

基于世赛工业 4.0 项目引领下的 PDCA 循环管理 训练模式研究

袁懿弘

江苏省无锡技师学院, 江苏 无锡 214153

DOI: 10.61369/TACS.2025130052

摘 要 : 世界技能大赛 (世赛) 工业 4.0 项目是智能制造领域核心竞赛载体, 以 “数字化孪生、全流程集成、跨场景协作、云计算赋能” 为核心特征, 涵盖智能工厂、智能生产与智能物流三大主题, 融合多领域技术, 对选手技术综合应用、应急处置及团队协作能力提出严苛要求。传统训练模式存在目标模糊、过程失控、反馈滞后、优化不足等问题, 难以适配赛事竞技需求, 尤其无法应对云计算等新增核心模块的考核挑战。本文引入 PDCA 循环管理理论, 构建 “计划 - 执行 - 检查 - 处理” 全闭环训练模式, 结合赛事最新技术标准与实战特点细化实施路径, 经典型案例验证其可行性与有效性, 可为世赛工业 4.0 项目及同类智能制造赛事训练提供科学指导, 推动技能人才培养与国际赛事标准、产业发展需求精准对接。

关 键 词 : 世赛工业 4.0 项目; PDCA 循环; 训练模式; 技能人才; 智能制造

Research on the PDCA Cycle Management Training Model Guided by the WorldSkills Industrial 4.0 Project

Yuan Yihong

WuXi Institute of Technician Jiangsu Province, Wuxi, Jiangsu 214153

Abstract : The WorldSkills Competition (WSC) Industrial 4.0 project serves as a core competitive platform in the field of intelligent manufacturing, characterized by its emphasis on "digital twins, end-to-end process integration, cross-scenario collaboration, and cloud computing empowerment." Covering three key themes—smart factories, smart production, and smart logistics—the competition integrates multiple technological domains and imposes rigorous demands on participants' technical integration, emergency response, and teamwork capabilities. Traditional training models, which often suffer from vague objectives, uncontrolled processes, delayed feedback, and insufficient optimization, struggle to meet the competitive demands of such events, particularly in addressing the challenges posed by newly added core modules such as cloud computing. This paper introduces the PDCA (Plan-Do-Check-Act) cycle management theory to develop a fully closed-loop training model encompassing "planning, execution, inspection, and handling." Implementation pathways are refined in accordance with the latest technical standards and practical requirements of the competition, and their feasibility and effectiveness are validated through typical case studies. This approach provides scientific guidance for the training of participants in the WSC Industrial 4.0 project and similar intelligent manufacturing competitions, thereby fostering precise alignment between skill development and international competition standards as well as industrial demands.

Keywords : worldskills competition industry 4.0 project; PDCA cycle; training mode; skilled talents; intelligent manufacturing

一、研究背景与意义

工业 4.0 技术普及推动智能制造升级, 高技能人才需求呈现 “复合型、实战型、创新型” 特征。我国世赛工业 4.0 项目训练虽有佳绩, 但传统模式存在计划失准、训练机械、评估主观、缺乏复盘等短板。PDCA 循环工具兼具闭环管理与持续改进优势, 将

其与该项目训练融合, 可有效破解传统痛点。

本文首次将 PDCA 循环与世赛工业 4.0 项目训练深度绑定, 丰富竞赛训练理论体系, 提供新研究范式。构建的闭环训练模式, 能精准对接赛事需求, 提升选手能力, 沉淀可复制训练经验, 推动技能人才培养与国际赛事、产业岗位需求无缝衔接。

项目信息: 本文系江苏省职教学会 2025-2026 年度江苏职业教育研究课题, 课题名称: 基于 PDCA 循环管理的职业院校技能大赛选手 “选拔—训练—评价” 优化实践应用研究, 课题编号: XHYBLX2025124 的研究成果。

二、核心概念界定与理论基础

（一）世赛工业4.0项目核心特征

世赛工业 4.0 项目以模拟智能工厂全流程运行为核心，具备四大显著特征：其一，技术集成化升级，在 PLC 编程、工业机器人运维等传统技术基础上，新增云计算、机器学习等模块，构建“软硬件协同 + 数据驱动”的综合技术体系，要求选手实现全维度技术整合；其二，场景实战化深化，既涵盖设备故障、流程调整等传统场景，也新增个性化生产响应、全球产线数据汇聚等复杂场景，贴合“黑灯工厂”实际运营需求；其三，协作精准化强化，采用双人组队模式，强调“双人全能、分工协同”，打破“专人专岗”限制，尤其云计算模块需高效配合完成数据管控与优化；其四，评分标准化量化，实行“100 分基础评分 + 标准化换算”机制，以 700 分为行业平均基准分，优秀选手得分可超 900 分，核心模块的完成质量与效率直接决定评分差距。

（二）PDCA 循环管理理论

PDCA 循环又称戴明循环，由 Plan（计划）、Do（执行）、Check（检查）、Act（处理）四个阶段构成，形成“目标设定 - 落地执行 - 效果校验 - 优化提升”的动态闭环，核心逻辑在于通过持续迭代实现工作质量的螺旋式上升。在技能训练场景中，各阶段内涵可适配为：Plan 阶段聚焦训练目标与方案制定；Do 阶段侧重计划落地与过程管控；Check 阶段强调效果评估与问题诊断；Act 阶段注重经验沉淀与问题整改，为下一轮训练提供优化依据。

三、基于 PDCA 循环的世赛工业4.0项目训练模式构建

结合世赛工业4.0项目的技术要求与训练痛点，构建适配该项目的 PDCA 闭环训练模式，细化各阶段训练内容、实施要点与保障措施，确保训练工作精准高效推进。

（一）Plan（计划阶段）：对标世赛，制定精准训练方案

计划阶段是训练工作的前提，核心目标是锚定世赛标准，结合选手基础制定个性化、可落地的训练方案，避免盲目训练。

1. 标准解读与目标拆解

深入研读世赛工业 4.0 项目 2024 版技术规则、2026 年第 48 届更新要点、评分标准及往届赛题，精准锁定核心考核模块与分值权重，重点聚焦云计算、AI 赋能数字孪生等新增模块。梳理技术难点：云计算模块需突破全球产线数据汇聚、集中评估与资源优化；数字孪生模块强化 AI 辅助建模与优化，提升精度与效率；同时兼顾设备通信故障排查等传统难点。结合入围国家集训队、冲击金牌等参赛目标，按 SMART 原则拆解为阶段性目标：基础能力聚焦单项技术熟练度（含云计算基础操作），综合能力侧重跨模块协同（如“云计算 + 数字孪生 + MES 系统”联动），实战能力强化应急处置，协作能力优化双人配合（重点为云计算模块分工），并量化指标如“数字孪生建模误差 $\pm 0.5\text{mm}$ 内”“云计算模块操作 ≤ 60 分钟”。

2. 选手画像与方案定制

通过基础测试、技能评估等方式，构建选手能力画像，明确两人的技术短板与优势领域，实现互补分工。针对短板模块制定强化计划，如某选手数字孪生建模能力薄弱，可单独增加虚拟仿真训练时长；同时兼顾全能培养，确保两人均能独立完成全流程任务。结合训练周期合理分配各阶段时长，赛前冲刺阶段重点开展全真模拟训练，提前模拟 20 余种突发场景的应对方案，涵盖设备通信故障、软件配置错误等高频问题。

3. 资源配置与保障规划

组建由世赛获奖教练、行业技术专家、高校教师构成的复合型教练团队，重点吸纳云计算、AI 技术领域专家，传承“金牌接力”经验，实现技术传承与创新。配置适配世赛标准的实训设备，包括工业机器人、AI 赋能数字孪生仿真软件、MES 系统、云计算实训平台等，若实物设备不足，可借助 FANUC ROBOGUIDE 虚拟仿真软件与云仿真平台构建“仿真先行”的训练体系，提前优化运动轨迹、数据流转流程与云计算资源配置方案。制定训练管理制度，明确每日训练时长、考核节点与奖惩机制，针对云计算、AI 数字孪生等新增模块设置专项考核周期，保障训练有序推进。

（二）Do（执行阶段）：闭环落地，强化过程管控

执行阶段是训练方案落地的核心，需严格按照计划推进，同时注重过程动态调整，兼顾技术训练与综合素质培养。

1. 分模块分层训练实施

采用“基础强化 - 模块融合 - 全真模拟”三阶训练法：基础强化阶段并行开展云计算基础操作、AI 数字孪生建模等新增内容与 PLC 编程等传统技术训练，反复实操提升熟练度，重点强化云计算模块数据汇聚与资源调配能力；模块融合阶段打破单项壁垒，设计“云计算 + 数字孪生 + MES 数据对接”等复合场景，实现技术深度融合；全真模拟阶段复刻世赛赛场环境、时限与评分规则，引入环境干扰、数据异常等变量，重点模拟云计算模块突发故障，锤炼选手心理素质与应急处置能力。

2. 协作能力与心理训练

针对双人组队特征，强化协作训练，明确两人在不同场景下的分工与配合流程，如突发故障时一人负责软件配置排查、一人负责硬件连接检查，形成高效协同机制。同时开展专项心理训练，通过模拟高压场景、复盘往届赛况等方式，培养选手临危不乱的心态，确保在赛场复杂环境中保持专注。

3. 过程记录与动态调整

建立训练日志制度，详细记录每日训练内容、选手表现、问题反馈及改进措施，借助 MES 系统、仿真软件等工具采集训练数据，如操作时长、建模误差、故障排查准确率等，为后续检查阶段提供量化依据。若训练过程中发现计划与实际不符（如某模块进度滞后、选手短板改善不明显），及时调整训练方案，优化时长分配与训练方法。

（三）Check（检查阶段）：多维评估，精准诊断问题

检查阶段是训练效果校验的关键，需结合量化数据与主观评估，全面分析训练成效与存在问题，避免经验化判断。

1. 量化指标考核

对照计划阶段设定的量化目标，从技术指标、时间指标、协作指标三个维度开展考核：技术指标包括建模精度、编程准确率、设备调试合格率等；时间指标涵盖各模块操作时长、全流程完成时间、故障排查耗时等；协作指标包括配合默契度、分工合理性、突发状况下的协同效率等。通过数据对比，精准定位未达标的指标与短板模块。

2. 多维反馈收集

构建“教练评估 + 选手自评 + 专家点评”的多维反馈体系：教练团队从训练过程、技术应用等角度进行全面评估；选手通过自评梳理自身存在的问题与改进方向；邀请行业专家、往届获奖选手针对训练成果进行点评，结合世赛最新趋势提出优化建议。同时，分析训练过程中出现的典型问题，如数字孪生模块耗时过长、突发故障应对不熟练等，通过鱼骨图、5Why 分析法追溯根源。

3. 阶段性复盘总结

每完成一个训练阶段（基础强化、模块融合、全真模拟），开展复盘会议，总结训练中的亮点与不足。亮点包括高效训练方法、协作技巧等；不足则分类梳理为技术短板、心理问题、协作漏洞等，明确各类问题的优先级与整改方向，形成阶段性复盘报告。

（四）Act（处理阶段）：优化提升，形成循环闭环

处理阶段是 PDCA 循环的核心优化环节，需对检查结果分类处理，固化经验、整改问题，推动训练质量持续提升。

1. 经验固化与标准化

对训练中成熟有效的方法与经验进行提炼，固化为标准化流程，如数字孪生建模优化技巧、突发故障应急处置流程、双人协作分工模式等，纳入训练手册，为后续训练及人才梯队建设提供可复制的经验。同时，将优秀训练案例、技术要点整理成册，形成“金牌经验”传承体系。

2. 问题整改与针对性提升

针对检查中发现的问题，制定具体整改措施与时限：技术短

板模块通过增加训练时长、更换训练方法、专项辅导等方式强化；心理问题通过模拟高压场景、心理疏导等方式改善；协作漏洞通过针对性协作训练、复盘配合过程等方式优化。对于短期内无法解决的深层次问题（如新型技术应用不熟练），纳入下一轮 PDCA 循环，持续跟踪改进。

3. 迭代优化训练方案

结合处理阶段的成果与问题，对下一轮训练方案进行迭代优化，调整训练目标、内容与时长分配，确保训练方案始终适配选手能力提升需求与世赛标准变化。同时，建立训练效果跟踪机制，定期核查问题整改情况，确保优化措施落地见效，形成“计划 - 执行 - 检查 - 处理 - 再计划”的完整闭环。

四、研究结论与展望

（一）研究结论

本文构建的世赛工业 4.0 项目 PDCA 循环训练模式，通过“计划 - 执行 - 检查 - 处理”闭环运作，有效解决传统训练目标模糊、过程失控、反馈滞后等痛点。该模式以世赛标准为导向，实现训练方案精准化、过程规范化、效果量化评估与持续优化，既能显著提升选手综合竞技能力，又能沉淀标准化训练经验。案例验证表明，该模式具备较强可行性与实效性，可适配智能制造类赛事训练需求。

（二）研究展望

未来可从三方面深化研究：一是融合 AI、大数据技术构建训练数据驾驶舱，实时监控核心模块数据，实现智能预警与精准优化；二是拓展应用场景至世赛新增智能制造项目及企业智能工厂运维培训，实现“以赛促产、以训促岗”；三是紧跟世赛规则迭代，强化核心能力训练比重，研究标准化评分机制，加强跨院校、跨区域经验交流，推动模式推广完善，助力技能强国建设

参考文献

- [1] 简忠武, 王志辉, 杨雨晴, 李立, 刘国刚. PDCA 循环理论在职业院校专业技能大赛的应用探索与实践 [J]. 2024(7):44-46.
- [2] 路博政. PDCA 循环模式在实践教学持续改进机制方面的路径研究——以应用型本科院校英语专业为例 [J]. 校园英语, 2021, (45):12-13.
- [3] 华昊企管. 质量管理的永动引擎:PDCA 循环在精益生产中的深度进化 [EB/OL]. 2025-02-21.
- [4] 刘阳. 基于“PDCA”循环模型下的全国职业院校技能大赛智慧物流赛项竞赛训练体系建设研究 [J]. 城市情报, 2022(16):0028-0030.
- [5] 王雪玲. 基于清单的 PDCA 循环法在旅游类技能大赛中的实践研究 [J]. 葡萄酒, 2023(9):0091-0093.
- [6] 马小洪, 王家艳. 世界职业院校技能大赛背景下中职电子商务专业贯通培养模式创新探索 [J]. 时代人物, 2025(13):0113-0116.
- [7] 王磊, 丁艳, 付宽, 周克. 职业院校技能大赛成果转化与应用的实践研究 [J]. 时代汽车, 2025(19).
- [8] 陈高锋, 冯春卫, 任朝辉. 高职院校“三四五”大赛训练模式的构建与实践——以计算机应用技术专业为例 [J]. 信息与电脑, 2025(9):245-247.