

中国自动化学会发电自动化专业委员会

火电厂热控系统电源 可靠性配置与预控

中国自动化学会发电自动化专业委员会 组编
岳建华 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

中国自动化学会发电自动化专业委员会

火电厂热控系统电源 可靠性配置与预控

中国自动化学会发电自动化专业委员会 组编
岳建华 主编



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，提高热控系统电源的可靠性和机组运行经济性，中国自动化学会发电自动化专业委员会针对曾经发生的火电厂热控系统电源故障案例的原因、事故处理经验与教训和运行检修维护管理工作中的问题，经对火电厂热控系统电源可靠性系统研究后，提出了火电厂热控系统电源可靠性配置与预控措施。

本书可作为火电厂热控专业深化管理，制订热控系统电源回路反事故技术措施的指导性文件，供火电厂热控系统电源的回路设计、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

火电厂热控系统电源可靠性配置与预控/岳建华主编；中国自动化学会发电自动化专业委员会组编. —北京：中国电力出版社，2016.7

ISBN 978-7-5123-9556-5

I. ①火… II. ①岳…②中… III. ①火电厂-热控制-电源-可靠性-配置 IV. ①TM621.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 161056 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>)

北京天宇星印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2016 年 7 月第一版 2016 年 7 月北京第一次印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 4.375 印张 80 千字

印数 0001—2000 册 定价 36.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪
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

中国自动化学会发电自动化专业委员会

中自发电〔2015〕第 10 号

关于印发《火电厂热控系统电源可靠性配置与预控措施》的通知

各发电集团公司、电力研究院、设计院、发电公司(厂):

为提高热控电源系统的可靠性,促进发电企业安全生产进步,中国自动化学会发电自动化专业委员会,委托神华国华(北京)电力研究院有限公司等单位,开展了热控电源系统可靠性的专题研究。在广泛调研、收集、分析、总结全国发电厂近年来热控系统电源故障发生的原因和热控电源设备运行、检修、维护、管理经验的基础上,制定了《火电厂热控系统电源可靠性配置与预控措施》。在广泛征求意见后,经技术委员会审核通过,现以指导性技术文件予以印发。

《火电厂热控系统电源可靠性配置与预控措施》并不覆盖热控系统全部技术措施,各单位可参照本配置与预控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,消除热控电源系统的缺陷和隐患,提高机组的安全经济运行水平。

中国自动化学会发电自动化专业委员会

2016 年 4 月

前 言

控制系统是火电厂的神经系统，关系到火电厂安全和经济运行，随着机组向高参数、大容量发展，为控制系统提供动力的热控供电系统能否安全运行将直接影响控制系统的可靠性。近年来发电厂的运行实践，逐步暴露出现有热控电源的设计和不同设备存在着安全隐患，并引发了一些系统或设备故障甚至机组跳闸事件，影响着机组的安全经济性和电网的稳定运行。

为适应当前发电领域技术发展，进一步深化热控专业管理，完善热控系统电源配置，提高热控电源系统的可靠性和机组运行的经济性，中国自动化学会发电自动化专业委员会，委托神华国华(北京)电力研究院有限公司等单位组成项目组，启动了热控电源系统可靠性的专题研究。在广泛调研、收集、分析、试验、总结全国发电厂近年来热控系统电源故障发生的原因和热控电源设备运行、检修、维护、管理经验的基础上，经过三年的专题研究，制定了本措施，简称配置与预控措施。配置与预控措施制定过程中，邀请了国内制造、设计、调试和运行方面的专家进行了专题研讨，同时在一些电厂进行了实际应用检验。中国自动化学会发电自动化专业委员会于2014年11月10日组织了专题讨论，项目组经过完善后于2014年12月28日在北京通过审查，以指导性技术文件予以印发，供从事发电领域的研究院、设计院和电厂热控人员在进行专业设计、安装调试、检修维护、技术改进和监督管理工作时参考。

本措施不针对所有热控电源，而是就现有电源设计或产品中出现的问题提出具体解决方案。本措施涉及的相关技术还需要在工作实践中不断优化，请使用单位及时提出反馈意见，以不断完善本措施，为提高热控系统可靠性和机组运行稳定性而努力。

本措施由中国自动化学会发电自动化专业委员会提出。

本措施由中国自动化学会发电自动化专业委员会归口并负责解释。

本措施负责起草单位：神华国华(北京)电力研究院有限公司。

本措施参加起草单位：国网浙江省电力公司电力科学研究院、浙江浙能嘉兴发电有限公司、珠海中瑞电力科技有限公司。

本措施审查人员：金耀华、侯子良、尹淞、许继刚、杨新民、金丰、朱北恒、张晋宾、王利国、段南、沈丛奇、李劲柏、滕卫明、尹峰、陈世和、骆意、张伟康、华国均、郭为民、任志文、胡立国、唐海锋、张国斌、郑渭建、章禔、周力、何欣。

本措施编写人员：岳建华、曹武中、鲍丽娟、丁俊宏、范永胜、赵军、何志永、李生光、胡晓花。

中国自动化学会发电自动化专业委员会

2016年5月

目 录

前言

火电厂热控系统电源可靠性配置与预控	1
1 范围	1
2 热控电源分类	1
3 热控系统电源可靠性配置	2
3.1 热控 110/220V 直流控制电源系统配置方案	2
3.2 热控交流 220V 控制电源系统配置方案	4
3.3 热控直流 24/48V 电源配置	7
3.4 热控独立装置交流 220V 电源配置	8
3.5 交流 220V 仪表电源系统配置	8
3.6 交流 380/220V 执行机构电源配置	8
3.7 给煤机、给粉机交流 380V 电源配置	8
4 热控电源事故预控	10
条文说明	13
1 范围	13
2 热控电源按应用分类	13
2.1 热工电源按电压等级分类	14
2.2 按电源性质分类	14
2.3 按重要程度分类	15
3 热控系统电源可靠性配置	15
3.1 热控 110/220V 直流控制电源系统配置方案	15
3.2 热控交流 220V 控制电源系统配置方案	30

3.3	热控直流 24/48V 电源配置	33
3.4	热控独立装置交流 220V 电源配置	33
3.5	交流 220V 仪表电源系统配置	33
3.6	交流 380/220V 执行机构电源配置	34
3.7	给煤机、给粉机交流 380V 电源配置	37
4	热控电源事故预控	41
附录 A	火电厂热控系统电源故障案例选编	42
A.1	直流电源故障案例	42
A.2	控制系统电源故障案例	48
A.3	独立装置电源故障案例	56
A.4	仪表电源故障案例	60
A.5	24/48V 电源故障案例	66
A.6	380 动力电源故障案例	74
A.7	给煤机电源故障案例	81
A.8	交流电源切换装置及原理	83
附录 B	DL/T 5455—2012 火力发电厂热工电源及气源 系统设计技术规程	88

火电厂热控系统电源可靠性 配置与预控

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，降低热控系统电源引起的故障概率，提高热控系统可靠性和机组运行安全经济性，特制定本措施。

1.2 本措施给出了火电厂热控系统电源可靠性预防事故技术措施的指导性要求，适用于装机容量为 125MW 及以上机组的热控系统新建及改造过程中的电源设计、安装、调试及生产过程中的检修、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 本措施并不覆盖热控所有电源的具体细节，而是就现有电源设计或产品中出现的问题提出具体解决方案，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，制订适合本单位的具体技术措施，并认真执行。

2 热控电源分类

2.1 本措施将热控电源分为以下七类。

a) 热控 110/220V 直流控制电源：一般设计两路 110VDC 或 220VDC 电源，用于热控保护、连锁和重要控制回路的电磁阀电源。

b) 热控交流 220V 控制系统电源：一路应采用交流不间断



电源 (UPS), 另一路应采用交流不间断电源或厂用保安段电源, 主要用于 DCS、DEH、FSSS、ETS 等系统电子设备电源和重要的电磁阀电源。

c) DCS/DEH 内部的直流 24/48V 控制电源: 用于控制系统的内部供电, 由交流 220V 电压转换为 24V 或 48V 直流电源, 为控制系统内部电子模块供电。

d) 热控独立装置交流 220V 电源: 用于就地重要独立装置的电源, 一般从厂用 UPS 电源取得, 主要用于锅炉火检、汽轮机监测仪表等; 独立装置的 24V 电源由装置内部的交流电源经过交流/直流电源模块获得。

e) 热控交流 220V 仪表电源: 用于就地仪表的电源, 一般从保安电源取得, 重要的从 UPS 电源取得, 主要用于汽轮机转速表、汽轮机危机保安器动作检测装置、锅炉炉膛火焰检测摄像机等。

f) 热控交流 380/220V 执行机构电源: 用于对热控就地执行机构供电, 一般从保安电源取得。

g) 给煤机、给粉机交流控制电源: 用于给煤机、给粉机的供电, 一般从保安电源取得。

2.2 外围热控系统由就近可靠的交流电源提供, 必要时增加 UPS 电源。

3 热控系统电源可靠性配置

3.1 热控 110/220V 直流控制电源系统配置方案

要实现热控两路直流电源无扰切换, 同时保证机组直流系统的可靠性, 按以下方案实施。

3.1.1 热控直流控制电源采用单路隔离带旁路的配置

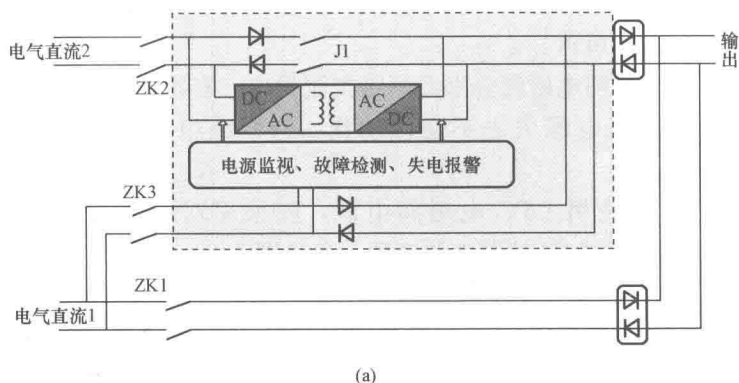
在役机组直流供电采用图 1 配置供电方案进行改造。

a) 原两路直流电源在二极管耦合的基础上, 增加一路专

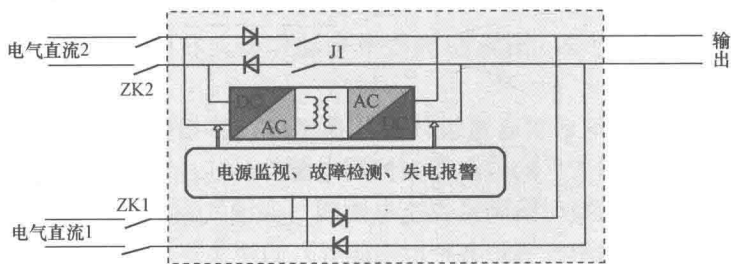
用的直流电源隔离装置，隔离装置主要部件是专用 DC/DC 模块、附加必要的监视控制功能，如图 1(a) 所示。

图 1(a) DC/DC 模块是实现直流电隔离作用的，电源监视、故障检测、失电报警是直流电源切换装置内的控制功能，二极管是为实现直流无扰切换而设计的，图 1(a) 右侧方块中的二极管是原热控直流电源已有的。

b) 原直流电源无二极管耦合方式，采用增加一路专用的直流电源隔离装置，如图 1(b) 所示。



(a)



(b)

图 1 热控直流 110/220V 控制电源切换方案

(a) 热控直流 110/220V 控制电源切换方案(保留原二极管)；

(b) 热控直流 110/220V 控制电源切换方案

此方案是利用直流电源隔离装置内部的隔离二极管，不用外置二极管，降低了造价和减少了电源柜占用的空间。

3.1.2 热控控制电源全部采用交流供电方案

新建工程热控系统宜全部采用交流供电，以简化热控电源系统，热控全部采用交流供电后，主要控制回路宜按下述配置：

a) 锅炉主燃料跳闸（MFT）继电器回路，应采用双通道交流控制电源实现，如图 2 所示。

b) 汽轮机跳闸电磁阀电源，采用双通道交流控制电源实现，如图 3 所示。

四个跳闸电磁阀分别由两路交流供电，在油路和电路的配合下，一路电源失去不会误动作，当两路电源失去将自动跳闸。

c) 汽轮机 OPC 电磁阀电源，应采用双通道交流 220/110V 或直流 24V 控制电源实现，参见图 4。

d) 双通道方案的跳闸回路设计：采用双通道设计后，如果执行部件（如开关、电磁阀等）是一个跳闸通道（如跳闸线圈）时，则双通道出口继电器与设备跳闸回路应采用两个通道相“与”后再相“或”到设备的跳闸回路，实现了既防止误动又防拒动（图 5 左侧是带电动作型，右侧是失电动作型）。

e) 如果不是双通道设计的其他系统，除根据重要程度选用交流切换装置后的电源作为控制电源外，还应保证交流电源切换装置的切换时间满足快速电磁阀（如抽气逆止门、给水泵汽轮机、汽轮机—锅炉各种电磁阀等）的切换要求。

3.2 热控交流 220V 控制电源系统配置方案

3.2.1 热控交流 220V 控制电源主要应用在机组 DCS、DEH、FSSS、ETS 等系统，这些系统的控制板卡的电源应采用双或多路 AC/DC 电源模块在直流侧经二极管耦合的冗余供电方式。

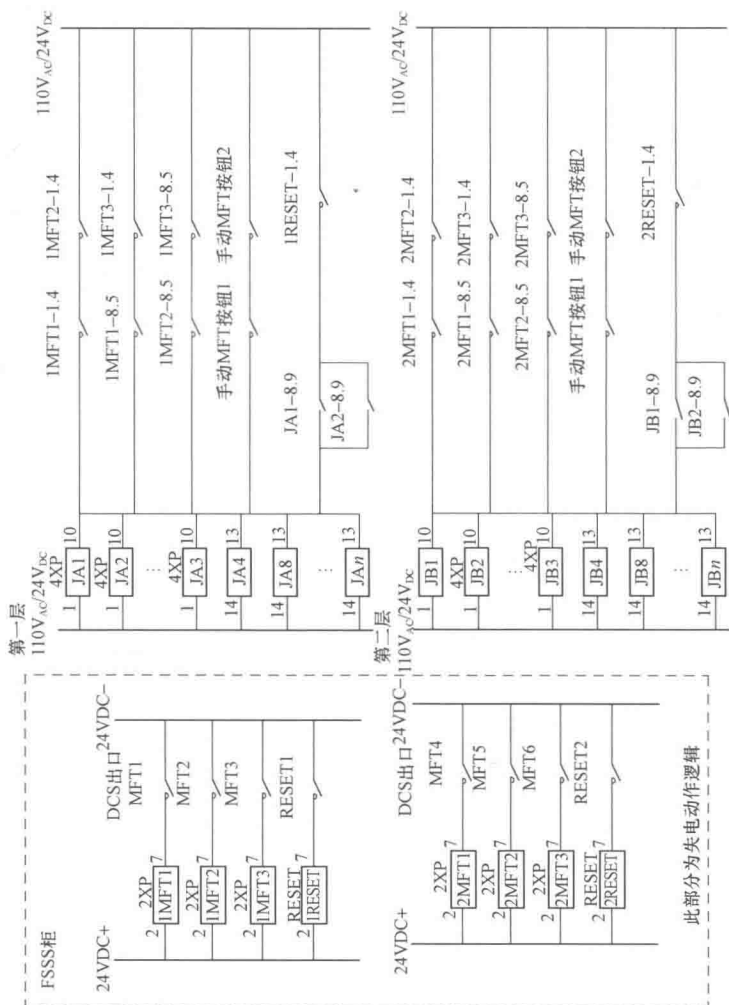


图 2 锅炉 MFT 采用双通道交流供电的方案

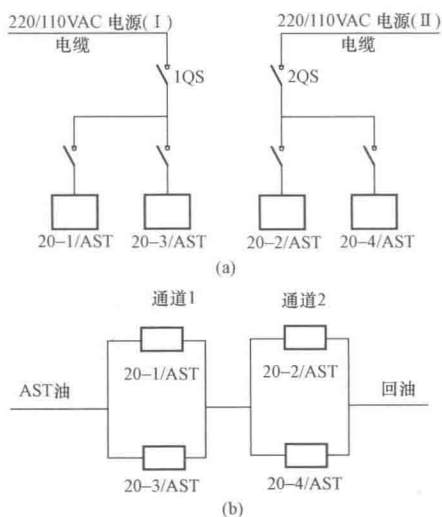


图3 汽轮机跳闸电磁阀设计方案

(a) 采用双通道配电方案；(b) 采用双通道油路设计方案

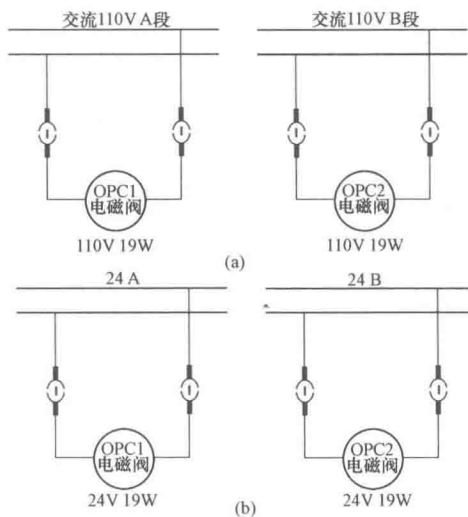


图4 汽轮机 OPC 电磁阀采用双通道方案

(a) 110VAC；(b) 24V

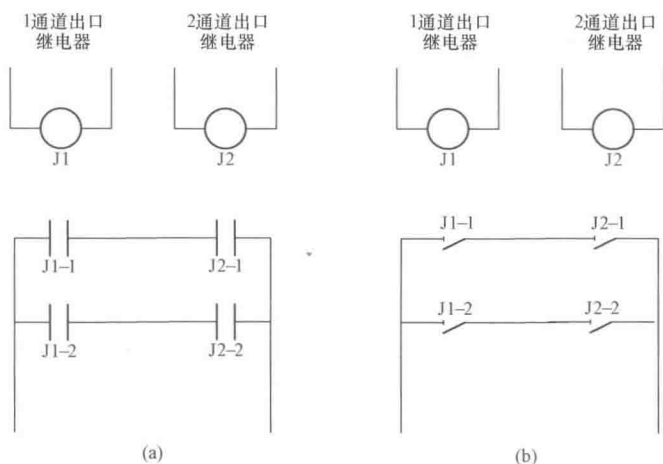


图5 双通道跳闸回路方案

(a) 跳闸回路; (b) 跳闸回路

3.2.2 在新建或改造机组设计中,网络设备、工作站等宜采用双交流/直流电源模块供电;对不能实现双电源模块供电的,宜采用一路电源驱动一段网络设备、工作站等设备,另一路电源驱动另一段网络设备、工作站等设备,以提高这些设备的安全运行水平。

3.2.3 DCS、DEH、FSSS、ETS 等系统内的 24/48V 直流电源应采用交流 220V 电源模块转换为直流的方式,采用两个或多个电源模块并在输出采用二极管进行耦合,但不应将非重要设备电源(如操作面板、指示灯、风扇等)接入 24/48V 耦合后的部位。

3.3 热控直流 24/48V 电源配置

3.3.1 DCS/DEH 等内部的直流 24V/48V 控制电源,用于控制系统的内部模件供电,由交流 220V 电压转换为 24V 或 48V 直流电源对内部电子模件供电。

3.3.2 采用集中式 24V 电源供电的系统,应多个 24V 电源并



联供电，并保证各电源模块均衡供电，当其部分电源模块故障时不影响其他电源工作，并具备带电更换电源模块的能力，有条件时电源系统具有电源输出电流动态监视能力。

3.4 热控独立装置交流 220V 电源配置

3.4.1 重要独立装置电源，如锅炉火检装置、汽轮机 TSI 装置等，这些装置内部的 48/24V 电源应采用双电源模块冗余供电，其中一路应由交流 UPS 供电，另一路宜由 UPS 供电或保安电源供电。

3.4.2 非重要独立装置电源，如发电机氢气纯度仪、锅炉烟道酸露点仪等，应根据具体要求取机组保安电源或就近可靠的电源供电。

3.5 交流 220V 仪表电源系统配置

3.5.1 重要仪表应采用机组 UPS 供电，如汽轮机超速测控单元、汽轮机转速表（在汽轮机就地安装）、汽轮机危急保安器动作检测装置、锅炉炉膛火焰监测摄像机等，其他仪表应采用机组保安电源或就近可靠的交流电源供电。

3.5.2 CEMS 仪表采用独立的 UPS 电源供电，其中大功率用电设备如动力风机或大功率伴热电源根据负载功率情况采用 UPS 供电或附近可靠的其他电源供电。

3.6 交流 380/220V 执行机构电源配置

3.6.1 为满足闭环控制系统快速动作的要求，就地执行机构应保证控制系统下达指令后执行机构能够快速动作，直接影响机组安全的执行机构应保证厂用电源切换过程中不重启或不影响控制。

3.6.2 重要回路的执行机构电源，应采用切换时间小于 50ms 三极 ATS（机械快速切换开关）或三极 STS 型静态切换开关装置。

3.7 给煤机、给粉机交流 380V 电源配置

3.7.1 给煤机、给粉机供电系统应采用两段交流 380V 供电，

两段电源取之机组保安电源，为防止电力系统故障造成给煤机或给粉机全部停运（低电压穿越），在给煤机或给粉机段各安装一台或多台三相 UPS 电源，UPS 电源容量为两台给煤机或给粉机功率的 2 倍~3 倍。每台 UPS 电源各带两台给煤机或给粉机，四角燃烧器宜按以下方案实施，其他燃烧器（如对冲和褐煤锅炉）应根据燃烧器布置方式和燃煤特性进行分配，如图 6 和图 7 所示。

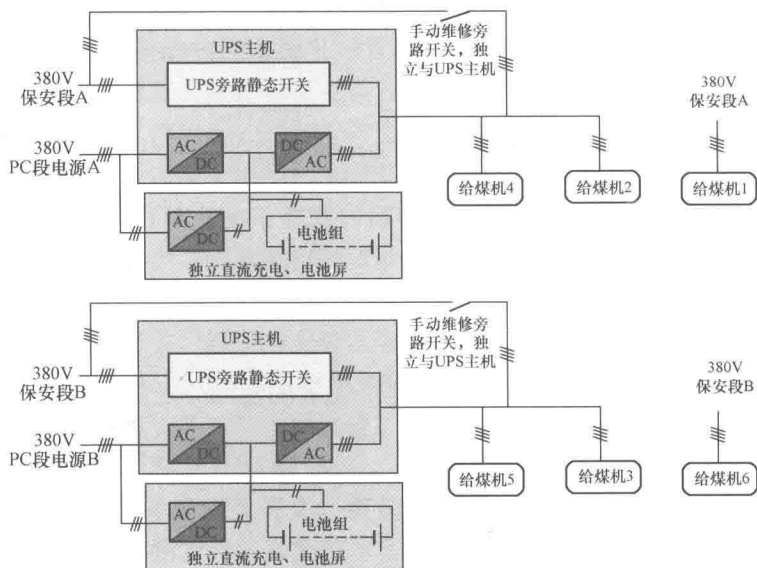


图 6 防止给煤机低电压穿越电源回路

图 7 中最上和最下一台给煤机，分别由对应磨煤机同通道的保安电源供给（给煤机电源），中间四台给煤机应分别由两台三相 UPS 供电、每台 UPS 电源宜带两台给煤机，UPS 所带给煤机分配方式应根据锅炉燃烧器配置和燃料特性决定，以保证锅炉任意两台给煤机停运时不会造成锅炉灭火停炉；如果两台给煤机停运不能保证锅炉安全运行，应根据需要增加 UPS