

《车规级高密度一体成型电感可靠性验证与寿命评估规范》

(征求意见稿)

编制说明

一、工作简况

(一) 任务来源

本项目根据中国欧洲经济技术合作协会 2026 年团体标准制定计划，项目名称为《车规级高密度一体成型电感可靠性验证与寿命评估规范》项目计划号 T/CEATEC-2026-165 的任务而进行制订。

(二) 起草单位及主要起草人

本文件起草单位：华萃微感电子(江苏)有限公司、北京华创飞行电子有限公司、安徽万磁电子股份有限公司、通友微电(四川)有限公司、通友智能装备(江苏)有限公司、深圳市固电电子有限公司。

本文件主要起草人：周晟、桑红梅、张宗阳、李江华、周品默、徐麟、刘伟斌、段飞阳、沙葛根。

(三) 标准制定目的和意义

从产业角度分析，制定《车规级高密度一体成型电感可靠性验证与寿命评估规范》团体标准的目的和意义主要体现在以下几个方面：

1. 目的

制定本文件的核心目的是填补我国在车规级高密度一体成型电感可靠性验证与寿命评估领域的专项标准空白。当前，一体成型电感凭借其结构紧凑、功率密度高、抗电磁干扰能力强、耐大电流及适于自动化装配等特点，已广泛应用于新能源汽车电源系统、车载 DC/DC 变换器、车载充电机、智能驾驶域控制器及其他车载电子设备。然而，由于缺乏针对车规级应用环境的一体成型电感可靠性验证与寿命评估专项技术规范，

行业内产品在高低温耐受、温度循环、湿热、机械振动与冲击、耐久运行、结构完整性、参数漂移、失效判定以及寿命评价等方面缺乏统一依据，导致不同企业产品可靠性评价口径不一致，试验结果可比性不足，难以满足车载电子产品对长期可靠性和使用寿命的严格要求。

本文件旨在统一车规级高密度一体成型电感的可靠性验证项目、试验条件、性能监测、失效判据及寿命评估方法，建立覆盖环境应力、机械应力、电气应力及长期耐久性的可靠性评价体系，为产品设计验证、质量控制、可靠性鉴定及整车应用选型提供明确的技术依据，推动我国车规级一体成型电感产品向高可靠、长寿命和规范化方向发展。

2. 意义

本文件的发布实施将有效提升车规级高密度一体成型电感的可靠性、耐久性和质量一致性。通过规范高低温、温度循环、湿热、机械振动与冲击、电气负荷及耐久运行等可靠性验证项目，统一关键性能参数监测、失效判定及寿命评估要求，可有效识别材料劣化、磁性能衰减、结构损伤及电气参数漂移等潜在失效风险，提高产品可靠性验证结果的科学性和可比性，保障一体成型电感在复杂车载环境和长期运行条件下的稳定性能。

从产业发展角度看，本文件填补了车规级高密度一体成型电感可靠性验证与寿命评估专项标准的空白，进一步完善汽车电子磁性元器件标准体系。标准的实施将引导行业提升磁性材料、导体结构、一体成型工艺及封装制造水平，推动产品向高功率密度、高可靠性、低损耗和长寿命方向升级，提升国产车规级磁性元器件的质量水平和市场竞争力。同时，统一的可靠性验证与寿命评估方法将为新能源汽车电源系统、车载DC/DC变换器、车载充电机及智能驾驶电子设备等领域的产品选型、质量验证和工程应用提供技术支撑，促进汽车电子产业高质量发展。

（四）主要工作过程

1. 前期准备工作

项目立项前，标准编制小组查阅、研读相关国内外文献，广泛搜集相关的材料。同时，标准编制小组安排相关人员，多次与相关行业人员进行调研、交流，广泛征求标准制定方面的意见和建议。

2026 年 8 月 4 日本团体标准由中国欧洲经济技术合作协会正式立项，立项名称为：《车规级高密度一体成型电感可靠性验证与寿命评估规范》。

2. 标准起草过程

2026 年 8 月，团体标准立项通知公示后，标准编制小组首先组织了标准制定工作会议，各编写人员根据工作计划分工和编写要求开展了相关工作。在标准起草期间，编制小组主编单位及参编单位组织了数次内部研讨会和专家咨询会，经过多次修改，于 2026 年 8 月下旬完成了标准初稿及编制说明的撰写工作。

二、标准编制原则和依据

（一）编制原则

标准起草小组在编制标准过程中，以国家、行业现有的标准为制订基础，结合我国目前的行业现状，按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定及相关要求编制。

（二）标准主要内容与确定依据

1. 标准主要内容

1.1 范围

本文件规定了车规级高密度一体成型电感（以下简称“电感”）的技术要求、可靠性验证试验方法、寿命评估方法、检验规则及试验报告。

本文件适用于汽车电子系统中使用的车规级高密度一体成型电感，包括但不限于动力控制系统、底盘控制系统、车身电子系统、智能座舱系统及自动驾驶系统所用电感。其他类似用途的高密度一体成型电感可参照本文件执行。

1.2 规范性引用文件

AEC Q200E 被动元件应力测试认证标准 (Stress test qualification for passive components)

1.3 术语和定义

规定了车规级高密度一体成型电感、可靠性验证、寿命评估、失效阈值共 4 个核心术语。

1.4 技术要求

规定了基本性能、可靠性验证通用要求和寿命评估通用要求三方面内容。其中，基本性能规定了电感值偏差、直流电阻（DCR）、温升电流、饱和电流和额定电流等五项核心性能指标；可靠性验证通用要求规定了试验样品数量及批次来源、初始检测、试验环境条件和试验后恢复与检测要求；寿命评估通用要求规定了加速寿命试验应力水平、主要失效机理识别、寿命评估模型选择以及 95%置信水平下的寿命判定要求。

1.5 可靠性验证试验方法

规定了车规级高密度一体成型电感的可靠性验证试验项目、试验条件、试验程序及结果判定要求。可靠性试验按照 AEC-Q200 不同 Grade 等级设置温度条件，主要包括高温存储、低温存储、恒定湿热、振动、机械冲击、耐焊接热、板弯曲、焊接强度、温度循环及额定电流耐久性等十类试验，并对各试验的温度、湿度、振动加速度、冲击条件、循环次数、持续时间及试验后电感值、直流电阻、外观完整性等判定指标作出规定。

1.6 寿命评估方法

规定了加速寿命试验设计、寿命评估模型、寿命数据处理与评估步骤以及寿命评估结果判定要求。根据磁芯老化、绕组绝缘老化、焊点失效等主要失效机理，设置温度、电流和湿度等加速应力，建立不少于 3 个应力水平的加速寿命试验方案；规定采用 Arrhenius 温度加速模型、逆幂律电流加速模型、湿度加速模型、温度—电流综合加速模型及 Peck 温度—湿度组合模型进行寿命评估，并通过参数拟合、拟合优度评价、寿命估算和 95%置信区间计算确定产品预期寿命。

1.7 检验规则

规定了出厂检验和型式检验两类检验方式。其中，出厂检验主要包括电感值偏差、直流电阻及额定电流下温升等项目，并规定相应的抽样和批次判定要求；型式检验规定了新产品定型、结构材料或工艺重大变更、长期停产后恢复生产以及周期性检验等

触发条件，检验内容涵盖技术要求、可靠性验证试验和寿命评估，并规定了抽样及复验判定规则。

1.8 试验报告

规定了可靠性验证及寿命评估试验报告的基本内容和保存要求。报告内容包括试验依据、样品信息、试验设备、试验条件、试验过程、初始及试验后检测数据、寿命评估原始数据与模型拟合结果、结果判定、综合结论与改进建议以及相关人员的签字信息；同时规定试验报告应满足产品质量追溯要求，并按照产品设计寿命或规定期限进行保存。

2. 确定标准主要内容的依据

标准各项技术指标主要依据车规级一体成型电感的产品特性、汽车电子应用环境、AEC-Q200 等相关可靠性评价要求及实际工程需求确定。基本性能指标围绕电感值、直流电阻、温升电流、饱和电流和额定电流设置，用于评价产品的电气性能、载流能力及温升控制水平。可靠性验证项目结合车载环境中的温度、湿度、振动、冲击及焊接等典型应力设置，包括高低温存储、恒定湿热、温度循环、振动、机械冲击、耐焊接热、板弯曲、焊接强度及额定电流耐久性等试验，并以电感值、直流电阻及外观状态作为主要判定依据。寿命评估结合磁性材料老化、绝缘劣化、焊点疲劳及湿热腐蚀等失效机理，选取温度、电流和湿度作为主要加速应力，采用 Arrhenius 模型、逆幂律模型、Peck 模型及组合模型进行寿命外推，并通过参数拟合和 95%置信区间评价产品设计寿命。检验规则及试验报告要求结合车规级电子元器件质量控制和结果追溯需求确定。

三、主要试验[或验证]情况分析、技术经济论证、预期经济效益

编制组在标准起草过程中，结合车规级高密度一体成型电感的实际应用场景，对标准草案中的关键性能指标、可靠性试验条件及寿命评估方法进行了验证。选取不同规格、不同批次的一体成型电感样品，开展了电感值、直流电阻、温升电流、饱和电流等基本性能测试，以及高低温存储、恒定湿热、温度循环、振动、机械冲击、耐焊接热、板弯曲、焊接强度和额定电流耐久性等可靠性试验，并结合温度、电流和湿度等加速应力开展寿命评估。

试验结果表明，符合车规级应用要求的样品在各项可靠性试验后，电感值、直流电阻及外观状态等能够满足标准规定的判定要求，相关试验条件和评价方法具有较好的可操作性和区分度。部分性能稳定性较差的样品在温度循环、湿热、振动及长期电流应力作用下出现参数漂移、结构损伤等问题，说明标准设置的可靠性验证项目能够有效识别产品潜在失效风险。

从技术经济角度看，本标准统一了车规级高密度一体成型电感的可靠性验证项目、试验方法、失效判据及寿命评估方法，可减少企业重复验证成本，降低整车及汽车电子企业在产品选型、质量验收和可靠性评价中的差异。标准实施后，将推动产品向高功率密度、高可靠性、低损耗和长寿命方向升级，并为第三方检测、产品认证及供应链质量管理提供技术依据，提升国产车规级磁性元器件的市场竞争力。

四、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本标准的制定过程、技术要求的选定、试验方法的确定等符合现行法律、法规和强制性国家标准的规定。

五、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

六、废止现行有关标准的建议

本标准不涉及对现行标准的废止。

七、知识产权情况说明

本文件不涉及必要专利等知识产权情况。

八、标准作为强制性或推荐性标准的建议

建议该标准作为推荐性团体标准。

九、贯彻标准的要求和措施建议，包括（组织措施、技术措施、过渡办法）

本标准首次制定，没有特殊要求。

十、其他应予说明的事项

无。

《车规级高密度一体成型电感可靠性验证与寿命评估规范》团体标准编制组

2026 年 9 月