

TB

中华人民共和国铁道行业标准

XX/T XXXXX—XXXX

轨道电路补偿电容

Track circuit compensation capacitor

（征求意见稿）

（本稿完成时间：2025 年 1 月 21 日）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

国家铁路局 发布

目 次

前 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 型号与命名 1

5 技术要求 4

6 试验方法 7

7 检验规则 10

8 标志、包装、运输和储存 11

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。

本文件由铁路行业电气设备与系统标准化技术委员会通信信号分技术委员会提出并归口。

本文件起草单位：北京全路通信信号研究设计院集团有限公司、西安全路通号器材研究有限公司、饶阳铁建电务器材有限公司、河北南皮铁路器材有限责任公司、鹤壁来恩新能源技术有限责任公司。

本文件主要起草人：乔志超、王昭卿、郜志强、张奎刚、程帮锋、郝丽娜、孔卫兵、张彦君、李天勇。

轨道电路补偿电容

1 范围

本文件规定了轨道电路及电码化用补偿电容的产品型号、技术要求、试验方法、检验规则和标志、包装、运输和储存。

本文件适用于轨道电路及电码化用补偿电容（以下简称补偿电容）的设计、制造、检验和使用。

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/T 700—2006 碳素结构钢（ISO 630:1995，NEQ）

GB/T 1220—2007 不锈钢棒

GB/T 1804—2000 一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差（ISO 2768-1: 1989，EQV）

GB/T 2423.4—2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Db：交变湿热（12h+12h循环）（IEC 60068-2-30: 2005，IDT）

GB/T 2423.5—2019 环境试验 第2部分：试验方法 试验Ea和导则：冲击（IEC 60068-2-27:2008，IDT）

GB/T 2423.17—2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Ka：盐雾（IEC 60068-2-11: 1981，IDT）

GB/T 2423.21—2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验M：低气压（IEC 60068-2-13: 1983，IDT）

GB/T 2423.38—2021 环境试验 第2部分：试验方法 试验R：水试验方法和导则（IEC 60068-2-18: 2017，IDT）

GB/T 2822—2005 标准尺寸

GB/T 3048.8—2007 电线电缆电性能试验方法 第8部分：交流电压试验（IEC 60060-1: 1989，NEQ）

GB/T 3667.1—2016 交流电动机电容器 第1部分：总则 性能、试验和额定值 安全要求 安装和运行导则（IEC 60252-1: 2013，IDT）

GB/T 3956—2008 电缆的导体（IEC 60228: 2004，IDT）

GB/T 5013.1—2008 额定电压450/750V及以下橡皮绝缘电缆 第1部分：一般要求（IEC 60245-1: 2003，IDT）

GB/T 25121.1—2018 轨道交通 机车车辆设备 电力电子电容器 第1部分：纸/塑料薄膜电容器（IEC 61881-1:2010，MOD）

TB/T 1447—2015 铁路信号产品绝缘电阻

TB/T 1448—2018 铁路通信信号产品的绝缘耐压

TB/T 2846—2015 铁路地面信号产品振动试验方法

TB/T 2953—2015 铁路地面信号产品高温及低温试验方法

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 型号与命名

4.1 补偿电容的型号及含义

补偿电容的型号及含义示例见图1。

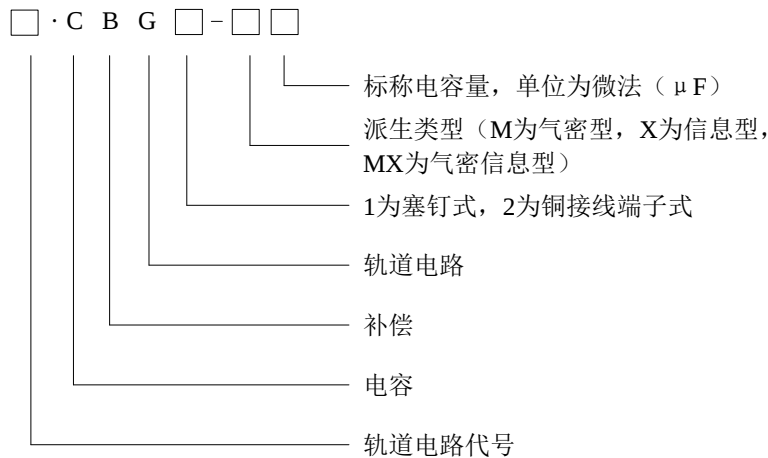


图1 补偿电容型号及含义示例

示例：ZPW-2000轨道电路25 μF 气密型塞钉式补偿电容，表示为ZPW•CBG1-M25。

4.2 补偿电容的外形尺寸

塞钉式补偿电容的外形图见图2，铜接线端子式补偿电容的外形图见图3，ZPW•CBG型补偿电容外形尺寸应符合表1的规定，ZPW•CBG-M型补偿电容外形尺寸应符合表2的规定；图中（L1+L2）的尺寸偏差为 $\pm 50\text{ mm}$ ，未标注的外形及安装尺寸公差应符合GB/T 1804—2000中最粗v级的规定。

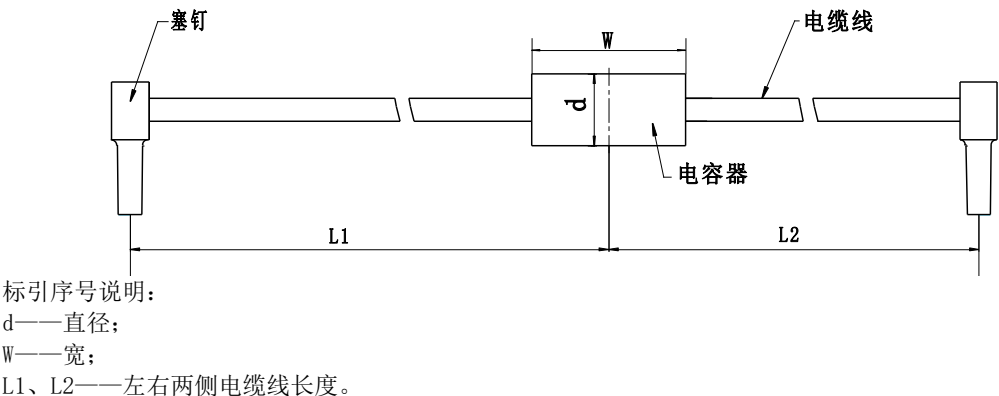


图2 补偿电容的外形图（塞钉式）

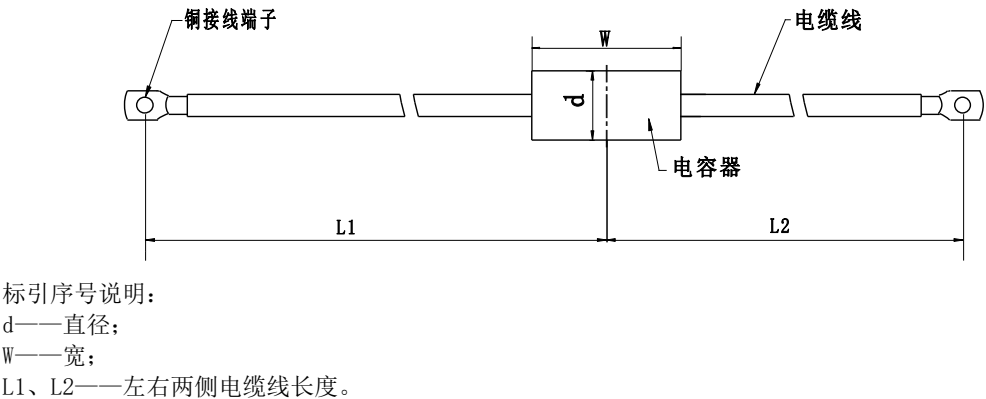


图3 补偿电容的外形图（铜接线端子式）

表1 ZPW·CBG 型补偿电容外形尺寸

标称电容量（C _R ） μ F		22	25	28	30	33	40	46	50	55	60	70	80	90
最大外壳直径 （d） mm		55	55	55	55	55	60	65	65	65	65	65	65	65
最大外壳宽度 （W） mm		105	110	105	105	110	145	145	145	160	160	165	170	165
电缆线 长度 mm	中心型 （L1+L2）	2 200												
	侧边型 （L1+L2）	3 750												
L1、L2分别不小于W的1/2，对引接线的长度有特殊要求时，可从GB/T 2822—2005中规定的R系列优先选取。 注：中心型、侧边型为补偿电容的两种典型的电缆线长度。														

表2 ZPW·CBG-M 型补偿电容外形尺寸

标称电容量（C _R ） μ F		22	25	28	30	33	40	46	50	55	60	70	80	90
最大外壳直径（d） mm		65	65	65	65	65	70	70	70	70	70	70	70	75
最大外壳宽度（W） mm		145	145	145	145	145	160	160	160	170	170	170	170	185
电缆线 长度 mm	中心型 （L1+L2）	2 200												
	侧边型 （L1+L2）	3 750												
L1、L2分别不小于W的1/2，对引接线的长度有特殊要求时，可从GB/T 2822—2005中规定的R系列优先选取。 注：中心型、侧边型为补偿电容的两种典型的电缆线长度。														

补偿电容电缆线的端头为塞钉或铜接线端子（俗称铜鼻子），其中塞钉外形图见图4，铜接线端子外形图见图5，铜接线端子用胀钉外形图见图6。

单位为毫米

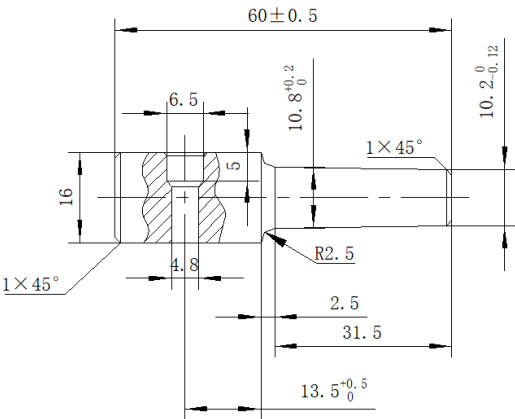


图4 塞钉外形图

单位为毫米

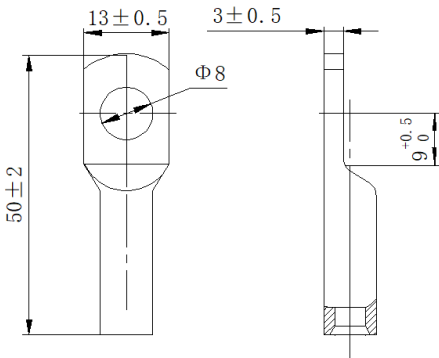


图5 铜接线端子外形图

单位为毫米

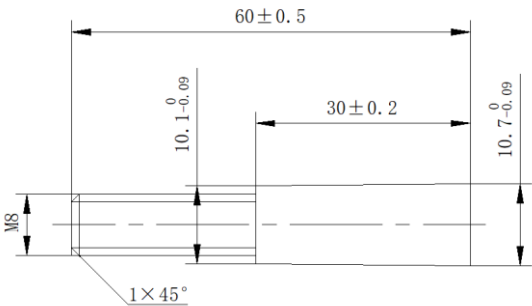


图6 铜接线端子用胀钉外形图

5 技术要求

5.1 环境要求

- 补偿电容在下列环境条件下应可靠工作：
- a) 周围空气温度：ZPW·CBG 型为-40℃～+70℃；ZPW·CBG-M 型为-55℃～+85℃；
 - b) 空气相对湿度：ZPW·CBG 型不大于 90%（+25℃）；ZPW·CBG-M 型不大于 100%（+25℃）；

- c) 气压：ZPW·CBG型不低于70.1 kPa（海拔不超过3 000 m）；ZPW·CBG-M型不低于50.6 kPa（海拔不超过5 500 m）；
- d) 振动：频率范围10 Hz～38 Hz、位移全振幅2.5 mm；频率范围38 Hz～1 000 Hz、加速度全振幅147 m/s²（15g）；
- e) 周围无引起爆炸危险的有害气体。

5.2 外观及零部件要求

- 5.2.1 补偿电容的所有零部件、外购件及材料应经检查合格后方可进行装配。
- 5.2.2 补偿电容的引接线应采用橡皮绝缘护套、镀锡铜芯导体软电缆，导体截面积8 mm²，额定电压450 V/750 V，电缆橡皮绝缘护套性能应符合GB/T 5013.1—2008的规定，镀锡铜芯导体性能应符合GB/T 3956—2008的规定。
- 5.2.3 补偿电容的引接线与塞钉（或铜接线端子压接）的连接应牢固、光滑、不应使用含酸、碱等腐蚀剂的焊接工艺或表面处理方法。塞钉采用GB/T 700—2006中规定的Q235A钢，表面热镀锌；铜接线端子采用软态紫铜，表面镀锌；胀钉采用GB/T 1220—2007中规定的S30408不锈钢。
- 5.2.4 气密型补偿电容应采用真空方式灌封。
- 5.2.5 补偿电容表面应无划痕、无破损，两端密封面应平整、光滑、无气泡，标志正确，完整、清晰。引接线的外皮无裂纹、无破损，塞钉（铜接线端子）与引接线间应进行密封处理。

5.3 寿命要求

补偿电容在正常运用条件下使用寿命：ZPW·CBG型不应低于7年，ZPW·CBG-M型不应低于8年。

5.4 电气特性

- 5.4.1 补偿电容的电容量偏差：±5%。
- 5.4.2 补偿电容的损耗角正切 $\tan \delta$ 应符合表3的规定。

表3 损耗角正切 $\tan \delta$

标称电容量 (C_R) (1 000 Hz) μF	$C_R \leq 28$	$28 < C_R \leq 60$	$60 < C_R \leq 90$
损耗角正切 $\tan \delta$ (1000 Hz)	$\leq 50 \times 10^{-4}$	$\leq 60 \times 10^{-4}$	$\leq 70 \times 10^{-4}$

- 5.4.3 补偿电容的额定电压 (U_N)：50 Hz、160 V。
- 5.4.4 补偿电容的最高工作频率 ($f_{\max}$)：2 620 Hz。
- 5.4.5 信息型补偿电容应具有电容量监测功能，监测精度应在±5%以内。

5.5 极间绝缘电阻

在试验用标准大气条件下，补偿电容在测试电压DC 100 V下的极间绝缘电阻应符合表4补偿电容极间绝缘电阻的规定。

表4 补偿电容极间绝缘电阻

标称电容量 (C_R) μF	型号	$C_R \leq 28$	$28 < C_R \leq 50$	$50 < C_R \leq 90$
极间绝缘电阻 MΩ	ZPW·CBG	$\geq 1\ 300$	≥ 900	≥ 450
	ZPW·CBG-M	$\geq 1\ 700$	$\geq 1\ 200$	≥ 600

5.6 极间耐压

在试验用标准大气条件下，补偿电容极间应能承受表5补偿电容极间耐压规定的50 Hz正弦波交流试验电压，历时1 min，补偿电容应无永久性击穿；重复试验的试验电压值应符合表5补偿电容极间耐压规定的80%。

表5 补偿电容极间耐压

型号	交流试验电压 $V_{a.c}$ V	试验时间 min
ZPW • CBG	320 (2.0 U_N)	1
ZPW • CBG-M	400 (2.5 U_N)	1

5.7 绝缘电阻

在试验用标准大气条件下，补偿电容绝缘电阻不应小于500 M Ω (DC 500 V)；经湿热试验后，补偿电容潮湿绝缘电阻不应小于1.5 M Ω (DC 500 V)。

5.8 绝缘耐压和交流电压

在试验用标准大气条件下，补偿电容引出端与外壳（含引接线）间应能承受施加于两塞钉（或铜接线端子）与外壳（含引接线）之间的频率为50 Hz或60 Hz，有效值为2000 V的正弦交流电压，历时1 min，应无闪络或击穿现象。

5.9 低温

补偿电容经低温试验后，其结果应符合5.4.1、5.4.2的规定，且电容量变化 $\Delta C/C \leq 5\%$ 。

5.10 高温

补偿电容经高温试验后，其结果应符合5.4.1、5.4.2的规定，且电容量变化 $\Delta C/C \leq 5\%$ 。

5.11 交变湿热

补偿电容经交变湿热试验后，应符合5.4.1、5.4.2、5.5的规定，且电容量变化 $\Delta C/C \leq 0.5\%$ 。

5.12 振动

补偿电容经振动试验后，应符合5.4.1、5.4.2的规定，且电容量变化 $\Delta C/C \leq 0.5\%$ ，外观无可见损伤。

5.13 冲击

带包装的设备经半正弦波冲击脉冲，峰值加速度为500 m/s² (50g)，脉冲持续时间为11 ms的冲击试验后，应符合5.4.1、5.4.2的规定，外观无可见损伤。

5.14 浸水

补偿电容经浸水试验后，应符合5.4.1、5.4.2、5.5及5.6中极间耐压的规定，且电容量变化 $\Delta C/C \leq 0.5\%$ 。

5.15 拉力

补偿电容本体的引出端应能承受20 N $\pm$ 2 N拉力，经拉力试验后，其结果应符合5.4.1、5.4.2的规定，且电容量变化 $\Delta C/C \leq 0.5\%$ ，补偿电容的引接线及引接线与补偿电容本体的连接处无可见损伤。

补偿电容的引接线和塞钉焊接处（或铜接线端子）应能承受不小于1 000 N的拉力，其焊接处（或铜接线端子）无松动，引接线无断股现象。

5.16 耐久性

补偿电容经耐久性试验后，应符合5.4.1、5.4.2的规定，且电容量变化 $\Delta C/C \leq 5\%$ 。

5.17 盐雾

塞钉或铜接线端子的镀层经盐雾试验后，应无镀层腐蚀或腐蚀点。

5.18 浪涌放电

补偿电容经浪涌放电试验后，应符合5.6的规定，且电容量变化 $\Delta C/C \leq \pm 1\%$ ，损耗角正切 $\tan \delta$ 应采用式（1）进行核算：

$$\tan \delta \leq 1.2 \tan \delta_0 + 1 \times 10^{-4} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$\tan \delta$ ：试验后的值；

$\tan \delta_0$ ：试验前的值。

5.19 低气压

ZPW·CBG-M型补偿电容经低气压试验后，补偿电容两端应能承受50 Hz，160 V正弦波交流试验电压，历时1 min，补偿电容应无永久性击穿，外观无可见损伤，标志清晰。

6 试验方法

6.1 试验条件

在产品和技术要求没有明确规定试验条件时，则试验应在下列条件下进行：

- a) 温度：+15℃～+35℃；
- b) 相对湿度：25%～75%；
- c) 气压：86 kPa～106 kPa；

6.2 试验用仪器仪表

电气指标试验用仪表的准确度不应低于0.5级。

6.3 外形尺寸

用量具测量。

6.4 外观及零部件

目视检测。

6.5 酸、碱度试验

用pH值试纸加蒸馏水检验引接线与塞钉（或铜接线端子）焊接处的含酸、碱度（pH值为6.5～7.2），蒸馏水用量为100 ml，浸泡时长0.5 h。

6.6 电容量测量

用RCL测试仪测量两塞钉（或铜接线端子）间电容量，测试电压1 V、频率1 000 Hz。

6.7 损耗角正切测量

用RCL测试仪测量两塞钉（或铜接线端子）间损耗角正切，测试电压1 V、频率1 000 Hz。

6.8 极间绝缘电阻

将绝缘电阻测试仪输出调至直流100 V，施加于补偿电容的两个塞钉（或铜接线端子）处，历时3 min。

6.9 极间耐压

补偿电容两个塞钉（或铜接线端子）处施加5.6规定的电压，历时1 min。

6.10 绝缘电阻

按TB/T 1447—2015的规定进行，将绝缘电阻测试仪输出调至直流500 V，施加于补偿电容的塞钉（或铜接线端子）与外壳处。

6.11 绝缘耐压

按TB/T 1448—2018 进行，在两塞钉（或铜接线端子）与外壳（含引接线）之间施加频率为50 Hz 或60 Hz的、有效值为2 000 V的正弦交流电压，历时1 min。

6.12 交流电压试验

按GB/T 3048.8—2007 进行，并应符合以下规定：

- a) 将补偿电容放入水箱内，两个塞钉（或铜接线端子）伸出水面不应小于 200 mm；
- b) 两个塞钉（或铜接线端子）接至升压变压器的高压端，而电极（如水箱或其它电极）接至接地端，施加频率为 50 Hz 或 60 Hz 的、有效值为 2 000 V 的正弦交流电压，历时 1 min。

6.13 低温试验

按TB/T 2953—2015中进行，并应符合以下规定：

- a) 初始检测：对补偿电容进行外观检查和电气特性的测试；
- b) 条件试验：试验样品在不包装、不通电、“准备使用”状态，按正常位置放入试验箱内；
- c) 严酷等级：温度-40 ℃±3 ℃（ZPW·CBG 型），-55 ℃±3 ℃（ZPW·CBG-M 型），持续时间 4 h；
- d) 中间检测：在条件试验的最后 15 min 内，在试验箱内按初始检测内容进行检测；
- e) 最后检测：试验后，在标准试验条件下恢复 2 h，然后按初始检测内容进行检测。

6.14 高温试验

按TB/T 2953—2015中进行，并应符合以下规定：

- a) 初始检测：对补偿电容进行外观检查和电气特性的测试；
- b) 条件试验：试验样品在不包装、不通电、“准备使用”状态，按正常位置放入试验箱内；
- c) 严酷等级：温度+70 ℃±2 ℃（ZPW·CBG 型），+85 ℃±2 ℃（ZPW·CBG-M 型），持续时间 4 h；
- d) 中间检测：在条件试验的最后 15 min 内，在试验箱内按初始检测内容进行检测。
- e) 最后检测：试验后，在标准试验条件下恢复 2 h，然后按初始检测内容进行检测。

6.15 交变湿热试验

按GB/T 2423.4—2008中试验Db进行，并应符合以下规定：

- a) 初始检测：对补偿电容进行标志检查和电气特性的测试；
- b) 条件试验：试验样品在不包装、不通电、“准备使用”状态，按正常位置放入试验箱内；
- c) 严酷等级：高温温度+55 ℃，试验周期 6 d（ZPW·CBG 型），试验周期 12 d（ZPW·CBG-M 型）；
- d) 降温阶段相对湿度不低于 95%；
- e) 中间检测：在最后一周期的最后 2 h 内进行极间绝缘电阻、潮湿绝缘电阻测试；
- f) 最后检测：试验后，在标准试验条件下恢复 2 h，然后按初始检测内容进行检测。

6.16 振动试验

按TB/T 2846—2015的3类规定进行，并应符合以下规定：

- a) 初始检测：对补偿电容进行标志检查和电气特性的测试；
- b) 试验样品的安装：试验样品在不包装、不通电，按正常工作位置安装在振动台上；
- c) 振动方向：三个相互垂直的轴线上；
- d) 严酷等级：按 TB/T 2846—2015 的 3 类 B 种的规定进行；
- e) 最后检测：振动试验后，按初始检测内容进行检测。

6.17 冲击试验

按TB/T 2423.5—2019的规定进行冲击试验，并应符合以下规定：

- a) 条件试验：将试品带包装牢固地安装在试验台上；
- b) 冲击试验条件为：
 - 1) 峰值加速度：500 m/s²（50g）；
 - 2) 脉冲持续时间：11 ms；

- 3) 冲击脉冲波形：半正弦波。
- c) 按相互垂直的三个轴向进行正负三次冲击试验，共 18 次；
- d) 最后检测：试验后，对补偿电容进行标志检查和电气特性的测试。

6.18 浸水试验

按GB/T 2423.38—2021第7章进行，并应符合以下规定：

- a) 初始检测：对补偿电容进行标志检查和电气特性的测试；
- b) 条件试验：试验用水采用自来水，试验样品在不包装、不通电，混入水箱中；
- c) 严酷等级：浸水深度大于 0.5 m，在试验用标准大气条件下持续 120 h；
- d) 中间检测：经 120 h 试验后，将两个塞钉（或铜接线端子）伸出水面并擦干，在水中检测补偿电容的极间绝缘电阻及极间耐压（试验方法与 6.7、6.8 相同）；
- e) 最后检测：在标准试验条件下恢复 2 h，按初始检测内容进行检测。

6.19 拉力试验

6.19.1 补偿电容引出端拉力试验如下进行：

- a) 初始检测：对补偿电容进行电气特性的测试；
- b) 条件试验：将试验样品固定，以 $20\text{ N} \pm 2\text{ N}$ 的拉力沿轴向均匀的施加到引出端上，历时 $10\text{ s} \pm 1\text{ s}$ ；
- c) 最后检测：试验后，按初始检测内容进行检测，其引接线及引接线与补偿电容本体的连接处无可见损伤。

6.19.2 补偿电容引接线和塞钉焊接处（或铜接线端子）拉力试验如下进行：

- a) 初始检测：对补偿电容进行外观检查；
- b) 条件试验：将试验样品装在试验机上，连续均匀的施加负荷至 1 000 N，保持 3 min；
- c) 最后检测：试验后，按初始检测内容进行检测。

6.20 耐久性试验

按GB/T 3667.1—2016中的5.13方法进行，并应符合以下规定：

- a) 初始检测：对补偿电容进行标志检查和电气特性的测试；
- b) 条件试验：试验样品在不包装、连续施加 $2\ 620\text{ Hz}$ 交流电压 9 V 、“准备使用”状态，按正常位置放入试验箱内，首先进行 24 h 试验，然后进行 312 h 试验；
- c) 严酷等级：温度 $+55\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ （ZPW·CBG 型）， $+70\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ （ZPW·CBG-M 型），持续时间 24h，温度 $+70\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ （ZPW·CBG 型）， $+85\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ （ZPW·CBG-M 型），持续时间 312 h；
- d) 中间检测：在试验期间补偿电容应不发生永久性击穿、开路或闪络；
- e) 最后检测：试验后，在标准试验条件下恢复 4 h，按初始检测内容进行检测。

6.21 盐雾试验

按GB/T 2423.17—2008进行，并应符合以下规定：

- a) 初始检测：试验样品表面必须干净、无油污、无临时性的保护层和其它弊病；
- b) 条件试验：试验样品不应互相接触，它们的间隔距离应不影响盐雾能自由降落在试验样品上，以及一个试验样品上的盐溶液不应落在其他试验样品上；
- c) 严酷等级：温度为 $+35\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，盐雾沉降量 $1.0\text{ ml/h} \sim 2.0\text{ ml/h}$ ，连续喷雾 96 h；
- d) 恢复：试验结束后，用流动水轻轻洗去试验样品表面盐沉积物，再在蒸馏水中漂洗，洗涤水温不应超过 $+35\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，然后在标准试验条件下恢复 $1\text{ h} \sim 2\text{ h}$ ；
- e) 最后检测：恢复后的试验样品应及时进行检查，塞钉或铜接线端子的镀层经盐雾试验后，应无镀层腐蚀或腐蚀点

6.22 浪涌放电试验

按GB/T 25121.1—2018中5.9进行，并应符合以下规定：

- a) 初始检测：对补偿电容进行标志检查和电气特性的测试；

- b) 条件试验：应以直流源在补偿电容端子间进行充电，然后通过尽量靠近电容器放置的放电器进行放电；
- c) 严酷等级：直流电压DC 500V，放电电流 $\geq 1.0\text{kA}$ ，10分钟内共进行5次；
- d) 中间检测：试验结束后的5min内，对补偿电容进行一次极间耐压试验，持续时间1min。
- e) 最后检测：按初始检测进行检测。

6.23 低气压试验

按GB/T 2423.21—2008进行，并应符合以下规定：

- a) 初始检测：对 ZPW • CBG-M 型补偿电容进行外观检查；
- b) 条件试验：试验样品在不包装、不通电“准备使用”的状态，放置在试验箱中；压力变化速率为 10 kPa/min ；
- c) 严酷等级：温度为 $-55\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，大气压为 $50.6\text{ kPa} \pm 2\text{ kPa}$ ，持续时间 2 h ；
- d) 中间检测：在条件试验的最后 5 min 内，进行极间耐压试验；
- e) 最后检测：在标准试验条件下恢复 2 h ，按初始检测进行检测。

7 检验规则

7.1 检验分类

补偿电容的检验分为出厂检验和型式检验两种。

7.2 出厂检验

7.2.1 每台补偿电容应经制造商技术检验部门检验合格后，并附有产品合格证，方可出厂。

7.2.2 出厂检验项目应符合表 6 的规定。

表6 出厂检验及型式检验项目

序号	检验项目	型式检验	出厂检验	技术要求 对应条款	试验方法 对应条款
1	外形及尺寸	√	√	4.2	6.3
2	外观及零部件	√	√	5.2	6.4、6.5
3	电气特性	√	√	5.4	6.6、6.7
4	极间绝缘电阻	√	√	5.5	6.8
5	极间耐压	√	√	5.6	6.9
6	绝缘电阻	√	√	5.7	6.10
7	绝缘耐压	√	√	5.8	6.11
8	交流电压试验	√	—	5.8	6.12
9	低温	√	—	5.9	6.13
10	高温	√	—	5.10	6.14
11	交变温热	√	—	5.11	6.15
12	振动	√	—	5.12	6.16
13	冲击试验	√	—	5.13	6.17
14	浸水	√	—	5.14	6.18

表 6（续）

15	拉力	√	—	5.15	6.19
16	耐久性	√	—	5.16	6.20
17	盐雾	√	—	5.17	6.21
18	浪涌放电试验	√	—	5.18	6.22
19	低气压	√	—	5.19	6.23
^a “√”表示应检验项目，“—”表示不必检验项目					

7.3 型式检验

7.3.1 凡属下列情况之一的补偿电容应进行型式检验：

- a) 新产品或老产品转场生产时；
- b) 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
- c) 正常生产时，每 3 年～5 年进行一次；
- d) 停产 3 年以上恢复生产时；
- e) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时。

7.3.2 型式检验项目应符合表 6 的规定。

7.3.3 经过型式检验的补偿电容不应作为合格产品出厂。

8 标志、包装、运输和储存

8.1 标志

每台补偿电容应附有产品质量合格证，补偿电容上应表明下列内容，其中a)、b)、e)、f)为永久性标识：

- a) 制造厂名称或缩写名称；
- b) 产品名称、型号、规格；
- c) 额定电压 (U_N) ；
- d) 最高工作频率 (f_{max}) ；
- e) 出厂编号；
- f) 制造日期；
- g) 其他。

8.2 包装

8.2.1 设备应制定包装工艺，并按相应的包装工艺进行包装。

8.2.2 随机应提供产品的用户手册、产品合格证、装箱单等。

8.3 运输

补偿电容在运输中要避免雨雪直接或间接淋袭，应避免碰撞或机械损伤。

8.4 储存

补偿电容应存放于通风良好、温度-30℃～+45℃，相对湿度不大于85%、周围空气中无腐蚀性有害气体的库房中。贮存期超过一年，应按7.2的规定进行复查。

铁道行业标准《轨道电路补偿电容》

(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 2024 铁路装备技术和运输服务标准项目计划》(国铁科法函(2024)67 号) 24T049 项目和《国家铁路局 2024 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(2024)119 号)的要求,由铁路行业电气设备与系统标准化技术委员会通信信号分技术委员会归口,并由北京全路通信信号研究设计院集团有限公司、西安全路通号器材有限公司、饶阳铁建电务器材有限公司、河北南皮铁路器材有限责任公司、鹤壁来恩新能源技术有限责任公司共同起草《轨道电路补偿电容》。

本标准为首次制定。

1.2 编制本标准的必要性

轨道电路补偿电容(以下简称补偿电容)是轨道电路的重要组成部分,其作用是补偿因轨道电路过长、钢轨电感的感抗所产生的无功功率损耗,改善轨道电路在钢轨上的传输性能,是保证轨道电路信息传输的重要基础设备。

随着轨道电路技术的发展,对补偿电容的安全性、可靠性提出了更高的要求,但目前没有针对补偿电容的国家标准、行业标准进行规范。为规范补偿电容设计、制造、检验和使用的要求,急需制定铁路行业标准,达到轨道电路系统安全性、可靠性提升的目标,促进铁路信号行业健康发展。

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。本部分编制过程概要如下:

标准计划下达后,在标委会组织下,北京全路通信信号研究设计院集团有限公司、西安全路通号器材有限公司、饶阳铁建电务器材有限公司等单位成立了标准起草组,对轨道电路补偿电容环境要求、外观及零部件要求、寿命要求、电气特性等情况进行了调研,收集了相关技术资料,在对前期工作深入讨论研究后,2025 年 1 月形成了本标准的征求意见稿。

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 本标准规定了补偿电容的产品分类、技术要求、试验方法、检验规则和标志、包装、运输及储存;适用于轨道电路及电码化用补偿电容的设计、制造、检验和使用。

3.4 本标准与《ZPW-2000 系列轨道电路补偿电容器》(Q/CR 781-2020)相比,重要技术差异见表 1。

表 1 (续)

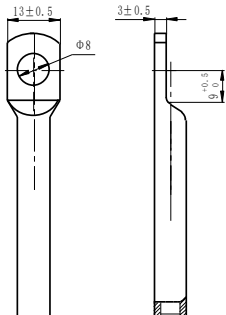
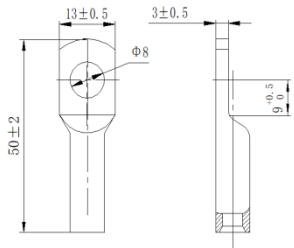
序号	Q/CR 781-2020	本标准	说明
7	3.2 中图 5  图 5 铜接线端子外形图	4.2 中图 5  图5 铜接线端子外形图	根据补偿电容现场实际情况，增加铜接线端子长度常用尺寸。
8	4.2.3 补偿电容器的引接线与塞钉（或铜接线端子压接）的连接应牢固、光滑、不应使用含酸、碱等腐蚀剂的焊接工艺或表面处理方法。塞钉采用 GB/T 700-2006 中规定的 Q235A 钢，表面热镀锌；铜接线端子采用软态紫铜，表面镀锡	5.2.3 补偿电容的引接线与塞钉（或铜接线端子压接）的连接应牢固、光滑、不应使用含酸、碱等腐蚀剂的焊接工艺或表面处理方法。塞钉采用 GB/T 700-2006 中规定的 Q235A 钢，表面热镀锌；铜接线端子采用软态紫铜，表面镀锡；胀钉采用 GB/T 1220-2007 中规定的 S30408 不锈钢	根据补偿电容现场实际情况，增加胀钉的材质要求。
9	无	5.2.4 气密型补偿电容应采用真空方式灌封	根据补偿电容现场实际情况，增加气密型电容的真空灌封要求，以提升电容密封性能。
10	5.5 酸碱度试验 用 PH 值试纸加蒸馏水检验引接线（或铜接线端子）焊接处的含酸、碱度（PH 值为 6.5~7.2）。	5.5 酸碱度试验 用 pH 值试纸加蒸馏水检验引接线与塞钉（或铜接线端子）焊接处的含酸、碱度（pH 值为 6.5~7.2），蒸馏水用量为 100 ml，浸泡时长 0.5 h。	根据补偿电容的实际检验验证情况，增加蒸馏水用量及浸泡时间要求，避免由于蒸馏水量及浸泡时间而影响测试结果。
11	4.13 冲击试验 带包装的设备经半正弦波冲击脉冲，峰值加速度为 500m/s ² (50g)，脉冲持续时间为 11ms 的冲击试验后，应符合 4.4.1、4.4.2 的规定，且电容量变化 $\Delta C/C \leq 0.5\%$ ，外观无可见损伤。	5.13 冲击试验 带包装的设备经半正弦波冲击脉冲，峰值加速度为 500m/s ² (50g)，脉冲持续时间为 11ms 的冲击试验后，应符合 5.4.1、5.4.2 的规定，外观无可见损伤。	根据补偿电容现场实际情况，并根据 6.16 修改内容，不再规定电容量变化 ($\Delta C/C$) 的要求。
12	5.17 冲击试验 按 GB/T 2423.5-2019 的规定进行冲击试验，并应符合以下规定： a) 初始检测：对补偿电容进行标志检查和电气特性的测试； b) 条件试验：将试品带包装牢固地安装在试验台上； c) 冲击试验条件为： 1) 峰值加速度：500m/s ² (50g)； 2) 脉冲持续时间：11ms； 3) 冲击脉冲波形：半正弦波。 d) 按相互垂直的三个轴向进行正负三次冲击试验，共 18 次； e) 最后检测：试验后，按初始检测内容进行检测。	6.16 冲击试验 按 GB/T 2423.5-2019 的规定进行冲击试验，并应符合以下规定： a) 条件试验：将试品带包装牢固地安装在试验台上； b) 冲击试验条件为： 1) 峰值加速度：500m/s ² (50g)； 2) 脉冲持续时间：11ms； 3) 冲击脉冲波形：半正弦波。 c) 按相互垂直的三个轴向进行正负三次冲击试验，共 18 次； d) 最后检测：对补偿电容进行标志检查和电气特性的测试。	根据补偿电容现场实际情况，不再规定冲击试验的初始检测要求，以避免初始检测进行标志检查和电气特性测试时破坏产品包装，影响测试结果。

表 1（续）

序号	Q/CR 781-2020	本标准	说明
13	—	5.17 浪涌放电 补偿电容经浪涌放电试验后，应符合 5.6 的规定，且电容量变化 $\Delta C/C \leq \pm 1\%$ ，损耗角正切 $\tan \delta$ 应采用式（1）进行核算： $\tan \delta \leq 1.2 \tan \delta_0 + 1 \times 10^{-4}$ （1） 式中： $\tan \delta$ ：试验后的值； $\tan \delta_0$ ：试验前的值。	依据《轨道交通 机车车辆设备 电力电子电容器 第 1 部分：纸/塑料薄膜电容器》（TB/T 25121.1—2018），增加浪涌放电要求。
14	—	6.20 浪涌放电试验 按 GB/T 25121.1-2018 中 5.9 进行，并应符合以下规定： a) 初始检测：对补偿电容进行标志检查和电气特性的测试； b) 条件试验：应以直流源在补偿电容端子间进行充电，然后通过尽量靠近电容器放置的放电器进行放电； c) 严酷等级：直流电压 DC 500V，放电电流 $\geq 1.0\text{kA}$ ，10 分钟内共进行 5 次； d) 中间检测：试验结束后的 5min 内，对补偿电容进行一次极间耐压试验，持续时间 1min。 e) 最后检测：按初始检测进行检测。	根据 5.17，增加相应试验方法。

3.5 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

4.1 参考 Q/CR 781-2020，根据补偿电容现场实际应用情况，5.1 中将补偿电容的振动环境规定为“频率范围 10 Hz~38 Hz，位移全振幅 2.5 mm；频率范围 38 Hz~1 000 Hz，加速度全振幅 147 m/s²”。

4.2 参考 Q/CR 781-2020，根据补偿电容现场实际应用情况，5.4.1 中将补偿电容的电容量偏差规定为 $\pm 5\%$ ，5.4.2 中将补偿电容的损耗角正切值规定为 $\tan \delta \leq 50 \times 10^{-4}$ ($C_R \leq 28 \mu\text{F}$)、 $\tan \delta \leq 60 \times 10^{-4}$ ($28 \mu\text{F} < C_R \leq 60 \mu\text{F}$)、 $\tan \delta \leq 70 \times 10^{-4}$ ($60 \mu\text{F} < C_R \leq 90 \mu\text{F}$)。

4.3 参考 Q/CR 781-2020，根据补偿电容现场实际应用情况，5.4.3 中将补偿电容的额定电压规定为 50 Hz、160 V，5.4.4 中将补偿电容最高工作频率规定为 2 620 Hz。

4.4 参考 Q/CR 781-2020，根据补偿电容现场实际应用情况，5.5、5.6 中明确补偿电容的绝缘性能要求。

4.5 参考 Q/CR 781-2020，根据 5.4.1 的规定，5.4.5 中将信息型补偿电容的基本功能和监测精度要求规定为“信息型补偿电容应具有电容量监测功能，监测精度应在 $\pm 5\%$ 以内”。

4.6 依据 GB/T 25121.1-2018，5.18、6.22 增加浪涌放电要求及相应的试验方法，提升了补偿电容的可靠性。

5 有无重大分歧意见

无。

6 强制或推荐、废止、公开建议

6.1 建议本标准作为推荐性行业标准发布。

6.2 由于未识别出版权等相关知识产权问题，建议本标准公开。

6.3 本标准未识别出相关专利。

7 其他应予说明的事项

无。

标准起草组

2025年1月