

谈我国变频技术的发展

Discussion about the Development of Variable Frequency Technology in China

(希望森兰科技股份有限公司) 杜俊明



杜俊明 (1947-)

男，大学本科学历，教授级高级工程师，中国资深变频器应用技术专家，西南自动化学会理事，现任希望森兰科技股份有限公司总工程师，主管变频器和自动化产品的研发、应用和技术支持。近几年在国家核心期刊和国内有关的专业杂志上发表变频器论文20余篇，在行业内有一定的影响力。

摘要：本文简略介绍了国内变频器的发展、国内变频器技术的现状和发展趋势，并从调速应用和节能方面说明其广阔的市场前景。

关键词：变频技术；发展趋势；市场前景

Abstract: This paper briefly introduces the development, current status and trend of the variable frequency technology. Its broad market prospect is also shown by explaining its applications in speed control and energy conservation.

Key Words: Variable frequency technology; development trend; market prospect

近年来，交流变频调速技术在我国有了突飞猛进的发展，变频调速在调速范围、调速精度、动态响应、低速转矩、通讯功能、智能控制、节约电能、提高功率因数、提高工作效率、使用方便等方面优异的性能，是其他的交流调速方式无法比拟的。变频器以体积小、重量轻、通用性强、适用范围广、保护功能完善、可靠性高、操作简便等优点，深受钢铁、冶金、矿山、石化、医药、食品、纺织、印染、机械、电力、建材、造纸等行业的欢迎，使用变频器后经济效益和社会效益非

常显著。

1 我国变频器技术的发展概况

随着生产技术的不断发展，直流拖动的薄弱环节逐步显露出来。由于换向器的存在，使直流电机的维护工作量加大，单机容量，最高转速，以及使用环境都受到限制。人们转向结构简单，运行可靠，便于维护，价格低廉的异步电动机，但异步电动机的调速性能难以满足生产要求。于是，从20世纪30年代开始，人们致力于交流调速技术的研究，然而进展缓慢。在相当长时期内，直流调速一直以优异的性能统治电气传动领域。上世纪60年代以后，特别是70年代以来，电力电子技术、控制技术和微电子技术的飞速发展，使得交流调速性能可以与直流调速相媲美。目前，交流调速已进入逐步替代直流调速的时代。这10多年来，我国的变频器产业从无到有不断壮大，发展不可谓不迅速。据统计，全国现有大大小小的变频器生产厂100多家，年销售额已达数十亿元，但这只占全国变频器市场容量的一小部分，70%~80%的国内市场被各种国外变频器所占领。回顾我国变频器的发展历程，结合我国国情开发出适销对路的产品，逐步扩大市场份额，是国人的期盼。

我国是一个发展中国家，许多产品的科研开发能力落后于发达国家。随着改革开放，经济高速发展，形成了一个巨大的市场，它既对国内企业，也对国外公司敞开，很多先进的产品从发达国家进口。上世纪80年代末，大连电机厂从日本东芝公司引进了一条变频器生产线，变频器的型号为G130，功率器件用的是大功率晶体管GTR，CPU是MCS-51芯片，调制方式SPWM，控制方式V/f。这可能是我国最早有规模地组装国外较先进的变频器，虽然这种变频器在当时不是最好的变频器，但比用可控硅作为功率器件的变频器要先进得多。在工业上应用中，若负载转矩变化过快，由于GTR工作频率低及V/f控制方式建模使用的稳态模型，变频器的动态性能较差，常出现功率器件GTR损坏，可靠性较差。另外，V/f控制变频器低频时转矩降低，重载起动困难。同时在我国销售的富士变频器是G5/P5，三垦变频器是SVF，在性能和可靠性上与G130变频器不相上下。

90年代初,台湾普传进入内地,带来的产品是PI89变频器,它是日本春日KV-8的翻版,电源还不是开关电源,功率器件用的是大功率晶体管GTR,CPU是8085芯片,调制方式是SPWM,控制策略是V/f。台湾普传在内地的营销策略和其他的厂商不同,它是采用组建合资公司的形式。在不长的时间内,在广阔的国土上,从南到北,从东到西,组建了庆普、汉普、西普、上普、南普、纺普、普达、普天等合资公司,研发中心设在深圳,后来又在大连建了一个合资厂,这是当时国内最大和最完善的变频器营销网络。各合资公司组装变频器采用的机箱、主控制板、驱动板等都是在台湾做好后运来的。由于充分地整合国内的资源,那几年销售的业绩非常好,PI89变频器成了当时国内变频器市场上的主要产品。由于产品性能和质量方面的原因,以及后来性能和质量更好的变频器进入我国,PI89变频器的市场在不长的时间内很快萎缩,直至被淘汰出局。同时进入内地的还有台湾的阳冈公司,与贵州无线电专用设备厂合资成东冈公司,产品也是类似PI89的变频器,性能和质量都不尽人意,也很快在市场上消失了。

我国的电气传动产业始建于1954年,当时第一批该专业范围内的学生从各大专院校毕业,同时在机械工业部建立了我国第一个电气传动成套公司,这就是后来的天津电气传动设计研究所的前身。由于众所周知的原因,在上世纪80年代末和90年代初,接触过变频器和熟悉变频技术的技术人员非常少。在普传的合资公司中,很多的技术人员都是第一次见到变频器,然后在组装变频器的过程中学习变频技术,并逐步掌握开发和应用的技术,给今后类似的工作打下一定基础。1993年普传和清华大学电机系合作开发电压空间矢量控制变频器,在深圳有几名清华大学的研究生在做开发,其产品就是现在仍在销售的PI97及其改进型。后来的安邦信,变频器都不难看出有PI97的痕迹。有一段时间,台湾普传和台湾利佳合资,利佳4001变频器就是明电86S的翻版,利佳5001变频器仿造三菱MF。利佳4001变频器也是V/f,SPWM,GTR,CPU用16位单片机,电源已经是开关电源了,整机性能比PI89、G130要好,但仍不理想。从普传进入内地到现在已经过去10多年了,这10多年中,有过很多变频器厂商,前后算来接近200家。近几年,变频器的厂商发生了相当大的变化,进来得快,出去得也快,到现在仍有100来家。另外,在国内还有不少国外和台湾厂商的独资公司、合资公司,如北京ABB、天津SIEMENS、富士、台安、台达等在国内都有独资公司或合资公司。在组装变频器的过程中,我方技术人员有机会接触变频器先进技术和管理方法,这些人员成了国内变频技术一支重要力量。市场竞争成就了国内几家大公司的崛起,如华为、森兰、惠丰等。作为国内最大的变频器制造商,森兰从做V/f控制的变频器开始,逐步完善和提高变频技术,通过多年的技术实践,积累和对国外先进技术的消化吸收,已经能够开发出具有先进水平转子磁链定向、磁通观测采用自校正算法的矢量控制变频器,实现磁场和力矩的完全解耦,做到1Hz时200%额定转矩,即使在零频也有100%转矩,如森兰SB70系列变频器。由此可见,尽管国内与国外变频技术

上相比还有差距,但已经大大地缩小了。

2 国内变频技术的现状和发展前景

应节能环保的市场需求,近几年国内变频企业如雨后春笋般兴起,国内变频器生产厂商150家,已形成了一个完整的产业链,促进和带动了相关产业的发展,如节能、自动化等。但是在产品质量上叫得响当当的企业却寥寥无几。据业内人士讲,目前与国外变频企业相比,走在技术顶端的包括森兰在内的几个国内企业是有竞争优势的,国内企业的产品设计完全适合国内用户的指标需求,在性能上相当的变频器产品,在价格上,国外产品要高于国内产品的20%~25%,而且国外企业在售后服务方面更是费用昂贵,大多国内企业的劣势在于资金不足,所以不能大幅度的发拓市场,相信在政府的支持下,随着用户节能环保意识的进一步提高,经过两三年自身的发展壮大,国内企业一定会赶上并超过国外企业,占领更大份额的国内市场,2008年底有望达到30%以上。

国内众多的变频器生产厂大部分的产品都是V/f控制和电压空间矢量控制变频器,使用在调速精度和动态性能要求不高负载上应该没有什么问题。工业应用中绝大部分都是这种负载,变频器在这种场合应用最重要的要求是可靠性,国产变频器占国内市场份额不高的主要原因是产品品质不是很好。V/f控制和电压空间矢量控制变频器比矢量控制变频器从技术上来讲要简单得多,由于国内厂家大部分都是手工作坊式的生产,检测手段有限,品质的一致性和稳定性难以保证。同样是V/f控制的变频器,国外的产品比国内的产品品质要好,这可能是生产工艺方面的差距。差距最大的是半导体功率器件的制造业,前些年国内曾经有过生产厂家,生产的GTR不是很好,没有哪家用来装配变频器,这种厂家自然很快就消失了。近几年来,变频器使用的功率器件绝大多数使用IGBT和IPM,虽然已有引进国外技术生产,实际上用国外芯片封装的IGBT,今后可能独立制造IGBT功率器件,但愿他们能成功。另外,国内变频器厂家变化太快,过不了多久就又冒出不知道从那家分出来的公司。这是好事,也是坏事,不好的方面是使变频器技术的发展受到一定的损害。

变频器技术经过多年的发展和完善,矢量控制技术和直接转矩控制已成为变频器中两种最成熟的控制技术。目前,国内已经能够生产矢量控制低压变频器有森兰、英威腾、康沃、富凌、安邦信、乐邦等厂家,生产的矢量控制变频器的主要性能指标如起动转矩、调速比、静态调速精度、动态响应等技术指标已与国外同类产品相当。

近年来,国内变频器技术的发展主要在小型化、网络化、易用化和完善功能方面:

易用化:如森兰SB70矢量控制变频器,采用模块化设计,用户根据用途选用相应的模块,满足生产工艺的各种需求。

(下转第72页)