

地下管道工程技术

DIXIA GUANDAO

Gongcheng Jishu

邢丽贞 主编

山东省建造师人才培养战略研究成果丛书

地下管道工程技术

邢丽贞 主编

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书涉及给水排水管道、热力管道和燃气管道的施工安装以及管道系统的运行维护等内容。

本书依据最新的工程设计规范,系统性地介绍了给水排水管道、热力管道和燃气管道成熟可靠的施工安装技术以及管网的维护管理经验。主要内容包括:土方工程、管道材料与管道设备、管道现场加工、管道安装、管道特殊施工、管道保温与防腐、管道试压、管道吹洗与消毒、管道检测、管道维护维修、管道工程质量检查与验收与施工组织设计。

本书可供从事给水排水工程、供热工程、燃气工程等市政工程建设的设计人员、工程施工人员、工程监理人员和工程管理人员阅读,也可作为大专院校教师、本科生的教学参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

地下管道工程技术 / 邢丽贞主编. — 徐州: 中国矿业大学出版社, 2013. 11

ISBN 978 - 7 - 5646 - 1897 - 1

I. ①地… II. ①邢… III. ①地下管道—管道施工—建筑师—继续教育—教材 IV. ①TU990.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 115765 号

书 名 地下管道工程技术
主 编 邢丽贞
责任编辑 满建康 吴学兵
出版发行 中国矿业大学出版社有限责任公司
(江苏省徐州市解放南路 邮编 221008)
营销热线 (0516)83885307 83884995
出版服务 (0516)83885767 83884920
网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com
印 刷 日照报业印刷有限公司
开 本 787×1092 1/16 印张 21.25 字数 530 千字
版次印次 2013 年 11 月第 1 版 2013 年 11 月第 1 次印刷
定 价 43.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

山东省建造师人才培养战略研究成果丛书

编审委员会

(市政工程专业委员会)

主任：万利国

副主任：宋瑞乾 岳宝德

主审：于军亭 张金城

委员：(按姓氏笔画排序)

刁伟明	于文海	于军亭	王东升	王华杰
毕可敏	任瑞波	李军	李晓壮	李瑞学
张金城	邵新	武道吉	周善东	徐启峰
黄丽丽	梁泽庆	董林玉		

《地下管道工程技术》编委会

主编：邢丽贞

副主编：王春慧 周梅

序

我国在 20 世纪 90 年代初着手研究建立注册建造师制度。1997 年颁布的《中华人民共和国建筑法》规定：“从事建筑活动的专业技术人员，应当依法取得相应的执业资格证书，并在执业证书许可的范围内从事建筑活动”。2002 年，原人事部、建设部颁布《建造师执业资格制度暂行规定》，正式推出建造师执业资格制度。从建造师执业资格制度启动伊始，我省各级建设行政主管部门积极贯彻落实建造师执业资格制度，加强建造师考试、注册管理、继续教育等各项工作的宣传和管理力度，扎实推进了我省建设执业资格制度的发展。10 多年来，我省取得建造师执业资格的人员突破 15 万人，有力地促进了建筑业人才队伍的建设，对全省建设事业的健康发展发挥出越来越重要的作用。

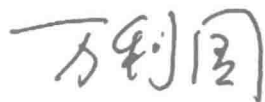
建造师执业资格制度是适应我国社会主义市场经济发展、加快工程建设领域改革开放步伐的一项重大举措。这项制度的建立，有利于发挥执业人员的技术支撑作用，降低资源和能源消耗、保护环境、控制工程建设投资成本；有利于规范我国建筑市场秩序，创造执业人员有序竞争的环境，规范执业人员的行为；有利于强化执业人员法律责任，增强执业人员责任心，确保工程质量和安全生产；有利于加强建筑业用工监管，防止拖欠农民工工资，促进社会和谐稳定；有利于加快我国建筑企业“走出去”步伐，提升我国建筑业国际竞争力。建造师应进一步解放思想，更新观念，牢固树立效益优先、创新创造、集约发展的理念，主动适应新形势要求，坚持与时俱进，及时更新知识，不断提高专业技能，严格遵守法律法规和建造师管理规章制度，全面推进建造师执业资格制度的健康发展。

注册建造师是工程项目施工管理的主要负责人，对工程项目自开工准备至竣工验收实施全过程组织管理。注册建造师的基本素质、管理水平及其行为是否规范，对整个工程项目的质量、进度、安全生产、投资控制和遵章守法起着关键作用。在我国全面建设小康社会的这一重要历史时期，注册建造师承担的责任和任务繁重而又艰巨，注册建造师要有一种历史的责任感，坚持“百年大计，

质量第一”和“安全第一,预防为主”的原则,用现代项目管理理论指导和组织实施项目管理。

为进一步加强注册建造师队伍建设,增强建造师服务建设事业的能力和水平,省建设厅执业资格注册中心组织山东建筑大学、山东交通学院、山东大学水利水电学院、中国海洋大学培训中心等单位,并邀请一批施工企业的优秀管理人员和建造师共同开展了山东省建造师人才培养战略研究工作,并组织编写了五个专题的一系列研究专著,作为建造师学习的教材和参考书目。希望全体建造师不断加强学习,全面提升熟练运用各种新技术、新工艺、新材料的能力,奋发进取,努力把我省建设事业提高到一个新水平,为把我省全面建成小康社会做出更大贡献。

山东省住房和城乡建设厅



2013年10月25日

前 言

城市给水排水、燃气与供暖工程,都离不开管道系统。市政管道是城市的重要基础设施,其施工质量关系到工业生产与城市居民的生活质量,因此市政管道的施工技术与管网系统的运行维护在城市建设中占有非常重要的地位。

近年来,随着建材业的发展以及机械化水平的提高,管道工程施工技术有了很大的发展。《地下管道工程技术》是在总结多年实践经验的基础上,依据国家现行相关标准及规范编写而成的,内容包括了管材、管道设备及其施工工艺,涉及室外给排水管道、燃气管道和热力管道的施工安装、质量检验以及管道系统的运行维护等内容。

本书对所有涉及的标准、规范、规程的内容全部按照新标准进行了更新,并增加了新的施工机械和施工方法,进一步强化了本书的实用性。本书力求语言精练,尽可能用图和表的形式诠释专业内容,深入浅出,可读性强。

本书在组织编写过程中,始终得到了山东省住房和城乡建设厅、山东省建筑工程管理局、中国海洋大学、山东建筑大学等部门的大力支持,参考了大量文献,在此谨表谢意。

由于水平有限,书中缺点和错误在所难免,敬请广大读者给予批评指正。

编 者

2013年10月

目 录

第 1 章 土方工程	1
1.1 管道的测量放线工作	1
1.2 沟槽开挖	2
1.3 沟壁支撑	8
1.4 沟槽回填	13
1.5 特殊情况处理	18
1.6 施工排水	20
第 2 章 管道材料与管道设备	31
2.1 概述	31
2.2 钢管	39
2.3 铸铁管材	43
2.4 塑料管	46
2.5 其他管材	55
2.6 钢筋混凝土管	58
2.7 混凝土管和陶土管	62
2.8 阀门的种类与型号	64
2.9 水暖常用设备	73
2.10 燃气管网常用设备	77
第 3 章 管道现场加工	85
3.1 焊接	85
3.2 管道的切割	93
3.3 卷管加工	97
3.4 马蹄弯的展开及制作	98
3.5 焊接弯头的展开及制作	100
3.6 大小头的展开及制作	104
3.7 三通管的展开及制作	107
第 4 章 管道安装	115
4.1 地下管道敷设	115

4.2	管道接口形式	132
4.3	热力管道安装	148
4.4	燃气管道及其附属设备安装	168
4.5	给排水管道施工	172
第 5 章	管道特殊施工	178
5.1	顶管施工	178
5.2	围堰施工与河面架空施工	201
5.3	不良土质管道施工	207
第 6 章	管道保温与防腐	210
6.1	管道保温	210
6.2	管道防腐	219
第 7 章	管道试压、吹扫、清洗和消毒	235
7.1	水暖管道功能性试验	235
7.2	燃气管道的试压	246
7.3	管道冲洗	251
7.4	管道消毒	254
7.5	管道吹扫	256
第 8 章	管道检测与管道维护维修	258
8.1	常用测量仪表	258
8.2	巡线设备	264
8.3	给水管道系统的维修和维护	267
8.4	排水管道系统的管理和养护	277
8.5	城市燃气管网的运行管理	284
第 9 章	管道工程质量检查与验收	294
9.1	管道工程验收程序与依据	294
9.2	管道工程质量验收	295
第 10 章	施工组织设计	307
10.1	施工前的准备工作	307
10.2	施工组织设计的分类和编制原则	315
10.3	施工组织总设计	316
10.4	单位工程施工组织设计	321
10.5	确保工期的技术组织措施	325

第1章 土方工程

1.1 管道的测量放线工作

1.1.1 施工测量内容

管道工程设计前首先应进行测量,以便绘制能反映现状资料的地形条状图以及管道纵向断面图。施工测量有两个任务:一是把图纸上设计的管道先放到地面上,按设计的意图去指导管道的施工;二是把已施工的管道情况反映到竣工图纸上,作为资料归档,并用它指导管道的日常维护检修工作。

施工测量的内容主要有两个方面:一是用坐标法确定管道及有关地物的位置,使用的仪器是经纬仪,也可用大、小平板仪以及全站仪等;二是使用高程数据(标高)确定管道的埋深,主要使用水准仪。

1.1.2 管道放线

首先是根据管道的起点、终点和转折点的设计坐标,或者和其他固定建筑物的关系,把它们测放到地面上,然后沿管道中线方向进行中线测量和纵断面水准测量。

临时水准点和管道轴线控制桩的设置应便于观测且必须牢固,并应采取保护措施。开槽铺设管道沿线的临时水准点,每200 m不宜少于1个。

(1) 施放管道节点。

先根据管道起点、终点和转折点的设计坐标计算出这些点与附近控制点和固定建筑物之间的关系,然后根据这些关系,把这些点用桩固定在地面上,并且进行栓点。为了避免出错,每个点都要进行校核。在标定管道起点、终点和转折点之前,首先要了解设计管道的走向和已有控制点的分布情况,并结合实际地形考虑上述每一个点的具体方位。若是在敷设管道的附近没有控制点,就需要先用导线测量的方法,在管道的附近敷设一条导线,把较远控制点的坐标、高程数据测算至导线折点上来,再根据导线点确定管道转折点,把设计图上的管道位置施放在地面上。

(2) 中线测量。

当管道的中线位置在地面上确定以后,即开始量距和测定转折角的工作。沿管道走向每量一定长度钉一桩,称为里程桩,在特殊地点还可以加桩。转折角点复测夹角。有时在管道设计前,已在初次定线测量时保留下起点、终点以及转折点的桩子,施工时只需要校核、补桩以及添设里程桩。以上各里程桩不应设在管道中线上,应固定在沟边线外的同一侧,以防管道开槽时里程桩被挖除。

(3) 纵断面的水准测量。

纵断面的水准测量,是测出管中线上各里程桩和加桩部位的地面高程。在开挖前,复测地面高程是否和设计图相符;开挖后,施测沟底高程是否达到图纸要求;安装后,测定管顶高程作为竣工的原始资料之一。

为了保证纵断面水准测量的精度和避免差错,沿管道方向每隔一定距离(300~1 000 m)有一个水准基点,以便校核高程数据。若原有的国家水准点密度不够,一般就在国家水准点之间做四等水准测量,加设水准点。在已知高程的两水准点间,用仪器校测的读数误差为这两点的闭合差。所有地面点高程仅供绘制纵断面图使用,所以数值都取到厘米,高程闭合差也不必进行调整。

(4) 高程控制。

槽底高程的允许偏差:开挖土方时应为 ± 20 mm;开挖石方时应为 $+20\sim-200$ mm。

施工中沟槽纵断面的高程控制,可采用里程桩标出挖深和立坡度板的方式(图 1-1)解决,也就是在地面上放出管中线后,就可根据中线位置以沟槽开挖深度定出的开槽宽度在地面上撒灰线标明开挖边线,在沿线里程桩上标注桩号和挖深。也有的当沟槽挖至一定深度时,在里程桩位置设立横跨沟槽的坡度板,坡度板可直接埋设在地面上,并用仪器校测管中线,在各个坡度板上用小钉标定其位置,做出高程标记,标明挖深。为了施工中的校核容易,在坡度板上钉一块立板,立板上钉一枚坡度钉,要使各钉至沟底的高度一致。这样施工管理人员只要一根木杆,便可检查挖深是否符合要求。利用坡度板施工时,应经常检查管道坡度板有无移位的迹象。

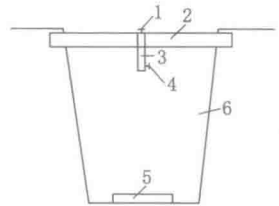


图 1-1 坡度板法

- 1——中心钉;2——坡度板;
3——高程板;4——高程钉;
5——管道基础;6——沟槽

采用坡度板控制槽底高程和坡度时,应符合下列规定:坡度板应选用有一定刚度且不易变形的材料制作;设置应牢固;平面上呈直线的管道,坡度板设置的间距不宜大于 20 m,呈曲线的管道坡度板间距应加密;井室位置、折点和变坡点处应增设坡度板;坡度板距槽底的高度不宜大于 3 m。

1.2 沟槽开挖

市政管道工程多为地下铺设管道,为铺设地下管道进行土方开挖叫挖槽。开挖的槽叫沟槽或基槽,为建筑物、构筑物开挖的坑叫基坑。管道工程挖槽是主要工序,其特点是:管线长、工作量大、劳动繁重、施工条件复杂。又因为开挖的土成分较为复杂,施工中常受到水文地质、气候、施工地区等因素影响,因而一般较深的沟槽土壁常用木板或板桩支撑,当槽底位于地下水位以下时,需采取排水和降低地下水位的施工方法。

1.2.1 开挖断面形式

沟槽的开挖断面应考虑管道结构的施工方便,确保工程质量和安全,具有一定强度和稳定性。同时也应考虑少挖方、少占地、经济合理的原则。在了解开挖地段的土壤性质及地下水情况,可结合管径大小、埋管深度、施工季节、地下构筑物等情况,施工现场及沟槽附近地上、地下构筑物的位置因素来选择开挖方法,并合理地确定沟槽开挖断面。常采用的沟槽断面形

式有直槽、梯形槽、混合槽等；当有两条或多条管道共同埋设时，还需采用联合槽。见图 1-2。

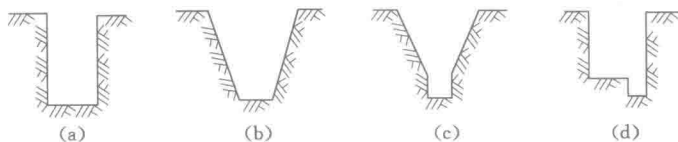


图 1-2 沟槽断面形式

(a) 直槽；(b) 梯形槽；(c) 混合槽；(d) 联合槽

(1) 直槽，即槽帮边坡基本为直坡（边坡小于 0.05 的开挖断面）。直槽一般都用于地质情况好、工期短、深度较浅的小管径工程，如地下水位低于槽底，直槽深度不超过 1.5 m 的情况。在地下水位以下采用直槽时则需考虑支撑。

(2) 梯形槽（大开槽），即槽帮具有一定坡度的开挖断面，开挖断面槽帮放坡，不用支撑。槽底如在地下水位以下，目前多采用人工降低水位的施工方法，减少支撑。采用此种大开槽断面，在土质好（如黏土、亚黏土）时，即使槽底在地下水以下，也可以在槽底挖成排水沟，进行表面排水，保证其槽帮土壤的稳定。大开槽断面是应用较多的一种形式，尤其适用于机械开挖的施工方法。

(3) 混合槽，即由直槽与大开槽组合而成的多层开挖断面，较深的沟槽宜采用此种混合槽分层开挖断面。混合槽一般多为深槽施工。采取混合槽施工时上部槽尽可能采用机械施工开挖，下部槽的开挖常需同时考虑采用排水及支撑的施工措施。

沟槽开挖时，为防止地面水流入坑内冲刷边坡，造成塌方和破坏基土，上部应有排水措施。对于较大的井室基槽的开挖，应先进行测量定位，抄平放线，定出开挖宽度，按放线分层挖土，根据土质和水文情况采取在四侧或两侧直立开挖和放坡，以保证施工操作安全。放坡后基槽上口宽度由基础底面宽度及边坡坡度来决定，坑底宽度应根据管材、管外径和接口方式等确定，以便于施工操作。

1.2.2 断面尺寸与开挖方法

1.2.2.1 断面尺寸

挖槽断面尺寸由底宽、挖深、槽帮边坡以及槽层和层间留台宽度等参数组成。

(1) 挖深。指沟槽的深度，是由管线埋设深度而定。槽深影响着断面形式及施工方法的选择。较深的沟槽，宜分层开挖，每层槽的深度，人工开挖不宜超过 2 m，机械挖槽根据机械性能而定，一般不超过 6 m。当地下水位低于槽底时，可以采用直槽施工，不用支撑，但槽深不得超过表 1-1 的规定。

表 1-1 土质情况与直槽最大挖深

土质情况	最大挖深/m
砂土和砂砾土	1.0
亚砂土和亚黏土	1.25
黏土	1.5

(2) 底宽。指沟槽的最下底的开挖宽度。如沟槽采用支撑时,肩宽指支撑的撑板间的净宽,槽底宽度应满足管沟的施工要求,由管沟的结构宽度加上两侧工作宽度构成。

$$B = D_0 + 2(b_1 + b_2 + b_3) \quad (1-1)$$

式中 B ——管道沟槽底部的开挖宽度,mm;

D_0 ——管道外径,mm;

b_1 ——管道一侧的工作面宽度,mm,可按表 1-2 采用;

b_2 ——管道一侧的支撑厚度,可取 150~200 mm;

b_3 ——现场浇筑混凝土或钢筋混凝土管渠一侧模板的厚度,mm。

管沟结构每侧工作宽度可按表 1-2 中规定选用。

表 1-2 管道一侧工作面宽度

管道的外径 D_0 /mm	管道一侧的工作面宽度 b_1 /mm		
	混凝土类管道		金属类管道、化学建材类管道
$D_0 \leq 500$	刚性接口	400	300
	柔性接口	300	
$500 < D_0 \leq 1\ 000$	刚性接口	500	400
	柔性接口	400	
$1\ 000 < D_0 \leq 1\ 500$	刚性接口	600	500
	柔性接口	500	
$1\ 500 < D_0 \leq 3\ 000$	刚性接口	800~1 000	700
	柔性接口	600	

注:① 槽底需设排水沟时,工作面宽度 b_1 应当增加;

② 管道有现场施工的外防水层时,每侧工作面宽度宜取 800 mm;

③ 采用机械回填管道侧面时, b_1 需满足机械作业的宽度要求。

(3) 槽帮坡度。槽帮坡度(高宽比)应根据土壤的种类、施工方法、槽深等因素考虑。如土壤为砂性土,因砂性土颗粒之间的黏结力较小,槽帮坡度应比较缓和。而黏土土壤由于颗粒之间黏结力比较大,则坡度选用较陡些。另外,土壤含水量大小对槽坡也有影响,当土壤含水量大时,土颗粒间产生润滑作用,致使黏性土颗粒间的黏聚力减弱,或使砂性土颗粒间的摩擦力减弱,容易造成槽帮坍塌,则应留有较缓的坡度。当采用机械在槽顶挖土时,槽帮上部荷载过大,土体会在压力下产生移动,因此应考虑或经过槽坡土壤稳定的计算,选择安全施工坡度。

槽帮坡度用于大开槽的开挖断面,是按临时性土方工程施工考虑,因此在选用不同的边坡时,应考虑施工工期及施工季节的影响,当地质条件良好、土质均匀、地下水位低于沟槽底面高程时,槽帮坡度可参照表 1-3 选用。在软土沟槽坡顶不宜设置静载或动载,需要设置时,应对土的承载力和边坡的稳定性进行验算。

表 1-3 深度在 5 m 以内的沟槽边坡的最陡坡度

土的类别	边坡坡度(高:宽)		
	坡顶无荷载	坡顶有静载	坡顶有动载
中密的砂土	1:1.00	1:1.25	1:1.50
中密的碎石类土(充填物为砂土)	1:0.75	1:1.00	1:1.25
硬塑的粉土	1:0.67	1:0.75	1:1.00
中密的碎石类土(充填物为黏性土)	1:0.50	1:0.67	1:0.75
硬塑的粉质黏土、黏土	1:0.33	1:0.50	1:0.67
老黄土	1:0.10	1:0.25	1:0.33
软土(经井点降水后)	1:1.25	—	—

(4) 层间留台。当沟槽挖深较大时,应合理确定分层开挖的深度。人工开挖沟槽的槽深超过 3 m 时应分层开挖,每层的深度不宜超过 2 m;人工开挖多层槽的层间应留台阶,便于开挖时人工往上倒土。人工开挖多层沟槽的层间留台宽度,放坡开槽时不应小于 0.8 m,直槽时不应小于 0.5 m,安装井点设备时不应小于 1.5 m。采用机械挖槽时,沟槽分层的深度应按机械性能确定。

(5) 槽边堆土。沟槽每侧临时堆土或施加其他荷载时,不得影响建筑物、各种管线和其他设施的安全;不得掩埋消火栓、管道闸阀、雨水口、测量标志以及各种地下管道的井盖,且不得妨碍其正常使用。

人工挖槽时,堆土高度不应超过 1.5 m,且距槽口边缘不应小于 0.8 m。

在沟槽开挖之前,应根据施工环境、施工季节和作业方式,制订安全、易行、经济合理的堆土、弃土、回运土的施工方案及措施。

① 沟槽上堆土(一般土质)。堆土的坡脚距槽边 1 m 以外;留出运输道路,井点干管位置及排水管的足够宽度;在适当的距离要留出运输交通路口;堆土高度不宜超过 2 m;堆土坡度不陡于自然休止角。

② 挖运堆土。弃土和回运土分开堆放,便于好土回运,弃土装车运走。

③ 城镇市区开槽时的堆土。路面、渣土与下层好土分别堆放,堆土要整齐,便于路面回收利用及保证市容整洁;合理安排车辆、行人路线,保证交通安全;不得埋压消火栓、雨水口、测量标志及各种市政设施、各种地下管道的井室井盖及建筑材料等;消火栓及测量标志周围(5 m 之内)不得堆土,且须保证有足够的交通道路。

④ 靠近建筑物和墙堆土。需对土压力与墙体结构承载力进行核算;一般较坚实的砌体,房屋堆土高度不超过檐高的 1/3,同时不超过 1.5 m;严禁靠近危险房和危险墙堆土。

⑤ 农田里开槽时的堆土。表层土与下层生土分开堆置;要方便原土原层回填时的装取和运输。

⑥ 高压线和变压器附近堆土。一般尽量避免在高压线下堆土,如必须堆土时应事先会同供电部门及有关单位勘察确定堆土方案,按供电部门的有关规定办理。要考虑堆、取土机械及行人攀缘的安全因素,也要考虑雨雪天的安全因素。

⑦ 雨季堆土。不得切断或堵塞原有排水路线;为了防止外水进入沟槽,堆土缺口应加

全闭合防汛埂；向槽一侧的堆土面应铲平拍实；不宜靠近房屋、墙壁堆土。

⑧ 冬季堆土。应集中、大堆堆土；应便于从向阳面取土；应便于防风，防冻保温；应选在干燥地面处。

1.2.2.2 开挖方法

沟槽开挖有人工开挖和机械开挖两种施工方法。

(1) 人工开挖。

在小管径、土方量少或施工现场狭窄、地下障碍物多、不易采用机械挖土或深槽作业时，底槽需支撑无法采用机械挖土时，通常采用人工挖土。

人工挖土使用的主要工具为铁锹、镐，主要施工工序为放线、开挖、修坡、清底等。

沟槽开挖须按开挖断面先求出中心到槽口边线距离，并按此在施工现场施放开挖边线。槽深在 2 m 以内的沟槽，人工挖土与沟槽内出土结合在一起进行。较深的沟槽，分层开挖，每层开挖深度一般在 2~3 m 为宜，利用层间留台人工倒土出土。在开挖过程中应控制开挖断面将槽帮边坡挖出，槽帮边坡应不陡于规定坡度，检查时可用坡度尺检验，外观检查不得有亏损、鼓胀现象，表面应平顺。

槽底土壤严禁扰动。挖槽在接近槽底时，要加强测量，注意清底，不要超挖。如果发生超挖，应按规定要求进行回填，槽底应保持平整，槽底高程及槽底中心每侧宽度均应符合设计要求，同时满足土方槽底高程偏差不大于 ± 20 mm，石方槽底高程偏差 $+20 \sim -200$ mm。

沟槽开挖时应注意施工安全，操作人员应有足够的安全施工工作面，防止铁锹、镐碰伤。槽帮上如有石块碎砖应清走。原沟槽每隔 50 m 设一座梯子，上下沟槽应走梯子。在槽下作业的工人应戴安全帽。当在深沟内挖土清底时，沟上要有专人监护，注意沟壁的完好，确保作业的安全，防止沟壁塌方伤人。每日上下班前，应检查沟槽有无裂缝、坍塌等现象。

(2) 机械开挖。

目前使用的挖土机械主要有推土机、单斗挖土机、多斗挖土机、装载机等。机械挖土的特点是效率高、速度快、占工期少。为了充分发挥机械施工的特点，提高机械利用率，保证安全生产，施工前的准备工作应做细，并合理选择施工机械。沟槽（基坑）的开挖，多是采用机械开挖、人工清底的施工方法。

机械挖槽时，应保证槽底土壤不被扰动和破坏。一般来说，机械不可能准确地将槽底按规定高程整平，设计时槽底以上宜留 20~30 cm 不挖，而用人工清挖的施工方法。

采用机械挖槽方法，应向司机详细交底，交底内容一般包括挖槽断面（深度、槽帮坡度、宽度）的尺寸、堆土位置、电线高度、地下电缆、地下构筑物及施工要求，并根据情况会同机械操作人员制定安全生产措施后，方可进行施工。机械司机进入施工现场，应听从现场指挥人员的指挥，对现场涉及机械、人员安全的情况应及时提出意见，妥善解决，确保安全。

指定专人与司机配合，保质保量，安全生产。其他配合人员应熟悉机械挖土有关安全操作规程，掌握沟槽开挖断面尺寸，算出应挖深度，及时测量槽底高程和宽度，防止超挖和亏挖，经常查看沟槽有无裂缝、坍塌迹象，注意机械工作安全。挖掘前，当机械司机释放喇叭信号后，其他人员应离开工作区，维护施工现场安全。工作结束后指引机械开到安全地带，当指引机械工作和行动时，注意上空线路及行车安全。

配合机械作业的土方辅助人员，如清底、平地、修坡人员应在机械的回转半径以外操作，如必须在其半径以内工作时，如拨动石块的人员，则应在机械运转停止后方允许进入操作

区。机上机下人员应彼此密切配合,当机械回转半径内有人时,应严禁开动机器。

单斗挖土机不得在架空输电线路下工作,如在架空线路一侧工作时,与线路的安全距离(垂直、水平)不得小于表 1-4 规定。

表 1-4 单斗挖土机与架空输电线路的安全距离

输电线路电压/kV	垂直安全距离/m	水平安全距离/m
<1	1.5	1.5
1~20	1.5	2.0
35~110	2.5	4.0
154	2.5	5.0
220	2.5	6.0

禁止用单斗挖土机的任何部位去破碎冻土块和石块。一般使用挖土机施工时其回转半径内不应有障碍物,如现场客观情况不能满足,应制定严格的安全措施后方可施工。

在地下电缆附近工作时,必须查清地下电缆的走向并做好明显的标志。采用挖土机挖土时,应严格保持在 1 m 以外距离工作。其他各类管线也应查清走向,开挖断面应在管线外保持一定距离,一般以 0.5~1 m 为宜。

无论是人工挖土还是机械开挖,管沟应以设计管底标高为依据。要确保施工过程中沟底土壤不被扰动,不被水浸泡,不受冰冻,不遭污染。当无地下水时,挖至规定标高以上 5~10 cm 即可停挖;当有地下水时,则挖至规定标高以上 10~15 cm,待下管前清底。

挖土不容许超过规定高程,若局部超挖应认真进行人工处理,当超挖在 15 cm 之内又无地下水时,可用原状土回填夯实,其密实度不应低于 95%;当沟底有地下水或沟底土层含水量较大时,可用砂夹石回填。

1.2.2.3 季节性施工

(1) 雨期施工。

雨期施工,尽量缩短开槽长度,速战速决。

雨期挖槽时,应充分考虑由于挖槽和堆土,破坏了原有排水系统后会造成排水不畅,应布置好排除雨水的排水设施和系统,防止雨水浸泡房屋和淹没农田及道路。

雨期挖槽应采取的措施,防止雨水倒灌沟槽。一般采取如下措施:在沟槽四周的堆土缺口,如运料口、下管道口、便桥桥头等堆叠挡土,使其闭合,构成一道防线;堆土向槽的一侧应拍实,避免雨水冲塌,并挖排水沟,将汇集的雨水引向槽外。

雨期挖槽时,往往由于特殊需要,或暴雨雨量集中时,还应考虑有计划地将雨水引入槽内,宜每 30 m 左右做一泄水簸箕口,以免冲刷槽帮,同时还应采取防止塌槽、漂管等措施。

为防止槽底土壤扰动,挖槽见底后应立即进行下一工序,否则槽底以上宜暂留 20 cm 不挖,作为保护层。

雨期施工不宜靠近房屋、墙壁堆土。

(2) 冬期施工。

人工挖冻土法:采用人工使用大锤打铁楔子的方法,打开冻结硬壳将铁楔打入冻土层中。开挖冻土时应制定必要的安全措施,严禁掏洞挖土。

机械挖冻土法:当冻结深度在 25 cm 以内时,使用一般中型挖土机挖掘;冻结深度在 40 cm 以上时,可在推土机后面装上松土器将冻土层破开。

防冻措施常用松土防冻法和覆盖保温材料防冻法。松土防冻法:在开挖沟槽每日收工前,不论沟槽是否见底均预留一层翻松土壤防冻。覆盖保温材料防冻法:在需挖土方或已挖完的土方沟槽上覆盖草垫、草帘子等保温材料,以使土基不受冻。

1.3 沟壁支撑

1.3.1 支撑结构的作用

支撑结构的作用是在基槽(坑)挖土期间挡土、挡水,保证基槽开挖和基础结构施工能安全、顺利地进行,并在基础施工期间不对相邻的建筑物、道路和地下管线等产生危害。支撑结构一般是临时性结构,管道、基础施工完毕即失去作用。一些支撑结构如钢板桩、型钢支柱木板桩、工具式支撑等可以回收重复利用。也有一些支撑结构如灌注桩、混凝土木板桩等将永久埋在地下。

支撑结构为起到上述作用,必须在强度、稳定性和变形等方面都满足要求。在沟槽开挖施工中,由于各种条件及原因,必须采用适当的方法对沟槽进行支撑,使槽壁不致坍塌,以便进行施工。支撑的荷载就是原土和地面荷载所产生的侧土压力。沟槽支撑与否应根据土质、地下水情况、槽深、槽宽、开挖方法、排水方法、地面荷载等因素确定。以下情况需要考虑采用支撑:

- (1) 施工现场狭窄而沟槽土质较差,深度较大时;
- (2) 开挖直槽,土层地下水较多,槽深超过 1.5 m,并采用表面排水方法时;
- (3) 沟槽土质松软有坍塌的可能,或需晾槽时间较长时,应根据具体情况考虑支撑;
- (4) 沟槽槽边与地上建筑物的距离小于槽深时,应根据情况考虑支撑;
- (5) 为减少占地对构筑物的基坑、施工操作工作坑等采用临时性基坑维护措施,如顶管工作坑内支撑,基坑的护壁支撑等。

支设支撑可以减少挖方量和施工占地面积,减少拆迁。但支设支撑会增加材料消耗,有时影响后续工序的操作。

1.3.2 沟槽支撑的结构形式

支撑结构应牢固可靠,必须进行强度和稳定性计算和校核;应便于支设和拆除及后续工序的操作。支撑材料要求质地和尺寸合格,保证施工安全;应在保证安全的前提下,节约用料。

主要的支撑结构如下:

(1) 横撑。

见图 1-3(a),即撑板(挡土板)水平放置,然后沟两侧同时对称竖立方木(立木),再以撑木顶牢。横撑用于土质较好、地下水量较少处。其特点是安设容易,但拆除时不大安全。

(2) 竖撑。