

多种流量伺服阀的阀口形状在相同压力，相同直径、相同行程下的流量变化的研究

罗荣海 胡栋钊 陆佳成
浙江春晖智能控制股份有限公司 浙江 绍兴 312300

摘要：本论文旨在研究流量伺服阀的阀口形状在不同压力下，相同直径（不大于20mm）、相同行程下的流量差异。通过理论分析、实验测量和数据分析，本文深入探讨了阀口形状对伺服阀流量特性的影响，特别是压力在1bar的条件下，为伺服阀的优化设计和选型提供了有力支持。

关键词：流量伺服阀；阀口形状；压力；流量差异；优化设计；阀口直径

引言

伺服阀作为液压系统中的重要控制元件，其性能直接影响到整个系统的稳定性和精度。阀口形状作为伺服阀的关键设计参数之一，对流量特性具有显著影响。因此，研究多种流量伺服阀的阀口形状在相同压力、相同直径（不大于20mm）和行程下的流量差异具有重要意义。特别是压力在1bar，这种研究更具实际应用价值。

伺服阀阀口几何形状与流量特性的关联性

伺服阀的阀口形状决定了流体通过时的节流面积和流动路径，进而影响流体的流速和流量。常见的阀口形状包括锥形、球形、平口等。这些形状在设计和制造上各具特点，从而影响伺服阀在不同压力下的流量表现。特别是在阀口直径不大于20mm的条件下，阀口形状对流量的影响更为显著。

1 实验设计与方法

为了深入研究多种流量伺服阀的阀口形状在1bar压力下、相同直径（不大于20mm）和行程下的流量差异，本文设计了如下实验：

1.1 实验设备：采用高精度伺服阀测试台，能够模拟相同压力条件下的流量测试，且压力为1bar。

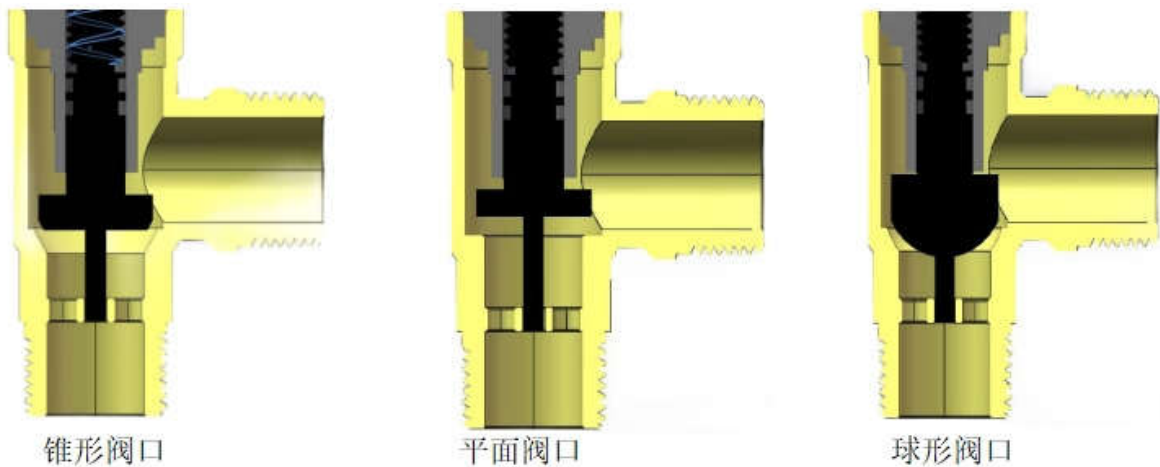
1.2 实验样本：选取具有不同阀口形状的伺服阀作为研究对象，确保所有伺服阀的阀口直径不大于20mm，并具有相同的行程。

1.3 实验步骤：在1bar的压力下，已伺服阀，对每种伺服阀进行流量测试，记录并分析数据。

2 实验结果与分析

通过实验测量，本文得到了不同阀口形状的伺服阀在不同压力下的流量数据。以下是对实验结果的详细分析：

2.1 锥形阀口伺服阀的流量特性



锥形阀口伺服阀在阀口直径不大于20mm，压力为1bar，在按伺服执行器每次动作50步行程变化下，具体数据如表1所示

表1 锥形阀口伺服阀流量数据表

锥形60°角阀口流量测试 (压力: 1bar)		
序号	步数	流量
1	0	0
2	50步	1.7 L/min
3	100步	3.33 L/min
4	150步	5.43 L/min
5	200步	7.88 L/min
6	250步	9.73 L/min
7	300步	11.73 L/min
8	350步	13.7 L/min
9	400步	15.85 L/min
10	450步	17.67 L/min
11	500步	19.77 L/min
12	550步	21.4 L/min
13	600步	23.6 L/min
14	650步	24.77 L/min
15	700步	26.67 L/min
16	750步	28.05 L/min

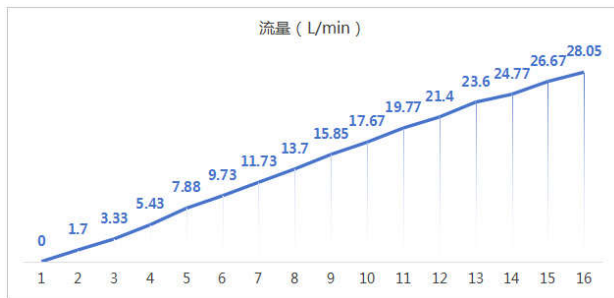


图1

如图1中所详细展示的那样,在1 bar的水压条件下,流量的变化与阀口的开度变化之间呈现出一种明显的线性关系。具体而言,随着阀口开度的逐渐增大或减小,流量也相应地按照一定比例增加或减少,这种变化趋势在图表上表现为一条平滑且几乎没有曲折的直线形态。这种线性关系不仅直观易懂,而且具备较为显著的比例特性,意味着在实际应用中,通过调节阀口的开度,可以较为精确地控制流量的变化,从而实现对流体系统的有效管理和调控^[1]。

2.2 平面阀口伺服阀的流量特性

平面阀口伺服阀在阀口直径不大于20mm,压力为1bar,在按伺服执行器每次动作50步行程变化下,具体数据如表2所示

如图2中所详细展示的那样,在1 bar的水压条件下,我们可以观察到,初始阶段在阀口发生变化的情形下,流量的变化幅度相对较小,表现出一种较为平稳的趋

势。然而,随着阀口变化的持续进行,中间阶段的流量变化幅度开始显著增大,呈现出较为剧烈的波动状态。值得注意的是,当系统达到最大流量时,所需的行程变化却相对较小,这一特点在图中得到了清晰的体现。整体来看,流量随阀口变化而呈现出的曲线形态,类似于一种半正态分布的状态,这种分布特征在实验数据和图形展示中均得到了充分的验证^[2]。

表2 平面阀口伺服阀流量数据表

平面阀口流量测试 (压力: 1bar)		
序号	步数	流量
1	0	0
2	50步	0.47 L/min
3	100步	1.08 L/min
4	150步	3.83 L/min
5	200步	7.65 L/min
6	250步	11.25 L/min
7	300步	16.37 L/min
8	350步	20.3 L/min
9	400步	23.88 L/min
10	450步	27.4 L/min
11	500步	28.05 L/min

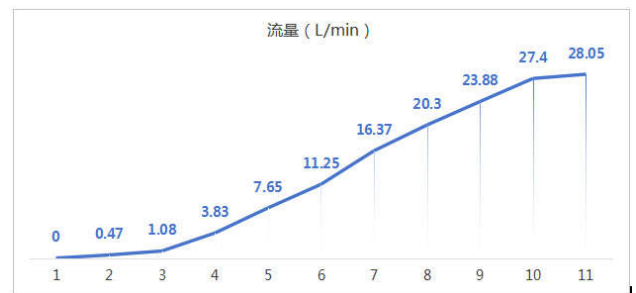


图2

2.3 球形伺服阀口的流量特性

球形阀口伺服阀在阀口直径不大于20mm,压力为1bar,在按伺服执行器每次动作50步行程变化下,具体数据如表3所示

表3 球形伺服阀流量数据表

球形阀口流量测试 (压力: 1bar)		
序号	步数	流量
1	关闭	0
2	缩回50步	1.13 L/min
3	缩回50步	1.73L/min
4	缩回50步	3.83 L/min
5	缩回50步	5.9 L/min
6	缩回50步	7.63 L/min
7	缩回50步	10.25 L/min

续表:

球形阀口流量测试 (压力: 1bar)		
序号	步数	流量
8	缩回50步	12.2 L/min
9	缩回50步	14.08 L/min
10	缩回50步	16.58 L/min
11	缩回50步	18 L/min
12	缩回50步	20.05 L/min
13	缩回50步	22.45 L/min
14	缩回50步	24.9 L/min
15	缩回50步	27.85 L/min
16	缩回50步	28.05 L/min

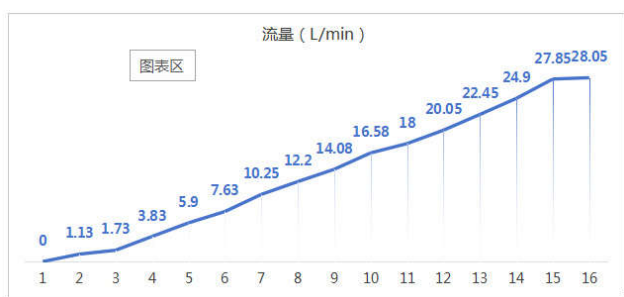


图3

如图3中所详尽展示的那样, 在1 bar的水压条件下, 与图1进行对比, 我们可以明显观察到线性状态并没有图1中表现得那么理想和优良, 线性度有所下降, 曲线的平滑性和直线性都受到了一定程度的影响。而相对于图2来说, 流量的变化则显得较为平稳和缓和, 整体波动较小, 曲线走势相对稳定。然而, 值得注意的是, 在接近最大流量的临界点时, 流量的变化幅度却变得非常微小, 几乎趋于平稳, 没有出现显著的波动或突变, 这一点在图3中得到了清晰的体现^[3]。

3 结论与展望

本研究借助实验测量与数据分析方法, 深入探究了多种流量伺服阀在相同直径 (不大于 20mm) 及行程、不同压力条件下, 阀口形状所导致的流量差异。

研究结果显示:

3.1 60°角锥形阀口的线性特性曲线较为直观, 其开度与流量基本呈等比变化。该阀口的优势在于控制简便、可预测性强, 利于实现较为精确的比例调节, 故而更适用于压力负荷稳定的简单系统。

3.2 平面阀口的快开特性与之迥异, 其在小开度时即可发挥微调作用, 随后能够实现快速响应。然而, 其劣势为几乎不具备调节功能, 仅适用于短行程切断阀, 不适用于精细化过程控制。

3.3 球形伺服阀口的整体流量曲线与平面阀口相似, 但流量变化相对平缓, 在达到最大流量前, 存在一段流量变化较小的区间。

未来研究可进一步探讨不同材料、制造工艺以及润滑条件对伺服阀流量特性的影响, 尤其是在更小阀口直径和更高压力条件下的情况。同时, 可将研究成果应用于实际液压系统, 验证其有效性与可靠性, 为伺服阀的优化设计与选型提供更为全面的支撑。

参考文献

[1] 龚飞鹰. 控制阀实用手册. [J]. 化学工业出版社, 2015(10):36-38.
 [2] 陆培文. 实用阀门设计手册 (第4版). [J]. 机械工业出版社, 2020(5):28-29.
 [3] 杨源泉. 阀门设计手册. [J]. 机械工业出版社, 1992(32):34-35.