

火电厂安全生产系列读本



运行 事件及预防

浙能嘉兴发电有限公司 编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

火电厂安全生产系列读本



运行 事件及预防

浙江浙能嘉兴发电有限公司 编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

为了总结多年来火力发电厂在运行方面及锅炉、汽轮机、电气、热控、外围设备相关的事件,对产生的问题进行分析及预防,提高我国火力发电企业的安全生产水平,中国电力出版社特约浙江浙能嘉兴发电有限公司相关技术人员编制了《火电厂安全生产系列读本》。本系列读本是结合火力发电厂在300、600、1000MW机组实际运行中发生的事件及火电厂系统情况编写而成。

《运行事件及预防》是本系列读本之一,全书共分九章,主要内容包括机组启停过程事件及预防,机组运行中主要参数异常事件及处理,机组设备定期切换、试验过程事件及预防,机组设备系统检修隔离过程事件及预防,机组汽水、油品质恶化事件及预防,疏灰事件及预防,机组特殊运行方式事件及预防,机组综合性事件及预防。

本书可供火力发电厂新、老员工培训学习,也可供设计、安装、试验调试相关人员借鉴,并可供大专院校相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

运行事件及预防/浙江浙能嘉兴发电有限公司编. —北京:中国电力出版社,2015.3

(火电厂安全生产系列读本)

ISBN 978-7-5123-4376-4

I. ①运… II. ①浙… III. ①火电厂-电力系统运行-事故预防 IV. ①TM621.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 086227 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

*

2015年3月第一版 2015年3月北京第一次印刷
850毫米×1168毫米 32开本 10.75印张 281千字
印数 0001—3000册 定价 37.00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

《火电厂安全生产系列读本》

编 委 会

主任委员 戚国水

副主任委员 倪 震 刘为民 沈寿延 张建龙
陈小飞

顾 问 卢建明 王 毅 徐绍平

委 员 董 磊 王亨海 刘宏芳 戴中林
郭向健

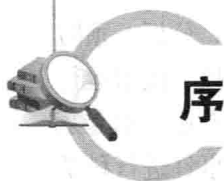
丛书主编 吴孚辉

本册编写人员

主 编 阮亚良

副 主 编 刘文涛 金永健 姚春宇

参 编 翁建明 金 军 陈跃明 张 剑
毛志坚 潘俊伟 唐有文 张国权
张 瑜 许 超 陈 健 曹勇权
陈书新



安全生产是火力发电企业的重中之重，事关企业从业人员的人身安全和设备财产安全。坚持贯彻“安全第一，预防为主，综合治理”的方针，是火力发电企业安全可靠稳定运行，以及取得经济效益、社会效益和可持续发展的根本保证。

浙江浙能嘉兴发电有限公司（简称浙能嘉电公司）管理和运行维护的机组占浙江省能源集团有限公司总装机容量的近 1/4，且机组类型多，安全管理工作一直是浙能嘉电公司工作的重要内容。自建厂以来，浙能嘉电公司始终坚持“四不放过”的原则，对每一起不安全事件均进行认真分析并采取有效的防范措施，避免不安全事件的重复发生，取得了较好的经济效益和社会效益。近几年来，随着火力发电装机容量的不断增加，机组向更大容量、更高参数和高度自动化方向发展，大量的新系统、新设备、新技术、新材料投入使用，而发电企业员工新老交替问题突出，一批批新员工走向工作岗位，大量的外来检修人员缺乏安全经验和工作技能，这些人员都迫切需要提高安全意识，加强理论学习、技能训练和实践经验的积累，以切实保障安全生产；同时需要通过案例来提高各级生产人员防范不安全事件的能力，坚决杜绝事故的发生。

浙能嘉电公司各级生产管理人员结合专业特点，借助本单位及行业内历年来发生的不安全事件的教训，编辑了本套系列读本，其中的案例均来自生产实际，具有较强的针对性和实用性。安全生产，永无止境。编写人员结合专业特点和个人工作经验，

把事件与预防的经验毫无保留地奉献给广大读者，旨在抛砖引玉，为火力发电企业和广大读者提供借鉴。

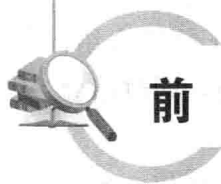
浙能嘉电公司编写的这套系列读本，专业全面，分析、预防措施有一定深度，涵盖了锅炉、汽轮机、电气、热控、机组运行及外围的化学水处理、燃料、除灰、脱硫、脱硝等专业。本套系列读本是对浙能嘉电公司多年来安全管理及不安全事件进行科学总结和提炼的结果，也是浙能嘉电公司在实践安全生产标准化基础上的又一成果。

相信本套系列读本的出版，一定会给读者带来启发、借鉴和提高。

浙江浙能嘉兴发电有限公司董事长



2014 年 12 月



前言

火力发电占我国发电装机容量的近 80%，火力发电机组的安全可靠运行对电网的稳定运行起着重大的作用。然而由于火电机组在设计、选型、安装、调试、运行、维护、检修、改造等过程中存在一些隐患，对机组的安全可靠运行带来一些风险，风险没能及时化解就会产生火电机组、系统或设备的不安全事件，不安全事件轻则损坏设备或停运局部系统，重则损坏主要设备、全厂停电等，对企业和社会造成损失。为此，安全生产过程中控制并化解不安全事件是一项优先考虑的任务，火电机组安全生产始终处于“可控、在控”的状态是每个火力发电企业的不懈追求。

浙能嘉电公司，拥有 2 台国产引进型 300MW 机组，运行维护着 4 台 600MW 机组和 2 台 1000MW 超超临界机组，从 1995 年 2 台 300MW 机组建成投产以来，就非常重视对机组、系统或设备上发生的不安全事件的分析，每年年底对全年不安全事件进行汇编，印发供相关人员学习。前事不忘，后事之师。通过学习和反思，举一反三，认真吸取教训，防止类似不安全情况的再次发生。这些分析汇总为本系列读本的编写提供了丰富而有力的素材，也使不安全事件的学习和借鉴更有针对性和实用性。

本系列读本分《汽轮机设备事件及预防》《锅炉设备事件

及预防》《电气设备事件及预防》《热控设备事件及预防》《火电厂外围设备事件及预防》《运行事件及预防》六册；为了有利于学习，每分册均对火力发电的相关设备作了简要介绍，重点对不安全事件的经过、原因及措施进行分析，同时结合实际案例来提高读者对不安全事件的认识和防范。

本系列读本专业分布全面、条理清晰、分析到位、案例实际，有利于广大生产运行人员学习、借鉴和提高。本系列读本可供火电厂新、老员工培训，也可供设计、安装、试验调试相关人员借鉴，并可供大专院校相关专业师生参考。

本系列读本的编写者均是火力发电厂生产一线的专业带头人、技术人员、管理人员和公司级专家等，他们根据设备情况、操作经验，以及检修、运行中的历年不安全事件的经验教训，学习并借鉴了一些同类火力发电厂的不安全事件，查找了一些资料，使本系列读本达到学习和借鉴的有机结合，为读者提高安全生产意识、防范不安全事件的发生具有很好的指导作用。

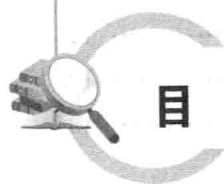
本分册为《运行事件及预防》，主要包括机组启停过程、机组运行中主要参数异常等内容。本书由阮亚良主编，刘文涛、金永健、姚春宇副主编，翁建明、金军、陈跃明、张剑、毛志坚、潘俊伟、唐有文、张国权、张瑜、许超、陈健、曹勇权、陈书新等参加编写。

在本系列读本的编写过程中，得到了浙能集团公司的大力支持，得到了有关领导和专家的悉心指导和帮助，在此一并表示感谢。

由于水平有限，书中难免有所疏漏，恳请广大读者批评指正。

编 者

2014 年 12 月



目 录

序 前言

第一章 概述	1
第一节 运行事件定义与分类	1
第二节 火电厂运行事件预防及处理原则	5
第二章 机组启停过程事件及预防	11
第一节 机组启停类型及启停注意事项	11
第二节 机组启动中发电机进油事件	20
第三节 机组启动中锅炉炉膛爆燃事件	29
第四节 机组启动中空气预热器发生二次燃烧	40
第五节 机组启动中蒸汽管道发生水冲击	45
第六节 汽轮机冲转发生动静碰磨	49
第七节 发电机变压器组发生非同期并列	53
第八节 滑参数停机时汽轮机进冷蒸汽、冷水	56
第九节 机组启停过程中油系统及轴承事件	63
第三章 机组运行中主要参数异常事件及处理	74
第一节 机组主要运行参数监视及越限危害性	74
第二节 锅炉主、再热蒸汽温度异常	80
第三节 锅炉主、再热蒸汽压力异常	89
第四节 锅炉汽包水位事件	94

第五节	机组负荷、蒸汽流量异常·····	106
第六节	机组给水流量异常·····	111
第七节	机组凝汽器真空异常·····	115
第八节	锅炉炉膛负压异常·····	123
第九节	锅炉燃料量(煤量和油量)异常·····	131
第四章	机组设备定期切换、试验过程事件及预防·····	142
第一节	机组设备定期切换、试验种类及风险分析·····	142
第二节	机组启动试验事件及预防·····	144
第三节	机组正常运行试验事件及预防·····	148
第四节	机组设备正常切换事件及预防·····	152
第五章	机组设备系统检修隔离过程事件及预防·····	159
第一节	机组设备系统检修隔离危险点分析·····	159
第二节	常见的机组设备系统检修隔离事件·····	167
第三节	机组设备系统检修隔离事件预防·····	179
第六章	机组汽水、油品质恶化事件及预防·····	183
第一节	机组汽水、油品质监督标准及恶化危害性·····	183
第二节	常见的机组汽水、油品质恶化事件·····	192
第三节	预防机组汽水、油品质恶化措施·····	211
第七章	硫灰事件及预防·····	215
第一节	捞渣机故障·····	215
第二节	渣斗排渣故障·····	222
第三节	脱硫盲区·····	227
第四节	脱硫吸收塔 pH 值过低控制·····	233
第五节	脱硫制粉系统故障·····	237
第六节	脱硫增压风机故障·····	241
第七节	脱硫吸收塔再循环泵全部跳闸·····	248
第八节	石膏脱水系统故障·····	250

第九节	湿法脱硫烟气换热器差压控制·····	257
第八章	机组特殊运行方式事件及预防·····	264
第一节	机组特殊运行方式事件种类及预防措施·····	264
第二节	燃煤煤种变差·····	266
第三节	机组长期低负荷运行·····	271
第四节	单侧风机运行·····	276
第五节	厂用电备用电源失去·····	281
第九章	机组综合性事件及预防·····	287
第一节	全厂厂用电失去·····	287
第二节	重要辅机 RB 事件·····	294
第三节	DCS 操作员站失去监视·····	304
第四节	电厂火灾事件·····	309
第五节	机组灾害性天气事件·····	321
第六节	煤场低库存及加仓系统异常·····	327
参考文献	·····	330



第一章

概 述

第一节 运行事件定义与分类

安全生产是火电厂各项工作的基础与前提,由于火电厂机、炉、电的发供电连续性,任何一点发生事件或任何一个设备出现问题,都会在瞬间影响和波及整个热力系统,如果处理不及时或控制不当,往往会引起连锁反应,导致事件扩大,最终造成机组停运,给社会带来巨大损失。根据故障起因,火电厂事件可分为设备事件和运行事件,因此,研究运行人员的工作及行为对避免运行事件有着重大的意义。

一、火电厂运行人员工作

(一) 日常工作

运行人员的日常工作是保持机组运行的经济性、安全性和连续性,通过巡回检查、认真监盘发现设备缺陷、系统隐患;通过正确的操作隔离故障设备,调整运行方式,保证机组稳定运行;通过联系检修对故障设备进行检修维护。另外,根据设备规范、运行规程对备用设备进行定期切换,对运行系统进行定期试验,保证备用设备和运行系统良好的性能。因此,电厂的“两票三制”是确保机组运行安全生产的法宝和精髓,“两票三制”的正确执行是电厂运行安全基础工作的重要保证。“两票三制”中



“两票”指操作票、工作票，“三制”指交接班制度、设备巡回检查制度、设备定期试验和切换制度。

1. 操作票

操作票是运行人员改变设备运行状态、方式的一种操作依据，其中的具体操作步骤体现了合理的操作顺序及相关的注意事项，认真执行操作票制度是运行人员防止误操作的重要安全措施。在操作中，按操作票逐项进行唱票、复诵、监护、操作，确认设备状态变位并打勾执行。

2. 工作票

工作票是工作人员对设备进行检修维护、缺陷消除、调试试验等作业的依据。工作票除对工作任务、人员及工作注意事项提出具体要求外，同时也明确了检修设备状态及具备的安全隔离措施。运行人员接到工作票后，对工作票全部内容进行审查，确定设备隔离的各项安全措施的正确性和完善性，并正确执行安全措施，在现场检查核对安全措施正确无误后履行许可手续。在设备检修工作结束后，工作人员离场，执行工作票终结手续，恢复已执行的安全措施，试运设备完好。认真执行工作票制度是确保工作任务完成和设备、人身安全的重要保证措施。

3. 交接班制度

交接班制度规定运行岗位接班和交班双方职责，履行双方义务，接班后运行人员针对当前机组运行方式、薄弱环节、设备停/复役等情况布置生产任务，将设备异动、设备缺陷情况交待到各岗位，并提出注意事项。交班后进行当日生产总结、异常分析，对当值发生的异常及不安全情况进行分析，根据“四不放过”的原则，对异常及不安全情况进行初步分析，总结经验。

4. 设备巡回检查制度

运行人员掌握运行设备健康状态，积累运行第一手资料，及时发现设备异常，排除设备隐患，防止设备事件，保持发电设备安全经济运行。对存在设备缺陷和特殊运行方式的情



况，应对设备及相关系统进行重点巡回检查，操作员应对设备运行参数、状态进行检查，发现设备有异常及疑问时，加强监视，分析原因。

5. 设备定期试验和切换制度

设备定期试验和切换制度是对备用设备、电气和热工自动装置、保护装置、信号装置定期进行试验和切换使用，以保证设备能正确发挥作用，运行人员必须根据切换试验项目表规定的要求按期、定时地进行设备定期维护试验和切换使用，并做好详细记录，对发现异常的设备及时联系检修处理。

（二）机组启停操作

运行人员根据机组检修计划、电网或节假日调停计划进行机组启停，在机组启停中，运行人员应根据机组状态选择正确的启停方式，进行相关的试运，试验合格后，根据运行规程制订的启停步骤，严格控制各项运行参数，在规定时间内将机组并入电网或停运。

（三）事件处理

当设备、系统发生异常故障时，运行人员根据异常状态作出分析判断，迅速解除对人身和设备安全有威胁的系统，同时保持非故障设备的安全运行。

二、运行人员行为特征

在运行事件中，运行人员因为心理因素、技术水平、身体状况、管理水平等各种人为因素导致的错误判断、错误分析，产生的错误操作占极大部分，也是运行事件的主要原因。

有专家对运行人员的工作进行了分析，分析认为运行人员的行为特点是长时间保持警惕、班组轮流、组内交流与合作、高风险和责任等。在紧急情况下，运行人员又需要具备极强的责任心和主动性、过硬的心理素质，思路清晰、坚决果断。但人的体力、精力是有限的，人为失误也是不可避免的。通过对人为失误原因进行分析，可以找到一些有效控制或减少人为失误的方法，从而将人为失误控制在很小的范围之内。



运行人员的失误可分为判断失误和操作失误。

(一) 运行人员的判断失误

随着电力工业生产自动化程度的不断提高, 电力生产运行人员的体力劳动不断减少, 脑力劳动日趋增加, 运行人员在工作中需要接收的信息越来越多, 越来越复杂, 因此, 快速地分析判断信息并做出正确的决策显得更加重要。

判断失误又分判断失误和未作出判断两种情况。

1. 判断失误

判断失误的原因如下:

- (1) 记忆错误, 理论、方法错误。
- (2) 未能回想起学过的知识, 受习惯性约束。
- (3) 有过类似的成功经验, 犯经验性错误。
- (4) 环境条件差使行为入头脑不清。
- (5) 工作重复、单调、疲劳, 导致意识模糊。

2. 未作出判断

未做出判断、决策或忘记做出判断、决策的原因如下:

- (1) 时间或情况过于紧迫, 未能从容地做出判断和决策。
- (2) 中途受其他事情干扰, 注意力转移。
- (3) 过于紧张或过于松懈。

(二) 运行人员的操作失误

1. 运行人员操作失误现象

运行人员操作失误现象有疏忽、多余操作、操作不仔细、操作顺序颠倒、操作时机不恰当、延时或提前、反应迟钝。

2. 影响操作人员失误的因素

(1) 人的综合素质, 包括技术水平、身体状况、心理素质和工作态度。

(2) 操作界面模糊不清、使人容易疲倦, 或者信息传递不够及时、精准。

(3) 背景因素, 如人际关系, 机器、控制系统、结构形式及操作方法, 工作环境和企业环境, 管理等。



针对上述运行人员行为特征描述及分析,通过完善管理制度、加强安全教育和专业技术水平的培训,提高机组自动化水平和改善工作环境等各种方法,形成有效控制或减少人为失误的措施。

三、运行事件类型

根据运行人员的工作行为及系统运行方式,运行事件有如下六种类型。

(一) 机组启停机事件

机组启停机事件指在机组进行启停机操作过程中因设备原因或运行人员判断操作失误引起的事件。

(二) 日常参数监视事件

日常参数监视事件指在日常工作中因运行人员监视不严或操作不当引起的事件。

(三) 定期工作事件

定期工作事件指在日常定期切换和试验过程中由于各种原因引起的事件。

(四) 设备故障隔离、恢复操作事件

设备故障隔离、恢复操作事件指在日常机组检修时,对设备及系统进行隔离及恢复操作中引发的事件。

(五) 特殊运行方式下运行事件

特殊运行方式下运行事件指机组或系统在外围系统异常或辅助系统失去备用的特殊运行方式下发生的事件。

(六) 综合性事件

综合性事件指机组设备及系统异常引发单元机组甚至全厂运行方式发生变化的事件。

第二节 火电厂运行事件预防及处理原则

在生产过程中会出现很多运行事件,有些事件在萌芽状态被及时发现并处理正常;有些事件没能控制,给生产带来危害。纵



观一起起事件都有一个很重要的特点，不管它是主观的还是客观的，人在其中都是主要的因素，每一起事件在发生前，都有其前兆，如果采取足够的预防措施，就会得到及时的消除。

一、加强安全教育，提升运行人员预防事件责任心

火电厂各种规章制度都制订得比较详细，而且各种安全要求也比较多，酿成事件的首要原因是遵章守制上常常打折扣。从发生事件来看，很多并不是技术上的原因，而更多的是责任心和敬业心不强所致，因此，在加强实际操作技能、操作水平的同时，应重点加强运行人员现场责任心的培养，并不断地提高其主动性。

(1) 转换安全教育主体。如果运行人员在工作过程中疏忽大意，出现误操作，将会给企业的安全与经济运行带来不可估量的损失，运行人员要对公司全体员工的劳动成果负责，对企业的发展负责。同时，安全不仅是关系到每个班组乃至整个企业的事，而且也是关系到每个家庭幸福甚至每位员工生命的大事。所以为了对自己的生命负责，对亲人的幸福负责，在安全教育中要让职工明确安全责任的重要性，将安全教育由被动渗透转换成为主动吸收。

(2) 增强案例警戒作用。在安全教育过程中提倡运行人员主动发言、讨论，对以前的操作进行安全小结，通过阐述个人的观点，引发讨论，集思广益，总结经验，才能加深记忆，营造良好的学习和学习氛围，达到强化安全意识、高效率消化安全知识的目的。

(3) 落实岗位操作责任。运行岗位工作责任明确，单项操作由专人负责，在岗位工作之间也存在着层层负责的关系，单机巡检对操作员负责，操作员对集控长负责，集控长对值长负责，值长对部门负责，同时交班班组也要对接班班组负责。所以在生产过程中加强岗位间交流与沟通、班组间督促与监督，便形成了岗位操作的负责文化，促进岗位操作责任的落实。