

# GW汽车搭载车联网项目质量管理研究

闫文慧

北京邮电大学经济管理学院, 北京

收稿日期: 2024年9月22日; 录用日期: 2024年11月7日; 发布日期: 2024年11月14日

## 摘要

车联网技术作为汽车智能交通系统的创新, 正成为行业焦点。功能日益丰富, 如远程解锁、启动等, 但质量问题亦随之显现。提升车联网搭载功能质量, 对提高车主满意度、吸引购车用户及增强企业市场竞争力至关重要。本研究以GW汽车公司的车联网远程车控为例, 探讨车联网项目的质量问题, 运用PDCA循环理论进行质量控制。研究选取GW公司R品牌车型, 采用多种研究方法, 分析了车联网项目在需求设计、研发、测试等阶段的质量管理问题, 并提出优化建议, 构建了一套基于PDCA循环的质量控制体系和设计优化方案。这不仅为GW公司提供质量管理优化方案, 也为其他汽车企业搭载车联网项目质量管理提供了参考。研究显示, PDCA质量管理体系的实施对GW汽车车联网项目质量管理具有显著指导意义, 并提出了具体的改进措施和建议, 以提升整体质量管理水平。

## 关键词

汽车, 车联网, 远程车控, 质量管理, PDCA

# Research on Quality Management of Internet of Vehicles Project of GW Motor

Wenhui Yan

School of Economics and Management, Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing

Received: Sep. 22<sup>nd</sup>, 2024; accepted: Nov. 7<sup>th</sup>, 2024; published: Nov. 14<sup>th</sup>, 2024

## Abstract

Internet of Vehicles technology is becoming an industry focus as an innovation in automotive intelligent transport systems. Functions are becoming increasingly abundant, such as remote unlocking and starting, but quality issues are also emerging. Enhancing the quality of Internet of Vehicles on-board features is crucial to improving owner satisfaction, attracting car-buying users and enhancing companies' market competitiveness. This study takes the Internet of Vehicles remote car control

of GW Automobile Company as an example to explore the quality problems of Internet of Vehicles projects, and applies the PDCA cycle theory for quality control. The study selects GW's R-brand model and adopts various research methods to analyse the quality management problems of the Internet of Vehicles project in the phases of requirement design, R&D and testing, and puts forward optimisation suggestions. A set of quality control system and design optimisation scheme based on PDCA cycle is constructed. This not only provides a quality management optimisation solution for GW, but also provides a reference for other automotive companies to piggyback on the quality management of Internet of Vehicles projects. The study shows that the implementation of the PDCA quality management system has significant guiding significance for the quality management of GW's automotive Internet of Vehicles project, and specific improvement measures and suggestions are proposed to enhance the overall quality management level.

## Keywords

Automotive, Internet of Vehicles, Remote Vehicle Control, Quality Management, PDCA

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

随着科学技术的发展，作为一种全新的车辆智能化运输体系——车联网已经引起了工业界的广泛关注。车联网技术，作为一种将车辆与互联网相结合的新型交通工具，正引起工业界的广泛关注。它不仅能够实现车对车的通讯，提升行车安全与通行效率，还通过移动互联网和物联网技术的融合，拓展了车-路、车-人等多层面的信息互动与服务。车联网的应用领域广泛，包括远程控制、车辆故障诊断、电子钥匙等，成为汽车界的热点。

根据国际数据公司(IDC)的《中国季度乘用车市场数据追踪报告》和中研普华产业研究院的《中国车联网行业市场深度分析与投资前景评估报告》，全球互联汽车市场预计将迅速增长，到 2025 年将达到 7830 万辆，市场规模扩大至 2281 亿美元。中国汽车出口在 2023 年创下历史新高，达到 491 万台。

GW 公司作为中国汽车制造的代表，正积极推进车联网的发展，增加远程车控功能，如车辆定位、电子围栏等，以提升用户体验。然而，随着车联网功能的丰富，质量问题也随之显现，如远程控制滞后、功能失效等，这些问题影响了用户体验和满意度，甚至可能带来安全和财产损失。

因此，本研究旨在采用 PDCA 质量管理体系，通过计划、实施、检查和改进的循环，优化车联网远程车控功能，提升用户满意度和企业竞争力。研究的重要性在于提高车联网功能的质量，推动车联网行业的健康发展。通过解决车联网质量问题，GW 公司不仅能提升现有用户的满意度，还能吸引更多潜在客户，增强市场竞争力。

## 2. 文献综述

在国外，研究学者罗丹(2023)通过研究国外车联网的发展，指出车联网行业在发达的汽车制造业地区，如美国、日本、韩国和欧盟等，正迅速发展。特别是在北美，该产业已经相对成熟，并逐步走向理性[1]。基于国外车联网的迅猛发展，Bozola Patrícia Maria (2023)通过研究汽车行业的 ISO/TS 16949 质量管理标准演变为 IATF 16949，这种更新带来了需要在组织中实现之前进行分析的新需求。作者提出了指导方针，以帮助汽车行业的组织实施 IATF 16949 标准更新中添加的元素[2]。

车联网质量研究在国外深入进行,涉及车联网系统的质量管理、数据安全和用户体验。学者们研究了数据加密和隐私保护,并关注用户体验和交互设计。汽车联网工程的国际研究者制定了规范并进行了验证。

根据 BUSEM (2018 5th International Conference on Business, Economics and Management 第五届商业经济与管理国际会议)提到在未来的车联网质量发展中,车辆应该配备多个方面,未来的车辆将配备多项高科技功能,实现交通智能监管和人车协同,提供更加安全、便捷的驾驶体验[3]。车联网作为未来互联网的一部分,可以传输和共享各种信息。它将推动运输系统向智能化发展,提升运输服务的智能化水平,并增强航行准确性。车联网还将提高交通效率和环境可持续性,为交警部门提供管理依据,并帮助用户实现更高效的路径规划。

国外车联网质量现状总体表现为技术日益成熟,市场规模不断扩大,产业链日趋完善。车联网技术在智能交通、自动驾驶等领域取得了重要进展,市场方面,国外车联网产业规模不断扩大,产业链日趋完善。具体来说,车联网技术在国外已经实现了广泛应用,特别是在北美、欧洲、日本等地区。美国通过车联网(V2X)技术降低交通事故率,欧洲则全面应用远程信息处理技术,日本则有车辆信息通信系统。这些地区车联网技术已经相对成熟,涵盖了车与车、车与基础设施、车与人之间的通信。

在国内,对车联网项目质量的研究也逐渐兴起。我国对车联网概念的认识仅在 2010 年,起步比较晚。车联网作为汽车网联化的重要发展方向,受到了各国政府的广泛关注。我国交通运输部于 2010 年 7 月车联网第一次被提上日程,并在同年被列入了国家重点工程[4]。2018 年 1 月 5 日,我国设立了直接由国务院领导的智能汽车创新发展小组。随着国家政策的出台,各大行业纷纷投入到智能网联汽车的研究中[5][6]。于 2019 年 9 月,中共中央联合国务院颁布了《交通强国建设纲要》,着重提出了对“大数据”和“互联网”等信息技术与交通领域的深度整合的必要性。目前,我国车联网仍处于起步阶段,许多关键技术问题与法规制度亟须解决和完善。

学者和研究机构开始关注车联网技术在中国汽车制造业中的应用和发展,研究了车联网项目的质量控制、数据安全性、用户体验等问题,并提出了相关解决方案。研究学者林忠钦(2018)通过对中国汽车制造质量进行了深入研究,指出我国汽车制造业在质量方面取得的进展,但也存在质量效益不高、竞争力不强、中高端供给能力不足、国外品牌强势等问题[7]。研究学者姜洪亮(2023)通过分析汽车网联系统在质量管理方面所面临的挑战,包括需求变化、系统复杂度以及质量评价等方面的问题,结合整车研发流程,提出了将网联系统研发流程与整车研发流程相结合的创新方法,并提出了从质量策划到迭代优化六个质量管理阶段[8]。研究学者马璞(2022)通过分析小鹏汽车在质量管控方面的举措,包括严格的测试验证流程等,发现在制造工艺和质量管控方面达到了行业领先水平,可以与合资品牌相媲美[9]。研究学者姚垠国(2023)通过分析中国智能网联汽车软件产业的发展现状和趋势,并提出了对未来发展的若干建议[10]。研究学者刘旭(2020)通过研究有效利用车联网大数据获取和处理质量信息,提出了一种新的质量信息处理方法,通过构建质量分析系统,实现对质量信息的研究学者实时、全面、准确的获取[11]。研究学者李春超(2023)着重研究了 PDCA 循环在汽车研发质量管理中的具体应用,并提出了汽车研发基于 PDCA 的质量策划、实施、检查和改进策略的建议[12]。研究学者杨颖(2023)分析了智能网联汽车发展的现状,包括感知能力、联网能力、智能辅助能力和远程服务能力[13]。GW 汽车作为中国汽车制造业的重要代表之一,对车联网技术的应用和发展也积极探索和推动[14]。GW 汽车质量体系[15]简介如下, GW 汽车公司质量体系以社会发展为导向,产品研发为方向,旨在通过完善的质量系统保证产品质量和提供优质服务。

通过对国内外研究现状的总结和分析,可以发现汽车搭载车联网技术已经在大部分汽车企业中得到了广泛应用,并且为企业提供了前所未有的机会。但是,车联网的搭载还存在一些不足之处需要进一步加以解决。目前,我国车联网仍处于起步阶段,许多关键技术问题与法规制度亟须解决和完善。整体上,

各大汽车厂商对于车联网的搭载均有一套各自的质量管理体系，但质量问题也各自不同。因此，对于车联网远程车控的质量管理研究具有重要的现实意义和理论价值。虽然车联网远程车控在质量管理方面的研究还处于初级阶段，并且国内外对于这方面的研究现状相对较少。但是，随着车联网技术的不断发展和普及，相信在未来会有更多的研究关注于车联网远程车控的质量管理。这些研究将会更加深入地探讨如何为用户提供更安全、可靠和便捷的服务。

### 3. 构建车联网项目质量管理体系

#### 3.1. 汽车行业质量管理体系

关于汽车行业的质量管理体系则是 IATF 16949，亦称为“国际汽车特别工作组质量管理体系”，是全球汽车产业广泛认可并采纳的质量管理标准。该体系于 2002 年由国际汽车特别工作组(IATF)制定并发布，目的是协调全球的汽车制造商、供应商及其他相关机构，以提高汽车产品的质量、安全性以及整个供应链的效能。

IATF 16949 质量体系的核心原则可概括为以下几点：

(1) 持续改进：IATF 16949 强调组织应持续探索改进机会，通过采取预防措施和持续改进来减少质量风险，提高生产效率及产品质量。

(2) 过程导向：该体系重视过程导向，注重对产品开发、生产、销售、售后服务等环节的流程控制，旨在实现持续改进和问题预防。

(3) 预防为主：IATF 16949 着重于预防措施，要求组织通过数据分析及潜在问题识别，预防可能出现的质量问题。

(4) 顾客为尊：该体系要求组织将顾客需求和期望置于首位，确保所有活动均致力于满足顾客需求。

(5) 全员参与：IATF 16949 强调全员参与的重要性，鼓励所有员工提出意见及建议，共同提升产品质量和组织效能。

实施 IATF 16949 质量体系对组织带来诸多益处。首先，它能协助组织提高产品质量和生产效率，降低生产成本。其次，该体系有助于提升组织在市场上的竞争力，赢得消费者信任，从而扩大市场份额。此外，实施 IATF 16949 质量体系还有助于提升员工的工作满意度和成就感，增强员工士气。

在全球汽车产业中，IATF 16949 已成为关键的规范。几乎所有汽车制造商和供应商都已采纳此体系，以确保产品质量和安全性。例如，德国的宝马、美国的福特和日本的丰田等著名汽车制造商都严格遵循 IATF 16949 标准，对供应链实施严格的质量控制。此外，该体系还广泛应用于汽车零部件供应商，如博世、大陆集团等全球性供应商。

随着全球汽车市场的持续扩展和竞争加剧，IATF 16949 质量体系的重要性日益凸显。它不仅为汽车制造商和供应商提供了一整套完整的质量管理方案，也为提升整个汽车供应链的效率和产品质量提供了强劲支持。展望未来，IATF 16949 质量体系在全球汽车制造业中的作用将更加显著，助力行业持续进步。

IATF 16949 质量体系是汽车行业不可或缺的一环。它通过一系列的质量管理方法，帮助组织实现持续改进、预防问题、以顾客为中心以及提升组织效能。随着汽车产业的持续发展，IATF 16949 质量体系将在未来继续发挥其关键作用，推动全球汽车制造业向前发展。

#### 3.2. PDCA 体系简介

PDCA 质量循环理论，由美国质量管理专家 W. Edwards Deming 所创立。他在 20 世纪 40 年代和 50 年代对日本工业界进行了一系列质量管理培训，引入了 PDCA 循环的概念，并强调了持续改进和质量管理的重要性[16]-[19]。Deming 的思想和方法对日本汽车行业的质量管理和持续改进产生了深远的影响，

并成为现代汽车质量管理的基石之一。

PDCA 质量循环理论是一种质量管理体系和模型，它由四个阶段组成：计划(Plan)、执行(Do)、检查(Check)和行动(Act)。

(1) 在计划阶段，质量管理小组要识别品质的目标与需求、执行计划、资源的调配与时限。

(2) 在执行阶段，项目组根据规划开展工作，搜集资料、整理流程及成果。

(3) 在检查阶段，小组对所搜集的资料进行分析，对执行的效果进行评价，找出存在的问题及改善的契机。

(4) 在行动阶段，项目组依据评审过程中发现的问题，对产品质量进行改善，并对产品进行相应的修正与完善。

藉由这四个步骤的持续执行，质量管理小组可以不断提升组织质量水准，达成质量目标，并持续改善质量管理体系。

PDCA 质量循环理论被广泛应用于各个行业和组织，它不仅能够提高产品和服务的质量，还能够提高组织的效率和竞争力。

根据研究学者宗俊俊(2021)根据 PDCA 循环建立公司质量管理体系实例中的应用(见表 1)，本标准按照 PDCA 的循环进行展开[20]，紧密整合 PDCA 循环，从而使 PDCA 循环的过程方法在质量管理体系的各个阶段得到广泛应用。

**Table 1.** Correspondence relationship between PDCA cycle and GB/T 19001-2016

**表 1.** PDCA 循环与 GB/T 19001-2016 对应关系

PDCA 循环	GB/T 19001-2016
策划(Plan): 这一阶段涉及确定和制定质量目标，以及制定实现这些目标的计划和过程。	GB/T 19001-2016 中的规划质量管理体系。确定质量方针和质量目标，确定所需的资源和职责，规划实现质量目标的途径。
实施(Do): 在这个阶段，按照计划实施所需的行动。	GB/T 19001-2016 中的分配和实施资源。分配职责和权限，实施质量管理体系过程，控制和记录过程运行。
检查(Check): 此阶段涉及监控和测量过程，以及验证结果是否符合质量目标和标准。	GB/T 19001-2016 中的监控、测量、分析和评价。监视和测量质量管理体系过程，分析和评价数据和信息，评价质量管理体系的有效性。
处置(Act): 根据检查阶段的结果，采取改进措施或纠正和预防措施。	GB/T 19001-2016 中的持续改进。采取纠正措施以消除不合格，采取预防措施以预防不合格的发生，改进质量管理体系。

### 3.3. 构建车联网 PDCA 体系

PDCA 体系是一种质量管理方法，它包括四个阶段：计划(Plan)、执行(Do)、检查(Check)和行动(Act)。

(1) 计划(Plan): 确定车联网质量问题的具体范围，例如远控失败和车况数据不准确。设定目标，例如提高远控成功率和提升车况数据准确性。确定可行的改进措施，例如优化 TSP、APP 代码质量和测试方案。

(2) 执行(Do): 实施改进措施，严格把控代码质量和测试流程，例如优化车联网平台的网络连接和更新手机 APP 的软件版本，包含需求阶段质量控制和研发阶段质量控制。监控改进措施的实施情况，例如追踪远控操作的成功率和车况数据的准确性。

(3) 检查(Check): 收集和分析数据, 评估改进措施的效果, 例如比较改进前后的远控成功率和车况数据准确性。识别问题和潜在的改进机会, 例如发现远控成功率仍然低下或车况数据仍然不准确的情况。

(4) 行动(Act): 根据检查阶段的结果, 采取适当的行动, 例如进一步优化网络连接和改进数据传输算法, 改进代码质量, 加强测试流程, 培训相关人员。部署改进措施并监控其效果, 例如持续追踪远控成功率和车况数据准确性的改善情况。

循环进行 PDCA 过程, 不断改进车联网质量, 以达到更高的用户满意度, 其中车联网 PDCA 体系构建的 8 个步骤如下。

(1) 问题识别: 审视车联网现状以识别问题, 包括车联网产品质量及管理问题, 利用数据进行说明, 并确定改进重点。

(2) 原因分析: 探究车联网问题产生的影响因素, 并尽可能详细地列出。

(3) 确定主因: 识别影响车联网质量的关键因素。

(4) 制定措施: 为主要的质量影响因素制定措施, 拟定改进计划并预测效果。

(5) 执行计划: 按既定的措施计划进行实施, 也就是 D 执行阶段。

(6) 检查效果: 按照计划要求, 检查执行结果, 评估是否实现预期效果, 即 C 检查阶段。

(7) 纳入标准: 总结检查结果, 将成功经验与教训纳入标准、规程和制度中, 以巩固成果。

(8) 遗留问题: 根据检查结果, 提出未解决的问题, 分析改进带来的新问题, 并将它们纳入下一次 PDCA 循环的起点。

### 3.4. 构建层面划分

在车载车联网项目中, 需求的收集与分析是项目成功的关键。这一阶段涉及与汽车制造商、供应商、技术研发人员及车主等利益相关者的深入沟通, 通过访谈、问卷调查等手段, 以及原型设计工具的使用, 来确保需求的准确性、完整性和一致性。输出包括详细的需求文档和原型, 这些文档将成为项目后续工作的基础。

需求的质量评估和优先级划分紧接着进行。需求清单经过可行性分析、资源评估和可度量性评价的筛选, 以确保每个需求都是可实现的。利用 MOSCOW 方法对需求进行优先级排序, 同时考虑利益相关者的期望和项目的风险评估, 以优化需求列表。这一过程的结果是需求清单和质量评估报告, 它们为项目团队提供了明确的工作方向。

最后, 需求文档的质量保障是不可或缺的。通过采用标准化的文档模板、专家审核和严格的版本变更管理, 确保需求文档的精确性和时效性。这些措施不仅保障了需求文档的质量, 还促进了项目团队与利益相关者之间的有效沟通, 为车联网项目的顺利推进提供了坚实的支持。

产品研发和汽车搭载效果层面, PDCA 循环被广泛应用于优化和提升。在产品研发层面, 首先通过规划(Plan)识别需求、设计规划和发展规划, 接着在实现(Do)阶段完成软硬件开发与集成测试。检查(Check)阶段涉及对产品性能、稳定性和可靠性的评估, 以发现问题, 而实施(Act)阶段则提出改善方案, 解决存在的问题, 以达到产品表现的最优化。类似地, 在汽车搭载效果层面, PDCA 循环从计划(Plan)阶段的监测指标和目标设定, 到实施(Do)阶段的系统运行监测, 再到检查(Check)阶段的数据分析和评估, 最后在行动(Act)阶段根据结果采取改进措施, 以提升车联网系统的搭载效果。

后期维护和数据监控层面同样采用 PDCA 循环进行持续改进。在后期维护层面, 计划(Plan)阶段制定维护目标和规划, 实现(Do)阶段执行故障排除和维护工作, 检查(Check)阶段评估维护成效和质量, 实施(Act)阶段提出改善方案并优化维护过程。数据监控层面则从规划(Plan)阶段建立监测指标和目的, 到实现(Do)阶段的数据实时监测, 再到检验(Check)阶段的监测结果评价, 最后在实施(Act)阶段提出改善方案,

优化数据监测过程和方法。通过这些 PDCA 体系的构建,车联网系统在各个层面实现了持续改进和优化,从而提升了产品质量和用户体验。

## 4. GW 汽车搭载车联网项目方案实施与效果评价

### 4.1. 车联网质量管理问题原因分析

通过对 R 品牌汽车试验用户投诉问题分析,主要问题集中在车辆定位不准确、解闭锁指令失败和预约充电指令失败。暴露车联网远程车控功能质量表现不容乐观。基于车联网远控失败和车况数据不准确的问题投诉,通过以下研究方案和工具寻找问题原因。

第一,查阅车联网项目的相关文献和资料,了解学习车型搭载车联网的相关知识及经验。通过查阅车型搭载车联网功能架构策略文档,了解车联网远程车控从手机端到车端的主要链路细分,每个环节都起到关键作用,确保用户能够顺利地与车辆进行交互和控制。

(1) 手机端应用程序:主要通过移动终端软件来完成。通过手机 APP 软件,可以实现对汽车的远程控制,查询车辆信息等。

(2) 手机操作系统:移动电话系统是将移动电话应用与汽车之间的一种中介。它为移动电话的软硬件提供了一个界面,使得应用可以与汽车进行通讯。

(3) 移动电话联网:移动电话必须经由网路与车载通讯。这一点可以通过 4G、5G 等移动通信网络或 Wi-Fi 等移动数据网络来实现。

(4) 云端平台:移动电话和车载设备间的通讯一般都是在云端进行。云平台主要负责数据的传递与处理,它向汽车传递来自手机的命令,并将车辆的信息反馈到手机上。

(5) 车载通信模块:车辆内部搭载了车载通信模块 TBOX 内置 SIM 卡,用于接收来自云平台的指令,并将车辆的状态信息传输回云平台。

(6) 车辆控制单元(ECU):车辆控制单元是车辆内部的计算机系统,负责接收和执行来自车载通信模块的指令,控制车辆的各种功能,如锁车、解锁、启动引擎、调节温度等。

(7) 通过查阅资料文献,参考研究学者覃宝枝(2021)文中提到远程控制失败的可能原因[21]:

1) 可能原因:由于手机无法上网,无法使用远程操控。对策:交费,连网。

2) 可能原因:车机系统套餐欠费,无法连接 TBOX,导致无法连接车辆进行远程控制。车机端死机,导致车机启动无响应,车机模块异常,导致远程控制无响应;对策:缴费、试换车机。

3) 可能原因:4G 网络信号较差或弱网;对策:4G 网络信号正常试操作。

4) 可能原因:车辆不在 P 挡、车门未锁等;对策:挂 P 挡、锁车门等。

第二,通过问题分析跟进专家访谈,可以从以下几个方面进行质量问题分析:

(1) 车辆硬件:车辆硬件可能存在故障或不稳定的问题,导致远控功能无法正常工作或车况数据采集不准确。这可能是由于生产工艺缺陷、电子电气部件质量问题或设计不合理等原因造成的。

(2) 网络:远程控制和车况数据传输需要依赖网络连接,网络不稳定或信号弱可能导致远控失败或数据传输不准确。这可能是由于网络基础设施不完善、信号覆盖不到位或网络供应商服务质量问题等原因造成的。

(3) TSP 平台服务:TSP (Telematics Service Provider)平台是提供车辆远程控制和车况数据管理服务的关键环节。如果 TSP 平台服务不稳定或存在技术问题,可能导致远控失败或车况数据不准确。

(4) APP 设计:APP 是用户与车辆进行交互的界面,如果 APP 设计不合理或存在 bug,可能影响到远控操作的成功率或导致车况数据显示不准确。

(5) 研发代码: 编码的质量对远程控制系统的性能、车辆数据的精度也有很大的影响。若程式码有逻辑错误、缺陷或品质问题, 则会造成远程控制失效。

(6) 测试质量: 试验阶段的质量是产品研制阶段的关键。若不进行足够的测试, 或不完整的测试案例, 将会造成故障得不到及时解决, 影响到远程控制系统的性能以及车辆状态信息的正确性。

第三, 车辆远程控制失效和车辆状态信息不准确是由整车硬件、网络、TSP 平台服务、APP 设计、研发代码以及检测质量等因素所导致的。通过鱼骨图进行结构化分析、多因素分析、进行追溯问题发生可能存在的原因。

(1) 车辆硬件: 可能存在的原因如下:

车辆硬件故障。如: TBOX 硬件故障。

车辆硬件模块信号传输错误。如: 仪表盘信号上报错误、TBOX 信号上报错误。

(2) 网络: 可能存在的原因如下:

TBOX 网络信号不稳定, 导致远程控制指令无法及时传输。

TBOX 因网络不稳定, 一直处于休眠状态, 无法唤醒。

TBOX 套餐过期, SIM 卡无法连通网络。

手机网络不稳定, 导致指令无法下发。

(3) 产品设计: 可能存在的原因如下:

与上游业务团队需求沟通理解表述不一致, 设计存在漏洞。

需求设计不合理, 导致远控功能在技术实现上存在问题。如: 唤醒指令下发逻辑问题、数据传输频率问题。

(4) 研发阶段: 可能存在的原因如下:

软件程序设计逻辑不合理。如: TBOX 唤醒失败远控指令无法送达车端、车辆状态无法实时更新。

软件程序处理实时数据设计不合理, 导致车辆状态无法实时更新。

编码错误导致远程控制功能与车辆模块信号不匹配。

(5) 测试阶段: 可能存在的原因如下:

测试方案不够全面, 未能进行功能、性能、稳定性、兼容性等的覆盖。

测试用例设计不全面, 未能覆盖所有远程控制功能的场景。

测试车辆资源有限, 未能覆盖所有车型进行适配测试。

(6) 验收阶段: 可能存在的原因如下:

验收标准不明确, 无法准确评判远程控制功能的可靠性。

验收流程不完善, 导致问题未能及时发现和解决。

验收环境与实际使用环境不一致, 导致功能测试结果与实际情况不符。

通过以上可能存在的原因, 车联网项目部对 EC11 车型搜集到的问题进行问题分析原因归类。依托发生频数绘制帕累托图, 直观展示出问题发生的主要原因或主要矛盾。通过帕累托图, 可以将问题按照其发生的频率进行排序, 并找出造成 80% 的问题的主要原因, 可以确定软件程序设计逻辑不合理是造成大部分车联网远控失败问题、车辆状态展示错误的主要原因。

## 4.2. 质量管理在项目中的实施情况

本研究优化方案将采用 R 品牌 EC11 款式真实车辆, 并将车辆的硬件内置 TBOX (TBOX 是车联网系统其中之一的远程信息处理器, 就是用远距离通信和信息科学技术, 为汽车提供行车数据采集、远程查询和控制、监测故障等服务[22])切换为公司内部测试环境, 以便能够方便地开展手机远程控制车辆的试

验工作。

### 4.2.1. 方案实施需求分析

R 品牌 EC11 车型远程控制的功能一般包含：车况查询、胎温胎压展示、续航里程展示、远程解闭锁、远程鸣笛闪灯、远程升窗、远程关窗、远程座椅加热、远程座椅通风、远程开关空调、DVR、远程预约充电、充电状态展示等功能。参考研究学者邹伟提出的关于远程车控的测试方法[23]，下面以远程充电功能为例进行测试需求方案分析。

车主提前将车辆与充电枪连接，在车主需要驾驶车辆之前，若车辆电量较低，可以通过手机 APP 进行控制车辆充电。车主操作手机 APP 远程充电按钮，通过手机网络或者 WIFI 发送远程充电指令，HTTP 协议将数据传输到云端 TSP 服务，TSP 将指令再传输到车端 TBOX，在这之前，TSP 会先下发 TBOX 唤醒指令，本次唤醒指令优化为 3 次，当 TBOX 与 TSP 建立连接后，TBOX 与车端 PEPS 进行防盗认证，确认该指令属于合法操作。防盗认证通过后，TBOX 会将远程充电指令通过网关 CAN 总线发送到汽车充电模块 PDCU，控制车辆进入高压模式开始充电，同时，TBOX 将以 1 s 的频率自动上报车端数据给到 TSP，展示给 APP。

### 4.2.2. 方案实施流程分析

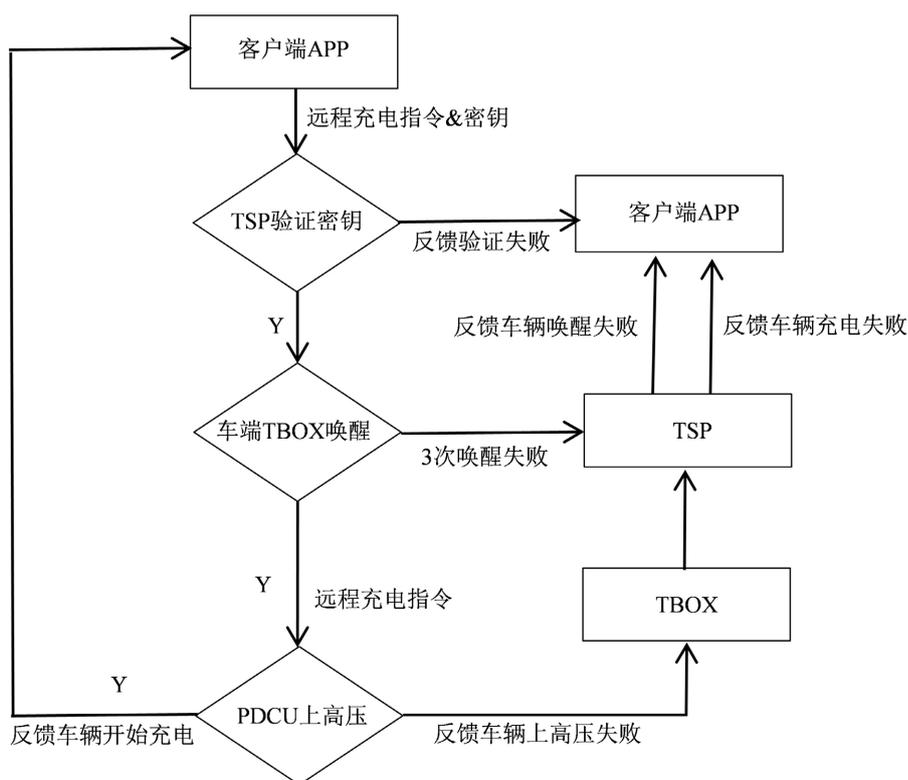


Figure 1. Remote charging flowchart analysis method  
图 1. 远程充电流程图分析法

参考汽车文摘研究学者李治民在对远程充电功能的工作流程进行了测试分析之后，可以利用流程图的方法来编制测试案例。该模型能够清楚地显示输入、输出、判定、控制等各个功能流。在使用流程图分析方法进行测试时，必须先对系统或软件的工作流程有一个清晰的认识，然后把它转换为流程图。在

此基础上, 针对流程中的每一步, 编制了相关的测试案例, 对系统或软件在各阶段的表现与功能进行了检验。测试用例的编写可以根据流程图中的每个步骤进行拆分, 对每个步骤进行测试。测试用例应该覆盖所有可能的情况, 包括正常情况和异常情况。每个测试用例应该包含输入数据、预期结果和实际结果的比较。

流程图分析方法具有清晰、直观的特点, 能够按照流程图中的每一步编写出对应的测试案例。该方法能够使被测者更好地了解整个系统的工作状态, 从而保证整个系统的运行稳定、正确。另外, 流程图分析方法也可以与边界值分析、等效类别划分等其它测试方法相结合, 有效地提高了测试的效率和覆盖率。远程充电功能的流程图分析法如下(见图 1)。

### 4.3. 车联网项目研发阶段质量控制

#### 4.3.1. 研发设计阶段质量控制

在汽车搭载车联网项目的研发设计阶段, 质量控制是非常重要的。在这个阶段, 需要确保数据的时效性和准确性, 以及功能的完整性和可靠性。为了确保数据的时效性, 可以采取以下措施。

建立合理的数据采集和传输机制: 确保数据能够及时采集和传输到指定的地方, 以便进行进一步的处理和分析。APP 与云端采用 HTTP 协议进行指令数据传输, 云端同车端的数据传输协议采用 TCP 协议长链接形式。

基于目前的车联网远程车控主要为 TBOX 大概率唤醒失败的主要原因, 多次研究讨论后采取了较合适的产品优化方案, 原有的设计为云端唤醒指令到达车端后, 进行 1 次唤醒 TBOX 操作, 现优化的产品设计方案为云端唤醒指令到达车端后, 将进行  $N$  ( $1 \leq N \leq 3$ ) 次上限的唤醒 TBOX 操作机制, 以确保车端 TBOX 在可接受的时间范围内大概率的被唤醒, 方可保持与云端的长链接保证指令数据传输的有效性。

同时设置数据更新频率: 根据实际需求和数据的重要程度, 设定合理的数据更新频率, 确保数据能够及时更新。

基于目前的车况数据更新不及时的问题, 经产品技术团队对于当前的系统架构研究讨论后出具了新的获取车况数据流程方案, 当云端与车端 TBOX 建立长链接后, 由原有的 30 s 一次获取车况数据包到云端的频率变更为 1 s 一次的频率, 确保车辆的数据能够实时更新到云端展示给 APP, 让汽车用户能够及时获取车况数据。实时监控数据传输: 通过监控系统实时监测数据传输的状态, 及时发现并解决传输中的问题, 确保数据能够准时到达目标地点。

为确保数据准确性, 可实施以下策略:

- (1) 数据质量检查: 对采集到的数据进行质量检查, 确保数据的准确性和完整性。
- (2) 数据校验和清洗: 对数据进行校验和清洗, 排除错误和冗余数据, 提高数据的准确性。
- (3) 数据备份和恢复: 定期进行数据备份, 并建立恢复机制, 以防止数据丢失或损坏。

在研发设计阶段, 也需要对功能进行质量控制。为了确保功能的完整性和可靠性, 可以采取以下措施:

- (1) 设定明确的功能需求: 在项目开始之前, 明确功能需求, 确保开发团队对功能有清晰的理解。
- (2) 进行功能设计评审: 在功能设计完成后, 组织评审会议, 邀请相关人员对功能设计进行评审, 以确保设计的合理性和可行性。
- (3) 进行功能模块化设计: 将功能划分为不同的模块, 每个模块都有清晰的功能和接口定义, 以便于开发和测试。
- (4) 进行代码审查: 在编码过程中, 定期进行代码审查, 发现并解决潜在的问题, 确保代码的质量和可维护性。

(5) 进行功能测试：在功能设计完成后，进行功能测试，验证功能的正确性和可靠性。

#### 4.3.2. 编码阶段质量控制

在编码阶段，质量控制是非常重要的。在这个阶段，我们需要确保代码的质量和可维护性。

- (1) 遵循编码规范：制定并遵循统一的编码规范，确保代码的一致性和可读性。
- (2) 使用合适的开发工具和技术：选择适合项目需求的开发工具和技术，提高开发效率和代码质量。
- (3) 进行单元测试：在编码过程中，及时进行单元测试，验证代码的正确性和可靠性。
- (4) 进行代码审查：定期进行代码审查，发现并解决潜在的问题，提高代码的质量和可维护性。
- (5) 进行版本控制：使用版本控制工具管理代码的版本，方便团队成员之间的协作和代码的追踪。

#### 4.3.3. 测试阶段质量控制

在测试阶段，质量控制是非常重要的。在这个阶段，需要确保系统的稳定性和可靠性。

- (1) 制定测试计划和测试用例：制定详细的测试计划和测试用例，覆盖系统的各个功能和场景。
- (2) 进行功能测试：根据测试计划和测试用例，进行功能测试，验证系统的功能是否符合需求。
- (3) 进行性能测试：对系统进行性能测试，评估系统在不同性能下的性能表现。
- (4) 进行安全测试：对系统关键接口进行安全扫描，评估系统的安全表现。

#### 4.3.4. 项目交付后续跟踪

在项目交付后，还需要进行后续的跟踪和评估，以确保项目的成功实施和用户的满意度。

- (1) 监测系统的成功率：定期监测 TSP 平台系统远控的使用率，了解远控的受欢迎程度和用户的需求。
- (2) 进行用户调查问卷：通过开展用户调查问卷，了解用户对远程车控的使用成功率是否得到改善。
- (3) 定期评估系统性能：定期评估系统的性能，发现并解决系统中的问题，提升系统效果和用户满意度。

### 4.4. 方案实施测试验证

通过分析 R 品牌 EC11 车型远程控制各功能项的逻辑交互，完成各项功能的测试用例整理。借助公司多台试验车在测试环境下，验证车联网远程车控不同功能在各流程节点的生效情况。通过用户端 APP 操作不同的功能项，并且在 TSP 平台实时监测车端 TBOX 的唤醒状态、各电气功能模块的工作状态以及 CAN 信号报文的传输数据，可以对不同场景下的远程控制功能进行测试和评价。

本研究试验开展分为功能测试和性能测试。功能测试方面，在测试环境可以借助 TSP 平台完成各项远程控制功能的试验，同时也可以模拟异常场景的发生，场景覆盖度较高。在 4 轮(3 + 1 模式)的功能测试周期中，收集失败数据，进行代码分析，进行问题细分，持续对代码进行调优。

经过 4 轮周期试验，远控指令的响应率达到了 93.50%，车辆状态展示的数据准确率达到了 94.62%。同时，经协调对公司内部员工车型开展试验，并完成本研究设计的问卷调查，搜集远控功能优化后的改良数据。通过多次调优后的调查问卷数据分析，远控成功响应率“下发 5 次，成功 3~4 次”与“每次都成功”的占比和为 95.3%，“下发 5 次，成功 1~2 次”与“从未成功”的占比和仅为 4.7%，远程车控的 TBOX 唤醒率大幅度提升。

性能测试使用 Loadrunner 工具通过 Java 编程接口脚本模拟 1800 用户，评估 TSP 和 APP 在高并发场景下的处理能力。结果显示，TBOX 和 APP 均能在短时间内完成登录，响应时间短，系统处理能力强，业务成功率 100%，服务器资源使用率低于 75%，吞吐率稳定，表明车联网系统在高并发情况下表现良好。

按照以上试验方法，在 R 品牌 EC11 车型进行落地试验，在功能和性能方面取得了显著的效果。其中发现的远程车控问题也在不断地调优过程中被解决。通过 EC11 车型的实践证明，远程车控的测试开展需要进行多场景的功能测试，性能测试，方可将问题充分暴露并优化产品方案和代码逻辑去解决。该

车型的测试经验可为其他品牌的车型进行借鉴，提供了有效的实验依据。

## 4.5. 实施效果评价及建议

### 4.5.1. 项目流程实施效果

在经历了四轮车联网质量优化工作后，部门对车辆联网项目流程进行了规范调整。本课题的研究目的是在提升车联网系统远程控制功能的高响应率和车辆状态高准确率的前提下，同时提高项目的管理效率和质量控制水平，故拟定了车联网项目流程规范执行版。

规范了项目从立项到收尾各阶段的要求。

**项目启动与规划：**确立项目目标，制定详细的项目计划书，包括时间表、资源分配、风险评估及应对措施。同时，确定项目的关键质量标准和预期成果。

**需求分析与设计：**深入分析用户需求，确保车联网系统的设计方案能够满足实际应用场景。设计阶段需注重用户界面(UI)和用户体验(UX)设计，确保直观易用。

**开发与集成：**采用敏捷开发模式，分阶段完成软硬件开发和系统集成。开发过程中，严格执行代码审查和版本控制流程，确保系统的稳定性和可维护性。

**测试与验证：**实施全面的系统测试，包括单元测试、集成测试、系统测试、性能测试和安全测试。确保所有测试活动都按照预定的测试计划执行，并记录详细的测试报告。

**质量控制与审核：**定期进行质量审计，确保项目符合既定的质量标准。采用持续集成(CI)和持续部署(CD)流程，以实时监控和处理质量问题。

**用户反馈与迭代：**在系统部署后，积极收集用户反馈，并根据反馈进行必要的功能迭代和优化。确保车联网系统能够持续改进，满足用户日益变化的需求。

**项目总结与评估：**项目完成后，进行详细的总结评估，分析项目的成功之处和需要改进的地方。这将为未来的车联网项目提供宝贵的经验和数据支持。

通过这些规范化的流程，成功完成 R 品牌车型在车联网远程车控的改造项目，在提升业务成功率和稳定率的同时，也系统化了部门的质量管理理念。

### 4.5.2. 效果评价及建议

根据实施结果，可以看出车联网远程车控的质量和性能已经有了显著的提升。然而，仍存在一些改进和建议可以进一步提高车联网远程车控的质量和用户体验。

首先，可以考虑优化代码网络架构。尽管在测试中取得了较高的成功率，但仍然有部分情况下的失败。可能是由于网络连接不稳定或者是信号弱引起的。因此，建议在网络架构上进行优化，确保车辆和远程控制中心之间的网络连接更加稳定和可靠。

其次，加强用户反馈机制。增强用户反馈机制，通过新增反馈功能，让用户直接向开发团队提供意见，以优化远程车控系统。

第三，持续监测和评估。建议建立定期监测评估机制，持续跟踪远程车控系统质量和性能，及时解决问题。

最后，持续学习和改进。质量管理是一个不断学习和改进的过程。建议团队成员不断学习新的技术和方法，了解行业的最新动态，以便进一步改进远程车控系统的质量和性能。

## 5. 研究结论

本文通过应用 PDCA 质量管理体系，提升了车联网远程车控系统的质量。针对发现的问题，制定了改进方案并有效实施，使 EC11 车型 TBOX 唤醒率提升至 95.3%，显著提高了系统质量。

(1) 采用 PDCA 体系提升车辆联网远程控制系统质量, 系统性分析并实施改善措施, 确保了质量管理高效运行, 增强了系统性能与可靠性。

(2) 以代表车型 EC11 为例的 TBOX 唤醒率大幅提升, 达到 95.3%, 说明 TBOX 唤醒失效的问题已被有效地解决。

(3) 优化 TSP 下发唤醒 TBOX 机制及 TBOX 上行数据更新频率, 减少了车辆状态时延, 保证了信息实时更新, 提高了车联网信息更新效率。

(4) 严格的质量控制与监督确保了改进方案有效执行, 保障了项目高质量推进。

## 参考文献

- [1] 罗丹. 漫谈车联网产业发展之“他山之石”[J]. 通信世界, 2023(4): 28-30.
- [2] Bozola, P.M., Nunhes, T.V., Barbosa, L.C.F.M., Machado, M.C. and Oliveira, O.J. (2022) Overcoming the Challenges of Moving from ISO/TS 16949 to IATF 16949: Recommendations for Implementing a Quality Management System in Automotive Companies. *Benchmarking: An International Journal*, **30**, 3699-3724. <https://doi.org/10.1108/bij-04-2022-0215>
- [3] Shang, Z., Liang, Y., and Su, H. (2018) Development and Application Research on the Internet of Vehicles. *Proceedings of 2018 5th International Conference on Business, Economics and Management (BUSEM 2018)*. Dalian, 15 March 2018, 4.
- [4] 唐琳琳, 邢敏, 徐群杰. 浅谈我国车联网的发展现状及未来挑战[J]. 内燃机与配件, 2018(23): 167-168.
- [5] 王雪柠, 翟媛, 朱松. 我国车联网行业发展环境及趋势影响分析[J]. 汽车工业研究, 2021(2): 2-7.
- [6] 殷健元, 王今朝, 任梦茹. 中国智能网联汽车发展现状及未来展望[J]. 时代农机, 2019, 46(10): 12-13.
- [7] 林忠钦, 赵亦希, 潘尔顺. 中国汽车制造质量提升战略研究[J]. 中国工程科学, 2018, 20(1): 45-51.
- [8] 姜洪亮. 车载网联系统质量管理的应用创新[J]. 汽车与驾驶维修(维修版), 2023(1): 23-26.
- [9] 马璞. 小鹏汽车: 智能和品质, 两个都要[J]. 汽车制造业, 2022(1): 28-30.
- [10] 姚垠国, 张业佳. 中国智能网联汽车产业高质量发展重在提升软实力[J]. 智能网联汽车, 2023(4): 60-62.
- [11] 刘旭, 刘关. 基于车联网的质量信息研究[J]. 上海质量, 2020(12): 57-60.
- [12] 李春超. 浅谈 PDCA 在汽车研发过程的应用[J]. 汽车实用技术, 2019(4): 196-197.
- [13] 杨颖, 徐照明. 面向智能网联汽车的车联网技术应用研究[J]. 专用汽车, 2023(9): 69-71.
- [14] 王凤英. 建议推动智能网联汽车商用化落地[J]. 智能网联汽车, 2021(2): 42-43.
- [15] 项目管理协会. 项目管理知识体系指南(PMBOK 指南)[M]. 第 7 版. 北京: 电子工业出版社, 2018.
- [16] [美]约瑟夫·M·朱兰, A·布兰顿. 朱兰质量手册[M]. 焦淑斌, 等, 译. 第 5 版. 北京: 中国人民大学出版社, 2000.
- [17] [美] M·Juran. 朱兰论质量策划——产品与服务质量策划的新步骤[M]. 杨文士, 等, 译. 北京: 清华大学出版社, 1999.
- [18] 苏伟伦. 戴明管理思想核心读本[M]. 北京: 中国社会科学出版社, 2003: 43-75.
- [19] [美] W·Edwards Deming. 戴明论质量管理[M]. 钟汉卿, 等, 译. 海口: 海南出版社, 2000.
- [20] 宗俊俊. 浅谈利用 PDCA 循环方法建立公司质量管理体系实例[J]. 轻工标准与质量, 2021(5): 53-55.
- [21] 覃宝枝. 浅谈手机车联网功能及常见故障排查方法[J]. 汽车电器, 2021(11): 4-7.
- [22] 吴纪铎, 刘爱松, 赵梦海. T-BOX 车载网联终端设计[J]. 汽车零部件, 2022(2): 11-16.
- [23] 邹伟, 蒋莹伟, 杨茜. 关于网联系统远程车控功能的测试方法[J]. 时代汽车, 2022(19): 7-9.