

从电力工程质量监督检查看福建风电工程

○ 叶道生



叶道生

1975年从清华毕业后调到福建电力试验研究院工作直到退休。2005年退休以来，参与福建电力建设工程质量监督中心站活动。

福建地处台湾海峡西岸，沿海岛屿众多，海岸线曲折漫长，有丰富的风能资源。2005年以来，省内外多个投资主体建设的十余处风电工程陆续并网发电，目前总装机容量已超过400MW，机组总台数250余台。工程主要分布在古雷半岛、东山岛、平潭岛、莆田、福清等地滨海区域，多以分期模式建设，随时间推移，将有更多风电机组并网发电。这些工程所采用的机组其厂家和型号有：西班牙 Gemesa 850KW、丹麦 Vestas V80-2.0MW、印度 Suzlon S64-1.25MW、湘电风能 Z72-2.0MW和XE72-2.0MW、江苏远景 EN15B-1.5MW等。

2005年以来，笔者参加上述建设工程质量监督检查工作。电力工程质量监督检查的主要依据文件是：国家建设部发布的2006年版《工程建设标准强制性条文》（电力工程部分）（此前为2000年版）、《DL/T 5191-2004 风力发电场项目建设工程验收规程》、电力建设工程质量监督总站2009年发布的《电力建设工程质量监督检查典型大纲》（垃圾发电、风力发电部分）。现谈谈监督检查工作的几点体会，供业内人士参考。

笔者认为，这几年检查过的风电工程的施工单位在塔筒和机舱安装等方面质量控制较好。例如检查塔筒基础环的水平度均未见超标，这一点很重要。塔筒一旦装好，现场无法测量、校正其垂直度，全靠塔筒基础环的水平度来保证。塔筒

内法兰由高强度螺栓连接，全部由专用的液压扭力扳手拧紧到制造厂规定的扭矩，扭力扳手的检定证书都在有效期内。风力发电机组一怕雷电二怕飞车。因此机组防雷保护和超速保护等关系到设备安全的项目也是监督检查的重点。从现场抽查以及内业资料检查看，参建各方都很重视，绝大部分机组符合文件要求。在现场质量监督检查工作中，笔者注意到一些问题，似有共性，罗列如下：

消防安全

目前尚无风力发电机组消防系统设计、施工、验收的国家标准或规范，只有一份地方标准（DB64/T 524-2008）。工程并网前只能从地方消防主管部门取得允许中控楼和升压站投用的书面文件，尚未见到同意风力发电机组投用的书面文件。2008年夏天，某工程一台2MW机组在调试期间失火，无法施救，结果烧毁机舱、轮毂、叶片和塔筒顶段，失火原因不明。类似事故省外也有发生。制定风力发电机组消防系统设计、施工、验收的国家标准或规范已刻不容缓。应尽快结束风力发电机组消防系统设计、施工、验收无所适从的局面。

设备防腐

福建滨海区域大气相对湿度高且盐雾大，温

度波动，反复凝结腐蚀机组裸露的金属部分和电子器件，严重威胁机组的运行。订货时应注意提高现场电子设备和电气设备的盐雾防护等级。有一个工程因箱式变压器套管受盐雾污秽发生闪络，结果烧毁了不只一台。因电子设备的PCB板受到腐蚀而导致停机的事件时有发生。现在Vestas在塔筒内安装爬梯和照明设备时，已不采用焊接工艺，代之以砖块大小的永磁体固定。此举可避免焊接热影响区对筒体内

外壁油漆的伤害。而一些供货商不注意细节，例如塔筒门的密封胶条接头竟有数厘米的间隙，使塔筒密封大打折扣。

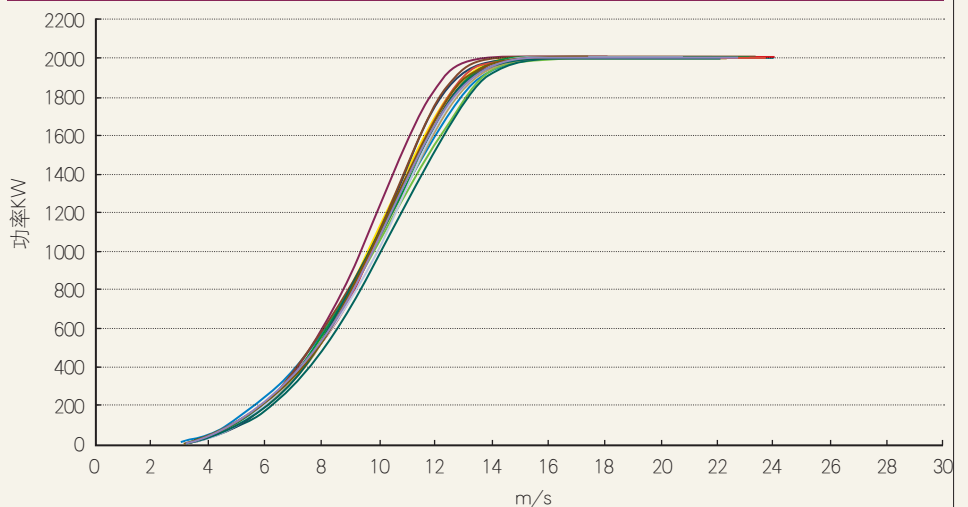
功率曲线

《电力建设工程质量监督检查典型大纲》（垃圾发电、风力发电部分）要求建设方提供每台风力发电机组的风速-功率特性曲线，用以判断机组的安装调试质量。现场情况是只有个别厂商能提供机组的功率曲线，其他厂商则只能提供未经数据处理的功率曲线的散点图或者无法提供任何功率曲线信息。虽然有风力发电机组功能特性试验的国家标准，但现场未见有任何一台机组按标准进行过性能测试。这与火电机组的情况大相径庭。图1是某工程20台机组的功率曲线组，由机组集控系统提供，可以看出在接近额定风速时，各机组的出力相差明显。现场未见大气压力表、温度表和相对湿度表（或者它们的传感器），因此这些曲线未修正到标准状态。但它对质监工作是有意义的，我们要求调试方对表现落后的机组再作调试以提高出力、减少曲线组的离散程度。对未能提供机组功率曲线的厂商而言，提高其产品竞争力还有一段路要走。

人工互连

每个风电场的中控楼内都有两个计算机控制系统，风电机组的集控系统和升压站的变电站综

图1：某工程20台机组的功率曲线



合自动化系统。有意思的是，还没有一个工程能将这两个控制系统统一成一个完整的计算机监控系统，有如火电厂的DCS系统。目前，这两个系统的信息不能共享，要由运行人员进行人工互连。其主要原因是风电厂商不愿意提供集控系统的任何信息，这使组成一个完整的计算机监控系统的构想无从谈起。

这几年到过省内十余处风电场，接触过几种类型的设备，自然而然会对它们进行比较，总体而言，大部分的设备都不错，虽然它们都未按国标进行性能试验，无法判定是否达到厂家承诺的性能指标，但它们都在持续不断地为社会提供清洁能源。细较之下，设备间质量、性能差距也很明显：例如在某个工程发现有几台机组的叶片内腔有异物，风轮每转一圈，异物就在叶根和叶梢间来回跌落，并发出撞击声响。现场整改很困难，若不处理又耽心有水滴石穿之时；同一个工程还发现有的机组雨水会从轮毂和机舱缝隙处进入机舱，溢出后沿塔筒流淌，使塔筒自上而下锈迹斑斑，很难清洗；还是这个工程，超过额定风速时不少机组总是超功率。似此，在设计、制造和机组控制系统方面都存在一些问题的，只此一种机型。

质监工作让笔者深深感受到风电技术的进步与风电事业的发展，跟上世纪80年代福建电力系统自行研发风力发电机组相比，真是不可同年而语了。☞