焊接结构风力发电机底座母材选用

风润新能源设备有限公司 （陕西咸阳 712044） 曹晓民 冯小静

【摘要】通过对国内目前生产的相同规格焊接结构风力发电机底座母材使用情况的说明及分析讨论，提出本人的见解，为今后焊接结构风力发电机底座母材的选用提供了参考。

1. 概述

风电行业经过近几年快速发展，2010年的风电市场装机容量达到1600万～1800万kW，达到了近年的高峰。风电零部件制造企业如雨后春笋，蓬勃发展。风力发电设备整机制造厂家多达百家，各种零部件需求量很大。焊接结构风力发电机底座作为主要的风电零部件，各个整机厂的需求也很大。我公司作为一个焊接结构风力发电机底座的专业制造商，先后为多家整机厂制造了相同型号不同材质，相同或不同结构的焊接结构风力发电机底座。现就我们所制造的相同型号焊接结构风力发电机底座的母材情况进行讨论。

2. 焊接结构风力发电机底座母材使用情况

我公司制造过国内整机厂家、合资整机厂家、外资整机厂家的多个相同规格（1.5MW机型）和相同或不同结构的焊接结构风力发电机底座。安装地域相同，结构相同，功率大小相同的焊接结构风力发电机底座其母材使用情况不尽相同，可以说是材质多、规格多，经归类和总结有以下几种。

（1）D公司焊接结构风力发电机底座 母材力学性能及材料标准如表1所示。

该公司底座材质的选用是符合EN10025—3标准的S275NL钢，相当于国标优质碳素结构钢Q275，就屈服强度而言，属于275MPa级别。风力发电机安装地点位于西北的酒泉地区，据气象资料介绍，该地区冬季平均气温－12 ～2℃，最低气温－26℃，该材料－40℃的低温冲击值≥31J。

表1 D公司所用母材力学性能及材料标准

材料牌号	厚度/mm	力学性能					使用标准	安装地点
		R_{eL}/MPa	R_m/MPa	A(%)	A_{KV}/J －40℃	A_{KV}/J －50℃		
S275NL	$t\leqslant16$	275	370～510	24	≥31	≥27	EN10025－3	酒泉地区
	$16<t\leqslant40$	265						
	$40<t\leqslant63$	255						
	$63<t\leqslant80$	245		23				
	$80<t\leqslant100$	235						

（2）M公司焊接结构风力发电机底座 母材力学性能及材料标准如表2所示。

表2 M公司所用母材力学性能及材料标准

材料牌号	厚度/mm	力学性能				使用标准	安装地点
		R_{eL}/MPa	R_m/MPa	A(%)	A_{KV}/J －40℃		
Q345E	$t\leqslant16$	345	470～630	21	≥34	EN10025－3	吉林地区
	$16<t\leqslant40$	335					
	$40<t\leqslant63$	325					
	$63<t\leqslant80$	315		20			
	$80<t\leqslant100$	305					

该公司底座材质的选用是符合GB/T1591标准的低合金高强钢Q345E（Z向性能符合GB/T5313标准），就屈服强度而言，属于345MPa级别。风力发电机安装地点位于东北的吉林地区，据气象资料介绍，该地区冬季平均气温－12 ～2℃，最低气温

－30℃，该材料－40℃的低温冲击值≥34J。

（3）H公司焊接结构风力发电机底座　母材力学性能及材料标准如表3所示。

表3　H公司所用母材力学性能及材料标准

材料牌号	厚度/mm	力学性能				使用标准	安装地点
		R_{eL}/MPa	R_m/MPa	A(%)	A_{KV}/J －40℃		
Q345E	$t\leqslant16$	345	470～630	21	≥34	GB/T1591－2008	酒泉地区
	$16<t\leqslant40$	335					
	$40<t\leqslant63$	325		20			
	$63<t\leqslant80$	315					
	$80<t\leqslant100$	305					

该公司底座材质的选用是符合GB/T1591标准的低合金高强钢Q345E（*Z*向性能符合GB/T5313标准），就屈服强度而言，属于345MPa级别。风力发电机安装地点位于西北的酒泉地区，据气象资料介绍该地区，冬季平均气温－12～2℃，最低气温－26℃，该材料－40℃的低温冲击值≥34J。

（4）V公司焊接结构风力发电机底座　母材力学性能及材料标准如表4所示。

表4　V公司所用母材力学性能及材料标准

材料牌号	厚度/mm	力学性能					使用标准	安装地点
		R_{eL}/MPa	R_m/MPa	A(%)	A_{KV}/J －40℃	A_{KV}/J －50℃		
S355N	$t\leqslant16$	355	470～630	22	≥40	≥27	EN10025－3	银川地区
	$16<t\leqslant40$	345						
	$40<t\leqslant63$	335						
	$63<t\leqslant80$	325		21				
	$80<t\leqslant100$	315						

该公司底座材质的选用是符合欧洲EN10025－3标准的低合金高强钢S355N，就屈服强度而言，属于345MPa级别。风力发电机安装地点位于西北的银川地区，据气象资料介绍该地区，冬季平均气温－10～2℃，最低气温－24℃，该材料－40℃的低温冲击值≥34J。

（5）MI公司焊接结构风力发电机底座　母材性能及材料标准如表5所示。

该公司底座材质的选用是符合GB/T1591标准的低合金高强钢Q345C，就屈服强度而言，属于345MPa级别。风力发电机安装地点位于南方的广东沿海地区，据气象资料介绍，该地区冬季平均气温2～30℃，最低气温10℃，该材料0℃的低温冲击值≥34J。

表5　MI公司所用母材性能及材料标准

材料牌号	厚度/mm	力学性能				使用标准	安装地点
		R_{eL}/MPa	R_m/MPa	A(%)	A_{KV}/J 0℃		
Q345C	$t\leqslant16$	275	370～510	24	≥34	GB/T1591－2008	广东沿海地区
	$16<t\leqslant40$	265					
	$40<t\leqslant63$	255					
	$63<t\leqslant80$	245		23			
	$80<t\leqslant100$	235					

（6）E公司焊接结构风力发电机底座　母材力学性能及材料标准如表6所示。

表6　E公司所用母材力学性能及材料标准

材料牌号	厚度/mm	力学性能				使用标准	安装地点
		R_{eL}/MPa	R_m/MPa	A(%)	A_{KV}/J －40℃		
S355J2	$t\leqslant16$	275	370～510	24	≥31	EN10025－3	银川地区
	$16<t\leqslant40$	265					
	$40<t\leqslant63$	255					
	$63<t\leqslant80$	245		23			
	$80<t\leqslant100$	235					

该公司底座材质的选用是符合欧洲EN10025—3标准的低合金高强钢S355J2，就屈服强度而言，属于345MPa级别。风力发电机安装地点位于西北的银川地区，据气象资料介绍，该地区冬季平均气温－10～2℃，最低气温－24℃，该材料－40℃的低温冲击值≥34J。

3. 底座母材使用情况讨论及建议

（1）综上所述，可以看出，厂家不同，相同地区、相同型号风力发电机底座母材选用也不相同。我们认为，由于风力发电设备大多数都是引进国外技术，国内制造。一些厂家对图样进行了转化，选用了国内对应的钢材，一些厂家没有转化直接采用国外材质；在材料强度选用上，有选屈服强度为275MPa的，有选屈服强度为345MPa的，差别较大，大多数采用的是屈服强度为345MPa的；低温冲击韧性值差别也比较大，有选－40℃的、有选－20℃的、有选

0℃的，北方地区大多数选用－40℃的冲击韧性要求的，南方地区选用0℃的冲击韧性要求的，比较适合。

对此，我们提出如下建议：①由于国外牌号钢材国产化率低、采购难度大、成本高，整机厂家应对图样进行转化，尽可能选用国产牌号材料。②另一个就是整机厂家转化图样时在满足强度要求时选用强度低的材料，降低成本。③由于材料为低合金高强度钢，市场供应量少，材料规格尽可能集中，便于采购。

（2）为了便于整机厂家设计风力发电机底座时更好的选用母材，经整理和查询制作了风力发电机底座常用母材使用情况国内外材料对照表，如表7所示。

表7　焊接结构风力发电机底座母材使用情况国内外材料对照

设计的母材	可替代的材料	材质要求		
EN10025—2:2004	GB700—1988	板材厚度/mm	屈服强度R_{eL}/MPa	冲击吸收能量A_{KV}/J
S235JR	Q235B	$t\leqslant16$	≥235	（20℃）≥27
		16<$t\leqslant40$	≥225	
		40<$t\leqslant80$	≥215	
		$t>80$	≥215	
S235J0	Q235C	$t\leqslant16$	≥235	（0℃）≥27
		16<$t\leqslant40$	≥225	
		40<$t\leqslant80$	≥215	
		$t>80$	≥215	
S235J2	Q235D	$t\leqslant16$	≥235	（－20℃）≥27
		16<$t\leqslant40$	≥225	
		40<$t\leqslant80$	≥215	
		$t>80$	≥215	
S275NL	Q275	$t\leqslant16$	≥275	（－40℃）≥31
		16<$t\leqslant40$	≥265	
		40<$t\leqslant63$	≥255	
		63<$t\leqslant80$	≥245	
设计的母材	可替代的材料	材质要求（屈服强度必须与母材一致）		
EN10025—2:2004	GB/T1591—1994	板材厚度/mm	屈服强度R_{eL}/MPa	冲击吸收能量A_{KV}/J
S355JR	Q345B	$t\leqslant16$	≥355	（20℃）≥27
		16<$t\leqslant40$	≥345	
		40<$t\leqslant80$	≥335	
		$t>80$	≥315	
S355J0	Q345C	$t\leqslant16$	≥355	（0℃）≥27
		16<$t\leqslant40$	≥345	
		40<$t\leqslant80$	≥335	
		$t>80$	≥315	
S355J2	Q345D	$t\leqslant16$	≥355	（－20℃）≥27
		16<$t\leqslant40$	≥345	
		40<$t\leqslant80$	≥335	
		$t>80$	≥315	
S355K2	Q345D	$t\leqslant16$	≥355	（－20℃）≥27
		16<$t\leqslant40$	≥345	
		40<$t\leqslant80$	≥335	
		$t>80$	≥315	
设计的母材	可替代的材料	材质要求		
EN10025—3:2004	GB/T1591—1994			
S355NL	Q345E	钢必须正火（N）	冲击吸收能量A_{KV}/J	
			（－50℃）≥27	

MW（20111114）