



中华人民共和国国家标准

GB/T 42154—2022

配电网电能质量监测技术导则

Technical guideline for power quality monitoring in distribution network

2022-12-30 发布

2023-07-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言	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 总则	2
5.1 基本通则	2
5.2 监测方式选用	2
5.3 监测点设置	2
5.4 监测指标选用	2
6 电能质量监测数据源	3
6.1 监测数据源分类	3
6.2 监测设备	3
6.3 其他数据源	4
7 电能质量监测数据应用	4
附录 A (资料性) 典型电能质量监测系统架构	5
附录 B (资料性) 典型电能质量干扰源及监测指标	7
附录 C (资料性) MQTT 通信协议	8
参考文献	20

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。

本文件由全国电压电流等级和频率标准化技术委员会(SAC/TC 1)提出并归口。

本文件起草单位：国网河南省电力公司电力科学研究院、昆明理工大学、中机生产力促进中心有限公司、国网浙江省电力有限公司电力科学研究院、深圳市中电电力技术股份有限公司、国网湖北省电力有限公司电力科学研究院、西安博宇电气有限公司、四川大学、深圳供电局有限公司、北京交通大学、国网河北省电力有限公司电力科学研究院、国网江苏省电力有限公司电力科学研究院、国网辽宁省电力有限公司电力科学研究院、广东电网有限责任公司电力科学研究院、国网山西省电力公司电力科学研究院、国网冀北电力有限公司电力科学研究院、福州大学、广东电网有限责任公司广州供电局电力试验研究院、南京灿能电力自动化股份有限公司、国电南京自动化股份有限公司、南京易司拓电力科技股份有限公司、广西电网有限责任公司电力科学研究院、苏州电器科学研究院股份有限公司。

本文件主要起草人：李琼林、代双寅、郭成、李培、刘晶、王昕、胡畔、刘军成、汪颖、史帅彬、刘书铭、吴命利、周文、史明明、李胜辉、王玲、常潇、蔡维、张逸、周凯、姚东方、张华、罗定志、郭敏、单亮。

配电网电能质量监测技术导则

1 范围

本文件提出了电能质量监测总则、电能质量监测数据源和电能质量监测数据应用。
本文件适用于交流配电网的电能质量监测。

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/T 14598.24 量度继电器和保护装置 第 24 部分：电力系统暂态数据交换（COMTRADE）通用格式

GB/T 17626.30 电磁兼容 试验和测量技术 电能质量测量方法

GB/T 19862 电能质量监测设备通用要求

GB/T 22239 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求

DL/T 860(所有部分) 电力自动化通信网络和系统

DL/T 1297 电能质量监测系统技术规范

DL/T 1455 电力系统控制类软件安全性及其测评技术要求

DL/T 1608 电能质量数据交换格式规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电能质量监测专用设备 power quality monitoring dedicated equipment

通过对引入的电压、电流信号进行分析处理，实现对电能质量指标进行监测的专用装置。

[来源：GB/T 19862—2016,3.1]

3.2

电能质量监测主站 power quality monitoring master station

具备电能质量监测数据采集、分析、管理等功能的应用软件及其运行环境。

3.3

电能质量监测系统 power quality monitoring system

由电能质量监测数据源、通信网络以及监测主站组成的系统。

[来源：GB/T 32507—2016,3.3,有修改]

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

COMTRADE:电力系统暂态数据交换通用格式(Common Format for Transient Data Exchange)

DFACTS:柔性配电技术(Distribution Flexible Alternating Current Transmission Systems)

EIA:电子工业协会(Electronic Industry Association)

GUID:全局唯一标识符(Globally Unique Identifier)

HPLC:高速电力线载波通信(High-speed Power Line Communication)

IRIG:靶场仪器组(Inter-Range Instrumentation Group)

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

PQDIF:电能质量数据交换格式(Power Quality Data Interchange Format)

USB:通用串行总线(Universal Serial Bus)

4G:第四代移动通信技术(4th Generation Mobile Communication Technology)

5G:第五代移动通信技术(5th Generation Mobile Communication Technology)

5 总则

5.1 基本通则

5.1.1 根据监测目标和监测目的确定电能质量监测方式、监测点位置、监测指标、监测时长。

5.1.2 电能质量监测系统的功能和性能应满足 DL/T 1297 要求,并根据监测目标和目的,选择长期在线监测或专项测试方式。

5.1.3 宜采用电能质量监测专用设备或兼具电能质量监测功能的设备,测量、统计方法等应满足 GB/T 17626.30 要求。电能质量监测专用设备应满足 GB/T 19862 要求。

5.1.4 监测数据传输、存储和使用过程中宜采取必要的信息安全防护措施。

5.2 监测方式选用

5.2.1 综合考虑应用场景、监测成本等因素选用监测方式。

5.2.2 对于配电网电能质量评估、配电网电能质量异常分析等应用场景,宜建立电能质量监测系统,进行长期在线监测,典型电能质量监测系统架构见附录 A。

5.2.3 对于 10 kV 及以上电压等级的新能源场站和大容量干扰源用户电能质量评估等应用场景,宜采用长期在线监测方式。

5.2.4 对于配电网电能质量周期普查测试等应用场景,宜采用专项测试方式。

5.3 监测点设置

5.3.1 电网侧监测点设置

宜在以下位置设置电能质量监测点:

- a) 变电站的重要供电母线及出线,如计量关口点等;
- b) 为电气化铁路、电动汽车充电站、金属冶炼加工、变频调速负荷、电解负荷等非线性冲击性负荷供电的母线及出线;
- c) GB/T 29328 规定的重要电力用户供电的母线及出线;
- d) 风电场、光伏电站、分布式电源接入点的母线及出线,如 10 kV 及以上电压等级新能源场站接入点,分布式光伏总容量超过配变额定容量 25% 的配变低压母线等;
- e) 装设 DFACTS 设备、电能质量治理设备的变电站母线及出线;
- f) 曾发生电能质量超标或者用户投诉较多的变电站母线及出线;
- g) 受换流站影响的变电站母线,如直流接地极周边变电站母线等。

5.3.2 用户侧监测点设置

宜在以下位置设置电能质量监测点：

- a) 接入配电网的 10 kV 及以上电压等级新能源场站和非线性冲击性用户母线及出线；
- b) 对电能质量敏感或有特殊要求的配电网用户母线及出线；
- c) 曾发生因电能质量问题导致设备损坏等事故的用户母线及出线；
- d) 供电管理部门要求进行监测的供电点或者供电园区。

5.4 监测指标选用

5.4.1 对于配电网电能质量评估应用场景，电能质量监测指标宜包含电压偏差、频率偏差、三相电压不平衡度、谐波、间谐波、闪变、电压暂降、电压暂升、电压短时中断等。

5.4.2 对于新能源场站和用户接入配电网电能质量评估、电能质量异常分析及治理等应用场景，宜根据监测对象类型选用电能质量监测指标，典型电能质量干扰源及监测指标见附录 B。

6 电能质量监测数据源

6.1 监测数据源分类

监测数据源包括电能质量监测专用设备、智能融合终端、电能表、电压监测仪等兼具电能质量监测功能的设备以及配电网调度控制系统、配电自动化系统、用电信息采集系统等其他数据源。

6.2 监测设备

6.2.1 电能质量监测功能

6.2.1.1 监测功能应满足 GB/T 19862 和 GB/T 17626.30 要求。

6.2.1.2 对于接入大量电力电子设备的配电网监测应用场景，监测设备宜具备超高次谐波监测功能。

6.2.2 通信功能

6.2.2.1 监测设备宜具备以太网、EIA RS 232/485、4G 或 5G 通信、HPLC 等通信方式中的一种。对于 10 kV 及以下电压等级公用配电网、新能源场站和用户电能质量监测，监测设备宜具备无线通信功能。

6.2.2.2 监测设备宜采用 MQTT 通信协议或者 DL/T 860(所有部分)规定的通信协议，MQTT 通信协议见附录 C。

6.2.2.3 监测设备宜配置 1 个 USB 接口，以便在不具备通讯条件或紧急情况下通过移动介质拷贝等方式传输数据。

6.2.3 信息安全功能

6.2.3.1 监测设备宜具有访问控制、数据保护和审计等信息安全防护功能，防止无授权访问设备内部数据、控制并利用设备接入系统网络乃至广域数据网中的其他系统。

6.2.3.2 用于公用配电网的监测设备宜配置信息安全加密芯片。

6.2.4 对时功能

6.2.4.1 监测设备应具有网络对时和卫星对时功能。监测专用设备与变电站内授时源应采用 IRIG-B 码方式对时。

6.2.4.2 监测专用设备的时钟精度应满足 GB/T 19862 的要求。

6.3 其他数据源

6.3.1 PQDIF 文件应满足 DL/T 1608 要求。

6.3.2 COMTRADE 文件应满足 GB/T 14598.24 要求。

6.3.3 配电网调度控制系统、配电自动化系统、用电信息采集系统等数据源应提供数据传输接口服务,并采取数据加密、数据专用传输通道、内外网隔离、防火墙等必要的信息安全措施,满足 GB/T 22239 和 DL/T 1455 等信息安全标准的要求。

7 电能质量监测数据应用

7.1 宜结合监测目标开展配电网谐波溯源分析、电压暂降原因分析、电能质量经济性评估、电容器谐振风险评估等监测数据应用。

7.2 宜针对谐波电压超标问题开展谐波溯源分析,基于监测数据分析谐波电流和谐波电压的相关性,综合考虑电网拓扑结构、主要干扰源运行状态、相关性等确定主要谐波源,实现谐波超标原因分析。

7.3 宜根据暂态波形数据分析电压暂降幅值、持续时间、相位跳变等特征信息,基于特征信息对电压暂降事件进行分类,开展电压暂降源识别及定位分析,明确电压暂降原因(如短路、电机启动、雷击等)。

7.4 宜基于监测数据开展电能质量经济性评估,结合分析模型计算谐波、三相不平衡等电能质量问题导致的附加损耗,评估劣质电能质量可能对配电网或用户带来的经济损失,提出节能降损措施。

7.5 宜在经常发生电容器损毁事件的电容器支路开展电能质量在线监测,通过监测电容器支路谐波电流和谐波电压放大情况,评估电容器是否存在谐振运行风险。

附录 A

(资料性)

典型电能质量监测系统架构

A.1 监测系统架构

电能质量监测系统由电能质量监测数据源、监测主站和通信网络组成,监测系统架构见图 A.1。

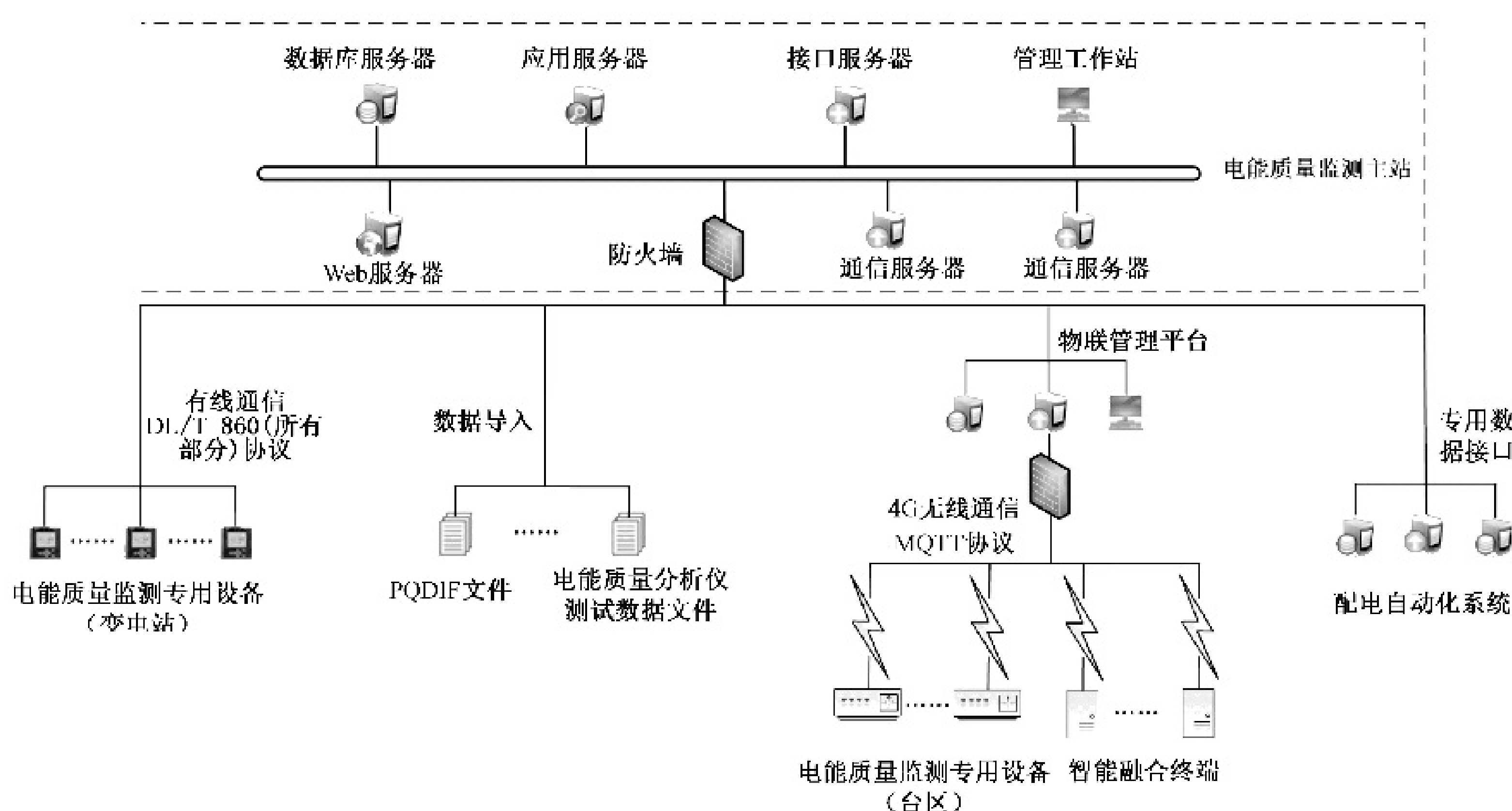


图 A.1 典型电能质量监测系统架构

A.2 监测数据源及接入方式

电能质量监测系统的数据源包括:电能质量监测专用设备、智能融合终端、配电自动化系统和数据文件等,接入方式如下:

- a) 变电站电能质量监测专用设备:用于变电站电能质量监测数据采集分析,采用有线通信方式接入电能质量监测主站,支持 DL/T 860(所有部分)所规定的通信协议。
- b) 配电台区电能质量监测专用设备:用于配电台区或者用户电能质量监测数据采集分析,采用 4G 无线通信方式接入物联网管理平台,支持 MQTT 通信协议。
- c) 智能融合终端:用于配电台区电能质量监测数据采集分析,采用 4G 无线通信方式接入物联网管理平台,支持 MQTT 通信协议。
- d) 配电自动化系统:采用专用数据传输接口实现配电自动化系统与监测主站的信息交互。
- e) 数据文件:包括 PQDIF 数据文件、便携式电能质量分析仪测试数据文件,采用数据导入方式接入电能质量监测主站。

A.3 监测主站

A.3.1 电能质量监测主站由主站应用软件及其运行环境组成,运行环境包括独立配置的数据库服务

器、应用服务器、web 服务器、通信服务器、管理工作站以及通信所需的网络设备等。

A.3.2 电能质量监测主站采用模块化管理以增强系统的可扩展性,便于数据集成和应用。监测主站包含以下模块:

- a) 数据采集模块,负责与电能质量监测数据源的通信和数据采集;
- b) 数据存储模块,负责完成监测数据存储;
- c) 数据统计分析模块,负责完成监测数据的统计、分析;
- d) 数据查询与展示模块,负责提供数据统计、分析结果的查询和展示;
- e) 管理功能模块,提供其他必要的管理功能,如台账管理、权限管理、数据质量管理等;
- f) 高级应用模块,提供电能质量综合评估、谐波溯源分析、电压暂降原因分析等应用。

附录 B

(资料性)

典型电能质量干扰源及监测指标

典型电能质量干扰源及监测指标见表 B.1。

表 B.1 典型电能质量干扰源及监测指标

干扰源类型	主要干扰源设备	电能质量指标
电气化铁路	电力机车	谐波、电压波动和闪变、负序、电压偏差
城市轨道交通	有轨及无轨电车	谐波、电压波动和闪变
电动汽车充电站	电动汽车充电设施	谐波
电加热负荷	交流电弧炉	谐波(间谐波)、电压波动和闪变、负序
	直流电弧炉、精炼炉	谐波(间谐波)、电压波动和闪变
	电热炉	谐波、电压波动和闪变、负序
	中频炉	谐波、电压波动和闪变
	单(多)晶硅(锗)生产设备	谐波
轧机	交、直流轧机	谐波(间谐波)、电压波动和闪变
电解负荷	电解设备	谐波、电压波动和闪变
电焊负荷	电焊机	谐波、电压波动和闪变
起重负荷	电铲、升降机、门吊等	谐波、电压波动和闪变
风电场	风力发电机组、变流器	闪变、谐波(间谐波)、电压偏差
光伏电站	变流器	谐波、闪变
变频调速负荷	变频电机、水泵	谐波、电压波动和闪变
其他	变频空调、大型电梯、节能照明设备	谐波
	UPS、开关电源、逆变电源	谐波

附 录 C
(资料性)
MQTT 通信协议

C.1 帧结构

MQTT 报文帧结构由固定头部(Fixed Header)和载荷(Payload)组成,见表 C.1。

表 C.1 帧结构示意图

MQTT 报文	固定头部(FixedHeader)	载荷(Payload)
---------	-------------------	-------------

帧结构固定头部长度为 9 字节。载荷字段长度可变,根据具体帧类型变化。数据传输采用小端格式,先发送低字节,再发送高字节。

C.2 固定头部(FixedHeader)

C.2.1 格式帧

固定头部帧格式和字段约定见表 C.2。固定帧起始标识和数据帧起始标识固定为 0x68,两者之间是协议信息和有效载荷长度。

表 C.2 固定头部帧格式和字段约定

名称	字节数	含义
固定帧起始标志	1	0x68
协议信息(PROTO)	1	见 C.2.2.1
载荷长度	2	第二个 0x68 后的数据长度,单位为字节(byte)
数据帧起始标志	1	0x68
功能码(FUN)	1	见 C.2.2.3
附加信息(AUX)	1	见 C.2.2.4
信息序号(SEQ)	2	见 C.2.2.5

C.2.2 字段说明

C.2.2.1 协议信息

协议信息字段占据一个字节,按不同 bit 为约定功能见表 C.3。

表 C.3 协议信息

名称	缩写	含义
D7~D5	PROTO_VERSION	协议版本号,取值范围 0~7。 从 0 开始
其他	预留	预留

C.2.2.2 载荷长度

载荷长度占据 2 个字节,最大表示 65 535 个字节。载荷长度是计算数据帧起始标识(不包括)开始的总数据长度,单位是字节(byte)。实际载荷长度计算方法为:载荷长度-4。

C.2.2.3 功能码

功能码占据一个字节,用于标识数据传输方向和传输数据类别见表 C.4。

表 C.4 功能码长度

功能码(值)	含义
0	保留
1	装置登录报文
2	装置主动上送报文
3	平台召读报文
4	平台命令报文
5	主动上送确认(ACK)
6	平台召读确认(ACK)
7	平台命令确认(ACK)
8	装置分包上送

C.2.2.4 附加信息

附加信息(AUX)用于进行传输控制使用,见表 C.5。

表 C.5 附加信息

名称	缩写	含义
D7	传输方向(FV)	—
D6~D5	数据优先级(PRI)	保留 01:一级优先级数据 10:二级优先级数据 11:三级优先级数据 一级优先级最大,三级优先级最小
D4	是否需要回复确认(ACK)	不需要回复确认(ACK) 需要回复确认(ACK)
D3~D0	保留	保留

C.2.2.5 信息序号

信息序号(SEQ)占据 2 个字节,从 0~65 535 依次递增,自动翻转。数据召读和命令控制时,主站负责填充 SEQ,监测设备响应报文复制 SEQ。数据主动上报时,监测设备负责填充 SEQ,如果需要主站回复,复制 SEQ。SEQ 从 1 开始编号,可以采用时间累加方法或数据长度累加方法生成 SEQ 序号,减少 SEQ 冲突风险。

C.3 载荷 (Payload)

C.3.1 帧格式 (Payload)

载荷帧格式和字段约定见表 C.6。

表 C.6 载荷帧格式和字段约定

名称	字节数	含义
数据单元标识	1	值为 0
数据单元序号	4	从 0 开始,每次传输后自动加 1,翻转后从 0 开始
子设备编号	1	默认值 0,子设备号从 1 开始编号,无子设备时值为 0
报文时标	4	UNIX 时间戳,单位为秒(s)
参数版本号	4	—
应用数据长度	2	—
应用数据	n	见具体应用数据类型

C.3.2 应用层 (DataLoad)

C.3.2.1 登录报文

建立 MQTT 链路后,首先发送登录报文,见表 C.7。登录报文分为监测设备的设备信息 (DeviceInfo)和参数信息 (SettingInfo)。设备信息字段见表 C.8。

表 C.7 登录报文

名称	字节数	含义
DeviceInfo	—	监测设备信息
SettingInfo	—	参数信息

表 C.8 设备信息字段约定

序号	名称	字节数	含义
1	deviceModel	20	设备型号
2	deviceName	20	设备名称
3	softwareVersion	2	软件版本
4	sn	4	序列号
5	signature	4	特征码
6	mac1	6	MAC 地址
	mac2	6	MAC2 地址
7	longitude/LAC	4	经度/小区号
8	latitude/CID	4	纬度/基站号
9	connType	1	连接方式
10	encrType	1	加密方式

C.3.2.2 主动上送

主动上送帧格式和字段约定见表 C.9,其中 UploadRecord 结构定义见表 C.10。

表 C.9 主动上送帧格式和字段约定

名称	字节数	含义
上送类型(大类)	1	—
上送类型(子类)	1	—
上送原因	1	主动上送 主动上送失败后补送 召读正常响应 召读异常响应
上送记录数量	1	本次上送记录总数量
记录 1 数据	—	一个上送记录,UploadRecord 类型
记录 n 数据	—	一个上送记录,UploadRecord 类型

表 C.10 UploadRecord 结构定义

数据描述	字节数	含义
记录 ID	8	实时数据无记录 ID,统一填充 0;非实时数据的记录 ID 由装置统一分配,装置保证 ID 唯一性
记录数据长度	2	数据字节长度
记录数据值	n	记录数据内容

C.3.2.3 主动上送确认(ACK)

主动上送帧格式和字段约定如下:ACK 报文中包含应答方的执行结果,执行结果由状态标识和状态描述组成。ACK 结果分为正常应答和异常应答。正常应答见表 C.11,异常应答见表 C.12。

表 C.11 正常应答

名称	字节数	含义
上送类型(大类)	1	—
上送类型(子类)	1	—
状态标识	1	正常应答的状态标识固定为 0
应答记录数量	1	—
应答记录 ID# 1	8	上送数据的第 1 个记录 ID
应答记录 ID# n	8	上送数据的第 n 个记录 ID

表 C.12 异常应答

名称	字节数	功能
状态标识	1	异常应答的状态标识填充具体错误码
状态描述(长度)	2	异常描述字符串的长度
状态描述(ASCII 字符串)	n	异常描述内容

C.3.2.4 召唤

召唤请求帧格式和字段约定见表 C.13。

表 C.13 召唤请求帧格式和字段约定

名称	字节数	功能
报文标识	2	每次请求时加 1, 值从 0 开始
召唤类型(大类)	1	—
召唤类型(子类)	1	值为 0xFF 时, 表示召唤多类数据, 具体数据分类见“召唤请求参数”; 值小于 0xFF 时, 表示召唤单类数据, 值即分类子号
召唤请求参数	n-1	—

C.3.2.5 命令下发

命令下发请求帧格式和字段约定见表 C.14。

表 C.14 命令下发请求帧格式和字段约定

名称	字节数	功能
报文标识	2	每次请求时加 1, 值从 0 开始
命令类型	1	主动上送配置 透传报文
命令请求	n-1	—

C.3.3 应用数据分类

主动上送数据分类见表 C.15。

表 C.15 主动上送数据分类

数据类型	数据大类号	数据子类号	分类描述
实时数据	0	0	全波实时数据
		1	基波实时数据
		20	基本电能质量数据
		21~25	电流谐波含有量
		26~30	电流谐波有效值
		31~35	电压谐波含有量
		36~40	电压谐波有效值
		41	谐波总功率
		42~44	分相谐波功率
		45~48	电流间谐波含有量
		49~52	电流间谐波有效值
		53~56	电压间谐波含有量
		57~60	电压间谐波有效值
		61~63	超高次谐波数据
事件数据	1	0	装置日志
		1	监测事件
统计数据	2	1	平均值记录
		5	最大值记录
		6	95 值记录
		7	最小值记录
		8	短时闪变
		9	长时闪变
录波文件	3	0	故障录波

C.3.4 应用数据(主动上送)

C.3.4.1 实时数据

实时数据以“数据分组”的方式上送,每个分组下存在 1~n 个实时量,每个实时量由实时量 ID 和实时量值组成。一个实时数据分组的数据结构见表 C.16,其中 RtPointVal 的数据结构见表 C.17,电压暂态数据结构见表 C.18。

表 C.16 实时数据分组的数据结构

名称	字节数	功能
实时数据时标 sec	4	UNIX 时间戳,单位为秒(s)
实时数据时标 ms	4	UNIX 时间戳,单位为毫秒(ms)
数据标记状态	2	—
分组下实时量数量	2	分组下实时数据量数量
实时量数据 1	RtPointVal	一个实时量数据点
实时量数据 n	RtPointVal	一个实时量数据点

表 C.17 RtPointVal 的数据结构

数据描述	格式	功能
数据 ID	uint32	4 字节
数据类型	int8	1 字节 0:int16;1: uint16;2:int32;3: uint32;4:FP32; 5:int64;6: uint64;7:FP64
数据值	—	2/4/8 字节,根据数据类型确定

表 C.18 电压暂态数据结构

位	含义		位	含义	
BIT0	基本实时数据标记域	暂降	BIT8	短时闪变标记域	暂降
BIT1		暂升	BIT9		暂升
BIT2		中断	BIT10		中断
BIT3		电流标记	BIT11		预留
BIT4	频率标记域	暂降	BIT12	长时闪变标记域	暂降
BIT5		暂升	BIT13		暂升
BIT6		中断	BIT14		中断
BIT7		预留	BIT15		预留

C.3.4.2 事件

每条装置日志事件用 SYS LOG 表示,每条事件占用的寄存器长度不固定,最大占 60 个寄存器,最小占 30 个寄存器,特征值数量最大为 10 个,数据结构见表 C.19。每条事件最多关联 3 条波形,分别为波形记录、扰动记录、有效值记录。

表 C.19 事件数据结构

数据描述	格式	长度
大类及子类	uint16	2 字节,高字节为大类,低字节为子类
时间	uint32	4 字节,UNIX 时间戳,单位为秒(s)
毫秒	uint16	2 字节
关联波形	CorrWave	与触发波形建立关联
特征值数量	uint16	2 字节
特征值 1	RecordVal	5/7/11 字节,不同的数据类型,记录值占用的字节不同
.....		
特征值 N	RecordVal	5/7/11 字节
事件状态	uint8	1 字节。1:已启动;2:已完成

表 C.19 中 CorrWave 的数据结构见表 C.20。

表 C.20 CorrWave 的数据结构

数据描述	格式	长度
关联波形数量	uint16	2 字节
波形 1 GUID	—	16 字节
波形 2 GUID	—	16 字节
.....		
波形 N GUID	—	16 字节

表 C.20 中波形 GUID 字节位随关联波形数量动态分配。GUID 的格式:前 6 个字节分别是“UNIX 时间戳(秒,4 字节)+毫秒高 8 位+毫秒低 8 位”,第 7 个字节是波形类型。波形类型枚举:0 表示信号电压 1 录波,1 表示信号电压 2 录波,2 表示信号电压 3 录波,3 表示表示扰动记录,4 表示故障录波,5 表示有效值录波。

表 C.19 中 RecordVal 的数据结构见表 C.21。

表 C.21 RecordVal 的数据结构

数据描述	格式	长度
特征值编号 key	uint16	2 字节,表征当前特征值编号;从 1 开始编号
记录值数据类型	int8	1 字节 0:int16; 1: uint16; 2:int32; 3: uint32; 4:FP32; 5:int64; 6: uint64; 7:FP64
记录值		2/4/8 字节,根据记录值数据类型确定

C.3.4.3 平均值记录

监测设备每次只能上传一条平均值数据,每条平均值的变量个数是不定的(最大不超过 65 536 个

变量),因此其数据长度也是可变的。统计间隔可能为 1 min~60 min。平均值记录数据的结构见表 C.22,其中 RecordVal 定义见表 C.23。

表 C.22 平均值纪录

偏移地址	描述	数据格式	备注
0	本次上传平均值变量个数	uint16	
1	时标	uint32	UNIX 时间戳,单位为秒(s)
3	RecordVal1	—	
12	RecordVal2	—	
21	RecordVal3	—	
.....	—	
3+(N-1)×9	RecordValN	—	

表 C.23 RecordVal 定义

数据描述	格式	长度
变量 ID	uint16	2 字节
Max	float	4 字节
Min	float	4 字节
Avg	float	4 字节
P95	float	4 字节

C.3.4.4 最大值记录

监测设备每次上传一条最大值记录,记录的长度可变,记录数据的数量最大为 100 个。最值记录一般默认每月末 24 时进行转存,具体时间可设置。最大值记录数据结构见表 C.24,其中 RecordVal 的数据结构见表 C.25。

表 C.24 最大值记录

偏移	描述	数据格式	备注
0	记录时间	uint32	UNIX 时间戳,单位为秒(s)
4	数据个数	uint16	
6	数据 1	RecordVal	
16	数据 2	RecordVal	
.....		
6+(N-1)×10	数据 N	RecordVal	

表 C.25 RecordVal 的数据结构

数据描述	格式	长度
时标	uint32	4 字节,UNIX 时间戳,单位为秒(s)
变量 ID	uint16	2 字节
Val	float	4 字节,数据值

C.3.4.5 95 值记录

监测设备每次上传一条 95 值记录,记录的长度可变,记录数据的数量最大为 100 个。95 值记录数据结构见表 C.26。

表 C.26 95 值记录

偏移	描述	数据格式	备注
0	记录时间	uint32	UNIX 时间戳,单位为秒(s)
4	数据个数	uint16	
6	数据 1	RecordVal	
16	数据 2	RecordVal	
.....		
$6+(N-1)\times 10$	数据 N	RecordVal	

C.3.4.6 最小值记录

监测设备每次上传一条最小值记录,记录的长度可变,记录数据的数量最大为 100 个。最小值记录数据结构见表 C.27。

表 C.27 最小值记录数据结构

偏移	描述	数据格式	备注
0	记录时间	uint32	UNIX 时间戳,单位为秒(s)
4	数据个数	uint16	
6	数据 1	RecordVal	
16	数据 2	RecordVal	
.....		
$6+(N-1)\times 10$	数据 N	RecordVal	

C.3.4.7 短时闪变

短时闪变数据的长度可变,数据个数最大为 10。短时闪变的记录周期一般为 10 min。短时闪变数据结构见表 C.28。

表 C.28 短时闪变数据结构

数据描述	格式	长度
时标	uint32	4 字节,UNIX 时间戳,单位为秒(s)
标记状态	uint16	2 字节。bit0:暂升标记; bit1:暂降标记; bit2:中断标记
数据个数	uint16	—
闪变 Va	float	4 字节,数据值
闪变 Vb	float	4 字节,数据值
闪变 Vc	float	4 字节,数据值

C.3.4.8 长时闪变

长时闪变数据的长度可变,数据个数最大为 10。长时闪变的记录周期一般为 2 h。长时闪变数据结构见表 C.29。

表 C.29 长时闪变数据结构

数据描述	格式	长度
时标	uint32	4 字节,UNIX 时间戳,单位为秒(s)
标记状态	uint16	2 字节。bit0:暂升标记; bit1:暂降标记; bit2:中断标记
数据个数	uint16	后续可能扩展 V4
闪变 Va	float	4 字节,数据值
闪变 Vb	float	4 字节,数据值
闪变 Vc	float	4 字节,数据值

C.3.4.9 超高次谐波记录

超高次谐波记录采用文件的形式存储,文件以压缩 csv 格式进行上传,包括平均值、CP95、最大值、最小值四种数据。传输文件帧格式见表 C.30。

表 C.30 超高次谐波帧格式

描述	数据格式	备注
文件类型	1 字节	1:avg 文件;2:CP95 文件;3:max 文件;4:min 文件
数据总包数	uint16	波形数据可能需要分多包发送,每一包都包含完整的协议格式
当前包序号	uint16	1 表示第一包
数据	N	N 字节大小的数据

C.3.4.10 录波文件

波形文件格式见表 C.31。

表 C.31 波形文件数据格式

描述	数据格式	备注
文件类型	1 字节	1:压缩包;2:cfg 文件;3:dat 文件;4:hdr 文件
GUID	16 字节	对应事件中的关联波形 GUID
数据总包数	uint16	波形数据可能需要分多包发送,每一包都包含完整的协议格式
当前包序号	uint16	1 表示第一包
数据	N	N 字节大小的数据

参 考 文 献

- [1] GB/T 29328 重要电力用户供电电源及自备应急电源配置技术规范
 - [2] GB/T 32507—2016 电能质量 术语
 - [3] ISO/IEC 20922 Information technology—Message Queuing Telemetry Transport (MQTT)
(v3.1.1)
-