



火电机组典型案例

技术分析及防范措施

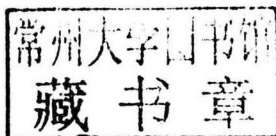
淮南市电机工程学会 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

火电机组典型案例 技术分析及防范措施

淮南市电机工程学会 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

当前,火力发电已步入大容量、高参数、高自动化发展时期,600MW及以上机组已逐渐成为火力发电主力机组,由于设计、制造、安装、运行、维护等方面原因,主要设备故障、主要辅机非停及机组非计划性停运等事件时有发生。从保障电力生产安全的角度出发,结合火电厂运行和检修中发生的各类异常事件,对这些典型的案例进行详细的分析和总结,并从理论和实践的基础上提出相应的防范措施。由淮南市电机工程学会、安徽淮南平圩发电公司、安徽淮南平圩电力检修工程公司组织电机工程学会会员及工程技术人员编写了《火电机组典型案例技术分析及防范措施》一书。

本书共分五章,从汽轮机、锅炉(含电焊、金检)、热控、电气、辅机(含脱硫、燃料、除灰、化水)五个专业角度入手,分别分析了其典型案例发生的原因、理论支持、防范措施和改进建议。

本书可供电厂运行、安装、检修、调试人员和技术管理人员参考、学习使用。

图书在版编目(CIP)数据

火电机组典型案例技术分析及防范措施/淮南市电机工程学会主编. —北京:中国电力出版社,2011.11

ISBN 978-7-5123-2293-6

I. ①火… II. ①淮… III. ①火力发电—发电机组—事故处理—案例 IV. ①TM621.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第223099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)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2012年3月第一版 2012年3月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 14.25印张 345千字 1插图

印数 0001—3000册 定价 45.00元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失

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

《火电机组典型案例技术分析及防范措施》

编委会

主任：程伯儒

副主任：黄晨 蒋春涛 范守祥

委员：刘安堂 程东科 方晓东 胡相余

主编：檀炜 陈涛

副主编：薛小威 王伟 丁磊 吴长春 李锋

编写人员（不分先后顺序）：

柏华斌	邢伟	孟涛	丁磊	朱东生	刘连方
夏嵩	王颖博	李涛	王斌	李军	吴云峰
王亮	杨立新	王维桂	杨金矿	张传锐	张杰
陶建民	刘俊林	胡宇	吴长春	米纪友	许俊林
龚攀	王文保	李义成	夏修河	董力	韩忠国
舒作义	徐军	彭以述	武立云	黄坤	张志强
于旭	郑彪	薛小威	赵兰	刘永友	曹冕
朱庆连	闻德普	王虎	邹亮	刘量	王玉友
许克田	伍淮亮	李瑞昭	迟诚	景松	侯军利
韩朝宏	王伟	王健	曹春荣	高强	聂士龙
张德好	卢彪	何红涛	沈洪涛	纪开容	王军
胡蓉	郭韧强	王晨	杨雷	于焕伟	王军权
周必军	李锋	陈斌	张大勇	陶全胜	尹杰
李建					

序

安全生产是发电企业永恒的主题，是企业效益最大化的前提，是企业可持续发展的基本条件。保障安全生产重要条件之一是机组的精心维护和合理检修，而提出问题、分析问题、解决问题的过程正体现了生产一线工程技术人员基本技能和实践经验。本书所列案例均来自生产现场运行机组辅机异常的总结和分析，是工程技术人员学习、借鉴的很好素材和经验反馈。

本书具有以下特点：

(1) 内容全面，实用性强。本书几乎涵盖了火力发电厂所有专业的各个环节，既有理论分析，又有案例分析；既有实践经验，又有改进措施的建议。

(2) 目标明确，针对性强。本书主要针对电力检修人员培训而编写的，全书从分析事件原因着手，紧紧围绕处理过程及方案执行，阐述作业人员具备的理论和技能。

(3) 通俗易懂，可读性强。本书将一些较为抽象的内容用图表、图像或数字来表述，使读者更容易理解和接受，更好地适应了现代发电检修工作的需要。

在此，特借本书出版之际，向对本书出版和编辑过程中给予帮助和支持的各级领导和专家表示由衷的感谢。

444

前言

电力生产是一项工序严谨、流程复杂的系统工程。近年来，随着国民经济快速稳定增长，电力工业正高速前行，大批大容量、高参数、高自动化、洁净环保型机组得到快速发展。但由于设计、制造、安装、检修、运行等方面原因，火电机组主要设备故障及机组非停等事件时有发生。本书汇编近年来火电机组主要设备故障及机组非停等事件，重点分析事件发生的原因，并对每一案例给予了充分的理论分析、防范措施、改进方法及合理建议。本书所列案例均来自于生产一线技术工程人员的实践和总结。

坚持“安全第一、预防为主、综合治理”安全方针是发电企业的立企之本。而专业技术人员的技能水平和实践经验是保障发电企业安全稳定生产的基石。技术是生产管理的基础，技术总结和交流是提高企业生产管理层次、生产技术人员技能水平的最有效手段。鉴于此组织编写本书，共同学习、共同提高、共享资源。

全书由檀炜、陈涛主编，其中第一章由丁磊汇编，第二章由吴长春汇编，第三章由薛小威汇编，第四章由王伟汇编，第五章由李锋汇编，全书由丁磊统稿。

本书在编写过程中，得到了很多领导和各专业技术人员的关心和技术支持，淮南市电机工程学会领导在百忙之中对本书的编写也给予很大的关注，在此表示衷心的感谢。

限于编者水平，加之时间仓促，文中疏漏差错在所难免，敬请广大读者批评指正。

编者

2011年8月

目录

序
前言

第一章 汽轮机设备..... 1
 第一节 概述..... 1
 第二节 汽轮机及其辅助设备典型案例..... 2
第二章 锅炉设备 73
 第一节 概述 73
 第二节 锅炉及其辅助设备典型案例 73
第三章 热控设备..... 112
 第一节 概述..... 112
 第二节 热控设备典型案例..... 112
第四章 电气设备..... 157
 第一节 概述..... 157
 第二节 电气设备典型案例..... 157
第五章 辅机设备..... 194
 第一节 概述..... 194
 第二节 辅机设备典型案例..... 194
参考文献..... 219

第一章

汽轮机设备

第一节 概述

汽轮机是发电厂中的重要组成部件，随着发电机组朝着高参数、大容量、高自动化方向发展，以及发电效率提高的需要，汽轮机系统越来越复杂。汽轮机系统主要包括汽轮机本体及其附属的润滑、控制、保安、盘车等系统，主蒸汽、再热蒸汽系统，旁路系统，回热抽汽系统，凝结水系统，主给水及除氧系统，加热器疏放水系统，开式水系统，闭式水系统，定子冷却水系统，轴封系统，循环水系统等。电厂有这么多的分系统，随之而来的是设备出现故障的可能性也随之增加，故障带来的危害性也逐渐增大。国内外已发生多起汽轮发电机组整机毁坏事故，设备故障所导致的重大经济损失和人员伤亡的事件时有发生。因此，增强对汽轮机系统常见故障分析判断与解决处理的能力，提高检修维护水平，是保证机组安全稳定运行的重点。

由于汽轮机系统复杂，设备众多，其发生的运行异常及设备缺陷的表现形式也多种多样。

(1) 汽轮机本体常见缺陷：主要有异常振动、转速波动、叶片断裂和腐蚀、轴瓦磨损等。

(2) 调速系统缺陷：主要表现在油质恶化、冷油器泄漏、油压不稳、系统漏油、油温异常、调速部套卡涩、蓄能器失效、密封油压差不稳、发电机进油、油系统失火等。

(3) 汽轮机热力系统缺陷：凝汽器真空低、胶球收球率低；泵类设备振动大、轴承温度高、电机过流、出力减小、轴封泄漏、盘根过热；加热器端差异常、水位异常；汽水系统阀门内漏、外漏，阀芯脱落，动作卡涩，阀位波动等。

为了及时消除汽轮机设备缺陷或隐患，需要加强汽轮机正常运行中的维护，这也是保护汽轮机的安全与经济运行的重要环节之一。重视设备的定期检查，对汽轮机重要参数进行监视。主要监视的项目有蒸汽压力和温度、真空、机组振动、转子轴向位移、汽缸热膨胀、机组的异音、循环水的进口温度及水量、油压、油温、油箱油位、油质和油冷却器进出口水温、水泵的振动、轴承温度、油位等。特别是对各项的变化趋势进行检查和记录，这对防止事故发生、查明事故原因和制定处理措施都是很有必要的。

第二节 汽轮机及其辅助设备典型案例

案例1 给水泵汽轮机振动大跳闸

一、事件经过

2009年4月28日02:53:49, 某电厂2号机组负荷为384MW, B/C/D/F磨运行, 2号机组“小汽轮机A或B跳闸”光字牌报警, 小汽轮机B的1号、2号轴承突然振动大跳闸, 出口门自关, 电泵自投, 2号机组自动发电控制(Automatic Generation Control, AGC)及一次调频自切, F磨自跳, 立即提电泵转速稳定汽包水位, 手动投A层小油枪及AB油层, 负荷稳定在330MW后, 分别停运AB油层及小油枪运行, 调整轴封汽压力正常, 4:02投入2号机组AGC及一次调频。首次跳闸的1号、2号轴承振动曲线见图1-1。

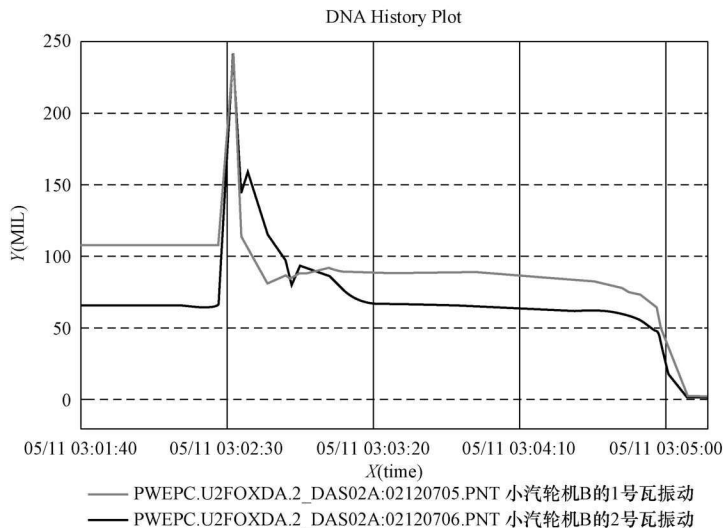


图 1-1 首次跳闸的 1 号、2 号轴承振动曲线

检查惰走时间正常, 调出轴瓦以及推力轴承瓦温曲线正常, 就地检查未见异常, 随即决定挂闸冲转。06:30解除2号机组给水50%RB保护(FSS和CCS两路), 冲转2号机组小汽轮机B。当低调门缓慢开到50%开度时, 小汽轮机B仍然不转动, 稍后, 小汽轮机B转速突然上升至1250r/min, 随之轴瓦剧烈振动, 现场听到小汽轮机缸内有较大的摩擦声, 就地立即将小汽轮机B打闸, 同时盘上立即关小低调门。2号机组AGC和一次调频自切, 所有投自动给煤机转速降到20t/h, 立即切除汽轮机“遥控”, 手动投AB+A油枪, 恢复给煤量, 稳定燃烧后停油, 事故待处理。

二、原因分析

11:15召开现场技术分析会: 根据2B小汽轮机冲转情况, 初步判断缸内动静间发生摩擦造成轴瓦振动, 当即决定2B小汽轮机由运行人员做好隔离措施后检修做好解体检查准备, 同时联系相关单位准备下次冲转时的测振工作, 必要时进行转子配重动平衡试验。到12日晚, 共做了以下检查:

(1) 11 日 11:00 左右, 小汽轮机系统隔离。关闭排汽蝶阀, 停小汽轮机轴封系统, 隔离小汽轮机高低压阀座疏水、小汽轮机本体疏水, 手动关闭排汽蝶阀, 同时开启第三台真空泵。大机真空稳定在 96.4kPa, 确认汽侧隔离成功。

(2) 12:00 手动连泵盘小汽轮机转子, 盘动正常。

(3) 下午对轮解体后, 分别盘动小汽轮机转子、给水泵正常, 检查无异音。

(4) 18:00 揭开 1 号瓦检查推力瓦块无磨损。

(5) 22:00 检查 1 号轴承上瓦无磨损且间隙基本合格, 24:00 翻下瓦检查无磨损, 检查小油挡轻微磨蹭, 修复。

(6) 12 日 00:30 检查 2 号轴承上瓦无磨损且间隙基本合格, 2:00 翻下瓦检查无磨损, 检查小油挡轻微磨蹭, 修复。

(7) 12 日 03:30 打开排汽管人孔, 在排汽管弯头处发现一根角铁和温度测量管。

(8) 12 日 11:00 从小汽轮机排汽管直管搭脚手架检查发现末级叶片有明显磨损, 叶顶磨损量为 0.70mm 左右, 在末级叶片顶部汽缸的正下方有 600mm 左右长的一段摩擦痕迹, 测量末级叶顶间隙均大于标准值的上限 2.20mm, 如图 1-2 所示。

(9) 目视检查末级叶片拉筋有一处断裂, 如图 1-3 所示。



图 1-2 末级叶片有明显磨损

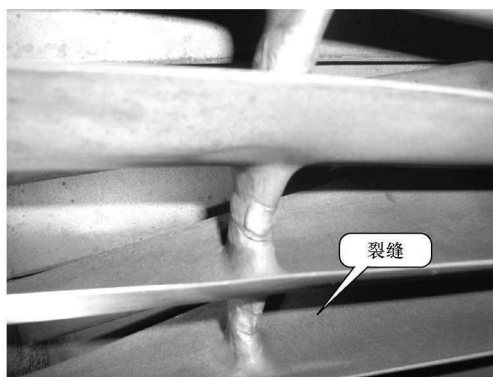


图 1-3 末级叶片拉筋有一处断裂

根据上述检查情况, 当时分析有三点原因:

(1) 缸内小部件脱落至末级叶顶处, 造成末级叶顶与缸体摩擦, 引起 1 号、2 号轴振突然增大。

(2) 缸体变形造成动静突然摩擦引起轴振突然增大。

(3) 运行参数的突然变化造成缸内部件的突然变化引起轴振突然增大。

解体检查工作于 12 日 20:30 左右全部结束, 要求运行立即恢复措施, 22:12 满足 2B 小汽轮机的冲转条件, 冲至 600r/min 暖机, 轴振、瓦温正常, 就地振动正常, 无摩擦声。10min 后升速, 轴振逐渐增大, 就地测量轴承座水平方向振动增大明显, 22:30 达到 1950r/min 时, 轴振 188 μ m 小汽轮机跳闸; 22:40, 小汽轮机重新复置后再次冲转 1600r/min 暖机, 有关参数如表 1-1 所示。

暖机时, 1 号、2 号轴振降幅不大。升速时, 前后轴承的轴振、瓦振增长很快, 1813r/min 时, 2 号轴承振动大跳闸, 就地测量前后轴承座瓦振水平方向大于 100 μ m; 23:55, 小汽轮

机 B 再次复置后，冲转 1000r/min 暖机，第三次冲转仍然振动大跳闸。现场没有听到明显的摩擦声，就地检查发现前端两侧汽缸台板与基础支撑台板之间有明显的缝隙（检查两侧前端 0.80mm 左右），原来的油漆表面出现裂缝，而后端没有翘起的间隙，如图 1-4 所示。

表 1-1 有 关 参 数

转速 (r/min)	1 号轴振 (μm)	2 号轴振 (μm)	1 号瓦温 ($^{\circ}\text{C}$)	2 号瓦温 ($^{\circ}\text{C}$)	轴向位移 (μm)
0	2	2	38	39	11
600	63	75	64	74	125
1500	100	116	41	49	135



图 1-4 汽缸台板与基础支撑台板之间的缝隙

就地检查发现 2B 小汽轮机排汽管扩建端膨胀节向凝汽器侧严重塌陷，膨胀节端盖加强筋两处发生断裂，拉杆严重变形，排汽管与吊架脱离悬空，如图 1-5 所示。



图 1-5 小汽轮机排汽管扩建端膨胀节端盖加强筋两处发生断裂，拉杆严重变形

综合以上检查处理过程，判断 5 月 11 日 2 号机组小汽轮机 B 第一次振动大跳闸，原因是小汽轮机 B 排汽管膨胀节变形，端盖加强筋工字缸开裂，造成小汽轮机 B 下缸翘起，未

级叶顶与缸体磨蹭，造成小汽轮机 B 的 1 号瓦、2 号瓦振动跳闸。

随后冲转时，缸体变形未消除，末级叶顶与缸体仍然磨蹭，故小汽轮机 B 低压调门开度在 50% 时，小汽轮机转速由 0 突然升至 1250r/min，1 号、2 号瓦剧烈振动，并听到异音（事后估计是排汽管温度测量管振动脱落）。11、12 日检查发现脱落的温度测量管、末级叶顶与缸体的磨蹭痕迹，当时膨胀节未明显变形，也未发现排汽管支吊架松脱，认为是异物造成动静摩擦，故于 12 日再次进行小汽轮机 B 冲转，小汽轮机依然因轴承振动大跳闸。

三、处理措施及改进建议

- (1) 现场发现膨胀节严重变形，排汽膨胀节更换。
- (2) 膨胀节拉杆、加强筋重新加工。
- (3) 排汽管支吊架整治。
- (4) 小汽轮机 B 开缸大修。

案例2 给水泵汽轮机转速波动

一、事件经过

某电厂 3 号机组采用北重—ALSTOM 设计制造的 600MW 超临界汽轮机。自投产以来，小汽轮机低负荷时转速波动现象频发，对机组的安全稳定运行构成了威胁。小汽轮机低负荷时转速波动等现象选录如下：

(1) 2009 年 3 月 31 日，进行小汽轮机 A/B 速关阀试验，发现小汽轮机 B 手动方式下转速波动（4532~4613r/min），低调阀晃动（17%~32%）。14:07，3 号机负荷 520MW，小汽轮机 B 低调阀关至 8.3% 后突然开至 79%，小汽轮机 B 转速由 3200r/min 升到 5698r/min，给水流量快速由 1300t/h 上升到 1980t/h。

(2) 2010 年 6 月 29 日，3 号机组负荷为 322MW，汽动给水泵转速为 3740r/min 左右，调门开度为 30%，给水流量为 850t/h，再循环全关时，在负荷不变、给水流量指令不变、小汽轮机转速指令不变的情况下，小汽轮机 A 低调门突然降低约 2%，造成给水量波动（774~900t/h）。

(3) 2010 年 9 月 25 日，小汽轮机 B 冲转，发现转速波动，上下波动约 500r/min，处理后提升转速，并入小汽轮机 B，发现小汽轮机 B 转速达 5400r/min 时再次出现上述情况。

同时，机组在运行中，两台小汽轮机均有实际转速与转速指令偏差大的情况，比较突出的是 3B 小汽轮机，偏差值约 ±200r/min。

二、原因分析

该小汽轮机为 NK63/71/0 型，也称之为积木块系列汽轮机。其主要参数是：①调速范围为 2600~5721r/min；②危急保安器动作转速为 6250r/min；③电超速跳闸转速为 6180r/min。其润滑油、调节油均取自同一油源，牌号为 ISO VG46。双机并联运行，驱动两台给水泵供给锅炉 100%BMCR 的给水量。汽轮机为单缸、轴流、反动式。进汽速关阀与汽缸上的法兰连接。速关阀的作用是在紧急情况下，在尽可能短的时间内切断进入汽轮机的蒸汽。工作蒸汽经速关阀进入蒸汽室。蒸汽室内装有提板式调节汽阀，油动机通过杠杆机构操纵提板（阀梁），决定阀门开度，控制蒸汽流量。蒸汽通过喷嘴流至调节级前或直接导入轮室。备用蒸汽由管道调节阀控制。管道调节阀的出口法兰连接在速关阀上。备用蒸汽经管道调节阀调节后，相继通过速关阀，调节汽阀、喷嘴，然后进入调节级做功。这个时候的调节汽阀位于全开状

态，不起调节作用。汽轮机的控制采用电—液调节系统，功能是控制机组的转速（功率），使其在规定的范围内运行。系统的调节器由用户指定的公司提供。调节器接收机组的转速信号及 CCS 的输出信号并与电站的 DCS 联网，实现对汽轮机转速的控制，来调节给水泵的流量。调节器布置在中控室，调节器的输出通过布置在汽轮机前部的电液转换器实现对液压部分的控制，而达到控制调节汽阀的开度。通过速关组件实现就地或中控开启速关阀。

小汽轮机进汽有三只控制阀，即速关阀、高压汽源管道调节阀和低压调节阀。速关阀常开，运行中对进汽有影响的是两只调节阀，以及控制阀门的相关电、液组件，阀门，油路。

通过对系统及设备进行分析，可能的原因有：

- (1) 调节油压不足、波动大。
- (2) 卡件、电液转换器故障，二次油压波动大。
- (3) 速关组件中节流孔、油路、阀门内部卡涩、堵塞。
- (4) 错油门二次油进口单向节流阀故障。
- (5) 错油门卡涩、波动。
- (6) 阀门开关的行程、线性、油压与行程比例等未整定好。
- (7) PID 参数（厂家提供的为经验值）不合适。

三、处理措施

(1) 首先检查供油压力。在以往的调试中曾通过各处节流阀对油压进行过调整，此次检查厂房零米调节油站出口母管压力为 0.95MPa，输送至 13.7m 运转层，油压为 0.85MPa。对系统蓄能器氮气压力检测无异常，均在标准范围内。

(2) 检查小汽轮机 MEH 转速控制元件。测量小汽轮机卡件给水流量信号输入与转速信号输出正确，从工程师站调出相关画面和历史曲线，均正常。

(3) 拆除速关组件上各试验阀、溢流阀、启动油电磁阀、停机电磁阀、速关油电磁阀及相关管路、节流孔板。检查启动油电磁阀（见图 1-6 中的件 1843）节流孔正常（ $\phi 2.5\text{mm}$ ），并对其动作情况进行检查确认。

两只电液转换器（见图 1-7 中的 6）分别向汽轮机两只调节汽阀输出二次油，它并不属于速关组件的功能元件，只是利用本体的油路集装在速关组件中。对电液转换器的阀芯进行检查拆洗，发现电液转换器的阀芯有脏物附着。彻底清理后回装。

(4) 再对各调节阀错油门二次油进口单向节流阀进行检查。该阀用以扼制、衰减二次油路中出现的压力波动，使错油门不受干扰的稳定工作。单向节流阀的外形及内部通道示意图见图 1-8。

此阀的工作原理是：二次油从 B 端通入阀体，在弹簧力和油压力作用下单向阀被压向阀座，同时二次油从单向阀的可调节流通道流向 A 端。若出现 A 端油压高于 B 端的情况，当压差大于 0.05MPa 时单向阀打开，液流不受节流的反向流动，以便快速减小阀门开度，降低小汽轮机转速。但从现场实际检查情况来看，3A、3B 两台小汽轮机共 4 台调节阀所配的单向节流阀进出口安装方向随机、不一致。此为基建遗留问题。按照阀门工作原理和厂家设计的系统图要求，对安装方向进行了调整，使二次油的流动方向为 B→A。

(5) 某汽轮机股份有限公司对调节阀执行机构采用错油门与油动机配合使用的方式，其结构如图 1-9 所示。

基本原理为：电液转换器送出的二次油压的变化使错油门滑阀产生上下运动。当二次油

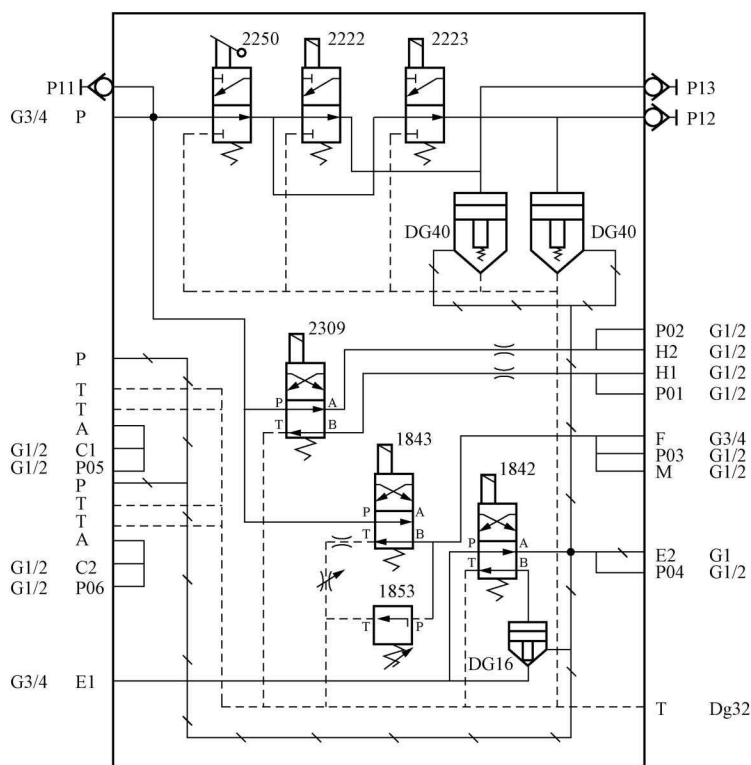


图 1-6 速关组件原理图

压升高时，滑阀上移，由接口通入的压力油进入油缸活塞上腔，而下腔与回油口相通，于是活塞向下移动，并通过调节汽阀杠杆系统使调阀开度增大。与此同时，反馈导板、弯角杠杆将活塞的运动传递给杠杆，杠杆便产生与滑阀反向的运动使反馈弹簧力增加，于是错油门滑阀返回到中间位置。

反馈系统的作用是使油动机的动作过程稳定，它通过弯角杠杆、杠杆、活塞杆及错油门滑阀构成反馈环节。弯角杠杆一端的滚针轴承顶在反馈导板上，另一端和受弹簧作用的杠杆、调节螺栓连接。

为提高油动机动作的灵敏度，对于错油门中的核心部件滑阀，某汽轮机股份有限公司采用了独特的设计，其主要特征是：在工作时错油门滑阀始终进行着旋转与振动。

1) 旋转：压力油从接口进入错油门，并经其壳体内部的通道进入滑阀中心，而后从转动盘中的径向、切向孔喷出。由于压力油从转动盘的切线方向连续喷出，所以使错油门滑阀产生旋转运动。通过螺钉调节喷油

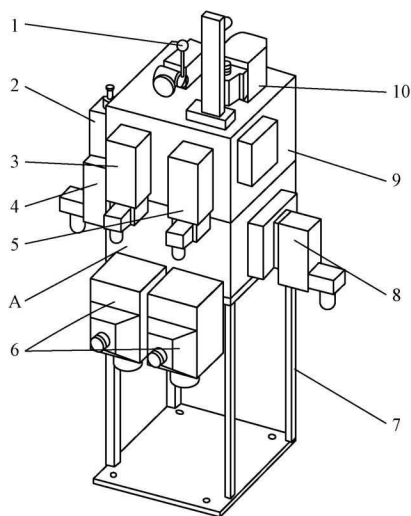


图 1-7 速关组件外观

- 1—试验阀；2—溢流阀；3—启动油电磁阀；
4—停机电磁阀；5—速关油电磁阀；
6—电液转换器；7—支座；8—停机电磁阀；
9—本体；10—手动停机阀；A——操作侧

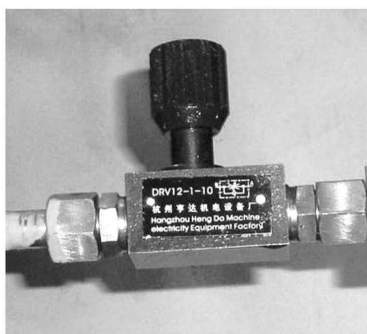
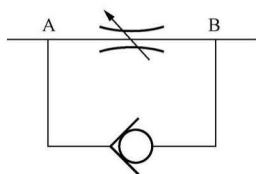


图 1-8 单向节流阀

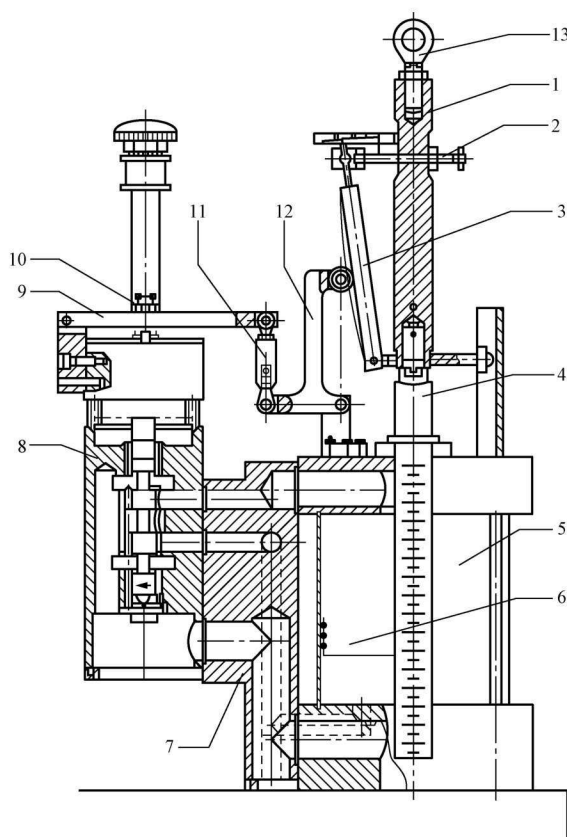


图 1-9 油动机结构图

- 1—拉杆；2—调节螺栓；3—反馈板；4—活塞杆；5—油缸；
6—活塞；7—连接体；8—错油门（错油门壳体）；9—反馈杠杆；
10—调节螺栓；11—调节螺母；12—弯角杠杆；13—关节轴承

量的大小可改变滑阀的转动频率，即振频。推荐值为 $300 \sim 800 \text{ r/min}$ ，可用专门测量仪表在螺栓套中测出，不过通常可以靠经验判断。转动盘结构见图 1-10。

2) 振动：通过在滑阀下部的一只小孔来实现。滑阀每转动一圈该孔便与回油孔接通一次，这时就有一部分二次油排出，于是引起二次油压下降并导致滑阀下降，当滑阀继续旋转小孔被封闭时，则滑阀又

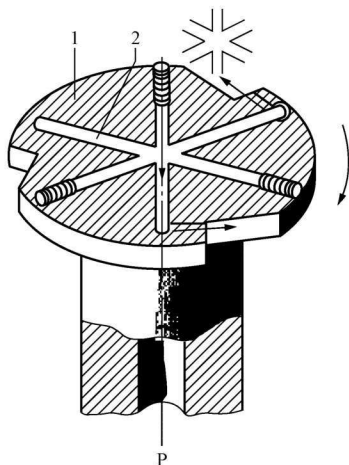


图 1-10 转动盘

- 1—转动盘；2—喷油孔

上移。因此随着滑阀的旋转，滑阀一直重复上述动作。这样，就有微量压力油反复进入油缸活塞上腔或下腔，使活塞及调节汽阀阀杆出现微幅振动，从而使油动机对调节信号的响应不会迟缓。错油门滑阀的振幅可由螺钉来调节，一般控制在 $0.20 \sim 0.30 \text{ mm}$ 。

错油门动作的灵敏度、可靠性直接关系到阀门的执行情况。长期运行中动静部分磨损、油中杂质水分等都影响了错油门内的清洁度。为此，对错油门进行解体检查。拆除端盖，取出滑

阀、旋转体组件，清理各部件。检查、疏通各油口，检查推力轴承，对错油门有摩擦的部位进行打磨。涂抹干净润滑油后回装。

(6) 对各调节阀进行静态调整。

小汽轮机挂闸，建立二次油压。检查油动机活塞必须有一定的微小振动，可通过管道内油流、活塞振动判断。调整方法是振频、振幅旋钮。振幅越小，振频越快，反应速度和灵敏度越高。管道调节阀无调节手柄，装以六角调整螺钉。

调试中发现错油门振频和振幅未调试到位，为提高反应速度和灵敏度，重新整定。查阅某汽轮机股份有限公司厂家说明书，二次油压的变化范围是 $0.15 \sim 0.45 \text{ MPa}$ ，对不合格的油压进行调整。油压调整的方法是去除电液转换器（见图 1-7 中的件 6）上的两个护罩，用改锥进行调整。其调整结果为：

- 1) 电液转换器输出 $0.15 \sim 0.45 \text{ MPa}$ 。
- 2) 油压对应 $4 \sim 20 \text{ mA}$ 电流信号。
- 3) 调节阀开度对应 $0\% \sim 100\%$ 。

上述调整合格后，再对阀门进行特性曲线调整，方法如下：

1) 从 DCS 工程师站给阀门开关指令信号，并报告反馈开度。

2) 实地检查阀门动作情况。阀门特性曲线调整时必须斜率杆（全开位时为主）与垂直杆（全关位时为主）联合调整。先对全关位，给阀门 0% 指令信号，向下旋紧错油门顶部调节螺丝，直至阀门全关，再旋松螺丝，在阀门将要动作时，锁紧螺丝，定为全关位。通过活塞杆上调节螺栓调整反馈导板的斜度可改变二次油压与活塞杆行程之间的比例关系。给阀门 100% 指令信号，旋松反馈斜杆角度调整螺丝，到阀门全开不再动作时锁紧螺丝，定为全开位。再给阀门 50% 、 75% 等中间位信号，检查信号、行程线性。对高调阀和低调阀在工作时是否有互扰现象进行试验，结果验证无相互影响。

测出阀门行程开度与二次油压的对应情况如表 1-2 所示。

表 1-2 阀门行程开度与二次油压的对应情况

MPa

二 次 油 压	全 关 位	全 开 位
低 压 调 节 阀	0.15	0.45
管 道 调 节 阀	$0.15 \sim 0.163$	0.45

查阅低压调节阀和管道调节阀的特性曲线（见图 1-12 和图 1-13），与实际比较，基本吻合。

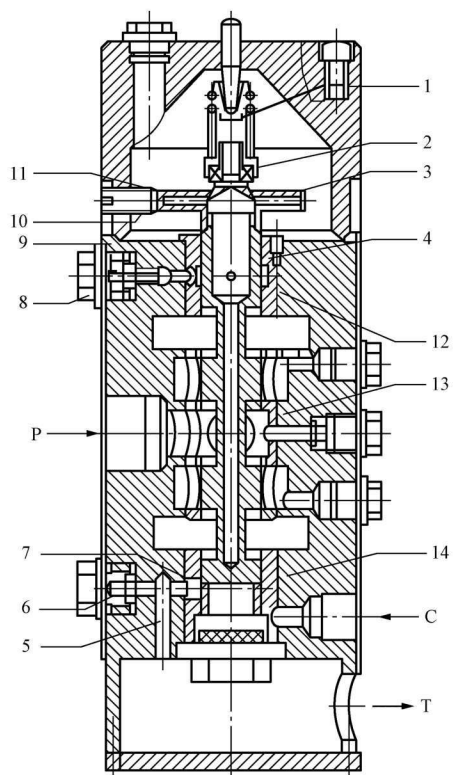


图 1-11 错油门结构图

- 1—错油门弹簧；2—推力球轴承；3—转动盘；4—滑阀体；
5—泄油孔；6、8—调节阀；7—放油孔；
9—喷油进油孔；10—测速套筒；11—喷油孔；
12—上套筒；13—中筒套筒；14—下套筒
C—二次油；P—动力油；T—回油

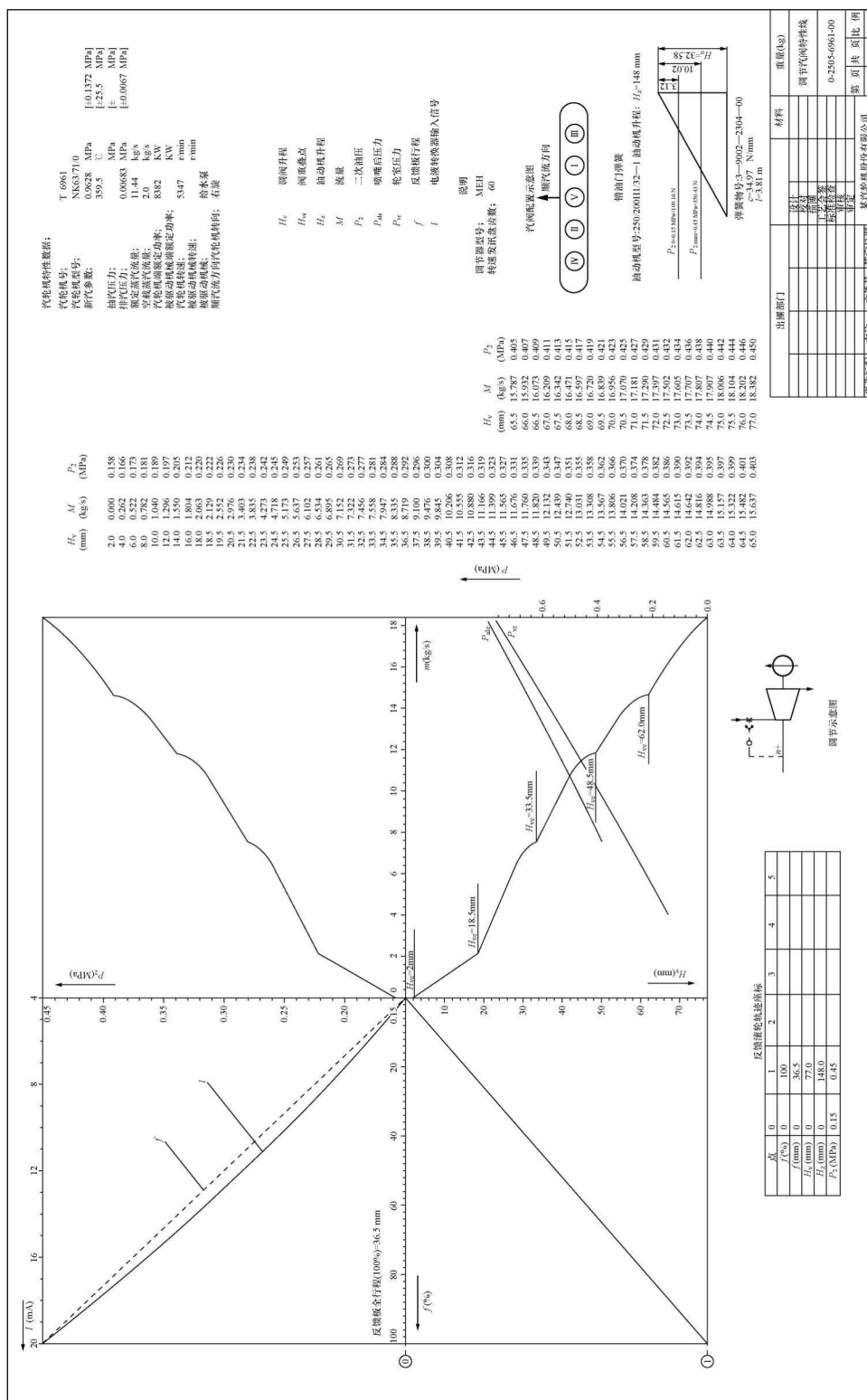


图 1-12 低压调节阀特性曲线