

Q/GDW

国 家 电 网 公 司 企 业 标 准

Q/GDW 11612.2—2016

低压电力线宽带载波通信互联互通技术规范 第 2 部分：技术要求

Low voltage power line broadband communication interoperability technical specification
part2: technical requirement

2017 - 06 - 16 发布

2017 - 06 - 16 实施

国家电网公司 发 布

目 次

前 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语定义 1

4 结构 2

5 技术要求 2

6 检验规则 9

编制说明..... 12

前 言

为规范电力用户用电信息采集系统宽带载波通信的技术规范，包括技术要求、检验规则等内容，制定本部分。

《低压电力线宽带载波通信互联互通技术规范》标准分为6个部分：

- 第1部分：总则；
- 第2部分：技术要求；
- 第3部分：检验方法；
- 第4—1部分：物理层通信协议；
- 第4—2部分：数据链路层通信协议；
- 第4—3部分：应用层通信协议。

本部分是《低压电力线宽带载波通信互联互通技术规范》标准的第2部分。

本部分由国家电网公司营销部提出并解释。

本部分由国家电网公司科技部归口。

本部分起草单位：中国电力科学研究院、国网重庆市电力公司、国网冀北电力有限公司、国网浙江省电力公司、国网江苏省电力公司、国网天津市电力公司、国网北京市电力公司、全球能源互联网研究院、国网信息通信产业集团有限公司。

本部分主要起草人：唐悦、刘宣、张海龙、葛得辉、杜新纲、赵兵、祝恩国、阿辽沙·叶、叶君、巨汉基、王伟峰、范洁、杨光、吴小林、万凯、王东山、林大朋。

本部分首次发布。

本部分在执行过程中的意见或建议反馈至国家电网公司科技部。

低压电力线宽带载波通信互联互通技术规范

第2部分：技术要求

1 范围

本部分规定了低压电力线宽带载波通信单元的技术要求，包括工作环境、基本传输特性、通信协议、电气安全以及电磁兼容性等。

本部分适用于国家电网公司电力用户用电信息采集系统宽带载波通信单元等相关设备的制造、检验、使用和验收。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅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 4208—2008 外壳防护等级（IP 代码）

GB/T 2829—2002 周期检验计数抽样程序及表（适用于对过程稳定性的检验）

GB/T 5169.11—2006 电工电子产品着火危险试验 第11部分：灼热丝/热丝基本试验方法 成品的灼热丝可燃性试验方法

Q/GDW 1373—2013 电力用户用电信息采集系统功能规范

Q/GDW 11612.1 低压电力线宽带载波通信互联互通技术规范 第1部分：总则

Q/GDW 11612.3 低压电力线宽带载波通信互联互通技术规范 第3部分：检验方法

Q/GDW 11612.41 低压电力线宽带载波通信互联互通技术规范 第4-1部分：物理层通信协议

Q/GDW 11612.42 低压电力线宽带载波通信互联互通技术规范 第4-2部分：数据链路层通信协议

Q/GDW 11612.43 低压电力线宽带载波通信互联互通技术规范 第4-3部分：应用层通信协议

FCC Part 15—2003 美国联邦通信委员会 第15部分：射频设备法规（Federal Communications Commission Part 15: Radio Frequency Devices）

3 术语和定义

Q/GDW 11612.1、Q/GDW 11612.2、Q/GDW 11612.3、Q/GDW 11612.41、Q/GDW 11612.42、Q/GDW 11612.43界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

宽带载波通信单元 broadband carrier communication unit

采用宽带载波技术在电力线上进行数据传输的通信模块或通信设备。

3.2

芯片ID号 chip identification number

宽带载波通信单元芯片内部存储的不可更改的唯一标识号。

3.3

轻量级私有密码算法 lightweight private cryptographic algorithm

运算速度快、代码量小、适用于宽带载波通信单元运行环境的非公开密码算法。

3.4

主站 main station

用户用电信息采集系统通信网络中的顶层设备。

3.5

程序特征码 program characteristic code

通过轻量级私有密码算法计算出的宽带载波通信单元内部程序的特征码。

3.6

消息鉴别码 message authentication code

附加在原始数据之后，用于接收方校验原始数据完整性的数据段落。

4 结构

4.1 一般要求

宽带载波通信单元结构根据安装要求可为无外封装的通信单元或有机壳封装的通信设备。其尺寸和接口应符合各类型式规范的要求。

4.2 外壳及其防护性能

有机壳封装的通信单元其外壳应有足够的强度，外物撞击造成的变形应不影响其正常工作。外壳防护性能应符合GB 4208规定的IP51级要求，即防尘和防滴水。

非金属外壳应符合GB/T 5169.11—2006的阻燃要求，试验温度为650℃，试验时间为30s。

4.3 金属部分的防腐蚀

在正常运行条件下可能受到腐蚀或能生锈的金属部分，应有防锈、防腐的涂层或镀层。

5 技术要求

5.1 气候环境条件

宽带载波通信单元正常运行的工作环境应符合用电信息采集终端的要求。分类见表1。

表1 气候环境条件分类

| 场所类型 | 级别 | 空气温度 | | 湿 度 | |
|--|----|----------|---------------------------|------------------------|----------------------------|
| | | 范 围 ℃ | 最大变化率 ^a ℃/h | 相对湿度 ^b % | 最大绝对湿度 g/m ³ |
| 遮蔽场所 | C2 | -25~+55 | 0.5 | <95 | 29 |
| 户 外 | C3 | -40~+70 | 1 | | 35 |
| 协议特定 | CX | / | / | / | / |
| ^a 温度变化率取 5min 时间内平均值。 ^b 相对湿度包括凝露。 ^c 年平均相对湿度<75%，一年中 30 天（这些天以自然方式分布在一年中）<95%，其它天（偶然出现）<85%。 | | | | | |

5.2 工作电源

宽带载波通信设备（Ⅱ型采集器等）采用工频交流电源，工作电源电压允许偏差为额定值的-20%~+20%；宽带载波通信单元，采用直流电源，电压允许范围：（12±1）V。

交流单相或三相四线电源供电时，应有抗三相四线配电网单相接地故障的能力，耐受1.9倍标称电压4h。

工作状态下所产生的交流磁通密度小于0.5mT。安装在集中器或电能表的通信单元的功耗要求见表2。

表2 通信单元的功耗要求

| 模 块 类 型 | 静 态 功 耗 | 动 态 功 耗 |
|-----------|-----------------|---------------|
| 低压宽带电力线载波 | 单相表本地通信单元：≤0.4W | 单相表通信单元：≤1.5W |
| | 三相表本地通信单元：≤0.8W | 三相表通信单元：≤2.5W |
| | 集中器本地通信单元：≤1W | 集中器本地通信单元：≤6W |

5.3 通信功能和基本传输特性

5.3.1 基本通信性能

5.3.1.1 工作频带

宽带电力线载波的基本频带为2MHz~12MHz，可支持分段使用。

5.3.1.2 功率频谱密度

发送功率频谱密度在工作频带内不大于-45dBm/Hz，工作频带外不大于-75dBm/Hz。

5.3.1.3 通信速率

在隔离电源、屏蔽环境、无竞争场景、主从节点1:1配比、测试包大小512（1024）字节时，通信速率应不小于1Mbps。

5.3.1.4 网络时延

在隔离电源、屏蔽空间环境，业务帧长不小于1k字节下的载波报文发送端发送时刻与接收端接收时刻的上下行时延，测试时间20s，网络平均时延应小于30ms。在交流电网环境，兼容智能电表通信口时延。

5.3.1.5 长时间传输性能

在隔离电源、屏蔽空间环境，主从节点1:1配比下，测试包大小不小于1k字节，90%吞吐量，2小时测试时间的情况下，上、下行丢帧率应小于 10^{-2} 。

5.3.1.6 抗衰减性能

在隔离电源、屏蔽环境、误包率小于10%（业务报文包长<100字节）、带内发射功率谱密度为-45dBm/Hz的条件下，其抗衰减性能应不小于85dB。

5.3.2 通信协议

遵循Q/GDW11612.41、Q/GDW 11612.42和Q/GDW 11612.43，满足宽带载波通信单元互联互通要求。

5.3.3 网络管理功能

5.3.3.1 节点管理

宽带载波通信单元具备在本地网络中唯一的节点地址标识，用于建立中继路由关系。应能够在无人工干预情况下，自动管理下属节点的中继路由关系，主节点（CC0）下属节点数量应不小于1016个。

5.3.3.2 信道访问机制

支持TDMA（Time Division Multiple Access）和CSMA（Carrier Sense Multiple Access）/CA（Collision Avoidance），提供冲突避免机制。

5.3.3.3 自动路由

宽带载波通信单元应具备自动路由快速组网，网络实时优化和动态变化功能，即：无需人工干预，通信单元之间应该能够自动建立数据传输路由关系；当信道变化、中间节点被拆除或故障后，系统能够自动建立新路由。

5.3.3.4 白名单管理

支持本地通信单元白名单管理机制，允许白名单地址入网，剔除不在白名单地址范围的节点。

5.3.3.5 多相位组网

应支持电力线A/B/C三相节点组网管理功能；

5.3.3.6 多网络管理

应支持多网络共存（多台区串扰）下，同时间组网及抄表，性能指标与单网络保持一致；管理共存多网络数量不少于6个。

5.3.3.7 网络信息管理

应具备网络信息管理功能，包括对主节点（CCO）和从节点（STA）程序版本、参数信息查询等功能。主节点应具备查询网络拓扑信息，包括子节点层级，网络角色，相位信息的功能；同时支持查询子节点信道品质，通信成功率，代理变更等信息。

5.3.4 业务功能

5.3.4.1 抄表功能

宽带载波通信单元应支持集中器主动方式抄表、路由主动方式抄表及并发方式抄表，并发数不小于5。

性能指标应满足Q/GDW 1373—2013规定的要求。

5.3.4.2 广播对时

宽带载波通信单元应支持终端对电能表的广播对时功能。

5.3.4.3 从节点注册

本地通信单元启动从节点主动注册，电能表侧通信单元应完成搜表，并上报结果。

5.3.4.4 事件上报

载波通信单元应具备异常事件上报，本地通信单元上报至集中器的功能。

5.3.4.5 远程费控

宽带载波通信单元应支持主站、集中器对电能表的远程费控操作。

5.3.4.6 在线升级

宽带载波通信单元应具有在线升级功能，可在正常运行状态下，通过载波信道完成软件升级。

5.4 电气安全要求

5.4.1 绝缘电阻

各电气回路对地和各电气回路之间的绝缘电阻要求如表3。

表3 绝缘电阻

| 额定绝缘电压 V | 绝 缘 电 阻 MΩ | | 测试电压 V |
|-------------|---------------|------|-----------|
| | 正常条件 | 湿热条件 | |
| U≤60 | ≥10 | ≥2 | 250 |
| 60<U≤250 | ≥10 | ≥2 | 500 |

5.4.2 绝缘强度

电源回路对地应耐受500V（<60V直流电源回路）、2500V（CCO，220V交流电源回路）或4000V（STA，220V交流电源回路）的50Hz的交流电压，历时1min的绝缘强度试验。试验时不得出现击穿、闪络现象，泄漏电流应不大于5mA。

5.4.3 冲击电压

电源回路、信号输入回路、信号输出回路各自对地和输入回路、输出回路和电源回路之间，应耐受如表4 中规定的冲击电压峰值，正负极性各5次。试验时应无破坏性放电（击穿跳火、闪络或绝缘击穿）现象。

表4 冲击电压峰值

| 试验回路 | 冲击电压峰值 | 试 验 回 路 | 冲击电压峰值 |
|-----------|--------|-------------|--------|
| 直流电源对地 | 500V | 信号输入回路对输出回路 | 500V |
| 交流电源对地 | 5000V | 信号输入回路对电源回路 | 4000V |
| 信号输入/输出对地 | 500V | 信号输出回路对电源回路 | 4000V |

5.5 电磁兼容性要求

5.5.1 评价等级

通信单元应在表5所列的电磁骚扰环境下能正常工作，骚扰对通信单元工作影响程度用试验结果评价等级表示。

评价等级A：骚扰对通信单元工作无影响，试验时和试验后通信单元均能正常通信。

评价等级B：骚扰使通信单元暂时丧失通信功能，骚扰后不需人工干预，5分钟内能自行恢复通信功能。

5.5.2 电压暂降和短时中断抗扰度

在电源电压突降及短时中断时，通信单元不应发生死机或损坏，电源电压恢复后应能自动恢复正常通信。

表5 电磁兼容性要求

| 电磁骚扰源 | 严酷等级 | 骚扰施加值 | 施加端口 | 评价等级要求 |
|------------|------|----------------------|-----------|--------|
| 工频磁场 | — | 400A/m | 整机 | A |
| 射频辐射电磁场 | 3 | 10V/m | 整机 | A |
| 射频辐射电磁场 | 4 | 30V/m | 整机 | A |
| 静电放电 | 4 | 8kV | 外壳和操作部分 | B |
| 电快速瞬变脉冲群 | — | 1.0kV（耦合） | 通信线 | A |
| | 4 | 4.0kV | 电源端口 | B |
| 振荡波 | 2 | 1.0kV（共模） | 信号输入/输出端口 | B |
| | 4 | 2.5kV（共模），1.25kV（差模） | 电源端口 | B |
| 射频场感应的传导骚扰 | 3 | 10V | 电源端口 | A |
| 浪涌 | 2 | 1.0kV（共模） | 信号输入/输出端口 | B |
| | 4 | 4.0kV（共模），2.0kV（差模） | 电源端口 | B |

5.5.3 工频磁场抗扰度

在表5 所列严酷等级的工频磁场影响下，通信单元不应发生死机或损坏，同时通信单元不应导致终端出现死机或损坏，应能正常通信。

5.5.4 射频辐射电磁场抗扰度

在表5 所列严酷等级的射频辐射电磁场影响下，通信单元不应发生死机或损坏，同时通信单元不应导致终端出现死机或损坏，应能正常通信。

5.5.5 静电放电抗扰度

有外封装的通信单元，在表5 所列严酷等级的节点放电骚扰下，通信单元不应发生死机或损坏，同时不应导致终端出现死机或损坏，应能正常通信；允许通信单元出现复位或短时通信中断现象。

5.5.6 电快速瞬变脉冲群抗扰度

在表5 所列严酷等级的电快速瞬变脉冲群骚扰下，通信单元不应发生死机或损坏，同时通信单元不应导致终端出现死机或损坏，应能正常通信；允许通信单元出现复位或短时通信中断现象。

5.5.7 振荡波抗扰度

在表5 所列严酷等级的振荡波骚扰下，通信单元不应发生死机或损坏，同时通信单元不应导致终端出现死机或损坏，应能正常通信；允许通信单元出现复位或短时通信中断现象。

5.5.8 射频场感应的传导抗扰度

在表5 所列严酷等级的射频场感应的传导骚扰下，通信单元不应发生死机或损坏，同时通信单元不应导致终端出现死机或损坏，应能正常通信。

5.5.9 浪涌抗扰度

在表5 所列严酷等级的振荡波骚扰下，通信单元不应发生死机或损坏，同时通信单元不应导致终端出现死机或损坏，应能正常通信；允许通信单元出现复位或短时通信中断现象。

5.6 辐射骚扰限值

参考FCC part 15的G低压电力线宽带接入设备的要求，在9kHz~30MHz频带内的辐射骚扰限值见**错误！未找到引用源。**。采用CISPR（国际无线电干扰特别委员会）所规定平均值检波器测量。

表6 9kHz~30MHz 频带内的辐射限值

| 频 率 (F) MHz | 场 强 μV/m | 测量距离 m |
|----------------|-------------|-----------|
| 0.009-0.490 | 2.4/F | 300 |
| 0.490-1.705 | 24/F | 30 |
| 1.705-30 | 30 | 30 |

30MHz以上频带的辐射骚扰限值见**错误！未找到引用源。**。

表7 30MHz 以上频带的辐射限值

| 频率 MHz | 3m 处场强 dB μ V/m |
|-----------|------------------------|
| 30-88 | 100 |
| 88-216 | 150 |
| 216-960 | 200 |
| >960 | 500 |

5.7 互换兼容性要求

通信单元可与满足Q/GDW 1375.2、Q/GDW 1375.3、Q/GDW 1355规定要求的型式规范尺寸和接口要求的集中器、采集器、电表相匹配，满足电气规格、功能、通信等相应互换性要求。

5.8 可靠性要求

通信单元的设计、元器件选用及生产工艺应保证通信单元的平均无故障工作时间不小于10年。

5.9 信息安全防护要求

5.9.1 安全定义与流程

宽带载波通信芯片应具备唯一的、不可更改的芯片ID号。宽带载波通信单元应能基于芯片ID号和轻量级私有密码算法完成与主站的安全交互流程，实现通信单元与主站的双向鉴权、通信单元程序版本管理、端到端信道安全防护等信息安全防护功能。

5.9.2 首次鉴权及密钥分发

宽带载波通信单元上线后，应能基于芯片ID号和轻量级私有密码算法完成与主站的双向鉴权，并从主站获取芯片主密钥，用于后续的安全交互流程。对于未能通过首次鉴权流程的通信单元，主站可根据管理策略决定是否允许该通信单元继续通信。

5.9.3 双向鉴权及程序版本校验

获取芯片主密钥后，宽带载波通信单元应能基于芯片ID号、芯片主密钥和轻量级私有密码算法完成与主站的双向鉴权，并向主站上报软、硬件版本及程序特征码，以供主站实现通信单元的程序版本控制。

主站可根据同一台区内同一厂商的所有通信单元的程序版本和程序特征码的情况进行判断，判断结果分为版本号及程序正常、程序版本错误和程序异常三种：

- a) 版本号及程序正常。程序版本号和程序特征码均一致，则认为该台区该厂商的宽带载波通信单元版本号及程序正常。
- b) 程序版本错误。某个宽带载波通信单元的程序版本号与其他单元不同，则认为该宽带载波通信单元程序版本错误。主站可根据管理策略决定是否发起版本回滚。
- c) 程序异常。某个宽带载波通信单元的程序版本号与其他单元相同，但程序特征码不同，则认为该宽带载波通信单元出现程序异常。主站可根据管理策略决定是否允许该宽带载波通信单元继续通信。

5.9.4 信道安全防护功能

宽带载波通信单元与主站之间应具备端到端的通信数据加密机制,能够保护通信单元与主站之间交互数据的安全性。对于数据机密性和完整性的保护应使用不同的密钥数据。

信道安全防护机制包含三种防护模式,分别是数据机密性保护模式、数据完整性保护模式和数据全面保护模式:

- a) 数据机密性保护模式通过数据加解密操作保护传输数据的机密性,数据的接收方需要使用正确的密钥解密获得数据内容。
- b) 数据完整性保护模式通过附加消息鉴别码保护传输数据的完整性,数据的接收方可以通过校验消息鉴别码的正确性判断传输内容是否被篡改。
- c) 数据全面保护模式结合上述两种防护机制,同时实现数据机密性和完整性的保护。

5.9.5 密钥更新

宽带载波通信单元与主站之间应具备密钥更新机制。主站能够生成并下发新的芯片主密钥,要求宽带载波通信单元进行密钥更新操作。

5.9.6 安全异常上报

如果在执行上述安全交互流程的过程中发生异常情况,宽带载波通信单元应发起安全异常上报流程,向主站汇报异常事件信息,以供主站采取应对措施。

5.9.7 安全交互命令的重发机制

上述安全交互流程涉及到的各项命令应具备超时重发机制,命令的发送方若在设定的时间范围内未收到预期的响应命令,则按照重发机制再次发送命令。如重发后仍未收到响应,则不再进行重发并当作安全异常情况进行相应处理。

6 检验规则

6.1 检验分类

检验分为型式试验、全性能检验、验收检验三类。

6.2 型式试验

6.2.1 周期

终端新产品或老产品恢复生产以及设计和工艺有重大改进时,应进行型式试验。批量生产或连续生产的终端,每两年至少进行一次型式试验。

6.2.2 抽样

型式试验的样品应在出厂检验合格的终端中随机抽取。按GB/T 2829选择判别水平 I, 不合格质量水平 $RQL=30$ 的一次抽样方案见公式(1), 即

$$\begin{bmatrix} n & Ac & Re \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

式中:

n ——样本大小;

Ac ——合格品判定数;

Re ——不合格品判定数。

6.2.3 不合格分类

按GB/T 2829规定，不合格分为A、B两类。各类的权值定为：A类1.0，B类0.5。

6.2.4 合格或不合格判定

检验项目不合格类别的划分见表8。当一个样本不合格检验项目的不合格权值的累积数大于或等于1时，则判为不合格品；反之为合格品。

对一个样本的某个试验项目发生一次或一次以上的不合格，均按一个不合格计。

6.3 全性能检验

全性能检验一般在产品招标前进行，样品通过抽样方式确定，抽样方案符合6.2.2 要求。

6.4 验收检验

6.4.1 项目和建议顺序

对于到货验收的终端，应按型号、生产批号相同者划分为组，按组提供给质检部门按表8项目和建议顺序逐个进行检验。

6.4.2 不合格判定

检验中出现任一检验项目不合格时，判该终端为不合格，应重新进行调换或修理。

6.5 项目和顺序

检验项目和建议顺序如表8 所示。

表8 检验项目和建议顺序

| 建议 顺序 | 检 验 项 目 | 型式试验 | 全性能试 验 | 验收检验 | 不合格 类别 |
|----------|-----------------|------|-----------|------|-----------|
| 1 | 结构 | √ | √ | √ | A |
| 2 | 基本通信性能 | √ | √ | √* | B |
| 3 | 互换性 | √ | √ | √ | A |
| 4 | 互联互通 | √ | √ | √* | A |
| 5 | 高温 | √ | √ | √* | A |
| 6 | 低温 | √ | √ | √* | A |
| 7 | 湿热 | √ | √ | | A |
| 8 | 绝缘电阻 | √ | √ | √* | A |
| 9 | 绝缘强度 | √ | √ | √* | A |
| 10 | 冲击电压 | √ | √ | √* | A |
| 11 | 电源影响（电源断相、电压变化） | √ | √ | √* | A |
| 12 | 接地故障能力 | √ | √ | | A |
| 13 | 功率消耗 | √ | √ | √* | B |
| 14 | 电压暂降和短时中断 | √ | √ | | A |

表 8（续）

| 建议 顺序 | 检 验 项 目 | 型式试验 | 全性能试 验 | 验收检验 | 不合格 类别 |
|----------------------------------|-----------------|------|-----------|------|-----------|
| 15 | 工频磁场抗扰度 | √ | √ | | A |
| 16 | 射频电磁场辐射抗扰度 | √ | √ | | A |
| 17 | 射频场感应的传导骚扰抗扰度试验 | √ | √ | | A |
| 18 | 静电放电抗扰度 | √ | √ | | A |
| 19 | 电快速瞬变脉冲群抗扰度 | √ | √ | | A |
| 20 | 阻尼振荡波抗扰度 | √ | √ | | A |
| 21 | 浪涌抗扰度 | √ | √ | | A |
| 22 | 辐射骚扰 | √ | √ | | A |
| 注：验收检验中“√”表示应做的项目，“√*”表示批次抽查的项目。 | | | | | |

低压电力线宽带载波通信互联互通技术规范

第 2 部分：技术要求

编 制 说 明

目 次

1 编制背景14

2 编制主要原则14

3 与其他标准文件的关系14

4 主要工作过程14

5 标准结构和内容15

6 条文说明15

1 编制背景

本部分依据《关于下达 2014 年度国家电网公司技术标准制（修）订计划的通知》（国家电网科〔2014〕64 号）文的要求编写。

通过制定《低压电力线宽带载波通信互联互通技术规范》系列标准，将提升用电信息采集系统管理的规范化、标准化水平，实现宽带载波通信模块之间的互联互通，提升用电信息采集系统本地信道的有效性 & 可靠性，满足日益增长的新型电力业务需求，体现智能电网“信息化、自动化、互动化”的建设要求，提高宽带载波通信模块的使用寿命，促进宽带载波通信模块质量提升，推动用电信息采集工作健康有序地发展。

2 编制主要原则

本标准根据以下原则编制：

- a) 坚持先进性与实用性相结合、统一性与灵活性相结合、可靠性与经济性相结合的原则，以标准化为引领，服务国民经济科学发展。
- b) 采用分散与集中讨论的形式，充分了解宽带载波通信建设现状，明确系统及终端功能需求，建立采集系统功能模型和数据模型，研究新的需求形势下不同应用场景和配电网环境对宽带载波通信模块的使用要求，体现研究的实用性和先进性。
- c) 认真研究国内外现行相关的国际标准、国家标准、行业标准、企业标准，达到相关技术标准的协调统一，并考虑系统和设备的扩展性、兼容性。
- d) 坚持集中人才资源优势，吸收宽带载波通信先进的发展理念、创新技术和成果，协调宽带载波通信芯片设计商、方案设计商、系统集成商等各方技术资源，促进利益相关方意见的统一。

标准项目计划名称为“低压电力线宽带载波通信技术规范”，因标准涉及的技术内容、层级较为复杂，经编写组与专家商定，更名为“低压电力线宽带载波通信互联互通技术规范 第 2 部分：技术要求”。

3 与其他标准文件的关系

本部分与相关技术领域的国家现行法律、法规和政策保持一致
本部分不涉及专利、软件著作权等知识产权使用问题。

4 主要工作过程

2013 年 12 月，完成低压电力线宽带载波通信技术可行性分析。

2014 年 3 月，成立标准起草工作组，召开工作组第一次会议，启动标准制定工作，并撰写标准大纲。

2014 年 8 月，召开工作组第二次会议，组织 30 余名技术专家对宽带载波通信技术方案、标准框架进行了论证，分组开展通信协议、技术要求及检验方法等技术标准编制工作。

2014 年 10 月，工作组对华为海思公司提交的标准初稿进行了讨论，提出标准修改建议。

2014 年 11 月至 12 月，工作组内部循环征求意见，对讨论稿进行了 3 次修改，完善相关内容。

2015 年 1 月至 2 月，完成征求意见稿（第一稿）和条文说明，向公司系统 & 社会广泛征求意见。

2015 年 2 月至 3 月，启动实验室互联互通测试，对各厂商提供的 FPGA 板级互操作性测试。

2015年7月至2016年3月，召开工作组第三次至第七次会议，对征求意见稿反馈的问题及无法互操作的问题进行循环讨论，优化物理层设计方案。

2016年5月，针对会议无法确定工作频段、拷贝次数等内容，启动实验室对比测试，在白噪声、脉冲噪声、单频噪声、频率偏移等多个场景下，对各厂商提供的FPGA进行对比验证。

2016年6月，召开工作组第八次会议，针对对比测试结果进行分析讨论，形成统一的帧控制符号个数及调制索引表方案。

2016年8月，召开工作组第九次会议，对交织偏移，前导、帧控制及载荷相位表，物理块大小形成一致意见。

2016年9月，完成征求意见稿（第二稿），向公司系统广泛征求意见。中国电力科学研究院组织前往国家无线电监测中心协商频谱使用方案，确认标准中应预留陷波机制。

2016年10月，完成送审稿，国家电网公司电力营销技术标准专业工作组组织召开标准审查会，审查结论为：审查组经协调一致，同意修改后报批。建议标准起草组按照总则、技术要求、检验方法、物理层通信协议、数据链路层通信协议、应用层通信协议，将标准分为6个部分。

2016年11月，根据标准审查意见，修改标准，完成报批稿。

5 标准结构和内容

Q/GDW 11612—2016《低压电力线宽带载波通信互联互通技术规范》分为下列6个部分：

- 第1部分：总则；
- 第2部分：技术要求；
- 第3部分：检验方法；
- 第4-1部分：物理层通信协议；
- 第4-2部分：数据链路层通信协议；
- 第4-3部分：应用层通信协议。

Q/GDW 11612—2016的第1部分规定了低压电力线宽带载波通信的网络拓扑和基本功能；第2部分规定了低压电力线宽带载波通信的结构、技术要求及检验规则；第3部分规定了低压电力线宽带载波通信的检验方法；第4-1部分给出了低压电力线宽带载波通信的物理层一般要求、物理层操作范围及服务；第4-2部分给出了低压电力线宽带载波通信的数据链路层的帧格式、MAC子层、网络管理子层及服务；第4-3部分给出了低压电力线宽带载波通信的应用层的报文结构。第1部分、第2部分、第3部分侧重于低压电力线宽带载波通信的功能要求，第4-1部分、第4-2部分、第4-3部分是低压电力线宽带载波通信互联互通的支撑。这6个部分标准可分别独立使用。

本部分是Q/GDW 11612—2016的第2部分。

本部分按照《国家电网公司技术标准管理办法》（国家电网企管〔2014〕455号文）的要求编写。

本部分的主要结构和内容如下：

本部分主题章分为3章，由结构、技术要求、检验规则组成。本部分兼顾现有用电信息采集系统的实际状况，本着先进性和实用性、操作性和可扩展性等原则，给出了低压电力线宽带载波通信的通信单元外壳防护、金属部分防腐蚀的要求，并提出了具体的气候环境条件、工作电源、通信功能等基本功能要求以指导低压电力线宽带载波通信产品的研发，最后提出了详细的检验分类、型式试验、全性能检验、验收检验要求以指导低压电力线宽带载波通信产品的检测。

6 条文说明

无