

液力传动

基于液力变矩调速传动的前端调速式风电机组

本文着重描述了基于液力变矩调速传动的前端调速式风电机组的设计思想、技术方案、结构形式以及性能特点。

文 | 晋社民、李树豹、曹立新，兰州电机股份有限公司

在并网型风电机组中，具备变速恒频技术的双馈式和直驱式风电机组，历经了长时间的检验，一直被国内外领先企业所青睐。

风电机组是将风能转化为电能的大型复杂机电系统。复杂多变的风载荷作用在机组的风轮叶片上，通过传动系统将随之改变的力矩传递到发电机，这将会引起发电机转速的不稳定，最终导致发电机所产生电压的不稳定。为实现风力发电的稳定性，就必须找到一种新的解决方案，使风力发电真正成为电网友好型发电单元，并与公共电网融

为一体。基于液力变矩调速传动的前端调速式风电机组的总体设计思想是：借助液力变矩驱动器，将风轮的变速转换为稳定速度，从而驱动同步发电机直接进行电网发电。

机组传动链

基于液力变矩调速传动的前端调速式风电机组传动链（图1）的整个系统包括风轮、齿轮箱、液力变矩器及同步发电机等组成部分，其核心是液力变矩器。为适应不断变化的风轮转速，在发电机前的主轴处，将风轮从风中所吸收的功率

分流出一部分，输送到导叶开度可调的液力变矩器上，通过液力变矩器变转矩变转速的调节作用，分流出的功率经过机械传动装置回流至主轴的输入端太阳轮再与来自齿轮箱的功率合并。来自齿轮箱和液力机械传动装置的两方面的输出转速综合作用于主轴，调节主轴转速，使之趋于稳定，从而实现了利用分流的小部分功率调节发电机的转速，保证发电机输出的电压与频率稳定。

机组技术方案

前端调速式风电机组采用液力变矩柔性传动取代刚性传动模式，采用同步发电机直接馈电取代电变频馈电模式。其电能质量优于双馈式和直驱式，电网接入适应性强，尤其适于弱电网或电网末端接入。机组的发电方案如图2所示，机组模型如图3所示，机组实物如图4所示。

由于采用液力变矩驱动，机组传动链为柔性调速系统，与风轮的

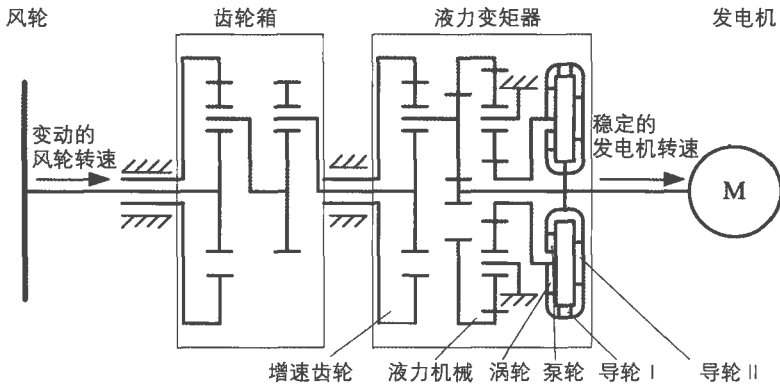


图1 前端调速式风电机组传动链结构示意图

柔性变化特性相一致。同时，液力变矩器自身具有动态响应速度快的特性，使得液力变矩驱动在机组传动链中起到“振动吸收器”的作用，不但提高了机组自身的可靠性，同时也减小了风电机组对电网的冲击。借助液力变矩器的调速功能，将风轮的不定转速转换为恒定转速，实现了无刷同步发电机直接并网输出，省去传统风电机组的变频器和发电机滑环，其电能品质与火电、水电、核电一致。因此优于现有风电机型，从根本上提高了风电机组的运行可靠性并改善风电机组发电质量和电网接入要求的适应性。

机组特点

前端调速式风电机组是针对我国西北地区沙尘大、温差大、风资源多为Ⅲ类风场等特点进行定制设

计的。其冷却介质经过严格过滤，机舱罩、导流罩、塔筒等与外界的通道都进行了严密的密封，确保机组满足低温、沙尘、雨雪等恶劣气候条件。与传统风电机组相比，具有以下特点：高可靠性，整机利用率达到98%以上，比现有机组高2%~3%；其低电压穿越能力可满足风电场并网标准要求；采用同步发电机直接并网发电，与火电、水电、核电的电能质量一致，且优于现有风电机型；同步发电机采用无刷励磁方式，机组具有强大的无功输出能力，风场不需要设无功补偿设备；采用防风沙、耐低温设计，可满足低温、沙尘、雨雪等恶劣气候条件；采用10kV电压等级发电机与电网直接连接，风电场可以节省一台升压变压器，既可降低风电场建设成本，又可提高整机效率



图4 前端调速式风电机组

2%~3%；采用液力变矩调速驱动，取消了并网变流器，有效降低了机组的故障率和日常运行维护成本。

机组运行情况

前端调速式风电机组的前两套2MW工业样机，经甘肃洁源风电场现场两年多的实际工业运行考核试验，其可靠性、发电质量、机组利用率等技术指标，全部优于传统的双馈式和直驱式风电机组。机组于2013年3月获得德国劳埃德船级社颁发的设计认证证书。首批25套机组将于今年10月在甘肃民勤红沙岗试验风场实现并网发电。

前端调速式风电机组项目研制获国家“863计划”支持，其主驱动结构为：风轮+低变速比齿轮箱+液力变矩器+无刷同步电励磁发电机，且机组采用发电机直接并网输出。电网接入适应性强，可靠性和电能质量优于常规风电机组，不仅解决了目前风电机组存在的电网接入低电压穿越弱、电能质量差等问题，还更适合公共电网的安全运行环境，尤其适用于弱电网或电网末端接入。通过其推广应用，将进一步加速风电产业结构调整步伐，促进风电产业可持续发展，且具有良好的市场前景。[1][2]

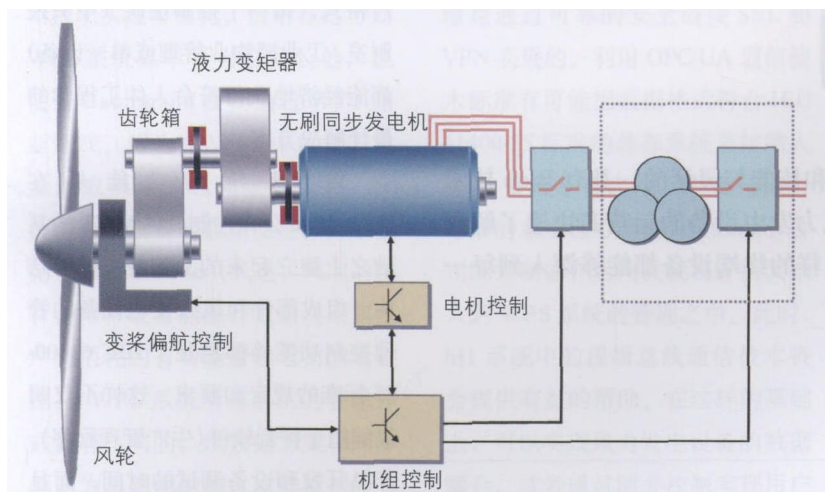


图2 前端调速式风电机组发电方案



图3 前端调速式风电机组模型