松散土与原土体积之比用可松性系数 K_1 表示。

$$K_1 = V_2/V_1$$

土经回填后，其体积增加值用最后可松性系数 K_2 表示：

$$K_2 = V_3/V_1$$

式中 V_1 ——开挖前土的自然状态下体积；

V_2 ——开挖后土的松散体积；

V_3 ——压实后土的体积。

土的压缩性是指土经回填压实后，使土的体积减小的现象。

土的密实度与土的含水量有关。其含水量的大小都会影响土的密实度，实践证明应控制土的最佳含水量，即在土方回填时应具有最佳含水量，当土的自然含水量低于最佳含水量 20% 时，土在回填前要洒水渗浸。土的自然含水量过高，应在压实或夯实时晾晒。在地基主要受力层范围内，按不同结构类型，要求压实系数达到 0.94~0.96 以上。

9. 土的渗透性

土的渗透性是指水流通过土中空隙难易程度的性质，反映土的渗透性的指标为渗透系数，渗透系数为单位时间通过土体的水量，单位为 cm/s 或 m/d。土的渗透系数可以通过室内渗透试验或现场抽水试验来测定。现场抽水试验测定的数据较为可靠。

(二) 土的力学性质

1. 土的抗剪强度

土的抗剪强度就是某一受剪面上抵抗剪切破坏时的最大剪应力，土的抗剪强度可由剪切试验确定，如图 1-7 所示。

砂是散粒体，颗粒间没有相互的黏聚作用，因此砂的抗剪强度即为颗粒间的摩擦力。黏性土颗粒很小，由于颗粒间的胶结作用和结合水的连锁作用，产生黏聚力。黏性土的抗剪强度由内摩擦力和一部分黏聚力组成。由于不同的土，抗剪强度不同，即使同一种土，密实度和含水量不同，抗剪强度也不同。抗剪强度决定着土的稳定性，抗剪强度愈大，土的稳定性愈好，反之，亦然。

完全松散的土自由地堆放在地面上，土堆的斜坡与地面构成的夹角，称为自然倾斜角。为了保证土壁稳定，必须有一定边坡，含水量大的土，土颗粒间产生润滑作用，使土颗粒间的内摩擦力或黏聚力减弱，土的抗剪强度降低时，土的稳定性减弱，因此，应留有较缓的边坡。当沟槽上荷载较大时，土体会在压力作用下产生滑移，因此，边坡也要平缓或采用支撑加固。

2. 侧土压力

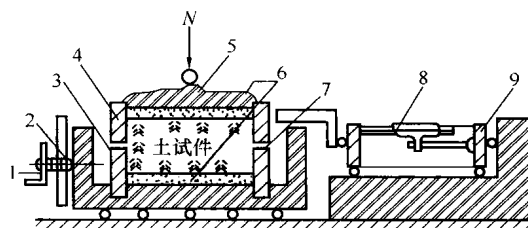


图 1-7 土的剪应力试验装置示意
1—手轮；2—螺杆；3—下盒；4—上盒；
5—传压板；6—透水石；7—开缝；
8—测量计；9—弹性量力环

地下给水排水构筑物的墙壁和池壁，地下管沟的侧壁，施工中沟槽的支撑，顶管工作坑的后背，以及其他各种挡土结构，都受到土的侧向压力作用，如图 1-8 所示。这种土压力称为侧土压力。

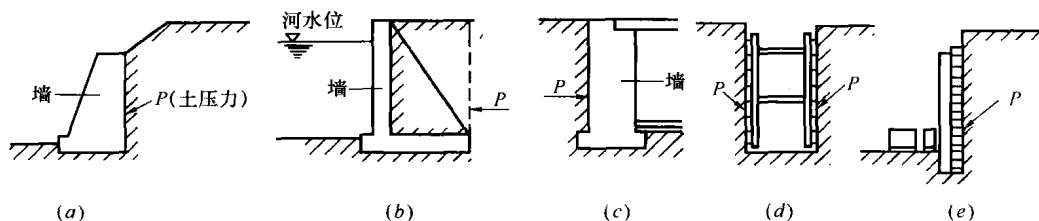


图 1-8 各种挡土结构

(a) 挡土墙；(b) 河堤；(c) 池壁；(d) 支撑；(e) 顶管工作坑后背

根据挡土墙受力后的位移情况，侧土压力可分为以下三种：

(1) 主动土压力。挡土墙在墙后土压力作用下向前移动或移动土体随着下滑，当达到一定位移时，墙后土体达到极限平衡状态，此时作用在墙背上的土压力就称为主动土压力，如图 1-9 (a) 所示。

(2) 被动土压力。挡土墙在外力作用下向后移动或转动，挤压填土，使土体向后位移，当挡土墙向后达到一定位移时，墙后土体达到极限平衡状态，此时作用在墙背上的土压力称为被动土压力，如图 1-9 (b) 所示。

(3) 静止土压力。挡土墙的刚度很大，在土压力作用下不产生移动和转动，墙后土体处于静止状态，此时作用在墙背上的土压力称为静止土压力，如图 1-9 (c) 所示。

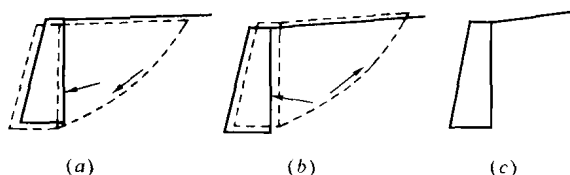


图 1-9 三种土压力

(a) 主动土压力；(b) 被动土压力；(c) 静止土压力

上述三种土压力，在相同条件下，主动土压力最小，被动土压力最大，静止土压力介于两者之间。三种土压力的计算可按库仑土压力理论或者朗肯土压力理论计算。

掌握土的压力，对于处理施工中的支撑工作坑后背，各类挡土墙的结构是极其重要的。

二、自然界土分类

工程上一般按土的组成、生产年代和生产条件对土进行分类。

(1) 按《建筑地基基础设计规范》GB 50007—2002 将地基土分为岩石、碎石土、砂土、粉土、黏性土、人工填土六类。每类又可以分成若干小类。

1) 岩石。在自然状态下颗粒间连接牢固,呈整体或具有节理裂隙的岩体。

2) 碎石土。粒径大于2mm的颗粒占全重50%以上,根据颗粒级配和占全重百分比不同,分为漂石、块石、卵石、圆砾和角砾,见表1-4。

碎石土的分类 表 1-4

土的名称	颗粒形状	土的颗粒在干燥时占全部重量百分比(%)
漂石	圆形及亚圆形为主	粒径大于200mm的颗粒超过全重50%
块石	棱角形为主	
卵石	圆形及亚圆形为主	粒径大于20mm的颗粒超过全重50%
碎石	棱角形为主	
圆砾	圆形及亚圆形为主	粒径大于2mm的颗粒超过全重50%
角砾	棱角形为主	

注:定名时应根据表中粒径分组由大到小以最先符合者确定。

3) 砂土。粒径大于2mm的颗粒含量小于或等于全重50%的土。砂土根据粒径和占全重的百分比不同,又分为砾砂、粗砂、中砂、细砂和粉砂,见表1-5。

砂土的分类 表 1-5

土的名称	土的颗粒在干燥时占全部重量百分比(%)
砾砂	粒径大于2mm的颗粒占全重25%~50%
粗砂	粒径大于0.5mm的颗粒超过全重50%
中砂	粒径大于0.25mm的颗粒超过全重50%
细砂	粒径大于0.075mm的颗粒超过全重85%
粉砂	粒径大于0.075mm的颗粒不超过全重50%

4) 粉土。粉土性质介于砂土与黏性土之间。塑性指数 ≤ 10 ,当塑性指数接近3时,其性质与砂土相似;当塑性指数接近10时,其性质与粉质黏土相似。

5) 黏性土。黏土按其粒径级配、矿物成分和溶解于水中的盐分等组成情况的指标,分为黏质粉土、粉质黏土和黏土、人工填土。

(2) 按其生成分为素填土、杂填土和冲填土三类。

1) 素填土。由碎石土、砂土、黏土组成的填土。经分层压实的统称素填土,又称压实填土。

2) 杂填土。含有建筑垃圾、工业废渣、生活垃圾等杂物的填土。

3) 冲填土。由水力冲填泥砂产生的沉积土。

(3) 按土石坚硬程度和开挖方法及使用工具,将土分为八类,见表1-6。

土的工程分类 表 1-6

土的分类	土(岩)的分类	密度 (t/m^3)	开挖方法及工具
一类土 (松软土)	略有黏性的砂土、粉土、腐殖土及疏松的种植土、泥炭(淤泥)	0.6~1.5	用锹、少许用脚踏或用锄头挖掘
二类土 (普通土)	潮湿的黏性土和黄土,软的盐土和碱土,含有建筑材料碎屑、碎石、卵石的堆积土和种植土	1.1~1.6	用锹、需用脚踏,少许用镐