

团体标准

T/CAMET XXXX—XXXX

城市轨道交通 地铁车辆延寿工作导则 第4部分：更新改造

Urban rail transit—Directives for metro vehicle life extension—
Part 4: Updating and Modification

（征求意见稿）

（本稿完成时间：2026年01月）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国城市轨道交通协会发布

目 次

前言 I

引 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 基本要求 2

 4.1 总体原则 2

 4.2 可行性研究 2

 4.3 改造时机 2

 4.4 技术成熟度 2

 4.5 试验与测试 2

 4.6 后勤保障 2

5 更新改造目标 3

 5.1 总体目标 3

 5.2 安全目标 3

 5.3 RAM 目标 3

 5.4 价值目标 3

 5.5 绿色与智能目标 3

6 技术要求 3

 6.1 整体技术要求 3

 6.2 子系统技术要求 5

7 其他要求 6

 7.1 工艺要求 6

 7.2 质量要求 6

 7.3 备件及周转件要求 6

 7.4 软件管理要求 6

 7.5 应急处置要求 7

参 考 文 献 8

前 言

本文件按照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》的规定起草。

本文件是T/CAMET XXXX《城市轨道交通 地铁车辆延寿工作导则》的第4部分。T/CAMET XXXX已发布以下部分：

- 第1部分：总体原则与要求；
- 第2部分：预评估；
- 第3部分：寿命评估；
- 第4部分：更新改造；
- 第5部分：试验与检验；
- 第6部分：退运处置。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国城市轨道交通协会标准化技术委员会提出并归口。

本文件起草单位：中车长春轨道客车股份有限公司、上海申通地铁集团有限公司、北京市地铁运营有限公司、中车唐山机车车辆有限公司、中车长春轨道客车股份有限公司、中车株洲电力机车有限公司、广州地铁集团有限公司、天津轨道交通集团、南京地铁运营有限责任公司、中车青岛四方机车车辆股份有限公司、中车南京浦镇车辆有限公司、株洲中车时代电气股份有限公司、南京中车浦镇海泰制动设备有限公司、中铁检验认证中心有限公司、上海申通轨道交通检测认证有限公司、中车青岛四方车辆研究所有限公司、北京交通大学、西南交通大学、北京鉴衡认证中心有限公司。

本文件主要起草人：谭富星、石海明、董楠、周健、李俊卿、高伟民、顾恺迪、唐浩、宴志飞、张昊、邬春晖、高利华、陈斯、段玉玲、王向阳、何斌、王丹梅、李源海、李明、郭鑫颖、顾友华、李启俊、张华丽、师小龙、时蒙、汪海华、王龙、陆远基、廖志坚、宋元申、庄国明、田合强、万勇兵、张凯、王博、赵立伟、池茂儒、吴兴文、王雷、程磊。

引 言

随着我国城市轨道交通早期线路配属车辆陆续接近或超过设计寿命，车辆老龄化带来的安全性、可靠性及运维经济性问题日益凸显。为科学应对这一趋势，规范并指导地铁车辆延寿工作，实现资产价值的最大化利用，特制定《城市轨道交通 地铁车辆延寿规范》。

本文件为城市轨道交通地铁车辆的延寿工作提供一套系统、规范的技术与管理依据，明确延寿全过程的基本原则、通用要求和工作流程，确保延寿决策与实践有章可循、有据可依，最终达到在保障运营安全的前提下，有效延长车辆服役寿命的目标。

地铁车辆延寿是一项涵盖状态筛查、寿命量化、技术改造、安全验证及资产处置等多个环节的复杂系统工程。为清晰地界定各阶段的技术内容与管理要求，便于不同专业的使用与实施，并适应技术发展对标准修订和维护的需要，T/CAMET XXXX采用分部分编写的结构。

T/CAMET XXXX由以下六个部分构成。

第1部分：总体原则与要求。旨在确立车辆延寿的总体框架、基本要求和全过程流程，是整套标准的纲领性文件。

第2部分：预评估。规定初步筛查车辆延寿可行性的方法与要求。

第3部分：寿命评估。规定对车辆及关键部件进行剩余寿命定量评估的技术方法。

第4部分：更新改造。规定为实现延寿目标而进行的技术改造要求。

第5部分：试验与检验。规定更新改造后车辆投入运营前的验证要求。

第6部分：退运处置。规定不具备延寿条件车辆的报废或其他处置方式。

为实现车辆延寿目标，需对评估发现的薄弱环节进行有针对性的技术改造与功能提升。为规范此类更新改造活动的目标、技术要求与实施过程，确保改造后的车辆满足安全、可靠、智能及绿色的运营要求，制定本文件。

更新改造作为将寿命评估结论付诸实践的工程实施阶段，其技术与管理要求自成体系，内容详实且具体。为便于改造项目的执行、管理和验收，故将其编制为独立部分。本文件直接承接并落实T/CAMET XXXX.3《城市轨道交通 地铁车辆延寿工作导则 第3部分：寿命评估》所提出的延寿策略，其改造成果需通过T/CAMET XXXX.5《城市轨道交通 地铁车辆延寿工作导则第5部分：试验与检验》进行验证。

本文件是T/CAMET XXXX的第4部分，需与第1部分协同使用。

城市轨道交通 地铁车辆延寿工作导则 第4部分：更新改造

1 范围

本文件规定了城市轨道交通地铁车辆更新的术语与定义、基本原则、改造目标、改造技术、改造过程等要求。

本文件适用于城市轨道交通地铁车辆寿命评估后试验与检验前的更新改造。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 5599 机车车辆动力学性能评定及试验鉴定规范
- GB/T 7928 地铁车辆通用技术条件
- GB/T 21563 轨道交通 机车车辆设备 冲击和振动试验
- GB/T 24338 轨道交通 电磁兼容
- GB/T 32577 轨道交通有人环境中电子和电气设备产生的磁场强度测量方法
- TB/T 3139 机车车辆非金属材料及室内空气有害物质限量
- T/CAMET XXXX.1 城市轨道交通 地铁车辆延寿工作导则 第1部分：总体原则与要求
- T/CAMET XXXX.2 城市轨道交通 地铁车辆延寿工作导则 第2部分：预评估
- T/CAMET XXXX.3 城市轨道交通 地铁车辆延寿工作导则 第3部分：寿命评估
- T/CAMET XXXX.5 城市轨道交通 地铁车辆延寿工作导则 第5部分：试验与检验
- T/CAMET XXXX.6 城市轨道交通 地铁车辆延寿工作导则 第6部分：退运处置

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

偶换件 even changing parts

偶换件是指已经发生性能退化但还能实现规定功能的料件，若能维持到下一次架大修可不更换，否则必须更换。

3.2

必换件 must change parts

必换件是更新改造技术要求或检修规程规定的在更新改造或高级修过程中必须更换的料件。

3.3

技术要素 technical elements

技术要素是系统工程过程的产物，依赖于技术或系统开发过程中生成的数据。

3.4

关键技术 key technology

若技术要素是新的、首次批量应用或以不同的方式使用，并且系统需要在规定的成本和进度参数内满足其运行性能要求，则该技术要素被视为关键技术。

3.5

技术成熟度评估 technology readiness assessment

技术成熟度评估是一个系统性的、基于证据的对产品技术关键要素成熟度的评估过程，用于评估对较大系统的性能或集成的系统关键目标实现的强相关关键技术（硬件、软件、过程或其组合）的成熟度。

3.6

列车控制和管理系统 train control and management system: TCMS

实现列车通信管理、逻辑控制、故障诊断、安全保护、数据处理、状态显示、数据记录等功能的控制系统。

4 基本要求

4.1 总体原则

以《中国城市轨道交通既有改造指导意见》为指导，既有地铁车辆更新改造遵循“统筹谋划、系统提升；科学评估、经济实用；及时更新、自主先进；持续推进、安全有序”的基本原则。立足面向未来，以安全为根本，以线网总体目标为导向，以效率和品质提升为核心，细化既有地铁车辆更新改造的策略、目标及方案。

4.2 可行性研究

运营单位应组织设计单位与设备供应商等对既有地铁车辆更新工程的可行性进行充分论证，确保更新后车辆能与信号、供电、通信、综合监控、站台门、乘客信息系统等原有设备接口兼容，尽量减少对原接口设备的升级改造。

4.3 改造时机

既有地铁车辆更新改造的时机应在寿命评估后开展，宜结合最近一次的架修或大修共同实施。

4.4 技术成熟度

既有地铁车辆更新改造宜采用技术成熟度较高的设备与产品。若更新改造过程中地铁车辆的主要部件批量采用新技术、新材料或新产品，运营单位应组织设计单位与设备供应商在更新改造前对其安全性、可靠性、可维护性等进行充分的技术成熟度评估，在小范围试用不应少于3个月，确认满足系统功能要求后方可逐步推广应用。

4.5 试验与测试

对于更新改造的首列或首批次地铁车辆，应先行开展型式试验验证车辆性能。更新改造地铁车辆均应开展动态功能测试，测试应先在试车线进行，并做好安全防护措施。在满足冲突点防护、车门与动车互锁、溜车防护和超速防护等安全功能要求后，方可进行正线测试。测试合格后，方可投入运营。正线测试应在非运营时段施行。测试期间发现可能危及行车安全的故障或突发事件时，应立即停止，待故障或突发事件处理完毕后方可继续进行。

更新改造后车辆的型式试验与例行试验应按T/CAMET XXXX.5 城市轨道交通 地铁车辆延寿 第5部分：试验与检验的要求执行。

4.6 后勤保障

运营单位应组织设计单位与车辆改造单位强化风险管控,编制应急预案,配备备品备件和人力资源,充分开展应急演练。维护单位应组织设计单位与设备供应商等对更新改造后地铁车辆的操作维护文件与备品件、易损易耗件清单进行评审与验证工作。

5 更新改造目标

5.1 总体目标

参见《城市轨道交通 地铁车辆延寿 第1部分:总则》5.3更新改造。

5.2 安全目标

运营单位应组织设计单位与设备供应商开展既有地铁车辆更新改造安全管理实现残余安全风险可被接受,安全目标应达到线路或线网的安全要求。

5.3 RAM 目标

根据既有线路与线网的运营要求,运营单位应组织维护单位、设计单位与设备供应商确定可靠性、可维修性与可用性统计指标,宜统计下列指标:

- 1) 列车退出正线运营故障率(次/万车公里),按月统计;
- 2) 车辆正线延迟5分钟至20分钟故障率(次/万车公里),按月统计;
- 3) 车辆正线延迟大于20分钟故障率(次/万车公里),按月统计;
- 4) 车辆服务可靠度(万列公里/次),按年统计;
- 5) 列车可用率(百分比),按月统计;
- 6) 每公里配车数(车/公里);
- 7) 每车配直接检修人员数(车/人)。

5.4 价值目标

运营单位应组织设计单位开展地铁车辆后生命周期经济分析与设定更新改造价值目标,宜采用地铁车辆后生命周期经济(价值)模型定期评价既有地铁车辆更新改造的经济效果与社会效应。

5.5 绿色与智能目标

宜采用智能化与绿色化技术进行更新改造和技术升级,增强既有车辆安全保障能力、提高线路运输效率、实现绿色节能降碳、改善乘客出行体验与降低全寿命周期成本。

6 技术要求

6.1 整体技术要求

更新改造后车辆应符合交办运〔2022〕84号 地铁车辆运营技术规范或最新交通运输部地铁车辆运营技术规范文件要求。

6.1.1 安全与安防要求

设计单位应对更新改造后车辆的安全性进行分析,主要包括对车辆的运行过程中所有的临界状况的分析,至少包括:电气绝缘及雷击的安全性分析、过电压及欠电压保护的安全性分析、撞车保护的安全性分析、乘客的安全性分析、防止车辆脱轨的安全性分析、防止车辆倾覆的安全性分析、车辆所用材料的防火性能分析、旁路开关的安全性分析、与中央控制中心信息传输的安全性分析(包括故障数据、图片、广播、对讲、客室门的授权等)。

更新改造后车辆宜设置超速报警，当列车运行速度超出线路等级速度一定量时，车辆应进行超速防护，同时车辆应尽快响应信号系统ATP的超速防护和车辆的超速防护，具体参见TCAMET 04015《轨道交通列车运行速度限制与匹配技术规范》。

6.1.2 防火技术要求

设计单位应基于火灾场景开展风险分析建立防火控制计划，满足EN45545标准规范与合同要求（如果有），确保更新改造后的车辆在火灾情况下确保乘客的安全。

更新改造后车辆在材料与部件的防火性能、电气设备防火安全与应急功能等方面应得到提升。

6.1.3 车辆限界要求

更新改造后的地铁车辆应考虑对既有线限界的适应性或延长线的运行，应按CJJ/T96《地铁限界标准》和合同内规定限界对车辆进行限界校核。

6.1.4 性能要求

更新改造后的车辆应与线路、限界、结构、信号、站台门及轨行区其他设施等之间的速度要求相匹配，使车辆以线路等级速度或特殊路段设计速度持续运行，具体参见TCAMET 04015《轨道交通列车运行速度限制与匹配技术规范》。

更新改造后的列车特性参数要求应满足地铁系统及其他系统对整车性能要求。

6.1.5 EMC电磁兼容要求

设计单位应建立EMC电磁兼容管理与控制计划。

更新改造地铁车辆以及车辆上所有的电子、电气设备应符合GB/T 24338等标准要求，具有良好的电磁兼容性和足够的抗干扰能力，在各种运行工况和环境条件下各系统应正常工作，不应车载设备及地铁其他系统(包括对共线运行的其他既有列车)产生电磁干扰（包括场内的50Hz轨道电路）。

更新改造地铁车辆应满足所运行线路信号供应商对特定频率范围的干扰（包括：传导和辐射）限制值的要求，不应干扰所运行线路的通信和信号系统所有设备的正常工作，并符合GB/T 28807系列标准要求。

更新改造地铁车辆部件应具有较强的抗干扰性能，所有车载电气和电子设备应抵抗来自其它车载设备和外部干扰源产生的辐射电磁干扰。

更新改造地铁车辆应具有公共系统的电磁兼容性，地铁车辆任何静态的或交变的磁场不应干扰乘客物品或磁性介质的正确使用，并符合GB/T 32577标准要求。

6.1.6 振动和冲击要求

在振动的环境下，更新改造车辆的所有装配车身和配件应保持结构上的整体性并做到运营可靠且满足GB/T 21563-2018标准要求，旋转部件产生的振动不应超出相应的设计要求并且应防止旋转部件通过支承结构相互作用产生有害的二次谐振。

运营状态下更新改造后的车辆应避免令人不适的振动，需对车辆进行乘坐舒适度评价，不应超越ISO 2631中关于1小时乘坐舒适度边界条件的规定，应满足GB/T 5599要求的运行平稳性指标应 <2.75 。

设计单位应在经过实证或做过振动分析、能代表乘坐舒适的地方进行振动模态计算，形成计算报告。

6.1.7 噪声要求

设计单位应对主要部件的噪声进行严格限制，以使车辆内、外部噪声分别满足要求，更新改造后的整车噪声值应由运营方与设计单位协商确定。

6.1.8 环保要求

更新改造的车辆所使用的材料，应符合车辆环保要求，客室内材料应满足TB/T 3139标车辆上所有使用的材料，不会对人体健康产生任何危害。更新改造地铁车辆上所使用的材料应不会对人体健康产生任何危害。

6.1.9 其他要求

利用智能化、绿色化技术进行更新改造，从而增强既有地铁车辆安全保障能力、提高线路运输效率、促进行业节能降碳、改善乘客出行体验、降低全寿命周期成本。

运营单位或维护单位应组织设计单位明确既有地铁车辆更新改造的必换件与偶换件。

6.2 子系统技术要求

6.2.1 车体与内装

改造后司机操纵设备的布置、颜色、形式、名称、操作方式与原有状态或统型要求尽量保证一致，若车辆驾驶模式发生变化，需对原有司机室驾驶台进行重新设计，更改前需进行司机室视野及人机工程的校核。

改造后客室内应布置残疾人区域，增设残疾人设施。

改造更新后车辆客室内应至少配备二个灭火器、司机室应至少配备有一个灭火器，灭火器选型与配置应满足标准与法规要求。

实施改造前，设计单位应与运营单位确定具体设计方案，且需要进行设备布置与重量校核。

6.2.2 转向架

按照《T/CAMET XXXX.3 城市轨道交通 地铁车辆延寿 第3部分：寿命评估》执行的结果，对转向架构架、车轴等需要强化改造的部件进行升级改造，改造后的部件应符合相关标准的要求。

宜采用冲击、振动、温度三参数的复合传感器对走行部振动状态（轴箱轴承、齿轮箱轴承、电机轴承和传动齿轮等）、轮轨振动状态、轴温和轮对的异常磨损进行检测，实现被监测部件的自动实时故障诊断、精确定位、早期预警和分级报警等功能。

6.2.3 牵引

更新改造后车辆的牵引系统应具有防空转与防滑保护，且牵引功率应不低于原技术要求，安装方式与接口不影响列车配重和限界，若信号系统不同步改造，牵引系统应尽量保持原有牵引曲线，至少满足列车原有对标技术要求等。

更新改造后车辆的电制动和基础制动转换过程应平滑且充分发挥电制动能力。

6.2.4 辅逆

辅助供电系统宜采用较既有车更优的技术提升效率，宜具备更优的噪音控制方案。

更新改造后车辆的蓄电池应有足够的容量满足紧急负载供电需求，可以采用碱性蓄电池组方案替换原酸性蓄电池组。宜加装蓄电池监测系统，通过MVB（多功能车辆总线）或以太网通讯将蓄电池组实时信息发送给车辆TCMS，有助于维护方对蓄电池进行保养、维护与管理。

6.2.5 控制

更新改造后车辆控制系统应具备控制、监控与自诊断等功能，采用MVB或以太网实现总线双路冗余，主控设备应实现热备冗余、关键信号冗余采集，提高车辆的可靠性。

更新改造的车辆应增加对车辆级故障诊断与预警的能力并通过HMI实时展示车辆状态，应增大存储容量，实现存储更多的整车级故障。

6.2.6 连挂

更新改造后车辆的车钩应具备足够的能量吸收与缓冲功能，能通过规定的最小平面和竖面曲线。宜采用全自动车钩替代半自动车钩缩短连挂时间。

贯通道应具有良好的结构强度以及隔热、隔音性能，渡板在运行时应平顺。

6.2.7 制动

更新后的制动系统应具有防空转、防滑保护功能，安全功能应到达相应的安全等级要求，应能根据车辆载荷自动调整制动力，满足制动距离与冲击极限要求。

制动系统宜从车控升级架控，具备对单个转向架空气制动隔离能力，缩短制动响应时间且可降低正线故障影响。

6.2.8 受电弓或受流器

按照《T/CAMET XXXX.3 城市轨道交通 地铁车辆延寿 第3部分：寿命评估》执行的结果，对受电弓或受流器需要强化改造的部件进行升级改造，改造后的部件应符合相关标准的要求。

宜安装状态监测技术的受电弓检测设备实时监测受电弓关键部件的运行状态，通过分析振动、温度、燃弧等信号可以早期发现部件的异常磨损或故障隐患。

6.2.9 车门系统

更新改造后客室门系统应有障碍物检测、手动解锁功能、再开门功能与具备提供门关到位信号和门锁到位信号功能，更新后的客室车门门控制器的安全功能应到达相应的安全等级要求。

司机室门应提供锁闭信号。

6.2.10 空调系统

更新改造后车辆的空调系统与通风装置应满足乘客舒适度的要求且具有紧急通风功能。

空调系统宜采用变频压缩机提升能效。空调系统宜增加空气净化装置与空气质量监测装置并采用载客量变新风技术，提高乘客舒适性。有条件，可采用新型环保制冷剂机组（如二氧化碳机组）与余热回收技术，实现环保绿色化。

6.2.11 乘客信息系统

更新改造后车辆的列车驾驶室应具备对乘客自动报站和人工报站的功能，具备包括应急通信在内的双向通信的功能，应实现与其他系统（烟火、客室柜门、车门紧急解锁等）联动功能。

监控视频应具备水印功能，防止敏感信息外泄。

6.2.12 照明

更新改造后车辆应具备客室照明、前尾端照明、驾驶室照明以及应急照明的功能，参数应满足相关要求。

外部照明与客室内照明宜采用照明使用高效与寿命更长的光源，采用轻量化结构并减少乘客可触的风险。

7 其他要求

7.1 工艺要求

车辆更新改造过程的通用要求除需要遵循JT/T 1218-2中相应条款外，还应注意如下方面：

7.1.1 适时识别改造时机要求，有效满足更新改造整个过程经济性指标的要求。

7.1.2 加强信息化要求，确保整个改造过程记录的可追溯化。

7.1.3 改造前应建立偶换件与必换件清单，偶换件的更换应严格执行质量标准。

所有车辆更新改造新增的工艺要求（例如，结构性补强）应进行专业工艺评审后方可执行。

7.2 质量要求

依据ISO 22163标准开展车辆更新改造过程的质量管控，建议对改造后的车辆进行周期性再评估，确保延寿更新改造后车辆在超期服役周期内的安全性与可靠性。

7.3 备件及周转件要求

应遵循JT/T 1218-2中相应条款。

7.4 软件管理要求

应遵循JT/T 1218-2中相应条款。

7.5 应急处置要求

应遵循JT/T 1218-2中相应条款

参 考 文 献

- [1] 《中国城市轨道交通既有线改造指导意见》
- [2] 交办运〔2022〕84号 地铁车辆运营技术规范
- [3] EN 45545 铁路应用-铁路车辆防火
- [4] ISO 22163 铁路行业应用—铁路企业质量管理体系
- [5] CJJ/T96 地铁限界标准
- [6] EN 17460 铁路应用 轨道车辆及其部件的粘接
- [7] TCAMET 04015 轨道交通列车运行速度限制与匹配技术规范
- [8] CJJ/T96 地铁限界标准
- [9] TCAMET 04015 轨道交通列车运行速度限制与匹配技术规范
- [10] JT/T 1218-2 城市轨道交通运营设备维修与更新技术规范 第 2 部分：车辆