

# EACCS '96

PROCEEDINGS OF THE 8TH ANNUAL CONFERENCE ON  
ELECTRICAL AUTOMATION AND CONTROL SYSTEMS

## 第八届全国 电气自动化电控系统 学术年会论文集

成都

1996.11

机械工业出版社

EACS'96

第八届全国电气自动化学术年会论文集  
电控系统

中国自动化学会 编  
中国电工技术学会

成都 1996·11

机械工业出版社

**图书在版编目 (CIP) 数据**

第八届全国电气自动化电控系统学术年会论文集/中国自动化学会电气自动化专业委员会, 中国电工技术学会电控系统与装置专业委员会编。—北京: 机械工业出版社, 1996

ISBN 7-111-05296-X

I. 第... I. ①中...②中... II. 电气控制-自动化-学术会议-中国-文集 IV . TM921.5-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 12453 号

出版人: 马九荣 (北京市百万庄南街1号邮政编码 100037)

责任编辑: 孙流芳 版式设计: 李松山

封面设计: 姚毅

三河市双峰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

1996年10月第1版第1次印刷

787mm×1092mm<sup>1</sup>/<sub>16</sub>·34.5印张·852千字

001—600册

定价: 65.00元

## 前 言

中国自动化学会电气自动化专业委员会和中国电工技术学会电控系统与装置专业委员会同时挂靠在机械工业部天津电气传动设计研究所。因专业范围相近,经上级学会批准,于1990年合并为一个委员会组织和一套秘书处班子,但仍分属两个上级学会领导,两个专委会名称共同使用。合并后,已分别在兴城、杭州、苏州召开了第五、六、七届学术年会,取得了很好的效果。

电气自动化与电控系统是一门基础学科,是各行业特别是大型精尖项目的基本组成部分。目前我国在这方面与国外还有很大的差距,我们从事电气自动化与电控技术和工艺研究设计的同仁们义不容辞地承担起这艰巨而光荣的任务。多年来,我们已取得了丰硕的成果。“八五”期间的各项攻关项目相继经过了验收。本届年会是在“八五”结束、“九五”开始的时刻召开的,有着重要的历史意义。这既是对我们行业“八五”成果的一次检验,也是“九五”期间我们向新高峰攀登的誓师大会。

本届年会论文与以往相比,最大的特点是各项新技术广泛应用于生产实际。如将机器人的视觉系统应用于原木材积的检测计算;将计算机应用于发电厂等各生产过程的实时监控;2500kW 数字式矢量控制交-交变频器在钢厂轧机主传动上的应用等。理论性文章也从理论的提出、论证走向了工程应用。如将神经元自适应PID控制器应用于直流PWM调速系统等。例子很多,不能一一列举,大家可以从阅读本论文集和会议交流、互相学习中得到启迪,使我国电气自动化与电控行业的科技水平更上一个新台阶。

本届年会共收到应征论文144篇,经评审委员会审评,选用了其中的113篇,我们将按时寄回的112篇论文分11类编印成论文集,由机械工业出版社正式出版。

本届年会得到两个上级学会和天津电气传动设计研究所及有关专家和常州兰陵电器有限公司、成都通力电器集团公司、成都低压电器厂等单位的大力支持与帮助,在此深表谢意。

中国自动化学会电气自动化专业委员会  
中国电工技术学会电控系统与装置专业委员会 秘书处

1996年11月

中国自动化学会电气自动化专业委员会  
中国电工技术学会电控系统与装置专业委员会

### 第四届委员会组成名单

主任委员：杨竞衡 陈亚鹏  
副主任委员：陈伯时 陈敏逊 许广锡 夏遂华 王永珠 仲明振  
荣誉委员：喻士林 夏德铃 吕家元 陈铁年 胡慎敏 黄俊  
常务委员：杨竞衡 陈亚鹏 陈伯时 陈敏逊 许广锡 夏遂华  
王永珠 仲明振 刘宗富 蒋静坪 陈维钧 王炎  
王正元

委员（以姓氏笔划为序）：

万伯任	弓如英	王炎	王永骥	王金凤	王鉴光	王志良
王正元	王永珠	王占奎	王文瑞	尹力明	云峻峰	邓秀云
文念祖	冯焱生	白景琦	司佑智	田卫家	刘宗富	刘连根
许广锡	许尔聪	许宏纲	许镇琳	孙明	孙武贞	孙汉卿
朱雅清	宋斌	仲明振	全林兴	阮于东	陈伯时	陈维钧
陈敏逊	陈亚鹏	陈孝威	李国民	李永东	李贺平	李鹤轩
杨宗禹	杨竞衡	邹秀云	吴加林	周国兴	岳淳	夏遂华
张浩	张侃瑜	张洪顺	张敬民	张崇巍	涂健	姚加飞
钟业柱	徐莹	徐殿国	陶近贤	唐猛	黄冠	黄席樾
龚介明	彭鸿才	谢厚燕	葛文运	董国民	赵光宙	赵扶摇
赵炳华	蒋静坪	廖晓钟	蔡希亮	蔡敬义	霍勇进	戴先中
戴经颐	魏克新					

秘书处：滕文 陈刚 吴春风 刘凤英

# 目 录

## CONTENTS

### A 综 述

#### Survey Lecture

1. 电气传动系统的智能控制 (提要) ..... 陈伯时 (1)  
Intellectual Faculties Control of Electric Drive System
2. 异步电机无速度传感器矢量控制系统综述 ..... 竺伟 陈伯时 (3)  
Survey on Speed Sensorless Vector-Controlled Induction Motor Drive System
3. 矩阵式交-交变换器综述 ..... 陆海慧 陈伯时 (7)  
A Survey of Matrix Converter
4. 中小功率高功率因数整流器的拓扑及控制 ..... 董晓鹏 王兆安 (11)  
The Topology and Control of Medium and Small Power Rectifier with High Power Factor

### B 直流传动技术

#### DC Drive Technique

5. 大功率 F-D 系统的电流正反馈调速方法及应用 ..... 顾伟 褚建新 (16)  
High Power F-D System Speed-governing with Positive Feedback
6. 单边极值滑模变结构控制的直流调速系统 ..... 王勉华 (21)  
Single Side Extrema Sliding Mode-VSControl For DC Adjusting Speed System
7. 直流调速故障诊断专家系统——ZSC ..... 周建龙 李云健 申步君 贾清林 (28)  
The Fault Diagnosis Expert System for DC-Power Drive System—ZSC
8. 电流断续自适应控制 ..... 冷增祥 (32)  
Adaptive Control for Discontinuous Current
9. 推钢机系统的同步控制 ..... 戴薇 王春武 侯伟 马济泉 (35)  
Synchronism Control of Push Steel Machine

### C 交流传动技术

#### AC Drive Technique

10. 一种新型的闭环串联双模型异步电机转速、磁链观测器 ..... 竺伟 陈伯时 (40)  
A Novel Closed Loop Series Dual Model Speed and Flux Observer for Induction Motor
11. 笼型异步电动机定子磁场定向控制 ..... 夏超英 (41)  
Stator Field Orientation Control of A Squirrel Cage Induction Motor
12. 基于 PC-SIMNON 的异步电动机滞环控制系统的研究 ..... 孙鹤旭 葛宝明 迟岩 (49)  
A PC-SIMNON-Based Study of The Induction Motor Hysteresis

- Band Control System
13. JP6C-T9 型高性能变频器的电磁兼容 ..... 吴忠智 吴加林 (55)  
Electromagnetic Compatibility of JP6C-T9 Series High Function Inverter
  14. 对用于变频调速系统的三相异步电动机的设计探讨 ..... 岑兆奇 (60)  
(The) Design Exploration of Three-Phase Induction Motor for Convert Fed  
(Variable-Speed) Drive
  15. 全数字式高载波 IGBT 变频器 ..... 陈国呈 顾红兵 周勤利 (66)  
An All-digital High Carrier Frequency IGBT Inverter
  16. 无速度传感器直接转矩控制通用变频器的研究 ..... 宋高升 张宗桐 赵卫兵 (72)  
Researching for the General Purpose Inverter Based on Speed Sensorless Direct  
Torque Control
  17. 基于电压解耦的异步电动机速度推算方法 ..... 曾岳南 陈伯时 冯焱生 (77)  
A Speed Calculation Method of Induction Motor Based on Voltage Decoupling Principle
  18. 小能量贮存电容的双 PWM 交流传动系统研究 ..... 沈安文 万淑芸 王离九 赵金 (81)  
Double-PWM Controlled AC Drive System with Little Energy Storage Capacitor
  19. 无速度传感器控制系统的性能分析 ..... 孙晓鹏 万淑芸 陈兵 王离九 (86)  
Analysis on Performance of Speed-Sensorless AC Motor Control System
  20. 带前馈补偿的滑模变结构控制的交流调速系统 ..... 钟福金 黄小乐 钟弘涛 (91)  
The Sliding Mode Control of Variable Structure With Integral Compensation for  
AC PMSM Speed Drive Systems
  21. 2500kW 数字式矢量控制交-交变频异步机主传动 ..... 伍丰林 马小亮 张松春 杨树春 沈淑敏 (95)  
A 2500kW Digital Vector Control Cycloconverter-Fed Asynchronous Motor Main Drive
  22. 48MW 大型同步电动机静止变频起动装置自动控制系统 ..... 董世华 仲明振 章秀珍 叶澄中 (99)  
The Automatic Control System of Variable-Frequency Starting Device for  
48MW Large Synchronous Motor
  23. 数字式交-交变频传动控制器 ..... 张松春 马小亮 伍丰林 杨树春 沈淑敏 (105)  
Digital Controller for Cycloconverter-fed Drive
  24. 参数变化对异步机解耦控制的影响及对策 ..... 王秀芝 王 红 许镇琳 车延博 马小亮 (111)  
The Influence of Parameter Deviations on induction-Motor Decoupling Control  
and it's Game
  25. 基于 IGBT 的港口起重机转子斩波调速系统的研究  
..... 雷淮刚 龚幼民 许宏刚 (115)  
Study of Variable Speed System on Account of IGBT for Harbor Crane
  26. 带参数估计的内模反馈双 8098 变频调速系统 ..... 邓贻云 黄新普 (121)  
Internal Model feed-back VF SR System with Parameter estimation Using Duplex  
9098-chip
  27. 完美无谐波中、高压变频器的原理和实现 ..... 胡纲衡 唐瑞球 (129)  
Principle and Achievement of Middle, High Voltage No Harmonic Inverter

## D 应用电力电子技术的变流器

### The Converter Using Power Electronics

28. 三电平有源滤波器的控制策略 ..... 张代润 (134)

- Control Strategy for Three-Level Active Filters
29. 二次型最优控制中频淬火电源 ..... 左智勇 吴源达 (138)  
The Intermediate Frequency Inverter for Quenchby Quadratic Optimal Control
30. 80kA 同相逆并联晶闸管直流稳流系统 ..... 竺子芳 黄嘉 葛和德 徐清书 张万庆 (146)  
80kA Thyristor Converter System of Automatically Constant Current  
Control with in Phase Contra-polarity Connection
31. IGBT 的电路仿真模型 ..... 沈天飞 陈伯时 龚幼民 (151)  
Circuit Simulation Models of IGBT
32. 电力电子器件 GTR 缓冲电路的仿真研究 ..... 崔若吉 苏彦民 (157)  
A Study on the Snubber Circuit of GTR by Simulation
33. 有源箝位 ZVS-PWM 软开关电路的研究 ..... 杨旭 王兆安 (161)  
Study on Active Clamped ZVS-PWM Soft-switching Circuit
34. 医疗器械高频变频电源 ..... 陈林康 张森 冯焱生 (165)  
High Frequency Variable Frequency Inverter for Medical Instruments
35. ASVC 装置研究 ..... 解中秀 张喜林 (169)  
Study on ASVC Device
36. 航天用变频电源的研究 ..... 张邦京 秦怀明 梁军 (173)  
An Approach of VVVF Inverter for Space Application
37. 一种微机控制直流电源的研制 ..... 赵光宙 胡能良 黄羽中 单元文 冯志宏 (177)  
A DC Supply Based on Micro-Computer Control

## E 控制理论在工程中的应用

### Application of Control Theory in Engineering

38. 黑箱问题时笼型异步电动机的参数辨识和转速估计 ..... 夏超英 (181)  
Parameter Identification and Speed Estimation of a Induction Motor Only Using  
the Accessible Input-output Data
39. 单神经元自适应控制器直流 PWM 调速系统的研究 ..... 王晓东 陈伯时 夏承光 (186)  
Study on the Adaptive Controller with Single Neuron for DC PWM Drive System
40. 电力传动模糊控制系统的稳定性研究 ..... 冯晓刚 陈伯时 夏承光 洪江平 (191)  
Research on the Stability of Fuzzy Controlled Drive System
41. 电力传动系统 PID 与模糊控制的鲁棒性研究 ..... 冯晓刚 陈伯时 夏承光 (197)  
Research on the Robustness of PID and Fuzzy Controlled Drive System
42. 模糊控制数字最优预见伺服系统研究 ..... 黄晓勇 张侃瑜 陈伯时 周兆敏 (203)  
Study on Fuzzy Controlled Digital Optimal Preview Servo System
43. 神经网络在异步电动机矢量控制中的应用 ..... 沈传文 苏彦民 崔若吉 (208)  
Application of Neural Networks to the Field Vector Control for Induction Motor
44. 高收敛阶感知器网络在控制中的应用 ..... 王志宏 王永骥 黄心汉 (212)  
An Application of High Convergent Order Perceptrons in Control Systems
45. 模糊控制技术在电力电子传动控制系统中的应用研究 ..... 严瑞清 陈伯时 (216)  
The Reserach on Application of Fuzzy Control Technology in Power Electronic  
Drive System



46. 基于前向神经网络的自适应 PID 控制 ..... 陈强 张浩 姜波 (221)  
Self Adapting PID Control based on Feedforward Neural Networks
47. DMC-PID 串级控制在实际应用中的一些问题 ..... 张彦斌 姜波 陈强 贾立新 徐建中 (228)  
Some Problems of DMC-PID Cascaded Control Applied to Practice
48. 非线性离散系统的一般表示与神经网络  $\alpha$  阶逆系统 ..... 戴先中 刘军 (233)  
General Presentation for Nonlinear Discrete System and Neural Network  $\alpha$ -order  
Inverse System
49. Hopfield 线性网络用于二维图象处理 ..... 孙云莲 石岗 曾萍 查晓明 (238)  
Hopfield Linear Programming Network Approach to Two-Dimension Image Transforms
50. 基于神经网络的最优跟踪系统的设计 ..... 陈兴国 贺素良 (212)  
Optimal Tracking System Design Basea on Neural-network
51. 一种采用特征模型的实时专家系统求解方法 ..... 黄席樾 柴毅 梁山 王洪刚 颜洪滨 (218)  
Solving the Real Time Expert System Based on Characteristic Model
52. 模糊 PID 混合控制的实现 ..... 路兆梅 柏广昌 朱校 (253)  
The Implementation of Complex Control Based on Fuzzy and PID
53. 连铸二冷控制的智能化方法 ..... 李世平 孙韶元 (258)  
Intellectualize Method of Second Cooling for Continuous Casting

## F 计算机与 PLC 控制技术

### Computer and PLC Control Technique

54. 基于 IC 卡的两级计算机考勤管理系统 ..... 杨大刚 陈应麟 (262)  
Two-level Computer Attendance and Management System Based on IC Card
55. 轨道衡微机检测软件增强以拓展轨道衡应用范围 ..... 李世林 (267)  
Improving Detective Weighing Software of Rail Wagon Weigh-bridge for more Suppling
56. 采用 MCS-96 系列微机实现异步及同步 Ni 为奇数次载波纯数字化 SPWM 的  
研究 ..... 徐庆标 许广锡 (271)  
Study on Asynchronous and Synchronous Digital SPWM of odd Carrying Wave Ratios  
Based on MCS-96 Single-chip Microcomputer
57. 港口铁路道口无线通信监测系统 ..... 王应荣 张学宽 (275)  
A Wireless Communication Monitor System for Railroad Crossing at Harbour
58. 客车车体表面涂装生线自动控制系统 ..... 孙传江 周晓明 (280)  
Automatic Control System of the Painting Line for The Surface of Bus Body
59. 串行扫描方法在电梯中的应用 ..... 陈国呈 (281)  
The Application of Serial Scanning Method to Elevator
60. 富士 PC 在 PWJ 排污机控制中的应用 ..... 姚文 朱亚雄 胡登明 (289)  
Application of FUJI PC in PWJ Type of Drain Off Waste Water Equipment
61. 采用 DSP 与 STD 的高性能实时控制多处理器系统 ..... 戴先中 周卫中 (293)  
A Multi-processor System Adopting DSP and STD for Real-time Control of High  
Performance
62. 励磁控制系统实时仿真装置的研究 ..... 张冈 王永骥 (297)  
Research of a Real-time Simulation Set in Exciting Control System
63. 具有参数优化功能的电力电子系统 CAD 软件包 PECS3.2 ..... 裴云庆 段雅莉 王兆安 (301)

- Power Electronic System Computer Aided Design Software PECS3.2 with  
Parameter Optimization Function
64. 合成氨 DCS 系统的研制与应用 ..... 颜晓庆 王兆安 (305)  
The Study and Development of DCS Used in Synthesized Ammonia System
65. 发电厂微机实时监测系统 ..... 颜晓庆 卓放 李胜勇 王兆安 (310)  
Data-Collection System Used in Power Plants
66. 大型露天煤矿用高速大功率胶带机连续输送工程电气监控系统 ..... 关祖灵 黄建民 王吉娣 (315)  
The Electrical Monitoring Control System for High Speed and High Power rubber  
Coveyor's Continous Conveying Project in the Opencut Coal Mine
67. DX-9100 系列数字控制器在湖南石门电厂集控楼空调控制系统中的应用  
..... 沙立民 徐虎候 倪国宗 周兆敏 张佩瑜 (323)  
The Application of DX-9100 Extended Digital  
Controller in the Air Conditioning Control System
68. 电机性能实验台微机控制系统 ..... 雷艾玲 魏克新 王云亮 (328)  
The Microcomputer Control System of Moter Performance Test Platform
69. 深小孔钻削过程的微机控制 ..... 邹本才 杜克强 雷艾玲 刘锡海 (331)  
Microcomputer Control For Deep Small Hole Drilling
70. 分散式工业测控系统中的数据通信问题研究 ..... 孙云莲 石岗 向农 查晓明 (335)  
Study of Communication Problems in Distribute Industry Control Systems
71. 可编程程序控制器在合成氨供电系统中的应用 ..... 乔宝庆 (339)  
The Application of PLC to Ammonia Plant Electricity System
72. 可编程程序控制器在港口污水处理厂中的应用 ..... 汤石男 (346)  
The Application of PLC in Water Treatment System of Harbor
73. 服装自动剪裁计算机控制系统 ..... 刘载文 戴明利 (351)  
Computer Control System for Samples Automatic Cutting of Garment

## G 数字技术与机器人

### Numerical Control and Robots

74. 滑模控制理论在主从机械手控制中的应用 ..... 邵世凡 (355)  
Tracking Control of Master and Slave Manipulators Using the Theory of Sliding Mode Control
75. 空间机器人柔性机械臂的动力学非线性控制 ..... 王树国 丁希仑 蔡鹤皋 (359)  
The Nonlinear Dynamic Control of Space Flexible Manipulator
76. 原木材积计算机视觉检测系统 ..... 栾新 王炎 李洪臣 由立 (364)  
Log Volume Measuring System with Computer Vision
77. 8098 单片机控制数控螺旋分装机 ..... 王明敏 周兆敏 张佩瑜 陈超 (369)  
8098 Single-chip Processor Controlling Spiral Distributing System
78. 伺服系统与数控机床 CNC 智能型串口通信协议 ..... 吉传稳 刘琨 (374)  
The Intelligent Interface Communication Protocol between Serve Drive and CNC of Machine Tools
79. 机器人化炉渣铲掘机的 PLC 控制 ..... 路同浚 吴平川 门广亮 陈宏均 邵浩 王炎 (381)  
PLC Control System of the Robotized Cinder Mining Shovel

## H 伺服电机、步进电机控制系统

### Control System of Servo Motor and Stepping Motor

80. 增强型步进电机 ..... 满永奎 刘培斌 贾大为 尹朝万 顾树生 刘宗富 (385)

## Enhanced Stepper Motor

81. DSP 控制的电主轴永磁同步电机交流伺服控制系统  
..... 王成元 王军 周美文 郭庆鼎 杨俊友 (389)  
The Spindle AC Servo System with Permanent Magnet Synchronous Motor Based On DSP
82. 单片机 MOSFET 步进电机驱动系统 ..... 陈超 周兆敏 张侃瑜 (394)  
Single-chip Processor Controlled MOSFET Stepper Motor Drive System
83. 步进电动机可变细分驱动器的研究 ..... 王德明 王志良 解仑 王俊然 (399)  
Varied Microstepping Driver For Stepping Motor
84. 一种通用的 STD 总线工业机器人伺服控制器的研制 ..... 秦怀明 (402)  
An Implement of the Generally Applied Industrial Robot Joint Servo Controller With STD-BUS
85. 一种变结构伺服控制器的设计与研究 ..... 宋宜斌 (406)  
A Design of a Variabe Structure Servo Controller
86. 全数字化交流伺服系统的研究  
..... 郭建波 楚方杰 周绍英 (410)  
The Study of Full Digital AC Servo System
87. 连续滑模控制在交流伺服系统中的应用及仿真研究 ..... 刘志刚 徐平 林魁明 (414)  
Simulation Study of AC Servo System with Continuous Sliding Mode Controller

**I 传感器与检测技术****Sensors and Detection Technique**

88. 智能计数器及其抗干扰 ..... 李秀华 鲍鸿 张占松 (422)  
An Intelligent Counter and the Anti-interference Measure
89. 模拟数字式卷径测量与记忆装置的设计研制 ..... 张良义 (426)  
Design & Manufacture of the Measuring and Memory Device for Analogue & Digital  
Coil Diameter
90. 一种高性能数字晶闸管触发器——单片机自锁相数字触发器 ..... 李平 孙键 (432)  
A High Performance Digital Trigger for Thyristor
91. 16 位数字 PWM 控制器设计及应用 ..... 滕克难 范洪达 赵建军 (437)  
The Design and Application of 16 Bit Digital PWM Controller
92. PLTC-1 型高压架空线路故障点测距仪的研制 ..... 卓放 杨旭 李胜勇 刘政波 赵军红 (441)  
Study on the Range Finder of Power Line Breakdown Point PLTC-1
93. 用于 SPWM 逆变器波形分析的 DSP 数据采集系统的研究  
..... 薛向党 李国民 杨军 吴晓梅 许镇琳 (445)  
Research on DSP Sampled-data System in Order to Analyse the Wave of SPWM-inverter

**J 配电设备与制造技术****Distribution Equipment and Manufacture**

94. 直流高压试验器的智能化 ..... 卢敏生 王平 (452)  
The Intelligent D. C. Hightension Instrument
95. 采用熔断器加接触器 (F-C) 回路的 6kV、10kV 异步电动机起动装置中熔断器  
的选择 ..... 郑倩妃 刘绍强 吴少军 林广悦 (457)  
How to Choose Fuses in the 6kV, 10kV Asynchronous Motor Starting Equipment with

- Fuse and Contactor (F-c) Circuit
96. Auto CAD 在电气制图中的应用 ..... 邢小鸾 顾永倩 (461)  
Application of Auto CAD in Electric Drawings
97. 新型永磁节能接触器的研究 ..... 毛兴鹏 梁景凯 (465)  
Study of a New-type Permanent Magnetism and Energy-saving Contactor
98. 串联混合型单相电力有源滤波器的 DSP 数字式控制系统 ..... 刘进军 刘波 王兆安 (470)  
Digital Control System Based on DSP Processor For Hybrid Type Series Active Power Filter Used in Single-Phase Circuit
99. 用于电压调整的电力有源滤波器的研究 ..... 颜晓庆 王兆安 (477)  
The Study of APF Used in Voltage Regulation
100. 动态静止无功补偿装置的计算机控制 ..... 查晓明 陈一尧 周巍 (484)  
Computer-based Controlling for Dynamic Reactive Power Compensator
101. 实用的新型混合接触器在电动机频繁起动中的应用 ..... 安顺合 安勇 (488)  
Application of the New Practical Mixed Contactor in Motor Frequently start
102. 0.4kV 无功补偿系统的电流响应 ..... 任重 (492)  
0.4kV Electric Current Respond of Reactive Power Compensate System
103. 新型相平衡节电装置 ..... 杨贵庭 高惠钧 杨飞 (500)  
A New Electric Power Saver By Epoch Balance
104. GCD14 低压抽出式开关柜结构特点——浅谈对国外产品先进技术的借鉴与运用 ..... 杨亚平 (504)  
Structure Characteristic of GCD14 Low Voltage Drawout-mounted Switchgear Assembly

## K 工业应用

### Application of Eleetrial Control System in industry

105. 交流变频调速技术在煤矿“铁牛”上的应用 ..... 赵焯雄 孟庆年 (509)  
Application of VVVF in Coal-mine “Tieniu”
106. 变频器在油田污水站的应用 ..... 蒋保臣 郑亚民 (511)  
The Usage of Inverter for the Station of Dirty Water in the Oilfield
107.  $\phi 650$  冷床辊道变频调速技术应用 ..... 伍林 胡贵宝 徐晓军 (513)  
Application of VVVF in  $\phi 650$  Cold Bed Roller
108. 腈纶纺丝 VVVF 联控流水线的设计 ..... 陈益科 (515)  
The Design of the VVVF Cooperating Control Line Producing the Acrylic Fibre
109. 8800t/年腈纶转向纺丝生产线电气控制系统的研究 ..... 王庆超 严利明 王凯 赵长江 (521)  
Study on the Electric Control System Used for a Production Line Spining Polyacrylonitrile Fiber 8800 Tons
110. 化纤工业纺丝机用变频高速调速器 (VVVF) 不间断供电技术探讨 ..... 张仁飞 刘亮喜 (524)  
The Non-stop Power Soopply Technique for Inverters (VVVF) of Chemical Fiber Spinning Machine
111. VVVF 与 PLC 在燃煤电厂给粉电机上研究及应用 ..... 袁凤林 倪振波 (529)  
Application and Study of VVVF and PLC in Pulverized Coat Motor with Burning Coat of Heat and Power Plants
112. 变频调速是节能增产降耗优质的重要技术 ..... 王占奎 (534)  
AC Variable Frequency Speed Control —— an Important Technique to Save Energy Increase Product Quality and Quantity and Decrease Consume

# 电力传动系统的智能控制(提要)

陈伯时 (上海大学)

## 一、智能控制的兴起

自动控制理论发展的三个阶段：经典控制理论、现代控制理论、智能控制方法。

智能控制的产生：

1. 对于许多难以获得数学模型或模型很复杂的过程，应用经典和现代控制理论往往不能取得令人满意的控制效果，或者完全无能为力，可是熟练的操作人员却可以驾轻就熟。
2. 计算机在逻辑推理、判断、识别、决策、学习等方面的功能可以承担按照熟练操作人员和专家的经验与方法进行控制的工作。
3. 人工智能、专家系统、神经网络、模糊控制等领域的研究取得了可喜的进展，使智能控制有了一些基本的理论。

智能控制器的特点：

1. 按效果进行控制，不依赖于或不完全依赖于控制对象的数学模型。
2. 可以是非线性的，可以是变结构的。
3. 具有在线辨识、决策或总体自寻优的特点。
4. 在复杂的系统中，具有分层信息处理和决策的能力。

## 二、电力传动系统是否需要智能控制

近年来，电力传动系统的智能控制成为研究的热点，但也有一些专家认为，电力传动系统不适于采用智能控制。

交、直流电力传动系统经过内环改造后(电流环、矢量变换)可以建立统一的数学模型，而且并不复杂，采用PID控制已经能够得到基本满意的效果。

但是，控制对象的参数变化与非线性和PID控制器的常参数与线性特性之间产生矛盾，使控制系统的鲁棒性不能尽如人意。

智能控制可以在提高系统的鲁棒性上发挥作用。

研究电力传动系统的智能控制器应注意取长补短、扬长避短。

## 三、模糊控制的电力传动系统

一维模糊控制器按照系统被调量误差的大小选取相应大小的控制量,也就是说,一维模糊控制器相当于变系数的P调节器。

二维模糊控制器根据误差及其一阶导数的大小选取不同的控制量,也就是说,二维模糊控制器相当于变系数的PD调节器。

由于模糊控制器缺少积分控制作用,所以一般模糊控制系统是有静差的。带积分效应的模糊控制器相当于变系数的PID调节器,可以实现无静差控制。

具体的模糊控制电力传动系统参看本届会议中严瑞清等的论文。

#### 四、神经元控制的电力传动系统

单神经元是一个有自学习能力的多输入单输出变系数控制器,如果采用误差、误差导数、误差积分作为三个输入量,用神经网络的自学习方法自动调整各输入量的权重系数,那么单个神经元就是一个自适应的变系数PID调节器,可以实现高性能和高鲁棒性电力传动系统。

多级神经网络虽然有很强的自学习、自适应能力和并行机制,但实时运算时间较长,因此不宜用作电力传动系统的控制器。

具体的单神经元控制电力传动系统参看本届会议中王晓东等的论文。

#### 五、智能控制电力传动系统的稳定性和鲁棒性

目前,智能控制电力传动系统的研究已有不少成果,但理论研究还很不够,为了支持智能控制电力传动系统的设计和整定,从而保证其静、动态性能,有必要建立比较完整的理论,特别是系统的稳定性和鲁棒性理论。

带模糊控制器和单神经元控制器的系统都可视作具有一个非线性环节的变系数控制系统,可以应用李亚普诺夫法和波波夫法研究其稳定性和稳定鲁棒性。

参看本届会议中冯晓刚等的论文。

#### 参 考 文 献

- 1 王顺昆、舒迪前编著,智能控制系统及其应用。电气自动化新技术丛书,机械工业出版社,1995
- 2 诸静等著,模糊控制原理与应用。电气自动化新技术丛书,机械工业出版社,1995
- 3 严瑞清等,模糊控制技术在电力传动控制系统中的应用研究。第八届全国电气自动化与电控系统学术会议论文集,机械工业出版社,1996年11月
- 4 王晓东等,单神经元自适应PID控制器直流PWM调速系统。(论文集同上)
- 5 冯晓刚等,电力传动模糊控制系统的稳定性研究。(论文集同上)
- 6 冯晓刚等,电力传动系统PID与模糊控制的鲁棒性研究。(论文集同上)

## 异步电机无速度传感器矢量控制系统综述

竺伟 陈伯时 (上海大学 200072)

摘要: 异步电机无速度传感器矢量控制系统由于固有的许多优点, 已越来越受到国内外研究者的关注。近年来, 提出了许多异步电机无速度传感器矢量控制方案, 也形成了不少无速度传感器矢量控制通用变频器产品。本文根据该领域国内外研究现状, 结合作者的研究成果, 对异步电机无速度传感器矢量控制系统的几种典型方案进行综述, 分析了各方案的优缺点。

### 一、前言

自从70年代初矢量控制技术提出以来, 交流传动系统的性能不断改善, 已达到甚至超过直流传动的性能。在高性能的交流传动系统中, 为了达到较高的动、静态性能, 速度传感器是必不可少的。但由于成本、环境、可靠性等限制, 许多场合不宜安装速度传感器。鉴于此, 国内外许多学者开展了异步电机无速度传感器矢量控制系统的研究, 文献[1~6]许多异步电机无速度传感器矢量控制方案。由于方案繁多, 不可能一一介绍, 本文主要对已经运用于实际产品和目前研究较多, 有较大实用价值的几种方案进行介绍, 分析各自的优缺点。

### 二、基于定子磁链定向的无速度传感器矢量控制系统

本方案为日本某变频器生产厂家采用的方案, 据样本介绍, 可达到的性能指标为: 1Hz频率时可提供150%转矩, 调速范围为1:30(恒转矩区), 转速稳态精度为给定转速的 $\pm 1\%$ 。

当采取定子磁链定向, 且定子磁链保持常数时,  $\Psi_{1q} = 0, p\Psi_{1d} = 0$ , 异步电机定子电压方程变为

$$V_{1d} = R_1 i_{1d} \quad (1)$$

$$V_{1q} = R_1 i_{1q} + \omega \Psi_{1d} \quad (2)$$

$$\text{再由} \quad f = f^* + f_s \quad (3)$$

$$f_s = K_{\omega s} I_1 \quad (4)$$

可得基于定子磁链定向的无速度传感器矢量控制系统如图1所示。

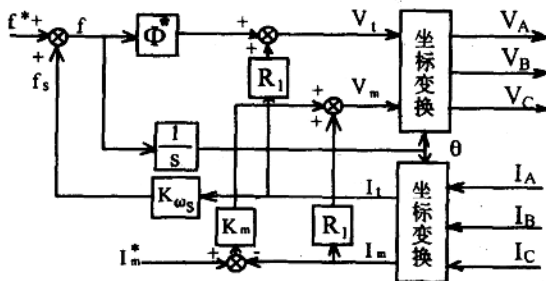


图1 基于定子磁链定向的无速度传感器矢量控制系统

本系统的优点在于结构简单,易于实现,对电机参数(尤其是转子电阻)的变化有较强的鲁棒性。缺点在于:(1)定子磁链定向矢量控制系统本身不能实现励磁和转矩的完全解耦,所以系统不可能有很高的动态性能;(2)没有转速辨识环节,而是采用转差频率补偿的方法,系统的稳态转速精度受到限制;(3) $f_s = K_{\text{ax}} I_t$  环节严格而言是一非线性环节,在较强的假设前提下,才可近似为一线性环节,这一点也将影响系统的性能。

### 三、基于电压模型观测器的无速度传感器矢量控制系统 [1]

根据电压模型观测器

$$\underline{\psi}_1 = \frac{1}{p}(V_1 - R_1 i_1) \quad (5)$$

再有

$$|\underline{\psi}_1| = \sqrt{\psi_{1\alpha}^2 + \psi_{1\beta}^2} \quad (6)$$

$$\theta = \arctg \frac{\psi_{1\beta}}{\psi_{1\alpha}} \quad (7)$$

同步旋转速度

$$\omega_{11} = p\theta = \frac{(V_{1\beta} - R_1 i_{1\beta})\psi_{1\alpha} - (V_{1\alpha} - R_1 i_{1\alpha})\psi_{1\beta}}{|\underline{\psi}_1|^2} \quad (8)$$

再根据

$$\omega_s = \frac{L_m I_{1q}}{T_2 \psi_2} \quad (9)$$

$$\omega_{re} = \omega_{11} - \omega_s \quad (10)$$

即可完成转速估计。

本方案存在的问题有:(1)由于 $\omega_s$ 是在按转子磁链定向的条件下得到的,所以 $\omega_{11}$ 应该是转子磁链的旋转角速度,此处是用定子磁链的旋转角速度近似代替,其实在动态过程中二者是有一定差别的;(2)在电压模型法定子磁链观测器中含有一积分环节,存在积分初始误差,会导致定子磁链观测不准,所以可考虑用定子反电势矢量 $\underline{E}_1 = \underline{V}_1 - R_1 \underline{i}_1$ 的旋转角速度来代替定子磁链的旋转角速度,以消除积分初始误差问题。

### 四、基于动态转矩积分法的无速度传感器矢量控制系统 [3]

本方案为日本某厂家生产的无速度传感器矢量控制高性能通用变频器采用的方案,可达到的性能指标如下:1Hz频率时可提供150%转矩,调速范围为50:1(恒转矩区),5Hz以上频率,额定负载以内时,转速稳态精度为给定转速的 $\pm 1\%$ 。

当采取转子磁链定向,转子磁链保持恒定时, $\psi_{2q} = 0$   $p\psi_{2d} = 0$ ,异步电机的定转子电压方程变为

$$V_{1d} = (R_1 + L_\sigma p)i_{1d} - \omega L_\sigma i_{1q} \quad (11)$$

$$V_{1q} = (R_1 + L_\sigma p)i_{1q} + \omega L_1 i_{1d} \quad (12)$$

$$M i_{1d} = \psi_{2d} \quad (13)$$

$$\omega_s = R_2 i_{1q} / (L_2 i_{1d}) \quad (14)$$

由此可得系统控制框图如图2所示:



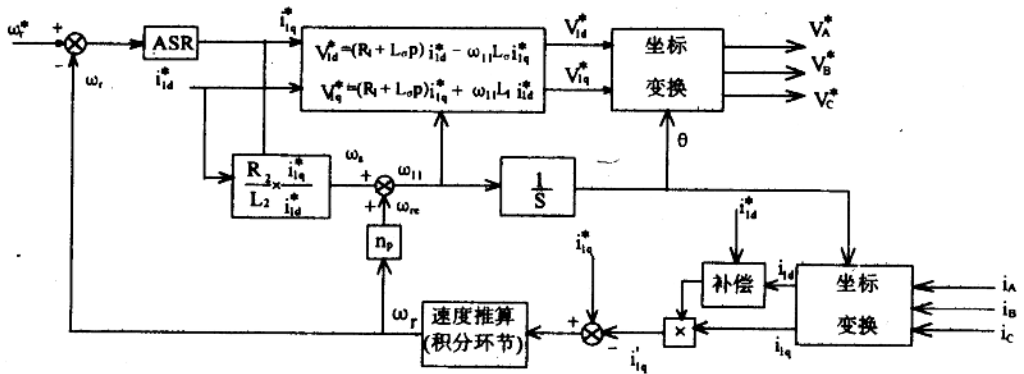


图 2 基于动态转矩积分法的无速度传感器矢量控制系统

速度推算环节为一积分器，利用  $i_{1q}^*$  与  $i_{1q}$  之差经积分得到，其实质是模拟电机电磁转矩与负载转矩之差经积分作用后的加速过程，故称之为动态转矩积分法。该方案理论依据严密，构成的系统有较强的动静态性能。主要问题是：速度推算积分环节的积分时间常数与系统转动惯量有关，所以当系统转动惯量变化时，会影响动态过程中转速推算精度和磁场定向的准确性，实际系统中采取了一定的补偿措施，大大减小了转动惯量变化引起的影响。

五、基于并联双模型观测器的无速度传感器矢量控制系统 [1、5、6]

异步电机的电压模型和电流模型转子磁链观测器可分别表示如下：

$$p \hat{\psi}_2 = \frac{L_2}{L_m} (V_1 - R_1 i_1) - \frac{L_2 L_s}{L_m} p i_1 \tag{15}$$

$$p \hat{\psi}_2 = \begin{bmatrix} -\frac{1}{T_2} & -\omega_r \\ \omega_r & -\frac{1}{T_2} \end{bmatrix} \hat{\psi}_2 + \frac{L_m}{T_2} i_1 \tag{16}$$

并联双模型转速、磁链观测器的基本结构是以电压模型为参考模型，电流模型为可调模型，二者成并联形式，采用模型模型参考自适应系统(MRAS)辨识方法，对电机的转速和磁链进行辨识，其组成结构如图 3 所示。

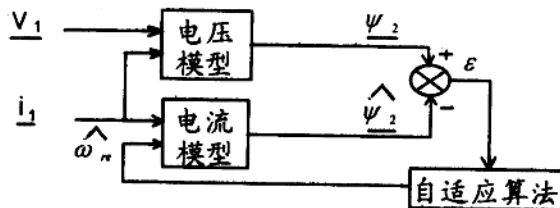


图 3 并联双模型转速磁链观测器