

异步电动机回馈节能的研究与实现

孙增华

(青岛港湾职业技术学院轮机工程系, 青岛 266404)

摘要: 针对负荷试验的模拟负载水电阻和水力测功器损耗严重的缺点, 提出了异步电动机回馈节能技术。应用 SIEMENS SINAMICS 技术实现了异步电动机回馈节能系统。运行结果表明, 系统稳定可靠, 实时数据和动态曲线丰富, 能最大限度地实现节能、环保和降低运行费用。

关键词: 异步电动机 回馈 节能 SINAMICS

中图分类号: TM343

文献标识码: A

文章编号: 1003-4862(2010)08-0028-04

Research on Energy Feedback and Energy Saving on Asynchronous Induction Motor

Sun Zenghua

(Marine Engineering Department, Qingdao Harbor Vocational Technology College, Qingdao 266404, China)

Abstract: For the load test, water resistance and hydraulic dynamometer as a simulated load has a high loss. In this paper, an energy-saving feedback technology for asynchronous motor is presented. SIEMENS SINAMICS technology is used to achieve energy feedback for energy-saving system of asynchronous induction motor. The result shows that the system is stable and reliable, with rich real-time data and dynamic curves, to maximize energy saving, environmental protection and reduce running costs.

Key words: asynchronous motor; energy feedback; energy saving, SINAMICS

节油降耗, 能源回收, 是当今船舶节能技术研究的主要方向^[1]。船舶轴带发电和主机废气透平发电是实现船舶能量回馈节能的关键技术。轴带发电机和废气透平发电机都从主机获取尽可能多的富余能源, 为船舶电站的主要组成部分。由于其转速很不平稳, 又要将机械损耗和疲劳导致的损坏最小化, 按照船舶发电机以最佳负荷率输出功率, 成为船舶电站控制的难点和热点^[2]。

另一方面, 船舶主机试验设备多使用水力测功器为模拟负载, 船舶电站试验设备多使用水电阻和电抗器为模拟负载, 它们都体积大, 安装麻烦, 成本高, 负荷调节不精确, 数据采集不便, 难以进行负荷特性试验, 并且试验产生的能量以热的形式散失掉, 损耗严重。

变频调速及其优化控制技术实现了“按需供电”, 能量回馈节能技术将废热和机械能转换而来

的电能及时、高效地“回收”到电网, 是提高效率的重要途径。能量回馈节能技术采用有源逆变技术, 将再生电能逆变为与电网同频率同相位的交流电, 供周边其它用电设备使用, 节电效果十分明显^[3]。因此, 研究异步电动机回馈节能技术, 提高能源回收利用具有重要现实意义!

1 回馈节能技术的现状

变频调速系统的能量回馈解决方案中, 因频率突减或机械惯性, 当电动机处于再生制动或减速状态时, 传动系统中所储存的机械能经电动机转换成电能, 通过逆变器回送到变频器的直流回路中, 利用中间直流环节电容两端并联电阻消耗再生能量。该方法成本低廉、构造简单、对电网无污染, 但制动慢、运行效率低, 频繁制动时将消耗大量的能量且制动电阻的容量也将增大。

只有能量回馈节能技术才能把这部分能量回收到电网, 将再生电能逆变为与电网同频率同相位的交流电回送电网, 实现再生制动和电机的四

收稿日期: 2010-01-14

作者简介: 孙增华(1972-), 男, 硕士, 轮机长, 从事轮机工程理论应用研究与教学。

象限运行，提高系统的效率。其缺点是控制复杂，成本较高且对电网有谐波污染。只有在不易发生故障的稳定电网电压下才可采用这种回馈制动方式。否则易发生换相失败，损坏器件。

本文研究的能量回馈节能技术，不同于上述静止变流技术，而是旋转变流技术，将两台异步电动机的输出轴相联接，一台为电动状态，另一台为发电状态，由 Sinamics 硬件系统和 SCOUT 软件进行编程与监控，让这两台异步电动机对拖，回馈的电量又被用于电动。该系统应用于船舶电站的模拟负载，把机组输出的功率回馈到局部电网，回馈的电量又用于电站系统加载，明显的节能省电。

2 异步电动机回馈节能技术的设计

利用 SIEMENS 最新技术 Sinamics 和 SCOUT 进行设计，应用图形化编程语言，实现逻辑和运算功能、工艺控制、运动控制于一体的异步电动机回馈节能系统^[1]，如图 1 所示。

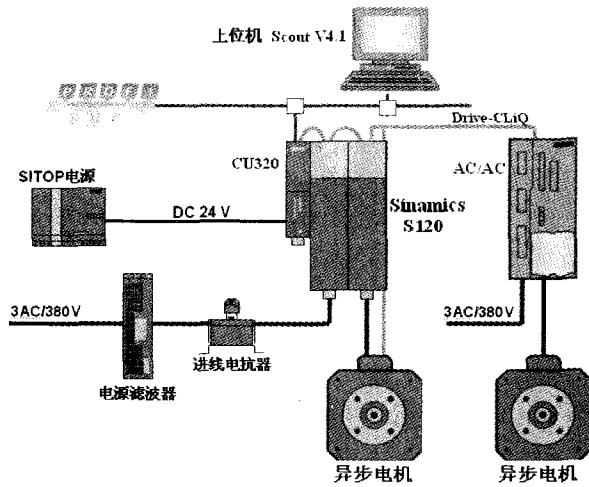


图 1 异步电动机能量回馈节能系统

主控部分以新一代 Sinamics S120^[4,5]系列驱动为基础，作为整个系统的控制核心，CU320 不仅要完成驱动部分的控制还要负责通讯部分的功能，端子模块可以通过 DRIVE-CLiQ 连接，也可通过 PROFIBUS 分配的 I/O 扩展接口完成相应的功能，同时，控制单元和其它驱动组件通过 DRIVE-CLiQ 进行通讯完成数据的传输及处理。控制单元 CU320 控制和协调整个驱动系统中的所有模块，完成电流环、速度环和位置环的控制。

采用异步电动机的主要优点是笼型转子异步

电机结构简单，牢固，无集电环和碳刷，可靠性高，不受使用场所限制。由于无转子励磁磁场，不需要同期及电压调节装置，电站设备简化，负荷控制十分简单，异步电机尽管可能出现功率摇摆现象，但无同步发电机类似的振荡和失步问题，并网操作简便。但是，异步电机的主要缺点是需要电网提供自身所需的励磁无功功率，因此异步电机是电网的无功负载。

SIEMENS 最新推出高可靠性 Sinamics，集 V/f、矢量控制及伺服控制于一体的驱动控制系统，能控制普通的三相异步电机、同步电机、扭矩电机及直线电机^[4,5]。带升压变频自整流的供电/馈电装置 ALM 产生可升高的、可调节型直流母线电压，从而使连接的电机模块不受电源波动误差的影响。调节型电源模块可将 100% 的电源功率反馈给供电系统。必要时调节型电源模块也执行无功功率补偿的功能。异步电动机回馈节能系统不再局限于再生制动过程，能实现能量双向流动和电源质量管理，具有很高的可靠性和经济性。

3 异步电动机回馈节能技术的实现

利用 Sinamics S120 硬件和 SCOUT V4.1 软件建立实物平台，实现能量回馈节能技术。应用 SCOUT 模块化编程^[6]，在线进行数据分析方便。可对电机进行辨识，获得电机参数，如图 2 所示。

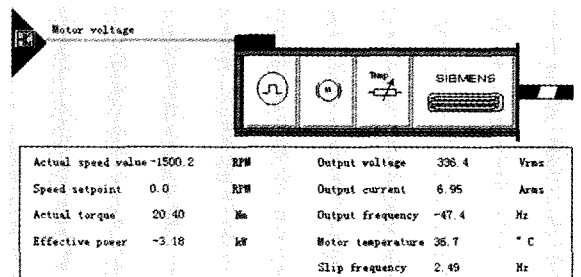


图 2 异步电动机在线监测

消除对电网的谐波污染并提高功率因数，实现电机的四象限运行以成为变频技术不可避免的问题。为此，PWM 整流技术的研究，新型单位功率因数变频器的开发，在国内外引起广泛的关注。整流电路中采用自关断器件进行 PWM 控制，可使电网侧的输入电流接近正弦波并且功率因数接近 1，可彻底解决对电网的污染问题。

由 PWM 整流器和 PWM 逆变器无需增加任何附加电路，就可实现系统的功率因数近似等于 1，消除网侧谐波污染，实现能量双向流动，使电机很快达到速度要求，动态响应时间短。双 PWM

控制技术打破了过去变频器的统一结构,采用 PWM 整流器和 PWM 逆变器提高了系统功率因

数,形成了高质量能量回馈技术的最新发展动态。PWM 变频器如图 3 所示。

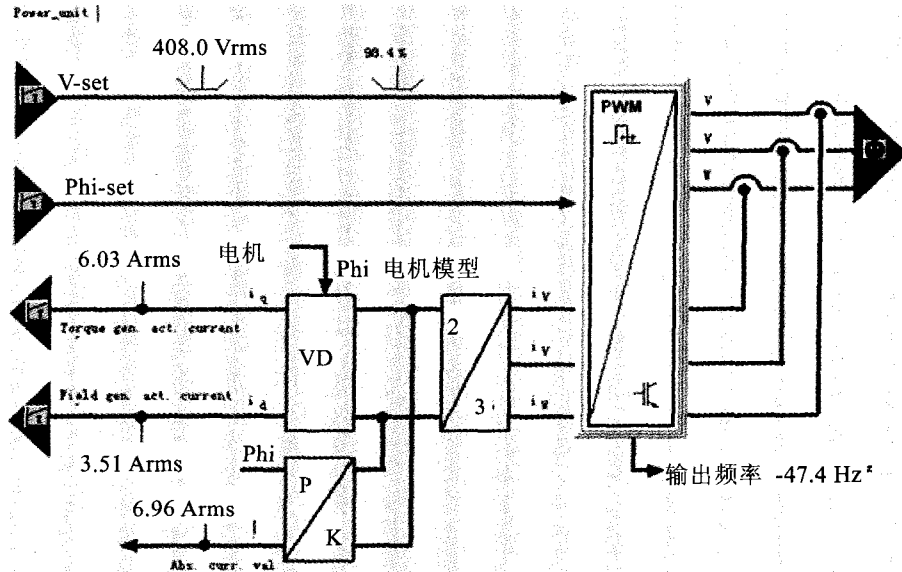


图 3 PWM 变频器在线监控界面

异步电动机回馈节能技术应用于船舶电站和柴油机的调试与实操训练,能进行精确的、全面的负荷特性试验,解决不能进行负荷特性分析的难点,提高了轮机员的培训质量和训练效果。实现了可再生能源的利用,降低成本,满足节能型与节约型实训室建设的要求。

4 结果分析

通过上位机监控电机的电压、电流、频率、电机温度、转矩与转速、有功功率与无功功率、功率因数、磁通等。设定负荷大小通过调整电机

的转矩及转速实现,可按照预定的负载曲线自动运行^[7]。负载电机被刚性连接,处于被带动的再生状态,通过不断的改变电机的扭矩与转速,模拟出各类负荷特性的实际情况。

本系统集成的逆变器及整流回馈单元,使电动机处于再生发电状态时,通过整流回馈单元,把产生的电能回馈到供电母线中,供母线上的其它用电设备使用,且长期运行不出现过热现象,达到节约了成本,降低能源浪费的目的。

图 4 为电机运行部分参数监测结果。

图 4 中, a 段空载加速时, a' 段转差率增加、

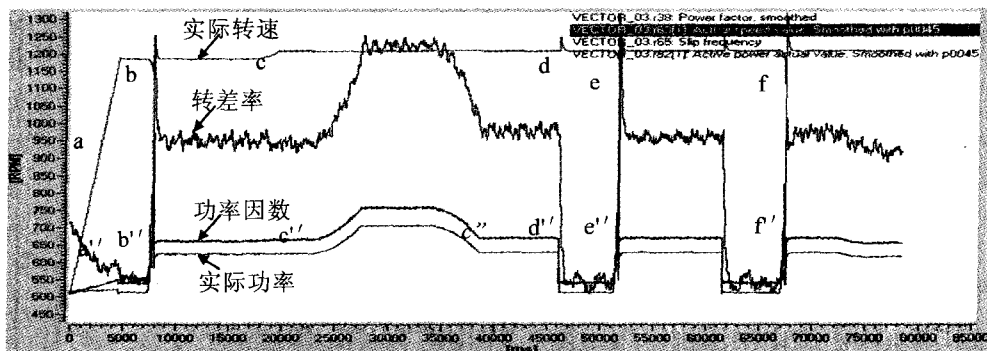


图 4 电机运行监测结果

功率因数减小,功率基本不变。在 b 点负载电机转矩突然增大时, b' 所示的值都增大,所需功率增多。c 和 c' 转速增大、负载转矩不变时,转差率、功率因数和功率均增大; c'' 转速不变、负载转矩减小时的情形。d 转速不变, d' 负载转矩减

小时,转差率、功率因数和功率均减小。e、f 转速不变, e'、f' 突然增大负载转矩时,转差率、功率因数和功率均增加。

如图 4 所示: 转速、转矩频繁变化时, 实际

(下转第 38 页)

6 试验结果

按照标准要求, 对船用加压舱空调系统进行

了相关科目的试验验证, 所测试验数值都满足标准要求。试验数值如表 1 所示:

表 1

科目 \ 数值	试验值 1	试验值 2	试验值 3	平均值	标准数值
升温速率, °C/min	0.95	1.36	1.28 °C/min	1.20	不小于 0.4
降温速率, °C/min	0.84	0.92	0.99	0.92	不小于 0.4
夏季舱内温度, °C	28±0.33	28±0.65	28±0.58	28±0.52	28±1
冬季舱内温度, °C	20±0.89	20±0.62	20±0.73	20±0.75	20±1
空调噪声, dB(A)	63	64	63	63	不大于 65

7 结束语

本加压舱空调系统中的风机系统经过改进设计且安装后, 经调试检测, 各项指标均达到标准要求, 运行近两年来, 性能稳定, 制冷、制热效果良好。

参考文献:

[1] 张和翔等. HJB170《加压舱通用规范》. 中国人民解放军海军司令部批准.1997-11-01 发布. 1997-11-01

实施.

[2] 于峰涛等. HJB171《在用加压舱系统检验、维修和使用规程》. 中国人民解放军海军司令部批准.1997-11-01 发布. 1997-11-01 实施.
 [3] 张建荣等. GB/T12130《医用空气加压氧舱》. 中国标准出版社.2005-09-14 发布. 2006-04-01 实施.
 [4] 宫学健等. GJB13A《舰船电气规范》. 国防科学技术委员会批准.1997-06-25 发布.1997-12-01 实施.
 [5] 唐云岐. 压力容器安全技术监察规程. 北京: 中国劳动社会保障出版社.1997.

(上接第 30 页)

功率与功率因数的曲线光滑、变化平稳, 而转差率曲线变动频繁, 这是由于 PWM 控制的结果。

异步电动机和逆变器转换成直流电能储存在直流回路中的电容中, 回送到电容中的电能越多, 电容电压就越高, 当电压超过 600 V 时, 能量回馈单元(Infeed)的作用就是能有效的将电容中储存的电能回送给交流电网供周边其它用电设备使用。能量回馈单元根据逆变器直流回路电压的大小来决定是否回馈电能^[7]。无论电网电压如何波动, 能及时将电容中的储能回送电网。

6 结束语

异步电动机回馈节能系统采用的硬件 Sinamics 和软件 SCOUT 设计新颖、技术先进, 操作界面友好, 控制方便。运行稳定可靠, 实时数据和动态曲线丰富, 便于教学、系统监控和结果分析。该系统能替代水电阻、电抗器及水力测功器设备, 能最大限度地实现节能、环保和降低运行费用。

参考文献:

[1] 张桂臣. 复合误差模型自适应船舶控制系统的研究 [D]. 大连: 大连海事大学,2009,1.
 [2] Zhang Guichen. Augmented LQG Optimal Control of Dynamic Performance for ETG System[J]. 2009 International Conference on Artificial Intelligence and Computational Intelligence (AICI'09), Vol.4:446-450.
 [3] 陈道炼. AC-AC 变换技术[M]. 北京: 科学出版社, 2009.
 [4] SINAMICS S120 AC 驱动设备手册[M]. SIEMENS A&D, 2006.
 [5] SINAMICS S120 快速入门 [M]. SIEMENS A&D, 2005.
 [6] SIMOTION SCOUT basic functions [M]. SIEMENS A&D, 2007.
 [7] SINAMICS S120 调试手册 [M]. SIEMENS A&D, 2006.