



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 16895.5—202X/IEC 60364-4-43:2023

代替 GB/TGB/T16895.5—2012

## 低压电气装置 第 4-43 部分：安全防护 过电流保护

Low-voltage electrical installations –  
Part 4-43: Protection for safety - Protection against overcurrent

(IEC 60364-4-43:2023,IDT)

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

国家市场监督管理总局 发布  
国家标准化管理委员会

目 次

前言 ..... III

引言 ..... V

430 过电流保护 ..... 1

430.1 范围 ..... 1

430.2 规范性引用文件 ..... 1

430.3 术语和定义 ..... 1

430.4 通则 ..... 3

431 采用自动切断电源措施实现过电流保护 ..... 3

431.1 线导体保护 ..... 3

431.2 中性导体或中间导体的保护 ..... 3

431.2.1 无三次谐波的交流回路和直流回路 ..... 3

431.2.2 IT 系统的附加要求 ..... 4

431.2.3 含三次谐波的交流回路 ..... 4

431.3 过电流保护 ..... 5

431.3.1 兼有过负荷保护和短路保护 ..... 5

431.3.2 仅有过负荷保护 ..... 5

431.4 过负荷保护 ..... 5

431.4.1 通则 ..... 5

431.4.2 导体与过负荷保护电器之间的配合 ..... 5

431.4.3 并联导体的过负荷保护 ..... 6

431.5 短路保护 ..... 6

431.5.1 通则 ..... 6

431.5.2 预期短路电流的确定 ..... 7

431.5.3 并联导体的短路保护 ..... 7

431.5.4 短路保护的要求 ..... 7

431.6 过负荷保护和短路保护之间的配合 ..... 10

431.6.1 由一台电器提供的保护 ..... 10

431.6.2 由分开的电器提供的保护 ..... 10

431.6.3 选择性配合及组合式短路保护 ..... 10

附录 A（规范性） 其他过电流保护措施 ..... 12

A.1 总则 ..... 12

A.2 过负荷保护 ..... 12

A.3 短路保护 ..... 12

附录 B（规范性） 限制电源特性的过电流保护 ..... 13

附录 C（规范性） 并联导体的过电流保护 ..... 1

C.1 通则 ..... 1

C.2 并联导体的过负荷保护 ..... 1

C.3 并联导体的短路保护 ..... 4

附录 D（规范性） 设计电流..... 7

附录 E（规范性） 过电流保护采取自动切断电源措施可能增加风险的情况..... 8

附录 F（规范性） 某些国家注的清单..... 9

参考文献 ..... 13

图 1 导体和保护电器之间的配合（条件 1 和 2） ..... 6

图 C.1 m 根并联导体中每根导体均具有过负荷保护电器的回路 ..... 3

图 C.2 m 根并联导体共用一个过负荷保护电器的回路 ..... 4

图 C.3 短路开始时的电流流向..... 5

图 C.4 保护电器 D3 动作后的电流流向..... 5

图 C.5 可联动的保护电器的示意图..... 6

表 1 GB/T 16895.5—2012 标准和本文件对比 ..... VI

表 2 导体的 *k* 值..... 9

## 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。

- 第1部分：基本原则、一般特性评估和定义；
- 第4部分：安全防护；
- 第5部分：电气设备的选择和安装；
- 第6部分：检验；
- 第7部分：特殊装置或场所的要求；
- 第8部分：功能方面。

本文件是GB/T 16895《低压电气装置》的第4-43子部分。GB/T 16895的第4部分已发布了以下子部分：

- 低压电气装置 第4-41部分：安全防护 电击防护；
- 低压电气装置 第4-42部分：安全防护 热效应防护；
- 低压电气装置 第4-43部分：安全防护 过电流保护；
- 低压电气装置 第4-44部分：安全防护 电压骚扰和电磁骚扰防护；

本文件代替GB/T 16895.5—2012《低压电气装置 第4-43部分：安全防护 过电流保护》，与GB/T 16895.5—2012相比，主要变化如下：

- a) 标准结构重组，见下表1（GB/T 16895.5—2012和本文件对比）；
  - b)“自动切断电源”措施已被指定为过电流保护的首选措施；
  - c)除“自动切断电源”措施外的所有措施都已移至新的规范性附录中，以此表明这些措施在某些情况和某些限制条件下可用（见附录A、附录B和附录E）；
  - d)增加了术语和定义（见430.3）；
  - e)对中性或中间导体的保护增加了新的要求（具有和不具有三次谐波）
- 表·文件的新结构。

表1也标明了GB/T 16895.5—2012中那些被移至第5-53部分的条款。

本文件等同采用IEC 60364-4-43:2023《低压电气装置 第4-43部分：安全防护 过电流保护》。

本文件与IEC 60364-4-43:2023相比，目次编号完全一致，技术内容完全相同。

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。

本文件由全国建筑物电气装置标准化技术委员会（SAC/TC205）提出并归口。

本文件参加起草单位：中机中电设计研究院有限公司、施耐德电气（中国）有限公司、苏州电器科学研究院股份有限公司、西门子（中国）有限公司、天府永兴实验室、中国建筑西南设计研究院有限公司、华东建筑设计研究院有限公司、天津市建筑设计研究院有限公司、中机国际工程设计研究院有限责任公司、中南建筑设计院股份有限公司、清华大学建筑设计研究院有限公司、中国石油工程建设有限公司北京设计分公司、浙江正泰电器股份有限公司、山东意匠建筑设计有限公司、深圳和华国际工程与设计有限公司、海格电气（惠州）有限公司、中国市政工程西北设计研究院有限公司、苏州一科科建建筑设计研究院有限公司、中国工程物理研究院动力部。

本文件主要起草人：赵静怡、唐颖、陈凤林、徐秀红、栗惠、李慧、郑宇、黄晓波、王东林、吴闻婧、王健华、容浩、徐华、王磊、梅业伟、肖鹤翔、陈保罗、杨大勇、王殿光、陈谦、赵金剑、陈彦、杜奎廷、杜佳琳、钱中阳、谢炜、杨宝山。

本文件所代替标准的历次版本发布情况为：

——GB 16895.5—2000；

——GB 16895.5—2012

## 引 言

GB/T 16895（所有部分）提出了对一般装置或场所及特殊装置或场所中低压电气装置的安全防护、电气设备的选择、安装要求和检验要求。对低压电气装置的安全使用具有积极的指导意义。GB/T 16895拟由六个部分组成。

——第 1 部分：基本原则、一般特性评估和定义。为低压电气装置的设计、安装以及检验确定安全规则，以避免在安装、使用低压电气装置过程中对人员、家畜和财产造成损害，确保电气装置的正确安装运行。

——第 4 部分：安全防护。包含 4-41、4-42、4-43、4-44 子部分，其中分别对电气装置在安装、使用过程中可能产生的电击、热效应、过电流、电压骚扰及电磁骚扰四类电气危害提出了具体的安全防护要求。

——第 5 部分：电气设备的选择和安装。包含 5-51、5-52、5-53、5-54、5-55、5-56、5-57 子部分，目的是根据设备使用功能和安装环境，对布线系统，用于安全防护、隔离、通断、控制和监测电器，接地配置和保护导体，低压发电设备、辅助设备、灯具及照明装置，安全设施以及固定型蓄电池的选择和安装提出要求。

——第 6 部分：检验。对电气装置的初步检验和定期检验提出具体要求，为设备长期安全运行提供质量保障。

——第 7 部分：特殊装置或场所的要求。包含 7-701、7-702、7-703、7-704、7-705、7-706、7-430、7-711、7-712、7-713、7-714、7-715、7-717、7-722、7-740、7-753 子部分，就各类特殊装置或场所针对性提出安全防护、设备选择及安装要求。第 7 部分各子部分之间相对独立，无直接关联。

——第 8 部分：功能方面。包含 8-1、8-3、8-82 子部分，对电气装置设计、安装和运行时的能源效率（EE）的评估提出了要求、建议和方法，定义了产消式电气装置并规定其运行模式。

上述第 1 部分、第 4 部分、第 5 部分和第 6 部分为通用性要求和规定（一般部分），一般情况下也适用于第 7 部分（不注日期引用），但在特殊装置和场所中，第 7 部分提出了补充、修改或取代 GB/T 16895 第 1 部分、第 4 部分、第 5 部分和第 6 部分的一些规定和要求。第 8 部分的所有要求和建议都在功能方面强化了第 1~7 部分的要求。

表1 GB/T 16895.5—2012 标准和本文件对比

GB/T 16895.5—2012		GB/T 16895.5—202x	
低压电气装置		低压电气装置	
第 4-43 部分：安全防护 过电流保护		第 4-43 部分：安全防护 过电流保护	
43	过电流保护	430	过电流保护
430.1	范围	430.1	范围
430.2	规范性引用文件	430.2	规范性引用文件
		430.3	术语和定义
430.3	通则	430.4	通则
431	按照回路特征的要求	431	采用自动切断电源措施实现过电流保护
431.1	线导体保护	431.1	线导体保护
431.2	中性导体的保护	431.2	中性导体或中间导体的保护
431.3	在多相系统中中性导体的分断和再接通		删除 被产品标准和 530.4.2 覆盖
432	保护电器的特性	431.3	过电流保护 部分内容被 533 章覆盖
432.1	兼有防止过负荷电流和短路电流的保护电器	431.3.1	兼有过负荷保护和短路保护
432.2	只防止过负荷电流的保护电器	431.3.2	仅有过负荷保护
432.3	只防止短路电流的保护电器	431.3.3	仅有短路保护
432.4	保护电器的特性		删除 被 533 章覆盖
433	过负荷保护	431.4	过负荷保护
433.1	导体与过负荷保护电器之间的配合	431.4.2	导体与过负荷保护电器之间的配合
433.2	过负荷保护电器的位置		删除 被 533.4.2 覆盖
433.3	过负荷保护电器的省略	附录 A 其他过电流保护措施, A.2 过负荷保护。  除了最初移至 IEC 60364-5-53:2019 533.4.2.4 的 433.3.2.1，但  在 CDV 阶段从 IEC 60364-5-53:2019 中被删除。	

GB/T 16895.5—2012		GB/T 16895.5—202x	
低压电气装置 第 4-43 部分：安全防护 过电流保护		低压电气装置 第 4-43 部分：安全防护 过电流保护	
433.4	并联导体的过负荷保护	431.4.3	并联导体的过负荷保护
434	短路保护	431.5	短路保护
434.1	预期短路电流的确定	431.5.2	预期短路电流的确定
434.2	短路保护电器的位置		删除 被 533.4.3 覆盖
434.3	短路保护电器的省略	附录 A 其他过电流保护措施, A.3 章 短路保护	
434.4	并联导体的短路保护	431.5.3	并联导体的短路保护
434.5	短路保护电器的特性	431.5.4	短路保护的要求
435	过负荷保护与短路保护之间的配合	431.6	过电流保护和短路保护之间的配合
435.1	由一台电器提供保护	431.6.1	由一台电器提供的保护
435.2	由分开的电器提供保护	431.6.2	由分开的电器提供的保护
		431.6.3	选择性配合及组合式短路保护
		附录 A(规范性附录)其他过电流保护措施	
436	利用电源的特性限制过电流	附录 B(规范性附录)限制电源特性的过电流保护	
附录 A(资料性附录)并联导体的过电流保护		附录 C(资料性附录)并联导体的过电流保护	
附录 B(资料性附录)433.1 的条件(1)和(2)			删除 被 431.4.2 的图 1 覆盖
附录 C(资料性附录)过负荷保护电器的位置或省略			移至 IEC 60364-5-53:2019 附录 A (过负荷保护电器的位置)
附录 D(资料性附录)短路保护电器的位置或省略			移至 IEC 60364-5-53:2019, 附录 B (短路保护电器的位置)
		附录 D(资料性附录)设计电流	
		附录 E(规范性附录)过电流保护采取自动切断电源措施可能增加风险的情况	
附录 E(资料性附录)某些国家的注的清单		附录 F(资料性附录)某些国家注的清单	

## 低压电气装置

### 第 4-43 部分：安全防护 过电流保护

#### 430 过电流保护

##### 430.1 范围

本部分规定了以下要求：

- 为了避免过电流对带电导体、PEN导体、PEM导体及PEL导体造成有害影响而采取的保护；
- 过电流保护措施之间的配合。

注 1：本文件的要求不考虑外界影响。

注 2：本文件规定的是对导体的保护，不一定能保护与该导体连接的设备。

注 3：通过插头和插座将设备与固定装置连接的软电缆不属于本文件的范围，因此配置过电流保护不一定能避免此情况下过电流造成的不利影响。

##### 430.2 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 16895.6—2014 低压电气装置 第 5-52 部分：电气设备的选择和安装 布线系统（IEC 60364-5-52：2009，IDT）

##### 430.3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

ISO 和 IEC 维护和使用的标准化术语数据库网址如下：

——IEC 电工词汇：<http://www.electropedia.org/>;

——ISO 在线浏览平台：<http://www.iso.org/obp>。

##### 430.3.1

###### 过电流 overcurrent

其值超过规定限值的电流。

注 1：导体的规定限值即其载流量。

注 2：过电流包括过负荷电流和短路电流。

[来源: GB/T 2900.83—2008 电工术语 电的和磁的器件, 151-15-28, 增加注]

#### 430.3.2

**(电气回路的)过负荷电流 overload current (of an electrical circuit)**

电气回路在非短路或接地故障时出现的过电流。

[来源: IEC 60050-826:2022, 826-11-15]

#### 430.3.3

**短路电流 short-circuit current**

流经给定短路点的电流。

[来源: IEC 60050-195:2021, 195-05-18]

#### 430.3.4

**短路 short-circuit**

两个或更多的可导电部分之间形成的偶然的或有意的导电通路,迫使这些可导电部分之间的电位差等于或接近于零。

[来源: 电工术语 电的和磁的器件, 151-12-04]

#### 430.3.5

**过负荷 overload**

发生过电流但不造成回路危害的工作状态。

[来源: IEC 60050-441:1984, 441-11-08]

#### 430.3.6

**(电气回路的)设计电流 design current (of an electrical circuit)**

正常运行时电气回路承载的电流。

[来源: IEC 60050-826:2022, 826-11-10]

#### 430.3.7

**额定限制短路电流 rated conditional short-circuit current**

$I_{cc}$

母线干线或电源母线系统制造商宣称的在规定条件下短路保护电器 (SCPD) 全部动作时间内(断开时间)能承受的预期短路电流值。

[来源: 根据 GB/T 7251.1—2023 低压成套开关设备和控制设备 第1部分: 总则, 3.8.10.4 修改, 定义适用于母线干线或电源母线系统。]

#### 430.3.8

**组合式短路保护 combined short-circuit protection**

两个过电流保护电器串联在一起的组合，该组合可开断的短路电流值高于其中任意一个电器单独开断的短路电流值。

#### 430.3.9

##### 同时系数 **diversity**

一组电气负载的预期同时使用率。

#### 430.4 通则

应对电气回路应采取保护措施以消除带电导体、PEN 导体、PEM 导体和 PEL 导体中的过电流所造成的有害影响。

根据 431 的规定，这种保护应通过使用保护电器断开回路导体中的过电流来实现。

但在某些情况下，当自动切断电源措施不适用时，可采用附录 A 中给出的其他措施，或采用附录 B 中限制电源特性的过电流保护。在自动切断电源措施可能造成危险或增加风险的情况下，附录 E 适用。

注 1：本文件中的断开并不意味着隔离。

注 2：有害影响包括：绝缘、接头、端子或导体周围的材料受到的热效应或机械效应损害。

注 3：符合 431.4 的过负荷保护对与过负荷电流大小相当的短路故障有保护作用。

#### 431 采用自动切断电源措施实现过电流保护

##### 431.1 线导体保护

431.1.1 除 431.1.2 规定的情况外，所有线导体都应设置过电流检测装置。当检测到过电流时，应断开该导体，但不必断开其他带电导体。

如果单相的断开会引发危险（如三相电动机回路），则应采取适当的预防措施

431.1.2 直流回路中的 PEL 导体不需要检测过电流。

##### 431.2 中性导体或中间导体的保护

###### 431.2.1 无三次谐波的交流回路和直流回路

注 1：交流回路中，三次谐波  $THDi_{3n} < 5\%$  时视为无三次谐波。

当中性导体或中间导体的截面积(CSA)不小于线导体截面积，且中性导体或中间导体的电流预期值不会超过线导体电流值时，此时中性导体或中间导体不必设置短路电流检测或装设分断电器。但适用于 431.2.2 的 IT 系统除外。

当中性导体或中间导体的截面积(CSA)不小于线导体截面积，且中性导体或中间导体的电流预期值会超过线导体电流值时，需要在中性导体或中间导体上设置与其截面积相适应的过负荷电流检测装置，

该检测装置应能分断线导体，但不必分断中性导体或中间导体。

当中性导体或中间导体的截面积(CSA)小于线导体的截面积时，应设置中性导体或中间导体的过负荷电流检测以分断线导体，而不必分断中性导体或中间导体。在导体材料相同时，中性导体电流的检测应遵循以下公式：

$$I_N \leq I_Z \times \sqrt{\frac{S_N}{S_L}} \quad (1)$$

式中：

$I_N$ ——中性导体或中间导体检测装置的设定电流；

$I_Z$ ——回路中的线导体载流量；

$S_N$ ——中性导体或中间导体截面积；

$S_L$ ——线导体截面积。

注2：该公式基于以下假设：当中性导体承载的电流与 IEC 60364-5-52 中规定的电缆载流量相当时，中性导体的功率损耗不会大于线导体的功率损耗。

中性导体或中间导体应设短路保护，该保护可以通过线导体的过电流保护电器来实现。此时中性或中间导体不必设置短路电流检测或装设分断电器。除断开要求外，交流系统中的 PEN 导体应符合中性导体的要求，直流系统中的 PEM 导体应符合中间导体的要求。

#### 431.2.2 IT 系统的附加要求

配出中性导体时，应采取下列措施之一：

- 每个回路的中性导体均设置过电流检测，并断开相应回路的所有带电导体；
- 电源侧的保护电器能有效地防止中性导体过电流；
- 回路采用剩余电流动作保护电器时，该电器的额定剩余动作电流值不应超过该回路中性导体载流量的 0.2 倍。该电器应能分断相应回路的所有带电导体，且该电器的所有极均应有足够的分断能力。

如果 IT 直流系统中的回路包括中间导体，则应为其设置过电流检测并断开回路中包括中间导体在内的所有带电导体。

#### 431.2.3 含三次谐波的交流回路

当中性导体中含有三次谐波时，应符合下列规定：

- a) 当线电流中的谐波含量致使中性导体中预期电流引起的导体温度超过电缆的最大允许温度时，中性导体应设置过负荷检测，并应分断线导体而不必分断中性导体，或

b)导体的截面积选择应使用IEC60364-5-52中规定的载流量降容系数。

注:在b)的情况下,符合431.4.1规定时,中性导体的保护可通过线导体保护来实现。

### 431.3 过电流保护

#### 431.3.1 兼有过负荷保护和短路保护

除了按照431.3.2或431.3.3配置保护的回路,其他回路均应同时配置过负荷保护和短路保护。

#### 431.3.2 仅有过负荷保护

当采用自动切断电源措施的过电流保护仅用于短路保护时,过负荷保护应采用 A.2 或附件 B 中规定的其他方式实现。

短路保护电器应符合431.5的要求。

### 431.4 过负荷保护

#### 431.4.1 通则

导体应设过电流保护电器,在过负荷电流对导体或导体绝缘造成不利影响之前分断过负荷电。

#### 431.4.2 导体与过负荷保护电器之间的配合

过负荷保护应满足一下两个条件:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z \quad (2)$$

$$I_2 \leq 1.45 I_Z \quad (3)$$

式中:

$I_B$ ——回路的设计电流(见附录 D);

$I_Z$ ——导体允许持续载流量;

$I_n$ ——保护电器的额定电流;

注 1:对于定值可调的保护电器,额定电流  $I_n$  指整定电流。

$I_2$ ——保护电器在约定时间内能可靠动作的电流。

对于包括绝缘导体或电缆的布线系统,其载流量应根据 GB/T 16895.6—2014 第 523 章确定。对于 GB/T 16895.6—2014 第 523 章未涵盖的布线系统(如母线干线系统和电源母线系统),其载流量应从制造商处获得。

保护电器在约定时间内可靠动作的电流  $I_2$  应由制造商提供。

在某些情况下,公式(3)的要求可能无法确保起到保护作用,例如持续过电流小于  $I_2$  时。在这种情况下,宜考虑选择载流量更大的布线系统。

注 2:按照某些产品标准,保护电器在约定时间内可靠动作的电流也可用  $I_t$  或  $I_f$  表示。 $I_t$  和  $I_f$  均为  $I_n$  的倍数。

注 3：  $I_B$  相关资料参见附录 D。

图 1 说明了不同电流的情况

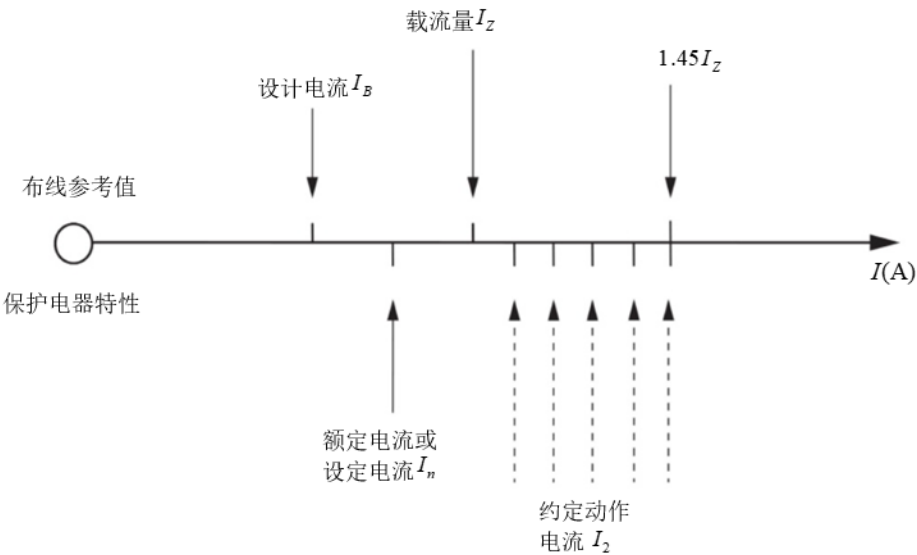


图1 导体和保护电器之间的配合（条件 1 和 2）

431.4.3 并联导体的过负荷保护

431.4.3.1 通则

当采用单个保护电器保护多根并联导体时，并联导体中不应有分支回路或用作隔离或通断的电器。

本条款 431.4.3 不排除使用带或不带支线连接的环形终端回路。

注1: 环形终端回路是指两端都连接到同一电源点的终端回路。

注2: 附录C中C.2提供了关于并联导体过负荷保护的指导。

431.4.3.2 在并联导体之间均衡分配电流

当采用单个电器保护的并联导体中电流分配均衡且具有相同的载流量时，431.4.2 中的  $I_Z$  为各导体的载流量之和。

如果满足 GB/T 16895.6—2014 523.7a) 的要求，则认为电流的分配是均衡的。

431.4.3.3 在并联导体之间不均衡分配电流

当每相并联导体中的电流分配不均衡时，则应按照 431.4.3 为每根导体单独提供过负荷保护。

如果无法满足 GB/T 16895.6—2014 523.7a) 的要求，则认为电流的分配是不均衡的。

注: 附录C中C.2提供了关于防止并联导体过负荷电流的更多资料。

431.5 短路保护

431.5.1 通则

对于回路的所有供电配置，应设置一个或多个过电流保护电器对该回路的导体做短路保护。

注1:保护电器位置的要求见GB/T 16895.22-2022 533.4.3。

注2:导体在回路任何位置的短路耐受能力( $k_2S^2$ )的降低都会对短路保护电器的选择和安装产生影响。

注3:431.5只考虑同一回路导体之间发生短路的情况。

#### 431.5.2 预期短路电流的确定

对于所有电源配置，应确定保护电器每个装设点的最大和最小预期短路电流。确定装置装设点预期短路电流所需的数据，应通过计算、测量或查询获得。

注1:对于连接至配电网的电气装置，可向配电系统运营商查询连接点处预期短路电流的数据。

注2:对于有内部电源的电气装置，可向相关电源制造商查询预期短路电流的数据。

注3:IEC60909-0提供了交流三相系统中短路电流的计算方法示例。

#### 431.5.3 并联导体的短路保护

应保护并联导体免受短路电流的影响，无论是采用单个保护电器进行保护，还是采用一个或多个保护电器对每根导体进行保护。

并联导体的两端均可能向故障点流入短路电流，因此应确保对最不利的短路点采取保护措施。

当单一的过电流保护电器不能提供有效保护时，则应采取下列一种或多种措施：

- a)根据第 A.3 条，通过其他方式对布线系统进行短路保护；
- b)对于并联的两根导体，短路保护电器应装设在每根并联导体的电源侧；
- c)对于两根以上的并联导体，应为每根导体提供短路保护。

关于 b)和 c)的指导意见见附录 C 的 C.3。

#### 431.5.4 短路保护的要求

##### 431.5.4.1 通则

短路保护电器，在单独使用或与 431.6.3.2 中规定的电源侧的过电流保护电器配合使用时，应能分断回路中的最大预期短路电流。

##### 431.5.4.2 电缆及绝缘导体的短路保护

对于电缆和绝缘导体，回路中任一点发生短路引起的所有电流都应在一定时间内被切断，该时间不应超过使导体绝缘温度达到允许限值所需的时间。

当短路持续时间小于 0.1s 时，保护电器的允通能量应不大于电缆或绝缘导体所能承受的能量( $k_2S^2$ )。

当短路持续时间不大于 5s，已知短路电流使导体绝缘由正常运行的最高允许温度上升到极限温度的时间  $t$ ，可近似地用公式(4)计算：

$$t=\left(\frac{k\times S}{I}\right)^2 \tag{4}$$

式中：

$t$  ——时间,单位为秒 (s)；

$S$  ——导体截面积,单位为平方毫米 (mm<sup>2</sup>)；

$I$  ——短路电流有效值,单位为安培 (A)；

$k$  ——系数，考虑导体材料的电阻率、温度系数和热容量以及相应的初始温度和最终温度。对于常用材料绝缘的导体，导体的  $k$  值如表 2 所示。单位为 A · s<sup>1/2</sup>/mm<sup>-2</sup>；

表2 导体的 *k* 值

特性/ 条件	导体绝缘的类型							
	PVC				EPR	橡胶 60℃	矿物绝缘	
	热塑型塑料 70℃		热塑型塑料 90℃		XLPE 热固型 的	热固型 的	PVC 护套	裸露 无护套
导体截面积 (mm²)	≤300	>300	≤ 300	>300				
初始温度 (℃)	70		90		90	60	70	105
短路最大温度 限值(℃)	160	140	160	140	250	200	160	250
导体材料:								
铜的 K 值	115	103	100	86	143	141	115	135~115 <sup>a</sup>
铝的 K 值	76	68	66	57	94	93	—	—
铜导体的锡焊 接头的 K 值	115	—	—	—	—	—	—	—
<p><b>注 1:</b> 在考虑中的其他 k 值:</p> <p>——小截面导体(尤其是截面积小于 10 mm² 的导体);</p> <p>——其他类型的导体接头;</p> <p>——裸导体。</p> <p><b>注 2:</b> 短路保护电器的标称电流可以大于电缆的载流量。</p> <p><b>注 3:</b> 以上系数以 IEC 60724 为依据。</p> <p><b>注 4:</b> 系数 k 的计算方法见 GB/T 16895.3-2017 附录 A。</p> <p><sup>a</sup> 适用于容易被触摸的裸露电缆。</p>								

431.5.4.3 母线干线系统和电源母线系统的短路保护

母线干线系统的短路保护，适用下列要求之一：

- a) 对于母线干线或电源母线系统，如果制造商规定了特定过电流保护电器，母线干线或电源母线系统的额定限制短路电流 ( $I_{CC}$ ) 不应小于预期短路电流 ( $I_{SC}$ )。
- b) 对于非限流保护电器：
- 1) 如果制造商未明确预期短路电流 ( $I_{SC}$ ) 可超过额定短时耐受电流 ( $I_{CW}$ )，则适用以下规定：

——母线干线或电源母线系统的额定峰值耐受电流( $I_{pk}$ )不应小于预期短路电流的最大峰值

( $I_p$ ), 且

——母线干线或电源母线系统的额定短时耐受电流( $I_{CW}$ )不应小于预期短路电流( $I_{SC}$ ), 以及

——过流保护电器的分断时间( $t_k$ )不应超过母线干线或电源母线系统的额定短时耐受电流的时间( $t_{CW}$ )。

2) 如果制造商明确  $I_{SC}$  可超过  $I_{CW}$ , 则适用以下规定:

——母线干线或电源母线系统的额定峰值耐受电流( $I_{pk}$ )不应小于预期短路电流的最大峰值

( $I_p$ ), 且

——短路电流的平方乘以断开时间应小于或等于额定短时耐受电流( $I_{CW}$ )的平方乘以母线干线或电源母线系统( $I_{CW}$ )的额定短时耐受电压的时间:  $I_{SC}^2 t_k \leq I_{CW}^2 t_{CW}$ 。

c) 对于限流保护电器:

——保护电器的允许电流不应超过母线干线系统或电源母线系统的额定峰值耐受电流( $I_{pk}$ ), 且

——保护电器允通能量不应超过母线干线或电源母线系统的最大耐受能量, 即  $I^2 t \leq I_{CW}^2 t_{CW}$ 。

## 431.6 过负荷保护和短路保护之间的配合

### 431.6.1 由一台电器提供的保护

提供过负荷和短路保护的保护电器, 应满足 431.4 和 431.5 的要求。

### 431.6.2 由分开的电器提供的保护

431.4 和 431.5 的要求分别适用于过负荷保护电器和短路保护电器。

保护电器的特性应互相配合, 使短路保护电器或两者的允通能量或允通电流不超过过负荷保护电器在不损坏的情况下承受的能量或电流。

注: 本要求不排除 IEC60947-4-1 中所规定的配合形式。

### 431.6.3 选择性配合及组合式短路保护

#### 431.6.3.1 选择性

选择性提高了装置的供电可靠性, 将故障或过负荷所导致的停电限制在相应回路中。

应具有选择性。多个回路同时失电可能导致不可接受的后果，例如对人员或生产过程的影响。

为达到所需的选择性要求，保护电器的特性应该相互配合，并考虑预期过电流的范围。参见 IEC 60364-5-53:2019, 535.1。

注：为实现选择性而需要的保护电器的信息可以从制造商处获得。

#### 431.6.3.2 组合式短路保护

当短路保护电器的分断能力低于其安装点最大预期短路电流(见 431.5.4.1)时：

- 该电器应与供电侧分断能力不小于安装点最大预期短路电流的过电流保护电器相配合，且
- 两个电器的特性应协调配合，使组合电器通过的能量不超过负荷侧电器制造商规定的耐受极限值。

另见 GB/T 16895.22-2022 535.5。

注：IEC60947-2、IEC 60898-1 和 IEC 61009-1 中，术语“后备”仍用于组合式短路保护。

附 录 A  
(规范性)  
其他过电流保护措施

A.1 总则

本附录 A 中给出的措施适用于不适合自动切断电源措施的情况。这些措施不适用于位于有火灾或爆炸危险场所的电气装置，也不适用于规定了不同条件的特殊装置和场所。

A.2 过负荷保护

以下给固定连接的单个负载供电的终端回路可被视为具有过负荷保护：

- 考虑到所有运行条件，被供电负载的特性决定了其不会出现过负荷电流，且
- 回路不包括插座，且
- 根据431.5或A.3，回路有短路保护。

A.3 短路保护

如果回路的布线系统在选择和安装时具备本质上的防止短路和接地故障的能力，则该回路可被认为具有短路保护。

注：实现本质上防止短路和接地故障的方法是 IEC 60364-5-52 涵盖的内容。这些方法的其中一个例子是通过加强对布线的保护以免受外部影响。

例如，以下设备至相应配电箱的连接导体适用上述方法：

- 发电机；
- 变压器；
- 整流器；
- 蓄电池组。

附 录 B  
(规范性)  
限制电源特性的过电流保护

若导体的供电电源无法提供超过导体载流量的电流，则该导体被视为具有过负荷保护和短路保护

。

举例：这种电源可以是这些类型：电铃变压器、焊接变压器、热电发电机组、不间断电源系统。

注：检测并切断短路电流可能是出于保护导体免受过电流以外的原因。

**附 录 C**  
**(规范性)**  
**并联导体的过电流保护**

**C.1 通则**

并联导体的过电流保护宜对所有并联导体提供充分保护。对于截面积、导体材料、长度和安装方法均相同的两根导体，如果它们被用来承载基本相等的电流，则对过电流的保护要求很简单。对于更复杂的导体布置，应详细考虑导体之间的不均衡电流分配和多个短路电流路径。本附录 C 在必要的方面提供了指导意见。

注：IEC 60287-1-3 中给出了并联导体间的电流计算的更详尽方法。

**C.2 并联导体的过负荷保护**

包含多芯电缆的并联导体回路中发生过负荷时，各导体中的电流将按相同的比例增加。电流在并联导体之间分配均衡，且并联导体具有相同的载流能力和截面积，则可以使用单个保护电器来保护所有并联导体。当存在适当分组及其他因素时，并联导体的载流量( $I_z$ )是每根导体的载流量之和。

并联电缆之间的电流分配是电缆阻抗的函数。对于大规格单芯电缆，阻抗中的电抗分量大于电阻分量，且对电流分配有显著影响。电抗分量受每条电缆相对物理位置的影响，尤其是在单芯电缆的情况下。

例如，如果每相由两根相同长度、材质和截面积的大电缆组成，且采用并联方式连接，但相对位置不合理(例如，同相的电缆束在一起)，则电流分配有可能是 70/30，而不是 50/50。

并联单芯电缆的敷设参见 IEC60364-5-52:2009，附录 H。

如果并联导体之间的阻抗差异导致电流分配不均，例如差异大于 10%，则应单独考虑每根导体的设计电流和过负荷保护要求。

每根导体的设计电流可以根据总负荷和每根导体的阻抗来计算。

对于  $m$  根并联导体而言，第  $k$  根导体的设计电流  $I_{Bk}$  由下式给出：

$$I_{Bk} = \frac{I_B}{\left( \frac{Z_k}{Z_1} + \frac{Z_k}{Z_2} + \dots + \frac{Z_k}{Z_{k-1}} + \frac{Z_k}{Z_k} + \frac{Z_k}{Z_{k+1}} + \dots + \frac{Z_k}{Z_m} \right)} \quad (C.1)$$

式中：

$I_B$ ：回路中的设计电流

$k$ ：任意一个导体的编号，从 1 ...  $m$

$I_{Bk}$ ：第  $k$  根导体的设计电流

$Z_1$  至  $Z_m$ ：分别为第 1 根导体至第  $m$  根导体的阻抗

对于截面积不超过 120mm<sup>2</sup> 的并联导体，第  $k$  根导体的设计电流  $I_{Bk}$  由下式给出：

$$I_{Bk} = I_B \frac{S_k}{S_1 + S_2 + \dots + S_m} \quad (C.2)$$

式中：

$S_k$ ：第  $k$  根导体的截面积

$S_1 \dots S_m$ ：导体 1 ... 导体  $m$  的截面积

对于单芯电缆，其阻抗不仅取决于电缆的结构（例如铠装或非铠装），还取决于电缆的相对位置。IEC 60287-1-3 中给出其阻抗的计算方法。建议通过测量来验证并联电缆之间的电流分配情况。

在 431.4.2 的公式（2）中，可用设计电流  $I_{Bk}$  代替  $I_B$ ，如下所示：

$$I_{Bk} \leq I_n \leq I_{Zk} \quad (C.3)$$

在 431.4.2 的公式（2）和（3）中， $I_z$  的值，

既可以是每根导体的连续载流量  $I_{zk}$ ，前提条件是每根导体均有过负荷保护电器（见图 C.1），即

：

$$I_{Bk} \leq I_{nk} \leq I_{Zk} \quad (C.4)$$

也可以是，所有导体的载流能力之和  $\sum I_{Zk}$ ，前提条件是所有的并联导体只配备了单个过负荷保护电器（见图 C.2），即：

$$I_B \leq I_n \leq \sum I_{Zk} \quad (C.5)$$

式中：

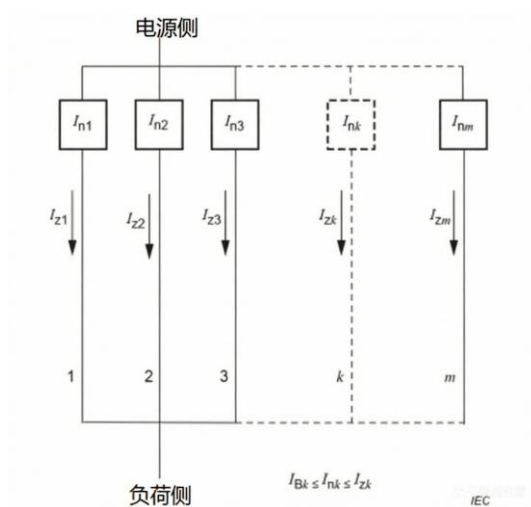
$I_{nk}$ ：第  $k$  根导体的保护电器的标称电流

$I_{Zk}$ ：第  $k$  根导体的持续载流量

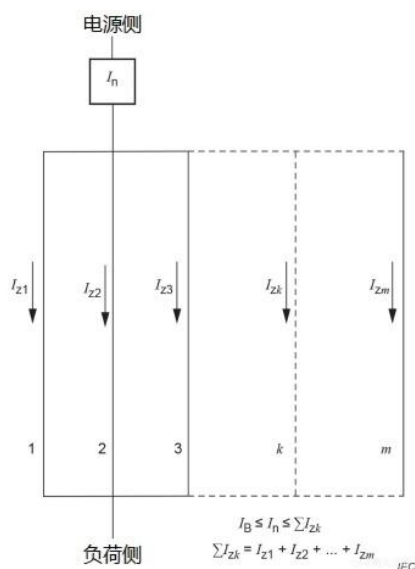
$I_n$ ：保护电器的额定电流

$\sum I_{Zk}$ ：  $m$  根并联导体持续载流量之和

注：对于母线系统，可从制造商处或 IEC61439-6 中获得信息。



图C.1  $m$  根并联导体中每根导体均具有过负荷保护电器的回路



图C.2 m 根并联导体共用一个过负荷保护电器的回路

### C.3 并联导体的短路保护

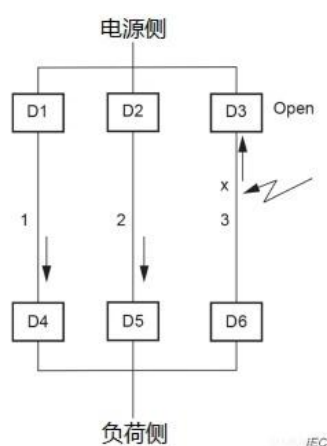
当导体并联时，应结合保护电器的配置方式考虑并联段内发生短路的影响。

当使用单台保护电器时，并联布置中的单根导体可能无法得到有效保护，因此应考虑增设其他保护措施。这些措施可包括：

- 每根导体装设单独的保护电器，
- 在每根并联导体的电源侧和负载侧分别装设保护电器和
- 在电源侧装设可联动的保护电器。

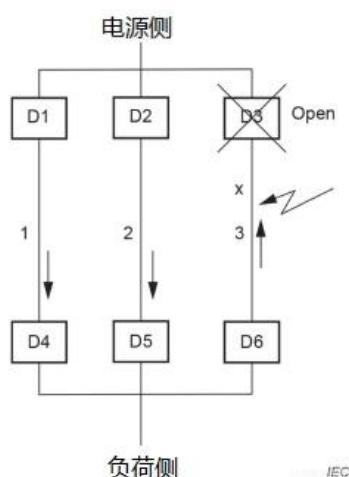
特殊的保护配置取决于故障情况(见 431.5.1)。

当导体并联时，可能同时存在多个短路电流通路，导致故障部位的一侧持续带电，这可以通过在每根并联导体的电源侧和负载侧均设置短路保护来解决。图 C.3 和图 C.4 说明了这种情况。



图C.3 短路开始时的电流流向

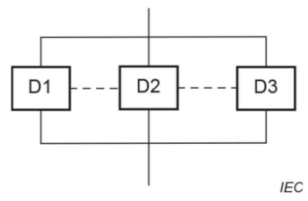
图 C.3 显示，如果并联导体 3 在 x 点发生短路，短路电流将流过导体 1、2 和 3。短路电流的大小和流过保护电器 D3 和 D6 的短路电流的比例将取决于短路点的位置。在这个例子中，假设最大比例的短路电流将流过保护电器 D3。



图C.4 保护电器 D3 动作后的电流流向

图 C.4 显示，一旦 D3 动作，电流仍将通过导体 1 和 2 流至短路点 x。因为导体 1 和 2 是并联的，所以有可能通过保护电器 D1 和 D2 的电流将不足以使它们在所要求的时间内动作。对于这种情况，则需要装设保护电器 D6。应当指出，流过 D6 的电流将小于流过 D3 且使 D3 动作的电流。如果短路点距离 D6 足够近，则 D6 将首先动作。如果导体 1 或 2 中发生短路，也会出现同样的情况，因此需要装设保护电器 D4 和 D5。

六个保护电器的替代方案是在电源侧装设一个可以联动的保护电器。见图 C.5。这将防止回路在短路情况下继续运行。



图C.5 可联动的保护电器的示意图

附 录 D  
(规范性)  
设计电流

回路的设计电流(I<sub>B</sub>)根据所供负载的特性、工况和数量估算,如下例所示:

对于长时间持续承载单一电流值的回路,其设计电流为该电流值;

对于长时间(在不同时段)承载多个不同电流值的回路,其设计电流是这些电流值中最大者;

对于给周期性负荷供电的回路,其设计电流是热等效恒定负载的电流值(参考 IEC60364-5-53:2019, 533.2);

对于给多个负载供电的回路,其设计电流是回路中可能长时间承载的最大总电流值;

注:“长时间”是指一段足以使回路导体在其承载电流值发生阶跃变化后达到稳定温度的时间。

在确定设计电流时,宜考虑回路中可预见的负载电流增加的情况。

对于给多个插座供电的终端回路,其设计电流不宜大于额定电流最小的插座的额定电流。

对于给多个负载供电的回路,在确定回路的设计电流时宜考虑采用同时系数。可以将同时系数应用于回路中所有连接的负载,从而减小回路设计电流值。同时系数最高值为1,只有在回路的所有负载不会长期同时运行的情况下,才宜采用小于1的同时系数。

不同的机构根据经验发布关于同时系数的信息。设计者宜谨慎使用这些资料,必要时可根据具体情况调整。

## 附录 E

### (规范性)

#### 过电流保护采取自动切断电源措施可能增加风险的情况

当过电流保护采取自动切断电源措施可能导致危险或增加风险时，适用以下规定：

- 应采取措施降低过负荷或短路电流或两者同时发生的可能性；
- 布线系统的选择和安装应使其本身具备防短路和接地故障的能力；
- 应配置过负荷电流监测设备或发出声光报警，或两者兼而有之（远程或本地或二者兼而有之）；

——在过负荷保护或短路保护或两者兼有的情况下，不必为该回路提供自动切断电源的措施。

这种情况的例子包括：

- 旋转电机的励磁回路；
- 起重磁铁的供电回路；
- 电流互感器的二次回路；
- 灭火设备的供电回路；
- 安全设施的供电回路(防盗报警器、气体报警器等)。

附 录 F  
(规范性)  
某些国家注的清单

国家	条款号	特性（永久性 或依据 IEC 指令非永久 性）	根本原因（申 请国家注的详 细理由）	内容
俄罗斯	430.3.2			在俄罗斯，术语“过负荷电流”的定义有所不同： <b>过负荷电流</b> 电气回路在过负荷情况下的过电流。
俄罗斯	430.3.3			在俄罗斯，术语“短路电流”定义有所不同： <b>短路电流</b> 电气回路在短路情况下的过电流。
德国	431.2.1			在德国，中性导体截面积应等于线导体截面积。
挪威	431.2.2			在挪威，431.2.2 不适用，因为 IT 系统中的不允许使用中性导体。
意大利	431.2.2			在意大利，在 IT 系统中，不推荐引出中性导体。
比利时	431.4.2			在比利时，依据《电气装置通用规定》（Art118）， $I_B \leq I_N \leq I_Z$ ； $I_2$ 称为 $I_f$ 。
英国	431.4.2			在英国，符合 BS 1363 标准的附件可通过环形终端回路供电，该回路可带或不带无熔断器支线，由符合 BS 88 系列、BS 3036、BS EN60898、BS EN 60947-2 或 BS

国家	条款号	特性（永久性 或依据 IEC 指令非永久 性）	根本原因（申 请国家注的详 细理由）	内容
				<p>EN61009-1 (RCBO) 标准的 30A 或 32A 保护电器保护。回路采用铜导体布线，线导体和中性导体的最小截面为 <math>2.5 \text{ mm}^2</math>，但符合 BS EN60702-1 要求的两芯矿物绝缘电缆除外，其最小截面积为 <math>1.5 \text{ mm}^2</math>。</p> <p>如果电缆的载流能力 (<math>I_z</math>) 不小于 20 A，且在预期使用条件下，回路任何部分的负载电流不可能长期超过电缆的载流量 (<math>I_z</math>)，则认为此类回路符合 431.4.2 的要求。</p>
英国	431.4.2			在英国，如果保护电器是符合 BS3036 的半封闭式熔断器，且其额定电流 ( $I_n$ ) 不超过所保护回路中导体最低额定的载流能力 ( $I_z$ ) 的 0.725 倍，则应遵守第 433.1.1 (iii)。
德国	431.4.3.1			在德国，环形终端回路的要求不适用。
希腊	431.4.3.1			在希腊，环形终端回路的要求不适用。
挪威	431.4.3.1			在挪威，不应采用环形终端回路。
意大利	431.5.2			在意大利，电网供电点处最大和最小预期短路电流根据标准 CEI 0-21 计算。
德国	431.5.4.1			在德国，如果断路器用于过电流保护，若断路器完全符合 EN60898-1 能效 3 级时，则该条件满足。
德国	431.5.4.2			在德国，断路器的分断能力至少为 6kA。

国家	条款号	特性（永久性 或依据 IEC 指令非永久 性）	根本原因（申 请国家注的详 细理由）	内容
				如果适用，断路器应完全符合 EN60898-1 能效 3 级。
奥地利	A. 2			在奥地利，在以下情况下不需要设置过负荷保护电器：  当配电系统的配电回路（包括敷设在地面内的电缆或架空线路）出现过载时，不会造成危险的场合。
德国	A. 2			在德国，由地下电缆或架空线路组成的配电回路，当回路过负荷不会造成危险时，则不需要设置过负荷保护电器。
英国	A. 2			在英国，不需要为无法合理预期承载过负荷电流的导体提供过负荷保护电器，前提是导体按照 431.5 的要求配置了短路保护。
英国	A. 3			在英国，下列回路无需设置故障电流保护电器：  (i) 连接发电机、变压器、整流器或蓄电池与其相关控制屏柜的导体，且保护电器设置在该屏柜内时；  (ii) 切断电源可能对相关设备的运行造成危险的回路；  (iii) 某些测量回路；  (iv) 装置的起始端，当分配电回路安装一个或多个提供故障电流保护的电

国家	条款号	特性（永久性 或依据 IEC 指令非永久 性）	根本原因（申 请国家注的详 细理由）	内容
				<p>器，并且该电器为起始端和主配电点之间的部分提供进一步故障电流保护，前提是同时满足以下两个条件：</p> <p>(a) 风险降至最低，且</p> <p>(b) 布线的安装方式应能将火灾或对人身伤害的风险降至最低。</p>
德国	A.3			在德国，允许含埋地电缆或架空线路的配电回路省略短路保护电器。
挪威	附录 C			在挪威，附录 C 不适用。
	附录 D			在挪威，附录 D 不适用。
英国	附录 D			在英国，插座终端回路设计电流宜按过电流保护电器额定电流或由设计人员决定采用更小的值。

## 参 考 文 献

- [1] IEC 60050-151 , International Electrotechnical Vocabulary (IEV) - Part 151: Electrical and magnetic devices, available at <http://www.electropedia.org>
- [2] IEC 60050-195, International Electrotechnical Vocabulary (IEV) - Part 195: Earthing and protection against electric shock, available at <http://www.electropedia.org>
- [3] IEC 60050-441 , International Electrotechnical Vocabulary (IEV) - Part 441: Switchgear,controlgear and fuses, available at <http://www.electropedia.org>
- [4] IEC 60050-826, International Electrotechnical Vocabulary (IEV) - Part 826: Electrical installations, available at <http://www.electropedia.org>
- [5] IEC 60269-1 , Low-voltage fuses - Part 1: General requirements
- [6] IEC 60269-2 , Low-voltage fuses - Part 2: Supplementary requirements for fuses for use by authorized persons (fuses mainly for industrial application) - Examples of standardized systems of fuses A to K
- [7] IEC 60269-3, Low-voltage fuses - Part 3: Supplementary requirements for fuses for use by unskilled persons (fuses mainly for household and similar applications) - Examples of standardized systems of fuses A to F
- [8] IEC 60269-4 , Low-voltage fuses - Part 4: Supplementary requirements for fuse-links for the protection of semiconductor devices
- [9] IEC 60287-1-3, Electric cables - Calculation of the current rating - Part 1-3: Current rating equations (100 % load factor) and calculation of losses - Current sharing between parallel single-core cables and calculation of circulating current losses
- [10] IEC 60364-1 , Low-voltage electrical installations - Part 1: Fundamental principles,assessment of general characteristics, definitions
- [11] IEC 60364-4-41 , Low-voltage electrical installations - Part 4-41: Protection for safety -Protection against electric shock
- [12] IEC 60364-5-54:2011 , Low-voltage electrical installations - Part 5-54: Selection and erection of electrical equipment - Earthing arrangements and protective conductors
- [13] IEC 60724, Short-circuit temperature limits of electric cables with rated voltages of 1 kV ( $U_m = 1,2 \text{ kV}$ )

and 3 kV ( $U_m = 3,6 \text{ kV}$ )

- [14] IEC 60898 (all parts) , Electrical accessories - Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations
  - [15] IEC 60909-0, Short-circuit currents in three-phase a.c. systems - Part 0: Calculation of currents
  - [16] IEC 60947-1, Low-voltage switchgear and controlgear - Part 1: General rules
  - [17] IEC 60947-2, Low-voltage switchgear and controlgear - Part 2: Circuit-breakers
  - [18] IEC 60947-3, Low-voltage switchgear and controlgear - Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units
  - [19] IEC 60947-6-2 , Low-voltage switchgear and controlgear - Part 6-2: Multiple function equipment- Control and protective switching devices (or equipment) (CPS)
  - [20] IEC 60947-4-1 , Low-voltage switchgear and controlgear - Part 4-1: Contactors and motorstarters- Electromechanical contactors and motor-starters
  - [21] IEC 61009-1 , Residual current operated circuit-breakers with integral overcurrent protection for household and similar uses (RCBOs) - Part 1: General rules
  - [22] IEC 61439-1 :2020, Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 1: General rules
  - [23] IEC 61439-6, Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 6: Busbar trunking systems (busways)
  - [24] IEC 61534 (all parts) , Powertrack systems
  - [25] IEC 61557-9, Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V a.c. and 1 500 V d.c. - Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures - Part 9: Equipment for insulation fault location in IT systems
-