



# 电力监测与故障诊断技术全书

(五) 发电卷火电篇

( 2 )

国家电网公司武汉高压研究所  
二〇〇五年九月

# 目 录

## 2005 年:

01. 锅炉现场检测金相复型的应用.....陈颖敏 李育宏 李 亮 (1)
02. 电站锅炉入炉煤元素分析和发热量的软测量实时监测技术.....刘福国(4)
03. 数字图像处理技术在锅炉灭火保护中的应用.....王存旭 等(11)
04. 电极电位测量在火电机组金属腐蚀监测中的应用.....许维宗 刘成刚 陈金龙(13)
05. 发电机组实时监测和诊断专家系统的开发和应用研究.....庄加翔 (17)
06. 发电机定子局部放电检测中励磁干扰耦合规律的研究.....程养春 等(21)
07. 发电机过热的监测和预防.....肖彦鸥(26)
08. 如何诊断排除无刷硅整流发电机出现的故障.....贾启岳(29)
09. 大型发电机定子绝缘诊断和剩余寿命预测 .....李福兴(31)
10. 发电机局部放电在线监测中脉冲型干扰抑制的方法及其应用.....喇 元等(34)
11. 发电机绝缘状态在线监测.....任浩铭 (37)
12. 发电机转子匝间短路故障的分析与诊断.....王利平,孙永芳(40)
13. 发电机组转子不对中故障的诊断.....刘玉敬 王殿武 (42)
14. 高频接地技术对发电机局放检测信号的影响.....喇元 等(45)
15. 火电机组热经济性在线监测系统.....王爱军(48)
16. 火电机组信息融合故障诊断方法及其发展.....陈 非等(51)
17. 大型发电机局部放电在线监测的分析与探讨.....王天正 等(56)
18. 基于定子绕组并联支路环流特性的发电机故障识别方法.....李和明 等(59)
19. 基于 Lyapunov 指数-相轨迹的发电机组故障诊断.....侯荣涛等 (64)
20. 使用解析分层技术对大型同步发电机的故障诊断分类.....(伊朗)H. Mirabedine 等 (68)
21. 静态法检测桥铝一厂 8#发电机转子绕组匝间短路故障.....江鸿梅 宋生麒 (72)
22. Y6-35-III型汽轮机组振动故障诊断分析与治理.....赵 斌(76)
23. MATLAB 在汽轮机振动故障诊断中的应用.....程卫国 傅志中 陆文华 钱安家 (79)
24. 328.5MW 汽轮发电机组的振动分析和处理.....王希第 (84)
25. 小波分析法在汽轮发电机转子绕组匝间短路故障诊断中的应用.....刘庆河 (88)
26. 汽轮机转子碰磨振动特征实测分析.....刘玉智等 (92)
27. 汽轮机真空系统漏气测量方法.....徐传海 陆龙生(96)
28. 汽轮机机组振动的诊断与处理.....李新科等(101)
29. 汽轮发电机组轴系低频振动故障特征及其诊断实例.....王延博(103)
30. 汽轮发电机组现场动平衡诊断计算系统开发.....张荣佩等(107)
31. 汽轮发电机组半频振动的诊断及处理.....邓小文(111)
32. 汽轮发电机定子绕组直流电阻不平衡故障诊断方法.....乔彦利 刘聚辰 张 岩 (114)
33. 某 200MW 汽轮机突发性振动故障的分析诊断及处理.....宋向东 (117)
34. 基于离散 BAM 网络的汽轮发电机组振动故障诊断的应用研究.....彭 希 刘涤尘(121)
35. 基于人工神经网络的发电机转子绕组匝间短路故障诊断.....薄丽雅等(125)
36. 基于时频等高图的汽轮发电机组振动故障诊断方法研究 .....蒋东翔 等(128)
37. 气轮发电机定子铁心端部温度模型中参数的确定.....李俊卿等(134)
38. 汽轮发电机定子绕组端部振动在线监测系统的研制与应用.....杨楚明等(138)
39. 汽轮发电机多故障诊断的 SOM 神经网络方法.....张彼德等(142)
40. 汽轮发电机负荷变化时水内冷定子线棒的温度水力模型.....李俊卿 李和明(145)

41. 汽轮发电机振动故障诊断·····高洪英 马忠学 赵超(149)
42. 汽轮发电机转子不拨护环精确检测匝间短路方法探索·····谢勇 廖放(151)
43. 汽轮发电机组振动故障诊断研究·····张彼德(155)
44. 汽轮发电机组振动诊断实例·····李裕和(160)
45. 汽轮发电机组轴系稳定性诊断的研究·····呼浩 陈焰(164)
46. 汽轮机振动原因分析与诊断·····吴志军(167)
47. 图形识别在汽轮发电机组故障诊断系统中的应用·····何平 缪思恩 王吕乾 杨璋(169)
48. 中宁发电厂#2 汽轮发电机组振动故障诊断和处理·····陈建华(171)
49. 用 RTDS 进行自动励磁调节器性能检测的试验研究·····吴涛等(177)
50. 模糊 c 划分结合遗传算法诊断机组振动多故障·····张彼德 陈光稿 王庆龙(181)
51. 煤质成份在线分析仪的性能评价方法·····李锦 高山 宋磊(184)
52. 煤质成份在线检测装置·····徐军伟 崔国圣 宋兆龙(187)
53. 基于图像法温度场测量及神经网络技术的电站锅炉飞灰含碳量在线监测  
·····陈恒中等(190)
54. 火力发电厂振动传感器的低频补偿方法·····宋小良等(193)
55. 黄岛发电厂#2 炉乙吸风机转子动不平衡故障监测诊断·····谢卫乐等(197)
56. 高压加热器热交换管远场涡流检测技术的实验研究·····董亮 刘红文 林介东(200)
57. 电厂辅机转子动平衡的监督管理·····何谱今(205)
58. X-荧光能谱仪在火力发电厂检测中的应用·····王礼君 高枫 李国兴(209)
59. 火电机组火焰检测系统的分析与研究·····姜云亮等(213)
60. LY2000 型智能图像火焰检测装置在丰城发电厂的应用·····甘飞 梅德奇(217)
61. 电化学反向极化法检测汽轮机转子回火脆化的研究·····张胜寒等(219)
62. 凯里发电厂化学在线监测数据采集系统的改造及实效分析·····刘杰 吴晓伟(224)
63. 基于交叉覆盖算法的模糊神经网络在车用发电机故障诊断系统中的应用研究  
·····阚涛 娄天玲(227)
64. 带电设备红外诊断技术在发电厂的应用·····郝军等(229)
65. 200MW 机组能损实时监测系统与 MIS 系统的数据共享·····吕宾等(232)
66. DEH 在孤立网的 60MW 抽汽机组上的应用·····陈健(233)
67. 东方热电厂输煤系统的介绍·····米晓方等(236)
68. 美国 FORNEY 火检及其应用·····(239)
69. 直流系统绝缘监测综合判据·····王继伟等(241)

## 2004 年:

01. 600MW 机组锅炉分割屏爆管原因分析·····邓文俭等(242)
02. 大型电站锅炉安装中几个检测问题的探讨·····朱永贤(248)
03. 超声 TOFD 法在电站锅炉检测上的应用·····李衍(252)
04. 电站高压锅炉管座角焊缝的无损检测·····倪进飞等(257)
05. 电站锅炉积灰监测与控制系统研究·····马恩俭等(260)
06. 电站锅炉小径管超声波检测技术·····陈玉宝(264)
07. 锅炉给水泵转子动力学参数的一、二阶摄动识别研究·····刘保国等(267)
08. 基于 Internet / 本地的锅炉故障模糊诊断专家系统·····阮曙东等(273)
09. 模块化模糊网络在电站锅炉故障诊断中的应用研究·····熊浩等(276)
10. 统计回归方法在电站锅炉氮氧化物排放量监测中的应用·····白卫东等(280)
11. 发电机定子异常振动和噪声的故障诊断及治理·····颜冶平等(285)

12. 大型电机的状态监测及故障诊断技术·····刘立等(288)
13. 电力系统发电机电气状态监测与故障诊断系统·····魏延华等(291)
14. 发电机定子铁心片间短路故障诊断系统·····王劲松等(294)
15. 发电机故障监测系统研究与应用·····佟西明(298)
16. 发电机自动检测的PLC控制系统·····王培良等(300)
17. 发电机组状态监测系统技术改进·····胡忠泽(303)
18. 大型发电机主从式在线监测系统设计·····李畅等(305)
19. 发电机漏氢在线监测装置应用状况的研究·····白亚民等(307)
20. 测量数据检验和重构在火电机组性能监测系统中的应用·····黄廷辉等(312)
21. 磁记忆检测技术在火力发电机组检修中的应用·····张丙法等(315)
22. 2号汽轮发电机组在线振动监测与分析系统·····尹荣英(318)
23. 大型汽轮发电机定子绕组温度监测与故障诊断的软件实现·····刘振兴等(322)
24. 基于神经网络与专家系统的汽轮发电机组故障诊断系统·····于刚等(326)
25. 330MW机组振动在线监测及故障诊断系统·····刘子斌(330)
26. 基于状态监测的汽轮发电机定子铁心温度标准值的确定·····李俊卿等(332)
27. 汽轮发电机定子铁心端部温度的在线监测·····李俊卿等(337)
28. 汽轮发电机主励磁机振动诊断及处理·····刁立新(341)
29. 汽轮发电机组突发性振动的诊断与处理·····范雷雷等(344)
30. 汽轮发电机组振动故障浅析·····邵慧飏(347)
31. 汽轮发电机组振动现场故障诊断与分析·····张宏奎(349)
32. 汽轮机监测诊断系统中虚拟传感器的数学模型·····陈波等(352)
33. iPCS系统在中小型循环流化床机组的应用·····刘杰等(356)
34. LXRFL立式旋转热解气化焚烧炉焚烧优化控制与诊断系统·····袁宏伟等(359)
35. 超声波技术在检测真空系统泄漏中的应用·····石志标等(362)
36. 超声波流量检测技术在电力行业的应用·····孟军等(364)
37. 大型送风机风速检测系统现场标定提高测量精度的方法及应用·····华辉平(366)
38. 典型炉膛火焰图像燃烧模式识别与应用·····黄勇理等(369)
39. 电站入炉煤成分在线检测装置在黄台电厂的运用·····谈剑等(374)
40. 陡河发电厂通信监测网的建设·····王丽亭等(377)
41. 多功能智能型监测仪在电厂电气测量系统中的应用及自动化检测·····孙莉(381)
42. 改进遗传算法和神经网络在汽轮发电机组故障诊断中的应用·····潘峰等(384)
43. 高压风机异常振动故障的分析诊断与处理·····李百栋(389)
44. 火电厂冷端在线监测诊断模型及其应用研究·····田疆等(391)
45. 火力发电厂化水监测系统的研究与开发·····宋学平等(394)
46. 火力发电厂状态检修实施策略·····程惠涛等(397)
47. 基于BP网络的故障诊断方法及其在电站中的应用·····董学育(400)
48. 基于多参数的电站风机监测技术的试验研究·····王松岭等(404)
49. 基于嵌入式服务器的多元网络分布式监测系统·····黄海鹏等(409)
50. 金属磁记忆无损检测的应用·····林介东等(412)
51. 聊城2号机(600MW)高压转子叶片脱落的故障诊断·····张善鹏等(415)
52. 凝汽机组的热经济性及相应改进的诊断模型·····程威良等(418)
53. 排粉机振动故障诊断·····李国华(421)
54. 齐鲁石化热电厂计算机在线经济性诊断与分析系统·····刘建勋等(425)
55. 入炉煤成份在线检测装置在黄台电厂的运用·····谈剑等(428)

- 56. 声脉冲管道检漏在电站检测中的应用……………倪进飞等(431)
- 57. 无线电遥测在热网监测中的应用……………梁高(434)
- 58. 虚拟仪器技术在小型工业汽轮机组热力参数测试中的应用……………王强等(436)
- 59. 一种多组并联模糊神经网络用于信息融合诊断……………王天宇等(439)
- 60. 在线确定凝汽式汽轮机相对内效率的新方法……………张海林等(444)
- 61. 状态检修在邹县电厂的应用与实践……………黄臻等(447)

## 2003年:

- 01. 电站锅炉火焰检测器应用现状分析……………孙新锋(451)
- 02. 25MW抽汽机组状态监测和故障处理……………张希(453)
- 03. 30SH056汽轮发电机出线盒端罩表面开口性缺陷分析……………赖春雷(456)
- 04. 200MW机组通流碰磨的非稳定振动分析与诊断……………赵文新(459)
- 05. 200MW机组运行性能诊断的热经济学方法……………张晓东等(464)
- 06. 200MW机组振动故障的诊断及处理……………张旭峰等(469)
- 07. 300MW汽轮发电机振动故障诊断及处理……………黄玉明(472)
- 08. 3000MWe电厂锅炉炉膛截面温度场中心的实时监测研究……………黄群星等(475)
- 09. PFBC中试电站的几种特殊检测法……………王双群等(480)
- 10. TN-2000型快速煤质监测仪在柳林电厂的应用……………侯益铭等(482)
- 11. 本特利3500在国产310MW汽轮机组监测系统改造中的应用……………张新英等(487)
- 12. 磁记忆检测技术在汽轮机构件检测中的应用……………任吉林(492)
- 13. 大型电站锅炉过热器、再热器在线故障诊断系统的设计特点分析……………靳继威等(496)
- 14. 大型火电厂设备故障诊断的现状与发展趋势……………王俊新等(500)
- 15. 大型火电机组性能分析系统XPAS……………张卫伟等(503)
- 16. 大型汽轮发电机定子绕组温度水力模型……………张锋等(505)
- 17. 大型汽轮发电机组故障诊断技术现状与发展……………乔海涛等(508)
- 18. 大型汽轮发电机组振动状态远程监测与故障诊断系统的实现……………朱介南等(513)
- 19. 单相接地的特点及检测方法……………高中学等(516)
- 20. 当前电厂锅炉高温管道的蠕变检测……………刘鸣娟等(518)
- 21. 电厂辅机振动故障诊断与处理……………陈江等(520)
- 22. 电厂锅炉采用一、二次风速在线监测系统解决锅炉燃烧的调速问题……………冯涛(524)
- 23. 电厂网络中磨煤机监测系统的开发……………李春燕(527)
- 24. 电站大修中小径管探伤存在的问题及其解决方法……………毋安民(530)
- 25. 电站风机振动故障简易诊断……………余红明(532)
- 26. 电站锅炉排烟温度偏高的故障诊断软件开发……………姜焯等(535)
- 27. 电站锅炉入炉煤水分实时监测的研究……………刘福国(538)
- 28. 电站锅炉一次风速在线监测系统的软件开发……………黄侠剑等(541)
- 29. 电站铁磁构件的磁记忆检测……………任吉林等(544)
- 30. 电站在役高压给水加热器远场涡流检测……………陈前明等(548)
- 31. 豆坝电厂1号机主蒸汽管孔裂纹检测……………陈本荣等(551)
- 32. 对电厂锅炉安装中几个检测量的探讨……………朱永贤(553)
- 33. 发电机故障诊断专家系统在电厂的应用……………陈国华(556)
- 34. 发电机水冷定子线圈局部温度异常故障诊断及分析……………钱锋(560)
- 35. 发电机组辅机混合式振动监测诊断系统的研制……………谢志江等(564)
- 36. 发电机出口开关控制回路的一种特殊故障及其处理……………刘军等(566)

37. 发电机线圈的绝缘诊断技术····· (日) 德田隆士等 (569)
38. 发电机组转子机械故障诊断的 DWPT 方法····· 侯荣涛 等 (573)
39. 光学振动监测系统在发电机在线监测方面的应用与实践····· 白亚民等 (576)
40. 基于改进 BP 算法的发电机组振动故障诊断技术····· 张萍萍 等 (581)
41. 基于人工神经网络的定子绕组堵塞故障诊断新方法····· 夏伟 等 (585)
42. 模糊控制在自动化发电机组故障诊断中的应用····· 赵荣泳等 (589)
43. 氢冷发电机漏氢故障诊断····· 尹向勇 等 (592)
44. 沙角 C 电厂 2 号发电机转子接地检测装置改造····· 刘兴华等 (595)
45. 声技术在大型发电机主绝缘检测中的应用进展····· 马小芹等 (599)
46. 石化厂自备电站发电机绝缘老化诊断及剩余寿命估算····· 张新译 (604)
47. 同步发电机失磁检测中的动量自适应算法····· 朱洪波 等 (607)
48. 同步发电机转子匝间短路故障时励磁电流谐波特性分析····· 万书亭 等 (610)
49. 无刷同步发电机旋转整流器故障的实时监测····· 王海田等 (614)
50. 无刷同步发电机旋转整流器故障监测的人工智能诊断····· 王海田等 (617)
51. 小波变换在横向裂纹转子升速过程状态监测中的应用····· 钱立军等 (621)
52. 移动 Agent 在发电机绝缘状态智能诊断网络系统中的应用····· 朱刚 等 (626)
53. 分级聚类支持向量机在汽轮机故障诊断中的应用····· 崔永杰等 (629)
54. 分散型智能图像火焰检测系统的应用····· 李会军 (634)
55. 分析氢冷汽轮发电机漏油问题····· 高磊 (636)
56. 风粉在线监测系统及其在电厂旋风炉上的应用····· 徐奇焕 (638)
57. 高纯水中痕量钠离子检测技术的研究····· 田利 等 (641)
58. 供热机组的性能监测和运行优化管理系统研究····· 李蔚 等 (643)
59. 供热机组真空变化对经济指标影响的诊断方法····· 李秀云 等 (646)
60. 管道内气固两相流颗粒浓度和风速测量方法的试验研究····· 范卫东 等 (649)
61. 光脉动法煤粉实时在线监测技术进展····· 蔡小舒 等 (655)
62. 光纤分布式测温系统及在火力发电厂中的应用前景····· 戚文明 (660)
63. 锅炉高温受热面管束寿命在线监测技术研究····· 杨栋 等 (663)
64. 锅炉给水泵转子动力学参数的识别····· 刘保国 等 (669)
65. 锅炉故障诊断专家系统的知识表达····· 李莉 等 (674)
66. 锅炉过热器管壁超温的故障树诊断····· 陈坚红 等 (677)
67. 锅炉热交换器承压管管外检测机器人末端执行器的研究····· 王光荣 等 (681)
68. 锅炉一次风粉在线监测系统的设计与开发····· 张建宏 等 (685)
69. 锅炉运行模式识别方法及应用····· 王广军 等 (688)
70. 火电厂煤仓防爆安全监测系统的研究····· 张志 等 (693)
71. 火电厂烟气连续排放自动监测系统····· 朱卫东 等 (697)
72. 火灾检测报警系统在火电厂的应用····· 李伟杨 时忠明 (702)
73. 机组性能在线和能损诊断系统在石横发电厂的应用····· 陶务新 等 (704)
74. 基于 DSP 的汽轮机振动状态监测仪····· 陈小强 杨建刚 (708)
75. 基于 D—S 推理的汽轮发电机组融合诊断····· 董彩凤 等 (711)
76. 基于粗糙集理论的汽轮机组回热系统故障诊断模型····· 王伟杰 等 (714)
77. 基于关联规则的火电厂传感器故障检测····· 鲍文等 (719)
78. 基于极大似然估计的汽机功率测量数据诊断····· 朱小良 等 (724)
79. 基于企业因特网的火电厂炉管温度实时监测系统····· 曹鸣 等 (728)
80. 基于全炉膛火焰图像处理及辐射能检测应用研究····· 万新福 等 (732)

81. 基于神经网络的电站风机故障诊断系统·····杨永钊 等 (736)
82. 基于神经网络的电站锅炉辐射受热面污染监测·····陈宝康 等 (740)
83. 基于系统测量冗余的电厂异常运行数据检测与校正·····刘福国 等 (745)
84. 基于虚拟技术的发电机组故障诊断与在线监测·····杜 珊 (749)
85. 基于遗传算法的锅炉给水系统聚类自适应模糊控制器的设计·····窦春霞 等 (752)
86. 基于遗传算法煤粉管道磨损状况在线监测·····晏 涛 等(755)
87. 金属磁记忆在末级再热器爆管分析中的应用·····刘红文 等 (758)
88. 两类锅炉灭火原因诊断分析及解决对策·····徐党旗(761)
89. 六相输电线路故障对汽轮发电机轴扭矩的影响 ·····SherifOmar Faried 等 (764)
90. 煤粉炉整体结渣故障诊断模型·····吴占松 等 (769)
91. 面向对象的锅炉热力故障诊断分析软件·····霍志红 等 (772)
92. 凝汽器管泄漏在线检测系统的开发·····朱宇龙 等 (774)
93. 排烟风机故障诊断·····刘功农 等 (778)
94. 气轮发电机转子齿根超声波探伤研究·····张恩君 等 (781)
95. 汽轮发电机转子绝缘诊断技术的研究与应用·····张承德 等 (784)
96. 汽轮发电机转子绕组匝间短路故障诊断新判据·····李永刚 等 (788)
97. 汽轮发电机组在线状态监测与故障诊断系统·····沈剑贤 等 (794)
98. 汽轮发电机组振动多故障的分层模糊诊断模型·····张彼德 等 (797)
99. 汽轮发电机组振动监测与诊断系统的发展·····耿文琅 等 (801)
100. 汽轮机主油泵联轴节故障仿真与诊断的研究·····鲍 文 等(803)
101. 汽轮机转子超声探伤中灵敏度倍数的讨论·····郑中兴(806)
102. 热电厂除氧器结构安全性的在线检测·····缪长青 等 (810)
103. 热电厂汽轮发电机故障检测与诊断系统设计·····张世峰 等 (812)
104. 热工自动控制系统在线调节品质监测及调节参数的在线优化研究  
·····陈博川 等 (815)
105. 沙角 B 电厂 500kV GIS 开关站的参数监测及运行管理·····陈正佩(819)
106. 上海吴泾热电厂 12 号机组振动诊断分析和探讨·····张全明 (822)
107. 韶关发电厂 8 号机组大修后振动故障诊断及处理·····郑彩平(825)
108. 设备跟踪诊断技术在热电厂的应用·····金映昭(830)
109. 声谱分析法早期检测锅炉管漏泄在线监测系统·····王 勇 等(832)
110. 石门电厂引风机振动在线监测系统研究·····肖汉才 等 (836)
111. 石嘴山发电厂<sup>^</sup>#8 机振动故障诊断及处理·····姜汉国 等 (840)
112. 谈汽轮机转子轴颈无损检测的超标缺陷及国外对大型钢锭冶金技术的开发  
·····刘显惠(844)
113. 微波无损检测技术及应用·····曾 新 苏 杰(855)
114. 小波变换在快堆蒸汽发生器声学泄漏检测中的应用·····牛晓东 等 (859)
115. 小型汽轮机发电机组群在线监测系统·····梁 川 等(864)
116. 烟气连续监测系统认定试验·····吴 健 等(867)
117. 烟气排放连续监测系统在 420t / h 燃煤锅炉上的应用·····曹 莉(871)
118. 一次风在线监测装置的安装及分析·····莫瑞芬 (873)
119. 益阳电厂电气设备实施状态检修的探讨·····张 平 等(877)
120. 用以延长大型汽轮发电机使用寿命的定子绕组线棒固定及水冷通道技术状  
态的诊断·····(880)
121. 运用热经济学结构理论进行故障诊断的探讨·····王清照等(885)

- 122. 在线快速煤质监测仪在燃煤电厂的应用……………魏德华 等(889)
- 123. 中小型热电厂监测系统的开发……………岳仁亮 等(891)
- 124. 状态检修在火电厂的初步应用……………李自力等(893)
- 125. 电厂在线性能分析及故障诊断系统……………刘丽平等(896)
- 126. 发电厂母线电压监测与分析……………周勇等(899)
- 127. 关于发电厂运行监测系统界面设计的几个问题……………张建江等(902)
- 128. 基于B/S模式的电厂性能监测系统研究……………佟鹏等(906)
- 129. 陕西发电企业实施设备状态检修有关问题的探讨……………端木繁洲 孟颖琪(909)
- 130. 设备监测与状态维修在法国电力公司所属发电厂的应用及其前景  
……………R.Chevalier 等(916)
- 131. 设备监测与状态维修在法国电力公司所属发电厂的应用及其前景(续)  
……………R.Chevalier 等(919)
- 132. 红外光纤式辐射测温技术在发电设备中的应用……………田理达 等(922)

## 2002年:

- 01. 300MW 机组能损实时监测系统与 MIS 系统的数据共享……………郭强 等(925)
- 02. 300MW 发电机组内冷水中含氢量的估算及检测……………杨立君(929)
- 03. 300MW 汽轮发电机定子绕组温度在线监测与故障诊断……………刘振兴 等(931)
- 04. 大型汽轮发电机组振动监测与故障诊断系统……………缪思恩 等(935)
- 05. 800MW 机组锅炉灭火保护系统改造……………张建志 等(940)
- 06. PC104 微机的串行通信的网络在电厂中的应用……………郭万军 等(942)
- 07. SPAU-140C 型同期检测继电器在火电厂的应用……………熊辉 等(945)
- 08. 采用 C/S 结构的 300MW 机组能损实时监测系统……………胡念苏 等(947)
- 09. 大旁路布置高压给水加热器系统故障模糊知识库及其神经网络的诊断研究  
……………马良玉 等(952)
- 10. 大型火力发电厂监控系统的研发与应用……………孟涛 等(959)
- 11. 大型火力发电厂循环水泵监测控制系统研究……………丁庆广 等(964)
- 12. 低加疏水泵出口管道振动诊断与排除……………尹萍(966)
- 13. 电厂除氧器结构安全性的在线检测……………耿维明 等(969)
- 14. 电厂过热器和再热器专家诊断系统……………张建生 等(972)
- 15. 电厂热力设备检测中的 Lipschitz 指数分析……………刘娜 等(975)
- 16. 电厂入炉煤分炉计量微机监测系统的研究……………胡福年 等(978)
- 17. 电除尘器的故障诊断方法……………张伟年(981)
- 18. 电站机组性能监测系统的实现模式的探讨……………张锋 等(983)
- 19. 多功能智能型监测仪在电厂电气测量系统中的应用……………孙莉(986)
- 20. 发电厂 EH 油管道角焊缝磁记忆检测……………邵天佑(990)
- 21. 发电机励磁控制系统故障的分析及改进……………伍征团 等(993)
- 22. 大电机定子绝缘检测的超声波频率研究……………郝艳捧 等(998)
- 23. 大电机定子绕组超宽频带局部放电现场检测……………陈小林 等(1003)
- 24. 大型机组动静碰摩故障振动特征分析与现场处理……………汪江 等(1007)
- 25. 发电机定转子绕组温度在线监测新方法……………许伯强 等(1010)
- 26. 发电机局部放电在线监测系统……………魏炜 等(1014)
- 27. 发电机转子绕组匝间短路故障的动态检测……………李慧(1017)
- 28. 发电机转子在线检测……………冷晓梅 等(1020)



29. 基于单片机的发电机功角自适应在线监测……………王小华 等(1024)
30. 分布式计算机监测系统在电厂中的应用……………聂文霞 等(1027)
31. 关于 pH 测定和氢导测定的初步研究……………朱翼华(1031)
32. 光纤分布式温度监测系统在关键性动力电路中的应用……………高建新(1034)
33. 硅酸根分析仪在火电厂水处理中的应用……………邓光南 等(1037)
34. 火电厂燃煤灰分在线连续自动监测的天然放射性方法……………吴曙笛(1040)
35. 火电厂燃煤在输送带上高精度水分连续监测新方法……………吴曙笛(1044)
36. 火电厂水、汽中痕量氯离子检测技术的研究……………田 利 等(1051)
37. 火电厂烟气排放连续监测系统设计……………刘胜荣(1055)
38. 火电厂烟气排放自动化监测系统……………于永林 于秋波(1058)
39. 火电厂一次风速监测系统的研究与开发……………孙丽娟 等(1060)
40. 火电厂在线性能分析和组态监测系统……………杨 波 等(1064)
41. 火电厂中储式燃煤炉煤粉仓粉位落地式监测系统……………叶炳生 等(1066)
42. 火焰检测器在火力发电厂中的应用和探讨……………赵东光(1069)
43. 基于 iPE 平台软件的大型火电机组性能诊断专家系统……………潘亚利 等(1072)
44. 基于 Web 的风粉在线网络实时监测系统的设计与研究……………余 波 等(1076)
45. 基于多信息融合的汽轮发电机组故障诊断方法研究……………曹丽艳 等(1079)
46. 基于高速 Internet 的发电机机组远程故障诊断系统研究……………王 颖 等(1082)
47. 基于神经网络的高压加热器故障诊断系统……………张 锋 等(1085)
48. 金属磁记忆诊断技术及其对电站高温高压螺栓的检测……………盛 民 等(1087)
49. 裂纹转子弯扭耦合振动的理论研究……………杨正茂等(1090)
50. 某电厂大型汽轮机组振动原因分析及处理……………孙思河 等(1093)
51. 某电厂一次风机振动故障诊断及动平衡……………金 锐 等(1096)
52. 汽轮发电机组故障智能诊断方法研究……………吴长征 等(1100)
53. 汽轮发电机组神经网络故障诊断方法研究……………唐华锦 等(1104)
54. 汽轮发电机组振动故障的综合自动诊断方法研究……………卢学军 等(1107)
55. 汽轮发电机组振动故障诊断中的改进 BP 算法……………万书亭 李和明(1110)
56. 汽轮发电机组振动远程监测和故障诊断系统的研究……………蒋 炜 等(1114)
57. 汽轮机组振动故障诊断模型……………韩 爽 等(1117)
58. 青岛发电厂供热管网监控系统功能方案设计……………陈 文(1121)
59. 燃煤电厂的监测装置和控制系统……………孙 欣 编译(1125)
60. 热电厂分布式生产实时监测系统数据处理技术研究……………邢建春 等(1128)
61. 热电厂故障检测与诊断系统设计……………张世峰 等(1132)
62. 热电厂蒸汽计量远程监测系统……………张华强 等(1135)
63. 水汽品质监控系统 Web 信息发布设计与实现……………曹 蓉 等(1138)
64. 天生港电厂#8 机组振动诊断及处理……………胡建欣 等(1141)
65. 图像边缘检测算法及在电厂中的应用……………何晓燕 等(1144)
66. 微机追忆报警系统在油泵运行状态监测中的应用……………周建平 等(1147)
67. 新型氧量检测仪在电厂中的应用效果……………孙曙阳(1149)
68. 新庄孜电厂#2 机轴瓦自激振动的诊断及处理……………周结焱(1152)
69. 循环流化床锅炉二氧化硫检测仪的投运……………董连书(1155)
70. 一二次风速在线监测装置的应用……………王景新 等(1159)
71. 用 VB6.0 开发的一次风速监测系统……………孙丽娟 等(1162)
72. 湛江电厂 300MW 汽轮发电机组振动故障诊断及处理……………郑 国 等(1165)

73. 振动信号在球磨机料位监测系统的运用研究 .....吕权息 等 (1168)
74. 浊度传感器的结构分析及在凝汽器泄漏在线监测中的应用 .....顾 猷 (1171)
75. 自适应神经网络在发电机组故障诊断中的应用 .....万书亭 等 (1173)
76. 利用光纤传感器对直流系统绝缘的监测 .....郭仿军 (1177)
77. 蓄电池运行监测与诊断系统 .....鲍 慧 (1178)
78. 直流电源故障的微机检测 .....韩玉英 等 (1181)
79. 直流系统接地电阻检测仪的研究与实现 .....李立伟 等 (1185)
80. 直流系统接地故障与诊断 .....崔 实 聂宏展 (1188)
81. 直流系统接地检测问题分析及改进 .....李红梅 等 (1191)
82. 直流系统绝缘监测装置的设计和应用 .....崔实 聂宏展等 (1194)
83. 磁调制式直流系统绝缘检测装置的研制 .....赵彩虹 等 (1198)
84. 磁调制式固定偏差直流系统绝缘在线检测 .....赵彩虹 等 (1202)
85. DC-2B 便携式直流系统接地故障检测仪 .....王静爽 等 (1205)
86. ATM 网络技术在电厂运动实时监测网中的应用 .....黄力洪 (1207)
87. 发电厂故障智能诊断预报系统 .....伍 奎 等 (1210)

## 2001 年:

01. 机组群振动状态实时监测故障诊断网络和远程传输系统技术研究 .....陆颂元 等 (1213)
02. 利用矩特征进行发电机线棒模型的局部放电模式识别 .....高 凯 等 (1217)
03. 用于发电机转子灭过电压保护的氧化锌非线性电阻的现场检测 .....周 盛 (1221)
04. 新型的发电机 / 电动机定子绝缘在线局部放电监测系统 (韩)Yong-joo Kim 等 (1226)
05. 200MW 汽轮发电机组振动故障的模糊诊断系统 .....杨 萍等 (1230)
06. 200MW 机组励磁机振动诊断与处理 .....吴文健 等 (1235)
07. ICMmonitor 型局部放电在线监测系统在大型发电机组上的应用 .....陆更伟等 (1238)
08. 300 MW 机组调峰运行金属部件检测重点 .....宋先林 等 (1241)
09. 300MW 发电机氢气压力下降原因分析及措施 .....曾 贤 (1245)
10. 300MW 汽轮发电机组主、辅设备状态检修探索 .....陈玉洪 (1246)
11. ASP 和 ADO 访问 Web 数据库技术在电厂性能监测软件中的应用 .....程宝康 等 (1249)
12. Visual Basic 编程语言用于热电厂在线监测与资源共享 .....王世忠 等 (1252)
13. 超声波法检测汽轮发电机内冷水系统流通性 .....潘 勇 等 (1255)
14. 大型火电机组的振动故障诊断 .....于文虎 等 (1257)
15. 大型汽轮发电机组轴系振型识别方法研究 .....杨建刚 等 (1264)
16. 单元机组运行经济性在线数学模型研究 .....张小桃 等 (1268)
17. 电力电缆火灾监测及防火预警系统的研制 .....李艳秋 等 (1272)
18. 电气监控系统纳入 DCS 的几点体会 .....范 辉 等 (1274)
19. 电站状态监测及检修系统 .....李 智 张学敏 陈启源 (1277)
20. 调峰汽轮机转子热应力及寿命损耗在线监测系统 .....王建梅 等 (1280)
21. 发电厂球磨机旋转轴线的检测方法与分析 .....覃 辉 等 (1283)
22. 发电厂实时监测系统 .....柳 明 等 (1286)
23. 发电机定子绕组绝缘缺陷及老化的声学检测 .....张晓虹 等 (1289)
24. 大机组电气 DCS 监控问题的研究 .....谭茂强 (1294)
25. 多台小型发电机组转子接地自动监测系统 .....仲伟堂 等 (1298)
26. 发电机定子绝缘局放电故障模式的试验研究 .....王 伟 等 (1300)
27. 发电机定子绕组保护基于人工神经网络的故障诊断系统的开发和实现

- .....周秉功 译(1305)
28. 发电机定子线棒振动故障诊断.....唐贵基 等(1312)
29. 发电机局部放电在线监测中的抗干扰技术.....蒋雄伟 等(1316)
30. 发电机转子接地故障监测系统研制和开发.....刘 君 等(1320)
31. 发电机转子匝间短路远程故障诊断系统的开发与应用.....张劲松 等(1323)
32. 发电机组故障的铁谱分析.....何秀英 等(1326)
33. 无损检测在发电机护环检验中可靠性的讨论.....陈 立(1328)
34. 发电机故障诊断中不同运行条件下定子绕组温度标准值的确定.....蒲 莹 等(1330)
35. 发电机故障诊断专家系统在上海外高桥发电厂的实现.....史家燕 等(1335)
36. 发电机氢气湿度的在线监测.....李 慧 等(1339)
37. 丰城发电厂锅炉炉膛火焰检测改造工程.....吴伟华 等(1342)
38. 风机振动的在线监测与动平衡.....何 青 等(1345)
39. 根据发电机定子线圈破坏带来的 GHz 带辐射电磁波的测定进行的绝缘老化诊断.....川田昌武 等(1349)
40. 工程转速下碰磨振动的诊断.....李燕勇(1355)
41. 故障诊断在火电厂热力系统中的应用及存在问题.....郑苗燕 等(1358)
42. 锅炉承压受热管泄漏在线检测系统.....张敬波 等(1362)
43. 锅炉燃烧在线监测系统在发电厂的应用.....宋明华 等(1365)
44. 国产 200MW 机组协调控制系统中的液压调速系统故障诊断与治理.....盖新华 等(1368)
45. 黄台发电厂 300MW 汽轮机间歇振动故障的诊断及处理.....胥学峰 等(1373)
46. 火电厂安全经济运行综合管理系统的构建.....战祥森 等(1377)
47. 火电厂安装烟气排放在线监测系统探讨.....莫 超 等(1381)
48. 火电厂多环芳烃类排放的危害及其检测.....张 飏(1384)
49. 火电厂化学故障诊断系统软件包研制.....张红梅 等(1386)
50. 火电厂化学专家诊断系统的综合开发与设计.....李宇春 等(1389)
51. 火电厂能损在线监测、诊断与管理信息系统.....杨立辉 等(1393)
52. 火电厂入厂煤灰分在卸车前的快速检测.....吴曙笛(1395)
53. 火电厂烟气连续排放监测系统.....林鹤云 等(1399)
54. 火电厂烟气排放连续监测系统配置及选型中注意的问题.....王 宁(1402)
55. 火电厂一次风监测系统的设计.....李 华 等(1406)
56. 火电大机组热力系统、设备及运行节能在线监测及指导系统.....张春发 等(1408)
57. 火电机组性能监测系统实现模式的选择.....张 锋 等(1412)
58. 火电机组旋转机械振动监测与故障诊断技术现状及发展.....李平康 等(1416)
59. 火力发电厂承压部件泄漏的声发射监测技术.....张 兵 等(1420)
60. 火焰检测器及其在火电厂的应用.....杨庆柏(1423)
61. 霍州发电厂 4 号机振动故障诊断与治理.....杨建刚 等(1425)
62. 基于 BrowserServer 结构的汽轮发电机组轴系监测系统网络化研究.....张 勇 等(1431)
63. 基于 internet 的发电机组远程监测与诊断系统.....孙海军 等(1434)
64. 基于 MIS 系统的火电厂能损实时监测系统.....郭 强 等(1437)
65. 基于多 Agent 的汽轮发电机组故障诊断系统.....邱忠宇 等(1441)
66. 基于模糊神经网络的凝汽器故障诊断研究.....王修彦(1445)
67. 基于振幅值监测的电液转换器卡涩故障分析与诊断.....鲍 文 等(1451)
68. 莱城发电厂 300MW 机组的振动诊断与消除.....马绿洲(1455)

69. 冷端系统运行经济性诊断方法的理论研究 .....李秀云 等 (1458)
70. 离子色谱法检测痕量阴离子的探索 ..... 陈 颖 等 (1464)
71. 湄洲湾火电厂工程无损检测方法的应用特点 ..... 滕举彪 (1467)
72. 煤粉浓度在线监测装置的应用 .....孙 静 (1469)
73. 内联网模式下的火电机组在监测及能损分析系统 .....李 蔚 等 (1472)
74. 汽轮发电机故障诊断专家系统的开发 .....张利民 等 (1476)
75. 汽轮发电机绕组绝缘的在线状态监测 .....K.Kimruma 等 (1480)
76. 汽轮发电机在线故障诊断系统的功能结构及运行模式 .....蒲 莹 等 (1485)
77. 汽轮发电机振动问题的诊断及处理 .....郭承模 等 (1489)
78. 汽轮发电机组摩擦振动故障的诊断与防止 .....曹 焰 等 (1492)
79. 汽轮发电机组碰磨故障的典型特征研究 .....李录平 等 (1497)
80. 汽轮发电机组网络化智能轴系监测系统研究 .....张 勇 等 (1502)
81. 汽轮发电机组振动故障的多征兆诊断方法 .....张广志 等 (1506)
82. 汽轮发电机组振动故障的诊断与处理 .....王向伟 等 (1509)
83. 汽轮发电机组振动故障的综合诊断 .....赵文新 等 (1511)
84. 汽轮发电机组振动故障诊断技术的发展现状 .....施圣康 (1514)
85. 汽轮发电机组振动故障诊断技术概述 .....宋 斌 等 (1518)
86. 汽轮发电机组振动原因多征兆综合诊断 .....张艾萍 等 (1521)
87. 汽轮发电机组轴承座动力特性识别方法研究 .....杨建刚 等 (1525)
88. 燃煤电厂除尘输灰故障诊断专家系统的研究 .....胡满银 等 (1530)
89. 燃煤电厂煤质在线检测方法的研究及其装置设计 .....贺惠民 (1534)
90. 燃煤锅炉烟气污染物连续监测系统特点分析与优选 .....刘佩福 (1538)
91. 热力系统热损耗的红外热像诊断技术 .....金光熙 等 (1542)
92. 人工神经网络故障诊断系统可靠性和聚类能力的分析 .....何 明 等 (1545)
93. 沙角 C 厂的智能远程监测 I/O 系统 .....陈联清 (1550)
94. 沙角 C 厂热工检测及自动控制系统 .....伍广俭 (1555)
95. 涡流检测技术在电厂设备检测中的应用 .....何 成 (1559)
96. 涡流探伤在电厂凝汽器管检测中的应用 .....吴国忠 等 (1561)
97. 吴泾二电厂 1 号 600MW 机组轴系振动的诊断及处理 .....杨细望 等 (1567)
98. 襄樊电厂 3 号 30MW 汽轮发电机组振动故障的诊断和处理 .....杨细望 (1572)
99. 一次风粉在线监测系统在广安电厂的应用 .....刘扬志 (1576)
100. 一热发电厂锅炉系统故障诊断专家系统的设计与实现 .....郁正良 等 (1580)
101. 一种电站热工流体体系故障诊断的方法 .....晏水平 等 (1583)
102. 一种基于粗糙集理论的燃气轮发电机组故障诊断新方法 .....胡 涛 等 (1587)
103. 乙路碎煤机转子严重烧损的原因分析与对策 .....李学良 (1590)
104. 引进型 300MW 机组常见异常振动故障的诊断及处理 .....刘玉智 (1595)
105. 用 VC 开发发电厂水汽循环故障诊断专家系统 .....曹正斌 等 (1599)
106. 远场涡流无损检测技术在电厂的应用研究 .....金万里 (1606)
107. 在役凝汽器铜管探伤检测 .....臧国安 等 (1609)
108. 振动监控表和故障诊断表在振幅测量中的差异 .....刘宁桥 等 (1611)

## 2000 年:

01. 大型发变组微机故障记录与分析装置的研制 .....张 哲 等 (1615)
02. 大型发电机定子局放在线检测中放电电量标定研究 .....黄成军 郁帷铃 (1619)

03. 大型发电机定子绕组局部放电在线监测系统的研究……………苏鹏声 等(1623)
04. 大型汽轮机发电机内氢气纯度的分析与检测装置优化……………韩 玮 等(1627)
05. 发电机定子绕组接地故障诊断……………王建新(1629)
06. 发电机定子线棒酸洗效果的检测方法……………蒋铁铮 等(1632)
07. 发电机工况监测系统中的干扰及其抑制……………闫 军(1635)
08. 发电机绝缘故障模糊专家系统……………王式正 等(1638)
09. 发电机转子振动检测分析及消除……………李伟清 等(1645)
10. 发电机组状态检修技术……………杨丽君 等(1650)
11. 反串线圈法间接位置检测技术在开关磁阻发电机系统中的应用研究…毛良明 等(1653)
12. 分离机故障诊断系统……………邱 新(1657)
13. 射频监视器在发电机在线监测中的应用……………黄 勇(1659)
14. 神经元网络组在发电机定子温度监测系统中的应用……………苏鹏声 等(1662)
15. 我国发电机在线监测技术综述……………盛吕达 等(1666)
16. 无刷同步发电机旋转整流器故障监测新方法研究……………刘 念 等(1670)
17. 50MW 发电机轴承振动的诊断……………王文营 等(1673)
18. 125MW 机组转子寿命评估与预测在线监测系统的试验研究……………吴文健(1675)
19. 300MW 发电机定子异常噪声,振动的诊断及处理……………田国成 等(1679)
20. 300MW 机组带负荷时振动增大的故障诊断 ……………王文营 等(1684)
21. 案例推理在汽轮发电机组故障诊断中的应用……………阮 跃(1686)
22. 变权重模糊综合评判模型及其在故障诊断中的应用……………杨 苹 等(1689)
23. 大型发电机定子绝缘故障检测 ……………李志娟(1693)
24. 电厂电气设备故障诊断专家系统的设计……………李江林(1695)
25. 东方 300MW 机组高中压转子振动故障诊断……………黄秀珠(1697)
26. 动态控制监视在高压热电站工程中的应用 ……………刘红文(1701)
27. 俄制 800MW 机组的振动诊断与处理 ……………董海英(1703)
28. 发电厂燃煤锅炉热效率在线监测技术与应用 ……………李 瑞 等(1708)
29. 发电机中心孔堵头脱落引起异常振动的诊断 ……………宋 斌 等(1712)
30. 发电设备经济性在线监测系统的实现 ……………郭迎新 万瑞军(1716)
31. 高速数据采集系统在调节系统故障诊断中的应用 ……………朱爱军 等(1718)
32. 锅炉受热面管焊缝缺陷的影像分析 ……………方建文(1720)
33. 国产引进型 300MW 机组轴系振动故障诊断……………孙和泰 等(1726)
34. 哈三电厂 4 号 600MW 机组轴系振动故障诊断及处理……………黄润泽 等(1730)
35. 氦质谱技术在大型机组泄漏检测中的应用……………田 丰等(1736)
36. 华能北京热电厂 4 号机组 5 号瓦轴振大故障诊断与处理……………高清毅等(1739)
37. 火电厂的实时状态监测系统与故障诊断 ……………杨 苹 等(1742)
38. 火电厂高压蒸汽阀门泄漏的振动诊断 ……………柳亦兵(1746)
39. 火电厂管道效率的内涵与在线诊断……………李岩峰(1750)
40. 火电厂水汽化学过程微机在线监测诊断及报表管理系统……………曹顺安 等(1754)
41. 火力发电厂管道工厂化配管的监造……………马汝坡(1757)
42. 火力发电厂化学诊断数据库的开发与应用 ……………张 芳 等(1760)
43. 火力发电厂化学专家诊断系统……………李宇春 等(1764)
44. 机组振动的诊断及处理 ……………杨 棋(1767)
45. 基于 PROFIBUS 的发电机组监测系统的实现……………戴小辉 等(1770)
46. 基于 WindowsNT 平台的化学数据采集与诊断系统 ……………李宇春 等(1773)

47. 基于热参数的汽轮发电机组多故障诊断模型 .....戈志华 等 (1777)
48. 基于自适应小波网络的汽轮发电机组振动故障诊断方法的研究 .....李 化 等 (1781)
49. 控制网络的绝缘检测及维护.....杨 斌 (1785)
50. 漏氢检测装置在 200MW 热发电机组上的应用..... 张利燕 等 (1787)
51. 某厂 125MW 机组热经济分析及故障诊断专家系统 .....刘 亮 等 (1789)
52. 凝结器铜管役前检测的经验介绍 ..... 陈瑞龙 等 (1791)
53. 汽轮发电机在线监测综合系统的研制..... 陈 明 等 (1793)
54. 汽轮发电机中绕组绝缘的在线工况监测 ..... (日)K.KIMURA 等 (1796)
55. 汽轮发电机组故障诊断中的模糊量化处理 .....卢学军 等 (1800)
56. 汽轮发电机组实时能损监测及分析系统 .....杨玉婷 等 (1803)
57. 汽轮发电机组现场动平衡前的故障诊断 .....邓陈斌 等 (1808)
58. 汽轮发电机组振动故障诊断系统自学习的研究 .....戈志华 等 (1813)
59. 汽轮发电机组振动频变的自动识别 .....阮 跃 (1817)
60. 热电厂引风机的故障诊断分析.....佐晓燕 朱敏 (1820)
61. 陕西电网 300MW 汽轮发电机故障分析与诊断.....江 欣 等 (1822)
62. 水内冷汽轮发电机定子端部绕组绝缘故障检测手段探讨 .....郑小江 等 (1824)
63. 微正压气力输灰故障诊断专家系统的研究.....田新珊 等 (1827)
64. 襄樊电厂 300MW 汽轮发电机组振动故障诊断与处理.....杨细望 林四成 (1829)
65. 小型集散热电厂现场参数巡检系统.....刘永山 等 (1833)
66. 异形管件对接接头超声波探伤方法的研究 .....李晓红 (1835)
67. 远场涡流(RFEC)检测技术在电厂钢管检验中的应用 .....金万里 等 (1838)
68. 运行状态下振动涡流探头失效故障诊断.....余小平 (1841)
69. 振动监测和智能故障诊断系统在下花园电厂的应用.....宋瑞宏 (1847)
70. 蒸汽发生器泄漏率监测.....饶贤明 杜向阳 (1849)
71. 直流系统绝缘的监测 .....刘 燕 等 (1853)
72. 直流系统绝缘在线监测装置的改进设计.....李秀卿 等 (1854)

# 300MWe 电厂锅炉炉膛截面温度场中心的实时监测研究

黄群星, 马增益, 严建华, 池涌, 王飞, 倪明江, 岑可法

(浙江大学热能工程研究所, 能源洁净利用与环境工程教育部重点实验室, 浙江 杭州 310027)

## ON-LINE MONITOR FOR CROSS-SECTION TEMPERATURE-FIELD CENTER OF 300MWE FURNACE

HUANG Qun-xing, MA Zeng-yi, YAN Jian-hua, CHI Yong, WANG Fei, NI Ming-jiang, CEN Ke-fa  
(Clean Energy & Environment Engineering Key Lab of Ministry of Education, Institute for Thermal Power Engineering of Zhejiang University, Hangzhou 310027, China)

**ABSTRACT:** The allocation of tangential circle is one of the most important criterions for evaluating the reasonability of the aerodynamic field structure inside a furnace of combustion. According to the previous works, a concept of temperature field center on the furnace section plane is introduced and associated with an algorithm based on rebuilding the section temperature field for it's calculation. The Position of the center in the section plane indicates the status of the boiler's tangential circle. It's very useful for combustion adjustment. BP neural network is used to realize the fast mapping between the flame image and the temperature field center to overcome the time-consuming shortage of temperature field building and to meet the need for on-line monitor.

**KEY WORDS:** Cross section temperature center; Neural network; Tangential circle firing boiler

**摘要:** 炉内燃烧切圆是四角布置燃烧锅炉衡量炉内燃烧空气动力场结构是否合理的一个重要参数。该文根据以往的研究成果, 在截面温度场重建的基础上, 提出了截面温度场中心的概念及其计算方法, 通过温度场中心在炉膛截面上的位置来反映炉内切圆的分布情况, 为进行燃烧调整提供了一个直观依据。并通过引入 BP 神经网络技术, 实现了从炉膛火焰图象到温度场中心的快速映射, 克服了温度场重建耗时的不足, 满足了现场运行实时监控的要求。

**关键词:** 截面温度场; 神经网络; 切圆燃烧锅炉

基金项目: 国家自然科学基金(50106015); 高等学校骨干教师资助计划资助。

Project Supported by National Natural Science Foundation of China (50106015).

## 1 引言

炉内燃烧切圆布置是四角布置燃烧锅炉衡量炉内燃烧空气动力场结构是否合理的一个重要参数。切圆偏心或者切圆偏大, 偏小都会对电厂锅炉运行的安全性和经济性带来严重的影响。然而由于炉内恶劣的测量环境, 目前对于炉内实际燃烧切圆的了解还主要以模拟计算和冷态空气动力场试验研究为主, 如文[1]、[2], 国内外还没有可应用的空气动力场测试手段。因此, 切圆中心, 切圆大小等对于燃烧调整非常重要的信息还无法获得, 有必要采用新的测量手段, 给出可供运行人员参考的燃烧状态参数。采样图象法是一种可行的手段。它的原理是根据炉内弥散介质的辐射特性和 Mie 理论, 运用图象处理技术由炉内火焰图象来重建截面温度场, 为调整燃烧提供依据。

## 2 截面温度场中心概念的提出

文[3]~[6]是基于图象法炉内温度场重建算法的研究成果。图1是笔者根据某电厂300 MWe 锅炉炉膛 BC 层不同时刻的火焰图象重建的截面温度场。

从图中可以看出截面温度场的变化在一定程度上反映了与其相对应的炉膛截面上燃烧切圆的分布情况。但是, 由于重建算法运行周期较长, 目前还无法实现截面温度场的在线重建, 还无法满足电厂运行实时监控的要求。为此, 以截面温度场为中介, 提出了截面温度场中心的概念。在

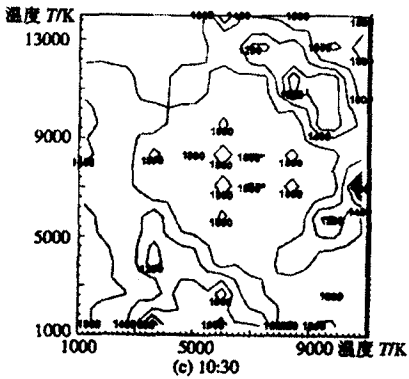
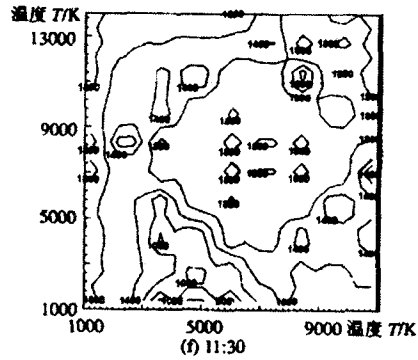
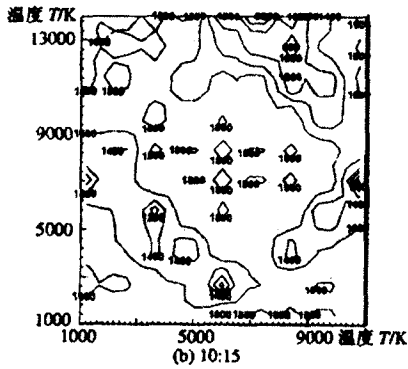
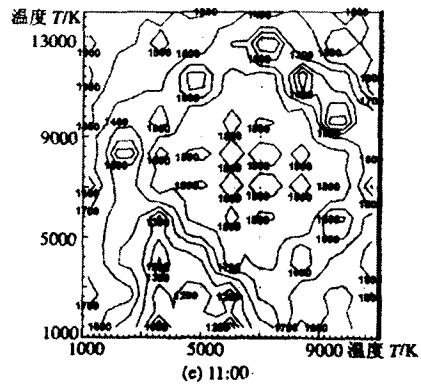
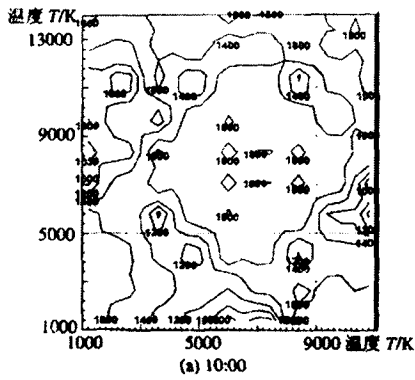


图 1 负荷变化过程中不同时刻的截面温度场  
Fig. 1 Section plane temperature field at different points of the process

已获得截面温度场的情况下, 其定义式为

$$X = \frac{\int T(x, y) x dx}{\int T(x, y) dx} \quad (1)$$

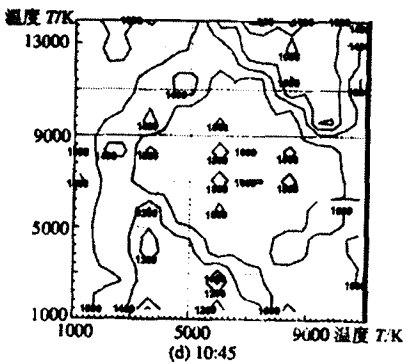
$$Y = \frac{\int T(x, y) y dy}{\int T(x, y) dy} \quad (2)$$

式中  $X, Y$  为截面温度场中心坐标;  $(x, y)$  为重建后温度场坐标;  $T(x, y)$  为  $(x, y)$  处的温度函数。将以上两式离散化, 可得

$$X = \frac{\sum_{i=1, j=1}^{i=N, j=M} T(x_i, y_j) x_i}{\sum_{i=1, j=1}^{i=N, j=M} T(x_i, y_j)} \quad (3)$$

$$Y = \frac{\sum_{i=1, j=1}^{i=N, j=M} T(x_i, y_j) y_j}{\sum_{i=1, j=1}^{i=N, j=M} T(x_i, y_j)} \quad (4)$$

式中  $N, M$  为离散化后在  $X$  和  $Y$  方向离散点的个





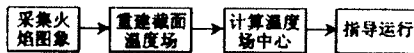
数。实际的炉膛尺寸为长 12 m, 宽 14 m (即截面温度场中心横坐标的范围为 0~12 m, 纵坐标的范围为 0~14 m)。

它在一定程度上表征了炉内燃烧工况的合理性。从分析可得出, 如果炉内燃烧合理, 空气动力场分布对称, 则截面温度场中心必然位于炉膛截面的几何中心。如果温度场中心偏离了几何中心, 则说明炉内燃烧工况不合理, 需要进行燃烧调整, 而具体的调整方向, 可通过温度场中心的位置来判断。这样就为进行燃烧调整提供了一个直观的判据, 克服了以往燃烧调整依赖于经验值的盲目性。

### 3 神经网络在截面温度场中心计算中的应用

#### 3.1 计算流程

从上面的分析中得出, 要得到炉膛截面温度场的中心, 首先要计算炉膛截面温度场, 具体的算法可以参考文[3], 计算流程如下:



然而在实际的计算中发现, 由火焰图象对温度场进行重建的需要较长的运算周期, 无法满足现场运行的要求。鉴于 BP 神经网络的快速映射功能, 以及在模式匹配、模式分类、模式识别与模式分析等方面的优势, 设想利用 BP 神经网络来实现从火焰图象到温度场中心的快速映射, 从而达到在线实时监测截面温度场中心的目的。以上给出的截面温度场中心坐标值就是进行网络训练的导师信号, 即网络的期望输出量。

#### 3.2 神经网络模型

根据以上分析, 采用图 2 所示的网络模型。

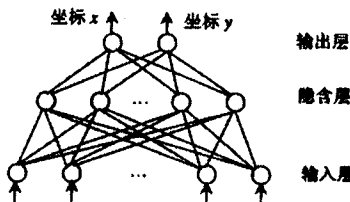


图 2 用于监测截面温度场中心的神经网络模型  
Fig. 2 Neural network model

网络的输入层由 88 个输入神经元组成, 选取了图象采集获得的 4 幅火焰图象中的 88 个特征点的灰度值。

网络的输出层由两个神经元组成, 它们分别是截面温度场中心的横坐标和纵坐标。

网络隐含层的节点数, 在考虑到网络的收敛能力和泛化能力后, 经过不断的调试, 设定为 10。基本处理单元为非线性输入-输出关系, 选用下列 S 型作用函数:

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$$

根据 S 型函数的特点, 将输入量、输出量归一到 (0, 1) 间。

#### 3.3 算法的设计和改进

##### (1) BP 神经网络的基本算法步骤

1) 首先运用温度场重建算法, 利用预先录制的炉膛火焰图象, 重建炉膛截面温度场, 然后算出温度场中心, 作为神经网络的训练和测试样本;

2) 输入步骤 (1) 所算出的样本数据, 对各节点的阈值和节点间的权值赋初值 (根据 S 型函数的特点, 这些初值均赋为 0~0.2 间的随机数);

3) 将工况  $i$  (1~95) 下对应的 4 幅用于重建截面温度场的图象中的 88 个特征点灰度值输入到输入层, 向前计算隐含层和输出层的输出;

4) 学习过程 ① 从输出层开始计算误差 (即当前网络输出的中心坐标值与对应工况下实际温度场中心的差值), 并反向传给隐含层; ② 修改输入层和隐含层之间、隐含层和输出层之间的权值和节点阈值; ③ 转 (3), 直至全部样本被学习一次;

5) 计算均方根误差, 如果不满足精度要求, 转 3), 继续学习;

6) 输出学习结果。

##### (2) 为提高精度和收敛性所进行的改进

###### 1) 增加阻尼项

将上一次的误差记忆下来, 在本次的权值修改时把上次权值的修改考虑进去。但有时仅考虑至此, 得不到很好的收敛性。我们在此基础上还将对前一个节点权值的修改考虑进去。

###### 2) 采用变化的学习因子

为了防止因学习因子选择不当而造成收敛太慢或振荡甚至发散, 所以采用变学习因子的方法。本文综合了两种算法: ① 当连续两次迭代其梯度方向相反时, 将步长减半; ② 当所有训练样本计算一次后, 计算其均方误差, 并与上一次计算的均方误差比较, 如比上一次值大则适当减小学习因子, 否则适当增大学习因子。

#### 3.4 训练和测试结果

该网络模型的训练和测试是建立在温度场中