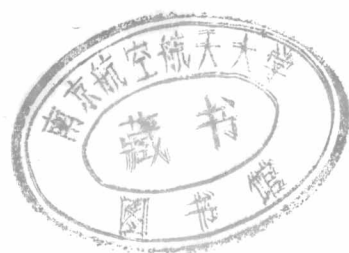


14

自动化学院

032 系



序号	作者姓名	职称	单位	论文题目	刊物名称	年卷期
1	刘海春 葛红娟	中级 正高	032 032	浅谈工科课程教学中的人文教育	南京航空航天大学学报 (社科版)	2007, 9 (1)
2	刘海春 谢少军 王国凤	中级 正高 硕士	032 032 032	一种新颖的应用于三相四线有源电力滤波器的混合电流控制方法	山东大学学报(工学版)	2007, 37 (6)
3	王世山 刘泽远 邓智泉	副高 博士 正高	032 032 032	无轴承开关磁阻电机动态电感耦合的数学拟合	电工技术学报	2007, 22 (12)
4	周 正 王世山	硕士 副高	032 032	频率抖动技术抑制变换器输入电流电磁干扰	电力电子技术	2007, 41 (12)
5	王世山 刘泽远 李彦明	副高 博士 正高	032 032 外	Calculation of short-circuit mechanical strength for powerformer	IEEE international conference on power system technology, 22-26, OCT, 2006, Chongqing	2006. 1
6	洪 峰 单任仲 王慧贞 严仰光	博士 硕士 副高 正高	032 032 032 032	一种新型的磁集成双buck逆变器	电工技术学报	2007, 22 (6)
7	洪 峰 孙 刚 王慧贞 严仰光	博士 硕士 副高 正高	032 032 032 032	Buck型AC/AC直接变换器	电工技术学报	2007, 22 (6)
8	蔡兆奇 洪 峰 王慧贞 严仰光	硕士 博士 副高 正高	032 032 032 032	一种Buck/Boost单级逆变器的研究	电工技术学报	2007, 22 (增刊2)
9	郭鸿浩 秦海鸿 戴卫力 李金飞 王慧贞	硕士 中级 博士 硕士 副高	032 032 032 032 032	双凸极无刷直流发电机的换相研究	电工电能新技术	2007, 26 (3)
10	张军达 王慧贞	硕士 副高	032 032	基于精密整流电路的无桥PFC的研究	电源世界	2007, 12
11	单任仲 洪 峰 王慧贞 秦海鸿	硕士 博士 副高 中级	032 032 032 032	数模混合控制双Buck逆变器研究	电力电子技术	2007, 41 (2)
12	张 峰 王慧贞 秦海鸿 姜田贵	硕士 副高 中级 硕士	032 032 032 032	松耦合全桥谐振变换器的原理分析与实现	电力电子技术	2007, 41 (2)
13	单任仲 洪 峰 王慧贞	硕士 博士 副高	032 032 032	单相变频航空静止变流器的研究	电力电子技术	2007, 41 (3)
14	张 峰 王慧贞 姜田贵	硕士 副高 硕士	032 032 032	电压型松耦合全桥谐振变换器原理分析与实现	电力电子技术	2007, 41 (4)
15	戴卫力 王慧贞 严仰光	博士 副高 正高	032 032 032	无刷直流起动/发电系统的起动控制	南京航空航天大学学报	2007, 39 (4)

16	戴卫力 王慧贞 严仰光	博士 副高 正高	032 032 032	电励磁双凸极电机的提前角度控制	中国电机工程学报	2007, 27 (27)
17	殷健 王慧贞	硕士 副高	032 032	峰值电流控制的非理想直流变换器的建模	电源世界	2007, 9
18	刘建 王慧贞	硕士 副高	032 032	松耦合全桥谐振变换器的传输特性研究	电源世界	2007, 7
19	张军达 王慧贞	硕士 副高	032 032	Dual Boost PFC电路的电磁干扰建模和仿真分析	第十七届全国电源技术年会论文集	2007, 10
20	王慧贞 单任仲 洪峰 严仰光	副高 硕士 博士 正高	032 032 032 032	组合式三相双Buck宽变频逆变器	南京航空航天大学学报	2007, 39 (6)
21	邢丽冬 于盛林	副高 正高	032 033	三维远场涡流探头的设计与应用研究	中国机械工程	2007, 18 (4)
22	邢丽冬 徐中华	副高 硕士	032 032	多普勒监护仪的研制	电子测量技术	2007, 30 (1)
23	罗运虎 王勤 邢丽冬 董尔令	中级 副高 副高 副高	032 032 032 032	可中断远期与可中断运行2种合同的协调	中国高校电力系统及其自动化专业第23届学术年会上交流	2007.1
24	罗运虎 王勤 邢丽冬 金艳	中级 副高 副高 中级	032 032 032 032	系统备用容量优化问题综述	电网技术	2007, 31 (23)
25	罗运虎 吴旭文 潘双来 董尔令	中级 中级 正高 副高	032 032 032 032	需求侧两种可中断负荷与发电侧备用容量的协调	山东大学学报(工学版)	2007, 37 (6)
26	沈萍 龚春英	硕士 正高	032 032	串并联谐振变换器参数分析与运用	电工技术学报	2007, 22 (增刊2)
27	朱锋 龚春英	硕士 正高	032 032	单周期控制BOOST PFC变换器分析与设计	电力电子技术	2007, 41 (1)
28	朱锋 刘磊 龚春英	硕士 硕士 正高	032 032 032	基于IR1150S与UC3854的BOOST PFC变换器比较	电源技术应用	2007, 10 (3)
29	李正兴 龚春英 秦海鸿	硕士 正高 中级	032 032 032	500VA高效率单相航空静止变流器研制	电力电子技术	2007, 41 (4)
30	蔡晓东 龚春英 严仰光	硕士 正高 正高	032 032 032	基于双向DC/DC变换器的单级逆变拓扑研究	电力电子技术	2007, 41 (1)
31	马海啸 龚春英 王红梅 严仰光	博士 正高 硕士 正高	032 032 032 032	新型带有钳位电容的交错反激变换器的研究	中国电机工程学报	2007, 27 (28)
32	马海啸 龚春英 严仰光	博士 正高 正高	032 032 032	电流滞环控制半桥双降压式逆变器输出滤波器设计	中国电机工程学报	2007, 27 (13)
33	殷兰兰 陈乾宏 王健 彭勃 陈武	硕士 副高 硕士 硕士 博士	032 032 032 032 032	二极管加电流互感器箝位的移相全桥DC/DC变换器	中国电机工程学报	

34	陈乾宏	副高	032	An improved Active Clamp Forward Converter with Integrated Magnetics	Power Electronics Specialists Conference 2007	2007. 6
	冯 阳	硕士	032			
	周林泉	副高	032			
	王 健	硕士	032			
35	阮新波	正高	032	An improved Active Clamp Forward Converter with Integrated Magnetics	中国电源学会第十七届学术年会	2007. 1
	陈乾宏	副高	032			
	冯 阳	硕士	032			
	王 健	硕士	032			
36	阮新波	正高	032	1KW磁集成双管正激电路的初步研究	中国电源学会第十七届学术年会	2007. 1
	王 健	硕士	032			
	陈乾宏	副高	032			
	徐立刚	硕士	032			
37	陈乾宏	副高	032	整流后滤波用电解电容的选择容值越大越好吗?	中国电源学会第十七届学术年会	2007. 1
	彭 勃	硕士	032			
	陈乾宏	副高	032			
	漏磁通在变压器的回转器—电容模型中的体现					
38	陈乾宏	副高	032	Key Issues of Clamping Diodes in DCM Phase-Shift Full-Bridge Converter	IEEE Annual Power Electronics Specialists Conference 2007	2007. 6
	殷兰兰	硕士	032			
	陈乾宏	副高	032			
	彭 勃	硕士	032			
39	王 健	硕士	032	无轴承异步电机磁场定向控制策略分析	中国电机工程学报	2007, 27 (27)
	陈 武	博士	032			
	王晓琳	副高	032			
	邓智泉	正高	032			
40	罗建振	硕士	032	无轴承开关磁阻电机模糊控制器的设计与实现	第二届中国磁悬浮轴承学术会议	2007. 1
	杨 钢	博士	032			
	曹 鑫	博士	032			
	王晓琳	副高	032			
41	黄 燕	硕士	032	交替极无轴承永磁电机的转矩与悬浮力特性分析	第二届中国磁悬浮轴承学术会议	2007. 1
	仇志坚	博士	032			
	王晓琳	副高	032			
	邓智泉	正高	032			
42	李祥生	硕士	032	基于SVPWM的磁轴承开关功率放大器的研究	第二届中国磁悬浮轴承学术会议	2007. 1
	邓智泉	正高	032			
	王晓琳	副高	032			
	杨 钢	博士	032			
43	邓智泉	正高	032	无轴承开关磁阻功率变换器的研究	第二届中国磁悬浮轴承学术会议	2007. 1
	曹 鑫	博士	032			
	罗建振	硕士	032			
	王晓琳	副高	032			
44	刘艳君	硕士	032	基于ANSYS的永磁电机永磁体的优化设计	微特电机	2007, 4
	廖启新	博士	032			
	邓智泉	正高	032			
	王晓琳	副高	032			
45	陈 姝	硕士	032	无轴承薄片电机被动悬浮特性的研究	电子机械工程	2007, 23 (5)
	邓智泉	正高	032			
	王晓琳	副高	032			
	廖启新	博士	032			
46	廖启新	博士	032	无轴承薄片电机磁体形状优化设计及系统实现	中国电机工程学报	2007, 27 (12)
	邓智泉	正高	032			
	王晓琳	副高	032			
	王 宇	博士	032			
47	邓智泉	正高	032	一种新颖的电机磁链辨识算法	中国电机工程学报	2007, 27 (6)
	王晓琳	副高	032			
	孟令孔	硕士	032			
	邓智泉	正高	032			
48	王晓琳	副高	032	无轴承永磁同步电机悬浮子系统H ₂ /H _∞ 混合控制	电气传动	2007, 37 (2)
	仇志坚	博士	032			
	王 健	硕士	032			
	阮新波	正高	032			

50	范冬 邓智泉 杨钢 曹鑫 王晓琳	硕士 正高 副高 博士 副高	032 032 032 032 032	无轴承开关磁阻电机的功率变换器研究	微特电机	2007, 5
51	齐放 邓智泉 仇志坚 王晓琳	硕士 正高 博士 副高	032 032 032 032	基于MRAS的永磁同步电机无速度传感器	电工技术学报	2007, 22 (4)
52	齐放 邓智泉 仇志坚 王晓琳	硕士 正高 博士 副高	032 032 032 032	一种永磁同步电机无速度传感器的矢量控制	电工技术学报	2007, 22 (10)
53	范冬 邓智泉 杨钢 王晓琳	硕士 正高 副高 副高	032 032 032 032	基于CPLD的无轴承开关磁阻电机控制逻辑设计	电力电子技术	2007, 41 (3)
54	孟令孔 邓智泉 王晓琳 仇志坚	硕士 正高 副高 博士	032 032 032 032	无轴承永磁同步电机悬浮子系统的LQG/LTR控制器设计	航空学报	2007, 28 (2)
55	仇志坚 邓智泉 王晓琳 孟令孔	博士 正高 副高 硕士	032 032 032 032	新型交替极无轴承永磁电机的原理与实现	中国电机工程学报	2007, 27 (33)
56	仇志坚 邓智泉 王晓琳 孟令孔	博士 正高 副高 硕士	032 032 032 032	计及偏心及洛仑兹力的永磁型无轴承电机建模与控制研究	中国电机工程学报	2007, 27 (9)
57	李浩杰 邓智泉 廖启新 王晓琳	硕士 正高 博士 副高	032 032 032 032	适用于无轴承薄片电机的低成本霍尔近距离位移传感器	电子机械工程	2007, 23 (6)
58	朱广泽 邓智泉 王晓琳	硕士 正高 副高	032 032 032	无轴承异步电机解耦控制策略	电机与控制学报	2007, 11 (6)
59	梅磊 邓智泉 王晓琳	博士 正高 副高	032 032 032	新型混合径向磁悬浮轴承工作原理与磁路分析	第二届中国磁悬浮轴承学术会议	2007.1
60	郝雯娟 邓智泉 王晓琳	硕士 正高 副高	032 032 032	转速控制器在dSPACE实时模型中的局限性分析及改进	电气传动	2007, 37 (10)
61	张方华 丁勇 王惠贞 严仰光	副高 硕士 副高 正高	032 032 032 032	四桥臂三相逆变器的特定谐波消除	中国电机工程学报	2007, 27 (7)
62	王建华 张方华 龚春英 陈小平	博士 副高 正高 硕士	032 032 032 032	电压控制型Buck DC/DC变换器输出阻抗优化设计	电工技术学报	2007, 22 (8)
63	任志新 马义林 张方华	硕士 硕士 副高	032 032 032	一种18脉冲整流器用的新型自耦变压器分析	电工技术学报	2007, 22 (增刊1)
64	陈小平 张方华	硕士 副高	032 032	一种高效率可靠性的推挽正激直流变换器	电源技术应用	2007, 10 (2)

65	张士明 张方华	硕士 副高	032 032	数字控制级联式双向DC/DC变换器的研究	电源技术应用	2007, 10 (5)
66	戴梅 沈萍 张方华	硕士 硕士 副高	032 032 032	改进型移相全桥PWM ZVS DC/DC变换器的研究	电源世界	2007, 11
67	任志新 马义林 张方华	硕士 硕士 副高	032 032 032	一种不对称型18脉冲自耦变压整流器的分析	中国电源学会第十七届学术年会	2007. 1
68	陈昌林 王民强 王莉	硕士 硕士 副高	032 外 032	一种大电流SSPC的研制	中国航空电气工程第七届学术年会	2007. 5
69	张敏 王莉	硕士 副高	032 032	固态功率控制器组短路干扰分析与抑制	中国航空电气工程第七届学术年会	2007. 5
70	吴卓奇 王莉	硕士 副高	032 032	故障电弧检测概述	电气传动	2007, 37 (增刊)
71	张卓然 陈志辉 严仰光	中级 副高 正高	032 032 032	新型切向磁钢混合励磁同步电机结构与原理	南京航空航天大学学报	2007, 41 (6)
72	张卓然 陈志辉 杨善水 严仰光	中级 副高 副高 正高	032 032 032 032	航空交流发电机电压调节器整流型式的研究	电力电子技术	2007, 41 (6)
73	陈景 张卓然 杨善水	硕士 中级 副高	032 032 032	具有切向磁钢的无刷直流电动机电枢反应对最佳换向位置影响的分析	微电机	2007, 40 (3)
74	胡勤丰 严仰光	中级 正高	032 032	永磁式双凸极电机系统稳态运行模型研究	航空学报	2006, 27 (6)
75	胡勤丰 严仰光	中级 正高	032 032	永磁式双凸极电机机械特性	电工技术学报	2007, 22 (3)
76	王赞 肖岚 姚志垒 严仰光	博士 正高 硕士 正高	032 032 032 032	并网独立双模式控制高性能逆变器设计与实现	中国电机工程学报	2007, 27 (1)
77	王赞 肖岚 严仰光	博士 正高 正高	032 032 032	基于燃料电池的推挽正激变换器的控制研究	中国电机工程学报	2007, 27 (33)
78	王赞 肖岚 姚志垒 严仰光	博士 正高 硕士 正高	032 032 032 032	双Buck电压源逆变器的半周期电流调制方法	电工技术学报	2007, 22 (5)
79	孙德军 肖岚	硕士 正高	032 032	10kW高频输出逆变器的研制	电力电子技术	2007, 41 (4)
80	刘爱忠 方天治 肖岚 阮新波	硕士 博士 正高 正高	032 032 032 032	基于分布式控制的逆变器并联系统研究	电力电子技术	2007, 41 (2)
81	刘爱忠 肖岚	硕士 正高	032 032	数字锁相技术在逆变器并联系统中的应用	电力电子技术	2007, 41 (7)
82	钱荔 肖岚	硕士 正高	032 032	推挽全桥双向直流变换器的研究	电源世界	2007, 1
83	张娟 肖岚	硕士 正高	032 032	并网逆变器输出电压直流分量的研究	电力电子技术	2007, 41 (11)

84	王赞 肖岚 张娟	博士 正高 硕士	032 032 032	Simulation Study of Charge Controlled Half-cycle Modulated Dual Buck Half Bridge Inverter	IEEE Power Electronics Specialists Conference, 美国, orlando	2007.6
85	胡海兵 姚文熙 吕征宇	中级 中级 正高	032 外 外	Design and implementation of three-level space vector PWM IP core for FPGAs	IEEE Trans. on power electronics	2007, 22 (6)
86	冯颖盈 阮新波	硕士 正高	032 032	多电平Buck变换器的解耦控制与闭环设计	中国电机工程学报	2007, 27 (10)
87	刘福鑫 阮新波	博士 正高	032 032	零电压开关PWM组合式三电平变换器的 优化策略	中国电机工程学报	2007, 27 (33)
88	金 科 阮新波	博士 正高	032 032	Zero-Voltage-Switching Multiresonant Three-Level Converters	IEEE Transactions on Industrial Electronics	2007, 54 (3)
89	金 科 阮新波	博士 正高	032 032	An Improved ZVS PWM Three-Level Converter	IEEE Transactions on Industrial Electronics	2007, 54 (1)
90	刘福鑫 阮新波	博士 正高	032 032	ZVS combined three-level converter-a topology suitable for high input voltage with wide range applications	IEEE Transactions on Industrial Electronics	2007, 54 (2)
91	刘福鑫 阮新波	博士 正高	032 032	Optimization schemes for soft- switching PWM combined three-level converter	IEEE Power Electronics Specialists Conference	2007
92	刘福鑫 颜佳佳 阮新波	博士 硕士 正高	032 032 032	零电压零电流开关PWM组合式三电平变 换器	中国电机工程学报	2007, 27 (4)
93	刘福鑫 阮新波	博士 正高	032 032	Analysis of the body diode reverse recovery of MOSFETs in ZVS PWM combined three-level converter	IEEE Power Electronics Specialists Conference	2007
94	颜佳佳 阮新波	硕士 正高	032 032	A Soft Switching Driving Circuit for Ultrasonic Motor	IEEE Power Electronics Specialists Conference	2007
95	陈 武 阮新波	博士 正高	032 032	A Novel Zero-Voltage-Switching PWM Full-bridge Converter	IEEE Power Electronics Specialists Conference	2007
96	陈 武 阮新波	博士 正高	032 032	Zero-Voltage-Switching PWM Three- Level Converter with Interleaved Complementary Modulation	IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition	2007
97	陈 武 阮新波 张容荣	博士 正高 硕士	032 032 032	加复位绕组的零电压开关PWM全桥 变换器	电工技术学报	2007, 22 (11)
98	旷建军 阮新波 任小永	博士 正高 博士	032 032 032	气隙设计对电感绕组损耗的影响	电子元件与材料	2007, 26 (10)

浅论工科课程教学中的人文教育

刘海春,葛红娟

(南京航空航天大学 自动化学院,江苏 南京 210016)

摘要:在工科课程中实施人文教育有其必要性和积极意义。为此,教师除了要具备良好的道德情操及品德修养、良好的职业道德、丰富的生活实践及情感体验、相应的文学水平等人文素养外,还要具备一系列高超的教学技巧。

关键词:人文教育;工科课程;教学

中图分类号:G642.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1671-2129(2007)01-0192-03

一、引言

在工科课程的教学过程中,教师整堂课自始至终讲述的,就是这门课程的专业知识,这在我国工科院校中,可以说是一种司空见惯的现象。这种形式的课堂教学,其效果我们姑且不论,课堂内容及气氛的单调是毋庸置疑的。而长期以来,我国大学教育中的过度专业化或职业化、功利化的倾向,也导致了人才知识面狭窄、人文底蕴弱,不能适应现代社会科技经济发展的要求。^[1]近几年来,在许多有识之士的大力倡导下,高校科学教育与人文教育相融合的呼声日益高涨,同时随着社会对复合型人才的需求不断增大,高校尤其是理工科院校开始加强了对学生的人文教育,纷纷开设了一系列人文选修课程,并在校园整体文化系统的建设上,突出了人文色彩。这些措施对于拓展工科专业学生的文化视野,陶冶学生情操,提高学生人文素质等,起到了相当明显的作用。但不可否认的是,在原先既定的课程体系,再增加额外的人文课程,无形中也增加了学生的学习负担。与此同时,工科课程教学中的人文教育却一直成为了高校教育中长期被忽视的一个层面,以至

于一些专业教师对基本的人文常识也知之不多。这方面一个很浅显的例证就是,部分教师偶尔偏离课本内容的“发挥”中,所传递的道德理念及价值取向很难令人苟同。在高校纷纷提倡通才教育及社会对复合型人才需求不断增大的今天,这的确是一个值得深思的问题。

二、工科课程教学中的人文教育

首先这里所说的工科课程,可以泛指除人文课程以外的所有课程,也可以特指工科专业课程。关于人文教育,其涵盖的内容十分广泛,但人文教育的最终目的,无外乎是使学生具备相应的人文素养及基本的人文精神,归根结底,还是教学生如何为人处事。工科课程中的人文教育是指,在以上课程的教学过程中,结合专业特点及生活实际,有意识地向学生灌输正确的人文思想,帮助学生树立正确的人生观、世界观及积极向上的人生态度。

概括起来,工科课程教学中的人文教育,主要包含以下三方面的内容:

(1)个人与社会的关系,即个人在社会中所处的位置及扮演的角色,个人应承担的责

任和义务。在这里,最核心的就是人生价值的社会取向。老子说过:智慧出,有大伪。科学技术的进步有其积极的一面,也有其无比狰狞的一面。一个高级人才的培养也面临同样的问题,一个具备正确人生观、世界观的人对社会的贡献是毋庸置疑的;而一个缺乏社会责任感的“人才”,其对社会的作用就难作论断了。^[2]热爱祖国,与人为善,敬业奉献,这些在幼儿园里就一直在灌输的思想,应该成为任何时期人文教育的主旋律。

(2)个人自身思想品德的修养及人格的健全。诚信朴实的品格,积极向上的人生态

度,健康良好的心理素质,这些都是学生个体人文素质的重要组成部分。

(3)具有本课程特色的科学精神与人文精神的培养。结合课程内容、学科起源及发展等,大力倡导科学发展过程中的科学精神和人文精神。

康熙云:人无德,纵有才又何用?大学里的人文教育,就是让学生具备相应的“德”,继而成为一个合格的有用的人才。德智体教育,德育的首要性在任何时期的教育理念中是不可动摇的。

一般而言,学生习惯于在文史类课程中接受人文教育,而在工科课程中实施的人文教育形式新颖,内容简练,他们更容易接受。专业课程教学中的科学教育与人文教育的有机融合,也往往能收到事半功倍的效果。

三、教师所应具备的相关素质及个人素养

在实施人文教育的过程中,教师是主导因素,教师所具备的相关素质及个人素养是其中的关键。要实施成功的人文教育,教师应具备以下五个方面的条件:

(1)高尚的道德情操及品德修养。教师自己应具有正确的唯物主义观,正确的人生观、

价值观。在对学生进行道德的熏陶及文化价值观的教育过程中,教师应发挥正确的导向作用。

(2)良好的职业道德。教师职业道德涉及的面很广,其最根本的一点就是热爱教育事业,热爱学生,尊重学生。

(3)丰富的生活实践及情感体验。对学生的人文教育要做到晓之以理,动之以情,在没有既定教材及教学思路的情况下,教师只能以其自身的生活体验来阐释一些人生的哲理,这就对教师在这方面的

积累提出了一定的要求。^[3]

(4)相应的文学水平。很显然,良好的语言表达能力、优秀的思维品质、较广博的人文知识面,对于教师开展人文教育是不可或缺的。

(5)联系课程内容引发人文思考的能力。这不仅需要教师增加相应的知识储备,同时也要求教师具有高超的教学转换技巧。

人文教育不同于一般的增加知识储备之类的教学活动,在这个过程中,教师的示范作用和榜样的力量是最直接和无穷的,教师自身的素质、言传身教及其敬业精神对学生的影响无一不是巨大的。所谓的“以德服众,以才服人”。因此,从事工科课程教学的教师,在提高专业水平及教学水平的时候,也应自觉主动地进行人文学科的学习,扩大自己的知识面及学术视野,如果由于条件所限,则至少应加强自身道德品质及职业道德水平的提升。钱学森同志在晚年也曾说过:我这一生的学术研究与我的人文学科的爱好是分不开的,时至今日我还经常看马列哲学及散文。

四、在工科课程教学中实施人文教育的作用

工科课程教学中的人文教育,在不影响既定教学计划的同时,还能以一种全新的方式对学生进行诸如人生观、价值观及道德情感等方面的教育。较之于纯人文课程的抽象论述式的教育,这种全新的人文教育模式往往能起到令人意想不到的效果。

(1)在工科课程中实施人文教育,可以帮助学生树立正确的人生观、价值观,培养其积极向上的人生态度及奋斗情趣。

(2)适当的人文教育,将有效地调节课堂气氛,克服教学内容的单一性所导致的学生学习兴趣及效率的减退。

(3)还可拉近师生间的心理距离,培养良好的师生感情。很显然,良好的人文教育,反过来也将极大地促进学生学习热情的提高。

很多调查及统计数据也表明,大部分人在晚年回忆他的人生历程时,总是不约而同地将某个老师定格为影响其人生轨迹的最重要的因素之一。而在这些教师当中,也有相当一部分是大学教师。由此可见,大学教师所扮演的决不仅仅是上课答疑之类的角色,感染学生的,除了教师渊博的专业知识,还有他的言行举止及由内而外所散发出来的人格魅

力。从这个意义上讲,“人类灵魂的工程师”这个称号对我们每个教师而言,的确是太沉重了!我自己就很庆幸,在大学里我遇到了一位人格及教学质量并臻完美的老师,在我学习情绪极其低落的一段时间里,她那坚毅的眼神及极富人文关怀的启发给我以深深的震撼。时至今日,我仍能清晰地回忆出在某课堂上我和那位老师异口同声而出的“Never give up!”。这句铿锵有力的话语也成了我此后人生奋斗的精神源泉。事实上,书本知识是海量的,对知识掌握的量或时间先后也因人而异,但某种心理意义上的觉悟或认识却可能会改变一个人的一生,而一个健康的人格也将是其一生中最为宝贵的精神财富。

五、操作要点

在工科课程中实施人文教育,教师除了要具有良好的道德情操及人文素养外,还要具备高超的教学技巧。具体而言,教师应注意以下几个操作要点:

(1)对学生的心理特征及审美情趣要有一个比较全面的了解。很显然,较之于20世纪八九十年代的学生,现在的学生在道德意识、思维方式、生活体验等方面都有很大的差异。准确地了解和把握学生的心理趋向,是教师实施人文教育的首要前提。^[4]

(2)人文教育的引入及切入点,一定要适当。可以结合书本知识的典故,也可以针对

学生中存在的某些现象(如旷课、迟到等),一定要做到有感而发,不能让学生觉得老师是为人文教育而教育。在我所教的“电工学”课程的第一堂课上,在讲到电工电子技术的发展史的时候,我归纳了这样一段话:中国在近代以来之所以会被几乎所有的资本主义列强侵略侮辱,归根结底还是缘于制造技术和电子技术的落后。听到这里,底下的学生便开始议论纷纷,因为他们所学的专业就是机械类专业,我的这段话无形中获得了同学们的巨大认同感,也坚定了他们努力学习本门课程信心。随着课程内容的展开,每当学习到以某个科学家名字命名的定理或单位时,我都会简单地整理该科学家的生平事迹,然后在课堂上与学生一起分享他们的成长历程。法拉第的博学,富兰克林的逆境成才,麦克斯韦的执着,等等,都给同学们留下了深刻的印象。在一次课间,有学生利用教室的电脑直播了一段美国活捉萨达姆的录像,接着我一上课后就以此为话题,指出美国之所以能在全世界范围内扮演如此之强的角色,最根本的原因还是缘于其巨大的综合国

力及技术优势;弱国无外交,希望同学们努力学习科学文化知识,为祖国的强大贡献自己的一份力量。话音刚落,台下就响起一片热烈的掌声。针对少部分学生在冬天经常迟到或旷课的现象,我曾经列举了一些社会上的弱势群体,如收入微薄的农民,在大学工地上辛勤劳作的民工等等,他们的生存状态何其艰难。从目前农民的人均收入及大学生的人均教育费用来看,要四个农村劳动力才能供一个大学生读书。作为学生,能有这样优越的学习条件的确是来之不易。在一次次举重若轻的人文教育中,学生充分领略到了课本知识之外的另一片天地。随之而来的,是学生对老师信任感的增强,师生心理距离的缩小,以及学生学习自觉性主动性的明显提高。

(3)分清主次关系,必须清楚人文教育只是工科课程教学中的一个小的组成部分,对学生的人文教育,应该适可而止,而不应占用大量的课堂时间以致“喧宾夺主”。

(4)切忌反面的人文教育。这一点在部分青年教师的课堂教学中显得尤为重要。前些年,高校教师的待遇偏低,部分青年教师便往往自觉不自觉地将其对学校的不满情绪带到课堂上来,或者对教学对学生冷眼相待,更有甚者在课堂上大发牢骚,对学校妄加评论,造成了诸多方面的恶劣影响。这样的行为一方面动摇了学生对学校的信心,另一方面同时也损害了老师在学生心目中的形象。还有的教师为了突出本门课程的重要性,便在课堂上对其认为“不重要”的史哲类课程大加贬低,这同样是一种缺乏职业道德素养的表现。因此,在课程的教学,教师应具备良好的职业操守,克服个人情绪,向学生灌输正确的积极向上的人文思想。当然,在人文教育中,适当地、客观地作些针砭时弊的评论,也是可以的,但应适可而止,尤其要把握一个度的原则。

六、结束语

工科课程教学中的人文教育,与普通意义上的人文教育应该是一脉相承的,它所要达到的目的无非也是培养学生的人文文化素质,促进学生的个人价值与社会价值的完美统一。在民国时期的国内几所著名大学,如北大、清华,许多大师之所以倍受推崇,不仅仅是源于其渊博的专业知识,更重要的还是其令人折服的风范,以致曾经身受其教诲的诸多成名的学子在数十年后的追忆中,提的最多的还是这些大师们的“风范”。这里的“风范”应该和我们现在所说的“人文教育”是遥相呼应的。(下转第210页)

文章编号:1672-3961(2007)06-0010-05

一种新颖的应用于三相四线有源电力滤波器的混合电流控制方法

刘海春, 谢少军, 王国凤

(南京航空航天大学 自动化学院, 江苏 南京 210016)

摘要:通过对三相四桥臂有源滤波器电路(APF)的分析,指出其主功率桥臂的电流控制与中线电流控制是相互独立的.提出了一种新颖的混合控制方法,即三相主功率桥臂的电流控制采用空间矢量调制(SVM),而中线桥臂输出电流的控制则采用滞环控制.该方法将四桥臂的电流控制分解为三相相电流控制和中线电流控制,从而大大简化了APF的电流控制过程.较之于其他的电流控制方案,该方法运算量小,具有控制简单、容易实现等优点.仿真结果证实了该方案的正确性.

关键词:有源电力滤波器;混合控制;SVM;滞环控制

中图分类号:TM-46

文献标志码:A

A novel hybrid current control method applied in three-phase four-leg APF

LIU Hai-chun, XIE Shao-jun, WANG Guo-feng

(College of Automation Engineering, Nanjing University of Aeronautics & Astronautics,
Nanjing 210016, China)

Abstract: Based on the analysis of circuit of a three-phase four-leg APF, a conclusion was put forth, which means that the current control of the three power legs is independent from the neutral leg. A novel hybrid control method was presented. SVM was used to control the output current of the three main power legs, while hysteresis current control was applied to control the output current of the neutral leg. As a result, the current control of four legs was decomposed into the control of the three main power legs and the control of neutral leg, which can sharply simplify the current control of APF. Compared with other current control methods, this new method has advantages such as easy of calculation, control and realization. Simulation results prove the correctness of this method.

Key words: APF; hybrid control; SVM; hysteresis current control

0 引言

随着电力电子技术的飞速发展,各种非线性负载被大量接入电网,由此产生的谐波电流对电网的供电品质将造成严重的影响.而在一些独立的小容量电网如舰船、钻井平台等电网中,其电源一般采用三相四线制电路,一方面非线性负载会使线路电流

发生畸变;另一方面不平衡负载还会使三相电流不对称,产生较大的零序电流,进而影响到电网的正常运行.为了对三相电流谐波进行补偿,消除或减小电源侧的零线电流,可以采用三相四线有源电力滤波器(APF)^[1].

三相四线电路 APF 的功率电路主要有分裂电容式三桥臂和三相四桥臂两种拓扑,前者利用两个均压电容的连接点形成中点,具有功率器件少、控制

收稿日期:2007-09-22

作者简介:刘海春(1977-),男,江西鹰潭人,讲师,博士研究生,研究方向为电力电子技术在电力系统中的应用.

E-mail: mualhc@163.com

简单等优点,但由于需要对两个电容进行均压控制,会显著增加系统控制的复杂性,且存在直流电压利用率低等缺点^[2].三相四桥臂电路的开关控制复杂,但由于不需要考虑电容的均压问题,可直接对中线电流进行控制,直流电压利用率高,因此这类拓扑应用更为普遍,尤其是在大功率的场合.

三相四桥臂功率电路电流的典型控制方法有滞环跟踪控制、三角波脉宽调制及空间矢量调制(SVM)等.其中滞环跟踪控制具有响应快,实时性好等优点,但其开关频率不固定,滤波电感较难选择,且不能实现四桥臂控制的真正解耦;三角波脉宽调制虽然能使开关频率保持不变,但其电流跟踪速度受限于载波频率,且另需一套三角波发生电路,因此较少采用.空间矢量调制具有开关频率恒定,直流电压利用率高等优点,但其运算量大,控制复杂.较之于三相三桥臂的SVM,由于增加了一组桥臂,此时的空间矢量将从二维坐标转换为三维坐标,即3D-SVM,控制的复杂程度将大大增加^[3].文献[4]提出了一种新的三相四桥臂逆变器控制方法,该方法将主功率桥臂与中线桥臂分别独立控制,并建立了相应的电路模型.

本文首先对三相四桥臂APF电路进行了分析,指出APF的三相主功率电流控制与中线电流控制是相互独立的.在此基础上,指出APF的三相输出电压矢量与中线桥臂的开关状态是无关的,采用三相主功率桥臂SVM控制及中线桥臂滞环电流控制的混合电流控制方案,实现了四桥臂控制的真正解耦,从而大大简化了三相四线APF的控制.

1 三相四桥臂APF的混合电流控制技术

1.1 三相四桥臂APF电路分析

图1是一个典型的三相四桥臂APF的电路框图

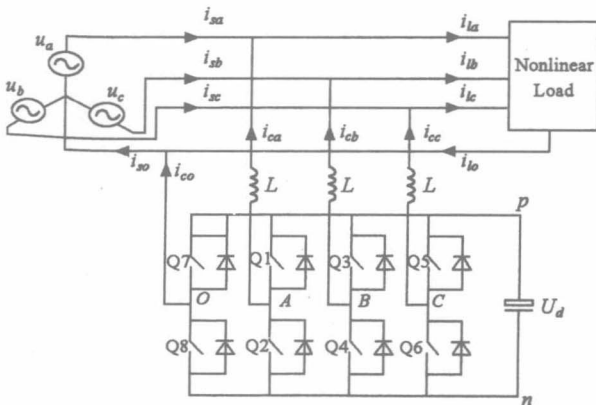


图1 三相四桥臂APF电路框图

Fig.1 Block diagram of three-phase four-leg APF

图,列写电流方程:

$$\begin{aligned} i_{ca} &= -i_{sa} + i_{la}, \\ i_{cb} &= -i_{sb} + i_{lb}, \\ i_{cc} &= -i_{sc} + i_{lc}. \end{aligned} \quad (1)$$

其中 i_{sa}, i_{sb}, i_{sc} 为电源电流,理想补偿效果应为对称的基波正序电流,将式(1)3个等式相加得到:

$$i_{ca} + i_{cb} + i_{cc} = -(i_{sa} + i_{sb} + i_{sc}) + i_{la} + i_{lb} + i_{lc}. \quad (2)$$

由于 i_{sa}, i_{sb}, i_{sc} 是对称的,其和为零,因此式(2)又可写成:

$$i_{ca} + i_{cb} + i_{cc} = i_{la} + i_{lb} + i_{lc}. \quad (3)$$

注意到:

$$i_{cn} = -(i_{ca} + i_{cb} + i_{cc}), \quad (4)$$

$$i_{ln} = -(i_{la} + i_{lb} + i_{lc}). \quad (5)$$

因此,只要补偿后的电源电流为对称的基波正序电流,则由(3),(4),(5)可得:

$$i_{cn} = i_{ln}. \quad (6)$$

也就意味着中线电流可以自动满足补偿要求.因此三相四桥臂APF的电流控制完全可以分解为三相主功率电流控制与中线电整体来处理,进而大大简化了系统的控制.

1.2 基于SVM与滞环电流控制的混合电流控制技术

对于图1电路,忽略死区时间,则每组桥臂的两个开关状态是互补的,即:

$$s_j = \begin{cases} 1, & \text{上组开关闭合;} \\ 0, & \text{下组开关闭合;} \end{cases} \quad (j = A, B, C, O).$$

以O点为参考地,将逆变器的输出电压 u_a, u_b, u_c 从abc坐标变换到 $\alpha\beta$ 坐标系中,即:

$$\begin{pmatrix} u_\alpha \\ u_\beta \end{pmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{pmatrix} 1 & -1/2 & -1/2 \\ 0 & \sqrt{3}/2 & -\sqrt{3}/2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u_a \\ u_b \\ u_c \end{pmatrix}. \quad (7)$$

当 $s_O = 0$ 时,可得到表1.

表1 $s_O = 0$ 时逆变器输出电压
Table 1 Output voltage vectors when $s_O = 0$

s_O	s_A	s_B	s_C	u_A	u_B	u_C	u_α	u_β
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	U_d	$-U_d/2$	$-\sqrt{3}U_d/2$
0	0	1	0	0	U_d	0	$-U_d/2$	$\sqrt{3}U_d/2$
0	0	1	1	0	U_d	U_d	$-U_d$	0
0	1	0	0	U_d	0	0	U_d	0
0	1	0	1	U_d	0	U_d	$U_d/2$	$-\sqrt{3}U_d/2$
0	1	1	0	U_d	U_d	0	$-U_d/2$	$\sqrt{3}U_d/2$
0	1	1	1	U_d	U_d	U_d	0	0

类似地当 $s_O = 1$ 时,可得到表2.

表2 $s_0 = 1$ 时逆变器输出电压
Table 2 Output voltage vectors when $s_0 = 1$

s_0	s_A	s_B	s_C	u_A	u_B	u_C	u_α	u_β
1	0	0	0	$-U_d$	$-U_d$	$-U_d$	0	0
1	0	0	1	$-U_d$	$-U_d$	0	$-U_d/2$	$-\sqrt{3}U_d/2$
1	0	1	0	$-U_d$	0	$-U_d$	$-U_d/2$	$\sqrt{3}U_d/2$
1	0	1	1	$-U_d$	0	0	$-U_d$	0
1	1	0	0	0	$-U_d$	$-U_d$	U_d	0
1	1	0	1	0	$-U_d$	0	$U_d/2$	$-\sqrt{3}U_d/2$
1	1	1	0	0	0	$-U_d$	$-U_d/2$	$\sqrt{3}U_d/2$
1	1	1	1	0	0	0	0	0

对比表格1和2, (s_A, s_B, s_C) 的8个组合所对应的 u_α, u_β 是完全相同, 且满足 $u_\alpha^2 + u_\beta^2 = U_d^2$. 这说明中线所对应的桥臂开关状态与 A, B, C 三相桥臂的输出电压矢量是完全解耦的. 因此, 如果中线电流进行滞环控制, 由于 A, B, C 三相桥臂的输出电压矢量与 Q_7, Q_8 状态是无关的, 则此时对 A, B, C 桥臂的电流控制完全可以运用 SVM. 这样就将复杂的四桥臂控制分解为中线桥臂与三相主功率桥臂控制, 从而大大减小了控制算法的运算量, 同时又兼取滞环与 SVM 控制的优点.

对于中线电流的滞环控制, 可以通过检测负载中线的电流 i_{L0} , 与 APF 中线输出电流 i_{c0} 相比较, 从而使大部分的 i_{L0} 流入 APF, 同时 APF 也不会吸收或消耗有功功率.

而对于 A, B, C 三相主功率桥臂输出电流的控制, 则采用 SVM, 由图1可列出式(8).

$$\begin{cases} L_f \frac{di_{ca}}{dt} = u_a - u_A, \\ L_f \frac{di_{cb}}{dt} = u_b - u_B, \\ L_f \frac{di_{cc}}{dt} = u_c - u_C. \end{cases} \quad (8)$$

式(8)中 u_a, u_b, u_c 可以通过实际测量得到, 采用一定的算法可确定 $L_f \frac{di_{cj}}{dt} (j = a, b, c)$ 即电感上的电压值, 则逆变器的输出电压 u_A, u_B, u_C 可以求解, 运用空间矢量的调制原理即可推算出功率电路各开关的状态及作用时间^[5].

1.3 存在的问题

对于三相四线制 APF, 其补偿目标是补偿谐波电流及消除不平衡, 因此在计算指令电流时, 通常会以补偿后三相电源电流对称且不含零序分量为前提, 即

$$i_{s0} = -(i_{sa} + i_{sb} + i_{sc}) = 0. \quad (9)$$

但如果采用本文提出的混合电流控制方式, 由

图1可以看到, 补偿后由于 i_{s0} 并非为零, 因此三相电源电流 i_{sa}, i_{sb} 及 i_{sc} 将被强行增加一零序分量, 从而影响 SVM 的补偿效果. 这一点将在后面的仿真结果中做进一步分析.

2 仿真研究

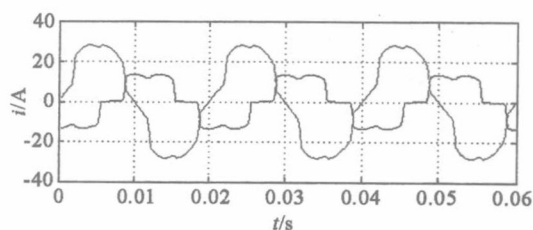
采用本文提出的混合控制方案, 利用 MATLAB 软件对图1的 APF 进行仿真, 仿真参数: SVM 调制周期 $T_s: 0.08 \text{ ms}$ (相当于 12.5 kHz); 滞环宽度: 0.2 A ; 滤波电感 $L_f: 1 \text{ mH}$; 三相电源相电压峰值: 311 V ; 非线性负载: 三相不控整流桥接电阻负载 $R = 40 \Omega$, 且 A 相与中线之间接一 20Ω 的电阻.

对于 SVM, 其中的谐波指令电流的计算采用 ip-iq 法^[6].

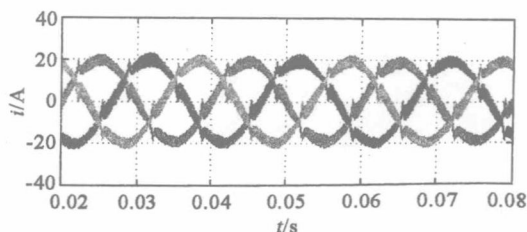
由于正常工作时 APF 直流母线电压必须满足 $U_{DC} \geq \sqrt{2} U_{AB}$, 其中 U_{AB} 为交流侧线电压有效值, 考虑一定裕度, 直流侧 U_{DC} 选为 800 V , 电容的电压采用 PI 调节控制.

仿真结果如图2.

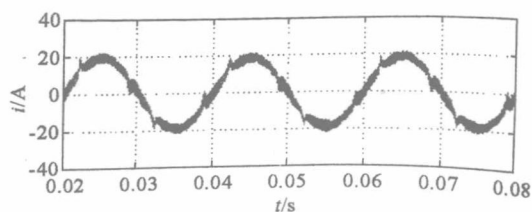
由图2可知, 采用滞环与 SVM 的混合控制能较好地实现谐波与无功电流的补偿, 并能使电源中线电流接近于零, 从而消除零序电流, 且补偿后三相电源电流基本对称, 消除了不平衡.



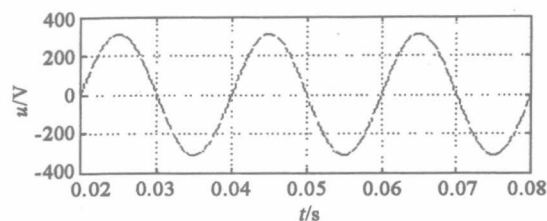
(a) A 相及 B 相负载电流



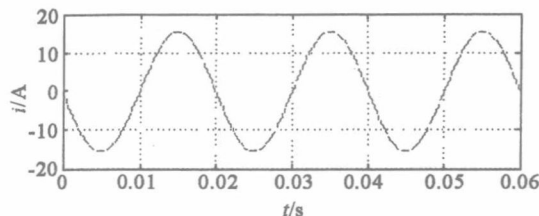
(b) 补偿后三相电源电流



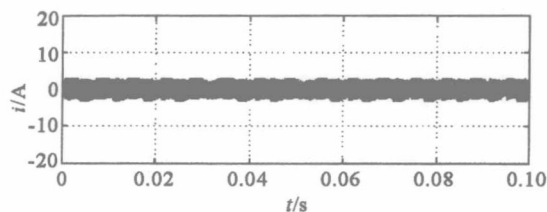
(c) 补偿后 A 相电源电流



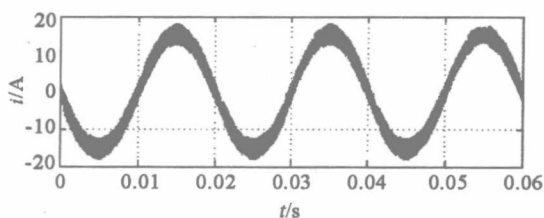
(d) A相电源电压



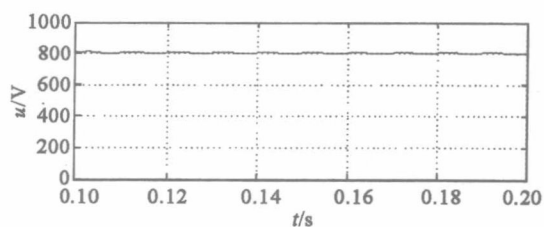
(e) 负载中线电流



(f) 补偿后电源中线电流



(g) 中线补偿电流

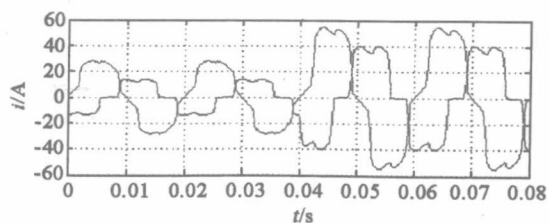


(h) 电容电压

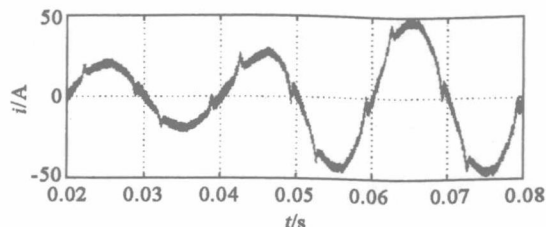
图2 混合控制仿真波形图

Fig.2 Simulation waveforms under hybrid control

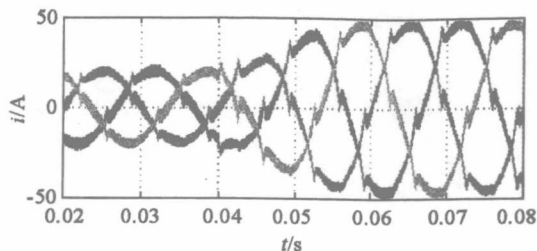
考虑到负载突变,在0.04s时将A相与中线之间再并联一个 $20\Omega, 5\text{mH}$ 的感性负载,得到的仿真波形如图3.



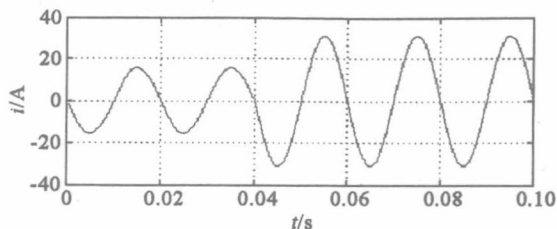
(a) A相及B相负载电流



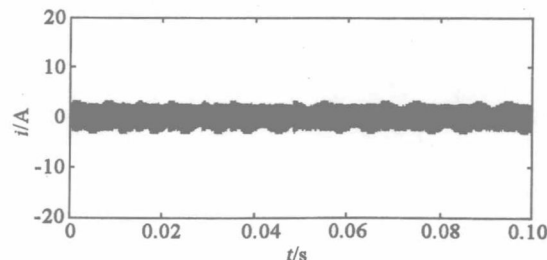
(b) 补偿后A相电源电流



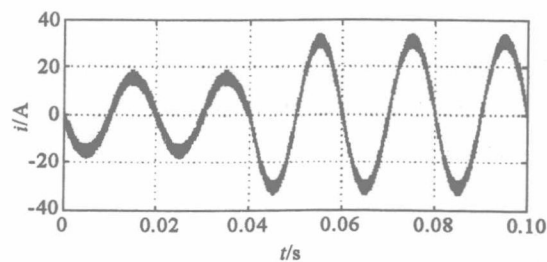
(c) 补偿后三相电源电流



(d) 负载中线电流



(e) 补偿后电源中线电流



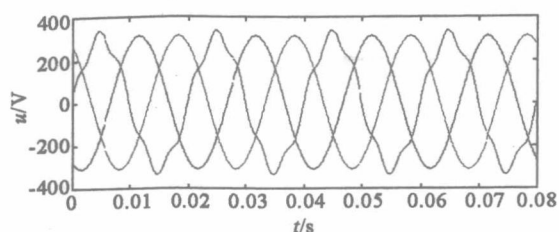
(f) 中线补偿电流

图3 混合控制动态仿真波形图

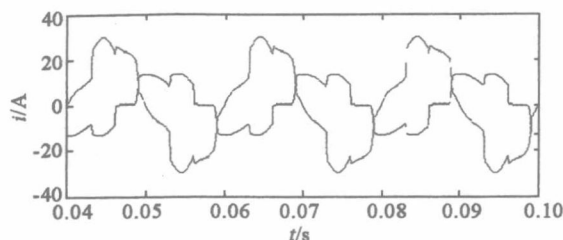
Fig.3 Simulation waveforms when load varies

由图3可以看出,系统的动态性能良好,响应时间约为一个周期,这对APF的电容电压控制其实是有利的.

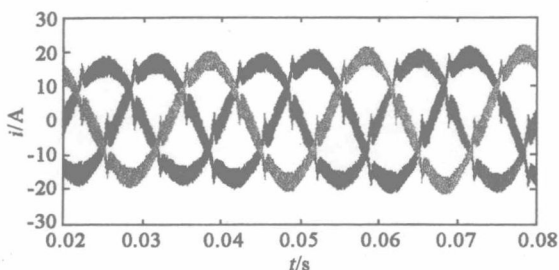
考虑到实际电网电压并非理想对称,对A相电压加入一幅值为30V的5次谐波分量,仿真结果如图4.



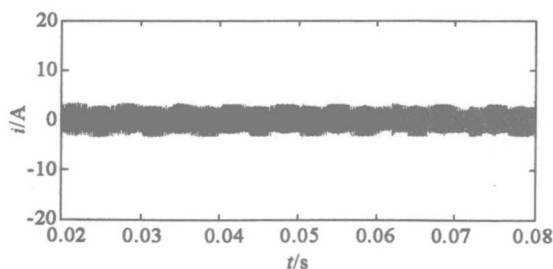
(a) 三相电网电压



(b) A相及B相负载电流



(c) 补偿后三相电源电流



(d) 补偿后电源中线电流

图4 电网电压畸变时仿真波形图

Fig.4 Simulation waveforms under non-ideal source voltage

由图4可看出,在电网电压畸变时,负载电流波形严重畸变且不对称,但APF投入后仍然能达到较理想的补偿效果。

值得注意的是,补偿后的电源中线电流并没有在预期的环宽内,这是因为中线桥臂的开关动作没有考虑到其他三相主功率桥臂开关的状态,但实际上由于APF与电网连成一体,逆变器中线电流的输出能力不可避免地会受到其他三相主功率桥臂开关的影响,因此补偿电流 i_{so} 并没有严格地跟踪负载中线电流 i_{Lo} 。尽管如此,考虑到补偿后 i_{so} 数值较小,对系统的有功功率不会产生任何影响,且当 i_{Lo} 突变时, i_{so} 仍然维持在原先的范围内,这说明中线电流的滞环控制是可行的。

此外,在图2,3,4中,补偿后的电源电流波形在负载电流变化率非常大(因为负载基本呈阻性)时有小的尖刺存在,这是由于当补偿电流变化率即 di_c/dt 非常大时,确定的直流侧电压补偿能力不够。实际的负载一般呈感性,负载电流不会有很大的变化率,因此不会出现类似的现象。

3 结论

本文对三相四桥臂功率电路的电流控制机理进行了深入的研究,得出三相主功率桥臂输出电流控制与中线桥臂电流控制相互解耦这一重要结论,在此基础上提出了一种新颖的适用于三相四桥臂逆变器输出电流的混合控制方案,即三相主功率桥臂的SVM及中线桥臂滞环电流控制。该方案控制简单,运算量小,且兼取了两种控制方案的优点。仿真结果验证了该混合控制方案的正确性。

参考文献:

- [1] AKAGI H. New trends in active filters for power conditioning [J]. IEEE Transactions on Intelligent Automation, 1996, 32 (6): 1312-1321.
- [2] 乐健,姜齐荣,韩英铎. 三相四线并联APF的电流滞环控制策略分析[J]. 电力系统自动化, 2006, 30(17): 70-75.
LE Jian, JIANG Qi-rong, HAN Ying-duo. Analysis of hysteresis current control strategy of Three-phase Four-leg APF [J]. Automation of Electric Power System, 2006, 30(17): 70-75.
- [3] RICHARD ZHANG. Three-dimensional space vector modulation for Four-leg Voltage-source converters [J]. IEEE Transactions on Power Electronics, 2002, 17(3): 1174-1181.
- [4] 孙驰,鲁军勇,马伟明. 一种新的三相四桥臂逆变器控制方法[J]. 电工技术学报, 2007, 22(2): 57-63.
SUN Chi, LU Jun-yong, MA Wei-ming. A novel control method for Three-phase Four-leg inverter [J]. Transactions of China Electrotechnical Society, 2007, 22(2): 57-63.
- [5] 王国凤. 空间矢量控制技术在并联型有源电力滤波器中的应用研究[D]. 南京: 南京航空航天大学, 2007.
WANG Guo-feng. Research of space vectors modulation applied in shunt active power filter [D]. Nanjing: Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, 2007.
- [6] FANG Zheng-peng. Harmonic and reactive power compensation based on the generalized instantaneous reactive power theory for Three-phase Four-wire systems [J]. IEEE Transactions on Power Electronics, 1998, 13(6): 1174-1181.

(编辑: 孙广增)

无轴承开关磁阻电机、静态电感耦合的数学拟合

王世山 刘泽远 邓智泉 周爱民
(南京航空航天大学自动化学院 南京 210016)

摘要 采用增强型能量增量有限元法, 对无轴承开关磁阻电机的动态电感(差分电感)、静态电感(割线电感)随位置角和绕组电流的变化进行了计算和实验验证。根据电感随位置角呈周期性变化的特点, 电感可以拟合为位置角的傅里叶级数展开。根据电感对称特点和谐波不大于基波 1% 的误差, 余弦级数取前 8 次, 且其系数展开为电流的 3 次多项式。将有限元计算电感结果作样本, 耦合静态和动态电感方程, 利用最小二乘法求解出傅里叶级数的各系数与电流的关系, 拟合出该类电机电感随位置角和电流的解析表达式。利用拟合出的电感表达式对不同电流、不同位置下的电感计算与有限元结果进行比较, 在内插值的条件下, 拟合结果具有高的精度, 而外插值误差较大。

关键词: 增强型能量增量法 电感 有限元法 无轴承开关磁阻电机

中图分类号: TM352

Mathematical Fitting of Coupling Dynamic and Static Inductance for a Bearingless Switched Reluctance Motor

Wang Shishan Liu Zeyuan Deng Zhiqun Zhou Aimin

(Nanjing University of Aeronautics and Astronautics Nanjing 210016 China)

Abstract Based on the enhanced incremental energy method, dynamic inductance (differential inductance) and static inductance (secant inductance) versus position angle and phase current for a bearingless switched reluctance motor are calculated and validated by experiments. During to inductance varying periodically versus position angle, the inductance can be fitted to a polynomial expressed by Fourier series of the position angle. Considering the symmetry of inductance and the harmonic no more than 1% of the fundamental wave, the coefficients of Fourier series can be expanded to a three-order polynomial of current using the eight-order cosine progression. On basis of calculating results of inductance with the finite element method (FEM), and coupling equations of dynamic and static inductance, the relationships between coefficients of Fourier series and phase current can be obtained by the least square method, and then analytical expressions of inductance versus position angle and phase current can be fitted for this motor. Comparing results obtained by the fitted expressions of inductance to the ones by FEM, the fitted precision of interior interpolation is higher than the one of exterior interpolation.

Keywords: Enhanced incremental energy method, inductance, finite element method, bearingless switched reluctance motor

航空基金(05F52040)、台达电力电子科教发展基金和南京航空航天大学创新基金资助项目。

收稿日期 2006-09-01 改稿日期 2007-04-15