



Made in Germany 德国制造



**德国菲鲁瓦高低压隔膜泵**

**在水煤浆气化工工艺中的应用**



Made in Germany 德国制造



德国菲鲁瓦泵业有限公司——一个被美丽的风景所环抱的现代化企业



## 1. 前言

FELUWA（菲鲁瓦）泵业有限公司有着百年以上的历史。近五十年来，一直成功地致力于开发与设计、制造用于输送含固液体和难于输送的介质的各种类型的泵，并提供相关的售后服务。在这一领域中，FELUWA（菲鲁瓦）泵业有限公司充分利用其杰出而广泛的专业知识和宝贵经验的优势，这在许多非常复杂的设计中打上了坚实的烙印。

2000年11月FELUWA（菲鲁瓦）泵业有限公司并入了ARCA（阿卡）流体集团，这就给集团内独一无二的专有技术的相互交流提供了可能。这种交流整合了各集团成员的最多样性的工程知识。知识和经验上的杰出领导是靠定期的战略计划、信息和经验的交流来支持的。

菲鲁瓦泵已被广泛地应用于以下工业领域：

化学工业

石油化学工业

炼油

电力工业与合成装置

油和气

采矿

煤气化

食品工业





# Made in Germany 德国制造



海茵茨·M·内格尔先生是FELUWA泵业有限公司董事、总经理和持股人，ARCA流体集团技术总监。在FELUWA公司并入到ARCA集团之前，内格尔先生在1966年-1976年，作为高级设计工程师受雇于该菲鲁瓦。那段时间里，内格尔先生所完成的最重要的开发就是获有多项国际专利的软管隔膜活塞泵。一系列新产品的开发，例如MULTISAFE（多重安全）双软管隔膜活塞泵、利用声学原理的进出口阀的阀门工况检测系统，以及便于维修的设计结构像三明治一样的止回阀。

菲鲁瓦的质量方针：

“我们的业务的主要目标是产品的高质量和令客户满意。我们致力于同我们的客户进行广泛和长期的合作。我们公司着重强调产品的优异技术和质量。我们的客户的需求具有首要的优先权，并且是每项同产品相关的活动的基础。在每个员工的责任范围内，他们都对他们的工作质量全面负责”。

为什么要使用双软管隔膜活塞泵？

长久以来，在工业应用中，隔膜泵或隔膜活塞泵被用于输送上述的介质。泵的内件，如泵壳和泵盖，总是直接同所输送的物料相接触，这样在许多场合，就需要用昂贵的能抵御所输送的物料的侵蚀的结构材料。此外，平隔膜的破裂会导致液力驱动端和安全阀的损坏。

为了避免这些缺点，FELUWA开发了严密密封的、无泄漏、往复式容积泵，即双软管隔膜活



## Made in Germany 德国制造



塞泵，也就是第三代隔膜。由于具有绝无仅有的特性和优点，这种泵的显著特点在于它的高技术和经济价值。

双软管隔膜的内部为流体的流动提供了最佳通道形状。软管隔膜的运动强度与人体的动脉运动相仿。这就是说，软管隔膜的泵送运动（收缩）被限制在最小的程度上，这样也就确保了长使用寿命。

与传统的隔膜泵不同（传统的泵有不良的流动变向、有沉降的倾向、磨损），软管内的流体的流动模式为泵创造了最佳的条件。这在输送悬浮液、粘稠液体或有磨蚀性的含固介质或剪力敏感性介质时是有特殊的优越性的。

对FELUWA双软管隔膜活塞泵来说，仅是泵的这些部件同被输送的流体相接触。

自1931年，FELUWA一直在设计和制造各种用途的泵，一直在致力于往复式容积泵（用于输送含固液体）、污水泵和污水泵站的开发、生产、销售和售后服务。

在专有技术上的起决定作用的领导地位是基于FELUWA公司致力于用于含固流体、磨蚀性和侵蚀性流体的泵之上的。只有那些专门从事某一方面工作的人才能有机会取得经验。没有这些经验无法也不可能创造出真正的现代技术。



## Made in Germany 德国制造



今天，人们可以在世界各地发现正在运行的FELUWA泵，在澳大利亚沙漠的中心地带、在南极洲的冰天雪地里、在西伯利亚无边的冻土上和世界各大洋。我们以满足客户对他们的特定物料处理问题提供最佳解决方案的意愿同样的方式，满足日益提高的对质量和安全的需求。



**Made in Germany 德国制造**



首批菲鲁瓦泵于1977年用于德士古的煤气化工艺

- 2 台: 3 ZGL 30/180 – K 100 – SM 270 HD
- 流量: 3 - 12 m<sup>3</sup>/h
- 操作压力: 65 bar

**1984,**

- 2 台 ZGL 300/250 – 2 K 180 – 4 SM 460 HD
- 流量: 5.4 - 60 m<sup>3</sup>/h
- 操作压力: 65 bar

**1994**

- 1 台 3 ZGL 30/130 – K 100 – SM 270 HD
- 流量: 8.5 m<sup>3</sup>/h
- 操作压力: 50 bar



**Made in Germany 德国制造**



**2009:**

**2 台TGK 400/400-K 260-DS 230 HD**

➤ **流量: 167.9 m<sup>3</sup>/h**

➤ **操作压力: 69,66 bar**

➤ **物料: 固含量62% 的煤浆**

**此泵是目前世界上单台流量最大的煤浆泵**





Made in Germany 德国制造



## 2、菲鲁瓦泵的价值所在

高效

最低的介质与金属  
的接触

高质量

可处理高粘度和高  
固含量物料

最短停车时间

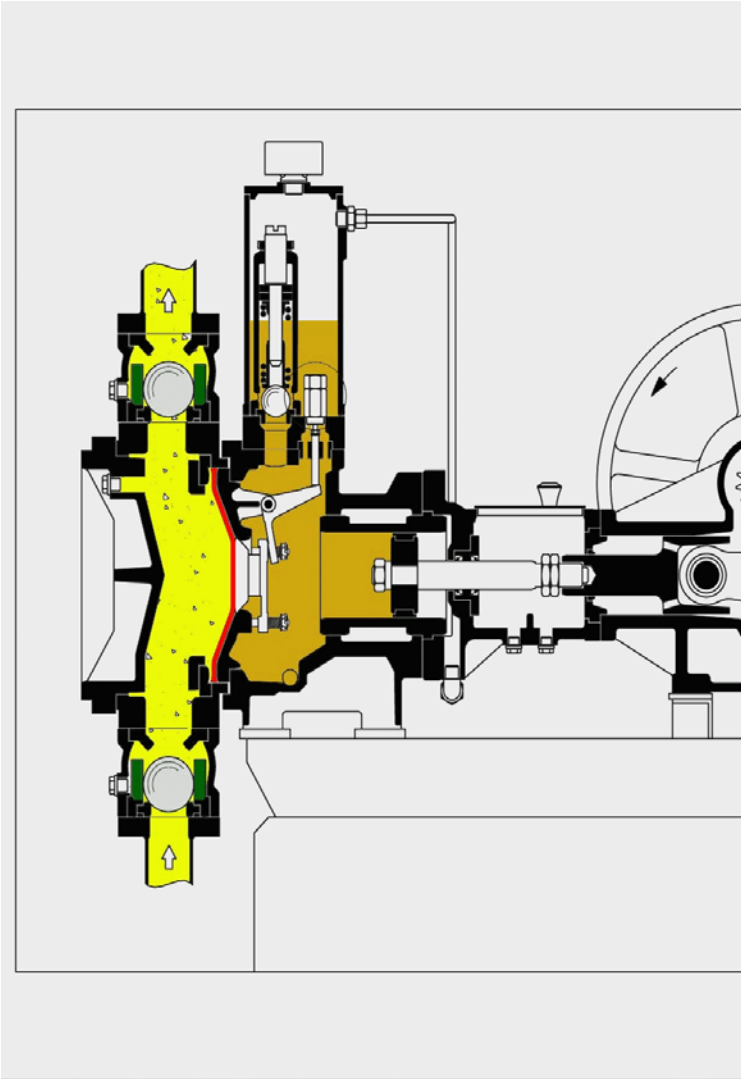


严密密封

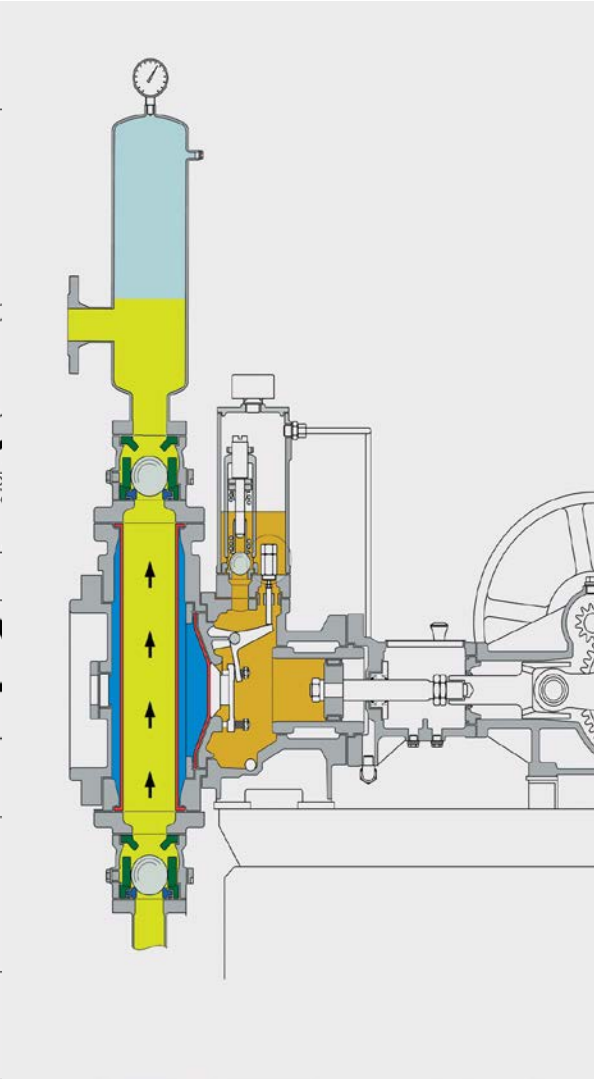


## 3、隔膜泵的发展历程

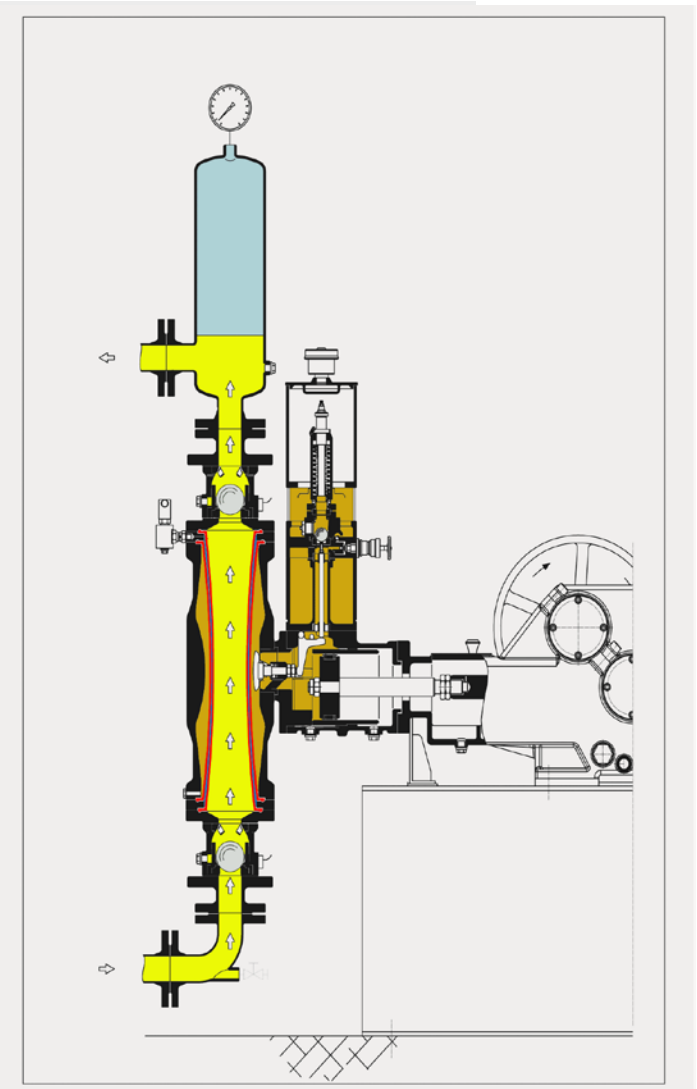
### 单隔膜泵(第一代)



### 软管隔膜泵(第二代)



### 双软管隔膜泵(第三代)



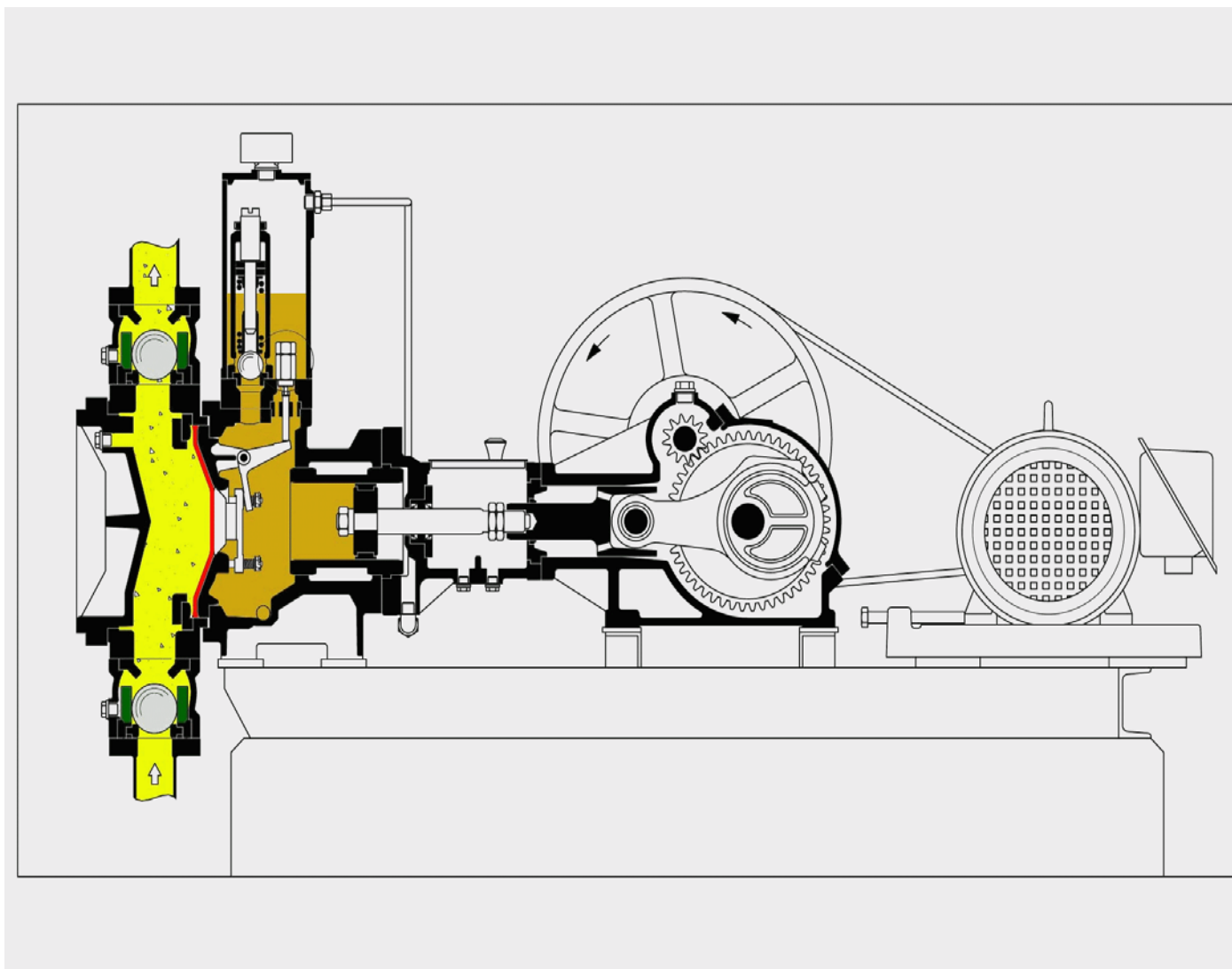


# Made in Germany 德国制造



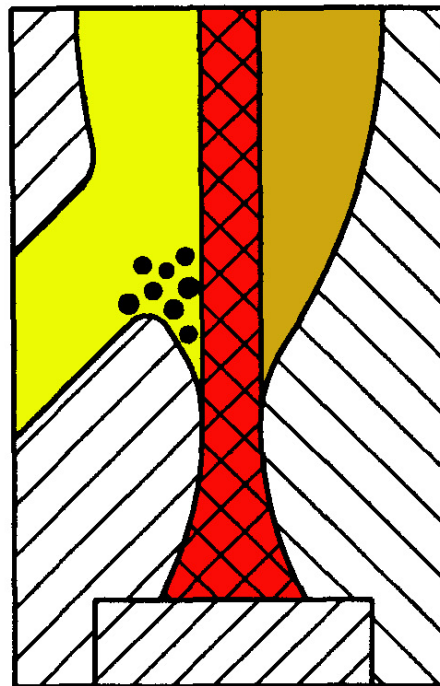
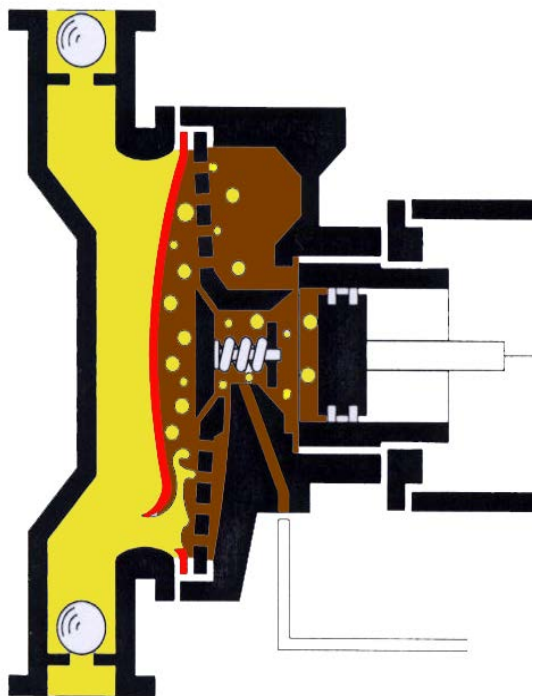
## 3.1 1 1960年, 菲鲁瓦公司开发制造出了第一代隔膜泵

这种泵如同其他公司仍在广泛采用的技术一样, 只有单一的水平隔膜。





# Made in Germany 德国制造



典型的隔膜固定方式

(固体会在隔膜的根部沉降, 会造成对隔膜的磨蚀)

如右侧的图片所示, 这种隔膜固定的方式直接导致了固体颗粒在隔膜根部的沉降。由于隔膜在泵腔内, 随着活塞的往复运动, 也会作向前和向后的往复运动。沉降下来的固体颗粒就会对隔膜产生强制的磨蚀。

这种强制的磨蚀会大大地缩短隔膜的使用寿命, 从而使隔膜被过早地磨穿。

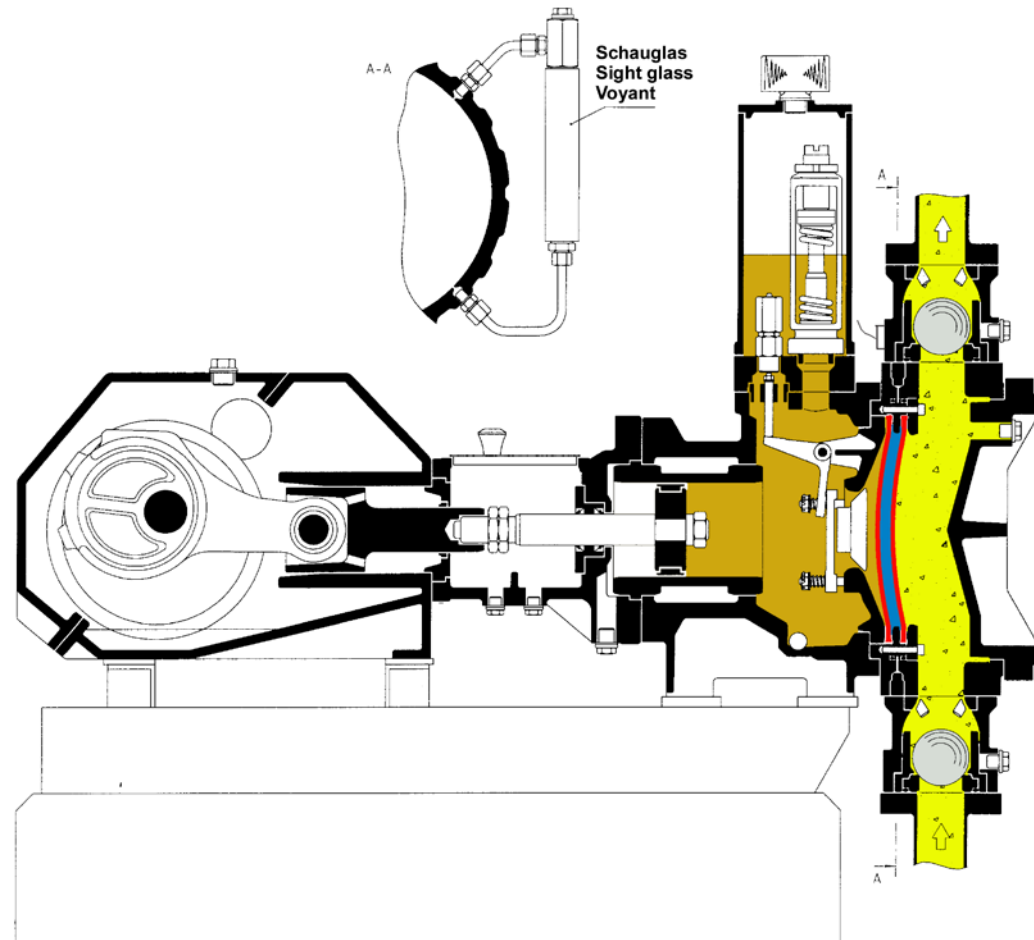
如左侧图片所示, 一旦隔膜破裂, 含固的物料就会进到液压腔中, 固体颗粒就会对液压腔内的金属部件造成损害。

当出现这样的故障的时候, 必须采取紧急事故停车的措施, 否则就会对泵的液压腔, 包括缸套、活塞等机械部件造成难以修复的损坏。

出现了这样的故障之后, 除了修复液压腔需要高额的费用外, 清理泵腔也会占用大量的时间。将固体颗粒从泵腔的每个角落清洗干净是相当困难的。



# Made in Germany 德国制造



为了解决第一代隔膜泵的结构上所存在的故障隐患，菲鲁瓦公司曾试图开发出一种双隔膜泵，如上图所示。这种设计思想是好的，但是没有从根本上解决问题。这两个隔膜的形状一样，安装方式相同，当第一个隔膜被磨穿后，第二个隔膜也会同样地面临被磨穿的危险。

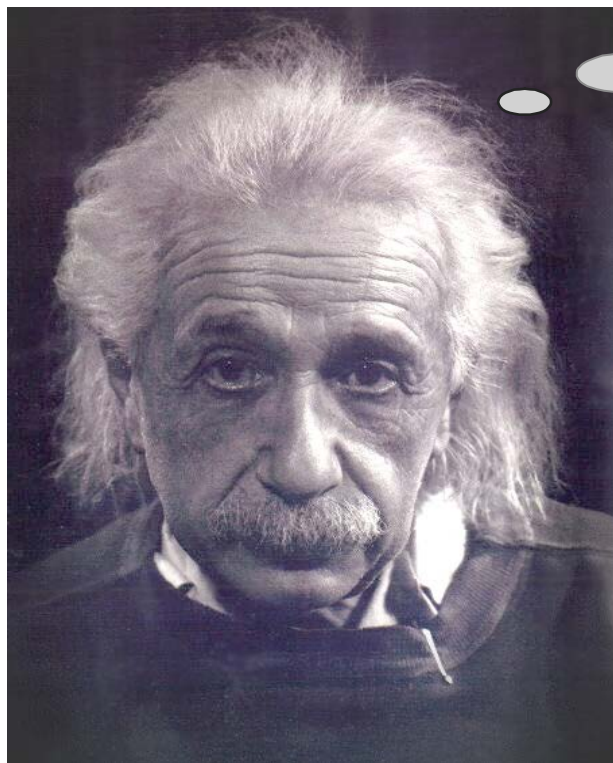




## Made in Germany 德国制造



“不能用制造问题的思路来解决问题”



爱因斯坦说过上面这样的话。

可想而知，单一平隔膜泵存在的问题，是不能靠增加同样的一个隔膜的方式来解决的。

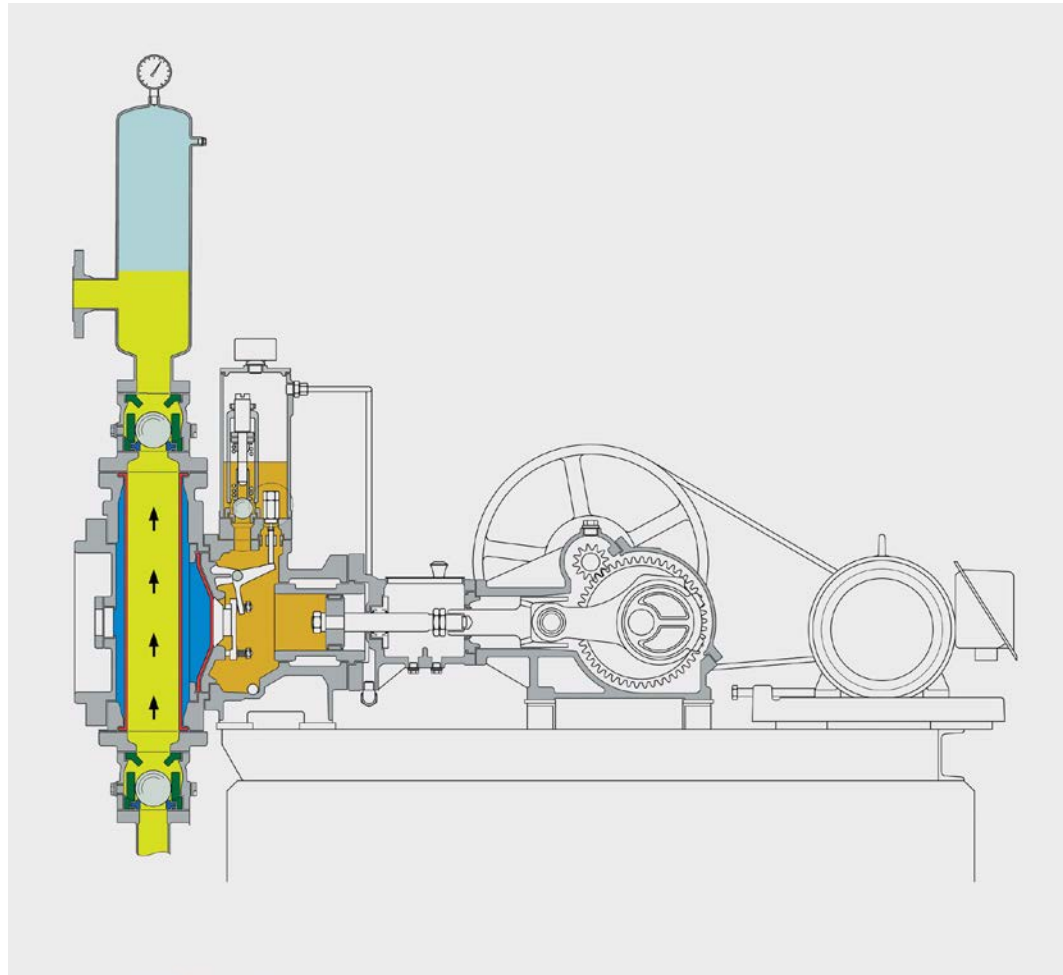


## Made in Germany 德国制造



3.2 1 1970年，菲鲁瓦公司开发制造出了第二代隔膜泵，即软管隔膜活塞泵

在这种泵的泵腔内，有两个不同形状的隔膜，一个筒形隔膜(软管)和一个平隔膜。

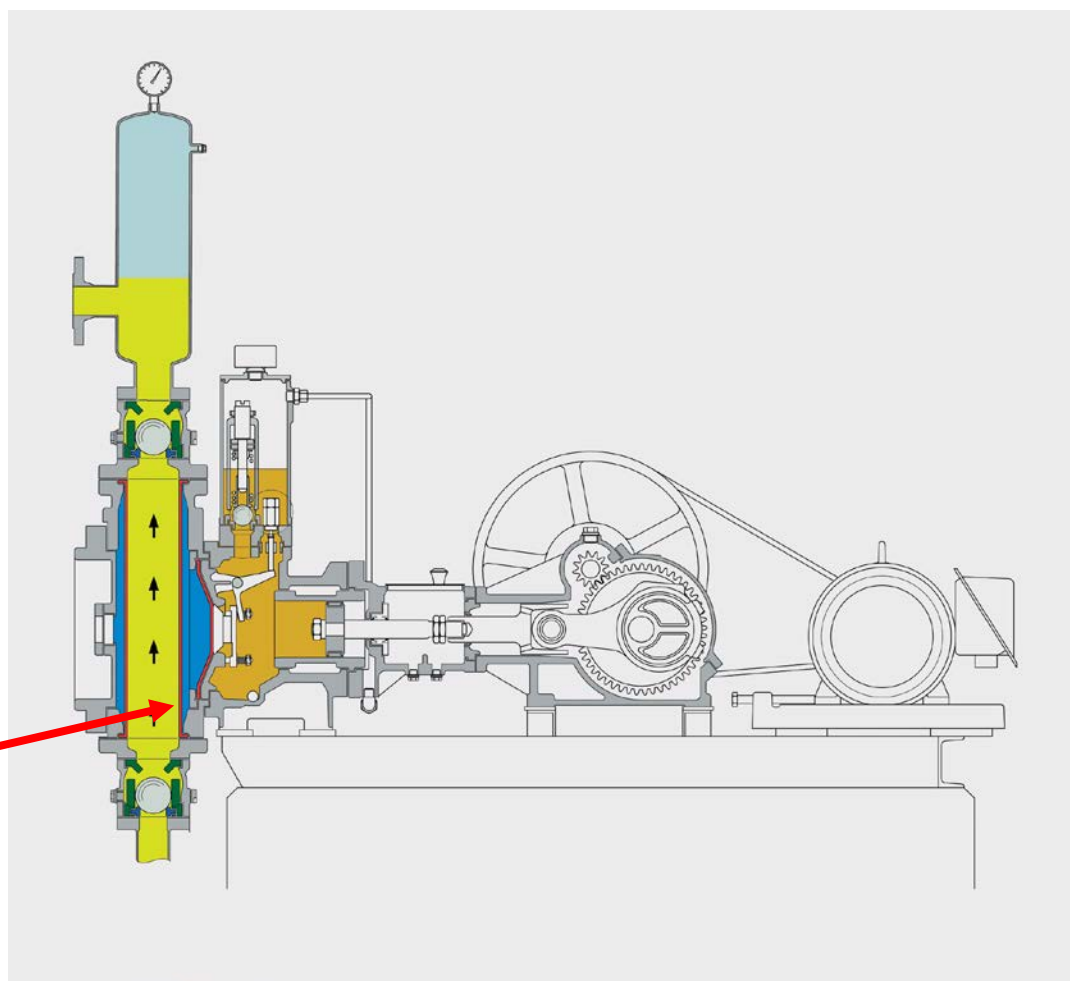
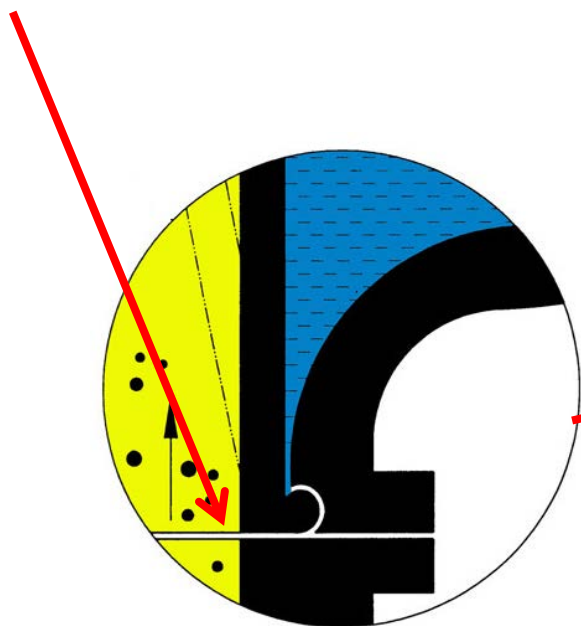




# Made in Germany 德国制造



筒形隔膜(软管)在泵腔内构成了平滑的流通通道,没有任何可以使固体颗粒出现沉降的地方,从而避免了沉降下来的固体颗粒对隔膜的强制磨蚀,这样就大大地延长了隔膜的使用寿命





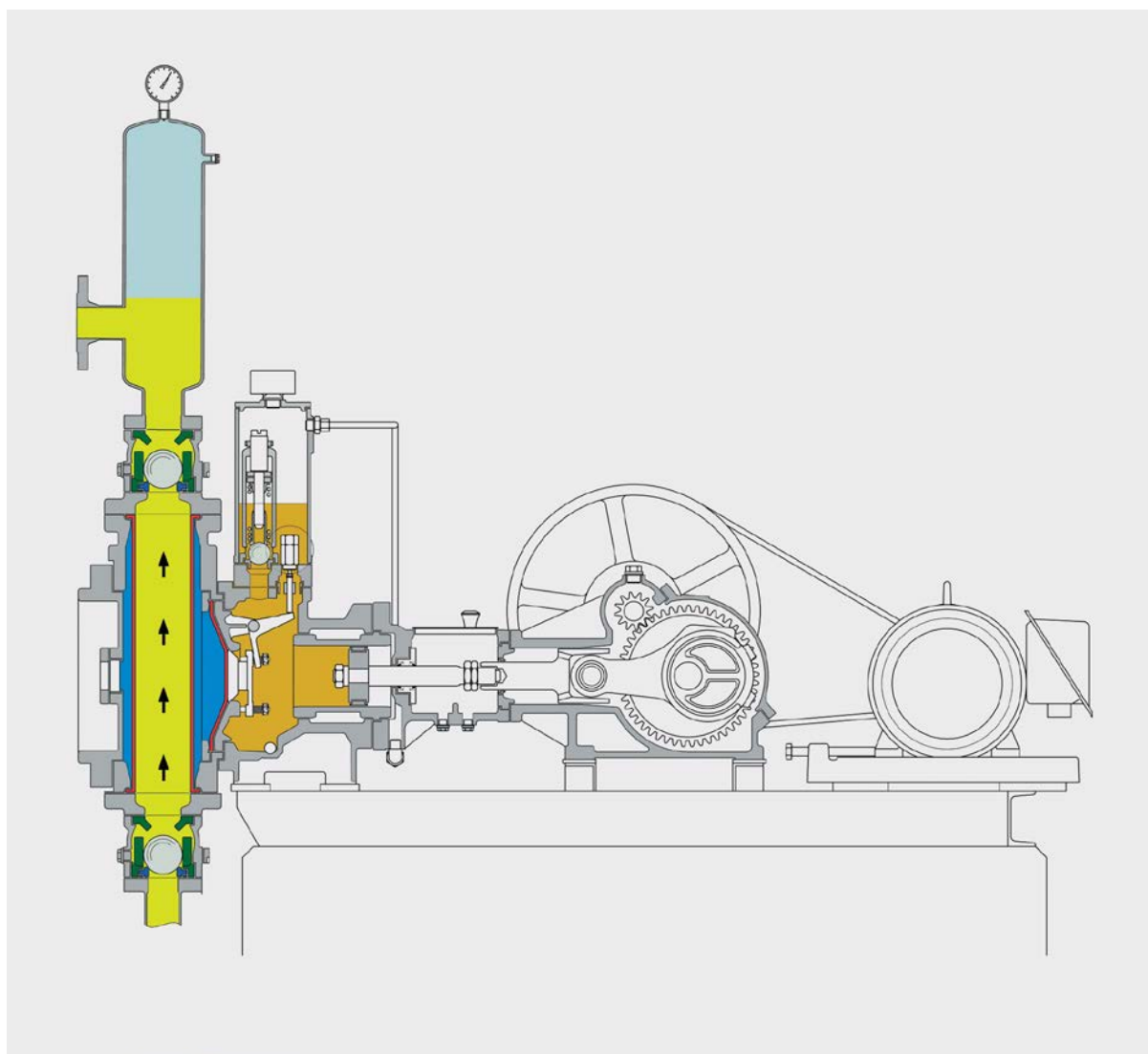
# Made in Germany 德国制造



筒形隔膜(软管)在泵腔内的应用不仅避免了固体颗粒出现沉降的可能性,大大地延长了隔膜的使用寿命,而且还为隔膜泵提供了双重的安全保护。

无论哪个隔膜出现意外的破裂,另一个隔膜仍会阻挡含固物料进到液压腔中。

当其中一个隔膜出现破裂时,无需采取紧急事故停车的措施。该泵仍能正常运行,直至有计划的停车时。





## Made in Germany 德国制造

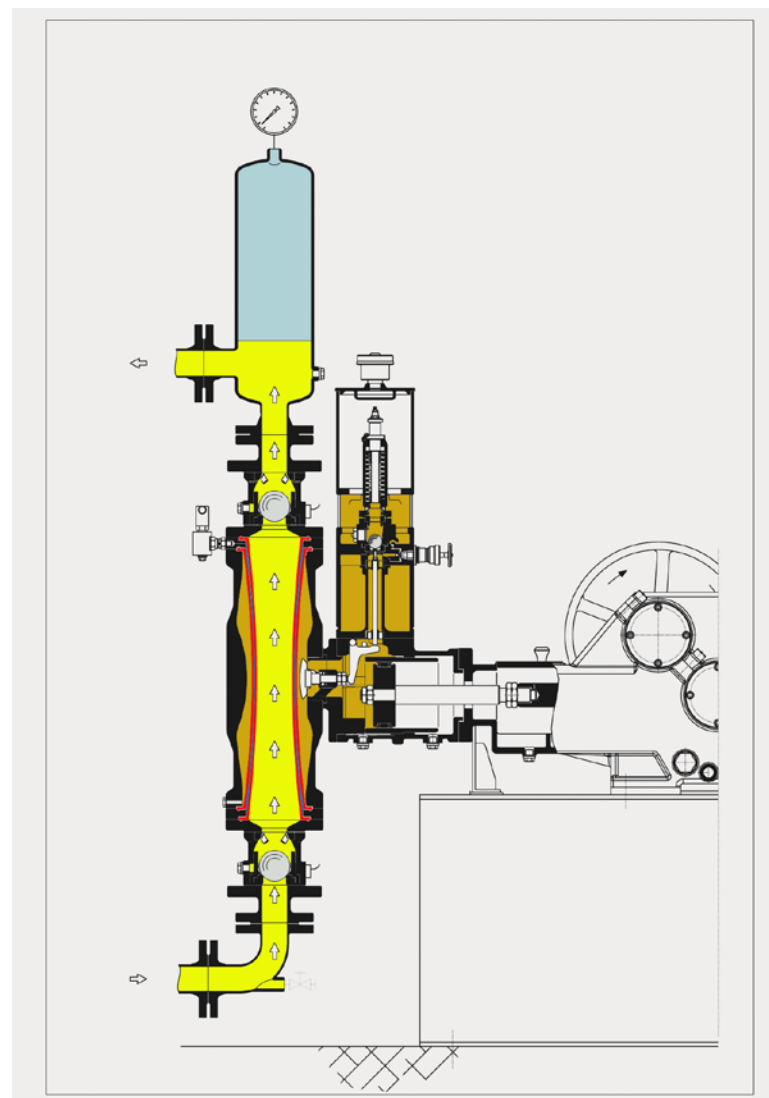


3.3 2002年，菲鲁瓦公司开发出了第三代隔膜泵，即双软管隔膜活塞泵。

第二代隔膜泵的成功开发，使得菲鲁瓦的隔膜泵在各应用领域取得了毫无争议的领先地位。特别是在中国的煤化工领域，菲鲁瓦第二代隔膜泵成为了煤浆输送的主导产品，占据了进口产品90%的市场份额。

然而，菲鲁瓦公司并没有在成功地开发出第二代隔膜泵后止步不前。

继第二代隔膜泵的成功开发之后，菲鲁瓦公司又在2002年成功地开发出了第三代隔膜泵，即双软管隔膜活塞泵。







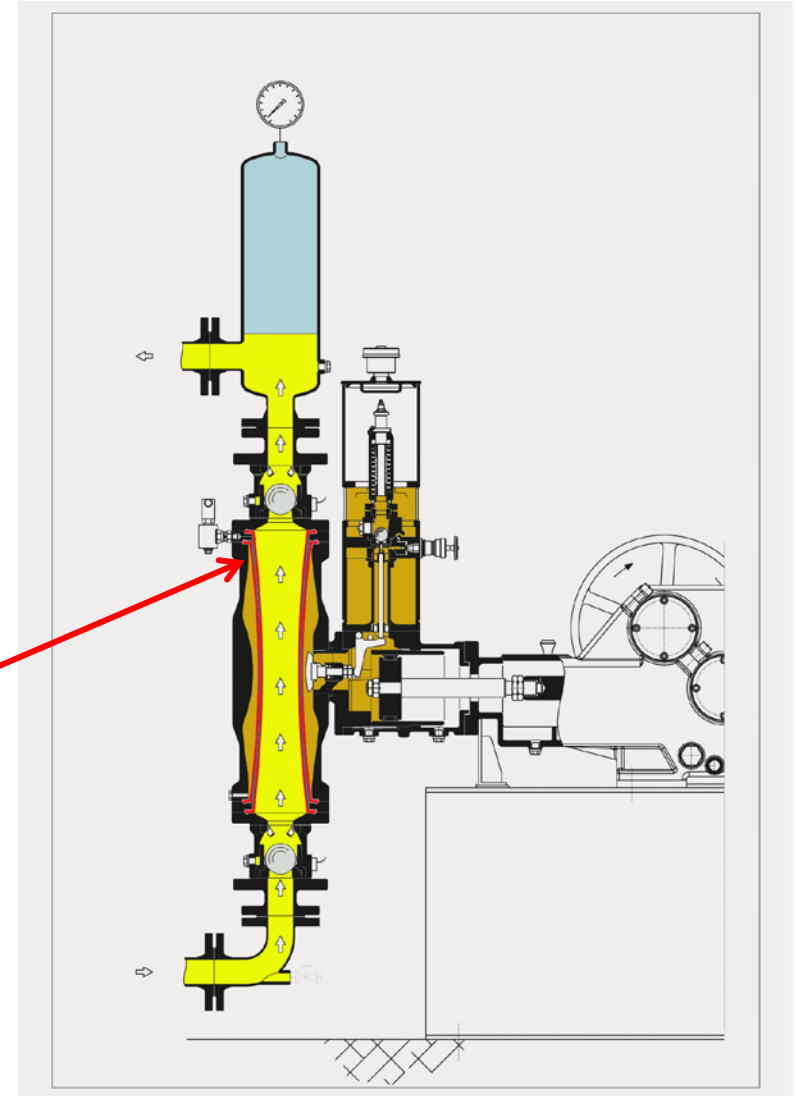
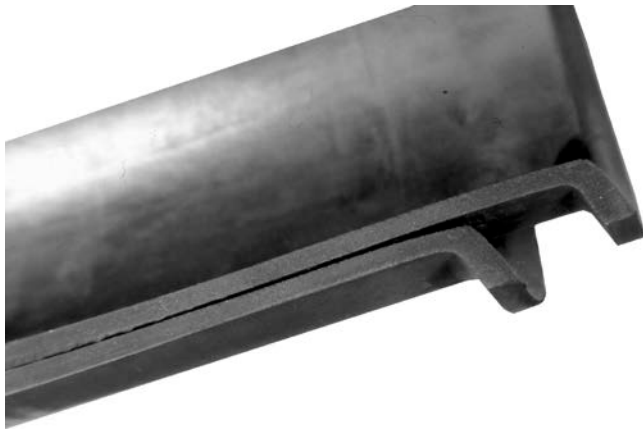
# Made in Germany 德国制造



在泵腔内有两个筒形隔膜(软管), 一个套在另一个外面。如下图所示。

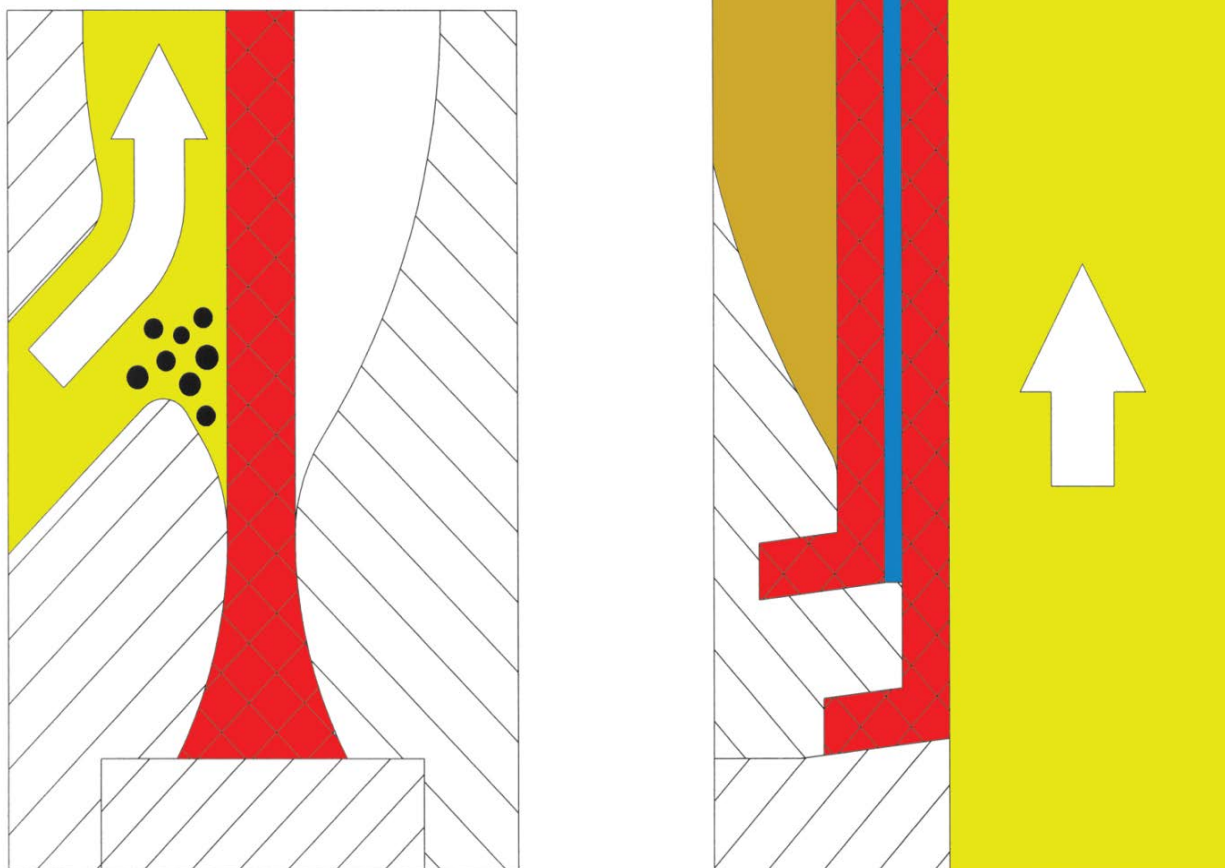
像第二代隔膜泵一样, 第三代菲鲁瓦隔膜泵也同样具有双重的安全性。无论哪个隔膜出现意外的破裂, 另一个隔膜仍会阻挡含固物料进到液压腔中。

当其中一个隔膜出现破裂时, 无需采取紧急事故停车的措施。该泵仍能正常运行, 直至有计划的停车时。





## 4. 菲鲁瓦多重安全MULTISAFE双软管隔膜泵的显著特点



### 4.1 隔膜的安装方式

我们再拿单隔膜泵与双软管隔膜泵作一个比较：如左图所示，传统的隔膜泵只有单一的隔膜，一旦破裂，就必须立即采取紧急事故停车的措施，否则泵的液压缸和活塞就会被含固的物料磨坏。而菲鲁瓦泵，如右图，配有双层隔膜，无论内外那个隔膜破裂，该泵都能继续正常的运行，不需要采取任何紧急事故停车的措施。菲鲁瓦泵内的隔膜安装方式也不同于其他隔膜泵。隔膜与泵体的接触面是呈平滑过渡的，因此也就不会像其他的隔膜泵那样，含固的物料不会在隔膜的根部有沉积，避免了固体颗粒对隔膜的强制的磨蚀，大大延长了隔膜的使用寿命



Made in Germany 德国制造



## 双软管隔膜泵的进化过程和 工作原理

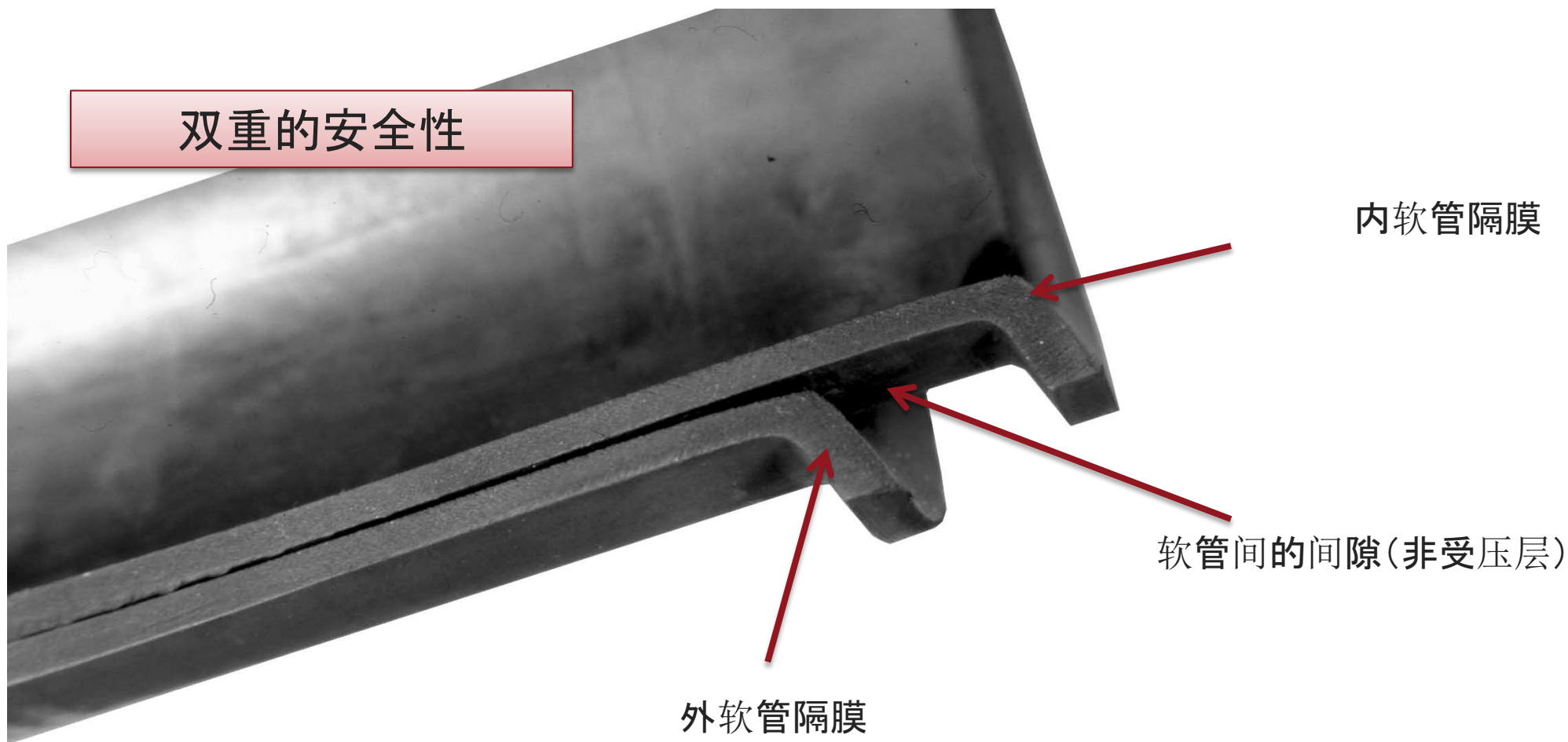




Made in Germany 德国制造



双重的安全性



**软管隔膜永远不会被过度拉伸！！**





# Made in Germany 德国制造



## 4.2 隔膜的形状和安装方式对泵型的影响



b



a

右侧图片显示的是菲鲁瓦的第二代隔膜泵。它仍像菲鲁瓦第一代隔膜泵或其他的传统的隔膜泵一样，泵内仍有一圆形的平隔膜。正是因为此隔膜的存在，要将泵头做的很大来放置它，同时还要一很大泵盖来封住泵头，如箭头a所示。如果要更换隔膜，首先要将泵盖上的所有大螺栓拆卸掉。左侧图片显示的是菲鲁瓦第三代隔膜泵。由于没有了平隔膜，泵头就可以制造成简单的筒形。更换筒形隔膜(软管)时，只需拆掉箭头b所指的几个小螺栓即可。这种结构上的差异的就是检修时间上的巨大差别！





## 5. 菲鲁瓦双软管隔膜泵的其他显著特点

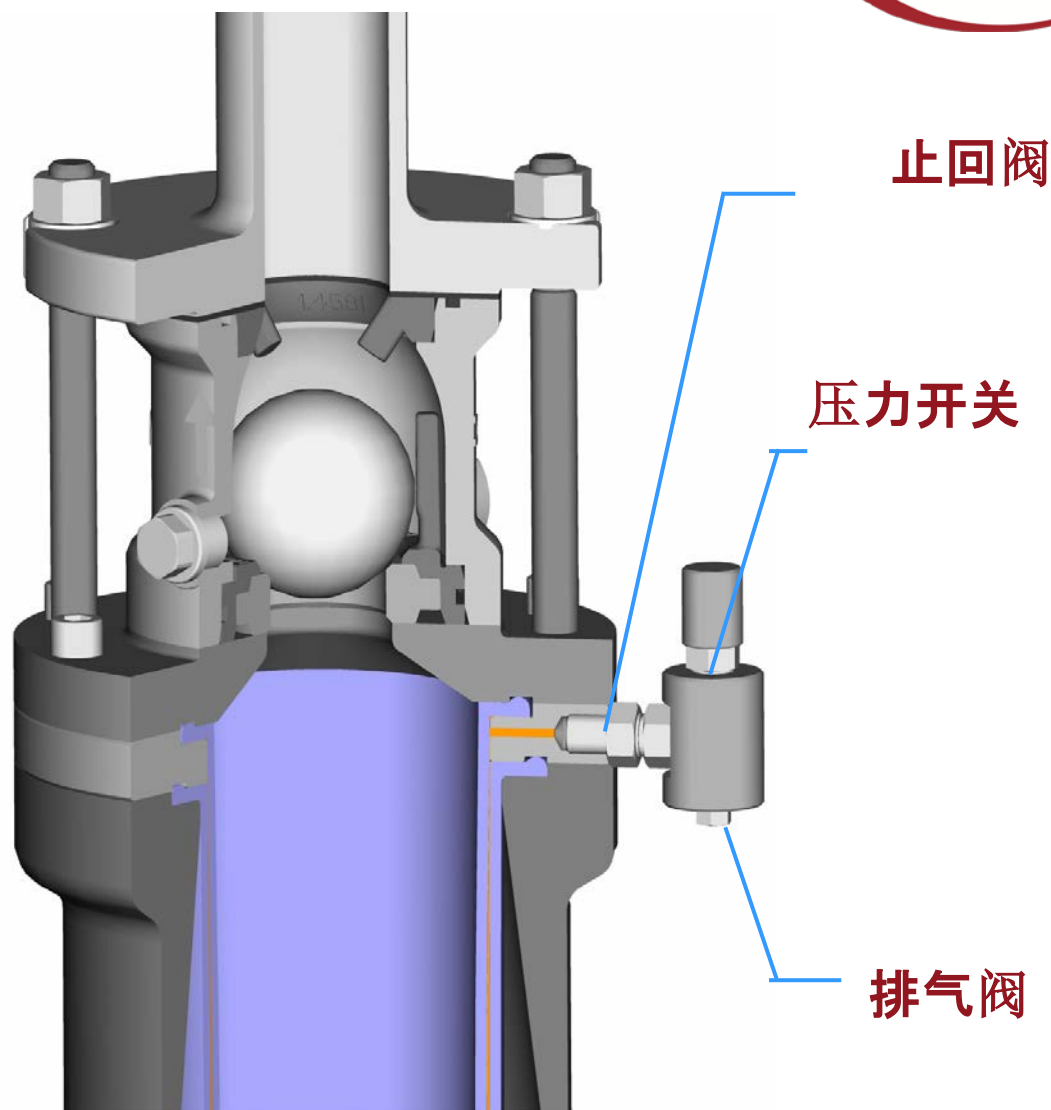
### 5.1 隔膜泄漏的监测

如右侧图片所示，内外两个软管的间隙与一压力开关相连。开车前，要将两个软管的间隙充满液体，将软管间隙中的空气赶出。开车时，将压力开关底部的排气阀门打开，随着泵内的压力的升高，软管间隙中的液体和残留的空气就会被排出。此时，两个软管的间隙里是没有压力的。当任何一个软管破裂时，软管间隙中的压力就会升高，压力开关就会发出报警信号。

这种隔膜泄漏的报警方式，非常灵敏、及时、可靠。

相比之下，传统的隔膜泵隔膜泄漏报警方式就显得比较迟缓。

传统的隔膜泵是依据连续补油的时间来判断隔膜是否破裂。当补油系统连续向液压腔内补油时间超过三分钟时，这时控制系统才会做出隔膜泄漏的判断。以一台煤浆流量为 $360\text{m}^3/\text{h}$ 的三缸单作用隔膜泵为例。每分钟流过单个泵头的煤浆量是2立方米。也就是说当有6立方米的煤浆流过了有破裂的隔膜的泵腔后，泵的控制系統才会做出隔膜破裂的判断，此时已为时已晚。煤浆早就通过破裂的隔膜进入了液压腔中。



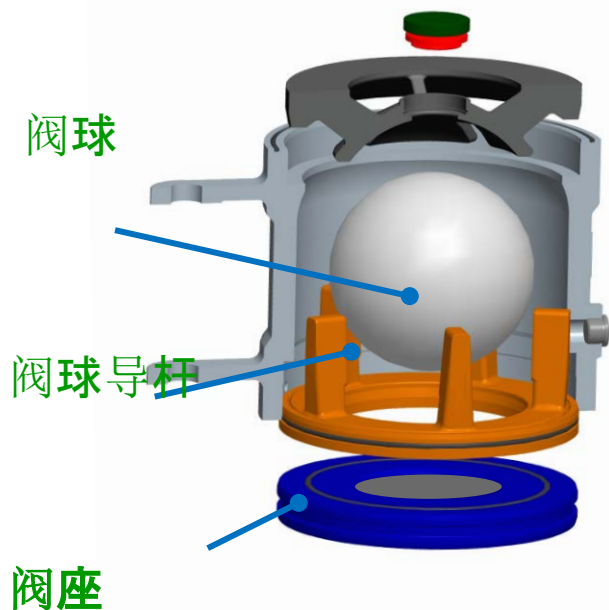


# Made in Germany 德国制造

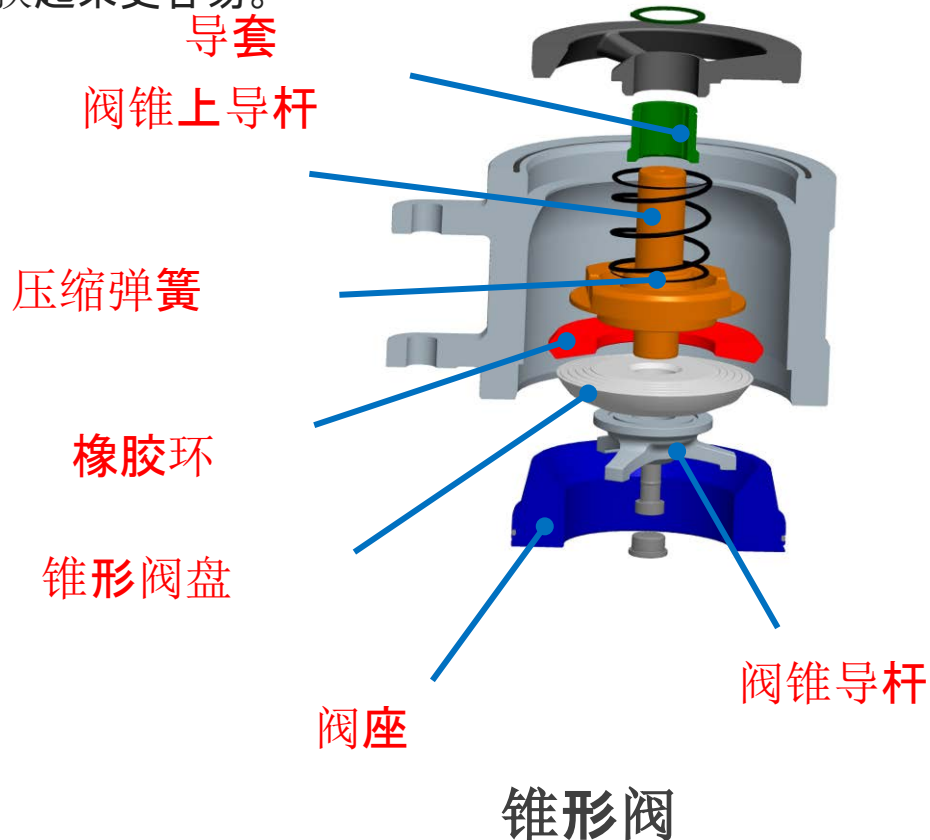


## 5.2 菲鲁瓦双软管隔膜泵的阀门

实际应用表明，球阀有着比锥形阀更长的使用寿命。锥形阀的闭合靠弹簧。正是由于有弹簧的存在，使得阀锥和阀座的相对位置永远是固定的。当某个局部有异物时，倒流的煤浆始终在冲刷同一个位置，这样就会导致阀门的过早的磨损。而球形阀则不然，阀球和阀座的相对位置永远是在变的。在某个冲程下，有异物卡在阀门和阀座之间时，到下一个冲程时，阀球的位置已发生了变化，所以不会出现某个局部的磨损。另外，球阀阀内的部件也少很多，更换起来更容易。



球阀



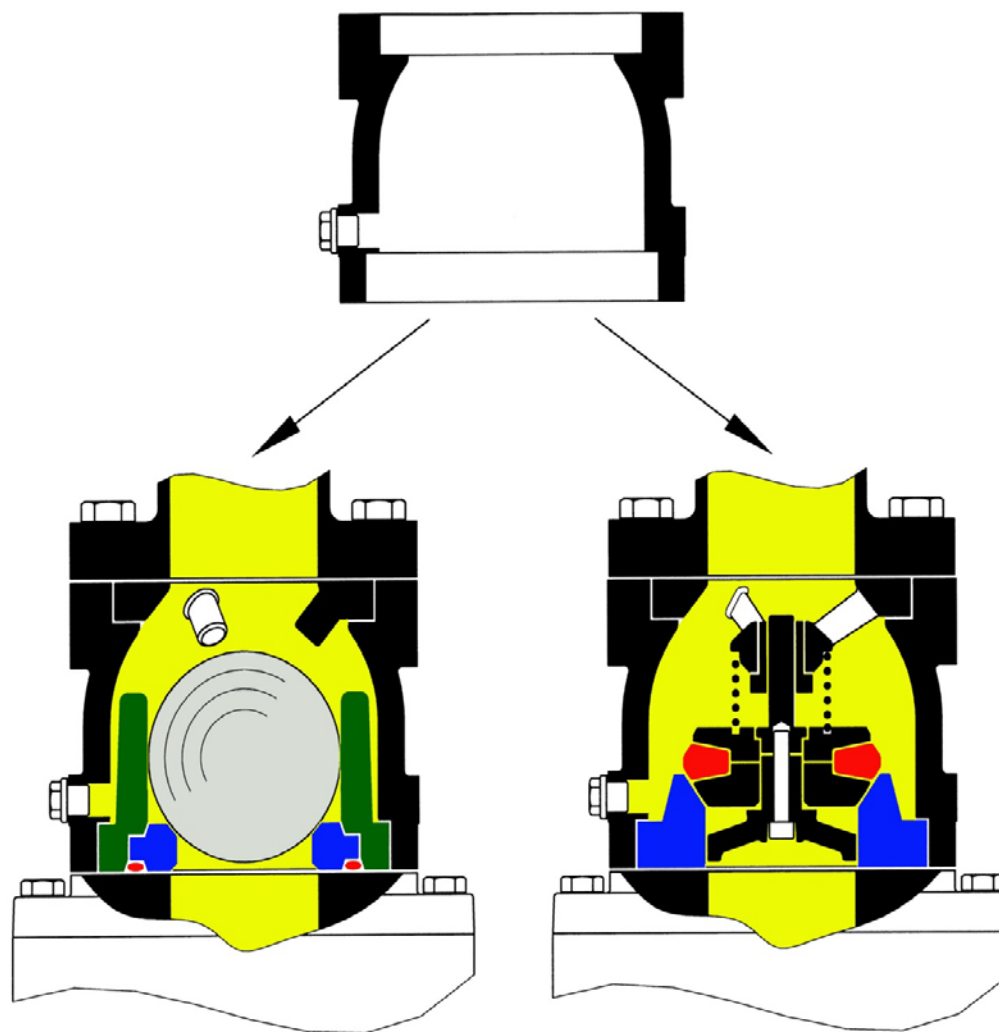
锥形阀



Made in Germany 德国制造



5.3 菲鲁瓦的进出口阀门采用的盒式设计，一个阀套可以通用于球阀和锥形阀

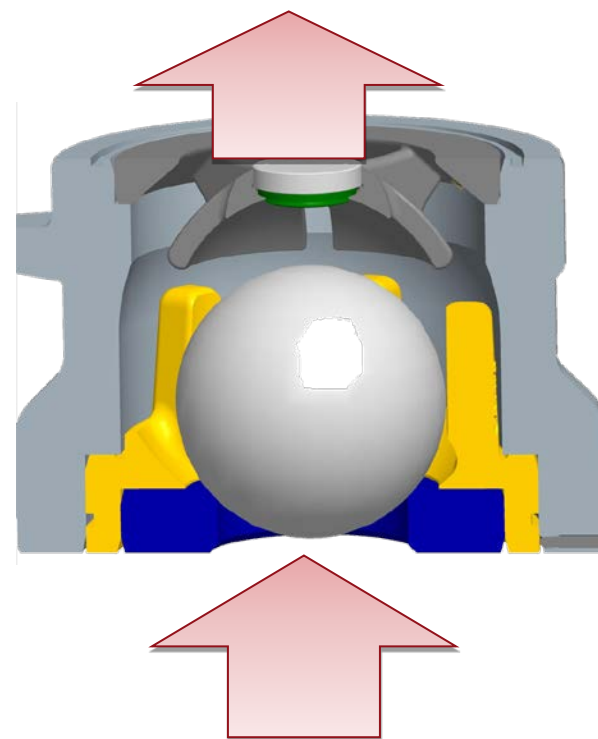
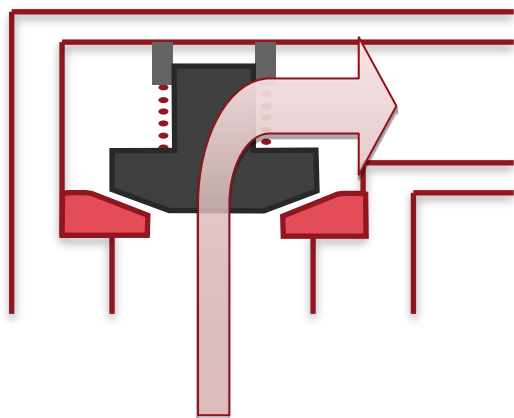




## Made in Germany 德国制造



5.4 传统的隔膜泵采用的角式阀门，这种结构无法采用球阀，而只能用锥形阀。这种角式的阀门容易出现卡阀的想象。右图是菲鲁瓦泵的阀门形式，直通式。煤浆流经阀门时，没有任何流向的变化，不易出现卡阀的现象。





## 5.5 双阀门结构

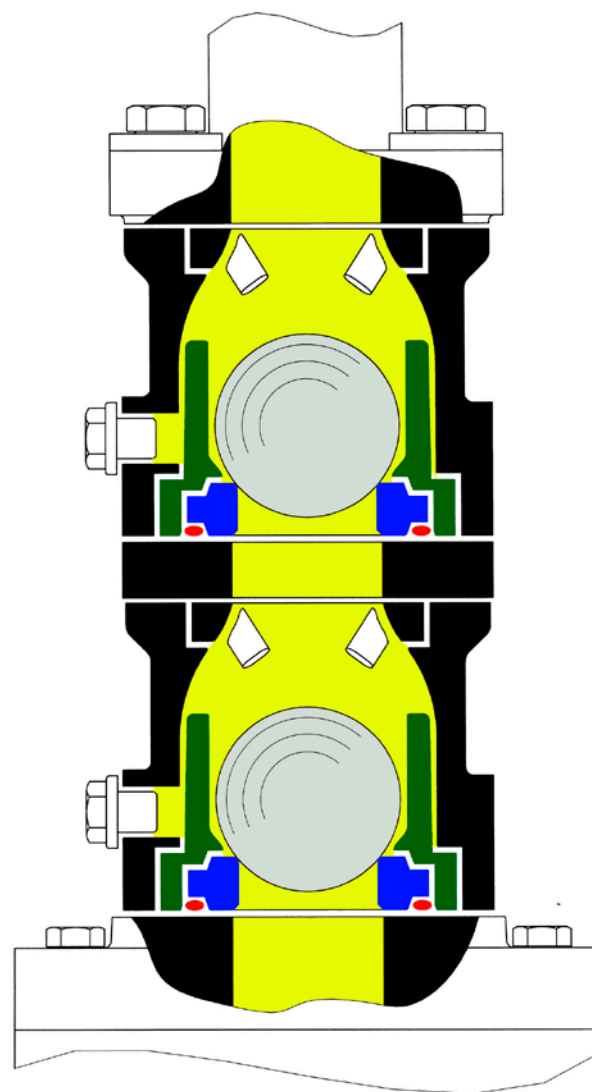
如右图所示，菲鲁瓦的高压煤浆泵均配有双阀门结构。

这种结构并非是非菲鲁瓦泵的操作所必需的，而是为用户提供了一种，在煤浆中有过多的杂质或异物时，仍能使泵在最高效率下工作的可能。

在很多情况下，煤浆中都会或多或少地存在一些异物、杂质或较大的煤颗粒。这些物质如果卡在阀门的阀球和阀座之间，煤浆就会产生倒流，此时就会影响到煤浆的流量和泵的出口压力。

这种卡阀的现象是非常随机的。如果煤浆泵配有双阀，两个阀门同时被异物卡住的机率是非常低的。

我们在此需要强调的是，菲鲁瓦泵自身的正常操作并不需要双阀门。双阀门的应用只是考虑到用户的煤浆产品的洁净度不够，所以才提供一种操作上的灵活性和方便性。如果煤浆比较洁净，完全可以只装一套阀芯，同样可以满足正常操作的要求。





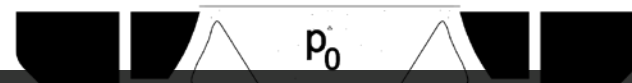


在此需要说明的是，即使煤浆泵始终运行采用双阀门运行，这也不是意味着采用双阀门要比单阀门多一倍的操作费用。

$$v_{\ddot{u},DV} = \sqrt{\frac{\Delta p}{2\zeta_V \frac{\rho}{2}}}$$

上式表示的是阀门的使用寿命同物料流经阀门时的压差的关系。

从式中可以看出，压差越大，阀门使用寿命越短。而采用双阀门时，物料流经阀门时的压差反而降低了一半，有益于延长阀门的使用寿命





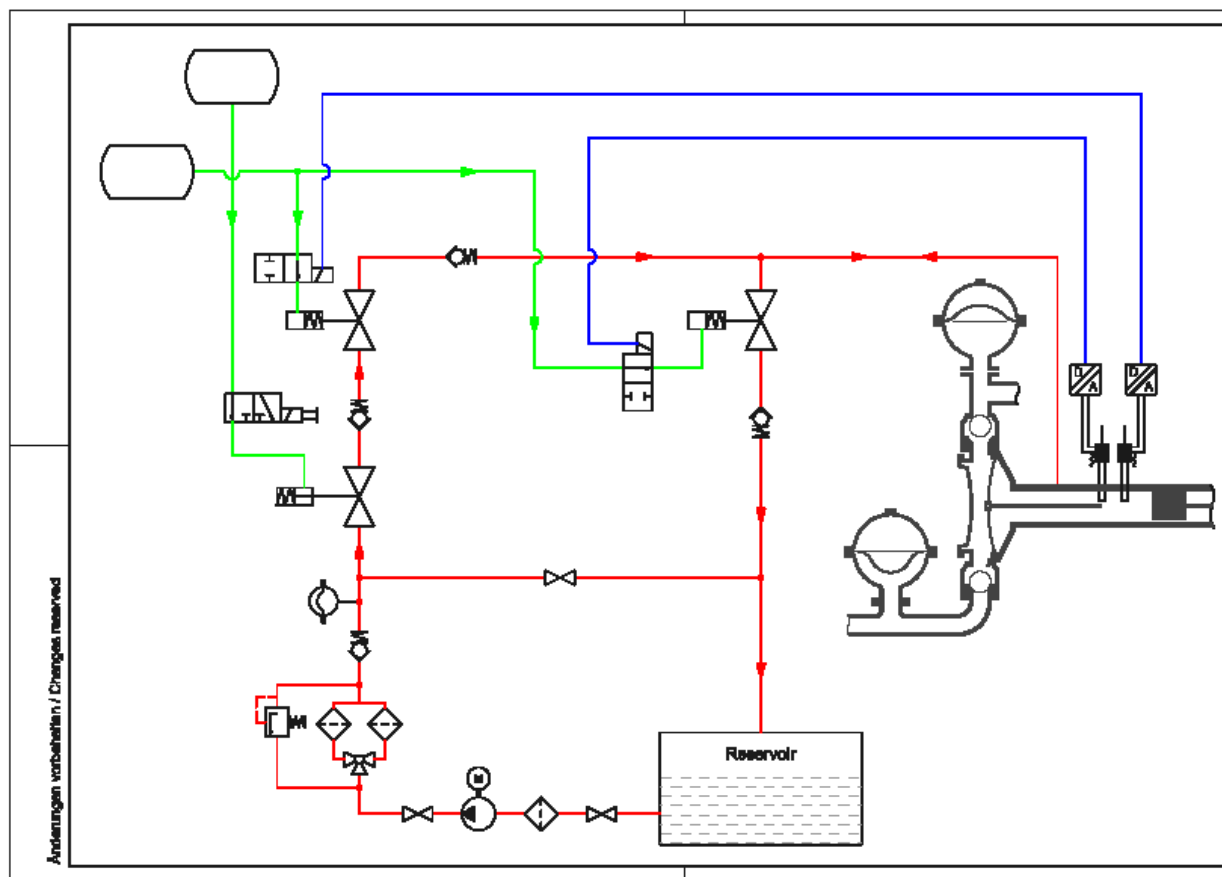
## 5.6 隔膜行程控制系统

### 5.6.1 传统的隔膜泵的控制方式

右图是传统的隔膜泵的隔膜行程控制系统（补排油系统）的简图。

在隔膜的中心位置，镶嵌有一个随动的导杆。导杆的端头有一磁铁。导杆的导轨两端有两个励磁器。

当导杆端部的磁铁触到后面的励磁器时，说明隔膜太靠后，也就是液压腔中油太少，需要补油。此时，励磁器会给补油电磁阀一电信号，补油电磁阀会驱动补油的阀门打开，液压油从油池，经油泵、油路补充到液压腔中。

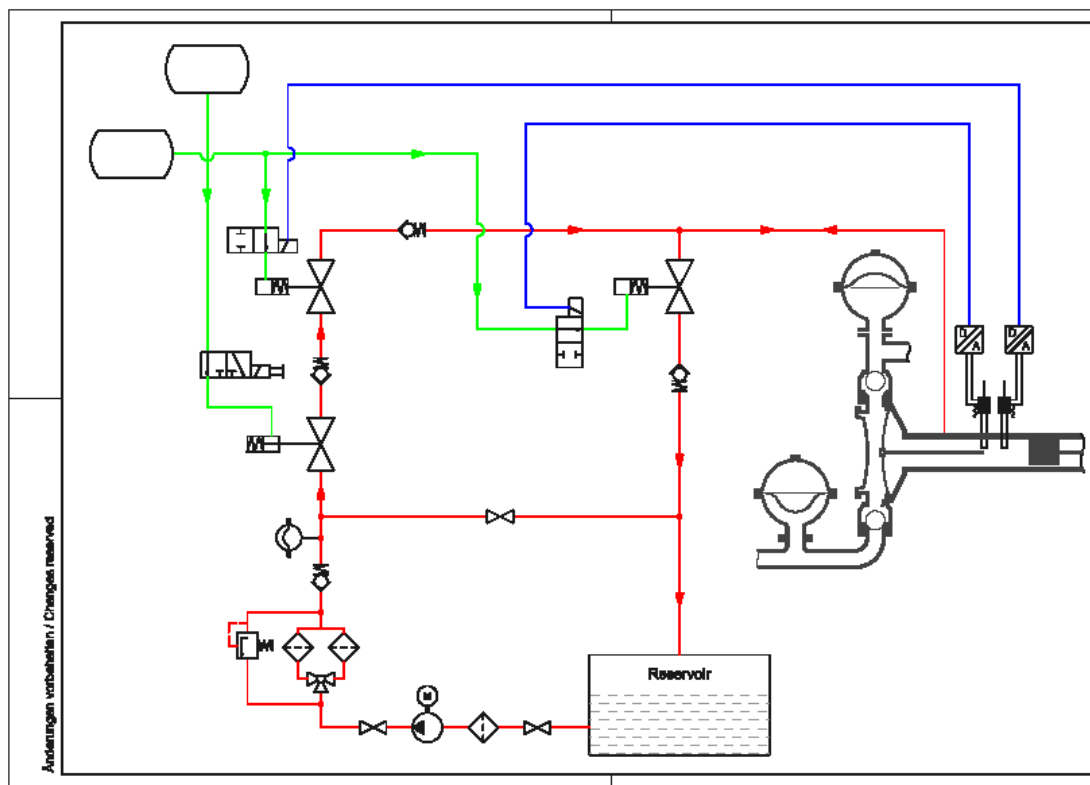




## 5.6 .1传统的隔膜泵的控制方式

(续)

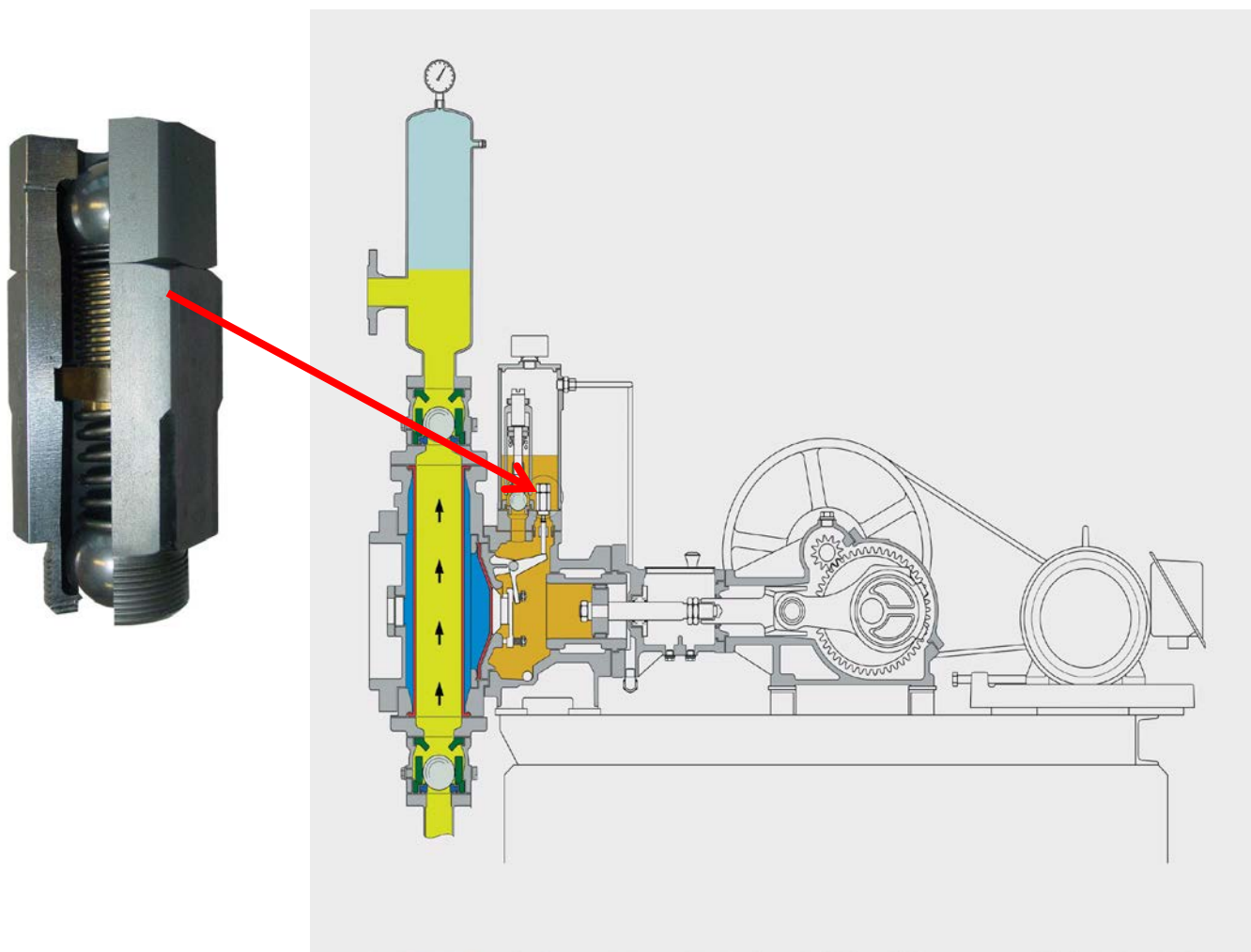
当导杆端部的磁铁触到前面的励磁器时，说明隔膜太靠前，也就是液压腔中油太多，需要排油。此时，励磁器会给排油的电磁阀一电信号，排油电磁阀会驱动排油的阀门打开，液压油再经过油路流回到油池中。





## 5.6.3 菲鲁瓦全机械免维护隔膜行程控制系统

FELUWA软管隔膜活塞泵的隔膜行程控制系统没有任何复杂的油路、油箱、油泵、励磁器、电磁阀，PLC等，也不需要提供压缩空气，更不需要任何专业人员的专门维护和维修。FELUWA软管隔膜活塞泵隔膜行程控制系统只有一个小小的阀门，它是在极其洁净的环境下工作，即使是在软管破裂的情况下，也不会有任何被输送的物料进到液压腔中，这就使得FELUWA软管隔膜活塞泵的液压油自动排气/补偿系统的免维护成为可能，这一点也在许许多多FELUWA泵上得到了验证。





## 5.7 菲鲁瓦阀门工况监测系统

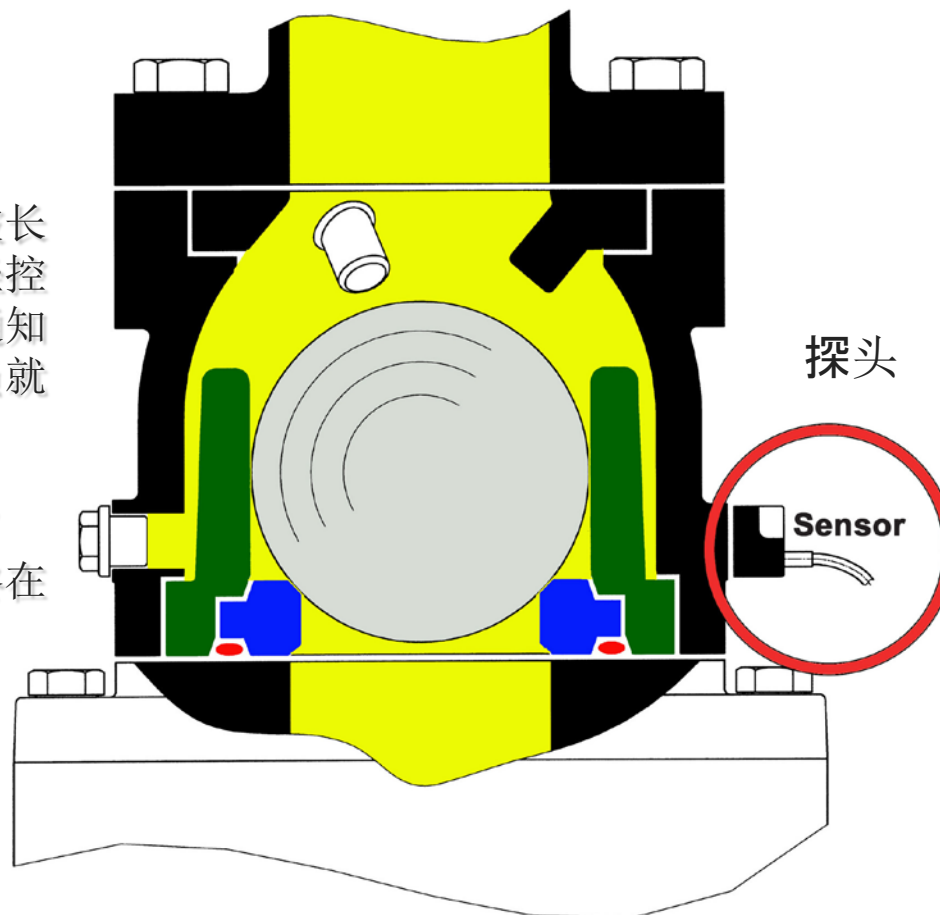
菲鲁瓦阀门工况监测系统探头和控制器组成  
它的工作原理是，同过探头来监测阀门的噪声。

当阀门出现内漏时，阀门内的噪声是有一定的波长和频率的。当探头连续探测到这样的噪声时，经控制器的分析，该控制系统就会发出报警信号，通知造作人员具体出现内漏的阀门的位置，操作人员就可以尽早地做好更换阀门内件的准备。

当出现内漏的量不到2%时，该系统就能检测到。

有了这套阀门工况监测系统，可以使煤浆泵始终在最高的效率下运行。

如果没有这套系统，只有在煤浆流量和压力大幅下降的情况下，才能判断出阀门的过度磨损。







## 5.8 菲鲁瓦煤浆泵进口压力的监测

在较早的菲鲁瓦高压煤浆泵上，没有进口压力的监测仪表，因为保障泵的进口压力是必须的。

在早期的一些项目上，由于煤浆制备系统工作不正常，或煤浆中的杂质和异物较多，经常会造成进口管路的堵塞。进口管路堵塞后，随之而来的就是隔膜破损，这样就严重影响了煤浆泵的运行。

在近些年的项目上，菲鲁瓦的煤浆泵均配有进口压力的监测系统，这样做的目的不是解决菲鲁瓦泵存在的问题，而是为用户多提供一种避免意外事故发生的手段。

如右图所示，这是一个双量程，带电接点的压力表，用以监测煤浆泵的进口压力。

当煤浆泵的进口压力低于设定值时，说明进口管路堵塞，该压力表就会发出报警信号，通知操作人员尽快做好清理进口管路的准备。



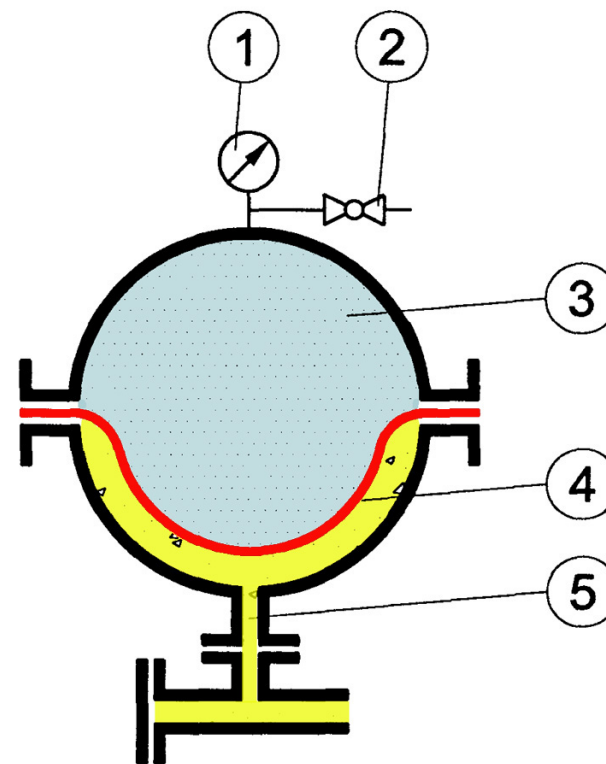




## 5.9 煤浆泵脉冲缓冲器

### 5.9.1 传统的脉冲缓冲器

如右图所示，随着泵的运行而不停蠕动的气囊(隔膜)与煤浆有直接的接触。这样，煤浆就会对隔膜有一定的磨蚀。因而，脉冲缓冲器的使用寿命较短。

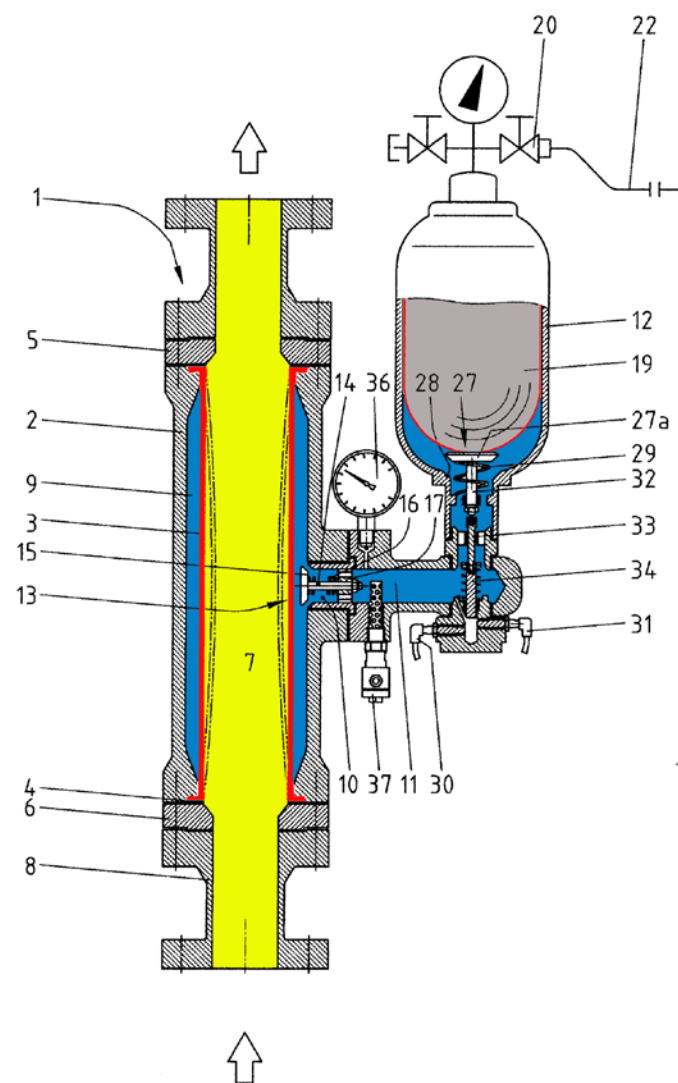


- 1 - 压力表
- 2 - 充气阀
- 3 - 气垫
- 4 - 隔膜
- 5 - 介质



## 5.9.2 菲鲁瓦煤浆泵脉冲缓冲器

如右图所示，菲鲁瓦煤浆泵采用的是隔离式脉冲缓冲器。随着泵的运行而不停蠕动的气囊(隔膜)不与煤浆有直接的接触。这样，就大大地延长了气囊的使用寿命。

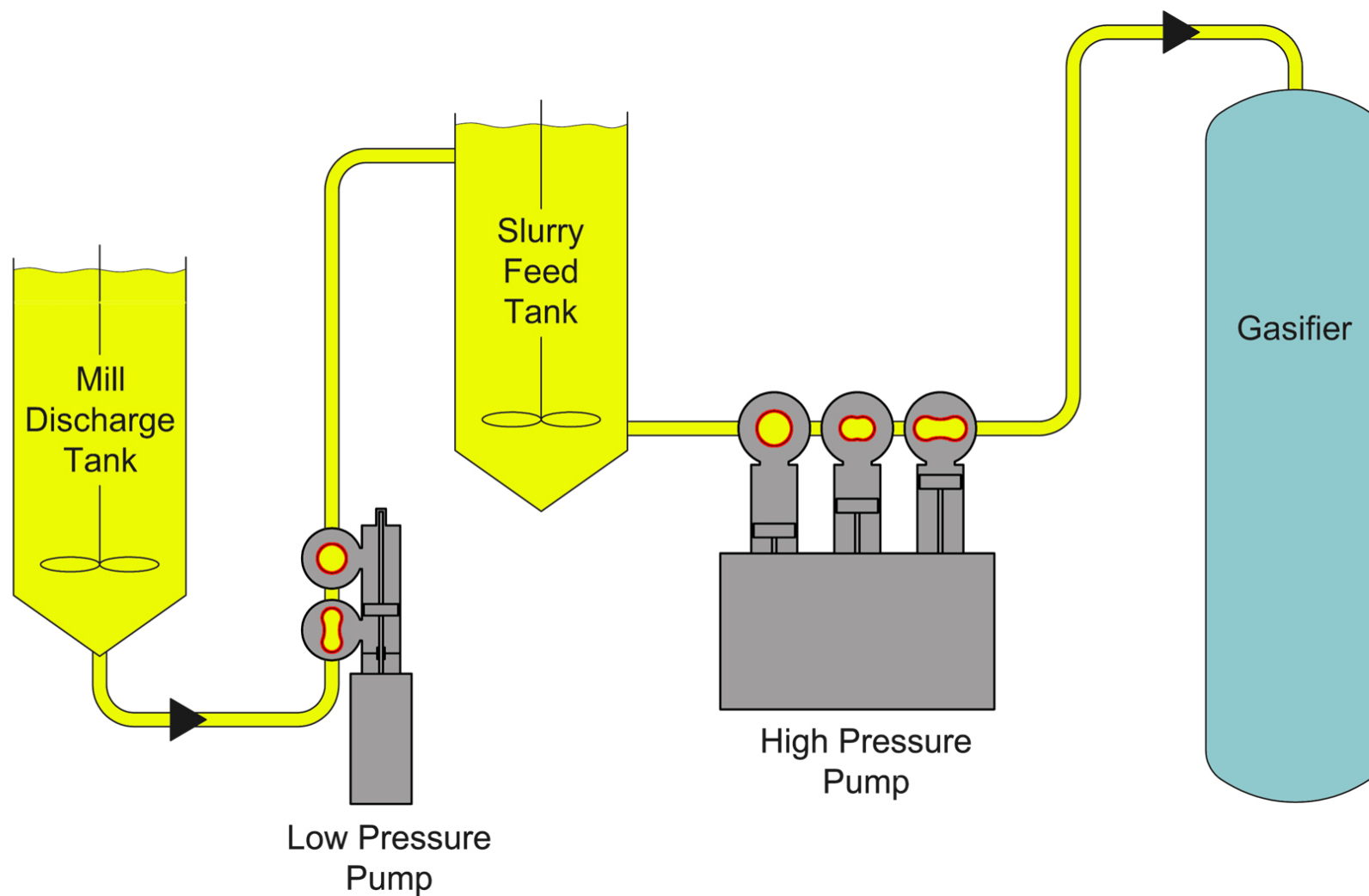




Made in Germany 德国制造

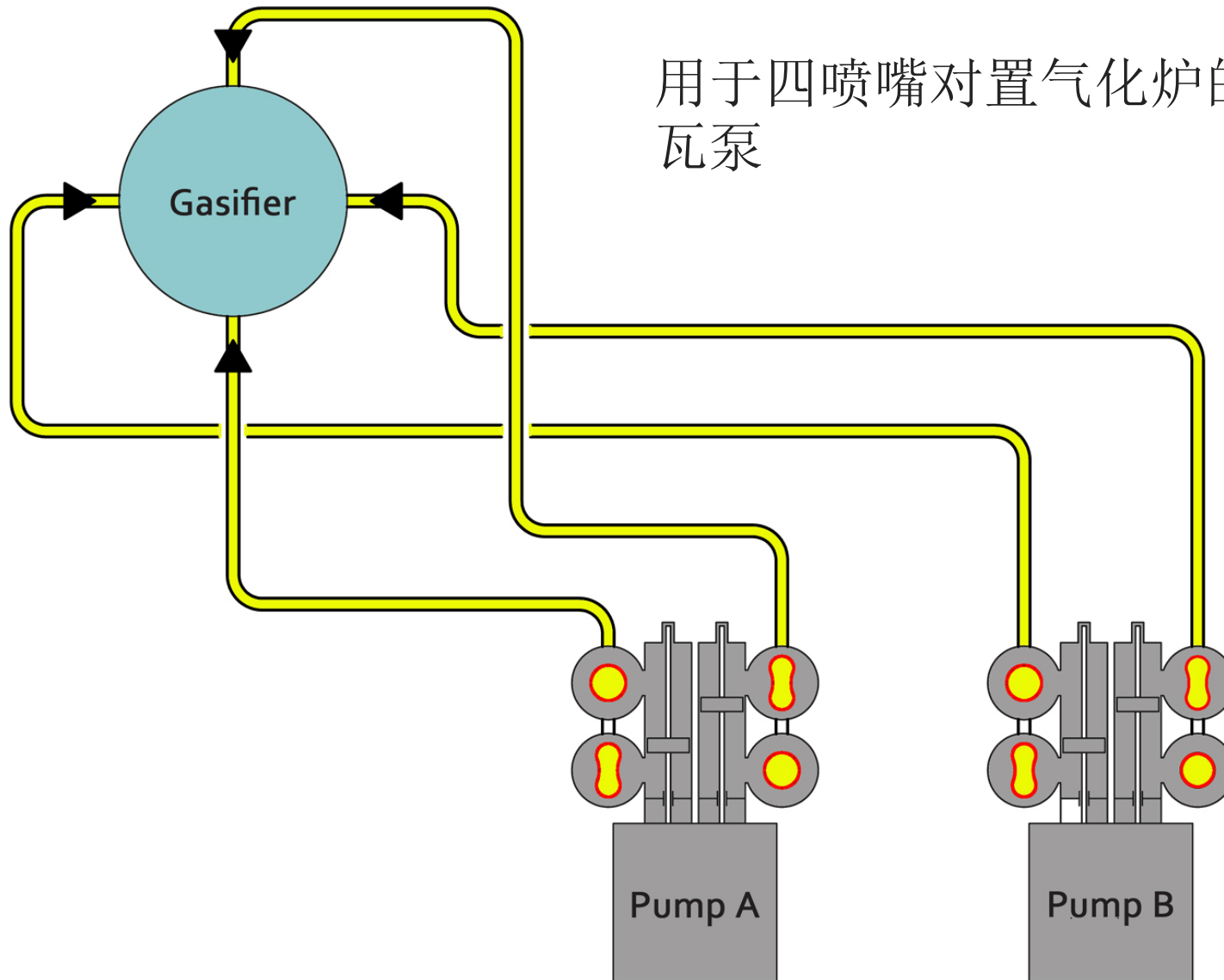


用于单喷嘴气化炉的菲鲁瓦泵





# Made in Germany 德国制造

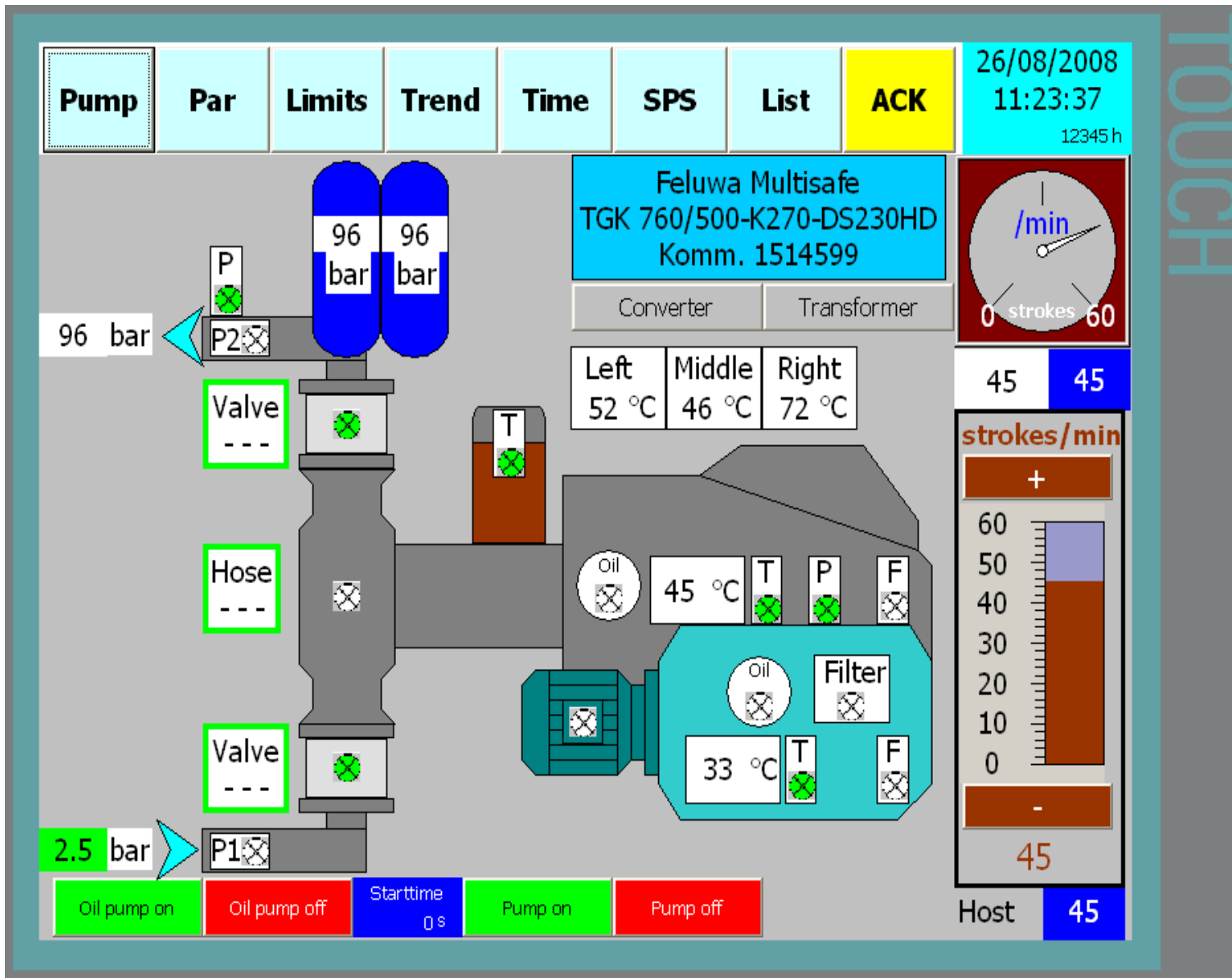


用于四喷嘴对置气化炉的菲鲁瓦泵





# Made in Germany 德国制造



## 5.13 人机界面

由PLC和触摸屏组成的控制系统提供了煤浆泵全面的监测和故障诊断。





Made in Germany 德国制造



## 6. 菲鲁瓦泵的可靠性

1. 2009年6月15日~2010年6月15日，一开一备，气化装置运行318天（开车运行第一年）
2. 截至2013年6月，因气化原因导致系统停车1次
3. 合成氨设计能力1300吨/天，近期合成氨产量1350吨/天
4. 吨氨煤耗1.1~1.2吨
5. 2010年10月~2011年6月全系统满负荷连续运行215天
6. 2011年运行357天，2012年运行351天
7. 拱顶砖使用时间已达12000小时




# Made in Germany 德国制造



## 6. 菲鲁瓦泵的可靠性与竞争对手煤浆泵可靠性的比较

**Top 10 Shutdown Causes  
1983 – 2000**

Rank	Shutdown Cause	% of total
1	Feed Injector Failure	18.5%
2	Slurry Feed Pump	15.2%
3	Planned Switch	10.7%
4	Low Quench H2O Flow	6.7%
5	Low Slurry Flow	5.7%
6	Low level in Gasifier	4.7%
7	O2 Leak	4.0%
8	PSV failure	2.5%
9	Dip/Draft Tube	2.0%
10	DCS - PLC failure	2.0%

COAL GAS 



Made in Germany 德国制造



## 7. 菲鲁瓦泵的效率

液压式隔膜泵的总效率 $\eta_{\text{总}} = \text{液压效率}\eta_{\text{液压}} \times \text{机械效率}\eta_{\text{机械}}$

2013年8月26日下午3:00, 神华包头运行记录:  
多台泵电流显示为:280 – 300 A, 波动+/-50A  
流量:85 m<sup>3</sup>/h, 80 kgf/cm<sup>2</sup>

取高限, 计算实耗功率:  
 $350 \times 380 \times 1.732 \times 0.86 = 198\text{KW}$

计算轴功率 =  $Q \times P$   
 $= 0.0236\text{m}^3/\text{s} \times 800000\text{kgf}/\text{m}^2$   
 $= 18880\text{m.kgf}/\text{s}$   
 $= 185 \text{ kw}$

实际效率:  $185/198 \times 100\% = 93.4\%$



## 8 高压往复泵的泵速与泵的生产成本和易损件的使用寿命的关系

对于阀门来说，易损件的使用寿命同物料流经阀门时的压差和泵速有关。

往复泵的生产成本是随着泵速（每分钟冲程次数）的提高而降低的。也就是说，泵速越高，泵就可以做得越小，泵的生产成本也就越低。而泵的整机的使用寿命和易损件的使用寿命，却是随着泵速的提高而降低的。在一定的范围内，这种关系是呈线性的。提高泵速，有利于降低生产成本，减少用户的投资，而过高的冲程次数，又会使泵的整机和易损件的使用寿命下降。

因此，确定一个合理泵速就显得格外重要。

根据菲鲁瓦公司的研究结果，当泵速超过 55 次 / 分以上时，易损件的使用寿命同泵速的关系就不再是线性的了。超过这个泵速后，易损件的使用寿命会随着泵速的提高而急剧下降。世界上所有的往复式容积泵的生产厂家都有此相同的共识，即易损件的使用寿命同泵的冲程次数的2.5次方成反比。所有此类泵的生产厂家都在这方面有着深入的研究，各家均发表过公开的研究结果，包括来自**德国、荷兰**等国家的制造商。在同样的操作条件下，易损件的使用寿命同泵速的关系可以表示为：

$t = f(1/n^{2.5})$ ； 式中：  $t$  = 以小时计的使用寿命；  $n$  = 泵速，冲程次数/分钟



# Made in Germany 德国制造

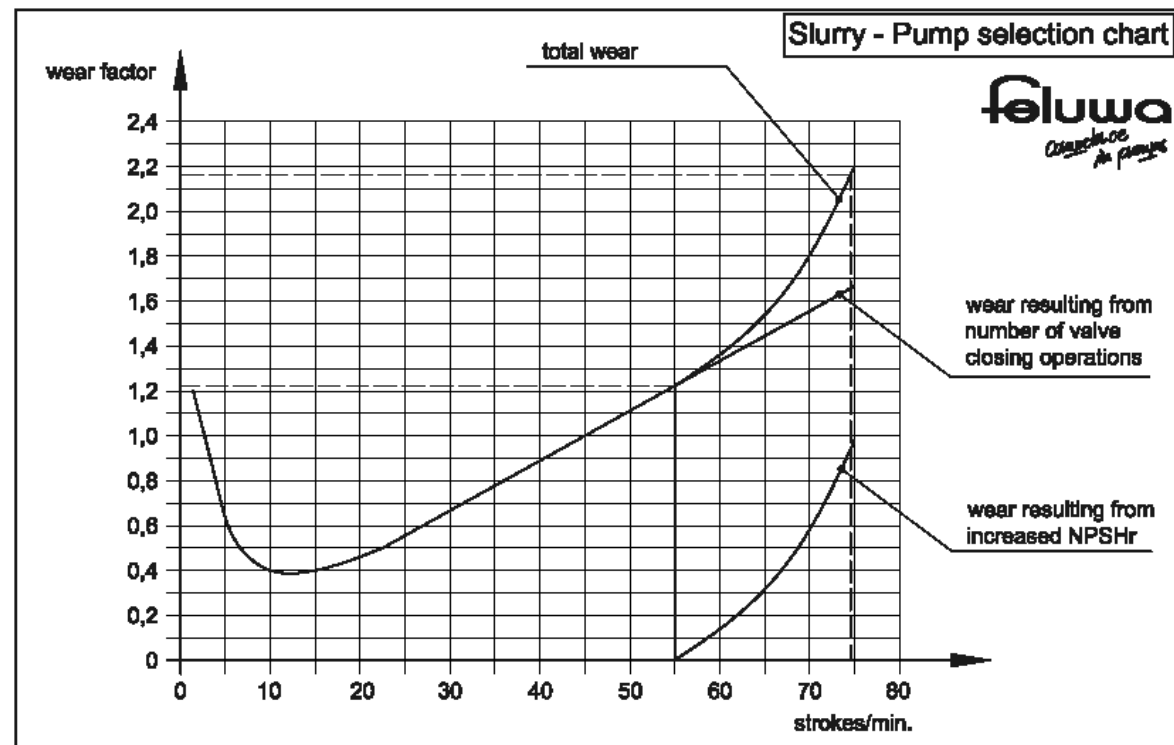


由此可见，高冲程次数意味着泵体小. 泵的造价就可以大大地降低，但是给用户带来的负面的影响则是，易损件的使用寿命会极度下降，无维修的间隔时间会大大地缩短。用户所付出的代价要远远高于采用低速泵的付出。

所以，菲鲁瓦泵的冲程次数总是控制在**55次/分**以下

右图为泵速同磨损指数的关系。

磨损指数越高，意味着易损件的使用寿命越短







# Made in Germany 德国制造



右侧图表为菲鲁瓦竞争对手公开发表的研究研究报告，其结论同菲鲁瓦的研究结果完全吻合。

其研究结果显示，正常泵速50次/分时的易损件的使用寿命为3000小时。如果将该冲程次数从50次/分提高到80次/分，易损件的使用寿命会骤降至926小时，还不到原来的1/3。

为了降低投标价格，我们的竞争对手在许多项目上，放弃了这一被公认的设计原则，以高冲程次数的泵来满足大流量的要求。

## Criterion 1: Minimum Wear

(a) **Wear related to speed (Fig. 5)**  
The working life of pump parts, given the same design and dimensions and discharge pressure, decreases with increasing pump speed to the power of approx. 2.5, as follows:

$$t = C \cdot \frac{1}{n^{2.5}}$$

where

t = working life in hours  
C = constant  
n = pump speed

**Practical example:**  
Assuming that a pump discharge valve, with the pump operating at a speed of 50 strokes per minute, has a working life of 3,000 hours.  
Thus:

$$3000 = C \cdot \frac{1}{50^{2.5}}$$

$$C = 5.3 \times 10^7$$

If the pump speed is increased to 80 strokes per minute, the working life will decrease as follows:

$$t = 5.3 \times 10^7 \times \frac{1}{80^{2.5}} = 926 \text{ hours}$$

(b) **Wear related to pressure (Fig. 6)**

Figure 6 represents the working life of wearing parts in relation to the discharge pressure. The graph is based on empirical and published data.

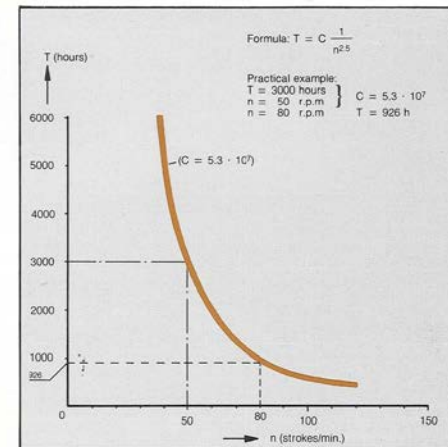


Fig. 5 Wear related to speed

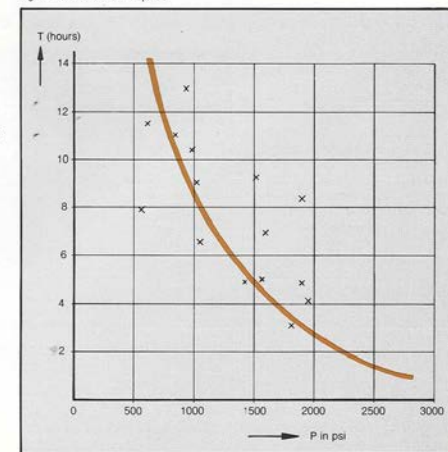


Fig. 6 Wear related to pressure



## Made in Germany 德国制造



### 9. 国内组装设备的成本

目前，德国菲鲁瓦煤浆泵在中国市场上占有极高的份额。菲鲁瓦公司一直在考虑在中国组装煤浆泵的可能性。但是，根据2012年海关税则，液压式耐腐蚀波纹或隔膜泵（税号：8413.5090.20）整机进口的关税税率为6%。而各不同零部件的关税分别为：

隔膜：	10%
齿轮箱：	8%
轴承：	8%
轴承盖：	15%
泵头：	12%
法兰：	8%
液压缸：	15%
弹簧：	10%
电机：	12%

由此可见，全部散件进口的成本将比整机进口还高。组装时的人工费在生产成本上占的比例是相当低的。如果在国内组装，降低生产成本的唯一途径就是在国内对各部件外协，由国内的企业加工制造。菲鲁瓦公司对国内的相关企业了解不多，因此暂不考虑在国内组装生产煤浆泵。



# Made in Germany 德国制造



10. 菲鲁瓦公司和隔膜泵专家菲鲁瓦公司总经理内格尔先生历年来在德国所获奖项

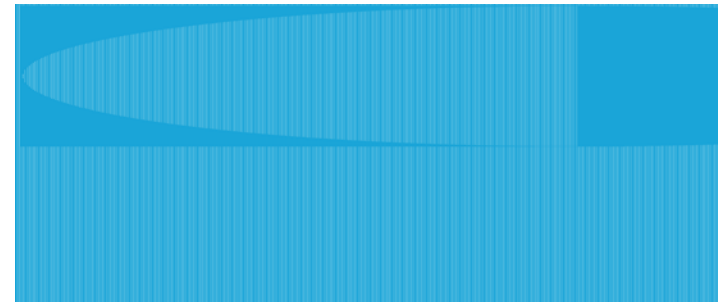




# Made in Germany 德国制造



10. 菲鲁瓦公司和隔膜泵专家菲鲁瓦公司总经理内格尔先生历年来在德国所获奖项



**New Design with Design Award**



# Made in Germany 德国制造



10. 菲鲁瓦公  
司和隔膜泵专  
家菲鲁瓦公司  
总经理内格尔  
先生历年来在  
德国所获奖项







# Made in Germany 德国制造



. 菲鲁瓦公司  
和隔膜泵专家  
菲鲁瓦公司总  
经理内格尔先  
生历年来在德  
国所获奖项





# Made in Germany 德国制造



10. 菲鲁瓦公司和隔膜泵专家菲鲁瓦公司总经理内格尔先生历年来在德国所获奖项

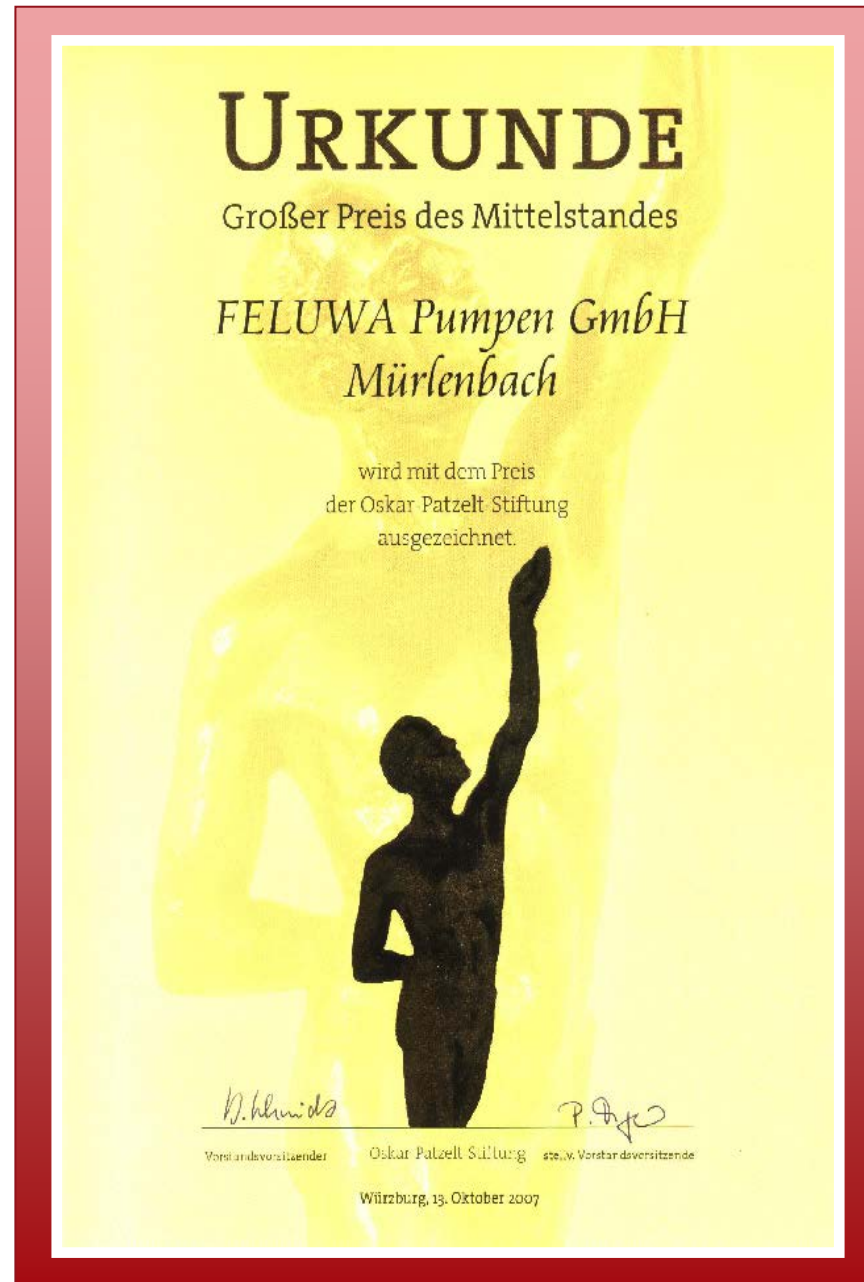




# Made in Germany 德国制造



10. 菲鲁瓦公司和隔膜泵专家菲鲁瓦公司总经理内格尔先生历年来在德国所获奖项







# Made in Germany 德国制造



## 10. 菲鲁瓦公司和隔膜泵专家菲鲁瓦公司总经理内格尔先生历年来在德国所获奖项





Made in Germany 德国制造



10. 菲鲁瓦公司和隔膜泵专家菲鲁瓦公司总经理内格尔先生历年来在德国所获奖项



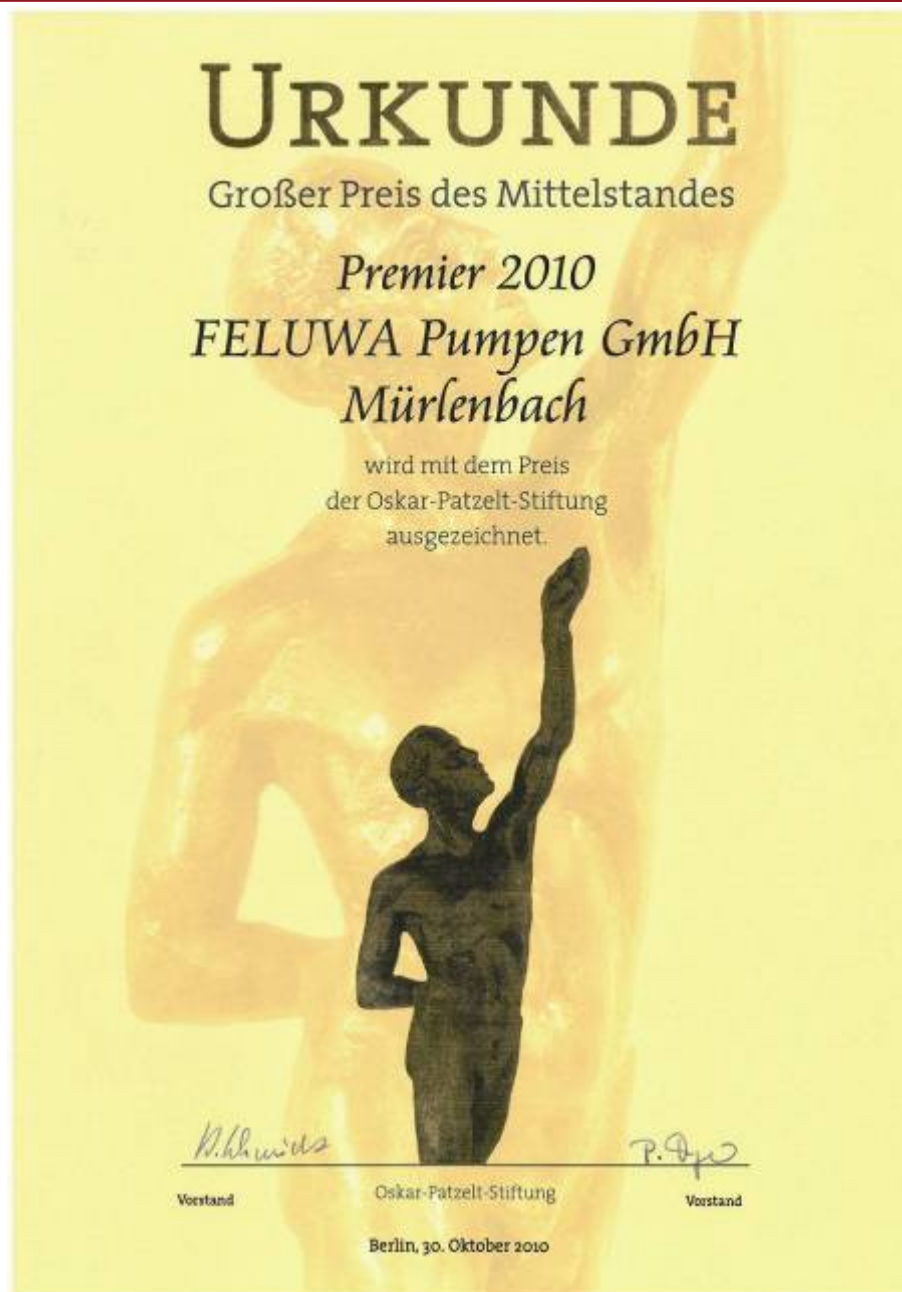




# Made in Germany 德国制造



10. 菲鲁瓦公  
司和隔膜泵专  
家菲鲁瓦公司  
总经理内格尔  
先生历年来在  
德国所获奖项





# Made in Germany 德国制造



## 11. 培训

菲鲁瓦公司有完善的培训设施。对每个用户，或在菲鲁瓦本部，或在用户现场，菲鲁瓦的工程师会对用户的操作维修人员进行全面严格的培训。下图为菲鲁瓦培训中心







## Made in Germany 德国制造



12. 售后服务- 菲鲁瓦的服务工程师具有很高的职业素养、现场经验和敬业精神。他们可以在任何艰苦的环境下，为每个用户提供优质的服务。





# Made in Germany 德国制造



## 12. 总结

	传统隔膜泵	菲鲁瓦双软管隔膜泵	菲鲁瓦泵的优势
隔膜	单平隔膜	双软管隔膜	具有双重安全性
进出口阀门	锥阀	球阀	有更长的使用寿命
阀门个数	单	双	有利于提高泵的效率
隔膜泄漏监测系统	靠补油时间	靠压力开关	灵敏、及时
补排油系统	系统复杂，有事故隐患	全机械免维护	无故障隐患
阀门工况监测系统	无	有	确保及时发现阀门内漏
进出口阀门的维护	复杂	简单	最短停车时间
远程监测	无	有	及时、在线
占地面积	高	低	节省投资
维护费用	高	低	节省费用
流体流向	自下向上	自上向下	避免沉降
泵速	高	低	整机和易损件使用寿命长