



石油化工过程装备 使用维护与检修技术指南

第一册

中国特种设备检测研究院

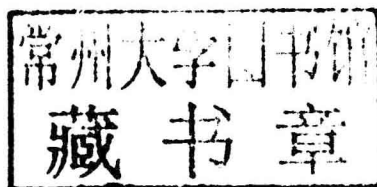
中国石化出版社
[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)



石油化工过程装备使用维护 与检修技术指南

第一册

中国特种设备检测研究院



中国石化出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

石油化工过程装备使用维护与检修技术指南 / 中国特种设备检测研究院编著. —北京: 中国石化出版社, 2014. 1

ISBN 978 - 7 - 5114 - 2566 - 9

I. ①石… II. ①中… III. ①石油化工设备 - 维护 - 指南②石油化工设备 - 检修 - 指南 IV. ①TE960.7 - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 305567 号

未经本社书面授权, 本书任何部分不得被复制、抄袭, 或者以任何形式或任何方式传播。版权所有, 侵权必究。

中国石化出版社出版发行

地址: 北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编: 100011 电话: (010) 84271850

读者服务部电话: (010) 84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail: press@sinopec.com

北京金明盛印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

880 × 1230 毫米 16 开本 3.5 印张 78 千字

2014 年 1 月第 1 版 2014 年 1 月第 1 次印刷

定价: 48.00 元

序 言

近年来，基于建设国际新型能源公司的目标，以及自身创新、发展、提升国际竞争力的需要，国内一些大型石油化工企业对所属主要炼油、化工生产装置提出了长周期运行的要求。目前，主要化工生产装置的连续运行周期平均达到四年以上，主要炼油生产装置也实现了三年以上的连续运行。炼油、化工装置的长周期运行，使各企业对所属过程装备的维护检修要求，以及维护检修的质量标准都发生了很大的变化。当前，针对石化过程装备维护与检修的相关技术规范和作业指导文件相对缺乏，远远不能满足检维修技术管理与生产力发展的需要。

为此，中国特种设备检测研究院组织编制了《石油化工过程装备使用维护与检修技术指南》丛书。丛书针对石化过程装备的选型、安装、检修、维护与使用等在役环节的管理，给各生产企业及检维修企业的技术、管理人员提出建议和指导，有助于企业逐步提高技术管理水平，减少和避免因检修或使用维护不当引发的安全、质量与环境污染等问题。

我们诚挚地希望，《石油化工过程装备使用维护与检修技术指南》丛书能够帮助读者解决过程装备在使用维护与检修管理中的实际问题；同时，也希望这套丛书能成为今后统一检维修技术服务标准，建立与石油化工装置长周期、安全、高效运行相适应的维护检修技术标准体系的一个有益尝试。

在此，我对中国石化炼油事业部、化工事业部的有关领导和专家在丛书策划与编制过程中给予的大力支持表示由衷的感谢！对每一位参与技术指南编制工作的专家付出的辛勤劳动表示由衷的感谢！

中国特种设备检测研究院院长



目 录

石油化工装置压缩机用干气密封使用维护技术指南

前言	2
1 总则	3
2 适用范围	3
3 规范性引用文件	3
4 术语和定义	3
5 干气密封选型	6
6 辅助支持系统配置	8
7 出厂试验与验收	9
8 检修与安装	10
9 操作与维护	12
10 干气密封的存放	13
11 附则	14

石油化工装置离心压缩机组状态监测系统应用技术指南

前言	16
1 总则	17
2 适用范围	17
3 规范性引用文件	17
4 术语和定义	17
5 系统总体要求	19
6 设备（硬件）配置	21
7 数据库系统功能	23
8 安装与调试	24
9 验收要求	25
10 附则	25
附录 A	26
附录 B	28

石油化工装置机泵在线监测系统应用技术指南

前言 34

1 总则 35

2 适用范围 35

3 规范性引用文件 35

4 术语和定义 35

5 系统总体要求 37

6 系统架构 38

7 硬件技术要求 39

8 软件功能要求 41

9 安装要求 42

10 验收要求 43

11 附则 44

附录 A 45

附录 B 47



石油化工过程装备使用维护与检修技术指南

石油化工装置压缩机用干气密封 使用维护技术指南

前 言

为满足石油化工企业对压缩机用干气密封使用维护的需要，解决干气密封使用管理中的常见问题，为石油化工装置压缩机用干气密封的选型、安装、修理、使用和维护提供指导，特制定本技术指南。

本技术指南由中国特种设备检测研究院组织编写。2013 年 5 月，中国特检院与中国石化成立工作组，在中国石化炼油事业部和化工事业部的大力支持下，于 2013 年 5 月至 6 月间，对 9 家炼化企业石油化工装置压缩机用干气密封的使用状况以及 3 家制造企业的设计、制造与维修服务情况进行了调研。工作组于 2013 年 8 月完成了技术指南的初稿，2013 年 9 月和 10 月分别以信函和讨论会的形式在行业内征求意见，2013 年 11 月《石油化工装置压缩机用干气密封使用维护技术指南》讨论定稿。

主要编写人员：王华东、蔡隆展、郭 建、刘如炎、何文丰、戴 澄、朱 哲

本技术指南在编写过程中得到中国石化北京燕山分公司、天津分公司以及约翰克兰科技（天津）有限公司、四川日机密封件股份有限公司有关专家的支持和帮助，在此表示感谢。

由于时间仓促和编者水平有限，本指南虽然经多次修改，内容的深度和广度仍显不足，在使用过程中，如发现需要修改补充之处，请将意见和有关资料提供给主编单位，以便今后修订时参考。

石油化工装置压缩机用干气密封使用维护技术指南

1 总则

针对石油化工装置压缩机用干气密封使用中存在的问题，为了提高其运行可靠性，满足石油化工装置压缩机长周期运行的需要，特制定本技术指南。

2 适用范围

本指南给出了压缩机用干气密封的选型、安装、修理以及操作维护等方面的建议和指导，适用于石油化工装置离心压缩机用干气密封的使用维护管理。

3 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本指南的引用而成为本指南的条款。凡是未注明版本日期的引用文件，使用者应尽可能使用其最新版本。

JB/T 11289—2012 干气密封技术条件

API 614 石油、化工和气体工业用润滑、轴密封和控制油系统及辅助设备

API 617 石油、化学和气体工业用轴流、离心压缩机及膨胀机—压缩机

4 术语和定义

4.1 干气密封

气体润滑端面密封，属于非接触式气体润滑机械密封，简称干气密封。

[JB/T 11289—2012，定义 3.1]

4.2 串联式布置

压缩机干气密封一种结构型式，由两级密封组成，前级密封为主密封，后级密封为安全密封，前级密封承受压力高于后级密封。

[JB/T 11289—2012，定义 3.2]



4.3 带中间迷宫的串联式布置

压缩机干气密封的一种结构形式，由两级干气密封及其中间设置的迷宫密封组成。

[JB/T 11289—2012，定义 3.3]

4.4 隔离密封

压缩机干气密封为避免轴承润滑油污染密封本体所采用的一种密封形式，位于干气密封本体和轴承箱之间。常用结构为迷宫密封或碳环密封。

[JB/T 11289—2012，定义 3.6]

4.5 迷宫密封

一种由一系列节流齿隙和齿间空腔构成的非接触式密封，主要用于密封气体介质。迷宫密封俗称梳齿密封。

[JB/T 11289—2012，定义 3.7]

4.6 碳环密封

用碳石墨作浮动环、依靠环形间隙内的流体阻力效应而达到阻漏目的的一种密封形式，可用于密封气体介质和液体介质。

[JB/T 11289—2012，定义 3.8]

4.7 密封气

在压缩机单端面干气密封中指引入密封端面处的气体。

在压缩机用双端面干气密封中指引入两对密封端面之间的气体。

[JB/T 11289—2012，定义 3.12]

4.8 前置气

压缩机双端面干气密封中引入介质侧密封端面与压缩机工艺气腔室之间的介质。

[JB/T 11289—2012，定义 3.13]

4.9 隔离气

压缩机干气密封中引入隔离密封之间的介质。

[JB/T 11289—2012，定义 3.14]

4.10 一级密封气

压缩机串联式或带中间迷宫密封的串联式干气密封中引入介质侧密封端面处的

气体。

[JB/T 11289—2012, 定义 3.16]

4.11 二级密封气

压缩机带中间迷宫的串联式干气密封中引入的大气侧密封端面处的气体。

[JB/T 11289—2012, 定义 3.17]

4.12 泄漏气

压缩机单端面干气密封的密封端面 and 隔离密封之间的泄漏气体, 由经干气密封端面漏出的气体和经隔离密封内侧漏出的气体组成。

压缩机双端面干气密封中的大气侧密封和隔离密封之间的泄漏气体, 由经大气侧干气密封端面漏出的气体和经隔离密封内侧漏出的气体组成。

[JB/T 11289—2012, 定义 3.18]

4.13 一级泄漏气

压缩机串联式干气密封中的介质侧密封和大气侧密封之间的泄漏气体, 由经介质侧密封端面漏出的气体组成。

压缩机带中间迷宫密封的串联式干气密封中的介质侧密封和大气侧密封之间的泄漏气体, 由经介质侧密封端面漏出的气体和经中间迷宫漏出的气体组成。

[JB/T 11289—2012, 定义 3.19]

4.14 二级泄漏气

压缩机串联式干气密封或带中间迷宫密封的串联式干气密封中的大气侧密封和隔离密封之间的泄漏气体, 由经大气侧密封端面漏出的气体和经隔离密封内侧漏出的气体组成。

[JB/T 11289—2012, 定义 3.20]

4.15 集装式结构

将密封的旋转组件和静止组件全部组合成一个整体的密封 (包括摩擦副零件、弹性元件、压盖和轴套), 装配时已经预先调整好密封压缩量。

[JB/T 11289—2012, 定义 3.21]

4.16 最大连续转速

压缩机所能连续运转的最高转速。

[JB/T 11289—2012, 定义 3.24]

4.17 最大工作压力

压缩机在规定的流体和最高工作温度下工作时，制造商设计的最高持续压力。

[JB/T 11289—2012，定义 3.25]

4.18 干气密封系统

干气密封系统是指干气密封和辅助支持系统的统称。

4.19 辅助支持系统

辅助支持系统是为干气密封提供连续洁净、干燥的气体并能监控干气密封的运行状况，确保干气密封长周期安全稳定运行的所有设施。

4.20 干燥除湿分离单元

干燥除湿分离单元是为主密封气提供干燥的气源，确保进入密封腔体的介质温度在露点以上的设施。一般由除液罐、加热设施和监测仪表组成。

4.21 过滤单元

过滤单元是保证进入密封腔体的密封气洁净的设施，一般由粗过滤器及精过滤器组成。

4.22 调节单元

调节单元是控制密封气注入的流量和压力的调节设施，一般由调节阀、节流阀、限流孔板等组成。

4.23 监测单元

监测单元是监测密封气注入及泄漏的设施。

4.24 隔离气单元

隔离气单元是防止轴承润滑油对干气密封造成污染的设施。

4.25 增压单元

增压单元是为压缩机开车或停车过程中，保证一级密封气注入密封腔的设施。一般由增压泵和缓冲罐组成。

4.26 前置气单元

前置气单元是确保前置气的清洁、干燥及流量的设施。

5 干气密封选型

5.1 结构型式选择

输送有毒、有害、可燃、易爆介质的离心压缩机组的密封系统宜选用干气密封。干气密封常用结构型式有四种，分别是单端面干气密封、双端面干气密封、串联式干气密封、中间带迷宫密封的串联式干气密封。

不同工况的压缩机应选用不同型式的干气密封，干气密封宜采用集装式结构，选择的推荐方案如下：

5.1.1 方案一：单端面密封

适合工况：允许少量工艺介质泄漏到大气中无危害的工况，如空气、氮气或二氧化碳压缩机。

5.1.2 方案二：双端面密封

适合工况：

a) 不允许工艺介质泄漏到大气中，但允许少量密封气（如氮气）进入机体内的工况。

b) 输送介质为有毒、有害、洁净度差气体，入口压力较低或负压的压缩机，如各种富气压缩机、干气压缩机等。

5.1.3 方案三：串联式干气密封（带中间迷宫）

适合工况：

a) 既不允许工艺气泄漏到大气中，又不允许密封气进入机体内的工况应选择带中间迷宫的串联密封。

b) 输送介质为可燃、易爆、有毒、具有较大危险性气体的压缩机，如氢气压缩机、乙烯压缩机、丙烯压缩机、富含硫化氢天然气压缩机等。

c) 新压缩机推荐选择此型式的密封。

5.1.4 方案四：串联式干气密封（不带中间迷宫）

适合工况：主要用于密封腔轴向尺寸比较短的改造机组，或需要对一级泄漏的工艺气体需要回收的机组。

5.2 动环槽形选择

干气密封动环槽型的选择应根据压缩机防倒转措施的可靠性和密封腔压力高低确定。

5.2.1 防喘振措施完善，压缩机出口有单向阀，系统有紧急泄压装置，在压缩机紧急停车时不会出转子倒转情况，以及密封腔压力大于 13MPa 时，应优先考虑选择气膜刚度强，

稳定性较好的单向螺旋槽的密封。

5.2.2 紧急停车时可能会出现转子倒转情况的压缩机，应选择双向螺旋槽的密封。

5.2.3 无论选择何种结构或槽形的密封，都应满足机组盘车和低速暖机工况。

5.3 隔离气密封的选择

隔离气密封可选用迷宫密封或碳环密封。

6 辅助支持系统配置

不同型式的干气密封应选择不同配置的辅助支持系统，配置方案推荐如下：

6.1 串联式干气密封的配置方案

辅助支持系统配置至少应包含过滤单元、调节单元、监测单元、隔离气单元。干燥除湿分离单元、增压单元按需配置。

6.1.1 干燥除湿分离单元

主密封气进入密封腔的温度不能满足高于露点温度 20℃ 以上要求的压缩机应配置。主密封气进入密封腔处应配置温度监测设施，除液罐应设置带远传信号的液位测量仪表，除液罐进出口应设置带远传信号的差压变送器。加热设施应能满足各种工况下密封气的温度要求。

6.1.2 过滤单元

过滤单元由两台过滤精度不低于 3 μ m 的过滤器并联组成，一开一备。过滤单元设带远传信号的差压变送器。当密封气在最低工作温度出现冷凝气时，应在聚合式过滤器出口配置冷凝式收集器。

6.1.3 调节单元

一级密封气与参考气之间应有压差调节、流量控制的设施，设压差、流量就地显示及 DCS 远传。

6.1.4 监测单元

应有监测一级密封泄漏参数的测量及报警联锁设施。

6.1.5 隔离气单元

在隔离密封与干气密封之间腔室设有检查积液情况的设施，隔离气压力应作为机组开车前润滑油泵启动联锁条件之一。

6.1.6 增压单元

现场气源压力不能保证干气密封在压缩机开、停车的全过程中有可靠密封气注入的应配置。增压单元应能满足在压缩机启停机时干气密封对密封气的需要。

6.2 双端面干气密封的配置方案

辅助支系统配置至少应包含前置气单元、过滤单元、调节单元、监测单元、隔离气单元等。

6.2.1 前置气单元

应满足前置气在轴端密封处的流量的调节需要。

6.2.2 过滤单元

应满足 6.1.2 的要求。

6.2.3 调节单元

应满足工作气源压力的稳定供应。

6.2.4 监测单元

应有监测主密封气与压缩机平衡管高压端之间差压的测量、报警联锁设施，以及流量监测设施。设压差、流量就地显示及 DCS 远传。

6.2.5 隔离气单元

应满足 6.1.5 的要求。

6.3 单端面干气密封的配置方案

辅助支系统配置至少应包含过滤单元、调节单元、监测单元、隔离气单元等。

6.3.1 过滤单元

应满足 6.1.2 的要求。

6.3.2 调节单元

应满足 6.1.3 的要求。

6.3.3 监测单元

应有监测密封气泄漏参数的测量及报警联锁设施。

6.3.4 隔离气单元

应满足 6.1.5 的要求。

7 出厂试验与验收

7.1 总体要求

干气密封系统的所有检查和试验均应不低于 JB/T 11289—2012 的试验要求进行。

7.2 出厂验收

干气密封系统的出厂验收包括表 1 的内容。



表 1 干气密封的出厂验收

项 目	见证试验	非见证试验	试验报告
动环超速试验	—	√	√
静态试验	√	—	√
运转试验	√	—	√
超速试验	√	—	√
启停试验	√	—	√
试验之后的解体检查和记录	√	—	√
密封系统控制盘气密试验	—	√	√
强度试验	—	√	√
清洁度试验	—	√	√

注：上表中“√”表示此项目需要进行并提供试验报告。

7.3 试验要求

干气密封旋转部件应进行动平衡试验，试验按 ISO 1940 进行，动平衡精度等级不低于 GB/T 9239.1—2006 的 G2.5 级，
干气密封动环应进行超速试验，试验转速为机组最大连续转速 115%。
干气密封动态试验时间不少于 2h。

8 检修与安装

8.1 检查内容及要点

- 8.1.1 对干气密封系统检修前应进行检查，检查内容至少包括：停机操作、干气密封部件、密封控制系统、密封管路系统以及相关设施。
- 8.1.2 检查停机过程是否有危及干气密封可靠性的工况发生（如反转、逆序操作等）；

密封部件是否满足继续使用的要求；监测控制系统是否满足继续运行要求；密封系统相关部位和管线是否有积液和异物情况；密封气管线的清洁程度是否满足要求；气源压力等参数是否符合要求等。

8.1.3 机组检修前，要将机组与装置系统相连接管线处加装盲板隔离。在盲板加装之前，保证密封气继续投用。

8.2 干气密封的修理

8.2.1 运行一个检修周期更换的旧密封或在运行过程中出现异常更换的旧密封，宜整体运回密封修理单位拆检，对损坏程度不严重的可修复使用。

8.2.2 干气密封的修理单位应是密封生产厂家或其他有资质的单位。

8.2.3 同一套密封重复修复不宜超过三次，当动、静密封厚度减薄总量超过 0.2mm 时不宜再修复使用。

8.2.4 对于库存干气密封在使用之前是否应返回厂家进行检查或试验，根据辅助密封圈的总寿命决定。一般库存时间加预计运行时间不宜超过 8 年。

8.2.5 干气密封的修复和试验，宜按照新密封的标准进行验收。

8.2.6 密封在拆检和试验阶段，使用单位宜派人到现场见证。

8.3 辅助支持系统的安装与检修

8.3.1 管线设计要求

系统管线配置应符合设计文件的规定并满足以下要求：

8.3.1.1 一级泄漏气管线应单独与装置放火炬管线沿线的高点连接，并且接口位置应在火炬管线的顶部，避免火炬管线内积液沿放空管倒灌密封，造成密封损坏。

8.3.1.2 气源到干气密封控制盘的配管应避免“U”形布置，如确需“U”形布置时，应在低点设导淋阀。

8.3.1.3 中、高压干气密封系统排液管线、主密封气除液罐及过滤器前后设置双阀。

8.3.1.4 所有与装置系统连接的管线应设有与系统隔离的设施，以满足干气密封检修和调试的需要。

8.3.2 安装与检修要求

8.3.2.1 当设计单位未对系统控制盘现场安装位置进行规定时，可由用户确定安装位置，一般宜靠近机组，便于管道连接的位置；出入通道要便于设备操作、维护和检修；留有足够的空间用于元件的拆检与安装。

8.3.2.2 干气密封系统工艺气管线宜采用对焊结构。现场管线焊接时应采用氩弧焊，连接之前应彻底清洁管件内部。并保证新配管线可以在现场无干涉拆下，方便配管后进行管路处理和检查。