

ICS 93.020

P 13

备案号：

DB 11

北京市地方标准

DB 11/ T 1347—202X

a

地下管线周边土体病害评估防治规范

Code for assessment and prevention and cure of surrounding soil
disease of underground pipeline

（征求意见稿）

b

202X - XX - XX 发布

202X - XX - XX 实施

北京市市场监督管理局 发布

目 次

前 言II

1 范围3

2 规范性引用文件 3

3 术语和定义 3

4 基本规定4

5 土体病害探测 4

 5.1 一般规定4

 5.2 前期准备6

 5.3 现场探测7

 5.4 探测成果9

6 风险评估9

 6.1 风险评估体系9

 6.2 地下管线自身状况特征指标 *PCI* 10

 6.3 外部环境特征指标 *ECI* 11

 6.4 土体病害特征指标 *DCI* 12

 6.5 综合评估指数 *REI* 15

 6.6 风险评估等级确定15

7 土体病害防治 16

 7.1 一般规定16

 7.2 风险区域防治对策16

 7.3 处置措施16

 7.4 处置效果评定16

附 录 A （规范性） 探测成果图件绘制标准 17

附 录 B （资料性） 信息卡片实例19

参考文献20

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分:标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替 DB11/T 1347—2016《地下管线周边土体病害评估防治规范》，与 DB11/T 1347—2016 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了要素“规范性引用文件”的引导语（见第2章，2016年版第2章）；
- b) 更改了“术语和定义”的一些规则，增加了详细的规定（见第3章，2016年版本第3章）；
- c) 增加了“基本规定”一章（见第4章）；
- d) 将“检测基本规定、检测过程、检测报告编写及成果评审”更改为“土体病害探测”，进行了合并及细化，并将2016年版的有关内容更改后纳入（见第5章，2016年版本的第5章、第6章、第8章）；
- e) 将“土体病害属性判定及对地下管线的风险评估”更改为“风险评估”，完善了评估体系与风险等级分类，将2016年版的有关内容更改后纳入（见第6章，2016年版的第7章）；
- f) 将“土体病害处置”更改为“土体病害防治”，增加了详细的规定，并将2016年版的有关内容更改后纳入（见第7章，2016年版的第10章）；
- g) 删除了后期服务（见2016年版的第9章）。

本文件由北京市城市管理委员会提出并归口。

本文件由北京市城市管理委员会组织实施。

本文件起草单位：北京建业通工程检测技术有限公司、北京市城市排水集团有限责任公司、北京大兴基础设施建设有限公司、北京市自来水集团有限责任公司、北京市热力集团有限责任公司、北京市燃气集团有限责任公司。

本文件主要起草人：

本文件所代替标准的历次版本发布情况为：

- 2016年首次发布为 DB11/T 1347—2016；
- 本次为第1次修订。

地下管线周边土体病害评估防治规范

1 范围

本文件规定了单条地下管线周边土体病害风险评估、防治的相关要求。
本文件适用于新建、改扩建地下管线和既有地下管线的周边土体病害风险评估及防治工作。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 50001 房屋建筑制图统一标准
- CJJ 1 城镇道路工程施工与质量验收规范
- CJJ/T 7 城市工程地球物理探测标准
- CJJ 61 城市地下管线探测技术规程
- CJJ/T 260 道路深层病害非开挖处治技术规程
- JTG 5220 公路养护工程质量检验评定标准
- DB11/T 316 地下管线探测技术规程
- DB11/T 716 穿越既有道路设施工程技术要求
- DB11/T 852 有限空间作业安全技术规范
- DB11/T 3023 公路养护作业安全设施设置规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

土体病害 unfavorable geological body
土体中存在的轻微疏松、中等疏松、严重疏松、一般富水、严重富水、空洞共计六类不良地质体。

3.2

疏松 severe porosity area
土体内局部密实程度降低，具有一定规模的不良地质体，按照松散程度划分为严重疏松、中等疏松和轻微疏松。

3.3

富水 severe water rich area
土体内局部含水量上升，具有一定规模的不良地质体，按照含水量大小划分为严重富水和一般富水。

3.4

空洞 void
存在于路面或地面下方存在的空腔。

3.5

综合评估指数 REI risk evaluation index

由地下管线自身状况特征指数、外部环境特征指数和土体病害特征指数按分层加权法确定的,用于评价地下管线周边土体病害风险程度的评估指标。

3.6

地下管线自身状况特征指标 PCI pipeline characteristic index

地下管线自身抵抗损伤的敏感性评价指标。

3.7

外部环境特征指标 ECI environmental characteristic index

地下管线周边土体受扰动情况的评价指标。

3.8

土体病害特征指标 DCI geological defect mass characteristic index

土体病害体严重程度的评价指标。

3.9

天线中心频率 antenna center frequency

探地雷达天线有效带宽范围内发射和接收电磁波单位时间内完成周期性变化次数的中间值。

4 基本规定

4.1 土体病害探测应根据场地条件选择适用的探测方法,探测方法应符合 CJJ/T 7 的规定。

4.2 土体病害现场探测工作应包括前期准备、现场探测、土体病害验证、坐标定位和质量检查,当地下管线基础资料不完整时,尚应包括地下管线调查。

4.3 地下管线周边土体病害风险评估等级应分为四级:A—重大风险、B—较大风险、C—一般风险、D—低风险。

5 土体病害探测

5.1 一般规定

5.1.1 土体病害探测类别应分为定期探测、专项探测和应急探测。

5.1.2 定期探测应根据探测区域采用不同的探测周期,探测周期应符合下列规定:

- a) 广场、场馆、公园等人员密集场所地下管线敷设区域,探测周期为3年~5年;
- b) 城市快速路、主干路、一级公路、二级公路地下管线敷设区域,探测周期为3年~5年;
- c) 高速公路、城市次干路、支路、三级公路及四级公路地下管线敷设区域,探测周期为5年~7年;
- d) 地下管线周边新建开挖断面面积大于30m²的地下工程时,地下工程竣工2年后应开展首次探测,后续探测周期为3年~7年;
- e) 重大基础设施干线地下管线敷设区域,探测周期为5年~7年;
- f) 地下管线超过设计年限的,应根据实际状况调整探测周期;
- g) 其他场所地下管线敷设区域,探测周期可参考相近区域要求执行。

5.1.3 当出现下列情况之一时,宜进行专项探测:

- a) 重大活动举办前;

- b) 新建地下管线穿越既有道路设施或重要地段、新建地下工程穿越既有地下管线，施工前、后及降雨后；
- c) 新建道路、既有道路拓宽、改建或大修前后时；
- d) 一年内每万平方米管线敷设范围内出现 3 次及以上发生地表塌陷时；
- e) 非开挖工艺的新建地下管线、管廊施工时；
- f) 管龄在 30 年及以上的排水管线在降雨后。

5.1.4 应急探测宜符合下列规定：

- a) 地下管线沿线地表发生沉陷、塌陷等突发情况时；
- b) 城市地下水位及地质断层发生较大变化时；
- c) 洪涝灾害后。

5.1.5 专项探测和应急探测，除根据探测需求确定探测区域外，尚应符合下列规定：

- a) 地下管线交叉点、转折点等关键部位的周边区域；
- b) 带水、带压管线；
- c) 地面荷载发生明显变化的地下管线敷设区域；
- d) 重大活动场所及周边相邻道路的地下管线敷设区域；
- e) 新建地下管线穿越既有道路在施工前、后影响范围区域；
- f) 新建地下管线穿越既有道路，按 DB11/T 716 的确定的施工影响范围；
- g) 地下工程穿越既有地下管线的施工影响范围；
- h) 地下管线的泄漏、破损等将导致严重后果的区域；
- i) 地下管线自身因素导致周边土体曾多次塌陷的区域；
- j) 道路沉降或水位变化区域；
- k) 根据道路养护或工程需要确定的其他区域。

5.1.6 管线探测范围如图 1 所示，应为管线外径与 2.0 倍管线外底深度之和；竖井探测范围如图 2 所示，应为竖井边缘向四周外延 1.5 倍井底深度。

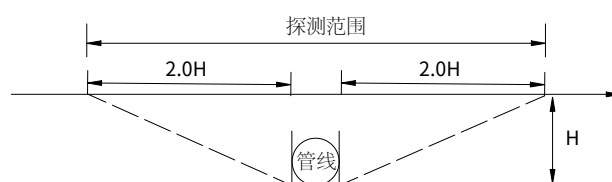


图 1 地下管线探测范围（H 为管线深度）

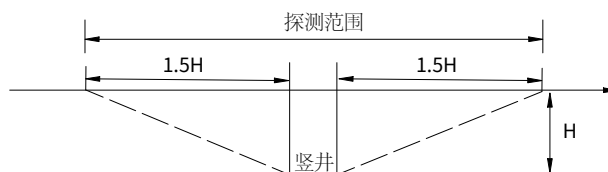


图 2 竖井周边探测范围（H 为竖井深度）

5.1.7 探测流程分为前期准备、现场探测和成果编制，探测工作流程图见图 3。

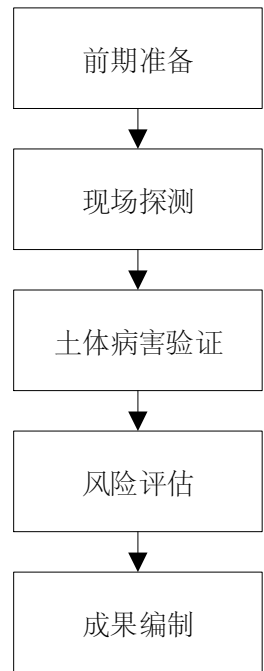


图 3 地下管线周边土体病害探测流程图

5.2 前期准备

5.2.1 土体病害探测使用的计量器具应按规定进行校准，确保其在计量校准周期的有效期内，宜使用先进的探测设备。

5.2.2 城镇区域宜优先采用探地雷达法；当单一方法多解时，宜采用多种方法综合探测。

5.2.3 探地雷达技术性能应到达表 1 所列要求，其他探测设备应符合 CJJ/T 7 的规定。

表 1 探地雷达设备要求

功能	二维雷达	三维雷达
系统增益	不低于 150dB	不低于 150 dB
信噪比	≤60dB	不低于 110 dB，动态范围不低于 120 dB
时窗	4ns ~ 40960ns	4ns ~ 40960ns
探测误差	不大于 20cm	不大于 20cm
水平定位误差	不大于 5cm	不大于 5cm
工作温度	-10℃ ~ 40℃	-10℃ ~ 40℃
A/D 转换位数	不低于 16 位	不低于 16 位
采样间隔	不大于 0.5ns	不大于 0.5ns
实时滤波功能	可选择	可选择
雷达通道数量	/	不低于 8 通道
测量模式	具有点测与连续测量功能	连续测量
标记	具有手动或自动位置标记功能	具有手动或自动位置标记功能

5.2.4 探地雷达法宜采用剖面法探测，垂向分辨率宜取探地雷达电磁波波长的 1/4，水平向分辨率宜取探地雷达电磁波第一菲涅尔带半径。

5.2.5 不同频率的探地雷达，探测深度范围见表 2，当多种频率的天线均能满足探测深度要求时，应选择高频天线。

表 2 探地雷达天线中心频率、最大探测深度对应表格

序号	天线中心频率 MHz	最大探测深度 m
1	$f \leq 100$	5
2	$100 < f \leq 200$	3
3	$200 < f \leq 600$	2
4	$600 < f \leq 1000$	1
5	$1000 < f \leq 1600$	0.5

5.2.6 前期准备阶段应收集下列资料：

- 探测区域的地形图、工程地质和水文地质条件、测量基点；
- 探测区域内所涉道路的等级、建成年代、竣工和验收资料；
- 探测区域内所涉地下管线和建构筑物的类型、分布及各自的建设年代、材质、运行状况；
- 探测区域新建地下工程的相关技术资料；
- 近 3 年内探测成果报告和历史塌陷位置相关技术资料。

5.2.7 现场踏勘应符合下列规定：

- 调查探测区域内道路路面破损和变形；
- 调查探测区域内干扰源的类型和分布；
- 核实地形图、地下管线和历史塌陷等资料；
- 调查现场交通状况，分析对探测工作组织实施的影响。

5.2.8 探测人员应由相应资质的专业单位承担，并应由具有探测经验的人员参加。探测负责人应具有 5 年以上专业探测工作经验。

5.2.9 探测方案编制内容应包括工程概况、探测目的、探测依据、工作的重难点及对策、探测实施方法、资源投入情况、进度计划、安全及质量保障措施、应急预案、探测成果表达和提交形式。

5.3 现场探测

5.3.1 土体病害现场探测，应符合下列规定：

- 现场探测模式可分为普查和详查两种；
- 二维探地雷达探测时应至少选用两种频率天线，不同频率天线测线位置不宜重合；
- 桥区路段、历年塌陷区域和现状路面破损区域，应按照详查进行探测；
- 应对普查探测出的异常区域进行详查，并对详查结果进行验证。

5.3.2 探地雷达数据采集，应符合下列规定：

- 探测前应进行现场波速标定，每公里应进行 1 次标定，介电常数变化明显的区域，应根据实际情况确定标定范围，增加标定次数；
- 天线移动速度应保持均匀，中心频率低于 200MHz 的天线移动速度不应大于 10km/h，200MHz 及以上的天线移动速度不应大于 20km/h，三维雷达探测移动速度不宜大于 40km/h；
- 天线采集面距地面高度不应大于 5cm。

5.3.3 土体病害普查时，探测测线应符合下列规定：

- a) 道路探测时路段内雷达测线宜平行道路中线布设,中心频率低于 200MHz 的天线测线间距不应大于 4.0m, 200MHz 及以上的天线测线间距不应大于 2.0m;路口内雷达测线宜在垂直道路中线方向增设测线形成网格;
- b) 非道路探测时雷达测线宜平行管线轴线方向布设,中心频率低于 200MHz 的天线测线间距不应大于 4.0m, 200MHz 及以上的天线测线间距不应大于 2.0m;
- c) 隧道衬砌探测宜采用 400MHz~1600MHz 天线进行探测,雷达纵向测线宜平行隧道中线布设,必要时可增加横向测线。纵向测线位置应在隧道拱顶、左右拱腰、左右边墙及底板各布 1 条;横向测线间距宜为 8m~12 m;开挖断面面积大于 30 m²,宜加密纵向测线;
- d) 顶管回填注浆后管道背后探测宜采用 400MHz~600MHz 天线进行探测,雷达测线宜平行管道轴线布设,测线应在管壁上半环 4 分点处各布设 1 条;
- e) 三维雷达道路探测时天线探测宽度应覆盖道路区域,不足时应加密测线;非道路探测时相邻测线重叠宽度不小于 1m。

5.3.4 土体病害详查时雷达测线按网格状布设,中心频率低于 200MHz 的天线测线间距不应大于 2.0m, 200MHz 及以上的天线测线间距不应大于 1.0m。

5.3.5 地下管线调查应遵守 DB11/T 316 的规定。

5.3.6 土体病害各类别特征宜按表 3 进行确定。

表 3 土体病害各类别特征

序号	土体病害类别	土体病害特征
1	轻微疏松区域	雷达图谱反射信号能量有变化,同相轴较不连续,波形结构较为杂乱、不规则,应判定为轻微疏松。
2	中等疏松区域	雷达图谱反射信号能量变化较大,同相轴较不连续,波形较为杂乱、不规则,应判定为中等疏松。
3	一般富水区域	雷达图谱同相轴较连续,频率变化不明显,顶面反射信号能量强,下部信号衰减明显,应判定为一般富水。
4	严重疏松区域	雷达图谱反射波反射信号能量变化大,同相轴不连续,波形杂乱、不规则,应判定为严重疏松。
5	严重富水区域	雷达图谱同相轴较连续,频率变化不明显,顶面反射信号能量较强,下部信号衰减较明显,应判定为严重富水。
6	空洞	雷达图谱反射信号能量强,反射信号的频率、振幅、相位变化异常明显,下部多次反射波明显,边界可能伴随绕射现象,位于路面或地面下方存在的空腔,应判定为空洞。

5.3.7 土体病害应采用不同方法进行验证,验证方法优先选用能定量反映土体密实程度的方法,宜采用标准贯入、浅层地震法、高密度电法、钻探、钻探视频、坑探等方法。

5.3.8 土体病害平面尺寸,按照矩形量测其横断面切向和垂直方向最外边的长度和宽度,矩形应覆盖该处土体病害的面积。矩形边框如图 4 所示。

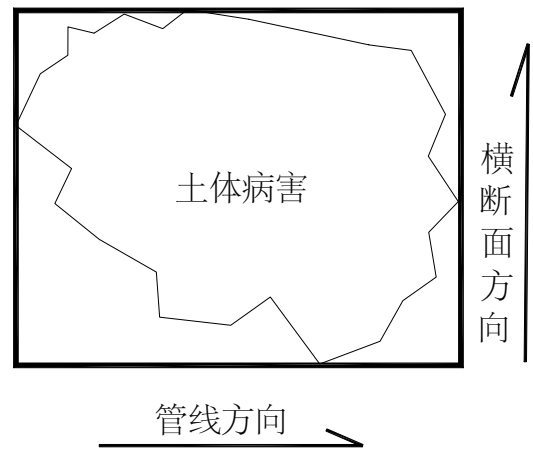


图 4 外侧矩形边框为测量边框

- 5.3.9 土体病害定位应对中心及平面角点坐标进行测量，平面坐标系应采用北京 2000 大地坐标系。
- 5.3.10 现场探测安全控制措施，应符合下列规定：
- a) 现场探测工作开展前应进行安全技术交底；
 - b) 道路作业时，安全设施设置应符合 DB11/T 3023 的规定；
 - c) 地下管线有限空间作业时，应符合 DB11/T 852 的规定。

5.4 探测成果

- 5.4.1 探测报告应包括工程概况、探测目的和要求、探测依据、探测方法、探测结果、风险评估结果、结论及建议，还应将土体病害信息卡和位置关系图作为探测报告附件。
- 5.4.2 探测成果中图件绘制应符合附录 A 的规定，土体病害信息卡应符合附录 B 的规定。
- 5.4.3 检测单位在探测过程中应开展复检工作，复检比例应不低于探测总量的 5%，对于质量不合格的数据，应重新探测。
- 5.4.4 委托方宜采用专家评审会形式对探测成果进行评价。
- 5.4.5 探测成果报告及附件应进行归档。
- 5.4.6 成果信息化宜依托各地下管线管理单位现有的管线信息系统实施，并应符合相关管理要求。

6 风险评估

6.1 风险评估体系

- 6.1.1 风险评估应采用综合评估指数 REI 和相应分项指标地下管线自身状况特征指标 PCI 、外部环境特征指标 ECI 和土体病害特征指标 DCI 。
- 6.1.2 风险评估体系见图 5 所示。

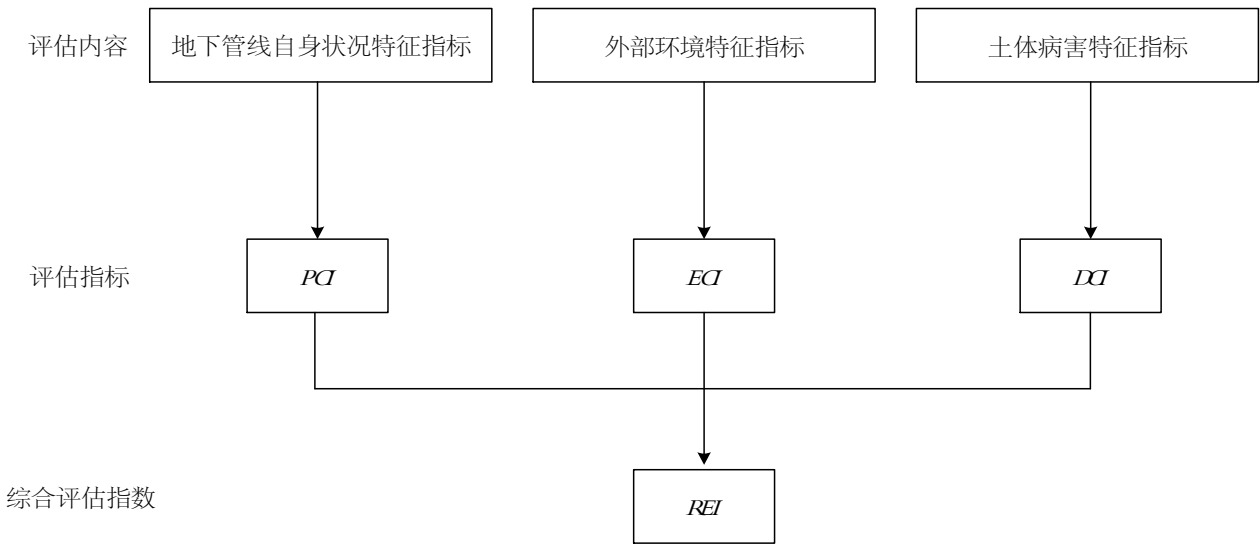


图 5 风险评估体系

6.2 地下管线自身状况特征指标 PCI

地下管线自身状况特征指标应按式（1）计算。

$$PCI = \sum_{j=1}^n P_j \times \omega_j \quad (1)$$

式中：

- PCI ——地下管线自身状况特征指标；
- P_j ——地下管线自身状况指标二级指标分值；
- ω_j ——二级指标评价项各评价项权重值，按表4取值；
- n ——单类指数二级指标总数，计算时取6。

表 4 地下管线自身状态特征指标分值及权重

一级指标	二级指标	评价内容及描述	分值	权重
地下 管线 自身 状态 特征 指标 PCI	管线专业类别 P_1	电信	70	0.20
		电力	80	
		雨水	90	
		污水	90	
		给水	95	
		再生水	95	
		热力	100	
		燃气	100	
	管道材质 P_2	钢管	60	0.15
		混凝土管	80	
		球墨铸铁管	90	
		砌块、普通铸铁、塑料	100	

表 4 地下管线自身状态特征指标分值及权重（续）

一级指标	二级指标	评价内容及描述	分值	权重
地下 管线 自身 状态 特征 指标 <i>PCI</i>	管道直径 <i>P</i> ₃	金属类： DN1050 以上； 混凝土类：内径 2000 以上； PVC 类：公称外径 1000 以上。	70	0.10
		金属类： DN400 以上、DN1050 及以下； 混凝土类：内径 1000 以上、2000 及以下； PVC 类：公称外径 400 以上、1000 及以下。	80	
	管道直径 <i>P</i> ₃	金属类： DN200 以上、DN400 及以下； 混凝土类：内径 500 以上、1000 及以下； PVC 类：公称外径 200 以上、400 及以下。	90	0.10
		金属类： DN200 及以下； 混凝土类：内径 500 及以下； PVC 类：公称外径 200 及以下。	100	
	管道类型 <i>P</i> ₄	隧道	20	0.15
		顶管、拉管	40	
		管沟	60	
		管块	80	
		直埋管线	100	
	管道埋深 <i>P</i> ₅	5.0m < <i>H_p</i>	50	0.20
		4.0m < <i>H_p</i> ≤ 5.0m	60	
		3.0m < <i>H_p</i> ≤ 4.0m	70	
		2.0m < <i>H_p</i> ≤ 3.0m	80	
		1.0m < <i>H_p</i> ≤ 2.0m	90	
		0.5m < <i>H_p</i> ≤ 1.0m	100	
	管龄 <i>P</i> ₆	Y ≤ 5 年	50	0.20
		5 年 < Y ≤ 10 年	70	
10 年 < Y ≤ 30 年		90		
30 年 < Y ≤ 50 年		100		
注 1: 管块、管沟、隧道类管线参考混凝土类管道，按管线高度计。				
注 2: 管龄评价项可采用管道结构检测评估等级对应代替。				

6.3 外部环境特征指标 *ECI*

外部环境特征指标应按式（2）计算。

$$ECI = \sum_{j=1}^n E_j \times \omega_j$$

(2)

式中：

ECI ——外部环境特征指标；
 E_j ——外部环境特征指标二级指标分值；
 ω_j ——二级指标评价项各评价项权重值，按表5取值；
 n ——单类指数二级指标总数，计算时取5。

表 5 外部环境特征指标分值及权重

一级指标	二级指标	评价内容及描述	分值	权重
外部 环境 特征 指标 ECI	道路等级 E_1	人行道、广场等行人通行区域	60	0.15
		支路、四级公路	70	
		次干路、三级公路	80	
		主干路、二级公路	90	
		快速路、高速、一级公路	100	
	地面荷载 E_2	绿化带、绿地等几乎无外荷载区域	60	0.20
		人行道、广场	65	
		非机动车道	70	
		主路机动车道	80	
		辅路机动车道	90	
		带有公交港湾的非机动车道	95	
		平交路口	100	
	水环境 E_3	排水设施良好的硬化路面	20	0.15
		天然裸露地面冻融线以下	40	
		天然裸露地面冻融线以上	60	
		河流、湖泊等水体周边 30m 范围内	80	
		排水不良、雨后易发生积水的路段	100	
	周边管线数量 E_4	无其他管线	0	0.20
		含 1 ~ 2 条其他管线	60	
		含 3 ~ 4 条其他管线	80	
		含 5 条及以上其他管线	100	
	外界振动 E_5	无明显振动源	60	0.30
		有施工振动荷载	80	
		位于地铁沿线保护区范围内	100	
注 1：水环境单项冻融线无资料时，可按地面以下 1.2m 考虑。				
注 2：周边管线密度单项中被评价管线周边其他管线数量表征了该管线周围土体的整体性。				

6.4 土体病害特征指标 DCI

土体病害特征指标应按式（3）计算。

$$DCI = \sum_{j=1}^n D_j \times \omega_j$$

(3)

式中：

DCI ——土体病害特征指标；

D_j ——土体病害体特征指标二级指标分值；

ω_j ——二级指标评价项各评价项权重值，按表6取值；

n ——单类指数二级指标总数，计算时取7。

表 6 土体病害特征指标分值及权重

一级指标	二级指标	评价内容及描述	分值	权重
土体 病害 特征 指标 DCI	病害类别 D_1	轻微疏松	10	0.35
		中等疏松	40	
		一般富水	60	
		严重疏松	80	
	病害面积 (Ad) D_2	$Ad \leq 1.0 \text{ m}^2$	80	0.10
		$1.0 \text{ m}^2 < Ad \leq 3.0 \text{ m}^2$	85	
		$3.0 \text{ m}^2 < Ad \leq 6.0 \text{ m}^2$	90	
		$6.0 \text{ m}^2 < Ad \leq 12.0 \text{ m}^2$	95	
		$12.0 \text{ m}^2 < Ad$	100	
	病害高度 (hd) D_3	$hd \leq 0.2 \text{ m}$	70	0.10
		$0.2 \text{ m} < hd \leq 0.5 \text{ m}$	75	
		$0.5 \text{ m} < hd \leq 1.0 \text{ m}$	80	
		$1.0 \text{ m} < hd \leq 2.0 \text{ m}$	85	
		$2.0 \text{ m} < hd \leq 3.0 \text{ m}$	90	
		$3.0 \text{ m} < hd \leq 5.0 \text{ m}$	95	
		$5.0 \text{ m} < hd$	100	
	病害覆土厚度 (H) D_4	$5.0\text{m} < H$	20	0.15
		$4.0\text{m} < H \leq 5.0\text{m}$	40	
		$3.0\text{m} < H \leq 4.0\text{m}$	50	
		$2.0\text{m} < H \leq 3.0\text{m}$	65	
		$1.0\text{m} < H \leq 2.0\text{m}$	75	
		$0.5\text{m} < H \leq 1.0\text{m}$	85	
		$H \leq 0.5\text{m}$	100	
	病害与 管线 水平距离 (Lh) D_5	Lh 大于 3 倍管线截面方向上的病害体宽度	5	0.10
		Lh 介于 2 ~ 3 倍管线截面方向上的病害体宽度	10	
		Lh 介于 1 ~ 2 倍管线截面方向上的病害体宽度	40	
		Lh 小于 1 倍管线截面方向上的病害体宽度	70	

一级指标	二级指标	评价内容及描述	分值	权重
		病害体水平投影与管道水平投影相交	100	0.10
	病害与 管线 垂直距离 (L_v) D_6	L_r 大于介于 3 倍病害体高度	5	
		L_r 介于 2 ~ 3 倍病害体高度	10	
		L_r 介于 1 ~ 2 倍病害体高度	40	
		L_r 小于 1 倍病害体高度	70	
		病害体垂直投影与管道垂直投影相交	100	

表 6 土体病害特征指标分值及权重（续）

一级指标	二级指标	评价内容及描述	分值	权重
土体病害特征指标 <i>DCI</i>	病害所在地层 <i>D₇</i>	密实的碎石土、粉质黏土	80	0.10
		砾砂、粗砂、中砂	85	
		粉砂、细砂、砂质粉土	90	
		松散填土、粉土和砂土	100	
注 1：土体病害类别包含六类，其中轻微疏松区域为土体稍密；中等疏松为土体中密；一般富水为土体含水量较高；严重疏松为土体松散；严重富水区域为土体含水量极高；空洞为路面或地面下方存在的空腔。 注 2：通过雷达法等检测方法，土体病害类别所对应的截面积为病害面积。 注 3：通过雷达法等检测方法，土体病害类别所对应的病害高度为病害高度。 注 4：路面或地面距病害最短距离为病害覆土厚度。 注 5：土体病害距管线最短水平距离为病害与管线水平距离。 注 6：土体病害距管线最短垂直距离为病害与管线垂直距离。 注 7：根据资料收集或地质勘察，病害所在的地层位置为病害所在地层。				

6.5 综合评估指数 *REI*

综合评估指数应按式（4）计算。

$$REI = PCI \times \omega_1 + ECI \times \omega_2 + DCI \times \omega_3 \tag{4}$$

式中：

REI——综合评估指数，数值范围为0~100；

PCI——地下管线自身状况特征指标；

ECI——外部环境特征指标；

DCI——土体病害特征指标；

ω_1 ——地下管线自身状况特征指标权重值0.13；

ω_2 ——外部环境特征指标权重值0.12；

ω_3 ——土体病害特征指标权重值0.75。

6.6 风险评估等级确定

6.6.1 综合风险评估等级可划分为四个等级（A、B、C、D），评估等级应按照表 7 的规定。

表 7 风险评估等级

风险评估等级	<i>REI</i> 分值区间	风险等级	风险颜色	风险描述
A	(85, 100]	重大风险	红色	导致管线损伤并引发次生灾害的可能性很大
B	(75, 85]	较大风险	橙色	导致管线损伤并引发次生灾害的可能性较大
C	(60, 75]	一般风险	黄色	导致管线损伤的可能性一般
D	[0, 60]	低风险	蓝色	导致管线损伤的可能性较低

6.6.2 当土体病害为空洞、严重富水区域时，综合评估指数等级评定为 A 级风险，应采取处理措施。

7 土体病害防治

7.1 一般规定

7.1.1 土体病害防治应根据风险评估等级，按照先严重、后轻微的原则，在分析土体病害成因的基础上，制定工程处置措施和管理措施，措施中宜将形成土体病害的诱因同步处置。

7.1.2 土体病害处置宜优先选用开挖回填的方式，条件不允许时可采用非开挖方式处置。

7.1.3 土体病害处置时应查明地下管线的分布，避免对地下管线造成破坏。

7.1.4 工程处置采用新技术、新材料、新工艺时，应对技术方案进行专项论证。

7.2 风险区域防治对策

7.2.1 风险评估等级为 A 级时，应立即启动应急预案，对风险区域采取应急处置措施。

7.2.2 风险评估等级为 B 级时，应对风险区域进行定期巡视，巡视频率不低于每 15 日 1 次，应结合实际情况采取工程处置措施，处置时间较长时增加检测频率。

7.2.3 风险评估等级为 C 级时，应对风险区域进行定期巡视，巡视频率不低于每月 1 次，宜进行工程处置措施。

7.2.4 风险评估等级为 D 级时，可不采取工程处置措施，应对风险区域进行定期巡视，巡视频率不低于每 3 月 1 次。

7.3 处置措施

7.3.1 开挖回填处置措施应符合下列规定：

- a) 处理前应由处置施工单位、地下管线产权单位共同制定开挖回填方案；
- b) 开挖回填的步骤宜为开挖、回填、夯实、修复；
- c) 开挖时应注意保护地下既有管线及构筑物，采用机械开挖作业时，需确认土体病害周边大于 1m 范围内无地下既有管线，在距离管线小于 1m 范围内应采用人工开挖。

7.3.2 钻孔注浆应符合下列规定：

- a) 结合管线特点由处置施工单位、管线产权单位和设计单位共同制定钻孔注浆方案；
- b) 在进行钻孔注浆施工时应通知相关管线管辖单位共同在场实施，避免对管线造成损坏引发次生灾害；
- c) 注浆施工技术措施宜符合 CJJ/T 260 的规定。

7.3.3 定期巡视前应掌握巡视区域过往土体病害的位置和种类，巡视过程中发生以下情况之一时，应立即进行工程处置。

- a) 管线上方地表是否发生沉陷、隆起等异常；
- b) 管线附近是否存在气体异味或液体漏泄等现象；
- c) 管线各项运营技术指标是否正常。

7.4 处置效果评定

7.4.1 城镇道路开挖回填的质量应符合 CJJ 1 的规定；公路开挖回填的质量应符合 JTG 5220 的规定。

7.4.2 对土体病害进行回填夯实后应采用探地雷达法或其他方法对回填的密实程度进行检测，检测合格方可进行修复，若不合格应继续进行回填夯实。

7.4.3 开挖回填修复后道路承载力应不低于原道路等级。

7.4.4 钻孔注浆处置结束后应对处置效果进行检测，如不合格应继续进行处置。

附 录 A
(规范性)
探测成果图件绘制标准

参考 CJJ 61 和 GB/T 50001 的相关要求，对图件的出图做如下规定：

- a) 图件的出图比例应为 1:1000，严格按照比例出图；
- b) 背景底图宜使用统一颜色采用灰色（253）；
- c) 地下管线代号及颜色应符合表 B.1 要求。
- d) 地下管线图例应符合：管道（或管沟）用单直线表示，线宽为 0.1 ~ 0.5mm；
- e) 土体病害区域附图应符合下表 B.2 规定。
- f) 图件的外框选用基本线宽 b 为 1mm，相应的线框组 0.5b 为 0.5mm，0.25b 为 0.25mm；
- g) 图件的标题栏的尺寸宜为 200（240）mm × 30（40）mm，格式及分区参考 GB/T 50001；
- h) 标题栏中的字高宜不大于 10mm；
- i) 图件中两张图纸相接的部分必须设置接图线，接图区域不小于 1cm。

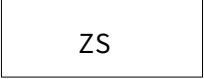
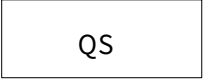
表 A.1 地下管线代码及颜色

管线类别	管线符号	填充颜色（RGB 值）
给水	JS	天蓝色（0,255,255）
污水	WS	褐色（76,57,38）
雨水	YS	褐色（76,57,38）
中水	ZS	天蓝色（0,255,255）
热力	RL	桔黄（255,128,0）
综合管沟	ZH	黑色（0，0，0）
燃气（煤气、液化气、天然气）	RQ	粉红（255,0,255）
电力（供电、路灯、电车、交通新号）	DL	大红（255,0,0）
电信（电话、广播、有线电视）	DX	绿色（0，255，0）

表 A.2 土体病害附图

土体病害类型	填充颜色（RGB 值）	填充样式
空洞	紫色（255，0，255）	

表 A.2 土体病害附图（续）

土体病害类型	填充颜色（RGB 值）	填充样式
严重疏松	红色（255，0，0）	
中等疏松	蓝色（0,0,255）	
轻微疏松	绿色（0,255,0）	
严重富水	洋红色（187,38,73）	
一般富水	青色（0,255,255）	
注：土体病害区域面积小于等于 10m ² 时，图上标注土体病害区域中心坐标，当土体病害区域面积大于 10m ² 时，图上标注土体病害区域对角线坐标。		

附 录 B
(资料性)
信息卡片示例

表 B.1 土体病害信息卡

XX 号中等疏松										
尺寸					中心坐标		横坐标			
埋深							纵坐标			
所在位置										
XXX 雷达图谱				XXX 雷达图谱				XXX 雷达图谱		
横向										
纵向										
地图位置				现场照片				病害周边管线图		
土体病害周边管线及风险等级				土体病害说明/分析						
管线种类		距离								风险等级
				处置建议/措施						
注 1：雷达图谱应为时间剖面图，可为彩图或黑白图，尺寸可反应出土体病害范围； 注 2：地图位置应达到通过地图可在现场找到该处土体病害的效果； 注 3：现场照片应将土体病害区域周边标志性建筑物拍摄进入。										

表 B.2 检查井内异常信息卡

检测井编号					
管线种类				异常情况	
所在位置				纵坐标	
				横坐标	
现场照片		文字描述，井内到井圈均应在内		位置示意	
处理建议					
注 1：现场照片应将井内到井圈均包含在内。 注 2：位置示意图应可反应出窰井的大概位置。					

参 考 文 献

- [1] GB/T 20257.1—2017 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
 - [2] GB/T 27921—2023 风险管理 风险评估技术
 - [3] GB/T 50001—2017 房屋建筑制图统一标准
 - [4] GB 50021—2001 2009年版 岩土工程勘察规范
 - [5] GB 50026—2020 工程测量标准
 - [6] GB 50289—2016 城市工程管线综合规划规范
 - [7] CH/T 2009—2010 全球定位系统实时动态测量（RTK）技术规范
 - [8] CJJ 1—2008 城镇道路工程施工与质量验收规范
 - [9] CJJ/T 7—2017 城市工程地球物理探测标准
 - [10] CJJ/T 8—2011 城市测量规范
 - [11] CJJ 36—2016 城镇道路养护技术规范
 - [12] CJJ 56—2012 市政工程勘察规范
 - [13] CJJ 61—2017 城市地下管线探测技术规程
 - [14] CJJ/T 260—2016 道路深层病害非开挖处治技术规程
 - [15] JTG 5110—2023 公路养护技术规范
 - [16] JTG 5220—2020 公路养护工程质量检验评定标准
 - [17] TB 10013—2023 铁路工程物理勘探规范
 - [18] TB 10223—2004 铁路隧道衬砌质量无损检测规程
 - [19] DB11/T 311.1—2019 城市轨道交通工程质量验收标准
 - [20] DB11/T 316—2015 地下管线探测技术规程
 - [21] DB11/T 716—2019 穿越既有道路设施工程技术要求
 - [22] DB11/T 852—2019 有限空间作业安全技术规范
 - [23] DB11/T 3023—2019 公路养护作业安全设施设置规范
-