

2023 年度湖南省“楚怡杯”职业院校技能竞赛

赛项规程

一、赛项名称

1.赛项名称：分布式光伏系统的装调与运维

2.赛项组别：中职组

3.赛项归属：信息技术类

二、竞赛内容

本赛项包括分布式光伏系统的安装与部署、分布式光伏系统的运行与维护、神秘题等三个竞赛任务。具体竞赛内容与要求如下：

序号	竞赛任务		竞赛要求
任务一	分布式光伏系统的安装与部署	分布式光伏系统的部署实施。	考核选手对分布式光伏系统的系统组成知识、分布式光伏系统设备及电气设备的安装技术及装配工艺的掌握。
		分布式光伏系统工程阶段性验收。	考核选手对分布式光伏系统和设备的检测技能。
任务二	分布式光伏系统的运行与维护	分布式光伏系统的本地控制。	考核选手对分布式光伏系统各组成设备的控制及运行调试技术。
		分布式光伏系统的远程监控。	考核选手对分布式光伏系统的监控组态运行调试技能。
		分布式光伏系统运行测试验收。	考核选手对分布式光伏电站运行验收方法和验收标准的掌握。
		分布式光伏系统的运维。	考核选手对分布式光伏系统故障识别、故障排查及解决问题的能力。
任务三	分布式光伏运行评估-神秘题	对分布式光伏电站的性能评估与运行流程验收。	
	分布式光伏工程的计算与测量。	要求在分布式光伏神秘题任务书中，进行电站运行评估验收的填写与工程运行事故处理能力。	

三、竞赛方式

3 人团体赛。

四、竞赛时量

竞赛时量为 240 分钟。

五、名次确定办法

按照参赛队的总成绩从高到低排序确定名次，不设并列名次。总成绩相同时，以职业规范与安全生产分数高者名次列前；当总成绩相同和职业规范与安全生产

成绩均相同时，以分布式光伏系统的远程监控分数高者名次列前。

六、评分标准与评分细则

1.评分标准

满分 100 分，总成绩为分布式光伏系统的安装与部署、分布式光伏系统的运行与维护、分布式光伏工程运行评估-神秘题、职业规范与安全生产得分之和。具体评分项目及分值见下表。

序号	评分项目	分值
任务一	分布式光伏系统的安装与部署	25 分
任务二	分布式光伏系统的运行与维护	50 分
任务三	分布式光伏运行评估-神秘题	15 分
职业规范与安全生产		10 分

2.评分细则

序号	评分项目	二级指标	三级指标	分值
任务一	分布式光伏系统的安装与部署	分布式光伏的工程施工组织	考核分布式光伏工程实施前期的工作组织、规划、管理能力：要求完成施工技术交底、施工进度计划等工作。	5 分
		分布式光伏系统的部署实施	符合要求的规划：关键器件的安装与线路连接的正确性。	3 分
			工艺：模块布局合理性、牢固性、美观性；冷压端子的使用、接线可靠性、并线的使用、号码管套装与标识、线槽盖的使用、缠绕管的使用、线色的使用符合技术规范中所列标准要求。	12 分
		分布式光伏系统的部署完工检测	项目部署完工后，检测指定项目的测量点、测量方法、测量值正确性。提交报告格式正确性，字体、数据是否清晰。	5 分
任务二	分布式光伏系统的运行与维护	分布式光伏系统的本地控制	急停功能、复位功能开发确认，按键 K1 至 K10 功能的实现效果。	15 分
		分布式光伏系统的远程监控	系统结构符合要求，登录界面、数据监控界面、操作界面、电站运维等功能的实现符合要求；分布式光伏系统整机运行效果。	20 分
		分布式光伏系统运行测试验收	系统功能调试完工后，检测项目的测量点、测量方法、测量值正确性。	5 分
		分布式光伏系统的排查与运维	故障现象、故障原因描述及故障排除。	10 分
任务三	分布式光伏工程运行评估	分布式光伏工程运行评估-神秘题	对分布式光伏电站的性能评估与运行流程验收。	15 分
职业规范与安全生产		现场安全生产、操作岗位 5S 管理、团队合作、参赛纪律。		10 分

七、赛点提供的设施设备仪器清单

本赛项使用的设备为分布式光伏工程实训系统，须能够契合目前新能源产业、光伏工程、信息化运维等典型岗位用人需求，基于对新能源应用系统的实现原理、性能特性的深刻研究，高度整合、集成了分布式能源发电技术、传感技术、信息通信技术、能源管控技术和模拟规划技术，且具有学科递进式的功能。

具体设备情况如下表所示。

序号	系统子平台	数量	子平台简介
1	分布式光伏装调平台	1台	以符合人体工学的钢结构和铝合金型材为基础材料的柔性工位为载体，以功能装置、能源转化装置、能源储存装置、负载装置、集中控制模块、数据采集模块等组件为实现环境，通过各类高精度工业级元器件部署而成的具有光伏发电控制、能源转化储存、电能控制调度、存储逆变等功能的智能控制平台。
2	分布式光伏并网隔离系统	1套	光伏并网系统，能够通过并网逆变器转化为交流电，通过隔离变压器与真实的市电外网相互隔离，安全地并入市电，保护设备及人身安全。
3	分布式光伏智能运维系统	1套	能够对光伏系统平台重要设备通过组态，实施集中监视和远程控制，并能提供详细的运行报告，在服务器上存储、保护和备份电站产量、错误信息以及配置数据。能够显示实时的辐照量、模块温度、环境温度等信息。提供逆变器故障诊断工具，详细显示各个逆变器的实测资料。可以通过图文视图清晰展示全局情况。
4	工具及耗材包	1套	满足竞赛的工具及耗材套件。 工具：钳型万用表、剥线钳、斜口钳、冷压压线钳；螺丝刀、工具刀、活动扳手等； 耗材：MC4连接器、号码管、冷压端子、导线、缠绕管、扎带等。

备注：具体设备由赛点提供。

八、选手须知

1.选手自带工（量）具及材料清单

本赛项无需选手自带工（量）具及材料，所需工（量）具及材料全部由赛场提供。

2.主要技术规范及要求

本赛项遵循以下国际相关标准，国家相关标准和行业相关标准。

(1)IEC61730-2ed2.0 Photovoltaic (PV) module safety qualification- Part 2: Requirements for testing（光伏（PV）组件安全鉴定—测试要求）。

(2)GB/T 36568-2018 光伏方阵检修规程。

(3)GB/T 36567-2018 光伏组件检修规程。

(4)GB 50797-2012 光伏电站设计规范。

(5)GB/T 35694-2017 光伏电站安全规程。

(6)GB/T50054-2011 低压配电设计规范。

(7)GB/T50052-2009 供配电系统设计规范。

(8)GB50055-2011 通用用电设备配电设计规范。

(9)DB34/T 2450-2015 户用并网光伏系统设计与施工规范。

(10)GB/T 33342-2016 户用分布式光伏发电并网接口技术规范。

(11)DL/T 5429-2009 电力系统设计技术规程。

(12)IEC 60364-7-712:2002 Requirements for special installations or locations - Solar photovoltaic (PV) power supply systems（特殊装置或场所的要求 - 太阳能光伏（PV）供电系统）。

(13)GB/T 32512-2016 光伏电站防雷技术要求。

(14)GB/T 31999-2015 光伏发电系统接入配电网特性评价技术规范。

(15)GB/T 29319-2012 光伏发电系统接入配电网技术规定。

(16)GB/T 30152-2013 光伏发电系统接入配电网检测规程。

(17)GB 50794-2012 光伏电站施工规范。

(18)GB50865-2013 光伏发电接入配电网设计规范。

(19)GB/T 19939-2005 光伏系统并网技术要求。

- (20)Q/GDW617-2011 光伏电站接入电网技术规定。
- (21)GB/T 20046-2006 光伏系统电网接口特性。
- (22)IEC 61727 ed2.0 Photovoltaic (PV) systems - Characteristics of the utility interface (光伏(PV)系统电网接口的特性)。
- (23)IEC 61427-1 ed1.0 太阳光伏能系统用蓄电池和蓄电池组一般要求和试验方法。第 1 部分：光伏离网应用。
- (24)GB/T34129-2017 微电网配电网测试规范。
- (25)NB/T 32010-2013 光伏电站逆变器防孤岛效应检测技术规程。
- (26)DL/T 448-2016 电能计量装置技术管理规程。
- (27)DL/T5137-2001 电测量及电能计量装置设计技术规程。
- (28)DL/T 448 电能计量装置技术管理规程。
- (29)DL/T 614-2007 多功能电能表。
- (30)DL/T 645-2007 多功能电能表通信协议。
- (31)GB/T 14048.7-2016 低压开关设备和控制设备 第 7-1 部分：辅助器件铜导体的接线端子排。
- (32)GB 50217-2018 电力工程电缆设计规范。
- (33)GB/T 50062-2008 电力装置的继电器保护和自动装置设计规范。
- (34)GB/T 32900-2016 光伏电站继电保护技术规范。
- (35)GB/T 14598.1-2002 电气继电器第23部分：触点性能。
- (36)JY/T 0465-2015 高等职业学校光伏发电技术与应用专业仪器设备装备规范。
- (37)GB/T 6988.1-2008 《电气技术用文件的编制》。
- (38)IPC-A-610E-2010 中文版电子组件的可接受性。
- (39)SJ/T 10533-1994 电子设备制造防静电技术要求。
- (40)GB/T 12326-2008 电能质量电压波动和闪变。
- (41)GB 50054-2011 低压配电设计规范。
- (42)GB/T 34932-2017 分布式光伏发电系统远程监控技术规范。
- (43)GB 50796-2012 光伏电站建设与运维验收规范。

3.选手注意事项

(1) 任务书如出现缺页、字迹不清等问题，请及时向现场裁判举手示意，申请更换；比赛结束后，现场下发的所有纸质材料不得带离赛场，否则视为作弊。

(2) 设备的安装配置请严格按照现场下发的任务书的要求及工艺规范进行操作。

(3) 参赛团队应在规定时间内完成任务书要求的竞赛任务，任务实现过程中形成的文件资料必须存储到任务书要求的指定位置，未存储到指定位置造成裁判组无法检查结果及评判的相应竞赛任务以0分计入总成绩。

(4) 比赛过程中，选手判定设备或器件有故障（赛题里预先设置的故障除外）可举手向裁判示意提出更换；如果设备或器件经检测有故障，则当场更换设备，此过程中（从选手举手示意开始到更换完成）造成的时间损失，经裁判长与现场裁判讨论在比赛时间结束后，对该小组进行相应的时间延迟补偿。如设备或器件经检测完好，属选手误判时，设备或器件的认定时间计入比赛时间。

(5) 在裁判长宣布竞赛结束后，选手根据裁判长的命令立即停止任何与比赛相关的操作，否则视为作弊，总成绩以0分计算。

(6) 相关答题内容，须按要求填入答题纸指定位置的请根据要求完成，若

选手未按照要求完成，该部分成绩以0分计入总成绩。

4.竞赛直播

- (1) 赛点全程无盲点监控记录竞赛情况。
- (2) 不提供现场观摩。

九、样题（竞赛任务书）

2023 年度“楚怡杯”湖南省职业院校技能竞赛
中职组信息技术类分布式光伏系统的装调与运维

赛项

[时量：240 分钟，试卷号：]

(样卷)

竞
赛
任
务
书

场次号： _____ 工位号： _____

2022 年 12 月

第一部分 竞赛须知

一、竞赛纪律要求

- (一) 正确使用设备与工具，严格遵守操作安全规范。
- (二) 竞赛过程中遇到任何问题，必须向现场裁判举手示意，不得扰乱赛场秩序。
- (三) 遵守赛场纪律，尊重监考或裁判人员，服从安排。

二、职业素养与安全意识

- (一) 完成竞赛任务，根据操作规范完成所有竞赛任务，注意用电安全。
- (二) 保持竞赛工位、工作台表面整洁，工具摆放、零碎导线等处理符合职业岗位要求。
- (三) 遵守赛场纪律，尊重赛场工作人员，爱护赛场设备及器材。

三、扣分项

- (一) 在竞赛过程中，因参赛选手个人操作不当导致设备破坏性损坏或造成事故，扣 5 分，损坏两次及以上者将被取消竞赛资格。
- (二) 禁止带电操作（用表笔检测和操作开关按钮盘除外），违反一次扣 5 分。
- (三) 污染赛场环境、扰乱赛场秩序、干扰裁判工作等违反职业规范的行为，扣 5 分，情节严重者将被取消竞赛资格。
- (四) 比赛过程中，选手需全程佩戴安全帽。若在生产过程中不佩戴安全帽，扣 5 分。
- (五) 设备第一次上电，举手示意裁判请求通电，现场完成上电检测，确认检测无误后，裁判许可后方可通电；通电后若有器件损坏，扣 5 分。
- (六) 竞赛结束时，务必保存设备配置，不得拆除硬件的连接，严禁对设备设置密码；须断开实训设备上的所有空气开关，违反者扣 5 分。

四、选手须知

- (一) 任务书如出现缺页、字迹不清等问题，请及时向现场裁判举手示意，申请更换；比赛结束后，现场下发的所有纸质材料不得带离赛场，否则视为作弊。
- (二) 设备的安装配置请严格按照现场下发的任务书的要求及工艺规范进行操作。
- (三) 参赛团队应在规定时间内完成任务书要求的竞赛任务，任务实现过程中形成的文件资料必须存储到任务书要求的指定位置，未存储到指定位置造成裁判组无法检查结果及评判的相应竞赛任务以 0 分计入总成绩。
- (四) 比赛过程中，选手判定设备或器件有故障（**赛题里预先设置的故障除外**）可举手向裁判示意提出更换；如果设备或器件经检测有故障，则当场更换设备，此过程中（从选手举手示意开始到更换完成）造成的时间损失，经裁判长与现场裁判讨论在比赛时间结束后，对该小组进行相应的时间延迟补偿。如设备或器件经检测完好，属选手误判时，设备或器件的认定时间计入比赛时间。
- (五) 在裁判长宣布竞赛结束后，选手根据裁判长的命令立即停止任何与比赛相关的操作，否则视为作弊，总成绩以 0 分计算。
- (六) 相关答题内容，须按要求填入答题纸指定位置的请根据要求完成，若选手未按照要求完成，该部分成绩以 0 分计入总成绩。

五、注意事项

- (一) 在比赛开始 30 分钟内，完成竞赛平台硬件、软件及竞赛材料的检查

确认是否正常，并填写现场下发的竞赛设备确认表；比赛开始 30 分钟后收取竞赛设备确认表。

（二）竞赛任务中所使用的各类软件工具都已安装至工作站，各类说明文件等都已拷贝至工作站的“桌面\竞赛资料”路径目录，请各参赛队根据竞赛任务合理调配使用。

（三）设备第一次上电，参赛队须举手示意裁判请求通电，裁判与技术服务人员共同在工位前监督；学生现场完成上电检测，确认设备检测无误后，经裁判和技术服务人员许可，参赛队填写上电检测确认单并签字确认后方可上电；参赛队对上电结果负责。

（四）竞赛过程中，选手应及时保存竞赛成果；竞赛结束前，务必按要求完成离场确认单的填写。

（五）竞赛结束时，不得拆除硬件的连接，严禁对设备设置密码；须断开实训设备上的所有空开。

（六）竞赛结束时，工作站严禁关机，严禁退出组态软件；务必保存设备配置，严禁对设备设置密码。

第二部分 工程项目背景与任务概述

一、工程项目背景

拟某总包公司承接了一个分布式光伏电站建设的项目，要求本电站具备如下功能：

- 1.能够实现离网发电、并网发电方式的运行；
- 2.需要有配套的保护装置；
- 3.需要有配套的数据采集、电能计量、通讯等装置；
- 4.需要有配套的本地控制系统；
- 5.需要有配套的远程监控系统；
- 6.需要有配套的智能运维管理系统。

二、分布式光伏工程实训系统设备组成

分布式光伏工程实训系统由硬件平台和软件平台两部分组成。硬件平台包括负载模块、数据采集模块、集中控制模块、供能模块、智能离网微逆变模块、通讯模块、环境感知模块及分布式光伏并网隔离系统组成。软件平台主要包括分布式光伏智能运维系统。

- 1.分布式光伏工程实训系统硬件外观如图 2.2.1 所示：



图 2.2.1 分布式光伏工程实训系统硬件外观图

2. 光伏单轴供电平台安装部署如图 2.2.2 所示：

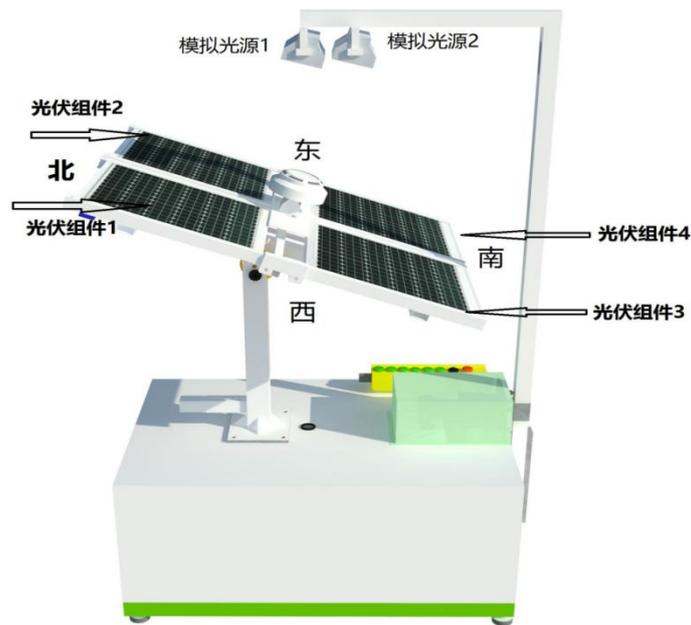


图 2.2.2 光伏单轴供电平台安装部署图

三、任务概述及作品呈现要求

分布式光伏系统的装调与运维任务概述及作品呈现要求表2.2.1 所述。

表 2.2.1 任务概述及作品呈现要求

序号	任务概述		作品呈现要求
1	分布式光伏系统的安装与部署	考核分布式光伏工程实施前期的工作组组织、规划、管理能力。	要求完成施工技术交底、施工进度计划等工作。
		在竞赛设备上实现各功能模块装置的安装、配置、线路连接。	满足分布式光伏电站及控制系统的功能及工艺要求。

		对完成安装部署的光伏电站进行电站施工检测验收，并提交阶段性验收报告。	系统安装部署验收报告。
2	分布式光伏系统的运行与维护	基于可编程控制器控制系统的程序开发、调试及运行。	满足本地控制功能的结果呈现。
		基于组态软件的分布式光伏远程监控系统的开发、调试、运行及监测。	满足分布式光伏远程监控系统的功能要求。
		完成调试，编写光伏电站运行测试报告。	光伏电站运行测试报告。
		对光伏电站的故障进行故障排查、修复及修复后的检测。	故障分析报告。
3	分布式光伏工程运行评估	对分布式光伏电站的性能评估与运行流程验收。	完成神秘题任务书

第三部分 竞赛任务

任务一、布式光伏系统的部署实施（25分）

（一）工程施工组织（5分）

拟建一处分布式光伏电站项目，现阶段已完成勘测与设计工作，设计院已将图纸转交项目施工部。此时选手作为项目部技术工程师组织技术人员和管理人员进行图纸审核、技术交底文件、施工进度计划、材料计划等文件的编制工作。

1.施工技术交底

项目部技术工程师须在工程开工前，向参与施工的人员进行的技术性交底，其目的是使施工人员对工程特点、技术质量要求、施工方法、措施及安全等方面有一个较详细的了解，便于科学地组织施工，避免技术质量等事故的发生。

要求选手根据现场下发的施工图纸，完成该工程《分布式光伏系统的分部分项工程交底记录》的编制。

2.施工进度计划

根据工程建设流程，合理安排施工人员、时间等资源投入，填写至现场下发的纸质资料《分布式光伏系统的施工进度计划表》。

本阶段选手作为施工人员，根据需求方提供的施工图纸及工程要求，完成分布式光伏系统的安装部署工作。

（二）分布式光伏系统的设备安装（15分）

竞赛平台部分设备已安装，根据任务要求如下器件的安装：

（1）完成光伏组件的安装。

（2）完成交直流负载的安装。

（3）完成光照度传感器、温湿度传感器及 LoRa 通讯模块 1 的安装，要求温湿度采集变送器能够采集柔性工位的环境参数，光照度传感器采集光伏单轴的环境参数，模块安装牢固，布局美观且符合工程规范要求。

（4）完成汇流箱的安装，要求安装牢固且内部器件位置安装正确。

1.分布式光伏系统的线路连接

分布式光伏工程实训系统部分接线已完成，见施工图纸灰色部分。结合施工图纸、赛题中确定的功能要求、线路要求及工艺要求完成分布式光伏系统的接线，要求如下：

(1) 光伏组件、蓄电池经由集中控制模块至光伏控制器的线路连接。

(2) 可调直流稳压电源经由集中控制模块至并网逆变器输入端口的线路连接。

(3) 汇流箱线路连接：光伏组件阵列由四块光伏组件组成并采用施工图纸中串并联的方式予以连接，汇流后给光伏控制器提供输入能源。

(4) 可调直流稳压电源线路连接：给并网逆变器提供输入的线路连接（给并网逆变器提供输入时，可调直流稳压电源最大输出功率不得超过 700W）。

(5) 数据采集模块线路连接：直流电压电流组合表 1、直流电压电流组合表 2、交流电压电流组合表 1、交流电压电流组合表 2、智能离网微逆变系统、单相电能表及双向电能表的线路连接。

(6) 通讯线路连接：

①温湿度传感器、光照度传感器、智能离网微逆变系统、直流电压电流组合表 1、直流电压电流组合表 2、交流电压电流组合表 1、交流电压电流组合表 2、单相电能表、双向电能表及组件倾角仪的通讯线路连接；

②交换机、PLC 的通讯线路的连接。

(7) 负载线路连接：

①直流负载：直流负载 1（红灯）、直流负载 2（绿灯）、直流负载 3（黄灯）及直流负载 4（蜂鸣器）控制线路的连接；

②交流负载：交流负载 1（交流灯 1）、交流负载 2（交流灯 2）、交流负载 3（交流风扇）控制线路的连接（上方为交流负载 1，下方为交流负载 2）。

(8) 集中控制模块线路连接：

①PLC 至开关按钮盘线路的连接；

②PLC 至继电器以及接触器线路的连接等。

(9) 电源线路连接：

①温湿度传感器、光照度传感器、组件倾角仪电源线路连接；

②4 块电压电流组合表电源线路连接（4 块电压电流组合表采用 24V 供电，不是以 220V 供电，表上标示的 L/N 对应的+/-）；

③智能离网微逆变系统的功率电源线路连接。

(10) 空气开关到各控制对象线路连接，继电器从左至右的编号依次为

KA1~KA11；接触器从左至右的编号依次为 KM1~KM5；下排空气开关从左至右依次为 QF4~QF11；数据采集模块从左至右依次为交流表 1（P1），交流表 2（P2），直流表 1（P3），直流表 2（P4）；内侧靠近灯杆为灯 2，外侧灯为灯 1。

（11）汇流箱线路的连接：根据对应图纸完成汇流箱内部器件的连接线。

（12）平台线路连接：完成装调平台与单轴平台之间的线路连接（不含设备电源线）。

2.设备安装接线工艺要求

（1）设备安装须符合工程安装工艺标准，设备安装牢固、美观。

（2）设备接线须符合工程接线工艺标准，设备接线牢固、走线合理。

（3）设备接线须按照设备上的接口标识进行正确的连接。

（4）冷压端子的使用：每根导线的两端都必须使用冷压端子；使用冷压端子时不得出现露铜。

（5）U 型冷压端子压痕要求：U 型冷压端子裸端头压痕在正面端头管部的焊接缝上，保证压接牢固且装配时正面朝外，如图 3.2.1 所示：

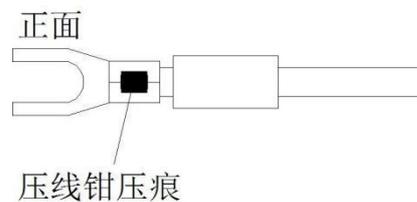


图 3.2.1 U 型冷压端子压线钳压痕示意图（以现场提供的 U 型冷压端子为准）

（6）号码管的使用：号码管标识号按照提供的标识数码有序连接，号码管标识读序合理且正面朝外易于查看。号码管标识示意图如图 3.2.2 所示；要求号码管能遮住 U 型冷压端子的压线钳压痕或遮住管型冷压端子的塑料套管；如图 3.2.3 所示：

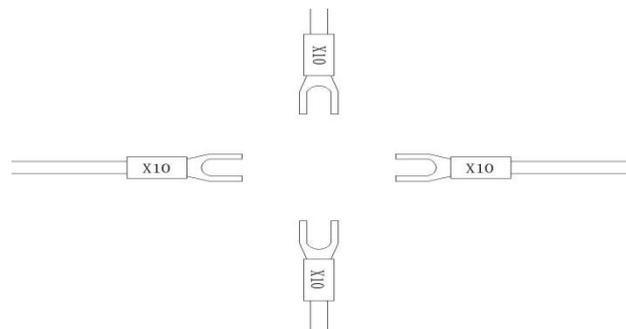


图 3.2.2 号码管标识示意图（以现场提供的号码管标识为准）

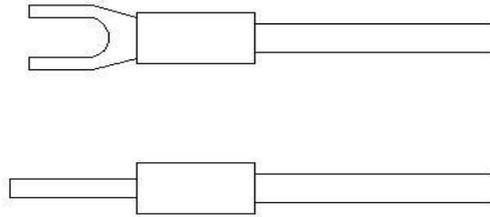


图 3.2.3 号码管套用示意图（以现场提供的号码管为准）

(7) 接线须使用正确颜色的导线：火线及直流正极使用红色导线、零线及直流负极使用黑色导线；PLC 的输入输出信号线使用白色导线；其他类型，导线的颜色由选手自定义。

(8) 并线要求：某个接线端子需要接入 2 根及以上导线时，不允许使用 U 型冷压端子。

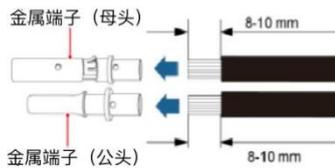
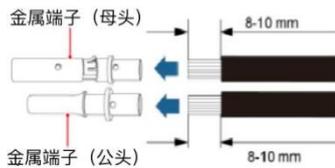
台体内（上）布线原则上都应在线槽内，特殊线路需在线槽外布线的导线（端子排）必须使用缠绕管或扎带紧固缠绕；接线完成后应盖紧线槽盖。

(9) 接线须确认标识的输入、输出，正负极，零火等标识，正确连接，以免损害设备，严禁带电接线操作。

(10) 在光伏组件引出线缆至汇流箱进线口之间规范的使用 MC4 接口连接，制作。

MC4 接头符合表 3.2.2 要求：

表 3.2.2 MC4 制作工艺要求

要求 1	要求 2
金属端子（母头）  金属端子（公头） 	金属端子公头和母头压线钳压紧后插入连接器，线芯和 MC4 连接器适当力度试拔不分离。 线芯拨开的绝缘层长度适中，锁紧螺母锁紧后不外露，适当力度无法旋开。
	

（三）部署完工检测（5分）

遵照用电操作规范对已完成接线的设备进行检测及调试。

1.上电前检测

在分布式光伏系统第一次上电前，使用钳形表对已完成接线的线路进行检测，确保上电安全；并按规范要求逐级上电检测保证上电安全，根据要求把检测结果填入竞赛现场下发的《上电前检测表》。

2.工程项目阶段性验收

在完成接线及上电前检测且确认无误后，根据工程验收项目要求，对分布式光伏系统进行项目阶段性验收，并完成《分布式光伏系统的阶段性验收报告》。

任务二、分布式光伏系统的运行与维护（50分）

本阶段选手作为分布式光伏系统建设项目组的系统调试人员，需根据需求方提供的设计图纸及功能要求，完成对系统电气控制、监控功能的开发调试。实现分布式光伏发电系统电力的生产和分配功能；实现对分布式光伏发电系统的监测和管控；并完成电站运行检测、完工后的资料整合交接等工作内容。

（一）分布式光伏系统的站端控制（15分）

要求在“桌面\竞赛资料”文件夹中的“分布式光伏系统.gx3”PLC 程序基础上，通过开关按钮盘上的手动按钮及 PLC 编程实现站端控制功能，并进行站端控制整体功能的调试与运行，执行过程中站端控制的优先级高于远程监控。开关按钮盘上的手动按钮布局示意图如图 3.3.1 所示。

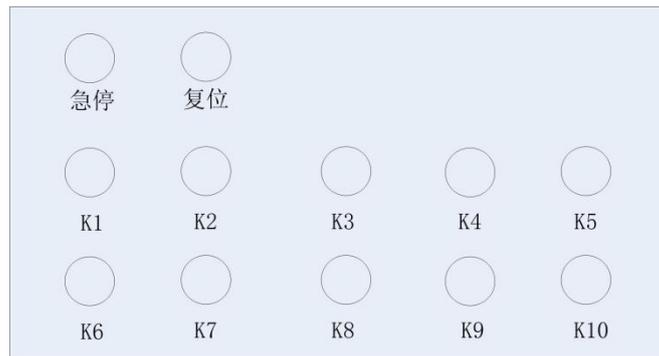


图3.3.1 手动按钮布局示意图

手动按钮及 PLC 编程要求如表 3.3.1 所示：

表 3.3.1 站端控制功能要求

按键	功能说明
急停按钮	在任何情况按下急停按钮：PLC 立即关闭所有输出，但不改变复位旋钮的模式。 急停按钮复位后：不会恢复急停前的功能。

复位旋钮	<p>复位旋钮旋转在左侧：K1-K4 按钮执行各自功能。</p> <p>复位旋钮旋转在右侧：K1-K4 按钮执行辅助按钮功能。</p>
K1	<p>K1 第一次按下：开启直流灯并为红色，并保持 1Hz 的频率闪烁。</p> <p>K1 第二次按下：关闭直流灯红色闪烁。</p> <p>（后续按钮操作，按照上述顺序实现相关功能）</p>
K2	<p>K2 第一次按下：开启直流灯并为橙色，并保持 0.5Hz 的频率闪烁。</p> <p>K2 第二次按下：关闭直流灯橙色闪烁。</p> <p>（后续按钮操作，按照上述顺序实现相关功能）</p>
K3	<p>K3 第一次按下：打开模拟光源灯 1、模拟光源灯 2，并保持 0.5Hz 的频率交替闪烁。</p> <p>K3 第二次按下：关闭模拟光源交替闪烁。</p> <p>（后续按钮操作，按照上述顺序实现相关功能）</p>
K4	<p>K4 第一次按下：开启蜂鸣器。</p> <p>K4 第二次按下：关闭蜂鸣器。</p> <p>（后续按钮操作，按照上述顺序实现相关功能）</p>
K5	<p>K5 自锁：</p> <p>开启光伏离网发电系统，使离网发电系统保持正常发电状态；满足要求如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> ①开启正确的器件或模块； ②按照开启顺序开启设备与器件； ③按序开启器件时开启器件的时间间隔为 2.5S； ④负载方面需要开启直流绿灯与交流灯 2。 <p>K5 解锁：关闭发电系统。</p> <p>（后续按钮操作，按照上述顺序实现相关功能）</p> <p>智能离网微逆变系统开启顺序，开启时必须先开启信号源输入(KA2),再开启功率源输入(KM1);智能离网微逆变系统关闭时，必须先关闭功率源输入(KM1)，再关闭信号源输入(KA2)。未按照此顺序关闭智能离网微逆变系统的，造成设备损坏，按照竞赛规则扣分处理。</p>
K6	<p>项目所在地每年会发生特大沙尘暴，灾后系统自恢复阶段功能要求对用户侧电网进行软起动，防止终端设备损坏；开启模拟光源瞬间即视为灾后阶段开始。</p> <p>K6 自锁后开启灾害后自恢复模式：</p> <p>开启光伏离网发电系统，使离网发电系统保持 5S 持续低电压运行（160V）后要求用 15S 完成软起过程，最终以额定输出电压进行发电输出。</p> <p>K6 解锁关闭灾害后自恢复模式：</p> <p>关闭 K6 自锁时功能。</p> <p>（后续按钮操作，按照上述顺序实现相关功能）</p> <p>智能离网微逆变系统开启顺序，开启时必须先开启信号源输入(KA2),再开启功率源输入(KM1)；智能离网微逆变系统关闭时，必须先关闭功率源输入(KM1)，再关闭信号源输入(KA2)。未按照此顺序关闭智能离网微逆变系统的，造成设备损坏，按照竞赛规则扣分处理。</p>
K7	<p>K7 第一次自锁：打开交流灯 1 开关；1 秒后打开市电接入开关。</p> <p>K7 第二次自锁：关闭交流灯 1 开关、市电接入开关。</p> <p>（后续按钮操作，按照上述顺序实现相关功能）</p>

K8	<p>K8 自锁: 使用辅助按钮输入验证数字后进入按键功能，功能要求如下： ①关于产生验证码：系统随机产生的四位验证码，每一位验证码的数值要求在数组[1, 2, 3, 4]之内； ②关于验证码的显示：四位随机数组通过直流灯进行信息传递，直流绿灯每一个闪烁周期累加为数值，红灯闪烁一次为数值间隔； ③关于验证码输入：按下辅助按钮完成验证码输入开关按钮按 K1</p> <p>代表数字 1, K2 代表数字 2, 依次类推，单次自锁算按下一次； ④关于验证码输入后反馈：验证码输入正确黄灯闪两下；验证码输入错误黄灯闪一下，闪一下后仍可重新输入； (后续按钮操作，按照上述顺序实现相关功能) 例:得到随机数验证码为[1,2,3,4]直流灯闪烁顺序如下:绿灯闪烁 1 下，红灯闪烁 1 下，绿灯闪烁 2 下，红灯闪烁 1 下，绿灯闪烁 3 下，红灯闪烁 1 下，绿灯闪烁 4 下。</p>
K9	<p>K9 第一次按下：点亮模拟光源 1，不开启模拟光源 2。K9 第二次按下：关闭模拟光源 1，开启模拟光源 2。 (后续按钮操作，按照上述顺序实现相关功能)</p>
K10	<p>K10 自锁: 五秒钟内认定最后使用辅助按钮输入数字后进入不同等级的动作要求，功能要求如下： ①按要求认定数字为 K1 时：光伏组件向西运行；到达限位以后向东运行，组件运行过程中与模拟光源 1 均以 1 秒间隔进行间隔启停（闪烁）； ②按要求认定数字为 K2 时：光伏组件向西运行；到达限位以后向东运行，组件运行过程中与模拟光源 1 均以 2 秒间隔进行间隔启停（闪烁）； ③按要求认定数字为 K3 时：光伏组件向西运行；到达限位以后向东运行，组件运行过程中与模拟光源 2 以 3 秒间隔进行间隔运行（闪烁）； ④按要求认定数字为 K4 时：光伏组件向西运行；到达限位以后向东运行，组件运行过程中与模拟光源 2 以 4 秒间隔进行间隔运行（闪烁）； ⑤若未捕捉到输入级别则不做动作。</p> <p>K10 解锁: 关闭 K10 自锁时功能。 (后续按钮操作，按照上述顺序实现相关功能) 注:按下辅助按钮完成验证码输入开关按钮按 K1 代表数字 1, K2 代表数字 2, 依次类推，单次自锁算按下一次。</p>

注:

1.上表中“打开**开关”仅要求接通相应的继电器及接触器;“**负载点亮/常亮/闪烁/运行/开启”则要求负载能够处于工作状态;

2 以上功能如需开启离并发电情况的应遵照正确的上下电顺序进行调控运行;3.默认开关按钮盘上按钮初始状态均为弹起状态(解锁),复位旋钮旋至左侧。

（二）分布式光伏系统的远程监控（20分）

根据需求方提供的功能要求，在现有的分布式光伏远程监控系统的基础上进行定制化需求更改、调试，最终实现对分布式光伏系统的监测和管控运行，并完成电站运行检测。

现有的分布式光伏远程监控系统见“桌面\竞赛资料\分布式光伏系统远程监控程序.PCZ”文件。需要完成的优化项目如下：

1.分布式光伏电站的配置

根据功能要求及现场下发的相关配置对分布式光伏电站的相关器件进行配置，实现与远程监控系统的通讯。

2.分布式光伏电站的系统组态

（1）登录界面：

创建两个用户账户，用户等级分别为“操作工级”与“系统管理员级”。

操作工级：用户的账号为 abc，密码为 123，仅可对操作界面进行查看及操作；**系统管理员级：**用户的账号为 admin，密码为 123456，可对操作界面、监控界面、系统助手界面、调控界面、运维界面进行查看及操作。系统自动检测账号密码的正确性。

当账号及密码均输入正确时，延时 2 秒后自动进入相应权限的界面（操作工进入操作界面“光伏离网发电系统”页面，系统管理员进入监控仪表数据界面）。

当账号或密码输入错误时，则无法进入登录界面以外的任何界面，并跳出弹窗，在弹窗上显示“当前用户账号或密码错误”。

再次输入正确的账号密码后，仍可以延时 2 秒自动进入相应权限的界面。

（2）操作界面

制作两个页面，分别命名为“光伏离网发电系统”、“光伏并网发电系统”。

①“光伏离网发电系统”页面制作内容及要求：

使用图 3.3.2 的自制控件制作可控制《分布式光伏系统原理图》中光伏离网发电系统的各继电器、接触器。

开关控件包括：状态显示区块、功能“恢复”按钮、功能“设置”按钮、标识指示等部件。

点击“恢复”：将当前按钮控制的继电器或接触器线圈断开，并在状态显示区

块中显示 OPEN 字符。

点击“设置”按键：将当前按钮控制的继电器或接触器线圈吸合，并在状态显示区块中显示 CLOSE 字符。

互锁功能与设备上的功能保持一致。

使用图3.3.3所用的控件绘制光伏离网发电系统的系统框图以及所有负载，实现光伏离网发电系统的动画显示，系统框图案例如图3.3.4。

要求系统框图必须包含单轴供电单元、蓄电池、光伏控制器、智能离网微逆变系统、开关电源、继电器、接触器及系统指示灯。

要求系统框图中器件的连接方式、器件的名称及功能与“任务二”中的接线要求一致，并能与设备同步运行。

要求系统框图中的继电器与接触器与设备同步接通、断开。

注:智能离网微逆变系统开启顺序，开启时必须先开启信号源输入(KA2)，再开启功率源输入(KMI)；智能离网微逆变系统关闭时，必须先关闭功率源输入(KM1)，再关闭信号源输入(KA2)。未按照此顺序关闭智能离网微逆变系统的，造成设备损坏，按照竞赛规则扣分处理。

要求系统框图中的离网系统输出指示灯亮时为绿色，灭时为灰色。

要求系统框图中的交流灯/直流灯工作时的颜色与设备一致，灭时为灰色；蜂鸣器工作时的颜色为红色并闪烁，灭时为灰色，交流风扇与设备同步转动或停止。

要求系统框图中能源流向/导通与设备一致，能源导通的线路在框图中显示均为绿色，未导通的线路显示为红/黑色。

②“光伏并网发电系统”页面制作内容及要求：

使用图3.3.2的自制控件制作可控制《分布式光伏系统原理图》中光伏离网发电系统的各继电器、接触器。

开关控件包括：状态显示区块、功能“恢复”按钮、功能“设置”按钮、标识指示等部件。

点击“恢复”：将当前按钮控制的继电器或接触器线圈断开，并在状态显示区块中显示“OPEN”字符。

点击“设置”按键：将当前按钮控制的继电器或接触器线圈吸合，并在状态显

示区块中显示“CLOSE”字符。

互锁功能与设备上的功能保持一致。

使用图3.3.3 所用的控件绘制光伏并网发电系统的系统框图以及所有交流负载，实现光伏并网发电系统的动画显示，系统框图案例如图 3.3.4。

要求系统框图必须包含可调直流稳压电源、并网逆变器、单相电能表、双向电能表、市电、继电器、接触器及系统指示灯。

要求系统框图中器件的连接方式、器件的名称及功能与“任务二”中的接线要求一致，并能与设备同步运行。

要求系统框图中的继电器与接触器与设备同步接通及断开。

要求系统框图中的并网（市电接入）指示灯亮时为绿色，灭时为灰色。

要求系统框图中的交流灯工作时的颜色与设备一致，灭时为灰色；交流风扇与设备同步转动或停止。

要求系统框图中能源流向/导通与设备一致，能源导通的线路在框图中显示为绿色，未导通的线路显示为红/黑色。

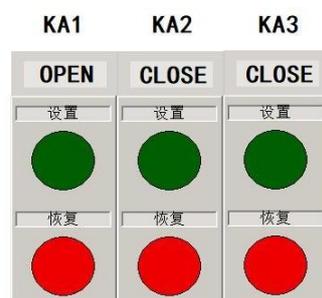


图 3.3.2 组合式开关按键



直流负载



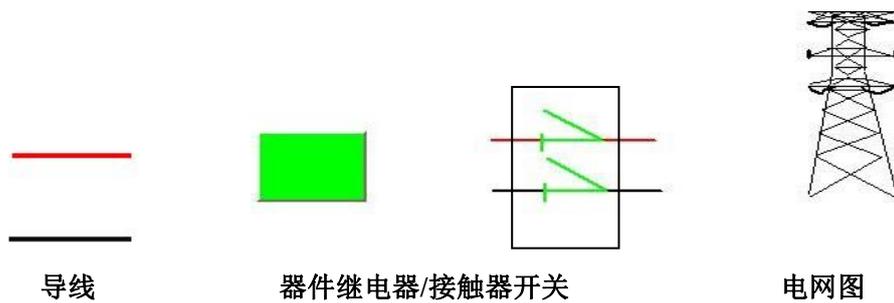
交流负载



离网/并网指示灯



交流风扇



3.3.3 系统框图控件

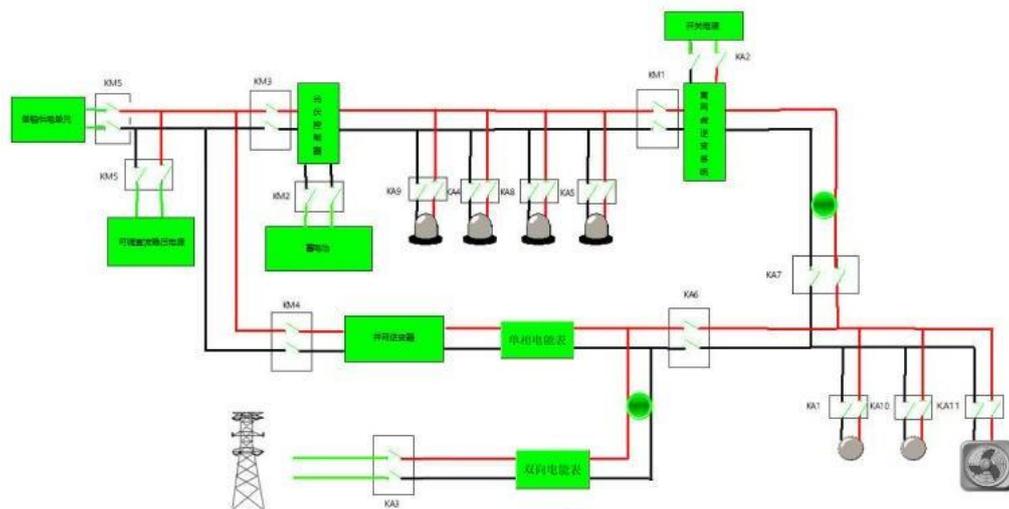


图3.3.4 系统框图案例

(3) 监控界面:

①界面制作内容:

实时显示直流电压电流组合表 1 和直流电压电流组合表 2 的电压电流及功率数据。

实时显示交流电压电流组合表 1 和交流电压电流组合表 2 的电流及功率数据, 并且每个数据显示历史最大数据。

实时显示单相电能表的当前总有功电能数据且数据大于 0.01kWh。实时显示双向电能表的有功总电能数据。

实时显示组件倾角。

制作电气设备维保查询按钮: 按下此功能按钮显示自力控每次开启初始后的继电器或接触器动作次数前三位的数据排名, 排名由左到右依次为从多到少排列, 在排列的下方标出该继电器或接触器的动作数量, 并制作可视化数量柱状图, 数量区间为 0-5, 6-8, 9-11, 12-14, 15 及以上单位为次的五个区间, 按钮案例如图 3.3.5。

实时显示温度、湿度、光照度等环境数据，并且每个数据显示历史最大数据。

注：以光伏单轴供电平台所在的水平面为水平基准，光敏传感器柱状沿升为测量平面，定义正东为0度，定义正西为180度。

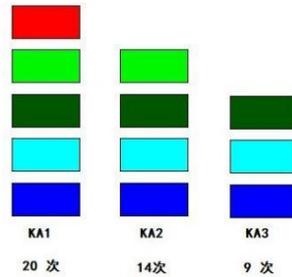


图3.3.5 电气设备维保查询显示

②界面制作要求：

所有数据须包含所显示数据的中文名称并标注相关单位。

在相关器件处于工作状态且通讯正常时，监控界面实时显示交流电压电流组合表、直流电压电流组合表、组件倾角仪以及环境传感器的实时数据。

在相关器件处于工作状态且通讯不正常时，监控界面实时显示交流电压电流组合表、直流电压电流组合表、组件倾角仪以及环境传感器当处于非工作状态或通讯断开时，监控界面显示文字“离线”。

当电能表于工作状态且通讯正常时，监控界面显示实时数据；当处于非工作状态或通讯断开时，监控界面显示正常工作及通讯状态下采集的最后数值。

(1) 调控界面

制作三个页面，分别命名为“自定义功能页面”、“离并网调控页面”、“负载调控页面”。

①“自定义功能页面”页面制作内容及要求：

要求在界面中设置选择框，选择框内内容为所有继电器及接触器的代号名称。使用图 3.3.6 所示控件完成以下功能内容：

要求设有一个可单独设置的记忆按钮。

要求设有记忆按钮的状态指示灯，可自定义图案但状态指示颜色分别为红色和绿色，绿色状态为记忆中，红色为记忆完毕或未在记忆状态。

要求设有清除按钮。

操作顺序：点击记忆按钮，点击完成后记忆按钮的状态指示灯变为绿色，此时可随机点击数个选择框内的任意继电器与接触器的代号按钮，选择完毕后再次

点击记忆按钮，此时状态指示灯变为红色，再次点击记忆按钮则为记忆完成的继电器或接触器动作即吸合。

先择框内可选择所有继电器或接触器的代号。动作时互锁功能与设备上的功能保持一致。

清除按钮的功能为断开记忆按钮所动作的控制设备，并清除记忆按钮中已记忆的按钮内容。



图3.3.6 自定义功能页面控件

②“离并网调控页面”页面制作内容及要求：制作一键离网按钮。

制作一键并网按钮。制作关停发电按钮。

要求按下一键离网按钮后，系统开启离网发电，并在页面显示实时对应设备的离网系统框图（无需包含负载）。

要求按下一键并网按钮后，系统开启全额并网发电，并在页面显示实时对应设备的并网系统框图（无需包含负载）。

要求按下关停发电按钮后，系统逐步关闭已开启的离网或并网发电系统，并在页面显示实时对应设备的离网或并网系统框图。

要求离网系统开启时必须先开启信号源输入，再开启功率源输入；智能离网微逆变系统关闭时，必须先关闭功率源输入，再关闭信号源输入。

③“负载调控页面”页面制作内容及要求：制作一级负荷开启开关。

制作二级负荷开启开关。制作三级负荷开启开关。

要求一级负荷开关控制交流风扇的启停。

要求二级负荷开关控制交流灯 1、交流灯 2 的亮灭。要求三级负荷开关控制所有直流灯的亮灭。

系统助手窗口：

要求在系统助手窗口使用图 3.3.7 控件制作界面切换控件，实现相应账号权限下

的任意界面的切换功能,鼠标左键按下进行界面/页面切换（总体不循环），鼠标右键按下进行界面/页面切换撤回，未做过界面/页面切换时不能进行撤回。

要求使用图 3.3.8 控件制作一键退出控件，可实现能在任何界面（除登录界面外）的一键退出组态软件功能。

要求能够顶部窗口实时显示当天日期及时间，日期格式为 XXXX/XX/XX，时间格式为 XX:XX:XX。

使用图 3.3.9 控件制作助手指令输入框，输入框初始内容显示“请输入操作内容”。通过输入相应的指令并按“确定”键后，可远程控制继电器、接触器、并网发电系统、离网发电系统的开启/关闭（指令示例：“开启KA1”、“关闭KA1”、“开启并网发电系统”、“关闭并网发电系统”）。每次仅执行单条指令；控制对象不可叠加开启，须输入相应关闭指令后，方可开启下一个控制对象。

要求系统助手窗口的所有内容可以在操作界面-光伏离网发电系统、操作界面-光伏并网发电系统、运维界面、监控界面、调控界面-自定义功能页面、调控界面-离并网调控页面、调控界面-负载调控页面。



图3.3.7 界面切换控件



图3.3.8 一键退出



图3.3.9 系统助手指令输入框

注:图 3.3.2~图 3.3.9 彩图效果可查看“桌面/竞赛资料”文件夹中《2023 年“分布式光伏系统的装调与运维”任务书图示》。

(4) 运维界面

保持分布式光伏并网系统的运行并以一分钟一次的频率进行数据采集；使用专家报表制作历史数据。采集数据并制作表头，采集的数据有：时间、电站上网发电量、逆变输入实时功率、逆变输出实时电流、逆变输出实时电压以上电站数据持续至比赛结束（若并网系统运行过程有中断，则以最长的发电时段计算评分）。

制作一键导出控件，比赛结束前对电站历史数据进行导出保存。导出的内容包括采集数据的时间、电站上网发电量、逆变输入实时功率、逆变输出实时电流、逆变输出实时电压，文件保存在“桌面\提交资料”文件夹，保存的文件命名为《电站运行历史数据+工位号》，例如《电站运行历史数据 001》。

（三）分布式光伏系统运行测试验收（5分）

在完成电站的站端控制系统及远程监控系统的功能调试后，对分布式光伏系统进行试运行，并对根据完工验收项目进行检测及验收，并把检测验收结果进行记录，完成《分布式光伏系统的运行测试报告》。

（四）分布式光伏系统的运维（10分）

本阶段选手作为光伏运维系统的调试工程师，对分布式光伏系统进行故障排除及维护，实现光伏系统的正常运行。

要求参赛选手对竞赛任务分布式光伏系统的安装与部署、分布式光伏系统的站端控制中预先设置的故障进行排除，故障类型包含：已连接线路、器件及程序等，任务要求如下：

- 1.分析、寻找并排除相应故障，确保分布式光伏系统正常工作。
- 2.将具体的故障现象、故障原因进行记录。

故障说明如下：

- 1.本次竞赛任务共预设故障 6 处，其中线路故障 4 处，PLC 程序故障 2 处。
- 2.其中线路故障的设置并未影响到系统的安全上电，同时线路故障未设置在柔性工位的未开放区域。

3.PLC 程序故障涉及站端控制的部分功能，在程序注释中标识了设置故障程序的区域，已写好的程序并未影响参赛选手对于其它 PLC 站端控制功能的正常开发和运行。

注：多排或漏排故障均不得分，错排故障要被扣分。

任务三、分布式光伏工程运行评估（15分）

1.本任务主要依据以下国家标准实施：

GB/T38946-2020 分布式光伏发电系统集中运维技术规范

GB/T39854-2021 光伏电站性能评估技术规范

2.神秘题任务如出现缺页、字迹不清等问题，请及时向现场裁判举手示意，申请更换；比赛结束后，现场下发的所有纸质材料不得带离赛场，否则视为作弊，总成绩以0分计算。

3.在裁判长宣布竞赛结束后，选手根据裁判长的命令立即停止任何与比赛相关的操作，否则视为作弊，总成绩以0分计算。

4.相关答题内容，须按要求填入本任务书指定位置。若选手未按照要求填写，该部分成绩以0分计入总成绩。

5.选手提交的各项材料用工位号标识到相应位置，不得写有姓名或与身份有关的信息，否则视为作弊，总成绩以0分计算。

6.选手在完成设备运行调试，进行试运行数据测量记录前，务必举手示意，裁判现场查看同意后方可进行操作。

职业规范与安全生产（10分）

（一）参赛选手在职业规范、安全规范、工作计划及团队合作等方面的职业素养表现。工程施工的关键节点需报告现场裁判，在裁判的监督下进行有序施工。

（二）选手在作业过程中必须佩戴安全帽。

（三）选手在作业过程中必须遵循工具使用规范使用工具，整齐摆放工具与耗材。

（四）选手在作业过程中应控制建设成本，减少不必要的耗材用量。

（五）工作完成后保持竞赛工位、工作台表面整洁，工具摆放、零碎导线等处理符合职业岗位规范要求。

（六）团队分工明确，协调作业。

（七）选手在作业过程中，爱护及正确使用设备、工具、仪表仪器需符合职业岗位规范要求。（八）选手在作业过程中无踩踏工具、耗材、盖板、线槽、器件等现象，无绊倒及人身受伤事故发生。

(九) 选手在竞赛过程中遵照安全用电规范进行用电操作。

(十) 选手在竞赛过程中遵守纪律及规则，对裁判及工作人员的尊重。