

“大型交直流混联电网运行控制与保护”专辑

特约主编寄语

我国已形成了世界上规模最大、电压等级最高的大型交直流混联电网。交直流混联系统中状态变量广域耦合,各元件动态时间常数差异巨大。系统中连续、离散、逻辑变量交织,多种类型约束相互制约,不同控制变量交互影响,控制目标存在耦合和冲突的可能,运行控制难度大。交直流混联电网中交流同步电源混合非线性受控开关电源、三相交流网络与两极直流网络拓扑互联,故障特征发生改变,基于线性等效电路的传统故障分析方法和保护原理不能简单沿用。因此,开展大规模交直流混联电网的暂态建模和仿真、稳定控制理论与技术、故障特性分析与保护,以及防范连锁故障发生的风险预警与主动保护等重大基础理论和关键科学技术研究迫切而关键。

针对这一热点问题,《电力自动化设备》邀请我们共同组织了“大型交直流混联电网运行控制与保护”专辑,收到了来自学术界和工业界的近百篇饱含真知灼见的投稿。最终本次专辑共收录了33篇论文,主要从以下几个方面展开。

◆ 交直流混联电网保护技术

天津大学的杨子荷、李永丽教授等进行了直流馈入下的交流系统故障特性分析,并提出了故障分量电流差动保护改进策略;西安交通大学的侯俊杰、宋国兵教授等提出了一种基于故障分量差动电流极性特征的故障全过程纵差保护原理;三峡大学的翁汉琍副教授、华中科技大学的林湘宁教授等针对换流变压器零序差动保护误动现象,提出一种采用S变换相位差及能量相对熵算

法的零序差动保护新判据;天津大学的李斌教授等提出了一种基于波形相似度的直流输电线路故障测距方法,以克服行波测距原理耐受过渡电阻能力较弱以及所需采样率过高的缺点;国网四川省电力公司电力科学研究院的李小鹏博士、西安交通大学的罗先觉教授等提出了基于电流突变量比值的高压直流输电线路纵联保护方案;华北电力大学的郑涛教授等分析了逆变侧换流变压器故障性涌流产生机理及其对差动保护的影响;华北电力大学的赵冠琨、贾科教授、毕天姝教授等进行了基于直流断路器转移支路动态电阻特性的柔性直流输电系统保护动作分析与改进研究;华中科技大学的任师铎、李银红副教授等提出了高压直流输电线路行波保护的实用整定原则,可提升整定计算效率;国网四川省电力公司电力科学研究院的滕予非博士、西安交通大学的焦在滨副教授等分析了高压直流接地极线路断路器故障高频阻抗特性及阻抗监视系统适应性;西南交通大学的戴文睿、林圣副教授等提出了一种基于故障电流传播特性的高压直流输电线路单端保护方案;国网四川省电力公司电力科学研究院的庄祎、重庆大学的卢继平教授等提出了一种基于频带电压幅值积分的高压直流输电系统接地极线路保护新方法;华北电力大学的戴志辉副教授等提出了一种基于电压反行波的特高压直流输电单端量线路保护;三峡大学的翁汉琍副教授等对换流站桥差保护误动机理开展研究,并提出了一种基于互近似熵算法的桥差保护防误动闭锁新方案;中国矿业大学(北京)的梁营玉副教授等分析了MMC-HVDC对交流线路电流相位

差动保护的影响机理;西南交通大学的张海强、林圣副教授、何正友教授等研究了直流输电系统换流站保护适应性及优化方案;华北电力大学的戴志辉副教授等提出了考虑交直流侧协调的模块化多电平换流站直流线路保护方案。

◆ 交直流混联电网控制技术

清华大学的景柳铭、王宾副研究员、董新洲教授等分析了高压直流连续换相失败的演化机理,介绍了判别连续换相失败的方法,归纳了连续换相失败的处理方式;国网经济技术研究院有限公司的索之闻博士、刘建琴教授级高级工程师等进行了大规模新能源直流外送系统调相机配置研究,提出了配置方案并给出了配置建议;南方电网科学研究所的朱益华、郭琦教授级高级工程师等提出了一种柔性直流和常规直流并联系统功率调制策略;山东大学的王洪涛教授等提出了一种多直流馈入系统功率调控与受端系统机组出力恢复协调优化方法;东南大学的陈中研究员等提出了一种基于静态安全距离灵敏度的交直流混联系统安全校正方法;四川大学的王少伟、刘天琪教授等推导了模块化多电平换流器的运行边界,并提出了提高其运行稳定性的控制方法;北京四方继保自动化股份有限公司的刘静佳、梅红明博士等提出了一种柔性直流阀组计划投退控制方法,并对常规直流阀组计划投/退控制方法进行了改进研究;华北电力大学的杨硕、郭春义副教授、赵成勇教授等进行了混合级联型直流输电系统直流故障特性及恢复控制策略研究;西南交通大学的高原、王德林副教授等分析了异步联网下直流频率调制及其参数对送端电网频率的影响;山东理工大学的李桓、彭克副教授等提出了一种基于IIDG电流相位控制的配电网故障电流抑制方法;华北电力大学的项锦晔、杨明玉副教授及中国电科院的陈得治教授级高级工程师等提出了一种应对特高压环网故障热

稳问题的多直流紧急控制策略。

◆ 交直流混联电网仿真与故障分析技术

浙江大学的杨林超、徐政教授等研究了大规模交直流混联电网RTDS快速建模方法,并开发了一套常用机电暂态软件至RTDS的数据移植软件;国家电网有限公司华北分部的訾鹏博士等调研了大型交直流混联电网仿真工具的现状并提出了在华北电网推广应用的工作思路;华南理工大学的朱林副教授等以南方电网为对象,提出了计及特征约束的主网架动态等值方案;重庆大学的苟鑫、卢继平教授等研究了适用于交直流混联电网的CH-MMC电磁暂态快速仿真模型;北京交通大学的郝亮亮副教授等进行了LCC-MMC混合型直流送端交流系统故障时直流电流的暂态过程解析研究;浙江大学的李晓栋、徐政教授等对比分析了3种混合直流输电系统的交流故障特性。

如何有效保障大型交直流混联电网安全运行是重大和紧迫的国家需求,这方面的研究方兴未艾,现有研究难免有局限之处,也势必存在大量的学术争鸣与思维碰撞。由于篇幅、主题以及稿件处理周期的限制,部分高水平投稿论文未能完全涵盖于本专辑中,希望能够得到所有为本专辑撰稿的作者和广大读者的理解。

衷心感谢众多专家学者的大力支持,将您的最新研究成果慷慨贡献于本专辑。感谢《电力自动化设备》编辑部为本专辑的选题、策划、组织和出版所做的大量而细致的工作。同时,还要感谢本专辑的各位特约评审专家,正是他们求实的科学态度和无私的奉献精神保证了本专辑的高质量出版。

董洲 冯涌 卜金 子康

2019年8月26日