

SZDB/Z

深圳市标准化指导性技术文件

SZDB/Z 105—2014

农业大棚用光伏系统设计、施工与验收导则

Guidelines for design, construction and acceptance solar PV system for agricultural canopy

2014-06 -12 发布

2014-07 -01 实施

深圳市市场监督管理局 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语	1
4 分类	2
5 光伏系统设计	3
6 光伏系统施工	6
7 光伏系统验收	9
附录A（资料性附录） 深圳市各要素 1981-2010 年各月 30 年平均值	15
附录B（资料性附录） 光伏组件现场测试表	16
附录C（资料性附录） 光伏支架安装分部工程验收表	17
附录D（资料性附录） 光伏组件安装分部工程验收表	18
附录E（资料性附录） 汇流箱分部工程验收表	19
附录F（资料性附录） 逆变器安装分部工程验收表	20

前 言

本文件由深圳市市场监督管理局提出及归口。

本文件起草单位：深圳市农业科技促进中心、深圳市创益科技发展有限公司、深圳市标准技术研究院、深圳市中航三鑫光伏工程有限公司、深圳蓝波幕墙及光伏工程有限公司、深圳市中科园林花卉有限公司、深圳市金宏威实业发展有限公司、深圳金粤幕墙装饰工程有限公司、深圳市富瑞达新能源科技有限公司、深圳市计量质量检测研究院。

本文件主要起草人：周向阳、黄曼雪、任继伟、崔明现、杨舸、姜希猛、罗平、冯超、赵亮、倪易洲、温利锋、曾国清、胡华、苏小武、付小华、李菊欢、于喜峰。

农业大棚用光伏系统设计、施工与验收导则

1 范围

本文件规定了农业大棚用光伏系统的设计、施工与验收技术要求。

本文件适用于深圳地区光伏农业大棚。

本文件光伏系统并网设计适用于用户侧并网系统。

2 规范性引用文件

下列文件对本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本部分。凡是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 7251 低压成套开关设备和控制设备
- GB 13495 消防安全标志
- GB 17945 消防应急照明和疏散指示系统
- GB/T 18622 温室结构设计荷载
- GB/T 19064 家用太阳能光伏电源系统 技术条件和试验方法
- GB/T 20047.1 光伏(PV)组件安全鉴定 第1部分 结构要求
- GB 22473 储能用铅酸蓄电池
- GB/T 29319—2012 光伏发电系统接入配电网技术规定
- GB 50009 建筑结构荷载规范
- GB 50016 建筑设计防火规范
- GB/T 50017 钢结构设计规范
- GB 50057 建筑物防雷设计规范
- GB 50147 电气装置安装工程 高压电器施工及验收规范
- GB 50150 电气装置安装工程 电气设备交接试验标准
- GB 50168 电缆线路施工及验收规范
- GB 50169 电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范
- GB 50205 钢结构工程施工质量验收规范
- GB 50212 建筑防腐工程施工及验收规范
- GB 50217 电力工程电缆设计规范
- GB 50254 电气装置安装工程 低压电器施工及验收规范
- GB 50348 安全防范工程技术规范
- GB/T 50794—2012 光伏发电站施工规范
- GB/T 50796—2012 光伏发电工程验收规范
- GB/T 50797—2012 光伏发电站设计规范
- DL/T 621 交流电气装置的接地
- NY/T 1145 温室地基基础设计施工与验收规范
- NB/T 32004 光伏发电并网逆变器技术规范

JB/T 10288—2001 连栋温室结构

JB/T 11139 锰酸锂蓄电池模块通用要求

JB/T 11140 磷酸亚铁锂蓄电池模块通用要求

3 术语

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

太阳电池 solar cell

将太阳辐射能直接转换成电能的一种器件。

3.2

光伏系统 solar PV system

利用太阳电池的光生伏特效应，将太阳辐射能直接转换成电能的发电系统。

3.3

薄膜太阳电池 thin film solar cell

一种太阳电池，通过把一层或多层光伏材料沉积在基底上制成。每层光伏材料的厚度可从数纳米到数十微米。

3.4

光伏组件 PV module

具有封装及内部联结的、能单独提供直流电流输出的，最小不可分割的太阳电池组合装置。

3.5

光伏方阵 PV array

由若干个光伏组件或光伏构件在机械和电气上按一定方式组装在一起，并且有固定的支撑结构而构成的直流发电单元。

3.6

光伏支架 PV support bracket

光伏组件的支撑结构（包括农业大棚骨架结构），通常为钢结构或铝合金结构，或两者混合。

4 分类

4.1 光伏系统按是否接入公共电网可分为下列两种：

- a) 并网光伏系统；
- b) 独立光伏系统。

4.2 光伏组件按太阳电池种类可分为：

- a) 晶体硅光伏组件；
- b) 薄膜光伏组件。

4.3 薄膜光伏组件按基底形式可分为：

- a) 柔性基底光伏组件；
- b) 硬质基底光伏组件。

4.4 农业大棚骨架结构形式可分为：

- a) 圆拱屋面；

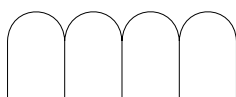


图1 圆拱屋面

b) 双坡单屋面;

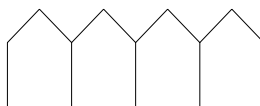


图2 双坡单屋面

c) 双坡多屋面;

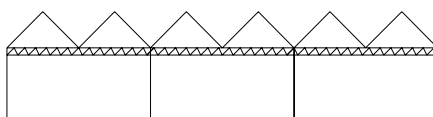


图3 双坡多屋面

d) 锯齿形单屋面;

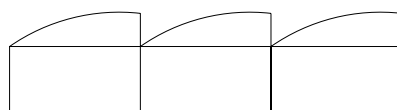


图4 锯齿形单屋面

e) 锯齿形多屋面。

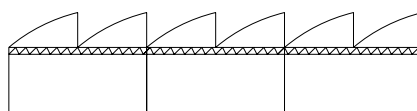


图5 锯齿形多屋面

4.5 光伏系统按光伏组件安装形式可分为:

- a) BIPV (集成到农业大棚屋面上的光伏系统), 符号表示为 \triangle ;
- b) BAPV (附加安装在农业大棚屋面上的光伏系统), 符号表示为 \square 。

5 光伏系统设计

5.1 规划设计

5.1.1 应根据建设地的地理位置、气候条件及太阳能资源, 确定农业大棚的布局、朝向、间距和群体组合, 深圳市各要素 1981-2010 年各月 30 年平均值见附录 A。

5.1.2 光伏系统设计应与农业大棚类型结构设计密切配合, 共同确定光伏系统各组成部分在农业大棚中的位置。

5.1.3 光伏系统设计应综合考虑负荷性质、用电容量、工程特点、规模以及所在农业大棚的供配电条件, 合理确定设计方案。

5.1.4 光伏系统设计应保障安全、供电可靠、技术先进和经济合理。

- 5.1.5 光伏系统宜采用并网光伏系统设计，根据实际需要也可采用独立光伏系统设计。
- 5.1.6 光伏系统中，同一个逆变器接入的光伏组串的电压、方阵朝向、安装倾角应一致。
- 5.1.7 群体农业大棚，栋与栋之间的距离宜保持在6~10 m。
- 5.1.8 安装光伏系统的农业大棚宜为东西朝向（屋脊为东西走向），光伏组件应安装在圆拱、双坡和锯齿型农业大棚的南屋面。农业大棚屋面的坡度及光伏组件的倾角，深圳地区宜为20°。农业大棚为南北朝向时，光伏组件可安装在农业大棚的东、西屋面，农业大棚屋面的坡度及光伏组件的倾角不宜大于20°，在保证排水的条件下，倾角应尽量小。
- 5.1.9 屋面覆盖材料为塑料薄膜或PC板时，光伏组件宜覆盖在农业大棚原有覆盖材料上，但应保证屋面的防水不被破坏。屋面覆盖材料为玻璃时，宜用光伏组件取代玻璃安装。
- 5.1.10 光伏组件周围的环境设施与绿化种植不应投射到农业大棚光伏组件的阳光形成遮挡。
- 5.1.11 光伏组件的布置应满足农业大棚内采光要求。太阳能电池面积宜为农业大棚屋顶总面积的30%~60%。光伏组件或光伏组串之间应有一定的间隔，使透光均匀。

注：光伏组件安装面积的选择应考虑成本与大棚内需要种植的作物，同时还应考虑季节对作物的影响，避免因透光率太低而使大棚在冬季时无法使用。

- 5.1.12 农业大棚内的光合有效辐射不应低于作物光饱和时的光合有效辐射，农业大棚内的种植物宜选择需光强度较低的作物，选择需光强度较高的作物时应进行补光。

注：当深圳地区夏季露地太阳辐射为130000 lux，大棚屋顶安装50%面积的不透光光伏组件且棚膜透光率为60%时，大棚内平均光照强度约为40000 lux。宜选择葱、姜、蒜和茼蒿等光照饱和点低的农作物，其光照饱和点分别为41075 lux、43863 lux、37471 lux和47117 lux；或石斛、红掌、蝴蝶兰等高档花卉，霍山石斛、铁皮石斛、铜皮石斛和苗期红掌的光照饱和点分别为21370 lux、32550 lux、39805 lux和42600 lux。

5.2 结构设计

5.2.1 一般要求

- 5.2.1.1 设计时应考虑为光伏组件的安装、维修维护等提供必要的承载条件和空间。
- 5.2.1.2 基础设计应符合 NY/T 1145 及 JB/T 10288—2001 中第6章的规定。
- 5.2.1.3 改建的农业大棚基础除满足5.2.1.1的要求外，还应应对光伏系统施加荷载进行校核。
- 5.2.1.4 结构设计应结合工程特点，选择合适的结构类型。圆拱屋面宜采用柔性基底光伏组件，可基本不改变农业大棚原有的承重结构。
- 5.2.1.5 荷载设计应符合 GB 50009 及 GB/T 18622 的规定，且应考虑风荷载对光伏组件倾翻力矩产生的影响。

5.2.2 光伏支架设计

- 5.2.2.1 光伏支架设计应结合工程实际，合理选用材料、结构方案和构造措施，保证结构在安装和使用过程中满足强度、刚度和稳定性要求，符合抗震、抗风和防腐等要求。
- 5.2.2.2 光伏支架的结构强度应保证承载要求，主要受力构件及连接件必须进行受力计算。应按承载力极限状态计算结构和构件的强度、稳定性以及连接强度，按正常使用极限状态计算结构和构件的变形。
- 5.2.2.3 光伏支架宜采用钢结构形式，钢结构的设计应符合 GB/T 50017 的规定。
- 5.2.2.4 光伏支架设计时应预留光伏组件及连接件的安装位置。

5.3 电气系统设计

5.3.1 一般要求

- 5.3.1.1 光伏系统设计应与农业大棚用电系统相结合。
- 5.3.1.2 光伏系统由光伏组件、汇流箱、配电柜、逆变器（适用于交流系统）、储能系统及其充电控制装置（适用于带有储能装置的系统）和监控系统等组成。
- 5.3.1.3 光伏系统输出电能质量应满足GB/T 29319—2012第7章的规定。
- 5.3.1.4 采用不同类型光伏组件的系统宜分别设计，同一方阵内光伏组件电性能参数应一致。
- 5.3.1.5 相同测试条件下的相同光伏组件串之间的开路电压偏差不应大于2%，且最大偏差不应超过5V，相同测试条件下且辐照度不低于700 W/m²时，相同光伏组件串之间的电流偏差不应大于5%。
- 5.3.1.6 应根据农业大棚骨架结构设计和用户需求确定光伏组件的安装功率、类型、规格。
- 5.3.1.7 光伏组件的串联数和并联数应根据光伏组件的电性能参数及温度系数、逆变器的性能参数及环境温度确定。
- 5.3.1.8 汇流箱/直流配电柜及逆变器宜与光伏方阵就近安装。
- 5.3.1.9 独立光伏系统储能系统的设计应符合GB 50797—2012中6.5的规定。
- 5.3.1.10 电气系统中各部件的性能应满足国家或行业标准的相关要求。

5.3.2 逆变器

- 5.3.2.1 逆变器应按下列技术条件选择：型式、容量、相数、频率、冷却方式、功率因数、过载能力、温升、效率、输入输出电压、最大功率点跟踪（MPPT）、保护和监测功能、通信接口、防护等级等；
- 5.3.2.2 逆变器应符合下列规定：
 - a) 并网逆变器应符合NB/T 32004的规定，离网逆变器应符合GB/T 19064的规定；
 - b) 逆变器的总额定容量应根据光伏系统总装机容量确定。逆变器数量应根据总额定容量和单机额定容量确定；
 - c) 并网逆变器应具有有功功率和无功功率连续可调功能，用于10 kV及以上电压等级的大、中型光伏系统的并网逆变器应具有低电压穿越功能；
 - d) 无变压器型并网逆变器最大转换效率应不低于96%，含变压器型并网逆变器最大转换效率应不低于94%；
 - e) 外壳防护等级室内型应不低于IP20，室外型应不低于IP54。

5.3.3 直流汇流箱/配电柜

- 5.3.3.1 直流汇流箱/配电柜应按下列技术条件选择：型式、绝缘水平、电压、温升、防护等级、输入输出回路数、输入输出额定电流等。
- 5.3.3.2 直流汇流箱/配电柜应满足以下要求：
 - a) 输入回路的正极和负极均应设置过流保护装置（如熔断器）。过流保护装置的额定电流应为光伏方阵在标准测试条件下的短路电流的1.25倍~2.4倍。对于多级汇流光伏系统，后一级的过流保护装置的额定电流应为前一级光伏子方阵在标准测试条件下的短路电流的1.25倍~2.4倍；
 - b) 直流汇流箱输出回路应设置直流断路器，直流配电柜每个输入回路应设置直流断路器；
 - c) 外壳防护等级室内型应不低于IP20，室外型应不低于IP65；
 - d) 设置电压和电流监测、显示装置及通讯接口；
 - e) 应设置防雷装置；
 - f) 配电柜应符合GB 7251的规定。

5.3.4 储能电池及充电控制装置

- 5.3.4.1 储能电池应符合下列要求：

- a) 若采用铅酸蓄电池，则性能要求应符合 GB 22473 的规定；
- b) 若采用锰酸锂蓄电池，则性能要求应符合 JB/T 11139 的规定；
- c) 若采用磷酸亚铁锂蓄电池，则性能要求应符合 JB/T 11140 的规定；
- d) 若采用其它类型的蓄电池，则其性能要求应不低于设计要求。

5.3.4.2 充电控制装置应符合GB/T 19064的要求。

5.3.5 电缆要求

5.3.5.1 电缆导体材质、绝缘类型、绝缘水平、护层类型、导体截面等应符合GB 50217中的规定。

5.3.5.2 光伏组件连接电缆应符合 GB/T 20047.1 的规定。

5.3.5.3 线路设计应满足防火要求。

5.3.5.4 室外安装的控制及电力电缆，应选用外护层具有防紫外线性能的电缆。

5.3.5.5 电缆沟不得作为排水通路。

5.3.5.6 电缆的路由应进行优化设计，在满足线路隐蔽、可靠连接、施工检修和维护方便的基础上尽量减少电缆的用量。

5.3.5.7 直流线路设计应遵循以下原则：

- a) 耐压等级应高于光伏方阵最大输出电压的 1.25 倍；
- b) 额定载流量应高于短路保护电器整定值，短路保护电器整定值应高于光伏方阵的标称短路电流的 1.25 倍；
- c) 线路损耗应控制在 2% 以内。

5.3.6 监控系统设计

5.3.6.1 光伏农业大棚宜设置监控系统，且应具备以下功能：

- a) 存储和查询历史运行信息和故障记录；
- b) 友好的人机操作界面与监测显示界面；
- c) 接入远程监测的接口。

5.3.6.2 监控系统应能监测及记录以下参数：

- a) 环境参数：水平面日射强度、环境温度及风速等；
- b) 组件温度、发电功率及累计发电量等；
- c) 光伏系统直流侧电压、电流，交流侧的电压、电流及频率等；
- d) 开关量：监控涉及的开关量，包括与断路器相关的程控、联锁、报警、动态画面等信号开关量；
- e) 事件顺序记录：断路器事故跳闸或继电保护动作的开关量。

5.3.6.3 监控系统供电电源应稳定可靠，宜设置交流不间断电源。

5.4 安全要求

5.4.1 防雷与接地

5.4.1.1 防雷设计应符合 GB 50057 的规定。

5.4.1.2 电气设备的接地应符合 GB 50169 的规定，工作接地、保护接地、防雷接地宜共用一套接地装置，共用接地装置的接地电阻值应按接入设备中要求的最小值确定。

5.4.1.3 光伏系统接地应符合 DL/T 621 的规定。

5.4.1.4 光伏发电系统的所有外露非载流金属部件和设备外壳应进行有效的等电位连接并采用共用接地系统。光伏组件框架应与支架导通连接，所有支架及设备外壳应等电位连接接地，接地应连续、可靠。

5.4.2 消防要求

光伏农业大棚消防要求应符合GB 50016的规定。

6 光伏系统施工

6.1 一般要求

- 6.1.1 光伏系统施工前，应对现场施工条件进行勘察，经检查合格后方可进行施工。
- 6.1.2 光伏系统应按批准的设计图纸和技术文件进行施工。
- 6.1.3 光伏系统应按施工组织设计方案平面布置图中规定的位置摆放构件和材料，配置施工机具。
- 6.1.4 设备和材料的规格应符合设计要求，不得在工程中使用未经鉴定和不合格的设备材料。
- 6.1.5 对设备进行开箱检查，其合格证、说明书、测试记录、附件、备件等均应齐全。
- 6.1.6 安装光伏系统时，应及时对材料、设备进行保护，对可能造成影响已完成的相关部分采取保护措施。
- 6.1.7 基础施工应满足设计要求，采用现浇混凝土光伏支架基础时，应在混凝土强度达到设计强度的70%后进行光伏支架安装。

6.2 光伏支架安装

- 6.2.1 钢结构光伏支架施工应符合 GB 50205 的规定。
- 6.2.2 防腐施工应符合 GB 50212 的规定。
- 6.2.3 光伏支架梁柱连接节点应保证结构的安全可靠，各部件的防腐镀层要求应满足设计要求。
- 6.2.4 光伏支架安装位置应准确，允许偏差应符合设计要求。

6.3 光伏组件安装

- 6.3.1 光伏组件安装前应作如下准备工作：
 - a) 光伏支架的安装工作应通过质量验收；
 - b) 光伏组件的型号、规格应符合设计要求；
 - c) 光伏组件的外观及各部件应完好无损；
 - d) 安装人员应经过相关安装知识培训和技术交底且持证上岗。
- 6.3.2 光伏组件的安装应符合以下要求：
 - a) 应按设计要求可靠地固定在光伏支架上；
 - b) 应便于排水、清洁；
 - c) 应便于光伏组件的拆卸和更换；
 - d) 应严格遵守生产厂家指定的安装条件；
 - e) 光伏组件周边的防水连接构造必须严格按设计要求施工，且不得渗漏；
 - f) 光伏组件安装允许偏差应符合设计要求；
 - g) 光伏组件连接线应进行绑扎，应保证整齐、美观；
 - h) 不应在光伏组件安装和移动的过程中拉扯导线，且连接线不应承受外力；
 - i) 在存放、搬运、安装等过程中不得碰撞受损。光伏组件吊装时，其底部应衬垫木，背面不得受到碰撞和重压；
 - j) 在安装前或安装完成后应进行抽检测试，测试结果应按照本标准附录 B 的格式进行填写。

6.4 设备安装

6.4.1 汇流箱安装

6.4.1.1 汇流箱安装前应做如下准备：

- a) 检查汇流箱内元器件完好，连接线无松动；
- b) 汇流箱的所有开关和熔断器应断开；
- c) 进线端及出线端与汇流箱接地端之间的绝缘电阻应不小于 $2M\Omega$ (DC1000V)。

6.4.1.2 汇流箱安装应符合以下要求：

- a) 安装位置应符合设计要求；
- b) 悬挂式汇流箱安装的垂直度允许偏差应小于 1.5 mm；
- c) 接地应牢固、可靠。接地线的截面应符合设计要求；
- d) 组串电缆接引前必须确认光伏组件侧和逆变器侧均有明显断开点。

6.4.2 逆变器安装

6.4.2.1 逆变器安装前应作如下准备：

- a) 检查安装逆变器的型号、规格应正确无误，外观完好无损；
- b) 运输及就位的机具应准备就绪，且满足荷载要求；
- c) 大型逆变器就位时应确保道路畅通，且有足够的场地。

6.4.2.2 逆变器的安装与调整应符合下列要求：

- a) 采用基础型钢固定的逆变器，逆变器基础型钢安装的允许偏差应符合表 1 的规定；

表1 逆变器基础型钢安装的允许偏差

项目	允许偏差	
	mm/m	mm/全长
不直度	<1	<3
水平度	<1	<3
位置误差及不平行度	-	<3

- b) 悬挂式逆变器安装的垂直度允许偏差应符合设计要求；
- c) 基础型钢安装后，其顶部宜高出抹平地面 10 mm。基础型钢应有明显的可靠接地；
- d) 逆变器与基础型钢之间固定应牢固可靠；
- e) 安装在震动场所的逆变器应按设计要求采取防震措施；
- f) 逆变器交流侧和直流侧电缆接线前应检查电缆绝缘，校对电缆相序和极性；
- g) 逆变器直流侧电缆接线前必须确认汇流箱侧有明显断开点；
- h) 电缆接引完毕后，逆变器本体的预留孔洞及电缆管口应做好防火封堵。
- i) 逆变器的安装使用环境应满足对通风、湿度、屏蔽、电磁干扰等的要求。

6.4.3 其它设备安装

6.4.3.1 其它设备安装应符合设计文件和生产厂家说明书及订货技术条件的有关要求。

6.4.3.2 安防监控设备的安装应符合 GB 50348 的规定。

6.4.3.3 低压电器的安装应符合 GB 50254 的规定。

6.4.3.4 环境监测仪的安装应符合设计和生产厂家说明书的要求。

6.5 线缆敷设

6.5.1 线路及电缆的施工应符合设计要求。

6.5.2 光伏组件之间及光伏组件与汇流箱之间的电缆应有固定措施和防晒措施。

6.5.3 动力电缆和控制电缆宜分开排列并满足最小间距要求。

6.6 防雷与接地

6.6.1 光伏系统防雷与接地的安装应符合 GB 50169 的规定和设计文件的要求。

6.6.2 光伏支架应与主接地网可靠连接。

6.6.3 带边框的光伏组件应将边框可靠接地，不带边框的光伏组件，其接地做法应符合设计要求。

6.7 施工安全措施

6.7.1 进入施工现场人员应自觉遵守现场安全文明施工纪律规定。

6.7.2 进入施工现场人员应正确佩戴安全帽，宜采用挂牌上岗制度、工作服宜统一规范。

6.7.3 非作业人员严禁擅自进入危险作业区域。

6.7.4 高空作业必须正确配置安全防护设施。

6.7.5 所有电气设备都必须有可靠接地或接零措施，对配电盘、漏电保护器应定期检验并标识其状态，使用前进行确认。

6.7.6 施工过程中，应尽量减少交叉作业。

6.7.7 施工安装人员应采取防触电措施，严禁在雨天进行光伏组件的连线工作。

6.7.8 光伏系统安装施工时还应采取以下安全措施：

- a) 不得在光伏组件表面上作业；
- b) 光伏组件在安装时表面应铺遮光板，遮挡阳光，防止电击危险
- c) 光伏组件的输出线缆不得非正常短路；
- d) 对无断弧功能的开关进行连接时，不得在有负荷或能够形成低阻回路的情况下接通正负极或断开；
- e) 连接完成或部分完成的光伏系统，遇有光伏组件破损的情况应及时设置限制接近的措施，由专业人员处置；
- f) 电路接通后应注意热斑效应的影响，不得局部遮挡光伏组件；
- g) 在坡度大于 10° 的坡屋面上安装施工，应设置专用脚踏板；
- h) 标识、警告和特殊说明，必须置于明显位置，以示警告，标识的形状、颜色、尺寸和高度应符合相关要求。

6.8 设备和系统调试

6.8.1 调试单位和人员应具备相应资质并通过报验。

6.8.2 调试设备应检定合格。

6.8.3 设备和系统调试前，安装工作应完成并通过验收。

6.8.4 设备和系统调试前，受电后无法进行或影响运行安全的工作应施工完毕。

6.8.5 光伏组件串及汇流箱调试应符合 GB 50794—2012 中 6.2 的规定。

6.8.6 汇流箱调试应符合 GB 50794—2012 中 6.2 的规定。

6.8.7 逆变器调试应符合 GB 50794—2012 中 6.4 的规定。

6.8.8 其它电气设备的交接试验应符合 GB 50150 的规定。

6.8.9 环境监测仪的调试应符合产品技术文件的要求，监控仪器的功能应正常，测量误差应满足观测要求。

7 光伏系统验收

7.1 一般要求

7.1.1 光伏系统应通过单位工程、工程启动、工程试运和移交生产、工程竣工四个阶段的全面检查验收。可根据工程建设需要增设或删减验收的类别和具体要求。

7.1.2 各项验收均应在自检合格的基础上进行。

7.1.3 当工程具备验收条件时，应及时组织验收。未经验收或验收不合格的工程不得交付使用或进行后续工程施工。验收工作应相互衔接，不应重复进行。

7.1.4 验收资料收集、整理应按要求及时完成并提交，并对提交的验收资料进行完整性和规范性检查。

7.1.5 验收资料分为应提供的资料和需备查的资料。验收资料应符合 GB/T 50796—2012 中附录 A 和附录 B 的规定。

7.2 单位工程验收

7.2.1 一般要求

7.2.1.1 单位工程按安装工程、消防工程进行划分。

7.2.1.2 单位工程完工后，施工单位应及时向建设单位提出验收申请，单位工程验收组应及时组建各专业验收组进行验收。根据完工日期光伏系统可以部分或者全部统一组织验收。

7.2.1.3 单位工程验收应依据设计图纸和相关要求进行。

7.2.1.4 单位工程验收应符合下列要求：

- a) 质量控制资料应完整，安装调试记录和报告、施工中的关键工序检查签证记录及隐蔽工程验收记录等资料应齐全；
- b) 单位工程所含分部工程有关安全和功能的检测资料应完整；
- c) 主要功能项目的抽查结果应符合相应技术要求的规定；
- d) 观感质量验收应符合要求。

7.2.2 安装工程验收

7.2.2.1 光伏支架安装验收

应符合：

- a) 钢结构光伏支架安装应符合 GB 50205 的规定；
- b) 采用紧固件的光伏支架，紧固点应牢固、弹垫应压平；
- c) 支撑光伏组件的支架构件倾角和方位角偏差应符合设计要求；
- d) 光伏支架的防腐处理应符合设计要求；
- e) 金属结构支架应与光伏方阵接地系统可靠连接；
- f) 光伏支架安装分部工程验收应符合附录 C 的要求。

7.2.2.2 光伏组件安装验收

7.2.2.2.1 光伏组件安装由光伏组件安装和布线二个分项工程组成。

7.2.2.2.2 光伏组件安装验收应符合：

- a) 光伏组件安装应按设计图纸进行，连接数量和路径应符合设计要求；

- b) 光伏组件的外观及接线盒、连接器不应有损坏现象；
- c) 光伏组件在光伏支架上的安装位置和排列方式应符合施工设计规定；
- d) 相邻组件标高偏移和相对位移偏差应在允许范围内；
- e) 光伏方阵接地和接地电阻应符合设计要求；
- f) 光伏方阵的绝缘电阻应符合设计要求；
- g) 光伏组件安装分部工程验收应符合附录 D 的要求。

7.2.2.2.3 布线验收应符合：

- a) 光伏组件串并联方式应符合设计要求；
- b) 光伏组件标识应符合设计要求；
- c) 测量光伏组串开路电压和短路电流在允许范围内。

7.2.2.3 汇流箱安装验收

7.2.2.3.1 汇流箱安装由箱体安装和通讯口测试两个分项工程组成。

7.2.2.3.2 汇流箱安装应符合：

- a) 箱体安装位置应符合设计图纸；
- b) 箱体和支架连接应牢固；
- c) 采用金属箱体的汇流箱应可靠接地；
- d) 绝缘电阻应符合设计要求；
- e) 汇流箱安装分部工程验收应符合附录 E 的要求。

7.2.2.3.3 通讯口测试应符合：

- a) 通讯调试记录应齐全；
- b) 对通讯口进行 100%复测。

7.2.2.4 逆变器安装验收

应符合：

- a) 制造厂提供的产品说明书、试验记录、合格证件、安装图纸、备品备件和专用工具及其清单应齐全；
- b) 设备的外观及主要零、部件不应有损坏、受潮现象，元器件不应松动或丢失；
- c) 设备的标签内容应符合要求，应标明负载的连接点和极性；
- d) 逆变器应可靠接地；
- e) 逆变器的交流侧接口处应有绝缘保护；
- f) 所有绝缘和开关装置功能应正常；
- g) 逆变器通风处理应符合设计要求，散热风扇工作应正常；
- h) 落地式安装逆变器与基础型钢间应可靠固定，安装在震动场所时防震措施应符合设计要求；
- i) 悬挂式安装高度和水平度应符合设计要求，逆变器和支架连接应牢固可靠；
- j) 逆变器安装分部工程验收应符合附录 F 的要求。

7.2.2.5 其他电气设备安装验收

应符合：

- a) 高压电器设备安装的验收应符合 GB 50147 的规定；
- b) 低压电器设备安装的验收应符合 GB 50254 的规定。

7.2.2.6 监控系统验收

应符合：

- a) 线路敷设路径相关资料应完整齐备；
- b) 监控室设备布局应合理，操作、维护应便利；
- c) 敷设线缆的规格、型号和位置应符合设计规定，线缆排列应整齐美观，外皮无损失；绑扎后的电缆应互相紧密靠拢，外观平直整齐，线扣间距均匀、松紧适度；
- d) 信号传输线的信号传输方式与传输距离应匹配，信号传输质量应满足设计要求；
- e) 传感器、变送器安装位置应能真实地反映被测量值，不应受其他因素的影响；
- f) 监控软件应满足设计要求；
- g) 监控软件应支持标准接口，接口的通讯协议应满足建立上一级监控系统的需要及调试的要求；
- h) 监控系统任何故障不应影响被监控设备的正常工作；
- i) 通电设备应提供符合相关标准的绝缘性能测试报告。

7.2.2.7 防雷接地验收

7.2.2.7.1 防雷与接地由光伏方阵、电气设备的防雷与接地和农业大棚的防雷与接地三个分项工程组成。

7.2.2.7.2 光伏方阵过电压保护与接地应符合：

- a) 接地网的埋设和材料规格型号应符合设计要求；
- b) 连接处焊接应牢固、接地网引出处应符合要求；
- c) 接地网接地电阻应符合设计要求。

7.2.2.7.3 电气装置的防雷与接地应符合 GB 50169 的规定。

7.2.2.7.4 农业大棚的防雷与接地应符合 GB 50057 的有关规定。

7.2.2.8 线路及电缆验收

应符合：

- a) 设计资料图纸、直流电缆清册、变更设计的证明文件和竣工图，制造厂提供的产品说明书、试验记录、合格证件及安装图纸等资料应齐全；
- b) 直流电缆规格应符合设计要求；
- c) 标志牌应装设齐全、正确、清晰；
- d) 电缆的固定、弯曲半径、有关距离等应符合设计要求；
- e) 直流电缆线路所有接地的接点与接地极应接触良好，接地电阻值应符合设计要求；
- f) 防火措施应符合设计要求；
- g) 电缆连接接头应符合 GB 50168 的规定。

7.2.3 消防工程验收

应符合：

- a) 光伏农业大棚构件的燃烧性能和耐火极限应符合 GB 50016 的规定；
- b) 防火隔离措施应符合设计要求；
- c) 消防车道和安全疏散措施应符合设计要求；
- d) 消防给水、灭火措施及火灾自动报警应符合设计要求；
- e) 消防器材应按规定品种和数量摆放齐备；
- f) 安全出口标志灯和火灾应急照明灯具应符合 GB 13495 和 GB 17945 的规定。

7.3 工程启动验收

- 7.3.1 多个相似光伏发电单元可同时提出验收申请。
- 7.3.2 工程启动验收前完成的准备工作应包括下列内容：
- 单位工程施工完毕，应已通过验收并提交工程验收文档；
 - 应完成工程整体自检；
 - 调试单位应编制完成启动调试方案并应通过论证；
 - 通信系统与电网调度机构连接应正常；
 - 电力线路应已经与电网接通，并已通过冲击试验；
 - 保护开关动作应正常；
 - 监控系统各项功能应运行正常；
 - 并网逆变器应符合并网技术要求。

- 7.3.3 工程启动验收主要工作应包括下列内容：
- 应审查工程建设总结报告；
 - 应按照启动方案对光伏系统启动进行验收；
 - 对验收中发现的缺陷应提出处理意见。

7.4 工程试运和移交生产验收

7.4.1 工程启动验收完成后，施工单位应及时向建设单位提出工程试运和移交生产验收申请。

7.4.2 工程试运和移交生产验收应具备下列条件：

- 单位工程和启动验收应均已合格；
- 与公共电网连接处的电能质量符合要求；
- 设备及系统调试，宜在天气晴朗，太阳辐射强度不低于 400 W/m^2 的条件下进行；
- 生产区内的所有安全防护设施应已验收合格；
- 运行维护 and 操作规程管理维护文档应完整齐备；
- 光伏系统经调试后，从工程启动开始无故障连续并网运行时间不应少于光伏组件接收总辐射量累计达 60 kWh/m^2 的时间；
- 光伏系统主要设备（光伏组件、并网逆变器和变压器等）各项试验应全部完成且合格，记录齐全完整；
- 生产准备工作应已完成；
- 运行人员应取得上岗资格。

7.4.3 工程试运和移交生产验收主要工作应包括下列内容：

- 应审查工程设计、施工、设备调试、生产准备、监理、质量监督等总结报告；
- 应检查工程投入试运行的安全保护设施是否完善；
- 应检查光伏组件面接收总辐射量累计达 60 kWh/m^2 的时间内无故障连续并网运行记录是否完备；
- 应检查检测光伏方阵电气性能、系统效率等是否符合设计要求；
- 应检查工程启动验收中发现的问题是否整改完成；
- 按照合同及技术说明书的要求，核查并网逆变器孤岛检测记录、安全保护试验记录、光伏方阵各项性能指标。检查验收中发现的问题是否整改完成；
- 应检查监控和数据采集系统是否达到设计要求；
- 应确定工程移交生产期限。

7.5 工程竣工验收

7.5.1 工程竣工验收应在试运和移交生产验收完成后进行。

7.5.2 工程竣工验收主要工作应包括下列内容：

- a) 应检查竣工资料是否齐全完整齐备；
- b) 应审查工程竣工报告；
- c) 应检查竣工决算报告及其审计报告；
- d) 应审查工程预决算执行情况；
- e) 当发现生大问题时，应停止验收或者停止部分工程验收，并督促相关单位限期处理；
- f) 应对工程进行总体评价。

附 录 A
(资料性附录)

深圳市各要素 1981-2010 年各月 30 年平均值

深圳市各要素1981—2010各月30年平均值见表A.1。

表A.1 深圳市各要素 1981-2010 年各月 30 年平均值

要素月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
平均气温 (°C)	15.4	16.3	19.0	22.7	26.0	28.0	28.9	28.7	27.7	25.3	21.2	17.0
平均最高气温 (°C)	19.8	20.2	22.7	26.3	29.5	31.1	32.3	32.3	31.3	29.2	25.4	21.5
平均最低气温 (°C)	12.5	13.8	16.5	20.3	23.6	25.6	26.3	26.1	25.0	22.5	18.2	13.8
平均降水 (mm)	26.4	47.9	69.9	154.3	237.1	346.5	319.7	354.4	254.0	63.3	35.4	26.9
平均日照 (h)	138.7	92.4	94.9	104.6	146.4	160.3	215.6	182.5	169.9	189.6	175.8	166.9
平均气压 (kPa)	101.6	101.4	101.1	100.8	100.5	100.2	100.1	100.1	100.5	101.0	101.3	101.6
水平地面上太阳辐射日总量 月平均值 ^a (kWh/m ² /day)	3.27	3.04	3.28	3.59	4.29	4.61	5.29	4.88	4.57	4.41	3.93	3.45
注：本资料来自深圳国家基本气象站，站址在2005年底之前位于罗湖区蔡屋围，2006年1月1日之后迁至福田区竹子林，相关资料已经过均一化检验。气压统计没有进行迁站前后的高度差订正。												
^a 此部分数据来自美国航空航天局 (NASA)。												

附 录 B
(资料性附录)
光伏组件现场测试表

工程名称:				
光伏组件现场测试表				
生产厂家:		测试日期:		天气:
序号	检测项目	使用工具	记录数据	备注
1	开路电压 (标称)			
2	短路电流 (标称)			
3	测试现场辐照度	手持辐照仪		
4	开路电压实测值	万用表		
5	短路电流实测值	万用表		
6	测试时环境温度	温度计		
测试时间:				

检查人:

确认人:

附 录 C
(资料性附录)
光伏支架安装分部工程验收表

检查项目	检查内容	检查结果	检查人	备注
光伏 支架	安装调试记录和报告、施工中关键工序和隐蔽工程检查签证记录等			
	《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205			
	底座中心线对定位轴线的偏移			
	构件倾角偏差			
	方位角偏差			

附 录 D
（资料性附录）
光伏组件安装分部工程验收表

检查项目	检查内容	检查结果	检查人	备注
光伏 组件 安装	安装调试记录和报告、施工中关键工序和隐蔽工程检查签证记录等			
	组件安装位置和排列方式			
	相邻组件标高偏移			
	相邻组件相对位移偏差			
	防雷接地			
	绝缘电阻			
布线	组件串并联方式			
系统	组串开路电压和短路电流			

附 录 E
 (资料性附录)
 汇流箱分部工程验收表

检查项目	检查内容	检查结果	检查人	备注
汇流箱 安装	安装调试记录和报告、施工中关键工序签证记录等			
	汇流箱安装位置			
	箱体和支架的连接			
	防雷接地			
	绝缘电阻			
通讯 端口	通讯调试记录			
	通讯端口复测			

附 录 F
（资料性附录）
逆变器安装分部工程验收表

检查项目	检查内容	检查结果	检查人	备注
逆变器安装	产品说明书、试验记录、备品备件等			
	安装调试记录和报告、施工中关键工序签证记录等			
	设备外观及主要零、部件			
	设备标签			
	逆变器固定			
	防震措施（悬挂式不检查）			
	交流侧绝缘保护			
	绝缘和开关装置			
	逆变器保护功能			