

新型电力系统背景下电力调控人才队伍建设面临的形势与挑战

王保民

华电国际电力股份有限公司天津开发区分公司, 天津

收稿日期: 2021年12月1日; 录用日期: 2021年12月15日; 发布日期: 2021年12月30日

摘要

电力调控人才队伍建设是保证电力系统安全、稳定、绿色、经济运行的根本保障。本文系统性地介绍分析了电力调控人员的岗位职责、业务流程及人才培养现状, 分析了以新能源为主体的新型电力系统背景下, 电力调控人员面临的体制改革、清洁能源优化配置、负荷特性变化等新形势, 提出了新形势下, 电力调控人才队伍建设面临的新挑战, 包括电力系统运行特性的改变、现有培训系统的局限性、新一代数字化、智能化技术应用欠缺等, 为建设新型电力系统背景下高素质电力调控人才队伍提供了理论支撑。

关键词

碳达峰碳中和, 新型电力系统, 电力调度, 人才队伍建设

Situation and Challenge of Electric Power System Dispatch Talent Team Construction under the Background of New Electric Power System

Baomin Wang

Tianjin TEDA-Nangang Development Group Co., Ltd., Tianjin

Received: Dec. 1st, 2021; accepted: Dec. 15th, 2021; published: Dec. 30th, 2021

Abstract

An electric power system talent team is the basic security for the electric power system operate

safely, stably, green and economically. The responsibility, process and talent training of electric power system dispatch were introduced systemically. New situation electric power dispatchers faced under the background of new electric power system was analyzed, including structural reform, clean energy optimal allocation, load characteristic changing, etc. Therefore, new challenges for electric power system dispatch talent team construction were proposed, such as the change of electric power system operation characteristic, limitations of existing training systems, the insufficient application of digital and intelligent technology, and so on. All of these research results proposed theoretical support for constructing dispatch talent team under the background of new electric power system.

Keywords

Carbon Peak and Carbon Neutral, New Electric Power System, Electric Power System Dispatch, Talent Team Construction

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

2019年10月24日,习近平主席在中央政治局第十八次集中学习时的讲话中指出要加强人才队伍建设,完善人才队伍体系,打造多种形式的高层次人才培养平台。对于电力系统而言,如果电力系统比作一个人体系统,那么调控人员就是这个人体系统的“大脑”,起着控制整个电力系统的作用。电力调控不仅涉及电力系统运行与控制业务领域,还涉及到新能源预测、负荷预测、电力市场、继电保护等多个业务领域。目前,针对各个业务领域的人才培养体系或学习系统有很多。文献[1]针对边远地区电网人才引进、留住、教学内容不合理等困难和问题,结合边远地区特点,提出了“12353”人才队伍建设培养模式;文献[2]针对江苏电力人才队伍建设现状,以全覆盖、多维度、高效能为目标,构建了电力管理人才队伍素质测评模型,为人才选拔提供了科学参考,具有较好的推广实用价值;文献[3]针对南方电网某供电局人才队伍建设的现状,分析影响因素,构建能力素质测评模型,归纳整理了人才发展受阻、能效低等多项问题,提出了利用在岗带教、在线学习平台等一系列系统性方法与人才队伍建设机制,有效提升了电力人才队伍的素质及业务能力。以上研究成果均为电力调控人才队伍建设起到了重要的借鉴作用,奠定了良好的研究基础。但是,在“碳达峰、碳中和”行动方案、新型电力系统的构建等新形势下,电力调控人才队伍建设将面临新的挑战,亟待针对调控业务领域人才队伍建设开展深入研究。

本文首先系统性地介绍了我国电力调控业务现状以及人才培养现状,然后分析了新型电力系统背景下电力调控人员面临的新形势。最后,提出了新形势下电力调控人才队伍建设面临的新挑战,并根据当前的技术发展情况给出了发展建议。

2. 电力调控人员岗位职责及业务培训现状

2.1. 电力调控机构设置及职责分工

我国电网调度实行统一调度、分层管理,设有国调、分调、省调、地调几个层级,不同调控中心的管辖范围不同。以分调为例,分调是国家电网公司总部在各区域电网设立的派出机构,在总部授权范围内,负责区域内各省的电网调度运行管理,并开展区域内跨省电网项目前期及电网规划工作。电网调控

中心一般设置调度控制科、调度计划科、水电及新能源科、系统运行科、继电保护科、自动化科、信息通信科、综合技术科 8 个科室，各科室业务不仅有年度、月度、日前、日内、实时不同时间段上的分工协作，又有电厂、新能源、电网、负荷不同能量传输环节上的分工协作，还有一次设备、继电保护及安全自动装置、调度自动化系统、信息通信不同专业上的分工协作。例如，在编制日前调度计划时，调度计划科负责短期负荷预测、电力电量平衡、制定日停电检修计划、落实区域间短期交易计划等，水能及新能源科负责提供区域及直调水电厂的水文气象预报等，系统运行科负责日前调度计划的安全稳定校核等。再如，制定日前停电计划至少要经过 9 个环节、6 个部门专责或领导的参与才能执行完毕，具体工作流程如下：首先，由下级调度或直调厂站、检修公司等单位停电工作票专责提交停电申请；然后，由调度计划科停电工作票初审专责接收停电工作票申请，分中心 D-3 日 12:10 前完成；完成初审后，下级单位调度计划科停电工作票初审专责向上级调度提交停电工作票申请；然后，根据停电类型、停电设备等的不同，选择不同的专业进行会签，不同专业的会签步骤和逻辑不同；会签完成后，由停电工作票复审专责接收上级调度批复的停电工作票，并进行工作票复审；复审通过后，由中心领导审批日前停电工作票；然后，由调度控制科值班调度员执行停电工作票，并在确认停电工作完成后进行停电工作票结票，上述的每一个步骤都需要遵循规定的工作步骤和要求完成。

2.2. 电力调控人员岗位职责

不同层级调控中心的调控人员岗位职责不同。以分调为例，说明调控人员岗位职责的重要性和复杂性。分调的调度控制科负责调度管辖范围内电网运行操作，协调、配合国调及下级调度的电网运行操作，统一指挥本区域电网的异常及事故处理，配合国调及下级调度处理相关的电网异常及事故，负责本区域电网的频率管理与考核，统一指挥本区域电网频率的调整，负责直调厂站中枢点电压的调整，负责本区域电网内省间联络线功率的控制与考核，参与直调电厂的运行考核，负责编制本区域电网调度控制专业有关报表等 10 余项主要职责。目前，分调调控科每个值班班组一般由正值调度员、副职调度员、实习调度员 3 人组成，其中，正值调度员负责：检修票、方式单、稳措变更通知单流转；现场临时申请工作(含检修工作)处理；自动化、通信检修工作处理；带电作业；网调直调设备正常停送电操作；网调直调设备跳闸事故处理；非网调直调设备跳闸事故处理，包括国调直调设备跳闸事故处理、省调直调设备跳闸事故处理；新设备投产调试；大修技改项目试验；保护定值更改工作；稳定规定执行及稳定装置投退；保护装置(含稳定装置)异常及通道告警处理；重大事件汇报；应用软(硬)件故障处理。副职调度员负责：电网潮流、电压、频率监视；机组运行监视；设备状态监视；特高压系统监视；水库实时水情监视；潮流调整；电压调整；频率调整；特高压联络线功率波动调整；特高压联络线计划修改；直流计划修改；省(市)间联络线计划修改；电厂计划修改；直调水电机组的操作；直调火电机组的操作；部分委托调度火电机组的操作；拟定逐项操作指令票与综合操作指令票；拟定调试票；日报；节假日期间的电网生产报表；频率月报；其他报表；临时电力交易；省(市)间借(还)电；交接班报告，包括频率管理、水情、拉闸限电、开停机记录、交接班记事；事故处理；其他事项，包括调度室内辅助设备，如空调、微波炉、电热水器的安全使用和检查，通信、自动化设备异常，副值调度员应及时通知有关人员处理，等。另外，在事故处理过程中，正副职调度员分别有明确的分工，是分工协作、密切配合的。每一项职责都有明确的工作内容、流程和要求。

2.3. 电力调控人员上岗要求及培训组织方式

《电网调度管理条例》规定，调度系统的值班员必须经过培训考核，并取得合格证书方可上岗。《电网调度控制运行管理细则》规定：离开运行岗位 3 个月及以上的调度系统值班人员，应经过熟悉设备系

统、熟悉运行方式的跟班实习,并经考试合格后方可再上岗值班;省调调度人员(含备调人员)、监控人员应经过国调和调控分中心组织的培训、考试,并取得国调颁发的上岗资格证书后方可上岗。培训的内容一般包括上岗所要求的业务技能、规则制度、职业道德、法律规章 4 个方面。其中,业务知识涵盖了电力系统稳态分析、暂态分析、电能质量、一次设备、二次设备、新能源、电力市场、设备操作等多门电力系统专业知识以及信息通信等跨学科知识,需要掌握的技能包括:频率与联络线管理;电压及无功管理;调控运行操作;故障处置;调度计划管理;运行方式管理;稳定管理;新设备投运管理;并网电厂运行管理;水电厂及新能源调度管理;继电保护调度管理;调度自动化管理;设备监控管理,等。另外,还要熟练掌握电网调度规程、电网结构和运行方式、稳定规定等调控相关资料以及部署在 I 区的调度自动化系统、广域相量测量系统、发电厂自动监控系统、安全自动控制系统、低频/低压自动减载系统、负荷控制系统等,部署在 II 区的水调自动化系统、继电保护及故障录波信息管理系统、电能计量系统、电力交易系统,部署在 III 区的调度生产管理系统、统计报表系统(日报、旬报、月报、年报)、雷电检测系统等。目前针对调控人员的培训方式主要有:授课、自学、模拟训练、实际工作训练几种,采用的考核方式以试卷测评和演习为主。

3. 新型电力系统背景下电力调控业务面临的形势与挑战

3.1. 新型电力系统背景下电力调控业务面临的形势

2021 年 10 月 24 日,国务院印发了《2030 年前碳达峰行动方案》,明确要求要加快建设新型电力系统。所谓新型电力系统,其主要特征是新能源占比将不断提升。新能源出力具有间歇性、波动性,随着渗透率的提高,电力系统的电源结构、网架结构、运行特性及负荷特性都会发生根本性变化,电力调度控制业务将面临新的形势:一是一系列关于碳达峰、碳中和的新政策、新举措将会深化电力体制改革,加速构建新的电力市场体系,直接会影响电力调控决策。二是要求电力调控具有大规模清洁能源优化配置的能力。在双碳行动方案的推动下,能源供应模式将呈现多样化,包括直流电源供电、分布式储能、“风电 + 储能”等诸多模式。三是要求更加精准掌握负荷特性。随着电能占终端消费比重的不断增加、电动汽车等灵活性负荷比重的加大,传统负荷预测方法将很难客观、精准地反映负荷特性。

3.2. 新形势下电力调控人才队伍建设面临的新挑战

1) 新型电力系统构建对调控人员带来的新挑战

一是在区域电网之间既是送端又是受端,电力电量平衡难度加大;二是电网故障形态复杂,大功率直流冲击下导致的新能源大规模脱网、大范围潮流转移、同送同受多回直流同时换相失败等连锁反应成为新特征,影响范围扩大,事故处置与恢复难度加大;三是交直流故障引发大范围连锁反应、密集输电通道遭受严重灾害、安控装置拒/误动等事件均可诱发大面积停电事故,安全风险管控难度加大;四是电力市场化改革需要妥善处理市场电与计划电衔接、中长期与现货市场衔接、省间与省内市场协调、市场化生产组织与一体化安全管控相协调的难题,需要优化重构年度、月度、日前、日内调度业务流程以及国分省地四级调度纵向协同流程,需要全面提升调度计划和现货市场业务支撑能力。五是新能源利用、环境保护、节能发电、电力监管等多方面的新政策新要求对电网调控运行引入了多重约束,安全、绿色、经济调度难度加大。

2) 现有培训和工作辅助系统难以满足调控人员能力提升需求

目前,调度员日常培训和演练一般在调度员培训仿真系统上进行。但是,由于该系统建设时间较早,在仿真模型、计算速度、使用便捷等诸多方面均有不足,无法满足现阶段电网调控人员业务能力提升的需求。一是仿真模型落后于当前电网的结构,缺少新能源、可中断负荷、现货市场、灾变等模型,电网

仿真计算与电网实际运行状况偏差较大。二是教案制作依赖于有经验的调度专家，人工工作量大、培训准备耗时长。三是培训方式“千人一面”，无法根据调度员不同的认知水平、学习风格提供个性化培训。四是知识匮乏，无法结合调度规程、稳定规定等知识为调度员提供最佳事故处置方案，且不具备积累经验性知识、通过自我博弈实现自我学习的能力，无法成为调度员的“教练员”。五是缺少电网运行状态评价、学员能力水平评价等系统性量化评价功能，无法实现进阶式培训。六是缺少“事后”完美调度功能，即对实际发生过的电网运行方式和处置措施进行模拟并给予指导反馈，从而帮助调度员积累经验，提高实际应变能力，等。另外，目前尚没有针对调控人员“倒班制”的岗位特点和岗位职责，建设能够提供日内调度工作辅助的系统，无法满足调度员预先掌控电网运行风险的需求。一是无法确定离线计算的断面限额一定满足电网实时运行的安全性、经济性。二是无法确定依赖人工经验制定的事故处置预案一定适用于电网实时运行方式，且无法及时修正。三是无法确定日前安排好的操作票、检修票在实时电网执行时一定合理。四是无法准确预判电网运行风险及筛选严重故障集，等。

3) 大数据和人工智能技术在电力调控领域应用尚有欠缺

2020年2月23日，习近平总书记在统筹推进新冠肺炎疫情防控和经济社会发展工作部署会议上强调，要充分运用大数据分析等方法支撑疫情防控工作。随着第四次工业革命的兴起，云计算、大数据、物联网、移动互联网和人工智能等新一代数字化技术已成为提升行业竞争力的重要手段。电力作为传统产业，如何以此为契机，运用新一代数字化技术实现提质增效，向数字化、智能化转型迫在眉睫。近年来，“云、大、物、移、智”新一代数字化技术在电网中的研究与应用多集中在配电网分析[4][5]、设备检修[6][7]、用户行为分析[8][9]、智能客服[10]等领域；在调控领域，目前国家电网建设了调控云平台，除此之外的研究大部分集中于系统架构设计及关键技术研究[11]-[16]。这些研究为新一代数字化技术在调控领域的应用提供了重要参考，但是，均注重于电网本身的数字化、智能化提升，尚未针对调控人才队伍建设展开研究。训练有素的调控人才队伍才是电网安全稳定运行的根本保障，习近平总书记在党的十九大报告中指出，“把党内和党外、国内和国外各方面优秀人才聚集到党和人民的伟大奋斗中来”，这就充分说明人才在建设中国特色社会主义新时代工作中的紧迫性和重要性。因此，亟需借助新一代数字化、智能化技术加强电网调控人才队伍建设。

4. 结论与建议

本文通过系统性地介绍电力调控人员岗位职责及业务培训现状，指出调控岗位工作涉及到的专业领域多、工作内容繁杂且流程性强，很多工作都具有明确的流程规定、严格的操作步骤。新型电力系统的构建又对电力调控业务提出了新的要求，包括电力体制改革、大规模清洁能源优化配置、需要精准掌握负荷特性等。为此，提出了新形势下电力调控人才队伍建设面临的新挑战，主要包括：新型电力系统背景下安全、绿色、经济调度决策难度加大；现有培训和工作辅助系统难以满足调控岗位特点和需求；“云大物移智链”等新一代数字化、智能化技术亟待在电力调控人才队伍建设中推广应用。

针对新型电力系统背景下电力调控人才队伍建设面临的形势与挑战，建议：1) 研究新型电力系统的电力电量平衡技术、异常与事故处置技术等影响电网安全、稳定运行的关键技术，并形成方法体系；2) 利用知识图谱、机器学习、数字孪生等先进技术，建设智能化电力调控人才培养与评估系统，为新型电力系统调控人才队伍建设保驾护航。

参考文献

- [1] 朱康, 王蓉, 隆茂, 罗易桥, 税月. 边远地区电力专业人才培养模式的研究与实践——以四川电力职业技术学院为例[J]. 现代职业教育, 2021(49): 216-217.

- [2] 周权, 刘春苓, 王朴, 薛华, 符晓怡, 黄珊. 电网企业以全覆盖、多维度、高效能为目标的管理人才测评模型构建[C]/中国电力企业管理创新实践(2020年). 北京: 《中国电力企业管理》杂志社, 2021: 194-197.
- [3] 郭宏斌. 南方电网 TR 供电局人才培养问题研究[D]: [硕士学位论文]. 秦皇岛: 燕山大学, 2020.
- [4] 于胜, 白明月. 大数据技术在主动配电网中的应用[J]. 数字通信世界, 2020(2): 181.
- [5] 伍衡, 林志波, 于海波, 高媛. 基于大数据技术的配电网综合分析应用关键技术研究[J]. 科技通报, 2020, 36(2): 36-38+105.
- [6] 蒲天骄, 乔骥, 韩笑, 张国宾, 王新迎. 人工智能技术在电力设备运维检修中的研究及应用[J]. 高电压技术, 2020, 46(2): 369-383.
- [7] 朱太云, 陈忠, 杨为, 田宇, 罗沙, 张国宝, 赵恒阳, 蔡梦怡. 电网设备差异化状态检修新模式研究[J]. 高压电器, 2020, 56(1): 236-240.
- [8] 于铁军. 应用大数据技术的反窃电分析[J]. 电力设备管理, 2020(1): 101-103.
- [9] 叶海峰, 陈存林, 张炜, 刘路登, 朱刚刚. 用于智能电表数据分析的大数据平台[J]. 信息技术, 2020, 44(1): 134-139.
- [10] 张立慧, 张健华, 苏立伟. 论人工智能技术发展及在电力客服系统的应用[J]. 电子世界, 2019(2): 76+78.
- [11] 陈江兴, 梁良, 付俊峰, 蔡志民. 基于大数据的智能电网数据调度与快速分发方法研究[J/OL]. 电测与仪表, 1-6. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/23.1202.TH.20200310.1000.004.html>, 2020-03-15.
- [12] 贺兴, 艾芊, 朱天怡, 邱才明, 张东霞. 数字孪生在电力系统应用中的机遇和挑战[J/OL]. 电网技术, 1-11. <https://doi.org/10.13335/j.1000-3673.pst.2019.1983>, 2020-03-15.
- [13] 李金讯, 颜清, 吴秋佳. 基于大数据及人工智能的大电网智能调控系统框架[J]. 通信电源技术, 2020, 37(3): 5-7.
- [14] 许扬, 雷震, 高洁. 基于大数据的电网调度故障自动诊断系统设计[J]. 自动化与仪器仪表, 2020(1): 204-207.
- [15] 李明节, 陶洪铸, 许洪强, 刘金波, 张强, 张伟. 电网调控领域人工智能技术框架与应用展望[J]. 电网技术, 2020, 44(2): 393-400.
- [16] 陶洪铸, 翟明玉, 许洪强, 季学纯, 刘金波, 徐丽燕. 适应调控领域应用场景的人工智能平台体系架构及关键技术[J]. 电网技术, 2020, 44(2): 412-419.