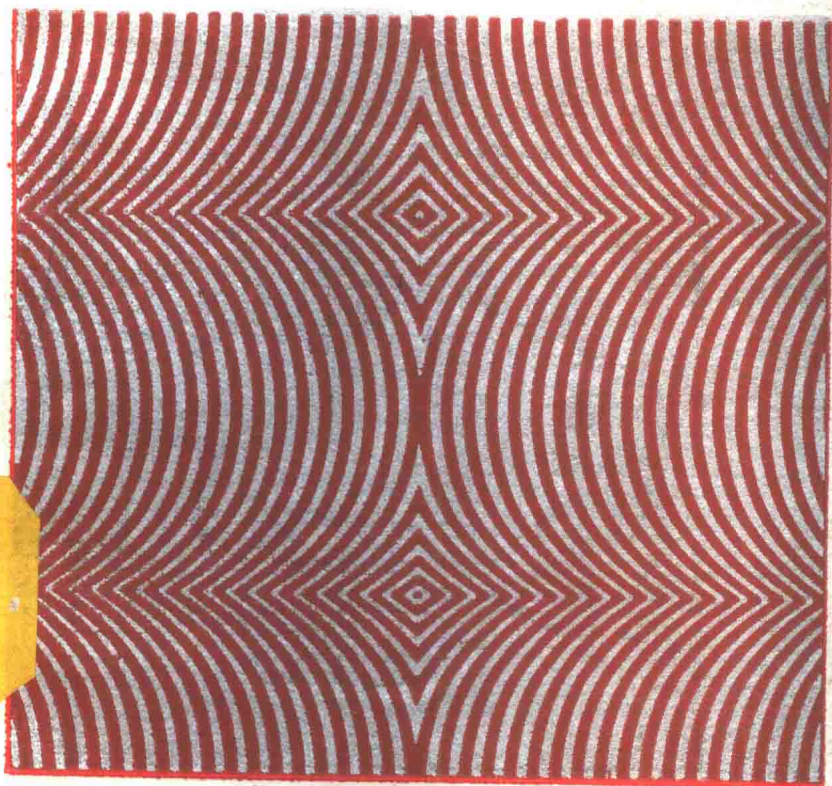


带压堵漏技术

王训钊 编 著



中国石化出版社

带压堵漏技术

王训钜 编著

中国石化出版社

(京)新登字048号

内 容 提 要

不停车带压堵漏技术是一项发展中的新型密封技术,本书作者根据自己几十年的现场实践经验,较全面系统地进行了总结。全书共分七章,内容包括堵漏的基本方法,堵漏的安全技术,堵漏常用金属和非金属密封材料的性能及选用,密封件的制作,堵漏工具的设计,受压本体的堵漏技术,静密封的堵漏技术,填料式动密封的堵漏技术,机械密封及其它动密封的堵漏技术,以及阀门的堵漏技术。书中介绍了大量成功的堵漏实例,提供了许多堵漏关键工具的结构图,并介绍了一些专用胶粘剂的配方。

本书语言朴实,内容通俗易懂,技术实用,涉及各个工业领域和民用建筑,是设备维修人员和建筑施工人员有益的参考书,具备初中以上文化水平的读者均可阅读。

带 压 堵 漏 技 术

王训钊 编著

中国石化出版社出版

(北京朝阳区太阳宫路甲1号 邮政编码:100029)

妙峰山印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所发行

787×1092毫米32开本8⁷/₈印张1插页194千字印1—6000

1992年7月北京第1版 1992年7月北京第1次印刷

ISBN 7-80043-243-2/TH·034 定价:4.65元

序

“跑、冒、滴、漏”是各个工业部门的工厂和民用工程中经常发生的问题，特别在炼油、化工和石油化工厂中尤为突出，如不及时消除，不但恶化环境，而且还可能逐渐扩大以至影响正常生产，甚至被迫停车或酿成灾难性的事故。采用停车、降压、降温的方法进行处理，虽然易行，但势必影响生产，遭受重大的经济损失。因此，在线堵漏，即带压带温堵漏，简称“带压堵漏”，是世界各国普遍采用并处于不断发展、完善中的一门特殊技术。

带压堵漏技术很复杂，在有些情况下，不但涉及高压、高温，而且还会遇到各种各样的易燃、易爆、有毒以至剧毒介质。要是方法不当、措施不良、技术不佳或责任心不强，不但堵不了漏，反而会扩大泄漏，危及生产和人身安全，因此，带压堵漏是一门科学性强、要求很高的特殊技术。

带压堵漏技术在国际上是50年代发展起来的，比较有代表性的是英国的弗曼奈特 (Fermannite)公司的在线堵漏技术，它有10多个分公司或堵漏队分布在世界各地，专门从事堵漏。

我国带压堵漏技术的研究和应用，基本上是80年代初开始的，近年来有了较大的发展，这对消除工厂中严重的漏泄，保证正常生产、避免停车事故等方面，作出了显著的成绩。本书的作者王训钊同志，是多年从事带压堵漏研究和应用的专业技术人员，作者根据长期积累的资料和经验，结合国内外最新的堵漏技术，就密封的基本概念，泄漏的预防措施，堵漏的安全技术、密封材料和选用、密封件的制作和

装卸，受压本体、静密封、填料密封和机械密封的堵漏，阀门的堵漏和换位，以及重建密封等方面，结合具体实例，较全面系统地介绍了密封知识、堵漏方法和技术，涉及各工业领域和民用工程，重点是炼油和石油化工厂设备和管道的“带压堵漏”。

本书为科普性的读物，注重实用，适应面广，对从事设备、管道、建筑等方面带压堵漏的工人和技术人员，以及生产、维修和管理人员，都颇有参考价值，亦可作为这方面技术培训用的教材和资料，特此向有关人员推荐。

袁宗虞

中国石化总公司规划院 教授级高工

前 言

密封技术已渗透到我们的每个领域，从航天到地面、从陆地到水下、从工矿到农村、从生产到生活，各行各业都离不开密封技术。一个密封装置或密封系统，运转一段时间之后不可能不泄漏，实践证明，因密封失效而产生的“跑、冒、滴、漏”现象，在我们的生产和生活中屡见不鲜，有的很严重，有的很危险。如果采用停产、停车、卸压、降温的方法来修补，就会影响生产，就会造成重大的经济损失。大坝、地下建筑、潜艇、电站、自来水管、航天器以及石油化工和连续运转装置难以停车停产，有的是不允许，甚至不可能停止运行的。为了生产的连续进行，避免不必要的经济损失，防止设备和建筑的报废，不停产、不停车、带压、带温的堵漏技术便应运而生。

堵漏技术是密封技术中的一种特殊技术，它处在不断发展中，越来越多地应用在我们的生产、生活、军事上，它具有简单易行、见效快、实用性强、经济效益显著等特点，令人瞩目。

本书根据作者多年积累的资料和经验，结合国内外最新堵漏技术撰写而成。其目的是将这种新的专门技术，较全面系统地介绍给读者，为振兴我国的科学技术贡献一份力量。本书适于从事设备、管道、建筑工程设计、施工、管理、维修以及生产人员工作用书，亦可作为这方面技术培训的教材和参考用书。

本书特请中国石化总公司规划院袁宗虞同志审阅并作序。在编著过程中，还得到朱元屏、季方其等同志的大力支持

和幫助，湖北省圖書館和科技情報所提供了大量資料，在
一併表示衷心感謝。由於作者水平有限，難免有不妥之處，
甚至謬誤，請廣大讀者批評指正。

編者

目 录

第一章 基本概念	(1)
第一节 泄漏的知识.....	(2)
第二节 泄漏的预防措施.....	(8)
第三节 堵漏的途径.....	(17)
第四节 堵漏的安全技术.....	(26)
第二章 堵漏的密封材料	(43)
第一节 固体密封材料及其制品.....	(43)
第二节 液体密封材料及其制品.....	(56)
第三节 密封件的选用.....	(69)
第四节 密封件的制作与装卸.....	(82)
第三章 受压本体的堵漏	(100)
第一节 本体的捻缝堵漏.....	(100)
第二节 本体的顶压堵漏.....	(103)
第三节 本体的机械堵漏.....	(107)
第四节 设备和管道裂缝的带压焊补.....	(115)
第五节 本体的粘接堵漏.....	(124)
第六节 本体强压注胶堵漏.....	(138)
第七节 本体的冷冻堵漏.....	(163)
第八节 本体的其他堵漏技术.....	(167)
第四章 静密封的堵漏	(175)
第一节 静密封的调整止漏.....	(175)
第二节 静密封的机械堵漏.....	(178)

第三节	静密封的焊接与粘接堵漏·····	(184)
第四节	静密封强压注胶堵漏·····	(194)
第五节	静密封件的带压增添和更换·····	(203)
第五章	填料式动密封的堵漏·····	(211)
第一节	填料的调整止漏·····	(211)
第二节	填料带压添加与更换·····	(218)
第三节	填料装置损坏后的带压修理·····	(220)
第四节	填料处的焊堵与粘堵·····	(226)
第五节	填料处强压注胶堵漏·····	(228)
第六节	设置新的填料装置·····	(232)
第六章	机械密封及其他动密封的堵漏·····	(238)
第一节	动密封概况·····	(238)
第二节	机械密封及其他动密封的调整 止漏·····	(244)
第三节	机械密封及其他动密封的带压 修理·····	(248)
第四节	机械密封及其他动密封泄漏后重建 新密封·····	(251)
第七章	阀门的堵漏·····	(255)
第一节	阀门密封面泄漏的带压处理·····	(255)
第二节	阀门传动件卡死的带压修理·····	(259)
第三节	阀门无法开闭的应急处理·····	(265)
第四节	阀门的更换与换位·····	(272)

第一章 基 本 概 念

随着现代科学技术的高度发展，密封技术被广泛地运用到各个领域。从交通运输中的一列火车、一架飞机、一辆汽车、一艘船只，到工矿企业中的一套装置、一台机器、一条管道、一个容器、一只阀门，直至工程建筑中的一座大坝、一幢楼房、一个地室，都离不开密封技术。在我们日常生活中也不例外，随时可能遇到密封问题，如高压锅、煤气炉、沼气池、水龙头以及汽水瓶、手表、电灯泡、自行车、电视机等，无不与密封技术相关。就是人类自己也是一个完整的密封整体。

上述各类设备工具、工程建筑、管道容器等，可谓种类繁多。为了叙述简便，现将各类设备工具、工程建筑、管道容器等密封装置简化为最简单的密封单元。不难看出，任何密封装置或多或少的由本体、动密封、静密封、阀门等基本密封单元组成。本书着重从这几方面叙述设备工具、工程建筑、管道容器等方面的堵漏技术。

人们绞尽脑汁地采用最新材料、最新工艺和最新技术来提高密封技术。然而，由于现代科学技术不断地向超高压、超真空、超高温、超深冷、超速度以及强腐蚀、强辐射等方向发展，不断地提出新的技术要求；由于制造工艺不可能完美无缺，天衣无缝；由于密封点星罗棋布，成千上万地摆在我们的面前，增加了泄漏机率；由于设计、管理和维修等方面还存在着客观与主观之间的矛盾，等等。因此，一个密封

装置不可能不存在泄漏的可能。事实证明，密封装置的泄漏只是或多或少，或重或轻而已。泄漏会造成能源的浪费、物料的流失、产品质量的下降、设备的损坏、环境的污染，甚至会酿成火灾、引起爆炸、造成停产、危及人身安全。

1984年12月，美国联合碳化物公司设在印度的博帕尔农药厂毒气渗漏，伤害面广，损失之惨重空前未有。这次事故造成3000多人死亡，数10万人受到影响，印度最高法院裁定由该公司赔偿损失4.7亿美元。1986年元月，美国“挑战者”号航天飞机在空中爆炸，造成这场航天史上最大悲剧的主要原因是助推火箭连接处O形环密封圈泄漏所致。就是这小小的密封圈，导致7名机组人员全部遇难，价值12亿美元的航天飞机化为乌有，打乱了美国的航天计划，给人们心理上带来了压力。同年，苏联切尔诺贝利核电站出现事故，造成30多人死亡，200多人患放射性疾病，泄漏的放射尘飘到邻国上空，污染了环境，其经济损失达80亿卢布，一批责任者受到惩处。国内石油、化工、冶金、矿山、交通等企业也经常发生重大的火灾、爆炸、中毒、伤亡等事故，其经济损失也是十分惊人的。

以上用鲜血换来的教训，用重金买来的经验，使人们逐渐聪明起来，必须重视设备工具、工程建设、管道容器等方面的泄漏防治工作，把它提到一个重要位置上来。总结一套较完整的经验，制订一套较完善的管理措施是非常必要的。

第一节 泄 漏 的 知 识

一、泄漏的含义

具有密封装置的设备工具、工程建设、管道容器等在使用过程中，不允许泄漏的部位产生了泄漏或允许有一定泄漏

量的部位实际泄漏量超过了规定值，这种现象称为泄漏。

在实际生产和生活中，凡是要求密封的部位，绝对不泄漏是不可能的。我们平时所讲的“不泄漏”或“无泄漏”，只不过是说实际泄漏量很微小而人们感觉不出来罢了。人们规定某一数量级的泄漏为零泄漏或叫无泄漏。

通常在设计和使用时，根据设备结构特点，工艺流程繁简、密封技术水平、加工制造能力和维修方便，允许某种场合下和某些部位上有一定的泄漏量，有的看来泄漏量似乎大了一些，但从经济合理角度上考虑，还是可取的。有的设备为了润滑或者为了液膜阻漏，需要利用少量泄漏介质。

二、泄漏的内容

当人们参观某些工矿企业时，往往发现一种奇特景象：云雾缭绕（蒸汽），五彩缤纷（各种颜色的烟、气、尘），香气扑鼻（散发的酒精、各类混合溶剂、香料等），玉液涓涓（自来水、水介质），塔林挂彩（红色的锈液、黄色的盐酸、各色的介质），卧管素装（空气深冷分离因泄漏而堆积的冰、雪白的烧碱等），好似一幅热气腾腾、五颜六色的图画。然而，它描绘的是一幅“跑、冒、滴、漏”的浪费图。归纳起来，泄漏物质一般可分为气态、液态和固态三种。其中气态和液态为多，它们统称为流体。

常见的气态物质有压缩空气、蒸汽、煤气、石油液化气、氧气、氢气、氯气和乙炔气等；常见的液态物质有水（热水、上水、软水、循环洗涤水和冷却水）、油（燃油、成品油、润滑油、液压油、冷却油）以及酸、碱、盐和溶剂等；常见的固态有粉尘、灰尘、砂粒和半流体物质。

三、泄漏的分类

站在不同角度上，泄漏可有不同的分类。

1. 按泄漏量分

液态介质泄漏分为五级。

(1) 无泄漏：不见介质泄漏为准。

(2) 渗汗：一种轻微的泄漏。表面有明显的介质渗漏痕迹，象汗水一样。擦掉痕迹，5分钟后再现明显渗漏痕迹者。

(3) 滴漏：介质渗漏成水球状，缓慢地流下或滴下。擦掉痕迹，5分钟内再现水珠状渗漏介质者。

(4) 重漏：介质泄漏较重，连续成水珠状流下或滴下，但未达到流淌程度者。

(5) 流淌：介质泄漏严重，介质喷涌不断，成线状流淌者。

气态介质泄漏分为四级。

(1) 无泄漏：用小纸条检查为禁止状态，用肥皂水检查无气泡者。

(2) 渗漏：用小纸条检查微微飘动，用肥皂水检查有气泡，用湿的石蕊试纸检验有变色痕迹，有色气态介质可见淡色烟气者。

(3) 泄漏：用小纸条检查时飞舞，用肥皂水检查气泡成串，用湿的石蕊试纸马上变色，有色气体明显可见者。

(4) 重漏：泄漏气体成风作响者。

2. 按泄漏的时间分

(1) 经常性泄漏：从安装运转或使用开始就发生的一种泄漏。主要是施工质量或是安装和维修质量不佳等原因造成。

(2) 间歇性泄漏：运转或使用一段时间后才发生的泄漏，时漏时停。这种泄漏是由于操作不稳，介质本身的变化，地下水位的高低，外界气温的变化等因素所致。

(3)突发性泄漏：突然产生的泄漏。这种泄漏是由于误操作、超压超温所致，也与疲劳破损、腐蚀和冲蚀等因素有关。这是一种危害性很大的泄漏。

3.按泄漏的机理分

(1)界面泄漏：在密封件（垫片、填料等）表面和与其接触件的表面之间产生的一种泄漏。如法兰与垫片之间、填料与轴或填料箱之间的泄漏。

(2)渗透泄漏：介质通过密封件（垫片、填料）本体毛细管渗透出来。这种泄漏发生在致密性较差的植物纤维、动物纤维和化学纤维等材料制成的密封件上。

(3)破坏性泄漏：密封件由于急剧磨损、变形、变质、失效等因素，使泄漏间隙增大而造成的一种危险性泄漏。

4.按泄漏的密封处分

(1)静密封泄漏：无相对运动密封副间的一种泄漏。如法兰、螺纹、箱体、接口等结合面的泄漏。相对而言，这种泄漏比较好治理。

(2)动密封泄漏：有相对运动密封副间的一种泄漏。如旋转轴与轴座间、往复杆与填料间、动环与静环间等动密封的泄漏。这种泄漏较难治理。

(3)关闭件泄漏：关闭件（闸板、阀瓣、球体、旋塞锥、节流锥、滑块、柱塞等）与关闭座（阀座、旋塞体等）间的一种泄漏。这种密封形式不同于静密封和动密封，它具有截止、换向、节流、调节、减压、安全、止回、分离等作用，它是一种特殊的密封装置。这种泄漏很难治理。

(4)本体泄漏：壳体、管壁、阀体、船体、坝身等材料自身产生的一种泄漏。如砂眼、裂缝等缺陷的泄漏。

5.按泄漏的危害性分

(1)不允许泄漏：系指用感觉和一般方法检查不出密封部位有泄漏现象的特殊工况。如极易燃易爆、剧毒、放射性介质以及非常重要的部位，是不允许泄漏的。核电站阀门要求使用几十年仍旧完好不漏。

(2)允许微漏：系指介质允许微漏而不产生危害的工况。

(3)允许泄漏：系指一定场合下介质泄漏而不产生危害的工况。如用于一般情况下的水和空气等介质的泄漏。

6.按泄漏的介质流向分

(1)向外泄漏：介质从内部往外部空间泄漏的一种现象，素称“外漏”。

(2)向内泄漏：外部空间的物质向受压体内部泄漏的一种现象。如空气和液体渗入真空设备容器中。

(3)内部泄漏：密封系统内介质产生泄漏的一种现象。如阀门在密封系统中的泄漏等。内部泄漏难以发现和治理。

7.按泄漏的介质分

如漏气、漏汽、漏水、漏油等。

以上泄漏的分类，目前尚未统一规定，供检查考核时参考。

四、泄漏的原因

影响泄漏的原因是多方面的，归纳起来有如下几个环节。

1.设计不合理

设计不合理是造成泄漏的主要原因之一。设计不合理主要是设计人员不够重视密封技术或不熟悉密封技术。通常表现在：设计的产品与压力、温度、介质等工况条件不符；设计的密封结构形式不好，不善于应用新的密封件和新的密封

材料，如机械密封、O形圈以及聚四氟乙烯、柔性石墨及其制品，液体密封胶和厌氧密封胶；设计时不注重采用防振和减振，润滑防损、防腐防锈、均压和疏导等措施。

设计不合理而引起的泄漏，使用单位一般较难治理。可结合设备检修和改造，改进密封结构形式，更换密封件。

2. 制造（施工）不精

在制造和施工过程中，不符合设计要求，质量不好而产生泄漏。通常表现在：铸件有砂眼、气孔、夹渣和裂纹，混凝土有蜂窝、麻面、孔洞和裂缝等；零部件热处理不当或没有处理，使零件过硬、过软、变形；加工的精度低，导致设备间隙过大、轴与孔偏心距大、振动冲击大、零件磨损、密封面粗糙而泄漏等缺陷。

3. 安装不正确

安装时没有按规程、规范正确装配，导致设备性能变坏，产生泄漏。通常表现在：装配顺序混乱，安装技术水平欠佳，不遵守技术规程。如拧紧螺栓时，不按对称、轮流、均压的方法；零部件配合不当，连接不紧，间隙不均，旋转不灵，密封不严；安装的垂直度和水平度不符合要求，导致偏磨、偏心、振动，直至泄漏。

4. 操作不当

操作人员技术不熟练，误操作酿成泄漏事故的例子屡见不鲜。引起泄漏的操作通常表现在：气孔油孔阻塞，不按时按质按量添加润滑剂，不按时清扫抹洗，导致设备磨损而泄漏；操作不平稳，压力和温度调节忽高忽低；操作阀门时，用力过大过猛，容易产生液击水锤，冲破阀门和管道，用力过大还会压伤阀门密封面；不按时巡回检查、处理和发现问题，如设备过热、气包缺水、溢流冒罐等；泄漏部位未能发

现，因处理不及时而加重之，误操作和忘记操作而产生“跑、冒、滴、漏”。

5. 维修不周

维修过程中，除易产生“安装不准”一段中叙述的缺陷外，引起泄漏的维修表现在：没有按检修周期和修理类别进行，导致失修、大病小治、小病不治；维修时不遵守操作规程和技术要求，维修质量差；不善于选用密封件，不及时更换失效的垫片和填料，过紧或过松地安装密封件；密封面不平整光洁，印影断续不清；违反操作规程，在无防范措施的情况下，换盘根，卸螺栓，造成设备泄漏；焊接不符合技术要求，有气孔、夹渣、裂纹等缺陷；质量检验制度不严。

以上影响泄漏的几个环节，上下贯通，环环紧扣，若其中一环脱钩就会影响一片，使设备、管道、工程建筑产生泄漏。如果把上述几个环节看作是设备工具、工程建筑、管道容器泄漏的纵向因素，那末，受压系统内外压差、结合面间隙的大小，密封结构形式、密封材料性能的不同、介质性能（粘度、腐蚀性、浸润性、辐射性、导热性及气态介质的分子大小等）的优劣、内外温度的高低及变化、配合面的粗糙程度、轴与孔的偏心距、旋转的线速度、往复的次数、润滑状态的好坏、振动和冲击的大小等，都是影响泄漏的横向因素。以上任何一个因素异常，超出受压系统的承受能力就会产生泄漏。

第二节 泄漏的预防措施

防漏与防病、防洪的意思一样，就是防患于未然。对受压系统采取一系列防范措施后，能有效地阻止泄漏事故的