ICS 29.200
CCS K 46

中华人民共和国国家标准

GB/T 48571.1—2026

电力电子变流系统和设备的安全要求 第1部分:总则

Safety requirements for power electronic converter systems and equipment—Part 1:General

（IEC 62477-1:2022,MOD）

2026-10-30 发布　　2027-05-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会　发布

目　　次

前言 …… Ⅶ
引言 …… Ⅸ
1　范围 …… 1
2　规范性引用文件 …… 1
3　术语和定义 …… 4
4　危险防护 …… 15
4.1　通则 …… 15
4.2　单一故障状态和非正常运行条件 …… 15
4.3　短路保护和过载保护 …… 16
4.3.1　通则 …… 16
4.3.2　输入短路耐受强度和短路输出电流能力 …… 17
4.3.3　短路配合(后备保护) …… 18
4.3.4　由多个保护电器保护 …… 18
4.4　电击防护 …… 18
4.4.1　通则 …… 18
4.4.2　界定电压等级 …… 20
4.4.3　基本防护(直接接触防护)措施 …… 23
4.4.4　故障防护(间接接触防护)措施 …… 24
4.4.5　加强防护措施 …… 32
4.4.6　不同类别设备的防护措施 …… 33
4.4.7　绝缘 …… 34
4.4.8　与剩余电流动作保护电器(RCD)的兼容性 …… 48
4.4.9　电容器放电 …… 48
4.5　电能危险防护 …… 49
4.5.1　一般接触区 …… 49
4.5.2　服务接触区 …… 49
4.6　着火和热危害防护 …… 49
4.6.1　存在着火危险的电路 …… 49
4.6.2　存在着火危险的部件 …… 50
4.6.3　防火外壳 …… 51
4.6.4　温度限值 …… 54
4.6.5　受限制电源 …… 57
4.7　机械危险防护 …… 58

4.7.1 通则 …… 58
4.7.2 液冷 PECS 的特定要求 …… 58
4.7.3 旋转的零部件的机械危险 …… 59
4.7.4 锋利边缘 …… 60
4.8 多个电源供电的 PECS …… 60
4.9 环境应力防护 …… 60
4.10 过量可听噪声危害的防护 …… 61
4.11 布线和连接 …… 62
4.11.1 通则 …… 62
4.11.2 导体的绝缘 …… 62
4.11.3 绞合线 …… 63
4.11.4 导线的布线和固定 …… 63
4.11.5 导体和端子的识别 …… 64
4.11.6 接头和联结 …… 64
4.11.7 可触及联结 …… 64
4.11.8 PECS 各部分之间的互连 …… 65
4.11.9 电源连接 …… 65
4.11.10 现场接线端子和内部端子 …… 66
4.11.11 屏蔽导线或屏蔽电缆的屏蔽连接方式 …… 68
4.12 外壳 …… 69
4.12.1 通则 …… 69
4.12.2 把手和手动控制装置 …… 69
4.12.3 铸造件 …… 69
4.12.4 钣金件 …… 69
4.12.5 外壳稳定性要求 …… 72
4.12.6 应力释放 …… 72
4.12.7 聚合物外壳的应力释放 …… 73
4.12.8 聚合物外壳的抗紫外线能力 …… 73
4.13 部件 …… 73
4.13.1 通则 …… 73
4.13.2 正温度系数(PTC)热敏电阻器 …… 73
4.13.3 电网电源软线 …… 73
4.13.4 跨接绝缘的电容器和电阻器-电容器(RC)单元 …… 74
4.13.5 绕线元件 …… 74
4.13.6 插头插座 …… 74
4.14 电磁场防护 …… 74
5 试验要求 …… 74

5.1 通则 …… 74
5.1.1 试验目标和分类 …… 74
5.1.2 试验样品的选择 …… 74
5.1.3 试验顺序 …… 75
5.1.4 接地条件 …… 75
5.1.5 试验的一般条件 …… 75
5.1.6 符合性 …… 76
5.1.7 试验一览表 …… 76
5.2 试验规范 …… 78
5.2.1 目视检查(型式试验和例行试验) …… 78
5.2.2 机械试验 …… 79
5.2.3 电气试验 …… 85
5.2.4 非正常运行和故障模拟试验 …… 101
5.2.5 材料试验 …… 106
5.2.6 环境试验(型式试验) …… 110
5.2.7 静水压试验(型式试验、例行试验) …… 114
5.2.8 电磁场(EMF) …… 114
6 信息和标记要求 …… 114
6.1 通则 …… 114
6.2 信息的选择 …… 116
6.2.1 通则 …… 116
6.2.2 与附件有关的说明和标记 …… 118
6.3 安装和调试信息 …… 118
6.3.1 通则 …… 118
6.3.2 机械方面的考虑 …… 118
6.3.3 环境 …… 118
6.3.4 搬运和安装 …… 118
6.3.5 外壳温度 …… 119
6.3.6 开放式 PECS …… 119
6.3.7 连接 …… 119
6.3.8 调试 …… 120
6.3.9 保护要求 …… 121
6.4 预期用途信息 …… 123
6.4.1 通则 …… 123
6.4.2 调整 …… 123
6.4.3 标签、标志、符号和信号 …… 123
6.4.4 热表面 …… 124

6.4.5 控制和装置标记 …… 125
6.5 补充信息 …… 125
6.5.1 维护 …… 125
6.5.2 电容器放电 …… 125
6.5.3 自动重启/旁路连接 …… 126
6.5.4 其他危险 …… 126
6.5.5 多个电源供电的 PECS …… 126
6.5.6 单相 PECS 中可更换的中性线熔断器 …… 126
附录 A（规范性） 电击防护附加信息 …… 127
A.1 概述 …… 127
A.2 借助 DVC As 提供防护 …… 127
A.3 借助保护阻抗提供防护 …… 127
A.4 借助受限制的电压提供防护 …… 128
A.5 电路工作电压的评估 …… 128
A.5.1 通则 …… 128
A.5.2 工作电压的分类 …… 128
A.5.3 交流工作电压 …… 129
A.5.4 直流工作电压 …… 129
A.5.5 脉动工作电压 …… 130
A.6 4.4 中的防护措施概念 …… 130
A.6.1 通则 …… 130
A.6.2 采用防护措施元素的示例 …… 130
附录 B（资料性） 降低污染等级的考虑因素 …… 133
B.1 概述 …… 133
B.2 影响污染等级的因素 …… 133
B.3 减少影响因素 …… 133
附录 C（资料性） 本文件中使用的符号 …… 134
C.1 使用的符号 …… 134
C.2 对比度的确定 …… 135
附录 D（规范性） 电气间隙和爬电距离评估 …… 136
D.1 测量 …… 136
D.2 测量与污染等级的关系 …… 136
D.3 示例 …… 136
附录 E（规范性） 电气间隙海拔修正 …… 141
E.1 海拔 2 000 m 以上电气间隙修正因数 …… 141
E.2 验证不同海拔下电气间隙的试验电压 …… 141
附录 F（规范性） 频率高于 30 kHz 时电气间隙和爬电距离的确定 …… 143
F.1 频率对耐受特性的总体影响 …… 143
F.2 电气间隙 …… 143

F.2.1 通则 …… 143
F.2.2 非均匀电场中的电气间隙 …… 144
F.2.3 近似均匀电场中的电气间隙 …… 145
F.3 爬电距离 …… 145
F.4 固体绝缘 …… 147
F.4.1 概述 …… 147
F.4.2 电场近似均匀分布且无气隙或空洞 …… 147
F.4.3 其他情况 …… 147
附录 G（资料性） 圆形导体的横截面积 …… 148
附录 H（资料性） RCD 兼容性指南 …… 150
H.1 RCD 类型的选择 …… 150
H.2 故障电流波形 …… 151
附录 I（资料性） 降低过电压类别的示例 …… 154
I.1 概述 …… 154
I.2 对周围环境的防护（见 4.4.7.2） …… 154
I.2.1 连接至电网电源的电路（见 4.4.7.2.3） …… 154
I.2.2 连接至非电网电源的电路（见 4.4.7.2.4） …… 156
I.2.3 电路之间的防护（见 4.4.7.2.7） …… 157
I.3 功能绝缘（见 4.4.7.3） …… 157
I.4 进一步的示例 …… 157
I.5 多电源电路（见 4.4.7.2.1） …… 158
附录 J（资料性） 可触摸表面的灼伤阈值 …… 160
J.1 概述 …… 160
J.2 灼伤阈值 …… 160
附录 K（资料性） 电化学电位表 …… 163
附录 L（资料性） 接触电流测量仪器 …… 164
L.1 测量仪器 1 …… 164
L.2 测量仪器 2 …… 164
L.3 测量仪器 3 …… 164
附录 M（规范性） 用于确定触及的试具 …… 165
附录 N（资料性） 短路电流指南 …… 168
N.1 通则 …… 168
N.2 短路电流的配合 …… 168
N.2.1 通则 …… 168
N.2.2 条件短路电流（I_{cc}）和所需最小预期短路电流（$I_{cp,mr}$） …… 169
N.2.3 短时耐受电流（I_{cw}） …… 170
N.3 短路电流和短路保护电器规范指南 …… 171
N.3.1 通则 …… 171
N.3.2 示例 1：两台或多台具有不同额定值的 PECS …… 171

N.3.3 I_{cc}的规定 …… 172
N.3.4 I_{cw}的规定 …… 172
N.3.5 示例 2:具有多个额定值的单台 PECS …… 173
N.3.6 关于术语、定义和规定的附加说明 …… 173
N.4 短路额定值和单一故障状态试验 …… 174
N.4.1 通则 …… 174
N.4.2 短时耐受电流试验的豁免 …… 176
N.5 短路分析指南 …… 176
附录 O(资料性) 确定电气间隙和爬电距离的指南 …… 177
O.1 确定电气间隙的指南 …… 177
O.2 确定爬电距离的指南 …… 178
O.3 固体绝缘或类似保护中的最小间距 …… 178
附录 P(资料性) 保护人免受 0 Hz～300 GHz 频率电磁场的影响 …… 180
P.1 电磁场对人的一般影响 …… 180
P.1.1 概述 …… 180
P.1.2 低频(1 Hz～100 kHz)电场效应 …… 180
P.1.3 低频(1 Hz～100 kHz)磁场效应 …… 180
P.1.4 低频电磁场的影响 …… 180
P.1.5 高频(100 kHz～300 GHz)电磁场的影响 …… 180
P.1.6 现有关于低水平效应的知识 …… 180
P.1.7 生物学效应与不良健康影响 …… 180
P.1.8 电磁场对有源和无源医疗植入器械的影响 …… 181
P.2 国际非电离辐射防护委员会低频指南对电磁场曝露的要求 …… 181
P.2.1 采用国际非电离辐射防护委员会的曝露限值 …… 181
P.2.2 运输和贮存期间的电磁场曝露限值 …… 183
P.3 保护人免受电磁场曝露 …… 183
P.3.1 通则 …… 183
P.3.2 公众接触区的电磁场要求 …… 183
P.3.3 一般接触区、服务接触区和受限制接触区的电磁场要求 …… 183
P.3.4 运输和贮存期间的电磁场要求 …… 184
P.4 电磁场试验(型式试验) …… 184
P.4.1 通用试验设置 …… 184
P.4.2 电磁场试验(型式试验) …… 184
P.5 电磁场标记 …… 184
附录 Q(资料性) 最长的切断电源时间 …… 185
附录 R(资料性) 根据 IEC Guide 116 的风险评估 …… 186
R.1 通则 …… 186
R.2 风险评估 …… 186
附录 S(资料性) 对产品技术委员会的指引 …… 189
参考文献 …… 190

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。

本文件是GB/T 48571《电力电子变流系统和设备的安全要求》的第1部分。GB/T 48571已经发布了以下部分：

——第1部分：总则。

本文件修改采用IEC 62477-1：2022《电力电子变流系统和设备的安全要求　第1部分：总则》。

本文件与IEC 62477-1：2022的技术差异及其原因如下：

——用规范性引用的GB/T 2900.33—2004、GB/T 2900.35—2023、GB/T 2900.50—2008、GB/T 2900.70—2008、GB/T 2900.71—2026、GB/T 2900.83—2008、GB/T 2900.91—2015、GB/T 2900.93—2015、GB/T 2900.98—2016、GB/T 2900.99—2016、GB/T 4365—2024、GB/T 15166.1—2019和GB/T 16935.1—2023分别替换了IEC 60050-112、IEC 60050-113、IEC 60050-114、IEC 60050-151、IEC 60050-161、IEC 60050-192、IEC 60050-426、IEC 60050-441、IEC 60050-442、IEC 60050-551、IEC 60050-601和IEC 60050-826（见第3章），以便于文件使用；

——用规范性引用的GB/T 4798.3—2023替换了IEC 60721-3-3：1994、60721-3-3：1994/AMD1：1995和IEC 60721-3-3：1994/AMD2：1996，并相应更改了表18“环境使用条件”中的相关内容（见4.9），以便于文件使用；

——用规范性引用的GB/T 4798.4—2023替换了IEC 60721-3-4：1995和IEC 60721-3-4：1995/AMD1：1996，并相应更改了表18“环境使用条件”中的相关内容（见4.9），以便于文件使用；

——用规范性引用的GB/T 5169.10—2026替换了IEC 60695-2-10：2013（见5.2.5.3），以便于文件使用；

——用规范性引用的GB/T 5169.13—2024替换了IEC 60695-2-13：2010和IEC 60695-2-13：2010/AMD1：2014（见5.2.5.3），以便于文件使用；

——用不注日期引用文件ISO 3864-1替换了ISO 3864-1：2011（见6.4.3.1），以符合文中实际引用情况。

本文件做了下列编辑性改动：

——纳入了IEC 62477-1：2022/Cor1：2024的技术勘误内容，在所涉及的条款的外侧页边空白位置用垂直双线（‖）进行了标示；

——将术语“界定电压等级B”定义中的“在界定电压等级As和界定电压等级B之间电压限值内的电路电压分类”更正为“在界定电压等级As和界定电压等级C之间电压限值内的电路电压分类”（见3.20）；

——对表9中“其他绝缘体”下的3级污染等级的材料组别Ⅲb列中1 600 V及以上的爬电距离补充了遗漏的脚注“b”、对印制线路板（PWB）列中3 200 V及以上的爬电距离补充了遗漏的脚注“c”（见4.4.7.5.2）；

——删除了表29中的“注”（见5.2.3.4.2）；

——将图16中的“DVC A”更正为“DVC As”（见5.2.3.4.4）；

——将“PEC”更正为“PECS”（见5.2.6.3.2）；

——将表40中“预期用途的一般信息”涉及的“技术性条款”更正为“4.1”（见6.1）；

——删除了执行的事项使用的措辞“必须”(见 6.4.3.1);

——将 A.3 的末段更正为“为在单一故障状态下提供防护,图 A.2 中的电流不超过 $I=U_1/Z$。”(见 A.3);

——将图 A.3 的“标引符号说明”中的“Z”更换为“Z_1、Z_2”,A.4 的末段更正为“为在单一故障状态下提供防护,图 A.3 中的 U_2 不超过 $U_2=\frac{U_1 \cdot Z_2}{2Z_1+Z_2}$。”(见 A.4);

——将以表格形式给出的图 H.2 和图 H.3 分别调整为表 H.1 和表 H.2,并根据现行 IEC 电气设备用图形符号标准,相应更换了表 H.1 中 F 型和 B 型剩余电流动作保护电器(RCD)的标志符号(见附录 H);

——将图 I.14 的“功能绝缘”中的“OVC Ⅱ(非电网电源)”更正为“OVC I(非电网电源)”、图 I.15 中左侧的“基本防护*”中的“OVC Ⅲ(电网电源)”更正为“OVC Ⅱ(电网电源)”,图中的段相应调整(见 I.5);

——根据等同采用 IEC Guide 116:2018 的 GB/T 34924—2024,调整了表 R.1“风险评估”的 A.8 中的列项编号(见附录 R);

——为附录 S 中的表格增加了表的编号、标题和表头(见附录 S)。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国电器工业协会提出。

本文件由全国电力电子系统和设备标准化技术委员会(SAC/TC 60)归口。

本文件起草单位:西安电力电子技术研究所有限公司、西门子(中国)有限公司、南京冠隆电力科技有限公司、西安高压电器研究院股份有限公司、西安派瑞功率半导体变流技术股份有限公司、维谛技术有限公司、西安理工大学、广东志成冠军集团有限公司、华为技术有限公司、中国电器科学研究院股份有限公司、威凯检测技术有限公司、华为数字能源技术有限公司、天津电气科学研究院有限公司。

本文件主要起草人:蔚红旗、董添华、周思秀、谢磊、许钒、耿涛、乔宇、赵臻、孙向东、李民英、方振、高一盼、李鹏忠、刘承勇、柴青。

引　言

GB/T 48571《电力电子变流系统和设备的安全要求》是与 IEC Guide 104《电工电子安全出版物的编写及基础安全出版物和多专业共用安全出版物的应用导则》同样的多专业共用安全出版物，旨在确立电力电子变流系统和设备的安全要求，拟由两个部分构成。

——第 1 部分：总则。目的在于为包括太阳能、风能、潮流能、波浪能、燃料电池或类似能源用途在内的电力电子变流系统和设备提供安全方面的通用术语和最低要求（包括降低着火、电击、热、能量和机械危害风险的要求），并作为产品技术委员会制定调速电气传动系统（PDS）、独立的不间断电源系统（UPS）、低压直流稳定电源和双向电力变流器等电力电子变流系统和设备产品标准的基准标准。

——第 2 部分：交流电压不超过 36 kV 或直流电压不超过 54 kV 高压电力电子变流器。目的在于为交流额定电压 1 000 V～36 kV 或直流额定电压 1 500 V～54 kV 的电力电子变流系统和设备（包括太阳能、风能、潮流能、波浪能、燃料电池或类似能源用途在内）提供安全方面的通用术语和最低要求（包括降低着火、电击、热、能量和机械危害风险的要求），并作为产品技术委员会制定调速电气传动系统（PDS）、独立的不间断电源系统（UPS）和直流稳定电源等电力电子变流系统和设备产品标准的基准标准。

电力电子变流系统和设备的安全要求 第1部分:总则

1 范围

本文件适用于以电能变换为主要目的、系统额定电压不超过交流1 000 V或直流1 500 V的电力电子变流系统(PECS)、其特定的附件及其用于电子式功率变换和电子式功率通断(开关)的部件,包括其控制、保护、监测和测量措施。

本文件也适用于以无线电通信为目的而发射或接收无线电波的PECS。

本文件也能作为产品技术委员会制定如下产品标准的基准标准:

——调速电气传动系统(PDS);

——独立的不间断电源系统(UPS);

——低压直流稳定电源;

——双向电力变流器。

本文件为没有产品标准的PECS及其规定的附件提供了安全方面的最低要求。

对用于太阳能、风能、潮流能、波浪能、燃料电池或类似能源的电力电子变流系统和设备,本文件具有与IEC Guide 104同样的多专业共用安全出版物的地位。

根据IEC Guide 104,技术委员会的职责之一是,在适用的情况下,使用基础安全出版物和/或多专业共用安全出版物编制其产品标准。

附录S给出了产品技术委员会使用本文件的指南。

本文件:

——界定了与PECS相关的安全方面的通用术语;

——确定了协调PECS内相关部分安全方面的最低要求;

——确定了产品中包含的PECS部分的最低安全要求的共同基础;

——规定了在使用和运行期间以及专门说明的服务和维护期间,降低着火、电击、热、能量和机械危害风险的要求;

——规定了降低设计为插接式和永久连接设备的PECS的风险的最低要求,无论其是由互连单元组成还是由独立单元组成的系统,且以制造商的规定安装、运行和维护。

本文件不涵盖:

——电信设备,但其中的电源除外;

——其他标准[例如IEC 61508(所有部分)]涵盖的功能安全方面;

——用于轨道交通和电动车辆的电气设备和系统。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 2423.2—2008 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验B:高温(IEC 60068-2-2:2007,IDT)