2016 年全国职业院校技能大赛高职组

2013National Vocational Students Skills Competition

“康尼杯”风光互补发电系统安装与调试赛项指南

主办单位：

教育部、天津市人民政府、工业和信息化部、人力资源和社会保障部、住房和城乡建设部、交通运输部、农业部、文化部、卫生部、财政部、国务院国有资产监督管理委员会、国家旅游局、国家中医药管理局、国务院扶贫开发领导小组办公室、中华全国总工会、共青团中央、中华职业教育社、中国职业技术教育学会、中华全国供销合作总社、中国机械工业联合会、中国有色金属工业协会、中国石油和化学工业联合会、中国物流与采购联合会

承办单位：

教育部职业教育与成人教育司

天津市教育委员会

协办单位：

南京康尼科技实业有限公司

教育部高等学校高职高专能源类专业教学指导委员会

2016 年全国职业院校技能大赛组委会

2016 年 5 月

2016 年全国职业院校技能大赛
“风光互补发电系统安装与调试”赛项竞赛指南

一、 赛项名称

（一）赛项名称

风光互补发电系统安装与调试

（二）赛项归属产业类型

新能源产业、先进制造产业、新材料产业、电子信息产业、物联网产业。

（三）赛项归属专业大类（涉及的专业太多，且不是大类，建议：只提 53、56 两大类等）

二、竞赛内容简介

“风光互补发电系统安装与调试”赛项设计是为了适应新能源产业的发展、建设低碳社会和推动经济结构的调整。通过技能竞赛，促进职业院校紧贴新能源产业发展与需求，培养新能源产业发展需要的高技术技能人才，推动职业院校新能源技术应用专业及相关专业的建设。竞赛时间为 4 小时，包括系统安装时间、接线时间、编程时间、设计时间、调试时间及提交成果时间等。

赛项设备主要由光伏供电装置、光伏供电系统、风力供电装置、风力供电系统、负载与逆变系统、监控系统组成。赛项设计侧重光伏发电和风力发电设备的安装和调试，对设计、检测和分析思考有一定的要求。赛项方案体现光伏发电和风力发电过程的真实性，综合了光电材料、风电材料、传感器、PLC、电能转换技术、模拟电子技术和数字电子技术、电力电子技术、计算机控制技术、自动控制技术、智能仪表技术、通信技术、检测技术等多学科知识。

竞赛的主要内容涉及：

（一）光伏电池组件、投射灯、传感器的安装。

（二）光伏供电系统中的控制单元、接口单元、PLC、传感器、智能仪表、继电器等器件的安装、接线和测试。

（三）光伏电池伏安特性的测试。

（四）光伏电池组件对光跟踪的程序编制和测试。

（五）蓄电池组的安装、充放电工作参数的测试、过冲过放保护测试。

（六）光伏供电系统相关电路的绘制。

（七）模拟风场组件安装。

（八）风力发电机的组装。

（九）风力发电机输出特性的测试。

（十）风力供电系统中的控制单元、接口单元、PLC、传感器、智能仪表、继电器等器件的安装、接线和测试。

（十一）模拟风场控制的程序编制和测试。

（十二）侧风偏航的控制与测试。

（十三）风力供电系统相关电路的绘制。

（十四）逆变器工作参数测试。

（十五）逆变系统相关电路的绘制。

（十六）逆变负载的组建。

（十七）监控系统组态界面的操作。

（十八）通信系统的测试。

（十九）构建工业以太网控制系统。

（二十）风光互补控制。

本赛项适用于电力技术类专业、新能源发电工程类专业、非金属材料类专业、机械设计制造类专业、机电设备类专业、自动化类专业、电子信息类专业、计算机类专业及通信类专业的高等职业院校学生.

竞赛方案、题目和评分标准由相关企业、行业和院校专家共同设计，竞赛题目以实际项目为基础，注重知识和能力并重，重点考核安装、操作和调试，体现风光互补发电系统的先进技术和应用。裁判人员由行业、企业的专家和院校具有高级职称的教师组成。

三、 竞赛方式

四、 竞赛时间安排与流程

（一）比赛时间安排。

比赛时间共 4 小时，包括系统安装时间、接线时间、编程时间、设计时间、调试时间及提交成果时间等。具体的竞赛日期，由全国职业院校技能大赛执委会及赛区执委会统一规定，以下所列为竞赛期间的日程安排。

日 期	时 间	内 容	地 点	备注
比赛前一天	12:00 前	各参赛队报到	酒店	
	9:00-10:30	专家组工作会	学校	
	10:30-12:00	裁判员培训会	学校	
	13:30-14:15	领队会、抽签	学校	场次抽签
	14:30-15:20	选手熟悉赛场	学校	
	15:30-16:00	开赛式	学校	
	16:00-20:00	赛场封闭，预设比赛状态	学校	

正式比赛当天	6:00-6:10	裁判赛前准备	学校	裁判安检封闭
	6:10-6:30	第一场选手赛前准备	赛场	选手检录抽签
	6:30-7:00	第一场入场检查	赛场	设备工具检查
	7:00-11:00	第一场正式比赛	学校	
	7:00-7:30	第二场封闭	学校	安检检录封闭
	11:00-13:00	第一场评分	学校	
	13:00-15:30	第二场赛前设备恢复	学校	与第一场同卷
	15:10-15:30	第二场选手赛前准备	赛场	选手抽签
	15:30-16:00	第二场入场检查	赛场	设备工具检查
	16:00-20:00	第二场正式比赛	学校	
	20:00-22:00	第二场评分	学校	
	22:00-23:30	统分出成绩	学校	核查、上报、打印证书
比赛后一天	9:00-9:30	闭赛式	学校	点评、成绩公布

（二）比赛流程

参赛队报到——组织参赛选手赛前熟悉场地、介绍比赛规程——举办开赛式——正式比赛（期间组织观摩、交流活动、展示体验）——比赛结束（参赛队上交比赛成果）——选手演示比赛结果、评分裁判进行现场客观性结果评定——举办颁

奖仪式、闭幕式——召开竞赛执行委员会总结会议。

五、竞赛试题

(一)配分表

序号	任务	配分
1	任务一：光伏电站组建	25 分
2	任务二：风电场的组建	20 分
3	任务三：风光互补系统组成	10 分
4	任务四：风光互补系统运行	25 分
5	任务五：能源信息化管理系统	15 分
6	任务六：安全与职业素养	5 分

（二）竞赛设备及过程描述

赛项设备以“风光互补发电实训系统”为载体，该设备由光伏供电装置、光伏供电系统、风力供电装置、风力供电系统、逆变与负载系统和监控系统组成，如图 9.1 所示。

（a）　（b）　（c）　（d）　（e）　（f）

图 9.1　风光互补发电实训系统

（a）光伏供电装置　（b）风力供电装置　（c）光伏供电系统

（d）风力供电系统　（e）逆变与负载系统　（f）监控系统

1．光伏供电装置

光伏供电装置主要由光伏电池组件、投射灯、光线传感器、光照度计、光线传感器控制盒、水平方向和俯仰方向运动机构、摆杆、摆杆减速箱、摆杆支架、单相交流电动机、电容器、直流电动机、接近开关、微动开关、底座支架等设备与器件组成。

光伏供电装置的光伏电池组件偏移方向的定义和摆杆移动方向等的定义如图 2 所示，远离摆杆的投射灯定义为投射灯 1（简称灯 1），另 1 盏投射灯定义为投射灯 2（简称灯 2）。

型号、参数相同的 4 块光伏电池组件和光线传感器已经安装在光伏供电装置上。

2．光伏供电系统

光伏供电系统主要由光伏电源控制单元、光伏输出显示单元、触摸屏、光伏供电控制单元、DSP 核心单元、信号处理单元、接口单元、可调光源装置、PLC、继电器组、蓄电池组、可调电阻、断路器、开关电源、应用软件、接线排、网孔架等组成。

光伏供电系统的光伏供电控制单元已经接线， PLC 除了 AC220V 电源线和接地线外，其他接线已拆除；继电器组接线已拆除。图 9.2 为光伏供电装置外形图、方向、光伏电站序号定义。

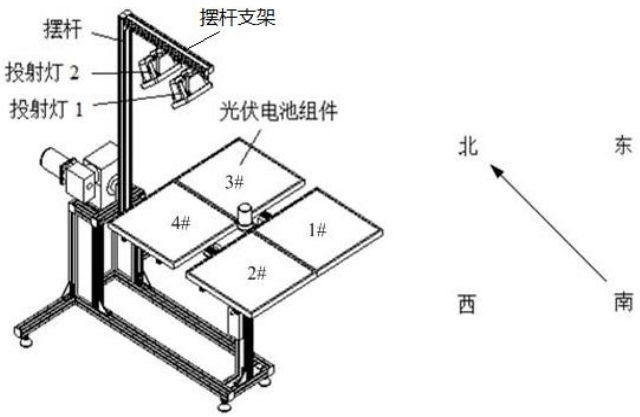

图 9.2　光伏供电装置外形图、方向、光伏电站序号定义

3．风力供电装置

风力供电装置主要由水平轴永磁同步风力发电机、塔架和基础、测速仪、测速仪支架、风速传感器、模拟变桨模块、轴流风机、轴流风机支架、轴流风机框罩、单相交流电动机、电容器、风场运动机构箱、护栏、连杆、滚轮、万向轮、微动开关和接近开关等设备与器件组成。如图 9.3 所示是风力供电装置示意图，风场运动机构箱运动方向的定义已在图中标明。

水平轴永磁同步风力发电机由叶片、轮毂、发电机、机舱、尾舵、侧风偏航机械传动机构组成，所有部件已安装完成。

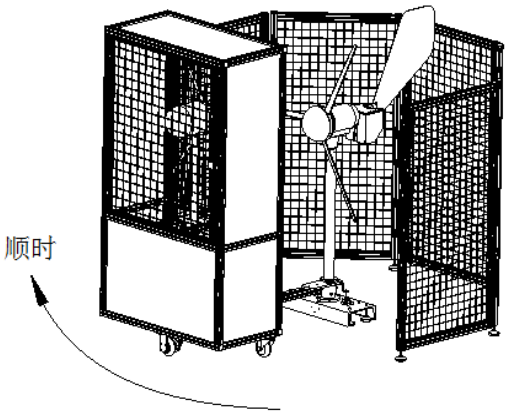

图 9.3　风力供电装置示意图

4．风力供电系统

风力供电系统主要由风电电源控制单元、风电输出显示单元、触摸屏、风力供电控制单元、DSP 控制单元、接口单元、 PLC、变频器、继电器组、可调电阻、断路器、应用软件、开关电源、接线排、网孔架等组成。

风力供电系统的所有接线全部完成。

5．逆变与负载系统

逆变与负载系统主要由逆变电源控制单元、逆变输出显示单元、DSP 核心单元、DC-DC 升压单元、单相桥逆变单元、变频器、交流电机、交流阻性负载单元及控制部分、直流阻性负载单元及控制部分、接线排、断路器、网孔架等组成。

逆变与负载系统的各单元中，各部件的接线已完成。

6．监控系统

监控系统主要由计算机、组态软件、网络 HUB、接线排、网孔架等组成。监控系统的通信接口全部拆除。

（三）工作任务

任务一：光伏电站组建（25 分）

1.1 光伏电池组件开路电压和短路电流的测量

要求：

（1）分别在灯 1 和灯 2 亮且摆杆垂直、灯 1 亮且摆杆垂直、灯 1 亮且摆杆向东偏移处于限位位置的三种情况下，用万用表测量光伏供电装置中任意 1 块光伏电池组件的开路电压和短路电流，并记录在的表 1 中。

（2）将 2 块光伏电池组件串联连接。分别在灯 1 和灯 2 亮且摆杆垂直、灯 1 亮且摆杆垂直、灯 1 亮且摆杆向东偏移处于限位位置的三种情况下，用万用表测量该串联连接的光伏电池组件开路电压和短路电流，并记录在表 1 中。

（3）将 2 块光伏电池组件并联连接。分别在灯 1 和灯 2 亮且摆杆垂直、灯 1 亮且摆杆垂直、灯 1 亮且摆杆向东偏移处于限位位置的三种情况下，万用表测量该并联连接的光伏电池组件开路电压和短路电流，并记录在表 1 中。

（4）将 2 块光伏电池组件串联连接，再将另外 2 块光伏电池组件串联连接，将 2 组串联连接的光伏电池组件组成并联连接。分别在灯 1 和灯 2 亮且摆杆垂直、灯 1 亮且摆杆垂直、灯 1 亮且摆杆向东偏移处于限位位置的三种情况下，用万用表测量该 2 串 2 并连接的光伏电池组件开路电压和短路电流，并记录在表 1 中。

表 1　光伏电池组件开路电压和短路电流的测量数据

光伏电池组件	灯 1 和灯 2 亮且摆杆垂直		灯 1 亮且摆杆垂直		灯 1 亮且摆杆向东偏移处于限位位置	
	开路电压（V）	短路电流（A）	开路电压（V）	短路电流（A）	开路电压（V）	短路电流（A）
1 块						
2 块串联						
2 块并联						
2 串 2 并						

1.2 两个光伏电站的组建

在光伏电池装置上，安装有 4 个光伏电池组件，将 1、2 光伏电池组件并联组成一个光伏电站，将 3、4 光伏电池组件并联组成另一个光伏电站。要求用热缩管包扎，走线美观、绑扎整齐。

1.3 布线与接线

（1）不改变光伏供电控制单元的按钮、旋钮、急停按钮的功能。

（2）根据配置表，完成 PLC 的布线与接线。

（3）根据继电器组配置要求及图 9.5 继电器控制电路接线图，完成继电器的布线与接线。

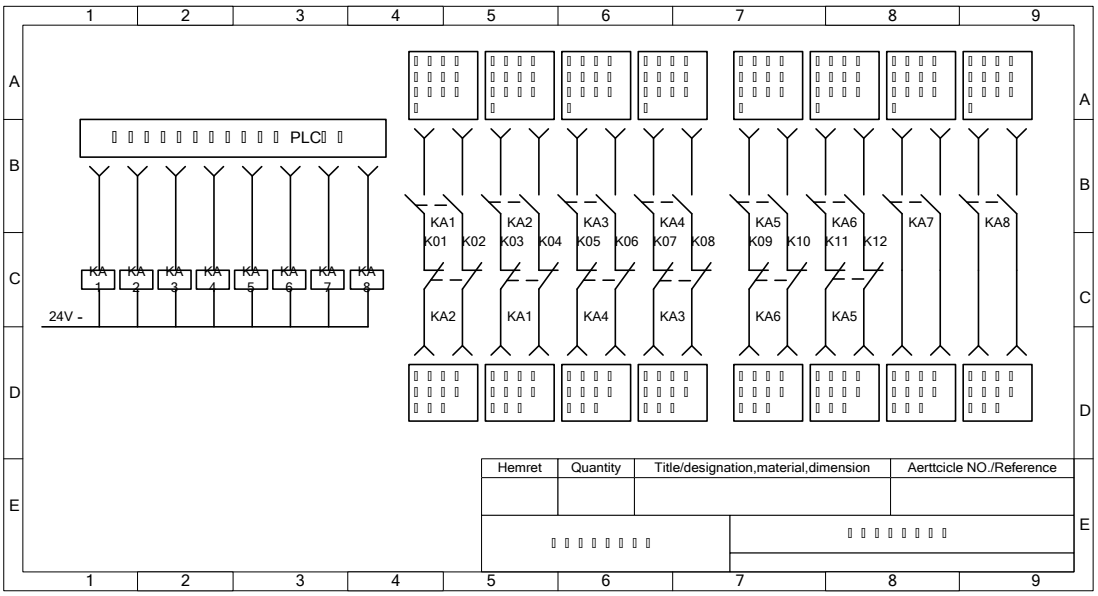

图 9.5　继电器控制电路接线图

1.4 光伏电站的光源跟踪调试

光伏电站的光源跟踪分为面板控制、触摸屏控制、上位机控制，要求分别在触摸屏和上位机分别设计光伏电站主界面，要求设计 2 个光伏电站的操作界面，相关主界面的按钮布局、颜色、功能与实际面板一致。按钮指示灯的状态与实际面板同步显示。

（1）光伏供电控制单元的选择开关有两个状态，选择开关拨向左边时，PLC 处在手动控制状态，可以进行手动控制光伏电站跟踪、灯状态、摆杆运动操作，各功能按钮有效时，相应按钮指示灯亮。选择开关拨向右边时，PLC 处在自动控制状态。按下启动按钮，PLC 执行自动控制程序，在执行相应动作期间，对应指示灯以 1Hz 闪烁，相应动作停止时，对应的指示灯灭。

（2）PLC 处在手动控制状态时，按住向东按钮、向西按钮、向南按钮、向北

按钮、摆杆西东按钮、摆杆东西按钮、灯 1 按钮、灯 2 按钮，完成相关动作的点动控制。

（3）PLC 处在自动控制状态，当按下启动按钮，能够完成 2 个光伏电站的光伏电池组件自动控制，当按下停止按钮或按下急停按钮或改变手/自动旋钮状态为手动控制状态后，自动程序结束。

1.5 光伏电站的输出特性测试

（1）光伏电站输出电压、电流的测量

将光伏供电控制单元的选择开关拨向左边时，PLC 处在手动控制状态，调节光伏供电装置的摆杆处于垂直状态，调节光伏电站的光伏电池组件正对着投射灯。将下面测试的数据分别填在表中，并在表中计算功率。

1）调节光伏供电装置的摆杆处于垂直状态，调节光伏电站的光伏电池组件正对着投射灯，将可调光源装置调节至光照度最强，检测光伏电站的输出特性。

要求：

调节光伏供电系统的可调变阻器，阻值从 1000Ω逐渐变化到 0Ω。记录对应的电压、电流值，填写在光伏电站输出的电压、电流值表格中，每次记录的对应的电压值和电流值为一组，记录 12 组。

2）调节光伏供电装置的摆杆处于垂直状态，调节光伏电站的光伏电池组件正对着投射灯，将可调光源装置调节至光照度最强状态下的半值，检测光伏电站的输出特性。

调节光伏供电系统的可调变阻器，阻值从 1000Ω逐渐变化到 0Ω。记录对应的电压、电流值，填写在所示的光伏电站输出的电压、电流值表格中，每次记录的对应的电压值和电流值为一组，记录 12 组。

（2）功率特性曲线、伏安特性曲线。

根据记录的数据，在答题纸光伏电站输出功率曲线坐标图上绘制 2 条光伏电站输出功率曲线，在答题纸光伏电站伏安特性曲线坐标图上绘制 2 条光伏电站伏安特性曲线，注明每条曲线并标明坐标的参数单位和计量单位。

1.6 蓄电池的模拟充电

在触摸屏上设计蓄电池的模拟充电主界面，要求在主界面上改变光伏模拟电压值、蓄电池模拟电压值，用示波器测量充电波形。

1.7 回答问题

请阐述光伏电池的工作原理。

任务二：风电场的组建（20 分）

风电场的风力控制单元面板、PLC、继电器组的接线已经完成。

2.1 风场与变桨、偏航测试

1.测风。通过上位机调整变频器频率，能够在上位机上风电场主界面上根据测风传感器测试数据显示风速。

2.变桨调整。能够根据风速自动调整变桨角度，并在上位机风电场主界面上根据角度传感器显示变桨角度。

3.侧风偏航调整。能够根据风速自动进行侧风偏航调整。

2.2 风电发电机输出参数测试

1.在答题纸表 5 中，采用万用表测试风力发电机的输出电压和输出电流。

变频器频率（Hz）	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
风速（m/s）										
输出电压（V）										

输出电流（mA)										

2.绘制曲线

根据变频器频率绘制该发电机的 U-f 和 I-f 曲线。

2.3 风电场控制

（1）风电场的控制分为面板控制、触摸屏控制、上位机控制，要求分别在触摸屏和上位机分别设计光伏电站主界面，要求设计 2 个光伏电站的操作界面，相关主界面的按钮布局、颜色、功能与实际面板一致。按钮指示灯的状态与实际面板同步显示。

（2）PLC 处在手动控制状态时，按住顺时按钮、逆时按钮、偏航按钮、恢复按钮，完成相关动作的点动控制。

（3）PLC 处在自动控制状态，当按下启动按钮，能够完成风电场的自动控制，当按下停止按钮或按下急停按钮或改变手/自动旋钮状态为手动控制状态后，自动程序结束。

PLC 处在自动控制状态，当风速改变时，变桨装置能根据风速调整变桨装置的角度。

任务三：风光互补系统组成（10 分）

3.1 设计风光互补管理界面

在上位机上，设计风光互补管理界面，要求能够显示从 2 个光伏电站，1 个风电场、蓄电池组等供电测到三个负载的用电测的组成框图，包含光伏控制器、风力控制器、逆变器、开关触点，测试仪表。要求组成框图与实际设备一致。

3.2 负载与逆变主界面设计

要求负载与逆变主界面中能够设置下列参数：

①逆变与负载系统界面设置死区时间下拉框，下拉框中有 300～3000 共 10 项数据，时间单位：ns。这些数据是逆变器死区时间，供选择和测量死区波形使用。

②逆变与负载系统界面设置调制比窗，调制比为 0.7-1，分辨率为 0.1。调制比是供选择和测量逆变器输出电压幅度波形使用。

③逆变与负载系统界面设置基波窗，基波频率在 50Hz 至 60Hz 之间可调，分辨率为 0.1Hz，基波窗是供选择和测量逆变器的输出频率使用。

④在上位机上通过调整负载与逆变主界面的数据，设置测试死区时间为 600、3000 ns，然后测试波形。并将波形储存在手提电脑的桌面上，分别取名 600ns 测试波形，3000 ns 测试波形；调制比为 0.8，然后测试波形，并将波形储存在手提电脑的桌面上，并取名为 0.8 调制比测试波形。调整基波频率为 54Hz，然后测试波形，并将波形储存在手提电脑的桌面上，并取名为 54 Hz 测试波形。

任务四、风光互补系统运行（25 分）

4.1 风光互补控制要求

有 2 个光伏电站和 1 个风电场，有大、中、小三个负载。

①要求能够通过检测负载的用电情况，自动调整供电端的电源投入情况。在小负载下，1 号光伏电站自动投入运行；在中负载下，风电场自动投入运行，在小负载和中负载同时工作，1 号光伏电站和风电场自动都投入运行；在大负载下，2 个光伏电站和风电场全部自动投入运行。

②要求能够通过检测光源与风力情况，自动调整负载的用电情况。在没有风力的情况下，如果光源很弱。此时没有负载工作；如果光源一般，只有小负载工作；

如果光源充足，小负载和中负载同时工作；在风力较强，光源也充足， 大、中、小负载全部工作。

4.2 风光互补界面运行

设计程序，实现任务四 4.1 中的控制要求，要求上位机风光互补界面相关继电器触点能够跟随物理触点的动作而动作。当相关电源与负载运行时，相关设备与连接线显示红色，否则显示绿色。

4.3 风光互补数据测试

在上位机的风光互补界面上，设计显示控件，能够显示各个电站（电场）的发电数据（电压/电流/功率）以及负载的电量数据（电压/电流/功率）。

任务五、风光互补能源信息化管理（15 分）

5.1 信息化网络组建

建立光伏电站和风电场中各个仪表、PLC、触摸屏、变频器、上位机的通信。要求各个仪表与 PLC、PLC 与触摸屏、PLC 与变频器之间采用 RS485 通信，PLC 与上位机之间采用工业以太网通信。

5.2 设计能源信息化管理主界面

在上位机上设计能源信息化管理主界面。要求设计数据采集及显示控件，能够显示各个电站（电场）及各个负载的用电量。

5.3 远程监控

在上位机上设计远程监控主界面，要求显示当前系统的运行中各个电站（电场）的工作状况，各个电站（电场）的发电量，各个负载功率的实时曲线，并设计报表，要求显示 30 分钟的负载的报表文件（1 分钟采集 1 次）。

任务六：安全与职业素养（5 分）

要求：

（1）现场操作安全保护：应符合安全操作规程，不许带电作业。

（2）操作岗位：工具摆放、工位整洁、包装物品与导线线头等的处理符合职业岗位标准，节约电气耗材。

（3）团队合作精神：应有合理地分工，团队配合紧密。

（4）参赛纪律：选手遵守赛场纪律，尊重赛场工作人员，爱惜设备和器材。