

文 | 潘潇雨

编辑 | 彭孝秋

在今天，当人们再提起机器人或是人工智能时，大多指向了同一个方向——智能制造。作为智能制造的底层支柱，工业自动化的重要程度不言而喻，而这个看上去并不性感，且曾经一度游离在资本市场之外的行业，也开始站在了风口之上。

工业自动化（又称工控自动化），是指将自动化技术运用在机械工业制造环节中，实现自动加工和连续生产的作业手段。根据MIR统计，2021年中国工业自动化产业总价值量达到2000亿元左右，我国工业自动化市场规模总体保持上升趋势，2019-2021年复合增速超过30%。

尽管看似遥远，但是随着工业自动化渗透加速，数控机床、油田钻井、塔式起重机这些沉重又庞大的机器，正在经历着一次又一次的重塑，通过更轻巧与高效的方式，将产品与能源送至我们生活的各个角落。

而在操控这些钢铁猛兽的环节中，电机驱动器（变频器或伺服驱动器）是不可或缺的一步。在一个完整的执行动作里，电机首先将电压信号转换成转矩与转速，再通过驱动器驱动控制。简单理解就是驱动器通过控制电机，将电能转化为机械能。

然而，正是这样一个重要如人体心血管系统的动力系统，长期以来却被国外公司占据了大半壁江山。

尽管近年来国产替代的浪潮兴起，已有像汇川、英威腾等公司开始抢占国内份额，但仍有超半数的市

场持续被国外ABB、西门子等老牌公司垄断。

根据东吴证券数据显示，2020年在变频器市场，ABB、西门子等占据60%以上销售额市占率，汇川以12.2%的市占率排在第三。

而对于海外品牌难以被替代的原因，分享投资创始合伙人白文涛告诉36氪，除了国产品牌作为后来者，还处于增量市场中；另一个关键原因在于，国产品牌的控制技术实则尚未追平海外，其中就包括在精密机床、塔式起重机、船舶等高端应用场景。由于国产技术在精度、响应速度、稳定性等多重方面仍存有欠缺，因此迟迟无法完全替代。

但近日，36氪却在深圳发

现了一家公司——弘远电气，

通过自研工控驱动的直接转矩控制（DTC技术）和磁通矢量技术，在高端驱动器应

用中能够替代ABB、西门子

、科尔摩根、伦茨等品牌。并且在公司成立不久后，就快速实现了盈利。

适配异步电机，掌握DTC技术

在深圳龙岗一个远离热闹中心区的地方，周围是散乱的厂房和堆叠的工程物料，弘远电气的创始团队就在这里默默研发了近10年。去年，弘远的年收入达0.5亿元，并在10月获得了深圳高新投和分享投资的数千万元A轮融资。

目前，弘远的技术已经应用于多项国家重大项目，包括向阳红号深海科考船主绞车的电驱控制、新疆克拉玛依油田3千米下的螺杆潜油泵驱动、轴研科技16万转/分钟的精密轴承加工以及湖北葛洲坝水泥厂的各种永磁（直驱）电机节能改造。此外，还拿下了韩国PNT（锂电设备）、徐州重工、江门佳铁、哈挺、联测科技、江阴宇航等行业标杆客户。

韩国PNT成柜

机床、船舶、起重机、测功机、锂电生产设备.....这些看似各不相同的应用领域，其实背后都有着对电机驱动性能的严苛要求，这也是弘远能够打下市场的关键技术。弘远的核心优势在于同时掌握了磁通矢量控制与DTC技术，而此前，全球唯一一家同时掌握两项技术的还是ABB。

目前，在工控驱动层面存在三种主流的控制技术：V/F标量控制、磁通矢量控制和直接转矩控制（DTC）。而在国内，大多控制仍主要依托于V/F标量控制和简单的矢量控制，对应的应用也是较为低端的市场。

其中，V/F标量控制的原理是直接控制电机转速，但在低速运行时，无法满足设备对力矩与精度的要求。因此更适用于工业和民用的风机、水泵等简单调速设备等。而磁通矢量控制的技术进步，是能够更加精准高效地驱动电机，且提高电机响应速度。

作为一种更优的控制技术，DTC技术可以理解为一种软件技术，通过建立一个应用在驱动器上的数学模型来控制电机。这里的难点就是在这套数学模型中，存在大量复杂的变量。

“这套技术建模，需要掌握计算机科学、电磁理论、信号处理、离散数学、机械传动、流体力学、电机等多种学科。”弘远电气创始人臧绍敢告诉36氪，除了需要具

备多学科交叉的能力，更需要其搭建的电机控制模型，能适配多种类型电机的数学模型。

而弘远的契机，也源于创始团队曾在2015年左右，有过一段对大量国产异同步电机配合驱动的经历。“那几年，我们前前后后配合测试了100多种异同步电机，所以也积累了大量电机的适配经验。”臧绍敢说。

尽管在历经多重坎坷后，弘远最终掌握了DTC技术，但如何落地，却是技术公司在商业化上普遍的掣肘。

在弘远的发展历程中，绕不开几个关键节点，正是这几个项目的攻破，验证了弘远技术的可行性，也为其打开市场，带来了一次次机遇。

2018年，弘远率先迎来了江门佳铁带来的机会。当时国内在3D精雕机床上，存在高转速、高精度的技术需求，需要在1.1秒停顿时间内快速换刀，而此时国内外的一众厂商都无法实现，这也给了弘远第一批产品落地的机会。据臧绍敢介绍，如今，弘远可以达到在电机转速为36000转的情况下，实现0.5秒间隔快速换刀。

江门佳铁让弘远获得了第一批产品落地的机会，下一步就是寻找新的市场。

2019年，弘远瞄准了薄膜纸张的印刷包装领域，这也是日本安川在国内的主力市场。薄膜印刷领域的特性，就在于对小张力控制需求格外精准，通常只需要3%左右的力矩控制。“特别是薄膜这类材料，它需要快速响应且稳定的力，不能有一点抖动，就要在低转速下快速精准地力矩控制。”臧绍敢表示，通常国内的驱动器只能做到6%及以上的力矩，而弘远可以做到1%。

能够满足如此快速的换刀需求以及小张力控制需求，本质仍离不开DTC技术的高精度性能。

DTC技术的原理是将电机与驱动器看作一个整体，直接控制电机的转矩，也因此面对小张力需求时，能更精准地控制力矩输出。同时，也能保持转矩的重复精度，使操作更加稳定，确保生产一致性。

PART2: 瞄准节能、轻工业市场

在成功打开了两大市场后，2020年弘远的营收也翻了一番，并且实现了盈利。

2020年下半年，弘远进入了葛洲坝水泥厂，对永磁电机进行节能改造。此后，弘远也陆续切入了国内部分新兴永磁同步电机厂节能改造的项目中。

事实上，随着工业领域中电机产品的应用日益广泛，在给生产与生活带来极大便利的同时，作为电能消耗的主要设备，电机所造成的能耗问题也同样不可忽视。因此，对电机的节能改造也迫在眉睫。

对比如今普遍使用的矢量控制，由于磁通矢量控制是通过磁通变化来间接控制转矩。

所以DTC技术直接控制电机转矩，也就能在电机相同负载情况下，将电能更高比例转换成机械能，且最大程度降低电能损耗。

测试台

随着应用领域不断拓展，臧绍敢很快发现，在我国已经应用多年塔式起重机，实则也因为电机驱动而存在大量问题。“一方面是塔吊回转的启停效率跟不上，存在重物摇摆以及抗风力差的问题；另一方面是吊钩的定位也并不精准。”

塔式起重机对于电机驱动的要求，关键在于实现低转速下大力矩，并且响应速度足够快速，才能避免启停效率低和重物摇摆等问题。

而DTC技术的优势就在于，能够在0HZ时仍保持输出转矩，实现开环零速满转矩。同时，也具备了足够快速的响应速度与加减速，例如从零到额定转矩，DTC技术只需要3毫秒。由此，弘远开始步入了起重领域，并在年初成功拿下了徐州重工的项目。

此外，弘远也陆续在国家重点项目上发力，例如在潜油深度1500-3000米及以上的深地潜油中，实现驱动应用；并在深海探测作业中，以AFE低谐波驱动器，配合完成了深海11000米钻探取样作业等。

目前，弘远的应用市场主要在机床、船舶、起重、测功仪、高精密压机、钢板分条纵剪设备等，还有永磁直驱、运动控制以及高速风机等场景上。臧绍敢将弘远的应用主要划分为三类，

“其一针对碳中和领域，配合永磁同步电机的节能改造；其二对精密加工有更高需求的轻

工业领域；其

三是有专精特新需求的如高

速风机、测功仪等领域。”

并且，其产品用户也已覆盖清华大学、浙江大学、西安交通大学等一批国内一流工

科高校。

团队方面，弘远的创始团队主要来自爱普生、施耐德、康佳等公司，在驱动器、算法、电机模型等方面有多年积累。其核心技术团队出自南京理工、华中科技、华南理工等院校的机械设计及自动化等专业。其中，创始人兼董事长臧绍敢曾任职正弦、库马克，曾创建康佳生活电器业务，在驱动器、电机领域有丰富经验。

智能制造的风口越吹越盛，国产替代的浪潮也正在奔涌而至。在臧绍敢看来，国产替代的意义一定不是低值廉价路线，在价格战的内卷中抢占市场，而是真正地啃一些硬骨头，实现在技术和产品层面对全球顶尖厂家的超越。在热闹嘈杂的市场环境中，寻找一个安静的地方下苦工，也像极了弘远的寓意——士不可以不弘毅，任重而道远。