



火力发电厂分散控制系统 典型故障应急处理预案

国电南自TCS3000系统

电力行业热工自动化技术委员会



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



火力发电厂分散控制系统 典型故障应急处理预案

国电南自TCS3000系统

电力行业热工自动化技术委员会



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

为贯彻落实“坚持预防为主，落实安全措施，确保安全生产”的方针，确保机组在运行过程中发生控制系统故障时，运行和维护人员能够迅速、准确地组织故障处理，最大限度地降低故障造成的影响，电力行业热工自动化技术委员会组织全国 8 家电力科学（试验）研究院、14 家火力发电厂、11 家分散控制系统生产厂家的技术人员，在收集、总结各控制系统故障时的应急处理经验、教训，消化吸收了各分散控制系统技术管理经验，深入研究了各控制系统故障时应急处理方法的基础上，编制了系列《火力发电厂分散控制系统典型故障应急处理预案》丛书，全套书共 11 分册。

本书为《国电南自 TCS3000 系统》分册，介绍了国电南自 TCS3000 分散控制系统的结构特点，对其可能发生的故障危险源进行了定义和分类，提出了国电南自 TCS3000 分散控制系统故障应急处理预案的编制程序、结构、故障应急处理的通用要求、必须遵循的基本原则和故障时的整个处理流程。在现场故障处置预案中，详细介绍了各类故障的现象、原因和可能造成的后果，以及运行处理操作和维护处理操作方法。

本书可作为火力发电厂深化热控专业管理，制订和完善各企业分散控制系统故障应急处理预案时的重要参考，也可以作为高等院校和电厂热控专业学习、培训的教材。

图书在版编目（CIP）数据

火力发电厂分散控制系统典型故障应急处理预案. 国电南自 TCS3000 系统 / 电力行业热工自动化技术委员会编. —北京: 中国电力出版社, 2012.4

ISBN 978-7-5123-2874-7

I. ①火… II. ①电… III. ①火电厂—分散控制系统—故障修复 IV. ①TM621.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2012）第 058483 号

中国电力出版社出版、发行

（北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>）

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售



*

2012 年 6 月第一版 2012 年 6 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 8.25 印张 188 千字

印数 0001—3000 册 定价 26.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签，加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

《火力发电厂分散控制系统典型故障应急处理预案》

研究与编制完成单位

丛书主编单位

中国电力企业联合会科技发展服务中心、浙江省电力试验研究院。

丛书各分册完成研究与编制单位（按完成编写时间排序）

1. 《福克斯波罗 I/A 系统》分册，由浙江省电力试验研究院、浙江大唐乌沙山发电有限责任公司和上海福克斯波罗有限公司联合编制。
2. 《ABB Symphony 系统》分册，由湖南省电力公司科学研究院、大唐湘潭发电有限责任公司、浙能乐清发电有限责任公司和北京 ABB 贝利工程有限公司联合编制。
3. 《艾默生 Ovation 系统》分册，由华东电力试验研究院有限公司、上海上电漕泾发电有限公司、浙江华能玉环发电厂和艾默生过程控制有限公司联合编制。
4. 《日立 HIACS-5000M 系统》分册，由河南电力试验研究院、大唐三门峡华阳发电有限责任公司和北京日立控制系统有限公司联合编制。
5. 《国电智深 EDPF-NT Plus 系统》分册，由神华国华（北京）电力研究院有限公司、神华国华徐州发电有限公司和北京国电智深控制技术有限公司联合编制。
6. 《和利时 MACSV6 系统》分册，由神华国华（北京）电力研究院有限公司、神华内蒙古国华呼伦贝尔发电有限公司和杭州和利时自动化有限公司联合编制。
7. 《GE 新华 XDPS-400 系统》分册，由内蒙古电力科学研究院、北方联合电力有限公司、内蒙古京达发电有限责任公司、新华控制工程有限公司联合编制。
8. 《西门子 T3000 和 TXP 系统》分册，由神华国华（北京）电力研究院有限公司、神华浙江国华浙能发电有限公司、神华广东国华粤电台山发电有限公司、浙江省电力试验研究院、浙能乐清发电有限公司和西门子电站自动化有限公司联合编制。
9. 《上海新华 XDC800 系统》分册，由安徽省电力科学研究院、大唐淮南洛河发电厂和上海新华控制技术（集团）有限公司联合编制。
10. 《国电南自 TCS3000 系统》分册，由中国华电集团公司电气及热控技术研究中心、黑龙江华电佳木斯发电有限公司和国电南京自动化股份公司联合编制。
11. 《南京科远 NT6000 系统》分册，由浙江省电力试验研究院、神华国华（舟山）发电有限责任公司、南京科远自动化集团股份有限公司联合编制。

《火力发电厂分散控制系统典型故障应急处理预案》

丛 书 审 委 会

主 任 金耀华
副 主 任 江宇峰 吴茂林 侯子良 金 丰
委 员 段 南 王利国 仝 声 李劲柏 骆 意 颜渝坪
郑慧莉 盛建华 马永真 胡文斌 陈世和

丛 书 编 委 会

主 编 孙长生 尹 淦
副 主 编 朱北恒 孙 耘 李建国
编 委 王建强 刘武林 沈丛奇 岳建华 张秋生 张国斌
崔 猛 蔡 兵 陈五年 项 谨 尹 峰 黄 勃
刘玉成 杨震力

《国电南自 TCS3000 系统》分册编审人员

主 编 陈五年 朱能飞
副 主 编 杨淼滋
参编人员 李新旺 王 虹 马铁佳 仁怀民 袁 波 刘有江
曹伟平 王兆舜 马振华 黄 勃 徐 静 李 超
王 勇 赵 明
主 审 孙长生

随着发电机组容量和规模的成倍增长,分散控制系统的可靠性水平,已成为确保发电机组以及电网系统安全、稳定、高效运行和满足国家节能环保要求的关键。但分散控制系统品种繁多、技术涉及面广、元部件离散性大,运行过程中发生各种各样的故障难以避免,这就对从事控制系统运行、维护的专业人员提出了一个新课题,就是如何进行故障的有效预防,以及故障发生后如何通过迅速、正确的处理,将故障的影响降到最小。

有那么一批具有高度事业心、勇于探索实践、勤于钻研积累的热控专家和现场专业人员,他们在电力行业热工自动化技术委员会的组织与浙江省电力试验研究院的牵头下,基于上述课题展开了深入的专业研究,取得了丰硕成果——完成《火力发电厂分散控制系统典型故障应急处理预案》丛书编写,并将自己长年用汗水、心血换来的学习、工作、研究中积累的宝贵经验,通过这套丛书的出版,无私地奉献给了全国发电企业和广大读者。

这套丛书着重于电厂规程编写、故障分析查找及处理过程的示范,突出实用性、完整性、先进性和可操作性,因此有别于一般专业规程,也不同于一般的技术交流和经验总结性资料。相信它不仅对各发电企业编写或完善适合本企业的分散控制系统故障应急处理预案具有很好的指导作用,而且各发电企业可通过故障应急处理演练,有效提升运行、维护人员迅速、准确组织故障处理的能力。这套丛书将成为热控及相关专业教学、培训和自学的优秀教材,为从事或有志于从事该项工作的广大读者带来经验、启迪、思考和收益。

希望这套丛书的出版,能促进全国发电企业热控系统故障应急处理预案编制工作的不断完善并建立长效管理机制。通过各企业预案的编写或完善、培训与演练,提高运行、检修人员的故障处理能力,为机组安全、稳定、经济、节能环保运行作出贡献。

中国大唐集团公司副总经理
电力行业热工自动化技术委员会主任委员

二〇一二年三月二十日

目前国内大中型发电机组热力系统的监控,都采用了分散控制系统(DCS),电气系统的部分控制也正逐渐纳入其中。由于各厂家产品质量不一,控制系统的各种故障,如电源失电、操作员站“黑屏”或“死机”、主从控制器切换异常、通信中断、模件损坏等事件仍时有发生。有些由于运行或维修人员在控制系统故障时处理不当,导致故障扩大,机组非计划停运,甚至发生锅炉、汽轮机等主设备损坏事故。虽然多年来,根据《防止电力生产重大事故的二十五项重点要求》,电力行业管理部门和各发电集团公司都要求发电企业制订《分散控制系统故障应急处理预案》(以下简称《预案》),并组织运行和检修人员进行反事故演练。但到目前为止,由于《预案》编制无参照依据,大部分发电企业没有进行该工作;有的虽然进行了编写,但编制内容与范围不完整,不能满足控制系统故障时的处理需求,多数情况下还是凭运行和检修人员的经验来处理,结果导致故障扩大或一些本可避免的机组跳闸事件发生。根据“电厂热工自动化网站”已有的机组跳闸事件的归类统计,有30%以上事件是与运行或检修人员处理不当有关。

为建立热控系统故障应急处理和长效管理机制,确保机组在运行过程中发生控制系统故障时,能够迅速、准确地组织处理故障,最大限度地降低故障造成的影响,浙江省电力试验研究院于2008年开始,在浙江省范围内开展了火力发电厂《预案》的研究编制工作,初步完成了火力发电厂《预案》编制模板,并在浙江省浙能兰溪发电有限公司600MW机组上进行了控制系统故障演习,取得了第一手资料,修改完善后编入已出版的《火电厂热控系统可靠性配置与事故预控》一书中。

2010年10月,电力行业热工自动化技术委员会组织了全国8家电力科学(试验)研究院、14家火力发电公司(厂)、11家控制系统生产厂家,针对目前火力发电厂在线运行的主流控制系统和后起的国产控制系统,成立了11个《火力发电厂分散控制系统典型故障应急处理预案》(以下简称《典型预案》)编制组,在浙江省电力试验研究院前期研究工作经验和《火电厂热控系统可靠性配置与事故预控》提供的预案编制模板的基础上,通过进一步收集、总结各分散控制系统故障时的应急处理经验教训,消化吸收各参编单位技术及管理经验,联合进行分散控制系统故障应急处理方法的研究后,确定了统一的编写格式和编制程序的结构,制定了分散控制系统故障时应急处理的通用要求,规范了分散控制系统故障时的应急处理必须遵循的基本原则和操作过程。经过各编制组近一年的辛勤劳动,并在一些发电企业实际应用检验和修改后,完成了11册《典型预案》的编制。电力行业热工自动化技术委员会两次组织全国性的电厂专业人员进行讨论和广泛征求意见,并于2011年8月23日在北京召开专家审查会,国家电力监管委员会安全局发电处、中国电力企业联合会标准化中心火电处领导参加了会议,大唐、国电、华能、中电投等集团,中国电力工程顾问集团公司,西安热工研究院,华北电力科学研究院等单位的领导和专家组成的专家组,对《典型预案》的主要原则进行了审查,各编写组根据审查意见对各分册《典型预案》进行了完善。

本套《典型预案》均按规程格式要求,基于编制组所在的电厂机组配置和系统进行编写,仅作为指导性文件,为使用这11种控制系统的机组,编制或完善适应各发电企业的火力发电

厂《预案》时提供参考标准和模板。各发电企业可依据这些《典型预案》的编制格式和内容，结合本企业的具体组织结构、管理模式、风险种类、生产规模、控制系统配置等特点进行相应的调整，编制适合本企业的《预案》。通过完善故障时应急处理方法和定期反事故演习，提高运行维护人员在控制系统故障时的应急处理能力，消除因人员操作处理不当而导致分散控制系统故障范围扩大的隐患。

本套《典型预案》编写过程中，得到了国家电力监管委员会安全局、各发电集团公司及全国 30 余家单位领导的大力支持，控制系统厂家提供了宝贵的技术资料，近 70 位技术和运行人员参加编制，贡献了长期积累的宝贵经验，金耀华主任委员主审了丛书，侯子良、金丰、段南等众多专家给予了热情指导，审查委员会专家们认真审查并提出了宝贵的修改意见，使编制组受益良多，在此一并表示感谢。

最后，感谢浙江省电力试验研究院在组织编写中给予的全力支持与配合，使得本套《典型预案》得以顺利出版，让整个电力行业受益。

《火力发电厂分散控制系统典型故障应急处理预案》丛书编委会

二〇一二年三月十日

编者的话

电力行业热工自动化技术委员会
Thermodynamic automation technical committee

在电力行业热工自动化技术委员会的组织下，我们经过充分的调研、试验、分析、讨论和总结，联合编写了本册《火力发电厂分散控制系统典型故障应急处理预案 国电南自 TCS3000 系统》。

在编写本预案的过程中，我们做了比较全面的模拟试验，以分析火电机组在分散控制系统出现各种可能的故障情况下的安全可靠。通过试验，我们发现很多火电机组在热控系统、逻辑组态、参数设置中都或多或少地存在一些影响安全的细节问题。这些问题在一般情况下很难暴露出来，而一旦分散控制系统出现特定的故障，则可能因为这些细节没有考虑周全而危及机组安全，甚至引起设备损坏。

虽然我们在附录中提出了一些原则性的处理方法，但即使同样都采用国电南自 TCS3000 分散控制系统，也会由于各火电机组热力系统、硬件结构、逻辑组态、参数设置等方面的不同而使得有效的解决方法各有差异。因此我们郑重建议：各火电厂在根据本预案编写本厂的《控制系统故障应急处理预案》时，一定要进行规范、全面的模拟实验，在实验中尽可能地发现控制系统存在的安全隐患并通过整改来消除隐患；确定不能通过整改来消除的隐患问题，应编入故障应急处理预案进行学习、演练。通过在编写预案过程中的试验与整改，尽可能将分散控制系统故障发生后需要运行人员干预的工作降至最少，减少人员操作不当事件的发生，以便控制系统故障时能得到及时、正确的处理，实现发电企业的本质安全。

本书共正文 6 章及附录 A~G，正文第 1、2、3、5、6 章及附录 F、G 由陈玉年编写，正文第 4 章由陈玉年、徐静编写，附录 A、B、C 由朱能飞编写，附录 D 由杨淼滋编写，附录 E 由王兆舜、曹伟平编写，黄勃参与了正文及附录 G 部分内容的编写。全书由陈玉年统稿。

在编写本书的过程中，我们借鉴了华电集团公司电气及热控技术研究中心近年来开展的一系列华电机组重要热控系统安全可靠评估试验的数据与结论，参考了大量相关的学术论文、研究成果和规程规范；各参编单位领导给予了大力支持，黑龙江华电佳木斯发电有限公司的热控和运行人员参与了讨论与相关试验，国电南京自动化股份有限公司技术人员提供大量技术资料，黄勃对全书进行了最后校对，孙长生高级工程师在主审中给书稿提出了许多宝贵的意见和建议，在此一并表示感谢。

由于时间仓促且作者水平所限，书中疏漏之处在所难免，恳请读者批评指正。

《国电南自 TCS3000 系统》编写组

二〇一二年三月十日

序
前言
编者的话

1 范围 1

2 编制依据和参考资料..... 1

3 术语、定义和缩略语..... 1

4 控制系统综述 3

 4.1 TCS3000 系统的产品特点 3

 4.2 TCS3000 系统网络架构..... 4

 4.3 TCS3000 系统的电源与接地 5

 4.4 TCS3000 系统硬件系统简介 7

 4.5 TCS3000 全厂仪电一体化控制系统典型配置 8

5 应急处理预案的总体要求 10

 5.1 总则 10

 5.2 设备重大故障源风险辨识..... 10

 5.3 应急处理预案编制..... 11

 5.4 故障应急处理准备..... 14

 5.5 组织机构及职责 15

6 故障应急处理过程控制..... 17

 6.1 应急处理响应 17

 6.2 现场应急处置 18

 6.3 应急处理结束 19

 6.4 应急处理后期处置..... 19

 6.5 应急处理培训与演习 19

 6.6 应急处理预案管理..... 19

附录 A 控制系统故障应急处理预案流程 21

附录 B TCS3000 分散控制系统故障查找流程与快速查找表..... 22

附录 C TCS3000 分散控制系统故障操作卡 28

附录 D 一级故障现场应急处置预案 33

 D.1 DCS 系统全部电源失去应急处置预案 33

 D.2 DCS 系统全部操作员站失去应急处置预案..... 34

 D.3 DCS 系统网络全部瘫痪应急处置预案 35

 D.4 锅炉主保护全部故障应急处置预案（FSSS+SCS、BMS、FSSS、DC106 柜） 35

附录 E 二级故障现场应急处置预案 38

E.1 DCS 系统单路电源失去应急处置预案 38

E.2 DCS 系统网络部分瘫痪应急处置预案 38

E.3 DCS 系统控制柜所有控制器失去应急处置预案 39

E.4 DCS 系统控制柜所有模件故障应急处置预案 40

E.5 DC101 柜（MCS+SCS、磨煤机 A、二次风）全部故障应急处置预案 40

E.6 DC102 柜（SCS、磨煤机 B、二次风）全部故障应急处置预案 42

E.7 DC103 柜（SCS、磨煤机 C、二次风）全部故障应急处置预案 44

E.8 DC104 柜（SCS、磨煤机 D、二次风）全部故障应急处置预案 46

E.9 DC105 柜（SCS、磨煤机 E、二次风）全部故障应急处置预案 47

E.10 DC107 柜（MCS、协调、RB、等离子点火）全部故障应急处置预案 49

E.11 DC108 柜（MCS+SCS、风烟系统 A）全部故障应急处置预案 51

E.12 DC109 柜（SCS、风烟系统 B）全部故障应急处置预案 53

E.13 DC110 柜（MCS+SCS、汽水、减温水）全部故障应急处置预案 55

E.14 DC111 柜（SCS、吹灰）全部故障应急处置预案 57

E.15 DC112 柜（MCS+SCS、主汽轴封、发电机氢水油）全部故障应急处置预案 59

E.16 DC113 柜（SCS、汽动给水泵 A、高压加热器、低压加热器）全部故障应急处置预案 60

E.17 DC114 柜（SCS、汽动给水泵 B、电动给水泵）全部故障应急处置预案 62

E.18 DC115 柜（SCS、抽汽）全部故障应急处置预案 65

E.19 DC116 柜（SCS、凝结水、真空）全部故障应急处置预案 66

E.20 DC117 柜（SCS、汽轮机开闭式循环水）全部故障应急处置预案 68

E.21 DC118 柜（SCS、汽轮机润滑油、EH 油、辅汽）全部故障应急处置预案 70

E.22 DC119 柜（SCS、热网）全部故障应急处置预案 72

E.23 DC120 柜（ECS、电气 1）全部故障应急处置预案 73

E.24 DC121 柜（ECS、电气 2）全部故障应急处置预案 75

E.25 DC31 柜（ECS、汽轮机公用系统、公用电气 1）全部故障应急处置预案 77

E.26 DC32 柜（ECS、公用电气 2）全部故障应急处置预案 79

E.27 DC33 柜（SCS、公用 1 号机循环水）全部故障应急处置预案 80

E.28 DC34 柜（SCS、公用 2 号机循环水）全部故障应急处置预案 82

E.29 P101 柜（SCS、1 号机组脱硫吸收塔系统）全部故障应急处置预案 83

E.30 P102 柜（SCS、1 号机组脱硫烟气系统）全部故障应急处置预案 85

E.31 P103 柜（SCS、2 号机组脱硫吸收塔系统）全部故障应急处置预案 87

E.32 P104 柜（SCS、2 号机组脱硫烟气系统）全部故障应急处置预案 89

E.33 P105 柜（SCS、石膏脱水系统）全部故障应急处置预案 90

E.34 P106 柜（SCS、氧化风机、滤液池系统）全部故障应急处置预案 92

E.35 P107 柜（SCS、浆液制备系统）全部故障应急处置预案 93

E.36 P108 柜（SCS、脱硫电气系统）全部故障应急处置预案 95

E.37	MEH 柜（汽动给水泵汽轮机 MEH 系统）全部故障应急处置预案	96
附录 F	三级故障现场应急处置预案或相关内容	98
F.1	DCS 系统部分操作员站失去应急处置预案	98
F.2	DCS 系统单一控制柜单侧控制器失去应急处置预案	99
F.3	DCS 系统单一控制柜个别模件故障应急处置预案	99
附录 G	控制系统维护方法	101
G.1	TCS3000 系统灯显示含义说明	101
G.2	现场 PG301-LVDT LVDT 驱动模件使用方法	102
G.3	TCS3000 系统主要部件更换方法	104
G.4	提高热控保护系统可靠性的若干建议	105
G.5	控制器控制对象汇总	107
G.6	控制系统可靠性确认	114

1

范 围

本预案规定了火力发电厂编制《国电南自 TCS3000 分散控制系统故障应急处理预案》的程序、内容和要素等基本要求。各发电企业编制时，应结合本单位的组织结构、管理模式、风险种类、生产规模等特点，进行相应的调整。

本预案适用于火力发电厂采用国电南自 TCS3000 控制系统的已投产机组，进行控制系统故障应急处理预案的制订和故障时的现场应急处理指导。

2

编制依据和参考资料

编制过程，参考下列规程、标准、资料的格式、内容和要求：

AQ/T 9002 生产经营单位安全生产事故应急预案编制导则

Q/LD 208005 危险源辨识与风险评价控制程序

GB 50660 大中型火力发电厂设计规程

DL/T 774 火力发电厂热工自动化系统检修运行维护规程

火电厂热控系统可靠性配置与事故预控

3

术语、定义和缩略语

下列术语、定义和缩略语适用于本预案。

3.1

应急预案 **emergency pre-arranged planning**

是指根据评估分析或经验，对潜在的或可能发生的突发事件的类别和影响程度而事先制订的应急处置方案。

3.2

应急响应 **emergency response**

分散控制系统故障发生后，有关部门或人员按照工作程序对故障作出判断，确定响应级别。

3.3

应急启动 emergency start

应急响应级别确定后，按确定的响应级别启动应急程序，通知应急人员到位，开通通信网络，调配应急资源。

3.4

应急行动 emergency action

在分散控制系统故障应急响应过程中，为消除、减少故障危害，防止故障影响扩大，最大限度地降低故障造成的危害而采取的处理措施或行动。

3.5

应急恢复 emergency recovery

分散控制系统故障应急行动结束后，为使生产尽快恢复到正常状态而采取的措施或行动。包括现场清理、人员撤离、善后处理、故障调查等。

3.6

自动控制单元 automatic control unit (DPU)

DPU 是分散控制系统的核心单元，生产过程系统主要的控制功能由它来完成。控制器单元 DPU 包括控制器 CPU 模件、冗余热备切换模件、电源模件、第三方通信接口模件、控制器总线板。过程控制单元 DPU 是直接执行过程对象的数据管理、传输和控制的设备，在 DPU 中完成控制逻辑运算，对下与 I/O 总线交互数据，对上与操作员站交互数据。

3.7

操作员站 workstation processor (WP)

操作员站是运行人员与分散控制系统相互交换信息的人机接口设备。运行人员通过操作员站来监视和控制整个生产过程。运行人员可在操作员站上观察生产过程的运行情况，读出每一个过程变量的数值和状态，判断每个控制回路是否工作正常，并且可以随时进行手动/自动控制方式的切换，修改给定值，调整控制量，操作现场设备，以实现对生产过程的干预。另外还可以打印各种报表，拷贝屏幕上的画面和曲线等。为了实现以上功能，操作员站由一台具有较强图形处理功能的 PC 机以及相应的外部设备组成，一般配有 CRT 显示器、大屏幕显示装置、打印机、键盘、鼠标或球标。

3.8

工程师站 application workstation (AW)

工程师站是为控制工程师对分散控制系统进行配置、组态、调试、维护所设置的工作站。工程师站的另一个作用是对各种设计文件进行归类和管理，形成各种设计文件，例如各种图纸、表格等。工程师站一般由 PC 机配置一定数量的外部设备所组成，例如打印机、绘图机等。

3.9

历史站 history station unit (HSU)

历史站主要用于对与机组相关的控制系统生产数据的日、周、月、年的历史数据进行管理、机组性能计算、运行优化管理、文件传送等功能。历史站设置软件保护密码，防止无关人员擅自改动历史数据和系统数据。历史站因为保存数据很多，因此对存储单元的空间要求很高，同时因为历史数据的重要性，所以也需要做好备份冗余工作。

4

控制系统综述

4.1 TCS3000 系统的产品特点

TCS3000 系统是总结分散控制系统近 20 年的生产实践需求,在理论研究和应用实践的基础上开发的新一代具有热控和电气测控特征的分散控制系统产品。除了具有采用新技术、新设计等优点外, TCS3000 最突出的特点是打破了热控、电气的专业壁垒,是一套具有仪电一体化特征的分散控制系统自动化设备(见图 1)。

4.1.1 控制器

采用 32 位的高性能 Pentium 处理器,有浮点处理单元、DRAM 内存及时钟,控制器在执行其主要任务——控制策略算法的同时,还负责 I/O 模件的扫描、处理控制器之间数据交换、处理控制器与主机之间的通信,以及冗余热备控制器的同步管理。

控制器组态软件提供一个灵活、简易的二次开发环境,可开发应用程序而无需复杂的编程技术,开发者无需在程序调试时回到最初的控制逻辑。在开发过程中,有自动检测错误及纠错功能,或提示正确的使用方法,并能够提供全面的在线帮助和 IEC 61131-3 标准的详细对照解释。

4.1.2 人机界面监控软件

监控软件功能主要特点体现在以下方面:

- 1) 软件设计、系统组态、实时采样等均采用模块化设计。
- 2) 支持 ODBC、OPC、API、DDE 等标准数据交换方式。
- 3) 全面支持 ActiveX 控件。
- 4) 大容量。典型大容量应用约有 20 万个 I/O 点。
- 5) 开放性网络结构。网络通信采用标准的 NetBI/OS,支持 IPX/SPX、TCP/IP 等协议,适用于 Ethernet、Arcnet、TokenRing 网络,连网可采用同轴电缆、光缆、双绞、拨号、无线方式,广域网可用 CiNet 或远程访问服务器(RAS)。
- 6) 分布式数据库。任何 I/O 服务器的数据可被任何计算机访问,报警、趋势、报表能集中或分散处理。
- 7) Cicode。Cicode 是一个简单计算机编程语言,专为工业监控应用设计。
- 8) 多媒体应用。能直接播放声音、视频文件,支持故障、报警等信息的语音提示或实时显示来自摄像机的视频图像。

4.1.3 I/O 模件品种齐全

TCS3000 系统的 I/O 模件系列,开发了 10 种热控常规模件、4 种常规电量采集模件(直

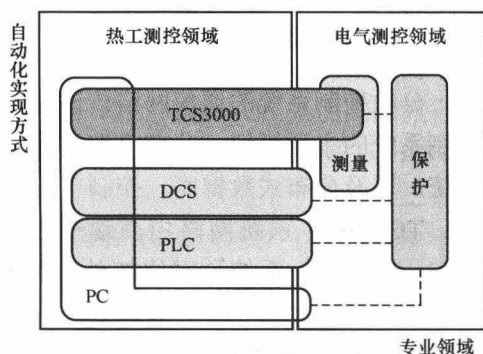


图 1 覆盖热控、电气控制

接采集 TA、TV 信号),可以把热控和电气测控数据综合在一起完成采集和控制,做到仪电一体化无缝连接。

4.1.4 采用现代电子电路技术

I/O 模件的 I/O 信号接线在物理上遵循就近入网原则,取消常规分散控制系统 I/O 模件的端子板和端子柜的设计方式,I/O 信号直接从端子接入模件进行数据处理。所有现场信号全部在 I/O 模件附近完成,减少接线连接,方便查线,减少了电厂电子机柜间的场地和电缆敷设工作量。

4.1.5 具备电气侧监控 ECS、NCS 功能

TCS3000 系统具备电气综合自动化技术,常规发电厂的电气保护装置可以通过分散控制系统第三方通信模件接入分散控制系统,或者直接组态完成,常规的电量采集通过电气 I/O 模件组态完成。采用 TCS3000 完成发电厂 ECS、NCS,可以实现无缝链接。

4.2 TCS3000 系统网络架构

分散控制系统的通信网络传递过程变量控制、报警、报告等各种信息,使其成为分布式控制系统的主要枢纽。分布式控制系统区别于集中式系统的关键在于它具有一个完善的通信系统,以及分布式数据库、控制单元及相互间的高度自治、透明。

TCS3000 系统网络由高速—高效、冗余—容错的实时环网(R-Net)和高速信息网(I-Net)组成,系统的网络拓扑结构在设计上遵循实时、可靠、先进、开放、易维护等基本原则。

4.2.1 I-Net 数据管理信息网络

I-Net 网络是 TCS3000 系统网络架构中不可缺少的一部分,所有的 HMI 站(HSU、PSU)均是信息网上的一个节点,实现非实时信息的传递,文件、数据、资源共享、打印管理等,是系统非实时信息网。

I-Net 采用快速以太网技术,主要作用是将实时数据和非实时数据分流。传输速率达 100~1000Mbit/s,传输介质采用超五类双绞线或多模光缆,是各 HMI 站相连的网络通道,快速以太网技术使得 R-Net(实时数据网络)上的负荷率大大降低,网络更稳定可靠。

4.2.2 R-Net 实时数据监控网络

冗余、容错、高速实时数据监控网络,是系统的实时通信主干网,将 DPU、HMI 等设备连接在一起,构成一个完整的分布式控制系统,使各过程数据成为整个系统共同的资源,是实时数据交换的高速公路。

R-Net 功能主要是完成实时参数、报警、操作指令的传输和设备状态通告等,采用工业以太网交换机、全双工模式工作,通信速率为 100~1000Mbit/s,传输介质采用超五类双绞线或多模光缆。R-Net 可采用总线或环网结构,有两套同样结构的网络同时工作,互为冗余,具有对故障点的容错能力。每条总线上的通信部件都独立工作。

两套冗余的网络提高了系统网络的可靠性。R-Net 网上每秒钟广播点数达 640KB。由于可以采用多模光缆连接,R-Net 非常适合地理位置分散而需集中监控的分散控制系统。网上每个节点间的最大距离达 2km。

4.2.3 I/O-Bus 现场数据采集总线

机柜内部连接 I/O 模件的总线称为 I/O-Bus。I/O-Bus 采用总线板冗余配置的方式，一块总线板与 12 块 I/O 模件的通信口连接，传输速率最高可达 1Mbit/s。连接 DPU（冗余）、I/O 机箱（4~6 个）及远程 I/O 站（1~2 套）。I/O-Bus 总线采用屏蔽双绞线或光纤传输。

4.2.4 F-Bus 远程控制站实时总线

F-Bus 网络是 R-Net 与远程控制站（FCS）通信网络，是 R-Net 和 FCS 连接的重要通路，是 TCS3000 系统 R-Net 的扩充，同样采用冗余配置。

在常规应用中，为了系统配置的一致性，将就地的一组设备组成一个或多个分散控制系统远程控制站，也称为现场控制站或现场站（LCS），通过光缆及传输设备将其挂在 R-Net 上，这种扩展的远程网络称为冗余 F-Bus 网络，传输速率达 100~1000Mbit/s。F-Bus 网络采用光缆传输，最大传输距离达 2km，采用单模光纤设备传输距离达 20km。

4.2.5 FCS 第三方设备现场总线

TCS3000 系统可以直接支持多种现场总线设备，FCS 网络是 I/O-Bus 层通信模件向下挂的现场总线，是 I/O 数据通过通信形式进入分散控制系统的一种方式。FCS 采用国际流行的现场总线，通信制式取决于第三方设备，例如 Can、FF、HART、DEVICE NET、AS-I、PROFIBUS-DP 等现场总线仪表。这些现场总线仪表可通过 TCS3000 系统用于支持第三方设备的专用通信模件直接连接在 I/O 总线，从而进入分散控制系统。通信模件挂在 DCS 中的 I/O-Bus 上。通过通信模件采集的数据与普通 I/O 模件采集的数据一样，可以在分散控制系统中交互使用，参与控制逻辑运算，实现统一数据存储管理，从而使第三方设备成为 TCS3000 系统的一部分。

4.3 TCS3000 系统的电源与接地

4.3.1 系统电源

系统电源由总电源柜提供，总电源柜接受两路电厂提供的 AC 220V 安全电源，经过双路电源切换装置，输出两路安全电源配电。

4.3.2 机柜电源

机柜电源接受总电源柜提供的两路 AC 220V 电源，分别经过两路隔离开关后，给控制机柜的单元对象供电，每路供电设有分开关和电源指示灯。

TCS3000 系统控制机柜电源和配电系统原理见图 2。

控制机柜需要供电的单元对象包括：

- 1) 交流 220V 供电：机柜照明、两个 DC 24V 电源、配电 AC 220V 插座。
- 2) 直流 24V 供电：1~6 层 I/O 机箱、DPU 单元、机柜风扇、备用。

AC 220V 转换成冗余直流 24V 电源后，分别向 1~6 层 I/O 机箱供电，同时向两个 DPU 单元、机柜风扇供电，并预留一个备用电源开关。如果一个电源模件发生故障，另一个电源模件无扰动地接管供电任务。

DC 24V 电源模件采用成熟的军工级直流电源产品，增加了数码显示功能、专门抗浪涌的二极管电路，确保在冗余供电时没有电压差。两个冗余电源同时向系统供电，每个电源承担半负荷，使得供电系统长期低负载运行，可靠稳定。电源模件可在线带电更换。