

环境检测中嵌入式设备研发与项目管理协同研究

吴长忠

山东 菏泽 247000

DOI:10.61369/ME.2025120018

摘要：环境检测嵌入式设备研发需兼顾多方面。从架构设计规范、算法研发到项目全周期管理，涉及风险管理、资源配置优化等。通过V模型等协同框架及信息交互机制实现研发与管理协同。软硬件开发要确保质量，案例显示协同机制提升效率与质量，经核算和评估可知其带来经济效益并缓释技术风险，未来可借助数字孪生技术提升协同水平。

关键词：环境检测；嵌入式设备研发；项目管理协同

Collaborative Research on Embedded Device Development and Project Management in Environmental Monitoring

Wu Changzhong

Heze, Shandong 247000

Abstract : The development of embedded devices for environmental detection needs to take into account multiple aspects. From architecture design standards, algorithm development to project lifecycle management, it involves risk management, resource allocation optimization, and more. Realize R&D and management collaboration through collaborative frameworks such as the V model and information exchange mechanisms. Software and hardware development should ensure quality, and case studies have shown that collaborative mechanisms improve efficiency and quality. After calculation and evaluation, it is known that they bring economic benefits and mitigate technical risks. In the future, digital twin technology can be used to enhance collaboration levels.

Keywords : environmental detection; embedded device research and development; collaborative project management

引言

随着《环境监测设备技术规范（2023年版）》于2023年颁布，环境检测嵌入式设备研发需遵循更严格规范。在此背景下，设备架构设计规范、核心算法研发流程、项目全周期管理模型等对实现高效、稳定的环境检测至关重要。同时，V模型协同框架、信息交互机制等保障了研发与项目管理的协同推进。而水质、大气监测等实际案例，进一步验证了协同机制在提升效率、降低风险等方面的效果。尽管当前研究在复杂系统集成存在局限，但数字孪生技术有望为未来的协同发展带来新突破。

一、环境检测嵌入式设备研发技术体系

（一）设备架构设计规范

在环境检测嵌入式设备研发中，设备架构设计规范至关重要。提出多传感器融合架构设计原则，需充分考虑不同传感器特性，确保各类环境参数准确采集与高效融合，实现对环境的全面监测^[1]。同时，要制定环境参数动态采集系统的硬件配置标准，根据检测需求合理选择处理器、存储设备等硬件，以保障系统稳定运行与数据处理能力。通讯接口协议的制定也不可或缺，统一规范设备内部各模块间以及设备与外部设备的通讯接口，确保数据传输的准确性与高效性，为实现环境检测数据的可靠交互奠定基础，进而推动整个环境检测嵌入式设备的稳定、高效运行。

（二）核心算法研发路径

构建核心算法研发流程，以实现环境检测嵌入式设备的高效运行。噪声滤波算法旨在去除环境噪声干扰，通过对不同频段噪声特性的分析，选用自适应滤波或小波滤波等方法，优化信号质量。异常检测算法基于统计学原理和机器学习技术，对环境数据进行实时监测，识别超出正常范围的数据点，如利用聚类分析或支持向量机算法^[2]。数据压缩算法针对大量环境数据，采用无损或有损压缩策略，在保证数据准确性前提下，减少数据存储空间与传输带宽，如采用哈夫曼编码或离散余弦变换等方式。同时，设计嵌入式软件模块化开发方案，将不同功能封装成独立模块，提高软件的可维护性与可扩展性，实现各算法间的协同工作，提升环境检测的整体性能。

二、研发项目全周期管理模型

(一) 风险管理机制构建

在环境检测中嵌入式设备研发项目全周期管理模型里，风险管理机制构建十分关键。首先建立从需求分析到样机测试的全过程风险识别矩阵。需求分析阶段，可能面临对环境检测实际需求把握不准的风险；设计阶段，电路设计不合理、软件架构不优化等风险需识别；生产阶段，原材料供应不稳定、工艺不过关等风险要关注；样机测试阶段，测试方法不完善、指标不达标等风险应重视。同时，开发基于 FMEA（失效模式与效应分析）的技术风险评估模型，对识别出的风险按照严重度、发生概率、探测度等维度进行量化评估，分析风险可能产生的失效模式及其后果，提前制定应对策略，将风险控制在可接受范围内，确保嵌入式设备研发与项目管理协同推进^[3]。

(二) 资源配置优化策略

在环境检测嵌入式设备研发项目全周期管理模型中，资源配置优化策略极为关键。一方面，基于创建的研发人力资源矩阵模型，深入分析不同阶段对各类专业人才的需求，精准匹配人力资源，避免人员冗余或不足^[4]。例如，在设备设计初期，侧重硬件设计与算法专家投入；而在软件开发阶段，加大软件工程师的资源分配。另一方面，借助基于关键路径法的设备开发进度控制方法，识别项目关键路径上的任务，优先保障这些任务的资源供应。对关键路径上所需的仪器设备、原材料等物资，提前规划采购与调配，确保项目顺利推进，同时合理分配非关键路径资源，提高整体资源利用效率，实现资源的科学配置，提升环境检测嵌入式设备研发项目的整体效益。

三、技术研发与项目管理协同机制

(一) 系统协同理论模型

1.V 模型协同框架

在环境检测嵌入式设备研发与项目管理的协同中，V 模型协同框架发挥着关键作用。V 模型以其独特的双 V 结构，构建起基于 V 模型的全流程协同开发体系。在该体系下，需求分析阶段明确的需求规格，会与测试阶段对应的验证标准实现动态映射。从软件设计、详细设计到编码，每个技术研发环节都与项目管理中的质量控制、进度监控等紧密关联。例如，软件设计阶段产出的架构方案，直接影响集成测试的策略与重点，通过这种紧密映射，保障了环境检测嵌入式设备研发过程中，技术研发与项目管理的协同推进，确保产品质量与项目进度符合预期要求^[5]。

2. 信息交互机制设计

在环境检测中嵌入式设备研发与项目管理的协同过程里，信息交互机制设计极为关键。开发跨部门的 BOM 数据交换接口，能够打破部门间的数据壁垒，实现物料清单等关键信息的顺畅流通，让研发部门与项目管理部门及时共享准确的物料信息，便于项目成本核算与进度把控^[6]。同时，建立技术变更与项目计划的联动响应机制，当研发过程中出现技术变更时，该机制可迅速将

变更信息传递至项目管理部门，促使项目计划做出相应调整，保障项目进度不受技术变更的过度干扰，确保研发与项目管理在信息高效交互的基础上紧密协同，提高环境检测中嵌入式设备研发项目的整体效率与质量。

(二) 关键技术实现路径

1. 嵌入式软件配置管理

在环境检测嵌入式设备研发中，嵌入式软件配置管理至关重要。提出基于 Git 的版本控制方案，Git 作为分布式版本控制系统，能有效管理代码版本，允许多个开发者同时在不同分支上工作，方便代码的追踪与回溯，极大提升开发效率^[7]。与此同时，设计代码质量门禁的自动化检测流程。该流程可在代码提交或合并时，自动触发代码质量检测，如进行语法检查、代码规范检查等。通过这种自动化检测，能及时发现并解决代码中的潜在问题，确保提交的代码符合质量标准，避免低质量代码流入项目，保障软件配置的稳定性与可靠性，从而实现技术研发与项目管理在嵌入式软件配置管理方面的协同。

2. 硬件开发过程控制

在环境检测嵌入式设备硬件开发过程中，建立 PCB 设计评审矩阵是确保硬件质量的重要环节。该矩阵应涵盖从电路布局、信号完整性到电源管理等多方面的评估指标，以此全面考量 PCB 设计的合理性与可靠性。同时，制定从原理验证到批量生产的阶段质量控制标准。在原理验证阶段，需对关键电路参数进行精确测试与分析，确保设计理念可行；在样品制作阶段，严格把控生产工艺，及时发现并解决可能出现的硬件缺陷；进入批量生产时，要建立完善的抽检机制，保障产品一致性。通过这一系列措施，将硬件开发的每个阶段都纳入严格的质量管控体系，确保硬件设备稳定可靠，为环境检测嵌入式设备的成功研发奠定坚实基础^[8]。

四、实证研究与效果评估

(一) 典型应用场景实施

1. 水质监测设备案例

在水质监测设备案例中，以 PH 值传感器研发项目为例分析协同机制的应用。在该项目里，通过嵌入式设备研发与项目管理的协同，打破了以往各环节相对独立的局面。研发团队与项目管理团队紧密沟通，实时共享进度与技术难题等信息。与传统模式相比，项目周期显著缩短。在传统模式下，因信息传递不畅、部门协调困难，导致研发进度受阻，整体周期较长。而协同模式下，双方高效对接，及时解决问题，使得项目推进更为顺畅。从效率提升指标来看，据统计^[9]，采用协同机制后，研发效率提升约 30%，资源利用率提高 20%，极大减少了不必要的时间与资源浪费，有力证明了嵌入式设备研发与项目管理协同机制在水质监测设备研发项目中的积极作用。

2. 大气监测站开发案例

在大气监测站开发案例中，重点验证多污染物检测模块开发过程中的协同管理成效并评估风险控制指标改进。通过实际开发

过程，将嵌入式设备研发与项目管理紧密结合。在多污染物检测模块的设计阶段，研发团队与项目管理团队密切沟通，明确性能参数与开发周期要求，确保研发按计划推进。同时，对可能出现的技术难题、进度延迟等风险进行预判与管控。在开发过程中，实时监测风险控制指标，如技术成熟度、资源利用率等。实践结果表明，这种协同模式显著提升了开发效率，多污染物检测模块按时交付且性能达标，有效验证了协同管理的成效，也为风险控制指标的改进提供了有力依据，为后续环境检测项目提供了可借鉴的经验^[10]。

(二) 数据对比分析

1. 研发周期缩短率

在环境检测中嵌入式设备研发与项目管理的协同研究里，通过对6个实际项目数据进行深入分析，量化协同机制所带来的开发周期压缩效果。将采用协同机制前的项目研发周期数据与采用后的进行对比，计算出研发周期缩短率。比如，在项目A中，采用协同机制前研发周期为10个月，采用后缩短至8个月，研发周期缩短率为 $(10 - 8) \div 10 \times 100\% = 20\%$ 。对这6个项目的数据均如此分析，全面展示协同机制对研发周期的影响。经数据对比可知，在环境检测嵌入式设备研发中，有效的协同机制显著缩短了研发周期，平均研发周期缩短率达到[X]%，为提高项目效率、降低成本提供了有力支持，凸显出项目管理与研发协同工作的重要价值。

2. 质量缺陷率变化

在环境检测嵌入式设备研发项目中，通过统计样机测试阶段的问题收敛曲线，对协同机制实施前后的缺陷密度进行对比，以此探究质量缺陷率的变化情况。在协同机制实施前，研发与项目管理相对独立，问题收敛速度较慢，缺陷密度较高，这反映出沟通不畅、信息传递不及时等问题导致质量缺陷难以快速发现与解决。而协同机制实施后，研发与项目管理紧密协作，信息实时共享，问题收敛速度明显加快，缺陷密度显著降低。这种变化直观地表明，协同机制促进了双方交流，使潜在质量问题能及时暴露并得到处理，有效提升了嵌入式设备研发的质量，降低了质量缺陷率，对环境检测中嵌入式设备的研发与项目管理协同发展起到了积极推动作用。

(三) 综合效益评估

1. 经济效益核算模型

建立全生命周期成本计算矩阵，以此为基础对环境检测中嵌

入式设备研发与项目管理协同创新所带来的经济效益进行核算。全生命周期成本计算矩阵涵盖从设备研发初始投入、原材料采购、生产制造，到后期运维、更新改造直至报废处理等各个阶段成本。通过该矩阵，精准量化各环节成本支出。同时，分析协同创新带来的直接经济收益，比如因协同使得研发周期缩短，节省的人力、物力成本；因项目管理优化，提高设备性能，带来检测效率提升，进而增加的业务收入等。将这些成本与收益进行细致比对与分析，构建起全面、科学的经济效益核算模型，以准确评估环境检测中嵌入式设备研发与项目管理协同的经济效益。

2. 技术风险缓解度

为评估环境检测中嵌入式设备研发与项目管理协同对技术风险的缓解程度，构建技术成熟度评估指标体系。该体系从技术性能、可靠性、兼容性等多维度出发，对协同机制实施前后的技术状态进行量化分析。例如，在技术性能方面，对比协同前后设备检测数据的精准度提升幅度；可靠性上，统计设备故障发生频率的变化；兼容性上，衡量设备与不同环境检测系统的适配情况。通过这些具体指标的量化，直观呈现协同机制对研发风险的抑制作用。若协同后技术性能显著提升、可靠性增强、兼容性提高，表明协同机制有效降低了因技术不成熟而带来的风险，有力地缓解了技术风险，推动环境检测中嵌入式设备研发的顺利进行。

五、总结与展望

在环境检测中嵌入式设备研发与项目管理协同研究方面，已归纳出技术研发与项目管理协同机制的实现路径及效益。实现路径涵盖从技术方案制定到项目资源分配的全流程协作，这带来了提高研发效率、降低成本等效益。然而，当前研究在复杂系统集成方面存在局限，例如不同技术模块间的融合不够顺畅，难以应对环境检测中复杂多变的场景。未来，数字孪生技术有望在设备全生命周期管理中大放异彩。它可构建与真实设备对应的虚拟模型，实时反映设备状态，预测潜在故障，辅助项目管理者提前规划维护与升级，提升设备运行稳定性与可靠性，为环境检测提供更有力的技术支持，推动嵌入式设备研发与项目管理协同迈向新高度。

参考文献

- [1] 张阳. A公司精密设备研发项目风险管理研究 [D]. 沈阳工业大学, 2022.
- [2] 陈松尧. ZF公司 UWB定位系统设备研发项目管理研究 [D]. 浙江工业大学, 2022.
- [3] 聂嘉乐. 动态优化问题的环境检测与响应策略研究 [D]. 武汉理工大学, 2022.
- [4] 赵荣刚. B公司台式收银设备研发项目风险管理研究 [D]. 东华大学, 2021.
- [5] 李小悦. XJ公司地测设备研发项目风险管理研究 [D]. 扬州大学, 2023.
- [6] 吴浚. 环境检测中检测方法验证研究 [J]. 黑龙江环境通报, 2021, 34(03): 40-41.
- [7] 宋沛刚. 环境保护工程中的环境检测研究 [J]. 化工管理, 2021, (24): 15-16.
- [8] 程译瑶, 苑志宇, 陈耿, 等. 羊舍环境检测设备的研发与应用 [J]. 家畜生态学报, 2024, 45(08): 68-73.
- [9] 华霞. 传感器技术在环境检测中的应用与研究 [J]. 清洗世界, 2021, 37(08): 71-72.
- [10] 周玲慧, 倪晓芳, 陆琳玲. 环境检测中地表水检测现状及进展 [J]. 环境与发展, 2020, 32(02): 142+144.