

团 体 标 准

T/JSZZ 001-2025

市政道路病害体雷达探测监测规程

Detection and monitoring standards for disasters of municipal
road

2025-12-16 发布

2025-12-16 实施

江苏省市政工程协会 发布

江苏省市政工程协会标准

市政道路病害体雷达探测监测规程

Detection and monitoring standards for disasters of municipal road

T/JSSZ 001-2025

主编单位：北京中城建设工程检测技术有限公司

江苏城市生命线工程科技有限公司

批准部门：江苏省市政工程协会

实施日期：2025年12月16日

江 苏

前 言

本文件按照 GB/T 1.1《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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利,本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由江苏省市政工程协会提出并归口。

本文件是在系统总结国内市政道路病害体雷达探测监测技术研究成果和工程经验的基础上编制而成。规程共分为 9 章、6 个附录,主要内容包括:1 范围;2 规范性引用文件;3 术语和定义;4 基本规定;5 病害体分类;6 病害体探测;7 安全作业防护;8 病害体监测;9 报告编制。本次提出的可实施的病害体探测监测方法,后期可接入城市生命线安全工程,属于本文件的创新点。

主编单位: 北京中城基建工程检测技术有限公司

江苏城市生命线工程科技有限公司

参编单位: (顺序不分先后)

南京市城市道路管理中心

盐城市市政设施管理处

徐州市市政管理中心

镇江市市政设施管理处

淮安市市政设施养护中心

淮安市市政公用事业管理服务中心

江苏淮安工业园区建设管理局

南京市鼓楼区市政设施综合养护中心

南京市雨花台区道路事业发展中心

南京市建邺区市政设施综合养护中心

南京市秦淮区市政设施综合养护管理所

南京市玄武区市政设施综合养护管理所

南京市栖霞区市政设施综合养护管理所

南京大厂市政公用有限公司

南京古棠市政公用工程有限公司

中城智通科技有限公司

南京市测绘勘察研究院股份有限公司

北京中地安迈科技有限公司

南京方园建设工程材料检测中心有限公司

苏城工程检测江苏有限公司
南京苏境管道科技有限公司
北京中城基建科技集团有限公司

主编人员：赵胜岭 陈清华 夏志成

参编人员：崔艳秋 刘 帅 卢义媛 叶晓东 张 工 谷洪彪 邵安琪 赵坤选
田德涛 刘晓乾 赵玉斌 岳力强 邓 松 吴文超 丁千宁 焦文伟
丁东方 郑宗浩 龚雪飞 高 振 郑 琪 李 浩 周韦安 丁 勇
王 勇 王志勇 张学斌 李 通 刘 佳 陈 焘 朱亚飞 张 弛
陈 柯 李海霞 刘健欣 陆玉红 蔡海泉 朱浩然 石国杰 高宁涛
许守杰 徐 正 张红霞 丁 伟

主要审查人员：赵昔生 曾惠芬 周乙新 严伟一 刘 立 周 涛 梅志平 徐荣准

目 次

| | |
|---------------------------|----|
| 1 范围..... | 1 |
| 2 规范性引用文件..... | 1 |
| 3 术语和定义..... | 2 |
| 4 基本规定..... | 3 |
| 5 病害体分类..... | 4 |
| 6 病害体探测..... | 5 |
| 6.1 一般规定..... | 5 |
| 6.2 人员要求..... | 6 |
| 6.3 设备配置..... | 7 |
| 6.4 资料收集..... | 8 |
| 6.5 方案编制与评审..... | 8 |
| 6.6 现场探测..... | 9 |
| 6.7 数据处理和解释..... | 10 |
| 6.8 病害体复测..... | 13 |
| 6.9 病害体验证..... | 13 |
| 6.10 探测结果..... | 15 |
| 6.11 病害体处治建议..... | 15 |
| 7 作业安全防护..... | 15 |
| 7.1 一般规定..... | 15 |
| 7.2 交通安全措施..... | 16 |
| 8 病害体监测..... | 16 |
| 8.1 一般规定..... | 16 |
| 8.2 基本要求..... | 16 |
| 8.3 监测系统..... | 17 |
| 8.4 监测数据资料..... | 17 |
| 8.5 监测周期..... | 18 |
| 8.6 信息预警..... | 19 |
| 9 报告编制..... | 19 |
| 9.1 一般规定..... | 19 |
| 9.2 报告内容..... | 19 |
| 9.3 报告校审..... | 20 |
| 9.4 报告放行..... | 20 |
| 附录 A 道路病害体探测现场记录表..... | 21 |
| 附录 B 典型道路病害体和干扰源图谱示例..... | 22 |
| 附录 C 道路雷达探测病害体统计表..... | 24 |
| 附录 D 病害体特征信息统计表..... | 25 |
| 附录 E 病害体记录表..... | 26 |
| 附录 F 道路病害体探测成果代号和图例..... | 27 |

1 范围

本文件规定了江苏省市政道路病害体的分类、雷达探测方法、复测与验证、作业安全防护、监测、报告编制的相关要求。

本文件适用于市政道路、城市广场等深度 5m 以内的病害体雷达探测监测。

江苏省市政道路病害体探测监测除应符合本标准的规定外，尚应符合国家、行业及江苏省地方现行有关标准的规定。

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。

JGJ/T 437 城市地下病害体综合探测与风险评估技术标准

苏建函城〔2021〕654号 江苏省城市道路塌陷风险评估技术指南

苏建函城〔2022〕628号 江苏省城市道路塌陷监测预警指南

CJJ/T7 城市工程地球物理探测标准

DB32/T 4145 城市安全风险评估导则

T/CMEA 2 道路塌陷隐患雷达检测技术规范

T/CHCA-009 道路地下病害雷达检测评估规程

DGJ32/TJ 208 岩土工程勘察规范

GB/T50585 岩土工程勘察安全标准

CJJ/T8 城市测量规范

JTG H30 公路养护安全作业规程

JGJ/T 87 建筑工程地质勘探与取样技术规程

CJJ/T 26010 道路深层病害非开挖处治技术规程

GA/T 900 城市道路施工作业交通组织规范

CJJ36 城镇道路养护技术规范

CJJ/T 100 城市基础地理信息系统技术标准

GB/T 22239 信息安全技术信息系统安全等级保护基本要求

GB/T 21740 基础地理信息城市数据库建设规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 道路病害体 road disasters

是指对道路运行存在潜在不利影响的地下空洞、脱空、疏松体、富水体的总称。

3.2 病害体探测 disasters detection

采用地球物理方法探测道路病害体，查明其类型、位置和规模等属性特征的活动。

3.3 病害体监测 disasters monitoring

利用数据管理系统监测市政道路病害体分布及其动态变化等属性特征的活动。

3.4 空洞 void

地下土体中自然发育或人工形成的具有一定规模的洞体，净空大于等于 40cm。

3.5 脱空 cavity underneath pavement

地面硬壳层与地基土之间发育的具有一定规模的洞体，垂向净空小于 40cm。

条文说明

3.4 脱空常见于混凝土地面、半刚性基层沥青路面以及白改黑路面等刚性或半刚性面层下方，一般表现为平面尺寸大于垂向高度特点。

3.6 疏松体 loosely infilled void

地下自然发育或人工形成的结构相对松散，密实度明显低于周边土体的不良地质体。

3.7 富水体 water-rich void

路基或周边局部土体含水率明显高于（接近饱和）周边土体的不良地质体。

3.8 探地雷达 ground penetrating radar (GPR)

探地雷达是一种基于瞬态电磁波在不同介质中传播特性不同的地球物理探测方法。其发射天线将短脉冲电磁波以宽频带短脉冲的形式发射到地下，电磁波在地下介质中传播时，遇到存在电性差异的分界面时会发生反射，反射信号被接收天线接收，经数字信号处理后转变成地下结构的层析切片雷达图像，解译地下目标物。

3.9 干扰源 interference source

在道路病害体探测中，影响探测信号质量、数据信噪比和探测深度的各种干扰因素。

3.10 测线 survey line

在工作状态下，探地雷达天线从探测起点到探测终点的轨迹。

3.11 高精度定位系统 high precision positioning system

通过卫星对地面目标进行准确定位的集合体或装置(部件)，包括全球卫星定位系统(GPS)、全球卫星导航系统(高精度 GNSS)、全站仪等。

3.12 病害体验证 verification of disasters identified by detection

在病害体地球物理探测成果的基础上，采取钻探、挖探、钎探、内窥镜等方法对疑似道路病害体进行验证的活动。

4 基本规定

4.1 市政道路病害体探测监测应结合既有的岩土工程、市政设施、水文气象、结合道路结构现状及历年养护情况等资料，探测病害体的属性及特征，提出处治对策建议，必要时建立市政道路病害体雷达探测监测数据管理系统。

条文说明

4.1 考虑到经济投入和运行成本，必要时通常指病害体数量大于 50 个，且市政道路病害体探测主管单位有强制要求和监测经费预算时。

4.2 市政道路病害体探测宜选用探地雷达方法，查明道路表层以下 5m 范围内的地下病害，评价其对道路安全的影响，用探地雷达法探测病害体适用下列基本条件：

- 1) 地下病害与周边土体存在一定电性差异。
- 2) 地下病害体几何尺寸与其埋藏深度或检测距离之比不应小于 1/5。

4.3 市政道路病害体探测区域和时效的选择应符合下列规定：

- 1) 当地面发生严重变形或塌陷事故、地下管线发生变形或破损时，应立即进行探测；
- 2) 道路改扩建、大中修等工程施工前，宜进行探测；
- 3) 埋藏年代久远的地下基础设施区域，宜定期探测；
- 4) 当深基坑等地下工程施工时，宜在施工前、施工中和竣工后对周边道路进行探测；
- 5) 城市重大社会活动举办前，宜对涉及的道路区域进行探测；
- 6) 新建自来水、热力管线、污水管线、地下顶管施工、牵引管、非开挖工程等竣工后，宜及时进行探测；
- 7) 排水管涵、河道周边道路等区域，宜在汛期进行探测；
- 8) 超重临时通行路线、沿河道路在做疏浚等可能发生道路塌陷隐患时，宜进行探测；
- 9) 其他有可能发生道路塌陷隐患的路段宜进行探测。

4.4 市政道路病害体探测可采用普查和详查相结合的方式，并应符合下列规定：

- 1) 普查应对测区进行全面探测，并应确定重点探测区，当工程较小或工作量小时，也可直接采用详查的方式。
- 2) 详查应对历史事故发生的区域、管线密集区、地面明显变形区、普查中发现的疑似道路病害

体异常区域等进行探测和复测，并进行病害体验证，查明道路病害体的属性。

4.5 重点区域探测周期应符合下列规定：

- 1) 市政快速路、主干路和次干路等城市道路探测周期为 1 年；
- 2) 市政支路探测周期为 2 年；
- 3) 地下管线复杂路段、道路塌陷隐患风险较高的路段探测周期为 6 个月；
- 4) 城市地铁周边、管廊、人防等大型地下工程周边探测周期为 3 个月；
- 5) 经常发生道路沉陷或者塌陷的路段探测周期为 3 个月；
- 6) 重要大型活动举办地周边路段在活动举办前 3 个月内完成探测。

条文说明

4.5 重点探测区的探测范围包括非机动车道和人行道，探测周期表示不宜超过。

4.6 道路病害体探测使用的雷达天线频率应根据探测对象、场地地球物理特性、环境特性、探测深度和精度等因素综合选择。

4.7 探地雷达应性能稳定、状态良好，且经比对试验合格或检定校准合格。

4.8 在探测过程中，当发现道路塌陷风险等级极高的道路地下病害体时，应立即上报委托单位。

条文说明

4.8 当空洞、脱空病害体的埋深较浅、规模较大时，其风险发生可能性极高，应立即上报委托单位，避免发生突发塌陷事故。同时，处置过程中应跟踪探测，确保隐患消除，形成管养闭环。

4.9 在探测过程中和完成后应进行数据质量检查，合格后方可用于解译。

4.10 对探测到的病害体应进行复核与验证，分析成因并提出处治建议。

4.11 病害体探测完成后，应编写探测报告。

5 病害体分类

5.1 道路病害体的分类及工程特征：

道路病害体分为空洞、脱空、疏松、富水体 4 大类。具体分类及工程特征见表 5.1。

表 5.1 道路病害体的分类分级及工程特征

| 道路病害体分类 | 工程特征(强度、密度、空间分布、含水等) |
|---------|---|
| 空洞 | 1. 路面下方发育的具有一定规模的洞穴，易引发路面塌陷和变形 2. 埋置深度浅，水平影响范围相对较大，空腔的上下界面一般不平整且净空 $\geq 40\text{cm}$ |
| 脱空 | 1. 位于地基土中，规模大小不一，其上下界面一般均不平整，对上部土体或结构具有失稳风险 2. 其规模尺度较小，空腔的上下界面一般不平整且净空 $< 40\text{cm}$ |

| | | |
|-----|------|---|
| 疏松 | 严重疏松 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 路面下方局部范围土体密实度明显低于周边土体，局部相对松散，易引发路面变形，甚至路面塌陷等不良现象 2. 相对周边土体，具有结构不均匀、松散、密实度低、强度低、高压缩性等特点 3. 疏松体范围逐渐扩大到一定程度，其自身承载力降低，内部土体发生坍塌，疏松体上部发展为空洞，在路基与基层之间、基层和面层之间会出现脱空病害体 |
| | 一般疏松 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 基本不密实、存在部分孔隙浸水后连接强度减弱，遇通道易于流失 2. 外力作用下易产生压缩变形 |
| 富水体 | | <ol style="list-style-type: none"> 1. 路面下方局部范围内的含水率明显高于周边土体的不良地质体 2. 相对周边土体均匀性较差、含水量高、呈流塑状态、灵敏度较高，强度很低、孔隙比较大、压缩性较大等特点 3. 富水体区域因局部水力作用，土体结构弱化，强度降低，工程性质变差危及周边工程安全，其上部发展为空洞 4. 富水体中的固体成分易被冲蚀后形成“水囊” |

条文说明

5.1 本文件道路病害体的分类及工程特征依据行标《城市病害体综合探测与风险评估技术标准》(JGJ/T 437)、《江苏省城市道路塌陷风险评估技术指南(试行)》苏建函城〔2021〕654号、《道路塌陷隐患雷达检测技术规范》(T/CMEA 2)、《道路地下病害雷达检测评估规程》(T/CHCA-009)以及探测实例经验值得出。

5.2 道路病害体的地球物理特征:

道路病害体的地球物理特征包含介电特征、弹性特征、电阻率特征，见表 5.2。

表 5.2 道路病害体的地球物理特征及分类

| 病害体类型 | 介电特征 | 弹性特征 | 电阻率特征 |
|-------|---------------------------------|-----------------------|--|
| 脱空 | 相对介电常数为 1 | 弹性波速度低 波阻抗低 | 电阻率大于周边土体，明显高阻异常 |
| 空洞 | | | |
| 疏松体 | 相对介电常数小于周边土体 疏松程度越高，相对介电常数越小 | 弹性波速度低 疏松程度越高，速度越低 | 电阻率较大于周边土体 疏松程度越高，电阻率差异越明显 电阻率等值线结构不规则 |
| 富水体 | 相对介电常数大于周边土体 含水量越高，相对介电常数越大 | 弹性波速度低 | 电阻率小于周边土体 明显低阻异常 |

6 病害体探测

6.1 一般规定

6.1.1 道路病害体探测工作应参照现行行业标准《城市地下病害体综合探测与风险评估技术标准》(JGJ/T 437)、《江苏省城市道路塌陷风险评估技术指南(试行)》苏建函城〔2021〕654号和《城市工程地球物理探测标准》(CJJ/T7)、《城市安全风险评估导则》(DB32/T 4145)等相关规定。

6.1.2 病害体探测应遵循从简单到复杂的原则，当探测目标不清晰时，可从已知到未知进行追踪。

6.1.3 在病害体探测之前，应选择探测方法、观测系统、探测参数并进行合理性验证，以确定最优

方法。

6.1.4 道路病害体探测时，当遇大风、暴雨、大雪、大雾等影响人员和设备安全、探测数据真实性、可靠性时，应暂停现场数据采集，雨后 24 小时内不宜进行数据采集，场地内有大量积水时严禁探测。

6.1.5 市政道路病害体雷达探测监测宜按前期准备、方案编制、现场探测、内业工作和后续服务的流程展开，一般探测工作流程如图 6.1.5。

条文说明

6.1.5 市政道路病害体雷达探测监测前期准备工作包括人员安全培训、设备准备、资料收集；方案编制依据现场踏勘和管线调查编制，经双方评审确定；现场探测包括作业安全保障、测线布置、数据采集等过程；内业工作包含数据解译、资料整理、成果报告编写与评审工作；后续服务包括应急探测、病害复测、技术支持和病害监测。

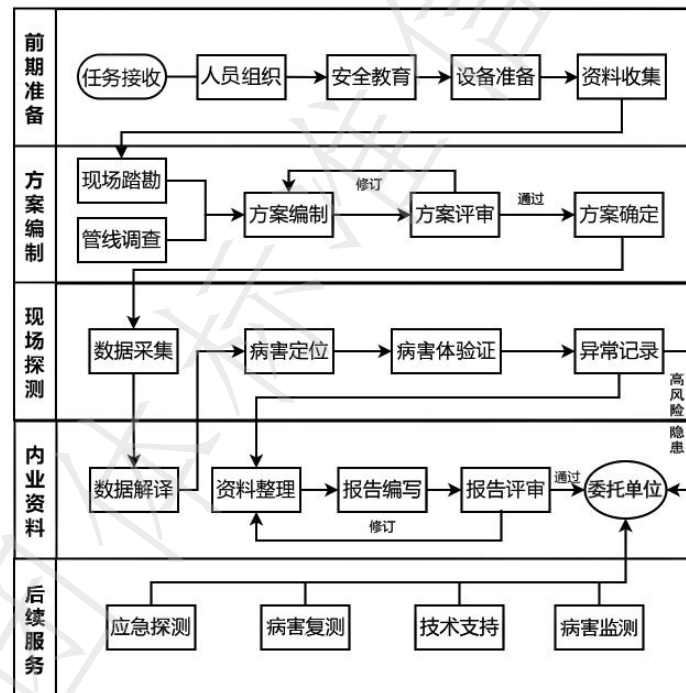


图 6.1.5 道路病害体雷达探测工作流程图

6.2 人员要求

6.2.1 项目负责人和技术负责人应具有从事病害体探测项目管理经验，有道路病害探测领域相关专业背景或教育培训经历，具备地质类、岩土类、地球物理类、勘察类、测绘类等相关专业技术职称。

6.2.2 分析人员应掌握病害体探测的相关专业知识，具有道路病害探测领域相关专业背景或教育培训经历，具备地质类、岩土类、地球物理类、勘察类、测绘类等相关专业技术职称。

6.2.3 辅助技术岗位人员应具备道路雷达探测经验，且经过雷达探测专业技术培训合格后方可上岗。

6.2.4 项目开工前应对项目人员进行安全交底培训。

6.3 设备配置

6.3.1 探地雷达应满足专用性、稳定性、便利性等要求，雷达天线应具备屏蔽功能。

6.3.2 探地雷达应配备高精度定位系统，可采用全球卫星定位系统((GPS)、全球卫星导航系统(高精度 GNSS)等设备，实现精确定位。

6.3.3 探地雷达应配备不同中心频率天线，天线中心频率宜选用 100MHz-600MHz，以满足不同探测深度要求。不同天线主频对应的参考深度表见表 6.3.3。

表 6.3.3 不同天线主频对应的参考深度表

| 天线主频 | 可探测深度 | 参考值 |
|--------|-----------|------|
| 600MHz | 0.5-3.0 | 2.0m |
| 400MHz | 1.0-5.0m | 3.0m |
| 200MHz | 1.0-9.0m | 5.0m |
| 100MHz | 4.0-25.0m | 7.0m |

6.3.4 探地雷达分辨率要求

探地雷达法的垂向分辨率宜取探地雷达电磁波波长的 1/4，电磁波在地下介质中传播的波长宜按下式计算：

$$\lambda = 1000 \frac{c}{f\sqrt{\epsilon_r}}$$

式中： λ ——电磁波波长 (m)；

c ——电磁波在真空中的传播速度 (m/ns)，取 0.3；

f ——天线中心频率 (MHz)；

ϵ_r ——相对介电常数；

探地雷达法的横向分辨率宜按下式计算：

$$\chi' = \sqrt{\frac{\lambda h}{2} + \frac{\lambda^2}{16}}$$

式中： χ' ——横向分辨率 (m)；

λ ——电磁波波长 (m)；

h ——目标体顶部埋深 (m)。

6.3.5 探地雷达性能指标应符合下列规定和要求：

- 1) 系统增益不小于 150dB；
- 2) 信噪比不小于 110dB，动态范围不小于 120dB；
- 3) 具有实时显示、增益控制、信号叠加、实时滤波、点测、连续测量和位置标记等功能；
- 4) 计时误差不应大于 1.0ns；

- 5) 采样间隔 $<2\text{cm}$, 最小时间采样间隔应 $\leq 0.5\text{ns}$;
- 6) 工作温度 $-10^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$;
- 7) 应具备 5-36 通道采集功能, 以便保障较好的切片效果。

6.3.6 辅助设备主要包括定位测量设备和验证设备。

6.3.7 定位测量设备应满足数据采集和测线定位的精度要求, 测量精度应符合行业标准《城市测量规范》(CJJ/T8-2011)的有关规定。

6.3.8 验证设备应具备安全可靠、操作简单、对周边环境扰动小的特点。

6.3.9 安全防护设备包括但不限于安全防护车、反光服、锥桶、箭头导向灯等。

6.3.10 探测作业的车辆应为经过备案的专项作业车, 并应配置警示标志、灯具, 车身应使用统一标志。

6.4 资料收集

6.4.1 测区有关资料搜集应包含以下内容:

- 1) 项目任务内道路统计表, 确定探测范围;
- 2) 测区内的地形图、测量控制资料、道路工程、地下工程等设计和施工资料;
- 3) 测区工程地质和水文地质资料;
- 4) 测区内的地下管线现状资料、已有的排水管道内探测成果资料、给水管道漏水探测成果资料;
- 5) 历年道路病害体位置、规模、治理方式等相关资料。

6.4.2 现场踏勘应记录以下内容:

- 1) 应核查待探测工作量包括路段的长度、车道数量、宽度等;
- 2) 应记录探测路段周边环境信息包括地铁、人防、地下停车场、地下商场等分布情况;
- 3) 记录探测路段路面明显异常区域包括路面网裂、沉陷、拥包以及降雨积水点等情况;
- 4) 记录道路中高架桥、高大建筑、树木等影响定位的路段, 记录道路两侧停车、施工围挡等信息;
- 5) 管线调查时应核查一定数量检查井, 与现有管线资料对比, 验证其是否准确。

6.5 方案编制与评审

6.5.1 应在资料收集和踏勘的基础上, 根据项目要求编制项目探测方案。

6.5.2 探测方案应包含以下主要内容:

- 1) 工程概况
- 2) 编制依据
- 3) 探测重点和难点分析

- 4) 人员和设备配置
- 5) 计划安排
- 6) 探测流程和方法
- 7) 安全文明保障措施
- 8) 成果报告

6.5.3 委托方应组织专家对探测方案进行评审，提出意见和建议，并确定最终探测方案。

6.6 现场探测

6.6.1 测量定位

- 1) 应对测线的起止点、转折点和地形突变点等重要点位进行定位测量，并绘制在地形图或其他平面图上；
- 2) 测量点测量精度应符合行业标准《城市测量规范》（CJJ/T8）的有关规定；
- 3) 探测使用地形图比例尺不宜小于 1:1000。

6.6.2 测线布置要求

1) 机动车道探测时使用车载三维探地雷达对指定道路区域进行全覆盖探测，根据探测区域的现场具体情况以道路中线为基准向两侧逐条车道进行探测，两条测线边缘间距应小于 15cm；

2) 不具备车载探地雷达作业条件的非机动车道、人行道及特殊路段，优先使用手推式三维探地雷达进行全覆盖探测，对宽度较窄的特殊路段可采用便携式探地雷达进行探测。100MHz 天线测线间距不应大于 1.5m，200MHz 天线测线间距不应大于 1.0m，400MHz 天线测线间距不应大于 0.5m；

3) 停车位测线布设方式：在路段探测前进行踏勘，组织专人负责与道路范围内临停车车辆的车主进行沟通挪车，保证探测车能顺利覆盖通行，未探测区域后期具备探测条件后进行补测，对难以协调的停车位区域，可采用便携式探地雷达，于车辆四周进行探测，降低因路面被占用未探测到病害体的风险；

4) 对道路加宽、加长、汇入汇出口、十字路口、绿化间隔带、行进有遮挡及绕行处等区域采取补测措施；

5) 不可移动的围挡区域、障碍物等做好记录，后期动态补测；

6) 管线区域探测时应对管线上方中心线两侧 2.0-3.0m 对应地面范围进行探测，测线方向宜沿管线走向布设；

7) 排水管涵、河道周边道路、沿河道路不具备车载三维雷达探测条件时，可采用便携式探地雷达进行探测。

6.6.3 数据采集

1) 数据采集探地雷达宜采用连续触发, 车速控制在 25-60 之间, 并保持匀速前进, 保证采集数据不出现丢道现象, 且要满足目标体分辨率的要求;

2) 现场探测出现不正常情况应及时分析原因, 必要时重测;

3) 采用测距轮进行采集时, 单条测线的记录长度宜小于 1000m;

4) 探测中发现疑似病害体时应进行现场雷达数据手动标记;

5) 市政道路快速路、主干道及交通流量较大的次干路应选择夜间车辆较少的时间 (20:00-次日 6:00) 进行数据采集;

6) 发现危险性较大的病害体, 探测单位应在 2 小时内通报委托单位, 并于 24 小时内提交书面报告。

6.6.4 现场记录要求

1) 探测过程中应按探测方法和探测目的填写现场记录, 记录内容应清晰、准确完整, 电子记录应进行保存和备份;

2) 现场记录包括项目名称、探测地点、经纬坐标、文件号、测线参数、测线位置、测线长度、车道数量、车道长度、环境、围挡、停车等, 现场记录单格式见附录 A;

3) 探测中异常情况如存在干扰源、地面积水、明显沉降等情况应准确记录。

6.7 数据处理和解译

6.7.1 数据处理

1) 数据处理前应对采集的原始数据进行质量检查, 质量检查应符合行业标准《城市工程地球物理探测标准》(CJJ/T7) 的有关规定, 检查合格后方可用于数据处理和解译;

2) 数据处理前应准备以下资料: 工程技术要求、原始记录、原始数据;

3) 处理带有定位信息的雷达数据时, 应先进行轨迹信息的检查, 当发现局部点位偏离时, 应根据现场探测情况进行校正;

4) 一般常规处理道路病害体解译应包含以下内容: 零点校正、去直流漂移、带通滤波、增益调节, 流程如下图 6.7.1。

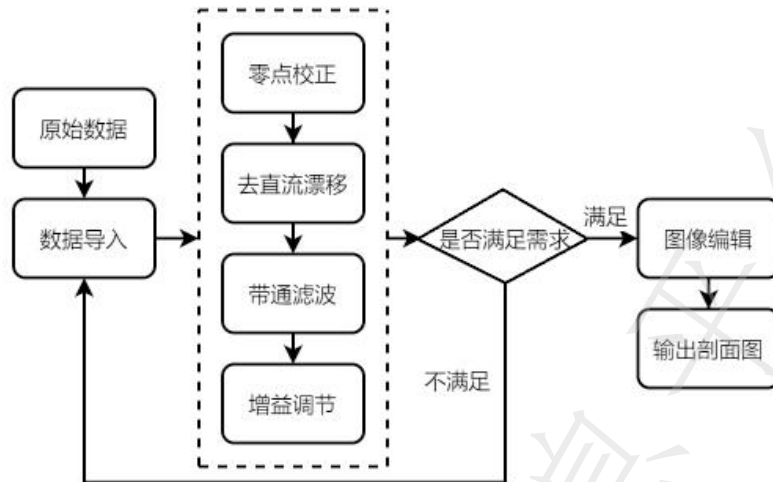


图 6.7.1 雷达数据一般处理工作流程图

5) 显示色阶应以突出有效病害体为目的，对图像进行色标调整，以获得最佳解译效果；

6) 资料处理环节中应对数据处理流程和参数全面检查，对处理结果实施抽查，抽查率不低于 5%。

6.7.2 数据解译

1) 数据解译前应准备以下资料：原始数据、现场记录单、前期收集的各类资料、解译软件；

2) 数据解译成果应采用专业语言描述，用于成果解译的雷达图谱应清晰、信噪比高；

3) 应根据信号的同相轴、振幅、相位和频率等属性特征提取异常；

4) 应结合现场记录和调查资料，排除干扰异常；

5) 探地雷达法对道路进行探测的过程中，明显的干扰源主要有：地上干扰和地下干扰，具体干扰源如表 6.7.2-1 所示。常见构筑物图谱特征如表 6.7.2-2 所示；

表 6.7.2-1 典型干扰源分类表

| 干扰源类型 | 典型干扰源 |
|-------|------------------------------------|
| 地上干扰 | 邻近建筑物、过街天桥、高架桥、地面井盖及钢板、金属栅栏、车辆、路灯等 |
| 地下干扰 | 地下管线、管涵及井室、地下通道、地下加固体等 |

表 6.7.2-2 常见构筑物图谱特征

| 类型 | 图像特征 | 振幅 | 相位与频谱 |
|--------------|---|-------|-----------------------------|
| 过街天桥 高架桥 | 1. 平行于桥面走向，顶部水平同相轴 2. 多次波发育且随时间、深度变大而减弱 3. 垂直于桥面剖面，顶部表现为双曲线形态，跨度巨大 4. 图像位于雷达剖面较深部位 | 整体振幅强 | 1. 顶部反射与入射波反向 2. 频率高于背景场 |
| 路表井盖 路表篦子 | 1. 图像起于雷达剖面顶部，水平向多呈规则形状，垂直向呈规则矩形 2. 多次波十分发育且随时间、深度变大而减弱 | 整体振幅强 | 1. 顶部反射与入射波反向 2. 频率高于背景场 |
| 路表钢板 | 1. 图像起于雷达剖面顶部，水平向多呈规则形状，垂直向呈规则矩形 2. 多次波十分发育且随时间、深度变大而减弱 3. 图像跨度尺寸与钢板宽度较一致 | 整体振幅强 | 1. 顶部反射与入射波反向 2. 频率高于背景场 |
| 路灯杆 | 1. 垂直于道路走向，顶部水平同相轴 | 整体振 | 1. 顶部反射与入射 |

| | | | | |
|----|----------|---|-------|------------------------------|
| | | 2. 多次波发育且随时间、深度变大而减弱 3. 垂直于路面剖面，顶部表现为双曲线形态，跨度大，一般可见多处双曲线连续出现 4. 图像位于雷达剖面较深部位 | 幅强 | 波反向 2. 频率高于背景场 |
| | 钢筋 | 1. 垂直于钢筋走向，顶部水平同相轴发育 2. 多次波发育且随时间、深度变大而减弱 3. 垂直于钢筋走向，顶部表现为月牙形态，钢筋间距较密时可见连续波浪状形态 | 整体振幅强 | 1. 顶部反射与入射波反向 2. 频率高于背景场 |
| | 混凝土路面胀缩缝 | 1. 垂直于道路走向，顶部水平同相轴发育 2. 多次波发育且随时间、深度变大而减弱 3. 垂直于路面剖面，顶部表现为平板形态 4. 图像起于雷达剖面顶部，间距均匀连续出现 | 整体振幅强 | 1. 顶部反射与入射波反向 2. 频率高于背景场 |
| | 铁轨 | 1. 平行于铁轨走向，顶部水平同相轴发育 2. 多次波十分发育且随时间、深度变大而减弱 3. 垂直于铁轨剖面，顶部表现为波浪形态，整体呈平板状 4. 图像跨度尺寸与铁轨宽度较一致 | 整体振幅强 | 1. 顶部反射与入射波反向 2. 频率高于背景场 |
| 管线 | 金属管线 | 1. 平行于管线剖面，顶部水平同相轴发育 2. 多次波发育且随时间、深度变大而减弱 3. 垂直于管线剖面，顶部表现为双曲线形态 4. 绕射波明显、多次波明显 | 整体振幅强 | 1. 顶部反射与入射波反向 2. 频率高于背景场 |
| | 非金属管线 | 1. 平行于管线剖面，顶部水平同相轴发育 2. 多次波发育且随时间、深度变大而减弱 3. 垂直于管线剖面，顶部表现为倒悬双曲线形态 4. 绕射波明显、多次波明显 | 整体振幅强 | 1. 顶部反射与入射波同向 2. 频率高于背景场 |
| | 管涵 | 1. 平行于管线剖面，顶部水平同相轴发育 2. 多次波发育且随时间、深度变大而减弱 3. 垂直于管线剖面，表现为正向连续平板形态 4. 在管涵边界处绕射波较发育 5. 多次波明显 | 整体振幅强 | 1. 顶部反射波与入射波同向 2. 频率高于背景场 |
| | 井室 | 1. 由路表井盖及路面下井室部分组成，井盖部位图像特征同路表井盖 2. 井室部位剖面顶部多呈平板状，垂直向呈规则矩形 3. 井室部位多次波发育且随时间、深度变大而减弱 | 整体振幅强 | 1. 顶部反射与入射波反向 2. 频率高于背景场 |
| | 掩埋井盖 | 1. 图像与路表井盖相似，起于路面下方，水平向多呈规则形状，垂直向呈规则矩形 2. 多次波十分发育且随时间、深度变大而减弱 | 整体振幅强 | 1. 顶部反射与入射波反向 2. 频率高于背景场 |

6) 道路病害体解译宜结合地面变形、管线破损、历史塌陷、地质条件等调查资料进行；

7) 道路病害体的位置、形态、规模宜结合相邻测线对比分析确定；

8) 数据解译流程如图 6.7.2；



图 6.7.2 数据解译流程图

9) 道路病害体雷达图谱典型识别特征如表 6.7.2-3；

表 6.7.2-3 道路病害体雷达图谱典型识别特征

| 道路病害体 | | 波组特征 | 振幅 | 相位与频谱 |
|-------|----|---|---------------|--|
| 脱空 | | 脱空顶部一般形成连续反射波组，似平板状形态；多次波明显，重复次数较少 | 整体振幅强，雷达波衰减很慢 | 顶部反射波与入射波同向，底部反射波与入射波反向，底部反射不易观测；频率高于背景场 |
| 空洞 | | 近似球形空洞反射波组表现为倒悬双曲线形态；近似方形空洞反射波表现为正向连续平板状形态；多次波、绕射波明显，重复次数较多 | 整体振幅强，雷达波衰减很慢 | 顶部反射波与入射波同向，底部反射波与入射波反向，底部反射不易观测；频率高于背景场 |
| 疏松体 | 严重 | 顶部形成连续反射波组；多次波较明显、绕射波较明显；内部波形结构杂乱，同相轴很不连续 | 整体振幅强，衰减很慢 | 顶部反射波与入射波同向，底部反射波与入射波反向；频率高于背景场 |
| | 一般 | 顶部形成连续反射波组；多次波、绕射波不明显；内部波形结构较杂乱，同相轴较不连续 | 整体振幅较强，衰减较慢 | 顶部反射波与入射波同向，底部反射波与入射波反向；频率略高于背景场 |
| 富水体 | | 顶部形成连续反射波组；两侧绕射波、底部反射波、多次波不明显 | 顶部反射波振幅强，衰减很快 | 顶部反射波与入射波反向，底部反射波与入射波同向；频率低于背景场 |

10) 参考典型道路病害体和干扰源图谱示例（附录 B）提取出病害图谱，对道路病害体进行定性解译（空洞、脱空、疏松体和富水体）和定量解译（范围，埋深）。

6.8 病害体复测

6.8.1 病害体复测是指对解译推断的道路病害体进行详查，排除干扰图谱，确定道路病害体的位置、类型、面积。

6.8.2 复测时测线布置宜网格状布置。

6.8.3 复测必要时应利用管线探测仪对验证点地下管线进行探测和定位。

6.8.4 复测时宜采用两种以上不同主频的天线进行组合测试，兼顾深度与精度探测。

6.8.5 根据雷达图谱，结合典型道路病害体的图谱特征判断异常属性，进行现场验证。

6.9 病害体验证

6.9.1 道路病害体探测成果的验证参照《江苏省城市道路塌陷风险评估技术指南（试行）》、《建筑工程地质勘探与取样技术规程》（JGJ/T 87）、《道路深层病害非开挖处治技术规程》（CJJ/T 26010）、《岩土工程勘察安全标准》（GB/T50585）要求，应符合下列规定：

- 1) 应确定病害体的类型、埋深等属性；
- 2) 探测成果中的脱空、空洞、严重疏松体宜全部验证；
- 3) 其他病害体的验证数量不宜少于总数的 20%，且不少于 3 处。
- 4) 验证成果与探测结果不一致时，应分析原因，对探测成果重新进行判识，并重新组织验证。

6.9.2 为了避免破坏市政管线，道路病害体验证前应做好管线会签手续。由市政部门组织各家管线权属单位对各个需验证的病害异常点进行管线会签，核实验证点周边管线的分布。会签时，各管线权属单位须在图纸上标明验证点周边管线的位置、管径、材质、深度等基本信息。

6.9.3 成果验证的方法宜符合下列规定：

1) 成果验证前应进行公共交通安全和场地危险源辨识与评价，验证点位应避开地下管线等市政设施；

2) 宜采用钻探、开挖、钎探等方法；

3) 验证点位置宜布设在病害体的物探异常反应最强部位或中心部位；

4) 如现场不具备钻探、开挖、钎探等作业条件，可选用其它物探方法进行验证；

5) 周边存在排水管线时，宜结合实施条件采用电视检测（CCTV）、潜望镜（QV）等管道内窥方法对管线进行探测。

6.9.4 钻探验证现场作业应符合下列规定：

1) 钻探操作应遵行《岩土工程勘察安全标准》（GB/T50585）钻探作业安全规定。作业人员必须穿戴正规安全服装和劳动防护用品，包括安全帽、防护眼镜、防护口罩、耳塞、工作手套、工作鞋等，并确保穿戴正确；

2) 在开展作业前，必须明确标识作业区域，并配置合适数量的安全警示标志和安全防护设备；

3) 现场人员必须接受安全教育和培训，了解钻探设备的操作和现场应急预案，并确保能够正确使用相关救援和救护设备；

4) 钻探操作应执行江苏省地方标准《岩土工程勘察规范》（DGJ32/TJ 208）的相关规定，验证完成后，应及时回填；

5) 每回次钻孔进尺不宜大于 1.0m，宜采取减压、慢速钻进或干钻等方法；

6) 宜对疏松体进行标准贯入试验或动力触探测试，可对富水体取样进行室内土工试验；

7) 宜采用内窥设备记录钻探所揭露空洞范围、影像。

6.9.5 成果验证的记录应符合下列规定：

1) 钻探过程中应记录病害体起止深度、岩土体性状、钻进状态等信息，并做好影像采集；

2) 钎探验证时宜记录每 10cm 的击数及击数突变等信息；

3) 开挖验证时应记录病害体起止深度、岩土体性状、病害体横向规模等信息。

6.9.6 成果验证结果宜按如下原则判定：

1) 钻探、钎探过程中发生掉钻，可判定病害体类型为空洞或脱空；

2) 钻探过程中钻进速率较上部土层明显加快、标贯或触探击数较上部土层明显降低或开挖揭露土体松软不密实时，可判定病害体类型为疏松体；

3) 提取土样为软塑-流塑或含水率明显升高时，宜判定病害体类型为富水体。

6.9.7 成果验证完成后宜根据验证结果修正相关物探探测结论，完善物探解译，确认病害体类型、规模及性状等特征。

6.10 探测结果

6.10.1 按照市政道路名称总结探测雷达工作量，通过对指定道路进行雷达探测、数据处理与解译、病害体复核和验证，对已发现的道路病害体（空洞、脱空、严重疏松、一般疏松、富水体）进行信息统计汇总，道路雷达探测病害统计表如附录 C。

6.10.2 根据病害体分布绘制病害位置平面分布图。

6.11 病害体处治建议

6.11.1 探测完成后，应结合病害特征、病害类型给甲方提供道路病害体处治建议。道路病害体处治应参照《城镇道路工程施工与质量验收规范》（CJJ1）的相关规定。

6.11.2 道路病害体处治应包括探测、设计、施工、质量控制及验收等内容，处置方案要根据工程原设计内容提出简便、可操作的快速维修方案。

6.11.3 道路病害体处治设计时应明确处治方法、选用材料、施工设备及施工参数，并评估施工对环境的影响，材料应满足环保要求的规定。

6.11.4 道路病害体处治实施过程中和完成后，应采取相应的探测手段对施工质量进行控制。

6.11.5 道路病害体处治过程中所产生的废料、废水、噪声等应符合国家有关环境保护法律法规的要求。

7 作业安全防护

7.1 一般规定

7.1.1 探测前应向有关部门办理相关手续，按《公路养护安全作业规程》（JTG H30）、《城市道路施工作业交通组织规范》（GA/T 900）、《城镇道路养护技术规范》（CJJ36）等做好安全工作。

7.1.2 探测作业人员上岗前必须进行安全技术培训。现场探测作业的人员，必须穿戴具有反光功能的安全标志服和防护帽。

7.1.3 当探地雷达天线及配套设备安装时，应设置明显安全标志，作业人员应处于安全保护线内。

7.1.4 应由安全人员对施工作业安全进行监督，可配备防撞导改车疏导后方车辆。

7.1.5 探测车辆，应配置警示标志、灯具，车身应有道路检测车标志。

7.1.6 当遇大雾、大雨、冰雪天气时，应暂停探测作业。

7.1.7 探测作业完毕后，应及时清除路上的障碍物，消除安全隐患。

7.2 交通安全措施

- 7.2.1 夜间探测时，应设立明显警告、警示标志。
- 7.2.2 在有车辆通行的道路病害体探测时需设置专职交通安全员或配备防撞导改车疏导后方车辆。
- 7.2.3 作业人员必须穿戴反光安全服，佩戴安全帽。
- 7.2.4 车载探测时，汽车行进速度不得超过探地雷达正常采集速度，不得任意调头、倒车和逆向行驶。
- 7.2.5 探测时所有参与探测的工作车均需贴安全反光条、打开车辆示宽灯、打开 LED 箭头灯。
- 7.2.6 在管线调查和手推雷达探测时，应在探测范围周围码放安全反光锥筒，并配备相应的交通安全疏导员，手持闪光棒，对过往人员及车辆进行引导，确保探测工作的安全进行。

8 病害体监测

8.1 一般规定

- 8.1.1 本标准所指的市政道路病害体监测是建立在市政道路病害体探测成果基础之上的。

条文说明

8.1.1 鉴于道路病害无明显标的物 and 边界不清，在市政道路病害体探测成果基础之上，建立市政道路病害体雷达探测监测系统，具有可操作性。

- 8.1.2 建立市政道路病害体雷达探测监测系统，综合考虑系统运行和维护成本，建议监测区域病害体数量不小于 50 个。

条文说明

8.1.2 市政道路病害体雷达探测监测系统不是强制性要求，综合考虑系统运行和维护成本，监测区域病害体应达到一定数量（大于 50 个），否则不推荐实施监测。

- 8.1.3 系统主要监测市政道路病害体大小、分布、动态发展跟踪、病害处治情况并提供预警。

8.2 基本要求

8.2.1 市政道路病害体雷达探测监测系统应符合现行行业标准《城市基础地理信息系统技术标准》（CJJ/T 100）的相关规定。

8.2.2 市政道路病害体雷达探测监测系统安全设计应符合现行国家标准《信息安全技术信息系统安全等级保护基本要求》（GB/T 22239）的相关规定。

8.2.3 数据库的构建应符合现行国家标准《基础地理信息城市数据库建设规范》（GB/T 21740）的相关规定。

8.2.4 市政道路病害体雷达探测监测系统宜采用手机客户端、浏览器或两者组合等服务模式，并提

供服务器端、网络端及移动端应用。

8.2.5 监测区域包括已探测区域和应急探测区域；

8.3 监测系统

8.3.1 市政道路病害体雷达探测监测系统应包含以下内容：

1) 市政道路病害体雷达探测监测数据库包含市政道路病害体雷达探测图谱、判定的病害体大小、分布、动态发展、复测图谱、病害处治情况等信息。

2) 系统通过无线网络与中心站组成星型网络分布式系统。

3) 系统应包含数据录入、病害分类、病害动态管理、报表浏览、信息预警等功能。

8.3.2 监测系统软件功能模块建议如图 8.3.2：

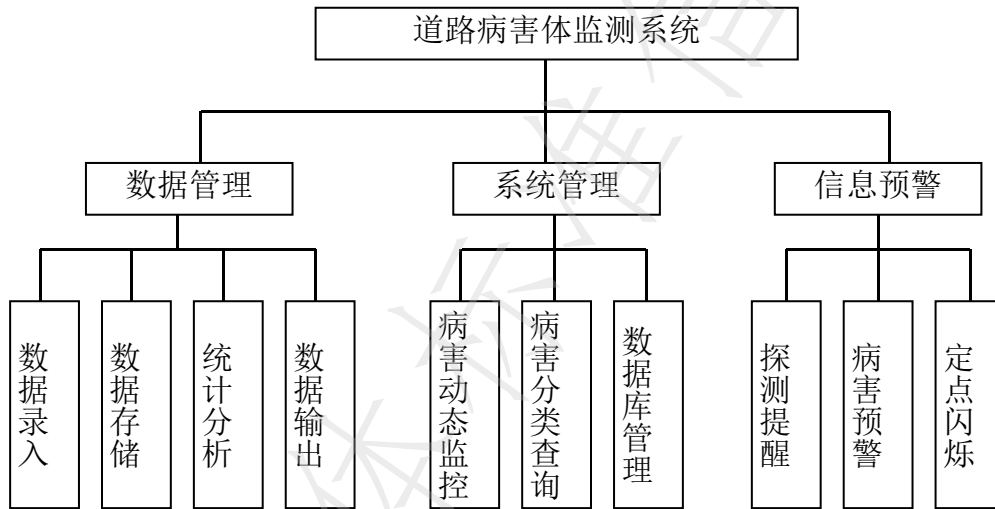


图 8.3.2 监测系统软件功能模块

8.4 监测数据资料

8.4.1 前期原始资料：

道路踏勘照片、路面现状照片、道路施工围挡照片、道路附近主要标志性建筑物照片、道路附近水环境照片、地下管线信息、历史道路病害体信息（含塌陷）、历年道路探测成果等。

8.4.2 探测监测成果资料：

监测数据、过程照片、解译成果、数据整合、质量控制、成果管理、病害信息传输无纸化办公、高危病害预警等。

8.4.3 病害体处治验收资料：

病害体处治照片、病害体处治后图谱、工程处理资料、修复效果反馈、后续服务保障、病害信

息动态更新、信息共享服务等。

8.5 监测周期

8.5.1 根据病害体面积和净深进行监测周期划分

1) 监测目标包括：空洞、脱空、疏松体、富水体，其监测周期宜根据病害体面积和净深按照表 8.5.1 确定。

2) 当举行重要活动，可将监测周期提高一级。

表 8.5.1 病害体面积和净深对应的监测周期表（单位：天）

| 面积 | 净深 | | | | | |
|-----------------------------|-------------------|----------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|--------------------|
| | $H < 0.2\text{m}$ | $0.2 \leq H < 0.5\text{m}$ | $0.5 \leq H < 1\text{m}$ | $1 \leq H < 2\text{m}$ | $2 \leq H < 4\text{m}$ | $H \geq 4\text{m}$ |
| $S < 3\text{m}^2$ | 180 | 180 | 90 | 90 | 60 | 60 |
| $3 \leq S < 5\text{m}^2$ | 180 | 90 | 90 | 90 | 60 | 60 |
| $5 \leq S < 10\text{m}^2$ | 90 | 90 | 90 | 60 | 30 | 30 |
| $10 \leq S < 15\text{m}^2$ | 90 | 60 | 60 | 30 | 10 | 10 |
| $15 \leq S < 20\text{m}^2$ | 60 | 60 | 30 | 10 | 5 | 5 |
| $20 \leq S < 50\text{m}^2$ | 30 | 30 | 10 | 5 | 5 | 1 |
| $50 \leq S < 100\text{m}^2$ | 30 | 10 | 5 | 5 | 1 | 1 |
| $S \geq 100\text{m}^2$ | 10 | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 |

8.5.2 根据病害体面积和净深变化趋势进行监测周期划分

监测目标包括：空洞、脱空、疏松体、富水体，其在第二次监测后宜根据病害体面积和净深的变化确定后续监测的周期，面积与净深同时变化则取变化高的为准。面积变化趋势进行监测周期参照 8.5.2-1 执行，净深变化趋势进行监测周期参照 8.5.2-2 执行。

表 8.5.2-1 面积变化趋势进行监测周期划分（单位：天）

| 面积 | 面积变化百分比 | | | | | | |
|-----------------------------|-----------|--------------------|---------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|----------------|
| | $S < 3\%$ | $3\% \leq S < 5\%$ | $5\% \leq S < 10\%$ | $10\% \leq S < 20\%$ | $20\% \leq S < 50\%$ | $50\% \leq S < 100\%$ | $S \geq 100\%$ |
| $S < 3\text{m}^2$ | 180 | 180 | 90 | 90 | 30 | 30 | 10 |
| $3 \leq S < 5\text{m}^2$ | 180 | 90 | 90 | 60 | 30 | 30 | 10 |
| $5 \leq S < 10\text{m}^2$ | 90 | 90 | 60 | 60 | 30 | 10 | 10 |
| $10 \leq S < 15\text{m}^2$ | 90 | 60 | 60 | 30 | 10 | 10 | 5 |
| $15 \leq S < 20\text{m}^2$ | 60 | 60 | 30 | 30 | 10 | 5 | 5 |
| $20 \leq S < 50\text{m}^2$ | 30 | 30 | 10 | 10 | 5 | 5 | 5 |
| $50 \leq S < 100\text{m}^2$ | 10 | 5 | 5 | 5 | 5 | 1 | 1 |
| $S \geq 100\text{m}^2$ | 5 | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

表 8.5.2-2 净深变化趋势进行监测周期划分 (单位: 天)

| 净深变化百分比 | 净深 | | | | | |
|-----------------------|-------------------|----------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|--------------------|
| | $H < 0.2\text{m}$ | $0.2 \leq H < 0.5\text{m}$ | $0.5 \leq H < 1\text{m}$ | $1 \leq H < 2\text{m}$ | $2 \leq H < 4\text{m}$ | $H \geq 4\text{m}$ |
| $H < 3\%$ | 180 | 180 | 90 | 60 | 30 | 10 |
| $3\% \leq H < 5\%$ | 180 | 90 | 60 | 30 | 10 | 10 |
| $5\% \leq H < 10\%$ | 90 | 90 | 30 | 10 | 10 | 5 |
| $10\% \leq H < 20\%$ | 60 | 30 | 10 | 10 | 5 | 5 |
| $20\% \leq H < 50\%$ | 30 | 10 | 5 | 5 | 5 | 1 |
| $50\% \leq H < 100\%$ | 10 | 5 | 5 | 5 | 1 | 1 |
| $H \geq 100\%$ | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

8.6 信息预警

8.6.1 市政道路病害体雷达探测监测系统应对探测数据进行查询、各级风险自动预警、统计分析与管理。

8.6.2 市政道路病害体雷达探测监测数据库应根据病害体的探测、监测和工程处理结果及时更新反馈, 并应保留历史数据, 为国家综合防灾减灾提供依据。

8.6.3 病害体监测预警可划分为三个级别, 即黄色预警、橙色预警和红色预警。监测预警分级及预警响应按表 8.6.3 执行。

表 8.6.3 病害体监测预警分级

| 序号 | 预警状态 | 预警条件 |
|----|------|---|
| 1 | 黄色预警 | 实测累计值大于等于累计量控制值的 60%且小于 80%时; 或日变化速率大于等于变化速率控制值的 60%且小于 80%时 |
| 2 | 橙色预警 | 实测累计值大于等于累计量控制值的 80%且小于 100%时; 或日变化速率大于等于变化速率控制值的 80%且小于 100% 时 |
| 3 | 红色预警 | 实测累计值大于等于累计量控制值时; 或日变化速率大于等于变化速率控制值时 |

9 报告编制

9.1 一般规定

9.1.1 应综合考虑任务要求、项目特点、地质条件等因素, 按现行的标准、规范、规程进行探测报告编制。

9.1.2 探测报告应资料完整、真实、准确、数据无误、图表清晰、结论有据、建议合理, 并因地制宜, 重点突出, 有明确的项目针对性。

9.2 报告内容

9.2.1 文字报告应包含以下内容:

- 1) 项目概况
- 2) 技术依据
- 3) 场地工程环境分析
- 4) 探测方法
- 5) 雷达数据处理及解译
- 6) 异常点复测及验证
- 7) 探测结果
- 8) 病害体成因初步分析与处治建议
- 9) 结论及建议
- 10) 相关附图和附表

条文说明

10) 相关附图和附表包含病害特征信息统计表（附录 D），病害记录表（附录 E）。附图及附表参照本规程附录 F 采用统一的代号和图例编制。

9.2.2 提交的电子资料包括：

- 1) 电子版探测报告
- 2) 雷达图谱、影像资料等。

9.3 报告校审

9.3.1 报告校审应包括自校、校核、审核、审定等过程；

9.3.2 签署人员应有相应资格，不得跨专业签署，编制、校核、审核、审定各岗位不得兼任；

9.3.3 各级校审人员应逐级对报告进行校核、审核、审定，当校审发现不合格时，编制人应进行修改至合格，经审定人验证后签署。

9.4 报告放行

9.4.1 探测单位应制定探测报告放行的管理制度，批准放行的责任人应在探测报告中签署，现场探测和室内解译资料内容应完整，探测人应在报告中签字。

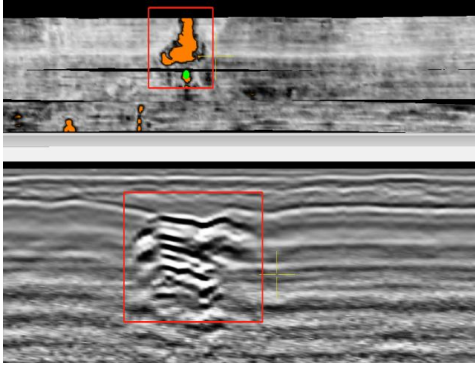
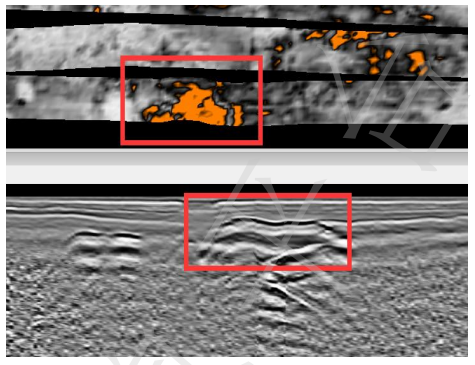
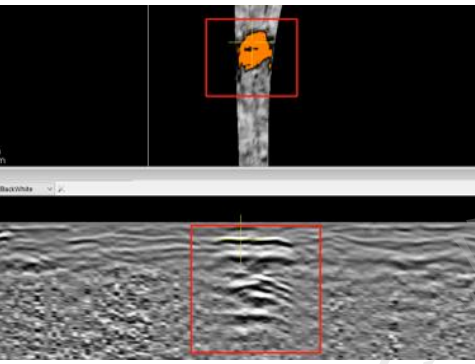
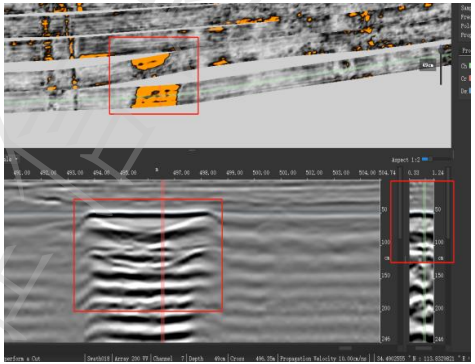
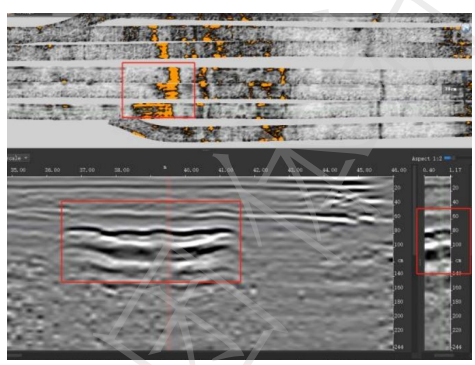
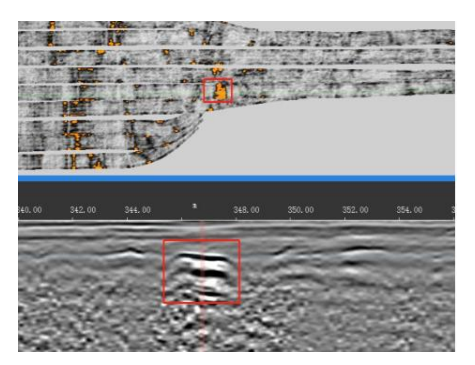
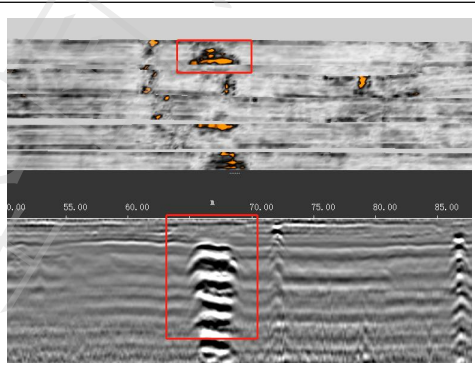
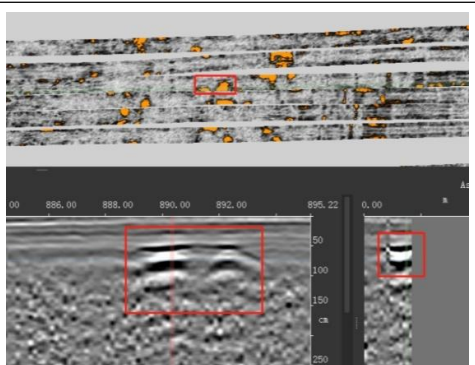
9.4.2 探测报告应盖探测单位公章和骑缝章。

9.4.3 探测报告应由委托单位组织评审，评审专家组不宜少于 3 人，专家组应由具有道路工程、岩土工程、检测行业或科研经验的人员组成，探测单位根据专家评审意见对报告进行修改，形成最终报告。

9.3.4 探测报告评审通过后应提交委托单位存档。

附录 B 典型道路病害体和干扰源图谱示例

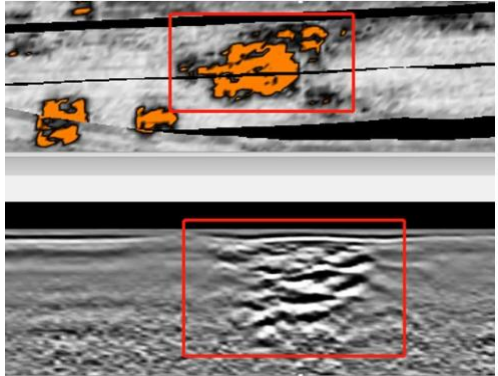
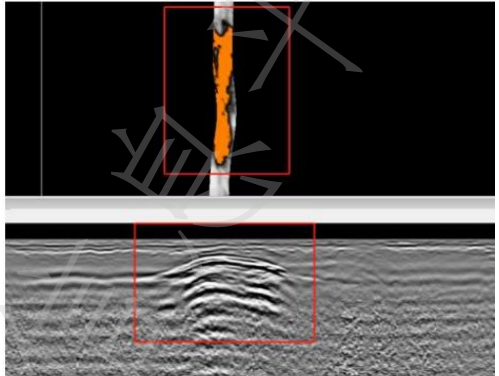
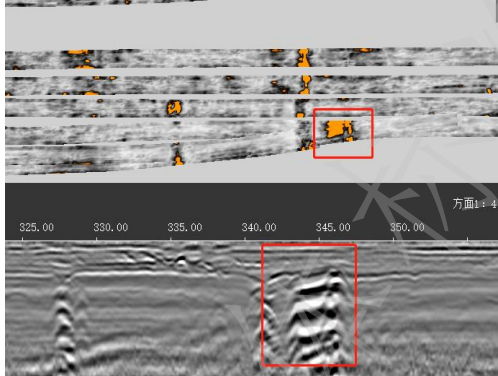
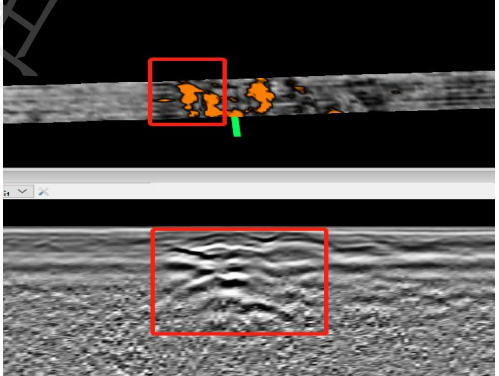
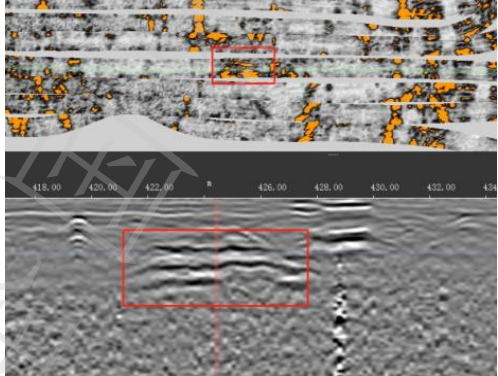
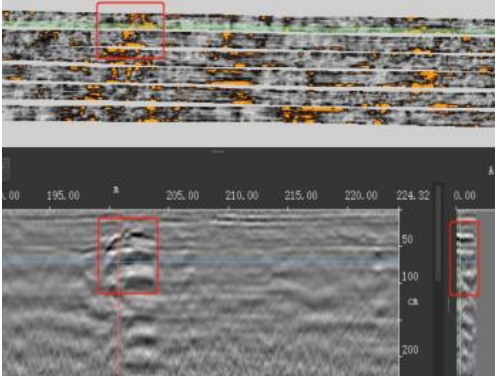
1 典型的空洞、脱空图谱

| | |
|---|--|
|  |  |
| <p>净空 5.00m, 面积 8.60m²</p> | <p>净空 3.10m, 面积 12.45 m²</p> |
|  |  |
| <p>净空 2.12m, 面积 6.60 m²</p> | <p>净空 1.10m, 面积 14.22 m²</p> |
|  |  |
| <p>净空 0.70m, 面积 22.22 m²</p> | <p>净空 0.52m, 面积 9.94 m²</p> |
|  |  |
| <p>净空 0.71m, 面积 10.64 m²</p> | <p>净空 0.16m, 面积 8.48 m²</p> |

注:

- (1) 首波相位（正弦起跳“白黑白”，余弦起跳“黑白黑”）；
- (2) 绕射波两侧明显发育，净空较大时可见绕射波交叉；
- (3) 根据道路病害体埋深和路面条件不同，多次波成 2-3 次或多次震荡发育；
- (4) 道路病害体区域道路病害体范围内振幅明显变强。

2 符合理论的疏松图谱：

| | |
|---|--|
|  |  |
| <p>严重疏松 面积 15.56 m²</p> | <p>严重疏松 面积 12.00 m²</p> |
|  |  |
| <p>严重疏松 面积 16.50 m²</p> | <p>严重疏松 面积 6.60 m²</p> |
|  |  |
| <p>一般疏松 面积 28.50 m²</p> | <p>一般疏松 面积 9.60 m²</p> |

附录 C 道路雷达探测病害体统计表

表 C 道路雷达探测病害体统计表

| 序号 | 道路 | 空洞 | 脱空 | 严重疏松 | 一般疏松 | 富水体 |
|----|------|----|----|------|------|-----|
| 1 | XX 道 | | | | | |
| 2 | XX 道 | | | | | |
| 3 | | | | | | |
| 4 | | | | | | |
| 5 | | | | | | |
| 6 | | | | | | |
| 7 | | | | | | |
| 8 | | | | | | |
| 9 | | | | | | |
| 10 | | | | | | |
| 11 | | | | | | |
| 12 | | | | | | |
| 13 | | | | | | |
| 14 | | | | | | |
| 15 | | | | | | |
| 16 | | | | | | |
| 17 | | | | | | |
| 18 | | | | | | |
| 19 | | | | | | |
| 20 | | | | | | |
| 合计 | | | | | | |

附录 D 病害体特征信息统计表

表 D 病害体特征信息统计表

| 序号 | 道路名称 | 编号 | 经纬度 | 埋深 (m) | 净空 (m) | 平行 (m) | 垂直 (m) | 面积 (m ²) | 道路病害 体类型 | 缺陷周边 管线种类 |
|----|------|----|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------------------|-------------|--------------|
| | | | 位置信息描述 | | | | | | | |
| 1 | XX 路 | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

全国团体标准

附录 E 病害体记录表

表 E 病害体记录表

探测单位：

探测时间： 年 月 日

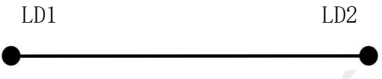



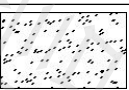
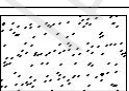
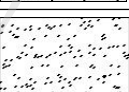
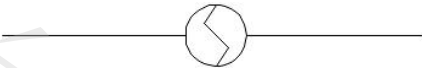
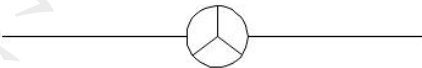





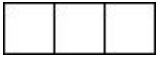
| | | | | |
|-------------------------------|--|-----------|----|--|
| 道路病害体类型 | | 缺陷等级 | | |
| 面积 (m ²) / 尺寸 (m) | | 坐标 | 经度 | |
| 埋深 (m) / 净空 (m) | | | 纬度 | |
| 所在位置 | | | | |
| 雷达图谱 | | 现场照片 | | |
| | | | | |
| 地图位置 | | 缺陷周边管线示意图 | | |
| | | | | |
| 管线种类 | | 距离 | 图例 | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| 处治建议 | | | | |

注 1: 雷达图谱应为时间剖面图, 可为彩图或黑白图, 尺寸可反应出病害体范围;

注 2: 地图位置应达到通过地图可在现场找到该处病害体的效果;

注 3: 现场照片应将病害体周边标志性建筑物拍摄进入。

附录 F 道路病害体探测成果代号和图例

| 名称 | | 代号 | 颜色 | 图例 | 说明 | |
|----------|------|------|-----|--|--|---|
| 雷达测线及验证点 | 雷达测线 | LD | 蓝 |  | 1 测线特征点用直径 0.5mm 实心圆表示; 2 测线用线宽 0.2mm 实线连接测线特征点表示 | |
| | 验证点 | YZ | 大红 |  | 用 2mm 小圆和 1mm 同心实心圆表示 | |
| 道路病害体类型 | 空洞 | KD | 大红 |  | 范围线用线宽 0.3mm 黑色实线表示, 不同类型道路病害体用不同颜色填充 | |
| | 脱空 | TK | 浅红 |  | | |
| | 疏松体 | 严重疏松 | YZ | 蓝 | |  |
| | | 一般疏松 | YB | 绿 | |  |
| | 富水体 | FS | 褐 |  | | |
| 管线 | 电力 | DL | 大红 |  | 1 管线及用线宽 0.2mm 实线表示, 2 井盖用 5mm 小圆表示, 范围线及管线类别信息用 0.2mm 实线表示 3 不同类型管线、井盖用不同颜色实线表示 | |
| | 通信 | TX | 绿 |  | | |
| | 雨水 | YS | 褐 |  | | |
| | 热力 | RL | 橙 |  | | |
| | 污水 | WS | 褐 |  | | |
| | 给水 | JS | 湖蓝 |  | | |
| | 燃气 | RQ | 洋红 |  | | |
| | 窨子 | 雨水窨 | YSB | 黑 |  | 范围线用线宽 0.2mm 黑色实线表示 |
| 污水窨 | | WSB | | | | |

本规程用词说明

1 为便于执行本规程条文时区别对待，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规程执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。