

中国城市轨道交通协会团体标准

T/CAMET XXXXX—201X

中低速磁浮交通接触轨系统

技术条件

Technical conditions of aluminum-steel contact rail system
for Middle-low speed maglev traffic

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国城市轨道交通协会 发布

目 次

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 使用条件 3

5 组成及分类 3

6 要求 5

7 试验项目 10

8 检验规则 12

9 标志、包装、运输、贮存 13

10 质量保证 13

前 言

本标准按照 GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。

本标准由中国城市轨道交通协会提出。

本标准由中国城市轨道交通协会归口。

本标准起草单位：中铁高铁电气装备股份有限公司、北京磁浮交通发展有限公司、中国铁路设计集团有限公司、中铁电气化局集团有限公司

本标准主要起草人：赵金凤、李忠齐、罗健、孙吉良、张学山、林云志、岳双萍、韩凌青、宋伟、杨敏飞、林建、刘娟、范海江、邓洪、王芑、李国胜、杨登峰、安孝、周晖、孙晨、刘玲芝、张华、李玉皎、梅光宇

中低速磁浮交通接触轨系统技术条件

1 范围

本标准规定了中低速磁浮交通接触轨系统的使用条件、组成及分类、要求、试验项目、检验规则、标志、包装、运输、贮存、质量保证等。

本标准适用于中低速磁浮交通接触轨系统，包含接触轨、中间接头、膨胀接头、电缆连接板、中心锚结、分段绝缘器、端部弯头、过渡弯头、绝缘支撑装置等产品。

2 规范性引用文件

下列文件对于本标准的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本标准。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

GB/T 191 包装储运图示标志
GB/T 228.1 金属材料拉伸试验 第1部分：室温试验方法
GB/T 231.1 金属材料 布氏硬度试验 第1部分：试验方法
GB/T 700 碳素结构钢
GB/T 755.2 绝缘子试验方法 第2部分：电气试验方法
GB/T 1173 铸造铝合金
GB/T 1220 不锈钢棒
GB/T 1303.4 电气用热固性树脂工业硬质层压板 第4部分：环氧树脂硬质层压板
GB/T 1411 干固体绝缘材料 耐高电压、小电流电弧放电的试验
GB/T 2040 铜及铜合金板材2040
GB/T 2829 周期检验计数抽查程序及表(适用于对过程稳定性的检验)
GB/T 3098.6 紧固件机械性能 不锈钢螺栓、螺钉和螺柱
GB/T 3098.15 紧固件机械性能 不锈钢螺母
GB/T 4237 不锈钢热轧钢板和钢带
GB/T 5231 加工铜及铜合金牌号和化学成分
GB/T 6892 一般工业用铝及铝合金挤压型材
GB/T 7999 铝及铝合金光电直读发射光谱分析方法
GB/T 19746 金属和合金的腐蚀 盐溶液周浸试验
CJ/T 414 城市轨道交通钢铝复合导电轨技术要求
QB/T 3625 聚四氟乙烯板材
TB/T 2074 电气化铁路接触网零部件试验方法

3 术语和定义

下列术语与定义适用于本标准。

3.1

接触轨系统 contact rail system

用于中低速磁浮交通牵引供电，通过受流器以侧向授流方式向机车传输电能。

3.2

接触轨 contact rail

用于中低速磁浮交通牵引网系统中向车辆受流器传输电能。

3.3

中间接头 inter locking joint

用于接触轨与其附件之间机械及电气连接。

3.4

膨胀接头 expansion joint

设置在相邻锚段中间，用于保证两侧的接触轨沿线路方向自由热胀冷缩且保持电流通畅，使机车受流器不间断取电。

3.5

电缆连接板 cable terminal board

用于将电缆与钢铝复合轨进行连接，向接触轨供电。

3.6

中心锚结 mid-point anchor

设置在各锚段中部，用于防止锚段内接触轨不均匀窜动。

3.7

分段绝缘器 segment insulator

设置在接触轨电气分段处，用于保证受流器平滑过渡。施工、检修停电时保证检修段断电而不影响其它区供电，缩小停电范围。

3.8

端部弯头 ramp

设置在接触轨断口及末端处，用于保证机车受流器平滑地过渡到接触轨水平接触面。

3.9

过渡弯头 transition bent

用于道岔梁处接触轨的过渡安装，保证道岔梁发生偏转时，受流器能平滑过渡。

3.10

绝缘支撑装置 Insulation support device

用于实现接触轨与轨道支撑结构的绝缘支撑和安装固定。

3.11

锚段 contact line section

接触悬挂机械上独立的线段。

3.12

连接组件 connected components

用于将接触轨鱼尾板、膨胀接头、端部弯头与接触轨进行连接的紧固件，包括螺栓、螺母、平垫圈等。

3.13

跨距 span

接触轨铺设中相邻两个绝缘支撑点之间的距离。

4 使用条件

4.1 线路条件

线路速度：不大于 120km/h

4.2 供电条件

DC750、DC1500、DC3000

4.3 受流方式

接触轨—受流器受电。

5 组成及分类

5.1 组成

由接触轨、中间接头、膨胀接头、电缆连接板、中心锚结、分段绝缘器、端部弯头、过渡弯头、绝缘支撑装置等构成。

5.2 分类

按截面形式分为工字型和C型。

按持续载流量分2000A型、3000A型、4000A型。

5.3 接触轨

5.3.1 结构示意图

接触轨按照截面形式分为工字型接触轨、C型接触轨，结构示意图见图1（工字型接触轨结构示意图）和图2（C型接触轨结构示意图）。标准定尺长度宜为12m或15m，其它长度要求可有供需双方而定。

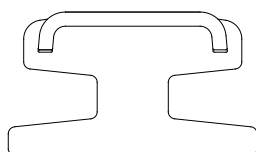


图1 工字型接触轨结构示意图

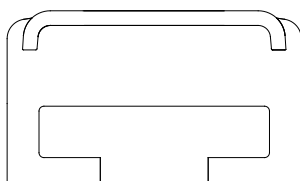


图2 C型接触轨结构示意图

5.4 中间接头

中间接头按持续载流量分2000A型、3000A型、4000A型。采用夹板式结构，由两块鱼尾板或内、外夹板组成。

5.5 膨胀接头

膨胀接头按持续载流量分2000A型、3000A型、4000A型。电流连接器按结构形式分为M型和闭合环型。

5.6 电缆连接板

电缆连接板按持续载流量分 2000A 型、3000A 型、4000A 型。按结构形式分为焊接式和整体挤压式。

5.7 中心锚结

中心锚结按安装形式分为 I 型和 II 型。I 型由两块鱼尾板组成，与接触轨本体钻孔连接；II 型由内、外夹板组成，与接触轨本体表面夹持连接。

5.8 分段绝缘器

分段绝缘器根据安装位置分为道岔分段绝缘器和正线分段绝缘器。道岔分段绝缘器分 A 型、B 型，分别安装在线路正、负极侧。

5.9 端部弯头

端部弯头按列车运行速度，分为高速端部弯头和低速端部弯头。

5.10 过渡弯头

过渡弯头由单肢、双肢弯头组成，外形及主要尺寸见图 3。

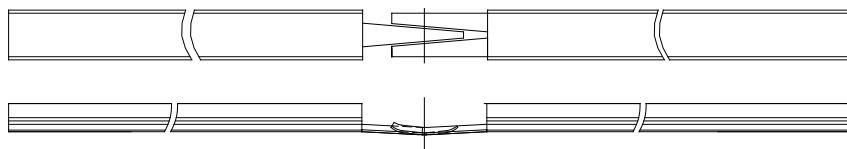


图3 过渡弯头结构示意图

5.11 绝缘支撑装置

绝缘支撑装置按照结构形式及制造工艺分为 I 型和 II 型。I 型采用焊接工艺制造，II 型采用铸造工艺制造。

6 要求

6.1 系统要求

系统要求见表1。

表1 系统电压及电流

系统电压	DC750V 1500V、3000V		
持续载流量（参考）	2000A	3000A	4000A
3秒钟动稳态电流	≥60000		

6.2 基本要求

6.2.1 接触轨

接触轨之间、接触轨与膨胀接头之间、接触轨与端部弯头之间，通过中间接头连接后，接缝处间隙应不大于2mm，左右错牙应不大于0.5mm，其接触面的高度差应不大于0.2mm。

6.2.2 中间接头

中间接头应与接触轨紧密接触连接，载流量不应低于接触轨载流量的 1.1 倍。

6.2.3 膨胀接头

6.2.3.1 膨胀接头应保证电气性能的连续性，载流量不应低于接触轨载流量的 1.1 倍。

6.2.3.2 膨胀接头各部件之间不应发生电化学腐蚀。

6.2.3.3 膨胀接头的长度应按设计要求，伸缩量宜为 200mm 或 220mm，在使用环境条件下，应保证接触轨的自由伸缩补偿。

6.2.4 电缆连接板

6.2.4.1 电缆连接板载流量不应低于接触轨载流量的 1.1 倍。

6.2.4.2 电缆连接板与电缆的连接，应采取防止金属间电化学腐蚀的措施。

6.2.5 中心锚结

I 型中心锚结应与接触轨腰面紧密接触连接，II 型中心锚结与接触轨间滑动荷载不应低于3kN。

6.2.6 分段绝缘器

正线分段绝缘器最小拉伸破坏载荷不应低于10kN。

6.2.7 端部弯头

端部弯头斜率应与车辆的行车速度相匹配。

6.2.8 过渡弯头

过渡弯头的成型角度应与道岔偏折角度相匹配。

6.2.9 绝缘支撑装置

绝缘支撑装置调节范围应满足线路要求。

6.3 材料

6.3.1 接触轨

6.3.1.1 铝轨本体宜按 GB/T 6892，选用牌号为 6101B，热处理状态为 T6 的铝镁硅合金，或综合性能优于 6101B 的铝镁硅合金材料制成。

6.3.1.2 不锈钢带宜按 GB/T 4237，选用牌号为 10Cr17 的铁素体不锈钢或 06Cr19Ni10 的奥氏体不锈钢，也可选用综合性能优于这两者的其它材料。

6.3.2 中间接头、中心锚结

中间接头、中心锚结本体的材料要求应与接触轨铝轨本体相同。

6.3.3 电缆连接板

电缆连接板本体的材料要求应与接触轨铝轨本体相同。

6.3.4 膨胀接头

6.3.4.1 膨胀接头本体的材料要求应与接触轨相同。

6.3.4.2 膨胀接头导电连接零部件应采用牌号为 T2，热处理状态为 Y2 的纯铜，化学成分应符合 GB/T 5231 的规定，性能应符合 GB/T 2040 的规定。

6.3.5 端部弯头、过渡弯头

端部弯头、过渡弯头的材料要求应与接触轨相同。

6.3.6 分段绝缘器

6.3.6.1 道岔分段绝缘器本体宜采用环氧玻璃钢芯板外覆不饱和树脂保护层材料，正线分段绝缘器本体宜采用聚四氟乙烯喷涂硅橡胶保护层。环氧玻璃钢芯板原材料性能应符合 GB/T 1303.4 的规定，聚四氟乙烯原材料性能应符合 QB/T 3625 的规定。

6.3.6.2 道岔分段绝缘器固定板宜选用牌号为 6101B，热处理状态为 T6 的铝镁硅合金，或与接触轨铝轨本体材料一致的其它材料。化学成分及机械性能应符合 GB/T 6892 的规定。

6.3.6.3 正线分段绝缘器固定板宜采用环氧玻璃钢芯板外覆不饱和树脂保护层材料，环氧玻璃钢芯板原材料性能应符合 GB/T 1303.4 的规定。

6.3.7 绝缘支撑装置

6.3.7.1 I 型绝缘支撑装置支座应按 GB/T 700 采用牌号为 Q235B 的碳素结构钢，或综合性能优于 Q235B 的材料制成。化学成分、机械性能应符合 GB/T 700 的规定。

6.3.7.2 II 型绝缘支撑装置支座应采用牌号为 AlSi7Mg0.6 的铸造铝合金，或综合性能优于 AlSi7Mg0.6 的材料制成。化学成分、机械性能应符合 GB/T 1173 的规定。

6.3.7.3 绝缘子宜采用环氧玻璃钢芯棒、外覆硅橡胶注射成形伞群。

6.3.8 连接组件

6.3.8.1 不锈钢螺栓应符合 GB/T 3098.6-2014 的规定，采用材料组别为 A2 或 A4 的奥氏体不锈钢，机械性能等级大于或等于 70 级。

6.3.8.2 不锈钢螺母应符合GB/T 3098.15-2014的规定,采用材料组别为A2或A4的奥氏体不锈钢,机械性能等级大于或等于70级。

6.3.8.3 垫圈、开口销按GB/T 1220-2007,采用牌号为12Cr18Ni9的不锈钢。

6.3.8.4 螺纹副应采取良好有效的防松措施,且螺纹之间应抗粘连。

6.4 制造工艺

6.4.1 接触轨

6.4.1.1 铝轨本体应采用铝坯挤压成型,并经过淬火、人工时效、切断、张力矫直等工序。

6.4.1.2 不锈钢带应采用辊压成型。

6.4.1.3 钢铝结合形式可采用钢铝嵌入式结构、钢包铝式结构或钢铝融合式结构。

6.4.2 中间接头

中间接头本体应采用铝坯挤压成型,再经过机械加工制造。

6.4.3 膨胀接头

6.4.3.1 膨胀接头左、中、右滑轨本体应采用同一根接触轨切割制成。

6.4.3.2 纯铜零件表面应镀锡或镀银,镀层厚度不应小于 $6\mu\text{m}$ 。

6.4.4 电缆连接板

电缆连接板本体制造工艺应与中间接头相同,应采用铝坯挤压成型,再经过机械加工制造。

6.4.5 中心锚结

中心锚结制造工艺应与中间接头相同。

6.4.6 分段绝缘器

分段绝缘器采用机械加工制造,外覆不饱和树脂保护层或喷涂硅橡胶保护层。

6.4.7 端部弯头

6.4.7.1 端部弯头采用接触轨制造。

6.4.7.2 端部弯头的预弯豁口宜采用专用成型刀具铣削成型或水刀切割。

6.4.7.3 端部弯头的零部件焊接应采用氩弧焊专用焊机进行加工,焊接后应清理接口。

6.4.8 过渡弯头

过渡弯头的成型角度应采用模压成型。

6.4.9 绝缘支撑装置

绝缘支撑装置底座应采用焊接工艺或铸造工艺制造。

6.5 外观要求

铝及铝合金零部件表面应光滑、平整、清洁,不应有裂纹、压折、严重划伤等缺陷;焊接零部件各焊道间、焊道与母材之间应平滑过渡,焊缝应无裂纹、气孔、夹渣等缺陷。

6.6 技术要求

6.6.1 接触轨

技术参数见表2。

表2 接触轨技术参数表

序号	参数名称	单位	技术指标			备注
			2000A 型	3000A 型	4000A 型	
1	持续电流量	A	≥2000	≥3000	≥4000	环境温度 40℃，4h，轨温≤85℃
2	铝轨本体标称截面	mm ²	≥1950	≥3550	≥4850	
3	钢带厚度	mm	≥4.8			
4	接触面表面硬度	HB	≥150			
5	20℃ 直流电阻	μΩ/m	≤17.0	≤8.7	≤7.1	
6	磨耗量	mm/万次	≤0.05/70			
7	钢铝结合性能	kN	沿线路方向抗拉力≥10 垂直轨面方向抗拔力≥15			长度 60mm 钢铝复合接触轨所能抵抗的最大载荷

6.6.2 中间接头

技术参数见表3。

表3 中间接头技术参数表

序号	参数名称	单位	技术指标			备注
			2000A 型	3000A 型	4000A 型	
1	持续电流量	A	≥2200	≥3300	≥4400	环境温度 40℃，4h，轨温≤85℃
2	20℃ 过渡电阻	μΩ/m	≤17.0	≤8.7	≤7.1	

6.6.3 膨胀接头

技术参数见表4。

表4 膨胀接头技术参数表

序号	参数名称	单位	技术指标			备注
			2000A 型	3000A 型	4000A 型	
1	持续电流量	A	≥2200	≥3300	≥4400	环境温度 40℃，4h，轨温≤85℃
2	20℃ 过渡电阻	μΩ/m	≤17.0	≤8.7	≤7.1	
3	起始滑动力	N	≤800			

6.6.4 电缆连接板

技术参数见表5。

表5 电缆连接板技术参数表

序号	参数名称	单位	技术指标			备注
			2000A 型	3000A 型	4000A 型	
1	持续电流量	A	≥2200	≥3300	≥4400	环境温度 40℃，4h，轨温≤85℃
2	20℃ 直流电阻	μ Ω/m	≤17.0	≤8.7	≤7.1	

6.6.5 中心锚结

技术参数见表6。

表6 中心锚结技术参数表

序号	参数名称	单位	技术指标		备注
			I 型	II 型	
1	滑动荷重	kN	/	≥3	

6.6.6 分段绝缘器

技术参数见表7。

表7 分段绝缘器技术参数表

序号	参数名称	单位	技术指标	备注
1	工频干耐受电压	kV	≥60	
2	工频湿耐受电压	kV	≥30	
3	雷电冲击耐受电压	kV	≥125	
4	污耐受电压	kV	≥4	盐雾密度为 0.35mg/cm ²
5	绝缘电阻	MΩ	≥50000	
6	泄漏电流	μ A	≤50	施加 DC10kV 电压
7	耐弧性能	s	≥180	
8	最小拉伸破坏载荷	kN	≥10	正线分段绝缘器

6.6.7 端部弯头

技术参数与接触轨相同。

6.6.8 过渡弯头

技术参数见表8。

表8 过渡弯头技术参数表

序号	参数名称	单位	技术指标	备注
1	耐冲击性能	N	在特定条件下进行模拟试验，整体应无变形、无破坏	
2	耐弧性能		在特定条件下进行模拟试验，整体应无变形、无破坏，不锈钢带表面灼伤面积不应大于 10%	

6.6.9 绝缘支撑装置

技术参数见表9。

表9 绝缘支撑装置技术参数表

序号	参数名称	单位	技术指标	备注
1	水平工作荷重	kN	≥ 2	
2	垂直工作荷重	kN	≥ 1.5	
3	水平破坏荷重	kN	≥ 6	
4	垂直破坏荷重	kN	≥ 4.5	
5	爬电距离	mm	≥ 250	
6	工频干耐受电压	kV	≥ 60	
7	工频湿耐受电压	kV	≥ 30	
8	雷电冲击耐受电压	kV	≥ 125	
9	污耐受电压	kV	≥ 4	盐雾密度为 $0.35\text{mg}/\text{cm}^2$

7 试验项目

7.1 型式试验项目

试验项目见表10。

表10 型式试验项目表

序	检验项目	项	零件类型
---	------	---	------

号			点类别	接触轨	中间接头	中心锚结	电缆连接板	膨胀接头	过渡弯头	端部弯头	分段绝缘器	绝缘支撑装置	试件数量	试验方法	
1	材料检验	化学成分检验	A	○	○	○	○	○	○	○		○	1	GB/T 7999	
2		抗拉强度试验	A	○	○								2	GB/T 228.1	
3		钢带硬度试验	A	○										1	GB/T 231.1
4	外观检验	主要尺寸检验	B	○	○	○	○	○	○	○	○	○	1	TB/T 2074	
5		耐磨性试验	A	○									1	CJ/T 414	
6		钢铝结合性能试验	A	○									3	CJ/T 414	
7		疲劳试验	A	○	○		○	○	○	○			1	TB/T 2074	
8		滑动荷重试验①	A			○		○					1		
9		水平荷重试验	A									○	2	TB/T 2074	
10		垂直荷重试验	A									○	2		
11		拉伸破坏试验②	A								○		2		
12		电气性能试验	直流/过渡电阻试验	A	○	○		○						2	CJ/T 414
13			载流量温升试验	A	○	○		○	○					1	CJ/T 414
14	工频干耐受电压		A								○	○	1	GB/T 755.2	
15	工频湿耐受电压		A								○	○	1		
16	污耐受电压		A								○	○	1		
17	雷电冲击耐受电压		A								○	○	1		
18	绝缘电阻		A								○		1	GB/T 755.2	
19	泄露电流		A								○		1		
20	耐弧性能		A								○		1	GB/T 1411	
21	化学性能	盐雾试验	A	○									1	GB/T 19746	
注	“○”表示需做试验项目。														
① II类中心锚结做此项，膨胀接头进行起始滑动力试验。															
② 正线分段绝缘器做此项。															

7.2 出厂检验项目

试验项目见表11。

表11 出厂检验项目表

序	检 验 项 目	项	零件类别
---	---------	---	------

号			点类别	钢铝复合接触轨	中间接头	中心锚结	电缆连接板	膨胀接头	过渡弯头	端部弯头	分段绝缘器	绝缘支撑装置	检验数量	试验方法
1	外观检查	外观检验	B	○	○	○	○	○	○	○	○	○	全检	CJ/T 414
2		主要尺寸	B	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
3		组装检验	B		○	○	○	○	○		○	○		
4	机械性能试验	钢铝结合性能试验	沿线路方向	A	○								4	CJ/T 414
			垂直线路	A	○									
5		滑动荷重起始滑动力*	A			○		○					4	TB/T 2074
6		接触面表面硬度	A	○									4	GB/T 231.1
7	电气性能试验	直流电阻试验	A	○									4	CJ/T 414
8		过渡电阻试验	A		○		○						4	CJ/T 414
9		载流量温升试验	A					○					4	CJ/T 414
注	“○”表示需做试验项目。													
*Ⅱ类中心锚结做此项，膨胀接头进行起始滑动力试验。														

8 检验规则

8.1 接触轨及主要零部件在交付前，供方应进行型式检验和出厂检验。

8.2 型式检验

8.2.1 有下列情况之一者，应进行型式试验：

- a) 新产品试制定型；
- b) 已定型产品修改结构；
- c) 改变原材料及加工工艺方法；
- d) 上次型式检验合格连续生产满 5 年。

8.2.2 型式检验应包含型式检验项目表和供需双方约定的项目。

8.2.3 型式检验采取固定抽样，判定按 GB/ 2829 选取判别水平为 II 的一次抽样方案。有特殊规定的按零部件技术标准执行。

8.2.4 判定方案

- a) A 类项点不合格质量水平 (RQL) 选取 40，判定为 $[n; 0, 1]$ ；
- b) B 类项点不合格质量水平 (RQL) 选取 65，判定为 $[n; A_c, R_e]$ ；
- c) A、B 类项点均合格，型式试验合格。

8.3 出厂检验

8.3.1 出厂检验项目分为全检和抽查检验两类。

8.3.2 全检项目包括：外观检验、主要尺寸、组装检验。

8.3.3 抽查检验应按批进行，应在逐件检验合格后从中随机抽出。抽查检验采取固定抽样，判定按 GB/2829 选取判别水平为 II 的一次抽样方案。

8.3.4 抽查检验判定

- a) A 类项点不合格质量水平 (RQL) 选取 40，判定为 $[n; 0, 1]$ ；
- b) B 类项点不合格质量水平 (RQL) 选取 65，判定为 $[n; A_c, R_e]$ ；
- c) A、B 类项点均合格，单套产品合格；
- d) 总体在单套产品判定的基础上按 $[4; 0, 1]$ 判定。

9 标志、包装、运输、贮存

9.1 标志

9.1.1 在接触轨一侧端部的轨底或轨腰上应有永久标志。

9.1.2 其它产品在明显易见而又不降低性能的位置进行标识。

9.1.3 标识内容包含制造厂标志、产品型号、制造日期等。

9.2 包装

9.2.1 产品包装应保证产品在运输过程中，不因包装不良而破损。

9.2.2 接触轨宜采用木包装。

9.2.3 接触轨在使用前应单根包装，且轨与轨之间用隔离件隔开。

9.2.4 产品储运图示标志应符合 GB/T 191 的规定。

9.3 运输

9.3.1 运输过程中，不应有剧烈振动、撞击。

9.3.2 产品在运输装卸时要注意轻拿轻放，尽量平移，切勿跌落。

9.4 贮存

9.4.1 产品应在平整地方存放，堆放不应超过五层。

9.4.2 在存放过程中不应受外力撞击。

9.4.3 应避免接触酸、碱等腐蚀性物质。

10 质量保证

10.1 接触轨在供需双方约定的年度内，供方应保证产品无质量缺陷。若在此期间接触轨由于断裂或其他缺陷不能使用时，供需双方人员应在现场进行实物的抽查，必要时进行实验室检验。

10.2 接触轨交货后的质量保证期限由供需双方协商确定