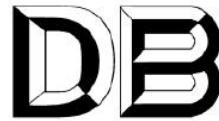


天津市工程建设标准



DB/T 29-326-2024

备案号: J17866-2024

天津市地下管线精细探测 技术规程

Technical specification for accurate detection
of underground pipelines in Tianjin

2024-11-12 发布

2025-01-01 实施

天津市住房和城乡建设委员会 发布

天津市工程建设标准

天津市地下管线精细探测技术规程

Technical specification for accurate detection of
underground pipelines in Tianjin

DB/T 29-326-2024

J17866-2024

主编单位：天津市测绘院有限公司

批准部门：天津市住房和城乡建设委员会

实施日期：2025年01月01日

2024 天 津

天津市住房和城乡建设委员会文件

津住建设函〔2024〕310号

市住房城乡建设委关于发布《天津市地下管线 精细探测技术规程》的通知

各有关单位：

根据《市住房城乡建设委关于下达2022年天津市工程建设地方标准编制计划的通知》（津住建设〔2022〕12号）要求，天津市测绘院有限公司等单位编制完成了《天津市地下管线精细探测技术规程》，经市住房城乡建设委组织专家评审通过，现批准为天津市工程建设地方标准，编号为DB/T29-326-2024，自2025年1月1日起实施。

各相关单位在实施过程中如有意见和建议，请及时反馈给天津市测绘院有限公司。

本规程由天津市住房和城乡建设委员会负责管理，天津市测绘院有限公司负责具体技术内容的解释。

天津市住房和城乡建设委员会
2024年11月12日

前 言

根据《市住房城乡建设委关于下达2022年天津市工程建设地方标准编制计划的通知》（津住建设〔2022〕12号）文件要求，在广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国家标准和行业标准，并征求相关单位意见的基础上，制定本规程。

本规程主要技术内容：1. 总则；2. 术语、符号和代号；3. 基本规定；4. 技术准备；5. 地下管线探查；6. 地下管线测量；7. 数据处理及成果编制；8. 质量检查与验收。

本规程由天津市住房和城乡建设委员会负责管理，由天津市测绘院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送天津市测绘院有限公司（地址：天津市西青区李七庄街道昌凌路9号，邮编：300381，E-mail：2005ch4y@163.com）

本规程主编单位：天津市测绘院有限公司

本规程参编单位：天津市测绘地理信息研究中心
天津市地下铁道集团有限公司
中国铁路设计集团有限公司

本标准主要起草人员：刘玉财 王少一 王永峰 蒋俊华 赵利华
闫 伟 李志华 寇付友 王 鹏 黎慕韩
刘 桁 郑二龙 刘新国 汪 伟 沈飞飞
周 磊 朱建伟 韩天庆 胡 楠 杨建兵
高玉娟 黄 瀛 史建林 王亚荣 高鹏飞
李 青 张小溪 王子林

本标准主要审查人员：姚龙龙 栗红宇 裴世建 严 兵 易正晖
王 珍 郭国平

目 次

1	总 则.....	1
2	术语、符号和代号.....	2
2.1	术语.....	2
2.2	符号.....	3
2.3	代号.....	3
3	基本规定.....	5
4	技术准备.....	8
4.1	一般规定.....	8
4.2	资料收集与整理.....	8
4.3	踏勘与仪器校验.....	9
4.4	探查方法试验.....	9
4.5	精细探测方案编制.....	10
5	地下管线探查.....	11
5.1	一般规定.....	11
5.2	实地调查.....	11
5.3	水平电磁剖面法.....	13
5.4	竖直电磁剖面法.....	14
5.5	井中磁梯度法.....	15
5.6	探地雷达法.....	16
5.7	示踪电磁法.....	18
5.8	惯性定位测量法.....	19

5.9	主动声源探测法.....	21
5.10	地震映像法.....	22
5.11	高密度电阻率法.....	23
5.12	水底成像声呐法.....	25
5.13	水域磁法.....	27
5.14	浅地层剖面法.....	29
5.15	水下机器人（ROV）探测.....	31
6	地下管线测量.....	33
6.1	一般规定.....	33
6.2	控制测量.....	33
6.3	管线点及附属物测量.....	34
6.4	地形测量.....	34
7	数据处理及成果编制.....	35
7.1	一般规定.....	35
7.2	数据处理.....	35
7.3	数据检查.....	36
7.4	管线图编绘.....	37
7.5	三维管线建模.....	39
7.6	报告编制.....	41
8	质量检查与验收.....	42
8.1	一般规定.....	42
8.2	质量检查.....	42
8.3	成果验收.....	45

附录 A 地下管线精细探测安全保护规定.....	47
附录 B 探测方法适用范围.....	49
附录 C 地下管线精细探测成果图.....	50
附录 D 横断面图.....	51
附录 E 纵断面图.....	52
附录 F 三维效果图.....	53
本规程用词说明.....	54
引用标准名录.....	55
附：条文说明.....	57

Contents

1	General Provisions.....	1
2	Terms ,Symbols and Codes.....	2
2.1	Terms.....	2
2.2	Symbols.....	3
2.3	Codes.....	3
3	Basic Requirements.....	5
4	Technical Preparations.....	8
4.1	General Requirements.....	8
4.2	Data Collection and Arrangement.....	8
4.3	Field Survey and Instrument Calibration.....	9
4.4	Detection Method Test.....	9
4.5	Accurate Detection Programme.....	10
5	Underground Pipelines Detection.....	11
5.1	General Requirements.....	11
5.2	On-site Investigation.....	11
5.3	Horizontal Electromagnetic Profiling Method.....	13
5.4	Vertical Electromagnetic Profiling Method.....	14
5.5	Borehole Magnetic Gradient Method.....	15
5.6	Ground Penetrating Radar Method.....	16
5.7	Tracer Electromagnetic Method.....	18
5.8	Inertial Positioning Measurement Method.....	19
5.9	Active Sound Source Detection Method.....	21
5.10	Seismic Imaging Method.....	22

5.11	Multielectrode Resistivity Method.....	23
5.12	Underwater Imaging Sonar Method.....	25
5.13	Magnetic Method in Water Area.....	27
5.14	Sub-bottom Profiling Method.....	29
5.15	Remotely Operating Vehicle Detection.....	31
6	Underground Pipelines Survey.....	33
6.1	General Requirements.....	33
6.2	Control Survey.....	33
6.3	Points and Accessory Survey of Underground Pipelines.....	34
6.4	Topographic Survey.....	34
7	Data Processing and Preparation of Results.....	35
7.1	General Requirements.....	35
7.2	Data Processing.....	35
7.3	Data Check.....	36
7.4	Map Compilation.....	37
7.5	3D Pipelines Modeling.....	39
7.6	Report Preparation.....	41
8	Quality Inspection and Acceptance.....	42
8.1	General Requirements.....	42
8.2	Quality Inspection.....	42
8.3	Results Acceptance.....	45
Appendix A	Safety Protection Regulations for Accurate Detection of Underground Pipelines.....	47
Appendix B	Scope of Application for Geophysical Exploration Methods.....	49

Appendix C	Underground Pipelines Accurate Detection Result Map.....	50
Appendix D	Cross Sectional Profile.....	51
Appendix E	Vertical Sectional Profile.....	52
Appendix F	3D Effect Graph.....	53
	Explanation of Wording in This Standard.....	54
	List of Quoted Standards.....	55
	Addition: Explanation of Provisions.....	57

1 总 则

1.0.1 为统一天津市地下管线精细探测技术要求，保证地下管线精细探测成果质量，满足工程建设规划、勘察设计和施工的需要，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于天津市城市规划、城市建设和工程施工中的地下管线精细探测工作。

1.0.3 天津市地下管线精细探测除应符合本规程的要求外，尚应符合国家及地方现行有关标准的规定。

2 术语、符号和代号

2.1 术语

2.1.1 地下管线 underground pipeline

敷设于地下，用于传送能源、信息和排泄废物等的管道(廊、沟)、线缆等及其附属设施。按功能可分为给水、排水、燃气、热力、电力、通信、工业等，包括长输管线和城市管线。

2.1.2 地下管线探测 underground pipeline detecting and surveying

确定地下管线及其附属设施的空间位置、空间关系和属性的过程。

2.1.3 地下管线常规探测 underground pipeline conventional detection

因建设工程需要，通过收集分析资料，现场调查以及合理、快速、高效的探测技术方法，获取建设工程范围内的地下管线分布情况的过程。

2.1.4 地下管线精细探测 underground pipeline accurate detection

在管线常规探测的基础上，因建设工程设计、施工或变更需要，针对常规探测因场地条件、探测手段、探测精度所限未能探明的关键对象，采用特定的高质量、高密度或高精度的探测方法进行详细探测的过程。

2.1.5 水下管线 underwater pipeline

埋设于江、河、湖、泊、海等水体以下的管线。

2.1.6 大埋深管线 deeply buried pipeline

埋深大于 4.0m，采用常规探测手段难以精确探明的各类地下管线。

2.1.7 管线点 survey point of underground pipeline

为准确描述管线的走向特征和附属设施信息，在地下管线探查过程中设立的测点，包括明显管线点和隐蔽管线点。

2.1.8 地下综合管廊（沟） municipal tunnel(trench)

建于城市地下，可敷设多种管道、线缆的市政公用设施。

2.2 符号

M_{ch} ——管线点高程测量中误差；

M_{cs} ——管线点平面位置测量中误差；

M_{td} ——明显管线点的埋深量测中误差；

M_{th} ——隐蔽管线点的埋深探查中误差；

M_{ts} ——隐蔽管线点的平面位置探查中误差；

δ_{td} ——明显管线点的埋深量测限差；

δ_{th} ——隐蔽管线点的埋深探查限差；

δ_{ts} ——隐蔽管线点的平面位置探查限差。

2.3 代号

GNSS——全球导航卫星系统（Global Navigation Satellite System）

RTK ——载波相位实时动态差分定位技术 (Real Time Kinematic)

3 基本规定

3.0.1 地下管线精细探测工作应按照本规程执行。

3.0.2 在工程规划、设计与变更阶段，为保障管线资料的精准性；在工程施工阶段，为确保施工安全，防止对既有地下管线（如开挖、钻探、顶管、拉管施工以及隧道盾构、桩基础施工等建设工程）造成破坏，当常规管线探测难以满足需求时，应开展地下管线精细探测工作。

3.0.3 开展地下管线精细探测工作应具备下列基本条件：

- 1 目标管线与其周围介质间应存在足够的物性差异；
- 2 目标管线应具有一定规模，能产生可被观测的地球物理异常场；
- 3 干扰因素产生的干扰场相对有效异常应足够小，或能被识别；
- 4 工作现场应具备足够空间，能布置探测装置和开展现场探测工作。

3.0.4 地下管线精细探测工作宜在常规探测的基础上，由建设单位、设计单位会同探测单位提出，精细探测方案宜经建设单位组织审查通过后启动实施。

3.0.5 地下管线精细探测工作实施前，应由建设单位负责组织与相关管线权属单位进行对接，收集已有管线资料，宜签订精细探测实施安全协议。

3.0.6 地下管线精细探测的基本程序宜包括：接受任务（委托）、技术准备、地下管线探查、地下管线测量、数据处理与地下管线图编绘、编写技术总结报告、成果质量检查与验收。探测任务较简单

时，上述程序可根据探测任务特点适当简化。

3.0.7 地下管线精细探测工作应根据工程不同阶段的任务、目的和要求，针对拟建工程的规模、结构类型、施工方法和场地环境条件，制定精细探测方案。

3.0.8 地下管线精细探测工作应结合项目具体情况，积极采用新技术、新方法和新仪器。

3.0.9 地下管线精细探测工作应制定质量保证措施，实行全过程质量控制。

3.0.10 地下管线精细探测工作应建立安全保护措施，应符合本规程附录 A 的有关规定。

3.0.11 地下管线精细探测的取舍标准原则上参照现行行业标准《城市地下管线探测技术规程》CJJ61 相关规定执行，同时可根据工程类型及委托方要求适当调整。

3.0.12 地下管线精细探测成果平面坐标系应采用 2000 天津城市坐标系，如采用其他坐标系时，应与 2000 天津城市坐标系建立转换关系。

3.0.13 地下管线精细探测成果高程系统应采用 1972 年天津市大沽高程系，高程成果应注明施测年代，如采用其他高程系统时，应与 1972 年天津市大沽高程系建立转换关系。

3.0.14 地下管线精细探测成果时间系统应采用公元纪年，北京时间。

3.0.15 地下管线精细探测工作底图宜采用 1:500 比例尺地形图。

3.0.16 地下管线精细探测成果图的比例尺，一般应与工作底图保持一致，也可根据特殊要求确定。

3.0.17 地下管线精细探测应以中误差作为衡量探测精度的标准，且以二倍中误差作为极限误差。探测精度应符合下列规定：

1 明显管线点埋深量测精度：埋深量测中误差（ M_d ）为 ±25mm；

2 隐蔽管线点探测精度符合表 3.0.17 规定；

表 3.0.17 隐蔽点管线探测精度表

序号	探测方法	平面位置中误差 M_{fs} (m)	埋深中误差 M_{bh} (m)	说明 (m)
1	竖直电磁剖面法	$\pm 0.075S$	$\pm 0.05S$	S 为钻孔与目标管线的水平净距
2	井中磁梯度法	-	$\pm 0.05S$	S 为钻孔与目标管线的水平净距
3	惯性定位测量法	$\pm 0.00125L$	$\pm 0.00075L$	L 为目标管段长度
4	其他方法	$\pm 0.05h$	$\pm 0.075h$	h 为目标管线中心埋深

注：1 $h < 1m$ 时，按 1m 计算；

2 探测精度也可根据工程实际情况，与委托方协商确定。

3 地下管线点的测量精度：平面位置中误差 (M_{cs}) 为 $\pm 50mm$ （相对于邻近平面控制点），高程测量中误差 (M_{ch}) 为 $\pm 30mm$ （相对于邻近高程控制点）。

3.0.18 地下管线精细探测成果宜采用开挖、钻探、触探或井（孔）中摄像等方法进行核查或验证，并获得管线权属单位认可。

3.0.19 地下管线精细探测工作的原始记录应及时、真实、完整；相关原始记录均应整理保存，电子记录应进行备份。

3.0.20 地下管线精细探测工作完成后，宜由建设单位组织设计单位、施工单位、探测单位等相关方召开成果交底会。

4 技术准备

4.1 一般规定

4.1.1 地下管线精细探测前，应进行技术准备，内容应包括：资料收集与整理、踏勘、仪器校验、探查方法试验、精细探测方案编制与审查。

4.1.2 地下管线精细探测前，应对范围内已有的地下管线资料进行收集、分析和整理。

4.1.3 地下管线精细探测应根据现场踏勘结果，对拟定的探查方法与技术手段进行有效性试验，选取合适的探查仪器设备。

4.1.4 地下管线精细探测方案应在资料收集与整理、现场踏勘与仪器校验、探查仪器方法试验的基础上编制。

4.2 资料收集与整理

4.2.1 资料收集应包含以下内容：

- 1 收集测区基础地形图及控制测量资料；
- 2 收集测区管线设计图、施工图及其变更文件、非开挖工艺施工报告等相关资料；
- 3 收集测区已有竣工测量、常规管线测量资料；
- 4 收集测区内水文、地质资料。

4.2.2 资料分析、整理应包含以下内容：

- 1 分析已有相关资料的完整性；
- 2 分析已有地下管线相关资料的适用性；
- 3 整理编制精细探测外业用图。

4.3 踏勘与仪器校验

4.3.1 现场踏勘应符合下列规定：

- 1 核查搜集资料的可信度和可利用程度；
- 2 核实外业用图上明显管线点、附属设施与实地的一致性；
- 3 核查测量控制点的位置和保存状况，并验算其精度；
- 4 核查测区内地形图的现势性；
- 5 查看测区内地形、地貌、交通、环境等情况，调查现场地球物理条件和各种可能存在的干扰因素，以及探测中可能存在的安全隐患；
- 6 对现场典型管线标识及附属设施拍照记录。

4.3.2 探查设备在投入使用前应进行校验，不合格的探查仪器不得投入使用。

4.3.3 仪器校验包括：单台仪器的稳定性、精度校验，同类多台仪器的一致性校验。

4.4 探查方法试验

4.4.1 探查方法试验应在地下管线精细探测工作开展前进行。

4.4.2 探查方法试验应确认测区范围内地下管线探测方法的有效性和适应性。

4.4.3 探查方法试验与仪器校验可同时进行，应符合下列规定：

- 1 试验场地和试验条件应具有代表性和针对性；
- 2 试验应在测区范围内已知管线上进行；
- 3 试验应针对不同类型、材质、埋深、尺寸的目标管线和不同地球物理条件分别进行；
- 4 拟投入使用的不同类型、型号的探查仪器均应参与试验。

4.5 精细探测方案编制

4.5.1 地下管线精细探测方案宜包括下列内容：

- 1 工作目的、技术要求、任务、范围、计划工期等；
- 2 测区概况及地球物理特征分析；
- 3 工作依据的规范、规程、标准及相关规定；
- 4 建设单位和设计单位对精细探测的精度等要求；
- 5 精细探测技术方法、现场工作布置、工作量估算及主要技术措施等；
- 6 仪器、设备与人员安排；
- 7 项目组织及工作进度计划；
- 8 项目实施的安全、质量、环境保证措施；
- 9 拟提交的成果资料。

4.5.2 地下管线精细探测方案应通过技术审查后实施。

5 地下管线探查

5.1 一般规定

5.1.1 地下管线精细探测应在常规探查的基础上，结合工程建设要求，探明指定管线的空间位置信息。

5.1.2 地下管线精细探测应在已有资料和实地调查的基础上，根据不同的地球物理条件，选用不同的物探方法进行仪器探查。

5.1.3 采用实地调查方法确定明显管线点的属性信息，采用物探方法探查隐蔽管线点的空间位置，两种方法结合进行。

5.1.4 地下管线精细探测应从已知到未知，从简单到复杂，在复杂条件下宜采用综合物探方法相互验证。

5.1.5 地下管线精细探测的管线特征点设置应参照现行行业标准《城市地下管线探测技术规程》CJJ61 相关规定执行，同时满足委托方的需求。

5.1.6 根据目标管线的物理特性、埋设环境及施工工艺，结合常规探测过程中存在的问题，选择相应的物探方法，详见附录 B 探测方法适用范围。

5.2 实地调查

5.2.1 实地调查应对照地下管线外业用图，按地下管线的类别调查管线及附属设施的属性、位置信息，并查明管线的埋设方式、材

质、埋深及权属单位等信息，可参照现行行业标准《城市地下管线探测技术规程》CJJ61 相关规定执行。

5.2.2 因掩埋、积水或淤积等导致无法调查检查井等附属物时，可根据现场情况采用以下方法：

- 1 当检查井被掩埋，采用磁力仪探测法、涡流感应探测法、探地雷达法；
- 2 当井内积水时，采用管道声呐探测；
- 3 当井内积水浑浊或淤积时，可先降水、清淤，采用管道潜望镜（QV）、管道检测机器人（CCTV）等仪器探测；
- 4 以上手段均无法有效解决时，结合前期收集的现状调绘资料开展环境调查。

5.2.3 检查井为非开挖施工阶段的工作井时，宜查明管线敷设工艺，如拉管、顶管等，结合管线的其他属性，选取合适的探测方法。

5.2.4 量测管线规格应符合下列规定：

- 1 管道及管廊（沟）应量测其断面尺寸，圆形断面应量测其公称直径；矩形管廊（沟）、沟道应量测断面内壁的宽和高，并根据工程需要调查管廊（沟）的外围结构厚度；
- 2 缆线管块（组）应量测其外廓的宽和高，并宜查明其总孔数、缆线条数及占用孔数，并标注线缆的占用位置；
- 3 当检查井井室面积大于 2m^2 ，应详细测量井室内部尺寸，明确井室内壁空间分布。

5.2.5 地下管线明显点量测埋深精度应符合本规程 3.0.17 的相关规定，当目标管线铺设在管块内部，应测量出目标管线与管块之间的相对位置关系。

5.2.6 管线物理特性、埋设年代、权属单位、流向、压值等信息参照现行行业标准《城市地下管线探测技术规程》CJJ61 相关规定执行。

5.2.7 可结合人工下井或视频检测方式配合管线调查工作。

5.3 水平电磁剖面法

5.3.1 水平电磁剖面法是在垂直于管线走向的水平剖面内每隔一段距离，采集目标管线电磁信号的水平分量，通过分析信号变化反演出管线埋设位置及深度的探查方法。

5.3.2 通常适用于陆地范围金属管线的探测。

5.3.3 应用条件应符合下列要求：

- 1 目标管线应能够加载足够强度的电流；
- 2 接收机可接收到目标管线发射的电磁信号；
- 3 目标管线周围不宜存在强干扰源，或可通过处理消除干扰。

5.3.4 接收机采集的信号来源分为两种：

- 1 对目标管线施加电流产生的磁场；
- 2 在空间已有电磁场作用下，目标管线感应产生的磁场。

5.3.5 根据目标管线类型的不同，宜采用夹钳法或直连法。

5.3.6 采用水平电磁剖面法应符合下列规定：

1 采用直连法时，应保持信号施加点处的电性接触良好；当目标管线的管径较大时，应加大输出功率；接地电极宜垂直于管线方向，接地点与管线之间的距离宜大于 30m；接地回路电流强度宜大于 100mA，必要时应增加接地电极入地深度或增加接地面积等措施降低接地点处阻抗；

2 探测剖面应垂直管线方向布设，剖面范围平整，长度应大于 2 倍管线深度；

3 测试频率宜采用低频，且频率不宜大于 1kHz；

4 宜综合应用峰值法或谷值法，比对分析确定管线的平面位置；

5 宜综合应用只读法、特征点法进行定深。采用只读法测深时，应保持天线垂直，提前进行方法试验，综合考虑管线周边介质

的电性差异并进行深度校正。

5.4 竖直电磁剖面法

5.4.1 竖直电磁剖面法是在竖直剖面内每隔一定距离，采集目标管线电磁场的垂直分量，通过分析信号异变反演出目标管线空间位置的探查方法。

5.4.2 通常适用于陆地范围大埋深金属管线的探测。

5.4.3 竖直电磁剖面法中，电磁探头接收目标管线感应磁场的垂直分量，应用条件应符合本规程 5.3.3 的规定。

5.4.4 工作布置应符合下列规定：

- 1 确定目标管线埋设的概略位置及埋深；
- 2 在目标管线附近设置钻孔，综合考虑目标管线的管径及信号可识别度等，孔位不宜太远，以 2m~4m 为宜；
- 3 应优先采用人工下压式钻孔方式，也可采用小半径搅拌冲击冲孔方式；
- 4 钻孔作业开展前，应探明钻孔周边管线分布；
- 5 钻孔方向应保持竖直向下，确保平面位置精度；
- 6 钻孔直径应大于 50mm，并安装塑料套管，防止钻孔坍塌、堵塞；
- 7 钻孔时，应使用塑料钻头，管线埋设较深时，可使用金属钻头破除坚硬地层，但钻进速度不宜过快；
- 8 可采用静力触探仪器设备，掌握钻头下压压力，防止破坏深埋管线、建（构）筑物等；
- 9 钻孔深度宜大于目标管线初测深度的 1.5 倍，确保形成完整的磁场曲线图。

5.5 井中磁梯度法

5.5.1 井中磁梯度法是指在地磁场作用下，铁磁性物质与周围介质之间由于磁化率差异而产生磁场强度异常，通过获取区域空间磁场的磁梯度值异变反演出目标管线位置及埋深的探查方法。

5.5.2 通常适用于陆地范围大埋深铁磁性金属管线的探测。

5.5.3 应用条件应符合下列要求：

- 1 现场布设的测线范围具备钻孔条件；
- 2 能通过水平电磁剖面法或其他方法获得管线大致的平面位置。

5.5.4 仪器设备的主要性能指标宜符合下列规定：

- 1 磁梯度值应以纳特/米（nT/m）为单位，测量精度宜优于1nT，且能依据曲线特性调整显示比例；
- 2 测点的测量间距应能设置为0.2m以内；
- 3 A/D转换不宜低于16bit；
- 4 工作温度宜为-20℃~50℃。

5.5.5 工作布置应符合下列要求：

- 1 测线、测点布置应远离干扰源，尽可能接近目标管线；
- 2 磁梯度数据异常或缺乏连续性时，应提高测点密度；
- 3 测线距及测点距应满足磁梯度最大值、最小值间的收敛特性；
- 4 在目标管线附近设置钻孔，综合考虑磁梯度信号可识别度，孔位不宜太远，以0.5m~1m为宜。

5.5.6 数据采集应符合下列规定：

- 1 探孔倾斜度应不大于1%；
- 2 往返测数据相差不应超过5%，超限需重新采集；
- 3 多次采集的数据做平均值处理，以降低粗差；

4 探孔内测点距离宜为 0.05m~0.20m, 同一探孔有效往返测次数不应少于 2 次;

5 应测量每个钻孔的坐标及孔口标高, 测量精度需符合本规程第 3.0.17 条相关规定。

5.5.7 数据处理应符合下列要求:

1 同一探孔的深度起算位置、磁梯度值刻画比例应一致;

2 同一测线各探孔间的剖面磁梯度异常曲线间应具备对比的基础;

3 探孔距离目标管线位置较近时, 应能通过磁梯度曲线上、下极值明确得出目标管线埋设深度;

4 探孔分布于管线两侧, 且与目标管线在有效间距内时, 剖面磁梯度曲线应具有—定相似度。

5.6 探地雷达法

5.6.1 探地雷达法是通过雷达天线发射和接收高频电磁波, 利用回波的回程时间、振幅和波形等运动学和动力学特征来分析和推断介质结构和物性特征, 实现对地下管线探测的探查方法。

5.6.2 通常适用于陆地范围内各种常规地下管线的探测。

5.6.3 应用条件应符合下列要求:

1 场地平整, 适宜雷达天线平稳移动;

2 仪器可探测距离大于目标管线深度, 探测分辨率小于目标管线尺寸;

3 目标管线周围不宜存在强干扰源, 或通过处理可以消除其影响。

5.6.4 地雷达法常用的探测方法有: 剖面法、宽角法、透射波法。

5.6.5 仪器设备宜符合下列规定:

1 仪器宜包括雷达主机、天线、采集触发系统、定位测量系统、数据采集系统、数据理解译软件等；

2 雷达系统宜能同步采集地下介质高密度电磁波信息、坐标与高程信息、标记信息等；

3 数据采集软件宜具有时间窗口、采样频率、信号叠加次数、采样间距等参数调整功能；

4 数据采集设备性能指标应能满足下列要求：

1) 增益不宜小于 150dB；

2) 计时误差不宜大于 0.1ns；

3) A/D 转换不宜低于 16bit；

4) 工作温度宜为-20℃~50℃。

5.6.6 仪器设备参数试验应符合下列要求：

1 在测区已知管线上做雷达剖面实验，量测探测区域介电常数、电导率等，计算反射系数、衰减系数等环境参数，确定设备各频率天线能获取的有效探测深度，并设置合适的采集时窗大小、信号叠加次数、增益等；

2 天线的频率越低，探测分辨率越低，探测深度越深，适合探测管径较大、埋深较深的管线；天线的频率越高，探测分辨率越高，探测深度越浅，适合探测管径较小、埋深较浅的管线；

3 采用与目标管线的管径和埋深相匹配的发射频率。

5.6.7 工作布置应符合下列要求：

1 测线、测网布设应根据目标管线的埋深和规模覆盖整个探测区域；

2 测线宜避开地形及其他干扰的影响；

3 测线宜垂直目标管线走向布设，走向不明时，应多方向布置测线；

4 测线的间距应不大于目标管线尺寸与分辨率尺寸，以防目标漏测。

5.6.8 数据采集应符合下列规定：

- 1 雷达天线宜与地面平行，离地高度宜小于 50mm；
- 2 雷达天线宜平缓匀速移动，采集的数据无丢道；
- 3 实时关注测量设备及数据状态，记录信息异常，分析异常原因，必要时复测；
- 4 发现疑似探测目标时，应在数据中做好标记，复核以确认雷达波形异常的可靠性；
- 5 记录现场环境因素和可能干扰源，避免异常分析时发生误判。

5.7 示踪电磁法

5.7.1 示踪电磁法是将产生电磁信号的金属导线或示踪探头送入非金属管道内,在地表接收信号源发出的电磁信号确定其平面位置及埋深的探查方法，一般分为导线示踪法和信标示踪法。

5.7.2 通常适用于陆地范围内有出入口的非金属管道。

5.7.3 应用条件应符合下列要求：

- 1 管道出入口周边存在积水或障碍物时，应进行降水清障工作，确保管口完全暴露；
- 2 目标管道（块）尺寸及内部环境能保证导线或信标自由出入；
- 3 导线或信标发射的信号便于在地面端接收。

5.7.4 导线示踪法探测应符合下列要求：

- 1 使用穿线器将金属导线穿入待测目标管道内；
- 2 探测仪发射机以适宜的频率给金属导线加载足够强的电流；
- 3 参考水平电磁剖面法的探测方式，确定金属导线的空间位

置；

4 根据金属导线在目标管道（块）中的相对位置关系，校正目标管道（块）的空间位置。

5.7.5 信标示踪法探测应符合下列规定：

1 在目标管线概略路径方向上进行背景干扰检测，以调整最佳接收频段；

2 检测示踪探头信号是否正常，并进行仪器测深校准；

3 示踪探头在目标管道（块）中宜水平移动，夹角大于 5° 时测深，应进行深度校正。

5.8 惯性定位测量法

5.8.1 惯性定位测量法是利用惯性传感器（陀螺仪、加速度计等）在管道中行进，依据测量载体的加速度（惯性）及角速率，推算出瞬时速度、相对位置和姿态，结合管道出入口的坐标值，获取管道三维轨迹坐标的测量方法。

5.8.2 通常适用于陆地及水域范围内两端有出入口的管道。

5.8.3 应用条件应符合下列要求：

1 目标管道需要两端开口、管径一致、管道内无异物阻挡仪器前进；

2 管道两端需利用牵引绳带动仪器运行，仪器的测距轮需要全时紧贴管壁；

3 出入口端坐标已知或可通过测量手段获得。

5.8.4 仪器设备宜符合下列规定：

1 仪器宜包括惯性定位采集单元、测距轮组、控制开关、工业笔记本及其他附件等；

2 设备性能指标宜能满足下列要求：

- 1) 防水等级宜达到 IP68;
- 2) 续航时间不宜小于 1 小时;
- 3) 工作温度宜为 $-20^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$;
- 4) 在 $100\text{kHz}\sim 300\text{kHz}$ 的电磁干扰下, 可正常工作。

5.8.5 工作布置应符合下列要求:

- 1 管道出入口周边存在积水或障碍物时, 应进行降水清障工作;
- 2 管道两端管口完全暴露;
- 3 依据管道的管径、材质、长度选择合适的轮组和牵引绳;
- 4 采用穿线器或压力吹管方式在管口两端布设牵引绳, 布设完成后, 宜对管道进行通行试验。

5.8.6 数据采集应符合下列规定:

- 1 测量管道直径、出入口埋深, 绘制管孔排列断面示意图, 并对目标管口进行编号标识;
- 2 采集管道出入口中心位置的三维坐标, 精度满足本规程第 3.0.17 的相关规定;
- 3 惯性定位采集单元的零点对准测量起点, 对设备进行初始化, 检视通电和存储设备是否正常;
- 4 惯性定位采集单元在管道内宜保持匀速运动, 速度控制在 $0.5\text{m/s}\sim 3\text{m/s}$;
- 5 同一管道必须往返测 2 次, 且测量数据一致性良好。

5.8.7 数据处理应符合下列要求:

- 1 数据处理应采用专业软件进行, 检查管道出入口坐标测量数据、惯性定位数据是否满足要求;
- 2 对多次采集的测量数据逐一进行处理和三维坐标解算, 形成三维轨迹过程曲线;
- 3 对形态和重复性一致的三维轨迹过程曲线进行合并处理, 将平均值作为最终的轨迹曲线。

5.9 主动声源探测法

5.9.1 主动声源探测法是通过音频发射装置向气体或液体管道内发射特定频率的声波信号，该声波信号在管道中定向传播，由管壁土壤传播至地面，接收机在地面上捕捉该声波信号，通过接收信号的强弱进行平面定位的探查方法。

5.9.2 通常适用于陆地范围内有可接入声源信号的气态或液态压力非金属管线的平面定位。

5.9.3 应用条件应符合下列规定：

1 目标管线或附属物具有出露点，以便安装震动物，接入声源信号；

2 作业环境周围噪声不宜过大，否则影响信号接收效果；

3 目标管线埋深不宜大于 3m，深度增加，声波信号衰减加快，探测精度降低。

5.9.4 仪器设备应符合下列要求：

1 仪器应包括发射机、震动物、探头、接收机等部分；

2 发射机宜能发射多种频率声源；

3 避开周围环境同频率噪音的干扰。

5.9.5 工作布置应符合下列规定：

1 现场对环境噪音进行检测，选择最佳的声源频率；

2 将震动物安装在目标管线的出露点位置（放散阀、法兰接口等）；

3 探测过程中，必须有专人值守，并在仪器连接处附近做好安全防护措施；

4 燃气管线探测，管道压力不得大于 0.6MPa，井深超过 1.5 m 时，应使用加长杆，确保震动物接头高于井口；

5 燃气管线探测，应实时检测阀井内部及周围燃气浓度值，

当浓度值过高时，应立即停止工作，并采取相关安全保护措施。

5.9.6 数据采集应符合下列规定：

- 1 探测管线点的水平位置时，应垂直于管道方向布置剖面，进行3次以上探测；
- 2 探测管线三通、弯头等特征点时，宜采用几何交汇法；
- 3 探测管线直通点时，根据管线外露部分判断基本走向，以3m间距沿管线剖面找出峰值信号作为管线位置点，并依次做出标记。

5.10 地震映像法

5.10.1 地震映像法是以相同的偏移距逐步移动测点接收激发的地震信号，利用多种地震波信息研究地下介质变化，分析获取目标管线体空间位置的探查方法。

5.10.2 通常适用于陆地范围内大尺寸管线（涵）的探测。

5.10.3 应用条件应符合下列规定：

- 1 目标管线与周围介质之间存在明显的波阻抗差异；
- 2 目标管线应有一定规模，几何尺寸不宜小于有效波长的1/4。

5.10.4 仪器设备应符合下列要求：

- 1 宜选用满足所需频段的宽频地震检波器和更宽频的震源；
- 2 各道检波器的安置条件应一致，且应与大地耦合良好；
- 3 应采用排列法确定观测有效波的最佳窗口。

5.10.5 工作布置应符合下列规定：

- 1 地形坡度大于15°时，应实测激发点和检波点的位置及高程；

- 2 当地层结构简单时，可采用单道等偏移距观测系统；
 - 3 采用单道等偏移距观测系统前，宜采用多次覆盖观测系统获取最佳偏移距；
 - 4 应根据实验结果，结合场地的地震地质条件，选择合适的震源激发能量；
 - 5 对于倾斜地层，应在地层下倾方向激发、上倾方向接收；
 - 6 当采用垂直叠加增强信号时，应防止近道数据溢出。
- 5.10.6 数据处理应符合下列要求：**
- 1 数据处理应包括预处理、道均衡、滤波等过程；
 - 2 应绘制观测系统图，并应注明测线经过的主要地物标志；
 - 3 应整理表层静校正所需的测点坐标、高程、井深、低速带厚度及速度等资料；
 - 4 应根据各记录道的波形、振幅及震动延续度进行地震波的对比；
 - 5 所使用的速度参数可通过地震测井或浅层折射波法获得；
 - 6 应根据钻孔资料和地质资料，确定地层层位与波组之间的关系，并进行波组对比追踪。

5.11 高密度电阻率法

5.11.1 高密度电阻率法是通过电极阵列技术同时实现电测深和电剖面测量，获得二维或三维的电阻率分布进而实现探测目标管线的探查方法。

5.11.2 通常适用于陆地范围内各种常规地下管线的探测。

5.11.3 仪器设备宜符合下列规定：

- 1 仪器应具有即时采集、显示功能，以及对电缆、电极接地、系统状态和参数设置的监测功能；

- 2 供电方式应为正负交变的方波；
- 3 多芯电缆应具有良好的导电和绝缘性能，芯线电阻不应大于 $10\ \Omega/\text{km}$ ，芯间绝缘电阻不应小于 $5\ \text{M}\ \Omega/500\text{V}$ ；
- 4 电极阵列的接插件应接触良好。

5.11.4 工作布置应符合下列规定：

- 1 根据任务要求和场地特征选择适宜的电极排列装置，常用电极排列有温纳装置、偶极装置和施伦贝谢尔装置；
- 2 电极极距和隔离系数应根据探测目标的深度、规模确定，最大隔离系数应使探测深度不小于目标埋深；
- 3 应根据分辨率要求，选定点距、线距，异常部位应加密；
- 4 宜选择较为平坦的区域布置测线，地形起伏过大时应做地形校正；
- 5 尽量避免较强的工业游离电流、大地电流或电磁干扰的影响；
- 6 测线长度应能覆盖探测对象区域，测线两端超出目标管线的长度不宜小于探测深度的 $1/2$ ；
- 7 同一排列的电极宜呈直线布置，电极位置与设计位置的偏离沿跑极方向不宜大于该极距的 $1/10$ ，沿垂直跑极方向偏离不宜大于该极距的 $1/5$ ，并应记录偏离的电极位置；
- 8 当地形坡度大于 15° 时，应测量电极点坐标和高程。

5.11.5 数据采集应符合下列规定：

- 1 应在极化稳定并建立恒稳电流场后，测试供电方波周期，确定滤波器截止频率；遇强电干扰时，应加大供电电流，提高信噪比；
- 2 宜采取不同极距对同一目标管线重复观测，对比分析选择最佳极距；
- 3 复杂条件下，应采用两种不同装置形式观测，不得相互替代观测数据；

- 4 每种装置观测的坏点数不应超过 1%;
- 5 意外中断恢复观测时, 重复观测点数不应少于 2 个;
- 6 偶极装置及井间、三维观测时, 应观测电压、电流值后计算视电阻率值; 远电极极距 OB 应大于 $5OA$;
- 7 现场观测时, 应记录排列位置, 并应注明特殊环境因素。

5.11.6 数据处理应符合下列要求:

- 1 数据预处理时应包括剔除坏点、数据拼接、地形校正、数据平滑、滤波处理;
- 2 建立初始模型时, 可采用伪剖面法、反投影法;
- 3 反演成像时, 应将正演获得的理论值与相应的实测值相减获得残差值, 再利用反演计算获得电阻率的分布;
- 4 剖面分析时, 应根据单个成像剖面资料, 分析确定出剖面中的电性结构;
- 5 对比分析时, 应根据不同成像剖面数据对比, 分析确定剖面中规模基本相同或相似的电性结构;
- 6 应在分析确定电性结构基础上, 结合其他有关资料综合推断电性异常。

5.12 水底成像声呐法

5.12.1 水底成像声呐法是利用声呐向水底发射声波脉冲, 反射后回波信号被拖鱼接收形成声呐影像, 通过图像分析确定目标管线空间位置的探查方法。

5.12.2 通常适用于水域范围内非掩埋管线及附属物的探测。

5.12.3 应用条件应符合下列规定:

- 1 探测区域水流平稳;
- 2 探测区域水深小于最大工作水深, 但不宜小于 2m;

3 探测区域目标管线平铺水底或者悬于水中，与水底物体存在声呐反射率差异。

5.12.4 水底成像声呐仪器设备和拖曳方式应符合下列要求：

- 1 侧扫声呐可获取二维栅格数据；
- 2 实时三维图像声呐可获取三维矢量数据；
- 3 拖鱼侧部拖曳方式适用于浅水区，拖鱼拖缆拖曳方式适用于深水区，声呐拖鱼与水底的距离应小于有效量程的 10%。

5.12.5 仪器设备宜符合下列规定：

- 1 配有 GNSS 接收机数据接口，能提供实时定位信息；
- 2 声呐配置高低频，频率范围为 100kHz~1200kHz；
- 3 拖鱼集成压力、艏向、姿态方向等传感器。

5.12.6 仪器设备参数试验应符合下列要求：

- 1 声呐拖鱼宜采取侧拖方式，避免船体的干扰；
- 2 根据水深、船速、水流方向等条件调节拖鱼入水深度，确定拖曳方式和拖缆长度；
- 3 作业前在测区或附近选择有代表性的水域进行调试，确定声呐系统的最佳工作参数；
- 4 工作参数在测量时一般不再改动，遇特殊情况需改动时，应做好相应记录。

5.12.7 工作布置应符合下列规定：

- 1 主测线应平行目标管线及附属物方向布设；
- 2 相邻测幅应重叠，重叠部分宽度不应小于测幅宽度的 10%；
- 3 探测范围过大时，应布设联络测线，测线长度不应小于主测线长度的 5%；
- 4 应至少布置一条横跨整个测区的联络测线。

5.12.8 数据采集应符合下列规定：

- 1 作业前应量测并记录拖鱼与 GNSS 接收机之间的相对位置

关系；

2 测量船宜保持速度与航向稳定，航速不应大于 8km/h，拖鱼入水后，不得随意停船或倒车，避免急转弯；

3 更换测线时，测量船应大弧度转弯，保证船体和声呐拖鱼在进测线前对准测线；

4 测量船偏离预定测线距离不应大于设计测线间距的 10%、偏离测线方向不大于 3° ；

5 测量定位点的间距不应大于成果图上 20mm；

6 对航行中产生的实时数据进行监控处理，及时发现是否有异常情况出现。

5.12.9 数据处理应符合下列要求：

1 数据处理软件应具备对数据进行水体移去、拖鱼姿态校正、盲区校正等功能；

2 在全覆盖测量时，应对各测线的声呐条幅图进行拼接，形成目标区域的总图，便于判读分析；

3 应对水底地貌进行解释，通过对基岩与覆盖层的识别，确定管道及其附属物的形态特征。

5.13 水域磁法

5.13.1 水域磁法是利用磁力仪测定水下目标体磁场分布情况，通过对磁测剖面图的分析反演，获取水下目标磁性体的位置及深度的探查方法。

5.13.2 通常适用于水域范围内电缆、金属管线等磁性物体的探测。

5.13.3 应用条件应符合下列要求：

1 目标管线与周围水底地质环境存在磁场强度差异；

- 2 目标管线尺寸满足探测分辨率的要求；
- 3 目标管线周围不宜存在强磁干扰，或可以通过处理消除其影响；

- 4 非金属的目标管线，可以穿入磁性材料。

5.13.4 仪器设备宜符合下列规定：

- 1 分辨率不宜低于 0.1nT；
- 2 测量范围不宜小于 15000nT；
- 3 浅水区宜采用船曳方式，并采用玻璃纤维船或者木船；
- 4 深水区宜采用潜水器拖曳。

5.13.5 仪器设备参数试验应符合下列规定：

- 1 磁力仪与船尾的距离不小于船长的 3 倍，磁力仪距水底的高度应小于 10m；
- 2 磁力仪采用潜水器拖曳时，距离潜水器主体不应小于 10m；
- 3 磁力仪的拖鱼与 GNSS 天线中心安装在同一轴线上；
- 4 正式测量前应在工作区内水域进行设备调试、船体影像测试、拖鱼沉放测试，确定最佳工作参数。

5.13.6 工作布置应符合下列要求：

- 1 测线应垂直于目标管线布设；
- 2 测线间距、测试点距应满足目标管线的探测任务要求；
- 3 磁测宜观测多个磁分量；
- 4 多台磁力仪同时工作时应进行一致性检验；
- 5 日变站可作为校正点，应选在陆地上磁场平稳、无磁干扰的区域。

5.13.7 数据采集应符合下列要求：

- 1 水域磁法宜选择在目标水域风浪较小时进行；
- 2 采用 GNSS 实时测量磁力仪位置，并与磁力仪采用的时钟同步；
- 3 测量船应保持匀速航行，磁力仪时间采样间隔宜依据船速

及设计点距设置：

4 测量过程中，随时监测现场磁力线变化，经过船只、钻井平台、锚鼓等磁性物体或者磁场强度发生明显变化时及时标注；

5 一条测线应一次测量完成，若分段测量，应将连接点选在平静的磁场区，至少有两个采样打标点；

6 对磁场信号较弱的测段区域应进行重复测量，以保证信号强度真实有效；

7 遇到磁暴或者磁扰较大时应停止作业。

5.13.8 数据处理应符合下列要求：

1 在对采集信号进行科学分析的基础上排除假点干扰；

2 结合现场标记点和记录，对所有磁场强度变化显著点进行重新标记和编号；

3 根据磁异常值大小和拖体离底高度，确定磁异常是否为目标管线；

4 必要时可在陆地或者浅水区开挖验证，排除干扰体引起的异常。

5.14 浅地层剖面法

5.14.1 浅地层剖面法是震源系统发射声波，穿透水底面进入地层中，在不同声学特性变化界面处发生反射，声接收基阵将反射波转译成图像信号，反演水下浅部地层变化及目标管线空间位置的探查方法。

5.14.2 通常适用于水域范围内管径较大且埋深较浅、或非掩埋的管线探测。

5.14.3 应用条件应符合下列规定：

1 目标管线与周围的介质具有可产生水声反射的波阻抗差

异；

- 2 水底介质均匀、波速稳定；
- 3 目标管线周围不宜存在干扰源；
- 4 水深不宜小于 2m。

5.14.4 仪器设备宜符合下列规定：

1 仪器设备宜包括声源、接收换能器（水听器）和记录器三部分；

2 地层分辨率宜优于 0.5m，水深大于 50m 时，分辨率可放宽至 1.0m；

- 3 工作频率宜在 50Hz~15kHz 之间；
- 4 接收换能器灵敏度宜高于 1000 μ V/Pa；
- 5 接收放大器增益宜达到 150dB。

5.14.5 仪器设备参数试验应符合下列规定：

1 提前在工作区域附近水域进行设备调试，确定仪器作业参数；

2 现场作业应采用载重量、动力适宜且噪声小的平底船；

3 震源和水听器分置时，地层剖面探测系统应拖曳在船尾涡流区 20m 外；

4 接收换能器（水听器）入水深度应大于船底吃水深度，且不小于 0.5m。

5.14.6 工作布置应符合下列要求：

1 测线方向宜与目标管线轴向垂直，或保持较大交角；

2 测线间距、联络测线布设位置应根据工作任务确定；

3 记录长度应覆盖目标管线的埋设深度，确保剖面数据的完整。

5.14.7 数据采集应符合下列规定：

1 工作前应检查数据连接，接通电源后进行自测试；

2 测量船偏离预定测线距离不大于相邻测线间距的 25%；

3 测量船宜保持速度与航向稳定，航速不应大于 10km/h，不得随意停船或者倒车，避免急转弯；当目标管线管径较小或者水深较深时，可相应减小航速；

4 作业过程中应观察记录剖面形态及背景噪声的变化情况；

5 原则上不应随意改变既定的作业参数，如确需改变时应做记录；

6 发生漏测情况时应及时补测。

5.14.8 数据处理应符合下列要求：

1 数据处理方法应包括基本增益和基本补偿、TVG 可变增益、水底散射压制、多次波压制、水中噪声消除以及数字化滤波等；

2 在剖面图上判读双曲线形状的绕射波，即为疑似管线位置。

5.15 水下机器人（ROV）探测

5.15.1 ROV 探测法是利用水下机器人，搭载高清摄像头、管缆跟踪探测仪等设备对水底的地形和目标管线进行探查的方法。

5.15.2 根据搭载装置的不同，适用于水域范围内各种管线的探测。

5.15.3 应用条件应符合下列规定：

1 探测区域水流平稳；

2 探测区域水下能见度大于 1m；

3 探测区域水底干扰因素少，或者可以进行清理；

4 非金属管线可以穿入良导体。

5.15.4 仪器设备宜符合下列要求：

1 线缆长度宜大于目标水域深度且不小于 200m；

2 宜集成高清摄像头、管缆跟踪探测仪等探测设备；

3 应搭载 GNSS 设备和水下基线定位设备，能实时定位 ROV

自身位置。

5.15.5 仪器设备参数试验应符合下列规定：

- 1 管缆跟踪探测仪线圈组的边缘外侧与 ROV 自身的最短水平距离宜为 0.8m~1.0m；
- 2 管缆跟踪探测仪线圈底面与 ROV 最低点的垂直距离不小于 0.1m，对大尺寸目标管线可调高线圈位置；
- 3 管缆跟踪探测仪线圈宜安装在 ROV 前方，并正向前进。

5.15.6 工作布置应符合下列要求：

- 1 对目标管线进行现场勘查，将入水/出水点处管道位置确定为 ROV 投放和检测结束位置；
- 2 测线与管线埋设方向一致；
- 3 根据水域情况确定采用船载或岸边作业的方式。

5.15.7 数据采集应符合下列要求：

- 1 仪器安装完成后，下水前需进行设备调试；
- 2 工作前宜应用 ROV 的高清摄像头和声呐系统对水下环境进行扫描，确认是否符合 ROV 下潜及管线探测要求；
- 3 可以在阴极保护装置或者出地点位加载电磁信号，增强管线探测效果。

6 地下管线测量

6.1 一般规定

6.1.1 地下管线测量包括控制测量、管线点及附属物测量、地形测量。

6.1.2 地下管线测量前，应搜集测区已有的控制和地形资料，对缺少控制点和地形图的区域，进行控制测量和地形图施测，执行现行行业标准《城市测量规范》CJJ/T 8 及《卫星定位城市测量技术标准》CJJ/T 73 的相关规定。

6.1.3 测量仪器设备必须经国家计量部门授权的仪器检定单位检定，检验合格且在有效期限内方能使用。

6.2 控制测量

6.2.1 平面控制测量的精度应不低于图根级的要求，可采用导线测量或 GNSS RTK 测量等方法，其技术要求应执行现行行业标准《城市地下管线探测技术规程》CJJ61 及《卫星定位城市测量技术标准》CJJ/T 73 相关规定。

6.2.2 高程控制测量的精度应不低于图根级的要求，可采用几何水准测量、三角高程测量或 GNSS 测量等方法，其技术要求应执行现行行业标准《城市地下管线探测技术规程》CJJ61 及《卫星定位城市测量技术标准》CJJ/T 73 相关规定。

6.3 管线点及附属物测量

6.3.1 地下管线附属物测量内容包括平面位置、高程、断面尺寸、埋深、重要结构细部尺寸等。

6.3.2 管线点及附属物的平面位置可采用 GNSS 测量、导线串测法、极坐标等方法测定，精度应符合本规程第 3.0.17 条的规定。

6.3.3 管线点及附属物的高程可采用几何水准测量、三角高程、GNSS 测量等方法测定，精度应符合本规程第 3.0.17 条的规定。

6.3.4 采用全站仪同时测定管线点及附属物的平面与高程时，水平角和垂直角均宜观测一测回，仪器高和觇牌高量至毫米。

6.3.5 管线点的平面和高程均计算至毫米，取至厘米。

6.4 地形测量

6.4.1 地形测量内容按管线需要取舍，测量精度与同比例尺基本地形图相同。

6.4.2 建设工程为场地地块项目时，测量范围宜外延至地块周边规划道路红线或现状人行道边线外 20m。

6.4.3 建设工程为带状项目时，测量范围宜为规划线位外 20m 或现状两侧第一排建筑物或根据项目需要确定。

7 数据处理及成果编制

7.1 一般规定

7.1.1 数据处理及成果编制内容包括管线数据处理、数据检查、管线图编绘、三维管线建模、报告编制。

7.1.2 管线数据处理应在外业探测工作完成且经检查合格后进行，管线数据经编辑检查合格后，宜建立管线数据库。

7.1.3 管线数据检查包括数据结构及内容检查、逻辑检查和接边检查。

7.1.4 为满足设计及施工需要，宜对目标管线特征点、附属物以及管线相关的基础设施建立三维模型。

7.1.5 地下管线分类、图层和颜色应参照现行行业标准《城市地下管线探测技术规程》CJJ61 相关规定执行。

7.2 数据处理

7.2.1 采用专业管线处理软件处理测量数据，绘制、连接、标注管线点、管线段和地形地物，录入相关属性，建立关联关系，数据接边，图廓整饰，输出电子数据后，形成管线数据成果。

7.2.2 管点、管线及附属物的空间位置、形状、范围应符合下列规定：

- 1 管线点以点状符号表示，点位应准确；

2 管线段应以连续实线表示,不能在附属物符号边界处裁剪,以附属物符号边界做遮掩处理,不应存在重点、断线、折回、重复线、弧线;

3 管线附属物范围边线应以连续虚线表示,应独立封闭,不应存在重点、断线、折回、重复线、弧线。

7.2.3 管线的属性数据应符合下列规定:

1 管线点属性加载在点状符号上,管线段属性加载在管线符号上,附属物属性加载在其范围线上;

2 管点、管线属性项应符合现行行业标准《城市地下管线探测技术规程》CJJ61 相关规定;

3 属性项应全部录入,一般不得空缺,对调查不明的属性如若不填写,在图面标注说明;

4 属性内容应与图面内容保持一致。

7.3 数据检查

7.3.1 管线数据库应符合下列规定:

1 各专业管线专题数据库应单独建立;

2 数据内容应包括管线点、管线段、附属物边界线、其他数据表等内容;

3 数据空间参考系应符合平面坐标系和高程系统的规定;

4 几何数据和属性数据的内容应完整、全面;

5 数据命名统一规范、存储方式符合要求;

6 数据结构及内容检查应符合下列要求:

1) 数据结构检查:表名,字段类型、长度应符合规范;

2) 数据内容检查:属性信息与外业调查一致,属性项内容正确,必填项无遗漏。

7.3.2 数据逻辑检查应符合下列要求：

- 1 建（构）筑物、附属物注记一致性检查；
- 2 管线交叉、重叠、碰撞检查；
- 3 管线材质、埋深、管径、属性一致性检查；
- 4 管线连通性、变径变材点、多通分支检查；
- 5 排水管线流向检查。

7.3.3 数据接边检查应符合下列要求：

- 1 检查内容包括：图形接边、符号接边、图层接边、编码接边、线型接边、线宽接边、高程接边、注记接边、属性接边；
- 2 原图接边点处管线点位置满足精度要求时，该点的物探点号、管线属性以现状调查为准；
- 3 新测管线两边接边，中间至少应有一个新测管线点；
- 4 新铺设管线起止点（新建管线与老管线的连接处），应与原现状管线相邻的两点接边；原管线位置偏差较大时，两端延长探测，应与原现状管线正确点接边；
- 5 排水类管线不可用隐蔽点接边。

7.4 管线图编绘

7.4.1 地下管线图可分为地下管线精细探测成果图、地下管线横断面图、地下管线纵断面图、局部放大图、三维效果图。

7.4.2 地下管线精细探测成果图宜表示相关专业管线及附属物、建（构）筑物、地形要素等，应符合以下规定：

- 1 应在地形图的基础上，结合管线精探数据编辑成图；
- 2 图名宜表示工程名称、地理位置、管线类型等内容；
- 3 对目标管线应加粗加重颜色突出显示；
- 4 目标管线应标示里程桩号和埋深；

5 依据工程需要，在目标管线特定位置编绘管孔排列的断面示意图；

6 地下障碍物、拟建穿越管线等宜在图中突出显示；

7 各种管线应注明管线规格、材质和埋深；

8 地下管线精细探测成果图样图见附录 C。

7.4.3 横断面图编绘应符合以下规定：

1 管线横断面图的坐标系定义：应以横断面线方向为横轴，以高程为竖轴；

2 横轴方向比例宜为 1:100，竖轴方向比例宜为 1:100，以满足工程需要为宜；

3 应分别绘制与断面线相交的各种管线及各种地理要素的相对位置；

4 应计算并标注管线中心之间的间距或中心至断面起点的水平距离、管线与断面线空间交叉处的管线高程和地面高程，并绘制管线中心位置至横轴的竖向线；

5 在竖向线左侧应标注管线类型和规格；

6 应标注特征点的里程桩号和埋深，单位为 m，精确到 0.01；

7 横断面图样图见附录 D。

7.4.4 纵断面图编绘应符合以下规定：

1 管线纵断面图的坐标系定义：应以管线的里程为横轴，以高程为竖轴；

2 横轴方向比例宜为 1:100，竖轴方向比例宜为 1:50，以满足工程需要为宜；

3 应绘制管线段在纵向剖面上起伏变化；

4 应绘制管线纵向剖面上与本管线相交的管线及相关地理要素的相对位置；

5 应计算并标注管线中心之间的间距或中心至断面起点的水平距离、管线与断面线空间交叉处的管线高程和地面高程，并绘制

管线中心位置至横轴的竖向线；

6 在竖向线左侧应标注管线类型和规格；

7 管线中心位置至横轴的竖向线应与管线平面示意图中的管线位置一一对应；

8 应标注特征点的里程桩号和埋深，单位为 m，精确到 0.01；

9 纵断面图样图见附录 E。

7.4.5 局部放大图编绘应符合以下规定：

1 编绘内容和要求与管线图的有关规定相同；

2 对管线的局部细节不做任何取舍和移位，并进行放大处理，以满足设计和施工需求为宜；

3 应标注管线之间的净间距，管线在平面位置交叉时，应在交叉点处分别标注管线的类型和埋深；

4 局部放大图可单独成图，也可在地下管线精细探测成果图中表示；

5 局部放大图样图见附录 C。

7.4.6 三维效果图应符合以下规定：

1 三维效果图的坐标系定义：应以管线的里程为横轴，以高程为竖轴，以垂直于横轴、竖轴的方向为纵轴；

2 坐标轴原点应标注该处的地理坐标；

3 应绘制管线在三维空间内的起伏变化；

4 标注管线与地下相关管线及障碍物的净间距尺寸；

5 应标注特征点的里程桩号和埋深，单位为 m；

6 三维效果图样图见附录 F。

7.5 三维管线建模

7.5.1 管线模型应包括下列内容：

- 1 管线，包括埋设于地下的各类管道和线缆；
- 2 管线特征点，包括管线的交叉点、分支点、转折点、起止点、变深点、变材点等；
- 3 管线附属物，包括对管线载体传输有分流、汇聚、增压、降压、输出功能的专业设备；
- 4 建设主体模型，可由建设单位直接提供，或按照设计方案制作。

7.5.2 管线模型建模应符合下列规定：

- 1 宜根据管线探测数据使用三维建模软件建立管线模型，或采用其他自动化程序或方法生成管线模型；
- 2 在满足应用需求的前提下，应减少模型的几何面数，并避免漏缝、共面和废点等情况；
- 3 所有模型的轴心点定义应统一；
- 4 每个模型应为独立对象；
- 5 针对重复使用的纹理和模型，应构建对应的纹理库和模型库；
- 6 模型单位为 m，精确到 0.01；
- 7 依据用途，管线可分为给水、排水、燃气、电力、电信、热力、工业等类型，并在模型中以颜色区分，管线类型及对应颜色宜符合表 7.5.2 的规定；

表 7.5.2 管线类型及对应 RGB 颜色值

管线类型	RGB 颜色值	管线类型	RGB 颜色值
给水	(0,0,255)	中水	(0,0,255)
排水	(127,0,0)	燃气	(255,0,255)
电力	(255,0,0)	电信	(0,255,0)
热力	(133,76,153)	工业	(255,223,127)

- 8 管线中心线应根据实际探测的管点数据生成，管线特征点坐标值应与管点数据一致；

9 管线体模型应真实反映出管线的口径、类型及管线间的连通关系；

10 管线附属物模型外观应能直观反映其形状及功能；

11 在多条管线水平垂直交叉的区域，宜依据临近的管线特征点高程变化，反映出管线空间结构上的交错细节；

12 管线模型样图可参考附录 F 三维效果图。

7.6 报告编制

7.6.1 以管线图形数据文件和数据库为依据，编制管线成果表，管线点号应与图上点号相对应。

7.6.2 地下管线探测报告应包括以下内容：

1 封面包括项目名称、建设单位、设计单位、测量单位、测量单位资质、编制人、审核人、批准人、编制日期；

2 目录；

3 正文包括项目名称、坐落地点、工程概况、作业依据、投入人力资源和仪器设备、管线探测使用的技术方法和措施、管线测量方法、质量结论、存在问题及建议、资料清单；

4 管线成果表；

5 附图。

7.6.3 成果报告应以工程项目为单位提交，经最终检查完成后，应同时提交纸质和电子版资料。

8 质量检查与验收

8.1 一般规定

8.1.1 地下管线精细探测项目应实行过程检查和最终检查的二级检查制度。最终检查不合格的，不得组织验收。

8.1.2 验收应由项目委托方或其委托的机构进行。验收不合格的，成果不得使用。

8.1.3 地下管线精细探测成果验收应依据项目合同或任务书、经批准的精细探测方案、本规程及其它相关技术标准。

8.1.4 当质量检查、验收不合格时，应退回整改。整改后的成果，应按原方式进行重新检查、验收。

8.1.5 地下管线精细探测成果通过验收后，应按任务要求进行成果汇交。

8.2 质量检查

8.2.1 地下管线精细探测采用明显管线点重复调查、隐蔽管线点重复探测的方式进行质量检查。

8.2.2 明显管线点、隐蔽管线点、测量精度校核点应分别随机抽取不少于各自总点数的5%。

8.2.3 抽取的管线点和精度校核点应具有代表性且分布均匀。

8.2.4 检查内容应包括探查的几何精度、属性调查结果和测量的

精度校核。

8.2.5 明显管线点应检查量测埋深，隐蔽管线点应检查探查平面位置和埋深，探查精度应符合本规程第 3.0.17 条相关规定。

8.2.6 明显管线点的属性调查结果应现场逐项核实，并核实管线点间的连接关系，不应出现错漏，发现错漏时应及时进行改正。

8.2.7 重点检查管线精细探测的准确性和精度，采用开挖、钻孔触探等方式进行验证，采用一种或多种高精度或同精度的其他物探方法进行检验。

8.2.8 地下管线点测量成果质量检查应在过程控制的基础上进行。

8.2.9 明显管线点的埋深量测中误差、隐蔽管线点的平面位置中误差和埋深中误差按下列公式计算，应符合本规程第 3.0.17 条的相关规定。

$$M_d = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_1} \Delta d_{ti}^2}{2n_1}} \quad (8.2.9-1)$$

$$M_{ts} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_2} \Delta s_{ti}^2}{2n_2}} \quad (8.2.9-2)$$

$$M_{th} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_2} \Delta h_{ti}^2}{2n_2}} \quad (8.2.9-3)$$

式中： Δd_{ti} ——明显管线点的埋深偏差（mm）；

Δs_{ti} ——隐蔽管线点的平面位置偏差（mm）；

Δh_{ti} ——隐蔽管线点的埋深偏差（mm）；

n_1 ——明显管线点的检查点数；

n_2 ——隐蔽管线点的检查点数。

8.2.10 测量精度校核点的平面位置测量中误差和高程测量中误差按下列公式计算，并应符合本规程第 3.0.17 条的相关规定。

$$M_{cs} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta s_i^2}{2n}} \quad (8.2.10-1)$$

$$M_{ch} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta h_{ci}^2}{2n}} \quad (8.2.10-2)$$

式中： Δs_i ——测量精度校核点平面位置较差；

Δh_{ci} ——测量精度校核点高程较差；

n ——测量精度校核点（或边）数。

8.2.11 数据库成果检验应采用检查软件进行，管线图检查应采用图面检查与实地调查相结合的方式。

8.2.12 质量检查和成果质量评价，均应符合现行国家标准《测绘成果质量检查与验收》GB/T 24356 的相关规定。

8.2.13 质量检查完成后，应编制质量检查报告。质量检查报告内容应包括下列规定：

- 1 项目概况；
- 2 技术依据；
- 3 抽样情况；
- 4 检查内容及方法；
- 5 精度统计与质量评价；
- 6 主要质量问题及处理情况；

7 附件。

8.3 成果验收

8.3.1 提交验收的地下管线精细探测成果资料应包括下列内容：

- 1 合同书或任务书、精细探测方案；
- 2 所利用的已有成果资料、坐标和高程的起算数据文件以及仪器的检验、校准记录；
- 3 探测草图、管线点探查记录表、原始观测记录和计算资料、开挖钻孔触探验证记录和权属单位审图记录等；
- 4 地下管线精细探测的工作总结和技术总结；
- 5 管线成果图、管线成果表和数据库等；
- 6 质量检查报告。

8.3.2 验收合格的成果应符合下列要求：

- 1 提交的成果资料完整，符合汇交、归档的要求；
- 2 完成合同书约束的各项任务，成果经质量检查合格；
- 3 各项记录和计算资料齐全、正确；
- 4 采用的技术方法符合现行标准规范要求；
- 5 成果精度指标满足现行技术标准规范和精细探测方案的要求；
- 6 成果内容和精度满足建设单位和设计单位的要求。

8.3.3 验收后应形成验收报告，验收报告应包括下列内容：

- 1 验收目的；
- 2 验收时间及地点；
- 3 成果验收意见；
- 4 发现的问题及处理情况；
- 5 验收结论；

6 验收组成员签名表。

附录 A 地下管线精细探测安全保护规定

- A.0.1** 开展地下管线精细探测工作前，宜编写相关应急预案，并对作业人员进行安全技术交底。
- A.0.2** 进行管线探测工作时，必须穿着安全标志服，工地作业应佩戴安全帽，道路作业应遵守交通规则。
- A.0.3** 作业人员进入单位、厂区或住宅区内部进行探测作业时，应遵守厂区内各项安全保护规定。
- A.0.4** 作业现场需要破坏市政道路路面或影响交通通行时，需要事先得到相关部门批准，且有专门对破坏设施进行恢复的专项方案。
- A.0.5** 在下井调查或施放探头、电极导线时，严禁明火，并进行有害、有毒及可燃气体的浓度测定，超标的管道应采用安全保护措施后方可作业。
- A.0.6** 使用主动声源法探测燃气管线时，应确保现场有专业单位配合，震波器连接良好，同时应随时监测周边燃气浓度情况。
- A.0.7** 使用探测仪器工作电压超 36V 时，作业人员应使用绝缘防护用品，接地电极附近应设置明显警告标志，并指定专人看管。
- A.0.8** 雷电天气严禁使用大功率仪器设备作业；井下作业的所有电气设备外壳必须接地。
- A.0.9** 开井调查时，必须严格执行先通风再检测后作业，井口必须有专人看管，摆设有明显标志的栅栏围挡，调查完毕后必须立即恢复原状。夜间作业时，应在周边显著位置设置安全警示灯。
- A.0.10** 发生安全事故时，不能盲目施救，应立即启动应急预案，保护现场并及时报告有关单位和部门。

A.0.11 地下管线精细探测工作应采取安全保密措施,确保探测成果及相关资料保密与安全。

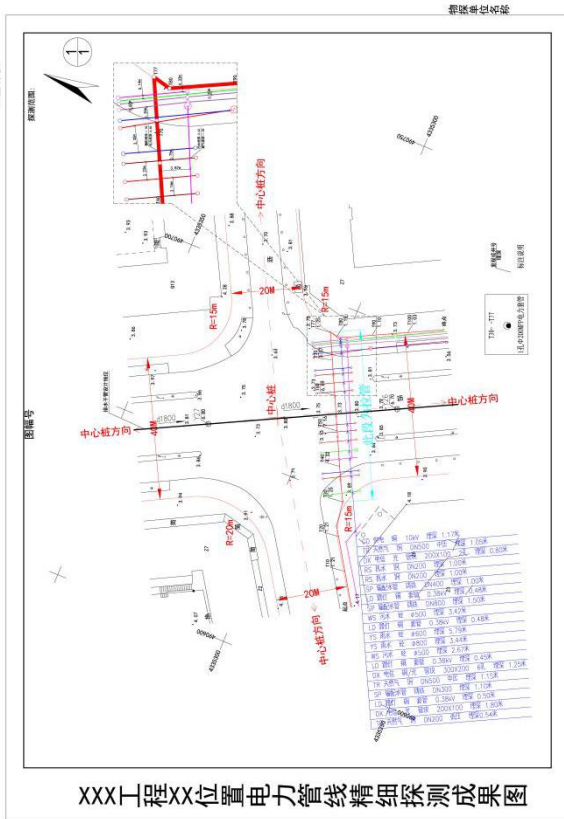
附录 B 探测方法适用范围

表 B 探测方法适用范围

适用范围 探测方法	大埋深 管线	非金属 管线	水下管线	小口径管线	大尺寸 管涵
水平电磁剖面法	√			√	
竖直电磁剖面法	√				
井中磁梯度法	√		√		
探地雷达法		√		√	√
示踪电磁法	√	√		√	
惯性定位测量法	√	√	√	√	
主动声源探测法		√			
地震映像法					√
高密度电阻率法	√	√			√
水底成像声呐法			√		
水域磁法			√		
浅地层剖面法			√		
水下机器人 (ROV)探测			√		

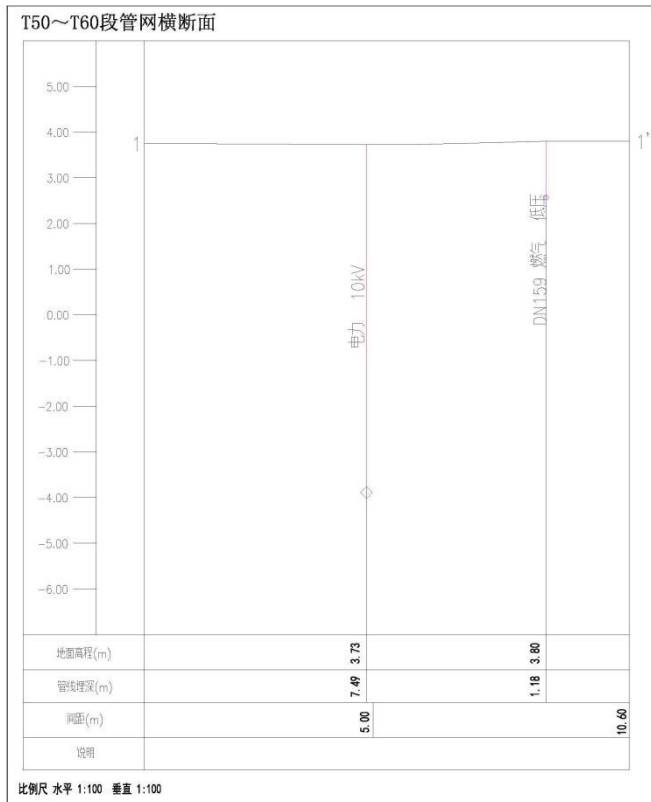
附录 C 地下管线精细探测成果图

图 C 地下管线精细探测成果图



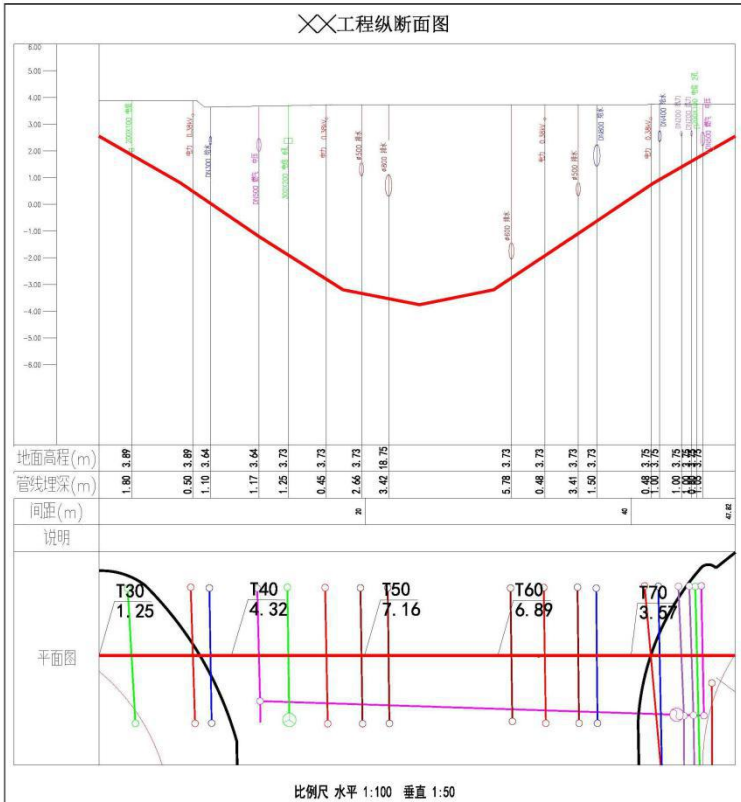
附录 D 横断面图

图 D 横断面图



附录 E 纵断面图

图 E 纵断面图



本规程用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

- 1) 表示很严格，非这样做不可的：
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；
- 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；
- 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
- 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《国家基本比例尺地图图式 第1部分 1:500、1:1000、1:2000 地形图图式》 GB/T 20257.1
- 2 《测绘成果质量检查与验收》 GB/T 24356
- 3 《工程测量通用规范》 GB55018
- 4 《工程测量标准》 GB50026
- 5 《城市工程地球物理探测标准》 CJJ/T 7
- 6 《城市测量规范》 CJJ/T 8
- 7 《城市地下管线探测技术规程》 CJJ61
- 8 《卫星定位城市测量技术标准》 CJJ/T 73

天津市工程建设标准

天津市地下管线精细探测技术规程

DB/T 29-326-2024

J17866-2024

条文说明

2024 天 津

制定说明

本标准编制过程中，编制组进行了广泛的调查研究，认真总结了天津市地下管线探测技术和方法，同时参考了国内有关专业技术标准，广泛征求了相关单位的意见，对标准中的具体内容进行了深入交流和反复的讨论、协调和修改，保证了标准质量。

为便于工程设计、施工、科研等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《天津市地下管线精细探测技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需要注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1	总 则.....	62
2	术语、符合和代号.....	64
	2.1 术语.....	64
3	基本规定.....	65
4	技术准备.....	68
	4.1 一般规定.....	68
	4.2 资料搜集与整理.....	68
	4.3 踏勘与仪器校验.....	69
5	地下管线探查.....	70
	5.1 一般规定.....	70
	5.3 水平电磁剖面法.....	70
	5.4 竖直电磁剖面法.....	71
	5.5 井中磁梯度法.....	71
	5.6 探地雷达法.....	71
	5.7 示踪电磁法.....	72
	5.8 惯性定位测量法.....	73
	5.9 主动声源探测法.....	74
	5.10 地震映像法.....	74
	5.11 高密度电阻率法.....	76
	5.12 水底成像声呐法.....	76
	5.13 水域磁法.....	77

5.14	浅地层剖面法.....	77
5.15	水下机器人（ROV）探测.....	78
6	地下管线测量.....	79
6.1	一般规定.....	79
6.3	管线点及附属物测量.....	79
6.4	地形测量.....	79
7	数据处理及成果编制.....	81
7.1	一般规定.....	81
7.2	数据处理.....	81
7.3	数据检查.....	82
7.4	管线图编绘.....	82
7.6	报告编制.....	83
8	质量检查与验收.....	84
8.1	一般规定.....	84
8.2	质量检查.....	84
8.3	成果验收.....	85

1 总 则

1.0.1 管线探测成果不仅服务于城市规划建设，更是用于指导工程项目施工建设，近年来，国家不断加大基础设施建设的投入，全国各大中城市的改造与扩建工作正如火如荼地开展，同时因地下工程施工造成地下设施及地下管线的破坏事故时有发生。加强对城市地下管线设施的保护和预警，有效减少因地下工程施工对地下管线的破坏，确保地下管线有序建设和安全运行，已经成为城市运营管理越来越重要的议题。

天津市地质环境特殊，土质层相对较厚，地下管线可利用空间大，埋设错综复杂，随着地下管线材质、施工工艺的不断革新，非金属、大埋深、小口径、水下管线的埋设越来越普遍，针对此类管线，常规以电磁感应法为基础的管线探测技术已经无法适应需求，在地铁项目、大型道路桥梁桩基础项目、管线穿越施工等项目中很难达到理想的探测效果，给项目的施工建设带来非常大的安全隐患，因此进行地下管线精细探测十分必要。

地下管线精细探测指在常规地下管线探测的基础上，针对工程建设中的重点区域、重点管线、疑难管线、特殊管线采用专门的仪器和方法，通过高质量、高密度或高精度的探测，为设计、施工提供更准确更详细的地下管线成果。

1.0.3 本规程是地下管线精细探测的专业技术标准，突出了城市地下管线精细探测的特点。它与城市测绘、城市物探工作有密切关系，故在实施中尚应符合现行国家标准《工程测量通用规范》GB55018、《工程测量标准》GB50026，现行行业标准《城市测量规范》CJJ/T 8、《城市地下管线探测技术规程》CJJ 61、《城市工

程地球物理探测标准》CJJ/T 7 等技术标准的规定。所以，本条明确规定，城市地下管线精细探测，除应符合本规程外，尚应符合国家、行业现行有关技术标准。

2 术语、符号和代号

2.1 术语

2.1.3 常规物探主要在资料收集、分析的基础上，采用一些常规、一般精度的地面物探方法（如：电磁感应法），由于环境所限，无法采用一些高精度或对场地条件要求较高的物探方法，探测精度受限，探测成果精度仅满足行业通用物探规范精度要求。

2.1.4 随着地下管线材质、施工工艺的不断革新，大埋深管线、非金属管线、水下管线等仅仅依靠常规的探测技术手段，很难探查清楚管线的准确空间位置。通过开展地下管线精细探测工作，采用各种高精度探测方法（如井中磁梯度法、示踪电磁法、惯性定位测量法等），以确保成果精度能满足要求，必要时，还需采用钻探、触探及井中摄像等方法对探测结果进行直接验证。精细物探阶段探测成果精度不仅要满足行业通用物探规范精度要求，还需满足建设项目设计、施工的特殊精度要求。

2.1.7 为便于进行地下管线测绘，准确描绘地下管线的走向和位置，在地下管线探查过程设立的管线测量点，分为明显管线点和隐蔽管线点，统称为管线点。明显管线点是指采用简单的技术手段即可直接定位和获取有关数据的可见管线点，如窖井、消防栓、人孔及其他地下管线出露点；隐蔽管线点是必须借助仪器设备探查才可定位、定深的管线点。

3 基本规定

3.0.1 地下管线精细探测工作，往往是在开挖动土施工前由委托方提出，精细探测目标可能是某一根或几根管线，甚至是局限到一根管线的某一个点，因此工作开展之前，应明确委托方要求，同时执行本规程。

3.0.2 本条规定了在工程项目开工动土之前应进行地下管线精细探测工作，主要目的是指导施工，避免施工过程中破坏既有管线，造成安全事故。

3.0.3 本条明确了工程物探应用的基本条件，其中第 1 款是各种工程物探方法应用的前提条件，不同的物探方法只有在其对应的物性（电性、磁性、波速、密度、温度等）差异下才能解决某方面的实际问题，也只有在前提条件具备时才可以选择使用相应的工程物探方法；第 2、3 款说明了工程物探方法的分辨能力有一定的局限性，被探测对象应具有一定规模或特征参数明显，且其引起的异常场能够从背景场或干扰场中分辨出来，进而能根据异常的空间分布特征做出解释，这是探测的最终目标。由于多种物探方法均需要在现场布置测线或测孔开展探测工作，因此第 4 款规定物探工作现场应具备必要的作业空间和条件，能够满足探测工作的需要。因此在选用工程物探方法解决实际问题前，要充分分析上述 4 个基本条件是否具备。

目标的规模是指其几何尺寸与其埋藏深度或探测距离之比，一般该比值不宜小于 1/10。随着物探技术的快速发展，新方法和新仪器的成功研制与使用，物探方法的分辨能力已经有了很大的提高，因此本条规定目标管线应具有一定规模，其引起的异常场能从

背景场或干扰场中分辨出来，就可以选用物探方法进行探测工作。

3.0.4 建设单位考虑到施工安全的需要，结合设计单位已有设计资料和常规物探成果，提出开展管线精细探测工作。

3.0.5 组织与权属单位对接十分必要，通过结合权属单位提供的施工及设计资料，有助于探测仪器、方法的选择，并提高探测效率。

3.0.7 针对不同的建设工程项目、施工方法、探测对象以及场地条件，选择不同的探测技术、仪器，并制定相应方案。

3.0.8 地下管线探测方法、技术的快速发展，以及新探查仪器的不断涌现，为地下管线探测工作开展创造了良好条件，有利于探测效率和质量的提高，所以应积极推行经试验证明行之有效的新技术、新方法和新仪器。但不论何种新技术、新方法、新仪器，在探测精度方面应符合本规程的有关要求。

3.0.10 本条规定了地下管线探测中的安全保护要求。地下管线是城市重要的基础设施，管线担负着传输能量、传送物质和传递信息的重要任务，是城市赖以生存和发展的物质基础，是城市的“生命线”。地下管线精细探测工作通常涉及下井、钻孔、向目标管线加载高电流等作业，存在一定的安全风险。作业过程中，不仅要保证人身安全、仪器设备安全，还要保证地下管线的安全，探测单位必须做到健全安全保证措施，确保安全生产。

3.0.11 根据工程施工具体情况，一般会提出明确的探测目标管线，某些目标管线的规格可能会小于现行行业标准《城市地下管线探测技术规程》CJJ61中取舍标准的相关规定，此时应按照要求进行取舍。

3.0.17 本条规定了地下管线精细探测的精度要求。精度涉及地下管线探查精度、地下管线点测量精度。

关于地下管线探查精度：在实际工作中，对于明显出露的管线，即地面能直接观察到管顶或管底，且使用钢卷尺或量杆能直接量测的，可以达到±25mm的精度要求。但由于管线埋设的复杂性，许

多明显管线点在地表并不能直接看见出露管线，如通信人孔、热力井等大型窨井，同时井中也没有明显的参照点能从地面一次性实现埋深量测，只能借助辅助工具下到井中，然后量测管线的出露位置。

对于隐蔽管线点，主要通过物探方法获得相对位置和埋深，由于管线埋设密度大、干扰因素多，且深埋管线、非金属（PE、PVC等）管线越来越多，以及各种小口径管线，对物探方法提出了更高要求，探测难度也越来越大。

地下管线精细探测采用的部分方法如井中磁法、电法，惯性定位测量法等，探测精度与管线埋深非线性相关，因此隐蔽管线点的限差依据不同方式进行评定，如竖直电磁剖面法、井中磁梯度法的探测精度和钻孔到目标管线的水平净距相关，惯性定位测量法则和测量的目标管线长度相关。

3.0.18 精细探测成果一般服务于工程施工，对精度要求相对较高，有必要采用多种方法进行核验。

3.0.20 成果交底会往往在工程施工前进行，探测单位应对相关重点管线探测成果情况进行说明，包含使用的技术方法、探测的精度及其注意事项等。

4 技术准备

4.1 一般规定

4.1.1 开展地下管线精细探测工作前，应做充分的技术准备，包括地下管线已有资料收集、现场踏勘、探查方法试验、探查仪器检校和地下管线精细探测方案编制。

4.2 资料搜集与整理

4.2.1 本条规定了地下管线精细探测前应收集的资料内容。在前期筹备阶段应广泛收集地下管线资料和测绘资料，并对资料进行分析，根据资料的完整情况提出解决措施。例如根据测绘资料中的控制点保存情况和地形图的现势性，决定是否布设控制网和修测地形图。如果控制点稀少，不能满足管线点平面坐标和高程的精度要求，就应重新布设管线测量控制网；当地形图现势性差，不能反映地形现状，就应修测地形图。

精细探测对象往往采用非开挖工艺施工，因此收集管线设计图、施工图及其变更文件、非开挖工艺施工报告等相关资料非常重要，不同的情况采用的探测仪器不同。

4.3 踏勘与仪器校验

4.3.1 本条规定了现场踏勘的内容。探测单位在进场前，应对作业区域进行现场踏勘，实地对资料进行检查，核实资料的完整性和可利用程度，如控制点是否存在，有否变动，地形图变化情况等，以便确定控制网布设方案和地形图是否修测。通过实地察看，合理安排工程进度和安全生产措施，指导野外作业。

5 地下管线探查

5.1 一般规定

5.1.1 在建设工程开挖、钻探、顶管、拉管施工及隧道盾构、桩基础施工等过程中，当常规管线探测受限于工期、仪器以及成本无法满足要求时，应对地下管线关键节点开展精细探测工作，提升探测质量，确保施工安全。

5.1.4 本条规定了物探方法作业原则。每一种物探方法在应用时都不是万能的，都有其局限性。

5.3 水平电磁剖面法

5.3.2 本条规定了水平电磁剖面法的适用范围。

5.3.3 本条是对开展水平电磁剖面法工作时仪器设备、工作环境的基本要求。

5.3.6 本条是直连法工作布置的基本要求，为确保探测效果，需要采取以下措施：

1 合适的电流强度：电流强度取决于设备输出功率、管线材质、管线分段间的连接条件及周边地质条件，当条件允许时，需依据设备配置、目标管线埋设及现场试验情况调整电流强度。

2 接地线与管线距离够远：为减少直接连接点附近的干扰，形成有效的电流回路，在现场与设备条件允许的情况下，应尽量让

接地线远离管线。

3 合适的接地深度：接地深度通常需要根据地下介质的电导率来确定，应足以穿透地表的不良导电层。

5.4 竖直电磁剖面法

5.4.1~5.4.4 与水平电磁剖面法类似，其主要通过电磁场竖直分量的变化规律来判断目标管线的位置及埋深。

5.5 井中磁梯度法

5.5.1~5.5.7 井中磁梯度法是通过计算竖直方向地磁场强度的梯度来区分铁磁性物质与周围介质之间磁性差异，从而判断出铁磁性目标管线的埋设位置。理论上，井中磁梯度法不受目标管线埋设深度的限制，但是，当管线距离探头的水平距离过大时（不宜大于1.0m），会导致设备能采集到的水平分量过小，无法绘制出能突出目标管线磁梯度异变的曲线。

5.6 探地雷达法

5.6.4 探地雷达法的工作方式主要有三种：

剖面法是最常用的探地雷达观测方式，即发射天线和接收天线以同定天线间距、按一定测量步距（测点距）沿测量剖面顺序移动并

采集数据，从而得到整个剖面上的雷达记录。剖面法的优点是剖面成果不需要或只需进行简单的处理就可用于解释，能直观得到测量成果，非常适合于急需快速提供测量结果的场合。

宽角法有两种工作方式：一种方式是一个天线在某点固定不动（不论发射或接收天线）；另一天线按等间隔沿测线移动并采集数据。另一种方式是以地面某点为中心点，发射天线和接收天线对称分置于中心点两侧，按一定间隔沿测线向两侧顺序移动并采集数据。

透射波法主要测量穿透测量对象的直达波到达时间进而计算出雷达波速度，通过穿透测量对象的雷达波速度差异判断测量对象的质量。因此，透射波法要求发射和接收天线分立于测量对象的两侧。由于只解释和计算最早到达的直达波，波形识别和计算相对简单。

5.6.5 本条是对开展探地雷达法工作仪器设备的基本要求。

5.6.6 本条规定了开展探地雷达工作前，应在测区已知管线位置做雷达剖面实验。实验位置宜具有代表性且分布均匀，以准确测定区域内介电常数、电导率等环境参数。

5.6.7 本条是探地雷达法工作布置的基本要求。包括布设原则、测线走向、测线间距等相关内容。

5.6.8 本条是探地雷达法数据采集的基本要求。在采集数据时，探地雷达宜贴在地面上平缓匀速移动，避免地面不平整引起仪器抖动而影响回波。在发现疑似探测目标时，应在数据中做好标记，同时记录现场环境因素和可能干扰源，以便复核。

5.7 示踪电磁法

5.7.4 金属导线选取具有良好导电性的材质，一般为铜线或铝线。

金属导线穿入前，应核实其在目标管线（块）中的位置（如位于管块中的第几排第几孔），依据相对位置关系校正目标管线（块）的空间位置。

5.7.5 为了保障探测成果的准确性，探测前应先对导向仪进行校准和检查。首先进行背景干扰检测，以调整最佳接收频段。选择干扰少的场地作为校准场地，对接收器和传感器（即信标）进行测深校准。测深校准流程为：将接收机放在与传感器平行的水平地面上，将卷尺拉至 3m，传感器放置卷尺一端，导向仪接收机开机调配至校验模式，在卷尺 3m 处进行探测，直至零误差。如误差较大则需观察校验现场是否干扰较大并更换场地再做校验。待校准完成后再进行定位检查探测，一般将接收器平行放在距传感器已知距离处，导向仪探测实际距离，当探测出的实际距离与已知距离相符后可开展施测工作。

5.8 惯性定位测量法

5.8.4 本条是对开展惯性定位测量法工作仪器设备的基本要求。

5.8.5 本条是惯性定位测量法工作布置的基本要求。包括管道出入口清障、轮组选择、牵引绳布设、通行试验等的相关规定。

5.8.6 采用惯性定位测量法时，应实测管道入口、出口的三维坐标，即管线起终点坐标。起终点为管口，采用管顶平面坐标作为管口平面坐标，管顶高程减去管道外半径作为管口高程。数据采集过程前，应确保定位采集单元状态完好、连接正确。数据采集时，定位采集单元宜在管道内保持匀速运动，同一管道宜重复测量两次以上。

5.9 主动声源探测法

5.9.3 本条规定了主动声源探测法的应用条件，同时也是该探测方法的局限性。主要表现在：管线必须有出露点或管线附属设施，以便安装震动器；受周围环境噪声影响大；管线埋深越深，探测难度越大，探测效果越差；目前只能对管线进行面定位，不能测定埋深。

5.9.4 本条是对开展主动声源探测法工作仪器设备的基本要求。

5.9.6 在燃气 PE 管线的敷设中，常有支线分出，在进行管线探测时，需要确定出 PE 管线支线与主线连接的位置，即三通点的位置。声波信号在传输过程中，信号逐渐衰减，遇到管线分支，信号强度有所分散；但是当在三通位置点，由于空气震动体量增加，传播到路面的声音较周围强烈。

探测三通点时，也可采用间接的几何交汇法；当我们发现疑似三通位置时（通常在遇到三通时，三通位置信号会异常强烈），在与主管线垂直平行于主管线进行探测，找出信号最强的一个点后，在延伸方向再找出第二个信号最强点，两点连成一条直线，用交汇法可以定出三通点的位置。

5.10 地震映像法

5.10.2 本条规定了地震映像法用于管线探测时的适用范围。

5.10.3 本条规定了地震映像法应用需具备的基本条件。在实际应用中，地震映像法是基于反射波法中的最佳偏移距技术发展起来的浅地层勘探方法。

5.10.4 本条规定了地震映像法仪器设备的要求。

可根据探测方法、探测深度和精度的要求选择仪器，但上述主要技术指标仍然是衡量的依据。

正式生产之前进行试验工作，确定观测系统及仪器特性，布置并测量地震测线（点）、做好勘探的激发和接收，测定速度参数；然后按确定的工作参数进行外业生产；并对采集的外业原始数据进行检查、验收和评价。工作之前，全面了解和分析测区的地形、地质和地球物理特征以及以前的技术成果，作为测试前的指导和参考。试验工作遵循由已知到未知，由简单到复杂的原则，试验地段应具有代表性，选择在已知钻孔上布置测线或物探工作区，便于最大限度地了解工区的地球物理参数和特征。试验结果宜给出本测区物探工作可选用的技术参数、仪器参数、物性参数等，同时应明确提出具备条件的物探方法和技术。

展开排列观测系统适用于了解测区内有效波和干扰波的分布情况和振幅特征，选择最佳窗口，提供最佳偏移距。

5.10.5 本条规定了地震映像法布置工作时的要求。

1 测线网布置应根据任务要求、探测方法、目标管线的规模、埋深等因素综合确定。测网和工作比例尺以能观测目标管线，并可在平面图上清楚反映其规模、走向为原则。测线垂直于地层、构造和目标管线的走向，沿地形起伏较小和表层介质较为均匀的地段布置测线，有条件时，测线与其他物探方法的测线一致，避开干扰源。当测区边界附近发现重要异常时，将测线适当延长至测区外，以追踪异常。在管线走向复杂的区域，适当加密测线和测点。测量测线端点、转折点、物探观测点、观测基点。

2 地震映像法主要应用单道等偏移观测系统，也可先采用多次覆盖观测系统得到多条不同偏移距的地震映像记录，通过对比确定最佳偏移距，提高方法的探测效果。地震映像方法在资料解释中运用多波对比进行综合解释，而非简单的反射波分析。

3 现场工作时震源与垂直叠加措施的使用要求。

5.10.6 本条是对反射波数据处理与解释的规定。

辨识和追踪有效波同相轴和波的置换，应根据波形相似性、视周期相似性进行追踪，同时注意波形突变、振幅突变、视周期突变及同相轴分叉、合并、错动等特征。

根据波形特征和上下同相轴的相对时间关系，确定目标管线在地下的走向及埋深。

在资料解释中，要注意充分搜集和利用有关物探和地质资料，并且及时与地质等其他专业人员共同分析解释成果。

5.11 高密度电阻率法

5.11.3 本条是对开展高密度电阻率法工作仪器设备的基本要求。

5.11.4 本条是高密度电阻率法工作布置的基本要求。包括电极排列形式、电极极距、分辨率、地形校正、测线布设等相关内容。

5.11.5 本条是高密度电阻率法数据采集的基本要求。包括供电电流、最佳极距、观测形式、观测点质量控制、作业记录等的相关内容。

5.11.6 本条是对开展高密度电阻率法数据处理的基本要求。包括预处理、模型建立、图像反演、剖面分析、对比分析等的相关要求。

5.12 水底成像声呐法

5.12.5 水底成像声呐法采用走航式测量方式，需要 GNSS 提供实时位置信息。集成在拖鱼上的各种传感器可以提供拖鱼在水中的深度及姿态等数据，为后期数据处理中进行校正提供重要依据。

5.12.6 根据测区的水文情况，确定拖曳方式和缆绳长度。声呐的

测幅宽度及探测精度与声呐频率、拖鱼与水底距离等参数有关，故应在正式工作开始前进行试验，确定在不同深度水域的测量参数。

5.12.7 水底成像声呐法每条测线形成一个声呐条幅图，相邻条幅图之间应存在重叠区域，避免造成漏测。测线间距应根据条幅的宽度确定。

5.12.9 水底成像声呐法数据可以反映水底地形地貌特征，据此对管道、电缆、管线附属设施等障碍物进行定位、描绘其形态。对不同的条幅图进行拼接处理可以较为直观展示水底的全貌，有利于综合解释。

5.13 水域磁法

5.13.4 磁测工作船宜为木船或橡皮船等无磁性船只，测量船动力不足时，可以用动力船或者岸边机械设备拖曳测量船。

5.13.5 磁力仪的拖鱼与 GNSS 天线中心安置在同一轴线上，可根据拖鱼的下放深度及拖缆长度推算出拖鱼的前后偏移距离。

5.13.6 因探测中需要进行日变观测校正，故一般至少需要同时使用 2 台磁力仪，对于多台仪器的观测精度和一致性应进行校验。

5.13.8 磁力仪因为姿态突变、信号突然中断等突发干扰状况，会导致接收的磁场信号呈现异常的突变（不是正常工作中探测到的磁异常），这段不合格的无效数据，即为假点。

5.14 浅地层剖面法

5.14.3 进行水库或河道淤积层探测时，当淤积物主要为介质均匀的淤泥黏土类物质时，对水声勘探比较有利且不易产生二次波，探

测深度较深、分辨率也高。

如果水底存在砂层或存在零星分布的卵砾石等干扰源，由于反射系数较大，会产生二次或三次波，探测深度会受到影响。如果卵砾石粒径大于 20mm 或存在卵岩石层，则会产生散射现象不易得到下部地层的记录。

5.14.8 浅地层剖面仪探测到一定大小的管线时，管线的回波会发生绕射，在剖面图上表现为双曲线形状的绕射波。

5.15 水下机器人 (ROV) 探测

5.15.1 ROV 探测法是利用水下机器人搭载各种水下探测仪器，本条主要提及了搭载高清摄像头、管缆跟踪探测仪的情况，如搭载声呐、磁力仪、浅地层剖面仪参照本规程 5.12~5.14。

5.15.4 为保证探测工作的准确完整，ROV 应接触水底并完成整条测线的探查，故传输线缆应同时满足大于水底深度和测线长度。

5.15.5 ROV 探测法搭载管缆跟踪探测仪时，线圈组在水平方向上距离 ROV 越远，ROV 对管缆跟踪探测仪的影响越小；线圈组在垂直方向上越靠近 ROV 底部，则与水底的目标管线越近，信号强度越好。线圈组装置在 ROV 的前方，正向前进时，可减弱由于 ROV 前进扰动产生的干扰。

6 地下管线测量

6.1 一般规定

6.1.1 本条规定了地下管线测量的基本内容，地下管线附属物种类应符合现行行业标准《城市地下管线探测技术规程》CJJ61 规定。

6.1.2 本条规定了地下管线测量前，首先收集测区内的控制资料和地形图数据，避免重复测量造成浪费。对缺少资料的地区，按现行规范标准实施测量作业。

6.3 管线点及附属物测量

6.3.1~6.3.4 分别规定了管线点及附属物的平面位置、高程可采用的测量手段和方法。

6.4 地形测量

6.4.1 地形测量内容除应符合《城市测量规范》CJJ/T 8 规定外，涉及与管线位置相关的地物均应在地形图上表示。

6.4.2 本条规定了建设工程为场地地块项目时，需要探明地块周边规划道路红线或现状人行道边线范围内的管线位置，为后续管线配套项目施工建设提供资料。

6.4.3 本条规定了建设工程为带状项目时，测量范围包含现状道路两侧第一排建筑物，第一排建筑物不仅为现状管线提供位置参考，也为后续建设工程设计施工提供了参考基准；当建设工程周边无建（构）筑物时，测量范围宜为规划线位外扩 20m。

7 数据处理及成果编制

7.1 一般规定

7.1.2 本条规定了管线数据需经外业检查合格后，才能进行管线数据编辑处理；管线数据编辑完成经检查合格后，才能建立管线数据库。

7.1.4 为了更直观的显示目标管线、附属物与周边相关基础设施的相对位置关系，建设单位有时会需要三维模型数据，便于为设计及施工提供辅助资料。

7.2 数据处理

7.2.1 本条规定了地下管线数据处理所使用软件的基本功能。数据处理软件作为地下管线探测数据处理的工具，应具备地下管线探测数据处理所需要的常见功能，主要有图形编辑、属性编辑、数据检验查错、管线图生成、成果输出等。

7.2.2 本条规定了地下管线数据几何要素的相关要求。包括管点、管线及附属物的空间位置、形状、范围的相关规定。

7.2.3 本条规定了地下管线数据属性要素的相关要求。

7.3 数据检查

7.3.1 本条规定了管线数据库建立的相关要求。包括数据内容、空间参考、几何数据、属性数据、存储方式、命名规范、数据结构的相关规定。

7.3.2 本条规定了管线数据库逻辑检查相关要求。包括注记一致性、管线空间位置关系、管线属性、管线连通性、排水流向等检查的相关规定。

7.3.3 本条规定了管线数据接边检查的相关要求。包括检查内容、接边精度、管线属性、新旧管线接边处理方法、排水类管线等的相关规定。

7.4 管线图编绘

7.4.2 本条规定了地下管线精细探测成果图编绘的相关要求。包括底图、图名、管线颜色、里程桩号、孔径断面示意、相关管线及障碍物、管线扯旗等相关内容。

7.4.3 本条规定了横断面图编绘的相关要求。包括坐标系定义、比例尺、地形要素、管线要素、图幅整饰、扯旗标注、里程桩号等相关内容。

7.4.4 本条规定了纵断面图编绘的相关要求。包括坐标系定义、比例尺、地形要素、管线要素、图幅整饰、扯旗标注、里程桩号等相关内容。

7.4.5 本条规定了局部放大图编绘的相关要求。局部放大图可单独成图，也可在地下管线精细探测成果图中表示。

7.4.6 本条规定了三维效果图编绘的相关要求。包括坐标系定义、

地理坐标、相关管线及障碍物、里程桩号等相关内容。

7.6 报告编制

7.6.1 本条规定了管线成果表的编制方法，管线图、数据库、管线成果表之间的管线点号应相对应。

8 质量检查与验收

8.1 一般规定

8.1.3 本条规定了精细探测成果验收的依据。为实现工程预期目标，合同书或任务书、精细探测方案中作出了具体规定，如测区范围、取舍标准、精度指标、质量目标、工期、成果类型、成果数量等要求。同时本规程作为地方标准，天津市的所有管线精细探测项目应该共同遵循。因此，成果验收应依据合同书或任务书、地下管线精细探测方案、本规程和相关技术标准。

8.2 质量检查

8.2.1 ~ 8.2.7 分别规定了地下管线精细探测质量检查的相关要求，重点规定了检查内容和方法。

8.2.10 本条规定了测量校核点的精度要求。

8.2.13 本条规定了质量检查报告的内容：

- 1 项目概况：包括任务情况、受检成果简介、工作内容、检查所使用的仪器、作业时间及工作量；
- 2 检查的技术依据：检查所依据的规范规程及其他技术性文件；
- 3 抽样情况：抽样检查图幅或者点位分布情况、抽样检查的数量和比率；

4 检查内容及方法：检查的项目（如控制测量选埋、计算方法、成果精度的检查；管线点测量方法、精度的检查等）、检查所使用的方法；

5 精度统计与质量评价：精度统计是质量检查工作的重要内容，包括最大误差、平均误差、超差点比率、各项中误差及中误差限差的统计；质量评价可依据样本质量统计，特别是精度统计结果进行；

6 主要质量问题及处理情况：

- 1) 质量综述：对所检查的各项内容的质量进行描述；
- 2) 检查中发现的质量问题，问题处理结果；
- 3) 建议：对检查中的问题提出处理的意见和建议。

7 附件：检查中的各项数据统计表格或清单。

8.3 成果验收

8.3.3 本条规定了验收报告的基本内容。验收后验收组应编写验收报告书，报告书应就验收项目的成果精度、合格率、存在的问题、资料完整性和成果质量进行综合评定，并作出评价。