

T/CECS XXX-20XX

中国工程建设协会标准

排水管网诊断与修复技术指南

**Technical** **guide for inspection and elimination of drainage pipelines**

征求意见稿

2020年7月

**中国工程建设协会标准**

**排水管网诊断与修复技术指南**

Technical guide for inspection and elimination of drainage pipelines

**（征求意见稿）**

**CECS ：2020**

主编单位：上海市城市建设设计研究总院（集团）有限公司

上海市排水管理处

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：2020年\*\*月\*\*日

**2020年7月**

前 言

根据中国工程建设标准化协会“关于印发《2019年第一批工程建设协会标准制订、修订计划》的通知”（建标协字〔2019〕12号）的要求，制订本指南。

本指南的主要内容包括：总则、术语和符号、资料调查、排水管网健康诊断和排水管网整治技术。

本指南由中国工程建设标准化协会建筑与市政工程产品应用分会归口管理，由上海市城市建设设计研究总院（集团）有限公司负责具体内容的解释（地址：上海市东方路3447号；邮政编码：200125）。在使用过程中如发现需要修改或补充之处，请将意见和资料直接寄与解释单位。

|  |  |
| --- | --- |
| 主编单位： | 上海市城市建设设计研究总院（集团）有限公司 |
|  | 上海市排水管理处 |
| 参编单位： | 上海地矿工程勘察有限公司； |
|  | 上海数久信息科技有限公司； |
|  | 郑州大学； |
|  | 武汉中仪物联技术股份有限公司 |
|  | 上海信立生态环境工程有限公司 |
|  | 中国城市规划设计研究院； |
|  | 同济大学； |
|  | 上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司 |
|  | 悉地（苏州）勘察设计顾问有限公司 |
|  | 上海管丽建设工程有限公司 |
|  | 重庆市市政设计研究院 |
|  |  |

主要起草人：

主要审查人：

# 目 次

[1 总 则 1](#_Toc60238231)

[1.1 编制目的 1](#_Toc60238232)

[1.2 适用范围 1](#_Toc60238233)

[2 术语和符号 2](#_Toc60238234)

[2.1 术语 2](#_Toc60238235)

[2.2 符号 3](#_Toc60238236)

[3 资料调查 5](#_Toc60238237)

[3.1 排水管网基础资料调查 5](#_Toc60238238)

[3.2 排水管网运行情况调查 5](#_Toc60238239)

[3.3 地质资料调查 5](#_Toc60238240)

[3.4 地下工程项目建设资料调查 8](#_Toc60238241)

[4 排水管网健康诊断 9](#_Toc60238242)

[4.1 排水管网病害的初步诊断 9](#_Toc60238243)

[4.2 排水管网病害程度与风险预测及评估 15](#_Toc60238244)

[4.3 排水管网病害诊断报告 26](#_Toc60238245)

[5 排水管网整治技术 27](#_Toc60238246)

[5.1 排水管网修复 27](#_Toc60238247)

[5.2 排水管网运维管理 32](#_Toc60238248)

[引用标准名录 40](#_Toc60238249)

[本指南用词说明 41](#_Toc60238250)

# CONTENTS

[1 General provisions 1](#_Toc60238231)

[1.1 Objective 1](#_Toc60238232)

[1.2 Application 1](#_Toc60238233)

[2 Terms and symbols 2](#_Toc60238234)

[2.1 terms 2](#_Toc60238235)

[2.2 symbols 3](#_Toc60238236)

[3 Date collection 5](#_Toc60238237)

[3.1 Survey on basic data collection of drainage pipelines 5](#_Toc60238238)

[3.2 Survey on operation of drainage pipelines 5](#_Toc60238239)

[3.3 Geological data survey 5](#_Toc60238240)

[3.4 Survey on construction data of undergound project 8](#_Toc60238241)

[4 Inspection of drainage pipelines 9](#_Toc60238242)

[4.1 Preliminary inspection of drainage pipelines 9](#_Toc60238243)

[4.2 Damage degree and evaluation of drainage pipelines 15](#_Toc60238244)

[4.3 Inspection report of drainage pipelines 26](#_Toc60238245)

[5 Elimination of drainage pipelines 27](#_Toc60238246)

[5.1 Repair of drainage pipelines 27](#_Toc60238247)

[5.2 Operation management of drainage pipelines 32](#_Toc60238248)

[List of quoted standards 40](#_Toc60238249)

[Explanation of wording in this specification 41](#_Toc60238250)

# 1 总 则

## 1.1 编制目的

为了深化对排水管网健康诊断与整治技术的理解，提升我国对排水管网的健康诊断、整治技术和运行管理水平，在查阅国内外相关技术材料、调研国内相关工程的基础上，依据国家和行业相关法律法规和标准规范，编制本指南。

## 1.2 适用范围

本指南适用于城镇排水管网的健康诊断、整治和运行管理。。

# 2 术语和符号

## 2.1 术语

**2.1.1 地下病害体（Underground anomaly part）**

是指由于自然因素、人为因素和管线自身因素引起的路面下部病害，是空洞、脱空、疏松等病害体的总称。

**2.1.2 空洞（Void）**

路面以下存在的具有一定规模的洞体。

**2.1.3 疏松体（Loosely infilled void）**

密实度明显低于周边土体的不良地质体。

**2.1.4 富水体（Water-rich void）**

含水量明显高于周边土体的不良地质体。

**2.1.5 探地雷达（Ground penetrating radar）**

也称作地质雷达，是一种非破坏性的探测技术，可以安全的用于城市和建设中的工程场地。探地雷达是根据地下介质的电性差异，利用天线向地下发射电磁脉冲，并接收地下不同介质界面的反射波，通过分析反射波的特征和路径时间，可以判定地下介质的结构及界面的埋深。

**2.1.6 不停水修复（Repairing in service）**

指不用封堵管道上游来水情况下对管道病害实施非开挖修复。

**2.1.7 地面塌陷（Ground collapse）**

指地表岩、土体在自然或人为因素作用下向下陷落，并在地面形成塌陷坑（洞）的一种动力地质现象。

**2.1.8 粉砂性土（Silt, silty sand or sandy soil）**

指粉土、粉砂或砂土的统称。

**2.1.9 土性参数（Soil parameter）**

反映土的主要物理、力学性质的参数。

**2.1.10 水土腐蚀性（Water and soil corrosion）**

指在一定的环境条件下，地下水和土体通过化学、物理化学等作用对混凝土、金属管道等产生侵蚀能力。

**2.1.11 浅部含水层（Shallow aquifer）**

指浅部能够透过并给出相当数量水的岩土层。

**2.1.12 潜水位（Water table）**

指非承压含水层或弱承压含水层的上表面。

**2.1.13 承压水突涌（Confined water inrush）**

指不透水土层的自重压力小于下部承压水水头压力时，引起基坑底土体隆起破坏并同时发生喷水涌砂的现象。

**2.1.14 地下动水压力（Underground hydrodynamic pressure）**

指地下水在水头差条件下，渗透水流对土骨架产生的渗透作用力。

## 2.2 符号

**2.2.1 参数、系数、指数**

*G*——管段功能性损伤参数；

*Y*max——管段运行状况参数，功能性损伤中最严重处的分值；

*Y*——管段运行状况参数，按损伤点数计算的功能性损伤平均分值；

*F*——管段结构性损伤参数；

*S*max——管段损坏状况参数，管段结构性损伤中损坏最严重处的分值；

*S*——管段损坏状况参数，按损伤点数计算的平均分值；

*K*——地区重要性参数；

*E*——管道重要性参数；

*T*——土质影响参数；

*α*——结构性损伤影响系数，与损伤间距有关。当损伤的纵向净距大于1.0m且不大于1.5m时，*α*=1.1；

*β*——功能性损伤影响系数，与损伤间距有关；当损伤的纵向净距大于1.0m且不大于1.5m时，*β*=1.1；

*MI*——管段养护指数；

*RI* ——管段修复指数。

**2.2.2 功能性损伤数量、分值、密度、长度**

*m*——管段的功能性损伤数量；

*m*1——纵向净距大于1.5m的损伤数量；

*m*2——纵向净距大于1.0m且不大于1.5m的损伤数量；

*Pj*1——纵向净距大于1.5m的损伤分值；

*Pj*2——纵向净距大于1.0m且不大于1.5m的损伤分值；

*YM*——管段功能性损伤密度；

*Lj*1——纵向净距大于1.5m的功能性损伤长度；

*Lj*2——纵向净距大于1.0m且不大于1.5m的功能性损伤长度。

**2.2.3 结构性损伤数量、分值、密度、长度**

*n*——管段的结构性损伤数量；

*n*1——纵向净距大于1.5m的损伤数量；

*n*2——纵向净距大于1.0m且不大于1.5m的损伤数量；

*Pi*1——纵向净距大于1.5m的损伤分值；

*Pi*2——纵向净距大于1.0m且不大于1.5m的损伤分值；

*S*M——管段结构性损伤密度；

*L*i1——纵向净距大于1.5m的结构性损伤长度（m）；

*L*i2——纵向净距大于1.0m且不大于1.5m的结构性损伤长度（m）。

**2.2.4 管段长度**

*L*——管段长度（m）；

# 3 资料调查

为提高诊断的全面性与准确性，应收集尽可能详细的排水管网基础资料和运行资料，并进行现场调查研究，同步收集沿线的有关地质资料以及地下工程项目建设资料。

## 3.1 排水管网基础资料调查

排水管网基础资料调查的目的是掌握排水管网的基本情况，为管网健康诊断提供第一手资料。调查的排水管网基础资料应包括已有的排水管线总图或排水GIS、排水管道的竣工资料或施工图、已有的排水管道检测资料以及其他调查所需的相关资料。在收集到资料后还应进行现场踏勘以了解现场的地物、地貌、交通和管道分布情况、核对所搜集资料中的管位、管径、材质等。

## 3.2 排水管网运行情况调查

用于排水管网健康诊断的管网运行资料主要包括污水管网水量资料、雨水管网水位及排放水质情况等。管网运行信息具体包括设计流量、现状流量、排水设施周围管线及道路交通情况、有否临排措施、管网水质情况；维护信息具体包括维修及处理措施、管道积泥情况。在收集到资料后还应进行现场踏勘以了解现场情况，并开井目视初步了解管道的水位、积泥等情况。

## 3.3 地质资料调查

地质条件是城市排水管网的主要载体，从管网的前期铺设到后期运营，提供着地基承载力和工作环境，对管网的健康运行起着重要作用。

现代城市地下供排水管网系统四通八达，国内各主要城市排水管网长度都已超过10000km，管径、材质、埋深、接口等形式复杂多样，因腐烛、老化、不规范施工、荷载作用等，管道存在着多样的结构性缺陷和功能性缺陷，如错位、破裂、脱节、腐蚀、淤堵等，影响了排水管网的正常运营。同时，这些缺陷以及材质自身密实性，既是管道内雨污水渗入周边土体的通道，也是地下水土渗入管道内的通道，对管道周边土体留下隐患，易引发地面塌陷灾害和进一步加剧管道的破坏。因此，地质环境和排水管网间相互作用、相互影响，在对排水管网进行健康诊断和整治时，进行管网周边地质环境调查是十分必要的。

近十年来，国内外大中城市常有地面塌陷现象。以上海为例，上海因其脆弱的地质环境条件，在人类工程活动的影响下，地面塌陷等突发性地质灾害亦时有发生，2016年10月6日，浦东新区龙阳路东方路交叉口道路塌陷面积120m2，整体沉陷50cm；2011年10月27日，静安区恒丰路长安路交叉口塌陷面积30m2，塌陷深度2.5m。类似案例初步统计已有百起，见图3.3-1。对地面塌陷发生的区域、时间、规模、成因及造成的影响等进行了系统性的分析，有以下几个明显特征：①位于中心城区占比较大，与排水管网密集分布或隧道地下空间等高强度开发有关；②汛期6月至9月是高发期，与地下动水压力增大加剧水土流失有关；③地面塌陷面积一般在20m2以内，塌陷深度在4m以内，与排水管网缺陷程度、埋置深度和管网周边粉砂性土有关。

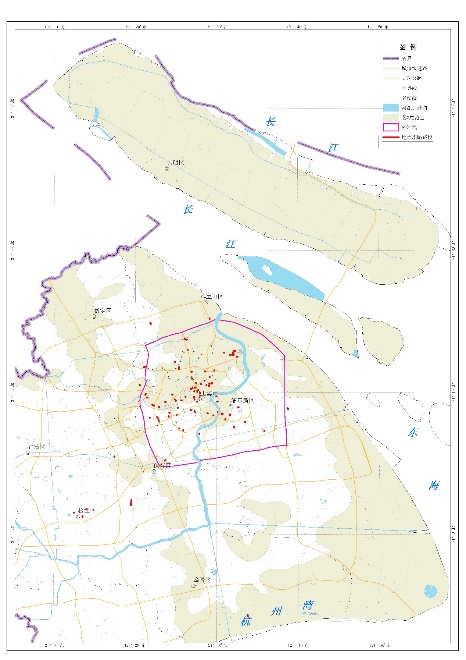


图3.3-1 上海市地面塌陷案例分布图

地面塌陷的成因特征分析说明了两个问题：一是排水管网周边存在地下空洞、疏松体、富水体等地下病害体隐患是调查排水管网健康情况的一个重要方面；二是排水管网的健康运营与地质条件密切相关，特殊的地质条件易引发排水管网缺陷。综合工程地质、水文地质条件以及排水管网的分布、属性等因素，可对管网的健康运营情况进行间接的评价。

因此，进行排水管网健康诊断时，首先需要开展以下地质资料的调查：

（1）根据排水管网的平面布置、排水管直径、埋深等信息，调查管道所敷设土层信息，包括相应土层厚度、标高、土性参数等。

土性参数方面重点关注渗透性、孔隙比、黏粒含量等。如果管道有渗漏情况，粉砂、粉细砂、粉土、中砂、粗砂、低塑性黏土、中高塑性黏土等土层中引发的土体流失率是呈由高向低变化。当管道直径较大存在跨土层敷设时，重点关注管顶、管底土层土性差异；当土层平面分布存在较大变化情况时，沿管道纵向需关注差异沉降引起管道脱节、渗漏等的影响。当排水管道周边存在粉砂性土时，在高水位、降雨、车辆荷载等条件综合作用下，动水压力的出现将很容易引起流砂现象，导致管道周边水土流失，产生空洞或者疏松体等隐患，当排水管道周边存在膨胀土时，遇频繁的水位变化或管道渗漏，膨胀土的失水收缩、遇水膨胀的特性，产生的膨胀力易使管道产生位移或者变形破裂；当排水管道周边存在湿陷性黄土时，在自重或一定荷载作用下，管道渗漏等原因使土体受水浸湿后表现出的湿陷性易引起管道地基的不均匀沉降。

（2）调查浅部含水层的潜水水位。当排水管道位于地下水位以上时，管道内水流外渗或降雨等条件都将导致管道周边水文地质条件有较大变化；当管道位于地下水位以下时，水位的高低产生动水压力差也有明显不同；另外，较高的地下水位加速了诊断探测的信号衰减，对探地雷达等隐患调查手段的探测深度有较大影响。

（3）调查排水管网周边土、水腐蚀性。土、水腐蚀性对管道材质的老化以及判断管道的渗漏有一定的作用。

（4）对于采用明挖法施工的排水管道，需要调查管道周边回填土类别、土性、压实度等，回填土类别和回填密实程度容易引起管道结构性缺陷，也易引起管道周边地下病害体隐患的产生。

（5）对于采用顶管、盾构、定向钻等方式施工大直径或深埋排水管道，需调查管道所敷设土层的承压水特性，管道建设或运营时有引发承压水突涌的可能性。

（6）调查排水管网周边地表水系的分布、水位、驳岸形式、地表积水点等。

## 3.4 地下工程项目建设资料调查

因土地资源紧张，城市地下空间综合开发利用受到普遍重视，以地下车库、轨道交通等地下交通空间和地下综合管廊等设施开发规模不断加大。以上海市为例，全市地下空间规模已从2004年的2500万平方米，到2018年已经超过8000万平方米。

在地下空间工程建设和运营期间，一方面因荷载作用、渗流作用等多重因素影响引起附加应力的重新分布，给地质环境带来了较大改变；另一方面，深大基坑工程开挖、基坑降水、轨道交通盾构工程等地下工程的施工将会对相邻区域排水管网产生变形、沉降而导致渗漏等结构性缺陷。这两方面的综合作用将会引起排水管道周边产生流砂的可能，进而引起地下空洞、疏松体等隐患。因此对重要的排水管网地下或者周边的地下工程的建设和运营情况的调查也是排水管网健康运营进行诊断的一个重要方面。为此，地下工程项目建设资料需要调查以下几项内容：

（1）排水管网周边采用盾构、顶管等工艺施工的轨道交通、综合管廊等的距离、隧道的尺寸、埋深、荷载和施工进度、施工方式等；

（2）排水管网周边在建项目基坑工程的距离、施工进度、开挖深度、面积、围护形式等，以及与排水管网的相互关系；

（3）排水管网周边结建单建的人防、地下车库、地下商场、连通道等相关信息。

# 4 排水管网健康诊断

## 4.1 排水管网病害的初步诊断

**4.1.1 病害排查**

对管网病害的排查是对排水管网健康诊断的基础性工作，是在前期已有调查资料的基础上开展的，主要通过与管网病害诊断相适宜的方法来施行。病害排查分为对管网系统、管道功能、管道结构及附属设施的排查。

（1）管网系统排查

对于排水管网系统的排查，主要涉及到管网用途是否变更、管网系统是否健全、附属设施运行状况是否正常。这一部分可根据排水管网图和现场调查结果进行初步诊断，主要涉及到的病害是排水户出户管与市政管网的错接、混接、漏接等。

（2）管道功能性排查

对管道功能性的排查，主要通过现场调查资料查看管道内壁是否有附着物；管道内水面上的漂浮物情况；管内杂质在管道底部沉淀淤积情况；管道内是否有影响过流的阻挡物；管道内是否有闭水试验时砌筑的临时砖墙封堵及拆除情况，管道内是否有树根生长进入等。

（3）管道结构性排查

对管道结构性的排查，主要涉及到管道是否有纵向、环向、复合破裂以及变形等情况；管道内壁受到污水里面的物质侵蚀，是否有麻面或者钢筋露出情况；管口是否产生偏差出现错口现象，管道是否出现起伏情况；管道端部是否出现脱节、接口材料脱落情况；非管道系统附属设施物体是否有穿透管壁情况，以及管道外面的水是否有渗入管道内部情况。

（4）检查井排查

检查井是连接上下游管道并供养护人员检查、维修或进入管道内的构筑物。对检查井的排查不仅要对井盖是否埋没，丢失、破损、外部动荷载下跳动情况等进行排查，还要对井框是否破损，突起或凹陷等进行排查，也要对井壁泥垢，裂缝，渗漏，抹面脱落，管口孔洞，溜槽破损，井底积泥、杂物，爬梯的松动锈蚀或缺损等情况进行排查。

（5）雨水口排查

雨水口是收集地面雨水的构筑物。不仅要排查雨水篦子是否丢失、破损、盖框间隙、盖框高差、孔眼堵塞、雨水口框突出等情况，还要对井内部的抹面是否脱落、裂缝或渗漏，井体是否倾斜、连管异常、防坠网、铰或链条破损等情况进行排查。

（6）排放口排查

排放口是将雨水或处理后的污水排放至水体的构筑物，主要排查排放口是否淤积，是否被其他物体堵塞或覆盖，对于岸边的排放口排查是否有裂缝倾斜等损坏现象。

**4.1.2排查手段**

排水管网的病害排查是对管网初步诊断的基础，主要基于现有的调查资料进行排查，包括管网图、地质条件、管道材质、管径、水质、淤积、排水设施运行情况等调查资料，而以上现有资料的获取多采用人工巡视的排查方法。在现有调查资料不能对病害精确判断的情况下，按照《城镇排水管道检测与评估技术规程》（CJJ 181-2012）可以增设简易工具、潜水，电视、声波以及融合视频与电磁法的管道内外一体病害排查手段，以此为病害的精准判读提供更多的论证资料。

（1）传统排查法

人工巡视排查，简易工具排查、潜水排查属于传统的排查方法。人工巡视排查，优点是直观，能对管网信息及管道情况进行直观描述记录，比如窨井井壁是否破裂，管道是否有漂浮物，管道流水是否通畅等，但不能很好地对管道内部存在的问题进行定位；另外，人员进人管道会存在安全隐患；同时对管道的上下游进行封堵，不能够采集完整的视频资料，准确性比较差。简易工具排查主要是采用竹片、量泥斗、激光笔等工具进行管内排查的方法，对于直径比较大的管道是否堵塞或者管道的连接情况可以采用竹片进行排查。量泥斗主要于窨井井底或者管道口的淤泥量厚度排查；激光笔适用于管内水位不超过三分之一的通畅情况排查，且管道必须是顺直。潜水法适用于管径大于1200mm且流速不大于0.5m/s的管道内部淤积、异物、塌陷、错口、脱节等状况排查，一般是潜水员沿着管壁摸查，返回地面凭回忆报告排查结果，主观判断因素大，具有一定的盲目性，且人员带水作业安全隐患大。

（2）电视法

电视法主要是闭路电视系统（简称CCTV系统）及潜望镜（QV）两种排查方法，这两种方法目前广泛应用到管道的内部检测中。潜望镜是利用电子摄像高倍变焦技术，加上高质量的聚光、散光灯配合进行内窥排查，优点是携带方便，操作简单，但由于设备局限，只能排查水面以上，对管道细微的结构无法排查，管道过长会出现较大误差。闭路电视系统原理是操作人员通过在地面远程控制检测车在管道内行走并拍摄录像，然后对传送回来的录像进行分析，对管道内部状况进行评估。主要适用于管道内水位较低的排查，能够全面排查排水管道的结构性和功能性状况，排查时一般需要清淤，把管道内壁清洗干净。

（3）声波法

声波排查法主要是采用声呐设备，只能排查水下的淤积、管内异物、对结构的损伤排查有局限，不宜作为损伤判定和修复的依据。

（4）电法

电法排查主要适用于有水的非金属管道的缺陷检测，能在有水环境时CCTV检测方法无法使用或通过CCTV无法直观判断渗漏问题的情况下使用。电法测漏仪是通过设备两个电极的电流值变化来判断管道破裂或者渗漏等情况。通常情况下，大地突然导电性较高，而非金属、无破裂的管壁阻抗较高，导电性差。在管道无缺陷的情况下，设备两极形成的电流值较小，当管道有破裂时，水流会通过管壁的裂缝流入土壤，形成阻抗较低的电流回路，提高设备两电极的导电性，形成电流峰值。我们通过检查电流的起伏变化来判断管道是否存在缺陷。电法测漏仪具备适用有水、操作简单、测量精度高、数据精准等优点，能对非可视的管道缺陷准确定位，为管道维护、养护、修复提供依据。

（5）视频电磁一体法

视频电磁一体法即融合视频电磁的管道内外一体排查方法，是通过融合管道闭路电视系统检测技术与探地雷达探测技术实现管道内部信息与管道外部信息同步一体化采集，通过软件对管道内部损伤进行分析评估以及对管道外部不密实，脱空，富水等条件判定，实现管内，管道本身以及管道外部病害一体化探测评估。其中电磁采用是探地雷达探测技术，一种利用高频脉冲电磁波的反射来探测管道外目标体及地质现象的地球物理勘探方法，它通过发射天线向地下发射高频短脉冲电磁波，经目标体反射，为接收天线所接收。电磁波在介质中传播时，其路径、电磁波强度与波形随通过介质的电性质与几何形态不同而变化，通过对电磁波反射信号的时频特征、振幅特征、相位特征等进行分析，从而达到对管道外部脱空不密实，富水以及隐蔽目标体的探测。

由于不同的管网排查方法所适用的管径范围及管道内部有无水和水位高低要求不一，在选择一种或者多种排查方法时，可以参考下表使用条件开展排查工作。

**表4.1.2-1不同管网排查手段对管道管径的适用范围**

管道类型

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 排查手段 | 小型管道 | 中型管道 | 大型管道 | 特大型管道 | 检查井/雨水口 |
| 人工巡视 | — | — | **√** | **√** | **√** |
| 潜水法 | — | — | **√** | **√** | **√** |
| 电视排查法 | **√** | **√** | **√** | **√** | **√** |
| 声波排查法 | **√** | **√** | **√** | **√** | — |
| 电法排查法 | **√** | **√** | **√** | — | — |
| 视频电磁一体法 | — | **√** | **√** | **√** | — |

注：①小型管道：管径<600mm，中型管道：600mm≤管径≤1000mm，大型管道：1000mm<管径≤1500mm，特大型管道：管径>1500mm。

②“√”表示适用，“—”表示不适用。

**表4.1.2-2 不同管网排查手段对管内水位的适用要求**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 水 深  排查方法 | 水深<0.3m | 0.3m≤水深<0.5m | 水深≥0.5m | 满水 |
| 人工巡视 | **√** | **√** | — | — |
| 潜水法 | — | **√** | **√** | **√** |
| 电视排查法 | **√** | **√** | — | — |
| 声波排查法 | — | **√** | **√** | **√** |
| 电法排查法 | — | **√** | **√** | **√** |
| 视频电磁一体法 | **√** | **√** | — | — |

注：①当水深<0.3m，且有足够净空的条件下，电视排查法需要采用漂流式设备。

②“√”表示适用，“—”表示不适用。

**4.1.3 道路空洞排查**

（1）道路空洞与排水管网健康的关联

城市排水管网主要铺设在城市道路的下方。排水管网的渗漏破损会导致道路结构层下部产生空洞，其过程如图4.1.3-1所示。当排水管道满管时，管道内的水会通过渗漏破损处上溢至管道上部浸泡管网上部土体；被浸泡的上部土体中的细颗粒粉沙会在下水管道处于低水位时，随着回流水回流至管道，从而造成管道上部土体的流失（第1阶段）。随着排水管网周围的土体流失，上部的土体失去支撑随之下沉，从而形成路面结构层和土基之间的空洞（第2阶段）；随着土体的不断流失，空洞的面积不断扩大。当空洞部位上部路面结构的应力超过设计标准时，路面结构将产生塑形变形（第3阶段），最终将导致路面结构破坏垮塌。道路空洞形成及发育过程和排水管网上方的水土流失速度有关，水土流失速度和排水管网的破损状况、满管时间、流速、排水管网上部土质、密实度及路面结构强度等因素有关，一般为历时数年的漫长过程。

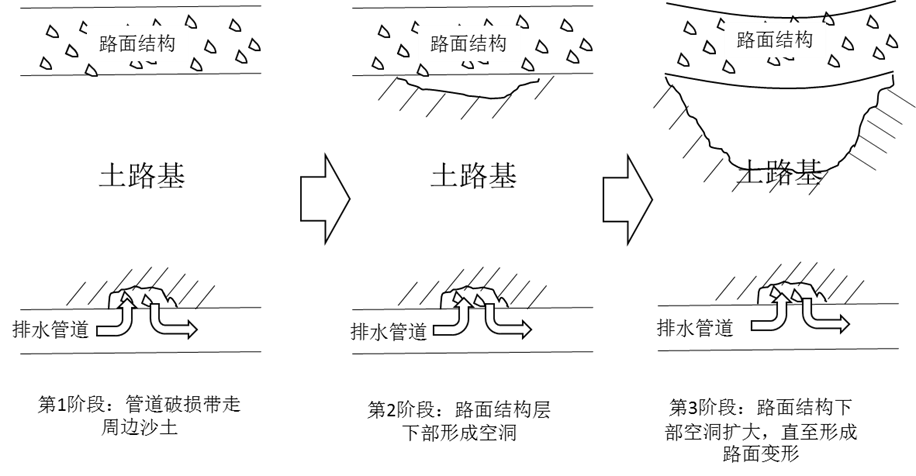


图4.1.3-1 道路空洞形成及发育过程

国外发达国家经过几十年的检测验证，制定了比较成熟的标准规范。日本在80年代东京、大阪、名古屋等城市频频发生由于下水道破损等原因引起的路面塌陷事故，90年代开始采用探地雷达检测车检查道路结构下部脱空部位取得了极大的成功。目前每年对老朽管道上部路面进行探地雷达的定期检查。

（2）道路空洞非破损排查方法

道路空洞的非破损排查方法主要有探地雷达法、高密度电阻法、瞬态面波法、微动勘探法、地震影像法和瞬变电磁法。

1） 探地雷达法

通过车载探地雷达或手推式探地雷达向地面发射高频电磁波，并记录其反射波，根据空洞所产生的反射波识别空洞。

2） 高密度电阻法

在被测区域沿线打入和放置多个电极测点后进行放电，通过各个电极测点接收到的电流，计算下部的电阻分布，推算空洞的分布。

3）瞬态面波法

采用机械或者人工捶击地面的方法产生振动，利用一串布置在表面的振动传感器接受该振动产生的面波，计算下部的面波传导速度来推算空洞的分布。

4）微动勘探法

在表面放置多个高灵敏度振动传感器，接受大地的微动面波，计算下部的面波传导速度来推算空洞的分布。

5）地震影像法

采用机械捶击地面的方法产生振动，利用布置在被测区域各点的振动传感器接受该振动产生的弹性波，计算下部的弹性波传导速度并图示化来分析空洞的分布。

6）瞬变电磁法

是利用不接地回线或接地线源向地下发射一次脉冲磁场，在一次脉冲磁场间歇期间利用线圈或接地电极观测地下介质中引起的二次感应涡流场，从而检测介质电阻率分布，推算空洞的分布。

随着我国城市化建设力度不断加大，地下管网面积增加，每年投入管道检测和维修的费用越来越多，急需一种有效且经济的手段来补充传统的检测方式。而排水管道非开挖修复的方案中往往追加管外注浆措施，治愈路面结构脱空问题。情况不明条件下的注浆一是增加了维修成本，二是对于完好路段注浆反而为引起路基上拱导致路面结构破坏。因此，采用探地雷达这种非破损手段检查下水管道上方道路结构层下部空洞等病害情况，有的放矢制定注浆维修方案，避免盲目注浆，节约成本，同时也能避免盲目注浆导致路面结构受损。2018年10月1日城乡建设部颁布了《城市地下病害体综合探测与风险评估技术标准》（JGJ/T437-2018），要求对地下管线发生形变或破损时，应立即进行以探地雷达为主的检测。并要求对重点管线区域，进行定期检查。

## 4.2 排水管网病害程度与风险预测及评估

**4.2.1排水管网系统损伤程度预测**

排水管网病害的进一步诊断要基于管网系统初步­­­­­­排查的结果，同时要对排查结果进行病害分级认定。按照《城镇排水管道检测与评估技术规程》（CJJ 181-2012），管网系统损伤分为功能性损伤和结构性损伤。

**表4.2.1-1 管网损伤等级分类表**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 等 级  损伤类型 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 结构性损伤 | 轻微损伤 | 中等损伤 | 严重损伤 | 重大损伤 |
| 功能性损伤 | 轻微损伤 | 中等损伤 | 严重损伤 | 重大损伤 |

（1） 功能损伤预测

管道的功能性损伤是指管道内部有沉积、结垢、障碍物、浮渣、残墙、坝根、树根等影响过流断面，影响管道的畅通性能，功能性损伤预测主要是通过障碍物对过流断面的影响进行损伤程度预测。

1）管道内浮渣对管网系统的影响

当漂浮物占水面面积不大于30%时，管道功能性有轻微影响；当漂浮物占水面面积为30%~60%时，管道过流有一定的受阻，功能受到一定影响；当管道内存在大量的漂浮物，超过水面面积的60%时，会造成过流面受阻较严重，管道功能受到较大影响。

2）管道内障碍物对管网系统的影响

当残墙、坝根、树根以及硬质结垢等障碍物在管道内的体积不超过过水断面的15%时，管道功能性有轻微影响，管道运行基本不受影响；当障碍物体积较大造成过水断面损失在15%~25%之间时，管道过流受阻有一定影响，运行影响不大；当障碍物体积较大造成过水断面损失在25%~50%之间时，管道过流受阻比较严重，运行影响明显；当障碍物体积较大造成过水断面损失大于50%时，管道过流受阻很严重，管道即将或已经导致运行瘫痪。

3）管道内沉积和软质结垢对管网系统的影响

沉积和软质结垢是管道内部普遍存在的问题，是比较常见的影响管道通畅性的问题之一。当沉积物厚度为管径的20%~30% ，软质结垢造成的过水断面损失在15％~25％之间，管道过流受到一定影响，运行影响不大；当沉积物厚度在管径的30%~40%之间，软质结垢造成的过水断面损失在25%~50%之间时，管道过流受阻比较严重，运行影响明显；当沉积物厚度及软质结垢大于管径的50%时，管道过流受阻很严重，即将或者已经导致运行瘫痪。

（3）结构性损伤预测

管道结构性损伤预测主要是关注管道结构本体是否损伤，是否影响本体的强度、刚度和使用寿命。结构性损伤可参照《城镇排水管道检测与评估技术规程》（CJJ-181-2012）中结构性损伤名称、代码、等级划分及分值表对管网结构性损伤进行预测与诊断。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **表4.2.1-2 结构性损伤名称、代码、等级划分及分值** | | | | | |
| 损伤  名称 | 损伤代码 | 定 义 | 等级 | 损伤描述 | 分值 |
| 破裂 | PL | 管道的外部压力超过自身的承受力致使管子发生破裂。其形式有纵向、环向和复合3种 | 1 | 裂痕—当下列一个或多个情况存在时：  1）在管壁上可见细裂痕；  2）在管壁上由细裂缝处冒出少量沉积物；  3）轻度剥落。 | 0.5 |
| 2 | 裂口—破裂处已形成明显间隙，但管道的形状未受影响且破裂无脱落。 | 2 |
| 3 | 破碎—管壁破裂或脱落处所剩碎片的环向覆盖范围不大于弧长60 º。 | 5 |
| 4 | 坍塌—当下列一个或多个情况存在时：  1）管道材料裂痕、裂口或破碎处边缘环向覆盖范围大于弧长60º；  2）管壁材料发生脱落的环向范围大于弧长60º。 | 10 |
| 变形 | BX | 管道受外力挤压造成形状变异 | 1 | 变形不大于管道直径的5％ 。 | 1 |
| 2 | 变形为管道直径的5%~15% 。 | 2 |
| 3 | 变形为管道直径的15%~25% 。 | 5 |
| 4 | 变形大于管道直径的25％ 。 | 10 |
| 腐蚀 | FS | 管道内壁受侵蚀而流失或剥落，出现麻面或露出钢筋 | 1 | 轻度腐蚀—表面轻微剥落，管壁出现凹凸面。 | 0.5 |
| 2 | 中度腐蚀—表面剥落显露粗骨料或钢筋。 | 2 |
| 3 | 重度腐蚀—粗骨料或钢筋完全显露。 | 5 |
| 错口 | CK | 同一接口的两个管口产生横向偏差，未处于管道的正确位置 | 1 | 轻度错口—相接的两个管口偏差不大于管壁厚度的1/2 。 | 0.5 |
| 2 | 中度错口—相接的两个管口偏差为管壁厚度的1/2~1之间。 | 2 |
| 3 | 重度错口—相接的两个管口偏差为管壁厚度的1~2倍之间。 | 5 |
| 4 | 严重错口—相接的两个管口偏差为管壁厚度的2倍以上。 | 10 |
| 起伏 | QF | 接口位置偏移，管道竖向位置发生变化，在低处形成洼水 | 1 | 起伏高/管径≤20% 。 | 0.5 |
| 2 | 20%<起伏高/管径≤35% 。 | 2 |
| 3 | 35%<起伏高/管径≤50% 。 | 5 |
| 4 | 起伏高/管径>50% 。 | 10 |
| 脱节 | TJ | 两根管道的端部未充分接合或接口脱离 | 1 | 轻度脱节—管道端部有少量泥土挤入。 | 1 |
| 2 | 中度脱节—脱节距离不大于20mm 。 | 3 |
| 3 | 重度脱节—脱节距离为20mm ~50mm 。 | 5 |
| 4 | 严重脱节—脱节距离为50mm以上。 | 10 |
| 接口材料脱落 | TL | 橡胶圈、沥青、水泥等类似的接口材料进入管道 | 1 | 接口材料在管道内水平方向中心线上部可见。 | 1 |
| 2 | 接口材料在管道内水平方向中心线下部可见。 | 3 |
| 支管  暗接 | AJ | 支管未通过检查井直接侧向接入主管 | 1 | 支管进入主管内的长度不大于主管直径10% 。 | 0.5 |
| 2 | 支管进入主管内的长度在主管直径10％~20%之间。 | 2 |
| 3 | 支管进入主管内的长度大于主管直径20% 。 | 5 |
| 异物  穿入 | CR | 非管道系统附属设施的物体穿透管壁进入管内 | 1 | 异物在管道内且占用过水断面面积不大于10% 。 | 0.5 |
| 2 | 异物在管道内且占用过水断面面积为10％~30% 。 | 2 |
| 3 | 异物在管道内且占用过水断面面积大于 30％ 。 | 5 |
| 渗漏 | SL | 管外的水流入管道 | 1 | 滴漏—水持续从损伤点滴出，沿管壁流动。 | 0.5 |
| 2 | 线漏—水持续从损伤点流出，并脱离管壁流动。 | 2 |
| 3 | 涌漏—水从损伤点涌出，涌漏水面的面积不大于管道断面的1/3 。 | 5 |
| 4 | 喷漏—水从损伤点大量涌出或喷出，涌漏水面的面积大于管道断面的1/3 。 | 10 |

注：表中损伤等级定义区域X的范围为x~y时，其界限的意义是x<X≤y。

**4.2.2 排水管网周边土体病害隐患诊断**

（1）排水管网周边土体病害隐患的探测

现有管网病害程度预测多以直接诊断管道的功能性或结构性损伤为主，却忽略了管道周围土体病害隐患对管道健康的影响。由于管道周边土体状况对管网系统的健康运行起着重要作用，对管道周边土体病害隐患的诊断可以预测排水管网系统的健康状况，因此对排水管道周边土体病害隐患的探测也至关重要。按照《城市勘察物探规范》（CJJ7-85），针对排水管网周边土体病害隐患的探测主要有以下几种方法，详见表4.2.2-1；探测方法或方法组合宜根据探测目的可按下表4.2.2-2确定。

**表4.2.2-1 排水管网周边土体病害隐患探测方法**

| 物探方法 | 探测深度 | 探测效率 | 分辨率 | 成果可靠性 | 探测成本 | 场地条件 | 技术特点 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 探地雷达法 | ≤5.0m | 高 | 0.15m/0.6m | 高 | 较低 | 受场地、地形影响较小，附近无强电磁干扰 | 天线高集成、探测效率高、数据质量高，适用范围广 |
| 地震映像 | ≤20.0m | 较高 | 1m | 中等 | 中等 | 需封道作业，对环境噪音大区域施工难度大 | 对异常地层结构和空间位置反映清晰，分辨率高、精度高，探测效率较高 |
| 瑞雷面波法 | ≤15.0m | 低 | 1.5m | 较高 | 中等 | 需封道作业，受场地、地形影响较小，对环境噪音大区域施工难度大 | 适用于复杂地形条件下，分辨率高，工作效率低 |

**表4.2.2-2 排水管网周边土体病害隐患探测方法适用性**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 探测方法 | 隐患类型 | | | | 隐患埋藏深度  H(m) |
| 脱空 | 空洞 | 疏松体 | 富水体 |
| 探地雷达法 | ● | ● | ● | ● | H＜5.0 |
| 地震映像法 | ○ | ● | ○ | — | H≤20.0 |
| 瞬态面波法 | — | ● | ● | — | 3.0＜H≤15.0 |
| 高密度电阻率法 | — | ● | ○ | ● | 3.0＜H≤30.0 |

注：“●”表示适用，“○”表示可用，“—”表示不适用。

（2）排水管网周边土体病害隐患的类型

1）排水管网周边土体病害隐患根据工程特征可分为沉陷、脱空、空洞、疏松体和富水体5类，具体按表4.2.2-3确定。

**表4.2.2-3管网周围土体病害隐患按工程特征的分类**

|  |  |
| --- | --- |
| **隐患类型** | **工程特征** |
| 沉陷 | 地面硬壳层短时间内出现一定规模的地面沉降。 |
| 脱空 | 埋置深度浅，结构层与地基土产生分离，分离净空小于50cm。 |
| 空洞 | 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。 |
| 疏松体 | （1）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；  （2）强度随疏松体的松散程度增大而降低；  （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。 |
| 富水体 | （1）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、压缩性高等特点；  （2）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。 |

2）排水管网周边土体病害隐患根据地球物理特征划分的隐患类型按表4.2.2-4确定。

**表4.2.2-4 管网周围土体病害隐患按地球物理特征的分类**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 物理特征  隐患类型 | 介电特征 | 弹性特征 | 电阻率特征 |
| 脱空 | 相对介电常数为1。 | （1）弹性波速度低；（2）波阻抗低。 | 电阻率大于周边土体，明显高阻异常。 |
| 空洞 |
| 疏松体 | （1）相对介电常数小于周边土体；（2）疏松程度越高，相对介电常数越小。 | （1）弹性波速度低；（2）疏松程度越高，速度越低。 | （1）电阻率较大于周边土体；（2）疏松程度越高，电阻率差异越明显；（3）电阻率等值线结构不规则。 |
| 富水体 | （1）相对介电常数大于周边土体；（2）含水量越高，相对介电常数越大。 | 弹性波速度低 | （1）电阻率小于周边土体；（2）明显低阻异常。 |

3）疏松体等级划分宜按表4.2.2-5确定。

**表4.2.2-5 疏松体等级划分**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 疏松体等级 | 工程特征 | 可钻性 |
| 严重疏松体 | （1）不密实、孔隙较大；  （2）在水的振动压力作用下且存在通道时，易于产生水土流失；  （3）易于产生压缩变形、固结沉降变形；  （4）浸水后土的结构破坏而发生显著附加变形。 | 钻进容易，孔壁易坍塌。 |
| 一般疏松体 | （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。 | 钻进较容易，孔壁较为稳定。 |

**4.2.3 管网功能性状况评估**

（1）管段功能性损伤参数应按下列公式计算：

当*Y*max≥*Y*时，*G* =Ymax （4.2.3-1）

当*Y*max＜*Y*时，*G* =*Y* （4.2.3-2）

式中：*G*——管段功能性损伤参数；

*Y*max——管段运行状况参数，功能性损伤中最严重处的分值；

*Y*——管段运行状况参数，按损伤点数计算的功能性损伤平均分值。

（2）运行状况参数的确定应符合下列规定：

1）管段运行状况参数应按下列公式计算：

 （4.2.3-3）

max｛*Pj*｝ （4.2.3-4）

*m* = *m*1 + *m*2 （4.2.3-5）

式中：*m*——管段的功能性损伤数量；

*m*1——纵向净距大于1.5m的损伤数量；

*m*2——纵向净距大于1.0m且不大于1.5m的损伤数量；

*Pj*1——纵向净距大于1.5m的损伤分值，按表4.2.3-1取值；

*Pj*2——纵向净距大于1.0m且不大于1.5m的损伤分值，按表4.2.3-1取值；

*β*——功能性损伤影响系数，与损伤间距有关；当损伤的纵向净距大于1.0m且不大于1.5m时，*β*=1.1。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **表4.2.3-1 功能性损伤名称、代码、等级划分及分值** | | | | | |
| 损伤  名称 | 损伤代码 | 定 义 | 损伤等级 | 损伤描述 | 分值 |
| 沉积 | CJ | 杂质在管道底部沉淀淤积  . | 1 | 沉积物厚度为管径的20%~30% 。 | 0.5 |
| 2 | 沉积物厚度在管径的30%~40%之间。 | 2 |
| 3 | 沉积物厚度在管径的40%~50% 。 | 5 |
| 4 | 沉积物厚度大于管径的50% 。 | 10 |
| 结垢 | JG | 管道内壁上的附着物 | 1 | 硬质结垢造成的过水断面损失不大于15％ ；  软质结垢造成的过水断面损失在15％~25％之间。 | 0.5 |
| 2 | 硬质结垢造成的过水断面损失在15％~25％之间；  软质结垢造成的过水断面损失在25%~50%之间。 | 2 |
| 3 | 硬质结垢造成的过水断面损失在25％~50%之间；  软质结垢造成的过水断面损失在50%~80%之间。 | 5 |
| 4 | 硬质结垢造成的过水断面损失大于50% ；  软质结垢造成的过水断面损失大于80% 。 | 10 |
| 障碍物 | ZW | 管道内影响过流的阻挡物 | 1 | 过水断面损失不大于15% 。 | 0.1 |
| 2 | 过水断面损失在15%~25%之间。 | 2 |
| 3 | 过水断面损失在25%~50%之间。 | 5 |
| 4 | 过水断面损失大于50% 。 | 10 |
| 残墙、  坝根 | CQ | 管道闭水试验时砌筑的临时砖墙封堵，试验后未拆除或拆除不彻底的遗留物 | 1 | 过水断面损失不大于15% 。 | 1 |
| 2 | 过水断面损失为在15%~25%之间。 | 3 |
| 3 | 过水断面损失在25%~50%之间。 | 5 |
| 4 | 过水断面损失大于50% 。 | 10 |
| 树根 | SG | 单根树根或是树根群自然生长进入管道 | 1 | 过水断面损失不大于15% 。 | 0.5 |
| 2 | 过水断面损失在15%~25%之间。 | 2 |
| 3 | 过水断面损失在25%~50%之间。 | 5 |
| 4 | 过水断面损失大于50% 。 | 10 |
| 浮渣 | FZ | 管道内水面上的漂浮物（该损伤需记入检测记录表，不参与计算） | 1 | 零星的漂浮物，漂浮物占水面面积不大于30% | — |
| 2 | 较多的漂浮物，漂浮物占水面面积为30%~60% | — |
| 3 | 大量的漂浮物，漂浮物占水面面积大于60% | — |

2）当管段存在功能性损伤时，功能性损伤密度应按下式计算：

 （4.2.3-6）

式中：*YM*——管段功能性损伤密度；

*L*——管段长度；

*Lj*1——纵向净距大于1.5m的功能性损伤长度；

*Lj*2——纵向净距大于1.0m且不大于1.5m的功能性损伤长度。

（3）管段功能性损伤等级评定应符合表4.2.3-2的规定，管段功能性损伤类型评估可按表4.2.3-3确定。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **表4.2.3-2 功能性损伤等级评定** | | | | | |
| 等级 | 损伤参数 | | 运行状况说明 | | |
| Ⅰ | *G*≤1 | | 无或有轻微影响，管道运行基本不受影响 | | |
| Ⅱ | 1<*G*≤3 | | 管道过流有一定的受阻，运行受影响不大 | | |
| Ⅲ | 3<*G*≤6 | | 管道过流受阻比较严重，运行受到明显影响 | | |
| Ⅳ | *G*>6 | | 管道过流受阻很严重，即将或已经导致运行瘫痪 | | |
| **表4.2.3-3 管段功能性损伤类型评估** | | | | | |
| 损伤密度*Y*M | | <0.1 | | 0.1~0.5 | >0.5 |
| 管段功能性损伤类型 | | 局部损伤 | | 部分或整体损伤 | 整体损伤 |

（4）管段养护指数应按下式计算：

*MI*=0.8×*G* +0.15×*K* +0.05×*E* （4.2.3-7）

式中：*MI*——管段养护指数；

*K*——地区重要性参数，可按表4.2.3-4的规定确定；

*E*——管道重要性参数，可按表4.2.3-5的规定确定。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **表4.2.3-4 地区重要性参数*K*** | | | |
| 地 区 类 别 | | *K* 值 | |
| 中心商业、附近具有甲类民用建筑工程的区域 | | 10 | |
| 交通干道、附近具有乙类民用建筑工程的区域 | | 6 | |
| 其他行车道路、附近具有丙类民用建筑工程的区域 | | 3 | |
| 所有其他区域或*F*﹤4时 | | 0 | |
| **表4.2.3-5 管道重要性参数*E*** | | |
| 管 径 *D* | *E*值 | |
| *D*＞1500mm | 10 | |
| 1000mm＜*D*≤1500mm | 6 | |
| 600mm≤*D*≤1000mm | 3 | |
| *D*＜600mm或*F*＜4 | 0 | |

（5）管段的养护等级应符合表4.2.3-6的规定。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **表4.2.3-6 管段养护等级划分** | | |
| 养护等级 | 养护指数*MI* | 养护建议及说明 |
| Ⅰ | *MI*≤1 | 没有明显需要处理的缺陷 |
| Ⅱ | 1＜*MI*≤4 | 没有立即进行处理的必要，但宜安排处理计划 |
| Ⅲ | 4＜*MI*≤7 | 根据基础数据进行全面的考虑，应尽快处理 |
| Ⅳ | *MI*＞7 | 输水功能受到严重影响，应立即进行处理 |

**4.2.4 管网结构性状况评估**

（1）管段结构性损伤参数应按下列公式计算：

当*S*max≥*S*时，*F* =*S*max （4.2.4-1）

当*S*max＜*S*时，*F* =*S* （4.2.4-2）

式中：*F*——管段结构性损伤参数；

*S*max——管段损坏状况参数，管段结构性损伤中损坏最严重处的分值；

*S*——管段损坏状况参数，按损伤点数计算的平均分值。

（2）管段损坏状况参数*S*的确定应符合下列规定：

1）管段损坏状况参数应按下列公式计算：

 （4.2.4-3）

max｛*Pi*｝ （4.2.4-4）

*n* =*n*1 + *n*2 （4.2.4-5）

式中：*n*——管段的结构性损伤数量；

*n*1——纵向净距大于1.5m的损伤数量；

*n*2——纵向净距大于1.0m且不大于1.5m的损伤数量；

*Pi*1——纵向净距大于1.5m的损伤分值，按表4.2.1-2取值；

*Pi*2——纵向净距大于1.0m且不大于1.5m的损伤分值，按表4.2.1-2取值；

*α*——结构性损伤影响系数，与损伤间距有关。当损伤的纵向净距大于1.0m且不大于1.5m时，*α*=1.1。

2）当管段存在结构性损伤时，结构性损伤密度应按下式计算：

 （4.2.4-6）

式中：*S*M——管段结构性损伤密度；

*L*——管段长度（m）；

*L*i1——纵向净距大于1.5m的结构性损伤长度（m）；

*L*i2——纵向净距大于1.0m且不大于1.5m的结构性损伤长度（m）。

（3）管段结构性损伤等级的确定应符合表4.2.4-1的规定，管段结构性损伤类型评估可按表4.2.4-2确定。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **表4.2.4-1 管段结构性损伤等级评定对照表** | | | | | |
| 等级 | 损伤参数*F* | | 损坏状况描述 | | |
| Ⅰ | *F*≤1 | | 无或有轻微损伤，结构状况基本不受影响，但具有潜在变坏的可能 | | |
| Ⅱ | 1<*F*≤3 | | 管段损伤明显超过一级，具有变坏的趋势 | | |
| Ⅲ | 3<*F*≤6 | | 管段损伤严重，结构状况受到影响 | | |
| Ⅳ | *F*>6 | | 管段存在重大损伤，损坏严重或即将导致破坏 | | |
| **表4.2.4-2 管段结构性损伤类型评估参考表** | | | | | |
| 损伤密度*S*M | | <0.1 | | 0.1~0.5 | >0.5 |
| 管段结构性损伤类型 | | 局部损伤 | | 部分或整体损伤 | 整体损伤 |

（4）管段修复指数应按下式计算：

*RI*=0.7×*F* + 0.1×*K* + 0.05×*E* + 0.15×*T* （4.2.4-7）

式中：*RI* —— 管段修复指数；

*K*——地区重要性参数，可按表4.2.3-4的规定确定；

*E*——管道重要性参数，可按表4.2.3-5的规定确定；

*T*——土质影响参数，可按表4.2.4-3的规定确定。

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **表4.2.4-3 土质影响参数T** | | | | | | | | | | | |
| 土质 | 一般土层或F=0 | 粉砂层 | 湿陷性黄土 | | | 膨胀土 | | | 淤泥类土 | | 红粘土 |
| Ⅳ级 | Ⅲ级 | Ⅰ,Ⅱ级 | 强 | 中 | 弱 | 淤泥 | 淤泥质土 |
| *T*值 | 0 | 10 | 10 | 8 | 6 | 10 | 8 | 6 | 10 | 8 | 8 |

（5）管段的修复等级应符合表4.2.4-4的规定。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **表4.2.4-4 管段修复等级划分** | | |
| 等级 | 修复指数 *RI* | 修 复 建 议 及 说 明 |
| Ⅰ | *RI*≤1 | 结构条件基本完好，不修复 |
| Ⅱ | 1＜*RI*≤4 | 结构在短期内不会发生破坏现象，但应做修复计划 |
| Ⅲ | 4＜*RI*≤7 | 结构在短期内可能会发生破坏，应尽快修复 |
| Ⅳ | *RI*＞7 | 结构已经发生或即将发生破坏，应立即修复 |

## 排水管网病害诊断报告

**4.3.1 诊断报告的要求**

（1）基本资料详细：地理信息、地面参照物、管径、管材、流向、管底高程、水位（淤积）深度、流量、水质等。

（2）诊断结果合理有据：相关影像、图片资料要清晰、真实，影像、图片资料要有相应的检测日期和地理信息。

（3）诊断结果清楚直观：要严格按照上述诊断要求给出准确的病害类型、病害等级和病害修复等级。

* + 1. **诊断报告的编制**

（1）管网周围基本地球物理信息；

（2）管网基本参数，包括：管径、管材、流向、管底高程、水位（淤积）深度、流量、水质等；

（3）管网检测日期及地面参照物照片；

（4）管网检测的相关影像、图片资料的分析评估；

（5）病害汇总表：病害类型、病害等级、修复等级、病害占比等；

（6）最新管网图。

# 5 排水管网整治技术

## 排水管网修复

**5.1.1修复原则**

（1）安全适用原则。在满足相关规定的前提下，要因地制宜、根据工程实际情况制定适宜的修复方案，同时也要避免二次损坏、安全文明施工。

（2）技术先进原则。为提高修复效率，要善于推陈出新，优先使用先进有效的新技术。

（3）工程质量可靠原则。在保证安全、高效施工的前提下，要确保工程质量可靠，满足相关工程质量验收标准。

（4）经济合理原则。在确保工程质量的前提下，要精准合理预算，做到经济合理。

**5.1.2修复策略**

（1）现场勘查。了解管线类型、材质、尺寸、埋深、水位、流量、水质、淤积深度、管线周围填土特性及周围环境状况。

（2）管网病害类型诊断。利用现有的排水管网健康诊断设施并结合相关技术对病害类型进行精准诊断，并给出相关病害等级。

（3）制定修复方案。根据病害类型、病害等级及现场勘查资料制定合理的修复方案。

（4）专家论证。邀请相关领域的专家对修复方案进行论证，确保修复方案适用、安全、经济、可行。

（5）修复施工。根据论证好的修复方案进行病害修复治理。

（6）复诊与补休。对修复病害进行二次诊断，确保根除病害，对二次确诊病害进行再次修复直到满足相关质量验收标准为止。

（7）竣工验收。

**5.1.3修复新技术**

按照《城镇排水管道非开挖修复工程施工及验收规程》和《城镇排水管道非开挖修复更新工程技术规程》（CJJ/T 210-2014）的相关规定，关于排水管网的整治修复主要新技术如下：

（1）注浆法

注浆法可分为管内注浆法和管外注浆法。该法是采用水泥基类、硅化浆液或高聚物材料对管道（渠）周边土体进行加固和止水的一种新工艺。管外注浆法的新工艺同时也是一种不停水修复的新技术。

1）适用范围：管外注浆法可用于各类排水管道，可用于不停水条件下排水管道的抬升、管网周围土体脱空、松散等病害的修复；管内注浆法宜用于管径不小于800mm的排水管道，可用于排水管道的抬升、管网周围土体脱空、松散等病害的修复及管道开裂、渗漏等病害的治理。

2） 基本要求：注浆法施工前应根据管道评估报告及相关资料进行专项设计，并应按规定程序审批后实施；注浆材料应按照表5.1.3-1选用。

表5.1.3-1 注浆材料适用范围

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 注浆材料 | | 适用范围 |
| 水泥基类液浆 | | 适用于软土地基处理；有地下水流动的软基不应采用单液水泥浆 |
| 硅化浆液 | 双液硅化法 | 适用于加固粗砂、中砂、细砂 |
| 单液硅化法 | 适用于加固粉砂，黄土 |
| 碱液 | | 适用于加固地下水位以上渗透系数为0.1m/d～2.0m/d的湿陷性黄土地基，对于自重湿陷性黄土地基适应性通过实验确定 |
| 高聚物材料 | | 适用于填充加固各类土体及结构本体与土体脱空；修复管道渗漏、管道沉降等 |

**注：**表中高聚物材料指非水反应高聚物。

（2）翻转式原位固化法

采用翻转方式将浸渍热固性树脂的软管置入原有管道内，通过热水或蒸汽固化后形成管道内衬的修复方法。

1. 适用范围：翻转式原位固化法可用于DN150～DN2700排水管道的修复。

2）基本要求：施工设备应根据工程特点和总体布置方案合理配置，并应备用满足施工要求的动力和设备；施工前，应对管道进行预处理，管渠内壁应平整、圆顺，并应满足翻转式原位固化法修复要求；排水管道翻转式原位固化法修复工程应依据管道检测评估报告进行设计和施工；管道修复完成后，应对内衬管端口、内衬管与检查井接口、内衬管与原管管壁之间的缝隙进行密封处理。

（3）紫外光原位固化法

采用牵拉方式将浸有光引发树脂的软管置入原有管道内，通过紫外光固化后形成管道内衬的修复方法。

1. 适用范围：紫外光原位固化法可用于DN150～DN1800排水管道的修复。
2. 基本要求：排水管道原位固化法修复工程应依据管道检测评估报告进行设计和施工；在修复之前应对管道进行预处理，管道预处理应满足原位固化法修复要求；管道修复完成后，应对内衬管端口、内衬管与支管接口或检查井接口处进行连接和密封处理。

（4）水泥基材料喷筑法

通过离心或压力喷射方式将修复用水泥基材料均匀覆盖在原有管道设施内表面形成内衬的修复方法。

1. 适用范围：水泥基材料喷筑法可用于各类断面形式、无机材质排水管（渠）的修复；水泥基材料喷筑法按工艺可分为离心和人工喷筑两种方式，离心喷筑法可用于DN300～DN3000的圆形管道及检查井井壁的修复；人工喷筑法可用于人能进入的管道、检查井、各类箱涵、硐室等各类断面形式结构的修复。
2. 基本要求：管道预处理后表面暴露出的凹陷、孔洞和裂缝等缺陷应采用砂浆等嵌缝材料填平。

（5）高分子材料喷涂法

向管道内壁喷涂高分子材料，形成涂层的管道修复方法。

1. 适用范围：高分子材料喷涂法可用于各类断面形式混凝土、钢筋混凝土、砖砌、圬工等排水管（渠）与金属管道和无机材料检查井的修复；喷涂法可分为人工喷涂和机器设备喷涂；DN800及以上的排水管（渠）、金属管道与无机材料检查井可采用人工喷涂。
2. 基本要求：在正式喷涂作业前，应采取防止灰尘、溶剂、杂物等污染的保护措施；管道预处理应符合下列规定：

① 混凝土、砖石结构管道宜采用高压水射流进行清洗，要求清洗后基体表面坚实，无松散附着物；金属结构宜采用超高压溶剂水射流或喷砂处理，处理后表面无锈蚀，表面糙度应达到0.05mm。

② 表面处理后暴露出的凹陷、孔洞和裂缝等缺陷，应采用环氧树脂砂浆等嵌缝材料填平，待嵌缝材料固化后，再打磨平整。

③ 基体应无渗水，喷涂前应进行干燥处理，宜测量基体的干燥度/含水率，基体的干燥度应满足喷涂材料产品使用说明要求。

（6）机械制螺旋缠绕法

采用机械缠绕的方法将带状型材在原有管道内形成一条新的管道内衬的修复方法，简称螺旋缠绕法。

1. 适用范围：机械制螺旋缠绕法可用于各类断面形式、各种材质的排水管（渠）的修复；机械制螺旋缠绕法按工艺可分为扩张法、钢塑加强法、机头行走法三种，其中扩张法宜用于DN200～DN600圆型管道的修复，钢塑加强法宜用于DN600～DN3000圆型管道的修复，机头行走法宜用于不规则边长在1200mm～5000mm之间任意形状管道的修复。
2. 基本要求：钢塑加强法和机头行走法应对环形间隙进行注浆处理；管道修复完成后，应对内衬管的端口及与检查井的接口处进行处理；原管道预处理后应符合下列规定：

① 原管道应顺直，最大弯曲角度不宜大于5°；

② 在进行内衬施工前，应对预处理后的管道进行CCTV检测，管道内应无障碍物，管壁的残留物不得超过10mm，检查结果作记录并保存。

（7）垫衬法

将带锚固键的塑料垫衬作成一条新的管道内衬，安装在原有管道内，并对内衬与原有管道之间的间隙进行填充的管道修复方法。

1. 适用范围：垫衬法可用于DN300以上的各类断面形式、各类材质的排水管（渠）的修复。
2. 基本要求：内衬管背面应设置锚固键；管道修复完成后，应对内衬管两端与原有管道间的环状空隙密封处理；管道预处理应符合下列规定：

① 混凝土、圬工结构宜采用高压水射流进行清洗，清洗后基体表面应坚实，无松散附着物；

② 预处理后管道内应无沉积、结垢和障碍物。

（8）碎（裂）管法

采用碎（裂）管设备从内部破碎或割裂原有管道，将原有管道碎片挤入周围土体形成管孔，并同步拉入新管道的方法。

1. 适用范围：碎（裂）管法可用于高密度聚乙烯（HDPE）波纹管、混凝土管道、陶土管等管道的修复，钢筋混凝土管及带钢筋的聚乙烯（PE）管应经过评估后修复。
2. 基本要求：施工前应查明原有管线的材质和性能、工程地质和水文地质条件以及周边地下管线、建筑物或构筑物的类型及状态；施工前应按现行行业标准《城镇排水管道检测与评估技术规程》（CJJ 181-2012）和《城镇排水管道非开挖修复更新工程技术规程》（CJJ/T 210-2014）对排水管道进行检测、评估和修复设计；施工过程中不得对周边环境、地下管线或其他建筑物或构筑物造成破坏。

（9）热塑成型法

采用牵拉方法将生产压制成“C”型或“H”型的内衬管置入原有管道内，然后通过静置、加热、加压等方法将衬管与原有管道紧密贴合的管道内衬修复技术。

1）适用范围：热塑成型法可用于DN100～DN1200排水管道的修复。

2）基本要求：管道修复完成后，当内衬管两端与原有管道之间有环状空隙时，应密封处理。

（10）管片内衬法

将片状型材在原有管道内拼接成一条新管道，并对新管道与原有管道之间的间隙进行填充的管道修复方法，又称管片拼装法。

1. 适用范围：管片内衬法可用于DN800及以上的重力污水、雨水、雨污合流的混凝土管（渠）、钢筋混凝土管（渠）、圬工管（渠），检查井，污水池等排水设施的修复；可用于修复圆形，方形和马蹄形管道。
2. 基本要求：采用管片内衬法修复管道时，应对管片内衬管和原有管道之间的空隙进行注浆填充。

（11）不锈钢双胀环法

以环状橡胶止水密封带与不锈钢胀环为主要修复材料，在管道接口或局部损坏部位安装环状橡胶止水密封带，密封带就位后用2道或3道不锈钢胀环固定管道的修复方法。

1）适用范围：不锈钢双胀环法可用于DN800及以上的混凝土管、钢筋混凝土管、钢管、球墨铸铁管及各种合成材料管材的排水管道的局部修复。

2）基本要求：施工设备和动力要求应根据工程特点合理选用，并应有总体布置方案，应有满足施工要求备用的动力和设备。

（12）不锈钢快速锁法

采用专用不锈钢圈扩充后将橡胶密封圈挤压在原有管道缺陷位置，形成管道内衬的管道局部修复方法。

1）适用范围：不锈钢快速锁法可用于DN300～DN1800排水管道的局部修复，不适宜管道变形和接头错位严重情况的修复。

2）基本要求：管径DN600以下的快速锁应采用专用气囊进行安装，DN800及以上的快速锁宜采用多片式快速锁结构进行人工安装。

（13）点状原位固化法

将经树脂浸透后的织物缠绕在修复气囊上，拉入到待修复位置，修复气囊充气膨胀后使树脂织物压粘于管道上保持压力待树脂固化后形成内衬筒的修复方法，又称点状CIPP法。

1）适用范围：点状原位固化法可用于DN200～DN1500的混凝土管、钢筋混凝土管、钢管及各种塑料管排水管道的修复。

2）基本要求：施工设备和动力要求应根据工程特点合理选用。

（14）短管穿插法

将预加工的短管在检查井内连接后置入原有管道内，并对新管道与原有管道之间的间隙（若有）进行充填处理的管道修复方法。

1）适用范围：短管穿插法可用于管道老化、内壁腐蚀脱落的DN200～DN600排水管道置换PE管的工程。短管内衬可采用插管法或胀插法工艺。

2）基本要求：采用顶推方法施工时，施工设备应由液压操作系统、管道装配系统及液压动力站组成，包括千斤顶、管口抱箍和护口铁帽。

## 5.2 排水管网运维管理

随着社会的发展，对于地下空间开发的规模越来越大，地下排水管网的布局越来越复杂，管网运行期间相关病害造成的工程事故也报道不断。因此，为保障人民群众的生命财产安全，提升社会经济效益，排水系统尤其是排水管网的安全运行与维护也越来越重要。关于管网的运维管理应按现行行业标准《城镇排水管道维护安全技术规程》（CJJ 6-2009）、《排水管网维护管理质量标准》（SZDB/Z 25-2009）、《城镇管渠与泵站维护技术规程》（CJJ 68-2007）的有关规定执行。

**5.2.1资料入库**

管网资料的入库管理是管网运维管理的首要任务，真实全面的管网资料是管网安全运行维护的重要基础。因此，排水管网维护、管理单位应建立健全排水管网及设施的档案资料管理制度，配备专职档案资料管理人员。各项管网、设施维护台帐健全，记录详细，装订规范。运营档案、资料实行计算机自动化管理，并建立信息共享平台。管网资料应包括工程竣工资料、维护资料、管道检查资料及管网图等。

（1）新建、改建及日常巡检中发现的私建管网排水设施应有完整、准确、清晰的竣工技术资料。竣工技术资料应包括工程建设文本、技术设计资料、竣工验收资料。工程竣工后，排水管网维护、管理单位应对建设单位移交的竣工技术资料按有关规定及时归档入库。

（2）排水管网维护、管理单位应根据竣工技术资料绘制准确反映辖区内管网情况的排水管网图，设施变化后管网图应及时修测。排水管网图中应包括下表所列举的内容。

**表5.2.1-1 排水管网图的主要内容**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **图 名** | **排水系统图** | **排水管详图** |
| 比例尺 | 1:2000至1:20000 | 1:500至1:2000 |
| 内容 | 排水系统边界 | 检查井 |
| 泵站及排放口位置 | 雨水口 |
| 泵站、污水厂名称 | 接户井 |
| 泵站装机容量 | 管径、材质 |
| 主管道位置 | 管道长度 |
| 管径 | 管道流向 |
| 管道流向 | 管底及地面高程 |
| 道路、河流等 | 道路边线、沿街参照物 |

（3）排水管网维护、管理单位应建立排水管网地理信息系统，采用计算机技术对管网图等空间信息实施智能化管理，并应符合下列规定：

1）排水管网地理信息系统应包括以下主要功能：

① 管道数据输入、编辑功能。

② 管道信息查询、统计、分析功能。

③ 具备完善的信息维护和更新功能。

④ 图形及报表的输出、打印功能。

2）排水管网数据库中应包括下表所列举的内容。

**表5.2.1-2 排水管网数据库的主要内容**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **图名** | **雨水系统图** | **污水系统图** | **排水管详图** |
| 内容 | 服务面积 | 服务面积 | 管径 |
| 设计雨水量 | 设计污水量 | 管道长度 |
| 设计暴雨重现期 | 人均日排水量 | 管材 |
| 平均径流系数 | 服务人口 | 管道断面形状 |
| 泵站容量 | 泵站容量 | 接口种类 |
| 主管道长度 | 主管道长度 | 施工方法 |
| 设计单位 | 设计单位 | 检查井材料 |
| 施工单位 | 施工单位 | 地面和管底高程 |
| 竣工年代 | 竣工年代 | 竣工年代 |

3）排水管网地理信息系统建成后应建立相应的数据维护制度；及时对变更的管道进行实地修测，及时更新数据。

4）采用计算机管理的技术资料应有备份。

（4）排水设施的维护资料应正确、及时、清晰，排水设施的更新、改造、补缺、配套的资料应及时归档保存，实行计算机管理的维护资料应有备份，对排水设施的突发事故或设施严重损坏情况必须及时做好记录，并应连同分析处理资料一起归档入库。

（5）排水管网日常检查和维护资料齐备，每日/月/年填写《排水管网维修养护情况日/月/年报表》，并能充分反映平均养护率和平均疏通率两个指标。

（6）泵站管理单位应建立、健全泵站和相关设施的档案制度。泵站工程档案应包括工程建设前期、竣工验收、更新改造等资料。泵站管理单位应编制每一座排水泵站设施量统计年报、泵站运行技术经济指标统计年报。排水泵站设施的维修资料应准确、齐全，及时归档入库。排水泵站突发事故或设施严重损坏情况的资料、处理结果应及时归档入库。泵站运行资料应准确、规范、及时汇编成册。泵站维护技术管理资料应包括下列内容：

1）泵站概况。

2）泵站服务图：汇水边界、路名、泵站位置，主要管道流向、管径、管底标高。

3）泵站平面图：围墙、泵房、进、出水管道、排出口管径、事故排出口。

4）泵站剖面图：进、出水管道及管径和标高、集水井、泵房、开停车水位。

5）泵站机电、仪表设备表。

6）泵站电气主接线图、自控系统图。

7）泵站日常运行资料。

**5.2.2日常维护**

（1）排水管网设施日常运营维护具体应按照国家、建设部及地方最新相关规范及标准执行，总体达到以下标准：

1）排水管渠应定期检查，定期维护，保持良好的水利功能和结构状况。

2）排水管道应定期巡视，巡视内容包括污水冒溢、晴天雨水口积水、井盖和雨水篦缺损、管道塌陷。

3）管道、检查井和雨水口内不得留有石块等阻碍排水的杂物，积泥深度在标准范围内。

4）车辆经过时，井盖不应出现跳动和声响。当发现井盖缺失或损坏后，必须及时安放护栏和警示标志，并在8小时内恢复。

5）排水管网内所设泵站应按照相关质量安全技术规定定期检测维护。

（2）排水管道的维护应符合下列规定：

1）定期巡视，及时发现和修理管道裂缝、腐蚀、沉降、变形、错口、脱节、破损、孔洞、异管穿入、渗漏、冒溢等情况。

2）压力管养护应采用满负荷开泵的方式进行水力冲洗，至少每三个月一次。

3）定期清除透气井内的浮渣。

4）保持排气阀、压力井、透气井等附属设施的完好有效。

5）定期开盖检查压力井盖板，发现盖板锈蚀、密封垫老化、井体裂缝、管内积泥等情况应及时维修和保养。

（3）排水渠道的维护应符合下列规定：

1）定期打捞水面漂浮物，保持水面整洁。

2）及时清理落入渠内阻碍明渠排水的障碍物，保持水流畅通。

3）明渠应定期进行整修边坡、清除污泥等维护，保持线形顺直，边坡整齐。

4）应定期检查无铺砌明渠直线段、转弯处、变坡点的断面状况，发现损坏应用砖石砌成标准沟形断面以控制沟底标高和断面尺寸并应符合原设计要求。

5）每年枯水期应对明渠进行一次淤积情况检查，明渠的最大积泥深度不应超过设计水深的1/5。

6）明渠清淤深度不得低于护岸坡脚顶面。

7）定期检查块石渠岸的护坡、挡土墙和压顶；发现裂缝、沉陷、倾斜、缺损、风化、勾缝脱落等应及时修理。

8）定期检查护栏、里程桩、警告牌等明渠附属设施，并保持完好。

9）明渠宜每隔一定距离设清淤运输坡道。

（4）明渠应定期巡视，当发现下列行为之一时，应及时制止：

1）向明渠内倾倒垃圾、粪便、残土、废渣等废弃物。

2）圈占明渠或在明渠控制范围内修建各种建（构）筑物。

3）在明渠控制范围内挖洞、取土、采砂、打井、开沟、种植及堆放物件。

4）擅自向明渠内接入排水管，在明渠内筑坝截水、安泵抽水、私自建闸 、架桥或架设跨渠管线。

5）向雨水渠中排放污水。

（5）盖板渠的维护应符合下列规定：

1）保持盖板不翘动、无缺损、无断裂、不露筋、接缝紧密；无覆土的盖板渠其相邻盖板之间的高差不应大于15mm。

2）盖板渠的积泥深度不应超过设计水深的1/5。

3）保持墙体无倾斜、无裂缝、无空洞、无渗漏。

（6）倒虹管的养护应符合下列规定：

1）倒虹管养护宜采用水力冲洗的方法，冲洗流速不宜小于1.2m/s。在建有双排倒虹管的地方，可采用关闭其中一条，集中水量冲洗另一条的方法。

2）过河倒虹管的河床覆土不应小于0.5m。在河床受冲刷的地方，应每年检查一次倒虹管的覆土状况。

3）在通航河道上设置的倒虹管保护标志应定期检查和油漆，保持结构完好和字迹清晰。

4）在检修过河倒虹管前，若需要抽空管道，必须先进行抗浮验算。

（7）潮、闸门维护应符合下列规定：

1）潮门应保持闭合紧密，启闭灵活；吊臂、吊环、螺栓无缺损；潮门前无积泥、无杂物。

2）汛期潮门检查每月不应少于一次；

3）拷铲、油漆、注油润滑、更换零件等重点保养应每年一次；

（8）岸边式排放口的维护应符合下列规定：

1）定期巡视，及时维护，发现和制止在排放口附近堆物、搭建、倾倒垃圾等情况。

2）排放口挡墙、护坡及跌水消能设备应保持结构完好，发现裂缝、倾斜等损坏现象应及时修理。

3）埋深低于河滩的排放口应在每年枯水期进行疏浚。

4）排放口管底高于河滩1m以上时，应根据冲刷情况采取阶梯跌水等消能措施。

（9）江心式排放口的维护应符合下列规定：

1）排放口周围水域不得进行拉网捕鱼、船只抛锚或工程作业。

2）排放口标志牌应定期检查和油漆，保持结构完好, 字迹清晰。

3）江心式排放口宜采用潜水检查的方法了解河床变化、管道淤积、构件腐蚀和水下生物附着情况。

4）江心式排放口应定期采用满负荷开泵的方法进行水力冲洗，保持排放管和喷射口的畅通，每年冲洗的次数不应少于二次。

（10）泵站的维护应符合下列规定：

1）泵站设施应清洁、无锈蚀。气压临界部位应加强检查，并应进行防腐蚀处理。

2）泵站设施除锈、防腐蚀处理维护周期，雨水泵宜两年一次，污水泵站宜一年一次。

3）泵站附属设施宜三年检查维护一次。

4）每年汛期前应检查和维护的自身防汛能力、设施及器材。

**5.2.3跟踪检测（查）**

（1）跟踪检测（查）的内容

1）管道内部的检测

管道内部的跟踪检测可以采用人工巡视、CCTV、QV等进行，主要包括修复部位渗、漏水检测，管道功能性检测和结构性检测。

2）管道周围土体的检测

可采用管道机器人雷达和探地雷达进行检测，主要检测管道周围土体的脱空、松散等土体病害。

3）检查井的检查

检查井具体检查内容详见表5.2.3-1。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **表5.2.3-1 检查井检查的基本项目** | | |
|  | 外部检查 | 内部检查 |
| 检查项目 | 井盖埋没 | 链条或锁具 |
| 井盖丢失 | 爬梯松动、锈蚀或缺损 |
| 井盖破损 | 井壁泥垢 |
| 井框破损 | 井壁裂缝 |
| 盖框间隙 | 井壁渗漏 |
| 盖框高差 | 抹面脱落 |
| 盖框突出或凹陷 | 管口孔洞 |
| 跳动和声响 | 流槽破损 |
| 周边路面破损、沉降 | 井底积泥、杂物 |
| 井盖标示错误 | 水流不畅 |
| 道路上的井室盖是否为重型井盖 | 浮渣 |
| 其他 | 其他 |

4）雨水口的检查

雨水口具体检查内容详见表5.2.3-2。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **表5.2.3-2 雨水口检查的基本项目** | | |
|  | 外部检查 | 内部检查 |
| **检查项目** | 雨水箅丢失 | 铰或链条损坏 |
| 雨水箅破损 | 裂缝或渗漏 |
| 雨水口框破损 | 抹面剥落 |
| 盖框间隙 | 积泥或杂物 |
| 盖框高差 | 水流受阻 |
| 孔眼堵塞 | 私接连管 |
| 雨水口框突出 | 井体倾斜 |
| 异臭 | 连管异常 |
| 路面沉降或积水 | 防坠网 |
| 其他 | 其他 |

5）其他管网相关设施的检测应该按照《城镇排水管道维护安全技术规程》（CJJ 6-2009）、《排水管网维护管理质量标准》（SZDB/Z 25-2009）、《城镇管渠与泵站维护技术规程》（CJJ 68-2007）的有关规定执行。

（2）跟踪检测（查）的基本要求

结构性病害修复后检测普查周期宜为5a～10a，功能性病害修复后检测普查周期宜为1a～2a。当遇到下列情况之一时，跟踪检测周期可相应缩短：

1）修复前病害严重的管网；

2）流砂易发、湿陷性土等特殊地区的管道；

3）管龄30a以上的管道；

4）施工质量差的管道；

5）重要管道；

6）有特殊要求管道。

# 引用标准名录

1. 《城市地下病害体综合探测与风险评估技术标准》（JGJ/T437-2018）
2. 《城镇排水管道维护安全技术规程》（CJJ 6-2009）
3. 《城市勘察物探规范》（CJJ7-85）
4. 《城镇管渠与泵站维护技术规程》（CJJ 68-2007）
5. 《城镇排水管道检测与评估技术规程》（CJJ 181-2012）
6. 《城镇排水管道非开挖修复更新工程技术规程》（CJJ/T 210-2014）
7. 《排水管网维护管理质量标准》（SZDB/Z 25-2009）

# 本指南用词说明

1. 为便于在执行本指南条文时区别对待，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，在一定条件下可以选择这样做的，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”。