ICS 45.060.01
CCS S 30

TB

中 华 人 民 共 和 国 铁 路 行 业 标 准

TB/T XXXX.2—XXXX

市域（郊）铁路动车组独立安全评估 第2部分：定型评估

Independent safety assessment of suburban railway EMU —Part 2: type-approval assessment

（征求意见稿）

2026年10月21日

XXXX－XX－XX 发布　　XXXX－XX－XX 实施

国家铁路局　　发 布

目　　次

前　　言 III
引　　言 IV
1 范围 1
2 规范性引用文件 1
3 术语和定义 3
4 缩略语 4
5 评估阶段 5
5.1 生命周期V模型 5
5.2 产品生命周期阶段 5
5.3 评估阶段 5
6 评估方案 6
7 评估计划 6
8 评估内容 6
8.1 概述 6
8.2 安全流程评估 6
8.3 技术安全评估 7
8.4 质量管理评估 11
8.5 RAM评估 13
9 评估方法 16
9.1 风险分析 16
9.2 伴随项目生命周期的评估 16
9.3 基于证据的抽样化评估 16
9.4 交互认可 16
9.5 以安全需求为导向的评估 17
10 评估方式 17
10.1 概述 17
10.2 文件检查 17
10.3 现场审核 17
10.4 测试见证 17
11 评估流程 17
11.1 启动会 17
11.2 策划阶段评估 17
11.3 设计阶段评估 17
11.4 制造阶段评估 18
11.5 测试阶段评估 18

11.6 发布评估报告 18
12 文件检查单 18
13 评估报告 19
14 评估输出 19
附 录 A （规范性） 定型评估方案 20
附 录 B （规范性） 定型评估计划 22
附 录 C （规范性） 技术安全评估要求 23
附 录 D （规范性） 风险接受矩阵 60
附 录 E （规范性） 安全需求评估矩阵 62
附 录 F （规范性） 文件检查单 64
附 录 G （规范性） 定型评估报告 66
参考文献 71

前　言

本标准按照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》给出的规则起草。

本文件是TB/T ××××《市域（郊）铁路动车组独立安全评估》的第2部分。TB/T ××××已经发布了以下部分：

——第1部分：技术审查；

——第2部分：定型评估。

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。

本标准由国家铁路局设备监督管理司提出，铁路行业基础通用及运输设备标准化技术归口单位归口。

本标准起草单位：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、里卡多（北京）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、上海轨道交通检测认证（集团）有限公司。

本标准主要起草人：程建峰、袁文静、巩巧琴、吴朝东、李克铭、王欢、韩霜、郑玄。

引　言

根据TB/T 3597—2024《市域（郊）铁路动车组》的规定，正式提交验收的动车组应取得型号合格证和制造许可证，其中取证需开展的运用考核和解体检查可由第三方独立安全评估替代。为保证第三方独立安全评估活动有序开展，制定TB/T ××××《市域（郊）铁路动车组独立安全评估》，由4个部分构成。

——第1部分：技术审查。目的在于确立市域（郊）铁路动车组独立安全评估技术审查应遵循的工作原则和工作流程，以及第三方评估机构的资质要求。

——第2部分：定型评估。目的在于为市域（郊）铁路动车组定型评估确立规范性的可操作、可追溯的程序。

——第3部分：安全保障目标与评价。目的在于确立市域（郊）铁路动车组安全保障目标设置的原则和评价标准。

——第4部分：运营评估。目的在于为市域（郊）铁路动车组运营评估确立规范性的可操作、可追溯的程序。

市域（郊）铁路动车组独立安全评估
第 2 部分：定型评估

1 范围

本文件规定了市域（郊）铁路动车组定型评估的评估阶段、评估方案、评估计划、评估内容、评估方法、评估方式、评估流程、评估检查单、评估报告和评估输出。

本文件适用于市域（郊）铁路动车组的定型评估，其他机车车辆可参考使用。

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 146.1—2020 标准轨距铁路限界第1部分：机车车辆限界

GB 4351-2023 手提式灭火器

GB 4715—2024 点型感烟火灾探测器

GB 8702—2014 电磁环境控制限值

GB/T 5599—2019 机车车辆动力学性能评定及试验鉴定规范

GB/T 6769—2016 机车司机室布置规则

GB/T 7633-2008 门和卷帘的耐火试验方法

GB/T 7928—2003 地铁车辆通用技术条件

GB/T 20438.1—2017 电气电子可编程电子安全相关系统的功能安全第 1 部分 一般要求

GB/T 21414—2021 轨道交通 机车车辆 电气隐患防护的规定

GB/T 21562.1—2026 轨道交通.可靠性、可用性、可维修性和安全性规范及示例 第1部分：RAMS通用程序

GB/T 21562.2—2026 轨道交通.可靠性、可用性、可维修性和安全性规范及示例 第2部分：安全性的系统方法

GB/T 21563—2018 轨道交通 机车车辆设备 冲击和振动试验

GB/T 24338.3—2018 轨道交通 电磁兼容 第3-1部分:机车车辆 列车和整车

GB/T 24338.4—2018 轨道交通 电磁兼容 第3-2部分:机车车辆 设备

GB/T 28029.4—2020 轨道交通电子设备 列车通信网络（TCN）第2-3部分：TCN通信规约

GB/T 28807.2—2017 轨道交通 机车车辆和列车检测系统的兼容性 第2部分:与轨道电路的兼容性

GB/T 31486—2024 电动汽车用动力蓄电池电性能要求及试验方法

GB/T 32577—2025 轨道交通 有人环境中电磁发射限值与测量

GB/T 33668—2017 地铁安全疏散规范

GB/T 34542.2—2018 氢气储存输送系统 第2部分金属材料与氢环境相容性试验方法

GB/T 34571—2024 轨道交通 机车车辆布线规则

GB/T 35544—2017 车用压缩氢气铝内胆碳纤维全缠绕气瓶

GB/T 37863.2—2021 轨道交通 牵引电传动系统 第2部分：机车、动车组

GB/T 38519—2020 机车车辆火灾报警系统

GB/T 43790—2024 轨道交通 受流系统 受电弓与接触网相互作用准则

GB/T 44386—2024 轨道交通 机车车辆 车载牵引锂离子电池

GB/T 44409.2—2026 机车车辆空气调节系统 第2部分：舒适度

GB/T 44511—2024 城市轨道交通车辆耐撞性要求及验证

GB/T 44991—2025 轨道交通 机车车辆制成后投入使用前的试验方法

GB/T 46097—2025 城市轨道交通全自动运行系统通用技术条件
GB/T 46713.1—2025 轨道交通 机车车辆 辅助供电系统蓄电池 第1部分：通用要求
GB/T 46713.2—2025 轨道交通 机车车辆 辅助供电系统蓄电池 第2部分：镉镍蓄电池
GB/T 46713.3—2026 轨道交通 机车车辆 辅助供电系统蓄电池 第3部分：铅酸蓄电池
GB/T 46713.4—2025 轨道交通 机车车辆 辅助供电系统蓄电池 第4部分：镍氢蓄电池
GB 50516—2010（2021年版） 加氢站技术规范
TB/T 1451—2022 机车动车组前窗玻璃
TB/T 1491—2015 机车车辆油压减振器
TB/T 1740—2015 机车车辆重量测定方法
TB/T 1802—2016 铁道车辆水密性试验方法
TB/T 1804—2017 铁道车辆空调 空调机组
TB/T 2211—2018 机车车辆用压缩钢制螺旋弹簧
TB/T 2325.1—2019 机车车辆视听警示装置 第1部分：前照灯
TB/T 2704—2016 铁道客车及动车组电取暖器
TB/T 2708—2023 辗钢整体车轮 客车
TB/T 2841—2019 铁路车辆空气弹簧
TB/T 2945—1999 铁道车辆用LZ50钢车轴及钢坯技术条件
TB/T 2980—2023 机车车辆基础制动装置 制动盘 盘形制动
TB/T 3009—2019 机车车辆制动系统用防滑装置
TB/T 3094—2022 机车车辆风挡
TB/T 3134—2023 机车车辆驱动齿轮箱 通用要求
TB/T 3139—2021 机车车辆非金属材料及室内空气有害物质限量
TB/T 3143—2018 机车车辆密接式车钩缓冲装置
TB/T 3285—2019 动车组抗侧滚扭杆
TB/T 3286—2011 铁道客车行李架和衣帽钩
TB/T 3311—2018 机车车辆联轴器
TB/T 3333—2025 司机室设备 警惕装置技术条件
TB/T 3402—2015 动车组制动系统
TB/T 3413—2015 铁道客车及动车组用安全玻璃
TB/T 3414—2015 动车组应急照明
TB/T 3451—2016 动车组车体结构强度设计及试验
TB/T 3454.1—2016 动车组车门 第1部分:客室侧门
TB/T 3455—2016 动车组侧窗
TB/T 3548—2019 机车车辆强度设计及试验 鉴定规范 总则
TB/T 3549.1—2019 机车车辆强度设计及试验 鉴定规范 转向架 第1部分：转向架构架
TB/T 3597—2024 市域（郊）铁路动车组
TB/T 3623.1—2026 机车车辆防火 第 1 部分：总则
TB/T 3623.2—2026 机车车辆防火 第 2 部分：材料和部件防火性能要求
TB/T 3623.3—2026 机车车辆防火 第 3 部分：结构耐火要求
TB/T 3623.4—2026 机车车辆防火 第 4 部分：设计防火安全要求
TB/T 3623.6—2026 机车车辆防火 第 6 部分：火灾控制与管理系统要求
TB 10624-2020 市域（郊）铁路设计规范
IEC 60623:2017 装碱性或其他非酸性电解质的蓄电池和蓄电池组－可再充电的开启式柱形镍镉单体电池
UIC 566:1990 客车车体及其部件的载荷
ISO 16890-1:2016 一般通风用空气过滤器-第1部分:技术规范、要求和基于颗粒物过滤效率(ePM)的分级系统
ISO 22163 铁路应用 质量管理体系

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

风险 risk
导致伤害的事故和事件（由危害引起）的发生概率和伤害严重程度的组合。
[来源：GB/T 28808—2021，3.1.27]

3.2

风险评估 risk assessment
包括风险分析和风险评价的总体流程。

3.3

安全性 safety
免除不可接受的伤害的风险。

3.4

技术安全 technical safety
取决于产品特性的一部分安全性，其来自于系统功能要求和/或系统设计。

3.5

安全功能 safety function
其唯一目的是确保安全的功能。
注 1： 所有的安全功能都是与安全相关的功能， 反之不成立。
注 2： 安全功能能构成一个或多个安全防护。 然而， 安全防护并不一定由安全功能来实现。
[来源：GB/T 21562.1—2026，3.67]

3.6

安全完整性等级 safety integrity level； SIL
表示针对系统失效时某系统仍满足指定安全功能所要求等级的离散数值。
注 1： 数值最高的安全完整性等级， 具有最高的安全完整性水平。
注 2： 无法将安全完整性等级分配给安全相关流程或其他措施。
[来源：：GB/T 21562.1—2026，3.69]

3.7

安全流程 sfety process
为能识别和满足产品全部安全需求所遵循的一系列规程。
[来源：GB/T 28809—2012，3.1.53，有修改]

3.8

安全相关的应用条件 safety-related application conditions
为了使系统安全的集成和操作而需要满足的条件。
注：使用的条件可以是操作限制、操作规程、维护规定或环境条件。

3.9

交互认可 cross-acceptance
指产品达到的一种状态，在此状态下该产品已被某机构按照相关国际标准所接受，并可无需进一步评估就可被另一机构所接受。
[来源：GB/T 28809—2012，3.1.9，有修改]

3.10

产品 product

按照规定需求互连以构成系统/子系统/设备的元素的集合。

[来源：GB/T 28809—2012，3.1.33]

3.11

系统 system

按设计有交互作用的子系统的集合。

[来源：GB/T 28809—2012，3.1.58]

3.12

子系统 sub-system

系统中完成特定功能的部分。

[来源：GB/T 28809—2012，3.1.57]

3.13

市域（郊）铁路 suburban railway

为都市圈中心城市城区连接周边城镇组团及其城镇组团之间提供公交化、大运量、快速便捷的轨道交通系统，是城市综合交通体系的重要组成部分。

[来源：TB 10624—2020，2.1.1]

3.14

列车服务故障率 train service failure rate

统计期内，导致列车运行晚点 5min 及以上的列车故障次数与全部列车总行车里程的比值。

注：单位为次/万列千米。

3.15

列车退出正线运营故障率 train offline operation failure rate

统计期内，列车因发生故障而必须退出正线运营的故障次数与全部列车总行车里程比值。

注：单位为次/万列千米。

3.16

列车系统故障率 train system failure rate

统计期内，导致列车运行晚点 2min 及以上的列车故障次数与全部列车总行车里程的比值。

注：单位为次/万列千米。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ATC：列车自动控制系统（Automatic Train Control）

ATP：列车自动保护系统（Automatic Train Protection）

ATS：列车自动监控（Automatic Train Supervision）

EMC：电磁兼容（Electromagnetic Compatibility）

ISA：独立安全评估（Independent Safety Assessment）

MTBF：平均无故障工作时间（Mean Time Between Failures）

MTTR：平均修复时间（Mean Time To Repair）

OCC：运营控制中心（Operation Control Center）

PIS：乘客信息系统（Passenger Information System）

RAMS：可靠性、可用性、可维护性和安全性（Reliability,Availability,Maintainability and Safety）

SIL：安全完整性等级（Safety Integrity Level）
SRAC：安全相关的应用条件（Safety-Related Application Conditions）
TCMS：列车控制和管理系统（Train Control and Management System）
VOBC：信号车载控制单元（Vehicle On-board Control Unit）

5 评估阶段

5.1 生命周期V模型

根据GB/T 21562.1-2026，产品生命周期V模型分为12个阶段，见图1。定型评估仅包含V模型第1～第9阶段活动。

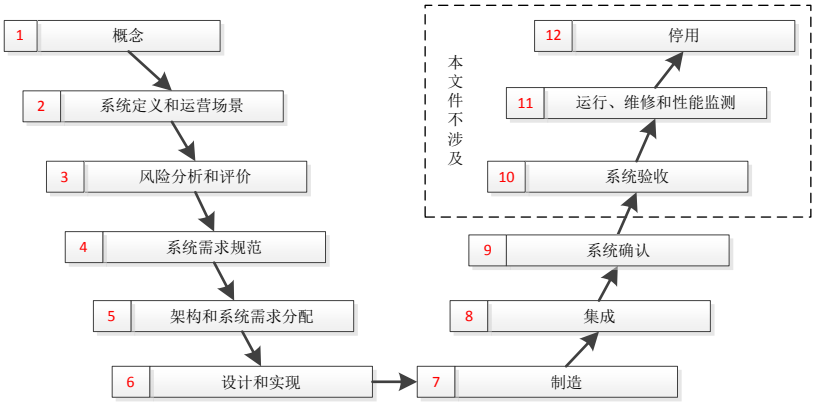


图1 生命周期V模型

5.2 产品生命周期阶段

产品生命周期阶段分为产品策划阶段、产品设计阶段、产品制造阶段和产品服役阶段4个阶段。
产品策划阶段是进行开发决策的工作阶段，主要交付物为设计任务书或产品技术要求文件。
产品设计阶段包含设计策划、方案设计、技术设计和施工设计等子阶段。
产品制造阶段包含样车（件）试制、试验及确认，小批量生产验证及确认和批量生产等子阶段。
产品服役阶段是产品运用、维保、检修、RAM数据收集和评估以及持续改进直至停用报废的阶段。

5.3 评估阶段

市域（郊）铁路动车组定型评估应按照策划阶段、设计阶段、制造阶段、测试阶段4个评估阶段开展，各阶段的评估内容应符合表1的规定。各阶段说明如下：

a) 策划阶段评估：对应生命周期V模型第1～第5阶段，对应产品策划阶段、产品设计阶段的设计策划和方案设计；
b) 设计阶段评估：对应生命周期V模型第6阶段，对应产品设计阶段的技术设计和施工设计；
c) 制造阶段评估：对应生命周期V模型第7～第8阶段，对应产品制造阶段；
d) 测试阶段评估：对应生命周期V模型第8～第9阶段，对应产品制造阶段。

对于新型市域（郊）动车组，应按上述各阶段开展评估，对于经过设计验证仅制造的产品，定型评估仅进行c)制造阶段评估和d)测试阶段评估。

表1 各阶段评估内容

评估阶段	V生命周期阶段	安全流程评估	技术安全评估	质量管理评估	RAM管理评估
策划阶段	1 概念	√	√	—	√
	2 系统定义和操作环境	√	√	—	√
	3 风险分析和评估	√	√	—	√
	4 系统需求规范	√	√	—	√
	5 系统架构和需求分配	√	√	—	√

设计阶段	6 设计和实施	√	√	—	√
制造阶段	7 制造	√	√	√	√
测试阶段	8 集成	√	√	√	√
	9 系统确认	√	√	—	√

6 评估方案

定型评估方案应包含以下内容：

a) 被评估产品简介，包括产品的主要用途、主要研制计划和该产品评估输入；
b) 评估对象，包括但不限于动车组、相关子系统以及与信号、线路、接触网等的接口；
c) 评估范围，明确评估覆盖 V 生命周期哪些阶段及对应的产品生命周期阶段；
d) 评估依据；
e) 实施评估的具体技术人员、能力说明及评估专业分工；
f) 评估内容，涵盖安全流程、技术安全、质量管理和 RAM 管理的内容；
g) 评估方法；
h) 评估方式；
i) 识别被评估产品的安全完整性等级要求，明确交互认可的原则；
j) 各评估阶段具体的评估时间计划；
k) 各评估阶段主要的评估文件和评估内容；
l) 评估发现项的分类及分类说明；
m) 各评估阶段的主要评估输出载体。

产品定型评估方案应按照附录 A 编制。

7 评估计划

定型评估计划应包含以下内容：

a) 概述，描述项目来源、计划编制依据等；
b) 产品概况，描述产品的总体情况、主要研制里程碑节点等；
c) 组织机构与职责，明确评估单位、运营单位以及制造单位等的职责和分工；
d) 评估流程，明确评估活动的主要工作流程和主要工作内容；
e) 工作计划，明确各项评估工作的具体工作计划；
f) 评估输出，明确在各个评估阶段应输出的文件名称及文件编号。

产品定型评估计划应按照附录 B 编制。

8 评估内容

8.1 概述

评估内容包含动车组的RAMS，其中安全评估（即“S”的评估）应符合8.2～8.4的规定，RAM评估应符合8.5的规定。

8.2 安全流程评估

安全流程评估应对V生命周期第1～第9阶段的安全性工作进行评估，具体评估的安全性工作内容应符合表2规定。

表2 安全性工作内容

评估阶段	V生命周期阶段	安全性工作

评估阶段	V生命周期阶段	安全性工作
策划阶段评估	1 概念	调研系统对安全的总体影响； 调研同类或相关系统的过往安全需求和历史安全性能； 调研轨道交通责任主体的现行安全政策和目标； 调研安全法规； 为后续系统全生命周期安全相关工作界定安全管理需求范围。
	2 系统定义和运营场景	建立安全方针； 建立安全计划。
	3 风险分析和评价	进行风险分析； 建立危害日志； 更新安全计划； 建立独立安全评估计划。
	4 系统需求规范	建立安全需求规范； 建立 SRAC； 更新危害日志； 更新安全计划； 建立安全确认计划； 建立安全确认报告。
	5 架构和系统需求分配	进行危害分析； 将安全需求分配到相应的子系统、 部件； 更新 SRAC； 更新危害日志； 更新安全计划； 更新安全确认计划。
设计阶段评估	6 设计和实现	规划后续阶段的安全工作； 进行危害分析； 更新 SRAC； 更新危害日志； 更新安全计划； 更新安全确认计划； 编制安全论据。
制造阶段评估	7 制造	建立安全保证安排； 更新 SRAC； 更新危害日志； 更新安全计划； 更新安全确认计划； 更新安全论据。
	8 集成	建立安全需求的集成报告； 更新 SRAC； 更新危害日志； 更新安全计划； 更新安全确认计划； 更新安全论据。
测试阶段评估	9 系统确认	建立安全确认报告； 更新 SRAC； 更新危害日志； 更新安全计划； 更新安全论据。

8.3 技术安全评估

8.3.1 系统及子系统分类

市域（郊）铁路动车组的系统及子系统分类见表3。

表3 系统及子系统分类

序号	系统/子系统/安全技术	关键设备/安全要求
1	系统集成	单节车辆及编组动车组
2	车体	车体骨架结构、车体其它功能结构、车钩、车钩救援联挂装置
3	转向架及其辅助	构架组成及其附件、轮轴组成、一系悬挂、二系悬挂、基础制动装置、联轴节、抗侧滚装置、油压减振器、排障装置、撒砂装置、齿轮箱
4	外门	承载驱动装置、门框组件、门扇组件、门控器、内外紧急装置
5	供风制动	主空压机组成、风缸、列车级压缩空气分配组件、供风压力开关及传感器、辅助空压机供风组成、制动控制组件、辅助增黏及轮缘润滑、风笛
6	网络及辅助监控	列车主干网及安全回路（主控制单元及车辆控制单元等）、千兆以太网通道、信息及网络辅助（GPS组件、车载无线传输设备等）、安全监测等监控
7	牵引及主供电	牵引变流器及其冷却单元、牵引电机及其冷却单元、主变及其冷却单元、高压受流装置、网侧高压分配及控制箱、网侧高压安全防护联锁装置、接地装置
8	辅助电气及驾驶设施	辅助变流器/辅助逆变器、充电机、蓄电池组成、辅助电气其它电源模块、烟火报警、操纵设施、外部照明
9	旅客信息	乘客紧急报警装置、广播系统、乘客信息显示系统、视频监控系统
10	空调	空调系统通风、紧急通风、制冷、制热、电加热安全、火灾安全、防沙、车内压力波控制
11	车内设施	行李架布置及强度、座椅承载、环保要求
12	车窗	司机室前窗及其加热装置、司机室侧窗、客室侧窗、客室侧窗玻璃
13	风挡	踏板组成、渡板组成、导向机构、折棚组成
14	防火	火灾疏散功能、灭火需求功能、应急标志需求、应急照明功能、火灾下运行能力、材料防火要求、结构防火要求
15	EMC	对外发射强度、车辆抗扰度、客室磁通
16	全自动驾驶	广播对讲、车门释放、牵引切除功能、超速保护功能、运行模式转换、车门故障、制动系统故障时的列车运行、正线服务、车门紧急解锁、列车火灾、区间火灾、紧急广播、乘客紧急呼叫、障碍物检测、脱轨检测、紧急供电、列车唤醒、自动洗车、牵引限速、列车超载
17	其他	当系统采用新技术、新结构、新材料、新工艺、新设备、新运营环境等，如氢动力技术、新型复合材料等

8.3.2 技术安全评估要点

各系统的技术安全要点应符合表4的规定，根据技术安全要点形成的各系统安全需求应符合附录C的规定。各系统的技术安全要点和安全需求是基于系统定义和运营环境确定的，包含但不限于本节规定。当系统采用新技术、新结构、新材料、新工艺、新设备、新运营环境等时，应按照风险分析方法重新进行安全风险分析，确定特定的技术安全要点和安全需求，纳入技术安全评估内容。

表4 技术安全要点

一级安全要点	二级安全要点	三级安全要点
1 系统集成安全	1.1 车辆限界	静态限界、动态包络线
	1.2 车辆重量及均衡	轴重、轮重差、整车重量
	1.3 车辆的曲线通过能力	单车曲线、编组通过S曲线
	1.4 车辆水密性	整车淋雨
	1.5 车辆气密性	整车气密
	1.6 车辆运行考核	3个月和10万千米（重车5万千米和空车5万千米）
2 车体安全	2.1 防撞性能	防爬性能、生存空间、排障功能
	2.2 曲线通过能力	车体间干涉、车钩与其他部件间干涉
	2.3 水密性	单车淋雨
	2.4 车体强度	纵向压缩静载荷、纵向拉伸静载荷、材料屈服强度、非比例延伸强度
	2.5 车体刚度	挠度
	2.6 车体疲劳强度	疲劳强度
	2.7 车顶防滑	车顶防滑措施
	2.8 车体模态	车体一阶垂向弯曲模态频率、转向架浮沉频率
	2.9 车钩强度	钩缓装置强度

一级安全要点	二级安全要点	三级安全要点
	2.10 车钩救援联挂	空气管路风压压降
3 转向架及其辅助安全	3.1 转向架动力学	脱轨系数、轮重减载率、轮轴横向力、平稳性指标
	3.2 构架安全	超常载荷构架静强度、运营载荷构架疲劳强度
	3.3 车轴安全	LZ50车轴：力学性能、防锈措施 EA4T车轴：拉伸特性、冲击特性、残余应力
	3.4 车轮安全	化学成分、拉伸特性、轮辋硬度、抗冲击性、疲劳特性、残余静不平衡量
	3.5 一系弹簧安全	轴向刚度公差、横向刚度公差、弯曲方向间夹角、弹簧表面硬度、芯部硬度值与表面硬度值之差
	3.6 空气弹簧安全	耐低温性能、胶片裂纹或龟裂、样片硬度变化量、样片体积减少量、最大水平位移下外观、帘布层间的粘合墙布力、限垂向工作载荷下外观、气密性、疲劳性能、爆破压力性能、空气弹簧刚度
	3.7 基础制动装置安全	制动盘残余不平衡值、1:1制动动力性能、疲劳性能、制动盘和闸片热容量、热容量计算、制动软管的气密性及最低爆破压力、制动夹钳和踏面制动单元的静强度及疲劳性能
	3.8 联轴节安全	鼓形齿联轴器试验完成后解体检查、鼓形齿联轴器变位能力
	3.9 抗侧滚装置安全	扭杆强度
	3.10 油压减振器安全	耐久性试验、泄漏试验
	3.11 轴温监测	轴箱、齿轮箱温度监测
	3.12 排障装置安全	超载载荷工况和运营载荷工况下的垂向载荷、横向载荷、纵向载荷
	3.13 撒砂装置安全	功能振动、模拟长寿命振动、冲击试验
	3.14 齿轮箱安全	静强度、齿轮箱箱体及吊杆体(C型支架)关键部位应力、驱动齿轮箱淋水
4 外门安全	4.1 侧门通过性	净可用宽度、高度要求
	4.2 强度性能	按规定位置检测能承受的荷载
	4.3 耐振动冲击性	振动和冲击性能
	4.4 水密性	侧门水密性
	4.5 气密性	侧门气密性
	4.6 隔离功能	设置故障隔离功能
	4.7 自动/手动锁闭功能	车辆内部和/或外部锁定功能
	4.8 紧急解锁功能	紧急解锁
	4.9 障碍检测功能	检测到规定障碍物自动返回、有效检测障碍物确认、挤压力确认
	4.10 声光警示功能	预告声音提示、开关门过程有声音或灯光提示
	4.11 侧门安全等级	安全完整性等级要求
5 供风制动安全	5.1 紧急制动	平均减速度、响应时间、制动距离、紧急制动功能安全
	5.2 常用制动	平均减速度、常用制动功能安全
	5.3 保持制动	保持制动力的选取
	5.4 停放制动	能够在最大坡度处处于静止状态
	5.5 冲击率	列车纵向冲击率控制限制
	5.6 防滑控制	防滑控制功能、防滑安全完整性、防滑试验
	5.7 管路气密性	管路的保压
	5.8 储风量	故障工况储风量评估
	5.9 风管标识	车内风管设置标识
6 网络及辅助监控安全	6.1 司机警惕功能	司机警惕模式1、司机警惕模式2
	6.2 保持制动缓解	牵引力大于下滑力时，TCMS缓解保持制动
	6.3 车门对位隔离	TCMS转发车门/屏蔽门故障信息，用于车门与屏蔽门的对位隔离
	6.4 车辆限速信息传输	限速逻辑判断，对车辆进行限速控制
	6.5 牵引/制动控制	TCMS采集司控器或接受信号发送的级位传递给牵引系统或制动系统
	6.6 牵引封锁功能	触发封锁条件，不输出牵引指令
	6.7 方向控制功能	对牵引方向的控制
	6.8 车内火灾联动功能	对车内的火灾信号转发给空调/PIS系统
	6.9 车外火灾联动功能	对信号的外部火灾信号转发给空调/PIS系统
	6.10 外门隔离联动	对外门的隔离信号转发给PIS系统

一级安全要点	二级安全要点	三级安全要点
	6.11 故障报警/状态传输	将安全相关指令的故障和状态传输给ATC/OCC
	6.12 紧急照明	车辆无高压，TCMS控制车辆的紧急照明
	6.13 紧急通风	车辆无高压，TCMS控制车辆的紧急通风
	6.14 通信安全	安全通信和非安全通信应相互独立
7 牵引及主供电安全	7.1 牵引切除功能	施加制动切除、车门未关闭切除、牵引安全硬线设置重故障时切除、方向不一致时报警
	7.2 电制动功能	电制动优先级、电制动功率限制、牵引/制动指令异常时报警
	7.3 超速保护功能	紧急牵引模式限速、ATP切除模式限速等
	7.4 空转滑行控制功能	动力车黏着利用控制功能
	7.5 故障运行能力	不同动力损失牵引计算、其他设备故障时运行能力及蓄电池牵引功能模式（如有）
	7.6 坡道救援能力	一列空载车辆能在正线最大坡道上推送一列故障的超员无动力车辆至最近车站
	7.7 高压绝缘	电气间隙、爬电距离及雷电冲击
	7.8 接地安全	设备外壳接地、漏电保护措施、接地连锁及绝缘防护、人员触电安全
	7.9 防雷设计	核实避雷器规格及试验
	7.10 自牵引功能	依据合同核对无动力自牵引计算
	7.11 受流性能	弓网动态性能、燃弧
	7.12 自动降弓	运行途中接触网断电自动降弓
8 辅助电气及驾驶设施安全	8.1 应急供电能力	应急负载供电能力计算、蓄电池故障供电能力计算或其报警策略
	8.2 蓄电池低温能力	低温下放电曲线及各型号蓄电池低温放电容量计算
	8.3 蓄电池安全设计	泄露防护、通风设计、安全标志、防火设计
	8.4 辅助冗余供电能力	故障工况辅助供电工作原理
	8.5 外部照明功能	室外照度要求
	8.6 驾驶台人机接口	操纵方向安全设计
	8.7 烟火报警功能	报警装置及探测器布置、报警功能联动、状态检测功能、报警及时性及烟雾探测灵敏度
	8.8 继电器远程复位	继电器安装于车下时应设置远程复位功能
9 旅客信息安全	9.1 应急广播要求	预录应急广播内容播放、广播优先级、安全功能、系统设备冗余
	9.2 紧急对讲要求	乘客紧急报警功能、布置可操作性、优先级
	9.3 视频联动	监控范围、故障报警、联动显示视频
10空调安全	10.1 通风功能	新风量
	10.2 紧急通风功能	紧急通风量、紧急通风时间
	10.3 制冷功能	最高温度及相对湿度要求
	10.4 制热功能（如需）	最低温度及相对湿度要求
	10.5 火灾安全	防止人员接触烟气、火灾模式优先级高于紧急通风模式
	10.6 电加热安全	电加热器二级保护功能
	10.7 防沙功能（如需）	防沙尘故障、空调过滤清洁功能
	10.8 车内压力波控制	车内空气压力变化要求
11车内设施安全	11.1 行李架布置及强度要求	行李架布置、行李架布置载荷、行李架振动冲击性能
	11.2 座椅承载安全	座椅载荷
	11.3 环保要求	非金属材料禁、限用，客室、司机室甲醛及总挥发性有机化合物限量
12 车窗安全	12.1 侧窗光学性能	侧窗可见光透射比、光畸变
	12.2 侧窗露点性能	侧窗安全中空玻璃露点温度
	12.3 侧窗加速耐久性能	侧窗安全中空玻璃的加速耐久后露点温度
	12.4 侧窗耐热性能	侧窗耐热试验后的玻璃外观状态
	12.5 侧窗耐辐照性能	侧窗安全玻璃紫外线照射透射比
	12.6 侧窗抗正、负压强度	正负交变压力载荷
	12.7 侧窗玻璃强度	侧窗玻璃软硬物体的承受力
	12.8 侧窗紧急出口设置	设置紧急逃生窗、安全锤，紧急标识夜光功能
	12.9 前窗光学性能	玻璃副相偏离限值、光学畸变限值、主辅视觉区雾度、主辅视觉区透光率

一级安全要点	二级安全要点	三级安全要点
	12.10 前窗力学性能	抗冲击性能、碎后剩余可见性、耐磨性试验后雾度变化限值、玻璃静强度
	12.11 前窗加热功能	主视觉加热功能、加热性能、系统绝缘耐压
13 风挡安全	13.1 通过安全	通过宽度、通过高度、过渡区域高度差
	13.2 强度	均布载荷施加前后的垂向位移量
	13.3 气密性	压降及压降时间
	13.4 水密性	防雨性能
	13.5 曲线通过性能	车辆曲线通过能力、单车调车曲线通过能力、风挡在曲线试验台上最小半径通过能力
14 防火安全	14.1 火灾疏散功能	乘客紧急出口、司乘人员紧急出口、一般疏散要求、车间疏散、列车端部疏散
	14.2 灭火需求功能	灭火设备一般要求、灭火器布置、特殊位置灭火
	14.3 应急标识需求	乘客告警装置、紧急出口、应急设备标志
	14.4 应急照明功能	应急照明控制、平均照度、照度均匀性、启动性能、运行时间
	14.5 火灾下运行能力	火灾下运行能力
	14.6 材料防火要求	防火等级、列表产品防火要求、非防火产品要求
	14.7 结构防火要求	端墙地板防火、电弧防火、门扇防火
15 EMC安全	15.1 对外发射强度	通讯线路干扰、整车射频发射电磁骚扰、各设备电源及机箱端口发射、轨道电路干扰电流、网侧谐波电流
	15.2 车辆抗扰度	整车及部件抗扰度、列车布线EMC要求、承担安全功能的电子设备满足EMC性能判据A、安全功能的控制电路防护
	15.3 客室磁通	公众暴露限值、直流磁场限值、交流磁场限值
16 全自动驾驶	16.1 广播对讲	自动报站、自动清客广播等
	16.2 车门释放	障碍物检测完成后再关闭、车门锁闭、牵引连锁等
	16.3 牵引切除	牵引切除、牵引封锁
	16.4 超速保护	超速保护
	16.5 运行模式转换	全自动运行、蠕动模式、受控人工驾驶、受限人工驾驶模式等切换
	16.6 车门故障	车门故障后隔离运行
	16.7 制动故障时临时限行	实时监控制动系统状态，故障后限速运行
	16.8 正线服务	进入正线服务、退出正线服务、对标停车、
	16.9 车门紧急解锁	TCMS采集车门紧急解锁信息，传递给VOBC
	16.10 列车火灾	车内火灾联动、火灾报警
	16.11 区间火灾	车外火灾联动、火灾报警
	16.12 紧急广播	紧急广播功能、优先级、SIL要求
	16.13 乘客紧急呼叫	乘客紧急呼叫功能、SIL要求
	16.14 障碍物检测	具备障碍物检测功能，列车遇到障碍物时应能及时停车
	16.15 脱轨检测	具备脱轨检测功能，列车脱轨时应能及时停车
	16.16 紧急供电	车辆蓄电池应满足45分钟紧急负载
	16.17 列车唤醒	列车具备自动唤醒功能，自检功能及联合自检功能
	16.18 自动洗车功能	列车能够在信号系统控制下自动洗车，实现限速、制动等功能
	16.19 牵引限速	列车将视牵引故障数量确定列车的运营策略，或限速，或退出运营
	16.20 列车超载	车辆实时监测列车载荷，并可上传控制中心
17 其它	当系统采用新技术、新结构、新材料、新工艺、新设备、新运营环境等，根据车辆项目特点补充增加二级和三级安全要点，如氢动力技术、新型复合材料等。	

8.4 质量管理评估

根据ISO 22163质量管理体系要求，从人、机、料、法、环、测等方面，评估产品安全活动在生产现场执行的有效性和完整性,确保制造阶段的工作满足产品安全要求,并具有批量生产合格产品的能力。质量管理评估内容应符合表5的规定。

表5　质量管理评估内容

专业分类	ISO 22163条款的要求	评估内容
质量控制	4.3-1	确定质量管理体系范围： 质量管理体系相关证明文件。
	8.4.2.1.1	EPPPS放行的批准： 产品FAI； 进货检验策划及检验记录； 进厂原材料/产品检查。
	8.5.6	变更控制： 技术通知执行。
	8.6	产品和服务的放行： 产品的质量控制计划及其执行情况。
	8.6.1-5	记录检验和试验的记录： 生产现场质量记录。
	10.2.1-1	不合格与及纠正措施： 纠正与预防措施。
	9.2	内部审核 ： 公司内部审核问题闭环。
	9.3	管理评审： 公司外部审核问题闭环。
采购管理	8.4.2.3-1	关键外部供方的绩效监视： 关键子系统供应商评价和管理。
	8.4.3.1-1	提供给外部供方的信息： 技术文件（含技术通知）管理。
	8.4.3.1-2	向外部供方沟通要求： 产品部件采购技术规范； 不合格品管理。
	8.4.4	供应链管理： 采购计划管理。
工艺管理	8.5.1.1.2-1	生产和服务受控状态要求： 工艺策划（含过程检验策划）； 工艺培训记录。
	8.5.1.1.3-1	生产和服务提供过程的验证： 工艺验证。
	8.5.6-1	对生产或服务提供的更改进行必要的评审和控制： 工艺变更管理。
	8.6-1	根据策划验证产品： 分厂级鉴定报告。
生产现场管理（如车体车间、转向架车间、总组装车间等）	7.1.5.1	监视和测量资源： 在用计量器具、测试仪器的规格、准确度（示值误差）等是否符合工艺文件的要求，是否在周检有效期内使用； 在用计量器具、测试仪器是否通过周检、有无合格证，周检台帐是否规范、齐全； 计量器具、仪表、测试仪器的使用环境（如：温度、湿度、清洁度）是否符合工艺文件、技术说明书规定。
	8.5.1.1.2-1	生产和服务受控状态： 施工环境的温湿度、防尘等是否符合相关文件要求； 有环境条件要求的施工、储存，现场是否配置相应检测和控制手段。
	8.5.1.3-3	特殊过程： 特种作业人员作业证书（如焊接、油漆）； 重要过程、特殊过程、“八防”工序的操作人员是否熟知工艺文件规定的工艺参数和操作步骤。
	8.5.1.4	生产设备： 生产设备处于有效的使用状态；

专业分类	ISO 22163条款的要求	评估内容
		定期维护计划及记录。
	8.5.2.1-1	标识和可追溯性： 物料存放时是否有标识、标识是否清晰、防护到位； 生产现场在产品、半成品、外购（协）件是否按定置管理要求摆放整齐、有无磕碰、划伤和锈蚀等现象。
	8.5.6	变更控制： 技术文件（含图纸）是否受控有效版本； 技术通知管理与执行及台账管理。
	8.7.3	不合格输出的控制： 不合格品的召回、放行、封存。

8.5 RAM 评估

8.5.1 RAM 管理

RAM 管理评估应对生命周期第 1～第 9 阶段的 RAM 工作进行评估，具体评估的 RAM 工作内容应符合表 6 规定。

表6 RAM 工作内容

评估阶段	V 生命周期阶段	RAM 工作
策划阶段评估	1 概念	调研系统对 RAM 的总体影响； 调研同类或相关系统的过往 RAM 需求和历史 RAM 性能； 调研轨道交通责任主体的现行 RAM 政策和目标； 为后续系统全生命周期 RAM 相关工作界定 RAM 管理需求范围。
	2 系统定义和运营场景	建立 RAM 方针； 建立 RAM 计划。
	3 风险分析和评价	更新 RAM 计划。
	4 系统需求规范	建立 RAM 需求规范； 更新 RAM 计划； 建立 RAM 确认计划； 建立 RAM 确认报告。
	5 架构和系统需求分配	将 RAM 需求分配到相应的子系统、 部件； 更新 RAM 计划； 更新 RAM 确认计划。
设计阶段评估	6 设计和实现	规划后续阶段的 RAM 工作； 执行 RAM 分析； 更新 RAM 计划； 更新 RAM 确认计划。
制造阶段评估	7 制造	建立 RAM 保证安排； 更新 RAM 计划； 更新 RAM 确认计划； 启动 FRACAS（ 如适用）。
	8 集成	建立 RAM 需求的集成报告； 更新 RAM 计划； 更新 RAM 确认计划。
测试阶段评估	9 系统确认	建立 RAM 确认报告； 如有运用考核，还应提交相关考核报告。

8.5.2 RAM 指标要求

8.5.2.1 可靠性要求

8.5.2.1.1 运行考核期间可靠性要求

新型市（域）郊动车组应进行至少 3 个月和 10 万千米运行考核，其中 10 万千米运行考核包括重车 5 万千米和空车 5 万千米，重车载荷工况应符合 TB/T3597 中 6.3 条款整备状态要求，空车载荷工况应符合 TB/T3597 中 6.3 条款超员状态要求，且可靠性指标符合下列要求：

列车服务故障率：非全自动运行列车小于 0.2 次/万列千米 ，全自动运行列车小于 1 次/万列千米，计算方法见公式（1）。

$$A=\frac{N1}{S1} \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots（1）$$

式中：

A——列车服务故障率；

N_1——5min 及以上延误次数，单位为次；

S_1——全部列车总行车里程，单位为万列千米。

列车退出正线运行故障率：小于 0.4 次/万列千米，计算方法见公式（2）。

$$B=\frac{N2}{S2} \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots（2）$$

式中：

B——列车退出正线运行故障率；

N_2——导致列车退出正线运营的动车组故障次数，单位为次；

S_2——全部列车总行车里程，单位为万列千米。

列车系统故障率：非全自动运行列车小于 5 次/万列千米，全自动运行列车小于 4 次/万列千米，计算方法见公式（3）。

$$C=\frac{N3}{S3} \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots（3）$$

式中：

C——列车系统故障率；

N_3——2min 及以上延误次数，单位为次；

S_3——全部列车总行车里程，单位为万列千米。

8.5.2.1.2 运营后可靠性要求

开展验证的动车组须至少持续 6 个月正常载客运营，且可靠性指标满足下列要求：

运营服务故障：每百万列千米故障次数小于或等于 6 次；其中每百万列千米内延迟时间达到或超过 2 分钟的小于或等于 1.82 次；每百万列千米内延迟时间达到或超过 5 分钟的小于或等于 1.21 次。

临修、列检故障：每列车平均无故障时间不少于 200 小时。

列车百万千米故障率计算防范见公式（4）。

$$D=\frac{N4*1000000}{S4} \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots（4）$$

式中：

D——列车百万千米故障率；

N_4——指定时期内列车事故总次数，单位为次；

S_4——指定时期内全部列车总行车里程，单位为千米（km）。

列车平均无故障时间（MTBF）计算方法见公式（5）。

$$\mathrm{MTBF}=\frac{S5}{V*N5} \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots（5）$$

式中：

MTBF——列车平均无故障时间，单位为小时；

N_5——列车年故障次数，单位为次；

S_5——列车年运行总里程，单位为千米（km）；

V——列车平均旅行速度，单位为（km/h）。

运营服务故障是指列车不能继续维持商业运营或对商业运营造成较大影响的故障，包括：

——救援：即需要另外一列车将故障列车拖回动车组段；

——清客：需要在就近车站疏散乘客，列车空车自行返回动车组段；

——掉线：将乘客运送至终点站后，列车退出运营服务；

——未出库：由于动车组某一部件不能正常工作导致列车不能按所排定的运行图上线运营，需由其它列车替代其投入运营；

——晚点：列车因故障在线路上停车时间超过 2 分钟，对商业运行造成了较大影响。

临修、列检故障是指动车组运营中由司机发现的动车组故障及检修人员检查中发现的故障。

8.5.2.2 可维修性(MTTR)要求

可维修性不大于 4 小时，平均修复时间计算方法见公式（6）。

$$MTTR=\frac{\sum T}{\sum N} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (6)$$

式中：

MTTR——列车平均修复时间，单位为小时（h）；

$\sum T$——列车维修时间总和，单位为小时（h）；

$\sum N$——列车故障总数，单位为次。

8.5.2.3 可用性要求

可用性不低于 98%，可用性计算方法见公式（7）。

$$E=\frac{MTBF}{MTTR+MTBF} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (7)$$

式中：

E——列车固有可用性；

MTTR——列车平均修复时间，单位为小时（h）；

MTBF——列车平均无故障时间，单位为小时（h）。

8.5.3 RAM 分析与预计

应对系统设计的RAM指标进行分析和预计：

a) 应建立动车组系统的可靠性模型，对系统整体 RAM 设计指标进行预计，可靠性模型应能体现：
   1）面向任务可靠性的系统架构；
   2）涉及安全功能的零部件需要考虑与非安全零部件的独立性；
   3）基本可靠性分析单元应满足可验证或可预计条件；
   4）应开展针对系统设计的失效模式影响分析。

b) 可用性分析应能体现：
   1）双重或备份机制；
   2）降级模式下运行能力；
   3）系统可维护性参数的准确性；
   4）对维修资源（如：状态监测和预防性维护）的合理性假设。

c) 可维修性分析应能体现：
   1）系统设计方案，分析单元的数量和故障率；
   2）单个产品 MTTR 与系统 MTTR 的关系；
   3）宜采用全寿命周期成本（LCC）模型计算运营成本和维修成本费用，使寿命周期成本最低；
   4）LCC 模型应能体现市域线路的应用环境和维护理念；
   5）LCC 应考虑安全相关应用条件和限制信息；
   6）对 LCC 模型中的独立特定因素可进行评价。

8.5.4 RAM 验证

8.5.4.1 可靠性验证

8.5.4.1.1 运行考核期间验证

可靠性验证结合动车组运行考核开展，开展验证的动车组须至少进行 3 个月和 10 万千米的运行考核，按 8.5.2.1.1 的要求进行可靠性验证，若未能实现某项可靠性指标，应继续可靠性考核，直至达标。

8.5.4.1.2 运营后验证

可靠性验证结合载客运营开展，按 8.5.2.1.2 的要求进行可靠性验证，开展验证的动车组可靠性指标应持续 6 个月达到要求，若未能实现某项可靠性指标，应继续可靠性考核，直至连续 6 个月内达标。

8.5.4.2 可维修性验证

可维修性验证在可靠性验证期间完成，按公式（6）计算可维修性指标，与目标值进行对比，以证明动车组可维修性指标是否满足。

8.5.4.3 可用性验证

在可靠性和维修性指标验证结束后，按公式（7）计算可用性指标，与目标值进行对比，以证明动车组可用性指标是否满足。

9 评估方法

9.1 风险分析

9.1.1 概述

根据GB/T 21562.2—2026的要求开展风险分析活动，包含危害识别、风险评估、形成安全需求和控制措施。

9.1.2 危害识别

9.1.2.1 应开展初步危害分析、系统危害分析、接口危害分析、操作与维护危害分析，以便充分识别市域（郊）铁路动车组危害。

9.1.2.2 应对危害对应的风险进行分析，确定相关风险是否“广泛可接受”，如果风险非常小，或者不会对人体造成伤害或只是对可用性有影响而对安全性没有影响，此时由危害造成的风险可被归入“广泛可接受”，不用再对这些危害进一步规定。

9.1.2.3 风险分析识别出来的危害应在危害日志中进行管理。

9.1.3 风险评估

9.1.3.1 如果危害对应的风险不是“广泛可接受”的，应选择风险接受准则继续开展风险分析活动，然后对风险进行评估。

9.1.3.2 风险接受准则包括实施规程（COP）、与类似参考系统进行比较和明确的风险估计（ERE）三种方式。

9.1.4 安全需求

9.1.4.1 对不可接受危害应形成安全需求，减轻危害发生的频率和严重程度，从而降低危害对应的风险。

9.1.4.2 安全需求有功能安全需求、技术安全需求和情景安全需求。

9.1.4.3 对于功能安全需求，应取得相应的 SIL 评估报告和证书。

9.1.4.4 对于技术安全需求，宜优先选择 COP 或类似相似系统证明风险可接受。

9.1.4.5 情景安全需求包含运营安全需求和检修维护安全需求，应进行运营维护危害分析，并在相关使用操作手册和检修维护规程中说明。

9.1.4.6 当选择明确的风险估计原则证明风险可接受时，应制定风险接受矩阵，以保证施加相关安全需求和防护措施后，风险降低到可接受程度，风险接受矩阵应符合附录 D 的规定。

9.2 伴随项目生命周期的评估

评估工作覆盖V生命周期第1～第9阶段的输入输出活动，且评估工作与产品研制工作基本同步开展，涵盖系统定义、隐患分析、风险评估、系统需求、系统/子系统设计、制造、安装、测试验证，直至系统确认。

9.3 基于证据的抽样化评估

评估方根据产品的重要度、安全性分级、技术成熟度等维度确定文件检查、现场审核及测试见证的抽样评估内容，通过文件检查、现场审核及测试见证的工作形式获取和评价客观证据，基于对所获得的客观证据进行评估判断。

9.4 交互认可

对通用应用安全评估采取交互认可的方法，不再对该部分进行重复工作。交互认可基于现有的定型评估结论，应至少评估以下内容：

a) 识别新应用与原始参考通用应用之间的差异，包括新应用操作和环境条件与原通用应用相同或类似的证据，相关技术要求应适用于新应用；
b) 确认满足差异所需的技术、操作和程序的认可证据；
c) 评估差异而导致的风险。

9.5 以安全需求为导向的评估

产品的技术安全按照8.3.2展示的技术安全的评估要点，识别安全需求规范内容。在开始评估前，应充分识别产品各系统的安全需求规范内容，建立产品各系统的安全需求评估矩阵，在各个评估阶段审核并记录安全需求实现的客观证据，实现产品技术安全的正向评估。

10 评估方式

10.1 概述

产品定型评估的四个阶段评估将采取以下一种和多种方式相结合的评估方式：文件检查、现场审核（含设计现场和制造现场）、测试见证。

10.2 文件检查

根据评估内容的要求，对产品相关的文件进行系统的、有目的的审查、核对与评估，以验证和确认产品的安全需求、RAM需求、安全管理和质量管理的完整性、准确性、一致性和可追溯性。文件检查方式应用于产品的各个评估阶段。

10.3 现场审核

评估方应亲临产品的设计、制造现场，对产品的管理体系、过程、产品和服务，通过访谈、观察、查阅记录和实地验证等方式，进行系统、有目的的审查、核对与评估，以验证和确认被评估方具有持续的提供合格产品的质量保证能力。现场审核方式应用于产品的策划阶段评估、设计阶段评估和制造阶段评估。

10.4 测试见证

根据确认后的型式试验大纲，评估方应亲临型式试验测试现场，对型式试验过程中的环境条件、参数设置、人员操作、测试仪器、数据记录等关键环节进行观察、审查和记录，以验证和确认型式试验测试过程的符合性，测试操作的正确性，试验结果的真实性与有效性。测试见证方式应用于产品的制造阶段评估和测试阶段评估。

11 评估流程

11.1 启动会

在正式评估前，应召开定型评估启动会。启动会之前，评估方应与被评估方协商，编制完成定型评估方案和定型评估计划初稿。在启动会上，相关各方应对定型评估方案和定型评估计划进行详细讨论并达成一致。启动会后下发正式定型评估方案和定型评估计划，启动策划阶段评估，后续的各项评估工作应按照定型评估方案和定型评估计划实施。

11.2 策划阶段评估

应对生命周期第1～第5阶段产品输出的相关技术文件进行评估，评估内容包括安全流程评估、技术安全评估和RAM评估，其中技术安全评估应按照附录C逐条评估，并记录相应的证明载体，形成安全需求评估矩阵，安全需求评估矩阵的格式应符合附录E的规定。对于评估过程中审核的文件以及发现的问题，应形成策划阶段评估文件检查单。

评估方应发布策划阶段评估文件检查单和安全需求评估矩阵记录表，被评估方应组织相关方及时答复，关闭问题。

11.3 设计阶段评估

策划阶段评估提出的A类问题关闭后，启动设计阶段评估。对生命周期第1～第6阶段产品输出的相关技术文件进行评估，评估内容包括安全流程评估、技术安全评估和RAM评估，其中技术安全评估应按照附录C逐条评估，并记录相应的证明载体，形成安全需求评估矩阵，安全需求评估矩阵的格式应符合附录E的规定。对于评估过程中审核的文件以及发现的问题，应形成设计阶段评估文件检查单。

评估方应发布设计阶段评估文件检查单和安全需求评估矩阵记录表，被评估方应组织相关方及时答复，关闭问题。设计阶段评估结束后，应发布设计阶段定型评估报告。

11.4 制造阶段评估

设计阶段评估提出的A类问题关闭后，启动制造阶段评估。对生命周期第7-第8阶段产品输出的相关技术文件和生产制造现场进行评估，评估内容包括安全流程评估、技术安全评估、RAM评估和质量管理评估，其中技术安全评估应按照附录C逐条评估，并记录相应的证明载体，形成安全需求评估矩阵，安全需求评估矩阵的格式应符合附录E的规定。对于评估过程中审核的文件以及发现的问题，应形成设计阶段评估文件检查单。生产制造现场审核前，应下发现场审核计划，现场审核过程中，应对现场审核的文件以及问题进行记录。

根据产品成熟度、对动车组安全和性能的影响等因素，评估方可选定关键零部件的型式试验进行测试见证。测试见证前，应下发测试见证计划，测试见证过程中，应对测试见证的文件以及问题进行记录。

评估方应发布制造阶段评估文件检查单、安全需求评估矩阵记录表和制造现场审核记录，被评估方应组织相关方及时答复，关闭问题。有测试见证的，应发布测试见证报告。制造现场审核问题关闭后，应发布制造阶段现场审核评估报告。

11.5 测试阶段评估

制造阶段评估提出的A类问题关闭后，启动测试阶段评估。对生命周期第8～第9阶段产品输出的相关技术文件和生产制造现场评估，评估内容包括安全流程评估、技术安全评估和RAM评估，其中技术安全评估应按照附录C逐条评估，并记录相应的证明载体，形成安全需求评估矩阵，安全需求评估矩阵的格式应符合附录E的规定。对于评估过程中审核的文件以及发现的问题，应形成设计阶段评估文件检查单。

根据产品成熟度、对动车组安全和性能的影响等因素，评估方应至少选定一项动车组关键型式试验进行测试见证。测试见证前，应下发测试见证计划，测试见证过程中，应对测试见证的文件以及问题进行记录。

评估方应发布测试阶段评估文件检查单、安全需求评估矩阵记录表和测试见证报告，被评估方应组织相关方及时答复，关闭问题。

11.6 发布评估报告

在策划阶段评估、设计阶段评估、制造阶段评估、测试阶段评估的所有问题关闭后，编制并发布整个产品的定型评估报告。文件检查单、安全需求评估矩阵记录表、制造阶段现场审核评估报告、测试见证报告应作为报告的附件。如果有个别问题因客观原因无法关闭，该问题应作为安全相关的应用条件之一。

12 文件检查单

文件检查单应包含以下内容：

a) 本次评估的主要评估内容；
b) 本次评估审核的文件清单；
c) 本次评估发现的问题记录，问题等级划分应符合表 7 的规定，问题的状态应符合表 8 的规定；
d) 本次评估的阶段评估结论。

文件检查单编制应符合附录F规定。

表7 问题等级分类

等级	描述	定义	示例说明

A	严重	依据标准或合同,在设计或开发过程中发现安全相关的不符合项,它可能引起设计或过程的变更。在所有发现的 A 类不符合项关闭之前,将不会发布建议产品可投入运营的评估报告。	与合同不符。 引用废止标准且在新版标准中内容发生变化。 引用标准中安全相关内容不完整。 系统/部件的相关试验未开展。 试验结果不满足设计或标准要求。 计算公式引用错误、计算结果错误等
B	一般	依据标准,在文件中发现安全相关的不符合项对设计和过程有影响,这将导致所检查文件的版本更新。	危害分析不完整。 隐患相关措施不规范或错误，记录不规范或错误。 型式试验报告为非认可机构或非认可经营范围。 技术记录不满足要求
C	轻微	依据标准，在文件中发现的不符合将不会影响文件、设计和过程的执行,可能需要更新文件版本。	引用废止标准内容且在新版标准中未发生变化。 未确认借用试验报告符合新试验要求，实际满足。 除参数、数据、公式、结果等方面的错误
None	无类别项	无法判别问题的严重性,需要进一步提供支撑文件来识别。	由于提供的信息有限，无法对评估意见进行分类。 起备注提醒作用或者用来要求项目组提供补充信息。 其他无法归为 A、B、C 类的不影响安全的问题

表8　问题状态分类

状态	定义
开口	问题提出后，相关方未答复之前的状态，或者相关方答复后，但评估方不同意该答复意见的状态。
解决	问题提出后，相关方已答复，评估方也同意该答复意见，但相应整改措施尚未完成的状态。
关闭	问题提出后，相关方已答复并提供客观证明载体，评估方确认问题关闭的状态。

13　评估报告

评估方应编制定型评估报告，包含：

a)　应识别产品的的所有评估内容齐备；

b)　应记录定型评估各评估阶段的文件、活动及结果；

c)　对于交叉接受的的系统/子系统/部件，应评估确认既有系统/子系统/部件安全集成到新产品的边界条件和相关环境；

d)　对本项目所有隐患的风险等级进行总结、评估，提出进一步控制风险的建议。

e)　应提供一个结论：安全流程和 RAM 管理流程的具体要求是否已经被充分执行，相关产品的技术安全内容要求是否已得到满足，生产现场是否具备批量生产合格产品的质量保证能力，所有隐患的风险是否处于可接受状态。

产品定型评估报告的编制应符合附录G的规定。

14　评估输出

各个评估阶段评估方的评估输出应符合表9的规定。

表9　定型评估各评估阶段输出

交付物	评估阶段			
	策划阶段评估	设计阶段评估	制造阶段评估	测试阶段评估
定型评估计划	提交	更新(如需)	更新(如需)	更新(如需)
安全需求评估矩阵记录表	提交	提交	提交	提交
文件检查单	提交	提交	提交	提交
设计阶段定型评估报告	—	提交	—	—
制造现场审核计划	—	—	提交	—
制造现场审核报告	—	—	提交	更新(如需)
测试见证计划	—	—	提交(如需)	提交
测试见证报告	—	—	提交(如需)	提交
定型评估报告/证书	—	—	—	提交

附 录 A
（规范性）
定型评估方案

A.1 概述

描述本项目的来源、方案编制的目的和意义。

A.2 产品概况

描述被评估项目的基本情况，包含但不限于项目研发制造主要里程碑节点、动车组的系统组成、动车组总体技术参数、动车组运营工况及使用环境等内容。

A.3 术语、定义和缩略语

描述帮助理解本评估方案的术语、定义或缩略语，不作强制规定。

A.4 评估对象及范围

描述本项目的评估对象，包括但不限于动车组、相关子系统，动车组与信号、线路、接触网等的接口。按照V生命周期的维度明确本项目的评估范围，说明评估覆盖GB/T21562.1-2026的哪些生命周期阶段及对应的该产品具体的研发制造阶段。

A.5 评估依据

描述本项目评估依据的国际安全标准、国家及行业法律法规、国内行业标准规范、项目技术规格书及合同文件要求等内容。

A.6 评估阶段

描述本项目的评估阶段划分，以及与V生命周期、产品具体设计阶段的对应关系。

A.7 评估内容

描述本项目的评估内容以及评估的重点、评估思路，包括但不限于安全管理的评估、技术安全评估、RAM评估以及质量管理控制的评估。

A.8 组织机构与职责

描述独立评估单位的资质与独立性说明、评估组织架构、评估人员配置及资格要求及评估专业分工，建设单位/运营单位/制造单位等与评估相关单位的职责及分工，评估工作质量保证机制等内容。

A.9 评估方法

描述独立安全评工作估遵循的工作方法，包括但不限于风险分析的方法、伴随生命周期的评估、基于证据的抽样化评估、正向评估等工作方法。

A.10 评估方式

描述定型评估工作的工作方式，包括但不限于文件审核、现场审核、测试见证等工作方式。

A.11 评估内容

描述定型评估的工作内容，包括但不限于安全管理评估、技术安全评估、RAM评估以及质量管理评估等内容，其中技术安全评估应详细说明动车组及各子系统的技术安全要点。

A.12 评估输出

描述各阶段定型评估的输出交付物，包括但不限于评估方案、评估计划、安全需求评估矩阵、文件检查单、设计阶段定型评估报告、制造现场审核计划、制造现场审核报告、测试见证计划、测试见证报告、定型评估总报告等。对于评估过程中发现问题的等级和状态分类，也应作出描述。

附 录 B
（规范性）
定型评估计划

B.1 概述

描述项目来源、评估计划编制的依据等内容。

B.2 产品概况

描述产品的总体情况、主要研制里程碑节点等。

B.3 术语、定义和缩略语

描述帮助理解本评估计划的术语、定义或缩略语，不作强制规定。

B.4 组织机构与职责

描述独立评估单位的资质与独立性说明、评估组织架构、评估人员配置及资格要求及评估专业分工，建设单位/运营单位/制造单位等与评估相关单位的职责及分工，评估工作质量保证机制等内容。

B.5 评估流程

描述整个评估活动的主要流程及主要工作内容，包含但不限于启动会、策划阶段评估、设计阶段评估、制造阶段评估、测试阶段评估及评估报告编制等。

B.6 工作计划

综合考虑项目进度、资源合理配置等因素，明确评估工作的具体工作计划，含评估内容、参加单位、评估地点以及大概的评估时间等。评估方需与被评估方协商，明确在各个评估阶段被评估方应提供的文件清单。

B.7 评估输出

描述在各个评估阶段评估方应输出的文件名称及文件编号，包括但不限于评估方案、评估计划、安全需求评估矩阵、文件检查单、设计阶段定型评估报告、制造现场审核计划、制造现场审核报告、测试见证计划、测试见证报告、定型评估总报告等。

附 录 C
（规范性）
技术安全评估要求

C.1 概述

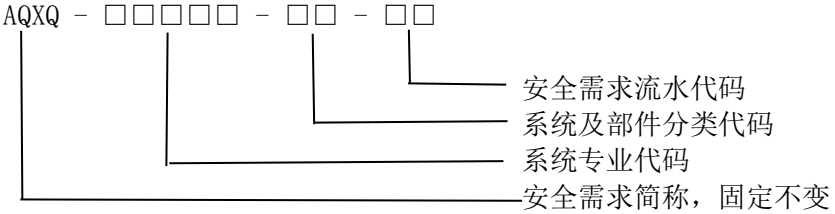
按照产品的结构框架和系统分类，编制了产品不同系统或技术专业的安全需求评估矩阵，产品定型评估应按照本附录在不同的评估阶段对这些技术安全要求进行确认和记录。

系统集成安全需求评估矩阵应符合表C.1的规定，车体安全需求评估矩阵应符合表C.2的规定，转向架及其辅助安全需求评估矩阵应符合表C.3的规定，外门安全需求评估矩阵应符合表C.4的规定，供风制动安全需求评估矩阵应符合表C.5的规定，网络及辅助监控安全需求评估矩阵应符合表C.6的规定，牵引及主供电安全需求评估矩阵应符合表C.7的规定，辅助电气及驾驶设施安全需求评估矩阵应符合表C.8的规定，旅客信息安全需求评估矩阵应符合表C.9的规定，空调安全需求评估矩阵应符合表C.10的规定，车内设施安全需求评估矩阵应符合表C.11的规定，车窗安全需求评估矩阵应符合表C.12的规定，风挡安全需求评估矩阵应符合表C.13的规定，防火安全需求评估矩阵应符合表C.14的规定，电磁兼容安全需求评估矩阵应符合表C.15的规定，自动驾驶安全需求评估矩阵应符合表C.16的规定。表C.17为系统采用新技术、新结构、新材料、新工艺、新设备、新运营环境等补充的其他安全需求评估矩阵示例，如氢能源技术等。

C.2 产品安全需求评估矩阵说明

安全需求编码规则如下：

AQXQ - □□□□□ - □□ - □□



系统专业代码：2～5位英文字母，例如：系统集成采用train表示，车体采用carb表示，具体应符合表C.1～C.16的规定；

系统及部件分类代码:系统层面的安全需求用00表示，系统所含的零部件级安全需求用01、02等顺序表示，例如C.3转向架系统，00表示转向架系统，01表示构架，02表示车轴等等。

安全需求流水代码：同一个系统的安全需求进行流水编码。

C.3 需求矩阵内容

需求矩阵每列内容说明如下：

a） 安全需求名称：技术安全要求的简化描述；
b） 系统/部件：技术安全要求的系统/部件名称，如车体；
c） 需求类别：技术安全要求的分配，动车组、系统和部件可选择；
d） SIL等级：安全完整性等级，1-4的数字；
e） 需求来源：合同、标准规范和风险分析可选择；
f） 合同号/标准号：标准号应有年代号；各系统安全需求表中的执行标准号为市域（郊）铁路动车组通用配置，具体标准可以根据具体车型、业主合同等要求进行变更，但应提供合理、可接受的客观证据；
g） 安全需求规范内容：简化描述具体的技术安全要求要达到的目标。

表C.1　系统集成安全需求评估矩阵

需求编号	需求名称	系统/部件	需求类别	SIL等级[a]	需求来源	标准号	条款号	安全需求规范内容
AQXQ-TRAIN-00-01	车辆限界符合相关规定	整车	整车	无	标准规范	TB/T 3597—2024	6.1.1	内通型动车组限界应符合TB 10624的规定；外通型动车组限界应符合TB 10624和GB 146.1的规定。
		整车	整车	无	标准规范	GB146.1—2020	7.1	机车车辆上部限界为车限-1A
		整车	整车	无	标准规范	GB146.1—2020	7.2.1	进入GB146.1—2020建限-1和建限-3的机车车辆下部限界为车限-1B
		整车	整车	无	标准规范	GB146.1—2020	7.2.2	进入GB146.1—2020建限-4的机车车辆下部限界为车限-1C
AQXQ-TRAIN-00-02	车辆重量及均衡符合相关规定	整车	整车	无	标准	TB/T 3597—2024	6.2.12	车辆称重按照TB/T 1740进行，并符合以下要求： a)在超员状态下每轴上所测得的重量不应大于最大设计轴重； b)每个车轮上测得的轮重与该轴两轮平均轮重之差不应超过±4%。
		整车	整车	无	标准	TB/T 3597—2024	6.3	载荷工况：整备状态、定员状态和超员状态，其中司乘人员乘80kg，旅客人员乘60kg； 定员状态：座席与站立人数之和，站立人数宜按4人/m^2计算。 超员状态：座席与站立人数之和，站立人数宜按6 人/m^2～8人/m^2计算。
		整车	整车	无	标准	TB/T 3597—2024	5	轴重：≤17 t。
		整车	整车	无	标准	TB/T 3597—2024	10.14	按照TB/T 1740进行称重试验。
AQXQ-TRAIN-00-03	车辆的曲线通过能力符合相关规定	整车	整车	无	标准	TB/T 3597—2024	6.2.4	动车组曲线通过能力应满足TB 10624的要求，特殊条件下，应能通过R180m圆曲线和夹直线长度为10m的R180m S型曲线，在单车调车时应能通过R150m圆曲线。
		整车	整车	无	标准	TB/T 3597—2024	10.16	按照TB/T 3597—2024中10.16要求开展曲线通过试验。
AQXQ-TRAIN-00-04	车辆水密性符合相关规定	整车	整车	无	标准	TB/T 3597—2024	6.2.10.1	水密性符合TB/T 1802的规定，不应有渗漏水的现象。
		整车	整车	无	标准	TB/T 3597—2024	10.25.2	按照TB/T 1802规定进行试验。
		整车	整车	无	标准规范	TB/T 1802—2016	4.1.2	动车组喷水强度不低于6mm/min或者整个喷水强度能实现0.5立方米每分钟，均匀喷射，喷头处的水压不小于0.30MPa。
		整车	整车	无	标准	TB/T 1802—	5.1.2	喷水结束后10min～20min内，检查车内各部位无渗漏。

需求编号	需求名称	系统/部件	需求类别	SIL等级[a]	需求来源	标准号	条款号	安全需求规范内容
					规范	2016		
AQXQ-TRAIN-00-05	车辆气密性符合相关规定	整车	整车	无	标准	TB/T 3597—2024	6.2.10.2	在整备状态下，单节车辆门窗及空调设备的对外开口关闭时，车内外压力差由P_1降至1kp的时间不低于： 200km/h:P_1=4000Pa，40s 160km/h:P_1=2600Pa，18s 120/140km/h:P_1=2100Pa，15s
		整车	整车	无	标准	TB/T 3597—2024	10.25.1	按照TB/T 3597—2024中10.25.1要求开展车辆气密性试验。
AQXQ-TRAIN-00-06	车辆运行考核	整车	整车	无	标准规范	—	—	3个月和10万千米（重车5万千米和空车5万千米）
[a]SIL等级应符合GB21562.2—2026中10.2.7的要求。								

表C.2　车体安全需求评估矩阵

需求编号	需求名称	系统/部件	需求类别	SIL等级	需求来源	标准号	条款号	安全需求规范内容
AQXQ-CARB-00-01	防撞性能	车体	系统	无	标准	GB/T 44511—2024	5.2	碰撞场景：两列相同编组列车以25km/h的速度碰撞
		车体	系统	无	标准	GB/T 44511—2024	6.3	防爬性能：车辆应具有防爬性能，在规定的碰撞场景下，列车间和车辆间不应发生爬车
		车体	系统	无	标准	GB/T 44511—2024	6.4	生存空间： 乘客座位区域的车体结构纵向压缩变形量任意5m长度内不应大于50mm，或局部结构塑性应变不应大于10%； 车辆结构端部区域作为乘客区，车辆端部5m长度内车体纵向压缩变形量不应大于100mm； 在临时占用区，横向尺寸超过 250mm 区段，其结构纵向压缩变形量不应大于原结构长度的30%； 司机室生存空间要求：在临近司机室座椅应保持一个长度和宽度至少为750mm、高度至少为地板面与顶板面间原始高度80%的生存空间。
		车体	系统	无	标准	GB/T 44511—2024	6.5	加速度：30 ms 容许的平均减速度为10g；120 ms 容许的平均减速度为5g
		车体	系统	无	标准	GB/T 44511—2024	6.6	排障器：当车辆端部结构达到GB/T 44511—2024中表6的强度要求，具有抵御低小障碍物撞击的能力时，车辆前端可不安装排障器
		车体	系统	无	标准	GB/T 44511—2024	6.7	扫石器：当车辆运行时，任何情况下排障器下边缘都低于轨面上方130mm时，可不设置扫石器。如设置扫石器，扫石器结构应承受GB/T 44511—2024中表7中的纵向静载荷，扫石器及其在轴箱或构架上的安装结构不应产生明显永久变形。
AQXQ-CARB-00-02	曲线通过能力	车体	系统	无	风险分析	—	—	车辆通过最小曲线时，车钩曲线通过能力满足车体之间不发生碰撞的要求。
AQXQ-CARB-00-03	水密性	车体	系统	无	标准	TB/T 1802—2016	3.2.2	车辆钢结构落成后应进行水密性试验（铝合金通长焊接车体除外）
AQXQ-CARB-00-04	车体强度	车体	系统	无	标准	TB/T 3597—2024	7.7.2.1	车体结构强度应满足纵向压缩静载荷不低于1200 kN，纵向拉伸静载荷不低于960 kN。外通型动车组车体结构强度应符合TB/T 3451和TB/T 3548的规定，其中乘客质量符合TB/T 3597—2024表7的规定。
		车体	系统	无	标准	TB/T 3451—2016	7. 1	在TB/T 3451—2016中6.3、6.4、6.5 和6.6 规定的静载荷工况下，应力不应大于材料屈服强度 R_{eH}。或规定非比例延伸强度 $R_{p0.2}$。 动车组车体结构常用材料及其主要力学性能参见TB/T 3451—2016附录A。

需求编号	需求名称	系统/部件	需求类别	SIL等级	需求来源	标准号	条款号	安全需求规范内容
AQXQ-CARB-00-05	车体刚度	车体	系统	无	标准	TB/T 3597—2024	7.7.1.3	在允许的各种载荷下车体挠度值应保证所有客室和司机室门操作自如,其静挠度不超过两转向架支承点之间距离的1‰，最大垂直载荷作用下车体不应产生低于水平基准的负挠度。
AQXQ-CARB-00-06	车体疲劳强度	车体	系统	无	标准	TB/T 3451—2016	7.2.3	在6.7和6.8规定的载荷作用下,应力不应大于材料的疲劳极限。当材料疲劳极限出现在不大于10^7次循环时，取该疲劳极限。当材料没有规定疲劳极限或疲劳极限出现在大于10^7次循环时，疲劳极限取10^7次循环时的疲劳强度。
		车体	系统	无	标准	TB/T 3451—2016	6.8	利用TB/T 3451—2016中7.2.1得出的S-N曲线，根据Palmgren-Miner法则计算TB/T 3451—2016中6.7和6.8中每个载荷工作用10^7次循环产生的损伤。TB/T 3451—2016中6.7和6.8分别累积所有载荷工产生的损伤得到总损伤，总损伤均应低于1。
AQXQ-CARB-00-07	车顶防滑	车体	部件	无	风险分析	—	—	车顶具有防滑功能
AQXQ-CARB-00-08	车体模态	车体	系统	无	标准	TB/T 3597—2024	7.7.2.2	车体结构刚度在整备状态车体的一阶垂向弯曲模态频率与转向架浮沉频率应错开,或车体一阶垂向弯曲模态频率大于10Hz,避免车体与转向架悬挂系统间发生共振
AQXQ-CARB-01-01	车钩强度	车钩	部件	无	标准	TB/T 3143—2018	6.2	钩缓装置强度按照类型分别满足TB/T 3143—2018中6.2条款的规定。
AQXQ-CARB-01-02	车钩救援联挂	车钩	部件	无	标准	TB/T 3143—2018	6.3.5	钩缓装置中空气管路应能保证在用0.88MPa～1MPa的风压进行试压时，空气管路的风压在3min内压降不大于20kPa

表C.3　转向架及其辅助安全需求评估矩阵

需求编号	需求名称	系统部件	需求类别	SIL等级	需求来源	标准号	条款号	安全需求规范内容
AQXQ-BOG-00-01	转向架动力学	转向架	动车组	无	标准	GB/T 5599—2019	10.1.1.2	曲线半径为250≤R≤400m,脱轨系数(Q/P)≤1.0； 曲线半径R＞400m,脱轨系数(Q/P)≤0.8。（Q，横向力；垂向力，P)
		转向架	动车组	无	标准	GB/T 5599—2019	10.1.1.3	速度≤160km/h,轮重减载率≤0.65；速度＞160km/h,轮重减载率≤0.8
		转向架	动车组	无	标准	GB/T 5599—2019	10.1.1.4	轮轴横向力 $H \leq 15+P_0/3$
		转向架	动车组	无	标准	TB/T 3597—2024	6.2.5	平稳性指标：司机室≤2.75，客室≤2.5，舒适度指标：司机室≤3.0，客室≤2.0
AQXQ-BOG-01-01	构架安全	构架	部件	无	标准	TB/T 3549.1—2019	5.1	转向架构架的结构设计应确保: a)在超常载荷作用下，转向架构架不应出现永久变形； b)在运营载荷作用下，转向架构架在其设计寿命期限内不应出现疲劳裂纹。
AQXQ-BOG-02-01	车轴安全	车轴	部件	无	标准	TB/T 2945—1999	5.3.8	仅适用LZ50车轴：用经一次正火处理的样坯制成的试样，测出钢的力学性能应符合TB/T 2945—1999中表5的规定；
		车轴	部件	无	标准	TB/T 2945—1999	5.5.1	仅适用LZ50车轴：经热处理后的车轴钢力学性能应符合TB/T 2945—1999中表6规定。
		车轴	部件	无	标准	TB/T2945—1999	8.1	仅适用LZ50车轴：半精加工和精加工车轴应采取经买方指定或认可的防锈措施，并包扎完好，在正常条件下，一年内不得锈蚀。中心孔应用油脂堵满，以免杂质侵入。
		车轴	部件	无	风险分析	—	—	使用EA4T材质的车轴的拉伸特性、冲击特性、残余应力等符合相关行业标准规范的要求。
AQXQ-BOG-03-01	车轮安全	车轮	部件	无	标准	TB/T 2708—2023	5.2.1.4	仅适用整体辗钢车轮：化学成分满足TB/T 2708—2023中表3不同元素的最大百分比的规定
		车轮	部件	无	标准	TB/T 2708—2023	5.3.1.1	仅适用整体辗钢车轮：拉伸特性满足TB/T 2708—2023中表4的相关要求
		车轮	部件	无	标准	TB/T 2708—2023	5.3.3.1	仅适用整体辗钢车轮：轮辋的硬度特性满足TB/T 2708—2023中表6的相关要求
		车轮	部件	无	标准	TB/T 2708—2023	5.3.2.1	仅适用整体辗钢车轮：抗冲击特性满足TB/T 2708—2023中表5的相关要求
		车轮	部件	无	标准	TB/T 2708—2023	5.3.6.1	仅适用整体辗钢车轮：疲劳特性满足TB/T 2708—2023中表8的相关要求
		车轮	部件	无	标准	TB/T 2708—2023	5.10.1.1	仅适用整体辗钢车轮：精加工车轮的残余静不平衡量应小于等于75g·m，标记为E2。

需求编号	需求名称	系统部件	需求类别	SIL等级	需求来源	标准号	条款号	安全需求规范内容
		车轮	部件	无	风险分析	—	—	使用 ER7、ER8、ER9、ER8C 材质的钢车轮化学成分、轮辋硬度、拉伸特性、冲击特性、疲劳特性、静不平衡等符合相关行业标准规范的要求。
AQXQ-BOG-04-01	一系簧安全	一系簧	部件	无	标准	TB/T 2211—2018	7.2.2.1	除另有规定外，对于 A 类和 B 类弹簧，其轴向刚度公差应在规定值的±5%范围内。
		一系簧	部件	无	标准	TB/T 2211—2018	7.2.2.2	A 类弹簧，除另有规定外，横向刚度的公差应在规定值的±15%范围内。对于有效圈数少于 5 的弹簧，其公差范围应由供需双方商定。
		一系簧	部件	无	标准	TB/T 2211—2018	7.2.2.3	弹簧产生的两个弯曲方向间的夹角应小于或等于 30°。
		一系簧	部件	无	标准	TB/T 2211—2018	7.6	机械特性：1.硬度：弹簧表面硬度值见表 7（42HRC～51HRC）。芯部硬度值与表面硬度值相差不应超过 3HRC。
AQXQ-BOG-05-01	空气弹簧安全	空气弹簧	部件	无	标准	TB/T 2841—2019	6.1.2	耐低温性能符合 TB/T 2841—2019 中表 2 的规定。
		空气弹簧	部件	无	标准	TB/T 2841—2019	6.1.3	胶片两面均不应出现裂纹或龟裂。
		空气弹簧	部件	无	标准	TB/T 2841—2019	6.1.4	样片硬度变化量不应超过±5H^{A}。
		空气弹簧	部件	无	标准	TB/T 2841—2019	6.1.5	样片体积减少量不应超过 200mm^{3}。
		空气弹簧	部件	无	标准	TB/T 2841—2019	6.2.2	最大水平位移下的外观：各零部件不应出现不可恢复的变形或损伤，进行气密性检查不应泄露。恢复至无水平位移状态，最大水平位移试验后压力下降量不应超过 10KPa。
		空气弹簧	部件	无	标准	TB/T 2841—2019	6.2.3	帘布层间的粘合墙布不应小于 6 N/mm。
		空气弹簧	部件	无	标准	TB/T 2841—2019	6.2.4	极限垂向工作载荷下的外观：极限垂向工作载荷充气试验是，气囊不应出现撕裂、裂纹等破坏性的状态，橡胶堆不应出现鼓包、开裂及其他不可恢复的损伤
		空气弹簧	部件	无	标准	TB/T 2841—2019	6.2.5	气密性：进行常温和低温气密性试验，压力下降量不应超过 10KPa
		空气弹簧	部件	无	标准	TB/T 2841—2019	6.2.6	疲劳性能：疲劳试验结束后，疲劳性能满足 TB/T 2841—2019 中 6.2.6 条款 a）～i)条要求。

需求编号	需求名称	系统部件	需求类别	SIL等级	需求来源	标准号	条款号	安全需求规范内容
		空气弹簧	部件	无	标准	TB/T 2841—2019	6.2.7	爆破压力性能：爆破压力 P_B 不应小于三倍的最大工作压力，且最小值不小于 2.0MPa
		空气弹簧	部件	无	标准	TB/T 2841—2019	6.4.1	空气弹簧刚度包含垂向静态刚度、水平静态刚度、扭转静态刚度、垂向动态刚度、水平动态刚度、扭转动态刚度，具体要求满足用户的规定
AQXQ-BOG-06-01	基础制动装置安全	制动盘	部件	无	标准	TB/T 2980—2023	4.8.1	制动盘残余不平衡值符合 TB/T 2980—2023 中表 6 规定
		制动盘	部件	无	标准	TB/T 2980—2023	4.12.1	1:1 制动动力性能要求：制动动力性能要求制动盘与匹配闸片配对，按 TB/T 2980—2023 中附录 A、附录 B 或附录 C 进行 1:1 制动动力试验后，紧固件应无松动及损坏现象，制动盘摩擦面不应出现长度超过 10mm 的目视可见初裂纹。
		制动盘	部件	无	标准	TB/T 2980—2023	4.12.2	疲劳性能要求：制动盘与匹配闸片配对，按 TB/T 2980—2023 中附录 A、附录 B 或附录 C 进行疲劳试验后，紧固件应无松动及损坏现象，制动盘摩擦面不应出现长度超 30mm 的目视可见初裂纹。
		制动盘	部件	无	标准	TB/T 3597—2024	7.2.4.5	制动盘和闸片的热容量应满足动车组正常运营工况的要求，并具有最高运营速度下连续两次紧急制动的能力。
		制动盘	部件	无	风险分析	—	—	热容量计算，进行热容量计算，至少包括以下工况：1.最高设计速度纯空气一次紧急制动；2.线路运营一个往返，每站纯空气最大常用制动；3.长大坡道制动满足线路运营需求。
		制动软管	部件	无	风险分析	—	—	制动软管的气密性、最低爆破压力性能满足技术要求。
		夹钳及踏面	部件	无	风险分析	—	—	制动夹钳和踏面制动单元的静强度及疲劳性能满足技术要求。
AQXQ-BOG-07-01	联轴节安全	联轴节	部件	无	风险分析	TB/T 3311—2018	4.3.13	鼓形齿联轴器试验完成后解体检查要求： a) 锥面配合状态检查：接触应均匀，无波浪接触痕迹、弛缓、擦伤、变形等异常现象； b) 零部件表面状态检查：各零部件表面无变形、损坏，紧固件无松动； c) 齿面啮合状态检查：鼓形齿及内齿套啮合齿面接触痕迹应轻微均匀，无磨损、腐蚀、损坏等异常现象；
		联轴节	部件	无	风险分析	TB/T 3311—2018	5.7	根据设计工况要求，在试验台上对鼓形齿联轴器进行变位能力测试，包括最大轴向位移和最大径向位移，检验联轴器是否能够自由转动。
AQXQ-BOG-08-01	抗侧滚装置安全	抗侧滚扭杆装置	部件	无	风险分析	TB/T 3285—2019	4.3.3.4	扭杆的强度应满足以下要求: a)超常载荷工况测得的应力值不应超过扭杆材料的屈服极限； b)在试验过程中扭杆和扭臂之间不应有任何形式的相对移动；

需求编号	需求名称	系统部件	需求类别	SIL等级	需求来源	标准号	条款号	安全需求规范内容
								c)试验前后扭臂高度差变化不应大于 1mm； d)试验前后整体刚度变化率不应大于 5%； e)在整个疲劳试验过程中，扭杆不应出现裂纹和断裂现象。
AQXQ-BOG-09-01	油压减振器安全	油压减振器	部件	无	标准	TB/T 1491—2015	5.2.5	耐久性试验和泄漏试验。耐久性试验后阻尼力变化率不超过 10%，泄露试验后不渗漏。
AQXQ-BOG-10-01	轴温监测装置	轴温监测装置	部件	无	标准	TB/T 3597—2024	7.8.5.4	设置轴箱、齿轮箱温度监测装置
AQXQ-BOG-11-01	排障装置安全	排障装置	部件	无	标准	TB/T3548—2019	6.3.6	转向架构架连接装置承受惯性载荷： 超载载荷工况： a）垂向载荷：轮对中心±20g，转向架中心±10g,其它位置通过线性内插值或外推法获得。 b）横向载荷：轮对中心±10g，转向架中心±5g,其它位置通过线性内插值或外推法获得。 c）纵向载荷：机车、动车组、客车±3g,货车±5g。 运营载荷工况： a）垂向载荷：轮对中心±6g，转向架中心±3g,其它位置通过线性内插值或外推法获得。 b）横向载荷：轮对中心±5g，转向架中心±2.5g,其它位置通过线性内插值或外推法获得。 c）纵向载荷：±2.5g。
AQXQ-BOG-12-01	撒砂装置安全	撒砂装置	部件	无	标准	GB/T 21563—2018	8	功能振动满足 GB/T 21563—2018 中表 1 的要求，功能振动持续时间应确保完成所有的功能测试（见 GB/T 21563—2018 中 6.4.2）的项目
		撒砂装置	部件	无	标准	GB/T 21563—2018	9	模拟长寿命振动满足表 2 的要求，被试设备应在垂向、横向、纵向各自完成 5h 的试验，其总试验时间应达到 15h。
		撒砂装置	部件	无	标准	GB/T 21563—2018	10	冲击试验满足表 3 的要求，被试设备应在垂向、横向、纵向 3 个轴向分别进行正向、反向各 3 次冲击。
AQXQ-BOG-13-01	齿轮箱安全	齿轮箱	部件	无	标准	TB/T 3134—2023	5.2.8	动车组驱动齿轮箱静强度试验中， 齿轮箱箱体及吊杆体(C 型支架)关键部位的应力不应超过材料屈服极限
		齿轮箱	部件	无	标准	TB/T 3134—2023	5.2.9	动车组驱动齿轮箱进行淋水试验后， 目视润滑油不应存在乳化现象。

表C.4　外门安全需求

需求编号	需求名称	系统部件	需求类别	SIL等级	需求来源	标准号	条款号	安全需求规范内容
AQXQ-DOOR-00-01	侧门通过性	侧门	系统	无	标准	TB/T 3597—2024	7.12.2.1	单开侧门净开度大于或等于1100mm，双开侧门净开度大于或等于1300mm，侧门高度大于或等于1850mm。
AQXQ-DOOR-00-02	强度性能	侧门	系统	无	标准	TB/T 3454.1—2016	7.4.7.1	按图1规定位置，在距离动车组地板1300mm处的客室侧门上，均匀分布于200mm宽的区域内，作用大小为1kN/m的力，持续15分钟后进行检查，结果应符合TB/T 3454.1—2016中6.3.7的规定。
AQXQ-DOOR-00-03	耐振动冲击性	侧门	系统	无	标准	TB/T 3454.1—2016	6.3.9	在GB/T21563—2008规定的1类A级工况下，对客室侧门进行功能性随机振动试验，模拟长寿面振动试验及冲击试验，客室侧门功能应正常，结构应无开焊、开裂和永久变形。
AQXQ-DOOR-00-04	水密性	侧门	系统	无	标准	TB/T 3454.1—2016	6.3.1	在关闭状态下进行水密试验，淋雨停止后至少10分钟，门的非淋雨侧应无水流和水滴痕迹。
AQXQ-DOOR-00-05	气密性	侧门	系统	无	标准	TB/T 3454.1—2016	6.3.5	客室侧门应具有良好的气密性，车门密封部位不应发生啸叫和振动现象，模拟安装在8.5 m^3 ±1.5 m^3 的密闭空间，空间内的压力由4kPa降到1kPa的时间应大于210s或门系统等效泄露面积不应大于20平方米。
AQXQ-DOOR-00-06	隔离功能	侧门	系统	无	标准	TB/T 3454.1—2016	7.3.1.4	操作隔离装置后，塞拉门不应再响应任何开关门按钮信号，也无法通过紧急解锁装置打开车门。
AQXQ-DOOR-00-07	自动/手动锁闭功能	侧门	系统	无	标准	TB/T 3454.1—2016	7.3.1.3	在开关门试验中车门应能实现自动和手动锁闭。
AQXQ-DOOR-00-08	紧急解锁功能	侧门	系统	无	标准	TB/T 3454.1—2016	7.3.1.5	操作门内部紧急解锁装置或外部紧急解锁装置后，可手动将客室侧门打开。用侧力矩扳手检测紧急解锁操作力力矩或用弹簧秤检测操作力，结果应符合6.2.1.7的规定。
AQXQ-DOOR-00-09	障碍检测功能	侧门	系统	无	标准	TB/T 3454.1—2016	6.1.7	客室侧门应具有障碍检测功能，在自动关门过程中遇到障碍物时，门扇应自动返回，应能检测的不小于30×60mm的障碍物；在关门过程中施加在障碍物上的挤压力的峰值力F_p≤300N，第一次关门时的有效力F_e≤150N，进一步关门时的平均有效力F_E≤200N。
AQXQ-DOOR-00-10	声光警示功能	侧门	系统	无	标准	TB/T 3454.1—2016	6.1.6	客室侧门自动开、关门前应有预告声音提示，开、关门过程中应有声音或灯光提示。
AQXQ-DOOR-00-11	侧门安全等级	侧门	系统	SIL2	标准	TB/T 3597—2024	7.12.2.3	客室侧门控制系统应满足SIL2安全等级。

表C.5　供风制动安全需求评估矩阵

需求编号	需求名称	系统部件	需求类别	SIL等级	需求来源	标准号	条款号	安全需求规范内容
AQXQ-BRA-00-01	紧急制动	制动	系统	无	风险分析	—	—	平均减速度：在所有制动（包括独立于车轮/轨道黏着的制动）使用状态下生成的最大平均减速度，应小于 2.5m/s²
		制动	系统	无	标准	TB/T 3597—2024	6.2.7	在任何载荷下，在平直道、干燥轨面上，制动减速度应符合：最高运营速度 120km/h、140km/h、160km/h 紧急制动平均减速度大于或等于 1.2m/s²。最高运营速度 200km/h 紧急制动平均减速度大于或等于 1.1m/s²。
		制动	系统	无	标准	TB/T 3402—2015	4.1.8	响应时间：紧急制动空走时间不大于 3s。
		制动	系统	无	标准	TB/T 3597—2024	6.2.7	正常模式下，在平直道、干燥轨面上，最大载荷工况下，初速度为最高运营速度时紧急制动距离应符合：最高运营速度 120km/h、140km/h、160km/h、200km/h 紧急制动距离限值分别为 500m、650m、850m、1400m。
		制动	系统	无	标准	TB/T 3597—2024	7.2.1.5	空气制动本身应能保证动车组具有完整的制动能力，即使在电制动出现故障的情况，空气制动也能保证动车组所需要的制动性能。
		制动	系统	SIL4	标准	TB/T 3597—2024	7.2.1.12	制动系统应具有安全防护和冗余能力，安全完整性等级要求：紧急制动（列车级）SIL4.
AQXQ-BRA-00-02	常用制动	制动	系统	SIL2	标准	TB/T 3597—2024	7.2.1.12	制动系统应具有安全防护和冗余能力，安全完整性等级要求：常用制动 SIL2.
		制动	系统	无	标准	TB/T 3597—2024	6.2.7	在任何载荷下，在平直道、干燥轨面上，制动减速度应符合：最高运营速度 120km/h、140km/h、160km/h 最大常用制动平均减速度≥1.0m/s²。最高运营速度 200km/h 最大常用制动平均减速度≥0.9m/s²。
AQXQ-BRA-00-03	保持制动	制动	系统	无	风险分析	—	—	保持制动力的选取大于下滑力。
AQXQ-BRA-00-04	停放制动	制动	系统	无	标准	TB/T 3597—2024	7.2.4.8	制动系统设弹簧储能式停放制动装置。停放制动力应能满足超员状态动车组在 30‰坡度线路安全停放的要求。
AQXQ-BRA-00-05	冲击率	制动	系统	无	标准	TB/T 3597—2024	6.2.8	除紧急制动外，列车纵向冲击率不应大于 0.75m/s³。
AQXQ-BRA-00-06	防滑控制	制动	系统	无	标准	TB/T 3597—2024	7.2.1.11	制动系统应具有单轴防滑控制功能，并具有轮径修正等功能，其性能应符合 TB/T 3009 的规定。

需求编号	需求名称	系统部件	需求类别	SIL等级	需求来源	标准号	条款号	安全需求规范内容
		制动	系统	无	标准	TB/T 3597—2024	7.2.1.12	安全完整性等级防滑保护 SIL2。
		制动	系统	无	标准	TB/T 3009—2019	5.2.2.2	在试验中使用一种含有脂肪酸的环保生物可降解的清洗液作减摩液，其浓度为 10% ～15%，不含有砂物质。减摩液可根据黏着的需要进行兑水稀释。
		制动	系统	无	标准	TB/T 3009—2019	5.2.3	动车组防滑运行试验应满足 TB/T 3009—2019 中 5.2.3 要求。
AQXQ-BRA-00-07	管路气密性	制动	系统	无	标准	TB/T 3597—2024	7.2.3.8	压缩空气供给系统的压力值在 5min 内下降不应超过 20kPa;供风被隔离时,制动缸压力在 3min 内下降不应超过 10kPa。
AQXQ-BRA-00-08	储风量	制动	系统	无	标准	GB/T 7928—2003	10.7	列车应有两台或两台以上独立的电动空气压缩机组，当一台机组失效时，其余压缩机组的性能、排气量、供气质量和储风缸容积应均能满足整列车的供气要求；压缩机组应设有干燥器和自动排水装置，压力调节器和安全阀动作值应准确、可靠。储风缸的容积还应满足压缩机停止运转后列车三次紧急制动的用风量。
AQXQ-BRA-00-09	风管标识	制动	系统	无	风险分析	—	—	车内风管应设置标签，方便排查车内用风设备漏风故障。

表C.6　网络及辅助监控安全需求评估矩阵

需求编号	需求名称	系统/部件	需求类别	SIL等级	需求来源	标准号	条款号	安全需求规范内容
AQXQ-TCMS-00-01	司机警惕功能	网络/辅助监控	系统	无	标准	TB/T 3333—2025	6.2.1	根据操作装置的配置选择司机警惕模式。配有警惕按钮、警惕脚踏开关和司机控制器手柄的应选择司机警惕模式1；仅配有司机警惕按钮的应选择司机警惕模式2.
		网络/辅助监控	系统	无	标准	TB/T 3333—2025	6.2.2	警惕模式1： 当司机警惕装置处于启动状态，在30s内未发生任一动作,司机警惕装置应持续发出音频信号和视觉信号；在35s内未发生任一动作，司机警惕装置应输出切除牵引和发出最大常用制动的信号；在40s内未发生任一动作，司机警惕装置应输出紧急制动的信号。 当司机警惕装置处于启动状态，6.2.2.1中任一动作持续时间达到30s时,司机警惕装置应持续发出音频信号和视觉信号；持续时间达到35s时，司机警惕装置应输出切除牵引和发出最大常用制动的信号；持续时间达到40s时，司机警惕装置应输出紧急制动的信号。
		网络/辅助监控	系统	无	标准	TB/T 3333—2025	6.2.3	警惕模式2： 操作装置动作如下：按下警惕按钮。 当司机警惕装置处于启动状态，TB/T 3333—2025中6.2.3.1动作需持续动作。若未发生TB/T 3333—2025中6.2.3.1持续动作，司机警惕装置应立即持续发出音频信号和视觉信号；持续时间达到3s时，司机警惕装置应输出切除牵引；持续时间达到5s时，司机警惕装置应输出紧急制动的信号。
AQXQ-TCMS-00-02	保持制动缓解	网络	系统	无	风险分析	—	—	牵引力大于下滑力时，TCMS缓解保持制动。
AQXQ-TCMS-00-03	车门对位隔离	网络	系统	SIL2	风险分析	—	—	TCMS转发车门/屏蔽门故障信息，用于车门与屏蔽门的对位隔离
AQXQ-TCMS-00-04	动车组限速信息传输	网络	系统	SIL2	风险分析	—	—	对限速条件做逻辑判断（动车组设计速度限速/动车组模式限速/动车组故障状态限速等），TCMS系统对动车组进行限速控制。
AQXQ-TCMS-00-05	牵引/制动控制	网络	系统	SIL2	风险分析	—	—	TCMS 采集司控器手柄或接受信号系统发送的牵引/制动级位，传递给牵引系统或制动系统。
AQXQ-TCMS-00-06	牵引封锁功能	网络	系统	SIL2	风险分析	—	—	对封锁条件进行逻辑判断，输出牵引封锁指令。

需求编号	需求名称	系统/部件	需求类别	SIL等级	需求来源	标准号	条款号	安全需求规范内容
AQXQ-TCMS-00-07	方向控制功能	网络	系统	SIL2	风险分析	—	—	TCMS 根据来自硬线的方向指令信号向牵引系统输出向前和向后指令。针对牵引方向控制功能，在零速状态下如果向前和向后信号同时有效，TCMS 不输出方向指令同时封锁牵引；非零速状态下保持上一个方向状态。
AQXQ-TCMS-00-08	车内火灾联动功能	网络	系统	SIL2	风险分析	—	—	对火灾系统发出的内部火灾信号进行转发，转发给空调系统/PIS 系统。
AQXQ-TCMS-00-09	车外火灾联动功能	网络	系统	SIL2	风险分析	—	—	对信号系统发出的外部火灾信号进行转发，转发给空调系统/PIS 系统。
AQXQ-TCMS-00-10	外门隔离联动功能	网络	系统	SIL2	风险分析	—	—	对外门系统发出的隔离信号转发给 PIS 系统。
AQXQ-TCMS-00-11	关键故障报警/状态传输	网络	系统	SIL2	风险分析	—	—	将与安全相关的(烟火报警、转向架隔离等）关键故障报警和状态信息传输给 ATC 系统/OCC。
AQXQ-TCMS-00-12	紧急照明	网络	系统	SIL2	风险分析	—	—	当动车组无高压时，TCMS 控制动车组的紧急照明。
AQXQ-TCMS-00-13	紧急通风	网络	系统	SIL2	风险分析	—	—	当动车组无高压时，TCMS 控制动车组的紧急通风。
AQXQ-TCMS-00-14	通信安全	网络	系统	无	标准	GB/T 28029.4—2020	E.3 a)	安全通信和标准(常规)通信应相互独立。但是,标准设备和安全设备应能使用相同的通信通道。
		网络	系统	无	标准	GB/T 28029.4—2020	E.3 b)	对于连续操作模式,安全通信应适合安全完整性等级 SIL2,见 GB/T 20438.1。
		网络	系统	无	标准	GB/T 28029.4—2020	E.3 c)	安全通信应使用单通道通信系统。仅为提高可用性才可选择使用冗余。
		网络	系统	无	标准	GB/T 28029.4—2020	E.3 d)	安全传输协议的实现应限制在通信终端设备上。
		网络	系统	无	标准	GB/T 28029.4—2020	E.3 i)	安全通信不应减少允许的设备数量。

表C.7　牵引及主供电安全需求评估矩阵

需求编号	需求名称	系统/部件	需求类别	SIL等级	需求来源	合同/标准号	条款号	安全需求规范内容
AQXQ-TRA-00-01	牵引切除功能	系统	整车	无	标准	TB/T3597—2024	7.12.2.5	客室侧门应具有安全连锁功能，车速大于5km/h时不能集控开启。车门未全关闭时，牵引封锁。
		系统	整车	SIL1	标准	TB/T 3597—2024	7.1.1.11	设有牵引安全硬线，发生主电路短路、牵引变流器严重故障等状况时可立即跳开主断。
		系统	整车	无	风险分析	—	—	启动紧急制动命令之后，由于牵引系统发生故障（牵引力大于或等于制动力），列车无法减速风险分析。
		系统	整车	无	风险分析	—	—	施加紧急制动时2s内切断所有牵引力；司机取消牵引命令前，牵引力的切断不可复位。
		系统	整车	无	风险分析	—	—	接收到的硬线和TCMS的命令（与安全相关）不一致时，TCU将向列车驾驶员发出警报。
		系统	部件	无	风险分析	—	—	断分断控制功能：牵引变流控制软件收到严重故障指令时，输出主断分断指令；或者司机手动分断信号时，由控制电路实现主断分断。
AQXQ-TRA-00-02	电制动功能	系统	整车	无	标准	TB/T 3597—2024	6.2.13	网压限制功率： a)网压在22.5kV～29kV间发挥额定功率 b)网压在22.5kV～19kV间轮周功率可线性下降至额定功率的84%。 c)网压在19kV～17.5kV间轮周功率线性下降至零。 d)网压在29kV～31kV间轮周牵引功率线性下降至零。 e)网压在29kV～31kV间轮周再生功率线性下降至零。 f)网压在17.5kV～31kV间辅助供电系统正常工作。
		系统	整车	无	标准	GB/T 37863.2—2021	6.2.2	单相交流供电和直流供电的牵引电传动系统应具有电制动功能，可将制动能量转化为电能反馈回电网、辅助系统或储能系统，也可通过制动电阻消耗。
		系统	整车	无	风险分析	—	—	当同时收到牵引和制动指令后报制动异常故障，或采取制动
AQXQ-TRA-00-03	超速保护功能	系统	整车	无	标准	TB/T 3597—2024	6.1.12	超速保护：紧急牵引模式和ATP切除模式下的列车限速值设定。 具备超速限制和冲击限制的保护功能，非正常运用条件下，应能投入到特定工作状态和降级模式，具备故障导向安全的保护措施。
AQXQ-TRA-00-04	空转滑行控制	系统	整车	无	标准	TB/T 3597—2024	7.1.1.5	动力车设黏着利用控制功能，能有效抑制空转和滑行。
		系统	整车	无	风险分析	—	—	能充分利用轮轨黏着条件，TCU具有反应及时、可靠有效的防空转和防滑行控制策略。在速度模式或级位模式下，由TCU负责本车牵引防空转功能；速度模式下（如有），由TCU负责本车再生制动防滑行功能；级位模式下由BCU负责本车的防滑功能。
AQXQ-TR	故障运	系统	整车	无	标准	TB/T 3597—	6.2.9	牵引故障运行与救援能力应满足如下要求：

需求编号	需求名称	系统/部件	需求类别	SIL等级	需求来源	合同/标准号	条款号	安全需求规范内容
A-00-05	行能力					2024		a)超员载荷工况下，动拖比1:1的动车组损失1/4动力，3:1的动车组损失1/3动力，应具有能在30‰的坡道上启动并运行至线路终点的能力。 b)超员载荷工况下，损失1/2动力，应具有能在30‰的坡道上启动并运行至最近车站的能力。 c)一列整备动车组应具有在正线最大坡道牵引（或推送）一列超员无动力动车组到最近车站的能力。 d)当牵引设备故障或损坏时，牵引系统应能迅速保护、自动或提示司机手动隔离故障设备并导向安全，故障影响不应扩大。
		系统	整车	无	风险分析	GB/T44991—2025	8.2.1	市域铁路按照GB/T44991—2025中C.4.1.3的规定进行牵引特性试验，若有蓄电池牵引功能按照GB/T44991—2025中C.4.1.4的规定进行蓄电池牵引试验。GB/T44991—2025中C.4.1.4规定：在设计要求线路条件及载荷工况下，检查蓄电池牵引功能是否正常工作，牵引运行距离能否满足设计要求。
		系统	整车	无	风险分析	—	—	单节动车组的牵引系统、辅助系统、网络控制系统、制动系统、蓄电池等子系统故障情况下，列车可运行返回动车组基地。
AQXQ-TRA-00-06	坡道救援能力	系统	整车	无	标准	GB/T44991—2025	C.4.16	救援试验满足：被救援动车组为AW3状态，并应在设计要求的线路上进行试验； 救援列车牵引被救援动车组至一定距离，检查列车救援能力满足设计要求。
		系统	整车	无	风险分析	—	—	牵引计算满足列空载动车组能在正线最大坡道上推送一列故障的超员无动力动车组至最近车站。
AQXQ-TRA-00-07	高压绝缘	系统	整车	无	标准	TB/T 3597—2024	7.5.1	高压系统具备接地故障检测及保护、故障单元定位、隔离及冗余等功能。 外绝缘爬电距离应不小于1000mm,电气间隙不低于310mm，绝缘子高度不低于400mm。 车顶高压外绝缘雷电冲击不低于185kv.绝缘配合因数不小于1.6。
		系统	整车	无	标准	TB/T 3597—2024	10.12.3	应分别对每个电压等级的电路进行对地工频耐受电压试验，必要时接触器和开关闭合或短路。 车顶高压布线和贯通电缆对地施加64kV规定的电压5min。
AQXQ-TRA-00-08	接地安全	系统	整车	无	标准	TB/T 3597—2024	6.1.9	各电气设备金属外壳或箱体应采取保护性接地措施。
		系统	整车	无	标准	TB/T 3597—2024	6.1.17	车体和轨道之间的电阻应符合TB/T2977要求：标准具体为0.05Ω。
		系统	整车	无	标准	GB/T 21414—2021	5.3.1.1	由I-III级电压供电的机车动车组内的带电体，应置于封闭的电气操作区区域内。 应通过机械锁闭防止接近，该机械锁闭附有适合于封闭场所或设备的步骤和警示牌。由外部电源供电的III级带电体，应采用连锁装置或适当步骤防护，带电体连接器应有警示牌。机车动车组内一般人员可接近区域，防护屏和防护罩应满足IP4X的防护等级，或当它们与车体连接后应满足IP2XD的防护等级；采用网栅或网格屏障的地方，应保留一定距离避免变形引起的直接接触。

需求编号	需求名称	系统/部件	需求类别	SIL等级	需求来源	合同/标准号	条款号	安全需求规范内容
		系统	整车	无	标准	GB/T 21414—2021	5.3.2.1	IV级带电体必须断电后采取适当步骤、联锁装置、保护等电位连接及安全或监控装置中的一种或多种方法确保安全后，受训或熟练人员才能接近。
AQXQ-TRA-00-09	防雷设计	系统	整车	无	风险分析	—	—	安装避雷器应以防止来自动车组外部的过电压(如雷击等)对动车组电气设备绝缘的破坏。避雷器应满足相关标准的规定和试验要求，其保护值范围应与变电所过电压保护相协调。
AQXQ-TRA-00-10	自牵引功能	系统	整车	无	风险分析	—	—	如动车组具备自牵引功能，即动车组能够依靠自身车载牵引动力电源实现自走行，牵引计算应满足具体线路运营要求。
AQXQ-TRA-00-11	受流性能	系统	整车	无	标准	GB/T 43790—2024	7.3	动态性能：弓网动态相互作用性能的限值满足GB/T 43790—2024中表6。
		系统	整车	无	标准	TB/T 3597—2024	10.5.2.4	最大燃弧时间应小于100ms，燃弧次数≤1次/160m，燃弧率≤5%。
AQXQ-TRA-00-12	自动降弓	系统	整车	无	风险分析	—	—	运行途中接触网断电设置自动分主断、降弓功能。

表C.8　辅助电气及驾驶设施安全需求评估矩阵

需求编号	需求名称	系统/部件	需求类别	SIL等级	需求来源	标准号	条款号	安全需求规范内容
AQXQ-APS-00-01	应急供电能力	辅助供电	系统	无	标准	TB/T 3597—2024	7.4.7	蓄电池能保证无网压时，供给应急照明、外部照明、应急通风、车载安全设备、广播和通讯设备等工作时间不低于45min，并保证一次开关门和网压回复时保证辅助电源启动。
		辅助供电	系统	无	风险分析	—	—	单个蓄电池故障、部分蓄电池正常时，是否满足应急供电能力，如不能，是否有及时诊断蓄电池故障的措施。
AQXQ-APS-00-02	蓄电池低温能力	蓄电池	部件	无	标准	GB/T 31486—2024	5.7	锂离子电池低温放电容量不低于初始容量70%；金属氢化物镍电池不低于80%。（单体—20℃环境适应后放电至终止电压）。
		蓄电池	部件	无	标准	GB/T 46713.2—2025	4.4.3.4	镉镍电池低温放电应满足IEC60623:2017的7.3.5要求，满足：在目标低温-25℃，对应放电电流下输出容量不得低于该标准GB/T 46713.2—2025中表8中规定的最低值。
		蓄电池	部件	无	标准	GB/T 46713.3—2026	A.1.6.3	铅酸电池：电力机车、发电车和铁道客车蓄电池(额定电压2 V)以恒定电流放电,蓄电池放电终止电压1.6 V时,低温放电容量和基准温度(25 ℃)放电容量的比值不应小于0.35。
		蓄电池	部件	无	标准	GB/T 46713.4—2025	4.4.3.4	镍氢电池：密封式蓄电池的低温放电性能的最低要求电芯放电容量不应小于额定容量的 80%。排气式蓄电池的低温放电性能应符合IEC 60623:2017 中 7.3.5的规定。
		蓄电池	部件	无	风险分析	—	—	评估适用最低温度下的放电曲线是否满足要求
AQXQ-APS-00-03	蓄电池安全设计	蓄电池	部件	无	标准	GB/T 46713.1—2025	4.5.1	蓄电池托盘和蓄电池箱体能够承受电解液的腐蚀，排气式蓄电池托盘应设置排液孔。 蓄电池排气塞或加水系统应具备阻火功能，以防止外部火焰或火花进入蓄电池，导致爆炸引起液体飞溅。
		蓄电池	部件	无	标准	GB/T 46713.1—2025	5.5	通风设计：对于产生气体的蓄电池，应确保蓄电池箱体内充分通风，以避免危险气体过度积聚。进气口和出气口的位置应能保证空气流动，特别是在列车静止时。 蓄电池箱体宜采用自然通风，通风口位置取决于箱体在动车组上的安装位置。 通风尺寸及其他要求见IEC62485-2。
		蓄电池	部件	无	标准	GB/T 46713.1—2025	7.1	蓄电池箱体外部应至少设置“当心触电”的警告标志和“禁止烟火”的禁令标志。 箱体内 警告标志：5-02 当心爆炸；5-13 当心触电；5-21 当心电池充电；5-31 当心腐蚀。 禁止标志：4-02 禁止吸烟；4-03 禁止烟火。

需求编号	需求名称	系统/部件	需求类别	SIL等级	需求来源	标准号	条款号	安全需求规范内容
		蓄电池	部件	无	标准	GB/T44386—2024	9.4	锂离子电池应重点关注防火安全，可采取以下防护措施： 将电池系统封装在金属框架内； 使用烟雾探测器和火灾探测器； 使用排烟设备等。
		蓄电池	部件	无	标准	GB/T44386—2024	15.4.2.5	如采用具有防火屏障性能的外壳，可通过承受随产品附带文件中规定的时间内(如10min或15min)火灾来证明其防火性能。
AQXQ-APS-00-04	辅助系统冗余供电能力	辅助供电	整车	无	标准	TB/T 3597—2024	7.4.1	辅助系统各设备应具备冗余功能，当部分设备发生故障时能进行切换，并满足动车组运行。
		辅助供电	整车	无	标准	GB/T 44991—2025	C.3.12.4	辅助供电系统故障运行试验满足： a）扩展供电方式，当人为停机一台逆变器时，列车通风和空调系统减载运行，其他用电设备正常工作； b）并网供电方式，当人为停机一台逆变器时，列车各用电设备工作情况满足设计要求；当人为停机1/2的逆变器时，列车列车通风和空调系统减载运行，其他用电设备正常工作；当人为操作仅使一台逆变器正常工作时，通风空调系统以通风模式运行，其他用电设备正常工作。
		辅助供电	整车	无	风险分析	—	—	当一个充电机故障时，不允许蓄电池通过故障点异常放电。这种情况下，所有直流负载由其他充电机供电。
AQXQ-APS-00-05	外部照明功能	前照灯	部件	无	标准	TB/T2325.1—2019	6.3.3	室外光照度性能不应低于TB/T2325.1—2019中表3规定的值（适用于动车组试验），光照度要求值的计算参见TB/T2325.1—2019附录A。
AQXQ-APS-00-06	驾驶台人机接口	警惕系统	系统	无	标准	GB/T 6769—2016	7.2.5	在操作装置为操纵杆的情况下，通过向前推动控制手柄增加牵引力，不考虑转动方向。如果主司机控制器的开关组为牵引/制动型，可通过从中间位将控制手柄拉向司机身体获得制动力。
AQXQ-APS-00-07	烟火报警功能	烟火报警	系统	无	标准	TB/T 3597—2024	6.1.4	客室、司机室、电气柜和其它重点部位应设置烟雾探测装置，监测到报警信号时可在司机室声光报警。 各客室应设置乘客紧急报警装置，当火灾等紧急情况发生时，旅客可通过该装置通知司机。
		烟火报警	系统	无	标准	GB/T 38519—2020	6.1.4	系统应具有状态检测功能，可对火灾报警器和各类探测器进行实时检测。
		烟火报警	系统	无	标准	GB/T 38519—2020	6.1.7	在探测到火情时，系统应在10s内给出报警。

需求编号	需求名称	系统/部件	需求类别	SIL等级	需求来源	标准号	条款号	安全需求规范内容
		烟火报警	系统	无	标准	GB 4715—2024	5.5.1.7	多次测量同一只探测器的响应阈值，最大响应阈值与最小响应阈值的比值不应大于1.6；离子探测器的最小响应阈值不应小于0.2，光电探测器的最小响应阈值不应小于0.05dB/m。
AQXQ-APS-00-08	继电器远程复位	继电器	部件	无	风险分析	—	—	关键回路继电器宜安装在车内电气柜，故障时可通过更换、短接的方式方便应急处置。
		继电器	部件	无	风险分析	—	—	供电断路器优先设置在车内电气柜，便于本地操作，当断路器安装在车下电气柜时，应增设远程复位功能。

表C.9　旅客信息安全需求评估矩阵

需求编号	需求名称	系统/部件	需求类别	SIL等级	需求来源	标准号	条款号	安全需求规范内容
AQXQ-PIS-01-01	应急广播要求	广播系统	系统	无	标准	GB/T 44991—2025	C.3.15.4	（广播系统应该预录应急广播内容），播放预存储的数字紧急语音广播，客室内清晰可听见。
		广播系统	系统	无	风险分析	—	—	主从广播主机二者热备冗余，当主控制器故障后从控制器自动接替，并承担全部控制和通讯功能
		广播系统	系统	无	风险分析	—	—	广播优先级：OCC广播大于人工广播大于紧急广播大于全自动广播
		广播系统	系统	2	风险分析	—	—	全自动驾驶动车组满足SIL2要求。
AQXQ-PIS-02-01	紧急对讲要求	紧急报警装置	部件	无	标准	TB/T 3597—2024	7.6.1.5	客室内应设乘客紧急报警装置，具备乘客和司机之间双向通讯功能，提示司机报警动车组以便及时采取应急措施。
		紧急报警装置	部件	无	标准	GB/T 33668—2017	8.2	列车客室内应设乘客紧急报警装置，并应设置明显的告示牌。紧急报警装置应具有乘务员与客室之间的双向通信功能。无人驾驶动车组的紧急报警系统应具有乘客与控制中心或控制室的通讯联络功能，实现值守人员与乘客的双向语音通信，值守人员与乘客通话具有最高优先权。
		紧急报警装置	部件	无	风险分析	—	—	优先级：司机之间对讲大于司机与紧急报警之间对讲。
		紧急报警装置	系统	无	风险分析	—	—	安装要求：除卫生间外，每个车厢隔间和每个乘客通道都应至少设置一个清晰可见、标识明确的乘客报警装置，应在至少6米的距离内清晰可辨。
		紧急报警装置	系统	无	风险分析	—	—	功能及性能：从乘客报警装置被触发，到向司机发出声光信号的最大允许延迟时间为2秒。向运营控制中心（OCC）传输该信息的列车子系统的最大触发延迟时间也为2秒。乘客报警界面不应被自动或远程隔离。
AQXQ-PIS-03-01	视频监控及联动	CCTV	系统	无	风险分析	—	—	1）监控范围应覆盖整个列车客车，在30%的定员数下应能清楚观察到列车客室内的人员活动情况，并应能监控列车客室内的紧急对讲装置和乘客紧急制动报警按钮，司机应能观察到列车客室内部及前后区域的状况。 2）系统应具备故障报警功能。 3）在乘客触动列车客室内紧急停车装置和使用紧急对讲时，应在相应的监视器上应联动显示相应的视频图像。无人驾驶动车组应能在地面控制中心显示。

表C.10　空调安全需求评估矩阵

需求编号	需求名称	系统部件	需求类别	SIL等级	需求来源	标准号	条款号	安全需求规范内容
AQXQ-HVAC-00-01	通风功能	空调	系统	无	标准	TB/T 3597—2024	7.10.1.3	司机室内人均新风量不应少于30 m^3/h/人
		空调	系统	无	标准	TB/T 3597—2024	7.10.1.2	客室空调装置的新风口和风道设置应该能够满足制冷效果和乘客舒适性的要求，按旅客定员，人均新风量不少于10 m^3/h。
AQXQ-HVAC-00-02	紧急通风功能	空调	系统	无	标准	TB/T 3597—2024	7.10.1.4	每节车厢均设置应急通风功能。旅客定员条件下，应急通风量人均不应少于10m3/h/人，时间不少于45min。
AQXQ-HVAC-00-03	制冷功能	空调	系统	无	标准	GB/T 44409.2—2026	5.3.2	宜选择 GB/T 44409.2—2026 中表 4 规定的客室温度和相对湿度值或满足供需双方约定。
		空调	系统	无	风险分析	—	—	宜配备两台独立的互为冗余的 客室空调机组，并带有一个控制系统，允许两台机组按顺序自动循环。
AQXQ-HVAC-00-04	制热功能	空调	系统	无	标准	GB/T 44409.2—2026	5.3.2	宜选择 GB/T 44409.2—2026 中表 4 规定的客室温度和相对湿度值或满足供需双方约定。
AQXQ-HVAC-00-05	火灾安全	空调	系统	无	风险分析	—	—	车内发生火灾时，为防止动车组内可能存在的烟雾发生扩散，可手动或自动切断动车组通风或再循环。
		空调	系统	无	风险分析	—	—	车外发生火灾时，为了防止外部烟雾进入车内，可手动或自动切断或关闭所有外部通风通道。
		空调	系统	无	风险分析	—	—	火灾模式的优先级高于紧急通风模式，在发生火灾时，空调优先执行火灾模式，不会启动紧急通风模式。
AQXQ-HVAC-00-06	电加热安全	空调	系统	无	标准	TB/T 1804—2017	5.3.17	空调机组内电加热器应设有两级温度保护，一级保护温度继电器的动作值为70±10℃断开，50℃以下自动复位；二级保护温度为140±10℃；对于供货技术条件与上述规定一级、二级保护温度值不同的情况，可由供需双方协商各级温度保护值并进行试验。 进行电加热器安全试验时，在二级保护器动作之后，不应引起明火，电加热器所在腔内顶板侧壁电线等处最高表面温度不应超过270℃，无部件损坏。
		空调	系统	无	标准	TB/T 2704—2016	5.3.4	强制通风电取暖器一、二级超温保护器的断路温度为设计值±5℃。超温保护器故障时不应引起安全隐患。
AQXQ-HVAC-00-07	防沙功能	空调	系统	无	标准	ISO 16890-1:2016	7.3	合同无细节要求时，建议达到ISO 16890-1规定的过滤效率限值coarse50%。
		空调	系统	无	风险分析	—	—	防止灰尘/沙粒进入空调系统造成故障。

需求编号	需求名称	系统部件	需求类别	SIL等级	需求来源	标准号	条款号	安全需求规范内容
AQXQ-HVAC-00-08	车内压力波控制	空调	系统	无	标准	TB/T 3597—2024	7.10.2.2	车内空气压力变化应满足3s内的压力变化不大于800Pa的要求。

表C.11　车内设施安全需求评估矩阵

需求编号	需求名称	系统/部件	需求类别	SIL等级	需求来源	标准号	条款号	安全需求规范内容
AQXQ-CN-00-01	行李架布置及强度要求	行李架	系统	无	标准	TB/T 3286—2011	3.1.2	行李架宜能搁放高度不小于260mm，深度不小于300mm的矩形截面行李。
		行李架	系统	无	标准	TB/T 3286—2011	3.1.3	行李架的倾角不小于5°。
		行李架	系统	无	标准	TB/T 3286—2011	3.1.4	行李架宜能从其下方看到上面的行李。
		行李架	系统	无	标准	TB/T 3286—2011	3.2.1	行李架的承载力应满足1000N/m，外缘集中载荷850N。
		行李架	系统	无	标准	TB/T 3286—2011	3.2.2	行李架的振动和冲击性能应满足GB/T21563中Ⅰ类A级要求。
AQXQ-CN-00-02	座椅承载安全	座椅载荷	客室座椅	无	标准	UIC 566:1990	4.1.1.2	座椅试验载荷要求：1.支撑结构的上部（背部上部）任何部位施加的水平作用力为1500N。 2.肘靠前部施加750N垂直力和横向作用力。 3.座椅的前端向上施加1200N的力，向下施加1000N的力。
AQXQ-CN-00-03	环保要求	禁限用物质	系统	无	标准	TB/T 3139—2021	5.2	机车车辆用非金属材料要求中，石棉和氟氯碳共24项禁用物质；9项限用物质：1.镉及化合物（以镉元素总量计）≤100mg/kg 皮革类六价铬化合物（以六价铬总量计）≤3mg/kg 纺织品、皮革、清洁剂类壬基酚聚氧乙烯醚（NPEO）≤1000mg/kg 纺织品、皮革、清洁剂类壬基苯酚（NP）≤1000mg/kg 五溴二苯醚≤1000mg/kg 五氯苯酚及其盐类和酯化物（PCP）≤1000mg/kg 多氯三联苯（PCT）≤50mg/kg 短链氯化石蜡（SCCP）≤1000mg/kg 电器件卤素Cl≤900mg/kg；Br≤900mg/kg；Cl+Br≤1500mg/kg。 TB/T 3139—2021中5.1单件质量不超过50g的产品可不进行禁用、限用物质的测试。
		室内空气质量	整车	无	标准	TB/T 3139—2021	6.1	机车车辆室内空气质量限量要求： 甲醛（HCHO）≤ 0.10 mg/m^{3}总挥发性有机化合物（TVOC）≤0.60mg/m^3

表C.12　车窗安全需求评估矩阵

需求编号	需求名称	系统/部件	需求类别	SIL等级	需求来源	标准号	条款号	安全需求规范内容
AQXQ-WIN-00-01	光学性能	侧窗	部件	无	标准	TB/T 3413—2015	7.3.1	可见光透射比宜大于25%。
		侧窗	部件	无	标准	TB/T 3413—2015	7.3.4	玻璃光畸变的最大值应小于6′。
AQXQ-WIN-00-02	露点性能	侧窗	部件	无	标准	TB/T 3413—2015	7.4	安全中空玻璃封入气体的露点应小于-40℃；运行在高寒地区的车辆，玻璃露点应小于-50℃。
AQXQ-WIN-00-03	加速耐久性能	侧窗	部件	无	标准	TB/T 3413—2015	7.5	安全中空玻璃进行加速耐久性能试验后，每块试样的露点应小于-35℃；运行在高寒地区的车辆玻璃露点应小于-45℃。
AQXQ-WIN-00-04	耐热性能	侧窗	部件	无	标准	TB/T 3413—2015	7.6	耐热性试验后，每块试样允许存在裂口，但超出边部或裂口13mm的部分不应产生气泡或其他缺陷。
AQXQ-WIN-00-05	耐辐照性能	侧窗	部件	无	标准	TB/T 3413—2015	7.7	安全玻璃在紫外线照射前后透射比的百分比应大于或等于95%，且用白色背景检查时，不可有显著变化（变色、出泡、浑浊等）。
AQXQ-WIN-00-06	侧窗抗正、负压强度	侧窗	部件	无	标准	TB/T 3455—2016	6.2.1	侧窗应能够承受连续正负交变压力载荷的风压。根据车辆运行速度等级不同，具体见TB/T 3455—2016中6.2.1条a）b）款。
AQXQ-WIN-00-07	侧窗玻璃强度	侧窗	部件	无	标准	TB/T 3413—2015	7.2.1	安全玻璃的外侧玻璃应能承受意外石子或道砟的冲击力，冲击强度由不应引起玻璃破碎的最大冲击速度来表征，最大冲击速度由供需双方商定
						TB/T 3413—2015	7.2.2	安全玻璃的外侧玻璃破碎后，内侧夹层或钢化玻璃应能承受质量为50kg，在1.5m高处的摆动支架上落体到安全玻璃中心位置的软物体冲击。
AQXQ-WIN-00-08	侧窗紧急出口设置	侧窗	部件	无	标准	TB/T 3455—2016	6.1.5	动车组应设置紧急逃生窗，满足逃生需求，具体要求见TB/T 3455—2016中6.1.5条a）b）c）条款。
						TB/T 3597—2024	7.12.3.2	应按TB/T 3455 的规定设置应急窗及安全锤,应急车窗应有明显的标志。
						TB/T 3455—2016	6.1.6	紧急逃生窗上或紧急逃生窗附近应设有明显的带夜光功能的标志，以方便乘客在紧急情况下正确操作，实现逃生。
						TB/T 3455—2016	6.1.7	紧急逃生窗逃生时间小于1min。
AQXQ-WIN-00-09	光学性能	前窗	部件	无	标准	TB/T 1451—2022	5.1.1	副像偏离的极限应符合以下规定：a）主视觉区中最大为15’，b）辅助视觉区中最大为25’。
						TB/T 1451—2022	5.1.2	光学畸变的极限应符合以下规定：a）主视觉区中最大为2’，b）辅助视觉区中最大为6’。

						TB/T 1451—2022	5.1.3	主视觉区和辅助视觉区的雾度不应大于 2.5%。
						TB/T 1451—2022	5.1.4	主视觉区和辅助视觉区透光率的极限应符合以下规定：a）当玻璃厚度不大于 24mm 时，透光率不小于 80%，b）当玻璃厚度大于 24mm 时，透光率不小于 70%。
AQXQ-WIN-00-10	力学性能	前窗	部件	无	标准	TB/T 1451—2022	5.2.1	抗冲击试验后，前窗玻璃不应被抛射体穿透，且仍位于其框架内。
						TB/T 1451—2022	5.2.2	前窗玻璃破碎后应具有可识别信号的剩余可见性，剩余可见性试验后，单独面积大于 200mm² 的玻璃碎片面积之和不应小于该试样总面积的 15%。
						TB/T 1451—2022	5.2.4	耐磨性试验后，磨损引起的雾度变化外表面不应超过 2%，内表面不应超过 8%。
						TB/T 1451—2022	5.2.5	前窗玻璃应能经小颗粒反复冲击或砂砾冲击后而不损坏，抗砾石冲击试验后，前窗玻璃不应碎裂。
						TB/T 1451—2022	5.2.6	前窗玻璃的静强度宜符合 GB/T39709 的规定。
AQXQ-WIN-00-11	加热功能	前窗	部件	无	标准	TB/T 1451—2022	5.4.1.1	主视觉区内应有加热系统。
						TB/T 1451—2022	5.4.1.4	加热系统的电阻值偏差不应大于±15%。
						TB/T 1451—2022	5.4.2	进行介电强度试验时，应无击穿或闪络，泄漏电流应小于 5mA。
						TB/T 1451—2022	5.4.3	绝缘电阻值不应小于 50MΩ。

表C.13　风挡安全需求评估矩阵

需求编号	需求名称	系统/部件	需求类别	SIL等级	需求来源	标准号	条款号	安全需求规范内容
AQXQ-GAN-00-01	通过安全	贯通道	系统	无	标准	TB/T 3094—2022	5.1	风挡通过宽度（不包括底部有防护裙边的区域）动车组不应小于800mm。
		贯通道	系统	无	标准	TB/T 3094—2022	5.2	风挡通过高度动车组不应小于1885mm。
		贯通道	系统	无	风险分析	—	—	在车辆与贯通道间的过度区域，地板应当尽可能保持相连续，高度变化幅度不得超过20mm，并且具有圆角或削边。
AQXQ-GAN-00-02	强度	贯通道	系统	无	标准	TB/T 3094—2022	6.2.1.19	风挡渡板在5500N/m2均布载荷作用下，垂向位移量不应大于10mm，卸载后，垂向位移量不应大于5mm。
AQXQ-GAN-00-03	气密性	贯通道	系统	无	标准	TB/T 3094—2022	6.2.1.16	v＜200km/h，降压区间从3600Pa降至1350Pa，降压时间大于18秒
AQXQ-GAN-00-04	水密性	贯通道	系统	无	标准	TB/T 3094—2022	7.4	气密风挡防雨性能试验应按附录D的规定进行，其他风挡防雨性能试验应按TB/T1802—2016或TB/T 2054—2017的规定进行。
AQXQ-GAN-00-05	曲线通过性能	贯通道	系统	无	标准	TB/T 3597—2024	6.2.4	动车组曲线通过能力应满足TB 10624的要求，特殊条件下，应能通过R180m圆曲线和夹直线长度为10m的R180m S型曲线，在单车调车时应能通过R150m圆曲线。
		贯通道	系统	无	标准	TB/T 3094—2022	7.1	将风挡安装在曲线试验台上，并将其连挂，模拟列车应能通过的最小的定半径曲线和最小的定半径反向曲线时，风挡的运动状态。每个试验状态下达到最大位置时，停机进行检查是否符合TB/T 3094—2022中7.1规定的a)、b)、c)要求。

表C.14　防火安全需求评估矩阵

需求编号	需求名称	系统/部件	需求类别	SIL等级	需求来源	标准号	条款号	安全需求规范内容
AQXQ-FIRE-00-01	火灾疏散功能	乘客紧急出口	系统	无	标准	TB/T 3623.4—2026	4.3.1.1	机车车辆应设有用于疏散和逃生的紧急出口， 紧急出口应符合下列规定： a） 每节车辆每侧至少设一个紧急出口； b） 若车辆设计定员不大于40名乘客， 则至少配置2个紧急出口； 若车辆设计定员大于40名乘客，则至少配置4个紧急出口； c） 短期使用或在运行过程中通常不使用的隔间（如行李舱、厕所、残疾人室），不必配置直接通向外部的紧急出口； d） 在乘客或乘务人员区域内运营中被占用不能作为通道，乘客或乘务人员距最近的外部客室门或紧急出口的距离不应大于6m； e） 在距离餐车任一处位置的16m（沿车辆纵轴测量）之内应设置紧急出口； f） 所有的外部客室门均应视为紧急出口；
		司乘人员紧急出口	系统	无	标准	TB/T 3623.4—2026	4.3.1.2	除运行类别1之外的运行类别， 司乘人员紧急出口应符合下列规定： a） 司乘人员紧急出口净通过矩形面积不应小于2000cm^2，其中内部净通过矩形最小尺寸不应小于400mm； b） 从司机室到车外，每侧应至少配备以下设备之一： 1） 作为紧急出口的外部车门； 2） 紧急车窗出口； 3） 紧急舱口； c） 司机室与任何临近区域间的内部门不应阻碍乘客及司机的疏散或逃生路线； d） 应提供有助于从紧急出口安全撤出的设施， 如扶手和/或脚蹬； e） 司机室与乘客区域之间的门应能无需使用钥匙从司机室侧打开；
		一般疏散要求	系统	无	标准	TB/T 3623.4—2026	4.3.2.1	乘客在发生火灾向外部疏散时， 外部客室门应为常规出口。机车车辆的布置符合下列规定： a） 乘客或司乘人员到达最近的外部客室门或司机室侧门的距离不应超过16 m； b） 无障碍的疏散路线应贯穿每节车辆乘客区域； c） 客室通道中若设置铰链门，则铰链门宜能向两个方向打开； d） 向客室通道方向开启的铰链门，在完全打开时，减少的通道宽度不宜超过100mm； e） 疏散路线上的任何门，乘客均应能在无帮助的情况下打开。
		车间疏散	系统	无	标准	TB/T 3623.4—2026	4.3.2.2	除应符合TB/T 3623.4—2026中4.3.1和4.3.2的规定之外，列车（单节车辆列车组除外）均应在车辆之间贯通，乘客及乘务人员应能从一节车辆疏散至另一节车辆。
		列车端部疏散	系统	无	标准	TB/T 3623.4—2026	4.3.2.3	列车如采用端部疏散，疏散措施应符合下列规定： a） 列车两端均应配备紧急疏散门；

需求编号	需求名称	系统/部件	需求类别	SIL等级	需求来源	标准号	条款号	安全需求规范内容
								b） 乘客应能在无帮助的情况下从内部打开紧急疏散门； c） 应为乘客在紧急情况下（如需到达紧急疏散门）进入司机室区域提供便利条件； d） 司机室区域与乘客区域之间的通道门通常情况下应保持锁闭状态，当作为紧急疏散门时，通道门应可从乘客侧打开。 用于紧急疏散的端部车门应能由工作人员或救援团队从车外打开，或在临近端门处提供进入车内的措施，供工作人员或救援团队进入车内。
AQXQ-FIRE-00-02	灭火需求功能	灭火设备一般要求	系统	无	标准	TB/T 3623.6—2026	7.4.1.1	各车应配置适用于电气装置和油类灭火的灭火设备。
			系统	无	标准	TB/T 3623.6—2026	7.4.1.2	单个手提式灭火器重量不应超过 15 kg。
			系统	无	标准	TB/T 3623.6—2026	7.4.1.3	灭火器应符合 GB 4351 的规定。
			系统	无	标准	TB/T 3623.6—2026	7.4.4.2	选择灭火剂时应考虑可能对乘客及司乘人员造成的附加伤害， 如窒息、体温过低、毒性、触电以及降低能见度等。
		灭火器布置	系统	无	标准	TB/T 3623.6—2026	7.4.2.1	灭火器距离乘客区和司乘人员区内任一点不应超过 15 m。
			系统	无	标准	TB/T 3623.6—2026	7.4.2.2	列车端部或无法疏散端 6m 范围内应配备灭火器。
			系统	无	标准	TB/T 3623.6—2026	7.4.2.3	如乘客或司乘人员隔间长度超过 6 m， 应额外配备灭火器。
		特殊位置灭火	系统	无	标准	TB/T 3623.6—2026	7.4.3.1	司机室应配备灭火器。
			系统	无	标准	TB/T 3623.6—2026	7.4.3.2	设计类别为 S 和 DS 车辆卧铺包间外的乘客区、机车车辆端部应配备灭火器。
			系统	无	标准	TB/T 3623.6—2026	7.4.3.3	厨房区域应配备额外的灭火器。如有原材料烹饪操作， 应配备灭火毯。
			系统	无	标准	TB/T 3623.6—2026	7.4.3.4	在车上燃烧设备安装区域附近应配备灭火器。
AQXQ-FIRE-00-03	应急标识需求	应急标志	系统	无	标准	TB/T 3623.4—2026	4.3.1.1	紧急出口的位置应设置易于识别、显著的标志及应急照明灯。
			系统	无	标准	TB/T 3623.4—2026	4.3.1.2	司机室紧急出口的位置应设置易于识别、显著的标志。

需求编号	需求名称	系统/部件	需求类别	SIL等级	需求来源	标准号	条款号	安全需求规范内容
			系统	无	标准	TB/T 3623.4—2026	4. 3. 3. 3. 2	门以外的紧急出口，应在每个紧急出口附近标记使用说明；
			系统	无	标准	TB/T 3623.4—2026	4.6.1	所有紧急警报触发装置、紧急出口及应急设备（如灭火器、安全锤）附近均应设置应急标志。应急标志应为持久性的， 并在应急照明条件下清晰可见。
			系统	无	标准	TB/T 3623.4—2026	4.6.3	应急标志应安装在固定部件上。
			系统	无	标准	TB/T 3623.4—2026	4.6.4	需借助工具打开的紧急出口附近应设工具使用方法标志。
			系统	无	标准	TB/T 3623.4—2026	4.6.5	对于患有某种感觉缺陷的人， 如失明、色盲、耳聋， 应通过使用多种感官信息（视觉、听觉、触觉）方式告知其有关安全信息。
AQXQ-FIRE-00-04	应急照明功能	应急照明	系统	无	标准	TB/T 3414—2015	4.2.1	应急照明应由蓄电池和至少一个单独回路供电。
			系统	无	标准	TB/T 3414—2015	4.3.1 a)	完全由蓄电池供电，在进出通道中心线的地板面平均照度应大于或等于 5lx（应急照明系统应在 0.7Un-1.1Un 电源电压下满足要求。Un 为标称电压值。）
			系统	无	标准	TB/T 3414—2015	4.3.1 b)	完全由蓄电池供电，在进出口门槛处照度应大于或等于 30lx（应急照明系统应在 0.7Un-1.1Un 电源电压下满足要求。Un 为标称电压值。）
			系统	无	标准	TB/T 3414—2015	4.4.1	应急照明的照度均匀度应在 0.2～10 之间。
			系统	无	标准	TB/T 3414—2015	4.6	启动特性：应急照明应在充电机断电后 5s 内照度应达到规定值得 50%，在 15s 内达到规定值。
			系统	无	标准	TB/T 3414—2015	4.2.3	在列车脱离外电源供电或充电机失效后，蓄电池的容量应保证只有应急照明时持续工作至少 3h,或在其他应急负载使用情况下持续至少 2h。
AQXQ-FIRE-00-05	火灾下运行能力	运行能力	系统	无	标准	TB/T 3623.1—2026	5.2	机车车辆的运行类别分类如下： a）运行类别 1。机车车辆可在最短的时间内停车，且始终可以迅速到达安全区域，隧道和/或高架设施的长度不大于 1km； b）运行类别 2。机车车辆运行在地下区段、隧道和/或高架设施，可进行侧面疏散，且能够在 4min 运行时间内到达疏散点（发生火灾事故时的列车运行速度按 80km/h 计算）。货运机车和其他用于装载邮件、货物等的自驱动车组应采用运行类别 2； c）运行类别 3。机车车辆运行在地下区段、隧道和/或高架设施，可进行侧面疏散，且能够在 15min 运行时间内到达疏散点（发生火灾事故时的列车运行速度按 80km/h 计算）； d）运行类别 4。机车车辆运行在地下区段、隧道和/或高架设施，不可进行侧面疏散，能够在 4min 运

需求编号	需求名称	系统/部件	需求类别	SIL等级	需求来源	标准号	条款号	安全需求规范内容
								行时间内到达疏散点。
AQXQ-FIRE-00-06	材料防火要求	防火要求	系统	无	标准	TB/T 3623.2—2026	4.4	产品的防火技术要求应符合 TB/T 3623.2—2026 中表 2 的规定。
		列表产品防火要求	系统	无	标准	TB/T 3623.4—2026	4.5	列表产品按位置、形状、暴露面积、质量、厚度和用途等特性分类，分类及防火要求应符合 TB/T 3623.4—2026 中表 3、表 4、表 5、表 6、表 7 的规定。
		非列表产品防火要求	系统	无	标准	TB/T 3623.4—2026	4.6	TB/T 3623.4—2026 中表 3～表 7 中未列出的产品应视为非列表产品，应满足 TB/T 3623.4—2026 中表 8 要求，或下述分组规则的规定。
			系统	无	标准	TB/T 3623.4—2026	4.3.2	被分组总可燃物质量或单个产品应按以下规则进行评估，评估过程应符合 TB/T 3623.4—2026 中图 1 的规定。 a)规则 1：车内分组产品的总可燃物质量不超过 100g，或车外分组产品的总可燃物质量不超过 400g，对该分组中的产品不做要求。 b)规则 2：车内分组产品的总可燃物质量超过 100g 但不超过 500g，或车外分组产品的总可燃物质量超过 400g 但不超过 2000g，应根据 R24 的规定对该组中的某一个产品进行测试。如此产品满足 R24 的要求，应对该分组中的剩余产品按照 TB/T 3623.4—2026 中 4.3.1 再次评估。 c)规则 3：车内分组产品的总可燃物质量超过 500g，或车外分组产品的总可燃物质量超过 2000g，应根据 TB/T 3623.4—2026 中表 8 中给出的非列表产品的要求对该组中的某一个产品进行测试。如果此产品满足 TB/T 3623.4—2026 中表 8 的要求，应对该分组中的剩余产品按照 TB/T 3623.4—2026 中 4.3.1 再次评估。
AQXQ-FIRE-00-07	结构防火要求	端墙地板防火	系统	无	标准	TB/T 3623.3—2026	4.1.1	运行类别 3 的动力分散动车组外端墙、地板下方涉及牵引主电路的大功率电气设备柜与乘客区域之间的防火隔断应符合 TB/T 3623.3—2026 表 1 的规定。其他机车车辆防火隔断宜符合 TB/T 3623.3—2026 表 1 的规定。
		电弧防火	系统	无	标准	TB/T 3623.3—2026	4.1.5	A 类耐电弧绝缘挡板应满足 E15 防火隔断的要求，B 类耐电弧绝缘挡板应满足 E60 防火隔断的要求。
		门扇防火	系统	无	标准	TB/T 3623.3—2026	4.1.7	如防火门需单独进行耐火试验，应符合 GB/T 7633 的规定。

表C.15　电磁兼容安全需求评估矩阵

需求编号	需求名称	系统/部件	需求类别	SIL等级	需求来源	标准号	条款号	安全需求规范内容
AQXQ-EMC-00-01	对外发射强度	整车	整车	无	标准	GB/T 24338.3—2018	6.2.2	外部通讯线路上的干扰可参见GB/T 24338.3—2018附录A，本部分未规定限值的要求。
		整车	整车	无	标准	GB/T 24338.3—2018	6.3.3	射频发射电磁骚扰的发射限值满足：静态试验（辅助变流器最大负载工作、牵引变流器不工作）发射限值按照GB/T 24338.3—2018图1中的A限值曲线；慢行试验（按照GB/T 24338.3—2018中6.3.2试验条件，经过天线时最大牵引力的1/3加速或减速）发射限值按照GB/T 24338.3—2018图2中的A限值曲线。
		部件	部件	无	标准	GB/T 24338.4—2018	6	发射限值：交流或辅助电源端口详见GB/T 24338.4—2018中表1、蓄电池端口详见GB/T 24338.4—2018中表2，满足： 0.15～0.50 MHz:99dBμV(准峰值)；0.50～30 MHz:93dBμV(准峰值) 发射限值：机箱端口详见表3，满足： 30～230MHz:40dBμV/m(准峰值,10m)；230MHz～1GHz:47dBμV/m（准峰值,10m)； 1GHz～3GHz:76dBμV/m(峰值,3m),56dBμV/m(平均值,3m)； 3GHz～6GHz:80dBμV/m(峰值,3m),60dBμV/m(平均值,3m)。
		整车	整车	无	标准	GB/T 28807.2—2017	附录A	不同类型轨道电路的滤波特性和干扰电流限值见GB/T 28807.2—2017表A.1-A.3。 对于UM71、ZPW—2000轨道电路，在1500Hz～3000Hz频率范围内，超出规定工作带宽范围内的电流限值3 A。
		整车	整车	无	标准	GB/T 37863.2—2021	6.3.3	整车牵引电传动系统发挥额定轮周功率时，网侧电流畸变率（THD）不应大于5%，等效干扰电流（Jp）不应大于2.5A。（考虑到动车组与铁路系统兼容性，采取控制策略降低网侧电流谐波）
AQXQ-EMC-00-02	车辆抗扰度	整车	整车	无	标准	GB/T 24338.3—2018	5	整车抗扰度试验：如果车辆所有设备满足GB/T 24338.4的抗扰度限值要求，则集成了设备的整车抗扰度满足要求。

		部件	部件	无	标准	GB/T 24338.4—2018	7	抗扰度试验及限值要求： 蓄电池端口、交流辅助输入端口见 GB/T 24338.4—2018 中表 4，满足： 射频共模：试验要求 0.15～80MHz、10V(方均根值) 80% AM、1kHz，性能判据:A； 电快速瞬变脉冲群：试验要求±2kV、5/50ns、5kHz，性能判据: A； 浪涌：试验要求 1.2/50μs、42Ω、0.5μF、±2kV(线-地)、±1kV(线-线)，性能判据:B； 信号和通信、过程测量和控制端口见 GB/T 24338.4—2018 中表 5，满足： 射频共模：试验要求 0.15～80MHz、10V(方均根值) 80% AM、1kHz，性能判据:A； 电快速瞬变脉冲群：试验要求±2kV、5/50ns、5kHz，性能判据: A； 机箱端口见 GB/T 24338.4—2018 中表 6，满足： 射频电磁场辐射：试验要求 80MHz～800MHz、20V/m (方均根值)、80% AM,1kHz，性能判据: A； 射频电磁场、数字通信装置：试验要求 800MHz～1000MHz,20V/m(方均根值)；1400MHz～2000MHz,10V/m(方均根值)；2000MHz～2700MHz,5V/m(方均根值)；5100MHz～6000MHz,3V/m(方均根值)，80%AM,1kHz；性能判据: A； 静电放电：试验要求±6kV (接触放电)；±8kV (空气放电)；性能判据 A。
		系统	整车	无	标准	GB/T 34571—2024	5.3	列车布线的 EMC 要求：EMC 类别不同的电缆宜按类别敷设。电缆与电缆束之间所要求的距离理论上取决于功率、频率、并行敷设的长度及辐射抗扰度。除交叉形成直角的电缆外，不同 EMC 类别电缆之间的间距应符合如下要求：电缆类别 A 与 B：0.1m；A 与 C：0.2m；B 与 C：0.1m。
		系统	整车	无	风险分析	—	—	安全相关功能的控制电路要有防护，防止感应电流的产生，例如：紧急制动回路、车门控制电路等。
		系统	整车	无	风险分析	—	—	所有 SIL＞0 的设备以及 SIL 要求未最终确定但是承担了安全功能的设备其抗扰度性能都要达到 GB/T24338.4 标准要求的 A 级，其中如果设备本身不会与乘客发生直接接触的话抗静电性能可降低到 B 级。
AQXQ-EMC-00-03	客室磁通	系统	整车	无	标准	GB 8702—2014	4.1	为控制电场、磁场、电磁场所致公众暴露，环境中电场、磁场、电磁场场量参数的方均根值应满足 GB 8702—2014 中表 1 要求。
		系统	整车	无	标准	GB/T 32577—2025	4.2	直流磁场限值不应超过 1mT。
		系统	整车	无	标准	GB/T 32577—2025	4.3	交流磁场限值：职业暴露限值不应超过 GB/T 32577—2025 中 4.3.1 要求的表 1 给定限值或图 1 虚线标识的限值；公共暴露限值不应超过 GB/T 32577—2025 中 4.3.2 要求的表 2 给定限值或图 1 实线标识的限值。

表C.16　自动驾驶安全需求评估矩阵

需求编号	需求名称	系统/部件	需 求类别	SIL等级	需求来源	标准号	条款号	安全需求规范内容
AQXQ-FAO-00-01	广播对讲	系统	整车	无	标准	GB/T 46097—2025	7.6.5.4	清客完成后,可通过远程人工确认或站台人工确认方式来确认清客。
AQXQ-FAO-00-02	车门释放	系统	整车	无	标准	GB/T 46097—2025	7.6.3.1	在客室门或站台屏蔽门检测到夹人夹物后,系统应能对检测到夹人夹物的 FAM 模式列车客室门实现再次关闭,或对检测到夹人夹物的站台屏蔽门实现再次关闭。
				无	风险分析	—	—	其它要求见 C.4 AQXQ-DOOR-00-09、AQXQ-DOOR-00-10、AQXQ-DOOR-00-11。
AQXQ-FAO-00-03	牵引切除功能	系统	整车	无	风险分析	—	—	参见表 C.6　AQXQ-TCMS-00-06。
				无	风险分析	—	—	参见表 C.7　AQXQ-TRA-00-01。
AQXQ-FAO-00-04	超速保护功能	系统	整车	无	风险分析	—	—	参见表 C.7　AQXQ-TRA-00-03。
AQXQ-FAO-00-05	运行模式转换	系统	整车	无	标准	GB/T 46097—2025	5.7.1	系统应具备的驾驶模式包括 FAM、AM、CM、RM 和 EUM 模式。其中,FAM 模式应为系统的主用驾驶模式;系统宜具备的驾驶模式包括 CAM、RRM 模式;AM、CM、RM、CAM、RRM 模式应为系统的降级驾驶模式;EUM 模式时,系统不控制列车运行,应由司机按操作规程人工驾驶列车运行。
AQXQ-FAO-00-06	车门故障	系统	系统	无	标准	GB/T 46097—2025	6.2.2.2	客室门的关闭和锁闭状态应独立采集;
		系统	系统	无	标准	GB/T 46097—2025	7.7.3.1	车辆客室门控制单元应实时监督单个客室门工作状态,并应将每个客室门工作状态周期性上传至车载 ATO 控制单元,客室门工作状态应包括打开、关闭、锁闭和隔离状态。
		系统	系统	无	标准	GB/T 46097—2025	7.7.10.2	当客室门紧急解锁装置激活后,系统的处置应符合下列规定。 a) 当列车为零速度时,在车载 ATP 控制单元与中心 ATS 监控单元通信正常的情况下,宜经中心 ATS 监控单元人工授权,地面 ATP 为列车自动建立防护区,车载 ATP 控制单元待防护区建立成功后解锁可乘降侧客室门;在车载 ATP 控制单元与中心 ATS 监控单元通信中断的情况下,车载 ATP 控制单元可在中心 ATS 监控单元未授权且在延时规定的时间后,自动解锁可乘降侧客室门。 b) 当列车已在站台精确停车并保持零速度时,车载 ATP 控制单元应禁止列车发车。 c) 当列车以大于零的速度离开站台,系统判断列车施加紧急制动停车后仍可与站台区域有重叠且重叠区域满足乘客应急乘降要求时,车载 ATP 控制单元应立即施加紧急制动;系统判断列车施加紧急制动停车后与站台区域无重叠或重叠区域不满足乘客应急乘降要求时,车载 ATO 控制单元应控制列车继续运行至下一车站,列车进站停车后应保持客室门和站台屏蔽门开门

需求编号	需求名称	系统/部件	需 求类别	SIL等级	需求来源	标准号	条款号	安全需求规范内容
								状态。 d) 当列车在区间以大于零的速度运行时,车载 ATO 控制单元应控制列车继续运行至停站后开门。 e) 当列车以大于零的速度进站时,车载 ATO 控制单元应控制列车继续运行至停站后开门。
		系统	系统	无	风险分析	—	—	其它要求详见 C.4 AQXQ-DOOR-00-06、AQXQ-DOOR-00-07、AQXQ-DOOR-00-08。
AQXQ-FAO-00-07	制动系统故障时的列车运行	系统	整车	无	风险分析	GB/T 46097—2025	7.7.7	动车组制动系统故障处置符合 GB/T 46097—2025 中 7.7.7.1～7.7.7.6 的要求
AQXQ-FAO-00-08	正线服务	系统	整车	无	标准	GB/T 46097—2025	7.4.4.5	列车进站停车后,当车载 ATP 控制单元判断列车位置与精确停车点的距离超过精确停车最大允许值且未超过停车范围最大允许值时,应自动识别跳跃方向,在与地面 ATP 控制单元确认跳跃区域安全后,车载 ATO 控制单元应控制列车进行自动跳跃对标。停车范围最大允许值可为 5m。
		系统	整车	无	风险分析	—	—	动车组进入正线服务： TCMS 收到 VOBC 发送的“正线服务”工况指令后，控制照明、空调打开。 VOBC 进入正线服务（SRAC）：VOBC 收到 ATS 的“正线服务”工况指令后，转发给动车组 TCMS。
		系统	整车	无	风险分析	—	—	退出正线服务： 动车组 TCMS 收到 VOBC 发送的“停止正线服务”指令，关闭正常照明、空调，保持应急照明打开。 VOBC 退出正线服务：VOBC 收到 ATS 发送“停止正线服务”指令后，向动车组发送停止正线服务工况指令。
		系统	整车	无	风险分析	—	—	对标停车： a）信号系统判断满足进站条件后，控制列车进站对位停车，必要时跳跃对标，并适时触发车内广播； b）对标停车后，VOBC 发送车站信息给 TCMS，触发车内到站广播。
AQXQ-FAO-00-09	车门紧急解锁	系统	整车	无	风险分析	—	—	车门紧急解锁请求： a）TCMS 采集到车门紧急解锁手柄被拉下信息，联动车载 CCTV 在行调、乘客调、车辆调的工作站显示，联动动车组紧急广播，并通过硬线和网络发送给 VOBC； b）TCMS 网络自动联动该车门附近的乘客紧急呼叫； c）TCMS 显示屏上提示。
AQXQ-FAO-00-10	列车火灾	系统	整车	SIL2	风险分析	—	—	火灾报警要求见 C.8 AQXQ-APS-00-07，车内火灾联动要求见 C.6 AQXQ-TCMS-00-08。

需求编号	需求名称	系统/部件	需 求类别	SIL等级	需求来源	标准号	条款号	安全需求规范内容
AQXQ-FAO-00-11	区间火灾	系统	整车	SIL2	风险分析	—	—	火灾报警要求见C.8 AQXQ-APS-00-07，车外火灾联动要求见C.6 AQXQ-TCMS-00-09。
AQXQ-FAO-00-12	紧急广播	系统	整车	无	风险分析	—	—	动车组紧急广播见C.9 AQXQ-PIS-01-01。
AQXQ-FAO-00-13	乘客紧急呼叫	系统	整车	无	标准	GB/T 46097—2025	7.7.8	乘客紧急呼叫满足GB/T 46097—2025中7.7.8章相关要求
AQXQ-FAO-00-14	障碍物检测	系统	整车	SIL2	标准	GB/T 46097—2025	7.5.1	列车与障碍物相撞防护应满足GB/T 46097—2025中7.5.1要求。
		系统	整车	SIL2	风险分析	—	—	障碍检测功能应满足SIL2。
AQXQ-FAO-00-15	脱轨检测	系统	整车	无	标准	GB/T 46097—2025	7.7.17	脱轨检测及处置应满足GB/T 46097—2025中7.7.17要求。
		系统	整车	SIL2	风险分析	—	—	脱轨检测功能应满足SIL2。
AQXQ-FAO-00-16	紧急供电	系统	蓄电池	无	标准	GB/T 46097—2025	11.6	在车载和动车组设备断电的情况下,车载休眠唤醒控制单元及配套车载数据通信单元应由动车组蓄电池供电。动车组蓄电池容量应满足休眠状态下上述单元正常工作的要求,休眠状态下上述单元总功率不宜大于150 W,工作时间不宜小于7×24h。
AQXQ-FAO-00-17	列车唤醒	系统	整车	无	风险分析	—	—	动车组设备（包括牵引、制动、空调、PIS、专用无线通信、烟火报警、障碍物探测系统、走行部故障诊断设备等）上电后自动进行自检。 VOBC进行自检。 进行动车组静态和动态低速测试
AQXQ-FAO-00-18	自动洗车	系统	整车	无	风险分析	—	—	动车组与VOBC相互配合，自动控制列车以规定的洗车速度匀速（车速3-5km/h）通过洗车库线进行洗车。
AQXQ-FAO-00-19	牵引限速	系统	整车	无	风险分析	—	—	TCMS限速要求见C.6 AQXQ-TCMS-00-04。
AQXQ-FAO-00—20	列车超载	系统	整车	无	风险分析	—	—	动车组应实时监测列车载荷，并可上传控制中心。

表C.17　其他安全需求评估矩阵（氢能源技术举例）

	需求名称	系统/部件	需求类别	SIL等级	需求来源	标准号	条款号	安全需求规范内容
AQXQ-HYDR-00-01	氢气泄漏检测功能	系统	整车	无	风险分析	—	—	储氢模块中的氢气浓度传感器能够准确地探测氢气浓度
		系统	整车	无	风险分析	—	—	氢燃料电池模块能准确检测到氢气泄漏并向ECU报警
AQXQ-HYDR-00-02	氢气加注与关断功能	系统	整车	无	风险分析	—	—	能量管理控制箱与TCMS接口保证故障报警信息正确传输
		系统	整车	无	标准	GB 50516—2010(2021年版)	6.4.3	加注应满足GB 50516的要求，在加注过程中储氢瓶内温度不高于85℃，瓶内压力不应超过1.25倍公称工作压力。加氢机启动时，加氢机测量车载氢系统初始压力，如果测量的高压储氢系统初始压力小于2.0MPa ，应立即终止加注。加氢机充装氢气流量不应大于 7.2kg/min。
AQXQ-HYDR-00-03	氢气渗透风险管控	系统	整车	无	标准	GB/T 35544—2017	B3.3.3	针对非金属材料，氢相容性应符合GB/T 35544—2017中B 3.3.3要求。
		系统	整车	无	标准	GB/T 34542.2—2018	—	金属材料与氢气相容性应按照GB/T 34542.2进行试验
AQXQ-HYDR-00-04	氢气燃烧与爆炸管理	系统	整车	无	风险分析	—	—	针对储氢系统、氢燃料电池，设计上避免存在会导致氢气聚集的密闭空间、采取空气吹扫方式避免氢气聚集达到燃烧、爆炸下限。
AQXQ-HYDR-00-05	碰撞防护功能	系统	整车	无	风险分析	—	—	储氢模块的电磁关断阀正确执行来自能量管理控制箱的氢气中断指令
AQXQ-HYDR-00-06	点火源和点火机制	系统	整车	无	标准	—	—	应对氢气的点火机制进行分析，如高压气体自燃，静电放电，无线电波，闪电，机械冲击，摩擦和磨损，电气设备和零部件过热等。
AQXQ-HYDR-00-07	其它安全特性	系统	整车	无	风险分析	—	—	应对窒息、噪声、过压和高温等对人员的威胁进行评估，如大量氢气在封闭或受限空间聚集，氢气浓度的上升导致氧气浓度下降，有可能导致窒息风险；高压氢气释放时会产生噪声，超过140dB时可能会导致突然失聪；站台停车TPRD意外泄放并起火，周围空气可能被加热、火焰传播前沿作用在空气中也会产生过压，可能对站台邻近区域的乘客产生安全影响。

附 录 D
（规范性）
风险接受矩阵

D.1 风险接受矩阵

市域（郊）铁路动车组风险接受矩阵应满足表D.1要求。

表D.1 市域（郊）铁路动车组风险接受矩阵

				后果						
				7	6	5	4	3	2	1
				微不足道事故	极轻微事故	轻微事故	严重事故	危急事故（死亡事故）	重大事故	特别重大事故
安全			死亡数目					少于3个	3至49个	50个或以上
			重伤数目				少于3个	3至49个	50个或以上	—
			轻伤数目			少于3个	3至49个	50个或以上	—	—
服务			系统中断			少于30分	几小时	1天	1星期	1月
			线路中断		少于30分钟	几小时	1天	1星期	1月	几个月
			车站服务中断	少于30分钟	几小时	1天	1星期	1月	几个月	1年
概率	A	每周发生数次或更多	≥100次/年	R3	R1	R1	R1	R1	R1	R1
	B	每月发生数次	≥10次/年～＜100次/年	R4	R2	R1	R1	R1	R1	R1
	C	每年发生数次	≥1次/年～＜10次/年	R4	R2	R2	R1	R1	R1	R1
	D	十年内发生数次	≥0.1次/年～＜1次/年	R4	R3	R2	R1	R1	R1	R1
	E	运营以来发生过一次	≥10^{-2}次/年～＜10^{-1}次/年	R4	R3	R3	R2	R1	R1	R1
	F	不大可能出现	≥10^{-3}次/年～＜10^{-2}次/年	R4	R4	R3	R3	R2	R1	R1
	G	非常不可能出现	≥10^{-4}次/年～＜10^{-3}次/年	R4	R4	R4	R3	R3	R2	R1
	H	发生可能性极少	≥10^{-5}次/年～＜10^{-4}次/年	R4	R4	R4	R4	R3	R3	R2
	I	不可能发生	≥10^{-6}次/年～＜10^{-5}次/年	R4	R4	R4	R4	R4	R3	R3

表中风险等级的定义如下：
R1:除特殊情况外，必须消除该类风险；
R2:必须将风险降低至最低实际可行的水平；
R3:可忍受的风险，但仍须按成本效益尽量减低风险；
R4:可接受的风险，无须采取进一步的措施。

D.2 隐患登记册示例

初步危害分析、系统危害分析、接口危害分析及操作与维护危害分析形成的危害应纳入隐患登记册进行管理，直到剩余风险处于可接受状态。表D.2是隐患登记册模板。

表D.2　隐患登记册

1	2	3	4	5	6	7			8	10	11			12	13	14
隐患编号	隐患类型	隐患描述	诱因或触发条件	潜在事故	原因分析	初始风险			采取的减轻措施	安全措施实现类型	剩余风险			隐患状态	安全需求/应用条件文档	备注
						发生频率	严重等级	风险等级			发生频率	严重等级	风险等级			
										设计						
										制造						
										工艺						
										安装						
										转移						

附 录 E
（规范性）
安全需求评估矩阵记录表

E.1 格式

在附录 C 表 C.1～表 C.16 的基础上，增加“策划阶段评估、设计阶段评估、制造阶段评估、测试阶段评估和结论”各栏，即形成安全需求评估矩阵记录表。如表 E.1 为系统集成安全需求评估矩阵记录表的示例，其他系统安全需求评估矩阵以此类推。

E.2 记录

各阶段评估过程中，应在对应的评估阶段栏记录客观证据和存在问题，在所有的评估阶段结束后，应在“结论”栏明确“符合”或“不符合”。

表E.1 系统集成安全需求评估矩阵记录表示例

需求编号	需求名称	系统/部件	需求类别	SIL等级	需求来源	标准号	条款号	安全需求规范内容	策划阶段评估	设计阶段评估	制造阶段评估	测试阶段评估	结论
AQXQ-TRAIN-00-01	车辆限界符合相关规定	整车	整车	无	标准规范	TB/T 3597—2024	6.1.1	内通型动车组限界应符合 TB 10624 的规定；外通型动车组限界应符合 TB 10624 和 GB 146.1 的规定。					
		整车	整车	无	标准规范	GB146.1—2020	7.1	机车车辆上部限界为车限-1A					
		整车	整车	无	标准规范	GB146.1—2020	7.2.1	进入 GB146.1—2020 建限-1 和建限-3 的机车车辆下部限界为车限-1B					
		整车	整车	无	标准规范	GB146.1—2020	7.2.2	进入GB146.1—2020建限-4的机车车辆下部限界为车限-1C					
AQXQ-TRAIN-00-02	车辆重量及均衡符合相关规定	整车	整车	无	标准	TB/T 3597—2024	6.2.12	车辆称重按照 TB/T 1740 进行，并符合以下要求： a)在超员状态下每轴上所测得的重量不应大于最大设计轴重； b)每个车轮上测得的轮重与该轴两轮平均轮重之差不应超过±4%。					
		整车	整车	无	标准	TB/T 3597—2024	6.3	载荷工况：整备状态、定员状态和超员状态，其中司乘人员乘 80kg，旅客人员乘 60kg；定员状态：座席与站立人数之和，站立人数					

需求编号	需求名称	系统/部件	需求类别	SIL等级	需求来源	标准号	条款号	安全需求规范内容	策划阶段评估	设计阶段评估	制造阶段评估	测试阶段评估	结论
								宜按 4 人/m^2计算。 超员状态：座席与站立人数之和，站立人数宜按 6 人/m^2～8 人/m^2计算。					
		整车	整车	无	标准	TB/T 3597—2024	5	轴重：≤17 t。					
		整车	整车	无	标准	TB/T 3597—2024	10.14	按照 TB/T 1740 进行称重试验。					
AQXQ-TRAIN-00-03	车辆的曲线通过能力符合相关规定	整车	整车	无	标准	TB/T 3597—2024	6.2.4	动车组曲线通过能力应满足 TB 10624 的要求，特殊条件下，应能通过 R180m 圆曲线和夹直线长度为 10m 的 R180m S 型曲线，在单车调车时应能通过 R150m 圆曲线。					
		整车	整车	无	标准	TB/T 3597—2024	10.16	按照 TB/T 3597—2024 中 10.16 要求开展曲线通过试验。					
AQXQ-TRAIN-00-04	车辆水密性符合相关规定	整车	整车	无	标准	TB/T 3597—2024	6.2.10.1	水密性符合 TB/T 1802 的规定，不应有渗漏水的现象。					
		整车	整车	无	标准	TB/T 3597—2024	10.25.2	按照 TB/T 1802 规定进行试验。					
		整车	整车	无	标准规范	TB/T 1802—2016	4.1.2	动车组喷水强度不低于 6mm/min 或者整个喷水强度能实现 0.5 立方米每分钟,均匀喷射，喷头处的水压不小于 0.30MPa。					
		整车	整车	无	标准规范	TB/T 1802—2016	5.1.2	喷水结束后 10min～20min 内，检查车内各部位无渗漏。					
AQXQ-TRAIN-00-05	车辆气密性符合相关规定	整车	整车	无	标准	TB/T 3597—2024	6.2.10.2	在整备状态下，单节车辆门窗及空调设备的对外开口关闭时，车内外压力差由 P_1降至 1kp 的时间不低于： 200km/h:P_1=4000Pa，40s 160km/h:P_1=2600Pa，18s 120/140km/h:P_1=2100Pa，15s					
		整车	整车	无	标准	TB/T 3597—2024	10.25.1	按照 TB/T 3597—2024 中 10.25.1 要求开展车辆气密性试验。					
AQXQ-TRAIN-00-06	车辆运行考核	整车	整车	无	标准规范	—	—	3 个月和 10 万千米（重车 5 万千米和空车 5 万千米）					

附 录 F
（规范性）
文件检查单

F.1 评估内容

F.1.1 安全流程评估

描述安全流程的主要评估内容。

F.1.2 技术安全评估

根据动车组采购合同技术规格书、动车组相关标准规范和风险分析梳理分析，描述技术安全的主要评估内容。

F.1.3 RAM评估

描述RAM的主要评估内容。

F.2 评估文件

审核的主要文件及支持性文件记录应符合表F.1的规定。

表F.1 审核文件记录表

主要文件				
文档	文件名称	文件编号	版本号	发布日期
1				
2				
支持性文件				
文档	文件名称	文件编号	版本号	发布日期
3				

F.3 评估发现

评估发现的问题应按照表F.2记录，问题等级说明应符合表F.3的规定，问题状态说明应符合表F.4的规定。

表F.2 发现问题记录表

序号	文档	页码	章节号	依据标准	发现项	等级	状态

表F.3 问题等级说明

等级	描述	注释	示例说明
A	严重	依据标准或合同，在设计或开发过程中发现安全相关的不符合项,它可能引起设计或过程的变更。在所有发现的 A 类不符合项关闭之前，将不会发布建议产品可投入运营的评估报告。	与合同不符。 引用废止标准且在新版标准中内容发生变化。 引用标准中安全相关内容不完整。 系统/部件的相关试验未开展。 试验结果不满足设计或标准要求。 计算公式引用错误、计算结果错误等
B	一般	依据标准，在文件中发现安全相关的不符合项对设计和过程有影响，这将导致所检查文件的版本更新。	危害分析不完整。 隐患相关措施不规范或错误，记录不规范或错误。 型式试验报告为非认可机构或非认可经营范围。 技术记录不满足要求
C	轻微	依据标准，在文件中发现的不符合将不会影响文件、设计和过程的执行,可能需要更新文件版本。	引用废止标准内容且在新版标准中未发生变化。 未确认借用试验报告符合新试验要求，实际满足。 除参数、数据、公式、结果等方面的错误
None	无类别项	无法判断问题的严重性，需要进一步提供支撑文件来识别。	由于提供的信息有限，无法对评估意见进行分类。 起备注提醒作用或者用来要求项目组提供补充信息。 其他无法归为 A、B、C 类的不影响安全的问题

表F.4　问题等级说明

状态	描述
开口	问题提出后，相关方未答复之前的状态，或者相关方答复后，但评估方不同意该答复意见的状态。
解决	问题提出后，相关方已答复，评估方也同意该答复意见，但相应整改措施尚未完成的状态。
关闭	问题提出后，相关方已答复并提供客观证明载体，评估方确认问题关闭的状态。

F.4　评估结论

F.4.1　安全流程评估

详细描述安全流程的符合性。

F.4.2　技术安全评估

详细描述技术安全的符合性。

F.4.3　RAM评估

详细描述RAM的符合性。

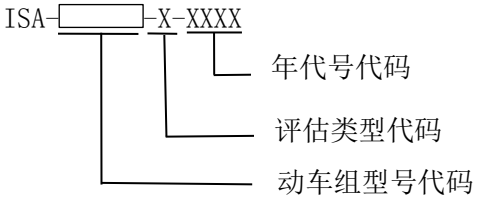
附 录 G
（规范性）
定型评估报告

G.1 封面格式

G.1.1 报告封面应包含以下内容：

a） 评估机构标志；
b） 评估机构全称；
c） 被评估项目全称；
d） 文件名称；
e） 被评估方公司全称；
f） 文件编号；
g） 文件版本信息；
h） 文件编制、审核及批准信息；
i） 更改履历信息。

G.1.2 文件编号应符合如下格式：



其中，ISA 为固定编码，是 Independent Safety Assessment 的缩写，表示定型评估。动车组型号代码包括车型代码、速度等级代码、技术平台代码和技术配置代码，具体编码格式应符合 TB/T3597-2024 第 13 章。评估类型代码：定型评估为Ⅰ，运营评估为Ⅱ。年代号代码：定型评估工作开始的年代。

示例：

ISA-SRC160CA-A-Ⅰ-2025 表示对中车株机公司 2025 年研制的外通型时速 160 公里 A 款 4 辆编组市域郊动车组开展的定型评估。

G.1.3 封面格式见图G.1。

【此处粘贴评估机构 LOGO]

<table>
<tr><td colspan="3">XXX 公司【此处填写评估机构公司全称】</td></tr>
<tr><td>项目名称</td><td colspan="2">XXX 动车组【此处填写被评估项目全称】</td></tr>
<tr><td>文件名称</td><td colspan="2">整车独立安全评估报告【此处填写整车独立安全评估报告或设计阶段独立安全评估报告】</td></tr>
<tr><td>客户名称</td><td colspan="2">XXX 公司【此处填写被评估方客户公司全称】</td></tr>
<tr><td>文件编号</td><td colspan="2">XXX【此处填写本报告的编号】</td></tr>
<tr><td>文件版本</td><td colspan="2">1.0【此处填写本报告发布时的版本】</td></tr>
<tr><td>编 制</td><td colspan="2">【打印+手写签字】</td></tr>
<tr><td>审 核</td><td colspan="2">【打印+手写签字】</td></tr>
<tr><td>批 准</td><td colspan="2">【打印+手写签字】</td></tr>
<tr><td colspan="3">变更履历</td></tr>
<tr><td>版本号</td><td>日期</td><td>内 容</td></tr>
<tr><td>1.0【示例】</td><td>2026.03.18【示例】</td><td>初始版本【此处写初始版本主要内容】</td></tr>
<tr><td>2.0【示例】</td><td>2026.04.15【示例】</td><td>XXX【此处写版本 2.0 针对 1.0 版本的主要变更内容】</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

图G.1 封面示例

G.2 目录

报告应设置目录，目录宜保留到一级条标题。

G.3 文件内容

文件内容应包括以下内容：

a） 概述；
b） 术语、定义和缩略语；
c） 评估范围；
d） 评估内容；
e） 评估阶段；
f） 评估依据；
g） 评估方法；
h） 评估组织架构；
i） 评估活动；
j） 安全相关应用条件；
k） 评估结论；
l） 改进建议（如有）；
m） 附件明细。

G.4 概述

G.4.1 简要描述被评估项目的概况，包括系统架构、边界条件等。

G.4.2 本评估项目的来源。

G.4.3 简述项目评估的过程，包括项目启动会、每个评估阶段审核的文件及发现的问题数量、关闭情况，说明最终的评估结论、开口项处理（如有）及建议（如有）。

G.5 术语、定义和缩略语

描述本报告中包含的术语、定义和缩写，以便于理解本报告。

G.6 评估范围

依据合同或产品定型评估的需求，从V生命周期的维度描述被评估产品的评估范围，比如“本项目的评估范围仅包含GB/T21562.1-2026标准产品V生命周期生命周期的第1～第9阶段”。

G.7 评估内容

G.7.1 安全管理评估的具体评估内容。

G.7.2 RAM管理评估的具体评估内容。

G.7.3 质量管理评估的具体评估内容。

G.7.4 技术安全评估的具体评估内容。

G.8 评估阶段

描述本项目的策划阶段评估、设计阶段评估、制造阶段评估和测试阶段评估的划分情况，以及与产品设计生命阶段的对应情况。

G.9 评估依据

G.9.1 采购合同：描述被评估动车组系统的采购合同，包含文件编号、版本等。

G.9.2 通用评估标准：描述本次评估采用的主要标准和规则，如GB/T21562.1-2026。

G.9.3 专业技术标准：描述本次评估采用的产品设计标准、各系统专业技术标准等。

G.9.4 其他铁路安全相关标准规范。

G.9.5 行政许可相关要求 。

G.10 评估方法

描述产品定型评估采用的方法，评估的方法可包含伴随项目生命周期的方法、基于证据的抽样化评估方法、系统化方法、基于证据的抽样化评估方法、交互认可的方法、以安全需求为导向的评估等。

G.11 评估组织架构

描述评估方的评估资质、与被评估方的独立性、评估团队的组成架构、角色及专业技术分工等内容。

G.12 评估活动

G.12.1 评估概述

描述正向评估矩阵编制及审核证据情况、评估矩阵汇总表；描述什么时间、地点对产品定型评估各阶段进行的文件审核、现场审核、测试见证等过程，发布的检查单及问题汇总表，问题的分类说明及提出问题的关闭状态。

G.12.2 安全管理评估

详细说明安全计划、隐患分析、验证和确认计划、验证和确认报告、安全案例等安全任务的完整性、准确性和符合性，并对评估发现的问题数量及关闭情况进行说明，对其中的典型问题可在报告正文中重点进行分析说明。

G.12.3 RAM管理评估

详细说明RAM计划、RAM分配、RAM预计、RAM验证等RAM任务的完整性、准确性和符合性，并对评估发现的问题数量及关闭情况进行说明，对其中的典型问题可在报告正文中重点进行分析说明。

G.12.4 技术安全评估

按照附录C安全需求评估矩阵的要求，分系统详细说明技术安全的评估情况，应对安全完整性进行单独说明，并对各系统评估发现的问题数量及关闭情况进行说明，对其中的典型问题可在报告正文中重点进行分析说明。

G.12.5 质量管理评估

描述生产制造现场审核的情况，范围包含但不限于相关采购、物流、工艺管理、质量控制、人力资源、生产/校准、现场管理等内容，并对现场审核发现的问题数量及关闭情况进行说明，对其中的典型问题可在报告正文中重点进行分析说明。

描述测试见证的情况，包括零部件的型式试验见证和动车组的型式试验见证，并对测试见证发现的问题数量及关闭情况进行说明，对其中的典型问题可在报告正文中重点进行分析说明。

G.13 安全相关的应用条件

描述目前评估情况下，动车组上线安全运营还需满足的限制条件，包括但不限于各种假设、环境条件、开口项管理、运营及操作要求、维修维护要求等。

G.14 评估结论

G.14.1 安全管理

正向描述被评估对象是否系统安全计划、安全分析报告、隐患登记册等均按照规范格式进行了编制，主要内容已涵盖在动车组系统安全分析报告中，安全输出管理满足标准要求等。

G.14.2 RAM管理

正向描述被评估对象的RAM计划、RAM分配、RAM预计、RAM验证等文件均按照规范格式进行了编制，RAM输出管理满足标准要求等。

G.14.3 技术安全

正向描述被评估对象技术安全符合性，主要是技术安全要点均有证据支撑，所有技术问题均得到了有效解决。

G.14.4 质量管理

正向描述被评估产品质量管理的过程，审核发现项均已整改并验证，过程均得到了有效管控。

G.14.5 结论

描述产品定型评估的总结论，例如：产品安全管理流程符合GB/T21562.1-2026规定的V生命周期第1～第9阶段的安全输出管理；RAM管理符合GB21562.1-2026规定的RAM任务输出管理要求；质量管理满足ISO22163质量管理体系的要求；产品技术安全符合第8.2章技术安全要点及附录C的相关专业安全需求评估矩阵中技术标准要求，各安全功能的安全完整性等级评估合格且全部已进行交叉接受；根据附录C定义的市域（郊）铁路机车动车组风险接收矩阵，动车组项目风险已通过隐患登记册进行管控，且动车组的风险均降到R3以下，处于可接受状态，产品具备在G.13规定的安全相关的应用条件下安全运营的条件。

G.15 改进建议（如有）

必要时，可以给出后续工作建议。

G.16 附件明细

G.16.1 各专业安全需求评估矩阵记录表

G.16.2 各评估阶段文件检查单

参考文献

[1] GB/T 28808—2021 轨道交通 通信、信号和处理系统 控制和防护系统软件
[2] GB/T 28809—2012 轨道交通.通信、信号和处理系统.信号用安全相关电子系统

铁路行业标准《市域（郊）铁路动车组独立安全评估 第2部分：定型评估》

（征求意见稿）

编 制 说 明

1 工作简况

1.1 编制依据

根据《国家铁路局2025年铁路装备技术和运输服务标准项目计划》（国铁科法函〔2025〕80号）的25T005项目和《国家铁路局2025年铁路装备技术和运输服务标准项目计划（承担单位）》（科法函〔2025〕122号）的要求，由铁路行业基础通用及运输设备标准化委员会归口，并由中车青岛四方机车车辆股份有限公司、中车株洲电力机车有限公司、广州地铁集团有限公司有限公司共同起草《市域（郊）铁路动车组独立安全评估规范》。在该标准的编制过程中，按照铁路技术标准体系的要求，完成了本标准《市域（郊）铁路动车组独立安全评估》2个部分的编制工作，本部分为第2部分。

本标准为首次制定。

1.2 制修订本标准的必要性

车辆系统的独立安全评估虽然开展了20多年，对轨道交通车辆的安全设计、安全制造、安全运营等做出了巨大贡献，但第三方评估机构的独立安全评估工作质量和成效也存在良莠不齐的现象，缺乏对第三方评估机构的独立安全评估工作有效的审查监督机制。

2024年国家铁路局发布了TB/T 3597-2024《市域（郊）铁路动车组》，其中11.3.2条款明确规定：型号合格证和制造许可证要求的运用考核和解体检查可由第三方独立安全评估代替，为新型号的市域（郊）铁路动车组型号许可提出了一种全新的管理模式，赋予了独立安全评估在轨道交通车辆型号许可流程中新的、重要的作用。但是对于第三方独立安全评估的工作要求和评价监督机制，国内并没有相关的标准或规范，为满足粤港澳大湾区新型市域（郊）铁路动车组研制需求，国家铁路局下发了设备监函〔2025〕44号《关于印发<广州地铁新型市域(郊)动车组独立安全评估技术审查工作实施方案>的通知》、设备监函〔2025〕48号《关于成立广州地铁新型市域（郊）动车组独立安全评估技术审查专家组的通知》，初步明确了市域（郊）铁路动车组第三方独立安全评估的工作要求和对第三方评估机构的工作进行技术审查的工作机制，并在中车株机公司SRC160市域（郊）铁路动车组进行试点，以保证第三方独立安全评估活动的规范性、完整性、正确性和权威性，实现第三方独立安全评估可以替代市域（郊）铁路动车组取证需开展的运用考核和解体检查的目的。为了更好的支撑国内市域（郊）铁路动车组快速发展的需求，迫切需要制定《市域（郊）铁路动车组独立安全评估 第2部分：定型评估》，以满足国内新型市域（郊）铁路动车组研制和型号许可的需求，更好的支撑国内市域（郊）铁路动车组快速发展的需求。

1.3 编制过程

在本标准的编制过程中，完成了大量的基础研究和编写工作，本标准编制过程概要如下：

（1）标准计划下达后，国家铁路局设备监督管理司牵头成立了起草工作组，参与单位包括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、里卡多（北京）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、上海轨道交通检测认证（集团）有限公司等动车组设计单位、制造单位、运营单位、第三方独立安全评估机构等。起草组对评估内容、评估流程、评估方法、安全需求矩阵等情况进行了调研，并征求国家铁路局型号许可等方面意见，收集了相关技术资料，在对前期工作深入讨论研究后，形成了本标准的征求意见稿。

（2）本标准起草单位和起草人承担的起草工作见表 1。

表 1《市域（郊）铁路动车组独立安全评估 第 2 部分：定型评估》起草工作分工表

序号	起草单位	起草人姓名	承担的工作
1	中车青岛四方机车车辆股份有限公司	程建峰、袁文静、巩巧琴	程建峰主持标准编制，负责第 1 章、第 11 章、第 14 章及附录 B 的编制及主持全面协调工作；袁文静负责第 3 章、第 13 章、附录 B 及附录 F 的编制；巩巧琴负责第 2 章、第 4 章及全文的标准化审核。
2	中车长春轨道客车股份有限公司	李克铭	李克铭负责第 6 章、第 8 章及附录 B 的编制。
3	中车株洲电力机车有限公司	吴朝东	吴朝东负责第 7 章、附录 A 及附录 B 的编制。
4	里卡多（北京）有限公司	韩霜	韩霜负责第 9 章、第 10 章、附录 B 及附录 E 的编制。
5	广州地铁集团有限公司	郑玄	郑玄负责第 12 章、附录 B 及附录 D 的编制。
6	上海轨道交通检测认证（集团）有限公司	王欢	王欢负责第 5 章、附录 B 及附录 C 的编制。

2 编制原则

2.1 标准格式统一、规范，符合 GB/T 1.1-2020 要求。

2.2 标准内容符合统一性、协调性、适用性、一致性、规范性要求。

2.3 标准技术内容安全可靠、成熟稳定、经济适用、科学先进、节能环保。

2.4 标准实施后有利于提高铁路产品质量、保障运输安全，符合铁路行业发展需求。

3 主要内容

3.1 本标准规定了市域（郊）铁路动车组定型评估的评估目的、评估阶段、评估计划、评估内容、评估方法、评估方式、评估流程、评估检查单、评估报告和评估输出；适用于市域（郊）铁路动车组定型评估。

3.2 本标准的主要技术要求包括：明确评估阶段，并说明与 EN50126 V 生命周期的对应关系；明确评估计划的主要内容；明确评估包括安全流程评估、技术安全评估、质量管理评估、RAM 评估等四部分内容，并用安全需求矩阵的形式详细说明了技术安全评估的要点；简要介绍了伴随项目生命周期的评估、基于证据的抽样化评估、交互认可、以安全需求为导向的评估等评估方法；明确了文件检查、现场审核及测试见证等评估方式；对评估发现的问题分类进行了规定；规定了评估报告应包含的主要内容并附评估报告模板文件；明确了各阶段评估的输出文件，主要包括评估计划、评估检查单、设计阶段评估报告、现场审核报告、现场审核计划、测试见证计划、测试见证报告和最终的独立安全评估报告。

3.3 本标准符合法律、行政法规的规定。

3.4 本标准依据《轨道交通　可靠性、可用性、可维修性和安全性规范及示例》（EN 50126-1:2017）、

《轨道交通.可靠性、可用性、可维修性和安全性规范及示例 第1部分 通用要求》（GB/T 21562.1-2026）、《市域（郊）铁路动车组》（TB/T 3597-2024），结合国内新型SRC160市（域）郊动车组独立安全评估工作的应用实际编制。

3.5 经起草组研究分析，没有与本标准相关联的国铁集团企业标准和标准性技术文件。

3.6 经起草组研究分析，没有与本标准主要技术内容相关联的现行国家标准、行业标准。

4 关键指标的确定

4.1 参照《轨道交通 可靠性、可用性、可维修性和安全性规范及示例》（EN 50126-1:2017）6.2章节表1对V生命周期各阶段的安全输出任务，对行业安全流程管理进行充分调研，本标准9.2部分对安全流程评估的主要内容作出了规定。

4.2 参照《市域（郊）铁路动车组》（TB/T 3597-2024）对市域（郊）铁路动车组的具体技术要求，结合行业多年独立安全评估实践经验和对车辆各专业具体技术规范的深入研究，本标准9.3部分对技术安全评估的主要内容作出了规定，编制了市域（郊）铁路动车组16个子系统的安全需求规范，并形成附录C，真正实现对技术安全的有效管控。

4.3 按照《铁路应用 质量管理体系ISO 9001:2015对铁路组织的业务管理体系要求以及铁路部门应用的特殊要求》（ISO22163:2023）对质量管理体系的要求，对行业质量管理体系审核内容进行充分调研，本标准9.4部分对质量管理评估的主要内容作出了规定。

4.4 参照《轨道交通 可靠性、可用性、可维修性和安全性规范及示例》（EN 50126-1:2017）6.2章节表1对V生命周期各阶段的RAM输出任务，结合国家铁路局对市域（郊）铁路动车组行政许可相关要求，对行业RAM实际指标进行充分调研分析，本标准9.5部分对RAM评估的主要内容、运用考核期间及运营后的RAM指标作出了规定。

4.5 参照《轨道交通 可靠性、可用性、可维修性和安全性规范及示例》（EN 50126-1:2017）对V生命周期的定义，对车辆行业产品生命周期管理进行充分调研，本标准6.3部分和第12章对评估阶段的划分和评估流程作出了规定。

5 采标情况

无。

6 有无重大分歧意见

无。

7 强制或推荐、废止、公开建议

7.1 建议本标准作为推荐性行业标准发布。

7.2 由于未识别出版权等相关知识产权问题，建议本标准公开。

7.3 本标准未识别出相关专利。

8 实施标准的要求和措施建议

建议本标准在批准发布后 6 个月实施。

9 其他应予说明的事项

在本部分编制过程中，中车长春轨道客车股份有限公司负责编制了第 6 章、第 8 章及附录 B 的内容，里卡多（北京）有限公司负责编制了第 9 章、第 10 章、附录 B 及附录 E 的内容，上海轨道交通检测认证（集团）有限公司负责编制了第 5 章、附录 B 及附录 C 的内容，起草组建议将中车长春轨道客车股份有限公司、里卡多（北京）有限公司、上海轨道交通检测认证（集团）有限公司纳入标准起草单位。

标准起草组

2026年9月