

# 嵌入式软件回归测试的风险控制策略研究

段继鑫

北京汽车股份有限公司 北京 101300

**摘要：**车载嵌入式软件回归测试对确保车辆安全至关重要。本文探讨了车载嵌入式系统及其回归测试的特点，识别了测试中的风险，并提出了风险控制策略。车载嵌入式系统具有实时性、高可靠性等特点，其回归测试需覆盖广泛场景。风险识别涉及测试环境、用例、数据、过程与人员、智能化工具等方面。通过实施有效的风险控制策略，可提升测试效率，降低潜在风险。

**关键词：**嵌入式软件；回归测试；风险控制；策略研究

引言：随着汽车电子化程度的迅速提升，车载嵌入式软件的安全性成为行业关注的焦点。回归测试作为确保软件质量的关键环节，在车载嵌入式系统中扮演着举足轻重的角色。本文旨在全面剖析车载嵌入式软件回归测试的重要性、特点，并深入探讨其风险识别与控制策略，以为行业内的研究与实践提供有价值的参考，共同推动汽车电子化安全水平的不断提升。

## 1 车载嵌入式软件回归测试的重要性

车载嵌入式软件回归测试是确保汽车安全、稳定运行和满足用户需求的关键。随着汽车电子化程度的不断提高，车载嵌入式软件在车辆控制和信息娱乐系统中扮演着越来越重要的角色<sup>[1]</sup>。首先，它有助于确保软件修改和更新的正确性。在车载嵌入式软件的开发过程中，经常会进行代码修改、功能添加或配置调整。这些修改会影响到软件的稳定性和可靠性，甚至可能引入新的错误。通过回归测试，可以验证这些修改是否达到了预期的效果，并确保没有引入新的问题。其次，回归测试能够及时发现并修复潜在的软件缺陷。车载嵌入式软件在运行过程中可能会遇到各种复杂的情况，如恶劣的天气条件、复杂的路况等。这些情况可能会暴露出软件中的潜在缺陷。通过回归测试，模拟这些复杂情况，并检测软件中是否存在潜在的缺陷。一旦发现缺陷，就可以及时修复，提高软件的可靠性和稳定性。最后，回归测试还有助于验证软件与其他车载系统的兼容性。现代汽车中集成了许多不同的系统，如导航系统、娱乐系统、安全控制系统等。这些系统之间需要相互协作，共同完成车辆的控制和信息处理任务。通过回归测试，可以验证车载嵌入式软件是否与其他系统兼容，并确保它们能够协同工作，提供稳定、可靠的服务。

## 2 车载嵌入式系统及其回归测试的特点

### 2.1 车载嵌入式系统的特点

第一，实时性要求高。车载嵌入式系统需要实时响应驾驶员的指令和车辆的运行状态。例如，在自动驾驶汽车中，系统需要实时处理来自传感器的数据，并据此做出决策，确保车辆的安全行驶。这种实时性要求嵌入式系统具备高效的数据处理能力和快速的响应速度。第二，安全性至关重要。车载嵌入式系统直接关系到驾驶员和乘客的生命安全。系统的稳定性和可靠性至关重要。嵌入式系统需要采用高可靠性的硬件和软件设计，以确保在各种复杂和恶劣的环境下都能正常运行。第三，硬件和软件高度集成。降低系统的体积和功耗，车载嵌入式系统通常采用高度集成的硬件和软件设计。这种设计使得系统的各个部分能够紧密协作，实现高效的数据传输和处理。第四，定制化程度高。不同的汽车品牌 and 型号对车载嵌入式系统的需求各不相同<sup>[2]</sup>。嵌入式系统需要根据具体的车型和应用场景进行定制化设计。这种定制化设计使得车载嵌入式系统具有更高的灵活性和适应性。第五，丰富的功能和接口。现代汽车通常配备了多种车载嵌入式系统，如导航系统、娱乐系统、安全控制系统等。为实现数据的共享和交换，车载嵌入式系统需要提供丰富的功能和接口。这包括但不限于硬件平台的选择与搭建、软件开发与调试，以及确保系统之间能够通过标准化接口如RESTful API、Web服务等进行数据交互。通过这些接口和功能，车载嵌入式系统能够满足不同系统间的通信需求，确保数据的高效流通和系统的稳定运行。

### 2.2 车载嵌入式系统回归测试的特点

(1) 测试场景复杂。车载嵌入式系统需要在各种复杂和恶劣的环境下进行测试，如高温、低温、潮湿、震动等。这些环境因素可能对系统的稳定性和可靠性产生不利影响。在回归测试过程中需要充分考虑这些环境因素，确保系统在各种环境下都能正常运行。(2) 测试用

例庞大, 由于车载嵌入式系统具有丰富的功能和接口, 需要设计大量的测试用例来覆盖系统的各个部分。这些测试用例需要包括正常情况下的功能测试、异常情况下的容错测试以及边界情况下的性能测试等。测试用例的庞大性要求测试人员具备丰富的经验和技能, 能够设计出全面、合理的测试用例。(3) 测试数据真实。车载嵌入式系统的测试数据需要具有真实性和代表性。这要求测试人员在实际道路上进行路测, 收集真实的驾驶数据和车辆状态数据。这些数据对于验证系统的性能和稳定性至关重要。(4) 测试周期长。车载嵌入式系统的开发周期通常较长, 需要进行多次迭代和修改。回归测试也需要进行多次迭代和修改, 以确保系统的稳定性和可靠性。这种测试周期长的特点要求测试人员具备耐心和毅力, 能够持续进行测试工作。

### 3 车载嵌入式软件回归测试的风险识别

车载嵌入式系统的测试环境通常复杂且多样化, 涵盖了硬件环境、软件环境以及网络环境等多个方面。这些环境因素的差异可能导致测试结果的不一致性和误判。例如, 硬件设备的型号、配置和性能差异, 软件版本的不兼容, 以及网络环境的波动等都可能对测试结果产生显著影响。在进行回归测试时, 需要确保测试环境的稳定性和一致性, 尽可能减少环境因素对测试结果的影响。第一, 测试用例的选择和设计对回归测试的结果具有重要影响。如果测试用例不全面或不合理, 可能导致某些重要的功能或场景未被覆盖, 从而遗漏潜在的软件缺陷。为了降低测试用例风险, 测试人员需要充分了解系统的需求和功能, 制定全面、合理的测试用例, 并确保测试用例能够覆盖系统的所有重要功能和场景。第二, 测试数据的质量和数量对回归测试的结果具有重要影响。如果测试数据不真实或不足够, 可能导致测试结果的不准确或无法充分验证系统的性能<sup>[3]</sup>。因此, 在进行回归测试时, 需要确保测试数据的真实性和充足性, 并根据系统的实际运行环境和需求, 选择合适的测试数据。第三, 测试人员的技能和经验对回归测试的结果有很大影响。如果测试人员缺乏必要的技能和经验, 可能导致测试过程的不规范或测试结果的误判。为了降低测试人员风险, 测试团队需要注重人员培训和技能提升, 确保测试人员具备必要的专业知识和技能, 能够熟练地进行回归测试工作。

## 4 车载嵌入式软件回归测试风险控制策略

### 4.1 测试环境风险控制

(1) 环境标准化。建立统一的测试环境标准, 确保测试环境在硬件配置、软件版本、网络环境等方面的一

致性。这种一致性不仅有助于减少因环境差异导致的测试结果误判, 还能提高测试的可重复性和可预测性。为了实现这一目标, 我们需要制定详细的测试环境规范, 明确各种设备和软件的配置要求, 并对测试环境进行定期的维护和更新, 确保其与生产环境保持同步。(2) 环境隔离与监控。将测试环境与生产环境进行隔离, 避免测试过程中的误操作对生产环境造成不必要的风险。实时监控测试环境的各项指标, 如温度、湿度、电压等, 确保测试环境在规定的范围内波动, 从而及时发现并解决潜在的环境问题。这种监控不仅可以提高测试环境的稳定性, 还能为测试人员提供实时的环境信息, 帮助他们更好地理解和控制测试过程。(3) 虚拟化与容器化技术。这些技术可以快速搭建和复制测试环境, 大大提高了测试环境的搭建效率和一致性。它们还可以实现测试环境的快速恢复和清理, 减少了因测试环境导致的测试失败风险。通过虚拟化与容器化技术, 我们可以轻松地模拟各种复杂的测试场景, 为回归测试提供更加全面和真实的测试环境。

### 4.2 测试用例风险控制

为了确保测试的全面覆盖, 要将设计能够涵盖系统所有重要功能和场景的测试用例。这包括正常操作、异常处理以及边界条件等各种情况。还需要根据功能的重要性和使用频率, 选择那些具有代表性的测试用例进行测试, 确保测试的针对性和有效性。每当软件版本发生变化时, 需要及时对测试用例进行更新, 这样新功能和修改后的功能都能得到充分的测试。对测试用例进行定期的审查和维护, 删除那些冗余的、不再适用的测试用例, 并补充遗漏的、新的测试用例, 保持测试用例的时效性和完整性。测试用例的优先级管理也是提高测试效率的关键。在测试资源有限的情况下, 我们需要根据功能和场景的重要性, 为测试用例设置不同的优先级。在测试过程中, 优先测试那些重要功能和场景的用例, 保证关键功能的稳定性和可靠性。通过合理的优先级管理, 可以更加高效地利用测试资源, 提高测试的针对性和效果。

### 4.3 测试数据风险控制

真实的数据能够更准确地反映系统的实际运行情况, 而有效的数据则能够确保测试过程的顺利进行。为了避免使用错误或无效的数据进行测试, 对测试数据进行严格的筛选和审核, 确保其真实性 and 有效性。对于测试数据中的异常值或错误数据, 需要进行必要的预处理和清洗, 确保数据的准确性和一致性。多样化的测试数据能够全面覆盖系统的各种运行场景, 包括正常操作、

异常处理和边界条件等,充分验证系统的性能和稳定性。为了确保测试数据的多样性,我们需要收集来自不同来源、不同场景的数据,并进行合理的分类和组合。还要确保测试数据的数量足够充分,能够覆盖系统的所有重要功能和场景。对于重要的测试数据,建立备份和恢复的机制<sup>[4]</sup>。测试数据的丢失或损坏可能导致测试失败或测试结果的不准确,因此需要对重要的测试数据进行备份和恢复。通过定期备份测试数据,确保在数据丢失或损坏的情况下能够迅速恢复测试数据,避免测试过程中的中断和延误。建立数据备份和恢复的机制提高测试的可靠性和稳定性,确保测试过程的顺利进行。

#### 4.4 测试过程与人员管理风险控制

试流程应该清晰地定义测试的目标、范围、方法和周期,确保每一个测试步骤都有明确的指导和要求。这样提高测试的效率,减少测试过程中的疏漏和错误。我们需要对测试流程进行定期的审查和更新,确保其始终与当前的测试需求保持一致。测试人员是测试工作的执行者,专业技能和测试经验直接影响到测试的质量和效率。对测试人员进行全面的培训,帮助他们掌握最新的测试技术和方法,提高他们的测试能力和经验。还应该鼓励测试人员参加相关的培训和交流活动,让他们不断学习和成长,为测试工作贡献更多的智慧和力量。测试工作往往需要多个测试人员共同参与,我们建立一个有效的沟通机制,确保测试过程中的问题能够及时得到团队成员的关注和解决。定期的团队会议、邮件通知等方式,加强团队成员之间的信息共享和交流,提高整个团队的协作效率和凝聚力。

#### 4.5 智能化测试工具风险控制

自动化测试工具的应用减少了人工操作,在传统的回归测试过程中,测试人员需要手动执行大量的测试用例,这耗时耗力,容易出错。而自动化测试工具则能够自动执行测试用例,并实时记录测试结果,大大减少了测试人员的工作量。自动化测试工具还具有更高的准确性和稳定性,能够确保测试结果的一致性和可靠性。测试用例的设计至关重要,测试用例需要覆盖所有的关键功能和修改过的部分,以确保软件的全面性和稳定性。

手动设计测试用例很难确保覆盖率的全面性。而代码覆盖率分析工具则能够自动分析测试代码的执行情况,确保测试用例覆盖了所有的代码路径和条件分支。测试人员就可以根据分析结果,调整测试用例的设计,确保测试的全面性和有效性。缺陷管理系统的应用也为回归测试提供了重要的支持。但这样,难免会发现一些缺陷和问题,这些缺陷如果不及时跟踪和分析,就可能影响软件的质量和稳定性。缺陷管理系统则能够对这些缺陷进行集中管理和跟踪,记录缺陷的状态、原因和解决方案等信息。测试人员可以通过缺陷管理系统,及时了解缺陷的情况,根据缺陷的优先级和严重程度,安排相应的测试工作。这些统计数据能够揭示缺陷的类型、分布、产生原因等重要信息,帮助测试团队和开发人员快速定位问题源头,制定有效的改进措施,并提供了宝贵的参考和依据,帮助测试团队更有针对性地设计测试用例,确保软件的质量和稳定性。

#### 结语

车载嵌入式软件回归测试是车辆安全不可或缺的一环。在日益复杂的汽车电子系统中,通过精准识别并控制测试过程中的风险,我们不仅能显著提高测试的效率和准确性,还能确保车载嵌入式软件的高质量和可靠运行。展望未来,随着技术的飞速进步,车载嵌入式软件回归测试将面临更多前所未有的挑战。因此,我们必须持续探索新的测试方法和技术,不断创新,以应对这些挑战,确保车辆安全,为驾驶者提供更为安心、可靠的驾驶体验。

#### 参考文献

- [1]廖丽华.嵌入式软件的安全设计[J].自动化仪表,2020,41(06):42-45
- [2]贾志远.嵌入式软件安全检测的关键技术研究[D].长春工业大学,2020.(03):24-25
- [3]吴冬梅.基于安全性分析的嵌入式软件测试[J].电子技术与软件工程,2019(21):30-31.
- [4]周光海.面向安全性分析的嵌入式软件测试方法研究[J].电子世界,2019(05):84-85.