**分布式光伏发电并网调试方案**

1.并网准备

1）直流部分

1）确保天气稳定，并在光伏阵列输出稳定的情况下进行试运行；

2）记录环境参数（电压、温度、光照强度）；

3）检查组串接线的极性，确保无接错；

4）测量组串总线开路电压，确保DC输入极性正确，记录并测量每一路DC电压，每路电压值应几乎相同，并且不超过逆变器允许的最大直流电压值。

2）检查电缆绝缘

通过绝缘电阻测试可以检查电缆绝缘是否老化、受损、受潮，以及耐压试验中暴露出的绝缘缺陷。对1000V以下的电缆测量时用1000V绝缘电阻测试仪，分别测量线芯对铠装层、铠装层对地的绝缘，以检查绝缘是否损坏。如果确实存在绝缘电缆损坏，应安排检修。

2.逆变器本体测试

1）在逆变器上电前的检查：

1）确保逆变器直流断路器均处于OFF位置；

2）检查逆变器是否已按照用户手册、设计图纸、安装要求等安装、接线完毕；

3）确认机器内所有螺钉、线缆、接插件连接牢固，器件（如吸收电容、软启动电阻等），无松动、损坏；

4）检查防雷器、熔断器完好、无损坏；

5）确认DC连接线缆极性正确，端子连接牢固；

6）检查AC电缆连接，电压等级、相序正确，端子连接牢固；

7）检查所有连接线端有无绝缘损坏、断线等现象，用绝缘电阻测试仪，检查线缆对地绝缘阻值，确保绝缘良好；

8）检查逆变器的通讯线缆是否连接牢固，所有逆变器通讯端子的接线极性是否一致。

2）检查逆变器设置

1）选择光照充足时刻，确认组串接线极性正确后，断开逆变器输出侧交流断路器，将逆变器直流开关旋至位置“ON”；

2）如果直流电压超过逆变器启动电压，其液晶屏激活，操作按键，检查逆变器的所在国家代码、保护参数设置、时间设置是否正确。如果是初次上电，应按照操作手册进行各参数设置；

3）检查逆变器的通讯连接是否成功（在箱变侧，利用UPS及直流屏为保护装置及通讯装置供电）；

4）检查完毕后，将逆变器直流开关旋至位置“OFF”。

3.交流汇流箱部分

检查交流汇流箱各开关是否完好，开关合分是否到位，触头接触是否良好。检查主电缆及分支电缆相序是否正确，接线端子是否连接牢固，绝缘隔板是否完好及安装到位。

4.电力电缆试验及检查

1）测量绝缘电阻。

在测量绝缘电阻时，需要分别对每个相进行测试。对于一相的测试，需要将其他两相导体、金属屏蔽或金属套和铠装层一起接地。

进行10kV电缆的主绝缘耐压试验时，需要分别对每个相进行测试。对于一相的测试，需要将其他两相导体、金属屏蔽或金属套和铠装层一起接地。对于额定电压为0.6/1kV的电缆线路，可以使用2500V兆欧表来测量导体对地绝缘电阻，代替耐压试验。测试时间为1分钟。

检查电缆线路两端的相位是否一致。

在箱式变电站中，需要对一次设备和二次设备进行试验和检查。对于低压一次设备，需要按照《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》GB-2016中的要求进行测量绝缘电阻、动力配电装置的交流耐压试验、相位检查，并审查试验报告。同时，还需要检查所有电气设备一次回路接线的正确性，接线连接点是否牢固，以及清理安装及试验遗留物。对于二次设备，需要按照同样的标准进行绝缘电阻测量和交流耐压试验，并根据设计图纸检查所有二次回路的正确性和接线连接点是否牢固。

在升压变压器的试验和检查中，需要按照《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》GB-2016中的要求进行以下相关试验：绕组连同套管的直流电阻、所有分接的电压比、变压器的三相接线组别、铁心及夹件的绝缘电阻、绕组连同套管的绝缘电阻、吸收比或极化指数、绕组连同套管的交流耐压试验、额定电压下的冲击合闸试验以及相位检查。同时，还需要检查变压器高低压侧接线的正确性，接线连接点是否牢固，以及清理安装及试验遗留物。另外，需要进行变压器温度控制装置试验，按照产品说明书进行调整整定，手动启动通风应正常自动启动按照设定值应工作正常，超温报警及超温跳闸保护应符合设计图纸要求。

在10kV开关柜的试验和检查中，需要按照《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》GB-2016中的要求进行一次设备的测量绝缘电阻、交流耐压试验，包括断路器、互感器、避雷器、支柱绝缘子等项目，并审查试验报告。

3) 进行断路器主触头的分、合闸时间测量，同时测量分、合闸的同步性，并测量合闸时触头的弹跳时间。

4) 进行断路器操动机构的试验。

5) 进行互感器绕组直流电阻的测量。

6) 检查互感器的接线组别和极性。

7) 进行互感器误差及变比的测量。

8) 进行互感器的励磁特性曲线测量。

9) 进行金属氧化物避雷器直流参考电压和0.75倍直流电压下的泄漏电流测量。

10) 进行金属氧化物避雷器工频放电电压试验。

同时，检查变压器高低压侧接线的正确性，接线连接点是否牢固，以及变压器柜体内部环境是否整洁，并清理安装及试验遗留物。

针对二次设备，按照《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》GB-2016的要求进行绝缘电阻测量及交流耐压试验，并按照《继电保护和电网安全自动装置检验规程》DL/T995-2006的要求进行二次设备及线路的调校、检验，并审查试验报告。

针对10kV外线系统，包括断路器、隔离开关、互感器、避雷器、支柱绝缘子、10kV电缆，进行绝缘电阻测量、交流耐压试验、断路器主触头的分、合闸时间测量，同时测量分、合闸的同步性，并测量合闸时触头的弹跳时间，进行断路器操动机构的试验，进行互感器绕组直流电阻的测量，检查互感器的接线组别和极性，进行互感器误差及变比的测量，进行互感器的励磁特性曲线测量，进行金属氧化物避雷器直流参考电压和0.75倍直流电压下的泄漏电流测量，进行金属氧化物避雷器工频放电电压试验。同时，检查变压器高低压侧接线的正确性，接线连接点是否牢固，以及变压器柜体内部环境是否整洁，并清理安装及试验遗留物。二次设备方面，按照《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》GB-2016的要求进行绝缘电阻测量及交流耐压试验，按照《继电保护和电网安全自动装置检验规程》DL/T995-2006的要求进行二次设备及线路的调校、检验，并审查试验报告。

最后，对10kV外线系统、升压站10kV开关柜、升压变压器的试验及检查完毕后，通过相关部门的验收，请施工单位将外线T接入外电网，进行并网试运行。

在进行并网调试前，需要确保所有准备工作已经完成，并且各项设备正常。具体步骤如下：

1.闭合站内直流电源及UPS电源的相应开关，闭合10kV开关柜及低压侧开关柜内的相关二次供电回路开关，检查确认各保护装置及仪表正常工作。

2.确认分离10kV并网出线柜的接地开关，所有断路器手车摇至实验位，PT柜及计量柜手车摇至分离位。

3.确认分离10kV外线电网连接点处的断路器。

4.闭合外线连接点的断路器双侧的隔离开关。

5.闭合外线连接点的断路器，并采用验电器检验断路器下侧，确定断路器接通。

6.通过10kV前的带电显示器，检查进线侧带电情况。

7.将10kV并网出线柜断路器手车摇至工作位，进行合闸操作。

8.检查10kV计量柜、PT柜、变压器进线柜前的带电显示器，确认母线带电情况。

9.依次摇进计量柜手车、PT柜手车、变压器进线柜断路器手车。

10.依次闭合PT柜二次侧电压回路开关、并网出线柜二次侧电压回路开关、变压器进线柜二次侧电压回路开关，检查保护装置及仪表装置显示值。

11.观察电能质量分析仪液晶显示的网侧电压和频率，确认其在正常值范围内。

12.进行变压器进线柜断路器合闸操作，进行变压器空载试验，试验按规范要求连续运行24小时，应无异常现象，测量其空载电压、空载电流、空载损耗、温升及温控调节应符合产品技术条件规定。

13.依次闭合低压侧总断路器，各交流汇流箱进线断路器，观察低压侧保护装置及各仪表的工作状态，确认正常。

14.在每台交流汇流箱侧，闭合总开关，用示波器或电能质量分析仪测量网侧电压和频率是否满足逆变器并网要求，在电网电压、频率均满足并网要求的情况下，进行下一步操作。

15.选择光照充足的时间段，按照接线顺序，对逆变器逐一进行上电测试，闭合汇流箱中第一路分支开关，将对应逆变器的直流开关旋至“ON”，按照逆变器操作手册，操作按键，使逆变器运行，观察逆变器LCD液晶屏，确定其工作状况。

16.待逆变器正常工作5min后进行孤岛保护检验，断开交流汇流箱的分支断路器，观察逆变器的工作状态，利用万用表交流750V档测量分支断路器逆变器侧有无电压，若无，且逆变器显示“NOGUIDER”，则检验通过，闭合交流汇流箱分支断路器，观察逆变器的工作状态，若转为正常工作，测试结束，先闭合交流汇流箱分支断路器，将逆变器的直流开关旋至“OFF”。

17）对每台逆变器进行测试，直至全部通过。如果在测试过程中发现异常或听到异响，应立即停止机器运行，并进行故障排除。

18）逆变器测试完成后，通过闭合交流汇流箱与低压进线柜之间的断路器，逐步增加输入功率。可考虑分别增加到10%、25%、50%、75%、100%设计功率点，并检验各功率点运行时的并网点的电能质量，如PF值、THD值、三相平衡等。

19）在进行逆变器功率测试的同时，进行升压变压器的负载试验。按照要求，进行带额定负荷运行12小时，测量三相电流及电压应对称平衡。试运人员每小时应进行巡视，变压器应无异常现象，并做好试运行记录。

20）以上步骤完成后，各一次及二次设备运行均无异常且符合要求后，初步试运行调试完毕。

21）备注：以上试运行需由我公司人员在场指导、配合调试。同时需要有相关设备供应商、系统集成商等多单位紧密配合，相互合作，共同完成。

三、安全措施

1.调试检测人员要求：

1）从事现场调试检测的人员，必须身体感官无严重缺陷，并持有国家劳动安全监察部门认可的《电工操作上岗证》。

2）必须熟练掌握触电急救方法。

3）现场调试、检测人员应思想集中，电器线路在未经测电笔确定无电前，应一律视为“有电”，不可用手触摸，应认为带电操作。

4）工作前应详细检查自己所用工具是否安全可靠，穿戴必须的防护用品，以防工作时发生意外。

2.试验过程注意事项：

1）在开关手把上或线路上悬挂“有人工作、禁止合闸”的警告牌，防止他人中途送电。

2）检测平台接地体之间应良好连接，最终从集控车引出地线与现场接地点可靠连接。

3）送电前必须认真检查电器设备，并与有关人员联系好后方能送电。

4）试验过程中，将检测平台四周装设临时遮拦并悬挂“高压危险”警告牌。

5）使用验电棒时要注意测试电压范围，禁止超出范围使用。验电时，分相逐相进行，在对断开位置的开关或刀闸进行验电的同时，对两侧各相验电。

6）对停电的电线路进行验电时，若线路上未连接可构成放电回路的三相负荷，要予以充分放电。

7）高压试验时必须戴绝缘手套。

8) 在工作中，所有需要拆除的电线必须被正确处理。电线头必须被包好，以防触电事故的发生。

9) 在雷雨天气时，检测人员应立即停止工作，并采取措施保护检测平台免受雨水侵害。

10) 如果发生火灾，应立即切断电源，并使用四氯化碳粉质灭火器或黄砂进行扑救。严禁使用水扑灭火灾。

11) 在工作结束后，必须拆除临时地线，并检查是否有工具或其他物品留在带电体上。

12) 工作结束后，所有检测人员必须撤离工作现场，拆除警告牌，撤离所有材料、工具和仪表等，并随时安装好原有的防护装置。

四、组织机构

1.现场指挥人员

序号 单位 姓名 性别 人员分工 备注

1 建设方 总指挥

2 监理方 副指挥

3 总包方 副指挥

2.现场试运行调试人员介绍

序号 单位 姓名 性别 人员分工 备注

1 建设方

2 建设方

3 总包方

4 总包方

5 总包方

6 总包方

7 设备厂家

8 设备厂家

9 设备厂家

3.业主职责

在光伏电站试运行期间，业主单位应当派人参加，并负责试运行过程中的协调工作。各单位需服从指挥小组的调度，为试运行及检测试验提供便利条件，相互配合，确保试验设备的安全，保证试验的顺利进行。

4.运行机构职责：

负责试运行期间的组织协调工作，以及试运行现场的各项操作工作，确保各项操作步骤的正确性（包括定值修改、调节方式、调节幅度等）。此外，还需要装设试验现场的临时固定电话，以保证通讯畅通。当班值运行人员需要按照方案要求记录各项数据。