

 CECS -XXX-2020

中国工程建设协会标准

燃气管网运行安全设计指南

Design Guidelines for the Operational Safety of Gas Pipeline Network

（征求意见稿）

中 国 工 程 建 设 协 会 标 准

燃气管网运行安全设计指南

Design Guidelines for the Operational Safety of Gas Pipeline Network

CECS ×××: ×××

主编部门：同济大学

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年第二批工程建设协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字[2019]022号）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，制订本指南。

本指南的主要内容包括：总则、术语、基本规定、管网风险防控要求、管道运行安全设计、数据采集与智能监控系统设计。

本指南由中国工程建设标准化协会建筑与市政工程产品应用分会归口管理，由同济大学负责具体内容的解释（地址：上海市嘉定区曹安公路4800号；邮政编码：201804）。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：同济大学

参编单位：中国城市规划设计研究院；

上海燃气工程设计研究有限公司；

北京市煤气热力工程设计院有限公司；

上海市燃气管理处；

上海防灾救灾研究所；

天津城建大学；

上海航天智慧能源技术有限公司；

上海煤气第一管线工程有限公司；

上海煤气第二管线工程有限公司；

上海燃气市北销售有限公司；

上海燃气崇明有限公司；

北京北燃环能工程科技有限公司；

上海山南勘测设计有限公司

主要起草人：陈志光 秦朝葵 周杨军 郑茂辉 胡周海 刘 军 胡群芳

李素贞 莫 非 方建平 郭甲生 李 军 王敏敏 张 帆

张鲁冰 徐汶波 向素萍 曹国权 徐四一 马迎秋 宁超列

刘 威 刘世光 宋 源 杨 哲 陈 凡

主要审查人：

**目 次**

1 总则 6

2 术语 6

3 基本规定 7

4 管网风险防控要求 8

4.1一般规定 8

4.2管网系统水力工况 8

4.3管道腐蚀风险防控 8

4.4管道应力监测控制 9

4.5第三方损坏风险防控 9

5 管道运行安全设计 9

5.1一般规定 9

5.2线路布置 10

5.3管道受力要求 10

5.4穿跨越设计 11

5.5腐蚀防护设计 11

5.6 杂散电流干扰防护设计 13

6 数据采集与智能监控系统设计 14

6.1一般规定 14

6.2监测内容 14

6.3调度中心及通讯系统 15

本规程用词说明 16

引用标准名录 16

**Contents**

1 General provisions 6

2 Terms 6

3 Basic requirements 7

4 Pipeline network risk prevention and control requirements 8

4.1 General requirements 8

4.2 Hydraulic condition of pipeline network system 8

4.3 Pipeline corrosion risk prevention and control 9

4.4 Pipeline stress monitoring and control 9

4.5 Third-party damage risk prevention and control 9

5 Design for pipeline operational safety 9

5.1 General requirements 9

5.2 Line selection 10

5.3 Load requirements 10

5.4 Design for crossing and aerial crossing 11

5.5 Design for corrosion protection 12

5.6 Design for stray current interference protection 13

6 Design of data acquisition and intelligent monitoring system 14

6.1 General requirements 14

6.2 Contents of monitoring 15

6.3 Dispatching center and communication system 15

Explanation of wording in this specification 16

List of quoted standards 16

## 1 总则

1.0.1 燃气管网作为城市生命线工程之一，面临的安全隐患日益突出且多样化，城市复杂环境对管网运行安全设计提出了更高的要求。为使燃气管网设计符合安全运行、经济合理和保护环境的要求，制定本指南。

1.0.2本指南适用于压力不大于4.0MPa （表压）且进户前的新建、扩建或改建的燃气管网运行安全设计。

1.0.3 城镇燃气管网运行安全设计，应在不断总结生产、建设和科学实验的基础上，积极采用行之有效的新工艺、新技术、新材料和新设备，做到技术先进，经济合理。

1.0.4城镇燃气管网的运行安全设计应遵循我国的能源政策，并应处理好与铁路、公路、输电线路、河流、城乡规划等的相互关系。

1.0.5 城镇燃气管网运行安全设计，除应遵守本指南外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 术语

2.0.1 燃气管网安全 gas pipe network security

城市燃气管网运行中保持平稳正常的状态。

2.0.2 城镇燃气管网设施 city gas piping system facilities

从城镇燃气供气点至用户引入管之间的管道、管道附属设施、厂站内工艺管道及管网工艺设备的总称。本指南只适用于供气点至用户引入管之前的管网设施，即包括市政燃气设施和建筑区划内业主专有部分以外的燃气设施。

2.0.3 风险防控 risk mitigation

识别对管道运行安全有不利影响的危害因素，评价失效发生的可能性和后果，综合得到管道风险水平，并提出相应风险控制措施。

2.0.4 管道完整性管理 pipeline integrity management

对管道面临的风险因素不断进行识别和评价，持续消除识别到的不利影响因素，采取各种风险消减措施，将风险控制在合理、可接受的范围内，最终实现安全、可靠、经济地运行管道的目的。

2.0.5 水力工况 hydraulic operation state

燃气管网中各管段流量及各节点压力、流量的整体工作状况。

2.0.6 第三方损坏 third-party damage

管道企业及与企业有合同关系的承包商之外的个人或组织无意或蓄意损坏管道系统的行为，如管道上方的挖掘活动、打孔盗气、针对管道的恐怖袭击等。

2.0.7 直流干扰 DC interference

因直流杂散电流导致的构筑物内的直流电扰动。

2.0.8 交流干扰 AC interference

由交流输电系统和交流牵引系统在管道上耦合产生交流电压和电流的现象。

2.0.9 牺牲阳极阴极保护 cathodic protection by sacrificial anode

通过与作为牺牲阳极的金属组元偶接对管道提供负电流，实现阴极保护的电化学防护方法。

2.0.10 强制电流阴极保护 impressed current cathodic protection

通过外部直流电源对管道提供负电流，实现阴极保护的一种电化学防护方法。也称为外加电流阴极保护。

2.0.11 排流保护 stray current drainage protection

用电学的或物理的方法把进入管道的杂散电流导出或阻止杂散电流进入管道，以防止杂散电流腐蚀的保护方法。

2.0.12 中心站 central station

由安装在监控室和机房内的服务器、工程师/操作员站、网络通信设备、安全设备、外部设备、存储等硬件，及监控类、分析类、应用类等软件组成，实现数据接收、监测、控制、分析处理、优化管理等功能的设施。

2.0.13 本地站 local station

由安装在现场的服务器、工程师/操作员站、RTU/PIC仪表及执行机构、通信设备、监控组态软件、存储设备、安全设备、外部设备等组成，通过通信网络实现向中心站实时传输燃气设施和本地自动化系统运行状态数据，并接受和执行来自中心站的控制指令，对本地燃气设施进行数据采集、监视、控制和分析处理的监控设施。

## 3 基本规定

3.0.1 燃气管道应根据工程建设目的和气源、市场分布，结合城镇交通、水利和环境敏感区的现状与规划以及沿途地区的地形、地质、水文、气象、地震等自然条件进行设计，应充分考虑杂散电流、第三方破坏等新型干扰风险，通过综合分析和多方案技术经济比较，确定线路设计路由。

3.0.2 水力工况分析可为管网布局及管道管径选择提供依据，并能检验事故工况下，管网满足各类用户用气需求的程度。燃气管网设计中应进行水力工况分析。

3.0.3 城镇范围内存在建构筑物和人员密集、安全要求高、道路种类多、交通量大、地下管网复杂、存在自然障碍物等情况，管道穿跨越不可避免。燃气管道穿跨越位置的设计应根据工程具体情况选择，宜垂直穿跨越铁路、公路、河流等障碍物。

3.0.4 新建下列城镇钢制燃气管道应采用外防腐层辅以阴极保护系统的腐蚀控制措施：

 1 设计压力大于0.4MPa的燃气管道；

 2 公称直径大于或等于100mm，且设计压力大于或等于0.01MPa的燃气管道。

3.0.5 杂散电流的存在，易使管道腐蚀穿孔。新建管道若邻近城市轨道、电气化铁路、输电线路等设施时，应重点考虑杂散电流对管道的影响，并进行相应的防护设计。

3.0.6 城镇燃气数据采集与智能监控系统的设计应符合安全性、可靠性、经济性的原则，及时上传、接收监测数据。

3.0.7 调度控制中心应设置在调度管理、通信联络、系统维修、交通方便的地方。

## 4 管网风险防控要求

### 4.1一般规定

4.1.1 燃气管网风险防控包括管道腐蚀风险防控、管道应力以及第三方损坏风险防控。

4.1.2 新建管道的规划、设计、选材和施工，应考虑完整性管理的功能要求，应在设计阶段参考或模拟运行条件进行危害识别和风险评价，根据评价结果进行设计优化，以规避风险。

4.1.3 当新建管道进行规划设计时，设计人员应对管道设计寿命和设计条件进行确定。在确定设计条件时，正常及事故状态的操作条件下，应对管道在流量、压力、温度等方面的可能变化范围进行识别，并设置响应机制，以便及时发现、解决问题。

4.1.4 管网勘察、设计、施工、监理以及工程建设相关单位应严格按照规定要求，确保工程质量。

4.1.5 对可能影响管道的管道沿线施工或者第三方活动，燃气经营企业应加以识别并通过与这些设施的运营者或第三方进行磋商来评估其影响。

4.1.6 燃气经营企业应根据识别结果、风险评价及完整性评价等结论与建议制定管道巡护方案，明确巡护的内容、频次和重点关注位置。

4.1.7 燃气经营企业应对管网面临的风险信息进行公众宣传。向公众提供管道企业联系方式，如电话号码、电子邮箱等。

### 4.2管网系统水力工况

4.2.1 燃气管网系统应满足各类用户所需的压力和流量，保持压力稳定，并能够及时作出调峰应急响应。

4.2.2城镇燃气管网的运行安全应根据规划分期进行各规划阶段的静态水力计算及相应的事故工况校核，静态水力分析为管网输配系统布局及管道管径选择提供依据；管网动态模拟，用以计算拟接入用户的开关启停或用气剧烈波动时对其它用户的影响程度，遇下列情况宜进行管网动态模拟计算：

1利用燃气管网储气，进行时调峰时；

2集中负荷接入管网时；

3需要设置增压装置的用户接入管网时。

4.2.3 燃气管网的布局应根据水力计算的结果进行不断优化。管网优化可在满足管网节点流量和节点压力的条件下，使燃气管网系统的投资费用和运行费用最少，并有效保证管网运行安全。

4.2.4 燃气管网的管径应根据气源点的供气压力、管网的计算流量以及最低允许压力等条件，通过水力计算确定，并适当留有余量。管网的计算流量应根据规划高峰小时用气量进行确定。高峰小时用气量的计算应符合GB 50028的规定。

### 4.3管道腐蚀风险防控

4.3.1 腐蚀是影响燃气管网运行安全的关键因素，包括管道内腐蚀和外腐蚀，埋地钢质燃气管道必须采取腐蚀风险防控措施。

4.3.2新建管道有内腐蚀风险时，宜设计安装探针、电阻监测装置等方法监测内腐蚀情况，并应符合GB/T 23258的规定。

4.3.3 管道外腐蚀受不同土壤类型、城市基础设施等环境干扰影响，新建管道应设计建立外腐蚀控制程序，并应符合GB/T 21447和GB/T 21448的规定。

4.3.4 有杂散电流干扰风险区域，应识别、测试杂散电流对管道的影响，并进行降低杂散电流腐蚀风险的防护设计。

### 4.4管道应力监测控制

4.4.1 燃气管道应力受管道尺寸、埋深、土壤特性、建筑静载及车辆动载等影响，对管道受力集中、存在不均匀沉降等易发生管道失效场所，应采取措施对管道应力进行监测。

4.4.2地质灾害风险管理程序的建立应符合SY/T 6828的规定，根据地质灾害风险评价结果，采取针对性监测或工程治理措施。

4.4.3 存在地质灾害风险地区，应建立预防和减缓方案以防止天气和地质灾害等损伤管道，应在土体侵蚀、地表沉降等特殊区域采取预防和减缓措施。

4.4.4 燃气管道的穿跨越设计应按CJJ/T 250执行，使新建管道所受应力处于适当范围，并留有余量，保障管道运行安全。

### 4.5第三方损坏风险防控

4.5.1 管道第三方损坏随机性强、不易预测，燃气经营企业应采取措施减少第三方损坏现象发生，并建立应急响应机制，及时处理第三方损坏问题。

4.5.2燃气经营企业应形成主动预防理念，及时了解市政规划，多与施工单位沟通，并与其他管道企业建立联动巡线机制。

4.5.3 燃气管网管理部门应建立第三方施工管理程序，按照有关规定要求办理手续，对5m范围外可能对管道造成影响的施工也应密切关注。应与施工活动方建立联系，并签订管道保护协议，施工时管道企业有人现场监护。

4.5.4 对已与第三方建立联系的施工，如施工活动侵入了管道通行带，应在施工活动开始前对管道准确定位，设置临时标识，并在施工活动损坏或覆盖标识后及时维护，直到施工活动结束。

4.5.5 存在较大第三方损坏风险区域内管道，宜采用管道泄漏监测或安全预警系统等防范措施，条件允许时，可采用分布式光纤对管道进行监测。

## 5 管道运行安全设计

### 5.1一般规定

5.1.1 燃气管道运行安全设计应以管网安全运行为目的，从规划设计、建设施工及运行管理各方面进行设计防护，对不同风险类型采取针对性的防护措施。

5.1.2 燃气管道运行安全设计宜结合城镇近、远期规划，尽可能在满足安全运行的条件下提高设计压力。

5.1.3 设计压力大于1.6MPa以上的燃气管道通过的地区，应按沿线居民户数和(或)建筑物的密集程度划分等级，并应依据地区等级做出相应的管道设计。地区等级划分应符合GB 50028的规定。

5.1.4 燃气管道与附件的材质应根据管道的使用条件确定，其性能应符合国家现行相关标准的规定。

5.1.5当燃气管道穿越铁路、公路、河流和城镇主要干道时，应设计有不影响交通、水利设施和保证燃气管道安全的防护措施。

5.1.6 穿越管段可采用开挖法埋设、水平定向钻法敷设、顶管法敷设等设计方案。大中型穿越工程应作方案比选。跨越管段可采取管桥跨越、随桥跨越的设计方案。

5.1.7采用阴极保护时，应有确保阴极保护不间断的设计措施。对于新建管道经过的杂散电流严重区域，应做好排流防护设计方案。

### 5.2线路布置

5.2.1 城镇燃气管道的线路选择应考虑避开干扰源、第三方破坏风险严重区域、与构筑物之间保持安全间距及预留足够的维修操作空间，且应符合下列规定：

1燃气主干管应沿城镇规划道路敷设，减少穿跨越河流、铁路及其他不宜穿越的地区；

2应减少对城镇用地的分割和限制，同时方便管道的巡视、抢修和管理；

3应尽量避免与高压输电线路、电气化铁路、城市轨道交通等设施平行或交叉敷设；

4与建(构)筑物的水平净距应符合GB 50028、GB 50289的规定。

5.2.2 城镇燃气主干管应设计成环网，并应考虑管网各点水力匹配。高压燃气管道的走廊，应在城镇总体规划编制时进行预留，并与公路、城镇道路、铁路、河流、绿化带及其他管廊等的布局相结合。

5.2.3 埋地钢制燃气管道敷设应避开高腐蚀性环境，应对土壤腐蚀性进行测试，腐蚀风险严重区域应采取相应的防护措施。

5.2.4 城镇燃气管道布线，应符合GB/T 51098的相关规定。

### 5.3管道受力要求

5.3.1 埋地管道强度设计应根据管段所处地区等级以及所承受永久荷载、可变荷载和偶然荷载而定。

5.3.2 城镇燃气管道应识别并在设计中考虑对管道失效或管道系统的适用性丧失有影响的载荷。

5.3.3 管道系统中任何一点的设计压力应等于或大于最大允许操作压力。

5.3.4 不同类型的管道可接受的最大应力存在较大差异，应结合管道输气压力及敷设环境进行选择。高压与次高压管道直径大于150mm时一般采用焊接钢管；直径较小时采用无缝钢管，应通过技术经济比较决定钢种与制管类别。选用的焊接钢管应符合GB/T 9711的规定，无缝钢管应符合GB/T 8163的规定。

5.3.5 中压与低压管道可选用钢管、聚乙烯复合管、钢骨架聚乙烯复合管、球墨铸铁管。采用钢管时，应符合GB/T 8163、GB 6479、GB/T 5310、GB/T 3091的有关规定；采用PE管时，应符合GB 15558.1的规定；球墨铸铁管应符合GB/T 13295的规定。

5.3.6 埋地直管段的轴向应力与环向应力组合的当量应力，应小于钢管标准规定的最小屈服强度的90%，管道附件的设计强度不应小于相连管道直管段的设计强度。

### 5.4穿跨越设计

5.4.1 燃气管道穿越铁路、公路、城市道路及河流时，穿越位置选择应满足管道穿越施工和维护对空间和环境的要求。

5.4.2 燃气管道不得在铁路站场、有人值守道口、变电所、隧道设施的下方穿越。穿越铁路、道路应避开土石方区、高填方区、路堑、道路两侧为同坡向的陡坡等地段。燃气管道不得在穿越管段上设置弯头或弯管。

5.4.3当穿越铁路、高速公路时，应加设套管。若采用水平定向钻穿越，在征得铁路或高速公路管理部门同意后，可不加设套管。燃气管道穿越采用的套管宜为钢管或钢筋混凝土管，套管内径应比燃气管道外径大100mm以上。

5.4.4 当燃气管道穿越公路或者铁路、地面轨道交通设施时，燃气管道或套管最小覆土厚度应符合CJJ/T 250的规定。

5.4.5当燃气管道采用加设套管穿越铁路、电车轨道、城镇主要干道时，套管端部距铁路堤坡脚、电车道边轨的净距不应小于2m，距路边缘的净距不应小于1m。套管两端应密封，重要地段，套管宜安装检漏管，主管道两端应设计隔离装置。

5.4.6 套管与燃气管道之间应进行适当地支撑，金属套管内部应设置防止套管与燃气管道发生金属接触的措施。

5.4.7燃气管道穿越水域的位置和方案应征得航务管理部门同意，管道至规划河床的覆土厚度应根据水流冲刷、防止冒浆、疏浚和抛锚等确定。

5.4.8 水平定向钻法穿越宜在黏土、砂土、粉土、风化岩等地质条件采用，不宜在卵石地质条件采用。当出土或入土侧有卵石层时，可采取注浆固化、开挖换土、加设套管等措施。采用水平定向钻法穿越时，应符合CJJ/T 250的规定。

5.4.9 顶管法穿越顶进轨迹的选择应符合线路总走向，并应根据水文、地质、地形、水土保持、环境、气象、交通、地下及地上其他建构筑物和管线的情况、施工工艺及管理条件确定，宜在淤泥质黏土、黏土、粉土及砂土中顶进，不应在活动性地震断裂带通过。采用顶管法穿越时，应符合CJJ/T 250的规定。

5.4.10 燃气管道进行跨越的最大允许跨距，应同时满足管道刚度和强度的要求。高压、次高压燃气管道跨越弯管的曲率半径不得小于管道直径的4倍。

5.4.11 设置阴极保护的埋地钢管和与之相接的随桥敷设管道之间、随桥敷设管道与桥梁金属支座(架)间均应设置绝缘装置，且宜设置在桥梁范围外。跨越管道及其附属金属支撑结构等应设置防雷和防静电接地设施，且应符合GB 50057的规定。

### 5.5腐蚀防护设计

5.5.1 外防腐层设计

5.5.1.1在进行腐蚀防护系统设计之前，应进行腐蚀环境调查，一般包括土壤电阻率、管道自然腐蚀电位、氧化还原电位、土壤pH值、土壤质地、土壤含水量、土壤含盐量、土壤CI-含量等测试，测试方法的选取应按GB/T 19285执行。

5.5.1.2 管道外防腐层类型、等级的选择应结合地形与地质条件、管道敷设环境的腐蚀性及杂散电流干扰程度、地理位置、经济性等因素综合确定。

5.5.1.3 外防腐层应具备良好的电绝缘性、足够的机械强度、一定的耐阴极剥离性能、良好的耐土壤应力稳定性等，且应易于施工和修补，并与阴极保护相匹配。若管道低温环境施工，防腐层应具备良好的低温施工性能。

5.5.1.4 外防腐层种类和性能指标应满足设计要求，其绝缘电阻率宜大于或等于104Ω·m2，对3LPE防腐层绝缘电阻率宜大于或等于105Ω·m2。

5.5.1.5 石方段管道及施工过程易造成防腐层损伤的管段应采取保护措施，保护措施包括但不限于细土回填、加厚防腐层、防腐层保护层等，保护层选择时应与管道防腐层在化学和物理性能上应相匹配，且保护层不应对阴极保护有效性产生不利影响。

5.5.2阴极保护设计

5.5.2.1 牺牲阳极系统适用于在电阻率较低的土壤中、水中、沼泽或湿地环境中的敷设的小口径管道或距离较短并带有优质防腐层的管道。在下列状况中，可选用牺牲阳极系统：

1无合适的可利用电源；

2电器设备不便实施维护保养的地方；

3临时性保护；

4强制电流系统保护的补充；

6永久冻土层内管道周围土壤融化带；

7存在阴极保护屏蔽的地方。

5.5.2.2 阳极的选择和使用应基于被保护构筑物所需的保护电流密度、被保护构筑物的温度和土壤条件。一般土壤环境中宜采用标准电位的镁、高电位的镁和高纯度的锌作为阳极，具体选取要求可参照GB/T 21448。对于高电阻率土壤环境及其他专门用途时，可选择带状牺牲阳极。

5.5.2.3 牺牲阳极电缆应通过测试装置与管道实现电连接。

5.5.2.4 牺牲阳极作为接地极、交直流干扰防护、参比电极等特殊应用时，应根据用途和需要进行布置。

5.5.2.5 强制电流阴极保护输出可调，宜用在大型管道以及高土壤电阻率区。一般情况下，应选用整流器或恒电位仪作为强制电流阴极保护电源设备。当管地电位或回路电阻有经常性较大变化或电网电压变化较大时，应选用恒电位仪。

5.5.2.6 强制电流阴极保护系统的设计，应能满足正常管理中测量、覆盖层检漏及保护效果判断的要求，并为方便管理操作提供必要的技术条件。

5.5.2.7 应以安全考虑为优先设计所有的强制电流系统。所有的电缆线路应设保护措施以免遭物理损坏和击穿。在防爆区域使用的电源设备应符合GB 50058的要求。

5.5.2.8 辅助阳极可选用高硅铸铁阳极、石墨阳极、钢铁阳极、导电聚合物阳极和金属氧化物阳极，应按阴极保护系统设计寿命期内最大预期保护电流的125%计算进行选取。辅助阳极接地电阻、工作寿命和阳极数量计算以及阳极主要性能的确定应按GB/T 21448执行。

5.5.2.9 阴极保护测试装置应与阴极保护系统同步设计安装，沿管道线路走向进行布设，相邻测试装置间隔宜不大于3km，在城镇市区或工业区，相邻测试装置间隔不应大于1km。测试装置宜安装在管道上方，并进行标识。

5.5.2.10 可采用埋地钢质检查片判断土壤腐蚀性和阴极保护效果。检查片的尺寸、数量、重量及表面处理、埋设位置等应符合设计要求，材质应与埋地管道的材质相同。并且，检查片、极化探头和电阻探针应靠近管道安装，极化探头的长效参比电极应靠近试片，且应需要定期校准。

### 5.6 杂散电流干扰防护设计

5.6.1 杂散电流干扰是杂散电流在结构上引起的电位扰动，主要来源于城市轨道交通系统、电气化铁路、输电线路及其他电源设备，严重威胁管道运行安全，应采取措施进行测试评价和排流防护设计。

5.6.2 杂散电流干扰可分为直流干扰、交流干扰以及地磁干扰。应通过甄别与测试，确定干扰的来源、形态和范围，分析干扰的分布规律，评价干扰的严重程度。测试点间距宜为50m~100m，最大间距不宜大于500m。

5.6.3 测试的次数可根据实际情况确定，不宜少于三次；每次测试的测试点位置应相同，测试起止时间应一致，且采用相同的读数时间间隔。每次测试的持续测试时间宜为24h，若已充分了解干扰源负荷变化规律，持续测试时间可适当缩短。

5.6.4存在交流干扰或无法确定是否存在交流干扰时，测试工作应采用高频信号采集设备，采集频率宜大于100Hz，并对采集数据进行必要的滤波及时频分析；确认干扰现场无交流干扰时，采集频率可适当降低，但不应小于1Hz。

5.6.5 仪器应具有防电磁干扰性能和连续自动存储功能，分辨率应小于1mV，宜选用带有远程监控系统的设备，测试过程中应采取适当措施消除土壤IR降的影响。

5.6.6 直流干扰的测试应按GB 50991执行，交流干扰的测试应符合GB/T 50698的规定，以评价不同干扰的影响程度。

5.6.7对于新建管道经过的杂散电流干扰严重区域宜采取下述措施进行杂散电流的收集与消除：

1选用符合标准的管道防腐层，尤其注意电流收集点附近的防腐层质量；处于干扰区域的管道应每年进行防腐层检测，管道阴极区的防腐层缺陷应及时更新或修复；对于管道阳极区的防腐层缺陷应待该管段转变为管道阴极区或干扰消除后进行修复；

2避免在电流收集区域布置阳极或接地床；

3在选择管道路由时，即考虑杂散电流的收集与排出区域；

4安装杂散电流的排流搭接，包括可自动控制的排流系统；

5在杂散电流干扰区域使用自动的、可控制输出电流的强制电流保护设备，尤其是在远离干扰源的排流点处；

6在杂散电流干扰区域内的管道上，宜安装绝缘接头、绝缘法兰等绝缘装置。

5.6.8 若管道周围进行第三方管道、电气化铁路、高压电力线、地铁、轻轨等可能引起杂散电流干扰的工程建设时，应及时进行干扰测试，并根据测试结果调整或增设阴极保护系统、排流设施等。

5.6.9 直流干扰防护应按照“以防为主、以排为辅、加强监测”的原则进行设计：

1隔离、控制杂散电流泄漏的路径。减少回流走行钢轨电阻、加强回流走行钢轨对地绝缘，减少杂散电流进入轨交系统的排流网、主体结构钢筋、设备、金属管线、金属构件和沿线其他相关设施。

2建立有效的杂散电流排流系统。设置杂散电流返回牵引变电所的金属通路，降低杂散电流流向轨交系统外部的泄漏量，减少对沿线其他相关设施的腐蚀。

3建立完善的杂散电流监测系统。动态监测轨交沿线杂散电流的变化，为运营管理与维护提供依据。

5.6.10 对存在交流干扰的管道，在阴极保护系统设计中应给予更大的保护电流密度；在运行调试中应使管道保护电位比阴极保护准则电位负值更大。

5.6.11 若在存在直流杂散电流影响的管段进行持续交流干扰防护，宜采用去耦隔直装置。去耦隔直装置的直流反向启动电压须高于管道可能出现的对地负向直流电压。

## 6 数据采集与智能监控系统设计

### 6.1一般规定

6.1.1 城市燃气管网系统的测控点分布广泛、数据分散，应设置数据采集与智能监控系统，实现远距离的数据采集、监督控制、分布式管理。数据采集与智能监控系统应包括调度控制中心的计算机系统、管道各站场的控制系统、远程终端装置(RTU)以及数据通信系统。

6.1.2燃气经营企业应实时监控各储配站、调压站、门站、气源厂及管道所形成的整个燃气管网运行安全的有关参数，包括输送燃气的压力、流量和管道本身及其他设施的相关参数等，并应及时传输到调度中心，迅速显示并分析。

6.1.3 数据监控、调度平台及通信应根据城镇燃气供应系统发展规划、设备设施管理、气量调配、客户服务等方面信息化、智能化的需求进行规划建设，不得影响管网的安全运行。

6.1.4 数据采集与智能监控系统应配备实时模拟软件，满足系统进行调度优化、泄漏检测定位、工况预测、存量分析、负荷预测及人员培训等功能。

6.1.5 监测仪表的数量及位置、信息传输介质及方式应根据当地通信系统条件、系统规模和特点、地理环境，经全面的技术经济比较后确定。

### 6.2监测内容

6.2.1 燃气经营企业宜对管网所设门站、储配站的以下参数进行监控：

1进站压力、流量及温度；

2各级调压器前后压力；

3出站压力、流量及温度；

4储气罐压力及储气量。

6.2.2 燃气经营企业宜对专用调压站的进出站压力、燃气流量以及典型站的燃气出口温度进行监测。

6.2.3燃气经营企业应选择管网的适当位置设置测点，如管径变化处、管道穿跨越处及腐蚀风险严重区等，监测重要部位的燃气压力和流量。

6.2.4 牺牲阳极系统投运后应对牺牲阳极输出电流和管道通电电位进行监测，强制电流阴极保护系统应监测管道通电电位以及其电源运行情况，记录阴极保护电源设备的运行参数。对于埋设检查片的位置，还应监测管道断电电位。

6.2.5 对于腐蚀风险较大区域，宜监测管道敷设环境的土壤电阻率、pH值、含水量、CI-含量等参数，以评估腐蚀风险。

6.2.6 处在直流杂散电流干扰的管道区域，应监测土壤表面电位梯度，并应重点监测管地电位。若设置了排流装置，宜对接地极接地电阻进行监测。

6.2.7 对存在交流干扰的管道，应监测交流感应电压和（或）交流电流密度。

6.2.8 对使用分布式光纤的管道，应对管道应力进行监测。

6.2.9 燃气管网涉及的中阀门、压缩机等设备的运行状态应根据相关要求进行监控。

### 6.3调度中心及通讯系统

6.3.1 城镇燃气运行调度系统应设中心站、本地站。中心站应设在燃气企业调度服务部门，并宜与城市公用数据库连接。本地站宜设置在区域调压站、专用调压站、管网压力监测点、储配站、门站和气源厂等。

6.3.2 调度中心计算机系统应配备操作系统软件、监控与数据采集(SCADA)系统软件。调度控制中心宜具备下列功能：

1采集和监控6.2中的燃气管网参数；

2工艺流程的动态显示、工艺变量和设备运行状态报警显示、管理及事件的查询；

3数据的采集、归档、管理以及趋势图显示，生产统计报表的生成和打印；

4数据通信信道监视及管理、主备信道的自动切换。

6.3.3 调度中心应设置城镇燃气管网负荷预测、仿真、辅助决策等分析应用功能，并应符合下列规定：

1 负荷预测功能可根据历史负荷、用户拓展与气象信息按照每天24点或更密点数进行1天~1周的负荷预测；应能提供人工干预负荷预测的手段；应具备负荷预测曲线与实际负荷曲线及误差曲线在画面上的显示功能；

2管网仿真分析功能应能实现管网建模与拓扑分析，应能结合实时数据，分析管网实时或近期状况，生成等压图等分析图表；应具有管网运行状况、峰谷量与储存设施能力协调的预测功能，并应对异常情况进行预警预报等；

3辅助决策功能应包括报警管理、应急处置等。

6.3.4 本地站应具有数据采集和通信功能，并对需要进行控制或调节的对象点，应有对选定的参数或操作进行控制或调节的功能。且宜通过现场调查或影像数字化来开展管道沿线属性数据采集工作，数据采集应明确来源、内容、范围及精度要求。

6.3.5 现场仪表与执行机构的安装环境、设备选型应满足防爆、防雷、防尘、防水、防腐等要求，达到管网运行安全设计要求。

6.3.6 本地站监控仪表及执行机构应符合下列规定：

1流量测量应选择具有远传通信功能的修正仪或流量计算机等仪表；

2温度测量宜选用测量和变送一体化的温度变送器；

3压力测量应选用压力(差压)变送器；

4气相色谱、水露点、硫化氢、热值等检测分析仪表应带有远传功能；

5物位测量应采用实时测量方式并应具备远传功能；非连续物位测量应具备传送限位报警的功能；

6加臭控制器应具备与流量计算机进行单向通信和与本地站进行双向通信的功能。

6.3.7 远程通信网络应使用稳定、可靠的组网技术方案。应采取专线通信或虚拟专用网络(VPN)等措施，专线通信宜选择光纤通信技术。

6.3.8 远程通信应采用认证、加密、访问控制等技术措施，并应实现数据的远程安全传输。

## 本规程用词说明

1 为便于在执行本指南条文时区别对待，对于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”；

1. 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”；

1. 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. 《城镇燃气工程基本术语标准》 GB/T 50680
2. 《城镇燃气规划规范》 GB/T 51098
3. 《城镇燃气设计规范》 GB 50028
4. 《输气管道工程设计规范》 GB 50251
5. 《城市工程管线综合规划规范》 GB 50289
6. 《油气输送管道穿越工程设计规范》 GB 50423
7. 《油气输送管道跨越工程设计标准》 GB/T 50459
8. 《油气管道运行规范》 GB/T 35068
9. 《燃气系统运行安全评价标准》 GB/T 50811
10. 《钢质管道内腐蚀控制规范》 GB/T 23258
11. 《钢质管道外腐蚀控制规范》 GB/T 21447
12. 《埋地钢质管道阴极保护技术规范》 GB/T 21448
13. 《埋地钢质管道腐蚀防护工程检验》 GB/T 19285
14. 《埋地钢质管道直流干扰防护技术标准》 GB 50991
15. 《埋地钢质管道交流干扰防护技术标准》 GB/T 50698
16. 《石油天然气工业 管线输送系统用钢管》 GB/T 9711
17. 《输送流体用无缝钢管》 GB/T 8163
18. 《高压化肥设备用无缝钢管》 GB 6479
19. 《高压锅炉用无缝钢管》 GB/T 5310
20. 《低压流体输送用焊接钢管》 GB/T 3091
21. 《燃气用埋地聚乙烯管道系统 第1部分:管材》 GB 15558.1
22. 《水及燃气用球墨铸铁管、管件和附件》 GB/T 13295
23. 《建筑物防雷设计规范》 GB 50057
24. 《石油天然气安全规程》 AQ 2012
25. 《城镇燃气管道穿跨越工程技术规程》 CJJ/T 250
26. 《油气管道地质灾害风险管理技术规范》 SY/T 6828
27. 《油气管道工程数字化系统设计规范》 SY/T 6967