

# 智能变电站二次系统厂内联调的项目管理改进

吴峻<sup>1</sup>, 万洛飞<sup>2</sup>, 吴崇昊<sup>2</sup>

(1.南京供电公司,江苏南京 210019;2.国电南瑞科技股份有限公司,江苏南京 211106)

**摘要:**智能变电站新技术密集、系统架构复杂、回路数字化虚拟化,导致联调持续周期长,耗用人力、物力成本巨大,调试过程复杂、质量难以控制。针对上述问题,运用项目管理方法,对智能变电站调试进行管理上的优化改进,改进前后的联调项目统计数据表明,优化后的管理方法有效地控制了智能变电站的调试成本、缩短了调试周期和提高了调试质量。

**关键词:**智能变电站;项目管理;成本控制;人力资源

**中图分类号:**TM63

**文献标志码:**B

**文章编号:**1009-0665(2015)06-0074-03

智能变电站是智能电网的重要节点和基础组成部分之一,是以先进的信息化、自动化技术为基础,实现全站信息数字化、信息共享化、网络平台化,实现电网运行的安全性、灵活性、可靠性和资源优化配置<sup>[1]</sup>。智能变电站的二次系统架构发生很大变化。站内系统结构从逻辑上可分为站控层、间隔层和过程层<sup>[2]</sup>,三层装置之间依靠站控层网络(MMS网络)和过程层网络(GOOSE,SV网络)进行信息和数据的交互。装置间以光纤连接来取代电缆连接,以基于IEC 61850数字报文形式的数据传输取代传统的交流电压、电流以及控制、位置和告警等电气信号传输<sup>[3]</sup>。智能变电站二次系统的调试流程包括厂内联调、现场调试和验收。对于典型220 kV智能化变电站,保护双重化配置<sup>[4]</sup>,站内装置达150多台,需光纤及网线数百根,调试信号量多达千余个。调试各环节联系紧密,关联复杂,一个关键环节出错,会带来巨大的迭代调试工作量,反复返工可将总调试工期延长到3个月以上。调试过程中经常出现计划不合理、工作完成时间不协调、空转空等的情况,进一步延长了调试工期。此外智能变电站本身技术的先进性和复杂性对调试人员知识和技能提出了跨越性的要求,人力资源的相对紧缺也妨碍了调试的顺利进行。

## 1 管理改进措施

### 1.1 制定联调计划,加强时间管理

智能变电站厂内联调的各个活动相互之间制约强,没有合理的计划安排会导致联调中各活动执行混乱。合理制定联调计划,不仅可以保持任务执行过程中的逻辑关系,降低活动变动,同时可以充分利用活动间的工作时差,提高调试工作的并行度,压缩调试周期。智能站联调主要由SCD文件集成、联调环境搭建、装置联调三大块组成<sup>[6]</sup>。其中搭建联调环境包括装置进场摆放、布线、工程程序下装、后台系统搭建及装

置间链路调试等子活动。各子活动在时间上分时并行开展,减少时间浪费。装置联调采用先单间隔联调,再跨间隔联调,最后对交换机进行VLAN的划分<sup>[7]</sup>以及全站的整组实验调试计划方案,调试流程逻辑清晰,覆盖全面。为保证装置联调环节进度,交换机VLAN方案的审核可提前开展,与搭建联调环境的各子任务并行执行。在人力资源满足的条件下,单间隔联调时的不同间隔可并行执行。依据上述调试结构分析,通过不断优化改进,创建联调项目WBS分解。2014年10月及11月厂内联调项目的活动航道图如图1所示。

### 1.2 加强SCD文件集成审核力度

SCD配置文件决定了装置之间的数字信号连接关系,是整个智能变电站设备间配合工作的基础<sup>[8]</sup>。SCD文件一旦出错,必须重新更新装置配置文件,重新调试,直接影响着厂内联调工作能否顺利进行。为降低SCD集成的错误率,在进行SCD文件配置前应协调研发、设计人员共同对虚端子表进行审核,审核通过后,再进行SCD配置文件的集成。通过加强前期的资源投入,有效降低了SCD文件的错误率,减少了因为SCD配置错误而造成迭代调试的资源浪费,大幅提高了总体的资源使用效率。

### 1.3 合理利用联调场地和物资

联调场地和物资是重要的资源,在整个联调成本中占有相当比重。物资主要有调试仪器设备、连接装置的光纤、网线和铜制导线等。典型的220 kV智能变电站调试所占用的场地资源为7000 m<sup>2</sup>·d。SCD文件、装置屏柜生产完成都是开展联调的必要条件,在上述条件具备时,才安排屏柜进入联调场地,可以避免场地和物资的无效占用,大大降低场地使用成本。此外优化装置屏柜摆放布局,将相同电压等级的装置摆在一起,并将母线保护屏和交换机屏等接线密集的屏柜放在中间位置,可以有效减少光纤、网线的使用长度。光纤应在走线槽或屏柜顶部布线,可降低光纤损坏率,还避免了光纤损坏造成的额外排查工作量和进度损失。

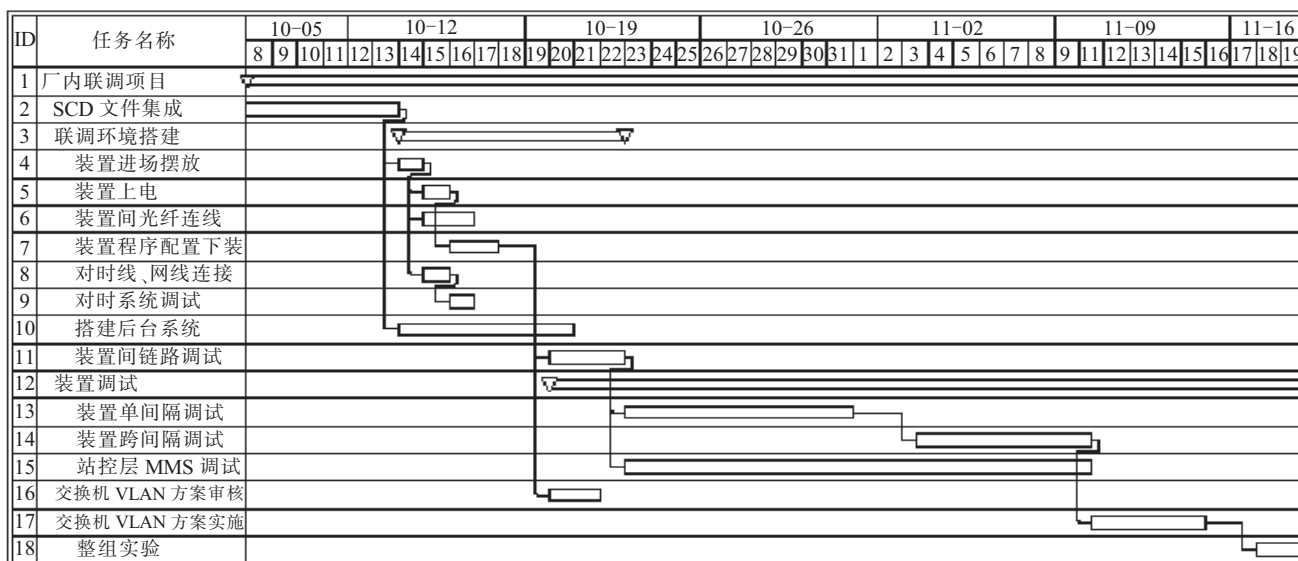


图 1 2014 年 10 月及 11 月厂内联调项目的活动航道图

### 1.4 对关键活动建立标准化作业流程

联调工作的关键活动包括装置间接线和间隔调试等。这些活动工作量非常巨大,对联调的整体效率有决定性影响。对联调关键活动制定标准化作业流程,可提高调试的效率和质量,并降低对人力资源素质的要求。装置间通信光纤的连接活动可分割为写光纤连接标签、放光纤和贴标签 3 个子活动。指定一名有较丰富的智能变电站调试经验的人员依照工程设计图编写用于标记光纤两端所连设备的标签。放光纤和贴标签任务由另 2 人配合完成。标签的规范格式为:对侧间隔名称—装置型号—板卡类型(SV 或 GOOSE)—板卡接口位数。

调试时,以间隔为单位将调试人员分成若干小组,每个小组在本间隔内的合并单元、智能终端保护及测控装置前均有一名调试记录人,另有一人操作试验仪器设备。调试前,由调试小组负责人依据全站 SCD 文件使用辅助软件生成调试记录,作为调试依据,如图 2 所示。执行时,全组配合按调试记录表逐条试验,由一人负责操作试验仪,其余人员依据各自负责的装置上所推的报文或是面板点灯情况如实在调试中记录。本间隔包含在调试表格中的信号点全部测试完成后再进行下一间隔调试。

### 1.5 加强人力资源规划

智能变电站是新生事物,大量采用新技术,参与厂内联调的人员中有丰富智能变电站经验的毕竟是少数。因此必须加强人力资源规划,最大限度的利用好现有人力资源。组建联调项目团队,团队包含项目负责人、研发接口人以及调试人员。项目负责人制定总的联调计划,控制整个工程进度;研发接口人负责调试过程中的技术支撑;调试人员负责完成各项具体调试工作。团队内部应合理分配工作任务。将变电站联调项目中

IL1113(goose 间隔内)					
序号	信号功能	保护装置	测控装置	智能终端	后台状态
1	断路器位置/stVal	◇	◇	◇	◇
2	隔刀 1 位置/stVal	◇	◇	◇	◇
3	隔刀 2 位置/stVal	◇	◇	◇	◇
4	隔刀 3 位置/stVal	◇	◇	◇	◇
5	KK 合后/stVal	◇	◇	◇	◇
6	地刀 1 位置/stVal	◇	◇	◇	◇
7	地刀 2 位置/stVal	◇	◇	◇	◇
8	地刀 3 位置/stVal	◇	◇	◇	◇
9	复归/stVal	◇	◇	◇	◇
10	检修/stVal	◇	◇	◇	◇
11	另一套终端告警/stVal	◇	◇	◇	◇
12	另一套终端闭锁/stVal	◇	◇	◇	◇
13	就地控制/stVal	◇	◇	◇	◇

图 2 goose 开出调试记录

的重点内容,如 SCD 文件审核、VLAN 方案审核等,交由有项目负责人或相当工程经验的员工负责。其他工作任务人交由普通调试人员按照标准化作业流程执行。调试团队内部应取消“金字塔”式的按层级的组织沟通理念,采用“点对点”直接反馈的形式沟通,提高沟通及时性和有效性。

### 1.6 加强监控与考核

监控是为了保证联调工程处于一个可控状态,确保调试按期完工;考核则是对联调各个环节执行效果的评估<sup>[9]</sup>。加强对调试的监控和考核可最大限度的保证调试的周期和质量,但也会带来额外的管理成本。因此需要寻求管理效果与成本平衡的监控和考核模式。

针对联调过程进行监控。由项目负责人在工作日结束后以日报形式对当日工作对照计划进行总结,第二天工作前抽取约 10 min 时间进行昨日总结和今日

工作部署。针对调试中容易出错、引起返工的环节,如SCD集成、虚端子调试进行考核。为控制管理成本,考核都是以调试过程中后续工序的错误检出率作为前一个活动的考核依据。如统计虚端子调试中的错误检出率作为SCD集成工作的考核指标。又如以跨间隔联调中虚端子调试的错误检出率作为单间隔联调的考核依据。这种以后一级活动的出错率作为前一级活动考核依据的管理方法,在几乎不增加额外工作量的基础上完成了考核,简单有效,管理成本很低。

### 1.7 项目总结和管理迭代改进

联调后的项目总结是整个联调活动管理中重要的一环,但也是最常被忽略的一环<sup>[10]</sup>,很少与进度、质量同样重视,造成已有经验得不到积累,管理不能持续改进提升,存在的问题在后续调试中仍旧发生。因此联调任务完结后,项目团队要针对本次联调项目的过程进行分析和研究,依据该联调前制定的计划表、联调中调试记录表和日报,总结联调项目中各活动的执行时间进度和执行质量,对执行跟不上计划造成工期延误的环节进行总结,找出联调过程中耗费人时多且效率低的环节,针对性地进行管理改进。统计计算调试中各个活动的工时效率,为下次的联调工作计划预估做基础。通过不断地管理迭代改进,到达时间、质量和成本之间的最优化管理模式。本文总结的管理经验也是通过多次总结、改进的迭代中取得。

## 2 执行效果对比

以2个同规模的220 kV智能变电站作为比较对象。站内规模为40面屏柜,保护双重化配置,包括过程层设备在内共计160台装置。全站SV采用点对点通信,goose采用点对点加组网的通信方式,包括保护、测控、后台、远动信号在内的调试点有5500个,共使用通信光纤430根。联调管理模式改进前后的联调质量指标对比效果。如表1所示。

表1 联调考核指标对比表

联调质量考核项目	优化前	优化后
场地占用/(m <sup>2</sup> ·d)	7000	3900
光纤损坏数/根	23	5
光纤损坏率/%	5	1
搭建联调环境/(人·时)	380	260
联调总人时/(人·时)	1120	810
调试总周期/d	35	26
错误发现点数/个	680	430
出错率/%	12	8

其中联调场地使用率=占用面积×占用天数;光纤损坏率指每100根光纤损坏的根数;错误发现率指每100个测试点测出的错误个数。

对比分析联调统计数据,可有以下结论。联调计划的优化使降低场地占用降低了44%,效果显著。这主要是因大量工作前置安排,并且在联调时最大化地并行工作,优化了场地占用。其次,由于在SCD文件集成的关键环节加强了资源投入,将问题在联调前解决,降低了联调中的出错率。对比2个智能变电站,联调时检出的出错测试点由680个下降为430个,降低了37%,联调的质量有明显提高。此外,间隔联调的标准化作业流程对提高工作效率起到重要作用。联调过程的总人时由改进前的1120人时降低为810人时,调试效率提高约28%。由对比可以看出,进行联调管理改进后,在调试进度、成本和质量上都有明显改进。

## 3 结束语

文中从调试周期时间、成本花费、联调质量3个方面对智能站厂内联调工程项目进行管理优化改进,全面提升联调的效率和质量。随着智能站联调经验的积累,在管理成熟后,未来可探索制定高度标准化的、普遍适用的联调作业和管理流程,改变每个项目建立项目组管理模式,进一步提高联调作业管理水平和效率。

### 参考文献:

- [1] 刘振亚. 智能电网技术[M]. 北京:中国电力出版社,2010:169-190.
- [2] 李瑞生,李燕斌,周逢权. 智能变电站功能架构及设计原则[J]. 电力系统保护与控制,2010,38(21):24-27.
- [3] 何磊,郝晓光,潘瑾. 面向智能电网的IEC 61850标准应用分析[J]. 河北电力技术,2009,28(S1):32-34.
- [4] 彭志强,张小易,高磊,等. 智能变电站二次系统双重化配置技术应用分析[J]. 江苏电机工程,2013,32(5):38-41.
- [5] 周伟,柯方超. 220 kV智能变电站与常规变电站保护调试的比较[J]. 内蒙古石油化工,2013(9):81-82.
- [6] 董磊超,于士谦,乔彦涛,等. 智能变电站联调测试方法研究[J]. 电工技术,2013(2):20-22.
- [7] 黄恒,钱星榕,方健安. 智能变电站VLAN设置方案分析[J]. 电子世界,2014(15):59.
- [8] 高翔. 数字化变电站应用技术[M]. 北京:中国电力出版社,2008:32-65.
- [9] 白思俊. 现代项目管理[M]. 北京:机械工业出版社,2010:37-55,122-147.
- [10] 陈世进. 对工程施工项目管理总结评价的思考[J]. 石油工程建设,2005,31(5):72-73.

### 作者简介:

吴峻(1974),男,江苏无锡人,高级工程师,从事电网建设及运行管理工作;

万洛飞(1984),男,河南洛阳人,工程师,从事电力系统继电保护研究和开发工作;

吴崇昊(1974),男,江苏无锡人,教授级高级工程师,从事电力系统继电保护研发和管理工作。



- [10] 王晓兰,葛鹏江. 基于相似日和径向基函数神经网络的光伏阵列输出功率预测[J]. 电力自动化设备, 2013(1):100-103, 109.
- [11] 傅美平,马红伟,毛建容. 基于相似日和最小二乘支持向量机的光伏发电短期预测[J]. 电力系统保护与控制, 2012(16): 65-69.
- [12] 孟洋洋. 风电场发电功率短期预测模型研究[D]. 重庆:重庆大学, 2011.

作者简介:

倪春花(1992),女,江苏南通人,硕士研究生,研究方向为分布式发电与微电网;

李弘毅(1997),男,江苏南京人,高中在读,协助从事能源与环保相关试验工作;

吴在军(1975),男,江苏南京人,博士生导师,研究方向为变电站自动化、分布式发电与微网、电能质量监测与控制。

## Impact Analysis of Haze on Photovoltaic System's Power Generation

NI Chunhua<sup>1</sup>, LI Hongyi<sup>2</sup>, WU Zaijun<sup>1</sup>

(1.School of Electrical Engineering, Southeast University, Nanjing 210096, China;

2. Nanjing Foreign Language School, Nanjing 210008, China)

**Abstract:** Solar energy is regarded as the most powerful weapon to resist haze, while photovoltaic (PV) generations are facing severe challenge due to frequently-occurring haze. In this paper, the basic principle of PV cells is introduced and the mechanism of haze's affection to PV output power is analyzed. A group of so called similar days are chosen, and then the standalone affection of haze to PV output is analyzed while other factors are guaranteed to be nearly the same. The actual output power of a certain PV plant in Jiaying validates the reliability of the proposed method.

**Key words:** solar energy; photovoltaic power generation; haze; similar day

(上接第 73 页)

## Research and Analysis for the Factors of Local Oscillation of the Electric Network of Large-sized Mine

ZHOU Rongling, CHEN Qian, JU Ping, ZHANG Zhengli, ZHANG Hao

(College of Energy and Electrical Engineering, Hohai University, Nanjing 211100, China)

**Abstract:** The local oscillation occurs occasionally in the electric network of large-sized mine. This paper focuses on the oscillation problem in a steel enterprise with a mass of special loads. The possible reasons of the local oscillation is analyzed firstly, and then the simulation considering the mentioned reasons including the impact characters of special load, the excitation mode of local generators, etc. are implemented. It is manifested that the changes of impact load, the location of impact load and the excitation mode of a local generator may significantly affect the oscillation in the small grid. Moreover, the larger the change of impact load is, the larger possibility of the oscillation will be, and the closer the distance between the impact load and generators is, the more significant the oscillation will be. If the exciter of local generator is operated in the constant power factor mode, the generator tends to oscillate more easily than in other modes. The simulation results suggest that the constant voltage mode is a good choice for the exciting regulator, connecting the local grid to the outer power grid improves its reliability, and the impact loads should be reasonably distributed.

**Key words:** local power grid; oscillation; special power load; excitation mode

(上接第 76 页)

## Project Management Improvement on the Commission of Intelligent Substation's Secondary Systems

WU Jun<sup>1</sup>, WAN Luofei<sup>2</sup>, WU Chonghao<sup>2</sup>

(1.State Grid Nanjing Power Supply Company, Nanjing, 210019, China;

2.NARI Technology Co.Ltd., Nanjing 211106, China)

**Abstract:** Due to the application of many new technologies, complicated system structures and virtual electrical secondary circuits, the commission of intelligent substation becomes a long period, much manpower, complicated commissioning process and quality hard to control project. In this paper, the method of project management is used to improve the management of intelligent substation. By analyzing the statistical data between before and after using the method, it is found that the improved management can shorten the period, promote the quality and control the costs effectively.

**Key words:** intelligent substation; project management; costs control; human resource