

ICS 17.220.20

CCS N 20

T/SDES

山东省电工技术学会团体标准

T/SDES 0002—2022

智能光伏并网开关技术规范 设备部分

Technical specification for intelligent photovoltaic grid connected switch equipment

2022 - 04 - 11 发布

2022 - 04 - 13 实施

山东省电工技术学会 发布

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。

本文件由国网山东省电力公司电力科学研究院提出。

本文件由山东省电工技术学会归口。

本文件起草单位：国网山东省电力公司电力科学研究院、山东华科信息技术有限公司、济南荣耀合创电力科技有限公司、济南高华电器有限公司、上海良信电器股份有限公司、青岛鼎信通讯股份有限公司、高质标准化研究院（山东）有限公司、山东华研智能装备集团有限公司

本文件主要起草人：刘洋、李立生、杨会轩、程新功、魏欣、刘强、仇志彪、张鹏、李卫、苏明、陈景峰、吴小峰、王秀广、董福涛、张世栋、黄敏、王鲁浩 徐航 孙昊、王洪海、法文鹏、王秉美、辛高辉

智能光伏并网开关 设备部分

1 范围

本文件规定了智能光伏并网开关（以下简称“并网开关”）的术语和定义、基本要求、电器元件和原材料的选择与安装、开关一次本体部分要求、二次设备部分要求、通信要求、功能要求、保护功能、试验以及标志、包装、运输与贮存等内容。

本文件适用智能光伏并网开关的生产、检验与安装。

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 2423.10 环境试验 第2部分：实验方法 试验 Fc：振动（正弦）
- GB/T 2423.18—2021 环境试验 第2部分：实验方法 试验 Kb：盐雾，交变（氯化钠溶液）
- GB/T 4208—2017 外壳防护等级（IP 代码）
- GB 9254—2016 信息技术设备的无线电骚扰限值和测量方法
- GB/T 13729—2019 运动终端设备
- GB/T 14048.1—2012 低压开关设备和控制设备 第1部分：总则
- GB/T 14048.2—2020 低压开关设备和控制设备 第2部分：断路器
- GB/T 14598.3 电气继电器 第5部分：量度继电器和保护装置的绝缘配合要求和试验
- GB/T 15153.1 运动设备及系统 第2部分：工作条件 第1篇：电源和电磁兼容性
- GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁辐射抗扰度试验
- GB/T 17626.4 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验
- GB/T 17626.5 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验
- GB/T 17626.9 电磁兼容 试验和测量技术 脉冲磁场抗扰度试验
- GB/T 2828.1—2012 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划
- 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 17627 低压电气设备的高压电试验技术定义、试验和程序要求、试验设备
- DL/T 375 户外配电箱通用技术条件
- DL/T 499 农村低压电力技术规程
- DL/T 645—2007 多功能电能表通信协议
- DL/T 698.45—2017 电能信息采集与管理系统 第4-5部分：通信协议——面向对象的数据交换协议

3 术语和定义

GB/T 14048.1—2012界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

智能光伏并网开关 intelligent photovoltaic grid connected switch

采用剩余电流重合闸塑壳断路器作为主体，增加光伏专用的保护功能、HPLC 或 HPLC 双模通信功能、电能质量监控功能与精确计量等电力物联网功能。用于光伏发电系统接入低压电网的断路器。

3.2

孤岛 islanding

公共电网失压时，电源仍保持对用户电网中的某一部分线路继续供电的状态。

3.3

过载保护、短路保护 **overpower protection/short-circuit protection**

无论是光伏发电侧还是低压电网侧出线短路，过载时并网开关切断并网连接，起到保护系统稳定的作用。

3.4

电能质量监控 **control of power quality**

对并网电压与电流谐波分析，电能质量评估，为考核发电质量提供数据依据。

3.5

测量功能 **measurement function**

量测发电功率、电压、电流、频率，为全台区电力供应与负荷响应提供数据支撑。

4 基本要求

4.1 外观要求

并网开关的外观应符合以下要求：

- a) 金属零件应采用镀层或涂层进行防蚀，金属零件不应有裂纹、麻点及镀层脱落；
- b) 塑料制件表面应光滑，不应有气泡、裂纹、麻点等缺陷；
- c) 操作并网开关时，容易触及的外部部件应由绝缘材料制成。

4.2 尺寸要求

4.2.1 并网开关

并网开关整体外形尺寸以及安装孔位置应满足附录A的要求。

4.2.2 通信模块

通信采用模块化设计，模块外形尺寸应符合附录B的要求。

4.3 装置（开关和箱体）技术工艺要求

4.3.1 一般要求

装置的一般要求：

- a) 装置内材料组别宜按 IIIa 选取；
- b) 装置过电压类别：IV 类；
- c) 装置的短路耐受电流等级分 10 kA 及以下、15 kA、30 kA 三个等级，用户可根据系统要求选择适宜等级的装置。

4.3.2 壳体外观与结构

4.3.2.1 装置外形尺寸及结构应设计合理，便于安装、巡视和检修。

4.3.2.2 装置应能承受短路电流产生的热稳定和动稳定，以及搬运、使用中的电动、机械振动和磁场等干扰要求。

4.3.2.3 装置外壳应采用 2 mm 厚不锈钢板制作。

4.3.2.4 装置锁具应采取防淋雨措施；门轴应采取防锈蚀措施；进出线应采取防划割、防进水的措施；宜考虑结构安全防护

4.3.2.5 装置门的开合角度不应小于 90°，且能灵活启闭。

4.3.2.6 装置宜按 IV 级污染等级设计，外壳防护等级不小于 IP44。

4.3.2.7 装置应具备自然通风功能，顶部应有隔热层。

4.3.2.8 装置焊接、组配、防腐处理等工艺应符合相关标准，无虚焊、毛刺、撕边、搭接不工整等缺陷。

- 4.3.2.9 装置壳体使用寿命应不少于 10 年。
- 4.3.2.10 装置应统一安装安全警示标识。
- 4.3.2.11 箱体的门锁应采用通用锁具，前后门上应安装防盗螺丝。除箱体本锁外，预留外挂锁孔。

4.3.3 箱体性能要求

- 4.3.3.1 箱体板材采用 S30408 不锈钢板材。
- 4.3.3.2 不锈钢箱体表面应进行亚光处理，有效避免光污染。
- 4.3.3.3 箱门采用三节铰链式门轴固定方式，并提供固定件。铰链门轴采用不锈钢等金属材料构成。
- 4.3.3.4 箱体需采用专用三点定位门锁，锁芯加保护盖。箱门应能灵活开启，开启角大于 90°，关好门后，门柄旋过死点，锁舌同时上下插别。
- 4.3.3.5 箱门应密封防水，具备防盗，防破坏的功能。表箱锁应具备防雨、防撬、防锈等功能。
- 4.3.3.6 箱体的门锁应采用通用锁具，前后门上应安装必需要专用工具才能打开的防盗螺丝。除箱体本锁外，预留外挂锁孔。
- 4.3.3.7 箱体应配备专用吊装环，满足运输和起吊要求。
- 4.3.3.8 箱体结构应满足吊装或挂装的安装要求。
- 4.3.3.9 箱体应能满足 50 mm² 低压电缆的进出线。
- 4.3.3.10 箱体外壳应设有明显的与外设接地系统相连接的接地装置，并设置永久性标志。该装置与外设接地系统可采用螺栓连接，螺栓不小于 M12，并满足防腐蚀要求。
- 4.3.3.11 箱体内部应设置并安装一条专用接地保护导体，并应保证装置接地的电气连接线，确保箱体以及内部元器件的可靠接地。
- 4.3.3.12 各箱门与箱体的接地保护导体之间用 6 mm² 铜编织线牢固连接。各处连接端子之间的电阻不大于 0.1 Ω。
- 4.3.3.13 箱体标识设置应符合《国网公司品牌标识应用管理办法》和《国网公司标识应用手册》的相关规定。

4.4 开关（带安装箱）通用要求

所使用开关应符合 GB/T 14048.1-2012 要求。

4.5 并网开关外壳及其防护性能

4.5.1 耐热与防火

耐非正常热及火应按照 GB/T 14048.1—2012 中 8.2.1.1 的规定进行试验，并补充以下内容：

- d) 固定带电部件的绝缘材料灼热丝试验温度选择 960 ℃；
- e) 其它非固定带电部件的绝缘材料灼热丝试验温度选择 650 ℃。

4.5.2 防锈试验

按照 GB/T 2423.18—2021 的规定进行试验。

4.5.3 整机防护能力

应满足 GB/T 4208—2017 中 IP20 的防护要求。

5 电器元件和原材料的选择与安装

5.1 电子元件

5.1.1 母排、绝缘支撑件、壳体材料等，应有材质单和必要的出厂或型式试验报告，并标明各相关重要数据，包括绝缘器件的阻燃指数、绝缘性能、机械强度，母排的材质和导电率，钢材碳含量等，且符合国家相关要求。

5.1.2 电器元件安装应考虑元器件的技术要求（如飞弧距离、爬电距离、电气间隙、电磁干扰、防护

要求) 和产品说明书中注明的注意事项。

5.2 导体和布线

5.2.1 导线材料应为 T2 电解铜。

5.2.2 导线颜色的选择应符合表 1 的规定。

5.2.3 所选绝缘导线的参数, 应同装置相应电路的额定参数及设计要求一致。

5.2.4 主回路导线应采用母排, 母线中性线截面积应与相线截面积相同, 截面应以满足允许载流量(见 DL/T 375 附录 C 和附录 D) 和温升控制(见 DL/T 375 附录 E) 的要求。

5.2.5 控制回路应选择耐气候型铜芯绝缘单股导线, 截面积不小于 1.5 mm^2 ; 测量电流、电压回路及计量电压回路导线截面积不小于 2.5 mm^2 ; 计量电流回路导线截面积不小于 4 mm^2 ; RS485 使用阻抗为 120Ω 的屏蔽双绞线缆。跨越装置内活动部位, 应使用软铜线, 并留有适度裕度, 防止机械损伤, 软铜线截面积应适当加大。

5.2.6 使用多股导线的, 接线端部应有相应材质的接线端头, 且宜采用冷压接方式。每根导线的中间不应有接头。一个端子只能连接一根导线, 特殊设计的端子除外。

5.2.7 导线不应贴近具有不同电位或容易发热损坏绝缘层的带电部件, 也不应贴近、穿越带有尖角的裸露带电部件边缘。若无法避免以上情况, 则应采取防护措施。

5.2.8 导线相序排列应符合表 2 的要求。

5.2.9 装置内的铜排应外加绝缘护套。母排和母线各部接头处应加绝缘防护罩。装置内应无裸露带电部位, 母线及馈出均绝缘封闭, 并具有检修时能可靠验电接地的功能, 保障检修人员的人身安全。

5.2.10 铜排其折弯应无砸痕、裂口、毛刺, 符合 DL/T 499 的规定。其最小允许弯曲半径应符合 DL/T 375 表 7 的规定。

表1 电工成套装置中的导线颜色

颜色	用途
黄色	交流 A 相线
绿色	交流 B 相线
红色	交流 C 相线
黄绿间隔 (绿色/黄色)	PE 或 PEN 线
黑色	装置和设备内的布线
淡蓝色	交流 N 相
三芯电缆颜色由下列颜色构成: 绿/黄+淡蓝+棕色或者黑+淡蓝+棕色	连接三相交流电路
四芯颜色构成: 绿/黄+淡蓝+黑+棕色	连接三相交流电路
二次交流系统选择: A、B、C 全部选择单一黑色, PE或PEN线为黄绿间隔条形线	

表2 导线相序排列表

类别	上下排列	左右排列	前后排列
A 相	上	左	远
B 相	中	中	中
C 相	下	右	近
中性线、中性保护线	最下	最右	最近

5.3 安装

并网开关应按产品使用说明书安装。

6 开关一次本体部分要求

6.1 结构要求

6.1.1 材料

6.1.1.1 耐非正常热和火

并网开关的绝缘材料部件由于电气效应可能使之受到热应力,并且绝缘恶化可能损害并网开关的安全,这些部件遭受非正常热和火的作用不应使其失效或危及安全。

6.1.1.2 防锈性能

应符合 GB/T 2423.18—2021 的规定。

6.1.1.3 防护等级

除接线端子外,并网开关外壳的防护等级应达到 IP20。

6.1.2 载流部件及其连接

应符合 GB/T 14048.1—2012 中 7.1.3 的规定。

6.1.3 电气间隙和爬电距离

应符合 GB/T 14048.2—2020 中 7.1.4、7.2.3.4、7.2.3.5 的规定。

6.1.4 对操作者安全要求

在人力操作工具范围内应无炽热颗粒喷出的通道或孔。通过 GB/T 14048.2—2020 中 8.3.2.6.1 列项 b) 的规定来检查其是否符合要求。

6.1.5 结构段说明

应符合 GB/T 14048.2—2020 中 7.1.6 的规定。

6.1.6 触头位置指示要求

应符合 GB 14048.1—2012 中 7.1.6 的规定。

6.1.7 接线端子

应符合 GB/T 14048.1—2012 中 7.1.8 的规定。

6.2 工作条件

6.2.1 周围空气温度

正常工作环境温度应为 $-25\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+55\text{ }^{\circ}\text{C}$,在非正常工作环境温度下,根据制造商和用户的协议降额使用,极限工作温度为 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

6.2.2 海拔

安装地点的海拔不宜超过 2 000 m。对于海拔高于 2 000 m 的电器,需要考虑空气的冷却作用和介电强度的下降,在此条件下运行的电气设备应根据制造商和用户的协议降额使用。

6.2.3 大气条件

6.2.3.1 湿度

温度为 $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,空气的相对湿度不超过 50%,在较低的温度下允许有较高的相对湿度。例如 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,对由于温度变化偶尔产生的凝露应采取特殊的措施。

6.2.3.2 污染等级

适用于污染等级为 3 级的环境。

6.2.4 外磁场

任何方向的外磁场不超过地磁场的 5 倍。

6.3 运输和储存条件

运输和储存温度宜为 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

处于极端温度下而不操作的并网开关不应承受不可逆的损坏,在置于正常条件下电器应能按规定正常操作。

6.4 性能要求

6.4.1 温升性能

按照 GB/T 14018.1—2012 中 8.3.3.3 规定进行试验。

温升试验的温升值应符合表 3 的规定。

试验后并网开关不应受到影响其功能和使用安全的损害。

表3 温升值

部件名称	温升极限/K
连接外部导体的接线端子	70
绝缘操作手柄	25
操作时易触及的绝缘外壳的表面	40
其它零部件,包括安装面直接接触的表面	50
注1:除上述所列部件外,对其它部件不作温升规定,但以不引起相邻绝缘部件损坏为限。	
注2:表中绝缘线圈温升极限是按年平均温度为 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下推荐的,年平均温度超过 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时的温升极限由用户与制造厂协商。	

6.4.2 介电性能

6.4.2.1 冲击耐受电压

应符合 GB/T 14048.1—2012 中 7.2.3.1 的规定。

冲击耐受电压应满足表 4 的要求。

表4 冲击耐受电压值

额定冲击耐受电压 (U_{imp}) /kV	试验电压和相应的海拔				
	$U_{1.2/50}$ (kV)				
	海平面	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
8	9.8	9.6	9.3	9	8
12	14.8	14.5	14	13.3	12
注:适用均匀电场。					

6.4.2.2 工频耐受电压

应符合 GB/T 14048.1—2012 中 7.2.3.2 的规定。

工频耐受电压应满足表 5 的要求。

表5 工频耐受电压值

测试部位	工频耐压试验值(交流,有效值)/V	频率/Hz	试验时间/s
并网开关主电路	2 500	50	5
不直接接入主电路的辅助电路和控制电路	1 800		

6.4.3 过电流动作特性

并网开关的过电流动作特性应符合 GB/T 14048.2—2020 中 7.2.1.2.4 的规定。

6.4.4 过载性能

并网开关的过载性能应符合 GB/T 14048.2—2020 中 7.2.4.1 的规定。

6.4.5 操作性能能力

并网开关的操作性能能力应符合 GB/T 14048.2—2020 中 7.2.4.2 的规定。操作性能应满足表 6 要求。

表6 操作循环次数

额定电流	每小时操作循环次数	操作循环次数		
		不通电流	通电流	总数
125 A	120	7 000	1 000	8 000
如果经制造商同意,可提高该操作频率,在这种情况下,所用的操作频率应在试验报告中说明 在每个操作循环期间,并网开关应保持闭合—足够的时间,以保证通以全电流,但不超过 2 s				

6.4.6 短路条件下的接通和分断能力

应符合 GB/T 14048.2—2020 中 4.3.6.1、4.3.6.2 和 4.3.6.3 的规定。

额定极限短路分断能力 I_{cu} 和额定运行短路分断能力 I_{cs} 应满足表 7 要求。

表7 额定极限短路分断能力 I_{cu} 和额定运行短路分断能力 I_{cs}

额定电流/额定电压	额定极限短路分断能力 I_{cu}	额定运行短路分断能力 I_{cs}
125 A/400 V	≥ 25.0 kA	≥ 25.0 kA

6.4.7 额定短时耐受电流能力

并网开关的额定短时耐受电流能力应符合 GB/T 14048.2—2020 中 4.3.6.4 的规定。

额定短时耐受电流能力 I_{cw} 应满足表 8 要求。

表8 额定短时耐受电流能力

额定电流 I_n/A	额定短时耐受电流能力 I_{cw}/kA	通电时间/s
125	≥ 3	≥ 1

6.5 额定值和优选值

额定工作电压 U_e : AC 220V。

额定电流 I_n : 125 A 及以下。

额定频率 f : 50 Hz。

额定绝缘电压 U_i : $U_i \geq 800$ V。

额定冲击耐受电压 (U_{imp}): $U_{imp} \geq 8$ kV。

额定电网电压 U_n : AC 400 V。

7 二次设备部分要求

7.1 模拟量

7.1.1 电压测量准确度应符合表 9 的要求。

表9 电压测量准确度

电压值	百分数误差极限（引用误差）
$0.7 U_e \leq U \leq 1.3 U_e$	$\pm 0.5\%$
$0.35 U_e \leq U < 0.7 U_e$	$\pm 1\%$

7.1.2 电流测量准确度（三相电压平衡，额定电压）应符合表 10 的要求。

表10 电流测量准确度

电流值	百分数误差极限（引用误差）
$0.004 I_n \leq I < 0.01 I_n$	$\pm 0.75\%$
$0.01 I_n \leq I \leq 1.2 I_n$	$\pm 0.5\%$

7.1.3 有功功率（三相平衡负载，额定电压）测量准确度应符合表 11 的要求。

表11 有功功率测量准确度

电流值	功率因数	百分数误差极限（引用误差）
$0.05 I_n \leq I < 0.1 I_n$	1.0	$\pm 1\%$
$0.1 I_n \leq I \leq 1.2 I_n$	1.0/0.5 L/0.8 C	$\pm 1\%$

7.1.4 无功功率（三相平衡负载，额定电压）测量准确度应符合表 12 的要求。

表12 无功功率测量准确度

电流值	功率因数	百分数误差极限（引用误差）
$0.05 I_n \leq I < 0.1 I_n$	0.0	$\pm 2\%$
$0.1 I_n \leq I \leq 1.2 I_n$	0.0/0.5 L/0.8 C	$\pm 2\%$

7.1.5 视在功率（三相平衡负载，额定电压）测量准确度应符合表 13 的要求。

表13 视在功率测量准确度

电流值	功率因数	百分数误差极限（引用误差）
$0.05 I_n \leq I < 0.1 I_n$	1.0	$\pm 2\%$
$0.1 I_n \leq I \leq 1.2 I_n$	0.0/0.5 L/0.8 C	$\pm 2\%$

7.1.6 正反向电能累计准确度应符合表 14 的要求。

表14 正反向电能累计准确度

电流值	功率因数	百分数误差极限（相对误差）
$0.05 I_n \leq I \leq 1.2 I_n$	1.0/0.5 L/0.8 C	$\pm 1\%$

7.1.7 谐波：电压谐波测量 2 次~31 次、电流谐波测量 2 次~31 次，谐波测量准确度应符合表 15 的要求。

表15 谐波测量准确度

被测量	条件	百分数误差极限（相对误差）
电压	$U_h \geq 1\% U_e$	$5\% U_h$
	$U_h < 1\% U_e$	$0.05\% U_e$
电流	$I_h \geq 3\% I_n$	$5\% I_h$
	$I_h < 3\% I_n$	$0.15\% I_n$

注：表中 U_e 为标称电压， I_n 为额定电流， U_h 为谐波电压， I_h 为谐波电流

7.1.8 频率：测量范围 45 Hz~55 Hz，测量误差 ± 0.1 Hz。

7.1.9 温度： $\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

7.2 状态量

支持单点遥信。

7.3 功率消耗

在施加参比电压、参比频率条件下，并网开关处于非通信状态时，每一极电压线路的有功功率和视在功率消耗不应大于 3 W，5 VA

并网开关在通信状态下，电压线路的有功功率不应大于 8W。

并网开关在参比电流和参比频率下，单极线路最大功耗不大于 30W。

7.4 过载能力

并网开关的过载能力应满足以下要求。

- a) 交流电流回路：1.2 倍额定电流，连续工作。
- b) 交流电压回路：
 - 1) 1.2 倍额定电压，连续工作；
 - 2) 1.4 倍额定电压，允许 10s。

7.5 时钟误差

时钟准确度（日误差）不超过 0.5 S。

7.6 绝缘要求

7.6.1 绝缘电阻

7.6.1.1 绝缘电阻应符合 GB/T 14598.3 的规定。

7.6.1.2 在正常大气条件下绝缘电阻应符合表 16 的要求。

表16 正常条件绝缘电阻

额定绝缘电压 (U_i) /V	绝缘电阻要求/M Ω
$U_i \leq 60$	≥ 5
$U_i > 60$	≥ 5

注：绝缘电阻使用 500V 兆欧表进行测量。

7.6.1.3 湿热条件：在温度 $40 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 90%~95% 的恒定湿热条件下绝缘电阻应符合表 17 的要求。

表17 湿热条件绝缘电阻

额定绝缘电压 (U_i) /V	绝缘电阻要求/M Ω
$U_i \leq 60$	≥ 1
$U_i > 60$	≥ 1

注1：绝缘电阻使用 500V 兆欧表进行测量。
注2：对于安装海拔高于 1000m 的设备，绝缘电阻要求为正常绝缘电阻水平乘以系数 K（K 值参考标准 GB/T 11022—2020 第 4.2.2 条规定）。

7.6.2 绝缘强度

绝缘强度应符合 GB/T 14598.3 的规定。

接线端子及对地（外壳）、无电气联系的端子之间均应能承受频率为 50Hz，时间 1min 的耐压试验，且未出现击穿、闪络等现象，泄漏电流应不大于 5mA（交流有效值）。试验电压见表 18。

表18 绝缘强度试验电压

额定绝缘电压(U_i)/V	试验电压有效值/ V_{rms}
$U_i \leq 60$	500
$60 < U_i \leq 125$	1500
$125 < U_i \leq 250$	2500

注：对于安装海拔高于1000m的设备，绝缘电阻要求为正常绝缘电阻水平乘以系数K（K值参考标准GB/T 11022—2020第4.2.2条规定）。

7.7 冲击电压

7.7.1 电器绝缘的验证应采用额定冲击耐受电压进行。试验电压按 GB/T 14048.1—2012 中 7.2.3.1 的规定选择。装有过电压抑制装置的电器，试验电流的能量应不超过过电压抑制装置的能量规定值，过电压抑制装置的额定值应满足使用。

7.7.2 试验设备应校准产生 GB/T 17627 中规定的 1.2/50 μ s 波形。然后将输出连接至试品上，每一极性各施加 5 次，最小时间间隔为 1s。被试电器对波形的影响(如有)可以忽略。

7.7.3 被试电器试验电压按如下方法施加。

- a) 触头处于所有正常工作位置，主电路所有端子连接在一起(包括接至主电路的控制电路和辅助电路)和外壳或安装板之间。
- b) 触头处于所有正常工作位置，主电路每极与其他连接在一起并接至外壳或安装板的极之间。
- c) 正常工作不接至主电路的每个控制电路和辅助电路与以下部位之间：
 - 1) 主电路；
 - 2) 其他电路；
 - 3) 外露导体部分；
 - 4) 外壳或安装板。

7.7.4 以上部位任何合适者可以连接在一起。

7.7.5 试验过程中应无非故意的击穿放电。

7.8 电磁兼容性

7.8.1 电压突降和中断

电压突降和电压中断适应能力应符合 GB/T 15153.1 的规定。在电压突降 ΔU 为 100%，电压中断为 0.5s 的条件下应能正常工作，设备各项性能指标符合 GB/T 13729—2019 中 5.5 的要求。

7.8.2 振荡波干扰

抗振荡波干扰的能力应符合 GB/T 15153.1 的规定。在正常工作大气条件下设备处于工作状态时，在信号输入回路和交流电源回路施加高频干扰，由电子逻辑电路组成的回路及软件程序应能正常工作，其性能指标符合 GB/T 13729—2019 中 5.5 的要求。

其中高频干扰的振荡波干扰波特性为：

- a) 波形：衰减振荡波，包络线在 3 到 6 个周期衰减至峰值的 50%；
- b) 频率：(1 \pm 0.1) MHz；
- c) 重复率：400 次/s；
- d) 振荡波干扰电压值应符合表 7 的要求。

7.8.3 快速瞬变脉冲群干扰

抗电快速瞬变脉冲群干扰的能力应符合 GB/T 17626.4 的规定。在施加表 19 规定的电快速瞬变脉冲群干扰电压的情况下，设备应能正常工作，其性能指标符合 GB/T 13729—2019 中 5.5 的要求。

7.8.4 浪涌干扰

抗浪涌干扰的能力应符合GB/T 17626.5的规定。在施加表19中规定的浪涌干扰电压的情况下，设备应能正常工作，其性能指标符合GB/T 13729—2019中5.5的要求。

表19 高频干扰、快速瞬变和浪涌试验的主要参数

试验项目	级别	^a 共模实验值/kVP	试验回路
振荡波干扰	3	2.5	信号、通信回路和电源回路
	4	2.5	信号、通信回路和电源回路
电快速瞬变干扰	3	1.0	信号、通信回路
		2.0	电源回路
	4	2.0	信号、通信回路
		4.0	电源回路
浪涌干扰	3	2.0	信号、通信回路和电源回路
	4	4.0	信号、通信回路和电源回路
注1：3级为安装于居民区或工业区内等没有特别保护环境中的设备。			
注2：4级为极为靠近中、高压敞开式和GIS（气体绝缘开关设备）或真空开关装置等严重骚扰环境中的设备。			
^a 差模试验电压值为共模试验电压值的1/2。			

7.8.5 静电放电干扰

抗静电放电的能力应符合GB/T 15153.1的规定。

设备应能承受表20中规定的静电放电电压值。在正常工作条件下，在操作人员通常可接触到的外壳和操作点上，按规定施加静电放电电压，正负极性放电各10次，每次放电间隔不低于1s。在静电放电情况下设备的各性能指标均符合GB/T 13729—2019中5.5的要求。

表20 静电放电试验的主要参数

实验项目	级别	试验值	
		接触放电/kV	空气放电/kV
静电放电	3	±6	±8
	4	±8	±15
注1：3级为安装在具有湿度控制系统的专用房间内的设备。			
注2：4级为安装在不加控制环境中的设备。			

7.8.6 工频磁场和阻尼振荡磁场干扰

抗工频磁场和阻尼振荡磁场干扰的能力应符合GB/T 15153.1的规定。

设备在表21中规定的工频磁场和阻尼振荡磁场条件下应能正常工作，且各项性能指标符合GB/T 13729—2019中5.5的要求。

表21 工频磁场和阻尼振荡磁场试验主要参数

试验项目	级别	电流波形	试验值 (A/m)
工频磁场	3	连续正弦波	30
	4		100
	特定		与厂家协商确定
阻尼振荡磁场	3	衰减振荡波	30
	4		100
	特定		与厂家协商确定
注1：3级为安装于工厂、电厂或处于特别居民区内等典型工业环境中的设备。			
注2：4级为极为靠近中、高压敞开式和GIS或真空开关装置或其他电气设备等恶劣的工业环境或严重骚扰环境中的设备。			

7.8.7 脉冲磁场干扰

抗脉冲磁场干扰的能力应符合GB/T 17626.9的规定。

设备在表22中规定的脉冲磁场条件下应能正常工作，而且各项性能指标符合GB/T 13729—2019中5.5的要求。

表22 脉冲磁场试验主要参数

试验项目	级别	试验值 (A/m)
辐射电磁场	3	100
	4	300
	5	1000
	X	特定
注：“X”是一个开放等级，可在产品规范中给出。		

7.8.8 辐射电磁场干扰

抗辐射电磁场干扰的能力应符合GB/T 17626.3的规定。

设备在表23中规定的辐射电磁场条件下应能正常工作，且各项性能指标符合GB/T 13729—2019中5.5的要求。

表23 辐射电磁场试验主要参数

试验项目	级别	频率范围	试验值 V/m
辐射电磁场	3	80MHz~1000 MHz, 连续波	10
	4	1.4GHz~2.0GHz, 连续波	30
注1：3级为安装于工厂、电厂或处于特别居民区内等典型工业环境中的设备。			
注2：4级为极为靠近中、高压敞开式和GIS或真空开关装置或其他电气设备等恶劣的工业环境或严重骚扰环境中的设备。			

7.8.9 电磁干扰限值(EMI)

并网开关在通信功能HPLC或HPLC双模不工作时，其他功能均正常工作条件下，通过电力线与空间辐射的噪声不高于GB 9254—2016中Class A限值。

电源端骚扰电压限值应满足表24的要求，空间辐射骚扰电压限值应满足表25的要求。

表24 电源端子骚扰电压限值

频率范围/MHz	限值/dB(uV)	
	准峰值	平均值
0.15~0.50	79	66
0.50~30	73	60
注：在过渡频率（0.50MHz）处应采用较低限值		

表25 辐射骚扰电压限值

频率范围/MHz	准峰值限值/dB(uV/m)
30~230	40
230~1000	47
注：在过渡频率（230MHz）处应采用较低限值。	

7.9 机械振动性能

机械振动性能应符合GB/T 2423.10的规定。

设备应能承受频率 f 为2Hz~9Hz,振幅为0.3mm以及 f 为9Hz~500Hz,加速度为 1m/s^2 的振动。振动之后,设备不应发生损坏和零部件受振动脱落现象,且各项性能指标符合GB/T 13729—2019中5.5的要求。

7.10 连续通电的稳定性

设备完成调试后,在出厂前进行不少于72h连续稳定的通电试验,交流电压为额定值,且各项性能指标符合GB/T 13729—2019中5.5的要求。

7.11 功能试验

设备应进行功能试验。设备动作行为应正确,信号指示、通讯功能等均正确。
按第11章进行试验。

7.12 电源要求

7.12.1 供电方式

采用三相四线交流。

7.12.2 电源技术参数指标要求

电源技术参数指标应满足以下要求:

- a) 额定相电压: AC220V;
- b) 允许偏差: $-20\% \sim +20\%$;
- c) 上电、断电、电源电压缓慢上升或缓慢下降,均不应误动或误发信号,当电源恢复正常后应自动恢复正常运行;
- d) 电源恢复后保存数据不丢失,内部时钟正常运行;
- e) 电源由非有效接地系统或中性点不接地系统的三相四线配电网供电时,在接地故障及相对地产生10%过电压的情况下,没有接地的两相对地电压将会达到1.9倍的额定相电压,维持2h,不应出现损坏。供电恢复正常后应正常工作,保存数据无改变。

7.13 后备电源

后备电源宜采用超级电容,当主电源故障时,超级电容能自动无缝投入,维持上行通信模块正常工作不少于60s。

失去工作电源,并网开关应保证保存各项设置值和记录数据不少于1年。

超级电容寿命应不少于8年。

8 通信要求

8.1 通信模块与外部接口

应能配置上行通信模块,并具备RS—485通讯等外部接口,支持近距离无线及本地维护。采用模块化可插拔设计,并网开关应能在不停电情况下更换上行通信模块。

8.2 上行通信模块

上行通信模块与台区智能设备传输方式可选用HPLC电力线载波、微功率无线、HPLC电力线载波/微功率无线双模通信。

8.3 外部接口

RS—485接口用于通讯和维护及扩展功能使用,传输速率可配置,默认为9600bps,最高支持不低于19200bps的波特率。

8.4 通信协议

应支持DL/T 645—2007通讯协议，同时支持DL/T 698.45和CoAP中任一种通讯协议。
通信协议应支持DL/T 645—2007、DL/T 698.45或CoAP中的一种通讯协议。

9 功能要求

9.1 本地维护

本地维护应支持按键（显示屏）方式，同时还应具备红外、蓝牙、RS485等至少其中1种方式。

9.2 数据采集

应具备基本数据块采集能力，包括三相电压、三相电流、瞬时有功功率、瞬时无功功率、瞬时视在功率、功率因数、相角、电压波形失真度、电流波形失真度、电压谐波含量、电流谐波含量、频率、电量以及表C.5的扩展冻结数据项、突变电流数据项、自描述数据项。

9.3 数据存储

冻结功能包含瞬时冻结、分钟冻结、整点冻结、日冻结和月冻结：

- a) 瞬时冻结：在非正常情况下，冻结当前的日历、时间、电能量和重要测量的数据；瞬时冻结量应保存最后 3 次的数据；
- b) 分钟冻结（负荷记录）：并网开关的存储空间至少默认记录正反向有功总电能、组合无功总电能、四象限无功总电能、分相电压、分相电流、有功功率，无功功率、功率因数，在间隔时间为 15min 的情况下能够记录不少于 300 天的数据量；
- c) 整点冻结：存储整点时刻的有功总电能，应可存储 254 个数据；
- d) 日冻结：存储每天零点的电能量，应可存储 62 天的数据量。若停电时刻错过日冻结时刻，上电时应补全日冻结数据，最多补全最近一周的日冻结数据；
- e) 月冻结：存储每月 1 日零点的总电能，可存储 12 次。

9.4 事件记录功能

并网开关应至少支持掉电、分闸、过流、过压、电流不平衡、欠压、电压不平衡、断相、清零事件记录功能，其他事件记录功能可由制造商规定，单条事件记录需至少包含：事件发生时刻、发生原因、发生相别、发生时电参量，事件判定条件及记录次数可由制造商规定，事件记录数据应符合DL/T 645—2007及其备案文件或DL/T 698.45—2017通讯规约的规定。

9.5 数据清零

并网开关清零功能要求如下：

- a) 清除并网开关内存储的电能量、需量、冻结量、事件记录、负荷记录等数据；
- b) 清零操作应作为事件永久记录，应有防止非授权人操作的安全措施；
- c) 并网开关底度值只能清零，禁止设定。

9.6 故障检测和指示

并网开关具有LED灯指示功能，指示功能需包含但不限于运行指示、通讯指示和报警指示、脉冲灯等。指示灯包括以下四种：

- a) 运行指示灯；
- b) 通信指示灯；
- c) 报警指示灯；
- d) 有功电能脉冲指示灯（红色）。

9.7 交流采样

额定交流电压：AC220V。

电压取样位置：进线端。

额定交流电流：AC125A。

应具备三相电压、三相电流、有功功率、无功功率等模拟量采集功能。

应具备漏电流采集功能。

9.8 升级功能

应支持远程或本地对并网开关及通讯模块进行升级，升级流程应满足附录D的要求。升级失败应具备回退功能。

9.9 对时功能

在参比温度及工作电压范围内，时钟准确度不应超过0.5s/24h。在工作温度范围-25℃~+55℃内，时钟准确度随温度的改变量不应超过0.1s/(d℃)，在该温度范围内时钟准确度不应超过1s/d。

时钟电池：断电后应维持内部时钟正确工作时间大于5年，电池电压不足有状态反映。

时钟应支持校时：支持主站或终端下发对时命令对时（广播或指令）每天只能校准一次，时差不应超过5min（仅针对广播校时）。

可通过RS485、HPLC、蓝牙等通信接口对并网开关校时，日期和时间的修改应设置有防止非授权人操作的安全措施。

9.10 拓扑识别

内置拓扑发射模块可实现台区拓扑自动识别功能，具备台区拓扑户变信息采集功能（产品参数信息）、台区拓扑相序信息采集功能（A/B/C相）和台区拓扑分支信息采集功能，拓扑识别功能应满足附录E的要求。

9.11 自描述功能

应能支持对设备自描述属性的读取，包括资产编号，设备类型、生产厂家、设备型号、软件版本、硬件版本等自身属性。

9.12 通讯地址可配置

设备的通讯地址出厂采用统一默认地址000000000001，设备应支持通讯地址可配，应支持按键（显示屏）、红外、蓝牙至少一种方式进行配置。

9.13 分合闸功能

分合闸方式包括以下几种：

- a) 本地手动分合闸；
- b) 本地电动分合闸；
- c) 远程控制分合闸。

并网开关应具备分合闸状态上报功能。

9.14 测量功能

9.14.1 测量精度要求

测量精度应满足表26的要求。

表26 测量精度

项目	测量范围	精度	分辨率
电压	$0.7U_e \leq U \leq 1.3U_e$	±0.5%	0.1V
	$0.35U_e \leq U < 0.7U_e$	±1.0%	
电流	$0.004I_n \leq I < 0.01I_n$	±0.75%	0.006A
	$0.01I_n \leq I \leq I_{max}$	±0.5%	
有功功率	$0.05I_n \leq I < 0.1I_n$ ，功率因数为1.0	±1%	——
	$0.1I_n \leq I < 1.2I_n$ ，功率因数为1.0/0.5L/0.8C	±1%	——

项目	测量范围	精度	分辨率
无功功率	$0.05I_n \leq I < 0.1I_n$, 功率因数为1.0	$\pm 2\%$	——
	$0.1I_n \leq I < 1.2I_n$, 功率因数为1.0/0.5L/0.8C	$\pm 2\%$	——
视在功率	$0.05I_n \leq I < 0.1I_n$, 功率因数为1.0	$\pm 2\%$	——
	$0.1I_n \leq I < 1.2I_n$, 功率因数为1.0/0.5L/0.8C	$\pm 2\%$	——
频率	45.00Hz~55.00Hz	$\pm 0.1\text{Hz}$	0.01Hz
总功率因数	0.500~1.000	± 0.005	0.001

并网开关提供电参量越限检测，可对线（相）电压、电流、功率因数等参数设置限值并进行监测，当某参数超出或低于设定限值时，应以事件方式进行记录，记录格式及要求应满足DL/T 645—2007及其备案文件或者满足DL/T 698.45—2017。

9.14.2 电能计量

并网开关三相及总有功电量1级，三相及总无功电量2级，电能计量要求如下：

- 具有正向、反向有功电量和四象限无功电量计量功能，并可据此设置组合有功和组合无功电量；
- 四象限无功电能除能分别记录、显示外，还可通过软件编程，实现组合无功 1 和组合无功 2 的计算、记录、显示；
- 具有计量分相正、反向有功电能量功能；不应采用各分相电能量算术加的方式计算总电能量。

9.14.3 谐波测量

测量三相电压，三相电流的THD及thd，及2次~31次谐波含量。

9.15 电能质量监测

监测以下电能质量指标：

- 电压合格率；
- 电压频率偏差；
- 电压谐波：2次~31次谐波分量；
- 电压三相不平衡率；
- 电流谐波：2次~31次谐波分量；
- 功率因数；
- 电流三相不平衡率。

9.16 故障录波

并网开关宜具有发生故障时记录电流/电压波形的功能，记录每次故障发生时的前四个周波和后一个周波。

9.17 主动上报

并网开关在故障发生、并网开关状态变化、异常告警、拓扑识别时，通过HPLC主动发送信息（包含类型、动作值、动作时间等）。

9.18 自诊断

并网开关宜具备自诊断功能，包含数据存储器、AD采样、磁通脱扣器、电池电压和健康度超限等，总健康度包含操作次数、触头磨损、寿命、温湿度等健康度。

10 保护功能

10.1 概述

并网开关应提供过载短路保护，以及光伏发电系统孤岛保护与电能质量监控保护等功能，所有保护功能的整定值应支持远方配置。

10.2 过电流长延时保护

电流整定值（ I_{r1} ）范围：0.4 I_n ~1 I_n ，并网开关的动作方式可以是脱扣或报警。过电流长延时保护动作应满足表27要求。

表27 过电流长延时保护动作对照表

整定电流 I_{r1}	0.4 I_n ~1.0 I_n （步进1A）
过载延时时间设定值 t_1	3s~18s（步进1s）
注1：动作曲线符合 $t = (6I_{r1})^2 \times t_1 / I^2$	
注2：t：动作时间	t_1 ：过载长延时动作时间整定值@6Ir
I：实际运行电流	I_{r1} ：过载长延时动作电流整定值

10.3 短路短延时保护

短时动作电流（ I_{r2} ）范围：2 I_{r1} ~10 I_{r1} ，并网开关的动作方式可以是脱扣或报警。短路短延时保护动作应满足表28要求。

表28 过电流短延时保护动作对照表

整定电流 I_{r2}	2 I_{r1} ~10 I_{r1} （步进1 I_{r1} ）
短延时时间设定值 t_2	0.1s~0.4s（步进0.1s）
注：时间动作曲线符合 $t = (8I_{r1})^2 \times t_2 / I^2$ ($I < 8I_{r1}$ ，反时限； $I \geq 8I_{r1}$ ，定时限)	
t：动作时间	t_2 ：短路短延时动作时间整定值
I：实际运行电流	I_{r2} ：短路短延时动作电流整定值

10.4 瞬时短路电流保护

额定瞬时短路电流整定值（ I_{r3} ）范围：3 I_{r1} ~14 I_{r1} ，并网开关的动作方式可以是脱扣或报警。瞬时短路电流保护动作应满足表29要求。

表29 短路电流保护动作对照表

整定电流 I_{r3}	3 I_{r1} ~14 I_{r1} （步进1 I_{r1} ）
动作时间	<100ms

10.5 剩余电流保护

I_{res} ：50mA、100mA、200mA、300mA、500mA、800mA、1000mA，并网开关的动作方式可以是脱扣或报警。

极限不驱动时间：0.06s、0.1s、0.2s。

10.6 过电压保护

过电压保护电压整定值（ U_{ov} ）范围：1.1 U_e ~1.3 U_e ，并网开关的动作方式可以是脱扣或报警。

延时动作特性为定时限， T_{uov} 动作时间整定范围：0.5s~60s。

过电压保护动作应满足表30要求。

表30 过电压保护动作对照表

三相电压值	过压保护动作特性
$\leq 0.9 \times U_{ov}$	不动作

三相电压值	过压保护动作特性
$>1.1 \times U_{ov}$	延时 T_{uov} 切断并网点，并且上报

10.7 欠电压保护

欠电压保护电压整定值 (U_{uv}) 范围：0.7 U_e ~0.9 U_e ，并网开关的动作方式可以是脱扣或报警。
 延时动作特性为定时限， T_{uv} 动作时间整定范围：0.5s~60s
 欠电压保护保护动作应满足表31要求。

表31 欠电压保护动作对照表

三相电压值	欠压保护动作特性
$\geq 1.1 \times U_{uv}$	不动作
$U_d < U < 0.9 \times U_{uv}$	延时 T_{uv} 切断并网点，并且上报

10.8 断相保护

断相保护电压整定值 (U_d) 范围：20V~100V，并网开关的动作方式可以是脱扣或报警。
 延时动作特性为定时限， T_d 动作时间整定范围：0.5s~60s。
 断相保护保护动作应满足表32要求。

表32 断相保护动作对照表

三相电压值	断相保护动作特性
$\geq 1.1 \times U_d$	不动作
$U < 0.9 \times U_d$	延时 T_d 切断并网点，并且上报

10.9 缺零保护

缺零保护是针对中性线断线状况设计的保护功能，并网开关的动作方式可以是脱扣或报警。中性线断线时，因负载不平衡可能导致三相电压不平衡及某相电压偏高。

10.10 母排过温度保护

母排过温度保护整定值 (T_{em}) 范围：70℃~130℃，并网开关的动作方式可以是脱扣或报警。
 延时动作特性为定时限， t_{tem} 动作时间整定范围：1s~60s。
 母排过温度保护动作应满足表33要求。

表33 母排过温度保护动默认值对照表

母排温度	母排过温度保护动作特性
$\leq 0.9 \times T_{em}$	正常运行
$> 1.1 \times T_{em}$	延时 t_{tem} 切断并网点，并且上报

10.11 不平衡保护

电压不平衡保护整定值范围：2%~30%，电流不平衡保护整定值范围：5%~60%，并网开关的动作方式可以是脱扣或报警。

延时动作特性为定时限，动作时间整定范围：1s~60s。

10.12 过频欠频保护

过频保护整定值范围：51Hz~55Hz，欠频保护整定值范围：45Hz~49Hz，并网开关的动作方式可以是脱扣或报警。

延时动作特性为定时限，动作时间整定范围：1s~60s。

10.13 板载温湿度告警

板载温度告警整定值范围：60℃~85℃，板载湿度告警整定值范围：60%~85%。

延时告警特性为定时限，告警时间整定范围：1s~60s。

10.14 被动式孤岛保护

被动式检查法主要是通过检测逆变器输出端即公共点电压的幅值、频率、相位和谐波含量等来探测系统是否处于孤岛状态，主要包括过/欠压保护、过/欠频保护、相位突变检测、谐波检测等。

被动式孤岛检测判据整定值：

- 电压幅值摆动（dUis1）：0.1Un~0.9Un、OFF；
- 电压频率摆动（dFis1）：0.5Hz~25Hz、OFF；
- 电压相位摆动（dPHis1）：1°~60°、OFF；
- 电压波形畸变率摆动（dUTHDis1）：0.5%~30%、OFF；
- 延时动作特性为定时限，tPis1 整定范围：0.01s~9.99s；
- 被动式孤岛保护动作应满足表 34 要求。

表34 被动式孤岛保护默认动作值表

判据波动值	动作
电压幅值摆动或摆动范围	100ms内电压幅值摆动范围超过20V或摆动超过[187V, 234.5V]V范围,判定孤岛
电压频率摆动或摆动范围	100ms内电压频率摆动范围超过0.2Hz或摆动超过[49.5Hz~50.2Hz]范围,判定孤岛
注1：摆动范围指一段时间内摆动最大值与最小值之差。	
注2：以上判据以电压频率摆动为主，电压幅值摆动为辅，当电压频率摆动判据成立时，延时tPis1后切断并网点，并且上报。	

10.15 光伏发电侧带电并网保护

应同时检测并网开关进线端与出线端电压，并网开关处于分闸状态下，禁止光伏逆变器带电并网。只有检测到电网侧电压与频率均正常，且光伏侧无输出电压时才允许合闸。

11 试验

11.1 试验项目

试验项目按表35的规定进行。

表35 并网开关检测项目

序号	检测项目	型式试验	出厂试验	到货检验
1	外观检查	√	√	√
2	功能试验	√	√	√
3	性能试验	√	√	√
4	介电性能试验	√	√	---
5	环境试验	√	---	---
6	电磁兼容	√	---	---
7	防护等级	√	---	---
8	连续运行稳定性	√	---	---
9	可靠性质量跟踪	√	---	---

11.2 试验方法

11.2.1 外观检查

应符合本文件4.1要求。

11.2.2 功能试验

应按照GB/T 14048.1-2012中规定的方法进行。

11.2.3 性能试验

应按本文件4.5.1-4.5.3要求进行。

11.2.4 介电性能试验

见本文件6.4.2要求。

11.2.5 环境试验

应按照GB/T 2423.10、GB/T 2423.18—2021规定进行。

11.2.6 电磁兼容试验

应按照GB/T 17626.3、GB/T 17626.4、GB/T 17626.5、GB/T 17626.9中规定的方法进行。

11.2.7 防护等级

应符合本文件6.1.1.3要求。

11.2.8 连续运行稳定性

应符合GB/T 13729—2019要求。

11.2.9 可靠质量跟踪

应按照本文件9.15-9.18要求进行。

11.3 试验要求

每一套并网开关出厂之前都按相关规范要求出厂试验，试验报告应随产品提供。产品应具备对应型号的型式试验报告。

12 检验规则

12.1 检验分类

12.1.1 定型检验

产品设计完成后进行一次性检验。如果产品的性能和安全可靠时可不再检验。

12.1.2 出厂检验

出厂检验是产品出厂或交货时应进行的各项检验，包括一下项目：

- a) 外观检查；
- b) 功能试验；
- c) 性能试验；
- d) 介电性能试验。

12.1.3 型式检验

本文件中所列的全部技术要求项目为型式检验项目。生产厂在正常生产情况下，应规定型式检验的间隔时间（周期）。有下列情况之一时要随时进行检验：

- a) 新产品最初定型时；
- b) 产品异地生产时；

- c) 生产工艺及原材料有较大改变时；
- d) 长期停产恢复生产时；
- e) 供需双方发生质量争执时；
- f) 正常生产时，每年检验不少于1次；
- g) 质量监督机构提出质检要求。

12.2 组批及抽样规则

- a) 以生产厂一次提交用户的同类型的产品为一批；
- b) 出厂检验抽样，采用 GB/T 2828.1-2012 规定的正常检验一次抽样方案，检验水平为 II，接收质量限 AQL=6.5；
- c) 型式检验抽样与组批规则按 GB/T 2829-2002 规定的判别水平 DL=III 的一次抽样方案，不合格质量水平 RQL=40。

12.3 判定规则

- a) 按 12.1.2 进行出厂检验，不合格产品允许修复至合格，修复后再提交检验，仍不合格者，判该产品不合格；
- b) 按 12.1.3 进行型式检验。若出现不合格项，应从该批中再随机抽取一台，对不合格项目进行复检，若其中一项仍不合格，则判该批不合格；
- c) 允许生产厂对复验不合格批重新整理修复，再次提交检验。

12.4 转移规则

转移规则如下：

- a) 从正常检查到加严检查：
当进行正常检查时，若在连续不超过5批中有2批经初次检查（不包括再次提交检查批）不合格，则从下一批检查转到加严检查。
- b) 从加严检查到正常检查：
当进行加严检查，若连续5批经初次检查（不包括再次提交检查批）合格，则从下一批检查转到正常检查。
- c) 从正常检查到放宽检查：
 - 1) 当进行正常检查时，若下列条件均满足，则从下一批转到放宽检查；
 - 2) 连续 10 批（或更多批）初次检查合格；
 - 3) 连续 10 批（或更多批）中，不合格品（或不合格）总数小于等于 GB/T 2828.1-2012 表 1 规定的界限表；
 - 4) 正常生产；
 - 5) 主管质量部门同意转到放宽检查。
- d) 从放宽检查到正常检查：
 - 1) 在进行放宽检查时，若出现下列任一情况，则从下一批转到正常检查；
 - 2) 有一批放宽检查不合格；
 - 3) 生产不正常；
 - 4) 主管质量部门认为有必要回到正常检查。

13 标志、包装、运输与贮存

13.1 标志

应在并网开关显著位置设置持久明晰的标志或铭牌，标明下列内容：

- a) 产品型号、名称；
- b) 生产企业全称及商标；
- c) 主要参数；

- d) 对外端子及接口标识;
- e) 出厂日期及编号;
- f) 资产 ID 号及二维码。

标志应不可能轻易地移动, 并没有翘曲现象。

用手拿一块浸透水的棉花擦标志15s, 接着再用一块浸透脂族乙烷溶剂(芳香剂的容积含量最大为0.1%, 贝壳松脂丁醇值为29, 初沸点约为65℃, 干点约为69℃, 比重为0.68 g/cm³)的棉花擦15s进行试验。对用压印、模压或蚀刻方式制造的标志不进行本试验。

在本试验后, 标志应容易识别。在本部分的所有试验后, 标志仍应保持容易识别。

13.2 包装

13.2.1 包装箱上应以不易洗刷或脱落的涂料作如下标记:

- a) 厂家名称、产品名称、型号、数量等;
- b) 包装箱外型尺寸(长×宽×高)及毛重;
- c) 包装箱外面应有“防潮”、“向上”、“小心轻放”等字样;
- d) 包装箱外面应规定叠放层数。

13.2.2 产品包装前的检查:

- a) 产品合格证书和装箱清单中各项内容齐全;
- b) 产品外观无损伤;
- c) 产品表面无灰尘。

13.2.3 包装的一般要求:

- a) 产品应有内包装和外包装;
- b) 插件插箱的可动部分应锁紧扎牢;
- c) 包装应有防尘、防雨、防水、防潮、防震等措施。

13.3 运输

产品应适于陆运、空运、水运(海运), 运输装卸按包装箱的标志进行操作。

13.4 贮存

包装完好设备应满足GB/T 13729—2019中5.1.3规定的贮存运输要求, 长期不用设备应保留原包装, 在相对湿度不大于85%的库房内贮存, 室内应不受酸、碱、盐及腐蚀性、爆炸性气体和灰尘以及雨、雪的危害。

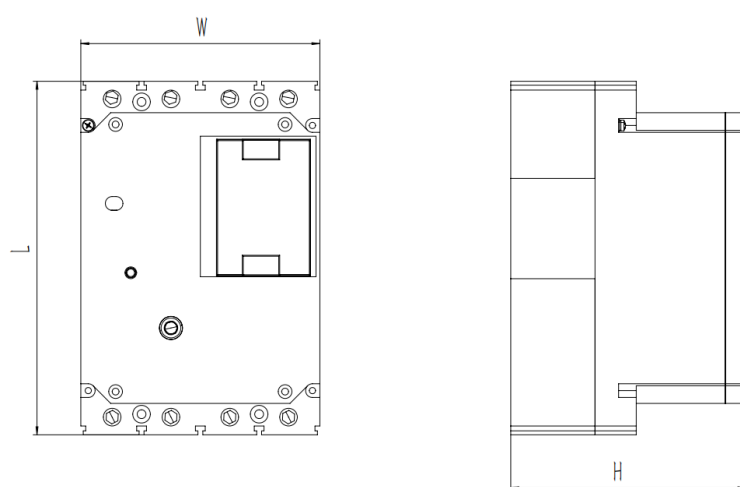
附录 A
(规范性)
并网开关整体外形尺寸

本附录规定了并网开关的整体外形尺寸限值。

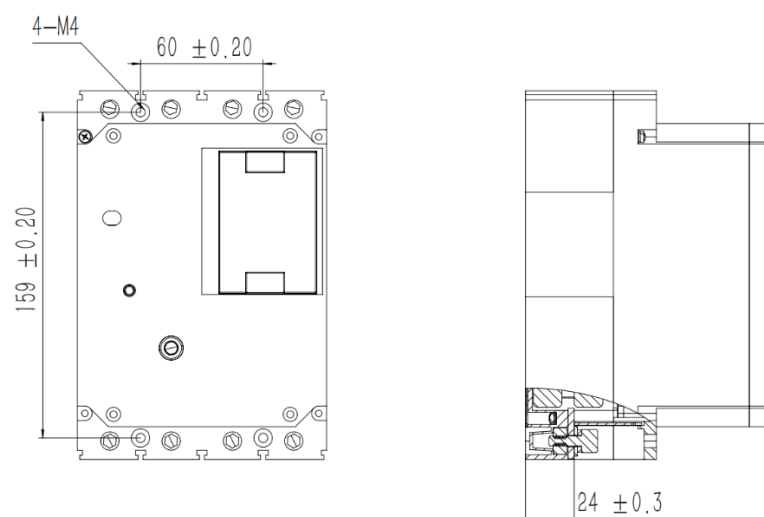
表A.1 并网开关整体外形尺寸限值

额定电流 I_n (A)	长(L) (mm)	宽(W) (mm)	高(H) (mm)
125	240	145	125

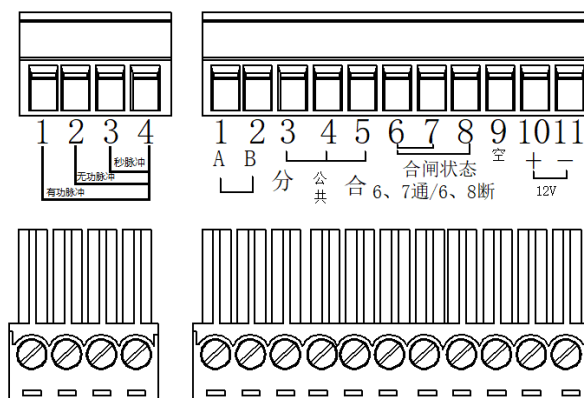
^a 指给定壳架等级的最大额定电流。



图A.1 并网开关整体外形尺寸示意图（面板布置供参考）



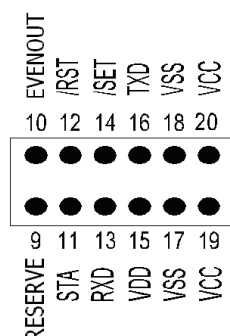
图A.2 并网开关安装孔位置



图A.3 并网开关接口定义

表A.2 并网开关接口定义说明

接口管脚编号	信号类别	信号名称	信号方向 (针对并网开关)	说明
4pin—1	信号	有功脉冲	0	有功电能脉冲输出
4pin—2	信号	无功脉冲	0	无功电能脉冲输出
4pin—3	信号	秒脉冲	0	秒脉冲输出
4pin—4	信号	脉冲公共端	0	——
11pin—1	信号	RS485—A	0	RS485接口
11pin—2	信号	RS485—B	0	RS485接口
11pin—3	信号	分闸信号输入	I	干接点
11pin—4	信号	外控分合闸公共端	I	——
11pin—5	信号	合闸信号输入	I	干接点
11pin—6	信号	分合闸状态公共端	0	——
11pin—7	信号	通	0	合闸状态
11pin—8	信号	断	0	合闸状态
11pin—9	——	空	——	——
11pin—10	电源	DC12V+	0	300mA
11pin—11	电源	DC12V—	0	300mA



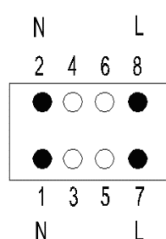
图B.3 通信模块弱电接口示意图(俯视)

表B.1 通信模块弱电接口管脚定义说明

采集器接口管脚编号	模块对应管脚编号	信号类别	信号名称	信号方向(针对模块)	说明
20	9	预留	RESERVED	---	预留
19	10	信号	EVENTOUT	I	事件状态输出，输出低电平，请求查询异常事件；查询完毕输出高阻。低电平电流驱动能力 $\geq 0.5\text{mA}$
18	11	信号	STA	O	接收时地址匹配正确，模块输出0.2s低电平；通信模块发送过程输出低电平。要求通信模块输出为开漏方式，常态为高阻。电平上拉电阻在终端侧。通信模块低电平电流驱动能力 $\geq 0.5\text{mA}$
17	12	信号	/RST	I	复位输出（低电平有效），开漏方式，常态为高阻，可用于复位通信模块低电平电流驱动能力 $\geq 1\text{mA}$
16	13	信号	DCE_RXD	I	终端通信信号输出引脚，常态为高阻，开漏方式。低电平电流驱动能力 $\geq 2\text{mA}$
15	14	信号	/SET	I	模块设置使能：低电平时，方可设置通信模块。常态为高阻，开漏方式 低电平电流驱动能力 $\geq 1\text{mA}$
14	15	电源	VDD	---	3.3V $\pm 0.3\text{V}$ 信号电源，电流50mA，电压纹波30mV，由终端本体提供给模块
13	16	信号	DEC_TXD	O	通信模块给终端发送信号引脚，要求通信模块输出为开漏方式，常态为高阻。要求通信模块低电平电流驱动能力 $\geq 2\text{mA}$ 电平上拉电阻在采集器侧
12、11	17、18	电源	VSS	---	系统地
10、9	19、20	电源	VCC	---	通信模块模拟电源，由终端提供，电压范围：12V $\pm 1\text{V}$ ，电压纹波不大于120mV，输出电流不小于125mA 应满足离散频率杂音要求：3.4kHz $\sim 150\text{kHz} \leq 5\text{mV}$ ，150kHz $\sim 200\text{kHz} \leq 3\text{mV}$ ，200kHz $\sim 500\text{kHz} \leq 2\text{mV}$ ，0.5MHz $\sim 30\text{MHz} \leq 1\text{mV}$

B.5 通信模块载波耦合接口定义

通信模块载波耦合接口管脚排列见图B.4及表B.2。



图B.4 通信模块载波耦合接口示意图(俯视)

表B.2 载波通信模块耦合接口管脚定义说明

采集器接口管脚编号	模块对应管脚编号	信号类别	信号名称	信号方向 (针对模块)	说明
1、2	7、8	载波	L	——	电网相线作为信号耦合接入端
3、4 5、6	5、6 3、4	空	空	——	空引脚，PCB无焊盘设计，连接件对应位置无插针，用于增加安全间距，提高绝缘性能
7、8	1、2	载波	N	——	电网中性线作为信号耦合接入端

B.6 通信模块状态指示说明

通信模块状态灯指示说明如下：

——RXD 灯：接收数据指示，红色，灯闪烁表示模块接收数据；

——TXD 灯：发送数据指示，绿色，灯闪烁表示模块发送数据。

附录 C

(规范性)

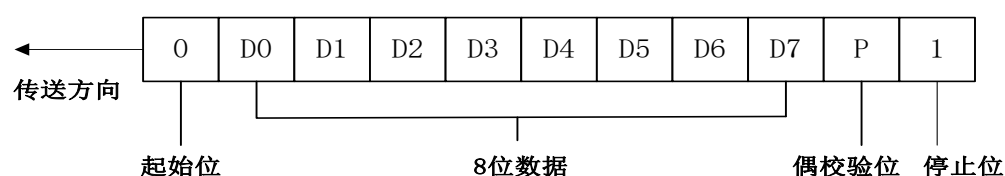
光伏低压并网开关通信协议

C.1 数据链路层

本协议为主-从结构的半双工通信方式。手持单元或其他数据终端为主站，并网开关为从站。每个并网开关均有各自的地址编码。通信链路的建立与解除均由融合终端发出的信息帧来控制。每帧由帧起始符、从站地址域、控制码、数据域长度、数据域、帧信息纵向校验码及帧结束符 7 个域组成。每部分由若干字节组成。

C.1.1 字节格式

每字节含 8 位二进制码，传输时加上一个起始位(0)、一个偶校验位和一个停止位(1)，共 11 位。其传输序列如图 C.1 所示。D0 是字节的最低有效位，D7 是字的最高有效位。先传低位，后传高位。



图C.1 字节传输序列

C.1.2 帧格式

帧是传送信息的基本单元。帧格式如表 C.1 所示。

表C.1 帧格式

说明	代码
帧起始符	68H
地址域	A0
	A1
	A2
	A3
	A4
帧起始符	68H
控制码	C
数据域长度	L
数据域	DATA
校验码	CS
结束符	16H

C.1.2.1 帧起始符 68H

标识一帧信息的开始，其值为 68H=01101000B。

C.1.2.2 地址域 A0~A5

地址域由 6 个字节构成，每字节 2 位 BCD 码，地址长度可达 12 位十进制数。每块表具有唯一的通信地址，且与物理层信道无关。当使用的地址码长度不足 6 字节时，高位用“0”补足。

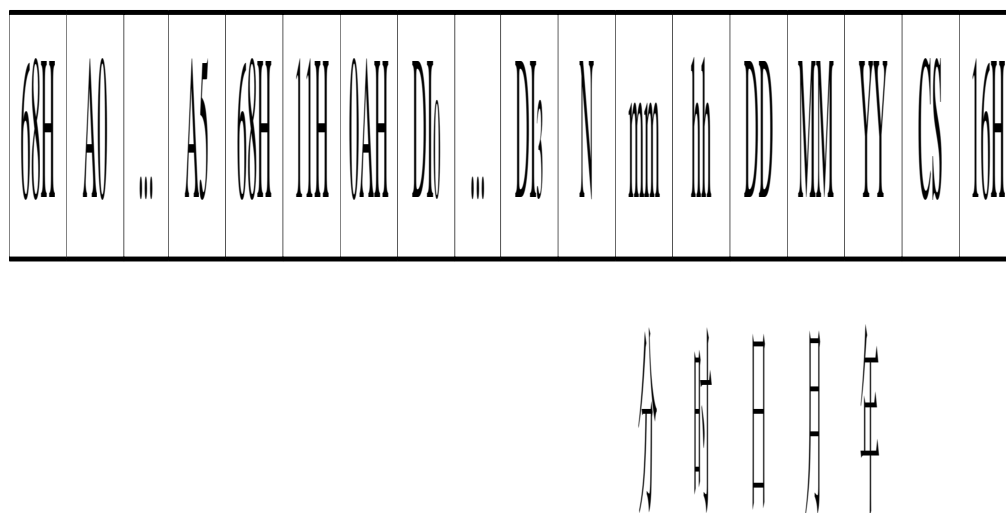
通信地址 999999999999H 为广播地址，只针对特殊命令有效，如广播校时和广播冻结等。广播命令时，不要求从站应答。

地址域支持缩位寻址，即从若干低位起，剩余高位补 AAH 作为通配符进行读表操作，从站应答帧的地址域返回实际通信地址。

地址域传输时低字节在前，高字节在后。

C.1.2.3 控制码 C

控制码的格式如图 C.2 所示。



图C.2 控制码格式

C.1.2.4 数据域长度 L

L 为数据域的字节数。读数据时 $L \leq 200$ ，写数据时 $L \leq 50$ ， $L=0$ 表示无数据域。

C.1.2.5 数据域 DATA

数据域包括数据标识、密码、操作者代码、数据、帧序号等，其结构随控制码的功能而改变。传输时发送方按字节进行加 33H 处理，接收方按字节进行减 33H 处理。

C.1.2.6 校验码 CS

从第一个帧起始符开始到校验码之前的所有各字节的模 256 的和，即各字节二进制算术和，不计超过 256 的溢出值。

C.1.2.7 结束符 16H

标识一帧信息的结束，其值为 16H=00010110B。

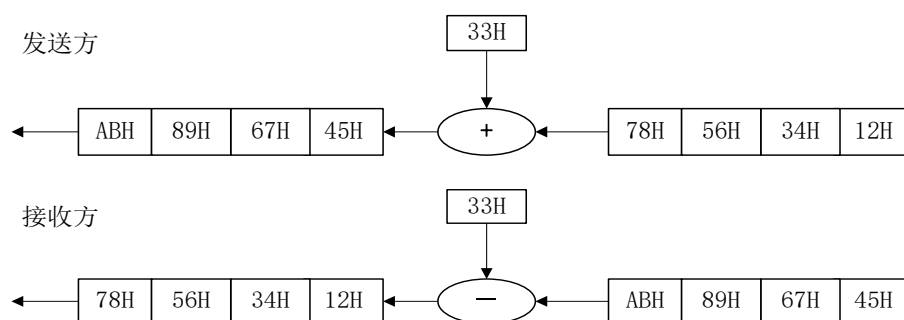
C.1.3 传输

C.1.3.1 前导字节

在主站发送帧信息之前，先发送 4 个字节 FEH，以唤醒接收方。

C.1.3.2 传输次序

所有数据项均先传送低位字节，后传送高位字节。数据传输的举例：电能量值为 123456.78kWh，其传输次序如图 C.3。



图C.3 传输次序图

C.1.3.3 传输响应

每次通信都是由主站向按信息帧地址域选择的从站发出请求命令帧开始，被请求的从站接收到命令后作出响应。

收到命令帧后的响应延时 T_d : $20\text{ms} \leq T_d \leq 500\text{ms}$ 。

字节之间停顿时间 T_b : $T_b \leq 500\text{ms}$ 。

C.1.3.4 差错控制

字节校验为偶校验，帧校验为纵向信息校验和，接收方无论检测到偶校验出错或纵向信息校验和出错，均放弃该信息帧，不予响应。

C.1.3.5 通信速率

标准速率：600bps，1200bps，2400bps，4800bps，9600bps，19200bps，115200bps。

C.2 数据标识

C.2.1 数据标识结构

数据标识编码用四个字节区分不同数据项，四字节分别用 DI_3 、 DI_2 、 DI_1 和 DI_0 代表，每字节采用十六进制编码。数据类型分为七类：电能量、最大需量及发生时间、变量、事件记录、参变量、冻结量、负荷记录。数据标识具体定义见附录 C.4.2。

DI_3	DI_2	DI_1	DI_0
--------	--------	--------	--------

C.2.2 数据传输形式

68H	A0	...	A5	68H	91H	L	DI ₀	...	DI ₃	N1	...	Nm	CS	16H
											└───┘			
											数据			

d) 有后续数据帧格式:

68H	A0	...	A5	68H	B1H	L	DI ₀	...	DI ₃	N1	...	Nm	CS	16H
-----	----	-----	----	-----	-----	---	-----------------	-----	-----------------	----	-----	----	----	-----

注: 如果没有满足条件的负荷记录, 从站按正常应答帧格式返回(数据域只有数据标识, 数据域长度为4)。

C.3.1.3 从站异常应答帧

- a) 控制码: C=D1H
- b) 数据域长度: L=01H
- c) 帧格式:

68H	A0	...	A5	68H	D1H	01H	ERR	CS	16H
							└───┘		
							错误信息字		

注: 错误信息字ERR见附录C.2。

C.3.2 读后续数据

C.3.2.1 主站请求帧

- a) 功能: 请求读后续数据
- b) 控制码: C=12H
- c) 数据域长度: L=05H
- d) 帧格式:

68H	A0	...	A5	68H	1AH	08H	PA	P0	P1	P2	C0	...	C3	CS	16H
-----	----	-----	----	-----	-----	-----	----	----	----	----	----	-----	----	----	-----

C.3.2.2 从站正常应答帧

- a) 控制码: C=92H 无后续数据帧; C=B2H 有后续数据帧
- b) 数据域长度: L=05H+m(数据长度)
- c) 无后续数据帧格式:

68H	A0	...	A5	68H	92H	L	DI ₀	...	DI ₃	N1	...	Nm	SEQ	CS	16H
-----	----	-----	----	-----	-----	---	-----------------	-----	-----------------	----	-----	----	-----	----	-----

d) 有后续数据帧格式:

68H	A0	...	A5	68H	B2H	L	DI ₀	...	DI ₃	N1	...	Nm	SEQ	CS	16H
-----	----	-----	----	-----	-----	---	-----------------	-----	-----------------	----	-----	----	-----	----	-----

注: 读后续数据时, 为防止误传、漏传, 请求帧、应答帧都要加帧序号。请求帧的帧序号从1开始进行加1计数, 应答帧的帧序号与请求帧相同。帧序号占用一个字节, 计数范围为1~255。

C.3.2.3 从站异常应答帧

- a) 控制码: C=D2H
- b) 数据域长度: L=01H
- c) 帧格式:

68H	A0	...	A5	68H	D2H	01H	ERR	CS	16H
-----	----	-----	----	-----	-----	-----	-----	----	-----

C.3.3 写数据

C.3.3.1 主站请求帧

- a) 功能: 主站向从站请求设置数据(或编程)
- b) 控制码: C=14H
- c) 数据域长度: L =04H+04H(密码)+04H(操作者代码)+m(数据长度)
- d) 数据域: DI₀DI₁DI₂DI₃+PAPOP1P2+COC1C2C3+DATA
- e) 帧格式:

68H	A0	...	A5	68H	14H	L	DI ₀	...	DI ₃	PA	P0	P1	P2	C0	...	C3	N1	...	Nm	CS	16H
											└──────────┘			└──────────┘							
											密码			操作者代码							

注1: PA表示密码权限, POP1P2为该权限对应的密码。

注2: 98H级密码权限代表通过密文+MAC的方式进行数据传输, 不需要进行密码验证, 也不需要编程键配合。

注3: 99H级密码权限代表通过明文+MAC的方式进行数据传输, 不需要进行密码验证, 也不需要编程键配合。

注4: 其它密码权限应验证密码, 且与编程键配合使用。

注5: COC1C2C3是操作者代码, 为要求记录操作人员信息的项目提供数据。

注6: 写数据时数据域的字节数 $L \leq 200$ 。

C.3.3.2 从站正常应答帧

- a) 控制码: C=94H
- b) 数据域长度: L=00H
- c) 帧格式:

68H	A0	...	A5	68H	94H	00H	CS	16H
-----	----	-----	----	-----	-----	-----	----	-----

C.3.3.3 从站异常应答帧

- a) 控制码: C=D4H
- b) 数据域长度: L=01H
- c) 帧格式:

68H	A0	...	A5	68H	D4H	01H	ERR	CS	16H
-----	----	-----	----	-----	-----	-----	-----	----	-----

C.3.4 读通信地址

C.3.4.1 主站请求帧

- a) 功能：请求读电能表通信地址，仅支持点对点通信
- b) 地址域：AA…AAH
- c) 控制码：C=13H
- d) 数据域长度：L=00H
- e) 帧格式：

68H	AAH	...	AAH	68H	13H	00H	CS	16H
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	-----

C.3.4.2 从站正常应答帧

- a) 控制码：C=93H
- b) 数据域长度：L=06H
- c) 帧格式：

68H	A0	...	A5	68H	93H	06H	A0	...	A5	CS	16H
-----	----	-----	----	-----	-----	-----	----	-----	----	----	-----

注：从站异常不应答。

C.3.5 写通信地址

C.3.5.1 主站请求帧

- a) 功能：设置某从站的通信地址，仅支持点对点通信。
- b) 控制码：C=15H
- c) 地址域：AA…AAH
- d) 数据域长度：L=06H
- e) 数据域：A0…A5（通信地址）
- f) 帧格式：

68H	AAH	...	AAH	68H	15H	06H	A0	...	A5	CS	16H
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	-----	----	----	-----

C.3.5.2 从站正常应答帧

- a) 控制码：C=95H
- b) 地址域：A0…A5（新设置的通信地址）
- c) 数据域长度：L=00H
- d) 帧格式：

68H	A0	...	A5	68H	95H	00H	CS	16H
-----	----	-----	----	-----	-----	-----	----	-----

注：从站异常不应答。

C.3.6 广播校时（扩充）

- a) 功能：强制从站与主站时间同步
- b) 控制码：C=08H
- c) 数据域长度：L=06H
- d) 数据域：YYMMDDhhmmss（年、月、日、时、分、秒）

e) 地址域：99H 99H99H99H99H99H

f) 帧格式：

68H	AAH	...	AAH	68H	08H	06H	ss	mm	hh	DD	MM	YY	CS	16H
				秒	分	时	日	月	年					

注1：广播校时不要求应答。

注2：推荐在午夜0时校时，以免影响在0时进行的某些例行操作。

注3：每天只允许校对一次。

C.3.7 升级功能

功能：支持通过载波模块，通过扩展645报文进行模块软件升级。

C.3.8 自描述信息（扩充）

功能：读取并网开关所检测的设备自身属性的相关信息。

属性描述：表C.1.4数据标识编码表（扩充），如与标准数据标识重复，以该附录中的规定为准。

C.4 数据编码

C.4.1 数据格式说明

XXXXXX.XX 代表计量值或存储值的整数位和小数位；NNNNNN.NN 代表设定值的整数位和小数位；YY 代表年；MM 代表月；DD 代表日；WW 代表星期；hh 代表时；mm 代表分；ss 代表秒；未特殊说明均以两位十进制数表示。

C.4.2 数据标识编码表

数据标识编码参见表 D.1.1~D.1.5。

表C.2 变量数据标识编码表

数据标识				数据格式	数据长度 (字节)	单位	功能		数据项名称
DI ₃	DI ₂	DI ₁	DI ₀				读	写	
02	01	01	00	XXX.X	2	V	*		A相电压
		02		XXX.X	2	V	*		B相电压
		03		XXX.X	2	V	*		C相电压
		FF							电压数据块
02	02	01	00	XXX.XXX	3	A	*		A相电流
		02		XXX.XXX	3	A	*		B相电流
		03		XXX.XXX	3	A	*		C相电流
		FF							电流数据块
02	03	00	00	XX.XXXX	3	kW	*		瞬时总有功功率
		01		XX.XXXX	3	kW	*		瞬时A有功功率
		02		XX.XXXX	3	kW	*		瞬时B有功功率
		03		XX.XXXX	3	kW	*		瞬时C有功功率

数据标识				数据格式	数据长度 (字节)	单位	功能		数据项名称
DI ₃	DI ₂	DI ₁	DI ₀				读	写	
		FF							瞬时有功功率数据块
02	04	00	00	XX. XXXX	3	Kvar	*		瞬时总无功功率
		01		XX. XXXX	3	Kvar	*		瞬时A无功功率
		02		XX. XXXX	3	Kvar	*		瞬时B无功功率
		03		XX. XXXX	3	Kvar	*		瞬时C无功功率
		FF							瞬时无功功率数据块
02	05	00	00	XX. XXXX	3	KVA	*		瞬时总视在功率
		01		XX. XXXX	3	KVA	*		瞬时A视在功率
		02		XX. XXXX	3	KVA	*		瞬时B视在功率
		03		XX. XXXX	3	KVA	*		瞬时C视在功率
		FF							瞬时视在功率数据块
02	06	00	00	X. XXX	2		*		总功率因数
		01		X. XXX	2		*		A功率因数
		02		X. XXX	2		*		B功率因数
		03		X. XXX	2		*		C功率因数
		FF							功率因数数据块
02	07	01	00	XXX. X	2	度	*		A相角
		02		XXX. X	2	度	*		B相角
		03		XXX. X	2	度	*		C相角
		FF							相角数据块
02	08	01	00	XX. XX	2	%	*		A相电压波形失真度
		02		XX. XX	2	%	*		B相电压波形失真度
		03		XX. XX	2	%	*		C相电压波形失真度
		FF							电压波形失真度数据块
02	09	01	00	XX. XX	2	%	*		A相电流波形失真度
		02		XX. XX	2	%	*		B相电流波形失真度
		03		XX. XX	2	%	*		C相电流波形失真度
		FF							电流波形失真度数据块
02	0A	01	01	XX. XX	2	%	*		A相电压1次谐波含量
	
		1F		XX. XX	2	%	*		A相电压31次谐波含量
		FF						A相电压谐波含量数据块	
02	0A	02	01	XX. XX	2	%	*		B相电压1次谐波含量
	
		1F		XX. XX	2	%	*		B相电压31次谐波含量
		FF						B相电压谐波含量数据块	
02	0A	03	01	XX. XX	2	%	*		C相电压1次谐波含量
	
		1F		XX. XX	2	%	*		C相电压31次谐波含量

数据标识				数据格式	数据长度 (字节)	单位	功能		数据项名称
DI ₃	DI ₂	DI ₁	DI ₀				读	写	
			FF						C相电压谐波含量数据块
02	0B	01	01	XX.XX	2	%	*		A相电流1次谐波含量
		
			1F	XX.XX	2	%	*		A相电流31次谐波含量
			FF						A相电流谐波含量数据块
02	0B	02	01	XX.XX	2	%	*		B相电流1次谐波含量
		
			1F	XX.XX	2	%	*		B相电流31次谐波含量
			FF						B相电流谐波含量数据块
02	0B	03	01	XX.XX	2	%	*		C相电流1次谐波含量
		
			1F	XX.XX	2	%	*		C相电流31次谐波含量
			FF						C相电流谐波含量数据块
02	0C	00	00	XXXX.XXXX	4	kW	*		瞬时总有功功率
		01	00	XXXX.XXXX	4	kW	*		瞬时A有功功率
		02	00	XXXX.XXXX	4	kW	*		瞬时B有功功率
		03	00	XXXX.XXXX	4	kW	*		瞬时C有功功率
		FF	00						瞬时有功功率数据块
02	0D	00	00	XXXX.XXXX	4	Kvar	*		瞬时总无功功率
		01	00	XXXX.XXXX	4	Kvar	*		瞬时A无功功率
		02	00	XXXX.XXXX	4	Kvar	*		瞬时B无功功率
		03	00	XXXX.XXXX	4	Kvar	*		瞬时C无功功率
		FF	00						瞬时无功功率数据块
02	0E	00	00	XXXX.XXXX	4	KVA	*		瞬时总视在功率
		01	00	XXXX.XXXX	4	KVA	*		瞬时A视在功率
		02	00	XXXX.XXXX	4	KVA	*		瞬时B视在功率
		03	00	XXXX.XXXX	4	KVA	*		瞬时C视在功率
		FF	00						瞬时视在功率数据块

注1：三相三线末端终端电压A相为U_{ab}，B相为0，C相为U_{cb}；电流A相为I_a，B相为0，C相为I_c；功率因数A相为U_{ab}与I_a的夹角余弦，B相为0，C相为U_{cb}与I_c的夹角余弦；相角A相为U_{ab}与I_a的夹角，B相为0，C相为U_{cb}与I_c的夹角。

注2：瞬时功率及当前需量最高位表示方向，0正，1负，三相三线B相为0。取值范围：0.0000~79.9999。

注3：表内温度最高位0表示零上，1表示零下。取值范围：0.0~799.9。

注4：相角测量范围是0~360度。

注5：当前有功需量、当前无功需量、当前视在需量是最近一段时间的平均功率。

注6：电流最高位表示方向，0正，1负，取值范围为0.000~799.999，功率因数最高位表示方向，0正，1负，取值范围为0.000~1.000。

表C.3 事件记录数据标识编码表

数据标识				数据格式	数据长度 (字节)	单位	功能		数据项名称
DI ₃	DI ₂	DI ₁	DI ₀				读	写	
07	04	01	00	YYMMDDhhmm XXX.X	5 2*3		*	*	断相发生时间 发生时A相电压 发生时B相电压 发生时C相电压

表C.4 参变量数据标识编码表

数据标识				数据格式	数据长度 (字节)	单位	功能		数据项名称
DI ₃	DI ₂	DI ₁	DI ₀				读	写	
04	00	01	0C	YYMMDDWWhhmmss	7	年月日星期时分秒	*	*	日期、星期(其中0代表星期天)及时间
04	00	03	06	NNNNNN	3		*	*	电流互感器变比
			07	NNNNNN	3		*	*	电压互感器变比
04	00	03	08	NN	1	秒	*	*	上电全显时间
04	00	04	01	NNNNNNNNNN	6		*	*	通信地址
			02	NNNNNNNNNN	6		*	*	表号
			03	NN...NN	32		*	*	资产管理编码(ASCII码)
			0B	XX...XX	10		*	*	末端终端型号(ASCII码)
			0C	XX...XX	10		*	*	生产日期(ASCII码)
			0D	XX...XX	16		*	*	协议版本号(ASCII码)
04	00	04	0E	NNNNNNNNNN	6		*	*	客户编号
04	00	04	0F	XXXX.XXXX	4	度	*	*	电能表位置信息:
				XXXX.XXXX	4	度			经度
				XXXX.XX	3	米			纬度 高度
04	00	05	01	XXXX	2		*	*	末端终端运行状态字1
		
			07 FF	XXXX	2		*	*	末端终端运行状态字7 末端终端运行状态字数据块
04	00	07	01	NN	1		*	*	调制型红外光口波特率特征字
			02	NN	1		*	*	接触式红外光口波特率特征字
			03	NN	1		*	*	通信口1波特率特征字
			04	NN	1		*	*	通信口2波特率特征字
			05	NN	1		*	*	通信口3波特率特征字
04	00	0E	01	NN.NNNN	3	kW	*	*	正向有功功率上限值
			02	NN.NNNN	3	kW	*	*	反向有功功率上限值
			03	NNN.N	2	V	*	*	电压上限值
			04	NNN.N	2	V	*	*	电压下限值
04	00	11	01	NN	1		*	*	末端终端运行特征字1

数据标识				数据格式	数据长度 (字节)	单位	功能		数据项名称
DI ₃	DI ₂	DI ₁	DI ₀				读	写	
04	00	11	04	XX...XX	8		*	*	主动上报模式字
04	00	12	01	YYMMDDhhmm	5	年月日时	*	*	整点冻结起始时间
			02	NN	1	分	*	*	整点冻结时间间隔
			03	hhmm	2	分钟 时分	*	*	日冻结时间
04	00	12	04	MMDDhhmm	4	月日时分	*		定时冻结时间
04	00	15	01	XX...XX	12		*		主动上报状态字
04	00	15	03	XX...XX	12			*	复位主动上报状态字
04	09	01	01	NNN.N	2	V	*	*	失压事件电压触发上限
			02	NNN.N	2	V	*	*	失压事件电压恢复下限
			03	NN.NNNN	3	A	*	*	失压事件电流触发下限
			04	NN	1	秒	*	*	失压事件判定延时时间
04	09	02	01	NNN.N	2	V	*	*	欠压事件电压触发上限
			02	NN	1	秒	*	*	欠压事件判定延时时间
04	09	03	01	NNN.N	2	V	*	*	过压事件电压触发下限
			02	NN	1	秒	*	*	过压事件判定延时时间
04	09	04	01	NNN.N	2	V	*	*	断相事件电压触发上限
			02	NN.NNNN	3	A	*	*	断相事件电流触发上限
			03	NN	1	秒	*	*	断相事件判定延时时间
04	09	05	01	NN.NN	2	%	*	*	电压不平衡率限值
			02	NN	1	秒	*	*	电压不平衡率判定延时时间
04	09	06	01	NN.NN	2	%	*	*	电流不平衡率限值
			02	NN	1	秒	*	*	电流不平衡率判定延时时间
04	09	07	01	NNN.N	2	V	*	*	失流事件电压触发下限
			02	NN.NNNN	3	A	*	*	失流事件电流触发上限
			03	NN.NNNN	3	A	*	*	失流事件电流触发下限
			04	NN	1	秒	*	*	失流事件判定延时时间
04	09	08	01	NNN.N	2	A	*	*	过流事件电流触发下限
			02	NN	1	秒	*	*	过流事件判定延时时间
04	09	09	01	NNN.N	2	V	*	*	断流事件电压触发下限
			02	NN.NNNN	3	A	*	*	断流事件电流触发上限
			03	NN	1	秒	*	*	断流事件判定延时时间
04	09	0A	01	NN.NNNN	3	kW	*	*	潮流反向事件有功功率触发下限
			02	NN	1	秒	*	*	潮流反向事件判定延时时间
04	09	0B	01	NN.NNNN	3	kW	*	*	过载事件有功功率触发下限
			02	NN	1	秒	*	*	过载事件判定延时时间
04	09	0C	01	NNN.N	2	V	*	*	电压考核上限
			02	NNN.N	2	V	*	*	电压考核下限
04	09	0D	01	NN.NNNN	3	kW	*	*	有功需量超限事件需量触发下限

数据标识				数据格式	数据长度 (字节)	单位	功能		数据项名称
DI ₃	DI ₂	DI ₁	DI ₀				读	写	
			02	NN.NNNN	3	kVar	*	*	无功需量超限事件需量触发下限 需量超限事件判定延时时间
			03	NN	1	秒	*	*	
04	09	0E	01	N.NNN	2		*	*	功率因数超下限阈值
			02	NN	1	秒	*	*	功率因数超下限判定延时时间
04	09	0F	01	NN.NN	2	%	*	*	电流严重不平衡限值
			02	NN	1	秒	*	*	电流严重不平衡触发延时时间
04	09	10	01	NN.NNNN	3	kW	*	*	功率反向事件有功功率触发下限
			02	NN	1	秒	*	*	功率反向事件判定延时时间
04	09	80	01	XXX.XXX	3	A	*	*	电流突变事件电流触发门限
			02	NN	1	秒	*	*	电流突变事件判定延时时间

注1：以ASCII传输的数据项，不足字节后补NUL。

注2：厂家编号建议用企业代码。

注3：循环显示设置中NNNNNNNN代表每个显示项对应的数据标识。

注4：

注5：无线通信参变量NN最高位bit7代表网络是否在线，0代表不在线，1代表在线。低三位bit0~bit2位代表信号强度0~4，0为无信号，4为信号最强。

注6：整点冻结时间间隔默认为60分钟。

注7：液晶查看数据项中的NNNNNNNN为显示项的数据标识，NN为该显示项在此数据标识中的显示序号；当NNNNNNNN，NN为FFFFFFF,FF时，表示全屏显示。

注8：液晶查看命令支持广播方式，广播时无须应答。

注9：注3：经度、纬度、高度的最高位为符号位：0正，1负。经度：东经为正数，西经为负数；纬度：北纬为正数，南纬为负数；高度：海拔上为正数，海拔下为负数。

表C.5 数据标识编码表（扩充）

数据标识				数据格式	数据长度 (字节)	单位	功能		数据项名称
DI ₃	DI ₂	DI ₁	DI ₀				读	写	
07	01	FF	00	YYMMDDhhmm	5		*		冻结时间
				XXX.X	2	V	*		A相电压
				XXX.X	2	V	*		B相电压
				XXX.X	2	V	*		C相电压
				XXX.XXX	3	A	*		A相电流
				XXX.XXX	3	A	*		B相电流
				XXX.XXX	3	A	*		C相电流
				XXXX.XXXX	4	kW	*		瞬时总有功率
				XXXX.XXXX	4	kW	*		瞬时A有功功率
				XXXX.XXXX	4	kW	*		瞬时B有功功率
				XXXX.XXXX	4	kW	*		瞬时C有功功率
				XXXX.XXXX	4	Kvar	*		瞬时总无功功率

数据标识				数据格式	数据长度 (字节)	单位	功能		数据项名称
DI ₃	DI ₂	DI ₁	DI ₀				读	写	
				XXXX. XXXX	4	Kvar	*		瞬时A无功功率
				XXXX. XXXX	4	Kvar	*		瞬时B无功功率
				XXXX. XXXX	4	kvar	*		瞬时C无功功率
				XXXX. XXXX	4	kVA	*		瞬时总视在功率
				XXXX. XXXX	4	kVA	*		瞬时A视在功率
				XXXX. XXXX	4	kVA	*		瞬时B视在功率
				XXXX. XXXX	4	kVA	*		瞬时C视在功率
				X. XXX	2		*		总功率因数
				X. XXX	2		*		A功率因数
				X. XXX	2		*		B功率因数
				X. XXX	2		*		C功率因数
				XX. XX	2	%	*		A相电压波形失真度
				XX. XX	2	%	*		B相电压波形失真度
				XX. XX	2	%	*		C相电压波形失真度
				XX. XX	2	%	*		A相电流波形失真度
				XX. XX	2	%	*		B相电流波形失真度
				XX. XX	2	%	*		C相电流波形失真度
				XXXXXX. XX	4	kWh	*		正向有功总电能
				XXXXXX. XX	4	kWh	*		反向有功总电能
				XXXXXX. XX	4	kWh	*		正向无功总电能
				XXXXXX. XX	4	kWh	*		反向无功总电能
07	02	01	00	NN	1				开关状态
07	03	01	00	YYMMDDhhmmss XXX. XXX	6 3*6 ...		*		(上一次) 电流突变发生时间 变化前A电流值 变化前B电流值 变化前C电流值 变化后A电流值 变化后B电流值 变化后C电流值 ... (上5次) 电流突变发生时间 变化前A电流值 变化前B电流值 变化前C电流值 变化后A电流值 变化后B电流值 变化后C电流值
04	00	04	03	ASCII	32		*		设备资产ID号
04	A0	00	18	ASCII	32		*		设备类型

数据标识				数据格式	数据长度 (字节)	单位	功能		数据项名称
DI ₃	DI ₂	DI ₁	DI ₀				读	写	
04	80	00	03	ASCII	32		*		生产厂家
04	00	04	0B	ASCII	10		*		设备型号
04	80	00	02	ASCII	32		*		硬件版本
04	80	00	01	ASCII	32		*		软件版本
04	00	03	06	NNNNN	3		*	*	电流互感器变比
			07	NNNNN	3		*	*	电压互感器变比
04	00	04	0E	NNNNNNNNNN	6		*	*	客户编号
04	00	04	0F	XXXX. XXXX	4	度	*	*	电能表位置信息: 经度 纬度 高度
				XXXX. XXXX	4	度	*	*	
				XXXX. XX	3	米	*	*	
04	00	04	FF	ASCII	32		*		设备资产ID号
				ASCII	32		*		设备类型
				ASCII	32		*		生产厂家
				ASCII	10		*		设备型号
				ASCII	32		*		硬件版本
				ASCII	32		*		软件版本
				NNNNN	3		*	*	电流互感器变比
NNNNN	3		*	*	电压互感器变比				
04	00	10	01	NN	1		*	*	控制字1 [®]
			02	NN	1		*	*	控制字2 [®]
			03	NN	1		*	*	控制字3 [®]
			04	NN	1		*	*	控制字4 [®]
			05	NN	1		*	*	控制字5 [®]
			FF						控制字参数块 [®]
04	00	13	01	NN. N	2	V	*	*	过电压整定值
			02	NN. N	2	V	*	*	欠电压整定值
			03	NN. N	2	V	*	*	断相电压整定值
			FF						电压整定参数块
04	00	14	01	NNNN. N	3	A	*	*	额定电流整定值过载保护动作电流Ir1
			03	NN	1	S	*	*	过载保护动作时间t1
			04	NN	1	倍数	*	*	短路短延时动作电流Ir2 (*Ir1)
			05	NNNN	2	ms	*	*	短路短延时动作时间t2
			06	NN	1	倍数	*	*	短路瞬时电流Ir3 (*Ir1)
			FF				*	*	电流整定参数块
03	91	00	01 … 0A	表c. 1.6	27		*		上1次……上10次 闸位变化事件记录
03	92	00	01	表c. 1.7	27		*		上1次……上10次

数据标识				数据格式	数据长度 (字节)	单位	功能		数据项名称
DI ₃	DI ₂	DI ₁	DI ₀				读	写	
			... 0A						告警事件记录
02	90	00	00	XX	1		*		当前剩余电流最大相
		01		XXXX	2	mA	*		当前剩余电流值
		FF			3		*		当前剩余电流最大相及剩余电流值
02	91	01	00	XXXX	2	mA	*		当前额定剩余电流动作值
		02		XXXX	2	mS	*		当前额定极限不驱动时间
		FF			4		*		当前额定剩余电流动作值、额定极限不驱动时间

注1：数据标识 07 01 FF 00 数据块内各数据项冻结时间间隔默认为整5分钟。

注2：数据标识 07 01 FF 00如上电不足5分钟，使用上一次保存的冻结数据或补零，突变电流如不足5次，补0。

注3：主动上报状态字中的断相、过压、欠压、失压、闸位分合为必备功能，发生故障事件要主动上报，通过04001503（写命令）可清零状态字。

注4：需支持停电主动上报，复电事件主动上报。停复电事件上报的设备类型为02H，高速载波（HPLC）通讯单元。

注5：需要保存谐波异常、三相不平衡、触头过温、反孤岛导致的并网开关告警、闸位变化事件记录。

表C.6 控制命令

数据标识				数据格式	数据长度 (字节)	码制	单位	功能		数据项名称	
DI ₃	DI ₂	DI ₁	DI ₀					读	写		
06	01	01	01	NN, uu ^①	2	BCD	uu	*	*	预约远程跳闸控制（0-99）	
			02		0				*	取消远程跳闸控制	
		02	01	NN, uu ^①	2	BCD	uu	uu	*	*	预约远程合闸控制（0-99） 不支持返回异常
			02		0					*	取消远程合闸控制
		03	01	NN, uu ^①	2	BCD	uu	uu	*	*	预约模拟试跳控制（0-99）
			02		0					*	取消模拟试跳控制
		04	01	NN, uu ^①	2	BCD	uu	uu	*	*	预约自检
			02		0					*	取消预约自检

注1：NN表示预约的时间，取值为 0-99，NN=0，立即跳闸。 uu:表示单位： 02-分，03-小时。

注2：采用写数据方式。

表C.7 闸位变化事件数据单元格式

数据内容	字节格式	字节数	码制	说明
闸位变化状态	XX	1	BIN	Bit0-Bit1有效，其它位无效。 10：分合； 01：分合

数据内容	字节格式	字节数	码制	说明
				其它无效。
变位原因	XX	1	BIN	Bit0-Bit4有效，其它位无效。 跳闸（合分）：00100-缺零，00101-过载，00110-短路短延时，00111-缺相，01000-欠压，01001-过压，01010-接地，01101-远程试验，01110-按键试验，10010-手动，10110-短路瞬时，11110-软遥控，11101-硬遥控 10011-谐波异常，10100-三相不平衡，10101-触头过温，10110-反孤岛保护 合闸（分合）：10010-手动，11110-软遥控，11101-硬遥控
故障相别	XX	1	BIN	
跳闸发生时刻	YYMMDDhhmmss	6		
变化前A相电压	XXX.X	2	BCD	
变化前B相电压	XXX.X	2	BCD	
变化前C相电压	XXX.X	2	BCD	
变化前三相电流方向	XX	1	BIN	参见当前变量注释

表C.8 告警事件数据单元格式

数据内容	字节格式	字节数	码制	说明
告警标志	XX	1	BIN	Bit0有效，其它位无效。 1：发生； 0：恢复 其它无效。
告警原因	XX	1	BIN	Bit0-Bit4有效，其它位无效。 00100-缺零，00101-过载，00110-短路短延时，00111-缺相，01000-欠压，01001-过压，01010-接地，10110-短路瞬时，10001-合闸失败，10111-跳闸失败，10011-谐波异常，10100-三相不平衡，10101-触头过温，10110-反孤岛保护
告警相别	XX	1	BIN	
发生/恢复时刻	YYMMDDhhmmss	6		
告警前A相电压	XXX.X	2	BCD	
告警前B相电压	XXX.X	2	BCD	
告警前C相电压	XXX.X	2	BCD	
告警前A相电流	XXXXX.X	3	BCD	针对目前存量
告警前B相电流	XXXXX.X	3	BCD	
告警前C相电流	XXXXX.X	3	BCD	

数据内容	字节格式	字节数	码制	说明
三相电流方向	XX	1	BIN	参见当前变量注释

C.5 状态字、特征字、负荷记录模式字、控制字、错误信息字

C.5.1 运行状态字1

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
保留	保留	无功功率方向 (0正向、1反 向)	有功功率方向 (0正向、1反 向)	保留	时钟电池 (0正常, 1欠 压)	需量积算方式 (0滑差, 1区 间)	保留

Bit15	Bit14	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8
时钟故障	保留	存储器故障或 损坏	内部程序错误	保留	保留	ESAM错误	控制回路错误

C.5.2 运行状态字2

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
保留	C相无功功率 方向	B相无功功率 方向	A相无功功率 方向	保留	C相有功功率 方向	B相有功功率 方向	A相有功功率 方向

Bit15	Bit14	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8
保留	保留	保留	保留	保留	保留	保留	保留

注：0代表正向，1代表反向

C.5.3 运行状态字3（操作类）

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
保留	保留	保留	继电器状态(0 通, 1断)	红外认证/编 程允许状态(0 失效, 1有效)	供电方式(00 主电源, 01 辅助 电源, 10 电池供电)		保留

Bit15	Bit14	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8
保留	保留	身份认证状态 (0失效, 1有 效)	保留	保留	保留	保留	

注1：红外认证/编程允许状态(Bit3)：无编程键的末端终端，此位为红外认证有效状态，对于有编程键的末端终端，此位为编程允许状态。

注2：继电器状态(Bit4)，指线路实际工作状态，线路处于跳闸状态时此位置1，线路处于导通状态时此位置0。

注3：继电器远程拉闸命令状态(Bit6)。电能表收到主站跳闸命令时，Bit6置1；电能表跳闸后，该状态仍维持1，直到电能表解除跳闸条件，或收到主站合闸、保电命令时将该位置0。如果末端终端处于保电状态时，收到远

程跳闸命令，提示“密码错/未授权”，该位仍置0。

注4：预跳闸报警状态(Bit7)是指剩余电量/金额小于等于预置的报警阈值1或末端终端收到远程报警命令时，Bit7置1，电能表报警，提示用户购电（或交费）；否则置0。

注5：Bit10、Bit11保留，置0。

C.5.4 运行状态字4（A相故障状态）

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
断相	功率反向	过载	过流	失流	过压	欠压	失压

Bit15	Bit14	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8
保留	保留	保留	保留	保留	保留	保留	断流

注：0代表无此类故障，1代表当前发生此类故障。

C.5.5 运行状态字5（B相故障状态）

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
断相	功率反向	过载	过流	失流	过压	欠压	失压

Bit15	Bit14	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8
保留	保留	保留	保留	保留	保留	保留	断流

注：0代表无此类故障，1代表当前发生此类故障。

C.5.6 运行状态字6（C相故障状态）

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
断相	功率反向	过载	过流	失流	过压	欠压	失压

Bit15	Bit14	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8
保留	保留	保留	保留	保留	保留	保留	断流

注：0代表无此类故障，1代表当前发生此类故障。

C.5.7 运行状态字7（合相故障状态）

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
总功率因数超 下限	需量超限	掉电	辅助电源失电	电流不平衡	电压不平衡	电流逆相序	电压逆相序

Bit15	Bit14	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8
保留	保留	保留	保留	保留	保留	保留	电流严重不平衡

注：0代表无此类故障，1代表当前发生此类故障。

C.5.8 末端终端运行特征字1

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
保留	保留	保留	保留	保留	主动上报模式 (0 不启用后续标志, 1 启用后续标志)	保留	保留

注1：液晶①②字样意义（Bit1）表示时段/费率状态显示模式，0代表①②显示1、2套时段，1代表①②显示1、2套费率电价。

注2：主动上报模式表示主动上报状态字读出模式，0不启用后续标志，1启用后续标志。

C.5.9 错误信息字ERR

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
保留	保留	保留	保留	通信速率不能更改	密码错/未授权	无请求数据	其他错误

注：0代表无相应错误发生，1代表相应错误发生。除Bit1~Bit6定义的错误以外，其他情况都归为Bit0其他错误

C.5.10 主动上报模式字

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
时钟故障	保留	存储器故障或损坏	内部程序错误	时钟电池电压低	内卡初始化错误	ESAM 错误	负荷开关误动或拒动

Bit15	Bit14	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8
合闸成功	跳闸成功	电源异常	恒定磁场干扰	保留	保留	保留	保留

Bit23	Bit22	Bit21	Bit20	Bit19	Bit18	Bit17	Bit16
断相	功率反向	过载	过流	失流	过压	欠压	失压

Bit31	Bit30	Bit29	Bit28	Bit27	Bit26	Bit25	Bit24
保留	保留	保留	保留	保留	保留	保留	断流

Bit39	Bit38	Bit37	Bit36	Bit35	Bit34	Bit33	Bit32
总功率因数超下限	需量超限	掉电	辅助电源失电	电流不平衡	电压不平衡	电流逆相序	电压逆相序

Bit47	Bit46	Bit45	Bit44	Bit43	Bit42	Bit41	Bit40
保留	保留	保留	保留	保留	全失压	潮流反向	电流严重不平

Bit47	Bit46	Bit45	Bit44	Bit43	Bit42	Bit41	Bit40
							衡

Bit55	Bit54	Bit53	Bit52	Bit51	Bit50	Bit49	Bit48
保留	保留	保留	校时	事件清零	需量清零	末端终端清零	编程

Bit63	Bit62	Bit61	Bit60	Bit59	Bit58	Bit57	Bit56
密钥更新	保留	保留	结算日编程	无功组合方式 2 编程	无功组合方式 1 编程	有功组合方式 编程	保留

注：0代表此类事件发生不上报，1代表此类事件发生应上报。

C.5.11 主动上报状态字

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
时钟故障	保留	存储器故障或 损坏	内部程序错误	时钟电池电压 低	内卡初始化错 误	ESAM 错误	负荷开关误动 或拒动

Bit15	Bit14	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8
合闸成功	跳闸成功	电源异常	恒定磁场干扰	保留	保留	保留	保留

Bit23	Bit22	Bit21	Bit20	Bit19	Bit18	Bit17	Bit16
A 相断相	A 相功率反向	A 相过载	A 相过流	A 相失流	A 相过压	A 相欠压	A 相失压

Bit31	Bit30	Bit29	Bit28	Bit27	Bit26	Bit25	Bit24
保留	保留	保留	保留	保留	保留	保留	A 相断流

Bit39	Bit38	Bit37	Bit36	Bit35	Bit34	Bit33	Bit32
B 相断相	B 相功率反向	B 相过载	B 相过流	B 相失流	B 相过压	B 相欠压	B 相失压

Bit47	Bit46	Bit45	Bit44	Bit43	Bit42	Bit41	Bit40
保留	保留	保留	保留	保留	保留	保留	B 相断流

Bit55	Bit54	Bit53	Bit52	Bit51	Bit50	Bit49	Bit48
C 相断相	C 相功率反向	C 相过载	C 相过流	C 相失流	C 相过压	C 相欠压	C 相失压

Bit63	Bit62	Bit61	Bit60	Bit59	Bit58	Bit57	Bit56
保留	保留	保留	保留	保留	保留	保留	C 相断流

Bit71	Bit70	Bit69	Bit68	Bit67	Bit66	Bit65	Bit64
总功率因数超 下限	需量超限	掉电	辅助电源失电	电流不平衡	电压不平衡	电流逆相序	电压逆相序

Bit79	Bit78	Bit77	Bit76	Bit75	Bit74	Bit73	Bit72
保留	保留	保留	保留	保留	全失压	潮流反向	电流严重不平 衡

Bit87	Bit86	Bit85	Bit84	Bit83	Bit82	Bit81	Bit80
保留	保留	保留	校时	事件清零	需量清零	末端终端清零	编程

Bit95	Bit94	Bit93	Bit92	Bit91	Bit90	Bit89	Bit88
密钥更新	保留	保留	结算日编程	无功组合方式 2 编程	无功组合方式 1 编程	有功组合方式 编程	保留

注：0代表未发生此类事件，1代表已发生此类事件。

C.5.12 控制字

表C.9 控制字 1

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
功能	保留	数据告警总开关 0——全禁止 1——全允许	报警灯光 0——禁止 1——允许	报警声音 0——禁止 1——允许	定时自检 0——禁止 1——允许	档位返回 0——允许 1——禁止	重合闸 0——允许 1——禁止	保留
注：本控制字中的数据告警是以下数据告警的总告警开关。								

表C.10 控制字 2

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
功能	欠压保护		过压保护		缺相保护		缺零保护	
	00=不跳闸，不告警 01=不跳闸，告警 10=跳闸，不告警		00=不跳闸，不告警 01=不跳闸，告警 10=跳闸，不告警		00=不跳闸，不告警 01=不跳闸，告警 10=跳闸，不告警		00=不跳闸，不告警 01=不跳闸，告警 10=跳闸，不告警	
	注：禁止控制的情况下，可通过声或光方式告警（下同）。							

表C.11 控制字 3

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
功能	试跳源	剩余电流保 护预警 0——退出	短路瞬时保护		短路短延时保护		过流保护	
	0——内部 1——外部		00=不跳闸，不告警 01=不跳闸，告警		00=不跳闸，不告警 01=不跳闸，告警		00=不跳闸，不告警 01=不跳闸，告警	

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
		1——投入	10=跳闸，不告警		10=跳闸，不告警		10=跳闸，不告警	
注：禁止控制的情况下，可通过声或光方式告警（下同）。								

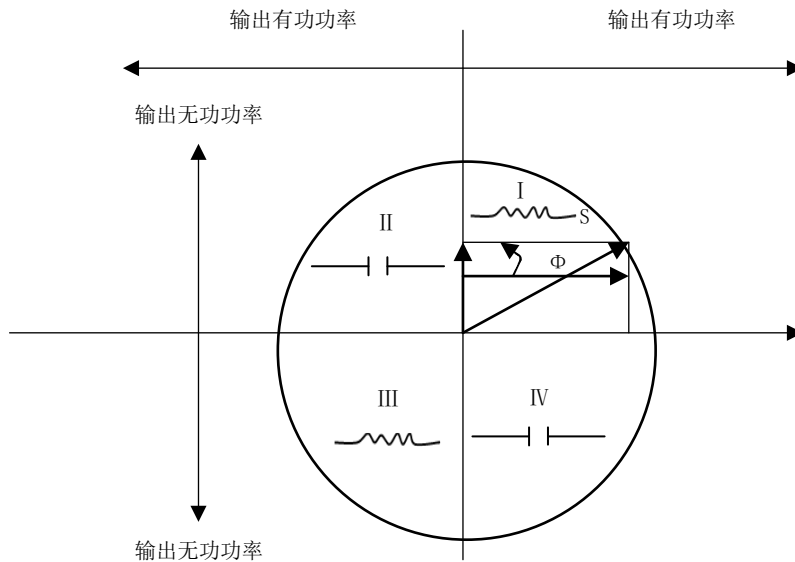
表C.12 控制字 4

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
功能	额定剩余电流动作值				额定极限不驱动时间		剩余电流保护	
定义	0000——档位1；0100-档位5；1000~1110——保留 0001——档位2；0101——档位6 0010——档位3；0110——档位7 0011——档位4；0111——档位8；1111——连续可调				00——档位1 01——档位2 10——档位3 11——连续可调		00——不跳闸，不告警 01——不跳闸，告警 10——跳闸，不告警	
注：剩余电流动作值、极限不驱动时间，用户可根据实际使用定制，定制参数参见标识码04000411和04000412。								

表C.13 控制字 5

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
描述	保留							

C.6 有功和无功功率的几何表示



- 注1：图示参照GB/T 17882—1999附录E，图E.1。
- 注2：本图的参考矢量是电流矢量（取向右为正方向）
- 注3：电压矢量U随相角φ改变方向
- 注4：电压U和电流I间的相角φ在数学意义上取正（逆时针方向）。

图C.4 有功和无功功率的几何示意图

C.7 铜损、铁损算法定义

通过变压器系数可以对变压器的损耗进行计算，为实施变压器损耗补偿提供必要的依据。将离线计算所得的变压器系数 G_x 、 R_x 、 B_x 、 X_x 12个参数值输入表计。在实际使用中，当表计实测出回路电压、电流并算出 V_x^2h 、 I_x^2h 值时，就可计算出变压器铁损有、无功电能补偿量和铜损有、无功电能补偿量。

$$LFE_{x,Wh} = G_x \times V_x^2h \dots\dots\dots (C.1)$$

$$LFE_{x,varh} = B_x \times V_x^2h \dots\dots\dots (C.2)$$

$$LCU_{x,Wh} = R_x \times I_x^2h \dots\dots\dots (C.3)$$

$$LCU_{x,varh} = X_x \times I_x^2h \dots\dots\dots (C.4)$$

式中：

x ——A、B、C三项元件；

G ——电导，单位为西门子（S）；

B ——电纳，单位为西门子（S）；

R ——电阻，单位为欧姆（ Ω ）；

X ——电抗，单位为欧姆（ Ω ）；

$LFE_{x,Wh}$ ——铁损有功电能补偿量，单位为千瓦时（kWh）；

$LFE_{x,varh}$ ——铁损无功电能补偿量，单位为千乏时（kvarh）；

$LCU_{x,Wh}$ ——铜损有功电能补偿量，单位为千瓦时（kWh）；

$LCU_{x,varh}$ ——铜损无功电能补偿量，单位为千乏时（kvarh）。

从而得到铜损和铁损有功总电能补偿量、铜损和铁损无功总电能补偿量：

$$\Delta Wh_{Fe} = LFE_{A,Wh} + LFE_{B,Wh} + LFE_{C,Wh} \dots\dots\dots (C.5)$$

$$\Delta Wh_{Cu} = LCU_{A,Wh} + LCU_{B,Wh} + LCU_{C,Wh} \dots\dots\dots (C.6)$$

$$\Delta varh_{Fe} = LFE_{A,varh} + LFE_{B,varh} + LFE_{C,varh} \dots\dots\dots (C.7)$$

$$\Delta varh_{Cu} = LCU_{A,varh} + LCU_{B,varh} + LCU_{C,varh} \dots\dots\dots (C. 8)$$

式中：

ΔWh_{Fe} ——铁损有功总电能补偿量，单位为千瓦时（kWh）；

ΔWh_{Cu} ——铜损有功总电能补偿量，单位为千瓦时（kWh）；

$\Delta varh_{Fe}$ ——铁损无功总电能补偿量，单位为千乏时（kvarh）；

$\Delta varh_{Cu}$ ——铜损无功总电能补偿量，单位为千乏时（kvarh）。

附 录 D
(规范性)
软件远程升级通信协议

D.1 并网开关程序格式

程序文件采用二进制格式，在文件开头增加10字节的识别信息，格式如下：

表D.1 并网开关程序格式

代码	示例	说明
ID0	0x47	厂家识别码, 厂家名称拼音首字符, 统一为大写 示例代表: 厂家代码, GJDW国家电网
ID1	0x4a	
ID2	0x44	
ID3	0x57	
TypeH	---	终端型号, 16进制终端型号, 厂家自行定义
TypeL	---	
Hver1	0x01	硬件版本号, HVer1.HVer0。示例代表: 硬件版本号, 1.2
Hver0	0x02	
Sver1	0x03	软件版本号, SVer1.SVer0。示例代表: 版本号为3.18
Sver0	0x12	
.....	---	APP程序代码

D.2 读厂家识别码

下行（上位机到并网开关）：

表D.2 读厂家识别码

代码	示例	说明
0x68	0x68	启动字符
A0	0x05	按照终端实际地址下发
A1	0x00	
A2	0x00	
A3	0x00	
A4	0x00	
A5	0x00	
0x68	0x68	启动字符
0x11	0x11	读数据
0x04	0x04	数据长度默认为0x04
0x80	0x80	数据标识, 定义为0x80000000
0x00	0x00	---
0x00	0x00	---
0x00	0x00	---
Sum8	---	参照DL/T 645
0x16	---	结束字符

上行（并网开关到上位机）：

表D.3 上行应答数据

代码	示例	说明
0x68	0x68	启动字符
A0	0x05	终端实际地址
A1	0x00	

代码	示例	说明
A2	0x00	
A3	0x00	
A4	0x00	
A5	0x00	
0x68	0x68	
0x91	---	正确应答0x91，错误按照DL/T 645回复
0x0E	0x0E	数据长度
0x80	0x80	数据标识
0x00	0x00	
0x00	0x00	
0x00	0x00	
ID0	---	厂家识别码，参见终端程序格式
ID1	---	---
ID2	---	---
ID3	---	---
TypeH	---	终端型号，16进制终端型号
TypeL	---	---
Hver1	---	硬件版本号，参见终端程序格式
Hver0	---	---
Sver1	---	软件版本号，参见终端程序格式
Sver0	---	---
Sum8	---	参照DL/T 645
0x16	---	结束字符

注：所有数据都是高字节在前，数据内容按照DL/T 645协议。

D.3 切换到 IAP 模式

下行（上位机到并网开关）：

表D.4 下行数据

代码	示例	说明
0x68	0x68	启动字符
A0	0x05	终端实际地址
A1	0x00	
A2	0x00	
A3	0x00	
A4	0x00	
A5	0x00	
0x68	0x68	启动字符
0x14	0x15	写数据
0x0E	0x0E	固定为0E
0x80	0x80	数据标识，0x80000001
0x00	0x00	
0x00	0x00	
0x01	0x01	
ID0	---	厂家识别码
ID1	---	
ID2	---	
ID3	---	
TypeH	---	终端型号，16进制终端型号
TypeL	---	

代码	示例	说明
Hver1	----	硬件版本号，即将更新程序所对应的硬件版本号
Hver0	----	
Sver1	----	软件版本号，即将更新程序的软件版本号
Sver0	----	
Sum8	----	参照DL/T 645
0x16	----	结束字符

上行应答（并网开关到上位机）：

表D.5 上行应答数据

代码	示例	说明
0x68	0x68	启动字符
A0	0x05	终端实际地址
A1	0x00	
A2	0x00	
A3	0x00	
A4	0x00	
A5	0x00	
0x68	0x68	启动字符
0x94	0x94	正确应答0x94，错误按照DL/T 645回复。
0x0E	0x0E	固定为0x0E
0x80	0x80	数据标识，0x80000001
0x00	0x00	
0x00	0x00	
0x01	0x01	
ID0	----	厂家识别码
ID1	----	
ID2	----	
ID3	----	
TypeL	----	终端型号，16进制终端型号
TypeH	----	
HVer0	----	硬件版本号，即将更新程序所对应的硬件版本号
HVer1	----	
SVer0	----	软件版本号，即将更新程序的软件版本号
SVer1	----	
Sum8	----	参照DL/T 645
0x16	----	结束字符

D.4 传输文件

文件数据长度128，最大帧长为 128+20，最后一包为文件实际剩余长度。

下行（上位机到并网开关）：

表D.6 传输文件

代码	示例	说明
0x68	0x68	启动字符
A0	0x05	终端实际地址
A1	0x00	
A2	0x00	
A3	0x00	
A4	0x00	

代码	示例	说明	
A5	0x00		
0x68	0x68	启动字符	
0x14	0x14	写数据	
0x**	0x88	数据长度=8+文件长度（128或剩余字节数）	
0x80	0x80	数据标识	
0x00	0x00		
0x00	0x00		
0x02	0x02		
数据域	文件总包号H	---	数据域, 文件数据长度为128, 最后一包为文件实际剩余长度。本包号从0开始, 最后一帧包号=总包号-1
	文件总包号L	---	
	本包号H	---	
	本包号L	---	
	...文件数据	---	
Sum8	---	---	
0x16	---	---	

上行应答（并网开关上位机）：

表D.7 上行应答数据

代码	示例	说明	
0x68	0x68	启动字符	
A0	0x05	终端实际地址	
A1	0		
A2	0		
A3	0		
A4	0		
A5	0		
0x68	0x68	启动字符	
0x94	0x94	正确应答0x94, 错误按照DL/T 645回复	
0x0C	0x0C	数据长度=12	
0x80	0x80	数据标识0x80000002	
0x00	0x00		
0x00	0x00		
0x02	0x02		
数据域	文件总包号L	---	数据域, 文件数据一包
	文件总包号H	---	
	本包号L	---	
	本包号H	---	
Sum8	---	参照DL/T 645	
0x16	---	结束字符	

程序升级完成, 设备应自动重新启动。

附录 E (规范性) 拓扑识别

E.1 拓扑识别原理

并网开关应具备“拓扑信号发送模块”及“拓扑信号识别模块”。

并网开关可控制“拓扑信号发送模块”在工频电网中注入电流信号。该信号可以是脉冲信号，也可以是高频信号。

发送拓扑信号的并网开关本身及其上级并网开关可通过“拓扑信号识别模块”检测到该拓扑信号。拓扑识别过程中，所有并网开关应处于合闸状态。

E.2 拓扑识别协议

拓扑识别协议应符合表E.1的要求。

表E.1 拓扑识别协议

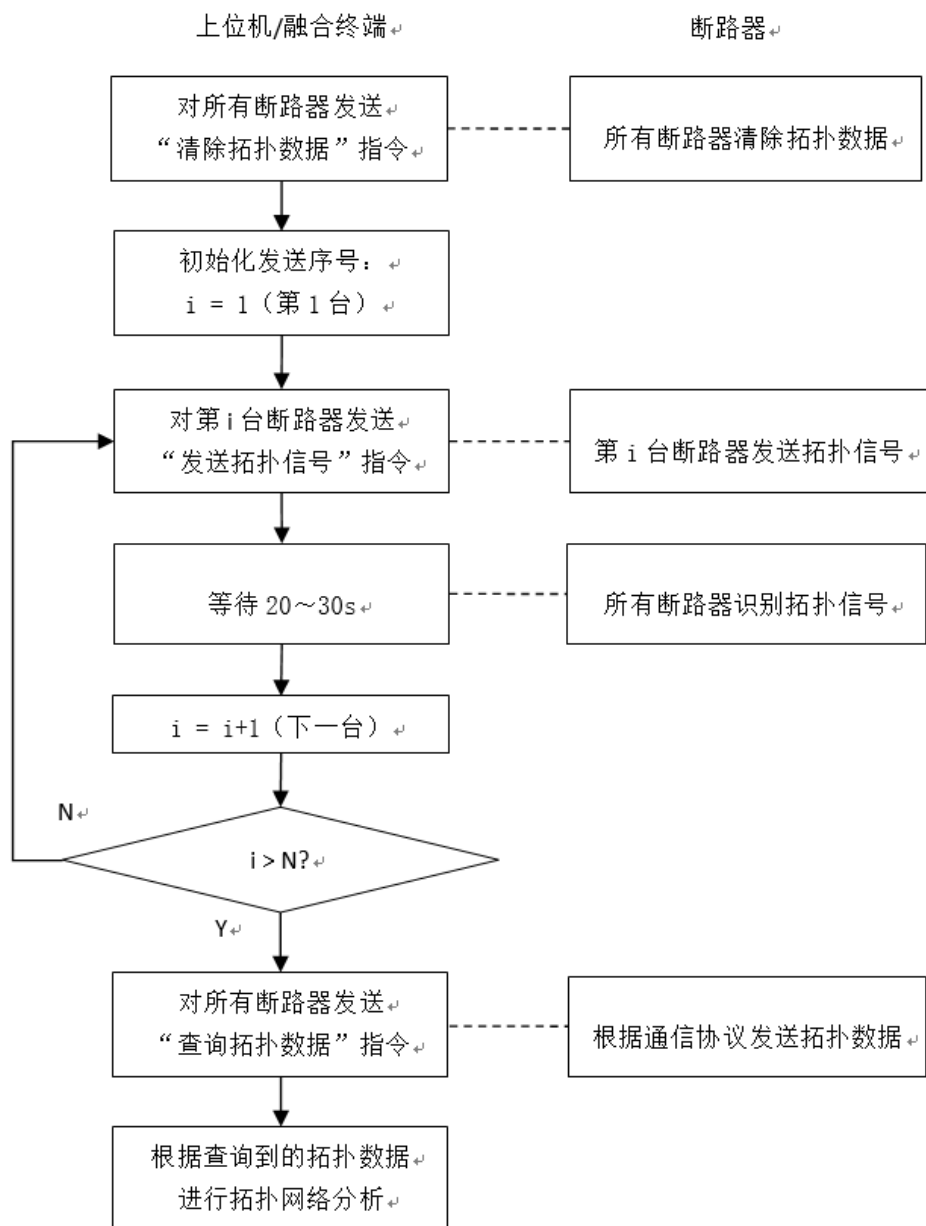
数据标识				数据格式	数据长度 (字节)	单位	功能		数据项目名称
DL3	DL2	DL1	DL0				读	写	
01	01	00	04	----	8	----	----	*	触发拓扑信号
08	C0	C0	00	----	4	----	----	*	清除拓扑记录
08	C0	C0	01	----	6	----	*	----	查询拓扑记录
08	C0	C0	02	----	4	----	*	----	查询拓扑记录总数量
功能码 C=04H									

E.3 拓扑识别流程

拓扑识别流程分为有时间戳及无时间戳两种方式，两种拓扑识别方式的优缺点见表E.2，识别流程见图E.1与图E.2。

表E.2 拓扑识别优缺点

识别方式	识别方法	优点	缺点
有时间戳	上位机记录发送拓扑信号的时间戳 并网开关记录收到拓扑信号的时间戳 全部并网开关发送完毕后，统一读取拓扑数据	节约时间，效率高	需进行精准校时 拓扑数据处理时，需做时间戳匹配
无时间戳	每次发送拓扑信号，均读取、清除拓扑数据	拓扑数据处理简单	反复读取、清除拓扑数据，效率较低



图E.1 有时间戳的拓扑识别流程

