

团 体 标 准

T/GRTIA 2-2024

城市轨道交通车辆内部照明 技术规范

Interior lighting for urban rail transit vehicles
Technical specifications

2024-8-26 发布

2024-9-1 实施

广州市轨道交通产业联盟 发布

目 次

前言	IV
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 使用环境	3
6 技术要求	3
6.1 配光性能要求	3
6.2 外观要求	4
6.3 结构要求	4
6.4 材料要求	4
6.5 噪声要求	4
6.6 显色指数要求	4
6.7 色温要求	4
6.8 光衰性能要求	4
6.9 布线要求	5
6.10 灯座要求	5
6.11 通用要求	5
6.11.1 开关耐久性能要求	5
6.11.2 材料耐燃烧性试验要求	5
6.11.3 泄露电流要求	5
6.11.4 爬电距离和电气间隙要求	5
6.11.5 灯具耐久性要求	5
6.11.6 极性颠倒要求	5
6.11.7 外壳防护要求	5
6.11.8 冲击振动性能要求	5
6.11.9 耐湿热性能要求	5
6.11.10 电磁兼容性能要求	5
6.11.11 高温性能要求	5
6.11.12 低温性能要求	5
6.11.13 低温存放要求	6
6.12 安全要求	6
6.13 可信性要求	6
6.13.1 可靠性要求	6
6.13.2 维修性要求	6
6.13.3 可用性要求	6
6.13.4 安全性要求	6
6.13.5 LCC 要求	6
7 试验方法	8
7.1 试验条件	8

7.2 配光性能试验	8
7.2.1 频闪试验	8
7.2.2 内部照明配光性能试验	8
7.3 外观和结构检查	8
7.4 噪声检查	8
7.5 显色指数检验	8
7.6 色温检验	8
7.7 光衰试验	8
7.8 开关耐久性试验	8
7.9 内部车灯材料耐燃烧试验	8
7.10 泄漏电流试验	8
7.11 爬电距离和电气间隙检测	8
7.12 灯具耐久性试验	8
7.13 极性颠倒试验	9
7.14 外壳防护试验	9
7.15 冲击、振动试验	9
7.16 耐湿热试验	9
7.17 电磁兼容性试验	9
7.18 高温性能试验	9
7.19 低温性能试验	9
7.20 低温存放试验	9
7.21 可信性要求检验	9
7.21.1 可靠性验证	9
7.21.2 维修性验证	10
7.21.3 可用性验证	10
7.21.4 安全性验证	10
7.21.5 LCC 验证	10
8 检验规则	11
8.1 检验分类	11
8.2 出厂检验	11
8.3 型式检验	11
8.4 检验项目	11
8.5 判定规则	12
8.5.1 出厂检验	12
8.5.2 型式检验	12
9 标志、包装、运输与贮存	12
9.1 标志	12
9.2 包装	12
9.3 运输	12
9.4 贮存	12
参 考 文 献	13
附 录 A	14
附 录 B	16

附 录 C	17
-------------	----

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。

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。

本文件由广州市轨道交通产业联盟提出、归口并解释。

本文件起草单位：西南交通大学、广州地铁集团有限公司、广州中车轨道交通装备有限公司、广州市轨道交通产业联盟、东莞市轨道交通有限公司、佛山市地铁建设有限公司、中山市轨道交通有限公司、中国标准化研究院、城市轨道交通系统安全与运维保障国家工程研究中心、广州轨道交通检验检测认证有限公司、深圳恒之源技术股份有限公司、深圳市垆运照明电器有限公司、深圳市三和祥科技有限公司、四川省国有资产经营投资管理有限责任公司。

本文件主要起草人：彭金方、魏超、朱旻昊、褚兆龙、谭清云、温明亮、张少锋、朱鹏举、戴兵刚、杨琦、王太平、陈远生、朱伟健、李沛文、席文凯、姜雨桥、张建博、詹嘉茵、胡文伟、罗玉德、胡涛、肖楠、侯亮勇、韩冰、何治新、殷桂明、赵杨坤、沈新建、潘启兰、黄森林、黄族鹏、王涛、杨培、李冬林、项学明。

城市轨道交通车辆内部照明 技术规范

1 范围

本文件确定了城市轨道交通车辆内部照明的使用环境、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输及贮存。

本文件适用于城市轨道交通车辆的内部照明，其他轨道车辆和机车可参照执行。

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 191 包装储运图示标志
GB/T 1312 管型荧光灯灯座和启动器座
GB/T 4208 外壳防护等级（IP 代码）
GB/T 4214.1 家用和类似用途电器噪声测试方法 通用要求
GB/T 13306 标牌
GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件
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 24338.4 轨道交通 电磁兼容 第 3-2 部分：机车车辆 设备
GB/T 26178 光通量的测量方法
GB/T 33721—2017 LED 灯具可靠性试验方法
GB 17625.1 电磁兼容 限值 第 1 部分：谐波电流发射限值
TB/T 1759 铁道客车配线布线规则
TB/T 2917.1—2019 铁路客车及动车组照明 第 1 部分：通用要求
TB/T 2917.2—2019 铁路客车及动车组照明 第 2 部分：车厢用灯
TB/T 3138 机车车辆用材料阻燃技术要求
GJB Z 299C—2006 电子设备可靠性预计手册

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

灯具 luminaire

分配、透过或改变一个或多个光源发出光线的器具，它包括支承、固定和保护光源所必需的所有部件，以及必需的电路辅助装置和将它们连接到电源的装置，但不包括光源本身。

注：采用整体式不可替换光源的发光器被视作一个灯具，但不将整体式光源或整体式自镇流光源进行试验。

[来源：GB 7000.1—2015，1.2.1]

3.2

LED 灯具 LED luminaire

包含一个或多个LED光源的灯具。

[来源：GB T 24826-2016，3.17]

3.3

内部照明 interior lighting

用于提供车辆内部照明，包括客室内照明和司机室照明。客室照明包括客室灯带（包含环形灯及辅助照明灯具）、电源、控制器、感光器、贯通道筒灯、设备柜内照明等组成；司机室照明包括顶棚灯、阅读灯等组成。

3.4

灯座 lamp holder

固定灯并为其提供电接触的部件。

[来源：GB/T 21098-2007, 1.1]

3.5

端子排 terminal block

承载一个或多个相互绝缘的端子组件并被固定在支持件上的绝缘部件。

[来源：GB/T 14048.1-2023, 3.4.20]

3.6

照度 illuminance

投射在某一表面的光通量与被照射面面积之比。

注：照度单位用勒克斯（lx, 1 lx=1 lm/m²）表示。

[来源：TB/T 2917.1—2019, 3.4]

3.7

平均照度 average illuminance

规定表面上各点的照度平均值。

[来源：TB/T 2917.1—2019, 3.5]

3.8

照明均匀度 illuminance uniformity

给定表面上的最小（最大）照度与平均照度之比。

[来源：TB/T 2917.1—2019, 3.6]

3.9

（产品的）可信性 dependability, <of an item>

需要时按要求执行的能力。

注：在轨道交通领域，可信性包括可靠性、可用性、维修性、安全性和全寿命周期费用。

[来源：GB/T 2900.99—2016, 192-01-22, 有修改]

3.10

（产品的）可靠性 reliability, <of an item>

在给定的条件，给定的时间区间，能无失效的执行要求的能力。

[来源：GB/T 2900.99—2016, 192-01-24]

3.11

（产品的）可用性 availability, <of an item>

处于按要求执行状态的能力。

[来源：GB/T 2900.99—2016, 192-01-23, 原文注已删除]

3.12

（产品的）可维修性 maintainability, <of an item>

在给定的使用和维护条件下，保持或恢复执行要求的状态的能力。

[来源：GB/T 2900.99—2016, 192-01-27, 原文注已删除]

3.13

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]

3.14

LED 光衰 light wane

LED经过一段时间的点亮后其光通量下降的部分。

3.15

电磁兼容性 electromagnetic compatibility

设备或系统在其电磁环境中正常运转的能力，在该环境中不会对任何事情引入无法容忍的电磁干扰。

[来源：GB/T 4365—2003, 161-01-07]

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

LCC: 全寿命周期费用 (Life Cycle Cost)

MTBF: 平均故障间隔时间 (Mean Time Between Failure)

MTTR: 平均修复时间 (Mean Time To Restoration)

MDBF: 平均故障间隔里程 (Mean Distance Between Failure)

LRU: 在线可更换单元 (Line Replaceable Unit)

FMECA: 故障模式、影响和危害性分析 (Failure Mode Effects and Criticality Analysis)

IHA: 接口危害分析 (Interface Hazard Analysis)

O&SHA: 运行和保障危害分析 (Operational and Safeguard Hazard Analysis)

PHA: 初步风险分析 (Preliminary Hazard Analysis)

SSHA: 子系统风险分析 (Sub-System Hazard Analysis)

5 使用环境

5.1 环境温度: $-25\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

5.2 海拔: 不超过 1400 m。

5.3 相对湿度: 月平均最大相对湿度不大于 95% (该月月平均最低温度为 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$)。

6 技术要求

内部照明的技术要求包含以下内容, 审计团队应召开评审会对技术性相关质量指标进行审核, 推荐按照本文件附录A进行核对。

6.1 配光性能要求

6.1.1 司机室灯具打开后应处于常亮状态, 不应存在频闪现象, 不对车内摄像头的摄像产生影响。

6.1.2 产品验收时, 灯具正常照明, 司机室内在离地面高 800 mm 处测得的照度不小于 150 lx。

6.1.3 产品验收时, 客室内 (未提供阅读灯的座位区) 照明应满足距客室地面 800 mm 处平均照度应为 200 lx~350 lx。

6.1.4 运行于地面、高架等线路车辆, 客室照明应具备自动调光功能, 保持车厢内照度为一恒定值。

6.1.5 司机室平均照度和照明均匀度应满足 TB/T 2917.1—2019 中 5.1 的规定; 客室平均照度和照明

均匀度应满足 TB/T 2917.1—2019 中 4.1.1 的规定。

- 6.1.6 紧急照明时所有灯具照度自动降低，在门区离地面高 800 mm 处测得的照度不小于 100 lx。
- 6.1.7 地板上沿逃生路线中心线的平均紧急照度应不小于 5 lx。
- 6.1.8 紧急照明与普通照明采用同一光源，在列车供电故障时，能自动转换成由蓄电池供电的紧急照明。
- 6.1.9 司机室和客室灯具宜采用 LED 光源，电源应为 DC110V。

6.2 外观要求

内部照明灯具外观应符合以下要求：

- a) 灯具安装面周边平整，无翘曲；
- b) 表面无污迹、残胶、杂质、斑点等缺陷；
- c) 带金属外壳的灯具上有接地点，并设有保护接地图示；
- d) 灯具表面漆膜平整光洁、色泽均匀，无流痕、龟裂、烧痕、起泡、杂质等缺陷。

6.3 结构要求

内部照明灯具结构应符合以下要求：

- a) 灯罩与车顶天花板形成一个连续、平滑的过渡面，应与车顶天花板形成密封；
- b) 照明固定设备应通过车体接地；
- c) 应使用防振、可快速拆卸、易维护的灯具外罩；
- d) 灯罩部件可靠固定，应对灯罩加装防脱落保护措施，避免在运行时灯罩脱落引起人身伤害；
- e) 灯具内部设备应通过螺钉牢靠固定在灯体上，在结构设计中应不存在锋利的毛边、突出的棱角等。

6.4 材料要求

6.4.1 绝缘材料

在全寿命周期接触油和热的条件下，所有绝缘材料应不发生降解。

6.4.2 灯罩与防护罩材料

灯罩和防护罩应采用聚碳酸酯（PC）或者其他符合表1要求的材料，使用寿命须不少于15年。

表 1 灯罩与防护罩性能要求

颜色	透光率	耐热温度/℃
透明	≥85%	≥95
乳白色	50%~80%	≥95

6.5 噪声要求

在额定电压和频率以及10 dB（A）环境噪音背景条件下，距离车辆上LED灯的固定装置0.3 m处测得的噪音应不超过40 dB（A）。

6.6 显色指数要求

LED灯的显色指数应大于80。

6.7 色温要求

LED灯的色温应为6200 K~6800 K。

6.8 光衰性能要求

LED灯的光衰性能应满足表2中所列要求，需对LED照明元件的性能进行评估。

表 2 LED 光衰性能要求

使用小时数（h）	光衰
----------	----

6000	<4%
12000	<10%
18000	<15%
24000	<21%
30000	<26%
50000	满足照度要求，同时需照度均匀

6.9 布线要求

布线应满足TB/T 1759的规定。

6.10 灯座要求

灯座应符合GB/T 1312中第14章的规定。

6.11 通用要求

6.11.1 开关耐久性能要求

开关试验后，样品应无明显的损坏。

6.11.2 材料耐燃烧性要求

列车内部车灯燃烧特性应满足TB/T 3138中的规定。

6.11.3 泄露电流要求

泄露电流数值应满足TB/T 2917.2—2019中5.3.8的规定。

6.11.4 爬电距离和电气间隙要求

爬电距离和电气间隙数值应满足TB/T 2917.2—2019中5.3.9的规定。

6.11.5 灯具耐久性要求

灯具耐久性应满足TB/T 2917.2—2019中5.3.10的规定。

6.11.6 极性颠倒要求

灯具在电源电压极性颠倒时应满足TB/T 2917.2—2019中5.3.11的规定。

6.11.7 外壳防护要求

灯具外壳防护要求应不低于GB/T 4208中规定的IP30，电源及控制器外壳防护要求应不低于GB/T 4208中规定的IP20。

6.11.8 冲击振动性能要求

灯具的冲击振动性能应满足TB/T 2917.2—2019中5.3.13的规定，冲击、振动试验后，紧固件应无松动，零部件应无脱落，灯具应工作正常。

6.11.9 耐湿热性能要求

灯具的耐湿热性能应满足TB/T 2917.2—2019中5.3.18的规定。

6.11.10 电磁兼容性能要求

灯具的电磁兼容性能应满足GB/T 24338.4、GB 17625.1中的规定。

6.11.11 高温性能要求

灯具的高温性能应满足TB/T 2917.2—2019中5.3.20的规定。

6.11.12 低温性能要求

灯具的低温性能应满足TB/T 2917.2—2019中5.3.21的规定。

6.11.13 低温存放要求

灯具的低温存放性能应满足TB/T 2917.2—2019中5.3.22的规定。

6.12 安全要求

6.12.1 列车内部照明中所有电气器件应接地（塑胶壳除外），并张贴有接地标志。

6.12.2 灯具的安装及维护应满足灯具在使用过程中人员接触不到带电部位。

6.13 可信性要求

6.13.1 可靠性要求

6.13.1.1 内部照明可靠性应具备包含以下内容的文件（提交时间见附录B）：

- a) 内部照明功能分析和系统失效定义；
- b) 内部照明所有故障的故障树分析和失效模式、影响与危害分析；
- c) 内部照明寿命测试结果及各可更换部件寿命测试结果。

6.13.1.2 内部照明不存在单一故障能导致整个系统处于临界状态。

6.13.1.3 内部照明不存在未被检测的故障与其他故障综合后导致失效。

6.13.1.4 应能满足自动或人工地对关键功能进行连续或间隔的监测。

6.13.1.5 内部照明故障可分为两种情况：碎修、列检故障和运营服务故障。内部照明可靠性指标应符合表3规定。

表3 可靠性指标

碎修、列检故障		运营服务故障	
MTBF(h)	(小时)故障率	MDBF(公里)	(里程)故障率
>2250	<4.44E-04	>1.8E8	<5.6E-09

6.13.2 维修性要求

6.13.2.1 内部照明保证维修性应具备包含以下内容的文件（提交阶段见附录B）：

- a) 内部照明预防性维修和修复性维修操作方案；
- b) 使内部照明性能保持设计水平的维护方法和处理措施；
- c) 每个可修理部件的修理/替换时间（最大或平均修理/替换时间）及条件；
- d) 备品备件清单；
- e) 专用工具清单；
- f) 各部件维修费用数据。

6.13.2.2 列车内部照明的维修性要求应满足MTTR不超过0.5h。

6.13.3 可用性要求

6.13.3.1 列车内部照明可用性应大于99.99%。

6.13.3.2 列车内部照明应进行容错设计。

6.13.3.3 列车内部照明灯具照度应可调节。

6.13.4 安全性要求

内部照明安全性应具备包含以下内容的文件（提交阶段见附录B）：

- a) 各阶段危害登记册；
- b) 内部照明安全性分析，至少包括：PHA、SSHA、IHA、O&SHA；

各项RAMS分析工作必须规范，参考对应的GB、TB和IEC等相关标准。推荐按照本文件附录A中的模板编写相关文件。

6.13.5 LCC要求

6.13.5.1 相关文件

LCC应具备包含以下内容的文件（提交阶段见附录B）：

- a) 内部照明投资费用；
- b) 内部照明运营能耗费用；
- c) 故障修复性维修费用（材料费用+人工费用）；
- d) 预防性维修费用（材料费用+人工费用）；
- e) 内部照明全寿命周期费用。

6.13.5.2 内部照明全寿命周期费用模型

内部照明全寿命周期费用计算模型如下：

$$C_T = C_{TZ} + C_{YGZ} + C_{YYF} + C_{YFF} - C_{YCZ} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

C_T ——全寿命周期总费用，与设计制定全寿命、可持续的内部照明维保策略、维修间隔、维修深度、物资及人力成本等相关；

C_{TZ} ——投资费用等于内部照明合同价格；

C_{YGZ} ——内部照明全寿命周期故障维修费用；

C_{YYF} ——全寿命周期运用能耗费用；

C_{YFF} ——内部照明全寿命周期预防性维修费用。

C_{YCZ} ——内部照明预计残值，即报废阶段预计能够回收到的残余价值。

6.13.5.3 故障修复性维修费用模型

$$C_{YGZ} = N_{YGZ}(T_{GGS} \times C_{GS} + C_{XBJ}) \dots\dots\dots (2)$$

式中：

N_{YGZ} ——全寿命周期故障维修次数；

T_{GGS} ——每次故障维修需要的工时总数，单位为小时(h)；

C_{GS} ——每个维修工时的人工费；

C_{XBJ} ——每次故障维修材料费用、易损易耗品费用。

6.13.5.4 运营能耗费用模型

$$C_{YYF} = \alpha C_{GL} \times T_{YYS} \times C_{DF} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

α ——修正系数，取0.8；

C_{GL} ——内部照明消耗功率(kW)；

T_{YYS} ——内部照明运营时间，单位为小时(h)；

C_{DF} ——当地1度电的费用。

6.13.5.5 预防性维修费用模型

$$C_{YFF} = N_{YFF}(T_{YGS} \times C_{GS} + C_{YBJ}) \dots\dots\dots (4)$$

式中：

N_{YFF} ——全寿命周期预防性维修次数；

T_{YGS} ——每次预防性维修需要的工时总数，单位为小时(h)；

C_{GS} ——每个维修工时的人工费；

C_{YBJ} ——每次预防性维修材料费用、易损易耗品费用。

6.13.5.6 预计残值模型

$$C_{YCZ} = \beta \times C_{GC} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

β ——残值率，由企业根据相关法律法规和会计准则的规定确定，通常约为5%；

C_{GC} ——固定资产原值。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/448013046016007021>