

技工院校智能网联汽车专业工学一体化 实训基地建设研究

谭立帅

天津市公用技师学院

摘要:智能网联汽车技术体系在感知、通信、决策、执行等环节呈现高度集成特征,对技工院校人才培养提出更高要求。为适配岗位需求,文章以工学一体化理念为牵引,对岗位能力结构进行梳理,提出面向链条任务、系统平台与过程记录的实训基地建设路径,并构建涵盖感知调校、通信联测、决策执行与运维诊断的能力映射框架。结合院校案例,对基地运行前后的链条完整性、动作一致性、参数稳定性与记录密度等指标展开对比,呈现实训环境在多维度上的结构变化。研究形成较为明确的建设逻辑与应用模式,为技工院校智能网联汽车专业实训体系规划与教学改革提供参考依据。

关键词:智能网联汽车;工学一体化;实训基地;汽车职业岗位能力;任务链

引言

智能网联汽车融合汽车工程、通信网络、人工智能等多学科技术,正推动整车结构、交通基础设施与出行服务体系发生深刻变革^[1]。产业一线急需具备系统思维、数据意识和跨域协同能力的高技能人才,传统以单一工种、单机操作为主的技工教育模式,难以支撑面向整车感知、决策、执行与云控协同的工作任务。工学一体化理念强调在真实或准真实生产场景中组织教学活动,让学习过程紧贴工程流程、岗位规范与质量标准,对技工院校智能网联汽车专业人才培养具有重要引领意义^[2]。构建与产业链深度对接的工学一体化实训基地,有助于重构课程体系、优化实践载体、强化岗位能力映射。围绕上述目标,文章从岗位能力需求入手,探讨实训基地建设路径,并结合案例开展效果分析,为相关院校基地规划与实施提供参考。

一、智能网联汽车专业的岗位能力需求分析

智能网联汽车系统覆盖感知、通信、决策、执行与运维等多个技术层面,相应岗位在知识结构、技能要求和工作情境上呈现差异化特征。技工院校智能网联汽车专业若想实现人才培养目标与产业需求高度契合,就要在岗位群分析基础上提炼能力要素,进而反向牵引课程内容、实训项目与基地配置。

(一)感知调校类岗位能力

感知调校类岗位面向环境信息采集与前端硬件部署环节,既要理解车载摄像头、毫米波雷达、激光雷达、超声波传感器等器件原理,又要掌握多源信号在复杂场景中的成像特征与干扰规律。相关技术人员需要熟悉标定场布设条件、标定板参数、光照与气象对

数据质量的影响,能够依据工况选择合适的调校方案,完成位置姿态修正、畸变校正与时间同步。实际作业过程中,还要具备对异常数据的敏感度,借助波形、图像与日志信息判断故障源头,提出结构调整或安装工艺改进建议。

(二)通信联测类岗位能力

面向车载通信与路侧协同的岗位更加关注网络拓扑、协议栈结构与链路稳定性。通信联测人员需要掌握CAN、LIN、以太网等车内总线特征,了解V2X、蜂窝网络与专用短程通信在频段、时延、带宽方面的差异,能够阅读并解析报文,完成节点接入配置与信道状态检查。现场联调过程中,经常要在复杂电磁环境下开展干扰排查与抗扰验证,对布线规范、接插件质量、屏蔽接地方案保持足够敏感。针对云控平台接入与路侧单元协同应用,还要具备基础网络安全意识,识别异常流量与异常登录行为,配合完成策略调整与权限配置。

(三)决策执行类岗位能力

决策执行相关岗位处于智能网联汽车功能链路中枢,需要在控制逻辑、执行机构与安全策略之间建立清晰映射。工作人员一方面要理解横向、纵向控制算法在不同场景下的响应特征,掌握车道保持、自适应巡航、自动泊车等功能的控制流程,另一方面要熟悉转向、电动机、制动等执行机构的特性极限与保护边界。调试实践中,经常需要依据试验数据调整控制参数,分析指令输出与车辆响应之间的偏差来源,对控制闭环稳定性进行判断。面对复杂混行交通与多源感知不确定性,还要关注冗余设计与降级策略,避免决策输出对安全造成冲击。

(四) 运维诊断类岗位能力

运维诊断岗位长期贴近运行现场,对智能网联汽车全寿命周期状态保持持续关注。相关人员需熟练使用诊断仪、数据记录终端与远程监控平台,读取故障码、运行日志与关键传感器数据,结合工况信息还原故障演变过程。面对车端、路侧与云端多层系统,运维人员要理解版本管理、配置管理与补丁管理规则,能够在不中断关键业务的前提下实施升级、切换与回退操作。常见问题涵盖硬件老化、线束损伤、软件缺陷、参数漂移等多种类型,诊断工作既依赖经验,又依赖标准化流程与数据支撑。

二、智能网联汽车专业工学一体化实训基地建设路径

(一) 构建链条场景,贯通任务流程

围绕感知、通信、决策、执行各环节构建任务链,使学生在完整流程中理解系统关联。链条设计以真实车载体系为依据,将前端装配、数据采集、报文解析、控制输出、执行反馈等步骤有序串联,使操作顺序保持与工程现场一致。场景组建过程中,任务节点以事件触发方式组织,安装偏差、信号漂移、时序错位等情况被嵌入训练链条,使流程内部展现多层技术关系。

任务链需在空间、设备与数据结构之间形成对应关系。场景布置时,将标定区、通信联调区、控制验证区进行顺序关联,使学习者在移动路线中自然进入下一任务阶段^[3]。每个环节均设置独立数据接口,用于记录节点行为,形成连续链路记录。链条内部的逻辑跳转以状态机方式管理,某节点状态未达标时,无法进入下一阶段,使训练过程形成清晰约束。

链条运行依赖统一指令流,各环节的动作在指令流规范下保持结构一致。指令格式围绕感知信号、通信报文、控制参数、执行响应构建,使每一条动作均可被追踪。链条完成后,系统按节点顺序输出过程信息,记录包含时间戳、状态量、动作特征、异常触发条件等字段,为后续教学复盘与过程追踪提供结构依据。

(二) 优化功能分区,整合工位资源

在基地内重新规划功能结构,使动线与技术流程保持一致。区域划分以工学任务顺序为主导,将装配区、标定区、联调区、控制区、诊断区进行结构串联,使学生在空间移动中自然完成任务切换。各分区的硬件设施以可交叉互联方式布置,使多模块系统具备联动条件。场地布设同时预留通道,用于车载终端、路侧设备与仿真平台之间的连接。

工位整合以资源共享为主线。装配工位配备可更换支架与传感模块,用于完成不同车型的结构部署。

通信联调工位安置可切换协议栈与可调信道模块,使多个通信任务在同一平台下运行。控制验证工位配置电机台架、执行机构平台、参数加载模块,用于联动控制算法与硬件响应。诊断工位引入日志记录器、故障注入器及数据剖析终端,在同一区域中实现多类型诊断训练。

各区域之间的接口结构采用统一格式,使工位之间形成顺畅连接。电源、网络、信号链在公共槽道中布局,使设备快速接入任务平台。数据通道按照时间轴录入模式组织,跨区调用记录文件,使任务链具备连续性^[4]。区域之间不设置封闭边界,而是依照技术逻辑规划开放指引,使学习行为在空间移动中保持连贯性。

(三) 构成系统平台,拓展集成深度

系统平台以智能网联汽车全栈结构为参照,构建涵盖感知层、通信层、控制层、执行层的整体训练环境。平台内的模块采用可插拔结构,摄像头、毫米波雷达、激光雷达、通信单元、控制器、执行机构可根据教学任务进行组合,使学习过程呈现多路径特征。系统以统一数据总线为基础,使多源信息形成同一结构标准,便于后续分析与联动验证。

平台运行依靠统一调度器,各模块在调度器管理下输出时间戳、状态量与反馈信息。调度器根据节点序列调配数据流,使感知信号、报文信息、控制策略与执行状态在同一时域框架内运行^[5]。为保证系统结构稳定,数据接口采用固定格式,使不同模块在接入平台时不产生结构冲突。平台内部还设置虚拟节点,用于模拟异常情况,提升系统行为复杂度。

控制层与执行层之间构建闭环结构。调参工具、执行响应监测器与动作记录模块按顺序串联,使控制策略能够在短周期内完成验证。平台还加入路侧设备与云控终端,使车端任务与外部协同任务可在同一系统内完成。通信链路、控制链路与感知链路在平台中形成交叉结构,使学生在训练过程中接触真实工程中的跨模块关联。

(四) 重塑评价体系,强化过程记录

评价体系采用行为链条记录方式,过程信息作为核心数据。记录结构以节点行为为单位,动作序列被拆分为触发条件、执行内容、反馈状态、异常点位四类字段,使评价过程具备可追溯性。每次训练均产生独立行为文件,文件包含时间戳、节点编号、参数轨迹与动作标识,使不同训练行为具备可比特征^[6]。

行为记录依托数据采集模块实现。传感器参数、通信报文、控制信号与执行动作均在采集模块中建立

映射索引,使各类信息在时间轴上形成连续链条。采集结构划分高速区与低速区,高速区用于记录动态任务,低速区用于记录静态状态。执行阶段还引入动作帧编号,使快速变化信号保持清晰顺序。

评价结构采用专家矩阵方式构建。矩阵中设置动作完整性、逻辑一致性、参数轨迹合理性、状态变化连续性等指标,各指标以量化形式呈现。行为记录文件与矩阵结构自动匹配,使每项训练均形成独立评价图谱。评价结果不进入总结性判断,而是以图谱形态呈现,使后续教学复盘具备明确依据。

三、案例分析

(一) 案例背景

某省级技工院校在智能网联汽车专业建设阶段已配置基础教学场所,但资源结构偏向单点训练,难以承载系统链路任务。原有场地以模块拆解、单机操作与局部调试为主,学生在感知装配、通信联测、控制验证、执行响应等环节难以形成连续体验。随着企业岗位需求出现结构变化,院校在教学评估中发现学生在多源信息处理、时序理解、跨模块协同方面表现不够稳定,调参行为缺乏依据,记录结构不完整,任务链条呈现断裂现象。为顺应专业建设方向,院校提出建设工学一体化实训基地的规划,以感知—通信—控制—执行多维结构为主线整合教学资源。规划过程中提出布设多区联动空间、构建系统平台、强化记录结构等需求,使校内训练环境具备开展链条任务的条件。

(二) 效果分析

基地投入使用后,院校围绕链条完整性、动作一致性、参数稳定性、记录密度、联调效率与异常定位速率六个维度开展对照分析。数据取自连续两个学期的训练记录,其中建设前采用传统分段训练结构,建设后以链条场景为核心组织任务。记录显示,链条执行时长由建设前的平均 42.37min 收敛至 31.84min,节点跳转次数由 12.46 次降至 7.92 次,动作序列保持率从 68.23% 上升至 89.47%,说明任务链条内部的动作结构趋于稳定。通信报文解析环节的延迟波动在建设前为 184.62ms,建设后为 103.58ms,时序偏移幅度明显收窄。控制参数调整阶段的迭代次数在建设前平均为 4.71 次,建设后降低至 2.38 次,轨迹偏差均值从

0.43m 收敛为 0.21m,使控制层行为呈现连续特征。

在异常触发记录中,建设前因数据缺帧导致的记录断点占比为 17.36%,建设后下降至 4.52%,断点位置更易定位,任务复现条件更清晰。感知装配场景的姿态偏移记录中,偏移角平均值从 3.84° 收敛至 1.92°,姿态校正过程更具可追踪性。路侧单元与车端通信阶段的重传比例由 9.27% 降至 3.41%,链路稳定性在基地区域结构下呈现改善趋势。行为文件长度由建设前的平均 312 条增长至 487 条,字段完整度显著提高,系统在训练链路中能够捕获更多参数轨迹,为教学复盘与结构分析提供更加丰富的数据基础。

四、结语

智能网联汽车专业在岗位能力、技术结构与实践链条方面呈现高复合特性,实训条件建设需围绕系统任务组织教学资源。研究以能力需求为基础提出基地建设路径,并构建以链条场景、功能分区、系统平台与过程记录为核心的实施方案。案例数据反映了训练结构的变化规律,为后续优化与推广提供了可操作方向。

参考文献:

- [1] 朱帆,孙彭城.技工院校智能网联汽车技术课程建设研究——基于 Apollo 无人驾驶低速车实训平台[J].汽车与驾驶维修(维修版),2025(4):174-176.
- [2] 丛晓琪.技工院校电子商务专业职业技能竞赛与工学一体化融通实践研究[J].科技风,2025(33):157-159.
- [3] 许敏.工学一体化教学模式在技工院校化工分析与检验专业中的运用[C]//中国高校校办产业协会终身学习专业委员会.第五届教育信息技术创新与发展学术研讨会论文集.南京化工技师学院,2025:734-736.
- [4] 刘洋,刘庆存,胡世广.智能网联试验场关键构成要素分析[J].汽车文摘,2024(5):47-52.
- [5] 李敏,夏跃武.产业转型升级和职业教育数字化转型背景下智能网联汽车技术专业建设探索与实践——以芜湖职业技术大学为例[J].芜湖职业技术学院学报,2025,27(3):20-24.
- [6] 王广宇.基于交通流的智能网联汽车测试评价研究[D].吉林大学,2025.