

# DM SPICE在智能驾驶高精度地图评估中的应用研究

孙 静

北京四维图新科技股份有限公司 北京 100094

**摘要:** 随着汽车智能化的快速发展,智能驾驶对高精度地图质量需求日益凸显。汽车行业广泛采用的ASPICE (Automotive SPICE) 标准为高精度地图引擎、导航应用开发过程提供了系统化的管理框架,但其关注点主要集中于软件工程过程,对数据质量的系统性管理存在不足。通过分析数据质量对智能驾驶功能的核心影响、ASPICE在高精度地图质量评估的局限性以及DM SPICE (Data Management SPICE) 的适用性,提出“软件-数据双维质量管理”模型,强调数据管理能力评估是实现功能安全与系统可靠性的关键补充。

**关键词:** Automotive SPICE; Data Management SPICE; 智能驾驶; 高精度地图; 功能安全

引言:智能驾驶系统的核心功能(如环境感知、路径规划、决策控制)高度依赖高精度地图数据的实时性与准确性。车端高精度地图引擎、导航系统的开发通常遵循ASPICE标准,通过规范需求管理、架构/详细设计、验证测试等过程确保软件质量。然而,软件质量的合规性仅能保证代码层面的可靠性,无法覆盖数据获取、处理、存储与应用中的潜在风险。例如,地图数据的几何偏差、动态信息更新延迟、多源数据冲突等问题,可能直接导致感知失效、路径规划错误或决策逻辑混乱。因此,智能驾驶行业亟需建立与ASPICE互补的数据质量管理体系,以提供正确的智能驾驶功能。

2023年Intacs发布的Data Management SPICE (DM SPICE) 标准<sup>[1]</sup>,首次系统化定义了数据管理的参考模型与评估指标,但行业内还未推广应用。本文旨在探讨DM SPICE在智驾系统高精度地图质量评估中的应用,为构建“软件-数据双维质量管理”体系提供应用参考。

## 1 研究背景

Automotive SPICE (ASPICE)<sup>[2]</sup>为Intacs发布的汽车软件过程改进与能力评估模型,以过程能力评估为核心,定义了管理过程组、支持过程组、软件工程过程组等,通过能力等级(CL0-CL5)量化团队成熟度。作为汽车行业广泛采纳的软件开发过程评估框架,通过需求双向追溯矩阵确保软件功能与原始需求的一致性,采用V模型分层验证机制逐级消除缺陷,为提升软件质量提供了系统化的方法论。

Data Management SPICE (DM SPICE)为Intacs于2023年发布的数据管理过程改进与能力评估模型,包含三个过程组:数据管理过程组(MGD),从业务目标出发,制定数据管理策略,定义数据生命周期并管理数据流及分界点,开发数据架构设计,提供数据管理平台

并管理技术接口;数据质量过程组(DQA),创建数据质量策略,定义数据质量目标及验证准则,执行数据评估、分析与清洗,可视化、监控并调整数据,确保达成质量目标;数据运维过程组(DOP),制定数据部署计划并部署数据,制定数据运维方案并确保运维,在运行中优化数据,使其与业务用例保持一致。

而高精度地图质量缺陷对智能驾驶功能有直接影响。在ISO 8000-2中,从准确性、完整性、时效性及一致性等方面对数据质量进行评价<sup>[3]</sup>。例如,地图精度缺陷会引发定位失效,道路拓扑准确性会引发路径规划错误,地图包完整性会引发地图增量更新失败,地图时效性低会造成数据多做/漏做从而引发感知干扰,数据制作及客户需求不一致性则引发预期功能失效。因此,需要针对智能驾驶高精度地图建立针对性的评估体系。

## 2 ASPICE在智驾系统评估中的局限性分析

智能驾驶软件系统,包括高精度地图引擎与高精度地图数据,以及应用软件。ASPICE是汽车行业广泛采纳的软件开发过程评估框架,但在智能驾驶软件系统中逐渐显现其局限性,具体表现为以下三个方面:

### 2.1 数据作为软件的附属产物

ASPICE将数据视为软件开发的输入或输出的附属产物,而非独立的管理对象。例如,SWE.1(软件需求分析)主要关注软件需求及追溯性,未定义数据需求;SWE.6(软件合格性测试)要求验证软件功能是否满足需求,但未要求验证输入数据是否符合预设质量目标;SUP.1(质量保证),也从软件角度进行软件开发过程审核、工作成果物审核,未能从数据角度进行质量保证。高精度地图需满足ISO 8000-2定义的多维质量指标(准确性、完整性、时效性、一致性等),而ASPICE未明确数据质量策略或数据清洗流程,导致质量管控依赖临时性措施。

2.2 缺失数据全生命周期管理

ASPICE未明确数据管理策略，而高精度地图涉及多方数据所有权与合规要求（如汽车数据处理安全要求、测绘数据安全要求等）。另外高精度地图生产依赖于大规模、多源异构数据的采集、存储和处理，需要进行从数据生产、更新到退役的全生命周期动态管理。ASPICE的配置管理流程（SUP.8）虽涉及版本控制，但未覆盖数据生命周期阶段划分、权威数据源标识及数据流依赖分析，难以应对地图数据的持续迭代需求。

2.3 未覆盖数据部署与运维

ASPICE的软件发布过程（SPL.2）聚焦于经批准的软件发布给目标客户，但未覆盖数据部署与运维。软件在SOP后进入维护阶段，变动较少。但高精度地图由于时效性要求，要持续更新，因此数据部署与运维活动是提供稳定智驾服务的关键活动。

在智能驾驶领域，数据与软件共同构成应用质量的双重支柱，仅依赖ASPICE的软件过程能力评估，难以全面管控数据源性风险。

3 DM SPICE 在智能驾驶评估中的应用研究

通过引入DM SPICE评估标准，通过独立的数据质量评估、端到端的生命周期管理及部署运维过程覆盖，构建“软件-数据双维质量管理”体系（如图1所示），从而系统性提升智能驾驶系统的可靠性与安全性。

3.1 独立的数据质量评估过程

在ASPICE中，地图数据通常被视为软件的输入或输出的附属产物，缺乏独立的过程定义与能力度量。DM

SPICE通过“数据质量过程组（DQA）”建立了独立的数据质量评估框架，包括数据质量策略制定、目标定义、验证准则设计、执行评估与清洗等关键活动。例如，DQA.1要求明确数据精度、完整性等质量指标及目标，并进行目标分解至数据生命周期各阶段，同时制定目标的验证准则。DQA.2要求进行数据评估、剖析及清洗，以确保达成目标。形成“定义、评估、剖析、清洗、验证”的质量闭环。这种独立的过程能力评估机制能够确保数据质量管理的标准化与可追溯性，避免因数据缺陷未被识别而引发的系统性风险（如定位失效），从而提升数据管理过程的成熟度。



图1 软件-数据双维质量管理体系

在高精度地图评估中，需首先查看《数据质量策略》，确认高精度地图质量指标、统计方法及质量目标，如表1示例。并查看是否按生命周期阶段进行目标分解。查看《数据管理工作计划》，确认数据评估、剖析、清洗计划，并按计划确认《数据清洗方案》以及清洗结果。查看《高精度地图产品测评报告》，确认是否达成质量目标，未达成部分记录为问题，按照SUP.9进行问题管理。

表1 高精度地图质量指标及目标示例

地图要素	KPI类型	KPI
车道类型	FP	0.01%
车道类型	FN	0.01%
桥	FP	2%
桥	FN	1%
警示信息（停止、让行、注意行人类型）	ER	2%

3.2 端到端的生命周期管理过程

ASPICE对数据生命周期的管理存在空白，其过程域（如SUP.8配置管理）仅覆盖软件开发阶段的数据输入输出，无法确保数据全生命周期的能力可控。DM SPICE的“数据管理过程组（MGD）”定义了从数据采集、清洗、存储到更新的端到端管理流程，并通过过程能力等级（CL）量化各环节的成熟度。例如，MGD.2制定数据管理策略，MGD.3定义数据生命周期，并管理数据流及分界点，形成端到端的管理；MGD.4建立数据架构设计规范，并提供数据管理平台及技术接口。通过DM SPICE

评估，组织可清晰定义生命周期阶段，识别各阶段的数据管理活动，所应用的数据管理系统/工具，并明确分配数据管理责任。

在高精度地图评估中，需要查看《数据管理策略》，明确数据管理活动、数据生命周期阶段及数据管理目标。查看数据保留、归档策略，数据集成、部署、运维、优化策略及实施情况。查看数据源及权威数据源确认方法。查看《高精度地图生产数据流》，如图2所示。从数据流中确认分界点，并查看分界点数据管理责任及分界点放行批准情况。查看高精度地图生产管理平

台/工具，查看技术接口列表及接口监控情况，接口异常记录是否进行登记，进入SUP.9问题管理。

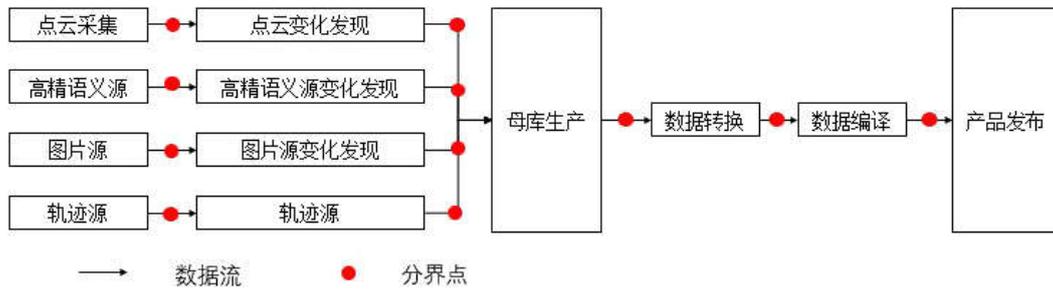


图2 高精度地图生产数据流 (示例)

### 3.3 独立的部署运维过程

ASPICE不包含部署与运维阶段的过程，无法对高精度地图数据的部署、运维进行过程能力评估。DM SPICE的“数据运维过程组 (DOP)”提供了独立的部署与运维过程能力评估框架，涵盖数据部署计划制定、运行监控及动态优化等关键活动。例如，DOP.1要求制定部署计划并进行数据部署；DOP.2要求制定运维计划，确保运维，在运行中优化数据，确保运维阶段的数据与业务用例的一致性。该过程能力评估机制能够确保从开发环境到生产环境的平稳过渡，并在运行中动态优化，形成需

求闭环；能够增强系统整体可靠性，降低因运维缺陷导致的功能失效概率。

在高精度地图评估中，需要查看《数据部署计划》，是否规定了具体的部署活动、负责人、执行计划及验证准则；是否按计划执行了数据部署，是否执行了数据集成、验证及确认活动。在部署时是否考虑了对生产运行环境的影响。查看《数据运维方案》，是否有方法确保运维，是否明确了运维监控指标、可视化监控平台，针对指标异常采取了哪些优化措施等。运维监控示例如表2所示。

表2 运维监控指标示例

模块	接口路径	功能说明
数据源	/ark_das/da/track	框选轨迹监控
渲染	/dataview/obj/getByTile	作业库渲染监控
编辑	/editor/getByConditions	按条件查询接口监控

### 结论与展望

本文从理论层面论证了在ASPICE框架中引入DM SPICE评估的必要性：在质量管理的完整性方面，软件与数据作为双重基石，需通过互补性标准实现全覆盖；在数据管理方面，可实现端到端生命周期管理及责任追溯；在部署运维方面，可实现开发环境到生产环境的平稳过渡、运维监控，动态数据优化。DM SPICE为智驾系统构建了完整的数据管理能力评估体系，其与ASPICE的协同应用，可实现“软件-数据双维质量管理”，为功能

安全与系统可靠性提供双重保障。未来，可以从ASPICE与DM SPICE的集成评估方法上进一步探索。

### 参考文献

[1]intacs ® Working Group Data Management SPICE. PRM/PAM Data Management SPICE[S]. www.intacs.info,2023

[2]VDA QMC Working Group 13 / Automotive SIG. Automotive SPICE Process Assessment / Reference Model[S]. www.automotivespice.com,2017