

团 体 标 准

T/DLAS 0001-2020

城镇涵洞检测与评估技术规程

Technical specification for inspection and evaluation of urban culverts

2020-11-28 发布

2020-12-28 实施

大连市标准化协会 发布

目 次

前 言..... IV

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 符号..... 2

5 基本规定..... 3

 5.1 基本要求..... 3

 5.2 检测要求..... 3

 5.3 检测方案制定..... 3

 5.4 检测工作流程..... 4

6 潜水员检测..... 5

 6.1 一般规定..... 5

 6.2 检测设备..... 5

 6.3 检测方法..... 6

7 电视检测..... 6

 7.1 一般规定..... 6

 7.2 检测设备..... 6

 7.3 检测方法..... 6

 7.4 影像判读..... 7

8 水下机器人检测..... 7

 8.1 一般规定..... 7

 8.2 检测设备..... 7

 8.3 检测方法..... 8

 8.4 影像判读..... 8

9 声呐检测..... 8

 9.1 一般规定..... 8

 9.2 检测设备..... 8

 9.3 检测方法..... 8

 9.4 轮廓判读..... 9

10 技术状况评估..... 9

 10.1 一般规定..... 9

 10.2 结构性缺陷评估..... 9

 10.3 功能性缺陷评估..... 13

11 检测报告..... 15

附 录 A （规范性附录） 涵洞缺陷现场记录表..... 16

附 录 B （规范性附录） 涵洞缺陷统计表..... 17

附 录 C （规范性附录） 涵洞状况评估表..... 18

参考文献.....	19
附件.....	20

全国团体标准信息平台

前 言

本文件是按照GB/T 1.1的要求编写的。

本文件由大连市标准化协会提出并归口。

本文件起草单位：中交元洋（大连）桥梁水下检测有限公司、大连海事大学、上海市市政交通设计研究院有限公司、交通运输部公路科学研究院、中交公路规划设计院有限公司、湖南省农林工业勘察设计研究总院、新疆交通科学研究院、新疆生产建设兵团公路科学技术研究所、江苏腾达工程检测有限公司、上海溪莲海洋工程技术有限公司、武汉理航结构安全技术有限公司、大连市标准化协会。

本文件主要起草人：张臣、刘志洋、赵玉行、李晓飞、胡程、卢明起、申强、徐岚、孙希来、杨可、于奇、何少阳、孟飞虎、李翌程、田小平、李文伟、王随柱、徐春风、赵景洄、赵焜、许冠春、张字苓。

本文件属首次发布。

城镇涵洞检测与评估技术规程

1 范围

本文件规定了城镇涵洞（以下简称涵洞）检测与评估的术语和定义、基本规定、潜水员外业检测、电视检测、水下机器人检测、声呐检测、涵洞技术状况评估和检测报告编制。

本文件适用于各级城市涵洞的检测和评估。

2 规范性引用文件

本文件无规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

潜水员检测 diver inspection

检测人员装备潜水服空气呼吸器的潜水套装进入涵洞进行检测的方法的统称。

3.2

电视检测 closed circuit television inspection

采用闭路电视系统进行涵洞检测的方法，简称 CCTV 检测。

3.3

水下机器人检测 remote operated vehicle inspection

采用水下机器人对涵洞水下部分进行检测的方法，简称 ROV 检测。

3.4

声呐检测 sonar inspection

采用声波探测技术对涵洞内水面以下的状况进行检测的方法。

3.5

结构性缺陷 structural defect

涵洞结构本体遭受损伤，影响强度、刚度和使用寿命的缺陷。

3.6

功能性缺陷 functional defect

导致涵洞过水断面发生变化，影响畅通性能使用性能的缺陷。

3.7

结构性缺陷密度 structural defect density

根据涵洞结构性缺陷的类型、严重程度和数量，基于平均分值得到的涵洞结构性缺陷长度的相对值。

3.8

功能性缺陷密度 functional defect density

根据涵洞功能性缺陷的类型、严重程度和数量，基于平均分值得到的涵洞功能性缺陷长度的相对值。

3.9

修复指数 rehabilitation index

依据涵洞结构性缺陷的类型、严重程度、数量以及影响因素计算得到的数值。数值越大表明涵洞修复的紧迫性越大。

3.10

养护指数 maintenance index

依据涵洞功能性缺陷的类型、严重程度、数量以及影响因素计算得到的数值。数值越大表明涵洞养护的紧迫性越大。

4 符号

E——涵洞重要性参数；
 F——涵洞结构性缺陷参数；
 G——涵洞功能性缺陷参数；
 K——地区重要性参数；
 L——涵洞长度；
 L_i ——第 i 处结构性缺陷的长度；
 L_j ——第 j 处功能性缺陷的长度；
 MI ——涵洞养护指数；
 m——涵洞的功能性缺陷数量；
 n——涵洞的结构性缺陷数量；
 P_i ——第 i 处结构性缺陷分值；
 P_j ——第 j 处功能性缺陷分值；
 RI——涵洞修复指数；
 S——涵洞损坏状况参数，按缺陷点数计算的平均分值；
 SM——涵洞结构性缺陷密度；
 S_{max} ——涵洞损坏状况参数，涵洞结构性缺陷中损坏最严重处的分值；
 T——土质影响参数；
 Y——涵洞运行状况参数，按缺陷点数计算的功能性缺陷平均分值得；

$Y_{\max}$ ——涵洞运行状况参数，涵洞功能性缺陷中最严重处的分值；

Y_M ——涵洞功能性缺陷密度；

α ——结构性缺陷影响系数；

β ——功能性缺陷影响系数。

5 基本规定

5.1 基本要求

城镇涵洞检测应符合下列要求：

- 积极采用检测新技术、新设备；
- 遵守国家有关环境保护法规和标准；
- 制订涵洞检测安全作业规程；

城镇涵洞检测除应符合本文件的规定外，尚应符合国家和行业现行有关强制性标准的规定。

5.2 检测要求

5.2.1 从事城镇涵洞检测与评估的单位应具备相应的资质，检测人员、潜水人员应具备相应的资格。

5.2.2 城镇涵洞检测所用的仪器和设备应有产品合格证、检定机构的有效检定（校准）证书。新购置的、经过大修或长期停用后重新启用的设备，投入检测前应进行检定和校准。

5.2.3 涵洞检测方法应根据现场的具体情况和检测设备的适应性进行选择。当一种检测方法不能全面反映涵洞状况时，可采用多种方法联合检测。

5.2.4 以结构性状况为目的的普查周期宜为 5 年～10 年，以功能性状况为目的普查周期宜为 1 年～2 年。当遇到下列情况之一时，普查周期可相应缩短：

- 流砂易发、湿陷性土等特殊地区的涵洞；
- 运营 30 年以上的涵洞；
- 施工质量差的涵洞；
- 重要涵洞；
- 有特殊要求涵洞。

5.2.5 下列情况应进行城镇涵洞检测：

- 日常巡查中发现有异常的涵洞；
- 旧涵洞在进行改造方案设计前；
- 遭受地震、撞击或其他异常情况造成损伤的涵洞。

5.2.6 潜水员潜水作业、水下检测作业应符合国家和行业现行有关标准的规定。

5.2.7 采用新的检测仪器、检测设备及检测方法时，应符合下列规定：

- 通过科技成果评价；
- 与成熟的方法进行比对试验；
- 有相应的检测细则，并提供测试误差或测试结果的不确定度。

5.3 检测方案制定

5.3.1 涵洞检测方案制定前，应进行资料收集和现场情况调查，组织技术人员进行现场踏勘，掌握现场情况，制定检测方案，做好检测准备工作。

5.3.2 涵洞检测前应搜集下列资料：

- 已有的涵洞设计竣工图等技术资料；

- 涵洞检测的历史资料；
- 待检测涵洞区域内相关的结构物资料；
- 待检涵洞区域内的工程地质、水文地质资料；
- 评估所需的其他相关资料。

5.3.3 现场踏勘应包括下列内容：

- 察看待检测涵洞区域内的地物、地貌、交通状况等周边环境条件；
- 检测涵洞进出口的水位、淤积和检查井内构造等情况；
- 核对涵洞类型、尺寸、结构形式等资料。

5.3.4 城市涵洞检测应根据目的和要求制订检测方案，包括下列主要内容：

- 检测目的，项目详细要求；
- 涵洞结构概况：涵洞基本信息（涵洞地点和建造年代，结构形式，跨径布置和洞长，材料类型的强度，设计、施工及监理单位）、所在水域的水文资料、与水下构件相关的历次检测及维修加固资料等；
- 检测所依据的标准及有关的技术资料；
- 检测项目、检测方法、测点布置；
- 检测实施步骤和工作进度计划；
- 检测人员和仪器设备；
- 安全、环境与质量保证措施和应急预案。

5.4 检测工作流程

5.4.1 涵洞检测工作流程可按图 1 执行。

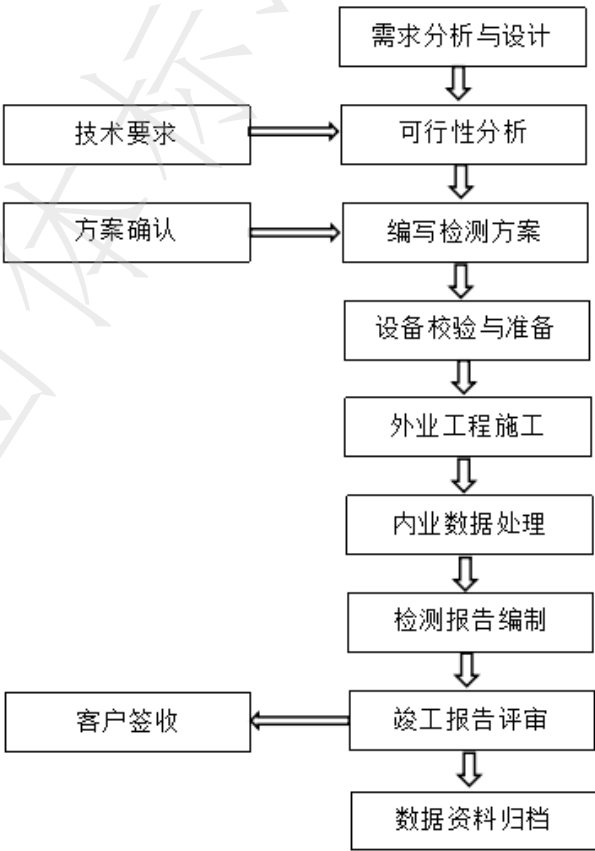


图 1 涵洞检测工作流程框图

5.4.2 涵洞检测检测的数据档案应按国家现行规范标准进行归档。

6 潜水员检测

6.1 一般规定

6.1.1 人员进入排水涵洞内部检测时，应同时符合下列各项规定：

- 涵洞高度宽度或管径不得小于 0.8 m，需要潜水检测时，涵洞高度宽度或管径不得小于 1.2 m；
- 涵洞内水流的流速不得大于 0.5 m /s；
- 水面顶部与涵顶之间空间不小于 0.5 m。

6.1.2 进入涵洞内检测宜 2 人同时进行，地面辅助、监护人员不应少于 3 人。

6.1.3 潜水员进入涵洞内检测时，必须拴有带距离刻度的安全绳，地面人员应及时记录缺陷的位置。

6.1.4 当遇下列情形之一时，检测人员应中止检测并立即出水回到地面。

- 遭遇障碍或涵洞变形难以通过；
- 流速突然加快或水位突然升高；
- 潜水员身体突然感觉不适；
- 潜水员接地面指挥员或信绳员停止作业的警报信号。

6.1.5 潜水员自进入检查井开始，在涵洞内连续工作时间不得超过 1 h。当进入涵洞的人员遇到难以穿越的障碍时，不得强行通过，应立即停止检测。

6.1.6 当待检涵洞邻近基坑或水体时，应根据现场情况对涵洞进行安全性鉴定后，检测人员方可进入涵洞。

6.2 检测设备

6.2.1 应根据检测的目的和涵洞运行状况选择合适的检测工具。各种工具的适用范围应符合表 1 的要求。

表 1 涵洞检测设备

检测设备	检测内容	适用范围	设备基本要求
潜望镜	/	环境不明情况下前期探测	高清、带补光
防水高清摄像机	表观缺陷	涵洞内水上部分检测	300 万以上像素、防水
水下摄像机	表观缺陷	涵洞内水下部分检测	300 万以上像素
水下补光灯	/	/	/
直尺	结构尺寸、病害长度	水上水下检测均适用	防水
塞尺	裂缝宽度	水上水下检测均适用	/
卷尺	结构尺寸、定位	水上水下检测均适用	防水
潜水套装	/	人员辅助设备	/
测深杆	水深测量	/	/
单波束测深仪	水深测量	/	/
缺陷记录标识牌	/	涵洞内记录	/
头灯	/	照明	/

6.3 检测方法

6.3.1 检测人员潜水员进入涵洞内检测时,应采用摄像或摄影的记录方式,并应符合下列规定:

- 应制作检测涵洞的标示牌,标示牌的尺寸不宜小于 210 mm×147 mm。标示牌应注明检测地点、起始井编号、结束井编号、检测日期;
- 当发现缺陷时,应在标示牌上注明距离,将标示牌靠近缺陷拍摄照片,记录人应按本文件附录 A 的要求填写现场记录表;
- 照片分辨率不应低于 300 万像素,录像的分辨率不应低于 30 万像素;
- 检测后应整理照片,每一处结构性缺陷应配正向和侧向照片各不少于 1 张,并对应附注文字说明。

6.3.2 当具备直接量测条件时,应根据需要对缺陷进行测量并予以记录。

6.3.3 在检测过程中宜采集沉积物的泥样,并判断涵洞的异常运行状况。

7 电视检测

7.1 一般规定

7.1.1 电视检测不应带水作业。当现场条件无法满足时,应采取降低水位措施,确保涵洞内水位不大于涵洞高度/管径的 20%。当涵洞内水位不符合本文件要求时,检测前应对涵洞实施封堵、导流,使管内水位满足检测要求。

7.1.2 在进行电视检测前应对被检测涵洞做疏通、清洗。

7.1.3 当有下列情形之一时应中止检测:

- 爬行器在涵洞内无法行走或推杆在涵洞内无法推进时;
- 镜头沾有污物时;
- 镜头浸入水中时;
- 涵洞内充满雾气,影响图像质量时;
- 其他原因无法正常检测时。

7.2 检测设备

7.2.1 检测设备的基本性能应符合下列规定:

- 摄像镜头应具有平扫与旋转、仰俯与旋转、变焦功能,摄像镜头高度应可以自由调整;
- 爬行器应具有前进、后退、空档、变速、防侧翻等功能,轮径大小、轮间距应根据被检测涵洞的大小进行更换或调整;
- 主控制器应具有在监视器上同步显示日期、时间、管径、在涵洞内行进距离等信息的功能,并应可以进行数据处理;
- 灯光强度应能调节。

7.2.2 检测设备应结构坚固、密封良好,能在 0℃~+50℃的气温条件下和潮湿的环境中正常工作。

7.2.3 检测设备应具备测距功能,电缆计数器的计量单位不应大于 0.1 m。

7.3 检测方法

7.3.1 爬行器的行进方向宜与水流方向一致。

- 7.3.2 孔径/管径不大于 200 mm 时, 直向摄影的行进速度不宜超过 0.1 m/s; 孔径/管径大于 200 mm 时, 直向摄影的行进速度不宜超过 0.15 m/s。
- 7.3.3 检测时摄像镜头移动轨迹应在涵洞中轴线上, 偏离度不应大于管径的 10%。当对特殊形状的涵洞进行检测时, 应适当调整摄像头位置并获得最佳图像。
- 7.3.4 将载有摄像镜头的爬行器安放在检测起始位置后, 在开始检测前, 应将计数器归零。当检测起点与涵洞起点位置不一致时, 应做补偿设置。
- 7.3.5 每一涵洞检测完成后, 应根据电缆上的标记长度对计数器显示数值进行修正。
- 7.3.6 直向摄影过程中, 图像应保持正向水平, 中途不应改变拍摄角度和焦距。
- 7.3.7 在爬行器行进过程中, 不应使用摄像镜头的变焦功能, 当使用变焦功能时, 爬行器应保持在静止状态。当需要爬行器继续行进时, 应先将镜头的焦距恢复到最短焦距位置。
- 7.3.8 侧向摄影时, 爬行器宜停止行进, 变动拍摄角度和焦距以获得最佳图像。
- 7.3.9 涵洞检测过程中, 录像资料不应产生画面暂停、间断记录、画面剪接的现象。
- 7.3.10 在检测过程中发现缺陷时, 应将爬行器在完全能够解析缺陷的位置至少停止 10 s, 确保所拍摄的图像清晰完整。
- 7.3.11 对各种缺陷、特殊结构和检测状况应作详细判读和量测, 并填写现场记录表, 记录表的内容和格式应符合本文件附录 A 的规定。

7.4 影像判读

- 7.4.1 缺陷的类型、等级应在现场初步判读并记录。现场检测完毕后, 应由负责人对检测资料进行复核。
- 7.4.2 缺陷尺寸的判定可依据孔径管径或相关物体的尺寸。
- 7.4.3 无法确定的缺陷类型或等级应在评估报告中加以说明。
- 7.4.4 缺陷图片宜采用现场抓取最佳角度和最清晰图片的方式, 特殊情况下也可采用观看录像截图的方式。
- 7.4.5 对直向摄影和侧向摄影, 每一处结构性缺陷抓取的图片数量不应少于 1 张。

8 水下机器人检测

8.1 一般规定

- 8.1.1 当涵洞内水深大于 1 m 时, 可采用水下机器人对涵洞水下部分进行检测。
- 8.1.2 在进行水下机器人检测前应对被检测涵洞做疏通、清洗。
- 8.1.3 当有下列情形之一时应中止检测:
- 水下机器人在涵洞内无法行进时;
 - 镜头被水中异物缠绕或遮盖, 无法显示完整的检测图像时;
 - 其他原因无法正常检测时。

8.2 检测设备

- 8.2.1 检测设备的基本性能应符合下列规定:
- 摄像镜头应具有平扫与旋转、变焦功能;
 - 机器人应具有前进、后退、空档、防侧翻等功能;
 - 应带水下补光功能。
- 8.2.2 检测设备应结构坚固、能在 0 °C~+50 °C 的水温环境中正常工作。
- 8.2.3 检测设备应具备测距功能, 电缆计数器的计量单位不应大于 0.1 m。

8.3 检测方法

- 8.3.1 机器人的行进方向宜与水流方向一致。
- 8.3.2 孔径/管径不大于 1.5 m 时, 直向摄影的行进速度不宜超过 0.1 m/s, 可单次录像检测; 孔径/管径大于 1.5 mm 时, 应靠近左右涵身两次以上录像检测。
- 8.3.3 检测时水下机器人移动轨迹应沿直线行进, 偏离度不应大于管径的 10%。当对特殊形状的涵洞进行检测时, 应适当调整摄像头位置并获得最佳图像。
- 8.3.4 在水下机器人行进过程中, 不应使用摄像镜头的变焦功能, 当使用变焦功能时, 爬行器应保持在静止状态。当需要爬行器继续行进时, 应先将镜头的焦距恢复到最短焦距位置。
- 8.3.5 侧向摄影时, 爬行器宜停止行进, 变动拍摄角度和焦距以获得最佳图像。
- 8.3.6 涵洞水下检测过程中, 录像资料不应产生画面暂停、间断记录、画面剪接的现象。
- 8.3.7 在检测过程中发现缺陷时, 应将水下机器人在完全能够解析缺陷的位置至少停止 10 s, 确保所拍摄的图像清晰完整。
- 8.3.8 对各种缺陷、特殊结构和检测状况应作详细判读和量测, 并填写现场记录表, 记录表的内容和格式应符合本文件附录 A 的规定。

8.4 影像判读

- 8.4.1 缺陷的类型、等级应在现场初步判读并记录。现场检测完毕后, 应由负责人对检测资料进行复核。
- 8.4.2 缺陷尺寸的判定可依据孔径管径或相关物体的尺寸。
- 8.4.3 无法确定的缺陷类型或等级应在评估报告中加以说明。
- 8.4.4 缺陷图片宜采用现场抓取最佳角度和最清晰图片的方式, 特殊情况下也可采用观看录像截图的方式。
- 8.4.5 对直向摄影和侧向摄影, 每一处结构性缺陷抓取的图片数量不应少于 1 张。

9 声呐检测

9.1 一般规定

- 9.1.1 声呐检测时, 涵洞内水深应大于 300 mm。
- 9.1.2 当有下列情形之一时应中止检测:
 - 探头受阻无法正常前行工作时;
 - 探头被水中异物缠绕或遮盖, 无法显示完整的检测断面时;
 - 探头埋入泥沙致使图像变异时;
 - 其他原因无法正常检测时。

9.2 检测设备

- 9.2.1 检测设备应与孔径管径相适应, 探头的承载设备负重后不易滚动或倾斜。
- 9.2.2 声呐系统的主要技术参数应符合下列规定:
 - 扫描范围应大于所需检测的涵洞规格;
 - 125mm 范围的分辨率应小于 0.5 mm;
 - 每密位均匀采样点数量不应小于 250 个。
- 9.2.3 设备的倾斜传感器、滚动传感器应具备在 $\pm 45^\circ$ 内的自动补偿功能。
- 9.2.4 设备结构应坚固、密封良好, 应能在 $0^\circ\text{C} \sim +40^\circ\text{C}$ 的温度条件下正常工作。

9.3 检测方法

- 9.3.1 检测前应从不被检测涵洞中取水样通过实测声波速度对系统进行校准。
- 9.3.2 声呐探头的推进方向宜与水流方向一致，并应与涵洞轴线一致，滚动传感器标志应朝正上方。
- 9.3.3 声呐探头安放在检测起始位置后，在开始检测前，应将计数器归零，并应调整电缆处于自然绷紧状态。
- 9.3.4 声呐检测时，在距涵洞起始、终止检查井处应进行 2 m~3 m 长度的重复检测。
- 9.3.5 承载工具宜采用在声呐探头位置镂空的漂浮器。
- 9.3.6 在声呐探头前进或后退时，电缆应保持自然绷紧状态。
- 9.3.7 探头行进速度不宜超过 0.1 m/s。在检测过程中应根据被检测涵洞的规格，在规定采样间隔和涵洞变异处探头应停止行进、定点采集数据，停顿时间应大于一个扫描周期。
- 9.3.8 以普查为目的的采样点间距宜为 5 m，其他检测采样点间距宜为 2 m，存在异常的涵洞应加密采样。检测结果可绘制沉积状况纵断面图，并按本文件附录 A 的格式填写检测现场记录表。

9.4 轮廓判读

- 9.4.1 规定采样间隔和图形变异处的轮廓图应现场捕捉并进行数据保存。
- 9.4.2 经校准后的检测断面线状测量误差应小于 3%。
- 9.4.3 声呐检测截取的轮廓图应标明涵洞轮廓线、管径、涵洞积泥深度线等信息。
- 9.4.4 涵洞沉积状况纵断面图中应包括：路名（或路段名）、井号、管径、长度、流向、图像截取点纵距及对应的积泥深度、积泥百分比等文字说明。纵断面线应包括：管底线、管顶线、积泥高度线和管径的 1/5 高度线（虚线）。
- 9.4.5 声呐轮廓图不应作为结构性缺陷的最终评判依据，应采用电视检测方式或以其他方式检测评估。

10 技术状况评估

10.1 一般规定

- 10.1.1 涵洞评估应依据检测资料进行。
- 10.1.2 当缺陷沿涵洞纵向的尺寸不大于 1 m 时，长度应按 1 m 计算。
- 10.1.3 当涵洞纵向 1 m 范围内两个以上缺陷同时出现时，分值应叠加计算；
- 10.1.4 当叠加计算的结果超过 10 分时，应按 10 分计。
- 10.1.5 本文件已规定的代码应采用两个汉字拼音首字母组合表示，未规定的代码应采用与此相同的确定原则，但不得与已规定的代码重名。
- 10.1.6 多孔涵洞可分别单孔进行评估。
- 10.1.7 涵洞缺陷等级应按表 2 规定分类。

表 2 缺陷等级分类表

等级 缺陷性质	1	2	3	4
结构性缺陷程度	轻微缺陷	中等缺陷	严重缺陷	重大缺陷
功能性缺陷程度	轻微缺陷	中等缺陷	严重缺陷	重大缺陷

10.2 结构性缺陷评估

- 10.2.1 结构性缺陷名称、代码、等级划分及分值。

表 3 结构性缺陷名称、代码、等级划分及分值

缺陷名称	缺陷代码	定义	等级	缺陷描述	分值
开裂	KL	涵顶或涵身受外部荷载作用,或自身材料缺陷,涵顶或涵身出现开裂,形式有横向、纵向和复合 3 种	1	裂缝:当下列一个或多个情况存在时: 1) 在涵顶涵身(管壁)上可见细裂缝; 2) 在涵身由细裂缝处冒出少量沉积物; 3) 轻度剥落。	1
			2	裂口:破裂处已形成明显间隙,但涵身涵顶(管壁)的形状未受影响且破裂无脱落。	2
			3	破碎—涵身涵顶(管壁)破裂或脱落处所剩碎片的环向覆盖范围不大于横截面周长的 20%。	5
			4	坍塌:当下列一个或多个情况存在时: 1) 涵洞材料裂缝、裂口或破碎处边缘环向覆盖范围大于横截面周长 20%; 2) 涵洞材料发生脱落的环向范围大于横截面周长 20%。	10
变形	BX	涵顶的盖板、顶板或拱顶出现变形下挠;涵身出现变形或倾斜;管涵出现变形。	1	1) 盖板涵、箱涵、拱涵涵顶涵身出现轻微下挠、倾斜或变形; 2) 管涵变形不大于涵洞直径的 5%。	1
			2	1) 盖板涵、箱涵、拱涵涵顶涵身出现下挠、倾斜或变形; 2) 管涵变形为涵洞直径的 5%~15%。	2
			3	1) 盖板涵、箱涵、拱涵涵顶涵身出现严重下挠、倾斜或变形,伴随开裂现象; 2) 管涵变形为涵洞直径的 15%~25%。	5
			4	1) 盖板涵、箱涵、拱涵涵顶涵身出现严重下挠、倾斜或变形,有失稳现象; 2) 管涵变形大于涵洞直径的 25%。	10
冲刷	CS	涵底铺砌受水流作用冲刷下沉,涵洞基础受水流冲刷出现裸露	1	局部轻微冲刷。	1
			2	冲刷较重,涵洞基础局部淘空裸露现象。	2
			3	冲刷严重,涵洞基础底有大面积淘空裸露现象。	5
			4	严重冲刷淘空,危及涵洞结构稳定性。	10
淘空	TK	涵洞扩大基础受水流冲刷出现淘空现象	1	基础无冲蚀现象,表面长有青苔、杂草。	1
			2	基础有局部冲蚀现象,部分外露,但未露出基底。	2
			3	浅基被冲空,露出底面。	5
			4	冲刷深度大,承载力降低,地基有失效现象。	10
沉降	CJ	涵洞基础出现不均匀沉降,涵洞桩基础出现沉降	1	出现轻微且均匀的沉降。	1
			2	出现轻微的下沉,发展缓慢或下沉趋于稳定。	2
			3	出现下沉现象,且沉降不均匀。	5
			4	基础不稳定,下沉现象严重。	10
渗漏	SL	管涵外的水从管壁渗入涵洞内	1	滴漏:水持续从缺陷点滴出,沿涵顶涵身或管壁流动。	1
			2	线漏:水持续从缺陷点流出,并脱离涵顶涵身或管壁流动。	2
			3	涌漏:水从缺陷点涌出,涌漏水面的面积不大于涵洞断面的 1/3。	5
			4	喷漏:水从缺陷点大量涌出或喷出,涌漏水面的面积大于涵洞断面的 1/3。	10
腐蚀	FS	涵顶、涵身、管壁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。	1
			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

10.2.2 涵洞结构性缺陷参数应按下列公式计算:

$$\text{当 } S_{\max} \geq S \text{ 时, } F = S_{\max} \quad (1)$$

$$\text{当 } S_{\max} < S \text{ 时, } F = S \quad (2)$$

式中：F——涵洞结构性缺陷参数；

$S_{\max}$ ——涵洞损坏状况参数，涵洞结构性缺陷中损坏最严重处的分值；

S——涵洞损坏状况参数，按缺陷点数计算的平均分。

10.2.3 涵洞损坏状况参数 S 的确定应符合下列规定：

$$S = \frac{1}{n} \left(\sum_{i_1=1}^{n_1} P_{i1} + \alpha \sum_{i_2=1}^{n_2} P_{i2} \right) \quad (3)$$

$$S_{\max} = \max \{ P_i \} \quad (4)$$

$$n = n_1 + n_2 \quad (5)$$

式中：n——涵洞的结构性缺陷数量；

n_1 ——纵向尺寸大于 1.5 m 的缺陷数量；

n_2 ——纵向尺寸大于等于 1.0 m 且不大于 1.5 m 的缺陷数量；

P_{i1} ——纵向尺寸大于 1.5 m 的缺陷分值；按表 3 取值；

P_{i2} ——纵向尺寸大于等于 1.0 m 且不大于 1.5 m 的缺陷分值，按表 3 取值；

α ——结构性缺陷影响系数， $\alpha = 1.1$ 。

10.2.4 当涵洞存在结构性缺陷时，结构性缺陷密度应按下列式计算：

$$S_M = \frac{1}{SL} \left(\sum_{i_1=1}^{n_1} P_{i1} L_{i1} + \alpha \sum_{i_2=1}^{n_2} P_{i2} L_{i2} \right) \quad (6)$$

式中： S_M ——涵洞结构性缺陷密度；

L——涵洞长度（m）；

L_{i1} ——纵向尺寸大于 1.5 m 的结构性缺陷长度（m）；

L_{i2} ——纵向尺寸大于等于 1.0 m 且不大于 1.5 m 的结构性缺陷长度（m）。

10.2.5 涵洞结构性缺陷等级的确定应符合表 4 的规定。涵洞结构性缺陷密度评估可按表 5 确定。

表 4 涵洞结构性缺陷等级评定对照表

等级	缺陷参数F	损坏状况描述
I	$F \leq 1$	无或有轻微缺陷，结构状况基本不受影响，但具有潜在变坏的可能
II	$1 < F \leq 3$	涵洞缺陷明显超过一级，具有变坏的趋势
III	$3 < F \leq 6$	涵洞缺陷严重，结构状况受到影响
IV	$F > 6$	涵洞存在重大缺陷，损坏严重或即将导致破坏

表 5 涵洞结构性缺陷密度评估参考表

缺陷密度 S_d	<0.1	0.1~0.5	>0.5
涵洞结构性缺陷类型	局部缺陷	部分或整体缺陷	整体缺陷

10.2.6 涵洞修复指数应按式(7)计算

$$RI = 0.7 \times F + 0.1 \times K + 0.05 \times E + 0.15 \times T \quad (7)$$

式中：RI——涵洞修复指数；

K——地区重要性参数，可按表 6 的规定确定；

E——涵洞重要性参数，可按表 7 的规定确定；

T——土质影响参数，可按表 8 的规定确定。

表 6 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 7 涵洞重要性参数 E

跨 径/管径 D	E 值
$5000 \text{ mm} > D > 1500 \text{ mm}$	10
$1000 \text{ mm} < D \leq 1500 \text{ mm}$	6
$600 \text{ mm} \leq D \leq 1000 \text{ mm}$	3
$D < 600 \text{ mm}$ 或 $F < 4$	0

表 8 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

10.2.7 涵洞的修复等级应符合表 9 的规定

表 9 涵洞修复等级划分

等级	修复指数 RI	修 复 建 议 及 说 明
I	$RI \leq 1$	结构条件基本完好，不修复
II	$1 < RI \leq 4$	结构在短期内不会发生破坏现象，但应做修复计划
III	$4 < RI \leq 7$	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

10.3 功能性缺陷评估

10.3.1 功能性缺陷名称、代码、等级划分和分值应符合表 10 的规定。

表 10 功能性缺陷名称、代码、等级划分及分值

缺陷名称	缺陷代码	定义	等级	缺陷描述	分值
沉积	CJ	杂质在涵底沉淀淤积	1	沉积物厚度为涵高（管径）的 20%~30%。	1
			2	沉积物厚度在涵高（管径）的 30%~40% 之间。	2
			3	沉积物厚度在涵高（管径）的 40%~50%。	5
			4	沉积物厚度大于涵高（管径）的 50%。	10
结垢	JG	涵身涵顶上的附着物	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。	1
			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	涵洞内影响过流的阻挡物	1	过水断面损失不大于 15%。	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
进出口缺陷	JC	进、出水口铺砌、翼墙、护坡、挡水墙、沉砂井、跌水、急流槽不完整，洞口连接不平整顺适	1	局部隆起、凹陷、开裂，砌缝砂浆脱落，缺陷面积不大于 5%。	1
			2	隆起、凹陷、开裂，砌缝砂浆脱落，缺陷面积在 10%~20%。	2
			3	出现大面积隆起、凹陷、开裂，砌缝砂浆脱落，缺损面积在 20%~40%。	5
			4	出现孔洞，破损等，丧失铺砌、以前、护坡、挡水墙等使用功能，缺损面积大于 40%。	10
附属设施损坏	SH	交通标志及涵洞其他附属设施损坏、失效。	1	个别设施松动、锈蚀、损坏，或出现污损不清晰现象。	1
			2	多处设施松动、锈蚀、损坏，或出现污损标志不清晰现象。	2
			3	大部分设施松动、锈蚀、损坏，失效。	5
路面缺损	LM	涵洞顶路面出现开裂、沉陷、跳车现象	1	开裂、沉陷累计面积不大于 10%，有跳车现象，高度不大于 25 mm。	1
			2	开裂、沉陷累计面积在 10%~20%，有跳车现象，高度不大于 25 mm~40 mm。	2
			3	开裂、沉陷累计面积大于 20%，有跳车现象，高度不大于 40 mm。	5

10.3.2 涵洞功能性缺陷参数应按下列公式计算：

$$\text{当 } Y_{\max} \geq Y \text{ 时, } G = Y_{\max} \quad (8)$$

$$\text{当 } Y_{\max} < Y \text{ 时, } G = Y \quad (9)$$

式中：G——涵洞功能性缺陷参数；

$Y_{\max}$ ——涵洞运行状况参数，涵洞功能性缺陷中损坏最严重处的分值；

Y ——涵洞运行状况参数，按缺陷点数计算的平均分值。

10.3.3 涵洞损坏状况参数 Y 的确定应符合下列规定：

$$Y = \frac{1}{m} \left(\sum_{i_1=1}^{n_1} P_{j1} + \beta \sum_{i_2=1}^{n_2} P_{j2} \right) \tag{10}$$

$$Y_{\max} = \max \{ P_j \} \tag{11}$$

$$m = m_1 + m_2 \tag{12}$$

式中： m ——涵洞的功能性缺陷数量；

m_1 ——纵向尺寸大于 1.5 m 的缺陷数量；

m_2 ——纵向尺寸大于等于 1.0m 且不大于 1.5 m 的缺陷数量；

P_{j1} ——纵向尺寸大于 1.5m 的缺陷分值；按 10 取值；

P_{j2} ——纵向尺寸大于等于 1.0m 且不大于 1.5m 的缺陷分值，按表 10 取值；

β ——功能性缺陷影响系数， $\beta=1.1$ 。

10.3.4 当涵洞存在功能性缺陷时，功能性缺陷密度应按下式计算：

$$Y_M = \frac{1}{YL} \left(\sum_{i_1=1}^{n_1} P_{j1} L_{j1} + \beta \sum_{i_2=1}^{n_2} P_{j2} L_{j2} \right) \tag{13}$$

式中： Y_M ——涵洞功能性缺陷密度；

L ——涵洞长度（m）；

L_{j1} ——纵向尺寸大于 1.5m 的功能性缺陷长度（m）；

L_{j2} ——纵向尺寸大于等于 1.0m 且不大于 1.5m 的功能性缺陷长度（m）。

10.3.5 涵洞功能性缺陷等级的确定应符合表 11 的规定。涵洞功能性缺陷密度评估可按表 12 确定。

表 11 涵洞功能性缺陷等级评定对照表

等级	缺陷参数F	损坏状况描述
I	$G \leq 1$	无或有轻微影响，涵洞运行基本不受影响
II	$1 < G \leq 3$	涵洞过流有一定的受阻，运行受影响不大
III	$3 < G \leq 6$	涵洞过流受阻比较严重，运行受到明显影响
IV	$G > 6$	涵洞过流受阻很严重，即将或已经导致运行瘫痪

表 12 涵洞功能性缺陷密度评估参考表

缺陷密度 Y_d	<0.1	0.1~0.5	>0.5
涵洞功能性缺陷类型	局部缺陷	部分或整体缺陷	整体缺陷

10.3.6 涵洞养护指数应按下式计算

$$MI = 0.8 \times G + 0.15 \times K + 0.05 \times E$$

式中：MI——涵洞养护指数；

K——地区重要性参数，可按表 6 的规定确定；

E——涵洞重要性参数，可按表 7 的规定确定；

10.3.7 涵洞的养护等级应符合表 13 的规定

表 13 涵洞养护等级划分

等级	养护指数 MI	养 护 建 议 及 说 明
I	$MI \leq 1$	没有明显需要处理的缺陷
II	$1 < MI \leq 4$	没有立即进行处理的必要，但宜安排处理计划
III	$4 < MI \leq 7$	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

11 检测报告

11.1 检测报告应结论明确、用词规范、文字简练，对于容易混淆的术语和概念以文字解释或图例、图像说明。

11.2 涵洞检测后应提交检测报告，包括下列内容：

- 委托单位名称；
- 检测目的、依据、项目内容及检测方法；
- 涵洞概况，包括工程名称、地点和建造年代，涵洞的类型、结构形式、孔径布置等；
- 检测日期和时间；
- 仪器设备及其测量精确度，变形观测系统及其观测级别；
- 涵洞缺陷检测记录表（附录 A）；
- 涵洞缺陷统计表（附录 B）；
- 涵洞状况评估表（附录 C）；
- 与以往检测数据和结果对比分析，说明病害成因及发展变化情况；
- 对涵洞技术状况给出综合评价，并提出养护建议。

11.3 检测报告中的处理意见、建议和说明，宜包括下列内容：

- 1 当构件缺损程度为严重或危险且明显影响涵洞结构安全时，提出限制或停止使用的意见；
- 2 对缺损构件的维修和加固提出意见；
- 3 为查明结构隐患需要补充检测的内容或增大抽检数量的建议；
- 4 缺损或病害可能对结构安全性、实用性和耐久性影响的说明。

附 录 A
(规范性附录)
涵洞缺陷现场记录表

项目信息						
项目名称		检测日期		建设年代		
管养单位		涵洞名称编号		涵洞位置		
结构类型		涵洞跨径		涵洞长度		
缺损信息现场记录						
序号	缺陷构件名称	缺陷类型	缺陷位置	缺损尺寸	缺陷等级	照片编号
1						
2						
3						

记录人：

负责人：

第 页 共 页

附 录 B
(规范性附录)
涵洞缺陷统计表

序号	涵洞名称及编号	涵洞类型	涵洞长度(m)	涵洞跨径/管径(m)	结构性缺陷描述	功能性缺陷
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						

附 录 C
(规范性附录)
涵洞状况评估表

序号	涵洞名称及编号	涵洞类型	涵洞长度(m)	涵洞孔径/管径(m)	结构性缺陷						功能性缺陷					
					平均值 S	最大值 S_{max}	缺陷等级	缺陷密度	修复指数 RI	综合状况评价	平均值 Y	最大值 Y_{max}	缺陷等级	缺陷密度	养护指数 MI	综合状况评价
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																
19																
20																
21																
22																
23																

参考文献

- [1]GB 50268-2008 给水排水管道工程施工及验收规范
 - [2]GB 51354-2019 城市地下综合管廊运行维护及安全技术标准
 - [3]CJJ 6-2009 城镇排水管道维护安全技术规程
 - [4]CJJ 99-2017 城市桥梁养护技术标准
 - [5]CJJ 181-2012 城镇排水管道检测与评估技术规程
 - [6]CJJT 233-2015 城市桥梁检测与评定技术规范
 - [7]JTG B01-2014 公路工程技术标准
 - [8]JTG H11-2004 公路桥涵养护规范
 - [9]JTGT H21-2011 公路桥梁技术状况评定标准
-

附件

《城镇涵洞检测与评估技术规程》

Technical specification for inspection and evaluation of urban culverts

T/DLAS 0001-2020

条文说明

6 条文说明

潜水员检测在涵洞水上结构及水下结构均适用。

7 条文说明

电视检测适用涵洞内不带水，或涵洞内水位不大于涵洞高度/管径的 20%的情况下，检测涵洞水上部分缺陷。

8 条文说明

水下机器人适用于涵洞内水深大于 1 m 时，主要检测涵洞水下结构缺陷。

9 条文说明

声呐检测适用于涵洞内水深应大于 300 mm 时，主要进行涵底铺砌轮廓线检测。

5.2.7 条文说明

为了促进城镇涵洞检测技术的发展，鼓励检测单位开发或引进检测仪器、检测设备及检测方法。

6.1.1 条文说明：

由于维护作业人员躬身高度一般在 1m 左右，直径 800mm 是人员能够在管道内躬身行走的最小尺寸，且作业人员长时间在小于 800mm 的管道中躬身，行动不便、呼吸不畅，操作困难；流速大于 0.5m/s 时，作业人员无法站稳，行走困难，作业难度和危险性随之增加，作业人员的人身安全没有保障。本条引用《城镇排水管渠与泵站维护技术规程》CJJ68-2007 第 3.3.8 条。

6.1.3 条文说明：

检查人员进入管内检查，应该拴有距离刻度的安全绳，一方面是在发生意外的情况下，帮助检查人员撤离管道，保障检查人员的安全；另一方面是检查人员发现管道缺陷向地面记录人员报告情况时，地面人员确定缺陷的距离。此条规定涉及人身安全，是必须执行的强制性条款。

6.2.1 条文说明：

检测员/潜水员携带钢直尺、钢卷尺、塞尺、水下照相/摄像机、测深杆等进行测量和数据记录。

10.2.4 条文说明：

涵洞结构性缺陷密度是基于涵洞缺陷平均值 S 时，对应 S 的缺陷总长度占管段长度的比值。该缺陷总长度是计算值，并不是涵洞的实际缺陷长度。缺陷密度值越大，表示该涵洞

的缺陷数量越多。

10.2.4 条文说明:

涵洞功能性缺陷密度是基于涵洞缺陷平均值 Y 时, 对应 Y 的缺陷总长度占管段长度的比值。该缺陷总长度是计算值, 并不是涵洞的实际缺陷长度。缺陷密度值越大, 表示该涵洞的缺陷数量越多。