

发电行业阀门填料性能测试

作者: Ron Frisard, Mike Pelletier

AW Chesterton

这篇文章是在 2006 年“阀门世界”研讨会上发表的众多论文之一。2006 年 11 月在荷兰马斯特里赫特举办的 2006 年“阀门世界”研讨会吸引了来自世界各地的阀门专家,用户及制造商。六十多篇的论文在这次研讨会上发表,这些论文包括阀门质量、设计,控制阀/密封,标准化到阀门材料选择等主题。

您可以通过浏览我们的网站 <http://www.valve-world.net/expo2006/papersonline.aspx>, 阅读其他在 2006 年“阀门世界”研讨会上发表的论文。

摘要

当今发电行业阀门领域最重要的问题之一是填料性能及其摩擦覆盖区之间的平衡。我们已采用一种逻辑测试协议收集整个蒸汽热循环过程中阀门填料性能/摩擦值的相关数据。此项测试将侧重于不同的填料材料和设计。研究同时侧重于填料的摩擦系数与密封装置负载力比率的组合值之间的关系。这些数据或许可以帮助行业找到一个更好的阀门摩擦计算模型。此项测试的另一个重点是,即时加载弹簧的高度在密封装置负载降低后,为应对摩擦问题而重新拉至原来高度。我们应该利用目前最新的填料技术,它既可以提高 AOV/MOV 操作性,又不会影响阀门密封的长期有效性。

执行总结

此报告是对一项典型安全阀配置相应摩擦系数基准测定中四款 Chesterton 机械填料配置的评估。它旨在提供不同填料材料和配置情况下所执行实验室测试的相关数据。

测试包括一个三阶段测试计划。使用的密封环尺寸为 .750" X 1.250" X .250"。第一阶段旨在确定内部不加压或不润滑的周围环境中,各个指定填料配置的摩擦系数。第二阶段旨在确定 600° F 和 1550 PSIG 下两个热循环后的摩擦系数。第三阶段旨在确定完成第一和第二阶段后,向原始规格重新应用密封装置负载时的摩擦系数。在各个阶段中,将使用盘根螺栓内的应变计监视密封装置负载。

对机械填料组件在三个阶段测试计划中的密封能力操作表现、泄漏和摩擦系数进行评估。

5300GTPI/ONE-CI 的起始扭矩为 9 Ft-lbs。(2713 PSI 密封装置负载 = 1550 PSI x 1.75 SF) 五环填料配置在所有测试阶段都未出现泄漏。填料组件的整体高度为 1.25"。加固后的平均密封装置高度为 0.669"。测试第一阶段的平均摩擦系数为 $\mu = 0.252$ 。测试第二阶段的平均摩擦系数为 $\mu = 0.162$ 。测试第三阶段(最后阶段)的平均摩擦系数为 $\mu = 0.168$ 。三个阶段过程中,校准后盘根螺栓的平均密封装置负载记录为 1107 lbs/螺栓。

5300GTPI/1601 的起始扭矩为 9 Ft-lbs。(2713 PSI 密封装置负载 = 1550 PSI x 1.75 SF) 五环填料配置在所有测试阶段中表现良好。在最后 10 个操作循环过程中,测试第二阶段发现泄漏。在冷却阶段,发现损失 30 ml 水。更换液体并将填料重新拉至原来的 9 Ft-lbs 密封装置负载。测试继续进行并且未出现泄漏。填料组件的整体高度为 1.25"。加固后的平均密封装置高度为 0.635"。测试第一阶段的平均摩擦系数为 $\mu = 0.175$ 。测试第二阶段的平均摩擦系数为 $\mu = 0.140$ 。测试第三阶段(最后阶段)的平均摩擦系数为 $\mu = 0.175$ 。三个阶段过程中,校准后盘根螺栓的平均密封装置负载记录为 900 lbs/螺栓。

5800I 的起始扭矩为 9 Ft-lbs。(2713 PSI 密封装置负载 = 1550 PSI x 1.75 SF) 五环填料配置在所有测试阶段都未出现泄漏。填料组件的整体高度为 1.00"。加固后的平均密封装置高度为 0.520"。测试第一阶段的平均摩擦系数为 $\mu = 0.109$ 。测试第二阶段的平均摩擦系数为 $\mu = 0.075$ 。测试第三阶段(最后阶段)的平均摩擦系数为 $\mu = 0.083$ 。三个阶段过程中,校准后盘根螺栓的平均密封装置负载记录为 1150 lbs/螺栓。

5800TI 的起始扭矩为 9 Ft-lbs。(2713 PSI 密封装置负载 = 1550 PSI x 1.75 SF) 五环填料配置在所有测试阶段

都未出现泄漏。填料组件的整体高度为 1.00”。加固后的平均密封装置高度为 0.522”。测试第一阶段的平均摩擦系数为 $\mu = 0.089$ 。测试第二阶段的平均摩擦系数为 $\mu = 0.046$ 。测试第三阶段（最后阶段）的平均摩擦系数为 $\mu =$

LESLIE 阀门测试钻探平台

LESLIE AOV:
1500lb class Aeroflow



KEITHLEY 1800
AO 数据采集板

CELESCO:
PT1DC 4.5 至 40 VDC



SHRADER 波纹管电磁阀:
MOPD 75、11 瓦、电压
120/60 - 110/50、Orifice
3/32 - 3/32

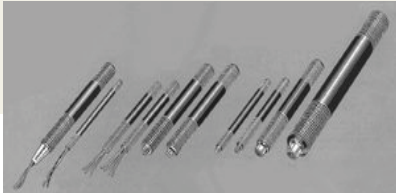


微型 E/P 传感器:
900X 型 CONTRO-
LAIR Inc



TESTPOINT 4.0 软件

STRAINERT ST:
Strainert ST 系列标准螺栓(ST-FB)
1/2-13NC x 4-1/2" lg. (350 ohm)



0.054。三个阶段过程中，校准后盘根螺栓的平均密封装置负载记录为 900 lbs/螺栓。

5800I (带即时负载) 的起始扭矩为 9 Ft-lbs。(2713 PSI 密封装置负载 = 1550 PSI x 1.75 SF) 五环填料配置在所有测试阶段都未出现泄漏。填料组件的整体高度为 1.00”。加固后的平均密封装置高度为 0.522”。测试第一阶段的平均摩擦系数为 $\mu = 0.130$ 。测试第二阶段的平均摩擦系数为 $\mu = 0.098$ 。测试第三阶段（最后阶段）的平均摩擦系数为 $\mu = 0.108$ 。三个阶段过程中，校准后盘根螺栓的平均密封装置负载记录为 1217 lbs/螺栓。

设备:

1. Leslie 1500lb AEROFLOW 控制阀
2. 900X 微型 E/P 传感器
3. Celesco PT1DC
4. Strainert ST 标准系列螺栓

5. Schrader 波纹管电磁阀
6. Test Point 4.0 软件
7. 电热丝 / 热电偶 / 压力传感器

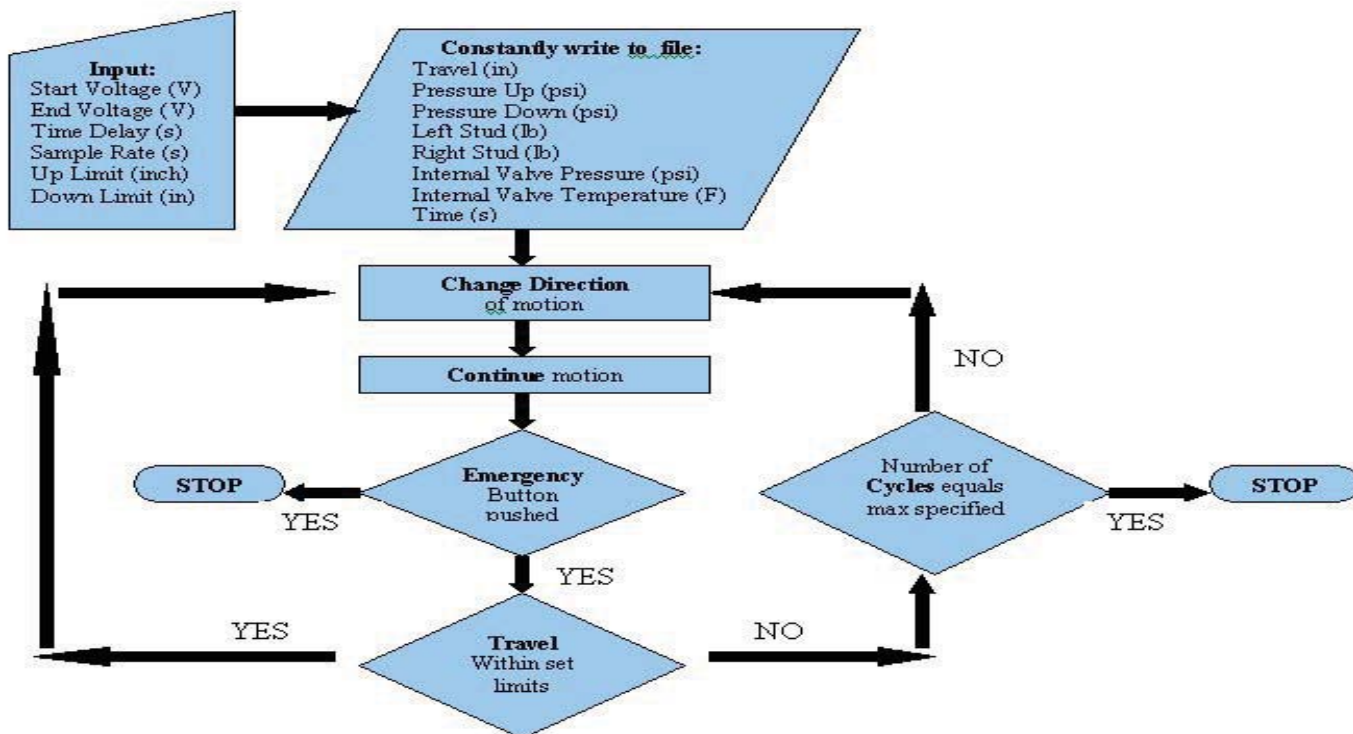
DA 软件:

Leslie AOV、微型 E/P 传感器、电磁阀、Celesco LVDT 和 Strainert 螺栓通过 PC 上的 Test Point 程序进行控制。用户界面很简单并且可以使用选项卡控制 - 技术人员可输入具体设置点和阀门传动参数。在“数据采集”设置中，技术人员应输入填料方式、循环数、调整输入压力 (psi)、起始 E/P 电压 (V)、终止 E/P 电压 (V)、电压阶跃之间的延迟 (s) 以及数据采集的采样率 (s)。设置参数后，可按“运行”按钮开始阀门传动。在阀门传动过程中，技术人员可通过 PC 屏幕查看实时阀门压力、温度、密封装置负载以及阀杆的线性距离。执行数据采集设置后，

程序会收集并存储技术人员选择的测试数据。

在“执行连续循环”选项中，技术员无需采集测试数据，即可连续操作阀门 100 个循环，以便累计指定时间内的最大线性距离。“执行连续循环”选项可以模拟阀门传动的现实情况。可在数据采集期间使用该选项以模拟执行时间的真实情况。这个程序简单而不繁复。它可以控制电磁的传动，使 Leslie 阀门在保持 Chesterton 阀门填料完整性的同时，以其最大速度运作。

通过信号采集和控制，所有机械和电动元件可以一起工作，创造一个方便使用的界面以驱动 Leslie AOV。要达到这个目的，控制箱和一块 DAQ 采集卡会用于接收和发送信号。驱动程序随同 DAQ 卡一起提



供。必须执行 5 次输入以读取盘根螺栓的电压、LVDT 以及压力传感器数，同时执行一次输出以控制微型 E/P 传感器。

Test Point 方块图可用于对摩擦测试的逻辑进行编程和执行，见上图。控制设备时，将应用布尔逻辑来比较实时输入。“连续循环”的逻辑不是很复杂。这个程序包括根据阀门位置驱动电磁，已达到最长的时间。

测试程序：

测试包括一个三阶段测试计划。第一阶段旨在确定内部不加压或不润滑的周围环境中，各个指定填料配置的摩擦系数。第二阶段旨在确定两个热循环后的摩擦系数。第三阶段旨在确定完成第一和第二阶段后，向原始规格重新应用密封装置负载时的摩擦系数。必须遵照 A.W. Chesterton 的安装指示完成填料组件的安装。

填料配置：

填料组件适宜个边准的五环填

料组件或一个四环楔形组件。

测试程序阶段一

干摩擦测试

目标：分析周围环境中摩擦系数的反复性。

参数

- Leslie Aeroflow 1500# 活塞式阀
- 温度和压力：75 ° F & 0 PSIG
- 阀杆：8 - 15 rms
- 阀门传动：50 个循环（40 个循环为加固过程中，10 个为初始行程）

安装 / 加固

1. 用 Scotch Bright 尼龙轮清洗碎屑填料函和阀杆以清除所有石墨残渣
2. 根据 Chesterton 安装指示安装五环填料组件。将盘根螺栓旋紧至特定扭矩。
3. 填料加固（10 个循环 X 4）
4. 10 个循环 - 采集摩擦数据
5. 检查填料组件
6. 对测试数据进行分析 and 绘图（连续三次重复干摩擦测试，以便为填料方式创建相

一致的数据。完成数据创建后，进行湿摩擦测试。）

测试程序阶段二

湿摩擦测试

目标：确定填料适度加固以及蒸汽热循环后的摩擦系数。

参数

- 温度和压力：600 ° F & 1550 PSIG
- 阀杆：8 - 15 rms
- 阀门传动：200-300 个循环

安装 / 加固

1. 用 Scotch Bright 尼龙轮清洗碎屑填料函和阀杆以清除所有石墨残渣
2. 安装五环填料组件
3. 将盘根螺栓旋紧至特定扭矩
4. 填料加固（10 个循环 X 4 次）
5. 10 个循环 - 采集摩擦数据
6. 在 1550 psi 600 ° F 下采集 10 个循环的数据
7. 驱动阀门 100 个循环
8. 在 100 个循环后采集 10 个循环的数据
9. 系统冷却后，在 75 ° F / 0 PSIG 下采集 10 个循环的数据

10. 重复步骤 5-9

在第二次冷却后检查扭矩，并执行最后一个阶段。

测试程序阶段三

重新扭紧测试

参数

- 温度和压力：ATM
- 阀杆：8 - 15 rms
- 阀门传动：10 个循环

安装 / 加固

11. 检查负载密封装置。
12. 将密封装置扭紧至原始负载
13. 驱动阀门 10 个循环并采集数据

经测试产品：

1. 方形膨胀石墨带 编织石墨纤维端环

标准 5300 / 一型填料材料

5 个横截面高度

摩擦静态系数 .15

摩擦动态系数 .10

最小密封装置负载 1400 PSI

阻蚀剂

2. 方形膨胀石墨带 编织、镍丝增强石墨带

5300 膨胀石墨环

1601 端环

5 个横截面高度

摩擦静态系数 .15

摩擦动态系数 .15

最小密封装置负载 1400 PSI

阻蚀剂

3. 楔形膨胀石墨组件

5800 石墨环

4 个横截面高度

摩擦静态系数 .085

摩擦动态系数 .085

最小密封装置负载 1400 PSI

阻蚀剂

4. PTFE/石墨复合填缝剂楔形膨胀石墨

5800T 石墨和 PTFE 复合填料

4 个横截面高度

摩擦静态系数 .065

摩擦动态系数 .065

最小密封装置负载 1400 PSI

阻蚀剂

结果：

(1) 方形膨胀石墨带 编织石墨纤维端环

# SET	UP STROKE BREAK AWAY	DOWN STROKE BREAK AWAY	AVGERAGE BREAK AWAY
1ST	0.245	0.235	0.240
2ND	0.221	0.229	0.225
3RD	0.260	0.270	0.265
AVERAGE	0.242	0.245	0.243

AFTER THERMAL (A)			
# SET	UP STROKE BREAK AWAY	DOWN STROKE BREAK AWAY	AVG BREAK AWAY
1ST	0.149	0.180	0.166
2ND	0.137	0.176	0.157
AVERAGE	0.143	0.178	0.161
RETORQUE	0.150	0.181	0.166

(2) 方形膨胀石墨带 编织、镍丝增强石墨带

DRY (B)			
# SET	UP STROKE BREAK AWAY	DOWN STROKE BREAK AWAY	AVERAGE BREAK AWAY
1ST	0.201	0.198	0.200
2ND	0.152	0.160	0.156
3RD	0.162	0.170	0.166
AVERAGE	0.172	0.176	0.174

AFTER THERMAL (B)			
# SET	UP STROKE BREAK AWAY	DOWN STROKE BREAK AWAY	AVERAGE BREAK AWAY
1ST	0.130	0.139	0.135
1ST RT	0.160	0.170	0.165
2ND	0.157	0.165	0.161
AVERAGE	0.144	0.152	0.148
RETORQUE	0.160	0.171	0.166

(3) 楔形膨胀石墨组件

DRY (C)			
# SET	UP STROKE BREAK AWAY	DOWN STROKE BREAK AWAY	AVERAGE BREAK AWAY
1ST	0.083	0.091	0.087
2ND	0.119	0.115	0.117
3RD	0.110	0.096	0.103
AVERAGE	0.104	0.101	0.102

AFTER THERMAL (C)			
# SET	UP STROKE BREAK AWAY	DOWN STROKE BREAK AWAY	AVERAGE BREAK AWAY
1ST	0.080	0.078	0.079
2ND	0.077	0.075	0.076
AVERAGE	0.079	0.076	0.077
RETORQUE	0.077	0.091	0.084

(4) PTFE/石墨复合填缝剂楔形膨胀石墨

DRY (D)			
# SET	UP STROKE BREAK AWAY	DOWN STROKE BREAK AWAY	AVERAGE BREAK AWAY
1ST	0.089	0.097	0.093
2ND	0.070	0.075	0.073
3RD	0.070	0.084	0.077
AVERAGE	0.076	0.085	0.081

AFTER THERMAL (D)			
# SET	UP STROKE BREAK AWAY	DOWN STROKE BREAK AWAY	AVERAGE BREAK AWAY
1ST	0.042	0.059	0.051
2ND	0.038	0.055	0.047
AVERAGE	0.040	0.057	0.049
RETORQUE	0.050	0.065	0.058

(5) 实时加载楔形膨胀石墨组件

DRY (E)			
# SET	UP STROKE BREAK AWAY	DOWN STROKE BREAK AWAY	AVERAGE BREAK AWAY
1ST	0.123	0.122	0.123
2ND	0.132	0.122	0.127
3RD	0.141	0.120	0.131
AVERAGE	0.132	0.121	0.127

AFTER THERMAL (E)			
# SET	UP STROKE BREAK AWAY	DOWN STROKE BREAK AWAY	AVERAGE BREAK AWAY
1ST	0.077	0.133	0.105
2ND	0.090	0.102	0.096
AVERAGE	0.084	0.118	0.101
RETORQUE	0.115	0.108	0.112

结果总结：

DRY FRICTION RESULTS			
STYLE	UP STROKE BREAK AWAY	DOWN STROKE BREAK AWAY	AVG BREAK AWAY
Square Shaped Die Formed Graphite w/ Braided Graphite Filament End Rings	0.242	0.245	0.243 (1)
Square Shaped Die Formed Graphite w/ Braided, Inconel wire reinforced Graphite Tape	0.172	0.176	0.174 (2)
Wedge Shape Die Formed Graphite Set	0.104	0.101	0.102 (3)
Wedge Shape Die Formed Graphite Set w/ Hybrid PTFE/Graphite Sealants	0.076	0.085	0.081 (4)
Wedge Shape Die Formed Graphite Set LIVE LOADED	0.132	0.121	0.127 (5)

AFTER THERMAL CYCLE, FRICTION RESULTS			
STYLE	UP STROKE BREAK AWAY	DOWN STROKE BREAK AWAY	AVG BREAK AWAY
Square Shaped Die Formed Graphite w/ Braided Graphite Filament End Rings	0.143	0.178	0.1605 (1)
Square Shaped Die Formed Graphite w/ Braided, Inconel wire reinforced Graphite Tape	0.144	0.152	0.148 (2)
Wedge Shape Die Formed Graphite Set	0.077	0.091	0.084 (3)
Wedge Shape Die Formed Graphite Set w/ Hybrid PTFE/Graphite Sealants	0.050	0.065	0.058 (4)
Wedge Shape Die Formed Graphite Set LIVE LOADED	0.115	0.100	0.112 (5)

结论：

Chesterton 使用逻辑协议以采集干燥及蒸汽热循环条件下的阀门填料性能 / 摩擦系数数据。测试证明结果精确，并与其机械和化学构造相一致。本测试针对 A.W. Chesterton 提供的不同填料材料和设计。数据再次表明实时加载直接影响已安装填料组件上的力稳定性。该数据有助于确定阀门摩擦测算及阀门维护的更佳方式。

- Up Stroke Break Away = 上冲程滑动摩擦
- Down Stroke Break Away = 下冲程滑动摩擦
- AVG Break Away = 平均滑动摩擦