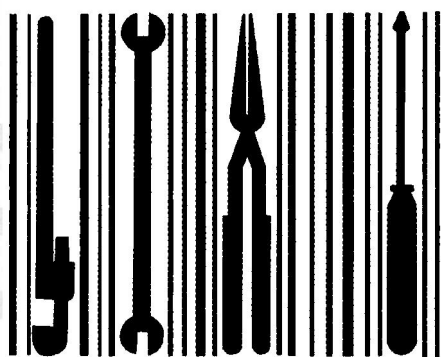




现场设备 故障诊断

实例精选

莽克伦 王 正 主编
K 湖南科学技术出版社



现场设备 故障诊断

实例精选

主 编:莽克伦 王 正
编 委:黄昭毅 莽克伦 王 正
常西畅 蔡肖兵 宫能春

湖南科学技术出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

现场设备故障诊断实例精选 / 莽克伦, 王正主编. —长沙: 湖南科学技术出版社, 2009.8

ISBN 978-7-5357-5764-7

I. 现… II. 莽… III. 设备—故障诊断 IV. TB4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 118886 号

现场设备故障诊断实例精选

主 编: 莽克伦 王 正

责任编辑: 杨 林 龚绍石

出版发行: 湖南科学技术出版社

社 址: 长沙市湘雅路 276 号

<http://www.hnstp.com>

邮购联系: 本社直销科 0731 - 4375808

印 刷: 长沙瑞和印务有限公司

(印装质量问题请直接与本厂联系)

厂 址: 长沙市井湾路 4 号

邮 编: 410004

出版日期: 2009 年 8 月第 1 版第 1 次

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 28.5

字 数: 940000

书 号: ISBN 978-7-5357-5764-7

定 价: 60.00 元

(版权所有 · 翻印必究)

前言

1983年1月,由原国家经委颁布的《国营工业交通设备管理试行条例》明确提出要根据生产需要,逐步采用现代状态监测和故障诊断技术,发展以状态监测为基础的预防维修体制,这一要求得到工业企业各部门的热烈支持和积极响应。如今已经过去了25年,中国的设备诊断工作从无到有,从小到大,水平不断提高,已经成为企业维修工作的一项有效技术手段,对保障设备安全运行,防止突发事件,保证设备精度,提高产品质量,节约维修费用,减少环境污染,提高经济效益,发挥了不可替代的作用。从那时开始到目前在现场从事这项工作的大约三代技术人员和工人,通过大量的生产实践,积累了丰富的经验,创造了一个个卓有成效的工作案例。

通过介绍现场工作案例推进管理和技术方面的成功经验,无论在国外还是在国内,都被视为一种先进可行的工作方法。例如工商管理硕士MBA的培训模式,就是以介绍典型案例为基础的学习方法;中国古代《孙子兵法》的36计,也是以案例来说明其战略战术的。在设备状态监测和故障诊断工作方面,及时、不断地总结和交流实际案例,以提高工作水平,也早就取得了业内的重视与共识。自1988年以来,国内就陆续出版了《机械故障诊断案例选编》(西安交大出版社)、《振动诊断的工程应用——实例汇集》(冶金工业出版社)、《设备诊断实例》(上海科技出版社)、《设备振动诊断技术基础》(国防工业出版社)等,均是以案例为中心的专著。

此外还有通过经验交流和仪器奖评等方式印发的诊断案例,如1988年由天津故障诊断动态分析中心与《动态与测试技术》编辑部编印的《故障诊断工业应用100例》摘要,1990年由中国机械工程学会设备维修分会举办的《207仪器应用征文大奖赛》所选编的20个案例,以及1993年由中国设备管理协会技术委员会与马鞍山钢铁公司联合编写的《设备状态监测与故障诊断技术应用实例汇编》的案例44个。

国外也十分重视诊断案例的分析研究。早在1997年,由R. A. Collacott所著的《机械故障的诊断与状态监测》列入了研究案例43个,后来他又出版了《振动监测和诊断》一书,列入了新案例45个。由Heinz. P. Bloch执笔的《机械故障分析及异常检测》一书,基本上就是对案例的分析评述。由Robert. C. Eisenmann父子所编写的《机械异常诊断及整治》一书,介绍了52个案例。

以上这些以案例形式出版的专著,都在特定的时间段和领域内,对设备诊断工作起到了一定的指导和推进作用,促进了我国状态监测和故障诊断技术的不断发展。通过学习这些基于现场实际产生的故障诊断案例,并在实践中加以应用,至少有下列几点作用。

1. 通过案例的总结,可对典型设备故障诊断的原理、方法有所验证或深化,以不断提高理论水平,加强思想认识;
2. 可以从中学习到一些企业设备诊断工作的先进经验,或是从失败的教训中得到提高,以更好地解决设备故障问题;
3. 是一种活的教材,通过那些丰富的现场实践和对问题的认识过程,使初涉此项工作的技术人员和工人,或工作中遇到困难的困惑者受到启发,能够知道以怎样的思路去开展工作;
4. 可以对设备诊断工作人员起到示范、启发和工作规范化的作用,以更好地重视设备诊断工作的实施程序;
5. 有利于设备诊断的工程领域,更好地向求真务实、面向实际发展,防止某些工作浮躁、华而不实的现象。

由于现代工业的快速发展和技术进步,过去曾经出版过的这些案例汇编,已经难以适应设备故障诊断工作的进一步发展和提高,主要表现在以下三个方面:(1)案例的数量较少,所覆盖的设备类型和故障特

征不足；(2) 一些新的诊断技术运用所积累的经验尚未充分吸收进去；(3) 过去曾经发表过的一些案例，在从现象上升至理论，又以理论更好地指导实践，从而达到“由表及里，由此及彼”方面，在体现系统性和科学性上尚有不足。

基于以上原因，国内维修工程界十分希望出版一些新著，以迎接世界技术进步的挑战。近些年来，国内的一些专业期刊，不少都设立了设备诊断的专题栏目，所刊载的文章篇数大约在3 000篇以上。此外，国内外近年来召开的专业会议很多，国内中国机械工程学会维修学会、中国设备管理协会和中国振动工程学会，以及润滑学会、红外学会、无损检测学会等单位所发表的年会论文集，所载论文数量也在2 000篇以上。这些丰富的资源，都给新案例的编写提供了重要的基础资料。

湖南科学技术出版社看到并抓住了这一市场需求，邀请黄昭毅、莽克伦、王正、袁宏义、常西畅、蔡肖兵、官能春等老一辈和现在正在从事设备诊断工作的专家学者及实际工作者，对编写新的故障诊断案例专著的必要性和可能性进行了充分论证，并取得了以下共识。

1. 自1983年以来，在广大工矿企业、科研院所、大专院校和仪器厂家的共同努力下，收集和整理了大量的设备故障诊断案例，这是一笔十分巨大的宝贵财富。

2. 目前已经公开发表的故障诊断案例，在系统性和科学性上尚有不足，因此对之进行筛选、整理和加工，并汇集成册，不仅颇有价值，也有市场需求。

3. 新编的故障诊断案例，应该属于诊断“实例”，即全部来自生产现场。在编辑加工时，应给予必要的理论和技术上的总结和提高，凡未经过现场生产充分考验、或非现场真实生成的案例应不予采用。

4. 新编故障诊断案例的读者对象，应定位于在工业企业从事设备状态监测和故障诊断一线的技术人员、生产工人和管理干部，但也可供科研院所和大专院校作科研和教学参考。

5. 由于振动诊断技术应用较多，开展较好，所产生的案例比较成熟，故首先收集、整理振动诊断案例，以利广大读者的学习应用。红外、油液、电气、声学、无损检测等的故障诊断案例，将视情况后续进行。

编选过程中，在所能收集到的文献中，有相当一部分属于“基于某种原理或某个方法的”分析研究、实验研究或仿真分析、模式识别等，而属于生产现场实际问题应用研究的则较少，在某台典型设备中的实际应用或成功实例则更少一些，给案例的选择造成了一定的困难。这正说明了故障诊断工作的理论与实践之间的差距，反映了资料大多出自院校。尽管也有一些厂校结合的佳作，但纯属企业自主开发创新的项目较少，这是有待今后努力改进的重大问题。此外，在一些案例中，由于主要的谱图不够清楚，或计量单位标注不全、不准，尽管是来自企业的真实案例，也只得舍弃不用。

关于案例编辑工作的原则和规范化的问题，需要作如下说明。

1. 关于传统诊断与现代诊断

传统诊断一般是基于传统的信号处理技术——如频谱技术，并结合人的现场经验所进行的设备诊断，它经受了较长时期的生产考验并且迄今仍广泛应用于各类企业的诊断工作中，正如国际标准化组织所核准的ISO18436所采纳的内容那样。因此要以此作为工作的重点，以利普及和推广。而对于现代诊断技术，则一般指应用现代信号处理技术——如神经网络、小波分析等，以及基于深知识推理的诊断技术。尽管其方法内容不断有所创新，并且有的也确实取得了好的效果，但是迄今实际为我国生产现场所采用的，不仅数量较少，而且时间也短，因此只能对其若干应用较多和效果较好的项目，酌情予以选用。

2. 每个案例都力争以规范化的工作程序来编写，它一般包括以下几个方面。

(1) 该设备的结构和功能参数的一般性介绍，并说明其故障历史与工作现状，必要时还要对故障部位及细节作进一步的描述；

(2) 诊断的目的，选用的主要诊断方法，以及对诊断方案和工作程序予以认定。此外，还应对所选仪器的功能特点以及测点布置的说明；

(3) 数据采集和信号处理的实施过程，对所获得的时域频域等数据，以及各项图谱，要确保图线清晰正确、计量单位准确和数据完整齐全；

(4) 根据所检测到的数据、图像，作出科学准确的结论，并根据所采取的修整措施，进行及时诊断和效果复查，即在诊断工作中不仅重推理，更要重证据；

(5) 对一些比较复杂、疑难的设备故障，经过多次诊断方案的修正和改进后，得到比较理想的诊断结果，并能从中提炼出经验启示、失败教训及心得体会。

希望这本《现场设备故障诊断案例手册》的出版发行，能够对企业开展故障诊断工作具有一定的参考、借鉴和指导作用。

《现场设备故障诊断实例精选》编委会

2008年12月20日

Contents 目 录

一、石油化工

1. M326B 型丙烯制冷压缩机组故障诊断与处理 001
2. 催化装置离心鼓风机动不平衡的诊断 003
3. 醇酮装置离心压缩机的故障诊断及振动消除 005
4. 二氧化碳压缩机组高速压缸异常振动故障的诊断 007
5. 催化风机试运行中不对中故障的诊断分析 010
6. 大功率电动机轴振值偏高的分析 012
7. 引风机不平衡故障原因分析与处理 013
8. 烟气轮机振动的几种常见故障分析 016
9. 热电厂 3# 汽轮发电机故障诊断处理 019
10. 脱碳溶液泵水力透平启动过程中超振原因分析 021
11. 几种低频振动信号的分析与现场处理 023
12. 超高压往复式压缩机管道振动分析及减振措施 026
13. 催化气压机组故障的分析 029
14. 旋转机械振动故障诊断的几个实例 033
15. 离心压缩机油膜振荡故障诊断 036
16. 发电机转子热不平衡故障诊断 039
17. 背压式汽轮机运行故障分析 044
18. 高压 25MW 背压式汽轮机振动分析与处理 046
19. 注水泵机组现场监测与故障诊断 049
20. 原料油进料泵管线振动故障诊断与治理 052
21. 5L 型压缩机管路振动分析与减振措施 055
22. 大型工业汽轮机的无规律间歇振动 057
23. 锅炉排粉风机不平衡的故障诊断 060
24. 通风机的减振技术改造 064

25. 烟气轮机转子动不平衡引起机组振动的诊断	067
26. 联合 K101 机组因晃电停机造成振动的故障诊断分析	070
27. 锤式破碎机的故障诊断分析	074
28. 风机拍频振动诊断	075
29. 炼油厂 ARGG 装置烟机振动分析与诊断	077
30. 振动趋势与频谱分析在大机组维护中的应用	080
31. 烟气轮机振动的状态监测与故障诊断	082
32. 烟机振动故障的状态监测与诊断	085
33. 叶轮结垢引起烟机异常振动的诊断	087
34. 共振解调及关联维数在轴承故障诊断中的应用	090
35. 甲胺泵管路振动故障分析	092
36. 烟道风机滚动轴承干摩擦导致异常振动的诊断	094
37. 冷却塔风机的故障消除	096
38. YLII24000J 烟气轮机的振动监测与故障诊断	098
39. 锅炉风机基础刚度差和轴承间隙不当造成异常振动的故障诊断	101
40. 利用振动分析方法诊断交流感应电动机电气故障	104
41. HOWDEN 大型压缩机组对中的实践	106
42. 合成气压缩机气体激振的诊断与处理	108

二、冶金

43. 竖炉冷却风机故障诊断及处理	112
44. 连轧生产线减速机基础松动诊断	114
45. 趋势分析在滚动轴承振动监测中的应用	117
46. 轧机主传动电机振动故障处理	119
47. 制氧机组空压机振动诊断与分析	122
48. 轴承外圈故障带转轴边带的分析与研究	124
49. 1150 初轧机轴系扭振检测与诊断	126
50. 减定径机振动分析及改进	130
51. 精轧机在线监测诊断与故障分析	133
52. DK-G425 型汽轮机主油泵故障诊断与处理	136
53. 烧结风机振动特征频谱及分析	138
54. 焦炉煤气风机工频振动故障的诊断	140
55. 空透机安装不对中导致异常振动的分析诊断	143

- 56. 高速线材轧机的网络在线振动监测与诊断 145
- 57. 风机轴瓦损坏的状态监测与故障诊断 147
- 58. 吐丝机在线监测与故障诊断技术的研究与应用 148
- 59. 高炉鼓风机及电机的振动故障诊断 151
- 60. 热轧厂卷取机主电动机轴承故障的原因分析 153
- 61. 通风机振动故障实例诊断 157
- 62. 条钢厂 H9 轧机的故障诊断 159
- 63. 制氧增压机一阶临界转速振动的原因分析 162
- 64. 高炉炉顶齿轮箱电机运行电流大的原因分析 164
- 65. 棒材轧机轴承磨损故障的早期发现 167
- 66. 鞍钢齐大山铁矿排岩机电机振动诊断 170
- 67. 武钢二烧 1# 主抽风机振动故障的诊断与处理 173

三、有色

- 68. 锅炉排烟风机异常振动监测及诊断 177
- 69. 汽轮机满负荷振动故障诊断与处理 178
- 70. 峰值能量在滚动轴承故障诊断中的应用 180
- 71. 滚动轴承振动故障诊断 182
- 72. 用冲击脉冲法诊断滚动轴承故障 185
- 73. 大型收尘风机滚动轴承故障诊断 186

四、电力

- 74. 200MW 汽轮发电机组过临界振动分析与处理 190
- 75. 临沂电厂 135 MW 汽轮发电机组异常振动分析处理 192
- 76. 给水泵小汽机振动故障的分析及处理 194
- 77. 汽轮发电机组突发性振动的诊断与处理 196
- 78. 汽轮发电机组半频振动的诊断及处理 199
- 79. 50 MW 汽轮发电机组大修后异常振动的分析处理 201
- 80. 大型火电机组气流激振故障的诊断与治理 203
- 81. MS6001B 燃气轮机发电机组轴向振动故障的分析处理 205
- 82. 天生港电厂 8# 机组振动诊断及处理 208
- 83. 哈三电厂 4# 600 MW 机组轴系振动故障诊断及处理 211

84. 300 MW 机组引风机振动原因分析	215
85. 利用振动功率谱诊断磨煤机减速器故障	217
86. 200MW 机组振动故障的诊断及处理	219
87. 引进型 300MW 机组易发振动故障的诊断处理方法	221
88. 大型汽轮发电机组启动停机振动特性测量分析	224
89. 福能电厂 7# 机组冷凝泵故障处理	228
90. 外高桥电厂一次风机和定冷泵振动故障诊断	230
91. 华能汕头发电厂 1 # 机组振动故障的分析及处理	233
92. 国产大机组运行中轴承不对中特性	235
93. 320MW 汽轮发电机组轴系标高变化和振动故障处理	238
94. MS6000B 型燃气轮机机组振动故障分析及处理	241
95. 简析汽轮机组摩擦振动	243
96. 空压机齿轮箱振动故障诊断	246
97. 300 MW 国产引进型机组轴瓦振动诊断与处理	251
98. QFQ50 发电机振动问题分析及处理	253
99. 大坝电站 300MW 机组不对中振动故障的诊断处理	254
100. 基于谐波小波变换的低速滚动轴承故障诊断	258
101. 国产 300 MW 机组高中压转子振动爬升故障的诊断	260
102. 沙角 A 厂引进型 300MW 机组振动故障的诊断与处理	262
103. 百年电力公司 3# 机组异常振动分析及处理	265
104. 50MW 汽轮机膨胀不畅引起振动故障的分析及处理	267
105. 霍州发电厂 4# 机振动故障诊断与治理	269
106. 一台 300MW 机组断油烧瓦故障的振动分析	274
107. 某 200MW 汽轮发电机组突发性非线性振动的诊断及处理	278
108. 岭澳核电站 2# 机组振动问题分析及处理	280
109. 汽轮机半频振动测试分析与故障诊断	282
110. 150MW 汽轮发电机组调试故障原因分析及处理	285
111. 弯曲转子的振动分析与对策	287
112. 125MW 机组主蒸汽管道振动原因分析及治理	289
113. 北仑电厂 2# 机组振动故障分析与处理	292
114. 某 300MW 汽轮机组轴系振动故障的处理	295
115. 水电机组振动故障的诊断与处理	298
116. 韶关发电厂 8# 机组大修后振动故障诊断及其处理	301

- 117. 国内首例 300MW 机组轴承座开裂故障及其诊断 304
- 118. 国产 50MW (60MW) 机组轴系异常振动的故障诊断及治理 306
- 119. 200MW 汽轮发电机组叶片断裂事故的分析与诊断 307
- 120. 某 660MW 汽轮发电机组振动故障分析及处理 309
- 121. 600MW 机组轴系振动故障诊断及处理 313

五、交通运输

- 122. 机械设备故障振动诊断实例分析 316
- 123. 汽车变速箱故障的通用监测诊断系统 320
- 124. 船用耦合式高速机械振动的频域特性分析及故障诊断 323
- 125. 基于多通道振动信号的港机车轮轴承故障诊断 325
- 126. 某船用特种发动机的故障及其特征分析 327
- 127. 某航空发动机转子弹性支承松动振动故障诊断 329
- 128. 船用燃气轮机的故障诊断 334
- 129. 船舶柴油机“拉缸”故障振动诊断技术 337
- 130. 16V240ZJB 型柴油机主轴承故障振动诊断研究 340

六、其他

- 131. 矿井提升机自激振动测试与诊断 345
- 132. 提升机减速器齿面损伤的诊断分析 347
- 133. 基于 Hilbert 变换的低速重载齿轮故障诊断研究 349
- 134. 渣浆泵轴承的故障诊断 351
- 135. 用模态分析法解决矿井大型通风机叶片的开裂问题 353
- 136. 矿井提升机故障的监测与诊断 356
- 137. 某矿主井绞车电机振动故障诊断分析 359
- 138. 弗兰德减速机异常振动分析 361
- 139. 水泥磨大型行星齿轮减速器的状态监测与诊断 364
- 140. 小波多分辨分析在往复式活塞隔膜泵故障诊断中的应用 367
- 141. 大型选粉机振动测试及故障分析 371
- 142. 风机振动故障的状态监测和诊断 373
- 143. 某型潜艇应急发电机组振动故障分析与排除 376
- 144. 某型发动机截面 4 振动故障的分析研究 378

145. 某型发动机整机振动故障诊断分析	380
146. 某型船用空压机组基础共振的研究及治理	382
147. 某车载泵机组故障诊断实例	385
148. 某型歼击机机身副油箱尾锥振动故障分析	386
149. YKS5120 型插齿机强噪声源的分析	388
150. 12MW 汽轮发电机组的精密诊断	391
151. 电机振动测试、分析与动平衡	395
152. 局域波法在滚动轴承故障诊断中的应用	398
153. 现场动平衡在设备振动中的应用	400
154. 罗茨风机振动故障诊断	401
155. GASTON 绳状练漂机齿轮箱的故障诊断	404
156. 高速纺装置中的风机振动状态判别和故障诊断	407
157. B3-35/5 型汽轮发电机组异常振动的诊断与排除	411
158. 烟机设备异常振动的故障诊断	416
159. 用振动频率分析方法诊断造纸机机械故障	417
160. 基于倒频谱理论的滚动轴承故障检测	419
161. 制氧压缩机振动故障的相位诊断方法	422
162. 柴油机燃烧振动波形的自适应提取及故障诊断	424
163. 往复式压缩机缸头漏气故障机理及信号特征	426
164. 多级压缩机故障诊断技术	430
165. 悬臂转子轴裂纹的分析与监测	433
166. 秦山核电站 300 MW 机组振动故障诊断及处理	434
167. 通风系统风机振动问题的分析与解决措施	436
168. 岭澳核电站汽水分离再热器系统 (GSS) 疏水泵组频发大幅振动故障原因分析和处理	439
169. 秦山三期核电站海水泵异常振动信号的处理	442

一、石油化工

1. M326B 型丙烯制冷压缩机组 故障诊断与处理 曹春荣

M326B 型丙烯制冷压缩机, 简称 C401 冰机, 是由美国 York 公司制造的水平剖分式工业用压缩机单机运行。

一、机组结构与性能

M326B 型丙烯制冷压缩机组结构简图如图 1 所示。

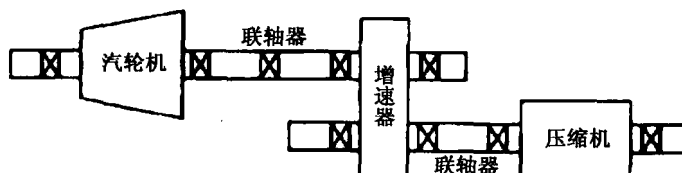


图 1 M326B 型丙烯制冷压缩机组结构简图

机组由汽轮机、增速器和压缩机组成。汽轮机为多级凝汽式, 输出功率额定值 525 kW, 转速 4 800~5 390 r/min, 级数五级。增速器传动比为 2.512:1。压缩机为水平剖分式, 输入功率 512 kW, 压缩介质为丙烯气, 进口压力为 0.46 MPa, 出口压力为 1.50 MPa, 转速 12 270 r/min, 一阶临界转速 15 849 r/min, 级数三级, 报警值 33 μm , 联锁停车值 38 μm 。轴瓦为圆柱形, 驱动端允许的径向间隙为 0.04~0.08 mm, 油槽端径向间隙为 0.05~0.13 mm。增速器与压缩机之间的联轴器为一根 35 mm $\times$ 450 mm 的细长挠性短轴。

该机组从 2001 年 8 月初大检修以来, 压缩机的两轴承振动值从检修后的 26 μm 经过半年的时间, 逐渐爬升到 37~38 μm , 远远超出了其报警值 33 μm , 在联锁停车值 38 μm 附近波动, 严重地影响了机组的正常运行。在 2002 年 3 月份, 机组曾出现两次因超过联锁值而停机, 为此不得不把原来的联锁值调升至 43 μm 。

二、故障测试与分析

1. 使用设备

Entek 公司的 IRD890 离线监测仪是通过磁性传感器从机壳上获取信号, 而信号的真实程度与传递途径有关。由于压缩机壳体离轴承较远 (>500 mm), 从壳体测得的频谱图上看, 频率变化甚微, 压缩机轴振动缓慢升高这一状况在一段时间内的频谱图上根本无法体现, 图谱数据的真实程度也值得怀疑(实际验证图谱是不正确的)。由于机组振动的持续上升, 而离线设备无法获得压缩机的正确图谱。为此, 对 C401 压缩机安装了深圳创为实公司生产的 S8 000 在线监测系统。

S8 000 监测系统主要是从本特利仪表(包括 7 200、3 300、3 500 表)中获得机组的轴振动、轴位移、键相等电压信号。将电压信号中交流信号通过滤波器过滤掉, 获取直流信号, 调理后再经过模数转换, 由可编程逻辑器件送到数据处理软件进行处理, 最终形成轴位移相关数据列表; 同样, 过滤掉直流信号, 将交流信号调理放大后, 经处理最终形成轴振动的相关图谱、数据列表; 对键相信号中的脉冲信号予以保留, 滤去其他信号, 经处理最终形成相应的转速数据及相位图谱。该系统所获得的图谱数据相当全面, 可以得到波形频谱图、轨迹图等多种图谱, 是大型转机故障诊断的有力工具。

2. 现场信息的收集

(1) 压缩机振动持续偏高, 振值在 $37\ \mu\text{m}$ 左右, 具有缓变升高的特点。

(2) 机组启动后 15 min 内, 即压缩机转速为 $0\sim 3\ 700\ \text{r/min}$ 时, 两轴瓦振动值较高, 持续在 $60\ \mu\text{m}$ 以上, 大大超出连锁停车值 $38\ \mu\text{m}$ 。所以必须把连锁摘除才能开机。当转速再往上爬升至正常转速 $12\ 300\ \text{r/min}$ 时, 机组振动值又重新降了下来。

3. 所采集的波形频谱图

S8 000 在线监测系统采集的波形频谱图如图 2~图 4 所示。

图 2~图 4 中, 每幅图中均有上下两幅图。上图为波形图, 其纵坐标单位为 μm , 横坐标为光标点 (转子旋转 1 周有 32 个光标点); 下图为频谱图, 其纵坐标单位为 μm , 横坐标为频率比。

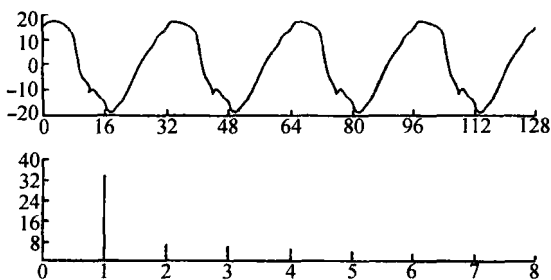


图 2

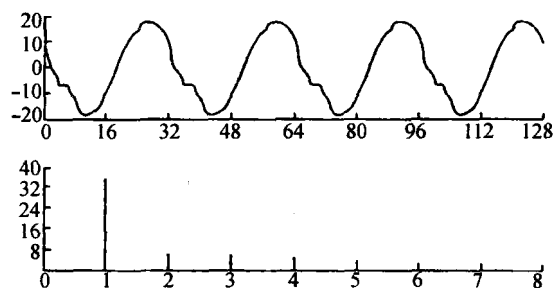


图 3

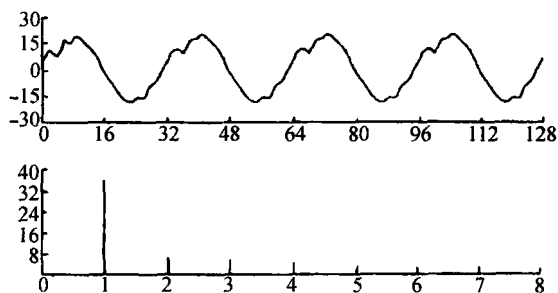


图 4 非驱动端水平方向波形频谱图

4. 故障诊断分析

(1) 离线监测分析。由于汽轮机与增速器的轴承壳体离轴瓦较近 ($< 50\ \text{mm}$), 且传递途径比较简单, 故其图谱比较接近实际图谱。从汽轮机与增速器的轴承壳体上测得的频谱图来看, 汽轮机东侧与低速轴西侧的两轴承振动频谱图均显示了两倍频高起, 谐波成分居多, 而且各谐波幅值均占一定百分比, 一倍频 50%, 二倍频 45%。据这一情况判断, 认为机组存在不对中现象, 并波及压缩机转子, 对其振动产生影响。

(2) 在线监测分析。一般情况下工频振动的原因有: ①转子质量不平衡; ②转子弯曲; ③不对中; ④共振等。从图 2~图 4 知, 压缩机主振频率为工频, 并且工频成分占绝对主导地位, 在 $35\ \mu\text{m}$ 左右; 图 2~图 3 波形的峰—峰值均接近 $40\ \mu\text{m}$, 在连锁停车值 $38\ \mu\text{m}$ 附近波动。结合压缩机转子在启动过程中随转速升高振动值增大的症状, 判断转子存在不平衡。同时考虑到驱动端峰—峰值明显大于非驱动端, 所以判断转子的不平衡部位靠近驱动端, 由此也可以判断出压缩机驱动端轴瓦磨损量较大。

由于压缩机轴承座与壳体的连接方式为端镶式, 且没有定位销。这种结构方式注定压缩机内部的间隙跟安装的步骤和方法有极大的关系。正确的安装顺序应为, 在轴承座不动的条件下, 调节压缩机内部各部位间隙。而历次检修、安装的顺序恰恰相反, 在调整完内部间隙后再去调整轴承座, 这样就失去了基准。结合工频占主导地位, 因此判断压缩机同时存在气隙偏心。

三、机组拆开后检查到的问题

1. 汽轮机与增速器对中不良，见图 5。图中圆内数据为两轴端面度，圆外数据为两轴同轴度。

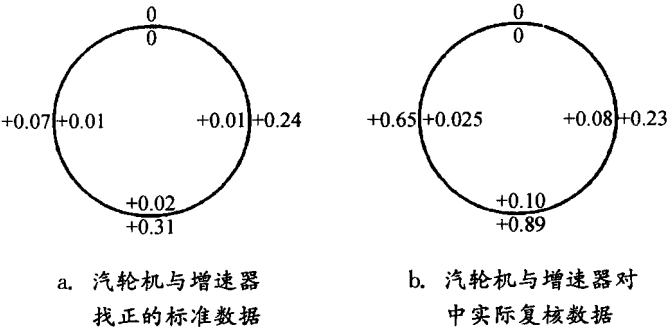


图 5 汽轮机与增速器对中数据

从图 5 可以看出，两轴实际对中的径向偏差很大，轴向偏差也不小，这一点与诊断结论一致。

2. 驱动端轴瓦间隙为 0.11 mm，较上年安装时间隙大 0.04 mm；油槽端（非驱动端）轴瓦间隙为 0.11 mm，较上年安装时间隙大 0.01 mm，两相比较，驱动端轴瓦存在较大磨损。这一点与诊断结论同样吻合。

3. 检查转子时发现平衡盘存在十分明显的偏磨，中间迷宫密封和轴在轴瓦处同样也已磨损。

四、现场处理及检修后运行情况

1. 更换压缩机备用转子、轴瓦，级间气封及压缩机与增速器间的连接短轴。

2. 调整压缩机安装顺序。检修时先装两轴承，即先固定支点再安装内部隔板，调整级间气封间隙、平衡盘间隙，最后扣大盖。

检修后至今，机组运行近半年，整台机组运行相当平稳。所有测点振动值最大不超出 15 μm，较检修前的 38 μm 有较大下降，已完全消除了检修前振值缓变高升、持续不降的隐患。

2. 催化装置离心鼓风机动不平衡的诊断

曹建伟

锦州石化股份有限公司一套催化裂化装置的烟机主风机机组由烟气轮机、鼓风机、齿轮箱、电动机和润滑油系统及动力油系统组成。

离心鼓风机的技术参数见表 1。

表 1 离心鼓风机技术参数

型号：D1000-33	进气压力：0.1 MPa
进气流量：1 000 m ³ /min	排气压力：0.34 MPa
叶轮级数：3	进气温度：20 ℃
工作转速：6 320 r/min	所需功率：3 200 kW

一、机组振动测试方案

测试仪器为数据采集器 DP1500，分析软件为恩泰克（PM）预测维修软件。

整个测试系统由安装在机组上的振动传感器、数据采集器、预测维修软件（PM）和计算机组成，如图 1 所示。

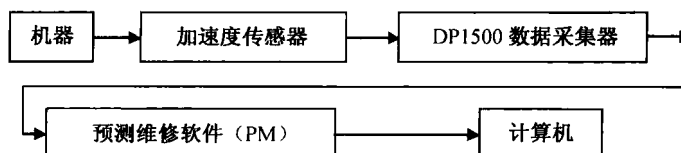


图 1 绝对振动测试方法

振动传感器布置示意图如图 2 所示，其中 H 表示水平、V 表示垂直、A 表示轴向。

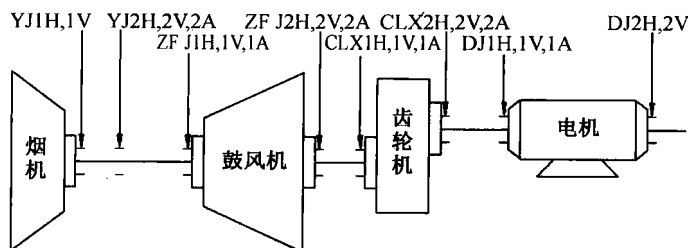


图 2 振动传感器布置示意图

二、振动原因分析

1. 故障特点

2006 年 11 月 16 日一催化车间烟机机组开车，经暖机、升温、提速，17 日中午提负荷，鼓风机的南、北瓦振幅突然增大，最大振动幅值达 29 mm/s。通过对机组各部位的振动进行测试与分析，发现鼓风机振动特点是水平方向振动较大。此鼓风机以前的振动幅值一直都很小，遂立即停机检查。鼓风机开车前后的振动幅值对比数据如表 2 所示。

表 2

鼓风机振动幅值

mm/s

测点	南瓦水平	南瓦垂直	北瓦水平	北瓦垂直	北瓦轴向
日期					
2006 年 10 月 12 日	5.09	6.2	3.09	3.04	2.75
2006 年 11 月 17 日	29	18.5	17	5.63	6.635

图 3 为 11 月 17 日鼓风机振动异常时南瓦水平方向的振动频谱图。从中可以看出烟机工频转速为 105 Hz，工频幅值为 29 mm/s。

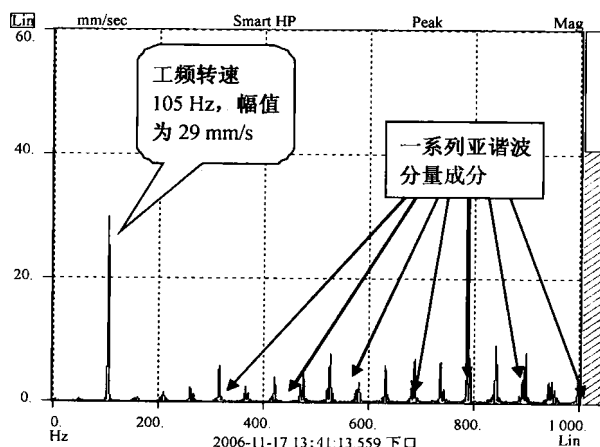


图 3 南瓦水平振动频谱图

轴承座振动的频谱分析发现, 频谱图中工频分量占主导, 工频幅值占通频量的 90% 以上, 同时还有一系列谐频和丰富的亚谐波分量成分, 与其他各测点的频谱特征相同。

2. 故障诊断

根据上述振动特点和振动频谱特征进行分析得出以下结论:

- (1) 从频谱图中可以看出工频占主导, 说明转子动不平衡;
- (2) 频谱图中有一系列谐频和丰富的亚谐波分量成分, 说明存在动静碰摩。

由于离心压缩机的振动是突然增大, 怀疑有异物进入叶轮流道内, 并卡在叶轮上与机壳摩擦, 并引起转子动不平衡。

另外, 技术人员在之后的检查过程中, 发现鼓风机入口的空气过滤器的过滤网少了一块, 这就验证了上述的判断。

3. 拆机检查情况

拆机检查发现过滤网卡在一级、二级叶轮流道内, 在机壳内壁有划痕。

4. 机理分析

振动过大的主要原因是由于鼓风机入口的空气过滤器的过滤网脱落, 卡在转子叶轮流道内, 造成转子质量偏心, 导致严重动不平衡, 卡在转子叶轮上的过滤网与壳体碰摩。该振动属于突发性不平衡。

5. 处理

清除转子叶轮流道内的过滤网, 转子重新做动平衡。

检修完成后, 烟机于 2006 年 11 月 20 日开车, 运行良好。烟机南瓦水平方向的谱图如图 4 所示。

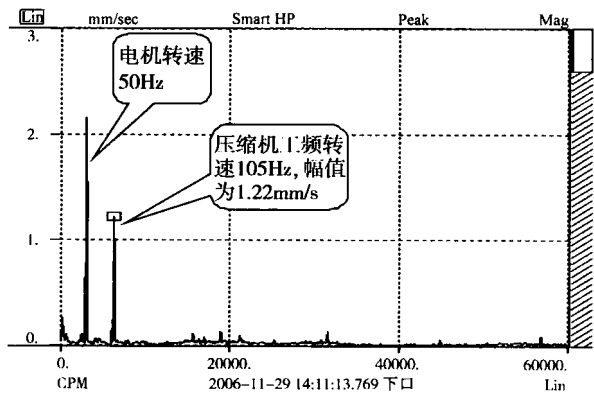


图 4 检修后南瓦水平振动频谱图

从图中看出, 工频幅值由停机前的 29 mm/s 降到 1.22 mm/s, 振动总幅值为 3.79 mm/s。

三、结束语

对催化装置鼓风机组的监测实例说明, 利用预测维修系统 (PM) 对故障机组进行分析和诊断, 找出引起故障的原因、部位, 并提出解决的方法, 进行有针对性的检修, 可以保证机组的长、稳、安、满、优运行。

3. 醇酮装置离心压缩机的故障诊断及振动消除

陈 刚 孙 浩 李迎丽

一、机组简述

辽化醇酮装置所用离心式压缩机是从法国 RATEAU 公司引进的, 该机由高低压双缸组成, 共有 6 段 10 级, 驱动电机功率 $P=3\,000\text{ kW}$ 、转速 $n_{\text{电}}=1\,500\text{ r/min}$, 经中间增速箱, 压缩机额定转速为 $n_{\text{压}}=$