ICS 国际标准分类号
CCS 中国标准文献分类号

团　　体　　标　　准

T/CES XXX-XXXX

0.4kV不停电作业友好型配电网关键设备改造技术导则

Technical Specifications for Key Equipment Transformation and Supporting Equipment of 0.4kV Live Working-Friendly Distribution Network

XXXX-XX-XX 发布　　XXXX-XX-XX 实施

中国电工技术学会　发布

目　　录

前　　言 II
1　范围 1
2　规范性引用文件 1
3　术语和定义 1
4　不停电作业友好型配电网改造总则 2
4.1　转供能力 2
4.2　停电感知 2
4.3　快速复电 2
4.4　建设和改造 2
5　电网设备改造 2
5.1　低压开关柜改造 2
5.2　低压配电箱改造 3
5.3　电缆分接箱改造 3
5.4　低压发电车快速接入箱 4
5.5　低压线路 4
附录 A（规范性）　低压无感转供用二次通信接口技术要求 5
A.1　技术要求 5
附录 B（规范性）　移动式低压联络装置技术要求 7
B.1　技术要求 7
B.2　功能与性能试验方法 10
附录 C（规范性）　移动式低压发电车同期箱技术要求 12
C.1　技术要求 12
C.2　功能与性能试验方法 12

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》给出的规则起草。

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。

本文件由中国电工技术学会提出并归口。

本文件起草单位：广东电网有限责任公司广州供电局、深圳供电局有限公司、广州南方电力集团电气技术有限公司、广东产品质量监督检验研究院、广州南方电安科技有限公司、广东德睿电气科技发展有限公司、广东科源电气股份有限公司、广东精益电力设备有限公司、广东中鹏电气有限公司、福建泰豪海德馨汽车有限公司、广东柏瑞电力科技有限公司。

本文件主要起草人：叶一鸣、林芳妃、沈超、刘晓、郑欣、汤毅、唐杰斌、黄泳熙、徐龙、王鸣宇、许彦祺、刘以刚、林可、李世波、刘辉、林创、周歧林、林翔、杨帆、徐少杰、赵法强、王瑞锋、何俊杰、张世军、邝锡坤、章波、王景阳、杜轶晖、庞大丰、黄俊峰、宋丙辉、陈旭明、谢梓颖、许建兴、曾垂潘、许珊珊、朱军城。

本文件为首次发布。

0.4kV 不停电作业友好型配电网关键设备改造技术导则

1 范围

本文件规定了 0.4kV 不停电作业友好型配电网的关键设备改造原则及技术方向。

本文件适用于 0.4kV 配电网规划、设计、建设及运维等工作。

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 50052 供配电系统设计规范

GB/T 1804—2000 一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差

GB/T 2423.4—2008 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Db 交变湿热（12h＋12h 循环）

GB/T 2423.17—2024 环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Ka：盐雾

GB/T 4025—2010 人机界面标志标识的基本和安全规则 指示器和操作器件的编码规则

GB/T 4208—2017 外壳防护等级（IP 代码）

GB/T 7251.1—2023 低压成套开关设备和控制设备 第 1 部分：总则

GB/T 7251.2—2023 低压成套开关设备和控制设备 第 2 部分：成套电力开关和控制设备

GB/T 7251.8—2020 低压成套开关设备和控制设备 第 8 部分：智能型成套设备通用技术要求

GB/T 11918.1—2014 工业用插头插座和耦合器 第 1 部分：通用要求

GB/T 16935.1—2023 低压供电系统内设备的绝缘配合 第 1 部分：原理、要求和试验

GB/T 17626.2—2018 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验

GB/T 17626.3—2023 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验

GB/T 17626.4—2018 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—2019 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验

GB/T 17626.11—2023 电磁兼容 试验和测量技术 电压暂降、短时中断和电压变化抗扰度试验

GB/T 25840—2010 规定电气设备部件（特别是接线端子）允许温升的导则

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

GB 50052 供配电系统设计规范

DL/T 765.1—2021 架空配电线路金具 第 1 部分：通用技术条件

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

不停电作业 live working

以实现客户不停电或者短时停电为目的，采用多种方式配合对设备进行检修的作业，包括配电带电作业，即直接在（或临近）带电的配电线路或设备上作业的方式，以及将配电线路或设备停电作业，但对用户采用旁路（联络）作业、中（低）压应急发电车接入等方式临时供电的方式。

3.2

不停电作业友好型配电网 live working-friendly distribution network

网架结构、线路设计、设备选型及配置等均有利于不停电作业实施的配电网。

3.3

汇流夹钳 busbar clamp

低压配电网不停电作业中用于临时搭接母排、实现大电流可靠传导的专用接线金具，通常采用高强度导电合金材质，具备绝缘防护结构，可在带电状态下快速安装，为应急发电车、旁路作业设备提供临时供电接入点。

3.4

引流线夹 drainage clamp

低压配电网不停电作业中用于临时搭接架空导线或电缆出线端、实现负荷电流临时转移的专用接线金具，通常采用螺栓压紧或穿刺式结构，具备绝缘操作手柄，可在带电状态下快速安装，适用于旁路作业、临时转供场景下的引流线快速连接。

3.5

移动式低压联络装置 mobile low-voltage interconnection device

一种可移动、集成低压开关、保护、计量/监测、合环控制的箱式设备，通过合环操作，将负荷从检修台区转移至相邻正常台区，实现用户零停电。

3.6

移动式低压发电车同期箱 mobile low-voltage generator car synchronization cabinet

用于实现低压发电车与市电低压配电网安全、快速、无缝并联的关键专用设备。其核心功能在于实时监测、比对发电车输出电压与电网电压的幅值、频率、相位和相序，在参数满足同期条件时自动或手动发出合闸指令，完成“零冲击”并网。

4 不停电作业友好型配电网改造总则

4.1 转供能力

不停电作业友好型配电网应具备足够的转供能力，应与不停电作业资源合理匹配，避免人力、装备的过度消耗，保障不停电作业的安全、规范、高效实施。

4.2 停电感知

不停电作业友好型配电网应逐步实现计划性作业用户零停电感知。

4.3 快速复电

不停电作业友好型配电网应在故障情况下实现故障区域快速复电。

4.4 建设和改造

不停电作业友好型配电网的建设和改造应采用典型设计，并选用通用的标准化设备，以便于不停电作业的安全、规范、高效开展。

5 电网设备改造

电网设备改造宜采用增量设备提升和存量设备改造并行的方式进行。对新建设备及满足更换年限、具备更换条件的设备，直接投入满足不停电作业友好型技术要求的设备实现改造。对不具备更换条件的设备，通过关键设备改造，实现不停电作业友好功能。

5.1 低压开关柜改造

5.1.1 增量设备技术要求

5.1.1.1 进线开关框架断路器一次连接方式宜采用标准化设计，以兼容主流厂家生产的框架断路器的一次端子尺寸。

5.1.1.2 塑壳式断路器宜采用标准化的模块化结构设计，通过简易操作可实现塑壳式断路器的带电插拔式更换，兼容主流厂家的塑壳式断路器的一次端子尺寸。智能监控方案可选用“塑壳断路器+配电物联电气传感终端”或配电物联低压智能开关。

5.1.1.3 出线开关宜设专用联络开关，若无法设置专用联络开关，宜预留备用开关。预留的备用开关应充分考虑转供负荷水平，不宜低于 630A 规格。

5.1.1.4 低压开关柜及综合配电箱宜配置 L 型、U 型铜接线母排，接线母排应合理排布设计，铜排的宽面应平行于作业面，各相铜排间距应不小于 55mm，确保柜内具备汇流夹钳等带电作业工具的接入空间；预留备用开关时，应充分考虑转供负荷水平，不宜低于 630A 规格。
5.1.1.5 要求低压无感转供的台区，应在低压柜装设无感转供用的二次通信接口，用于与移动式低压联络装置及低压发电车同期箱通信，技术要求详见附录 A。
5.1.1.6 各类低压不停电接入口选配快速插拔的连接方式，宜同时预留线耳或线夹等连接方式作为备用。
5.1.1.7 **进线开关、联络开关宜具备智能监测与控制功能，以实现远程控制低压台区转供功能，宜至少支持 RS485 协议通信，并提供二次通信接口用于快速建立外部通信。**
5.1.1.8 进出线开关智能监测模块应采用模块化设计，可实现带电检修。
5.1.1.9 使用母联柜开关作为接入开关时，应拆除与低压柜总开关的连锁功能。

5.1.2 存量设备改造技术要求

5.1.2.1 要求低压无感转供的台区，应在低压柜加装无感转供用的二次通信接口，用于与移动式低压联络装置及低压发电车同期箱通信。
5.1.2.2 框架断路器、出线开关、联络开关宜通过加装低压回路测控终端实现低压负荷在线监测。
5.1.2.3 使用母联柜开关作为接入开关时，应拆除与低压柜总开关的连锁功能。
5.1.2.4 具备安装空间的，宜加装低压快速插拔式接口，作为不停电作业快速接入使用。

5.2 低压配电箱改造

5.2.1 增量设备技术要求

5.2.1.1 低压配电箱应满足低压不停电接入要求，并具有绝缘隔板防误触电，其长、宽、高不宜小于 800mm、350mm、650mm。低压配电箱优先安装在室内；如选择户外安装时，其外壳的防护等级不低于 IP55。
5.2.1.2 低压配电箱出线开关宜设专用联络开关，若无法设置专用联络开关，宜预留备用开关。预留备用开关时应充分考虑转供负荷水平，不宜低于 630A 规格。备用开关下方宜预留应急电源电缆的接入空间。
5.2.1.3 低压配电箱应在进线开关负荷侧预留应急电源接入口，兼容快速插座与线耳或线夹连接，同时电源侧铜排宜预留足够空间用于汇流线夹接入。各接入口应合理布局，确保应急电源电缆接入后不阻碍低压配电箱内开关操作。
5.2.1.4 低压配电箱宜采用 L 型、U 型铜接线母排，接线母排应合理排布设计，铜排的宽面应平行于作业面，各相铜排间距应不小于 55mm，确保柜内具备汇流夹钳等带电作业工具的接入空间；预留备用开关时应充分考虑转供负荷水平，不宜低于 630A 规格。接线母排裸露部分应配置可拆卸绝缘隔板防误触电。
5.2.1.5 **低压配电箱进出线开关应采用具备“三遥”（遥信、遥测、遥控）功能的智能型断路器，宜至少支持 RS485 协议通信，并提供二次通信接口用于快速建立外部通信。**
5.2.1.6 低压配电箱内部宜采用模块化设计，用于实现不停电更换开关、刀闸等作业。

5.2.2 存量设备改造技术要求

5.2.2.1 出线开关、联络开关宜通过加装低压回路测控终端，以实现低压负荷在线监测。
5.2.2.2 具备安装空间的，宜加装低压快速插拔式接口，作为不停电作业快速接入用。

5.3 电缆分接箱改造

5.3.1 增量设备技术要求

5.3.1.1 电缆分接箱应满足低压不停电接入要求，并具有绝缘隔板防误触电，其长、宽、高不宜小于 800mm、350mm、650mm。电缆分接箱优先安装在室内；如选择户外安装时，其外壳的防护等级不低于 IP55。
5.3.1.2 具备条件的，电缆分接箱宜配置与电源侧隔离的开关或刀闸，并在开关负荷侧配置应急快速接口，以实现低压分路的转供。或配置ATS开关，实现市电电源与应急电源的无缝切换。
5.3.1.3 电缆分接箱内宜设置逐户保护开关，实现故障跳闸保护最小化。

5.3.2 存量设备改造技术要求

5.3.2.1 重要负荷电缆分接箱，宜通过加装低压回路测控终端实现低压负荷在线监测。

5.3.2.2　重要负荷电缆分接箱，具备安装空间的，宜加装低压快速插拔式接口，作为不停电作业快速接入用。

5.4　低压发电车快速接入箱

5.4.1　增量设备技术要求

5.4.1.1　整体结构配置：集成隔离开关、断路器、自锁快接口，市电侧与快接口独立布局、绝缘隔离，功能单元可拆卸互换。

5.4.1.2　箱体布线防护：采用下进下出布线，进出线口圆滑处理，灵活封堵。

5.4.1.3　快接口性能：接头带防误插、防触电自锁结构。

5.4.2　存量设备技术要求

5.4.2.1　存量铜排式发电车接入箱：铜排额定电流≥630A；铜排宜横向排列，互不遮挡，间距足够不停电安装汇流夹钳；具备安装空间的，宜加装低压快速插拔式接口，作为不停电作业快速接入用。

5.4.2.2　存量刀闸式发电车接入箱：刀闸额定电流≥630A；确保刀闸机构正常，零排适配；具备安装空间的，宜加装低压快速插拔式接口，作为不停电作业快速接入用。

5.5　低压线路

5.5.1　技术要求

5.5.1.1　考虑台区的负荷增长、配变负载情况、供电半径、联络路径等因素，距离小于150米的两个台区间宜建设永久式低压联络，若无法建设永久式低压联络，各台区应预留不停电作业接入口。低压不停电接入口包括低压柜母排、备用分路开关、低压分接箱、低压架空快接装置等，接入方式包括快速插拔、线耳、线夹（含汇流夹钳、引流线夹等）等，应根据现场实际进行选用和配置。

5.5.1.2　低压联络应优先选择在不同10kV三遥节点的配变间建立联络。

5.5.1.3　双公变房首期只建设单台公变时，其低压柜宜同步配置联络柜。

5.5.1.4　低压不停电接入口应配置在合适位置，并远离其他带电体，以预留必要的施工空间与发电车停放位置，其施工面对墙距离宜不小于1米，对地距离宜不小于1米。

5.5.1.5　电房（台架）的低压发电车接入口应满足进出线电力通道要求，与低压发电车进场停放点距离宜控制在50米至100米范围内，最远不宜超过200米。如无法满足时，应考虑调整低压不停电接入口的位置，以满足前述放缆距离要求。

5.5.1.6　统建小区及无法迁移的内涝高风险区域，电房低压发电车接入口宜设置在便捷接入位置，如首层低压开关房或首层竖井。采用低压架空出线的台区，宜在各分路开关后段设置隔离刀闸，便于低压柜检修时实施无感转供。采用低压电缆出线的台区，宜在关键电缆分接箱预留低压不停电接入口。

5.5.1.7　低压架空线路宜每隔50-80米设置分段开关，并且可采用与载流量匹配的快速插接装置，型号应与不停电接入口通用。

5.5.1.8　低压分支线（巷线），与主干线路连接时，应使用可快速拆接的改良型线夹。

5.5.1.9　低压架空线路应安装快速接入装置，与低压防倒供装置共用，外壳防护等级应不低于IP55，工作温度满足-40℃至125℃，额定电流为630A，绝缘材料阻燃等级满足运行要求。

附　录　A

（规范性）

低压无感转供用二次通信接口技术要求

A.1　技术要求

低压无感转供用二次通信接口可以实现对框架式断路器电源侧铜排电压采集、框架式断路器分合闸信号采集和控制，接口采用 10 针航空插座，安装位置与柜门外指示灯并列。

低压发电车无感接口二次接线见图 A.1，低压发电车无感接入三遥接口尺寸见图 A.2。

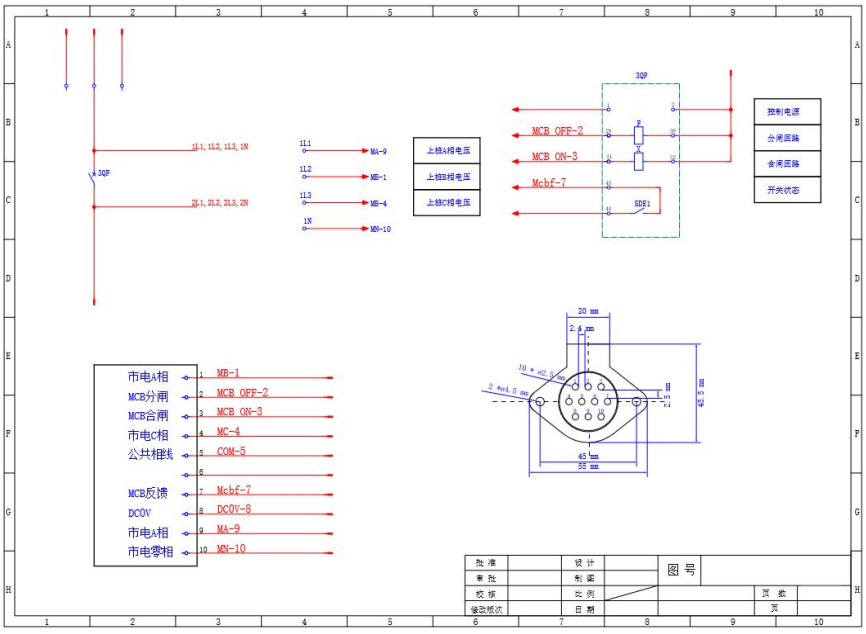


图 A. 1　低压发电车无感接口二次接线图

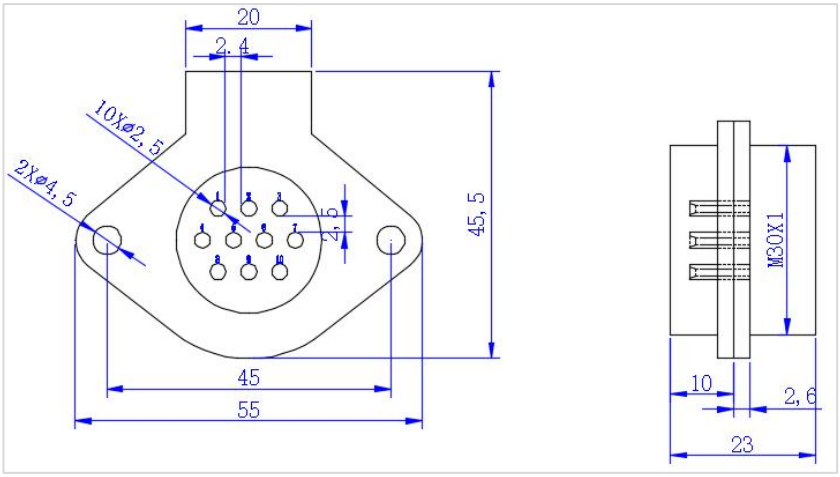


图 A. 2　低压发电车无感接入三遥接口尺寸图

发电车三遥接口接线说明：

1——10 芯航空插座 HC 的 9、1、4、10 针对应取进线框架断路器进线端 A、B、C、N。

2——10 芯航空插座 HC 的 2、3、5 针对应取进线框架断路器控制回路分闸端子、控制回路合闸端子、控制回路公共端，以实现控制信号通过航插控制框架断路器分合闸。

3——10 芯航空插座 HC 的 7、8 针对应取进线框架断路器辅助状态分合闸信号。

4——10 芯航空插座 HC 的 6 针作为备用。

5——焊接芯件参数详见表 A.1：

表 A.1　焊接芯件参数

额定电流 (A)	接触件直径 (mm)	工作电压 (AC.V)	耐压 (AC.V)	接触电阻 (mΩ)	绝缘电阻 (MΩ)	线规 (mm2/AWG)
25	Ø2.5x10	500	1500	1	2000	≤4/11

附 录 B
（规范性）
移动式低压联络装置技术要求

B.1 技术要求

B.1.1 一般要求

装置结构应符合 GB/T 7251.1-2023 中 8.1 规定的要求。

B.1.2 外壳防护性

外壳表面应采用防腐材料或在裸露的表面涂上无眩目反光的防腐覆盖层，表面不应有起泡、裂纹或流痕等缺陷，同时还应考虑使用和维修条件。

B.1.3 标识

标牌、标志、标记应完整清晰，应在显著位置标有箱内金属部件带电的警示标志。

B.1.4 绝缘电阻

装置导电回路对地，导电回路之间绝缘电阻值不应小于 0.5MΩ，试验电压为 500V 或 1000V。

B.1.5 绝缘强度

装置应能承受频率为 50Hz,历时 1min 的工频交流电压或等效直流电压试验过程中要保证不击穿，不飞弧，漏电电流小于 20mA。绝缘强度试验电压等级为 1890V。

注：整机介质强度原则上按上述指标试验一次。如有必要，可以重复试验，试验电压为规定值的 75%。

B.1.6 电气间隙和爬电距离

电气间隙和爬电距离应符合 GB/T 16935.1-2023 中表 F.7 及表 F.4 的规定。最小爬电距离不应小于空气中的最小电气间隙。

B.1.7 接地要求

装置中的导电箱体部件应有效接地。接地电路中的任何一点到接地端子之间的电阻不应超过 0.1Ω。

B.1.8 主要技术参数

合环转电装置及其内部电器元件的技术参数除应满足国家和行业相关标准外,技术要求见表 B.1。

表 B.1 移动式低压联络装置及其内部电器元件的主要技术参数要求

名称		技术要求
额定工作电压		0.4kV
额定绝缘电压		0.69kV
额定电流		不小于 800A
额定短路开断电流		不小于 50kA
额定短时耐受电流（1s）		不小于 30kA
额定峰值耐受电流		不小于 63kA
工频耐压		2500V
机械寿命	主开关	5000 次
	框架断路器	10000 次
外壳防护等级		不低于 IP43

B.1.9 脱扣器

框架断路器采用智能可调电子式脱扣器。

B.1.10 智能框架断路器

智能框架断路器技术要求见表 B.2。

表 B.2 智能框架断路器主要技术参数

技术指标名称	主要技术参数
额定电压	0.4kV
额定绝缘电压（主回路）	0.69kV
壳架等级额定电流	1000A～2000A
断路器额定电流	630A~1000A
安装方式	抽出式，固定式
极数	三极或四极
分励、合闸线圈、弹簧储能电动机	AC220（380）V 或 DC110V（220V）
额定极限短路分断能力	65kA
额定运行短路分断能力	50kA
脱扣器	智能可调电子式脱扣器
其他	带智能控制器

B.1.11 绝缘导线

a） 装置中的连接导线，应具有与额定工作电压相适应的绝缘，宜采用铜芯多股绝缘软线。
b） 装置的绝缘导线应采用冷压接端头与电器元件连接。
c） 母线的材料、连接和布置方式以及绝缘支持件应具有承受装置与其短路耐受电流能力。

B.1.12 主母线

采用铜排，且全部主母线及引下排和一次连接排加套热缩绝缘套管。

B.1.13 指示灯和按钮

颜色应符合 GB/T 4025-2010 的规定。

B.1.14 结构要求

a） 配电装置外壳颜色宜选用国际通用色标号 RAL7035。
b） 外形尺寸
1） 箱体深、宽和高方向的尺寸误差应至少满足 GB/T 1804-2000《一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差》中的 C 级要求，即（120,400）范围内误差为±1.2mm，（400,1000）范围内误差为±2mm，（1000,2000）范围内误差为±3mm。
c） 结构形式
1） 箱体的侧板门板等构件的标称厚度应不小于 2.0 mm，面积较大的门板、侧板等还需要有增加强度的加强筋，以保证箱体的整体强度，防止变形。
2） 箱门开启角度应不小于 110°，箱体拼装的连接部分需有密封条粘结牢固，符合户外防护等级的要求。
3） 分体式和一体式开关箱均宜考虑具有快接耦合器插座（185～300 平方电缆通用）和线耳两种电缆连接方式。
4） 门锁具有良好的防破坏功能，应启闭灵活可靠，并配备挂锁功能，门锁的连杆构件应采用防腐材料，门铰链须由 φ8 以上的防锈金属转轴支撑。
5） 箱体应具有很好的机械强度，应能承受 5 分钟不小于 8500N 的均布垂直力，箱门打开后，在门的最外端应能承受不小于 200N 的垂直压力，卸去压力荷载后，箱体无破坏痕迹和永久变形。
6） 箱体侧壁开向下挡雨的通风百叶，散热孔内加不锈钢防尘网，防尘网孔直径应不大于 1 mm。箱体上部两侧面装有起吊用提手，配电箱顶部采用防雨顶设计，箱门采取有效措施，防止变形、晃动，其它安装电气元器件撑铁采用花镀锌（厚度≥2.0 mm）。
7） 箱体内应设置专用接地保护导体，并应保证装置接地系统的电气连续性。连接到接地导体上的元件有：内部安装电器元件的接地导体和需接地的外壳；金属屏蔽及电力电缆的接地

导体；控制或测量元件的接地导体。

8） 装置应设有明显的提供与外设接地系统相联接的接地装置，并在该接地装置明显可见处设有永久性标志。该装置与外设接地系统可采用螺栓连接，并应满足防腐蚀要求。

9） 箱壳箱体可见处应安装永久性的产品铭牌，所列项目符合标准规定，含制造厂名称、商标、产品型号、名称、质量、外形尺寸、生产日期、出厂编号、电气性能参数。箱体防护等级：IP43；外壳防撞等级：≥IK10。

10） 箱体焊接应牢固、可靠，焊缝无夹渣、咬边、焊穿、气孔、溅渣等现象；箱体外表面不允许有皱纹，流痕，针孔，起泡，透底等现象，色泽应均匀。

d） 箱体材料及防腐工艺

1） 开关箱外壳采用 304/2B 不锈钢，焊接结构，箱体表面喷涂，应具有良好的抗腐蚀耐老化功能，使用年限不少于 20 年；控制箱外壳采用绝缘材料。

B.1.15 遥信功能

a） 遥信量：开关位置与故障电流信号带有时标，精确到毫秒；

b） 遥信输入回路采用光电隔离，具有软硬件滤波措施，防止输入接点抖动或强电磁场干扰误动；

c） 变压器台区信息：联络开关的合环装置可采集开关合闸前的电源台区编号、负荷台区编号等数据。

B.1.16 遥测功能

a） 装置至少支持 9 路电流模拟量采集、6 路电压模拟量采集，分别采集 2 台变压器进线开关三相电压、三相电流，联络开关三相电流，分别实现两路电源的电压幅值、相位角以及采集点的有功功率、无功功率、功率因数、谐波等计算；

b） 采集线路故障电流。

B.1.17 遥控功能

a） 接收并执行配电自动化主站遥控命令；

b） 遥控保持时间可设置；

c） 遥控严格按照预置、返校、执行的顺序进行，具备遥控异常自诊断功能，在预置返校后，在设定时间内，由于通信中断或执行命令未下达，自动取消本次遥控命令；

d） 具备遥控防误动措施，保证控制操作的可靠性；

e） 同一遥控点不能同时接收两个不同主站的遥控命令；

f） 遥控指令应可记录保存；

g） 支持蓝牙通信功能，并能通过蓝牙实现就地遥控操作。

B.1.18 通信功能

a） 装置配置 RS485、以太网等通信接口，可接入配电自动化主站；

b） 装置支持 MODBUS 通信规约；

c） 装置支持 3G/4G。

B.1.19 数据处理及传送功能

a） 模拟量输入信号处理包括数据有效性判断、越限判断及越限报警、死区设置、工程转换量参数设置、数字滤波、误差补偿（含精度、线性度、零漂校正等）信号抗干扰等功能；

b） 开关量输入信号处理包括光电隔离、接点防抖动处理、硬件及软件滤波、基准时间补偿、遥信取反、计算、数据有效性判断等功能；

c） 开关量输出信号具有严密的返送校核措施，设置专用的执行继电器，其输出触点容量应满足受控回路电流容量的要求；

d） 历史数据至少保存：最新的 256 条事件顺序记录和 256 条遥信变位，最新 10 条故障电流信息，最新 50 次遥控操作指令。历史数据可随时由主站召测，失电或通信中断后数据可保存 6 个月以上；

e） 保护装置在故障、重启过程中不会引起误操作及数据重发、误发；

f） 支持逐点设置遥测死区值，以满足重要遥测的实时性要求。

B.1.20 装置参数

a） 电压输入：不少于 6 路电压模拟量采集；
b） 电流输入：不少于 9 路电流模拟量采集；
c） 遥信输入：装置自带 DC24V 遥信电源；
d） 遥控输出：继电器接点容量 AC10A；
e） 双电源切换：AC/DC220V 主备电源接口；
f） 人机界面：小液晶（环境要求）。

B.1.21 装置技术指标

a） 模拟量采样
1） 交流采样容量可根据需要单独选择配置；
2） 交流采样电压、电流，在标称数值范围测量精度不低于 0.5 级；
3） 有功功率、无功功率，在标称数值范围测量精度不低于 1.0 级；
4） 在标称输入值时，每一回路的功率消耗小于 0.25VA；
5） 故障电流输入范围不小于 10 倍额定电流，故障电流总误差不大于 3%。
b） 遥信采集
1） 仅考虑以无源空触点接入方式；用一位二进制码表示时：闭合对应二进制码为“1”，断开对应二进制码为“0”，用两位二进制码表示时：闭合对应二进制码为“10”，断开对应二进制码为“01”；
2） 输入回路：DC500V 光电隔离；
3） 遥信采集容量可根据需要单独选择配置；
4） SOE 分辨率小于 2ms；
5） 软件防抖动时间 5ms～60000ms（步长 1ms）可设。
c） 遥控
1） 遥控容量可根据需要单独选择配置；
2） 输出方式：继电器常开接点；
3） 遥控保持时间 10ms～1000ms（步长 10ms）可设；
4） 接点容量：AC220V，10A。
d） 信息响应时间
1） 当地变化遥测刷新不大于 3s。
e） 信息通道
1） 传输速率：不低于 1200bit/s；
2） 比特差错率不大于 10-5。（信噪比 S/N≤17dB，观察时间大于 15min）。
f） 装置功耗
1） 装置正常工作时整机功耗不大于 30VA（不含外部通信设备）。

B.2 功能与性能试验方法

B.2.1 具备台区合环功能及低压发电设备同期功能

具有手动与自动选择功能，具备判断是否符合合环条件功能，合环断路器应选用具有较高分断能力的负荷开关；同期功能要求采用遥控低压柜总开关技术实现低压发电车的无感接入与退出，具备一台设备控制一台发电设备与两个台区分别实现同期并网的功能，一次并网在不使用遥控低压柜技术时也能实现并网。

B.2.2 合环功能

当两路电源符合合环条件时，允许使用手动合环操作，多功能低压无感转供平台模块显示允许合环提示，并显示两个电源的相角差，手动合上多功能低压无感转供平台开关后，手动断开待检修的台区低压总开关，待检修台区负载转移到备用台区。

B.2.3 备自投功能

当两路电源不符合合环条件时，允许使用备自投功能，当待检修的台区停电后自动将主用电源负载切换到备用电源侧供电。

B.2.4 同期并网功能

通过通信接口采集发电车与台区电压信息，调整发电车输出电压、频率、相位与台区电压信息在整定范围内，手动合上多功能低压无感转供平台开关后，遥控断开低压总开关，将检修台区负载转移到发电车。

B.2.5 监视两路电源和合环条件

具有随时监测两路电源的电压与频率的功能；监测系统应包括对两路电源相角差计算。

B.2.6 多功能低压无感转供平台的人机界面与通信接口

多功能低压无感转供平台应配置大屏幕的 LCD 液晶显示器， 显示开关的状态。具有受口令保护的操作菜单、能够显示两路电源的所有状态：运行状态信息；详细报警信息；历史报警信息；电气测量值（两路电源电压、输出电流、功率因数、峰值因数、负载百分率、有功功率、谐波等）；运行参数设置；维护信息，告警消音功能。

B.2.7 多功能低压无感转供平台对能否合环有明显提示

在允许合环时，操作有效。

B.2.8 型式试验

a） 温升极限验证；
b） 介电性能验证；
c） 短路耐受强度验证；
d） 保护电路有效性验证；
e） 电气间隙和爬电距离验证；
f） 防护等级验证；
g） 机械操作试验。

B.2.9 出厂试验

a） 检查成套设备，应包括检查接线，必要的话，进行通电操作试验；
b） 机械操作试验；
c） 介电强度试验；
d） 防护措施和保护电路的电连续性检查。

附录 C

（规范性）

移动式低压发电车同期箱技术要求

低压发电车同期箱是用于实现低压发电车与市电低压配电网安全、快速、无缝并联的关键专用设备。其核心功能在于实时监测、比对发电车输出电压与电网电压的幅值、频率、相位和相序，在参数满足同期条件时自动或手动发出合闸指令，完成“零冲击”并网。该装置是实现不停电作业、应急保电以及负荷无缝转移的核心技术装备，能有效提升供电可靠性，确保用户用电“零感知”。

C.1 技术要求

C.1.1 基本电气参数

a） 额定电压：AC 400V±20%；
b） 额定频率：50Hz±10%；
c） 采样精度：
1） 电压测量精度：≤±0.5%；
2） 频率测量精度：≤±0.02Hz；
3） 相位差测量精度：≤±1°；

C.1.2 同期合闸条件

a） 装置应能精确检测并判断以下同期条件，条件不满足时应可靠闭锁合闸；
b） 电压差：≤±10% 额定电压（可调）；
c） 频率差：≤±0.2Hz （可调）；
d） 相位差：在零度点前 ≤±10°的范围内（可调），具备恒定越前时间或恒定越前相角预测功能，以补偿断路器固有合闸时间；
e） 相序：必须一致。

C.1.3 保护与安全功能

a） 具备自动/手动同期模式，并可无缝切换；
b） 内置完善的闭锁逻辑：防止误操作，包括非同期合闸闭锁、PT/CT 断线闭锁、手车/断路器位置不对应闭锁等；
c） 逆功率保护：监测到发电车向电网倒送功率时，应能发出告警或延时跳闸。

C.1.4 结构与环境

a） 防护等级：不低于 IP54，适应户外短暂作业环境；
b） 显示与操作：配备大屏幕液晶显示屏，实时显示两侧电压、频率、相位差及矢量图；操作按键灵敏、标识清晰；
c） 通信接口：标配 RS485 或以太网接口，支持 Modbus-RTU/TCP 等标准协议，可将运行数据上传至监控系统。

C.2 功能与性能试验方法

C.2.1 外观与结构检查

a） 目视检查装置外壳应无变形、损伤，铭牌清晰、正确；
b） 接线端子应牢固、无锈蚀；
c） 防护等级（IP 代码）应通过标准试验验证或检查相应认证报告。

C.2.2 基本电气性能试验

a） 测试内容：电压、频率、相位测量精度测试；

1） 测试方法：使用标准三相可编程电源，分别模拟发电车侧和电网侧电压。在额定值及±20%范围内，设置不同的电压、频率和相位组合，记录同期箱的显示值与标准表的读数，计算误差；

2） 判定标准：所有测量误差均需满足“C.1.1 基本电气参数”中的精度要求。

C.2.3 同期功能试验

a） 测试内容一：自动同期合闸试验；

1） 测试方法：在试验台上模拟发电车与电网存在初始压差、频差和相位差。启动自动同期功能，观察装置是否能自动调节（或等待）至设定范围内，并在相位差为零前的越前时刻准确发出合闸信号。使用示波器或录波仪捕获合闸瞬间的电压波形，验证冲击电流；

2） 判定标准：装置应能平稳将参数引导至设定范围，合闸瞬间冲击电流应小于发电车额定电流的 10%。

b） 测试内容二：同期闭锁试验；

1） 测试方法：故意设置不满足条件的参数（如电压差>10%、频率差>0.5Hz、反相序），尝试进行合闸操作；

2） 判定标准：装置应可靠闭锁，不发出合闸指令，并给出明确的闭锁告警信息。

C.2.4 保护功能试验

a） 测试内容一：逆功率保护试验；

1） 测试方法：模拟合闸后，发电车侧电压相位略微超前电网侧，制造逆功率场景；

2） 判定标准：装置应能正确检测到逆功率，并根据定值发出告警或执行跳闸。

b） 测试内容二：PT/CT 断线告警试验；

1） 测试方法：在装置运行中，断开任意一侧的电压采样线；

2） 判定标准：装置应立即告警并闭锁同期功能。

C.2.5 环境适应性与稳定性试验

a） 测试内容一：高温老化试验；

1） 测试方法：将装置置于+55℃的高温箱中，通电运行 48 小时。

2） 判定标准：试验过程中及结束后，功能应正常，无元件损坏或性能劣化。

b） 测试内容二：电磁兼容性（EMC）试验：

1） 测试方法：

静电放电抗扰度试验按 GB/T 17626.2-2018 执行；

射频电磁场辐射抗扰度试验按 GB/T 17626.3-2023 执行；

电快速瞬变脉冲群抗扰度试验按 GB/T 17626.4-2018 执行；

浪涌（冲击）抗扰度试验按 GB/T 17626.5-2019 执行；

电压暂降、短时中断和电压变化抗扰度试验按 GB/T 17626.11-2023 执行。

2） 判定标准：试验中及试验后，装置应能正常工作，不出现死机、误动或元件损坏。