**CECS**

  **T/CECS XXXX-20XX**

中国工程建设标准化协会标准

**低压断路器的选择与使用导则**

**Guidelines for the selection and use of low-voltage circuit breakers**

（征求意见稿，提交反馈意见时，请将有关专利连同支持性文件一并附上）

XXX出版社

中国工程建设标准化协会标准

**低压断路器的选择与使用导则**

Guidelines for the selection and use of low-voltage circuit breakers

**T/CECS XXXX-20XX**

**主编单位：**

**批准单位：中国工程建设标准化协会**

**实施日期：20XX年XX月XX日**

**中国计划出版社**

**20XX 北京**

**前 言**

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2019年第一批工程建设协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字[2019]12号）的要求，编制组经过广泛调查研究，认真总结实践经验，并在广泛征求意见的基础上，制定了本标准。

本标准共分九章和二个附录，主要内容包括总则、按系统及安全要求选择断路器、交流断路器选择、直流断路器选择、选型技术文件等。

本标准的某些内容可能直接或间接涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国工程建设标准化协会信息通信专业委员会归口管理，由悉地（北京）国际建筑设计顾问有限公司及上海儒丞电气工程咨询有限公司负责具体技术内容的解释。本标准在执行过程中如有意见或建议，请寄送至悉地（北京）国际建筑设计顾问有限公司，地址：北京市朝阳区东土城路12号 怡和阳光大厦C座，邮政编码：100013，邮箱： xu.xuemin@ccdi.com.cn或qdg2012@126.com。

主编单位：

参编单位：

主要起草人：

主要审查人：

目 次

**1**  总 则

**2** 术语、符号和缩略语

2.1 术语

2.2 符号

**2.3** 缩略语

3 基本规定

3.1 一般规定

3.2 使用和安装条件

3.3 电磁环境

4 按系统及安全要求选择断路器

4.1 一般要求

4.2 电源保护对断路器的要求

4.3 配电线路保护对断路器的要求

4.4 负载保护对断路器的要求

4.5 断路器在电击防护中的应用

4.6 过电流选择性保护和区域联锁

4.7 充电设备保护断路器的选择

5 交流断路器选择

5.1 交流断路器分类及主要特性

5.2 交流断路器及控制与保护开关电器的应用

5.3 特性参数的选择与校验

5.4 断路器额定值的修正

5.5 断路器附件的选择

6 直流断路器选择

6.1 一般要求

6.2 按供电系统选择

6.3 直流断路器额定电压

6.4 直流系统额定电流

6.5 直流断路器的分断能力

6.6 直流断路器的选择性配合

6.7 光伏直流断路器的选择

7 物联网断路器选择

7.1 一般要求

7.2 通信要求

7.3 网络安全

7.4 物联网断路器的选择

8 断路器的运行及维护

8.1 一般规定

8.2 断路器的运行检测及维护

8.3 剩余电流保护断路器的运行检测及维护

9 选型技术文件（标书基本要求）

9.1 一般规定

9.2 技术要求

附录A 断路器短路分断能力的换算

附录B 区域联锁示意图

用词说明

引用标准名录

附：条文说明

Contents

1 General provisions

2 Terms, symbols and abbreviations

 2.1 Terms

2.2 Symbols

2.3 Abbreviations

3 Basic regulations

3.1 General requirements

 3.2 Use and installation conditions

3.3 Electromagnetic environment

4 Select the circuit breaker according to the system and safety requirements

4.1 General requirements

4.2 Selection of power protection circuit breaker

4.3 Requirements for circuit breakers for power distribution line protection

4.4 Requirements for load protection for circuit breakers

4.5 Application of circuit breaker in electric shock protection

4.6 Over-current selective protection and regional interlocking

4.7 Selection of protective circuit breakers for charging equipment

5 AC circuit breaker selection

5.1 AC circuit breaker classification and main characteristics

5.2 Application of circuit breaker and CPS

5.3 Selection and calibration of feature parameters

5.4 Correction of circuit breaker rating

5.5 Selection of circuit breaker accessories

6 DC circuit breaker selection

6.1 General principles

6.2 Select according to the power supply system

6.3 Rated voltage of the DC circuit breaker

6.4 DC system rated current

6.5 Breaking capacity of the DC circuit breaker

6.6 Selective coordination of the DC circuit breaker

6.7 Selection of photovoltaic DC circuit breaker

7 Selection of the Internet of Things circuit breaker

7.1 General requirements

7.2 Communication requirements

7.3 Network security

7.4 Selection of the Internet of Things circuit breaker

8 Operation and maintenance of the circuit breaker

8.1 General Provisions

8.2 Operation detection and maintenance of circuit breaker

8.3 Operation detection and maintenance of the residual current protection

circuit breaker

9 Selection technical documents (basic requirements for tender)

9.1 General requirements

9.2 Technical requirement

Appendix A Conversion of short circuit breaking capacity of

circuit breaker

Appendix B Schematic diagram of the regional interlocking method

Explanation of wording

List of quoted standards

Addition：Explanation of provisions

**1** 总 则

**1.0.1** 为在工程建设中贯彻执行国家的技术经济政策，做到安全可靠、配置科学、经济合理、技术先进、绿色环保、维护方便，制定本标准。

**1.0.2**  本标准适用于新建、改建和扩建的民用与工业建筑，交流不超过1140V和直流不超过1500V的低压断路器的选用。不适用于有爆炸危险场所低压断路器的选用。

**1.0.3** 应选用符合国家现行标准成熟的合格断路器，严禁使用已被国家明令淘汰的产品。

**1.0.4** 选用的断路器除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

**2** 术语、符号和缩略语

**2.1 术语**

**2.1.1** 断路器 circuit-breaker（CB）

能接通、承载以及分断正常电路条件下的电流，也能在所规定的非正常电路(例如短路)下接通、承载一定时间和分断电流的一种机械开关电器。

断路器应能分断额定短路能力及以下的电流值。

注：断路器有ACB、MCCB、MCB之分，也包括CBR、RCBO、CPS。

**2.1.2** 剩余电流保护电器(RCD) residual current device (RCD)

在正常运行条件下能接通、承载和分断电流，以及在规定条件下当剩余电流达到规定值时能使触头断开的机械开关电器或组合电器。

注：RCD符合GB/T 6829要求，RCD包括CBR及RCBO。

**2.1.3** 具有剩余电流保护的断路器(CBR) circuit-breaker incorporating

residual current protection(CBR)

在规定条件下，当剩余电流达到给定值时，用来使触头断开的断路器。

注：CBR符合GB/T 14048.2要求。

**2.1.4** 动作功能与电压无关的RCBO RCBO functionally independen of

line voltage

其检测、判断和分断功能与电压无关的RCBO。

注1：RCBO符合GB/T 16917.1要求；

注2：电磁式RCBO与线路电压无关。

**2.1.5** 动作功能与电压有关的RCBO RCBO functionally dependen on line voltage

其检测、判断和分断功能与电压有关的RCBO。

注1：RCBO符合GB/T 16917.1要求；

注2：电子式RCBO与线路电压有关。

**2.1.6**  物联网断路器 circuit-breaker with IoT functions

具有电气测量及报警、状态感知、诊断维护及健康状态指示、故障及历史记录等功能，能进行本地和/或远程监控，并具有物联网(IoT)云平台连接能力可直接或间接接入物联网云平台，且符合网络安全要求的低压断路器。

**2.1.7** 额定短路能力 Rated short circuit capacity(*I*cn)

对于微型断路器（MCB），断路器的额定短路能力是制造厂对断路器规定的极限短路分断能力值。

注：具有给定额定短路能力的断路器有一个相应的运行短路能力（*I*cs）。

**2.1.8** 电子脱扣器自生电源self-produced power supply of electronic controller

由被保护回路中的电流通过断路器中的电流互感器感应而产生的、在一定条件下可维持脱扣器基本功能的电源。

注1：在单相小于0.4*I*n电流下，无法保证其可靠工作。

注2：参见GB/T 22710-2008中2.1.1。

**2.1.9** 电子脱扣器外接电源 electronic controller is connected to external power supply

为了检测和判断，在电子脱扣器上施加的外部电源。

注：为通信或显示等功能需要，或负载电流小于一定值（小于0.4*I*n）时为保证工作稳定性的需要。

**2.1.10** 变压器热过载保护点 Transformer thermal overload protection point

变压器热过载能力点是指在2s内变压器能承受短路的耐热能力。

注1：对于自耦式变压器*I*k不大于25*I*e（*I*e为变压器额定电流），当系统短路电流小于*I*k时，持续时间可以延长。

注2：本定义参考GB/T 1094.5-2003中4.1.3。

**2.1.11** 发电机热过载保护点 Generator thermal overload protection point

发电机热过载保护点是指在10s内发电机能承受不大于3*I*e的耐热能力。

注1：当过电流大于3*I*e时，持续时间可以缩短。但不应大于焦耳积分*I*2t（90*I*e2/A2s）值。

注2：本定义参考IEEE 242-2001中12.3.2，持续时间目前低压发电机大部分可达到10s。

**2.1.12** 直流系统标称电压 DC system Nominal voltage

用于指定或识别直流系统电压的适当近似值，一般取直流系统中并联后备蓄电池组的标称电压。

**2.1.13** 直流电源接地系统 DC power grounding system

直流系统根据系统是否接地分为接地系统和不接地系统，其中接地系统根据接地点位置不同分为直流系统一极接地系统和直流系统中间点接地系统。

**2.1.14** 单极性保护

在直流系统正极或负极设置保护电器的保护。

**2.1.15** 双极性保护

在直流系统正极和负极均设置保护电器的保护。

**2.1.16** 专用型直流断路器

直流短路电流是由一极触头或二极（并联）触头完成分断的断路器。

注：一极断路器可称之为单极断路器；二极断路器可称为双极断路器。

**2.1.17** 派生型直流断路器

直流短路电流是由三极触头或四极触头串联（或串并联）完成分断的断路器。且触头同步性断开时不应大于2ms，闭合时不应大于3ms。

注：多极串联的断路器可称之为派生单极断路器；多极串联再并联的断路器也可称为派生双极断路器。

**2.2 符号**

*I*cm——额定短路接通能力

*I*cn——额定短路能力（MCB或RCBO的极限短路分断能力）

*I*cr——预期约定短路电流（CPS）

*I*cs——额定运行短路分断能力

 *I*cu——额定极限短路分断能力

*I*cw——额定短时耐受电流

*I*e——额定工作电流（负载）

*I*g——接地故障整定电流

*I*i——额定瞬时短路电流整定值

*I*n——额定电流（断路器）

*I*nm——壳架等级额定电流

*I*o——N极过载电流（报警）

*IΔc*——额定限制剩余短路电流

*I*△n——额定剩余动作电流

*IΔno*——额定剩余不动作电流

*Ir*——过载电流整定值

*Is*——选择性极限电流

*I*sd——短时动作电流（短延时）

*r*——电动机转子短路电流（最小短路试验电流）

τ——时间常数（L/R）

*t*g——接地故障整定时间

*t*r——可调过载脱扣器整定时间

*t*sd——短路短延时整定时间

*U*c——额定控制电路电压

*U*e——额定工作电压

*U*i——额定绝缘电压

*U*imp——额定冲击耐受电压

*U*s——额定控制电路电源电压

**2.3 缩略语**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 缩略语 | 英文 | 中文 |
| ACB | air circuit-breaker | 空气（框架式）断路器 |
| AFDD | Arc fault detection devices | 电弧故障保护电器 |
| CB | circuit-breaker | 断路器 |
| CBR | circuit-breaker incorporating residual current protection | 具有剩余电流保护的断路器（工业环境） |
| CPS | control and protective switching devices | 控制与保护开关电器 |
| DD | downstream device | 下一级电器 |
| MCB | miniature circuit breaker | 微型断路器 |
| MCCB | moulded-case circuit-breaker | 塑壳断路器 |
| OCPD | over-current protective device | 过电流保护电器 |
| RCD | residual current device | 剩余电流保护电器（总称） |
| RCBO | residual current operated circuit - breaker with integral over current protection | 剩余电流保护断路器（家用及类似场所） |
| UD | upstream device  | 上一级电器 |
| ZSI | Zone selective interlocking  | 区域选择性联锁 |

**3**  **基本规定**

**3.1 一般要求**

**3.1.1** 断路器（CB）应能承受一定过电压。

 1 主电路（一次电路）根据安装位置应能承受以下规定的冲击耐受电压*U*imp：

1)安装在电源位置的断路器，其过电压类别不应低于IV类；

2)安装在配电位置的断路器，其过电压类别不应低于III类；

3)安装在负载位置的断路器，其过电压类别不应低于II类。

2 控制电路及辅助电路（二次电路）应能承受如下规定的过电压：

1)与主电路（一次电路）相连的控制电路及辅助电路（二次电路）应能承受与主电路相并联的1.1*U*e的电压。

2)与主电路（一次电路）相连的控制电路及辅助电路（二次电路），应能承受按其额定控制电路电源电压确定的与主电路过电压类别相同的冲击耐压。如达不到要求的冲击耐压（*U*imp），应采取过电压保护措施。

**3.1.2** 断路器（CB）安装于成套柜体或箱体内时，应考虑周围环境温度的变化，计入降容系数。

**3.1.3** 断路器（CB）安装于非正常使用环境（如海拔、温度、污染等级）时，应按制造商提供的相应数据进行修正。

**3.1.4**  过载保护应包括正常运行时的谐波电流。

**3.1.5** 断路器因保护对象不同其额定瞬时短路电流整定值也不同，依据保护对象其脱口特性及额定瞬时短路电流整定值（*I*i）宜符合表3.1.5的规定。

**表3.1.5 瞬时脱扣器整定值范围**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 开关电器 | 脱扣特性 | 脱扣整定值范围（*I*i） | 备注 |
| ACB/MCCB | P | 5*I*na | 主要用于电源容量较小线路保护及发电机保护 |
| L | 10*I*n（一般要求） | 主要用于配电线路线路保护 |
| Me | 12*I*nb（不低于） | 主要用于电动机线路保护 |
| MCB | B | ＞3 *I*nc ～5 *I*n（含5 *I*n） | 主要用于电源容量较小线路保护 |
| C | ＞5 *I*n ～10 *I*n（含10 *I*n） | 主要用于配电线路线路保护 |
| D | ＞10 *I*n ～20 *I*n（含20 *I*n）d | 主要用于电路中含有冲击负载的线路保护 |
| CPS | M1e | 12*I*nb（不低于） | 用于电动机保护 |
| a对特定场合，也可以使用至3*I*n。b对特定场合，也可以使用至14*I*n。c对于特定场合,也可使用至1.5*I*n。d对特定场合，也可使用至50*I*n的值。e现场可调。 |
| 说明：*I*n为断路器额定电流，*I*i允许误差，对于电磁式脱扣器整定值允许误差为±20%；对于电子式脱扣器整定值允许误差为±10%。 |

**3.1.6** 在选择断路器时，要充分注意其具有的电流特性进行合理选择。断路器电流特性如表3.1.6所示。

**表3.1.6 断路器的电流特性**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | *I*n | *I*e | *I*r | *I*i | *I*sd | *I*cu | *I*cs | *I*cn | *I*cw | *I*g | *I*2t | *I*△n | *IΔno* | *I*cr | *r* |
| ACB | √ | x | √ | P/L/M | P/L | √ | √ | x | √ | √ | √ | √ | √ | x | x |
| MCCB/CBR | √ | x | √ | P/L/M | √ | √ | √ | x | √ | √ | √ | √ | √ | x | x |
| MCB/RCBO | √ | x | x | B/C/D | x | x | √ | √ | x | x | √ | √ | √ | x | x |
| CPS | √ | √ | √ | M1 | √ | *I*cs  | √ | x | x | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| 说明：√-适用；x-不适用。 |

**3.2**  **使用和安装条件**

**3.2.1**  正常使用条件如下：

**1** 周围空气温度上限为+40 ℃，周围空气温度的下限为－5℃；

**2** 安装地点的海拔不超过2 000m；

**3** 湿度，最高温度为+40℃时，空气的相对湿度不超过50%，在较低的温度下可以允许有较高的相对湿度，例如+20℃时达90%。对由于温度变化偶尔产生的凝露应采取特殊的措施；

**4** 污染等级符合下列规定：

  **1）**污染等级2：户内，家用及类似场所，户内环境温度可调控；

  **2）**污染等级3：户内，工业及类似场所，户内环境温度没调控；

 **3）**污染等级4：户外，造成持久性的导电性污染。

**3.2.2** 非正常使用条件如下：

**1** 海拔超过2000m的地区划为高原地区。高原地区宜采用相应的高原型电器，标识为G，如G4为海拔达4000m；

**2** 对于使用在周围空气温度高于+40℃的断路器应根据有关产品标准或根据制造商和用户的协议进行设计和使用。制造商样本中给出的数据可以代替上述协议。

**3.2.3** 断路器应按照产品样本规定的安装条件，安装使用该断路器。电磁式剩余电流保护（电压无关）的RCBO断路器安装于任何方向不超过地磁场5倍的环境中。

**3.3 电磁环境**

**3.3.1** 断路器应适应在下列两种（或之一）电磁环境条件中使用。

**1** 电磁环境A——工业级，主要与低压非公用电网或工业电网/场所/建筑有关，它包括有较高的骚扰源，如弧焊机；

**2** 电磁环境B——民用级，主要与低压公用电网有关，例如：民用、商用、轻工业场所/建筑。此种环境中不含有较高骚扰源。

**3.3.2** 断路器（CB）的电磁兼容性应满足产品标准要求。产品标准要求如表3.3.2所示。

**表3.3.2 电磁兼容性（EMC）产品标准要求**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 电磁环境 | 电磁环境A（工业级电网） | 电磁环境B（商业及民用级电网） |
| 符合标准号 | GB/T 14048.1及GB/T 14048.2及GB/T 14048.9（ACB/MCCB/CBR/CPS） | GB/T 18499（RCBO/MCB/） |
| 试验水平 | 试验水平 |
| 抗干扰能力 | 静电放电 | 空气放电：8 kV接触放电：6 kV | 空气放电：8 kV 接触放电：6 kV |
| 射频电磁场辐射 | 10 V/m（80 MHz至1 GHz）3 V/m（从1.4 GHz至6 GHz） | 3 V/m |
| 电快速瞬变/脉冲群 | 电源端口：*U*e≥100 V, AC/DC: 4 kV 5 kHz或100 kHz*U*e＜100 V, AC/DC: 2 kV 5 kHz或100 kHz信号端口：2 kV 5 kHz或100 kHz  | 4 kV（峰值）电压波形Tr/Th: 5/50ns |
| 浪涌 | 电源端口, *U*e ≥100 V AC:4 kV 线-地2 kV 线-线 4 kV 线-线 电源端口，*U*e＜100 V AC:2 kV 线-地1 kV 线-线电源端口，DC：1 kV 线-地0.5 kV 线-线信号端口:2 kV 线-地1 kV 线-线 | 额定电压*U*e：分二组试验：a) 共模，5 kV（峰值）/12 Ω差模，4 kV（峰值）/2 Ω试验过程中允许脱扣b) 共模，4 kV（峰值）/12 Ω差模，2 kV（峰值）/2 Ω试验过程中不允许脱扣 |
| 射频场感应的传导骚扰 | 电源端口AC/DC：10 V（150 kHz至80 MHz）信号端口：10 V （150 kHz至80 MHz） | 150kHz 至80 MHz 3 V (*I*Δn≥30 mA)1 V (*I*Δn＜30 mA) |
| 谐波电流 | 有二种可选的试验方案：方案a） 依次采用二种波形来试验：由基波和三次谐波构成的波形；和由基波和五次谐波构成的波形；方案b） 每个周期，试验电流由二个相等而极性相反的半波构成，电流导通时间，对每半波为≤21％周期；峰值系数：≥2.1。(谐波占基波分量的比例：3次谐波＞60％；5次谐波＞14％；7次谐波＞7％；21次谐波＞1 %。) | ---- |
|  | 电流暂降和短时中断 | *I*D：0△*t* :0.5*T* -1*T* -5*T -*25*T* -50*T* | ---- |
| *I*D：0.4*I*r△*t* :10*T -*25*T* -50*T* | ---- |
| *I*D：0.7*I*r△*t* :10*T -*25*T* -50*T* | ---- |
|  | 瞬变振荡电流（振铃波） | ---- | 200A（峰值）Tr/Th :0.5μs /100 kHz |
|  | 低于150 kHz频率范围内的共模传导骚扰 | ---- | 试验等级2(*I*Δn＜30 mA)试验等级3 (*I*Δn≥30 mA) |
| 发射 | 射频传导骚扰电压限值a150 kHz～30 MHz | （1组A类-工业企业）交流电源端口：0.15-0.5MHz：79dB(mV)准峰值/66dB(mV)平均值0.5-30MHz：73dB(mV)准峰值/60dB(mV)平均值直流电源端口0.15-5MHz： 97-89dB(mV)准峰值84-76dB(mV)平均值5-30MHz： 89dB(mV)准峰值/76dB(mV)平均值 | （1组B类-商业/民用）交流电源端口：0.15-0.5MHz：66－56dB(mV)准峰值/56－46dB(mV)平均值;随频率的对数呈线性减少0.5-5MHz： 56dB(mV)准峰值/46dB(mV)平均值5-30MHz：60dB(mV)准峰值/50dB(mV)平均值直流电源端口：0.15-0.5MHz：84-74dB(mV)准峰值/74-64dB(mV)平均值;随频率的对数呈线性减少0.5-30MHz： 74dB(mV)准峰值/64dB(mV)平均值 |
| 射频辐射骚扰电压限值30 MHz～1000 MHz（在10m测量） | 30－230MHz：40 dB(mV/m)准峰值230－1000MHz：47 dB(mV/m)准峰值 | 30－230MHz：30 dB(mV/m) 准峰值230－1000MHz：37 dB(mV/m)准峰值 |
| a仅适应于与电压有关的电子电路。 |

**3.3.3** 对于适用于电磁环境B的断路器不应在电磁环境A中使用，否则将误动作。当水泵、风机的电磁兼容性（EMC）高于电磁环境B的限值时，其控制箱内不宜采用RCBO。

**3.3.4**  适用于电磁环境A的断路器在电磁环境B使用时，应采用措施防止发射可能带给电磁环境B的干扰。例如MCCB、CBR、ACB宜安装在变电所、配电室、配电小间、电气竖井、控制室等电气专用房间，不宜安装在办公室及居民住宅场所。

**4 按系统及安全要求选择断路器**

**4.1 一般要求**

**4.1.1** 断路器应根据被保护电路的需求安装于适当位置，并针对电路特点合理选择断路器特性。

**4.1.2**  根据电路特点（见表4.1.2）合理选择与之匹配的断路器。

**表4.1.2 电路特点**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 电源电路（电源级） | 配电电路（配电级） | 负载电路（负载级） |
| 工作电流 | 随负荷率而变化，回路电流可能小于0.4*I*n | 随负荷率而变化，回路电流可能小于0.4*I*n | 固定的*I*e |
| 短路电流 | 回路阻抗小，功率因数较小，时间常数较大（非周期分量大）；短路电流大小与电源容量参数有关； | 回路阻抗变化大（与距离电源远近有关），非周期分量适中。短路电流大小与电源容量及距离有关； | 离电源较远，短路电流小，非周期分量小；短路电流大小与电源容量及回路阻抗有关； |
| 易被损害点 | 热过载保护点:1.变压器（*I*k,2s）；2.发电机（3*I*e,10s）；3.母排绝缘 | 线路绝缘（电缆*I*2t） | 导线绝缘/负载设备 |
| 保护要求 | 1能分断该处的预期短路电流（cosφ/T有影响）；2保护电器产生的最大*I*2t不应超过母排绝缘允许的*I*2t及变压器/发电机的热过载保护点；3欠电压保护（≤85%）*U*e；4缺相保护 | 1应能分断该处的预期短路电流；2保护电器产生的最大*I*2t不应超过电缆绝缘允许的*I*2t；3欠电压保护范围（70%～35%）*U*e | 1能分断该处的预期短路电流；2保护电器产生的最大*I*2t不应超过线缆/设备允许的*I*2t；3欠电压保护范围（70%～35%）Ue；4作为电动机的断路器其特性应满足电动机特性要求，且具有过载保护性能及转子短路保护特性。 |

**4.1.3**  对于电路短路时功率因数cosφ＜0.2的情况，应选择相应的功率因数下的*I*cs值，或按产品样本给定的修正值。对于没有相应功率因数下的*I*cs值时，宜按附录**A**规定选取相应的参数。

**4.2 电源保护对断路器的要求**

**4.2.1**  变压器低压侧主断路器的选择应符合下列规定：

**1** 变压器低压侧主断路器应设置过载和短路保护，当不满足系统选择性要求时，可仅设置短路短延时不设置短路瞬时保护或将该功能关闭；

**2** 当主断路器设置短路瞬动保护时，短路瞬时脱扣器的整定电流宜满足下式要求：

 *Ii*≥10*I*r （4.2.1-1）

式中，*I*i—短路瞬时脱扣器的整定电流（A）；

*I*r—过载电流整定值（A）；

**3** 断路器其他参数应满足下列要求：

*I*n ≥*I*2r （4.2.1-2）

 *I*cs≥*I*k（4.2.1-3）

 *I*cw2*t*cw≥*I*k2tsd （4.2.1-4）

式中，*I*n —断路器额定电流(A)；

*I*2r—变压器低压侧额定电流(A)；

 *I*1r—变压器高压侧额定电流(A)；

 *I*k —变压器低压侧短路电流(kA)；

*I*cs—断路器运行短路分断电流(kA)；

*I*cw—断路器额定短时耐受电流(kA)；

tsd—短路短延时整定时间（s）；

tcw—断路器短时耐受时间（s）。

**4**  主断路器与母联断路器间应设置电气或/和机械联锁。

**4.2.2** 母联断路器的选择宜符合下列规定：

**1** 宜设置过载长延时、短路短延时保护，当不满足系统选择性要求时，可不设置短路短延时保护或将该功能关闭。

**2**  过载长延时脱扣器整定电流值应按照母联断路器合闸时，向另一段母线供电的最大计算电流选取。

**4.2.3** 主断路器及母联断路器的极数应结合建筑物用途、电源一点接地的要求等多个因素综合考虑。

**4.2.4** 断路器用于发电机组过电流保护宜符合下列规定：

 **1** 应按发电机组技术要求选择相应的断路器，或按下列规定选择断路器：

 *I*n =k*I*rg （4.2.4-1）

*I*sd=（2~4）*I*rg （4.2.4-2）

*I*cs≥*I*kg（单台） （4.2.4-3）

tsd=0.05s~10s

式中，*I*n—断路器额定电流；

 k—(1~1.2)

*I*rg—发电机额定电流；

 *I*sd—断路器脱扣器短延时动作值；

 *I*kg—柴油发电机短路电流；

 *I*cs—断路器运行短路分断能力；

 tsd—短路短延时整定时间（现场可调）。

**2**  选用ACB或MCCB作为备用发电机组电源过电流保护时，应选用电子脱扣器外接电源式，以确保该脱扣器全程安全可靠运行。

**4.3 配电线路保护对断路器的要求**

**4.3.1**  断路器作为过电流保护电器时应符合下列规定：

**1** 配电线路上下级断路器，其动作应具有选择性，且各级之间应能协调配合；用于非重要负荷线路的断路器，当实现全选择性有困难时，可采用部分选择性和无选择性切断。

**2**  应能检测所有线导体的过电流；当检测到过电流时，应分断所有线导体，不必分断中性导体（N导体）。

**3** 断路器用于TN系统和TT系统时，对中性导体过电流保护应符合下列规定:

**1）**当中性导体截面积大于或等于线导体截面积，且中性导体电流值预期

不会超过线导体时，中性导体可不检测过电流，也可不被切断；

**2）**当中性导体的截面积小于线导体截面积时，中性导体应装设过电流检

测装置，当检测到过电流时，应自动切断线导体，中性导体可不切断；当通过中性导体的最大工作电流明显小于其载流量、且线导体的短路保护装置能保护中性导体，则中性导体不必装设过电流检测装置；

**3）**当中性导体由于谐波电流的影响导致电流预期可能超过中性导体载流

量时，中性导体应装设过电流检测装置，当检测到过电流时，应自动切断线导体而不必切断中性导体。

**4** 断路器用于配置中性导体的IT系统时，每个回路的中性导体都应装设过电流检测装置，当检测到过电流时应分断包括中性导体在内的所有带电导体。当符合下列情况之一时，中性导体可不装设过电流检测：

**1）**中性导体由电源侧的保护电器进行有效的过电流保护；

**2）**回路由剩余电流动作保护电器保护,额定剩余动作电流不超过相应中性导体载流量的0.2倍,且该保护电器应分断包括中性导体在内的相应回路的所有带电导体。该电器的所有极都应具有足够的分断容量。

**4.3.2** 断路器作为短路保护电器时，应符合下列规定：

**1**  断路器应在短路电流对导体和连接处产生的热作用和机械作用造成线路绝缘损坏、电气火灾等危害之前切断电源；

**2**  当断路器作为配电线路的短路保护电器时，被保护线路末端的短路电流不应小于断路器瞬时或短延时过电流脱扣器整定电流的1.3倍；

**3**  断路器所保护的绝缘导体的热稳定校验应符合下列规定：

**1）**当短路持续时间不大于5s时，绝缘导体的截面积应满足式4.3.2-1要求应按下列计算：

 $S\geq \frac{I}{K}\sqrt{t}$ (4.3.2-1)

 式中，S —导体截面积，mm2；

 I —预期短路电流交流方均根植（r.m.s）,A;

k —计算系数，取决于导体材料的电阻率、温度系数和热容量以及初始和最终温度的系数。常用绝缘导体的k值列于表4.3.2。

t —断路器自动切断电流的动作时间，s。

注：大于5s时，校验绝缘导体截面积应计入散热的影响。短路保护电器动作时间不应大于5s。

表4.3.2 导体的k值

|  |  |
| --- | --- |
| 特性／状况 | 导体绝缘的类型 |
| PVC热塑型塑料 | PVC热塑型塑料90℃ | EPRXLPE热固型 | 橡胶60℃热固型 | 矿物质 |
| PVC护套 | 无护套 |
| 导体截面积／mm2 | ≤300 | ＞300 | ≤300 | ＞300 |  |  |  |  |
| 初始温度／℃ | 70 | 90 | 90 | 60 | 70 | 105 |
| 最终温度／℃ | 160 | 140 | 160 | 140 | 250 | 200 | 160 | 250 |
| 导体材料 | 铜铝铜导体的锡焊接头 | 11576115 | 10368— | 10066— | 8657— | 14394— | 14193— | 115—— | 135~115\*—\_ |

2）当短路持续时间小于0.1s时，校验绝缘导体截面积应计入短路电流非周期分量的影响，绝缘导体的 $k$2S2应大于制造厂商提供的断路器允许通过的能量（*I*2$t$）:

$k$2S2≥*I*2$t$ (4.3.2-2)

**4**  断路器用于短路保护时，应装设在回路首端和回路导体载流量减小的地方，当不能设置在回路导体载流量减小的上述地方时，应同时符合下列规定：

**1）**断路器至回路导体载流量减小处的这一段线路长度不应超过3m；

**2）**应采取措施将该段线路的短路危险减至最小；

**3）**该段线路不应靠近可燃物。

**5** 导体载流量减小处的回路发生短路时，当离短路点最近的上一级断路器及绝缘导体的热稳定能满足本导则本条第2、3款的要求时，该段回路可不装设断路器，但应敷设在不燃或难燃材料的管、槽内。

**6**  当布线采取了防机械损伤等保护措施，将短路的危险减至最小，且布线不靠近可燃物时，以下连接线或回路可不装设断路器：

**1）**发电机、变压器、整流器、蓄电池与配电控制屏之间的连接线；

**2）**回路的断开可能使有关电气装置的运行出现危险；

**3）**由上级短路保护断路器有效保护的配电装置的进线端。

 **7** 电流互感器等测量回路不应装设断路器。

**8** 并联导体组成的回路中，任一导体在最不利的位置处发生短路故障，断路器应能立即可靠切断该段故障线路，断路器的装设应符合下列规定：

**1）**布线时所有并联导体采用了防止机械损伤的保护措施，且导体不靠近

可燃物时，可采用一台断路器；

**2）**两根导体并联的回路，当不能满足本款第1）项时，在每根并联导体

的供电端应装设断路器；

**3）**超过两根导体并联的回路，当不能满足本款第1）项时时，在每根并联导体的供电端和负荷端应装设断路器；

**4.3.3** 断路器作为过载保护应符合下列规定：

**1** 断路器应在过载电流引起的导体温升对导体的绝缘、接头、端子或导体周围的物质造成损害之前切断电源；

**2** 断路器的动作特性应符合下列公式的要求:

*I*B≤*I*n≤*I*Z  (4.3.3)

式中，*I*B—线路计算电流，A；

*I*Z—导体允许持续载流量，A；

*I*n—断路器的额定电流，A；

**3**  断路器应装设在回路首端或导体载流量减小处，当断路器与回路导体载流量减小处之间的线路没有引出分支线路或插座回路，且符合下列条件之一时，断路器可在该段线路任意处装设：

**1）**断路器与回路导体载流量减小处的距离不超过3m，该段线路采取了防止机械损伤的保护措施，且不靠近可燃物；

**2）**该段线路的短路保护符合本导则4.3.2的规定。

**4** 除火灾危险、爆炸危险场所及其他有规定的特殊装置和场所外，符合下列条件之一的配电线路，可不装设过载保护用断路器：

**1）**回路中载流量减小的导体，当其过载时，上一级断路器能有效保护该段导体；

**2）**不可能过载的线路，且该段线路的短路保护符合本导则4.3.2的规定，

并没有分支回路或出线插座；

**3）**由上一级断路器实现过载保护的配电装置的进线处；

**4）**用于通信、控制、信号及类似装置的线路。

**5**  第3、4款的规定不适用于IT系统，除非没有过载保护的每个回路采取下列保护措施之一：

**1）**采取双重绝缘或加强绝缘；

**2）**每一回路都采用剩余电流动作保护电器保护，在发生第2次故障时立

即动作；

**3）**对于仅采用绝缘监测的连续监视系统采取以下措施，在第一次故障发生时分断回路或者给出发生故障的信号指示；当发出故障信号时，应按照运行要求排除故障并判断第2次故障的危险性。

**6** 过载断电将引起严重后果的线路，断路器不应切断线路，可作用于信号；**7** 多根并联导体组成的回路采用一个过载保护电器时，其线路的允许持续

载流量，可按每根并联导体的允许持续载流量之和计，且应符合下列规定：

**1）**导体的型号、截面、长度和敷设方式均相同；

**2）**线路全长内无分支线路引出；

**3）**线路的布置使各并联导体的负载电流基本相等。

**4.4 负载保护对断路器的要求**

**4.4.1** 断路器（MCCB）用于笼型异步电动机保护应符合下列规定：

**1**  应选取电动机保护型的MCCB,且*I*i可调;

**2** 断路器(MCCB)的额定电流应满足下式要求：

*I*n≥*I*e  （4.4.1-1）

式中，*I*e —电动机额定工作电流；

*I*n—电动机型MCCB额定电流。

**3** 断路器(MCCB)特性应与电动机特性相匹配，短路瞬时脱扣器的整定电流为电动机启动电流的2~2.5倍，宜取2.2倍，且应满足下式要求：

*I*i≥2.2*I*st  （4.4.1-2）

式中， *I*i—瞬时脱扣器整定值；

*I*st—电动机启动电流。全压启动时，*I*st=k*I*e ；Y-△启动时，*I*st=0.33k*I*e；

k *—*电动机的堵转电流倍数(6-8)倍*。*

**4.4.2** 断路器(MCCB)用于电梯和自动扶梯保护，应符合4.4.1条的规定。

**4.4.3** 断路器(MCCB)用于电焊机保护应符合下列规定：

*I*n≥k1*I*e  （4.4.3-1）

*I*i≥k2*I*e  （4.4.3-2）

式中，*I*e—电焊机一次侧电流；

 k1—交流弧焊机与整流弧焊机及电渣弧焊机为1.3；电阻焊机为1.1；

 k2—交流弧焊机、动圈式整流弧焊机为3.7；闪光对焊机为4.4，

电阻焊机2.2；

ε—电焊机额定负载持续率%；

*I*n—配电型MCCB额定电流。

**4.4.4**  断路器用于产生谐波的非线性负载保护，应符合表4.4.4的规定。

**表4.4.4 断路器用于保护产生谐波负载的要求**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 负载类别 | 公式 | 备注 |
| 电动机调速用交-直-交变频器 | *I*n=（1.1～1.3）*I*VN(4.4.4-1) | *I*VN=变频器输入电流有效值*I*n—配电型MCCB额定电流。 |
| 整流器 | *I*n=1.04*I*e  (4.4.4-2) | *I*e=整流器输入电流有效值*I*n—配电型MCCB额定电流。 |

**4.4.5** 断路器(MCCB)用于三相AC400V变压器（进线端）保护应符合下列规定：

 *I*n=0.11k*I*e （4.4.5-1）

 *I*i=10*I*n （4.4.5-2）

式中，*I*e—变压器一次侧电流；

 k —励磁涌流系数：见表4.4.5；

 *I*n—断路器的额定电流。

**表4.4.5 双绕组AC400V变压器励磁涌流系数K**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 容量kVA | 三相AC400V变压器a一次侧额定电流(*I*e)A | 第一个1/2周波时变压器一次电流（峰值）的涌流倍数k |
| 5 | 7.22 | 26 |
| 10 | 14.43 | 26 |
| 15 | 21.65 | 26 |
| 20 | 28.87 | 26 |
| 30 | 43.30 | 26 |
| 50 | 72.17 | 23 |
| 75 | 108.25 | 18 |
| 100 | 144.30 | 17 |
| 150 | 216.50 | 14 |
| 200 | 288.60 | 13 |
| 300 | 433.00 | 13 |
| 500 | 721.70 | 11 |
| a负载变压器，如隔离变压器等。 |

**4.4.6** 断路器用于电容器保护应符合下列规定：

*I*n=1.5*I*c  （4.4.6-1）

*I*i≥8.5*I*n  （4.4.6-2）

式中， *I*c—电容器额定电流（有效值）

 *I*n—配电型MCCB额定电流。

**4.4.7** 断路器用于照明负荷保护应符合下列规定：

*I*n≥*I*c （4.4.7-1）

*I*r≥Krel1*I*c （4.4.7-2）

*I*i≥Krel3*I*c （4.4.7-3）

式中，*I*n—断路器额定电流；

*I*c—照明线路计算电流，A；

 *I*r—过载电流整定值，A；

Krel1/Krel3—可靠系数，见表4.4.7。

**表4.4.7 照明线路保护用断路器的反时限和瞬时过电流脱扣器可靠系数**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 脱扣器特性 | 可靠系数 | 卤钨灯 | 荧光灯 | 高压钠灯金属卤化物灯 | LED灯 |
| 反时限*I*r | Krel1 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 瞬时*I*i | Krel3 | 10～12 | 3～5 | 3～5 | >15 |

4.4.8 CPS应符合下列规定：

1 CPS用于笼型异步电动机保护应符合下列规定：

**1）**特性应满足电动机特性要求，CPS过载保护脱扣器整定电流*I*n(A)，应接近并不小于电动机的额定电流*I*e(A)；

**2）**全压启动应符合下列要求：

*I*n=1.3*I*e  （4.4.8-1）

*I*i=12*I*n （4.4.8-2）

**3）**Y-△启动应符合下列要求：

*I*n=（1.3~1.4）*I*e  （4.4.8-3）

*I*i=12*I*n  （4.4.8-4）

式中，*I*e —电动机额定工作电流；

*I*n—电动机型CPS脱扣器额定电流。

**2** 用于电梯和自动扶梯保护的CPS：

**1）**应能同时断开主电路和控制电路，且能防止被无意识的开断；

注：引自GB 51348-2019中9.2.18条中。

**2）**应符合4.4.8 第1条的规定。

**4.5 断路器在电击防护中的应用**

**4.5.1**  当采用自动切断电源作为故障防护措施时，可采用断路器作为保护电器。

**4.5.2** 断路器自动切断电源的时间应满足下列要求：

**1** 对于不超过63A的一个或多个插座的回路和不超过32A的固定设备的终端回路，其最长切断电源的时间不应超过表4.5.2的规定；

**表4.5.2 最长的切断电源的时间**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 系统 | 50V<U0≤120V(s) | 120V<U0≤230V(s) | 230V<U0≤400V(s) | U0>400V(s) |
|  | 交流 | 直流 | 交流 | 直流 | 交流 | 直流 | 交流 | 直流 |
| TN | 0.8 | - | 0.4 | 1 | 0.2 | 0.4 | 0.1 | 0.1 |
| TT | 0.3 | - | 0.2 | 0.4 | 0.07 | 0.2 | 0.04 | 0.1 |
| 说明1： U0 —交流或直流线对地的标称电压。说明2： 当 TT 系统内采用过电流保护电器切断电源，且其保护等电位联结连接到电气装置内的所有外界可导电部分时， 该 TT 系统可以采用表中 TN 系统最长的切断电源时间。说明3： 当采用剩余电流动作保护电器时，满足本表规定的切断电源时间要求的预期故障电流应显著大于剩余电流动作保护电器的额定剩余动作电流I∆n（通常为5I∆n） |

**2**  TN系统内的配电回路和本条第1款规定以外的回路，其最长切断电源的时间不应超过5s；

**3** TT系统内的配电回路和本条第1款规定以外的回路，其最长切断电源的时间不应超过1s。

**4.5.3** 当断路器不能满足4.5.2条要求的自动切断电源的时间时，应在局部范围内设置辅助等电位联结；辅助等电位联结应包括可同时触及的固定式电气设备的外露可导电部分和外界可导电部分、电气设备以及电源插座的保护接地导体（PE）、钢筋混凝土结构内的主筋。辅助等电位联结的有效性应按下式校验：

1 交流系统: $R\leq \frac{50}{I\_{a}}$ (4.5.3-1)

2 直流系统: $R\leq \frac{120}{I\_{a}}$ (4.5.3-2)

式中：R —可同时触及的外露可导电部分和外界可导电部分之间，故障电流

产生的电压降引起接触电压的一段线路的电阻（Ω）；

 *I*a —断路器5s内动作的电流。

**4.5.4** 下列情况除了采用断路器作为故障防护电器，还应采用额定剩余电流动作值小于等于30 mA的RCD作为附加防护：

**1** 额定电流不超过32 A的插座回路；

**2** 额定电流不超过32 A的户外移动式设备。

**4.5.5** 当TN系统故障防护采用断路器时，其动作特性以及回路阻抗应符合下式要求：

Zs *I*a≤U0 (4.5.5)

式中：Zs —接地故障回路的阻抗（Ω）；

*U*0 —交流或直流的线导体对地电压（V）；

*I*a —保证断路器在规定时间内切断故障回路的动作电流（A），详见5.3.6

条；规定的时间见4.5.2条TN系统的要求。

**4.5.6** TT系统故障防护宜采用剩余电流动作保护电器，但如果TT系统的故障回路阻抗足够小，且该值可靠、稳定时，故障防护也可采用断路器，其动作特性应符合下式要求：

ZS*I*a≤*U*0  (4.5.6)

式中：*Z*S—接地故障回路的阻抗（Ω），它包括电源、电源至故障点的相导体、外露可导电部分的保护接地导体（PE）、接地导体、电气装置的接地极以及电源接地极的阻抗（Ω）；

*I*a—保证断路器在规定时间内切断故障回路的动作电流（A），其要求详

见5.4节保护灵敏度校验的相关内容；规定的时间见4.5.2条TT系统

的要求；

*U*0—交流或直流的线导体对地电压（V）。

**4.5.7** IT系统外露可导电部分的接地可采用共同的接地极，亦可个别或成组地采用单独的接地极，并符合下列规定：

 **1** 当发生第一次接地故障时，故障电流应符合下式的要求：

*R*A*I*d≤50V（交流系统） (4.5.7-1)

式中：*RA* —外露可导电部分的接地极和保护接地导体（PE）的电阻之和（Ω）；

*Id* —导体和外露可导电部分间第一次接地故障的故障电流（A），

此值应计及泄漏电流和电气装置全部接地阻抗值的影响。

**2** 外露可导电部分采用共同的接地极，异相发生第二次接地故障时，故障回路应满足TN系统自动切断电源的条件及切断时间的要求；

1. 当不配出交流系统的中性导体或直流系统的中间导体时，应满足下列

条件：

2*I*aZS ≤ *U*  （4.5.7-2）

**2）**当配出中性导体或中间导体时，应满足下列条件：

2*I*aZs′≤ *U*0  （4.5.7-3）

式中：*U*0—线导体与中性导体或中间导体之间的标称交流电压或直流电压（V）；

 *U*—线导体之间的标称交流电压或直流电压（V）；

 *Z*s—包括线导体和保护接地导体（PE）的故障回路的阻抗（Ω）；

 *Z*s′—包括线导体、中性导体或中间导体、保护接地导体（PE）的故障回

路的阻抗（Ω）；

*I*a—按4.5.2条对TN系统规定的时间内，使断路器动作的电流（A）。其要求详见5.4节保护灵敏度校验的相关内容。

**3**  当外露可导电部分单独或成组接地，发生第二次接地故障时，故障回路应满足TT系统自动切断电源的条件及切断时间的要求，一般情况下，TT系统故障防护宜采用剩余电流动作保护电器，不推荐采用断路器。如果采用断路器，应符合4.5.6条的规定。

**4.5.8** 具有接地故障保护功能的断路器的故障防护应符合4.5.5、4.5.6条的要求，保护电器自动动作电流应为*I*g。

**4.6 过电流选择性保护和区域连锁**

**4.6.1** 配电线路发生过电流故障，应由串联回路中靠近故障点的上游断路器分断，其它断路器不应动作。

**4.6.2** 对于装有欠电压线圈（与电源电压有关）的OCPD，短路时产生电压跌落，上级电器（UD）的动作可能会影响选择性。为了提高选择性，可能需要使用延时型的欠电压脱扣器。

**4.6.3** 在对比规定的时间-电流特性时，下级电器（DD）使用最大动作时间曲线，上级电器（UD）使用最小动作时间曲线。

**4.6.4** 符合GB/T 14048.9的CPS属于终端电器，由于其带有过电流脱扣器，且具备短路分断能力，所以就选择性而言，可以将其视为断路器来对待。

**4.6.5** 在过载情况下，可以通过对比时间/电流特性确定断路器之间的选择性，两条曲线在时间轴和电流轴上均不重合。过载区域中断路器动作特性的比较示例见图4.6.5。



1. 应考虑每条特性曲线所适用的公差，参见GB/Z 25842.2-2012 中第5章的说明。
2. 为了便于各条特性曲线之间的对比，电流单位采用安培（或 千安）。制造商所给出的特性应该以安培为单位，或者规定额定电流的倍数。
3. 热/磁和电子式特性的组合也比较常用。
4. **过载区域中热磁时间/电流特性的比较 b) 过载区域中电子式时间/电流特性的比较**

**图4.6.5 过载区域中断路器动作特性的比较**

**4.6.6** 在短路情况下，断路器之间的选择性可以通过比较时间/电流特性或者试验的方式确定。选择性方法包括下列方式：

**1** 如果上级电器（UD）的电子式脱扣器提供短路延时脱扣功能，则可以通过比较两台断路器的时间/电流特性确定选择性（带短路延时脱扣器的断路器在故障电流区域中的选择性示例见图4.6.6），其中上下级电器在时间选择性上建议延时时间差不小于0.1s。

**2** 对于装有瞬动型电子式脱扣器和电磁式脱扣器来说，在上级电器（UD）有可能会发生瞬时脱扣的故障电流处，需要通过制造商所提供的技术资料或试验数据来确定两台断路器之间的电流选择配合性。

**3** 如果上级电器（UD）的瞬时脱扣与电磁效应有关，且没有具体的试验数据，那么在故障电流区域中两台断路器之间的最低选择性可通过DD允通电流的峰值小于UD瞬时脱扣时所对应的峰值，且在不超过该故障电流的范围内，这样选择性可以得到保证。

4 应考虑每条特性曲线所适用的公差，公差要求见GB/Z 25842.2-2012中第5章。



**图4.6.6 带短路延时脱扣器的断路器在故障电流区域中的选择性示例图**

**4** 对每一种断路器的配合来说，选择性极限电流可以通过试验来确定，制

造商可以提供相关资料，一般以图表的方式给出；

**5** 设计师应根据客户实际应用需求选用合适的断路器及时间电流曲线以实

现全选择性或者局部选择性。

注1： 电器型式不同，其选择性极限电流也不同。没有统一的方法来确保不同厂家产品之间的相互替代性。

注2： 通过各制造商提供的时间/电流特性数据，使用专用软件也可以确定其选择配合性。

注3： 在超过DD分断能力的故障电流下，如果DD输入侧的感性负载（例如电动机）对短路电流的影响很大，则不能利用动触头斥开作为后备保护。

**4.6.7**  对于无延时型的RCD用作终端电器。为了实现选择性上下级RCD的I△n比值应该至少为3:1，且上级RCD的极限不驱动时间应该大于下级电路中任一电器的总动作时间，上下级RCD的动作时间差不得小于0.1s。

**4.6.8** 如果RCD自身具有过电流保护（符合GB/T 16917.1的RCBO和符合GB/T 14048.2的CBR），在不超过额定短路分断能力的范围内，各功能之间可以实现自动配合，不需要考虑配置上级SCPD。

**4.6.9** 在多个延时时间等级下，由于电路本身的局限，串联RCD可以实现的选择性有限，所以可以优先选用区域联锁功能。

**4.6.10** 对保护级数三级及以上且要求短路短延时的延时时间久的，宜采用区域连锁功能。ZSI应用示例见附录B。

**4.7 充电设备保护断路器的选择**

**4.7.1**  充电设备配电回路断路器的选择应符合下列规定：

**1** 断路器应设置过载、短路保护，并符合本导则4.3的相关规定;

**2** 电动自行车充电设施的充电插座回路断路器应设置剩余电流动作保护，选用A型RCD，其额定剩余动作电流不超过30mA，每一回路保护的充电插座不应超过5个；

**3** 电动汽车充电设施末端配电回路断路器应设置剩余电流动作保护，选用A型或B型RCD，其额定剩余动作电流不超过30mA；

**4**  不应采用一个RCD保护多台电动汽车充电设备；

**5** 不应采用三相断路器对多台单相充电设备进行保护；

**6**  RCD的选用还应符合本导则5.2.4的相关规定；

**4.7.2**  充电设备保护断路器的选择见表4.7.2，并符合下面规定：

**1** RCD选用A型或B型；

**2** RCD可为分体，也可与断路器为一体式；

**3**  RCD应选择符合GB/T 14048.2或GB/T 22794标准的产品。

**表4.7.2 充电设备带有剩余电流保护的断路器选择表**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 类别 | 额定功率(kW) | 额定电流(A) | 供电电源 | 规格 |
| 交流充电桩 | 7 | 32 | 单相AC220V | 40A/2P,30mA |
| 14 | 64 | 80A/2P,30mA |
| 28 | 64 | 三相AC380V | 80A/4P,30mA |
| 42 | 64 | 80A/4P,30mA |
| 84 | 128 | 150A/4P,30mA |
| 非车载充电机 | 30 | 48 | 63A/4P,30mA |
| 45 | 72 | 100A/4P,30mA |
| 60 | 96 | 125A/4P,30mA |
| 120 | 192 | 225A/4P,30mA |
| 180 | 288 | 315A/4P,30mA |

**5 交流断路器选择**

**5.1 交流断路器分类及主要特性**

**5.1.1** 交流断路器按产品标准体系和适用环境可分为工业用断路器和家用及类似场所用断路器两大类，其主要特性见表5.1.1。

**表5.1.1 交流断路器/控制与保护开关电器主要特性**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 适应环境 | 工业环境（污染等级3） | 家用及类似场所（污染等级2）a |
| 产品符号 | ACB/MCCB/CBR/CPS | MCB/RCBO/AFDD |
| 符合标准 | GB/T 14048.2/GB/T 14048.9 | GB/T 10963.1（MCB）/GB/T 16917.1、GB/T 22794(RCBO)//GB/T 31143(AFDD) |
| 额定绝缘电压*U*i | ACB:1000VMCCB:690V-800V-1000VCPS: 690V | 单相：230V，三相：440V |
| 额定冲击耐压*U*imp | 电源级（ACB）:12kV;配电级（MCCB）:(6~8)kV;负载级（CPS）:6kV。 | 单 相：2.5kV b非单相：4kV（III）、6kV（IV）b |
| 额定电流*I*n | ACB：200A~8000AMCCB:15A~1600ACPS:0.16A~225A | MCB、RCBO:1A~125A；AFDD：6A~63A |
| 环境试验 | 交变湿热试验（Db） | 恒定湿热试验（Cab）c |
| 短路特性 | *Icm*/*I*cu/*I*cs/*I*cw/*I*cr/r | *I*cn/*I*cs |
| 脱扣器特性 | 1）整定值可调（长延时、短延时及瞬动）2）过载保护：线路：冷态1.05不脱扣，热态1.3倍脱扣；电动机：1.0不脱扣，热态1.2倍脱扣。CPS对电动机：1.05倍不脱扣，热态1.2倍脱扣3）额定瞬时短路电流整定值（*I*i）：P: 5 *I*n±20% L: 10 *I*n±20%M: 14 *I*n±20%M1：16 *I*n±20%4）接地保护*I*g：0.2*I*n～1.0*I*n（每相）5）CBR剩余电流保护：AC/A/B/F6）短延时保护Isd：0.6In~12In7）短延时范围(s)：0.1-0.2-0.3-0.4/0.5-0.6-0.7-0.8-1 | 1）整定值不可调2）MCB、RCBO线路过载保护：长延时：冷态1.13不脱扣，热态1.45脱扣；3）MCB、RCBO短路保护（*I*i，不可调）：B:3*I*n< *I*i ≤ 5 *I*nC:5*I*n< *I*i≤ 10 *I*nD:10*I*n< *I*i≤ 20 *I*n1. 接地保护：无；
2. RCBO剩余电流保护：AC/A/B/F
3. 电动机保护：不适用
 |
| 选择性类别 | A类：非选择性（如，MCCB/CPS）B类：选择性（如，ACB） | A类：非选择性（如，MCB） |
| *I2*t特性 | *I2*t曲线 |
| 电磁环境（EMC） | 电磁环境A（工业级）；电磁环境B（民用级） | 电磁环境B（民用级）d |
| 可维护性 | 供专业人员使用，ACB:易维护；MCCB:不易维护，CPS:不易维护 | 供非专业人员使用，不需维护 |
| a对更高污染等级的环境，宜采用具有合适的防护等级的外壳。b对更严酷的过电压条件，宜采用符合其他标准的断路器（例如GB/T 14048.2）。c标准GB/T 10963没规定，也可按Db进行验证。dGB/T 18499规定的EMC适用于低压公共电网，相当于电磁环境B。 |

**5.1.2** CB及CPS主要特性应符合系统和使用环境要求。

**5.2 交流断路器及控制与保护开关电器的应用**

**5.2.1** 空气断路器(ACB)的选择应符合下列规定：

**1** ACB保护特性与被保护对象的特性应良好配合。ACB的主要技术性能指标如表5.2.1-1所示。

**表5.2.1-1 ACB主要性能**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 主要性能 | 参数及范围 | 备注 |
| 额定工作电压*U*e(V) | 400-690-800-1000 | 最高1140 V |
| 额定绝缘电压*U*i(V)a | 1000-1250 | 最高1250 V |
| 额定电流*I*n(A)及范围 | 200-400-630-800-1000-1250-1600-2000-2500-3200-4000-5000-6300-7500-8000 | 最小框架630 A最大框架8000 A |
| 额定冲击耐压*U*imp(kV) | 8/12 |  |
| 短时耐受电力*I*cw(kA) | *I*cw（详见产品样本） | 最高150 kA |
| 短延时时间 | 0.1-0.2-0.3-0.4-0.5-0.6-0.7-0.8-1.0 |  |
| 运行短路分断能力*I*cs(kA) | *I*cs（详见产品样本） |  |
| 极限短路分断能力*I*cu(kA) | *I*cu（详见产品样本） |  |
| 智能脱扣器特性 | 三段保护+接地故障/三段保护+剩余电流 | 控制电源：自生/外接电源 |
| 瞬时脱扣特性 | P/L/M特性 |  |
| 选择性 | 选择性类别B |  |
| 极数 | 3P/4P |  |
| 安装方式 | 固定式/抽屉式 |  |
| 适应安装环境 | 工业环境（污染等级3） |  |
| a额定绝缘电压应不小于额定工作电压 |

**2** ACB的安装位置应符合4.1节规定；

**3** ACB的*I*cs应大于安装处的预期短路电流*I*k，且*I*cs不宜大于1.25*I*k；

**4** 瞬时脱扣器宜选择P特性（如需要时）；

**5** 作为电源变压器二次侧保护应符合第4.1.2和4.2.1的规定。

**6** 当绝缘母排采用ACB进行保护时，其热稳定性应满足公式5.2.1-1的要

求。

*I*k2t ≤C2S2 （5.2.1-1）

式中，C—母排的热稳系数，见表5.2.1-2；

S—导体截面积，mm2；

*I*k—预期短路电流交流方均根值（r.m.s）,A;

t —短路持续时间，s。

**表5.2.1-2 不同工作温度、不同材料硬导体的热稳定系数C**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工作温度（0C） | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 80 | 85 | 90 | 100 | 105 |
| 硬铝、铝镁合金 | 95 | 93 | 91 | 89 | 87 | 83 | 81 | 79 | 75 | 73 |
| 硬铜 | 181 | 179 | 176 | 174 | 171 | 166 | 164 | 159 | 157 | 155 |

**7**  当母线槽采用ACB进行保护时，其热稳定应满足公式5.2.1-2的要求：

*I*k2t≤*I*cw2tcw （5.2.1-2）

式中，*I*cw—母线槽的短时耐受电流，A,详企业产品样本；

tcw—对应于Icw的通电时间，s,详企业产品样本；

*I*k —预期短路电流交流方均根值（r.m.s）,A；

t —短路持续时间，s。

**8** 作为母联开关，应与两个主进线ACB性能一致。当采用机械联锁时，且

三者间应设置机械/电气联锁。当与主进线开关间有条件设置机械联锁时宜选择刚性联锁装置。若选用软性联锁装置，其间距不宜超过2m；

**9** 当需要确保电子脱扣器的测量、通信和数据传输不受主电路电压的影响，电子脱扣器可采用与主电路电压无关的辅助外接电源；

 **10** 接地故障保护宜延时可调（tg=0.1s~0.4s）。

**5.2.2** 塑壳式断路器（MCCB）的选择应符合下列规定：

**1** MCCB保护特性与被保护对象的特性应良好配合。MCCB的主要技术性能指标如表5.2.2所示。

**表5.2.2 MCCBa主要性能**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 主要性能 | 参数及范围 | 备注 |
| 额定工作电压*U*e(V) | AC:400-690-800-1140 |  |
| 额定绝缘电压*U*i(V) | AC:500-800-1000 |  |
| 额定电流*I*n(A)及范围 | 10-16-20-25-32-40-50-63-80-100-125-140-160-180-200-225-250-315-350-400-500-630-700-800-1000-1250-1600 | 最小壳架63 A最大壳架1600 A |
| 额定冲击耐受电压*U*imp (V) | 6000-8000  |  |
| 运行短路分断能力*I*cs(kA) | *I*cs（详见产品样本） |  |
| 极限短路分断能力*I*cu(kA) | *I*cu（详见产品样本） |  |
| *I*2t特性 | 详见产品样本 | 从12*I*nm起至50%*I*cu，按2倍率递增 |
| 额定短时耐受电流*I*cw(kA) | *Icw*（详见产品样本） | 有短延时保护的MCCB具有*I*cw，对应的短延时为0.05s~1s |
| 智能脱扣器特性 | 二段保护+接地故障/二段保护+剩余电流 | 控制电源：自生/外接电源 |
| 瞬时脱扣特性 | P/L/M |  |
| 选择性 | 选择性类别A/B |  |
| 极数 | 2P/3P/4P |  |
| 安装方式 | 固定式/插入式 |  |
| 适应安装环境 | 工业环境（污染等级3） |  |
| aMCCB有两种触头结构，单断点式和双断点式。双断点式MCCB限流特性更优越 |

**2** MCCB的安装位置应符合4.1节的规定；

**3**  额定运行短路电流（*I*cs）应大于安装处的预期短路电流（*I*k）；且***I*cs**不宜大于1.25***I*k**(即*I*k＜*I*cs≤1.25*I*k)；

**4** 应给出MCCB的*I*2t特性曲线（从12*I*nm起至50%*I*cu，按2倍率递增)；MCCB的*I*2t特性应与被保护线路允许的K2S2相匹配；

**5** 当MCCB作为配电线路的保护电器时，除应符合4.3条的规定外，还应符合下列规定：

1. 瞬时脱扣器特性宜选择L特性的脱扣器；
2. 与上下级断路器应有良好的选择性配合，并应符合4.6.1条的规定。

 **6** 用于电动机保护的MCCB宜选择M特性的脱扣器。

**5.2.3** 微型断路器（MCB）的选择除应符合4.3条及4.4.7条的规定外，还应符合下列规定：

**1** MCB保护特性与被保护对象的特性应良好配合，MCB的主要性能如表5.2.3所示；

**表5.2.3 MCB的主要性能**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 主要性能 | 参数及范围 | 备注 |
| 额定工作电压*U*e(V) | AC:230、400、415 |  |
| 额定绝缘电压*U*i(V) | AC:500-1000 |  |
| 额定电流*I*n(A)及范围 | 1-2-3-4-5-6-10-16-20-25-32-40-50-63-80-100-125 | 壳架1：一个模数(18mm)/1P壳架2：一个半模数(27mm)/1P |
| 适应安装环境 | 家用及类似场所a（污染等级2） |  |
| 冲击耐受电压*U*imp (kV) | 非单相：4.0  |  |
| 短路分断能力*I*cn(kA) | *I*cn（详见企业样本） | 4.5/6/10/15/20/25 |
| 运行短路分断能力*I*cs(kA) | *I*cs（详见企业样本） | *I*cn≤6kA，*I*cs=100%*I*cn6kA＜*I*cn≤10kA，*I*cs=75%*I*cn*I*cn＞10kA，*I*cs=50%*I*cn |
| *I*2t特性 | 小于被保护线路的K2S2 |  |
| 瞬时脱扣特性（不可调） | B:3*I*n< *I*i ≤ 5 *I*n  | 线路保护（办公/住宅） |
| C:5*I*n< *I*i≤ 10 *I*n | 线路中含有一般设备负载 |
| D:10*I*n< *I*i≤ 20 *I*n | 线路中含有冲击电流负载 |
| 线路过载保护（长延时） | 冷态1.13不脱扣，热态1.45脱扣 |  |
| 极数 | 1P/2P/3P/4P |  |
| 安装方式 | 导轨安装 |  |
| 电磁环境（EMC） | 电磁环境B（民用级） |  |
| a适应工业环境按GB/T 14048.2进行验证（冲击耐压Umip等） |

**2** 应根据线路中包含的负载特性，选择瞬时脱扣器特性，脱扣器整定值不

可调；

**3** MCB不适用电动机保护；

**4** MCB的短路分断能力应大于安装处的预期短路电流，当受条件限制时，应采用后备保护措施。

注：熔断器作为MCB后备保护措施可参见参考资料3。

**5.2.4** 剩余电流动作保护断路器（RCD）选择应符合下列规定：

**1** 根据用途、系统接地类型、被保护负荷特性、工作环境条件等选择符合要求的RCD。RCD主要特性如表5.2.4-1所示;

注：RCD分两类产品，工业环境用的CBR及家用环境用的RCBO。

**表5.2.4-1 RCD主要特性**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 产品 | CBR | RCBO |
| 符合标准 | GB/14048.2/IEC 60947-2（CBR）GB/T 6829/IEC60755-2017（F型） | GB/T 16917.1/IEC 61009-1（RCBO一般规则）GB/T 16917.21/IEC 61009-2-1GB/T 16917.22/IEC 61009-2-2GB/T 22794-2017/ IEC 62423（B/F型） |
| 适应环境 | 工业环境（污染等级3） | 家用环境（污染等级2） |
| 剩余电流检测方式 | 与电源电压有关（电子式），但在发生接地故障时自动动作 | 与电源电压无关（一般为电磁式）与电源电压有关（一般电子式），但在发生接地故障时自动动作 |
| 额定剩余动作电流*I*△n mA | 6 -10-30-100-300-500；1A-3 A-10 A-30 A | 6-10-30-100-300-500 |
| 额定剩余不动作电流*I*△no | 0.5*I*△n |
| Sa型最大延时s | 0.2-0.3-0.4-0.5-1 | 0.15-0.2-0.3-0.5 |
| 剩余电流动作特性 | AC型 | （正弦交流），为基本型；剩余电流为突然施加或缓慢上升的50/60Hz正弦交流电流 |
| A型 | （脉动直流6mA）。剩余电流为脉动直流电流或叠加有不大于6mA平滑直流电流的脉动直流电流。较适合负载中带有大量的电子整流回路的电气设备，如计算机、家用电器等设备的剩余电流保护 |
| F型 | （脉动直流10mA+高频或）。剩余电流为叠加有6～10mA平滑直流电流的脉动直流电流和单相设备产生的多种频率复合的交流电流。较适合负荷中带有变频器、单相交流整流器、逆变换器、变频调速装置、UPS装置及特殊医疗设备(例如：X射线设备、CT)等产生多频复合交流剩余电流或平滑直流剩余电流的电气设备的剩余电流保护 |
| B型 | （工频+高频+脉动直流或）。剩余电流为1000Hz以内的高频交流正弦波、平滑直流电流、叠加有大于10mA平滑直流电流的交流或脉动直流电流。适合各种负荷，包括由三相整流电路产生的纯直流电流的剩余电流保护 |
| 电磁环境 | 电磁环境A | 电磁环境B |
| 可维护性 | 易维护 | 不可维护 |
| a延时型（S）*I*△n>30mA |

**2** RCD在自动切断电源时，应断开其保护回路的所有带电导体，并满足隔

离距离要求；

**3** RCD的磁场回路严禁保护导体穿过；

**4** 安全设施回路不应采用RCD保护。如，消防用电设备等安全设施回路等；

**5** RCD的剩余电流检测装置应满足剩余电流检测精度要求；

**6**  对起动电流较大的电动机负荷应选用S型RCD；

**7** RCD的额定剩余不动作电流应大于所保护回路正常工作时的对地泄漏电流；

**8**  RCD不应用于无保护导体接地回路的故障防护；

**9** 当采用有辅助电源的RCD，在其辅助电源失电不能自动动作时，应能确保辅助电源失电时故障防护有效或者仅限安装于专业人员运维的装置内；

**10** 应根据被保护回路剩余电流直流分量情况选择相应动作特性类别的RCD，并符合表5.2.4-1的要求。并对具有AC/DC、DC/DC回路的交流电路在选用A、B型RCD时应防止高频剩余电流的电击防护；

**11** 当多个RCD串联设置时，电源侧或上级RCD应选用符合GB/T 16171.1-2014标准的延时型RCD或符合GB/T 14048.2标准的延时型RCD；电源侧或上级RCD的额定剩余动作电流应不小于负荷侧或下级RCD的3倍，各级RCD的动作电流值与动作时间应协调配合；

**12** RCD负载侧装有SPD时，宜选择可以通过不低于3 kA 8/20us 浪涌电流的RCD；

**13** RCD的过电流特性应满足第4.6节的系统要求；

**14**  RCD用于电击防护时应符合以下要求：

**1）**RCD作为基本防护失效、故障防护失效或使用者疏忽时的附加防护措

施时，其额定剩余动作电流应不大于30mA，且无延时；

**2）**RCD作为自动切断电源的故障防护措施时，动作时间应满足第4.5节

的要求；

1. TN、TT系统的故障防护和 IT系统的第二次故障防护中，当回路或设

备采用自动切断电源措施、且过电流保护电器不能满足故障保护要求时，应采用RCD；

**4）**RCD用于TN-S和TN-C-S系统的故障防护时，其剩余动作电流应符

合式4.5.5要求；

**5）**RCD用于TT系统的故障防护时，其额定剩余动作电流应符合式

5.2.4-1和5.2.4-2的要求：

 RA*I*∆n≤50V（人员活动的干燥环境） （5.2.4-1）

RA*I*∆n≤25V（人员活动的潮湿环境或牲畜活动场所） （5.2.4-2）

式中，RA—是接地极和外露可导电部分接地导体的电阻之和；

*I*∆n—是满足第4.5节规定的动作时间要求的额定剩余动作电流；

预期故障剩余电流应大于5*I*∆n。

**6）**RCD用于IT系统的第二次故障防护时，RCD的额定剩余不动作电流应大于第一次故障对地电流，额定剩余动作电流应满足4）、5）的要求。

**15** 一般场所的TN和TT系统中，下列回路、设备应采用额定动作电流不大于30mA的RCD作为附加保护：

**1）**应符合本导则4.5.4条规定；

**2）**单一住户场所为灯具供电的末端配电回路；

**3）**GB 55024-2022第4.6.5条中规定的设备供电回路。

**16** 特殊装置或场所应按照表5.2.4-2采用额定剩余动作电流不大于30mA的RCD作为附加保护措施。

**表5.2.4-2 采用额定剩余动作电流不大于30mA的RCD作为**

**附加保护措施的特殊装置或场所**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 特殊装置或场所 | 适用回路 |
| 1 | 装有浴盆和淋浴场所 | 未采取SELV、PELV和电气分隔防护措施，为设有浴盆和淋浴场所供电的回路以及不为上述场所供电但经过该场所1 区和2区的供电回路 |
| 2 | 游泳池和喷泉 | 1)安装在2区为SELV和电气分隔的电源供电的回路 |
| 2)为2区内配电箱、控制箱和插座供电但未采取SELV和电气分隔防护措施的回路 |
| 3)设于与游泳池相邻的房间或场所内，未采用SELV和电气分隔措施，专供游泳池使用的供水泵或其他电气设备的供电回路 |
| 4)对于没有2区的游泳池，未采用SELV回路供电、且安装于1区的照明设备的供电回路 |
| 5)采取自动切断电源措施、为游泳池场所地板里埋设的加热装置供电的回路 |
| 3 | 装有桑拿浴加热器的房间和小间 | 除了桑拿加热器外，其他所有的桑拿浴供电回路 |
| 4 | 施工和拆除场所的电气装置 | 未采取SELV或PELV供电以及电气分隔措施，为额定电流不超过32A插座回路和手持式电气设备供电的回路 |
| 5 | 农艺和园艺设施 | 32A及以下终端插座回路 |
| 6 | 活动受限制的可导电场所 | 向Ⅱ类或等效绝缘水平的固定设备供电的回路 |
| 7 | 露营、房车公园及类似场所 | 露营、房车公园及类似场所的插座和末端回路 |
| 8 | 码头及类似场所 | 63A及以下的插座回路、为房船供电的末端回路 |
| 9 | 医疗场所 | TN、TT系统中，1类医疗场所不超过32A的终端回路；2类场所中，采用自动切断电源措施为手术台驱动电机机构、X光机、额定功率大于5kVA的大型设备和不用于维持生命的不重要电气设备供电的回路；且应按可能出现的故障电流特性选用A型或B型RCD |
| 10 | 展览馆、陈列室和展位 | 未采取SELV、PELV和电气分隔防护措施的32A及以下的终端插座回路，应急照明之外的终端照明回路，32A及以下手持式用电设备的终端回路 |
| 11 | 家具 | 家具电气装置供电回路 |
| 12 | 户外照明装置 | 电话亭、公交候车亭、广告牌外部照明装置、街区和类似场所配套照明设备的供电回路 |
| 13 | 房车电气装置 | 采取自动切断电源的供电回路 |
| 14 | 电动汽车充电设备 | 为电动汽车充电设备供电的终端回路，并应设置独立的不低于A级的RCD保护 |
| 15 | 加热电缆及埋入式加热系统 | 加热单元的供电回路 |
| 16 | 展览建筑 | 展位箱出线回路和展位用电设备回路 |

**17** RCD用于预防电气火灾时应符合以下要求：

**1）**因加工或贮存的物料性质而引发火灾危险的场所内，TN和TT系统中的终端回路和用电设备应采用额定剩余动作电流不大于300mA的剩余电流保护器用于绝缘故障的防护。如电阻性故障可能引起火灾时（如天花板采暖用的加热膜元件），剩余电流保护器的额定剩余动作电流不应大于30mA；

**2）**展览、展台、游乐为临时设施、临时建筑或构筑物供电回路的故障防护自动切断电源均应采用额定剩余动作电流不大于300mA的RCD；

**3)** 农艺、园艺场所场除设有30mA和100mA 额定剩余动作电流的RCD保护以外的其他所有回路应装设额定剩余动作电流不大于300mA的RCD；

**4)** 每幢住宅的总电源进线应设剩余电流动作保护或剩余电流动作报警装置。

**18** 下列场所应采用电磁式RCBO（与电压无关的RCBO）：

**1）**用于电子信息设备的剩余电流保护；

**2）**医疗电气设备的剩余电流保护；

**3）**其他重要场所、设备的剩余电流保护。

**5.2.5**  电弧故障保护断路器(AFDD)的选择应符合下列规定：

**1** AFDD宜设在被保护终端回路的起始点。

**2** AFDD宜用于以下场所：

**1）**卧室；

**2）**由加工或储存物而引起火灾危险的场所；

**3）**易燃结构材料构成的场所；

**4）**一旦起火将危及不可替代的珍贵物品的场所；

 **5）**建筑内高度大于12m的空间场所的照明线路；；

**6）**商场、超市以及人员密集场所的照明、插座回路；

**7）**储存可燃物品的库房的照明、插座回路；

**8）**其他需要设置场所。

**5.2.6** 控制与保护开关电器(CPS)的选择应符合下列规定：

**1** CPS保护特性与被保护电动机的特性应良好配合；

**2** CPS过载保护脱扣器整定电流*I*n，应不小于电动机的额定电流*I*e；

**3** CPS的主要技术性能指标如表5.2.6所示。

**表5.2.6 CPS的主要性能**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 主要性能 | 参数及范围 | 备注 |
| 额定工作电压*U*e(V) | AC:400-690 |  |
| 额定绝缘电压*U*i(V) | AC:690 |  |
| 额定电流*I*e(A)及范围 | 0.16～12；0.16～16；0.16～18；0.16～32；0.16～45；10～50；10～63；10～100；10～125；100～160；150～225 | B框架：18A *I*e(0.16～18)C框架：45A *I*e(0.16～45)D框架：125A*I*e(10～125)F框架：225A*I*e(100～225) |
| 适应安装环境 | 工业场所（污染等级3） |  |
| 冲击耐受电压*U*imp (kV) | 6～8 |  |
| 运行短路分断能力*I*cs(kA) | *I*cs（详见企业样本） |  *I*cs=100%*I*cu |
| 短路分断能力*I*cr(kA) | *I*cr（详见企业样本） |  |
| 瞬时脱扣特性 （可调） |  (6～12)*I*e±10%，在0.2s内脱扣 |  |
| 电动机过载保护（长延时） | 冷态1.05*I*e在2h内不脱扣，热态 1.20*I*e在2h内脱扣 | 脱扣级别：10A（B/C框架）； 10（D/F框架）电动机三相不平衡保护：1.0*I*e，2h热平衡后通以1.5*I*e,在(2~4)min内脱扣；电动机断相保护：二极通以 1.0*I*e，一极通以0.9*I*e，2h后二极通以1.15*I*e，另一极为0在2h内脱扣；电动机堵转保护：从冷态开始通以7.2*I*e,在(2~10)s内脱扣 |
| 极数 | 3P |  |
| 电磁环境（EMC） | 电磁环境A（工业环境） |  |

**5.3 特性参数的选择与校验**

**5.3.1** 断路器额定电流不应小于线路长期通过的计算电流。

**5.3.2** 断路器的反时限过电流脱扣器用于长延时保护，电流整定值应满足4.3.3条的要求。

**5.3.3** 断路器定时限过电流脱扣器用于短路短延时保护，以保证保护装置动作的

选择性要求如下：

**1** 定时限过电流脱扣器的整定值，应躲过短时间出现的负荷尖峰电流，既

 $I$sd≥K1（ *I*stM1 + *I*c（n-1） ） （5.3.3）

式中，$I$sd ——定时限过电流脱扣器的整定电流，A；

*I*stM1——最大一台电机的启动电流,A；

 *I*c（n-1）——除去最大一台电机以外的线路计算电流,A；

 K1——可靠系数,可取1.2。

**2** 定时限过电流脱扣器的整定时间通常有0.1s、0.2s、0.3s、0.4s、0.6s、0.8s等几种，根据需要确定。

**3** 定时限过电流脱扣器的整定值不应低于下级断路器瞬时动作电流；脱扣器的整定时间不应小于下级断路器瞬动保护的固有动作时间，上下级时间差不小于0.1s~0.2s。

**5.3.4** 瞬时过电流脱扣器的整定值要求如下：

**1**  瞬时过电流脱扣器的整定电流应躲过配电线路的尖峰电流，即满足式5.3.4要求：

 $I$i≥K2（ *I*stM1 + *I*c（n-1） ） (5.3.4)

式中，$I$i —瞬时过电流脱扣器的整定电流，A；

*I*stM1—线路中最大一台电机的全启动电流,A；它包含周期分量和非周期

分量，对于笼型电动机，可取其启动电流IstM1的2~2.5倍；

 *I*c（n-1）—除去最大一台电机以外的线路计算电流；

 K2—可靠系数，可取1.2。

**2** 瞬时过电流脱扣器的整定电流应大于下级断路器所保护线路的最大短路电流；ACB的整定值还不应小于其定时限过电流脱扣器的整定电流。

**5.3.5** 灵敏度校验应符合以下要求：

**1** 当断路器用于短路保护时，被保护线路末端的最小短路电流值不应小于断路器瞬时或短延时过电流脱扣器整定电流的1.3倍；

**2** 当断路器用于故障防护时，回路末端接地故障电流值不应小于断路器瞬时脱扣电流的1.3倍。

**5.4 断路器额定值的修正**

**5.4.1**  在正常周围空气温度下，安装于成套装置内断路器应降容使用：

**1** 按制造商的产品样本提供的数据进行选择；

**2** 在选型初步计算时，可以按照经验数据(考虑柜内及分散系数)*I*n的降容可按系数为0.7-0.8选取；或按断路器产品样本中环境温度55℃（40℃+15℃）时的数据选取；

**3** 热磁式脱扣器，其热整定电流即为其额定电流；

**4** 电子式脱扣器，可按表5.4.1进行设定。

**表5.4.1 长延时热脱扣器（*I*r）温度降容系数**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 成套设备外环境温度 ℃ | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 |
| 成套设备内断路器周围空气温度 ℃ |  40  |  45  |  50  |  55  |  60  |  65  |  70  |
| 降容系数θ | 1.00  | 0.98  | 0.95  | 0.93  | 0.90  | 0.88  | 0.85  |
| 说明：成套设备处于正常使用环境条件（≤40℃）时，柜体内的温度按55℃考虑 |

**5.4.2** 如果断路器的实际运行和使用条件与3.2.1规定的正常使用条件不同时，用户应提出断路器在该条件下使用时与正常使用条件的差异，并与制造商协商在该条件下使用的适应性。与正常使用条件差异如下：

1 环境温度差异包括：

1）预期周围空气温度范围可能低于-5℃或高于+40℃，用户应根据产品样本确定降容数据或者与制造商另行协商；

2）对于成套设备，当周围空气温度大于40℃后，其内的温度也会随之增高。初步选型时仍然可以依据表5.4.1考虑周围空气温度对成套设备断路器降容的影响。此外由于成套设备内空气温度升高，还需要考虑成套设备内绝缘材料的耐温性，可以参考表5.4.2-1选择合适的绝缘材料。

**表5.4.2-1 绝缘材料的耐温等级**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 绝缘耐温等级a | A | E | B | F | H |
| 允许工作温度℃ | 85 | 100 | 110 | 135 | 160 |
| aGB/T 11021- 2007（IEC 60085:2004，IDT）  |

**2**  海拔不同包括：

**1）**安装地点超过2 000m使用的断路器，应按制造商的产品样本提供的数据降容选用，应符合GB/T 20645的要求；

**2）**断路器使用在高于2 000m海拔时，应按海拔高度补充验证下列试验项目；或参考表5.4.2-2的数据选用。

**表5.4.2-2 高海拔降容及修正系数**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 海拔 m | 2 000 | 3 000 | 4 000 | 5 000 | 备注 |
| 2000m最大工作电压/V | 690 | 线电压 |
| 实际运行电压 | 690 | 400a | 400a | 400a |  |
| 最大工作电流/A | 100% | 95% | 90% | 85% | 相电流 |
| 工频耐压修正系数（海拔0m -2000m地点试验） | 1.00 | 1.13 | 1.28 | 1.44 | —— |
| 冲击耐压修正系数（海拔0m地点试验） | 1.28 | 1.44 | 1.63 | 1.85 |
| a近似于690V的分断电流值（分断能力） |

**3**  大气条件主要差异，断路器安装处的大气相对湿度可能大于3.2.1第3款规定值，应增加其耐湿性能考核的严酷度。其耐湿性能应按照GB/T 2423.4的要求进行交变湿热试验（Db）。

**5.5 断路器附件的选用**

**5.5.1** 断路器附件不应影响供配电系统的安全性和稳定性，附件的功能和电气特性应满足使用需求。

**5.5.2** 分励脱扣器的选择应符合下列规定：

**1**  当接受独立的继电保护装置控制时，分励脱扣器应采用可靠的控制电源，如，蓄电池、UPS电源等，同时断路器的短时耐受电流应大于安装处的预期短路电流值；

**2** 当接受消防信号控制切除非消防电源时，分励脱扣器的控制电源可取自断路器的电源侧；

**3** 当断路器所在系统因故停电，又需要远程切除用电负荷时，分励脱扣器的控制电源应采用可靠的外部电源。

**5.5.3** 欠电压脱扣器选择应符合下列规定：

**1** 欠电压脱扣器的设置不应影响配电系统的安全性和稳定性；

**2** 符合下列应用条件时，可采用欠电压脱扣器使断路器自动断开电源：

**1）**为避免电压恢复正常后电机自启动，在系统失压或欠压时，由断路器自动断开电源；

**2）**系统失压后，由断路器自动切除非重要用电负荷；

**3）**系统失压后，用断路器的分闸状态信号联锁或联动其他设备。

**3** 宜选择延时型欠电压脱扣器，或采用欠电压脱扣器与专用延时单元配合使用，延时时间宜符合下列规定：

**1）**当设置于电源侧时，应躲过系统重合闸或/和电压暂降的时间；

**2）**当设于双电源转换开关的负荷侧时，宜与电源转换时间配合。

**5.5.4** 符合下列应用条件时，宜采用辅助触点来发出断路器分闸、合闸状态信号：

**1** 由建筑设备监控系统（BAS）、智能配电系统等，监测断路器的分、合闸状态；

**2** 与断路器外的指示装置一起使用，显示断路器的分、合闸状态；

**3** 与其它电气装置进行电气联锁。

**5.5.5** 符合下列应用条件时，宜采用报警触点来发出断路器故障跳闸状态：

**1** 由建筑设备监控系统（BAS）、智能配电系统等，监测断路器的故障跳闸状态；

**2** 与断路器外的指示装置一起使用，显示断路器的故障跳闸状态；

**3** 用于控制电路中的电气联锁，防止断路器自身重合闸或另一个断路器合闸。

**5.5.6**  当对断路器进行远程分、合闸控制时，宜配置电动操作机构、合闸线圈、分励脱扣器等附件，其控制电源应满足下列要求：

**1** 控制电源电压应不低于附件额定电压的85%；

**2** 仅在断路器所在系统电源正常时才实施的控制，其控制电源可采用该系统电源；

**3** 在断路器所在系统电源停电时仍需实施的控制，其控制电源应采用可靠的外部电源。

**5.5.7** 当需要在抽屉柜、固定柜（箱）等面板上对断路器进行手动分、合闸操作，并保证断路器合闸时与柜（箱）门的联锁，应采用手动手柄操作机构。

**6 直流断路器选择**

**6.1 一般要求**

**6.1.1** 直流断路器应根据直流系统接地形式、标称电压、系统的回路电流、系统预期短路电流、上下级的选择性及使用环境条件等因素综合选择。

**6.1.2** 直流断路器应根据系统要求设置反时限过载保护、瞬时短路保护，当不满足选择性保护配合时，可增加短延时短路保护。

**6.1.3** 重要的直流配电系统（如数据中心等）应采用专用型直流断路器，一般的直流配电系统可采用派生型直流断路器。直流断路器应标示直流系统接线型式及该接线型式下的各极额定电压、额定电流等相关电气参数。

**6.1.4** 直流不接地系统除设置直流断路器保护外还应设置绝缘检测装置，监测直流系统输出各极对地绝缘状况。

**6.1.5** 直流断路器在非标准环境条件使用时，应根据海拔高度、环境温湿度、污染等级等进行校正。

**6.1.6**  蓄电池组出口处的断路器、光伏直流系统应选用无极性直流断路器。

**6.2 按供电系统选择**

**6.2.1** 直流断路器应根据直流电源系统接地方式合理选择断路器接线形式，并符合下列规定：

**1** 直流电源一极接地系统宜采用单极性或双极性保护；

**2** 直流电源中间点接地系统应采用双极性保护；

**3** 直流电源不接地系统应采用双极性保护。

**6.2. 2** 直流电源不接地系统中间抽头出线应采用增加一极断路器保护；对于直流电源中间点直接接地，中间点出线可根据需要增设一极断路器保护。

**6.2.3** 直流系统保护接线形式应根据直流系统接地形式、出线方式、系统的回路电压进行选择，具体接线形式和保护设置可参考表6.2.3。

**表6.2.3 直流断路器的接线**

| 系统形式 | 保护方式 | 直流断路器接线方式 |
| --- | --- | --- |
| 接地 | 一极接地系统 | 单极性保护 | 　图1a.一极接地系统单极性保护接线方式 |
| 双极性保护 | 图1b.一极接地系统双极性保护接线方式 |
| 中间点接地系统 | 双极性保护 | 图2a.中间点接地系统（中间不出线）双极性保护接线方式 |
| 图2b.中间点接地系统（中间出线不设保护）双极性保护接线方式 |
| 　图2c.中间点接地系统（中间出线设保护）双极性保护接线方式 |
| 不接地系统 | 双极性保护 | 　图3a.不接地系统双极性保护接线方式 |
| 　图3b.不接地系统（中间出线）双极性保护接线方式 |

**6.3 直流断路器额定电压**

**6.3.1** 直流电源一极接地系统单极性保护接线断路器（一极断路器）的额定电压应大于或等于回路的最高工作工作电压（1.2*U*n）；一极接地系统双极性保护接线断路器非接地极断路器的额定电压应大于或等于回路的最高工作工作电压（1.2*U*n）。

**6.3.2**  直流电源中间点接地系统双极性保护的直流断路器（二极断路器）的每极的额定电压应大于或等于1/2倍回路的最高工作电压（0.6*U*n）。

**6.3.3** 直流电源中间点不接地系统双极性保护的直流断路器（二极断路器）的每极的额定电压应大于等于回路的最高工作电压（1.2*U*n）。

**6.3.4** 直流断路器额定绝缘电压值*U*i应满足GB/T 14048.1-2012中5.3.1.2的规定。

**6.3.5** 直流断路器额定冲击耐受电压应根据直流系统标称电压、安装位置合理确定，并符合表6.3.5的要求。

  **表6.3.5 直流系统各级断路器额定冲击耐受电压值**

|  |  |
| --- | --- |
| 直流系统标称电压（V） | 额定冲击耐受电压（V） |
| 过电压类别 |
| 特殊需要保护的设备 | 用电设备 | 配电线路和最后分支线路的设备 | 电源处的设备 |
| I | II | III | IV |
| 50 | 330 | 500 | 800 | 1500 |
| 100 | 500 | 800 | 1500 | 2500 |
| 150 | 800 | 1500 | 2500 | 4000 |
| 300 | 1500 | 2500 | 4000 | 6000 |
| 600 | 2500 | 4000 | 6000 | 8000 |
| 1000 | 4000 | 6000 | 8000 | 12000 |
| 1500 | 6000 | 8000 | 10000 | 15000 |

**6.4 直流系统额定电流**

**6.4.1** 断路器的额定电流应大于回路的最大工作电流，且应与直流馈线相配合。

**1** 蓄电池组出口回路断路器的额定电流应按最大放电负荷电流进行选择；

**2** 整流装置输出回路断路器额定电流应按整流装置额定输出电流选择，且应按下式计算：

$I\_{n}\geq K\_{k}I\_{m}$ （6.4.1-1）式中：$I\_{n}$—断路器额定电流；

 $K\_{k}$—可靠系数，取1.2；

 $I\_{m}$—整流装置的额定输出电流。

**3**  直流电动机回路可按电动机的额定电流选择。

 $I\_{n}\geq I\_{nm}$ （6.4.1-2）

式中：$I\_{n}$—断路器额定电流；

 $I\_{nm}$—直流电动机额定电流。

**4** 直流电源柜的电源回路、馈线回路的断路器的额定电流应按电源回路、馈线回路上全部用电计算电流之和选择，且应按下式计算：

 $ I\_{n}\geq K\_{c}\sum\_{}^{}I\_{cg}$ （6.4.1-3）

式中：$I\_{n}$—断路器额定电流；

 $K\_{c}$—同时系数，取0.8；

 $\sum\_{}^{}I\_{cg}$—全部用电计算电流。

**6.4.2** 直流断路器过载长延时脱扣器整定电流应满足下式：

 $I\_{c }\leq I\_{set1}\leq I\_{z}$ （6.4.2）

式中：Ic—线路计算电流，A；

 Iset1—断路器长延时脱扣整定电流，A；

 Iz—导体容许持续载流量，A。

**6.5 直流断路器的分断能力**

**6.5.1**  断路器额定短路分断电流（*I*cs）应大于通过断路器的预期最大短路电流(Ik)，且***I*cs**不宜大于1.25***I*k**(即*I*k＜*I*cs≤1.25*I*k)。

**6.5.2** 设置短路短延时保护的直流断路器的短时耐受电流应大于出口处预期的最大短路电流。

**6.5.3** 直流断路器应根据使用领域、断路器设置位置合理选定时间常数。安装于电源端（蓄电池出口端）的直流断路器其短路分断能力的时间常数可选择不小于4ms，而安装在配电系统末端（负载端）的直流断路器其短路分断能力的时间常数应不小于15ms。

**6.5.4** 直流断路器短路瞬时保护（脱扣器）整定值应符合下列规定：

**1** 短路瞬时保护（脱扣器）整定应按下列公式计算：

**1）**按本级断路器出口短路，断路器脱扣器瞬时保护可靠动作整定可按下式计算：

 $I\_{DZ1}\geq K\_{a}I\_{n}$ （6.5.3-1）

1. 按下一级断路器出口短路，断路器脱扣器瞬时保护可靠不动作整流可

按下式计算：

$I\_{DZ1}\geq K\_{ib}I\_{DZ2}\geq I\_{d2}$ （6.5.3-2）

式中：IDZ1、IDZ2—上下级断路器瞬时保护（脱扣器）动作电流，A；

 $K\_{a}$ —额定电流倍数，脱扣器整定值正误差或脱扣器瞬时脱扣范围最大值；

 $ K\_{ib}$—上、下级断路器电流比系数；

 $I\_{d2}$—下一级断路器出口短路电流；

 $I\_{n}$—断路器额定电流（A）。

 **2** 当直流断路器具有限流功能时，可按下式计算：

$I\_{DZ1}\geq K\_{a}^{I\_{DZ2}}/\_{K\_{XL}}$ （6.5.3-3）

式中：IDZ1、IDZ2—上下级断路器瞬时保护（脱扣器）动作电流，A；

$ K\_{a }$—额定电流倍数，脱扣器整定值正误差或脱扣器瞬时脱扣范围最

大值；

 $ K\_{XL}$—限流系数，其数值应由产品厂家提供，可取0.6~0.8。

 **3** 灵敏系数校验应根据计算的各级断路器安装处短路电流校验各级断路器瞬时脱扣的灵敏系数，一般灵敏系数不宜低于1.3。灵敏系数校验满足下式要求：

 $K\_{L}\geq \frac{I\_{DK}}{I\_{DZ}}$ （6.5.3-4）

式中： KL—灵敏系数；

$I\_{DK}$ —安装处短路电流；

$I\_{DZ}$ —断路器瞬时保护（脱扣器）动作电流（A）。

**6.6 直流断路器的选择性配合**

**6.6.1** 直流配电系统配电层级不宜超过三级。总配电级宜选用熔断器或具有三段式保护特性直流框架断路器；分配级宜采用直流塑壳式断路器；末端级宜采用直流塑壳式断路器或直流微型断路器。

**6.6.2** 直流断路器装设在熔断器下一级时，直流断路器额定电流应不大于熔断器额定电流0.5倍；直流断路器的下级不应使用熔断器。

**6.6.3** 当蓄电池组出口回路采用直流断路器时应选择仅有过载保护和短路短延时保护脱扣器的断路器，其与下级断路器按延时时间配合，且其短时耐受电流不应小于蓄电池组出口短路电流，短时耐受电流的时间应大于断路器短路短延时保护时间与断路器全分断时间之和。

**6.6.4** 整流装置直流侧出口宜按直流馈线选用直流断路器。

**6.6.5** 采用分层敷设供电时，直流柜至分电柜的馈线断路器宜选用具有短路短延时特性的直流塑壳断路器，分电柜直流馈线断路器宜选用直流塑壳断路器或直流微型断路器。

**6.6.6** 不满足上、下级保护配合要求时，可选用带短路短延时保护特性的直流断路器；直流断路器短路短延时保护(脱扣器)选择应符合下列规定:

**1** 当上、下级断路器安装处较近，短路电流相差不大，下级断路器出口短路引起上级断路器短路瞬时保护（脱扣器）动作时，上级断路器应选用短路短延时保护（脱扣器）；

**2**  各级短路短延时保护时间整定值应在保证选择性前提下，根据产品允许时间级差，选择其最小值，但不应超过直流断路器允许短时耐受时间值。

**6.6.7**  当需要直流断路器的瞬时短路保护时，安装于电源端（蓄电池出口端）宜选择P脱扣形式；安装在配电系统末端（负载端）应与负载短路保护要求相配合（如L、C脱扣形式）。

**6.7 光伏直流断路器的选择**

**6.7.1** 光伏系统（PV）中使用的直流短路器的选择应符合现行国家标准GB/T14048.2-2020中附录P或GB/T 34581的有关规定，并符合下列规定规定：

**1** 断路器运行基准温度+40℃，工作温度范围-40℃~+70℃；

**2**  断路器的额定工作电压应按光伏组件的最大开路电压确定，并考虑一定裕量系数；

**3** 断路器的额定工作电流应按光伏组件标称最大工作电流确定，并考虑一定裕量系数。

**4** 断路器应能可靠地分断正反向电流；

**5** 宜选用断路器短路分断时间常数至少为1ms产品；

**6** 临界负载电流应满足光伏系统要求；

**6.7.2** 光伏系统（PV）中使用的直流短路器应按环境温度、相对湿度、海拔高度等环境条件进行性能参数校验，并考虑污秽等级、地震烈度等使用条件的影响。

**7 物联网断路器选择**

**7.1 一般要求**

**7.1.1** 物联网断路器的基本性能应符合本导则第3章、第4章的规定。

**7.1.2** 物联网断路器的通信应符合低压开关设备和控制设备相关网络安全的要求，网络故障时，物联网断路器不应影响配电线路的保护功能，状态数据应能自保持；网络恢复后，应能自动恢复联网功能。

**7.1.3** 由物联网断路器组成的智能低压配电系统经数字通信与计算机系统网络连接,应能实现低压开关设备运行管理的智能化、网络化。

**7.1.4**  物联网断路器基本功能应符合相应产品标准要求。

**7.2 通信要求**

7.2.1 物联网断路器可通过有线/无线与云平台连接，宜实现配电管理、能耗管理、事件管理、维护管理、资产管理、系统管理等功能：

7.2.2 物联网断路器宜支持下列一种或多种通信方式及协议：

**1** 工业现场总线：Modbus RTU、Modbus TCP、PROFIBUS、PROFINET等；

**2** 短距离低功耗无线通信：LR-WPAN (eg. Zigbee)；

**3** 电力线载波：PLC、HPLC；

**4** 有线局域网 LAN： Ethernet；

**5** 无线局域网WLAN ：Wifi；

**6** 蜂窝数据网：2G、4G、5G；

**7** 低功耗广域网LP-WAN：NB-IoT、Cat1、LoRA；

**8** 设备内置和云平台通信的协议栈：CoAP、MQTT；

**9** 移动终端无线通信协议：蓝牙、NFC；

**10** PC端通信协议：USB、COM。

* + 1. 通信控制功能

**1**  能实现对物联网断路器的智能操作与控制，对故障跳闸、报警、计量、自诊断等数据进行记录和存储；。

**2** 智能网关级联断路器时，如其中一台断路器连接故障，不得影响同级智能网关下面的其他物联网断路器，可通过系统云平台单独控制每一路设备，确保设备通电及网络安全。

**3** 实现信息存储和处理 ，提供数据访问服务，实现就地/云端的综合应用。

**7.2.4** 网络要求

**1** 物联网断路器脱网时应能够正常运行；

**2** 网络安全等级保护在三级及以上的智能配电系统宜采用私有云，当采用公有云时，，应设立网络防火墙；

**3** 物联网断路器采集的数据上传到公有云端时应进行加密处理；

**4** 物联网断路器组网用的网关设备，其供电电源宜自带UPS，供电时间为连续供电15min以上；

**5** 物联网断路器的通信应符合低压开关设备和控制设备相关网络安全的要求，网络故障时，物联网断路器不应影响配电线路的保护功能，状态数据应能自保持；网络恢复后，应能自动恢复联网功能,网络故障前手动分闸的物联网断路器不应自动闭合。

**6** 平台应符合通信设备安全管理要求，防范受偶然或恶意的破坏、篡改或泄露信息，应具备严格的权限管理及每一路物联网断路器接接入平台应具备鉴权机制。

**7** 智能低压配电系统应符合现行国家相关信息安全规范及标准的要求。

7.3 网络安全

**7.3.1** 智能配电系统对网络安全需求包含可用性、完整性和机密性。应满足GB/T 22239-2019 《信息安全技术 网络安全等级保护基本要求》中相应等级的基本要求，应根据GB/T 22240《信息安全技术 网络安全等级保护定级指南》确定合适的网络安全保护等级。

**7.3.2** 网络安全应符合IEC TS 63208:2020的规定。

**7.3.3** 无线通信应进行双向加密处理，并且加密算法应为WAP2或更高级别加密，密码不应使用弱密码。

**7.3.4** 无线网络名称宜进行隐藏，避免可能的网络攻击。

**7.3.5**  物联网断路器或智能网关级联断路器时，与平台通信时应使用TLS/SSL协议进行数据加密，对数据进行身份验证。

**7.4 物联网断路器的选择**

**7.4.1** 物联网断路器用于配电线路保护时应符合第4章、第5及第6章的要求。

**7.4.2** 物联网断路器应具有在线自诊断功能。

**7.4.3** 同一变配电室内采用物联网断路器作为保护电器时，物联网断路器宜采用有线或无线通讯系统，利用云平台服务器作为支撑。

**7.4.4** 放射式或树干式配电的上下级物联网断路器作为保护电器时，可根据负荷性质及重要程度采用有线或无线通讯系统。

**7.4.5** 当采用物联网断路器作为保护电器时，其监控系统不应再另设测量元件、互感器等重复分立的元件。

**7.4.6** 对于ACB、MCCB及CBR其EMC的发射特性应符合电磁环境B的要求。

**7.4.7** 对于MCB及RCBO其EMC的抗干扰能力宜达到电磁环境A的要求。

**7.4.8** 远程操作的电操机构不宜选用电机加减速齿轮的电操机构。

注：不包括用于储能的电操机构。

**7.4.9** 对于断路器的短路保护特性，不应通过网络平台来操作执行。

**7.4.10** 对于CBR及RCBO的剩余动作电流*I*△n保护特性，不应通过网络平台来操作执行。

**8 断路器的运行及维护**

**8.1 一般规定**

**8.1.1** 断路器的运行维护应符合国家相关安全法规及电力工程规范的要求。

**8.1.2** 断路器在使用过程中应定期检测维护，并可根据实际情况对损坏元件或整体进行修复或更换。

**8.1.3** 断路器运行维护检测间隔周期宜不超过6个月，在非正常条件下每3个月一次，当发生大电流分断、地震、火灾、雷击、异常电压、其它天灾及二次灾害等后，应及时检查维护。

**8.1.4** 维护检查必须由专业技术人员负责，检测维护中使用的主要检测设备应为断路器专用检测设备。

**8.1.5** 在维护过程中，应先使断路器分闸，并断开电源与断路器的连接（包括主电路和辅助电路）；当需要不停电维护时，应采取相应的安全措施。

**8.1.6** 当外接导线端子与母线采用螺栓或螺钉连接时，应保证维持适合于断路器和电路的电流额定数据和短路强度所需要的接触压力，除非制造商与用户之间有专门的协议，螺栓连接应满足 GB 50149-2010 中表3.3.3 钢制螺栓紧固力矩值规定的要求，螺钉连接应满足GB/T14048.1-2012中表4验证螺纹型端子机械强度的拧紧力矩规定的要求。

**8.1.7** 断路器带有欠压、失压脱扣器，应使脱扣器先通电，断路器才允许合闸。

**8.1.8** 因选型不当采用了过低额定电流的断路器所引起的经常脱扣，应更换额定电流较大的断路器。

**8.1.9**  断路器因被保护电路发生过载或短路故障而分闸后，必须查明原因，排除故障后才能进行合闸操作；热-电磁式断路器因过载脱扣，经冷却后（≥3min），可重新闭合断路器继续工作。

**8.1.10** 严禁湿手操作断路器，否则可能发生电击事故。

**8.1.11**  产品配备有防护罩、隔弧板时，使用前必须装上防护罩、隔弧板。

**8.1.12** 装有附件的断路器在运行前及维护时应进行以下检测：

**1** 当断路器有手操机构，则用手操对断路器进行3次分合闸（如断路器还安装了欠压脱扣器，则脱扣器应先通电后操作），操作杆或手柄应运行自如；

**2** 当断路器有电操机构，则用电操对断路器进行3次分合闸（如断路器还安装了欠压、失压脱扣器，则欠压、失压脱扣器应先通电后操作），电操控制功能应正常；

**3** 当断路器安装有分励脱扣器，应先使断路器处于合闸，然后分励脱扣器通以额定电压，断路器应可靠脱扣；

**4** 当断路器安装有欠压、失压脱扣器，脱扣器先通以额定电压后，闭合断路器，使断路器处于合闸状态，然后使脱扣器失电，断路器应可靠脱扣，使断路器处于脱扣状态，并且此时断路器不能合闸；

**5** 当断路器安装有辅助和报警触头，则在测试回路中连接辅助和报警触头，分、合断路器，辅助和报警转换信号应正常；

**6** 当断路器安装有插入式装置，则应移动断路器3~5次，其接插和抽出部件的功能和滑行应正常无卡阻。

**8.2 断路器的运行检测及维护**

**8.2.1**  断路器运行前、运行检测一般要求如下：

**1** 运行前应检查产品铭牌上的技术参数及电流、动作时间等整定值是否符合要求；

**2** 运行前应检查断路器是否安装牢固，紧固件是否已扭紧，电线的连接是否可靠；

**3**  运行前应确认端子间或暴露的带电部件是否有短路或对地短路情况；

**4**  运行前应检查断路器的进线端和出线端不能倒装（ “1”“3”“5”“N”为进线端，“2”“4”“6”“N”为出线端）；导线截面积应与断路器的额定电流相匹配；

**5** 为防止相间电弧短路，运行前应对进、出线端裸露铜导线及铜母线进行绝缘处理，并检查断路器防护罩、隔弧板等防护装置是否安装完好；

**6**  在定期检查时，应对断路器进行数次不带电的分合闸试验，验证操作性能；

**7** 对运行中的断路器，应注意其是否有异味和特别的声音，以便能及时发现存在的故障；

**8** 具有机械联锁或电气互锁防止并联运行时，应同步进行防并联运行检查；

**9** 断路器的外壳表面要经常清除尘埃，保持良好的绝缘性能，应定期对产品进行检查，确保接线紧固等，提高产品的使用寿命。

**8.2.2**  框架断路器ACB的运行前检测除满足8.2.1外还应具有下列内容：

**1** 断路器主触头磨损程度检查；

**2**  弧触头有无烧蚀现象；

**3** 灭弧栅有无破损和松动现象；

　　**4** 辅助触点有无烧蚀现象；

　　**5** 信号指示与电路分、合状态是否相符；

**6** 检查控制回路接线是否正常；

　　**7**  断路器的传动机构中连杆部位铆接是否完好；

**8** 检查操作机构、电动机和电磁铁合闸机构是否正常。

**8.2.3** 框架断路器ACB的运行检测除满足8.2.1外还应具有下列内容：

　　**1** 连接线的接触处有无过热现象；

　　**2** 是否有因触点接触不良而发生放电响声；

　　**3** 信号指示与电路分、合状态是否相符；

**4** 欠压、失压脱扣器线圈有无过热现象和异常声音。

**8.2.4** 框架断路器ACB的维护应满足下列要求：

**1**  机构的摩擦部分应定期涂以润滑脂；

**2** 断路器在分断短路电流后，应检查触点(必须将电源断开)，并将断路器上的烧痕抹净，在检查触点时应符合下列规定：

1. 在触点接触面上有小金属粒时，应采用锉刀将其清除并保持触点原有

形状不变；

1. 当触点的厚度小于1mm时，应进行更换和调整，并保持触头压力符合

要求；

**3）**应清理灭弧室烧痕，当灭弧片烧蚀较严重时，应予更换灭弧室。

**3**  在触点检查及调整完毕后，应对断路器的其他部分进行检查：

1）检查传动机构动作的灵活性；

2）检查断路器的自由脱扣装置功能。

**4**  定期检查各种脱扣器装置，如过电流脱扣器、欠压脱扣器、分励脱扣器等；

**5** 绝缘性能测试：按国家相关安全法规及电力工程规范或产品使用说明书要求进行。

**8.2.5** 塑壳断路器MCCB及微型断路器MCB的运行前检测除满足8.2.1外还应具有下列要求：

**1** 手动操作断路器：

**1）**合闸和分闸各不少于两次，操作机构应灵活、无卡滞和滑扣等现象；

**2）**自由脱扣操作：在断路器合闸时用脱扣按钮断开断路器，断路器应能可靠进行再扣、合、分、脱扣动作（断开后应先将手柄拉向"分"字处，使断路器再扣，然后将手柄推向"合"字处，即断路器闭合），不少于两次。

**2** 信号指示与电路分、合状态是否相符；

**3**  断路器主触头磨损程度检查（适用于MCCB）；

　　**4** 操作手柄和绝缘外壳有无破损现象；

**5**  电动合闸机构润滑是否良好，器件有无破损情况（适用于MCCB）。

**8.2.6** 塑壳断路器MCCB及微型断路器MCB的运行检测除满足8.2.1外还应具有下列要求：

**1** 信号指示与电路分、合状态是否相符；

**2** 连接线的接触处有无过热现象；

**3** 内部有无放电响声。

**8.2.7** 塑壳断路器MCCB的维护应满足下列要求：

**1** 自由脱扣操作：按8.2.5中1)的b）；

**2**  断路器过电流保护、短路保护等特性除可调式产品外，用户在使用过程中不可调节；

　　**3** 断路器转动部分不灵活时，可适当涂润滑脂；

**4**  当断路器断开短路电流后，应立即进行以下检查维护，不能满足要求的

应立即更换产品：

1. 动静触点是否良好，紧固件是否拧紧，绝缘部分是否清洁，发现有金

属粒子残渣时应予清除干净；

**2）**灭弧室的栅片间是否短路等问题，若损坏，应更换灭弧室；

**3）**检查电磁脱扣器的衔铁是否能可靠地支撑在支架上，若衔铁滑出支点，应重新放入，并检查其是否灵活；

**4）**当开关紧固件松动，造成分合不灵活时，应打开进行检查维护。

**5** 使用的断路器触头表面不应有毛刺和灼烧的痕迹，当触头减少到小于原本厚度的1/3时，应及时进行更换；

**6** 绝缘性能测试：按国家相关安全法规及电力工程规范或产品使用说明书要求进行。

**8.2.8** 微型断路器MCB的维护应满足下列要求：

**1** 断开断路器时，应将手柄拉向"分"("O"或"OFF")字处，闭合时将手柄推向"合"（"I"或"ON"）字处；

**2**  断路器过电流保护、短路保护等特性用户在使用过程中不可调节；

**3** 当断路器断开短路电流后，应由专业人员对产品进行检测，如不能满足使用要求，应立即更换；

**4** 绝缘性能测试：按国家相关安全法规及电力工程规范或产品使用说明书要求进行。

**8.3 剩余电流保护断路器的运行检测及维护**

8.3.1 剩余电流保护断路器（剩余电流保护组合式电器）中断路器功能部分的运行维护内容、要求、方法应满足8.2的相关要求。

**8.3.2** 剩余电流保护断路器中剩余电流保护装置的运行维护应满足下列要求：

**1** 剩余电流保护装置投入运行后，应定期操作试验按钮，检查其动作特性是否正常。雷击活动期、用电高峰期以及安装在高温、潮湿等环境下的产品应增加试验次数；

**2** 用于手持式电动工具、移动式电气设备和不连续使用的剩余电流保护装置，应在每次使用前进行试验；

**3**  为检验剩余电流装置在运行中的动作特性及其变化，运行管理单位应配置专用测试仪器并应定期进行动作特性试验；动作特性试验项目内容宜为：

**1）**测试剩余动作电流值；

**2）**测试分断时间；

**3）**测试极限不驱动时间。

**4** 电子式剩余电流保护装置，根据电子元器件有效工作寿命要求，工作年限宜为6年，超过规定年限应进行全面检测，根据检测结果，决定可否继续运行；

**5** 因各种原因停运的剩余电流保护装置再次使用前，应进行动作特性试验，检查装置的动作情况是否正常；

**6** 剩余电流保护装置进行特性试验时，应使用经国家有关部门检测合格的专用测试设备进行；严禁利用相线直接对地短路或利用动物作为试验物的方法；

**7** 严禁该产品处于闭合位置或在出线端之间检查相间介电性能以免损坏电子元件。

**8** 剩余电流保护装置动作后，经检查未发现动作原因时，允许试送电一次；如果再次动作应查明原因找出故障，不应连续强行送电；必要时对其进行动作特性试验，经检查确认剩余电流保护装置发生故障时，应及时进行更换；

**9**  剩余电流保护装置运行管理单位应定期检查分析剩余电流保护装置的使用情况，对已发现的有故障的剩余电流保护装置应立即更换；

**10** 剩余电流保护装置运行中遇有异常现象，应由专业人员进行检查处理，以免扩大事故范围；

**11** 在剩余电流保护装置的保护范围内发生电击伤亡事故，应检查剩余电流保护装置的动作情况，分析未能起到保护作用的原因，在未调查前，不得拆动剩余电流保护装置。

**8.3.3** 对剩余电流断路器、剩余电流继电器和接触器、断路器组成的组合式电器，除定期进行剩余电流动作试验外，对断路器，接触器部分应按有关规程进行检查维护。

**8.3.4** 剩余电流保护断路器损坏后，应由专业单位进行维修。

**9 选型技术文件（标书基本要求）**

**9.1 一般规定**

**9.1.1** 在选择断路器时应综合考虑实际使用的工况需求，宜符合表9.1.1的性能要求。

**表9.1.1 断路器选择主要因素**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 类别 | 交流 | 直流 |
| ACB | MCCB | MCB | CPS | ACB | MCCB | MCB |
| 极数/系统接地 | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| 额定电流*I*n | 总负荷 | 最大负荷 | 负载*I*e | 负载*I*e | 总负荷 | 最大负荷 | 负载*I*e |
| 过载保护*I*r | 母线 | 电缆绝缘 | 电线绝缘 | 电动机 | 母线 | 电缆绝缘 | 电线绝缘 |
| 脱扣器特性（*I*i） | P/L/M | P/L/M | B/C/D | M1 | P | L | B/C/D |
| 短路特性 | *I*cs/*I*cu/*I*cw | *I*cs/*I*cu | *I*cn/*I*cs | *I*cs/*I*cr/r | *I*cs/*I*cu/*I*cw | *I*cs/*I*cu | *I*cn/*I*cs |
| *I*2t曲线 | √ | √ | √ | —— | √ | √ | √ |
| 临界负载电流*I*cic | —— | —— | —— | —— | √ | √ | √ |
| 选择性配合1）电流选择性 2）时间选择性3）ZSI | √ | √ | √ | —— | √ | √ | √ |
| 接地故障保护*I*g | √ | √ | —— | √ | —— | —— | —— |
| 欠压/过压保护 | √ | √ | √ | √ | —— | √ | √ |
| 非正常使用环境（海拔>2 000 m） | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| 电磁环境 | A | B | A | A | B |
| 通信（如需求） | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| 说明：√：适用；——：不适用。 |  |

**9.1.2** 招标书技术文件要采购的设备或元器件，招标单位明确其安装地点的实际外部条件（见表9.1.2）。投标方应对所提供的设备绝缘水平、温升等相关性能参数在工程实际外部条件下进行校验、核对，使所供设备满足实际外部条件要求及全工况运行要求。

**表9.1.2 环境条件**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 名称 | 单位 | 参数 | 备注 |
| 1 | 环境温度 | 最高气温 | ℃ | 40 | 数值仅为示例参考值，根据项目实际情况填写 |
| 最低气温 | ℃ | -5 |
| 2 | 海拔 |  | ≤2000 | 数值根据项目实际情况填写 |
| 3 | 污秽等级 |  | 污染等级3/2 | 数值根据项目实际情况填写 |
| 4 | 地震烈度 |  | 度 | 8 | 数值根据项目实际情况填写 |
| 水平加速度 | g | 0.25 | 数值根据项目实际情况填写 |
| 垂直加速度 | g | 0.125 | 数值根据项目实际情况填写 |
| 5 | 环境湿度 | 日平均相对湿度 | % | ≤95 | 数值根据项目实际情况填写 |
| 月平均相对湿度 | % | ≤90 | 数值根据项目实际情况填写 |
| 6 | 安装类别 | 一次电路 |  |  | 数值根据项目实际情况填写 |
| 辅助电路 |  |  |
| 7 | 额定频率 | Hz | 50/DC | 数值根据项目实际情况填写 |
| 额定电压 | V | 660/380/220/ AC  | 数值根据项目实际情况填写 |
| 额定电流*I*n | 空气断路器 | A | 200-8000 | 数值根据项目实际情况填写 |
| 塑壳断路器 | A | 10-1600 | 数值根据项目实际情况填写 |
| 微型断路器 | A | 1-125 | 数值根据项目实际情况填写 |
| 控制与保护开关电器 | A | 0.16-225 | 数值根据项目实际情况填写 |
| 额定绝缘电压*U*i | V | ≥AC690 | 数值根据项目实际情况填写 |
| 工耐受电压(主回路/1min) | V |  | 数值根据项目实际情况填写 |
| 直流控制电压 | V | DC48、DC110或DC220 | 数值根据项目实际情况填写 |
| 电磁环境 | 抗干扰能力 |  | A/B |  |
| 发射水平 |  | 1组A类/1组B类 |

**9.2 技术要求**

**9.2.1** 断路器应按表9.2要求提供其主要技术参数。

**9.2.2** 断路器的供应商应对所提供的产品技术参数负有法律责任。

**表9.2 断路器的主要技术参数表**

断路器/CPS：（名称及型号）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 主要参数名称 | 参数 | 技术要求 | 备注 |
| 1 | 额定绝缘电压（V） |  |  |  |
| 2 | 额定工作电压（V）/AC/DC |  |  |  |
| 3 | 额定电流*I*n（A） |  |  |  |
| 4 | 额定冲击耐受电压kV（*U*imp） |  |  |  |
| 5 | 额定短时耐受电流kA(*I*cw及*I*cw2t) |  |  | 如适用 |
| 6 | 额定极限短路电流kA(*I*cu) |  |  | 如适用 |
| 7 | 额定运行短路电流kA(*I*cs) |  |  | 如适用 |
| 8 | 额定短路能力kA(*I*cn) |  |  | MCB |
| 9 | *I*2t特性曲线a |  |  | MCCB |
| 10 | 临界负载电流 |  |  | 直流断路器 |
| 11 | 分闸线圈额定电压（V） |  |  | 如适用 |
| 12 | 合闸线圈额定电压（V） |  |  | 如适用 |
| 13 | 辅助触头电压/电流/使用类别 |  |  | 如适用 |
| 14 | 操作方式 |  |  | 如适用 |
| 15 | 分闸时间 |  |  | 如适用 |
| 16 | 接线极数 |  |  | 如适用 |
| 17 | 接线能力mm2 |  |  | MCB |
| 18 | 安装方式 |  |  | 如适用 |
| 19 | 机械寿命（操作次数）） |  |  |  |
| 20 | 电气寿命（操作次数）） |  |  |  |
| 21 | 动静触点材质 |  |  |  |
| 22 | 灭弧栅材质 |  |  |  |
| 23 | 电子式脱扣器（段） |  |  | 如适用 |
| 24 | 电子脱扣器基本功能 |  |  | 如适用 |
| 25 | 脱扣特性（P/L/M/M1/B/C/D） |  |  |  |
| 26 | 电子脱扣器电源（自生/外接） |  |  | 如适用 |
| 27 | 剩余电流动作特性AC/A/F/B |  |  | 如适用 |
| 28 | 剩余电流动作特性与电压有/无关 |  |  |  |
| 29 | 额定剩余动作电流*I*△n（mA）S型最大延时s mA |  |  | 如适用 |
| 30 | 内部附件名称 |  |  | 如适用 |
| 31 | 扩展功能（含可带附件） |  |  | 如适用 |
| 32 | EMC（抗干扰能力） |  |  | A/B |
| 33 | EMC（发射水平） |  |  | 1组A类/1组B类 |
| 34 | 功耗 |  |  | 如适用 |
| a对于MCCB的*I*2t特性曲线宜提供从12*I*n起至50%*I*cs，按2倍率递增（12*I*n、24*I*n、--）的特性曲线 |

**附录****A** 断路器短路分断能力的换算

**A.0.1** 断路器的额定短路分断能力（*I*c）是由制造商提供的该断路器在额定频率和规定的短路功率因数下(cosφK)，对应的额定工作电压的短路分断能力值。本附录提供了一换算方法，以供当选用的断路器的试验功率因数给定值与实际要求的短路功率因数值不相符合时，进行其短路分断能力的换算。

**A.0.2** 按下列步骤进行换算：

**1** 由图A.0.2查取对应于断路器试验短路功率因数cosφK给定值的峰值系数值n。

注：峰值系数*n*为额定短路接通能力与额定短路分断能力之比。

**2** 由图A.0.2查取对应于实际要求的短路功率因数cosφK值的峰值系数n'。

**3**  在给定的功率因数cosφK下，断路器换算的短路分断能力为：



式中，*I*c—给定断路器的额定短路分断能力；

n—给定断路器的额度短路分断能力下功率因数的峰值系数；

n'—新的功率因数下的峰值系数；

*I*c'—换算后的短路分断能力。

 

**图A.0.2 功率因数**cosφK**与峰值系数n关系曲线**

注：图A.0.2引用JB/T 5796-2007附录B。

**A.0.3** 举例说明，换算cosφK=0.15下断路器的分断能力如下：

已知某断路器的额定短路分断能力*I*c=50kA，cosφK=0.2，n=2.2;

查cosφK=0.15下，n'=2.3，*I*c'=2.2/2.3\*50=47.83kA。

**附录B 区域联锁示意图**

**B.0.1** 区域选择性联锁（ZSI）指的是为了在很短的延时时间内实现选择性而对断路器采取的一种控制方法，通过这种方法实现的快速选择性不受配电系统中配电级数和故障点位置的影响。应在每一个受影响的断路器上安装ZSI模块。ZSI模块可以内置在断路器内，也可以是单独的。配电级数（保护级数）越多，短路短延时的延时时间越长，ZSI的优势越明显，因为以延时时间为基础的选择性会导致系统中供电电源处的断路器的延时时间过长。

**B.0.2**  区域连锁配合示意图见图B.0.2。图B.0.2引至GBZ 25842.2-2012。



**图B 具有区域选择性联锁的多电源装置图**

**B.0.2** 示例1—位置3发生短路故障

断路器-Q1、-Q2、-Q3、-Q5和-Q7受短路影响。通过发送ZSI信号，-Q7阻止-Q5动作，同理，-Q5也阻止了-Q1、-Q2和-Q3动作，所以在tzsi=50ms内他们都不会脱扣。因为-Q7没有收到下级断路器的阻止信号，所以，-Q7自己要负责尽快分断电路。

注：如果断路器Q7发生故障（例如-Q7不能动作），作为后备的-Q5在短延时tsd=150ms后要脱扣分断电路。

**B.0.3** 示例2—位置2发生短路

断路器-Q1、-Q2、-Q3和-Q5受短路影响，-Q7不受影响。所以，-Q5不再受到-Q7的阻止信号，但是-Q5向-Q1、-Q2、-Q3发出阻止信号。这就告诉-Q5，它是距离短路点最近的断路器，-Q5脱扣，延时时间为tzsi=50ms而不是tsd=150ms，故障清除时间减少了100ms。

**B.0.4** 示例3——位置1发生短路

只有断路器-Q1、-Q2和-Q3受短路影响，而且它们没有收到来自下级断路器的阻止信号。断路器-Q1、-Q2和-Q3在延时时间tzsi=50ms后脱扣。故障清除时间减少了250ms。

**用词说明**

为便于在执行本标准条款时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

**1** 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

**2** 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

**3** 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

**4** 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

**引用标准目录**

本导则引用下列标准。其中，注日期的，仅对该日期对应的版本适用本导则；不注日期的，其最新版适用于本导则。

1 《电力变压器 第5部分 承受短路能力》GB/T 1094.5-2003（IEC 60076-5: 2006,MOD）

2 《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 2423.4-2008 （IEC 60068-2-30:2005，IDT）

3 《低压成套开关设备和控制设备 第1部分：总则》GB 7251.1 (IEC60439-1

:2011,IDT)

4 《电气绝缘 耐热性分级》GB/T 11021-2014 (IEC 60085:2007,IDT)

5 《低压开关设备和控制设备 第1部分：总则》GB/T 14048.1-2012 (IEC 60947-1 :2011,MOD)

6 《低压开关设备和控制设备 第2部分：断路器》GB/T 14048.2-2020 (IEC

60947-2:2019，IDT)

7 《低压开关设备和控制设备 第6-2部分：多功能电器（设备） 控制与保护

开关电器（电器）（CPS）》GB/T 14048.9-2008(IEC 60947-6-2:2007,IDT)

8 《电气附件 家用及类似场所用过电流保护断路器　第1部分：用于交流的

断路器》GB/T 10963.1-2020（IEC 60898-1:2015,IDT）

9 《家用及类似场所用过电流保护断路器 第2 部分：用于交流和直流的断路器》GB/T 10963.2-2020（IEC 60898-2:2016,IDT）

10 《家用及类似场所用过电流保护断路器 第3部分：用于直流的断路器》

GB/T 10963.3-2016

11 《家用和类似用途的带过电流保护的剩余电流动作断路器(RCBO) 第1 部

分：一般原则》GB/T 16917.1-2014（IEC 61009-1:2012,MOD）

12 《家用和类似用途的带过电流保护的剩余电流动作断路器(RCBO) 第21 部

分：一般规则对动作功能与电压无关的RCBO的适用性》GB/T 16917.21-2008 (IEC 61009-2-1:1991,IDT)

13 《家用和类似用途的带过电流保护的剩余电流动作断路器(RCBO) 第22 部

分：一般规则对动作功能与电压有关的RCBO的适用性》GB/T 16917.22-2008 (IEC 61009-2-2:1991,IDT)

14 《家用和类似用途的剩余电流动作保护器(RCD) 电磁兼容性》GB/T 18499- 2008（IEC 61543:1995,IDT）

15 《特殊环境条件 高原用低压电器技术要求》GB/T 20645-2021

16 《信息安全技术 网络安全等级保护基本要求》GB/T 22239-2019

17 《信息安全技术 网络安全等级保护定级指南》GB/T 22240-2020

18 《低压断路器用电子式控制器》GB/T 22710-2008

19 《家用和类似用途的不带和带过电流保护的F型和B型剩余电流动作断路

器》GB/T 22794-2017(IEC 62423:2009)

20 《低压开关设备和控制设备 过电流保护电器 第2部分：过电流条件下的选

择性》GBZ 25842.2-2012（IEC/TR 61912-2:2009,IDT）

21 《电弧故障保护电器（AFDD）的一般要求》GB/T 31143-2019(IEC 62606: 2013,MOD)

22 《光伏系统用直流断路器通用技术要求》GB/T 34581-2017

23 《电气装置安装工程母线装置安装及验收规范》GB 50149-2010

24 《民用建筑电气设计规范》GB 51348-2019

25 《建筑电气与智能化通用规范》GB 55024-2022

26 《船用低压空气断路器》JB/T 5786-2007

27 《Low-voltage switchgear and controlgear-Security aspects》IEC TS 63208:2020

28 《Protection and Coordination of Industrial and Commercial Power Systems》

IEEE Std 242-2001

中国工程建设标准化协会标准

**低压断路器的选择与使用导则**

（征求意见稿）

T/CECS-XXXX-XXXX

条文说明

目 次

**1**  总 则

3 基本规定

3.2 使用和安装条件

4 按系统及安全要求选择断路器

4.2 电源保护断路器的选择

4.6 过电流选择性保护和区域联锁

5 交流断路器选择

5.2 交流断路器及控制与保护开关电器的应用

5.3 特性参数的选择与校验

5.4 断路器额定值的修正

6 直流断路器选择

6.1 一般原则

6.2 按供电系统选择

6.3 直流断路器额定电压

6.4 直流系统额定电流

6.5 直流断路器的分断能力

6.6 直流断路器的选择性配合

6.7 光伏用直流断路器

7 物联网断路器的选择

7.4 物联网断路器的选择

**1 总则**

**1.0.3** 本标准所指的断路器包括符合GB/T 14048.2、GB/T 14048.9及GB/T 10963.1、GB/T 10963.2和GB/T 10963.3在内的断路器。

**1.0.4**  本标准所述的断路器系指能分断短路电流的断路器（见2.1.1 ）。不包括不能分断短路电流的开关电器。如，RCCB（不带有过电流保护的剩余电流动作断路器，俗称漏电开关）等。

**3 基本要求**

**3.2 使用及安装条件**

**3.2.1**正常使用条件如下：

**1** 周围空气温度

1. 对不具有外壳的电器，周围空气温度是指存在其周围的空气温度。对具有外壳的电器，周围空气温度是指外壳周围的空气温度。
2. 对于使用在周围空气温度高于+40℃(例如在锻压车间、锅炉房、热带国家)或低于－5℃(例如－25℃，该要求是按GB 7251.1对用于户外的低压成套开关设备和控制设备提出的)的电器应根据有关产品标准(如适用时)或根据制造商和用户的协议进行设计和使用。制造商样本中给出的数据可以代替上述协议。

**2** 对于电子产品超过1000m宜采取措施，以防止电气间隙和爬电距离被击穿。

4 污染等级2，可通过GB/T 2423.3（试验Cab）恒定湿热试验验证；污染等级3，可通过GB/T 2423.4（试验Db）湿热循环试验验证。

**3.2.2**  非正常使用条件如下：

**1**  海拔超过2000m的地区划为高原地区。高原气候的特征是气压、气温和绝对湿度都随海拔增高而减小，太阳辐射则随之增强。在GB/T 14048.1-2012《低压开关设备和控制设备 第1部分：总则》中，已规定普通型低压电器的正常工作条件为海拔不超过2000m。高原地区宜采用相应的高原型电器，标识为G，如G4为海拔达4000m。

2 断路器安装周围空气温度高于+40℃环境，包括锻压车间、锅炉房、热带

国家地区。

**4 按系统及安全要求选择断路器**

**4.2**  **电源保护断路器的要求**

**4.2.1** 变压器低压侧注断路器的选择应符合下列要求：

**2** 短路瞬时脱扣器的整定电流一般不宜小于长延时整定电流的10倍，励磁涌流峰值一般出现在合闸后0.02s（也有说是半个周波的瞬间），短路瞬时脱扣器的整定电流应大于该值；而tsd≥0.2s的短路短延时保护整定值可以不考虑励磁涌流的影响 。

**3** 变压器热过载保护点是指变压器所能承受的、在预期短路电流持续时间2s时，短路电流产生的热效应。一般情况下，变压器低压侧主保护设置的短路瞬动和短路短延时保护（tsd=0.2~0.4s），均能满足该要求，不需要特别验算。

**4.2.3** 断路器的极数选择主要按下列几个因数：

**1** 在同一变电所内，当两两一组并设置低压联络的变压器，其0.4kV侧中性点各自接地时，主断路器和母联断路器应选用4极断路器；

**2** 在同一变电所内，当两两一组并设置低压联络的变压器，其0.4kV侧中性点采用一点接地时（即，用绝缘导体互相连接，并仅在低压配电柜内与保护接地线（PE）一处连接），主断路器和母联断路器应选用3极断路器；

**3**  在不同变电所内的两台变压器设置低压联络时，当其0.4kV侧中性点各自接地时，主断路器和母联断路器应选用4极断路器。

**4.2.4** 断路器用于发电机组过电流保护宜符合下列规定：

**1** 柴油发电机组一般情况电源出口端短路最大电流不大于10*I*e。因而，断路器的短路短延时整定值选择（2~4）*I*rg比较合理；

**2** 断路器电磁式脱扣器一般难调整到小于5*I*n过电流保护整定值，而电子式脱扣器易实现保护要求。考虑发电机组非长期工作的特点，选用外加电源的电子式脱扣器宜增加其工作的可靠性。

**4.6 过电流选择性保护及区域联锁**

**4.6.1**  在两个限流断路器（如MCCB）作为选择性配合时，不宜选择相同壳架电流的限流断路器。因为，电路发生短路时断路器在分断短路电流过程中，对于限流电器除了脱扣器需要配合外，触头也可能参与动作。如，上级断路器（CB1）（见图4.10）为MCCB-400/In=400；下级断路器（CB2）为MCCB-400/In=160。两者触头压力理论值相同，而参数误差不一。电路发生短路时，在脱扣器未动作前，CB1的触头可能先于CB2被斥开。CB2宜选择MCCB-250//In=160，更为安全合理。相同壳架电流等级的断路器不易实现ZSI特性配合。

**4.6.10**  区域选择性联锁保护（逻辑选择性）ZSI选择因数考虑如下：

**1** ZSI可在配置了ZSI功能模块的MCCB 和 ACB 上实现。断路器配置ZSI功能模块，当断路器检测到短路电流时，即向上级断路器发送一个逻辑等待信号。若上级断路器在约定时间内未接到等待命令，则立即使脱扣器动作使断路器断开；若接到下级断路器的逻辑等待信号，则延时脱扣等待下级断路器切断短路电流，从而实现选择性。

**2** ZSI主要用于高额定电流和高短路电流的系统，该系统对安全和供电连续性有很高的要求，通常用于主配电盘、变压器低压侧出口、发电机组和网状电网中。

**3** ZSI的优点是，在确保选择性的前提下，缩短故障电流时间，降低短路电流造成的损害，有效降低母排系统电弧性故障的危害程度。缺点是，成本较高，系统较复杂。



图 4.10 ZSI配合示意图

**5 交流断路器选择**

**5.2 交流断路器及控制与保护开关电器的应用**

**5.2.1**空气断路器(ACB)的选择

**8**  母联开关之间连锁宜选择刚性机械连锁装置，软连锁的尺寸易产生较大

误差，影响连锁的可靠性；

**9** 自生电源采用电流互感器获取工作电压，当回路负载率较低时电流较小

（<0.4*I*n）时能量不足易产生误动作。而外接电源不受负载率的影响。外接电源应与主电路（一次电路）电压无关。

**5.2.2**塑壳断路器(MCCB)的选择

3 *I*cs不宜过大，这利于限制短路电流的动热稳定性。

4 *I*cu或*I*cs仅表示MCCB最大分断能力，为确保MCCB也能分断小短路电流，并给出其*I*2t特性曲线，*I*2t特性曲线是从12*I*nm、24*I*nm至50%*I*cu，按2倍率递增；*I*2t最大值不允许超过被保护线路允许的K2S2值；

**5.2.3**微型断路器(MCB)的选择

 **3** MCB瞬时脱扣器D特性仅适合于线路中有冲击负载（如电动机）的线路保护，不适合作为电动机负载保护；

**4** 当MCB分断能力低于预期短路电流要求时，应采取后备保护措施。当后

备保护的SCPD为熔断器时，其两者配合特性符合相关的MCB与熔断器保护配合。参见参考资料3。

**5.2.6** 控制与保护开关电器（CPS）的选择

**2**  CPS型号及规格可根据电动机额定工作电流选择；

**3** CPS因具有r电流（电动机转子短路电流）保护特性特性，是作为电动机保护较理想的产品。

5.3 特性参数的选择与校验

**5.3.3** 短延时保护是B类断路器的特点，通过人为设定短延时、在短延时结束后过电流脱扣器再动作，以此实现上下级短路保护的选择性。断路器脱扣时间是表示断开操作开始的瞬间到断开命令变成不可逆的瞬间之间的时间。

**5.3.5**  断路器选择时应进行分断能力校验，并符合下列规定：

**1** 断路器的额定极限短路分断能力（*I*cu）及额定运行短路分断能力（*I*cs）的要求符合GB/T 14048.2相应规定 。控制与保护开关电器（CPS）额定运行短路分断能力（*I*cs）的要求符合GB/T 14048.9相应规定；

**2** 额定短路接通能力（*I*cm）应考虑非周期分量的影响。

**5.4 断路器额定值的修正**

**5.4.1 成套柜内降容使用（正常周围空气温度）**

**2** 断路器标称额定电流只基于标准的测试条件，测试时断路器连接导体的截面积如GB/T 14048.1-2012表8、9、10所示。工程实际使用导体，通常按照《工业与民用供配电设计手册》(第四版)表9-28b选择电缆，同样电流时，选用导体的截面积约为GB/T 14048.1的60%~80%左右,则载流量下降值约在0.8~0.9左右。综合以上两个因素，In的降容可按系数为0.7~0.8来选取断路器。如果环境温度更高（超过55℃）则系数更低。

**4** 表5.4.1参照《工业与民用供配电设计手册》（第四版）表11.3-17。

**5.4.2** 与正常使用条件不同的使用条件的举例：

**1**  周围温度大于40℃的举例。对于成套柜体，当周围空气温度大于40℃后，柜体内的温度也会随之增高。大致选型时仍然可以依据表5-5考虑周围空气温度对柜内断路器降容的影响。

**2** 断路器使用在高于2 000m海拔时，应按海拔高度补充验证下列试验项目：

**1）**温升（海拔升高后周围空气温度降低与散热条件差基本可以相互抵消）；

**2）**介电性能（有影响，见表5.4.2-2）；

**3）**接通与分断能力（空气式断路器有较大影响）；

**4）**低温环境的影响（机械/材料特性、继电器（二次电路）特性影响等)；

**5）**脱扣器（热磁式）动作值整定。

**3** 大气条件。断路器安装在高温高湿环境（如湿热带地区、锅炉房、地下室）或周围空气温度上限值高于+40℃而不超过+55℃的环境，其耐湿性能应按照GB/T 2423.4-2008的要求进行交变湿热试验（Db），其试验严酷等级可选择高温温度为+55℃，试验周期不低于2昼夜。经过该试验考核的断路器可增加其在此环境下运行的可靠工作能力。

**6 直流断路器选择**

**6.1 一般规定**

**6.1.1** 直流系统接地形式和出线形式决定直流电源正极、负极及中性引出线是否需要设置断路器保护；系统标称电压决定每极保护中是否需要进行断路器串联；系统的回路电流决定断路器的额定电流；系统的预期最大短路电流决定断路器的分断能力；而上下级选择性则决定断路器的保护特性配合。

**6.1.2** 直流断路器分为微型断路器、塑壳断路器、框架断路器。二段式保护断路器具有瞬时短路保护和反时限过载保护，三段式保护具有瞬时短路保护、反时限过载保护及短延时短路保护。二段式保护特点是快速、简单和可靠。在满足选择性的前提下，宜优先选取二段式保护；当不能满足选择性配合要求时，可采用带短延时短路保护的三段式断路器。采用短延时短路保护时，应考虑到下一级断路器故障点短路电流的大小，防止瞬时短路和短延时短路同时动作。

**6.1.3** 本条文明确直流配电系统中选用直流断路器，主要是避免使用交流特性热磁式断路器应用于直流配电系统的保护。交流热磁断路器用于直流保护存在以下风险和误差：

1 存在的风险。交流断路器在电流过零点附近分断，分断比较容易。但是直流系统没有过零点，一旦故障，故障电流非常大，分断困难。因此分断直流系统故障电流需要特殊设计分断系统、灭弧系统、触头系统来实现保护。

**2**  保护存在明显的误差。直流系统出现短路故障时，斜率与系统的时间常数有关。交流系统与直流系统故障电流斜率不同，短路电流特性不同，如果将交流断路器用于直流，造成保护不精确，有可能出现提前动作或延迟动作的情况，不能对设备进行可靠安全的保护。

**3** 设计人员在直流断路器使用过程中，经常采用多极串联方式提高额定电压、采用多极并联提高额定电流的方案。直流断路器串并接后的额定电压水平、额定电流、短路开断和耐受能力均需要设计人员咨询厂家的测试数据数据进行校核和验算。为规范选择和使用直流断路器，应明确标识直流断路器接线型式及该接线型式下各极的电气参数。

**6.1.4** 直流不接地系统正、负极均不接地，当发生单点接地故障时，断路器不能做出反应；为确保系统安全，需及时排除接地故障。绝缘监视装置可以实时地对直流系统输出与地的绝缘性能进行监测，判断是否发生接地故障或绝缘性能降低。如发生绝缘告警，及时排除接地故障，避免双重接地故障发生。

**6.2 按供电系统选择**

**6.2.1** 直流断路器应根据直流系统接地方式合理选择断路器接线形式。 直流电源接地系统、不接地系统故障分析见表6.2.1。

  **表6.2.1 直流电源接地系统及不接地系统故障分析**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 接地系统类型 | 直流电源一极接地系统 | 直流电源中性点接地系统 | 直流电源不接地系统 |
| 故障类型 |  |  |  |
| 故障 A | 电压*U*n下的最大*I*sc仅考虑受保护极断路器执行极在电压*U*n下必须具有分断能力≥*I*scmax | 电压*U*n/2下的最大*I*sc仅考虑正极断路器执行极在电压*U*n/2下必须具有分断能力≥*I*scmax | 无影响IMD（绝缘监视设备）必须指示出故障 |
| 故障 B | 电压*U*n下的最大*I*sc单极性保护时，则断路器执行极在电压*U*n下必须具有分断能力≥*I*scmax双极性保护时，则两极在电压*U*n下必须具有分断能力≥*I*scmax | 电压*U*n下的最大*I*sc包括正负双极双极在电压*U*n下必须具有分断能力≥*I*scmax | 电压*U*n下的最大*I*sc包括正负双极双极在电压*U*n下必须具有分断能力≥*I*scmax |
| 故障 C | 无影响 | 电压*U*n/2下的最大*I*sc仅考虑负极断路器执行极在电压*U*n/2下必须具有分断能力≥*I*scmax | 无影响IMD（绝缘监视设备）必须指示出故障 |
| 双重故障A和D或C和E | 不可能发生双重故障 | 不可能发生双重故障 | 电压 *U*n下的最大 *I*sc只对正极（A 和 D 情况）或负极（C 和 E）断路器执行极在电压 Un下必须具有分断能力≥*I*scmax |
| 最严重故障 | 故障 A 和故障 B（如果仅一极受保护） | 故障 B | 双重故障 A 和 D 或 C 和 E |
| 保护方式 | 单极性保护1） | 正负双极性保护 | 正负双极性保护 |
| 额定工作电压能力 | 执行极耐压大于≥1.2*U*n | 每极的耐压能力≥0.6Un | 每极的耐压能力≥1.2*U*n |
| 分断能力 | ≥*I*scmax | ≥*I*scmax | ≥*I*scmax |

注：1）正极还是负极，取决于连接至外露导电部分的极性；

**6.2.2** 直流电源不接地系统中间抽头出线可视为两个直流不接地系统设置保护。直流电源中性点直接接地中性点出线的系统可视为两个一极接地系统设置保护；直流电源中性点接地系统中性点出线的直流系统可视作1个正极接地系统和1个负极接地系统分别设置保护，具体参见表6.2.3图2.b和图2.c；图2.b可视为两个单极性保护接线；图2.c可视为两个双极性保护接线。直流不接地系统中间抽头出线的保护接线参见表6.2.3图3.b。

6.3 直流断路器额定电压

6.3.1 直流电源系统的回路的最高电压一般出现在电池均充模式下，考虑到电池均充特性，故选1.2倍标称电压。

6.3.3 直流电源中间点不接地系统设置绝缘监察装置，一般作用于信号，因此不能避免发生二次故障。因此本条文要求直流电源中间点不接地系统双极性保护的直流断路器（二极断路器）的每极的额定电压应大于等于回路的最高工作电压（1.2*U*n）。

 6.4 直流系统额定电流

**6.4.1** 蓄电池组出口回路断路器最大放电负荷电宜选取蓄电池组恒功率放电截止电压时的放电电流进行选择。

**6.5 直流断路器的分断能力**

**6.5.3** 时间常数是表征电路瞬态过程中响应变化快慢的物理量，时间常数越小其响应变化就越快，时间常数大，其反应就越慢。目前尚无精确的方法确定直流供配电系统时间常数，GB/T14048.1-2012附录F《短路功率因数或时间常数确定》中提供两种试验方法确定电路的时间常数：用辅助发电动机确定时间常数；用波形图法确定短路时间常数。目前典型应用领域时间常数如下表所示。

|  |  |
| --- | --- |
| 类型 | 时间常数T（ms） |
| 柔性电源(几乎没有短路电流的近似恒电流电源的光伏系统) | ≤1 |
| 大容量储能 | ≤2 |
| 电动汽车充电桩 | ≤5 |
| 轻轨列车 | ≤15 |
| 混合式电源(如数据中心、微电网、核电站等) | 2~15 |

GB/T 10963.3将产品按时间常数分为适用于时间常数T≤4ms的直流电路的断路器和适用于时间常数T≤15ms的直流电路的断路器两类。GB/T14048.2将配电系统用直流断路器时间常数根据短路分断电流大小分为5ms、10ms、15ms。

直流断路器时间常数越小，分断相对容易，时间常数越大，分断越难。因此在直流配电系统中，应根据使用领域和断路器设置位置合理选择时间常数。一般在蓄电池出口处，宜选择时间常数5ms的断路器；在配电系统末端位置选择时间常数为15ms断路器。

**6.6 直流断路器的选择性配合**

**6.6.2**  由于直流断路器的短路保护动作比熔断器保护速度慢，当熔断器装设在直流断路器的下一级时，级差要求大，即使如此也很难做到完全选择性的动作，所以不允许直流断路器下级装设熔断器。

**6.6.6** 在断路器能量选择不能实现选择性保护时，宜通过动作时间实现不同层级短路保护选择性。

**7 物联网断路器的选择**

**7.4 物联网断路器的选择**

**7.4.6**  电磁环境B要求的发射水平严于电磁环境A的发射水平。限制发射水平可防止电磁干扰到网络系统。

**7.4.7** 影响网络电器可靠运行的主要因素是电磁干扰。提高抗干扰能力易于其可靠运行。

**7.4.8** 目前微电机加减速齿轮电磁机构存在两个不可靠隐患。一是时效性（尤其是MCB中的小而薄齿轮），二是灰尘环境污染等因素。齿轮机构易被卡死，操作工作不可靠。

**7.4.9** 限流断路器（MCCB/MCB）分断短路电流时，靠触头斥开和脱扣器断开指令两部分完成，如果通过网络平台来执行脱扣器断开指令，一是时间的配合问题，二是网络中断易造成事故的扩大。

7**.4.10** 剩余电流保护涉及人身安全，产品安全可靠运行是主要因素，保护特性就地配合可靠性最佳。

参考文献：

《工业与民用供配电设计手册》（第四版）中国航空规划设计研究总院有限

公司 主编

《电力工程直流系统设计技术规程》DL/T 5044-2014

《低压隔离电器及熔断器组合电器选择与使用导则》T/CEET 301-2018