

# Q/GDW

## 国 家 电 网 公 司 企 业 标 准

Q/GDW 11612.1—2016

---

### 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

Low voltage power line broadband communication interoperability technical specification  
part1: general

---

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 缩略语 ..... 2

5 网络属性 ..... 2

6 基本功能 ..... 4

编制说明..... 8

## 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，包括网络拓扑、基本功能、网络安全等内容，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1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：刘宣、唐悦、杜新纲、杜蜀薇、章欣、郑可、袁瑞铭、姚力、黄奇峰、解岩、李冀、李建岐、赵东艳、臧志斌。

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1部分：总则

## 1 范围

本部分规定了应用于用电信息采集系统的低压电力线宽带载波通信系统网络拓扑、基本功能、低压电力线宽带载波通信单元分类及网络安全等要求。

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系统及单元的单元等相关设备的制造、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。

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

## 3 术语和定义

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

**路由** routing

通信网络中建立和维护从CCO到各个STA的传输路径以及从各个STA至CCO的路径的过程。

### 3.3

**关联** association

用来在通信网络中创建成员隶属关系的一种服务。

### 3.4

**宽带载波通信网络** broadband carrier communication network

以低压电力线为通信媒介，实现低压电力用户用电信息汇聚、传输、交互的通信网络，其主要采用正交频分复用技术，频段使用2MHz~12MHz。子频点应符合Q/GDW 11612.41的规定。

### 3.5

**中央协调器** central coordinator

通信网络中的主节点角色，负责完成组网控制、网络维护管理等功能，其对应的设备实体为集中器本地通信单元。

### 3.6

#### 站点 station

通信网络中的从节点角色，其对应的设备实体为通信单元，包括电能表通信单元、I型采集器通信单元或II型采集器。

### 3.7

#### 代理协调器 proxy coordinator

中央协调器与站点或者站点与站点之间进行数据中继转发的站点，简称代理。

### 3.8

#### 多网络共存 coexistence of multiple networks

多个中央协调器距离较近，信号相互干扰的场景。

### 3.9

#### 多网络协调 coordination of multiple networks

在多网络共存场景下，各个网络的中央协调器进行短网络标识符和带宽的协调，保证多个网络同时正常工作。多网络协调流程应符合Q/GDW 11612.42的规定。

## 4 缩略语

以下缩略语适用于本文件。

CCO：中央协调器（Central Coordinator）

PCO：代理协调器（Proxy Coordinator）

STA：站点（Station）

MAC：媒介访问控制（Media Access Control）

MSDU：MAC 层服务数据单元（MAC Service Data Unit）

MPDU：MAC 层协议数据单元（MAC Protocol Data Unit）

## 5 网络属性

### 5.1 宽带载波通信单元分类

宽带载波通信单元分类：单相表及I型采集器宽带载波模块、三相表宽带载波模块、宽带载波II型采集器、集中器宽带载波模块、宽带载波抄控器等。

### 5.2 宽带载波通信网络拓扑

#### 5.2.1 宽带载波通信网络

对于用电信息采集系统，宽带载波通信网络一般会形成以CCO为中心、以PCO（智能电表/I型采集器通信单元、宽带载波II型采集器）为中继代理，连接所有STA（智能电表/I型采集器通信单元、宽带载波II型采集器）多级关联的树形网络，如图1 所示为典型的宽带载波通信网络的拓扑。

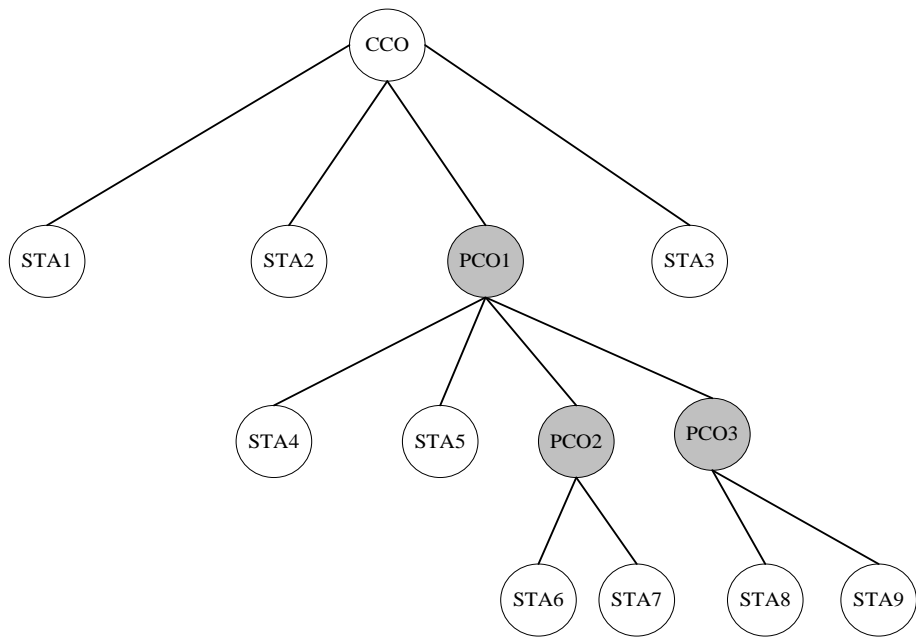


图1 宽带载波通信网络拓扑图

5.2.2 宽带载波通信协调域

多个宽带载波通信网络共存场景下，会形成宽带载波通信协调域，如图2 所示为宽带载波多网络拓扑。

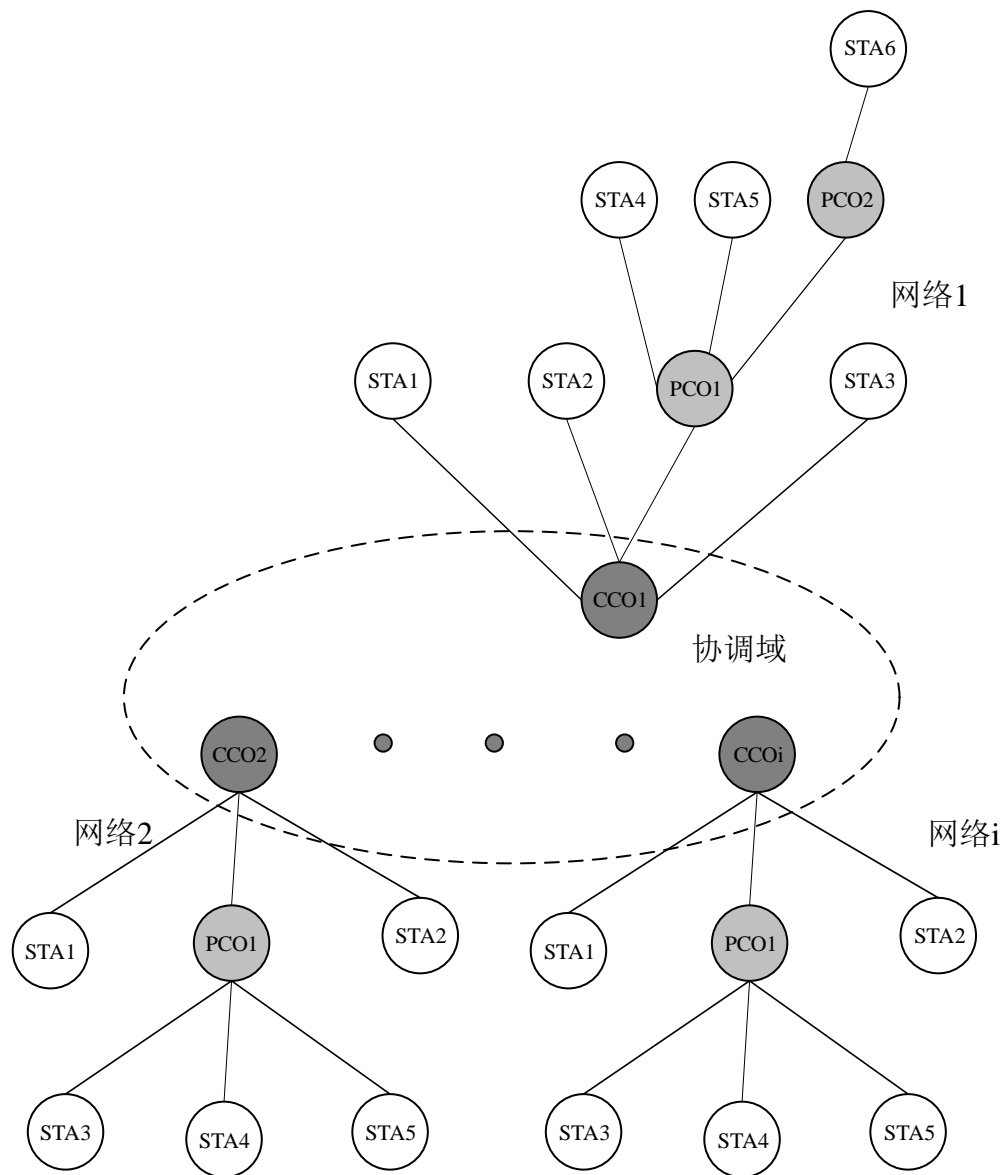


图2 宽带载波通信多网络拓扑图

### 5.3 宽带载波通信网络安全

宽带载波通信网络中，支持基于白名单的STA安全认证功能。白名单存储在集中器本地通信单元中，当STA请求接入网络时，CCO根据白名单进行匹配认证，通过的STA允许接入该宽带载波通信网络，否则拒绝请求入网。

宽带载波通信网络应采用信息安全防护机制，具有双向身份认证、版本控制等功能，能够防止非法宽带载波通信单元接入系统，并可保障传输数据的安全性。

## 6 基本功能



## 6.1 通信协议栈结构

宽带载波通信网络协议栈，定义了物理层、数据链路层以及应用层共3层。其中，数据链路层分为媒体访问控制（MAC）子层和网络管理子层，数据链路层直接为应用层提供传输服务。数据链路层也可扩展与标准TCP/IP进行对接以实现标准IP网络通信，此时，引入了网络层与传输层，其直接借鉴OSI七层模型，基本结构如图3所示。

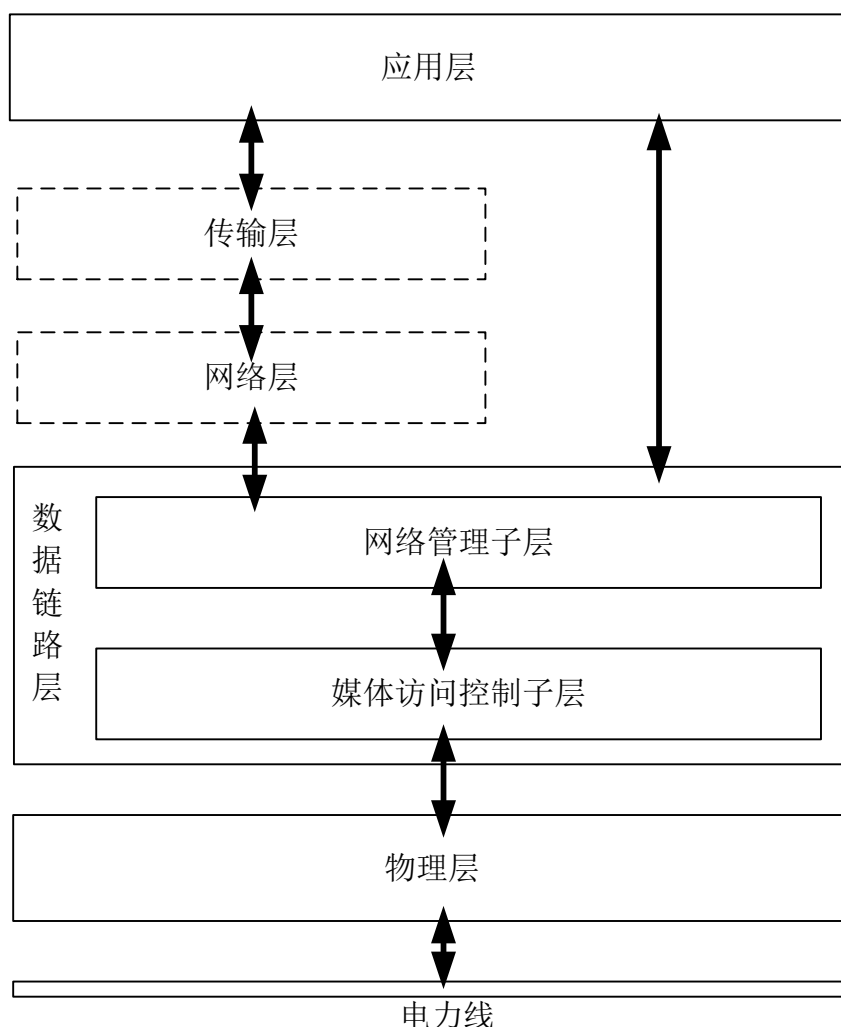


图3 宽带载波通信网络协议栈层级划分图

各层次的功能定义如下：

应用层：实现本地通信单元与通信单元之间业务数据交互，通过数据链路层完成数据传输。

数据链路层：分为网络管理子层和媒体访问控制子层（即MAC子层）。网络管理子层主要实现宽带载波通信网络的组网、网络维护、路由管理及应用层报文的汇聚和分发。MAC子层主要通过CSMA/CA和TDMA两种信道访问机制竞争物理信道，实现数据报文的可靠传输。

物理层：主要实现将MAC子层数据报文编码调制为宽带载波信号，发送到电力线媒介上；接收电力线媒介的宽带载波信号解调为数据报文，交予MAC子层处理。

## 6.2 报文封装

业务数据在不同设备站点间传输时，需要按照协议栈的层次结构，逐层进行封装，最后通过物理层和电力线进行传输。物理层通过电力线接收到的数据报文，在提交给应用层的过程中，需要按照封装的过程，反向逐层分解提取，最终将业务数据交给应用层。

如图4 所示，以下仅对业务数据（以抄表业务为例）封装过程进行说明，业务数据提取过程与之相反。

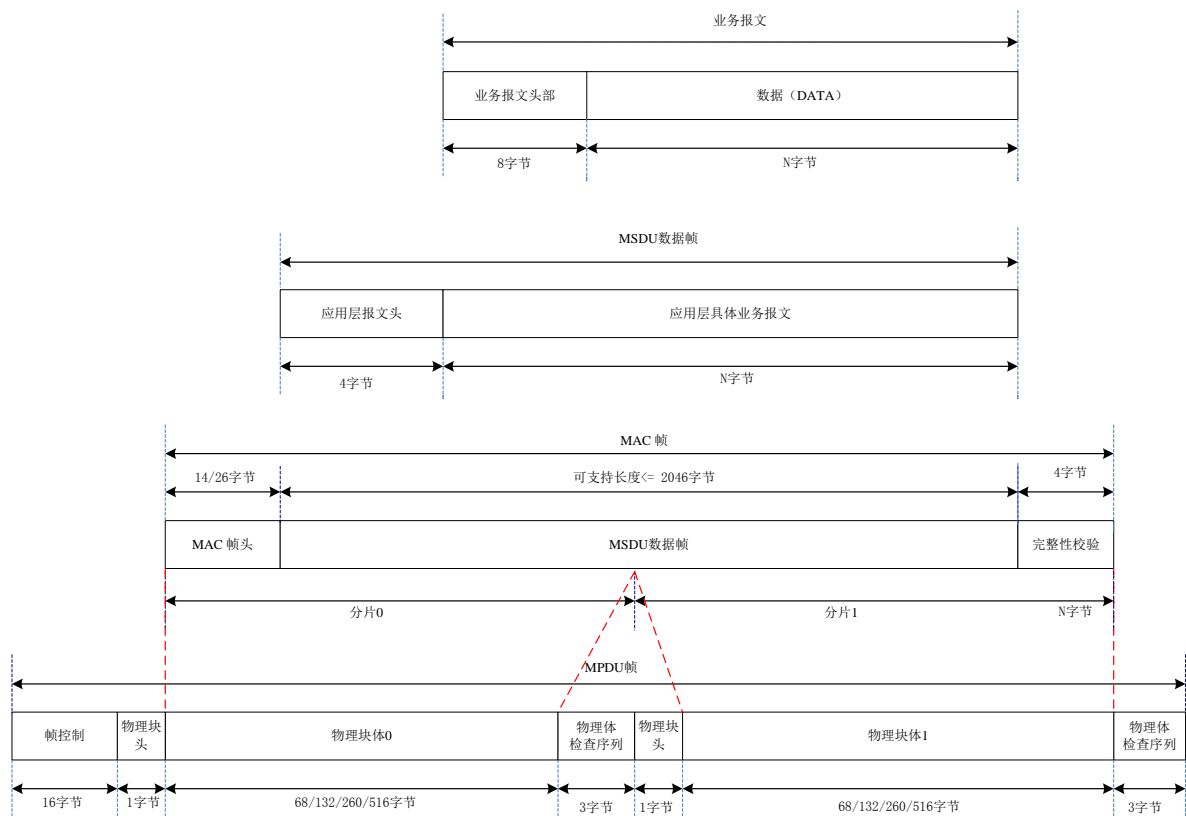


图4 业务数据在协议栈中的封装过程

6.3 字节序

6.3.1 默认字节序

所有报文格式的描述，缺省都按照主机字节序（小端）实现，具体需要参照字段定义。针对表地址序列和MAC地址序列作针对性说明如下。

6.3.2 表地址序列

协议帧格式中，如果出现48位的表地址字段，那么该字段在协议报文中传输时，需要遵照主机字节序（小端）来填充。

举例如下：

以电表地址000006881273为例，当该地址用来填充协议报文格式中的表地址字段时，需要按照6个字节进行表示，则字节0到字节5的字节序列中，分别填充为73 12 88 06 00 00。

6.3.3 MAC 地址序列

协议帧格式中，如果出现48位的MAC地址字段，那么该字段在协议报文中传输时，需要遵照网络字节序（大端）来填充。

举例如下：

以电表地址000006881273为例，当该地址用来填充协议报文格式中的MAC地址字段时，需要按照6个字节进行表示，则字节0到字节5的字节序列中，分别填充为00 00 06 88 12 73。

#### 6.4 校验算法

使用两种校验算法，分别是24比特的循环冗余校验和32比特的循环冗余校验。

其中，32比特的循环冗余校验算法遵循 IEEE 802.3 中 CRC—32 标准。24比特的循环冗余校验算法的实现约束如下所示：

- a) 生成多项式： $c(x) = x^{24} + x^{23} + x^6 + x^5 + x + 1$ ；
- b) 初始值为24'h0；
- c) 处理方法：数据每次输入1比特，顺序为从低字节到高字节，从低比特到高比特。

#### 6.5 其他约束

所有保留字段，无特殊说明，均缺省置0。

# 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

编 制 说 明

目 次

1 编制背景 .....10

2 编制主要原则 .....10

3 与其他标准文件的关系 .....10

4 主要工作过程 .....10

5 标准结构和内容 .....11

6 条文说明 .....11

## 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 1 部分:总则”。

## 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1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2章，由网络属性、基本功能组成。本部分兼顾现有用电信息采集系统的实际情况，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分类、网络拓扑及网络安全方面的要求，并提出了具体的协议栈结构、报文封装、字节序、校验算法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。

## 6 条文说明

无