

CGAS

团 体 标 准

城镇燃气物联网系统技术要求
第 2 部分：管道和调压设施

Technical Requirements for IoT systems of City Gas Distribution System

Part 2: Pipeline And Regulator Facilities

(征求意见稿)

完成时间：2026 年 6 月

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

目 次

前 言	1
1 范围	2
2 规范性引用文件	2
3 术语、定义和缩略语	2
3.1 术语和定义	2
3.2 缩略语	3
4 一般要求	3
5 感知对象和感知终端	3
5.1 感知对象	3
5.2 感知终端	4
6 感知终端的通用技术要求	4
7 感知控制数据要求	5
7.1 数据分类	5
7.2 数据表	5
8 通信网络及协议要求	14
8.1 通信网络架构	14
8.2 感知层网络	14
8.3 传输层网络	15
8.4 通信网络安全要求	15
8.5 通信网络可靠性要求	16
9 应用服务要求	16
9.1 管网及周边环境监测预警应用服务要求	16
9.2 管网平衡分析应用服务要求	17
9.3 预测性维护以及潜在风险预警应用服务要求	17
9.4 数据服务要求	18

前 言

为了提高城镇燃气物联网系统建设规范性,起草组总结城镇燃气行业物联网系统建设和技术应用经验,参考 GB/T 33474《物联网参考体系结构》,制定本文件。

本文件按照 GB/T 1.1《标准化工作导则 第1部分:标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。T/CGAS 036《城镇燃气物联网系统技术要求》分为以下六个部分:

- 第1部分:总体要求;
- 第2部分:管道与调压设施;
- 第3部分:燃气厂站;
- 第4部分:燃气用户(智能)终端;
- 第5部分:瓶装液化石油气;
- 第6部分:运营维护。

本部分为 T/CGAS 036 的第 2 部分。

本文件的内容包括范围,规范性引用文件,术语和定义、缩略语,一般要求,感知对象和感知终端,感知终端技术要求、感知控制数据要求、通信网络及协议和应用服务要求。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利。本标准的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国城市燃气协会提出并归口。

本文件负责起草单位:

本文件参加起草单位:

本文件主要起草人:

本文件使用过程中如发现需要修改和补充之处,请将意见和资料反馈给中国城市燃气协会标准工作委员会秘书处或负责起草单位。

本文件为首次发布。

本文件版权为中国城市燃气协会所有。除了用于国家法律或事先得到中国城市燃气协会书面许可,文件任何部分不得以任何形式和手段进行复制、发行、改编、翻译和汇编。如需申请版权许可,请联系中国城市燃气协会标准工作委员会秘书处。

联系地址:北京市西城区金融大街 27 号投资广场 B 座 6 层

邮政编码:100032

电话:010-66020179

电子邮箱:cgas@chinagas.org.cn

城镇燃气物联网系统技术要求

第2部分：管道和调压设施

1 范围

本文件规定了城镇燃气物联网系统中管道和调压设施的一般要求、感知对象和感知终端、感知终端的通用技术要求、感知控制数据要求、通信网络及协议要求以及应用服务要求。

本文件适用于城镇燃气输配系统门站、储配站、各类气源厂站等燃气厂站至引入管阀门之间的燃气管道和调压设施（不含调压站）及相关附属设施、周边重要地质环境、重点区域及管道保护人员和车辆等感知对象的物联网应用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 50028 城镇燃气设计规范

GB/T 36951 信息安全技术 物联网感知终端应用安全技术要求

GB/T 36461-2018 物联网标识体系 OID 应用指南

GB/T 38637.1-2020 物联网 感知控制设备接入 第1部分：总体要求

GB/T 3836.1-2021 爆炸性环境 第1部分：设备 通用要求

GB/T 3836.4-2021 爆炸性环境 第4部分：由本质安全型“i”保护的设备

T/CGAS 036.1 城镇燃气物联网系统技术要求 第1部分：总体架构

T/CGAS 036.1-2025 城镇燃气物联网系统技术要求 第1部分：总体架构

3 术语、定义和缩略语

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 术语和定义

3.1.1

感知终端 sensing (control) terminal

能对物或环境进行信息采集和/或执行操作，并能联网进行通信的装置。

[来源：GB/T 36951-2018, 3.1.2]

3.1.2

感知数据 sensing data

通过数据采集获取的原始数据或在此基础上进行加工处理的表征对象信息的数据统称。

[来源：GB/T 33474-2016, 3.11]

3.1.3

控制数据 control data

作用于对象的执行控制操作的数据。

[来源：GB/T 33474-2016, 3.12]

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

OID: 对象标识符 (Object Identifier)

OTA: 空中下载技术 (Over-the-Air Technology)

4 一般要求

- 4.1 城镇燃气物联网系统中的管道和调压设施应符合 T/CGAS 036.1-2025 中第 4 章的规定。
- 4.2 城镇燃气物联网系统中的管道和调压设施应具有开放性和适应性,应基于国际、国家及行业标准,支持城镇燃气企业内外部业务系统应用的数据和功能交互。
- 4.3 城镇燃气物联网系统中的管道和调压设施应具备软硬件设备集中管控能力,所采用的软硬件设备应具有可管理性,可自动报告自身状态或响应状态查询指令,可响应运行控制指令。
- 4.4 城镇燃气物联网系统中的管道和调压设施应考虑可靠性要求,通过关键硬件设备及软件采用冗余配置、集群、虚拟化、容灾备用等技术手段,消除单点故障,确保不因部分软硬件故障而影响功能的正常运行。
- 4.5 城镇燃气物联网系统中的管道和调压设施的安全通用要求和运维通用要求应符合 T/CGAS 036.1 的相关规定。

5 感知对象和感知终端

5.1 感知对象

管道和调压设施的感知对象包括管道和调压设施本身、附属设施以及引发设施运行的风险因素,具体包括以下内容,分布见图1,

- a) 管道输送介质;
- b) 管道本体;
- c) 管道阀门及阀门井;
- d) 高/次高压调压箱(柜);
- e) 中压调压箱(柜);
- f) 城镇燃气密闭空间;
- g) 周边重点地质环境;
- h) 重点区域;
- i) 周边第三方施工;
- j) 管道保护人员和车辆;

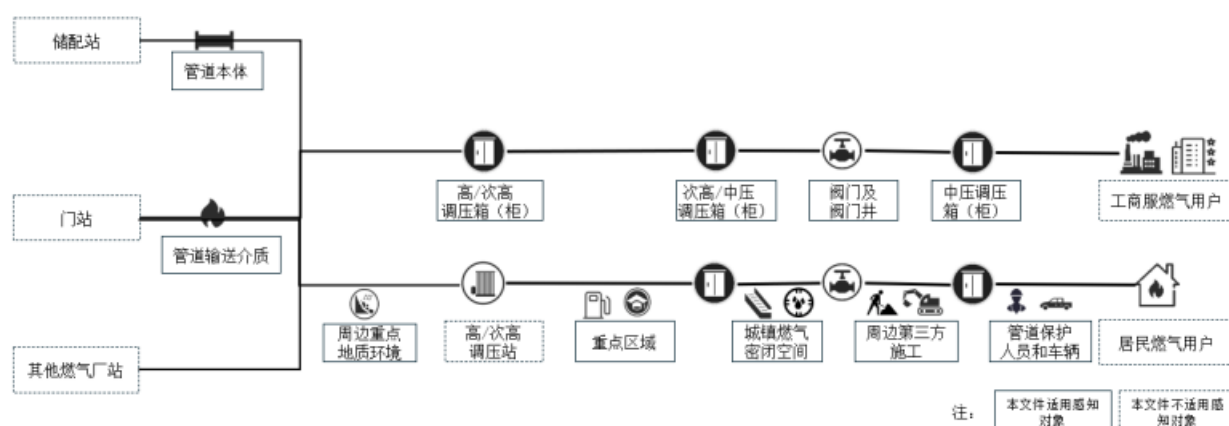


图 1 管道和调压设施感知对象适用范围

5.2 感知终端

管道和调压设施的感知对象应用的感知终端宜包括但不限于：

- a) 燃气计量监测终端
- b) 四氢噻吩监测终端
- c) 应力应变监测终端
- d) 城镇燃气密闭空间智能监测终端
- e) 阀门及阀门井智能监测终端
- f) 调压箱（柜）智能监测终端
- g) 视频监控终端
- h) 沉降智能监测终端
- i) 位置定位终端
- j) 管道智能标识

6 感知终端的通用技术要求

- 6.1 感知终端的安装不应影响管道和调压设施现场设备设施及周边环境的正常运行及日常检查维护。
- 6.2 应有唯一身份标识，编码规则宜采用 OID 标识体系，宜符合 GB/T 36461 中规定的 OID 编码基本结构相关要求。
- 6.3 应支持无线或有线通信方式。
- 6.4 接入协议应符合 GB/T 38637.1 中规定的感知终端应用层接入协议技术要求。
- 6.5 应具备管道和调压设施工艺数据、设备状态实时感知和采集、监测、控制的功能。
- 6.6 应具备监测数据异常、电池电压、通信状态、运行状态、周围环境等自诊断功能，并应将报警信息和故障信息实时上传到物联网应用平台。
- 6.7 应将采集的数据实时或定时上传到城镇燃气物联网系统，并提供数据完整性校验。
- 6.8 应具备接受和执行城镇燃气物联网系统下达指令的功能。
- 6.9 应具备本地存储采集数据、报警信息和故障信息的功能，存储时间宜大于 3 个月。

- 6.10 宜采用市电供电、太阳能或锂电池供电。采用市电供电或太阳能供电时，和城镇燃气物联网系统应采用实时通信；采用锂电池供电时，数据采集周期、通信时间可设置，采样周期宜为1min，通信周期应不大于24h，电池寿命应不小于2年。
- 6.11 因通信故障发生数据上传中断，当恢复通信，感知终端应自动重新连接网络，并上传信号中断期间的的相关信息。
- 6.12 应支持通过物联网应用平台或近端通信接口进行远程升级（OTA）、校时及参数设定操作，如固件优化升级、采样间隔及采样时间等。
- 6.13 应符合国家标准《信息安全技术物联网感知终端应用安全技术要求》GB/T 36951中规定的感知终端物理安全、接入安全、通信安全、设备安全及数据安全技术要求。
- 6.14 安装于爆炸危险区域的感知终端应符合防爆要求，防爆等级应符合GB 50028要求，防爆标准应符合GB 3836.1和GB 3836.4的规定。
- 6.15 感知终端使用年限不应低于5年（不包括电池）。

7 感知控制数据要求

7.1 数据分类

感知数据应包括但不限于管道和调压设施、采集终端的状态参数和事件报警数据，控制数据应包括对管道和调压设施、采集终端的操作和指令控制。

- 状态参数应包括但不限于管道和调压设施的温度、压力、差压、流量、设备状态、位置、音视频等数据以及感知终端通信参数、通信状态、供电电源、电池电量、故障代码等数据。
- 事件报警应包括但不限于管道和调压设施压力、温度、差压、流量、设备状态等工艺参数报警以及感知终端电池电量、通信状态等报警信息。
- 操作和指令控制应包括但不限于对管道和调压设施执行机构下达的操作和控制指令、工艺参数阈值设置以及对感知终端参数设置，如采集周期、通信周期、通信参数（IP地址、端口号、站号等）、校时时钟等。

7.2 数据表

7.2.1 管道输送介质

管道输送介质和感知终端感知数据、控制数据如下表1。

表 1 管道介质和感知终端感知数据、控制数据

序号	数据类型	数据项	特征	对象	说明
1	状态参数	温度	▲	管道输送介质	-
2		压力	▲		-
3		标况瞬时流量	▲		-
4		标况累计流量	▲		-
5		工况瞬时流量	▲		-
6		工况总累计流量	▲		-
7		标况小时累计流量	△		-
8		标况日累计流量	△		-
9		工况小时累计流量	△		-
10		工况日累计流量	△		-

序号	数据类型	数据项	特征	对象	说明
11		气体组分	△		-
12		热值	△		-
13		华白系数	△		-
14		四氢噻吩含量	△		-
15		位置信息	△	感知终端	-
16		通信周期	▲		-
17		采集周期	▲		-
18		电池电量	▲		-
19		电池电压	△		-
20		网络信号强度	▲		-
21		故障代码	△		-
22	事件报警数据	压力异常报警	▲	管道输送介质	-
23		温度异常报警	△		-
24		流量异常报警	▲		-
25		电池电量低报警	▲	感知终端	-
26		电源异常报警	▲		-
27		通信异常报警	△		-
28	操作和指令控制	温度报警阈值	△	管道输送介质	-
29		压力报警阈值	▲		-
30		流量报警阈值	△		-
31		采集周期设置	▲	感知终端	-
32		数据通信周期设置	▲		-
33		数据补传周期	△		-
34		通信参数设置	▲		-
35		固件升级	▲		-
36	同步时钟	▲	-		

注：▲为必选；△为可选

7.2.2 管道本体

管道本体和感知终端感知数据、控制数据如下表2。

表 2 输配管道本体和感知终端感知数据、控制数据

序号	数据类型	数据项	特征	对象	说明
1	状态参数	管体应变	△	管道本体	-
2		管体温度	△		-
3		管道通电电位	▲		-
4		管道断电电位	▲		-
5		阳极开路电位	△		-
		阳极输出电流	△		-
6		管道自然电位	△		-
7		管道交流电压	▲		-
8		管道直流电流	△		-
9	管道交流电流	△	-		

序号	数据类型	数据项	特征	对象	说明
10		气体浓度数据	△	感知终端	-
11		管网振动参数	△		-
12		位置信息	△		-
13		通信周期	▲		-
14		采集周期	▲		-
15		电池电量	▲		-
16		电池电压	△		-
17		网络信号强度	▲		-
18		故障代码	△		-
19		事件报警数据	通电电位异常报警		△
20	断电电位异常报警		△	-	
21	交流电流异常报警		△	-	
22	直流电流异常报警		△	-	
23	震动报警		△	-	
24	泄漏报警		△	-	
25	应力超限报警		△	-	
26	电源异常报警		▲	-	
27	电池电量低报警		▲	-	
28	通信异常报警		△	-	
29	操作和指令控制	通电电位阈值	△	管道本体	-
30		断电电位阈值	△		-
31		交流电流阈值	△		-
32		直流电流阈值	△		-
33		采集周期设置	▲	感知终端	-
34		数据通信周期设置	▲		-
35		数据补传周期	△		-
36		通信参数设置	▲		-
37		固件升级	▲		-
38		同步时钟	▲		-

注：▲为必选；△为可选

7.2.3 管道阀门及阀门井

管道阀门及其附属阀门井和感知终端感知数据、控制数据如下表3。

表 3 管道阀门及其附属阀门井和感知终端感知数据、控制数据

序号	分类	数据项	特征	对象	说明
1	状态参数	阀门状态	△	管道阀门及阀门井	包括开到位、关到位
2		井内可燃气体浓度	▲		-
3		井内可燃气体报警状态	▲		-
4		井盖侵入状态	▲		-
5		井内积水液位状态	△		-

序号	分类	数据项	特征	对象	说明
6		井内温度	△	感知终端	-
7		位置信息	△		-
8		通信周期	▲		-
9		采集周期	▲		-
10		电池电量	▲		-
11		电池电压	△		-
12		网络信号强度	▲		-
13		故障代码	△		-
14	事件报警数据	可燃气体异常报警	▲	管道阀门及阀门井	-
15		井盖异常报警	△		-
16		积水异常报警	▲		-
17		温度异常报警	△		-
18		阀门故障报警	△	-	
19		电源异常报警	▲	感应终端	-
20		电池电量低报警	▲		-
21		通信异常报警	△		-
22	操作和指令控制	可燃气体浓度报警阈值	▲	管道阀门及阀门井	-
23		采集周期设置	▲	感知终端	-
24		数据通信周期设置	▲		-
25		数据补传周期	△		-
26		通信参数设置	▲		-
27		固件升级	▲		-
28		同步时钟	▲		-

注：▲为必选；△为可选

7.2.4 高压/次高压调压箱（柜）

高压/次高压调压箱（柜）和感知终端感知数据、控制数据如下表4。

表 4 高压/次高压调压箱（柜）和感知终端感知数据、控制数据

序号	分类	数据项	特征	对象	说明
1	状态参数	进口压力	▲	高压/次高压调压箱（柜）	-
2		出口压力	▲		-
3		燃气温度	△		-
4		过滤器差压	▲		-
5		标况瞬时流量	△		-
6		标况总累计流量	△		-
7		标况小时累计流量	△		-
8		标况日累计流量	△		-
9		工况小时累计流量	△		-
10		工况日累计流量	△		-

序号	分类	数据项	特征	对象	说明		
11	事件报警数据	调压器开度	△	感知终端	-		
12		进出口阀门阀位	△		开到位、关到位		
13		紧急切断阀状态	▲		-		
14		安全放散阀阀位	△		-		
15		可燃气体浓度监测	▲		-		
16		阴保状态监测	△		保护电位、工作电压、工作电流		
17		箱（柜体）体门禁状态	△		-		
18		防第三方入侵	△		-		
19		视频监控	△		-		
20		沉降状态	△		-		
21		地震监测	△		-		
22		供电电源状态	▲		-		
23		通信网络状态	▲		-		
24		事件报警数据	压力异常报警		▲	高压/次高压调压箱（柜）	-
25			流量异常报警		△		-
26			可燃气体泄漏报警		▲		-
27	过滤器差压报警		▲	-			
28	进出口阀故障报警		△	-			
29	紧急切断阀切断报警		▲	-			
30	门禁报警		△	-			
31	沉降报警		△	-			
32	视频智能识别报警		△	-			
33	第三方入侵报警		△	-			
34	地震报警		△	-			
35	电源异常报警		▲	-			
36	通信网络异常报警		▲	-			
37	操作和控制指令		压力报警阈值设置	▲	高压/次高压调压箱（柜）		-
38		温度报警阈值设置	△	-			
39		过滤器差压报警阈值设置	△	-			
40		进出口阀门开关控制指令	△	-			
41		进出口阀门ESD控制指令	△	-			
42		通信参数设置	▲	感知终端	-		
43		时钟同步	▲		-		

注：▲为必选；△为可选

7.2.5 中压燃气调压箱（柜）

中压调压箱（柜）和感知终端感知数据、控制数据如下表5。

表 5 中压调压箱（柜）和感知终端感知数据、控制数据

序号	分类	数据项	特征	对象	说明	
1	状态参数	进口压力	▲	中压调压箱 (柜)	-	
2		出口压力	▲		-	
3		燃气温度	△		-	
4		过滤器差压	▲		-	
5		标况瞬时流量	△		-	
6		标况总累计流量	△		-	
7		标况小时累计流量	△		-	
8		标况日累计流量	△		-	
9		工况小时累计流量	△		-	
10		工况日累计流量	△		-	
11		调压器开度	△		-	
12		紧急切断阀状态			-	
13		安全放散阀阀位	△		-	
14		可燃气体浓度状态	▲		-	
15		沉降状态	△		-	
16		箱体门禁状态	△		-	
17		视频监控	△		-	
12		感知终端	位置信息		△	-
13	通信周期		▲	-		
14	采集周期		▲	-		
15	电池电量		▲	-		
16	电池电压		△	-		
17	网络信号强度		▲	-		
18	故障代码		△	-		
22	事件报警数据		压力异常报警	▲	中压调压箱 (柜)	-
		温度异常报警	△	-		
23		差压异常报警	▲	-		
24		可燃气体泄漏报警	▲	-		
25		门禁异常报警	△	-		
		紧急切断阀切断报警	▲	-		
26		沉降报警	△	-		
26		视频智能识别报警	△	-		
28		电源异常报警	▲	感应终端		-
29		电池电量低报警	▲			-
30	通信异常报警	△	-			
31	操作和指令控制	压力报警阈值设置	▲	中压调压箱 (柜)	-	
32		温度报警阈值设置	△		-	
33		差压报警阈值设置	△		-	
34		可燃气体浓度报警阈值设置	△		-	
35		采集周期设置	▲		感知终端	-

序号	分类	数据项	特征	对象	说明
36		数据通信周期设置	▲		-
37		数据补传周期	△		-
38		通信参数设置	▲		-
39		固件升级	▲		-
40		同步时钟	▲		-

注：▲为必选；△为可选

7.2.6 城镇燃气密闭空间

与管道相邻如雨水井、通信井、污水沟等城镇燃气密闭空间和感知终端感知数据、控制数据如下表6。

表 6 城镇燃气密闭空间和感知终端感知数据、控制数据

序号	分类	数据项	特征	对象	说明
1	状态参数	可燃气体浓度	▲	城镇燃气密闭空间	-
2		位置信息	△	感知终端	-
3		通信周期	▲		-
4		采集周期	▲		-
5		电池电量	▲		-
6		电池电压	△		-
7		网络信号强度	▲		-
8		故障代码	△		-
9	事件报警数据	可燃气体浓度异常报警	▲	城镇燃气密闭空间	-
10		电源异常报警	▲	感应终端	-
11		电池电量低报警	▲		-
12		通信异常报警	△		-
13	操作和指令控制	可燃气体浓度报警阈值	▲	城镇燃气密闭空间	-
14		采集周期设置	▲	感知终端	-
15		数据通信周期设置	▲		-
16		数据补传周期	△		-
17		通信参数设置	▲		-
18		固件升级	▲		-
19	同步时钟	▲	-		

注：▲为必选；△为可选

7.2.7 周边重点地质环境

输配管道周边易发生灾害的区域地质环境和感知终端感知数据、控制数据如下表7。

表 7 管道周边重点地质环境和感知终端感知数据、控制数据

序号	分类	数据项	特征	对象	说明
----	----	-----	----	----	----

序号	分类	数据项	特征	对象	说明	
1	状态参数	地表位移	▲	重点地质环境	-	
2		高程监测	△		-	
3		倾角测量	△		-	
4		振动频率	△		-	
5		振幅	△		-	
6		变形体表面裂缝	△		-	
7		雨量	△		-	
8		土壤含水率	△		-	
9		泥位	△		-	
10		水位	△		-	
11		泥石流声音信号	△		-	
12		位置信息	△	感知终端	-	
13		通信周期	▲		-	
14		采集周期	▲		-	
15		电池电量	▲		-	
16		电池电压	△		-	
17		网络信号强度	▲		-	
18		故障代码	△		-	
19	事件报警数据	地表位移报警	▲	重点地质环境	-	
20		倾角报警	△		-	
21		振动报警	△		-	
22		裂缝报警	△		-	
23		雨量报警	△		-	
24		土壤含水率报警	△		-	
25		泥位报警	△		-	
26		水位报警	△		-	
27		泥石流声音报警	△		-	
28		电源异常报警	▲	感应终端	-	
29		电池电量低报警	▲		-	
30		通信异常报警	△		-	
31		操作和指令控制	地表位置阈值设置	▲	重点地质环境	-
32			倾角报警阈值设置	△		-
33	振动报警阈值设置		△	-		
34	裂缝报警阈值设置		△	-		
35	雨量报警阈值		△	-		
36	土壤含水量报警阈值设置		△	-		
37	泥位报警阈值设置		△	-		
38	水位报警阈值设置		△	-		
39	泥石流声音报警阈值设置		△	-		
40	采集周期设置		▲	感知终端	-	
41	数据通信周期设置		▲		-	
42	数据补传周期		△		-	

序号	分类	数据项	特征	对象	说明
43		通信参数设置	▲		-
44		固件升级	▲		-
45		同步时钟	▲		-

注：▲为必选；△为可选

7.2.8 重点区域

燃气设施周边重点区域和感知终端感知数据、控制数据如下表8。

表 8 燃气设施周边重点区域和感知终端感知数据、控制数据

序号	分类	数据项	特征	对象	说明
1	状态参数	视频监控	▲	感知终端	-
2		在线状态	▲		-
3		终端标识	▲		-
4		电源监测	▲		-
5		网络信号	▲		-
6	事件报警数据	视频智能识别报警	▲	感知终端	-
7		电源异常报警	△		-
8	操作和指令控制	视频云台控制	▲	感知终端	-
9		感知终端时钟同步	▲		-

注：▲为必选；△为可选

7.2.9 周边第三方施工

燃气设施周边第三方施工和感知终端感知数据、控制数据如下表9

表 9 燃气设施周边重点区域和感知终端感知数据、控制数据

序号	分类	数据项	特征	对象	说明
1	状态参数	视频监控	▲	感知终端	-
2		在线状态	▲		-
3		终端标识	▲		-
4		电源监测	▲		-
5		网络信号	▲		-
6		环境温湿度	△		
7		设备运行温度	△		
8	事件报警数据	视频智能识别报警	▲	感知终端	-
9		电源异常报警	△		-
10		振动 / 冲击监测报警	△		
11	操作和指令控制	视频云台控制	▲	感知终端	-
12		语音喊话	△		
13		感知终端时钟同步	▲		-
14		终端参数远程配置	△		
15		终端远程重启 / 复位	△		
16		终端远程升级	△		

注：▲为必选；△为可选

7.2.10 管道保护人员和车辆

管道保护巡检人员和车辆和感知终端感知数据、控制数据如下表11。

表 10 管道保护人员和车辆和感知终端感知数据、控制数据

序号	分类	数据项	特征	对象	说明
1	状态参数	经度	▲	车辆	-
2		纬度	▲		-
3		高程	△		-
4		方向	▲		-
5		速度	▲		-
6		在线状态	▲	感知终端	-
7		终端标识	▲		-
8		电源监测	▲		-
9		网络信号	▲		-
10	事件报警	速度异常报警	△	车辆	-
11		电源异常报警	▲	感知终端	-
12	指令控制	通信周期调整	▲	感知终端	-
13		时钟同步	▲	感知终端	-

注：▲为必选；△为可选

8 通信网络及协议要求

8.1 通信网络架构

8.1.1 总体架构要求

城镇燃气物联网系统中的管道和调压设施通信网络架构应符合T/CGAS 036.1-2025《城镇燃气物联网系统技术要求 第1部分：总体架构》中通信网络架构的相关规定。

8.1.2 网络层次划分

根据T/CGAS 036.1-2025《城镇燃气物联网系统技术要求 第1部分：总体架构》中第6章通信网络的划分，管道及调压设施通过接入网络与物联网应用平台实现数据通信。进一步细分为感知层网络、传输层网络：

- a) 感知层网络：用于感知终端与采集设备之间的数据通信；
- b) 传输层网络：用于感知终端、采集设备与物联网应用平台之间的数据传输。

8.2 感知层网络

8.2.1 有线通信方式

管道和调压设施感知终端宜采用以下有线通信方式：

- a) RS-485 总线通信：适用于短距离、多节点的数据采集场景；
- b) M-Bus 总线通信：适用于计量仪表的数据采集；
- c) 以太网通信：适用于感知终端与物联网应用平台的直接连接，支持 TCP/IP 协议栈。

8.2.2 无线通信方式

管道和调压设施感知终端宜采用以下无线通信方式：

- a) LoRa 通信：适用于远距离、低功耗的数据采集场景；
- b) NB-IoT 通信：适用于需要广域覆盖、深度穿透的场景，支持 UDP 或 TCP 协议；
- c) 4G/5G 移动通信：适用于视频监控等高带宽需求场景，支持 VPN 或 TLS 安全传输；
- d) WiFi 通信：适用于固定场所的高带宽数据传输；
- e) 蓝牙通信：适用于近场调试和参数配置场景；
- f) ZigBee 通信：适用于短距离、低功耗的传感器网络。

8.2.3 混合通信方式

感知终端宜支持多种通信方式的混合组网，并具备通信链路自动切换和故障转移功能。

8.3 传输层网络

8.3.1 网络接入方式

传输层网络接入方式应包括但不限于：

- a) 光纤专网：适用于核心节点和关键设施的通信，支持冗余环网组网；
- b) 无线专网：适用于无光纤覆盖区域的数据传输，支持加密；
- c) 公共通信网络：适用于辅助通信链路或备份通道，采用 VPN 或 TLS 加密传输。

8.3.2 数据传输协议

感知终端与物联网应用平台之间的通信宜采用以下传输协议：

- a) MQTT 协议；
- b) CoAP 协议；
- c) HTTP/HTTPS 协议；
- d) GB/T 38637.1-2020 中规定的物联网感知终端应用层接入协议。

8.3.3 数据传输要求

数据传输宜满足以下要求：

- a) 支持实时传输和定时传输两种模式；
- b) 实时传输模式下，端到端时延不大于 10s；
- c) 定时传输模式下，数据在设定的采集周期内完成上传；
- d) 支持断点续传功能，通信恢复后自动补传中断期间的数据；
- e) 提供数据完整性校验机制，校验失败的数据应重传；
- f) 支持数据压缩传输，压缩比不小于 50%。

8.4 通信网络安全要求

8.4.1 传输安全

通信网络传输安全应符合 GB/T 36951 中通信安全的相关规定，并满足以下要求：

- a) 感知终端与物联网应用平台之间的数据传输宜采用 TLS1.2 及以上版本加密；
- b) 无线通信应采用 AES-128 及以上加密算法；
- c) 关键控制指令应采用数字签名或消息认证码保护；
- d) 应支持端到端加密通信。

8.4.2 接入安全

通信网络接入安全应满足以下要求：

- a) 应支持网络隔离，感知终端不应直接暴露在公共网络中；
- b) 应部署防火墙或安全网关，对入站和出站流量进行过滤；
- c) 应支持入侵检测和异常流量告警功能。

8.4.3 设备安全

感知终端设备安全应符合GB/T 36951中设备安全的相关规定，并满足以下要求：

- a) 应支持安全启动功能，防止未经授权固件运行；
- b) 应具备防篡改机制，检测到物理篡改行为时应自动报警；
- a) 应支持安全存储，敏感数据应加密存储。

8.5 通信网络可靠性要求

8.5.1 冗余配置

通信网络关键节点宜采用冗余配置：

- a) 核心通信设备支持双机热备或集群部署；
- b) 关键通信链路具备自动切换能力；
- c) 感知终端支持多通信通道配置，主通道故障时应自动切换至备用通道。

8.5.2 故障自愈

通信网络宜具备故障自愈能力：

- a) 支持网络拓扑自动发现和路由动态调整；
- b) 支持感知终端自动重连机制，恢复通信后应自动上报状态；
- c) 具备网络拥塞控制和流量调度功能。

8.5.3 可用性指标

通信网络可用性应满足以下指标：

- a) 核心网络可用性不低于 99.99%；
- b) 感知终端在线率不低于 98%；
- c) 单次通信成功率不低于 99.5%。

9 应用服务要求

9.1 应用服务

城镇燃气物联网系统在管道和调压设施部分的应用服务应能够实现对管道和调压设施运行状态及主要威胁事件的监测和报警，包括但不限于管网及周边环境监测预警、管网平衡分析以及为企业内外部业务应用提供数据服务。

9.2 管网及周边环境监测预警应用服务要求

管网及周边环境监测预警应用服务的功能要求宜包括但不限于：

- a) 管道压力监测及预警，实时监测燃气管道的压力状态，发生异常如压力异常快速下降，压力过高、压力过低等及时进行预警；
- b) 管道温度监测及预警，实时监测燃气管道的温度变化，当管道温度超过或低于预设的安全范围时触发预警；
- c) 管道流量监测及预警，实时监测管道介质的流量信息，预设流量阈值，当管道流量超过或低于阈值时触发预警，防止了燃气泄漏、供应中断等风险的发生；

- d) 管道泄漏监测及报警，通过可燃气体浓度监测、泄漏监测与管道压力异常快速下降预警等方式实现管道泄漏监测及预警；
- e) 管道腐蚀监测及预警，定期监测管道阴极保护电位，评估管道腐蚀防护状态，发生电位异常时及时进行预警；
- f) 管体应力应变监测及预警，通过实时监测管道应力应变状态，及时发现管道本体存在的安全隐患，如应力集中、变形等，及时进行预警提示，从而采取相应的措施进行修复或加固；
- g) 管道定位偏移监测及预警，实时监测管道中心线的水平位置、埋深等三维坐标与设计/竣工基准数据的偏差，结合北斗、光纤传感、惯性测量单元或高精度定位终端，对管道因地质沉降、第三方施工扰动、外力挤压等导致的定位偏移、位移变形、沉降/隆起进行连续监测。当偏移量超过预设安全阈值时，系统自动触发预警；
- h) 调压箱（柜）运行监测及预警，实时监测调压箱（柜）的输送介质的压力、流量、温度等运行状况以及本体振动，噪声等数据，实现调压箱（柜）的运行预警监测以及健康状态评估
- i) 燃气管道密闭空间可燃气体泄漏监测及预警，通过实时监测管道周边雨水井、排污沟等燃气管道密闭空间内的可燃气体浓度，及时发现燃气泄漏，降低燃气泄漏导致的火灾、爆炸等安全事故风险。
- j) 阀门井监测及报警，实时监测阀门井内的环境状况，包括井内可燃气体浓度、积水情况、温度以及井盖状态等关键信息，减少阀门井内燃气泄漏、积水严重、井盖丢失等情况产生的安全事故。
- k) 地灾易发点监测及报警，通过对易发生滑坡、泥石流等地质灾害的区域进行实时监测，发生异常时及时进行预警和处置，降低管道运行风险。
- l) 重点区域视频监控及报警，利用视频监控装置实现对公众聚集、易燃易爆等场所的实时监控并通过视频分析技术实现对异常行为的智能识别和及时预警。
- m) 第三方施工入侵监测报警，通过光纤振动分析、视频智能分析等技术实现对大型挖掘、钻井等设备的实时监测和预警。
- n) 巡检人员及车辆定位监视，利用GPS定位实现对管道巡检人员、车辆实时位置以及巡检速度的实时监视，确保人员及车辆合理开展管道巡检，保障管道安全。

9.3 管网平衡分析应用服务要求

管网平衡分析应用服务的功能要求宜包括但不限于如下：

- a) 数据收集，包括实时数据、历史数据；
- b) 数据校验，检查数据的完整性和连续性，处理丢失或异常数据，验证数据的准确性，确保计量设备的校准状态良好；
- c) 数据平滑，对波动较大的数据进行平滑处理，消除噪音，获得平稳的趋势数据；
- d) 管网拓扑建模，建立管网拓扑图，清晰表示节点、管道和设备的位置关系，定义各节点和管道的参数，如管径、长度、材质等；
- e) 稳态模型建立，分析在稳定运行条件下的管网平衡情况；
- f) 动态模型分析，分析在负荷变化条件下的管网响应；
- g) 流量平衡分析，进出流量平衡，计算各节点的进出流量，确保进出流量的平衡。
- h) 燃气泄漏分析，通过进出流量差异，检测可能存在的泄漏点；
- i) 能量平衡分析，温度修正，根据温度数据，对流量和压力进行温度修正，确保能量平衡的准确性。
- j) 能量损失分析，分析管网中的能量损失，包括摩擦损失、热损失等。

9.4 预测性维护以及潜在风险预警应用服务要求

预测性维护以及潜在风险预警应用服务的功能要求宜包括但不限于如下：

- a) 管道健康状态评估，基于管道运行年限、材质、腐蚀速率、应力应变、介质参数等多源数据，构建管道健康度评估模型，动态划分健康等级，识别薄弱管段，为维护优先级提供依据；

- b) 腐蚀趋势预测与预警，结合阴极保护电位、土壤腐蚀性、管道壁厚检测数据，建立腐蚀速率预测模型，预测管道剩余使用寿命，对腐蚀速率异常或剩余寿命不足的管段提前预警；
- c) 第三方施工风险预测预警，通过历史施工事件、周边工程规划、地质环境数据与实时监测数据融合分析，识别高风险施工区域与潜在破坏行为，提前推送风险预警并联动现场管控措施；
- d) 管网运行工况异常预测，基于压力、流量、温度、调压器状态等运行数据，通过机器学习算法构建工况预测模型，提前识别压力波动、流量异常、调压器失效等潜在故障，实现非计划停机前的主动预警；
- e) 关键设备故障预测性维护，针对调压器、阀门、流量计、加臭装置等关键设备，采集振动、噪声、温度、运行电流等状态数据，建立设备故障预测模型，识别设备早期劣化趋势，生成预防性维护工单；
- f) 泄漏风险预测预警，结合管网进出流量平衡、压力衰减曲线、可燃气体浓度监测、光纤振动监测等数据，构建泄漏风险预测模型，识别微小泄漏隐患并预判泄漏发展趋势，降低泄漏升级为事故的风险；
- g) 地质灾害风险预警，结合管道沿线地质环境数据、沉降监测数据、气象数据，构建滑坡、泥石流、地面沉降等地质灾害风险模型，对高风险区域进行分级预警，支撑管道防护与加固决策；
- h) 管网老化风险评估与更新建议，基于管道材质、运行年限、维护记录、检测数据，建立管网老化风险评估模型，生成管道老化分级清单与更新改造优先级建议，支撑管网老化更新改造工作；
- i) 维护策略智能优化，基于管道健康评估结果、风险等级与维护成本，构建维护策略优化模型，生成预防性维护计划、检修周期与资源配置方案，提升维护效率与经济性；
- j) 潜在风险分级管控与闭环管理，建立风险识别、评估、预警、处置、复核的全流程闭环管理机制，对潜在风险进行分级管控，跟踪预警事件处置进度，形成风险处置记录与经验沉淀；
- k) 设备维护工单管理，基于预测性维护模型生成的预警信息，自动触发维护工单，支持工单派发、执行、验收与归档全流程管理，实现维护工作的可追溯与可审计；
- l) 维护知识库与决策支持，构建包含管道故障模式、维护案例、标准规范的知识库，结合实时监测数据与预测模型，为维护决策提供技术支持与建议，提升维护工作的科学性与规范性。

9.5 数据服务要求

9.5.1 数据服务

城镇燃气物联网系统应提供数据服务给企业内部业务系统应用进行调用，包括但不限于企业内部生产运营管理相关业务应用及企业外部用户或政府相关系统应用。

9.5.2 企业内部业务系统应用

城镇燃气物联网系统宜提供数据服务给内部业务应用，包括但不限于如下：

- a) 供气业务应用，如管道和调压设施管理、管道保护、管网周边环境管理、管道爆管分析、管网瓶颈分析、堵塞分析、老化分析及负荷预测分析等业务应用功能。
- b) 用户用气业务应用，如多渠道客户服务、用户用气监测预警、用气行为分析、用户画像等业务应用功能。
- c) 应急管理业务应用，如抢维修管理、应急演练、重大危险源监测、应急资源调度、应急指挥等业务应用功能。
- d) 运营管理业务应用，如运行调度、能耗管理、管道管理、安全作业管控、生产运营综合监视等业务应用功能。

9.5.3 企业外部业务系统应用

城镇燃气物联网系统应提供数据服务给企业外部应用系统进行调用,包括但不限于政府安全风险监管系统和工商用户能源管理系统。

- a) 政府安全监管系统,如燃气管网安全风险监测、燃气应急事件管理、重大危险源监测、燃气用气服务等系统功能。
- b) 用户能源管理系统,如用气实时监测、安全用气预警、用气统计报表、产品用气单耗分析、用气分析预测、用气优化等系统功能。