

DCS



火电厂 分散控制系统检修运行维护手册

赵燕平 主编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

TM621.6-62

Z340

火电厂分散控制系统检修运行维护手册

赵燕平 主编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本手册介绍了在国内广泛应用的 I/A Series 型、XDPS-400 型、TELEPERM XP (简称 TXP)、WDPF 型、Symphone 型分散控制系统的组成, 特点, 系统技术指标, 技术规范及各分散控制系统的控制器、卡件、装置等设备, 以及由这几种分散控制系统构成的典型的火电厂热工控制系统的检修维护工序、注意事项及系统测试、调整试验步骤和常见故障分析对策等内容。另外, 在第一章还介绍了分散控制系统检修运行维护通用导则, 可使读者对 DCS 检修运行维护总体要求有所了解。本手册可对使用分散控制系统的机组的热控装置、设备的运行维护、检修起到积极的指导作用。

本手册适于火电厂从事热工自动控制工程技术、管理人员及相关行业技术人员阅读, 也可供大专院校相关专业师生作为教材使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

火电厂分散控制系统检修运行维护手册/赵燕平主编. - 北京: 中国电力出版社, 2002.12

ISBN 7-5083-1279-1

I. 火… II. 赵… III. 火电厂-综合分散型控制系统-维修-技术手册 IV. TM621.6-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 088264 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2003 年 1 月第一版 2003 年 10 月北京第二次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 28 印张 684 千字

印数 3001—6000 册 定价 53.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换)

火电厂分散控制系统检修运行维护手册

编写人员名单

主 编：赵燕平

副 主 编：曹晓华 石金宝 王贵明 郎澄宇

参编人员（排名不分先后）：

任振伟	常兆明	初文成	刘志敏	马成军	岳喜革
王云峰	李 军	林存增	刘瑞阳	孙克涛	孙运来
阮士周	袁立波	乔 伟	杨中华	王文宽	李昌卫
孟祥荣	姚常青	甄丽红			

前言

随着我国 300MW 以上大型机组的运行和发展,控制系统也在飞速发展,20 世纪 90 年代初,分散控制系统出现,结束了热工控制系统各自独立的状态,将整台机组的主要控制纳入 DCS 系统中。目前,采用成熟的可靠的分散控制系统实现高水平的自动控制已进入应用的成熟期。实践证明,采用可靠的分散控制系统不仅能减轻运行人员的劳动强度,更重要的是确保了机组安全、经济、高效的运行。与此同时,山东省的热控设备也发生了巨大变化,不仅新上机组采用了分散控制系统(DCS),而且许多老机组的热控系统也正改造为分散控制系统,自 1994 年青岛电厂 1 号机组热控系统采用 WDPF 分散控制系统起,近几年新上的 14 台 300MW 以上机组均采用了不同厂家、不同型号的 DCS。2000 年及 2001 年,有 20 多台机组的热控系统改造成为 DCS,今后几年,全省老机组的热控系统将逐步改造为 DCS。

为适应热控系统的发展变化,加强 DCS 的监督管理,做好 DCS 检修、维护工作,确保 DCS 可靠稳定运行,2001 年山东电网热工技术监督工作会议决定在总结各厂各机组 DCS 运行检修等经验基础上,组织采用典型 DCS 系统的电厂编写《DCS 检修运行维护手册》,以期对全省 DCS 装置、设备的运行维护、检修起指导作用。

该手册于 2001 年 4 月由山东电力研究院及山东电力发电公司牵头组织策划,提出编写规划及编写大纲,选出 5 种在全国广泛应用且在省内具有丰富运行经验的 DCS 系统,由黄台、潍坊、日照、十里泉、聊城、菏泽等电厂分别编写,并对初稿进行审核。在编写和审稿过程中,编写人员收集大量资料,充分考虑各种 DCS 系统的通用性,既要写出各系统的特色,又要站在全国角度统筹考虑问题,并注意可操作性,对工作步骤、信息反馈等尽可能细化,且对技术指标、性能等质量要求要准确,以便将本手册编成一本强化热控监督管理、提高热控设备检修质量和运行维护水平、确保热控系统安全可靠的行之有效的指导准则,为广大热控技术人员提供有效参考。

本手册经多次修改完善最终定稿。本手册分 6 章,包括了这 5 种 DCS 系统的情况概述,系统特性介绍,典型热控系统的检修、日常维护及常见故障分析对策。第一章为 DCS 检修运行维护通用指导原则,描述了典型的分散控制系统检修运行维护方法与相关要求,给出了主要控制系统功能试验及 DCS 故障紧急处理参考措施,由赵燕平、任振伟、王贵明等人负责编写并进行通稿;第二章为 I/A 系统,主要由刘瑞阳、孙克涛编写,王云峰等编写了 SCS、FSSS 系统故障对策内容;第三章为 XDPF 系统,主要由常兆明、袁立波编写,王云峰等编写了 DEH、MEH 故障对策部分,王贵明进行了修改补充;第四章为 TXP 系统,主要由林存增、阮士周负责编写;第五章为 WDPF 系统,主要由任振伟、孙运来编写,王云峰、李军编写了 FSSS 系统故障对策部分内容;第六章为 Symphony 系统,主要由马成军、岳喜革等编写,王贵明进行修改补充。

各参编单位的领导给予高度重视和大力支持,在此表示感谢。赵岩、华荣林、穆建波、

杨斌、孔凡领、何伟、刘春杰、胡坚锋、赵宪忠等同志参与了审核工作，提出了宝贵意见，在此一并表示感谢。

由于本手册的编写人员均工作在生产一线，工作繁忙、时间紧张，加之分散控制系统使用时间短，应用经验有限，难免有些缺点和错误，恳请广大专家和读者及时批评指正。

编 者

2002 年 10 月

目录

前言

第一章 分散控制系统 (DCS) 检修运行维护通用导则	1
1 概述	1
2 分散控制系统构成	2
3 检修运行维护的主要内容	5
4 DCS 使用中常见问题及分析	6
5 DCS 故障的基本防范措施	8
6 分散控制系统的升级	34
7 DCS 所实现的主要热控系统的检修运行维护	36
8 模拟量控制系统扰动试验	40
9 热工保护联锁试验	53
10 DCS 系统故障紧急处理措施基本原则	54
11 参考引用的文献或标准	57
第二章 I/A Series 控制系统检修运行维护导则	59
1 概述	59
2 I/A Series 系统特点	60
3 I/A Series 系统设备规范	65
4 I/A Series 系统检修工序	77
5 I/A Series 系统日常维护	93
6 I/A Series 系统常见故障对策	99
第三章 XDPS-400 控制系统检修运行维护导则	104
1 概述	104
2 XDPS-400 系统特点	105
3 XDPS-400 系统设备规范	106
4 XDPS 系统检修工序	110
5 XDPS-400 系统日常维护	133

6 XDPS-400 系统常见故障对策	135
第四章 TXP 控制系统检修运行维护导则	141
1 概述	141
2 TXP 系统特点	144
3 TXP 系统设备规范	165
4 TXP 系统检修工序	171
5 TXP 系统日常维护	174
6 TXP 系统常见故障对策	186
第五章 WDPF 控制系统检修运行维护导则	189
1 概述	189
2 WDPF 系统特点	190
3 WDPF 系统设备规范	192
4 WDPF 系统检修工序	203
5 WDPF 系统日常维护	239
6 WDPF 系统常见故障对策	254
第六章 Symphony 控制系统检修运行维护导则	263
1 概述	263
2 Symphony 系统特点	275
3 Symphony 系统设备规范	281
4 Symphony 系统检修工序	287
5 Symphony 系统日常维护	408
6 Symphony 系统常见故障对策	414
附录	421
附录 A 抗共模差模干扰能力测试	421
附录 B I/A Series 系统标准检修工序卡	430

第一章

分散控制系统(DCS)检修运行维护通用导则

1 概 述

分散控制系统 (Distributed Control System) 英文缩写为 DCS, 有时也称分布式控制系统, 其实质是计算机技术对生产过程进行集中监视、操作、管理和分散控制的一种新型控制技术。它是由计算机技术、信号处理技术、测量控制技术、通信网络技术、人机接口技术相互发展渗透而产生的, 既不同于分散的仪表控制系统, 又不同于集中式计算机控制系统, 它是吸收了两者的优点, 在它们的基础上又发展起来的一门系统工程技术, 具有很强的生命力和显著的优越性。

分散控制系统是计算机技术和自动化技术发展的结果。机组容量不断增大、参数不断提高, 为 DCS 应用创造了广阔天地; 随着 DCS 系统的广泛使用, 为机组安全经济运行提供了有力保障。

机组的控制方式综合地反映自动化水平的高低。解放初期, 热工自动化水平很低, 机组主要采取分散就地操作方式, 监视与操作分散在现场, 这种控制方式只适应低参数、小容量的机组, 劳动强度大、安全性差。20 世纪 50 年代中期以后, 进入了局部控制的发展阶段, 由于机组普遍母管制的运行方式, 故相应地采用了锅炉、汽机、给水除氧等局部集中控制方式; 60 年代出现了机、电、炉集中控制, 集中控制的致命弱点是把危险也相对集中了; 80 年代出现集散控制, 将管理相对集中, 把控制相对分散。这样, 火电厂热工自动控制系统经历了“分散——集中——集散”的过程。

随着火电机组单机容量的增大, 热力系统更加复杂, 运行中需监视的信息量和操作指令不断增加, 常规仪表、独立工作的控制装置和控制开关很难满足热力过程自动控制需要。国外从 20 世纪 60 年代开始将电子计算机技术用于火电厂的监视和控制, 70 年代初开发了可编程控制装置 (PLC)。80 年代中期建成的美国贝尔核电站 (Belle Power Plant) $2 \times 600\text{MW}$ 机组, 被美国底特律公司称为其历史上的里程碑, 其自动化装置的基本配置是计算机数据采集和组件组装式控制装置相结合, 代表了当时国际的热工自动化水平。随着控制技术、计算机技术、通信技术、CRT 技术等高新技术的发展, 国外发展了微机分散控制系统 (DCS) 并陆续应用到火电厂。

进入 20 世纪 90 年代, 由于微处理器及其超大规模集成电路 (VLSI) 技术的发展, DCS 发展很快, 加上计算机技术、容错技术和人机接口技术的发展, 窗口技术、交互图形等的出现, 以及标准化的数据通信链路、通信网络技术和人工智能、知识工程方法的发展及信息管理系统的发展, 特别是开放式结构和集成技术的发展深刻地影响着 90 年代以后的 DCS 发展。90 年代以后 DCS 向综合化、开放化发展, 即 90 年代生产过程自动化要求

各种装置（计算机、DCS、单回路调节器、PLC等）之间的通信能力加强，以方便地构成大系统；并且在大型DCS进一步完善和提高的同时，发展小型DCS，也就是说随着PLC计算机与DCS和其他控制回路之间接口的迅速发展，将连续控制回路、逻辑功能和批量控制功能汇入在统一的高性能系统中，从而将PLC与DCS融合在一起，满足了协调的需要，同时也为了适应离散类和批量工业自动化的要求。今后的DCS发展方向将进一步采用人工智能技术，特别是知识库系统（KBS）和专家系统（ES）。

DCS具有通用性强、系统组态灵活、控制功能完善、数据处理方便、显示操作集中、人机界面友好、安装简单规范化、调试方便、运行安全可靠的特点，在国内外火电机组中得到广泛应用。我国在80年代后期由华能国际电力开发公司整套引进的南通电厂、上安电厂350MW机组，采用了美国贝利公司的NETWORK-90微机分散控制系统；大连电厂、福州电厂350MW机组采用日本MIDAS-8000微机分散控制系统。山东省自1994年青岛电厂采用了美国西屋公司WDPF型分散控制系统以来，新建300MW及以上火力发电机组控制系统基本上都采用DCS方案，以前没有应用DCS的老机组近几年也开始采用DCS控制系统实施热控系统改造。DCS的应用功能也越来越丰富，早期的DCS主要实现数据采集与监测（DAS）、模拟量控制（MCS）功能，在300MW以上机组部分实现FSSS、CCS、SCS等功能；现在不仅300MW及以上机组实现了上述全部功能，并且部分机组DEH、MEH、旁路、ETS等其他功能也纳入到DCS中；一些200、125MW等改造机组也要求实现全部功能，这都为DCS在火电厂控制中的应用提供了更广阔的市场和领域。

2 分散控制系统构成

2.1 分散控制系统组成

管理的集中性和控制的分散性这一需求，推动了分散控制系统的发展，其实质是利用计算机技术对生产过程进行集中监视、操作、管理和分散控制的一种控制技术。分散控制系统是纵向分层、横向分散的大型综合控制系统，它以多层计算机网络为依托，将分布在全厂范围内的各种控制设备和数据处理设备连接在一起，实现各部分信息的共享和协调工作，共同完成控制、管理及决策功能。

（1）概括起来，分散控制系统的硬件设备由管理操作应用工作站、现场控制站和通信网络组成。典型的分散控制系统总体结构图如图1-1所示。

1）管理操作应用工作站包括工程师站、操作员站、历史数据站等各种功能服务站。

a. 工程师站提供技术人员生成控制系统的人机接口，主要用于系统组态和维护，技术人员也可以通过工程师站对应用系统进行监视。

b. 操作员站是操作人员与系统数据库的人机交互界面，用于监视可以完成数据的状态值显示和操作员对数据点的操作。

c. 历史站保存整个系统的历史数据，供组态软件实现历史趋势显示、报表打印和事故追忆等功能。

2）现场控制站（亦称为控制站、过程控制站、过程控制单元，本手册通称为现场控制

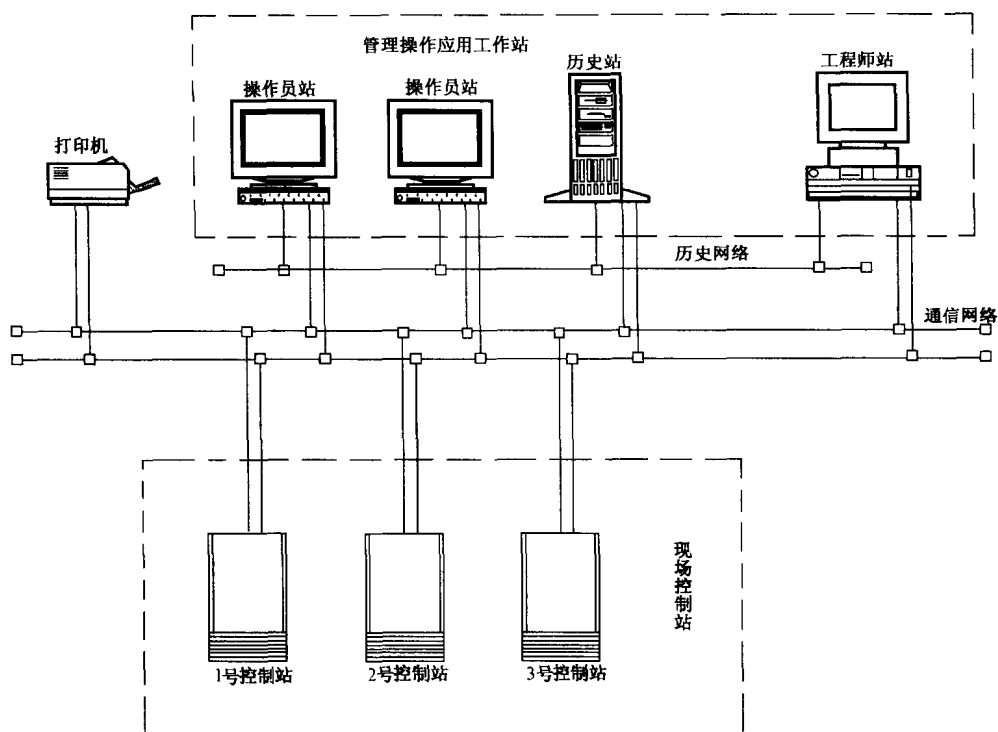


图 1-1 典型的分散控制系统总体结构图

站)用于现场信号的采集与处理,控制策略的实现,并具有可靠性的冗余保证、网络通信功能。包括机柜及其配件、功能模件、电源模件和主控制器(主控制器根据生产厂的不同又叫分散处理单元 DPU、多功能控制器 MFP、控制模件、主控模件、主控板、主处理器等)等。主控制器是分散控制系统的核心控制部件,所有控制功能均由它根据功能的分配不同协调实现。

3) 通信网络连接分散控制系统的各个分布部分,完成数据、指令及其他信息的传递。为保证 DCS 可靠性,电源、通信网络、过程控制站都采用冗余配置。

(2) 分散控制系统的软件是由实时多任务操作系统、数据库管理系统、数据通信软件、组态软件和各种应用软件组成。

(3) 分散控制系统在结构上采用了模块化设计方法,无论是硬件还是软件都可以根据实际应用的需要去灵活地加以组合,即可以采用增加或减少现场控制站及人机接口的方法,使用组态软件,生成用户所要求的应用程序,实现对简单的生产过程或大规模的生产过程运行的有效。也就是说,通过合理的配备可以实现火电机组的模拟量控制系统(MCS)、数据采集系统(DAS)、锅炉燃烧控制系统和炉膛安全系统(FSSS)、顺序控制系统(SCS)等功能。一个典型的可以实现本手册中涉及到的热控系统 MCS、FSSS、SCS、DAS、DEH、MEH 的火电厂分散控制系统配置如图 1-2 所示。

(4) 本章描述了典型的分散控制系统硬件软件设备(计算机设备)及所实现的 MCS、FSSS、SCS、DAS、DEH、MEH 等电厂机组热工控制系统的检修运行维护操作方法与质量标准、技术要求等,可以作为分散控制系统检修运行维护通用性指导手册。

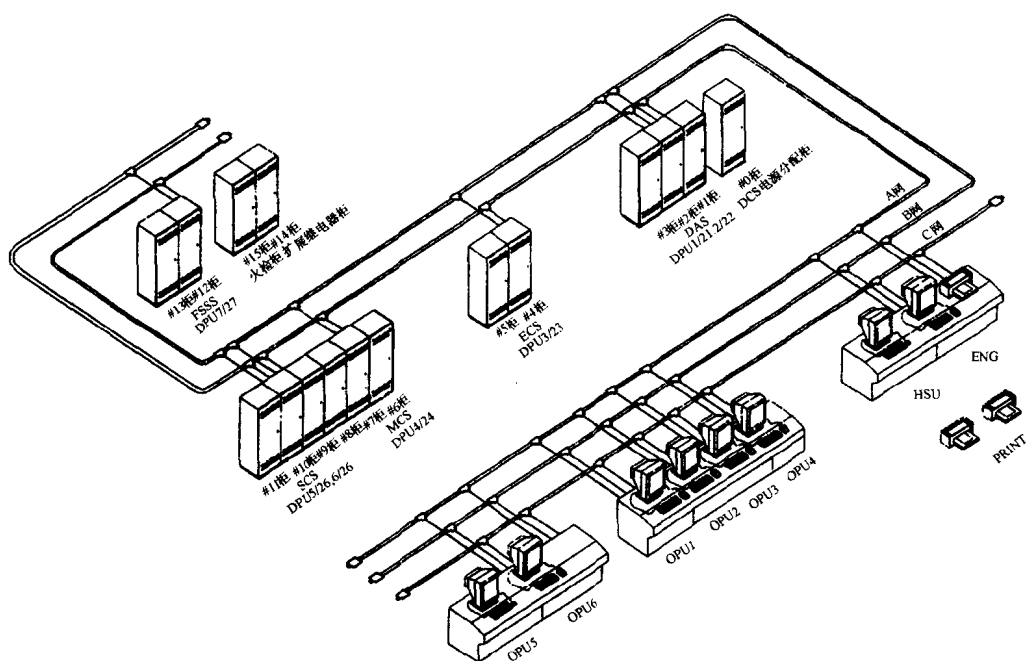


图 1-2 典型的火电厂 DCS 系统配置图

2.2 名词术语解释

本手册涉及的名词术语解释如下：

(1) DCS (Distributed Control System)，即分布式控制系统（或称分散控制系统），指控制功能分散、风险分散、操作显示集中、采用分布式结构的智能网络控制系统。

(2) DAS (Data Acquisition System) 数据采集系统，是指采用数字计算机系统对工艺系统和设备的运行参数、状态进行检测，对检测结果进行处理、记录、显示和报警，对机组的运行情况进行计算和分析，并提出运行指导的监视系统。

(3) MCS (Modulation Control System) 模拟量控制系统，是指通过控制变量自动完成被控变量调节的回路。被控变量通过反馈通路引向控制系统输入端所形成的控制系统，也称闭环控制或回路控制，其输出量为输入量的连续函数。它常包含参数自动调节及偏差报警等功能。火力发电厂模拟量控制系统是锅炉、汽轮机及其辅助设备运行参数自动控制系统的总称。

(4) CCS (Coordinated Control System) 协调控制系统，是指将锅炉-汽轮发电机组作为一个整体进行控制，通过控制回路协调锅炉与汽轮机组在自动状态下工作，给锅炉、汽轮机的自动控制系统发出指令，以适应负荷变化的需要，尽最大可能发挥机组调频、调峰的能力，它直接作用的执行级是锅炉燃料控制系统和汽机控制系统。

(5) SCS (Sequence Control System) 顺序控制系统，是指对火电机组的辅机及辅助系统，按照运行规律规定的顺序（输入信号条件顺序、动作顺序或时间顺序）实现启动或停止过程的自动控制系统。

(6) FSSS (Furnace Safeguard Supervisory System) 炉膛安全监控系统，指对锅炉点火和油枪进行程序自动控制，防止锅炉炉膛由于燃烧熄火、过压等原因引起炉膛爆炸（外爆或内

爆)而采取的监视和控制措施的自动系统。FSSS包括燃烧器控制系统(Burner Control System,简称BCS)和炉膛安全系统(Furnace Safety System,简称FSS)。

(7) AGC(Auto Generate Control)自动发电控制,根据电网对各电厂负荷的运行要求,对机组发电功率由电网调度进行自动控制的系统。

(8) MFT(Master Fuel Trip)总燃料跳闸,是指保护信号指令动作或由人工操作后,快速切断进入锅炉炉膛的所有燃料而采取的控制措施。

(9) DEH(Digital Electro-Hydraulic Control)汽轮机数字电液控制系统,是按电气原理设计的敏感元件、数字电路以及按液压原理设计的放大元件和液压伺服机构构成的汽轮机控制系统。

(10) ATC或ATSC(Automatic Turbinestartup Control)汽轮机自启动,根据汽轮机的运行参数及热应力计算,使汽轮机从盘车开始直至带初负荷按程序实现自启动。

(11) OPC(Overspeed Protection Control)超速保护控制功能,是一种抑制超速的控制功能,常见有以下两种方式:

1) 当汽轮机转速达到额定转速的103%时,自动关闭高、中压调节汽门;当转速恢复正常时,开启这些汽门,以维持额定转速。

2) 当汽轮机转速出现加速度时,发出超驰指令,关闭高、中压调节汽门;当加速度为零时由正常转速控制回路维持正常转速。

(12) BPC(Bypass control system)旁路控制系统,是汽轮机旁路系统的自动投入和旁路系统蒸汽压力、温度等自动控制系统的总称。

(13) ETS(Emergency trip system)汽轮机紧急跳闸系统,是在汽轮机运行过程中,机组重要运行参数越线等异常工况下,实现紧急停止汽轮机运行的控制系统。

(14) MEH(Micro-electro-hydraulic control system)给水泵汽轮机电液调节系统,是采用微型计算机控制和液压执行机构实现控制逻辑,驱动给水泵汽轮机的控制系统。但是为了与驱动发电机汽轮机的电液调节系统相区别,习惯上称给水泵汽轮机电液调节系统。

(15) UPS(Uninterrupted Power Supply)不间断电源。

(16) RB(Run back)辅机故障减负荷,是针对机组主要辅机故障采取的控制措施,即当主要辅机(如给水泵、送风机、引风机)发生故障,机组不能带额定负荷时,快速降低机组负荷的一种措施。

3 检修运行维护的主要内容

检修运行维护的目的,就是为了采用正确的方法和手段,确保分散控制系统处于完好、准确、可靠状态,从而满足生产过程正常运转的需要。

3.1 检修的主要内容

分散控制系统检修的主要内容包括系统停运前各部件状态检查,并做好记录,以便停运后针对性地进行检修;系统停运后要对系统各部件进行外观检查等一般性检查,对系统控制装置、卡件等硬件设备按反映技术指标所必需的项目进行测试或校验,以检验各硬件设备技术特性满足相关要求;对系统软件及应用软件进行逻辑检查及功能试验,以确保软件功能的完整性,并满足生产工艺流程的要求;从而保证分散控制系统安全可靠运行。

3.2 运行维护的主要内容

分散控制系统运行维护的主要内容包括系统在投运前应做好必要项目的检查, 检查合格且一切准备就绪后系统上电, 按照相关步骤启动系统, 并检查验收系统各部分正常或满足相关技术要求后, 系统投入在线运行。系统正常运行时, 为确保系统处于完好、准确、可靠状态, 要进行必要的日常与定期维护工作, 即每日一次设备巡检, 记录系统各部分的工作状况, 发现异常问题及时查明原因解决处理, 定期进行有关内容是否符合技术指标质量要求的试验和检查, 并根据热控系统的运行工况决定热控系统设备的投入与退出。

4 DCS使用中常见问题及分析

根据山东电网近几年 DCS 使用情况, DCS 有以下几类常见故障。

4.1 通信网络类故障

通信网络类故障一般易发生在接点总线、就地总线处, 或因地址标识错误所造成。

4.1.1 节点总线故障

节点总线的传送介质一般为同轴电缆, 有的采用令牌信号传送方式, 有的采用带冲突检测的多路送取争用总线信号传送方式。不论采用哪种方式, 当总线的干线任一处中断时, 都会导致该总线上所有站及其子设备通信故障。目前, 一般防止此类故障的方法是采用双路冗余配置的方式, 避免因一路总线发生故障而影响全局, 但这并不能从根本上避免故障的发生, 并且一旦一根总线发生故障, 处理时极易造成另一个总线故障, 其后果是非常严重的。有效的方法应是从防止总线接触不良或开路入手。比较成功的是 FOX I/A 系统的节点总线布置方式。其同轴电缆的连接不是在通信模件的前面, 而是在模件的后面, 这样当系统运行中处理通信模件故障时, 可避免误碰同轴电缆, 造成网线断路。同时, 其同轴电缆除专门进行检查, 任何时候都不会去触动, 可防止因多次插拔同轴电缆的插头造成松动, 增加其故障的可能。另外, 应制定同轴电缆检查与更换管理制度, 在其接触电阻增大至影响通信之前, 进行更换或处理。

4.1.2 就地总线故障

就地总线或现场总线一般指由双绞线组成的数据通信网络。由于其连接的设备是与生产过程直接发生联系的一次元件或控制设备, 所以工作环境恶劣, 故障率高, 容易受到检修人员的误动而影响生产过程。另外, 总线本身也会因种种原因造成通信故障。防止此类故障的有效方法是, 首先要将就地总线与就地设备的联接点进行妥善处理, 拆装设备时, 不得影响总线的正常运行, 总线分支应安装在不易碰触的地方。同时, 就地总线最好是采用双路冗余配置, 以提高通信的可靠性。

4.1.3 地址标识的错误

不论是就地组件还是总线接口, 一旦其地址标识错误, 必然造成通信网络的紊乱。所以, 要防止各组件的地址标识故障, 防止人为的误动、误改。系统扩展时, 一般应在系统停止运行时进行。尤其是采用令牌式通信方式的系统, 任何增加或减少组件的工作都必须在系统停运时, 将组态情况向网络发布, 以免引起不可预料的后果。

4.2 硬件故障

DCS系统根据各硬件的功能不同,其故障可分为人机接口故障和过程通道故障。人机接口主要指用于实现人机联系功能的工程师站、操作员站、打印机、键盘、鼠标等;过程通道主要指就地总线、I/O通道、过程处理机、一次元件或控制设备等。人机接口由多个功能相同的工作站组成,当其中一台发生故障时,只要处理及时,一般不会影响系统的监控操作。过程通道故障发生在就地总线或一次设备时,会直接影响控制或检测功能,因而后果比较严重。

4.2.1 人机接口故障

人机接口故障常见的有球标操作失效、控制操作失效、操作员站死机、薄膜键盘功能不正常、打印机不工作等。

球标操作不正常一般是由于内部机械装置长期工作老化或污染,使触点不能可靠通断,或因电缆插接不牢固造成与主机不通信,这时只需将其更换检查即可。

控制操作失效是由于球标的操作信号不能改变过程通道的状态,一方面可能是过程通道硬件本身故障,另一方面可能是操作员站本身软件缺陷,在设备负荷过重或打开的过程窗口过多时,导致不响应。在检查过程通道功能正常后,应对操作员站进行检查,必要时进行重启,初始化操作员站。

操作员站死机原因比较多,可能是由于硬盘或卡件故障、软件本身有缺陷、冷却风扇故障导致主机过热,或负荷过重造成。可首先检查主机本身的温升情况,其次用替代法检查硬盘、主机卡件等,以确定故障部分。

薄膜键盘在大多数操作员站上得到应用。其主要功能是快速调取过程图形,便于操作员迅速监控过程参数。当因薄膜键盘组态错误、键盘接触不良、信号电缆松动或主机启动时误动键盘造成启动不完整,均可导致其功能不正常,应针对不同的情况进行处理。

打印机不工作一般是由于配置的原因。同时,对打印机进行屏蔽后,也会使打印功能不能进行。另外,打印机本身的硬件故障会造成其部分功能或全部功能不正常,应重新检查打印机的设置及其硬件是否正常并进行处理。

4.2.2 过程通道故障

过程通道出现最多的是I/O卡件故障或就地总线故障。一种原因是I/O卡件本身长时间工作,元器件老化或损坏;另外,因外部信号接地或强电信号窜入卡件也会导致通道故障。现在一般卡件本身都采取了良好的隔离措施,一般情况下不会导致故障的扩大,但此类故障一旦出现,则直接造成过程控制或监视功能的不正常。所以要及时查明故障原因,及时进行更换卡件。

一次元件或控制设备出现故障有时不能直接被操作员发现,只有当参数异常或报警时,方引起注意。

控制处理机(过程处理机)故障一般会立即产生报警,引起操作员注意。现在控制处理机基本上全是采用1:1冗余配置,其中一台发生故障不会引起严重后果,但应立即处理故障的机器。在处理过程中,绝对不可误动正常的处理机,否则会发生严重的后果。

4.3 人为故障

在对DCS系统进行维护或故障处理时,有时会发生人为误操作现象,这对于经常进行

系统维护或新参加系统检修维护的人员来说都是会发生的。一般在修改控制逻辑、下装软件、重启设备或强制设备、保护信号时最易发生误操作事件。轻则导致部分测点、设备异常,重则造成机组或主要辅机设备停运,后果是非常严重的。在使用 DCS 的电厂,人为误操作发生的故障在热工专业中的不安全事件中占有很大比例。

4.4 电源故障

电源方面的问题也较多,如备用电源不能自投,保险配置不合理及 DPU 电源内部故障等造成电源中断,稳压电源波动引起保护误动及接插头接触不良导致稳压电源无输出;有的系统整个机柜通过一路保险供所有输入信号或一路电源外接负载很大,还有的控制电源既未接 UPS 又未有冗余备用。

4.5 SOE 工作不正常

SOE 的结论对事故的分析、判断起了很重要的作用,但在现实中,许多电厂发生保护动作等情况时 SOE 未记录下来或记录时间与实际情况不符。如 $\times \times$ 电厂 #1 机组出现过 SOE 事件顺序追忆时间与实际跳闸时间不对应,SOE 时间打印浏览后不能返回,首次跳闸原因在事件顺序中不能第一个反映,SOE 时间顺序数据不能设置等问题。而有的电厂在几次事故分析时发现 SOE 结论中的时序与历史曲线中的时序有偏差,有时甚至时序颠倒,具体表现于同一点在历史曲线和 SOE 中发生时间不一致,且有时偏差很大,这会延误事故分析的进程,有时甚至误导事故分析方向。SOE 问题既与系统设计不合理,SOE 点没完全集中在一个 DPU 上有关,也与系统硬件及软件设计考虑不周有关。

4.6 干扰造成的故障

干扰造成 DCS 故障的事例也不少。DCS 系统的干扰信号可能来自于系统本身,也可能来自于外部环境。

由于不同的 DCS 系统对接地都有严格的规定,一旦接地电阻或接地方式达不到要求,就会使网络通信的效率降低或增加误码的可能,轻则造成部分功能不正常,重则导致网络瘫痪。

电源质量同样影响系统的稳定运行。用于 DCS 系统的电源既要保证电压的稳定,也要保证在一路电源故障时,无扰切换至另一路电源,否则会对系统工作产生干扰。

过程控制处理机主/备处理机之间的切换有时也会导致干扰。

另外,大功率的无线电通信设备如手机、对讲机等在工作时,极易造成干扰,危及系统运行。

5 DCS故障的基本防范措施

根据各厂 DCS 使用检修维护管理经验,应采用下列防范措施加强监督管理,减少及杜绝 DCS 运行中的故障,提高 DCS 运行水平,防止 DCS 失灵等事故的发生。

5.1 建立良好的外部环境条件

DCS 外部条件指 UPS 电源、计算机控制系统接地、控制室和电子室环境要求等。电厂

在安装和调试期间,由于抢工期或其他因素,这些情况往往被忽视,但外部条件好坏却直接威胁到 DCS 安全、稳定运行,通过对 DCS 问题分析可知,很多事故、故障等就是由于 UPS 电源及系统接地不好等原因引起的。DCS 没有良好的接地系统和合理的电缆屏蔽,不仅系统干扰大,控制系统易误发信号,还易使模件损坏;而电缆孔洞没有及时封堵,电子室随意出入,使装置积灰严重,也会导致模件大量损坏。可见,UPS 电源、控制系统接地、控制室和电子室环境要求等外部条件不好给电厂投产后 DCS 的安全、稳定运行留下极大隐患。因此,DCS 系统电源设计一定要有可靠的后备手段,负荷配置要合理并有一定余量;DCS 的系统接地必须严格遵守技术要求,所有进入 DCS 系统控制信号的电缆必须采用质量合格的屏蔽电缆,并要同动力电缆分开敷设且有良好的单端接地;还要制定严格的管理制度如电子间出入登记、文明卫生等管理制度,定期消除灰尘、每天进行环境检查,检查空调运行情况,记录温度变化情况,保证环境温度符合要求,定期对电源电压进行检查,定期对 DCS 系统接地进行测量,对 DPU 冗余切换、UPS 及保安电源冗余切换进行试验等,以确保 DCS 外部环境条件状况良好。所以 DCS 投运前要做好一系列外部环境的检查,满足有关条件后再上电、投运。

5.1.1 系统投运前检查及质量要求

(1) 外观检查及要求。投运前应检查设备所在的环境的温度、湿度和清洁度情况,检查电子设备间内电缆孔洞封堵完好,还要检查各路电源熔丝符合要求,各控制站柜、I/O 柜和现场过渡端子柜的柜号、名称标志明确,并内附端子排接线图。各控制站柜、I/O 柜和现场过渡端子柜的各档公用电源线、接地线、照明线应连接完好、正确、牢固;附件齐全、完好,柜内照明正常。由现场进入中间过渡端子柜、现场控制站机柜的各类信号线、信号屏蔽地线、保护地线及电源线,应连接完好、正确、牢固、美观;电缆牌号和接线号齐全、清楚。

(2) 各工作站检查及质量要求。

1) 对于现场控制站,要检查由现场进入现场控制站机柜的各类信号线、电源线以及接地线等,应连接完毕,以确保系统的完好,减少缺陷。

2) 检查现场控制站机柜内各电源模件、主控制器模件、各功能模件及其他设备,应全部复原且安装正确、牢固,各连接电缆与接线应连接完好、正确、牢固、美观;与各工作站的冗余通信电缆应连接完好、正确、牢固、美观。

3) 检查现场控制站内的数据通信线,以及各现场控制站间的通信线,应连接完好、正确、牢固;各功能模件与中间端子柜内对应的端子板的连接电缆应连接完好、正确、牢固。

4) 对于操作员站、工程师站等功能服务站,要检查各站的计算机、CRT、打印机等的电源,应连接完好;还要检查专用键盘、鼠标或轨迹球、CRT 信号线和打印机信号线与各计算机之间的连接应完好、正确;各功能服务站与现场控制站等之间的冗余数据通信线、工作站之间的通信线应连接完好、正确、牢固;最后检查大屏幕监视器的电源及其与计算机间的连接应完好。

5.1.2 系统的投运

系统外观检查及各工作站必须的检查合格后,进行上电准备工作。

(1) 上电准备工作。

1) 首先将所有电源开关(包括机柜交流电源开关和机柜直流电源开关)置于“断开”