

团体标准

T/CAMET XXXXX—XXXX

城市轨道交通 地铁车辆维修策略优化方法 第5部分：验证评估方法及要求

Urban rail transit—Vehicle maintenance procedures optimization
method—

Part 5: Methods and requirements for verification assessment

（征求意见稿）

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 II

引 言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 输入数据 1

5 实施流程 1

6 工作内容及要求 2

 6.1 确定评估范围和方法 2

 6.2 验证数据整理 2

 6.3 故障数据分析 3

 6.4 系统、部件状态评估 3

 6.5 系统、部件状态评估报告 3

 6.6 验证阶段维修策略风险分析 3

 6.7 确定验证后维修策略项点 4

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 XXXXX《城市轨道交通 地铁车辆维修策略优化方法》的第5部分。T/CAMET XXXXX已经发布了以下部分：

- 第1部分：总则；
- 第2部分：运维检修数据要求；
- 第3部分：维修策略评估方法及原则；
- 第4部分：服役评估方法及要求；
- 第5部分：验证评估方法及要求。

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：天津轨道集团有限公司、中车唐山机车车辆有限公司、中车青岛四方车辆研究所有限公司、上海申通地铁集团有限公司、广州地铁集团有限公司、南京地铁运营有限责任公司、石家庄市轨道交通集团有限责任公司、呼和浩特市地铁运营有限公司、福州地铁集团有限公司、天津一号线轨道交通运营有限公司、中交（天津）轨道交通投资建设有限公司、天津三号线轨道交通运营有限公司、青岛地铁集团有限公司、中车南京浦镇车辆有限公司、中车株洲电力机车有限公司、中车青岛四方机车车辆股份有限公司、中车长春轨道客车股份有限公司、上海轨道交通设备发展有限公司、株洲中车时代电气股份有限公司、中车制动系统有限公司、中车戚墅堰机车车辆工艺研究所股份有限公司、中车永济电机有限公司、西南交通大学、北京交通大学、北京航空航天大学、上海轨道交通检测认证（集团）有限公司、成都盛锆科技有限公司、天津轨道交通运营集团有限公司、天津津轨轨道车辆有限公司。

本文件主要起草人：朱敢平、鲍立楠、钱广民、康文正、刘东宇、曹忠林、袁帅、白彦超、郭云健、王海冰、王宏伟、乔峰、孟祥振、尹崇宏、戴勇平、张锋、申天亮、陈斯、董兆兵、理文祥、丁黎伟、汪凯森、王进、刘华华、贺建刚、张文军、李军、李超群、杜远、张国平、李森、吕大全、田青、石鹏飞、王鹰、叶都玮、张华丽、师小龙、卫欣柱、彭海清、吉安辉、朱湘荣、杨广雪、姬程翔、吴兴文、辛格、王洵、迟鹏新、牛玉国、万金、李如珑、王冰洁、李吉彬、朱飞、吴成攀、万勇兵、褚天舒、杨凯、高春良。

引 言

从2020年起，我国城市轨道交通已从以建设为主导走向以车辆运营为主导的发展新阶段。发展较早的各大城市从以往“增量为主，规模扩张”的阶段转向“存量为主，持续优化”的阶段，发展方式转变为新线建设与既有线改造双轮驱动，地铁车辆系统运营的稳定性、安全性和运营效率成为行业关注的重点。伴随着《中国城市轨道交通既有线改造指导意见》的发布，城市轨道交通维修策略的优化，作为保障城市轨道交通系统高效、稳定运行的关键环节，受到行业内的高度重视。

为规范城市轨道交通地铁车辆维修策略优化工作流程及内容，规定地铁车辆维修策略优化技术方法及要求等，制定本文件。

T/CAMET XXXXX由以下五个部分构成。

第1部分：总则。目的在于明确地铁车辆维修策略优化工作流程及内容，规定各个环节的技术要求，指导地铁车辆维修策略优化规范化执行。

第2部分：运维检修数据要求。目的在于规定地铁车辆维修策略优化数据结构及规范要求，确保维修策略评估、服役评估及验证评估规范化实施。

第3部分：维修策略评估方法及原则。目的在于规定地铁车辆维修策略评估输入数据、实施流程和工作内容。

第4部分：服役评估方法及要求。目的在于规定地铁车辆维修策略优化服役评估的输入数据、实施流程和工作内容。

第5部分：验证评估方法及要求。目的在于规定地铁车辆维修策略优化验证评估的输入数据、实施流程和工作内容。

本文件是维修策略优化方法的第5部分“验证评估方法及要求”。总则是纲领性指导文件，是对第2部分、第3部分、第4部分和第5部分总体性概括；4个分部分是对总则执行的进一步细化，其中：第2部分为第3部分、第4部分和第5部分提供数据规范基础，保障第3部分、第4部分和第5部分所需数据的规范化；第3部分、第4部分和第5部分分别从现有修程评估、更改后修程和服役状态评估以及验证修程和服役状态评估三个维度进行风险评价，科学遵循“现有修程评估、更改修程评估、评审确认、验证修程评估、评审发布”的路径，实现维修策略优化风险闭环。总则明确了地铁车辆维修策略优化实施流程和技术要求，为运维检修数据、维修策略评估、服役评估及验证评估提供技术依据。运维检修数据要求是基于总则中输入数据要求，给出了地铁车辆维修策略优化数据结构及规范要求，确保维修策略评估、服役评估及验证评估规范化实施。维修策略评估方法及原则规定了地铁车辆维修策略评估方法及技术要求，实现对现有车辆修程状态评价。服役评估方法及要求基于总则中输入数据要求，评价车辆服役过程中的运用状态，预测系统、部件寿命，基于维修策略评估中规定的方法实施维修评估，确定修程优化项点。验证评估方法及要求基于总则中输入数据要求，基于运维检修数据要求整理验证数据，评价车辆验证过程中的运用状态，确认修程优化项点。

城市轨道交通 地铁车辆维修策略优化方法 第5部分：验证评估方法及要求

1 范围

本文件规定了地铁车辆维修策略优化验证评估的输入数据、实施流程和工作内容等。
本文件适用于地铁车辆维修策略优化验证评估的实施与管理，其他制式车辆可参照执行。

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 21562-2008 轨道交通 可靠性、可用性、可维修性和安全性规范及示例

GB/T 2828.1-2012 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限(AQL)检索的逐批检验抽样计划

T/CAMET XXXXX—XXXX 城市轨道交通 地铁车辆维修策略优化方法 第1部分：总则

T/CAMET XXXXX—XXXX 城市轨道交通 地铁车辆维修策略优化方法 第2部分：运维检修数据要求

T/CAMET XXXXX—XXXX 城市轨道交通 地铁车辆维修策略优化方法 第3部分：维修策略评估方法及原则

3 术语和定义

T/CAMET XXXXX—XXXX 《城市轨道交通 地铁车辆维修策略优化 第1部分：总则》中确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

验证评估 Verification assessment

是指基于车辆维修策略优化验证数据，利用数据分析、检查、检测和监测等方法对系统或部件的状态进行估算或判定的活动。

4 输入数据

T/CAMET XXXXX—XXXX 《城市轨道交通 地铁车辆维修策略优化方法 第1部分：总则》中规定的输入数据适用于本标准。

5 实施流程

按照车辆维修策略优化工作流程，新维修策略需实施验证评估，评价车辆运用状态，确认修程优化

项点。车辆验证评估流程如下图 1 所示。

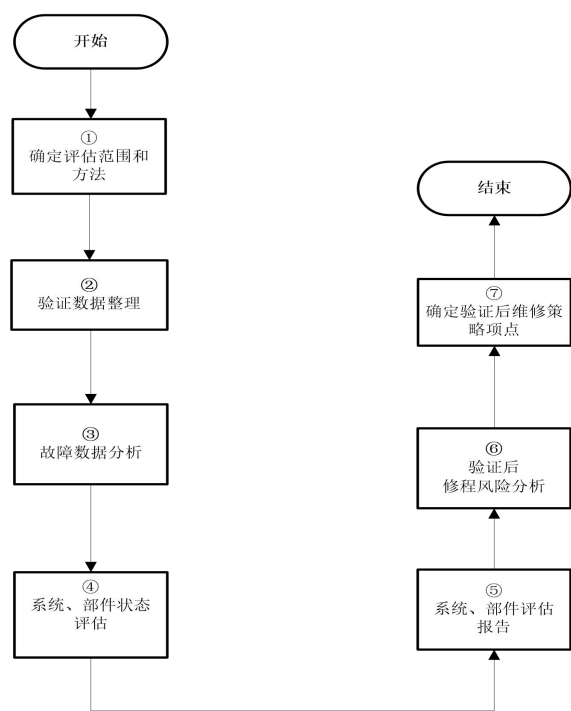


图 1 验证评估流程

6 工作内容及要求

6.1 确定评估范围和方法

6.1.1 按照《城市轨道交通 地铁车辆维修策略优化方法 第1部分 总则》第7.6.2节中规定选取的验证列车均需实施验证评估；当车辆验证过程分阶段进行时，每个阶段完成后应结合车辆检修进行验证评估。

6.1.2 系统、部件的验证评估方法一般包括：故障分析、外观检查、分解检查、尺寸测量、功能测试、性能检测和监测等，可根据需要选择一种或几种方法。

- （1）针对维护维修策略优化，一般通过故障分析、外观检查等方法对系统、部件进行验证评估；
- （2）针对检修维修策略优化，除故障分析、外观检查外，应结合车辆检修通过分解检查、尺寸测量、功能测试和性能检测对系统、部件进行验证评估；
- （3）对于维护维修策略优化和检修维修策略优化涉及的在线监测部件，均可利用车载数据，结合PHM模型对部件状态进行评估。

6.1.3 验证评估的系统或部件涉及抽样时，样件数量按GB/T 2828.1-2012等抽样标准执行，无标准规定时，由地铁运营公司/主机企业、部件供应商、评估单位共同协商确定。

6.2 验证数据整理

对新维修策略验证过程产生的车辆运行数据、服役状态数据以及监控数据等进行整理，整理要求按《城市轨道交通 地铁车辆维修策略优化方法 第 2 部分 运维检修数据要求》执行。

6.3 故障数据分析

根据车辆验证故障数据开展统计分析、根原因分析和可靠性评估。

6.3.1 统计分析

应定期开展故障统计，并分析车辆或系统、部件的可靠性表现，统计分析结果推荐按照月均、三月均的统计分析方法，计算阶段性的性能统计值。当发现统计值超过警戒值时，及时触发警戒告警，发送给相关部门，用于组织开展工程调查。

6.3.2 根原因分析

对系统、部件存在故障采用根原因分析方法进行工程调查，判断是否由规程原因导致故障。

(1) 数据核查，当接到警戒告警通知单后，需要核查统计数据 and 统计方法，判断数据是否真实有效，当无效时，在定期报告中说明；

(2) 初识超限原因，可通过根因分析方法，开展性能超限的工程调查；

(3) 针对根因分析结果，给出纠正措施。对于经评估不影响安全秩序的部件，考虑持续监控方式，不作重点关注。对于经评估影响安全或秩序的部件，判断是否可以通过调整修程、增加日常检操作等方式进行规避。

6.3.3 可靠性评估

根据车辆验证过程中故障发生次数、故障部件数量及运行距离计算在不同验证阶段的故障率、平均故障间隔距离(MDBF)及平均无故障时间(MTBF)等可靠性指标。故障率应包括关键功能故障率、正线故障率和检修故障率。

6.4 系统、部件状态评估

6.4.1 车辆入修后，结合车辆拆解对系统、部件实施状态检查，记录部件外观、缺陷，并与服役评估时的记录结果进行对比，了解系统、部件状态的变化情况；

6.4.2 用多种方法进行状态评估时，应从系统和部件的整体状态、性能参数和评估项点的偏离程度、样品中的偏离数量以及单个偏离对故障模式的影响等方面综合考虑。

6.4.3 应结合服役评估时系统、部件的状态评估数据，分析验证后系统、部件的状态和性能的退化或衰减趋势；

6.4.4 应对验证后系统、部件的状态评估结果进行判定，如缺少相关判定标准，建议以验证前状态评估结果作为基准定义允许衰退的范围，具体数值可由地铁运营公司/主机企业、部件供应商、评估单位共同协商确定。

6.5 系统、部件状态评估报告

汇总系统、部件的检查、检测和检测数据评估结果，形成系统、部件状态评估报告，评估报告中应包括但不限于以下内容：

- (1) 评估目的；
- (2) 产品信息，包括车辆号、运营里程、评估部件名称、数量等；
- (3) 评估标准；
- (4) 评估技术路线；
- (5) 评估内容，包括评估方式、评估项点等；
- (6) 评估结果。

6.6 验证阶段维修策略风险分析

6.6.1 维修间隔更改后验证风险分析

在维修间隔更改后风险分析的基础上，结合车辆系统、部件验证过程中的故障数据、维护数据、检修数据和试验监测数据等，在保障车辆运营安全、可靠性的前提下，实施维修间隔更改后验证风险分析。

- （1）按照 GB/T 21562-2008 风险评价准则，对维修间隔更改后的任务项点逐条进行验证风险分析，判定维修间隔更改后的验证风险等级；
- （2）明确风险的可接受程度，对于不可接受的任务项点，按《城市轨道交通 地铁车辆维修策略优化优化 第 1 部分总则》中第 7.6.3 节执行。

6.6.2 维修内容更改后验证风险分析

在维修内容更改后风险分析的基础上，结合车辆系统、部件的上述验证数据，在保障车辆运营安全、可靠的前提下，实施维修内容更改后验证风险分析。

- （1）按照 GB/T 21562-2008 风险评价准则，对更改后的维修内容逐条进行验证风险分析，判定维修内容更改后的验证风险等级；
- （2）明确风险的可接受程度，对于不可接受的任务项点，按《城市轨道交通 地铁车辆维修策略优化优化方法 第 1 部分总则》中第 7.6.3 节执行。

6.7 确定验证后维修策略项点

汇总更改后维修策略验证评估结果，确定车辆系统、部件验证后维修策略项点。
