

数字换流站运维管理系统设计关键技术研究

蒲 华

四川电力设计咨询有限责任公司 四川 成都 610000

摘要:与常规交流变电站相比,换流站在清洁能源大规模并网、长距离输送等方面扮演着重要角色。换流站站端信息系统复杂,巡视的设备和数据种类繁多,运维工作繁重且压力巨大,客观上无法做到及时准确地发现并消除各类设备故障缺陷,设备本质安全得不到充分保证,从而可能带来电网安全稳定。因此,文章针对换流站设备特点和运维工作方式进行了分析,结合国网公司的“数字新基建”理念和边缘物联代理模型,提出了数字换流站运维管理系统的设计模型。

关键词:数字换流站;边缘物联代理;运维管理系统

1 换流站运维的特点

换流站是电网实现清洁能源大规模并网、长距离输电的重要节点。据不完全统计,四川某特高压换流站仅信息系统就多达三十余套,设备数量众多,需巡视的设备和数据种类繁多,导致运维工作繁重且压力巨大,运检人员需长期滞留在设备区域且只能根据各系统后台数据、现场巡视情况和主观判断来进行分析并处理。

经过研究,换流站现有运维模式缺乏全景智能管控手段,在人身安全、设备安全和电网安全方面均存在隐患,具体分析如下。

1.1 人身安全问题

运检人员需长期滞留在设备区域,一旦运行中的设备发生故障(如换流变、主变等重特大充油设备故障放电、爆炸着火等),将严重威胁现场运维人员人身安全,且站内消防系统缺乏统一的一体化管控,在重特大充油设备火灾应急处置过程中,上级单位和远程专家不能及时决策和及时响应,消防人员在灭火过程中亦存在人身伤害的风险。

1.2 设备安全问题

站端信息系统复杂而数字化手段偏弱,无法实现多信息系统的的海量数据汇聚,无法对在运设备的运行数据进行统一分析并做出故障预判,运维人员只能根据各系统后台数据、现场巡视情况和主观判断来进行分析并处理,运检任务繁重且压力巨大,客观上无法做到及时准确地发现并消除各类设备故障缺陷,设备本质安全得不到充分保证。

1.3 电网安全问题

换流站是直流输电系统的重要节点,承载着电网负荷优化配置的重任。站端设备故障严重又无法及时消除故障时,不仅仅影响到本站,还可能影响近区电网的正

常运行。

结合1.1、1.2和1.3章节,可以得出数字换流站运维管理系统的建设是十分必要的,它在保障人身安全、设备本质安全和电网安全方面有着巨大意义,亦能助力特高压能源安全生产。

2 运维管理系统设计关键技术研究

基于国网公司的三级部署^[1]的总体技术架构,数字换流站运维管理系统在换流站侧考虑,在换流站端配置边缘物联代理^[2]平台,即在站内不分区、不分设备、不分业务建设一个统一管理的平台。根据运检工作的需求,将站端原有各系统接入边缘物联代理,转换为统一模型进行存储,同时提供标准的数据访问接口,向各业务应用提供数据共享服务,并上送至上级云平台。国网公司数字换流站的各层架构分别如下:



表2-1 数字换流站总部侧架构^[3]



表2-2 数字换流站省公司侧架构^[3]



表2-3 数字换流站侧架构^[3]

在构建换流站运维管理系统设计时，需从平台硬件、平台软件、应用软件、数据流向等几个方面考虑边缘物联代理平台系统的架构，同时还需考虑电源需求。

2.1 平台硬件

在换流站侧配置平台硬件，构建统一模型的边缘物联代理平台。该平台主要包括超融合存储计算节点、图形处理节点、视频接入节点、AI计算节点等各类节点和链接节点的交换机等，节点的主要作用功能如下：

超融合存储计算节点：具备在同一套单元设备中融合计算、存储、网络的虚拟化资源、备份软件、快照技术、重复数据删除、在线数据压缩等功能，并可通过网络聚合实现模块化的无缝横向扩展，形成统一资源池。

图形处理节点：可提供三维图形渲染和视频融合一张图的算力资源。

视频接入节点：用于存放视频、图片及日常作业文件，提供安全可靠、可扩展的共享文件存储资源。

AI计算节点：可提供智能算法，进行图像表计识别功能。

2.2 平台软件

平台软件是依赖于平台硬件运行并整合调度硬件资源，接受公共组件或应用软件调用或者依赖的服务和资源。包括虚拟化、容器管理、分布式存储、基础设施管理、操作系统，为整个运维管理系统提供弹性、异构的计算资源池和存储资源池。运维管理系统的平台软件需提供的以下功能：

虚拟化：提供简单易用的图形化界面，指定虚拟机的CPU、内存、主机名、账户密码、虚拟机IP等信息，并调整vCPU个数、内存大小、硬盘数量和网卡个数等资源。

容器管理：将容器部署在物理机或虚拟机之上，并支持K8S容器集群、运行Docker容器以及容器编排和管理。

分布式存储：提供统一的资源池化管理能力，对零散分布在不同服务器节点的上存储空间进行统筹管理，形成的统一的存储资源池，提高存储资源利用率。

2.3 应用软件

根据各个换流站的运维实际情况，在平台硬件和平台软件的基础上开发各个应用软件，以满足运检工作的实际需求，比如：全景视频融合、重要设备（换流变、换流阀等）智能分析、精细化三维等等。

全景视频融合是充分调度利用站内视频资源，实现对设备、环境、人员、作业等场景的全面可视化，辅助现场人员开展监视判断和安全管控，支撑各级管理人员

远程视频调阅监控和应急指挥。

重要设备智能分析是以设备为主体，基于资产信息、状态监测信息、运检信息及设备设计制造特点等，结合故障历史记录，实现状态监测分析、状态主动预警、异常监视跟踪，故障智能诊断等功能，从而全面支撑设备智能运检，提升电网设备安全水平。

精细化三维是基于点云数据的三维精细建模，真实反映设备状态及其周围环境，融合告警提示和监测数据的实时信息，对换流站区域、设备、系统、建筑物等突出显示，提供相关运行数据指标与设备实景的直观挂接。

2.4 数据流向

利用搭建好的平台和应用实现换流站多源数据的汇聚和共享，并将数据转换为统一格式进行存储，其中，站端数据的流向示意图如下图：

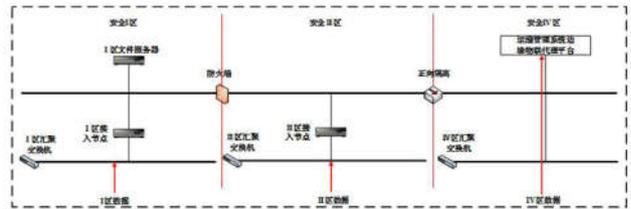


表2-4 站端数据流向示意图

2.5 电源需求

以运维管理系统设备负荷为12kV为例，计算该系统所需电源计算如下：为确保交流电源波动时数字换流站系统能正常工作，该系统由2套专用UPS电源供电。本期新增2套专用UPS主机，每套容量为20kVA，本期与后期负荷接入新增UPS电源后，2套主机负载均约12kVA，负载率均为60.0%，计算如下：

表 2-1 蓄电池容量计算表

序号	负荷容量 (kVA)	计算电流 (A)	事故放电时间及放电电流		
			持续 (min)		随机
			初期	1 ^h	5s
1	20	54.5	54.5	54.5	0

表 2-1 蓄电池组选择及计算表

序号	项目	计算值	设备选择	数量
1	蓄电池组个数	$n=1.05 \times 220 / 13.5 = 18$	18只/组	1组
2	蓄电池组容量	0 [~] 1min 阶段计算： $Ce1 = Kk \cdot I1 / ke1 = 1.4 \times 54.5 \div 1.74 = 43.89Ah$ 0 [~] 120 阶段计算： $Ce2 = Kk \cdot [I1 / ke1 + (I2 - I1) / ke2] = 1.4 \times (54.5 / 0.408) = 187.17Ah$ 选择蓄电池容量为 200Ah	200Ah	1组

结束语

综上所述，针对换流站的运维管理特性，文章具体

分析了其面临的问题，结合国网公司“数字新基建”理念和数字换流站建设规划，提出了数字换流站运维管理系统设计关键技术，得出如下结论：

(1) 平台硬件和平台软件为运维管理系统边缘物联代理平台搭建了统一的设备数据模型，为换流站I区、II区、IV区的各站端系统数据的接入提供了统一接口，实现多源数据的统一模型存储，并提供标准的数据访问接口，向站内业务应用提供数据共享服务。

(2) 在运维管理系统统一平台的基础上，可根据各

换流站的运维实际情况，开发个性化的应用软件，以满足运检工作的实际需求。

参考文献

[1] 国家电网公司2022年2月.2022年数字换流站技术方案优化PPT

[2] 国家电网公司设备部直流处2022年2月.直流数字换流站建设PPT

[3] 国家电网公司设备部直流处2020年8月.数字换流站建设技术方案PPT.