《城市轨道交通车地通信漏泄波导技术规范》

北京市地方标准编制说明

北京市地铁运营有限公司编制组

2023年3月

目 录

目 录 I

一、任务来源，起草单位，协作单位，主要起草人 1

1.1 任务来源 1

1.2 本标准起草单位和人员 1

二、制定标准的必要性和意义 1

三、主要工作过程 3

3.1工作安排 4

3.2 具体工作 4

四、制定标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系 6

4.1 编制原则 6

4.2 与现行法律、法规、标准的关系 6

五、主要条款的说明，主要技术指标、参数、实验验证的论述 7

六、重大意见分歧的处理依据和结果 9

七、与国内外同类标准水平的对比情况 9

八、作为推荐性标准或者强制性标准的建议及其理由 10

九、强制性标准实施的风险点、风险程度、风险防控措施和预案 10

十、实施标准的措施(政策措施/宣贯培训/试点示范/监督检查/配套资金等) 10

十一、其他应说明的事项 11

《城市轨道交通车地通信漏泄波导技术规范》

北京市地方标准编制说明

**一、任务来源，起草单位，协作单位，主要起草人**

**1.1 任务来源**

《城市轨道交通车地通信漏泄波导技术规范》由北京市交通委员会于2021年提出，北京市市场监督管理局于2022年正式批准立项。2022年3月，北京市市场监督管理局发布关于印发《2022年北京市地方标准制修订项目计划（第二批）》的通知，明确开展《城市轨道交通车地通信漏泄波导技术规范》（项目编号20221110）的制定工作，规范由北京市地铁运营有限公司起草，北京市交通委员会作为行业主管部门组织实施。

**1.2 本标准起草单位和人员**

起草单位：北京市地铁运营有限公司

协作单位：北京市基础设施投资有限公司

北京交通大学

北京京港地铁有限公司

中电科微波通信（上海）股份有限公司

中铁通信信号勘测设计院有限公司

交控科技股份有限公司

河北远东通信系统工程有限公司

主要起草人：魏运、岳磊、辛鑫、张月坤、吕杰、张伟、付超、朱鸿涛、陶宇龙、曹红升、杨运节、张衡、于柯、陈鸥、于波、周竹青、赵红礼、杨福慧、刘琦、祁颖、刘长山、梁嘉、侯筱岩、王艳、赵华伟、白文飞、陈炎、吴雁军、光志瑞、卫瑞东、周瀛、陈伟、穆潇、杨雪涛、尹柯伟、李士东、李洁、张慧、张龙生、白宣。

**二、制定标准的必要性和意义**

**必要性：**

1.漏泄波导提高了城市轨道交通车地无线通信可靠性和稳定性，保证了运营安全。

在城市轨道交通中，漏泄波导最早工作于2.4GHz频段，承载CBTC信号系统车地通信数据，具有信号传输稳定、带宽高、插入损耗小、频谱利用率高、抗干扰能力强等特点，尤其是在电磁环境复杂的高架区段，优势十分明显。

2.国内已有大量的研究和应用，但无轨道交通行业漏泄波导的相关技术标准，具有十分迫切的现实需求。

北京、上海、深圳、长沙、成都、贵阳、昆明地铁等多条地铁线路均已采用漏泄波导作为CBTC系统的传输介质，其中北京（1号线、2号线、9号线、14号线、房山线、昌平线、亦庄线、燕房线等）使用量居多。漏泄波导提高了车地无线通信的可靠性和可用性，从而保证了城市轨道交通运营安全，但是国内轨道交通行业至今尚无漏泄波导的相关技术标准，只有针对非泄漏型传输波导机械、电气性能的描述与规定的GB11450.1-89空心金属波导标准，对于漏泄波导的性能要求、检验规则与方法、工程设计、施工安装、验收及运营维护等尚未进行系统的梳理与规范。

3.适应通信新技术发展、解决城市轨道交通车地通信运营场景特殊需求。

漏泄波导同样适用于LTE-M、EUHT、5G等通信新技术在城市轨道交通中应用。

2015年2月28日，工信部发布了《关于重新发布1785-1805MHz频段无线接入系统频率使用事宜的通知》。通知中提到了1800MHz频段可以应用于交通（城市轨道交通等）、电力、石油等行业专用通信网和公众通信网，并对相关无线技术指标作出了规定。此举很大程度上解决了2.4GHz开放频段的同频干扰问题，但还是存在两个问题。其一是1785-1805MHz频段并不完全属于轨道交通独有，其它交通行业（如机场）、石油、电力等行业都可以申请使用，如何利用最少的频谱资源实现最大业务量的承载十分关键。其二是采用定向天线或漏泄同轴电缆作为城市轨道交通车地无线通信传输介质时，横向辐射范围广（经测试横向辐射500m），仍会对轨道交通周边其他无线通信系统产生同频和邻频干扰；而采用漏泄波导作为城市轨道交通车地无线通信传输介质时，横向辐射距离较窄（经测试横向辐射100m），对轨道交通周边其他无线通信系统影响较小。因此，在高架区段、同站台换乘等特色运营场景，利用漏泄波导良好的抗干扰性，可实现上下行线路的基站不共小区布置，提高吞吐量、大大节省频谱资源。

**意义：**

1.通过对漏泄波导应用电磁场景、技术特性和检验与检测要求方面研究和规范，有利于漏泄波导出厂标准化。

不同生产商间对于漏泄波导与其他通信系统集成时的系统结构设计不一样，应用场景设计不一样，外观设计、裂缝开孔大小、性能要求、检验方法和规则等方面也存在区别，如给国内城市轨道交通供货最多的卡斯柯公司和中电微通公司两家漏泄波导在外观尺寸、裂缝开孔大小和性能等方面都存在不小差别。通过本标准研究，统一漏泄波导系统组成、应用场景、技术特性和检验与检测方法和要求，有利于漏泄波导出厂标准化。

2.通过漏泄波导工程设计、工程施工和工程验收方面研究和规范，有利于漏泄波导在工程应用中更加规范化。

工程设计中，漏泄波导可以安装在道床旁（如北京地铁9号线、房山线等），也可以安装在隧道顶部处（如北京地铁1号线和2号线）；道床旁安装可以安装在轨道外侧也可以安装在轨道内侧；小区末端覆盖方式有采取泄漏负载和匹配负载相结合的方式，也有采取射频电缆连接方式，还有采取漏泄波导重叠覆盖。工程施工中，不同的环境因素、施工工艺等对施工质量都存在较大影响。工程验收中，为了确保工程质量，还需对安装、线缆连接、射频特性等进行质量验收。因此，通过本标准研究，可以从工程方面规范漏泄波导工程设计、工程施工和工程验收，有利于指导漏泄波导的工程实施，提升车地无线通信系统运行质量。

3.通过对运营维护需求调研，规范漏泄波导维护内容、维护工具和方法，有利于运营维护科学化和高效化。

通过对漏泄波导结构、性能和功能特点，以及不同运营环境的应用与维护情况等进行调研，按照不同部件的维护周期、维护内容、维护工具和方法进行细化分类，制定能够切实有效指导运营维护人员进行维护操作的措施，提高运维效率、保障运营安全，有利于运营维护科学化和高效化。

**三、主要工作过程**

**3.1工作安排**

根据北京市市场监督管理局发布的《2022年北京市地方标准制修订项目计划（第二批）》的通知，制定《城市轨道交通车地通信漏泄波导技术规范》北京市地方标准，起草单位由北京市地铁运营有限公司、北京市交通委员会组织人员成立了标准编制工作组，制定了标准编制工作大纲，明确了参编人员的分工和详细的编制计划，并要求参编人员严格执行编制计划。

《城市轨道交通车地通信漏泄波导技术规范》以现行相关标准、规范为基础，以原有工作和调研成果为依托，初步形成标准的基本条文。采用专家评审及参与单位征求意见的方式，修正完善标准内容。

**3.2 具体工作**

本标准编制工作严格按照北京市交通委员会标准化工作规则的要求开展，具体工作开展情况如下：

1）标准项目下达及工作组成立

2022年3月，北京市市场监督管理局发布关于印发《2022年北京市地方标准制修订项目计划（第二批）》的通知，《城市轨道交通车地通信漏泄波导技术规范》作为地方标准制定的项目。

标准计划下达后，在归口单位指导下，北京市地铁运营有限公司、北京市基础设施投资有限公司、北京交通大学、北京京港地铁有限公司、中电科微波通信（上海）股份有限公司、中铁通信信号勘测设计院有限公司、交控科技股份有限公司、河北远东通信系统工程有限公司共同成立了标准工作组，并明确了工作职责和范围。

2）召开标准启动会

本标准在前期编制过程中，工作组充分对北京地铁、上海地铁、深圳地铁等采用漏泄波导作为车地通信系统传输介质的工程建设和使用情况开展调研，借鉴相关经验和资料，在分析漏泄波导共线和同站台换乘场景、地面线路、高架线路、隧道线路、干扰场景等环境的运营场景需求的基础上，对城市轨道交通车地通信漏泄波导的应用电磁环境、型号命名、技术要求、检验规则、检验方法、工程设计要求、工程施工要求、工程验收要求和运营维护要求进行规定，体现了地方标准的针对性和可操作性。经过一系列调研及修改完善，完成了相关技术资料的收集，形成了本标准的工作大纲和标准草案稿。

2022年7月13日，由北京市交通委员会组织，在北京市交通委北区432会议室召开了北京市地方标准《城市轨道交通车地通信漏泄波导技术规范》编制启动会，来自北京市地铁运营有限公司、北京市基础设施投资有限公司、北京京港地铁有限公司等工作组成员参加会议，会议讨论了本标准的起草计划和标准草案稿，在各单位发表意见后，交通委相关领导作出总结并提出要求：本标准的制定将对北京市轨道交通车地通信漏泄波导的建设和维护具有规范和指导作用，应根据相关意见对规范进行修改完善，尽快完成征求意见稿。

3）形成征求意见稿

编制组在汇总各成员单位修改意见的基础上，结合相关标准和资料及城市轨道交通车地通信漏泄波导实际应用情况，进行多次研讨和修改，于2023年1月形成了初稿，并提交归口单位北京市交通委员会，归口单位认真审查并提出修改意见。在此基础上编制小组经过多次修改和征求组内意见再次形成本标准初稿的修改稿。

2022年2月24日，由北京市交通委员会组织，在北京市交通委东区713会议室召开了北京市地方标准《城市轨道交通车地通信漏泄波导技术规范》（征求意见稿）地方标准初审会，北京市地铁运营有限公司、北京市基础设施投资有限公司、北京京港地铁有限公司等工作组成员参加会议，会议邀请了北京市交通标准化技术委员会、北京市标准化研究院、北京市轨道交通学会、北京市轨道交通建管有限公司、中铁六院、中铁电气化局城铁公司等单位的专家形成专家组，会议讨论了本标准的标准征求意见稿和编制说明，在各单位发表意见后，交通委相关领导作出总结并提出要求：编制组应根据专家意见修改完善规范内容，尽快形成征求意见稿。标准起草组对前期工作和标准草案深入讨论研究后，2023年3月形成了本标准的征求意见稿。

4）征求意见稿意见征求工作

5）召开专家论证会

1. 召开标准审查会

**四、制定标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系**

**4.1 编制原则**

1) 标准格式统一、规范，符合GB/T1.1-2020要求。

2) 标准内容符合统一性、协调性、适用性、一致性、规范性要求。

3) 标准技术内容安全可靠、成熟稳定、经济适用、科学先进。

4) 标准实施后有利于规范城市轨道交通车地通信漏泄波导的建设和维护工作，符合城市轨道交通行业发展需求。

**4.2 与现行法律、法规、标准的关系**

本标准内容与现行的国家各项有关法律法规、国家标准、行业标准、地方标准不构成冲突。参考和引用标准的标准号和标准名称：

1. GB/T 2421—2020 环境试验 概述和指南
2. GB/T 2423.1—2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温
3. GB/T 2423.2—2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温
4. GB/T 2828.1—2012 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限(AQL)检索的逐批检验抽样计划
5. GB/T 4208—2017 外壳防护等级标准（IP代码）
6. GB/T 5095.2507—2021 电子设备用机电元件 基本试验规程及测量方法 第25-7部分：试验25g：阻抗、反射系数和电压驻波比（VSWR）
7. GB 11450.1—89 空心金属波导 第1部分：一般要求和测量方法
8. GB 11450.2 空心金属波导 第2部分：普通矩形波导有关规范
9. GB∕T 50833—2012 城市轨道交通工程基本术语标准
10. DB11/T 1448 城市轨道交通工程资料管理规程
11. TB/T 2846—2015 铁路地面信号产品振动试验方法

**五、主要条款的说明，主要技术指标、参数、实验验证的论述**

1. “6.1 外观”

本条文参考《空心金属波导 第1部分：一般要求和测量方法》GB 11450.1—89中的第1.4条。波导的结构和壁厚应均匀，并应从头到尾既直又光。波导表面应无毛刺、裂纹、磨痕、震颤痕、污物、油腻或其它不规则的现象。波导内外表面应有一个清洁而光亮的外观。漏泄波导表面应有明显的型号等文字标记，以便于运维人员对漏泄波导进行维修记录。

1. “6.2 口径”

本条文引自《空心金属波导 第2部分：普通矩形波导有关规范》GB 11450.2—89第2.1.1条，BJ22工作频率范围在1.72GHz～2.61GHz，内截面基本宽度为109.22mm，基本高度为54.61mm，宽和高的偏差为0.22mm。

1. “6.3 射频特性”

本条文参考《城市轨道交通工程基本术语标准》GB∕T 50833—2012第6.3.19条，根据当地历年一定年限范围内的气象资料，确定最低气温，最低气温为最低轨温。根据统计资料，北京市历史最低气温为-27.4℃。第6.3.18条，根据当地历年一定年限范围内的气象资料，确定最高气温，最高气温加20℃为最高轨温。根据统计资料，北京市历史最高气温为41.9℃。为保证漏泄波导安全可靠，漏泄波导在环境温度大于等于-30℃小于等于70℃时，射频特性应满足相关要求。通过搭建测试环境，测试漏泄波导在环境温度为-30℃～70℃时，1.72～2GHz和2～2.61GHz的射频特性。测试结果表明：1.72GHz≤f≤2GHz时，单根波导电压驻波比小于等于1.25，多根组合型波导电压驻波比小于等于1.5，衰减常数最低为0.024dB/m，衰减常数最高为0.026dB/m，耦合损耗50%的局部测量值小于等于58dB，耦合损耗90%的局部测量值小于等于62dB；2GHz<f≤2.61GHz时，单根波导电压驻波比小于等于1.25，多根组合型波导电压驻波比小于等于1.5，衰减常数最低为0.022dB/m，衰减常数最高为0.024dB/m，耦合损耗50%的局部测量值小于等于60dB，耦合损耗90%的局部测量值小于等于65dB。

1. “6.5.1 共振试验”

本条文参考《铁路地面信号产品振动试验方法》TB/T 2846—2015第3条，安装在室外道旁的信号设备种类为2类。根据《铁路地面信号产品振动试验方法》TB/T 2846—2015表2的要求，为保证漏泄波导安全可靠，共振试验的振动频率范围为10Hz～500Hz，振值为1g。

1. “6.5.2 无共振振动耐久性能”

本条文参考《铁路地面信号产品振动试验方法》TB/T 2846—2015第10.3.2条，设备种类为2时，无共振振动耐久试验的振动频率范围为40Hz，振值为2g，试验时间为15min。为保证漏泄波导安全可靠，“漏泄波导在表3的无共振的振动耐久条件下，承受振动过程中和承受振动后射频特性应符合6.3的要求”。

1. “6.5.3 有共振振动耐久性能”

本条文参考《铁路地面信号产品振动试验方法》TB/T 2846—2015第10.3.3条，设备种类为2时，有共振振动耐久试验在最低频率共振点，振幅为17.5mm，试验时间为38min。为保证漏泄波导安全可靠，“漏泄波导在表4的有共振的振动耐久条件下，承受振动过程中和承受振动后射频特性应符合6.3的要求”。

1. “6.6 冰覆盖”

本条文通过搭建测试环境，当漏泄波导表面覆盖小于等于5mm厚度的冰时，漏泄波导能够维持原有的射频特性；当漏泄波导表面覆盖的冰厚度大于5mm时，漏泄波导性能降低。

1. “6.7 外壳防护等级”

本条文引自《外壳防护等级标准（IP代码）》GB/T 4208—2017 第5.2条，第一位特征数字是指外壳通过防止固体异物进入设备对设备提供防护，数字6表示尘密外壳，不允许任何灰尘进入。第6条，第二位特征数字表示外壳防止由于进水而对设备造成有害影响的防护等级，数字7表示防短时间浸水影响，浸入规定压力的水中经规定时间后外壳进水量不致达有害程度。结合城市轨道交通漏泄波导用于隧道、高架、地面、车辆基地等环境，为保证漏泄波导安全可靠，“通过漏泄波导法兰连接后的漏泄波导的外壳防护等级应符合GB/T 4208中IP67等级的防护要求”。

1. “6.8 热胀冷缩”

本条文参考《空心金属波导 第1部分：一般要求和测量方法》GB 11450.1—89中的附录B，波导材料大多为铝合金。根据统计资料，铝合金的线膨胀系数与温度变化为非线性关系，随着温度的升高，线膨胀系数增大。本条文取-30℃～70℃温度区间范围内线膨胀系数的最大值。为保证漏泄波导在不同温度下性能的稳定性，“漏泄波导在环境温度每变化1$℃$时，每100m的伸缩位移不应大于2.4mm。”。

1. “8.8 热胀冷缩检验”

本条文参考《环境试验 概述和指南》GB/T 2421—2020 中的第4.1条，基准标准大气温度为20℃；第4.2条试验用标准大气温度为20℃时的较小容差为±1℃。根据统计结果，平原地区春季的日平均轨温为20.2℃，夏季的日平均轨温为31.1℃，秋季的日平均轨温为15.8℃，冬季的日平均轨温为1.3℃，因此，热胀冷缩检验时的试验场地初始温度设置为20℃，试验温度设置为30℃。

**六、重大意见分歧的处理依据和结果**

无重大意见分歧。

**七、与国内外同类标准水平的对比情况**

国际上没有类似规范可以借鉴参考，因此本标准未采用国际标准和国外标准。

本标准所描述漏泄波导遵循GB 11450.2《空心金属波导第2部分：普通矩形波导有关规范》中机械要求、电气试验和附加试验的要求。

本标准中漏泄波导在高低温环境下的射频性能和检验方法遵循GB/T 2423.1《电工电子产品环境试验第2部分：试验方法 试验A：低温》、GB/T 2423.2《电工电子产品环境试验第2部分：试验方法 试验B：高温》两个国家标准的要求。

本标准中漏泄波导在不同振动环境下的射频性能和检验方法遵循TB/T 2846《铁路地面信号产品振动试验方法》铁路行业标准的要求。

本标准中漏泄波导外壳防护等级相关内容遵循GB/T 4028《外壳防护等级标准（IP代码）》国家标准的要求。

本标准中漏泄波导热胀冷缩检验环境温度遵循GB/T 2421《环境试验 概述和指南》国际标准的要求。

本标准中漏泄波导出厂检验取样相关内容遵循GB/T 2828.1《计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限(AQL)检索的逐批检验抽样计划》国家标准的要求。

目前国内外关于漏泄波导的标准只是针对于非泄漏传输波导机械、电气性能的描述与规定，对于漏泄波导的技术要求、检验规则与方法、布置规则、施工安装原则及维修维护原则等内容尚未进行系统的梳理与规范。本标准规定了城市轨道交通车地通信漏泄波导的应用电磁环境、型号命名、技术要求、检验规则、检验方法、工程设计要求、工程施工要求、工程验收要求和运营维护要求。因此，本标准的编制是创新性编制，填补了国内相关标准的空白，也不会与其他标准产生冲突。同时，本标准的编制能够推动城市轨道交通车地通信漏泄波导应用的规范化，可作为未来漏泄波导技术在轨道交通行业发展的基础。

**八、作为推荐性标准或者强制性标准的建议及其理由**

本标准是城市轨道交通领域车地通信系统传输介质标准，所有采取漏泄波导作为传输介质的城市轨道交通车地通信传输系统的建设方、运营方以及其他相关单位，均应满足本标准要求，建议作为推荐性标准发布实施。

**九、强制性标准实施的风险点、风险程度、风险防控措施和预案**

本标准为推荐性标准。

**十、实施标准的措施(政策措施/宣贯培训/试点示范/监督检查/配套资金等)**

本标准自发布后，建议各级建设单位、运营单位、设计单位及系统集成单位广泛组织宣贯。本标准适用于北京市城市轨道交通车地通信漏泄波导技术新建、更新改造工程的规划、设计、建设及验收；建议在改建、扩建工程中，落实本标准相关要求。

随着业务发展，本标准相关内容可通过补充和修改的方式予以补充和完善。

**十一、其他应说明的事项**

无。