

DB32

江 苏 省 地 方 标 准

DB 32/T 3953—2020

风力发电机组 在建项目首件验收规范

Wind turbine generator systems—Specification for first article
acceptance of projects under construction

2020 – 12 – 15 发布

2021 – 01 – 15 实施

江苏省市场监督管理局

发 布

目 次

前言 II

引言 III

1 范围 1

2 资料性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 内容 1

5 流程 2

6 结论 2

附录 A （规范性） 在建项目首件验收申请单..... 4

附录 B （规范性） 在建项目首件验收回执单..... 5

附录 C （资料性） 在建项目首件验收检查单..... 6

附录 D （规范性） 在建项目首件验收评价表..... 29

附录 E （规范性） 在建项目首件验收问题整改报告..... 31

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由江苏省风电装备标准化技术委员会提出并归口。

本文件起草单位：江苏金风科技有限公司、国家风电设备质量监督检验中心(江苏)、盐城市国能投资有限公司、华润新能源（东营）有限公司。

本文件主要起草人：修敏、杨金宝、宁巧珍、叶霖、孙同金、翟恩地、叶吉强、吕绍凭、蒋杏国、李德军、王东亚。

引 言

传统的风电机组安装验收是在风电场全部机组安装完成或单条线路多台机组安装完成之后进行,存在发现安装问题较晚、同类型安装问题较多等现象,造成返工较多,延误后续调试和并网,从而影响建设单位获得提前发电的收益。而本文件首次提出了风力发电机组在建项目首件验收规范,作为风电机组批量吊装前的验收节点,旨在通过对风电项目首台或前两台风力发电机组的安装过程及结果进行检查验收,查找机组安装过程各环节可能存在的漏洞和潜在隐患,提前发现和解决安装问题,统一规范施工作业标准,从而保障机组整体安装质量的提升。经过风电场的实际应用,首件验收可有效提高一次做对的水平,验证了首件验收的必要性。

本文件主要规定了在建项目首件机组的到货、安装准备及安装结果的检验规范,确定了首件验收的内容、流程、评价和整改要求,并提供了详细的可操作的验收检查单,可适用于全国风力发电机组在建项目。

风力发电机组 在建项目首件验收规范

1 范围

本文件规定了风力发电在建项目首件风力发电机组产品到货、安装准备以及安装结果的质量检验。
本文件适用于风力发电在建项目首件风力发电机组的安装验收与评价。
本文件不适用于非风力发电机组厂家供货的产品。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 2900.53 电工术语 风力发电机组

GB/T 33628 风力发电机组 高强度螺栓连接副安装技术要求

GB/T 51121 风力发电工程施工与验收规范

DL/T 5191 风力发电场项目建设工程验收规程

3 术语和定义

GB/T 2900.53界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

首件验收 first article acceptance

指对风力发电项目首台或前两台风力发电机组的安装过程及结果进行全面的评价，以证实风力发电机组厂家的安装工艺、施工单位的施工组织能持续的满足机组设计及安装要求的活动。

3.2

风电机组部件 components

指风力发电机组厂家提供的主机部件，包括机舱、发电机、轮毂、叶片、电控柜、标准件、动力电缆、塔筒、锚栓等风力发电机组厂家采购的部件。

3.3

进场验收 site check

指风电机组部件到达项目现场时进行的交货检验，评定产品在交货时是否符合规定要求。风电机组部件经到场检验合格后，方可作为合格品投入使用或交付作业。

4 内容

按照GB/T 51121和DL/T 5191确定的单位工程验收要求，在建项目首件验收按以下五个模块进行验收。

a) 文件检查:

检查风力发电项目机组安装期间所需的工艺、指导及验收文件(不包含调试期及运维期文件)的完整性、有效性。

b) 工器具检查:

项目风电机组安装之前需要准备相应的、足够的、合格的工具以及计量器具。

c) 风电机组部件进场检查:

主要检查风电机组部件及随机件等,进场是否达到要求。

d) 机组安装检查:

对机组吊装结果实物检验,主要包含机组大部件组对、安装过程中的质量关键点检验。

e) 机组接线检查:

机组接线检验包含机组接线实物检验及机组接线过程检验,主要检查机组实物关键点和容易出现质量问题点。

5 流程

5.1 安装自检

施工单位对首件机组进行安装自检,并将不符合项整改完成,同时将验收及整改记录留档。

5.2 提交验收申请

施工单位发送《在建项目首件验收申请单》(按附录A规定)至业主单位、监理单位及风力发电机组厂家,组织四方进行首件验收活动。

5.3 验收回执

各方接到申请单后发送《在建项目首件验收回执单》(按附录B规定)给施工单位,确认参加验收人员,并于验收前一天到达现场项目部。

5.4 召开验收前会议

验收前由监理单位组织召开验收前会议,进行人员编组与分工,确认验收细节。

5.5 开展验收与评价

验收人员根据相应首件验收检查单(见附录C)逐项验收,保留验收记录。对不能当场整改的不符合项,与施工单位明确整改期限、整改责任人、整改措施。出具《在建项目首件验收评价表》(按附录D规定)。

5.6 整改与验收通过

施工单位根据《在建项目首件验收评价表》中的不符合项组织整改,在整改期限内完成整改后,提交《首件验收问题整改报告》(按附录E规定)给监理单位进行整改验证,验证合格后通过验收。

6 结论

6.1 验收评级

6.1.1 首件验收五个模块中每个模块均为百分制的专项检查，模块得分采取倒扣分机制，如发现不符合则扣除该检验项对应的分数；最终得分为五个模块的平均分。

6.1.2 验收综合评价标准为：

a) 验收综合得分 ≥ 90 分，且任意一个模块得分不小于60分、A级和B级的检查项目不能为0分，则验收通过；不符合项立即整改完成，并提交整改报告；

b) $80 \leq$ 验收综合得分 < 90 分，且任意一个模块得分不小于60分、A级和B级的检查项目不能为0分，则验收通过；不符合项在30天内完成整改，并提交整改报告；

c) 验收综合得分 < 80 分，或任意一个模块得分小于60分，或A级和B级的检查项目中有0分项，则验收不通过；停工整顿并在30天内完成不符合项整改，整改合格后再次申请首件验收。

6.2 验收评价和整改

6.2.1 验收人员参照附录C中首件验收检查单逐项检查，发现不符合则扣除该检验项对应的分数，计算单个模块的合计得分，并签字留档。

6.2.2 验收人员按照6.1.2规定，出具《在建项目首件验收评价表》，完成验收综合得分评价。

6.2.3 验收通过且仍有不符合项的，施工单位应在整改期限内完成整改后，填写《首件验收问题整改报告》，并发送给监理单位进行整改验证，验证合格后通过验收。对于未能按时完成整改的不符合项，要写明原因申请延期，并在规定期限内完成整改，提交整改报告给监理单位进行整改验证，验证合格后通过验收。

6.2.4 验收不通过的，施工单位应在整改期限内完成整改后，再次申请首件验收，按照6.2.1、6.2.2和6.2.3重新进行验收。

附录 B
(规范性)
在建项目首件验收回执单

B.1 在建项目首件验收回执单

在建项目首件验收回执按照B.1填写。

表B.1 在建项目首件验收回执单

在建项目首件验收回执单
致： <u>（施工单位）</u> 项目部 我司已收到贵公司_____项目的首件验收申请。 计划指派_____、_____、_____、_____、_____组成验收组， 于_____年____月____日对贵项目开展首件验收评估工作，请提前做好项目验收准备。 <u>（业主单位、监理单位、风力发电机组厂家）</u> 项目部 （盖章） 年 月 日
注：建设单位、监理单位、风力发电机组厂家应分别安排相应的质量工程师、监理工程师、安装工程师参加验收组，与施工单位的质量工程师共同验收。

附录 C
(资料性)
在建项目首件验收检查单

C.1 在建项目首件验收检查项目等级说明

首件验收检查单中检验项目的等级说明为：

- A 级：整改项，机组安装关键指标，影响机组安装及运行安全；
- B 级：主要观察项，机组安装主要指标，影响机组安装及运行；
- C 级：一般观察项，机组安装一般指标，不影响机组安装及运行。

C.2 在建项目首件验收文件检查单

在建项目首件验收文件检查单见表 C.1。

表 C.1 在建项目首件验收文件检查单

在建项目首件验收文件检查单						
序号	检查项目	等级	质量验收标准	分数	检查结果	备注
1	文件准备、 记录详细	B	合同文件及补充文件齐全有效	5		
2		B	机组机械、电气配置清单及详细参数、保护值完整有效	5		
3		B	项目经理任命书已下发存档，并书面明确项目经理在工程施工中的权限、责任	6		
4		A	项目已编制施工组织计划、安全技术措施及相关应急预案，完成内部审批，并由上报监理及业主单位存档	6		
5		A	机组现场施工检验记录填写规范、完整、真实有效	5		
6		B	工艺文件与项目机型完全匹配且为最新版本	6		
7		B	设备交付清单已交由四方签字确认	6		
8		A	技术交底措施齐全，措施中应含质量保障方案	8		
9		A	作业层员工全员参加安全及技术交底，交底记录签字齐全	7		
10		B	项目运输五联单齐全，运输问题及未能开箱检查的货物在五联单备注栏进行备注	7		
11		B	服务请求到货、吊装、接线过程检查记录完备，反馈事项无遗漏	5		
12		B	服务请求反馈符合标准要求，处理过程及结果有文字记录，厂家报告存档	5		
13		A	基础监造等信息，工作任务书，技术交底以及接地电阻值，养护期，夯实度等验收报告复印件	7		

表 C.1 在建项目首件验收文件检查单（续）

序号	检查项目	等级	质量验收标准	分数	检查结果	备注
14		A	吊车（吊装船）种类、数量、主吊机及辅助吊机吨位应满足现场吊装作业面需求，且参与工程建设的所有特殊车辆、船舶均需对相关证件进行检验，检验报告复印件留底	8		
15		A	吊车（机）检验报告审查，吊车检验时间在有效日期内，检验报告复印件留底	7		
16		A	现场施工人员、特种设备操作人员均需持有相应的从业资格证，且在有效期内。相关检验报告复印件留底	7		
合计得分						
验收人员签字:						
日期:						

C.3 在建项目首件验收工器具检查单

在建项目首件验收工器具检查单见表 C.2。

表 C.2 在建项目首件验收工器具检查单

在建项目首件验收工器具检查单						
序号	检查项目	等级	质量验收标准	分数	检查结果	备注
1	工具、计量器具	A	项目配置工器具满足项目所有工作面同时工作要求，并配备备用工具	15		
2		A	吊具的使用和存放均满足技术文件要求，项目库房摆放整齐	10		
3		A	监视测量设备的使用、存放符合要求	10		
4		A	项目成员了解计量器具使用规范（根据了解程度进行评分）	15		
5		A	监视测量设备均在有效期内，并有检定证书存档，如有过期情况此项分数为 0	20		
6		A	计量器具必须按周期进行检定，A、B 类监视和测量设备必须由第三方检定机构进行检定，C 类监视和测量设备必须有第三方检定机构进行鉴定或实施内部对比	10		
7		A	施工单位液压工器具、拉伸器等计量工器具要有第三方检定证书，检定日期在有效周期范围内	20		
合计得分						
验收人员签字： 日期：						

C.4 在建项目首件验收兆瓦级机组产品到货检验单

在建项目首件验收兆瓦级机组产品到货检验单见表 C.3。

表 C.3 在建项目首件验收兆瓦级机组产品到货检验单

在建项目首件验收兆瓦级机组产品到货检验单								
序号	产品名称	检查项目	检查内容	等级	质量验收标准	检查方法	分数	检查结果
1	机舱到场检查单	随机文件	文件齐全, 实物匹配	B	检查合格证是否与机舱编号、出厂日期相符 检查发货清单是否齐全, 发货单与实物核对是否齐全	核对检验文件	3	
2		主要零部件随机件	配置清单	B	检查主要零部件、随机件配置清单, 物件齐全、无缺失、无损伤	核对检验文件	3	
3		机舱罩	外观	B	检查机舱罩壳体有无运输磕碰, 损坏(包含上、下壳体) 检查机舱整体外观有无裂纹, 玻璃钢、油漆有无脱层现象, 主要检查预埋件、组装件等可能出现问题点	目测	3	
4		各平台与底座连接	安装	B	检查连接螺栓有无松动, 平台支腿及连接螺栓有无断裂、松动现象 检查连接螺栓防松标记是否正常、合格	目测	3	
5		底座(铸件)	外观	B	检查有无运输磕碰, 油漆损伤 检查出厂铸件表面有无损伤、油漆脱落、变色等情况	目测	3	
6		机舱天窗	正确	B	检查天窗玻璃及把手有无损坏; 检查天窗玻璃是否损坏; 检查天窗开、关是否正常	目测	3	
7		标准件连接	安装	B	检查所有标准件安装是否牢固, 是否松动、断裂; 查看防松标记是否存在并且合格	目测	3	
8		零部件包装物	外观	C	检查开关柜包装物是否完好, 连接件是否完全; 检查控制柜包装是否完好、有无破损	目测	4	
9		振动开关	外观	A	检查外观是否完好, 无损坏, 摆动正常	目测	2	
10	发电机进场检查单	随机文件	文件齐全 实物匹配	B	检查发电机合格证编号是否相符 发货清单是否齐全, 发货单与实物核对	核对检验文件	4	
11		主要零部件及随机件配置	配置齐全性	B	对照主要零部件及随机件配置清单, 逐一核对检查是否齐全	核对检验文件	3	

表 C.3 在建项目首件验收兆瓦级机组产品到货检验单 (续)

序号	产品名称	检查项目	检查内容	等级	质量验收标准	检查方法	分数	检查结果
12	发电机进场检查单	发电机外观、包装及防腐	包装和防腐	B	检查发电机外包装是否破损,有无积水现象。防尘处理是否完好 检查发电机表面是否破损,油漆是否脱落,整体无运输磕碰,表面是否清洁、有无污染	目测	4	
13		发电机绝缘电阻	测量	A	发电机绕组相间绝缘电阻不低于 50 MΩ 发电机每一相绕组短路电阻不低于设计值	数字绝缘测试仪	4	
14		发电机密封检查	包装	B	检查发电机所有密封是否完好,未出现脱落以及划伤等	目测	4	
15	轮毂进场检查单	随机文件	文件齐全,实物匹配	B	检查合格证、发货清单是否齐全,发货单与实物核对是否一致	核对,检验文件	3	
16		主要零部件随机件	配置清单	B	检查主要零部件,检查随机件配置清单,随机物件是否齐全、无缺失	核对检验文件	3	
17		运输磕碰检查	各部件	B	检查轮毂外观是否存在运输磕碰问题及运输造成的部件损坏现象	目测	3	
18		变桨电机及减速器	包装、外观	B	检查变桨电机以及减速器外包装物是否破损 检查变桨减速器是否有油液渗漏	目测	3	
19		液压变桨系统(可选)	外观、配置	B	检查液压变桨系统外观有无破损、标识清晰,与配置清单核对无误	目测、核对	2	
20		变桨控制柜	外观、安装	B	检查变桨控制柜外观是否磕碰、安装牢固、标识清晰	目测、核对	2	
21		变桨轴承	外观、标识	B	检查变桨轴承是否有润滑脂泄漏 检查轴承安装螺栓是否松动(查看防松标记或者力矩抽检)	目测	3	
22		导流罩前、后支架	外观	B	检查前、后支架与轮毂、导流罩安装牢固,螺栓是否松动(查看螺栓防松标记) 检查前、后支架无断裂和变形	目测	3	
23		各零部件防腐	外观	B	检查各零部件油漆是否完整,有无脱落或者出现损伤 检查防松标记是否合格,是否出现松动	目测	3	
24		导流罩、前端盖	外观、标识	B	检查导流罩组件是否出现运输磕碰 检查有无任何损伤、裂纹(尤其预埋件处),对接标识清晰	目测	3	

表 C.3 在建项目首件验收兆瓦级机组产品到货检验单 (续)

序号	产品名称	检查项目	检查内容	等级	质量验收标准	检查方法	分数	检查结果
25	轮毂进场检查单	接近开关、行程开关、接线盒、连接器、电缆	外观	A	检查包装是否完整, 电缆布置是否牢固 检查是否出现部件损坏	目测	3	
26	叶片进场检查单	随机检验文件	文件	B	检查随机检验文件, 合格证与实物是否一致;	核对检验文件	2	
27		叶片表面	外观	B	检查叶片有无磕碰、裂纹等损坏(尤其在支架附近); 检查叶片有无明显修复标记	目测	3	
28		0 刻度标记	外观	A	检查叶片 0 刻度标记安装是否牢固, 无缺失	目测	3	
29		分型面结合处	外观	B	检查叶片分型面结合处是否完好, 无开裂、裂纹等	目测	2	
30		叶片法兰	外观	A	检查叶片法兰有无损伤、无生锈、无凸凹不平, 叶片法兰面结构胶是否凝固, 有无挤出; 检查叶片各螺栓孔防护套齐全(预埋螺栓除外); 检查叶片法兰孔与预埋螺栓孔无明显错位(预埋螺栓除外)	目测	3	
31		厂家自带螺栓(可选)	外观	C	检查叶片螺栓数量正确, 无锈蚀、无明显损坏、螺纹正常	目测	2	
32		叶片孔门盖板	外观	B	检查叶片盖板有无变形, 把手是否损坏, 安装是否牢固	目测	2	
33		叶片防雷接地电缆	外观	A	检查叶片外漏接地线鼻子压接完好无松动; 检查线鼻子压接处无锈蚀, 压接情况是否正常	手动、目测	2	
34		雷电记忆卡槽(可选)	外观	B	检查记忆卡是否齐全; 检查外露雷电记忆卡槽联接是否可靠, 无缺失, 无损坏	目测	1	
35	动力电缆检查单	外观检查	外观	B	电缆盘外观无明显损伤; 动力电缆无磕碰、磨损; 电缆端头封堵完好;	目测	2	
36		随机文件	文件齐全, 实物匹配	C	动力电缆合格证齐全, 电缆实物与发货清单中的规格、型号、数量相符	核对, 检验文件	1	
合计得分								
验收人员签字:								
日期:								
注: 由于各个风电场项目配置不同, 可参照该检验单, 在项目安装前的技术交底时, 由建设单位、监理单位、风力发电机组厂家和施工单位补充完善和确定该检验单。								

C.5 在建项目首件验收直驱兆瓦级机组安装检验单

在建项目首件验收直驱兆瓦级机组安装检验单见表 C.4。

表 C.4 在建项目首件验收直驱兆瓦级机组安装检验单

在建项目首件验收直驱兆瓦级机组安装检验单							
序号	检查项目	检查内容	等级	质量验收标准	检查方法	分数	检查结果
1	电控柜检查	外观	B	柜体无磕碰，面板无损伤，核对型号	目测	2	
2	主控柜、水冷柜、变流柜支架安装	方向，定位尺寸	B	支架方向正确，定位尺寸准确	目测、卷尺、	2	
3	电控柜固定	螺栓防松标记	C	螺栓全部安装紧固、无漏装，防松标识清晰，规范	目测	2	
塔架							
1	吊装准备	风速检查	A	平均风速(轮毂中心高)≤10m/s(10 分钟)	主吊风速仪	1	
2	吊具检查	钢丝绳、卸扣、吊带、焊接件吊具	A	金属吊具无裂纹、无变形、无损坏；焊接件吊具有探伤报告；吊带清洁无异物，无损伤	目测	2	
3	塔架入口梯子	安装检查	B	梯子螺栓安装牢固。梯子台阶面水平、整体无歪斜 塔架门栓能够销入入口梯子上对应卡槽中	目测	1	
4	塔架门	检查	B	门开启灵活，门锁正常入位 密封条无破损或附着在塔架上现象	目测	1	
5	下平台门盖板	安装检查	B	螺母为自锁螺母。螺栓安装牢固，无松动 平台门两边需搭接在平台板上，搭接长度符合设计要求	扳手，卷尺 目测	1	
6	塔筒以及各法兰面防腐	防腐，清洁度检查	C	筒体外防腐表面、法兰镀锌表面无磕碰、损伤、无防腐破损。如破损及时修复	目测	1	
7	塔架各层法兰面	平整度及清洁	A	法兰镀锌层良好，法兰平整度差值≤3mm 无油脂、无毛刺和凸出物	水准仪 目测	2	
8	基础环法兰接缝处涂抹密封胶（可选）	密封效果	B	塔筒与基础环法兰的接缝外沿，涂抹密封胶，达到防水及密封的作用	目测	2	
9	塔架各层法兰涂抹密封胶	涂抹效果	B	要求胶在涂抹时，距法兰外边往内约 10mm 涂抹胶体宽度 5~10mm	目测	2	

表 C.4 在建项目首件验收直驱兆瓦级机组安装检验单 (续)

序号	检查项目	检查内容	等级	质量验收标准	检查方法	分数	检查结果
10	各层螺栓, 螺母规格及安装方向	规格、方向符合安装手册技术要求	C	螺栓从法兰下往上穿过法兰孔(干涉位置除外)垫片倒角端朝向螺栓头和螺母, 螺母上有文字的一侧朝上	目测	2	
11	平台耳板检查	外观	B	耳板焊接处无裂纹	目测	1	
12	各层法兰对接标记	对接位置检查	A	对接标记正确, 方向正确	目测	1	
13	各段塔架爬梯及安全滑轨	安装检查	B	安全滑轨完全对接, 无错位。连接螺栓紧固爬梯完全对接, 无错位; 对接螺栓安装紧固安全锁扣和滑轨无卡滞现象	目测、测试	2	
14	各段塔筒间及塔筒和基础间接地	接地铜编织带或接地线	B	镀锡铜编织带接线鼻和接地极的安装面进行除漆、除锈、除渣, 并涂导电膏, 使用螺栓连接, 并进行力矩紧固; 接线完毕后在金属表面喷镀铬漆防腐, 做防松标记	目测、力矩扳手	2	
15	塔架各层法兰连接螺栓的紧固	力矩检查, 防松标记检查	A	分二次按照力矩的 50%、100% 紧固, 力矩紧固值符合安装手册要求; 检验合格后用记号笔对螺栓作防松标记, 防松线要通过螺纹、螺母和垫片并保持一条直线。标记线宽度: 3mm~4mm; 塔架每层法兰力矩验收抽检 10%, 无过力矩或欠力矩情况。 注 1: 打力矩时用皮革或橡胶垫等对底座防护; 注 2: 高强螺栓检验要求应符合 GB/T 33628 中的相关规定。	力矩扳手 液压扳手 力矩倍增器	4	
机舱							
1	吊装准备	吊装风速检查	A	平均风速(轮毂中心高)≤10m/s(10 分钟); 无雨雪、雷电等恶劣天气	主吊风速仪	1	
2	吊具检验	吊具完好	A	无裂纹、无变形、无损坏, 累积使用次数在允许范围之内, 有出厂检验合格证	目测	1	
3	提升机安装	安装正确	B	提升机规格、链条长度选用正确, 螺栓紧固到规定力矩值	扭力扳手	1	
4	机舱盖拼接	正确, 均匀、美观	B	上盖与壳体配对, 螺栓、垫片齐全, 涂抹螺纹锁固胶。清除机舱罩上缠绕膜, 机舱片体结合部位密封条密封完好, 涂抹密封胶。密封胶涂抹要求整齐、美观、均匀、压实、无缝隙、无拉丝	目测	3	

表 C.4 在建项目首件验收直驱兆瓦级机组安装检验单（续）

序号	检查项目	检查内容	等级	质量验收标准	检查方法	分数	检查结果
5	测风支架组装、安装	组装、安装	B	测风支架组装正确，底座打磨涂抹导电膏，安装牢固、可靠 底座接缝处涂抹密封胶。密封胶涂抹要求整齐、美观、均匀、压实、无缝隙、无拉丝	目测	3	
6	机舱梯子	安装	C	梯子支撑安装牢固	目测	1	
7	顶桥架安装	安装正确	C	规格选用正确，无变形	目测	1	
8	机舱底法兰面及偏航轴承螺纹孔	清洁	B	清理干净机舱底座及偏航轴承法兰面、螺纹孔、底座与发电机连接法兰面（不涂抹密封胶）	目测	2	
9	螺栓润滑膏涂抹	涂抹均匀	B	螺栓头与垫片接触面涂抹固体润滑膏	目测	2	
10	机舱紧固螺栓、垫片安装	螺栓规格正确，方向一致	B	垫圈倒角端朝向螺栓头	目测	1	
11	机舱固定螺栓的紧固	力矩检查、防松标识、防腐检查	A	分二次按照力矩的 50%、100% 紧固，最终力矩符合安装手册力矩要求 螺栓防腐刷涂合格，厚度均匀； 检验合格后用记号笔对螺栓作防松标记，防松线要通过螺纹、螺母和垫片并保持一条直线。 标记线宽度：3mm~4mm	力矩扳手 液压扳手 力矩倍增器	1	
12	机舱测风支架安装接地线	接地电缆连接	B	安装牢固、可靠，底座接缝处涂抹密封胶。密封胶涂抹要求整齐、美观、均匀、压实、无缝隙、无拉丝	目测	2	
发电机							
1	吊装准备	吊装风速检查	A	平均风速（轮毂中心） $\leq 10\text{m/s}$ （10 分钟）； 无雨雪、雷电等恶劣天气	主吊风速仪	1	
2	吊具检验	吊具完好	A	无裂纹、无变形、无损坏，累积使用次数在允许范围之内，有出厂检验合格证	目测	1	
3	发电机防腐检查	防腐、表面清洁检查	B	表面清洁，如有污染及时清理。无防腐破坏，脱落。如有修复后再吊装 拆掉转子支架上的三个密封板，用吸尘器清理发电机内部及表面灰尘 发电机两个吊耳处垫毡布，以防钢丝绳将其表面勒伤；发电机排水孔所有黄黑胶带已确认撕掉并清理完毕	目测	4	

表 C.4 在建项目首件验收直驱兆瓦级机组安装检验单 (续)

序号	检查项目	检查内容	等级	质量验收标准	检查方法	分数	检查结果
4	发电机绝缘电阻	测量	A	发电机绕组相间绝缘电阻不低于 50 MΩ 发电机每一相绕组短路电阻不低于设计值	数字绝缘电阻仪	5	
5	人孔门	外观使用	C	是否灵活, 推拉、关闭功能正常	操作	1	
6	定轴法兰面 (可选)	清理	B	无油脂、毛刺和凸出物, 防腐完好、无脱落	目测	3	
7	吊装前各连接螺栓检查	螺栓防松标记	B	螺栓防松标记无错位, 螺栓无松动	目测	1	
8	螺栓涂抹润滑膏	涂抹效果	B	螺栓螺纹部位, 涂抹长度为螺纹旋合长度 (定轴法兰端不涂抹); 螺母与垫片的接合面也需要涂抹, 涂抹均匀	目测	3	
9	螺栓、螺母规格及安装方向	规格、方向符合技术要求	A	垫片倒角端朝向螺母, 螺母上有文字的一侧朝外; 螺栓露出底座法兰长度符合工艺要求	目测	2	
10	定轴与底座连接螺栓的紧固	力矩、防松标记检查	A	按力矩 50%、100%分二次紧固, 最终力矩值符合手册力矩要求, 螺栓防腐刷涂合格, 厚度均匀; 检验合格后用记号笔作防松标记, 防松线要通过螺纹、螺母和垫片并保持一条直线。标记线宽度: 3mm~4mm	力矩扳手 液压扳手 力矩倍增器	2	
叶轮							
1	叶片法兰面及螺纹孔清理	清洁无任何脏污	C	法兰面及螺纹孔清理干净	目测	1	
2	螺栓润滑膏涂抹	润滑膏涂抹均匀	B	露出螺纹部位及螺母与垫片的接合面涂抹固体润滑膏, 旋入叶片法兰部分不涂	目测	2	
3	叶片双头螺栓安装	螺栓长度一致	B	符合安装手册要求	钢板尺	2	
4	螺母, 垫片安装	安装正确	B	依次安装垫圈和螺母, 垫片有倒角面朝向螺母, 螺母有厂家标识的一面朝外	目测	2	
5	叶片与变桨轴承紧固力矩	对角线紧固, 紧固力矩	A	分二次按力矩 50%、100%紧固, 最终力矩符合手册力矩要求; 螺栓防腐刷涂合格, 厚度均匀; 检验合格后用记号笔作防松标记, 防松线要通过螺纹、螺母和垫片并保持一条直线。标记线宽度: 3mm~4mm 注意: 打力矩时用皮革或橡胶垫等对轮毂进行防护	力矩扳手 液压扳手 力矩倍增器	1	
6	三片叶片 0 度对接标记	对接准确	A	叶片后缘与变桨轴承指针上的 0 刻度线对齐	目测	2	

表 C.4 在建项目首件验收直驱兆瓦级机组安装检验单 (续)

序号	检查项目	检查内容	等级	质量验收标准	检查方法	分数	检查结果
7	齿形带频率检查 (可选)	符合设计要求	A	齿形带频率符合手册要求	张力测量仪	1	
8	叶片支撑安装	支撑安装可靠	B	支撑安装高度合适、与叶片表面贴紧	目测	1	
9	挡雨环安装	美观可靠	C	叶片密封总成与毛刷根部距离为 25mm, 挡雨环紧贴毛刷、结构胶液足够满足填充挡雨环与叶片之间空隙; 挡雨环边缘、开口处连接板及铆钉处涂抹密封胶; 密封胶涂抹要求整齐美观、均匀压实, 无缝隙、拉丝; 铆钉牢固可靠、密封完好	目测	4	
10	导流罩连接螺栓	螺栓规格正确、连接完好	B	螺栓紧固牢靠、无漏装螺栓、垫片; 接触面平整无间隙, 涂抹螺纹锁固胶, 防松标识清晰规范, 防腐完好, 螺栓由下方穿入, 安装大垫片, 前端盖安装涂抹密封胶	目测	2	
11	导流罩对接密封	对接密封胶均匀美观	C	对接正确, 密封胶整齐、均匀、压实; 无缝隙、拉丝等	目测	1	
12	叶片外观	表面光滑、清洁	B	无任何损伤、裂纹。有污物及时清除	目测	1	
13	叶片连接螺栓润滑膏涂抹	润滑膏涂抹均匀	B	螺纹部位及螺栓头与垫片的接合面涂抹固体润滑膏	目测	2	
14	轮毂法兰面及螺纹孔清理	清洁无任何脏污	C	法兰面及螺纹孔清理干净	目测	1	
15	轮毂与发电机转动轴紧固力矩	对角线方向紧固, 力矩	A	按力矩 50%、100%分二次紧固, 最终力矩符合手册力矩要求; 螺栓防腐刷涂合格, 厚度均匀; 检验合格后用记号笔对螺栓作防松标记, 防松线要通过螺纹、螺母和垫片并保持一条直线。标记线宽度 3mm~4mm	力矩扳手 液压扳手 力矩倍增器	2	
16	轮毂防腐检查及清洁	无防腐破损、杂物	B	防腐完好、无任何垃圾、工具等遗留	目测	1	
17	其他	设备完好、卫生	C	无任何设备损坏, 外观清洁干净	目测	1	
合计得分							
验收人员签字:							
日期:							
注: 由于各个风电场项目配置不同, 可参照该检验单, 在项目安装前的技术交底时, 由建设单位、监理单位、风力发电机组厂家和施工单位补充完善和确定该检验单。							

C.6 在建项目首件验收双馈兆瓦级机组安装检验单

在建项目首件验收双馈兆瓦级机组安装检验单见表 C.5。

表 C.5 在建项目首件验收双馈兆瓦级机组安装检验单

在建项目首件验收双馈兆瓦级机组安装检验单							
塔底变频柜安装							
序号	检查项目	检查内容	等级	质量验收标准	检查方法	分数	检查结果
1	变频柜检查	外观	B	柜体无磕碰，面板无损伤，核对型号	目测	2	
2	变频柜支架安装	方向，距离	A	符合风力发电机组安装手册	目测、测试	1	
3	变频柜固定	螺栓、防松标识	B	螺栓全部安装紧固、无漏装，防松标识清晰，规范	目测	1	
4	变频柜的防护	防护	B	防雨布遮盖电控柜，防止风沙、雨雪或其它污物侵蚀电器元件	目测	1	
5	变频柜安装	安装检查	B	平台连接螺栓全部紧固（自锁螺母），平台与支脚间放置橡胶垫；平台板与板之间、平台与塔壁无干涉。平台板平整；平台与塔壁间隙均匀 注：拍摄正确排布位置	目测、拍照	3	
塔架安装							
1	吊装准备	风速检查	A	平均风速（轮毂中心高） $\leq 10\text{m/s}$ （10 分钟）	主吊风速仪	1	
2	吊具检查	钢丝绳、卸扣、吊带、焊接件吊具	A	金属吊具无裂纹、无变形、无损坏；焊接件吊具有探伤报告；吊带清洁无异物，无损伤	目测	1	
3	塔架表面检查	塔架段和基础段的表面	B	表面是否有凹痕和划痕；用平挫去除法兰上的微小标记和毛刺	目测	1	
4	塔架内电缆检查	检查采用母线排的塔架，检查电缆桥架	B	检查母线排外包装的完好，检查塔筒内电缆夹板（桥架）安装和内爬梯的安装是否牢固	目测	1	
5	塔架入口梯子	安装检查	B	梯子螺栓安装牢固，梯子台阶面水平、整体无歪斜；塔架门栓能够销入入口梯子上对应卡槽中	目测	1	
6	塔架门	检查	B	塔架门的位置标记是否正确；门开启灵活，门锁正常入位；密封条无破损或附着在塔架上现象	目测	1	
7	底平台门盖板	安装检查	B	螺母为自锁螺母，螺栓安装牢固，无松动 平台门两边需搭接在平台板上，搭接长度符合安装工艺要求	扳手 目测	1	

表 C.5 在建项目首件验收双馈兆瓦级机组安装检验单 (续)

序号	检查项目	检查内容	等级	质量验收标准	检查方法	分数	检查结果
8	塔筒以及各法兰面防腐	防腐, 清洁度检查	B	筒体内外防腐表面、法兰镀锌表面清洁。如有污染清理干净; 筒体内外防腐表面、法兰镀锌表面无磕碰、损伤、无防腐破损。如有破损及时修复	目测	1	
9	塔架各层法兰面	平整度及清洁	B	法兰镀锌层良好; 检查法兰面是否匀称, 相对平面允许的最大偏差为 2mm; 无油脂、无毛刺和凸出物	水准仪 目测	2	
10	基础环法兰涂抹密封胶	密封效果 (可选)	B	塔筒与基础环法兰的接缝外沿, 涂抹密封胶, 达到防水及密封的作用	目测	2	
11	塔架法兰涂抹密封胶	涂抹效果	B	要求胶在涂抹时, 距法兰外边往内与约 10mm 涂抹胶体宽度 5~10mm	目测	1	
12	各层螺栓, 螺母规格及安装方向	规格、方向符合安装手册技术要求	B	垫片倒角端朝向螺栓头和螺母, 螺母上有文字的一侧朝上 螺栓方向, 螺栓从法兰下往上穿过法兰孔 (干涉位置除外)	目测	1	
13	平台检查	耳板焊接和螺栓检查	B	耳板焊接处无裂纹; 螺栓是否紧固到位; 所有平台支柱是否到位并正确安装	目测	1	
14	各层法兰对接标记	对接位置检查	B	对接标记正确, 方向正确	目测	1	
15	各段塔架爬梯及安全滑轨	安装检查	B	安全滑轨完全对接, 无错位, 连接螺栓紧固 爬梯完全对接, 无错位, 对接螺栓安装紧 安全锁扣和滑轨无卡滞现象	目测	1	
16	各段塔筒间及塔筒和基础间接地	接地铜编织带或接地线	B	镀锡铜编织带接线鼻和接地极的安装面进行除漆、除锈、除渣, 并涂导电膏使导体良好接触, 并使用螺栓进行紧固 接线完毕后在金属表面喷镀铬漆 2 次防腐, 做防松标记	目测 力矩扳手	2	
17	塔架各层法兰连接螺栓的紧固	力矩检查, 防松标记检查	A	分二次按力矩 50%、100% 紧固, 最终力矩符合安装手册力矩要求; 检验合格后用记号笔作防松标记, 防松线要通过螺纹、螺母和垫片并保持一条直线。标记线宽度: 3mm~4mm; 塔架每层法兰力矩验收抽检 10%, 无过力矩或欠力矩情况。	力矩扳手 液压扳手 力矩倍增器	2	
机舱安装							
1	吊装准备	吊装风速检查	A	平均风速 (轮毂中心高) 风速 $\leq 10\text{m/s}$, 无雨雪、雷电等恶劣天气	主吊风速仪	1	

表 C.5 在建项目首件验收双馈兆瓦级机组安装检验单（续）

序号	检查项目	检查内容	等级	质量验收标准	检查方法	分数	检查结果
2	吊具检查	钢丝绳、卸扣、吊带、吊具焊接件齐全、完好	A	金属吊具无裂纹、无变形、无损坏；焊接件吊具有探伤报告 吊带清洁无异物，无损伤	检验文件、目测	1	
3	吊装前检查	机舱整体检查	B	对所有部件进行外观检查确定是否损坏。螺纹、结合面和轴承表面必须使用专用的清洗剂清洗	目测	1	
4	机舱下壳体拼接	正确，均匀、美观	B	上下壳体配对，螺栓、垫片齐全；清除机舱罩上缠绕膜，机舱壳体结合部位涂抹密封胶；密封胶涂抹要求整齐、美观、均匀、压实、无缝隙、无拉丝，螺栓由下朝上安装，至少露 3 扣	目测	2	
5	吊物孔门	正确	B	安装后开关自如，关闭严实。压板、蝶形螺母无缺失，螺栓无缺失	目测	1	
6	机舱梯子	正确	B	安装牢固	目测	1	
7	测风支架安装	正确	B	测风支架组装正确，底座打磨涂抹导电膏，安装牢固、可靠；底座接缝处涂抹密封胶。密封胶涂抹要求整齐、美观、均匀、压实、无缝隙、无拉丝；安装方向：左边是风向标，右边是风速仪（从发电机测向机舱尾部观察），紧固螺栓做好防腐	目测	3	
8	航空灯检查（备选）	航空灯安装检查	C	使用螺栓将航空灯支架安装在指定位置，螺栓涂抗咬合剂，安装完后须在接合面的外缝和内缝涂一层硅胶	力矩扳手	1	
9	机舱底座法兰面及偏航轴承螺纹孔	清洁	C	清理机舱底座法兰面及偏航轴承螺纹孔，上段塔架法兰面（不涂抹密封胶）	目测	1	
10	机舱毛刷包装物	清理	C	清理干净、无残留	目测	1	
11	上段塔筒法兰检查	清理	C	清理干净、无残留	目测	1	
12	螺栓，垫片安装	螺栓规格正确，方向一致	B	垫圈倒角端朝向螺栓头	目测	1	
13	螺栓涂抹润滑膏	涂抹位置、效果	B	螺栓螺纹部位，涂抹长度为螺纹旋合长度 需在螺栓头与垫片接触面及螺母与垫片的接触面涂抹	钢卷尺、目测	2	

表 C.5 在建项目首件验收双馈兆瓦级机组安装检验单 (续)

序号	检查项目	检查内容	等级	质量验收标准	检查方法	分数	检查结果
14	法兰连接螺栓的紧固	力矩检查, 防松标记检查	A	分二次按力矩 50%、100% 紧固, 最终力矩符合手册力矩要求; 检验合格后用记号笔对螺栓作防松标记, 防松线要通过螺纹、螺母和垫片并保持一条直线。标记线宽度: 3mm~4mm	力矩扳手 液压扳手 力矩倍增器	2	
15	塔架毛刷及接脂盘安装	安装紧固、无缝隙	B	毛刷紧贴塔壁、固定螺栓个数符合规定, 毛刷与塔筒内壁无缝隙	目测	1	
16	顶部通风罩检查	检查通风罩安装	B	检查通风罩与机舱顶盖螺栓孔对齐和固定, 螺栓端头涂抹抗咬合剂。安装完后须在接合面的外缝和内缝涂硅胶; 机舱罩内安装通风管	力矩扳手	1	
17	机舱测风支架接地线	接线检查; 接地螺栓力矩检查	A	铜接线端头压接牢固, 清除接线端头表面、接地排和铝板搭接面的异物, 涂导电膏使导体良好接触, 导电膏无溢出	目测 力矩扳手	1	
叶片组对							
1	叶片参数	检查记录叶片参数	B	检查并记录每只叶片型号、规格、重量	目测	1	
2	叶片检查	叶片前缘检查	B	检查叶片有无裂纹、刮伤、划伤、开口等现象	目测	1	
3		叶片后缘检查	B	检查叶片有无裂纹、刮伤、划伤、开口等现象, 是否有流线不直的部分	目测	1	
4		背风侧和迎风侧检查	B	检查有无修补、凹痕、针孔、气泡、裂纹、刮伤或划伤、涡流发生器破损或消失、叶尖有破损	目测	1	
5	螺栓检查	螺栓外观数量检查	C	清点叶片数量, 检查螺栓外观是否干净、无断丝	目测	1	
6	法兰面及螺纹孔清理	清洁无任何脏污	C	清理干净法兰面及螺纹孔	目测	1	
7	叶片 TC 标记检查	检查前后缘 TC 标记	B	从里面和外面目视检查叶片前缘和后缘上的 TC 标记, 清点孔数	目测	1	
8	叶片柱头螺栓安装	安装柱头螺栓	B	将柱头螺栓 (叶片螺栓) 的短螺纹端拧入螺纹套, 外露长度根据安装手册要求	钢卷尺	1	
9	螺栓润滑膏涂抹	涂抹位置、效果	B	露出螺纹部位及螺母与垫片的接合面涂抹固体润滑膏, 旋入叶片法兰部分不涂	目测	2	
10	螺母, 垫片安装	安装正确、方向一致	B	变桨盘处安装垫圈和螺母, 变桨轴承处只装螺母, 不用垫圈, 螺母有厂家标识的一面朝外, 垫片有倒角面朝向螺母	目测	1	

表 C.5 在建项目首件验收双馈兆瓦级机组安装检验单 (续)

序号	检查项目	检查内容	等级	质量验收标准	检查方法	分数	检查结果
11	叶片卡箍安装	安装位置准确	B	安装距离根据卡箍随机说明组装叶片卡箍, 安装后涂抹密封胶	钢卷尺	1	
12	叶片与变桨轴承紧固力矩	对角线紧固, 紧固力矩	A	分两次按力矩 50%、100% 紧固, 最终力矩符合手册要求; 检验合格作防松标记, 防松线要通过螺纹、螺母和垫片并保持一条直线。标记线宽度 3mm~4mm	力矩扳手 液压扳手 力矩倍增器	2	
13	三片叶片 0 度对接标记	对接准确	A	叶片后缘 0 刻度线与变桨轴承上的 0 刻度线对齐	目测、照片	2	
14	叶片起吊安装	位置合适	B	使用 T 型吊具时必须使用叶片吊袋, 使用叶片夹持器吊具必须按照说明使用	目测	1	
15	叶片变桨	角度调整	B	在安装叶片的过程中, 使用叶片变桨泵可能需要对叶片进行变桨	变桨泵	1	
16	调节滑板螺栓力矩	符合设计要求	B	对称紧固, 分二次紧固, 力矩符合安装手册, 确保滑板与槽底无间隙	目测、力矩扳手	1	
17	变桨后位置	位置准确	B	限位开关与档块间隙调整正确, 变桨后需用锁定销将变桨盘锁好	卷尺	1	
18	叶片支撑安装	安装可靠	B	支撑安装高度合适、与叶片表面贴紧	目测	1	
19	挡雨环安装	美观可靠	C	叶片密封总成使其与毛刷根部距离不影响安装及挡雨效果, 挡雨环紧贴毛刷、结构胶液足够填充挡雨环与叶片之间的间隙; 挡雨环边缘、开口处连接板及铆钉处涂密封胶; 密封胶涂抹要求整齐、美观、均匀、压实; 无缝隙、拉丝	目测	2	
叶轮安装							
1	吊装准备	吊装风速检查	A	平均风速 (轮毂中心高) 风速 $\leq 10\text{m/s}$; 无雨雪、雷电等恶劣天气	主吊风速仪	1	
2	吊具检查	吊具齐全、完好	A	金属吊具无裂纹、无变形、无损坏; 焊接件吊具有探伤报告; 吊带清洁无异物, 无损伤, 钢丝绳无扭曲、过度弯曲、断丝	目测	1	
3	安装物料及参数检查	叶轮安装紧固件	B	检查紧固件螺栓、螺母、垫片、导流罩的名称、代号、规格、数量及使用部位	目测	3	
4	叶轮安装工具检查	安装方法检查	B	吊具活动法兰与轮毂下部完成连接紧固; 吊具上部法兰与轮毂上部完成连接紧固; 用销轴将活动筋板和吊梁本体连接起来 注: 吊装结束后轮毂起吊孔要用堵头螺栓堵上, 以防止吊装孔生锈	专用吊具使用方法	5	

表 C.5 在建项目首件验收双馈兆瓦级机组安装检验单（续）

序号	检查项目	检查内容	等级	质量验收标准	检查方法	分数	检查结果
5	安装前准备	清理轮毂	B	清理轮毂内杂物及拆除外部变桨控制连接电缆，保证轮毂内无其他杂物、工具；吊起进入孔端盖，并把它安装到轮毂进入孔上，吊起导流罩前端的端盖，要求前段开窗位置对着叶片接触表面“∞”涂上硅胶，并用螺栓安装在导流罩上；注意螺栓端头涂抹抗咬合剂，然后内、外缝再涂硅胶	丝锥或螺栓	2	
6	标准件安装	安装	B	牢固可靠，密封完好	目测	1	
7	导流罩连接螺栓	螺栓规格正确、连接完好	B	螺栓紧固牢靠、无漏装螺栓、垫片；接触面平整无间隙，涂抹螺纹锁固胶，放松标示清晰、规范，防腐完好 螺栓由下方穿入，安装大垫片	目测	1	
8	导流罩对接密封	对接密封胶均匀、美观	C	对接正确。密封胶整齐、均匀、压实；无缝隙、拉丝等	目测	1	
9	叶片外观	表面光滑、清洁	B	无任何损伤、裂纹。有污物及时清除	目测	1	
10	连接螺栓润滑膏涂抹	润滑膏涂抹位置、效果	B	螺纹部位及螺栓头与垫片的接合面涂抹固体润滑膏	目测	1	
11	轮毂法兰面及螺纹孔清理	清洁无任何脏污	C	清理干净法兰面及螺纹孔	目测	1	
12	轮毂与主轴连接紧固	十字对角线方向紧固，分两次紧固力矩	B	分两次按力矩 50%、100% 紧固，最终力矩符合安装手册力矩要求；检验合格后用记号笔作防松标记，防松线要通过螺纹、螺母和垫片并保持一条直线。标记线宽度：3mm~4mm	力矩扳手 液压扳手 力矩倍增器	2	
13	轮毂防腐检查及清洁	无防腐破损、无遗留杂物	B	防腐完好、无任何垃圾、工具等遗留	目测	1	
14	其他设备	完好、卫生	C	无任何设备损坏，外观清洁干净	目测	1	
15	叶轮竖立和安装	安装注意事项	B	轮毂—主轴连接的双头螺柱，露出轮毂长度符合安装工艺要求；叶轮起吊时，左右叶片叶根下方需放置泡沫垫，防止左右摇摆叶片打到地面；将叶轮安装在主轴上时，主轴上的刹车孔盘的孔中心必须在正上方（或刹车孔盘中心和轴承座吊装孔中心重合），然后高速液压刹车抱死	目测、钢卷尺	1	

表 C.5 在建项目首件验收双馈兆瓦级机组安装检验单（续）

序号	检查项目	检查内容	等级	质量验收标准	检查方法	分数	检查结果
16	吊装收尾	清理	B	将润滑油涂抹到变桨轴承开齿齿面上（少量修补）；清除轮毂内的杂物 固定进入孔板，并连接通风管到进入孔板上 检查并关闭所有能开的门 注意：在吊装叶轮的过程中，要避免磕碰到主轴端面上捆扎好的滑环线，防止滑环线损坏	目测	1	
17	吊具拆除	注意事项	B	须立即把主轴螺栓力矩打到最终力矩	目测	1	
18	缆风绳拆除	拆除注意事项	B	注意不要缠绕在叶片上	目测	1	
合计得分							
验收人员签字：							
日期：							
注：由于各个风电场项目配置不同，可参照该检验单，在项目安装前的技术交底时，由建设单位、监理单位、风力发电机组厂家和施工单位补充完善和确定该检验单。							

C.7 在建项目首件验收兆瓦级机组接线检验单

在建项目首件验收兆瓦级机组接线检验单见表 C.6。

表 C.6 在建项目首件验收兆瓦级机组接线检验单

在建项目首件验收兆瓦级机组接线检验单							
序号	检查项目	检查内容	等级	质量验收标准	检查方法	分数	检查结果
1	工艺通用要求	电缆标记套安装要求	B	根据图纸及走线方案，选用适合的电缆标记套给每根电缆做好标识 标记套标号视读方向：以维护面为准自下而上、自左而右	目测	2	
2		准备线缆注意事项	B	电缆规格及型号与工艺要求相符 检查电缆表面应无损伤，且没有质量缺陷	目测	2	
3		连接器安装规范	B	连接器安装前检查引脚无异常、连接器内无杂物、凝露、外观无异常 连接器安装时保证公头、母头对应一致，并将连接器锁扣扣紧，保证其可靠连接	目测	2	
4		PG 锁姆安装规范	C	电控柜在出厂时对 PG 锁姆进行密封处理 电缆安装完毕后对 PG 锁姆紧固，保证 PG 锁姆固定牢靠 电控柜内不安装电缆的 PG 锁姆孔，不允许对其密封进行破坏处理	目测	2	
5		电缆接头及接线端头的处理要求	C	剥切多芯电缆外层橡胶套时，注意内部线缆绝缘无损伤	目测	1	
6			B	制作单芯线缆时，剥切长度根据选用的接线端头长度加长 1mm； 注意剥线时不可损伤线芯	目测	2	
7			B	管式预绝缘端头压接：必须用压线钳压接；压线钳选口要正确，压接牢固；	目测	2	
8			B	管式预绝缘端头接线：端头的平整面与弹簧端子的金属平面相连（端头平整面需正对端子中心后插入）	目测	2	
9			B	电缆端头和铜连接管压接： 必须使用电动压接钳，且不得将电缆内铜丝损坏或截断，压接 3 道 压接时要从前往后，避免压接时铜管内出现气堵现象 压接完成后端头压痕对应两个面间宽度符合要求，压痕无棱角	目测	3	
10		防腐要求	B	绝缘防护采用三层防护： 分别用防水绝缘胶带、PVC 胶带及热缩套进行防护 胶带需均匀紧密缠绕与电缆绝缘层搭接 20mm 铜连接管缠绕厚度要求与电缆外层绝缘层厚度相同	目测	3	
11			B	导电膏的使用规范：在没有镀锡处理的部分或经过打磨的地方使用。只需涂 0.2mm 将表面不平整的地方填平达到增加接触面积的目的即可	目测	2	

表 C.6 在建项目首件验收兆瓦级机组接线检验单（续）

序号	检查项目	检查内容	等级	质量验收标准	检查方法	分数	检查结果
12	工艺通用要求	绑扎带使用要求	B	接地部分连接时需将接地部分表面的油漆、杂质和不平整部位用磨光机处理，在连接表面涂抹导电膏，连接完成后在金属表面喷镀铬自喷漆，注意喷涂均匀	目测	2	
13			B	根据绑扎电缆整体外径及重量选取合适长度、宽度绑扎带，绑扎带断口长度不得超过 2mm，且位置不得向维护面；电缆应远离旋转、移动部件，避免电缆悬挂、摆动	目测	2	
14			B	相同走向电缆应并缆，与金属部分接触时对电缆防护，用缠绕管保护电缆，控制电缆绑扎间距为 200mm；185mm ² 及以上动力电缆绑扎间距为 300mm	目测	1	
15			B	电缆应横平竖直，均匀排布，拐弯处自然弯弧，不能超过电缆最小弯曲半径	测量	2	
16			B	电缆安装排布要求牢固、整齐、美观、利于维护；缆不应有绞接、交叉现象，用规定绑扎带固定	目测	2	
17			A	螺栓紧固力矩及检验力矩值按照风力发电机组厂家要求执行	扭力扳手	3	
18	变流柜	变流柜动力电缆接线	C	将动力电缆从进线接线盒母排接入，电缆在桥架上呈“△”字型排布	目测	3	
19			B	确保电缆头部的绝缘符合要求，做好电缆端头防护和相序标识，用力矩扳手验证螺栓力矩是否符合要求，在螺栓上做好防松标识	相序表、扭力扳手	1	
20			A	制动电阻接线牢固，螺栓力矩参考电气手册	扭力扳手	1	
21			B	电抗器柜隔板、箱变侧进线密封，将长条形防火泥围在185mm ² 或者240mm ² 接地电缆周围，用防火泥将电缆和胶木板之间缝隙填满，用手压实不要留有缝隙	目测	2	
22	水冷（可选）	水冷柜水管及电气安装接线	B	水管安装和法兰对接时，垫片安装正确，无遗漏和压接不牢、偏移现象	目测	2	
23			B	在对接水管时无免丝扣损坏。先用手拧紧几扣，若拧紧较顺滑，再用专用扳手上紧	目测	1	
24			A	水冷管不得有拧转扭曲，柜内连接端头用专用扳手上紧接头，确保没有任何泄露	目测	1	
25			B	外部散热器接线牢固、可靠	目测	1	
26			B	塔架门四个水管电缆出口使用发泡剂密封，保证密封严实	目测	1	
27	塔底控制柜	主控柜与其它柜体之间电缆接线	A	塔底控制对柜至其他柜体之间各控制电缆连接：压接端子时不得有露铜丝剪断铜丝现象，连接完成后要检查是否牢固，螺栓力矩参照电气手册	目测	1	

表 C.6 在建项目首件验收兆瓦级机组接线检验单（续）

序号	检查项目	检查内容	等级	质量验收标准	检查方法	分数	检查结果
28	塔底控制柜	接线	B	变流柜网侧电源接入塔底控制柜柜内变压器端子排上	目测	1	
29		主控柜至水冷柜(可选)	B	水冷柜至变流柜 DP 电缆按工艺手册要求敷设、绑扎	目测	1	
30		主控柜至变流柜	B	变流柜与开关柜间的电缆连接牢固	目测	1	
31	塔架	塔筒照明安装规范要求	A	塔筒灯安装在固定底座上，固定牢固，螺栓力矩参照电气手册；要求照明灯上的插座向下，电缆连接到灯内的接线端子上，工艺美观，工作正常	目测	1	
32		接地部分接线规范要求	B	塔段之间接地采用镀锡铜编织带连接	目测	2	
33			B	连接前要将接地柱表面上油漆、杂质等去除，在接触表面涂抹导电膏，用力矩扳手验证是否满足力矩要求，打完力矩后喷自喷漆两遍后画防松标识	目测	1	
34			B	塔筒基础引出的接地扁钢的连接。基础内接地扁钢以塔架门中心线为起点，逆时针旋转 45° 引出第一根扁钢，其余两根扁钢间隔 120° 引出，在基础部分采用了均压环的形式，采用 60mm×6mm 的扁钢焊接成圆形，再将地基引出的扁钢与其焊接	目测	1	
35			B	焊接前对焊接面除锈、除渣、除漆。扁钢搭接面要求平整无形变，焊缝要求光滑平整，焊迹不能突出扁钢，不得有虚焊、夹渣等缺陷。搭接长度应达到扁钢宽度的两倍以上，焊接部分要求三面满焊。	目测	3	
36			B	制作接地电缆接线端头时，要压接牢固用锉刀清除表面棱角，使用防水绝缘胶带和双色热缩套防护	目测	3	
37			B	网侧电缆：经过基础预埋聚乙烯塑料管穿出，在基础内留有一定余量弧度后至变流柜网侧母排上 电缆敷设和电缆终端的制作，符合 GB 50217-2007 电力工程电缆设计规范中的要求	目测	1	
38			A	轮毂至塔架底部的引雷通道进行检查测试，电阻值不应高于 0.5 Ω	绝缘测试仪	1	
39	机舱	发电机开关柜（可选）	B	开关柜内螺栓检查：用力矩扳手对母排上螺栓力矩校验，在螺栓表面做防松标识	扭力扳手	2	
40		发电机叶轮锁定传感器安装	A	传感器电缆发电机绕组温度传感器电缆一起排布，通过发电机开关柜密封模块控制电缆穿线孔走线至机舱柜内	目测	2	
41		环境温度传感器安装	B	在机舱罩底部开孔，将 PT100 头部穿出机舱用密封胶密封开孔位置	目测	1	

表 C.6 在建项目首件验收兆瓦级机组接线检验单（续）

序号	检查项目	检查内容	等级	质量验收标准	检查方法	分数	检查结果
42	机舱	机舱风速仪、风向标的安装	B	面向机舱尾部，左手支架安装风向标，右手支架安装风速仪	目测	1	
43			B	底座与风速仪、风向标组装完成，无松动，风向标向标的 N 级朝向机舱尾部	目测	1	
44			C	风向标风速仪电缆需通过测风支架开孔穿入机舱，电缆和桥架接触部分用缠绕管防护	目测	1	
45			C	超声波测风仪与支架固定，连接器红点与设备上的红点相对应，旋紧后部螺母。确保传感器带圆点的一侧朝向机舱尾部。超声波传感器布线方式同机械式风传感器。	目测	1	
46		转速传感器装置	B	滑环拨叉及滑环的安装螺栓联结规范，无螺栓缺失、螺栓松动、缺失垫片等现象 转速传感器距定轴与转轴安装螺栓头部 $2.5 \pm 0.5\text{mm}$ ，传感器电缆使用缠绕带、扎带进行绑扎和固定	目测 塞尺	1	
47		航空灯的安装	B	安装在避雷器支架上，固定牢固，螺栓力矩参照电气接线手册。电缆敷设同风向标、风速仪一起到机舱柜内。封堵未使用的穿线孔为塑料锁紧螺母。	目测	1	
48		机舱柜电缆连接安装动力电缆及控制电缆的敷设	B	机舱柜下部电缆排布平整，电缆与桥架接触部分要使用缠绕管防护，电缆在排布时预留有一定弧度，避免电缆末端接线时过短	目测	1	
49			B	机舱电缆和安全链电缆，经过机舱内平台底部电缆夹板固定敷设至机舱柜下部，电缆在柜内留有余量弧度，海绵挡板拧紧，密封效果良好	目测	1	
50			B	从变流柜至发电机开关柜的 2 根控制电缆，经过密封夹块到开关柜外部连接器，放线前在电缆上面做好标识	目测	1	
51			B	由开关柜#1 和开关柜#2 柜体电缆连接器到变流柜顶部电缆连接器	目测	1	
52			B	光纤在放线时注意，端头做好防护，不能受扭转挤压，光纤的排布和动力电缆分开。光纤需要从动力线电缆护圈中间穿出，光纤从机舱下平台穿出后预留一定弧度，沿梯子侧壁和塔筒照明灯线一起排布至马鞍子处，在和梯子接触时要使用缠绕管防护	目测	2	
53			C	动力电缆采用铜连接管对接的方式分段敷设	目测	2	
54			C	顶段电缆从机舱向下敷设，在敷设时做好电缆标识，按照电缆穿线孔顺序敷设电缆，将电缆从密封模块组件和尼龙夹块组件中固定夹紧后穿出至塔筒	目测	1	

表 C.6 在建项目首件验收兆瓦级机组接线检验单（续）

序号	检查项目	检查内容	等级	质量验收标准	检查方法	分数	检查结果
55	机舱	机舱柜电缆连接安装动力电缆及控制电缆的敷设	C	动力电缆塔筒夹板内要求一个孔内 3 根电缆, 3 根电缆要分别为 U 相、V 相、W 相, 夹板间电缆不能相互交叉, 电缆顺直, 无弯曲现象	目测	1	
56			C	夹板上的螺杆长度一致, 夹板后部的螺杆留出 5cm 长	钢卷尺	1	
57			C	电缆夹板结构分为 2 层, 安装检查时必须要求每层夹板中间都有紧固螺母	目测	1	
58			B	机舱电缆敷设时, 要将成盘电缆的扭力释放, 避免电缆出现鼓包现象	目测	1	
59			B	塔筒马鞍子支架处电缆的排布: 把电缆固定在马鞍子托架前后开孔处, 扎带扎口朝内, 扎带要绑扎平行整齐, 支架处电缆弧垂距平台达到预设高度	钢卷尺	2	
60			B	塔筒两段动力电缆对接要求: 以中上段平台上法兰中心为分界, 绕组 2 对接点在法兰中心到上层夹板中间位置, 绕组 1 对接点在法兰到下层夹板中间位置, 使对接点相互错开, 避免绕组间出现短路现象	目测	2	
61			B	相间电缆对接时, 要求将 A 相、B 相、C 相接头位置相互错开, 避免电缆对接点出现相间短路。电缆对接时多留 20mm 余量, 保证电缆在对接后自然留有一定弧度, 避免电缆连接部分受到纵向拉伸力	目测	1	
62			C	在压接铜连接管时从中间向两端压接, 避免出现气堵现象, 分别压接 3 道。压接钳输出功率大于等于 12T	目测	2	
63			B	电缆护圈安装在电缆保持架中间位置。电缆护圈下侧 5mm, 使用扎带将一个电缆孔内三根电缆绑扎一道, 扎带口朝向外外部	目测	2	
64	DP	DP 电缆接线	B	要求电缆的屏蔽层与外壳内的金属半圆环要接触良好。用铜丝缠绕屏蔽层	目测	2	
合计得分							
验收人员签字:							
日期:							
注: 由于各个风电场项目配置不同, 可参照该检验单, 在项目安装前的技术交底时, 由建设单位、监理单位、风力发电机组厂家和施工单位补充完善和确定该检验单。							

附录 D
(规范性)
在建项目首件验收评价表

D.1 在建项目首件验收评价表

在建项目首件验收评价表见表 D.1。

表 D.1 在建项目首件验收评价表

在建项目首件验收评价表						
建设单位				项目名称		
机组型号		☐ 1.5MW ☐ 2.0MW ☐ 2.5MW ☐ 3.0MW ☐ 4.0MW ☐ 5.0MW ☐ 6.0MW ☐ 8.0MW ☐ 其他_____		项目经理及联系电话		
评估项目		级别	得分	评估标准	备注	
文件检查		A类不符合（ ）		《在建项目首件验收文件检查单》		
		B类不符合（ ）				
		C类不符合（ ）				
工器具准备检查		A类不符合（ ）		《在建项目首件验收工器具检查单》		
		B类不符合（ ）				
		C类不符合（ ）				
产品到货检验	机舱进场检验	A类不符合（ ）		《在建项目首件验收兆瓦级机组产品到货检验单》		
		B类不符合（ ）				
		C类不符合（ ）				
	发电机进场检验	A类不符合（ ）				
		B类不符合（ ）				
		C类不符合（ ）				
	轮毂进场检验	A类不符合（ ）				
		B类不符合（ ）				
		C类不符合（ ）				
	叶片进场检验	A类不符合（ ）				
		B类不符合（ ）				
		C类不符合（ ）				
吊安装及过程检查		A类不符合（ ）		《在建项目首件验收直驱兆瓦级机组安装检验单》和或《在建项目首件验收双馈兆瓦级机组安装检验单》		
		B类不符合（ ）				
		C类不符合（ ）				

表 D.1 在建项目首件验收评价表（续）

评估项目	级别	得分	评估标准	备注			
接线及过程检查	A类不符合（ ）		《在建项目首件验收兆瓦级机组接线检验单》				
	B类不符合（ ）						
	C类不符合（ ）						
验收结论：_____ 注：不需要填写项目验收是否合格，只需客观的评价验收综合评分。							
验收人员签字： 日期：							
不符合项描述	所属模块/子模块	不符合项照片	整改建议	责任人	计划完成时间		
1、……							
2、……							
3、……							

附录 E
(规范性)
在建项目首件验收问题整改报告

E.1 在建项目首件验收问题整改报告

_____项目首件验收问题整改报告

一、项目巡检情况概况：

_____年__月__日，_____项目进行了首件验收工作，验收过程中共发现____项不符合项。截止_____年__月__日，项目已整改完成____项，剩余____项。

二、问题整改情况描述：

序号	不符合项描述	整改措施	完成照片	责任人	完成时间	备注

_____(建设单位) 项目部
_____年__月__日