

“呼吸机及关键部件攻关与应用-呼吸机用微型比例阀攻关与应用”成果登记 公示信息

成果名称:	呼吸机及关键部件攻关与应用-呼吸机用微型比例阀攻关与应用
完成单位:	深圳垦拓流体技术股份有限公司
完成人员:	张成,肖茜元,柳锦,张力,张毅,赵允良,覃永通,汤阳,邹攀,丁林,张雨,周卫德,李森泉,李卓耕
研究起止日期:	2021-06-01 至 2023-05-31
主要应用行业:	制造业
高新技术领域:	生物医药与医疗器械
评价单位:	中国机械工业联合会
评价日期:	2023-12-21
成果简介:	<p>一、课题来源及背景</p> <p>本课题为《2021 年产业基础再造和制造业高质量发展专项》呼吸机及关键部件攻关与应用项目下属的子项目。在 2022 年 7 月, 国家产业基础专家委员会《产业基础创新发展目录(2021 年版)》将比例阀列为我国高性能医疗器械领域基础零部件和元器件。《产业基础创新发展目录(2021 年版)》, 高性能医疗器械领域, 基础零部件和元器件第 16 项, 呼吸机比例阀。而我国做为全球人口大国, 为保障人民群众的生命安全, 对于国产医用呼吸机的需求量极高。</p> <p>二、技术原理及性能指标</p> <p>(一) 技术原理</p> <p>1.本技术提供了一种比例阀, 包括阀体、阀芯、动铁芯、膜片以及驱动机构; 所述阀芯设置于阀体的一端且与阀体之间形成</p>

有公共腔室,所述动铁芯设置于公共腔室内部以将公共腔室分为上腔室和下腔室,所述动铁芯上开设有用于连通上腔室和下腔室的导气孔,所述阀芯上开设有与下腔室连通的第一气体输送通道,所述阀体上分别开设有与上腔室连通的进气通道和第二气体输送通道,所述膜片设置在动铁芯上且具有相对的第一端和第二端,所述膜片的第一端与第一气体输送通道对位,所述膜片的第二端与第二气体输送通道对位,所述驱动机构用于驱动动铁芯在公共腔室内往复运动。

2.提供了一种气体比例控制系统,包括气体比例控制单元以及控制器,所述气体比例控制单元包括上述所述的比例阀,所述驱动机构与控制器电性连接。

(二) 性能指标

1.流量范围 $\geq 120\text{L}/\text{min}(2.0\text{bar 压力})$;

2.响应时间 $\leq 10\text{ms}$;

3.泄露 $\leq 0.6\text{ml}/\text{Min}$ (6.0bar 压力)。

三、技术的创造性与先进性

本技术的目的在于提供一种比例阀及气体比例控制系统,以克服现有气体比例控制系统中所使用的比例阀无法实现双向分配气体,从而限制了气体比例控制系统应用范围的技术问题。

(一) 比例电磁阀流量和电流的线性关系研究

通过大量的工程实验,首先形成了电磁系统的设计数理模型,结合电磁仿真及计算的匹配框架,构建了比例电磁阀的开度与流量的线性关系、开度和压力平衡的变化关系。同时,根据弹片弹性系数曲线和计算实验数据,结合仿真参数形成电流-电磁

力-开度的关联关系，最终实现了呼吸机用比例电磁阀流量和电流的线性设计。此外，公司开发了专用的比例电磁阀装配、调试、测试系统，实现了比例电磁阀关键性能参数及曲线实时调整及补偿控制流量和电流的线性关系。公司部分高端产品实现了每 mA 电流 1L/min 流量以内的高分辨率。

（二）比例电磁阀的可靠性研究

针对会长期动作疲劳的零部件，通过应力分析，对如膜片、弹片等材料进行了系统的动作疲劳研究，提出膜片材料的优化、弹片材料加工及后处理专项课题，形成了有效数据及理论支撑，再结合比例电磁阀的可靠性验证模型进行有效的失效模式分析研究，从而实现比例电磁阀的可靠性以及精度要求，使用寿命超过 1 亿次。

（三）比例电磁阀的响应时间研究

通过对呼吸机用比例电磁阀的内部平衡设计、线圈电磁力的设计，对过程动作阻力进行了深入研究，并提出了优化模型。同时，在此基础上，对比例电磁阀相应结构模块进行了特殊处理工艺，如对膜片以及光圈的表面处理工艺、导磁材料的导磁特性处理工艺、结构动作零件的特殊加工工艺，从而实现比例电磁阀在不同压力、不同应用域段的快速响应。公司部分高端产品的阶跃响应时间可达到 10ms 以内，满量程磁滞可达到 15%以内。

（四）比例电磁阀的密封泄漏控制研究

对于呼吸机用比例电磁阀的密封泄漏控制，针对比例电磁阀的密封特性，公司建立了生产场地和设施，同时采用了不同于常规电磁阀的生产组装工艺，在装配过程中实时测试比例电磁阀的

密封泄漏情况，从而对密封力进行精密调节补偿，实现比例电磁阀的低泄漏率。

四、技术的成熟程度，适用范围和安全性

呼吸机用先导式比例电磁阀作为呼吸机的关键核心零部件，对呼吸机的安全可靠运行起至关重要的作用，需要具备精确、稳定、快速的气体流量调节功能，同时具备非常高的可靠性和安全性，在长时间运行过程中，若泄漏或流量偏差较大，可能会对患者造成一定的伤害。因此，呼吸机比例电磁阀的开发难度较大，国外品牌产品在国内市场占据主导地位。呼吸机比例电磁阀长期受 Norgren（英国）、Parker（美国）、Camoszi（意大利）三家公司垄断。我公司于 2020 年开始医用呼吸机比例阀的研发，并于 2023 年取得该产品发明专利，打破了国外垄断。

五、应用情况及存在的问题

（一）应用情况

1.实现年产能 ≥ 1200 套，并已实现产业化应用，项目期内订单交付量 8000 套。

2.我公司开发了呼吸机比例电磁阀全参数性能检测系统，采用 PWM 调制和电流两种控制模式，开发相应的软件和算法，实现比例电磁阀启动电流、流量、磁滞、重复精度等参数的自动检测和判定。

（二）存在的问题

在品牌影响力、技术创新、产品质量等方面与一些国际知名品牌相比还存在一定差距，需要进一步提升竞争力。