

T/CCPITBSC

团 体 标 准

T/CCPITBSC XXXX—2025

电气工程设备安全设计技术规范

Technical specification for safety design of electrical engineering equipment

（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。

2025 – XX – XX 发布

2025 – XX – XX 实施

中国国际贸易促进委员会建设行业分会 发 布

目 次

前言.....	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 设计原则	1
4.1 一般原则	1
4.2 安全水平与经济性	1
4.3 共性、个性设计原则	2
4.4 安全性技术分类	2
4.5 电击防护类型	2
4.6 预期寿命	2
4.7 绝缘配合	3
5 安全设计基本要素	3
5.1 规定使用期限内的安全（预期寿命）	3
5.2 承受预见危险的能力	3
5.3 具备电击危险防护的能力	3
5.4 具备防直接接触保护的能力	3
5.5 具备防间接接触保护的能力	4
5.6 可靠的电气连接和机械连接	4
5.7 规定燃料和工作介质	4
5.8 选择适应的材料	4
5.9 人体工效学的应用	4
6 电气安全设计要求	4
6.1 环境适应性设计要求	4
6.2 电击危险防护的设计要求	6
6.3 电能的间接作用、外界因素危险防护的设计要求	6
6.4 机械危险防护的设计要求	6
6.5 电气连接和机械连接设计要求	7
6.6 电能控制和危险防范的设计要求	7
7 标志和说明书设计要求	8
7.1 制造商提供的资料	8
7.2 标志	8
7.3 使用说明书	8

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。

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。

本文件由中国国际贸易促进委员会建设行业分会提出。

本文件由中国国际贸易促进委员会建设行业分会归口。

本文件起草单位：。

本文件主要起草人：。

电气工程设备安全设计技术规范

1 范围

本文件规定了电气工程设备安全设计的设计原则、安全设计基本要素、电气安全设计要求、标志和说明书设计要求。

本文件适用于电气工程设备的安全设计。

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 4028 计时仪器的检验位置标记

GB/T 4776 电气安全术语

GB/T 5465.2 电气设备用图形符号 第2部分：图形符号

3 术语和定义

GB/T 4776界定的术语和定义适用于本文件。

4 设计原则

4.1 一般原则

电气设备的危险因素有自身的危险因素和外界的危险因素。自身的危险因素，例如电击危险等。外界的危险因素，例如环境、过载、振动、冲击、异物、辐射危险等。安全要求的一般原则是在以下条件下电气设备的使用是安全的：

- a) 在整个生命周期；
- b) 在技术标准的规定正常使用条件和单一故障条件下；
- c) 在合理预见的设计目的；
- d) 在正确安装、运行和维护的条件下。

4.2 安全水平与经济性

4.2.1 电气设备的安全水平应符合相关专业安全技术标准的要求。安全设计的根本目的在于满足必要的安全水平。

4.2.2 在设计过程中，应优先保障安全。新技术的应用应以不降低现有安全水平为前提，并应促进安全水平的提高。

4.2.3 当为保证安全而需要限制某些技术的应用时，应在安全与技术创新之间进行合理平衡，确保安全要求得到满足。

4.2.4 对于爬电距离、电气间隙等安全参数，应按照相关标准的规定执行。当无法将已知危险降低至可接受程度时，应采取以下措施之一或多项：

- a) 提供设计说明；
- b) 提供必要的文件（如产品安装使用说明书）；
- c) 设置警告标志、标识或标签；
- d) 针对可能存在的危险，提示应采取的适当行动；
- e) 对可能面临危险的人员进行安全培训。

4.2.5 设计应通过以下方式防护电气设备的危险：

- a) 对面临风险的人员提供防护；
- b) 对防护不完全或无防护的情况，向面临风险的人员发出警告，保持其对危险的警觉；

c) 明确告知应采取的适当防护措施。

4.3 共性、个性设计原则

4.3.1 共性安全要求应通过对各类电气设备安全特性进行提炼、概括、综合和提升形成，并应包括相应的安全技术要求、指标和检验方法，以确保各类电气设备的安全控制在可接受的水平上。

4.3.2 共性安全要求应作为各类电气设备共同遵守并达到的准则。

4.3.3 设计人员应熟悉并掌握共性安全要求的规律，特别应关注要求、指标与检验方法之间的对应关系。设计应针对要求和指标进行，并通过检验确定其符合性。

4.3.4 共性安全要求的条款、指标及其相应的测量和试验方法，并不要求所有电气设备均满足全部内容。应根据不同电气设备的特性及使用环境，选择适用且必要的要求和指标。例如，手持式、可移式和固定式电气设备的安全要求不完全相同，其应达到的项目亦存在差异。

4.3.5 个性安全要求应结合产品的特性和使用要求进行具体化和量化，并应包括以下内容：

- a) 危险发生的控制指标；
- b) 检验和考核的指标；
- c) 指标测量和试验的参数规定。

4.3.6 对于存在检验不确定性的个性设计要求（例如介质弹度的检验），设计人员应重点关注检验方法的适用性，以确保设计结果能够满足检验要求。

4.4 安全性技术分类

4.4.1 电气设备的安全性可分为：

- a) 设计制造时的安全性，包括设计、加工、装配、运行、运输、拆卸时的安全。
- b) 使用时的安全性，指与电气设备的特性和功能无关的安全技术，往往指电气设备在使用时采取的专门措施。

4.4.2 电气设备的安全设计技术可分为：

- a) 直接安全技术，即用设计制造技术防止危险，将电气设备制造得没有危险存在。
- b) 间接安全技术，即用外设防护措施避免危险，是直接安全技术解决办法不可能或不完全可能 h) 防止危险时所设计的专门的安全技术手段。所谓的专门的安全技术手段是由在电气设备中或电气设备上不设附加功能就能达到和保证无危险地应用的装置实现。
- c) 提示性安全技术，即用告知风险、培训、使用人身防护设备等方法防止危险，即在 a) 和 b) 的安全技术不能达到目的或不能完全达到目的情况，说明电气设备无危险应用的条件。例如提供中文的，通俗易懂的使用和操作说明，或在电气设备的运输、储存、安装、定位、接线或运行的方式中给以足够的说明。

4.5 电击防护类型

电气设备按电击防护的方法可分为：

- a) 0 类电气设备：防止电击保护依赖基本绝缘，即没有把可触及的导电部分连接到电气设备的固定布线中保护导体的措施，一旦基本绝缘失效，电击保护则依赖于环境；
- b) I 类电气设备：防止电击保护不仅依靠基本绝缘，而且它还包含一个附加的安全保护措施，将可触及的导电部分与电气设备中固定布线的保护接地导线连接起来，使可触及的导电部分在基本绝缘损坏时不能变成带电体；
- c) II 类电气设备：防止电击保护不仅依靠基本绝缘，而且还包含附加的安全保护措施，例如双重绝缘或加强绝缘，不提供保护接地或不依靠电气设备条件；
- d) II 类电气设备可分为下列类型之一：
 - 1) 绝缘外壳 II 类电气设备；
 - 2) 金属外壳 II 类电气设备；
 - 3) 组合的 II 类电气设备。
- e) III 类电气设备：防止电击保护依靠安全特低电压供电，电气设备中不产生高于特低电压的电压。

4.6 预期寿命

- 4.6.1 电气设备在正确使用和维护的条件下，其整个使用期间应能够保证安全性能。
- 4.6.2 设计应考虑电气绝缘材料在长期运行中受力学、热、电、化学及其复合作用影响，其性能会随时间逐渐下降，材料老化可能导致失效并引发危险。
- 4.6.3 电气设备的设计应确定合理的预期寿命，并采取相应措施以保证在该期限内满足安全要求。

4.7 绝缘配合

只有设备的设计基于在其期望寿命中所承受的作用（例如电压）强度时才能实现绝缘配合。绝缘配合与电压的关系，应考虑下列内容：

- a) 在系统中可能出现的电压；
- b) 设备产生的电压（该电压可能会反过来影响系统中的其他设备）；
- c) 要求的持续运行等级；
- d) 人身和财产安全，使电压强度造成事故的可能性不会导致损害性危险。

5 安全设计基本要素

5.1 规定使用期限内的安全（预期寿命）

设计者应对产品使用期限加以科学的界定。即设计要保证在规定使用期限内产品的安全，不能发生危险。即使在超过适当使用期限，也不允许电气设备内仍能工作的装置造成危险。应有下述措施：

- a) 有可靠的开关功能；
- b) 设有在紧急危险时切断电源的自动装置；
- c) 设有防止意外起动的装置；
- d) 保证专门安全技术手段可靠性的措施。

5.2 承受预见危险的能力

在设计上应保证电气设备能承受预见会出现、且能引起危险的物理和化学作用（如静态或动态，液体或气体，热或特殊气候等）时不会造成危险。并且：

- a) 一旦出现过载，立即切断电源或技术过程，或使其变得不危险，技术手段的本身也不能发生危险；
- b) 能截获由于材料缺陷、磨损或过载、飞逸或跌落造成危险的部件。

5.3 具备电击危险防护的能力

5.3.1 对电击危险，其主要特征表现为：

- a) 人体构成闭合电路的一个组成部分，使人体的一部分相当于电路中的负载阻抗；
- b) 在一个相当长的持续时间间隔内，有一个足以危及人身安全的电流通过人体；
- c) 在人身的某两个部分之间施加一个足以危及人身安全的接触电压。

5.3.2 设计上，针对上述特征应采取相应的技术手段，实现对电击危险的防护：

- a) 电能直接作用的防护；
- b) 电能间接作用的防护。

5.3.3 电能直接作用的防护技术措施有：

- a) 绝缘技术；
- b) 防直接接触保护；
- c) 防间接接触保护。

5.4 具备防直接接触保护的能力

5.4.1 防直接接触保护设计应满足保护人员和动物免受因直接接触电气设备带电部分而造成危险的要求。

5.4.2 设计的防护措施在任何情况下均应确保危险的带电部分不能被有意或无意触及，或者应将带电部分的电压值或触及电流值降低至无危险的程度。

5.4.3 防直接接触保护设计应采用下列一种或多种措施：

- a) 绝缘防护；
- b) 外壳防护；
- c) 遮拦防护；
- d) 安全特低电压供电。

5.5 具备防间接接触保护的能力

5.5.1 防间接接触保护设计应满足在人员或动物接触到外露导电部分且该部分处于危险接触电压时，能够防止造成危险的要求。

5.5.2 防间接接触保护设计应采用下列一种或多种措施：

- a) 接地保护；
- b) 自动切断保护；
- c) 双重绝缘保护。

5.6 可靠的电气连接和机械连接

设计者应充分考虑电气设备在使用中受到的热、振动及其他机械应力作用，其连接的松动或脱落而造成电击、机械危险。

5.7 规定燃料和工作介质

燃料和工作介质应满足：

- a) 燃料和工作介质不能对电气设备造成有害影响；
- b) 燃料不能外溢，或外溢量不能造成危险。

5.8 选择适应的材料

材料的选择应满足：

- a) 采用的材料在电气设备制造过程中和所有可能的运行状态下都不能对人的健康、生命产生有害影响；
- b) 应有足够的抗老化能力；
- c) 用于有腐蚀危险的部件应采用抗腐蚀的材料。

5.9 人体工效学的应用

电气设备的外形、结构、尺寸，布局等要与人体尺寸、体力、环境和生理学、解剖学的特点相匹配，即符合人类工程学。

6 电气安全设计要求

6.1 环境适应性设计要求

6.1.1 使用环境温度

6.1.1.1 设计人员应规定电气设备使用的最高环境温度和最低环境温度。

6.1.1.2 当对 24 h 平均温度有要求时，应在设计文件中明确规定。

6.1.1.3 当运输、贮存条件对温度有要求时，应在设计文件中给出适宜的温度范围。

6.1.1.4 户内电气设备的周围空气温度应符合下列规定：

- a) 最高温度不应超过 40 °C；
- b) 24h 内平均温度不应超过 35 °C；
- c) 最低温度不应低于-5 °C。
- d) 运输、贮存和安置条件的温度范围应为-25 °C 至 55 °C；在短时间内（不超过 24 h）允许达到 70 °C。

6.1.2 大气条件

设计者应规定电气设备使用环境的大气条件。一般规定为户内电气设备的大气条件为空气清洁，在最高温度为 40℃ 时，其相对湿度不超过 50%，在较低温度时，允许有较大的相对湿度。

6.1.3 污染等级

6.1.3.1 设计应控制电气设备在运行过程中外界及自身产生的污秽，以减少电气绝缘表面的积污，保证固体绝缘的介质强度。

6.1.3.2 在确定电气间隙和爬电距离时，应根据使用环境的微观条件确定污染等级，污染等级分为以下四类：

- 污染等级 1：无污染或仅存在干燥的、非导电性污染，该污染对绝缘性能无影响；
- 污染等级 2：通常仅存在非导电性污染，但应考虑偶然发生的凝露可能引起短暂的导电性污染；
- 污染等级 3：存在导电性污染，或由于预期的凝露使干燥的非导电性污染转变为导电性污染；
- 污染等级 4：存在持久的导电性污染，例如由导电性尘埃、雨雪等引起。

6.1.4 海拔

一般规定下海拔不应超过 2000m。海拔 2000m 以上时温升修正方法应参考以下情况：

- 不同海拔高度处的平均环境温度值可参考表 1；

表 1 不同海拔高度的平均温度值

海拔高度 m	0	1000	2000	3000	4000	5000
平均环境温度℃	20	20	15	10	5	0

- 一般来说，在高海拔地区的户内及局部特定环境（如冶金、化工、钢铁、发电厂等房内），若环境温度的降低值不能补偿由于海拔升高而导致的温升增加值，此时不允许对温升限值进行海拔修正；
- 在高海拔地区的户外使用及无人值守（如小型配电站等）场所使用的产品，由于环境温度降低的补偿作用明显，允许对温升极限值按表 2 进行海拔修正；

表 2 温升极限值的海拔修正值

使用或试验地点的海拔高度 H/m	$\Delta \tau$ K
$H \leq 2000$	0
$2000 \leq H \leq 2500$	2
$2500 \leq H \leq 3000$	4
$3000 \leq H \leq 3500$	6
$3500 \leq H \leq 4000$	8
$4000 \leq H \leq 4500$	10
$4500 \leq H \leq 5000$	12

- 当试验地点的海拔与使用地点的海拔不同时，温升极限值按两者的海拔差进行修正。当试验地点的海拔高于使用地点时，温升极限值为相应产品标准规定的温升值加上修正值。当试验地点的海拔低于使用地点时，温升极限值为相应产品标准规定的温升值减去修正值。计算海拔差时，低于 2000m 的海拔均算作 0m；
- 对高发热电器（如电阻器等），温升极限值的海拔修正也按上述方法计算，但修正的数值改为海拔每升高 100m，温升极限值按 2K 计算。

6.1.5 特殊使用条件

设计者可规定电气设备特殊的使用环境条件。所有安全设计的规定不能因使用条件变化而降低，除非有更进一步的规定。

- 超出规定的温度值、相对湿度或海拔高度；
- 在使用中，温度和/或气压急剧变化，以致在电气设备内易出现异常的凝露；
- 空气被尘埃、烟雾、腐蚀性微粒、放射性微粒、蒸汽或盐雾严重影响；
- 暴露在强电场或磁场中；
- 暴露在高温中；

- f) 受霉菌或微生物侵蚀；
- g) 安装在有火灾或爆炸危险的场地；
- h) 遭受强烈振动或冲击。

6.2 电击危险防护的设计要求

6.2.1 绝缘电阻

6.2.1.1 绝缘电阻值按产品的使用环境、使用场所、应用的功能在专业或产品标准规定相应的数值，设计者应根据所规定的数值选择绝缘材料。通过测量绝缘电阻能有效地发现下列缺陷：

- a) 两极间有穿透性的导电通道；
- b) 受潮；
- c) 表面污垢。

6.2.1.2 通过测量绝缘电阻一般不能发现下列缺陷：

- a) 绝缘中的局部缺陷（如不穿透的局部损伤或裂缝、含有气泡、分层脱开等）；
- b) 绝缘的老化（因为老化了的绝缘，其绝缘电阻还可能是相当高的）。

6.2.2 耐电痕化

6.2.2.1 固体绝缘材料的耐湿绝缘能力通常应采用以下指标表示：

- a) 相比电痕化指数（CTI）：材料经受 50 滴电解液作用而不发生电痕化的最大电压值（单位：V）；
- b) 耐电痕化指数（PTI）：材料经受 50 滴电解液作用而不发生电痕化的最大电压值（单位：V）。

6.2.2.2 固体绝缘材料应根据 CTI 值分为以下组别：

- a) 绝缘材料组别 I：CTI \geq 600；
- b) 绝缘材料组别 II：400 \leq CTI $<$ 600；
- c) 绝缘材料组别 IIIa：175 \leq CTI $<$ 400；
- d) 绝缘材料组别 IIIb：100 \leq CTI $<$ 175。

6.3 电能的间接作用、外界因素危险防护的设计要求

6.3.1 电能间接作用危险防护

电气设备应能承受电能间接作用时因自身过载、短路而产生的过热、蒸汽、有害气体、爆炸、噪声振动、旁邻设备的过热等。在设计上应考虑影响因素程度以及可能造成危险不同而采取不同的对应设计措施。

6.3.2 外界因素危险防护

电气设备应能承受外界诸如冲击、压力、潮湿、异物侵入等因素的作用。设计者应该仔细研究产品标准相关的要求。

6.4 机械危险防护的设计要求

6.4.1 外壳防护

6.4.1.1 电气设备应设计并配备坚固、连续、封闭的外壳或罩壳，用于包封带电部件和机械结构部件，以防止异物进入以及人员直接接触及带电部件或运动部件。

6.4.1.2 外壳允许存在符合规定尺寸的开口，但其遮挡物不应能被任意拆卸。

6.4.1.3 外壳防护应具备以下功能：

- a) 防止人员触及或接近外壳内部的带电部分及运动部件（光滑的旋转轴及类似部件除外）；
- b) 防止固体异物进入外壳内部；
- c) 防止水进入外壳内部达到有害程度。

6.4.1.4 外壳防护等级的分类分级应按 GB 4028 的规定执行，防护等级代号由特征字母“IP”和两个特征数字组成。

6.4.1.5 产品的外壳防护等级标识应仅在按规定完成相应试验并检验合格后方可标注于产品上。

6.4.2 机械危险防护

电气设备在防止机械危险保护的结构设计应满足：

- a) 外部不应有锐边、尖角和锋利凸出部分；
- b) 除作业工具外，外部运动零件应具有光滑表面；
- c) 旋转方向的改变会造成伤害的电气设备应标有永久的旋转方向标志；
- d) 外形和重心位置应使电气设备有足够稳定性，放置在地面、支架、托架、台座等上时不会受振动或其他外界的作用力而倾倒或跌落；
- e) 旋转速度超过规定值会造成危害的电气设备应设置限速机构或器件；
- f) 手持操作的电气设备要设置限制向操作者承受反作用力矩的机构，或在外形、结构、尺寸上能使操作者受到的反作用力矩限制在安全的数值范围内；
- g) 通断电源的开关位置和操作方式应使电气设备在不正常运行时能方便、及时切断电源，对无更意误动作开启电气设备的电源会引起伤害事故的电源开关应设计制造被接通前开关应有的两个单独的和不同的动作（例如某一开关，在它横向移去闭合触头以便开启电源之前，它应先被按下）；
- h) 外露运动部件，除工作需要应暴露的部件外，都应设计可靠的保护，以防止操作者意外触及。

6.4.3 机械强度

电气设备的外部结构应有足够的机械强度，以保证电气设备在使用中不会由于操作疏忽而造成外壳破坏，或爬电距离、电气间隙减小到不允许的程度，甚至触及到带电零件。

6.5 电气连接和机械连接设计要求

6.5.1 I类电气设备

设计应使当任何导线、螺钉、螺母、垫圈、弹簧及类似零件松动或从原来位置脱落时，不能造成易触及的金属零部件带电。

6.5.2 II类电气设备

设计应使当任何导线、螺钉、螺母、垫圈、弹簧及类似零件松动或从原来位置脱落时，不能造成附加绝缘或加强绝缘上的爬电距离和电气间隙减小到专业安全标准的规定的50%以下。

6.5.3 机械连接

设计上可采取的有效措施有：

- a) 采用弹簧垫圈、弹性垫片或止动垫圈等方法锁定螺钉、螺母；
- b) 采用粘结剂锁定不由使用者拧动的螺钉、螺母。

6.6 电能控制和危险防范的设计要求

6.6.1 电能的开、关和控制

6.6.1.1 电能的开、关和控制的设计应：

- a) 对手动，应保证开关的通、断位置清晰，采用图形、符号标记；
- b) 对自动或半自动开关和功能的过程控制，不允许有危险过程的重叠或交叉，应设有联锁或限位装置，控制器即使损坏也不能危及过程控制和电能的开、关；
- c) 调节装置不能造成电气设备的运行或工作过程的无意误动作或跳闸。

6.6.1.2 在电气设备中如果装置有下述强制功能的专门技术手段的离合器或联锁机构，则可认为上述要求已能满足：

- a) 安全技术手段与工作或运行过程的起动一起动作；
- b) 工作或运行过程的起动，在安全技术手段生效后才动作；
- c) 在受到危害的时间内，接近危险区域时，工作和运行过程被强制切断。

6.6.2 自动切断电源

下列情况下，电气设备应设计自动切断电源的开关或系统：

- a) 在危险情况下，操作开关不能快速和无危险地切断造成危险的运行；

- b) 有多个能造成危险的运动单元，且又不能通过一个共同的、快速和无危险的开关来切断电源；
- c) 切断某一个单元，会出现连带的危险；
- d) 从控制台上不能全面监视的电气设备

6.6.3 紧急切断电源的开关或系统

紧急切断电源的开关或系统应设计为红色标志，且应分布在可能出现危险处。操作紧急切断电源的开关或系统的动作不允许危及电气设备的安全，且动作后应手动将连接部分复位后电气设备才能进行启动。

7 标志和说明书设计要求

7.1 制造商提供的资料

涉及到电气设备安全的资料内容应包括：

- a) 制造商的名称或商标；
- b) 产品的设计型号或系列号；
- c) 符合的产品标准号；
- d) 安装、操作和维修条件；
- e) 正确使用时的温度条件；
- f) 环境要求；
- g) 设备的额定值；
- h) 合格标记或认证标志；
- i) 接线端子的识别和标志；
- j) IP 代号；
- k) 对安全标志的说明；
- l) 用户对确保安全的责任的声明，例如对确保设备的保护接地连续性的声明。

7.2 标志

7.2.1 电气设备应以类型、批号、编号或其他信息加以区分，以使产品可供识别并可追溯到制造商。该识别信息应设计为可读且无法去除的标志标注在设备上。

7.2.2 设计者应满足用户尽可能从制造商获得全部资料，因此制造商的名称和商标及产品的设计型号或系列号应标在产品上，最好是在铭牌上。

7.2.3 标志的设计应采用中文，字体应持久、易识、清晰，符号、代号应符合国家标准，且应标出下列信息：

- a) 额定数据；
- b) 防电击类型（I、II、III类）；
- c) 外壳防护等级（IP 标志）；
- d) 接线图（如果有）；
- e) 型号号，制造商名称和地址。

7.2.4 如果上述标注方法不可行，识别信息应设计在随产品的使用说明书中。

7.2.5 有关安全的标识符号应符合 GB/T 5465.2 规定。

7.3 使用说明书

随电气设备的使用说明书的设计应包含：

- a) 运行条件；
- b) 安装说明；
- c) 操作说明；
- d) 功能描述
- e) 安全事项；
- f) 维护保养；

- g) 运输与贮存。
 - h) 使用说明书还应包括对存在不明显的潜在风险提出适当的警告。
-