



T/CECS xxx-2023

中国工程建设标准化协会标准

城镇排水干渠结构可靠性鉴定标准

Standard for appraisal of structural reliability of urban arterial underdrain

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上

xxx 出版社

中国工程建设标准化协会标准

城镇排水干渠结构可靠性鉴定标准

Standard for appraisal of structural reliability of urban arterial underdrain

CECS **:2023

主编单位：长沙理工大学

湖南大学

批准部门：中国工程建设标准化协会

施行日期： 2023 年 X 月 X 日

*****出版社

2023 北京

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2021 年第一批协会标准制定、修订计划〉的通知》（建标协字[2021]11 号）的要求，规程编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国内外先进经验，并在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准共分 8 章，主要技术内容包括：总则、术语和符号、基本规定、调查和检测、结构分析和校核、干渠单元评级、干渠段评级与处理、鉴定报告。

本规程由中国工程建设标准化协会归口管理，由长沙理工大学负责具体技术内容的解释。本标准在执行过程中如有需要修改或补充之处，请将有关资料和建议寄送长沙理工大学（地址：湖南省长沙市（天心区）万家丽南路二段 960 号，邮编 410114），以供修订时参考。

主 编 单 位：长沙理工大学
湖南大学

参 编 单 位：

主要起草人：

主要审查人：

目 次

1 总则	错误! 未定义书签。
2 术语和符号	错误! 未定义书签。
2.1 术语	错误! 未定义书签。
2.2 符号	错误! 未定义书签。
3 基本规定	错误! 未定义书签。
3.1 一般规定	错误! 未定义书签。
3.2 鉴定程序及其工作内容	错误! 未定义书签。
3.3 鉴定评级标准	错误! 未定义书签。
4 调查和检测	错误! 未定义书签。
4.1 一般规定	错误! 未定义书签。
4.2 使用条件的调查与检测	错误! 未定义书签。
4.3 现状的调查与检测	错误! 未定义书签。
5 结构分析和校核	错误! 未定义书签。
6 构件的鉴定评级	错误! 未定义书签。
6.1 一般规定	错误! 未定义书签。
6.2 混凝土构件	错误! 未定义书签。
6.3 砌体构件	错误! 未定义书签。
7 结构系统的鉴定评级	错误! 未定义书签。
7.1 一般规定	错误! 未定义书签。
7.2 地基基础	错误! 未定义书签。
7.3 管道结构	错误! 未定义书签。
7.4 附属设施	错误! 未定义书签。
8 排水干渠的鉴定评级	错误! 未定义书签。
9 鉴定报告	错误! 未定义书签。
附录 A 管背回填土空洞检测方法	错误! 未定义书签。
附录 B 干渠结构工作状况监测与评定	错误! 未定义书签。
附录 C 排水干渠可靠性鉴定评级表	错误! 未定义书签。
本标准用词说明	错误! 未定义书签。
引用标准名录	错误! 未定义书签。
条文说明	错误! 未定义书签。

Contents

1	General provisions	错误！未定义书签。
2	Terms and symbols	错误！未定义书签。
2.1	Terms	错误！未定义书签。
2.2	Symbols	错误！未定义书签。
3	Basic requirements	错误！未定义书签。
3.1	General requirements	错误！未定义书签。
3.2	Procedure and Content for Appraisal	错误！未定义书签。
3.3	Rating Standards for Appraisal	错误！未定义书签。
4	Investigation and Inspection	错误！未定义书签。
4.1	General requirements	错误！未定义书签。
4.2	Investigation and Inspection of Using Enviornment	错误！未定义书签。
4.3	Investigation and Inspection of current situation	错误！未定义书签。
5	Structure Analysis and Check	错误！未定义书签。
6	Appraisal Rating for Structure Members	错误！未定义书签。
6.1	General requirements	错误！未定义书签。
6.2	Concrete Structure Members	错误！未定义书签。
6.3	Masonry Structure Members	错误！未定义书签。
7	Appraisal Rating for Structure System	错误！未定义书签。
7.1	General requirements	错误！未定义书签。
7.2	Foundation	错误！未定义书签。
7.3	Conduit Structure	错误！未定义书签。
7.4	Subsidiary Facility	错误！未定义书签。
8	Appraisal Rating for Arterial Underdrain	错误！未定义书签。
9	Appraisal Report	错误！未定义书签。
	Appendix A Inspection Method for Backfill Soil Void of Back Underdrain Structure	错误！未定义书签。
	Appendix B Monitoring and Evaluation of Underdrain Structure Work Condition.	错误！未定义书签。
	Appendix C Table of Appraisal Rating forArterial Drainage	错误！未定义书签。
	Explanation of wording in this standards	错误！未定义书签。
	List of quoted standards	错误！未定义书签。

Explanation of provisions 错误！未定义书签。

1 总则

1.0.1 为规范城镇排水干渠的可靠性鉴定，保证鉴定质量，加强对城镇排水干渠的安全管理，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于既有城镇钢筋混凝土结构、砌体结构、砌体与钢筋混凝土混合结构排水干渠及其附属构筑物的可靠性鉴定。

1.0.3 城镇排水干渠的可靠性鉴定，除应符合本标准的要求外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 城镇排水干渠 urban arterial underdrain

内径或高度较大、人可以进入的排水管道，一般埋设于城市地下，用于室外城市排水的管道及其附属设施。

2.1.2 既有排水干渠 existing arterial underdrain

已建成的排水干渠及其附属设施。

2.1.3 初步评估 preliminary evaluation

按现行行业标准《城镇排水管道检测与评估技术规程》CJJ 181 对既有排水干渠进行检测和评估。

2.1.4 可靠性鉴定 appraisal of reliability

对既有排水干渠的安全性、使用性所进行的调查、检测、分析验算和评定等技术活动。安全性包括承载能力和整体稳定性等，使用性包括适用性和耐久性。

2.1.5 目标使用年限 target working life

既有排水干渠鉴定时所期望的后续使用年限。

2.1.6 剩余使用年限 residual working life

既有排水干渠使用若干年后，在限定的使用条件和正常维护条件下，无需采取修复措施，继续保持其预定功能的时间。

2.1.7 耐久性裕度系数 durability margin

既有排水干渠鉴定时所期望的后续使用年限。

2.1.8 调查 investigation

通过查阅文件、现场观察和询问等手段进行的信息收集活动。

2.1.9 检测 inspection

对既有排水干渠的状况或性能所进行的检查、测量和检验等工作。

2.1.10 监测 monitoring

对结构状况或作用所进行的经常性或连续性的长期观察或测量。

2.1.11 评定 assessment

根据调查、检测和分析验算结果，对既有结构的安全性和使用性按规定的标准和方法所进行的评价。

2.1.12 鉴定单元 appraisal unit

两座检查井之间的可以独立进行可靠性评定的区段，每一区段为一鉴定单元。

2.1.14 结构系统 structure subunit

鉴定单元中细分的单元。一般按地基基础、管道结构和附属设施划分为 3 个结构系统。

2.1.15 管段 pipe section

将鉴定单元内管道沿纵向划分为若干段。

2.1.16 构件 member

结构系统中进一步细分的基本鉴定单位，指承受各种作用的单个结构构件，或承重结构的一个组成部分。如整体管道、侧墙、拱圈、上盖、底板、检查井、雨水口等。

2.1.17 构件集 member assemblage

同种构件的集合。

2.1.18 评定项目 items of assessment

用于评定既有排水干渠可靠性的项目。

2.2 符号

2.2.1 结构性能、作用效应及几何尺寸

R ——结构或构件的抗力；

S ——结构或构件的作用效应；

γ_0 ——结构重要性系数；

L ——盖板或拱圈的跨度；

H ——侧墙的高度。

2.2.2 鉴定评级

a、b、c、d——构件的评定等级；

A、B、C、D——结构系统的评定等级；

A_{su} 、 B_{su} 、 C_{su} 、 D_{su} ——鉴定单元安全性评定等级；

A_{ss} 、 B_{ss} 、 C_{ss} ——鉴定单元使用性评定等级；

I、II、III、IV——鉴定单元可靠性评定等级。

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 既有排水干渠在下列情况下，应进行可靠性鉴定：

- 1** 达到设计使用年限拟继续使用时；
- 2** 干渠顶部荷载变化或环境变化时；
- 3** 遭受灾害或事故后；
- 4** 初步评估的修复等级为Ⅱ级及以上等级。

3.1.2 鉴定对象是排水干渠相对独立的鉴定单元。

3.1.3 鉴定的目标使用年限，应根据排水干渠的使用历史、当前的技术状况和今后的维修使用计划，由委托方和鉴定方共同商定。

3.2 鉴定程序及其工作内容

3.2.1 排水干渠可靠性鉴定，宜按规定的程序（图 3.2.1）进行。

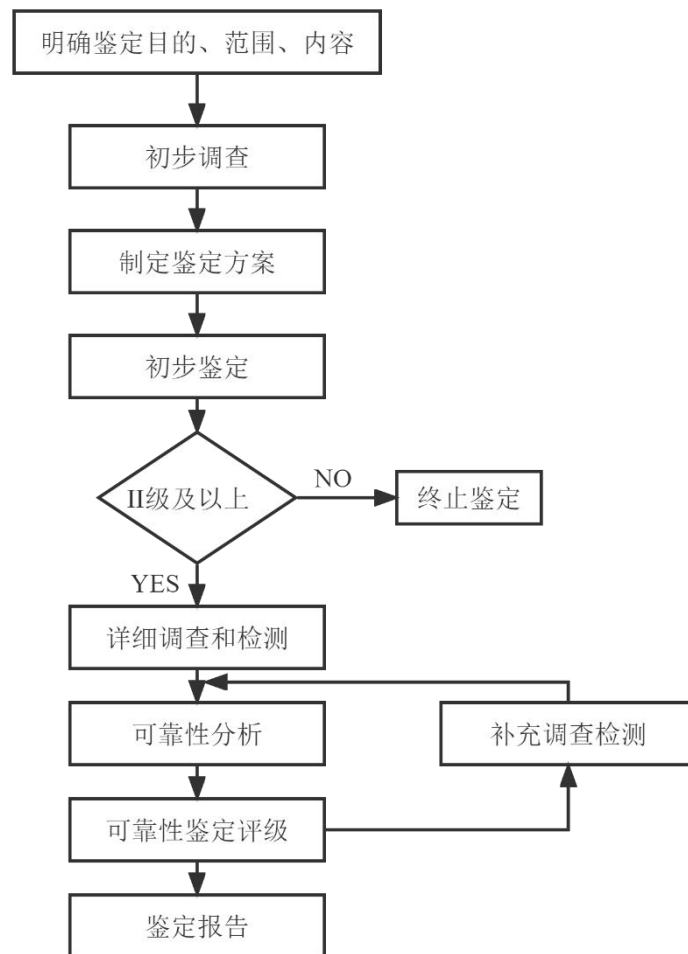


图 3.2.1 可靠性鉴定程序

3.2.2 鉴定的目的、范围和内容，应由委托方提出，应与鉴定方协商后确定。

3.2.3 初步调查宜包括下列工作内容：

- 1 查阅原设计施工资料，包括工程地质勘察报告、设计计算书、设计施工图、设计变更记录、施工及施工洽商记录、竣工资料等；
- 2 调查排水干渠的历史情况，包括历次检查观测记录、历次维修加固或改造资料，使用条件改变、事故处理以及遭受灾害等情况；
- 3 查阅历史初步评估报告；
- 4 考察现场，应调查排水干渠的现状、使用条件、内外环境、存在的问题。

3.2.4 鉴定方案应根据鉴定目的、范围、内容、初步调查及初步评估结果制定，应包括鉴定依据、详细调查和检测内容、检测方法、工作进度计划及需委托方完

成的准备配合工作等。

3.2.5 详细调查和检测宜包括下列工作内容：

- 1 调查结构上的作用和环境中的不利因素，包括地面荷载、地下水位、管道中水的有害物质含量；
- 2 勘察排水干渠周边土层分布及土层参数情况；
- 3 检查结构形式、结构布置和构造、管道接缝连接情况、邻近建筑的影响；
- 4 检测结构材料的实际性能和构件的几何参数；
- 5 检测混凝土碳化深度；
- 6 检测钢筋直径、钢筋分布和钢筋保护层厚度；
- 7 检查钢筋锈蚀程度
- 8 测量变形缝两侧的沉降差，可补充勘察或进行现场地基承载能力试验；
- 9 检测管道结构或构件及其连接存在的缺陷和损伤、裂缝、变形或偏差、腐蚀、老化，基础冲刷破坏等；
- 10 检测管背土空洞；
- 11 检查管道的使用功能；
- 12 检查管道的渗漏情况和密封性。

3.2.6 可靠性分析应根据详细调查和检测结果，对排水干渠的结构构件、结构系统和鉴定单元进行结构分析与验算、评定。

3.2.7 在排水干渠可靠性鉴定过程中发现调查检测资料不足时，应及时进行补充调查、检测。

3.2.8 可靠性鉴定评级应符合下列规定：

- 1 可靠性鉴定评级宜划分为构件、结构系统和鉴定单元三个层次；
- 2 结构构件和结构系统的鉴定评级应包括安全性和使用性；
- 3 应评定鉴定单元的可靠性等级，也可直接评定其安全性或使用性等级；
- 4 可靠性鉴定应按表 3.2.8 的规定进行评级，结构构件安全性和使用性分别

分为 a、b、c、d 四级和 a、b、c 三级，结构系统安全性和使用性分别分为 A、B、C、D 四级和 A、B、C 三级，鉴定单元可靠性分为 I、II、III、IV 四级，鉴定单元安全性和使用性分别分为 A_{su} 、 B_{su} 、 C_{su} 、 D_{su} 四级和 A_{ss} 、 B_{ss} 、 C_{ss} 三级。

表 3.2.8 排水干渠鉴定单元可靠性鉴定评级的项目内容

层次		一	二		三
层名		构件	结构系统		鉴定单元
安全性鉴定	等级	a、b、c、d	A、B、C、D		A_{su} 、 B_{su} 、 C_{su} 、 D_{su}
	地基基础	—	地基变形评级	地基基础评级	鉴定单元安全性评级
		—	管背土空洞评级		
		按同类材料构件各检查项目评定单个基础等级	承载力评级		
	管道结构	按承载能力、构造连接检查项目评定单个构件等级	每种构件集评级	管道结构评级	
			结构变形评级		
		—	按结构形式、构造连接等检查项目评定结构整体性等级		
	附属设施	按管道结构检查项目及步骤评定附属设施各层次安全性等级			
使用性鉴定	等级	a、b、c	A、B、C		A_{ss} 、 B_{ss} 、 C_{ss}
	地基基础	—	按影响管道正常使用的地基变形评估地基基础等级		鉴定单元使用性评级
	管道结构	按位移、裂缝、风化、锈蚀等检查项目评定单个构件等级	每种构件集评级	管道结构评级	
			按使用状况、使用功能、位移或变形、渗漏、沉积物、管道内壁附着物、障碍物、树根等评级		
			按使用状况、使用功能评级		
可靠性鉴定	等级	a、b、c、d	A、B、C、D		I、II、III、IV
	地基基础	以同层次安全性和正常使用性评定结果并列表达，或按本标准规定的原则确定其可靠性等级			鉴定单元可靠性评级
	管道结构				
	附属设施				

3.2.9 鉴定单元的管道结构沿纵向划分为若干管段，管段划分应符合下列规定：

1 同一管段截面尺寸、结构形式和结构材料应一致；

2 长度不宜超过 25m，且不大于变形缝间距。

3.2.10 单个构件可按下列方法划分：

1 对整体式管道，每个管段分为一个构件；

2 对其它截面形式的管道，每个管段可划分为基础、底板、侧墙、拱圈、盖板等几个构件；

3 每一个检查井等附属设施为一个构件。

3.2.11 可靠性鉴定工作完成后应提出鉴定报告，鉴定报告的编写应符合本标准第 9 章的要求。

3.3 鉴定评级标准

3.3.1 排水干渠构件的可靠性鉴定评级应按下列规定评定：

1 构件的安全性评级标准应符合表 3.3.1-1 的规定；

表 3.3.1-1 构件的安全性评级标准

级别	分级标准	是否采取措施
a 级	符合国家现行标准的安全性要求，安全	不必采取措施
b 级	略低于国家现行标准的安全性要求，不影响安全	可不采取措施
c 级	不符合国家现行标准的安全性要求，影响安全	应采取措施
d 级	极不符合国家现行标准的安全性要求，已严重影响安全	必须立即采取措施

2 构件的使用性评级标准应符合表 3.3.1-2 的规定；

表 3.3.1-2 构件的使用性评级标准

级别	分级标准	是否采取措施
a 级	符合国家现行标准的正常使用要求，在目标使用年限内能正常使用	不必采取措施
b 级	略低于国家现行标准的正常使用要求，在目标使用年限内尚不明显影响正常使用	可不采取措施
c 级	不符合国家现行标准的正常使用要求，在目标使用年限内为明显影响正常使用	应采取措施

3.3.2 结构系统的可靠性鉴定评级应按下列规定评定：

1 结构系统的安全性评级标准应符合表 3.3.2-1 的规定；

表3.3.2-1 结构系统的安全性评级标准

级别	分级标准	是否采取措施
A级	符合国家现行标准的安全性要求，不影响整体安全	不必采取措施
B级	略低于国家现行标准的安全性要求，尚不明显影响整体安全	可不采取措施或有极少数构件应采取措施
C级	不符合国家现行标准的安全性要求，影响整体安全	应采取措施或有极少数构件应立即采取措施
D级	极不符合国家现行标准的安全性要求，已严重影响整体安全	必须立即采取措施

2 结构系统的使用性评级标准应符合表 3.3.2-2 的规定；

表 3.3.2-2 结构系统的使用性评级标准

级别	分级标准	是否采取措施
A级	符合国家现行标准的正常使用要求，在目标使用年限内不影响整体正常使用	不必采取措施
B级	略低于国家现行标准的正常使用要求，在目标使用年限内尚不明显影响整体正常使用	可有少数构件应采取措施
C级	不符合国家现行标准的正常使用要求，在目标使用年限内明显影响整体正常使用	应采取措施

3.3.3 鉴定单元的可靠性鉴定评级应按下列规定评定：

1 鉴定单元的安全性评级标准应符合表 3.3.3-1 的规定；

表 3.3.3-1 鉴定单元的安全性评级标准

级别	分级标准	是否采取措施
A _{su}	符合国家现行标准的安全性要求，不影响整体安全	可不采取措施
B _{su}	略低于国家现行标准的安全性要求，尚不明显影响整体安全	可有少数构件应采取措施
C _{su}	不符合国家现行标准的安全性要求，影响整体安全	应采取措施，有少数构件应立即采取措施
D _{su}	极不符合国家现行标准的安全性要求，已严重影响整体安全	必须立即采取措施

2 鉴定单元的使用性评级标准应符合表 3.3.3-2 的规定；

表 3.3.3-2 鉴定单元的使用性评级标准

级别	分级标准	是否采取措施
A _{ss}	符合国家现行标准的正常使用要求，在目标使用年限内不影响整体正常使用	不必采取措施
B _{ss}	略低于国家现行标准的正常使用要求，在目标使用年限内尚不明显影响整体正常使用	可有少数构件应采取措施
C _{ss}	不符合国家现行标准的正常使用要求，在目标使用年限内明显影响整体正常使用	应采取措施

3 鉴定单元的可靠性评级标准应符合表 3.3.3-3 的规定。

表 3.3.3-3 鉴定单元的可靠性评级标准

级别	分级标准	是否采取措施
I 级	符合国家现行标准的可靠性要求，不影响整体安全，可正常使用	可不采取措施
II 级	略低于国家现行标准的可靠性要求，尚不明显影响整体安全，不影响正常使用	可有少数构件应采取措施
III 级	不符合国家现行标准的可靠性要求，影响整体安全，影响正常使用	应采取措施，可有少数构件应立即采取措施
IV 级	极不符合国家现行标准的可靠性要求，已严重影响整体安全，不能正常使用	必须立即采取措施

4 调查和检测

4.1 一般规定

4.1.1 排水干渠的可靠性鉴定，应对排水干渠使用条件和结构现状进行调查与检测；调查的内容、范围和技术要求应满足结构鉴定的需要，应包括对结构整体性现状的调查。

4.1.2 调查和检测的工作深度，应能满足结构可靠性鉴定及相关工作的需要；若发现不足，应进行补充调查和检测，以保证鉴定的质量。

4.1.3 当排水干渠的工程图纸资料不全时，应对排水干渠的结构布置、结构体系、构件材料强度、混凝土构件的配筋、结构与构件几何尺寸等进行检测，并绘制工程现状图。

4.1.4 排水干渠检测作业，应做好安全防护。

4.2 使用条件的调查与检测

4.2.1 使用条件的调查和检测应包括结构上的作用、使用环境和使用历史的调查和检测，调查中应考虑使用条件在目标使用年限内可能发生的变化。

4.2.2 结构上作用的调查包括下列项目：

- 1 永久作用：结构自重、土压力、预应力、管道内水重、地基的不均匀沉降；
- 2 可变作用：地面人群荷载、地面堆积荷载、地面车辆荷载、温度变化、地表水或地下水的作用、邻近施工影响；
- 3 偶然作用：地震作用、爆炸。

4.2.3 结构上的作用标准值应按下列规定取值：

- 1 经调查符合现行国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332 规定取值者，应按标准选用；
- 2 结构上的作用与现行国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332 规定取值偏差较大者，应按实际情况确定；

3 现行国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332 未作规定或按实际情况难以直接选用时，可根据现行国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》GB50153、《建筑结构荷载规范》GB 50009 的有关规定确定。

4.2.4 管道覆土厚度及地下水位宜根据地质勘察结果确定。

4.2.5 管背回填土空洞应按附录 A 的方法测量空洞范围。

4.2.6 排水干渠的使用环境可下列项目进行调查：

1 气象条件：大气温湿度、降水量、霜冻期、风向风速、土壤冻结等；

2 地理环境：地形、地貌、工程地质、管道走向、周围建筑等；

3 工作环境：结构与构件所处局部环境、温度、湿度、构件表面温度、侵蚀介质种类与浓度、干湿交替、冻融交替情况等。

4.2.7 排水干渠所处的环境类别和作用等级，可按现行国家标准《既有混凝土结构耐久性评定标准》GB/T 51355 的规定进行调查。

4.2.8 排水干渠的使用历史调查应包括排水干渠的设计、施工和验收情况；使用情况；维修、加固、改扩建；灾害与事故；超载历史、动荷载作用历史等其他特殊使用情况。

4.3 现状的调查与检测

4.3.1 对排水干渠的调查和检测应包括地基基础、管道结构和附属设施三个系统。

4.3.2 对排水干渠地基基础的调查，应查阅岩土工程勘察报告及有关图纸资料；应调查地基基础现状、荷载变化、沉降量和沉降稳定情况、不均匀沉降等情况；应调查管道结构的扭曲和裂损情况以及临近建筑、地下工程和管线等情况。当地基基础资料不足时，可根据国家现行有关标准的规定，对场地地基补充勘察或沉降观测。

4.3.3 地基的岩土性能标准值和地基承载力特征值，应根据调查和补充勘察结果按现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 等的规定取值。基础的种类和材料性能，应通过查阅图纸资料确定；当资料不足时或对资料有怀疑时，

可开挖基础检测，验证基础的种类、材料、尺寸及埋深，检查基础变位、开裂、腐蚀或损坏程度等，并应测试基础材料性能。

4.3.4 地质勘察报告除应给出常规成果外，宜提出管背土的竖向和水平弹性抗力系数。

4.3.5 管道结构和附属设施的调查和检测可选择表 4.3.5 中的项目。

表4.3.5 管道结构和附属设施的调查和检测项目

调查项目	调查细目
结构体系与布置	结构形式、结构布置, 支撑系统
几何参数	结构与构件几何尺寸
材料性能	材料力学性能与化学成分等
缺陷、损伤	设计构造连接缺陷、制作和安装偏差, 材料和施工缺陷、构件及其节点的裂缝、渠道损伤、渗水、土层空洞和腐蚀
结构变形	控制点位移、倾斜和挠度
构造与连接	保证结构整体性、构件承载能力、稳定性、延性、抗裂性能、刚度、传力有效性等的有关构造措施与连接构造, 配筋状况、保护层厚度

注：检查中应注意对按原设计标准设计的建筑结构在结构布置、节点构造、材料强度等方面存在的差异, 对不满足国家现行标准的应特别说明。

4.3.6 结构和材料性能、几何尺寸和变形、缺陷和损伤等检测，应符合下列规定：

1 结构材料性能的检验，当图纸资料有明确说明且无怀疑时，可进行现场抽样验证；当无图纸资料或对资料有怀疑时，应按国家现行有关检测技术标准的规定，通过现场取样或现场测试进行检测；

2 结构或构件几何尺寸的检测，当图纸资料齐全完整时，可进行现场抽检复核；当图纸资料残缺不全或无图纸资料时，可按鉴定工作需要进行现场详细测量；

3 结构控制点位移、倾斜、构件变形的测量，应在对结构或构件变形状况普遍观察的基础上，选择起控制作用的部位进行；

4 制作和安装偏差、材料和施工缺陷，应依据现行国家标准《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344 等和本标准第 4 章、第 5 章的有关规定进行检测；

5 构件及其节点的缺陷和损伤，在外观上应进行全数检查，并应详细记录缺陷和损伤的部位、范围、程度和形态。

4.3.7 当需对混凝土结构构件进行材料性能及耐久性检测时，除应按本标准第4.3.6条的规定执行外，尚应符合下列规定：

- 1 混凝土强度的检验宜采用取芯、回弹、超声回弹等方法综合确定；
- 2 混凝土构件的老化可通过外观检查、混凝土中性化测试、钢筋锈蚀检测、劣化混凝土岩相与化学分析、混凝土表层渗透性测定等确定；
- 3 对混凝土中钢筋的检验可从混凝土构件中截取钢筋进行力学性能和化学成分检验。

4.3.8 当需对砌体结构构件进行砌筑质量和砌体强度检测时，除应按本标准第4.3.6条的规定执行外，尚应符合下列规定：

- 1 砌体强度检测，应根据现行国家标准《砌体工程现场检测技术标准》GB/T50315 选择适当的检测方法；
- 2 对于砌筑质量不满足现行国家标准《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203 要求的结构构件，应增加抽样数量。

5 结构分析和校核

5.0.1 结构或构件分析和校核应按承载能力极限状态和正常使用极限状态进行。

结构或构件分析和校核方法，应符合现行国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB50332、《混凝土结构设计规范》GB50010、《砌体结构设计规范》GB 50003 等的规定。

5.0.2 结构分析所采用的计算模型应符合国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB50332 的规定。

5.0.3 结构上的作用标准值应按本标准第 4.2.3 条的规定取值。作用效应的分项系数和组合系数，应按现行国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB50332 的规定确定。

5.0.4 当结构构件受到不可忽略的地基变形等作用时，应考虑附加作用效应。

5.0.5 材料强度的标准值，应根据结构构件的实际状况和已获得的检测数据按下列原则取值：

1 当材料的种类和性能符合原设计要求时，可根据原设计取值；

2 当材料的种类和性能与原设计不符，或材料性能已显著退化时，应根据实测数据按现行国家标准《建筑结构检测技术标准》GB/T50344 等的规定确定。

5.0.6 结构或构件的几何参数应取实测值，并应考虑结构实际的变形、偏差以及裂缝、缺陷、损伤、腐蚀、老化、空洞等影响。

6 构件的鉴定评级

6.1 一般规定

6.1.1 单个构件的鉴定评级，应对其安全性等级和使用性等级进行评定。需要评定其可靠性等级时，应根据安全性等级和使用性等级评定结果按下列原则确定：

- 1 当构件的使用性等级为 a 级或 b 级时，应按安全性等级确定；
- 2 当构件的使用性等级为 c 级、安全性等级不低于 b 级时，宜定为 c 级。

6.1.2 构件的安全性等级应通过承载能力项目的校核、构造连接项目分析评定；构件的使用性等级应通过裂缝、变形、缺陷和损伤、结垢、腐蚀等项目分析评定。

6.1.3 已确定构件处于危险状态时，构件的安全性等级应评定为 d 级。

6.1.4 当同时符合下列条件时，构件的安全性等级和使用性等级可根据实际使用状况评定为 a 级或 b 级：

- 1 经详细检查未发现构件有明显的变形、缺陷、损伤、腐蚀、裂缝、老化，也没有累积损伤问题，构件状态良好或基本良好；
- 2 在目标使用年限内，构件上的作用和环境条件与过去相比不会发生明显变化；构件有足够的耐久性，能够满足正常使用要求。

6.1.5 钢筋混凝土结构的耐久性评价和剩余使用年限，可按现行国家标准《既有混凝土结构耐久性评定标准》GB/T 51355 的规定执行。

6.2 混凝土构件

6.2.1 混凝土构件的安全性等级应按承载能力、构造连接两个项目评定，并应取其中较低等级作为构件的安全性等级。

6.2.2 混凝土构件的承载能力项目应按表 6.2.2 的规定评定等级。当构件出现受压及斜压裂缝时，视其严重程度，承载能力项目直接评为 c 级或 d 级；当出现过宽的受拉裂缝、变形过大、严重的缺陷损伤及腐蚀情况时，尚应分析其不利情况对承载能力评级的影响，且承载能力项目评定等级不应高于 b 级。

表 6.2.2 混凝土构件承载能力评定等级

抗力作用效应比	评定标准			
	a	b	c	d
$R/(\gamma_0 S)$	≥ 1.0	< 1.0 ≥ 0.90	< 0.90 ≥ 0.83	< 0.83

6.2.3 混凝土构件的构造和连接项目包括构件构造、粘结锚固或预埋件等，应根据对构件安全使用的影响按表 6.2.3 的规定评定等级，取其中较低一级作为该构件构造和连接项目的评定等级。

表 6.2.3 混凝土构件构造和连接的评定等级

检查项目	a 级或 b 级	c 级或 d 级
构件构造	结构构件的构造合理，符合或基本符合国家现行标准规定；无缺陷或仅有局部表面缺陷；工作无异常	结构构件的构造不合理，不符合国家现行标准规定；存在明显缺陷，已影响或显著影响正常工作
粘结锚固或预埋件	粘结锚固或预埋件的锚板和锚筋构造合理、受力可靠，符合或基本符合国家现行标准规定；经检查无变形或位移等异常情况	粘结锚固或预埋件的构造有缺陷，构造不合理。不符合国家现行标准规定；锚板有变形或锚板、锚筋与混凝土之间有滑移、拔脱现象，已影响或显著影响正常工作

注: 1 评定结果取 a 级或 b 级，可根据其实际完好程度确定；评定结果取 c 级或 d 级，可根据其实际严重程度确定；

2 当国家现行有关标准有预埋件和构造连接的承载能力计算方法时，应按表 6.2.2 进行承载能力评级。

6.2.4 混凝土构件的使用性等级应按裂缝、变形、缺陷和损伤、腐蚀几个项目评定，并取其中的最低等级作为构件的使用性等级。

6.2.5 混凝土构件的裂缝项目可按下列规定评定等级：

- 1 混凝土构件的受力裂缝宽度可按表 6.2.5 的规定评定等级；
- 2 混凝土构件的非受力裂缝应查明原因，并应根据裂缝对结构的影响进行评

定。

表 6.2.5 混凝土构件受力裂缝宽度评定等级

构件种类		裂缝宽度(mm)		
		a	b	c
混凝土构件	受弯、大偏心受压、受拉	≤ 0.1	$> 0.1, \leq 0.2$	> 0.2
	轴心受压、小偏心受压	无裂缝	-	有裂缝
采用热轧钢筋配筋的预应力混凝土构件		无裂缝	≤ 0.02	> 0.02
采用钢绞线、热处理钢筋、预应力钢丝配筋的预应力混凝土构件		无裂缝	-	有裂缝

6.2.6 混凝土构件的变形项目应按表 6.2.6 的规定评定等级。

表 6.2.6 混凝土构件变形评定等级

构件类别	a	b	c
矩形盖板涵盖板、矩形箱涵顶板、侧墙、底板挠度	$\leq L/250$	$> L/250, \leq L/200$	$> L/200$
矩形箱涵侧墙	$\leq H/250$	$> H/250, \leq H/200$	$> H/200$

注：表中 L 为构件的跨度； H 为侧墙高度。

6.2.7 混凝土构件缺陷和损伤项目应按表 6.2.7 评定等级。

表 6.2.7 混凝土构件缺陷和损伤评定等级

评定等级	a	b	c
缺陷和损伤	完好	局部有缺陷和损伤，缺损深度小于保护层厚度	有较大范围的缺陷和损伤、或者局部有严重的缺陷和损伤，缺损深度大于保护层厚度

注：1 表中缺陷一般指构件外观存在的缺陷，当施工质量较差或有特殊要求时，尚应包括构件内部可能存在的缺陷；

2 表中的损伤主要指水力冲刷等引起的损伤。

6.2.8 混凝土构件腐蚀项目包括钢筋锈蚀和混凝土腐蚀，应按表 6.2.8 的规定评定等级，其等级应取钢筋锈蚀和混凝土腐蚀评定结果中的较低等级。

表 6.2.8 混凝土构件腐蚀评定等级

评定等级	a	b	c
钢筋锈蚀	无锈蚀现象	有锈蚀可能和轻微锈蚀	外观有沿筋裂缝或明

		现象	显锈迹
混凝土腐蚀	无腐蚀损伤	表面有轻度腐蚀损伤	表面有明显腐蚀损伤

注:当钢筋锈蚀状况符合表中 b 级标准时,钢筋截面锈蚀损伤不应大于 5%,否则应评为 c 级。

6.3 砌体构件

6.3.1 砌体构件的安全性等级应按承载能力、构造和连接两个检查项目评定,并应取其中的较低等级作为构件的安全性等级。

6.3.2 砌体构件的承载能力项目应按表 6.3.2 的规定评定等级。

表 6.3.2 砌体构件承载能力评定等级

抗力作用效应比	评定标准			
	a	b	c	d
$R/(\gamma_0 S)$	≥ 1.0	$< 1.0, \geq 0.90$	$< 0.90, \geq 0.83$	< 0.83

6.3.3 砌体构件构造与连接项目应按表 6.3.3 的规定评定等级。

表 6.3.3 砌体构件构造与连接项目评定等级

评定等级	评定标准
a	拱圈、侧墙高厚比不大于国家现行标准允许值,构造和连接符合国家现行标准的规定
b	拱圈、侧墙高厚比大于国家现行标准允许值,但不超过 10%;或构造和连接局部不符合国家现行标准的规定,但不影响构件的安全使用
c	拱圈、侧墙高厚比大于国家现行标准允许值,但不超过 20%;或构造和连接不符合国家现行标准的规定,已影响构件的安全使用
d	拱圈、侧墙高厚比大于国家现行标准允许值,且超过 20%;或构造和连接严重不符合国家现行标准的规定,已危及构件的安全

6.3.4 砌体构件发生裂缝和位移时,其安全性等级评定应符合下列规定:

- 1 当砌体构件出现受力裂缝时,应分析其对承载能力的影响,且承载能力项目评定等级不应高于 c 级;
- 2 当砌体构件因开裂严重削弱截面时,承载能力项目评定等级不应高于 c 级;
- 3 当拱涵侧墙的水平位移或倾斜的实测值大于 $H/250$ 时,承载能力项目评定

等级不应高于 c 级。

6.3.5 砌体构件的使用性等级应按裂缝、缺陷和损伤、老化三个项目评定，应取其中的最低等级作为构件的使用性等级。

6.3.6 砌体构件的裂缝项目应按表 6.3.6 的规定评定等级。裂缝项目的等级应取各类裂缝评定结果中的最低等级。

表 6.3.6 砌体构件裂缝评定等级

类型 评定等级		a	b	c
变形裂缝	拱圈	无裂缝	-	有裂缝
	侧墙	无裂缝	小范围开裂，最大裂缝宽度不大于 1.5mm，且无发展趋势	较大范围开裂，或最大裂缝宽度大于 1.5mm，或裂缝有继续发展的趋势
受力裂缝		无裂缝	-	有裂缝

6.3.7 砌体构件的缺陷和损伤项目应按表 6.4.7 规定评定等级。缺陷和损伤项目的等级应取各种缺陷、损伤评定结果中的较低等级。

表 6.4.7 砌体构件缺陷和损伤评定等级

类型 评定等级	a	b	c
缺陷	无缺陷	有较小缺陷，尚不明显影响正常使用	缺陷对正常使用有明显影响
损伤	无损伤	有轻微损伤，尚不明显影响正常使用	损伤对正常使用有明显影响

注：1 缺陷指砂浆饱满度、侧墙垂直度、砌筑方式等不符合《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203 的规定；

2 损伤指冲刷、块体脱落、树根等，构件损伤也可参考《城镇排水管道与检测评估技术规程》相关内容。

6.3.8 砌体构件的老化项目应根据砌体构件的材料类型，按表 6.4.8 的规定评定等级。老化项目的等级应取各材料评定结果中的最低等级。

表 6.3.8 砌体构件老化评定等级

评定等级 类型	a	b	c
块材	无风化现象	小范围出现风化现象,最大风化深度不大于 5mm,且无发展趋势,不明显影响使用功能	较大范围出现风化现象,或最大腐蚀深度大于 5mm,或风化有发展趋势,或明显影响使用功能
砂浆	无粉化现象	小范围出现粉化现象,且最大粉化深度不大于 10mm,且无发展趋势,不明显影响使用功能	非小范围出现粉化现象,或最大腐蚀深度大于 10mm,或粉化有发展趋势,或明显影响使用功能
钢筋	无锈蚀现象	出现锈蚀现象,但锈蚀钢筋的截面损失率不大于 5%,尚不明显影响使用功能	锈蚀钢筋的截面损失率大于 5%,或锈蚀有发展趋势,或明显影响使用功能

注: 1 本表适用于砖砌体,其他砌体构件也可参照本表评定;

2 对砌体构件的块材风化和砂浆粉化现象可按表中对腐蚀现象的评定,但风化和粉化的最大深度宜比表中相应的最大腐蚀深度从严控制。

7 结构系统的鉴定评级

7.1 一般规定

7.1.1 排水干渠结构系统的鉴定评级，应对地基基础、管道结构和附属设施三类结构系统的安全性等级和使用性等级分别进行评定。

7.1.2 结构系统的可靠性等级，应根据其安全性等级和使用性等级评定结果，按下列原则确定：

- 1 当结构系统的使用性等级为 A 级或 B 级时，应按安全性等级确定；
- 2 当结构系统的使用性等级为 C 级、安全性等级不低于 B 级时，宜评为 C 级。

7.1.3 当需要对管道中的管段进行鉴定评级时，其安全性等级和使用性等级可按本标准第 7.3 节的有关规定评定。当需要评定其可靠性等级时，可按本标准第 7.1.2 条规定的原则确定。

7.1.4 当需要对结构工作状况进行监测与评定时，可按本标准附录 B 规定的方法进行。

7.2 地基基础

7.2.1 地基基础的安全性等级评定应遵循下列原则：

- 1 宜根据地基变形观测资料和排水干渠现状进行评定，必要时也可按地基基础的承载能力进行评定；
- 2 建在斜坡场地环境下的排水干渠，应检测评定边坡场地的稳定性及其对排水干渠安全性的影响；
- 3 建在回填土、特殊土等场地上的排水干渠，应根据特殊土力学性能、特点按相应标准进行评定；
- 4 对有大面积地面荷载或软弱地基上的排水干渠，应评价地面荷载、相邻建筑以及循环工作荷载引起的附加变形或桩基侧移对排水干渠安全使用的影响；

5 当排水干渠附近新建施工、开挖、堆填荷载，地下工程侧穿下穿、场地地下水、土压力等与设计工况有较大改变时，应考虑其改变产生的不利影响。

7.2.2 当地基基础的安全性按地基变形观测资料和排水干渠现状的检测结果评定时，应按表 7.2.2 的规定评定等级。

表 7.2.2 按地基变形评定地基基础的安全性等级

评定等级	评定标准
A	地基变形小于现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007 规定的允许值，沉降速率小于 0.01mm/d，排水干渠使用状况良好，无沉降裂缝、变形或位移
B	地基变形不大于现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 规定的允许值，沉降速率不大于 0.05mm/d，半年内的沉降量小于 5mm，排水干渠有轻微沉降裂缝出现，但无进一步发展趋势
C	地基变形大于现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007 规定的允许值，沉降速率大于 0.05mm/d，排水干渠的沉降裂缝有进一步发展趋势，但尚有调整余地
D	地基变形大于现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007 规定的允许值,沉降速率大于 0.05mm/d，排水干渠的沉降裂缝发展显著

7.2.3 当地基基础安全性等级按照基础损伤现状评定时按表 7.2.3 的规定评定等级。

表 7.2.3 基础冲刷缺陷安全性评级表

基础冲刷状态	评判标准	A	B	C	D	安全性等级
基底土层冲刷	纵向距离	$\leq 0.30w$	$0.30 \sim 0.35w$	$0.35 \sim 0.40w$	$\geq 0.40w$	取最低等级 作为安全性 等级
	竖向距离	$\leq 0.70h$	$0.70 \sim 0.80h$	$0.80 \sim 0.90h$	$\geq 0.90h$	
	横向距离	$\leq 0.20w$	$0.20 \sim 0.25w$	$0.25 \sim 0.30w$	$\geq 0.30w$	
基础砌块冲刷	纵向距离	$\leq 0.15w$	$0.15 \sim 0.20w$	$0.20 \sim 0.25w$	$\geq 0.25w$	取最低等级 作为安全性 等级
	竖向距离	$\leq 0.20h$	$0.20 \sim 0.25h$	$0.25 \sim 0.30h$	$\geq 0.30h$	
	横向距离	$\leq 0.10w$	$0.10 \sim 0.15w$	$0.15 \sim 0.20w$	$\geq$ 基阶宽度	

注释：1. 表中 w 表示基础宽度， h 表示基础高度，基阶宽度指基础相对侧墙凸出部分的宽度

2. 双侧对称冲刷，且安全性等级不能评为A级时，安全性等级应降低一个等级
3. 基底土层冲刷情况下侧填土含水量超过25%时，安全性等级应降低一个等级
4. 基础砌块冲刷情况下地基承载力小于170kPa时，安全性等级应降低一个等级

7.2.4 当地基基础的安全性按承载能力项目评定时应按表 7.2.4 的规定评定等级。

表 7.2.4 按承载能力项目评定地基基础的安全性等级

评定等级	评定标准
A	地基基础的承载能力满足现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007 规定的要求，排水干渠完好无损
B	地基基础的承载能力略低于现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007 规定的要求，排水干渠局部有与地基基础相关的轻微损伤
C	地基基础的承载能力不满足现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007 规定的要求，排水干渠有与地基基础相关的开裂损伤
D	地基基础的承载能力不满足现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 规定的要求，排水干渠有与地基基础相关的严重开裂损伤

7.2.5 地基基础的安全性等级，应根据本标准第 7.2.2 条~第 7.2.4 条的评定结果按较低等级确定。

7.2.6 地基基础的使用性等级，宜根据管道结构和附属设施使用状况按表 7.2.6 的规定评定等级。

表 7.2.6 地基基础的使用性评定等级

评定等级	评定标准
A	管道结构和附属设施的使用状况良好，或所出现的问题与地基基础无关
B	管道结构或附属设施的使用状况基本正常、结构或连接因地基基础变形有个别损伤
C	管道结构和附属设施的使用状况不完全正常，结构或连接因地基变形有局部或大面积损伤

7.3 管道结构

7.3.1 管道结构的安全性等级，应按结构整体性和承载功能两个项目评定，并取

其中较低的评定等级作为管道结构的安全性等级。

7.3.2 结构整体性等级应按表 7.3.2 的规定评定。

表 7.3.2 结构整体性评定等级

评定等级	A 或 B	C 或 D
结构布置和构造	结构布置合理，体系完整；传力路径明确或基本明确；结构形式和构件选型、整体性构造和连接等符合或基本符合国家现行标准的规定，满足安全要求或不影响安全	结构布置不合理，体系不完整；传力路径不明确或不当；结构形式和构件选型、整体性构造和连接等不符合或严重不符合国家现行标准的规定，影响安全或严重影响安全

注：对表中的各项目评定时，可根据其实际完好程度评为 A 级或 B 级，根据其实际严重程度评为 C 级或 D 级。

7.3.3 管道结构承载功能的评定等级可按下列规定评定：

1 鉴定单元的管道结构可按 3.2.9 条划分为若干管段，每个管段按平面结构单元计算；

2 管道结构的安全性等级根据构件集的安全性等级确定，可按表 7.3.3 的规定评定。

表 7.3.3 构件集的安全性评定等级

评定等级	评定标准
A 级	不含 c 级、d 级构件，含 b 级构件且不多于 1 个
B 级	不含 d 级构件，含 c 级构件且不多于 1 个
C 级	含 d 级构件且不多于 1 个
D 级	含 d 级构件且不少于 1 个

3 各管段的安全性等级，宜按该平面计算单元内各构件集中的最低等级确定。

4 封闭式管道结构直接按平面计算单元结果评定等级。

7.3.4 管道结构的使用性等级应按管道结构使用状况和管道结构抗渗漏两个项目评定，并取其中较低的评定等级作为管道结构的使用性等级。

7.3.5 管道结构系统使用状况的等级应根据其所含构件集使用性等级按表 7.3.5 的规定评定。

表 7.3.5 管道结构系统的使用性评定等级

评定等级	评定标准
A	不含 c 级构件，可含 b 级构件且不多于 1 个
B	含 c 级构件且不多于 1 个
C	含 c 级构件且不少于 1 个

7.3.6 管道结构系统的使用性等级按管道抗渗漏评定时，可按表 7.3.6 的规定评定。

表 7.3.6 管道抗渗漏评定等级

评定等级	评定标准
A	抗渗漏满足国家现行相关标准限值要求
B	抗渗漏超过国家现行相关标准限值要求，尚不明显影响正常使用
C	抗渗漏超过国家现行相关标准限值要求，对正常使用有明显影响

7.3.7 当需要对管道结构的某一管段进行安全性等级和使用性等级评定时，可按本标准第 7.3.3 条的有关规定评定管段的安全性等级，按本标准第 7.3.5 条的规定评定该管段的使用性等级。

7.4 附属设施

7.4.1 附属设施系统的安全性等级，应按附属设施的承载功能和构造连接两个项目进行评定，并取两个项目中较低的评定等级作为该附属设施系统的安全性等级。附属设施承载功能的评定等级，应根据其结构类别按本标准第 6 章相应构件和本标准第 7.3.3 条相关构件集的评级规定评定。

7.4.2 附属设施系统的使用性等级，应根据附属设施的使用状况项目评定，按其结构类别按本标准第 6 章相应构件和本标准第 7.3.4 条有关管段的评级规定评定。

8 排水干渠的鉴定评级

8.0.1 排水干渠可按所划分的鉴定单元进行可靠性等级评定，鉴定单元的可靠性等级应根据地基基础、管道结构和附属设施三个结构系统的可靠性等级按下列原则评定。

1 当附属设施与地基基础和管道结构的可靠性等级相差不大于一级时，可按地基基础和管道结构中的较低等级作为该鉴定单元的可靠性等级；

2 当附属设施比地基基础和管道结构中的较低可靠性等级低两级时，可按地基基础和管道结构中的较低等级降一级作为该鉴定单元的可靠性等级；

3 当附属设施比地基基础和管道结构中的较低可靠性等级低三级时，可根据实际情况按地基基础和管道结构中的较低等级降一级或降两级作为该鉴定单元的可靠性等级。

8.0.2 排水干渠可按所划分的鉴定单元进行安全性等级评定。鉴定单元的安全性等级应根据地基基础、管道结构和附属设施的安全性等级按下列原则评定：

1 当附属设施与地基基础和管道结构的安全性等级相差不大于一级时，可按地基基础和管道结构中的较低等级作为该鉴定单元的安全性等级；

2 当附属设施比地基基础和管道结构中的较低安全性等级低两级时，可按地基基础和管道结构中的较低等级降一级作为该鉴定单元的安全性等级；

3 当附属设施比地基基础和管道结构中的较低安全性等级低三级时，可根据实际情况按地基基础和管道结构中的较低等级降一级或降两级作为该鉴定单元的安全性等级。

8.0.3 排水干渠可按所划分的鉴定单元进行使用性等级评定。鉴定单元的使用性等级应根据地基基础、管道结构和附属设施的使用性等级进行评定，可按三个结构系统中最低的等级确定。

9 鉴定报告

9.0.1 排水干渠可靠性鉴定报告应包括下列内容：

- 1 工程概况；
- 2 鉴定的目的、内容、范围及依据；
- 3 调查、检测、分析结果；
- 4 评定等级或评定结果；
- 5 结论与建议。

9.0.2 排水干渠专项鉴定报告除应符合本标准第 9.0.1 条规定外，尚应包括有关专项问题或特定要求的检测评定内容。

9.0.3 鉴定报告编写应符合下列规定：

- 1 鉴定报告中宜根据需要明确目标使用年限，指出被鉴定排水干渠各鉴定单元所存在的问题并分析其产生的原因；
- 2 鉴定报告中应明确总体鉴定结论，指明被鉴定排水干渠各鉴定单元的最终评定等级或评定结果，最终评定等级或评定结果宜按本标准附录 D 给出；
- 3 鉴定报告中应对各鉴定单元安全性评为 c 级或 d 级构件和 C 级或 D 级结构系统、正常使用性评为 c 级构件和 C 级结构系统的数量和所处位置作出详细说明，并应提出处理措施建议。

附录 A 管背回填土空洞检测方法

A.1 一般规定

A.1.1 管背土体空洞宜采用探地雷达(GPR)法和声波法从干渠内侧进行检测。

A.1.2 采用探地雷达法应具备下列条件：

- 1 脱空区域与周围介质存在明显的电性差异；
- 2 脱空区域界面产生的异常能在干扰背景场中分辨。

A.1.3 探地雷达探测设备除应满足相应规程计量器具规定外，还应符合下列规定：

- 1 发射功率和抗干扰能力应满足探测要求；
- 2 采用的天线频率应与管道厚度方向探测深度相匹配。

A.1.4 探地雷达主机技术指标应符合下列要求：

- 1 系统增益不低于 150 dB；
- 2 信噪比不低于 60 dB；
- 3 模/数转换不低于 16 位；
- 4 信号迭加次数可选择；
- 5 采样间隔一般不大于 0.5 ns；
- 6 实时滤波功能可选择；
- 7 具有点测与连续测量功能；
- 8 具有手动或自动位置标记功能；
- 9 具有现场数据处理功能。

A.1.5 探地雷达天线可采用不同频率的天线组合，技术指标应符合下列要求：

- 1 具有屏蔽功能；
- 2 最大探测深度应大于 2m；
- 3 垂直分辨率应高于 2cm

A.1.6 声波法包括直达波法和反射波法，应根据不同的检测目的选用。直达波法

适用于检测渠道结构后背浅部的典型缺陷,在具有参照标准的前提下,可推定衬砌表层混凝土的单轴抗压强度等级;反射波法适用于检测渠道衬砌混凝土厚度、渠道结构后背空洞缺陷等。

A.1.7 声波检测仪主机技术指标应符合下列要求:

- 1 频率范围 1-100 kHz;
- 2 模/数转换精度不低于 12 位;
- 3 最高采样间隔不低于 0.2 μ s;
- 4 量程范围 0.1-5V;
- 5 记录长度不低于 4kB;
- 6 具有负延时和通道触发功能;
- 7 测试软件具有频谱分析功能。

A.1.8 声波激振器技术指标应符合下列要求:

- 1 压电激振器应输出 600-800 V 的脉冲电压并具有足够的稳定性;
- 2 冲击激振器应能在衬砌混凝土中激发短余振声波;
- 3 激发的声波频率范围 10-50 kHz。

A.1.9 换能器、传感器应符合下列规定:

- 1 发射换能器应为厚度振动型压电换能器,其共振频率宜为 50-100 kHz;
- 2 接收传感器应为短余振压电传感器,其共振频率宜为 50-100kHz,工作频率应为 10-50kHz。

A.2 现场检测

A.2.1 探测前应进行方法试验、确定探测方法的有效性,并确定外业最佳工作参数。

A.2.2 当采用探地雷达法探测时,测点和测线布置应符合下列规定:

- 1 拱涵左右拱趾和左右拱腰应各布置 1 条纵向测线,拱顶及左右侧墙宜各布置 1 条纵向测线,具体位置示意图 A.2.2-1;

2 盖板涵或箱涵的盖板或顶板中部及左右侧墙顶部应各布置 1 条纵向测线，左右侧墙底部宜各布置 1 条纵向测线，具体位置示意图 A.2.2-2；

3 需确定回填空洞规模和范围时，应加密测线或测点。必要时可采用网格状布置测线并精确测定脱空区域的范围。

4 横向布线可按检测内容和要求布设线距，一般情况线距 8-12m;采用点测时(每断面不少于 7 个点（拱顶、左右拱腰、左右拱趾、左右侧墙）。检测中发现不合格地段应加密测线或测点）。

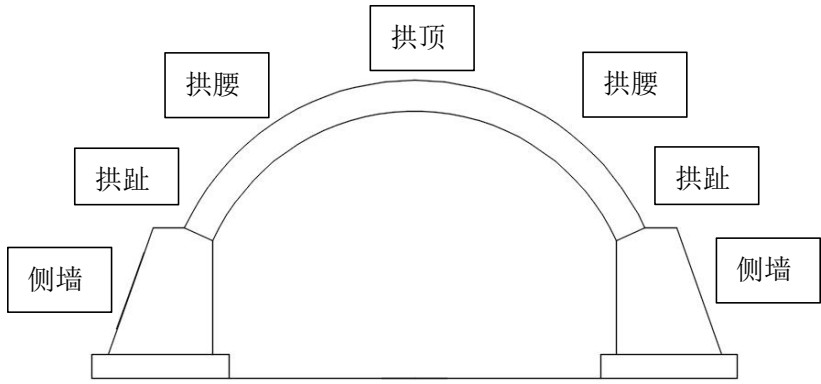


图 A.2.2-1 拱涵位置示意图

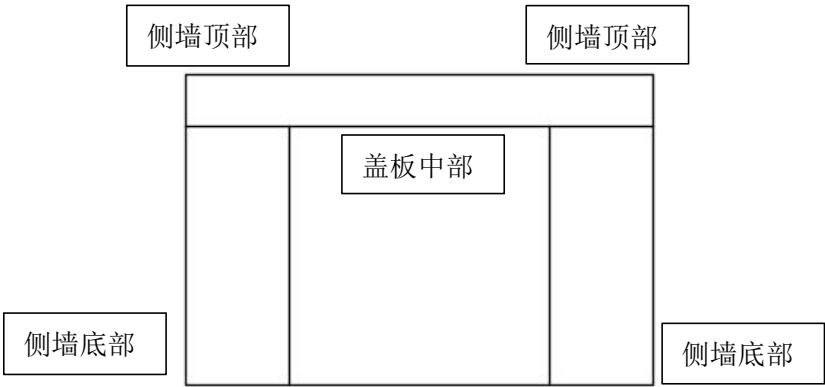


图 A.2.2-2 盖板涵位置示意图

A.2.3 采用探地雷达法探测时，探地雷达系统应采用经方法试验确定的工作参数，并根据现场情况的变化及时调整工作参数。

A.2.4 声波法测点布置：沿渠道里程每 8-12m 应布置一个测试断面。无仰拱的

拱涵，每个断面布置 7 个测点（拱顶、左右拱腰、左右拱趾和左右边墙各一个）；有仰拱的拱涵，应在渠道底部增加 1-3 个测点。对于盖板涵，每个断面布置 5 个测点（盖板中部、左右侧墙顶部、左右侧墙底部）。

A.2.5 采用直达波法检测时仪器应包括高压发生器、发射换能器、接收传感器、声波检测仪、便携计算机等。采用反射波法检测时仪器应包括冲击器、接收传感器、电荷放大器、声波检测仪、便携计算机等。

A.2.6 声波法检测工作应符合下列要求：

- 1 确认检测断面里程和测点位置。
- 2 应搜集渠道结构混凝土龄期、配合比等相关资料。
- 3 检测点的混凝土表面应平整、清洁。换能器、传感器应通过耦合剂与混凝土表面保持紧密结合，耦合层不得夹杂泥砂或空气。
- 4 数据采集前应通过试验选择最佳的激发、接收距离及仪器工作参数，设置量程、采样速度、记录长度、触发电平、负延时数等参数。
- 5 采用直达波法时，应以测点位置为中心安装发射换能器和接收传感器并使其耦合良好。发射换能器与接收传感器之间距离误差不得大于 0.5%。测试直达波并保存到磁盘文件，重复测试 3 次。
- 6 采用反射波法时，应以测点位置为中心点在渠道结构表面安装 2 个接收传感器，并通过电荷放大器接至声波仪的 1,2 通道。各传感器与渠道结构表面之间应耦合良好。两传感器间距宜为 0.5-1.0m。两传感器之间距离误差不得大于 0.5%。在两传感器延长线上距离 1 通道传感器 5 cm 处激发声波，测试并确认得到清晰的直达波及反射波信号，保存到磁盘文件，重复测试 3 次。

A.3 数据处理与解释

A.3.1 根据外业记录数据质量，可选择必要的数据处理方法。

A.3.2 在分析各项参数资料的基础上进行资料解释时，应符合下列规定：

- 1 应按照从已知到未知、先易后难、点面结合、定性指导定量的原则进行；

2 应根据管道周围介质的情况、脱空可能出现的位置及规模进行综合分析;

3 参与解释的雷达图像应清晰,解释成果资料应包括雷达剖面图像、管道的位置、深度及脱空区域范围及大小图。

A.3.3 当采用探地雷达法时,渠道结构后背回填密实度的主要判定特征应符合下列要求:

- 1 密实:信号幅度较弱,甚至没有界面反射信号;
- 2 不密实:衬砌界面的强反射信号同相轴呈绕射弧形,且不连续,较分散;
- 3 空洞:衬砌界面反射信号强,三振相明显,在其下部仍有强反射界面信号,两组信号时程差较大

A.3.4 渠道结构内部钢架、钢筋位置分布的主要判定特征应符合下列要求:

- 1 钢架:分散的月牙形强反射信号;
- 2 钢筋:连续的小双曲线形强反射信号。

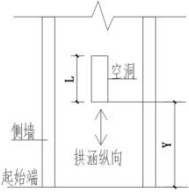
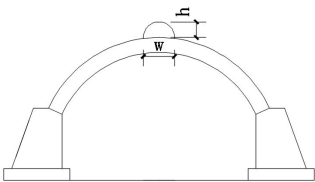
A.3.5 当采用声波法检测时,反射波路径中的缺陷判识特征应符合下列要求:

- 1 结构与围岩接触不密实:反射波能量相对较强且与直达波同相,甚至出现多次反射;
- 2 结构厚度不足:直达波速度正常,只有一个反射界面,界面深度较设计值低;
- 3 结构内部有充填物:直达波速度正常,结构厚度对应的反射界面前有其他不规则反射信号;
- 4 隐伏裂纹、间隙:直达波速度正常,反射波能量强且与首波同相位。裂纹很浅时,直达波出现变异甚至出现半波缺失。

A.4 渠道结构后背空洞记录表

记录图表格式

工程名称:		委托单号:	
建设单位:		委托单位:	
设计单位:		监理单位:	
检测依据:		检测日期:	
主检仪器及编号:		检测环境:	
序号	土体空洞纵向位置及纵向长度	土体空洞平面内位置及尺寸	

示例		纵向长度 L		高 度 h:
				宽 度 w:
空洞 1		纵向长度 L		高 度 h :
				宽 度 w:
空洞 2		纵向长度 L		高 度 h :
				宽 度 w:
空洞 3		纵向长度 L		高 度 h :
				宽 度 w:

附录 B 干渠结构工作状态监测与评定

B.0.1 结构工作状态监测应包括实时状态监测和状态参数监测两种类型。监测内容应包括结构倾斜及沉降变形监测、关键部位应力应变监测、变形监测、裂缝及锈蚀状况监测、结构或构件动态性能监测、结构周边环境监测或结构可靠性鉴定需要的其他参数监测等。

B.0.2 当存在下列情况之一时，应根据结构状况和生产使用要求等进行结构工作状态监测：

- 1 基础沉降或结构变形不稳定且变化趋势不明确；
- 2 结构荷载与受力状态复杂,在一般鉴定期间无法确定结构安全性和正常使用性评定所需要的参数范围与变化规律；
- 3 为保障结构安全和生产使用要求，需要对结构关键部位工作状态进行实时监控，或需要根据监测数据对结构进行维护、处理等。

B.0.3 结构工作状态监测应按下列要求制定监测方案：

- 1 根据结构特点和鉴定评级需要，选择确定监测参量、监测点数量、位置与监测时间；
- 2 根据结构上的作用特性，对可能出现的受力与变形状态进行结构分析。需要时，宜按本标准第 3.3.1 条规定的鉴定评级标准，确定结构安全性和使用性等级所对应的监测数据范围和预警值；
- 3 根据监测量可能的变化或实时监测要求、监测时间等选择合适的监测传感系统。监测系统使用的传感器和仪器在使用温度范围、抗干扰性能等方面应具有良好的长期稳定性，其测量精度、量程、采样频率应满足监测量的变化频率和范围要求，安装使用按国家现行有关标准执行。
- 4 对结构工作状态进行实时监控时，其监测系统、软件应具有实时状态数据显示、历史数据自动存储和预警的功能。

B.0.4 监测系统安装完毕后，应对监测网络系统与监测软件的工作性能和稳定

性进行调试，系统的调试运行时间一般不少于 2 个额定生产工作日与监测时间 10%的较小者。

B.0.5 需要利用监测数据对结构的安全性、正常使用性进行评定时，应根据监测数据按本标准第 5 章的规定进行结构分析与校核，并按下列规定进行评定：

1 监测数据宜作为标准荷载作用效应，在计入监测前已有作用效应，应按鉴定结构可靠度水平要求和实际监测工况的涵盖范围，对监测数据进行组合调整。

2 当仅对结构进行专门监测评定而未做常规可靠性鉴定时，其评定结果即为所监测结构的安全性等级和使用性等级，且应符合下列规定：

1) 当对结构工作状态进行实时监测时，监测系统宜实时给出监测评定结果；

2) 当结构上的作用具有明显的周期性时，应通过一个作用周期和不同周期间的监测数据及其变化对结构进行评定；

3) 对不具有周期性作用的结构进行监测评定时，宜根据监测数据的变化速率及其极值对结构进行评定。

3 当监测数据参与结构的常规鉴定评级时，可将组合调整后的监测数据参与本标准第 6 章和第 7 章的安全性、使用性和可靠性等级评定。

附录 C 排水干渠可靠性鉴定评级表

表 C 排水干渠可靠性鉴定评级表

鉴定单元	结构系统	结构系统 可靠性等级	鉴定单元 可靠性等级	备注
		A、B、C、D	I、II、III、IV	
1	地基基础			
	管道结构			
	附属设施			
2	地基基础			
	管道结构			
	附属设施			

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

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

引用标准名录

- 1 《砌体结构设计规范》 GB 50003
- 2 《建筑地基基础设计规范》 GB50007
- 3 《混凝土结构设计规范》 GB50010
- 4 《室外排水设计标准》 GB 50014
- 5 《工业建筑可靠性鉴定标准》 GB 50144
- 6 《混凝土结构试验方法标准》 GB/T50152
- 7 《工程结构可靠性设计统一标准》 GB 50153
- 8 《砌体结构工程施工质量验收规范》 GB 50203
- 9 《砌体工程现场检测技术标准》 GB/T50315
- 10 《建筑边坡工程技术规范》 GB 50330
- 11 《给水排水工程管道结构设计规范》 GB50332
- 12 《建筑结构检测技术标准》 GB/T 50344
- 13 《既有混凝土结构耐久性评定标准》 GB/T 51355
- 14 《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》 JGJ/T 23
- 15 《城镇排水管道检测与评估技术规程》 CJJ 181

城镇排水干渠结构可靠性鉴定标准

条文说明

目 次

1 总则	43
2 术语和符号	44
3 基本规定	46
3.1 一般规定	46
3.2 鉴定程序及其工作内容	47
3.3 鉴定评级标准	49
4 调查和检测	51
4.1 一般规定	51
4.2 使用条件的调查与检测	51
4.3 现状的调查与检测	52
5 结构分析和校核	54
6 构件的鉴定评级	55
6.1 一般规定	55
6.2 混凝土构件	56
6.3 砌体构件	58
7 结构系统的鉴定评级	61
7.1 一般规定	61
7.2 地基基础	62
7.3 管道结构	63
8 排水干渠的鉴定评级	64
9 鉴定报告	65
附录 A 管背回填土空洞检测方法	66
A.1 一般规定	66
A.2 现场检测	67
A.3 数据处理与解释	68

1 总则

1.0.1 我国上世纪 50 年代~90 年代城市排水干渠接近或超过其五十年的设计使用寿命，由于磨损、化学侵蚀、过流、接缝缺陷、水流冲刷以及渗出和渗入等因素会引起材料和结构劣化，且遭受内部或外部各种因素的作用，产生不同程度的结构破坏，地面塌陷、污水泄漏等事故屡有发生，给周边居民出行及环境带来了巨大的威胁，需要及时修缮或加固。

由于地下排水管道日常排水无法中断，管道通风条件差，有害气体充盈，很难采用人工方法进行检测鉴定，一般通过对排水管道外观检测（图像分析法），对排水管道的结构性缺陷和功能性缺陷进行定义，对排水管道状况进行评估，如英国的《排水管道状况分类手册》SRM-4、美国的《管道评估与认证程序》PACP、加拿大的《下水道物理条件分类手册》SPCCM、中国的《城镇排水管道检测与评估技术规程》CJJ 181-2012，为地下排水管道的运营维护管理提供了依据。

但是，对于大口径城市排水干渠，渠体截面跨度大，受力复杂，仅仅通过外观检测进行评价，不能满足结构可靠性要求，不能确保结构加固设计和施工质量。因此，编制本标准，作为我国行业标准 CJJ181 的补充，为推动我国城市更新，提高城市质量，具有十分明显的社会效益和经济效益。

1.0.2 调查表明，我国既有城市排水干渠结构型式主要有：预应力混凝土圆形管道、钢筋混凝土圆形/矩形管道、砌体与钢筋混凝土混合结构矩形/拱形管道、砌体结构拱形管道等。其中，砌体与钢筋混凝土混合结构矩形/拱形管道一般采用毛石砌体或砖砌体作为基础和侧墙，顶部采用钢筋混凝土平板或钢筋混凝土拱，基础为分离式基础或整体式基础。砌体结构拱形管道一般采用毛石砌体或砖砌体作为基础、侧墙和拱圈，基础为分离式基础或整体式基础。

排水干渠附属构筑物包括检查井、跌水井、雨水口等设施。

1.0.3 相关的标准包括室外排水管道设计与施工标准、砌体和钢筋混凝土结构设计及施工标准及检测方法标准。

2 术语和符号

2.1.1 日本下水道协会的《下水道修复设计和施工指南》（JSWA，2011 年）将内径不小于 800mm 的中、大直径管道定义为可进入管道，这类管道的修复设计前，需进行四类调查：排水区域调查、测量、管道内调查和环境调查。其中，作为结构分析和改造设计所必需的管内调查包括：混凝土强度检测、碳化试验、钢筋布置检测、钢筋腐蚀调查、钢筋受拉试验和结构构件厚度。根据调查结果，确定结构可靠性等级，决定加固方式。该指南重点推荐组合结构加固方法，既有管道和修复层牢固地粘合在一起构成组合结构，其具有与新安装的管相同或更高的承载能力和耐久性。

对于内径小于 800mm 的小直径管道，检查员无法进入下水道，可采用图像法进行检测。

2.1.3 现行行业标准《城镇排水管道检测与评估技术规程》CJJ 181 采用电视检测、声呐检测、管道潜望镜检测和传统方法检查方法对管道外观进行检测评估，其评估结果主要用于城镇排水管道的维护管理以及初步判断结构安全性和使用性，不能确定结构几何尺寸、材料劣化程度、结构变形等，无法进行结构加固设计。从管理角度，一般先进行初步评估，若发现有严重结构缺陷，需要对结构进行加固，则应采用本标准进行结构可靠性鉴定。

2.1.13 《室外排水设计标准》GB 50014-2021 规定，检查井应设在管道交汇处、转弯处、管径或坡度改变处、跌水处及直线管段上每隔一定距离处，直线管段检查井最大间距随管径或高度增大而增加。鉴定单元宜按下列方式确定：1 管道交汇处、转弯处、管径或坡度改变处、跌水处检查井宜作为鉴定单元的起始点；2 相邻两座检查井之间间距大于 150m 时，鉴定单元长度取两座相邻检查井之间区段；3 相邻两座检查井之间间距不大于 150m 时，鉴定单元长度不超过 150m。

2.1.14 地基基础包括地基、基础、管背土，其中地基包括地基土层的完整性（针对冲刷来说），管背土包括土的密实性和管背地下水位等。管道结构指排水主渠

管道。附属设施为鉴定单元内的检查井、跌水井、雨水口等。

2.1.16 整体管道指封闭式管道，进行结构可靠性鉴定时按构件进行鉴定，如圆形管道、马蹄形管道、椭圆形管道等。

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 排水干渠顶部荷载变化（如原来的绿化地带改为机动车道路等）、使用环境变化（如周边建筑物或构筑物对干渠地基或周边土体有扰动和影响等）、达到设计使用年限继续使用（结构材料性能变化）、遭受灾害事故后或存在较为严重的质量缺陷或损伤（结构构件的承载能力退化等）等情况下，均会改变结构原设计的条件，必定影响结构的安全及使用年限。因此，在上述几种情况下，为保证结构在设计使用年限内的安全，应进行可靠性鉴定。

初步评估指按现行行业标准《城镇排水管道检测与评估技术规程》CJJ 181-2012 评估的修复等级。修复等级为Ⅱ级及以上等级干渠存在较严重的腐蚀、损失、变形等，结构在短期内不会发生破坏现象，但应做修复计划。

3.1.2 鉴定单元是根据排水干渠的检查井为起始点来划分的可以独立进行可靠性鉴定评级的区段，每个区段称为一个鉴定单元，如通常按排水干渠的检查井为起始点所划分的一个或多个区段作为一个或多个鉴定单元。

因为排水干渠很长，每一段的状况不同，为比较准确评价排水干渠的可靠性等级，以相对独立的鉴定单元作为鉴定对象。

3.1.3 工程鉴定实践表明，既有排水干渠的可靠性鉴定需要明确经过鉴定希望达到的使用年限。需要说明的是，这里引入的目标使用年限是在安全的基础上可满足使用要求的年限。在实际工程鉴定中，鉴定的目标使用年限通常是在签订鉴定技术合同时，根据本条规定的原则由业主和鉴定方共同商定。如鉴定对象建成使用时间较短、环境条件较好或需要进行改建、扩建，目标使用年限可考虑取较长时间，20 年~30 年；如鉴定对象已使用时间较长、环境条件较差需再维持很短时间即进行全面维修或更新，目标使用年限可考虑取较短时间，3 年~5 年；对于其他情况，目标使用年限一般可考虑不超过 10 年。

3.2 鉴定程序及其工作内容

3.2.1 本条规定了常规的可靠性鉴定程序，应注意以下内容：

1 鉴定的目的、范围和内容，明确应由委托方提出，并与鉴定方协商，这是可靠性鉴定的重要环节；

2 在鉴定过程中，当发现收集到的资料不足时，应及时进行补充调整和检测，以保证鉴定工作的准确性；

3 初步评估是指按现行行业标准《城镇排水管道检测与评估技术规程》CJJ 181-2012 进行评估。正在使用中的排水干渠，渠内环境恶劣，下人操作困难，一般可根据检测机器人进行图像检测，然后按照《城镇排水管道检测与评估技术规程》CJJ 181-2012 进行评估，当评估的修复等级达到Ⅱ级及以上等级时，才进行可靠性鉴定。

3.2.2~3.2.4 这三条规定的内容和要求，是搞好后续各部分工作的前提条件，是进入现场进行详细调查、检测需要做好的准备工作。事实上，接受鉴定委托，不仅要明确鉴定目的、范围和内容，同时还要按规定要求搞好初步调查，特别是对比较复杂或陌生的工程项目更要做好初步调查工作，才能起草制定出符合实际和要求的鉴定方案，确定下一步工作大纲并指导下一步工作。

3.2.5 本条规定了详细调查和检测的工作内容。这些工作内容，可根据实际鉴定需要进行选择，其中绝大部分是需要在现场完成的。工程鉴定实践表明，搞好现场详细调查和检测工作，才能获得可靠的数据、必要的资料，是进行下一步可靠性分析、验算与评定工作的基础，也就是说，确保详细调查和检测工作的质量，是决定可靠性鉴定工作好坏的关键之一。

3.2.6 可靠性分析是确保正确进行结构可靠性鉴定评级的基础。需要说明的是：

1 可靠性分析中一个重要的组成部分是结构分析、结构或构件的校核分析，即对结构进行作用效应分析和结构抗力及其他性能分析，以及对结构或构件按两个极限状态（承载能力极限状态和正常使用极限状态）进行校核分析；

2 可靠性分析中另一个重要组成部分是对结构所存在问题的原因和影响分析，如对结构存在的缺陷和损伤，要分析产生的原因和对结构性能的影响。

3.2.7 缺少设计图纸、地质勘察报告和施工资料的鉴定对象，需对原结构的几何尺寸、材料强度、结构布置、钢筋直径及分布、钢筋保护层厚度等做仔细检测，并补充地质勘察资料。

3.2.8 本条规定了排水干渠可靠性鉴定的评定体系，仍然采用纵向分层横向分级逐步综合的鉴定评级模式。

1 排水干渠可靠性鉴定评级仍划分为三个层次（如图 1），最高层次为鉴定单元，中间层次为结构系统，最低层次（即基础层次）为构件。

2 考虑到地基基础的问题性质、评定项目内容等与管道结构有许多不同，且管背土对管道结构作用影响较大，所以将地基基础与管道结构分开，从而形成地基基础、管道结构和附属设施三个结构系统。

3 最高层次鉴定单元采用可靠性鉴定评级，以满足排水干渠技术管理的需要。中间层次和基础层次，即管道系统和构件的可靠性鉴定评级，包括安全性等级和使用性等级的评定，以满足结构实际技术处理上能分清问题（是安全问题还是正常使用问题）进行具体处理的需要。

4 当不要求评定可靠性等级时，可直接给出安全性和使用性评定结果。

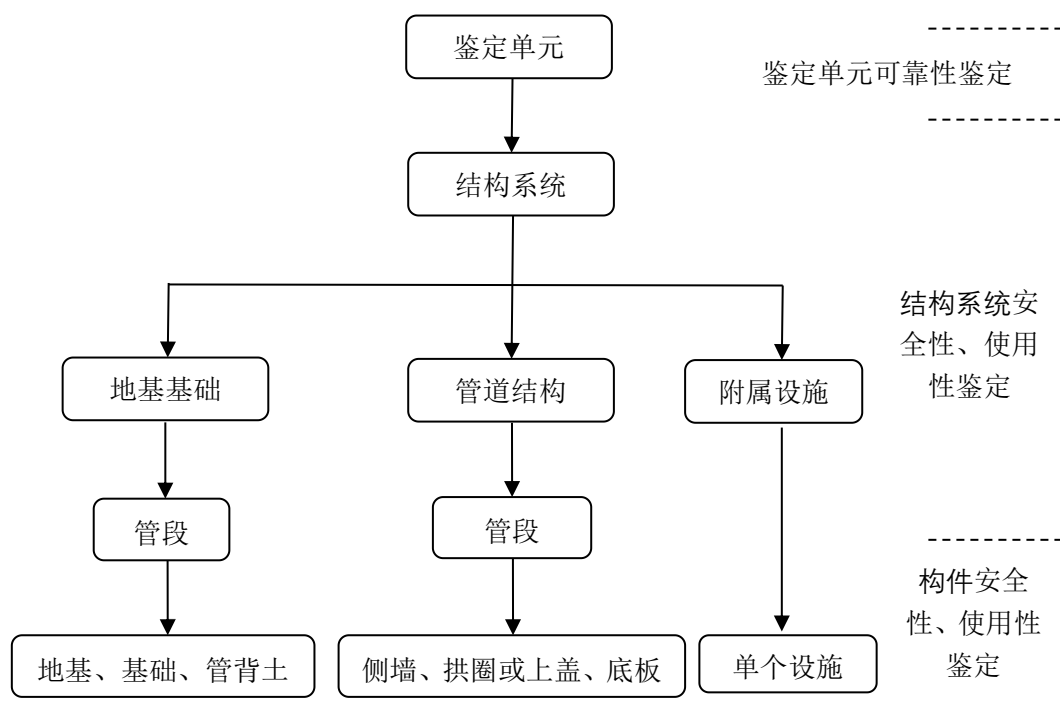


图 1 鉴定层次

3.2.9 管段可近似地按平面结构进行分析，一个管段为一个计算单元。现浇混凝土管道的变形缝间距一般不超过 25m，其它管道除地基及上部荷载发生变化处设变形缝，一般不设变形缝，故规定管段的长度不超过 25m。

3.2.10 整体式管道指截面形状为圆形、马蹄形、椭圆形等管道，一个管段即为一个封闭式结构构件。分离式基础管道，管段的计算简图是一个门式框架结构形式，其结构构件包括基础、侧墙、上盖（混凝土平板、混凝土拱圈或砌体拱）。整体式基础管道（如混凝土箱涵、整体式基础混合结构管道等），管段的计算简图是一个封闭框架结构，其结构构件包括底板、侧墙、上盖（混凝土平板、混凝土拱圈或砌体拱）。

3.3 鉴定评级标准

3.3.1~3.3.3 本节规定的 3 个层次的鉴定评级标准，即构件、结构系统和鉴定单元。对排水干渠鉴定单元的可靠性评级标准二级规定做了适当调整，增加了排水干渠鉴定单元的安全性和使用性评级标准。

排水干渠鉴定主要参考现行国家标准《工业建筑可靠性鉴定标准》GB

50144-2019。

4 调查和检测

4.1 一般规定

4.1.1 早期建造的大口径砌体结构拱涵、混合结构管涵，当地基承载力较好时一般采用分离式基础，但现行国家标准《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》GB50032 规定混合结构矩形管道基础应采取整体底板，增加管道结构的整体性。

4.1.4 地下排水干渠内往往有污水，且空气质量很差，检测人员进入检测时，应采取通风、佩戴防毒面具等必要措施，确保检测人员安全。

4.2 使用条件的调查与检测

4.2.1 既有排水干渠的可靠性鉴定，除应考虑目标使用年限内可能受到的作用和使用环境条件外，还要考虑结构已受到的各种作用和结构工作环境，以及使用历史上受到设计中未考虑的作用。例如，地基基础不均匀沉陷、基础冲刷、曾经受到的超载作用、地面使用功能改变、管背土空洞、地下水位、历史事故、灾害作用、水质等造成结构附加内力和损伤等也应在调查之列。

4.2.2 对作用的分类中，将地表水或地下水的作用列为可变作用，因为地表水或地下水的水位变化较多，不仅每年不同，而且一年内也有丰水期和枯水期之分，对管道结构的作用是变化的。

可变作用调查还包括排水干渠相邻地下工程（如地下室、隧道、地铁项目等）的开挖、施工等情况。

4.2.3 本条为既有排水干渠的鉴定验算，在无特殊情况下，结构的作用标准值尽量采用现行国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332 的规定值。难以选用现行国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332 的规定值时，则需要根据现行国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068 的原则采用实测统计的方法确定。

4.2.6~4.2.7 在排水干渠可靠性鉴定中，业主（委托方）最关心的是排水干渠是否安全、适用、还能用多久或结构的寿命是否满足目标使用年限的要求。如果排水干渠出现病态(老化、局部破坏、严重变形、裂缝、疲劳裂纹等)，要求查找原因、分析危害程度和提出处理方法。为可靠性鉴定中掌握结构使用环境、结构所处环境类别和作用等级，解决上述问题提供调查纲要和技术依据特制定这两条。

本标准第 4.2.7 条为一般混凝土结构耐久性判定、混凝土结构裂缝宽度评定等级等所需要的结构所处环境类别和作用等级。对砌体结构上述规定也基本适用。如果需要评估混凝土构件的耐久性剩余使用寿命时，可按现行国家标准《既有混凝土结构耐久性评定标准》GB/T 51355 的规定确定更详细的环境类别、详细划分环境作用等级，并确定计算中需要的相关参数和局部环境系数。其他情况则应按国家现行标准《既有混凝土结构耐久性评定标准》GB/T 51355 的规定，根据评定需要进一步详细确定环境类别、环境作用等级及相关计算参数。

本标准第 4.2.7 条结构所处环境类别和环境作用等级主要是根据现行国家标准《既有混凝土结构耐久性评定标准》GB/T 51355。排水干渠经常遇到酸、碱、盐、有机物及生物的气态、液态、固态腐蚀介质，可作为重点调查对象。检测鉴定时遇到化学腐蚀环境，应根据鉴定需要作详细检测分析，用于结构和地基基础的鉴定评级。

4.3 现状的调查与检测

4.3.3 地基承载力的大小按现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 中规定的方法进行确定。当评定的建构筑物使用年限超过 10 年时，可适当考虑地基承载力在长期荷载作用下的提高效应。

4.3.4 对于顶管工法施工的管道，管背被动土压力对管道结构影响较大；对开挖工法施工的管道，经历多年后管背回填土也有一定的被动土压力，检测出管背土的竖向和水平弹性抗力系数，便于采用荷载-结构法进行结构内力分析。

4.3.5 本条参照《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144-2019 中上部结构的调查

和检测项目。

5 结构分析和校核

5.0.1 管道结构两种极限状态分析和校核内容包括：

1 承载能力极限状态：对应于管道结构达到最大承载能力，管体或连接构件因材料强度被超过而破坏；管道结构因过量变形而不能继续承载或丧失稳定（如横截面压屈，拱结构出现纵向裂缝变形等）；管道结构作为刚体失去平衡（横向滑移、上浮等）。

2 正常使用极限状态：对应于管道结构符合正常使用或耐久性能的某项规定限值；影响正常使用的变形量限值；影响耐久性能的控制开裂或局部裂缝宽度限值等。

5.0.5 参照国际标准《结构可靠性总原则》ISO 2394-2015 的规定，提出两条确定原则：当材料的种类和性能符合原设计要求时，可取原设计标准值；当材料的种类和性能与原设计不符或材料性能已显著退化时，应根据实测数据按国家现行有关检测技术标准的规定确定，例如《建筑结构检测技术标准》GB/T50344、《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》JGJ/T 23 等。

5.0.6 当通过现场检测对渠道结构的缺陷了解清楚后，可通过简化模型模拟、有限元分析、刚度折减等手段计算渠段结构的实际荷载效应和抗力。通过已有的研究表明渠段结构后的土体空洞以及水流对渠段结构冲刷不可忽视。

从渠道内部进行结构后侧土层的空洞检测非常必要，空洞检测方法详见附录 A，当检测出空洞后应根据空洞位置和空洞大小来确定实际荷载效应。当水流对渠段结构产生较严重的破坏时在计算渠段结构抗力时应考虑折减或采用实际结构状态进行模拟。

6 构件的鉴定评级

6.1 一般规定

6.1.1 本条规定了单个构件的鉴定评级的原则，包括对其安全性等级和使用性等级的评定。这个综合评定的原则是根据本标准第 3.3.1 条关于构件的可靠性评级标准提出来的，是在构件可靠性评级中体现结构可靠性鉴定以安全性为主并注重正常使用性这一总原则的具体规定。即：即使构件的安全性不存在问题或不至于造成问题，而构件的使用性存在问题（使用性等级为 c 级），也需要进行修复处理使其可正常使用，可靠性等级宜定为 c 级；其他情况，包括构件的安全性存在问题，构件的可靠性等级要以安全性等级确定，以便采取处理措施确保安全。

构件的安全性等级和使用性等级要根据实际情况原则上按本标准第 6.1.2 条的相应规定评定，一般情况下，应按本标准第 6.2 节~第 6.3 节的具体规定评定。此外，在实际工程鉴定中，当遇到对某些构件的安全性或使用性要求进行鉴定的情况时，也可按照第 6.2 节~第 6.3 节规定进行鉴定评级。

6.1.2 本条给出了评定构件安全性等级和使用性等级按校核分析评定和结构状态评定的原则性规定。

在校核分析评定中，构件的承载能力校核、裂缝及变形等项目的正常使用性校核，采用国家现行设计标准规定的方法，排水管结构损伤项目参考《城镇排水管道检测与评估技术规程》CJJ181，作用效应分析和抗力分析通过管道纵向平面计算确定，同时要符合本标准第 5 章的具体规定，其等级评定要按照本标准第 6.2 节至第 6.3 节的具体规定进行。

6.1.3 构件处于“危险状态”指砌体侧墙砂浆冲刷严重、砌体拱圈发生纵向开裂、基础及侧墙砌体冲刷产生的大洞、管背土空洞严重等，由有经验人员判断做出结论。

6.1.4 按状态评定是总结工程鉴定实际经验，分析以往历史技术标准的应用情况，并参考国际标准《结构设计基础——既有结构的评定》ISO13822-2010 有关规定

提出来的。根据本标准总则第 1.0.3 条的规定，这两条所规定的条件不包含偶然荷载作用，如地震作用、爆炸力等。

考虑到其它层次鉴定评级的需要，有必要给出该构件的安全性和使用性等级时，可根据其实际完好程度定为 a 级或 b 级。

6.1.5 现行国家标准《既有混凝土结构耐久性评定标准》GB/T 51355 评价钢筋混凝土结构耐久性所采用的耐久性裕度系数为剩余使用年限与目标使用年限的比值或某项性能指标界限值与其评定值之比，剩余使用年限则为 GB/T 51355 规定的耐久性裕度系数乘以目标使用年限。

目标使用年限由委托方和评价方共同商定。

6.2 混凝土构件

6.2.1 本条规定了混凝土构件进行安全性等级评定包括承载能力、构造连接两个项目。承载能力可按本标准第 5 章进行计算和复核，构造连接应满足我国相关现行规范或标准要求。混凝土构件的承载能力、构造连接对于构件的安全性同等重要，不能仅评定其中一个项目就给出评定结果，应取其中较低等级作为构件的安全性等级。

6.2.2 每一构件应分别评定每一验算项目的等级，然后取其中最低一级作为该构件承载力的安全性评定等级。

本条参照现行国家标准《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144-2019，并依据《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153-2008 中规定的“既有结构的可靠性评定应保证结构性能的前提下，尽可能减少工程处置量”的原则和国际标准《结构设计基础——既有结构的评定》ISO13822-2010 提出的“最小结构处理”原则，提出的可靠指标分级标准，确定混凝土结构构件抗力作用效应比分级标准。

在承载能力项目评定中，由于过宽的裂缝、过度的变形、严重的缺陷损伤及腐蚀会降低构件的承载能力，因而在承载能力校核及评定中，应考虑其影响。

6.2.3 混凝土构件的构造和连接包括构件构造、粘结锚固或预埋件，其构造要求

一般包括最小配筋率、最小配箍率、最大钢筋间距、最低强度等级及箍筋间距等，应根据现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 及有关抗震鉴定标准的规定进行评定。

6.2.5 由于地下排水主渠受大气温度影响较小，污水管或雨污合流渠道中水和空气有害物质较多，本条参照现行国家标准《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144-2019 最严格要求鉴定评级，不再区分环境类别。

受弯、大偏心受压、受拉混凝土构件的受力裂缝通常是指主筋处的裂缝，裂缝宽度符合现行国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB50332 要求的构件，评为 a 级，但考虑到表 6.2.5 中的裂缝宽度为检测时测试的裂缝宽度，实际作用荷载不一定达到设计标准规定的验算荷载，因而在表 6.2.5 中，其 a 级标准相对严于现行国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB50332。当现场裂缝检测较困难，或者检测时的荷载作用差异较大时，也可通过裂缝宽度验算，根据裂缝计算结果及工程经验综合判断后进行裂缝项目评定。

轴心受压、小偏心受压出现受压裂缝时，表明构件已处于危险状态，应引起特别重视。当混凝土构件中出现剪力引起的斜裂缝时，应进行承载力分析，根据具体情况进行评定，可参考表 6.2.5 从严掌握。圆形、椭圆形、马蹄形等封闭式管道，可参照轴心受压、小偏心受压构件进行评定。

裂缝项目评定中考虑了结构的功能要求和钢筋种类对腐蚀的敏感性。由于裂缝的情况复杂，周围使用环境差异很大，裂缝的危害性和发展速度会有很大差别，故允许有实践经验者可根据具体情况适当从宽掌握。

混凝土构件因钢筋锈蚀产生的沿筋裂缝在腐蚀项目中评定。

6.2.6 《给水排水工程管道结构设计规范》GB50332 对刚性管道的变形未做规定，给排水管道、公路涵洞等结构设计规范对拱涵拱顶和拱趾位移未做规定。本条中混合结构矩形盖板涵盖板和钢筋混凝土矩形箱涵顶板、侧墙、底板挠度参照《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144 中楼屋盖从严确定。

6.2.7 混凝土构件的缺陷和损伤也会影响构件的正常使用，严重时会影响构件承载能力，评定时需根据其严重程度进行构件承载能力项目的分析评定。构件损伤可参考《城镇排水管道与检测评估技术规程》CJJ 181-2012 相关内容。

6.2.8 参照《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144-2019 制订。混凝土腐蚀包括钢筋锈蚀引起的沿筋裂缝。

6.3 砌体构件

6.3.1 本条规定了砌体构件安全性等级按承载能力、构造和连接两个项目评定。砌体构件的承载能力、构造和连接对于构件的安全性同等重要，不能仅评定其中一个项目就给出评定结果，应取其中较低等级作为构件的安全性等级。

6.3.2 以满足现行国家标准《砌体结构设计规范》GB50003 的规定作为 a 级的分级原则，以抗力与作用效应比值等于 1 作为 a、b 级的界限。

每一构件应分别评定每一验算项目的等级，然后取其中最低一级作为该构件承载力的安全性评定等级。

6.3.3 拱圈、侧墙高厚比过大，或拱圈与侧墙、底板与基础等连接构造不当时，同样可能发生工程倒塌事故，因而控制拱圈、侧墙的高厚比，或对拱圈与侧墙、底板与基础等的连接和构造规定要求，与构件的承载能力项目同等重要，都关系到构件的安全性。

6.3.4 当砌体构件出现下列受力裂缝时，应视为不适于承载的裂缝：

- 1 筒拱、双曲筒拱、扁壳等的拱面、壳面，出现沿拱顶母线或对角线的裂缝；
- 2 拱、壳支座附近或支承的墙体上出现沿块材断裂的斜裂缝；
- 3 拱趾发生剪切滑动裂缝；
- 4 其他明显的受压、受弯或受剪裂缝。

考虑到无筋砌体结构的特性，当承载能力严重不足时，相应部位便会出现受力性裂缝。这种裂缝即使很小，也具有同样的危害性。因此，本标准作出了凡是检查出受力裂缝，应根据其严重程度评为 c 级或 d 级的规定。

当砌体拱涵或盖板涵的侧墙墙顶水平位移或倾斜的实测值大于 $H/250$ 时，应视为不适于承载的位移，应根据其严重程度评为 c 级或 d 级的规定。

当砌体拱涵的拱趾或壳的边梁出现水平位移，或者拱轴线或筒拱、扁壳的曲面发生变形时，可根据其严重程度定为 c 级或 d 级。对砖拱、砖壳这类构件出现的位移或变形，国内外标准（或检验手册、指南）多采用一经发现便应根据其实际严重程度判为 c 级或 d 级的直观鉴定法。

6.3.5 工程鉴定实践表明，砌体构件的缺陷和损伤、老化也是影响其正常使用性的重要因素。砌体侧墙的位移或倾斜往往影响上部整体结构，已不是由变形而是由承载能力和构造控制，因此砌体构件的使用性等级评定不包括变形，由裂缝、缺陷和损伤、老化三个项目评定。

6.3.6 按“变形裂缝”和“受力裂缝”两项内容制定分级标准，对裂缝的性质予以考虑。对于变形裂缝，构件被划分为拱圈和侧墙，制定不同的分级标准。对于受力裂缝，则不区分构件类型，对分级标准作出统一规定。对于拱圈的变形裂缝以及各类构件的受力裂缝，鉴于它们的危害性，均按两级来评定：无裂缝时，评定为 a 级；一旦出现裂缝，均评定为 c 级。对于侧墙的变形裂缝，在评定条件中考虑了开裂范围和裂缝发展趋势。

6.3.7 砌体构件在施工过程中可能存在灰缝不匀、竖缝缺浆、水平灰缝厚度和竖向灰缝宽度过大或过小、砂浆饱满度不足等质量缺陷、在使用过程中可能出现出开裂以外的冲刷、块体脱落、树根等其他损伤，这些都会影响到构件的使用性，甚至安全性。考虑缺陷与损伤项目，以突出其重要性。由于砌体构件缺陷与损伤所涉及的内容较多，这里只是原则性地给出了分级标准，评定中需要根据实际情况和工程经验判定其等级。

6.3.8 在制定老化项目的分级标准时，对不同的材料作出了不同的规定。对于块材和砂浆，主要考虑了老化的范围、最大老化深度和发展趋势，其中最大腐蚀深度的限值是根据工程经验制定的。

本条参照《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144 制订。

7 结构系统的鉴定评级

7.1 一般规定

7.1.1 排水干渠结构系统的鉴定评级是在构件鉴定评级的基础上进行的，根据排水干渠的特点，考虑到鉴定评级的可操作性及评级结果能准确地反映建筑结构状况，本标准将排水干渠划分为地基基础、管道结构和附属设施三类结构系统。在实际鉴定工作中，由于排水干渠鉴定目的与内容的不同，鉴定评级的内容可能有所不同，在结构系统鉴定评级中包括安全性、使用性和可靠性等级评定，对于要求进行安全性和使用性鉴定评级的情况，可按本标准第 7.2 节~第 7.4 节的规定进行评级；需要进行结构系统可靠性评级时，则利用结构系统的安全性和使用性评级结果按本标准第 7.1.2 条规定的原则进行评级。

7.1.2 本条规定了结构系统可靠性等级评定的方法和原则。结构系统的可靠性评级以该系统的安全性为主，并注重正常使用性。考虑到当结构的使用性等级较低时，需要对结构进行处理使其能正常使用，因此在系统的使用性等级为 C 级、安全性等级不低于 B 级时，确定为 C 级；其他情况，要以安全性等级确定，以便采取措施处理确保安全。

7.1.3 管段实际上是管道结构系统的子系统，一般不对管段结构系统进行鉴定评级，只对管道结构系统进行鉴定评级。当鉴定单元中管道结构系统很长，且其破坏或损失范围很小时，为了节省加固成本、提高加固进度，可对管段进行鉴定评级，更详细展示渠道管段的安全性和使用性分布。

7.1.4 结构在使用过程中，由于受使用荷载、邻近基础施工、邻近管线或地铁施工、累积损伤、疲劳、沉降等因素的影响，结构的可靠性状态在不断变化，管道结构的实际受力、变形状况与计算模型的出入较大；一般的鉴定工作基本在短时间内完成，对于随时间变化较明显的一些重要评级参数（应力状态、变形等）在鉴定期间无法确定，需要经过长时间的观测时，宜进行结构工作状况监测，并通过监测数据对结构进行评定。本标准附录 B 专门规定了进行结构工作状况监测

的具体要求和评定规定。

7.2 地 基 基 础

7.2.1 由于管道结构的存在，地基基础承载力的检验、确定不像变形观测那样简便、直观和可操作，并且多年的实践经验表明，用地基变形观测资料评价地基基础的安全性是合理、可行的。因此，在进行地基基础的安全性评定时，宜首选按地基变形观测资料的方法评定。当地基变形观测资料不足或结构存在的问题怀疑是由地基基础承载力不足所致时，其等级评定可按承载力项目进行。

在进行斜坡场地环境的排水干渠评定时，边坡的抗滑稳定计算可采用瑞典圆弧法和改进的条分法，对场地的检测评价可参照现行国家标准《建筑边坡工程技术规范》GB 50330 的有关规定。

建在回填土、特殊土等场地上的排水干渠，其地基基础的评定须进行专题研究。

由于大面积地面荷载、周边新建建筑以及循环工作荷载会使深厚软弱场地上的排水干渠地基产生附加沉降，因此，在评定深厚软弱地基上的排水干渠时，需要对附加沉降产生的影响进行分析评价。

7.2.2 观测资料和理论研究表明，当沉降速率小于 0.01mm/d 时，从工程意义上讲可以认为地基沉降进入了稳定变形阶段，一般来说，地基不会再因后续变形而产生明显的差异沉降。

7.2.3 根据研究干渠基础部分缺陷主要为水流冲刷所导致，基础冲刷缺陷对基础承载力影响较大。水流冲刷对基础影响主要体现在两个部分，其一是对基础土层的冲刷，其二是对基础砌块的冲刷。通过大量计算分析可根据基础冲刷缺陷的大小参考下表来定量化的确定基础安全等级。

7.2.4 需要按承载能力评定地基基础的安全性时，考虑到基础隐蔽难于检测等实际情况，不再将基础与地基分开评定，而视为一个共同工作的系统进行整体评定。对地基承载力的确定应考虑基础埋深、宽度以及排水干渠荷载长期作用的影响；

对于基础，可通过局部开挖检测，分析验算其受冲切、受剪、抗弯和局部承压的能力；地基基础的安全性等级应综合地基和基础的检测分析结果确定其承载功能，并考虑与地基基础问题相关的排水干渠实际开裂损伤状况及工程经验，按本条规定的分级标准进行评定。在验算地基基础承载力时，排水干渠的荷载大小按结构作用效应的标准组合取值。

7.3 管道结构

7.3.2 整体性构造、连接是指管道结构的埋深、跨度、拱的矢高比、结构选型等。砌体拱涵在抗震区构造要求，基础必须有可靠连接。

7.3.3、7.3.4 针对管道结构，通常管道结构划分为多个管段（平面结构）作为计算单元。这两条是对平面计算单元的承载功能和使用状况评定等级的规定，其中，构件集中所含各等级构件的百分比含量参照国家标准《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144-2019 中排架结构确定。对于封闭式管道结构系统因其仅划分为一个构件，安全性等级可仅根据平面计算结果直接确定。

8 排水干渠的鉴定评级

8.0.1 根据以往的工程鉴定经验和实际需要，由于实际结构所处地基情况和使用荷载环境等因素的不同，结构的损伤程度、影响安全和使用的因素会有所不同，存在按整体排水干渠可靠性评级结果不能准确反映实际状况的情况，因此，排水干渠鉴定按区段进行鉴定，每个区段作为一个鉴定单元，并按鉴定单元给出鉴定评级结果。这样，鉴定评级比较灵活、实用，既能评定出准确反映结构实际状况的结果，同时又不使鉴定评级的工作量过大。

排水干渠鉴定单元的可靠性鉴定评级是在该鉴定单元结构系统可靠性评级的基础上进行的，其中鉴定单元结构系统的评级结果 A、B、C、D 四个级别分别对应鉴定单元的鉴定结果 I、II、III、IV 这四个级别。按照排水干渠的结构特点，参照排水干渠管理制度，确定评级的原则以地基基础和管道结构为主，兼顾附属设施进行综合判定，以确保排水干渠的安全正常使用，满足既有排水干渠技术管理的需要。

8.0.2 排水干渠鉴定单元的安全性鉴定评级是在该鉴定单元中结构系统安全性评级的基础上进行的。本条给出了其中排水干渠鉴定单元仅进行安全性鉴定的原则。

8.0.3 鉴定实践表明，大量工程技术鉴定（包括工程技术服务和技术咨询）项目中 95% 以上的鉴定项目是以解决安全性（包括整体稳定性）问题为主，并注重适用性和耐久性问题，只有不到 5% 的工程项目仅为了解决结构的裂缝或变形等适用性问题进行鉴定。因此，为保证本鉴定标准的完整性本条给出了排水干渠鉴定单元使用性鉴定的原则。

9 鉴定报告

9.0.1 本标准不对鉴定报告的格式作统一规定，但其内容应当满足本标准的规定。

有些必要的图纸或照片也可在附件中列出。

9.0.3 本标准明确规定了鉴定报告编写应符合的要求，以保证鉴定报告的质量。

当仅要求做安全性鉴定时，鉴定单元的安全性鉴定评定结果宜按附录 C 给出。

附录 A 管背回填土空洞检测方法

A.1 一般规定

A.1.1 管背土体空洞作为排水管渠经常出现的一种缺陷，因为其隐蔽性不能及时发现处理，导致土体空洞尺寸越来越大，对排水渠道结构造成很大危害，严重的甚至能导致排水渠道坍塌，因此在对于渠结构进行检测鉴定时需要确定渠道结构外侧土体空洞位置大小并及时处理。

地下空洞与周围介质之间存在着巨大的物性差异，如密度差异、导电导磁性差异、放射性差异等，从而为各种方法探测土体空洞提供了物性基础，目前主要的检测方法如表 A.1.1 所示。本标准推荐选用探地雷达法和声波法进行检测。

表 A.1.1 土体空洞已有检测方法

城市 地下 土体 空洞 检测 方法	大类	方法细分	方法特点
	探地雷达法	1.测点法 2.扫描法	方便快捷，分辨率高，浅层探测
	声波法	1.直达波法 2.反射波法	灵敏度高、穿透力强、检测速度快和设备简单、成本低
	直流电法（网络并行电法）	1.AM 法 2.ABM 法	并行采集，同步完成高密度电法的多种装置的数据采集，效率高，体积效应
	瞬变电磁法	1.重叠回线 2.中心回线 3.定源回线	方便快捷，对低阻异常体反映明显，体积效应。

A.1.4

增益：对记录道进行幅度补偿处理的时间函数。

信噪比：信号的有效功率和噪声有效功率之比。

采样率：为保证信号不失真而采用的单位时间内的采样点数。

滤波：将信号中特定波段频率滤除的操作，是抑制和防止干扰的一项重要措施。

A.1.7 本条规定了数字式声波仪的主要性能参数，对模拟式声波仪不适用。

A.1.8 压电激振器也称为内发射器，适用于直达波法，其余振较长不适用于反射波法。压电激振器的高压发生端与发射换能器间应用屏蔽线相连，线长不大于 20 m，线径不宜过细以减少线路损耗。

冲击激振器亦即通道外触发器。适用于直达波法和反射波法。冲击器应具有足够小的质量，否则不能激发高频短余震声波信号，禁止使用榔头、石块等重物敲击。冲击方式应为小距离抛击。对渠道底部仰拱进行测试时，宜采用小距离自由下落的方式激发。冲击方向应与衬砌表面或冲击垫垂直，倾斜冲击容易产生假反射信号。耦合剂宜为车用黄油，渠道底部测试时也可使用清水，禁止使用高频吸收材料。

A.1.9 接收传感器应体积小、重量轻，以确保信号质量。不宜使用发射换能器作为接收传感器。

A.2 现场检测

A.2.1 探地雷达天线的中心频率的选择，应既能满足分辨率的要求又能满足检测深度的要求。根据渠道衬砌设计厚度、围岩类型、检测部位及雷达设备的不同，天线中心频率宜在 400 -1000 MHz 之间选择。

垂直分辨率：一般指垂直方向在空间上（或时间上）可以分辨的两个界面间的最小距离（或时间），本规程指可分辨的渠道结构后背最小间隙。

A.2.2 纵向布置测线的目的是对渠道结构后密实程度能够进行连续测量，防止遗

漏。当被检测渠道长度小于 50 m 或纵向布置测线条件收到限制时,可采用横向布线。采用横向布线时,可连续测量,也可点测,但一个断面上的测点不应少于 7 个。

A.2.4 当同时采用探地雷达法和声波法进行检测时,或只针对重点部位和特殊地段进行检测时,测点布置方式可作相应调整。

A.3 数据处理与解释

A.3.2 土体空洞在渠道断面内的尺寸可分为宽度 w 和高度 h ,如图 A.3.2 所示,已有研究表明空洞宽度 w 对渠道结构的影响大于空洞高度 h ,处理数据时对空洞宽度 w 精度要求应高于空洞高度 h 。

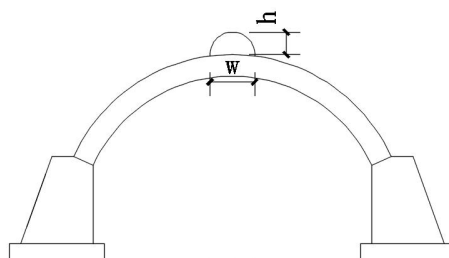


图 A.3.2 土体空洞尺寸示意图

A.3.3 密实系指渠道结构与围岩密贴或衬砌背后全部用填料回填,填料内无空隙。不密实系指渠道结构背后全部用填料回填,但填料内空隙率较大。空洞系指渠道结构背后没有或部分回填,渠道结构背后有明显空隙、空腔和空洞。

A.3.5 缺陷特征一般较复杂,应采用对比法进行识别。多缺陷时,应判定特征最明显的缺陷。