

带压堵漏技术问答

姚在桐 温洪钊 编著



中国石化出版社

带压堵漏技术问答

姚在桐 温洪钊 编著

中国石化出版社

内 容 提 要

本书以问答形式较为详尽地介绍了带压堵漏技术的原理、结构形式、操作的关键要点等知识,尤其是近百例现场堵漏的实例是不可多得的良好教材。可供从事这一工作的技术人员以及设备管理人员借鉴与参考。

本书对作者近十几年来在带压堵漏技术中所做的一些成功探索也做了描述,以与广大同行交流,共同发展这一技术。

图书在版编目(CIP)数据

带压堵漏技术问答/姚在桐,温洪锁编著.
—北京:中国石化出版社,2002
ISBN 7-80043-211-4

I.带… II.①姚…②温… III.采油井—
堵漏—技术—问答 IV.TE358-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第013501号

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

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

E-mail: press@sinopec.com.cn

北京精美实华图文制作中心排版

海丰印刷厂印刷

新华书店北京发行所经销

*

787×1092 毫米 32 开本 4.5 印张 100 千字 印 1—3000

2002 年 4 月第 1 版 2002 年 4 月第 1 次印刷

定价: 10.00 元

前 言

石油化工行业是我国国民经济的支柱产业,在实现四个现代化的宏伟目标中肩负着十分重大的任务;石油化工行业又是一个具有鲜明生产特点的行业:大工业生产方式,连续性易作;石油化工生产的介质具有易燃、易爆、易腐蚀、有毒等特点,而加工产品又往往是在高温、高压、高速、深冷,强腐蚀等等较为恶劣的条件下进行;石油化工行业还是一个知识密集、技术密集、科技发展日新月异的产业,不断推出、使用各种新技术、新工艺、新材料。所有这一切都要求做为这一行业生产的基础——设备(包括管道及各种附件)性能优良,质量可靠,运行平稳,没有故障。

设备的安全运行是由很多保障技术为其保驾护航的,除去严格的施工管理制度、质量验收规范之外,日常的设备维护保养制度,巡回检查制度都是十分重要和必不可少的。然而或是由于生产装置的运行波动,或是由于介质的长期腐蚀、冲蚀,或是由于检维修质量问题等等,设备以及管道常常会出现泄漏,这种泄漏既影响生产又污染环境,严重的甚至会引起火灾和爆炸,某些泄漏会导致停工停产,给国家和企业带来巨大的经济损失。因此当发现生产装置有漏点时应马上予以根治,这其中有的可以通过更换备件、更换密封装置来解决,有的则需要停工处理。对于连续性生产的石化行业来说,停工,哪怕是局部性的停工都会造成很大的损失。

于是一种既可以处理泄漏点，又可以不停车便可以处理问题的不停车带压堵漏技术便应运而生了(以下简称带压堵漏技术)。

带压堵漏技术是一门应用技术，是密封技术领域中的一项特殊技术，它涉及到许多学科的专业基础知识，如石油加工工艺学、金属材料学、机械加工工艺学、机械原理、有机化工机械设计等等，这就要求从事这一工作的人员要不断的充实自己的基础知识并不断在堵漏实践中认识、提高。本书旨在把近些年来作者开展带压堵漏工作的一些经验和体会总结出来，推动带压堵漏工作的发展和提高，为企业解决各种难题。本书前半部分采用问答形式简要阐述了带压堵漏工作的一般常识，而后半部分则主要是作者近些年来开展这一工作的实例，涵盖面较宽，可为各兄弟单位在现场实践中参考、借鉴。

本书在编写中得到很多同行、专家的帮助在此一并表示感谢，同时也期望得到更多的同事们的指正。



第三章 其他堵漏技术

- 一、除去注射式堵漏技术之外，其他还有哪些堵漏技术？……………（23）
- 二、粘接技术和表面粘涂技术的主要特点是什么？……………（23）
- 三、粘接和表面粘涂技术如何在实际中应用？…………（24）
- 四、什么是捆扎技术？……………（25）
- 五、如何在堵漏中运用捆扎技术？……………（27）
- 六、捆扎技术有无新的进展和应用？……………（28）
- 七、粘接和表面粘涂技术有哪些应用实例？…………（29）
- 八、钢带捆扎法是一种怎样的堵漏方法？……………（32）



第四章 带压堵漏中的卡具设计

- 一、卡具设计的原理是什么？……………（39）
- 二、卡具设计的要点有哪些？……………（39）
- 三、普通通用性卡具有哪些？……………（40）
- 四、常见改良型卡具有哪些？……………（42）



第五章 带压堵漏实例

- 一、炼油厂催化装置汽油线热偶插座斜管根部
焊口开裂问题……………（52）
- 二、炼油厂制氢装置孔板法兰泄漏问题……………（53）
- 三、塑料厂苯乙烯装置管道弯头穿孔，首次使
用改进型弯头卡具……………（54）
- 四、化肥厂中变炉入口管与氮气支管三通根部

断裂问题·····	(56)
五、氯碱厂环氧氯丙烷车间法兰外圆严重缺损 的带压堵漏·····	(57)
六、炼油厂制氢装置换热器本体膨胀节焊口裂 纹的处理·····	(59)
七、化工厂二氯乙烷洗涤塔和入口管腐蚀穿孔 的堵漏问题·····	(59)
八、炼油厂制氢装置转化炉对流段入口法兰颈 部焊缝裂纹的处理·····	(60)
九、化工厂氧氯反应器头盖与塔体 5m 法兰垫片 泄漏的处理·····	(63)
十、催化装置换热器退油线短节焊口腐蚀穿孔 问题·····	(64)
十一、制氢装置测温立管裂纹的堵漏·····	(64)
十二、氯碱装置异径三通焊口的堵漏·····	(67)
十三、氯碱厂环氧氯丙烷装置氯气仪表引压管 泄漏问题·····	(67)
十四、炼油厂重油加氢装置循环氢流量指示接 头泄漏问题·····	(68)
十五、炼油厂制氢装置氢气阀阀杆阀体两处泄 漏问题·····	(69)
十六、发电厂高温高压蒸汽管线弯头泄漏问题·····	(69)
十七、塑料厂烃化冷却器封头法兰栽丝螺柱拧 断快速堵漏问题·····	(72)
十八、腈纶厂丙烯腈与间化学品储槽安主阀接 管弯曲变形裂纹泄漏问题·····	(73)

十九、化纤厂蒸汽管线焊口穿孔问题的处理·····	(74)
二十、热电厂高压阀门大盖垫片堵漏问题·····	(75)
二十一、化工厂烧碱车间蒸汽总管法兰泄漏 问题·····	(75)
二十二、炼油厂制氢装置高温油气单向阀 堵漏·····	(77)
二十三、化肥厂高压压缩机缸盖垫片泄漏问题·····	(78)
二十四、炼油厂常减压装置空冷换热管腐蚀穿 孔的处理·····	(78)
二十五、塑料厂中压蒸汽管线法兰焊口漏点的 处理·····	(80)
二十六、炼油厂催化装置主风线蝶阀后法兰垫 片泄漏的处理·····	(80)
二十七、炼油厂气体车间沉降器螺纹滑丝泄漏 的处理·····	(81)
二十八、炼油厂油泵泵体法兰砂眼泄漏的处理·····	(81)
二十九、炼油厂热车间高压水阀门阀体砂眼 泄漏的处理·····	(81)
三十、氯碱厂烧碱车间溶盐法兰外表面严重 缺损堵漏·····	(83)
三十一、氯碱厂氯气法兰表面腐蚀缺损堵漏·····	(83)
三十二、炼油厂蒸汽阀方法兰垫片泄漏的处理·····	(84)
三十三、炼油厂焦化车间瓦斯线大法兰垫片泄 漏问题·····	(84)
三十四、化肥厂合成车间缺陷法兰的堵漏·····	(87)
三十五、炼油厂原油管线破裂的堵漏·····	(88)

三十六、	煤油厂沥青车间输油管膨胀节泄漏问题·····	(88)
三十七、	炼油厂重油加氢车间反应器热偶保护套管泄漏问题·····	(88)
三十八、	炼油厂制氢装置立式固定管板换热器焊缝的堵漏·····	(90)
三十九、	炼油厂制氢装置低变入口管道焊口裂纹的堵漏·····	(91)
四十、	炼油厂制氢装置分水器切线进料线法兰焊口裂纹的处理·····	(92)
四十一、	炼油厂进口蝶阀密封面修复问题·····	(94)
四十二、	炼油厂加氢裂化车间泵体法兰粘接修复问题·····	(94)
四十三、	炼油厂热电车间高压给水泵出口段密封面修复问题·····	(94)
四十四、	炼油厂铂重整车间往复式压缩机气阀阀座修复问题·····	(95)
四十五、	炼油厂催化翼阀舌板加工问题的处理·····	(96)
四十六、	山西某电厂油管线活接头捆扎的堵漏·····	(97)
四十七、	水冷器试压难题的处理·····	(98)
四十八、	隔离风包快速试压难题的处理·····	(98)
四十九、	塑料厂阀体腐蚀穿孔泄漏难题的处理·····	(99)
五十、	氯碱厂环氧车间氯气线球阀阀体局部腐蚀穿孔问题·····	(100)
五十一、	利用带压堵漏常识,增添快速清扫接头问题·····	(101)

五十二、伴热线断裂快速恢复问题·····	(101)
五十三、制氢装置转化炉入口集气管法兰焊口 环状裂纹的堵漏·····	(103)
五十四、重油加氢装置加热炉对流段管道堵塞 带压钻孔问题·····	(104)
五十五、制氢车间余热锅炉人孔法兰梯形槽修 复问题·····	(105)
五十六、阀门马架断裂修复问题·····	(106)
五十七、偏心泄漏的双压板卡具问题·····	(106)
五十八、进口吊车液压缸撞瘪修复问题·····	(107)
五十九、多级水泵中段泄漏带压堵漏问题·····	(109)
六 十、氯碱厂烧碱车间热偶插座 $\phi 6$ 仪表引压 管根部泄漏问题·····	(109)
六十一、炼油厂丙烯线铅板、橡胶板堵漏·····	(110)
六十二、化肥厂塔体轴出线焊口堵漏·····	(112)
六十三、狭小空间堵漏卡具的设计问题·····	(112)
六十四、重油加氢装置循环机封油站油冷器六 通阀堵漏·····	(113)
六十五、高压清洗泵用高压胶管钢丝网断开 2/5 修复问题·····	(113)
六十六、塔壁压垫堵漏法·····	(116)
六十七、氢气线漏点用捆扎法处理·····	(116)
六十八、加长注胶嘴与盘根密封相结合的法兰 堵漏问题·····	(117)
六十九、蝶阀阀体法兰局部堵漏卡具设计问题·····	(117)
七 十、机械加固法在低温堵漏中的应用·····	(119)

七十一、机械夹固法解决液氮线断裂问题	(119)
七十二、高压反应器热水管线三通丝堵泄漏 堵漏	(121)
七十三、爆裂管线的堵漏	(121)
七十四、孔板法兰带有引压管的堵漏设计问题	(123)
七十五、三通局部堵漏卡具问题	(123)
七十六、捆扎式带压引流焊接堵漏法的应用	(124)
七十七、引流结合二次类具的堵漏新技术	(126)
七十八、三通部位改进卡具的设计问题	(127)
七十九、阀门阀体漏点的处理	(127)
八十、烯烃厂裂解气压缩机大盖螺栓处泄漏 的处理	(127)
八十一、注胶阀根部断裂的处理	(129)
八十二、双层堵漏卡具在弯头大面积冲蚀减薄 情况下的应用问题	(129)
参考文献	(131)

第一章 泄漏与密封

一、泄漏的含义是什么？

关于泄漏，其标准含义应是在隔离的物体或部位上发生的介质传递现象。由于在实际生产和生活中被要求密封的部位上产生这种现象十分普遍，因而人们就对泄漏这一现象做了一个十分通俗的定义：在不允许或允许少量泄漏的现象产生了超过规定值泄漏量的现象。平时人们常爱说的“不泄漏”或“无泄漏”实际上是不存在的，它仅仅是人们规定的某一数量级的泄漏，为了便于大家了解泄漏与泄漏量之间的关系，特提供表 1 以供参考。

表 1 流体密封的密封性等级和单位泄漏量

级 别	比泄漏量 ^①			目测定性 评定准则	典型密 封型式
	单位长度 $Q/(mm^3/m \cdot s)$	单位面积 $V/(cm^3/m^2)$	单位面积 $Q_s/(mm^3/m^2 \cdot s)$		
0—0	$< 1 \times 10^{-5}$	—	$< 1 \times 10^{-5}$	绝对 密封	金属波纹 管密封聚合 物隔膜密封
0—1	$> 1 \times 10^{-5} \sim$ 1×10^{-4}	—	$> 1 \times 10^{-5} \sim$ 1×10^{-3}		
1—1	$< 1 \times 10^{-4} \sim$ 5×10^{-4}	—	$< 1 \times 10^{-3} \sim$ 5×10^{-3}	微弱 嗅觉肉 眼看不 到冒汗	橡胶隔膜 及软管弹性 体静密封
1—2	$> 5 \times 10^{-4} \sim$ 5×10^{-3}	$< 1 \times 10^{-3}$	$> 1 \times 10^{-3} \sim$ 1×10^{-2}		

带压堵漏技术问答

续表

级别	比泄漏量 ^①			目测定性 评定准则	典型密 封型式
	单位长度 $Q/(mm^3/m \cdot s)$	单位面积 $V/(cm^3/m^2)$	单位面积 $Q_s/(mm^3/m^2 \cdot s)$		
2—1	$>5 \times 10^{-3} \sim$ 5×10^{-2}	$>1 \times 10^{-3} \sim$ 1×10^{-2}	$>5 \times 10^{-2} \sim$ 5×10^{-1}	不成 滴状的 渗漏	繁重工况 静密封弹性 体往复密封 及旋转密封
2—2	$>5 \times 10^{-2} \sim$ 5×10^{-1}	$>1 \times 10^{-2} \sim$ 2×10^{-1}	—		
3—1	$>5 \times 10^{-1} \sim 2.5$	$>2 \times 10^{-1} \sim 1$	—	滴状 渗漏	繁重工况 往复密封及 旋转密封 (唇状密封、 端面密封、 软填料密封)
3—2	$>2.5 \sim 10$	$>1 \sim 5$			
4—1	$>10 \sim 50$	$>5 \sim 50$	—	滴状 泄漏	旋转端面 密封 软填料往 复密封及旋 转密封
4—2	$>50 \sim 5 \times 10^2$	—		频繁 滴漏	间隙—补 偿的往复密 封及旋转密 封
5	$>5 \times 10^2 \sim$ 1×10^3	—	—	连续 泄漏	非接触式 往复密封及 旋转密封
6	$>1 \times 10^3$	—	—		

① 对于气体介质:用 $\bar{Q}$ 代替 $\bar{Q}$, 单位为 $mg/m \cdot s$, 用 $\bar{Q}_s$ 代替 $\bar{Q}_s$, 单位为 $mg/m^2 \cdot s$ 。

二、泄漏的形式有哪些？

被密封的流体以下列三种形式泄漏：穿漏、渗漏和扩散。

1. 穿漏：通常将流体通过密封面间隙的泄漏称之为穿漏。此时被密封流体在内外压力差 ΔP 的作用下通过宏观或微观的缝隙泄漏。我们在现场遇到的泄漏大部分属于此类。

2. 渗漏：在压力差 ΔP 的作用下，被密封流体通过密封材料的毛细管的泄漏被称之为渗漏。渗漏产生的主体是密封材料本身。

3. 扩散：在浓度差 ΔC 的作用下，被密封介质通过密封间隙或密封材料的毛细管产生的物质传递。

三、泄漏的原因是什么？

影响泄漏的原因是多种多样的，有的是单一的原因，有的则是几种原因的组合。由于泄漏的原因与治理泄漏是密不可分的，因而在这里要详尽地阐述一下发生在一般管线、设备上泄漏的主要原因，以便能更好地对症下药，从根本上解决泄漏问题。

1. 设计选型不合理：在造成泄漏的原因中占有很大比例。最常见的故障如密封垫片选型不合适发生渗漏或泄漏；使用的工况与设计工况有较大偏离，继而导致管道伸长拉裂焊缝，连接法兰产生位移垫片泄漏等；未对腐蚀、振动、磨损等异常工艺条件采取必要的防范措施，导致密封处因腐蚀、振动、磨损而泄漏。

设计选型问题造成的泄漏一般要通过检修或技术改造来彻底根治。一般来说应考虑的是：密封件的结构、密封件的材料；管线的工艺布置；管线的抗腐蚀、抗磨损、抗振动措施，对热力管线还应考虑热膨胀问题；管线的施工工艺（焊

接工艺、热处理工艺等)等等。

2. 制造、安装、维修不正确:在设备或管线的施工制造过程中常因达不到设计要求的质量标准而产生泄漏。这其中常见的有焊缝接头出现未焊透、未熔合、夹渣、气孔、裂纹等;密封部位密封面加工粗糙、光洁度低、配合尺寸不合适;密封件的紧固过松或过紧。间隙不均匀;密封件未按要求选择。

由制造、施工、安装、维修不正确而导致的泄漏应通过加强质量管理意识和提高职工技术素质水平来解决。

3. 操作不当:由于操作人员技术不熟练、操作方案,操作程序有缺陷而导致的泄漏事故也是时有发生。常见的如因润滑不及时而造成磨损继而发生泄漏;操作不平稳,温度、压力变化过大而导致泄漏;介质汽化,介质带水,摩擦过热汽化,液位控制不好造成抽空,流体外泄;液击、共振等原因造成焊口开裂;伴热、保冷措施未及时投用而造成泄漏。

操作不当引起的泄漏是容易避免的,只要操作人员严格按照正确的操作法规来执行,这方面的问题就可以迎刃而解。

四、常用检查泄漏的方法有哪些?

泄漏检查一般是在正常生产情况下进行的,由于介质泄漏是千变万化的,其压力、温度、泄漏量都不尽相同,因此采用的检查方法也就迥然各异。

1. 直观法:这是最常用的最直接的方法,它凭借人的眼、耳、鼻等器官直接发现漏点。采用此法要特别注意在有毒和腐蚀性极强的介质泄漏检测时要格外注意自身的安全。

2. 涂皂液法:这是一种比较常用的测漏方法,主要用于气体介质泄漏的检查。将调配好的肥皂水涂在怀疑泄漏的位置上,如出现连续鼓泡就是泄漏,此法使用中须注意去除自

身的皂泡,以免混淆,另外在高温部位亦须考虑皂液的挥发而不宜采用此法。

3. 辅助工具法:用橡胶膜、塑料膜或纸片封住检查部位看其是否鼓起,此法称之为薄膜法;用薄纸条放在检查部位,看其是否能吹动,此法叫吹纸法;另外还有观察压力变化的看表法观察试纸变化的试纸法等等。

4. 仪器检漏法:利用介质或介质中某些物质的物理或化学特性,将其转化为信号或数值以显示泄漏部位和泄漏量。此仪器称之为检漏仪。检漏仪包括半导体检漏仪,卤素检漏仪、热传导检漏仪,超声波检漏仪,气体检漏仪,地下管道检漏仪等等。

五、密封原理是什么?

由于流体极易泄漏,必须要设置密封装置。无论何种密封装置都必须具备下列功能:利用合适的密封件,彻底切断介质泄漏的通道;或者堵塞,或者隔离泄漏介质通道;或者增加泄漏介质通道中流体流动阻力,以便形成一个封闭的空间,达到阻止流体外泄的目的。

彻底切断的方法包括屏蔽泵、磁力偶合器驱动的泵、搅拌器等,将无需经常拆卸部位彻底焊死或黏死等等。

堵塞隔离的方法最为常见,普通法兰用的密封垫片就属于这一类,带压堵漏的方法也属于这一类,另外机泵上的机械密封、油封环、压缩机上的浮环密封等等都属于这一类。

增加泄漏介质流动阻力的方法实际上就是一个减压的过程,它一般是做为其他密封手段的辅助手段,在某些允许微量泄漏的部位则利用这一密封手段做为主密封如透平、压缩机的级间迷宫密封等。

上述原理是指导我们防止、处理泄漏的理论基础,在没泄漏前是依据这三条来设置密封装置,泄漏后则仍是依据这三条在泄漏部位重建一个新的密封装置。现在有人把前者称为静态密封技术,后者称为动态密封技术。

六、常用堵漏方法有哪些?

堵漏是重新获得密封的一个过程,由于大多数是在带温带压不停车的条件下进行的。因此我们常说的堵漏都是指不停车的带压堵漏。其常用的方法有如下几种:

1. 调整消漏法:采用调整操作、调整紧固件预紧力,调整零、部件相对位置的方法。这之中包括对已泄漏的密封件再施加一定的预紧力的紧固法,这是一种比较最常见的方法;重新调整零、部件相对位置的调位法,即把紧偏了的零部件调整过来;改变操作压力和温度的调温调压法等等。

2. 塞孔堵漏法:此法主要适用于砂眼、小孔及微小裂纹上,在工业装置内广泛使用。其包括:

(1)捻缝法:用锤、冲子等工具挤压漏点周围金属本体而堵住泄漏的方法。此法在使用前一定要先测量泄漏点周围的壁厚。

(2)塞楔法:用韧性较大的金属、木头、塑料等材料加工圆锥、圆柱或扁形楔子敲入泄漏的孔洞内。这种方法仅可用于压力不高的部位堵漏。

(3)螺塞法:在泄漏的孔洞内钻孔螺丝,然后利用螺纹塞子堵漏(塞子下面要塞好密封垫)。这种方法适用于本体较厚而孔洞较大的部位。

3. 焊补法:焊补法广泛使用于焊接性能较好的设备、管线、容器及阀门上,易燃易爆的场合不宜采用。有的可以