

我的毕业设计

理学院 电技 1801 李梓玮

在 2021 年 9 月，我由倪晓明老师推荐到国能智深控制技术有限公司进行实习，并由张立然工程师指导我进行毕业设计的准备工作。最终公司给我选定的题目是《国产化 ETS 卡件设计》。

我国的总发电量约占到了世界发电总额的四分之一，其中火电大约占我国总电源结构的百分之五十九，而火电将在未来很多年里仍然是中国发电量的主要源泉。

汽轮机危急跳闸系统 ETS (EMERGENCY TRIP SYSTEM) 是用来监控汽轮机的一些系统指标，当这些系统指标超过了其设计时的运行限制值时，汽轮机危急跳闸系统就会关闭汽轮机蒸汽喷射口，紧急制动汽轮机。

本次设计的主要方向是 ETS 系统中的 TPM 卡件。TPM 卡件有以下几个主要功能：1、检测输入的 DI 信号；2、输出 24VDC 的 DO 信号；3、将 DI 与 DO 信号的状态发送给 DPU 进行通讯。在一个 ETS 系统中有三个同样的 TPM 卡件，每个 DI 信号都由三个卡件同时检测，每路 DO 信号也都由三个卡件 3 冗余 2 控制。

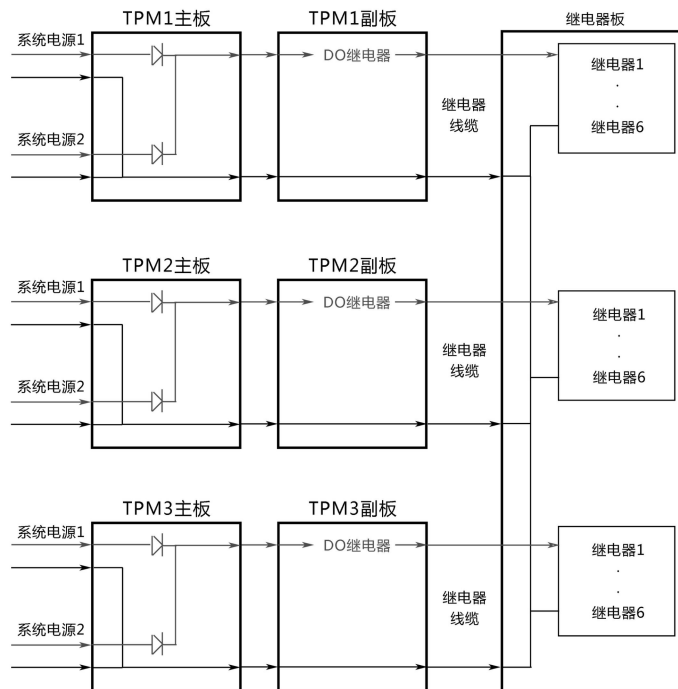


图 1 ETS 组成示意图

首先要进行原理图的设计，原理图中包含主板与副板两个部分。主板中包含电源模块、MCU 部分、FPGA 部分、冗余 485 通讯模块等诸多部分的设计工作，副板包含 DI 采集单元、DO 输出单元的设计。在原理图设计完成后，要进行 PCB 的设计。在张立然工程师的指导下，我顺利的完成设计部分的工作。

在拿到焊接好的 PCB 之后，需要对照原理图与 PCB 版图对电路板焊接元件是否正确进行检查。并使用万用表在各类电源端口处进行测试，保证电源无短路情况。

在上述检查完成后，即可连接底座并上电测试。在初次上电时，由于 MCU 内无程序，无法对 5V 电源看门狗进行复位操作，所以 5V 电源在不断的重启。使用跳线帽将看门狗旁

路，下载 MCU 与 FPGA 程序。

由于最终的设计产品要投入生产并投入工业使用中，所以要对卡件的可靠性进行测试。包括上下电波形测试、功耗测试、电源反接测试灯功能方面的测试。还需要进行 EMC 电磁兼容测试，其中包括快速脉冲群、浪涌、静电、射频传导抗扰度测试、射频场感应的传导敏感性试验、高低温测试。

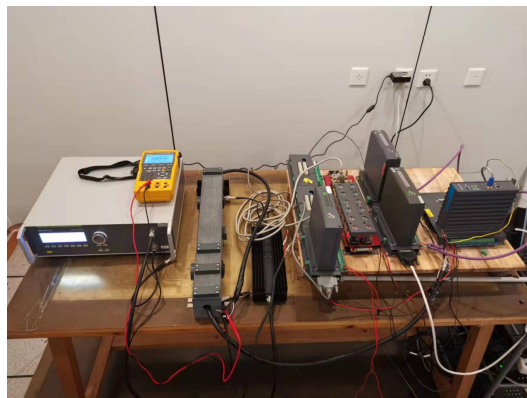


图 2 EMC 测试

在设计中还存在诸多不足，例如 DI 采样通道故障、485 报文缺失故障、系统电源反接故障、现场电源监测失效故障、485 总线钳位方式改善等改善项目，在张立然工程师的协助下逐一攻克了这些难题。



图 3 485 报文缺失故障

在本次毕业设计中，实践机会相当难得，能参与到实际的研发生产过程中，我感到十分的荣幸，也学到很多在课本上学习不到的知识。在此感谢倪晓明老师于国能智深公司给予我的大力帮助!