

季刊

第4期

2017年 第15卷 总第54期

编辑委员会

主任：丁金昌

副主任：张耀

编委：(按姓氏笔画排序)

丁金昌 杜红文 王玲仙

王雷 包发根 杜红文

张耀 王斌 邱葭菲

金文兵 陈云祥 娄岳海

郭李红 倪勇 程勤华

曹焕亚 屠立 葛惠民

邓劲莲 熊峰

主编：王斌

编辑部主任：熊峰

责任编辑：陈莹

英文校译：郭李红

封面设计：朱凡

主办单位：浙江机电职业技术学院

编辑：浙江机电职业技术学院学报编辑部

地址：浙江省杭州市滨江高教园区滨文路528号

邮政编码：310053

电话：(0571) 87773063

电子信箱：zjjidxy@126.com

刊号：浙内准字 第O178号

内部资料 免费赠阅

目次

MgCO ₃ 对AZ81镁合金晶粒细化的研究 王瑞权, 邱葭菲, 陈云祥 (1)
细晶AM60B合金半固态等温热处理组织演化规律研究 王瑞权, 邱葭菲, 林波, 张伟 (4)
数控抛光刀具的创新设计与研究 金济民 (8)
一种全自动高精度大型轴承外圈径向钻孔生产线 叶俊, 王君明 (12)
粒化的多维企业参考模型研究 祝勇仁, 吕瑞峰 (16)
基于Matlab的跨临界二氧化碳汽车空调系统仿真模拟研究 卓婧 (24)
造纸机网前箱模型可调节性分析 张索 (31)
皮革裁断机控制系统设计与研发 余键 (39)
基于“学习领域”与翻转课堂的《底盘电控检修》课改探索 俞建军 (44)
高职教育国际化评价指标构建研究 陆胜蓝 (50)
身份标签改变高职生的社会评价 温长胜, 杨秀飞 (57)
高职学生学习动力的现状调查与分析 ——以浙江机电职业技术学院为例 项璐琼 (62)
经贸类专业金工实习改革与实践的探索 方海生, 赵夏明, 丁宏亮, 王建荣 (68)
“互联网+”时代高职院校学生党建工作网络平台的构建 任嘉祺, 黄熠 (74)

CONTENTS

Study on Grain Refinement of AZ81 Magnesium Alloy Added with MgCO ₃	WANG Rui-quan, QIU Jia-fei, CHEN Yun-xiang (1)
Research on Structural Evolution of Fine Grain AM60B in Semi-solid Isothermal Heat Treatment	WANG Rui-quan, QIU Jia-fei, LIN Bo, ZHANG Wei (4)
Innovative Design and Research of NC Polishing Tool	JIN Ji-min (8)
Design of a Full-automatic And High-precision Production Line for Radial Drilling for Bearing Outer Rings	YE Jun , WANG Jun-ming (12)
Research on Granularitied Multi-dimentional Enterprise Reference Model	ZHU Yong-ren, LV Rui-feng (16)
Simulation Research on Transcritical Carbon Dioxide Automobile Air Conditioning System Based on MATLAB	ZHUO Jing (24)
Regulability of Linear Stochastic System under Communication Access Constraints	ZHANG Suo (31)
Design and Development of Leather Cutting Machine Control System	YU Jian (39)
Teaching Reform of <i>Auto Chassis Electronic Control System Overhaul</i> Based on“Learning Field”and Flipped Classroom	YU Jian-jun (44)
Research on Construction of Evaluation Index for Higher Vocational Education Internationalization Development	LU Sheng-lan (50)
Identity Labels Changed Social Evaluation of Higher Vocational College Students	WEN Chang-sheng, YANG Xiu-fei (57)
Investigation and Analysis of Current Situation of Vocational College Students’Motivation for Learning ---Taking Zhejiang Institute of Mechanical & Electrical Engineering as an Example	XIANG Lu-qiong (62)
Exploration on the Reform and Practice of Metalworking Practice for Economic and Trade Specialties	FANG Hai-sheng, ZHAO Xia-ming, DING Hong-liang, WANG Jian-rong (68)
The Construction of Network Platform for Party Building Work for Higher Vocational Students in“Internet +”Era	REN Jia-qi, HUANG Yi (74)

MgCO₃ 对 AZ81 镁合金晶粒细化的研究

王瑞权, 邱葭菲, 陈云祥
(浙江机电职业技术学院, 浙江 杭州, 310053)

【摘要】研究了不同量 MgCO₃ 对 AZ81 镁合金的晶粒细化, 结果表明: MgCO₃ 对 AZ81 镁合金细化效果明显, 当 MgCO₃ 加入量为 1.2% 时, 晶粒最小, 随后随着 MgCO₃ 加入量的增加, 晶粒又开始变粗大。经 X 射线衍射发现 MgCO₃ 加入, 合金中出现新 Al₄C₃ 相, Al₄C₃ 与 α-Mg 晶格常数相近, 晶粒错配度小, Al₄C₃ 成为 α-Mg 基底的异质形核质点从而细化晶粒。

【关键词】镁合金; MgCO₃; 晶粒细化; 晶格常数

【中图分类号】TG292

【文献标识码】A

0 引言

镁合金具有较高的比刚度、比强度、导热性、电磁屏蔽性、减振性、可切削加工性以及可回收性等优点, 被誉为 21 世纪“绿色”工程材料, 经过科技工作者不懈努力, 镁合金已广泛应用在航空航天、机械电子、通讯环保等多个工业领域^[1]。

镁合金为密排六方晶体结构, 室温下的滑移系很少, 合金的塑性变形能力较差, 晶粒大小对力学性能的影响比体心立方或面心立方晶体结构的合金更为显著, 因此细化晶粒还有助于提高镁合金的力学性能和塑性变形能力^[2]。

1 实验方法

本实验合金是由纯镁、纯铝、纯锌按比例在 7.5kw 坩埚电阻炉熔炼配制而来。取同质量合金重新加热熔融, 并分别加入不同含量的 MgCO₃ 进行细化处理, 保温 10min 后, 浇铸到金属型模具中并得到 Φ16mm×150 mm 的圆柱形棒材。在离底部 30mm 处取样打磨抛光并腐蚀金相, 在 MEF-3 显微镜下观察组织, 在 D8 ADVANCE X 射线衍射仪上分析相组成。

2 实验结果与分析

图 1 为 AZ63 镁合金加入不同量 MgCO₃ 的铸态组织。图 1 (a) 为未加 MgCO₃ 时的组织, 图中看出该组织主要为粗大的树枝晶, 枝晶臂长而粗大, 枝晶臂及二次枝晶臂间距较大, 可明显看到共晶组织 Mg₁₇Al₁₂ 偏聚^[3]; 当加入 0.3% MgCO₃ 组织明显变化, 枝晶臂变细; 当加入 0.6% MgCO₃ 时, 粗大的树枝晶已大量减少, 且枝晶明显变短, 组织已出现等轴晶; 随着 MgCO₃ 的继续增加, 当 MgCO₃

收稿日期: 2017-10-16

作者简介: 王瑞权 (1983-), 男, 河南南阳人, 讲师, 从事材料成型及控制方面的教学与研究。

基金项目: 浙江省教育厅科研资助项目(Y201738262); 浙江机电职业技术学院科研项目(A-0271-17-016)

含量为 1.2% 时, 组织逐渐变细, AZ81 组织变成细小的等轴晶, $Mg_{17}Al_{12}$ 共晶组织均匀地分布在晶界处; 如图 1 (f), 当 $MgCO_3$ 含量高于 1.2% 后, 组织又开始粗化。可以看出加入适量的 $MgCO_3$, 对 AZ81 镁合金具有良好的晶粒细化作用。

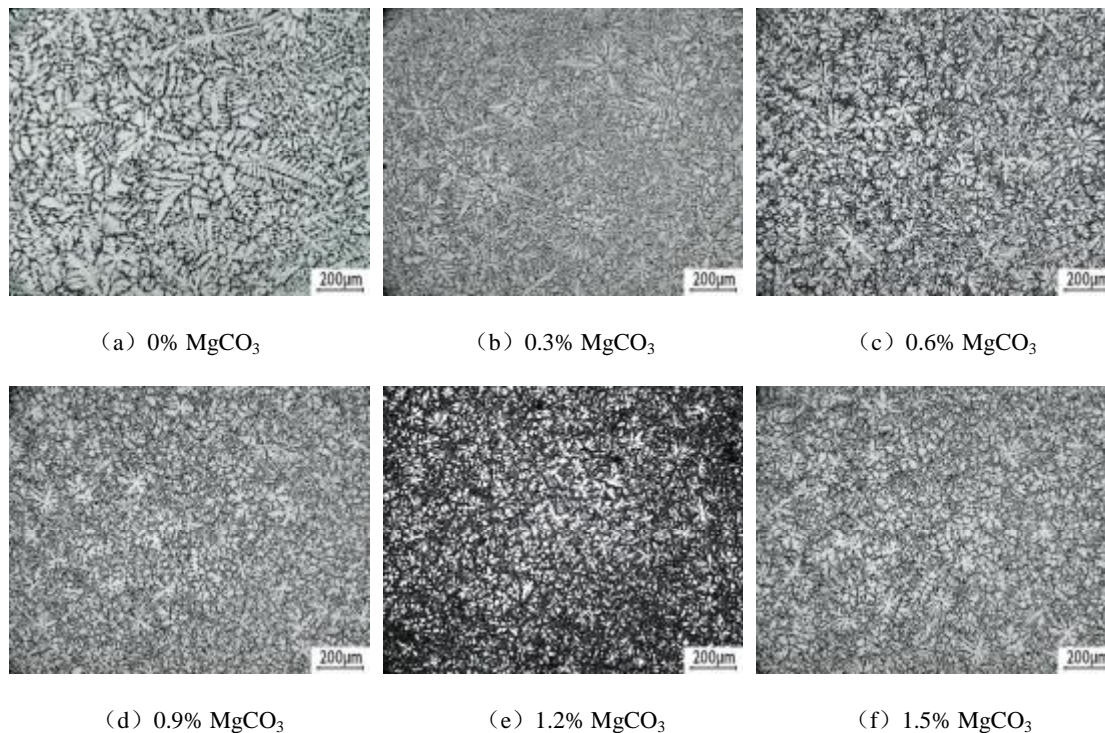


图 1 不同 $MgCO_3$ 含量对 AZ63 合金铸态组织的影响

图 2 为 AZ81 镁合金为加入 $MgCO_3$ 前后的 XRD 图谱, 对比发现后者出现新的 Al_4C_3 相。在加入 $MgCO_3$ 后, 高温下发生化学反应:

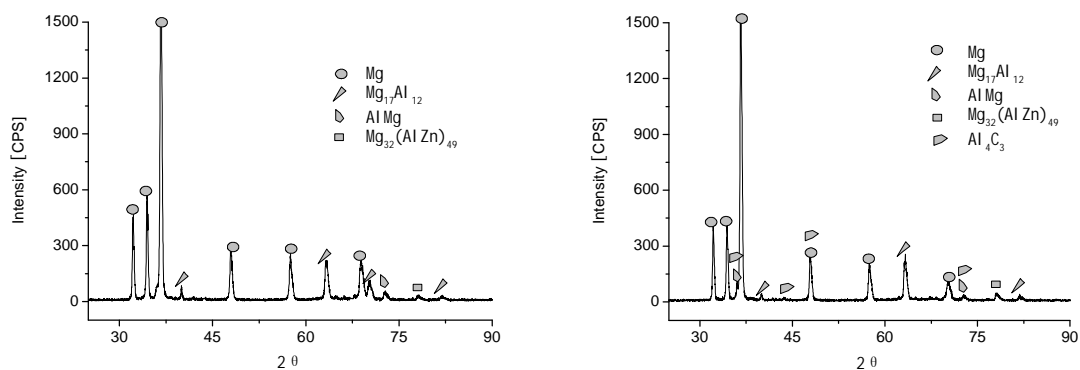
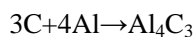
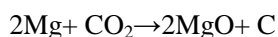
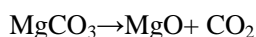


图 2 加入 $MgCO_3$ 前后 AZ81 合金 XRD 图

异质形核是细化晶粒的主要机理之一, 从异质形核理论可知, 异质形核发生与否取决于原金属原子与夹杂原子是否具有良好的晶格匹配关系, 即是否符合点阵匹配原理^[4,5]。 Al_4C_3 与 α -Mg 晶格

常数如表1,可以看出它们晶格很相似。经过计算可以得到它们之间的错配度为3.99%,小于15%^[5]。另外Al₄C₃有很高的熔点,在合金凝固过程中会优先于Mg析出,因此Al₄C₃可以成为 α -Mg基底的异质形核质点,提高其形核率,起到细化晶粒的作用。

表1 Al₄C₃与 α -Mg的晶格常数(nm)

相	a	c
Mg	0.32030	0.52002
Al ₄ C ₃	0.33310	0.49900

3 结论

(1) 未加MgCO₃时的AZ81镁合金组织,主要为粗大的树枝晶,枝晶臂长而粗大,枝晶臂及二次枝晶臂间距较大。

(2) 加入1.2%的MgCO₃,对AZ81镁合金具有良好的晶粒细化作用,合金组织变成细小的等轴晶。

(3) Al₄C₃与 α -Mg的晶粒错配度为3.99%,在合金凝固过程中Al₄C₃会优先于Mg析出,成为 α -Mg基底的异质形核质点。

参考文献

- [1] GUAN Ren-guo, MA Wei-min. Semisolid metal processing theory and technology[M]. Beijing: Metallurgical Industry Press, 2005: 1-14.
- [2] 陆树荪, 顾开道, 郑来苏. 有色铸造合金及熔炼[M]. 北京: 国防工业出版社, 1983, 68
- [3] 王瑞权, 邱葭菲, 张伟等. AM60B镁合金的Al5Ti1B细化工艺研究[J]. 热加工工艺, 2013, 42(1): 51-55.
- [4] 王瑞权, 邱葭菲, 张伟等. 镁合金的Al5Ti1B细化研究[J]. 轻金属, 2013, (5): 52-54.
- [5] 王瑞权, 邱葭菲, 林波等. MgCO₃对镁合金细化机理的研究[J]. 热加工工艺, 2011, 40(19): 26-27.

Study on Grain Refinement of AZ81 Magnesium Alloy Added with MgCO₃

WANG Rui-quan, QIU Jia-fei, CHEN Yun-xiang

(Zhejiang Institute of Mechanical & Electrical Engineering, Hangzhou 310053, China)

【Abstract】 The grain refinement of AZ81 magnesium alloy added with different amounts of MgCO₃ is studied. The results show that the refining effect of AZ81 magnesium alloy with MgCO₃ is obvious. The grain refinement is the most obvious when MgCO₃ addition amount is 1.2%; then the grains coarsen with the increase of MgCO₃ addition amount. The study finds out that a new Al₄C₃ phase appears in the alloy after the addition of MgCO₃ by means of X-ray diffraction. Al₄C₃, with lattice constant similar to that of α -Mg and smaller grain degree of mismatch, can be heterogeneous nucleation particles of α -Mg base to refine grains.

【Key words】 magnesium alloy; MgCO₃; grain refinement; lattice constant

细晶 AM60B 合金半固态等温热处理组织演化规律研究

王瑞权, 邱葭菲, 林波, 张伟
(浙江机电职业技术学院, 浙江 杭州, 310053)

【摘要】研究了经 1.2% $MgCO_3$ 细化处理后的 AM60B 镁合金在 610°C 半固态等温热处理过程中的微观组织演化。结果表明: 进化过程包括最初的等轴晶、枝晶合并、溶质扩散, 晶粒块状化和最后的球化五个阶段。晶粒经过细化处理, 原始晶粒较小, 一颗原始枝晶一般最终形成一个初生 α 颗粒。

【关键词】 AM60B 合金; 晶粒细化; 铸态微观组织; 半固态微观结构

【中图分类号】 TG292

【文献标识码】 A

0 引言

半固态成型技术是一种制造近终成型性的高质量零部件的新技术, 和传统制造技术对比, 突显独特优点, 近几年在国内外受到了广泛重视及关注。触变成形技术有制备非枝晶浆料、二次再重熔以及半固态成形三个重要步骤。其中制备非枝晶浆料也是决定半固态成形组织优劣的关键。半固态等温热处理法是把金属直接加热到固液两相区进而获得半固态浆料, 工艺流程较短, 细化处理后的合金, 能获得更加细小圆整的近球形组织, 减去了机械或电磁搅拌法等制备非枝晶组织的步骤, 因此受到业界关注^[1-3]。

虽然近几年国内外也对非枝晶浆料制备有一定的研究, 但是其研究成果主要聚集在 ZA27 和 AZ91D 等几种合金上, 对其他合金研究不多。因此, 本文研究了 AM60B 合金经 $MgCO_3$ 细化后半固态等温热处理过程微观组织演变, 以期为 AM60B 合金半固态浆料制备以及半固态成型技术发展奠定基础。

1 实验材料和方法

实验主要选用最常用的 AM60B 合金铸锭, 其元素成分如表 1 所示。半固态实验用经 1.2% $MgCO_3$ 细化处理的 AM60B 镁合金试棒作为实验材料^[4]。实验在 SRJ×45 电阻炉上进行。实验过程控温热电偶与试样表面保持接触, 严格控制测温精度。试样放入炉膛立刻开始计时, 到达预订时间后, 立即取出试样并水淬。腐蚀剂为 3% HNO_3 水溶液, 利用扫描电镜进行微观组织变化分析。

收稿日期: 2017-10-16

作者简介: 王瑞权 (1983-), 男, 河南南阳人, 讲师, 从事材料成型及控制方面的教学与研究。

基金项目: 浙江省教育厅科研资助项目(Y201738262); 浙江机电职业技术学院科研项目(A-0271-17-016); 浙江机电集团科技项目(2017JD004)

表1 AM60B 合金的成分(质量分数.%)

Al	Zn	Mn	Si	Cu	Ni	Fe	Be	Mg
5.8-6.2	≤0.18	0.30-0.40	≤0.04	≤0.005	≤0.001	≤0.003	0.0008~0.0015	Balance

2 实验结果与分析

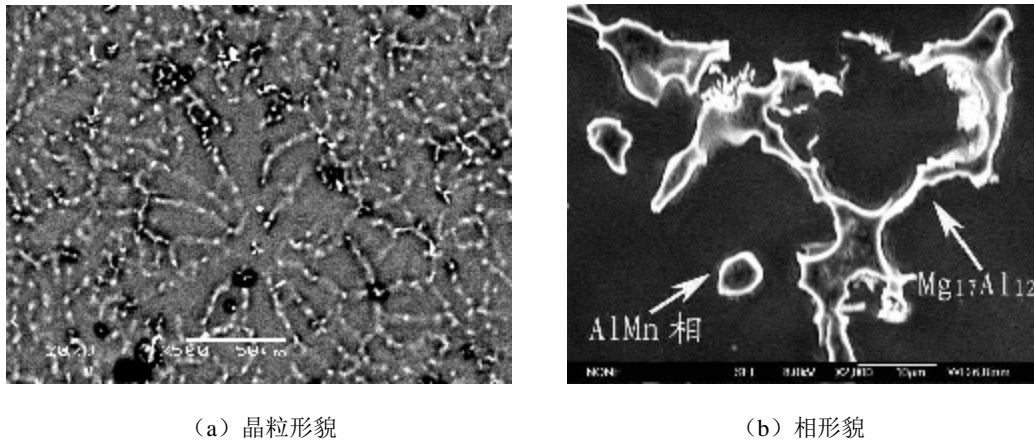


图1 实验合金的铸态显微组织

图1为实验合金的铸态微观组织,合金的显微组织基本由基体Mg和呈不连续网状沿晶界分布的共晶组织 $Mg_{17}Al_{12}$ 组成,如图1a所示。其中的 $Mg_{17}Al_{12}$ 相呈网状如图1b所示,并在Mg基体中相间分布,另外在镁晶粒内存在弥散分布的AlMn相颗粒。

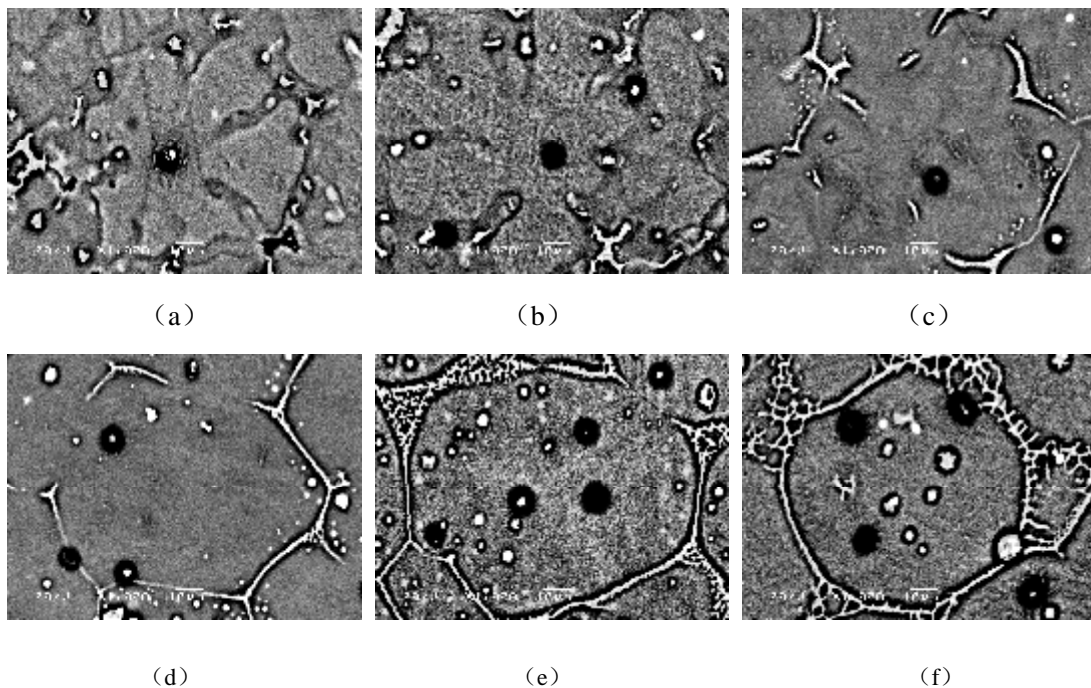


图2 实验合金在610°C不同保温时间的微观组织

图2所示为实验合金在610℃不同保温时间的微观组织,前期研究已得出该实验合金最佳的等温热处理温度为610℃^[5]。从图中能够看出,在等温热处理过程中,保温3min(图2c)时,Al原子已开始发生扩散固溶,初始的等轴晶形貌已经消失,在等轴晶组织中的晶界和晶内都已经出现重熔液相。等温热处理过程中晶间液相的形成对晶粒组织演变起着至关重要的作用,晶间液相一般都是先以点出现,在界面张力作用下,发生联通并逐渐形成在固相颗粒外包裹的封闭液相膜。在液固相界面曲率及表面能相互制约作用下,晶粒逐渐向表面能最低、面积最小的球形转化,然后再经过一段时间变得更加圆整(图2d-f)。

本文由于镁合金经过细化,原始晶粒较小,等轴枝晶根部的Al元素分布比较均匀,没有明显的溶质富集,快速粗化过程中也没发生枝晶熔断,即一颗原始等轴枝晶最终仅形成一个初生 α 颗粒,且半固态球化颗粒直径与原始枝晶等效直径相比基本相当,如图3。而对于比较发达的树枝晶(晶粒的直径通常较大),在等温热处理过程中在枝晶根部容易发生溶质元素富集,二次枝晶臂较容易在根部熔断,进而变成另一个新的更加细小的初生颗粒,如图3。

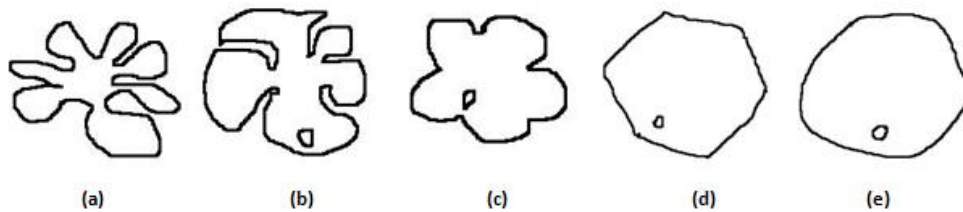


图3 细小等轴晶在半固态等温热处理过程中的演变

李元东等人研究得出^[6],在镁合金半固态等温热处理时其微观组织经过晶粒初始粗化、枝晶组织分离、组织球化以及晶粒粗化四个变化过程,如图4。

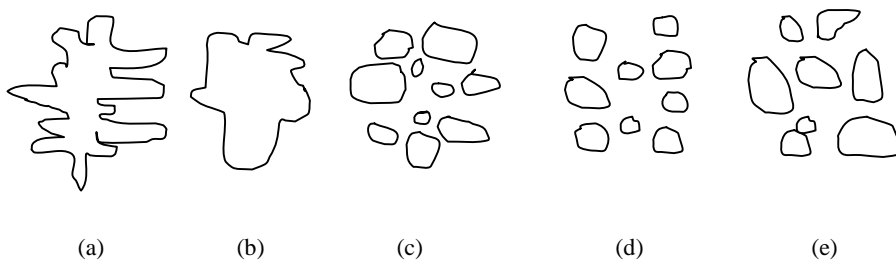


图4 树枝晶在半固态等温热处理过程中的组织演变

在一定的等温热处理温度下,球状晶的形成、液相率达到合适值还需要一定的时间,如果时间过短,理想的液相率则达不到,球状晶也不规则,不利于半固态成形,另外,不同基体、大小、形状的材料,这些参数也会相应发生变化的^[7]。因此,还需要进一步探索保温时间、基体晶粒尺寸与液相率、形状系数、球化晶粒大小等之间的定量关系。

3 结论

(1) AM60B 镁合金经 1.2% $MgCO_3$ 细化处理,在一定的等温热处理工艺后可以获得细小圆整的半固态组织。

(2) 原始晶粒较小时,等轴枝晶根部不容易发生明显的溶质富集和枝晶熔断,一颗原始枝晶一

般最终仅形成一个初生 α 颗粒。

(3) 在一定的等温温度下, 球状晶形成、液相率达到合适值需要一定的时间, 否则不利于半固态触变成形。

参考文献

- [1] 吉泽升, 吕新宇, 王国军等. 镁合金半固态成形技术的研究进展[J]. 金属热处理, 2003(5): 8-11.
- [2] 康永林, 毛卫民, 胡壮麒. 金属半固态加工理论与技术[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [3] 王瑞权, 邱葭菲, 姚荣庆等. 保温时间对镁合金压铸组织及性能的影响[J]. 铸造技术, 2013, 34(5): 535-537.
- [4] 王瑞权. $MgCO_3$ 对AM60B镁合金晶粒细化工艺的研究[J]. 铝镁通讯, 2009, (4): 28-30.
- [5] Chen Ti-jun, Ma Ying, Wang Rui-quan. Microstructural evolution during partial remelting of AM60B magnesium alloy refined by $MgCO_3$ [J]. Transactions of Nonferrous Metals Society of China, 2010, 20(9): 1615-1621.
- [6] 李元东, 郝远, 阎峰云等. AZ91D镁合金半固态等温热处理中的组织演变[J]. 中国有色金属学报, 2001, 11(4): 571-575
- [7] 王瑞权, 黄海军. Mg-Al系镁合金半固态组织二次凝固特征[J]. 上海有色金属, 2011, 32(1): 10-12.

Research on Structural Evolution of Fine Grain AM60B in Semi-solid Isothermal Heat Treatment

WANG Rui-quan, QIU Jia-fei, LIN Bo, ZHANG Wei

(Zhejiang Institute of Mechanical and Electrical Engineering, Hangzhou 310053, China)

【Abstract】 The paper studies the microstructural evolution of AM60B alloy refined by 1.2% $MgCO_3$ in the semi-solid isothermal heat treatment at $610^\circ C$. The results show that the evolutionary process consists of five stages: the equiaxed grains, the dendrite consolidation, solute diffusing, agglomerated grains and the spheroidized grains. After the grain refinement process, the original grain is small in size, and generally an original dendrite eventually forms a primary alpha particles.

【Key words】 AM60B alloy; grain refinement; as-cast microstructure; semisolid microstructure

数控抛光刀具的创新设计与研究

金济民

(浙江机电职业技术学院, 浙江 杭州, 310053)

【摘要】为了易于实现模具和产品中复杂自由曲面的数控抛光, 解决数控抛光过程中刀具严重磨损的问题, 本文从刀具的结构和刀具材料的性能等方面进行分析, 提出了数控刀具制造的可行性, 并通过现代先进的 CAD/CAM 技术, 运用特殊的制造工艺进行试验完成。

【关键词】数控; 抛光; 刀具; 自由曲面

【中图分类号】TH122

【文献标识码】A

0 前言

抛光是机械产品最后一道成型工序, 其质量直接影响产品的表面质量。在现代工业中, 产品抛光主要还是依赖手工抛光和电动抛光, 不能实现数控抛光或自动抛光, 主要原因就是无法解决数控抛光刀具的问题。特别是复杂自由曲面的抛光, 由于其曲面变化复杂, 抛光刀具一般要用球头刀, 更难实现数控抛光。现在抛光的工具主要是砂轮、砂纸、橡胶轮、布轮、羊毛球等, 而这些在抛光过程中由于磨损较大, 换刀次数多, 刀具消耗量很大, 一副模具的抛光要损耗几十个甚至上百个砂轮和羊毛球, 不适合实现数控抛光。所以, 解决数控抛光刀具的问题是解决数控抛光工艺的瓶颈问题^[1-2]。

要解决数控抛光的刀具问题, 我们从几个方面来研究。第一, 数控抛光刀具的结构。数控抛光刀具与数控切削刀具不同, 数控抛光刀具与产品之间是软接触, 材料去除量小, 而数控切削刀具与产品之间是硬接触, 材料去除量大; 第二, 数控抛光刀具的耐磨性。由于抛光主轴电机转速越大, 抛光质量越好, 所以要求刀具的耐磨性好; 第三, 数控抛光刀具材料要有优良的弹性。上述的橡胶轮、布轮和羊毛球等工具, 由于其耐磨性差, 经常需要更换, 所以不适合用于数控抛光。

1 数控抛光刀具的结构

数控抛光刀具与工件的接触要采用软接触, 所以刀具应具有弹性, 可考虑其结构如图 1 所示。刀具由刀柄和多片刀片组成, 刀片与刀柄应成一定的斜度, 倾斜方向与刀具旋转方向反向, 即从上往下看, 应是顺时针方向倾斜。这样, 当刀具与工件接触时, 由于刀片的倾斜和弹性, 形成了软接触。刀片在刀具底部组成一球头刀, 为了使刀具球形部分, 与工件弹性接触, 刀柄底部和刀片之间存有空隙。这样, 既给工件一个抛光的力, 又不会损坏工件和刀具, 抛光的效果好, 且刀具的寿命长, 适合用于数控机床抛光。

收稿日期: 2017-10-18

作者简介: 金济民 (1963-), 男, 高级工程师, 主要从事职业教育、数控技术的开发等工作。

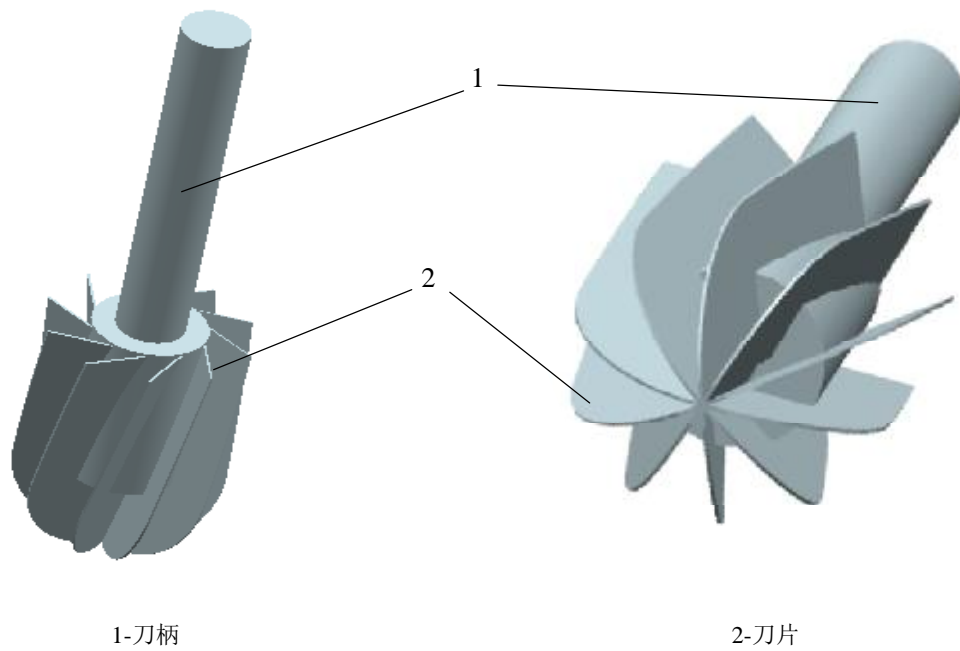


图1 数控抛光刀具的结构图

该数控抛光刀具可以采用如下方法加工，首先加工好可以使数控机床装夹的刀柄，在刀柄的加工一端的圆柱面上加工有适合一定厚度的刀片的系列斜槽，如图2所示。将刀片插入到刀柄的斜槽内，并与刀柄紧密连接，使系列刀片的外边构成一圆柱面，底部系列刀片的外边构成一球面，这样就形成了一把球头抛光刀具。

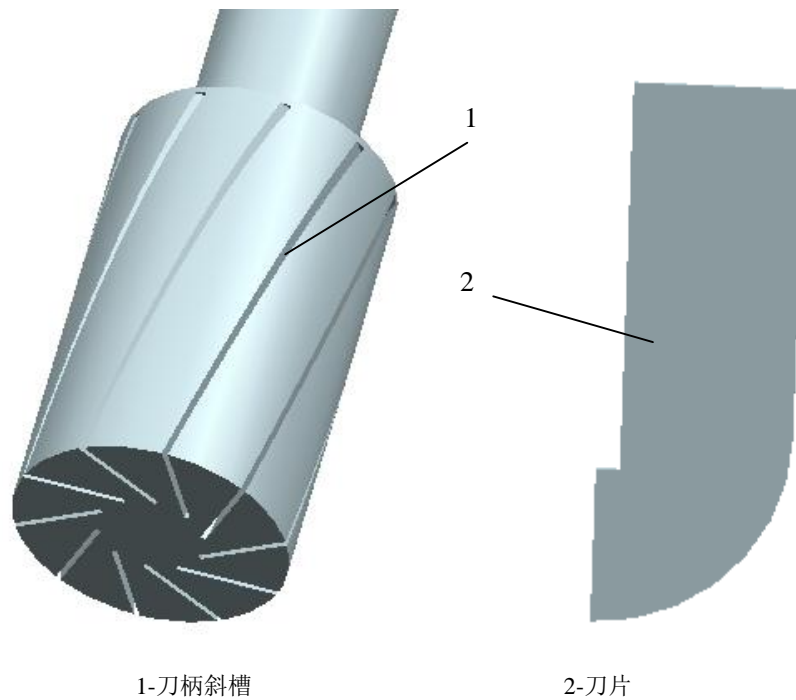


图2 刀柄斜槽与刀片

2 数控抛光刀具的耐磨性及弹性

由于抛光刀具转速越高, 工件的表面质量越好, 但是刀具的磨损也越大, 所以刀片材料的耐磨性是数控抛光刀具质量的重要因素之一。一般地, 刀具材料越硬, 其耐磨性越好, 冲击韧性越低, 材料越脆。硬度和韧性是一对矛盾, 对抛光刀具来说, 因为是微切削加工, 刀具材料硬度不能太高, 而耐磨性要高, 且要有一定的韧性, 以免崩刃。

屈服强度是金属材料发生屈服现象时的屈服极限, 亦即抵抗微量塑性变形的应力。当抛光加工时, 由于刀片与工件之间有一正压力, 使倾斜的刀片弯曲, 当刀具退出后, 刀片应恢复原来的形状, 所以屈服强度越高, 刀片越不易弯曲变形。

弹性模量是指材料在外力作用下产生单位弹性变形所需要的应力。它是反映材料抵抗弹性变形能力的指标, 是衡量材料产生弹性变形难易程度的指标, 其值越大, 使材料发生一定弹性变形的应力也越大, 即材料刚度越大, 亦即在一定应力作用下, 发生弹性变形越小。

表 1 是几种典型材料主要性能的比较。

表 1 典型材料主要性能的比较

钢号	硬度	屈服强度 MPa	弹性模量	主要性能和用途
高速钢 W18Cr4V (W18)	260HBS	3200 (抗弯强度)	200GPa	强度较好, 可磨性好, 可用普通钢玉砂轮磨削, 耐热性中等, 热塑性差 主要用途: 通用性强, 广泛用于制造钻头、铰刀、丝锥、铣刀、齿轮刀具及拉刀等
碳素钢 45	229HBW	355	210GPa	其强度、塑性、韧性均比碳素结构钢好, 综合力学性能较好, 只要用于制造较重要的机械零件
弹簧钢 65Mn	302HBW	785	198GPa	优良的综合性能, 如力学性能(特别是弹性极限、强度极限、屈强比)、抗弹减性能(即抗弹性减退性能, 又称抗松弛性能)、疲劳性能、淬透性、物理化学性能(耐热、耐低温、抗氧化、耐腐蚀等), 主要用于制作弹簧和弹性零件

从上述表 1 中可以看出, 硬度 65Mn 弹簧钢最好, 45 号钢最差; 强度高速钢最好, 45 号钢最差; 弹性模量, 三种钢差别不大; 而材料的抗弯强度, 弹簧钢是 45 号钢的两倍多^[3-5]。所以, 综合考虑刀具的性能、价格和材料的主要用途, 刀片材料选 65Mn 弹簧钢, 而刀柄材料用 45 号钢即可。

3 结论

由于刀片与刀柄之间有一倾斜角, 使刀片的外边组成为圆柱型, 刀片的底部组成球形, 刀片形状的设计成了难题。现在可以借助 CAD/CAM 技术, 用 UG NX 建立三维模型, 然后导出到 CAD 工程图中, 再根据尺寸用电火花线切割进行加工成型。刀柄中的斜槽, 也可用电火花线切割进行加工, 只是需要做专用的可以旋转的工装夹具, 所以后续的研究转移到这工装夹具上来。

参考文献

- [1] 金济民, 汪荣庆, 金泽雄. 一种抛光刀具[P], 中国: ZL 2017 1 0420519.X, 2017.06.05.
- [2] 蒋立正, 金济民, 张伟, 韦烨华, 燕必成, 张耀, 黄文广. 一种复杂自由曲面的抛光方法[P]. 中国: ZL 2016 1 0069077.3, 2016.01.27.

- [3] 熊中实, 吕芳斋. 常用金属材料实用手册[M]. 北京: 中国建材工业出版社, 2001.
 [4] 杨家斌主编. 金属材料牌号手册[M]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
 [5] 孙玉福主编. 钢铁材料速查手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2009.8.

Innovative Design and Research of NC Polishing Tool

JIN Ji-min

(Zhejiang Institute of Mechanical and Electrical Engineering, Hangzhou 310053, China)

【Abstract】 In order to easily implement NC Polishing of complex free-form surfaces of molds and products, and to solve the problem of severe abrasion of cutters in NC polishing process, this paper carries on the analysis of the tool structure and tool material properties, puts forward the feasibility of CNC tool manufacturing, and completes the test with modern advanced CAD/CAM technology and the special manufacturing process.

【Key words】 NC; polishing; tool; free-form surface

> >

(上接第15页)

参考文献

- [1] 王伟光, 陈光明. 一种全自动外球面轴承外圈径向钻孔机[J], 轴承, 2014 (8): 20-22
 [2] 顾其俊, 陈光明等. 一种高精密全自动轴承外圈径向钻孔机[J], 轴承, 2017 (2): 19-21
 [3] Robert O. Parmley. P E. 机械设计零件与实用装置图册 [M]. 邹平, 译. 北京: 机械工业出版社, 2013.
 [4] 吴拓. 现代机床夹具典型结构图册[M]. 北京: 化学工业出版社, 2011.

Design of a Full-automatic And High-precision Production Line for Radial Drilling for Bearing Outer Rings

YE Jun , WANG Jun-ming

(1.Zhejiang Institute of Mechanical and Electrical Engineering, Hangzhou 310053, China)

(2.Xinchang Jincheng Precision Machinery Co., Ltd, Xinchang 312500, China)

【Abstract】 In view of the problems of high production cost, low efficiency and poor stability in radial drilling of large non-standard bearing outer rings, a full-automatic and high-precision radial drilling production line for large bearing outer rings is designed and developed. By setting the truss manipulator, the automatic detection platform, full-automatic and high-precision vertical drilling machine, deburring machine and other production equipment are connected into a production line. The continuous automatic processing of feeding detection, automatic drilling and burr removal is realized. It is verified by practice that the production line has enhanced the production efficiency and product processing quality, and reduced the production cost.

【Key words】 large high-precision and non-standard bearing; ferrule radial drilling production line; vertical drilling machine

一种全自动高精度大型轴承外圈径向钻孔生产线

叶俊¹, 王君明²

(1. 浙江机电职业技术学院, 浙江 杭州, 310053)

(2. 新昌县锦程精密机械有限公司, 浙江 新昌, 312500)

【摘要】针对现有大型非标轴承外圈径向钻孔工序存在的生产成本低、效率低、稳定性差等问题, 设计开发了一种全自动高精度大型轴承外圈径向钻孔生产线。通过设置桁架机械手将自动检测分选平台、全自动高精度立式钻孔机、毛刺去除机等生产设备组成生产线, 实现了上料检测→自动钻孔→毛刺去除等多工序连续自动加工, 并通过实践验证, 提升了企业大型轴承套圈的生产效率和产品加工品质, 降低了产品的生产成本。

【关键词】高精度大型非标轴承; 套圈径向钻孔生产线; 立式钻孔机

【中图分类号】TH

【文献标志码】B

0 引言

为解决非标轴承外圈径向钻孔的生产需求, 前期已研发了二款全自动外球面轴承外圈径向钻孔设备^{[1][2]}, 实现了小型非标轴承外圈的自动径向钻孔, 但面对市场中直径 120mm~250mm 之间的大型非标轴承外圈径向钻孔的需求, 因其自身外形较大、重量较重, 无法使用前期研发的设备进行加工生产, 只能采用单件手动装夹在四轴加工中心中进行钻孔加工, 此方法生产效率低、成本高且产品稳定性不佳, 无法满足现有市场中大型高精度非标轴承外圈用量大的使用需求, 因此, 针对市场需求又全新设计开发了一条全自动高精度大型轴承外圈径向钻孔生产线。

1 钻孔生产线框架结构及功能

针对大型非标轴承外圈钻孔加工工艺要求以及其体积大、质量重的自身结构特点, 本文对新的钻孔加工生产线进行了创新设计, 主要包括: ①桁架机械手, 用于生产线之间的相互上、下料; ②自动检测分选平台, 用于钻孔前对大型非标轴承外圈的精度自动检测; ③全自动高精度立式钻孔机, 实现对大型非标轴承外圈的径向钻孔加工; ④毛刺去除机, 去除钻孔后余留的孔口毛刺; 各设备之间的运动, 通过控制系统控制生产线上的相互运动, 实现了对大型轴承外圈的毛坯检测、钻孔加工、毛刺去除等工序的全自动化加工(图 1)。

收稿日期: 2017-12-04

作者简介: 叶俊(1973—), 男, 汉族, 浙江杭州人, 全国技术能手, 研究方向为机械自动化设计及数控加工技术。



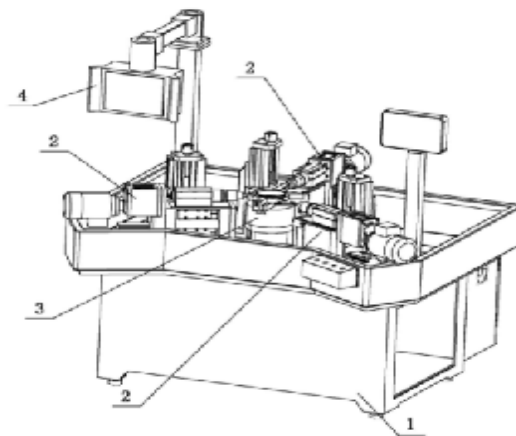
图1 全自动高精度大型轴承外圈径向钻孔生产线框架示意图

1.1 自动检测分选平台^[3,4]

自动检测分选平台包括气动夹紧机构、内径检测装置、高度检测装置和分选输出通道。气动夹紧机构由夹紧气缸和中空卡盘组成，固定安装于工作台上。内径检测装置安装于中空卡盘的正下方，内径检测装置中的检测爪在卡盘的中空腔内上下运动。高度检测装置包括左右移动机构、上下移动机构和检测量表组成。工作时，由桁架机械手将轴承外圈从料框中取出平稳放入气动夹紧机构中的中空卡盘上由夹紧气缸夹紧，经内径检测装置和高度检测装置对轴承外圈的内径尺寸和高度尺寸进行自动精度检测，由自动检测分选平台剔除不合格的轴承外圈毛坯，经分选输出通道输出，检测合格的毛坯经桁架机械手输送到全自动高精密切立式钻孔机的主轴夹头上，完成轴承外圈的自动检测上料。

1.2 全自动高精密切立式钻孔机^[1-4]

针对大型非标轴承外圈体积大、质量重的结构特点，全自动高精密切立式钻孔机在原有钻孔机的基础上，对钻孔机的结构形式进行了全新的改进设计，采用了承重力较大的立式结构，在工作台面上安装立式伺服分度气动夹紧主轴机构，并在主轴的外围圆周上依次排列设置有钻、扩、绞三套大功率伺服齿轮变速运动主轴机构，用于外圈的圆周径向孔的钻、扩、绞三道工序的生产加工，已确保孔的加工精度。如图2所示。



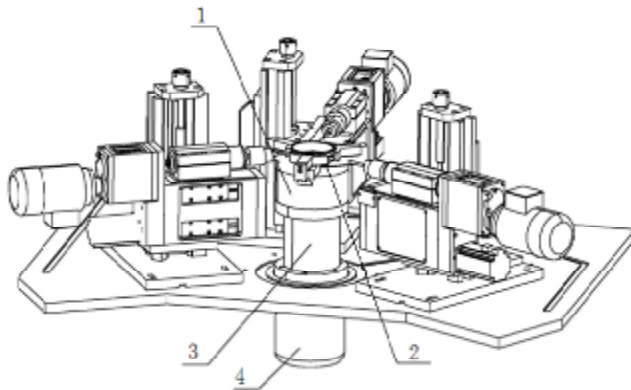
1 机架；2 伺服齿轮变速运动主轴机构；3 立式伺服分度气动夹紧主轴机构；4 数控系统

图2 全自动高精密切立式钻孔机结构原理图

1.2.1 立式伺服分度气动夹紧主轴机构^[2-4]

立式伺服分度气动夹紧主轴机构如图3所示。包括主轴、气动卡盘、主轴伺服驱动电机、支撑套筒和气动检测装置，支撑套筒安装于工作台面上，主轴两端轴承支撑安装于支撑套筒内，主轴的

前端安装有法兰盘，气动卡盘安装于法兰盘上，由气缸控制气动卡盘夹紧、松开工件，主轴伺服驱动电机安装于主轴的后端，驱动主轴旋转分度。气动检测装置设置于气动卡盘上，该装置在气动卡盘上设置有三个气路通孔，当外圈装夹到气动卡盘上，外圈本体在重力作用下堵住气路通孔时，气路中的压力增大，当三路压力相当时，则检测出工件已装夹到位，启动伺服齿轮变速运动主轴机构依次进行钻孔加工。

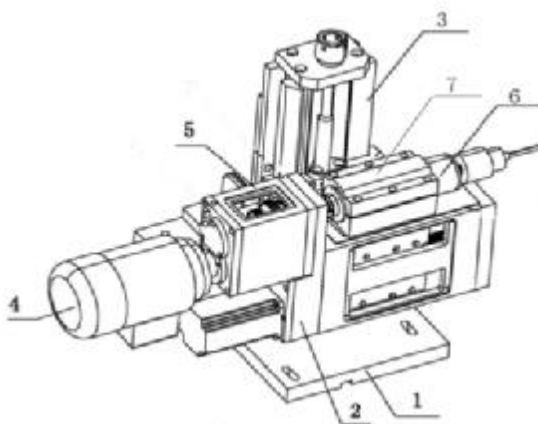


1 气动卡盘；2 气动检测装置；3 支撑套筒；4 主轴伺服驱动电机；

图3 立式伺服分度气动夹紧主轴机构结构原理图

1.2.2 伺服齿轮变速运动主轴机构^[1,2]

伺服齿轮变速运动主轴机构如图4所示，包括支撑座、主轴进给机构和主轴机构；支撑座上安装有主轴进给机构，主轴进给机构包括支撑主轴机构沿主轴轴向移动的纵向运动机构和主轴机构沿主轴径向移动的纵向运动机构，主轴纵向运动机构固定安装于支撑座上，实现钻孔高度方向的调节，主轴横向运动机构固定安装于主轴纵向运动机构上，随主轴纵向运动机构上下运动，主轴机构安装于主轴横向运动机构上，由主轴横向运动机构中的伺服电机驱动主轴打孔运动。主轴机构包括主轴、主轴安装座、齿轮变速箱和主轴电机，主轴穿装于主轴安装座内与齿轮变速箱相连，主轴电机安装于齿轮变速箱体上，由联轴器与齿轮变速箱输入轴相连，主轴电机转动通过齿轮变速箱体内的齿轮副传动驱动主轴运动。



1 支撑座；2 主轴横向移动机构；3 主轴纵向移动机构；4 主轴电机；5 齿轮变速箱；6 主轴；7 主轴安装座；

图4 伺服齿轮变速运动主轴机构结构原理图

1.3 毛刺去除机

毛刺去除机包括机架、气动分度夹紧机构和伺服进给系统。气动分度夹紧机构安装于机架工作台上,伺服进给系统安装于气动分度夹紧机构的一侧,伺服进给系统主要包括支撑座、主轴进给机构和刀具动力头,支撑座安装于工作台上,主轴进给机构包括Z向伺服进给机构和X向伺服进给机构,X向伺服进给机构安装于支撑座上,Z向伺服进给机构安装于X向伺服进给机构上,刀具动力头安装于Z向伺服进给机构上。

2 生产线作业流程

工件由桁架机械手从料框中取出放置于自动检测分选平台上,控制系统驱动自动检测平台对工件的内径、高度等关键尺寸进行快速检测,检测合格的零件经桁架机械手抓取放置于全自动高精立式钻孔机的气动卡盘上,由气动卡盘上设置的气路检测机构检测位置装夹到位后,伺服齿轮变速运动主轴机构依次动作,实现对大型非标轴承外圈圆周上的径向孔,进行钻—扩—铰孔加工,孔加工完成后经桁架机械手输送到毛刺去除机工作台上,毛刺去除机伺服进给系统动作,使伺服进给上的刀具动力头垂直向下运动,进入工件内腔中到达设定位置后,倒角刀具对准径向通孔的内孔口,动力头驱动倒角刀具旋转对钻孔的内孔口的钻孔毛刺进行倒角加工,完成孔口的毛刺去除,然后旋转设定角度,进行下一个孔的毛刺去除,完成全部加工工序后,由桁架机械手将工件放置于下料框中,实现了大型非标轴承外圈的自动化生产线加工。

3 生产验证

该生产线试制成功后在多个轴承企业进行了试生产,通过一段时间的生产运行后,统计数据(表1)表明,该生产线自动化程度高,稳定性好,产品品质及生产效率较传统的加工方式得到明显提升。

表1 全自动高精度外圈径向钻孔生产线数据对比

项目	生产成本	生产效率	合格率
传统工艺	2.4元	班产600只	89%
新生产线钻孔	0.8元	班产1250只	98%

4 结束语

新设计的全自动高精度大型轴承外圈径向钻孔生产线,解决了大型非标轴承外圈径向钻孔生产成本低、生产效率低等技术难题。通过桁架机械手将自动检测分选平台、全自动高精立式钻孔机、毛刺去除机等生产设备组成生产线,实现了上料检测→自动钻孔→毛刺去除等多工序连续自动加工,并通过实践验证,提升了企业大型轴承套圈的生产效率和产品加工品质,降低了产品的生产成本,并填补了现有大型非标轴承外圈径向钻孔设备的市场空白。

其次,该生产线组成结构灵活、自动化程度高,还可应用于各类大型圆环类、套类等机械零件圆周径向精密钻孔加工,具有一定的推广价值。

(参考文献转第11页)

粒化的多维企业参考模型研究

祝勇仁¹, 吕瑞峰²

(1. 浙江机电职业技术学院, 浙江 杭州, 310053)

(2. 浙江工业大学机械学院, 浙江 杭州, 310014)

【摘要】企业参考模型是经过实践检验的可以作为建模模版用的特殊的企业模型, 在企业信息化过程中应用参考模型可以引入相似企业的成功经验, 先进的管理思想和企业知识, 为信息化软件的高质量提供保障, 并减少企业建模和软件开发的工作量和难度。当前关于参考模型应用和管理的研究还存在很多问题, 这些研究或者只能将一个完整的参考模型实例作为管理和应用单元, 或者仅仅能对过程参考模型进行单维度的分解应用。鉴于上述参考模型管理和应用的不足之处, 提出了粒化的多维参考模型理论, 建模人员可以根据实际需要引用参考模型中粒度符合要求的参考模型片段, 使得参考模型的管理和应用更加精细化和准确化。

【关键词】参考模型; 建模; 粒度; 企业信息化

【中图分类号】TP319

【文献标识码】A

0 引言

ESA 软件实施的效率和质量对企业和软件公司都是至关重要的。因此, 众多的研究者都在试图找到提高软件实施的效率和质量的方法。

企业参考模型可以为企业 ESA 软件应用提供原型系统, 它的建立基础是多种行业的 ESA 软件应用工程的共同特征, 可以为同属一行业的企业 ESA 软件应用工程的建立提供原型系统。在这个原型之上, 有针对性地细化、实例化同行业或同生产模式的企业参考模型的有关内容, 加入企业实体自己的特征就可以形成企业实例模型, 从而帮助改变企业建模人员在分析复杂系统时感到无从下手的困境, 为设计企业系统提供思路。

此外, 在企业信息化过程中, 存在着大量的低水平重复开发的现象, 造成企业 ESA 软件设计的困难, 成本过高, 同时低质量的企业模型给 ESA 软件的实施带来了严重的缺陷, 甚至导致企业信息化项目的失败。企业参考模型的建立可以最大限度地重复和利用已有的成果。直接应用企业参考模型可以大幅度降低系统分析、设计阶段工作的强度和数量, 相应地可以节省相关工作的成本, 节省大量开支。

因此, 研究企业参考模型的管理和应用方法对提高 ESA 软件实施的效率和质量大有裨益。

当前, 关于企业参考模型的研究比较知名的有 CIM-OSA 参考模型、ARIS 参考模型、BAAN 参考模型、SAP 的 R/3 参考模型、SCOR 参考模型和德国标准化研究所的参考模型^[1-3]。这些研究各具

收稿日期: 2017-12-05

作者简介: 祝勇仁 (1976-), 男, 浙江江山人。硕士研究生, 副教授, 研究方向: 机械设计及理论, 制造业信息化工程技术。

特色，对参考模型的管理和应用理论的发展作出了巨大贡献。但也各有不足之处：CIM-OSA 只是提出了参考模型的思路，但没有对参考模型的管理和应用方法的研究。ARIS 参考模型、BAAN 参考模型，还有其它一些建模方法中附带的参考模型，诸如 GRAI 的参考模型，都是为其建模服务，是一种经过提炼、审核的企业模型。这些参考模型不再进行分解，作为一个整体被应用。这种应用形式使得引用参考模型其中的一部分变得很不方便。SAP 的 R/3 参考模型将整个参考模型进行了分解，划分为模块、子模块和过程，这是对参考模型应用研究的一大突破，该参考模型具有很高的实用价值。而 SCOR 参考模型和德国标准化研究所的参考模型则致力于流程和过程的标准化研究。这两种参考模型的管理思想具有很高的参考价值，但却仅仅局限于过程模型的应用。

为了克服上述参考模型在管理和应用方面的不足，引入粒化的思想，建立粒化的多维参考模型理论，使参考模型的管理和应用更加精细化、准确化、实用化。

1 参考模型粒度的概念和意义

在企业实施 ESA 软件时，可能并不需要对企业全部业务进行信息化，例如某企业只希望上质量管理模块或者是生产管理模块，因此该企业就只需要涵盖质量管理和生产领域的模型。此时，引用参考模型时就只需要引用某参考模型实例的质量管理和生产管理模型片断。

现有的参考模型管理和应用方法并不支持对参考模型片断的检索和应用。为了满足这种需要，需要将一个参考模型分割成片断或者模块。这样的片断或者模块有大有小，衡量参考模型模块大小的度量，我们称之为参考模型的粒度。

2 参考模型粒度研究的基本问题

粒度研究的基本问题是空间的粒化和粒的描述。空间的粒化是指将对象空间分解为许多子空间，或是基于有用的信息和知识将空间中的个体聚集成不同的类，每一个类称为一个粒，粒中的元素可以理解为对应概念的实例^[4,5]。

一般来讲，每一个粒中的元素满足不可分辨关系、相似性、近邻性或泛函性。由于对论域的不同分类标准（等价、相容、泛序、异同等）可能会形成不同的粒结构。粒的结构不同对论域的任一子集的近似集和对这些基本粒的操作会有所不同，因此粒化要根据实际问题的需要进行。

粒化的层次取决于所要求解的问题。粒用来观察和描述问题并同外界交互，它可以视为概念的构造块，决定了粒度的层次。在问题求解中要选择最合适的粒度层次。信息粒在粒度的不同水平出现，通常把最相似的粒度聚集为一层。

在参考模型的粒化过程中，我们采用空间粒化的第一个含义，就是将一个参考模型作为对象空间，将之分解为子空间。

根据粗糙集理论，知识库中的等价关系 $R \in A$ 或信息系统中的属性集 $P \in A$ 都对应一个相应的粒度，或者说一个等价关系或一个属性集决定一个相应的知识粒度^[6-8]。

3 参考模型粒度的划分

对参考模型的粒度划分要根据参考模型应用的实际需要来进行。企业模型通常都是多视图的，这里以一种包含过程模型、信息模型和组织模型三个视图的企业模型为例进行研究。首先，作为一个模型整体的参考模型，是最大粒度的参考模型。参考模型是描述企业业务的，可以根据企业的业

务划分原则来对参考模型进行分割。企业的整体业务往往按照领域来划分，所以第一层分割也按照领域将参考模型划分为若干模型模块，如采购模块、销售模块等，如图 1 所示。对按照领域分割出来的模型模块，可以继续分割。领域内总是包含若干的业务过程，如采购领域内包含采购计划制定、采购订单下达等过程，可以将参考模型的领域模块以过程为单位进行二次分割。过程是由一系列有序的活动组成的，按照活动将所有过程模型片断进行三次分割，得到若干模型元素。

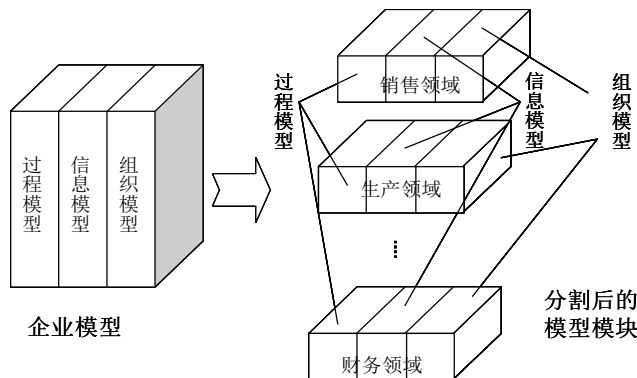


图 1 参考模型按领域进行分割

如果说按照视图对企业模型划分的过程模型、信息模型和组织模型是一种纵向分割，那么参考模型粒度的划分就是一种横向分割，就是说，任何粒度的参考模型都应该包括过程模型、信息模型和组织模型，而且在每个粒度实体内，其包含的过程元素实体、信息元素实体和组织元素实体必须保持一致性。即：

$$RM_g = (P_g, I_g, O_g, C) \quad (1)$$

其中， RM_g 表示某粒度的参考模型； P_g 表示过程元素实体的集合； I_g 表示信息元素实体的集合； O_g 表示组织元素实体的集合； C 表示模型之间的一致性约束，其约束对于各个粒度的参考模型都是一样的。

如果根据应用需要将参考模型划分为四个粒度层级：企业粒度、领域粒度、过程粒度和元素粒度。那么对于给定一个新的模型（片断），我们需要对其进行测度，来确定其属于哪个粒度层级。参考模型粒度的测度函数可以表示为：

$$X(xm) = \begin{cases} Ent, \{ |dom_i | dom_i \hat{=} xm| \} > 1 \\ Dom, \{ |dom_i | dom_i \hat{=} xm| = 1, |pro_j | pro_j \hat{=} dom_i| \} > 1 \\ Pro, \{ |dom_i | dom_i \hat{=} xm| = 1, |pro_j | pro_j \hat{=} xm| = 1, |act_k | act_k \hat{=} pro_j| \} > 1 \\ Ele, \{ |dom_i | dom_i \hat{=} xm| = 1, |pro_j | pro_j \hat{=} xm| = 1, |act_k | act_k \hat{=} pro_j| = 1 \end{cases} \quad (2)$$

其中， xm 表示模型（片断）； $X(xm)$ 表示模型片断粒度； Ent 表示企业粒度； Dom 表示领域粒度； Pro 表示过程粒度； Ele 表示元素粒度； $|dom_i | dom_i \hat{=} xm|$ 表示 xm 所包含的领域数量； $|pro_j | pro_j \hat{=} dom_i|$ 表示领域 dom_i 所包含的过程数量； $|act_k | act_k \hat{=} pro_j|$ 表示过程 pro_j 中所包含的活动数量。

4 粒化参考模型的分级特征体系

4.1 粒化参考模型的特征

根据粗糙集粒度理论，一个粒度的实体可以用一组偏序关系来表示，所谓的偏序关系就是一组特征，就是说一个粒度的参考模型可以表示为：

$$RM_g = (C_g, V_g) \quad (3)$$

其中， RM_g 表示某粒度参考模型（模块/片断）， C_g 表示该粒度的参考模型（模块/片断）特征的集合， V_g 表示特征对应的特征值的集合。

就是说，每个粒度的参考模型均可采用一组特征来表示。因此研究企业级、领域级、过程级和元素级参考模型不同的特征空间就可以有效地标示一个参考模型粒度实体。定义出各个粒度参考模型的特征，是准确定义参考模型的关键，也是各个粒度层级模型实例进行聚类 and 搜索的关键。

不管是哪个粒度层级的参考模型特征，按照其性质的不同可分为业务特征、模型特征和结构特征。

定义 1 业务特征

业务特征是指描述整个参考模型或者模型片断的业务性质的特性。

例如模型所属领域、销售模式等。业务特征是无法穷举的，参考模型管理人员根据需要可以添加业务特征的定义。

定义 2 模型特征

模型特征描述参考模型或者模型片断的模型特性。模型特征包括模型的名称、成本时间特性等。

定义 3 结构特征

结构特征主要是描述模型或者模型片断的结构层次，粒度大小，有无调用子过程等结构信息。

例如描述一个过程包含多少个活动，过程跨越多少组织，跨多少领域，上层过程属于什么领域等信息的特征就是该过程的结构特征。

4.2 不同粒度参考模型特征间的关系

不同粒度的参考模型不是孤立的，这些特征间总是存在着这样那样的关系。定义参考模型特征间的关系，尤其是定义不同粒度层级参考模型特征之间的关系，可以帮助建立起参考模型间的逻辑关系，更方便参考模型的搜索。参考模型特征间的关系包括分类关系、继承关系、相同关系等。

分类关系：不同的参考模型特征之间存在某种分类关系，如所属行业特性，某参考模型属于制造行业，另一参考模型属于汽车制造行业，则这两个参考模型的行业特性特征间存在分类关系。

继承关系：来自于相同参考模型的不同粒度的参考模型实体，小粒度参考模型实体会继承大粒度参考模型实体的某些特征，如模型名称等，这种特征关系称为继承关系。

相同关系：来源于不同参考模型的参考模型粒度实体，某个特征的取值也会相同，如两个同为“采购计划”的过程级参考模型粒度实体。这种特征关系称为相同关系。

除了上述的关系，还有诸如大小关系，主要指特征值的取值为实数的情况。用户可以根据需要

定义参考模型特征间的关系,定义的关系越多,参考模型的逻辑结构越清晰,检索的效率也会越高。

5 参考模型的应用

参考模型是在建模方法论和建模框架的指导下,利用建模工具建立的,具有与企业模型相同的结构。同时,参考模型的模型原型大多已经被开发成了 ESA 软件。目前,采用构件化方法开发 ESA 软件已经成为研究的热点。如果是采用构件化方法开发的 ESA 软件,则参考模型与软构件之间的关联就可以建立起来。在这种情况下,合理利用参考模型,会大大缩短企业建模的周期,利于快速、高效、优化地建立企业业务模型,从而缩短 ESA 软件实施周期,降低实施成本,提高实施质量。

在构件化开发 ESA 软件的过程中,参考模型的应用包括支持 ESA 软件的开发、支持 ESA 软件的重构和支持 ESA 软件的快速部署。

支持 ESA 软件的开发需要在建立业务模型时引用参考模型,这就需要研究参考模型与在建模型的融合问题,要保证引用参考模型后在建模型能够保持一致性。为此制定了一系列引用参考模型必须遵守的一致性规则。

规则 1

引入参考模型(模块或片断)时,必须将过程以及与过程相关联的信息、组织都引用到新模型中。

$$" \text{Pro}_g \hat{=} \text{Newmod}, RM_g = (\text{Pro}_g, \text{Inf}_g, \text{Org}_g, C), \text{则 } \text{Inf}_g \cup \text{Org}_g \hat{=} \text{Newmod}$$

其中, Pro_g 表示某粒度参考模型实体内的过程的集合, Newmod 表示新建 CIM 模型, RM_g 表示该参考模型实体, Inf_g 和 Org_g 分别表示该参考模型实体内信息和组织的集合, C 表示过程、信息和组织之间的一致性约束关系。

为了实现上述要求,可以建立一种暂存机制,就是将过程引入到过程模型的同时,将相关信息放入信息模型的暂存区中,将相关组织放入信息模型暂存区中。如果需要暂存区中的某元素,就将它拖入其所在的模型中。如果不需要,就将之直接删除。

规则 2

修改引入的过程中的信息或者组织,存在于信息模型或组织模型中同样被引入的相关信息和组织也同时被修改。修改信息模型或者组织模型中被引入的信息或组织,其在过程模型中的影像也同时被修改。

$$(\text{Pro}_g, \text{Inf}_g, \text{Org}_g) \hat{=} \text{Newmod}, \text{且 } RM_g = (\text{Pro}_g, \text{Inf}_g, \text{Org}_g, C), " \text{inf}_i \hat{=} \text{Pro}_g \text{ ® } \text{inf}_j, \text{则}$$

$$" \text{inf}_i \hat{=} \text{Inf}_g \text{ ® } \text{inf}_j; " \text{org}_k \hat{=} \text{Pro}_g \text{ ® } \text{org}_l \text{则 } " \text{org}_k \hat{=} \text{Org}_g \text{ ® } \text{org}_l$$

其中 Pro_g 、 Inf_g 、 Org_g 分别表示某粒度参考模型实体内过程、信息和组织的集合, RM_g 表示该参考模型实体, C 表示过程、信息和组织之间的一致性约束关系, inf_i 和 inf_j 都表示一个信息实体, org_k 和 org_l 都表示一个组织元素实体。

规则 3

删除引入的过程中的信息或者组织，存在于信息模型或组织模型中同样被引入的相关信息和组织也同时被删除。删除信息模型或者组织模型中被引入的信息或组织，其在过程模型中的影像也同时被删除。

$$\$(Pro_g, Inf_g, Org_g) \hat{=} Newmod, \text{ 且 } RM_g = (Pro_g, Inf_g, Org_g, C),$$

若 " $inf_i \hat{=} Pro_g \otimes inf_i \hat{=} pro_g$ ", 则 " $inf_i \hat{=} Inf_g \otimes inf_i \hat{=} Inf_g$ ";

" $org_k \hat{=} Pro_g \otimes org_k \hat{=} Pro_g$ ", 则 " $org_k \hat{=} Org_g \otimes org_k \hat{=} Org_g$ "

其中 Pro_g 、 Inf_g 、 Org_g 分别表示某粒度参考模型实体内过程、信息和组织的集合， RM_g 表示该参考模型实体， C 表示过程、信息和组织之间的一致性约束关系， inf_i 都表示一个信息实体， org_k 都表示一个组织元素实体。

引用参考模型时，还可以多个参考模型一起引用，暂存机制的应用对多个模型之间的整合意义更大。

支持 ESA 软件的重构和快速部署的时候，必须尽快建立起参考模型和软构件的关联，通过模型间的关联快速重新构建或者部署软构件。为此，需要研究模型构件与软构件之间的关联方法。

在业务模型层，企业的模型构件是以过程（活动）为核心的，以活动对信息实体的处理作为最基本的模型构件单元，如图 2 所示。在软件模型层，模型是以业务对象为核心的。在业务模型层是一个活动处理多个信息实体，而到软件模型层，转化为一个业务对象包含在其上发生的所有活动和操作。对应到软构件中，一个业务对象对应一个业务构件（又称为大粒度构件），一个大粒度构件可能按照不同的操作（包括标准操作如读、写、下达等和一些特殊操作）划分为小粒度构件。

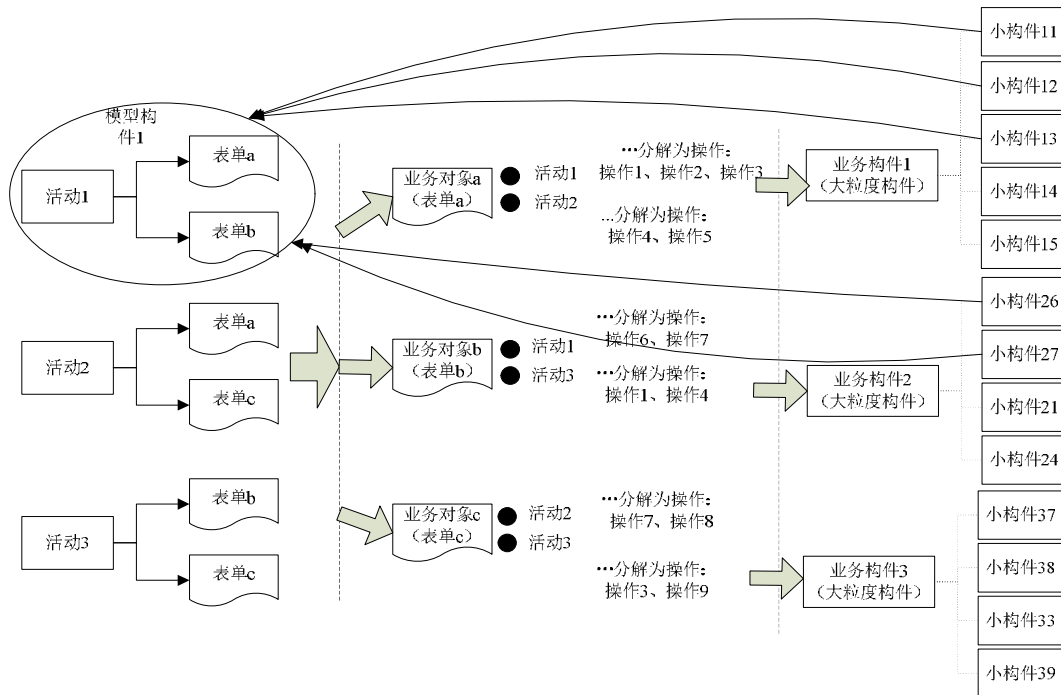


图 2 模型构件与软构件的对应关系

图 2 中的模型构件 1 就会与业务构件 1 和业务构件 2 产生关联，如果业务构件 1 和业务构件 2 划分包含一些列小构件，则模型构件 1 关联小构件 11、小构件 12、小构件 13、小构件 26 和小构件 27。如果在新建模型中，模型构件 1 被修改或者删除，则新建模型与业务构件 1 和业务构件 2 的关联必须删除，与这两个业务构件相关的小构件的关联也必须删除。

6 参考模型的应用与验证

采用参考模型开发软件系统可以大大节省开发时间，例如：很多企事业单位都有开发工时量化系统的需求，在参与开发某船厂工时量化系统时笔者有意识地将系统分模块分粒度的形式存储在模型库中，并建立模型构建与软构件的关系。

在随后的某汽车厂的工时量化系统中，按照业务的相似性，搜索不同粒度的参考模型，其应用和开发结构和核心服务层结构分别如图 3 和图 4 所示。

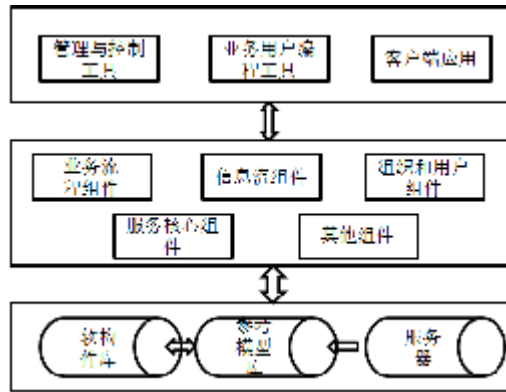


图 3 软件系统开发层级架构



图 4 软件系统核心服务层结构

实践证明, 采用参考模型辅助软件系统开发, 可以将首次全新开发的周期从1年半左右缩短到6个月左右, 而且首次完成软件的故障水平接近于三次大规模测试后的水平。

7 结论

参考模型的应用对于企业信息化的实施意义重大, 按照空间粒化思想, 根据参考模型的应用需要对参考模型进行了粒度分解。并研究了粒化参考模型的体系结构和参考模型的表示方法, 进一步研究了粒化参考模型的特征体系。提出了一种结构化的粒化参考模型方法。这种粒化方法是多维度的粒化, 可以根据领域、层次、视图等特征进行粒化, 并提出了参考模型的粒化函数, 从而可以测度参考模型的粒度, 也可以将大粒度参考模型分解为小粒度参考模型。这种参考模型的粒化理论支持参考模型的结构优化和参考模型的多层次多粒度应用, 最后对参考模型在构件化开发ESA软件中的应用进行了探讨。

参考文献

- [1] 凌济民, 张莉. 一种可定制参考过程模型的自动构建方法[J]. 计算机研究与发展, 2017, 54(3): 642-653.
- [2] 张益, 冯毅萍, 荣冈. 智慧工厂的参考模型与关键技术[J]. 计算机集成制造系统, 2016(1): 1-13.
- [3] 李长福, 王刚, 周宇鹏. 基于本体论的企业参考模型的研究[J]. 机械设计与制造, 2006(4): 162-164.
- [4] 李嘉菲. 基于工作流的业务过程管理关键技术研究[D]. 长春: 吉林大学博士学位论文, 2007.
- [5] 尤文倩. 制造企业业务流程EPC参考模型验证研究[D]. 镇江: 江苏科技大学硕士学位论文, 2013.
- [6] 董登辉. 基于多粒度SOA参考模型研究[D]. 杭州: 浙江工业大学硕士学位论文, 2012.
- [7] 于洪, 王国胤, 姚一豫. 决策粗糙集理论研究现状与展望[J]. 计算机学报, 2015 (8): 1628-1639.
- [8] Herbert J P, Yao J T. Game-theoretic rough sets[J]. Fundamenta Informaticae, 2011, 108(3-4):267-286.

Research on Granularitied Multi-dimentional Enterprise Reference Model

ZHU Yong-ren, LV Rui-feng

(1. Zhejiang Institute of Mechanical & Electrical Engineering, Hangzhou 310053, China)

(2. Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310014, China)

【Abstract】 Enterprise reference model is a kind of special enterprise model that has been proved through practice to be a template for constructing enterprise model. When the reference model is used during the process of enterprise informationization, the successful experience, advanced management ideas and enterprise knowledge of the similar enterprises can be introduced in order to ensure the high quality of information software and reduce the workload and hardness of enterprise modeling and software developing. At present, there are many problems with the researches of the application and management of the reference model. The researches either take a whole reference model entity as a management and application unit, or only decompose the reference model in a single dimension. A granularitied muti-dimentional reference model theory is presented to eliminate these shortcomings of the management and application methods of the reference model. Using this theory, model constructors can adduct reference model pieces which are up to the actual demands to make the management and application of the reference model more efficient and accurate.

【Key words】 enterprise reference model; modelling; granularity; enterprise informationization

基于 Matlab 的跨临界二氧化碳 汽车空调系统仿真模拟研究

卓 婧

(浙江机电职业技术学院, 浙江 杭州, 310053)

【摘要】本文对采用微通道换热器的二氧化碳汽车空调系统进行了仿真研究。利用二氧化碳汽车空调系统仿真程序, 分析汽车车室内、外侧的温度、车室内相对湿度、风速, 以及压缩机轴功率和高压侧压力对采用微通道换热器的二氧化碳汽车空调系统的 COP、蒸发器换热量 Q_e , 以及系统制冷剂质量流量 M_r 的影响, 从而获得系统运行性能随上述因素的变化规律, 为部件优化及系统运行参数最佳化提供参考和指导。

【关键词】CO₂ 制冷系统; 微通道换热; 跨临界; 仿真模拟

【中图分类号】TN92

【文献标识码】A

0 前言

《京都议定书》对 HCFC 类制冷剂 (其中包括目前汽车空调普遍使用的 R134a) 的淘汰时间作出了规定 CO₂ 作为优良的天然工质再次受到重视, 使制冷剂的发展步入了一个新的阶段。当前, 跨临界 CO₂ 汽车空调系统逐渐成为汽车空调系统应用研究的热点^{[1][2]}。

近年来, 微通道换热器大量应用于汽车空调系统, 而 CO₂ 微通道换热器的优势在于不仅换热性能高, 而且使用对环境友好的制冷剂。制冷剂侧的换热系数比常规制冷剂要高得多, 可以补偿减少的内表面换热面积^[3]。但对于微通道换热器在系统内如何协调、如何使得它在系统内更好地工作, 从而使得系统性能达到最优等方面的研究工作还比较少见。二氧化碳 (R-744), 是一种安全无毒环保, 具有传热性能好、绝热指数大、运动黏度低, 单位容积制冷量大的自然工质制冷剂^[4]。其优异的特性弥补了微通道压降大、容易堵塞等问题, 因此微通道和二氧化碳的结合, 可大大减小蒸发器的尺寸, 提高其换热性能, 达到优势互补的效果。

1 跨临界二氧化碳汽车空调系统仿真计算流程

图 1 所示为跨临界二氧化碳汽车空调制冷系统制冷剂流程, 将该图中所有部件串联起来就构成了系统模型。

收稿日期: 2017-11-21

作者简介: 卓婧 (1988-), 硕士研究生, 讲师, 研究方向: 汽车电子技术、汽车仿真技术。

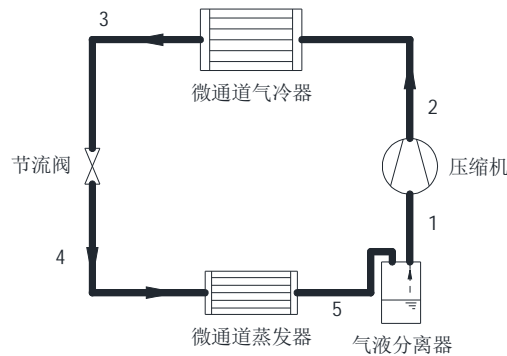


图1 跨临界二氧化碳汽车空调制冷系统制冷剂流程图

系统主程序即为，在满足一定的系统运行条件时，根据若干给定的已知条件，解系列方程组。

本文针对采用微通道蒸发器和微通道气冷器的跨临界二氧化碳汽车空调系统，由于模型建立之初系统的压缩机、微通道气冷器、节流阀、微通道蒸发器、气液分离器等所有部件都处于稳态稳流状态，所以整个系统处于稳态稳流状态。对系统仿真有如下假设与说明^[5]：

- (1) 各部件之间的连接管路用保温材料包裹，故不考虑连接管的热损失；
- (2) 忽略连接管路的制冷剂侧压降；
- (3) 与压缩机功耗和换热器换热量相比，制冷剂在连接管路及各部件中流动时的动能和势能相对较小，故忽略不计。

根据前期建立稳态仿真模型开发的 Matlab 程序，校核了系统的能量平衡，在验证模型正确性的基础上，可实现固定压缩机吸气压力和固定压缩机排气压力两种情形下的运行分析。本文主要讨论涉及高压侧压力对系统运行的影响，因为高压对设备性能、制造水平和材质的影响加大，故采用控制压缩机排气压力的系统仿真算法。

3 设定车辆参数对系统的影响

设定初始参数，分别为：车室内温度 $t_{ae}=25^{\circ}\text{C}$ ；车室内相对湿度 $RH_e=65\%$ ；车室外风速为 $v_{ag}=3.5\text{m/s}$ ；压缩机功率为 $W_c=1.63\text{kW}$ ；压缩机转速 $n_R=1800\text{RPM}$ 。

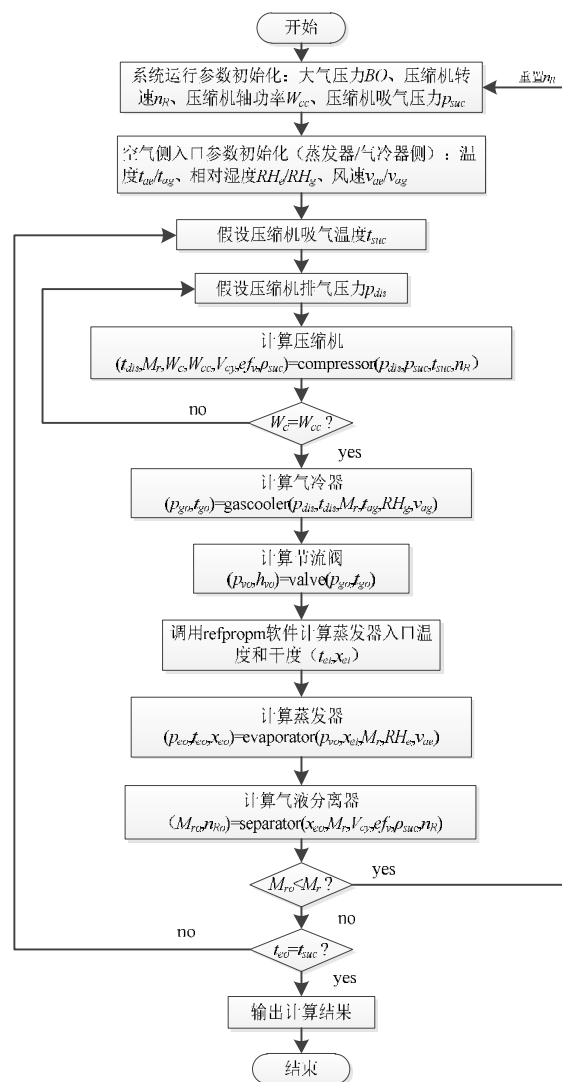


图2 系统仿真流程图（固定压缩机吸气压力）

3.1 车室内参数对系统的影响

3.1.1 车室内温度对系统的影响

汽车车室内温度对于空调系统而言就是蒸发器侧入口空气温度。汽车对于空调的要求之一就是当空调系统开启时可在短时间内迅速将车室内温度降下来，而在不同的室外温度工况下，车室内温度的变化对于系统性能有不同的影响。图 3(1)、图 3(2)分别示出了当汽车车室内温度 t_{ae} 分别为 25℃、27.5℃和 30℃时，蒸发器换热量 Q_e 、系统 COP 随汽车车室外温度 t_{ag} 的变化。其它参数保持不变。由图可见，当汽车车室内温度 t_{ae} 较高时，蒸发器换热量 Q_e 、系统 COP 均比较高。

当车室内温度 t_{ae} 升高时，蒸发器侧空气入口温度升高，于是蒸发器内制冷剂的平均温度升高，压缩机吸气过热度增大。同时，蒸发器侧传热温差增大，即用于驱动传热的势能增大，使得蒸发器侧换热量 Q_e 增大。由于压缩机轴功率 W_c 不变，则系统 COP 增大。

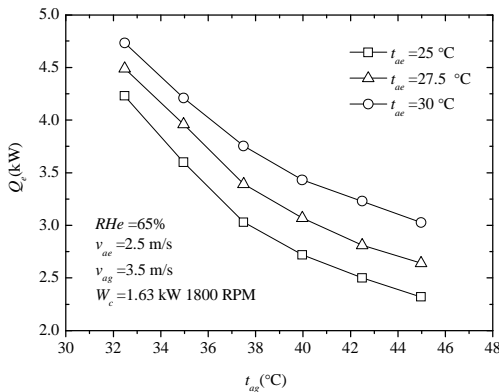


图 3(1) 车室内温度对蒸发器换热量的影响

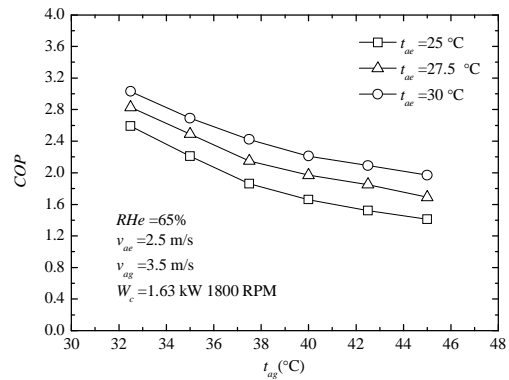


图 3(2) 车室内温度对系统 COP 的影响

3.1.2 车室内风速对系统的影响

车室内风速即为汽车空调系统蒸发器侧风速，它不仅影响空调系统性能，而且影响车内人体吹风舒适度。如图 4(1)、图 4(2)所示，当车室内风速 v_{ae} 较大时，蒸发器换热量 Q_e 、系统 COP 均比较大。其它参数保持不变。

车室内风速 v_{ae} 较大时空调系统蒸发器空气侧传热系数较大，则蒸发器换热量 Q_e 增大。另外压缩机轴功率 W_c 固定不变，当空调系统取热 (Q_e) 增大时，则系统排热 (Q_g) 增大，同时，系统 COP 增大。

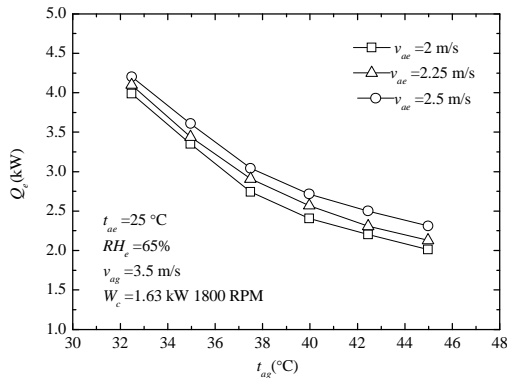


图 4(1) 车室内风速对蒸发器换热量的影响

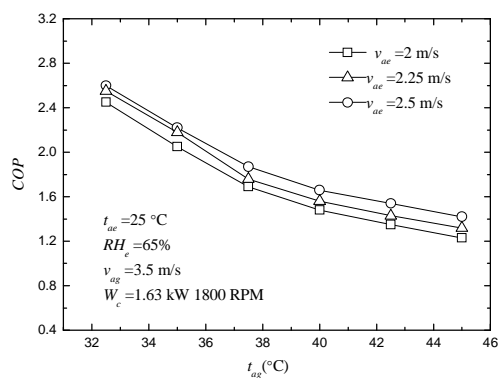


图 4(2) 车室内风速对系统 COP 的影响

3.1.3 车室内相对湿度对系统的影响

其它参数保持不变,由图 5(1)、图 5(2)可见,当车室内相对湿度 RH_e 较大时蒸发器换热量 Q_e 、系统 COP 均比较大。

车室内的相对湿度 RH_e 和蒸发器换热管的空气侧壁面温度决定着空气侧换热是干工况还是湿工况。干工况不涉及相变换热,只有显热换热,而湿工况则发生相变换热,既有显热交换又有潜热交换,所以传热系数更大一些。当车室内相对湿度逐渐增大时,空气的露点温度逐渐增大,当换热管壁温低于露点温度时,空气侧换热由干工况变为湿工况,传热系数增大,则蒸发器侧换热量 Q_e 增大。由于压缩机定轴功率运行,则当系统取热(Q_e)增大时,系统排热(Q_g)也随之增大,同时,系统 COP 增大。

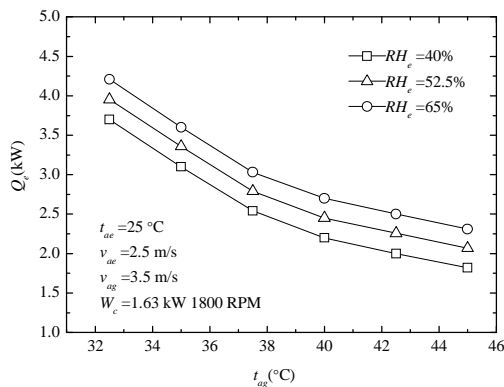


图 5(1) 车室内相对湿度对蒸发器换热量的影响

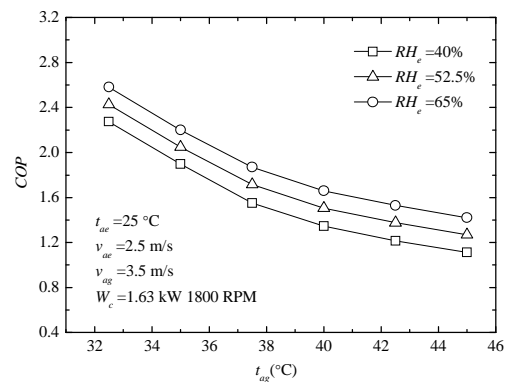


图 5(2) 车室内相对湿度对系统 COP 的影响

3.2 车室外参数对系统的影响

3.2.1 车室外温度对系统的影响

车室外温度对于汽车空调系统而言就是气冷器入口空气温度。车室外温度的高低直接决定着空调系统排热环境温度的高低,即排热的难易程度。图 6(1)、图 6(2)所示为蒸发器换热量 Q_e 、系统 COP 随车室外温度 t_{ag} 的变化,其余参数保持不变。由图可见,随着车室外温度 t_{ag} 的升高,蒸发器换热量 Q_e 和系统 COP 逐渐减小,且递减速率在车室外温度达到 38°C 左右时开始减缓;而制冷剂质量流量 M_r 则随车室外温度 t_{ag} 的升高而逐渐增大。

车室外温度升高导致空调系统排热温差减小,造成气冷器换热量 Q_g 减小,使得制冷剂平均温度升高,于是蒸发器侧传热温差减小,导致蒸发器换热量 Q_e 减小,压缩机吸气过热度增大,电子膨胀阀调节制冷剂质量流量 M_r 使其增大。由于压缩机轴功率 W_c 固定不变,则系统 COP 逐渐减小。

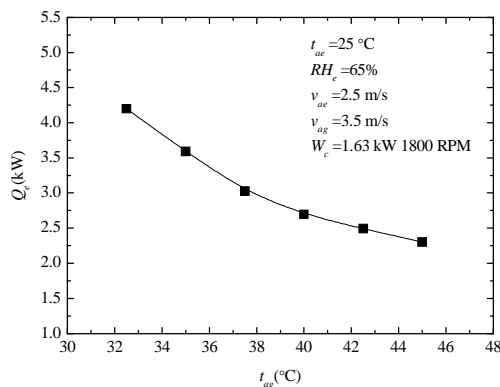


图 6(1) 车室外温度对蒸发器换热量的影响

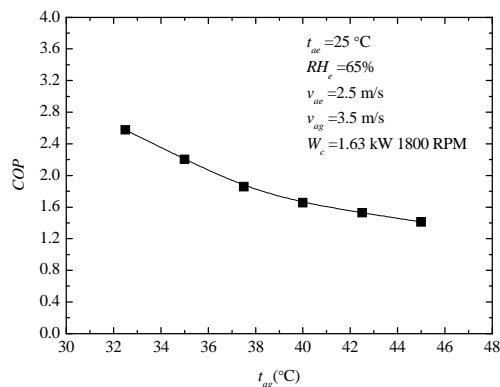


图 6(2) 车室外温度对系统 COP 的影响

3.2.2 车室外风速对系统的影响

车室外风速对于汽车空调系统而言就是气冷器侧空气流速, 由于汽车在运行过程中气冷器侧风速取决于车速及行车环境, 变化剧烈且具有一定的不确定性, 对于空调系统性能的影响具有一定的随机性。由图 7(1)、图 7(2)可见, 当室外风速 v_{ag} 较大时, 蒸发器换热量 Q_e 、系统 COP 都比较大。

当气冷器侧风速 v_{ag} 增大时, 空气侧传热系数增大, 导致气冷器侧换热量 Q_g 增大。同样, 压缩机轴功率 W_c 不变, 则当蒸发器换热量 Q_e 增大时, 系统 COP 增大。

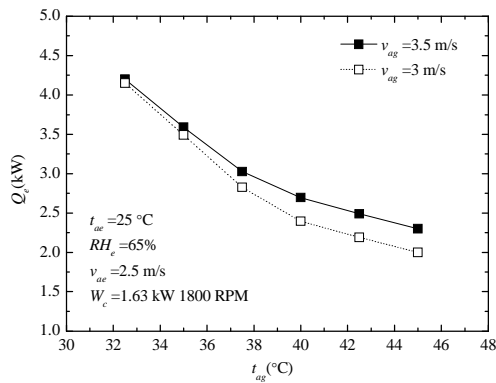


图 7(1) 车室外风速对蒸发器制冷量的影响

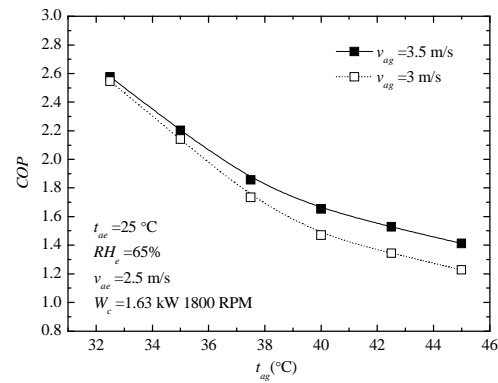


图 7(2) 车室外风速对系统 COP 的影响

3.3 压缩机轴功率及高压侧压力对系统的影响

3.3.1 压缩机轴功率对系统的影响

当汽车空调系统的冷负荷较大时, 自控系统调节电子膨胀阀使其开度增大, 使得制冷剂质量流量增大, 同时联动调节使得压缩机轴功率增大。由图 8(1)、图 8(2)可见, 当压缩机轴功率 W_c 较大时, 蒸发器换热量 Q_e 较大, 而系统 COP 较小。当压缩机轴功率 W_c 增大时制冷剂流速增大, 导致 CO_2 侧换热系数增大, 同时压缩机吸气过热度减小, 于是蒸发器换热量 Q_e 增大。由于压缩机轴功率 W_c 的增大时, 其增幅大于蒸发器侧换热量 Q_e , 于是 COP 降低。

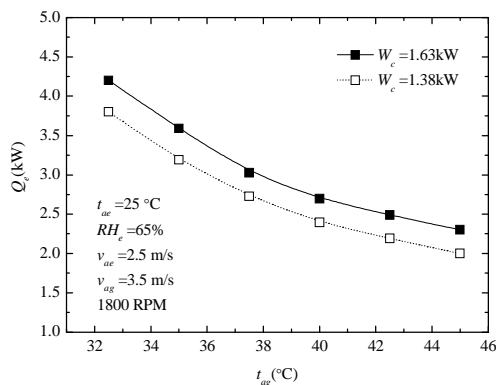


图 8(1) 压缩机轴功率对蒸发器换热量的影响

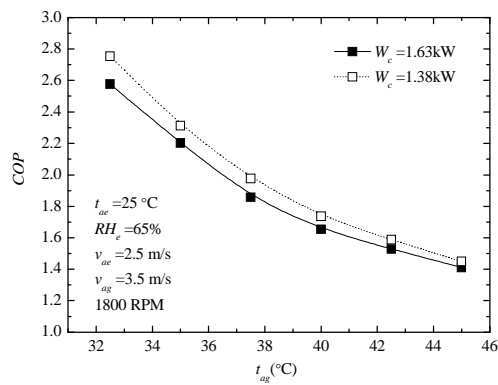


图 8(2) 压缩机轴功率对系统 COP 的影响

3.3.2 高压侧压力对系统的影响

二氧化碳汽车空调系统放热过程发生在高压侧的气冷器, 制冷剂在这里处于超临界区, 温度与

压力是相互独立的。当汽车空调系统冷负荷较大时,压缩机轴功率增大,使得压缩机排气量增大,导致高压侧压力上升。高压侧压力上升会影响蒸发器和气冷器的换热量,因此会影响系统 COP 。如图 9(1)~图 9(3)所示,蒸发器换热量 Q_e 、制冷剂质量流量 M_r 和压缩机轴功率 W_c 均随高压侧压力的升高而逐渐增大。但持续升高的压力也为系统安全带来隐患,故在每个工况下系统高压侧压力应有一个控制值。

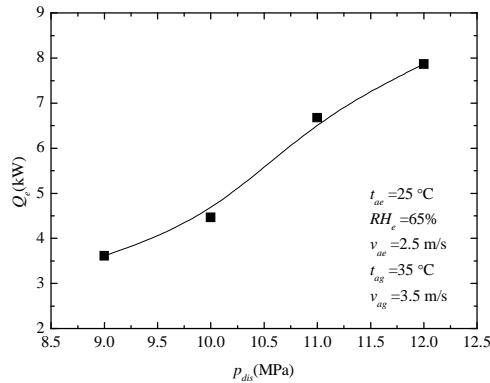
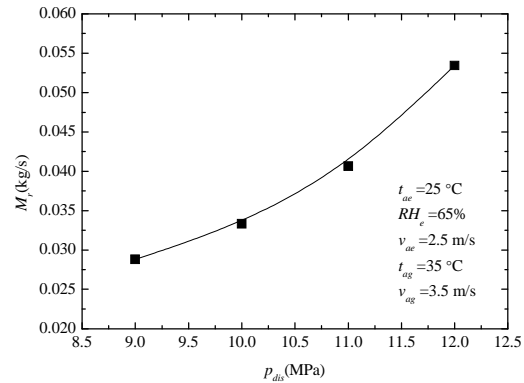


图 9 (1) 高压侧压力对蒸发器换热量的影响



(2) 高压侧压力对系统制冷剂质量流量的影响

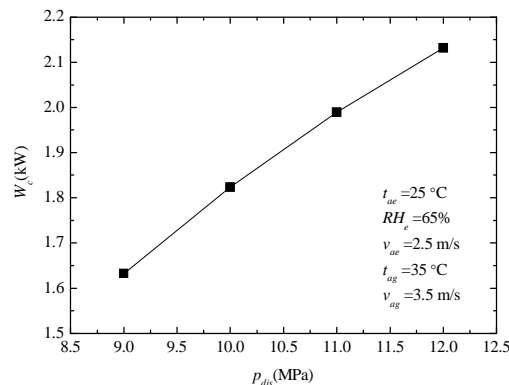


图 9 (3) 高压侧压力对压缩机轴功率的影响

4 结语

本文利用已开发的系统仿真程序,分别计算、分析了车室内、外侧参数及压缩机轴功率和高压侧压力对系统的影响。模拟结果显示,当车室内温度、风速和相对湿度增大时,蒸发器侧换热量及系统 COP 均增大,当车室内温度升高 5°C 时,系统 COP 可提升约 0.5,当车室内风速增大 0.5m/s 时系统 COP 可提升将近 0.4。当车室外温度升高约 10°C 时,系统 COP 降低约 1,蒸发器侧换热量减少约 1.75kW 。当车室外风速增大约 0.5m/s 时,系统 COP 可增大约 0.2,蒸发器侧换热量可增大将近 0.5kW 。压缩机轴功率增大约 0.25kW 时,系统 COP 降低约 0.2,蒸发器侧换热量则升高 0.4kW 。高压侧压力升高约 3MPa 时,蒸发器侧换热量最大可升高约 6kW 。而当高压侧压力进一步升高时,同等增幅的轴功率输入量下所获得的蒸发器侧换热量逐渐降低,同时高压也会带来一定的安全隐患,故在不同工况下高压侧压力应有一个控制值。

参考文献

- [1] 胡兵. 二氧化碳汽车空调设计及研究[D]. 上海交通大学2011, 2.
- [2] 金纪峰. 采用微通道换热器的二氧化碳汽车空调系统研究[D]. 2010, 12
- [3] 闫晨昊, 张华. 微通道换热器在 CO₂制冷循环中的发展及特性分析. 制冷技术[J]. 2011, 39(5)
- [4] 李丽霞, 姬长发, 赵文秀. CO₂制冷系统的技术进展. 应用能源技术[J]. 2008 (7)
- [5] 耿芳. 基于模糊控制的跨临界CO₂汽车空调系统仿真与分析. 2013. 5, 11~12

Simulation Research on Transcritical Carbon Dioxide Automobile Air Conditioning System Based on MATLAB

ZHUO Jing

(Zhejiang Institute of Mechanical and Electrical Engineering, Hangzhou 310053, China)

【Abstract】 The carbon dioxide automobile air conditioning system with microchannel heat exchanger is simulated. The simulation program is used to analyze the car's indoor and outdoor temperatures, indoor relative humidity, the wind speed, and the influences of the compressor shaft power and the high-pressure side pressure on COP using the micro heat exchanger CO₂ automobile air conditioning system, evaporator heat transfer Q_e and refrigerant mass flow rate M_r . Then the system performance changes resulted from the above factors can be obtained, and references and guidance are provided for part optimization and system operation parameter optimization.

【Key words】 CO₂ refrigeration system; microchannel heat transfer; transcritical; simulation

oe
(上接第 49 页)

Teaching Reform of *Auto Chassis Electronic Control System Overhaul* Based on “Learning Field” and Flipped Classroom

YU Jian-jun

(Zhejiang Institute of Mechanical & Electrical Engineering, Hangzhou 310053, China)

【Abstract】 The recombination of different innovation elements can promote the progress of teaching reform. In the teaching reform of *Auto Chassis Electronic Control System Overhaul*, the action-oriented teaching method is applied in Flipped Classroom and the “Learning Field” absorbs the elements of Flipped Classroom. The new teaching reform can eliminate the defects existing in the single teaching innovation and has achieved better teaching results.

【Key Words】 learning field; flipped classroom; action guided

造纸机网前箱模型可调节性分析

张 索

(浙江机电职业技术学院, 浙江 杭州, 310053)

【摘要】通过可估计性和可调节性的对偶关系, 研究了在通讯约束条件下的线性离散随机系统的可调节性问题。通过对偶原理, 证明了输入约束系统的可调节性等价于输出约束系统的可估计性, 从而实现了对输入约束系统可调节性的考察, 并且得出了在输入信号存在通信约束情况下的系统可调节性条件。仿真结果表明, 在通讯约束情况下, 存在合理的通讯策略, 使得输入约束系统保持可调节性。

【关键词】可调节性; 通讯约束; 可估计性

【中图分类号】O231.1

【文献标识码】A

0 引言

对于复杂的大型工业过程来说, 往往需要在被控现场和控制系统之间传输大量的数据。由于被控现场要分别与传感器、执行器和反馈控制器交换数据, 因此这些带宽资源要分配给各个功能子系统。因此, 传输信道的带宽资源是有限的。

在信道带宽资源受限的情况下, 信道带宽无法承受系统所有数据的传输。若在某一固定时刻, 需要同时传输的数据数量远远大于信道带宽所能传输的数据最大值时, 就出现了通讯访问约束的问题。在访问约束情况下, 由于无法同时传输所有数据, 故要在合理的通信策略下, 决定所要传输的数据。而通信策略的选择会对系统的性质和性能产生影响, 因此, 有必要在通讯受限的情况下, 对系统的性能进行研究。

本文主要研究的是在输入约束情况下, 线性随机系统的可调节性问题。

YoramBaram 已在文献[1]中给出了系统可调节性的定义, 即在任意初始状态不为零的情况下, 系统的最优性能指标严格小于零输入时的性能指标。文献[1]也证明了系统在最小均方估计(LMSE)意义下可估计性和可调节性的对偶关系。本文通过该对偶关系, 来考察输入约束系统的可调节性问题。关于可估计性的定义, 文献[2]从信息论的角度, 提出了系统在最小最大误差熵(MMEE)意义下的可估计性定义, 即状态的实际值和估计值的互信息大于零。本文也进一步证明了系统在 MMEE 意义下可估计性和可调节性之间的关系。理论分析和仿真结果表明, 存在一个合理的静态通讯策略, 使得访问约束系统是可调节的。

1 问题描述

我们现要考察的是在输入约束条件下的线性时不变随机系统, 如图 1 所示。

收稿日期: 2017-12-05

作者简介: 张索(1985-), 女, 浙江省金华人, 讲师, 硕士研究生, 研究方向为通信受限系统性能研究。

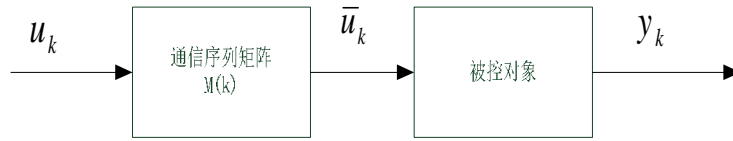


图1 输入约束条件下的线性时不变随机系统

如图所示： u_k 为原系统输入； \bar{u}_k 为输入约束条件下系统的输入； y_k 为系统的输出。由于输入约束条件的限制， m 个输入信号共享 w_r 个输入通道（ $1 \leq w_r \leq m$ ），发出给定信号 \bar{u}_k 。即在任意时刻，只有 w_r 个信道能发出输入信号 \bar{u}_k ，并将其传递给被控系统，其余的输入信号只能等待。

本文用二值函数 $r_i(k)$ 来表示输入信号能否被发送至被控对象^[3]。 $r_i(k)$ 表示在第 k 时刻，第 i 个输入信号与被控对象之间的通信状况， $i=1,2,\dots,m$ 。其中， $r_i(k)$ 的值域为 $\{0,1\}$ ，且 $\|r(k)\|_2^2 = w_r$ ， k 。若 $r_i(k)=1$ ，表示信号能被传输；若 $r_i(k)=0$ ，表示信号不被传输。在第 k 时刻，所有 m 个输入信号的瞬时通信状态可由 $r(k)$ 表示为 $r(k)=[r_1(k), r_2(k), \dots, r_m(k)]$ 。 $r(k)$ 称为 $m \times w_r$ 的通信序列，它表示了 m 个给定输入 u_k 到 w_r 个实际输入 \bar{u}_k 之间的映射。将 $M_r(k)$ 定义为通信序列矩阵，其表达式为 $M_r(k) = \text{diag}(r(k))$ 。在这里，让原有输入 $u = [u_1, u_2, \dots, u_m]^T$ ，通信约束条件下系统的实际输入为 \bar{u} 。两者之间的关系如下：

$$\bar{u}_k = M_r^T(k)u_k \quad (1)$$

我们将输入约束条件下的系统简称为输入约束系统。因此，输入约束系统 S_r 可描述为：

$$\begin{aligned} x_{k+1} &= Ax_k + B\bar{u}_k + w_k = Ax_k + BM_r^T(k)u_k + w_k \\ y_k &= Cx_k + v_k \end{aligned} \quad (2)$$

2.1 输入约束系统的可调节性判别阵

YoramBaram 在文献[1]中证明了系统在最小均方估计（LMSE）意义下可估计性和可调节性的对偶关系，提出线性系统的可估计性与可调节性是线性系统的两个对偶属性。该对偶性质可通过，与系统的可估计性条件和可调节性条件分别对应的 Lyapunov 方程和 Riccati 方程体现出来。文献[1]还证明了，系统的可调节性格莱姆矩阵和可估计性格莱姆矩阵具有对偶关系。

考虑一般的随机系统 Σ ， $x \in R^n$ ，如式(3)所示

$$\begin{aligned} x_{k+1} &= Ax_k + Bu_k + w_k, k = 0, 1, 2, \dots \\ y_k &= Cx_k + v_k \end{aligned} \quad (3)$$

YoramBaram^[1]给出了系统 Σ 是可调节的充要条件，即可调节性格莱姆矩阵 W_R 满秩：

$W_R = \sum_{j=0}^k F_{k,j}^T S_k S_k^T F_{k,j}$ ， $k=0, 1, 2, \dots$ ，即 $\text{rank}W_R = n$ 。根据对偶原理，可以证明 W_R 就是对偶系统 S' (4)的可估计性格莱姆矩阵 W_E ：

$$\begin{aligned} x_{k+1} &= A^T x_k + C^T u_k + w_k, k = 0, 1, 2, \dots \\ y_k &= B^T x_k \end{aligned} \quad (4)$$

因此，若系统 Σ 是可调节的，即可调节性格莱姆矩阵 W_R 满秩，则对偶系统 S' 是可估计的（ $\text{rank}W_R = \text{rank}W_E = n$ ）。证明略。我们把可估计性和可调节性的对偶关系用于输入约束系统 S_r 。只要找到输入约束系统(3)的对偶系统的可估计性判别矩阵，就可以找到它的可调节性判别矩阵。

由式(3)以及对偶原理，输入约束系统的对偶系统 S_r' 可以描述为：

$$\begin{aligned} x'_{k+1} &= A^T x'_k + C^T u'_k + W_k \\ y'_k &= M_r(k) B^T x'_k + v_k \end{aligned} \quad (5)$$

由式(5)所示，输入约束系统的对偶系统是一个输出约束系统。由文献[4]得到输出约束系统的可估计性判别阵，即输入约束系统 S_r 的可调节性判别矩阵：

$$L_E' = \{F'_{k,j} N'_j M_r^T(j), j \in k\} \quad (6)$$

其中， $F'_{k,j} = A_{k-1}^T A_{k-2}^T \dots A_j^T$ 为对偶系统 S_r' 的状态转移矩阵。矩阵 $N'_j = P'_j B_j$ 。 $P'_j = E\{x'_k (x'_k)^T\}$ 为对偶系统 S' 的先验均方误差。

2.2 输入约束系统的可调节性分析

定理 1: 假设原系统在任意初始时刻是可调节的，且系统矩阵 A^T 是可逆的，那么存在一个 $m \otimes w_r$ 的输入通信序列 $r(\cdot)$ ，对于任意的 $1 \leq w_r < m$ ，输入约束系统在 $[0, k_f]$ 内是可调节的，

$$k_f = \frac{\hat{e}^n \hat{u}}{\hat{e}^{w_r} \hat{u}} \times (n+1)。$$

证明: 由于原系统 S 是可调节的，则当 $k = n$ 时，可调节性判定阵(6)满秩，即：

$$\text{rank}(L(k,0)) = \text{rank}\{F'_{k,0} N'_k\} = \text{rank}\{F'_{k,0} P'_k B_k\} = n \quad (7)$$

由于输入约束系统是线性时不变系统，故：

$$F'_{k,0} = F_{k,0}^T = A_0^T A_1^T \dots A_{k-1}^T = (A^k)^T = (A^T)^k$$

当 $k = n$ 时， $L(k,0) = L(n,0) = [(A^n)^T N'_0, (A^{n-1})^T N'_1, \dots, (A^0)^T N'_n]$ 。

同理可得，当 $k = n+i, i = 1, 2, \dots, n-1$ 时：

$$\begin{aligned} L(k,0) &= L(n+i,0) = [(A^{n+i})^T N'_0, (A^{n+i-1})^T N'_1, \dots, (A^0)^T N'_{n+i}] \\ &= [(A^i)^T [(A^n)^T N'_0, (A^{n-1})^T N'_1, \dots, (A^0)^T N'_n], (A^{i-1})^T N'_{n+1}, \dots, N'_{n+i}] \\ &= [(A^i)^T L(k,0), (A^{i-1})^T N'_{n+1}, \dots, N'_{n+i}] \end{aligned}$$

由于 $\text{rank}(L(k,0)) = n$ ，系统矩阵 A^T 可逆，故 $\text{rank}((A^i)^T L(k,0)) = n$ ，所以 $\text{rank}(L(n+i,0)) = n$ 。

因此，对于任意的 $k \leq n$ ，系统的可调节性矩阵都是满秩的。

以上步骤是在初始时刻为0时的情况讨论。若初始时刻为 $i(n+1)$ ，则可调节性矩阵为：

$$\text{rank}(L(n+i(n+1), i(n+1))) = n \quad (8)$$

其中， $i = 1, 2, \dots, r$ 。

不失一般性，可调节性判定阵表示为：

$$\begin{aligned} \mathbf{L}(i(n+1)+n,0) &= [(A^{i(n+1)+n})^T N_0', \mathbf{L}, (A^{i(n+1)})^T N_n', \mathbf{L}, (A^{i(n+1)-n})^T N_{2n}', \mathbf{L}, N_{in+i+n}'] \\ &= [(A^{i(n+1)})^T \mathbf{L}(n,0), (A^{(i-1)(n+1)})^T \mathbf{L}(n+n+1, n+1), \mathbf{L}, \mathbf{L}(i(n+1)+n, i(n+1))] \end{aligned}$$

其中, 令: $\mathbf{L}_k(n,0) = (A^{i(n+1)})^T \mathbf{L}(n,0)$;

$$\mathbf{L}_k(n+n+1, n+1) = (A^{(i-1)(n+1)})^T \mathbf{L}(n+n+1, n+1);$$

$$\mathbf{L}_k(n+2n+2, 2n+2) = (A^{(i-2)(n+1)})^T \mathbf{L}(n+2n+2, 2n+2);$$

$$\mathbf{L}_k(i(n+1)+n, i(n+1)) = \mathbf{L}(i(n+1)+n, i(n+1))$$

因此:

$$\begin{aligned} \mathbf{L}(i(n+1)+n,0) &= [(A^{i(n+1)+n})^T N_0', \mathbf{L}, (A^{i(n+1)})^T N_n', \mathbf{L}, (A^{i(n+1)-n})^T N_{2n}', \mathbf{L}, N_{in+i+n}'] \\ &= [\mathbf{L}_k(n,0), \mathbf{L}_k(n+n+1, n+1), \mathbf{L}, \mathbf{L}_k(i(n+1)+n, i(n+1))] \end{aligned}$$

由于 A^T 满秩得, $\mathbf{L}_k(n,0)$, $\mathbf{L}_k(n+n+1, n+1)$, \dots , $\mathbf{L}_k(i(n+1)+n, i(n+1))$ 均满秩。

可以发现, 输入约束系统的可调节性判定阵中的每个矩阵块都与各自时刻的通信选择矩阵 $M_r^T(k)$ 相乘。由于通信选择是 $m \otimes w_r$ 的通信序列, 相当于是每个矩阵块从 $M_r^T(k)$ 中选择 w_r 个列, 使得 $\text{rank}(\mathbf{L}_R(k_f, 0)) = n$ 。因为每个通信序列的长度为 $n+1$, 故假设 $k_f = r \times (n+1)$, 故输入约束系统的可调节性矩阵可表示为:

$$\begin{aligned} \mathbf{L}_k'(n,0) &= (A^{k_f-(n+1)})^T \mathbf{L}'(n,0) \\ &= (A^{k_f-(n+1)})^T [\mathbf{F}_{0,n}^T \mathbf{P}'(0) \mathbf{B} M_r^T(0), \mathbf{F}_{1,n}^T \mathbf{P}'(1) \mathbf{B} M_r^T(1), \mathbf{L}, \mathbf{F}_{n,n}^T \mathbf{P}'(n) \mathbf{B} M_r^T(n)] \\ \mathbf{L}_k'(n+n+1, n+1) &= (A^{k_f-2(n+1)})^T \mathbf{L}'(n+n+1, n+1) \\ &= (A^{k_f-2(n+1)})^T (\mathbf{F}_{n+1, n+n+1}^T \mathbf{P}'(n+1) \mathbf{B} M_r^T(n+1), \mathbf{F}_{n+2, n+n+2}^T \mathbf{P}'(n+2) \mathbf{B} M_r^T(n+2), \\ &\quad \mathbf{L}, \mathbf{F}_{n+n+1, n+n+1}^T \mathbf{P}'(n+n+1) \mathbf{B} M_r^T(n+n+1)) \\ \mathbf{L}_k'(i(n+1)+n, i(n+1)) &= (A^{k_f-(i+1)(n+1)})^T \mathbf{L}'(i(n+1)+n, i(n+1)) \\ &= (A^{k_f-(i+1)(n+1)})^T (\mathbf{F}_{i(n+1), i(n+1)+n}^T \mathbf{P}'(i(n+1)) \mathbf{B} M_r^T(i(n+1)), \\ &\quad \mathbf{F}_{in+i+1, i(n+1)+n}^T \mathbf{P}'(i(n+1)+1) \mathbf{B} M_r^T(i(n+1)+1), \mathbf{L}, \\ &\quad \mathbf{F}_{in+i+n, n+n+i}^T \mathbf{P}'(n+i(n+1)) \mathbf{B} M_r^T(n+i(n+1))) \end{aligned}$$

输入约束情况下的可调节性矩阵 $\mathbf{L}_k'(i(n+1)+n, i(n+1))$ 的值, 相当于通信约束序列 $M_r^T(k)$ 要从 $\mathbf{F}_{k_f-k}^T \mathbf{P}'(k) \mathbf{B}$ 中挑选出 w_r 列。由于原系统的可调节性矩阵 $\mathbf{L}_k(i(n+1)+n, i(n+1))$ 是满秩的, 故一定可从该可调节性矩阵中取出 n 个线性无关的列向量, 设其为 $V_i = [v_i^1, v_i^2, \mathbf{L}, v_i^n]$, $i \geq 0$ 。当 $i=0$ 时, $\mathbf{L}_k(n,0)$ 的 n 个线性无关向量集合为: $V_0 = [v_0^1, v_0^2, \mathbf{L}, v_0^n]$ 。考虑以下算法:

- 1) 先将 V_i 赋值给 $V: V = V_0$;
- 2) 当 $i=1$ 时, 由于 $\mathbf{L}_k(n+n+1, n+1)$ 满秩, 其 n 个线性无关向量集合为: $V_1 = [v_1^1, v_1^2, \mathbf{L}, v_1^n]$; 从 V_1

中选取 w_r 列线性无关向量，分别为： $v_1^{i w_r}, v_1^{i w_r + 1}, \dots, v_1^{i w_r + w_r - 1}$ 列，将其代入 V_0 ，并替换掉 $v_0^{i w_r}, v_0^{i w_r + 1}, \dots, v_0^{i w_r + w_r - 1}$ 。可保证新的 V 矩阵满秩；

3) 从之后的 V_i 中选取 w_r 列线性无关向量，分别为： $v_i^{i w_r}, v_i^{i w_r + 1}, \dots, v_i^{i w_r + w_r - 1}$ 列，将其代入 V_0 ，并替换掉 $v_0^{i w_r}, v_0^{i w_r + 1}, \dots, v_0^{i w_r + w_r - 1}$ 。可保证新的 V 矩阵满秩；

4) 重复上述步骤。

以上四步算法得出：新的 V 矩阵包含了每个 V_i 中的 w_r 列，且保证了新 V 阵的满秩。由于 $L_k(i(n+1)+n, i(n+1))$ 共有 $n+1$ 个向量，从每个向量中选择 w_r 个向量，共有 $w_r(n+1)$ 个向量中，必定可以从中选择出 n 个线性无关的向量，来保证 $L_k(i(n+1)+n, i(n+1))$ 满秩。故，可以证明 $L_k(i(n+1)+n, i(n+1))$ 是满秩的。

这里要确定 i 的范围。由于 V_i 为 n 维空间，故一定可以从中选取 n 个线性无关的向量。由于每次选择 w_r 个向量进行替换，故总共需替换 $\frac{e n \dot{u}}{\hat{e}^{w_r} \dot{u}}$ 次。因此， $i = 0, 1, 2, \dots, \frac{e n \dot{u}}{\hat{e}^{w_r} \dot{u}} - 1; r = \frac{e n \dot{u}}{\hat{e}^{w_r} \dot{u}}$ 。故，

$k_f = r \times (n+1) = \frac{e n \dot{u}}{\hat{e}^{w_r} \dot{u}}(n+1)$ 是可行的。由此可得出，至少可以在 $\frac{e n \dot{u}}{\hat{e}^{w_r} \dot{u}}(n+1)$ 步内，可以选出 n 个线性

无关的独立向量，当 $i = \frac{e n \dot{u}}{\hat{e}^{w_r} \dot{u}} - 1$ 时，输入约束条件下的可调节性判别式

$L_R(i(n+1)+n, 0) = [L_k(n, 0), L_k(n+n+1, n+1), \dots, L_k(i(n+1)+n, i(n+1))]$ 是满秩的。所以存在一个通信序列，使得输入约束系统是可调节的。证毕。

2 系统仿真

以文献[3]中造纸机网前部的线性稳定对象进行仿真。造纸机网前箱的数学模型

$$\begin{aligned}
 x_{k+1} &= \begin{bmatrix} 0.6970 & 0 & 0 & 0.03443 & 0 & 0 \\ 1 & 0.8667 & 0 & 0 & -0.6877 & 0 \\ 0.1575 & -0.05033 & 0.9099 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} x_k + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} u_k + w_k \\
 y_k &= \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1.58 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} x_k + v_k
 \end{aligned} \tag{9}$$

其中，状态变量 $x_k \in R^{3 \times n}$ ，输入变量 $u_k \in R^{2 \times n}$ ，输出变量 $y_k \in R^{3 \times n}$ 。 w_k 、 v_k 和 x_0 分别是输入噪声、测量噪声和系统状态初始值，它们是互不相关的零均值高斯白噪声序列。它们的方差分别是：

$$\begin{aligned}
 Q_k &= \text{diag}\{0.4 \quad 0.4 \quad 0.4\} \\
 R_k &= \text{diag}\{0.3 \quad 0.3 \quad 0.3\} \\
 P_0 &= \text{diag}\{0.8 \quad 0.8 \quad 0.8\}
 \end{aligned}$$

在输入约束条件 $w_r = 1$ 时，表示任意时刻从控制器到被控对象只能传输 1 个数据。其通信序列 $M_r(k)$ 表示为一个周期为 3 的通信序列：

$$M_r(k) = \begin{pmatrix} \hat{e}_1 & 0 & 0 \\ \hat{e}_2 & 1 & 0 \\ \hat{e}_3 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

在输入约束条件 $w_r = 2$ 时，表示任意时刻从控制器到被控对象能传输 2 个数据。其通信序列

$$M_r(k) \text{ 表示为: } M_r(k) = \begin{pmatrix} \hat{e}_1 & 1 & 0 \\ \hat{e}_2 & 0 & 1 \\ \hat{e}_3 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

在这里，通过对偶系统的可估计性来考察该系统的可调节性问题。若对偶系统是可估计的，则原系统一定是可调节的。这里使用了 Kalman 滤波器估计出对偶系统的状态趋势。图 2~4 显示了系统的 3 个状态变量分别在无通讯受限的情况下、在通讯约束条件 $w_r = 1$ 的情况下和 $w_r = 2$ 的情况下，状态变量的真实值和估计值之间的关系。其中，实线表示系统状态的实际值，点线表示系统状态的估计值。图 5 表示对偶系统在没有输入约束条件下系统状态的后验误差熵和后验误差熵以及在输入约束条件 1 和 2 情况下系统状态的后验误差熵。黑色实线表示先验熵，红色点线表示输入约束条件 1 下系统状态的后验熵，蓝色点横线表示输入约束条件 2 下系统状态的后验熵，绿色虚线表示没有输入约束情况下系统状态的后验熵。

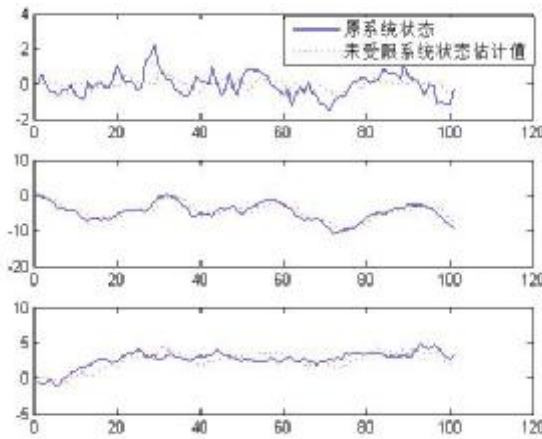


图 2 未受限系统状态的真实值与估计值

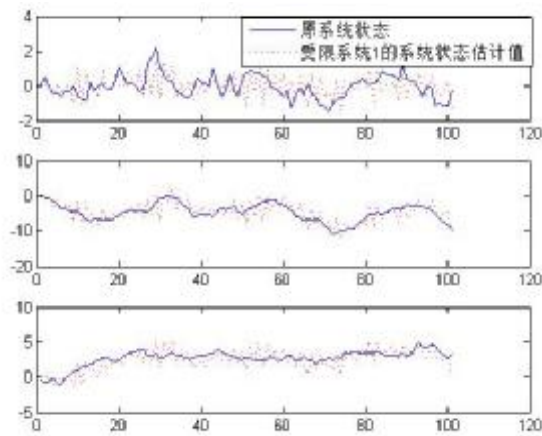


图 3 输入约束条件 1 情况下系统状态的真实值与估计值

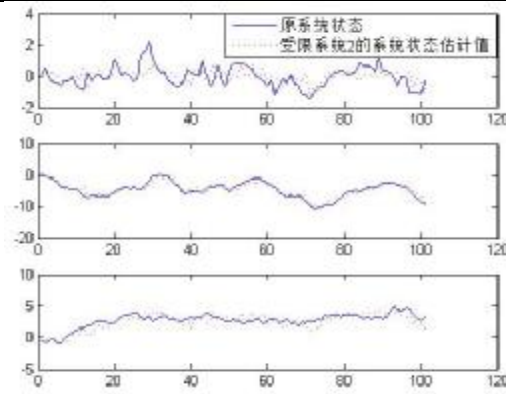


图4 输入约束条件2情况下系统状态的真实值与估计值

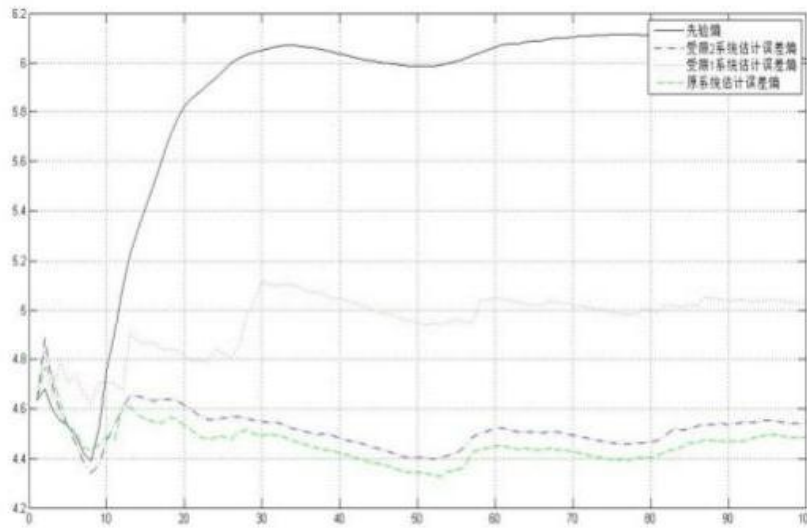


图5 误差熵曲线

从图2~4可以看出，对偶系统的系统状态在有输出约束的情况下，仍然可以通过找到合适的通信策略，来使得系统是可估计的。因此，也一定能通过合理的输出通信策略，使得原系统是可调节的。从图5可以看出，在通讯约束条件 $w_r = 1$ 的情况下，当 $k \geq 10$ 时，对偶系统状态的后验误差熵

小于先验熵，即 $k_f = 10 < \frac{\hat{\epsilon}_n}{\hat{\epsilon}^{w_r}} \hat{u}(n+1) = 12$ ，满足原系统的可调节判定式，说明系统在10步以内是

可调节的。在通讯约束条件 $w_r = 2$ 的情况下，当 $k \geq 5$ 时，对偶系统状态的后验误差熵小于先验熵，

$k_f = 5 < \frac{\hat{\epsilon}_n}{\hat{\epsilon}^{w_r}} \hat{u}(n+1) = 8$ ，说明原系统在5步以内是可调节的。

以上仿真结果说明，对于输入约束系统，存在合理的通讯策略，使得原系统是可调节的。

表1分别给出了在无约束情况下、输入约束1情况下和输入约束2情况下闭环系统高斯白噪声响应和LQG性能指标。具体性能如下所示：

表1 各闭环系统性能表

闭环系统性能	无受限系统	输入约束 1 系统	输入约束 2 系统
高斯白噪声响应均方误差 E_a	4.5912e-004	4.5912e-004	0.0073
高斯白噪声响应相对误差 E_b	0	0	0.0068
性能指标 J	31.5812	31.5812	79.2166

3 结论

本文针对输入约束情况下线性随机系统,研究了线性离散随机系统的可调节性问题以及系统的可估计性和可调节性之间的关系。仿真结果表明,在输入约束情况下,存在合理的通信策略,使得线性离散随机系统保持可调节性。

参考文献

- [1] Baram Y, KAILATH T. Estimability and Regulability of Linear Systems IEEE Transactions on Automatic Control[J]. 1988, 33(12): 1116-1121
- [2] 章辉, 孙优贤. 随机系统的可估计性—信息理论方法[J]. 控制理论与应用, 1996, 13(5) : 567-572
- [3] HRISTU-VARSAKELIS D, Lei Zhang. LQG control of networked control systems with access constrains and delay. International Journal of Control, 2008, 81(8): 1266-1280.
- [4] 王丽娟, 章辉. 访问约束条件下线性随机系统的状态可估计性[J]. 控制理论与应用, 2011, 28(9): 1111-1118
- [5] HRISTU-VARSAKELIS D. On the Period of Communication Policies for Networked Control Systems, and the Question of Zero-Order Holding. [C]// Proceedings of the 46th IEEE Conference on Decision and Control, 2007: 38-43
- [6] 张索, 章辉. 基于最小信息损失准则的降阶LQG控制器设计. [J]. 计算机工程与应用, 2009, 46: 65-70

Regulability of Linear Stochastic System under Communication Access Constraints

ZHANG Suo

(Zhejiang Institute of Mechanical & Electrical Engineering, Hangzhou 310053, China)

【Abstract】 Estimability and regulability are the two dual properties of the linear stochastic system. The access statuses of the input signals in the constraint communication system are identified by binary-value functions. Based on the duality principle, the problem of the regulability is discussed and a condition for regulability under the access constraints is derived. The simulation results show that proper communication strategies can preserve regulability of the system which is under communication access constraints.

【Key words】 regulability; access constraints; estimability

皮革裁断机控制系统设计与研发

余 键

(浙江机电职业技术学院, 浙江 杭州, 310053)

【摘要】本次改造在研究了企业原有裁断设备的基础上, 针对皮革剪裁距离误差过大、裁切速度过慢等问题, 设计了以三菱 FN 系列 PLC 为控制核心的新型皮革裁断机, 同时基于自由设定剪裁长度的精度及功能考虑, 系统采用了变频器、步进电机及驱动器联合控制。

【关键词】裁断; PLC; 长度控制

【中图分类号】TP23

【文献标识码】B

0 前言

皮革裁断机是主要适用于各种醛鞣革、油鞣革、铬鞣革和结合鞣革等各种皮革预成型的通用机械加工设备。目前, 市面上皮革裁断机的控制系统仍普遍采用传统的继电器-接触器控制技术, 其控制精度较低, 容易造成半成品的浪费甚至出现裁断长度不够。如果所裁断皮革超出了规定长度, 就需要在码垛的时候人工再次裁断, 这就造成了二次裁断, 降低了生产效率。目前自动化技术在向集成化、智能化和网络化方向发展, 实现纸板裁断机的自动化是必然发展趋势, 因此利用 PLC 控制技术在提高皮革裁断机的控制精度及工作效率等方面具有较大的实用意义。本研究设计的皮革裁断机是一种基于 PLC 技术控制系统, 针对皮革裁断工艺过程中需对裁断距离进行控制的问题, 实现自由设定裁断长度, 整齐切口和精确尺寸等功能。

1 控制系统硬件设计

皮革裁断机以液压油作为工作介质来驱动裁刀对皮革进行裁断工作的机械装置, 其加工过程具备一定的柔性。在工作过程中, 通过控制电磁阀, 逐级切换油路中的液体流量大小、流动方向, 来控制裁刀工作, 并以此进行循环。本课题的皮革裁断机控制系统采用软件程序替代传统继电器控制的硬件逻辑, 降低接触器、继电器等器件在使用过程中出现的故障率。在皮革的剪裁自动检测与自主控制方面提出优化策略, 并根据工艺要求, 对不同长度的裁断距离自动匹配裁断速度, 力求刀模作用于皮革的瞬时获得更为平整的切屑洁面, 有效提高系统控制精度和加工质量。

收稿时间: 2017-10-11

作者简介: 余键(1979-), 男, 浙江瑞安人, 讲师, 硕士, 研究方向为机电一体化。

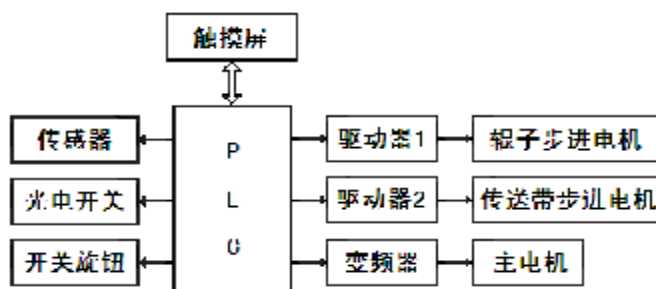


图1 整机控制系统示意图

本课题根据皮革裁断机控制系统的工艺要求,采用三菱FX系列PLC作为皮革裁断机的控制核心。硬件系统主要包括控制辊子和传送带的步进电机、主电动机等输出设备,以及传感器、旋钮等信号输入设备,并通过触摸屏设置相应的参数信号,将信号传输给PLC装置控制裁断机。其控制系统示意图如图1所示。

1.1 控制系统主要元器件的选型

该系统选择三菱公司的FX2N-48ER-D型PLC,FX2N型PLC具备存储容量较大,运算速度高,抗干扰能力强等特点,并采用模块化结构使编程更为简便。由FX2N型PLC为核心的控制系统主要负责监控步进电机与主电动机的运行状态,并协调内部设备的各工步动作。

相比于普通电机,步进电机的误差只有周期性而无累积误差等优点。考虑到裁断机的转动惯量、输出功率及运行精度,确定采用西门子6FC5548-0AB18-0AA0型号的步进电机。从优化步进电机的运行性能的角度考虑,根据所选的步进电机型号,选择SJ-3M16R8AC三相混合式驱动器与其配合。该驱动器由AC100V~220V电源供电,最大转速可达50rps,具有良好的抗共振与低噪音性能,可输出较为精确的正弦交流电流,使控制的步进电机各项运行参数指标接近交流电。

根据裁断机控制系统的主体要求,从稳定性和可靠性角度考虑,裁断装置电控系统采用变频器控制三相交流电机进行仿真调试。根据功能匹配与性能要求,课题组选择了ACS510型ABB变频器,该款变频器具有完善的矢量控制技术、超强的过载能力并能完成低速高转矩的输出,复核系统电机的工作需求等功能,能完全符合系统的工作要求。

1.2 电气控制系统设计

皮革裁断机的电气控制采用三相五线交流电源供电,电路如图2所示,电源总线经过断路器QF1接入,断路器QF1作为电源引入的总开关,同时对整机线路进行电气保护。图中,交流220V电源由标注1N、1L的线供电,PLC电源由标注3L、3N的线供给,直流24V电源又标注L+、M的线供电,其原理图如图2所示。考虑整机系统设备的多样性,系统的配电电路中配置控制电源直流24V以及PLC电源,并可提供工频50Hz、220V和380V的两种交流电压。其中,由变频器控制的异步电动机采用三相交流50Hz、380V电压供电;系统中的照明系统、控制柜风扇、开关电源以及控制电源采用单相交流220V,50Hz供电。变频器控制电源系统、中间继电器、PLC输出电压的DC24V控制电源由24V开关电源供给。

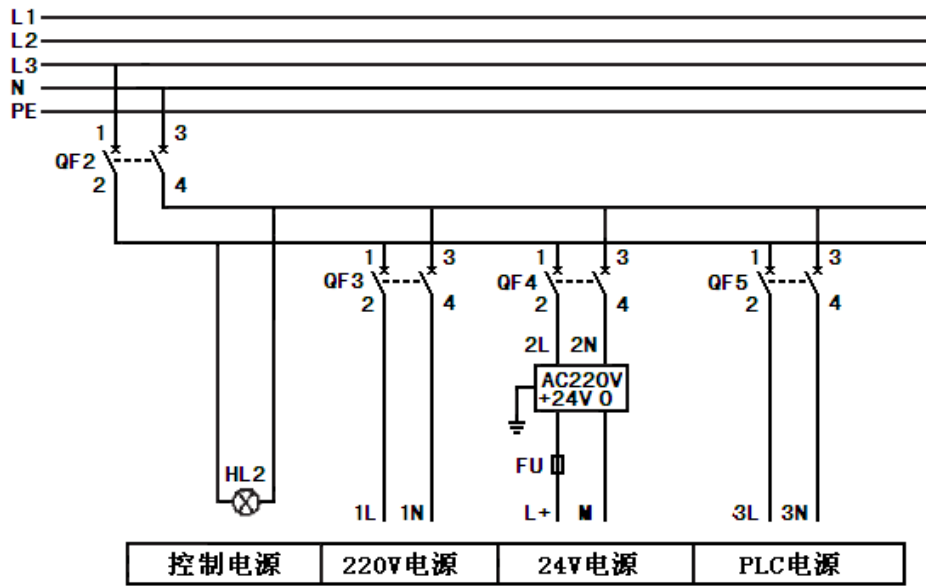


图2 电源电路分配图

PLC 接收触摸屏发送的距离信号，通过程序控制变频器驱动主电动机工作。PLC 的外部接线图如图 3 所示。系统中由于外部电路属于强电部分，PLC 通过 DC24V 中间继电器放大信号驱动外围设备。电动机工作时，为使系统的刀切频率与送料速度相匹配，通过传感器检测转动轴转速并发送信号给 PLC，PLC 根据触发信号运算逻辑程序，驱动输出脉冲给步进电机驱动器，获得相应转速。

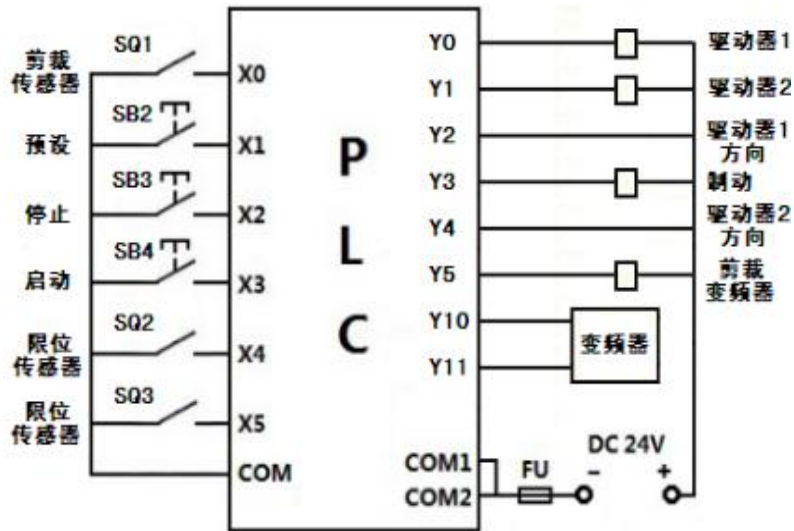


图3 PLC 外部接线图

2 PLC 软件设计

裁断机控制系统程序采用编程软件 GX Developer 编辑，通过外围设备与 PLC 的信息交换，进行扫描处理。在系统设计中，根据不同皮革的剪裁工艺不同，通过对下料距离可调的控制方式来解

决。系统裁断速度的算法采用分段取样法，总体思路是将送料的总长按误差比例进行分段，详见表1 剪裁试验结果列表。根据每段的长度值范围设定相应的刀切频率，刀切频率的高低正比于皮革的送料速度，且与送料距离成反向增长。为方便用户使用，系统配备了触摸屏控制。用户只需在触摸屏裁断距离对话框中输入本次送料距离，系统会在避免撞刀的前提下，自动调整剪裁速度值与之匹配。其中刀切频率的控制由变频器来实现，送料距离是由步进电机控制。

由于系统自动匹配的刀切频率、送料距离与送料速度三者之间的关系在系统中属于半闭环的模糊控制，课题组还设计了速度的手动控制程序，通过按取触摸屏上的“+”、“-”钮，使其内部运算的刀切频率产生微量变化，来实现对当前转速进行增速或减速，对送料速度做出微调。由于在实际工作中，程序命令的理论定位值与实际加工定位值两者会存在一定的误差，这种由响应时间和机械误差造成的偏差，系统设置了误差补偿算法进行自校正。部分控制程序如图4所示，其中M13接通一次，系统自动读取存储于D700中的变频器的设定频率。

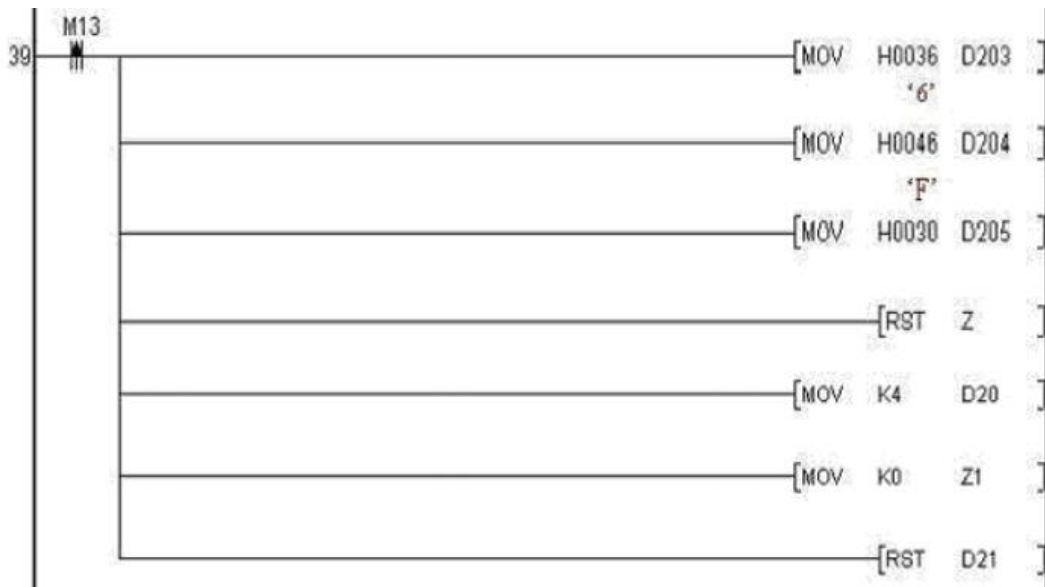


图4 裁断机部分控制程序

3 控制系统运行测试情况

经裁断机实际调试运行，在剪裁边缘整齐的前提下，每段裁剪次数60次，切出0.5m皮革样品，其调试结果见表1。样机调试结果表明，改良后的裁断机的裁断距离最大误差值控制在±5mm以内，裁断距离精度及裁剪频率均达到了设计要求。

表1 样机裁剪参数列表

裁剪距离 (mm)	最快裁剪 (次/min)	误差值 (mm)	裁剪均值 (mm)
50	75	-0.4~+0.52	50.2
100	75	-0.63~+0.72	99.8
200	70	-0.92~+0.75	200.2

400	70	-1.43~+1.28	400.1
800	66	-2.34~+1.72	799.6
1200	62	-3.48~+2.59	1201.5
1600	56	-4.14~+3.38	1602.4

4 结束语

本课题提出了一种基于 PLC 控制的自动裁断机控制系统，该系统以 PLC 为核心，完成了 PLC 控制系统的硬件部分与软件部分的设计，通过变频器与步进电机的联合工作分别控制裁断机的刀切频率与送料距离，由此达到控制系统送料速度的目的。裁断试验结果表明，该控制系统运行可靠稳定，裁断机的裁断距离控制在要求范围内，符合生产线的工艺要求。

参考文献：

- [1] 李根, 李培江. 液压裁断机远程监控系统研究[J]. 科技展望, 2016.09
- [2] 高汝风, 张健. 立式裁断机导开装置改造[J]. 轮胎工业, 2014.02
- [3] 仇云峰, 梁从庆, 秦以培. SMART_PLC在裁断机行业的应用[J]. 科技展望, 2015.07
- [4] 江春华. 制鞋机械中液压系统的使用及维修探讨[J]. 中国高新技术企业, 2016.02

Design and Development of Leather Cutting Machine Control System

YU Jian

(Zhejiang Institute of Mechanical & Electrical Engineering, Hangzhou 310053, China)

【Abstract】 The original cutting equipment has large leather cutting error and slow cutting speed, so a new-type leather cutting machine with Mitsubishi FN series PLC as control core is designed. And its system is jointly controlled by using the frequency converter, stepper motor and drive based on the freedom to set the precision of the cutting length and function.

【Key words】 cutting; PLC; length control

基于“学习领域”与翻转课堂的 《底盘电控检修》课改探索

俞建军

(浙江机电职业技术学院, 浙江 杭州, 310053)

【摘要】在课程教学改革中, 可对各种创新元素进行组合, 促进教学改革的进化。在《汽车底盘电控检修》课程教学改革中, 翻转课堂中融入了行动导向教学法元素, “学习领域”中融入了翻转课堂元素, 是一次珠联璧合的新课改, 课程教学改革解决了单一教学创新存在的弊端, 获得较好的教学效果。

【关键词】学习领域; 翻转课堂; 行动导向

【中图分类号】G712

【文献标识码】A

0 前言

在教学创新领域, 对多种先进的教学理念进行重组, 也可取得理想的效果, 促进教学改革的进化。在课程教学改革中, 有机应用各种创新元素是良策^[1]。

《汽车底盘电控检修》集机、电、液于一体, 教学难度大, 涉及的先进技术和前沿知识非常广, 课程、课堂创新势在必行^[2]。

单一采用“学习领域”综合课程方案, 实施时让学生完成源于实际案例的学习情境任务, 如“自动变速器车辆无高速档故障的处理”, 但学生一筹莫展, 举步维艰, 主要问题是没有任何知识和能力基础, 开始情形便是空中楼阁, 没有学步, 哪来的跑和跳?

单一采用翻转课堂模式, 利用线上教学弥补基础知识和能力的不足^[3]。可是在线下教学环节时, 学生重复着线上知识的内容, 对实践性问题的解决却毫无进展, 主要问题是课中教学法不得要领。

单一的课程、课堂教学创新会有顾此失彼的弊端, 单一的教学创新有待进化, 教学创新想取得较好效果, 必须全方位地运用多种手段。在《汽车底盘电控检修》中若同时采用“学习领域”课程体系和翻转课堂模式, 使两种教学形态取长补短, 传承两者的优秀教学创新元素, 可取得极佳的教学效果。由此在课程体系方面采用“学习领域”, 在课堂模式方面推行翻转课堂, 在具体教学法方面采用行动导向法, 让三者点面结合, 相辅相成。

1 翻转课堂中融入行动导向教学法元素

收稿日期: 2017-12-05

作者简介: 俞建军 (1971-), 高级实验师, 研究方向为汽车电子技术的教学和科研。

项目来源: 2015年浙江省高等教育课堂教学改革项目《基于职业行动能力培养的<底盘电控系统原理与检修>》(项目编号 kg2015707)。

翻转课堂的特点是利用信息化环境中的优质教学资源比如微课，多媒体等，支持学习者的线上线下自主学习^[4]。翻转课堂是学习形式的翻转，教学模式变为学生课前自学，课中知识内化；是教学主体的翻转，强调以学习者自主学习为中心，教师是学生学习的的引导者、组织者。翻转课堂有利于学生学习的主动性和探究性。翻转课堂的在线教学可整合学习过程中的各种教学资源，为学习者课前的自主学习和课上的协作学习提供服务^[5]。

《汽车底盘电控检修》特点之一是理论知识艰涩难懂，理论需联系实践才能消化。理论知识点可用短小精悍的视频呈现，但仅仅是抽象的理论讲解不能满足应用实践的要求，需在课堂上用带有实践的学习情境将这些理论知识内化。如图1所示，《汽车底盘电控检修》翻转课堂教学模式主要由课前和课中两个相辅相成的过程组成，课前主张网络在线教学，课中实施源于“学习领域”的行动导向教学法，是线上线下混合、课堂内外翻转、课前课中呼应、理论实践互印。这两个过程中的教学活动又分为教师方和学生方，学生是主体，教师为主导。

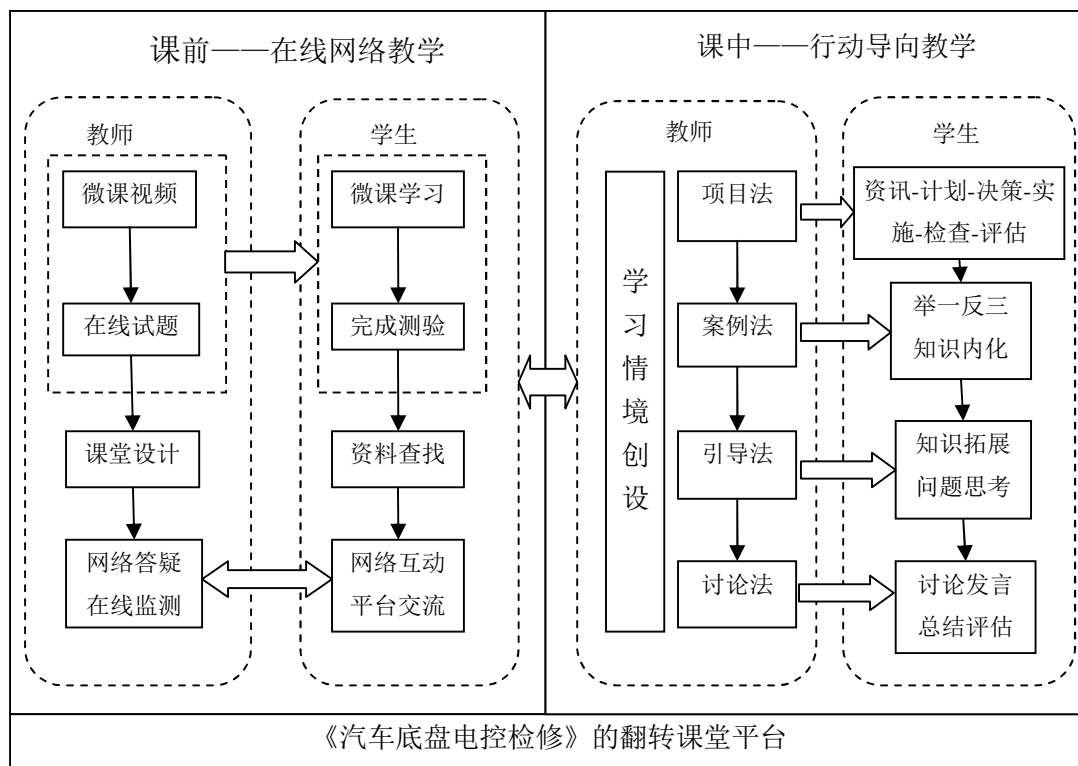


图1 行动导向教学法实践于翻转课堂

课前线上教学以理论为主，打下必要的知识和能力基础，为课中学习情境任务的完成作好铺垫，主要采用微课。微课包含大量图片、动画及音视频，将多种信息融为一体，内容紧扣课堂教学要求，强调实用性和趣味性。制作网络在线课程，将视频课程切割成10分钟甚至更小的微课程，由许多个小问题穿插其中连贯而成，进行通关设置，只有答对才能继续听课，遵循教育学和心理学规律。翻转课堂模式下，尽可能让学生通过网络获取多种教学资源，如汽车维修企业的各种资料，教师自己开发的多媒体教学资源，学校购买的仿真教学软件等，教学资源应尽可能在线开放。

翻转课堂模式下，课堂内外、理论实践需有机结合。一般理论教学在课外、课前完成，实践教学回归实验室，课中完成。理论内容比较艰涩难懂，如液力变矩器的工作原理、行星齿轮机构的工

作原理、液压油路的工作过程、电控系统的工作原理等，这些内容若采用课外先学习，课内通过实践再进行内化，教学目标的完成将得到充分保证。课中线下交互巩固以实践为主，采用行动导向教学法，创设特定的学习情境，灵活运用项目法、案例法、引导法、讨论法等，强调探究性学习。

2 “学习领域”中融入翻转课堂元素

2.1 汽车底盘电控检修“学习领域”课程体系的建立

根据学习领域课程方案，职业教学将不再以传统的学科体系来组织，而是基于以工作领域为指导的学习领域来建构。工作领域是学习领域的根本依据所在，而学习领域主要是通过学习情境来实现工作领域的需要^[6]。

通过分析汽车维修专业所相关的职业岗位，分析职业岗位相关的行动领域，确定汽车维修专业的“学习领域”。对汽车维修企业真实的工作任务进行分析、归纳、序化和整合，并按照基于工作过程系统化的课程开发方法进行处理，从而获得了学习性的工作任务，即“学习领域”，这是一个知识重构的过程。

学习情境是一个案例化的学习单元，它把理论知识、实践技能与实际应用环境结合在一起，是学习领域这一宏观计划的具体化。将汽车底盘电控检修“学习领域”规划为16个学习子情境，相对于任务驱动的教学，其重构和创设情形见图2。

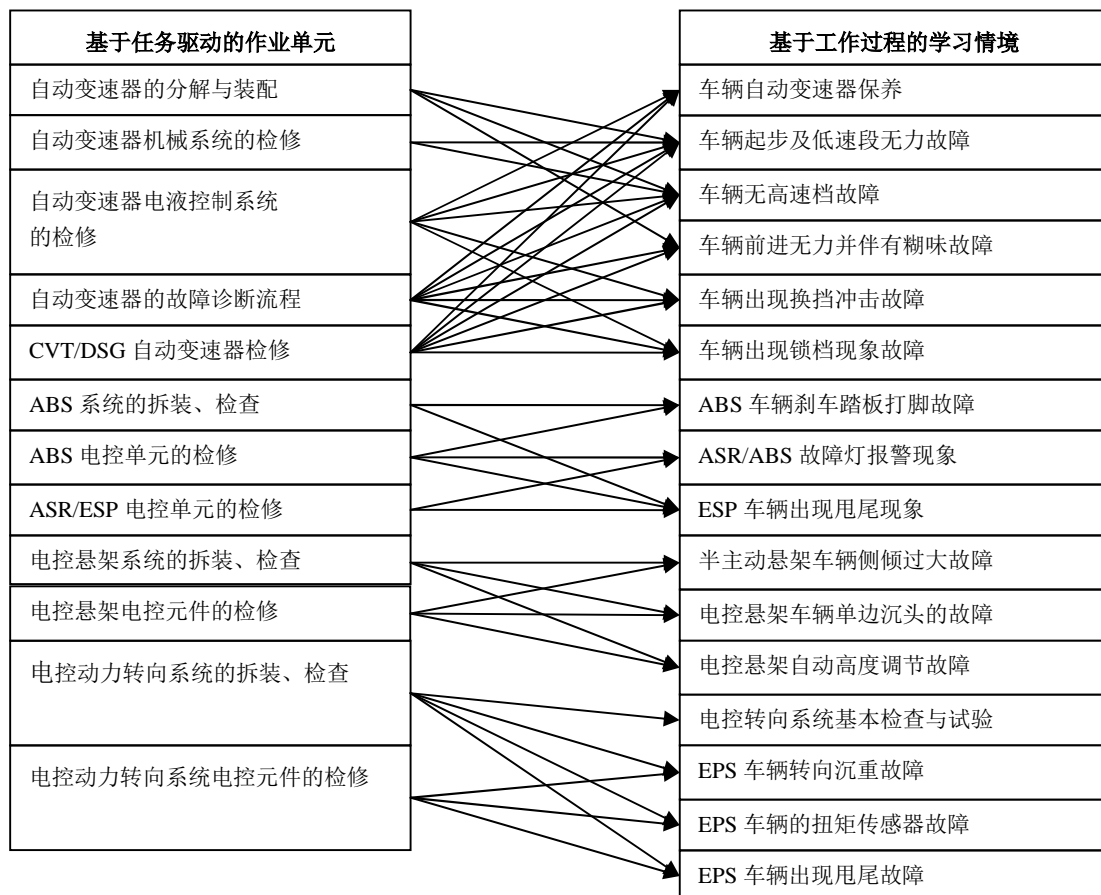


图2 汽车底盘电控检修“学习领域”中学习情境的创设

“学习领域”综合课程模式，确定了行动导向教学法在职业学校教育改革中的基础地位，为提高教学成效开创了新的教学途径^[7]。行动导向教学法以教师构建的特定的学习情境为主线，以真实或模拟的职业活动为载体，通过项目教学法、引导文教学法、案例教学法、小组讨论教学法等完成教学过程。

2.2 实施“学习领域”课程方案调用翻转课堂

“学习领域”课程计划的具体化是学习情境任务的完成，完成过程需应用行动导向教学法，同时不断调用翻转课堂模式，下面以具体的实例说明。

如图1所示，行动导向教学法有项目法、案例法、引导法、讨论法等。

2.2.1 项目法融合翻转课堂

项目教学法是指师生通过共同实施一个完整的项目工作而进行的教学活动，来源于汽车维修企业的实际工作过程。表1以“自动变速器车辆无高速档的故障处理”为实例来说明项目教学法。

表1 “自动变速器车辆无高速档的故障处理”项目法教学

学习情境	步骤	具体内容
一辆丰田轿车无法进入高速档	1.资讯	确定以排除“自动变速器车辆无高速档的故障”为项目和任务；通过起动车辆、行车或其他方法，实施进行车辆无高速档故障再现，并作简单判定。
	2.计划	收集所必需的汽车底盘电控系统资料、汽车数据，工具、量具等，制定工作计划，为开展工作作准备。
	3.决策	针对“自动变速器车辆无高速档的故障”这个学习情境，确定工作步骤与程序。
	4.实施	对获取的技术资料进行探讨，确定各自在小组中的分工及合作形式，然后按已确定的工作步骤和程序，实施项目任务。
	5.检查	由工作小组通过演示或课堂对话的形式介绍小组工作，对自己的工作结果进行自我评估。
	6.评价	师生共同讨论、评判项目实施过程中出现的问题、学生解决问题的方法以及学习行动的特征。

项目法完成“自动变速器车辆无高速档的故障处理”是一个较复杂的过程，此项目教学完成的关键点是决策和实施，不能一蹴而就，为完成项目需分多个步骤逐一解决技术难题，在此过程中需活用各种行动导向教学法，并结合翻转课堂。完成学习情境“自动变速器车辆无高速档故障的处理”的教学过程如图3所示。教学进程中，解决技术难题分五步，图3中一行为一步，每步调用图1所示的翻转课堂教学，课前课中循环进行，整个学习情境任务的完成需有多次的翻转课堂。

2.2.2 案例法融合翻转课堂

案例教学的目的是举一反三，通过案例研究多层次、深层次的、多方位的问题。如图3所示，在项目法实施“自动变速器车辆无高速档故障处理”任务时，需先研究自动变速器的动力传递路线，例如分析自动变速器的三档是怎样产生的，在机械结构上研究行星齿轮机构三档传动方式，可在课前用动画的方式进行理论分析，然后在课中用实物演示自动变速器三档的传动方式。以此为案例让学生继续研究自动变速器一档、二档、四档、五档、六档、倒档的动力传递路线，这种教学方法真正体现“教、学、做”合一。

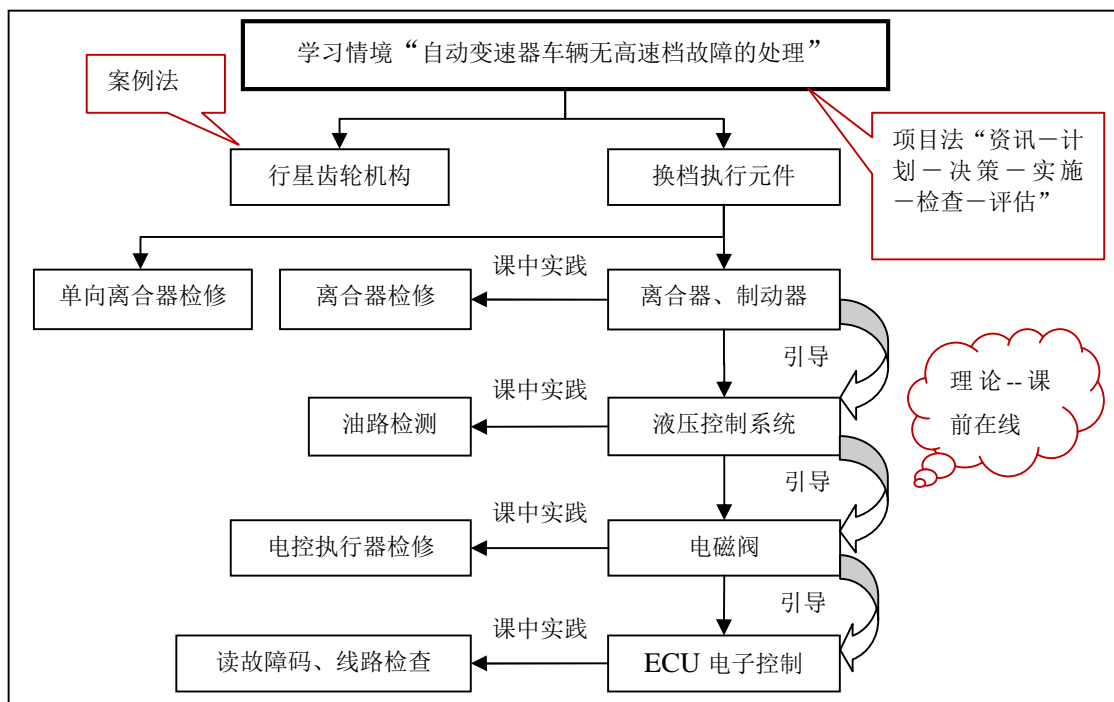


图3 学习情境“自动变速器车辆无高速档故障的处理”教学过程

2.2.3 引导法融合翻转课堂

引导法教学是引导学生知识拓展，对问题进一步深入思考。如图3所示，在项目法实施“自动变速器车辆无高速档故障的处理”任务时，插入引导法教学。“离合器、制动器→液压控制系统→电磁阀→ECU电子控制”，在自动变速器中是层层控制的关系，在故障排除中是深入分析的过程，在教学中是逐步递进的过程，采用引导法教学，图3中每行作为一轮独立的翻转课堂，可从一轮翻转课堂引导到下一轮翻转课堂。在一轮翻转课堂中通过理论知识引导出课中实践方案。如研究换挡执行元件的检修，教师可让学生先在课前网上研究离合器的工作原理，掌握离合器是靠油压压紧摩擦片和摩擦盘，消除间隙进行结合，由此在课中引导学生确立离合器间隙测量的正确方法。

2.2.4 讨论法施行于线上线下

讨论法教学，在解决问题时，以小组为单位完成工作任务，激发学习热情，增加学生之间的协作和交流，提高学生的表达能力。在项目法教学任务完成时，以小组为单位讨论，评估项目实施过程中出现的问题、解决问题的方法以及学习行动的特征，以此作为下次教学的改进和再出发。讨论法教学可随时在线上线下进行。

3 结语

调查近年浙江机电职业技术学院汽车专业毕业生，学生认为在校《汽车底盘电控检修》的学习情景跟企业的工作情形极度相似，所以修车上手极快，在该课程中，多重融合的创新学习模式培养了自主学习能力，所以在工作中无惧任何新技术的挑战。表2是对多重融合课程教学改革的调查及分析。

表2 《汽车底盘电控系统检修》创新教学调查及分析

问卷调查内容	学生评价	教师评价	主作用因素
目标明确, 动力十足	好	好	学习情境
自主学习, 先学后教	好	好	翻转课堂
合作探究, 互助解决	好	好	行动导向教学法
教师点拨, 画龙点睛	较好	较好	学习领域宗旨
整体建构, 高屋建瓴	较好	好	学习领域宗旨
总结规律, 归纳整理	好	好	行动导向教学法
巧妙组织, 活而不乱	好	好	学习情境+翻转课堂
高质高效, 适度合理	好	好	翻转课堂+行动导向
普遍掌握, 意犹未尽	好	较好	行动导向+翻转课堂

《汽车底盘电控检修》课改中, 摒弃原学科体系课程模式, 采用“学习领域”综合课程模式, 解决教学主体问题, 是“学生学, 教师教”的良性互动, 所创导的行动导向教学法可有效培养学生的职业行动能力; 翻转课堂模式教会学生自主学习, 不但“授人以鱼”, 而且“授人以渔”。课改中, 课程体系、课堂模式、教学法三者点面结合, 相得益彰。

行动导向教学法使翻转课堂模式下的知识能力内化有了明确的途径和方法, 在《汽车底盘电控检修》课改中, “学习领域”是“珠”, 翻转课堂是“璧”, 行动导向教学法使两者珠联璧合, 是两个概念的交集。

课改解决了单一教学创新中存在的弊端, 提高了教学效果。课中学生为完成有挑战性的任务, 玩手机的现象消失了; 课前学生为完成线上学习任务, 玩游戏现象少了。学生对课程教学改革的好评率达95%以上。

参考文献

- [1] 俞建军. 基因重组对课程教学改革的启示——以《汽车底盘电控检修》为例. <http://www.mocedu.com/Web/ttwk.aspx>, 2016-11-01/2017-04-06.
- [2] 曹晓娟. 基于任务导向的《汽车底盘电控技术》课程教学改革初探[J]. 课程教育研究, 2013(5): 242
- [3] 高红花. 《汽车底盘控制系统结构检修》翻转课堂教学设计尝试[J]. 经贸实践, 2015(12): 254
- [4] Bergmann J., Sams A. Flip your classroom: Reach every student in every class everyday[M]. Washington DC: International Society for Technology in Education, 2012.
- [5] 赵国栋. 微课、翻转课堂与慕课实操教程[M]. 北京: 北京大学出版社, 2015: 9-10.
- [6] 安二中, 戴国洪. 基于“学习领域”的德国汽车机电工课程模式对我国中等职业学校汽车维修工程专业课程设置的启示[J]. 江苏技术师范学院学报(自然科学2008年3月版), 2008, 14(1): 78-82
- [7] 王建初, Rützel Josef. 德国“学习领域”课程理论与实践探索[J]. 昆明冶金高等专科学校学报, 2008, 24(3): 80-85

(英文摘要下接第30页)

高职教育国际化评价指标构建研究

陆胜蓝

(浙江机电职业技术学院, 浙江 杭州, 310053)

【摘要】中国高等职业教育的办学历史与西方发达国家相比较而言较为短暂。中国高等职业教育在国家原先预设的教育体制之中具有区域性、专业性的限制,教育国际化在高等职业教育领域的探索才刚刚开始。本研究通过专家座谈法和关键要素调查法筛选,初步提炼出高职教育国际化的评价指标,建立用以评价高职院校教育国际化的指标体系。

【关键词】高职院校;教育国际化;评价指标

【中图分类号】G717

【文献标识码】A

0 引言

四年制高职的试行和地方院校向应用型本科的剧烈转变,使得高职院校的发展迎来机遇的同时更面临着巨大的挑战。高职招生面临生源数量和质量的双重下降,产业升级对技能型人才的需求迫使高职院校不得不转变传统的人才培养模式,逐步向《现代职业教育体系建设规划(2014-2020)》的要求靠拢。如何将高职教育的办学特点与教育国际化的应有之义紧密结合,推动职业教育国际化办学的进程,培养具有一定的国际视野和外语沟通能力的技能型人才已然成为高职教育界必须面对的课题。

1 高等教育国际化指标体系说明

OECD(经济合作与发展组织)教育分析专家史蒂芬·文森特·兰格林明确指出跨境高等教育指的是学生、教师、项目、院校/提供者或者课程材料的跨国境流动。表1对当前高等教育国际化类型做出了明确描述^[1]。

表1

类型	主要形式	例子	规模
1. 人			
学生/接受培训者	学生流动	全日制在国外学习以获得国外学位或资格 为获得国内学位或者联合学位而进行学术合作的一部分 交换项目	这种活动可能构成了跨境教育活动的最大份额

收稿日期: 2017-11-02

作者简介: 陆胜蓝(1983-),女,浙江机电职业技术学院讲师,华中科技大学教育科学研究院博士研究生。

续表

类型	主要形式	例子	规模
教授/培训者	学术/培训者 流动	为了专业发展	教育领域的传统活动，假如强调专业的流动或者更广泛的教育国际化的话，这种活动应该得到加强
		作为学术合作的一部分	
		受聘于外国大学	
		在国外的分校教学	
2. 项目			
教育项目	学术合作	与外国院校联合开设课程或者项目	学术合作构成了这些活动中的最大份额
	数字化学习	数字化学习项目	数字化学习和特许课程迅速发展
		把课程出售或者特许给外国院校	
3. 院校			
大学	国外校园	外国分校	
培训中心	国外投资	购买（部分）外国教育机构	起始规模适当，有迅速发展的趋势
公司		建立以国外名称命名的院校	

高等教育国际化的概念迄今为止已经被各国学者广泛讨论，表1所做的分类是认同了当前多数学者所认可集“过程”和“结果”于一体的包含国家、地区、高校、院系和个体多个层面的一种描述^[2]。教育国际化领域专家型学者简·奈特建立的IQRP（国际化品质评价标准程序）采用的是基准化分析法制定的大学国际化指标^[3]。ACE（美国教育理事会）在2000年参考IQRP制订了适合美国高等教育国际化发展的指标体系，出版了《大学的国际化：引导指南》一书^[4]。刘庆红研究员概括了中国知网(CNKI)目前比较有代表性高等教育国际化指标体系分为“国际化观念与规划、大学国际化结构设置、学生结构国际化、教师结构国际化、科研国际化、中外合作国际化等7个一级指标”^[5]。在国内外学者踊跃关注高等教育国际化的评价问题时，研究成果却忽略了高等职业教育作为教育领域的特殊范畴也已经逐渐融入到教育国际化的氛围之中，但由于高等职业教育区别于普通高等教育的重要特征主要表现在区域性、应用性及技能性等多个方面，针对高职教育国际化指标体系的构建研究在现有文献中几近空白。

2 高职院校教育国际化评价指标体系的构建

构建整体指标体系的核心与关键是确立评价要素。本研究在合理界定和理解高职教育国际化内涵的基础上，借鉴国内外已有的研究成果，遵循评价指标体系设计的原则，列出了评价高职教育国际化的一系列关键要素，此后采取专家访谈和座谈的形式听取专家意见，最终确定了评价高职教育国际化的4个一级评价指标：战略定位；人员要素；具体执行；组织机构。研究课题组在对一级指标进行逐级分解的基础上，通过参加会议征询国内从事高等教育国际交流与合作工作者的意见，组织专家座谈会听取专家意见，并结合在中国教育国际交流协会理事会、浙江省教育国际交流协会高职分会年会上对参会院校进行的《高职院校教育国际化战略研究》的问卷调查，确定了高职教育国

际化的三级评价指标体系。

2.1 战略定位

美国波士顿学院国际高等教育研究中心菲利普·阿尔特巴赫教授认为,现在并不清楚一些经过认证的但质量较低的高等教育机构能否为中国的学生和学术系统提供好的服务,必须有一种机制来评估在中国办学的外国学术机构,包括一种十分彻底的质量评估和对该机构在本国的地位的全方位认识^[6]。因此高职院校在推进教育国际化进程中,必须充分理解本校教育国际化的目标与对象,明晰目前的努力方向与能力,制定教育国际化战略规划。我们认为应结合理论和实践两个方面对教育战略定位国际化进行考察,才能避免高职教育国际化进程中混杂进劣质的教育资源,影响高职教育国际化的办学质量。

(1) 政策规划。政策规划是高校推进教育国际化进程的行动纲领。这一指标重点考察高校是否从战略的高度重视教育国际化。具体考察高校教育国际化发展战略、培养目标及方案制定中是否体现国际化;高校有无教育国际化战略及具体措施。在教育国际交流与合作过程中,国际学分互认或升学立交桥是一大重要前提,高职院校应该努力寻求建立“学分互认”的赴海外攻读学位的升学途径。

(2) 观念意识。教育观念的国际化不同于自发的人员流动和学术互通等浅层次的国际化表现形式,它属于深层次的国际化。学校领导和师生的国际化意识直接关系到教育国际化的整体进程,美国学者哈拉里认为高校国际化就应该将明确的赞同态度内化在全球化的意识当中,并立志于学校超越本土的发展方向,使国际化意识成为学校整体的精神气质^[7]。这就要求在高职教育体系中树立全球意识并形成国际化的精神气氛和文化氛围。

2.2 人员要素

人员的国际流动不仅是教育国际化最为显著的一个内容,而且一直是国际教育的关注点。世界各国政府和高校都在积极推动师生的国际流动。欧洲 29 个国家教育部长于 1999 年签署的《博洛尼亚宣言》的签署开启了具有教育全球一体化风向标性质的“博洛尼亚进程”^[8]。人员要素国际化的衡量指标主要集中以下两个方面:

(1) 学生国际化。高职教育国际化的重要标志之一就是学生国际化。有实力的高职院校已经在积极拓展海外学习计划,资助学生赴海外交流学习。而在江苏、上海、浙江等东部沿海发达省份,高职院校的留学生比例也在逐年增长。此外,援外教育也扩展了中国高职教育国际生的范围,我国首家教育部教育援外基地在天津职业技术师范学院于 2004 年挂牌成立,商务部于 2012 年授予宁波职业技术学院“中国职业技术教育援外基地”,援外援助职业教育项目已经成为高等职业教育国际化“走出去”的典型模式。学生的国际流动可以进一步推进高校之间的合作与交流,推动高校的管理模式、师资建设、科研水平向和谐化、可持续化的方向发展,进而提高中国高职教育的国际影响力和知名度,加快高职教育国际化进程。推进学生的国际交流,一方面要拓展学生海外研修计划,选派优秀学生出国留学或参与国际会议或参加国际竞赛或考取国际职业资格证书,为学生提供跨国学

参与调研院校:南京工业职业技术学院、四川工商职业技术学院、绵阳职业技术学院、常州机电职业技术学院、青岛职业技术学院、浙江金融职业技术学院、浙江经贸职业技术学院、浙江旅游职业技术学院、浙江商业职业技术学院、浙江工商职业技术学院、台州职业技术学院、金华职业技术学院、义乌工商职业技术学院、宁波职业技术学院、温州职业技术学院等 15 所国家示范高职院校或国家骨干高职院校。

习的机会。另一方面必须创造条件发挥自身优势,吸引更多的外国留学生来校学习。高职要加大招生宣传力度,突出技术教学的特长,制定相应的政策,改善办学条件,吸引和扩大外国留学生规模。

(2) 师资的国际化。师资力量是影响高职教育发展的关键因素。高职院校的教师与本科以上的教师相比,最大的区别在于“双师型”教师对学生专业技能的培养。承担着培养具备国际就业竞争力的专业技术型人才重任的高职教师,必须顺应国际形势与时俱进,掌握较高的知识水准和国际交往能力。教师的国际交流与合作不仅有利于扩展教师自身的国际化视野,了解行业和产业经济的发展动向,提升自身的专业技能,而且有利于提高其对学生的指导能力。

2.3 具体执行

具体执行的指标直接关系到高职教育国际化的具体运作,因此二级指标的选取需要具有可操作性和执行力。课程国际化、中外合作办学、国际科研合作与交流、经济投入这四个二级指标从教育国际化的运作主体、运作形式、运作成果和运作保障等四个方面来体现教育国际化标准。

(1) 课程国际化。如前文所述,高职教育国际化的重心是教学。强调课程教学是教育改革的一个中心内容。课程设置是实现培养目标的重要保证,要提升高职院校学生的就业竞争力,必然要求在培养过程中体现开放性、通用性和先进性的现代职业课程教学体系。课程标准积极引入职业教育发达国家的教学设置,对德国双元制、英国学徒制、澳大利亚 TAFE 制以及美国合作教育等国际先进教学理念、教学方法和教材的吸收、借鉴与创新,在课程设置上融入国际最新研究成果,提高教学的整体水平。

(2) 中外合作办学。国务院在 2003 年颁布的《中华人民共和国中外合作办学条例》中明确要求“国家鼓励引进外国优质教育资源的中外合作办学。国家鼓励在高等教育、职业教育领域开展中外合作办学,鼓励中国高等教育机构与外国知名的高等教育机构合作办学。”这是我国政府对中外合作办学的支持态度首次以法律文件的形式予以肯定。现有文献中提到的诸如学生交换、师资培训、外教来华等等基本都是在中外合作办学的框架下通过“借鉴、吸收和创新”衍生出来的跨境合作办学的外在形式。中外合作办学作为跨境合作办学的最重要的表现形式,又可以分为中外合作办学项目和中外合作办学机构两种类型。中外合作办学项目是高职院校开展跨境合作办学的第一选择。以浙江省为例,全省 45 所高职院校中,具有独立建制的国际学院的高职院校为 10 所,其中设立有非独立法人中外合作办学机构的为 3 所,分别是金华职业技术学院怀卡托国际学院,浙江纺织服装职业技术学院中英时尚设计学院,宁波城市职业技术学院中澳合作技术与继续教育学院;具有中外合作办学项目的高职院校为 21 所,共举办中外合作办学项目 50 项,年招生规模达 4750 人。

(3) 国际科研合作与交流。有文献指出现在跨国企业中人才本土化的首要难题就是跨文化冲突和国际职业能力不足。高职教育领域的科研创新不同于本科以上高等院校的学术创新,而是通过参与、承办或举办国际职业教育会议、承担国际性技术发明专利合作项目,积极与境外高校、研究机构以及跨国公司加强实训合作,与国际职业技能型专家进行沟通和交流,增加行业领域的专家接触世界前沿技能技术的机会,实现资源的共享。尤其在提高学校自身专业建设水平,增强技能教学能力,激发学生动手能力,鼓励学生考取国际职业资格证书,培育国际技能型人才竞争力方面,加强国际科研合作与交流是不可或缺的。

(4) 经济投入。教育国际化经费一方面是指政府的教育拨款、学校下达到国际交流与合作的专项经费。另一方面经费来源渠道的国际化,包括从海外政府、机构或组织争取的教育经费,或以技

术援助或以项目合作或以发展援助的形式体现。国际化专项经费支出。国际教育学者梅斯腾豪萨曾指出缺乏国际教育专项资金是制约国际教育发展的一个重要因素。推进高职教育国际化离不开经费的支持,不但需要高校从教育经费中给予支持,设立专项基金,更需要扩展国际合作,争取国际资源,用以支持教育国际交流与合作事宜。

2.4 组织机构

组织机构是配合高职教育国际化整体发展战略的必备要素。管理机构国际化和研究机构国际化,可以整合资源,集中优势,最大程度凸显教育国际化的成果。

(1) 涉外管理机构。在国际化发展过程中,国际合作与交流机构等涉外管理机构的作用是不容忽视的。国际大学联合会于2001年对其成员的高等教育国际化的现状及发展趋势进行了调查,结果显示参与国际交流与合作的行政管理人员数量及能力不足等是影响高等教育国际化的直接因素。评价高职教育国际化程度时,高校外事机构的人员配备以及主管领导和专职管理人员处理国际事务的能力、国际化办学制度规范等都将影响国际交流与合作效果。

(2) 研究机构。据课题组调研结果显示,部分高职院校已着力成立以国别职业教育研究为基础的研究机构。比如浙江机电职业技术学院成立的中澳职业教育研究所,于2014年编译出版了《澳大利亚质量培训框架》,为中澳职业教育合作领域的评估框架提供了参考依据。研究机构的成立可以整合高职教育专业优势,也可以利用国内、国外其他学校、研究机构的资源,以远远大于单一学院、学科的优势,寻求与一个或几个外国高校、研究机构的合作,便于争取国际组织及有关国家政府的经费支持,举办大型的合作研究项目,带动教师、学生交流等国际交流与合作的全面发展。高职院校可以将教师研发作为主体,设立国别职教研究机构,利用开展国际合作项目和课题的机会,积极与国外联合建立研发机构或实验室,以一系列研究中心为平台,展开全方位的国际交流与合作。

表2 高职院校教育国际化评价指标体系

一级指标	二级指标	三级指标
战略定位	1 政策规划	1 教育国际化列入学校战略规划
		2 教育国际化战略及具体措施
		3 国(境)外高校学分互认或搭建升学立交桥
	2 观念意识	4 专业教师及管理者的国际化意识和态度
		5 学生国际化意识和态度
		6 短期赴海外交换生人数及比例
人员要素	3 学生国际化	7 赴海外攻读本科学位学生人数及比例
		8 具有海外实习实践经历学生人数及比例
		9 获得国际职业资格证书的学生人数及比例
		10 来华学历留学生占学生总数的比例
		11 来华非学历留学生占学生总数的比例
		12 学生国际职业大赛参赛和获奖人数

续表

一级指标	二级指标	三级指标	
人员要素	4 师资国际化	13 短期外教来访(讲学、合作科研)人次	
		14 在聘外籍教师人数及比例	
		15 获得海外学位的专业教师人数及比例	
		16 具有海外工作经历的专业教师人数及比例	
		17 短期考察访问或参加国际学术会议的教师人数及比例(3个月以下)	
		18 长期出国进修/合作科研(3个月以上)的教师人数	
		19 获得国际职业资格证书的教师人数及比例	
		20 全外语授课专业课程门数及比例	
		21 双语授课专业课程门数及比例	
		具体执行	5 课程国际化
23 教学计划和课程方案设计采用国际通行惯例的专业门数			
24 专门为外籍学生开设的课程门数			
25 中外合作办学机构数			
26 中外合作办学项目数			
6 中外合作办学	27 中外合作办学在校生人数及比例		
	28 中外合作办学毕业生人数及比例		
	29 举办(含主办、承办、协办)国际学术会议数		
	7 国际科研合作与交流		30 国际性课题在研数量
			31 国际科研合作项目数量
32 国际企业设立实训基地数量			
8 经费投入	33 每年从学校获得教育国际化专项经费		
	34 每年参与国际合作项目获得经费投入		
	35 用于来华留学生的教育经费		
	36 用于派遣学生出国交流交换的经费		
	37 用于研发国际课程的经费		
	38 用于教师及管理人员出国培训、交流、进修的经费		
	39 是否有校级专职外事机构和国际学院		
组织机构	9 管理机构	40 具有海外经历的管理人员人数及比例	
		41 参加国际交流或培训的管理人员人数及比例	
		42 官方发布的国际交流与合作事务的相关规章制度	
	10 研究机构	43 国别职教研究机构的数目	
		44 与海外机构联合建立的实验室数量	

3 结语

高职教育具有高等教育和职业教育的双重属性。高职教育在教育国际化的方针引领下,高职院校跨境合作办学经历了由单一的以“引进来”为主的中外合作办学走向留学生教育、援外项目和基地培育建设以及外企科研学术合作等多方位的全面发展阶段。高职院校的国际办学也由单一的政府在高职业院校起着主导引领的作用走向民间的自主探索。高职院校需站位全局,理性分析跨境合作办学的问题与原因,创新发展路径。要实现中国高职院校办学实力的整体提升,跨境合作办学的资源整合必不可少。我国正由教育输入国努力转型为教育输入与输出并重的教育强国,在这个过程中,高等职业教育将通过引进、学习、嫁接、输出等一系列合作过程的常态化,最终与国际职业教育全面接轨,从而实现中国高等职业教育的国际化。

参考文献

- [1] 史蒂芬·文森特·兰格林主编,江彦桥等译. 跨境高等教育——能力建设之路[M]. 北京: 高等教育出版社. 2010: 25-27.
- [2] 陈昌贵, 曾满超等. 中国研究性大学国际化调查及评估指标构建[J]. 北京大学教育评论. 2009 (4): 117.
- [3] OECD, (1999). Quality and internationalization in higher education[M]. France: OECD Publications.
- [4] Madeleine G & Christa O. (2003). Internationalizing the campus: A user's guide[M]. Washington, D.C.: American Council on Education.
- [5] 刘庆红. 高等教育国际化: 策略、途径及评价指标[J]. 江西社会科学. 2015 (6): 250.
- [6] Philip G. Altbach (2006), Chinese Higher Education in an Open -Door Era , International Higher Education 45.
- [7] Katharine H.Hanson & Joel W.Meyerson. (1995), International challenges to American colleges and universities [M]. Phoenix, Ariz: Oryx Press.
- [8] 于尔根·施瑞尔. “博洛尼亚进程”: 新欧洲的“神话”? [J]. 赵雅晶译. 北京大学教育评论, 2007, (2): 92-106.

Research on Construction of Evaluation Index for Higher Vocational Education Internationalization Development

LU Sheng-lan

(Zhejiang Institute of Mechanical and Electrical Engineering, Hangzhou 310053, China)

【Abstract】 Compared with the western vocational education, Chinese higher vocational education has a relatively shorter history and lacks mature experience. In the original Chinese education system, higher vocational education is limited in region and profession, so the research on its internationalization course has only just begun. This research tries to determine preliminary evaluation indexes for the internationalization of higher vocational education through expert panel and investigation, and to set up an index system to evaluate the higher vocational education internationalization.

【Key words】 higher vocational colleges; internationalization of education; evaluation index

身份标签改变高职生的社会评价

温长胜, 杨秀飞

(浙江机电职业技术学院, 浙江 杭州, 310053)

【摘要】贴标签是一种认知过程上的简化, 提高了认知效率。身份标签会改变大众对被标定者的他人评价, 同时也会改变被标定者的自我评价。对被标定者的他人评价容易上升到对其道德人格的批判, 被标定者的自我评价会导致被标定者的自我实现预言。高职院校学生身份特殊性要求教育工作者在教育过程中推崇赏识教育, 切勿随意给学生贴标签, 创造平等和谐的育人环境; 还要引导学生探寻自身的闪光点, 合理应对被贴上的身份标签。

【关键词】高职学生; 身份标签; 他人评价; 自我评价; 赏识教育

【中图分类号】

【文献标识码】

0 前言

对于高职学生而言, 他们中大多数人都是带着差生的身份标签走进大学。在大学教育过程中如果教师还是唯成绩论, 很多学生又再次沦为差生、问题学生。在与高职学生交流过程中, 很多同学说道, 其实他们来大学, 学习成绩不是主要的, 如果那么想要学习那么会学习也不会来到高职院校, 目前遇到的最大问题是不知道自己要做什么, 最担心的就是来自他人的评价。对于教育工作者来说就不能以传统的学习成绩好坏来衡量要求他们。在课堂教学中很多教师的思维还停留在自身所接受的高等教育上, 拿自己接受到的教育理念来要求现在的学生, 尤其是青年教师, 殊不知这样的教育方式并不适合现在的学生, 高职教育培养的是技术应用型人才^[1]。如果教师在教育过程中没有转变思维模式, 还是以考试成绩来衡量学生好坏, 难免会给学生贴上形形色色的身份标签。身份标签会改变学生的社会认知, 李宇等人(2014)在总结前人关于社会知觉的研究成果时梳理出社会知觉的思维维度: 他人知觉、人际知觉, 群际知觉和社会决策知觉, 社会决策知觉包含在前三种知觉过程当中, 其实前三种社会知觉可以归类为他人知觉(他人评价)和自我知觉(自我评价)两种知觉过程^[2]。根据标签理论, 身份标签不仅会改变对学生的他人评价, 还会改变学生对自我的评价, 从而产生认知、情绪和行为上的一系列变化。

标签理论(Labeling Theory)最先出现在犯罪学领域, 其基本假设是被社会贴标签导致犯罪行为的发生: 犯罪行为不是来源于犯罪行为本身, 而是由于人们对犯罪行为和犯罪者的标定, 改变了犯罪者的自我概念, 犯罪人对标签内容产生认同和内化, 导致犯罪行为的发生。英国学者 R.C.Rist 首次尝试将标签理论应用到教育教学领域, 他认为, 教师会根据自己的期望给学生贴标签, 学生又会

收稿日期: 2017-06-29

作者简介: 温长胜(1979-), 男, 江苏人, 助理研究员, 硕士, 研究方向为教育教学管理。

根据这些标签来形成自我概念,这类类似于自我实现预言过程(如罗森塔尔效应),这样会使标签成为一种正式的行为,并发挥作用^[3]。后来教育领域的标签理论多集中在学生被贴上标签后会对其行为产生怎样的影响,现有的文献可以总结获得一致性的结论:负性身份标签会造成学生边缘化,在学校中形成不同的学生层级,如“优等生”、“中间生”、“差生”最终影响到学生正确的自我概念形成^[3];在被贴标签的过程中,学生也会潜移默化地接受周围他人对自己的评价,通过镜像自我形成自我概念,标签具有导向作用,使学生产生个人社会角色意识认同,从而向着被标定的方向发展^[4]。当然,正性的身份标签,如“好学生”、“学生干部”等,会促使学生按照“好学生”的标准要求自己,约束自己的行为,最终成为标签所要求的个体。虽然研究者已经很明白标签会对学生产生的可能影响,并且也呼吁教育工作者不要随意给学生贴标签,注重学生的个性培养,并且认识到正性标签的积极作用^[5]。但是有三个问题需要明确并加以解决:负性身份标签是如何有如此巨大破坏作用的?被标定后学生心理上会产生什么样的变化?高职学生本身就是一个身份标签,如何在教育过程中处理交织在一起的身份标签以及如何应对负性的身份标签呢?

1 负性身份标签的破坏作用

负性身份标签发挥作用主要通过两种方式:改变他人评价和改变自我评价。标签化是一种认知上的简化,人们首先会根据标签对个体进行评价。有关身份突显性的研究发现,当个体意识到自己的特定身份时,个体往往会在这个身份框架内感知周围的世界,意味着被贴标签后,标签会改变个体的自我概念,个体的认知、情绪和行为都会受到标签的影响^[6]。

1.1 负性身份标签会上升到对标定者道德性的评价

社会知觉过程大体上可以划分为对他人的评价和自我评价。Rosenberg等学者(1968)最早对社会知觉内容维度进行了探索。后来主要是Fiske等(2002)研究者开展了一系列关于社会认知内容模型的研究,最著名的是提出了刻板印象内容模型(Stereotype Content Model, SCM),它通过热情和能力两个维度区分对不同群体的刻板印象,意味着社会大众对他人的评价主要从对他人的热情和能力两个维度进行^[7]。新近的研究指出刻板印象内容模型过于笼统,在社会知觉过程中热情维度还可以划分为道德和社交性两个子维度,两维的SCM模型应该划分为三维的模型即道德、社交性和能力,并且在自我知觉和社会知觉过程中,道德维度占据主导地位^[8]。在印象形成过程中,首先会考虑到评价对象的道德水平,其次才是社交能力和道德水平。一旦具有负性的身份标签,人们对其评价就会上升到道德高度,会自动对其道德水平进行评价,并且会产生晕轮效应,如经常会听到有人评价高职学生说他们是学习不好的人,这明显具有道德水平的批判。

1.2 身份标签会改变自我认知

自我认知是社会知觉的一种形式,是个体对自己的认识,以自我为知觉的对象,又称自我知觉,即个体自我概念形成过程。根据符号互动理论个体的自我概念通过两种途径形成:我们如何看待自己以及我们认为别人如何看待自己。来自他人的实际评价并不能直接影响自我概念,而是反思自我评价间接影响自我概念。Becker(1996)认为被标签化的个体会产生两种主要影响:形成难以磨灭的身份烙印,这种身份标签还会超过其他任何身份,重塑个人自我形象。客观的身份标签在转化为主观的标签时才会产生实质的效用。这个过程类似自我实现预言,被标定者会形成标签图式,图式

越强大越发达，我们越会把更多的注意力放在与这些图式相符的信息和特征上。很多标签如差生、问题学生等图式都是在学习过程中渐渐形成的，慢慢积累导致。

标签之所以会产生破坏作用，首先是标签会改变他人评价和自我评价，其次标签会导致群体集群行为，俗话说“物以类聚、人以群分”，在学生的互动过程中，被标定为“好”或“坏”的学生往往会形成自己的小群体，在这个群体中，他们的行为受到所在群体成员的导向和认同，并使这些行为得到强化，形成一种群体行为模式。

2 负性身份标签化的后效

社会大众会根据负性身份标签对个体进行道德评价，个体也会内化和认同负性的身份标签。被标签化会对个体产生怎么样影响呢？杨秀飞（2016）在硕士论文研究用3个平行实验探索了负性身份标签对刑满释放人员的影响。“有前科”、“刑满释放人员”等标签对这个群体来说就是一种不可磨灭的身份标签，按照标签理论，前科作为犯罪标签，容易引发再犯罪行为。“有前科”的标签导致刑释人员（群体）存在自卑心理，在社会互动过程中更多考虑他人是如何看待自己，在意别人的评价，对与犯罪等有关的信息容易产生注意偏向，行为和言语均小心翼翼生怕再犯错。为了寻求社会认同，被标签化的刑释人员还容易形成犯罪团体，带来更严重的社会危害。实验1采用状态-特质焦虑问卷（STAI）探索标签化后的情绪后效，数据结果表明，激活负性的身份标签后，刑满释放人员会产生更多的焦虑情绪。根据马斯洛的需求层次理论：人们不仅要满足低层次的生理需求，还不断追求高层次的归属与爱、尊重和自我实现等需求的满足，刑释人员的各层次需求的满足都受到危险，他们不知道应该要如何面对社会，如何应付来自他人的评价并且刑释人员普遍具有敏感多疑，自卑心理，自我控制能力低等心理特征，从而导致焦虑情绪的产生。

实验2通过虚拟情景实验，测量标签化后的刑释人员的社会公平感知，数据结果发现，负性身份标签影响刑释人员对外界信息的加工，导致刑释人员对危险信息产生注意偏向，激活刑释人员对来自他人负性评价的关注，他们认为社会大众对他们的评价是不公平的，不合理的，从而认为这不是一个公平公正的社会。

实验3采用扔臭鸡蛋实验范式，表明激活负性的身份标签后刑释人员会产生更多的攻击性行为，他们后效行为效应遵循“回馈性假设”的原则：个体的行为向着身份标签的方向发展。

负性的身份标签会导致焦虑、抑郁的情绪后效，认知上损害被标签者的社会公平感并对负性的身份信息产生注意偏向，行为上产生同化效应，向着负性的身份标签方向发展。情绪、认知和行为上的后效最终会改变被标定者的自我概念，造成二级破坏后果。

3 高职学生如何处理负性的身份标签

高职学生本身就是一个身份标签，职业学校的办学条件、师资力量配备普遍低于普通学校，许多地方把职业院校放在中招、高招最后批次录取；职业学校毕业生就业率虽高，但就业质量不高，待遇偏低，在择业、升学、报考公务员等方面存在诸多政策限制和歧视。由于人们对于职业教育的认知不够，甚至存在明显偏见与歧视。这些都是不争的事实，致使目前高职院校处于尴尬的地位。对于高职学生来说，更是一种不公平的待遇，很多学生由于高考发挥不理想才来到高职，并且期望能够学习到足够多的技能，现实的情况往往不是那么乐观，他们很难摘除高职生的帽子。要想不受这个身份标签的束缚，首先，要做到的是接受这个身份标签，高职教育本来就有别于其他高等教育

形式, 高职技术技能型人才培养模式, 高职生这个身份意识要有, 未来面向的是专业技能型岗位; 其次, 做好自己。高职生面临的不仅是“高职生”这一共性的身份标签, 还面临一些个性的身份标签, 针对负性的身份标签, 要认识标签的破坏作用, 以及对自己的可能影响, 还要防患于未然, 尽量避免被贴上标签。

有关自我肯定 (self-affirmation) 的研究发现, 经过自我肯定的个体能更加客观公正地处理威胁自我认同和群体认同的信息, 促进个体成长。蔡华俭 (2013) 研究组通过最后通牒游戏范式 (UG) 表明, 在中国文化背景“家庭自我肯定”比“个体自我肯定”更能够帮助个体保护自我, 抵御威胁带来的焦虑等负面效应, 自我肯定主要是通过增强人们的心理资源来实现防御保护作用的。身份标签对高职学生来说是一种威胁信息, 接受这种标签会造成自我同一性混乱, 尤其是刚进入大学的高职学生, 这一时期面临的最重要的心理任务就是完成自我同一性。排斥这种身份标签的话同样会损耗个体的认知资源, 所以可以通过自我肯定来获得足够多的心理资源来抵御身份标签的不良后果。除此之外, 还可以通过增加群际接触, 减少群际偏见的主要方式是和外群体在最佳条件下进行接触, 群际接触会增加群际信任。高职生被贴上身份标签大多是由于人们对高职教育本身认识不足, 不了解高职教育的价值。教育工作者会给学生贴标签也大多由于对学生不了解, 可以通过群际接触, 让他人认知自己, 从而消除不良身份标签。

4 对教育工作者的启示

合理利用正性的身份标签, 有助于帮助学生发挥自己的特长; 认同内化负性的身份标签会给学生带来焦虑、抑郁的情绪体验, 导致学生产生不公感, 还会带来攻击性行为, 所以教育工作者在教育过程中, 首先, 切勿随意给学生贴标签, 不要以学业成绩给学生进行分类; 其次, 开展赏识教育, 倡导“育人为本”充分发挥学生的主动性, 教师要关注每一位学生, 因材施教, 一视同仁地对待每一位学生, 尊重个体差异, 创造公平、公正的教育生态环境; 最后, 发挥心理健康教育的作用, 引导大学生正确地自我评价, 客观地看待自己及别人的评价, 增强受挫能力, 肯定自身的社会价值。

5 未来的研究方向

(1) 通过开放式问卷调查高职学生感受到的身份标签及性质, 要研究身份标签的副作用, 首先要认识到自身存在哪些标签, 以往的研究集中强调负性标签的破坏作用以及教育工作者为了避免标签的不良作用应该要采取的措施, 可是尚未有研究明确指出高职学生身上存在的标签。

(2) 通过科学的实验方法, 探索高职学生负性身份标签的认知、情绪和行为后效。杨秀飞的硕士论文研究的是刑满释放人员的身份标签效应, 研究结论能不能推广到高职学生身上, 还需要进一步证实。

(3) 通过生态实验研究方法, 验证自我肯定及群际接触对改善负性身份标签破坏作用的效果, 文献梳理过程中推论这两种措施可能会产生效益, 但实际是否有效果以及效果量大小等问题还需要进一步探索。

参考文献

- [1] 王延, 郭文力. 高职教育与本科教育在人才培养模式上的比较研究[J]. 渤海大学学报(哲学社会科学版), 2003, 25(5): 133-134.
- [2] 李宇, 王沛, 孙连荣. 中国人社会认知研究的沿革、趋势与理论建构[J]. 心理科学进展, 2014, 22(11): 1691-1707.
- [3] 薛博文. 标签理论对班级边缘群体的分析与启示[J]. 课程教学研究, 2015(5): 63-65.
- [4] 李肖璇. 标签理论对学校思想政治工作者的启示[J]. 当代教育理论与实践, 2010, 2(2): 7-8.
- [5] 马向真. 社会标签理论对学生“问题行为”的解读与启示[J]. 西北师范大学学报(社会科学版), 2004, 41(6): 126-129.
- [6] 吴小勇, 杨红升, 程蕾等. 身份凸显性: 启动自我的开关[J]. 心理科学进展, 2011, 19(5): 712-722.
- [7] Fiske, S. T., Cuddy, A. J., Glick, P., et al. A model of (often mixed) stereotype content: competence and warmth respectively follow from perceived status and competition[J]. *Journal of personality and social psychology*, 2002, 82(6): 878-902.
- [8] 杨秀飞, 舒敏, 李伟强. 道德评价在社会知觉过程中的主导作用[J]. 中小学心理健康教育, 2016(9): 4-7.

Identity Labels Changed Social Evaluation of Higher Vocational College Students

WEN Chang-sheng, YANG Xiu-fei

(Zhejiang Institute of Mechanical & Electrical Engineering, Hangzhou 310053, China)

【Abstract】 Labeling simplifies cognitive process and improves cognitive efficiency. Identity labels can change other people's evaluation about the labeled person and the labeled person's self-evaluation as well. The others-evaluation easily becomes moral criticism to the labeled, and meanwhile self-evaluation leads to self-fulfilling prophecy of the labeled. The special identity of higher vocational college students requires educators to carry out appreciation-education, to make sure not to label any student at anytime, and to create an equality and harmonious education environment for every student. It is also important for educators to properly guide students to explore advantages in themselves and to deal with the identity labels reasonably.

【Key words】 higher vocational college students; identity labels; others evaluation; self-evaluation; appreciation education

高职学生学习动力的现状调查与分析

——以浙江机电职业技术学院为例

项璐琼

(浙江机电职业技术学院, 浙江 杭州, 310053)

【摘要】学习动力不足是我国当前高职院校学生中存在的普遍现象。学习动力是影响高学习效果的关键因素。本研究旨在通过问卷调查分析高职学生学习动力不足的自身与外部影响因素,并提出相应干预措施,改善学习动力的内外影响因素。

【关键词】高职学生;学习动力;影响因素

【中图分类号】G715

【文献标识码】C

0 前言

经济调整和社会转型对高素质技术技能人才需求与日俱增,高职教育近年来获得快速发展。随着高职教育飞跃式发展,教学质量的下滑受到广泛的关注。与此同时,高职院校生源质量普遍较差,学生普遍存在学习动力不足的状况,表现为学习积极性不足、学习效果差。提高教学质量的关键在于如何激发学生的学习动力,提高学习效率成为高职院校教学任务的重要命题。本次研究主要通过调查分析当前我院学生学习动力存在的问题,并提出相应建议和思考。

1 调查研究的对象和方法

为更全面、更贴近实际地反映我院高职学生的学习状况,本次研究通过预调查,分析预调查结果后设立调查问卷,最终总共发放问卷292份,回收286份,有效问卷281份。其中男生112人,占39.9%,女生169人,占60.1%。

2 调查结果与分析

2.1 内在因素

2.1.1 学习目标

多数的高职学生有明确的学习目标,但仍有相当部分学生学习目标相对不明确或缺乏。明确的学习目标对学习效果有积极的提升作用,是学习动力的重要来源。本次调查显示,54.5%的学生认为自己有相对明确的学习目标或明确的学习目标,在列举学习目标时,认为自己有明确学习目标的学生

收稿时间:2017-12-05

作者简介:项璐琼(1986-),女,浙江杭州人,讲师,研究方向为国际贸易。

生 100%列举了目标,认为自己有相对明确目标的学生 98.3%列举了目标,进一步提示这部分学生确实具有明确学习目标;然而,45.6%的学生则表示学习目标不明确或没有学习目标。

表1 学习目标现状调查

进入大学后有无明确学习目标	很明确 37 (13.2%)	比较明确 116 (41.3%)	不是很明确 93 (33.1%)	没有 35 (12.5%)
如果有,请举 1~3 个目标	很明确 (37) 37 (100%)	比较明确 (116) 114 (98.3%)		

2.1.2 学习自律性

高职学生在学习自律性方面存在相对不足。调查中问及在无人监督情况下能否自觉学习的情况时,仅有 9.3%的学生可以做到大部分时候自觉学习,少数时候能做或基本做不到自觉学习的总共占到 39.5%,说明高职学习相当大的一部学生学习自律性不够。同时,有良好预习和复习习惯的学生仅占 10%,43.8%的学生有时会预习或复习,46.2%很少或基本不预习和复习。在提及逃课情况时,经常逃课或逃课超过 1/3 的学生也占到 25.2%。

表2 学习自律性现状调查

无人监督情况下,你能否自觉学习	大部分时候 26 (9.3%)	多数时候 144 (51.2%)	少数时候 98 (34.9%)	基本做不到 13 (4.6%)
你有无预习或复习功课的习惯	经常这样做 28 (10.0%)	有时候这样做 123 (43.8%)	很少这样做 95 (33.8%)	基本做不到 35 (12.4%)
你有无逃过课	没有 53 (18.9%)	偶尔有 158 (56.2%)	经常 64 (22.8%)	超过 1/3 6 (2.4%)

2.1.3 学习态度

在对待自己专业的问题上,39.2%的学生对本专业很喜欢或比较喜欢,但同时有高达 34.5%的学生对目前的专业感到不满意。在挑选专业时,仅有 22.4%的学生是因为自己喜欢当前专业而选择就读。在业余时间利用方面,47.7%的学生主要在休闲娱乐消磨时间,仅有 11%的学生在学习专业知识或相关的课外知识,32.8%的学生在从事社团或学生活动,15.7%在做兼职。在对待考试成绩方面,24.2%的学生对自己要求比较高,40.9%的学生只要求及格,6%的学生甚至对学习成绩采取无所谓态度。

表3 学习态度现状调查

你喜欢自己专业吗	很喜欢 32 (11.4%)	比较喜欢 78 (27.8%)	一般 74 (26.3%)	不太喜欢 66 (23.5%)	不喜欢 31 (11.0%)
你为什么选择目前的专业	自己喜欢 63 (22.4%)	父母意愿 45 (16.0%)	就业前景 83 (29.5%)	他人建议 43 (15.3%)	其他 47 (16.7%)
业余时间主要在做什么	学习专业知识或相关的课外知识 31 (11.0%)	参加各种社团活动或学生活动 48 (17.1%)	做兼职 44 (15.7%)	休闲娱乐、打游戏、约会 134 (47.7%)	其他 24 (8.5%)

续表

你对取得的考试成绩多少比较满意	85分以上 68 (24.2%)	70分以上 81 (28.8%)	60分以上 115 (40.9%)	无所谓 17 (6.0%)
-----------------	---------------------	---------------------	----------------------	------------------

2.1.4 学习方法

在学习方法方面,喜欢独立学习或以自主学习为主的高职学生仅占 22.6%,喜欢老师或别人讲解的学生占 77.4%,提示大部分的高职学生未从先前的高中学习模式中转变。同样,在专业问题讨论方面,66.2%学生很少或基本不与他人讨论专业方面的问题。

表4 学习方法现状调查

你喜欢怎样学习	独立学习 21 (7.5%)	喜欢老师或别人讲解 59 (21.0%)	老师讲解为主,自学为辅 153 (54.4%)	自学为主,老师讲解为辅 48 (17.1%)
有没有与其他人讨论专业问题	经常有 32 (11.4%)	有时候 63 (22.4%)	偶尔有 108 (38.4%)	基本没有 78 (27.8%)

2.1.5 学习动力自我评价

对学习动力的自我评价,21%学生认为很努力,32%学生认为自己较为努力,38.8%学生认为努力程度一般,认为自己不努力的占 8.2%。学生认为影响学习动力的重要内在因素是对学习兴趣不足,占比 64.4%,认为自己懒的学生占 10%,与自我学习评价不努力的学生基本持平。同时有 14.2%的学生认为自身能力不足。

表5 学习动力现状调查

自我学习动力的评价	很努力 59 (21.0%)	较努力 90 (32.0%)	一般 109 (38.8%)	不努力 23 (8.2%)
哪项内在因素影响自己学习动力最大	自己懒 28 (10.0%)	学习兴趣不足 181 (64.4%)	个人能力不足 40 (14.2%)	其他 32 (11.4%)

2.2 外在因素

影响学习动力的外在因素主要包括家庭、学校、社会三个方面,并且在相当程度上影响着学生的学习动力。

2.2.1 家庭

家庭经济状况对学生的学习动力影响最大,占 75.1%;进一步对家庭经济条件对学生的学习动力影响进行调查,发现绝大部分学生希望通过努力学习,减轻家庭负担。

表6 家庭因素现状调查

哪种家庭因素对你学习动力影响最大	经济状况 211 (75.1%)	长辈的期待 23 (8.9%)	家庭学习氛围 14 (5.0%)	同辈的比较 33 (11.7%)
家庭经济对你学习动力有何影响	努力学习,为减轻家庭负担 183 (86.7%)	经济困难,经常打工,影响学习 11 (5.2%)	经济条件好,没有动力奋斗 17 (8.1%)	

2.2.2 学校

学校是学生学习的重要场所,无论在理论知识提供,还是在学习环境的建设方面都发挥着重要的作用。通过对课程设置、上课内容和形式、寝室学习氛围等方面的调查,结果提示:36.6%的学生认为专业设置不合理;对上课内容和形式总体满意度66.8%,有近1/3学生不太满意或不满意;对寝室学习氛围认为很好或比较好的人数占34.5%,认为不太好或很差的人数占38.8%。

表7 学校因素现状调查

你认为学校的专业课程设置合理么	很合理	比较合理	一般合理	不太合理	很不合理
	34 (12.1%)	78 (27.8%)	66 (23.5%)	61 (21.7%)	42 (14.9%)
你对上课内容形式满意么	很满意	比较满意	一般满意	不太满意	很不满意
	24 (8.5%)	79 (28.1%)	85 (30.2%)	72 (25.6%)	21 (7.5%)
你对寝室的氛围是什么看法	很好	比较好	一般	不太好	很差
	33 (11.7%)	64 (22.8%)	75 (26.7%)	62 (22.1%)	47 (16.7%)

2.2.3 社会

社会作为学生成长的大环境对学生的学习兴趣有着潜移默化的影响。对目前社会上读书无用论的看法做了调查发现,大部分学生(61.5%)对读书意义持积极态度,26%的持中性态度,12.5%持消极态度。并对持积极态度和中性/消极态度的进行价值观的进一步调查发现,在对读书有用论的学生中,家人和朋友对价值观的形成最为重要;而在对读书有用持中性或消极态度的学生中,当前的明星、网红等娱乐人物对其价值观的形成具有重要作用。

表8 社会因素现状调查

你对社会读书无用论的看法	读书很有用	读书有些用	不好说	读书无用
	58 (20.6%)	115 (40.9%)	73 (26.0%)	35 (12.5%)
对你当前价值观最具有影响的是哪类人群(积极)	各行业专家	政府或学校领导	朋友或家人	网红、明星
	21	5	135	12
对你当前价值观最具有影响的是哪类人群(中性或消极)	各行业专家	政府或学校领导	朋友或家人	网红、明星
	14	1	51	42

3 提升高职学生学习动力的建议和思考

3.1 加强思想工作建设,提升学生综合素质

3.1.1 帮助学生建立正确的职业规划

通过邀请相关专家,组织学习新形势下国家的发展战略,如总书记系列重要讲话,使学生深入了解下及未来国家发展与建设对高素质技术工人的需求,激发学生将自己的职业规划与国家的发展战略相融合,帮助其建立正确的职业规划,将个人发展与国家的发展牢牢结合在一起,提升爱国的热情,增强对国家和社会的使命感和责任感,激发对学习的兴趣和动力。

3.1.2 建立终生学习观,端正学习态度

通过教育学生使其明白大学教育主要是基础教育,是为将来从事的相关工作进行理论储备,同时初步培养从事相关领域的基本技能,并不是单独针对某项工作进行特定的学习。即使个别专业主要针对某项工作进行了职业教育,也不能解决将来工作可能出现的各种问题。使学生深刻认识到事物是动态变化的,没有一成不变的事物,大学教育的目的是使其掌握这些变化的基础理论知识,以便应对将来可能出现的变化,并进一步掌握探索新的理论的基本技能和方法,以应对工作中日新月异的变化。所以,不存在上了大学,水平就比别人高的情况,可以一劳永逸地过日子,以后就再也不用读书了。因此,必须使学生充分认识大学学习的本质,对大学学习内容的意义有充分的认知,端正对学习的态度,建立终生学习观,正如周恩来总理说的:活到老,学到老,改造到老。

3.1.3 建立科学的学习方法

通过本次调查发现高职学生在学习的方法上未能从高中的学习模式中转变过来,即仍然以被动式学习为主,因此教师需要在日常教学过程中时时提醒学生,主动式学习是大学学习的主要模式,即自学为主,老师讲学为辅。教师可以通过提前指导学生下次学习的重点,同时以布置预习作业的形式,督促学生进行预习,使学生提前熟悉相关教学内容,听课做到有的放矢,提升课堂学习的效率。将被动听课调整为主动听课,有利于把握学习的重点和难点。同样通过给予课后练习,或课后思考题的形式巩固和拓展学习相关知识,必要时可提供课外相关期刊读物,帮助学生掌握相关领域的专业知识。其次,通过开展学习心得交流会、研讨会,促使学生之间探讨学习方法、学习内容,交流学习的心得体会。

3.1.4 建立自信心

部分高职学生在一定程度缺乏自信心,认为自身能力不足。在思想教育中,可以进行典型示范,多举一些本校毕业生中发展良好的实例激励鼓舞学生,如条件允许,可以邀请他们回母校做报告,谈谈自己在校时的学习生活状态,讲讲他们学习的方法、技巧、职场经验,使学生在思想上产生共鸣,增强学生的自信心和学习动力。

3.2 积极深化教学改革,提升教学质量

3.2.1 加强实践性教学

在实际教学模式上,结合学校和专业特点,适度调整见习实习时间,引导学生在实践过程发现问题,认识到自己在相关方面储备知识的不足,使学生充分感觉到学习的有用性,激发对理论知识的学习兴趣。在教学过程可不断给出相关实际的经典案例,让学生从经典的案例中学习到如何运用所学的知识,加深对所学专业知识的理解。

在办学理念上,坚持通识教育和专科教育相结合,坚持为国家和社会培养合格的跨世纪高级技术人才为核心办学目标,使学生在相关专业领域有一技之长,能快速地适应相关的生产实践活动或商业活动,使其在就业市场具备相当的竞争力。针对当前对跨学科人才的需求日益增加,学校可积极鼓励优秀学生进行跨专业学习,提高学生综合素质。

3.2.2 以市场为导向,优化课程设置

高职学生最关心的问题是如何成功就业,因此高职学生对所学专业的市场需求特别看重,为满

足高职学习这一需求, 学校在相关专业的课程设置上必须平衡学生当前需求与长远需求、局部需求与整体需求之间的关系, 以市场为导向, 依据市场需求调整授课的内容、时长和形式。比如, 开展特色性的选修课等。

3.2.3 营造崇尚学习、鼓励创新的校园文化

大学学习不仅是对理论知识的学习, 还包括了课外实践、社团活动、实习实训、人际交往等各个方面。高职院校以注重实际技能教育为重点, 然而当今世界是创新的世界, 如何使学生适应新形势的变化是当前各个高职院校面临的重要课题。学校可以通过举办形式多样的创新大赛、学科竞赛, 或不同专业创新评选等, 激发学生创新思维, 展现创新才能, 为学生营造一个崇尚学习、鼓励创新的校园文化环境。

3.3 建立家校联动机制

大学虽然已经成为高职学生学习和生活的主要场所, 但对于学习动力不足的学生仅仅依赖学校各级部门和教师对学生激励和管理还远远不够, 还需要家长及其他家庭成员的积极配合。建立学校和家长之间联系和互动的机制, 通过电话、微信、微信群、电子邮件等方式, 学校可以向家长及时反映学生在校表现, 同时家长可以及时向主管教师、班主任或辅导员主动反映子女情况, 使各方能及时准确地掌握学生的思想、学习、生活等各方面的实际情况, 对个体学生做到有的放矢, 同时可以避免学生在某些情况下误导家长和老师, 使学校教育和家庭教育双管齐下、互为补充, 共同发现提高学生学习动力的方法。其次, 学校可以通过微信公众号或线下讲座等形式, 向家长提供相关教育知识培训, 促进家长对大学阶段学生心理状态的深层次了解, 帮助其更好地与子女沟通, 提高高职学生的学习动力。

参考文献

- [1] 戴尔.H.申克著, 韦小满等. 学习理论: 教育的视角[M]. 南京: 江苏教育出版社, 2003.
- [2] 张格. 高职学生学习动力状况调查报告[J]. 高教论坛, 2016. (23).
- [3] 王宜君. 高职学生学习动力状况及激励机制研究[J]. 机械职业教育, 2013. (5).

Investigation and Analysis of Current Situation of Vocational College Students' Motivation for Learning

---Taking Zhejiang Institute of Mechanical & Electrical Engineering as an Example

XIANG Lu-qiong

(Zhejiang Institute of Mechanical & Electrical Engineering, Hangzhou 310053, China)

【Abstract】 Learning motivation is a key factor affecting efficient learning outcomes. However, lack of enough learning motivation is a common phenomenon among current vocational college students in China. This study analyzes the internal and external factors influencing vocational students' learning motivation by questionnaire survey, and puts forward the corresponding interventions to improve the internal and external influencing factors of learning motivation.

【Key words】 vocational college students; learning motivation; influencing factors

经贸类专业金工实习改革与实践的探索

方海生, 赵夏明, 丁宏亮, 王建荣
(浙江机电职业技术学院, 浙江 杭州, 310053)

【摘要】针对经贸类专业的金工实习课程, 如何建立和体现经贸类专业特色, 课题组经过几年探索与实践, 提出了以产品制作和装配为载体、纵横向一体化教学的改革思路, 初步建立起经贸类专业的金工实习教学模式。

【关键词】金工实习; 经贸类专业; 教学改革; 专业特色

【中图分类号】G642.44

【文献标志码】A

0 引言

金工实习是一门实践性技术基础课, 是培养实践应用能力和工程素质的重要环节, 是国内工科高校中普遍开展的重要实践课程。目前金工实习的课程教学目标是“学习工艺知识, 增强工程实践能力, 提高综合素质, 培养创新精神和创新能力”^[1]。我院经贸类专业(工商企业管理、会计、市场营销、国际贸易实务)也普遍开设金工实习课程, 经贸类专业的金工实习是参考机械类专业的金工实习, 只是时间缩短一半, 改为2周, 内容也做相应缩减。

1 存在的问题及原因分析

目前我院金工实习的基本内容是车、铣、刨、磨、钳、铸、焊加工的基本知识和基本操作。金工实习件一般是小酒杯、序号牌、小榔头、手轮铸造、焊板。由于经贸专业的金工实习是参考机械类专业的金工实习, 所以对经贸专业的人才培养造成以下一些问题, 以工商企业管理(以下简称企管)专业为例。

(1) 机械类专业的金工实习的实习内容难以与企管专业的专业课融合。企管专业的专业课与机械类专业的专业课存在本质上的差别。企管专业的专业课大致有管理学原理、经济学原理、营销管理实务、企业运营与控制、质量管理、人力资源管理, 而机械类专业的专业课大致有机械设计、刀具、夹具、机床、液压、机械加工工艺等。所以机械类专业的金工实习的实习内容难以与企管专业的专业课融合, 两者之间缺少课程和知识的连接。

(2) 企管专业的学生与机械类专业的学生存在很大的差别。企管专业的学生相对于机械类专业的学生而言, 不善于空间想象, 不善于静心制作零件的细节, 但善于自我表达, 善于团队合作。造成机械类专业的金工实习的实习内容难以吸引企管专业学生的兴趣, 在制作的工件上也往往出现极低分。

收稿日期: 2017-12-04

作者简介: 方海生(1970-), 男, 浙江舟山人, 硕士, 高级实验师、高级技师。主要研究方向为金工实习。

(3) 企管专业的专业支撑课程, 也有机械基础方面的 2 门课程, 如机械识图和机械制造基础。这 2 门课程一般由机械专业教研室的教师讲授, 往往在教学内容上与金工实习脱节, 在教学方法上没有考虑企管专业学生的特点, 从而造成这 2 门课的教学效果不理想。

(4) 机械类专业的金工实习的实习方式强调各工种操作技能, 强调学生动手能力的培养, 强调工艺技术的掌握, 如锉平一个面、锯直一条缝、车精一个圆、铣准一条槽等, 学生学习的技能也是相对独立的不同工种的操作方法, 缺少产品制造的整体联系^[2]。在机械类专业的金工实习后, 本专业的学生获得的也只是一些零散的工艺知识和简单的操作技能^[3]。各工种的指导教师也都是这些想法, 很难改变过来。而企管专业的后续课程教学对学生动手能力的要求不高, 却要有产品制造整体联系的知识。

2 改进方案

在机械类专业的金工实习中, 对于存在的问题, 很多学校提出了很多有意义的改进方案。如引入多媒体技术^[4]、综合实习^[5]、项目化实习^[6]、结合其他课程^[7]、模块化教学^[8], 但缺少针对经贸类专业的金工实习的思考。

针对我院机电类背景和在经贸类专业中金工实习、机械基础课程教学不够理想等情况, 提出了以下改进方案:

(1) 纵向一体化教学改革, 打破纵向课程的块分割, 即实现机械制图、机械制造基础、金工实习等的纵向一体化教学, 一个教学环节同时进行这些课程中的若干课程内容的融合教学。

(2) 横向一体化教学改革, 打破横向课程的条分割, 即打破金工实习和电工电子类实习的界限, 在一次实训中同时完成机和电的实训, 实现横向一体化教学改革。

(3) 综合一体化教学改革, 在金工实习中进行企管类课程有关内容的补充, 如 6S 管理、计量管理、国家标准、工艺流程等。并在后续的管理类课程教学中, 基于或融入一部分金工实习的教学内容。

(4) 引入先进制造技术的一部分内容, 用以拓展经贸类专业学生的知识范围。

3 经贸类专业的的金工实习教学改革实践

在 2013 年上半年, 课题组提出对《机械制图》、《机械制造基础》、《金工实习》、《电工实习》的改革建议。2013 年下半年, 整整一学期, 除了日常工作外, 课题组成员开始规划教学改革的细节, 试制 LED 灯泡和台灯。从铝材台灯改到板材台灯, 再改到一种带直流输出端口的台灯, 也设计了单键控制开关电路(后改为网控开关电路)。

2014 年下半年, 企管 1431 和企管 1432 班开始进行金工实习的教学改革。2016 年上半年, 企管 1531 和企管 1532 班开始进行金工实习的教学改革。2017 年上半年, 企管 1631 和企管 1632 班开始进行金工实习的教学改革。在教学改革的过程中, 逐步完善了以下一些改革方案和方法。

3.1 实习前的改革

在普通金工实习时, 学生只是领取工作服、工作帽和实习指导书。但由于要达到纵向一体化教学改革的效果, 还必须在实习前一个月前布置相关的任务。

先是成立学习小组, 大致以 6 人为一小组, 设 1 名组长。小组合作学习巧妙地运用了学生之间

的互动,使他们人人有机会发表意见。学习小组在促进学生情感交流、互帮互助、培养创新思维和创新能力方面起着积极的作用。

然后把需要制作成 PPT 的理论题目分派给各个小组,要求每个小组先在网上寻求答案。其中在淘宝网收集资料,就融合了管理类专业的教学内容。做好的 PPT 在实习时再进行补充和完善,在理论教学期间由每个组长讲授并全班讨论。

由于在本次实习前的一个学期,设有一个约 2 小时的参观金工实习和电工实习的教学环节,也为这次金工实习的改革做了些铺垫的工作。另外也把《机械制图》、《机械制造基础》教材和教学计划表发给每一位同学。

3.2 实习内容的改革

在企管 14 级的金工实习教学改革中,课题组设计了一个综合性的台灯,包含了车、钳、铣、电、装配等工序的内容,执行后收到了一定的教学效果。不足之处在于台灯整体费用较高(每只台灯材料费约 120 元左右,不能送给同学)、无法完成零件图和装配图的绘制(短时间内对企管专业的同学而言太难)、教学面还不够广(无制作螺纹内容、无热处理内容等)。

为了配合机械制造基础理论和企管专业理论方面的教学,在企管 16 级的金工实习教学改革中,课题组决定以小榔头的制作(每人 1 套)、LED 灯泡的组装、整流滤波稳压电路的制作、网控台灯的装配(每人 1 套)、电动自行车的拆装(1 组 1 辆)为主要的实践教学内容,再配合一部分先进制造技术如 solidwork、3D 打印、激光加工、数控加工为辅助内容。这样《机械制图》、《机械制造基础》的理论教学内容就全面了,也为今后企管专业课的相关教学内容使用金工实习的教学内容来展开教学打下一定的基础。

时间上的安排一共是 4 周。先用 2 周时间完成小榔头的制作和配合一部分的《机械制图》、《机械制造基础》的理论教学;再用 2 周时间完成整流滤波稳压电路的制作、台灯的装配、电动自行车的拆装和先进制造技术(基本内容介绍后,软件拷给学生,由学生在课后设计,加工时间与理论课同步进行)。

3.3 理论课的教学改革

总体上的教学顺序是理论教学放在实践教学之后进行。学生先把小榔头做出来,再根据做出来的小榔头进行《机械制图》和《机械制造基础》的理论教学。也就是先有物,再有图和卡,与一般的机械制造过程是相反的。这样就解决了企管专业学生因为想像力不足和机械专业技能不足,从而造成的理论教学上的困难。这样做也符合学生的认知规律。

机械制造基础理论课的教学采用了反转课堂教学法。学生以小组为单位,在实训期间所做的零件以及在装配实训的基础上,进行课前自主学习、小组讨论,然后将讨论结果形成 PPT 以备课堂教学讲解,并接受同学们和教师的提问。在每个理论题目讨论中,都必须围绕实习内容展开,并以分数鼓励学生多提出问题。每个 PPT 制作的一般要求是现场照片 5 张以上(用手机拍摄),现场视频 1 个(MP4 格式),PPT10 页左右。

监督的教师有金工实习教师、电工实习教师、经贸类专业课教师、机械类专业课教师。由于专业背景的区别,就会产生思想的火花,同一件事物会产生不同的观察面和观点。而且正因为有了经贸类专业课教师的积极参与,所以能使该实习内容今后能被应用于经贸类专业课的教学。

3.4 实训室布置的改革

小榔头的制作是在金工车间完成的，而其他内容是在专门实训室完成的。为了便于学生在机械基础理论课的学习、电工实习、台灯的装配、先进制造技术的学习过程中，能促进学生之间相互交流、学习和提高，课题组设计了六边形的装配桌，放在实训室中间，可供6位1组的学生一起学习。实训室周边放置微型设备、展示作品、电脑。把微型的数控设备、微型的3D打印设备、微型激光加工设备、电工电子设备、材料架集中在一起。并把实训室交由企管专业学生进行6S管理，而且也开阔了学生的思路，使学生能在一间实训室内完成相关的理论学习和实训任务。

4 改革的成效

相对于还没有改革的经贸类专业的其它班级，目前企管专业的金工实习教学改革已在以下几个方面取得一定的成效。

4.1 完整的产品制作，符合企管专业的教学需要

企管专业的教学与机械类专业的教学有很大的区别。机械类专业的后续课程基础在产品之下，主要是如何用工具、材料做好产品；而企管专业的后续课程基础在产品之上，主要是如何做好产品制造过程的管理和用产品做服务。所以课题组设计的实践教学内容也以产品的零件制作、产品的装配为主要内容，也为了更好地满足《机械制图》和《机械制造基础》的理论教学。如设计了作为产品的小榔头，小榔头的工艺内容增加上了滚花，加工内外螺纹，铣标号面、打标、锤端淬火、喷防锈漆等，也配上一个M6内六角螺钉作为标准件，如图1所示为企管1632全班制作的小榔头。每个学生也绘制了小榔头的2张A4的零件图（锤头和手柄）、1张A4的装配图、2张A4的零件加工工艺卡，1张A4的装配工艺卡。这些由学生自己完成的物、图、卡，可以应用于今后的企管专业的教学中。



图1 企管1632全班制作的小榔头

4.2 先进制造实习，开阔了学生的眼界，提高了学生的兴趣

先进制造实习最大的优点是可以在电脑上设计产品、动态仿真、模拟加工。学生先去专门的solidwork机房学习solidwork，生成的文件用于3D打印、激光加工、数控加工，如图2所示。



a) 3D 打印

b) 激光加工

c) 数控加工

图2 企管班的先进制造实习

由于学生基本上都配有个人电脑，所以在课后把这些相关的软件拷给学生，学生就会在课后完成自己的作品，教师只要规定尺寸大小就可以，其它内容由学生自由发挥，这样也不占用理论课时间。这些实训内容激发了学生的学习兴趣，最后学生轻松愉快地完成了实习内容，并可以把如工艺品一样的实习件留作纪念。

4.3 培养了学生对机电产品的认识

由于现代产品很多是机电产品，所以企管专业教师提出必须增加有关机电产品的实习内容。课题组参考了我院机电专业的各种亚龙、天煌教仪的机电一体化实训设备（以 PLC 控制为主），也曾经考虑过外校的一些方案，如阀门电驱动系统、自制的多功能实验台等，也考虑了淘宝网上的单片机小车、机械蜘蛛（舵机装配）、机器人（舵机装配）等。因为这些内容对于企管专业的学生而言知识点太多，机电专业性太高，所以考虑和设计了网控台灯的制作和装配实习（1人1个，图3所示）和电动自行车的拆装（1组1台）作为企管班的机电产品实习内容。网控台灯的制作和装配这项实习内容就包括了网控台灯的机械结构的装配、LED 灯泡的制作、整流滤波稳压电路的制作、USB 输出、线路连接和检测、手机网控（采用易微联的 APP）等。



图3 企管 1631 班制作的网控台灯

5 总结和展望

紧扣专业需要、体现职业特色，是我院金工实习教学改革的方向。课题组成员通过积极开展企管专业的金工实习教学改革，取得了一定的成效，基本实现了企管专业教师对金工实习教学的要求，使本次实习内容也可以更好地为企管专业课程服务。但是因为教学内容的复杂程度、材料工量具准备的复杂程度、教学过程管理的难度、以及对指导教师的素质要求都远远超过常规的金工实习教学，所以要精心设计教学的各个环节，认真把握教学的各个细节，才能把结合专业特色的金工实习教学做好。展望今后的改革，可以结合工业工程的一些内容，如程序分析、作业分析、动作分析、时间

研究等，让学生制作一些相关的表格，可以更好地为经贸类专业课程服务，也期望这次教学改革成果能推广到经贸类其他的专业中去。

参考文献

- [1] 傅水根. 探索工程实践教学[M]. 北京：清华大学出版社，2007.
- [2] 叶云，王志云，王献民. 金工实习教学改革探讨[J]. 机械管理开发，2013（3）：136-138.
- [3] 欧阳思洁，董克权. 高校金工实习教学改革的几点思考[J]. 科技情报开发与经济，2007，17(4)：247-248.
- [4] 孔晓玲，尹成龙，王睿等. 多媒体技术在金工实习中的应用[J]. 高等农业教育，2007，12(12)：62-64.
- [5] 叶云，王志云，王献民. 金工实习教学改革探讨[J]. 机械管理开发，2013（3）：136-138.
- [6] 穆林娟. 项目化实习在金工实习教学中的探索[J]. 中国科技信息，2010（5）：221-222.
- [7] 马超，王斌，刘占东等. 金工实习课程的创新与融合[J]. 考试周刊，2013（55）：162-163.
- [8] 周卫民，姜文彪. 金工实习教学改革的探索与实践[J]. 浙江科技学院学报，2013，25(6)：476-480.

Exploration on the Reform and Practice of Metalworking Practice for Economic and Trade Specialties

FANG Hai-sheng, ZHAO Xia-ming, DING Hong-liang, WANG Jian-rong
(Zhejiang Institute of Mechanical & Electrical Engineering, Hangzhou 310053, China)

【Abstract】 In view of the metalworking practice course designed for economic and trade specialties, this study puts forward the teaching reform thinking to carry out the practice with product production and assembly as carrier, and applying vertical-horizontal integrated teaching method. And thus the metalworking practice teaching mode for economic and trade specialties is initially established.

【Key words】 metalworking practice; economic and trade specialties; teaching reform; professional characteristics

“互联网+”时代高职院校学生党建工作 网络平台的构建

任嘉祺, 黄熠

(浙江机电职业技术学院, 浙江 杭州, 310053)

【摘要】当今社会网络技术飞速发展,这一条件为高职院校学生党建工作提供了新的手段和更加广阔的空间。本文结合目前党建工作中存在的问题,提出依托二级系部网站党建专题板块,利用网络社交工具和运用党务软件等三种措施,在此基础上构建高职院校学生党建工作网络平台,顺应时代发展的要求。

【关键词】网络;党建;平台

【中图分类号】D

【文献标识码】A

0 前言

学生党建工作是高校党的建设的基础工程,也是完善我国高等教育的重要环节。当今网络技术飞速发展,据《中国互联网络发展状况统计报告》显示,近 10 年来,我国网民规模和互联网普及率逐年提高,截至 2015 年底,我国网民规模达到 7.10 亿,互联网普及率首次突破 50%。这一条件为高职院校学生党建工作提供了新的手段和更加广阔的空间。

2013 年,教育部党组颁布文件《关于进一步加强高校学生党员发展和教育管理服务工作的若干意见》提出,充分运用现代信息技术和传媒手段,建好用好党员教育管理服务平台;推进工作信息化建设,不断提高高校党建工作整体水平。2016 年《浙江省教育信息化“十三五”发展规划》中指出:“到 2020 年,形成与我省教育现代化发展目标相适应的教育信息化体系,形成智慧教育技术环境,形成智慧教育支持服务体系,教育教学模式和学习方式发生深刻变革,全面发展智慧教育。到 2030 年,实现每个学习者都能通过技术受益,获取人生的成功和发展,形成新的教育生态。”

由此可见,利用网络空间开展新形势下的党建工作,占领网络思想政治教育新阵地,形成良好的育人氛围,是在顺应时代背景的前提下,我国高校发展党建工作的一项目标。就高职院校而言,在借鉴普通高校互联网党建工作有益经验的基础上,开展“互联网+”时代背景之下的党建工作,也大有可为。

那么,如何利用好网络环境开展党建工作,是摆在高职党务工作者面前一个新的课题和研究领域。笔者作为高职院校的基层党务工作者,开展党建工作除了传统手段之外,也利用一定的网络工

收稿日期:2017-12-04

作者简介:任嘉祺(1981-),女,浙江机电职业技术学院讲师,硕士,主要研究方向为职业教育管理研究。

黄熠(1983-),男,浙江机电职业技术学院讲师,硕士,主要研究方向为职业教育管理研究。

课题编号:2017A18

具，主要包括依托二级系部网站设置党建专题板块，利用网络社交工具开展在线党建教育，运用党建系统作好党建数据统计等举措，在此基础上，构建学生党建工作的网络平台。

表1 2014年-2016年网民规模及互联网普及率

年份	网民规模（亿）	互联网普及率（%）
2014	6.88	47.9
2015	7.10	50.3
2016	7.31	53.2

1 网络党建工作的基本原则

1.1 坚持以社会主义核心价值观为指导的原则

作为高校党的基础性建设的重要部分，基于互联网的高职院校学生党建工作必须要积极践行社会主义核心价值观，以此原则作为依托，才能在实际工作中不断提升党建相关工作者的“公仆思维”，真正实现党建工作对于社会各级组织的带动和促进作用，真正实现其对于我国经济社会发展的重要助推作用，发挥其对于高职院校学生的辐射与引导作用。

1.2 坚持传承与创新相结合的原则

网络党建是将新兴的互联网技术整体应用于传统的党建工作之中。党务工作者在实际的操作过程中，必须坚持传承与改革创新相结合的基本原则，将党的理论知识的传播与新兴网络工具的应用相结合，以满足大学生“求新”的心理需求。在这一背景之下，党务工作人员要不断探究新思路，研究新方法，将高职院校的党建工作不断推向现代化与网络化。

1.3 坚持现实与虚拟相结合的原则

高职院校的网络党建工作确实能够有效地解决学生实习期间党的理论教育在空间和时间上的差异性，提升办事效率。然而，长期的虚拟党建工作，则会使得学生在一定程度上弱化对党的信仰。因此，基于网络的大学生党建工作，在实际推进的过程中，要真正将虚拟环境与现实环境进行有机结合，以现实环境为依托、以虚拟环境为纵深发展，使二者相辅相成，相互促进。

2 问题的提出

2.1 实践环节对传统党建工作提出挑战

如今高职教育已占高等教育的半壁江山，高职教育与本科教育相比，最大的特点是更为重视实践环节的教学。以笔者所在的学院为例，实践环节的培养模式分为“三年三阶段”，即第一年开展暑期社会实践，第二年开展工学结合顶岗实习，第三年开展毕业实习。实习期时间和空间的限制以及企业党建力量的不确定性，对做好高职院校学生党建工作提出了更高的要求。传统的以集中学习专题讲座、面对面谈话等为主的党建工作方式已无法满足其现实需求。如何在实习期间，尤其是顶岗实习和毕业实习这两个阶段，有效地解决时间和空间上的差异性，将党建工作的虚拟环境与现实环境进行有机结合，提高党建工作的效率，是许多党务工作者一直在思考和研究的问题。

2.2 党建队伍的业务能力有待提高

当前高职院校的党建管理队伍主要由专兼职的党务工作者、年轻的辅导员和外聘的组织员等三类人员构成。管理人员由于其本身的局限性,使得党建工作面临着队伍专业性不强的发展现状。一方面,学校的党务工作者和外聘组织员有扎实的党的理论知识和丰富的党建工作经验,但往往因年龄较大,对于互联网等新鲜事物掌握较慢、理解程度不深,实际操作水平相对较低;另一方面,年轻的辅导员尽管对互联网等新鲜事物掌握较快,但其整体党性修养、经验素质以及政治理论能力水平相对较低,这往往使其在党的立场上不够坚定,在一定程度上也影响了高职院校本身的党建工作。

2.3 党建平台的建设和维护水平有限

党建平台的建设和维护是开展基于网络的高职院校党建工作的重要环节。然而构建和维护党建平台并非易事,它不仅依靠高质、稳定的软件和硬件环境,还需要学校投入大量的人力、物力和财力进行运行和维护。当今学校的党建经费紧张,从事党务工作的人员数量也相当有限,学校缺乏对网络党建工作实施的分析和研究,制约了党建工作的开展。

3 基于网络平台的学生党建工作的实施举措

3.1 依托二级系部网站,设置党建专题板块

二级系部网站是高职院校宣传意识形态的重要阵地之一,它的受众主要为校内外的师生,在二级系部网站建设的基础上,专门设置党建板块,该板块可由“红色阵地”、“网上党校”、“党员之家”等部分组成。“红色阵地”主要宣讲与解读马克思主义、毛泽东思想和邓小平理论,并对我党的各项政策、方针、路线、计划等进行传播;“网上党校”是学生业余党校教学的有益的补充,主要用于宣传入党流程、各类申请书及思想汇报的撰写,旨在强化党校教学的效果,提高党务工作者的工作效率;“党员之家”是对党员开展的各类学习活动进行报道,体现了党员的凝聚力,进一步增强党建工作的辐射性。

以笔者所管理的系部网站为例,网站采用 B/S 架构,学生可随时随地浏览网站上的党建专栏上的相关内容,技术上采用 nginx + php + mysql,该系统通用性好,管理员可以随时随地发布最新的党建信息,不受空间和时间的限制,同时,该系统自适应性强,学生可以在手机、平板、PC 上浏览,自动响应,生成相应的版本,另外,该系统有很强的跨平台性,在 Windows, Linux 和 Unix 上均可运行。



图1 二级系部网站的自适应性示意图

3.2 发动全员的力量,开展在线党建工作

如上文所述，目前党建工作主要依靠的力量为党务工作者、辅导员、组织员等三类人员，学校应提高党建的经费，加强这三类人员的培训，借助有效的学习，提升整体素质，从而在学校范围内建一支素质高、业务精、创新能力强的网络思想政治工作人员队伍。

另一方面，发动全员的力量，号召党员教师担任党建联系人，党务工作者分别建立入党积极分子、预备党员、党员等QQ群或微信群，并邀请参与党建工作的教师加入，使其可以在线开展党建工作，结合网站上的党建板块布置学习任务，要求校外实习的学生定期汇报党的知识的学习情况及思想方面的提高，做到党建教育工作不松懈。专任教师参与党建工作，因其本身拥有相对丰富的理论知识以及熟练运用网络技术的能力，必将较大地提高学生党建的工作水平。



图2 党员教师开展在线党建工作

3.3 运用党务系统，掌握学生党建工作数据

党建工作是一项严谨而复杂的系统工程，学生党员发展过程中任何一个环节的失误都会造成严重的影响，甚至影响到党的建设工作的权威性。因此，在学校专职党务工作者数量有限的情况下，需要依托可靠、稳定的党务系统。依托这一系统，党务工作者每半年一次更新入党申请人、积极分子、党员等群体的基本信息以及党建资料，以确保党建信息的精准性，准确的学生党建信息也是学生党员发展有效的信息保障。



图3 党务管理信息系统

综上所述，经过笔者多年基层党建工作的实践经验，高职学生党建工作的网络平台可构建如下。

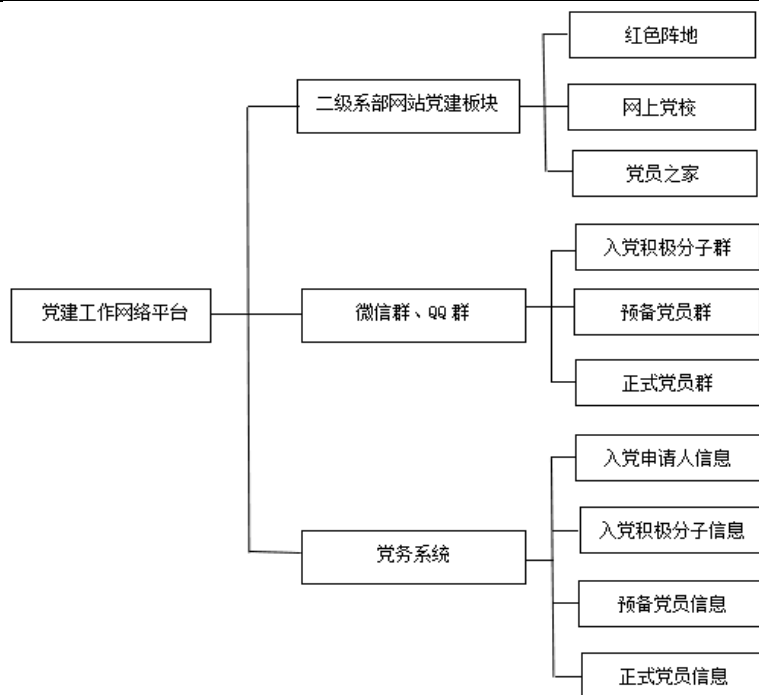


图4 党建工作网络平台的构成

总之，在当今网络技术飞速发展的时代，基层党务工作者应以实事求是的工作态度，大胆实践，积极探索，创新高职学生党建工作网络化建设，解决当前党建工作中的现实难题，化解具体矛盾，占领高职院校网络思想政治教育的新阵地。

参考文献

- [1] 陈崔珏, 张芸, 孙晨阳. 基于“易班”平台的大学生党建工作远程化模式探索——中外合作办学学生海外留学阶段党建工作的实践创新[J]. 东华大学学报(社会科学版), 2013 (12): 259-262.
- [2] 石沁禾. 基于网络视角的高校党建工作的创新性研究[J]. 湖南社会科学, 2013 (6) :57-59.
- [3] 杨丹旒. 微信时代建设高校二级学院网站的几点思考[J]. 经营管理者, 2016 (23) :298.

The Construction of Network Platform for Party Building Work for Higher Vocational Students in “Internet +” Era

REN Jia-qi, HUANG Yi

(Zhejiang Institute of Mechanical & Electrical Engineering, Hangzhou 310053, China)

【Abstract】The rapid development of network technology in today’s world has provided a new means and wider space for Party-building work in higher vocational education. According to the existing problems, the paper puts forward three measures for the construction of network platform for the Party-building work: relying on the special column of department web site, using social networking tools and making use of Party-building work software, which conforms to requirements of development of the times.

【Key words】 network; Party-building work; platform