

● 寄语	1
董事CTO 青木 睦郎	
● 客户解决方案《合著》	
使用手持式螺母扳手提升施工质量 (插塞型气冷式热交换器)	2
● 客户解决方案	
密封快速搜索 (SQS) 的介绍和 使用方法 (盘根篇)	6

● 技术论文	
带氟树脂类密封垫片的螺栓连接件的 松动性评估	9
● 技术论文《投稿》	
PTFE的离子束处理技术	13
● 产品介绍	
高压氢气用密封材料	16

● 产品介绍	
Valqua Predictive Maintenance System VALVESTA™ - HE210的介绍	21
● 技术志的最近的往期杂志	25

## 寄语



感谢各位读者长期以来对Valqua Technology News的爱戴与支持，在此致上衷心的感谢。

今年年初，新冠病毒的影响给我们社会染上了一层浓重的阴影，许多企业都面临着艰难的商业环境，为了确保收益，企业不得不采取各种措施。另一方面，面对社交距离，远程办公等新的社会需求，各种新产品及服务被引入了市场，这方面的业务展现出了前所未有的活跃性。尤其是IoT及搭载了人工智能的机器人等有助于节约人力的技术开发，以及用于作为要素技术对这些起到辅助支援作用的传感器的材料和设备本身的开发，还有数据管理系统等等，众多企业和研究机构都在以前所未有的速度推进着这方面的技术开发。

在这样的一种商业环境下，本公司为了准确应对不断剧烈变化的市场动向，我们提前结束了正在进行中的中期经营计划NV•S8。并且，从本年度起，将开始实施新的中期经营计划NF2022。在这个新的中期经营计划中，我们将在运用开放式创新的R&D上投注大量的努力，并且将以此作为重要的战略支柱。全公司的技术开发部门将以此作为指导方针，从H&S视角出发为广大客户提供具有更高附加价值的技术解决方案，为此，我们已经做好了向具有挑战性的技术课题发起挑战的准备。本公司将通过在上述技术开发领域的持续性的精力投注，去实现NF2022中所载的成长目标。不仅于此，为了迎接2027年本公司创业100周年，我们将力争完成一个飞跃性的成长。

在这样的一种背景之下，本期技术志的刊载内容包括了请各位客户协助执笔的技术介绍，具有尖端性能的高压氢气用的密封材料，还有数篇与H&S相关商品/技术有关的报道。其中，尤其是最近作为预测性维护工具开始向市场投放的VALVESTA™，作为一款在各种生产现场中具有广泛应用潜力的产品进行了介绍。聚焦这种功能性的设备型产品，这在本公司以往的商品组合阵容中是没有的，它是本公司钻研的最新技术成果中的一例，希望大家给予多多关注。

希望各位今后还能一如既往地对本公司的产品与服务，以及本华尔卡技术志给予多多照顾。

董事 CTO 青木 睦郎

# 使用手持式螺母扳手提升施工质量 (插塞型气冷式热交换器)

## 1. 前言

在炼油设备的机器或配管上连接着许许多多各种各样的法兰，杜绝从法兰部位发生泄漏是我们的使命，为此，加强对法兰部位的连接管理是我们每天的工作。

对于运转停止或开始时或运转过程中发生了泄漏的机器及因为经年老化而导致泄漏风险增高的机器，我们会重新对运转压力及运转温度进行再次确认，不仅增加高温高压和氢气环境及新的热油环境，如符合条件还重新检讨可进行定量管理的扭矩管理或轴力管理。此外，对于存在经年老化悬念的机器，将在下一次打开时对法兰进行表面磨光加工以便延长其使用寿命，或是进行机器的更换。我们将根据实际情况制定相应的对策措施。这种法兰部位的连接管理根据以往的保养成绩已经变得非常成熟，已经慢慢形成了一种明确的指针。因此，只要正确实施安全的维持提升和恰当的保养管理，是可以维持设备的可靠性的。

此外，除了法兰部位以外让人担心的是气冷式热交换器(以下称之为AFC)中高压部位所使用的插塞型AFC(以下称之为插塞型)的连接管理，它与上述法兰部位的连接管理不同，没有明确的指针。

本炼油厂拥有约340套AFC，设计压力超过3.0MPa的采用了插塞型。插塞型约有50套左右，其中大部分都为高压气体环境。从这个插塞型AFC的设备维持管理的观点出发，我们比较容易关注的是基于法律法规及不同使用条件，流体对配管的腐蚀和剩余寿命等问题。

另一方面，存在经年老化之外，使用膨胀螺栓(以下称之为螺栓)对金属平形密封垫片进行密封的结构容易导致发生泄漏，而且在SDM期间，有的机器由于在高压气体测试中的泄漏导致作业返工或因连续运转而没有打开，使运转管理和铁工施工对于开始运转时发生的泄露很关注。因此，除了根据检查周期实施机器的拆检外，同时，对于膨胀螺栓的连接管理还会对每个机器分别制定扭矩值，并使用扭矩扳手通过手工作业进行紧固。

但是，一套插塞型设备就有超过600枚螺栓，而且因为需要对多台设备进行拆检，故其数量非常之庞大，所需工时也会非常长。此外，因螺栓存在长年使用后会锁死的情况，故打开时需要谨慎操作，以免对螺纹造成损坏。而且在紧固方面，通过金属平形密封垫片对高压流体进行密封的这种结构对于紧固可靠性的要求也极高。

因此，监督人员细致地在职监督和管理，以及具有丰富经验和熟练技术的作业人员都是必不可少的。然而SDM期间中，监督人员需要负责多项工作，会非常忙碌，因此专门对这个AFC进行管理是非常困难的，所以现实情况是通常会将这方面的管理交给合作公司的现场负责人和作业人员。但是，近年来因受到人手不足等的影响，熟练工的招募也比较困难。如上所述，对于监督人员而言，对所有问题都进行管理是非常困难的，因此对现场负责人及作业人员则会要求更多，但是这方面的人才却正在减少。而且，面对这种必须要对上千枚螺栓实施连接管理的情况，其结果必然是连接管理一旦出现疏忽，泄漏风险也将因此而变大。

在这种情况下，我们一直在思考如何解决这些问题。此时，2019年2月株式会社华尔卡(以下称之为华尔卡)在本炼油厂举办了一场产品展示会，我们便去观摩了一下。到了现场，我们看到了各种各样的密封材料，衬里阀门，测量仪器等。我们四处去看了看，然后我们的视线就停留在了之前从未见到的东西上。

一个是可同时对法兰面间隙和阶梯差进行测量的测量仪器。法兰面间隙等的间隙测量的精度很高，是一款高性能的出色产品。另一个没见过的东西是手持式螺母扳手。

根据介绍，这是一款在华尔卡和汽车装配工厂有大量被采用的实绩，并且是与ESTIC公司共同开发的法兰紧固专用的电动工具。当时，我想到“这个技术能用到插塞型的螺栓紧固管理上吗”，于是我就对我担心的一些背景信息和课题做了咨询。当时在现场，我们就同意并约定在3个月后的SDM时进行试验，并进行一个现场的参观学习。



## 2. 以往的维护内容及其课题

对于实际现场的参观学习，以往的维护方法及其课题如Table1所示。紧固的情况如Figure1所示。

机器外罩上如算盘珠般排列着一排排螺栓，其庞大的作业量，以及依赖人手操作的工序之多，造就了一个容易引起人为错误的环境。其中尤其是在紧固时需要使用预置式扭矩扳手对每一枚螺栓进行仔细的紧固作业时，有些作业人员可能会在紧固时用力过猛，导致出现扭矩过量的问题发生。

Table1 维护内容及其课题

工序	内容	课题
1. 拆下螺栓	因为存在长年使用后锁死的问题，所以需要使用打击眼镜扳手小心翼翼地将螺栓从锁死的状态下解放出来。之后，再通过手工操作拆下。	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 很费工时</li> <li>· 因打击眼镜扳手造成红药水事故(轻伤事故)</li> <li>· 螺栓掉落</li> </ul>
2. 螺纹部位的检修	对机器及螺栓的螺纹部位进行外观检查，如无问题则在进行清洁后涂上润滑材料以作保管。	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 检修不良</li> </ul>
3. 密封垫片安装和螺栓临时紧固	将密封垫片安装到机器上，并对螺栓进行临时紧固。	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 忘记安装密封垫片或安装了2片</li> </ul>
4. 紧固	使用预置式扭矩扳手，按规定的扭矩紧固螺栓(Figure1)。	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 很费工时，而且费力。</li> <li>· 根据操作方法，存在扭矩过量的危险。</li> </ul>



Figure1 以往紧固时的情景

## 3. 手持式螺母扳手的试验内容

试验中所使用的手持式螺母扳手如Figure2所示。这个手持式螺母扳手，其各工具模块与控制模块是通过有线方式进行连接的，然后通过事先设定好的紧固程序实施紧固控制。此外，还能从控制模块上的USB以CSV方式输出紧固结果，可对紧固结果进行电子记录。再者，其动力需要使用200V的电源。



工具模块 高速型



工具模块 高扭矩型



控制模块

Figure2 手持式螺母扳手

Table2 手持式螺母扳手的规格

	高速型	高扭矩型
全长	466mm	649mm
重量	2.5kg	11.0kg
最大紧固速度	480rpm	55rpm
最大紧固扭矩	80N·m	1300N·m
主要功能	程序控制 (角度, 扭矩控制) 电子记录等	

使用该手持式螺母扳手替代原先的作业，对提升紧固精度和解决各种课题进行了试验。

首先，在工序1的拆下螺栓过程中，在从锁死状态下解放出来的作业中使用了高扭矩型工具模块(以下称之为高

扭矩型)。作业情景如Figure3所示。



Figure3 使用手持式螺母扳手进行作业时的情景

在从锁死状态下解放出来时，如果使用蛮力拧松螺栓的话，螺纹部位可能会因此而受到损伤，最糟糕的情况下机器侧的螺纹部分可能会出现扩张问题，从而导致需要重新进行攻螺纹的处理。如果这样的话，工期就可能会出现延期。因此，我们对以往由熟练工操作的，通过打击眼镜扳手来从锁死状态下解放出来的作业进行了观察，发现他们仅在一定角度内做松脱操作。因此，我们对使用高扭矩扳手将各螺栓从锁死状态下解放出来时所需的旋转角度进行了监视。其结果中的一例如Figure4所示。

结果表明，从锁死状态下解放出来时的旋转角度最大情况下松脱 $20^{\circ}$ 即可毫无问题地从锁死状态下解放出来。

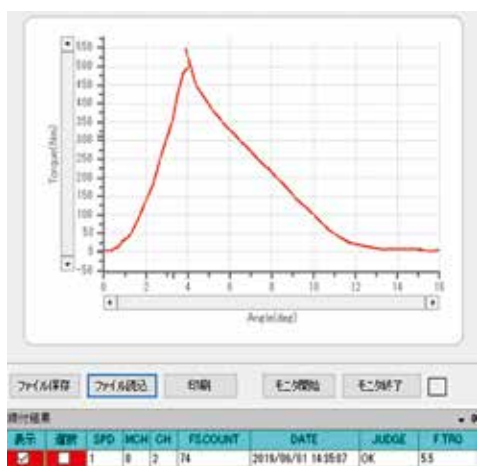


Figure4 旋转角度监视器

在将所有螺栓从锁死状态下解放出来后，接下来使用高速型工具模块(以下称之为高速型)进行拆卸作业。以往在进行这项作业时，会在手动操作旋松螺栓的同时检查螺栓有无“卡顿”问题。因此，我们对正常的螺栓和存在“卡顿”问题的螺栓在旋松时的扭矩值进行了比较。其结

果中的一例如Figure5,6所示。

正常的螺栓如Figure5所示，1Nm左右的摩擦力扭矩连续施加即可拆下。另一方面，存在“卡顿”问题的螺栓则如Figure6所示，其摩擦力扭矩较高且不稳定，所需扭矩值会越来越高。因此，我们发现想要检出这种存在“卡顿”问题的螺栓时，可将 $10\text{N}\cdot\text{m}$ 设为上限，然后通过自动停止控制即可实现。此外，因为AFC安装在高处，因此在拆卸螺栓时，可能会不小心致使螺栓坠落。针对这个问题，可根据所使用螺栓的螺纹数，配合在快要拿下来前停止旋转的功能来防止出现这种情况。这一点尤其是受到了现场工作人员的好评。

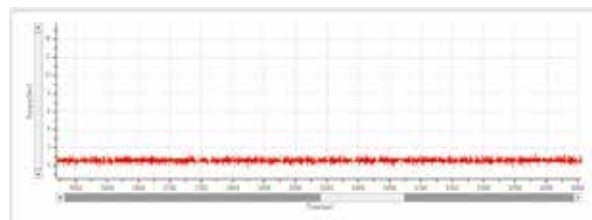


Figure5 正常的扭矩值

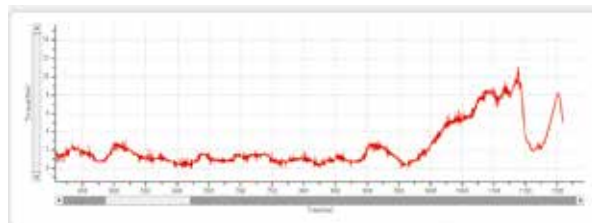


Figure6 异常的扭矩值

螺栓取下后，对机器及螺栓的螺纹部位进行检查，之后在螺栓上涂上润滑剂之后进行临时紧固。在这个工序中，我们使用了高速型，采用了与拆除时相反的方法实施临时紧固，将螺栓安装到了机器上。对于临时紧固时发现了“卡顿”现象的，则通过程序控制执行自动停止，然后再对其进行重新检修。

等待所有螺栓均完成了临时紧固后，再使用高扭矩型进行正式紧固。其结果如Figure6所示。对于 $392.2\text{N}\cdot\text{m}$ 的目标扭矩，实现了 $\pm 1\%$ 以内的高精度紧固。并且，对于这个紧固结果还可以通过CSV输出实现电子化。对于忘记紧固的问题，只要查看该记录就能起到很好的防范作用。

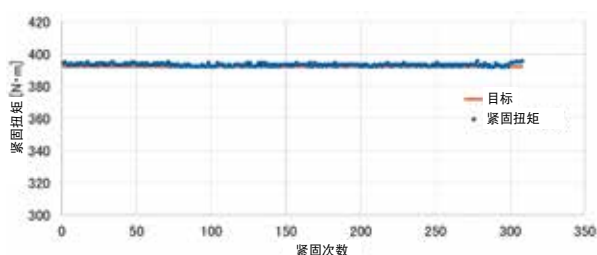


Figure7 紧固结果

这里将所有工序的工时缩减效果进行了比较，结果如Figure8所示。这是对一枚螺栓所需的作业时间在各工序中进行的比较。结果在所有工序中，均实现了工时的缩减，整体上缩减了40%。此外，在以往的作业中，根据作业人员体力上的差异，外加作业时间，休息次数等原因使作业完成所需时间可能会出现一定的差异。但是，使用了手持式螺母扳手后，因为已事先对紧固内容做了编程，故只要按下操作按钮就可以了，因此也就不会再出现因作业人员的不同而带来的作业时间上的差异了。

在这次使用手持式螺母扳手进行的试验中，在询问了实际使用手持式螺母扳手进行作业的作业人员后，得到了“之前的辛苦感觉都像是假的一样”，“尤其是正式紧固可是一件苦差事，第二天肩膀都抬不起来，这个太好用了”的反馈。因此，我们认为这套工具可以推行到现场使用。

一枚螺栓的作业时间比较



Figure8 作业工时的比较结果

## 4. 结语

在这次的试验中，我们成功缩减了工时。此外，最为重要的是对此前都是依靠熟练工的感觉实施的螺纹部位的异常检测实现了数值化和自动化。以极高的紧固精度实现了目标扭矩，从而提高了设备维持相关的可靠性和施工的品质。而且，协助作业的作业人员对此的反响也非常好。

今后，在本炼油厂，将在所有插塞型AFC上使用手持式螺母扳手，还将对各种机器进行验证。对于在本次的试验中没能检验的异物混入及密封垫片忘记安装或安装了2片等现场容易发生的问题，我们计划与华尔卡一起进行实验室评估。这样，现场和实验室验证同时推进的话，相信可以实现更高效率的评估。此外，对于所获得的结果，我们将会告知采用了支持插塞型AFC的用户。

最后我想说，我们这次试验从展示会时的咨询到开始试验，其实才用了3个月的时间，虽然用时非常之短，但成果却是超出了我们的预期。如果没有参与本次工作的所有人员的热情和团队合作，是万万做不到如此成功的。手持式螺母扳手生厂商株式会社ESTIC的饭田先生以及技术担当土田先生，还有参与了本次工作的所有相关人员，在此我要向你们表示衷心的感谢。



长谷川 诚  
昭和四日市石油株式会社  
四日市炼油厂  
制造一部 制造一课



山边 雅之  
H&S 营业本部  
本部长助理

# 密封快速搜索 (SQS) 的介绍和 使用方法 (盘根篇)

## 1. 前言

《Seal Quick Searcher<sup>®</sup>》(密封快速搜索)是一款以通过工业用密封产品的选择为课题解决提供有用产品信息为目的的WEB工具。在本公司主页公布以来,受到了客户们的极高评价。现在,除了日语外,还支持英文和中文。本公司作为一家H&S企业,始终致力于对服务的强化,提供各种形式的产品信息也是其中的一环。

在本技术志中,将从密封快速搜索(以下称之为SQS)的特点出发,对容易被认为产品选择非常困难的盘根的正确产品查找方法进行介绍。



Figure1 SQS的LOGO

## 2. SQS (Seal Quick Searcher<sup>®</sup>) 的特点

即便客户对于所需要的技术信息完全没有相关的专业知识,也能通过SQS非常方便地找到答案。本公司所经营的各种产品,其所需要的技术信息及其搜索方法各不相同。下面分别就它们的特点进行说明。

### 2-1) 如何选择产品

在密封产品中,若要有效防止发生泄漏等问题,则使用正确的产品极其重要,根据各自的使用条件,要求规格进行选择是最基本的要求。在SQS中,产品选择时所需的信息(流体,压力,温度等)被设计成了输入项目,只要输入这些值就能简单方便地显示出推荐产品。

此外,还可搜索各产业领域经常使用的具有代表性的产品,也可以通过其他公司产品编号搜索功能类似的产品。在SQS中,您可以通过各种方法搜索到推荐产品。

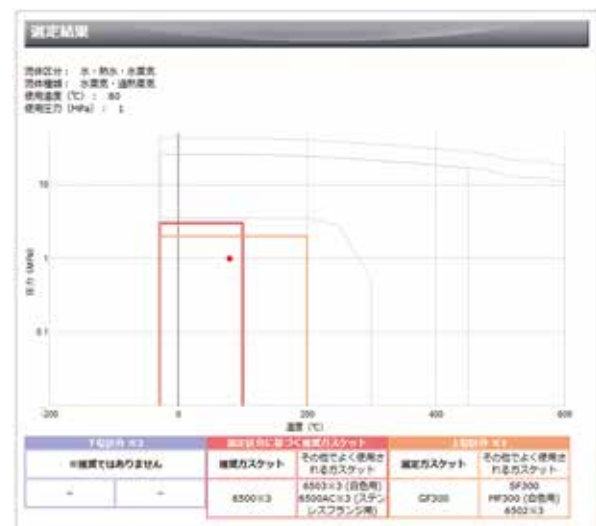


Figure2 产品选择结果示例(密封垫片)

### 2-2) 如何找到产品信息

与以往的产品目录相同,可以从各产品名称,产品编号找到产品信息。在SQS中,不仅仅是产品特点,可使用范围等的信息,在同一页中还用折叠的方式登载了各种物性信息及设计相关信息。在这里,您可以非常方便地查看到所需的技术信息。





Figure3 产品介绍示例(No.GF300)

### 2-3)如何找到关联信息

对于密封产品而言,除了要使用正确的产品外,正确使用也极为重要。就密封垫片产品而言,如果紧固力不足则直接将导致泄漏问题。因此,作为一款支持工具,在SQS中还设计了通过法兰尺寸计算出紧固扭矩的功能。此外,在弹性体产品方面还设计了有助于防止机器动作不良的滑动阻抗的预测工具。

除此以外,还以FAQ的形式记载了经常遇到的问题,而且还登载了含有迄今为止的大量技术经验的华尔卡手册,希望各现场的工作人员能够加以有效利用。

## 3. 正确的盘根搜索方法

下面以使用SQS的具体事例的方式对正确的盘根搜索方法做具体说明。

### 3-1)使用用途的选择

盘根具有代表性的用途可分为两大类,分别为“用于阀杆”和“用于旋转泵”。其各自的使用条件差别很大,故选择方针也大相径庭。首先,选择其用途。



Figure4 盘根用途选择画面

### 3-2)输入使用条件

选择盘根时至少需要以下信息,①机器详情,②流体,③温度,④压力。若为高速且轴会旋转的泵用途,则还需要⑤周向速度。在输入了这些信息后,点击“搜索”,就会输出推荐产品的信息。



Figure5 使用条件输入画面(用于阀门)

### 3-3)搜索结果的阅读方法,注意事项

“用于阀杆”的搜索结果示例如图Figure6所示。如图所示,根据使用条件显示出了推荐产品及其组合方式。在本例中,共显示出了2种产品,两种产品都能使用,还可根据其他条件(成本,色调,操作性等)进行选择。点击各显示的产品编号,可转到产品介绍页面,您可查看相应信息以作参考。此外,推荐的环数根据压力条件而定,显示的环数机器组合是反映了输入条件后的结果。

使用SQS可对“用于阀杆”,“用于旋转泵”的产品进行搜索,但是对于柱塞泵等的“用于往复运动的机器”及除此以外用途,流体的产品,尚未网罗相应产品。因此,在需要选择这些产品时,请向技术担当人员咨询。



Figure6 搜索结果显示画面(用于阀门)



## 4. 结语

在本技术志中对提供技术信息的这一款工具SQS进行了介绍，各位可至本公司主页访问这款工具并亲身体验它的便利性。

当今时代，随着信息设备的普及和发展，对各种信息的访问变得越来越方便，作为H&S企业致力事项的其中一环，我们将努力以更加便利的方式给客户们提供更多有用信息。



松村 清裕  
H&S 营业本部  
技术解决方案组

# 带氟树脂类密封垫片的螺栓连接件的松动性评估

## 1. 前言

自2008年的石棉管制后，除部分产品外，密封垫片也无法再使用石棉产品了。在缠绕式密封垫片方面，使用柔性石墨填料代替石棉填料后，并未出现太大的问题。但是，在板材密封垫片方面却碰到了几个问题。石棉辊压板因其较高的耐热性，耐化学性和高强度，使用范围非常广泛。但是，使用了替代纤维的无石棉辊压垫片则纤维量较少，导致强度及耐热性等出现了大幅下降。柔性石墨密封垫片虽然具有极高的密封性，耐热性和耐化学性，但是它却极易受损，因此在操作性方面还存在一些问题。另一方面，氟树脂具有极高的耐热性和耐化学性，其密封性也非常出色，而且以往的蠕变问题也因为近年来的材料开发获得了较大的改善，因此它被广泛用来替代石棉辊压板<sup>1~3)</sup>。

但是，虽说已经获得了极大的改善，但是氟树脂类密封垫片的蠕变引起的连接力度下降的问题还未完全解决，长期使用时的可靠性评估还是一个未解决的问题。因此，本公司在石棉管制以后，对带氟树脂类密封垫片的连接件的长期特性预测方法进行了研究。现在，除了密封垫片的蠕变外，使用FEM并结合考虑热膨胀及收缩，压缩特性的温度依存性等因素，还可以对带氟树脂类密封垫片的连接件的长期特性进行高精度的预测<sup>4~6)</sup>。

在本技术志中，对高温环境下的带氟树脂类密封垫片的螺栓连接件的密封垫片的各项特性及法兰，螺栓的特性对轴力特性的影响进行了评估。此外，将连接件设定为是单纯单一螺栓连接件，密封垫片使用No.GF300。

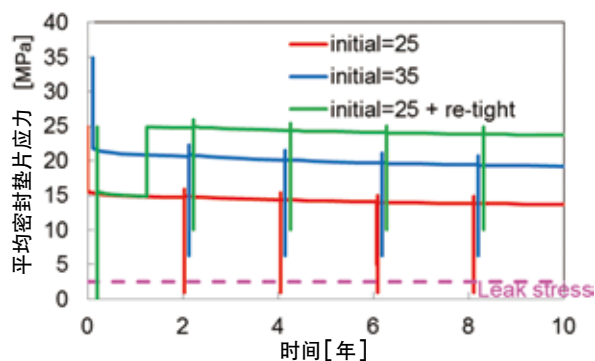


Figure 1 密封垫片应力的长期变化预测

## 2. FEM条件

Figure2中所示为本项研究中所使用的FE模型。以单一螺栓的连接件为对象，在单纯条件下实施了评估。此为利用轴对称元素实施了模型化，其中六边形的螺栓头及螺母简化成了面积相等的圆形。法兰及螺栓使用了弹性元素，密封垫片则使用了非线性粘弹塑性元素。在本FEM中，仅密封垫片考虑了粘弹性，关于电热则作为非常规问题进行评估。

各部件的材料常数如Table1所示。密封垫片呈现出了压缩特性较强的非线性和迟滞。此外，还能看出温度越高变形越大的温度依存性。线膨胀系数也会随温度升高而升高。在FEM中，也会考虑到这些特性。此外，还会考虑Figure5中所示的具有应力依存性的密封垫片的蠕变。对于法兰和螺栓，各特性将作为固定值处理。

通过在螺栓模型端部施加与紧固相当的压力模拟紧固，通过在连接件外缘部施与温度变化来模拟加热和冷却。在本FEM中，将计算出螺栓轴力的变化。

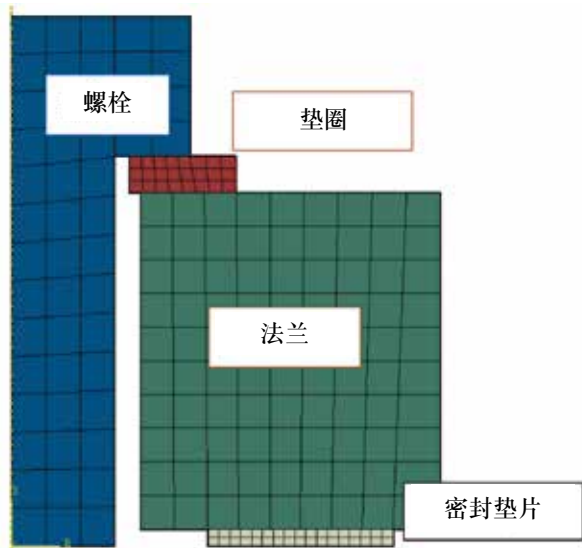


Figure2 FE模型

Table1 各部件的材料常数

	法兰	螺栓	密封垫片
材料	SUS304	SNB7	No.GF300
杨氏模量[GPa]	200	200	Fig.3
泊松比	0.3	0.3	0.45
线膨胀率[1/K]	$1.12 \times 10^{-5}$	$1.09 \times 10^{-5}$	Fig.4
热传导率[W/m·K]	$4.4 \times 10^{-2}$	$1.1 \times 10^{-2}$	$2.5 \times 10^{-5}$
比热[J/kg·K]	500	500	1000
密度(常温)[kg/m <sup>3</sup> ]	7800	7800	2.3
蠕变	无	无	Fig.5

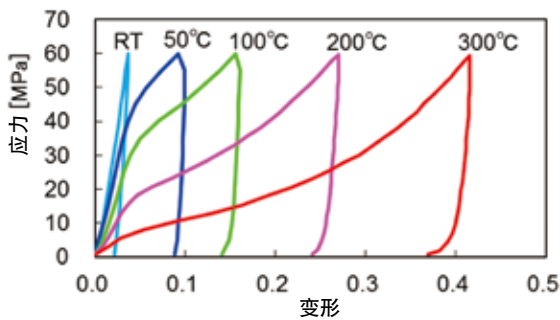


Figure3 密封垫片的应力-变形关系

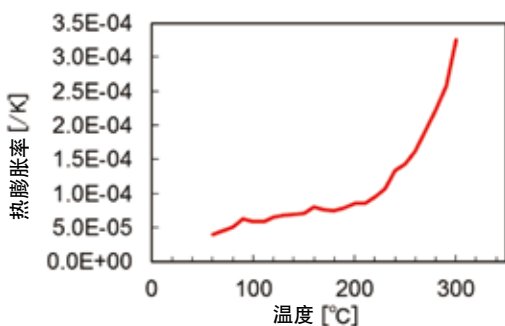


Figure4 密封垫片的线膨胀系数

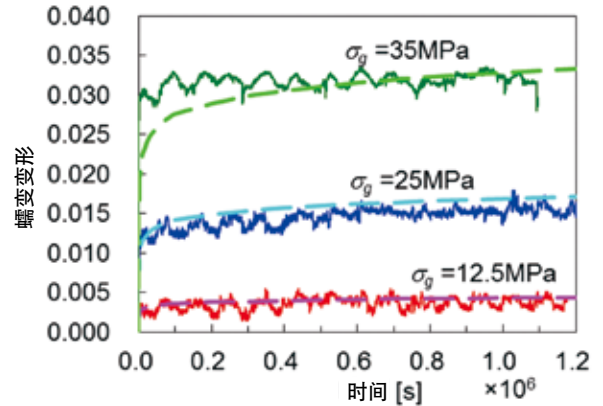


Figure5 密封垫片的蠕变

### 3. FEM妥当性确认实验

为了确认在第2项中所述的FEM的妥当性，对实验结果进行了比较。

Figure6所示为实验装置的概要图。主要条件与FEM相同。紧固则以粘贴在螺栓上的应变仪所测得的轴力作为指标。连接件温度则通过粘贴在法兰表面上的热电偶测量而得。快速紧固至目标轴力115kN(相当于密封垫片应力35MPa)，通过电炉加热到200℃。加热24小时后自然冷却。

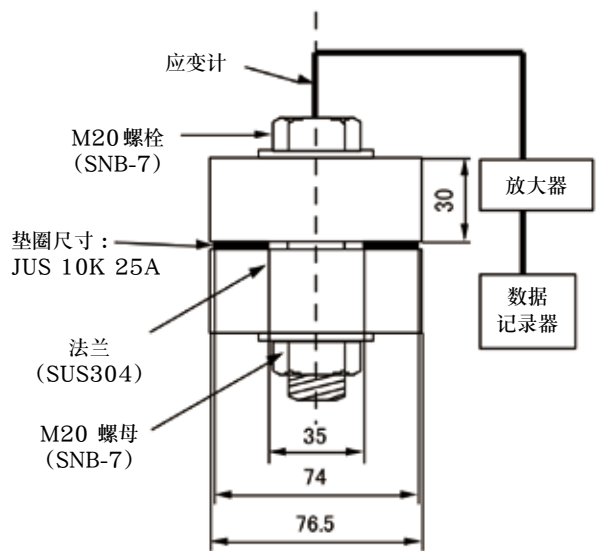


Figure6 实验装置概要

## 4. FEM及实验结果

单一螺栓连接件的轴力变化的FEM及实验结果如图7所示。纵轴显示为螺栓轴力，横轴显示为开始加热后(紧固后)的时间。我们可以看到，在升温中及降温中时，螺栓轴力会大幅下降，但是当温度恒定时，轴力下降就比较小。根据迄今为止的研究，我们知道在各阶段会发生如Table2中所示的现象。作为被连接件的密封垫片和法兰，会因热膨胀促使螺栓轴力增加。另一方面，当螺栓发生了热膨胀时，则螺栓轴力就会下降。加热时如图3中所示，密封垫片刚性出现下降，密封垫片被进一步压缩，导致延展的螺栓发生收缩，轴力因此下降。这个刚性变化是在温度变化时发生的，高温稳定时不会发生。密封垫片蠕变在所有阶段都有发生。

FEM结果和实验结果还是比较一致的，从而也确认了本FEM方法的妥当性。

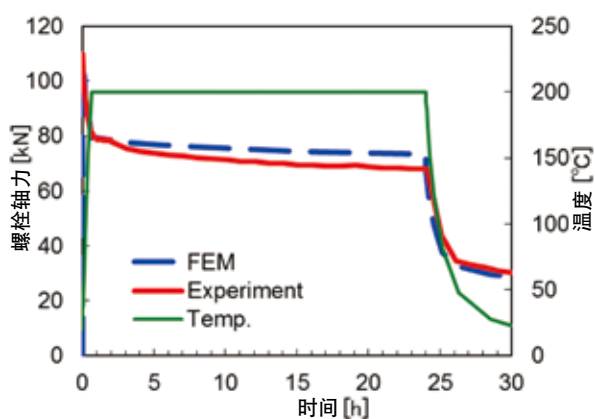


Figure7 FEM及实验结果

Table2 各阶段发生的现象对轴力的影响

	加热	高温保持	冷却
密封垫片热膨胀	↑		↓
法兰热膨胀	↑		↓
螺栓热膨胀	↓		↑
密封垫片刚性变化	↓		
密封垫片蠕变	↓	↓	↓
合计	↓	↓	↓

## 5. 各部件的各项特性对连接件螺栓轴力表现带来的影响

这里将对法兰，螺栓密封垫片的各部件的各项特性对连接件螺栓轴力表现带来的影响进行评估。即使现实不存在的东西，也能仅对任意特性进行变更或将其抹除，这也是FEM评估的优势。

Figure8中所示的为法兰及螺栓材料的杨氏模量和线膨胀系数对螺栓轴力表现的影响进行评估的结果。当将法兰及螺栓的杨氏模量设为1/2时，对轴力表现的影响相对较小。从Figure7的结果中可以得知，温度变化时轴力变化较大，这应该是杨氏模量对温度变化的影响较小所致。当将法兰的热膨胀率设为1/2或零时，加热时轴力大幅下降，冷却时则为增加。这应该是加热时被连接件(法兰+密封垫片)的热膨胀变小，冷却时的热收缩的影响变小了的缘故。将螺栓的热膨胀设为1/2或零时，加热时及高温稳定时与基准条件并无太大差异，但冷却时螺栓轴力出现了大幅下降。

密封垫片材料的热膨胀，蠕变，刚性变化，当仅拥有其中一项特性时的轴力表现如图9所示。此外，法兰及螺栓设为通常的条件。可以得知，热膨胀会使轴力增加，蠕变和刚性变化会使轴力减小。但是，加热时及高温稳定时的现实结果与仅刚性变化的结果非常相似。从中可以得知，各特性影响的单纯之和与综合结果并不相等。这是因为刚性变化，蠕变具有应力依存性，各特性的结果会相互作用，因此才会造成这种复杂的现象。

以上轴力表现结果还受到了各部件尺寸形状的影响，因此并不适用于所有的螺栓连接件。

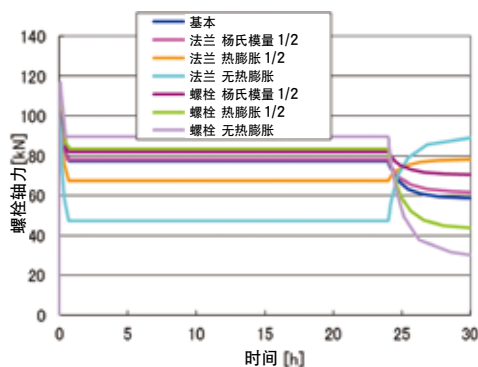


Figure8 法兰及螺栓的材料特性对连接件螺栓轴力表现带来的影响



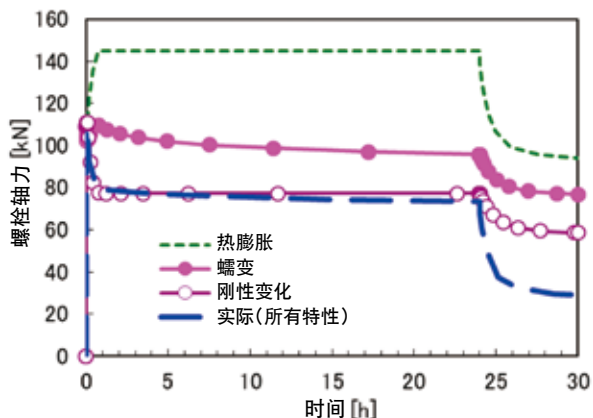


Figure9 密封垫片特性对连接件螺栓轴力表现带来的影响

## 6. 结语

在本技术志中，使用FEM对高温环境下的带氟树脂类密封垫片的单一螺栓连接件的密封垫片的各项特性及法兰，螺栓的特性对轴力表现造成的影响进行了评估和介绍。这里的评估仅限多种螺栓连接件条件中的极小的一部分。连接件条件可以说是无限的，对于将所有这些条件全部考虑在内的评估，目前来说，使用FEM进行评估是比较现实的。为了应对各种各样的连接件条件，我们将继续研究密封垫片连接件的评估方法。

## 7. 参考文献

- 1)黑河真也,“高性能无石棉板材密封垫片‘超级特殊石墨密封板No.GF300’”, Valqua Technology News, Vol.9,p5-11,(2004)
- 2)小池真二,“轧制成形带填料的氟树脂板材密封垫片 华尔卡龙™系列和 No.GF300系列”, Valqua Technology News, Vol.22, p17-22,(2012)
- 3)株式会社华尔卡:“密封垫片”, CATALOGUE No.YC08,(2020)
- 4)佐藤广嗣,野野垣肇,黑河真也,出口聪美,“利用有限元法的密封垫片连接件的长期特性预测方法的构筑”, Valqua Technology News, Vol.17, p2-8,(2009)
- 5)佐藤广嗣,“利用有限元法的氟树脂密封垫片的长期特性预测”, Valqua Technology News, Vol.29, p11-14,(2015)
- 6)佐藤广嗣,泽俊行,小林隆志,“带PTFE类密封垫片的螺栓法兰连接件的高温,长期特性评估”, Valqua Technology News, Vol.32, p33-38,(2017)



佐藤 广嗣  
研究开发本部  
商品开发部  
密封垫片, 盘根小组

# PTFE的离子束处理技术

## 1. 前言

以PTFE(聚四氟乙烯)为代表的氟树脂是一款以其出色的耐化学性和疏水性而闻名的材料。但是,因其出色的稳定性导致粘结困难,这也造成了其应用范围受限的问题。在为PTFE赋予粘结性的粘结处理中,有一种使用金属钠进行表面处理的方法。由于这种处理方法可以带来非常出色的粘结强度,因此直到今天一直都是主流的处理方法。如果非要说一说这种处理方法的弊端的话,则有以下两点。一个是处理面会发生茶褐色的变色,对于重视外观的用途和产品而言就不太适用了。另一个是进行表面处理,随着时间的流逝或阳光直射等原因,粘结效果会出现退化的问题。

笔者就职于生产和销售医疗用橡胶栓的部门,会做一些注射器或药水瓶上使用的橡胶栓的开发工作。这些橡胶栓会与注射液(药水)发生直接接触,因此在素材及成分调配上须保证安全性,而且在产品工序中也是不允许混入或附着异物的,还需要进行严格的外观检查等等。如果橡胶栓的表面能够通过具备化学安全性的PTFE膜进行层压(粘结),则对于药水的安全性方面而言将是一个巨大的优势,但是,使用金属钠进行了粘结处理的PTFE膜会因其颜色及色斑等问题,而在外观检查上带来一些困难。

因此,笔者开始探寻不会着色的粘结处理方法,并且也开发出了(已实用化)一种具有出色粘结强度的处理方法。下面介绍一下这种处理方法。

## 2. 关于开发出的处理方法的特征

PTFE的粘结处理方法中具有代表性的就是上述说的使用金属钠的方法。其原理为,通过使含有金属钠络合物的处理液与PTFE接触,从其接触面的碳-氟结合中抽出氟,然后取而代之地导入高活性的羟基(-OH)或羧基(-COOH)。这些功能基虽能带来良好的粘结强度,但是

处理面却已经变成了与单纯的PTFE不同的化学组成,因此着色就不可避免。此外,这些表面的活性基还会随着时间的流逝发生化学变化,或是会进入到材料内部,因此长期使用后就会出现粘结强度下降的问题。

笔者根据上述原理,认为采用化学性处理方法而又要避免着色是非常困难的。因此,笔者开始研究物理性的粘结方法,发现通过照射离子束可以使PTFE表面变得粗糙,被粘结材料进入(锚定效果)这个粗糙面就能获得良好的粘结强度<sup>2)</sup>。

Figure1,Figure2中所示的是处理前后的PTFE膜的状态。Figure1为外观照片,未见因处理而造成着色的问题,外观上基本没有变化。Figure2为处理面的SEM(扫描电子显微镜)的观察结果,使用低倍率观察时与未经处理的膜片毫无二致,而当使用高倍率观察时可以发现微米级以下的微小凸起状结构。这一个个的凹凸和被粘结材料进入其中,就为我们带来了良好的粘结效果。






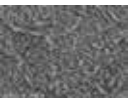
膜片的着色		未经处理	新开发技术： 处理后	以往技术： Na处理 处理后
外观				
元素组成 (ESCA)	C	33.3	40.1	77.0
	F	66.6	58.0	6.4

Figure 1 未经处理PTFE膜和处理后PTFE的外观照片,及处理面元素组成

观察倍率	×1,000倍	×5,000倍	×10,000倍
外观			

处理面的SEM观察图像：在对处理面进行白金蒸镀后进行观察  
Figure2 通过新方法处理后的膜片的SEM观察图像

至于为什么照射离子束后会形成这样的微小结构，当初认为是受到离子束的撞击影响，使得在表面形成了细微切削的作用，但实际上这里面也有PTFE的自我组织化的效果，因此才形成了微小的凹凸结构。

关于照射用的离子，为了避免因为处理而引起化学性的变化，因此选择了惰性的氩。Figure1中显示了使用ESCA(X光电子分光分析)对处理前后膜片表面的元素比率进行分析后的结果。虽然因氧气等加入了若干的功能基，但还是保持着与原来膜片相近的组成。结果显示，处理后无变色的这种处理是可以实现的，且在后面所述试验中也未见长期使用后的老化问题。

此外，包括金属钠处理在内的众多粘结处理中，都存在以下倾向，即向处理面导入功能基等行为会造成亲水化，与水之间的接触角会变小。而本处理法因为不导入功能基，因为保持了原来的PTFE的疏水性，而且因为表面的微小凹凸，看上去与水之间的接触角似乎反而增加了。

### 3. 关于粘结性能

上述完成粘结处理的PTFE膜(厚度0.06mm)和橡胶(丁基橡胶)之间的粘结强度的结果如Table1所示。

Table 1 完成处理的膜片和橡胶的硫化粘结强度

粘结处理	新开发技术 (离子束处理)	以往技术 (Na 处理)	参考：未经处理
剥离强度 (N/mm)	> 2.5	> 2.5	0.2
破坏形式	膜片断裂	膜片断裂	(剥离)

对粘结后的膜片-橡胶裁减成4号哑铃的形状，使用Auto graph进行180°剥离强度测定后的结果

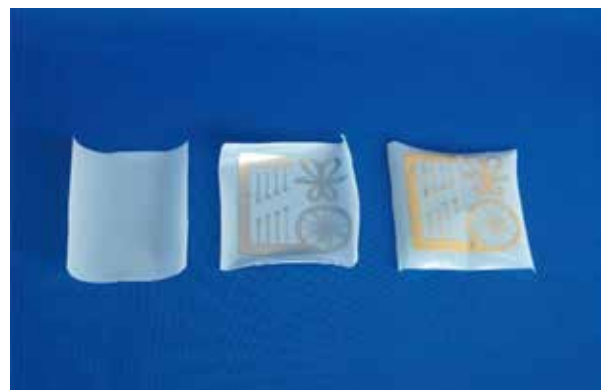
试验片制作方法如下，将完成处理的PTFE膜和未硫化橡胶片重叠置于模具中，橡胶成型则按常规的硫化条件(170℃，5分，10MPa)通过压缩成型制作。这里我们获得了与经过金属钠处理的产品同等的高强粘结强度，本公司使用了比较薄的膜片，获得了膜片侧同时断裂的粘结强度。

根据粘结处理的原理，只要被粘结材料进入到了处理面的微小凹凸之中，则无论被粘结材料的组成(成分)如何，都能获得良好的粘结强度。实际上，在本公司的各种调和成分的橡胶(EPDM橡胶，天然橡胶，NBR橡胶，硅橡胶等)上，都获得了几乎同等的粘结强度。因橡胶成型时的高温，高压而增加了流动性的未硫化橡胶被压入了处理面的微小凹凸中，然后硫化，这样就获得了良好的粘结强度。已确认对于树脂(PP, PE等)及热可塑性弹性体

(苯乙烯类，烯炔类等)执行相同的工序也能实现粘结<sup>3)</sup>。

氟树脂因其出色的电气特性而被用作为高频基板的材料。Figure3所示的是在完成了粘结处理后的PTFE膜的表面上印刷了低温烧固的金属膏料后，进行了烧固后的样子。可以看到，这边的粘结状态同样非常良好。

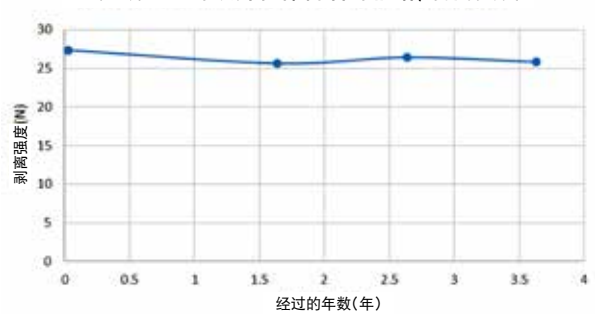
为了检查处理后的老化问题，我们将完成处理后的PTFE膜单个保管于室温下，之后进行了橡胶和硫化粘结后的样本的剥离试验，其结果如Figure4所示。



左：仅粘结处理，中间：银膏料，右：与金膏料的粘结事例  
将市售金属膏料涂覆于PTFE膜，进行烧固粘结的事例

Figure3 与金属膏料的粘结实例例

已完成处理的膜片在保管后的粘结/剥离强度



将处理后的PTFE膜保管在一般环境下后，实施与橡胶之间的硫化粘结，并对剥离强度进行测量。试验片的调整方法根据公司内部的方法，与Table1的剥离强度不同。

Figure4 长期保管后的粘结强度测试

即使是处理后超过3年以上的膜片，其粘结力度也未见下降。此外，因为是以公司内部的使用方法作为假设的试验方法，故其测试结果与Table1的剥离强度的数值有所不同，请谅解。此外，在对实际产品(医疗用橡胶产品)的评估中，在制造后3年室温保管试验及与此相当的加速试验中，都未见粘结性的不良问题。

## 4. 关于粘结处理机

本公司从2011年起就引进了用于试制的分批式处理机，现在使用的则是用于量产的辊到辊处理机。辊到辊式的处理机的规格可以对最大470mm的宽幅进行处理。分批式试制机也是以处理同样尺寸的膜片为目的的，但是通过更换夹具 还可对具有数厘米高度的部件材料进行处理。

## 5. 结语

正如前面所说，使用了该技术的PTFE膜是通过锚定效果进行粘结的方法。因此，它与以往通过金属钠处理的膜片不同，无论被粘结物的组成如何，都能获得良好的粘结

强度。在经过了粘结处理的PTFE上涂上了一层粘结层的无着色PFTE胶带，以及作为用于搬运的传输带及半导体制造装置的衬里用途而与热可塑性树脂进行复合等等，这些产品都有效地利用了其出色的加工性和无着色的外观，目前(株)华尔卡正在推进此类用途的开发拓展工作。

最后，我想在此对给我这次执笔机会的(株)华尔卡表示衷心的感谢。

## 6. 参考文献

- 1)富安 利光：华尔卡技术志, No.27, 10-12(2014)
- 2)专利第4908617号
- 3)专利第5658135号



中野 宏昭  
住友橡胶工业株式会社  
混合事业本部  
亚洲医学橡胶业务组



# 高压氢气用密封材料

## 1. 前言

现今，世界上的众多国家(包括日本)都依赖于以石油，煤炭，天然气为代表的化石燃料的能源。长久以来，化石燃料在燃烧时会释放出CO<sub>2</sub>(温室气体的代表)的问题一直受到了人们的关注。在巴黎协定制定了2℃目标，1.5℃目标后，日本提出了“到2050年之前，将温室气体的排放量减少80%”<sup>1)</sup>的目标，为了达成这一目标，作为向无碳社会转型的政策措施，水力，风力，生物燃料等替代性能源的研究和开发正在积极地进行之中。

作为上述替代性能源之一，使用氢气作为能量源的燃料电池受到了人们的关注。在日本的第5次能源基本计划的构成第2章第2节6中有这么一段描述“从根本上加强以实现氢能社会为目标的工作”，从中也可以看出对其在温室气体减排方面的期待值之高。<sup>2)</sup>

利用氢能源的主要例子有“家用燃料电池”，“燃料电池汽车(FCV)，氢能站”等，在作为弹性体密封材料聚焦能源时，其课题在于从氢能站对汽车进行能源补充时的过程之中。

首先请看Figure1，其中所示为从最为普遍的氢能站向汽车补充能源的方式的模式图。

Figure1的方式下，对于弹性体密封材料而言比较严酷的环境有2点。

第一点为通过预冷器将氢冷却到-40℃。

比如，若将氢气以初始温度20℃进行充填，在车载氢储槽内会因隔热压缩热的影响而上升至120℃<sup>3)</sup>。一般而言，出于强度和重量的关系的考虑，氢储槽的材料大多会选择CFRP，但是CFRP的耐热仅在100℃左右，再加上安全方面的考虑则应该在85℃左右。也就是说，若以初始温度20℃进行充填的话，则很有可能会导致车载储槽的破裂等灾害事故。

因此，氢气在流入加气机之前将通过预冷器冷却到初始温度-40℃，这样就能避免车载氢储槽的内部超过85℃了。

第二点是会发生大幅的压力变化。

氢储槽(储气瓶组)内部的压力为70MPa，充填前将先使用压缩机将压力提升至82MPa，然后利用压差充填到车载氢储槽中至内部压力70MPa为止。此外，充填结束后还将降至大气压水平，因此在加气机和车载储槽之间，其压力会在大气压到82MPa之间反复发生压力变动。

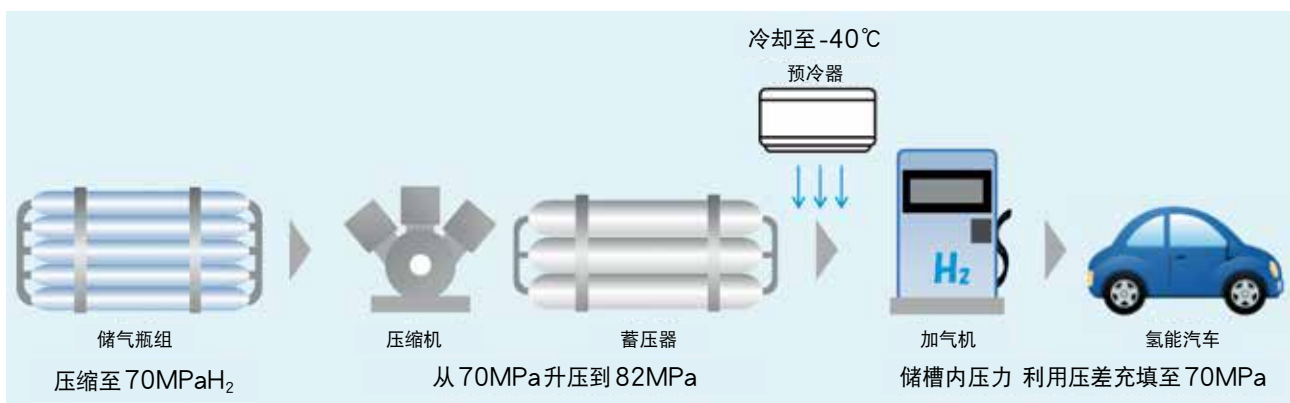


Figure1 向汽车中充填氢的方式 模式图

当通用的弹性体材料被用于这种环境下时，在 $-40^{\circ}\text{C}$ 时橡胶的弹性将消失，这将导致无法发挥出其作为密封材料的功能。

此外，压力变动较大的位置，可能会发生起泡现象。起泡是指当弹性体密封材料在高温，高压状态下与气体或挥发性液体等接触时，因剧烈的压力变动的影响，导致在流体滞留于密封材料的内部的状态下出现膨润而致使内部或表面发生起泡或龟裂的现象<sup>4)</sup>。(Figure2)

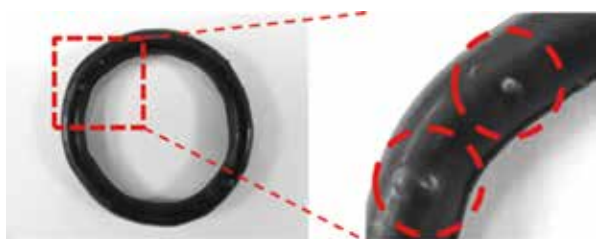


Figure2 发生了起泡现象的O形圈

出现了这种情况时，会导致发生氢泄漏，情况严重时可能会造成危及生命的灾害。

为了在今后的氢能社会发展中避免出现上述的情况，本公司研发出了同时具有以下两种特性的弹性体密封材料。一，即使在低温环境下橡胶弹性也不会消失；二，即便处于较大压力变动下也不会发生起泡现象。

此次，本公司运用独有的配方设计技术，开发出了同时具备低温特性和抗起泡特性的高压氢气用EPDM密封材料BLISTANCE™-HLT，下面在本技术志中对此进行介绍。

## 2. BLISTANCE™-HLT的特征

与本公司现有的H0970等通用EPDM相比，BLISTANCE™-HLT是一款在低温特性及抗起泡特性方面有了大幅提升的材料。

本节中将对说明上述特性的试验概要及结果进行说明。

### 2-1)低温特性

关于低温特性，根据JIS K6261-4实施了低温弹性恢复试验(以下称之为TR试验)评估。

试验中使用了一片厚度为 $2\text{mm}\pm 0.2$ 的试验片，为通过延伸部宽 $2\text{mm}\pm 0.2$ 长 $50\text{mm}\pm 0.2$ ，夹持部 $6.5\text{mm}$ 见方的专用模具冲裁而得。

将试验片安装到TR试验机的夹持部，延伸50%后固定夹持部。接下来将试验片放在 $-70^{\circ}\text{C}$ 的乙醇中冷却

10min，在解除了夹具的固定后，以 $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的速度使温度上升。随着温度的上升，橡胶将恢复弹性并再次收缩，因此，以升温 $2^{\circ}\text{C}$ 为一个单位，对试验片的收缩率进行作图。在JIS K6261-4中，将收缩率为10%，30%，50%，70%时的温度以TR10，TR30，TR50，TR70进行表述，一并进行了记录。(Figure3, 4)

根据TR试验的结果，收缩率=橡胶弹性的恢复，TR10的值越低，越能在低温环境下作为密封材料使用，TR10和TR70的值的差越小橡胶弹性的恢复就越快。

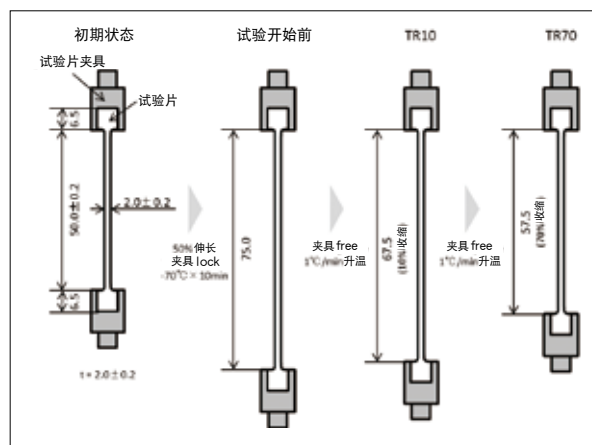


Figure3 TR试验 模式图

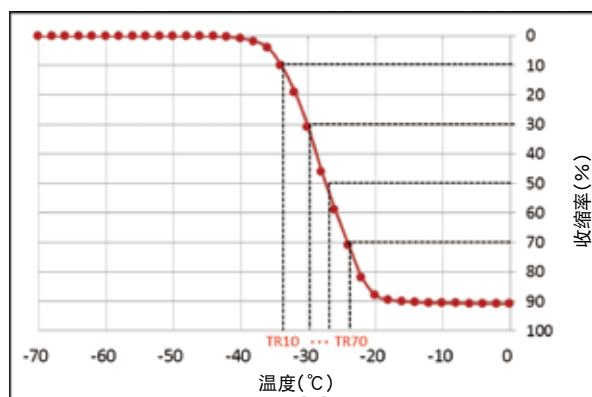


Figure4 温度-收缩率曲线示例

虽然在很大程度上会受到使用环境的温度及流体等的影响，但一般而言，根据TR试验的结果，可将TR10所示的温度用作是低温领域下的密封极限。但是，正如第1项中所述，氢流体的使用环境为超高压的环境，因此TR10=-40℃左右可能会在性能上有所不足。

而BLISTANCE™-HLT为TR10=-51℃，相比于通用EPDM H0970的TR10=-43℃，更适合在低温环境下使用。

(Figure5, Table1)

此外，它的弹性恢复的速度也非常快，H0970的TR10和TR70的差为30℃，但BLISTANCE™-HLT为11℃。也就是说，H0970会从-43℃起慢慢恢复弹性，而BLISTANCE™-HLT则会从-51℃起快速恢复弹性，在-40℃左右时，它所能恢复到的作为密封材料的性能是通用EPDM密封材料所无法比拟的。

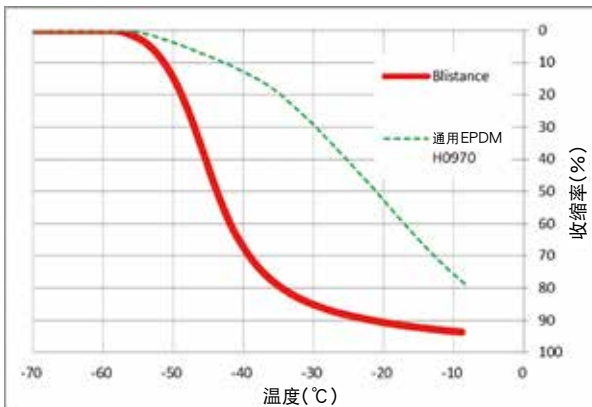


Figure5 BLISTANCE™-HLT, H0970 TR试验结果

Table1 BLISTANCE™-HLT-H0970 TR值比较

	BLISTANCE™-HLT	通用EPDM H0970
TR10 (°C)	-51	-43
TR30 (°C)	-47	-30
TR50 (°C)	-44	-21
TR70 (°C)	-39	-13
-40℃时的收缩率(%)	67.4	12.8

## 2-2)对抗起泡特性的评估

对于抗起泡特性的评估，从发生起泡的机制可看作是从密封材料内部发生的微小撕裂，可通过使用了新月型或裤型试验片测得的撕裂强度的实测值进行大致的评估。但是，当为高压氢气等特殊环境时，仅机械物性的话则难以判断好坏，且缺乏可靠性。

因此，此次为了对BLISTANCE™-HLT的抗起泡特性进行评估，我们在公益财团法人氢能源制品研究试验中心(以下称之为HyTReC)，在与实际机器相似的环境下实施了高压氢气循环试验。

在本试验中的评价项目方面，我们对90MPa的高压氢气循环时的密封性能(检测不到泄漏)，及试验后的O形圈的起泡痕迹的有无(无起泡)进行了确认。

此外，在试验时的环境温度方面，在高温侧90℃，低温侧-40℃的2个条件下进行了试验。压力附加的循环数方面，更容易发生起泡问题的高温侧为11,250个循环<sup>5)</sup>，低温侧为1,000个循环。压力附加方面为加压90MPa，并减压到大气压。(Table2)

Table2 高压氢气循环试验 试验条件

		高温侧	低温侧
温度(°C)		90	-40
压力(MPa)		大气压 ⇄ 90	
循环条件	循环数(次)	11,250	1,000
	升压时间(s)	7	
	保持时间(s)	1	
	减压时间(s)	1	

在Table2的条件下实施的试验中所使用的HyTReC的试验机外观如Figure6所示。

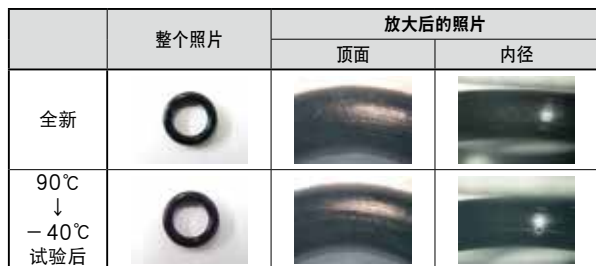


Figure6 高压氢气循环试验 试验机外观

此外，试验前后的O形圈的外观照片如Table3中所示。

表中试验后的O形圈的照片为在更为严酷的使用环境下进行了高温侧11,250个循环和低温侧1,000个循环后的样子。

Table3 高压氢气循环试验前后的O形圈照片



对O形圈的外观进行确认后,发现,试验前后的O形圈在外观上并无变化,并未发现起泡或咬入的痕迹。

此外,试验本身的结果也非常良好,在高温/低温两种条件下均未检测到氢气泄漏的问题。

但是,需要注意的是,在这次试验中所获得的结果中,所使用的接头的设计也是非常重要的因素之一。本结果说明,进行了优化设计的接头配合本款BLISTANCE™-HLT的O形圈使用时,可在高压氢气市场所要求的温度区域:-40~85℃,压力区域:大气压~82MPa的范围内,各位用户可以毫无问题地使用。

请务必在使用之前,在实际机器上对BLISTANCE™-HLT有无性能上的问题进行确认之后再行使用。

### 2-3)产品形状

BLISTANCE™-HLT有O形圈(No.640),V形圈(No.2631),X形圈(No.641)等各种截面形状,也能制作大口径产品。

### 2-4)机械特性

BLISTANCE™-HLT的常态物性,120℃时的空气老化试验及压缩永久变形率的测定结果如Table4。

其试验分别按照JIS的测定方法进行,对应的测定方法记载于表中。

此外,表中的数值为实测值,并非规格值,敬请知悉。

Table4 BLISTANCE™-HLT机械特性测定结果

试验项目			实测值	
常态物性 JIS K 6251 (3号哑铃型试验片)	硬度	-	93	
	拉伸强度	MPa	14.3	
	伸展率	%	110	
	100%拉伸应力	MPa	10.4	
撕裂试验 JIS K 6252	新月型	N/mm	42.0	
	裤型	N/mm	3.2	
空气老化试验 (120℃×72h) JIS K 6257 (3号哑铃型试验片)	硬度变化	-	+2	
	拉伸强度变化率	%	+4	
	伸展变化率	%	-9	
压缩永久变形(120℃×72h) JIS K6262 φ29.5mm 高度12.5mm JIS大型试验片			%	16

## 3. BLISTANCE™-HLT的用途

BLISTANCE™-HLT虽然是以高压氢气用途为目的而开发的产品,但因它具有低温特性,抗起泡特性,因此也可应用于分别适应其特性的用途和领域。

### 1. 低温特性

冷冻机用密封

替代在寒冷地区使用的EPDM材料

### 2. 抗起泡特性

碳酸饮料充填设备用密封

## 4. 谢辞

在开发高压氢气用密封材料BLISTANCE™-HLT时,IHARA SCIENCE株式会社开发统辖室的各位同仁共同参与了整个开发和评估方面的工作,在此,我要衷心地对他们说一声谢谢。

## 5. 结语

本次介绍的BLISTANCE™-HLT是一款在高压氢气环境下具有最出色性能的材料。今后,随着氢能燃料电池汽车行业的发展,即便对汽车及氢能站中所使用的密封材料的要求越来越高,相信这一款产品也能满足所需。

今后,我们将一如既往地积极响应客户的需求,在开发新的弹性体材料和对现有材料的改良方面付出我们最大的努力。



## 6. 参考文献

- 1)经济产业省 资源能源厅 HP:CO<sup>2</sup>减排所需要的是“技术革新”和“资金”,(2020)
- 2)经济产业省 资源能源厅 HP: 新能源基本计划的构成,(2018)
- 3)门出 正则: 高压氢气充填中的容器内氢气温度和容器壁温度特性,(2008)
- 4)图师 浩文: 华尔卡技术志, No.31, 17-20(2016)
- 5)经济产业省 商务流通保安集团 高压气体保安室: 70MPa压缩氢气汽车燃料装置用容器的技术标准的制定,(2013)

※BLISTANCE是(株)华尔卡的商标。



西原 亮平  
研究开发本部 商品开发部  
弹性体小组

# Valqua Predictive Maintenance System VALVESTA™-HE210的介绍

## 1. 前言

近年来，在所有的制造行业中，生产工序自动化FA (Factory Automation)发展迅速，以此实现了高效生产和稳定品质的工厂不胜枚举。其中，尤其是24小时连续生产的工厂，他们为了避免生产线出现紧急停止的情况，纷纷开始以在发生故障前通过捕捉故障征兆实施维护的预测维护(Predictive Maintenance)替代了以往在故障发生后才进行维护的事后维护。从2015年左右开始，日本也开始关注IoT(物联网)，但现实情况是对于日本的制造业而言还有很多课题需要解决，其发展绝非一帆风顺。其理由如下，首先是即便收集到了数据，但对于如何利用这个数据却不是很明确，也就是说还没有到达“数据运用”的层面；然后就是越来越明显的老龄化和少子化所造成的人才不足问题，这导致了改善及IT系统的引进遭遇了障碍。因此，当前的情况是工厂在运作时将始终伴随着因机器故障或密封泄漏而造成突发性生产停止等的风险。此外，为了规避这种风险，即便从实际情况和经验出发，在相对安全性较高的期限内实施了维护，但还是要执行那些针对因机器的老化或运作率的上升等原因所导致的基于密封材料之密封寿命的突发性维护。

在本技术志中，将以液压设备中具有代表性的液压缸为例，对本次最新开发的Valqua Predictive Maintenance System“VALVESTA™-HE210”进行介绍。

## 2. 产品概要

VALVESTA™-HE210是一个可适用于(在各种工业设备中使用的)所有作往复运动的液压缸的系统，该系统由系统主体(Figure1)和附件(Figure2~6)，及专用密封圈(Figure7)构成。系统的运用状态如Figure8所示。



Figure1 系统主体



Figure2 AC适配器



Figure3 接线柱&护盖



Figure4 Y分支连接器



Figure5 传感器



Figure6 电缆



Figure7 专用密封圈

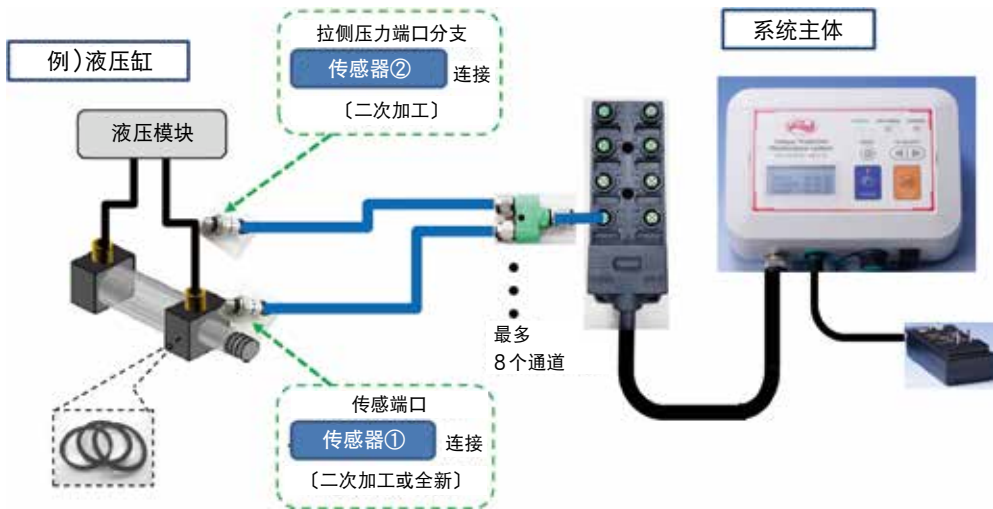


Figure8 系统运用 概念

### 3. 特点

#### 3-1)正确的密封圈更换时期警报

- 通过传感器随时监测，对主密封圈的寿命进行预测，发出正确的更换时期的警报。
- 警报通过LED，蜂鸣器和液晶显示进行通知。
- 即使主密封圈寿命已到，也能通过副密封圈确保密封性。(Figure9)
- 从更换时期警报到发出禁止使用警报为止，为购买部件等维护准备工作确保必要的时间。
- 即使是禁止使用警报时，也继续维持一定程度的无外部泄漏的状态。

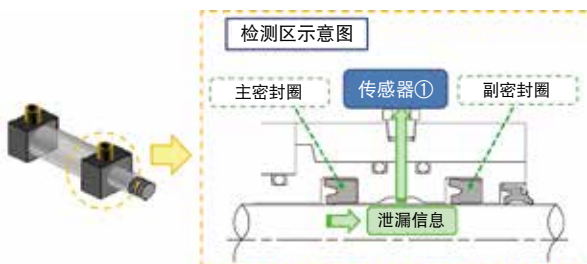


Figure9 专用密封圈的双重密封结构

#### 3-2)状态的可视化(Table 1)

- 通过将系统主体设置在任意场所，可在监视器上对机器的状态进行远程监视。(Figure10)
- 健康状态时，通知SAFETY。(Figure11)  
⇒ 没有发生泄漏的状态 . . . . .“安心”“安全”
- 需要更换时，通知EXCHANGE。  
⇒ 需要更换的状态 . . . . .“预备”“准备”

- 临近使用极限时，通知DANGER。  
⇒ 须尽快更换的状态 . . . . .“果断”“停止”

Table1 状态的可视化

设备状态	警报信息			备注
	LED	蜂鸣器	蜂鸣器液晶 (日志)	
健康状态	●	没有声音	开始使用时	安心, 安全
维护时期	●	断续声音	警报时	预备, 准备
停止使用	●	连续声音	警报时	果断, 停止

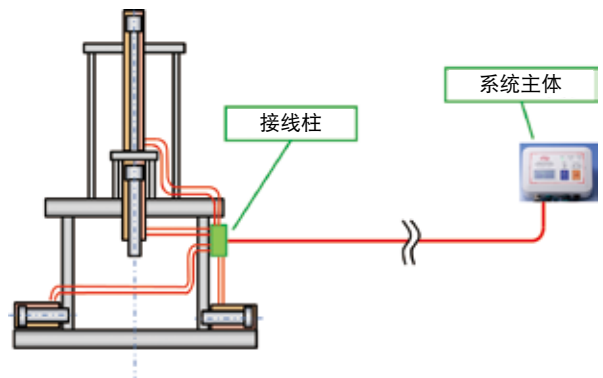


Figure10 远程监视



Figure11 通知SAFETY

### 3-3)可跟踪管理(Figure 12)

- 开始使用时，从传感器输入信息，在液晶画面的SAFETY中显示日志。
- 发出了维护时期警报时，将此时的日志显示在液晶画面的EXCHANGE中。
- 发出了停止使用警报时，将此时的日志显示在液晶画面的DANGER中。

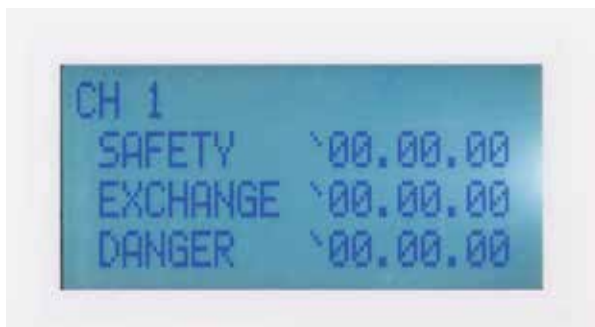


Figure 12 通过液晶画面实施的可跟踪管理

### 3-4)单机模式

- 可在单机状态下使用。
- 无需特殊的初始设置。
- 只需分别在液压缸和液压配管上安装传感器并连接电缆，即可使用。(Figure 13)

(注)为了安装传感器和使用专用密封圈，有时需要对液压缸进行改造。

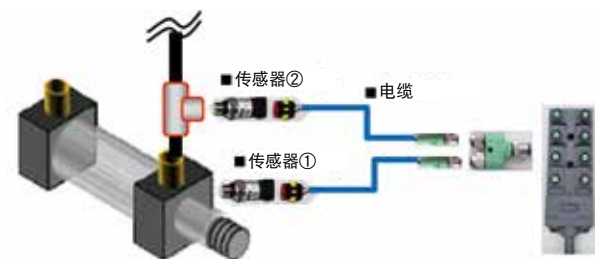


Figure 13 安装示例

### 3-5)最多可使用8个通道

- 在接线柱的1~8通道上连接传感器，最多可对8台设备进行监视。
- 按下通道选择按钮，即可显示各液压缸的状态。
- 实施维护后，长按复位按钮，即可仅让重新连接的液压缸的通道返回初始状态。

### 3-6)支持防尘，防水

- 适用IP54。

## 4. 对象设备示例

### 4-1)液压冲床

- 轮胎硫化机
- 锻造冲床
- 钣金成型冲床
- 制罐成型冲床
- 建材成型冲床
- 粉末冲床
- 树脂成型冲床 等

### 4-2)搅拌机

- 橡胶混合搅拌机 等

### 4-3)压铸机

- 铝压铸机
- 镁压铸机
- 锌合金压铸机
- 铜合金压铸机 等

※这里介绍的设备机器只是其中的一例而已，在除此以外的所有设备机器上都能改良更新方式以单机的形式使用。仅能适用本公司的专用密封圈，而且其寿命会比以往的密封圈要长。

此外，这里虽然是单机的介绍，但在咨询的基础上还能对应以下①，②两种选项。

- ① 植入现有操作系统
- ② 内置到新设备中



## 5. 规格

系统主体规格如Table2所示，液压缸规格如Table3所示。此外，液压缸上必须使用专用的密封圈并须安装传感器，因此，请根据图纸等确认是否可以连接。专用密封圈规格如Table4所示，传感器规格如Table5所示。

Table2 系统主体规格

材 质	ASA, 其他
外 尺 寸	W 210×H 150×D 55 (不含凸起零部件)
表 面 薄 板	粘贴PP, PET制 层压薄板
专用连接器	接线柱连接用×1 AC适配器连接用×1 ※检修用×1(本公司专用)
通 道 数	1~8个通道
显 示 器	液晶 W60×H28×1 LED 绿色×1, 黄色×1, 红色×2
蜂 鸣 器	80 dB 以上 at 0.1m
电 源	AC 90~264 V / 47~63 Hz 插座式
环 境 温 度	-10~50 °C (无冻结)
安 装 场 所	室内
保 护 等 级	IP 54
重 量	约700 g

Table3 液压缸示例

名 称	液压缸
活 塞 杆 直 径	任意
流 体	一般工作油等
压 力	0~21 MPa
温 度	-30~120°C (根据密封圈材质)

Table4 专用密封圈规格

主 密 封 圈	尺寸：与活塞杆一起全新设计
副 密 封 圈	材质：根据使用条件选择
防 尘 圈	数量：各1个

Table5 传感器规格

材 质	SUS630, 其他
外 尺 寸	L 60×φ26
工 作 温 度	-40~125 °C
工 作 湿 度	95 %RH 以下(无冻结)
保 护 等 级	IP 67

## 6. 结语

本次介绍的VALVESTA™-HE210是一款挣脱了以往制造业框架的束缚，运用本公司所具有的所有资产“物，事，人”去为客户解决课题的产品，它是一款将H&S理念(硬件&密封工程服务)具象化后的产品。通过这款VALVESTA™-HE210，可对往复运动液压缸为主的各工业设备中使用的密封圈给出一个正确的更换时期，可使其状态变得可视化，能够帮助实现安心，安全的生产作业。

此外，今后我们还将继续以Valqua Predictive Maintenance System的方式推出适合各种用途的工业设备的系统。



永野 晃广  
研究开发本部  
商品开发部 弹性体小组

# 技术志的最近的往期杂志

## No.38 Winter 2020

- 寄 语 代表取締役会长 兼 CEO 泷泽 利一
- 华尔卡技术志 于冬季号出版之际 取締役 CTO 青木 睦郎
- 技术论文 螺栓紧固方法对大口径管法兰连接件密封特性的影响  
中国综合研究所 密封工程开发组 郑 兴 研究开发本部 第1商品开发部 佐藤 广嗣  
研究开发本部 第1商品开发部 藤原 隆宽 广岛大学 名誉教授 泽 俊行  
盘根的压缩方法对密封性的影响的评价 研究开发本部 商品开发部 滨出 真人  
半金属密封垫片的性能比较及金属齿形垫片系列的介绍 研究开发本部 商品开发部 高桥 聪美
- 产品介绍 急速开关型气缸阀的介绍 营业本部 技术解决方案组 村山 聪  
罐槽清洗用喷射球™的开发 研究开发本部 商品开发部 本吉真由美

## No.37 Summer 2019

- 寄 语 董事 CTO 青木 睦郎
- 客户解决方案《投稿》  
新防锈技术的提案 东京电设服务株式会社 地中事业本部副本部长(现埼玉中心所长) 三栖 达夫
- 客户解决方案 基于 ASME PCC-1 的密封垫片紧固安装的基本培训的介绍  
营业本部 技术解决方案组 野野垣 肇 营业本部 H&S 事业推进担当 山本 隆启
- 技术论文 紧固步骤对密封性的影响  
研究开发本部 商品开发部 藤原 隆宽  
中国综合研究所 密封工程开发组 郑 兴  
三菱化学株式会社 冈山事业所 森本 吏一  
弹性体 O 形圈的选择指南以及选择时的问题及其对策  
营业本部 技术解决方案组 保科 正次
- 产品介绍 便携间隙 / 段差测定器的介绍 研究开发本部 P&I 服务开发部 本居 学  
高温用密封垫片新阵容 缠绕式密封垫片 No.H590 系列  
金属齿形垫片 No.HR540H 研究开发本部 商品开发部 高桥 聪美

## No.36 Winter 2019

### ● 寄 语

代表取締役社長 兼 CEO 泷泽 利一

### ● 2019年：华尔卡技术志于冬季号出版之际

常务执行董事 研究开发本部长 青木 睦郎

### ● 客户解决方案《合著》

船舶设备异常振动检测系统的介绍～预防维护用异常振动检测系统的可行性～

商船三井技术贸易株式会社 常务董事 羽根田 诚 研究开发本部 第1商品开发部 佐藤 央隆

研究开发本部 第1商品开发部 米田 哲也 研究开发本部 先行技术开发部 油谷 康

### ● 客户解决方案《投稿》

温差导致的法兰连接力变化体验学习设备

昭和四日市石油株式会社 四日市炼油厂 工务部装置管理课 高村 健一

### ● 技术论文 带No.GF300的24英寸管法兰连接体的力学特性与密封性评价

研究开发本部 第1商品开发部 佐藤 广嗣 中国综合研究所 密封工程开发组 郑 兴

广岛大学 名誉教授 泽 俊行

衬里槽罐(应用篇)

功能树脂PM直属 横山 竹志

### ● 产品介绍 长寿命FEPM TOUGHUORO™

研究开发本部 第1商品开发部 图师 浩文

低转矩&长寿命旋转接头 LFR JOINT™

研究开发本部 第1商品开发部 西 亮辅

#### 更正和道歉

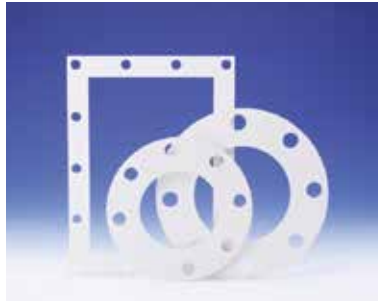
卡技术志冬季号 No. 38 中刊载的“关于螺栓紧固方法对大口径管法兰连接件的密封特性造成的影响”2. 试验方法 2-2)使用的密封垫片中存在有错误的情况，这里特此更正并向各位读者表示歉意。

错误： $\phi 603.2 \times \phi 628.6 \times \phi 695.8 \times \phi 717.6 \times t4.5$  正确： $\phi 603.2 \times \phi 628.6 \times \phi 695.8 \times \phi 774.7 \times t4.5$

关爱地球、人类的产品制造



# 高性能密封垫片

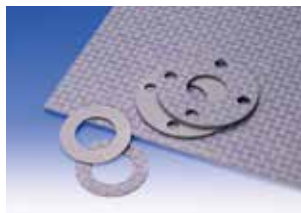


## VALQUA HEAT RESIST SHEET™ (HRS)

一款可在1000℃以上的高温环境下使用的板材密封垫片。它比以往的织布密封垫片更难发生泄漏，在气体排放的环保问题上也具有很好效果。不含RCF（耐火陶瓷纤维），不是劳动安全卫生法的管制对象。

●使用温度范围：-200～1200℃ ●最大压力：1.0Mpa

※具体详情请参见本公司产品目录。



## UNIVERSALHYPER® (UF300)

是可整合化学药液生产线中的密封垫片的板材密封垫片。在高温，长期稳定性之外，提高了耐化学品性，大幅拓宽了适用流体范围。

可在强酸，强碱等任意生产线中使用。

●使用温度范围：-200～300℃ ●最大压力：3.5MPa

※请参阅产品目录、技术资料的注意事项。

株式会社华尔卡

邮编 141-6024 东京都品川区大崎 2-1-1 ThinkPark Tower 24F

联系窗口：总务人事部

Email : sr@valqua.co.jp

TEL : (81) 3-5434-7370

FAX : (81) 3-5436-0560

## VALQUA's Sales Network

### ■JAPAN

VALQUA, LTD.

【Main Number】 TEL : (81)3-5434-7370 FAX : (81)3-5436-0560

【Sales Group】 TEL : (81)3-5434-7379 FAX : (81)3-5436-0571

VALQUA SES CO., LTD.

TEL : (81)436-20-8511 FAX : (81)436-20-8515

VALQUA TECHNO, LTD.

TEL : (81)3-5434-7520 FAX : (81)3-5435-0264

### ■CHINA

VALQUA(SHANGHAI) TRADINGCO., LTD.

TEL : (86)21-5308-2468 FAX : (86)21-5308-2478

SHANGHAI VALQUA FLUOROCARBON PRODUCTS CO., LTD.

【Head Office】 TEL : (86)21-5774-1130 FAX : (86)21-5774-1244

【Jingansi Office】 TEL : (86)21-3253-5588 FAX : (86)21-3253-5568

### ■TAIWAN

TAIWAN VALQUA ENGINEERING INTERNATIONAL, LTD.

【Head Office】 TEL : (886)7-556-6644 FAX : (886)7-556-9907

【Hsinchu Office】 TEL : (886)3-572-0467 FAX : (886)3-573-7232

【Luzhu Office】 TEL : (886)7-696-2400 FAX : (886)7-696-7100

### ■KOREA

VALQUA KOREA CO., LTD.

【Head Office】 TEL : (82)2-786-6718 FAX : (82)2-786-6719

【Ulsan Office】 TEL : (82)52-227-6717 FAX : (82)52-227-6719

### ■SINGAPORE

VALQUA INDUSTRIES SINGAPORE PTE, LTD.

TEL : (65)6352-2650 FAX : (65)6352-2653

## VALQUA TECHNOLOGY NEWS

No.39 Summer 2020



## VALQUA, LTD.

1-1, Osaki, 2-chome, Shinagawa-ku, Tokyo 141-6024, Japan

TEL : 81-3-5434-7370 FAX : 81-3-5436-0560

<http://www.valqua.co.jp>

### ■THAILAND

VALQUA INDUSTRIES(THAILAND), LTD.

【Bangpoo Head Quaters】

TEL : (66)2-324-0400 FAX : (66)2-324-0787

【Rayong Branch】 TEL : (66)38-026-136 FAX : (66)38-026-137

### ■USA

VALQUA AMERICA, INC.

TEL : (1)408-986-1425 FAX : (1)408-986-1426

VALQUA NGC, INC.

TEL : (1)713-691-1193 FAX : (1)713-691-4407

### ■VIETNAM

VALQUA VIETNAM CO., LTD.

【Head Office】 TEL : (84)220-357-0075 FAX : (84)220-357-0079

【Hanoi Branch】 TEL : (84)24-3222-2213 FAX : (84)24-3222-2216

\*The VALQUA registered trademark stands for VALUE and QUALITY.

\*The contents of this journal also appear on our home page. \*Unauthorized reprinting/reproduction is prohibited.