

ICS 29.120

K 09

团 体 标 准

T/GSEE XXXX-202X

防护电器结构安全应用指南

Application guide for structural safety of
protective electrical apparatus

（征求意见稿）

2026-XX-XX 发布

2026-XX-XX 实施

广东省电机工程学会 发布

目 次

前言I

1 范围1

2 规范性引用文件1

3 术语和定义1

4 符号、代号.....2

5 接口特性、信息2

5.1 通则2

5.2 额定数据2

5.3 信息 2

6 结构要求3

6.1 通则3

6.2 材料和部件的强度.....3

6.3 防护电器外壳的防护等级.....3

6.4 防护电器的电气间隙和爬电距离.....3

6.5 防护电器电缆进出的密封.....4

6.6 双层防护结构防护电器.....4

6.7 大电流输出回路的接电.....4

6.8 机械联锁安全机构.....4

6.9 高压（中压）防护电器结构的安全措施.....4

7 防护电器应用场景与接口特性.....4

7.1 应用场景.....4

7.2 输入接口特性4

7.3 输出接口特性.....4

7.4 产品技术规格书.....4

附录 A（资料性性附录）宏观环境污染等级.....5

附录 B（资料性性附录）典型应用场景的参数要求.....6

前 言

本指导性技术文件按照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这些专利的责任。

本指导性技术文件由广东省电机工程学会提出。

本指导性技术文件由广东省电机工程学会归口。

本指导性技术文件起草单位：汕头市科润机电设备有限公司、汕头市互感器厂有限公司、广东云控智能电气有限公司、广州港股份有限公司南沙粮食通用码头分公司、国投（洋浦）港口有限公司、广安电气检测中心(广东)有限公司、苏州汇川技术有限公司、

本指导性技术文件主要起草人：丁汉辉、丁亮、丁汉强、林启明、陈庆华、刘千波、张远斌、游卓铖、郑佩雁、刘锦滔

本指导性技术文件为首次发布。

防护电器结构安全应用指南

1 范围

本指导性文件作为防护电器（成套设备和电器附件）在设计、制造、销售和使用时的结构安全应用指导，和给出了防护电器在结构安全技术方面的接口特性、信息和结构要点等需要重点考虑的相关信息，以消除设计上的防护缺失产生的安全隐患，保证人身和设备的安全。

2 规范性引用文件

下列文件对于本指导性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指导性文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本指导性文件。

- GB/T 311.1-2012 绝缘配合 第1部分：定义、原则和规则
- GB 2894-2025 安全标志及其使用导则
- GB/T 4208-2019 外壳防护等级（IP代码）
- GB/T 5226.1-2019 机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件
- 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 7251.12-2023 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 7251.4-2017 低压成套开关设备和控制设备 第4部分：对建筑工地用成套设备（ACS）的特殊要求
- 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 19517-2023 国家电气设备安全技术规范
- GB/T 20138-2023 电器设备外壳对外界机械碰撞的防护等级（IK 代码）
- GB/T 22763-2008 电器附件 大口径密封螺塞

3 术语和定义 --

下列术语和定义适用于本指导性文件。

3.1

防护电器 protective electrical apparatus
能使用于恶劣工作环境的户内外场所、防止在工作环境中因受到固体异物或水（IP代码）的侵入、外部机械撞击（IK代码）、环境辐射等影响而造成外壳材料老化失效损坏，或能够耐受一般性事故工况对防护电器的破坏，在机械结构或电气上设计有效安全保护措施成套设备或电器附件，且它们可以是组合的或独立的电器。

3.2

一般性事故工况 General Accident Condition
在港口码头、工矿企业以及工程建设等生产工作过程，产生的非极端但可预见事故状态。

3.3

售前技术服务 Pre-sales Technical Service
工业产品在客户签订购买合同之前，由供应商的技术团队（通常为售前工程师）提供的一系列以技术为核心的专业服务。其根本目的是从技术层面协助解决具体技术问题、提供方案支持，将产品能力转化为客户业务价值。

3.4

密封螺塞 Sealed screwed Plug
有基座、密封圈、螺塞等零件组合的电器附件。当电缆穿通密封螺塞并安装于电气装置壳体上，正常使用时能保证达到规定的防护等级。

[来源:GB/T 22763-2008, 3.2]

3.5

大口径密封螺塞 **Big size sealed screwed Plug**

对穿通本产品至电气的壳体内部的电缆外径为 $\varnothing$ 48mm~ $\varnothing$ 100mm的密封螺塞。

[来源:GB/T 22763-2008, 3.1、3.2]

3.6

双边密封螺塞 **Double sealed screwed Plug**

两边都有一个密封螺塞组成的密封装置。

4 符号、代号

下列符号、代号适用于本文件。

4.1 防护电器符号，如下：

4.1.1 符号的构成

由一个红底的方框，内部有一个圆，圆的底色为白色或符号所标志设备外壳本色，圆内部有个条形边框为红色的等边三角形，顶点与圆相接。

4.1.2 符号的尺寸：

符号的大小根据设备尺寸的协调需要制定。方框为正方形，尺寸定为a；圆的直径为0.7a；等边三角形组成边框宽度为0.06a。

4.2 代号

4.2.1 防护电器的代号为PEA，是防护电器的英文protective electrical apparatus首字母。

5 接口特性、信息

5.1 通则

防护电器设计之前应充分了解应用场景的需要，并在设计、制造、产品出厂、安装使用以及随机文件等的实施过程中予以保证其能够满足安全可靠使用的要求。

5.2 额定数据

5.2.1 输入接口

额定电压、额定电流、与额定频率应符合国家及行业标准的规定。

5.2.2 输出接口

对于要求使用输出接口的电压或频率与输入接口电压与频率不同时，要有电压或频率变换装置，使满足使用要求。

5.2.3 宏观环境污染等级

只有污染等级3及以上污染等级适用。

5.2.4 防止触及带电部分以及外来固体和水的进入(IP代码)–

对易触及危险带电部分以及防外来固体和水进入的防护等级，只有IP65及以上适用；对于双层防护配电箱，内层防护等级不低于IP44。

5.2.5 对机械碰撞的防护(IK代码)

对机械碰撞的防护等级，只有IK08及以上撞击能量试验值适用。

5.3 信息

5.3.1 标志符号

5.3.1.1 每台防护电器应在外壳上合适位置有一个或数个防护电器符号。符号按本文件4.1的规定。符号应耐久，其位置应是在设备安装好并投入运行时易于看到且容易辨认的地方。

5.3.1.2 每台防护电器应在外壳上合适位置有“当心触电”等安全标识，以及操作安全警示，如“无电才能插拔”等，相关标志应符合 GB 2894-2025 的规定。

5.3.2 铭牌

5.3.2.1 每台防护电器应配置一个或数个铭牌，铭牌应坚固、耐久，其位置应是在设备安装好并投入运行时易于看到且容易辨认的地方。

5.3.2.2 下列信息应在产品铭牌上标出（但不仅限于下述信息）：

- a) 制造商的名称或商标；
- b) 名称；

- c) 型号;
- d) 额定电压;
- e) 额定电流;
- f) 额定频率;
- g) IP代码;
- h) 制造标准;
- i) 生产日期
- j) 出厂编号。

5.3.3 产品出厂要提供安装、操作与维护的使用说明书,使用说明书应提供足够的详细信息,以便安装、操作与维护的过程中充分保证防护电器和操作者的安全。

6 结构要求

6.1 通则

防护电器结构设计应满足应用场景使用的需要,并应考虑外部环境产生的动态影响对防护电器可能产生的安全危害,如气候影响等,在受影响情况下防护电器仍然能够保证使用安全。

6.2 材料和部件的强度

6.2.1 根据防护电器所处工作环境需要,外壳宜选用强度较高的金属材料或复合材料,金属材料宜选用不锈钢材料。

6.2.2 用于户外暴露在紫外线辐射下的外壳材料或外装部件应由耐紫外线(UV)辐射的材料制作,宜采用不锈钢等金属材料。

6.2.3 机械强度

a) 所有的外壳或隔板包括门的闭锁装置和铰链,应具有足够的机械强度可承受正常使用条件下所遇到的应力。

b) 外壳安装有工业插座的面板,必须有足够的强度,能够承受插头插拔而不变形。

c) 工业插头座带有机电联锁的面板及联锁机构,必须有足够的强度,能够承受正常操作应力而不变形。

d) 防护电器的强度应能适应运输、装卸、安装及移动,如果需要,成套设备的壳体上应配备合适的用于吊装的配件。

6.3 防护电器外壳的防护等级

6.3.1 对机械碰撞的防护(IK代码)

防护电器的壳体只有IK08及以上撞击能量试验值的防护适用,按GB/T 20138-2023的规定执行。

6.3.1.1 要采用能防止防护电器壳体因锈蚀或老化而降低其抗机械碰撞的防护的能力的材料,宜采用不锈钢材料等。

6.3.2 防止触及带电部分以及防外来固体和水的进入(IP代码)

a) 对易触及危险带电部分以及防外来固体和水进入的防护等级,只有IP65及以上适用;对于双层防护成套设备,如检修配电箱,内层防护等级不低于IP44。

b) IP68的防护电器,如有内层面板(门),内层防护等级不低于IP65。

c) 防护电器可按需要有综合的防护等级,如:IP65/IP68(底部)配电箱,即配电箱整体防护等级是IP65,而底部制作必须达到IP68,防止安装在地面上的配电箱,当地面出现积水时,水从底部进入电箱。

d) 安装于地面以下的防护电器宜选择IP67或IP68(24h)以上防护等级。

e) 安装于地面以下的、预期可能出现排水不良情况地坑的防护电器,应选择IP68(48h)以上防护等级。

6.3.3 可移动式的防护电器

移动式的防护电器,移动和使用过程须保持设计和制造的防护等级。

6.3.4 出厂和安装后的防护电器产品要保持防护等级的耐久性,需有相应防护等级要求的结构设计。

6.4 防护电器的电气间隙和爬电距离

6.4.1 按本文件6.1的要求,电气间隙和爬电距离按GB/T 311.1-2012与GB/T 16935.1-2023的规定,作为防护电器的绝缘配合设计依据。

6.4.2 防护电器内部安装的器件，电气间隙和爬电距离要符合相关产品标准的要求，且要有适当的冗余，通常增加0.2~0.5倍的电气间隙或爬电距离。

6.5 防护电器电缆进出的密封

进入防护电器或从防护电器出线（如有）的电缆密封是防护电器保证其防护等级的关键环节，需用可靠耐用的电缆密封螺塞，不能在电缆进出口处用涂玻璃胶等未经检验合格的方式作为电缆的密封。

6.5.1 如防护电器有电缆进出的环节，其电缆的密封装置，必须保持防护电器标称防护等级的密封。如标称IP68的防护电器，进入或穿出（若有）防护电器的电缆需用IP68的密封螺塞进行密封。

6.5.2 防护电器为薄板壳体的成套设备不宜用敲落孔形式作为电缆进出的密封。

6.6 双层防护结构防护电器

6.6.1 使用时需经常操作的防护电器，如施工配电箱、检修配电箱，需采用双层防护结构，电器操作元件、操动机构安装在内层门（板）上，电气元器件安装在内层面板内。

6.6.2 双层防护结构防护电器，防护等级应 $\geq$ IP65，内层门（板）防护等级 $\geq$ IP44，防尘、防雨和防水、防紫外线辐射，户外产品应适于在降水天气（非极端天气）期间使用。

6.6.3 双层防护配电箱打开箱门，插头插接或导线接电（取用电源）完毕仍可关上箱门，不影响使用。配电箱的导体和接线端子应全隔离设计，操作者无可能触及带电导体，防止触电。

6.6.4 接线端子室安全门

对6.6条防护电器输出回路宜采用配防护型工业用插头插座作为电源的输出插口，而对需要接线端子输出的回路，需配备带安全门的接线端子室，配置联锁机构，确保在安全门关闭时才能合闸通电，以保接电安全。

6.7 大电流输出回路的接电

输出为大电流回路（如400A~1500A）的防护电器接电宜采用玻纤增强外壳的防护型大电流插头插座，能保持高的防护等级、重量轻、使用方便。

6.8 机械联锁安全机构

对使用工业插座63A及以上的输出回路（包括400A以上大电流插座回路），插座需与和控制断路器实行机械联锁。即断路器断开时插头才能插入，插头可靠插入后断路器才能合闸通电；断路器合闸通电时插头不能拔出，只有回路断电后插头才能拔出。

6.9 高压（中压）防护电器结构的安全措施

高压（中压）的防护电器，如额定电压10 kV及6.6 kV的高压接电箱通常安装在地坑下，防碰撞危险，同时要有下述安全措施。

6.9.1 高压防护电器须有防凝露措施或装置，防偶然产生的凝露，防止放电起弧或短路危险，不宜用电热板除湿方式作为防凝露方法。

6.9.2 高压（中压）防护电器电缆的进出，穿通密封的密封螺塞防护等级为IP68（ $\geq$ 48h）。

7 防护电器应用场景与接口特性

7.1 应用场景

防护电器选用或购买之前，需充分了解使用的环境情况，确定防护电器的外壳防护等级级别，环境的污染等级，以便确定使用的防护电器技术参数。参考资料性附录A与附录B。

7.2 输入接口特性

应用防护电器需充分了解确定防护电器的输入技术参数：如电源的性质（交直流）、电压、电流，频率等。

7.3 输出接口特性

防护电器的输出参数应和配电设备对应，如电源的性质（交直流）、电压、电流，频率等。对防护电器的输入参数不适用配电设备时，不能直接作为输出参数提供配电设备，而应进行输入和输出的转换，如采用专用的变压装置、专用的变频装置等，直至能够适合配电设备。

7.4 产品应用技术规格书

按7.1~7.3条款要求，在明确防护电器的应用需求后，应编写产品的技术规格书，作为产品设计、采购、招标和制造商的供货制造和验收依据。

附 录 A
(资料性附录)
污染等级

附录A中提及的污染等级是指成套设备所处的宏观环境条件。
对于外壳内的开关器件和元件，可使用外壳内微观环境条件的污染等级。
为了评定电气间隙和爬电距离，参考以下四个微观环境的污染等级。

表 A.1 污染等级

污染等级	防护电器所处的污染等级宏观环境（安装环境的）
污染等级1	无污染或仅有干燥的、非导电性污染。此污染无影响。
污染等级2	一般情况下只有非导电性污染，但要考虑到偶然由于凝露造成的暂时导电性。
污染等级3	存在导电性污染，或者由于凝露使干燥的非导电性污染变成导电性的污染。
污染等级4	持久的导电性污染，例如由于导电尘埃、雨雪或其他潮湿条件造成的污染。
注1：污染等级4不适用于本文件的成套设备内的微观环境。 注2:成套设备内部的微观环境可能不同于外壳外部的宏观环境。特定类型的成套设备的污染等级在相关的成套设备标准中给出。 注3:设备微观环境的污染等级可能受外壳内安装方式的影响。当需要打开成套设备以正常使用或运行时，安装的宏观环境能对微观环境产生影响。 [来源：GB/T 7251.1-2023，7.1.2 适当修改，污染等级4下的说明改为注1和注2]	

附 录 B

(资料性附录)
典型应用场景的参数要求

表B.1 典型应用场景的参数要求

序号	应用场景	参数要求	附加说明
1	石化动力车间、电厂、港口码头、建筑工地等户内外场所的施工检修配电箱。	一、接口特性： (1) 输入：电压：380V;输入电流：按需要；频率：50Hz。 (2) 输出：电压：380V、220V、36V（如有需要）；电流：按需要；输出回路：按需要；频率：50Hz。 二、技术要求： 1. 双层防护外壳，防护等级IP65，内层门（板）IP44。 2. 外壳抗机械碰撞防护等级≥IK08。 3. 配电箱的导体和接线端子应全隔离设计，操作者无可能触及带电导体，防止触电事故的发生。 4. 接电完毕可关门，符合本文件6.6条规定。	电路的参数、配置按需要，可以增减符合本文件要求。
2	电厂、港口码头、建筑工地等户内外场所的大型起重机电设备低压（1000V以下）接电箱。	一、接口特性： (1) 输入：电压：380V、690V、960V;输入电流：按配电设备功率确定；频率：50Hz。 (2) 输出：电压：380V、690V、960V；电流：按配电设备功率确定；频率：50Hz。 二、技术要求： 1. 防护型外壳，外壳防护等级IP65/IP68（防积水的地面浸水）。 2. 外壳抗机械碰撞防护等级≥IK08。 3. 接电箱采用IP67玻纤增强外壳防护型大电流插头插座输出配电，插座需与和控制断路器实行机械联锁，无电才能插拔。 4. 电缆进线配IP68（48h）不锈钢密封螺塞密封。	电路的参数、配置按需要，可以增减符合本文件要求。
3	电厂、港口码头、建筑工地等户内外场所的大型起重机电设备高压（10kV）接电箱。	一、接口特性： (1) 输入：电压：10kV；电流：按配电设备功率确定；频率：50Hz。 (2) 输出：电压：10kV；电流：按配电设备功率确定；频率：50Hz。 二、技术要求： 1. 防护等级IP68（48h）； 2. 外壳抗机械碰撞防护等级IK08； 3. 接电箱电的连接装置，为防护型全封闭、全绝缘螺纹连接型连接器件，高压接电箱具有防渗水功能，及防偶然产生的凝露引起放电起弧或短路危险的防凝露功能。 4. 进出电缆配IP68（48h）不锈钢双边密封螺塞密封。	电路的参数、配置按需要，可以增减符合本文件要求。