

CECS -XXX-2020

中国工程建设协会标准

给水管网运行安全设计导则

Guidelines for safe design of water supply pipe network

（征求意见稿）

中 国 工 程 建 设 协 会 标 准

给水管网运行安全设计导则

Guidelines for safe design of water supply pipe network

CECS ×××: ×××

主编部门：上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司

批准部门：中国工程建设标准化协会

实施日期：20××年××月××日

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》的要求，编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，并在充分征求意见的基础上，制订本导则。

本导则的主要内容包括：总则、术语、基本规定、结构安全设计、功能安全设计和监测与信息系统安全设计。

本导则的某些内容可能直接或间接涉及专利，本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本导则由中国工程建设标准化协会城市给水排水专业委员会归口管理，由上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司负责具体内容的解释（地址：上海市中山北二路901号；邮政编码：200092）。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：上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司

参编单位：上海水业设计工程有限公司

中国城市规划设计研究院

上海市城市建设设计研究总院（集团）有限公司

北京市市政工程设计研究总院有限公司

同济大学

上海防灾救灾研究所

上海城投水务（集团）有限公司供水分公司

西安市自来水有限公司

乌鲁木齐水业集团有限公司

武汉市水务集团有限公司

南通市水务有限公司

东华大学

郑州自来水投资控股有限公司

重庆水务集团股份有限公司

主要起草人：

主要审查人：

**目 次**

[1 总则 1](#_Toc72832593)

[2 术语 2](#_Toc72832594)

[3 基本规定 3](#_Toc72832595)

[4 结构安全设计 5](#_Toc72832596)

[4.1 一般规定 5](#_Toc72832597)

[4.2 地基处理 5](#_Toc72832598)

[4.3 结构设计 5](#_Toc72832599)

[4.4 结构安全的构造 6](#_Toc72832600)

[5 功能安全设计 8](#_Toc72832601)

[5.1 一般规定 8](#_Toc72832602)

[5.2 水量安全 9](#_Toc72832603)

[5.3 水质安全 9](#_Toc72832604)

[5.4 水压安全 10](#_Toc72832605)

[6 监测与信息系统安全设计 11](#_Toc72832606)

[6.1 一般规定 11](#_Toc72832607)

[6.2 管网监测 11](#_Toc72832608)

[6.3 管网信息系统 11](#_Toc72832609)

[本导则用词说明 13](#_Toc72832610)

[引用标准名录 14](#_Toc72832611)

[条文说明 15](#_Toc72832612)

**CONTENTS**

[1 GENERAL PROVISIONS 1](#_Toc72832593)

[2 TERMS 2](#_Toc72832594)

[3 BASIC REQUIREMENTS 3](#_Toc72832595)

[4 SAFE design OF structure 5](#_Toc72832596)

[4.1 GENERAL REQUIREMENTS 5](#_Toc72832597)

[4.2 FOUNDATION TREATMENT 5](#_Toc72832598)

[4.3 STRUCTURE DESIGN 5](#_Toc72832599)

[4.4 SAFE CONSTRUCTION 6](#_Toc72832600)

[5 SAFE DESIGN OF function 8](#_Toc72832601)

[5.1 GENERAL REQUIREMENTS 8](#_Toc72832602)

[5.2 WATER QUANTITY 9](#_Toc72832603)

[5.3 WATER QUALITY 9](#_Toc72832604)

[5.4 WATER PRESSURE 10](#_Toc72832605)

[6 SAFETY DESIGN OF MONITORING AND INFORMATION 11](#_Toc72832606)

[6.1 GENERAL REQUIREMENTS 11](#_Toc72832607)

[6.2 MONITORING OF PIPE NETWORK 11](#_Toc72832608)

[6.3 INFORMATION SYSTEM OF PIPE NETWORK 11](#_Toc72832609)

[WORDING DESCRIPTION 13](#_Toc72832610)

[List of Quoted Standards 14](#_Toc72832611)

[Explanation of Provisions 15](#_Toc72832612)

# 总则

* + 1. 为使给水管网工程设计符合国家方针、政策、法律法规，统一工程设计标准，提高工程的运行安全性，做到安全可靠、技术先进、经济合理、管理方便，制定本导则。
    2. 本导则适用于新建、扩建或改建的城镇给水管网工程设计。
    3. 给水管网工程设计应以批准的给水专业规划为主要依据。给水管网的管径、管材、路线等的确定应符合相关专项规划的要求。
    4. 给水管网工程设计应从全局出发，充分考虑可能影响工程安全运行的各类自然灾害、事故灾难、公共卫生和社会安全事件，正确处理工程结构安全、水量、水压、水质等功能安全和监测与信息系统安全的关系，提高用水效率。
    5. 给水管网工程设计应包括结构安全设计、功能安全设计和监测与信息系统安全设计。结构安全设计使用年限应符合现行国家标准《城镇给水排水技术规范》GB50788的有关规定。功能安全设计和监测与信息系统安全设计应符合当地的给水专业规划要求。
    6. 主要设备、器材和管道的设计使用年限宜按材质、产品更新周期和更换的便捷性，经技术经济比较确定。在保证供水安全的前提下，给水管网工程设计应合理降低工程造价及运行成本、减少环境影响和便于运行优化及管理。
    7. 给水管网工程设计应在不断总结生产实践经验和科学研究的基础上，积极采用行之有效的新技术、新工艺、新材料和新设备。
    8. 给水管网工程设计除应符合本导则的要求外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

# 术语

2.0.1 城镇给水管网urban water supply network

用以输送原水或成品饮用水的城镇公用管道集合。

2.0.2 内源污染inner-source pollution

给水管道内部发生的物理及化学变化导致管道内水质下降的过程。

2.0.3 外源污染outer-source pollution

给水管道外部发生的物理及化学变化导致管道内水质下降的过程。

# 基本规定

* + 1. 给水管网工程设计应根据当地地形、地质条件、沿线土地规划性质、经济发展水平、给水专业规划、供水规模、漏损率、水质、水压及自控水平要求，以及周边原有给水管网工程设施等条件，从全局出发通过技术经济比较后确定。
    2. 给水管网路线应根据下列要求确定：

1. 尽量缩短管线的长度，尽量避开不良地质构造（地质断层、滑坡等）处和污染源，尽量避开河道和铁路等重要交通设施，尽量沿现有或规划道路敷设；
2. 减少拆迁，少占良田，少毁植被，保护环境；
3. 施工、维护方便，节省造价，运行安全可靠；
4. 在规划和建有城市综合管廊的区域，优先将给水管网纳入管廊。
   * 1. 当给水系统采用区域供水，向范围较广的多个城镇供水时，应对给水管网的路线作多方案技术经济比较后确定。
     2. 给水管网路线应在深入进行实地踏勘和线路方案比选优化后确定。
     3. 给水管网的管径应通过计算经济流速确定，经济流速宜根据投资、运行成本等采用折算成现值的动态年计算费用方法。
     4. 给水管网的管材应根据管径、内压、外部荷载和管道敷设区的地形、地质、管材供应，按运行安全、耐久、减少漏损、施工和维护方便、经济合理以及防止二次污染的原则，对钢管、不锈钢管、球磨铸铁管、预应力钢筒混凝土管、化学建材管等经技术、经济、安全等综合分析确定。
     5. 钢管应考虑防腐措施。钢管内防腐宜采用水泥砂浆衬里、液体环氧涂料或熔结环氧粉末。钢管外防腐宜采用环氧煤沥青、熔结环氧粉末、3PE、胶粘带等涂料。钢管敷设在腐蚀性土中以及电气化铁路附近或其他有杂散电流存在的地区时，应采取防止发生电化学腐蚀的外加电流阴极保护或牺牲阳极的阴极保护措施。
     6. 输配水管道的管材及钢管内防腐材料和承插管接口处填充料应符合现行国家标准《生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准》GB/T 17219的有关规定。
     7. 给水管网应考虑水流速度急剧变化时产生的水锤、进行必要的水锤分析计算，并对管路系统采取水锤综合防护设计。
     8. 给水管网系统应保证在各种设计工况下管道运行中不出现负压。

# 结构安全设计

* 1. 一般规定
     1. 给水管网应根据现状和规划要求的环境条件进行结构设计。
     2. 给水管网结构设计应考虑周边建（构）筑物情况、管道覆土、管顶作用、水土流失、不均匀沉降、内水压力、真空负压和周边基坑的开挖等环境条件的变化对管网结构安全的影响。
     3. 现有管网改造时的应结合管道运行情况和现状规划环境条件进行评估，经综合技术经济分析确定。
     4. 管网周边新建、改建工程时应分析对管网的影响，必要时应进行管道保护专项设计。
  2. 地基处理
     1. 给水管道设计时应根据地质条件和环境条件采用合理的管道基础形式，管底遇不良地质时应进行地基处理，处理后的地基应满足管道承载力、变形及稳定性要求。
     2. 管道基础位于淤泥、表面松土、回填土等软土层时，结合基底土性质和厚度可选用换土处理、抛石挤淤、压密注浆加固处理、桩基处理等地基处理方式。
     3. 管道基础位于软硬土交界处时应设置地基过渡区解决管道不均匀沉降。
     4. 管道基础位于湿陷性土层时的地基处理应按现行国家标准《湿陷性黄土地区建筑标准》GB 50025的有关规定执行。
     5. 管道基础位于液化土层时的地基处理应按现行国家标准《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》GB 50032的有关规定执行。
     6. 管道基础位于膨胀土层时的地基处理应按现行国家标准《膨胀土地区建筑技术规范》GB 50112的有关规定执行。
  3. 结构设计
     1. 地下管道的埋设深度应根据冻土深度、外部荷载、管材性能、抗浮要求及与其他管道交叉等因素，经计算后确定。
     2. 管道应进行强度、稳定性（抗滑移，抗推力）、变形、抗裂验算，计算结果应符合现行国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB50332的有关规定。
     3. 管道抗震设计应按现行国家标准《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》GB 50032执行。
     4. 压力管道竣工验收前应进行功能性试验，并应符合现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB50268的有关规定。
     5. 城市综合管廊中的给水管道应符合现行国家标准《城市综合管廊工程技术规范》GB50838的有关规定。
  4. 结构安全的构造
     1. 埋地管道的基础、回填土压实度等构造要求应根据管材的性质结合管道埋设处的地质情况，按现行国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB50332的有关规定执行。
     2. 长距离架空或露天管道应设置伸缩接头等措施。
     3. 圆形管道的连接宜采用柔性接口。当条件限制时，管道沿线应根据地基土质情况适当配置柔性接口，对敷设在地震区的管道设计应符合现行国家标准《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》GB 50032的有关规定。
     4. 非整体连接的压力管道应在其敷设方向改变处做抗滑移稳定验算，根据计算结果采取如下措施：

1 管道转角后背设置混凝土支墩；

2 沿管道转角纵向方向设置钢管段；

3 后靠背混凝土支墩和钢管段结合。

* + 1. 给水管道应采取抗震措施，并应符合如下规定：

1 承插式连接的管道接头填料宜采用柔性材料；

2 在地基土质突变处；穿越铁路及其他重要的交通干线两端；承插式管道的三通、四通、大于45度的弯头等附件与直线管段连接处应设置柔性接头或变形缝；

3 管道无法避开地震断裂带时，宜尽量与断裂带正交，管材应采用钢管且外设钢套管，空隙处填充砂料，管道在断裂带两侧应设置紧急关断阀。

* + 1. 给水管道穿越重要公路和城市重要道路时可选用管道混凝土包封、施工后管周注浆、管道设置外套管、箱涵内敷设管道等措施。
    2. 河岸及河底应采取混凝土板或石块压顶等措施防止管道周边土体冲刷。
    3. 埋地给水管道周边环境发生变化时可采用管顶钢筋混凝土压板、管周混凝土包封、管周注浆加固、管侧钢筋混凝土挡墙或桩+管顶设置盖板等措施保护管道。

# 功能安全设计

* 1. 一般规定
     1. 给水管网系统设计水量的确定应根据给水管网的类型不同分别确定，对于原水管道，应根据水厂的设计规模、水厂自用水量和沿途漏损水量确定。对于清水管网，应根据设计服务人口、人均综合用水量指标、时变化系数、调节构筑物等确定。
     2. 原水输送干管不宜少于两条。当有安全贮水池或其他安全供水措施时，也可修建一条。输水干管和连通管的管径及连通管根数，应按输水干管任何一段发生故障时仍能通过事故用水量计算确定，城镇的事故用水量为设计水量的70％。
     3. 给水管网宜设计呈环状，当允许间断供水时，可设计为枝状，但应考虑将来连成环状管网的可能。
     4. 给水管网应考虑区域间的互联互通。
     5. 城镇给水管网的漏损率不应高于10%且同时满足现行的国家和地方相关标准的要求。
     6. 原水管网的供水水质和供水水压应满足给水系统设计要求。
     7. 清水管网的供水水质必须符合现行的国家和地方生活饮用水卫生标准的要求，清水管网的供水水压应符合当地的给水专业规划、现行国家标准《室外给水设计标准》GB 50013和《城市给水工程规划规范》GB 50282的有关规定，并应根据当地实际情况，通过技术经济比较分析后确定。城镇地形变化大或供水区域面积大的城镇，宜采用分压分区供水系统，不同区域可采用不同的服务压力。
     8. 给水管网功能设计应充分考虑输配过程中的污染风险。
     9. 存在水源切换或长距离输配水时应考虑给水管网水质稳定性保障措施。
     10. 给水管网宜在必要的位置设置人孔。
     11. 给水管网低洼处及阀门间管段最低处可根据工程的需要设置泄（排）水阀井。泄（排）水阀的直径可根据放空管道中泄（排）水所需要的时间计算确定。
     12. 给水管网沿线应设置管道标志，地下管道应在地面上设置标志桩，城区内管道应在顶部上方300mm处设警示带。
  2. 水量安全
     1. 规模较大的供水管网系统的布置宜考虑供水分区计量管理的可能。
     2. 输水管道的始点、终点、分叉处以及穿越河道、铁路、公路段，应根据工程的具体情况和有关部门的规定设置阀（闸）门。输水管道尚应按事故检修的需要设置检修阀门。
     3. 给水管网隆起点上应设通气设施，管线竖向布置平缓时，宜间隔1000m左右设一处通气设施。
  3. 水质安全
     1. 给水管网严禁与非生活饮用水管网连接，严禁与自备水源供水系统直接连接。与给水管网连接的、存在回流污染可能的用户管道应设置防止回流污染的措施。
     2. 给水管网与建（构）筑物和其他工程管道的最小净距应符合国家现行标准《城市工程管线综合规划规范》GB 50289的有关规定。
     3. 给水管网与污水管道或输送有毒液体管道交叉时，给水管道应敷设在上面，且不应有接口重叠；当给水管道敷设在下面时，应采用钢管或钢套管，钢套管伸出交叉管的长度，每端不得小于3m，钢套管的两端应采用防水材料封闭。
     4. 给水管网运行前应冲洗和消毒，并应符合国家现行标准《给水排水管道工程施工及验收规范》 GB 50268的相关规定。
     5. 给水管网的运行水质宜进行水质模拟分析。
     6. 管网水的化学稳定性中水—碳酸盐钙系统的稳定处理宜按其水质饱和指数 IL和稳定指数 IR综合考虑确定：

1 当IL＞0.4和IR＜6时，应通过试验和技术经济比较，确定其酸化处理工艺；

2 当IL＜－1.0和IR＞9时，宜加碱处理；

3 碱剂的品种及用量，应根据试验资料或相似水质条件的水厂运行经验确定。可采用石灰、氢氧化钠或碳酸钠。

4 侵蚀性二氧化碳浓度高于15mg/L 时，可采用曝气法去除。

* + 1. 管网水的化学稳定性中铁的稳定处理宜按其水质拉森指数LR考虑确定。对于内壁裸露的铁制管材，当LR值较高时，铁腐蚀和管垢铁释放控制处理工艺应通过试验和技术经济比较确定。
    2. 管网水的生物稳定性处理宜根据出厂水中可同化有机碳（AOC）和余氯综合考虑确定。出厂水AOC宜小于150µg/L，余氯量应大于0.3mg/L。
    3. 用于水质稳定处理的药剂应满足国家现行相关标准要求，处理后的水质不得产生对人体健康、环境或工业生产有害的任何物质。
  1. 水压安全
     1. 管道总水头损失计算应符合现行国家标准《室外给水设计标准》GB 50013的有关规定。
     2. 给水管网应按最高日最高时供水量应进行水力平差计算，以验证管网运行压力是否满足设计服务水压的要求，并应分别按下列三种工况和要求进行校核：

1 发生消防时的流量和消防水压的要求；

2 最不利管段发生故障时的事故用水量和设计水压要求；

3 最大转输时的流量和水压的要求（当管网中设置调蓄水池时）。

* + 1. 给水管网的运行水压宜进行水力软件模拟分析，水力模拟宜包括管道工程方案模拟、高峰日供水预案模拟、长假供水预案、季度模型精度评估等。
    2. 当给水管网需要进行较大的压力和流量调节时宜设有调压（流）装置。

# 监测与信息系统安全设计

* 1. 一般规定
     1. 管网监测应充分利用管网模型进行管网运行和水质污染源位置、影响区域等的模拟分析，寻求科学、优化的解决方案。
     2. 管网监测应通过管网数据采集与监控系统和管网重要节点、重点用户端的测流、测压装置和水质监控点的监测系统，及时发现管网运行的异常情况，对可能出现的管网安全事故进行预警。
     3. 管网安全设计中宜采用管网信息管理措施，管网信息化建设应有信息系统专项设计。
     4. 管网信息化管理平台应包括信息采集、数据传输、数据交换、数据存储、应用系统及安全保障。
     5. 管网监测应纳入城市供水调度与水质监测系统。
  2. 管网监测
     1. 管网监测应包括水力和水质状态的检测。
     2. 水力检测应根据配水管网的运行和管理要求，选择流量、压力和水位的部分或全部进行在线监测。
     3. 管网压力监测点应满足管网在线监测点设置的要求，数量应符合现行行业标准《城镇供水管网运行、维护及安全技术规程》CJJ207的有关规定；检测项目至少应包括余氯、浊度，并可根据需要检测pH值、电导率等。
     4. 管网流量监测点应满足管网在线监测点设置的要求漏水检测，数量应根据管网供水区域内分区计量需要。
     5. 管网水质监测点应满足管网在线监测点设置的要求，数量应符合现行行业标准《城镇供水水质在线监测技术标准》CJJ/T 271的有关规定；检测项目至少应包括余氯、浊度，并可根据需要检测pH值、电导率等。
     6. 爆管风险高、有水锤产生的重点管段宜开展高频压力监测，监测频率不低于100ms。
  3. 管网信息系统
     1. 管网信息化系统的数据存储主要包括数据标准化、数据库建设以及维护等内容，为平台的数据安全以及整个系统的正常运行提供后台稳定性保障。
     2. 管网信息化管理平台的应用系统宜包括但不限于管网地理信息系统、数据采集与控制系统、管网水力与水质模型系统、营业收费系统、管网巡检系统、漏损控制系统及管网调度管理系统等。
     3. 应编制管网信息化系统建设规划，宜在管网地理信息系统（GIS）、数据采集与监控系统（SCADA）和营业收费系统等供水信息化系统的基础上建设管网水力模型。
     4. 城镇供水管网信息化管理平台的信息采集单元应具备数据采集、存储和处理的功能，数据处理应包括报表统计及图形曲线分析等功能，当因故障出现无效数据和数据异常波动出现异常数据时，并应具有向用户报警的功能。
     5. 城镇供水管网信息化管理平台应采取安全保障措施保证计算环境、区域边界及通信网络的安全。

# 本导则用词说明

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，非这样做不可的用词：

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用词：

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用词：

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用词，采用“可”。

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

# 引用标准名录

1. 《生活饮用水卫生标准》GB 5749
2. 《室外给水设计标准》GB 50013
3. 《湿陷性黄土地区建筑标准》GB 50025
4. 《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》GB 50032
5. 《膨胀土地区建筑技术规范》GB 50112
6. 《工程结构可靠性设计统一标准》GB50153
7. 《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268
8. 《城市给水工程规划规范》GB 50282
9. 《城市工程管线综合规划规范》GB 50289
10. 《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332
11. 《城镇给水排水技术规范》GB 50788
12. 《城市综合管廊工程技术规范》GB 50838
13. 《生活饮用输配水设置及防护材料的安全性评价标准》GB/T 17219
14. 《城镇供水管网漏损控制及评定标准》CJJ 92
15. 《管道直饮水系统技术规程》CJJ110
16. 《建筑地基处理技术规范》JGJ 79

中国工程建设协会标准

给水管网运行安全设计导则

条文说明

**目 次**

[1 总则 17](#_Toc72833108)

[3 基本规定 18](#_Toc72833109)

[4 结构安全设计 19](#_Toc72833110)

[4.1 一般规定 19](#_Toc72833111)

[4.2 地基处理 19](#_Toc72833112)

[4.3 结构设计 19](#_Toc72833113)

[4.4 结构安全的构造 20](#_Toc72833114)

[5 功能安全设计 22](#_Toc72833115)

[5.1 一般规定 22](#_Toc72833116)

[5.2 水量安全 22](#_Toc72833117)

[5.3 水质安全 23](#_Toc72833118)

[5.4 水压安全 25](#_Toc72833119)

[6 监测与信息系统安全设计 26](#_Toc72833120)

[6.1 一般规定 26](#_Toc72833121)

[6.2 管网监测 26](#_Toc72833122)

[6.3 管网信息系统 26](#_Toc72833123)

# 总则

**1.0.1**给水管网工程是城镇基础设施的重要组成部分，因此给水管网工程的设计应以批准的给水专业规划为主要依据。其中，管线的路线更与规划的要求密切相关，因此设计时应根据相关专项规划要求确定。

**1.0.6**给水管网工程主要设备、器材和管道的合理使用年限由于涉及到的设备品种不同，材料种类不同，其更新周期也不相同，故难以作出统一规定，本条文只作了原则规定。

**1.0.7**关于在给水管网工程设计中采用新技术、新工艺、新材料和新设备以及在设计中体现行业技术进步的原则确定。

**1.0.8**提出了关于给水管网工程设计时需同时执行国家颁布的有关标准、规范的规定。

# 基本规定

**3.1.1**给水管网工程是给水系统的一部分，是城镇基础设施的重要组成，给水管网工程的确定与当地地形、地质条件、沿线土地规划性质、经济发展水平、给水专业规划、供水规模、漏损率、水质、水压及自控水平要求，以及周边原有给水管网工程设施等条件均有密切的关系。因此，在给水管网工程设计时，必须结合以上因素，从全局出发通过多种可行方案的技术经济比较，选择最合理的给水管网系统。

**3.1.2**关于给水管网路线选择的原则规定。

给水管的长度，特别是断面较大的管道，对投资的影响很大。缩短管线的长度，既可有效地节省工程造价，又能降低水头损失。管线敷设处的地质构造，直接影响到管道的设计、施工、投资及安全，因此，选线时应尽量避开不良地质构造地带。管线经过地质情况复杂地区时，应进行地质灾害的评价。

**3.1.6**关于给水管道管材选择的规定。

近年来国内管材发展较快，新型管材较多，设计中应根据工程具体情况，通过技术经济比较，选择安全可靠的管材。

**3.1.7**关于钢管防腐措施的规定。

钢管防腐处理非常重要，它将直接影响水体的卫生安全以及管道使用寿命和运行可靠。

**3.1.8**关于输配水管道的管材、内防腐材料、承插管接口处填充材料卫生安全的规定。

**3.1.10** 关于给水管道应保证在各种运行工况时不出现负压的原则规定。

给水管道出现负压，水中的空气易分离，形成气团妨碍通水，同时还会造成水流的不稳定，另外也可能使管外水体渗入，造成污染。因此一般给水管道宜埋设在水力坡降线以下，这样可保证在水锤危害发生之外的其它工况，管道水流始终在正压下运行。

# 结构安全设计

* 1. 一般规定

**4.1.3**对于因年久失修而发生事故、故障的管道可暂时性的修补，但从长远考虑还是应该替换新管道。目前用于管道的改造、更新的方法很多，应根据现状环境条件和施工条件，评估现状管道设施情况，考虑改造的目的及生命周期成本等确定改造的方案和方法。

**4.1.4**本条强调了管网周边进行新建、改建工程时，要对已建给水管网实施保护，不能影响其正常运行和结构稳定。

* 1. 地基处理

**4.2.2**换土处理适用于软弱土层较薄区域。在管基遇松软地基、坑、穴、井或地下埋藏物时，需将其挖去，回填天然级配砂石，三七灰土或能达到最佳密实度的素土、分层夯实达到要求的密实度。

抛石挤淤适用于地基扰动深度较厚的淤泥区域，满槽回填石块，块石间用级配砂石填实；对于厚度较大且流动性较强的淤泥，往往抛石挤淤不能起到很好的效果，可采用坑底铺设土工网或竹排的方式，上部再设置砂垫层，这样可防止淤泥挤出，有效扩散管底应力。

压密注浆加固处理适用于对于未经扰动土层性质差的粉性土、砂性土区域，可采用压密注浆的地基加固处理方式。

桩基处理适用于土层力学性能极差而又厚度很大的土层或液化土层上的管道，可采用桩基处理地基，一般结合工程的实际情况确定，可选用桩型水泥搅拌桩、高压旋喷桩、钢筋混凝土预制小方桩、松木桩或碎石桩。

**4.2.3**软硬土交界处极易造成管道的不均匀沉降，导致管道脱开拉断，故将交接部位附近的一定长度范围内的软基区域作为过渡区，可采用方法有：对管基以下一定范围内的软土采用高压旋喷桩或松木桩处理，自交接部位至过渡段尾部桩的间距可逐渐增大或桩长逐渐减小；沟槽底采用砂石找平，然后铺设一层土工网，其上铺一层土工布，再回填一定厚度的级配中粗砂，回填厚度自交接部位至过渡段尾部逐渐减小。

* 1. 结构设计
     1. 地下管道的埋设深度应根据冻土深度、外部荷载、管材性能、抗浮要求及与其他管道交叉等因素，经计算后确定。
     2. 管道应进行强度、稳定性（抗滑移，抗推力）、变形、抗裂验算，计算结果应符合现行国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB50332的有关规定。
     3. 管道的防腐按现行国家标准《室外给水设计标准》GB50013的有关规定执行，防腐材料应符合现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB50268的有关规定。
     4. 管道抗震设计应按现行国家标准《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》GB 50032执行。
     5. 压力管道竣工验收前应要求进行功能性试验，试验要求应符合现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB50268的有关规定。
     6. 敷设在城市综合管廊中的给水管道应符合现行国家标准《城市综合管廊工程技术规范》GB50838的有关规定。

4.4 结构安全的构造

**4.4.2** 架空或露天铺设的管道，为消除温度变化对管道伸缩的影响而产生的形变，应设置伸缩器等措施，但近年来由于露天管道加设伸缩器后，忽略管道整体稳定，从而造成管道伸缩器处拉脱的事故时有发生，因此，要设置保证管道整体稳定的措施。

**4.4.3** 架空给水工程中，各种材质的圆形管道广泛应用，这些管道形成的城市生命线管网涉及面广，沿线地质情况差异难免，埋深及覆土也多变，可能出现的不均匀沉陷不可避免。此条文规定这些圆管的接口，不宜采用刚性接口，宜采用柔性接口，以适应各种不同因素产生的不均匀沉陷，并至少应该在地基土质变化处设置柔性接口。此外，敷设在地震区的管道，则应根据抗震规范要求，沿线设置必要数量的柔性接口，以适应地震行波对管道引起的变位。

**4.4.4** 一般除钢管和塑料管外，多数管道结构（球墨铸铁管、混凝土管、玻璃钢管）都是采用柔性承插式接口。该接口在管道转角处，在管道内水压力较高的情况下，其水平抗滑往往是无法满足要求的，故需采取抗推措施。措施1：管道转角后背设置混凝土支墩，由混凝土支墩的后背原状土体来平衡转角推力。措施2：管道转角设置一段钢管段，利用钢管的焊接整体性，由钢管与土体之间的摩擦力来平衡转角推力。措施3：后靠背混凝土支墩和钢管段结合方式，在混凝土支墩现场施工无足够空间的情况下考虑。设计可根据实施条件选择其中一种措施来平衡推力。

**4.4.6** 近年老城区现状给水管道普遍存在老化失修等问题，尤其是在道路下的管道，每年均有大量爆管事故发生，小则影响交通，大则产生爆管次生灾害甚至对人身生命安全，故在管道在新建、改建期间应采取有关措施。

**4.4.8**管顶钢筋混凝土压板保护，主要原理是利用管顶刚性板扩散上部荷载，减少管道的受力。管周混凝土包封，主要原理是利用周边混凝土和管道共同作用抵抗上部荷载，减少管道本体的受力。管周注浆加固，主要原理是利用增加管周土体强度，将上部荷载较多的扩散至注浆加固底部。钢筋混凝土挡墙或桩+管顶盖板，主要原理是利用管顶盖板，将上部荷载全部扩散至钢筋混凝土挡墙底部。

# 功能安全设计

* 1. 一般规定

**5.1.1** 给水管网的沿程漏损水量与管材、管径、长度、压力和施工质量等有关。计算给水管网的漏损水量时，可根据工程的具体情况，参照有关资料和已建工程的数据确定。

**5.1.2** 关于输水干管条数和安全供水措施的规定。

本条文规定“输水干管不宜少于两条，当有安全贮水池或其他安全措施时，也可修建一条”。采用一条输水干管的规定，适用于输水管道距离较长，建两条管道的投资较大，而且在供水区域输水干管断管维修期间，有满足事故水量的贮水池或者其他安全供水措施的情况。采用一条输水干管也仅是在安全贮水池前，在安全贮水池后，仍应敷设两条管道，互为备用。当有其他安全措施时，也可修建一条输水干管，一般常见的为多水源，即可由其他水源在事故时补充。

输水干管断管的事故期间，允许降低供水量，按事故水量供水，事故水量是城镇供水系统设计水量的70％。因此，无论输水干管采用一根或者两根，都应进行事故期供水量的核算，都应满足安全供水的要求。

**5.1.3** 关于给水管网布置的原则规定。

城镇供水安全性十分重要，一般情况下宜将给水管网布置成环状。考虑到某些中、小城镇等特殊情况，一时不能形成环网，可按枝状管网设计，但是应考虑将来连成环状管网的可能。

**5.1.4** 为确保供水安全，有条件的城市宜考虑在事故时能相互调度。

**5.1.5**中国城镇供水排水协会发布的《城镇水务2035年行业发展规划纲要》要求供水管网漏损率应在2035年≤10%。

* 1. 水量安全

**5.2.1** 分区计量有利于漏损控制，也有益于供水单位的日常运行管理。在规模较大的供水管网系统中，建立分区域计量系统。在管网的适当位置安装流量计，对区域供水量进行综合监测和水量平衡管理，流量监测点应根据管网供水区域内分区计量需要而设置。

**5.2.2** 关于输水管道设置检修阀门的规定。

输水管的始点、终点、分叉处一般设置阀门；管道穿越河道、铁路、公路段，应根据有关部门的规定结合工程的具体情况设置阀门。输水管还应考虑自身检修和事故时维修所需要设置的阀门，并考虑阀门拆卸方便。

**5.2.3** 关于给水管网设置通气设施的规定。

给水管网的通气设施是管道安全运行的重要措施。通气设施一般采用空气阀，其设置（位置、数量、型式、口径）可根据管线纵向布置等分析研究确定，一般在管道的隆起点上必须设置空气阀，在管道的平缓段，根据管道安全运行的要求，一般也宜间隔1000m左右设一处空气阀。给水管网空气阀设置可根据工程需要确定。

* 1. 水质安全

**5.3.1** 关于严禁生活饮用水供水系统与非生活饮用水系统连接的规定。

我国现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB 5749明确规定：“各单位自备的生活饮用水供水系统，不得与城市供水系统连接”，结合国内发生的由于管道连接错误造成的饮用水污染事故，故作出本条文规定。

**5.3.2** 关于给水管网与建（构）筑物和其他工程管道最小净距的规定。

给水管道与建（构）筑物和其他管线最小净距应满足现行国家标准《城市工程管线综合规划规范》GB 50289的有关规定。

**5.3.3** 关于给水管道穿过毒物污染及腐蚀性地段的规定。管道线路选择应避开易造成水质污染的区域（如毒物污染及腐蚀地段、化学品储存区域、化学品运输路线），如不能避开，应采取保护措施，防止管道内水质污染。

**5.3.4** 给水管道投入运行前要进行冲洗消毒。建设部第158号文《城镇供水水质管理规定》明确：“用于城镇供水的新设备、新管网或者经改造的原有设备、管网，应当严格进行冲洗、消毒，经质量技术监督部门资质认定的水质检测机构检验合格后方可投入使用”。

**5.3.5** 余氯、水龄等管网水质指标可通过模拟计算获取，常用的水质模拟软件有EPANET、WaterCAD、同济宏扬等。

**5.3.6** 对水质稳定进行的规定。

城市给水的水质稳定性一般用饱和指数和稳定指数鉴别：

式中 IL——饱和指数，IL＞0有结垢倾向，IL＜0有腐蚀倾向；

IR——稳定指数，IR＜6有结垢倾向，IR＞7有腐蚀倾向；

——水的实测值；

——水在碳酸钙饱和平衡时的值。

全国26座城市自来水公司的水质稳定判断和中南地区40多座水厂水质稳定性研究，均使用上述两个指数。水与CaCO3平衡时的，可根据水质化验分析或通过查索图表求出。

在城市自来水管网水中，IL较高和IR较低会导致明显结垢，一般需要水质稳定处理。加酸处理工艺应根据试验用酸量等资料，确定技术经济可行性。

IL＜—1.0和IR＞9的管网水，一般具有腐蚀性，宜先加碱处理。广州、深圳等地水厂一般加石灰，国内水厂也有加氢氧化钠、碳酸钠的实例。日本有很多大中型水厂采用加氢氧化钠。

中南地区40多处地下水和地面水水厂资料表明，当侵蚀性二氧化碳浓度大于15mg/L时，水呈明显腐蚀性。敞口曝气法可去除侵蚀性二氧化碳，小水厂一般采用淋水曝气塔。

**5.3.7** 城市给水管道的铁稳定性一般用拉森指数LR进行鉴别：

式中：

——硫酸根离子活度（mol/L）；

——氯离子活度（mol/L）；

——碳酸氢根离子活度（mol/L）。

LR指数通常的判别标准为：LR>1.0，铁制管材会严重腐蚀；LR=0.2~1.0，水质基本稳定，有轻微腐蚀；LR<0.2，水质稳定，可忽略腐蚀性离子对铁制管材的腐蚀影响。

**5.3.8** 根据国家“十五”科技重大专项“水污染控制技术与治理工程”和国家“十一五”科技重大专项“水污染控制与治理”等研究成果，当出厂水中AOC<150µg/L，余氯量0.3mg/L~0.5mg/L时，可有效控制管道内生物膜的生长。

**5.3.9** 城市给水水质稳定处理所使用的药剂，不得增加水的富营养化成分（如磷等）。

* 1. 水压安全

**5.4.1** 关于管道水头损失计算的规定。

**5.4.2** 关于给水管网设计水量和设计水压计算及校核要求的规定。

为确保管网在任何情况下均能满足用水要求，给水管网除按最高日最高时的水量及控制点的设计水压进行计算外，还应按发生消防时的水量和消防水压要求以及最不利管段发生故障时的事故用水量和设计水压要求两种情况进行校核。当管网中设置调蓄水池时，还需要对管网最大传输时的流量和水压要求情况进行校核。如任何一种校核结果不能满足要求，则需要调整某些管段的管径。

**5.4.3** 常用的水力模拟计算软件有EPANET、WaterCAD、同济宏扬、鸿业等。根据改建、扩建、停水抢修等不同管道工程方案的内容，在模型中模拟方案实施后的管网水压等状态变化，为工程方案的实施提供决策支持。

高峰日供水预案模拟。根据管网历史运行经验对本年度可能出现的供水高峰日进行供水量预测和泵站运行方案制定，在此基础上进行管网动态水力模拟，分析可能出现的低压区域，并及时调整运行调度预案。

长假供水预案模拟。针对春节长假期间城市用水量及用水模拟均与常规时间有较大不同的特点，结合管网历史运行经验，对长假期间供水量预测并制定运行调度预案，通过连续模拟分析可能出现的供水压力等问题，并及时调整运行调度预案。

季度模型精度评估。针对管网供水量可能存在的季节性波动，按季度选取典型日进行模拟，通过连续模拟分析可能出现的供水压力等问题，并及时调整运行调度预案。