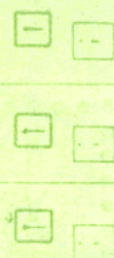
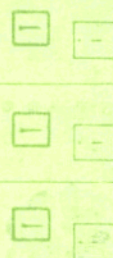
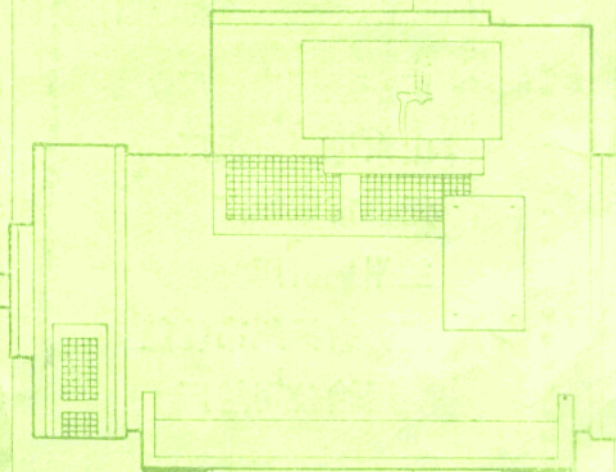
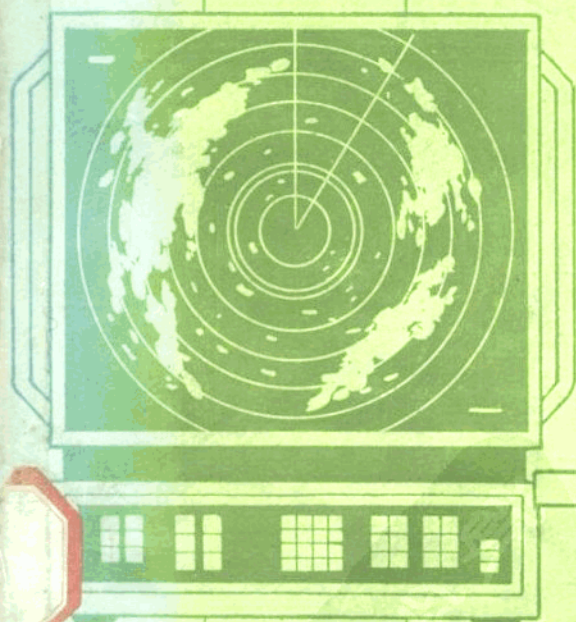


0000 0000 0000



中國電工技術學會船舶電工專業委員會

第五屆學術年會 論文集



船電通訊 '89 3-4

☆船舶电工专业委员会第五届学术年会论文集☆

《船电通讯》1989年第3、4期（总第37、38期）

主 办 中国电工技术学会船舶电工专业委员会
机械电子工业部上海电器科学研究所
编辑出版 《船电通讯》编辑部
印 刷 宁波甬江印刷厂二分厂

一九八九年十月出版

主 编 刘昌宾
责任编辑

美术编辑 胡家军
封面设计 陈丰年

内部发行

定价：8.00元

0065-32
0900
333938

代 序 言

积极开展学术交流活动

促进船电事业蓬勃发展

中国电工技术学会常务理事

周 善 元

船舶电工专业委员会理事长

中国电工技术学会船舶电工专业委员会第五届学术年会顺利召开了！这是我会开展学术活动进程中的一件大事。在此，我谨代表船舶电工专业委员会全体理事向广大会员表示衷心祝贺。

船舶电工专业委员会自一九八三年一月成立以来，在中国电工技术学会领导下，在挂靠单位——上海船舶研究设计院和团体会员单位的支持下，广大科技人员共同努力，六年来经历了两届理事会，先后在大连和广州两地成立了地区分会，现有会员近一千人，团体会员单位三十二个，在组织建设、学术活动、技术咨询、科普教育等方面开展了各项活动，为加强地区和部门之间横向联系和推进我国船电事业的发展，起到了开拓和促进作用。

学术活动是学会的一项重要工作和中心环节。六年多来我们先后举行了四次全国性学术会议，并多次在上海、大连开展地区性学术交流活动，共有一千多人次参加，提交论文将近二百篇。我们通过召开学术年会和各种形式的学术交流活动，加强了横向联系，广泛深入地交流了船电科技领域的研究成果和生产经验，促进了船电事业的发展，对航运和船舶工业的发展起了积极作用。六年多来，我们主要从以下四个方面开展学术交流活动：

第一，以船电科技发展和生产实践中的重要课题，作为学术活动重点，积极开展全国性学术年会活动。

学会的基本功能是通过开展学术活动，来促进成果、出人才，为科学技术进步服务，为国民经济服务，为社会主义建设服务。学术活动一方面要解决学科本身提出的课题，促进学科的发展，另一方面要解决生产实践提出的科学技术问题，促进科学技术转化为生产力，推动生产发展。几年来我们紧密围绕船电发展中的重要课题，开展了四次全国性的学术年会活动。一九八三年一月在上海召开船舶电工专业委员会成立大会的第一届会议上进行综合性学术论文交流。一九八四年十一月在浙江余姚召开第二届学术年会上交流了船舶新技术、新工艺。一九八五年十一月在江苏扬州市召开的第三届年会，我们围绕“船舶电工节能技术和微机在船舶电工方面的应用”的主题进行学术交流。一九八七年四月在浙江省乐清县召开的第四届学术年会，把重点放在总结“六五”期间船舶电工技术的新进展、设备的设计、研究和开发的成果以及“七五”期间船电事业的发展前景上。大连分会自成立以来也召开了几届学术年会进行学术交流，收效较大。

这次召开的第五届学术年会主题为“八十年代船舶电工技术成果交流”和“九十年代国

内外船舶电工技术前景展望”。本届年会即将发表的论文不但数量较多，而且质量也有所提高。这是广大科技人员努力进行科研工作的可喜成果。通过这些交流活动，对提高学术水平，活跃学术气氛将会起到积极作用。

相隔一段时间有重点地抓住1~2个带有全局性的课题进行学术交流，既交流了技术信息，又促进了科技发展，并在更新知识、提高学术水平、了解发展动向等方面对广大船电工作者帮助较大，因而受到了欢迎。

第二，开展多种形式的学术交流活动。

为了使学术活动富有成效，我们从一九八五年起就探索学术活动的改革问题。几年来，我们在举行学术年会开展学术交流的同时，还采用技术座谈、科技咨询、现场参观等方式开展学术活动，为开拓技术市场，促进科研成果迅速转化为生产力开辟了一条渠道。例如一九八五年举行的第三届学术年会上，除以“船舶电工节能技术和微机在船舶电工方面的应用”为主题进行学术讨论外，还因地制宜就地组织会议代表参观当地的中小企业和乡镇工业了解情况，同时还组织团体会员单位向代表介绍本厂产品和生产情况，增强了各单位之间相互了解。在一九八七年第四届学术年会期间，同时举办了电工产品的展览，把学术交流、信息交流和技术展览结合起来。既考虑到各个层次的需要，又促进了科研设计、生产、教学等方面的工作。技、工、贸相结合，为企业的技术进步、提高经济效益探索了一条新的途径。前几年我们还针对一部分中小企业团体会员单位，为使他们对船用电工产品的发展和应用情况有所了解，曾专门编辑教材，先后两次举办了“船舶电工技术设备基础讲座”，并组织实船和现场参观，使一些中小企业和乡镇工业能了解船舶产品的现状，对开发船电产品提高产品质量，扩大市场信息，起了一定的推动作用。

在学术活动中，我们进一步明确要面向企业的指导思想。近年来我们注意把学术活动与产品的鉴定和讨论评审、行业发展规划结合起来。例如一九八八年我委主持参加了山东德州电机厂（团体会员单位）“船用轴带交流发电机组”系列鉴定会议的评审工作，组织行家们对产品作出客观、科学的评价，积极为企业的技术进步、新产品开发、推广，努力作好工作。今年五月还应邀参加了机械电子工业部上海电器科学研究所负责编制的《舰（船）用电机电器、军用中频电机电器“八五”科技发展规划》的评审，对规划中提出的目标、任务、远洋船舶电机电器设备国产化的问题和机电一体化整机配套改革方向等，提出了更切合我国航运事业和造船工业的发展需要的意见和建议，并作为专家评审意见上报。

以上各种活动方式有利于学术活动与经济建设相结合，有利于新技术成果推广与应用，有利于将行业的发展、企业的技术进步与经济效益挂钩，值得大力提倡。

第三，重视并举办小型专题讨论会。

近年来我们对小型专题讨论会的效果也进行了探索。一九八八年船电委安排了三次小型专题讨论会：“船舶电力系统CAD报告会”、“船用电缆成束敷设滞燃问题研讨会”和“PC程序控制在船上的应用报告会”。这些活动具有选题专一、目的明确、交流讨论深入等特点。例如：“船用电缆成束敷设滞燃专题研讨会”，人数少，事先有准备，结合实际，会议重点突出，与会行家们精于本行技术实践，从技术、经济、安全性各方面进行分析比较，各抒己见，共同探讨，仅用半天时间便促进了基本认识的一致，另外对我国电缆制造业提出了加速研制和生产船用新型阻燃电缆的呼吁。又如今年四月由我委组织并邀请沪东造船厂船电

科技人员专题介绍了目前正在建造的二千七百箱冷藏集装箱出口船舶全船电气系统、船上管理中心、集装箱冷风集中控制、船舶操纵中心等自动化项目。题材新颖，专人专题，内容丰富，受到了与会者的热烈欢迎。这种会议规模不大，开支不多，影响较大，而且筹备方便，也具有一定特色。这说明学术交流活动根据内容和其它客观条件的许可程度，规模可大可小，方法上可采取报告会或专题研讨会等形式，灵活多样，因地制宜，才能取得一定成效。

第四，邀请国外厂商、专家、学者来华开展中外学术交流活动，也是开展外向学术交流的一种好形式。

我们通过外国厂商驻华机构的协助和利用外国专家来华机会，邀请有关公司厂商和技术专家来学会作有关技术报告。一九八三年邀请西德西门子公司专家作“船舶机舱自动化”报告。一九八五年十二月我们曾邀请国外著名厂商BBC公司的专家介绍了船用轴带发电机的发展，船舶机舱自动化，防爆电器在船上的应用。一九八七年邀请西德西门子公司和通用电气公司（AEG）的专家作有关“船舶中压电力系统与设备及轴带发电机系统”的报告，并进行座谈，进一步介绍了国外科技的发展动向。通过这些活动，既丰富了学术活动的内容，为进一步组织国际船舶电工技术交流摸索了经验。开展国际学术交流活动是推动学术水平提高的重要途径之一，只有加强国际交往，才能开阔眼界，更好地掌握世界上先进科学技术发展动向，也能给广大科技人员提供显示才能的机会。学会要在这方面努力做好工作，出成果，出人才，促进科学技术和经济建设发展。

六年来，我们的学术活动虽然取得了较大的成绩，迈出了可喜的一步，但在为企业服务的广度和深度上以及进一步开展国实交往活动方面还存在一些问题。今后在上级学会领导下，我们要坚持改革，以开拓精神作好学术交流工作，积极依靠广大会员，团结广大科技工作者，面向企业，面向经济建设，努力开创学会工作的新局面，通过情报信息、专业培训，学术交流与技术咨询等方面，为船电行业服务，为振兴和发展船电事业作出新贡献。

善 言 篇

欢乐属于达观者，	希望赋予有志者；
成功乐献勤奋者，	幸福挚爱创造者；
悲剧拥抱愚昧者，	痛苦戏弄懦弱者；
智慧垂青求知者，	失败吓退投机者；
聪颖馈赠好学者，	苦果赐给鲁莽者；
挫折难倒失志者，	高尚寻觅无私者；
机遇笑迎热望者，	事业青睐开创者。

船舶电工专业委员会第二届理事会

领 导 机 构

理 事 长：周善元

副理事长：蔡 颐 庞一炜 伍捷先 李杰仁

顾 问：程福秀 蒋承勋 孙希同 周文璋 徐世忻

名誉理事：陈为铨 曾国明 赵继德 朱开玉

理 事：丁晋禄 王之杰 华东平 任仲岳 伍捷先 关 照 关肇昌 何朝昌 吴质根

李杰仁 李乾一 陆立峰 陆祥润 沈菊荣 陈 业 陈逢源 杨衍康 杨家骥

庞一炜 周志明 周善元 施亿生 胡忠祖 袁 毅 袁海林 浦继禹 徐德浩

梁建荣 黄治国 高景岐 蒋增祐 蔡 颐

下设一处四部：

秘 书 处—主任秘书：丁晋禄 秘书：张正六

学术工作部—主任：蔡 颐 副主任：施亿生 秘书：钱新之

组织工作部—主任：庞一炜 副主任：吴质根 干事：吴一鸣

技术咨询部—主任：伍捷先 副主任：华东平 干事：贺兴业

科普教育部—主任：李杰仁 副主任：梁建荣 秘书：胡修铭

船舶电工专业委员会大连地区分会

第一届理事会领导机构

理 事 长：陆祥润

副理事长：关肇昌 吴昭钿

理 事：于风波 关肇昌 吴昭钿 陆祥润 张怀发 张植津 段恩涛

船舶电工专业委员会广州地区分会

第一届理事会领导机构

理 事 长：朱开玉

副理事长：高景岐（常务副理事长）李水林 吴德宝

顾 问：陆祥润

理 事：王惠民（女）朱开玉 李水林 吴德宝 许云川 陈 壹 陈志明 陈楚炎

凌 玉 莫照垣 高景岐 廖茂彬 蔡德波 顾忠论

目 录

船舶电工专业委员会特级团体会员单位的祝贺	(封2)
积极开展学术交流活动, 促进船电事业蓬勃发展(代序言)	周善元(1)

第一部分 综 述

1、四十年来我国船舶电气装置的发展	蔡 颀(1)
2、船电节能技术展望	孙希同 庞一炜 吴质根(4)
3、国外先进技术的引进是工厂实现技术进步的捷径	周志民(6)
4、论船舶柴油机的机电一体化	胡金荣 黄治国 周文璋(10)
5、船用电缆及电动机参数的简易数学模型探讨	徐德浩(15)
6、国际和国外先进船电标准体系的探讨	林德辉(18)
7、对比分析美国军标和我国船标关于同步发电机动态和 短路特性指标的差距及其合理性	唐树本(21)
8、IEC/TC18和SC18A 1988年南斯拉夫会议概况及考察报告	夏泳楠(28)

第二部分 船舶电力系统

1、船舶电站负荷优化控制	王 敏(33)
2、舰艇交流电力的品质参数和界面控制	宫学健(40)
3、舰船电力系统的可靠性研究	孙诗南(48)
4、船舶电力系统尖峰过电压的形成和抑制	顾乃文(53)
5、“胜利2号”钻井平台电力和钻机电驱动系统的设计	祝育文 施亿生(57)
6、2,000HP浅海多用途拖轮的船电设计特点	钱金娣(60)
7、800吨海洋监察船主推进可调桨系统的设计特点	李磊磊(63)
8、283,000立方英尺冷藏/集装箱船的电气系统	潘梦华(66)
9、船舶高压电力系统电压选择及配电方式分类	刘宗德(70)

第三部分 船用电机、电器

1、潜艇直流推进电机的突然短路电流分析	金 翔(75)
2、波形重组合技术	於岳良(81)
3、船舶供、用电的新型节能途径——在一定范围内按比例 协同降频降压运行的可行性论证	戴明祥 王天序 冒天诚(84)
4、一种新型的静止变换电源	金德智 刘捧捧(92)

5、5V 30A正激变换式开关电源	周正国	吴质根 (95)
6、小型轴带交流发电机组在船舶节能中的实践		瞿远伦 (99)
7、大功率轴带发电机恒速问题的探讨		李维平 (101)
8、舰船交流无整流子电动机电力推进系统		陈三宝 (105)
9、船用交流总配电板汇流排计算		陈冠洲 (109)
10、配电板控制箱汇流排计算		刘文山 (113)
11、船舶电源的无触点自动转换		胡尚信 (119)
12、对几种船用元件抗冲击结构的分析		连光胜 (122)
13、RT914船用有填料封闭管式圆筒形帽熔断器	程式远	常云镇 (126)
14、异步电动机的节能及软起动装置		黄长根 (128)

第四部分 船舶自动化与仪表

1、船舶辅锅炉微机控制的探讨	李 毅	张奋之	徐道荣 (132)
2、海洋采油平台的仪表与控制系统			刘日琳 (139)
3、PC在白卸船自卸系统上的应用	陈逢源	徐国荣	熊长春 (145)
4、微机控制船陆通用自动火灾报警系统			楼敏中 (149)
5、关于水面艇船安全保证系统的方案研究			俞幼山 (153)
6、船舶起货机单片微机实时控制		郑华耀	徐品亨 (157)
7、单片微机在仪器仪表智能化方面的探讨		夏永明	卢建国 (164)
8、PC控制程序的计算机辅助分析方法			苏肇吉 (168)
9、计算机绘制舰船磁场三维图形			杜志瀛 (172)
10、对930例船舶自动化设备修理的调查分析			李水林 (175)
11、集装箱装卸桥计算机控制及显示系统	王 丹	陆祥润	(177)
12、使用单片机设计的功率因数表			姜家骅 (184)
13、SB3型船舶机舱监测报警装置的可靠性工作			胡英年 (187)
14、转向率指示器简介			佟 松 (189)

第五部分 船用电缆与绝缘材料

1、如何选用船用射频电缆		刘美容 (191)
2、水中电气—机械电缆及其水下终端	朱 凯	刘关根 (195)
3、船用电机有机硅增厚型表面绝缘涂覆材料的研究	黄治国	景录如 付金宝 (200)
4、电缆防火涂料在古巴船上的应用		辛叙坤 (205)

跋

(封3)

附 录

1、船舶电工专业委员会第二届理事会成员名单	(6)
2、船舶电工专业委员会大连分会第一届理事会成员名单	(6)
3、船舶电工专业委员会广州分会第一届理事会成员名单	(6)

第一部分 综述

四十年来我国船舶电气装置的发展

中国船舶及海洋工程设计研究院 蔡 颀

自一九四九年建国四十年来,中国从一个基础工业薄弱、造船工业落后的国家发展成为能建造性能优良、技术复杂,具有世界水平的远洋船、出口船的国家,其发展速度是比较快的。就船舶电气装置的发展来说也比较快。现仅从某个角度将四十年来中国船舶电气装置的发展分成四个阶段加以概述。

一、四九年~五九年

蒸汽机船仍占主导地位,船舶电气化程度低,普遍采用直流电系统,开始建造采用交流电系统的舰船。

在国民经济恢复和执行第一个五年计划时期,我们设计建造的沿海客船、货船、油船仍采用蒸汽机作动力。从总体上看,全船电气化程度很低,这种局面一直持续到五十年代末。如1954年建成“人民1号”载重1,000吨的川江货船设置了两台110V、20kW的直流发电机,1958年建成的“上海号”火车渡船排水量高达4,950吨也只设置了这样的电站。1956年为了要建造比较先进的5,000吨级沿海货轮,从主机、舱室机械到甲板机械全部按船舶使用要求进行研制,各种机械采用电力拖动,设置了两台直流230V 120kW的发电机。首艘“和平25号”于1958年建成,后改为“和平号”,是中国远洋公司第一艘货船。但是,船员在操作使用方面习惯于蒸汽起重机,蒸汽绞车等机械,总感到电动机械

不如蒸汽机械耐用、起载能力差,加之电气设备故障多而维修困难,故在1960年前后建造的一批“和平57号”等四艘5,000吨级的货船上又恢复采用蒸汽辅机、甲板机械。用电负荷减少,船上只设置两台230V 60kW的发电机。

一九五四年至一九五八年,我国还为长江航运建造了一批性能优越的内燃机客货船、拖船等,如当时最大最快的“民众号”客货船和1958年建成的“江蓉号”客货船。但这些船的电站容量均不大,“江蓉号”仅设置了三台115V、60kW的直流发电机。

在此期间,中国造船厂按苏联设计的图纸、用苏联进口的设备建造了两型采用交流电力系统的舰船。一是883kW (1,200hp)拖船,另一是火炮鱼雷护卫舰。这两型舰船连同六十年代以同样方式建造并采用交流电的万吨级货船,无疑对我国舰船电力装置交流化起了很好的示范和促进作用。

二、五九年~六九年

内燃机船逐渐取代蒸汽机船,船舶电气化程度提高,交流电系统和直流电系统同时并存。

对很多大型的船舶来说,内燃机动力装置的优越性是十分明显的。随着各种功率的柴油机在我国开发研制成功,一些中型船舶

也均采用柴油机动力装置,因而促进了船舶电气装置的发展。我国第一艘沿海内燃机船是1959年建成的载重3000吨的“和平59号”干货船。由于该船的舱室机械和甲板机械均采用电力拖动,电负荷较大,设置了三台直流230V、120kW的发动机。

为了进一步发展我国船舶工业,国家科委在1962年组织编制的“1963~1972年科学技术规划”中,制定了船用电机电器的十年发展规划。1963年又由第一机械工业部和第三机械工业部联合召开了船用电机电器技术会议,具体确定了发展方针、明确了技术要求、对船用电机电器的研制、生产进行了全面安排,作了妥善分工。此后,各种船用直流电机、电器陆续由专业制造厂和造船厂电工车间制造出来,能满足当时船舶建造的需要。到六十年代末,我国建造了一大批采用直流电系统的船舶,其中以1965年交付使用的“东风号”万吨级远洋货轮的电站容量最大,设有三台直流230V 330kW的柴油发电机组,装机容量达1240kW。

五、六十年代正是世界上船舶电气装置从直流向交流过渡的时期。1960年我国建成了第一艘采用交流电系统的3000吨级沿海客货船“民主18号”。该船主电站由两台三相50Hz 400V 200kW交流发电机组组成。电机和电器均为陆用产品加三防(防潮、防霉、防盐雾)措施。

1965年建成的火炮护卫舰则是我国自行设计建造的舰艇采用交流电系统的开端。该舰采用380V 50Hz三相三线电力系统,电站由五台100kW的柴油发电机组组成。所用发电机、电动机及电器均系根据船用要求而专门研制生产的。这就为以后各类舰船采用交流电系统创造了一定的条件。到六十年代后期,许多船(包括油船)采用交流电系统,形成了交流电系统与直流电系统并存的局面。

三、六九年~七九年

解决推广交流电的困难,船舶电气装置全面交流化。

交流电系统在我国首先成功地应用于客船、军舰和油船,是因为这些船的电力负荷比较稳定。此外,油船还因交流异步电动机比直流电动机安全,更适于采用交流电。货船的电力负荷因在装卸货时波动很大,当时柴油发电机组的调速器动态响应性能较差,发电机并联运行困难,整个电力系统的稳定运行没有保证。因此,解决船舶电力系统静态和动态的稳态运行问题就成了全面推广船舶电力系统交流化的关键所在。

从六十年代中期开始,我国用了十多年时间对三个主要问题,即原动机的调速(发电机调频)、发电机电压调整和发电机的并联运行进行了探索,研制了各种新的装置。这样就为船舶电气装置交流化,各类船舶广泛采用交流电系统扫清了障碍。加之,发展船用交流电系统所需的新一代发电机、电动机、起重用多速电机以及各种开关电器、船用电缆也陆续设计生产出来,能为造船工业提供所需各种电气设备。从七十年代开始,我国涌现出一大批采用交流电的客船、油船、工程船、调查船以及各种舰艇。干货船从七十年代初开始采用交流电的逐渐增多,至七十年代末新造的货船也全部采用交流电了。在这期间,“远望号”测量船的主电站容量达6000kW,是当时我国电站容量最大的船舶。

四、七九年~八九年

面向国内外市场,船舶电气装置技术水平进一步提高。我国自1979年以来,执行“对外开放,对内搞活”的经济政策,承接了许多作为商品出口的船舶建造合同。1981年交付的第一艘出口船为17500吨多用途货船,是

船 电 节 能 技 术 展 望

机械电子工业部上海电器科学研究所 孙希同 庞一炜 吴质根

一、概 述

节能在战略上、经济上的重要意义已为世人所尽知。煤炭、石油、核能、水力资源等为一次能源,电能属于二次能源。节能实际上也是节省一次能源。从长远观点来看,我国有十一亿人口,不能不感到资源逐渐匮乏的紧迫性。因此,在船电方面的节能问题也是一个重要的组成部分。

船舶的动力大多采用柴油机,即利用石油的能源。但是,目前船舶利用太阳能、核能的实例已有所报道。尽管船舶电站的功率约占整船动力的10%左右,但是,节能仍然是我国的一项基本政策。世界造船业目前有上升趋势,船电技术又进入电子时代,为船电节能创造了有利条件。借鉴国外船电节能的新技术,结合我国的实际情况,发展我国船电节能技术,具有一定的现实意义。

二、国外船舶节能技术发展概况

1. 船舶电站变频运行技术

船舶电站变频运行就是降低柴油机的转速,即降低电源的频率,以适应辅机转速可以降低的要求,从而降低柴油机的燃料消耗,达到节能的目的。此时,频率和电压之比保持恒定,并且其变化范围在船级社规定的容许范围内。为贯彻这一节能技术,需要船舶营运部门(船主)、设备制造厂、船检部门(船级社)以及独立的船舶运行研究所等方面共同努力、作出贡献。从原理上讲,采用变频运行,不需要很多的补充投资,而所带来的效益却是显著的。通过实船测量和计

算,当整定电网频率降低4%,可节约辅柴油机燃料8%,如果频率下降5%,预计其燃料的最大节约量可达15%。较大范围频率的下降,如电站频率运行于80%至100%之间,实船试验表明没有出现原则性问题,频率和电压按比例下降,船上的设备保持了它原来的发热程度,不会出现过早的老化,也不会引起什么麻烦。当然要考虑的还有需要变频运行的辅机,如风机、主机和辅柴油机的冷却系统以及需要恒定频率和电压的航海和船舱设备分开供电。除了能变频之外,还必须在安全供电的同时,具备频率调整、电压调整和逻辑信号系统。

2. 辅助机械变频调速技术

随着电力电子技术的发展,调速传动设备的价格在近期内将显著下降。目前,工业发达国家(如美国、西德、日本等)普遍采用具有正弦脉宽调制(SPWM)技术来调节电机电源的电压和频率,实现异步电动机的调速,从而出现了新型的变频调速电机。由于变频调速电机能较好地适应负载机械的特性要求,所以能达到良好的节能效果。据介绍,流量为 $600\text{M}^3/\text{h}$ 的水泵,通过电机调速比及采用节流阀达到流量为 $500\text{M}^3/\text{h}$,其功率消耗可节省41%。因此,用于船用泵和风机传动的调速异步电动机,将会作为节能产品,得广泛的应用。采用这种技术还可以简便地实现防爆和重量轻的优点。在较大容量和特殊使用领域的传动,人们也将乐于采用这种调速装置。目前日本已能生产500kVA以下的GTR-SPWM变频调速装置和1000kVA以下的GTO-SPWM变频调速装置。在近期内,50kW及

以下的小容量船用调速异步电动机将可系列供应。我国已研制成功1kW、15kW、55kW（4极）变频调速异步电动机及其相配套的OTR-SPWM变频调速装置。

3. 轴带发电机

近几年来，各国对轴带发电装置的兴趣没有改变，德国劳氏船级社的一项公众意见调查表明，目前，高速传动（不直接与主机连接）的轴带发电机受到普遍的重视。

在一段时间里，轴带发电装置使用了行星齿轮传动装置、电动传动装置、液压传动装置、电磁离合器传动装置等，当主机转速改变时，上述传动装置保持转速恒定，自1984年来，它们运行是成功的。几年来，成绩卓著而已投入使用的带有整流逆变回路和移相电机的轴带发电机又有了进一步的发展，通过闸流晶体管取代逆变器，可以简化设备和提高效率。

西德在开发使用轴带发电机方面，已有15年左右的历史。此外，荷兰、瑞典、日本等国亦有一定的生产。东德船厂制造的六艘火车轮渡船，1986年交第一艘船，1990年交最后一艘船，每艘船装二具变螺距桨和二台轴带发电机，每台轴带发电机的参数为1875/2200kVA、1000r/min，50Hz，390V。西德西门子电气公司与日本三菱公司签订200万美元的合同，制造六台2000kW低速恒频轴带发电机，安装于为美国新尔良轮船公司的六艘新造的集装箱船上，1986年2月开始安装的这种低速轴带发电机法兰与主机前端直接连接的系统，是美国船主的第一批订货。

西门子电气公司最近又开发了一种新型频控轴带发电机，它具有以下优点：主机转速允许在70%至100%之间变化；发电机的传动有足够地位容纳在主机前端；发电机是一种标准型式的滑环式绕组转子电机，与主机相比，发电机所占的场地很小；不需要附加的机械或液压设备；静止的电子变频器只

占总容量的16%；发电机同时供给有功功率和无功功率，不需要外加无功补偿电机；在整个转速范围内总效率高于92%。西门子电气公司宣称，这种容量500~1000kW的轴带发电机在几种类似的品种中具有最佳的价格/容量比，是新开发的节能产品，其短路特性、波形畸变率、运行特性、效率等都能符合标准的要求。

4. 节能电器

在船舶上，电器的使用量较大。因此，其耗能的总和也是不可忽视的。目前，传统的电器产品逐渐向多功能、高质量、组化、电子化的方向发展，节能型的电器产品也相继出现，如节能接触器、电子式电动机保护继电器，具有功率因数补偿的起动器等。

节能型接触器种类很多，日本富士公司采用机械锁扣方式，衔铁吸持时，主线圈断电，由机械锁扣保持。美国、德国、日本等还相继出现了不同材料的永磁保持式节能接触器。目前，利用电子器件与接触器配合组成的多功能无声交流接触器发展很快，具有显著的节能效果。

双金属片式热继电器是一种耗能较大的产品，为此，国外相继发展了许多电子式电动机保护继电器，如西门子电气公司的3UB系列等。

具有功率因数补偿的起动器，使电动机在理想的功率因数范围内运行，从而达到节能目的。

三、几点建议

1. 船电节能是一项涉及面广的综合性新技术，应有一个全面的规划，制订长远的目标，有计划、有步骤地予以实现。

2. 应制订有关的具体政策，支持和鼓励船电节能产品的开发，促进节能技术的发展。

3. 船电节能与机电一体化有着密切的关系，所以要大力开展船机电一体化技术

国外先进技术的引进

是工厂企业实现技术进步的捷径

无锡市电机厂 周志民

无锡市电机厂是一家制造船用电机的专业化工厂,创建于一九五八年,目前有职工一千余名,科技人员一百十九名,工厂占地面积四万平方米,固定资产一千一百余万元,是国家中型骨干企业之一。

一九八〇年前,工厂主要产品为相复励式船用发电机,仅有三个规格。自一九七六年开始,我国也曾组织力量,研制船用无刷发电机,但由于我国工业基础及设计手段的限制,尽管投入不少人力物力,仍没有研制成功,更谈不上系列的形成。长期以来,工厂主要产品仍停留在五十年代初的水平上。

船舶电站是船舶配套的关键设备,随着我国船舶向大型化、自动化和节能化发展,对船用发电机的要求也愈来愈高,而我国船用发电机由于性能落后、品种单一、可靠性差,因此国内造船配套(尤其是出口船配套)所需的船用发电机,绝大部分依赖从国外进口,耗费了国家大量外汇,工厂也由于没有订货,更没有技术储备,拿不出新的产品给用户,也处于亏损的边缘,企业因缺乏后劲而面临“关、停、并、转”的严重局面。

一、技术引进促进企业的技术进步,带动企业经济效益和素质提高

一九八〇年十二月,我厂以许可证贸易

方式,从联邦德国西门子公司引进了1 FC 5船用无刷发电机制造技术。该项技术的引进并投入批量生产,使我厂发生四大变化:

1. 产品由五十年代初期上升到八十年代初期水平,产品水平得到跳跃式的提高,该项目的引进,使我国船用发电机制造技术在短时间内出现了五大进步:

(1)用无刷励磁方式取代了相复励方式,我国船用发电机制造技术,进入了无刷化时代,与国际先进水平同步;

(2)用F级绝缘取代传统的B级绝缘,使我国船用发电机满足了当今国际上体积小、重量轻、功率大的要求;

(3)符合国际标准及各国船级社规范,可以接受国际检验,为我厂产品走向世界奠定了基础;

(4)使我国第一次有了一个完整的船用无刷发电机系列;

(5)船用发电机的各项性能,有了明显的提高,被国家列为2000年前的赶超目标。

2. 产品结构在短时间内得到了优化和调整:

1981年前,我厂电机产品只有29个电磁规格,1988年底发展到234个,1FC5无刷发电机已成为我厂的拳头产品,从而使我厂产品

的研究工作。

4. 大力开展船电节能技术的宣传工作,争取造船部门和用船单位的支持。

5. 积极开展船电节能产品的可靠性研

究。

我们相信在船电行业全体同志的共同努力下,船电节能技术一定会得到迅速的发展,出现一个崭新的局面。

完全更新换代。

3. 提高了我厂产品在国内和国际两个市场上的竞争能力。

我们通过把引进技术和消化吸收、开拓创新相结合,把产品制造和产品技术的基础研究和应用研究相结合,从原来采用企业标准转变为采用国际标准、联邦德国标准生产,提高了我厂产品在国内和国际两个市场上的竞争能力。我们利用国产材料、国产设备,按西门子公司设计要求生产的1FC5系列发电机,已通过中国船舶检验和西门子公司及英国劳氏船级社的验证,1986年被中国船舶工业总公司评为“部优”产品,深得用户青睐,广泛用于国内各类远洋船舶,包括航天测量船和海军作战舰艇,以及油田钻井、石油钻井平台、铁道干线大功率发电列车、铁道内燃机车、核电站、通讯枢纽和高层建筑应急电站等,并以“无锡市电机厂按西门子公司许可证制造”的牌子,联合打进国际市场,电机出口香港、巴基斯坦、孟加拉国、保加利亚、匈牙利、智利、圭亚那和联邦德国,为中船总公司创汇150万美元。1989年市场需求量将达43万kW,为我厂历史上最好年头市场需求量5万kW的八倍多。

4. 促进了我厂经济实力的增长,增强了企业的发展后劲。

1981年至1989年,我厂主要经济指标为

年度	1981	1985	1986	1987	1988	1989
工业总产值(万元)	303	1057	1402	1701	2301	3380
实现利润(万元)	3	118	250	273	275	350
全员劳动生产率(元/人)	4640	12375	16455	18000	23000	30727
固定资产净值(万元)	359	456	502	639	689	约789

可以看出,从1981年到1989年,工业总

产值增长了11倍,利润增加了116倍,全员劳动生产率增长了6.6倍,而我厂固定资产净值,仅增加了2.2倍。由此可见,我厂依靠企业的技术进步,走内涵扩大再生产的道路,取得了良好的经济效果。

1982年至1988年,我厂按西门子公司许可证制造的西门子发电机达2,740台,为国家节约外汇1,300万美元,实现了引进投资少、产品生产多、水平起点高、经济效益好的目标。

二、对引进技术的消化吸收和国产化,是实现技术转移和企业实现技术进步不可逾越的阶段。

技术引进不等于技术转移,引进一项技术只有及时地消化吸收,才能真正提高我们的科研起点、缩短产品研制周期,使产品更新换代,尽快赶上世界先进水平,要使引进的西门子电机制造技术,在短时期内迅速形成生产能力,是一项艰巨的系统工程。为此,我们坚持原设计要求和技术监督,在消化吸收的基础上,集中力量抓紧研究开发基础材料、基础元件、基础工艺和基础技术,使之尽快利用国产材料和设备生产出符合西门子技术要求的国产电机,并投入批量生产,及早满足国内外用户的配套需要。

软技术引进后,我们在研究和掌握原设计技术要求前提下,首先调研了我电机制造工业现状,以及为电机制造业服务的配套材料,尤其是F级绝缘材料的现状,从中找出与西门子公司公司的差距,作为技术上赶超的目标,开展科研,攻克薄弱环节,从根本上保证我厂按西门子公司许可证质量要求生产1FC5系列发电机。

1. 攻克工艺关键

早在1982年试制西门子电机时,我们就紧紧抓住影响电机性能和质量水平的关键工艺,在研究所的大力支持下,发动全厂科技人员和工人进行攻关,按照西门子公司技术标

准,从本厂实际出发,通过反复论证和应用试验,终于使F级绝缘的旋转浸渍和旋转烘焙、玻璃钢预制环湿法成型、定转子冲片的斜槽冲及间隙冲工艺、明孔腊克涂复工艺等四个关键工艺取得成功,并通过国家技术鉴定,填补了国内电机制造行业的空白。

2. 开发基础材料

原材料质量的优劣直接影响整机质量和性能,西门子专家建议我们从德国进口。电机原材料进口,用汇量大,成本高,受外国牵制,我们在原材料立足国内的思想指导下,到国内生产厂、研究所进行调研和材料对比分析试验,编制了25大类“材料代用认可书”,与西门子公司专家洽谈认可。我们与研究所协作,将西门子技术和该所现有技术结合起来,研制成功四种新型绝缘材料,满足了F级卷包式成型绕组的技术要求使我国国内绝缘材料增加了新品种并通过技术鉴定,落实了生产厂家。我们还与电机研究所协作,研究消化了护环配方,很快研制出电机转子绕组端部护环,得到了联邦德国西门子公司专家的赞赏。

3. 研制基础元件

由于西门子公司没有提供该公司外购件技术资料,国内零部件又不能满足1FC5电机性能和可靠性要求,因此,在试制样机时,不得不从国外购买,结果电机进口零部件、配套元器件的价值占电机总价的40%以上,成本太高,为此,我们采取措施,对西门子公司没有提供图纸资料的零部件,采取解剖、测绘、测试并经过设计计算等办法获得数据,制定标准,进行仿制,都取得了成功,并定点到有关厂家生产,满足了配套需要。

此外,我们全力推行电机制造国际标准,逐项对照分析比较,制定执行国际标准的措施,按国际标准精化了全厂机床设备,装备了先进的检测手段,使我厂生产的1FC5

电机质量获得全优,并通过国际船检,完成了“采标”工作。

长期以来,在我国机电工业中,基础材料、基础元件、基础工艺、基础技术诸环节,就比较薄弱,成为制约整个机电工业发展的重要因素之一。只有首先抓住这些基础环节,下功夫尽快研究和开发,使这些基础技术薄弱的局面有所改善,才能促使引进先进技术在短时期内形成生产能力。目前,我厂1FC5系列发电机国产化率已达97%以上。由此,我厂的技术引进给国内电机行业带来三方面的突破:

(1) 通过开发研制与西门子电机原材料、元器件等效的材料,利用引进的先进技术和资料,促进了我国电机行业中落后的材料、元器件及工艺技术的发展;

(2) 软技术转移到国产电机,扭转了中小型电机大批进口的局面。我厂销往全国各地的二千多台电机,“以产顶进”,为国家节约了1,300万美元外汇;

(3) 可以开展国际检验的国产西门子电机,开始跻身于国际市场,并展现了广阔前景。

三、艰苦奋斗,开拓创新,使引进项目为企业创造更大后劲,成为企业稳步发展的直接动力。

引进的先进技术,如果不在确保产品质量和性能的前提下,迅速提高国产化程度,是不可能具有生命力的。企业要有稳步发展的直接动力,就要对引进的先进技术,在消化吸收的基础上不断开拓创新。

1FC5系列发电机试制成功并投入批量生产后,由于它的性能远较国内老产品为好,引起船舶、石油、建筑业、通讯枢纽、海洋钻井平台和铁道等部门的高度重视。有许多性能要求超出1FC5标准的特殊用户,本来只能向国外订购设备,为节省外汇,希望我们能满足他们的要求。例如,胜利油田钻采

余

研究院与交通大学设计我国“胜利二号”极浅海步进式钻井平台上,需要四套平台用600V电站,又如纺织工业部援建圭亚那特殊电制电站,我国自行设计制造的第一座核电站——泰山核电站的核反应堆驱动棒低功率因数电源,铁道干线大功率发电列车用车辆无刷发电机、矿山及钢铁企业用内燃机车用电站等,均分别通过了鉴定及验收,每一个项目均是一个活跃的市场面。

我们引进的1FC5无刷发电机软件,是民船用电机,根据海军要求,我们成立了“民改军”项目(即1FC5系列电机延伸用于舰艇),经过三年多艰苦的基础研究和应用研究,按照美国军用标准(MIL)要求设计和修改了电磁和结构,并被用在679舰、906舰、053H2、037、073及072等舰艇上。我厂已列为我国舰用发电机的定点制造厂。

1986年4月,我们接受了国防科工委下达的任务,为远望号航天测量船改装提供4套发电机组。为适应该船主动舵电动机降压启动的特殊要求,我们在1FC5发电机上进行了大幅值降压的课题研究并取得成功。这样,海军和中船总公司七院第七〇八研究所否定了该船原来某日本公司的方案,卸下了四套进口的日本机组,装上了我厂制造的西门子发电机,这已在国内和日本有关公司内引起强烈反响。

在引进技术、消化吸收、国产化及开拓创新的过程中,我们确实遇到了种种困难,其中既有客观条件上带来的困难,也有主观人为造成的困难,我们严格遵循科学规律,不搞自我封锁,实现与研究所的全面挂钩,苦战十年,改变面貌,取得了社会效益,迎来了企业的春天。

对开一切科学的钥匙都毫无异议地是问号;我们大部分的伟大发现都应归功于如何?而生活的智慧大概都在于逢事都问个为什么?

巴尔扎克 引自《外国名作家传》

【上接第14页】

专家系统还具备决策干预功能,如发出警报,启动控制系统,按某规律对机器作调节等。因此,专家系统是将专家的丰富经验及智慧、乃至思维方法与计算机的存储、运算及逻辑判断功能相结合,对船舶主机等动力装置及其工作过程形成诊断、决策及干预能力的全自动系统。从信息处理而言,已经不仅是数值计算,而是发展到符号推理。在功能上,增减删改灵活性大。目前,虽然成功应用的例子不多,但各国正集中资金竞相发展。在日本已是第五代计算机的核心部分。

四、结 语

有关船舶柴油机机电一体化技术,除上

述内容外,还可包括船机自动控制、远距离操纵等范围极广的多层次内容。它不单纯是微电子技术对机械工程的冲击、而是包括了机械、电子电气、电脑、化学及材料等整个科学领域。因此,单靠内燃机或者电气技术来开发都是不可能的,或者是不可靠的。对于我国该项技术的发展,更需要培养具有坚实科学技术理论基础及工程实践能力、知识面较宽的人才、进行跨学科的技术协作。船舶柴油机应用机电一体化技术虽然滞后一些,但在节省人力和能源等方面具有不容置疑的优越性,必将激起人们更强烈的研究欲望,推动更迅速的技术发展。