

# 电气传动的技术现状和未来发展趋势

——访中国电机控制与电气传动专家张军伟

于林

华北电力大学, 中国·北京 100096

**【摘要】**在人类所利用的能源当中,电能是最清洁也是最方便的,电气传动把全国总用电量60%的电能转换成了机械能。所以电气传动在国家经济发展,社会发展都具有着深厚的意义。作者就电气传动的有关问题对中国电机控制与电气传动专家张军伟进行了专访。

**【关键词】**电气传动; 交流调速; 变频调速; 节能

## 1 电气传动技术的现状

于林:随着电力电子技术、计算机技术以及自动控制技术的迅速发展,电气传动技术正面临着一场历史革命,请您介绍一下当前电气传动技术的现状。

张军伟:目前,电气传动已经成为大部分机械实现传动的主要方式,所以电气传动为工业化生产奠定了基础。经历了几十年的研究,现在电机已经完成自动化的蜕变过程,但是因为现代科技信息技术、智能化技术不断发展,电气传动技术正面临着一场前所未有的大改革,一些先进技术,例如传感技术、微电子技术以及电力电子技术等研究融入到了该领域,这三者负责推动大电子体系进行升级换代,最终有利于电气传动技术跨入全国信息化、智能化时代。

过去讲调速,搞电机的人总是希望从电机内部结构性能的改变来实现,结果是不理想的。有了变频调速以后,这方面有了很大改进。所以我们已经不能单纯从电动机的内部来解决传动的问题,我个人以为要把电机、调速装置和用电器看成是一个整体,不是单纯追求单机的高效,提高到系统的高效。我们希望在很大的一个工作面上,通过调速都能达到电机和系统的高效,这是我们现代电气传动的又一个特点。

国民经济要实现可持续发展,就必须节能,电机用在风机、泵、压缩机等通用机械里,采用了变频调速,可以达到一个相当可观的节能效果,但实际上在电气传动中,用于风机、泵、压缩机的电动机大约只占到40%,这一部分的节能重要性不必再去怀疑。

要理解电气传动的全部,还应该包括工艺调速、牵引调速和精密调速。这些调速应用的目的是提高产品的工艺水平、产品质量、生产产量和效率,达到产品制造工艺要求,比如轧钢、印刷等都是围绕怎么样提高精度,达到工艺要求。这一部分也会有节能效果,但它不是主要的目的。以轧钢为例,采用交流传动替代直流传动,虽然节能绝对量也不小,但是跟轧钢产量的提高带来的总效益来比,节能经济效益大约占到7%~8%。交流传动的优点是转动惯量小,动作时间就缩短,在轧钢的时候,提高了工作效率,一小时产量大约可以提高20%,这对钢厂来说就很了不得了,这个经济效益比起节能来说大了很多。

在通用机械的领域里面,我们大家习惯强调的是变频调速技术节能优势,我首先肯定这是对的,但是在很多国民经济的领域中,它更多的应用不完全是为了节能,而是为了满足工艺上的要求以及生产技术改造上的要求。通用机械的节能调速对变频装置的调速精度、调速范围等性能的要求不高,倒是希望开发高可靠的经济型调速装置,正是工艺调速(如轧钢)、牵引调速(如电气火车和电动汽车厂)、精密调速(如机器人、柔性加工)才促使采用调速的电气传动系统不断改进,成为电气传动技术不断发展的基本推动力。

## 2 交流调速技术的发展现状以及存在的问题

于林:近年来,交流调速在国内外发展十分迅速,请介绍

交流调速技术的发展现状以及存在的问题。

张军伟:作为交流传动来讲,一般是交-直-交变频,先把50Hz的交流电源变成直流电,直流再逆变成不同频率的交流电,这是变频调速的基础,它的优点大家总结了很多,我们在此就不谈了。但是它的缺点我们也不能遮掩,一般说来,交流变频调速存在三个方面的问题,谐波问题首当其冲,它污染电网、损害电机,这个损害首先表现为电机绝缘的疲劳性以及烧蚀轴承;其次是存在着这样那样的可靠性问题,第三是价格偏高,特别是对通用机械的节能调速而言。我们现在研究交流变频调速,开始是“交-直-交”,这三个问题,特别是前两个问题是在一定程度上采用“交-直-交”互相联系的,这就是变频调速这么好的技术推广却非常缓慢的一个主要原因。我们不能够把它存在的问题藏起来或者遮掩掉,而应该去发动大家讨论,应该介绍解决这些问题的一些经验和教训,给国内的用户和国内的制造商介绍从电机到变频器的保护措施。一方面是把谐波问题解决掉,另一方面是把电机在采用变频调速后出现的问题解决掉。其中采用“交-交矩阵式”变频技术是将会逐步成熟起来的新调速方案。

采用变频调速以后,还带来一些设计观念上的变化,我们过去长期以来设计制造电动机的时候主要考虑起动转矩,把起动转矩大当作一个基本出发点。鉴于增加启动电阻就增大了启动转矩,异步电动机定子常采用双笼或深槽结构。在启动的时候,磁场对转子强切割,产生的集肤效应,把转子电流排到外绕组中,外绕组电阻就很大,这样启动电阻就大,以保证足够的启动转矩。这么一来,转子尺寸加大了,定子也会加大,等于是材料要多了,重量增加了。有了变频调速后,随频率从低到高的变化,电机的启动转矩自然会变得比较大。这样一来,在电机设计制造思想上,可以摆脱启动转矩的限制,按照新的或者说按变频调速的工况来重新考虑,既可以使电机效率提高,还可以使电动机小型化,这是我们走变频专用电机高效的一条重要思路。这和为提高电动机效率而必须使用更多铜、铁材料的设计思路是不一样的。

## 3 电气传动系统的网络化控制与管理的发展水平及应用现状

于林:网络化控制与管理已经成为电气传动技术的发展趋势。请谈一谈电气传动系统的网络化控制与管理的发展水平及应用现状。

张军伟:智能化实际上是一个系统工程,是新技术的一个整体,特别是微电子技术和电力电子技术。传感技术一起用到变频调速技术当中,所以我比较倾向于用一个大电子的概念来谈电气传动,要把计算机、网络的概念融进来。这就是说,我们所讲的用电子技术来改造传统产业,应该讲是一个大电子的概念,不能够光靠微电子技术,实际上光有微电子是改造不了的,微电子的能量太小,只能给指令,几十年的经验证明单靠微电子技术,对

(下转226页)

社团活动、实践创新和专业学习等三方面有效融合,充分发挥学生的主观能动性,体现出学生社团的特色,加强内部的特色建设和品牌建设。

#### 4.2 建立完善的组织结构

正所谓没有规矩不成方圆,社团活动的有序开展,依赖于内部完善的组织结构与管理机制。因此,学校要加强对于社团内部的管理,提高社团整体的凝聚力和战斗力,为各项活动的开展奠定良好的基础。行政指导教师要分析近期学生组织换届情况,就社团管理、活动组织、内外交流等问题和同学们进行详细探讨。同时要求新一届的学生组织负责人要树立大局意识和全局观念,增强责任感,发挥学生干部的引领作用,严格要求自己的同时,密切关心身边同学的思想动态,正确引导学生合理安排校园生活。高校要给予社团一定的自主发挥空间,使他们在自由民主平等的环境中生机盎然的发展,构建宽松透明的环境,让优秀的学生有自我发挥的舞台,培养出创新型复合型人才。

例如,学校要加强对生社团的审核工作,在首次注册社团时,首先要确定社团是否有存在价值,并结合实际情况给出一些规定和指导,完善内部的组织管理机构,学校团委也要派出老师进行负责行政管理工作,对于社团内部进行有序的引导。作为指导教师,要充分发挥自身的榜样作用,与学生共同协商完成各个社团的各项事务,重视社团文化的建设,引导学生推出各种各样的社团活动,整合内部的评估考核机制,促进社团内部良性竞争。

#### 4.3 完善内部的合作交流机制

在新时代的背景下,高校社团要摒弃传统的管理模式,加强不同社团之间的合作,相互学习、共同发展,实现有效的资源共享,创造更多的机会,促进整个学校内部的社团文化品牌建设。社团要摆脱自身空间上的局限性,综合利用线上空间。借助丰富的社会资源来提高社团的影响价值和学生的个人价值。将社团建设与社会主义核心价值观结合起来,社团文化既是一种精神同时也是一种氛围,只有正确积极的思想才能引导社团继续

前行,而社会主义核心价值观正是育人的主要能量,因此教师在发展过程中要充分利用先进的思想,明确先进文化发展的内在要求,加强对于学生思想道德的培养,从本质上高校社团的核心竞争能力,加强对社团内部学生干部的培养,营造稳定的社团文化,借助新旧干部的交替实现对于社团文化的传承。

例如,学生社团应该积极运行自身的微信公众号、抖音账号、微博账号,在上面发表一些自己的观点和近期社团活动,吸引广大学生的注意力,街舞社可以定期排练节目,以公演的方式在学校操场进行表演,将拍摄视频上传到网络空间中,扩大自身的影响力。文学社可以在线上进行好书推荐活动,在线下举办读书会,通过线上加线下的方式提高自身的影响力。学术型社团可以举办相应的创新计划赛、课外学术作品大赛等接触多种多样的比赛,整合线上线下多种参赛方式,吸引更多的参赛者。

### 5 总结

高校社团作为整体高校建设中重要一部分,能够丰富学生的情感体验,使学生养成坚定的意志品格和心理承受能力,促进学生全面发展。因此,高校应该注重对于学生社团的建设,完善内部的顶层设计,合理配置各项资源加强对于学生社团内部的管理,综合思政教师、专业教学、管理教师等多方力量,提高社团的向心力,促进学生全面发展。

#### 参考文献:

[1] 丁益梅. 基于“1+1+1”模式的高校学生社团育人路径探究[J]. 智库时代, 2020(6): 235-237.

[2] 马朝晖, 刘宏伟. 基于“三全育人”理念的高校班主任育人工作战略定位研究[J]. 中国多媒体与网络教学学报(上旬刊), 2019(5).

[3] 李静. 探析大学生社团文化建设的发展路径——以内蒙古财经大学生社团为例[J]. 知识经济, 2018(14): 18-19.

#### 作者简介:

胡景莲(1989-), 女, 汉族, 河北定州人, 西安电子科技大学硕士, 研究方向: 思想政治教育。

(上接224页)

国民经济的贡献的是有限的,它只能在小容量上以及传递信号方面发挥作用。在传递能量方面光靠微电子是不行的,必须和电力电子技术、传感技术相结合。这是当前高科技同传统制造业结合,形成新型先进制造业的特点。

#### 4 变频调速技术的未来的发展趋势

于林:变频调速是最有发展前途的一种交流调速方式。请分析变频调速技术的未来的发展趋势。

张军伟:今天我们强调节能,变频调速用于节能在眼前肯定是有很大市场,但是节能的传动技术应该往后继续发展。在有些情况下,如风机和泵并不需要非常精确的传动精度,在节能的大前提下要求进一步提高可靠性,降低制造成本。可是我们现在传动的发展方向,越搞功能越多、越搞精度越高,因此上我们不要把节能的优势看成是变频器发展的唯一方向。现在大家都说交流电机好,这是相对于传统直流电机而言的。我认为永磁电机有着潜在的优势,尽管今天永磁无刷电机还显得功率很小,技术上也不十分成熟,但是永磁无刷电机将会随着材料的进步,随着控制的进步,而越来越显示它的重大的优越性,在非节能调速领域中将会占据一块非常大的市场。

现在在家用电器领域中,采用永磁无刷电机的趋势已见。将来要搞电动汽车、要搞全电化舰船,最有发展的还是永磁无刷电机。我们既然要讨论发展方向,就不能局限在眼前的现实

当中。一般的电动机大约有8%~10%能量是用来激磁的,永磁无刷电机就节约了这部分能量,它拥有交流机的结构、直流机的性能。毕竟直流机的调速范围是交流机无法比拟的,只不过今天永磁电机由于受到材料的限制,功率还不能做太大。到了本世纪40~50年代永磁无刷电机将会发挥越来越大的作用。未来的汽车就是电动车,这是电气传动巨大的新应用市场。我们在现在和不久的将来,在传动产品方面,可能会看到一些新的东西,最后得到最佳解决方案。

#### 参考文献:

[1] 贾树理. 电气传动技术的发展现状与趋势研究[J]. 科学技术创新, 2020(10): 161-162.

[2] 朱亚雄. 电气自动化技术发展现状及未来应用趋势[J]. 中国新技术新产品, 2018(15): 14-15.

[3] 刘金龙. 电气传动技术的发展现状与趋势研究[J]. 科技传播, 2012, 000(006): 68.

[4] 陈军. 浅议电气传动技术的研究现状及发展趋势[J]. 中国科技纵横, 2013, 000(016): 140-140.

[5] 董刚力. 关于现代电气传动技术现状及发展趋势问题探究[J]. 时代报告(下半月), 2011, 000(008): 194.