

高压爬电距离设计

引言

在日常设计中，很多人不知该如何选择一个合适的爬电距离，本篇将提供一个清晰的结构化设计流程，并通过实例演示如何确定具体的数值。

结构化设计流程

下图（图 1）展示了一个简化的决策流程，帮助系统性地确定爬电距离。

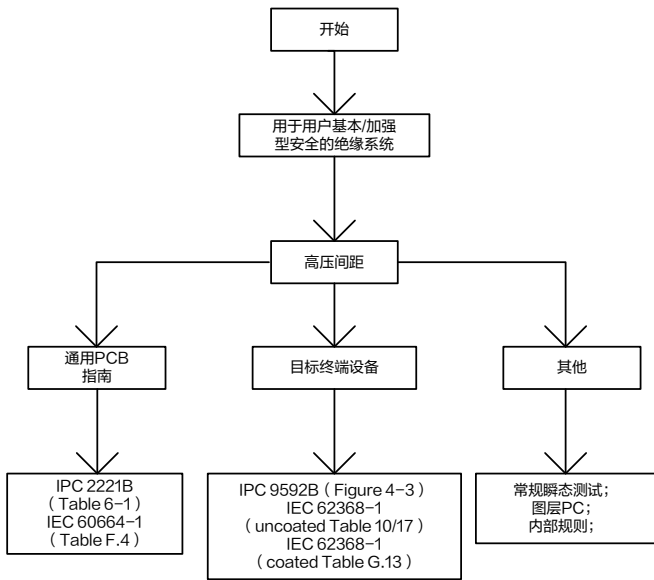


图 1. 流程图

如何确定爬电距离？（以用户安全为目标）

- 1.输入参数：确定应用的最高工作电压、污染等级和所用绝缘材料的材料组。
 - 2.确定隔离等级：根据电路类型（如初级电路与未接地安全特低电压电路之间），判定需要基本隔离还是增强型隔离。
 - 3.查表与计算：根据终端设备类型查找对应标准中的表格（如电信设备用 IEC 62368-1 表 17）查得的值是针对基本隔离，若需要增强型隔离，则需将此数值加倍。
- 示例：工作电压 400V，污染等级 2，材料组 I。查 IEC 62368-1 表 17（见表 1），基本隔离爬电距离为 2mm。若需增强型隔离，则最终要求为 4mm。

表 1. IEC 62368-1 表 17（部分）

电压 (RMS) V	最小爬电距离						
	污染等级						
	1	2			3		
	所有材料组 (mm)	材料组 I (mm)	材料组 II (mm)	材料组 III (mm)	材料组 I (mm)	材料组 II (mm)	材料组 III ^b (mm)
40	0.16	0.56	0.80	1.10	1.40	1.60	1.80
100	0.25	0.71	1.00	1.40	1.80	2.00	2.20
160	0.32	0.8	1.10	1.60	2.00	2.20	2.50
250	0.56	1.25	1.80	2.50	3.20	3.60	4.00
400	1.00	2.00	2.80	4.00	5.00	5.60	6.30

设计实例：电信 AC/DC 前端电源

应用场景：85–265V_{AC} 输入(初级至未接地安全特低电压电路)，40–60V_{DC} 输出，相对于大地保持悬空，安装于电信设备机箱内（污染等级 2），设计海拔 5000 米。

- 设计过程：
- 1.确定爬电距离：初级至未接地安全特低电压电路需增强型隔离。查 IEC 62368–1 表 17，材料组 I 基本隔离需 2mm，增强型为 4mm。
 - 2.无法满足要求时的解决方案
- 当板卡空间受限，无法满足计算值时，有以下例外手段：
- （1）PCB 开槽：在导电路径之间铣出凹槽（见图 2），可以增加沿表面的爬电距离。槽宽需满足最小值（如污染等级 2 需≥1.0mm）（见表 2）。此法只增加爬电距离，不影响电气间隙。

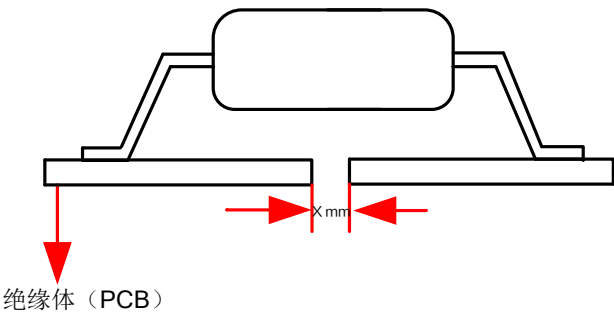


图 2. PCB 横截面

表 2. 通过槽切口来增加 PCB 爬电距离的 PCB 横截面积

污染等级	最小尺寸
I	0.25mm
II	1.0mm
III	1.5mm

结论

对于高压 PCB 间距设计，工程师需要在功率密度、成本与安全可靠性之间做出精准权衡。通过系统地理解概念、掌握标准并灵活运用设计流程与例外方案，完全能够在遵循严格安全指南的前提下，成功实现高功率密度的创新设计。