

**上海市地方标准**  
**《城市供水管网安全风险评估技术规范》**  
**（编制说明）**

上海市供水调度监测中心  
同济大学

2021 年 9 月

## 目 录

一、	背景情况 .....	1
1.	任务来源 .....	1
2.	制定标准的必要性和意义 .....	1
二、	编制原则 .....	4
三、	起草过程 .....	4
四、	标准的主要技术内容 .....	6
1.	标准主要内容 .....	6
2.	相关条款说明 .....	6
五、	重大分歧意见的处理结果及理由 .....	20
六、	实施地方标准的措施建议 .....	20
七、	其他需要说明的情况 .....	21

# 上海市地方标准

## 《城市供水管网安全风险评估技术规范》编制说明

### 一、背景情况

#### 1. 任务来源

2018 年 11 月 9 日，上海市质量技术监督局发文《上海市质量技术监督局关于下达 2018 年度第三批上海市地方标准制修订项目计划的通知》（沪质技监标〔2018〕503 号）批准立项。上海市供水调度监测中心和同济大学联合牵头组织全市行业单位共同编制本规范。

#### 2. 制定标准的必要性和意义

近年来，上海市供水管网管损事件频发，由此引发的经济损失和社会影响巨大，这与上海市政府提出的精细化管理的要求和目标有显著的差距。例如，2016 年 2 月 16 日金沙江路（近中山北路）DN1200 供水管发生爆管事故。2017 年 11 月 16 日，虹口区四平路溧阳路 DN1200 铸铁供水管发生爆管事故，爆管后喷涌的水量约 2 万  $\text{m}^3$ ，造成 67 户沿线民居和商铺进水，邻近地下车库 15 台车辆受淹进水，造成大范围的交通拥堵，直接经济损失超过 1000 万。2019 年 4 月 8 日，虹口区新港路瑞虹路路口发生 DN1500 大口径供水管爆管，造成该路段大面积积水，积水最深处达 10 cm，道路交通受到影响。2019 年 6 月 5 日，邢家桥南路、东宝兴路衡水路交叉路口发生 DN600 供水管爆管，同年 7 月 27 日，仙霞路 DN800 供水管爆管，9 月 16 日龙吴路发生 DN800 供水管爆管。2020 年 7 月 13 日凌晨，

四川北路东江湾路口发生 DN1200 供水管爆管。上述爆管案例表明，上海市城市供水管网亟需有效的风险评估手段和风险防控标准。

为了加强城市地下管线管理与防灾，2013 年 9 月 16 日，国务院发布了《关于加强城市基础设施建设的意见》( 国发〔2013〕36 号 )，围绕推进新型城镇化的重大战略部署，着力指出加强城市基础设施建设，加快城市基础设施升级改造的重点任务，促进改善城市人居环境，提高新型城镇化质量。2014 年 6 月 14 日，国务院办公厅发布了《关于加强城市地下管线建设管理的指导意见》( 国办发〔2014〕27 号 )，聚焦城市地下管线，计划 2015 年底前完成城市地下管线普查，建立综合管理信息系统，编制完成地下管线综合规划。力争用 5 年时间，完成城市地下老旧管网改造，将管网漏失率控制在国家标准以内，显著降低管网事故率，避免重大事故发生。用 10 年左右时间，建成较为完善的城市地下管线体系，使地下管线建设管理水平能够适应经济社会发展需要，应急防灾能力大幅提升。

2013 年以来，城市市政管网安全运行问题已引起党中央、地方和全社会的高度重视，国家围绕城市市政管网问题相继颁布了一系列文件，包括：2013 年《关于加强城市基础设施建设的意见》( 国发〔2013〕36 号 )，2014 年《关于加强城市地下管线建设管理的指导意见》( 国发〔2014〕27 号 )，2015 年《关于推进城市地下综合管廊建设的指导意见》( 国发〔2015〕61 号 )，2016 年《国务院关于深入推进新型城镇化建设的若干意见》( 国发〔2016〕8 号 ) 和《中共中央国务院关于进一步加强城市规划建设管理工作的若干意见》，

2017 年《全国城市市政基础设施规划建设“十三五规划”》( 住房城乡建设部、国家发展改革委 ), 2018 年中共中央办公厅、国务院办公厅印发《关于推进城市安全发展的意见》, 2019 年国家发展改革委、水利部发布《国家节水行动方案》( 发改环资规〔2019〕695 号 )。上海市作为国内城市管网数量最大、市政管网最复杂的特大型城市, 其市政管网运行安全也引起了全市的高度重视。近五年来, 上海市政府根据国家要求和社会发展的需要相继也出台了一系列相关文件, 包括: 2015 年上海市人民政府办公厅印发《关于加强本市地下管线建设管理实施意见的通知》( 沪府办〔2015〕114 号 ), 2018 年上海正式发布《贯彻落实〈中共上海市委、上海市人民政府关于加强本市城市管理精细化工作的实施意见〉三年行动计划 ( 2018—2020 年 )》, 该文件要求做好城市供水安全管理, 消除城市运行安全隐患, 强化重大安全风险管控, 坚持源头防范和隐患排查整治, 动员全社会力量共同维护城市安全, 确保城市安全运行、社会安全有序。

当前, 全国包括上海市供水管网安全风险评估的研究基础比较薄弱。其他行业如排水管网的安全风险评估、燃气管网安全风险评估等行业标准分别于 2012 年和 2014 年已有编制并予以实施, 但是缺乏供水管网安全风险评估标准。针对上述现状背景和需求, 围绕上海市供水管网安全风险评估问题, 同济大学依托国家重点研发课题的支持, 与上海市供水调度监测中心紧密合作, 先期开展了上海市中心城区供水管网风险评估等内容, 指导了部分中心城区的管网风险排查及老旧管网更新改造等工作, 在降低城市供水漏失率、减

少供水管网爆管事件率等方面取得了显著的效果。基于以上科研成果与应用实践经验，为规范本市供水管网风险评估的内容、方法、成果，加强供水管网的安全管理，科学合理地分配资金投入，确保供水管网的安全、可靠运行，组织实施绣花针似的管理城市供水管网安全运行具有重要的意义。

## 二、 编制原则

（1）**科学性原则**：本标准编制全面调研了国内外相关研究论文、报告与工程实践等，并结合编制团队的主要科研成果与实践积累经验总结，尤其是围绕上海市开展了近三年的供水管网安全风险评估实践的基础上，提出城市供水管网安全风险评估的内容、方法、流程以及实施要求等，分析论证严谨科学；

（2）**可操作性原则**：本标准提出的评估对象为管径大于等于DN500的市政供水管网，根据基础资料可获取情况、工作条件和评估目标划分风险评估标准体系，并与实际工作紧密结合起来，广泛征求全市各水司与管理部门等意见，保障了该技术标准的可操作性。

（3）**可扩展性原则**：本标准为地方层面的推荐性标准，其中提出的评估内容与实施要求并不是强制性和约束性内容。随着管网评估的技术更新和在应用中的验证，在实际使用中还将不断充实完善及修订。因此，本标准的评估对象、评估内容和评估流程及实施要求等可根据实际情况进行适当扩展。

## 三、 起草过程

2018 年 12 月，上海市水务局组织标准修订工作并确定了主编单位，并由主编单位提名确定参编单位。本次制订的主编单位是上海市供水调度监测中心和同济大学。

2019 年 6 月，上海市供水调度监测中心组织召开编制大纲讨论会，学习国外相关研究内容和国内相关标准，明确了本标准编制内容、要点、条文内容与编写深度等。

2019 年 9 月，上海市供水调度监测中心组织召开标准开题准备会议，讨论开题会议组织、开题资料准备等工作。

2019 年 10 月，组织召开《城市供水管网安全风险评估规范》开题会，编制组汇报了编制大纲及初稿，广泛听取了行业专家的意见，根据专家意见修改了编制大纲。

2020 年 6 月，上海市供水调度监测中心组织召开内部推进会，联合编制组汇报初稿内容，并制定下一步工作安排。

2020 年 7 月，供水调度监测中心组织召开标准编制内审会，征求专家意见。2020 年 7 月-9 月，编制组工作会议，征求意见稿（修改稿）内部讨论。

2020 年 9 月-10 月，行业征求意见，形成《城市供水管网安全风险评估规范》（送审稿）、编制说明及征求意见稿意见汇总处理表。

2020 年 11 月，组织召开《城市供水管网安全风险评估规范》专家预审查会。

2020 年 12 月，依据反馈意见修改形成送审稿，报上海市水务局。

2020 年 12 月-2021 年 1 月，市水务局征询行业意见，形成《城市供水管网安全风险评估规范》(送审稿)；

2021 年 3 月，上海市水务局组织标准预审查会。

2021 年 8 月 19 日，上海市市场监督管理局组织专家对本标准进行了审定，与会专家一致同意通过标准审定。

## 四、 标准的主要技术内容

### 1. 标准主要内容

本标准共包括 8 章，规定了本市城市供水管网安全风险评估的内容、方法、流程以及实施要求等，主要内容包括基本要求、基础风险评估、详细风险评估和专项风险评估及风险评估报告编制。

### 2. 相关条款说明

#### (1) 总体说明

本标准针对上海市供水管网特征和风险管控要求，聚焦“管网风险”防控需求、规范了“三类评估”和“三类属性”的供水管网系统风险评估体系。以下针对重要内容作必要的说明。

#### (2) 适用范围

鉴于上海地区 DN500 及以上大口径主干管分布范围广，发生风险事故后果严重，影响程度大的特点，并且经过前期调研和征求各方意见充分讨论，本标准安全风险评估对象选择本市城市供水管网中管径大于等于 DN500 的市政供水管道。其它口径市政供水管网可



参考本标准内容。不适用于原水厂、水厂等内部的管网，不适用于水质安全、蓄意破坏等非本标准所覆盖的安全风险事件。

### (3) 术语和定义

3.2~3.4 定义了“三类属性”，包括管道物理属性、管网周边环境和管网运维状态。其中，管道物理属性，供水管网中与管道几何尺寸、物理性能及力学参数相关的属性，包括管材、管径、壁厚、管龄、接口类型以及管道应力、应变等主要参数；管网周边环境，供水管网中与管道埋深、敷设位置、道路等级、土体腐蚀、地下水位、温度变化以及赋存条件等相关的参数；管网运维状态，供水管网中管道内运行压力、水流速度、漏损状况以及调度、巡查、维护、检修等工作相关的状态参数。

3.7~3.9 定义了“三类评估”，即基础风险评估、详细风险评估和专项风险评估。其中，基础风险评估，主要是利用供水管道物理属性数据、管网周边环境数据和管网历史运维数据，对供水管网运行安全进行风险分析与评价；详细风险评估，结合供水管网运行安全基础风险评估工作和管网检测数据以及现场调查情况，对供水管网运行安全进行风险分析与评价；专项风险评估，针对特殊需求或工程场景包括邻近有影响的施工活动等情况，通过专业技术手段获取定量数据，对供水管网系统运行安全进行风险分析与评价。

### (4) 基本要求

#### 4.1 一般要求

4.1.1 规定了本市城市供水管网风险评估的三类评估体系，即基础风险评估、详细风险评估和专项风险评估。本标准三类风险评估的划分是根据风险评估的阶段需求、评估目的、基础数据的详实情况和安全风险实施组织实施条件等要求来确定。

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。主要利用既有基础资料和数据调研收集，根据本标准规定的风险评估模型所列的指标体系，对供水管网风险状况进行评估，指导开展管网风险排查。该安全风险评估主要强调既有数据的使用，对现场数据不做具体要求。

4.1.4 详细风险评估适用于行业管理部门和供水企业制定管网精细化地维护工作及实施和指导更新改造计划制定。主要利用既有基础资料和现场监测检测手段获取必要数据，根据本标准规定的风险评估模型所列的指标体系，开展供水管网风险评估工作，强调现场必要数据的获取。

4.1.6 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。主要针对包括邻近施工、重大活动且有保护性要求的特定区域等，在施工或活动开始之前结合特定要求开展的供水管网风险评估工作，强调“一事一议”的灵活性和可操作性。

其中，三类评估相互之间并不替代，即基础风险评估应每年开展 1 次，详细风险评估应每五年至少开展 1 次，专项风险评估根据管网安全保护要求适时开展。

## 4.2 风险评估流程

4.2.1 规定了采取本标准开展评估工作的具体步骤，包括风险评估方案的制定、基础数据的收集（基础风险评估应收集的数据、详细风险评估和专项风险评估应收集的数据）、现场调研应开展的工作等。

## 4.3 风险评估范围界定

4.3.1 风险评估范围界定是开展风险评估工作的基础。开展本项工作的最基本工作单元为供水管道，按照管材、管径、管道接口等进行划分。为了保障评估的精度，考虑到单根管道的实际长度为6m，，因此限定一个安全风险最小评估单元管道长度不宜超过 60m。

4.3.2 若开展专项风险评估，评估单元的管道长度宜根据条件适当减小。

## 4.4 风险评估方法

4.4.1 本标准规定采用定量与定性结合评估的方法进行风险评估。

4.4.2 依据国家标准《风险管理 原则与实施指南》GB/T 24353，风险评估包含风险发生可能性和风险后果两个方面的估计，本标准在附录中给出了风险评估的要素建议相应的权重。本标准在具体执行中宜结合实际情况来进行更新。

4.4.3~4.4.4 公式（1）和公式（2）为加权总和法，其中，评估指标和权重是参考国内外研究以及编制组在上海中心城区开展的研究实践基础上进行认真总结而成，具备了评估结果验证的准确率。

风险发生可能性的评分值，风险后果的评分值，按照计算值向上取整数，例如计算值为 8.1，向上取整取值为 9.0，其它类似计算。

#### 4.5 风险发生可能性估计的指标

4.5.1 本标准从管道物理属性、管网周边环境、管网运维状态三个方面总结了影响本市城市供水管网风险发生可能性的要素。

4.5.2~4.5.3 基础风险评估包括 8 项指标，包括：管材、管径、管龄、道路等级、覆土深度、区域环境、管网漏损、历史事件。详细风险评估包括 15 项指标，在基础风险评估 8 项指标基础上，还增加了 7 项指标，包括：结构安全（管道应力和管道变形）、土体腐蚀性、邻近交叠影响、周边扰动、管道压力稳定、管道压力幅值、运行维护周期。

4.5.4 专项风险评估指标体系可以参考详细风险评估，由于专项风险评估是针对有保护性要求的特殊区域进行的细致的风险评估，风险评估指标体系可以针对性的扩大管道物理属性、管网周边环境、管网运维状态三个指标体系中的具体指标。物理属性指标层中要考虑管道接口类型，结构安全增加需现场检测的管道结构腐蚀和破损两项指标等详细的物理属性。

#### 4.6 风险后果估计评估指标

4.6.1~4.6.2 风险后果估计指标主要从供水管网发生事故后造成的影响来进行评价。总结上海市供水管网事故后造成损失的统计资料，可以从影响的区域重要程度、影响的居民数量、中断供水的延续时间、是否有冗余的管道、事件漏失的水量、影响区域范围及道

路积水情况等几个方面进行评价。其中，基础风险评估包含了影响用户量、敷设区域、管网可靠性等三方面的指标；详细风险评估在上述三个指标基础上，还包括管道漏水量、道路及周边区域积水、供水中断导致停止服务时长，合计 6 项指标。

#### 4.7 风险评估等级

4.7.2 按照风险发生可能性评分和风险后果评分，参考 2013 年美国 ASCE《城市基础设施评估报告》ASCE 2013-Report-Card。依照两者的组合关系，对照表 3 将风险评估等级划分为五级：( I级，危险 )、( II级，高风险 )、( III级，中风险 )、( IV级，低风险 )、( V级，安全 )。例如，风险发生可能性评估评分为 9，风险后果评估评分为 8，按照表 3 查得风险评估等级为 I级 ( 危险 )。

4.7.3 依照五个等级的风险属性，提出建议的处置对策。对于 DN500 ( 含 ) ~ DN800 ( 不含 ) 的管道，可参照 DN800 管道采取适宜对策。

#### ( 5 ) 基础风险评估

5.1 规定了基础风险评估的主要工作内容，其核心是进行风险发生可能性估计和分析后果估计以及结果的验证等工作。

5.2 规定了基础风险评估中物理属性指标估计中管材、管径和管龄的评分取值。

##### a) 管材

据调查，上海市 DN500 及以上的供水管线设计与施工已广泛采用球墨铸铁管，但仍有大量的灰口铸铁管存在，此外，超大口径的

输配水管也存在采用混凝土材质的预应力混凝土管的问题。总体上，金属材质的管道材料强度与其敷设环境腐蚀状况密切相关，塑料材质的管线性能与初始敷设条件及其自身老化密切相关。但考虑事实上，金属材质管道由于工艺问题导致抗腐蚀性较差，加之初始施工质量对其日后的腐蚀状态会有深远影响，往往会出现严重腐蚀的情况造成管线漏损或断裂。本标准根据上海市中心城区供水管网事故的统计资料确定各类材质的风险评分值，见表 5。评分值越高，表明该材质的管道发生管网事故的概率越高；反之，评分值越低，表明该材质的管道发生事故的概率越低。对于采用非开挖修复的管道，按照修复类型与管材进行分类。功能性修复管道宜按原来管道材质作为评分依据，结构性修复管道宜按照新材料物理性能进行类比评分。对于表格中未有提及的其他管材类型，宜根据实际管材类型采用专家论证的方式给予评分。

#### b) 管径

供水管网系统由不同口径管道组成，大口径管道位于输配管网的上游，小口径管道位于相对下游的位置，管径越大其结构安全状态越易受到影响，相对危险程度高。事实上，统计上海市中心城区供水管网事故，数据显示，DN600~DN800 供水管道的单位里程事故数最多，DN2000 管道次之。假定管线多发事故的管径类型意味着管线的高风险，制定“管径”项的评分规则，见表 6 所示。评分值越高，表明该管径的管道事故风险越高，反之分值越低，表明该管径的管道事故风险越低。

### c) 管龄

随着供水管道服役年限的增长，其腐蚀老化现象愈加严重。国外大量统计数据研究表明，管道结构风险随其使用寿命而变化：管道刚刚敷设完成后，其安装环境仍不稳定，易于发生破坏事故；当管龄大于 10 年后，管道安装环境趋于稳定，较少发生事故；30 年以后，管道服役的内外部环境趋于稳定，爆管破坏事故发生率为较低水平保持；随着管龄继续增长，其腐蚀作用对管线结构安全影响显著。根据收集到的上海市中心城区供水管网事故，按照各个管龄区段进行统计，基本符合上述规律，即“浴盆曲线”。“浴盆曲线”是以使用时间为横坐标，以失效率为纵坐标的一条曲线，曲线的形状呈两头高，中间低，有些像浴盆，所以称为“浴盆曲线”，曲线具有明显的阶段性，失效率随使用时间变化分为三个阶段：早期失效期、偶然失效期和耗损失效期，见表 7。其中，研究中发现本市 1950~1970 年、1985~1995 年期间内敷设的供水管道，失效概率比较高，其评分值宜定为 9。

5.3 规定了基础风险评估中周边环境指标估计中道路等级、覆土深度和区域环境的评分取值。

#### a) 道路等级

不同的道路等级意味着施加于供水管道的路面车辆荷载的差异性，同样埋深条件的同一管道，高等级道路荷载大，使管线受力状态偏危险。参照《城市道路工程设计规范》CJJ 37，将道路分为快

速路、主干道、次干道和支路四级，见表 8 所示，道路等级越高，评分值越高，表明道路下的供水管道发生事故的概率越高。

#### b) 覆土深度

管道的地面交通荷载和土体荷载是与覆土深度相关的两个重要荷载。在道路等级确定的情况下，覆土深度对管线结构的受力状态影响较小。此外，覆土深度还决定了外界对供水管道的干扰程度，埋深浅的管道，当附近有施工进行时，容易受损或被挖断。综合上述情况，覆土深度的评分按照表 9，管道埋深越浅，供水管道受到地面交通荷载或外界施工等作用越大，越容易发生事故，评分越高。

#### c) 区域环境

根据《中华人民共和国道路交通安全法》规定，在道路红线内，供水管网敷设区域环境，考虑道路条件和通行需要可分为四类：绿化带、人行道、非机动车道和机动车道。由于不同区域交通荷载作用大小和方式不同，机动车道下的供水管道受到交通荷载的冲击作用最大，因此评分值为“7”，绿化带下的管道受到环境影响最小，评分值为“2”，见表 10 所示。

5.4 规定了基础风险评估中运维状态指标估计中管网漏损和历史事件的评分取值。

#### a) 管网漏损

按照评估区域和评估单元，选用管网平均漏损率指标作为管网事故风险的表征，漏损率越大，评分值越大，表明发生风险的概率越高，见表 11。



## b) 历史事件

对上海市中心城区供水管网事故的分析可知，供水管网发生漏损、爆管等历史事件具有空间集聚的特征。研究发现，发生过漏损或爆管的区域，管道物理属性、管网周边环境以及运维状态等均存在一定的问题。因此，发生历史事件次数越多，该指标的评分值越高，见表 12。其中，历史事件次数的计算按照管网年均次数，建议按照风险评估组织前不少于三年连续历史记录数据进行统计。

5.5 规定了风险发生可能性估计的计算。在附录中 A.1 给出了风险发生可能性指标的建议权重值。该指标权重经过上海市中心城区的应用和检验，满足验证的要求。

5.6 规定了风险后果估计的评分取值。风险后果与事故发生后影响用户量、影响区位的重要性以及管网的冗余性相关。按照事故影响用户数量的多少，可以大致划分为 500 户、1000 户、2000 户四个区间，影响人口越多，后果越严重，取值越大。按照事故发生区域的重要性，重点区域取值 8 分，重点区域一定影响范围内划定为邻近区，取值 6 分，剩余地区为一般区域，取值 4 分。如果供水管网冗余，具有环状管网和多路供水的网络拓扑结构，则其中一段管道发生事故后其供水功能可被其他管道替代，因此后果不严重，取值 2 分，反之亦然。

5.7 规定了风险后果估计的计算。在附录中 A.2 给出了风险后果指标的建议权重值。该指标权重经过上海市中心城区的应用和检验，满足验证的要求。

## 5.8~5.9 基础风险评估结果验证

通过采取量化加权评分的方法将管网风险评估进行分级。本标准规定，评估结果中，曾经发生供水管网风险历史事件的数目属于Ⅰ级、Ⅱ级、Ⅲ级管道上的占比达到所有风险事件的50%及以上，即认为评估结果相对可靠。如若达不到，需要调整相关权重，直到结果满足验证的要求。

### (6) 详细风险评估

6.1 规定了详细风险评估的主要工作内容，其核心是在基础风险评估指标估计基础上，增加了开展详细风险评估的定量化指标。

6.3 规定了详细风险评估中物理属性指标估计中结构安全评分取值。该部分分为管道应力和管道变形两个指标，其中管道应力安全系数和管道变形率的理论计算公式参照《给水排水工程管道结构设计规范》GB50332，并依照安全风险大小规定了评分值，见表14和表15。最终指标选取最不利情况，即取管道应力和管道变形评分值二者计算值中的最大值。

6.4 规定了6.3中结构安全指标理论计算值需要根据现场检测、监测及调研等手段获取的实时资料进行修正。例如，通过监测获取到管道变形率的真实值、通过检测管道壁厚、弹性模量等获取的管道应力安全系数。

6.6 规定了详细风险评估中周边环境指标估计中土体腐蚀性、邻近交叠影响、周边扰动的评分取值。

#### a) 土体腐蚀性

导致管道腐蚀的因素多种多样，国内外研究学者对腐蚀模型争议颇多，且各种腐蚀模型难以有效指导工程实践。美国水协（American Water Works Association - AWWA）采用评分法确定管道腐蚀状况，主要考虑了土壤电阻率、土壤 pH 值、管道周边氧化还原电位、杂散电流、地下水位等因素，最终获得土体是否具有腐蚀性的判断。本标准按照电化学腐蚀和化学腐蚀两大类腐蚀类型，选取土壤电阻率和 pH 值、氧化还原电位和土壤渗透系数作为腐蚀特征，分别划定评分值，四项求和得到对应土体腐蚀性风险评分值。如表 16 所示，其中，土壤渗透系数可按照土体渗透系数进行划分，参考《水利水电工程地质勘察规范》GB50487，附录 F 岩土体渗透性分级，见下表 1。由于上海市地区土壤渗透性属于弱透水~极微透水之间，因此选取弱透水、微透水、极微透水进行渗透性的分类。

表 1 土的渗透性分类

透水程度	强透水	中等透水	弱透水	微透水	极微透水
渗透系数 k (cm/s)	$10^{-2} \sim 1$	$10^{-4} \sim 10^{-2}$	$10^{-5} \sim 10^{-4}$	$10^{-6} \sim 10^{-5}$	$<10^{-6}$

#### b) 邻近交叠影响

邻近交叠影响主要是指垂直方向的地下管线相互作用影响。研究中发现，由于地下管线交叉敷设，尤其在道路交叉口，管道间交叠影响比较严重，极易发生管网渗漏和爆管事故。因此，对于本市供水管网中大于等于 DN500 的管道，其最佳保护距离为一倍的管径，最小垂直净距取值不小于 0.3m，如小于 0.3m 便认为有非常大的安

全风险。同时参数取值参考《城市工程管线综合规划规范》GB50289 中表 4.1.14 要求数据。

c) 周边扰动

周边扰动主要是指水平方向的施工扰动对管道的作用。研究中发现，供水管网管道周边经常存有加载堆载、桩基础施工、基坑降水、开挖、建筑拆除、建构筑物地基施工等影响活动。本标准规定，当相邻最小水平净距小于 5m 时，风险较高，取评分值为 9，小于等于 20m 或小于 3 倍邻近工程开挖深度的，宜结合现场情况和要求开展专项风险评估。

6.8 规定了详细风险评估中运维状态指标估计中管道压力稳定、管道压力幅值、运行维护周期的评分取值。

a) 管道压力稳定状态

按本市供水管网系统中前三个年度（监测频率要求：1 次/min）的供水压力记录数据，单日 3% 及以上低于最低服务压力  $P_0$ （160kPa）的天数占全年天数的比例进行计算。

b) 管道压力幅值

按本市供水管网系统中前三个年度（监测频率要求：1 次/min）的供水压力记录数据，单日出生最大压差（最高压力  $P_{\max}$  与最低压力  $P_{\min}$  的差值）超过 50% 的最低服务压力  $P_0$ （160kPa）的天数占全年天数的比例进行计算。

6.9 规定了风险发生可能性估计的计算。在附录中 B.1 给出了风险发生可能性指标的建议权重值。该指标权重经过上海市中心城区的应用和检验，满足验证的要求。

6.10 规定了风险后果估计的评分取值。在基础风险评估指标基础上，增加了管道漏水量、道路及周边区域积水（交通是否中断）、供水中断导致停止服务时长三个指标，这样可以更加详细地描述风险事件发生后造成的损失和影响。

6.11 规定了风险后果估计的计算。在附录中 B.2 给出了风险后果指标的建议权重值。该指标权重经过上海市中心城区的应用和检验，满足验证的要求。

#### 6.12~6.13 详细风险评估结果验证

类似基础风险评估结果验证，由于取得了更加精确的现场监测和检测数据，因此本标准规定，评估结果中，曾经发生供水管网风险历史事件的数目属于 I 级、II 级、III 级管道上的占比达到所有风险事件的 70% 及以上。如若达不到，则需要对其影响因素及权重进行验算更新，直到结果满足验证的要求。

### （7）专项风险评估

7.1 规定了开展专项风险评估的条件。

7.2~7.3 规定了专项风险评估的手段和方法。与基础风险评估和详细风险评估不同，专项风险评估建议通过现状调查、检测、测量和计算分析等手段，评估当前管网安全状态及承载能力，并采用理

论分析、模型试验、数值模拟等方法，对供水管网安全的不利影响进行分析。

7.4~7.6 规定了专项风险评估区域的风险控制对策。规定了开展风险监测工作的主要内容。建议根据现场施工及重大活动情况，开展持续性的风险监测活动，进行全过程的风险监控。

#### **（8）评估报告编制**

8.1 规定了开展本项工作编制评估报告的规定性内容。

8.2 规定了开展风险评估工作应编制风险评估图。其中，图件中应包含管网拓扑图、管网风险分级、图例、比例尺、指北针、图名、编制单位等基本内容。

8.3 规定了风险评估报告的存储要求。报告作为重要的技术文档，应存档保留。

### **五、重大分歧意见的处理结果及理由**

无重大分歧意见。

### **六、实施地方标准的措施建议**

本标准是上海市供水管网安全风险评估领域的首个地方标准，也是全国的首个相关技术标准。其贯彻执行将指引供水行业工作者们开展更加有效、高质量的风险评估工作，同时将改善目前供水管网风险评估不完善、无依据等现状。该文件作为推荐性地方标准发布，标准发布后，上海市供水调度监测中心将联合同济大学等单位组织各供水公司和相关企业广泛深入地开展标准宣贯和培训，结合

现有的标准实施评估机制，持续对标准实施推进过程中发现的问题进行收集、梳理和汇总，以进一步健全供水管网安全风险评估规范体系，更好地指导城市供水管网安全保障工作，促进本市供水管网安全管理工作的全面提升。

## **七、 其他需要说明的情况**

本文件 2018 年立项批复名称为《城市供水管网安全风险评估规范》，鉴于行业发展需求和文件编制内容，在标准的开题及送审过程中，与会专家们均建议文件内容聚焦城市供水管网安全风险评估技术，故将标准名称改为《城市供水管网安全评估技术规范》，明确该文件中的评估指标、评估方法、评估流程等规范性要求。