

# 技术创新设计赛项

## 企业命题-光伏行业关键技术项目开发

### 赛题说明

#### 一、赛项名称

赛项名称：技术创新设计赛项

赛题名称：企业命题-光伏行业关键技术项目开发

主办方：中国自动化学会

承办方：无锡信捷电气股份有限公司

#### 二、赛项背景

随着全球对清洁能源的需求日益增长，光伏行业作为可再生能源领域的重要支柱，正面临着前所未有的发展机遇与挑战。近年来，我国政府高度重视光伏产业的发展，出台了一系列支持政策，如《关于促进新时代新能源高质量发展的实施方案》《智能光伏产业创新发展行动计划（2021 - 2025 年）》等，旨在推动光伏产业的智能化升级、技术创新以及规模化应用，提升我国在全球光伏市场的竞争力。在政策的引导下，光伏产业规模持续扩大，技术水平不断提升。在光伏产业快速发展的进程中，关键技术的突破对于提高光伏发电效率、降低成本、提升产品质量和可靠性具有决定性意义。

本赛项旨在聚焦光伏行业的关键技术需求，鼓励参赛团队深入研究和探索，运用创新思维和先进技术，为推动光伏行业的技术进步和产业升级贡献力量，同时培养具备跨学科知识和创新能力的高素质人才，满足行业对创新型人才的迫切需求。

## 三、任务要求

### 1. 设计基础条件

(1) 参赛团队需深入研究无锡信捷电气股份有限公司 FA 电气控制类主要产品的技术资料，包括但不限于 PLC、HMI、伺服系统、机器人、视觉等产品的功能特性、编程环境及通信协议等，熟练掌握这些产品在工业自动化控制中的应用方法。

(2) 赛团队需调研光伏行业的发展现状、市场需求以及技术趋势，深入了解光伏自动化生产线等领域的关键技术和工艺流程，掌握相关行业标准和规范。针对所选择的课题，详细研究现有技术方案的优缺点，分析国内外研究现状和实际应用案例，找出技术瓶颈和待解决的关键问题。

(3) 结合信捷电气产品和调研结果，构思创新的技术解决方案，确定项目的技术路线、预期目标和实施计划，明确团队成员的分工和协作方式。

### 2. 初赛作品要求

#### (1) 参赛团队需提交作品的**简略设计方案**

围绕课题行业背景，分析存在的问题、发现的突破点、解决方案，可附上最终实现的产品图或者概念图，介绍产品的主要功能、可附上针对该产品/概念进行选型的清单表，需要逻辑连贯、表达清晰，且使用**不超过 2 张 A4 纸张**的篇幅；

#### (2) 详细的 **Word 说明文档**，内容包括但不限于以下方面：

**产品创意阐述：**清晰说明所选课题在光伏行业中的重要性，分析其对提高生产效率、降低成本、提升产品质量等方面的潜在影响，解释为什么该课题的研究和解决具有紧迫性和必要性。

**技术现状分析：**对国内外相关技术的研究进展进行全面综述，详细分析现有技术方案的优势和不足，特别是针对课题难点部分，对比不同方案的解决思路 and 效果，指出当前技术在实际应用中存在的问题和挑战。

**需求分析与目标设定：**根据光伏行业的实际需求，明确项目的具体目标，包括技术指标（如温度控制精度、稳定性、效率提升幅度等）、功能要求（如消除抖振、抑制振动、提高温度均匀性等）以及时间和成本约束，确保项目目标具有可衡量性和可实现性。

**基于信捷产品的技术方案设计：**详细介绍如何利用信捷电气产品构建解决方案，包括硬件选型（如选择合适的 PLC 型号、传感器类型、驱动器等）及其理由，软件设计思路（如控制算法设计、编程逻辑、通信协议制定等），以及系统架构设计（如各模块之间的连接方式、协同工作机制等），展示技术方案的创新性和可行性。

**预期成果与效益评估：**通过理论分析、模拟计算或实验数据（如有），预测项目实施后可能取得的成果，如生产效率提高百分比、产品合格率提升幅度、成本降低比例等，并对项目的经济效益和社会效益进行初步评估，说明项目的应用前景和推广价值。

团队分工与项目进度计划：介绍团队成员的专业背景和技能特长，明确各成员在项目中的具体职责和分工，制定详细的项目进度计划，以甘特图或时间表的形式展示项目各个阶段的任务、时间节点和预期成果，确保项目能够按时、有序推进。

**Word 说明文档**可参考如下架构

摘要 目录 一、方案概述 1.1 课题行业背景 1.2 现状分析 1.3 需求分析 1.4 预期成果 二、技术方案 2.1 设计规范 2.2 设计路线 2.3 整体方案 2.4 功能架构 2.5 技术架构 2.6 关键技术点 2.7 产品分析及选型	三、实施方案 3.1 团队成员及分工 3.2 项目计划 3.3 项目里程碑 四、附录 4.1 研究总结 4.2 参考文献
--	--

(3) 需制作一份 **PPT 演示文稿**

对 Word 文档中的关键内容进行可视化展示，包括产品架构图、功能流程图、预期效果对比图等，以便在初赛作品讲解和答辩时能够清晰、直观地向评委呈现项目内容。PPT 演示文稿应简洁明了、重点突出，页数控制在 15 - 20 页为宜。

作品方案完成后，参赛团队需在 **2025 年 3 月 1 日 - 4 月 30 日**期间，将简略设计方案、Word 说明文档和 PPT 演示文稿分别转换为 PDF 格式，打包成一个压缩包，并以“**团队编号 + 作品名称**”进行命名，通过大赛官方平台提交。如有需要，可额外提交作品演示视频，进一步展示产品的功能特点和操作流程，但需确保视频时长不超过 5 分钟，资料包的大小不超过 50MB，格式符合大赛平台要求。

### 3. 决赛作品要求

(1) 进一步优化技术方案

在初赛作品的基础上，参赛团队需进一步优化技术方案，增加项目详细实施过程描述、测试与验证结果展示、项目总结与展望，形成更详细、完善的 Word 说明文档和 PPT 演示文稿；

(2) 硬件制作与软件开发

完成产品硬件样机的制作或软件测试版的开发，并在全国总决赛现场进行展示。硬件样机应具备完整的功能结构，能够稳定运行，展示产品的实际形态和操作效果；软件测试版应能够演示主要功能模块，界面友好，操作流畅，便于评委进行现场体验和评估；

## 四、赛程说明

### 1. 参赛报名

#### (1) 参赛对象

主要包括但不限于全国高校自动化类、电气类、机械类、信息类、仪器仪表类、计算机类等相关学科专业的在校本科生、研究生，以及全国装配制造、电子信息等相关专业学科的职业院校、技工院校在校学生；

#### (2) 报名规则

参赛选手以团队方式报名参赛，团队成员为本校学生，可跨专业、院系组合，每支队伍人数为 1 - 4 名（含 4 名），且最多可有 1 名研究生。每位选手只能参加一支队伍，每个团队最多可配备 2 名指导教师；每组参赛团队只能选择赛项设置中的一个赛项参加比赛。

报名截止日期为 **2025 年 3 月 30 日**，参赛选手需在截止日期前在大赛平台（<https://match.xinje.com/>）完成报名，并按要求填写团队成员信息、指导教师信息以及选择参赛赛项（技术创新设计赛项 - 光伏行业关键技术项目开发）。

### 2. 区域初赛

(1) 区域初赛竞赛规程和评分标准预计于 2025 年 3 月 20 日前在大赛官网发布。参赛团队在报名成功后，根据赛题要求确定具体的设计方向，开展深入学习和调研工作，进行全面的需求分析，进而制定详细的产品规划和设计方案。

(2) 参赛团队需在 **2025 年 4 月 30 日前**将初赛作品（Word 说明文档和 PPT 演示文稿 PDF 格式）提交至大赛平台。大赛组委会将对提交的作品进行初审，筛选出符合大赛主题、内容完整且具有一定创新性的作品进入区域初赛名单。

(3) 区域初赛计划于 2025 年 5 月分赛区在承办院校举行，主要采用作品讲解和答辩的方式进行评审。参赛团队需在规定时间内（10 分钟）对初赛作品进行详细讲解，包括产品创意、技术实现、预期效果等方面内容，然后回答评委提出的问题。评审专家组根据预先制定的评分标准进行现场打分，评选出区域初赛的优胜团队晋级全国总决赛。

### 3. 全国总决赛

(1) 全国总决赛的入围团队名单将在 5 大赛区区域初赛全部结束后统一公布，并于 2025 年 6 月中下旬在大赛官网发布决赛竞赛规程和评分标准；

(2) 全国总决赛预计于 2025 年 8 月初（具体时间地点另行通知）举行，采用 DEMO 演示 + 作品讲解 + 现场答辩的方式。参赛团队需在现场展示产品硬件样机或软件测试版的实际运行效果，详细讲解产品的设计思路、技术创新点、实现过程以及应用价值，并回答评委的提问。评审专家组根据决赛评分标准进行现场打分，评选出全国总决赛的各个奖项。

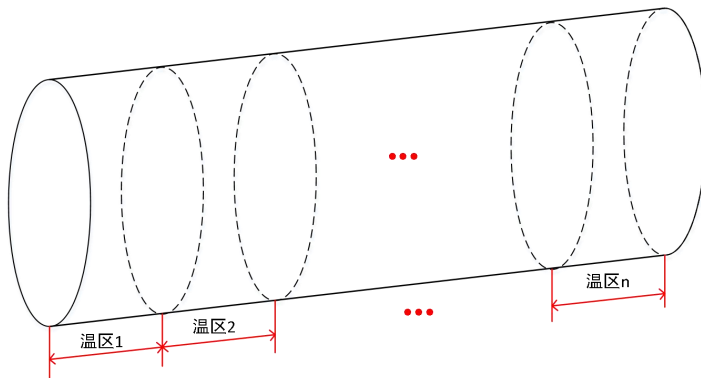
## 五、选题说明

### 选题一：光伏薄膜沉积技术温度分瓣控制策略

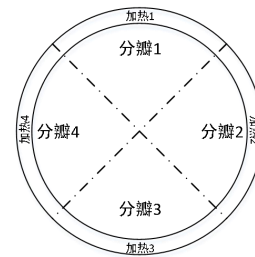
#### 背景

光伏薄膜沉积技术，依靠管式腔体内壁电阻丝实现工艺温度，并辅助开关门、送放舟、抽真空、特种气体、放电等工艺流程，在晶圆表面发生化学反应，形成一种新的材料并沉积。由于硅片薄膜生长速率对温度变化的敏感性，需要应对开关门、送放舟、充特气等各种工艺流程下，挑战对温度的高精度控制，以保证沉积薄膜的高品质质量；

温度检测来源于腔体内壁直插热电偶（称之为外偶，共 1 个）和电池片主控区（称之为内偶，共 3 个，其中 1 个为主要，2 个为辅助）；



管式炉多温区示意图



单温区n分瓣示意图

#### 应用场景

- ①LPCVD、PECVD、CVD、ALD 等光伏薄膜制备技术管式设备；
- ②光伏扩散炉相关设备；
- ③分瓣控制的单输入多输出温度耦合场景；

#### 难点

- ①开关门、送放舟、抽真空、特种气体、放电等工艺流程作用下，保证温度的控制精度；
- ②开关门、送放舟、抽真空、特种气体、放电等工艺流程作用后，保证温度控制不超调；
- ③单温区多瓣控制，设计多瓣控制操纵策略，保证温度控制精度高、不超调；
- ④保证温度精度和温度超调量优越的情况下，进一步提高加工效率；

论证工艺温度控制等待、回调、精度等各指标具备理论容许偏差性、理论瓶颈节点；

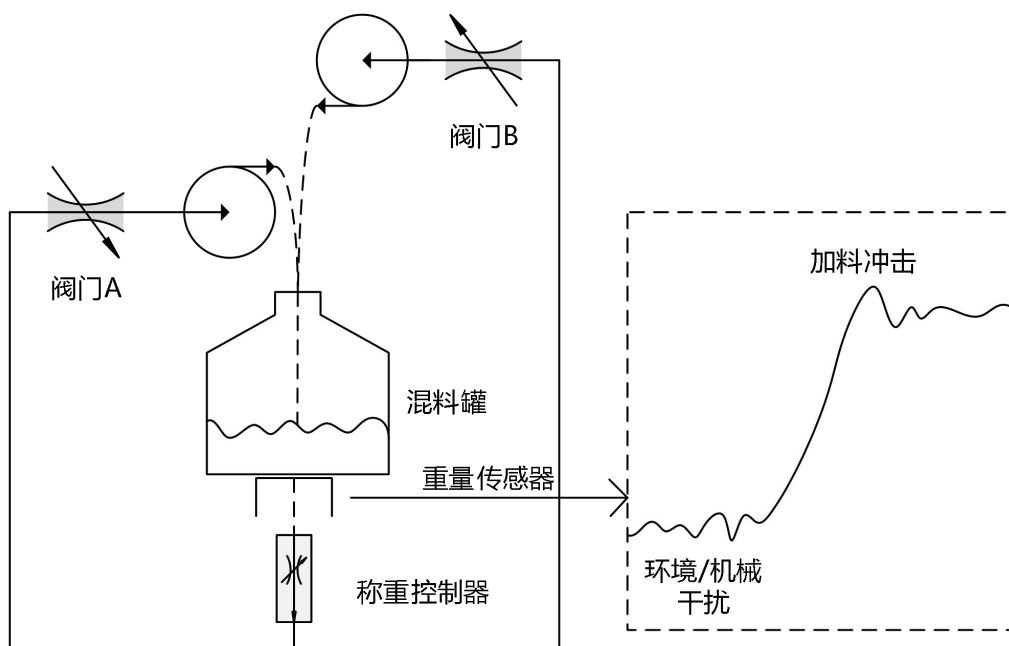
容许偏差性：温度精度、超调量、温度回调稳定时间等指标下，控制策略提出对应适用性范围。

理论瓶颈节点：控制策略对应最佳指标是否具备突破性、优化性、改良性，以进一步提高指标，

## 选题二：半导体材料制备配料称重策略

### 背景

半导体是电子工业的关键组件。它们的生产需要可靠、准确和安全的称重技术来精确制造硅片。例如:磨碎性颗粒分布是化学机械抛光（CMP）浆料中的一个关键参数，会影响材料去除率等关键指标,对高精度、高性能晶圆制造至关重要,这突出了高精度成分称重的重要性。本课题基于半导体材料制备-混料过程称重策略提出;



混配料工艺示意图

### 应用场景

半导体材料制备；全自动浆料配方过程；

### 难点

- ①在混料机构动作中，从重量曲线中，准确抓取到称重物料真实重量；
- ②面对工业生产中的各种干扰，在做到称重方案抗干扰强的同时，保证重量值快速收敛；论证方案设计的抗扰性、准确性、快速性；在不同环境干扰条件下的适用性，并标注适用范围；

### 选题三：薄片材料搬运输送稳定策略

#### 背景

在光伏生产线中，存在大量机械臂对薄片材料进行搬运，以实现材料在不同工位之间的传送。搬运机构多采用悬臂梁设计，末端安装有吸盘等加持工装，对薄片材料进行夹持。在生产实践中，定位时悬臂末端的残余振动不仅影响定位效率，也有可能损坏所夹持的薄片材料。

输送机构对薄片材料进行搬运时，传动机构有可能产生振动，影响输送线工作效率甚至损坏输送的薄片材料。



#### 应用场景

光伏生产线、输送线；

#### 难点

①光伏生产线中搬运机构中的悬臂结构设计方案

②输送机构的消抖设计方案

结合信捷产品和光伏行业的特点，分析抖动产生的因素，设计消除抖振的控制方案。