

流体动力技术在风力发电机组中的应用

何乃健

三峡新能源(集团)股份有限公司建设管理公司西部建设管理部 甘肃 兰州 730070

摘要:近年来,我国风力技术进步很快,风力发电的产值也越来越高。其中,流体动力技术在风力发电中应用范围很广,但是仅限于最基础的使用,在未来还需要更加深入的研究流体动力技术在风力发电机组中的应用。

关键词:流体动力技术;风力发电机组;应用

引言:由于风力发电机组设备属于重型设备,动力传输的方法在设备运转过程中的使用,可能会影响设备的正常运转。并且在近些年来,风力发电技术的发展越来越快,所以需要寻求一个更好的为风力发电机组传动的技术,这就为流体动力技术和产业的发展提供了一个新的目标和方向。

一、风力发电行业现状

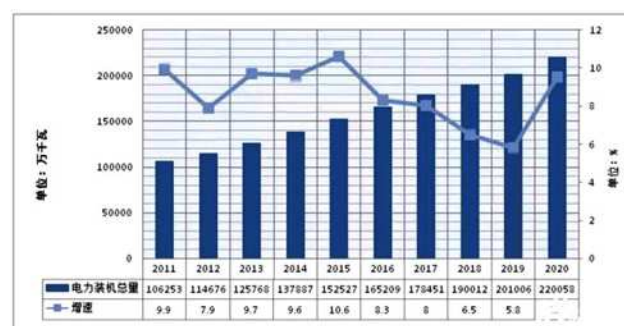
随着世界经济的发展,资源越来越匮乏,能源问题成为目前亟待解决的问题,而风能作为一种清洁的、可再生的能源,被很多国家认为是可代替煤炭、石油等不可再生资源的重要能源。近些年来,世界风能市场迅速发展,每年以30%的速度增长,在全球范围内各种可再生资源中,从经济可行性、技术成熟度和环保性来看,风能是最具有竞争性的,风能产业在全世界的市场前景都非常可观,各国都颁布了关于发展风能产业的各项政策来支持风能行业的发展。

我国风能资源丰富,风能发电量居世界首位,具有规模化、批量化发展的潜力,目前已是风能发电的主要市场之一。截止2021年6月,我国发电装机容量约为22.6亿千瓦,同比增长9.5%。其中,风电装机容量约为2.9亿千瓦,占比12.9%,同比增长34.7%。太阳能发电装机容量约为2.7亿千瓦,占比10.9%,同比增长23.7%。这些装机容量中,火电为12.67亿千瓦,占比57%,核电为5216千瓦,占比2.3%,可再生能源(风能和太阳能)合计占24.8%。

各项数据表明,目前风力发电已经成为我国能源结构的重要组成部分,被列入“十三五”发展计划之中。但现如今仍然存在一些不利因素,与世界风力发电顶尖技术还有一定差距,部分国内的风力发电机组设备主要依靠进口,依赖性较强。

目前的风力发电机组的有三种类型:第一种为双馈式,风轮叶片通过多级齿轮增速箱驱动双馈式异步发电

机;第二种为直驱式,叶片直接驱动多极同步发电机;第三种为半直驱式,由叶片通过单级增速装置驱动多极同步发电机,是直驱式和传统型风力发电机组的结合^[1]。



综上所述,可以看出无论是市场还是风能资源,我国风能行业发展前景十分广阔,但在技术方面还有很大的提升空间,对于外来设备过于依赖,缺乏自身的特有技术,没有风能行业取得关键性的突破。在这种情况下,有专家认为在未来十年内,我国风能行业的潜在问题必将爆发,所以需要加快研发进度和加强研发强度,尽快制造出具有自主知识产权的风力发电机组。下面,将简单介绍流体动力技术在风力发电机组上的应用。

二、流体动力技术概述

流体动力学属于流体力学的一个分支学科,主要研究作为连续流体介质在力的作用下的运动变化规律和与边界的相互作用。流体动力学由液体动力学和气体动力学两大部分组成,前者研究以液体为工作介质,以液体在压力的作用下产生的能量为基本的能量形式的运动变化,并且合理有效的进行能量传动和转换;后者主要研究气体在力的作用下的运动变化^[2]。

流体传动在现实使用的过程中,有良好的传动能力,能够实现设备的自动化和机械化,因此近几十年来机械工程领域快速发展,但进入二十一世纪以来,由于电气传动、机械传动技术的竞争,加之流体传动技术在使用过程中,自身出现了一些目前难以解决的问题,例如漏

油、噪音大等，导致这项技术在如今使用并不广泛。但同样的，流体传动具有自身的优点，这也是电气传动技术和机械传动技术无法比拟的。

流体传动又分为液压传动和气压传动，其中气压传动是以空气为工作介质，获取方便，极大的减少了使用成本，使用过后的工作介质直接排入大气中，处理方便且不会造成污染。而且空气本身几乎没有粘度，仅为液压传动工作介质粘度的万分之一，在工作过程中几乎不会损失，所以便于集中供气、远距离输送，发生液体外泄的情况也不会像液压传动一样对环境造成污染。气压传动与液压传动相比，气压传动运转速度更快、维护方便、工作介质清洁，容易获取，造价低廉，不会出现像液压传动工作介质变质的情况。

液压传动的单位重量的输出功率和单位尺寸输出功率远远大于电气传动、机械传动和气压传动，其最高液压压力可达到31Mpa，有巨大的力矩惯量，在传递功率相同的情况下，液压传动装置的体积更小、重量更轻、惯性更小、元件紧凑、布局灵活。并且液压传动速度、扭矩和功率均可实现无级调节，响应快，能迅速换向和变速，调速范围大，调速范围可达100:1到2000:1；控制、调节简单，操纵方便，有利于与电气控制相配合，例如与互联网连接，实现自动化。在维护方面，液压传动的零部件安全可靠，且液压传动装置大部分零部件型号标准、通用，易于更换，采用液压传动技术的设备安全可靠，便于维护。

结合风力发电机组的设备特性，和流体动力技术的两种传动方式，液压传动技术更适用与风力发电机组之中。液压传动技术的应用，在风力发电整体系统当中，液压传动技术设计原理由于其合理、良好的性能被广泛应用，由于液压系统自身的稳定、及时等性能，能够有效提升风力发电整体系统的可靠性和自动化，因此可以在风力发电机组中使用液压传动技术来改变传统的风力发电机组运转模式，采用液压传动技术使得风力发电机组的运转更加稳定和可靠，液压传动系统的性能能够得到最大限度的利用，有效提升风力发电系统的安全性和稳定性。

三、风力发电机组概述

风力发电机组由风轮、发电机、机舱、支撑发电机组的塔架、蓄电池充电控制器、逆变器、并网控制器、蓄电池组等构成。空气在高速流动时产生力，从而带动风轮上的叶片转动，叶片具有空气动力外形，转动时会产生扭矩力，再通过风轮中的轮毂，将扭矩力传送的传

动系统中，再将动力传送到发电机，由发电机旋转将叶片带来的机械动能转化为电能。

但是风力发电机组由于风力大小不能控制，叶片转动传递到发电机的扭矩力也不能控制在一个定量，发电机输出的电量电压也不稳定，所以风力发电机组输出的一般为13~25伏的交流电，需要将发电机输入的电力经过充电器整流后，再输入到蓄电池组中，使风力发电机产生的电能转换为化学能，然后使用带有保护电路的逆变电源，将蓄电池组中的化学能转变为220伏的交流电，这样，才能保证电能的正常、稳定使用。

但这种方式过于繁琐，且还具有一定的安全隐患。为了改变这一情况，能够直接得到稳定的电压和电流，最好的方式就是，将发电机的转速控制在一个恒定的速度，使发电机输出的电压和电流始终保持在一个定值。

为了实现这一目的，传统的风力发电系统会采用两种方式。第一种是，调整风轮叶片的角度来适应在风力大小变化的情况下，使风力发电机组保持恒定的转速运转；第二种是，通过对发电机的转速进行调整，增加变频装置，适应由叶片转动带来的不同的扭矩力，使发电机的转速随着扭矩力的变化而变化。传统的风力发电系统一般通过以上两种方式来实现发电机输出电压和电流的稳定，但这两种方式，在实际的运转过程中存在相应的问题，导致风力发电机组运转效果并不理想。

四、液压传动技术在风力发电机组中的应用

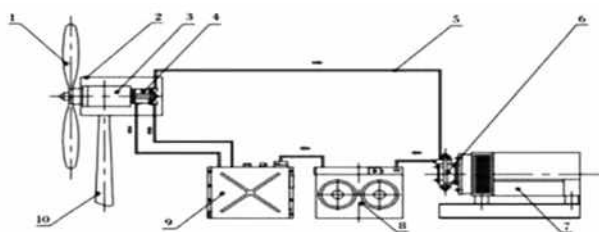
1. 液压偏航系统和刹车制动系统

液压系统在风力发电机组偏航控制液压系统中，偏航系统的组成部分分别是：偏航控制和检测、偏航制动、偏航驱动和保护装置。想要达到风轮偏航的效果，需将偏航动力源产生的动力通过相关设备传送到运动系统的主要元件，在经过主要部件与部件的相互作用达到风轮偏航，在这个过程中，通过液压刹车钳施加一定的阻力，减少偏航时产生的力矩，使风机运转更加稳定，偏航结束时利用刹车钳制动。在现实操作过程中，由于液压系统自身的良好稳定性和及时性，将传动装置变更为液压传动系统，并且通过液压传动系统达到远程控制无级调速，以提升叶片偏航的工作效率^[3]。

在特殊情况下，例如在有风的情况下需要风力发电机组停止运转，同样可以通过液压传动系统来实现。其工作具体原理为，需要风力发电机组停止运转，液压缸启用无杆腔弹簧，并在无杆腔弹簧的作用下启动高速刹车制动钳，从而实现风力发电机组停止运转。同样，在风力发电机组需要重新启动运转时，回油路断开，供油

泵开始工作,在这种情况下,液压泵会产生压力,当刹车制动力小于高速刹车压力时,刹车系统将会关闭,释放高速刹车制动钳,风力发电机组会重新运转。

液压偏航系统和刹车制动系统具体结构如下图所示。途中所示结构分别为:(1)风轮;(2)机舱外壳;(3)齿轮箱;(4)变量液压泵;(5)液压管路;(6)定量液压马达;(7)发电机;(8)散热器;(9)液压油箱;(10)塔架。



2. 液压变桨系统

风力发电机组液压变桨系统通过对叶片桨距角的控制来调节发电机输出的扭矩力和功率,使得发电机的转速能够随着叶片转速的变化而变化。

变桨系统主要是控制发电机的转速能够与叶片的转速匹配,时刻跟踪风力的大小,通过变桨系统可以实现对输出扭矩和功率的控制,保证风力发电机组在最佳的功率下运转。变桨系统控制连接的轮毂的轴承机构转动叶片来实现对叶片桨距角的控制,并以此来减少升力来控制叶轮的转速来实现稳定输出扭矩和功率的目的。变桨距系统可以根据风力的大小来连续调节叶片的桨距角以达到在额定的风速保持稳定输出恒定功率的目的。一般情况下,风力小于额定风速,叶片的启动桨距角是 87° ,当风力发电机组在启动的时候,桨距角逐渐向 0° 方向偏转,此时空气流动在轮毂上产生的力渐渐变大,叶轮的转速会随之加快,达到额定的转速时,风机会并网运行,所以桨距角是控制这个系统的关键。

液压变桨距的工作原理是,控制系统通过信号检测驱动液压变桨系统,使液压变桨系统中的变桨缸直接运行,再通过运动装置将其从直线运动变为圆周运动,从而推动带有轴承的叶片转动,达到调节控制桨距角的目的^[4]。对于小功率的风力发电机组一般采用统一的变桨控制,使用一个液压变桨系统来控制整个风力发电机组所有的桨距角;大功率的风力发电机组则采用独立的液压变桨系统,每个液压变桨系统单独控制一个叶片的桨距角,以实现控制的准确性,并且在发生故障的时候,可以使风力发电机组从满负荷状态转化为安全状态,保证风力发电机组安全停止运行^[5]。

风力发电机组上安装风速仪、风向标以检测风速和风向,在检测到风速风向后,将信号传递到中央系统,系统根据传回的信号经过数据分析处理后,将执行命令传递到液压变桨系统中的比例电磁换向阀,比例电磁换向阀按照命令来调节液压变桨系统压力的大小,从而推动液压缸动作来实现桨距角的变化。

与液压变桨系统相对应的还有一种系统——电动变桨系统,通过对比两种系统在实际应用过程来看,得出以下结论:一、电动变桨系统调速更快,液压变桨系统产生的扭矩更大;二、同为低温的情况下,液压变桨系统的性能结构更好;第三,液压系统的零部件使用寿命长于电动变桨系统;第四,液压变桨系统无需对齿轮等零部件进行润滑,电动变桨系统需要对轴承进行润滑。

五、结束语

随着全球经济的不断增长,世界各国对与资源的需求量越来越大,但地球上的资源却出现了枯竭的情况,现存的资源已经不能满足当下社会的发展和进步,所以寻找可再生的、能够代替石油、煤炭等不可再生的资源,已经成为了世界各国迫在眉睫的难度。而风能作为可再生的、清洁的能源,在未来势必成为世界能源的重要组成部分,各国也都对此引起了重视,开始在这个领域展开研究。

这些年来,我国的风力发电装机容量逐年增加,从行业发展趋势来看,风能发电行业发展较好,整体规模为逐年上升的态势。但却也暴露了很多问题,例如风力发电机组各个零部件生产质量不过关,要求不严格;缺乏独立研发的能力,部分企业直接模仿国外样机,也没有独立研发的意识,更没有具有我国自主知识产权的风力发电设备。希望在今后,各个科研机构、高校、企业能将自主研发作为研究的方向,而不是一味的去抄袭、模仿外来的设备。

参考文献:

- [1]胡兴军. 全球风电行业发展现状[J]. 装备机械, 2007, 026(001):17-22.
- [2]宋俊. 流体动力技术在风力发电机组中的应用[J]. 液压气动与密封, 2012, 32(1):5.
- [3]石明礼, 刘卫, 宋昭, 等. 一种风力发电机组的变压偏航制动液压系统:, CN208565343U[P]. 2019.
- [4]费望龙, 龚佳兴, 杨岱璋, 等. 风力发电机液压变桨系统设计[J]. 液压气动与密封, 2019, 39(10):2.
- [5]屈圭, 杨勇, 吴晓丹. MW级风电机电液变桨系统设计及动态分析[J]. 机械设计, 2009(7):3.