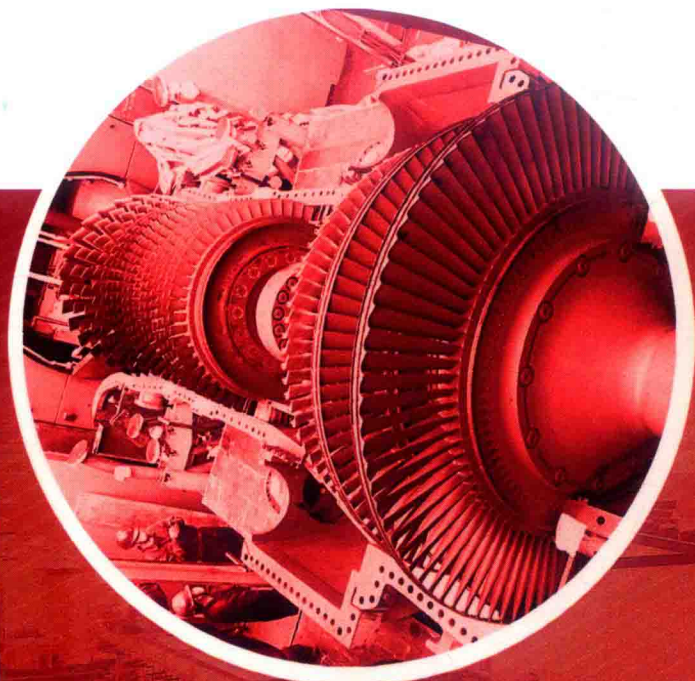


 中国华电集团有限公司
CHINA HUADIAN CORPORATION LTD.

RANQI-ZHENGQI LIANHE XUNHUAN JIZU
SHEBEI GUZHANG DIANXING ANLI HUIBIAN

燃气 - 蒸汽联合循环机组 设备故障 **典型案例汇编**

中国华电集团有限公司天津分公司 编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

海外借

RANQI-ZHENGQI LIANHE XUNHUAN JIZU
SHEBEI GUZHANG DIANXING ANLI HUIBIAN

燃气 - 蒸汽联合循环机组 设备故障 典型案例汇编

中国华电集团有限公司天津分公司 编



内 容 提 要

为便于燃气-蒸汽联合循环发电企业人员学习、了解和吸取近年来燃气-蒸汽联合循环机组设备故障案例经验教训,有针对性地制订和落实防范措施,避免同类事件的重复发生,中国华电集团有限公司天津分公司以华电系统内外部分重型、航改型燃气轮机电厂设备故障案例为素材,从事件经过、原因分析和防范措施三个方面入手,整理汇编本书。

本书共收编典型案例 175 例,案例涉及燃气轮机系统、汽轮机系统、余热锅炉系统、发电机及电气系统、天然气及增压机系统、热工控制系统、公用系统等各个方面。

本书可供燃气-蒸汽联合循环发电企业技术管理人员、生产相关人员阅读使用,同时也可作为相关企业基建工程管理人员、项目前期管理人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

燃气-蒸汽联合循环机组设备故障典型案例汇编 / 中国华电集团有限公司天津分公司编. —北京: 中国电力出版社, 2019.8

ISBN 978-7-5198-3457-9

I. ①燃… II. ①中… III. ①燃气-蒸汽联合循环发电-发电机组-设备故障-案例-汇编 IV. ①TM611.31

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 160254 号

出版发行: 中国电力出版社

地 址: 北京市东城区北京站西街 19 号(邮政编码 100005)

网 址: <http://www.cepp.sgcc.com.cn>

责任编辑: 刘汝青(010-63412382) 董艳荣

责任校对: 黄 蓓 马 宁

装帧设计: 赵姗姗

责任印制: 吴 迪

印 刷: 三河市万龙印装有限公司

版 次: 2019 年 8 月第一版

印 次: 2019 年 8 月北京第一次印刷

开 本: 787 毫米×1092 毫米 16 开本

印 张: 14.75

字 数: 311 千字

印 数: 0001—2000 册

定 价: 68.00 元

版权专有 侵权必究

本书如有印装质量问题,我社营销中心负责退换

编 委 会

主 任 王志军

副 主 任 刁友锋

委 员 于孝宏 张守臣 卢志勇 杨中彪

主 编 陈自雨

参编人员 王东振 孙国斌 刘 辉 宋腾飞

冯红亮 付 饶 李晓军

审查人员 谢 云 饶庆平 田 亚 王兴合

吴立增 闵聿华

前 言

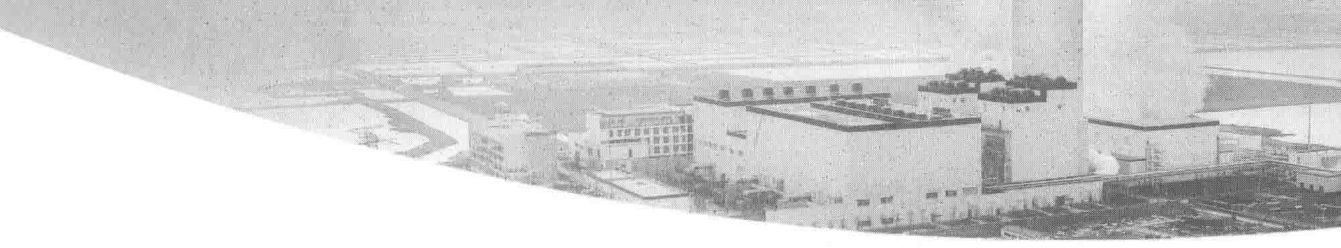
天然气发电作为优质、高效的清洁能源，对于改善能源结构、保护环境、提高能源利用效率具有重要作用。随着国家相关政策的推动，以及燃气发电在环保、调峰等方面的优势，截至 2018 年底，中国华电集团有限公司燃气发电装机容量为 1509 万 kW，在集团装机中占比 10.2%；全国燃气发电装机容量共计 8330 万 kW，在全国装机中占比 4.38%。根据中国天然气发展“十三五”规划，到 2020 年国内天然气发电装机规模将达到 1.1 亿 kW 以上，占发电总装机比例超过 5%；一次能源消费结构中，天然气消费总量将达到 10%，对国家能源结构调整将起到积极促进作用。

为便于燃气-蒸汽联合循环发电企业各级人员深入、全面和系统地学习掌握近年来发生的设备故障案例，吸取教训，举一反三，并利于新建项目生产基建一体化管理，有效防范同类事件的发生，中国华电集团有限公司天津分公司组织收编了近年来华电系统内外燃气-蒸汽联合循环机组发生的一些典型案例，并汇编成书。本书共收编案例 175 例，涉及燃气轮机系统、汽轮机系统、余热锅炉系统、发电机及电气系统、天然气及增压机系统、热工控制系统、公用系统等各个方面。

本书由中国华电集团有限公司天津分公司安全生产部陈自雨担任主编，第一篇（一）部分由陈自雨、冯红亮、宋腾飞编写，第一篇（二）部分由孙国斌、刘辉编写，第一篇（三）部分由付饶、李晓军编写，第二、三篇由陈自雨编写，第四~七篇由王东振编写，全书由王东振、宋腾飞统稿。本书由中国华电集团有限公司谢云、饶庆平、田亚、王兴合、吴立增、闵聿华审查，并提出了相关修改意见。同时，在收集资料、编撰过程中，得到了华电系统内外同类型兄弟电厂的大力支持和帮助，在此一并表示感谢。

限于编者水平，疏漏与不足之处在所难免，恳请读者不吝赐教，以便再版时更正。

编 者
2019 年 7 月



目 录

前言

第一篇 燃气轮机系统	1
(一) 9F 燃气轮机	1
案例 1 88TK 风机电动机轴承过热烧损	1
案例 2 88TK 风机未启动导致机组并网后跳机	3
案例 3 88TK 风机电动机日常维护不到位导致机组停机	4
案例 4 88BN 风机风压低导致机组解列	5
案例 5 叶片通道温差大导致自动停机	6
案例 6 空气过滤器压差大引发燃烧器压力波动大停机	6
案例 7 热网抽气调节阀伺服阀故障处理不当, 燃烧器压力波动大跳机	8
案例 8 燃气轮机燃烧不稳定, 排气分散度高跳机	10
案例 9 燃气轮机伺服阀故障停机	11
案例 10 燃气轮机启动过程中气体阀门泄漏导致启动失败	13
案例 11 燃气轮机提前进入 BPT 温度控制	15
案例 12 燃气轮机调压段 SSV (快速关断) 阀故障关闭	16
案例 13 主燃料流量控制阀前后压差频繁波动导致机组负荷波动	16
案例 14 机组轴承振动大导致故障停机	16
案例 15 IGV 和旁路阀控制偏差大导致故障停机	17
案例 16 启动过程因天然气温度低被迫降负荷	18
案例 17 燃气轮机防喘放气阀故障导致机组跳闸	18

案例 18	燃气轮机 PM (燃料气管道) 3 清吹阀故障导致停机	21
案例 19	VGC (燃料控制阀) 3、VGC4 卡涩导致跳机	22
案例 20	火灾报警误动导致跳机, 启动后 VGC4 卡涩导致再次跳机	23
案例 21	辅助截止阀 (ASV) 故障关闭导致 p_2 压力低跳闸	23
案例 22	速比阀 (SRV) 故障导致机组熄火跳闸	24
案例 23	天然气 PM2 清吹管线压力高导致故障跳机	26
案例 24	燃料阀指令反馈偏差大导致机组跳闸	27
案例 25	燃气轮机速比阀后压力高导致跳机	29
案例 26	燃料速比阀内漏导致启动失败	30
案例 27	燃气轮机 PM1 接管焊口运行中泄漏导致机组故障停机	31
案例 28	天然气 PM1、PM4、D5 支管控制阀泄漏	32
案例 29	燃烧器压力波动高导致燃气轮机跳机	32
案例 30	停机过程预混模式下火焰熄火导致故障跳机	33
案例 31	前置模块天然气泄漏导致机组停机	34
案例 32	燃气轮机透平间危险气体浓度高导致被迫停机	36
案例 33	天然气泄漏导致机组跳闸	37
案例 34	燃气轮机透平罩壳内天然气泄漏导致故障停机	38
案例 35	燃气轮机华白指数超限导致快速降负荷	40
案例 36	天然气温度低导致燃气轮机排气分散度大跳机	46
案例 37	燃气轮机排气分散度大导致燃烧器损坏	49
案例 38	PM4 清吹阀 VA13-6 内漏导致燃气轮机分散度大跳闸	50
案例 39	燃烧模式切换时分散度大导致机组跳闸	50
案例 40	燃气轮机排气分散度大导致机组跳闸	51
案例 41	燃气轮机排气分散度异常增大导致停机	52
案例 42	燃烧分散度大导致跳闸	56
案例 43	进行 DLN 燃烧调整时机组跳闸	57
案例 44	燃料变化导致燃气轮机过渡段产生裂纹及后支架中枢螺栓断裂	58
案例 45	燃料 PM4 通道发生堵塞导致机组跳闸	59
案例 46	燃料喷嘴堵塞异物导致机组停运	60
案例 47	燃气轮机轴、瓦振动大导致停机	61
案例 48	168h 期间燃气轮机轴承振动瞬间消失导致跳机	63

案例 49	燃烧器过渡段支架螺栓断裂	63
案例 50	燃烧器过渡段螺栓断裂	65
案例 51	火焰筒弹性密封缺失导致燃气轮机分散度异常	66
案例 52	燃气轮机压气机损坏	67
案例 53	燃气轮机第一排静叶片冷却孔堵塞	69
案例 54	燃气轮机因热悬挂而跳机	69
案例 55	燃气轮机点火装置干扰造成机组振动大跳机	70
案例 56	燃气轮机润滑油压低导致跳机	71
案例 57	燃气轮机轴向位移波动	74
案例 58	燃气轮机 IGV 故障	78
案例 59	燃气轮机转速到 95% 后不升速故障	79
案例 60	危险气体误发信号导致停机	81
案例 61	因压气机进气道防爆门误开导致机组停运	82
(二) 9E 燃气轮机		83
案例 62	模式切换时振动大导致燃气轮机停运	83
案例 63	燃气轮机振动大导致跳机	84
案例 64	燃气轮机压力低丢失火焰导致跳机	85
案例 65	88TK 风机电动机故障损坏	86
案例 66	控制系统卡件损坏导致自动停机	88
案例 67	88QA 电动机故障导致停机	89
案例 68	排气分散度高导致跳机	89
案例 69	检修维护不到位, 运行中异常导致二次停机	91
案例 70	燃气轮机火焰筒烧损	92
案例 71	进气系统压差大导致停机	95
案例 72	火灾报警保护动作导致跳闸停机	96
案例 73	燃烧模式变化导致跳闸停机	96
案例 74	火灾报警保护动作导致跳闸停机	97
案例 75	进气压差大减负荷	98
案例 76	燃烧模式切换失败	98
案例 77	燃气轮机二级燃气进气管与清吹管接反导致分散度高	99
案例 78	进气压差大减负荷	100

案例 79	进气压差大减负荷导致排放超标	101
案例 80	热电偶元件疲劳导致自动停机	102
案例 81	蒙皮老化导致伸缩节超温停机	102
案例 82	VGC3 故障导致燃烧模式切换失败	103
(三) 航改型燃气轮机		104
案例 83	燃气轮机进气压差大导致停机	104
案例 84	燃气轮机透平转子宽频振动导致跳机	106
案例 85	燃气轮机燃料阀通信故障引起“燃气轮机熄火保护”动作停机	107
案例 86	燃气轮机油槽回油温度高动作导致跳机	107
案例 87	燃气轮机花键部位润滑不充分导致损坏停机	111
案例 88	燃气轮机 VBV (放气阀)、VSV (高压静子可调叶片) 阀突然关闭 导致故障跳机	112
案例 89	燃气轮机 6 号分级阀突然关闭导致跳闸	113
案例 90	燃气轮机 T48ABSI 故障	113
案例 91	燃气轮机润滑油压低导致机组跳闸	114
案例 92	燃气轮机传动齿轮箱支架脆性碎裂	115
案例 93	燃气轮机变速齿轮箱振动大	117
案例 94	燃气轮机 HPT 护环缺陷损坏	118
案例 95	燃气轮机透平油压力显示异常导致机组跳闸	120
案例 96	燃气轮机进气压力低保护动作机组跳闸	121

第二篇 汽轮机系统 123

案例 97	EH 油发生严重泄漏, EH 油箱油位低保护动作导致跳机	123
案例 98	低压缸连通管液控阀 EH 油泄漏导致停机	124
案例 99	供热抽汽快关阀 EH 油泄漏导致停机	125
案例 100	汽轮机轴承振动大保护动作导致跳机	127
案例 101	中压旁路后温度测点故障导致机组跳闸	128
案例 102	中压旁路门后主蒸汽压力表管泄漏申请停机	128
案例 103	停机后低压缸防爆门损坏	129
案例 104	凝结水泵轴承温度保护动作导致跳闸	130

案例 105	凝结水泵入口压力低保护动作导致跳闸	131
案例 106	停机后高压缸排汽口处上、下汽缸内壁金属温差大汽缸容易变形	133
案例 107	动静摩擦导致汽轮机振动增大	134
案例 108	运行操作导致汽流激振, 机组轴振大跳闸	135
案例 109	瓦轴振动及乌金温度持续上升导致机组停机	137
案例 110	低压排汽温度高导致停机	138
案例 111	中压主汽门泄漏导致停机	139
案例 112	轴承振动大保护动作导致停机	140
案例 113	汽轮机振动测量卡件故障导致停机	141
案例 114	中压旁路阀动作异常引发汽包水位波动	143
案例 115	过滤器失效导致控制油泵电流异常	144
案例 116	顶轴油管接头漏油故障	144
案例 117	循环水泵启动后倒转汽轮机真空低跳机	145
案例 118	燃气轮机冷态启动低真空跳机	147
案例 119	机力冷却塔风机叶片损坏	148
案例 120	阀门不严导致 D11 型汽轮机停机后中压缸下缸温度大幅下降	148

第三篇 余热锅炉系统

案例 121	余热锅炉高压蒸发器疏水管泄漏	151
案例 122	再热器减温水管焊口泄漏	152
案例 123	高压给水泵振动大导致机组停机	153
案例 124	余热锅炉烟卤挡板关闭导致跳机	155
案例 125	中压汽包水位低保护动作导致跳机	155
案例 126	设备定期轮换过程中汽包水位低保护动作导致跳机	156
案例 127	高压汽包水位低保护动作导致跳闸	158
案例 128	余热锅炉高压过热器连接管泄漏停机	159
案例 129	机组启动中高压主蒸汽超温甩负荷	160
案例 130	高压给水主调节阀故障导致机组紧急停机	160
案例 131	再热器膨胀节处保温冒烟着火导致机组紧急停机	162

第四篇 发电机及电气系统 163

- 案例 132 调试人员误操作导致机组停机 163
- 案例 133 汽轮发电机过励磁保护动作导致机组跳闸 164
- 案例 134 中性点电流畸变导致跳机 168
- 案例 135 发电机励磁系统故障导致机组停运 168
- 案例 136 燃气轮机 MCC (电动机电源中心) 段失电事故油压低导致跳机 169
- 案例 137 发电机 - 变压器组保护装置误动导致机组跳闸 170
- 案例 138 过励磁保护动作导致机组跳闸 175
- 案例 139 励磁开关远方无法合闸 177
- 案例 140 燃气轮机励磁跳闸, 燃气轮机甩负荷至全速空载 177
- 案例 141 励磁电刷故障导致机组停运 179
- 案例 142 高压厂用变压器压力释放保护动作导致 1 号机组 6kV 母线失电 183
- 案例 143 主变压器压力释放动作燃气轮机跳机, 中旁超温导致汽轮机联跳 184
- 案例 144 柴油发电机启动后跳闸 184
- 案例 145 柴油发电机蓄电池老化无法启动 185
- 案例 146 自动电压控制 (AVC) 装置故障 186
- 案例 147 定子接地保护动作机组跳闸 186
- 案例 148 循环水泵电动机短路跳闸引起跳机 188
- 案例 149 燃气轮机逆功率挂网运行手动打闸停机 189
- 案例 150 大修后燃气轮机发电机转子绝缘塞块松动 190
- 案例 151 发电机转子绝缘塞块螺钉飞脱引发转子接地故障 191
- 案例 152 燃气轮机静态变频启动装置输出熔断器老化烧毁导致燃气轮机
启动失败 194
- 案例 153 永磁机输出熔断器底座烧损, 失磁保护动作导致停机 195

第五篇 天然气及增压机系统 197

- 案例 154 增压机通道过载跳闸导致机组停机 197
- 案例 155 燃气轮机燃料供应压力低保护动作导致停机 198

案例 156	增压机变频器可控硅故障跳闸导致机组停机	198
案例 157	增压机入口管线气动阀关闭导致停机	199
案例 158	天然气成分变化燃烧不稳定导致跳机	200
案例 159	温度卡件故障造成增压机跳闸停机	200
案例 160	控制卡件故障致使增压机跳闸	201
案例 161	仪用空气压力低造成增压机跳闸停机	202
案例 162	热控卡件故障造成增压机跳闸停机	203
案例 163	增压机出口天然气温度测点故障导致停机	204
案例 164	增压机喘振跳闸导致燃气轮机停运	205
案例 165	调压站调压阀故障导致机组降负荷	206
案例 166	控制器故障造成增压机跳闸停机	207

第六篇 热工控制系统 209

案例 167	通信网络故障导致机组跳闸	209
案例 168	燃气轮机模块故障引起排气分散度大跳机	210
案例 169	燃气轮机温控电缆过热损坏保护动作导致跳机	211
案例 170	热工消缺过程中保护动作导致跳机	212
案例 171	保护模件故障导致机组跳闸	214
案例 172	下载数据时热控模块故障导致部分辅机设备跳闸	214
案例 173	VPRO 控制卡件故障导致跳闸	214

第七篇 公用系统 216

案例 174	雷雨天气导致线路和辅机运行异常	216
案例 175	燃气轮机用压缩空气中断导致机组停机	217

参考文献 219

第一篇 燃气轮机系统

(一) 9F 燃气轮机

案例 1 88TK 风机电动机轴承过热烧损

一、事件经过

2015 年 1 月 3 日 09:45, 某电厂 1 号燃气轮机正常运行, 总负荷为 220MW 左右。1 号燃气轮机 1 号 88TK 风机运行中跳闸, 风机运行电流从 215A 降至 0A。2 号燃气轮机联启正常。机组负荷维持正常。

对 1 号 88TK 风机电动机进行检查试验, 绝缘试验正常, 直阻试验三相电阻偏差大 2% 以上, 相间无绝缘, 判断电动机绕组损坏。并对电动机进行解体检查, 发现电动机驱动端轴承外机械密封小盖脱落, 轴承过热损坏, 非驱动端轴承油脂由蓝色已变黑, 手动盘车转动有死点。对电动机进行解体发现, 电动机驱动端静子绕组有异物, 线圈匝间有短路现象。2015 年 1 月 4 日 22:55, 更换国产替代备件, 电动机联锁试运正常。

设备型号如下:

(1) 原设备型号: M3BP 315 MLB2 IMV15/IM2011。原设备相关信息见表 1-1。

表 1-1 原设备相关信息

设备名称	容量	额定电压	额定电流	制造厂
燃气轮机扩压段罩冷却风机电动机 88TK	160kW	380V	271A	ABB 公司

(2) 现设备型号: Y2-315L1-2 B35。现设备相关信息见表 1-2。

表 1-2 现设备相关信息

设备名称	容量	额定电压	额定电流	制造厂
燃气轮机扩压段罩冷却风机电动机 88TK	160kW	380V	279A	天津大明电机股份有限公司

二、原因分析

(1) 在 2014 年 9 月 10 日—10 月 17 日机组检修中对电动机轴承进行补油, 由于新投产安装设备, 叶轮直接连在电动机轴头, 所以在检修时没有拆开风机端盖进行检查, 直接对电动机轴承进行加油处理。事故后对风机及电动机进行解体检查发现外驱动端外机械密封小盖脱落 (见图 1-1), 轴承油脂流出, 造成轴承过热损坏 (见图 1-2), 轴承支架破碎的杂物等进入电动机静子绕组端部, 造成绕组绝缘损坏 (见图 1-3), 风机跳闸。

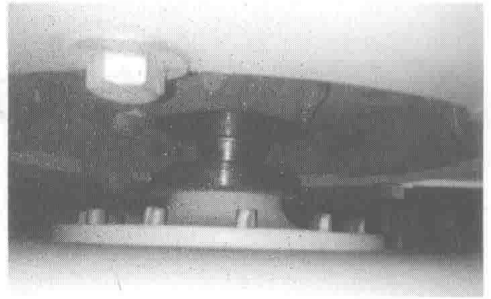


图 1-1 外驱动端外机械密封小盖脱落

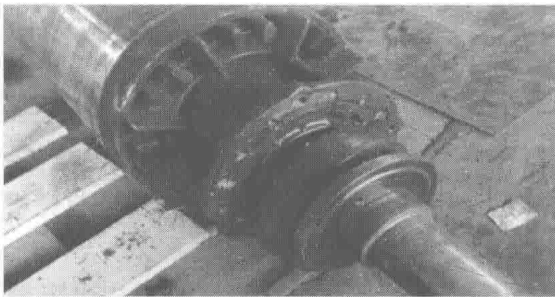


图 1-2 电动机轴承过热损坏



图 1-3 电动机绕组损坏

(2) 经过对 2 号燃气轮机 88TK 风机停备检查结果进行分析, 1 号燃气轮机 88TK 风机轴封脱落的原因是轴承过热, 造成轴封热套紧力消失, 脱落。

(3) 轴承质量差。

三、防范措施

(1) 通过此事, 举一反三, 对各机组风机电动机加强巡视检查, 每周 1 次定期对电动机轴承温度进行监视、分析。

(2) 根据风机运行情况, 定期对风机电动机进行补油。

(3) 根据现场噪声实际情况, 拆除电动机降噪装置, 便于对电动机轴承进行检查, 加强点检数据采集分析。

(4) 核对电动机安装方式, 选用更好的立卧两用电动机。

(5) 采用国产电动机替代进口电动机, 缩短采购周期或提早准备好优质的进口备用电动机。

(6) 采用进口 SKF 轴承。

案例 2 88TK 风机未启动导致机组并网后跳机

一、事件经过

2015年4月7日,某电厂按调度指令进行机组启动操作。08:52,燃气轮机定速3000r/min后,运行人员按照操作票,手动进行油泵及风机切换试验,发现燃气轮机排气框架冷却风机88TK未自动启动,汇报机务专工。

副值班员口头通知热工检修人员,并通知巡检人员现场检查88TK风机断路器位置,经确认断路器状态正常,无报警。

08:56,机组运行参数正常,无异常报警,运行人员在不知道88TK未启动会造成机组甩负荷的情况下执行燃气轮发电机组并网命令。

08:58,燃气轮发电机组并网成功,带初始负荷20MW。

09:00:18,燃气轮机报“EXH FRAME & #2 BRGCOOLING TRBLE-UNLD”(排气框架2号轴承冷却故障)及SOE信息“Indication runback[PDIO-93 relay07]”,燃气轮机自动降负荷。燃气轮机画面排气框架冷却风机1号88TK风机仍未自动启动。运行人员手动将风机切至“#2lead”(2号风机),2号88TK风机也未启动。

09:01:45,燃气轮机报“52G TRIP”(52G断路器跳闸)、“52L BREAKER TRIP”(52L断路器跳闸)、“GENERATOR BREAKER TRIP”(发电机断路器跳闸)、“GENERATOR BREAKER TRIP REVERSE POWER”(发电机逆功率保护跳闸)、燃气轮发电机出口断路器52G断开。燃气轮机转速维持3000r/min。

09:02:48,运行人员手动将风机切至“#1lead”(1号风机),1号88TK风机未启动。

09:03:49,盘前及就地无操作,1号88TK风机自动启动。

09:05左右,电气专工就地启动2号88TK风机,风机正常启动。

09:23左右,运行人员手动点击画面“#2lead”(2号风机),1号88TK风机停运。

二、原因分析

燃气轮发电机组并网情况下,88TK两台风机均未启动,联锁保护燃气轮机降负荷全速空载。空载状态下控制系统调整不好,引起燃气轮机控制系统逆功率保护动作(非电气逆功率),发电机出口断路器跳开。

三、防范措施

(1)并网等重大操作前发现设备运行不正常,应待相关检修人员确认或处理后再进行下一步操作,不能急于进行并网等重大操作。

(2)需要尽快下发正式完整版联锁保护清单,运行部门定期进行培训学习。在未下发清单前,运行人员根据GE公司培训资料相关内容,对可能存在的燃气轮机RB及自动停机条件进行学习。

(3)根据联锁保护清单,燃气轮机所有辅机在操作画面上均无启停操作权限,关键时

候无法手动启停，组织讨论，对不合理的逻辑进行修改。

(4) 根据联锁保护清单重新制定启机前重要设备试转清单，以便提前发现设备隐患。

(5) 启机前 12h 进行燃气轮机试点火。

案例 3 88TK 风机电动机日常维护不到位导致机组停机

一、事件经过

2010 年 1 月 23 日，某厂机组“二拖一”运行，AGC（自动发电控制系统）投入，总负荷为 650MW；1、2 号燃气轮发电机组负荷均为 230MW，汽轮发电机组负荷为 190MW，供热量为 1200GJ/h。

14:00，监盘人员发现 1 号燃气轮机 MARK VI 界面发报警（排气框架风机风压低），“EXH FRAME OR #2 BRG COOLING TRBL-UNLOAD（排气框架或 2 号轴承区冷却风机故障）”，立即派人至就地检查该风机并点击 MARK VI 界面“#2 lead”（2 号风机）和主复位按钮，该风机仍无法启动。

14:01，1 号燃气轮发电机组开始自动减负荷，运行人员手动退出 AGC，降低热网负荷，机组维持低负荷运行；15:06，负荷下降至 3MW，调度通知停机；15:09，1 号燃气轮机停机。

二、原因分析

检查发现 1 号燃气轮机 88TK 2 号风机电动机停运，断路器就地报“接地保护”动作。将电动机本体动力电缆接线拆开，测量电动机本体绝缘，三相对地为 $0.1M\Omega$ ，手动盘电动机风扇可以盘动。拆出风机后，风机叶轮本体扇叶端部有不规则坑状损坏，电动机本体驱动端轴承小盖及挡油环明显过热且有缺损。

将风机叶轮拆下后发现电动机本体驱动端轴承小盖及挡油环处明显缺损（见图 1-4），将挡油环及甩油环拆下后，发现轴承保持架粉碎（见图 1-5），滚珠过热变形，轴承外环与电动机大盖之间有摩擦，轴承内挡油环与转子轴明显摩擦，转子轴被内挡油环啃出环状沟道（见图 1-6）。电动机非驱动端未见任何异常。将转子抽出发定子端部有短路放电、绕组过热痕迹，定子铁芯有轻微扫膛现象（见图 1-7），电动机非驱动端定子端部未见任何异常。

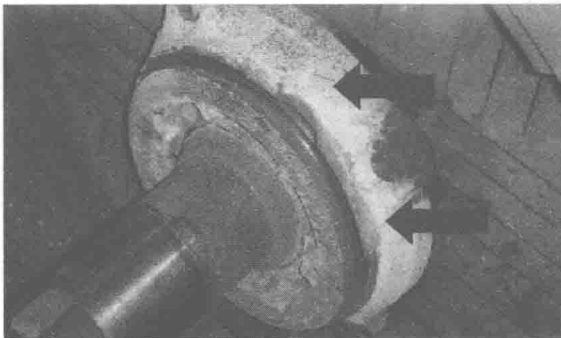


图 1-4 轴承小盖及挡油环处明显缺损

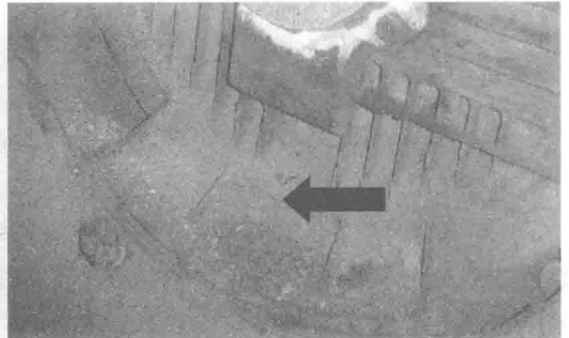


图 1-5 轴承保持架粉碎



图 1-6 转子轴被内挡油环啃出环状沟道

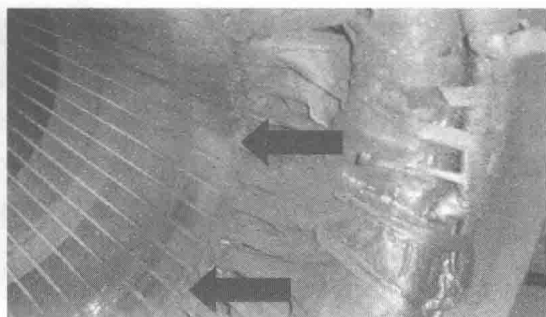


图 1-7 定子端部有短路放电、绕组过热痕迹，定子铁芯有轻微扫膛现象

从故障现象看，电动机驱动端轴承因长期处于高温下工作，导致轴承油脂乳化后流失，轴承处于干涩状态下运行；因摩擦逐渐导致轴承区域明显过热而引发定子端部区域过热，绝缘老化，最终定子绕组匝间短路，产生高温烧损。缺润滑脂是本次故障的直接原因。

三、防范措施

(1) 加强设备缺陷管理，对失去备用的运行设备制定防范措施，加强检查，同时尽快修复被用设备，保证设备安全、稳定运行。

(2) 改造 88TK 2 号风机电动机，将加油孔、排油孔引至电动机外侧，加装轴承测温元件，上传到集控室监视。

(3) 对同类型和同安装形式的电动机进行全面排查，确认设备健康水平，对不能满足运行要求的电动机进行改造。

(4) 利用小修时间对所有同类电动机进行解体检查，更换轴承，补充油脂。

(5) 对同类型设备，做好备品备件工作，定期进行更换检修。

(6) 加强设备管理，认真点检，及时消除缺陷，使备用设备处于良好备用状态。

案例 4 88BN 风机风压低导致机组解列

一、事件经过

2014 年 8 月 11 日，某电厂 1、2、3 号机“二拖一”运行，总出力为 450MW；2 号燃气轮机负荷为 130MW，轴承冷却风机 2 号 88BN 风机运行，1 号 88BN 风机备用。

09:13，2 号燃气轮机 2 号 88BN 风机发风压低报警信号后跳闸，1 号 88BN 风机自投后仍发风压低信号，燃气轮机自动减负荷至 0MW 后，09:16 解列。经检查发现，2 号燃气轮机 88BN 风机入口滤网堵塞，导致风压低。进行清理后，10:17 具备启动条件，13:45 按调度令，2 号燃气轮发电机组转停备。

二、原因分析

(1) 风机入口风道滤网堵塞。经现场检查、清理滤网发现，滤网只有轻微灰尘（此滤