

# 发电厂热工故障分析处理 与预控措施

(2016年专辑)

中国自动化学会发电自动化专业委员会 组编



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

# 发电厂热工故障分析处理 与预控措施

(2016年专辑)

中国自动化学会发电自动化专业委员会 组编



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

## 内 容 提 要

近几年由于热控系统原因引起机组跳闸的案例呈上升趋势,为便于各发电厂之间就同类型故障的分析、查找与处理进行交流学习,本书收集并筛选了2016年全国发电企业因热控原因引起或与热控相关的机组故障典型案例一百多起,故障原因涉及系统设计配置、安装、检修维护及运行操作等方面。全书分为七章,内容包括火力发电设备与控制系统可靠性统计分析,电源系统故障案例分析处理与预控,控制系统硬件、软件故障案例分析处理与预控,系统干扰故障案例分析处理与预控,就地设备异常引发机组故障案例分析处理与预控,运行、检修、维护不当故障案例分析处理与预控,发电厂热控系统可靠性预控与改造。

本书可供火力发电机组设计、安装、运行及检修维护人员学习参考,也可作为相关培训机构及院校师生的教辅材料。

### 图书在版编目(CIP)数据

发电厂热工故障分析处理与预控措施:2016年专辑/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,2017.10

ISBN 978-7-5198-1238-6

I. ①发… II. ①中… III. ①发电厂—热控设备—故障处理 IV. ①TM621.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第248546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:郑艳蓉(010-63412379) 彭莉莉

责任校对:李楠

装帧设计:左铭

责任印制:蔺义舟

---

印 刷:北京雁林吉兆印刷有限公司

版 次:2017年10月第一版

印 次:2017年10月北京第一次印刷

开 本:787毫米×1092毫米 16开本

印 张:17

字 数:403千字

印 数:0001—2000册

定 价:60.00元

---

版权专有 侵权必究

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

## 本书编审单位

**组编单位：**中国自动化学会发电自动化专业委员会

**主编单位：**国网浙江省电力公司电力科学研究院

**参编与编审单位：**浙江浙能宁夏枣泉发电有限责任公司、国网河南省电力公司电力科学研究院、国家电力投资集团公司、华能国际电力股份有限公司、华电国际电力股份有限公司、西安热工研究院有限公司、国家电投东北电力有限公司、中国神华国华电力公司、北京京能集团有限责任公司、浙江省能源集团有限公司、广东省粤电集团有限公司、大唐集团技术研究院华东分院、浙江省能源技术研究院有限公司、大唐国际电力股份有限公司、浙江浙能台州第二发电有限责任公司、华电电力科学研究院、内蒙古电网电力科学研究院、国网湖南省电力公司电力科学研究院、广东电网有限公司电力科学研究院、国家电投吉林电力股份有限公司、华润电力控股有限公司、国网山东省电力公司电力科学研究院、江苏方天电力技术有限公司、国网辽宁省电力公司电力科学研究院、国家电投贵州金元鸭溪发电有限公司、贵州电网有限责任公司电力科学研究院、神华国神技术研究院、国电科学技术研究院、安徽淮南平圩发电有限责任公司。

## 本书编审人员

**主 编：**孙长生

**副主编：**华国钧 陈 波 夏克晁 华志刚 李 辉

**参 编：**金 丰 曹 阳 郭为民 高天云 丁俊宏 范海东 王剑平

刘晓亮 任志文 赵 军 王 潇 陈胜利 胡文斌 郑渭建

李国胜 唐耀华 苏 烨 张瑞臣 张国斌 王志杰 陈世和

张政委 才 宇 王文宽 何育生 管庆相 高爱民 海 浩

何华靖 安 波 李 冰 段彩丽 张 鹏 陈宝林 朱 峰

郑 彪

**主 审：**朱北恒

## 前 言



发电厂的安全经济运行是一个永久的话题，而热控系统的可靠性在机组的安全经济运行中起着关键作用。近年来热控系统原因引起机组跳闸的案例呈上升趋势，由于缺少交流平台，不同电厂发生了相同的故障案例。

为改变这种状况，在热控专业资深专家侯子良先生的建议下，中国自动化学会发电自动化专业委员会秘书处于2017年2月，提出收集2016年发电厂热控或与热控相关原因引起的机组跳闸案例汇编出版的建议，在各发电集团、电力科学研究院和电厂专业人员的支持下，收集到200多起案例，从中筛选了全国各发电企业生产与基建过程中发生的部分控制系统典型故障案例，以此为基础，进行提炼、整理、专题研讨、汇总成册。2017年4月22日在杭州召开了研讨会，组织部分参编和编审人员对出版前的书稿进行专题研讨，根据会议提出的意见，编写组进行了修改与完善。

本书第一章对火力发电设备与控制系统可靠性进行了统计分析；第二~六章分别归总了电源系统故障、控制系统硬件与软件故障、系统干扰故障、就地设备异常故障，以及运行、检修、维护不当引发的机组跳闸故障，每例故障按事件过程、事件原因查找与分析、事件处理及预防三部分进行编写；第七章在总结前述故障分析处理经验和教训，吸取提炼各案例采取的预控措施基础上，提出提高热控系统可靠性的重点建议，给电力行业同行作为参考和借鉴。

在编写整理中，除对一些案例进行实际核对发现错误进行修改外，尽量对故障分析查找的过程描述保持原汁原味，尽可能多地保留故障处理过程的原始信息，以供读者更好地还原与借鉴。

本书编写过程，得到了各参编单位领导的大力支持，参考了全国电力同行们大量的技术资料、学术论文、研究成果、规程规范和网上素材，专家们在审查中提出了许多宝贵意见；与此同时，各发电集团，一些电厂、研究院和专业人员提供的大量素材中，有相当一部分未能提供人员的详细信息，为统一起见，本书未列出素材来源，在此对那些关注热工专业发展、提供素材的幕后专业人员一并表示衷心感谢。

最后，鸣谢参与本书策划和幕后工作的人员！对于本书存有的不足之处，恳请广大读者不吝赐教。

编写组

2017年9月1日

# 目 录



## 前言

<b>第一章 火力发电设备与控制系统可靠性统计分析</b> .....	1
第一节 2016 年火力发电机组与设备可靠性分析 .....	1
第二节 2016 年热控系统故障原因统计分析与预控 .....	7
第三节 上海地区 1996~2015 年热控设备故障跳机原因统计分析 .....	13
<b>第二章 电源系统故障案例分析处理与预控</b> .....	20
第一节 电源系统设计配置不当故障案例 .....	20
第二节 电源装置硬件系统故障案例 .....	24
第三节 检修维护不当引起电源故障案例 .....	39
<b>第三章 控制系统硬件、软件故障案例分析处理与预控</b> .....	44
第一节 控制系统设计配置不当引起机组故障案例 .....	44
第二节 模件通道故障引发机组故障案例 .....	55
第三节 控制器故障引发机组故障案例 .....	69
第四节 网络通信系统故障案例 .....	77
第五节 DCS 系统软件、逻辑运行故障案例 .....	90
第六节 DEH 系统控制设备运行故障案例 .....	97
<b>第四章 系统干扰故障案例分析处理与预控</b> .....	111
第一节 雷击引起系统干扰故障案例 .....	111
第二节 现场干扰源引起系统干扰故障案例 .....	113
<b>第五章 就地设备异常引发机组故障案例分析处理与预控</b> .....	116
第一节 执行机构异常引发机组故障案例 .....	116
第二节 测量取样装置与部件异常引发机组故障案例 .....	128
第三节 测量仪表异常引发机组故障案例 .....	141
第四节 管路故障引发机组运行异常案例 .....	152

第五节 线缆故障引发机组运行异常案例 .....	165
第六节 独立装置异常引发机组故障案例 .....	178
<b>第六章 运行、检修、维护不当故障案例分析处理与预控 .....</b>	<b>185</b>
第一节 安装、维护工作失误引发机组故障案例 .....	185
第二节 运行操作不当引发机组故障案例 .....	201
第三节 检修试验操作不当引发机组故障案例 .....	213
<b>第七章 发电厂热控系统可靠性预控与改造 .....</b>	<b>245</b>
第一节 控制系统故障预防与对策 .....	245
第二节 控制系统共性和疑难问题改造方案探讨 .....	254
<b>结束语 .....</b>	<b>262</b>
<b>参考文献 .....</b>	<b>263</b>



## 火力发电设备与控制系统可靠性统计分析

热控系统是发电机组的核心，是发电机组安全稳定运行的基础，一旦热控系统发生故障，就有可能引发机组跳闸事件，造成巨大的经济损失和不良的社会影响。近年来，虽然发电机组安全生产总体情况较为平稳，但安全生产形势依然不容乐观，特别是随着环保技改工程和企业转型的深入，发电机组调峰任务日趋严峻，发电企业已进入“弱开机、低负荷、强备用、长调停”新常态，由此导致机组跳闸事件有所上升，热控系统故障频发，严重影响到了机组安全运行，虽然因素很多，但主要与各类人员自身安全意识淡薄、把关不严、工作不严谨等有关。因此，如何通过对热控系统典型故障案例的统计分析，及早发现设备缺陷和潜在隐患，并有效加以预控，避免事态的进一步发展扩大，提高热控系统的健康状态，是摆在热控专业面前的一项艰巨任务。

### 第一节 2016 年火力发电机组与设备可靠性分析

电力可靠性是国民建设与生产的保证。为加强电力可靠性监督管理，提高电力系统和电力设备可靠性水平，保障电力系统安全稳定运行和电力可靠供应，国家能源局实施《电力可靠性监督管理办法》，每年统一发布年度全国电力可靠性指标和电力可靠性评价结果。

目前，我国仍以火力发电机组为主，因此火力发电机组与设备的可靠性直接影响着电力可靠性。为此本节根据中国电力联合会的数据，对 2016 年火力发电机组与设备的可靠性进行统计分析，供电厂有关人员参考。

#### 一、2016 年火力发电总体形势

2016 年，全国发电量 59897 亿 kWh（同比增长 5.2%），其中，火电 42886 亿 kWh（同比增长 2.4%），其中燃煤（包括煤矸石）39058 亿 kWh（同比增长 1.3%），燃气 1881 亿 kWh（同比增长 12.7%）；水电 11807 亿 kWh（同比增长 6.2%），其中抽水蓄能 306 亿 kWh（同比增长 94%）；核电 2132 亿 kWh（同比增长 24.4%）；风电 2410 亿 kWh（同比增长 30.1%）；太阳能发电 662 亿 kWh（同比增长 72%）。

2016 年，全国发电装机容量为 164569 万 kW（同比增长 8.2%），其中，火电 105388 万 kW（同比增长 5.3%），其中燃煤（包括煤矸石）94259 万 kW（同比增长 5.3%），燃气 7008 万 kW（同比增长 6.1%）；水电 33211 万 kW（同比增长 3.9%），其中抽水蓄能 2669 万 kW（同比增长 15.9%）；核电 3364 万 kW（同比增长 23.8%）；风电 14864 万 kW



(同比增长 13.2%)；太阳能发电 7742 万 kW (同比增长 81.6%)。但发电设备利用小时数进一步降低，只有 3785h (见图 1-1)。

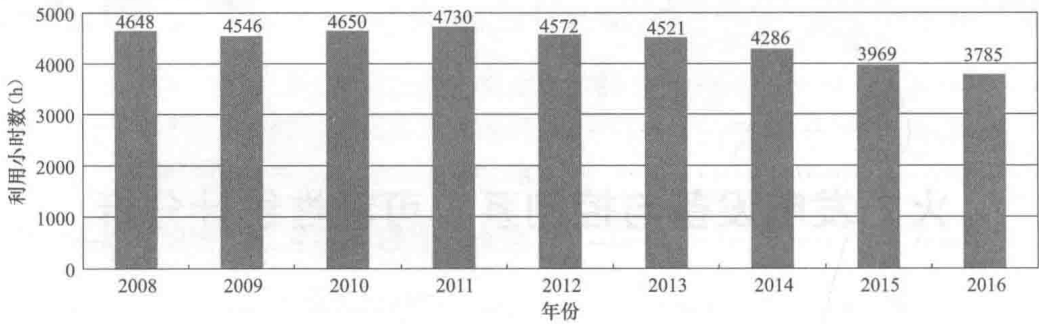


图 1-1 发电设备历年平均利用小时数

概括性总结 2016 年火力发电的总体形势，由于受环保政策、国内部分地区产能过剩、发电运营成本控制压力及非化石能源发展快速增长的影响，火电机组的发电量增速明显大幅度放缓，进而导致火电设备利用小时数进一步降至，其中 600MW 及以上火力发电设备利用小时数 4165h (见图 1-2)，为 1964 年以来年度最低 (一般 5500h 是煤电机组规划设计的基准线，如果利用小时数低于 5000h 即可认为存在装机过剩，所以此煤电利用水平仅为设计基准的 75.7%)。

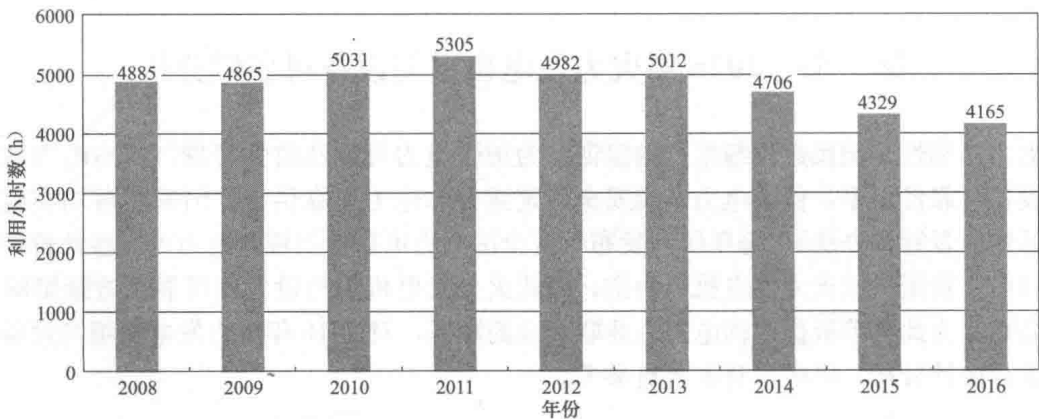


图 1-2 历年火力发电设备利用小时数 (600MW 及以上)

而 2016 年全国总体发电设备利用小时数情况为：

(1) 火电净增装机容量比上年明显减少，设备利用小时数创 1964 年以来年度新低。设备利用小时数 4165h，比上年降低 199h。

(2) 水电投资连续四年下降，设备利用小时数保持较高水平。设备利用小时数 3621h，比上年提高 31h，为近 20 年来的年度第三高水平。

(3) 风电投资理性回落，全年净增并网风电装机 1743 万 kW，比上年减少 1684 万 kW。设备利用小时数 1742h，同比提高 18h，西北、东北等地区弃风情况突出。

(4) 并网太阳能发电装机容量及发电量高速增长，设备利用小时数比上年下降。并网



太阳能发电设备利用小时数 1125h, 同比下降 99h, 降幅比上年扩大 88h, 西北地区弃光情况较为突出。

(5) 核电装机及发电量快速增长, 设备利用小时数持续下降。设备利用小时数 7042h, 同比下降 361h, 已连续 3 年下降。其中, 辽宁核电设备利用小时数为 4982h, 主要是因东北地区电力过剩, 加之近两年多台核电机组陆续投产, 导致部分核电机组降负荷运行, 甚至停机备用。

火电机组利用小时数下降不仅反映了装机过剩的情况, 同时也给所有发电公司以设备稳定运行多接带负荷来提升和保证盈利能力的生产经营模式提出了挑战, 因而强化设备维护治理、及时消除设备缺陷、减少机组非计划停运次数就成为一项重中之重的工作。

作为火电机组安全、稳定、高效运行技术保障的重要一环, 热工自动化对火电机组在保证稳定运行的基础上实现深度调峰、机组灵活性提升、超低排放以及节能改造等关键技术实施方面都提出了新课题和更高要求, 特别是在增强机组调峰能力、缩短机组启停时间、提升机组爬坡速度, 增强燃料灵活性、实现热电解耦运行及解决新能源消纳难题, 减少不合理弃风、弃光、弃水等方面尤显重要, 因为其直接关系到能否有效拓展火电机组运行经营绩效的问题。

## 二、2016 年火电机组可靠性概要情况

根据国家能源局和中国电力企业联合会发布的数据统计, 2016 年燃煤机组 (1752 台) 共发生非计划停运 605 次, 非计划停运总时间为 34983.32h, 平均 0.35 次/台年和 17.72h/台年, 与 2015 年比, 非计划停运次数升高 29 次, 非计划停运时间减少 7276.49h; 平均停运次数升高 0.01 次/台年, 平均停运时间减少 6.72h/台年。其中, 持续时间超过 300h 的非计划停运共 20 次, 非计划停运时间 8693.76h, 占全部燃煤机组非计划停运总时间的 24.85%。对比情况如表 1-1 所示。

表 1-1 2015、2016 年全国火电机组非计划停运情况比较

项目 年度	非停台次 (次)	非停时间 (h)	平均非停台次 (次/台年)	平均非停时间 (h/台年)
2016	605	34983.32	0.35	17.72
2015	576	42259.81	0.34	24.44
同比减少	29	-7276.49	0.01	-6.72

前三类非计划停运即强迫停运发生 564 次, 强迫停运总时间 29511.49h。占全部燃煤机组非计划停运总时间的 84.36%。强迫停运平均 0.33 次/台年和 15.01h/台年。

2016 年, 火电 1000MW 以上容量机组为 80 台, 同比增加 13 台, 等效可用系数 91.61%, 利用小时数 4852.6h, 强迫停运 0.33 次/台年和 11.31h/台年。

从 2016 年机组可靠性可以看出, 2016 年火电机组利用小时数同比减少 3.79%, 非计划停运次数同比增加 5%, 随着火电机组平均利用小时数降低, 火电机组可靠性呈下降趋势。

在三大主设备中, 锅炉引起的非计划停运平均 0.1 次/台年和 8.84h/台年, 占全部燃煤机组非计划停运总时间的 44.37%, 见表 1-2。锅炉、汽轮机、发电机三大主设备引发的非计划停运占到了全部燃煤机组非计划停运总时间的 58.96%。



表 1-2 三大主设备引发非计划停运的比重

序号	主设备	停运次数 (次/台年)	停运时间 (h/台年)	占停运时间百分比 (%)
1	锅炉	0.1	8.84	44.37
2	汽轮机	0.04	2.19	10.99
3	发电机	0.02	0.72	3.6

发生非计划停运的责任原因中产品质量不良为第一位, 平均 0.1 次/台年和 5.7h/台年, 见表 1-3。

表 1-3 非计划停运的前三位责任原因

序号	责任原因	停运次数 (次/台年)	停运时间 (h/台年)	占停运时间百分比 (%)
1	产品质量不良	0.1	5.7	28.62
2	检修质量不良	0.04	3.08	15.48
3	施工安装不良	0.04	2.83	14.22

如表 1-4 所示, 按照 2016 年燃煤机组非计划停运事件持续时间长短划分为五个等级, 停运次数最多的是小于 10h 的非计划停运事件, 占 40.50%, 其次在 10~100h 的区间内, 占机组总非计划停运次数的 39.67%。

表 1-4 非计划停运事件按持续时间划分表

等级	停运时间 (h)	停运总次数 (次)	占停运次数百分比 (%)
1	<10	245	40.50
2	10~100	240	39.67
3	100~500	116	19.17
4	500~1000	4	0.66
5	1000	0	0

注 停运时间的数值范围中, 下限值包含, 上限值为不包含。

2012~2016 年 200MW 及以上容量火电机组主要辅助设备 (磨煤机、给水泵组、送风机、引风机和高压加热器) 运行可靠性情况见表 1-5。

表 1-5 2012~2016 年 200MW 及以上容量火电机组主要辅机设备运行可靠性情况

辅助设备分类	统计台数 (台)	运行系数 (%)	可用系数 (%)	计划停运系数 (%)	非计划停运系数 (%)	非计划停运率 (%)	
磨煤机	2012	5014	64.89	93.95	5.88	0.15	0.23
	2013	5242	65.10	92.45	7.41	0.13	0.20
	2014	5509	60.61	92.68	7.78	0.02	0.13
	2015	5830	56.11	93.71	6.23	0.05	0.09
	2016	6211	53.73	92.94	7.01	0.05	0.09
给水泵组	2012	2934	52.82	94.96	4.95	0.08	0.15
	2013	3036	53.25	93.23	6.71	0.06	0.12
	2014	3110	51.62	93.29	6.36	0.02	0.09
	2015	3332	48.14	94.29	5.68	0.03	0.06
	2016	3495	46.31	93.99	5.97	0.04	0.08

续表

辅助设备分类		统计台数 (台)	运行系数 (%)	可用系数 (%)	计划停运系数 (%)	非计划停运系数 (%)	非计划停运率 (%)
送风机	2012	2104	79.03	94.78	5.20	0.01	0.01
	2013	2184	79.16	93.14	6.85	0.01	0.01
	2014	2244	75.23	93.22	6.60	0.01	0.01
	2015	2388	70.71	94.10	5.89	0.01	0.01
	2016	2511	66.69	93.50	6.50	0.00	0.00
引风机	2012	2112	78.91	94.86	5.10	0.03	0.03
	2013	2174	78.86	93.17	6.80	0.03	0.03
	2014	2257	75.12	93.17	6.54	0.01	0.03
	2015	2418	70.20	94.30	5.93	0.03	0.05
	2016	2556	66.73	93.60	6.39	0.02	0.00
高压加热器	2012	3150	78.56	94.88	5.02	0.09	0.11
	2013	3278	78.95	93.16	6.73	0.11	0.14
	2014	2423	75.17	93.13	6.81	0.17	0.10
	2015	3626	69.97	94.22	5.73	0.05	0.07
	2016	3854	66.37	93.82	6.13	0.05	0.07

图 1-3 反映出 2016 年五种辅助设备的可用系数呈下滑趋势，其中磨煤机的可用系数指标最不理想，只达到了 92.94%，是五种辅机中可用系数最低的附属设备，发生故障的概率较大，停运时间也较多。其他四种附属设备的可用系数也较同期均有所下降，说明主要辅机的管理与维护仍存在一定的问題。

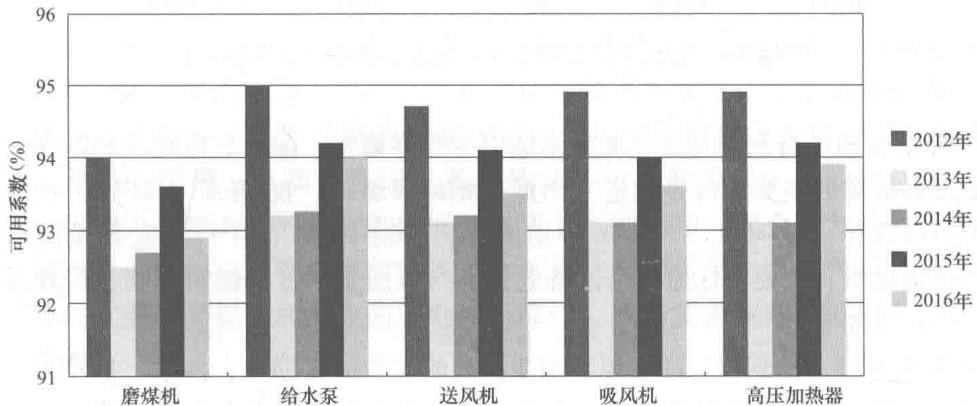


图 1-3 2012~2016 年五种辅助设备的可用系数

图 1-4 反映出近几年来五种辅助设备的运行系数均呈下降态势，2016 年达到最低值，这对应了机组利用小时数的不断走低，致使辅机的运行小时数下降。

图 1-5 反映出近年来虽然磨煤机发生非计划停运率高于其他辅机，但总体趋势还是在逐步降低的，2016 年送、引风机的非计划停运率控制在近年来的最好水平。



2016年主要辅机的非计划停运率较同期送风机、引风机分别降低0.01%、0.05%；磨煤机、高压加热器与同期持平；给水泵组较同期增加0.02%。

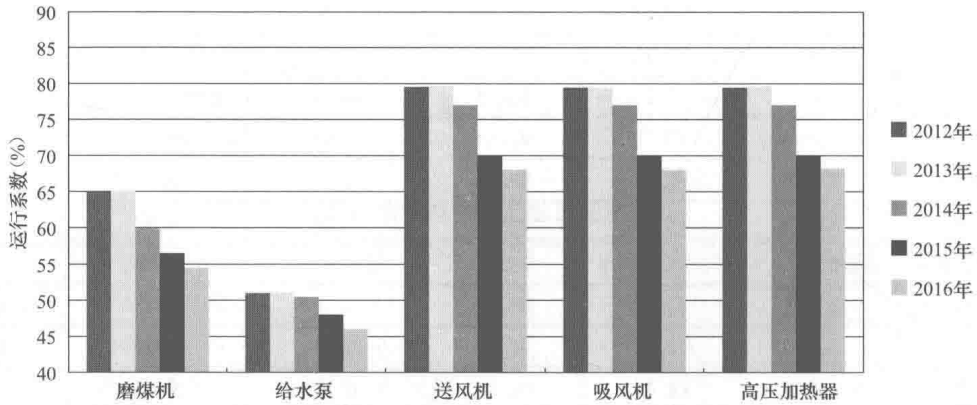


图 1-4 2012~2016 年五种辅助设备的运行系数

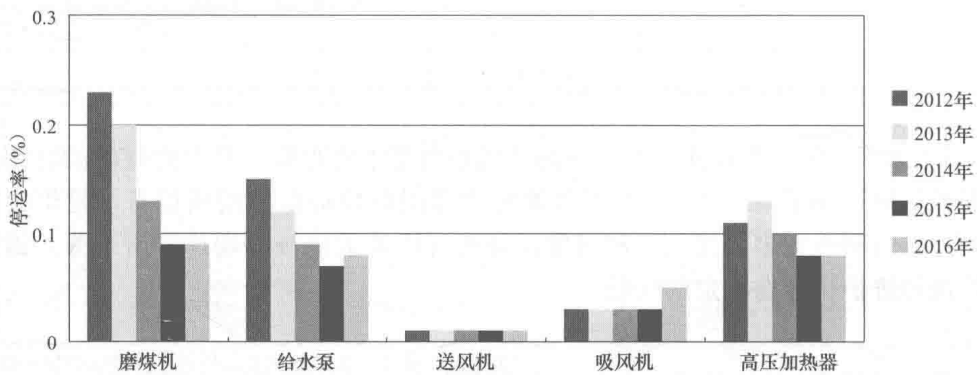


图 1-5 2012~2016 年五种辅助设备的非计划停运率

2016年磨煤机非计划停运的主要技术原因主要有堵塞、漏粉、振动大和断裂。统计显示，造成设备故障的主要部件是双进双出低速钢球磨煤机、辊-碗式（HP）中速磨煤机冷却水系统石子煤斗、辊-环式（MPS）中速磨煤机；辊-碗式（HP）中速磨煤机本体出口管，磨煤机电机。主要责任原因是设备老化、产品质量不良、燃料影响、检修质量不良及规划、设计不周等。

2016年给水泵非计划停运的主要技术原因列前五位的是漏油、漏水、振动大、卡涩和机械磨损。统计显示，造成设备故障的主要部件是给水泵前置给水泵联轴器、给水泵本体推力轴承、给水泵液力耦合器升速齿轮、给水泵本体轴、给水泵电动机定子线棒等。主要责任原因是设备老化、产品质量不良、检修或施工安装不良及运行不当等。

2016年送风机非计划停运的主要技术原因列前五位的是振动大、漏油、断裂、卡涩和机械磨损。统计显示，造成设备故障的主要部件是动叶可调轴流送风机本体动叶片、动叶可调轴流送风机本体轴承、送风机电动机轴承、动叶可调轴流送风机润滑油站密封件和静叶调节轴流送风机本体轴承等。主要责任原因是设备老化、产品质量不良、管理不当、检



修质量不良和运行不当等。

2016年引风机非计划停运的主要技术原因列前五位的是振动大、温度高、变形（弯曲、扭曲、挤压）、断裂和松动。统计显示，造成设备故障的主要部件是离心引风机润滑油站油管道、离心引风机本体轴承、静叶调节轴流引风机本体轴承、动叶调节轴流引风机本体轴承和引风机电动机及轴承。主要责任原因是产品质量不良、检修质量不良、施工安装不良、管理不当和设备老化等。

2016年高压加热器非计划停运的主要技术原因列前五位的是漏水、磨损爆（泄）漏、腐蚀、裂纹（开裂）和冲蚀。统计显示，造成设备故障的主要部件是高压加热器U形管、高压加热器疏水调整门和高压加热器筒体等。主要责任原因是产品质量不良、设备老化、检修不良、管理不当和规划、设计不周等。

2016年全国火电机组热控设备可靠性的相关统计指标未公开统计和发布。但从中国自动化学会发电自动化专业委员会组织收集的涉及国内各主要发电集团的近200个热控相关故障案例调查中，也可分析出故障类型分布和引发机组非计划停运的技术原因。对这些故障类型分布所涉及的领域进行排序，由多到少分别为DCS硬件/软件、测量仪表、检修维护运行、线缆管路和电源等。在DCS硬件/软件故障方面，故障所涉及的领域排序依次是各类模块、组态软件、设计配置及网络通信等。在测量仪表系统故障方面，故障所涉及的领域排序依次是测量表计、执行机构、系统干扰、独立仪表及取样部件。在检修维护运行故障方面，故障所涉及的领域排序依次是维护消缺不到位、安装不当、运行操作不当及检修试验有问题。在线缆管路故障方面，故障所涉及的领域排序是线缆和管路。在电源系统故障方面，故障所涉及的领域排序依次是电源装置、设计配置和维护检修不当。详细分析见本章第二节内容。

## 第二节 2016年热控系统故障原因统计分析 with 预控

随着机组容量的增加，热工自动化系统的可靠性在机组安全经济运行中越来越占据主导地位。但从可靠性来说，随着热控系统监控功能的不断增强，范围迅速扩大，故障的离散性也增大，使得组成热控系统的控制逻辑，保护信号取样及配置方式，控制系统、测量和执行设备、电缆、电源、热控设备的外部环境以及为其工作的设计、安装、调试、运行、维护、检修人员的素质等任何一个环节出现问题，都会引发热控保护系统不必要的误动或机组跳闸，影响机组的经济安全运行。由此可见，电力可靠性离不开热控系统的可靠性支撑，要提高和深化拓展电力可靠性，就需要重视热控系统各个环节的故障处置与预控。

### 一、2016年热控系统故障原因统计分析

123起热控系统典型故障引起机组异常事件的原因分类见图1-6。

由图1-6可见，维护运行及线缆管路排第一位，DCS系统硬件和软件故障排第二位，其次为常规仪表故障。

#### （一）DCS系统硬件、软件故障统计分析

收集统计的DCS系统硬件、软件故障37起，分类见图1-7。

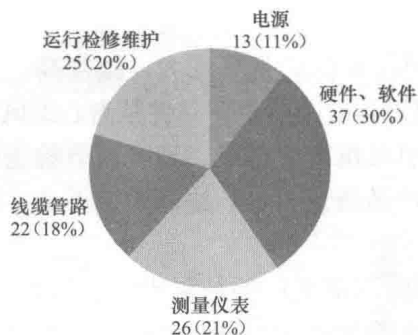


图 1-6 热控系统故障原因分类

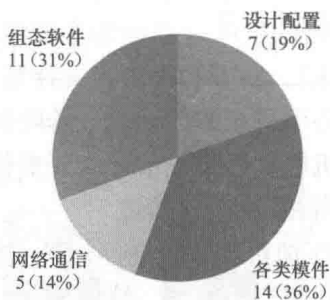


图 1-7 DCS 系统硬件、软件故障分类

由图 1-7 可见，各类模件故障是影响 DCS 系统安全运行的重要因素，其次是组态软件和设计配置隐患。

(1) 14 起各类模件故障发生位置分类见表 1-6。

表 1-6 各类模件故障发生位置分类

序号	故障发生位置	次数	备注
1	PLC 模件	1	
2	ETS、DEH 继电器	2	各 1 次
3	TSI 模件	3	
4	DEH 模件	3	
5	DCS 控制模件	5	

(2) 11 起组态软件故障发生原因分类见表 1-7。

表 1-7 组态软件故障发生原因分类

序号	故障发生原因	次数	备注
1	误装软件	1	
2	DEH 软件异常	2	
3	TSI 软件异常	2	
4	DCS 软件异常	6	

(3) 7 起设计配置不当的类型分类见表 1-8。

表 1-8 设计配置不当的类型分类

序号	设置不当类型	次数	备注
1	壳体温度设计不当	1	
2	交换机连接设计不当	1	
3	DEH 软件设计不当	2	
4	DCS 软件设计不当	3	

(4) 5起网络通信故障为：DCS网络故障3起，公用系统网络和网络交换器故障各1起。

在37起硬件、软件故障中，除DCS硬件具有突发性故障防范手段有限外，其他18起（占48.6%）故障若能加强组态验收、验证把关是可以有效避免的。

(二) 测量仪表系统故障

26起测量仪表故障分类见图1-8。

(1) 7起测量表计故障发生位置分类见表1-9。

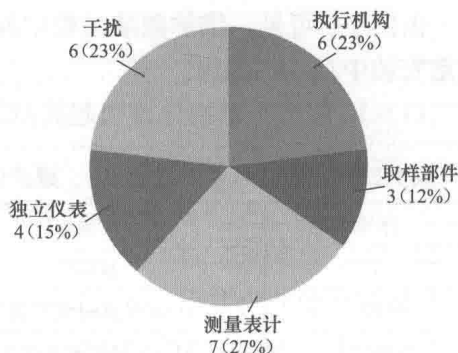


图 1-8 测量仪表系统故障分类

表 1-9 测量表计故障发生位置分类

序号	故障发生位置	次数	备注
1	压力开关	1	
2	熔丝	1	
3	转速探头	1	
4	压力变送器	2	
5	反馈开关	2	LVDT 和位置开关各 1 起

(2) 6起执行机构故障原因分类见表1-10。

表 1-10 执行机构故障原因分类

序号	故障原因	次数	备注
1	反馈连杆断裂	1	
2	阀门卡涩	2	
3	执行器异常	3	电动截止阀、调节阀和执行器各 1 起

(3) 6起干扰故障原因分类见表1-11。

表 1-11 干扰故障原因分类

序号	故障原因	次数	备注
1	雷击	1	
2	电磁干扰	2	引起温度和压力信号跳变各 1 起
3	强感应电压串入	3	

(4) 4起独立仪表装置故障原因为给水泵汽轮机综合保护装置死机、变频器单元部件故障、调速器设置不当和转速仪表故障。

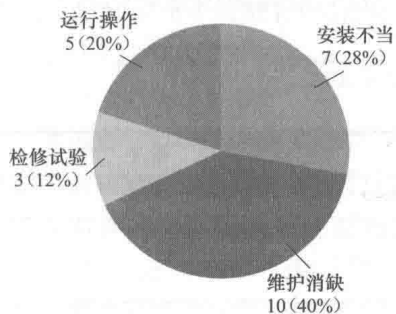


图 1-9 检修维护运行异常故障分类

(5) 3起一次元件故障原因为高压缸应力温度探头异常、TC和RTD故障。

在26起测量仪表系统故障中，大部分属于突发性故障，但如能在硬件冗余、采用巧妙的控制策略也能有效地加以预控。

(三) 检修维护运行故障

25起检修维护运行引起的异常故障分类见图1-9。





由图 1-9 可见,维护消缺过程中操作、隔离以及不规范等因素引起故障排第一位,其次是安装中存在的隐患。

(1) 10 起维护消缺失误引起故障的原因分类见表 1-12。

表 1-12 维护消缺引起故障原因分类

序号	故障原因	次数	备注
1	滤网污堵	1	
2	参数设置错误	1	
3	消缺不及时	1	
4	隔离出错	2	
5	油质不达标	2	
6	保护投撤不规范	3	

(2) 7 起安装不当引起故障的原因分类见表 1-13。

表 1-13 安装不当引起故障原因分类

序号	故障原因	次数	备注
1	变送器接头泄漏	1	
2	组态下装出错	1	
3	更换阀门操作不当	1	
4	试验模块接头泄漏	2	
5	管路安装不规范	2	方向装反和坡度相反

(3) 5 起运行操作不当引起的故障包括操作不当引起风机失速 1 起、操作不当引起机组 RB 动作 1 起、操作不当造成燃气轮机(简称燃机)天然气压力低保护动作 1 起以及操作不当导致汽包水位低低保护动作和给水流量低保护动作各 1 起。

(4) 3 起检修试验引起的故障包括检修过程试验时导致机组非停 1 起、试验操作失误引起直流系统 I 组母线失电导致机组跳闸 1 起和试验操作不规范引起脱硫保护动作导致机组跳闸 1 起。

在这 25 起故障中,如能加强各类技术人员的责任心和运行人员的操作水平,定期分析、及时处理缺陷,绝大部分是可以避免的。

#### (四) 线缆管路故障

22 起线缆和管路故障中,线缆故障 12 次、管路故障 10 次,故障原因分类见表 1-14 和表 1-15。

表 1-14 线缆故障原因分类

序号	故障原因	次数	备注
1	接线错误	1	
2	接线松动	5	
3	信号线缆烫坏、破损	6	

信号线缆故障中,绝缘损坏和接线松动是主要原因。