风电主控系统

简介

风机的控制系统是风机的重要组成部分，它承担着风机监控、自动调节、实现最大风能捕获以及保证良好的电网兼容性等重要任务，它主要由监控系统、主控系统、变桨控制系统以及变频系统（变频器）几部分组成。

各部分的主要功能如下：

监控系统（SCADA）：监控系统实现对全风场风机状况的监视与启、停操作，它包括大型监控软件及完善的通讯网络。

主控系统：主控系统是风机控制系统的主体，它实现自动启动、自动调向、自动调速、自动并网、自动解列、故障自动停机、自动电缆解绕及自动记录与监控等重要控制、保护功能。它对外的三个主要接口系统就是监控系统、变桨控制系统以及变频系统（变频器），它与监控系统接口完成风机实时数据及统计数据的交换，与变桨控制系统接口完成对叶片的控制，实现最大风能捕获以及恒速运行，与变频系统（变频器）接口实现对有功功率以及无功功率的自动调节。

变桨控制系统：与主控系统配合，通过对叶片节距角的控制，实现最大风能捕获以及恒速运行，提高了风力发电机组的运行灵活性。目前来看，变桨控制系统的叶片驱动有液压和电气两种方式，电气驱动方式中又有采用交流电机和直流电机两种不同方案。究竟采用何种方式主要取决于制造厂家多年来形成的技术路线及传统。

变频系统（变频）器：与主控制系统接口，和发电机、电网连接，直接承担着保证供电品质、提高功率因素，满足电网兼容性标准等重要作用。

从我国目前的情况来看，风机控制系统的上述各个组成部分的自主配套规模还相当不如人意，到目前为止对国外品牌的依赖仍然较大，仍是风电设备制造业中最薄弱的环节。

目前国内只有少数一些企业正在处于研发或已经研发成功，如艾风科技等。艾风科技目前可以提供完整的技术解决方案：维修，备件，技术支持等。如WP3100，IC500等。

而风机其它部件，包括叶片、齿轮箱、发电机、轴承等核心部件已基本实现国产化配套（尽管质量水平及运行状况还不能令人满意），之所以如此，原因主要有：

（1）我国在这一技术领域的起步较晚，尤其是对兆瓦级以上大功率机组变速恒频控制技术的研究，更是最近几年的事情，这比风机技术先进国家要落后二十年时间。前已述及，我国风电制造产业是从2005年开始的最近四年才得到快速发展的，国内主要风机制造厂家为了快速抢占市场，都致力于扩大生产规模，无力对控制系统这样的技术含量较高的产品进行自主开发，因此多直接从MITA、Windtec等国外公司采购产品或引进技术。

（2）就风机控制系统本身的要求来看，确有它的特殊性和复杂性。从硬件来讲，风机控制系统随风机一起安装在接近自然的环境中，工作有较大振动、大范围的温度变化、强电磁干扰这样的复杂条件下，因此其硬件要求比一般系统要高得多。从软件来讲，风机要实现完全的自动控制，必须有一套与之相适应的完善的控制软件。主控系统、变桨系统和变频器需要协同工作才能实现在较低风速下的最大风能捕获、在中等风速下的定转速以及在较大风速下的恒频、恒功运行，这需要在这几大部件中有一套先进、复杂的控制算法。国内企业要完全自主掌握确实需要一定时间。

（3）风机控制系统是与风机特性高度结合的系统，包括主控、变桨和变频器在内的控制软件不仅算法复杂，而且其各项参数的设定与风机本身联系紧密，风机控制系统的任务不仅仅是实现对风机的高度自动化监控以及向电网供电，而且还必须通过合适的控制实现风能捕获的最大化和载荷的最小化，一般的自动化企业即使能研制出样机，也很难得到验证，推广就更加困难。而中小规模的风机制造商又无力进行这样的开发。

即便如此，国内企业通过这几年的努力，已经在控制系统主要部件的开发上取得了积极进展，已基本形成了自主的技术开发能力，所欠缺的主要是产品的大规模投运业绩以及技术和经验积累。比如，作为风机控制系统中技术含量最高的主控系统和变频器，国内企业在自主开发上已取得重要进展。东方自控经过几年的努力，已成功开发出DWS5000风机控制系统，并已完成各种测试及风机运行验证，实现了规模化生产，基本形成了自主开发能力。科诺伟业也研

制出了兆瓦级机组的控制系统。在变频器方面，东方自控、合肥阳光、清能华福、科诺伟业等一批企业也异军突起，开发出了大功率双馈及直驱机型的变频器，产品已有小批量在风场投运，呈献出可喜的发展势头。

随着国内企业所开发风机容量越来越大，风机控制技术必须不断发展才能满足这一要求，如叶片的驱动和控制技术、如更大容量的变频器开发，都是必须不断解决的新的课题，这里不进行详细阐述。当前，由于风力发电机组在我国电网中所占比例越来越大，风力发电方式的电网兼容性较差的问题也逐渐暴露出来，同时用户对不同风场、不同型号风机之间的联网要求也越来越高，这也对风机控制系统提出了新的任务。

（1）采用统一和开放的协议以实现不同风场、不同厂家和型号的风机之间的方便互联。目前，风机投资用户和电网调度中心对广布于不同地域的风场之间的联网要求越来越迫切，虽然各个风机制造厂家都提供了一定的手段实现风机互连，但是由于采用的方案不同，不同厂家的风机进行互联时还是会有很多问题存在，实施起来难度较大。因此，实现不同风机之间的方便互联是一个亟待解决的重要课题。

（2）需要进一步提高低电压穿越运行能力（LVRT）。风力发电机组，尤其是双馈型风机，抵抗电网电压跌落的能力本身较差。当发生电网电压跌落时，从前的做法是让风机从电网切出。当风机在电网中所占比例较小时，这种做法对电网的影响还可以忽略不计。但是，随着在网运行风机的数量越来越大，尤其是在风力发电集中的地区，如国家规划建设的六个千万千瓦风电基地，这种做法会对电网造成严重影响，甚至可能进一步扩大事故。欧洲很多国家，如德国、西班牙、丹麦等国家，早就出台了相关标准，要求在这种情况下风机能保持在网运行以支撑电网。风机具有的这种能力称为低电压穿越运行能力（LVRT），有的国家甚至要求当电网电压跌落至零时还能保持在网运行。我国也于今年8月由国家电网公司出台了《风电场接入电网技术规定》，其中规定了我国自己的低电压穿越技术要求，明确要求风电机组在并网点电压跌落至20%额定电压时能够保持并网运行625ms、当跌落发生3s内能够恢复到额定电压的90%时，风电机组保持并网运行的低电压穿越运行要求。应该说，这还只是一个初步的、相对较低的运行要求。在今后可能还会出台更为严格的上网限制措施。这些要求的实现，主要靠控制系统中变频器算法及结构的改善，当然和主控和变桨系统也有密切联系。

（3）实现在功率预估条件下的风电场有功及无功功率自动控制。目前，风电机组都是运行在不调节的方式，也就是说，有多少风、发多少电，这在风电所占比例较小的情况下也没有多大问题。但是，随着风电上网电量的大幅度增加，在用电低谷段往往是风机出力最大的时段，造成电网调峰异常困难，电网频率、电压均易出现较大波动。当前，电网对这一问题已相当重视，要求开展建设风电场功率预测系统和风电出力自动控制系统，实现在功率预测基础上的有功功率和无功功率控制能力。事际上，这个系统的建设不是一件容易的事情，涉及到很多方面的技术问题。但是，无论如何说，序幕已经拉开。

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/baike/2687.html