

电力行业热工自动化技术委员会

The thermodynamic automation technical committee

火电厂热控系统可靠性配置 与事故预控

电力行业热工自动化技术委员会



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

电力行业热工自动化技术委员会

The thermodynamic automation technical committee

火电厂热控系统可靠性配置 与事故预控

电力行业热工自动化技术委员会



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

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，提高热控系统的可靠性和机组运行的安全稳定性，针对火电厂热控系统曾经发生故障的原因、事故的教训和运行检修维护管理工作中的问题，经专题研究后，提出了热控系统可靠性配置要求与事故预控技术措施。

本技术措施可作为火电厂热控专业深化管理，制订热控系统反事故技术措施的指导性措施，供火电厂热控系统设计、安装、调试、检修、试验、维护、运行及监督管理专业人员使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

火电厂热控系统可靠性配置与事故预控/电力行业热工自动化技术委员会编. —北京：中国电力出版社，2010

ISBN 978 - 7 - 5123 - 0627 - 1

I. ①火… II. ①电… III. ①火电厂—热控制—控制系统—可靠性—配置②火电厂—事故—预防 IV. ①TM621

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 121853 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

*

2010 年 7 月第一版 2010 年 7 月北京第一次印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 3.25 印张 59 千字

印数 0001—3000 册 定价 18.00 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

关于印发《火电厂热控系统可靠性配置与事故预控》的通知

热工技 [2010] 7 号

各发电集团公司、电力科学（试验）研究院、火电建设公司、发电公司（厂）：

为促进发电企业安全生产和技术进步，电力行业热工自动化技术委员会组织浙江省电力试验研究院、浙江省能源集团有限公司等有关单位，开展了提高热工自动化系统可靠性的专题研究，在调研、收集、分析、总结全国发电厂近年来热控系统故障发生的原因和热控设备运行、检修、维护、管理经验与问题的基础上，制定了提高热工自动化系统可靠性的重点技术措施——《火电厂热控系统可靠性配置与事故预控》，广泛征求意见后，经技术委员会审核通过，现以指导性技术措施予以印发。

《火电厂热控系统可靠性配置与事故预控》并不覆盖热控系统全部技术措施，各单位可参照本措施和已下发的相关技术措施，紧密结合本单位实际情况，制订具体的反事故技术措施并认真执行。

电力行业热工自动化技术委员会
二〇一〇年七月十日

前 言

原国家电力公司颁发的《防止电力生产重大事故的二十五项重点要求》(国电发[2000]589号)、国家发展和改革委员会颁发的DL/T 774—2004《火力发电厂热工自动化系统检修运行维护规程》和电力系统一直以来持之以恒开展的技术监督工作及近几年来持续开展的设备安全性评价工作,都对防止电力生产重大事故、提高热控系统的可靠性、保证火电厂安全经济运行发挥了重要作用。

近年来,随着机组容量的上升,控制功能和范围的扩大,热控系统的复杂性和故障的离散性增加。由于系统设计、设备选型、安装调试和运行环境变化等诸多因素影响,使得热控系统设计的科学性与可靠性、控制逻辑的条件合理性和系统完善性、保护信号的取信方式和配置、保护连锁信号定值和延时时间的设置、系统的安装调试和检修维护质量、热控技术监督力度和管理水平都还存在着一些薄弱环节,由此引发热控保护系统可预防的误动,甚至机组误跳闸事件仍时有发生,影响着机

组的安全经济性和电网的稳定运行。在电力工业发展进入大电网、大机组和高度自动化以及电力生产企业面临安全考核风险增加和市场竞争环境加剧的今天，进一步深化热控专业管理，完善热控系统配置，提高热控系统设备运行可靠性和机组运行的安全经济性已至关重要。

为此，电力行业热工自动化技术委员会组织浙江省电力试验研究院、浙江省能源集团有限公司等单位成立项目组，在调研、收集、分析、总结全国近年来热控系统故障发生的原因及事故教训、热控设备运行检修维护管理经验与问题的基础上，通过《基建阶段的热控系统可靠性过程控制》、《分散控制系统可靠性评估方法》、《分散控制系统故障应急处理导则》、《提高 TSI 系统运行可靠性的若干技术措施》、《提高热控接地系统可靠性和抗干扰能力的技术措施》、《热工保护与控制逻辑优化》、《提高汽包水位测量与保护信号可靠性的技术措施》、《热控设备可靠性分类与测量仪表合理校验周期及方法》、《热工自动化系统可靠性评估导则》等专题研究，编制了《火电厂热控系统可靠性配置与事故预控》技术措施，以供电力行业热控人员在专业设计、安装调试、检修维护、技术改进和监督管理工作时参考。

本技术措施编制完成后，在一些电厂进行了实际应用检验；电力行业热工自动化技术委员会两次组织全国性电厂专业人员进行讨论和普遍征求意见，并于 2010 年 5 月 20 日通过审查。

本技术措施由电力行业热工自动化技术委员会

提出。

本技术措施由电力行业热工自动化技术委员会技术归口并负责解释。

本技术措施负责起草单位：浙江省电力试验研究院、浙江省能源集团有限公司。

本技术措施参加起草单位：浙江浙能嘉兴发电有限责任公司、浙江浙能温州发电有限公司、浙江浙能镇海发电有限责任公司。

本技术措施审查人：金耀华、尹淞、金丰、许继刚、段南、马永真、王利国、仝声、毕诗芳、李劲柏、沈丛奇、刘武林、骆意、陈世和、岳建华、张建龙、张晋宾、张秋生。

本技术措施起草人：孙长生、朱北恒、尹峰、孙耘、项谨、王建强、胡伯勇、丁永君、李式利、周强、樊健刚、徐晶霞、王革新、王志强、瞿萧、吴永存、傅望安、刘伟、杨桦、余燕山、滕卫明、李康良、刘玉成、丁俊宏、王蕙。

目次

前言

1	范围	1
2	规范性引用文件	1
3	单元机组分散控制系统	3
4	公用与辅助控制系统	7
5	热工保护逻辑与设备	9
6	热工控制逻辑与设备	14
7	热工测量信号与报警	18
8	炉膛火焰监视系统	22
9	TSI 装置运行维护	24
10	汽包水位测量与保护	28
11	硬接线设计和后备监控设备	33
12	电源系统	35
13	气源系统	38
14	电缆与接线	39
15	取样装置和管路	42
16	热控设备环境及防护	44

17	控制系统故障应急处理预案	48
18	定期试验与管理	50
附录 A (资料性附录)	“单点信号保护联锁系统 可靠性优化” 建议	57
附录 B (资料性附录)	“热工保护逻辑可靠性优化” 建议	63
附录 C (资料性附录)	通信故障防范措施建议	67
附录 D (资料性附录)	《分散控制系统故障应急 处理预案》编写导则	70

火电厂热控系统可靠性配置与事故预控

1 范围

1.1 为进一步贯彻落实“坚持预防为主，落实安全措施，确保安全生产”的方针，深化管理，完善系统配置，减少热控系统故障，提高热控系统可靠性和机组运行安全稳定性，特制定《火电厂热控系统可靠性配置与事故预控》技术措施。

1.2 本技术措施给出了火电厂热控系统可靠性配置及预防事故技术措施方面的指导性要求，适用于装机容量为 125MW 及以上机组的热控系统基建及改造过程中的设计、安装、调试和生产过程中的检修、维护、运行及监督管理工作。单机容量小于 125MW 机组的火电厂可参照执行。

1.3 本技术措施并不覆盖热控系统全部技术措施，电力建设和电力生产企业应根据本措施和已下发的相关反事故技术措施，紧密结合机组的实际情况，制订适合本单位机组运行的反事故技术措施，并认真执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本技术措施的引用而成为本

技术措施的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本技术措施，然而，鼓励根据本技术措施达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本技术措施。

GB 4830 工业自动化仪表气源压力范围和质量

GB 18218 重大危险源辨识

DL/T 655 火力发电厂锅炉炉膛安全监控系统验收测试规程

DL/T 656 火力发电厂汽轮机控制系统验收测试规程

DL/T 657 火力发电厂模拟量控制系统验收测试规程

DL/T 659 火力发电厂分散控制系统验收测试规程

DL/T 744 火力发电厂热控自动化系统检修运行维护规程

DL/T 924 火力发电厂厂级监控信息系统技术条件

DL/T 1012 火力发电厂汽轮机监视和控制系统验收测试规程

DL/T 1056 发电厂热工仪表及控制系统技术监督导则

DL 5000 火力发电厂设计技术规程

DL/T 5175 火力发电厂热工控制系统设计技术

规定

DL/T 5182 火力发电厂热工自动化就地设备安装、管路及电缆设计技术规定

DL/T 5190.5 电力建设施工及验收技术规范 第5部分：热工仪表及控制装置

DL/T 5227 火力发电厂辅助系统（车间）热工自动化设计技术规定

AQ/T 9002 生产经营单位生产安全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

国家电网生 [2003] 409号 火力发电厂安全性评价

国电发 [2000] 589号 防止电力生产重大事故的二十五项重点要求

国家电力监管委员会第5号 电力二次系统安全防护规定

3 单元机组分散控制系统

3.1 操作员站、工程师站、实时数据服务器和通信网络的配置应满足以下要求：

a) 分散控制系统中的操作员站、服务器、通信网络、电源均应采用可靠的冗余配置。

b) 为便于检修与维护，工程师站宜具备操作员站显示功能，否则应在工程师站中配置仅开放显示功能的操作员站。

c) 单元机组集控室内的操作员站通常不宜少于4

台。当数字式电液控制系统（DEH）与分散控制系统（DCS）采用不同硬件类型时，应单独配置操作员站。

3.2 控制器的配置，应遵循下列原则：

a) 控制器应采用冗余配置，其对数应严格遵循机组重要保护和控制分开的独立性原则配置，不应以控制器能力提高为理由，减少控制器的配置数量，从而降低系统配置的分散度。

b) 为防止一对控制器故障而导致机组被迫停运事件的发生，重要的并列或主/备运行的辅机（辅助设备）控制，应按下列原则配置控制器：

1) 送风机、引风机、一次风机、空气预热器、凝结水泵、真空泵、重要冷却水泵、重要油泵和非母管制的循环水泵等多台组合或主/备运行的重要辅机，以及A、B段厂用电，应分别配置在不同的控制器中，但允许送风机和引风机等按介质流程组合在一个控制器中。

2) 给水泵控制系统应分泵配置在不同的控制器中。

3) 磨煤机、给煤机、风门和油燃烧器等多台组合运行的重要设备应按工艺流程要求纵向组合，配置至少三个控制站。

c) 为保证重要监控信号在控制器故障时不会失去监视，汽包水位〔超（超）临界压力直流机组除外〕、主蒸汽压力、主蒸汽温度、再热蒸汽温度、炉膛压力等重要的安全参数，应配置在不同的控制器中（配置硬接线后备监控设备的除外）。

3.3 输入/输出模件 (I/O 模件) 的冗余配置, 根据不同厂商的分散控制系统的结构特点和被控对象的重要性来确定, 推荐下列配置原则:

a) 应三重冗余 (或同等冗余功能) 配置的模拟量输入信号: 机组负荷、汽轮机转速、轴向位移、给水泵汽轮机转速、凝汽器真空、主机润滑油压力、抗燃油压、主蒸汽压力、主蒸汽温度、主蒸汽流量、调节级压力、调节级金属温度、汽包水位、汽包压力、水冷壁进口流量、主给水流量、除氧器水位、炉膛负压、增压风机入口压力、一次风压力、再热汽压力、再热汽温度、常压流化床床温及流化风量、中间点温度 (作为保护信号时)、主保护信号。

b) 至少应双重冗余配置的模拟量输入信号: 加热器水位、热井水位、凝结水流量、主机润滑油温、发电机氢温、汽轮机调节阀开度、分离器水箱水位、分离器出口温度、给水温度、送风风量、磨煤机一次风量、磨煤机出口温度、磨煤机入口负压、单侧烟气含氧量、除氧器压力、中间点温度 (不作为保护信号时)、二次风流量等。当本项中的信号作为保护信号时, 应三重冗余 (或同等冗余功能) 配置。

c) 应三重冗余配置的重要开关量输入信号: 主保护动作跳闸 [总燃料跳闸 (MFT)、汽轮机紧急跳闸系统 (ETS)、发电机跳闸系统 (GTS)] 信号; 联锁主保护动作的主要辅机动作跳闸信号等。

d) 冗余配置的 I/O 信号、多台同类设备的各自

控制回路的 I/O 信号，必须分别配置在不同的 I/O 模件上。

e) 所有的 I/O 模件的通道间，应具有信号隔离功能。

f) 电气负荷信号应通过硬接线直接接入 DCS；用于机组和主要辅机跳闸的保护输入信号，必须直接接入对应保护控制器的输入模件。

g) 控制系统应具备全球定位系统接入功能，各种类型的历史数据必须具有统一时标，能自动与全球定位系统时钟同步，并由全球定位系统自动授时。

3.4 分散控制系统的各项性能指标，不满足 DL/T 656 要求的不宜选用；已在运行的系统，应通过整改使其满足要求。

3.5 与分散控制系统连接的所有相关系统（包括专用装置）的通信接口设备应稳定可靠，其通信负荷率应不高于 DL/T 774 的相关要求。

3.6 与其他信息系统联网时，必须按照 DL/T 924、国家电力监管委员会第 5 号令文件和相关法规的要求，配置有效的隔离防护措施。

3.7 正常运行时，操作员站的闲置外部接口功能与工程师站的系统维护功能均应闭锁。

3.8 分散控制系统应达到 EMC II 级电磁兼容性要求。

3.9 当用于保护与控制的参数严重异常时，应有明显的声光报警，并提供可进一步了解信号情况的手段。

3.10 当 DCS 与 DEH 为不同系统时，为防止 DEH 系

统出现异常时汽轮机失去监视和控制，宜在 DCS 操作站画面上，实现主重要设备运行状态和影响机组安全经济运行指标参数（主重要参数）的监视和操作功能。该操作功能在机组正常运行时应予以屏蔽，当 DEH 操作员站发生异常时即时开放。

3.11 为满足隔离或增加容量等需要而在测量和控制系统的 I/O 回路中加装隔离器时，应遵循以下原则：

a) 宜采用无源隔离器，否则隔离器电源宜与对应测量或控制仪表为同一电源。

b) 应采取有效措施，防止积聚电荷而导致信号失真、漏电而导致执行器位置漂移、电源异常导致测量与控制失常现象发生。

c) 隔离器安装位置，用于输入信号时应在控制系统侧，用于输出信号时宜在现场侧。

3.12 采用多机一控的电厂，必须保证机组之间的操作隔离和网络设备上的逻辑隔离，确保机组间不能相互访问，减少网络风暴对系统的影响。

4 公用与辅助控制系统

4.1 水、气、煤、灰、油、脱硫、脱硝等（以下简称公用与辅助）热控系统的自动化水平，应按照 DL/T 5227 的规定，综合考虑控制方式、系统功能、运行组织、辅助车间设备可控性等因素进行设计。

4.2 采用集中控制的公用与辅助系统时，应满足以下要求：

a) 各控制区域系统（包括专用装置）的供电电源均应分别冗余配置，并经实际试验证明可靠。

b) 各控制区域的控制装置 [包括电源装置、中央处理单元 (CPU) 等]、交换机、上层主交换机及网络连接设备，均应分别冗余设置。

c) 应充分考虑辅助系统（车间）分散、距离较远的特征，确保其网络的通信速率、通信距离满足监控功能的实时性要求。

d) 各控制区域的网络系统应能与全厂信息监控系统 (SIS) 进行通信，以实现全厂监控和管理信息网络化。

e) 无人值班车间（区域）应设置闭路电视监视系统，并与主厂房闭路电视监视系统统一考虑，确保对就地设备的监视。

4.3 采用母管制的循环水系统、空冷系统的冷却水泵、仪用空气压缩机及辅助蒸汽等重要公用系统（或扩大单元系统），宜按单元或分组纳入单元机组 DCS 中，以免因公用 DCS 故障而导致全厂或两台机组同时停止运行；不宜分开的，可配置在公用 DCS 中，但不应将控制集中在一对控制器上，以免因控制系统故障而导致对应设备全部跳闸。

4.4 循环水泵房设备运行中操作少，处于无人值守或少数人值守状态，且现场工作环境条件差，因此进行控制系统设计、维护时，还应满足以下要求：

a) 充分考虑温度、湿度、防尘、防电磁干扰、防