

面向智能电网的自适应调度管理机制研究

罗 微¹, 谭锡林¹, 蔡 莹¹, 毛文照², 李 展²

(1.广东电网有限责任公司广州供电局, 广东 广州 510620; 2.北京清大科越股份有限公司, 北京 100084)

摘要: 为实现电力调度精益化管理, 提出了一种电力调度自适应管理机制。首先分析了自适应管理机制的内涵和外延, 提出了自适应管理机制的特征。根据电网调度自适应管理的影响要素, 对管理组织结构、管理技术支撑和管理人才培养进行了分析。提出了电网调度自适应的管理结构和管理协同功能。以电力调度数据交互为案例, 说明了自适应管理的流程和工作构架。

关键词: 智能电网; 调度管理; 自适应; 机制设计

Research on adaptive dispatching management mechanism for smart grid

LUO Wei¹, TAN Xilin¹, CAI Ying¹, MAO Wenzhao², LI Zhan²

(1. Guangzhou Power Bureau Co., Ltd., Guangzhou 510620, China;

2. Beijing QU Creative Technology Co., Ltd., Beijing 100084, China)

Abstract: In order to realize the lean management of power dispatch, an adaptive management mechanism of power dispatch is proposed. First, the connotation and extension of the adaptive management mechanism are analyzed, and the characteristics of the adaptive management mechanism are proposed. According to the influential elements of adaptive management of power grid dispatch, the management organization structure, management technical support and management personnel training are analyzed. The adaptive management structure and management coordination functions of power grid dispatching are proposed. Taking power dispatching data interaction as a case, the process and work structure of adaptive management are explained.

Key words: smart grid; dispatch management; adaptive; mechanism design

0 引言

随着电网结构日趋复杂, 多级电网互联运行不断推进, 电网调控也呈现内部外部环境变化频繁化和复杂化的趋势, 电网调控中心需要可持续发展解决的问题主要包括对外部环境进行感知, 并结合内部环境的变化, 实现可持续发展的提升和改进。在这一过程中, 相应的管理机制建设必须作出相应的改进和调整, 以全面提升管理效果, 推动电力调度管理水平, 随着电网结构的发展相互适应不断提升。

目前新一代电力系统发展过程中出现了负

荷时空特性、发电用电市场化、电力装备电子化和开放动态信息等多元互动场景, 导致电网运行高度复杂, 直接提升了输电网和配电网运行调度难度。而新一代电网调度技术以人工智能、大数据、多智能体技术和云计算等技术为基础, 可以解决电网实时在线调度的问题, 实现安全、可靠、经济和高效的电力系统。电网调度技术本身的智能化发展将会结合大数据与深度学习技术、电网运行规划一体化技术和调度员操作技能提升等形成新的电网发展格局。在应对这类新技术和新形势时, 电力调度管理机制也亟需变革, 通过

对内部和外部环境的适应,形成能够正向推动电网高质量运行的管理机制。

文献[1]对调度自动化精益化管理技术进行了研究。文献[2]设计了电力调度对象持证在线管理系统。文献[3]研究了综合能源微电网管理系统优化调度及能耗模式。文献[4]研究了电力调度运行管理中的安全控制措施。文献[5]分析了设备检修与电力调度自动化的发展趋势。文献[6]针对配电网调度集约化管理进行了分析。文献[7]研究了配电网生产运行精益化管理应用体系。可见目前针对调度自适应管理的研究仍较少。

本文提出了一种针对内外部环境变化的电力调度自适应管理机制。首先分析了自适应管理机制的内涵和外延,提出了自适应管理机制的特征。根据电网调度自适应管理的影响要素,对管理组织结构、管理技术支撑和管理人才培养进行了分析,提出了电网调度自适应的管理结构和管理协同功能。以电力调度数据交互为案例,说明了自适应管理的流程和工作构架。

1 自适应管理机制内涵与外延

1.1 自适应管理机制

自适应管理机制是管理体系中的一种解决方案,“自适应”这一词来源于生物进化和生物种群对环境的适应过程,运用在企业发展过程中,就是指随着外部市场环境的变化和内部管理复杂性的增加,企业管理体系的组成要素需要具备相应的创新变革、灵活调整等能力,主要包括管理组织、管理流程、管理标准和人才激励等方面。

“自适应”这一概念已经成功应用于软件领域、系统控制领域以及管理领域等。由于管理机制的定义较为复杂,通过成熟管理经验的总结,完善的管理机制应该包括管理机制体系及结构和管理运行激励两部分。管理机制体系结构以客观规律为基础,通过研究组织结构形成对若干要素和单元有机结合的方案,通常包括对象单元、功能单元和支撑单元等,为管理机制提供目标、核心功能等支撑条件。管理体制运行机理是管理系

统,在内在联系、功能及运行原理与外在关联的运作机制,能够明确联系管理系统各单元,实现管理效果的持续完善,最终形成闭环负反馈,同时能够实现对管理行为、结果与目标差距的评估和追踪。

1.2 自适应管理机制特性分析

自适应管理机制首先基于通用管理机制内涵上的调度化拓展,具备相应的管理基本要素,并且能够形成以调度运行为核心的管理单元构成的体系结构,通过相应的管理机制,进行总结和提升。

由于自适应管理需要,对内部和外部环境的敏感变化作出迅速反应,因此电力调度也需要对系统运行的绩效偏差、电网特性的变化和电网调度工作的合理化建议等进行有效捕捉,形成循环反馈。通过闭环反馈机制,不断改进电网调度的运行管理,实现可持续发展,并且对调度系统本身形成完善机制。由于电网调度随着内部外部条件不断变化,包括电力系统调度规程、应急响应机制等现有业务也需要与电力调度管理办法进行相应有效融合,并且为调度人员的绩效管理提供相应的激励措施,从而完善自适应管理机制、内部协调运作以及与外部有效融合的过程,从而完善调度管理单元有机组合、协调运转的管理体系。

自适应管理机制应用于调度系统主要体现在三个特征:敏锐感知、闭环反馈和协同联动。

敏锐感知是指针对调度系统内外监测对象的丰富程度以及数据采集样本的丰富程度,对各种指标进行海量采集,对电网调度过程中的突发事件和宏观事件进行全方位捕捉和监测,同时应用相应的指标体系,对采集到的数据进行合理分析,从而提取关键信息,包括调度运行绩效、调度内部管理和调度创新发展等各个维度的信息,从而形成相应的调度管理机制,从技术和管理等多维度,使电力调度能够实现对内外界变化的有效感知。

闭环反馈是针对内外部感知后的信息进行自我纠正和调节的行为,主要针对于监测、分析和

改进系统调度运行方式以及调度合并单元等,能够对指标异常波动、调度突发事件和合理化建议等进行有效的定位,形成反馈闭环,通过反馈回路进行相应的调整,实现事前、事中和事后的反馈机制,从而形成良性的调度作业流程,提升工作运行水平和保障机制,不断开展评估工作,改善作业流程。

协同联动是指与除调度系统之外的其他电力电网管理机制的衔接和协作。通过在各个环节展开工作,形成相应的成熟管理机制,为调度自适应机制开展辅助管理,形成各功能单元之间的相互协调配合,保证电力调度能够与其他系统形成良性的激励机制,从而实现跨专业、跨领域的合作。

2 电网调度自适应管理影响要素

2.1 调度自适应管理组织结构

自适应管理体制中所需的组织职能主要包括实体组织以及柔性组织。实体组织主要负责机制的运转保障,柔性组织是负责统筹、协调和监督的职责,能够起到主要作用的是保障组织。组织职能主要根据调度管理系统中的各个层级和各种运行职责进行划分,通过合理的组织定位,形成一定的组织结构,通过确定相应的人岗匹配机制,形成电力调度自适应管理组织。由于自适应工作需要实时监测内外部电力调度环境的变化,需要对电力调度的各项环节进行实时跟踪和效果反馈,因此在工作职责上,自适应管理机制所需要的组织职能应当具备相应的能力,从而完全体现自适应这一内涵。调度运行的结构如图1所示。

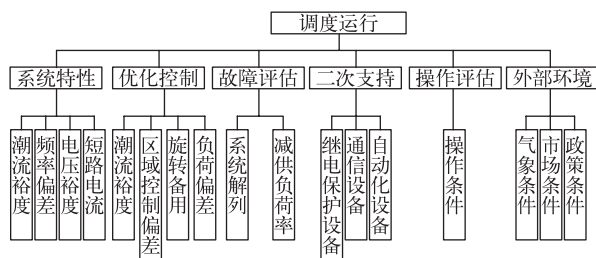


图1 调度组织结构

Fig. 1 Dispatching organization structure

其中实体组织是重要的基础。实体组织能够通过调整对现有业务模式的调整,加强相应的职能和领导过程,从而实现对自适应组织的全面支撑。实体单位需要依托于现有组织架构,根据组织职能的不同,采取不同的运转方式。

柔性管理主要分为自适应管理运作组、技术储备组和技术优化组。

自适应工作组需要电力调度各专业的参与,由于自适应管理机制涵盖范围广,因此自适应工作组也应当感知内外部环境变化给调度带来的各种影响,从而形成具体工作方案。

技术储备是电力调度中的重要环节,由于现阶段电力调度业务随着新能源的不断并网以及大电网互联等对业务技术等能力要求的提高,因此需要对未来有可能出现的创新技术进行相应的储备,通过人才和技能储备构成储备技术管理。储备技术管理组也应当注重各项与电网调度以及运行技术的发展趋势,实时更新技术储备库,并且提出全寿命周期的电网调度优化方案。

技术优化组主要承接技术储备组的实用化需求,为相关的技能和技术推广应用进行准备。由于技术优化负责工作的全面实施,应定期与自适应工作组以及技术储备等项目组进行沟通和协调,从而制定具体的技术优化方案,执行具体技术的实用化工作。

2.2 调度自适应管理技术支撑

由于自适应管理机制需要与调度任务和调度技能紧密结合,因此管理机制也应当由相应的技术进行支撑,提高自身工作的流转效率和管理执行力,通过相应的技术支撑,提高管理机制的运转效果。为实现自适应管理机制的顺畅运转,需要与相应调度系统进行密切沟通,从而得到其他系统的功能支撑。在技术支撑方面,主要依靠相应系统的数据采集、调度知识百科和数据库等,通过相应的文字和图形等多媒体技术,对调度管理机制进行可视化展示,包括动态存储、实时更新等,及时反映电力调度过程中的流程、能力、存储和进度等工作内容,如图2所示。

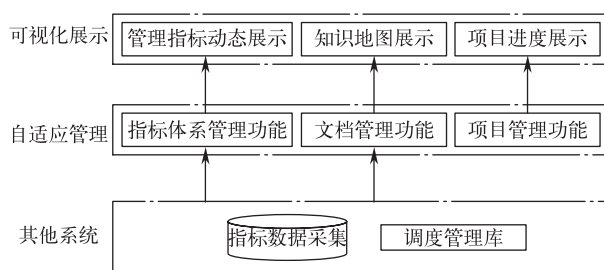


图2 自适应管理机制技术手段

Fig. 2 Technical means of adaptive management mechanism

针对电网调度运行的技术储备，需要进行静态技术储备和动态技术储备。静态技术储备是指针对现有的技术工作需要，建立关键的技术数据库，从而详细记录技术的发展阶段和应用条件等。动态技术储备主要是追踪技术，发展周期和发展方向通过内部交流等多种途径在技术发展的关键期进行态势感知，并进行起步期技术的跟踪，获得相应的技术发展方向和趋势研判。

2.3 调度自适应管理人才培养

电力调度人才培养是自适应调度管理支撑体系中的重要环节。人岗匹配是人才支撑能力的关键建设任务，需要对岗位胜任标准以及人才测评标准进行有机结合。通过相应的人力去推动管理机制的创新和发展，从而直接提升管理机制的运行。由于管理机制需要在所有管理者以及参与者运行参与中发现问题并进行发展，因此需要对人员素质进行相应培养，提高员工的参与感以及参与能力，从而开拓管理思维，能够主动反馈管理机制中的缺陷以及不足，通过管理机制促进人岗匹配，又根据人才推动管理机制的变革。按照专业能力以及任职资格进行相应的调整，从而提升支撑能力，包括人岗匹配度等。

调度自适应管理人才的培养方向是调度专家，涵盖技术和管理两大类。通过构建专家库的形式，在调度运行和培训领域引入知识管理，为电网调度运行、电力系统信息监视、预防控制和事故处理等电力调度常见的管理和技术信息提供有效的内容支撑，通过全景数据展示调度系统中的运行特点，从而为调度系统运行提供经验沉淀机制。

3 电网调度自适应管理方案设计

3.1 调度自适应管理结构设计

调度自适应管理结构主要包括目标单元、支撑单元和功能单元。目标单元是管理层基本的工作方向，蕴涵着管理的目标和理念支撑。支撑单元需要构建企业管理的基础结构，包括组织与职责、调度运行制度、调度培训以及调度文化管理等。工程单元主要负责考核调度事前、事中和事后各阶段的风险控制，包括应急管理、事件管理和评审与考核管理等。通过设立多重管理机制结构，可以设计以电力调度本身以及电网安全运行为原则的管理体系，并指导调度中心开展安全管理工作，如图3所示。

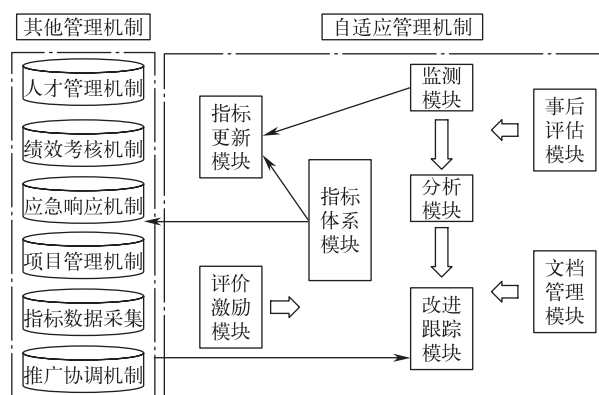


图3 自适应管理机制结构设计

Fig. 3 Structure design of adaptive management mechanism

3.2 调度自适应管理协同设计

根据影响因素以及关联范围的差异，自适应管理机制的关联关系主要通过内部循环和外部反馈两种方式，对关联的自适应管理机制进行运转是循环推动。以自适应管理机制为基础，将内部和外部环境的变化作为外在驱动因素，不断推进管理机制的闭环创新和发展，通过反馈机制对内部相关的机制进行有机调整，实现有针对性的提升改进。

自适应管理机制的协同关联如图4所示。在内部循环中，调度管理中心通过相应的监测指标对管理偏差进行预测，对偏差较大的项目发出预警，并获得提升方案，从而进行工作改进。通

过改进结果对本次循环进行反馈，形成闭环。在外部循环中，调控中心根据电网外部事件触发进行的改变收集信息，实施工作改进，跟踪改进效果，促进体制内变革，从而形成闭环反馈。

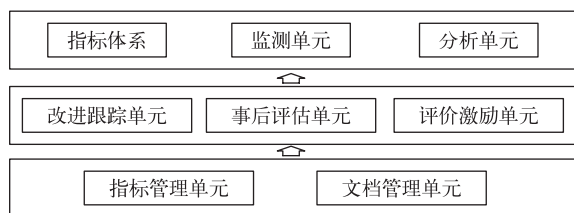


图4 自适应管理协同设计

Fig. 4 Adaptive management collaborative design

自适应管理机制应与现阶段电力调控中心的联动机制进行融合，通过相应的流程运转配合，实现内外部接口融合，从而方便有关事前、事中和事后评估工作的开展，完善机制本身的运作流程。

4 电网调度自适应管理案例展示

以图5为例，由于智能电网调度需要多个系统的支撑，从调度中心到省调等各级调度都需要有自适应管理系统的支撑与配合。通过安全校核、实时监控与预警和调度计划安排等与主调信息进行交互，再与调度系统本级的支撑系统进行交互。形成信息闭环，从而实现调度数据网络与综合数据网络之间的信息相互协调。

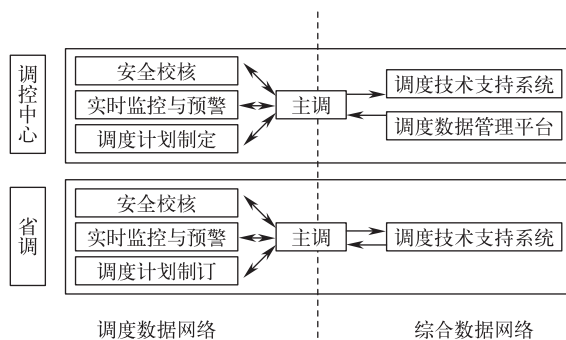


图5 调度管理案例

Fig. 5 Dispatching management case

在这种管理体系结构下，需要进行横向和纵向的自适应管理。横向上，各级调度系统应统一根据调度管理的要求，利用调度中心的数据采集

系统，实现调度中心与各级调度的信息采集，以及其他各类信息系统之间的应用和模型数据信息之间的交互。纵向上，通过数据报送、报表下发机制，实现上下级调度数据和报表的一体化传输与共享，通过这样的管理机制，实现数据上报的自动监控，同时将错误的数据进行筛选和整合，从而提醒管理人员进行相应的调整。在该体系结构下，技术开发的一体化、报表管理的一体化、报表维护的一体化和用户体验的一体化等均能够通过自适应管理机制获得满足和实现。

由于智能调度分析决策需要自适应管理组织的依托和支持，针对电网发展过程中出现的海量数据、复杂信息，需要制定相应的运行规则和处理方案，如果过度依赖调度员的经验等，就会产生一定的误差，通过数据进行放大之后，则会对电网运行造成很严重的后果。通过自适应调度管理，可以加强电网运行的智能化和精细化，不断提高电网数据分析综合和事故预防能力，实现电网调度管理水平的全方位、多维度提升。

5 结束语

针对电网运行过程中安全性和经济性的精细化管理的日益严格要求，面对繁多的应用系统和分散的数据信息，通过研究电力调度信息和实体网络的结构，提出了一种自适应管理机制。本文首先说明了自适应管理机制的内涵和外延，对管理体制的特性进行了总结。通过组织结构、技术支撑和人才培养等方面，综合说明了内外部因素对调度自适应管理的影响。然后设计了自适应管理调度体系的结构和协同功能。最后以电力调控中心与下级之间的数据交换为案例，分析了电网自适应管理的流程和优势。EA

参考文献

- [1] 张蔓嫻, 蒋雪梅, 刘松. 调度自动化精益化管理技术研究[J]. 电气技术与经济, 2020(5): 71-72.
- [2] 王文林, 李阅, 陈敏骏, 等. 电力调度对象持 (下转第65页)

信息通过GPRS+4G/5G无线通信方式传递至云服务器,由总站无线组网选线装置集中分析计算,确定分站母线故障线路的定位。

3.2.3 合凯云平台

负责汇总各选线装置数据信息及故障信息,通过手机App时时查看装置运行信息,并通过微信及时推送故障信息。

4 结束语

通过基于4G/5G物联网技术的无线组网选线系统在某化工企业的应用,实现了配电网线路的短路、接地故障的准确定位,实现了对线路的运行在线监测和报警功能,大大提高了供电可靠性,同时也减少了故障巡线人员的数量和巡线时间,提高了工作效率。下一步,将该系统扩展至其他区域的10 kV系统,最终实现全部配电网线路的智能在线监测。并对以后类似项目的实施具有指导意义,值得在配电网供电系统中广泛推广。**EA**

参考文献

- [1] 赵俊新. 配电网在线故障定位中物联网技术的运用[J]. 建材与装饰, 2020(6): 235-236.
- [2] 刘玉宝. 配网自动化故障定位问题的研究及应用[J]. 通信电源技术, 2019(12): 52-53.
- [3] 廖登伟. 配网自动化故障定位的问题研究及应用[J]. 通讯世界, 2019(8): 253-254.
- [4] 王瑞云. 煤炭企业6 kV配网线路故障的自动定位研究探讨[J]. 矿业装备, 2019(2): 105-152.

作者简介



董雪燕

董雪燕(1976—),女,高级机电工程师,高级电气工程师,从事电力系统短路电流超标、故障防控、电压暂降等方面理论数据分析、产品研制、科技成果转化及推广技术工作。

(收稿日期:2021-09-12)

(上接第60页)

- 证在线管理系统设计与实现[J]. 电工技术, 2020(18): 78-79, 82.
- [3] 黄海清,周健,董亚文,等. 综合能源微电网管理系统优化调度及能耗模式研究[J]. 电力需求侧管理, 2020, 22(5): 13-18.
 - [4] 燕艺谋,史志强,漆伟,等. 电力调度运行管理中的安全控制措施[J]. 技术与市场, 2020, 27(9): 170-172.
 - [5] 覃浩. 设备检修与电力调度自动化的发展趋势分析[J]. 电力设备管理, 2020(7): 26-28.
 - [6] 李婷,潘连荣,杨有慧. 配网调度集约化管理分

析[J]. 广西电力, 2020, 43(3): 49-52.

- [7] 路辉,张志生. 配网生产运行精益化管理应用体系研究[J]. 机电信息, 2020(2): 8-9, 11.

作者简介



罗微

罗微(1986—),女,硕士,工程师,研究方向为电气工程及其自动化。

(收稿日期:2021-09-10)