基于广东电网调度智能指挥平台（DICP）的电厂发电设备精细化管理的设计与实践

调度智能指挥平台在广东电网电力调度控制中心单轨运行多年，实现了对广东中调下辖全部地调、监控及直调变电站及电厂的全覆盖。调度智能指挥平台的运行使广东中调从传统的电话调度转变为信息化调度，主要调度指令内容涵盖电网、电厂的输变电设备，而对电厂的发电设备的调度指令支持较少。基于此，提出了基于调度智能指挥平台实现对电厂发电设备的调度指令信息化设计。结合当前主流即时通信技术，实现了对发电设备调度指令信息的网络传输，提高了调度员对电厂发电设备快速控制能力，实现电厂发电设备精细化管理。

周波[1] 陈章国[1] 胡超[1] 何祥针[2] 张聪[2]/1. 南京南瑞集团公司 2. 广东电网有限责任公司电力调度控制中心

周波/助理工程师

关键词/Keywords
调度智能指挥平台（DICP）·
即时通信·
发电设备·
调度运行·

0 引言

近些年以来，伴随社会经济发展，广东电网规模飞速增长，调度员操作任务也同比增加。基于此现状，广东电网调度智能指挥平台（DICP）应运而生，并在2011年实现了单轨运行，该平台充分利用网络的快捷、方便的优势，通过专用调度数据网实现调度指令的流转，实现了电网调度由“电话调度”向“信息化调度”的转变[1-2]，极大地加强了调度员的工作效率，减轻了调度员的工作任务，为电网安全调度、有效运行提供了坚实的报障。

电网规模的飞速增长包含了发电规模的急速增长，与之相适应的对发电调度业务管理工作提出了更高的要求。依托调度智能指挥平台（DICP）的支持，可保证调度信息在全过程沟通中的准确高效，为调度与发电企业之间的沟通提供了更加宽泛便捷的途径。能实现发电设备的调度业务有效管理，包括对发电设备日常运行信息的全面记录，同时可以根据记录进行全方位的统计分析，从而实现电厂发电设备精细化管理；另外从调度员工作效率上讲，能大幅减少发电调度员的电话调度工作量，减少其人工记录发电设备运行信息的工作量，提高其准确性，强化其对发电设备的控制能力，从而报障整个电网的安全运行。

广东电网公司技改项目（036000GS62120005）。

1 发电设备精细化管理需求设计

当前调度机构对发电企业电厂电量动态管理、运行管理和辅助服务评价等工作没有精确数据支持，发电企业申诉后经常豁免“两个细则”和“值长系统”中明确规定的问题。通过技术手段确保发电厂日常运行信息的全面准确记录，可方便地统计、分析各种信息，实现厂网间节点工作的闭环管理，并为“电厂辅助服务系统”和“电厂值长运行工作质量管理系统”的界面工作提供数据支持。因此，依托调度智能指挥平台（DICP）实现对发电设备信息化调度，对提升调度业务处理效率具有重要意义。

2 基于DICP的软件架构

发电设备精细化管理模块是调度智能指挥平台拓展开发的独立功能模块。其数据传输载体是根据调度智能指挥平

中国知网 https://www.cnki.net

台（DICP）数据传输协议实现的业务报文，采用多线程的JAVA nio套接字技术实现高并发的及时数据通信，实现数据持久化的访问与传输，并支持数据更新功能。视图以Java Spring框架为核心技术，后台封装页面组件，页面利用HTML[3]标记语言，采用AJAX技术[4-5]实时刷新用户界面。以调度机构向发电企业发布调度指令业务场景为例，具体的通信及业务架构如图1所示。鉴于网络环境限制（部分受令单位在安全管理大区III区无法通信，在安全控制大区II区可以通信），交流平台整体架构横跨II－III区。调度机构客户端部署在安全III区，调度指令经过证书加密、电子签名等安全技术手段发送至III区服务器，III区服务器将消息转换为文件，通过安全隔离装置传输至II区服务器，再由II区服务器将文件解析为消息，发送至电厂客户端，电厂客户端通过证书解密、验证签名后显示调度指令；电厂人员受令以后，发送确认消息至II区服务，再将确认消息以文件形式穿越安全隔离装置，发送至III区服务器，由III区服务器将文件转换为消息发送至调度机构客户端，调度员确认该消息后，整个过程业务数据存储至数据库。

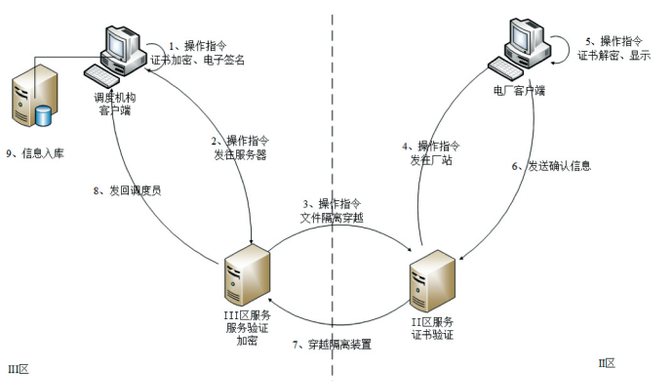

图1 调度智能指挥平台软件架构

3 发电设备精细化管理模块功能实现

《广东电力系统发电设备运行检修管理规定》关于发电设备检修工作明确指出调度机构负责根据电网电力电量平衡分析情况，结合电网输变电设备检修情况，进行发电设备运行和检修计划的协调与统筹安排；负责受理、批复发电设备检修申请，负责调度管辖范围内发电机组运行、检修情况的统计和考核工作；发电企业负责根据发电设备运行情况，合理安排发电设备检修计划，编制发电机组的年度、月度、临时检修计划申请，按时向调度机构提交申请；负责根据调度机构批复的机组检修计划，合理安排检修工期，跟进检修状态，按期按质完成检修工作，发现问题及时上报调度机构；当前实际的调度运行业务中，发电设备的日常运行信息由发电调度员记录在调度日志中。由此可从机组检修、调度日志等业务功能模块入手，以技术手段改造为主，管理手段为辅实现实现发电设备精细化管理。

3.1 调度日志功能改造

实现发电设备精细化管理的首要目标是实现电厂电量动态管理，而电厂电量动态管理的第一要素就是对机组停运信息进行标准化记录，我们设计了发电设备停运的动作行为、行为属性及其事件类型，如表1所示。

表1 发电设备动作行为属性定义表

动作行为	行为属性		事件类型
	行为属性1	行为属性2	
解列	检修	A－D级检修 消缺 临时检修 事故抢修	计划停运 非计划停运
	备用 调试 打闸停机 其他		计划停运 非计划停运
并网	检修毕	A－D级检修毕 消缺毕 临时检修毕 事故抢修毕	计划停运毕 非计划停运毕
	原备用 原跳闸（打闸）		计划停运毕 非计划停运毕
恢复备用	调试 其他 检修毕	A－D级检修毕 消缺毕 临时检修毕 事故抢修毕	
	原跳闸（打闸） 输变电设备检修陪停毕 其他		
退出备用	检修	A－D级检修 消缺 临时检修 事故抢修	
	输变电设备检修陪停 其他		
交系统调度	检修毕	A－D级检修毕 消缺毕 临时检修毕 事故抢修毕	计划停运毕 非计划停运毕
	其他		

中国知网 https://www.cnki.net

		A－D级检修	
	检修毕	消缺	
		临时检修	
		事故抢修	
锅炉点火			
	原备用		
	原跳闸（打闸）		
	调试		
	其他		
锅炉灭火			
	全厂低于最低技术出力		
	其他（手动填写）		
跳闸			非计划停运

特别地，在发电设备转换检修类别的情况下，设计的模版如表2所示。

表2 发电设备检修类别转换表

初始状态	事件类型	可转换目标状态	事件类型
临时检修	非计划停运毕	A级检修 B级检修 C级检修 D级检修 消缺	计划停运
事故抢修	非计划停运毕	A级检修 B级检修 C级检修 D级检修 消缺	计划停运
A级检修	计划停运毕	临时检修 事故抢修	非计划停运
B级检修	计划停运毕	临时检修 事故抢修	非计划停运
C级检修	计划停运毕	临时检修 事故抢修	非计划停运
D级检修	计划停运毕	临时检修 事故抢修	非计划停运
消缺	计划停运毕	临时检修 事故抢修	非计划停运

根据以上表格，设计了标准化日志记录界面，如图2所示。根据以上内容实现了发电设备检修闭环管理，主要原则包括根据当前记录日志的设备上一次事件类型屏蔽调相同事件类型的选项，即任何设备不能连续出现两个相同事件类型的日志。

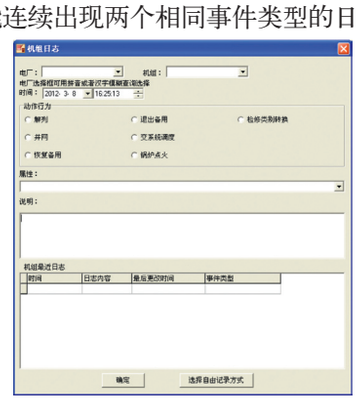

图2 标准化日志记录界面

3.2 电厂工作上报模块功能实现

机组出力限高是电厂电量动态数据管理的另一大要素，结合机组停运信息考虑，在电厂客户端实现了“并网或解列、退出或恢复备用、申请交系统调度、申请锅炉点火、汇报出力受限、申请AGC投退、申请一次调频投退、申请AVC装置投退、申请PSS装置投退、申请出力受限”等发电设备工作申请，其功能主要流程如图3所示，主要由电厂客户端发起工作申请，如图4所示，调度机构受理，电厂执行或确认三个步骤组成；对于调度同意的工作申请，在批准后将自动调用如图2所示的界面自动记录标准化模版日志。特别注意，限高等申请不能重复提交，提交受限后除非解除申请，应在原申请的基础上改变限值；当机组处于开停机申请中，不允许申请一次调频、AGC、AVC、PSS投退申请；同班内发生的机组限高、解除限高记录在一起。事件内容记受限内容，只是在解除受限时把日志的完成事件填上，另外把事件类型填为“限高、解除限高”，“限低”同理实现。

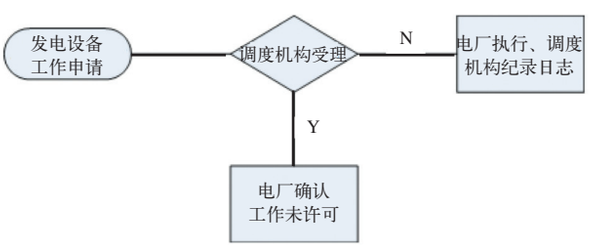

图3 电厂工作上报流程

图4 电厂发起工作申请

3.3 机组检修功能改造

基于以上功能改造，通过调度智能指挥平台（DICP）扩展机组检修单业务，将机组检修单发布至电厂客户端，供电厂基于机组检修单实现机

中国知网 https://www.cnki.net

组检修闭环管理。业务流程如图5所示，调度智能指挥平台（DICP）服务自动下发“待开工”状态机组检修单到对应电厂，电厂根据机组检修实际批准开工日期提出“退出备用、出力受限”等工作申请，如图6所示，调度批复后机组检修单状态自动变化为检修中，电厂根据调度的实际批复情况执行检修工作；在完成后，再次提出“恢复备用、解除出力受限、交系统调度”等工作上报申请流程，完成机组检修工作。

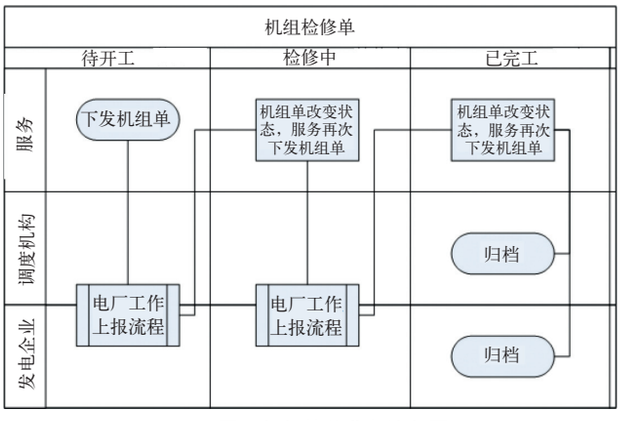

图5 机组检修业务流程图

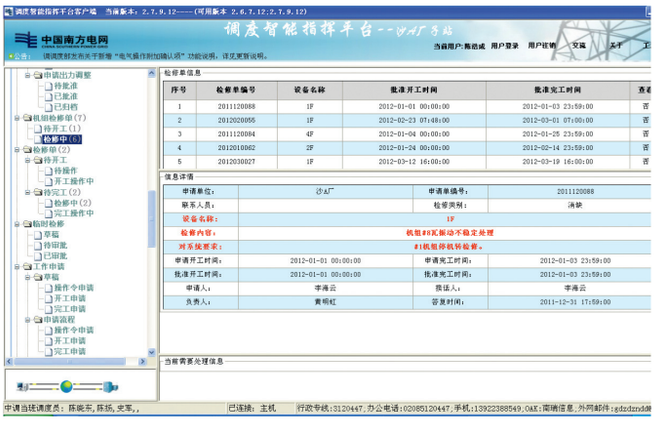

图6 电厂机组单界面

3.4 电厂精细化管理评价

上述功能实现后，为电厂运行记录统计分析提供了完整的数据支持。提出电厂减口电量计算公式

$$W=\sum T_{na}\times PN_n+\sum T_{nb}\times(PN_n-PN_{\max})$$

式中，W为扣减电量；T_{na}标识#n机组非计划停运时长；T_{nb}为#n机组出力受限为某一固定缺值的时长；PN_n为#n机组限高值，依据该计算公式实现了电厂精细化管理评价结果如图7所示。

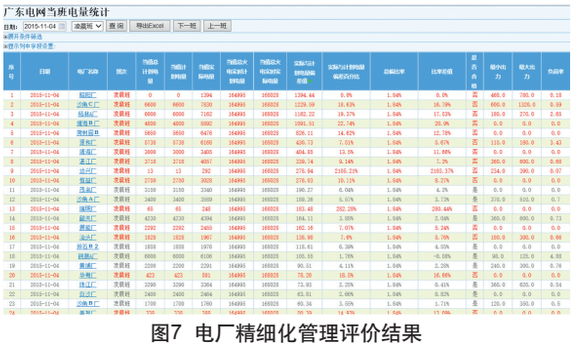

图7 电厂精细化管理评价结果

4 结束语

电厂发电设备精细化管理模块目前已在广东电网调度与控制中心得到了充分应用。通过该模块的建设，对调度智能指挥平台（DICP）主体功能做了有力的扩展，调度机构实现了对发电企业的信息化调度，大幅减少发电调度员的工作量，提高调度运行工作效率，确保电厂在全运行过程中的各类信息全面准确的记录，对电网安全稳定运行具有重要的意义。

参考文献

[1] 陈钢，林少华，陈晓东，等. 广东电网调度运行电子发令系统的设计与实践[J]. 电力系统自动化，2009，33(24): 88-90.

[2] 罗煜，廖旭明. 东莞地区调度中心网络发令系统的构建和应用[J]. 广东电力，2012，25(5): 81-85.

[3] 王黎. 浅谈用HTML和JavaScript修饰Web页[J]. 沈阳大学学报，2001，13(4): 16-18.

[4] 敖丽敏，李林辉. 基于AJAX的电力图形系统的实现[J]. 电力系统自动化，2007，31(9): 47-50.

[5] 郭挺，谢敏，刘明波，等. SVG和Ajax技术在电网分析与辅助决策支持系统中的应用[J]. 电力系统保护与控制，2012，40(4): 83-89.

作者简介

周波（1988-），男，本科，助理工程师，从事电力调度自动化系统研究与开发工作。

（收稿日期：2015－12－10）EA
（编辑：崔文静）

中国知网 https://www.cnki.net