

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1部分：总则

Urban rail transit—Vehicle maintenance policy optimization method

—Part1: General

（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 缩略语 3

5 一般要求 3

 5.1 前提条件 3

 5.2 优化策略 3

6 输入数据 4

 6.1 国家、行业相关法规和标准 4

 6.2 车辆相关技术文档 4

 6.3 车辆相关性能要求 4

 6.4 车辆相关运用数据 4

7 工作流程及方案 4

 7.1 工作流程 4

 7.2 技术方法 5

8 工作内容及要求 6

 8.1 总体技术方案 6

 8.2 维修策略评估 7

 8.3 服役评估 8

 8.4 维修策略优化建议报告 8

 8.5 专家评审、确认、发布 8

 8.6 验证计划 8

 8.7 新维修策略验证实施 9

 8.8 新维修策略验证评估 10

 8.9 新维修策略验证报告 10

 8.10 专家评审、确认、发布 10

9 人员角色和职责 10

 9.1 人员角色及分工 10

 9.2 人员职责 11

 9.3 人员能力要求 12

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1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：中车唐山机车车辆有限公司、福州地铁集团有限公司、广州地铁集团有限公司、上海申通地铁集团有限公司、天津轨道交通集团有限公司、天津一号线轨道交通运营有限公司、天津三号线轨道交通运营有限公司、深圳地铁运营集团有限公司、石家庄市轨道交通集团有限责任公司、中交（天津）轨道交通投资建设有限公司、青岛地铁集团有限公司、呼和浩特市地铁运营有限公司、南京地铁运营有限责任公司、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、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、西南交通大学、北京交通大学、北京航空航天大学、铁科院（北京）工程咨询有限公司、天津津轨轨道车辆有限公司、成都盛锴科技有限公司、上海轨道交通设备发展有限公司、上海轨道交通检测认证（集团）有限公司

本文件主要起草人：郭云健、邵建虎、刘英、李娜、崔任永、周强、林熠、申天亮、陈斯、周炯、周峰、张枝森、曹忠林、张勇、俞剑、李思睿、田青、石鹏飞、葛铁军、辜王娟、杨俊义、陈方、张战凯、付京涛、隋佳斌、朱佳、陈瑞军、菅晓敏、董兆兵、理文祥、仲莹涵、王崇明、周密、赵小军、周浩宇、张华丽、师小龙、刘远、谭富星、程俊、陈渊明、牛玉国、朱飞、吴成攀、吴兴文、彭波、杨广雪、姬程翔、辛格、郝晓武、黄书博、李明、杨凯、高春良、叶都玮、贾波、徐博

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1部分“总则”。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是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是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1部分：总则

1 范围

本文件规定了地铁车辆维修策略优化的一般要求、输入数据、工作流程及方案、工作内容及要求 and 人员角色及职责。

本文件适用于地铁车辆维修策略优化的实施与管理，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 轨道车辆可靠性、可用性、维修性和安全性规范和示例

GB/T 7826-2012 系统可靠性分析技术失效模式和影响分析（FMEA）程序

GB/T 23694-2013 风险管理术语

GB/T 40571-2021 智能服务 预测性维护 通用要求

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

GB/T 2828.2-2008 计数抽样检验程序 第2部分：按极限质量（LQ）检索的孤立批检验抽样方案

GJB 1378A-2007 以可靠性为中心的维修（RCM）

管理科学技术名词-2016

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

可靠性 reliability

产品在规定的时间内、在规定的条件下完成规定功能的能力。

[来源：GB/T 21562-2008,3.30]

3.2

可用性 availability

在要求的外部资源得到保证的前提下，产品在规定的条件下和规定的时刻或时间区间内处于可执行规定功能状态的能力。

[来源：GB/T 21562-2008,3.4]

3.3

可维护性 maintainability

在规定的条件下，使用规定的程序和资源进行维修时，对于给定使用条件下的产品在规定的时间内，能完成指定的实际维修工作的能力。

[来源：GB/T 21562-2008,3.20]

3.4

维修策略 maintainability policy

用作某一产品的维护等级、合同规定和维护范围之间的相互关系说明。

[来源：GB/T 21562-2008,3.22]

3.5

维修策略优化 maintainability policy optimization

利用系统科学方法和工程技术手段，对车辆的维修策略进行系统性建立与改进，旨在实现多目标动态平衡。

3.6

维修间隔评估 maintenance interval assessment

对设备或系统两次维修之间的运行时间或运行里程或工作次数进行分析和评估的过程。

3.7

预防性维修 preventive maintenance

为了防止功能降级、减少失效概率而实施的定期或根据预定判据进行的维修。

[来源：GB/T 21562-2008,3.25]

3.8

预测性维修 predictive maintenance

根据观测到的状况而决定的连续或间断进行的维护，以监测、诊断或预测系统或部件的条件指标。

[来源：GB/T 40571-2021,3.5,有修改]

3.9

基于状态维修 condition based maintenance

通过实时监控设备状态，实时发出维护指令的维护。

[来源：管理科学技术名词-2016]

3.10

风险 risk

不确定性对目标的影响

[来源：GB/T 23694-2013,2.1]

3.11

风险评估 risk assessment

包括风险识别（3.12）、风险分析（3.13）和风险评价（3.14）的全过程。

[来源：GB/T 23694-2013,4.4.1]

3.12

风险识别 risk identification

发现、确认和描述风险（3.10）的过程。

[来源：GB/T 23694-2013,4.5.1]

3.13

风险分析 risk analysis

理解风险（3.10）性质，确定风险等级（3.16）的过程。

[来源：GB/T 23694-2013,4.6.1]

3.14

风险评价 risk evaluation

对比风险分析（3.13）结果和风险准则（3.15），以确定风险（3.10）和/或其大小是否可以接受或容忍的过程。

[来源：GB/T 23694-2013,4.7.1]

3.15

风险准则 risk criteria

评价风险（3.10）重要性的依据。

[来源：GB/T 23694-2013,4.3.1.3]

3.16

风险等级 level of risk

单一风险（3.10）或组合风险的大小，以后果和可能性的组合来表达。

[来源：GB/T 23694-2013,4.6.1.8]

3.17

安全性 safety

免除不可接受的风险影响的特性。

[来源：GB/T 21562-2008,3.35]

3.18

车辆维护 vehicle maintenance

为维持设备状态而实施的清扫、外观检查、状态检查、限度检查、功能检查、润滑、调整、调试、消耗件更换、数据备份等常规性维护活动。

3.19

车辆检修 vehicle repair

为恢复设备性能而实施的全面检查、性能测试、修理、不良部件更换、功能试验，系统调试等周期性检修活动。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

LCC：全生命周期成本（Life Cycle Cost）

RAMS：可靠性、可用性、维修性和安全性（Reliability, Availability, Maintainability and Safety）

FMEA：故障模式影响分析（Failure Model Effect Analysis）

RCM：以可靠性为中心的维修（Reliability Centered Maintenance）

5 一般要求

5.1 前提条件

5.1.1 出现以下情形时，应全面实施维修策略优化。

- a) 整车级重大改造、换型以及维护模式变更；
- b) 因维修策略问题，导致地铁车辆发生影响运行安全、秩序相关事件。

5.1.2 在保证车辆运营安全前提下，出现以下情形时，宜考虑实施维修策略优化。

- a) 对车辆运用数据规律分析后，处于恒定失效、耗损失效期和日常维护状态良好的部件；
 - b) 地铁检修部门对维修内容的反馈；
 - c) 增加智能化检测工具或检测装备；
- 地铁运营方、主机厂的建议。

5.2 优化策略

定义车辆检修维护优化策略，实现在保证车辆运营安全、可靠的前提下，提升车辆可用性和经济性。

5.2.1 维修策略制定：利用维修策略设计技术制定检修维护措施，适应车辆运营要求。范围涉及：新造车辆，翻新、改造换型以及延寿系统、部件等。

5.2.2 调整检修维护间隔：调整车辆系统、部件维护间隔，优化检修维护次数；

5.2.3 调整检修维护内容

- a) 取消检修维护项点：取消部件检修维护项点，消除因过度维修造成检修维护资源浪费的问题；

- b) 增加检修维护项点：新增部件检修维护项点，消除因车辆维修不足，导致故障频发的问题；
- c) 变更检修维护项点类型：保证车辆可靠性的前提下，变更部件检修维护项点模式（如：由全检变更为抽检等）；
- d) 调整检修技术参数标准：保证车辆检修维护质量前提下，降低或增加部件检修维护技术参数要求和标准。

6 输入数据

6.1 国家、行业相关法规和标准；

6.2 车辆相关技术文档

车辆设计、检修维护相关的技术文档，至少包括但不限于以下内容：车辆总体技术规范、系统技术方案、电路图、维修手册、软件手册、采购技术规范、车辆配置、维修规程、RAMS和LCC评估报告等。

6.3 车辆相关性能要求

至少包括但不限于以下内容：车辆功能要求、舒适性要求、维修需求要求、RAMS和LCC要求等。

6.4 车辆相关运用数据

至少包括但不限于以下内容：车辆运用状态（如：车辆数量、年运用里程、运用时间等）、车辆运用故障、技术改造或换型方案、批量化整改方案、车载数据、智能监测数据等。

7 工作流程及方案

7.1 工作流程

基于第5.1节前提条件，启动地铁车辆维修策略优化，工作流程如图1。

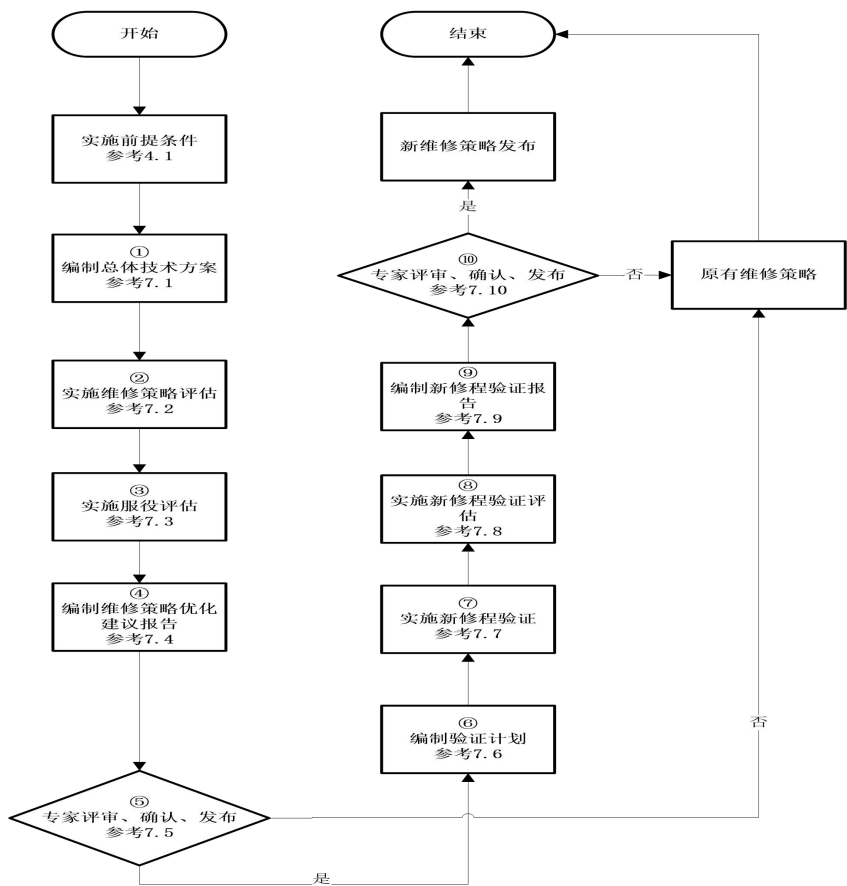


图 1 维修策略优化流程

7.2 技术方法

结合地铁车辆部件检修维护特性，定义不同优化策略所采用的技术方法，如下表 1。全寿命周期维修策略优化涵盖范围：车辆运用、检修维护和车辆延寿期。其中：车辆运用、检修维护期为维修策略调整；车辆延寿期为维修策略制定、调整。

表 1 不同优化策略技术方法

序号	优化策略		技术方法				
			维修策略评估			服役评估	验证评估
			维修间隔评估	风险评估	RCM		
1	维修策略制定		◎	◎	√	√	√
2	调整检修维护间隔		√	√	◎	√	√
3	调整检修维护内容	1、取消检修维护项点； 2、变更检修维护项点类型； 3、调整检修技术参数标准。	—	√	◎	√	√
		增加检修维护项点	√	√	◎	√	√

注：√ 表示推荐方法；

— 表示不适用。

◎ 表示可选方法：执行“RCM”，可不执行“维修间隔评估”、“风险评估”；执行“维修间隔评估”、“风险评估”，可不执行“RCM”。

8 工作内容及要求

8.1 总体技术方案

总体技术方案作为维修策略优化指导性文件，内容包含但不限于以下方面：

- (1) 目标；
- (2) 组织机构；
- (3) 系统定义与接口；
- (4) 维修策略优化要求；
- (5) 维修策略优化方法；
- (6) 维修策略优化工作内容；
- (7) 安全部件极限值；
- (8) 工作计划等。

8.1.1 组织架构

按第9节要求，联合地铁公司、主机企业以及企业或行业技术专家，建立维修策略优化组织，配备不同人员角色，明确人员职责分工。

8.1.2 系统定义与接口

根据维修策略优化实施原因，参见第5.1节，收集相关系统的现有文件和第6节中规定的输入数据。重点关注以下几方面：

- a) 车辆系统、组件变更范围；
- b) 车辆系统、组件组成及接口；
- c) 维修策略变更对其他功能或组件带来的影响；
- d) 与检修维护相关的部件；
- e) 当前车辆运营特性，参见第5节；
- f) 当前车辆性能指标，参见第5节；
- g) 变更系统/组件的备件情况。

8.1.3 维修策略优化要求

定义维修策略优化要求，内容包含但不限于以下方面：

- a) 变更类型：维修模式（如：预防性维修、基于状态维修以及预测性维修等）、维修内容、维修间隔以及质量标准等；
- b) 定义新维修策略满足的目标及要求；
- c) 定义维修策略优化车辆的运用条件；
- d) 变更系统/组件的备件调整方案。

8.1.4 维修策略优化方法

根据地铁车辆检修维护特点，地铁公司/主机企业可结合自身维修策略优化需求，定义不同优化策略对应的技术方法，可参照第 7.2 节。

8.1.5 维修策略优化工作内容

根据第7.1节工作流程，地铁公司/主机企业可结合自身需求，规划维修策略优化各阶段的工作项目，说明各项工作的目的、要求和实施方法等。

8.1.6 安全部件极限值

根据 GB/T 21562-2008，识别影响车辆运营安全、秩序的部件，在维修策略优化过程中应给予重点监控。

定义安全部件极限值可考虑以下五个方面：

- a) 国家/行业规范、参考国际标准；
- b) 设计参数与技术指标要求；
- c) 统计实际运营数据，评估失效临界点；
- d) 试验测试与实车验证；
- e) 参考相似车辆维修经验；
- f) 模拟仿真计算。

8.2 维修策略评估

参照第7.2节表1中的技术方法，地铁公司/主机企业可根据车辆维修策略优化需求及经验，定义维修策略评估方法。

8.2.1 维修间隔评估

建立地铁车辆系统部件可靠性、可用性、经济性评估模型，评价规定条件下的可靠性、可用性以及经济性水平，综合考量可靠性、可用性以及经济性分析结果，确定地铁车辆系统部件的最佳维修间隔。

8.2.2 风险评估

根据地铁车辆历史运行数据、寿命试验数据等，结合维修间隔评估结果，实施车辆维修策略风险评估。

a) 以检修系统部件为对象，识别潜在失效模式及影响，结合风险评价准则，分阶段实施风险评估，实现维修措施内容优化。

- 在维修策略评估阶段，实施现有检修措施风险评估；
- 在服役评估阶段，实施补充检修措施风险评估；
- 在验证评估阶段，实施检修措施验证风险评估。

b) 以检修维护任务为对象，识别潜在失效模式及影响，结合风险评价准则，分阶段实施风险评估，实现维修间隔优化。

- 在维修策略评估阶段，实施现有检修措施风险评估；
- 在服役评估阶段，实施更改后检修措施风险评估；
- 在验证评估阶段，实施更改后检修措施验证风险评估。

8.2.3 RCM

根据7.2节表1中的技术方法，参考相似地铁车辆历史运行数据，可利用RCM方法开展维修策略优化，建立车辆维修规程内容；综合权衡车辆可靠性、可用性以及经济性，按第8.2.1节要求，计算车辆维修策

略间隔，形成车辆新维护策略，包含：计划维修任务、状态修任务以及纠正修任务等。

8.3 服役评估

8.3.1 根据地铁车辆运行数据，实施系统、部件可靠性评估，按第8.2.1节要求，评价地铁车辆的可靠性；

8.3.2 根据车辆检修、试验数据，对影响安全和行车秩序的系统及部件，按需进行寿命试验，实施多维度性能评估；对其他系统和部件进行拆解检查，实施状态评估；

8.3.3 根据车辆运行数据、检修数据和试验数据，实施补充检修措施风险评估/更改后维修策略风险评估，按第8.2.2节要求，评价地铁车辆的安全性。

8.4 维修策略优化建议报告

汇总地铁车辆维修策略评估、服役评估结果，形成维修策略优化建议报告，包含新维修策略，提交专家评审、确认。

8.5 专家评审、确认、发布

根据地铁车辆维修策略优化实施范围的不同，组织实施不同层级的专家评审策略。

8.5.1 车辆级

a) 组织角色 D，按第 9 节要求，对维修策略优化建议报告进行评审、确认，明确是否有证据表明新维修策略满足车辆运营安全性、可靠性、经济性的要求，是否具备验证执行的条件。如果评估结果不能证明满足车辆运营安全性、可靠性、经济性的要求，则返回原有维修策略；

b) 组织角色 E，按第 9 节要求，对确认后的维修策略优化建议报告进行评审、发布。

8.5.2 安全秩序类系统部件

同 8.5.1 车辆级专家评审策略。

8.5.3 使用经济类系统部件

组织角色 D，按第 9 节要求，对维修策略优化建议报告进行评审、确认，明确是否有证据表明新维修策略满足车辆运营安全性、可靠性、经济性的要求，具备验证执行的条件；如果评估结果不能证明满足车辆运营安全性、可靠性、经济性的要求，则返回原有维修策略；如果评估结果满足要求，发布新维修策略。

8.6 验证计划

制定地铁车辆新维修策略验证计划，保障验证有序执行。验证计划内容包含但不限于以下方面：

- (1) 目标；
- (2) 验证组织机构；
- (3) 验证范围及要求；
- (4) 验证终止原则；
- (5) 验证工作内容；
- (6) 工作计划等。

8.6.1 组织架构

按第 9 节要求，联合地铁公司、主机企业以及企业或行业技术专家，建立验证组织，配备不同角色

人员，明确人员职责分工。

8.6.2 验证范围及要求

定义新维修策略验证应遵循的技术要求。涉及内容包含但不限于以下方面：

- a) 验证车辆数量要求：参照 GB/T 2828.1-2012、GB/T 2828.2-2008 中规定的抽样方案，综合衡量地铁车辆运用及管理要求，定义验证车辆的数量；
- b) 验证时间要求：车辆维护维修策略优化验证时间推荐 6 个月以上；车辆检修维修策略优化每次验证维修间隔（按里程计）推荐不超过原有维修间隔（按里程计）的 10%-25%。有特殊验证时间要求时，在保证验证车辆运行安全、可靠的前提下，可按要求确定验证时间（必要时，主要设备供应商参与）；
- c) 指标要求：定义验证车辆维修策略优化要符合的可靠性要求，根据车辆运行数据与运用要求设置可靠性指标限值，必要时，主要设备供应商参与确定其合理性；
- d) 数据要求：定义验证车辆数据收集要求，明确验证车辆数据收集时机、范围以及收集内容等。

8.6.3 验证终止原则

当验证过程出现以下几种情形时，组织角色 D，按第 9 节要求，对新维修策略的可行性进行确认，判断是否终止验证。

- a) 安全性终止条件
 - 重大安全事故：发生与维修策略优化相关的脱轨、碰撞、火灾等重大安全事故；
 - 安全、秩序类系统故障率显著上升：因维修策略优化导致系统（如转向架、牵引、制动等）关键功能故障率平均值超过目标限值（由地铁公司、主机企业协商确定，必要时，主要设备供应商参与）；
 - 安全隐患未及时消除：车辆验证过程中发现潜在安全隐患，且无法通过调整维修策略解决。
- b) 经济性终止条件
 - 维修成本显著增加：优化后总维修成本（包括备件、人力、停运损失等）上升。
- c) 可靠性终止条件

使用经济类系统的故障率超出预期阈值：因维修策略优化导致系统正线故障率平均值超过目标限值（由地铁公司、主机企业协商确定，必要时，主要设备供应商参与）；因维修策略优化导致影响乘客舒适性系统的检修故障率平均值超过目标限值（由地铁公司、主机企业协商确定，必要时，主要设备供应商参与）。
- d) 运营性终止条件
 - 运营效率显著下降：因维修策略优化导致车辆准点率、可用性下降，严重影响车辆运营秩序或乘客投诉率大幅上升；
 - 资源调配困难：因维修策略优化导致车辆维修资源（如人力、设备）严重不足，影响其他线路正常维护。

8.6.4 验证工作内容

根据第7.1节工作流程，地铁公司/主机企业可结合自身需求，规划验证阶段的工作项目，说明各项工作的目的、要求和实施方法等。

8.7 新维修策略验证实施

8.7.1 监控验证车辆新维修策略执行进度，跟踪维修任务分配、人员响应时间及维修任务的完成率，记录备件使用量、人工工时等资源消耗数据；

8.7.2 监控验证车辆线上运用状态，规范采集和记录验证车辆运行数据、服役状态数据以及监控数据等；

8.7.3 在验证车辆运用过程中，若发生紧急、突发事件，快速启动应急处理预案，记录和分析执行过程中发生的安全事故，优化安全措施；

8.7.4 定期组织召开验证执行评估会议，识别新维修策略验证执行瓶颈。

8.8 新维修策略验证评估

8.8.1 根据验证车辆相关数据，实施系统、部件可靠性评估，按第 8.2.1 节要求，评价验证车辆的可靠性；

8.8.2 根据验证车辆检修、试验数据，对影响列车运行安全和秩序的系统及部件，实施多维度性能评估，对其他系统和部件进行拆解检查，实施状态评估；

8.8.3 根据验证车辆运行数据、检修数据和试验数据，实施检修措施验证风险分析/更改后检修措施验证风险评估，按第 8.2.2 节要求，评价验证车辆的安全性；

8.8.4 对因维修策略优化导致发生影响车辆运营安全、秩序的故障，实施根原因分析，评价维修策略优化的可行性。

8.9 新维修策略验证报告

汇总验证评估结果，形成新维修策略验证报告，提交专家评审、确认。

8.10 专家评审、确认、发布

根据地铁车辆维修策略优化实施范围的不同，组织实施不同层级的专家评审策略。

8.10.1 车辆级

a) 组织角色 D，按第 9 节要求，对新维修策略验证报告进行评审、确认，明确是否有证据表明验证的新维修策略满足车辆运营安全性、可靠性、经济性的要求；

b) 组织角色 E，按第 9 节要求，对确认后的新维修策略验证报告进行评审，如果验证结果不满足车辆运营安全性、可靠性、经济性的要求，则返回原有维修策略；如果验证结果满足要求，可发布验证后的新维修策略为正式维修策略。

8.10.2 安全秩序类系统部件

同8.10.1车辆级专家评审策略。

8.10.3 使用经济类系统部件

组织角色 D，按第 9 节要求，对新维修策略验证报告进行评审、确认，明确是否有证据表明验证的新维修策略满足车辆运营安全性、可靠性、经济性的要求，如果验证结果不满足车辆运营安全性、可靠性、经济性的要求，则返回原有维修策略；如果验证结果满足要求，可发布验证后的新维修策略为正式维修策略。

9 人员角色和职责

9.1 人员角色及分工

地铁车辆维修策略优化配备角色A、角色B、角色C、角色D和角色E五种角色人员。其中：

9.1.1 角色A、角色B、角色C相互独立，不可交叉；

9.1.2 角色D包括组织内部人员，角色E包括组织外部人员。人员角色及分工，如表2。

表 2 人员角色及分工

序号	阶段	角色 A	角色 B	角色 C	角色 D	角色 E
1	维修策略分析	制定总体技术方案	-	-	-	-
2		-	维修策略优化分析	-	-	-
3		-	-	-	新维修策略确认	新维修策略发布
4	维修策略验证	制定验证计划	-	-	-	-
5		-	辅助维修策略优化验证*	维修策略优化验证	-	-
6		-	-	-	新维修策略验证确认	新维修策略验证发布

注：“*”表示角色 B 可辅助角色 C 实施维修策略优化验证。

“-”表示不适用。

9.2 人员职责

9.2.1 角色 A

- a) 负责维修策略优化执行，确保完成所有必要过程步骤，包括文件记录；
- b) 负责制定总体技术方案、验证计划，确定维修策略优化需求；
- c) 负责维修策略优化技术。

9.2.2 角色 B

- a) 负责维修策略优化分析；
- b) 负责辅助进行维修策略优化验证。

9.2.3 角色 C

负责维修策略优化验证。

9.2.4 角色 D

负责新维修策略的确认。

9.2.5 角色 E

负责新维修策略的发布。

9.3 人员能力要求

9.3.1 角色 A

- a) 具有丰富的轨道车辆技术领域或系统的运用经验；
- b) 掌握车辆维护相关的技术标准和知识；
- c) 掌握车辆维修策略优化风险管理技术；
- d) 熟悉相关技术领域法规、标准以及总体流程；
- e) 熟悉影响车辆运用安全、秩序的危害（车辆运用维护相关方面）。

9.3.2 角色 B

- a) 具备一定的轨道车辆技术领域或系统的运用经验；
- b) 掌握车辆系统、部件维护相关的技术标准和知识；
- c) 掌握维修策略优化分析相关技术；
- d) 熟悉影响车辆运用安全、秩序的危害（车辆运用维护相关方面）。

9.3.3 角色 C

- a) 具备一定的轨道车辆技术领域或系统的运用经验；
- b) 掌握车辆系统、部件维护相关的技术标准和知识；
- c) 掌握维修策略优化分析相关技术；
- d) 具备车辆故障现场应急处理的能力；
- e) 熟悉影响车辆运用安全、秩序的危害（车辆运用维护相关方面）。

9.3.4 角色 D

企业内认可的轨道车辆运用维护方面相关技术专家。

9.3.5 角色 E

行业内认可的轨道车辆运用维护方面相关技术专家。