

Q/DX

青岛鼎信通讯股份有限公司企业标准

拓扑收发模块

V1.0

2022-01-12 发布

2022-01-12 实施

青岛鼎信通讯股份有限公司 发布

前 言

本标准是以《Q/GDW 1374.2-2013 电力用户用电信息采集系统技术规范 第2部分：集中抄表终端技术规范》、《DL/T 645-2007 多功能电能表通信规约》、《Q/CSG 11109003-2013 低压电力用户集中抄表系统集中器技术规范》为参考起草的内控标准。

本标准起草单位：青岛鼎信通讯股份有限公司。

本标准规定的型式检查和试验是委托国家认可的专职检查和试验机构，按相关标准的规定进行审查和试验，确认其资料的符合性和产品质量的可靠性。

本标准规定的产品出厂的检验和试验程序，作为产品生产过程及产品出厂质量控制的检验和试验，以保证产品出厂的可靠性和稳定性。

拓扑收发模块

1 范围

本标准规定了拓扑收发模块的环境条件、工作电源、功能要求、技术指标、可靠性等方面的技术要求、检验规则以及运行质量管理等要求。

本标准主要适用拓扑收发模块的设计、制造、出厂检验以及型式检验。

2 技术条件及设计标准

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的应用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注明日期的应用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 15464-1995 仪器仪表包装通用技术条件

GB/T 17626.1-2006 电磁兼容 试验和测量技术 抗扰度试验总论

GB/T 17626.2-2018 静电放电抗扰度试验

GB/T 17626.3-2016 射频电磁场辐射抗扰度试验

GB/T 17626.4-2018 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

GB/T 17626.5-2008 浪涌（冲击）抗扰度试验

GB/T 17626.6-2017 射频场感应的传导骚扰抗扰度

GB/T 17626.8-2006 工频磁场抗扰度试验

GB/T 17626.10-2017 阻尼震荡磁场抗扰度试验

GB/T 17626.11-2008 电压暂降、短时中断和电压变化抗扰度试验

GB/T 17626.12-2013 振荡波抗扰度试验

DL/T 645-2007 多功能电能表通信规约

Q/GDW 1373-2013 1374.2-第2部分：集中抄表终端技术规范

Q/CSG 11109003-2013 低压电力用户集中抄表系统集中器技术规范

3 术语与定义

3.1 拓扑收发模块

采用模块化型式设计，可以焊接到智能融合终端、智能断路器等主设备上，实现拓扑信号的发送、识别并与主设备实现数据交互的模组。

4 技术要求

4.1 环境条件

4.1.1 参比温度及参比湿度

参比温度为23℃；参比湿度为40%~60%。

4.1.2 温湿度范围

拓扑收发模块满足工作环境温度-40℃~+75℃，最大变化率1.0℃/min，相对湿度10%~100%，最大绝对湿度35g/m³。

4.1.3 大气压力

56.0kPa~108.0kPa（海拔4000m以下）。

4.2 电源要求

4.2.1 工作电源

工作电源由主设备（智能断路器、智能融合终端等）提供，额定电压：DC 3.3V，允许偏差±0.2V。

4.2.2 功率消耗

静态下，DC 3.3V电流消耗不大于100mA。

4.3 外形结构

拓扑收发模块外形尺寸为48mm×45mm，误差±1mm；整体高度不大于12mm（不包含连接插针）。

拓扑收发模块使用插针焊接的方式连接到主设备上。

4.4 绝缘性能要求

4.4.1 绝缘强度

电压回路对弱电回路（包含通信口与电流采样口）之间，应耐受下表中规定的50Hz的交流电压，历时1min的绝缘强度实验。试验时不得出现击穿、闪络，泄漏电流应不大于2mA。

表 4.1 试验电压

额定绝缘电压 (V)	试验电压有效值 (V)	额定绝缘电压 (V)	试验电压有效值 (V)
$U \leq 60$	1000	$125 < U \leq 250$	3000
$60 < U \leq 125$	2500	$250 < U \leq 400$	3000

4.5 温升

静态工作时，拓扑收发模块板上器件温升均不超过35K。

4.6 功能要求

4.6.1 拓扑识别功能

拓扑收发模块具备差分采样功能，配合主设备集成的电流互感器与采样电阻，可以采集A、B、C三相电流数据，最大采样电压 $\pm 600\text{mV}$ 。

根据采集到的A、B、C三相电流数据，拓扑收发模块可以进行运算、分析，提取出准确的拓扑信号。

4.6.2 拓扑信号发送功能

拓扑收发模块在收到命令后，可以进行拓扑信号发送，发送电流范围为 $350\text{mA} \sim 450\text{mA}$ 。

4.6.3 存储功能

拓扑收发模块可保存不少于1000条识别记录，包括信号强度、相位、时间等信息。

4.6.4 通信功能

拓扑收发模块与主设备间通过UART通信，可以实现参数设置、查询、维护、信息交互等功能。

4.7 电磁兼容性要求

拓扑收发模块安装到主设备上后应能承受传导的和辐射的电磁骚扰以及静电放电的影响，设备无损坏，并能正常工作。

电磁兼容试验项目包括：电压暂降和短时中断、射频场感应的传导骚扰抗扰度、工频磁场抗扰度、射频电磁场辐射抗扰度、静电放电抗扰度、电快速瞬变脉冲群抗扰度、阻尼振荡波抗扰度、浪涌抗扰度。

试验等级和要求如下表。

表 4.2 电磁兼容试验主要参数

试验项目	等级	试 验 值	试 验 回 路
工频磁场抗扰度		400A/m	整机
射频辐射电磁场抗扰度	3/4	10V/m (80MHz~1000MHz) 30V/m (1.4GHz~2GHz)	整机
静电放电抗扰度	4	接触放电 9kV 空气放电 16kV	端子/外壳
电快速瞬变脉冲群抗扰度		2.0kV (耦合)	RS-485 等弱电端子
	4	4.0kV	电源回路
阻尼振荡波抗扰度	2	1.0kV (共模)	RS-485 等弱电端子
	4	2.5kV (共模)	电源回路
		1.25kV (差模)	
浪涌抗扰度	4	3kV (差模)	电源回路
电压暂降和短时中断		3000:1(60%), 50:1, 1:1	整机
射频场感应的传导骚扰抗扰度	3	10V (非调制)	电源端和保护接地端

4.8 连续通电稳定性

拓扑收发模块在正常工作状态连续通电72小时，在72小时期间每8小时进行抽测，其功能、性能应满足4.6相关要求。

4.9 可靠性指标

拓扑收发模块的平均无故障工作时间(MTBF)不低于50000小时。

5 试验方法

5.1 检验条件

5.1.1 试验系统

功能试验和各试验项目的功能验证试验应在试验系统下进行。拓扑收发模块焊接到测试主机上后对主机进行测试。

5.1.2 气候环境条件

除静电放电抗扰度试验，相对湿度应在30%~60%外，各项试验均在以下大气条件下进行，即：

- a) 温度：+15℃~+35℃；
- b) 相对湿度：25%~75%；
- c) 大气压力：86kPa~108kPa。

在每一项目的试验期间，大气环境条件应相对稳定。

5.1.3 电源条件

测试用主机供电电源条件为：

- a) 频率：50Hz，允许偏差-2%~+1%；
- b) 电压：UA、UN 供电 AC220V，允许偏差±5%。

5.2 检验方法

5.2.1 结构和机械试验

对测试用主机进行相关测试。

5.2.1.1 机械振动测试

拓扑收发模块应能承受正常运行及常规运输条件下的机械振动和冲击而不造成失效和损坏。机械振动强度要求：

频率范围：10Hz~150Hz；

位移幅值：0.075mm（频率≤60Hz）；

加速度幅值：10m/s²（频率>60Hz）；

20个测试周期。

如测试主机中除拓扑收发模块外的其他器件或功能出现问题，不判断为拓扑收发模块存在问题。

5.2.1.2 模拟汽车颠簸

持续 40 分钟，参考 ISTA-1A 标准。

判断标准：摸底测试，拓扑收发模块不应出现组件掉落、损坏。如测试主机中除拓扑收发模块外的其他器件或功能出现问题，不判断为拓扑收发模块存在问题。

5.2.1.3 跌落

跌落角度：6 面，按 GB T 2423.8 跌落试验方法进行。

判断标准：摸底测试，不应出现组件掉落，损坏。如测试主机中除拓扑收发模块外的其他器件或功能出现问题，不判断为拓扑收发模块存在问题。

5.2.2 气候影响试验

5.2.2.1 高温试验

按GB/T 2423.2—2008规定的Bb类进行，将被试主机设备在非通电状态下放入高温试验箱中央，升温至75℃，保温6h，然后通电0.5h，测试拓扑收发模块功能正常。

5.2.2.2 低温试验

按GB/T 2423.1—2008规定的Ab类进行，将受试主设备在非通电状态下放入低温试验箱的中央，降温至-40℃，保温6h，然后通电0.5h，测试拓扑收发模块功能正常。

5.2.3 温升试验

环境温度为40℃时，测试拓扑收发模块上器件最大温升不超过35K。

5.2.4 绝缘强度试验

进行各项绝缘性能试验前，应对测试主机进行自检，所有结果和显示应正常。

试验时，不进行试验的电气回路应短路并接地。进行交流耐压试验时，不应发生闪络、破坏性放电和击穿，试验后，功能和性能应符合规定。

按照4.4.1要求试验，试验时间1min，漏电流不应大于2mA。

5.2.5 功率消耗实验

在拓扑收发模块正常工作情况下，测试3.3V电源电流值应不大于100mA。因拓扑收发模块焊接到主机内部，不便于功耗测试。拓扑收发模块功耗由研发自测。

主机正常工作情况下，可用准确度不低于0.2级的三相标准表或其他合适方式测量，整机视在功耗值应不大于4VA。

5.2.6 功能和性能试验

5.2.6.1 一般要求

按4.6条规定，用测试用主机进行功能试验。

5.2.6.2 拓扑识别功能

配合其他拓扑信号发送设备，拓扑收发模块可正常识别拓扑信号。识别应连续识别10次以上无异常。拓扑识别测试方法为：按图5.1所示将拓扑识别工装的外接电流互感器卡在拓扑信号发送线路上，在发送设备发送拓扑信号15s后，通过DNA软件，在拓扑模块的数据抄读一栏中，给拓扑识别核心板发送实时识别结果这一指令，可读取到拓扑识别结果。

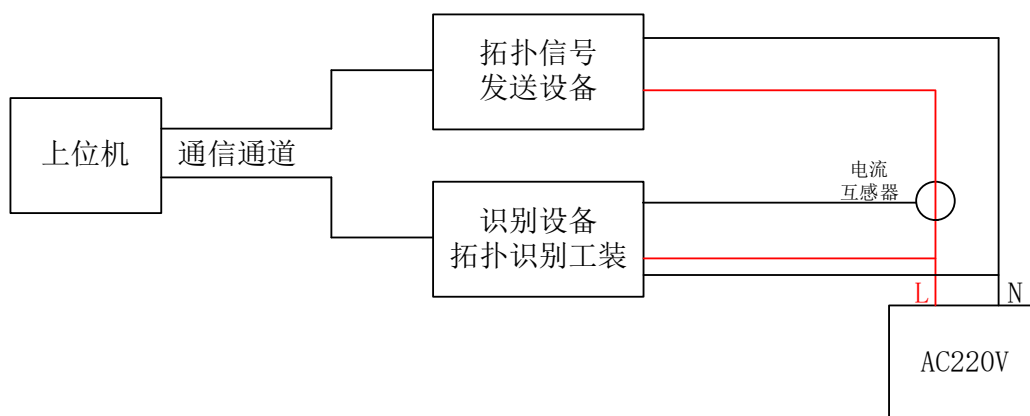


图5.1 拓扑识别功能测试示意图

5.2.6.3 拓扑信号发送功能

发送命令，拓扑收发模块发送拓扑信号，使用其他拓扑识别设备作为接收装置，应能识别到拓扑信号。拓扑发送测试方法为：按图5.2所示将拓扑信号识别设备的电流互感器卡在拓扑信号发送线路上，通过DNA软件，在拓扑模块的户变识别一栏，勾选特征信号发送时间-福建规范和立刻发送，点击命令发送，在发送拓扑信号15s后，识别设备可读取到拓扑识别结果。

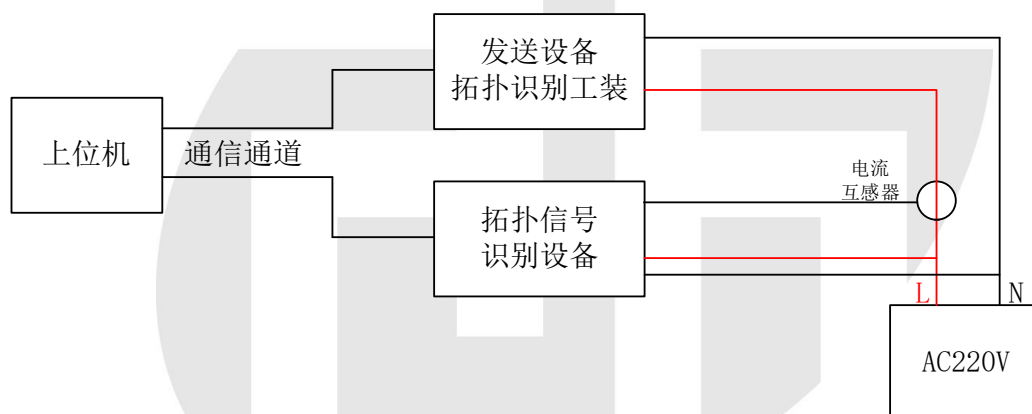


图5.2 拓扑发送功能测试示意图

5.2.6.4 设置和查询试验

通过主机向拓扑收发模块设置各项参数，读取到的结果应与设置参数值一致。

5.2.7 电磁兼容性试验

5.2.7.1 一般要求

对集成拓扑收发模块的主设备进行电磁兼容性试验，试验前后拓扑收发模块功能需正常。

5.2.7.2 试验结果的评价

除非特别说明，试验结果应依据拓扑收发模块在试验中的功能丧失或性能降低现象进行分类，电磁兼容性试验结果评价等级见表5.1。

A级：试验时和试验后拓扑收发模块均能正常工作，不应有任何误动作、损坏、死机、复位现象；

B级：试验时拓扑收发模块可出现短时（不应超过5分钟）通信中断，其它功能和性能都应正常，试验后无需人工干预，拓扑收发模块通信功能应可以自行恢复。

表 5.1 电磁兼容性试验结果评价等级

试验项目	试验结果评价	
	试验时	试验后
工频磁场抗扰度	A	A
射频电磁场辐射抗扰度	A	A
静电放电抗扰度	B	A
电快速瞬变脉冲群抗扰度	B	A
阻尼振荡波抗扰度	B	A
浪涌抗扰度	B	A
电压暂降和短时中断	-	A
射频场感应的传导骚扰抗扰度	B	A

5.2.7.3 工频磁场抗扰度试验

将主机设备置于与系统电源电压相同频率的随时间正弦变化的、强度为400A/m的稳定持续磁场的线圈中心，主机设备在正常工作状态下，测试拓扑收发模块应通信正常。

5.2.7.4 射频电磁场辐射抗扰度试验

主机设备在正常工作状态下，按GB/T 17626.3—2006的规定，并在下述条件下进行试验：

- a) 一般试验等级；
- b) 频率范围：80MHz～1000MHz；
- c) 严酷等级：3；
- d) 试验场强：10V/m（非调制）；
- e) 正弦波 1kHz，80%幅度调制。
- f) 抵抗数字无线电话射频辐射的试验等级：
- g) 频率范围：1.4GHz～2GHz；
- h) 严酷等级：4；
- i) 试验场强：30V/m（非调制）；
- j) 正弦波 1kHz，80%幅度调制。

试验时拓扑收发模块应能正常工作，通信功能正常。

5.2.7.5 静电放电抗扰度试验

主机设备在正常工作状态下，按GB/T 17626.2—2006的规定，并在下述条件下进行试验：

- a) 严酷等级：4；
- b) 试验电压：9kV；
- c) 直接放电。施加部位：在操作人员正常使用时可能触及的外壳和操作部分，包括 RS-485 接口；
- d) 间接放电。施加部位：主设备各个侧面；
- e) 每个敏感试验点放电次数：正负极性各 10 次，每次放电间隔至少为 1s。

如本体设备外壳为金属材料，则直接放电采用接触放电；如外壳为绝缘材料，则直接放电采用空气放电。

在进行试验时，允许出现短时通信中断，试验后验证拓扑识别、拓扑发送功能应正常。

5.2.7.6 电快速瞬变脉冲抗扰度试验

按GB/T 17626.4—2008的规定，并在下述条件下进行试验：

主机设备在工作状态下，试验电压施加于主机设备的供电电源端和保护接地端：

- a) 严酷等级：4；
- b) 试验电压： $\pm 4\text{kV}$ ；
- c) 重复频率：5kHz 或 100kHz；
- d) 试验时间：1min/次；
- e) 施加试验电压次数：正负极性各 3 次。

在进行试验时，允许出现短时通信中断，试验后验证拓扑识别、拓扑发送功能应正常。

5.2.7.7 阻尼振荡波抗扰度试验

主机设备在正常工作状态下，按GB/T 17626.12—1998的规定，并在下述条件下进行试验：

- a) 电压上升时间（第一峰）： $75\text{ns} \times (1 \pm 20\%)$ ；
- b) 振荡频率： $1\text{MHz} \times (1 \pm 10\%)$ ；
- c) 重复率：至少 400/s；
- d) 衰减：第三周期和第六周期之间减至峰值的 50%；
- e) 脉冲持续时间：不小于 2s；
- f) 输出阻抗： $200\Omega \times (1 \pm 20\%)$ ；
- g) 电压峰值：共模方式 2.5kV、差模方式 1.25kV（电源回路）；
- h) 试验次数：正负极性各 3 次；
- i) 测试时间：60s。

在进行试验时，允许出现短时通信中断，试验后验证拓扑识别、拓扑发送功能应正常。

5.2.7.8 浪涌抗扰度试验

主机设备在正常工作状态下，按GB/T 17626.5—2008的规定，并在下述条件下进行试验：

- a) 严酷等级：电源回路 4 级
- b) 试验电压：电源电压两端口之间 3kV 差模；
- c) 波形：1.2/50 μs ；
- d) 极性：正、负；
- e) 试验次数：正负极性各 5 次；
- f) 重复率：每分钟一次。

在对各回路进行试验时，允许出现短时通信中断，试验后验证拓扑识别、拓扑发送功能应正常。

5.2.7.9 电压暂降和短时中断

试验条件：主机设备在通电状态下(无备用电池)，电源电压突变发生在电压过零处

- a) 电压试验等级 40%UT：从额定电压暂降 60%，持续时间 1min，3000 个周期，降落 1 次。
- b) 电压试验等级 0%UT：从额定电压暂降 100%，持续时间 1s，50 个周期，降落 3 次，每次中间恢复时间 10s。（此试验允许终端重启，但是不能出现死机或者损坏现象）
- c) 电压试验等级 0%UT：从额定电压暂降 100%，持续时间 20ms，1 个周期，降落 1 次。

试验过程中拓扑收发模块不应发生损坏、误动作或死机现象，试验后验证拓扑识别、拓扑发送功能应正常。

5.2.7.10 射频场感应的传导骚扰抗扰度

试验条件：

150kHz~80MHz 10V(非调制), 正弦波1kHz, 80%幅度调制。

此项标准按照Q/GDW 1374-2013《电力用户用电信息采集系统技术规范：专变采集终端技术规范》中射频场感应的传导骚扰抗扰度对应的试验条件150kHz~80MHz 10V(非调制), 正弦波1kHz, 80%幅度调制。

试验电压施加于主机设备的供电电源端与保护接地端, 在进行试验时, 允许出现短时通信中断, 试验后验证拓扑识别、拓扑发送功能应正常。

5.2.8 连续通电的稳定性试验

主机设备在正常工作状态连续通电72h, 在72h期间每8h进行抽测, 测试拓扑收发模块通信功能、拓扑识别、拓扑发送功能应正常。

5.3 其他内控测试项目

5.3.1 对讲机干扰

对讲机随机设置多个频段进行干扰测试。

确保对讲机正常通讯, 将其中一个对讲机在主机设备周围移动施加干扰。拓扑收发模块不应出现死机, 复位等异常。

6 包装及标识

6.1 包装要求

拓扑收发模块需采用防静电包装。

6.2 标识

6.2.1 包装标识

拓扑收发模块包装箱上应有下列标志:

- a) 标以“小心轻放”, “向上”, “防潮”, “层叠”等图标;
- b) 制造厂商的名称、地址、电话、网址;
- c) 产品名称, 型号;
- d) 产品数量, 体积。

附 录

拓扑收发模块产品检测项目								
说明:								
1、生产功能测试+QA/IPQC 抽检=全项功能测试，功能项不应该有漏项								
2、试验项目各产品线根据自己实际需求可增加或者删减								
3、“√”表示全检验收的项目，a 表示功能检验时，只检数据通信、参数配置和控制功能；“√*”表示抽样验收的项目。								
序号	试验项目		研发 D 版本 本样机自测	研发设计 变更自测	生产功能 检测	新品质量 全性能试验 (10+20 台)	设计变更 型式试验 (5 台)	生产 QA/IPQC 抽检
	试验大类/执行部门		研发	研发	工艺	质量	质量	质量
1	一般检查	外观检查	√	√	√ a	√	√	√*
2	电源及电源 影响	电源测试	√	√		√	√	
3	功能检测	通讯及通讯 协议	√	√		√	√	
4	性能试验	温升试验	√	√		√		
5		功率消耗	√	√		√	√	
6	绝缘强度	绝缘强度	√	√		√	√	
7	EMC	工频磁场 试验	√	√		√	√	
8		阻尼振荡 波试验	√	√		√	√	
9		辐射电磁 场试验	√	√		√	√	
10		雷击浪涌 试验	√	√		√	√	
11		群脉冲试 验	√	√		√	√	
12		静电试验	√	√		√	√	
13	环境试验	高温试验	√	√		√	√	
14		低温试验	√	√		√	√	
15	机械性能	跌落试验	√	√		√		
16		汽车颠簸	√			√		
17		机械振动	√	√		√		
18	可靠性试验	双 85 试 验				√		
19		连续运行 稳定性	√	√		√		

20	生产	功率消耗 试验			√ a			√ *
21		版本读取 试验			√ a			√ *
22		整机功能 试验			√ a			√ *
23		生产工艺 说明	系统审批					√ *
24		BOM	系统审批					√ *

