

不停车

BUTINGCHE

带压密封技术

赵庆远 编著

BUTINGCHE
DAIYA
MIFENGJISHU



中国石化出版社

TB 92
Z-667

不停车带压密封技术

赵庆远 编著



中国石化出版社

内 容 提 要

各章分别介绍了不停车带压密封技术、专用密封剂、专用工具、夹具设计、封堵操作技术、安全防护、粘接技术及附录等方面的技术内容。

可作为不停车带压密封技术的管理和施工操作人员必备的基础技术资料,亦可作为不停车带压密封技术的培训参考教材。

图书在版编目(CIP)数据

不停车带压密封技术/赵庆远编著.
—北京:中国石化出版社,2002
ISBN 7-80043-172-X

I.不… II.赵… III.密封技术 IV.TB42

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第014204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 9印张 200千字 印1—3000

2002年4月第1版 2002年4月第1次印刷

定价:18.00元



前 言

随着近代工业的发展,特别是石油、化工、医药等企业在争取用最低成本获取最大经济效益的指导原则驱动下,逐渐向连续化、大型化流程企业过渡。而相应生产工艺参数也在向高温、高压、多种物料反应的工况发展。因此,在用于完成生产的各种工艺用途的设备单体,将其连接为系统的管道、法兰结构和控制或截止物料流量的各种类型阀门,成为流程企业维持生产运行不可缺少的基础设施和重要资产。

维持一个流程企业的安全、稳定、长周期正常运行,除必须保持装置物料生产过程的温度、压力及反应过程稳定外,最大的威胁是发生在各生产环节中的物料、用以维持相应温度的伴热(冷却或加热)的蒸气或冷却水,在全系统的任何一个活连接静密封点因失效而发生泄漏;也可能由于运行时间较长,产生各种金属材料制造的设备、管道发生腐蚀或焊缝缺陷造成泄漏。

因此,对流程企业来说,既需要及时、有效、安全地消除系统泄漏以保持装置能正常连续生产,又要避免对严重泄漏点因封堵而必须采取的停产、卸压、降温、退料停工检修所造成的重大经济损失。运用现代化检维修技术提高运行可靠度,已成为企业管理重要的组成部分。

虽然我国广大从事检修工作的技术人员和工人为消除泄漏已经创造和运用了多种不同的封堵技术,且取得了可喜的成绩。但是大部分这些堵漏方法都存在着一一定的局限性,受

到检修现场工况不同的限制,难以有效地及时处理。本书介绍的不停车带压密封技术(又称在线密封技术、强力注胶堵漏或带压堵漏),不仅弥补了一般常用的堵漏技术受客观条件限制的不足,而且突出地体现了安全、快捷、可靠的特殊优越性。

1984年该技术首先通过中石化总公司技术鉴定,“填补了国内空白”,在同行业共同努力下,经十余年的专项研究成果及实际应用经验,使该技术主要组成部分(密封剂、专用工具、封堵施工方法和专用夹具及应用管理)得到了充实、提高和发展。因此,本书可作为从事不停车带压密封技术的管理人员和施工操作人员的培训辅助教材,也是从事该技术工作的应用基础资料。

不停车带压密封技术在我国还处于一个发展阶段,还需要不断地在实践中探索、完善。特别是在一些理论和应用结合的问题。希望本书既是前一阶段的技术工作总结,又将为该技术的深入和提高提供一些可借鉴的资料。

本书第四章“夹具设计”和第七章“不停车带压密封的科学性”经寿比南秘书长审阅,在此表示谢意。

由于本书作者水平有限,难免有不当之处,敬请各同业给予指导和纠正。

作者

2002.3

目 录

第一章 不停车带压密封技术	(1)
第一节 不停车带压密封技术的发展	(1)
第二节 不停车带压密封技术的原理	(3)
第三节 各种带压密封技术的比较	(5)
第四节 不停车带压密封技术的进展	(11)
第五节 不停车带压密封技术的应用	(15)
第二章 不停车带压密封专用密封剂	(17)
第一节 专用密封剂在不停车带压密封技术中的 作用	(17)
第二节 专用密封剂的基本性能	(21)
第三节 温度对密封剂性能的影响	(26)
第四节 密封剂在实际封堵中的作用	(28)
第五节 常用密封剂存在多种型号的必然性	(33)
第六节 密封剂的实际应用	(35)
第七节 密封剂的储存	(50)
第三章 专用工具	(53)
第一节 专用工具组成的液压系统	(53)
第二节 主要专用工具	(59)
第三节 辅助专用工具	(75)
第四节 注入密封剂配用器具	(81)
第四章 夹具设计	(85)
第一节 夹具在不停车带压密封技术中的作用	(85)
第二节 夹具结构	(90)

第三节	夹具强度计算	(101)
第四节	固定夹具系列化	(111)
第五章	带压堵漏操作技术和施工方法	(116)
第一节	带压堵漏操作技术的重要性	(116)
第二节	带压堵漏操作技术的基本指导原则	(117)
第三节	带压堵漏的施工方法	(127)
第六章	不停车带压密封技术的安全与防护	(156)
第一节	封堵泄漏作业环境的特殊性	(156)
第二节	不停车带压密封的安全管理	(161)
第三节	易燃、易爆介质的危险与防护	(162)
第四节	工业毒物及防护	(172)
第五节	静电的危害及防护	(182)
第六节	噪声的危害及防护	(185)
第七节	高处作业	(187)
第七章	不停车带压密封技术的科学性	(191)
第一节	不停车带压密封技术原理的科学性	(191)
第二节	带压堵漏注入密封剂对法兰螺栓附加 应力的测试与分析	(202)
第三节	钢带法堵漏钢带受力分析	(210)
第四节	应用不停车带压密封技术经济效益 测算	(219)
第八章	粘接技术	(222)
第一节	粘接技术与密封	(222)
第二节	粘接和表面粘涂与带压密封的结合	(224)
第三节	粘接技术原理和应用	(227)
第四节	胶粘剂的分类与选择	(230)
第五节	粘接工艺	(244)

第六节	带压粘涂实例·····	(248)
附录 I	中国石油化工总公司带压堵漏技术暂行 规定·····	(251)
附录 II	夹具金属材料的选用·····	(259)
附录 III	特殊夹具的应用实例·····	(268)
附录 IV	带压堵漏夹具系列·····	(274)
参考文献	·····	(278)

第一章 不停车带压密封技术

第一节 不停车带压密封技术的发展

一、技术性质

不停车带压密封技术,又称在线强注胶密封或带压堵漏、带压密封等。

该技术是现代化检修技术之一,其特点是在连续化生产的流程企业的装置运行中,当设备、管道(包括三通、弯头)、阀门填料函等,一旦发生物料、蒸汽等泄漏,该技术可以在不降低系统运行压力和温度,不改变原流量、流速,不用停产的情况下,就能消除各种泄漏。以避免因停产检修而造成的停产以及大规模检修费用的损失,从而保证企业的安全、稳定和长周期运行。

由于各种原因都能造成静密封结构(如法兰连接等)的失效,所以利用该技术是达到保持原静密封目的的最后一个有效的保证措施。

二、技术开发

60年代,该技术在国外开始大规模应用,且为企业生产服务。以英国费曼耐特(Furmarlite)公司为主要开发单位,

注释:“流程企业”是指具有从原材料投入直到产品制成,在特定的压力、温度、流速条件下,经分阶段连续的化学或物理反应,完成生产过程特征的企业。

在其获得应用技术的成功后，始终以企业技术秘密的形式，对该技术的专有性加以保护。该公司始终以直接为连续化生产企业的泄漏进行封堵服务为经营方式，以更好地保守了技术的机密。

1978 年由中国石化总公司(现为中国石化集团公司)组织开始对不停车带压密封技术进行自行研究与开发。于 1984 年对初步研究成果(适用系统压力、温度范围较低)，首次通过了中国石化总公司组织的技术鉴定。鉴定结论是：该技术的研究成功，填补了国内空白。

三、推广与应用

由于不停车带压密封技术课题成果实用性强，可以创造巨大的社会效益和经济效益，1984 年原国家经委专门下发经设[1984]724 号，[转发中国设备管理协会,关于进一步推广不停车带压密封技术的意见的通知]的文件,向全国进行推广。并提出了在推广中需要执行的具体实施意见，为该技术在我国推广运用和在科学的基础上扩大应用范围和安全保障等一系列重大环节，制定了切实可行的指导方针。

鉴于该技术在应用中及时的使科研成果转化为生产力，发挥了实际应用效能，保持了流程企业的安全、稳定、长周期运行，提高了可靠度，创造了明显的社会效益和经济效益。充分体现了该技术的先进性和极大的生命力。由于其经受了实践的验证。因此，得到了各行各业的一致好评和学术界的认可。

该技术在我国由于处于一种新兴发展阶段，所以目前在石油、化工、冶金、电力、医药、造纸等行业均得到广泛应用，并且取得了巨大的社会效益和经济效益。由中国石化集团公司和清华大学、全国压力容器标准化技术委员会等单位组织完成了有关该技术的多项理论研究，获得了指导实际操

作的安全性论证(见本书第七章不停车带压密封技术的科学性)。同时在使专用工具向高效多功能方向开发(见本书第三章专用工具),完善夹具设计的实用性计算的科学性以及专用密封剂多品种,提高性能的研究(见本书第二章不停车带压密封专用密封剂、第四章夹具设计)等方面都得到了提高。因此,不停车带压密封技术,已获得国家有关部门的认可(见《压力容器安全技术监察规程》1999年版)成为一种与国家颁发的各项指导安全法规结合在一起、为生产发展服务的专项技术,同时也为该技术在使用中进一步完善创造了有利的条件。

第二节 不停车带压密封技术的原理

一、技术原理

不停车带压密封技术是以流体介质,在动态下建立新的密封结构为其基本依据的实用技术。

(一) 基本原理

在生产装置中的设备、法兰、管道、阀门等,由于各种原因,在带温、带压工艺状况下发生泄漏的部位,在不破坏原密封结构的情况下可以用专用的包容物包容泄漏点,建立一个新的封闭空腔,以用高于原系统压力的推力将具有弹塑性的专用密封剂注入到空腔内,并填满压紧,同时在一定的时间和温度的热作用下使密封剂固化,最终形成一个新的密封结构,从而达到封堵泄漏的目的。

(二) 过程原理

1. 包容泄漏点

在保证原密封结构不被破坏或改动的前提下,按封堵基本原理,应将泄漏点包容起来,并确保有一定空间,即密封

空腔。这个包容物在不停车带压密封技术中称为专用固定夹具。夹具将泄漏点包容后，不能实现密封，因为夹具和泄漏部位结构的接触面之间的间隙和配用的注射孔洞，还会产生介质的外泄。

2. 向空腔内注入填充物

按规定的操作程序向空腔内注入填充物，在不停车带压密封技术中称填充物为专用密封剂。通过高压注射枪的强大推力使具有弹塑性和热固化特性的专用密封剂注入到空腔，填满新的密封空腔。

3. 形成新的密封比压

填满密封空腔的密封剂，还需压实，使密封剂成为致密整体，对新的密封空腔各内壁面形成一定的挤压力。这个挤压力，应高于泄漏点原系统压力，最终形成相当或超过泄漏点原来实现密封的比压力。

4. 使密封剂实现固化

在新的密封空腔内，已填满、压实的专用密封剂，还必须在一定温度和时间的条件下，通过密封剂物理性能的改变和密封剂对空腔的挤压，使密封剂在空腔内保持已取得的形状(即固化)，最终形成了新的密封结构，阻止泄漏，以达到密封的目的。封堵过程原理，见图 1-1。

二、技术的组成

根据不停车带压密封技术的基本原理和过程原理的分解可以看出，该技术是一种复合技术。由专用夹具、专用密封剂、专用工具和封堵操作技术四部分组成。

这四个技术部分之间的关系是：

(1) 任何四个组成部分之一，都不能单独形成带压密封的技术能力；

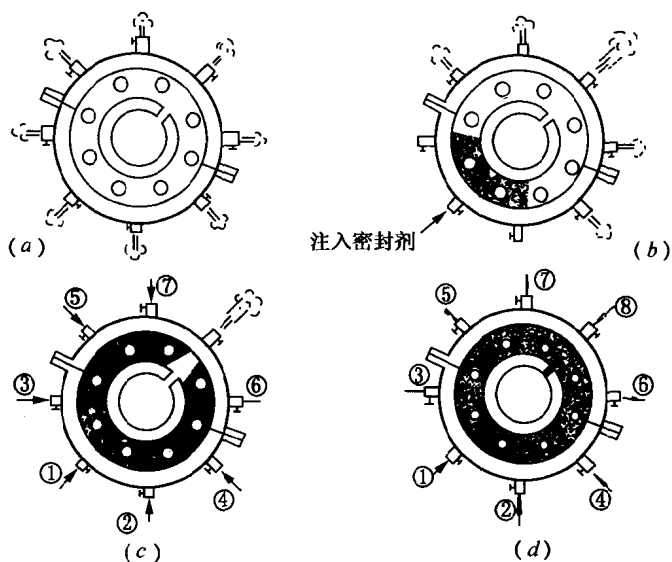


图 1-1 封堵过程原理

(2) 四个组成部分都有自己改进、提高和发展的空间，可以独自向更高水平发展；

(3) 四个组成部分在封堵漏点的实际应用中，应充分发挥他们之间相互协调、互为影响、补充的综合特性；

(4) 对四个组成部分的任何一个，忽视了其按相应规定所必须达到的技术能力，都有可能导致封堵漏点的工作全面失败。

第三节 各种带压密封技术的比较

为连续化生产的流程企业在发生泄漏点进行封堵时，不

需要停产进行封堵检修的方法很多，在我国工业化生产的多年实践中，涌现和开发出多种多样的封堵方法。由于不停车带压密封技术的逐步成熟和广泛应用，所以该技术的特点，比过去常用的堵漏方法，越加显现出它的优越性。

一、焊接法

金属材料制造的设备、管道和各种组焊结构，由于原焊接缺陷或外力造成的开焊、砂眼、气孔、裂纹等，均可以出现系统内介质外泄。虽然泄漏部位在一定的条件下直接采取焊接法消除泄漏是可行的。但是作为不停车密封，即在系统运行状态下，保持工艺过程所需要的温度、压力、流量不降低或有易燃、易爆介质外泄的情况下，采用焊接法进行封堵，均会受到有关安全规定的限制，在施工中增加了难度，因而缩小了焊接法的适用范围。

(1) 如原劳动部颁发的《压力容器安全监察规程》1990年版第 109 条规定，“在压力容器内部有压力时，不得进行任何修理或紧固工作”。对于焊接缺陷的修复，也有相应的规定程序。因此，对有压设备的泄漏点进行焊接修补作业，受到了法规限制。

(2) 受到动火作业限制，如系统内部为易燃、易爆介质或禁火区，采用焊接法，即使是停工降压检修也必须遵守有关禁火区动火的有关规定。

(3) 采用焊接法所用的焊接工艺必须是事前拟定和可靠的，包括焊条与漏点本体材料的合理配合，甚至需要进行焊后热处理等程序。

因此，用焊接法封堵不仅受到工作条件的限制，而且还要遵循相应的焊接工艺等要求。所以不停车封堵采用焊接法存在一定的局限性。

二、粘补法

随着粘补剂(胶粘剂、粘接剂)的耐温性和强度等性能的提高,将粘补(表面粘涂)技术应用于封堵在线泄漏点的施工方法也更加广泛。由于目前可供生产实际应用的粘补剂,大部分耐温性能都较低,所以其实用工况会受到很大限制。

(1) 不适用系统压力较高状态下的泄漏点,在系统介质因内压而不停外泄的工况下,粘补剂与漏点部位的金属很难实现粘接。

(2) 泄漏点附近的金属表面,须进行严格而彻底的清整,否则也影响粘合效果。

(3) 粘补剂需要一定的时间进行固化才能完成结合过程,因此,需要配合采用压紧法或缠绕石棉布、玻璃布等施工方法。

(4) 粘补剂经固化后,自身的弹性较差,如果漏点因温度波动,使金属材料产生的热膨胀与收缩,将对已密封的效果产生不利的影响。

(5) 粘补方法适用于不能动火或本体体积较大的泄漏点,如:储油罐、储气罐等大型储罐的泄漏。不需要配备复杂的施工工具。如果采取一定的措施,也可用在其它一些温度与压力较低结构的泄漏点上封堵。

三、包盒子法

这种封堵方法过去在石油、化工装置的物料或蒸汽发生泄漏时应用的比较广泛。即在泄漏点部位,用一种由两部分组成整体的金属材料制成的包容物将泄漏点包起来,形成一个包容体,将外漏的物料,通过压紧填料或全封闭焊接等方法制止外泄。

1. 压紧法

将漏点处周围相临的原密封结构元件全部用盒子包起来。如：管道、法兰、阀门等。盒子边缘与本体之间放置软填料，然后用紧固螺栓压紧，减少盒子与本体的间隙，并产生一定的密封压力，达到防止泄漏的目的。该方法只适用于对内部压力较低系统的泄漏进行封堵。

2. 填充法

在包容泄漏的空间里放入具有一定弹性的密封填充物，然后将由两部分组成的包容盒子用紧固螺栓连接并压紧，使之产生对密封填料的压力传递到泄漏点周围形成封堵力达到封堵泄漏的目的。该方法只适用于很低压力等级的系统泄漏。

3. 焊包法

在泄漏点的包容盒子与本体连接处全部采用焊接焊死，通过焊死不留间隙达到密封的目的。该方法只适用于水、水蒸气泄漏及允许动火场合的封堵。如果在外包盒子上设有堵头或小阀门等引流装置，也适用于高压系统。

四、其他常用方法

1. 捻缝法

(1) 捻缝操作是通过用手捶打击冲子所产生的冲击力来挤压本体金属材料，使之产生变形，挤压孔洞周边使孔洞缩小，直到消除孔洞达到封堵泄漏的目的。

(2) 适用范围是适用受内压或真空条件的碳素钢、合金钢、低合金钢制造的设备、管道本体，单点泄漏的封堵。不适用于密集多点泄漏；对本体厚度因均匀腐蚀而减薄，超过允许值的漏点；铸铁等脆性材料；孔洞直径较大(大于0.5mm)的泄漏点；本体材料组织松散或大块焊缝夹渣；已经过一次捻缝操作的漏点等。

(3) 粘捻法是捻缝法的扩展。适用于捻缝法允许条件，泄漏孔洞直径大于 0.5mm，系统内压力不高的漏点的封堵。

操作：用胶粘剂或密封剂先将泄漏孔洞填满，然后用捻打的方法进行封堵。填充前需按规定清理孔洞周边表面。

(4) 塞捻法是捻缝法的扩展，适用于捻缝法条件、孔洞直径较大，允许捻打变形较小的工况。

操作：用比本体金属软的金属丝或密封条敲入泄漏孔洞中，然后进行捻绑的一种堵漏方法。

2. 堵塞法

(1) 手工塞堵。根据漏点工况条件来确定，用比本体金属软的材料，如：木材(要质地紧密,富有弹性)、塑性较强的金属材料、铅、铝、低碳钢、奥氏体不锈钢等。手工堵塞填充物的形状按漏点具体情况确定，可以制成圆柱形、锥形或棱形的塞子，然后打入孔洞封堵泄漏。

(2) 堵头堵漏。适用于系统压力较高，本体厚度较大场合的封堵。在泄漏孔洞处扩钻(不钻透)，然后攻丝，加堵头，也可以使堵头结构中加配小型阀门，控制开关或引流。

3. 顶压法

在泄漏部位，以特别配置能形成正压力的压紧装置对准漏点，加软垫或金属钉等堵塞物，通过压紧力达到封堵的目的。可以封堵筒体、法兰与管道焊接的角焊缝，三通的直角对接处等的泄漏。根据泄漏部位的不同和周围可以利用支撑点，进行压紧装置或辅助工具的结构设计。

4. 卡箍法

卡箍法适用于系统压力不高的水或水蒸气介质圆形本体泄漏的封堵。尤其各种材料的管道，如：橡胶管、塑料管、金属管等。卡箍用碳素钢板按被封堵管道外径为基准稍大