

公路工程与项目管理

史建峰 陆总兵 李诚 主编

非
平
借

九州出版社
JIUZHOU PRESS

公路工程与项目管理

史建峰 陆总兵 李诚 主编



九州出版社
JIUZHOU PRESS

图书在版编目 (CIP) 数据

公路工程与项目管理 / 史建峰, 陆总兵, 李诚主编. -- 北京:
九州出版社, 2017.10
ISBN 978-7-5108-6262-5

I. ①公… II. ①史… ②陆… ③李… III. ①道路工
程—项目管理 IV. ①U41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 257781 号

公路工程与项目管理

作 者: 史建峰 陆总兵 李诚 主编

出版发行: 九州出版社

地 址: 北京市西城区阜外大街甲35号(100037)

发行电话: (010)68992190/3/5/6

网 址: www.jiuzhoupress.com

电子信箱: jiuzhou@jiuzhoupress.com

印 刷: 廊坊市海涛印刷有限公司

开 本: 710毫米×1000毫米 16开

印 张: 19

字 数: 300千字

版 次: 2018年6月第1版

印 次: 2018年6月第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-5108-6262-5

定 价: 72.00元

★ 版权所有 侵权必究 ★

前言

随着社会主义市场经济体制的不断发展和完善，随着我国公路建设市场特别是高速公路建设市场普遍实行招投标制、随着社会劳动生产率的提高，对我国的公路施工企业提出了新的更高的要求。公路施工企业面临激烈甚至残酷的竞争和挑战，计划经济体制下的地方保护、行业保护不复存在，优胜劣汰是市场经济的规则，公路施工企业只有向管理要效益，靠管理求生存。尽快提高企业的经营管理水平，作为一项非常重要的任务摆在了公路施工企业管理者的面前。公路施工项目是公路施工企业赖以生存和发展的根本，是企业获取效益的来源。如何参加投标，如何能在激烈的投标竞争中获胜，承揽到公路施工项目，并在中标后优质、按期、高效益完成任务，特别是在低价中标的情况下获得较好的经济效益，是当前公路施工企业和企业管理者应深入探讨和研究的重要问题。

公路施工企业要想求生存、求发展，首要问题就是要有施工项目，这就要求企业在普遍实行招投标制的公路建设市场中，必须首先在激烈的投标竞争中夺标，进而在中标后，通过高水平的施工管理获取最佳的经济效益。

本书共十三章，合计 30 万字。由来自山西路桥第一工程有限责任公司的史建峰担任第一主编，负责第一章至第四章的内容，合计 10 万字以上。由来自南通新华建筑集团有限公司的陆总兵担任第二主编，负责第五章至第六章、第九章至第十三章的内容，合计 10 万字以上。由来自山东东泰工程咨询有限公司的李诚担任第三主编，负责第七章至第八章的内容，合计 6 万字以上。

在本书的编写过程中，我们参阅并引用了国内外学者的有关著作和论述，并从中受到了启迪，特向他们表示诚挚的敬意。由于我们知识与经验的局限性，书中的错误和疏漏之处在所难免，恳请广大读者提出宝贵意见和建议，以使我们的学术水平能不断提升。

目 录

第一章 土方工程施工技术	1
第一节 概述	1
第二节 基坑挡土支护技术	3
第三节 降水与排水技术	11
第二章 地基处理与桩基础工程施工技术	27
第一节 特殊土地基的处理技术	27
第二节 桩基础工程施工技术	45
第三章 钢筋混凝土工程施工技术	64
第一节 钢筋工程施工技术	64
第二节 混凝土工程施工技术	78
第四章 公路工程概述	93
第一节 公路基本建设程序	93
第二节 公路施工项目管理过程	101
第三节 公路施工项目管理的方法与内容	106
第四节 公路工程施工监理	113
第五章 路面基层施工	119
第一节 半刚性基层材料	119
第二节 半刚性基层施工	126
第三节 粒料类基层施工	131
第四节 基层施工质量控制与检查验收	134
第六章 沥青路面施工	136
第一节 沥青类路面基本特性及分类	136
第二节 沥青类路面对原材料的技术要求	142
第三节 沥青混合料组成设计	146
第四节 层铺法、路拌法施工沥青路面	153
第五节 厂拌法施工沥青路面	160
第六节 热拌沥青混合料路面施工质量管理和检查	166
第七章 水泥混凝土路面施工	168
第一节 材料要求及拌和物配合比设计	168
第二节 滑模式摊铺机施工	176
第三节 轨模式摊铺机施工	183
第四节 三辊轴机组与小型配套机具施工	189

第五节 施工质量检查与竣工验收	194
第八章 桥梁工程	196
第一节 桥梁的类型与结构	196
第二节 桥梁的总体规划涉及	214
第三节 桥梁施工	217
第九章 施工组织设计概论	222
第一节 公路施工组织设计的任务与原则	222
第二节 公路施工组织设计的阶段与内容	229
第三节 原始资料的调查与分析	233
第四节 施工组织的基本方法	236
第五节 机械化施工组织	239
第十章 施工项目进度控制	246
第一节 进度控制概述	246
第二节 进度计划的审核与实施	254
第三节 进度计划的检查与调整	257
第四节 施工进度控制总结	262
第十一章 施工项目质量控制	263
第一节 施工项目质量计划	263
第二节 质量控制方法	265
第三节 施工工序质量控制	272
第四节 工程质量问题的分析与处理	274
第十二章 施工项目成本控制	276
第一节 施工项目成本控制的内容与程序	276
第二节 成本预测与成本控制实施	279
第三节 成本核算与分析	283
第十三章 施工项目合同管理	284
第一节 施工项目合同管理概述	284
第二节 施工项目所涉及的合同	285
第三节 履行过程中的合同管理	288
第四节 工程施工索赔	290
参考文献	294

第一章 土方工程施工技术

第一节 概述

土的工程分类是按照土的开挖难易程度来区分的。根据土的坚硬程度和开挖方法及使用工具,我国《建筑安装工程统一劳动定额》里将土分成8类。现将8类的工程分类方法与16级地质分类方法综合于表1.1.1中。

表 1.1.1

土的分类	土的级别	土的名称	坚实系数 f	密度 (t/m^3)	开挖方法及工具
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)	0.5~0.6	0.6~1.5	用锹、锄头挖掘,少许用脚蹬
二类土(普通土)	II	粉质粘土,潮湿的黄土,夹有碎石。卵石的砂,粉土混卵(碎)石,种植土、填土	0.6~0.8	1.1~1.6	用锹、锄头挖掘,少许用镐翻松
三类土(坚土)	III	软及中等密实粘土,重粉质粘土、砾石土、干黄土、含有碎石卵石的黄土、粉质粘土,压实的填土	0.8~1.0	1.75~1.9	主要用镐,少许用锹、锄头挖掘,部分用撬棍
四类土(砂砾坚土)	IV	坚硬密实的粘性土或黄土,含	1.0~1.5	1.9	整个先用镐、撬棍,后用锹挖

		碎石卵石的中 等密实的黏性 土或黄土,粗卵 石,天然级配砂 石, 软泥灰岩			掘, 部分用楔子 及大锤
五类土(软 石)	V~VI	硬质粘土,中密 的页岩、泥灰 岩、白垩土,胶 结不禁的砾岩, 软石灰及贝壳 石灰石	1.5~4.0	1.1~2.7	用镐或撬棍、大 锤挖掘, 部分使 用爆破方法
六类土(次 坚石)	VII~IX	泥岩、砂岩、砾 岩、泥灰岩,密 实的石灰岩,风 化花岗岩、片麻 岩及正长岩	4.0~10.0	2.2~2.9	用爆破方法开 挖, 部分用风镐
七类土(坚 石)	X~XII	大理石。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、微 风化安山岩, 玄 武岩	10.0~18.0	2.5~3.1	用爆破方法开 挖
八类土(特 坚石)	XIV~X VI	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	18.0~25.0 以上	2.7~3.3	用爆破方法开 挖

注: (1) 土的级别为相当于一般 16 级土石分类级别; (2) 坚实系数 f 为相当于普氏岩石强度系数。

第二节 基坑挡土支护技术

一、浅基坑(槽)支撑

当开挖基坑(槽)的土体因含水量大而不稳定。或基坑较深,或受到周围场地的限制而需要较陡的边坡或直立开挖土质较差时,应采用临时性支撑加固,基坑、基槽底边每边的宽度应为基础宽加 100~150mm 用地设置支撑加固结构。

当开挖较窄的沟槽时常采用横撑式土壁支撑。横撑式土壁支撑根据挡土土的不同可分为以下几种形式。

(一) 间断式水平支撑

间断式水平支撑,如图 1.2.1(a)所示。两侧挡土板水平旋转,用工具或木横撑借木楔顶紧,挖一层土,支顶一层。

这种方式适用于保持立壁的干土或天然温度的勃土类土。要求地下水很少、深度 2m 以内。

(二) 断续式水平支撑

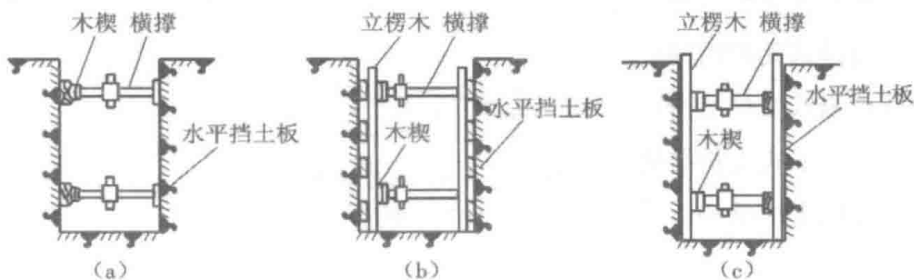
断续式水平支撑,如图 1.2.1(b)所示。挡土板水平,并有间隔,挡土板内侧竖向木方,用横撑顶紧。

这种方式适用条件同上,深度在 3m 以内。

(三) 连续式水平支撑

连续式水平支撑,如图 1.2.1(c)所示。挡土板水平,无间隔,立竖木方用横撑加木楔顶紧。

这种方式适用于松散的干土或天然温度的勃土类土,要求地下水很少,深度在 3~5m



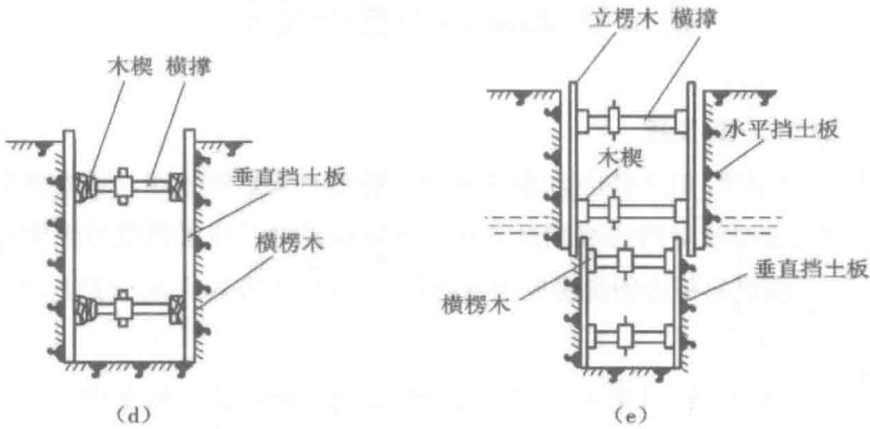


图 1.2.1

(四) 连续式或间断式垂直支撑

连续式或间断式垂直支撑，如图 1.2.1(d) 所示。挡土板垂直，连续或间隔，设水平木方用横撑顶紧。

这种方法适用于较松散或温度很高的土，地下水较少、深度不限。

(五) 水平垂直混合式支撑

水平垂直混合式支撑，如图 1.2.1(e) 所示，适用于槽沟深度较大，下部有含水层的情况。

二、深基坑挡土支护结构

(一) 深基坑支护分类及适用范围

1、支护结构分类

支护结构主要可分为以下几类：

- (1) 放坡开挖及简易支护结构；
- (2) 悬壁式支护结构；
- (3) 重力式支护结构；
- (4) 内撑式支护结构；
- (5) 拉锚式支护结构；
- (6) 土钉墙式支护结构；
- (7) 其他支护结构。

2、支护结构适用范围

(1) 悬臂式支护结构适用基坑侧壁安全等级一、二、二级；悬臂式结构在软土地带中不宜大于 5m；当地下水位高于基坑底面时，宜采用降水、排桩加截水帷幕或地下连续墙。

(2) 水泥土重力式结构基坑侧壁安全等级宜为二、三级；水泥土桩施工范围内地基土承载力不宜大于 150 KPa；基坑深度不宜大于 6m。

(3) 内撑式支护结构适用范围广，适用各种土层和基坑深度。

(4) 拉锚式支护结构较适用于砂土。

(5) 土钉墙支护结构基坑侧壁安全等级宜为二、三级的非软土地带；基坑深度不宜大于 12m；当地下水位高于基坑底面时，应采用降水或截水措施。

(二) 挡土桩

1、挡土桩的布置

悬臂挡土的钢筋混凝土灌注桩，常用桩径为 500—1000mm，由计算确定。形式上可以是单排桩，顶部浇筑钢筋混凝土圈梁。双排桩悬臂挡墙是一种新型支护结构形式。它是由两排平行的钢筋混凝土桩以及在桩顶的帽梁连接砌成。它虽为悬臂式结构形式，但其结构组成又有别于单排的悬臂式结构，与其他支护结构相比，具有施工方便，不用设置横向支点，挡土结构受力条件较好等优点。

钢筋混凝土灌注桩作为支护桩的类型可有冲(钻)孔灌注桩、沉管灌注桩、人工挖孔灌注桩等。布桩间距视有无防水要求而定。如已采取降水措施，支护桩无防水要求时，灌注桩可一字排列；如土质较好，可利用桩侧“土拱”作用，间距可为 2.5 倍桩径。如对支护桩有防水要求时，灌注桩之间可留有 100—200 mm 间隙。间隙之间再设止水桩。止水桩可采用树根桩。有时将灌注桩与深层搅拌水泥土桩组合应用，前者抗弯，后者作防水帷幕起挡水作用，如图 1.2.2(1) 所示。



图 1.2.2(1) 支护桩与止水桩平面布置示意

圆形截面钢筋混凝土桩的配筋形式有两种，一种是将钢筋集中放在受压及受拉区，如图 1. 2. 2(2) 所示；另一种是均匀放在四周，如图 1. 2. 2(3) 所示。

2、挡土桩施工

钢筋混凝土灌注桩作为支护结构，它们的施工与工程桩施工相同。



图 1. 2. 2(2) 图 1. 2. 2(3)

圆形截面钢筋混凝土支护桩配筋情况

(三) 土层锚杆施工

1、锚杆的构造

基坑围护使用的锚杆大多是土层锚杆。基坑周围土层以主动滑动面为界可分为稳定区与不稳定区。每根锚杆位于稳定区部分的为锚固段，位于不稳定区部分的为自由段。土层锚一般由锚头、拉杆与锚固体组成，如图 1. 2. 2(4) 和图 1. 2. 2(5) 所示。

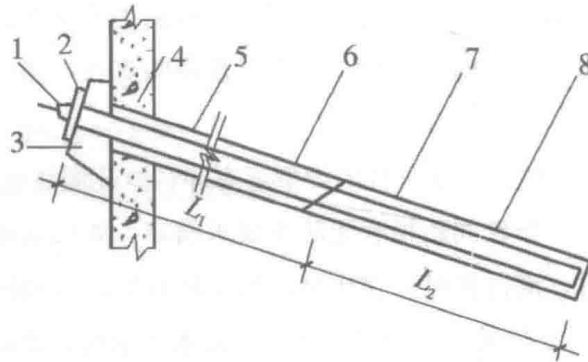


图 1. 2. 2(4) 锚杆围护结构—圆柱体锚固体锚杆

1—锚具；2—承压板；3—台座；4—支挡结构；5—钻孔；
6—二次注浆防腐处理；7—预应力筋；8—圆柱型锚固体。

L_1 ——自由段长度； L_2 ——锚固段长度。

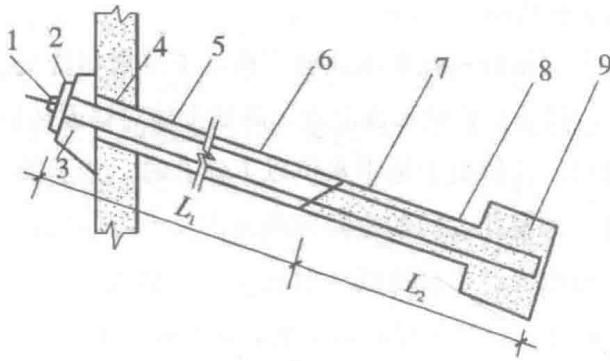


图 1.2.2(5) 锚杆围护结构—端部扩大头型锚杆

1—锚具;2—承压板;3—台座;4—支挡结构;5—钻孔;
6—二次注浆防腐处理;7—预应力筋;8—圆柱型锚固体;9—端部扩大头
 L_1 ——自由段长度; L_2 ——锚固段长度。

2、锚杆施工

土层锚杆施工包括：钻孔、拉杆制作与安装、灌浆、张拉锁定等工序。施工前需做必要的准备工作。

(1) 钻孔

①钻机的选择。旋转式钻机、冲击式钻机和旋转冲击式钻机均可用于土层锚杆的钻孔。具体选择何种钻机应根据钻孔孔径、孔深、土质及地下水情况而定。

国内目前使用的土层锚杆钻孔机具，一部分是土锚专用钻机，另一部分则是经适当改装的常规地质钻机和工程钻机。专用锚杆钻机可用于各种土层，非专用钻机若不能带套管钻进则只能用于不易塌孔的土层。

钻孔机具选定之后再根据土质条件选择造孔方法。常用的土锚造孔方法有以下两种：

一是螺旋钻孔干作业法。由钻机的回转机构带动螺旋钻杆，在一定钻压和钻削下，将切削下的松动土体顺螺杆排出孔外。这种造孔方法宜用于地下水位以上的勃土、粉质勃土、砂土等土层。

二是压水钻进成孔法。土层锚杆施工多用压水钻进成孔法。其优点是，把钻孔过程中的钻进、出碴、固壁、清孔等工序一次完成，可防止塌孔，不

留残土，软、硬土都适用。

应当注意，土层锚杆钻孔要求孔壁平直，不得坍塌松动，不得使用膨润土循环泥浆护壁，以免在孔壁形成泥皮，降低土体对锚固体的摩阻力。

在砂性土地层，孔位处于地下水位以下钻孔时，由于静水压力较大，水及砂会从外套管与预留孔之间的空隙向外涌出，一方面造成继续钻进困难，另一方面水、砂石流失过多会造成地面沉降，从而造成危害。为此，必须采取防止涌水涌砂措施。一般采用孔口上水装置，并采用快速钻进，快速接管，入岩后再冲洗。这样既保证成孔质量，又能解决钻进过程中涌水涌砂问题。同样在注浆时，也可采用高压稳压注浆法，用较稳定的高压水泥浆压住流砂和地下水，并在水泥浆中掺外加剂，使之速凝止水。拔外套管到最后二节时，可把压浆设备从高压快速挡改成低压慢速挡，并在浆液中改变外加剂，增大水泥浆稠度，待水泥浆把外套管与预留孔之间空隙封死，并使水泥浆呈初凝状态后，再拔出外套管。

②钻孔的允许偏差。目前，国内对土层锚杆的钻孔允许偏差尚未做出统一规定。因此可以将英国对土层锚杆的有关规定作为参考：孔位允许误差 $\pm 75\text{mm}$ 之内；孔径可以大于、但不得小于规定的直径；钻孔倾角允许误差 $\pm 2.5^\circ$ 之内，孔长允许误差小于孔长的 $1/30$ ；下倾斜孔允许超钻 $0.3\sim 0.7\text{m}$ 。

③扩孔方法。为了提高锚杆的抗拔能力，往往采用扩孔方法扩大钻孔端头。扩孔有四种方法：机械扩孔、爆炸扩孔、水力扩孔以及压浆扩孔。目前国内多采用爆炸扩孔与压浆扩孔。扩孔锚杆的钻孔直径一般 $90\sim 130\text{mm}$ ，扩孔段直径一般为钻孔直径的 $3\sim 5$ 倍。扩孔锚杆主要用于松软地层。

(2)拉杆制作及其安装。国内土层锚杆用的拉杆，承载力较小的多用粗钢筋，承载力较大的多用钢绞线。

拉杆的防腐处理。土层锚杆用的钢拉杆，加工前应首先消除铁锈与油脂。在锚固段内的钢拉杆，靠孔内灌水泥浆或水泥砂浆，并留有足够厚度的保护层来防腐。在无腐蚀性物质环境中，这种保护层厚度不小于 25mm ；在有腐蚀性物质环境中，保护层厚度不小于 30mm 。非锚固段内的钢拉杆，应根据不同情况采取相应的防腐措施：在无腐蚀性土层中，只使用6个月以内的临时性锚杆，可不必做防腐处理，一次灌浆即可；使用期在6个月以上2年以内的，

须经一般简单的防腐处理，如除锈后刷 2—3 道富锌漆或铅底漆等耐湿、持久的防锈漆；对使用 2 年以上的锚杆，则须做认真的防腐处理，如除锈后涂防锈油膏，并套聚乙烯管，两端封闭，在锚固段与非锚固段交界处大约 20cm 范围内浇注热沥青，外包沥青纸以隔水。

②拉杆制作。钢筋拉杆由一根或数根粗钢筋组合而成，如果为数根粗钢筋，则应绑扎或电焊连成一体。钢拉杆长度为设计长度加上张拉长度。为了将拉杆安置在钻孔中心，并防止入孔时搅动孔壁，沿拉杆体全长行隔 1.5~2.5m 布设一个定位器。粗钢筋拉杆若过长，为了安装方便可分段制作，并采用套筒机械连接法或双面搭接焊法连接。若采用双面搭接焊，则焊接长度不应小于 $8d$ (d 为钢筋直径)。

(3) 注浆。铺孔注浆是土层锚杆施工的重要工序之一。注浆的目的是形成锚固段，并防止钢拉杆腐蚀。此外，压力注浆还能改善锚杆周围土体的力学性能，使锚杆具有更大的承载能力。

锚杆注浆用水泥砂浆，宜用强度等级不低于 42.5MPa 的普通硅酸盐水泥，其细骨料、含泥量、有害物质含量等均应符合相应规范的要求。注浆常用水灰比 0.40~0.45 的水泥浆，或灰砂比 1:1~1:1.2，水灰比 0.38~0.45 的水泥砂浆，必要时可加入一定量的外加剂或掺和料，以改善其施工性能以及与土体的粘接。锚杆注浆用水、水泥及其添加剂应注意氯化物与硫酸盐的含量，以防止对钢拉杆的腐蚀。注浆方法有一次注浆法和两次注浆法两种。

一次注浆法：用泥浆泵通过一根注浆管自孔底起开始注浆，待浆液流出孔口时，将孔口封堵，继续以 0.4~0.6MPa 压力注浆，并稳压数分钟，注浆结束。

两次注浆法：锚孔内同时注入两根注浆管。注浆管可以用直径 20mm 镀锌铁管制成。两根注浆管分别用于一次注浆与二次注浆。一次注浆管的管底出口用黑胶布封住，以防沉放时管口进土。开始注浆时管底孔直径 50cm 左右，随一次浆注入，一次注浆管可逐步拔出，待一次浆量注完即予以回收。二次注浆用注浆管，管底出口封堵严密，从管端起向上沿锚固段全长每隔 1~2m 作一段花管，花管孔眼 $\phi 6$ — $\phi 8$ ，花管段用黑胶布封口。花管段长度及孔眼间

距需要专门设计。待一次注浆可注水泥浆或水泥砂浆,注浆压力 0.3~0.5MPa。待一次浆初凝后,即可进行二次注浆。二次注浆压力 2MPa 左右,要稳压 2min。二次注浆实为壁裂注浆。二次浆液冲破一次注浆体,沿锚固体与土的界面,向上体挤压壁裂扩散,使锚固体直径加大,径向压力也增大,周围一定范围内土体密度及抗剪强度均有不同程度增加。因此,二次注浆可显著提高土锚的承载能力。

(4)张拉和锁定。土层锚杆灌浆后,预应力锚杆还需张拉锁定。张拉锁定作业在锚固体及台座的混凝土强度达 15MPa 以上时进行。在正式张拉前,应取设计拉力值的 0.1~0.2 倍预拉一次,使其各部位接触紧密,杆体完全平直。对永久性锚杆。钢拉杆的张拉控制应力不应超过拉杆材料强度标准值的 0.6 倍;对临时性锚杆,不应超过 0.65 倍。钢拉杆张拉至设计拉力的 1.1~1.2 倍,并维持 10 min(在砂土中)或者 15min(在勃土中),然后卸载至锁定荷载予以锁定。

在土层锚杆工程中,试验是必不可少的。因为决定土层锚杆承载能力的因素很多,诸如土层性状、材料性质、施工因素等等,而目前的理论还不可能全面考虑这些因素,因此,不可能精确计算土层锚杆的承载力。试验的主要目的是确定锚固体在土体中的抗拔能力,以此验证土层锚杆设计及施工工艺的合理性,或检查土层锚杆的质量。

第三节 降水与排水技术

降水与排水常用方法有：明沟排水法和人工降低地下水位法，现分述如下。

一、明沟排水法

(一) 明沟排水方法

明沟排水方法，系在开挖基坑的一侧、两侧或四侧，或在基坑中部设置排水明(边)沟，在四角或每隔 20~30m 设一集水井，使地下水流汇集于集水井内，再用水泵将地下水排出基坑外，如图 1.3.1(1) 所示。

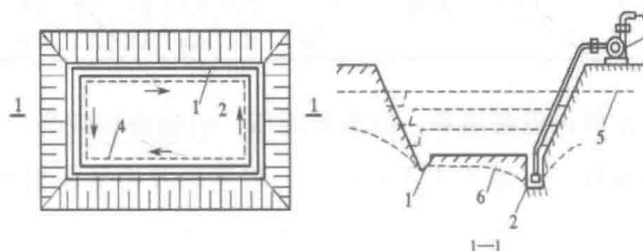


图 1.3.1(1) 普通明沟排水方法

1—排水明沟；2—集水井；3—离心式水泵；4—设备基础或建筑物基础边线；
5—原地下水位线；6—降低后地下水位线。

排水沟、集水井应在挖至地下水位以前设置。排水沟、集水井应设在基础轮廓线以外，排水沟边缘应离开坡脚不小于 0.3m。排水沟深度应始终保持比挖土面低 0.4~0.5m；集水井应比排水沟低 0.5~1.0m，或深于抽水机的进水阀的高度以上，并随基坑的挖深而加深，保持水流畅通，地下水位低于开挖基坑底 0.5m。一侧设排水沟，应设在地下水的上游。一般小面积基坑排水沟深 0.3~0.6m，底宽应不小于 0.2~0.3m，水沟的边坡为 1.1~1.5，沟底设有 0.2%~0.5% 的纵坡，使水流不致阻塞。较大面积基坑排水，常用水沟截面尺寸可参考表 1.3.1(1)。集水井截面为 0.6m×0.6m~0.8m×0.8m，井壁用竹笼、钢筋笼或木方、木板支撑加固。至基底以下井底应填充 20cm 厚碎石或卵石，水泵抽水龙头应包以滤网，防止泥砂进入水泵。抽水应连续进行，直至基础施工完毕，回填土后才停止。如为渗水性强的土层，水泵出水管口应远