

# 模块化多电平柔性直流输电电动模试验系统

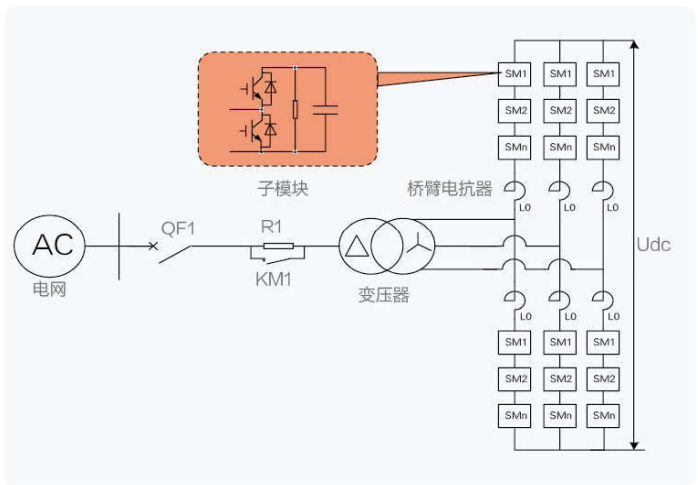
鉴于日益紧张的能源问题和由此引发的环境问题，国家明确提出要优化能源结构和加快电力产业升级。亟需采用更加灵活、经济、环保的技术和方法来解决电能传输领域所面临的技术难题：（1）有功功率相互支撑的区域电网间高效联网与隔离；（2）风力发电、光伏发电等远离负荷中心的可再生能源发电并网技术；（3）孤岛、海上系统等偏远地区无源负荷供电技术；（4）现有输配电网扩容及改造技术；（5）距离偏远或地理分散的小功率电源联网技术；（6）灵活高质量的电网有功无功调节技术。

柔性直流输电（Flexible-HVDC）具有可向无源网络供电、不会出现换相失败、换流站间无需通信以及易于构成多端直流系统等优点，是构建智能电网的重要装备，与传统方式相比，柔性直流输电在孤岛供电、城市配电网的增容改造、交流系统互联、大规模风电场并网等方面具有较强的技术优势，能够有效解决电能传输领域所面临的技术难题。

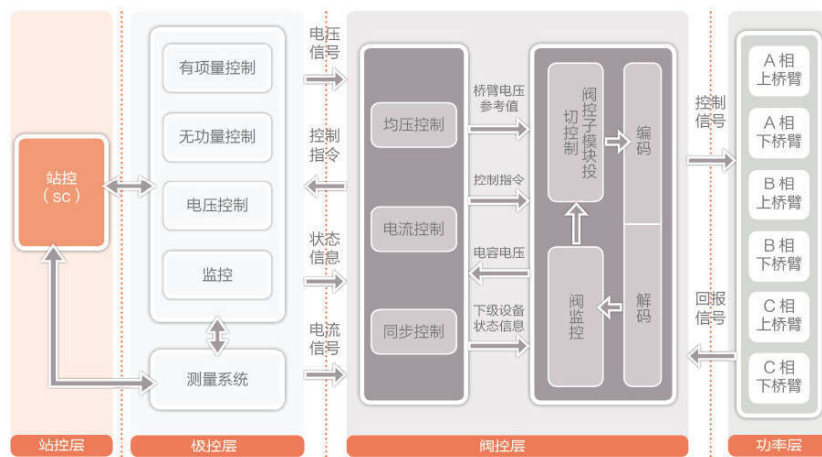
## 系统构成

本模块化多电平柔性直流输电电动模试验系统结合实际柔性直流输电工程项目要求，搭建的N电平数字/物理动模试验系统进行功能性试验和关键技术试验。基于该试验系统可开展关于MMC的子模块均压策略、环流控制策略、调制策略及多端协调控制等技术研究；另一方面，通过该试验系统完成诸多本科/研究生教学试验。

单端模块化多电平柔性直流输电电动模试验系统电路由进线断路器、进线接触器、软启电阻、软启接触器、升压变压器、桥臂电抗器、测量单元和功率单元构成；控制保护单元由极控、阀控和后台监控单元构成。



主电路框图



系统控制框图

## 系统特点 ▲

### (1) 方便教学

- 工程模拟：结合工程实际情况，子模块采取自取电工作方式；
- 结构清晰：按照功能架构组屏，方便初学者对系统的认知；
- 直观展示：各子模块电压、系统运行状态信息实时显示；



A 相上桥臂各子模块电压显示图

### (2) 安全可靠

- 采用光纤通讯方式，确保系统稳定可靠运行；
- 系统稳定。具有桥臂过流、直流母线过流、直流母线过/欠压保护、交流侧过流/过压保护、短

路、通信故障等保护功能；子模块级具有电容过/欠压、驱动、取能电源故障等多重保护功能；

### (3) 优势明显

- 无需交流侧提供无功功率；
- 4象限运行且独立控制有功无功功率；
- 谐波含量小，所需滤波装置少；

## 常规试验 ▲

- 系统保护试验
- MMC试验系统逻辑功能测试试验
- 子模块软启阶段均压试验
- 子模块正式运行阶段均压试验
- 阶梯波调制试验
- 空载稳压试验

## 可选试验 ▲

- 低电压穿越试验
- 孤岛试验
- 黑启动试验
- 新型控制策略开发
- 有功潮流控制试验
- 无功潮流控制试验
- 桥臂环流抑制试验
- 多端协调控制试验

