

中国内燃机工业协会会刊

# 内燃机与配件

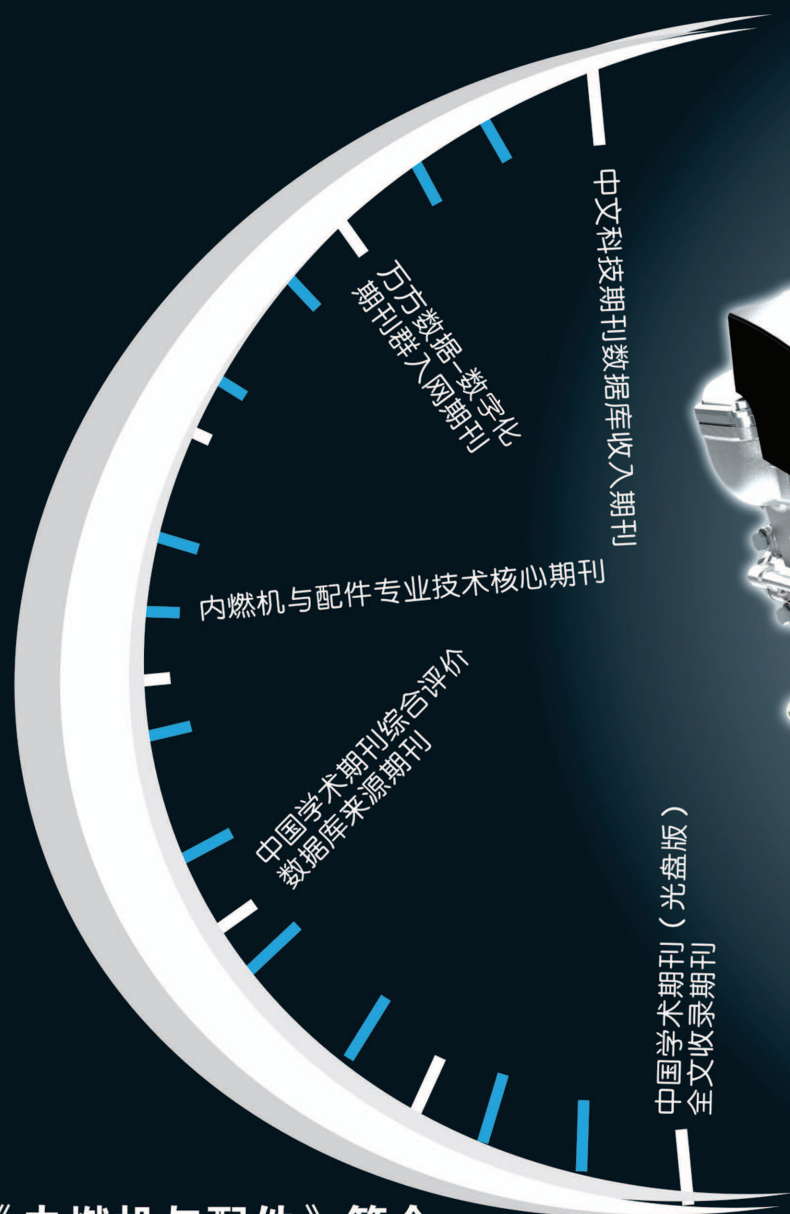
INTERNAL COMBUSTION ENGINE & PARTS

2021 · 12月上

ATG 活塞环

ATGL 气缸套

中国学术期刊（光盘版）全文收录期刊  
万方数据—数字化期刊群入网期刊  
中文科技期刊数据库收入期刊  
内燃机与配件专业技术核心期刊



## 《内燃机与配件》简介

杂志创刊于1980年10月，2010年更名为《内燃机与配件》。30多年来，在中央有关部委、行业协会及有关单位和广大读者的大力支持下，杂志已经成为内燃机与配件专业技术的核心期刊。

杂志面向国内外内燃机主机厂、配件厂；面向各地汽车、内燃机有关的研究设计院（所）和高等院校。其赠送和发行范围囊括汽车、农机、工程机械、摩托车、发电机组、船舶等相关行业。

杂志集权威性、专业性、指导性、实用性、广泛性于一体，是内燃机与配件学术交流、信息共享的平台。业内享有很高声誉。

中国标准连续出版物号：ISSN 1674-957X  
CN13-1397/TH

中国内燃机与配件行业国家级公开发行人刊

# 内燃机与配件

Internal Combustion Engine & Parts

中国内燃机工业协会会刊

Journal of China Internal Combustion Engine Industry Association

2021 年第 23 期(总第 347) 半月刊

No.23.2021 (Totally No.347) Semimonthly

1980 年创刊 (Established in 1980)

## 特约顾问

晏平 中国内燃机工业协会会长

## 编委主任委员

邢敏 中国内燃机工业协会秘书长

## 编委副主任委员

孙奎岩 中国内燃机工业协会副秘书长

中缸径多缸柴油机分会秘书长

杨环山 中国内燃机工业协会副秘书长

计维斌 中国内燃机工业协会副秘书长

贾滨 中国内燃机工业协会副秘书长

小汽油机分会秘书长

王季明 石家庄金刚内机零部件集团有限公司董事长

## 编委(分会秘书长)

刘明 单缸柴油机分会

谷林强 多缸柴油机及气缸盖分会

孙奎岩 中缸径多缸柴油机分会

吴惠忠 大功率柴油机分会

沈红节 换热器分会

贾滨 小汽油机分会

王东 燃料系统分会

张献安 滤清器分会

聂建隆 冷却水泵、机油泵分会

赵延刚 轴瓦分会

赵明好 进排气机构分会

栗小云 电机电器分会

慈惟红 曲轴连杆及高强度螺栓分会

温任林 内燃机排放后处理专业委员会

梅科强 柴油机燃油系统维修分会

花琳 增压器分会

杨欣荣 测试设备分会

黄建利 车用尿素水溶液分会

姜殿昌 活塞运动组件分会

孟凡昌 内燃机再制造专业委员会

贾滨 应急动力装备专业委员会

贾素芬 乘用车动力总成专业委员会

## 指导机关 主管主办

中国内燃机工业协会(CIEA)

石家庄金刚内机零部件集团有限公司

地址:石家庄经济技术开发区世纪大道 66 号

## 编辑出版

《内燃机与配件》编辑部

总编:边光明

主编:张晓彬

编辑部:马慧霞 师瑞

查稿电话:0311-83990315

电子信箱:nrjy@163.com

发行范围:国内外公开发刊

广告经营许可证:1301024000079

国际标准连续出版物号:ISSN 1674-957X

国内统一连续出版物号:CN 13-1397/TH

编辑部地址:石家庄市槐安西路 88 号

邮编:050091

印刷:廊坊市长岭印务有限公司

发行:《内燃机与配件》编辑部

出版日期:2021 年 12 月 15 日

定价:30.00 元

## 广告代理

北京广告代理:

北京晟浩中安文化传媒有限公司 电话:010-52715392

## 广告索引

封面 《内燃机与配件》编辑部

封二 石家庄千贺文化传播有限公司

封面刊例 安庆帝伯格茨活赛环有限公司

## 郑重声明

1、本刊所刊内容未经书面许可,任何部分不得以任何形式翻印、转载、复制,及存储于检索系统,提供给公众或私人使用。

2、来稿在 15 个工作日内给予回复录用与否,若未收到回复信息,请来信来电咨询稿件进展。来稿正常刊登周期为 3 个月内,未录用者可自行处理。请勿一稿多投,不涉及保密、署名无争议,请作者自留底稿,恕不退稿。

3、编辑部对来稿文章标题、内容、参考文献等保留删修权,不同意删修的稿件请在来稿中声明。

4、本刊已许可相关期刊网站以数字化方式复制、汇编、发行、信息网络传播本刊全文。本刊支付的稿酬(或稿酬与作品审稿费、与作品样刊费相抵)已包含相关期刊网站著作权使用费,所有署名作者向本刊提交文章发表之行为视为同意上述声明。如有异议,请在投稿时说明,本刊将按作者说明处理。

## 本刊特约编委



潍柴动力股份有限公司  
佟德辉 副总裁



广西玉柴机器股份有限公司  
吴其伟 总经理



一汽解放无锡柴油机厂  
钱恒荣 厂长



上海柴油机股份有限公司  
王晓秋 总经理



昆明云内动力股份有限公司  
杨波 董事长 党委副书记



常柴股份有限公司  
薛国俊 董事长 党委副书记



浙江新柴控股集团有限公司  
朱先伟 董事长



中国石油集团济柴动力总厂  
李树生 副厂长 总工程师



无锡威孚高科技集团股份有限公司  
王晓东 总经理



河南中原内配股份有限公司  
薛德龙 董事长



天津曲轴股份有限公司  
孙海涛 副董事长



山东滨州渤海活塞股份有限公司  
张国华 副总经理



天津内燃机研究所  
林漫群 副所长



无锡油泵油嘴研究中心  
朱剑明 所长兼党委书记



中国船舶重工集团公司七一一所  
金东寒 所长 总工程师



北方通用动力集团有限公司  
李建设 董事长 党委书记



上海内燃机研究所  
陆阳 副所长



中国第一汽车股份有限公司  
李骏 副总工



中国长安汽车集团股份有限公司  
连刚 副总裁



长城汽车股份有限公司动力研究院  
高定伟 总工程师



第一拖拉机股份有限公司  
宋玉平 总经理助理



机械工业第三设计研究院  
王仲 综合院副院长内燃机所长



淄博柴油机总公司  
黄猛 副总经理



东风汽车有限公司商用车发动机厂  
王勇 厂长



绵阳富临精工机械有限公司  
王军 副总经理



中航工业新航集团  
中航工业新航集团平原滤清器有限公司  
张庆栋 总经理

华南农业大学工程学院  
郭继崇 教授

上海科尔本施密特活塞有限公司  
王定国 高级工程师



# 目 录

(2021 年第 23 期)

## 设计研究

一种气门油封装拆保护工装的设计 .....	熊继芬 等(1)
某重卡发动机排气系统结构优化 .....	郭凯(3)
某柴油机颗粒捕集器结构优化及试验研究 .....	王兰 等(5)
论述柴油机多孔喷油器各孔喷油规律及内部流动特性研究 .....	尹国华 等(7)
新能源汽车底盘布局优化设计探讨 .....	侯建(10)
汽车内燃机减噪降温设计研究 .....	陈烨强(12)
基于非等间隔 GM 模型的船舶柴油机性能参数预测研究 .....	肖润 等(14)
汽车排气消声器性能研究及设计开发探究 .....	田松 等(18)

## 工艺技术

电镦工艺在成形大型船用气阀中的研究进展 .....	蒋倩 等(20)
石墨烯作为润滑油添加剂在高温条件下的抗磨性能分析 .....	闫云敬(22)
齿轮轴磨齿干涉的分析、测算及解决 .....	朱海鹏 等(24)
高性能汽车刹车片的制备及性能研究 .....	杨培娟(26)
CVT 变速箱的设计生产工艺研究 .....	叶健(28)

## 产品分析

基于车用轮毂轴承接触仿真与模态分析 .....	鲍中瀚 等(30)
多目标高性能低油耗汽车发动机热力学分析 .....	方华为(32)
轻型柴油车排气系统路谱采集方法 .....	刘宇 等(34)
柴油发电机组电控装置与技术的发展与应用分析 .....	汪伟(36)
分析喷油泵和喷油器的燃油回油结构 .....	张宝荣 等(38)
船舶柴油机升级双燃料机关键系统技术分析 .....	陈祎帆(41)
履带车辆附着性能研究综述 .....	王志波 等(43)
磁性纳米流体微通道散热分析 .....	李春泉 等(45)
浅谈不同类型汽车转向器结构及其特点 .....	张晓艳(48)
汽车发动机智能启停系统技术分析 .....	汤超(50)
对影响机械零件性能因素的分析 .....	冯建平(52)
柴油内燃机排放物环保净化技术研究 .....	刘永平(54)
关于柴油车后处理净化技术的研究 .....	刘飞锋 等(56)
汽车 SCR 系统用不锈钢的冷凝液腐蚀行为研究 .....	张哲明 等(58)
一种航空发动机胀圈加工方法研究 .....	刘斌 等(60)

## 装备技术

浅谈三辊卷板机加工圆筒时出现扭斜的处理方法 .....	王秋实 等(62)
数控加工在机械制造业中的运用现状研究 .....	丁家献(64)
浅谈机械液压系统的节能特性及优势 .....	王丰(66)

## 伸缩臂式自行高空作业车液压系统的改进探讨

	秦基磊 等(68)
调节阀的常见故障分析及处理措施 .....	罗华明(70)
数控车工巧用刀偏进行切槽加工 .....	张太福(72)
机械模具制造中的数控加工技术研究 .....	庄志鑫(74)
数控机床加工精度分析和提高方法 .....	陈宇堃(76)
数控铣床金属构件加工工艺机械自动化控制技术研究 .....	陈琳(78)
电极无人稼动加工装置在数控机床应用研究 .....	于强 等(80)
数控加工技术在汽车机械模具加工制造中的应用 .....	张轶群 等(82)
一种汽车驱动桥总成试验台的设计 .....	吕栋腾(84)

## 制造工艺

铝合金材料加工刀具设计及工艺优化研究 .....	杨柳 等(86)
飞机组合体件钳工加工工艺分析 .....	陈刚 等(89)
大型球磨机巴氏合金轴瓦铸造工艺中的主要问题探讨 .....	卢红军(91)
探究装配钳工的主要技能及设备操作方法 .....	何海洋(93)
浅谈发动机缸盖机加工工艺与技术要点 .....	潘立强(95)
热冲压高强度钢接头质量评价 .....	曹迪琛(97)
基于柴油发电机组的备用电源应用探讨 .....	宋之勇 等(99)
基于 CAXA 制造工程师背景下三维立体零件的造型与仿真 .....	王晓波(101)
船体型线放样工艺精度分析与改进 .....	刘建全(103)
数控车床加工精密薄壁零件的工艺探讨 .....	关海英 等(105)
一种薄壁多头螺纹车削加工技术研究 .....	何小虎 等(107)

## 质量与检修

基于人工智能的汽油车发动机故障诊断研究 .....	蒋永敏 等(109)
汽车制动系统典型故障分析与诊断 .....	陈叶叶 等(111)
基于 DCGAN 的机械振动信号扩充方法 .....	杨超越 等(113)
装载机发动机常见故障及解决方法研究 .....	张温舫(116)
内燃机机械维修中常见问题及控制措施探讨 .....	张丽华(118)
关于汽车电气系统故障的诊断维修技术 .....	陈杰 等(120)
燃气轮机起动过程故障排除方法 .....	刘齐 等(122)
某车型玻璃升降器开关插接件接触不良问题分析 .....	王鸣一 等(124)
新能源汽车电池核心技术故障诊断与排除方式 .....	张鹏霄(126)

柴油机机体水气腔隔板裂纹焊接	周康(128)
新能源汽车维修的关键技术分析	宋朋(130)
矿山机械设备维修管理的探析	李功炜等(132)
机械电子诊断技术在汽车检测维修中的应用初探	路新惠(134)
电控柴油发动机的故障检测与维修方式研究	邓文超(136)
新能源汽车发动机的维修技术分析	宋亚丽(138)
铁路车辆内燃机故障及维修技术探析	郝磊(140)
机滤密封圈渗油问题的分析及处理	于萍等(142)
商用车起动机故障原因及检测研究	侯庆愉(144)
船舶电气自动化系统的故障检测与恢复研究	李磊峰等(146)
航空发动机维修中孔探技术的应用探讨	曹隽等(148)
汽车发动机机械系统故障原因及诊断分析	张丽华(150)
纯电动汽车结构特点及其维修要点关键思路分析	薛鹏(152)
探析汽车钣金维修在维修技术中的重要性	容瑞良(154)
探索汽车故障诊断以及故障维修的主要技术和方法	毛金贵(156)
新能源汽车常见故障诊断及维修技术研究	钟连结(158)
装载机柴油发动机润滑系统常见故障原因及应对策略	李孟超(160)
汽车发动机维修与保养技术研究	冉光迅(162)
汽车底盘检测与维修技术的应用探究	马骧(164)
汽车三元催化器故障及处理措施分析	汪伟峰等(166)
APS 3200 型 APU 常见故障分析与排除	张伟林(168)
柴油机电气信号接触不良分析	李丽萍等(170)
汽车发动机自动启停功能的故障诊断与维修分析	李红亮(173)

## 企业管理

发动机机加产能提升浅谈	徐晔(175)
“六业联动、四岗递进”产教融合共育汽车服务人才	李松(177)
“校企合作”产业学院下二元制专业人才培养模式实践研究	潘丽娜等(180)
浅析股比开放之后对我国商用车企业的影响	董晓岚(183)
传统加工与数控加工技术在机械行业的发展与应用	储胜国(185)
船舶修理作业中的安全风险研究及措施分析	李建新(187)
低碳经济背景下新能源汽车产业发展趋势研究	纪奎(189)
HPSD410-00 型艉轴轴密封装置故障分析及管理要点	陈龙殿(191)

电工电子技术在汽车维修领域中的运用	李敬峰(193)
汽车涂装中机器人喷涂操作存在的漆膜缺陷及对策研究	车磊(195)
智能网联汽车技术与标准发展研究	周超(197)
机械加工工艺对零件加工精度的影响及优化策略	马学成(199)
大数据背景下汽车市场服务营销的特点及营销策略	宋微(201)
机械制造加工工艺路线的选择与优化方法	刘磊(203)
人工智能在机械加工装备中的应用探讨	曾昊(205)
DQ200 提升换挡品质策略研究	刘平等(207)
工业机器人在汽车生产行业的应用分析	徐哲(209)
浅谈船舶钢材材料利用率提高	赖小辉(211)
柴油发电机组在数据中心的应用:现状与趋势	喻小涛等(213)

## 技术创新与应用

自动驾驶车辆轨迹跟踪控制算法研究	宋吉超等(215)
机械工程自动化技术在汽车工业上的运用刍议	马媛媛(217)
汽车电子技术中传感器的应用分析	沈诚(219)
机电一体化技术在汽车制动系统中的应用研究	濮美玲(221)
薄壁注塑模具设计中有限元分析软件的应用	王君(223)
无避让侧方位智能停车设备嵌入式控制系统设计	周首杰等(225)
分析汽车电子技术中的智能传感器技术	谢瑶(227)
开放式机械零部件三维可视化设计研究	庞润弘(229)
起动蓄电池充电自动切换系统在船舶发动机中的应用	赵芳芳等(231)
自动化技术在汽车机械制造中的应用探讨	王川(233)
新能源汽车电机驱动系统控制技术探究	卞鹏(235)
探讨根据信息集成预处理的船舶综合舰桥系统	罗毅(237)
基于多目标优化的智能车辆自适应巡航控制研究	陈文斌(239)
电气设计和自动化设计的融合探析	张姝(241)
内燃机电设备故障诊断及维修方法分析	王兴朝(243)

## 综合

《互换性与技术测量》课程教学改革探索	甘雅文等(245)
汽车电器线上线下混合式一流课程建设	贾超杰等(247)
项目式教学法在工业机器人综合实训的应用与实践	邱旋等(249)
校企合作驱动下的数控教学改革实践	黄直钦(252)
新能源汽车专业 1+X 证书课证融通改革探究	蔡伟等(254)
液压传动课程中提升学生“压力能”理解的教学设计	唐珊珊等(256)

# CONTENTS

(No.23.2021)

## Design Research

- 1 A Design of Valve Oil Seal Assembly and Disassembly Protection Tooling ..... XIONG Ji-fen, *et al.*
- 3 Structural Optimization of Exhaust System of Heavy Truck Engine ..... GUO Kai
- 5 Structure Optimization and Experimental Study on the Diesel Particulate Filter For an Engine ..... WANG Lan, *et al.*
- 7 Study on Oil Injection Rules and Internal Flow Characteristics of Various Holes of Porous Oil Injector of Diesel Engine  
..... YIN Guo-hua, *et al.*
- 10 Discussion on Chassis Layout Optimization Design of New Energy Vehicles ..... HOU Jian
- 12 Study on Noise Reduction and Temperature Reduction Design of Automobile Internal Combustion Engine ..... CHEN Ye-qiang
- 14 Prediction of Performance Parameters of Marine Diesel Engine Based on Unequal Interval GM Model ..... XIAO Run, *et al.*
- 18 Research on Performance and Design of Automobile Exhaust Muffler ..... TIAN Song, *et al.*

## Process Technology

- 20 Research Progress of Electric Upsetting Technology in Forming Large-scale Marine Valves ..... JIANG Qian, *et al.*
- 22 Antiwear Performance Analysis of Graphene as Lubricant Additive at High Temperature ..... YAN Yun-jing
- 24 Analysis, Calculation and Solution of Gear Shaft Grinding Tooth Interference ..... ZHU Hai-peng, *et al.*
- 26 Preparation and Properties of High Performance Auto Brake Pads ..... YANG Pei-juan
- 28 Research on Design and Production Process of CVT Gearbox ..... YE Jian

## Product Analysis

- 30 Based on the Contact Simulation and Modal Analysis of the Vehicle Wheel Bearing ..... BAO Zhong-han, *et al.*
- 32 Thermodynamic Analysis of Multi-objective High Performance and Low Fuel Consumption Automobile Engine  
..... FANG Hua-wei
- 34 Road Load Data Acquisition for Exhaust System of Light Diesel Vehicle ..... LIU Yu, *et al.*
- 36 Development and Application Analysis of Electric Control Device and Technology of Diesel Generator Set ..... WANG Wei
- 38 Analysis of the Fuel Return Structure of Fuel Injection Pump and Fuel Injector ..... ZHANG Bao-rong, *et al.*
- 41 Technical Analysis of Key System of Ship Diesel Engine Upgrade ..... CHEN Yi-fan
- 43 Review on the Adhesion Performance of Tracked Vehicles ..... WANG Zhi-bo, *et al.*
- 45 Analysis of Heat Dissipation of Magnetic Nanofluid Microchannel ..... LI Chun-quan, *et al.*
- 48 On the Structure and Characteristics of Different Types of Automobile Steering Gear ..... ZHANG Xiao-yan
- 50 Technical Analysis of Intelligent Start and Stop System for Automotive Engines ..... TANG Chao
- 52 Analysis of Factors Affecting the Performance of Mechanical Parts ..... FENG Jian-ping
- 54 Research on Environmental Purification Technology of Diesel Internal Combustion Engine Emissions ..... LIU Yong-ping
- 56 Research on Diesel Vehicle Aftertreatment and Purification Technology ..... LIU Fei-feng, *et al.*
- 58 Research on Condensate Corrosion Behavior of Stainless Steel Used in Automobile SCR System ..... ZHANG Zhe-ming, *et al.*
- 60 Research on a Machining Method of Aero-engine Expansion Ring ..... LIU Bin, *et al.*

## Equipment Technology

- 62 A Brief Discussion on the Treatment of Skew when Machining Cylinder with Three Roll Plate Bending Machine ..... WANG Qiu-shi, *et al.*
- 64 Research on the Application Status of Numerical Control Machining in Machinery Manufacturing Industry ..... DING Jia-xian
- 66 Discussion on Energy Saving Characteristics and Advantages of Mechanical Hydraulic System ..... WANG Feng
- 68 Discussion on Improvement of Hydraulic System of Telescopic Boom Self-propelled Aerial Work Vehicle ..... QIN Ji-lei, *et al.*
- 70 Analysis and Treatment Measures of Common Failure of Regulating Valve ..... LUO Hua-ming
- 72 Cutting Groove with Cutter Deviation Skillfully in NC Lathe ..... ZHANG Tai-fu
- 74 Research on NC Machining Technology in Mechanical Mould Manufacturing ..... ZHUANG Zhi-xin
- 76 CNC Machine Tool Machining Accuracy Analysis and Improvement Methods ..... CHEN Yu-kun
- 78 Research on Mechanical Automatic Control Technology of Metal Component Processing Technology of NC Milling Machine ..... CHEN Lin
- 80 Application Research of Electrode Unmanned Machining Device in CNC Machine ..... YU Qiang, *et al.*
- 82 Application of CNC Machining Technology in the Manufacturing of Automobile Machinery Moulds ..... ZHANG Yi-qun, *et al.*
- 84 Design of Test Bench for Automobile Drive Axle Assembly ..... LYU Dong-teng

## Manufacturing Process

- 86 Research on Tool Design and Process Optimization of Aluminum Alloy Material Processing ..... YANG Liu, *et al.*
- 89 Analysis of the Machining Technology of Aircraft Assembly Parts ..... CHEN Gang, *et al.*
- 91 Discussion on the Main Problems in the Casting Process of Babbitt Alloy Bearing Bush of Large Ball Mill ..... LU Hong-jun
- 93 Exploring the Main Skills of Assembly Fitters and Equipment Operation Methods ..... HE Hai-yang
- 95 Discussion on Machining Process and Technical Points of Engine Cylinder Head ..... PAN Li-qiang
- 97 Quality Evaluation of Hot Stamping High-strength Steel Spot Welded Joints ..... CAO Di-chen
- 99 Discussion on Application of Standby Power Supply Based on Diesel Generator Set ..... SONG Zhi-yong, *et al.*
- 101 Modeling and Simulation of Three-dimensional Part Based on CAXA Manufacturing Engineer ..... WANG Xiao-bo
- 103 Key Problems and Strategies of Shipbuilding Precision Management ..... LIU Jian-quan
- 105 Process Discussion of Machining Precision Thin Wall Parts of CNC Lathe ..... GUAN Hai-ying, *et al.*
- 107 Research on Turning Technology of a Thin-walled Multi-thread ..... HE Xiao-hu, *et al.*

## Quality and Maintenance

- 109 Research on Engine Fault Diagnosis of Gasoline Vehicle Based on Artificial Intelligence ..... JIANG Yong-min, *et al.*
- 111 Analysis and Diagnosis of Typical Failures of Automobile Braking System ..... CHEN Ye-ye, *et al.*
- 113 DCGAN-based Mechanical Vibration Signal Expansion Method ..... YANG Chao-yue, *et al.*
- 116 Study on Common Faults and Solutions of Loader Engine ..... ZHANG Wen-fang
- 118 Discussion on Common Problems and Control Measures in Mechanical Maintenance of Internal Combustion Engine ..... ZHANG Li-hua
- 120 Diagnosis and Maintenance Technology of Automobile Electrical System Failure ..... CHEN Jie, *et al.*
- 122 Troubleshooting Methods of Gas Turbine Startup Process ..... LIU Qi, *et al.*
- 124 Analysis and Research on the Bad Contact Problem of the Switch Connector of a Glass Lifter ..... WANG Ming-yi, *et al.*
- 126 New Energy Vehicle Battery Core Technology Fault Diagnosis and Troubleshooting ..... ZHANG Peng-xiao

128 Study on the Crack Welding Repair of the Diesel Engine Block Water Chamber Partition .....	ZHOU Kang
130 Analysis of Key Technologies for Maintenance of New Energy Vehicles .....	SONG Peng
132 Discussion and Analysis on Maintenance and Management of Mine Machinery and Equipment .....	LI Gong-wei, <i>et al.</i>
134 Preliminary Study on the Application of Mechatronics Diagnosis Technology in Automobile Inspection and Maintenance .....	LU Xin-hui
136 Study on Fault Detection and Maintenance of Electronic Diesel Engine .....	DENG Wen-chao
138 Analysis on Maintenance Technology of New Energy Vehicle Engine .....	SONG Ya-li
140 Analysis of Fault and Maintenance Technology of Railway Vehicle Internal Combustion Engine .....	HAO Lei
142 Analysis and Treatment of Oil Leakage At Filter Seal Ring .....	YU Ping, <i>et al.</i>
144 Study on Fault Causes and Detection of Commercial Vehicle Starter .....	HOU Qing-yu
146 Study on Fault Detection and Recovery of Ship Electrical Automation System .....	LI Lei-feng, <i>et al.</i>
148 Application of Borescope Technology in Aero-engine Maintenance .....	CAO Jun, <i>et al.</i>
150 Fault Causes and Diagnosis Analysis of Automotive Engine Mechanical System .....	ZHANG Li-hua
152 Analysis on Structural Characteristics and Key Maintenance Points of Pure Electric Vehicle .....	XUE Peng
154 Analyze the Importance of Automobile Sheet Metal Maintenance in Maintenance Technology .....	RONG Rui-liang
156 Explore the Main Technologies and Methods of Automobile Fault Diagnosis and Fault Maintenance .....	MAO Jin-gui
158 Research on Common Fault Diagnosis and Maintenance Technology of New Energy Vehicles .....	ZHONG Lian-jie
160 Common Fault Causes and Countermeasures of Loader Diesel Engine Lubrication System .....	LI Meng-chao
162 Research on Repair and Maintenance Technology of Automobile Engine .....	RAN Guang-xun
164 Research on Application of Automobile Chassis Inspection and Maintenance Technology .....	MA Ji
166 Analysis of Troubles and Treatment Measures of Automobile Three-way Catalytic Converter .....	WANG Wei-feng, <i>et al.</i>
168 Analysis and Troubleshooting of Common Faults of APS 3200 APU .....	ZHANG Wei-lin
170 Poor Contact Analysis of Diesel Engine Electrical Signal .....	LI Li-ping, <i>et al.</i>
173 Fault Diagnosis and Maintenance Analysis of Automatic Engine Start-stop Function .....	LI Hong-liang

## Business Management

175 Introduction to Engine Mechanical Process Capacity Improvement .....	XU Ye
177 "Six Industries Linkage, Four Posts Progressive" Integration of Production and Education to Cultivate Auto Service Talents .....	LI Song
180 Practical Research on the Training Mode of "Dual System" under the School_Enterprise Cooperation of Industrial College .....	PAN Li-na, <i>et al.</i>
183 An Analysis of the Impact on China's Commercial Vehicle Enterprises After the Opening of Stock Ratio .....	DONG Xiao-lan
185 The Development and Application of Traditional Processing and Numerical Control Processing Technology in the Machinery Industry .....	CHU Sheng-guo
187 Safety Risk Research and Measures Analysis in Ship Repair Operations .....	LI Jian-xin
189 Research on the Development Trend of New Energy Automobile Industry under the Background of Low-Carbon Economy .....	JI Kui
191 The Analysis of the Malfunction of HPSD410-00 Stern Shaft Seal Device and Effective Management .....	CHEN Long-dian
193 Application of Electrical and Electronic Technology in the Field of Automobile Maintenance .....	LI Jing-feng



195 Study on Paint Film Defects and Countermeasures of Robot Spraying Operation in Automobile Coating .....	CHE Lei
197 Research on the Development of Intelligent Connected Vehicle Technology and Standards .....	ZHOU Chao
199 Influence of Machining Process on Part Machining Precision and Its Optimization Strategy .....	MA Xue-cheng
201 Characteristics and Marketing Strategies of Automobile Market Service Marketing under the Background of Big Data .....	SONG Wei
203 Selection and Optimization Method of Machining Process Route in Mechanical Manufacturing .....	LIU Lei
205 Discussion on the Application of Artificial Intelligence in Mechanical Processing Equipment .....	ZENG Hao
207 Research on the Strategy of Improving Shift Quality of DQ200 .....	LIU Ping, <i>et al.</i>
209 Application Analysis of Industrial Robot in Automobile Production Industry .....	XU Zhe
211 On the Improvement of Utilization Rate of Ship Steel Materials .....	DUN Xiao-hui
213 Application of Diesel Generator Sets in Data Centers: Current Status and Trends .....	YU Xiao-tao, <i>et al.</i>

## Technology Innovation and Application

215 Research on Trajectory Tracking Control Algorithm for Autonomous Driving Vehicles .....	SONG Ji-chao, <i>et al.</i>
217 Application of Mechanical Engineering Automation Technology in Automobile Industry .....	MA Yuan-yuan
219 Application Analysis of Sensors in Automotive Electronic Technology .....	SHEN Cheng
221 Application Research of Mechatronics Technology in Automobile Brake System .....	PU Mei-ling
223 Application of Finite Element Analysis Software in Thin-wall Injection Mold Design .....	WANG Jun
225 Design of Embedded Control System for Intelligent Parking Equipment of Non-avoidance Side Position .....	ZHOU Shou-jie, <i>et al.</i>
227 This Paper Analyzes the Intelligent Sensor Technology in Automotive Electronic Technology .....	XIE Yao
229 Research on 3d Visualization Design of Open Mechanical Parts .....	PANG Run-hong
231 Application of Automatic Switching System for Starting Battery Charge in Marine Engine .....	ZHAO Fang-fang, <i>et al.</i>
233 Application of Automation Technology in Automobile Machinery Manufacturing .....	WANG Chuan
235 Research on Motor Drive System Control Technology of New Energy Vehicles .....	BIAN Peng
237 Discuss the Integrated Ship Bridge System Based on Information Integration .....	LUO Yi
239 Research on Adaptive Cruise Control of Intelligent Vehicle Based on Multi-objective Optimization .....	CHEN Wen-bin
241 On the Integration of Electrical Design and Automation Design .....	ZHANG Shu
243 Analysis of Fault Diagnosis and Maintenance Methods of Internal Combustion Engine Electromechanical Equipment .....	WANG Xing-chao

## Comprehension

245 Exploration on Teaching Reform of "Interchangeability and Technical Measurement" .....	GAN Ya-wen, <i>et al.</i>
247 Construction of Hybrid First-Class Courses for Automotive Electrical Appliances Online and Offline .....	JIA Chao-jie, <i>et al.</i>
249 Application and Practice of Project-based Teaching Method in the Teaching Reform of Industrial Robot Comprehensive Training .....	QIU Xuan, <i>et al.</i>
252 Numerical Control Teaching Reform Practice Driven by School-enterprise Cooperation .....	HUANG Zhi-qin
254 New Energy Vehicle Major 1+X Certificate Courses and Certificates Reform of Exploring .....	CAI Wei, <i>et al.</i>
256 Teaching Design to Improve Students' Understanding of "Pressure Energy" in the Course of Hydraulic Transmission .....	TANG Shan-shan, <i>et al.</i>

# “六业联动、四岗递进”产教融合共育汽车服务人才 ——记江阴中专汽车运用与维修专业人才培养创新路径

"Six Industries Linkage, Four Posts Progressive" Integration of Production and Education to Cultivate Auto Service Talents: Record the Innovative Path for the Cultivation of Professional Talents in Automobile Operation and Maintenance in Jiangyin Technical Secondary School

李松 LI Song

(江苏省江阴中等专业学校 江阴 214400)

(Jiangyin Secondary Vocational School of Jiangsu Province, Jiangyin 214400, China)

**摘要:**产教融合、校企合作是职业教育和经济社会协调发展的必经之路,如何深化产教融合,一直是职教学者研究的主题,文章通过对“为谁培养人”、“培养什么人”、“怎么培养人”等一系列问题的追问,以江阴中专汽车运用与维修专业人才培养为例,介绍了通过“六业联动”实现高素质汽车服务人才的培养模式,给产教深度融合多元育人提供了可参考的范式。

**Abstract:** The integration of industry and education and school-enterprise cooperation are the only way for the coordinated development of vocational education and economic society. How to deepen the integration of industry and education has always been the subject of research by vocational educators. Questions on a series of questions, such as "people" and "how to train people". Taking Jiangyin technical secondary school's automobile application and maintenance professional talent training as an example, it introduces the training mode of achieving high-quality automobile service talents through the "six industry linkage", which will provide production and education. In-depth integration of diversified education provides a reference paradigm.

**关键词:**六业联动;产教融合;四岗递进;人才培养

**Key words:** six industries linkage; integration of production and education; advancement of the four posts; talent training

中图分类号:G710

文献标识码:A

文章编号:1674-957X(2021)23-0177-03

DOI:10.19475/j.cnki.issn1674-957x.2021.23.085

## 0 引言

为深入推进《职业教育提质培优行动计划》(2020-

基金项目:本文系江苏省教育科学“十三五”规划立项课题“教学标准视角下中职校专业课程‘课证融通’的研究与实践”(课题编号:D/2020/02/276)、2019-2020年度江阴市教育科研专项资金重大项目“校企合作、产教融合的深化研究”的阶段性研究成果。

作者简介:李松(1972-),男,江苏江阴人,研究方向为数控技术、职业教育教学管理。

2023)、《关于整体推进苏锡常都市圈职业教育改革创新打造高质量发展样板的实施意见》等文件精神,积极开展产业、行业、企业、专业、学业、就业“六业联动”校企互动,有利于构建政府、行业、企业、院校多方联动的产教融合发展长效机制<sup>[1]</sup>。

江苏省江阴中等专业学校,是一所国示范中职校和江苏省现代化示范校,自1992年创办汽车维修专业,经过近30年的办学历程,已将该专业建成无锡市现代化品牌专业和国示范重点建设专业,累计为江阴地方输送汽车专业

## 5 结语

通过对发动机厂机加生产线节拍优化和产能提升经验的详细解析,提出了生产节拍和OEE提升的具体改进措施,并对措施的评估方法做了具体介绍,对其他厂家生产线优化有一定的借鉴意义。

### 参考文献:

- [1]邵晋.应用ECRS方法提升手工装配线生产能级[J].中国新技术新产品,2014(9):129-130.
- [2]孙建华,高广章,蒋志强.程序分析法在产线平衡中的应用[J].机械设计与制造,2005,5(5):148-150.
- [3]陈红军,王正金.加工中心节拍损失分析与改善实践[J].物流技术(装备版),2013(3):38-42.
- [4]娄正军.基于低碳制造的机械加工工艺方案的评价指标分析[J].装备制造技术,2014(9):200-201.
- [5]周高峰.生产线节拍精益优化的方法研究[J].现代制造技术与装备,2018(7):60-62.
- [6]颜海梅.基于精益生产的生产现场布局与节拍优化研究[J].现代制造技术与装备,2021,57(2):206-207,210.

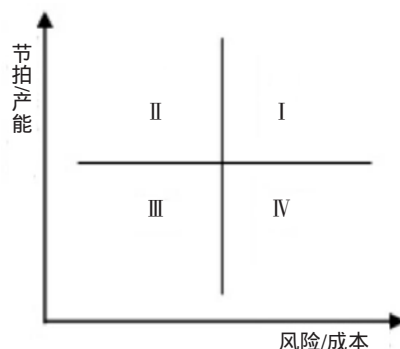


图1 风险评估象限

产能优化是一个不断持续的发展过程。新的优化还将产生新的瓶颈工序。每一次优化都是一个PDCA(计划、执行、检查、改进)循环过程,都是生产线综合能力不断提升的过程。根据每一次优化的方法和经验来进行分析和总结,消除生产环节中的不平衡,来确保生产线持续高效地运转。

人才两千余名,逐步形成颇具自身特性的“四岗递进、六业联动”的人才培养模式。

### 1 围绕产业设专业

江阴民营经济发达,连续十余年蝉联县域经济全国之首,现拥有境内上市企业 54 家,是名符其实的华夏 A 股第一市,市内有 11 家企业入围中国企业 500 强、14 家企业入选中国制造业企业 500 强。随着地方经济的高速发展,江阴地方汽车保有量连年上升,至 2018 年底统计数据显示,江阴市汽车保有量已达 53 万辆,汽车消费市场异常火爆,地方对汽车产业人才需求异常旺盛,江阴中专作为江阴中职教育龙头,时刻将“为谁培养人”放在办学第一位,时刻关注地方每年产业人才需求调研报告,实时调整中职、中技、高职汽车类专业的开设计划,学校办学期间曾先后开设过 3 年制中职、3 年制中技、5 年制高职、3+3 中高职衔接等多种类型的汽车相关专业,以满足不同时期地方产业对专业人才的需求变化。

### 2 牵手行业建联盟

当地方经济和产业发展提出人才需求时,学校还需要知道“培养什么人”,要知道地方产业对人才需求的规格要求,必须依赖于行业企业的一手调研数据<sup>[2]</sup>,为此学校主动组建各类产教联盟和合作组织、参加行业协会,加强行业交流,学校结合实际,组建了由地方政府、职业院校、行业企业共同参与的全面合作产教联盟,组建以产业分类和专业群分类为链接的职教集团,参加各类产教联盟和行业协会,形成多种合作形式,并在各类平台上,加强行业企业的联动。

学校汽车专业自 2013 年就加入江阴市汽车维修行业协会,2017 年成为理事会会员,2014 年加入无锡市汽车职业教育集团和无锡工程学会和机动车维修行业协会,2017 年江阴中专联合江阴职业技术学院共同牵头组建江阴市职业教育联盟,将江阴最具规模的海鹏集团、盛达汽车等骨干汽车企业纳入区域职教联盟,形成行业协会和职教联盟互相融合、互相促进的工作态势。

### 3 校企联合定学业

专业开设只是回答了“培养什么人”的问题,“怎么培养人”才是人才培养中的核心与关键,以学校汽车专业为例,在人才培养方面,通过与海鹏集团深度合作的 AIEC 校企合作项目,构建“三维互动、四岗递进”的校企共育现代学徒制人才培养模式,具体内涵包含以下四点:

#### 3.1 确立了人才培养规格和培养模式

在校企深度合作育人的探索和实践过程中逐步明确了人才培养规格:具有“现代班组长”潜质的汽车服务人才,重点突出“道德品质+专业技能+职业素养”的三维核心能力培养。(图 1)

为实现了学生三维核心能力的培养,我校提出“四岗递进”的“全周期”校企合作人才培养模式<sup>[3]</sup>:

认岗(职业认知):安排在第 1-2 学期,认岗教学以学

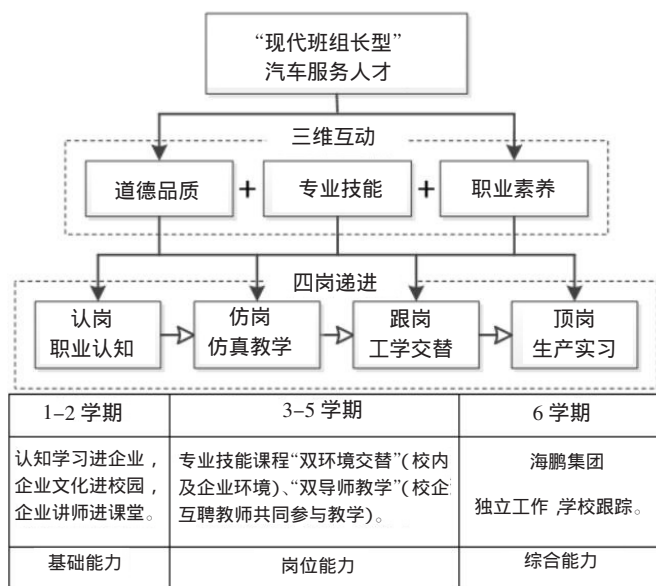


图 1 “现代班组长型”汽车服务人才培养模式

校为主、企业为辅,通过认知实习进企业、企业文化进校园、企业讲师进课堂等形式,了解和考察未来职业领域和工作岗位,激发学习动力。仿岗(仿真教学)安排在第 3-4 学期,仿岗教学以学校为主、企业为辅,企业技术总监等骨干每学期按计划进入校园授课,人才培养方案中的专业基础课程教学内容模拟企业岗位、仿真生产任务。跟岗(工学交替)安排在第 4-5 学期,跟岗教学采取学校、企业双主体,以企业的培养要求为主,将整个培养过程在工厂企业和职业学校之间交替进行。重点培养专业核心技能和班组生产必需的职业素养。顶岗(生产实习)安排在第 6 学期,顶岗实习以企业为主、学校为辅,半年的顶岗实习让学生独立承担企业生产工作,履行岗位所有职责,全面融入班组作业管理,促进学生向企业员工身份转换,为毕业后顺利上岗、就业做准备<sup>[4]</sup>。

#### 3.2 建立校企合作共同育人保障机制

在与海鹏集团的多年合作中不断完善校企合作制度体系,形成校企合作共同育人的保障机制,为“如何培养人”提供了有效解决方案。以校企双元冠名培养为例,通过签订《上汽通用海鹏班现代学徒制冠名培养合作协议》,从十个方面明确了校企深度合作的方向和任务,就“上汽通用海鹏班”的招生录取、课程设置、教学组织、培养过程、合作管理、成绩考评、顶岗就业等方面制订了相应细则,签订学校、企业、学生和监护人“四方协议”,明确各方在合作培养过程中的权利和义务。签约学生需按照岗位能力需求接受针对性的企业课程培养,需服从校、企双导师的指导和管理工作,参加企业用工考评,优秀学生可以享受海鹏集团的专设奖学金,跟岗实习和顶岗实习中,可享受一定的企业福利和劳动补贴或学徒工资,如果毕业后留任企业,还可根据留任时间获取学费补贴。企业配套了企业师傅选拔标准、职责、考核、待遇等制度,为学生培养提供了企业师资保障。学校也制定了专业教师下企业实践、技术服务、参加上汽通用铜级认证等行业认证,并



针对试点班级专业授课老师出台了倾斜政策,鼓励专业教师承担试点班级的教学任务。学校从场地、实训装备、后勤保障等方面也为冠名班试点的推进提供更多便利。

### 3.3 定制人才培养方案和核心课程标准

按照“校企联动、四岗递进”的模式,对人才培养方案进行了研讨、论证及修订,对分段实施、最终达成人才培养目标进行的课程设置、课程标准等合理化进行研究和实施,并形成相应的课程结构、教学时间安排计划。具体做法是,将原来的汽车发动机构造与维修、汽车底盘构造与维修、汽车电器构造与维修三门课程进行替换,新的教学内容分为九大部分,分别是汽车发动机机械及检修、汽车自动变速器及检修、汽车手动变速器与驱动桥及检修、汽车转向与悬架及检修系统及检修、汽车制动系统及检修、汽车电子与电气系统及检修、汽车空调系统及检修、汽车发动机控制系统及检修、汽车维护及服务信息,并根据企业岗位能力需求,制订以上9本校本课程的课程标准,明确这些课程的教学目标和教学要求,结合企业项目生产过程,编制课程内容和活页讲义,并根据教学内容提出教学方法指导。

### 3.4 推行校企“四进”教学“三双”改革

江阴中专和海鹏集团的现代学徒制人才培养的教学保障,是通过校企“四进”和教学“三双”来实现的。校企四进是指学生实习进企业、教师教学进企业、企业文化进校园、企业讲师进课堂,教学“三双”是指双导师授课(学校老师和企业师傅)、双身份学习(学生和徒弟)、双环境交替学习(学校和企业)。

### 4 五员共管促就业

人才培养的落脚点是就业,毕业生能否就好业、就稳业,也是反映人才培养质量的重要指标,以往准毕业生在顶岗实习期间会产生诸多问题,造成毕业生实际企业留用率低的现象,江阴中专通过创新实践,提出了“五员共管”的顶岗实习管理模式,有效解决以往出现的一些问题,取得了较好的成效。“五员”指“班级管理员、校内咨询员、校外辅导员、岗位指导员、企业管理员”,其中“校外辅导员”来自企业却由学校聘用并管理,填补顶岗实习管理中的“真空地带”,提高顶岗实习的管理质量。“五员共管”使得学生在校期间就能够充分了解企业,在企业期间也能获得多方导师的全面指导和帮扶,使其在从学生向学徒、学徒向员工的成长转变过程中能顺利过渡,快速适应岗位、稳定就业,实现学校安心、学生专心、家长放心、企业称心的多赢局面。

### 5 人才培养成效与推广

#### 5.1 育人成效

2014年以来,校企双方以“四进”及“三双”教学为基础,形成了以“六共同”为特征的校企深度合作,围绕“现代班组长型”人才培养目标和培养规格,不断修订、细化人才培养方案,推进“四岗递进”人才培养模式,突出“道德品质、专业技能和职业素养”三个综合维度的交叉培

养、自主发展和自我完善,提高了人才培养的针对性和质量。

①毕业生就业率达到100%,毕业生对口就业率达到97.44%,毕业生满意率达到99.6%;其中,截止2017年12月的数据显示,深度合作集团内1年留存率96%,三年留用率达到87.5%。家长对办学的满意度上升。家长对学校的总体满意度75.0%(2013年),逐年上升为96.55%(2018年)。

②汽车运用与维修专业办学质量提升。近几年来,学生在技能竞赛、创新大赛、全国文明风采大赛等方面取得了显著的提升,2018年至今,获得省技能大赛一等奖3项、二等奖2项、三等奖1项。

③社会声誉提高,深受群众欢迎。汽车专业毕业生受企业欢迎程度逐年提升,总体满意度达到了99.19%。入学新生数从96人(2013年)逐年上升到172人(2020年),录取分数线逐步上升到比同类专业分数线高出25分(2020年)。

### 5.2 示范辐射

江阴中专汽车专业现代学徒制实践,获无锡市表彰2次,在上汽通用全国年会上作了经验介绍并获表彰2次。受江苏-广西省际交流合作主办方常熟理工学院的邀请,为广西中职学校校长培训班做了题为《工学结合、学徒交替,培养“现代班组长型”汽修技能人才》的专题讲座、为广西南宁第四职业技术学校骨干教师培训班做了题为《基于SGM AVEC平台的现代学徒制实践》的专题讲座,均获得较好反响。

受江阴市汽车维修协会邀请,我校在2019年年会上做了“江阴中专-海鹏集团深度合作暨推进学校与汽修协会合作”为题的讲座交流,有效吸引了更多企业加入深度合作行列,吸纳兄弟院校教师参与开发校本教材,本校的经验有效带动了江阴市华姿中等专业学校和江阴职业技术学院汽车专业校企合作步伐。

### 6 结语

江阴中专在汽车运用与维修专业进行现代学徒制的实践中,通过“四岗递进、六业联动”的产教融合工作模式,校企共同培育汽车服务人才,取得了良好的育人成效,为同类职业学校相近专业的校企协同育人提供了一种可借鉴的模式范例。

#### 参考文献:

- [1]刘宗红.高职院校广告专业“六业并举”人才培养模式探究[J].教育与职业,2012(33):109-111.
- [2]谢思熠.价值认同缺失对社会矛盾生成的影响及化解路径探析[D].福建:福建农林大学,2018.
- [3]杜连森.谁来当工人:中国制造业的压力与挑战[J].职教通讯,2021(03):3.
- [4]李华东.基于“四岗递进·校企共育”汽车专业实践教学模式构建的研究——以江苏省江阴中等专业学校为例[J].汽车维护与修理,2019(14):52-54.



# 社会主义 核心价值观

人民有信仰 民族有希望 国家有力量

一个国家的强盛，离不开精神的支撑；一个民族的进步，有赖于文明的成长。

**国家** 富强 民主 文明 和谐

**社会** 自由 平等 公正 法治

**公民** 爱国 敬业 诚信 友善



国内定价：30.00元