

云南省城镇供水协会文件

云水协〔2022〕7号

关于征求《城市供水管网运行安全风险评估标准》意见的通知

各会员单位：

为健全公共供水管网运行管理机制，促进行业漏损控制水平进一步提升，提高水资源利用效率，中国标准化协会草拟了《城市供水管网运行安全风险评估标准》（征求意见稿）。现转发各会员单位，请认真研究并结合工作实际于2022年3月10日扫描二维码填写意见建议发至协会秘书处，由协会汇总后统一反馈。

联系人：王明琪（18387188952）

特此通知

附件：《城市供水管网运行安全风险评估标准》（征求意见稿）



TCS 01.120

A 00



团 体 标 准

T/CAS XXXX—2021

城市供水管网运行安全风险评估标准

Code of Safety Risk Assessment for Urban Water Supply
Network Operation

(征求意见稿)

2021-XX-XX 发布

2021-XX-XX 实施

中国标准化协会 发布

T/CAS XXX—201X

中国标准化协会（CAS）是组织开展国内、国际标准化活动的全国性社会团体。制定中国标准化协会标准（以下简称：中国标协标准），满足企业需要，推动企业标准化工作，是中国标准化协会的工作内容之一。中国境内的团体和个人，均可提出制、修订中国标协标准的建议并参与有关工作

中国标协标准按《中国标准化协会标准管理办法》进行制定和管理。

中国标协标准草案经向社会公开征求意见，并得到参加审定会议的 75%以上的专家、成员的投票赞同，方可作为中国标协标准予以发布。

在本文件实施过程中，如发现需要修改或补充之处，请将意见和有关资料寄给中国标准化协会以便修订时参考。

本文件版权为中国标准化协会所有，除了用于国家法律或事先得到中国标准化协会的许可外，不得以任何形式或任何手段复制、再版或使用本文件及其章节，包括电子版、影印件，或发布在互联网及内部网络等。

中国标准化协会地址：北京市海淀区增光路 33 号中国标协写字楼

邮政编码：100048 电话：010-68487160 传真：010-68486206

网址：www.china-cas.org 电子信箱：cas@china-cas.org

目 次

目 次	II
前 言	III
1 范围	4
2 规范性引用文件	4
3 基本要求	5
4 数据资料	11
5 基础风险评估	14
6 详细风险评估	17
7 专项风险评估	20
8 评估报告编制	22
附 录 A（规范性附录） A-1：风险发生可能性指标计算权重	23
附 录 B（规范性附录） 详细风险评估指标计算权重	24

前 言

本文件依据 T/CAS 1.1—2017《团体标准的结构和编写指南》编写。

本文件的主要内容是：1 范围；2 规范性引用文件；3 术语和定义；4 基本规定；5 数据资料；6 基础风险评估；7 详细风险评估；8 专项风险评估；9 评估报告编制。

本文件起草单位：同济大学、中国城市规划协会地下管线专业委员会

杭州市水务集团有限公司、中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司、中国地质大学、东华大学、福州大学、南通大学、广州市天驰测绘技术有限公司、广东龙泉科技有限公司、广州易探科技有限公司、新兴河北工程技术有限公司、武汉中地数码科技有限公司、合肥泽众城市智能科技有限公司、山东正元地球物理信息技术有限公司、武汉众智鸿图科技有限公司、云南堪正管线探测有限公司、广州腾鼎勘测科技有限公司、赛莱默（中国）有限公司、鸿粤智慧环境科技有限公司、上海管康技术有限公司、广州自来水公司、大连德泰水务有限公司等。

本文件起草人：胡群芳、赫磊、王飞、刘会忠、许晋、罗振丽、周琮辉、代荣、姜石磊、韩万玉、魏俊、周华、曾文、舒诗湖、张滢、吴昌将、肖顺、林继贤、谢广勇、李宁、邢大为、凡伟伟、邢方亮、许峰、王文旭、张永命、郭晓华、邓小波、李才禧、王晓东、张凯铭、佟恽维。

考虑到本文件中的某些条款可能涉及专利，中国标准化协会不负责对其任何该类专利的鉴别。

本文件首次制定。

城市供水管网运行安全风险评估标准

1 范围

本文件规定了城市供水管网运行安全风险评估的内容、方法、流程以及实施要求等。
本文件适用于城市供水管网管径大于等于 DN300 的运行安全风险评估，其它可参考本文件。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 23694-2013 风险管理 术语

GB 50332 给水排水工程管道结构设计规范

GB 51222 城镇内涝防治技术规范

DB31/T XXX-2021 城市供水管网运行安全风险监测技术规范

DB31/T XXX-2021 城市供水管网安全风险评估技术规范

3 术语和定义

3.1

风险 risk

供水管网发生不安全事件的可能性及其损失的组合。

[来源：GB/T 23694-2013，定义 2.1，有修改。]

3.2

***管道物理属性 physical properties of water supply pipe**

供水管网中与管道几何尺寸、物理状态及力学性能相关的属性，包括管材、管径、壁厚、管龄、接口类型、保护层以及管道应力、应变等**表征**物理特征参数。表述:物理属性特征

3.3

***管网周边环境 surroundings of water supply pipelines network**

供水管网中管道所在**的区域环境**位置如：道路等级、覆土深度、土体腐蚀、地下水位、**外部温度**等表征参数。明确:周边环境

3.4

***管网运维状态 operation and maintenance condition of water supply pipelines network**

供水管网中**管道**运行压力、**水流速度**、（流量）、漏损状况以及调度、巡查、维护、检修**表征**及其**运行工况**等参数。直接简明

3.5

*

安全风险事件 safety risk event

供水管网**常规运行**后发生不安全且可能造成损失的各类事件。

3.6

安全风险评估 safety risk assessment

对供水管网安全进行风险识别、分析与评估的过程。

3.7

*

基础风险评估 preliminary risk assessment

根据利用收集的供水管道物理属性、管网周边环境和管网运维状态等数据信息，进行安全风险评估。
确切

3.8

*

详细风险评估 detailed risk assessment

根据结合供水管网的基础风险评估数据信息、管道及管网检测或监测数据与现场调查情况，进行安全风险评估。

3.9

*

专项风险评估 special risk assessment

针对存在邻近施工影响、举办重要活动等**有保护性要求**的区域，通过技术手段获取供水管网现场数据，进行安全风险评估。

*

针对**影响供水管网正常运行的区域、易造成相互不安全隐患风险的范围**，通过技术手段获取供水管网现场数据，进行安全风险评估。

如：铁路、公路涵（箱）管段、立交桥安全区域、地上地下文物、及大型人员密集场所。详（公安部行业标准 GA654-2006《人员密集场所消防安全管理》，《中华人民共和国文物保护法》）。

3.10

风险发生可能性 risk probability

供水管网发生风险事件的可能。

[来源：GB/T 23694-2013，定义 4.6.1.1，有修改。]

3.11

风险后果 risk consequence

供水管网发生风险事件后可能引起的各类损失或不利影响。

[来源：GB/T 23694-2013，定义 4.6.1.3，有修改。]

3.12

重点区域 critical area

连接重点用户的、举办重要活动的以及风险可能造成严重影响的供水管网所在的区域。

根据3.9内容调整

4 基本要求

4.1 一般要求

4.1.1 城市供水管网安全风险评估分为基础风险评估、详细风险评估和专项风险评估。

4.1.2 基础风险评估，适用于行业管理部门和供水企业获取管网的安全风险基本状态，指导开展管网风险排查。基础风险评估应每年开展 1 次。

4.1.3 详细风险评估，适用于行业管理部门和供水企业开展管网精细化维护工作，指导管网更新改造计划的制定与实施。详细风险评估应每五年至少开展 1 次。

4.1.4 专项风险评估，适用于行业管理部门、供水企业及相关单位针对特定区域的供水管网开展安全保护、隐患消除等专门工作。专项风险评估宜根据管网安全保护要求适时开展。

*

4.1.5 城市供水管网安全风险评估工作应符合本着消除安全隐患、环保、方便管理的原则及相关规定进行。

4.2 风险评估流程

4.2.1 城市供水管网运行安全风险评估流程按图 1 实施。

- a) 基础资料收集；
- b) 风险评估方案制订；
- c) 数据收集或现场调研；
- d) 管网安全风险评估；
- e) 编制评估报告。

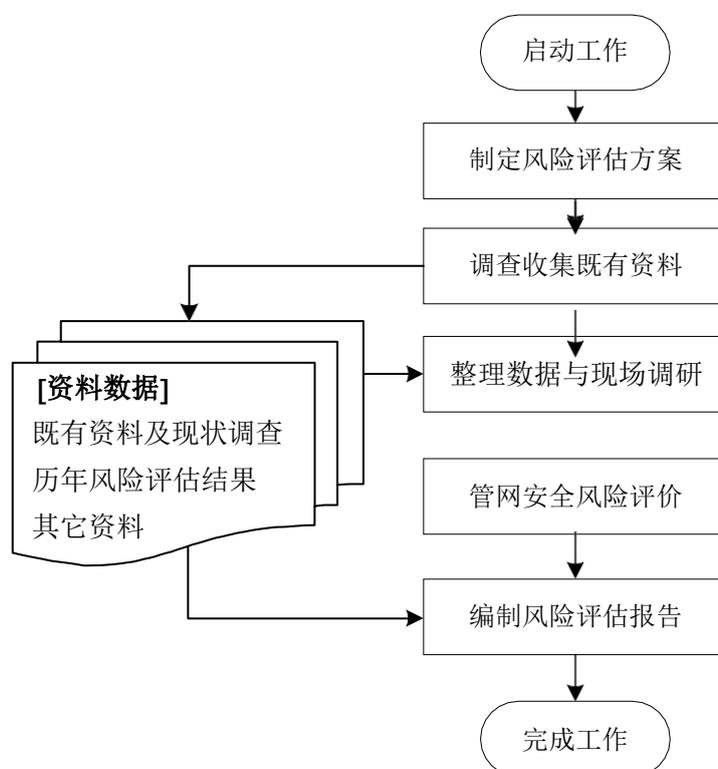


图1 供水管网系统运行安全风险评估流程

4.2.2 基础风险评估应收集资料包括:

- a) 供水管网系统基础属性数据资料, 包括管材、管龄及接口类型等;

- b) 供水管网系统周边环境数据资料，包括管道埋深、敷设位置和道路级别等；
- c) 供水管网系统运维状态资料，包括管道运行压力、管网漏损率和历史事件等；
- d) 其它相关资料。

3.2.3 详细风险评估或专项风险评估应收集资料包括：

- a) 供水管网系统工程设计、施工及竣工图等技术资料；
- b) 供水管网系统管道现场调查资料；
- c) 供水管网系统管道检测、监测等记录资料，包括压力稳定状态、管道压力幅值等；
- d) 供水管网系统管道及周边土体等样品检测、测试资料；
- e) 供水管网系统周边环境资料，包括土体腐蚀性、邻近交叠影响和周边扰动等；
- f) 供水管网系统评估周期内邻近施工及周边场地活动状况；
- g) 其它相关资料。

3.2.4 开展供水管网安全风险评估前，供水管网基础信息、数据和资料调研收集工作包括：

- a) 根据获取的管网档案资料，调查基础数据与现场管网状况；
- b) 结合管网日常巡查维护记录，了解管网沿线周边情况；
- c) 调查管网系统发生漏水、爆管、破坏、断水等运行事件及历史维修信息；
- d) 其它需开展的现场调查或调研工作。

3.2.5 风险评估方案的制订应包括以下工作：

- a) 组建评估工作小组；
- b) 界定评估对象、范围和要求；
- c) 划分风险评估单元；
- d) 确定风险评估类型与主要指标体系；
- e) 选定风险分析与评估方法；
- f) 开展评估工作并编制风险评估报告。

4.3 风险评估单元划分

3.3.1 风险评估单元可按供水管网所在的行政区域、管理分区或系统DMA分区为基础进行划分。

3.3.2 单段管道以GIS系统基础数据以及管道变材点、变径点、管段接口等作为划分依据，且长度不宜超过 50 m。？

3.3.3 邻近施工、重大活动且有保护性要求的特定区域宜结合现场条件及受影响的区域进行单元划分。

4.4 风险评估方法

4.4.1 城市供水管网运行安全风险评估应采用定量评估方法。应先定性,后定量

4.4.2 城市供水管网运行安全风险评估应包括风险发生可能性评估和风险损失评估。

4.4.3 风险发生可能性评估按照式（1）计算：

$$Pof = \sum_{i=1}^n P_i \cdot I_i \dots\dots\dots (1)$$

式中：

Pof —— 风险发生可能性的评分值，按计算值向上取整数；

P_i —— 风险发生可能性评估指标参数的评分值；

I_i —— 对应 P_i 的权重，可参考附录表 A.1 和表 B.1；

n —— 风险发生可能性评估指标参数数量；

4.4.4 风险损失评估按照式（2）计算：

$$Cof = \sum_{j=1}^m C_j \cdot I_j \dots\dots\dots (2)$$

式中：

Cof —— 供水管网安全风险发生损失后果的评分值，按计算值向上取整数。 C_j

—— 风险评估指标参数损失后果的评分值；

I_j —— 对应 C_j 的权重，可参考附录表 A.2 和表 B.2；

m —— 风险评估损失指标参数数量。

4.5 风险发生可能性评估指标

4.5.1 风险发生可能性指标包括管道物理属性、管网周边环境和管网运维状态三个方面。

4.5.2 基础风险评估中风险发生可能性评估指标，共 12 项，见表 1。

4.5.3 详细风险评估或专项风险评估中风险发生可能性评估指标，共 19 项，见表 1。

表1 城市供水管网安全风险发生可能性评估指标体系

指标层	符号	基础风险评估	详细风险评估或专项风险评估	符号
管道物理属性	PDC	管材	管材	PM
		接口类型	接口类型	PJ
		管龄	管龄	PA
		--	结构安全（管道应力和管道变形）	PS
管网周边环境	PDE	道路级别	道路级别	RS
		管道埋深	管道埋深	PB
		敷设位置	敷设位置	SE
		昼夜温差	昼夜温差	TD
		处于立交桥附近	处于立交桥附近	NO
		管道受到骑压	管道受到骑压	UP

		--	土体腐蚀性	SC
		--	邻近交叠影响	SV
		--	周边扰动	SL
管网运维状态	PDO	管网漏损率	管网漏损率	PL
		历史事件	历史事件	PH
		管道运行压力	管道运行压力	OP
		--	管道压力稳定	PT
		--	管道压力幅值	PP
		--	运行维护周期	PR

注：表中“--”表示不存在。

4.6 风险损失评估指标

4.6.1 基础风险评估中风险损失评估指标，共 9 项，见表 2。

4.6.2 详细风险评估或专项风险评估中风险损失评估指标，共 15 项，见表 2。

表2 城市供水管网安全风险损失评估指标体系

基础风险评估	详细风险评估或专项风险评估	符号
管道口径	管道口径	PD
管道运行压力	管道运行压力	OP
地势差	地势差	ED
运营损失	运营损失	OL
密集生活区	密集生活区	DL
地下停车场规模	地下停车场规模	SP
商铺（商场）	商铺（商场）	SA
人流、交通影响	人流、交通影响	PI
社会影响	社会影响	SI
--	影响用户量	NU
--	敷设区域	BD
--	管网可靠性	QL
--	管道漏水量	WR
--	道路及周边区域积水	RB
--	供水中断导致停止服务时长	ST

注：表中“--”表示不存在。

4.7 风险评估指标缺失的处理

4.7.1 风险发生可能性和风险损失评估指标体系中如有数据缺失，宜选取最不利情况进行评分赋值。同时，应对该项风险评估结果进行备注，可不列入风险评估结果验证。?

4.8 风险评估值

4.8.1 城市供水管网运行安全风险评估值 R 按下式 (3) 计算。

$$R = f(Pof, Cof) \dots\dots\dots (3)$$

式中： R ——城市供水管网运行安全风险评估值。

4.8.2 根据获取的风险发生可能性评分值及其风险损失评分值综合计算风险评估值 R 并按表 3 划分五级。

表3 供水管网系统运行安全风险评估值及其分级标准

风险等级		风险后果									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
风险发生可能性	10	Ⅲ级	Ⅲ级	Ⅲ级	Ⅱ级	Ⅱ级	Ⅱ级	Ⅰ级	Ⅰ级	Ⅰ级	Ⅰ级
	9	Ⅲ级	Ⅲ级	Ⅲ级	Ⅲ级	Ⅱ级	Ⅱ级	Ⅱ级	Ⅰ级	Ⅰ级	Ⅰ级
	8	Ⅲ级	Ⅲ级	Ⅲ级	Ⅲ级	Ⅲ级	Ⅱ级	Ⅱ级	Ⅱ级	Ⅰ级	Ⅰ级
	7	Ⅳ级	Ⅲ级	Ⅲ级	Ⅲ级	Ⅲ级	Ⅲ级	Ⅱ级	Ⅱ级	Ⅱ级	Ⅰ级
	6	Ⅳ级	Ⅳ级	Ⅲ级	Ⅲ级	Ⅲ级	Ⅲ级	Ⅲ级	Ⅱ级	Ⅱ级	Ⅱ级
	5	Ⅳ级	Ⅳ级	Ⅳ级	Ⅲ级	Ⅲ级	Ⅲ级	Ⅲ级	Ⅲ级	Ⅱ级	Ⅱ级
	4	Ⅴ级	Ⅳ级	Ⅳ级	Ⅳ级	Ⅲ级	Ⅲ级	Ⅲ级	Ⅲ级	Ⅲ级	Ⅱ级
	3	Ⅴ级	Ⅴ级	Ⅳ级	Ⅳ级	Ⅳ级	Ⅲ级	Ⅲ级	Ⅲ级	Ⅲ级	Ⅲ级
	2	Ⅴ级	Ⅴ级	Ⅴ级	Ⅳ级	Ⅳ级	Ⅳ级	Ⅲ级	Ⅲ级	Ⅲ级	Ⅲ级
	1	Ⅴ级	Ⅴ级	Ⅴ级	Ⅴ级	Ⅳ级	Ⅳ级	Ⅳ级	Ⅲ级	Ⅲ级	Ⅲ级

4.8.3 城市供水管网运行安全风险分级宜按表 4 确定风险属性、风险状况与处置对策。

表4 供水管网系统运行安全风险描述与处置对策

风险等级	表征符号	风险属性	风险状况	处置对策
I 级	F	危险	严重不符合国家现行标准规范安全要求，管网管道存在普遍的病害与损坏现象，随时可能发生突发事件，直接影响系统安全和整体功能。	应立即采取维护除险修或更新改造措施，对于 DN800 及以上管道应实施检测和监测。
II 级	D	高风险	不符合国家现行标准规范安全要求，(举证)管网管道	重点区域应采取维护除险修或更新

			已存在发生严重的隐患劣化或病害，有可能宜发生风险事故	新改造措施，且 DN800 (同上)及以上管道
--	--	--	----------------------------	-------------------------

风险等级	表征符号	风险属性	风险状况	处置对策
			件，影响系统安全和整体功能。	宜实施检测和监测。
Ⅲ级	C	中风险	基本符合国家现行标准规范的安全要求，管网管道存有劣化及病害加剧迹象，偶尔发生风险事件，有可能影响系统安全和整体功能。	部分管道应采取维修措施，加强定期检测或监测。
Ⅳ级	B	低风险	符合国家现行标准规范的安全要求，极少管段存在结构性安全隐患，基本处于系统安全、整体运行可靠状态。	组织定期巡查维护，对重点区域管道可组织实施检测或监测。
Ⅴ级	A	安全	完全符合国家现行标准规范的安全要求，管网管道处于良好运行状态，处于整体功能、系统运行安全可靠状态。	开展日常定期维护巡查，关注外部环境、邻近周边活动与天气状态等影响。

5 数据资料

5.1 一般要求

- 5.1.1 供水管网运行安全风险评估应在充分收集数据资料的基础上进行。
- 5.1.2 供水管网运行安全风险评估数据资料可从既有档案、信息系统提取或由现场调研获得。
- 5.1.3 ★数据资料应针对风险评估需要进行预处理，包括清洗、校正和变换。？
- 5.1.4 数据资料应以数字化形式集中存储并动态更新，宜用专门的软件系统管理。

5.2 供水管网运行安全风险评估数据资料应包括管网系统、环境属性、运行状况和维护记录。

5.3 管网系统数据资料应包含管网中管段和设施的空间分布、连接关系和物理属性。

- 5.3.1 管段和各类设施的空间数据宜采用通用GIS 格式。
- 5.3.2 *管段和各类设施间应具有正确的拓扑连接关系，具有相同管径、相同材质、相同路段、相同管龄的相邻管段可合并为一条管段，但长度不宜超过 50 米，可根据管线跨越路口、阀门位置等情况进行分隔。(分区)为佳
- 5.3.3 管段物理属性数据应按表 5 组织，包括管材、管径、敷设年代、敷设形式、埋深、接口形式、管壁厚、管道防腐、管长和管龄等。

表5 管段物理属性数据字段表

序号	字段	类型	内容	备注
1	编号	字符型	设备资产提供唯一的编码标识	
2	管材	字符型	镀锌钢管、PE管、铸铁管、球墨管、塑料管、钢管、UPVC管、PVC管、自应力管、PPR管、ABS管、复合管、玻璃钢管、预应力管、钢塑管	
3	管径	短整型/字符串	15、20、25、40、50、75、100、150、200、250、300、400、500、600、700、800、900、1000、1200、1400、1500、1600、1800	
4	敷设时间	日期型		用于计算管龄
5	敷设形式	字符型	明敷、暗敷;埋地、 桥管架空 、箱涵等	
6	埋深	双精度		
7	接口形式	字符型		
8	管壁厚	双精度		
9	管道防腐	字符型		
10	管长	双精度		
11	管龄	双精度		
12	备注	字符型		

5.3.4 针对管段物理属性中各个字段，应分别设置运行安全风险评估权重，体现不同的重要程度。

5.3.5 针对管段物理属性各个字段的数值，应分别设置离散化评估分数，数范围为 1-10，分数越大代表风险越高，通过分数进行供水管网运行安全风险量化计算。

5.4 *环境属性数据资料应包括地形、地质、路面、覆土、周边设施、邻近**施工**永久建(构)筑物。

*

5.4.1 地形数据包括类型、坡度、**地形**起伏度。

地形类型分为平原、高原、山地、丘陵、盆地等。

坡度是指地表单元陡缓的程度，用管段延伸区域的垂直高度和水平方向距离的比值表示。

起伏度是指地表单元相对高程差，用管段延伸区域最大地面高程与最小地面高程的差值表示。

5.4.2 地质数据指管段所属区域土质的坚硬密实程度，分为松软土、普通土、坚土、砂砾坚土、软石、次坚石、坚石、特坚石等。

5.4.3 路面数据包括管段所属路面的路基断面型式、路基材料、车辆荷载、土压力荷载、坡度、弯曲度。

5.4.4 覆土数据包括土质、厚度、密实度、酸碱度**等**。

5.4.5 周边设施指与管段平面净距 1m、垂直净距 0.5m 之内的地下设施和地面设施。地下设施包括燃气管**道**、雨、污排水管(沟)**道**、电**缆管沟**等；地面设施包括供配电箱、电线杆(塔)、地下商场、地下车库以及其他重要建(构)筑物等。周边设施数据包括类别、名称、长度、宽度、高度、水平净距、垂直净距**等**。

5.4.6 邻近施工指与管段距离 10m 之内的建筑施工、桥梁施工、交通施工、管道施工、爆破等施工活动。邻近施工数据包括施工类型、施工单位、施工距离、施工影响等。

5.5 运行状况数据资料应包括管内的压力、压变、流量、水质、水温、温变，以及管外的冲击、承压、温度、温变。

5.5.1 管内压力数据应包括平均压力、最大压力、最小压力，单位为：MPa。平均压力为最近 24 小时内的压力平均值，最大压力为最近 24 小时内的压力最大值，最小压力为最近 24 小时内的压力最小值。

5.5.2 管内压变指单位时间管内产生的压力变化。管内压变数据应包括最大压变和平均压变，单位为：MPa/s。最大压变为最近 24 小时内压力变化速度最大值，平均压变为最近 24 小时内压力变化速度平均值。

5.5.3 管内流量指单位时间内流过管段的自来水体积，单位为： m^3/s 。管内流量数据应包括平均流量、最大流量、最小流量。平均流量为最近 24 小时内的流量平均值，最大流量为最近 24 小时内的流量最大值，最小流量为最近 24 小时内的流量最小值。

5.5.4 管内水质数据指一个月内管网水水质检测项目的结果，应；包括浑浊度、色度、臭和味、余氯、细菌总数、总大肠菌群等。

5.5.5 管内水温数据应包括平均水温，最高水温，最低水温，单位为： $^{\circ}C$ 。平均水温为最近 24 小时内管网中水温的平均值，最高水温为最近 24 小时内管网中水温的最大值，最低水温为最近 24 小时内管网中水温的最小值。

5.5.6 管内温变指单位时间内管内水温的变化量，单位为： $^{\circ}C/h$ 。管内温变数据应包括最大温变和平均温变。最大温变为最近 24 小时内水温变化最快值，平均温变为最近 24 小时内水温变化平均值。

5.5.7 管外冲击数据指管道外部存在的短暂猛烈冲击，应包括最大冲击和冲击次数。最大冲击为最近 24 小时内管外冲击的最大值，冲击次数为最近 24 小时内管外冲击的次数。该数据怎么收集？

5.5.8 管外承压指管段周围存在的压力，单位为：MPa。管外承压数据应包括静态承压、最大承压。静态承压为最近 24 小时内管外承压的平均值，最大承压为最近 24 小时内管外承压的最大值。该数据怎么收集？

5.5.9 管外温度指管道周围的土壤温度，单位为： $^{\circ}C$ 。管外温度数据应包括平均温度、最高温度、最低温度。平均温度为最近 24 小时内管外土壤的温度平均值，最高温度为最近 24 小时内管外土壤的温度最大值，最低温度为最近 24 小时内管外土壤的温度最小值。

5.5.10 管外温变指单位时间内管外土壤的温度变化快慢的物理量，单位为： $^{\circ}C/h$ 。管外温变数据应包括管外最大温变和管外平均温变。最大温变为最近 24 小时内管外土壤温度变化的最快值，平均温变为最近 24 小时内管外温度变化的平均值。

5.6 维护记录数据资料包括事件记录和业务记录，事件记录包括爆管、断管、漏损、停水、欠压、超压、黄水等事件的记录；业务记录包括是定期巡检、日常维修、事故抢修等业务的记录。

5.6.1 管网维护事件记录宜包含以下内容：

(1) 爆管事件：事件发生的时间、地点，发生爆管管道的管径、管材、管龄、管位、埋深和管

道爆管部位，周边活动情况（如施工挖破、施工引发管道基础沉降等）。

(2) 漏损事件：事件发生的时间、地点，发生漏损管道的管径、管材、管龄、管位、埋深和管道漏损部位，漏损流量。

(3) 停水事件：事件发生的时间、地点、区域范围，停水区域的阀门开关情况。

(4) 欠压事件：事件发生的时间、地点、区域范围，欠压区域的阀门开关情况，周边管网的水压情况。

(5) 黄水事件：事件发生的时间、地点、区域范围，黄水区域管网压力的波动情况，近期是否发生过停水事件。

5.6.2 管网业务事件记录应包含以下内容：

(1) 定期巡检：巡检的频率、日期、区域范围、发现问题管段属性（漏水、腐蚀、第三方破坏等）、管径、管材、管龄、管位、埋深、周边情况。

(2) 日常维修：维修发生的时间、地点、发生维修的管道管径、管材、管龄、管位、埋深、发生原因、维修方式、影响用户范围。

(3) 事故抢修：抢修的时间、地点，抢修管道的管径、管材、管龄、管位、埋深、发生原因、抢修方式、影响用户范围。

6 基础风险评估

6.1 基础风险评估主要工作包括：评估指标评分、指标权重赋值、风险评估值计算、风险等级确定、评估结果验证、编制评估报告等。

6.2 风险发生可能性指标评分

6.2.1 基础风险评估中物理属性指标按照表 6、表 7 和表 8 分别进行评分。

表6 物理属性指标评分值—管材等

表6 砼管应改为预应力

管材	砼管、灰口铸铁、镀锌管	PVC-U、PE 管	钢管	球墨铸铁管
评分值	10	6	3	1

表7 物理属性指标评分值—管龄

管龄（年）	50 年以上	20-50 年	10--20 年	10 年以下
评分值	10	6	3	1

表8 物理属性指标评分值—接口类型

增加:法兰、(卡箍)

接口类型	刚性接口	柔性接口	螺纹	焊接
评分值	10	6	3	1

6.2.2 基础风险评估中周边环境指标按照表 9-表 14 分别进行评分。

表9 周边环境指标评分值—管道埋深以管顶埋深为计

管道埋深	小于 1m	1--2m	2--3m	3m 以上
评分值	10	6	3	1

表10 周边环境指标评分值—敷设位置

敷设位置	交通路口	车道	人行道	绿化带
评分值	10	6	3	1

表11 周边环境指标评分值—道路级别

道路级别	国道	省道	主干道	街巷
评分值	10	6	3	1

表12 周边环境指标评分值—昼夜温差

昼夜温差	大于 25℃	15-25℃	5-15℃	0-5℃
评分值	10	6	3	1

表13 周边环境指标评分值—处于立交桥附近

处于立交桥附近	距离 10m 以内	距离 10--30m	距离 30--60	60m 以上
评分值	10	6	3	1

表14 周边环境指标评分值—管道受到骑压应须量化或按级分类

管道受到骑压	受骑压严重	受骑压较严重	受骑压轻微	无骑压
评分值	10	6	3	1

6.2.3 基础风险评估中运维状态指标按照表 15、表 16 和表 17 分别进行评分。

表15 运维状态指标的评分值—管道运行压力

管道运行压力(Mpa)	0.45 及以上	0.35-0.45	0.25-0.35	0.25 以下
评分值	10	6	3	1

表16 运维状态指标的评分值—管网漏损率

管网漏损率 (%)	$PL \geq 12$	$8 \leq PL < 12$	$5 \leq PL < 8$	$PL < 5$
评分值	10	6	3	1

表17 运维状态指标的评分值—历史事件

历史事件（次）	年均次数 3 次以上	年均次数 1~3 次	年均次数小于 1 次	无
评分值	10	6	3	1
注：历史事件次数是供水管网发生管道漏损历史事件的年均次数，宜按照风险评估组织前三年及以上连续历史记录数据进行统计。				

6.2.4 风险发生可能性按照式（1）进行计算，其中，物理属性、周边环境和运维状态三类指标及其分项指标权重参考附录A 中表 A.1 进行取值。

6.3 基础风险评估中风险损失评估指标按照表 18 分别进行评分。

表18 风险损失评估指标的评分值

评估指标		评分值			
事故影响度	管道口径	DN600 及以上	DN300--DN600	DN100--DN300	DN100
		10	6	3	1
	管道运行压力	0.45MPa 及以上	0.35--0.45MPa	0.25--0.35MPa	0.25MPa 以下
		10	6	3	1
	地势差	与周边区域地势差大于 2m；影响范围（直径）大于 200m；	与周边区域地势差在 0.5--2m；影响范围（直径）在 50--200m；	与周边区域地势差在 0--0.5m；影响范围（直径）在 20--50m；	与周围区域地势差小于 0m；影响范围（直径）在 20m 以下；
		10	6	3	1
直接财产损失	运营损失	管段维修费及路面修复费高、停水及爆漏耗水量大	管段维修费及路面修复费偏高、停水及爆漏耗水量偏大	管段维修费及路面修复费一般、停水及爆漏耗水量不大	管段维修费及路面修复费较低、停水及爆漏耗水量较小
		10	6	3	1
	密集生活区	总用户数大于 500 户	总用户数介于 200--500 之间	总用户数介于 50--200 之间	总用户数小于 50 户
		10	6	3	1
	地下停车场规模	可停车总数大于 150 辆	可停车总数介于 80--150 辆	可停车总数介于 30--80 辆	可停车总数小于 30 辆
		10	6	3	1

	商铺（商场）	总营业面积大于 10000m ²	总营业面积介于 5000--10000m ²	总营业面积介于 1000--5000m ²	总营业面积小于 1000m ²
		10	6	3	1
社会影响	人流、交通影响	总人流（物流） 密度大于 10 人 /m ² 或主要商业 区和党政机关所 在地或可能造成 人员伤亡	总人流（物流） 密度介于 5--10 人 /m ² 或城市中心区	总人流（物流） 密度介于 1--5 人 /m ² 或城乡结合部	总人流（物流） 密度小于 1 人/m ² 或农村地区
		10	6	3	1
	社会影响	管道修复过程给 公共交通、国计 民生的影响较 大，管道修复时 间及难度较大	管道修复过程给 公共交通、国计 民生有一定的影 响，管道修复时 间及难度大	管道修复过程给 公共交通、国计 民生的影响不 大，管道可在常 规时间内修复	管道修复过程给 公共交通、国计 民生的影响轻 微，管道修复时 间较短
		10	6	3	1

6.4 风险损失按照式（2）进行计算，其中，各分项指标权重参考附录A 中表A.2 进行取值。

6.5 评估结果验证

6.5.1 基础风险评估的结果应利用管网系统历年事件或维修记录进行验证。

6.5.2 基础风险评估的结果宜满足曾发生风险事件的供水管道对应风险评估等级为III及以上的风险评估结果覆盖率达到 50%。

7 详细风险评估

7.1 详细风险评估主要工作包括：前期资料准备、现场调查与检测监测、数据测定与分析、评估结果验证、编制评估报告等。

7.2 风险发生可能性指标评分

7.2.1 管道物理属性指标中管材、管龄和接口类型应按表 6 、表 7 和表 8 分别进行评分。

7.2.2 管道物理属性指标中结构安全应依据 GB50332 计算管道应力安全系数和管道变形率，并分别按表 19 和表 20 进行评分，并取二者最大值作为结构安全指标的评分值。

表19 物理属性指标评分值—管道应力

管道应力安全系数 FS	$FS \geq 2.4$	$1.8 \leq FS < 2.4$	$1.2 \leq FS < 1.8$	$FS < 1.2$
评分值	1	3	5	10

★表20 物理属性指标评分值—管道变形?

管道变形率 ψ (%)	$\psi < 2$	$2 \leq \psi < 3$	$3 \leq \psi < 4.5$	$\psi \geq 4.5$
评分值	1	2	4	10

7.2.3 结构安全指标风险发生可能性评分宜根据现场检测、监测或调研数据进行修正。

7.2.4 管网周边环境指标中管道埋深、敷设位置、道路级别、昼夜温差、临近立交桥距离、受到骑压情况应按照表 9 -表 14 分别进行评分。

7.2.5 管网周边环境指标中土体腐蚀性、邻近交叠影响和周边扰动，应按表 21 、表 22 和表 23 分别进行评分。

表21 周边环境指标评分值—土体腐蚀性

评估指标	土壤电阻率 ($\Omega \cdot \text{cm}$)			pH 值			氧化还原电位 (mV)			土壤渗透系数		
	特征值	> 10000	10000~500	< 500	$>4, \leq 8.5$	2~4 或 > 8.5	< 2	>100	100~0	< 0	$10^{-4} \sim 10^{-5}$	$10^{-6} \sim 10^{-5}$
评分值	1	(1, 5)	5	0	1	2	0	1	2	0	1	2
土体腐蚀性评分值根据上述四项分项指标评分值累加得到。土壤电阻率介于10000~500之间的评分值可以采用插值向上取整后获得。土壤渗透系数可参考土体渗透系数取值评分。												

表22 周边环境指标评分值—邻近交叠影响

最小垂直净距 (m)	$SV \geq 1.0$	$0.6 \leq SV < 1.0$	$0.3 \leq SV < 0.6$	$SV < 0.3$
评分值	1	4	6	10

表23 周边环境指标评分值—周边扰动 表中SL表示什么

与管道最小水平净距 (m)	$SL \geq 20$	$10 \leq SL < 20$	$5 \leq SL < 10$	$SL < 5$
评分值	1	5	7	10

7.2.6 管网运维状态指标中管道运行压力、管网漏损率、历史事件次数应按照表 15 、表 16 和表17 分别进行评分。

7.2.7 管网运维状态指标中管道压力稳定、管道压力幅值、运行维护周期应按表 24 、表 25 、表26 分别进行评分。

表24 运维状态指标评分值—管道压力稳定

压力稳定状态 (%)	$PT < 5$	$5 \leq PT < 10$	$10 \leq PT < 20$	$PT \geq 20$
评分值	1	2	5	10
压力稳定状态宜根据本次风险评估前三个年度监测的供水压力记录中，出现单日3%及以上压力数据低于160kPa的天数占全年天数的比例。				

表25 运维状态指标评分值—管道压力幅值

压力幅值变化 (%)	PP<10	10≤PP<20	20≤PP<40	PP≥40
评分值	1	4	7	10
压力幅值变化宜根据本次风险评估前三个年度监测的供水压力记录中，出现最大压差（最高压力 P_{max} 与最低压力 P_{min} 的差值）超过80kPa的天数占全年天数的比例。				

表26 运维状态指标评分值—运行维护周期

运行维护频次 (次)	小于等于每月 1 次	每季度 1 次	每半年 1 次	大于等于每年 1 次
评分值	1	3	5	10

7.2.8 风险发生可能性估计应按照式（1）进行计算，其中，管道物理属性、管网周边环境和管网运维状态三类指标及其分项指标权重可参考附录 B 中表 B.1 进行取值。

7.3 风险损失评估指标按照表 27 进行评分。

表27 详细风险评估风险发生损失指标分值计算标准表

评估指标	评分值			
	影响用户量 (户)	NU≤500 1	500<NU≤1000 3	1000<NU≤2000 5
敷设区域	一般区域 4	重点区域邻近区 6		重点区域 10
	管网可靠性	形成环状管网且有多路供水 2	形成环状管网仅有单路供水 5	未形成环状管网 10
管道漏水量 (m ³)	QL≤5000 3	5000<QL≤10000 5	10000<QL≤20000 7	QL>20000 10
	道路及周边区域 积水	积水且道路未断交 3	积水且道路断交 12h 以内 5	积水且道路断交 12~24h 7
供水中断导致停 止服务时长 (h)	ST≤24 3	24<ST≤48 5	48<ST≤72 7	ST>72 10
	注：根据《城镇内涝防治技术规范》（GB 51222），积水指路段积水平均深度大于15cm；道路中心雨停后积水时间大于1h。			

7.3.1 风险损失按照式（2）进行计算，其中，各分项指标权重参考附录B 中表 B.2 进行取值。

7.4 评估结果验证

7.4.1 详细风险评估的结果应利用管网系统历年事件或维修记录进行验证。

7.4.2 详细风险评估的结果宜满足曾发生风险事件的供水管道对应风险评估等级为III及以上的覆盖率达到 70%。

8 专项风险评估

8.1 应对邻近施工、重大活动且有保护性要求的特定区域等开展专项风险评估。

8.2 专项风险评估应编制专项评估实施方案，建立量化计算评价指标体系。可利用详细评估指标体系，根据实际需求调整补充风险评价指标进行专项计算分析。

8.3 应根据评估风险等级提出风险控制措施。针对 I 级、II 级风险，应在邻近施工前或重大活动开展之前对供水管网安全实施风险监测工作。

8.4 供水管网风险监测工作包括：

- a) 开展现场调查，选定监测区域；
- b) 制定监测方案，进行现场监测；
- c) 获取监测数据，开展风险分析；
- d) 更新风险状态，实施过程监控。

8.5 地下工程施工情况下的专项风险评估

8.5.1 在基础风险评估、详细风险评估的指标基础上，应按表 28 增加以下专项评估指标：

表28 地下工程施工情况下专项风险评估指标

评估类别	指标名称		取值范围
管道风险发生可能性评价	施工点与管道的相对位置	管道周围1m	
		管道周围1-5m	
		管道周围5-10m	
		管道周围10m以外	
	管道周边状况	水土流失	
		地面沉降	
		管道上方荷载	
	管道结构状况	管道沉降	
		管道变形	
		管道裂纹	

评估类别	指标名称		取值范围
管道风险发生损失评价	施工区域排水条件	排水能力较差，易发生严重积水	
		排水能力一般，易发生积水	
		排水条件较好，不易出现积水	

8.6 举办重大活动前的专项风险评估

8.6.1 在基础风险评估、详细风险评估的指标基础上，应按表 29 增加以下专项评估指标：

表29 举办重大活动前专项风险评估指标

评估类别	指标名称		取值范围
管道风险发生可能性评价	活动地点与管道的相对位置	管道周围1m	
		管道周围1-5m	
		管道周围5-10m	
		管道周围10m以外	
	重型机械荷载		
管道风险发生损失评价	人员密集程度	具有下列情况之一： 1) 周边100m范围内有大型商场、体育场、演出场所、大型广场、学校等重要公共建筑物或人员聚集场所； 2) 周边50m范围内有公交站、地铁站等； 3) 所在道路车流、人流量大	
		具有下列情况之一： 1) 周边100m范围内有中小型商场、办公场所、居民楼等人员较多的场所； 2) 管道所在道路车流、人流量较大	
		其他情况	

8.7 发生爆管、地面塌陷时的专项风险评估

8.7.1 在基础风险评估、详细风险评估的指标基础上，应按表 30 增加以下专项评估指标：

表30 发生爆管、地面塌陷时专项风险评估指标

评估类别	指标名称		取值范围
管道风险发	爆管点、塌陷	管道周围1m	

评估类别	指标名称		取值范围
生可能性评价	点与管道的相对位置	管道周围1-5m	
		管道周围5-10m	
		管道周围10m以外	
	管道下方支撑力变化	管道下方被掏空程度严重，无土体支撑	
		管道下方被掏空程度一般，有一定土(石)体支撑	
		管道下方无掏空	
	地面塌陷的规模	塌陷区的面积	
塌陷区的净高			
管道风险发生损失评价			

9 评估报告编制

9.1 供水管网系统安全风险评估报告应包括：概况和依据、风险评估方法、评估范围和目标、评估单元、安全风险评估、安全风险评估结论和风险控制对策建议。。

9.2 根据完成的风险评估工作进行风险分级，并编制风险评估图。

9.3 供水管网系统运行安全风险评估报告应作为技术文档存档。

附 录 A
(规范性附录)

A-1: 风险发生可能性指标计算权重

指标名称		指标说明	指标权重
管道物理属性	材质		30%
	管龄		
	接口类型		
管道周边环境影响	管道埋深		40%
	敷设类型		
	道路级别		
	温度变化	24小时最大温差	
	处于立交桥附近		
	骑压情况	管段受到骑压	
管道运维状态	运行压力		30%
	管网漏损率		
	历史事件次数	供水管网发生管道漏损 历史事件的年均次数	

A-2: 风险损失指标计算权重

指标名称	评估原素	指标说明	指标权重
事故影响度	管道口径		20%
	地势差	管道与周边区域的地势 差	
	管道运行压力		
直接财产损失	运营损失	①管道维修所需费用 ②路面修复费 ③停水和爆漏产生的水 量损失	50%
	密集生活区	事故造成低洼、地下用 户受到水淹的用户数量	
	地下停车场规模	事故造成地下停车场车 辆受到水淹的数量	
	商铺（商场）	事故造成商铺（商场） 受到水淹的面积	

社会影响	人流、交通影响	①周边人流情况 ②供水管道所处道路交通繁忙情况	30%
	社会影响	①存在重点单位或文物建筑 ②停水对周边的影响而带来的损失，包括周边居民用水、停水时间等。 ③在管道旁边敷设其他的管道受到的影响情况。	

附录 B

(规范性附录)

详细风险评估指标计算权重

表 B-1 风险发生可能性指标计算权重 (缺)

指标层	权重	参数层	权重
管道物理属性	0.4	管材	0.25
		接口类型	0.05
		管龄	0.30
		结构安全 (管道应力和管道变形)	0.40
管网周边环境	0.25	道路等级	0.30
		覆土深度	0.20
		区域环境	0.10
		土体腐蚀性	0.05
		邻近交叠影响	0.15
		周边扰动	0.20
管网运维状态	0.35	管网漏损	0.10
		历史事件	0.35
		管道压力稳定	0.10

指标层	权重	参数层	权重
		管道压力幅值	0.30
		运行维护周期	0.15

表 B-2 风险损失指标计算权重（缺）

指标层	影响用户量	敷设区位	管网可靠性	管道漏水量	道路及周边区域积水	供水中断或停止服务
权重	0.10	0.15	0.15	0.15	0.20	0.25

参考文献

- [1] CJJ 207—2013 城镇供水管网运行、维护及安全技术规程
- [2] GB 50332 给水排水工程管道结构设计规范
- [3] CJJ 37—2012 城市道路工程设计规范

ICS 01.120

A 00

关键词：中国标准化协会、模板
