

新疆电网区域稳控系统标准化讨论

负 剑¹, 常喜强², 阿地利·巴拉提¹, 梁 静¹

(1. 新疆电力科学研究院, 新疆 乌鲁木齐 830011;

2. 新疆电力公司调度控制中心, 新疆 乌鲁木齐 830002)

摘要:安全稳定控制系统(以下简称“稳控系统”)作为电力系统安全稳定运行的第二、三道防线,其地位和作用日益重要。随着新疆电网规模的不断扩大,新疆电网安全稳定控制装置(以下简称“稳控装置”)的配置已超过全国其他省份,位居第一。稳控装置的配置越来越广泛,随之产生的诸多问题也日益突显:装置类型、型号众多造成专业管理和运行管理难度大,装置控制逻辑和功能复杂,缺乏统一明确的要求等等。主要结合新疆电网区域稳控系统的特点,通过分析稳控系统及应用情况和存在问题,从稳控装置的设计、单体调试、联合调试、区域稳控系统的策略编制、后台管理、运行管理6个方面讨论新疆电网区域稳控系统标准化工作。

关键词:新疆电网;安全稳定控制;标准化

Abstract: As the second and third defense line of power grid, the security and stability control system becomes more and more important in daily grid production. With the development of Xinjiang power grid, the allocation of security and stability control devices has become more and more widely and its number has surpassed the other provinces in China. But the consequent problems also appear: the difficult management of numerous type and model, the complicated programmed logic and functions, and the lack of united and specific requirements etc. Based on its characteristics, practical application and existing problems of security and stability control system and device in Xinjiang, the standardization of the regional security and stability control system is mainly discussed from six parts such as design, individual substation commissioning, joint substation commissioning, control strategy compilation, backstage administration and operation management.

Key words: Xinjiang power grid; security and stability control; standardization

中图分类号: TM74 文献标志码: A 文章编号: 1003-6954(2015)01-0077-06

0 引言

标准化工作是现代社会一项重要的基础工作。电力行业标准化工作规范着电力行业的技术行为,保证电力系统的安全经济运行,推动电力行业技术的进步和发展,并促进技术交流,保护环境,维护市场竞争的公平、公正和有序。

电力系统是一个分布地域广、包含元件多、结构复杂和动态响应快的大系统,系统中某个元件如果发生扰动就可能迅速波及到整个系统。近年来,全球出现过多次大范围停电事故,对国民经济和社会生活带来了极大的影响。目前,新疆电网面临较多严重的安全稳定问题,如远距离大容量输电的稳定问题,长距离弱联系串联系统及高低压等级电磁环网问题,日益严重的系统低频振荡和电压稳定性问

题,厂网分开带来新的系统安全问题及机与网不协调问题等。因此,如何保持电力系统安全稳定运行已受到各有关方面的高度重视。配置稳控装置和系统是提高电力系统稳定性、防范电网稳定事故、防止发生大面积停电事故的有效措施。随着新疆稳控系统规模的日益扩大,积极开展稳控系统的标准化工作,确保稳控系统及应用的安全可靠性,加强和完善稳控系统的建设和运行管理,才能解决新疆电网的安全稳定问题。

1 稳控系统及应用情况的存在问题

与常规分散式安全自动控制装置不同,稳控系统解决的是一个系统(或区域)内的稳定问题,根据系统的运行方式、故障元件及故障类型做出决策,在多个厂站协调配合,站间实现数据传输及命令传

送。如果稳控系统误动或拒动,均可能引起大规模停电,甚至造成全网失稳,因此须加强完善稳控系统的建设和运行管理。

稳控系统在技术上比较复杂,难度较高,需要计算机、通信、继电保护、系统多个专业的配合才能完成,对于专业管理、调度运行和现场运行维护人员也有较高的要求。目前稳控系统及应用情况和存在问题主要如下。

(1) 稳控系统布点广泛、规模庞大。目前新疆电网已建成覆盖全疆电网的大型区域稳控系统,共计70多个厂站,90多套装置。新疆电网稳控装置配置已超过全国其他省市位居第一,随着新疆电网及电源的建设,稳控系统规模必将进一步扩大。

(2) 稳控装置种类较多、型号复杂。目前国内主要的稳控装置生产厂家和科研单位有6~7家,新疆电网区域稳控系统中存在2个厂家的装置连接配合,不同厂家装置之间通信连接的正确性及运行维护人员对不同型号装置原理的了解、掌握情况均对稳控系统安全可靠运行有着相当重要的意义。

(3) 稳控系统对通信通道要求高。不同的稳控系统之间需要连接通信,同一稳控系统内控制主站、控制子站、切机切负荷执行站之间的多层连接通信,系统间、装置间的数据传输和命令传送均依赖通信通道的质量好坏和安全可靠运行。

(4) 稳控系统控制策略和功能较为复杂。稳控系统的建设基本上都是各省根据各自系统存在的问题,有针对性地建设稳控系统和制定稳控策略。新疆电网稳控系统主要是解决短路故障、N-1故障、部分主变压器或线路跳闸等故障引起的电网稳定破坏或设备过载问题,一般主要采取切机、切负荷或解列等安全稳定控制措施,不同的稳控系统功能配置和采取措施均不相同。

(5) 稳控系统适应性要求高,建设紧迫性强。

稳控系统及装置的功能设置受电网网架结构影响很大,网架结构若有变化就可能需要调整稳控装置功能设置和稳控系统控制策略,特别是对电网结构变化较为频繁的系统要求有较高的适应性。稳控系统作为确保电力系统安全稳定运行的技术手段和措施,建设紧迫性强,但目前稳控系统一般不能完全与一次系统同步建设,即使作为紧急的过渡措施,大都存在滞后建设的情况,因此使得稳控装置生产设计、施工调试的工期很紧,试运行时间较短,且后续完善工作量较大。

(6) 稳控系统可靠性要求非常高。稳控系统及装置在该动作时必须正确动作,在该动作时不应动作。该动作时不动作为拒动,不该动作时动作为误动。误动会造成局部系统负荷损失或电厂机组损失,拒动将造成系统稳定破坏、事故扩大甚至系统崩溃,拒动的后果更为严重。

2 稳控系统的标准化工作

稳控系统的标准化工作大体包括规划配置标准化、设计原则标准化、技术要求标准化、控制原则和策略标准化、硬件、软件功能及接口标准化、出厂验收和调试标准化和管理制度标准化7个部分。具体划分如图1。

2.1 规划配置标准化

稳控系统的配置原则上满足《电力系统安全稳定控制技术导则》(GB/T 26399-2011)的要求,但由于在具体执行中出现较多问题,需要进一步制订或完善便于操作的规定和标准,明确系统的安全要求和规范稳控系统的配置,做好稳控系统的同步规划、同步设计、同步建设,研究和解决如何协调和加强电力系统安全运行的三道防线建设,综合考虑加强一次系统建设、采取紧急控制措施以及合理配置第三道防线。

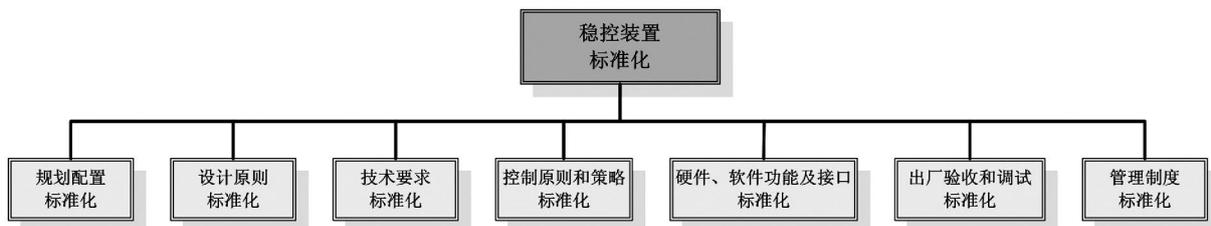


图1 稳控系统标准化工作框架

稳控系统应以稳控装置不同功能(控制主站、控制子站、执行站)进行分层配置,以其所控制的电力系统自然网架(系统)结构或计算所确定的控制断面为界进行分区,通过装置间的协调动作实现分层、分区控制。随着电力系统的快速发展,对于主网和区域稳定问题严重的电力系统,220 kV 变电站作为主要区域供电电源,建议应按控制子站(或主站)配置,主要实现主网控制功能和区域控制功能;并相应地配置110 kV 变电站和电厂作为执行站。

2.2 设计原则标准化

稳控系统的设计计算主要在于系统模型(网架)的建立、运行方式的确定、机组出力和负荷水平安排、故障类型(特别是多重复杂故障类型)的选定、故障切除时间的确定等,尤其是对于上述问题观点、看法不一致的时候,不但使计算工作返工多、工作量大,更严重的是可能使设计配置的稳控装置功能烦琐而又不符合系统的实际要求。为此,必须根据《电力系统安全稳定控制技术导则》(GB/T 26399-2011)和《电力系统安全自动装置设计技术规定》(DL/T 5147-2001)进一步明确稳控系统的设计计算校核原则、控制原则和控制措施优化组合等。

稳控系统对通信通道的要求较高,且目前仅有微波通道、光纤通道可供选择;每套稳控系统的通道设计应尽量按两路安全可靠的通道考虑,尽可能采用不同的通道方式或路由。稳控系统的设计接入与厂站的二次设备,如电流互感器和电压互感器、断路器控制回路、继电保护回路等,需要有各种联系回路。为使这些回路互相协调配合,并保证可靠性,应在厂站二次回路规划和设计时予以全面考虑,并应总结经验教训,结合技术要求、有关规定,制订和完善稳控系统装置的设计标准。

2.3 技术要求标准化

稳控系统是维持电力系统稳定运行的一种安全自动装置,且侧重于电力系统的暂态稳定控制。首先应满足可靠性、有效性、选择性和适应性的基本要求,并满足有关入网管理规定和运行规定的具体技术要求。建议根据国内外有关标准和规定,结合现有稳控系统建设和运行中的经验和教训,进一步明确和完善稳控系统的技术要求和技术规范,并推广使用这些经验,提高稳控系统的技术水平。

稳控系统应以实用、可靠、简单、就地和分散为原则,技术方案和功能要求应以有效解决系统运行

的突出问题为重点,尽量避免不必要的复杂化。

采用复杂的集中式区域稳控系统,研制周期长、环节多、控制功能复杂、整定计算复杂,过多依赖通信通道和站间数据传送,往往增加了实现难度和装置出错概率,降低了对网架变化的适应性,并且使得运行管理工作复杂,现场运行维护人员难以掌握和熟悉稳控系统的动作特性和条件。

2.4 控制原则和策略标准化

控制原则应根据《电力系统安全稳定导则》(DL 755-2001)的要求,结合系统的实际情况,校核系统在发生不同故障情况下的稳定水平,并给出相应的控制措施。

对同一系统,在不同接线方式和潮流方式下抵御扰动故障的能力是不同的,控制原则和策略的内容也应根据不同稳定水平而区分对待。对于正常接线方式和正常潮流方式,应校核系统发生第Ⅱ级(单一严重故障)和第Ⅲ级(多重故障)扰动下的稳定水平;对于正常接线方式和极限潮流方式,为提高系统特殊情况下的输送能力,应校核系统发生第Ⅰ级(单一轻微故障)和第Ⅱ级(单一严重故障)扰动下的稳定水平;对于检修接线方式,断面至少有一个元件在停运状态,一般情况下该断面的稳定功率传输极限明显减少,应校核系统发生第Ⅰ级(单一轻微故障)和第Ⅱ级(单一严重故障)扰动下的稳定水平。

稳控系统的控制策略主要是解决主网严重故障、部分主变压器跳闸等第Ⅱ级严重故障情况下引起的系统稳定破坏或设备过载问题,通过采取切机、切负荷或解列等控制措施,避免主网失稳、瓦解和大面积停电事故以及重大设备损坏事故的发生,实现电力系统的第二道防线。控制策略和控制措施应尽量简化和优化,减少对通道的依赖,优先采取切机、切负荷措施,其次是解列,采取的稳定控制措施应能兼顾事故后的运行方式,且任何单一稳控装置发生误动不会导致重大电网事故发生。

2.5 硬件、软件功能及接口标准化

稳控装置的一个突出问题就是很难定型,不同的电网、不同的厂站要求均不同。为了适应不同电力系统的要求及其可能出现的变化,以及缩短稳控装置开发生产周期,目前国内主要稳控装置生产厂家大都实现了硬件和软件功能的标准化和模块化,通过采用有长期运行经验、成熟的采样与计算模块、方式识别和故障判据、控制策略表编制软件以及成

熟的通信技术,可以快速灵活地组成合乎要求的装置和系统,同时也保证了产品的质量和性能。远方信号传送设备和通信通道仍是稳控系统中较薄弱的环节,还需进一步加强和完善,提高硬件质量和防误性能。同时,应加强软件逻辑功能编写标准化和模块化,加强具有一定通用性判据的测试研究和适应性分析,研究解决目前存在于策略可修改性、可扩展性和软件稳定性方面的问题,完善装置防误程序的标准化,完善装置调试和策略检查的应用软件标准化,加强装置与外部联系、不同厂家装置接口程序的标准化等。

2.6 出厂验收和现场调试标准化

稳控系统及装置的出厂验收和现场调试是检查稳控系统(装置)之间命令传递和数据传递正确性的不可缺少的重要环节,是为了及时发现和解决稳控装置可能存在的问题并最终验证整个稳控系统的安全性、可靠性和正确性,其中包括稳控装置软硬件、逻辑控制功能的安全性、可靠性和正确性,重点是策略表执行的正确性,防误措施的安全性,以及各站间数据和命令传输的可靠性、正确性。稳控系统一般都含启动装置和控制措施两部分,启动装置已基本实现模块化和标准化,是定型化产品;而控制措施则需要根据不同电力系统现有条件和控制要求加以利用或专门配置,随电网结构和控制标准而不同。

因此,必须做好稳控系统及装置的出厂验收和现场调试工作的规范化和标准化,根据设备硬件性能、软件逻辑功能、控制策略要求和防误要求等具体要求,编制和完善规范的出厂验收方案和现场调试方案,细化测试内容和要求,及时解决稳控系统及装置可能存在的问题,严格把好设备验收关。

2.7 管理制度标准化

稳控系统技术是一项复杂的、跨专业的综合技术,随着稳控系统在电力系统的大规模应用和系统安全稳定对其依赖性增强,必须重视管理制度标准化,及时完善安稳入网管理规定、稳控系统运行管理规定等,加强管理规定的宣传和执行力度。

1) 完善和规范稳控系统装置的开发生产,提高质量和性能,确保硬件、软件及外部设备的可靠性;加强现场施工安装和调试工作,做好稳控系统投运管理工作,按规定进行挂网试运行,验证装置的安全性,及时处理装置存在的缺陷和问题。

2) 加强运行管理工作,做好稳控系统装置的运

行定值整定、运行维护管理、反措执行、检验管理、故障处理及动作报告管理等工作,进一步加强运行定值的及时校核和稳控系统的日常运行维护,研究和编制不同类型稳控装置定值的整定标准、管理规范。

3) 做好现场图纸资料和软件版本管理的规范化、标准化,编制和及时完善现场运行规程、完善竣工图纸和技术说明资料,加强现场装置的硬件改造和软件版本更新管理等工作。加强运行管理人员的技术培训工作,使其掌握和熟悉稳控系统装置的功能原理、异常处理和日常投退操作,提高运行管理水平。

3 新疆区域稳控系统标准化工作思路

根据新疆电网及新疆区域稳控系统的特点,新疆区域稳控系统标准化工作大体包括稳控装置设计规范、稳控装置调试规范、区域稳控系统管理制度规范和区域稳控系统策略制定规范等几个不同方面的规范,而稳控装置调试规范可细分为稳控装置单体调试规范和联合调试规范,区域稳控系统管理制度规范可细分为区域稳控系统运行管理规范和后台建设管理规范,具体如图2所示。推行稳控装置和区域稳控系统一系列标准化工作,对于提升电网稳定控制技术水平和提高稳控系统可靠性,规范稳控装置及区域稳控系统调试验收流程,方便区域稳控系统日常运行维护,有着非常重要的意义,是一项长期而艰巨的基础性工作。

3.1 新疆区域稳控装置设计规范

新疆区域稳控装置设计规范需要满足《电力系统安全稳定控制技术导则》(GB/T 26399-2011)的相关要求,在稳控装置设计中要贯彻国家技术经济政策,保证稳控装置的设计达到安全可靠、技术先进和经济合理等要求,更需要结合新疆电网自身特征、特色,使稳控装置设计做到有章可循,独具一格。

新疆区域稳控装置设计规范可以以《电力系统安全稳定控制技术导则》(GB/T 26399-2011)为蓝本,对新疆区域稳控装置的配置及功能加以规范,做到统一考虑,分层分区,局部电网服从全网,低压电网服从高压电网等原则。稳控系统的配置应向“区域化、小型化”的方向发展,应分散设置稳控装置,尤其是重点稳控主站、子站的控制量,以避免单一装置误动引发重大电网事故。

稳控装置的设计规范要根据新疆电网及新疆地

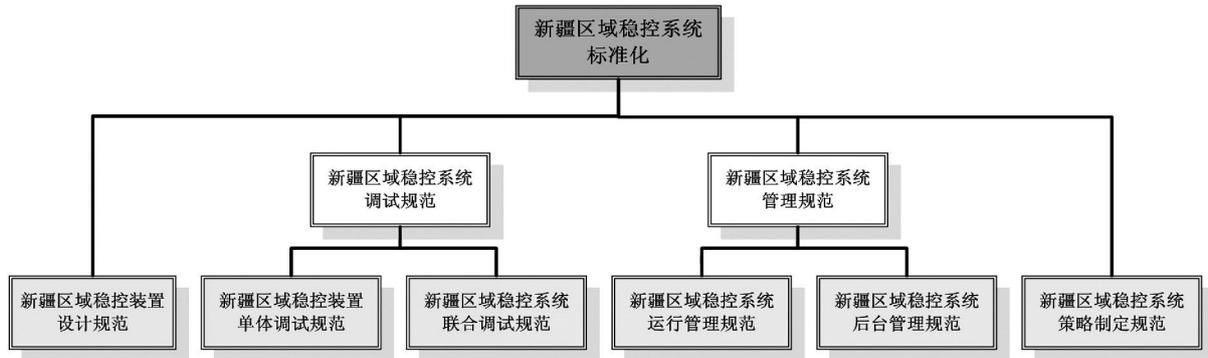


图 2 新疆区域稳控系统标准化工作框架

域特征,可以从屏柜、端子排和压板、稳控装置技术性能指标、外回路、通信接口等不同方面详加说明,既要保证稳控装置的安全可靠性,同时又要兼顾经济性。

3.2 新疆区域稳控装置单体调试规范

稳控装置是保证电力系统安全稳定运行的重要设备,为使稳控装置的现场调试有章可循,安全风险评估和过程控制规范化,试验方法和内容明细化、具体化,保证现场调试工作全过程的安全和质量,同时为了提高现场技术人员的专业素质和技术水平,需要制定现场调试规范,为稳控装置的现场调试提供依据。

稳控装置现场单体调试规范要根据新疆区域稳控装置自身功能及特点,以《电力系统安全稳定控制系统检验规范》(GB/T 22384-2008)为蓝本,可以分为检验分类和周期、调试前应具备条件、稳控装置检验项目、稳控装置本体功能检验 4 个部分。稳控装置检验项目又可以细分为稳控装置开箱前检验、装置外部检验、绝缘耐压检验、逆变电源检验、接入回路检验、直流电源检验等几个项目。稳控装置本体功能检验除装置本身一般性功能外,还需对不同电网的特有功能进行检验。

3.3 新疆区域稳控系统联合调试规范

稳控系统联合调试是建立在稳控装置单体调试完成的基础上,稳控装置联合调试是为了验证稳控装置策略表执行的正确性,稳控装置间通信的正确性和可靠性,装置防误闭锁措施的正确性以及各个系统之间接口的正确性,联合调试是稳控系统正确工作的基础。

联合调试规范需要涉及稳控系统联合调试全过程,可以分为联合调试目的、必备条件和准备工作、组织结构及人员、联合调试试验工作流程、危险点分

析和安全预控措施、试验项目及内容等几个方面。试验项目需根据新疆电网区域稳控系统自身特点以及策略做适当的调整,项目不固定。

3.4 新疆区域稳控系统运行管理规范

新疆电网区域稳控系统是新疆电网安全稳定运行的一项重要保障措施,新疆电网稳控装置配置规模已超过全国其他省市,为适应新疆电网的不断发展,需要进一步加强稳控系统运行管理,提高装置运行维护水平,以确保电网稳定运行。

新疆电网区域稳控系统运行管理规范需要结合新疆电网实际情况,实行统一调度,分级管理,下级调度服从上级调度的原则,明确调管范围,明确责任义务,使稳控系统运行、维护、调管有章可循。

运行管理规范的制定需要对新疆电网区域稳控系统构成及功能加以简述,在此基础上需要明确稳控装置的调管范围和调度命名,然后可以从区域稳控装置运行操作规定、区域稳控系统投运后注意事项、区域稳控系统的运行管理、检修试验相关规定、区域稳控系统异常处理、信息通报制度等几个方面对稳控系统的运行管理加以说明。其中区域稳控装置运行操作规定需要根据新疆电网区域稳控装置特点,从特殊压板投退操作、稳控装置投退操作、旁路代路操作等特殊操作进行详细的说明。

3.5 新疆区域稳控系统后台管理规范

新疆稳控后台是新疆区域稳控系统的特色工作,新疆区域稳控系统后台应以新疆地图为背景,在地图上可直观显示全省安稳装置的分布情况,显示各个厂站图元,能够直接进入各厂站安稳装置的监视界面。应具备全省电网地理接线图、全省稳控系统监视画面、各区域稳控系统监视画面、各厂站安稳装置监视画面、断面潮流管理界面、装置综合数据管

