

中国华电集团公司
火电企业金属、锅炉专业
技术监督交流会

培 训 讲 义

浙江 杭州

2014 年 3 月 16 日

中国华电集团公司 2013 年 强迫停运分析报告

一、总体情况

2013 年 1~12 月份,集团公司火电机组共发生强迫停运 262 台次,同比减少 19 台次,台均 0.96 次/台(274 台),同比降低 0.08 次/台。

1、按专业分

表 1. 强迫停运按专业分类

专业	锅炉	汽机	电气	热控	环保	燃料	其他
台次	132	45	39	33	11	1	1
同比	-38	2	4	4	11	1	-3

2、按容量等级分

表 2. 强迫停运按容量分类

容量	600MW 及以上	300MW	200MW	135MW 等级及以下
台次	90	101	33	38
同比	-11	17	-9	-16

3、按投产时间分

表 3. 强迫停运按投产时间分类

投产时间	一年以上	半年到一年	半年内
台次	220	30	12
同比	-38	16	3

二、锅炉专业

(一) 强迫停运统计

2013 年，集团公司共发生锅炉强迫停运 132 台次，同比减少 38 台次。

1、按故障原因分

四管泄漏、检修维护和煤质影响占比高，为强迫停运主因。

表 4. 锅炉按故障原因分类

原因	四管泄漏	检修维护	煤质差	运行调整	其它
台次	68	29	25	9	1
同比	-22	-2	-7	-4	-3
占比	51.52%	21.97%	18.94%	6.82%	0.76%

1) 四管泄漏

四管泄漏 68 台次，同比减少 22 台次，下降幅度达 24.44%，四管防治同比明显好转，并继续保持较好态势。但是，四管泄漏台次占比 25.95%，仍然较大，时间占比更是达到 58.19%，尤其是塘寨、大通、镇雄、大方和裕华五单位的四管泄漏均超过 4 台次。

(1) 按故障原因分

表 5 四管泄漏原因分类

爆管原因	台次	占比
磨损	19	27.94%
过热或材质老化	10	14.71%
应力拉裂	10	14.71%
与焊口有关	11	16.18%
管材质量	3	4.41%
机械或外力损伤	6	8.82%
腐蚀	4	5.88%
设计缺陷	5	7.35%

(2) 按容量等级分

表 6. 四管泄漏按容量分类

机组容量等级	台次
1000MW	4
600MW	22
300MW	27
200MW	8
100MW 及以下	7

(3) 按炉型分

表 7. 四管泄漏按炉型分类

炉型	台次
W 火焰炉	19
循环硫化床	7
其他	42

(4) 按设备分

表 8. 四管泄漏按设备分类

设备	台次
水冷壁	34
过热器	22
再热器	9
省煤器	3

2) 检修维护

检修维护引起机组强迫停运故障共 29 台次。风机的原因较多，且各种原因占比较均匀，并无大占比的主因。其它原因主要为流化床返料器、燃烧不稳导致的熄火和流化床风帽漏渣等。

表 9. 检修维护原因分类

故障原因	风机	结焦	空预器	排渣	汽水	制粉	其它
台次	5	2	3	3	4	5	7
同比	-1	0	-2	-3	-3	2	5
占比	17.24%	6.90%	10.34%	10.34%	13.79%	17.24%	24.14%

3) 煤质差

煤质差引起强迫停运故障共 25 台次。垮焦、蓬煤是煤质差原因的主要表现，占比高，再加上检修维护原因里的 2 台次结焦问题造成的强迫停运，锅炉结焦问题突出。燃烧不稳定甚至灭火也较多，是另一个引起强迫停运的主因。

表 10. 煤质差原因分类

故障原因	蓬煤	垮焦	灭火	炉膛压力低	床温低	其它
台次	6	9	4	2	2	2
同比	2	-4	-4	0	2	-1
占比	24.00%	36.00%	16.00%	8.00%	8.00%	8.00%

（二）原因分析

1、四管泄漏

1) 2013 年因四管泄漏造成的非计划停运台次，与去年同期相比有了大幅度的减少，但是部分炉型（如 W 火焰炉）发生的四管泄漏仍然突出。

2) 水冷壁和过热器是发生四管泄漏的主要部位，水冷壁共发生了 34 次，占全年四管泄漏总数的一半。

3) 磨损仍然是四管泄漏的主要原因，占全年四管泄漏总数的 27.94%，其次是与焊口相关的原因导致的四管泄漏，占 16.18%。

4) 要加强防磨防爆工作，做到“逢停必查”和“查修分离”，充分发挥锅炉防磨防爆小组的作用，切实加强运行管理、检修管理、技术管理工作，重点抓好防磨损、焊接质量、拉裂、超温等工作，以达到防止锅炉四管泄漏的目的，提高锅炉设备的可靠性。

2、检修维护及煤质差

1) 锅炉其他原因引起的非计划停运明显减少，累计停运时间和累计影响电量都有大幅度的下降，集团内机组运行水平有较大提高。

2) 检修维护问题造成的强迫停运较均衡，无明显主因。

3) 煤质差造成的结焦、垮焦、燃烧不稳定甚至灭火等问题依然突出。

4) 600MW 及以上容量大机组强迫停运台次下降明显，200MW 及以下机组强迫停运台次也有下降，300MW 等级机组无明显改善，甚至强迫停运台次略有增长。

5) 半年内投产机组强迫停运台次下降明显，表明初投运期间机组运行明显好转；

6) 机组停运存在分公司单电厂多次发生强迫停运的现象，且同种原因引起的反复强迫停运较多，如牡二的煤质差已引起 4 次强迫停运，新乡公司煤质差也引起了 3 次强迫停运，某些单台机组强迫停运事件也比较集中，如淄博#5 强迫停运 4 次。这些固有问题较集中，应加强反事故分析和整改，重点防范重复问题的发生。

三、汽机专业

(一) 强迫停运统计

按照华电集团公司设备缺陷 2013 年度汇总表统计，汽机原因强迫停运 45 台次，同比增加 2 项，增幅为 4.7%。汽机原因引起的强迫停运主要表现为阀门故障、管道及承压部件泄漏、振动及油压问题，见表 11。

表 11. 汽机缺陷分类

故障原因	台次	占比
阀门故障	12	26.67%
管道、承压部件泄漏	10	21.28%
振动故障	9	20.00%
油压低	9	20.00%

(二) 原因分析

1、阀门故障

阀门是电厂热力系统重要的组成部分之一,其工作状态的好坏直接关系到机组运行的经济性与安全性。常见的阀门故障有:填料函泄漏;关闭件泄漏;阀杆升降失灵;垫圈泄漏;阀体开裂、填料压盖断裂等。在运行、巡检、检修过程中,应加强对阀门故障的防范,做好事故预案,建立和完善相关台账,合理制定维修计划。

2、管道、容器泄漏

在日常技术监督和大小修技术监督工作开展时,应对管道、承压部件进行仔细检查,做好相关记录及事故预防措施。在处理泄漏事故时做到安全、可靠,事后对相同和相近系统进行严查,杜绝类似泄漏事故再次发生。

3、振动故障

异常振动是汽轮机最常见的故障之一,这一故障较为复杂,影响因素很多,与机本体有关的设备或者介质都会引起汽轮机组的振动,包括疏水、油温、进汽参数等,而气流激振、转子热变形、摩擦振动

等原因是导致汽轮机组异常振动的主要原因。在日常生产运行中，若出现了振动超过标准情况后，须要强化振动数据监测，并在数值达到规程规定的数值时第一时间做出反应，停机检查，避免危害扩大。

4、油压低

润滑油系统和 EH 油系统是汽轮机的重要组成部分，其工作状况直接影响到机组的安全经济运行。常见的导致油压力低的原因有：油泵故障，管道材质或施工缺陷导致管道泄漏，阀门故障；系统设计、或者更改运行方式后存在隐患。

在日常的生产运行中，应做好油系统设备故障的应急预案和事故演练。安装管道时应严格按照工艺要求施工，并做好检查验收工作。在大小修过程中注意对各类节流孔和阀门进行检查，查看其工作状态是否符合要求。一些机组的油系统设计上或者更改运行方式后存在隐患，导致机组工况突变时，管道易出现振动，引起管道振裂，应引起重视。

四、环保专业

（一）强迫停运统计

2013 年集团公司所属发电企业因环保设施故障强迫停运 11 台次，同比增加 11 台次，增长较为明显。

表 12. 环保缺陷分类

故障原因	台次	占比
增压风机故障	9	81.82%
GGH 故障	2	18.18%

（二）原因分析

1、增压风机故障

增压风机故障的原因比较多，是环保导致机组强迫停运的主要原因。主要原因包括增压风机润滑油泵跳闸、轴承温度高、增压风机轴承振动及保护信号误发等原因。

2、GGH 故障

GGH 故障主要原因是 GGH 堵塞，导致锅炉 MFT。建议在脱硫系统运行期间，加强增压风机的检查和维修，及时消除设备隐患，而 GGH 要合理进行冲洗，防止堵塞。

五、电气专业

（一）强迫停运统计

2013 年，电气原因的强迫停运缺陷总共有 39 项，占比为 14.9%，同比增加 4 项，增幅为 8.3%。

1、电气一次设备

电气一次设备故障或缺陷原因造成机组强迫停运 26 台次，同比增加 5 台次。

表 13. 电气一次设备缺陷分类

设备	发电机				变压器		配电装置						电机
	定子绕组	转子绕组	滑环电刷	漏水漏氢	绕组	套管	电缆	开关设备	互感器	避雷器	母线	污闪雨闪	
台次	1	1	1	0	1	3	4	0	5	0	3	2	5
同比	-1	1	0	-4	1	1	1	-2	3	-1	3	1	2

2、继电保护装置

继电保护原因造成强迫停运的事故有 15 次，占比 38.5%，同比

增加 4 次，增幅为 36.4%。

表 14. 继电保护缺陷按设备分类

故障原因	台次	占比
发变组	1	6.67%
励磁	3	20.00%
二次回路	7	46.67%
变频装置	3	20.00%
电网系统	1	6.67%

（二）原因分析

1、电气一次设备

2013 年，发电机漏水漏氢故障未再发生，变压器套管、电力电缆以及发电机出口 PT 故障同比增加明显。

1) 发电机 PT

发电机出口 PT 故障频发原因，主要与部分设备厂家采用的铁心材质及叠片压装工艺不良、绕组绝缘薄弱有关。

2) 变压器

大型变压器套管缺陷对安全生产影响较大，如不及时消除往往会造成十分严重后果，应引起足够重视。要加强对变压器套管检修维护和定期试验，及时发现缺陷，及时消除隐患。

3) 电力电缆

电力电缆发生故障主要原因是电缆接头质量问题造成。也说明工程质量监督和设备交接验收工作存在问题。

4) 污闪事故

个别单位空冷岛下高压电气设备本年度再次发生污闪事故，说明该单位未能认真总结经验教训，应结合本地区、本单位污秽等级及自然环境条件制定并落实空冷岛下高压电气设备的防污闪措施。

5) 高压母线

本年度发生 3 起高压母线故障，一是 220kV 母线 PT 刀闸引线夹断裂造成母线短路，二是雨水进入 6kV 配电室造成母线设备故障，三是高厂变 6kV 共箱母线支持绝缘子闪络造成相间短路。这 3 起故障均与反事故措施落实不到位有关，应认真总结经验教训，有效防止此类事件重复发生。

2、继电保护

1) 二次回路故障

从继电保护的强迫停运统计结果看，二次回路故障造成的强迫停运占比将近一半。主要原因是回路电缆绝缘破损接地以及电缆抗干扰能力差等因素，因此，要重点加强对二次回路的绝缘检测和抗干扰性能测试工作，尽快完善电气二次等电位接地网技术改造，加强二次回路的技术监督和事故反措力度，提高微机继电保护的可靠性。

2) 主保护装置故障

主保护装置可靠性较高，发生的强迫停运台次相对较少。本年度，主变瓦斯保护误动 1 台次，励磁装置故障 3 台次。因此，应重视非电量保护的维护和管理，加强对微机保护装置硬件和回路的检测和维护，加强保护装置插件的定期检测、维护和更换工作。国家电网生〔2007〕883 号《国家电网公司发电厂重大反事故措施》规定：“微

机保护装置的开关电源模件应在运行 4~5 年后予以更换。每 1~2 年应对微机型继电保护试验装置进行一次全面检测。”

3) 高压变频装置故障

高压变频装置故障主要是变频装置的功能模块发生故障，造成相应的重要辅机停运。设备质量是发生变频故障的主要因素，因此，在工程设计选型、设备制造、安装调试、生产运行及检修等各个环节要对重要辅机高压变频装置实施全过程的质量管理，确保设备在预期的时间内保持良好的状态和安全运行。

六、热工专业

(一) 强迫停运统计

1、按故障原因分

2013 年，集团公司共发生热工原因强迫停运 33 台次，同比增加 4 台次，增幅 13.79%。

表 15. 热工缺陷原因分类

原因	电源故障	硬件故障	软件故障	现场设备故障	TSI 装置故障	其他故障
台次	6	3	5	13	4	2
同比	6	2	-1	-4	0	1

热工原因强迫停运事件中，现场设备故障 13 台次，占比 39.39%，比较突出。

表 16. 热工现场设备故障分类

故障分类	台次
现场设备故障直接造成机组跳闸	4
现场设备故障引起辅机跳闸，由于逻辑隐患，造成机组跳闸	5
设备故障后检修处理不当，造成机组跳闸	2
设备故障且冗余配置的 I/O 信号没有分散布置在不同的卡件上	1
设备故障，由于冗余配置的 I/O 信号没有独立取样	1

2、按投产时间分

热工原因强迫停运事件中，大修或技改后的机组 2 台次，2013 年新投产机组 11 台次，其他机组 20 台次。新投产的机组为：句容#1、#2 机组，丹东#1、#2 机组，莱州#1、#2 机组，渠东#1、#2 机组及淄博#6 机组。

表 17. 热工缺陷按投产时间分类

投产时间	台次
大修或技改	2
新投产机组	11
其他机组	20

（二）原因分析

1、软件故障或控制逻辑隐患

2013 年，软件故障直接造成机组强迫停运 5 台次，间接造成机组强迫停运 6 台次，共 11 台次，要加隐患排查和逻辑优化治理力度，消除控制逻辑隐患引起的强迫停运。

2、新投产和大修（或技改）后机组

2013 年，新投产和大修（或技改）后机组强迫停运 14 台次，应加强基建期间机组热控逻辑的监督，做到基建、生产一体化管理。机组大修（或技改）时，对控制逻辑的修改要进行充分的论证，必要时请专家进行审核，并且要经过试验合格后方可投入运行。

3、TSI 装置故障

2013 年 TSI 装置故障引起机组强迫停运 4 台次，分别为胀差装置故障和振动装置故障各 2 台次。对于 TSI 系统胀差、振动等单点保护要采取有效措施，防止保护误动。

4、“低级错误”原因

2013 年，“低级错误”引起的强迫停运 9 台次。其中，冗余配置的 I/O 信号没有分散布置在不同的卡件上引起强迫停运 1 台次，冗余配置的 I/O 信号没有独立取样引起强迫停运 1 台次，AST 电磁阀电源接线松动引起强迫停运 3 台次，DEH 卡件电源接线松动引起强迫停运 1 台次，温度元件接线松动或元件接地引起强迫停运 2 台次，检修处理不当引起强迫停运 1 台次。应加强隐患的排查与治理，积极落实反措，将热工定期工作落到实处，将隐患消灭在萌芽状态，防止事故发生。