

双 **DRV8705** 共驱同一电机：设计原理、风险分析与失效保护方案解析



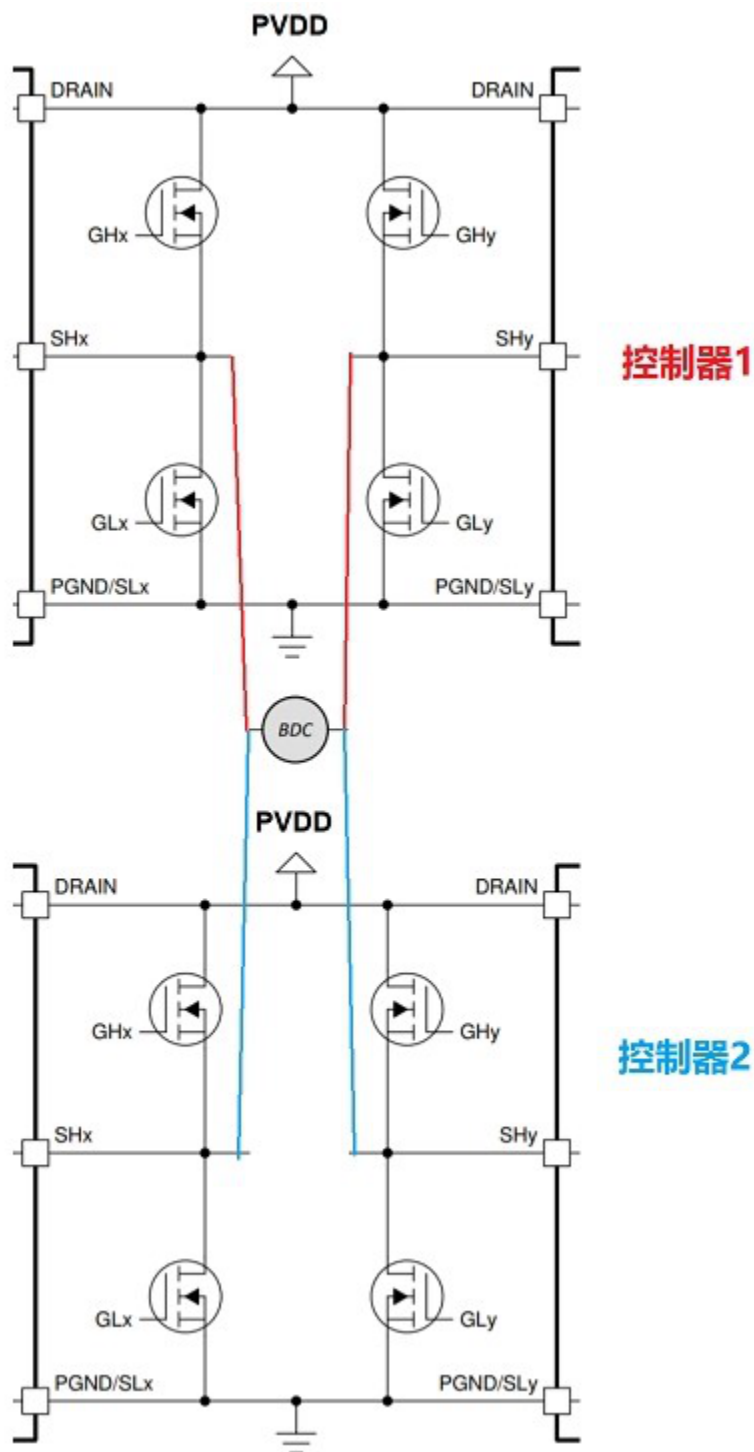
Frank Qin

在高可靠性、多通道控制或冗余需求强烈的电机驱动系统中，使用两颗 H 桥栅极驱动器（例如 **DRV8705-Q1**）驱动同一个电机是一种可行但设计要求较高的架构。这类系统在汽车、工业控制和高端机器人等领域具有广泛应用场景。

本文将从原理设计、潜在风险、防护策略以及失效保护机制几个方面，系统梳理该方案的关键要点，帮助工程师在实现方案时规避常见陷阱，并提升系统稳定性与可维护性。

一、方案原理概述

在该方案中，两个独立的 **DRV8705-Q1** 通过各自外接 H 桥 MOSFET，与同一台直流电机（如有刷 DC 或步进电机绕组）进行连接。



基本工况假设：

- 任意时刻仅有一颗 DRV 工作，另一颗处于禁用状态（nSLEEP = LOW）；
- 两组 H 桥的 MOSFET 输出节点连接到同一个电机；
- 通过 MCU 控制切换驱动主控权。

这种结构具备一定冗余能力，但也带来信号、电源、驱动状态等多方面的电气耦合问题。

二、关键风险点与应对方法

GHx/GLx 悬空与误导通风险

- 风险描述：当某个 DRV8705 被禁用 (nSLEEP 低) 后，其内部驱动器输出为高阻态，此时 MOSFET 的栅极容易悬空，可能受到噪声干扰而误导通。
- 解决方案：在每颗 MOSFET 的 栅极与源极 (G-S) 之间并联 $10 - 47k\Omega$ 的下拉电阻，确保禁用状态下 MOS 可靠关闭。

体二极管导通风险

- 风险描述：禁用通道中的 MOSFET 体二极管可能在另一 DRV8705 工作时导通，引发不受控的电流路径。
- 解决方案：
 - 选用反向漏电流更小的 MOSFET ；
 - 或在禁用 DRV 断电时进一步使用高边负载开关或断开电源的方式实现电气隔离。

反向电压冲击与 TVS 保护

- 风险描述：在快速换向或回生过程中，电机端可能产生高电压尖峰，损伤禁用 DRV8705 的引脚或 MOSFET。
- 解决方案：在电源 (PVDD) 与地之间、马达电机与地之间并联 TVS 瞬态抑制二极管，吸收过电压尖峰，保护敏感器件。

PVDD 侧"外部硬隔离"策略

- 方式：在每颗 DRV8705 的供电 PVDD 路径中串联可控高边开关 (如智能负载开关或 P-MOS) ；
- 目的：在禁用 DRV 时，彻底断开其电源输入，实现电气物理隔离，防止回流和误触发。

三、失效保护策略建议

为了实现更高的系统可靠性和安全容错能力，建议引入如下设计优化：

- 独立供电通路设计
两颗 DRV8705 使用相互隔离的电源轨；
各自配备 TVS、LC 滤波器和限流软启动器件，避免彼此电源干扰。
- 控制信号隔离
对于 INx、nSLEEP、PWM 等控制线，可加装数字隔离器或缓冲器；
有助于限制单个控制器失效时信号异常扩散。
- 故障状态检测与切换逻辑
MCU 实时读取两颗 DRV 的 nFAULT 引脚；
如检测到某一路故障，可通过控制 PVDD 断电或信号切换转移控制权至备用通道；
推荐加入电流检测或霍尔传感器监控电机工作状态。
- 软件层的保护与降级机制
在软件逻辑中设定主备驱动优先级；
出现故障后，系统可进入低速/安全模式运行，待主驱动恢复后切回。

四、参考原理图要点 checklist

建议的原理图设计包括以下要点：

- 每个 MOSFET 栅极并联 (G-S 之间) $10 - 47k\Omega$ 下拉电阻；
- 两个 DRV8705 的 VM 供电应具备独立可控断开机制；
- 每个 DRV8705 的 VM 处接 TVS ；
- 需保证任意时刻仅一颗 DRV8705 在工作 (通过 MCU 控制 nSLEEP 或 EN) ；
- 可选的 PVDD 电源侧智能开关/高边开关；
- Motor 输出节点共用但设计合理的滤波与过压保护；
- 禁用 DRV8705 时，确保其输出全部可靠关闭；
- 两个 DRV8705 的 nFAULT 都需要确保接入 MCU，同时保证 MCU 内部有故障判断逻辑和自动切换机制。

五、结语

使用双 DRV8705 驱动一个电机，在某些关键场景中可提供冗余性和故障转移能力。但前提是必须严格处理好驱动器之间的电气隔离、状态切换与保护措施。

一旦设计不当，非但不能提升系统可靠性，反而可能增加失效路径和维护难度。

在安全和稳定性要求高的项目中，建议提前完成仿真验证与原型测试，逐一验证各项保护机制的可靠性。

重要通知和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
版权所有 © 2025，德州仪器 (TI) 公司