

团 体 标 准

T/GDIOT 005-2022

城域物联网云平台软件参考架构

Software Reference Framework of Cloud Platform for Metropolitan
Area Internet of Things

2022-10-19 发布

2022-10-19 实施

广东省物联网协会 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语与定义	1
4 缩略语	3
5 城域物联网总体参考架构	3
5.1 总体参考架构	3
5.2 感知层	4
5.3 网络层	4
5.4 平台层	5
5.5 应用层	5
5.6 模块接口	5
6 云平台软件功能参考架构	6
6.1 云平台设计原则	6
6.2 云平台软件功能参考架构	6
6.3 云平台软件功能要求	7
6.4 云平台扩容软件参考方案	10
附录 A	11
参 考 文 献	12

前 言

本文件依据 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。

本文件由广东省物联网协会归口。

本文件由广州技象科技有限公司提出。

本标准起草单位：广州技象科技有限公司、华南理工大学、广州物联网研究院、中山大学、广东省物联网协会、技象科技（浙江）有限公司、众源科技（广东）股份有限公司、广州芯德通信科技股份有限公司、深圳云里物里科技股份有限公司、深圳市奥闻科技有限公司、广州红贝电子科技有限公司、广州谷腾智能科技研究院有限公司、广州杰赛科技股份有限公司、广州斯沃德科技有限公司、广州城市规划技术服务部有限公司、广州云智易物联网有限公司、广州机智云物联网科技有限公司。

本标准主要起草人：温文坤、郑凜、曾明、江明、夏明华、吴顺妹、骆观庆、戴柏基、李健文、郭梅花、谭可欣、肖绍球、伍沛然、周旭、吴双力、刘元东、程孟保、季鹏、马凤鸣、吴志斌、唐瑞波、刘韧、刘宇、赖涛、刘军林、梁辉、梁居发、李锦华、詹宏强、赖益民、闵铁锐、王必锋、赖利民、陈辅耿、何锋、盛宏伟、赵仁淞、晏杰锋、龙渊、陈锐涛、张创宇、刘德海、王琳、何晓明、陈恩、邢雁。

城域物联网云平台软件参考架构

1 范围

本文件提供了城域物联网云平台的设计原则与软件参考架构。

本文件适用于基于城域物联网云平台的设计、研发、建设和运营过程，不适用于非物联网服务平台。

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。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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/T 33745 - 2017 物联网 术语

GB/T 33474 - 2016 物联网 参考体系结构

GB/T 7665 - 2005 传感器通用术语

T/CA 030 - 2021 科技服务云平台技术规范

3 术语与定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 城域 metropolitan area

一个城市范围内。

3.2 物联网 internet of things; IoT

通过感知设备，按照约定协议，连接物、人、系统和信息资源，实现对物理和虚拟世界的信息进行处理并作出反应的智能服务系统。

[来源：GB/T 33745 - 2017, 2.1.1]

3.3 云平台 cloud platform

能够按需提供具有应用程序部署、管理和运行能力的云计算操作环境。

[来源：T/CA 030 - 2021, 3.1.2]

3.4 物联网应用 IoT application

物联网在具体场景中的使用实例，向用户提供物联网服务的集合。

[来源：GB/T 33745 - 2017, 2.1.6]

3.5 物联网网关 IoT gateway

支撑感知控制系统与物联网云平台互联，并实现感知控制域本地管理的实体。

[来源：GB/T 33474 - 2016，表2，有修改]

3.6 API 网关 API gateway

物联网用户或应用访问物联网平台的开放统一接口。

3.7 感知控制系统 sensing control system

通过不同的感知和执行功能单元实现对关联对象的信息采集和控制操作，可实现本地协同信息处理和融合的系统。

[来源：GB/T 33474 - 2016，表2]

3.8 传感器 sensor

能感受被测量并按照一定的规律转换成可用输出信号的器件或装置，通常有敏感元件和转换元件组成。

[来源：GB/T 7665 - 2005，3.3.1]

3.9 对象 object

与物联网应用有关的，用户感兴趣的物理实体。

[来源：GB/T 33745 - 2017，2.1.4]

3.10 组织 organization

对物联网服务有需求的实体，是一个集体或团队。

3.11 用户 user

对物联网服务有需求的实体，是组织成员。

[来源：GB/T 33745 - 2017，2.1.7，有修改]

3.12 感知 sensing

通过感知设备获得对象的信息的过程。

[来源：GB/T 33745 - 2017，2.1.8]

3.13 感知设备 sensing device

能够获取对象信息的设备，并提供接入网络的能力。

[来源：GB/T 33745 - 2017，2.1.9]

3.14 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]

3.15 北向应用 northbound application

处于物联网云平台通信北向的物联网应用。

3.16 南向设备 southbound device

处于物联网云平台通信南向的物联网网关与物联网终端。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

API: 应用编程接口 (Application Programming Interface)

GIS: 地理信息系统 (Geographic Information System)

HTTP: 超文本传输协议 (Hyper Text Transfer Protocol)

HTTPS: 超文本传输安全协议 (Hyper Text Transfer Protocol over Secure Socket Layer)

JSON: JavaScript对象简谱 (JavaScript Object Notation)

MQTT: 消息队列遥测传输 (Message Queuing Telemetry Transport)

RDD: 弹性分布式数据集 (Resilient Distributed Datasets)

URL: 统一资源定位系统 (Uniform Resource Locator)

XML: 可扩展标记语言 (Extensible Markup Language)

5 城域物联网总体参考架构

5.1 总体参考架构

城域物联网感知平台总体分层架构可参考图 1。

城域物联网感知平台总体架构可划分为感知层、网络层、平台层与应用层。感知层通过感知控制系统的传感器对目标对象感知与采集数据，并通过网络层的传输网络把感知数据传输给平台层，平台层对感知数据进行数据解析并转发给应用层，以实现各种物联网应用业务服务。平台层还可以完成设备联动功能，以实现关联对象进行控制的功能。

城域物联网云平台需具备大容量用户管理与设备管理的服务能力，支持各种城域物联网应用。物联网应用模块可应用于各种城市服务与管理应用，如市政井盖监管、停车场管理、市政围栏监管、水电煤自动抄表系统、地质灾害防控和城市加油站检测管理等应用，提升城市管理水平。

城域物联网云平台可提供行业解决方案，通过感知控制系统对目标对象感知与采集数据，并通过传输网络把感知数据传输给城域物联网云平台，城域物联网平台层对感知数据进行数据解析并转发给应用层，以实现各种物联网应用业务服务。比如，通过可视化平台对数据进行展示，或通过监控平台对设备进行监控，或对关联终端进行控制等。城域物联网行业解决方案的相关示例见附录A。

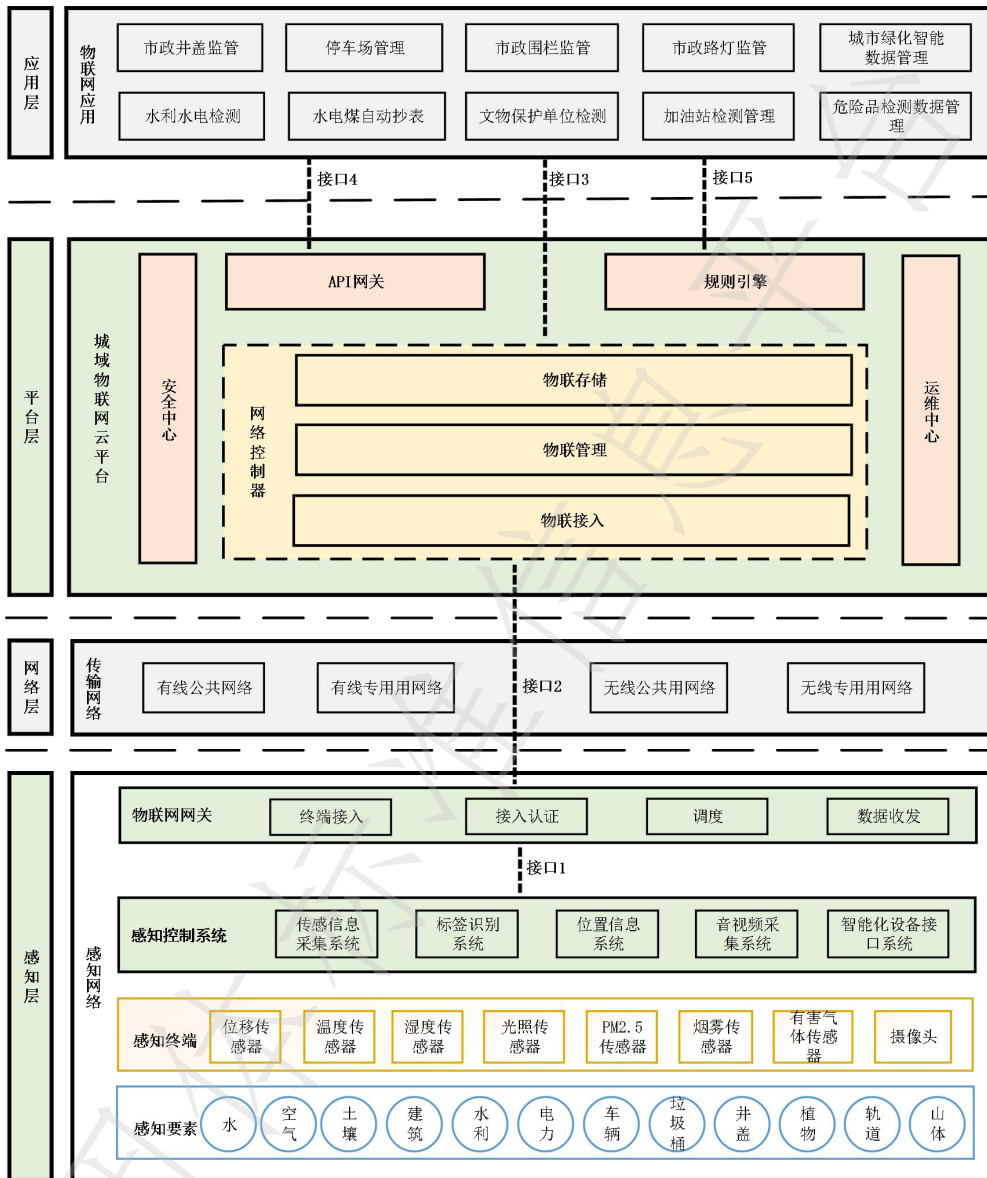


图 1 城域物联感知平台总体参考架构

5.2 感知层

通过感知层的感知控制系统中的传感器对关联的目标对象进行状态感知与数据采集，并通过感知控制系统中的通信单元把感知数据发送给物联网网关，物联网网关把感知数据传输给网络层。

——目标对象：可分为感知对象与控制对象。

- 感知对象是物联网用户期望获取信息的对象。
- 控制对象是物联网用户期望执行操控的对象。

——感知控制系统：宜包含各种传感系统，如传感信息采集系统、标签识别系统、位置信息系统、音视频采集系统、智能化设备接口系统等。

——物联网网关：支撑感知控制系统与物联网云平台互联，可提供终端接入、接入认证、终端调度、数据转发等功能。

5.3 网络层

网络层是感知层与平台层之间的数据传输媒介。可通过有线公共网络、有线专用网络、无线公共网络或无线专用网络等传输网络把感知数据传输给平台层，如光纤、4G/5G、WLAN、市政专用网络、电力专用网络等传输网络。

5.4 平台层

平台层可实现物联网设备接入与管理、数据解析与转发、用户接入和业务基础支撑服务等功能。

——应支持接入、管理与存储等基本功能。

- 接入、管理与存储是物联网云平台实现物联网通信设备组网和响应业务的最小功能单元集合，是物联网云平台的核心功能模块，可称为网络控制器。
- 网络控制器作为物联网云平台的最小功能单元，可直接南向对接物联网网关和北向对接物联网应用。

——应支持安全中心功能，保障账户与数据信息安全。

——宜支持监控运维功能，对通信设备的通信与网络状态进行监控与运维。

——宜支持规则引擎功能，即对感知数据进行数据过滤、解析与转发至应用层，并实现设备联动功能，对关联对象进行控制。

——宜向应用层开放 API 网关功能，应用层可通过 API 网关调用云平台的开放功能模块实现相应的功能。

5.5 应用层

可实现各种物联网应用业务服务，可通过API网关调用云平台的开放功能模块实现相应的功能。

城域物联网应用包括但不限于：

- 市政井盖监管；
- 市政围栏监管；
- 市政路灯监管；
- 停车场管理；
- 城市水、电、煤等自动抄表系统；
- 城市树木监控；
- 城市绿化智能数据管理；
- 危险品检测数据管理；
- 加油站检测管理；
- 文物保护单位检测；
- 城市地质灾害防控；
- 城市火灾防控；
- 城市水灾防控；
- 城市水质监控。

5.6 模块接口

城域物联感知平台总体参考架构中的主要模块之间的接口描述如表 1 所示。

表1 城域物联感知平台总体参考架构接口描述

接口	实体 1	实体 2	接口描述
接口 1	物联网网关	感知控制系统	本接口是物联网网关与感知控制系统之间的数据交互接口。感知控制系统将感知数据发送至物联网网关，物联网网关向感知控制系统发送控制数据，物联网网关与感知控制系统也可以相互传送设备状态和网络状态等管理数据。
接口 2	物联网网关	网络控制器	本接口是物联网网关与网络控制器的数据交互接口。物联网网关将设备的感知数据发送给网络控制器，网络控制器向物联网网关发送控制数据。
接口 3	网络控制器	物联网应用	本接口是网络控制器与物联网应用的数据交互接口。网络控制器把物联网设备感知数据与网络状态信息发送至物联网应用，物联网应用把用户信息、业务数据、设备管理与控制数据发送至网络控制器。
接口 4	API 网关	物联网应用	本接口是物联网应用与 API 网关的数据交互接口。物联网应用把业务服务数据请求信息发送给 API 网关。
接口 5	规则引擎	物联网应用	本接口是规则引擎与物联网应用的数据交互接口。规则引擎把解析好的业务数据发送给物联网应用。

6 云平台软件功能参考架构

6.1 云平台设计原则

城域物联网云平台的系统设计应满足以下原则：

- 高可用性：支持多中心部署，具备应急、容灾能力，单点故障不影响全局使用；
- 高可靠性：通过加密与认证技术，保证系统与数据安全，保证事务一致性；
- 可扩展性：云平台所需要的计算、存储、网络等基础资源，能根据业务应用工作负荷的需求进行伸缩，具备水平扩展能力，支持分布式存储与分布式集群；
- 可管理性：可对设备进行负载监控、性能监控、调用路径监控、故障预警、故障定位等；
- 开放便捷：通过云服务方式，快速提供资源服务，提高业务部署和管理效率，同时降低整体的管理及安全性建设成本。

6.2 云平台软件功能参考架构

物联网云平台的软件功能架构可参考图 2 所示。

物联网云平台的软件功能宜包含接入、管理、存储、安全中心等基本功能模块，以及监控运维中心、规则引擎、API 网关等扩展功能模块。

- 接入：宜提供物联网感知设备接入、区域物联网平台接入和其他平台接入等接入能力，支持实时与离线消息数据采集功能。
- 管理：宜包含终端设备管理、网关管理、组织用户管理、告警/日志、能耗管理等功能。
- 存储：宜支持以结构化数据存储、半结构化数据存储与非结构化数据存储等不同存储格式将数据存储于数据库里。
- 安全中心：宜同时确保南向设备对接与北向应用的鉴权认证、网络安全、业务安全与数据安全。
- 监控运维中心：宜支持对通信设备的通信与网络状态进行监控与运维。
- 规则引擎：宜实现将业务决策从应用程序代码中分离出来，并使用预定义的语义模块编写业务决策。接受数据输入，解释业务规则，并根据业务规则做出业务决策。

——API 网关：宜支持物联网用户或应用通过 API 网关统一访问城域物联网云平台的功能。

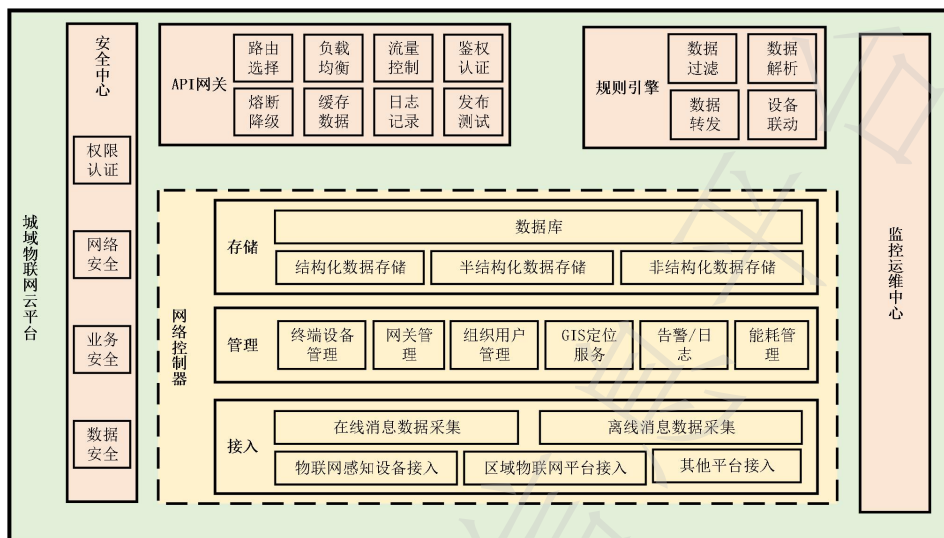


图 2 云平台软件功能参考架构

6.3 云平台软件功能要求

6.3.1 接入

城域物联网云平台的接入功能宜包含物联网感知设备接入、区级物联网平台接入、其他平台接入、在线消息数据采集与离线消息数据采集等功能。

——物联网感知设备接入：支持物联网终端、物联网网关等物联网感知设备接入物联网云平台，含物联网协议解析、接入设备鉴权和无线通讯逻辑资源分配等功能。

——区域物联网平台接入：支持区域物联网平台接入城域物联网云平台。

——其他平台接入：支持其他非物联网平台接入城域物联网云平台，如日志、信令、市政热线等管理平台。

——在线消息数据采集：支持通过传感器对在线设备进行实时数据采集，并通过物联网网关把感知数据上报给城域物联网物联网云平台。

——离线消息数据采集：支持当终端设备离线时，通过其他方式对离线设备进行数据采集。

6.3.2 管理

6.3.2.1 终端设备管理

终端设备管理模块宜支持以下功能：

——终端设备数据管理：实现物联网终端设备数据管理和显示功能，如对物联网终端设备的添加、删除、修改和查询等；

——终端设备控制：提供物联网终端去附着、重新入网等控制功能；

——终端设备状态维护：提供物联网终端运行状态转换的维护功能；

——终端设备配置管理：提供物联网终端设备参数配置模板管理，供添加终端设备时选择所需的参数配置模板。

6.3.2.2 网关管理

网关管理模块宜支持以下功能：

- 网关数据管理：实现物联网网关设备数据的管理和显示功能，如对物联网网关设备的添加、删除、修改和查询等；
- 网关控制：提供物联网网关重启、恢复出厂设置、物联网网关本地日志上传指示等控制功能；
- 网关分组：提供物联网网关设备分组数据的管理功能，即可将物联网网关进行分组管理，同一个分组的物联网网关属下的物联网终端可根据实际信号强弱，自动连接到分组内信号较强的物联网网关；
- 网关状态维护：提供物联网网关运行状态转换的维护功能；
- 网关配置管理：提供物联网网关设备参数配置模板管理，供添加物联网网关时选择所需的参数配置模板。

6.3.2.3 组织用户管理

宜提供系统管理组织与用户的增加、删除、修改与查询功能，并提供用户设备查询、业务信息配置、用户访问设备合法性校验、服务合法性校验等功能服务。

6.3.2.4 GIS 定位服务

宜提供对物联网终端设备和物联网网关的位置分布数据进行采集、存储、管理、运行、分析、显示和描述的GIS定位服务。

6.3.2.5 告警/日志

告警/日志模块宜支持以下功能：

- 告警管理：提供收取物联网网关、物联网终端上报告警信息功能，提供根据告警严重性变更物联网网关、物联网终端设备状态的功能；
- 日志管理：记录物联网网关系统操作、物联网终端行为等审计日志。

6.3.2.6 能耗管理

宜根据物联网应用类型、业务类型与客户需求，给物联网终端设备配置不同能耗等级的终端能耗类型，在满足数据交互响应时间的前提下降低物联网终端设备能耗。还可以根据业务类型的时段分布特性，调整物联网网关的休眠节电机制，以达到进一步降低能耗的目的。

6.3.3 存储

物联网数据库宜支持结构化数据存储、半结构化数据存储与非结构化数据存储等不同存储格式。

- 结构化数据：在一个记录文件里面以固定格式存在的数据。可使用关系型数据库表示和存储，表现为二维形式的数据。包括 RDD、表格数据等。
- 半结构化数据：不符合关系型数据库或其他数据表的形式关联起来的数据模型结构，但包含相关标记，用来分隔语义元素以及对记录和字段进行分层，也称为自描述结构。属于同一类的半结构化数据的实体可具有不同的属性，属性可按任意顺序进行组合。包括日志文件、XML 文档、JSON 文档、邮件等。
- 非结构化数据：无固定结构的数据。包括办公文档、文本、图片、视频、音频等。

6.3.4 监控运维中心

宜提供对物联网终端设备、物联网网关的数据与运行状态进行监控、运行与维护的功能。主要是对设备和系统的通信与网络状态进行监控，给物联网云平台内部运维提供依据；也可以把通信与网络状态数据发送给物联网应用，给物联网应用的业务监控与运维提供依据。

6.3.5 安全中心

安全中心需同时确保南向设备对接与北向应用的鉴权认证、网络安全、业务安全与数据安全。

- 鉴权认证：应提供南向接入设备合法性检验、北向应用用户的身份与权限认证等。
- 网络安全：应保证网络传输安全，划分安全域并进行隔离，建立完善的网络安全机制，对传输的重要数据进行加密，具备入侵检测功能等。
- 业务安全：应具备访问权限的识别和控制功能，保证只有授权人员或系统可以访问某些功能并获取业务数据，非法访问或系统安全性受到破坏时应发出告警。
- 数据安全：应保证数据存储安全与传输安全。
 - 存储安全：保证存储数据的稳定性、数据的持久可用性与访问安全性。
 - 传输安全：保证数据传输的私密性与完整性，支持对传输数据进行加密，支持数据完整性校验。

6.3.6 规则引擎

6.3.6.1 数据过滤

预设业务规则，把符合规则的终端感知数据过滤出来，提供给数据解析模块进行数据解析。

6.3.6.2 数据解析

规格引擎的数据解析模块的主要功能是把终端感知数据解析为通用推送数据结构，提供给数据转发模块转发给北向物联网应用。

通用推送数据结构宜采用JSON结构体格式，包含必填属性与扩展属性。宜根据不同的业务类型、应用终端类型或通知类型定义不同的结构体格式，必填属性为共同属性，扩展属性为差异化属性。

6.3.6.3 数据转发

数据转发模块宜支持通过HTTP/HTTPS/MQTT推送消息。

- HTTP/HTTPS消息推送：将符合订阅条件的设备信息以HTTP方式推送至北向物联网应用。
- MQTT消息推送：提供基于主题和消息缓存的可靠消息推送服务。北向物联网应用主动向主题获取数据。

HTTP/HTTPS/MQTT消息推送协议的特点、适用场景与支持消息类型如表2所示。

表2 消息推送协议描述

接入协议	支持消息类型	特点	适用场景
HTTP/HTTPS	设备网络状态变化通知、 设备数据变化通知、 设备事件变化通知、 设备指令响应通知	需要北向应用提供公网 URL 接口；协议通用，接入简单，兼容性适配性更好，开发难度低。	适用于消息量较小、对少量消息丢失不敏感的应用。
MQTT	设备网络状态变化通知、 设备数据变化通知、 设备事件变化通知、 设备指令响应通知	北向物联网应用仅需能够访问互联网，提供数据缓存；实时性和可靠性更强，不会因为网络等因素使数据丢失；使用消息队列，具有削峰去谷的作用，可承载消息量更大，性能更好，效率更高。	适用于消息量大、可靠性要求高的应用。

6.3.6.4 设备联动

规则引擎宜支持设备联动功能，即通过条件触发，基于预设的规则，引发多设备的协同反应。

设备管理者通常只需要知道设备是否达到某些特定状态，规则引擎功能可以通过设置规则，实现当设备上报的数据满足某个条件时，物联网平台触发指定动作，通知设备管理者。

例如，当物联网终端设备上报的电池电量小于20%时，物联网平台会上报告警并发送邮件或短信通知给指定的手机号码，用户就能及时了解设备的供电情况，以便及时更换电池。

6.3.7 API 网关

城域物联网云平台宜具备API网关功能，物联网应用或用户可通过API网关统一访问城域物联网云平台。API网关作为应用层访问平台层的统一入口，宜支持路由选择、负载均衡、流量控制、鉴权认证、熔断降级、缓存数据、日志记录、发布测试等功能。

- 路由选择：根据物联网应用的请求的 URL 地址解析，得到需要访问的服务，再通过路由表把请求路由到目标服务。
- 负载均衡：当 API 网关连接同一应用的多个副本时，请求可通过 API 网关的负载均衡算法，路由到对应的服务器。
- 流量控制：通过限流算法限制流入请求的数量，以避免请求数量超出云平台服务器的处理能力。
- 鉴权认证：通过对请求头中的令牌进行解析，确定请求者的身份和权限。
- 熔断降级：当云平台的某个服务器出现异常，不能继续提供服务时，API 网关需作出处理，把请求导入到其他服务器上，或者对服务进行降级处理，如提示服务暂不可用。
- 缓存数据：缓存一些修改频率不高的数据，如用户信息、配置信息等。
- 日志记录：记录请求和返回信息。
- 发布测试：可实现云平台软件的发布策略，如灰度发布、蓝绿发布、滚动发布等。

6.4 云平台扩容软件参考方案

城域物联网云平台需具备大容量用户与设备管理的服务功能，需具备水平扩容能力，其所需的计算、存储、网络等基础资源能根据业务应用工作负荷的需求进行伸缩，支持对关键节点扩展副本。

从软件实现角度，宜设计物联网云平台的最小基础功能单元，即网络控制器。可通过水平扩容多个网络控制器来提高物联网云平台可支持的南向接入设备数量，同时通过水平扩容API网关来提高物联网云平台可支持的北向用户接入数量，从而实现城域物联网应用系统的大规模部署。

附录 A

(资料性)

城域物联网行业解决方案

A.1 震动传感智能管理系统解决方案

在需要监测的树木、围栏、井盖等终端上安装震动侦测传感器，物联网终端把实时采集的数据传输到物联网网关，物联网网关把数据传输给物联网平台，物联网平台把感知数据转发给应用平台，应用平台对数据进行分析处理，并通过可视化平台进行展示，从而实现对树木、围栏、井盖等终端的动态监测、智能巡检、实时预警、取证回溯等，达到高效智能化管理。还可以在需要监测的树木、围栏、井盖等终端附近安装摄像头，当震动侦测传感器感知到震动数据时，打开摄像头，实时监控现场情况，实现设备联动功能。

A.2 水电表无线抄表系统解决方案

水电表无线抄表系统通过无线水电表等物联网终端产品实时采集水电数据上报至物联网平台，物联网平台把感知数据转发给水电表自动抄表应用平台，管理人员可在水电表自动抄表应用平台查找、管理与分析数据。智能水电表可实现远程、集中、实时抄读，避免人工抄读效率低、数据误差大等问题，降低人工成本；能进行后台数据分析管理，实现智能收费等管理服务。

A.3 温度在线监测系统解决方案

可通过无线红外测温传感器终端采集终端温度，实时监测并上报数据到物联网平台，物联网平台把感知数据转发给温度在线监测应用平台，管理人员可在平台进行数据监控管理，实时处理异常数据，避免温度过高引发的安全事故发生。

参 考 文 献

- [1] GB/T 40022 - 2021 基于公众电信网的物联网总体要求
 - [2] GB/T 38624.1 - 2020 物联网 网关 第1部分：面向感知设备接入的网关技术要求
 - [3] GB/T 32400 - 2015 信息技术 云计算 概览与词汇
 - [4] GB/T 32399 - 2015 信息技术 云计算 参考架构
 - [5] GB/T 32301 - 2015 信息技术 云计算 平台即服务参考架构
 - [6] GB/T 40026 - 2021 具有资源开放性的物联网能力要求
 - [7] GB/T 36620 - 2018 面向智慧城市的物联网技术应用指南
 - [8] GB/T 9813.3 计算机通用规范 第3部分 服务器
 - [9] T/CA 010 - 2020 基于物联网的智慧社区平台总体技术要求
 - [10] GB/T 40287 - 2021 电力物联网信息通信总体架构
-