

上海市地方标准

DB31/T 1176—2019

城镇燃气管道水平定向钻进 工程技术规程

Technical specification for horizontal directional drilling engineering
of city gas pipeline

2019-08-15 发布

2019-11-01 实施

上海市市场监督管理局 发布



目 次

前言 I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 基本规定 2

5 技术要求 4

6 计算 5

7 工艺路线 6

8 测绘 8

9 竣工验收 9

附录 A（规范性附录） 水平定向钻穿越轨迹计算 11

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由上海市燃气管理处、上海市质量技术监督局特种设备监察处提出，由上海市燃气管理处组织实施。

本标准由上海市燃气管理处归口。

本标准起草单位：上海煤气第二管线工程有限公司、上海煤气第一管线工程有限公司、上海天然气管网有限公司、上海燃气市北销售有限公司、上海大众燃气有限公司、上海燃气浦东销售有限公司、上海燃气工程设计研究有限公司、上海松江燃气有限公司、上海奉贤燃气有限公司、上海联创燃气技术发展有限公司、上海穿速建设工程有限公司、上海华腾市政建设工程有限公司、上海华贻电力市政建设工程有限公司。

本标准主要起草人：戴斌、陶志钧、顾军、张帆、王敏敏、郑克敏、饶险峰、郑海旭、高志敏、彭自良、葛志祥、印峰平、周耀新、沈刚、赵官慧、莫非、王宝明、戴兴华、陆华、陈忠平。

城镇燃气管道水平定向钻进 工程技术规程

1 范围

本标准规定了城镇燃气管道水平定向钻进工程的基本规定、技术要求、计算、工艺路线、测绘、竣工验收等内容。

本标准适用于上海地区城镇燃气管道水平定向钻进工程,其他行业同类水平定向钻进工程可作参考。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修订单)适用于本文件。

GB/T 3091 低压流体输送用焊接钢管

GB/T 8163 输送流体用无缝钢管

GB/T 9711 石油天然气工业管线输送系统用钢管

GB 15558.1 燃气用埋地聚乙烯(PE)管道系统 第1部分:管材

GB/T 21448 埋地钢质管道阴极保护技术规范

GB/T 23257 埋地钢质管道聚乙烯防腐层

GB 50021 岩土工程勘察规范

GB 50028 城镇燃气设计规范

CJJ 61 城市地下管线探测技术规程

DG/TJ 08 燃气管道设施标识应用规程

ISO 16486 气体燃料供给用塑料管道系统 带有热熔接头和机械接头的非增塑聚酰胺(PA-U)管道系统[Plastics piping systems for the supply of gaseous fuels—Unplasticized polyamide (PA-U) piping systems with fusion jointing and mechanical jointing]

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

水平定向钻进 **horizontal directional drilling**

水平定向钻机按设计轨迹在不同地层与深度钻进导向孔,通过逐级扩孔、回拖完成管道穿越的施工方法。

3.2

三维穿越 **three-dimensional crossing**

穿越轨迹需要在水平面和垂直面同时改变方向的穿越方法。

3.3

控向 guiding

导向

通过预装在钻头中的探棒发射的信号,判定钻头的空间位置及状态,引导钻进的方法。

注:根据原理不同,分为无线控向、有线控向和地磁控向等。

3.4

无线控向 wireless guiding

通过地面接收器接收探棒的发射信号,判定钻头的空间位置及状态,引导钻进的方法。探棒的电源由预装在钻头中的电池提供。

3.5

有线控向 wired guiding

通过地面接收器和电缆接收探棒的发射信号,判定钻头的空间位置及状态,引导钻进的方法。探棒的电源通过电缆由外接电源提供。

3.6

地磁控向 geomagnetic guiding

探棒预装在无磁钻铤钻头中,地磁场和重力场等信号通过电缆线传输到计算机,处理转化为各项孔底参数,作为判定钻头空间位置及状态的依据引导钻进。

3.7

地质改良 geological improvement

通过置换、高压旋喷、冷冻等方法改善地质条件的施工方法。

3.8

对接技术 intersection technology

对穿技术

两台钻机两侧相向钻进,导向孔对接完成后,一侧钻头回撤,另一侧钻头随之钻进直至出土完成导向孔施工。

3.9

扩孔 reaming hole

导向孔钻进完成后,用扩孔器扩大孔道的施工工序。

3.10

回拖 pull-back

拖管

经扩大的孔道从出口坑回拉管道至起始坑的施工工序。

3.11

钻进液 drilling fluid

泥浆

水、膨润土和添加剂等组成的混合物。

注:钻进液主要用于稳定孔壁、润滑冷却钻具和悬浮携带钻屑。

4 基本规定

4.1 基础资料

设计、施工前应取得下列资料:

- a) 管线规划资料;

- b) 地形图;
- c) 岩土勘察资料;
- d) 地下管线和地下障碍物探测调查报告;
- e) 铁路、道路、河流等相关资料。

4.2 管材

4.2.1 高压、次高压燃气钢管管材级别不应低于 L245,焊接钢管应符合 GB/T 9711 的规定,无缝钢管应符合 GB/T 8163 的规定。

4.2.2 中压、低压燃气钢管管材级别不应低于 Q235B,焊接钢管应符合 GB/T 3091 的规定,无缝钢管应符合 GB/T 8163 的规定。

4.2.3 聚乙烯管管材应选用不低于 PE80 要求的聚乙烯管道,并应符合 GB 15558.1 的规定。

4.2.4 尼龙管管材应选用 PA12 系列的燃气用尼龙管道,并应符合 ISO 16486 的规定。

4.3 钢管防腐

4.3.1 外防腐层应不低于相连直埋管道的防腐要求,并应符合 GB/T 23257 的规定。

4.3.2 补口外防腐层宜采用液态环氧粉末涂料外加辐射交联聚乙烯热收缩套,穿越建筑物、道路和水域等重要地域或穿越轨迹附近有轨道交通、高压铁塔、变电站时,宜外加光固化套予以保护,并宜辅以分布式光纤感知技术监测穿越管道运行状况。

4.3.3 穿越段两端应辅以牺牲阳极阴极保护措施,或根据需要施以强制电流阴极保护措施,阴极保护措施应符合 GB/T 21448 的规定。

4.4 穿越管段曲率半径

4.4.1 穿越管段的曲率半径应根据管材、管径和现场条件选定。

4.4.2 钢管的最小曲率半径不应小于 1 200 倍管道外径。

4.4.3 聚乙烯管的最小曲率半径不宜小于 400 倍管道外径。

4.4.4 尼龙管的最小曲率半径不宜小于 200 倍管道外径。

4.4.5 三维穿越时,穿越管段的最小曲率半径也应满足以上要求。

4.5 入土角、出土角

入土角、出土角应根据地下管线和地下障碍物情况、穿越深度、钻机性能参数等条件综合确定。钢管入土角宜为 $6^{\circ}\sim 18^{\circ}$,出土角宜为 $4^{\circ}\sim 12^{\circ}$,PE 管、尼龙管入土角宜为 $6^{\circ}\sim 20^{\circ}$,出土角宜为 $4^{\circ}\sim 14^{\circ}$ 。

4.6 穿越长度

穿越长度应综合管道曲率半径、入土角、出土角、穿越深度和现场情况等条件计算确定。

4.7 穿越轨迹

水平定向钻的穿越轨迹可由入土直线段、入土曲线段、水平段、出土曲线段、出土直线段等组成。其轨迹计算可按本标准附录 A 的有关规定执行。

4.8 穿越保护范围

水平定向钻进敷设的管段,其两侧水平保护距离应为 $(5D+1)m$ (其中 D 为管道外径)。

4.9 水域穿越

穿越水域应经水务和航务管理等相关部门许可,穿越管段管顶到规划河床的最小距离应根据水流

冲刷、河床深度、疏浚和抛锚等条件确定,对于不通航河流不应小于 2.5 m,通航的河流不应小于 3 m。

4.10 铁路(公路)穿越

4.10.1 穿越铁路(公路)应征得管理部门同意,穿越管道与被穿越的铁路(公路)的夹角宜为 90° 。

4.10.2 穿越铁路管段承受荷载除应符合 6.1 规定,可变荷载还应考虑机车荷载,偶然作用还应考虑地基变形。

4.11 建筑物穿越

当穿越高度小于 10 m 的建筑物时,该段管道的覆土深度应大于穿越管径的 20 倍,且不小于 10 m,并符合 4.3.2 的要求。

5 技术要求

5.1 应按 CJJ 61 的要求对施工区域内的地下管线及障碍物进行探测调查并形成报告。

5.2 燃气管道与其他地下管线的水平和垂直净距应符合 GB 50028 的相关要求。

5.3 穿越其他地下管线时,应按设计的要求以及其权属单位的规定进行管线保护,避免损坏其他管线。

5.4 对钻进管道长度大于 500 m(含),或其深度大于 15 m(含),或钻进管道直径大于 500 mm(含)的水平定向钻进工程,应进行岩土勘察,其技术要求如下:

- a) 勘探孔应沿穿越管线的轴线两侧错开布置,孔距宜为 100 m,每排孔与穿越管线轴线的距离为 10 m~25 m(如图 1),若孔中发现地质情况复杂难以判断土质变化,应增加探孔密度。

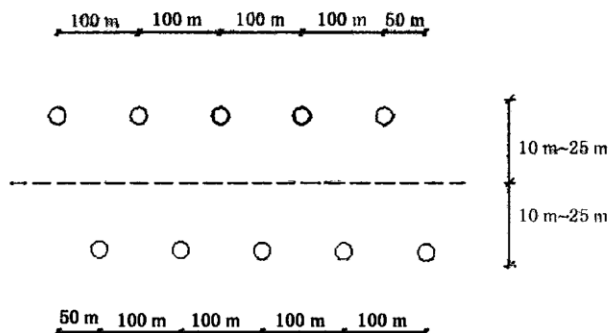


图 1

- b) 工程地质勘察应符合 GB 50021 的相关要求,勘探方式采用钻孔取土和原位测试相结合。

- c) 地质钻探应提供下列参数:取样密度、含水量、颗粒度、液性指数、塑性指数、液限、塑限、比重、空隙比、压缩系数、砂和碎石颗粒分析、岩石单轴抗压强度值等。

- d) 应提供勘探点平面布置图、钻孔柱状图、工程地质剖面图,并提供相应的文字描述报告。

5.5 水平定向钻进施工宜选择黏土、粉质黏土、粉砂、细砂、中砂、粗砂、岩石等地层。

5.6 穿越卵砾石层等泥浆难以护壁成孔的地层时,可采用下设套管隔离卵砾石层或地质改良等技术措施,若入出土两侧都下设套管,则控向时应采用对接技术。

5.7 一次穿越长度超过 2 000 m,控向宜采用对接技术。

5.8 当穿越重要道路或重要建(构)筑物时,应进行地面或建(构)筑物沉降监测。

5.9 施工场地应足够布设钻机、工作坑、泥浆坑以及施工材料。地面应根据土体的稳定性和密实性采取措施防止塌陷。

6 计算

6.1 为满足强度、刚度、稳定性要求,穿越管段受力计算应考虑下列荷载。

a) 永久荷载:

- 1) 输送介质的内压力;
- 2) 管段自重;
- 3) 管道外荷载(包括土压力、水流和车辆动载);
- 4) 温度变化产生的温度应力;
- 5) 强制弹性变形产生的变形应力。

b) 可变荷载:

- 1) 试运行或试压时的水重与内压力;
- 2) 清管荷载;
- 3) 施工时拖管或吊管荷载。

c) 偶然作用荷载:

穿越管段位于设计地震动峰值加速度 $a \geq 0.1g$ 地区,应计算地震造成的土压力、基土液化作用,有活动断层时的断层位移作用。

6.2 当工程需要进行穿越管段结构计算时,应根据敷设形式、所处环境、运行条件及可能发生的工作状况进行荷载组合:

- a) 主要组合:永久荷载;
- b) 附加组合:永久荷载与可能发生的可变荷载之和;
- c) 特殊组合:永久荷载与偶然作用荷载之和。

6.3 穿越管段的许用应力,应按直埋管道所采用的许用应力再乘以不同的荷载组合提高系数确定,提高系数见表 1。

表 1 许用应力提高系数

荷载组合	提高系数
主要组合	1.0
附加组合	1.3
特殊组合	1.5

6.4 管段承受的荷载与组合应根据实际可能发生的条件选取,并根据工程需要进行穿越管段结构稳定性校核。

6.5 管道壁厚应根据荷载组合进行强度核算。

6.6 穿越管段回拖时,最大回拖力应按下列式计算值的 1.5~3 倍选取。

$$F = \pi L f \left| \frac{D^2 \gamma_1}{4} - \left(\frac{D_s + d_s}{2} \right) \delta \gamma_s \right| + \pi D L K$$

式中:

F ——穿越管段回拖力,单位为千牛(kN);

L ——穿越管段长度,单位为米(m);

f ——泥浆摩擦系数,一般取 0.2~0.6;

D ——穿越管段的管道外径,单位为米(m),管道结构无其他附属物(如外防腐层等)时即为 D_s ;

- D_s ——穿越管段的管道外径,单位为米(m);
- d_s ——穿越管段的管道内径,单位为米(m);
- δ ——穿越管段的管道壁厚,单位为米(m);
- γ_1 ——泥浆重度,一般为 $11.5 \text{ kN/m}^3 \sim 12 \text{ kN/m}^3$;
- γ_s ——管道材料重度,钢管取 78 kN/m^3 ,聚乙烯管取 $9.41 \text{ kN/m}^3 \sim 9.71 \text{ kN/m}^3$,尼龙管取 10 kN/m^3 ;
- K ——粘滞系数,一般取 $0.01 \text{ kN/m}^2 \sim 0.1 \text{ kN/m}^2$ 。

7 工艺路线

7.1 测量放样

7.1.1 根据设计放出穿越中心线,确定穿越入土点、出土点。

7.1.2 根据穿越入土点、出土点及穿越中心线,确定钻机安装场地、管道侧施工场地以及穿越管段预制场地的边界线。

7.2 管道地面安装

7.2.1 穿越管段预制场地应平整,施工便道应具有足够的承载能力,管段预制场地应与入土点、出土点成一直线,若受场地条件限制,预制管道可适当弯曲,但弯曲度应满足敷设管道弯曲半径的要求,预制场地长度宜为穿越长度至少加 20 m。

7.2.2 预制管道宜根据设计长度全线焊接,若受场地条件限制,也可分段焊接。

7.2.3 钢管的环形焊缝应进行 100% 全周长超声波和射线检测,焊缝质量等级要求应不低于相连直埋管道的焊缝质量等级要求。

7.2.4 聚乙烯管道和尼龙管应采用全自动焊机进行热熔对接,焊接接头应进行 100% 外观检查和 100% 翻边切除检验,焊缝质量等级要求应不低于相连直埋管道的焊缝质量等级要求。

7.2.5 管道回拖前,应对焊接完成的管段进行强度和严密性试验,钢管应清通,聚乙烯管和尼龙管应吹扫,技术要求应符合相连直埋管的相关规定。

7.2.6 钢管焊缝外设光固化套的技术要求:

- 对凹凸不平的部分应用专用透明胶带仔细包敷,以使包敷材料到光固化套之间有一个平滑的过渡;
- 采用自然光,应根据阳光强度确定固化时间,若采用特种光谱灯,应根据材料厚度确定固化时间。

7.2.7 管段安装完成后,应对钢管的外防腐和补口层进行电火花测试,如有损伤及时修补,应对聚乙烯管和尼龙管外壁进行外观检查,不得有影响产品质量的划痕、磕碰等缺陷。

7.3 钻机及附属设备

7.3.1 根据本标准 6.6 计算最大回拖力,选择相匹配的水平定向钻机。

7.3.2 设备安装及调试:

- 钻机转轴与穿越中心线应保持在一条直线上,观察钻机角度指示装置,复核调整钻机工作角度;
- 应采用钢桩、地锚箱等地锚形式稳固钻机,地锚应能承受钻机的最大推进力及最大回拖力;
- 钻机接地保护装置应固定牢靠;
- 控向系统使用前应进行校准,当采用地磁控向时,应复核方位角;
- 实施钻进之前,应排查施工场地周围的干扰信号,确定合适的信号接收频道。

7.3.3 由于穿越深度深或者施工区域有较强干扰信号,造成使用无线控向系统无法精确控向钻进时,宜采用有线控向或地磁控向,当穿越的河流河面宽度大于 40 m 时,宜采用地磁控向,若现场有条件应

使用人工磁场。

7.4 工作坑

7.4.1 入、出土点工作坑的开挖标准应根据管道材质、口径、入出土角及现场情况具体确定。

7.4.2 入、出土点工作坑宽度宜为 $(1.5D+1)$ m(其中 D 为管道外径),开挖深度应不低于1.5 m。

7.4.3 入、出土点工作坑长度可按长深比计算确定,钢管入土点工作坑长深比宜为6:1,出土点宜为7:1,PE管和尼龙管入土点工作坑长深比宜为3:1,出土点宜为5:1。

7.5 泥浆坑

7.5.1 应根据产生的泥浆废液量确定泥浆坑大小,体积不宜小于回拖管道的总体积,并辅以废浆外运措施,防止泥浆外溢。

7.5.2 受场地条件限制时,工作坑也可作为泥浆坑。

7.5.3 大型穿越工程,应设置泥浆池,产生的泥浆经处理后可循环使用。

7.6 钻进液

7.6.1 应根据工程地质勘察资料确定钻进液的配置参数。

7.6.2 膨润土含砂量应小于3%,水源应使用清洁淡水,钻进液pH值应调配至8~10。

7.6.3 马氏漏斗法测量的钻进液粘度应根据地质情况和管径大小参照表2确定。

表2 钻进液粘度值表(s)

工序	管道外径 mm	地层					
		粘土	粉质粘土	粉砂细砂	中砂	粗砂	风化岩
导向	—	30~40	35~40	40~45	45~50	50~55	40~50
扩孔及回拖	325 以下	30~40	35~40	40~45	45~50	50~55	40~50
	325~610	30~40	35~40	40~45	50~55	55~60	50~55
	610 以上	40~45	40~45	45~50	55~60	60~75	55~60

7.6.4 应严格按照操作规程进行钻进液配置,使其充分膨化。

7.6.5 地面冒浆控制措施:

- 施工前应根据地层勘察资料,确定各阶段钻进液的配比、流量以及扩孔、回拖的速度,施工中应根据现场情况对上述参数进行动态调整,确保入土坑或出土坑有泥浆返出;
- 施工过程应加强巡视,以便及时发现冒浆点,采取有效清理措施,将其对环境的影响减少到最小。

7.7 导向孔钻进、扩孔及管道回拖

7.7.1 应根据设计曲线计算每根钻杆的折角量,敷设钢管时,单根钻杆的最大折角应符合表3的要求:

表3 钻杆折角表

管道外径/mm	单根钻杆最大折角/(°/m)
325 以下	0.3
325~610	0.2
610 以上	0.1

7.7.2 导向孔钻进完成后,应校核导向孔轨迹与设计轨迹的偏移量,偏移量应符合表5的要求。

7.7.3 导向孔应经过一次或多次扩孔,最终扩孔直径可按表4确定。

表 4 最终扩孔直径

管道外径 D/mm	最终扩孔直径/ mm
219 以下	$\geq D+100$
219~610	$\geq 1.5D$
610 以上	$\geq D+300$

7.7.4 回拖应在回扩完成后及时进行,回拖前,应检查并确认钻具与管道的连接安全可靠,钻具的钻进液通道畅通。

7.7.5 待回拖管道应置于滚轮管架上,以避免损伤管道及其外防腐层,大口径管道回拖可视现场条件开挖发送沟。

7.7.6 回拖 DN800 mm 以上管道时,可在管道内放置配重管平衡管道浮力。

7.7.7 应实时记录回拖力、扭矩、钻进液压力等数据。

7.7.8 作业过程中遇到突然的振动、卡钻、拉力扭矩突变等异常情况,应立即暂停作业,待查明原因、解决问题后方可继续施工。

7.7.9 回拖过程中,应对地面上的钢管外防腐进行电火花测试,如有损伤及时修补。

7.7.10 回拖应匀速进行,避免突然停止或启动造成回拖力突降和突升。

7.7.11 回拖完毕,出入土点两端管道应各出地面 2 m~3 m。

7.7.12 现场废浆应清运至当地环保部门指定地点排放。

7.8 与直埋管连接

7.8.1 割除拖管头应及时焊接管帽,避免泥浆渣土进入管内。

7.8.2 管道回拖到位后应放置 24 h 以上,方可与直埋管道连接。

7.9 地貌恢复后,入、出土点应设标识,标识的设置应符合 DG/TJ 08 的规定。

8 测绘

8.1 水平定向钻进工程完成后应及时采用管内直接法进行竣工测量,测量数据应符合国家相关保密规定。

8.2 管道竣工测量设备应符合下列要求:

- 能克服地形障碍及各种信号干扰;
- 能满足各种深度测量的需要;
- 设备标定的平面测量精度应不大于测量长度的 0.25%,且不大于 $(D/2+0.5)$ m(其中 D 为管道外径);
- 深度测量精度应不大于测量长度的 0.1%,且不大于 $(D/2+0.2)$ m(其中 D 为管道外径);
- 测量仪器应符合计量部门相关检定要求。

8.3 平面控制测量应按三级导线(含)以上的要求精度施测。

8.4 竣工测量应测定管道中心线位置,数据采集点间距不应大于 5 m 弧线长度。

8.5 竣工测量应分别以出、入土端为始测端各进行一次,两次最大平面差值不应超过测量长度的 0.5%,且最大深度差值不应超过测量长度的 0.2%,否则应重新测量,直至最终合格。

8.6 竣工测量成图应符合下列要求:

- 竣工测量成果图包括平面图和剖面图,平面坐标采用上海城建坐标,高程采用上海吴淞高程;
- 竣工平面图上应标明穿越管线的轨迹、出入土点坐标、敷设管线的管径、材质及长度、平面指

北针及成图比例等；

- c) 竣工剖面图上应标明穿越管线的轨迹、地形地貌(如道路、河流、铁路)、与穿越轨迹相交的管线及成图比例等。

8.7 竣工测量完成后,应编制测量报告和绘制测量成果图。

9 竣工验收

9.1 工程竣工后应及时进行全面检查和验收。

9.2 水平定向穿越管道的轨迹允许偏差应符合表 5 的规定。

表 5 水平定向穿越管道的轨迹允许偏差

检查项目			允许偏差
地面入土点/mm		纵、横向	±20
地面出土点/m	非特殊地区	纵向	1%L,且≤8.0
		横向	0.2%L,且≤1.5
	特殊地区	纵向	1%L,且≤1.0
		横向	0.2%L,且≤0.8
导向孔曲线与设计曲线的偏移量半径/m		非特殊地区	0.5%L,且≤1.5
		特殊地区	0.5%L,且≤0.5
注: L 为穿越管道长度,特殊地区指地下管线、建(构)筑物密集,对穿越管位精度有特殊要求的敏感地区,此外为非特殊地区。			

9.3 竣工验收必备的技术文件:

- 图纸会审记录、技术交底记录、施工组织设计等;
- 材料、设备、仪表等的出厂合格证明或检验报告;
- 控向数据记录,施工过程推拉力、扭矩、钻进液压力等数据记录;
- 管内竣工测量报告、测量成果图;
- 竣工图纸:
 - 竣工图的比例与施工图一致;
 - 竣工图应反映燃气管道实际位置与其他市政设施特殊处理的部位概况等。

9.4 竣工验收应具有以下检验合格记录:

- 各种测量记录;
- 隐蔽工程验收记录;
- 沟槽开挖及回填合格记录;
- 防腐绝缘合格记录;
- 焊接外观检查记录和无损探伤检查记录;
- 管道清扫合格记录;
- 强度和严密性试验合格记录;
- 施工中受检的其他合格记录。

附 录 A
(规范性附录)
水平定向钻穿越轨迹计算

水平定向钻穿越轨迹(图 A.1)可按下列公式计算:

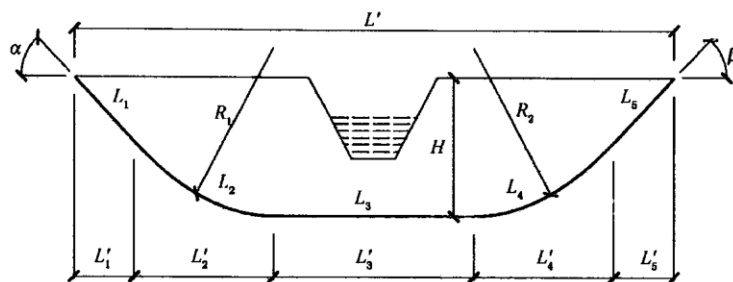


图 A.1

$$L = L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5$$

$$L_1 = \frac{H - R_1 \times (1 - \cos \alpha)}{\sin \alpha}$$

$$L_2 = R_1 \times \alpha \times \frac{2\pi}{360}$$

$$L_4 = R_2 \times \beta \times \frac{2\pi}{360}$$

$$L_5 = \frac{H - R_2 \times (1 - \cos \beta)}{\sin \beta}$$

$$L' = L'_1 + L'_2 + L'_3 + L'_4 + L'_5$$

$$L'_1 = \frac{H - R_1 \times (1 - \cos \alpha)}{\tan \alpha}$$

$$L'_2 = R_1 \sin \alpha$$

$$L'_4 = R_2 \sin \beta$$

$$L'_5 = \frac{H - R_2 \times (1 - \cos \beta)}{\tan \beta}$$

式中:

- L —— 穿越管道长度,单位为米(m);
- L_1 —— 入土直线段长度,单位为米(m);
- L_2 —— 入土弧线段长度,单位为米(m);
- L_3 —— 水平段长度,单位为米(m);
- L_4 —— 出土弧线段长度,单位为米(m);
- L_5 —— 出土直线段长度,单位为米(m);
- H —— 最大穿越深度,单位为米(m);

- α ——入土角,单位为度($^{\circ}$);
- β ——出土角,单位为度($^{\circ}$);
- $R_1、R_2$ ——管道曲率半径,单位为米(m);
- $L_1'、L_2'、L_3'、L_4'、L_5'$ ——分别是 $L_1、L_2、L_3、L_4、L_5$ 在地面上的投影直线距离,单位为米(m)。
-

上海市地方标准
城镇燃气管道水平定向钻进
工程技术规程

DB31/T 1176—2019

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 26 千字
2019年10月第一版 2019年10月第一次印刷

*

书号: 155066·5-1280 定价 18.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



DB31/T 1176-2019