

电源管理芯片三种主流短路保护详解

引言

在开关电源系统中，短路保护是保障电路安全、稳定运行的关键防护机制，直接决定电源在故障状态下的可靠性、使用寿命与系统安全性。随着电源应用场景不断拓展，短路保护技术逐步形成差异化设计，以适配短时过载、中长期故障、长期严重短路等不同工况。当前开关电源领域主流的短路保护方式分为降频型、打嗝型与关机型三类，三者在工作逻辑、功耗控制、热特性及恢复机制上存在本质差异。本文将系统梳理三种保护方案的工作原理、核心区别、优劣势及适用场景，为电源芯片选型与电路设计提供清晰的技术参考。

三种主流短路保护的工作原理

1. 降频型短路保护

降频型短路保护是目前开关电源芯片最常用最简单的保护方式，核心逻辑为频率下调、持续工作。当输出端发生短路时，芯片检测到故障后不关闭内部控制电路，仅降低内部振荡器频率，减少单位时间内的能量传输，以此限制输出功率与电流峰值。此模式下芯片始终保持工作状态，频率虽降至数十千赫兹，但输出端仍维持安培级电流，芯片与功率器件持续发热。

2. 打嗝型短路保护

打嗝型短路保护为周期性关闭内部控制电路。短路触发后，芯片立即关断功率输出，进入低功耗休眠；休眠一段时间后自动尝试重启，若故障未消除则再次关断，形成“关断—休眠—重启”的循环打嗝状态，直至故障解除后恢复正常工作。该模式通过间歇性工作降低平均功耗，避免芯片长时间处于大电流状态。在此基础上，也会出现打嗝型短路保护与降频型短路保护同时存在的情况，可以进一步降低芯片短路时的功耗。

3. 关机型短路保护

关机型短路保护以深度关机、微电流监测为核心，是面向严重短路的高可靠性方案。检测到短路后，芯片直接关断内部逻辑电路，完全关闭内部控制电路、振荡器，进入近乎零功耗的深度关机状态；同时保留微电流检测电路，持续监测输出状态，故障消除后自动重启，部分方案需外部断电复位。此模式功耗极低，热应力最小，可承受长期短路而不损坏芯片。

三种主流短路保护技术对比表

对比维度	降频型短路保护	打嗝型短路保护	关机型短路保护
触发后工作状态	持续工作，仅降低频率，不停止开关动作	周期性关断、重启，间歇式工作	完全停止功率输出，仅保留检测电路
功耗水平	高	中等（平均功耗低于降频型）	极低（接近零功耗）
热特性/温升	温升显著，需做好散热处理	温升可控	温升极小
优势	电路简单、成本低、恢复平滑	自动恢复、通用性强、热特性优于降频型	功耗极低、热保护最优、可靠性最高
劣势	长期短路发热严重，易损坏器件	周期性重启可能产生噪声	电路设计复杂度稍高
复位方式	故障消除后自动恢复	故障消除后自动重启恢复	自动监测重启/外部断电复位

总结

短路保护是开关电源的核心安全屏障，降频型、打嗝型、关机型三种技术路线分别对应不同的成本、功耗与可靠性需求。降频型结构简单、成本低廉；打嗝型兼顾自动恢复与中等功耗，覆盖通用电源场景；关机型以近乎零功耗的深度关机；可根据方案与成本综合选择合适的方案。