

编号：

市属高校产学研成果申请书

项目名称： 新型气-液增压缸的设计研发

项目负责人： 盖超会

申报类别： 转化型成果

申报单位： 武汉软件职业学院（盖章）

合作单位： 武汉鑫丞智能制造技术有限公司（盖章）

申报日期： 2016 年 5 月

武汉市教育局制

编写说明

1.市属高校产学研成果申请书编写要求：

（1）总体目标集中、明确、可考核，要充分考虑技术、经济等方面的可行性；

（2）研究任务和内容重点突出，设置合理；

（3）所选定的技术路线切实可行，关键点突出、创新点明确；

（4）配套条件落实；

（5）经费预算根据充分，支出合理，符合有关规定，配套经费落实；

（6）相关证明文件等附件齐全。

2.提供的资料、数据必须真实准确，不得弄虚作假。

3.涉及到外文缩写要注明全称。

4.页面不敷可自行加页。

5.采用 A4 纸打印，装订整洁，一式 5 份。

6.申请书须加盖学校及合作单位公章方为有效。

项目基本信息

成果 负责人	姓名	盖超会	性别	女	出生年月	1977 年 11 月
	本科以来学历/学位经历(包括毕业时间、专业、学历、学位)	1995.9-1999.7 合肥经技术学院 工业自 自动化专业 本科、学士 2005.9-2007.12 华中科技大学 轮机工 程专业 研究生、硕士			职称	副教授
					职务	
	主要科研经历及成果	1、2010-2013 年, 参与冲击气缸的研究, 以第三发明人申请发明专利三 项, 已投入实际生产, 已在数十个单位应用。 2、2014-2016, 主持湖北省教育厅科研课题《缸阀集成式双向冲击气缸 的研发》, 以第一发明人申请发明专利一项, 处于可靠性试验阶段。 3、2015 年, 申请计算机软件著作权: 生产线控制程序系统 V1.0				
	联系电话	13469960059		E-mail	2412925745@qq.com	
起始时间	2016 年 10 月 1 日		终止时间	2018 年 3 月		
成果类型	2.应用开发					
技术领域	3.智能制造					
主要研究 内容(100 字以内)	在前期已实现的气-液增压缸软到位和旁路能量释放两项关键技术, 加工完成试验机 的基础上, 为后续投入生产做以下研究: 1、完善增力自适应关键技术; 2、根据新技术 制作试验样机; 3、搭建实验平台进行性能和可靠性试验。					
主要考核 目标及技 术经济指 标(100 字 以内)	填补国内增力自适应技术空白, 设计配套实验平台对增压缸进行性能测试, 实现新 型气-液增压缸国内加工制造。					
预期主要 成果形式	2.新产品					
预期取得 专利	2.国内发明专利					
其他需要 说明事项						

主要研究人员

序号	姓名	年龄	学历	职称	从事专业	工作单位	在项目中承担任务及作用	本人签名
1	盖超会	39	硕士	副教授	机电控制	武汉软件工程职业学院	整体协调，技术把关，转化应用	
2	王成刚	42	博士	副教授	化工机械	武汉工程大学	技术研发	
3	侯宇翔	37	本科		企业管理	武汉鑫丞智能制造技术有限公司	转化应用	
4	廖才锋	36	本科	智能模具课课长	模具制造自动化	武汉富士康科技有限公司	性能测试	
5	张博	24	研究生		化工机械	武汉工程大学	技术研发	
6	李云平	31	研究生	讲师	机械制造	武汉软件工程职业学院	技术研发	

（一）立项依据（意义和必要性，国内外现状和技术发展趋势，市场需求及竞争态势分析）

1.1 意义和必要性

在机械化与自动化飞速发展的今天，气液增压技术已被广泛应用在生产自动化的诸多领域，它综合了气动与液压传动二者优势，其低能耗、低污染、高效率的特点更是得到现代化工业生产的广泛青睐，是现代工程中理想的驱动技术。

作为气—液增压技术的代表，气-液增压缸采用力的平衡原理，通过调节活塞与活塞杆面积比（即增压比）实现以节能环保的低压气体输出高油压推动活塞杆冲压工件；新型气-液增压缸综合了气动与液压技术的双重优势，节能环保，操作简单，适用于大规模大批量自动化的现代工业生产领域，拥有很高的经济效益和市场前景，普遍适用于各类冲压加工行业。

本研究对新型气-液增压缸的实验研究对进一步优化及研究气-液增压缸并推动高精度气液增压设备国产化有着重要意义。

1.2 国内外现状和技术发展趋势

相比于国外成熟的气液增压技术而言，国内技术刚刚起步，在冲压精度、工作稳定性、疲劳寿命以及冲压关键技术方面亟待提高。图 1 所示为国产气-液增压缸工作原理图，图 2 所示为国外气-液增压缸工作原理图。

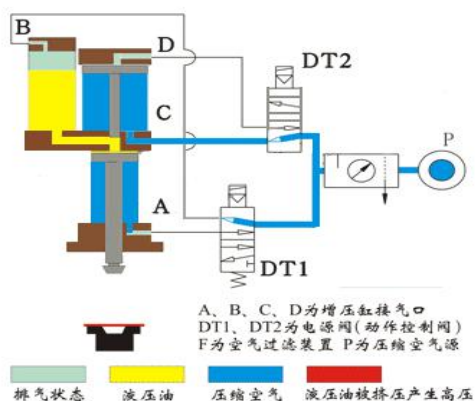


图 1 国产气-液增压缸原理、结构图

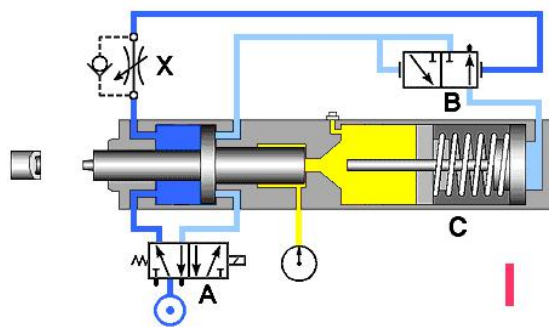


图 2 国外气-液增压缸原理、结构图

国内外气液增压缸对比，区别主要在于两点：（1）国内增压缸增压自适应技术是由如图 1 中 DT2 电磁阀控制，以及位移传感器监测实现的。而国外增压缸仅仅由

一个特制二位三通全自动控制，如图 2 中 B 阀，不仅节能环保节省人力物力，而且增压精度及稳定性均高于国内同类产品。（2）国内增压缸油腔多采用外挂方式且与气体直接接触，体积大，重量也大，且工作时高压气体融入液压油中产生气泡，当液压缸压力增大时极容易出现气蚀，压力不稳等现象，如图 1 中油缸 B。国外同类产品中油气分离且气缸-油缸一体化的设计，不但占地面积小，重量轻，而且因工作时油液完全处于密封油腔中，不与缸内外界气体接触，故不会出现高压气体以气泡形式出现在油液中，导致冲压力不稳，精度不高的情况。

1.3 市场需求及竞争态势分析

气液增压缸大规模大批量应用在自动化的现代工业生产领域，适用于各类冲压加工行业，国外产品可靠性高但价格较高，根据前期调研，富士康是最大的潜在需求客户。已与富士康的技术人员有过多次前期接触，也到富士康厂区考察过他们正在使用的气液增压缸，基本被国外产品多垄断。

但富士康对供应商的要求相对较高，需要提供大量技术资料及安全测试，本产品的研发从研制出成品到正式应用还有大量的测试性工作要做。

（二）基础条件（前期所取得的成果或技术、工艺情况，国内外在该技术领域的专利情况，现有技术基础和工作基础：包括相关领域的试验及示范基地建设情况，研究开发队伍和产学研结合等情况）

2.1 项目前期研究成果

气-液增压缸前期已做了大量准备和研究工作，气-液增压缸发明专利正在申请过程中。主要包括以下五个方面：

1、提出设计思路。研究前期查阅大量相关研究文献，分析气-液增压缸发展趋势以及技术应用，掌握国内外气液增压技术概况，研究现有气-液增压缸的工作原理，并针对增压缸设计制造中的主要技术难点，提出研究方法气-液增压系统的关键技术及实现方法。

2、解决了增压缸气液特性研究问题。对气-液增压缸进行数学建模，并在该模型的基础上通过仿真计算得出增压缸的运动特性。通过对增压缸内液压缸体壁厚及液压活塞杆强度进行设计计算，提出一套可靠的增压缸设计加工参数，。

3、初步解决增压缸增力自适应问题。以气-液增压缸内置执行阀为研究对象，对该执行气控阀进行了建模与仿真。得出其位移、压力、质量流量及焓流量曲线的动态特性。结果表明计算结果与仿真分析数据误差小，结构可靠，。

4、研究新型气-液增压缸的动态特性。通过利用 AMESim 软件合理的建模和参数设置得出在一个工作周期内，增压缸各项参数的动态特性曲线。着重分析了快进行程、不同气源压力、复位弹簧弹性系数对增压缸动态特性的影响。

5、已经加工增压缸试验机。如图 3 所示，利用高速相机记录数据，得到增压缸不同压力下冲头的实际位移、速度及加速度曲线，通过实验测试验证了本研究设计的可行性。



图 3 气-液增压缸样机

2.2 国内外在该技术领域的专利情况

国外气-液增压方面专利主要由德国 TOX 公司以及日本 SMC 公司持有，专利内容主要包含增压缸三个关键技术：软到位技术、增力自适应技术、旁路能量释放技术。

国内气-液增压方面专利主要集中在旁路能量释放技术和软到位技术，增力自适应技术不多。

2.3 现有技术基础和工作基础

1、课题研究人员有丰富的气缸研究设计经验，已研制出冲击气缸并投入实际应用，申请发明专利 3 项，已申请湖北省产学研项目已获得立项。研制的双向冲击气缸已申请发明专利一项，处于可靠性试验阶段。气-液增压缸发明专利正在申请过程中。

2、合作企业武汉鑫丞智能制造技术有限公司成果转化经验丰富，以成功实施湖北省科技成果大转化工程一项。

（三）研究目标及主要研究内容（研究目标、主要内容、关键问题、技术特点和创新点）

3.1 研究目标

主要分为三点：

- 1、完善气-液增压缸关键技术：增力自适应技术。
- 2、加工增压缸样机及配套实验平台对其进行试验研究。
- 3、设计生产出满足工厂现代化加工要求的新型气-液增压缸投入实际应用，主要技术参数国外同类产品。

3.2 研究主要内容

1、完善现有的增力自适应技术

该技术主要应用于增压缸快进行程到增力行程转换控制。当增压缸工作活塞杆经过快进行程而贴合到工件上后，增压活塞腔容积将暂时固定，而此时其内部气压将很快达到气源压力，此时达到气源压力的气体将经由气路打开增压缸内置的气控执行阀，气体进而推动增压活塞杆下压至油腔中，完成增压冲程。

目前的研究虽然取得一定成果，但部分技术参数实现不够理想，增力自适应技术自动控制程序无法实现。

2、加工增压缸样机及配套实验平台

在研究过程中，实验系统的建立具有极为重要的意义，它对于不确定因素的实验近似、数学模型的验证以及产品的性能评估起到决定性的作用。首先实验系统的整体构成及布局，测试的参数及目的，如压力的测试、位移的测试、冲击能的测试等，然后再将实验结果与仿真结果及预期结果比较。如果仿真结果与实验结果吻合较好，而且其变化趋势符合理论分析的预测，那么由此可确认缸阀集成式双向冲击气缸作出的假设及在此基础上建立的数学模型是有效的。

3、设计生产出新型气-液增压缸投入实际应用

虽然目前已经加工出增压缸样机，但实际应用中工厂冲压零件种类繁多，厚度不一。因此需要再进一步地对各种常用板材及不同气源压力进行冲压试验。还需对气-液增压缸进行疲劳寿命测试试验，解决未发现的问题，因此需要设计专门的气-

液增压缸实验平台，模拟工厂高强度环境，进行参数测试实验，根据得到的气-液增压缸工作时冲头位移、压力等数据进一步完善，研制出满足工厂现代化加工要求的新型气-液增压缸投入实际应用。

3.3 研究关键问题

- 1、增力自适应技术，实现增力自适应技术自动控制程序。
- 2、实验测试系统的搭建：如何在利用开发实验系统的经验基础上，搭建高效的试验实验平台，将成为本项目的重点与难点。
- 3、气-液增压缸可靠性的评估。在搭建的实验系统的基础上，选择合适的实时的控制系统，实施性能评估与加强寿命测试，将是本项目的重中之重。

3.4 研究技术特点和创新点

技术特点：

在前期研究得到的尺寸数据基础上进一步通过实验验证气-液增压缸可靠性。

- 1、制造新型气-液增压缸试验机，搭建增压缸实验平台，通过实验测得的数据得到新型气-液增压缸动态特性
- 2、通过 Hotshot SC 工业高速摄像机对增压缸冲头位移、速度、加速度进行准确测量，通过分析测得每个阶段的数据，得到增压缸各个行程的动态特性，并通过测量工件位移量来计算增压缸冲头工作时的实际压力。
- 3、将新型气-液增压缸实际测得的参数与国外某型气-液增压缸产品说明中参数进行对比，确定重新优化设计后的新型气液增压缸的冲压性能参数。

创新点

增力自适应技术 (涉及到专利，无法详细描述)。

（四）研究路径与方法

本项目将采用理论分析、数值模拟和实验研究相结合的方法展开该项目研究。

1、理论研究

在现有理论研究数学建模的基础上，将利用机械科学、信息科学、材料科学及现代数学、物理等现代科学技术的理论与方法，对气动元件结构及气动系统进行深入的研究，对软件建模及实验研究整体增压缸的动态特性进行优化，为气动工程提供新理论、新技术和新方法，同时发展完善气动技术的学科体系。

2、数值模拟

基于对不同气-液增压缸气缸结构形式、不同供气压力条件下等因素的分析，运用流体力学、振动冲击力学与控制理论学等相关理论，建立合适的理论数值模型，进行反复的数值模拟计算及优化，依据计算所得气体压力变化情况对其进行评价预估。

3、实验研究

虽然目前已经加工出增压缸样机，但实际应用中工厂冲压零件种类繁多，厚度不一。因此需要再进一步地对各种常用板材及不同气源压力进行冲压试验。还需对气-液增压缸进行疲劳寿命测试试验，解决未发现的问题，设计专门的气-液增压缸实验平台，模拟工厂高强度环境，进行参数测试实验，根据得到的气-液增压缸工作时冲头位移、压力等数据进一步完善，研制出满足工厂现代化加工要求的新型气-液增压缸投入实际应用。

（五）预期成果（成果的形式，应用和产业化前景分析，可能取得的专利及知识产权分析）

5.1 成果形式

本项目的研究成果是 1、设计生产出高精度的气-液增压缸；2、撰写论文；3、申请发明专利。

5.2 应用和产业化前景分析

项目的成果，将广泛应用于适用于各类冲压加工行业，尤其是武汉地区，比如富士康等加工制造类企业。

5.3 取得专利和知识产权分析

正在申请中专利《一种气-液增压缸的发明》，可以缩小增力自适应技术研究方面与国外的差距，填补国内技术空白。

（六）进度安排

开始时间	结束时间	工作内容及重点	总体进度
2016.10	2016.12	实现增力自适应技术 自动控制程序	20%
2017.1	2017.3	搭建气-液增压缸试验样品机	40%
2017.4	2017.6	搭建气-液增压缸试验平台	60%
2017.7	2018.3	气-液增压缸性能及可靠性试验	100%

(七) 经费预算			
申请经费	4 万元	校内配套经费	4 万元
合作方投入经费	3.5 万元	可能争取到的其他经费	万元
合计: 11.5 万元			
支出预算 (包括所有可得经费)			
支出项目	支出金额	支出理由	
会议费/差旅费	5000 元	前去委托单位调试费用	
出版物/文献/信息传播费	5000 元	核心期刊论文版面费	
发明专利申请费用	6000 元	发明专利申请费用	
增压缸内置气控阀加工制作费用	5000 元	加工增压缸内置气控阀, 每个 1000 元, 加工 5 个用于试验共 5000 元	
气-液增压缸样机加工制作费用	50000 元	加工气-液增压缸样机, 每个 10000 元, 加工 5 个用于试验共 50000 元	
测试平台制作费用	20000 元	用于测试气-液增压缸性能	
研讨会费用	6000 元	用于召开研讨会	
专家评审费用	8000 元	用于专家评审	
性能测试、试验费用	10000 元	用于气-液增压缸性能测试、试验	
(八) 校内主管部门意见 负责人签名: 部门公章 年月日	(九) 合作单位意见 负责人签名: 部门公章 年月日		(十) 学校意见 负责人签名: 部门公章 年月日

（十一）有关附件：1、前期科研成果的说明材料；2、相关技术领域的专利检索、查新报告等材料；3、合作单位基本情况（包括单位规模、性质、主要产品、资产、营业额、盈利、研发等情况）4.校企合作协议书（合同）

详情见附件。

- 1、前期科研成果的说明材料
- 2、合作单位基本情况
- 3、校企合作协议书

