

开放式控制器能否成为中国 装备控制器技术的新机遇

北京凯奇数控设备成套有限公司 (100088) 陈 虎

1. 开放式控制器技术演义

众所周知, 控制器开放化最早提出在 20 世纪 80 年代末美国的 NGC, AB 公司是 NGC 计划的主导参与单位, 可以说 NGC 中包含了许多 AB 的控制器体系结构和思想, 而这些思想很多以 AB8600 为原型, 很巧的是我们凯奇数控的 NC 系列控制器在软件体系结构上也保有 AB8600 的血统。

90 年代诞生的 OSACA 计划应当是今天被认为最完备的开放式控制器研究计划。该计划主要倡导者是一批欧洲的科研单位和非主流控制器制造商, OSACA 的负责人彼得·卢兹毫不讳言 OSACA 是一个为了抗争处于垄断地位的 FANUC 的“弱者”的联盟, OSACA 致力于在这个联盟中降低开发新型控制器的成本和技术门槛。可实际上, 直到 OSACA 计划结束, 也并没有诞生真正意义的开放式控制器产品甚至原型产品。

日本也在 20 世纪 90 年代初就敏锐地捕捉到开放式控制器的技术动向, 政府和民间都展开了研究。具有代表性的 OSEC 计划将重点集中在不同厂商的控制器的互通互联和协调工作。也许由于异构控制器的生产系统的构建并不为一般的生产系统所采纳, 有关的研究并没有形成工业领域可以采纳的互联标准。

在各种开放式控制器研究计划推进的同时, 许多居于市场主体地位的厂商开始在自己产品中加入一些具有开放特色的功能。例如西门子可以提供 OEM 由客户自己开发人机界面。这些功能受到了不少厂商的欢迎, 例如在工具磨床等传动结构和联动关系复杂的设备上。

值得注意的是美国的 Delta Tau 公司研制并销售的 PMAC 运动控制器。PMAC 控制器以现实的“开放性”控制器的形态出现, 并且赢得一批特殊用户的青睐。总结 PMAC 所谓开放的特点可以概括为以下几点:

- (1) 参数开放 (实质: 板载内存开放)。
- (2) 提供丰富的可编程语言 (类 BASIC)。

(3) 强化随动关系的可编程。

(4) 提供支持运动控制卡的开发库。

概括起来看, PMAC 实质上生来就是为用户二次开发设计的。虽然 PMAC 提供的二次开发的工具界面并不友善, 易用性并不强, 但设计思想确实给我们以启示: 开放的最终目标是面向用户的。

纵观开放式控制器十余年的演艺, 我们似乎可以简单概括为这样的规律:

NGC——先驱 NGC 作为开放式控制器探索者, 提出了开放的理想, 开启了一个新的控制技术时代。先驱的作用仅限于“开启民智”。

OSACA——先烈 OSACA 是一个持续在开放式控制器领域进行实际探索的研究计划, 它触及了开放式控制器构造过程中的许多本质问题, 但并没有很好地解决它。由于 OSACA 试图从控制器体系结构上着手解决开放式的本质问题, 很多超前的技术思想抬高了应用的门槛。

PMAC——先进 PMAC 作为一个企业的产品战略的产物, 它并没有寻求体系结构的开放, 而是将开放的理念直指用户, 向用户提供许多二次开发的可能性, 适应市场需求, 从而最终获得成功。

上述比较可能对我们探索中国的开放式控制器有所启示。

2. 鼓励开放式控制器的研究是正确的战略决策

我国的开放式控制器的研究已经进行了四五年, 有些单位研究的时间更长, 有关课题已经列入了科技攻关, 有关开放式控制器的国家标准正在制定过程中。开放式控制器研究的必要性是不容置疑的, 开放式控制器的研究显然可以推动我们数控技术的研究。

从我国现在控制器产业的实际情况上看, 过去我们曾经认为我们的技术水准可以与国外厂商竞争。有人说“别人有的功能我们都有了”, 而可靠性是我们的主要问题。实际上国内的控制器厂商通过这几年的努力, 在工业电子产品的质量控制方面

都已经取得了长足的进步,硬件可靠性的问题逐渐不再是我们的软肋。实际上,我们在经济型控制器方面已经占领了中国市场的大部分份额——广州数控和凯恩帝年产总和已经超过了一万五千台。年生产销售能力超过五百台套的控制器厂商也颇有几家。但在中高端控制器市场上我们好像裹足不前,销量可能是 FANUC 和 SIMENS 的十分之一。问题何在?我们认为问题实质在于我们是否真正掌握了控制器的核心技术,并拥有核心技术的可持续研发能力。过去,我们许多研究机构(有些衍化为今天的控制器生产企业)都是从逆向设计起步,从剖析国外控制器开始,逐步形成自己的控制器产品。如果在形成产品后,忽视核心技术的消化和吸收,再加上技术管理的问题以及企业自身体制的调整,造成研发团队的不稳定,从而造成企业后续研发能力的不足。从表象上看,我们在产品竞争上竞争无力,似乎是销售、策划、广告和售后服务等一招一式上的不到位,但实质是内力不足导致我们无法快速响应市场需求,无法有效地在技术解决方案上与对手正面竞争,导致最后只有采用价格战这种既损失利润,又损失用户信任的“玉石俱焚”的手段。所以,我们的结论是我国控制器产业当前的主要问题不是产业化问题,也不是产品可靠性问题,而是我们是否拥有核心技术和可持续研发能力的问题。而开放式控制器的研究恰好是企业提升核心技术水平,进行技术追赶的一个重要机遇。

企业是具有高开放式控制器的原始动力的。随着 PC 技术广泛应用于控制器领域,控制器硬件平台同质化已是显而易见的趋势。企业可以在 OEM 的硬件平台,基于开放式控制器的标准构建企业自身的软件生产线,从而构建自己系列化的产品系列。另一方面,企业可以争取更多的合作者,在合作集团中更好地发挥企业各自的特长。对于开放式控制器的研究大多数企业是积极支持的。

国家支持开放式控制器的研究就是从宏观上支持数控产业。首先,开放式控制器的研究计划是利用技术方法产生的凝聚力将全社会的有关研究力量(包括企业和研究机构)集合在一起,形成合力,以某些共同的技术难点为目标,重点突破,加速追赶与国际先进水平之间的技术差距。而且,这种行业组织行为的优秀范例,可以推广、辐射到其他共性问题和其他技术领域。可以说这个组织过程本身就可

能成为一种制度创新,意义深远。另一方面,大力推动开放式控制器有关标准化进程可以在一定程度上起到保护我国数控产业的目的。这种保护虽然可能只是暂时的,但给我国的数控产业一定的追赶时间。如果我们能够保有有关标准的自主知识产权,我们就能够通过标准战略上的主动增加市场竞争中的主动因素。

3. 开放式控制器体系结构的研究任重而道远

体系结构的开放化是控制器开放的关键,这已经成为一个广泛的共识。凯奇数控也在北京市科委支持下,在这方面进行了相当深入的研究。在研究中,我们有点体会愿意与业界同仁分享。

首先,开放式控制器体系结构是控制器的核心技术,直接关系到技术方案的适应性、可持续发展性。体系结构直接勾画了系统的成长空间,体系结构的开放也就是为系统的成长空间预留了无限的可能性。构建这样一个可持续发展的框架一定要基于对应用对象的分析和对整个相关领域解决方案的充分分析比较的基础上。所以,可以说从事体系结构的研究过程中,制造领域知识是基础。很难想象,一个从未深入了解过制造过程的组织,一个从未实际开发过数控产品的团队能够提出合理的体系结构。而且,体系结构中的具体内容往往是控制器企业可以最大发挥技术特色的空间,过早的固化体系结构也不利于技术的进步。

第二,控制器体系结构很难通过逆向设计直接借鉴来。在很多时候,我们鼓励“拿来主义”。我们希望能够更多地直接借鉴别人的设计思想,加速我们的成长。可实际上,最难获得的就是设计思想。虽然在国产控制器产业的发展过程中,我们有过许多成功逆向设计的例子,但逆向设计始终无法超越我们的竞争对手,永远无法摆脱被动的局面。其中的原因一语道破就是我们无法把握别人的设计思想。我们在研究开放式控制器的过程中曾经仔细研究过 NGC、OSACA、OSEC 等研究计划,但发现我们始终要花费很难预计的时间和精力在他们的符号系统和定义中摸索线索,很难把握对手的原始设计灵魂——建立软件模型的基本原则,导致这些研究计划最终都成为我们的部分参考。基于我们自己的技术实力和对对手产品形态的技术剖析,我们最终能够下决心独立自主地确立自主的体系结构。

第三,开放式控制器的体系结构要借助计算机

领域的软件开放技术。我们在开放式控制器的探索过程中,发现试图脱离计算机支持技术探讨开放式控制器体系结构的问题是不现实的。我们先后在 Dos、Linux、ElastOS、WinCE 上探索过数控系统体系结构的问题,最终将操作系统相关问题抽象为控制虚拟机,从而掩盖了操作系统相关性的问题。但有个问题不容回避:不同操作系统上的软件方法会不同。例如在 Win 操作系统上使用组建技术 (COM 和 DCOM),在 Unix 和 Linux 则采用 CORBA。这种问题势必会影响体系结构的标准化过程,这也是 OMAC 内部有微软用户组和 Linux 用户组的内在原因。OSACA 实施难度大也是因为试图绕开操作系统,独立处理有关调度、通信、软件复用等问题,但十几年科研实践证明 OSACA 这种策略是失败的,因为 OSACA 试图解决的问题纷纷随着计算机领域的进步迎刃而解,而且成为事实标准。因此,在研究开放式控制器体系结构的过程中,需要密切关注计算机软硬件领域的每一个进步,结合未来可能的控制器形态,综合考虑这个问题。以凯奇自身的研究为例,我们与擅长软件方法的以操作系统为主打产品的北京科泰世纪公司组成战略合作伙伴,与在控制器体系结构与硬件体系结构上具有雄厚技术实力的中科院沈阳计算所形成战略合作伙伴,与清华大学软件研究院密切合作,与北京工业大学计算机学院、机械工程学院密切合作,多学科共同努力,构建具有完全自主知识产权的开放式控制器体系结构。这种广泛合作的模式是可以推广的。

第四,开放式控制器体系结构应当经得起实践的验证——面向用户的开放。开放式控制器体系结构最终要能够使用户获益,才能够真正具有生命力,即只有在市场上确立了不可动摇的优势地位,开放式控制器体系结构才能够最终被确认。因此,我们认为开放式控制器的最终目标是向用户开放。向用户开放的含义包括:

(1) 向机床厂为代表的主机厂开放,使主机厂可以根据自己设备的特点对控制器进行二次开发,包括对控制器的联动控制规律的改变,可以比较方便地进行一些功能扩展。

(2) 向最终用户开放,使最终用户能够将自己的加工经验融入系统,对用户操作界面风格和操作步骤改变等。

4. 中国需要什么模式的控制器开放化

将数控开放化列入标准可以在一定程度上起到技术壁垒的作用,给国产控制厂商一个快速跟进的时间。但这种标准化过程中下述三个原则是应当被重视的:

(1) 用户可获益 要能够使控制器用户获益,任何行政干预都无法最终左右市场选择。

(2) 标准可操作 标准的可实施性、可检验性十分重要。标准必须能够便于当前控制器厂商遵守,而且前提是不能把我们自己的制造商先钉死在某些框架上,也就是保证我们自己的技术进步。标准的可操作性关系到标准的贯彻和实施,否则标准就将形同虚设,起不到规范的作用。

(3) 自主可控制 标准必须建立在完全自主知识产权的基础上。只有完全自主的控制标准才能够左右标准的发展,使标准具有持久的技术生命力,才可能辅助产业发展,掌握技术上的主动,而且也杜绝了可能的知识产权争议。

本着上述精神,我们建议应当结合我国控制器产业的具体情况,明确我们搞开放式控制器的模式:

(1) 通过开放化完备行业的产品配套能力。从产品配套的角度出发可以将控制器电气接口标准化。由于我们的控制器企业从规模上看都属于中小型企业,很少有企业形成很强大的产品配套能力,所以从产品配套的角度出发可以将控制器电气接口标准化。这种标准化有利于国产设备互配互联和产品替换,从整体上提升国产装备的配套能力。

(2) 通过开放化提高系统互联能力。确定开放式控制器互联以及控制器与上位机互联的技术标准。该标准的意义在于使上位机对众多控制器的访问归一化,从而降低了控制器向生产系统集成的成本,同时极大地推进了传统产业信息化,其效益的辐射面不仅局限于控制器企业、机床企业,甚至可以扩大到整个制造业。

(3) 继续鼓励和支持关于开放式控制器体系结构的深入研究。控制器体系结构的研究是一个重要的工作,同时也是一项长期的工作,是需要投入大量人力、财力和物力的,也是需要实践中检验的。可以鼓励企业率先推出事实标准,经过实践检验后逐步成为国家标准的基础。在这个课题的研究方面除了技术层面的问题外,组织制度的创新,发挥行

(下转第 47 页)

外撑锥体与连接轴之间为螺纹联接,用扳手向内拧紧锥体,外撑块便被撑开,从而执行夹紧动作。而固定圆盘通过销钉联接定位在连接轴的内端。左右对称的连接轴内端又通过滑动轴相连接,保证了夹具的刚度,同时,由于滑动轴可以调整长度,本夹具可适用于不同尺寸的筒体零件加工。

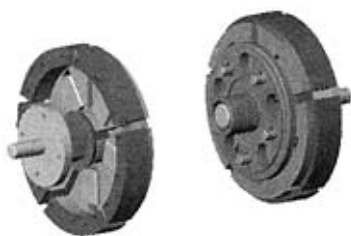


图2 筒体车加工夹具装配图

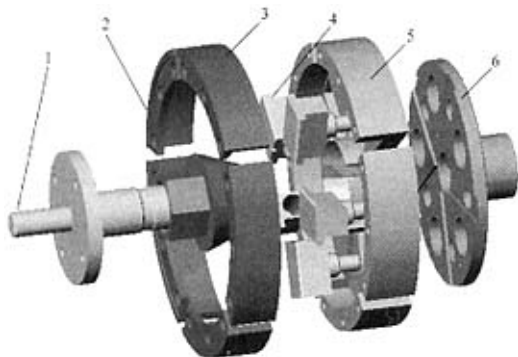


图3 筒体车加工夹具内部构件图

1. 连接轴 2. 外撑锥体 3. 外撑片 4. 滑道
5. 外撑块 6. 固定圆盘

(2) 外撑片与外撑块均为圆周分布的五个扇形块。外撑片与外撑块用螺钉联接,外撑片的滑动完全取决与外撑块的运动。单独设计的外撑片是考虑到夹具可能出现的磨损现象,把其作为一种可替换件使用。

(3) 外撑块滑道通过螺栓联接在固定圆盘上,同时与固定圆盘上的滑槽相配合。外撑块的相应位置也铣出了滑槽,即滑道穿过外撑块的滑槽并且通过与固定圆盘的连接,实现了对外撑块的轴向定位。

3. 筒体车加工夹具的功能及安装

筒体车加工夹具主要用作筒体零件在加工过程中的定位与夹紧。

零件的定位取决于其夹具的定位。筒体车加工夹具是通过连接轴实现整体定位的,夹具内部的各个构件也是直接或间接地固定在连接轴上的。如图

4所示,外撑锥体通过螺纹联接在连接轴上,外撑块与锥体间为锥度配合,能够保证同轴,外撑片通过螺钉联接在外撑块上,同样可以保证同轴,因此与外撑片紧密接触的筒体零件定位的同轴度可以得到保证。且左右夹具体通过滑动轴的刚性连接,能够保证定位的精度。

外撑锥体与连接轴间为螺纹联接,外撑锥体与外撑块间为锥度配合。拧动锥体,使其沿连接轴轴向运动,将外撑块向外胀开,与此同时,外撑片向外胀开,直至与筒体内壁相接触,将其夹紧。此夹紧机构的原型为斜楔夹紧机构,利用外撑锥体锥面移动时产生的力夹紧工件。由于设计为圆周分布的五个扇形块,五个方向的外撑为同轴、等速进行的,即同时实现了对零件的定心,所以此夹紧机构称为斜楔式定心夹紧机构。

具体的安装步骤如下:

(1) 将筒体车加工夹具的一端通过三爪自定心卡盘安装在通用机床主轴端。

(2) 将筒体零件套入,适当调整滑动轴的长度,并用顶尖支撑夹具的另一端。

(3) 用扳手向内拧动外撑锥体,直至于筒体内壁的紧密接触。左右夹具体最好同步拧紧,如果难以保证同步,则应尽量左右交替进行,以防止因受力不均匀产生变形。

4. 结论

本薄壁筒体零件车加工夹具为左右对称结构,中间用滑动轴连接,由于滑动轴长度可以调节,所以本夹具可适用于不同尺寸的筒体零件加工。从而保证产品更新速度,降低了夹具设计制造费用。



(收稿日期:20040527)

(上接第31页)

业协会的行业主导作用本身也将具有重大意义。

上述目标的前两点从外特性上完整描述了开放式控制器的外部特点,可以使最终用户直接受益,具有可实施性,便于检验。我们能够完全控制这些标准的发展,可以充分发挥开放式标准技术壁垒的作用,同时可以有效增强国产控制器的整体竞争力。关于体系结构的研究可以通过基于制度创新的科研项目组织方法,合理组织、调动各企业的研究力量。



(收稿日期:20040428)