

# 团 体 标 准

T/B10T XXXX—XXXX

## 矿山用物联网网关设备技术要求

Technical requirements for internet of things gateway devices in mining

征求意见稿

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。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

北京物联网智能技术应用协会 发布



# 目 次

前 言 .....	II
引 言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 缩略语 .....	1
5 技术要求 .....	2
5.1 一般要求 .....	2
5.2 环境适应性 .....	2
5.3 电磁兼容性 .....	2
5.4 功能要求 .....	2
5.5 性能要求 .....	3
5.6 安全要求 .....	3
6 试验方法 .....	4
6.1 环境适应性 .....	4
6.2 电磁兼容性 .....	4
6.3 功能试验 .....	4
6.4 性能试验 .....	4
6.5 安全试验 .....	4
7 检验规则 .....	5
7.1 出厂检验 .....	5
7.2 型式检验 .....	5
附 录 A（资料性） 矿山用物联网网关设备实施案例 .....	7
参 考 文 献 .....	9

## 前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由北京物联网智能技术应用协会提出并归口。

本文件起草单位：XXX。

本文件主要起草人：XXX。

本文件为首次发布。



## 引 言

随着矿山行业智能化建设的深入推进，物联网技术在矿山安全生产、设备监控、环境监测等领域的应用日益广泛。矿山用物联网网关设备作为连接现场感知层与上层管理系统的关键节点，其技术性能直接影响整个矿山物联网系统的可靠性和稳定性。当前矿山智能化建设正处于快速发展阶段，亟需建立统一的技术规范来指导物联网网关设备的设计、生产和应用。

在缺乏统一技术标准的情况下，市场上各类矿山用物联网网关设备存在接口协议不统一、通信性能参差不齐、安全防护能力不足等问题，导致设备互联互通困难、系统集成成本高、安全隐患突出。这些问题严重制约了矿山智能化建设的进程，也影响了物联网技术在矿山领域的规模化应用。为此，本文件在参考 GB/T 12173、GB/T 34679 和 GB/T 38669 等标准的基础上，结合矿山实际应用应求，制定了矿山用物联网网关设备的技术要求。

本文件主要规定了矿山用物联网网关设备的环境适应性、电磁兼容性、功能要求、性能指标和安全要求等方面的技术要求，涵盖了设备从设计、生产到应用的全生命周期技术规范。通过明确设备的技术参数和性能指标，为设备制造商提供统一的技术依据，同时为矿山企业选型和使用提供参考。

本文件主要适用于矿山企业、设备制造商、系统集成商以及相关检测机构。矿山企业可根据本文件要求进行设备选型和验收；设备制造商可依据本文件进行产品设计和生产；系统集成商可参照本文件进行系统设计和集成；检测机构可依据本文件开展相关检测工作。

本文件的实施将有效规范矿山用物联网网关设备市场，提高设备互联互通性，降低系统集成成本，提升矿山物联网系统的可靠性和安全性。同时，本文件还将为矿山智能化建设提供技术支撑，推动矿山行业向数字化、网络化、智能化方向发展，最终实现矿山安全生产和高效运营的目标。



# 矿山用物联网网关设备技术要求

## 1 范围

本文件规定了矿山用物联网网关设备的技术要求、试验方法和检验规则的要求。  
本文件适用于矿山环境中使用的物联网网关设备的设计、生产、检验和使用。

## 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而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 3836.16 爆炸性环境 第16部分：电气装置检查与维护规范  
GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）  
GB/T 12173 矿用一般型电气设备  
GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验  
GB/T 34679 智慧矿山信息系统通用技术规范  
GB/T 38669 物联网 矿山产线智能监控系统总体技术要求

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### 物联网网关 IoT gateway

具有数据存储能力、计算能力和协议转换能力等，能将一个或多个邻近网络以及网络中的物联网设备相互连接，并连接到一个或多个接入网络进行通信的物联网系统的一类实体。

注：实体可以是独立设备或软件。

[来源：GB/T 33745—2025，3.1.12]

### 3.2

#### 协议转换 protocol conversion

协议的剥离和重建。在所属某一安全域的隔离产品一端，把基于网络的公共协议中的应用数据剥离出来，封装为系统专用协议传递至所属其他安全域的隔离产品另一端，再将专用协议剥离，并封装成需要的格式。

[来源：GB/T 20279—2015，3.3]

### 3.3

#### 数据采集 data acquisition

从数据源中得到原始数据，通过标准化处理并转化为满足数据共享与利用需求的过程。

[来源：GB/T 36625.3—2021，3.2]

### 3.4

#### 数据传输 data transmission

通过通信设施，从一个点到另一个或多个点的数据电子化传送。

注：本条引自 ISO/IEC 2382—9:1995。

[来源：GB/T 17532—2005，11.11]

## 4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

CAN: 控制器局域网 (Controller Area Network)  
CPU: 中央处理器 (Central Processing Unit)  
HTTP: 超文本传输协议 (Hypertext Transfer Protocol)  
IP: 互联网协议 (Internet Protocol)  
MQTT: 消息队列遥测传输 (Message Queuing Telemetry Transport)  
OPC: 开放平台通信 (Open Platform Communications)  
RTU: 远程终端单元 (Remote Terminal Unit)  
TCP: 传输控制协议 (Transmission Control Protocol)

## 5 技术要求

### 5.1 一般要求

矿山用物联网网关应符合 GB/T 12173 的一般要求和 GB/T 38669 的物联网网关要求, 具备在矿山环境下稳定运行的能力。

### 5.2 环境适应性

矿山用物联网网关设备环境适应性应符合下列要求:

- a) 工作温度: 应能在 $-20^{\circ}\text{C}\sim+60^{\circ}\text{C}$ 的环境温度下正常工作;
- b) 存储温度:  $-40^{\circ}\text{C}\sim+70^{\circ}\text{C}$ ;
- c) 相对湿度:  $\leq 95\%$  ( $25^{\circ}\text{C}$ 时无凝露);
- d) 振动: 在频率为  $10\text{ Hz}\sim 150\text{ Hz}$ 、加速度为  $10\text{ m/s}^2$  的振动情况下设备应无机械损伤、零部件松动或脱落现象, 且能正常启动并完成各项预设功能;
- e) 冲击: 在峰值加速度为  $100\text{ m/s}^2$ 、脉冲持续时间为  $11\text{ ms}$  的半正弦波冲击情况下设备的电气性能和机械结构应保持完好, 通信功能、数据采集与处理能力不受影响;
- f) 防护等级: 室内型应 $\geq\text{IP54}$ , 室外型/井下型应 $\geq\text{IP65}$ 。

### 5.3 电磁兼容性

电磁兼容性要求应符合下列要求:

- a) 静电放电抗扰度: 应达到接触放电 $\pm 6\text{ kV}$ 、空气放电 $\pm 8\text{ kV}$ ;
- b) 射频电磁场辐射抗扰度: 在  $80\text{ MHz}\sim 1000\text{ MHz}$  频率范围内应达到  $10\text{ V/m}$ ;
- c) 电快速瞬变脉冲群抗扰度: 在电源端口应达到 $\pm 2\text{ kV}$ , 信号端口应达到 $\pm 1\text{ kV}$ ;
- d) 浪涌抗扰度: 在电源端口应达到 $\pm 2\text{ kV}$  (线对地)、 $\pm 1\text{ kV}$  (线对线), 信号端口应达到 $\pm 1\text{ kV}$ 。
- e) 辐射骚扰限值应符合 GB/T 17626.30 的要求。

### 5.4 功能要求

#### 5.4.1 数据采集

数据采集功能应符合下列要求:

- a) 支持模拟量、数字量、开关量等多种信号类型采集;
- b) 模拟量采集精度:  $\geq 0.5$  级;
- c) 采样周期: 可配置, 最小采样周期 $\leq 1\text{ s}$ ;
- d) 数字量采集: 支持 RS-485、CAN 等接口, 通信速率可配置;
- e) 采集通道:  $\geq 16$  路模拟量输入,  $\geq 32$  路数字量输入,  $\geq 16$  路开关量输入;
- f) 时间戳功能: 时间同步精度 $\leq 1\text{ s}$ ;
- g) 数据缓存: 网络中断情况下缓存时间 $\geq 24\text{ h}$ 。

#### 5.4.2 数据传输

数据传输功能应符合下列要求:

- a) 支持有线以太网、工业以太网、4G/5G、Wi-Fi 等多种通信方式;
- b) 有线通信接口应至少包括 2 个  $10/100/1000\text{ M}$  自适应以太网接口;

- c) 无线通信应支持至少 2 种制式；
- d) 数据传输应支持 MQTT、HTTP、TCP/IP 等协议；
- e) 数据传输间隔可配置，最小传输间隔不大于 5 s；
- f) 设备应支持断点续传功能，在网络恢复后能自动补传缓存数据。
- g) 数据传输加密应符合 GB/T 38669 的安全要求。

### 5.4.3 协议转换

协议转换功能应符合下列要求：

- a) 支持 Modbus RTU/TCP、OPC UA、CANopen 等主流工业协议与物联网协议之间的转换；
- b) 协议转换延迟 $\leq 200$  ms；
- c) 支持 $\geq 10$ 种协议的自定义配置；
- d) 设备应支持协议模板功能，可快速配置新协议；
- e) 协议转换应保证数据完整性，转换错误率 $\leq 0.01\%$ ；
- f) 设备应支持协议转换日志记录功能，日志保存时间 $\geq 30$  d。

## 5.5 性能要求

### 5.5.1 通信

通信性能应符合下列要求：

- a) 有线通信速率应 $\geq 100$  Mbps，无线通信速率应 $\geq 10$  Mbps；
- b) 端到端传输延迟 $\leq 500$  ms，通信中断恢复时间 $\leq 30$  s；
- c) 通信可靠性要求设备在恶劣环境下通信成功率 $\geq 99.9\%$ ，支持通信链路自动切换功能；
- d) 设备应支持通信质量监测功能，实时显示通信信号强度和通信质量指标。

### 5.5.2 数据处理

数据处理性能应符合下列要求：

- a) 设备 CPU 利用率在满负荷情况下应 $\leq 70\%$ ，内存利用率 $\leq 80\%$ ；
- b) 数据处理延迟 $\leq 100$  ms，支持每秒至少处理 1000 条数据记录；
- c) 设备应支持数据过滤、数据压缩和数据加密等处理功能。数据压缩率 $\geq 50\%$ ，加密处理应符合 GB/T 38669 的算法要求；
- d) 设备应具备数据处理日志功能，记录数据处理过程和异常情况。

## 5.6 安全要求

### 5.6.1 数据安全

数据安全应符合下列要求：

- a) 传输加密：宜支持 MQTT、HTTP，加密算法强度应不低于 AES-128；
- b) 存储加密：应采用硬件加密模块，支持 SM4 国密算法；
- c) 访问控制：应支持基于角色的权限管理（管理员、操作员、查看员三级）；
- d) 操作日志审计：应记录所有关键操作，日志保存时间 $\geq 180$  天；
- e) 防篡改：关键配置参数修改应授权认证。
- f) 设备应具备完善的数据备份和恢复机制，关键配置数据和运行日志应定期备份。
- g) 设备应具备防病毒和防恶意攻击能力，能够识别和阻断常见的网络攻击行为。

### 5.6.2 设备安全

设备安全应符合下列要求：

- a) 物理安全：设备外壳应具备防腐蚀、防冲击性能，外壳表面应无尖锐棱角，边缘进行圆角处理，避免对操作人员造成机械伤害；对于涉及爆炸性环境的井下设备，应符合 GB 3836.16 的相关规定；
- b) 固件安全：支持安全启动和数字签名验证；固件升级包必须经过数字签名验证，升级失败时自动回滚。

- c) 运行安全：应具备看门狗功能，异常自动重启；支持资源监控；故障自诊断；
- d) 防拆保护：应配备防拆开关，外壳被非法打开时触发报警并锁定系统；
- e) 环境监测：应内置温湿度传感器，实时监测设备内部环境参数，监测范围覆盖设备工作环境极限；
- f) 故障诊断：应实时监测 CPU、内存、存储等关键部件状态，故障时自动报警；
- g) 电源冗余：应支持双电源输入或内置备用电池，切换时间 $\leq 10$  ms；

## 6 试验方法

### 6.1 环境适应性

环境适应性试验应按照 GB/T 12173 的规定进行。试验项目包括：

- a) 高温试验：应在设备正常工作状态下进行，试验温度为 55℃，持续时间为 16 h。试验后设备应能正常工作，无性能下降现象；
- b) 低温试验：温度为 -20℃，持续时间为 16 h；
- c) 湿热试验：温度 40℃、相对湿度 95%，持续时间为 48 h。
- d) 振动试验：模拟矿山设备运输和使用过程中的振动环境，频率范围为 10 Hz~150 Hz，加速度为 5 m/s<sup>2</sup>，每个轴向振动时间为 2 h；
- e) 冲击试验：采用半正弦波冲击脉冲，峰值加速度为 30 g，脉冲宽度为 11 ms，每个方向冲击 3 次。
- f) 防护等级试验：应按照 GB/T 4208 的试验方法执行。

### 6.2 电磁兼容性

电磁兼容性试验应按照 GB/T 17626.2 的规定执行，实验项目包括：静电放电抗扰度试验、射频电磁场辐射抗扰度试验、电快速瞬变脉冲群抗扰度试验、浪涌抗扰度试验。

### 6.3 功能试验

#### 6.3.1 功能试验项目包括：

- a) 数据采集功能试验：应验证设备能够正确采集各类传感器数据，采集精度应符合设计要求；
- b) 数据传输功能试验：验证设备能够通过有线或无线方式将采集的数据传输至上级系统，传输成功率应达到 99.9%以上；
- c) 协议转换功能试验：验证设备能够实现不同通信协议之间的转换，转换准确率应达到 100%。

#### 6.3.2 功能试验应在模拟实际工作环境下进行，试验持续时间 $\geq 24$ h。

### 6.4 性能试验

#### 6.4.1 通信性能

通信性能试验包括：

- a) 通信距离试验应在矿山典型环境下进行，测试设备在不同距离下的通信质量。
- b) 通信速率试验应进行负载测试，测量设备在不同负载条件下的数据传输速率。
- c) 通信稳定性试验持续时间 $\geq 72$  h，记录通信中断次数和恢复时间。

#### 6.4.2 数据处理性能

数据处理性能试验包括：

- a) 数据处理能力试验应进行模拟数据测试，通过模拟不同数据量来测试设备的处理能力；
- b) 数据存储能力试验应进行断电测试，验证设备在断电情况下的数据保存能力。

### 6.5 安全试验

#### 6.5.1 数据安全

数据安全试验包括：

- a) 传输加密试验：应验证设备采用 AES-128 或更高强度的加密算法进行数据传输加密；

- b) 数据完整性保护试验：应通过校验数据传输前后的哈希值或校验和，验证数据在传输和存储过程中未被篡改，篡改检测准确率应达到 100%；
- c) 操作日志审计功能试验：应模拟不同角色的操作行为，检查日志记录的完整性、准确性和不可篡改性，日志内容应包含操作人、操作时间、操作内容及操作结果；
- d) 数据备份与恢复试验：应验证设备在手动或自动触发备份后，能在指定时间内完成关键数据的备份，且恢复过程中数据无丢失、无损坏，恢复时间应 $\leq 30$  min。
- e) 防病毒和防恶意攻击试验应通过模拟常见的网络攻击手段，测试设备的防御能力。

## 6.5.2 设备安全

设备安全试验应按照GB/T 3836.16和GB/T 12173的相关规定进行，包括：

- a) 物理安全试验：应对防爆外壳进行耐压测试和冲击测试，外壳在规定压力和冲击下无变形、无裂纹；
- b) 防护等级测试：应按照 GB/T 4208 的试验方法执行，通过粉尘试验和防水试验；
- c) 固件安全试验：应验证设备在启动时能对固件进行数字签名验证，对未经签名的固件拒绝加载；
- d) 固件升级试验：应模拟升级失败场景，确认设备能自动回滚至原版本并正常启动；
- e) 运行安全试验：应人为制造程序异常，观察设备是否能在规定时间内自动重启；应通过模拟高负载运行进行资源监控测试，检查设备对 CPU、内存等资源的监控准确性及告警机制；
- f) 防拆保护试验：应触发防拆开关，验证系统是否立即发出报警信号并执行锁定操作，锁定后非授权操作无法解除；
- g) 环境监测试验：应在高低温、湿度变化及振动环境下，检查内置传感器的监测数据是否准确反映环境参数，且在超出极限值时能及时报警；
- h) 故障诊断试验：应模拟 CPU 过载、内存故障、存储异常等场景，测试设备能否准确诊断故障类型并发出报警信息；
- i) 电源冗余试验：应切断主电源，测量备用电源切换时间是否满足 $\leq 10$  ms 的要求，确保切换过程中设备数据不丢失、功能不受影响。

## 7 检验规则

### 7.1 出厂检验

7.1.1 出厂检验项目包括但不限于以下内容：

- a) 外观检查主要确认设备外壳无损伤、标识清晰完整、接口无松动；
- b) 基本功能测试应验证数据采集、传输和协议转换功能的正常运作；
- c) 通信性能测试应确保设备在标称工作条件下的通信距离和稳定性；
- d) 安全功能验证则应检查设备的数据加密和访问控制机制是否符合要求。

7.1.2 出厂检验采用全检方式，即每台设备均应通过所有检验项目。

7.1.3 检验过程中如发现不合格项，应进行返工或返修后重新检验。

7.1.4 只有所有检验项目均合格的设备方可出厂，并随附出厂检验合格证明文件。

7.1.5 检验记录应至少保存三年，以备后续质量追溯。

### 7.2 型式检验

7.2.1 型式检验适用于：

- a) 新产品定型；
- b) 设计、材料、工艺重大变更；
- c) 停产 1 年以上恢复生产；
- d) 质量监管部门要求。

7.2.2 型式检验应由具备相应资质的第三方检测机构实施，检验项目应涵盖本文件第 5 章规定的全部技术要求。

7.2.3 型式检验抽样时应从同一批次产品中随机抽取 3 台样品。如有一台样品不合格，则应加倍抽样进行复检；复检后仍不合格，则判定该批次产品不合格。

7.2.4 型式检验周期通常不超过 30 个工作日。检验合格后，检测机构应出具型式检验报告，其有效期一般为三年。

7.2.5 在有效期内，如产品设计、材料或工艺发生重大变更，应重新进行型式检验。

7.2.6 制造商应保存完整的型式检验记录，作为产品质量保证的重要依据。矿山用物联网网关设备实施案例见附录 A。



## 附录 A (资料性) 矿山用物联网网关设备实施案例

### A.1 案例背景

本案例以某大型煤矿的物联网改造项目为背景，展示了矿山用物联网网关设备在实际生产环境中的应用情况。该煤矿年产量约 500 万吨，原有生产监控系统存在数据孤岛、协议不统一等问题，亟应通过物联网技术实现设备互联互通。

项目实施遵循 GB/T 34679 和 GB/T 38669 的技术要求，部署了 12 台矿用物联网网关设备，构建了覆盖井下主要生产区域的物联网感知层。网关设备采用本文件规定的技术参数和功能要求，实现了对采煤机、输送机、通风设备等关键生产设备的统一接入和管理。

### A.2 设备部署方案

根据矿井巷道布局和生产设备分布特点，网关设备采用分级部署方案。主网关部署在井上调度中心，负责与矿井自动化系统对接；二级网关部署在井下变电所和主要巷道交叉点，形成环状冗余网络；三级网关直接安装在采掘工作面，实现末端设备接入。

网关设备之间的通信采用工业以太网和 CAN 总线混合组网方式，确保在复杂矿井环境下的通信可靠性。设备安装位置选择在通风良好、便于维护的硐室或壁龛内，安装高度距底板 1.5m，避免受到机械碰撞和水淹风险。

网关设备部署参数见表 A.1。

表 A.1 网关设备部署参数

部署位置	设备型号	接入设备数量	通信距离(m)	工作温度(℃)
主网关	GW-1000	8	≤1000	0~40
二级网关	GW-800	15	≤500	-10~50
三级网关	GW-500	6	≤200	-20~60

### A.3 功能实现效果

网关设备成功实现了多协议转换功能，将 Modbus、PROFIBUS 等 7 种工业协议统一转换为 MQTT 协议上传至矿井云平台。数据采集频率根据设备重要性分级设置，关键设备数据采集间隔为 1 s，一般设备为 10 s，既保证了数据实时性又降低了网络负载。

在数据传输可靠性方面，网关设备内置双网卡冗余和断点续传功能，在网络中断情况下可本地存储 72 h 数据。项目实施后，设备数据采集完整率从原来的 82% 提升至 99.7%，系统响应时间缩短至 500 ms 以内，显著提高了生产调度效率。

### A.4 安全防护措施

项目严格遵循本文件的安全要求，网关设备采用硬件加密模块实现数据传输加密，支持 SM4 国密算法。访问控制采用三级权限管理，操作日志保存周期不少于 6 个月。设备固件支持远程安全升级，升级包应经过数字签名验证。

在防爆安全方面，井下部署的网关设备均通过矿用产品安全认证，隔爆外壳防护等级达到 IP65。设备内置温度传感器和过流保护电路，当检测到异常情况时可自动切断电源并发出警报，有效预防电气火灾风险。

### A.5 运维管理经验

项目实施过程中总结出以下运维管理经验：网关设备应每月进行一次通信测试和固件状态检查；在潮湿季节应加强设备防潮措施；建议建立备件库存，关键部件备品备件保有量不低于在用设备的 20%。

设备维护遵循预防性维护原则，根据矿井环境特点制定了差异化的维护周期。井下设备每 3 个月进行一次全面检修，井上设备每 6 个月检修一次。维护内容包括清洁散热孔、检查接线端子、测试备用电源等，维护记录应保存至设备报废后 2 年。

典型故障处理记录见表 A.2。

表 A.2 典型故障处理记录

故障现象	可能原因	处理方法	处理时间(min)
通信中断	光纤接头松动	重新固定接头	15
数据异常	传感器供电不足	检查电源线路	30
设备重启	散热不良	清理散热孔	20
协议解析失败	固件版本不匹配	升级固件	45

### 参 考 文 献

- [1] GB/T 17532—2005 术语工作 计算机应用 词汇
- [2] GB/T 20279—2015 信息安全技术 网络和终端隔离产品安全技术要求
- [3] GB/T 33745—2025 物联网 术语
- [4] GB/T 36625.3—2021 智慧城市 数据融合 第3部分：数据采集规范

