

Failure Analysis for Temperature Probe of Thrust Pad during the C9101 Circulating Hydrogen Compressor Operation

Yongchao Hu, Tianhua Xu, Yang Yin

PetroChina Liaoyang Petrochemical Company, Liaoyang Liaoning
Email: huyongchao@petrochina.com.cn, xutianhua@petrochina.com.cn, yinyang@petrochina.com.cn

Received: Jun. 29th, 2015; accepted: Jul. 19th, 2015; published: Jul. 22nd, 2015

Copyright © 2015 by authors and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

In the operation process of the C9101 circulating hydrogen compressor, temperature probe of thrust pad can not operate normally. After the structural analysis of thrust bearing, we know that without considering the abrasion caused by the nodding action of the thrust pad and the oil flow in the design, no structural simulation analysis of the oil flow rate and oil control ring had been made before. Some unchamfered equipment parts intensified the abrasion of the wire. After the improvement measures mentioned in the paper are employed, the potential safety hazard was completely eliminated and the security operation of the device was ensured also.

Keywords

Centrifugal Compressor, Thrust Pad, Temperature Probes

循环氢压缩机C9101推力瓦块测温探头失效分析

胡永超, 许天华, 尹 扬

中国石油辽阳石化分公司, 辽宁 辽阳
Email: huyongchao@petrochina.com.cn, xutianhua@petrochina.com.cn, yinyang@petrochina.com.cn

收稿日期：2015年6月29日；录用日期：2015年7月19日；发布日期：2015年7月22日

摘要

针对循环氢压缩机C9101出现推力瓦块测温探头失效的情况，结合推力轴承的结构，认为设计方未全面考虑因推力瓦块摆动和油流作用造成仪表引线产生偏摆、磨损，在布置仪表引线时未根据润滑油流速和油控制环的结构进行模拟分析，存在设计缺陷；机械制造方面因温包孔和油控制环出线槽处无倒角，又加剧了仪表引线的磨损。按照文中所述的改进措施组织施工，彻底消除了机组安全隐患，为装置平稳生产提供了保障。

关键词

离心压缩机，推力瓦块，测温探头

1. 前言

1.1. 机组情况

循环氢离心压缩机组为中石油辽阳石化炼油厂加氢三车间 200 万吨/年加氢精制装置的关键机组，由 BCL408 压缩机和 NG25/20 背压式汽轮机组成，压缩机与汽轮机由膜片联轴器联接，压缩机和汽轮机安装在共用钢底座上；压缩机的轴端密封采用四川日机密封件股份有限公司生产的干气密封，原动机采用杭州汽轮机股份有限公司生产的汽轮机。

1.2. 止推轴承

C9101 止推轴承采用金斯伯雷型止推轴承，止推轴承的作用是承受压缩机没有完全抵消的残余的轴向推力，以及承受膜片联轴器产生的轴向推力。

该离心压缩机的金斯伯雷止推轴承属于双面止推，轴承体水平剖分为上、下两半，有两组止推元件，每组有 6 块止推块，置于推力盘两侧。主副推力轴承各取两件推力瓦块分别安装 100 Ω 埋入式铂电阻，主推力瓦块测温探头：TISA7041、TISA7042，副推力瓦块测温探头：TISA7043、TISA7044。

瓦块单位最大载荷：3.09 kgf/cm²，瓦块单位极限载荷：25.0 kgf/cm²，瓦块支点方式：中心，瓦块基体材料：45#。

供油总管正常油压为 0.245 Mpa (G)，推力轴承润滑油压 0.025~0.13 Mpa (G)。

1.3. 工况说明

工艺介质：循环氢，入口压力：5.9 MPa，出口压力：7.2 MPa

转速：10,233 r/min，总压缩比：1.217

第一阶临界转速：4490 r/min

第二阶临界转速：15,816 r/min

1.4. 轴承测温装置说明

属埋入式热敏电阻，测温电阻材料为铂、100 Ω ，主副推力轴承各 2 件，压缩机轴承温度 $\geq 105^{\circ}\text{C}$ 报警；压缩机轴承温度 $\geq 115^{\circ}\text{C}$ 停机。

2. 测温探头失效情况

2.1. C9101 运行概况及测温探头失效情况说明

该循环氢压缩机组 2012 年 8 月 1 日投用，前期各项运行数据平稳，8 月 15 日后推力瓦测温探头陆续失效，最终全部失效(见表 1)。

2.2. 应急措施

截至 2013 年 3 月 19 日，循环氢压缩机 C9101 推力瓦块测温探头全部失效，推力轴承温度失去监测手段，联锁摘除、严重影响机组的安全运行。

车间确认机组其它运行参数和现场供油压力、回油温度正常后，决定采取以下应急措施：1) 仪表技术人员将轴承箱回油温度引至控制室 DCS 画面，工艺内操做好记录和监护运行；2) 避免频繁、大幅度调整压缩机转速；3) 编制停车检修计划和施工方案；4) 备用瓦块厚度测量合格后送机械厂重新加工埋线孔、仪表厂安装测温包。

3. 失效分析及改进措施

2013 年 4 月 17 日上午 9 时，按照检修计划由设备检修部、仪表班对循环氢压缩机 C9101 进行拆检，4 月 18 日下午 15:40 检修完毕。

3.1. 拆检推力轴承

拆检推力轴承，结果见图 1、图 2。

3.2. 失效分析

3.2.1. TISA7042/TISA7044 磨损失灵的原因

1) 温包孔无倒角、油控制环出现槽处无倒角，密封胶固化后在温包孔边缘形成不规则、连续、较粗糙的坚硬突兀部分；

2) 随着机组负荷的变化，主副推力瓦间隙亦发生改变，在瓦块轻微摆动及油流的综合作用下，导致仪表引线的铠装部分与密封胶固化突兀处、油控制环线槽边沿不断摩擦，依次将铠装、仪表引线磨损，最终造成测温失灵；

3) 由于 TISA7042/TISA7044 的仪表引线从油控制环线槽内直接引出，故未造成仪表引线的磨损断裂。

Table 1. The operation status of C9101

表 1. C9101 运行概况

运行时间	2012 年 8 月 1 日至 2013 年 4 月 16 日		
周期名称	2012 年至 2013 年运行年度	周期数	第 2 周期
运行周期内出现的问题汇总			
序号	时间	C9101 止推轴承故障说明	
1	2012 年 8 月 15 日	主推力瓦块测温探头 TISA7042 失效	
2	2012 年 8 月 17 日	主推力瓦块测温探头 TISA7041 失效	
3	2012 年 8 月 30 日	付推力瓦块测温探头 TISA7044 失效	
4	2013 年 3 月 19 日	付推力瓦块测温探头 TISA7043 失效	

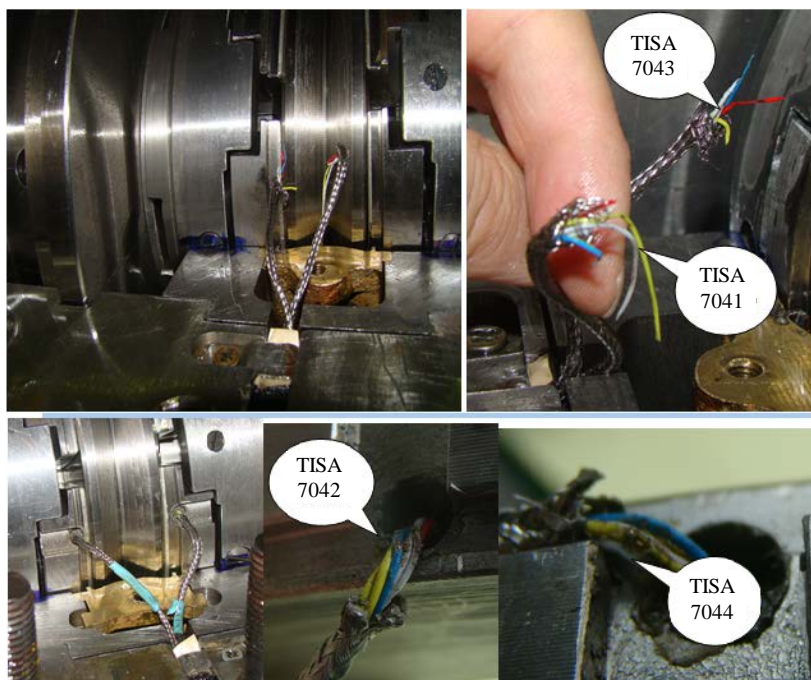


Figure 1. The abrasion of the thrust pad's temperature probes for TISA7041, TISA7043

图 1. 推力瓦块仪表探头 TISA7041、TISA7043 的仪表引线磨损断裂情况

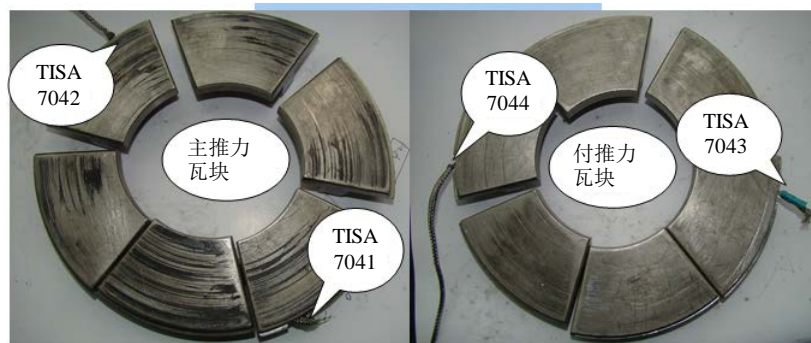


Figure 2. The abrasions of the thrust pad's Babbitt metal layer

图 2. 主、付推力瓦块巴氏合金层磨损情况

3.2.2. TISA7041/TISA7043 磨损断裂、主推力瓦块磨损严重的原因

1) 磨损原因同上，但由于二者的仪表引线未能从油控制环线槽直接引出，导致有约 4 cm 长的仪表引线布置在油控制环环向槽与瓦块上沿，在机组负荷发生变化时导致仪表引线受到瓦块和油控制环的挤压；见图 3 仪表引线走向图。

2) 当仪表线在接近温包孔处断裂时，另外一部分引线进入主推力瓦块与推力盘之间，随着时间推移约 3 cm 长的仪表引线断裂，造成 6 块主推力巴氏合金层磨损。

3.3. 改进措施

1) 带孔瓦块的埋线孔制作倒角；在油控制环上重新开孔 2 处，并将原出线孔扩大、表面平滑处理，出线孔与温度探头出线方向一致，保证仪表引线从瓦块引出后直线穿过出线孔，到达油控制环背面，见图 4。



Figure 3. The direction of the instrumentation line
图 3. 仪表引线走向

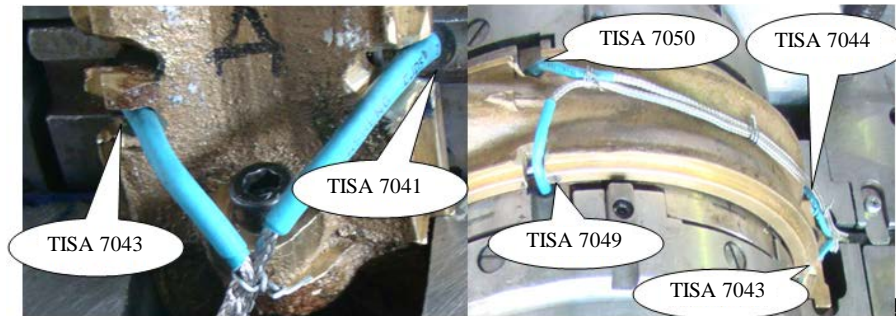


Figure 4. The instrumentation line after modification
图 4. 仪表引线改进图

2) 将仪表引线铠装部分延伸至温包根部, 利用树脂胶将仪表引线固定在瓦块测温槽内, 同时从温包根部 4 cm 长的范围内增加保护套, 提高仪表引线抗磨损的能力、延长使用寿命, 见图 4 仪表引线改进图。

3) 原线卡硬度不足, 重新制作线卡(材质: 304, 厚度 2.0 mm), 更换紧固螺钉, 见图 5。

4) 主、付推力轴承分别增加 1 件带孔测温瓦块, 将推力轴承测温探头增加 TISA7049、TISA7050, 引至 DCS 作为参考, 见图 4。

4. 机组运行情况

机组运行情况, 见图 6 所示。

4.1. 存在问题

压缩机转速为 10,000 rpm, 主推力瓦块温度 TISA7042 为 104℃左右, 偏高但稳定; 该瓦块的温度还应该继续观察, 分析原因为瓦块厚度正偏差较大, 承受了较大的轴向载荷导致温度较高[1]。

4.2. 后续处理

2013 年 8 月份装置停工大修期间, 拆检未发现主推力瓦巴士合金层无任何磨痕(见图 7 瓦块磨损图), 反而是付推力瓦磨损严重; 利用油石处理掉推力盘的高点, 同时更换整组付推力瓦块, 问题彻底解决。

5. 结语

从设计和机械制造方面来看: 1) 设计缺陷属主要原因, 设计方未全面考虑因推力瓦块摆动和油流作用造成仪表引线的偏摆量及磨损程度, 尤其是机组转速发生变化时, 该问题尤其重要; 在布置仪表引线时应根据润滑油流速和油控制环的结构进行模拟分析, 可将减少设计缺陷。2) 机械制造方面因温包孔和油控制环出线槽处无倒角, 加剧了仪表引线的磨损, 属次要原因[2]。

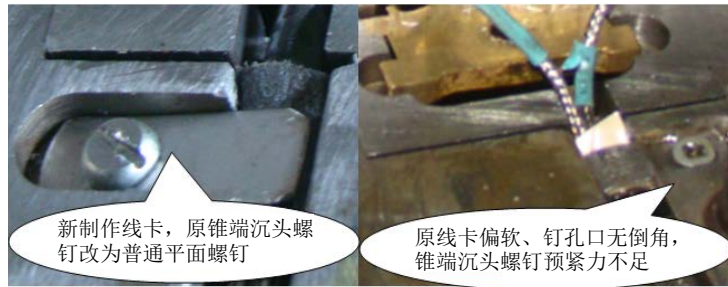


Figure 5. The line clip after modification
图 5. 修改后线路图

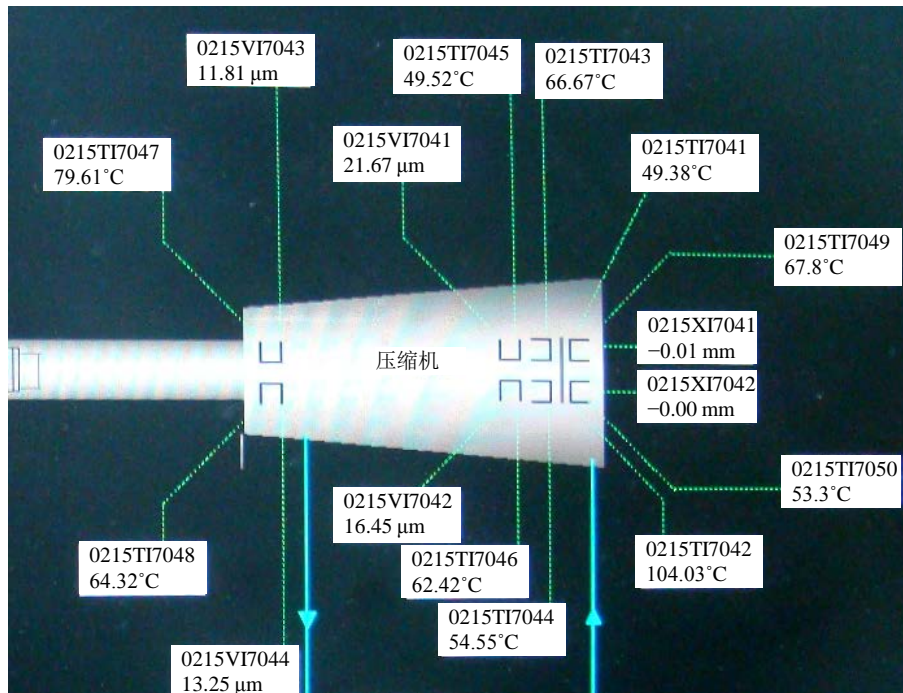


Figure 6. The operation parameters of the compressor (2013.4.22)
图 6. 机组运行参数图(2013.4.22)

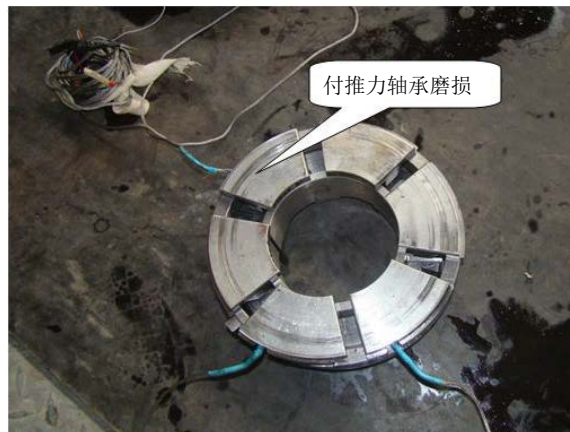


Figure 7. The abrasions of the thrust pad (2013.8)
图 7. 瓦块磨损图(2013.8)

循环氢压缩机 C9101 在第二运行周期内,共发生 4 次推力瓦块测温探头失效的情况;在机组抢修时,各专业通过对推力轴承组件进行拆检、详细分析仪表引线磨损原因,按照文中所述的改进措施组织施工,彻底消除了机组推力瓦块测温探头频繁失效的安全隐患,为装置平稳生产提供了保障。

参考文献 (References)

- [1] 许小云, 赵安吉 (2015) 制氢装置循环氢压缩机停机原因分析. *化工技术与开发*, **1**, 50-51.
- [2] 潘强, 钟明筱, 马蕙, 徐卫忠 (2014) 循环氢压缩机油压联锁停机原因及对策. *炼油技术与工程*, **9**, 58-60.