

基于图形拓扑的一键顺控技术在流域电站群集中控制中的应用

李玉琼, 向文军

(国能大渡河生产指挥中心, 四川 成都 610000)

摘要:随着大渡河公司流域电站的陆续建成投产,生产指挥中心管辖的电站增加到 8 站,调度业务环境日趋复杂化,传统的电话下令、手工拟定操作票等倒闸业务工作模式逐渐无法满足设备操作日益频繁的情况下,提出并设计基于图形拓扑的一键顺控操作系统。从实践效果来看,该系统成票错误率低、操作效率高、安全性能强。

关键词:图形拓扑;顺控;水电群;应用特点

中图分类号: TP335+.3;O213.1

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2023)02-0108-05

Application of One-click Sequential Control Technology Based on Graphical Topology in Centralized Control of Hydropower Station Group in Dadu River Basin

LI Yuqiong, XIANG Wenjun

(CHN Energy Dadu River Production Command Center, Chengdu Sichuan 610000)

Abstract: With the hydropower stations of Dadu River Company completed and put into operation in succession, the number of hydropower stations under the jurisdiction of the Production Command Center has increased to 8, the dispatching business has become increasingly complicated. Under the condition that traditional switching business modes such as telephone orders, manual for operation ticket cannot meet the gradually increasing equipment operation, one-click sequential control technology system based on graphical topology is proposed and designed. Judging from the practical effect, the system has low ticket error rate, high operation efficiency and strong security performance.

Key words: graphical topology; sequential control; hydropower stations cluster; application features

0 引言

近年来,电力调度的运行环境越来越复杂,传统的倒闸操作方式如电话下令、人工编制操作票、人工验证设备状态等,已不能满足设备操作频率不断提高的要求,传统的倒闸操作流程单一、固化、变化小、重复率高,占用了大量的人力资源,使调度值班人员难以将更多的精力投入到经济运行和安全调度工作中。生产指挥中心一直致力于把员工从机械劳动中解放出来,把重复的任务留给程序处理。探索如何运用人工智能技术,建立新型流域水电群集中调度控制管理模式,研发新的倒闸操作应用平台^[1],取代传统的人工填写调度

指令票、操作票和电话下令模式,实现了倒闸操作由“人工逐项操作”向“计算机远程自动操作”的转变,同时对倒闸操作在线识别及纠偏,实现全过程风险监督、控制^[2]。把调度员从单调重复的工作中解放出来,成为数据管理、流程管控和探索分析异常业务情况的决策支持人员,是一个亟待解决调控运行的重大问题。因此,需建立一套一键顺控系统,更好地保证流域电站安全生产。

1 大渡河流域现状

1.1 开发现状

大渡河起源于青海足木足河、绰斯甲河,水能资源丰富,途径四川省阿坝州、甘孜州、凉山州、雅安市、乐山市。干流全长 1 062 km,规划布置 28

收稿日期: 2022-08-15

座电站,装机2 800万kW,国能大渡河流域水电开发有限公司拥有其中17级电站的开发权,开发装机1 800万kW。目前该公司在大渡河已投产9座电站,其中干流8座电站,支流1座电站,投产装机1 133.8万kW,约占四川统调水电的27%,投产电站分别是铜街子、龚嘴、沙南、枕头坝、深溪沟、瀑布沟、大岗山、猴子岩,支流为吉牛^[3]。

1.2 生产指挥中心的作

生产指挥中心负责目前投产8座电站集中控制、远程调度,包括接收上级调度(四川电力调度控制中心和西南电力调度控制中心)的调度命令、负责向各接入电站下达调度命令、负责各接入电站的远程监视、运行方式安排、开停机、负荷调整、倒闸操作、水库调度、大渡河公司应急值班等众多业务。

1.3 系统建设前设备倒闸业务

1.3.1 业务联系

系统建设前调度员和受令人员采用电话进行发令,易在沟通过程中出现方言问题、长指令叙述不完整、信息理解出现歧义等现象,不利于调度指令的快速下达和正确执行。

1.3.2 操作成票

系统建设前操作票成票处于人工拟票阶段,操作前若调度、生产指挥中心、电站未充分沟通,各自凭经验拟定操作票,花费时间较长且容易出现操作顺序不对称,同时不能关联图形、调度预令、检修任务,缺乏信息化安全防误和校验机制。

1.3.3 设备操作

系统建设前流域电站设备远程操作通过计算机监控系统实现,操作人员可在计算机监控系统中操作电站开关站开关或刀闸的分闸与合闸,需电站人员人为校核设备状态,操控时间长、效率低。

2 构建基于图形拓扑的一键顺控系统

2.1 系统拓扑

为实现基于图形拓扑的一键顺控技术,首先须满足硬件系统配置。

(1)四川省调、生产指挥中心、流域各电站间通过调度专网通信;

(2)四川省调、生产指挥中心、流域各电站均

需布置调度网络下令系统;

(3)生产指挥中心的计算机监控系统用于采集流域电站设备实时状态信息及对开关站断路器、刀闸操作;

(4)生产指挥中心网络下令子站与计算机监控系统通过防火墙通信;

(5)生产指挥中心二区和三区建有云系统,可根据需要配置相应服务器,如生产管理系统。

2.2 系统功能

2.2.1 操作票成票技术

(1)设备拓扑关系建立。建立流域电站机组开关及以上电压等级设备拓扑关系模型,模型反应各设备电气连接的逻辑关系,分别由电流、电压、电厂、发电机、变压器、电抗器、母线、线路、断路器、隔离刀闸、接地刀闸、遥测、遥信等对象组成,将监控系统中无设备拓扑关系的各类信号转化为具有设备拓扑关系的信号。

(2)专家规则库建立。利用机器学习 and 知识图谱等智能技术,通过对电网调度规程、电网操作规程、电站运行规程、典型操作票以及历史票等资料挖掘,研究线路、母线、主变、电抗器、断路器的设备操作原则,形成相应专家规则库,包括有安全规则专家库、成票专家库、专家库的自主完善和更新(利用机器学习能力)。

(3)智能成票功能。依靠图形拓扑正向推理算法、知识图谱识别技术建立智能成票模型,该模型能在线实时解析电气设备拓扑和设备实时状态、调度命令、专家规则库等相关数据,自动生成满足相关规程规定的操作票。同时系统开发了图形开票、导入典型操作票成票、状态成票和手工开票等多种成票方式,可单独或组合使用各成票方式拟定操作票,充分体现了整个操作票成票系统的灵活性和智能性。

a. 图形开票。在系统图形界面上选择设备,程序根据系统已建立的图形拓扑连接逻辑关系自动判断设备当前运行方式以及可选择的设备目标状态,选择相应的操作任务,如运行中的断路器,操作任务可选择运行转热备用、运行转冷备用、运行转检修^[4]。然后,系统会根据设备接线方式、运行方式、操作任务结合专家规则智能解析和推理生成操作内容,完成操作票制作(图1)。



图 1 操作票制作图

b. 导入典型操作票。实际运行中,设备停电检修,同一设备的停、送电操作具有固定性、重复性。因此,对于典型的常规操作,按照正常流程编写并执行过的操作票,可选择并保存在典型操作票中。当在画面上选择的设备和操作任务后,属于常规操作的,可以在典型票库中查找,如果匹配到典型票,可装载典型票。

c. 状态成票。依据电气设备倒闸操作规程规定,电力系统电气一次设备状态有运行态、热备用态、冷备用态、检修态四种,^[5]状态成票通过选择各集控电站、设备、设备原始状态、操作目标状态,根据设备状态变化推理生成操作票。

d. 手工开票。在新设备投运、设备改造或设备消缺后需采用非常规倒闸操作方式时,其操作可采用手工拟票,在系统中打开操作票编辑界面根据需求填写操作任务、操作内容,兼顾典型票调用、状态成票功能生成新的操作票。

2.2.2 网络指令交互技术

该系统从省调网络下令系统读取调度指令票以及将经智能成票拟好的操作票网络化下令至集控电站,包括预令的下令与签收,电子正令下令与回令等环节。省调、生产指挥中心与电站网络发令流程见图 2。

(1)预令的下发与签收。省调根据日前检修计划安排或临时操作任务,编制调度预令票,生产指挥中心在系统中对省调预发来的调度指令票进

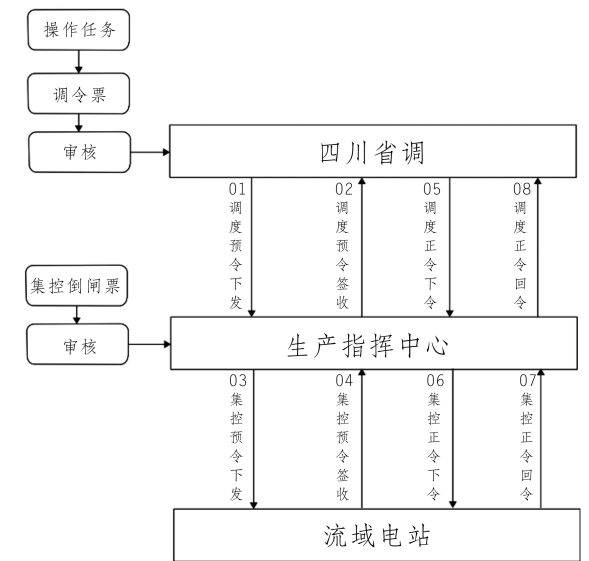


图 2 省调、生产指挥中心与电站网络发令流程

行查看并签收。根据省调预令票,拟定集控倒闸预令票,审核后,将集控预令票预发至电站,流域电站接收到集控倒闸预令票后,查看并签收,同时拟定电站倒闸操作票。

(2)电子正令的下令与回令。生产指挥中心接到省调正式调度指令后,将集控倒闸预令票转执行,此时,系统自动生成正式操作票。四川省调、生产指挥中心、与流域电站间正令交互(图 3)均需遵守网络发令六步流程(即:下令、复诵、确认、回令、收令、确认)。

在无省调操作令的情况下,生产指挥中心若

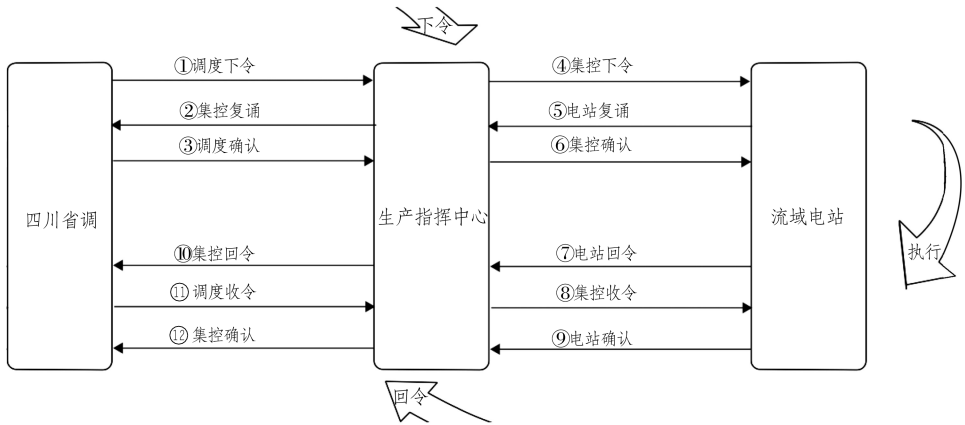


图3 省调、生产指挥中心与电站正令交互流程图

要临时操作电站设备,可采用集控单项票方式下令至流域电站,同电站进行网络发令六步流程交互生产指挥中心与电站正令交互流程见图4。

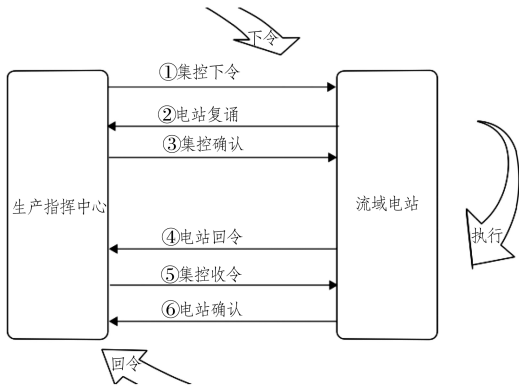


图4 生产指挥中心与电站正令交互流程

2.2.3 顺控操作技术

基于智能生成的操作票及计算机监控系统,建立操作指令与计算机监控系统及调度、电站的交互方式。目前,大渡河设备的远程操作在计算机监控系统中已经实现,操作人员可在监控系统

中操作电站的开关或刀闸分闸与合闸。在执行环节,调度员在系统中对每个指令统一处理,系统自动识别操作指令类型进行不同的过程匹配,同时进行五防校验。校验通过后,调度员依据不同的过程进行操作,操作票中的操作指令分为调度令、集控操作令、注释令三种类型,不同类型对应不同的交互方式:

(1)当为调度令时,操作通过网络指令与上级调度和集控电站交互。

(2)当为集控操作令时,集控操作令分为远可控操作指令和远不可控操作指令,可控操作指令可在生产指挥中心监控系统操作,不可控操作指令通过网络下令方式由电站现场操作。可控操作指令发送至生产指挥中心监控系统,监控系统收到顺控指令后,通过设备闪烁的方式提示操作人员进行人工干预,执行待操作设备的远程操作。将不可控操作指令发送至电站,形成生产指挥中心与电站间协同操作的控制模式。集控操作指令执行流程如下见图5。

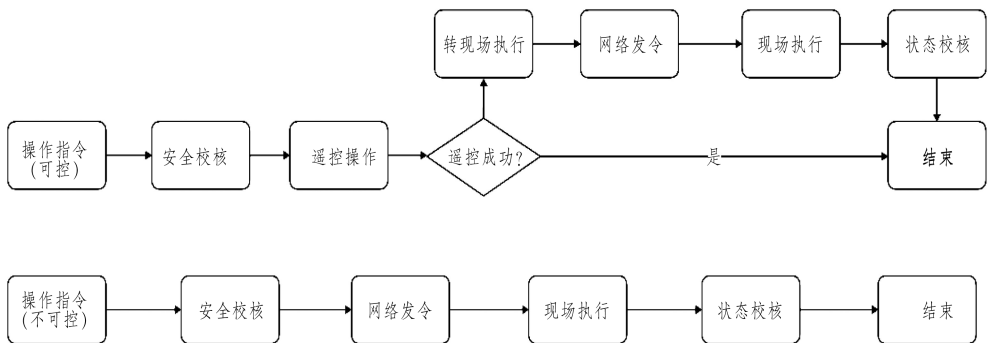


图5 集控操作指令执行流程

(3)当为注释令时,注释令不进行交互,操作 跳过该类指令。

2.2.4 安全防误

(1) 基于拓扑逻辑的电气防误。通过电站电气主接线方式、设备类型及设备实际运行状态来匹配防误规则,采用正向推理实现防误逻辑判断,如当前操作不满足专家规则库中既定规则,出现倒闸操作禁止的操作项目,系统会自动发出防误警示。

(2) 设备在线安全校验。系统会根据设备操作任务,在操作拟票时检测设备转换后状态与当前设备实际运行状态是否存在矛盾;操作指令执行前,系统会根据监控系统遥信、遥测数据结合电气操作防误规则,判断当前指令能否执行;操作指令执行完毕后,生产指挥中心向上级调度回令信息时,系统将对设备状态实时状态校核及电站回令信息校核,判断是否允许回复指令。

(3) 历史票关联。系统成票后,能根据操作任务、操作步骤、操作对象等关键信息与历史票进行类比,形成比对结论,明确当前操作票和历史票的不同项。

(4) 票面规范性校验。选择手工填写操作票时,系统会根据数据库中的操作专业术语、设备所属电站及设备的双重名称等信息进行校验比对,当填写的内容不符合规范,系统自动发出防误警示。

3 系统应用特点

与系统建设前相比,基于图形拓扑的一键顺控技术具有以下特点:

(1) 基于设备拓扑状态,依靠正向推理机制确定准确的设备操作项目和操作顺序,具有高度智能性。操作票智能成票具备智能成票、状态成票等多种形式的开票方式,开票方式可以配合使用,灵活性强。

(2) 利用信息化集控调度指令下达代替电话下令,规范化下令,有效避免因环境干扰、语义理解偏差带来的误下令误接令风险,实现科学有效的下令管理。

(3) 在信息化更新调度业务工作模式的同时,优化倒闸操作流程,倒闸操作一键执行,并在线自动跟踪校验倒闸操作流程,将调度员从单调重复

的工作中解放出来,提高操控效率。

(4) 倒闸操作全过程防误校验,主要包括拓扑分析防误、设备状态防误、远控操作防误、调度指令全过程安全防误,实现了远程倒闸操作全方位、多重化智能防误功能。

(5) 调度控制从经验性调控向智能化调控转变,提升调度控制水平,实现倒闸操作管控精准化、安全化、透明化及集约化,健全了调度、集控、电站多维协同模式。

4 结 语

本系统已成功应用于流域梯级水电站远程集控倒闸操作。实践表明,该技术的应用,变革了传统电话下令模式,创新了操作票的多种成票方法,增加了操作全过程防误功能,通过智能技术手段减少调控系统操作人员的工作量,减轻调度指令执行时对人的过渡依赖,节约大量人力资源成本,同时,倒闸操作时间大幅度缩短,产生直接经济效益。其高效性、安全性和可靠性,必将在全国范围内各大中型流域梯级水电群集控得到广泛应用。但由于该技术适用于电气设备,包括一次、二次设备,对于油水气等辅助设备来说,有一定实现难度,所以,在发电厂方面的应用还比较少,有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 丁晓辉,代雪元. 基于网络技术在智能调控运行中的研究与应用[J]. 中国设备工程, 2021, (23): 2-5.
- [2] 刘杜,周旖辉,杨荆宜,等. 变电站一键顺控技术分析[J]. 光源与照明, 2021, (3): 131-132.
- [3] 刘金全,邹联. 基于 VSAT 的大渡河流域 VOIP 应急调度通信系统设计[J]. 水电站机电技术 2016, 39(8): 79-81.
- [4] 欧雪松,王瑞. 某 110 kV 变电站“一键顺控”改造技术应用[J]. 数字化用户, 2019, 25(28): 163-164.
- [5] 国家电力调度控制中心. 电网调度运行实用技术问答[M]. 中国电力出版社, 2000.

作者简介:

李玉琼(1975-),女,四川盐亭人,工程师,技师,主要从事水电站生产调度、安全管理;

向文军(1988-),男,四川射洪人,助理工程师,工学学士,主要从事水电站生产调度。

(责任编辑:卓政昌)

四川省力争 2030 年前公共机构碳排放总量实现达峰

日前,四川省机关事务管理局、省发展改革委、财政厅、生态环境厅联合印发《四川省公共机构碳达峰实施方案》(以下简称《方案》)。《方案》提出,到 2025 年,全省公共机构能源消费总量控制在 180 万吨标准煤以内,比 2020 年单位建筑面积能耗下降 4%,全省公共机构有效有序实现绿色低碳转型。力争 2030 年前,全省公共机构碳排放总量实现达峰。

(摘自《北极星电力网》)