

成果 登记	登记号	
	批准日期	

科学技术成果评价证书

中内学评字〔2020〕第 0008 号

成果名称：全可变液压气门技术开发与产业化

完成单位：龙口中宇热管理系统科技有限公司

评价形式：会议评价

组织单位：中国内燃机学会（盖章）

评价日期：2020 年 4 月 17 日

评价批准日期：2020 年 4 月 25 日



中国内燃机学会

二〇一九年制

简要技术说明及主要技术性能指标

全可变液压气门技术是内燃机节能减排的核心技术。针对国内外普遍采用高频电磁阀控制气门可变，而国产高频电磁阀存在一致性差、响应频率慢、不具备自主制造能力的问题。本项目研发以电控机械式控油阀为核心技术，且具有完全自主知识产权的全可变液压气门机构，突破制约我国内燃机行业全可变液压气门机构的发展瓶颈。实现了气门升程、配气相位和气门开启持续期的全可变，以及气门开启次数在运行条件下的快速平稳转换。本项目的技术特点和主要技术性能指标如下：

1. 技术先进性

(1) 用泄油时间可调的控油装置实现全可变气门技术，属国内外首创。

国内外全可变液压气门机构均采用 200Hz 以上的高频电磁阀作为控油装置，以实现气门机构的全可变。本项目采用泄油时间可调的机械式同步转子阀作为控油装置，实现气门机构的全可变。该机械式同步转子阀的转子与凸轮轴同步转动，从而保证泄油过程与凸轮轴同步；其泄油口位置可在 180°曲轴转角内连续可调，从而保证泄油时间的连续可调。与菲亚特 MultiAir 技术相比，该同步转子阀取代高频电磁阀作为全可变液压气门机构的核心技术，突破了高频电磁阀瞬态响应特性差的技术局限，具有高速适应性好、工作可靠、成本低廉、且具有自主知识产权的优势。

(2) 采用复合传动方式实现气门机构的柔性可变。

本项目研制的全可变液压气门机构，采用“凸轮传动+液压传动”的复合传动方式，实现了汽油机气门机构的柔性可变。该技术采用配气凸轮驱动气门开启及上升，利用液压流体的可流动性，控制液压系统的泄油，使气门下降并落座；通过改变液压流体的泄油时间，实现气门升程的连续可变、气门关闭角的连续可变。使全可变液压气门机构兼具传统配气凸轮的高速平稳性，又具有液压传动的柔性可变性能。

(3) 通过可变气门实现米勒/阿特金森热力循环，突破高效低排放关键技术。

通过全可变液压气门技术，有效压缩比实现连续可变，使发动机的膨胀比大于有效压缩比，实现阿特金森循环。阿特金森循环与增压技术、废气再循环(EGR)技术等一起控制着火始点、燃烧持续期以及缸内当量比，对燃烧历程进行有效控制，以实现低温燃烧达到高热效率和低排放的目的。

(4) 功能高度集成的全可变液压气门系统。

通过自主研发的控油阀实现进、排气门在发动机一个工作循环中进行多次开启,同时能够快速、平稳进行开启次数转换。在保证可变配气系统满足发动机高效低排放的同时,配合整机实现如排气制动、停缸运行等先进发动机技术。通过一个循环两次制动的工作模式,降低发动机气缸特别是喷油嘴的热负荷,提高各发动机零部件的工作使用寿命,提高可靠性、耐久性和经济性能。

2 主要技术指标

(1) 采用自主创新研制的控油装置替代高频电磁阀,实现进气门升程由 0 至最大设计升程的连续可变,气门关闭角和气门开启持续期的连续可变。实现了有效压缩比在较大范围内的连续可变,可根据运行工况使发动机进行不同强度米勒循环的无级连续可变。

(2) 采用电控方式,使全可变液压气门系统能够完全取代节气门,实现汽油机进气控制方式的变革,实现无节气门汽油机。研制的无节气门汽油机在中小负荷工况及怠速燃油经济性能提高 7.2-12.5%。

(3) 核心部件同步转子阀满足在超高速(7000r/min 以上)的频率响应特性,机械液压复合传动在超低温(零下 25°C)下的传动问题,满足产业化生产所要求的严酷使用条件。

(4) 同一工作循环内气门单次开启与多次开启之间的相互转换,实现同一工作循环内气门开启次数在运行条件下的快速平稳转换。柴油机在同一工作循环内气门单次开启与两次开启之间的相互转换时间不大于 0.057s;汽油机气门从完全关闭到气门升程开启最大的转换时间为 0.042s。

(5) 针对液压油的弹性模量低,液压气门机构的刚性差的问题。根据液压气门机构的气门动态特性,科学地设计液压气门机构主要结构尺寸,防止气门机构的异常振动,提高了液压气门机构运行的可靠性。

推广应用前景与措施

节能减排是内燃机发展永恒的主题,全可变气门是发动机实现米勒循环的核心技术,内燃机采用带有全可变气门机构的米勒循环技术是大势所趋。我国内燃机产销量排名世界第一,成为名副其实的内燃机产销第一大国。因此,加强全可变液压气门技术研究开发,使其成功实现米勒循环,使汽油机的热效率提高达到5-10%、柴油机热效率提高3-5%,废气排放达到国六标准,这必将促进内燃机工业的发展,引领我国内燃机产业升级,助推实现新旧动能转换。液压全可变气门系统适用于汽油机、柴油机和燃气机在内的几乎所有发动机领域,2019年我国年产约2500万台内燃机,就需要2500万套可变气门系统,液压可变气门作为其中的一大类,按20%的市场占有率计算还有500万台的产量,市场十分巨大。按每台可变气门3000元的平均价格计算,则市场空间有150亿元。此外,该技术得到全面推广后,以节油3%计算,我国每年新增汽车节油即可达到220万吨,其减少的二氧化碳排放量及国六排放标准的实施,将为“蓝天保卫战”做出巨大贡献。

主要技术文件目录及来源

- 1、鉴定大纲
- 2、研制工作报告
- 3、研制技术报告
- 4、用户使用报告
- 5、查新报告
- 6、技术经济分析与效益报告、
- 7、检测或测试报告等
- 8、其他（产品图片、工艺文件）

（提供科学技术成果鉴定（评价）证书草稿、专家鉴定意见初稿）

日期：_____ 姓名：_____

日 月 年

评价委员会专家测试报告

经试验测量，全可变液压气门机构的试验结果如下：

(1) 研制的全可变液压气门机构能够实现气门升程、气门开启持续期和配气正时的连续可变，机构运行平稳、无冲击。

(2) 全可变液压气门机构通过进气门早关的方式可明显改善柴油机的排气热管理性能，空载 800r/min 和 1000r/min 时的柴油机排气温度提高了 55°C 以上。

(3) 装载全可变液压气门机构的 EQ486 汽油机可采用进气门早关 (EIVC) 取代节气门控制负荷，FHVVS 汽油机机械效率在 2000r/min 中低负荷工况提高 2.4%~15.7%，油耗率降低 7.2%~12.5%。

(4) WP10 柴油机在 2100r/min 时的气门二次开启转换为单次开启（或气门单次开启转换为二次开启）的转换时间仅为一个工作循环，即转换时间不大于 0.057s，转换过程平稳快速；汽油机从完全关闭到气门升程开启最大所用时间约为 0.042s，并能够实现在最低温度 -25°C 时稳定运行。

测试组长： 李国栋 成员：

2020 年 4 月 17 日

主 体 评 价 意 见

2020年4月17日，中国内燃机学会以视频会议形式组织召开了由龙口中宇热管理系统科技有限公司完成的“内燃机全可变液压气门技术”项目科技成果评价会。评价委员会听取了汇报，审查了评价资料，经质询和讨论，形成评价意见如下：

1. 提交的评价资料齐全、规范，符合评价要求。
2. 项目创新点如下：

(1) 发明了全可变气门机构的控油装置。该控油装置随内燃机负荷和转速的变化，其控油时间和控油量能够连续可调，具有良好的瞬态响应特性，满足发动机全可变液压气门调控的需要。

(2) 设计了一种全可变液压气门机构，实现了气门升程、配气相位、开启持续期以及有效压缩比在一定范围内连续可调，并根据运行工况进行不同强度米勒循环的无级连续可变。

(3) 研制了全可变液压气门机构控制系统，实现了进排气门在同一工作循环内多次开启，转换快速平稳，对改善柴油机排气热管理性能、实现缸内排气制动技术等具有决定作用。

3、经第三方检测，研制的全可变液压气门机构能够实现气门升程、配气相位、开启持续期连续可调，能够在-25℃低温条件下稳定运行。

本项目创新性强，对内燃机节能减排具有重大意义。总体技术达到了国际先进水平，进排气门多次开启和转换技术达到了国际领先水平。

评价委员会主任：

刘志刚

2020年4月17日

主持评价单位意见

同意

主管领导签字:

李和生



2020年4月25日

组织评价单位意见

同意

主管领导签字:

李和生



2020年4月25日

科		技		成		果		完		成		单		位		情		况	
序号	完成单位名称(盖章)	邮政编码	所在省市代码	详细地址	隶属部	省	单位属性												
1	龙口中宇热管理系统 科技有限公司	265716	3706	山东省龙口经济开发区	山东省		4												
2																			
3																			
4																			
5																			
6																			
7																			
8																			

注：1、完成单位序号超过8个可加附页，其顺序必须与评价证书封面上的顺序完全一致。

2、完成单位名称必须填写全称，不得简化，与单位公章完全一致，并填入完成和名称的第一栏中。其下属机构名称则填入第二栏中。

3、所在省市代码由组织鉴定单位按省、自治区、直辖市和国务院部门及其他机构名称代码填写。

4、详细通信地址要写明省（自治区、直辖市）、市（地区）、县（区）、街道和门牌号码。

5、隶属省部是指本单位和行政关系隶属于哪一个省、自治区、直辖市或国务院部门主管。并将其名称填入表中。如果本单位有地方/部门双重隶属关系，请按主要的隶属关系填写。

6、单位属性是指本单位在 1、独立科研机构 2、大专院校 3、工矿企业 4、集体或个体企业 5、其他五类性质中属于那一类，并在栏中选项1、2、3、4、5即可。

主要研制人员名单

(第一完成单位盖章)

序号	姓名	性别	出生年月	技术职称	文化程度	工作单位	对成果创造性贡献
1	王兆宇	男	1979.6	高级经济师/总经理	硕士	龙口中宇热管理系统科技有限公司	课题组组长,负责产品整体设计与推广
2	谢宗法	男	1963.6	教授、博导/总工程师	博士	山东大学	课题组副组长,负责产品总体方案设计
3	于林善	男	1986.3	高级工程师/总工程师	本科	龙口中宇热管理系统科技有限公司	主要负责产品工艺设计、加工试制。
4	巩天传	男	1964.6	高级工程师/研究院技术总工	本科	龙口中宇热管理系统科技有限公司	负责机构设计与开发
5	闫鹏	男	1975.1	教授/博导	博士	山东大学	负责电控技术研发
6	郑建松	男	1974.1	研究院总工助理	本科	龙口中宇热管理系统科技有限公司	负责机构设计与性能匹配
7	常英杰	男	1964.12	教授	博士	山东大学	负责台架试验研究与电控调试
8	徐军领	男	1986.9	工程师/研究所所长	本科	龙口中宇热管理系统科技有限公司	协助完成整体外形结构与整机结构匹配设计工作。

9	王庆海	男	1990.1	工程师/CAE 分析室主任	硕士	龙口中宇热管理系统科技 有限公司	协助完成气门运动规律、性能模拟仿真计算。
10	瞿银停	男	1974.3	工程师/技术员	硕士	龙口中宇热管理系统科技 有限公司	协助完成电控技术研发工作。
11	李光明	男	1993.5	助理工程师/技 术员	本科	龙口中宇热管理系统科技 有限公司	协助机械设计及样机试验
13	吕守卫	男	1964.10	高级工程师/主 任工艺师	本科	龙口中宇热管理系统科技 有限公司	负责工艺设计与优化
14	马兆春	男	1974.3	工程师/主任工 艺师	专科	龙口中宇热管理系统科技 有限公司	协助完成精密零部件的设计、制造和调试工作

评价委员会名单

序号	评价会职务	姓名	工作单位	所学专业	现从事专业	职称职务	签名
1	主任委员	刘志刚	哈尔滨工程大学	轮机工程	船舶动力装置 振动噪声控制	教授	刘志刚
2	委员	欧阳光耀	海军工程大学	柴油机	柴油机	教授、博导	欧阳光耀
3	委员	黄立	中国船舶集团公司第七一一研究所	内燃机	柴油机设计	副总工程师、研究员	黄立
4	委员	李国祥	山东大学	内燃机	内燃机	教授、博导	李国祥
5	委员	王令金	潍柴动力股份有限公司	内燃机	发动机研发	副总设计师、高级工程师	王令金
/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/

科技成果登记表

填报单位：(盖章)
年 月 日

成果名称	全可变液气门技术开发与产业化		成果来源	<input type="checkbox"/> 国家计划 <input type="checkbox"/> 国家基金 <input type="checkbox"/> 部门计划 <input type="checkbox"/> 部门基金 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 省级计划 <input type="checkbox"/> 省级基金 <input type="checkbox"/> 横向 <input type="checkbox"/> 自选 <input type="checkbox"/> 其他 <input type="checkbox"/>	
成果类别	新技术 <input type="checkbox"/> 新工艺 <input type="checkbox"/> 新方法 <input type="checkbox"/> 新设计 <input type="checkbox"/> 新产品 <input type="checkbox"/> 新材料 <input type="checkbox"/> 新品种 <input type="checkbox"/> 基础理论 <input type="checkbox"/> 软科学 <input type="checkbox"/> 其他 <input type="checkbox"/>		所属高新	电子与信息 <input type="checkbox"/> 生物技术 <input type="checkbox"/> 新材料 <input type="checkbox"/> 新能源 <input type="checkbox"/> 节能与环保 <input type="checkbox"/> 机电一体化 <input type="checkbox"/> 其它高新技术 <input type="checkbox"/>	
应用行业大类	1、农、林、牧、水利 <input type="checkbox"/> 2、工业 <input type="checkbox"/> 3、医药卫生 <input type="checkbox"/> 3、地质普查和勘探 <input type="checkbox"/> 5、其它 <input type="checkbox"/>	1、允许出口 2、限国内转让 3、不转让	应用情况	已应用 <input type="checkbox"/> 未应用 <input type="checkbox"/> (缺乏资金 <input type="checkbox"/> 技术不配套 <input type="checkbox"/> 无投产单位 <input type="checkbox"/> 未进行工业性试验 <input type="checkbox"/> 其它原因 <input type="checkbox"/>	
成熟程度	实验室 <input type="checkbox"/> 样机 <input type="checkbox"/> 小试 <input type="checkbox"/> 中试 (农业上小范围示范) <input type="checkbox"/> 工业化示范 (农业上多点示范) <input type="checkbox"/> 工业化生产 (农业上普及应用) <input type="checkbox"/>		第一完成	科研院所 <input type="checkbox"/> 大专院校 <input type="checkbox"/> 医疗机构 <input type="checkbox"/> 国有企业 <input type="checkbox"/> 民营科技企业 <input type="checkbox"/> 三资企业 <input type="checkbox"/> 其它 <input type="checkbox"/>	
成果水平	国际领先 <input type="checkbox"/> 国际先进 <input type="checkbox"/> 国内领先 <input type="checkbox"/> 国内先进 <input type="checkbox"/> 其他 <input type="checkbox"/>		成果密级	非密 <input type="checkbox"/> 秘密 <input type="checkbox"/> 机密 <input type="checkbox"/> 绝密 <input type="checkbox"/>	
第一完成单位地址、邮编、联系电话、联系人	地址：山东省龙口市经济开发区 邮编：265716 电话：0535-3127273 联系人：于李梅		第一完成单位网	longkouzhongyu@163.com	是否上网运行 <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
成果评价方式	鉴定 <input type="checkbox"/> 验收 <input type="checkbox"/> 许可 <input type="checkbox"/> 评审 <input type="checkbox"/>		专利状况	未申请 <input type="checkbox"/> 已申请 <input type="checkbox"/> 已批准 <input type="checkbox"/>	

成果评价单位	评估 <input type="checkbox"/> 认定 <input type="checkbox"/> 其它 <input type="checkbox"/>				课题合同甲方	实用新型 <input type="checkbox"/> 发明 <input type="checkbox"/> 外观设计 <input type="checkbox"/>
	中国内燃机学会	评价生效时间	2020.4.25	成果产权单位		
研究起止时间	中国内燃机学会 推荐部门	中国内燃机学会	本年度经济效益 益(万元)	总投资: 万元 新增产值: 万元 (其中新增利税: 万元)	节约资金: 出口创汇: 万美元	
完成单位及人员(按贡献大小排序)(可附页)	推荐部门 审查意见				同意推荐	
成果内容简介: (解决的主要技术问题、主要技术经济指标、转化推广前景等, 500字以内, A4打印纸)						
申报序号	登记号	学科分类	登记日期			

- 说明: 1、请在相应的 里画钩, 非工业、农业成果的成熟程度, 采用类推方式填写;
 2、应用行业指该项成果应用的行业;
 3、申报序号、登记号、学科分类、登记日期由登记部门填写;
 4、无相关内容的栏目可不填写。

表 日 日
 审核日期: (日期)

填写说明

1、《科学技术成果评价证书》。本证书规格一律为标准 A4 纸，竖装。必须打印或铅印，字体为 4 号字。

本证书中“评价”可为“评审”、“评估”和“鉴定”选择其一，并保持和协议及结论内容说法一致。

2、编号：指组织评价单位科技成果管理机构按年度组织鉴定的顺序编号。

3、成果名称：申请评价时经组织鉴定单位审查同意使用的成果名称。

4、成果完成单位：指承担该项目主要研制任务的单位。由二个以上单位共同完成时，按技术合同中研制单位顺序排列（与《科技成果评价申请表》中成果完成单位排列一致）。

5、组织评价单位：组织此项成果鉴定的单位。

6、评价形式：指该项成果鉴定所采用的评价形式，即函审评价或会议评价。

7、评价日期：指该项成果通过专家评价的日期。

8、评价批准日期：组织单位签署意见的日期。

9、技术简要说明和主要性能指标：应包括如下内容

(1) 任务来源：计划项目应写清计划名称及其编号。计划外的应说明是横向或自选项目。

(2) 应用领域和技术原理。

(3) 性能指标（写明合同要求的主要性能指标和实际达到的性能指标）。

(4) 与国内外同类技术比较。

(5) 成果的创造性、先进性。

(6) 作用意义（直接经济效益和社会意义）

(7) 推广应用的范围、条件和前景以及存在的问题和改进意见。

10、主要文件和技术资料目录：指按照规定由申请评价单位必须递交的主要文件和技术资料。

11、测试报告：指采用会议评价形式时，根据需要由组织评价单位聘请的专家测试组到现场进行测试结果的报告。

12、评价意见：会议评价是评价委员会形成的评价意见；函审评价是函审专家组正副组长根据函审专家意见汇总形成的意见；

13、主要研制人员名单：由成果完成单位填写。填写内容与《科技成果评价申请表》中的主要研制人员名单相同。

14、评价专家名单：采用会议评价时，由参加鉴定会的专家亲自填写；采用函审鉴定时，由组织单位根据函审专家填写的《科技成果函审表》中有关内容填写。

15、主持评价单位意见：由受组织鉴定单位委托，具体主持该项成果鉴定工作的单位填写，单位领导签字，并加盖公章。

16、组织评价单位意见：由负责该项成果评价工作的省、自治区、直辖市科委，国务院有关部门科技成果管理机构和经授权的组织评价单位填写，由主管领导签字。

17、组织评价单位对评价证书所有栏目审查无误后，方可加盖“科技成果评价专用章”，评价证书生效。