

西安天虹电气 1.40MW+0.312MW 屋顶分布式光伏发电项目

质量评估报告

批准： 公司技术负责人 年 月 日

审核： 公司职能部门 年 月 日

编写： 总监理工程师 年 月 日

常州正衡电力工程监理有限公司

目 录

一. 工程概况.....	3
二. 工程各参建单位	5
三. 工程质量验收情况.....	6
四. 工程质量事故及其处理情况	16
五. 竣工资料审查情况.....	16
六. 工程质量评估结论.....	17

一. 工程概况

项目名称	西安天虹电气 1.40MW+0.312MW 屋顶分布式光伏发电项目
建设规模	装机容量 1.52988MWp
建设地点	陕西省西安市高新区锦业 2 路 20 号中船重工西安天虹电气有限公司厂区

本工程位于陕西省西安市长安区。站址周围区域交通较便利，出线走廊开阔。本工程建成后将提高当地供电可靠性、满足当地负荷发展需要，本工程为陕西国力光电能有限公司西安天虹电气 0.312MW+1.40MW 屋顶分布式光伏发电项目，“采用自发自用，余电并网”技术方案，老厂区将系统分成为 2 个光伏并网发电单元，光伏组件采用支架固定安装，倾角为 24°，本期工程整个光伏场区主要由太阳能电池阵列，组串式逆变器、交流汇流箱构成。光伏组串由 22 块 285Wp 单晶硅光伏组件串联构成，每 4-6 个光伏组件串接 1 台 36KTL 组串式逆变器，经逆变器逆变后的 380V 的交流电后送至 4 进 1 出式 5 进 1 出的交流汇流箱，经汇流箱后直接接入西安天虹电气有限公司厂区内原有配电室低压侧扩建光伏并网柜完成并网。

新厂区将系统分成为 4 个光伏并网发电单元，光伏组件采用导轨平铺铺设，本期工程整个光伏场区主要由太阳能电池阵列，组串式逆变器、交流汇流箱构成。光伏组串由 22 块 285Wp 单晶硅光伏组件串联构成，每 4-6 个光伏组件串接 1 台 36KTL 组串式逆变器，经逆变器逆变后的 380V 的交流电后送至 4 进 1 出式 5 进 1 出的交流汇流箱，经汇流箱后直接接入西安天虹电气有限公司厂区内原有配电室低压侧扩建光伏并网柜完成并网。

工程承 建方 式	西安天虹电气 1.40MW+0.312MW 屋顶分布式光伏发电项目		
主 要 单 位	项目法人	陕西国力光电能有限公司	
	监理单位	常州正衡电力工程监理有限公司	
	设计单位	中船重工西安天虹电气有限公司工程设计院	
	施工单位	中船重工西安天虹电气有限公司	
	运行单位	陕西国力光电能有限公司	
主要设备		型 号	制 造 厂 家
单晶硅组件		LR6-60-285W	隆基乐叶光伏科技有限公司
汇流箱		YF-HL-AC4	苏州阳丰科技有限公司
逆变器		SUN2000-36KTL	华为技术科技有限公司

低压电缆	全场区各种电缆	长浩线缆有限公司
主要形象进度	1、开工时间：2017. 11. 28 2、并网时间：2017. 12. 25	

工程各参建单位：

二. 建设单位：陕西国力光电能有限公司

设计单位：中船重工西安天虹电气有限公司工程设计院

监理单位：常州正衡电力工程监理有限公司

总包单位：中船重工西安天虹电气有限公司

三. 工程执行规范标准及质量验收情况

1) 规范标准

1、光伏组件

- 1、 IEC61215 单晶硅光伏组件设计鉴定和定型
- 2、 IEC61730.1 光伏组件的安全性构造要求
- 3、 IEC61730.2 光伏组件的安全性测试要求
- 4、 GB/T18479-2001《地面用光伏（PV）发电系统概述和导则》
- 5、 SJ/T11127-1997《光伏（PV）发电系统过电压保护—导则》
- 6、 GB/T 19939-2005《光伏系统并网技术要求》
- 7、 EN 61701-1999 光伏组件盐雾腐蚀试验
- 8、 EN 61829-1998 多晶硅光伏方阵 I-V 特性现场测量
- 9、 EN 61721-1999 光伏组件对意外碰撞的承受能力(抗撞击试验)
- 10、 EN 61345-1998 光伏组件紫外试验
- 11、 GB 6495.1-1996 光伏器件第 1 部分:光伏电流—电压特性的测量
- 12、 GB 6495.2-1996 光伏器件第 2 部分:标准太阳电池的要求
- 13、 GB 6495.3-1996 光伏器件第 3 部分:地面用光伏器件的测量原理及标准光谱辐照度数据
- 14、 GB 6495.4-1996 多晶硅光伏器件的 I-V 实测特性的温度和辐照度修正方法
- 15、 GB 6495.5-1997 光伏器件第 5 部分:用开路电压法确定光伏(PV)器件的等效电池温度(ECT)
- 16、 GB 6495.7-2006《光伏器件第 7 部分:光伏器件测量过程中引起的光谱失配误差的计算》
- 17、 GB 6495.8-2002《光伏器件第 8 部分:光伏器件光谱响应的测量》测量
- 18、 GB/T 18210-2000 多晶硅光伏（PV）方阵 I-V 特性的现场测量
- 19、 GB/T 18912-2002 光伏组件盐雾腐蚀试验
- 20、 GB/T 19394-2003 光伏（PV）组件紫外试验
- 21、 GB/T 13384—1992 机电产品包装通用技术条件
- 22、 GB/T 191-2008 包装储运图示标志
- 23、 GB 20047.1-2006《光伏（PV）组件安全鉴定第 1 部分:结构要求》
- 24、 GB 20047.2-2006《光伏（PV）组件安全鉴定第 2 部分:试验要求》
- 25、 GB6495-86 地面用太阳能电池电性能测试方法;
- 26、 GB6497-1986 地面用太阳能电池标定的一般规定;
- 27、 GB/T 14007-1992 陆地用太阳能电池组件总规范;
- 28、 GB/T 14009-1992 太阳能电池组件参数测量方法;
- 29、 GB/T 9535-1998 地面用多晶硅太阳能电池组件设计鉴定和类型;
- 30、 GB/T 11009-1989 太阳电池光谱响应测试方法;
- 31、 GB/T 11010-1989 光谱标准太阳电池;
- 32、 GB/T 11012-1989 太阳电池电性能测试设备检验方法;
- 33、 IEEE 1262-1995 太阳电池组件的测试认证规范;
- 34、 SJ/T 2196-1982 地面用硅太阳能电池电性能测试方法;
- 35、 SJ/T 9550.29-1993 地面用多晶硅太阳能电池单体质量分等标准;
- 36、 SJ/T 9550.30-1993 地面用多晶硅太阳能电池组件质量分等标准;
- 37、 SJ/T 10173-1991 TDA75 多晶硅太阳电池;
- 38、 SJ/T 10459-1993 太阳电池温度系数测试方法;
- 39、 SJ/T 11209-1999 光伏器件第 6 部分标准太阳电池组件的要求;

上述标准、规范及规程仅是本工程的最基本依据,并未包括实施中所涉及到的所有标准、规范和规程,并且所用标准和技术规范均应为合同签订之日为止时的最新版本。

2、配电系统设计遵循标准
1、《地面用单晶硅光伏组件设计鉴定和定型》 GB/T 9535-2005 2、《地面用光伏（PV）发电系统概述和导则》 GB/T18479 3、《低压配电设计规范》 GB50054-2001 4、《低压直流电源设备的特性和安全要求》 GB17478-2007 5、《电气装置安装工程盘、柜及二次回路结线施工及验收规范》GB50171-2012《光伏器件》 GB6495 6、《电磁兼容试验和测量技术》 GB/T17626-2008 7、《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合》 DL/T620-2014 8、《交流电气装置的接地》 DL/T621-2011 9、《电气装置安装工程验收规范》 GBJ232—82 10、《建筑设计防火规范》 GBJ16-87(2005 版) 11、《建筑物防雷设计规范》 GB50057-2000 12、《建筑抗震设计规范》 GB50011-2001 13、《钢结构设计规范》 GB50017—2003 14、《3~110KV 高压配电装置设计规范》 GB50060-2011 15、《电力工程电缆设计规范》 GB50217-2007
3、并网接口参考标准
1、《光伏并网系统技术要求》 GB/T 19939-2005 2、《光伏发电接入电力系统技术规定》 GB/Z 19964-2005 3、《光伏系统电网接口特性》 GB/T 20046-2006 4、《地面用光伏（PV）发电系统》 GB/T 18479-2001 5、《太阳能光伏系统术语》 GB/T 2297-1989 6、《电能质量供电电压允许偏差》 GB/T 12325-2003 7、《安全标志（neqISO 3864:1984）》 GB/T 2894-1996 8、《电能质量公用电网谐波》 GB/T 14549-1993 9、《电能质量三相电压允许不平衡度》 GB/T 15543-1995 10、《电能质量电力系统频率允许偏差》 GB/T 15945-1995 11、《安全标志使用导则》 GB/T 16179-19956 12、《地面光伏系统概述和导则》 GB/T 18479-2001 13、《光伏发电系统的过电压保护—导则》 SJ/T 11127-1997
4、电气仪表工程
1、《电气装置安装工程验收规范》 GBJ232-2008 2、《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》 GB50168-2016 3、《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》 GB50169-2016 4、《电气装置安装工程旋转电机施工及验收规范》 GB50170-2012 5、《继电保护和安全自动化装置技术规程》 GB14285-2006 6、《电气装置安装工程低压电器施工及验收规范》 GB50256-2014 7、《金属穿线管和固定件》 IEC423 8、《根据颜色和数字鉴别导线》 IEC446 9、《低压开关设备和控制设备组件》 IEC439
5、逆变器
1、GB 18479-2001 地面用光伏(PV)发电系统概述和导则

- 2、DL/T 527—2002 静态继电保护装置逆变电源技术条件
- 3、GB/T 13384—2008 机电产品包装通用技术条件
- 4、GB/T 191-2008 包装储运图示标志
- 5、GB/T 14537—1993 量度继电器和保护装置的冲击与碰撞试验
- 6、GB 16836—1997 量度继电器和保护装置安全设计的一般要求
- 7、DL/T 478—2001 静态继电保护及安全自动装置通用技术条件
- 8、GB/T 19939-2005 光伏系统并网技术要求
- 9、GB/T 20046-2006 光伏（PV）系统电网接口特性（IEC 61727:2004, MOD）
- 10、GB/Z 19964-2005 光伏电站接入电力系统技术规定
- 11、GB/T 2423.1-2001 电工电子产品基本环境试验规程试验 A：低温试验方法
- 12、GB/T 2423.2-2001 电工电子产品基本环境试验规程试验 B：高温试验方法
- 13、GB/T 2423.9-2001 电工电子产品基本环境试验规程试验
- 14、Cb：设备用恒定湿热试验方法
- 15、GB 4208-2008 外壳防护等级（IP 代码）（IEC 60529:1998）
- 16、GB 3859.2-1993 半导体变流器应用导则
- 17、GB/T 14549-1993 电能质量公用电网谐波
- 18、GB/T 15543-1995 电能质量三相电压允许不平衡度
- 19、GB/T12325-2003 电能质量供电电压允许偏差
- 20、GB/T15945-1995 电能质量电力系统频率允许偏差
- 21、GB 19939-2005 太阳能光伏发电系统并网技术要求
- 22、SJ 11127-1997 光伏（PV）发电系统的过电压保护——导则
- 23、GB 20513-2006 光伏系统性能监测测量、数据交换和分析导则
- 24、GB 20514-2006 光伏系统功率调节器效率测量程序
- 26、GB 4208-2008 外壳防护等级（IP 代码）
- 27、GB/T4942.2-1993 低压电器外壳防护等级
- 28、GB 3859.2-1993 半导体变流器应用导则
- 29、Q/SPS 22-2007 并网光伏发电专用逆变器技术要求和试验方法
- 30、电磁兼容性相关标准：EN50081 或同级以上标准
- 31、EMC 相关标准：EN50082 或同级以上标准
- 32、电网干扰相关标准：EN61000 或同级以上标准
- 33、电网监控相关标准：UL1741 或同级以上标准
- 34、电磁干扰相关标准：GB9254 或同级以上标准
- GB/T14598.9 辐射电磁场干扰试验
- GB/T14598.14 静电放电试验
- GB/T17626.8 工频磁场抗扰度试验
- GB/T14598.3-936.0 绝缘试验
- JB-T7064-2010 半导体逆变器通用技术条件
- 35、并网逆变器应满足国家电网公司 2009 年 7 月下发的《国家电网公司光伏电站接入电网技术规定（试行）》要求。

上述标准、规范及规程仅是本工程的最基本依据，并未包括实施中所涉及到的所有标准、规范和规程，并且所用标准和技术规范均应为合同签订之日为止时的最新版本。

6、性能保证

系统应满足国家电网公司 2011 年 5 月下发的《光伏电站接入电网技术规定》要求和北京鉴衡认证中心 2011 年 4 月 14 日下发的 NCA/CTS004-2010《并网光伏发电系统工程验收基本要求》的要求。

7、质量检验评定

- 1、《预制混凝土构件质量检验评定标准》 GBJ321-2002
- 2、《工业金属管道工程质量检验评定标准》 GB50184-2011
- 3、《工业安装工程质量检验评定标准》 GB50252-2010
- 4、《自动化仪表安装工程质量检验评定标准》 GBJ131-90
- 5、《工业设备及管道绝热工程质量检验评定标准》 GB50185-2001
- 6、《屋面工程质量验收规范》 GB50207 —2012
- 7、《建筑防腐蚀工程施工及验收规范》 GB50212-2001
- 8、《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》 GB50168—2014
- 9、《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》 GB50169—2016
- 10、《电气装置安装工程旋转电机施工及验收规范》 GB50170—2001
- 11、《电气安装工程盘、柜及二次回路结线施工及验收规范》 GB50171—2012
- 12、《电气装置安装工程蓄电池施工及验收规范》 GB50172—2012
- 13、《电气装置安装工程高压电器施工及验收规范》 GBJ147—2002
- 14、《电气装置安装工程变压器、互感器、电抗器施工及验收规范》 GBJ148—2014 《电气装置安装工程母线装置施工及验收规范》 GBJ149—2002
- 15、《电气装置安装工程起重机电气装置施工及验收规范》 GB50256—2012
- 16、《电气装置安装工程爆炸和火灾危险环境电气装置施工及验收规范》 GB50257—2012
- 17、《电气装置安装工程电气照明施工及验收规范》 GB50259—2014
- 18、《机械设备安装工程施工及验收通用规范》 GB50231-2008
- 19、《工业金属管道工程施工及验收规范》 GB50235-2010
- 20、《现场设备工业管道焊接工程施工及验收规范》 GB50236-2011
- 21、《电气装置安装工程施工及验收规范》 GB50254-2014

2) 质量验收情况:
设备性能要求

序号	评估要求	核 查 情 况
1、光伏组件		
1	光伏组件通过国际 (CE, ISO) 和国内 (CQC、CGC) 认证及测试, 并且取得金太阳认证, 选用的太阳能光伏电池组件具有 IEC/TUV 标识, 多晶硅组件的转换效率不低于 14.5%, 非体硅组件的转换效率不低于 6.49%, 每块组件功率误差为正偏差。	符合要求
2	给出电池组件的所有材料和配件列表, 并提供该材料和配件的生产厂家、规格型号、通过哪些认证、执行标准及其他技术参数 (以上资料要求尽量详细)。	符合要求
3	光伏组件具有良好的品质, 不应出现玻璃破裂现象、具备一定承重能力和防止组件内部短路等问题的措施。	符合要求
2、支架		
1	出具支架的安装图纸、有荷载、风压荷重、积雪载荷、地震载荷的计算, 并符合相关要求, 风压荷重必须计算因从支架前面吹来 (顺风) 的风压及从支架后面吹来 (逆风) 的风压引起的材料的弯曲强度和弯曲量。支撑臂的压曲 (压缩) 以及拉伸强度, 安装螺栓的强度符合整体设计要求。	符合要求
2	基础稳定性计算, 当受到强风时, 对于构造物基础要考虑以下问题: ①受横向风的影响, 基础滑动或者跌倒 ②地基下沉 (垂直力超过垂直支撑力) ③基础本身被破坏 ④吹进电池板背面的风使构造物浮起 ⑤吹过电池板下侧的风产生旋涡, 引起气压变化, 使电池板向地面吸引	符合要求
3	所有的支架材料须为高质量的防腐蚀铝合金材料或低碳钢 (表面须作防腐处理刷防锈漆两遍底漆两遍面漆或者热镀锌)。需提供支架生产商所用支架材料的强度等认证信息。	符合要求
4	提供产品的盐雾测试报告、材料表面防腐处理检验报告; 铝合金支架结构须经过静力学计算验证, 提供整个系统的静力学报告, 报告应该表明该设计能保证防止侧滑, 翻倒所需的最小负载或固定力; 须提供配重量信息: 如为锚栓固定方式, 上拔力相关信息。	符合要求
3、电缆材料和接地		
1	用光伏直流电缆要求防潮、防紫外线、防暴晒、防酸、阻燃、防腐、耐高温等。若穿管安装, 导管须耐热 90℃ 以上。	符合要求
2	方阵内部和方阵之间的连接, 选取的电缆额定电流为计算所得电缆中最大连续电流的 1.56 倍。	符合要求
3	汇流箱逆变器的连接、逆变器至电网的连接, 选取的电缆额定电流为计算所得电缆中最大连续电流的 1.4 倍。	符合要求
4	光伏组件至汇流箱电缆, 考虑电压降不要超过 1.5%, 汇流箱至直流柜或逆变器电缆, 考虑电压降不要超过 2%。	符合要求

5	防雷接地：包括直击雷和感应雷，感应雷：防止雷电感应、雷电波侵入，等电位连接；直击雷：避雷针的投影不能落在太阳能电池组件上；防雷应考虑防雷接地应该独立设置，要求 $R \leq 30$ 欧姆，且和主接地装置在地下的距离保持在 3m 以上。 工作接地：变压器的中性点、电压互感器和电流互感器的二次线圈。 保护接地：光伏电池组件机架、控制器、逆变器、及配电屏外壳。 屏蔽接地：电子设备的金属屏蔽。	符合要求
4、逆变器		
1	输出电压变化范围：不应超过额定值的 $\pm 10\%$ 。	符合要求
2	输出频率范围：光伏逆变器应与电网同步运行，输出频率偏差不应超过 $\pm 0.5\text{Hz}$ 。	符合要求
3	并网运行时，光伏逆变器向电网馈送的直流电流不应大于逆变器输出电流额定值的 0.5% 。	符合要求
4	功率因数要求：当光伏逆变器输出功率大于额定输出功率的 50% 时，滞后功率因数应不小于 0.98 。	符合要求
5	输入电压为额定值，输出功率为额定值的 125% 时，光伏逆变器安全工作时间应不低于 1min 。	符合要求
6	输入电压为额定值，输出功率为额定值的 150% 时，光伏逆变器安全工作时间应不低于 2s 。	符合要求
7	具有最大功率点跟踪（MPPT）及软启动的功能；较宽的 MPPT 电压范围。	符合要求
8	保护性能：光伏逆变器应具有过压/欠压保护、过频/欠频保护、过流保护、短路保护、极性反接保护、恢复并网、反放电保护、孤岛效应保护等。防孤岛效应保护应在 2 秒内完成，将光伏系统与电网断开。	符合要求
9	通讯接口要求：采用 RS485 通讯接口。	符合要求
10	外壳防护等级：IP20	符合要求
11	电网监控 电磁兼容性 电网检测	有
5、汇流箱		
1	采用智能型汇流箱，符合相关国际标准和国家标准的要求，防护等级为 IP65，满足室内外安装要求。	符合要求
2	每路具备在线监测功能，能指示接入的光电池串是否故障，能测量汇流后电池电压。带开关量输入，能采集直流断路器。每一路电流回路正负极均串入熔断器。	符合要求
3	具有直流防反接、短路、过载、浪涌及雷击、过电压保护、光伏电池串开路报警等状态检测功能。	符合要求

工程安装

序 号	评估要求	核 查 情 况
1、光伏组件及支架		
1	构件倾角、方位角偏差、构件直线度和紧固件安装方式符合设计要求。	符合要求
2	紧固用螺丝无松动，牢固可靠。防腐措施符合国家相关要求。	符合要求
3	支架开口处需密封处理。刷防锈漆防腐的，需刷两遍底漆、两遍面漆。	符合要求
4	组件安装位置和排列方式、平面度、直线度、相邻组件标高偏移和相对位移偏差在允许范围内。	符合要求
	布线方式合理，便于后期维护维修，充分考虑外部环境影响，避免发生短路及接地故障。组件有防雷措施，接地引线可靠。	符合要求
6	所有的电线连接牢固可靠，连接电缆外皮无破损，用专用的连接头连接。	符合要求
7	所有组件正确连接，都处于导通状态。	符合要求
8	光伏组件表面清洁，无杂物或遮挡，无破损。	符合要求
9	为了提高发电效率每一组串的电池组件来自同一个批次。	符合要求
10	接入同一个直流汇流箱的，各个光伏组件串的输入电流，其偏差应不超过 5%。	符合要求
11	安装造成光伏组件破损在合同规定范围之内。	符合要求
2、直流汇流箱		
1	安装方式可靠、牢固度高。布置便于接线、运行操作及维护。接地可靠、安装高度符合设计要求。	符合要求
2	所有线缆接线端压接线端子后可靠连接，有防松动措施并有松动标记。	符合要求
3	汇流箱全部合闸状态，箱门关闭可靠。	符合要求
4	箱体及线缆标示清晰正确美观并与图纸一致，箱内无杂物。	符合要求
3、逆变器		
1	安装方式可靠、防护及通风措施到位，接地措施完善。布置便于接线、运行操作及维护。	符合要求
2	交直流侧两侧接线正确，连接牢固可靠，有防松动措施并有松动标记，线色使用正确。	符合要求
3	接地连接牢固可靠，电阻不得大于 4 欧姆，并有明显的接地标识。	符合要求

并网实验项目

序号	检查项目名称	核查情况
1	并网试验合格，逆变器并网时应与电网同步运行，相序正确。	符合要求

2	逆变器交流输出端频率的允许偏差为 $\pm 0.5\text{Hz}$ ，电网额定频率为 50Hz 。	符合要求
3	逆变器交流输出端单相电压的允许偏差为额定电压的 $+10\%$ 、 -15% ，三相电压的允许偏差为额定电压的 $\pm 10\%$ 。	符合要求
4	孤岛效应试验正确若逆变器并入的电网供电中断，逆变器应在 2s 内停止向电网供电，同时发出警示信号。	符合要求
5	逆变器自动启停机试验正确。	符合要求
6	各电器柜绝缘电阻不大于 2兆欧 。	符合要求
7	所有光伏组串串联连接，而且导通。所有汇流箱全部合闸。接入同一个直流汇流箱的，各个光伏组件串的输入电流，其偏差应不超过 5%	符合要求
8	交直流配电柜运行正常，电表计量正确。	符合要求
9	电气设备的接地电阻 $R \leq 4\text{ 欧姆}$ ，全光伏电站总的接地电阻 $R \leq 1\text{ 欧姆}$ ，中性点直接接地的系统中，重复接地， $R \leq 10\text{ 欧姆}$	符合要求

四、工程质量事故及其处理情况

在施工全过程中没有发生质量事故。

五、竣工资料审查情况

序号	评估要求(完整)	核查情况
1	系统图	完整
2	所有设备基础图	完整
3	所有与土建基础相关的埋件、开孔等基础设计图	完整
4	电池支架钢结构基础图	完整
5	电站电气原理图	完整
6	电站电气接线图	完整
7	竣工图	完整
8	项目设备清单	完整
9	设备合格证书	完整
10	安装工程自检报告（项目经理）	完整
11	分系统调试报告 （调试工程师）	完整
12	整套调试报告（调试工程师）	完整
13	运行规程规范	完整
14	检修规程规范	完整
15	劳动安全管理制度	完整

六、工程质量评估结论：

综上所述，各分项、分部工程的质量符合设计要求和施工验收规范的规定；质保资料基本齐全；工程观感质量良好；本工程满足验评标准合格等级，评估为合格工程。

工程质量评估结论：

项目监理部根据分项、分部（子分部）、单位工程的质量验收情况认为本工程实物质量满足设计图纸和相关规范、标准的要求。观感质量良好，质量控制资料完整，主要项目的安全和功能检测资料齐全，因此，项目监理部认为本工程质量达到优良等级。

监 理 单 位：

项目总监理工程师：