

ICS 45.060.01

CCS S33

团 体 标 准

T/CI 121—2022

城市轨道交通车辆电机械制动夹钳单元技术规范

Technical Specification of Electro-mechanical Brake Caliper Unit for
Urban Rail Vehicles

2022-11-21 发布

2022-11-21 实施

中国国际科技促进会 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	2
3.1 电机械制动夹钳单元 Electro-Mechanical Brake Caliper Unit	2
3.2 电机械制动缸 Electro-Mechanical Brake Cylinder	2
3.3 制动夹钳杠杆 Brake Caliper Lever	2
4 使用条件	2
5 技术要求	3
6 试验方法	5
6.1 外观检查	5
6.2 电气接口检查	5
6.3 强度试验	5
6.4 灵敏度试验	6
6.5 最大有效行程试验	6
6.6 缓解间隙试验	7
6.7 输出力试验	7
6.8 手动复位试验	7
6.9 停放制动动作试验	7
6.10 停放制动手动缓解试验	7
6.11 电机械制动夹钳单元称重	7
6.12 静态传动效率试验	8
6.13 电机械制动夹钳单元低温试验	8
6.14 电机械制动夹钳单元高温试验	8
6.15 交变湿热试验	8
6.16 电源过电压、浪涌和静电放电试验	8

6.17 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验	9
6.18 射频干扰试验	9
6.19 绝缘和耐压试验	10
6.20 盐雾试验	11
6.21 振动和冲击试验	11
6.22 防护等级试验	11
6.23 低温存放试验	11
6.24 疲劳试验	11
7 检验规则	11
7.1 型式试验	11
7.2 例行试验	12
8 标志、包装、运输和贮存	13

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》起草。

某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件共分 8 章：范围，规范性引用文件，术语和定义，使用条件，技术要求，试验方法，检验规则，标志、包装、运输和贮存。

本文件由同济大学提出。

本文件由中国国际科技促进会归口。

本文件起草单位：同济大学、柏瑞科（上海）轨道交通科技有限公司、上海六轡机电科技有限公司、广州市捷丰自动化设备有限公司、无锡市拓发自控设备有限公司。

本文件主要起草人：马天和、田春、陈茂林、倪明、吴萌岭、雷驰、彭顺、翁晶晶、张超、庄林、龚种华、杨春华、廖铤、钱振、张瀚文、陈超、张本峰、吴杨帆、王国壮、童尧、于昊、翟耕慰。

本文件为首次发布。

引 言

本文件规定了轨道车辆电机械制动夹钳单元的术语和定义、使用条件、技术要求、试验方法、检验规则等，用以推广电机械制动技术，保障轨道车辆电机械制动夹钳单元的使用及维护，提升轨道车辆电机械制动夹钳单元使用的安全性，保证电机械制动夹钳单元质量。

电机械制动系统是一种采用电机驱动摩擦制动方式的新型制动系统，相比传统空气制动系统，电机械制动系统具有响应速度快、控制精度高、减重节能等优势，将成为新一代制动系统。为适应轨道交通电气化、智能化的发展需要，提高城轨列车电机械制动夹钳单元可靠性，同济大学 and 业内企业针对电机械制动夹钳单元技术进行了一系列相关课题研究和试验验证，验证了电机械制动夹钳单元具有良好的输出力控制和检测性能。

本文件在制定过程中主要参考了 T/CAMET 04004—2018 《城市轨道交通车辆制动系统》、GB/T 2423 《电工电子产品环境试验》、GB/T 17626—2008 《电磁兼容 试验和测量技术》和 GB/T 25119—2010 《轨道车辆 机车车辆电子装置》等相关标准，结合目前我国城市轨道交通事业对电机械制动夹钳单元的需求进行制定。

城市轨道交通车辆电机械制动夹钳单元技术规范

1 范围

本文件规定了城市轨道交通车辆用电机械制动夹钳单元的术语和定义、使用条件、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输及贮存要求等，用于指导电机械制动夹钳单元的设计、制造、试验和运用。

2 规范性引用文件

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

T/CAMET 04004—2018 城市轨道交通车辆制动系统

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（IEC 60068-2-1:2007，IDT）

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（IEC 60068-2-2:2007，IDT）

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（12 h+12 h循环）（IEC 60068-2-30:2005，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 4208—2017 外壳防护等级（IP代码）（IEC 60529:2013，IDT）

GB/T 4549.30—2004 铁道车辆词汇 第3部分：制动装置

GB 50157—2013 地铁设计规范

GB 9254—2008 信息技术设备的无线电骚扰限值和测量方法（IEC/CISPR 22:2006，IDT）

GB/T 17626.2—2006 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验（IEC 61000-4-2:2001，IDT）

GB/T 17626.3—2006 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验（IEC 61000-4-3:2002，IDT）

GB/T 17626.4—2008 电磁兼容 试验和测量技术 电瞬变快速脉冲群抗扰度试验（IEC 61000-4-4:2004，IDT）

GB/T 17626.5—2008 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验 (IEC 61000-4-5:2005, IDT)

GB/T 17626.6—2008 电磁兼容 试验和测量技术 射频电感应的传导骚扰抗扰度 (IEC 61000-4-6:2006, IDT)

GB/T 21563 轨道交通 机车车辆设备 冲击和振动试验 (IEC 61373:1999, IDT)

GB/T 24338.4—2018 轨道交通 电磁兼容 第3-2部分: 机车车辆设备 (IEC 62236-3-2:2008, MOD)

GB/T 25119—2010 轨道车辆 机车车辆电子装置 (IEC 60571:2006, MOD)

EN 50126 铁路应用 可靠性、可用性、可维护性和安全技术条件和验证[Railway applications—The specification and demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety(RAMS)]

3 术语和定义

GB/T 4549.3—2004 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电机械制动夹钳单元 Electro-Mechanical Brake Caliper Unit

盘形制动中用于将电能转化为闸片正压力的部件, 安装在转向架上, 一般由电机械制动缸、制动夹钳杠杆、闸片托和杠杆吊座四部分组成。

3.2

电机械制动缸 Electro-Mechanical Brake Cylinder

电机械制动装置中, 以电机产生转矩并将该转矩转变为推杆推力的装置。

3.3

制动夹钳杠杆 Brake Caliper Lever

将制动缸的输出力传递给闸片托的部件。

4 使用条件

- a) 正常工作海拔不超过 1400m;
- b) 环境温度在-25℃至+45℃之间;
- c) 最湿月月平均最大相对湿度不大于 95% (该月月平均最低温度为 25℃);
- d) 应能承受风、沙、雨、雪的侵袭及车辆清洗时清洗剂的作用;

e)因各城市所处地区不同而存在气候条件差异,用户与制造商可在合同中另外规定使用环境条件。

5 技术要求

- 5.1 电机械制动夹钳单元应按本标准和经规定程序批准的产品图样和技术条件进行制造。
- 5.2 电机械制动夹钳单元外观应符合以下要求:
 - a)尺寸满足图样要求;
 - b)无表面缺陷、机械损坏和变形;
 - c)标识完整、清晰。
- 5.3 电气接口应满足图样要求。
- 5.4 电机械制动夹钳单元中制动夹钳杠杆、制动缸体等关键铸造零件应进行探伤,铸造缺陷不应超出图样和技术条件规定的要求。
- 5.5 电机械制动夹钳单元的重量应符合图样和技术条件要求。
- 5.6 电机械制动夹钳单元各螺纹紧固件的拧紧力矩应控制在图样规定的范围内。
- 5.7 电机械制动夹钳单元动作应灵活、无卡滞。
- 5.8 电机械制动夹钳单元应具备一定的超负荷工作的能力,以防止意外情况下由于制动缸推力的突然增大而损坏。
- 5.9 电机械制动夹钳单元的额定功率不应超过 200W。
- 5.10 电机械制动夹钳单元外壳防护等级不应低于 GB/T 4208—2017 标准中 IP66S (连接器 IP67) 等级的要求。
- 5.11 电机械制动夹钳单元应具有自动间隙调整功能,能够补偿由于闸片及制动盘磨耗而产生的间隙。最大有效行程和缓解间隙应符合图样和技术条件要求。
- 5.12 电机械制动夹钳单元应具有手动复位功能,以方便现场更换闸片。
- 5.13 电机械制动夹钳单元的制动输出力和停放制动输出力应满足设计要求。
- 5.14 在正常使用条件下,闸片托应保证制动闸片不松脱。
- 5.15 电机械制动夹钳单元能够在停放制动施加后使制动力得到保持,同时应设置手动缓解装置。
- 5.16 电机械制动夹钳单元应能在低温性能条件下正常工作,性能满足 5.7~5.15 的要求。
- 5.17 电机械制动夹钳单元应能在高温条件下正常工作,性能满足 5.7~5.15 的要求。
- 5.18 电机械制动夹钳单元应能在交变湿热试验后,性能符合 5.2、5.7~5.15、5.20 的要求。

5.19 电磁兼容性能

5.19.1 电源过电压、浪涌和静电发电

电源过电压试验条件下，夹钳单元电源应满足下列要求：

a) 电压暂降：电机械制动夹钳单元应正常工作。

b) 短时中断：电机械制动夹钳单元应无间断工作。

c) 电源变化：不超过 0.1s 的 $0.6U_n \sim 1.4U_n$ 电压波动不应引起电机械制动夹钳单元异常；不超过 1s 的 $1.25U_n \sim 1.4U_n$ 电压波动不应引起损坏，允许功能降级。

浪涌试验条件下，电机械制动夹钳单元应满足 GB/T 17626.5—2008 中规定的 B 类要求。

静电放电试验条件下，电机械制动夹钳单元应满足 GB/T 17626.2—2006 中规定的 B 类要求。

5.19.2 电快速瞬变脉冲群抗扰度

电快速瞬变脉冲群抗扰度试验条件下，电机械制动夹钳单元应满足 GB/T 17626.4—2008 中规定的 A 类要求。

5.19.3 射频干扰

射频场感应的传导骚扰抗扰度试验条件下，电机械制动夹钳单元应满足 GB/T 17626.6—2008 中规定的 A 类要求。

射频场电磁辐射抗扰度试验条件下，电机械制动夹钳单元应满足 GB/T 17626.3—2006 中规定的 A 类要求。

射频骚扰试验条件下，电机械制动夹钳单元应满足 GB 9254—2008 中规定的 A 类要求。

5.20 耐压与绝缘

5.20.1 电机械制动夹钳单元各通道对外壳的绝缘电阻，不应小于 $100M\Omega$ ；全部通道对外壳的并联绝缘电阻，不应小于 $100M\Omega$ 。

5.20.2 耐压试验过程中制动单元不应产生击穿或闪络。

5.21 电机械制动夹钳单元应能在盐雾条件下正常工作，盐雾性能应满足 GB/T 25119—2010 中 12.2.10 的相关要求。

5.22 冲击和振动的要求应符合 GB/T 21563 中 2 类要求的规定；特殊情况下由供需双方协商确定。

5.23 电机械制动夹钳单元应能在低温环境下存放，环境恢复至常温后性能满足 5.7~5.15 的要求。

5.24 电机械制动夹钳单元的疲劳试验要求

电机械制动夹钳单元定型时应进行疲劳试验。电机械制动夹钳单元，按照常用制动、停放制动和缓解工况循环，进行 1×10^6 次后，电机械制动夹钳单元各项性能应符合要求。

5.25 电机械制动夹钳单元的静态传动效率

电机械制动夹钳单元静态传动效率在最大夹紧力下不低于 75%；电机械制动夹钳单元静态传动效率按公式（1）计算：

$$\eta = \frac{K'}{K} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

η ——静态传动效率；

K' ——实测闸片压力，单位为千牛（kN）；

K ——计算闸片压力，单位为千牛（kN）。

其中，采用以旋转电机产生转动力矩再经螺旋副转换为平动推力这一驱动方式的电机械制动夹钳单元的 K 按公式（2）计算，采用其他驱动方式的电机械制动夹钳单元的 K 按图样要求计算：

$$K = \frac{2\pi T}{L} \gamma \dots\dots\dots (2)$$

式中：

T ——电机械制动夹钳单元最大夹紧力对应的电机输出扭矩，单位为牛顿·米（N·m）；

L ——丝杠导程，单位为毫米（mm）；

γ ——制动倍率。

6 试验方法

6.1 外观检查

采用目测和量具检测的方法进行，电机械制动夹钳单元外观应满足 5.2 的规定。

6.2 电气接口检查

逐项检查电机械制动夹钳单元的外部电气接口，具体接口检查项目由供需双方协商决定。

6.3 强度试验

在确保闸片托夹紧试验工装的条件下进行以下强度试验：

电机械制动夹钳单元按照许用最大功率或 1.4 倍设计最大使用功率施加夹紧力，夹紧力稳定后卸载，检查电机械制动夹钳单元外观，应无损坏、永久变形。许用最大功率或设计最

大使用功率按照图样要求。

6.4 灵敏度试验

逐渐增加驱动电流，电机械制动夹钳单元闸片托初始动作时，记录电机械制动夹钳单元电机驱动电流，该电流应不超过最大夹紧力对应电机电流的 10%（或符合合同规定要求），该电流降为 0 后应缓解。

6.5 最大有效行程试验

试验时，根据图样要求选取相应的测量方法。

6.5.1 方法一

当测试电机械制动夹钳单元中制动缸的最大有效行程时，测试方法如下：

在缓解状态下，将制动缸推杆调至最短位置，如图 1 所示，选取测量参考点 X，此时测量制动缸推杆头与参考点 X 的距离 L_2 ；以相当于最大夹紧力所对应电机驱动电流 30%~70% 的目标电流使制动缸产生制动动作，直至制动缸推杆伸出量不再增加时，测量制动缸推杆头和参考点 X 的距离 L_1 。 L_1 与 L_2 的差值，即为最大有效行程。

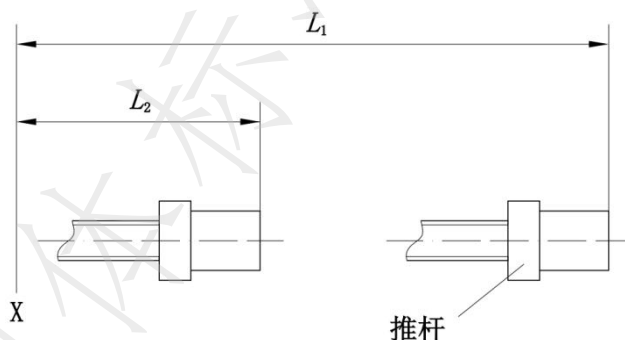


图 1 最大有效行程试验推杆位置示意图

6.5.2 方法二

当测试电机械制动夹钳单元的最大有效行程时，测试方法如下：

在缓解状态下，将两闸片托间距调至最大位置，如图 2 所示，测量两闸片托间距 L_1 ；以相当于最大夹紧力所对应电机驱动电流 30%~70% 的目标电流使制动缸产生制动动作，直至两闸片托的间距不再减小时，测量两闸片托间距 L_2 。 L_1 与 L_2 的差值，即为最大有效行程。

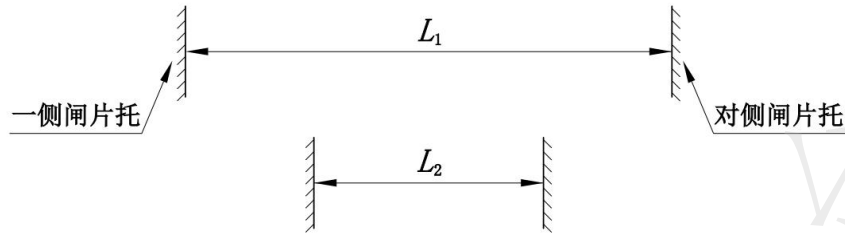


图 2 最大有效行程试验闸片托位置示意图

6.6 缓解间隙试验

6.6.1 方法一

试验时，根据图样要求选取相应的测量方法。

当测试电机械制动夹钳单元中制动缸的缓解间隙时，测试方法如下：

制动缸处于完全复位状态，以相当于最大夹紧力所对应电机驱动电流 30%~70% 的目标电流对制动缸进行多次制动和缓解，直至制动缸推杆头与对应测试工装之间的间隙在缓解状态下达到稳定时，确保制动缸未达到最大调整能力条件下测量该间隙值，该值应满足图样要求。

6.6.2 方法二

当测试电机械制动夹钳单元的缓解间隙时，测试方法如下：

制动夹钳单元处于完全复位状态，以相当于最大夹紧力所对应电机驱动电流 30%~70% 的目标电流对制动夹钳单元进行多次制动和缓解，直至制动夹钳单元两闸片托与对应测试工装之间的间隙在缓解状态下达到稳定时，确保制动夹钳单元未达到最大调整能力条件下测量该间隙值（双侧间隙之和），该值应满足图样要求。

6.7 输出力试验

按图样要求施加制动/施加停放制动，记录此时制动缸输出杆推力或闸片托正压力，该值应满足图样要求。

6.8 手动复位试验

进行手动复位操作，制动缸推杆应能顺利回缩至最短位置。

6.9 停放制动动作试验

按图样要求施加停放制动，应产生制动作用。缓解停放制动，应彻底缓解。

6.10 停放制动手动缓解试验

施加停放制动后，操作手动缓解装置，停放制动应彻底缓解。

6.11 电机械制动夹钳单元称重

电机械制动夹钳单元重量应满足图样要求。

6.12 静态传动效率试验

输入驱动电流使制动缸驱动机构动作，使电机械制动夹钳单位产生最大的夹紧力，测量电机械制动夹钳单元“实测闸片压力”，并计算与“计算闸片压力”的比值，该比值应满足 5.25 的规定。

6.13 电机械制动夹钳单元低温试验

按 GB/T 2423.1 的试验 Ad 进行试验。将电机械制动夹钳单元连同试验用电源一起置于 $-25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 环境下，保持 48h，在同样低温环境下进行如下测试：灵敏度测试（6.4）、最大有效行程测试（6.5）、输出力测试（6.7）、手动复位测试（6.8）、停放制动动作测试（6.9）、停放制动手动缓解测试（6.10）。

恢复至室温后，再次进行上述测试。

6.14 电机械制动夹钳单元高温试验

按 GB/T 2423.2 的试验 Be 进行试验。电机械制动夹钳单元放在试验箱内，通电后，在等于或大于 0.5h 后将箱体从正常试验温度 $25^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ 逐渐升高到 $45^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 。待温度稳定后，保温至少 16h，然后进行如下测试：灵敏度测试（6.4）、最大有效行程测试（6.5）、输出力测试（6.7）、手动复位测试（6.8）、停放制动动作测试（6.9）、停放制动手动缓解测试（6.10）。

检查结束后冷却至环境温度，再次进行上述测试。

6.15 交变湿热试验

按 GB/T 2423.4 的试验 Db 进行试验。

试验温度： $+55^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ 和 $+25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ；周期数：2；试验时间： $2 \times 24\text{h}$ 。

试验结束并恢复后，进行 6.1~6.10、6.19 的规定试验项目并满足要求。

6.16 电源过电压、浪涌和静电放电试验

6.16.1 电源过电压试验

按 GB/T 24338.4—2009 进行试验。性能等级为 A 级。试验要求见表 1。

表 1 电源过电压试验

试验项目	试验要求	性能评定
电压暂降、短时中断和电压变化	电压暂降	$0.7U_n \sim 1.25U_n$: 电机械制动夹钳单元应正常工作
	短时中断	输入电压间断 10ms, SI 级: 无间断
	电压变化	$0.6U_n \sim 1.4U_n$: 不超过 0.1s 的电压波动不应

		引起制动夹钳单元异常
		1.25Un~1.4Un: 不超过 1s 的电压波动不应引起损坏, 允许功能降级

6.16.2 浪涌试验

电源端口试验按 GB/T 25119—2010 进行, 严酷等级为 3 级。试验要求见表 2。

表 2 浪涌试验

试验项目	(最低)电压	时间 d	时间 D (容差 ±20%)	串联电阻 R (容差 ±10%)	性能评定
浪涌	线对地 1kV 线对地 2kV	5 μs	50 μs	100Ω	B
注: 当车上或系统中存在更高浪涌等级时, 浪涌的源阻抗可降低至最小值 5Ω					

6.16.3 静电放电试验

试验按 GB/T 17626.2—2006 进行, 严酷等级为 3 级, 性能评定为 B, 接触放电为 6kV, 空气放电为 8kV。

6.17 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

试验按 GB/T17626.4—2008 进行, 电源严酷等级为 3 级, I/O 及通信接口为 4 级。试验要求见表 3。

表 3 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

试验项目	试验要求	性能评定
电快速脉冲群抗扰度	2kV, 5/50ns T _r /T _f , 5Hz 重复频率, 直接耦合、正负极化	A

6.18 射频干扰试验

6.18.1 射频抗扰度试验

射频场感应的传导骚扰抗扰度试验按 GB/T 17626.6—2008 进行, 严酷等级为 3 级。

射频场电磁辐射抗扰度试验按 GB/T 17626.3—2006 进行, 严酷等级为 3 级。

射频抗扰度试验要求见表 4。

表 4 制动夹钳单元抗扰度限值

序号	试验项目	试验要求	性能评定
1	射频场感应的传导骚扰 抗扰度	10V _{r.m.s} (载波电压), 150kHz~80MHz, 1kHz80% AM, 源阻抗: 150Ω, 电磁 钳耦合	A
2	射频场电磁辐射抗扰度	10V/m(载波的 r. m. s 值), 80MHz~1GHz, 1kHz 80% AM	A

6.18.2 射频骚扰试验

射频骚扰试验按 GB 9254—2008 进行, 对外干扰应符合表 5 的规定。

表 5 电机械制动夹钳单元对外干扰限值

序号	试验项目	试验要求	性能评定
1	传导骚扰	150kHz~500kHz, 限值: 99dB μ V 准峰值	A
		500kHz~30MHz, 限值: 93dB μ V 准峰值	
2	辐射骚扰	30MHz~230MHz, 限值: 40 dB μ V/m 准峰值, 10m 法	A
		230MHz~1GHz, 限值: 47dB μ V/m 准峰值, 10m 法	

6.19 绝缘和耐压试验

6.19.1 绝缘测试

用 500V 兆欧表测试各通道对外壳的绝缘电阻, 不应小于 100MΩ; 全部通道对外壳的并联绝缘电阻, 不应小于 100MΩ。

6.19.2 耐压测试

采用 50Hz 的交流电压, 否则应采用相对于交流电压峰值的直流电压。通过逐渐升压, 将试验电压加到制动夹钳单元, 并按规定电压等级上保持 1min。试验电压的正弦方均根值应为:

- a) 500V, 对应 72V 以下的标称直流电压;
- b) 1000V, 对应 72V~125V 的标称直流电压。

耐压试验过程中电机械制动夹钳单元不应产生击穿或闪络。

注：如耐压试验在例行试验中已经通过，则在型式试验中不应再重复。

6.20 盐雾试验

按 GB/T 2423.17 的试验 Ka 进行试验，试验时间至少为 16h。

试验完成后，均应进行 6.1~6.10 的规定试验项目并满足要求。

6.21 振动和冲击试验

振动和冲击试验依照 GB/T 21563 中规定的 2 类要求进行；特殊情况下由供需双方协商确定。电机械制动夹钳单元在试验前后应在试验台上进行 6.1~6.10 的规定试验项目并满足要求。

6.22 防护等级试验

按 GB 4208—2017 进行，防护等级应满足 IP 66S（连接器 IP67）等级的防尘、防水性能要求。

试验完成并回复常态后，均应进行 6.1~6.10 的规定试验项目并满足要求。

6.23 低温存放试验

按 GB/T 2423.1 的试验 Ad 进行试验。低温存放试验的试验温度为 $-40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，持续时间不应低于 48h。试验完毕后，应在箱内温度恢复到室温后才取出被试制动夹钳单元。试验完成并回复常温后，均应进行 6.1~6.10 的规定试验项目并满足要求。

6.24 疲劳试验

对制动夹钳单元，在试验台上向制动缸输入 70%~80%最大夹紧力对应的驱动电流，累计进行不少于 1×10^6 次的制动、停放制动、缓解疲劳试验，手动缓解疲劳试验累计进行不少于 1×10^4 次。

疲劳试验前后，按照 6.1~6.10 的规定进行试验，性能应满足要求。

7 检验规则

7.1 型式试验

7.1.1 在下列情况下应进行型式试验：

- a) 新产品定型时；
- b) 经常生产的定型产品每五年应进行一次型式试验；
- c) 对电机械制动夹钳单元进行了重大技术改进而可能影响功能和操作方法时；
- d) 停产三年以上恢复生产时；

e) 制造地点改变时。

7.1.2 电机械制动夹钳单元的型式试验依照表 6 进行。

7.2 例行试验

电机械制动夹钳单元例行试验依照表 6 进行。

表 6 电机械制动夹钳单元检验项目

序号	试验项目	型式试验	例行试验	技术要求	试验方法
1	外观检查	√	√	5.2	6.1
2	电气接口检查	√	√	5.3	6.2
3	强度试验	√	/	5.8	6.3
4	灵敏度试验	√	√	5.7	6.4
5	最大有效行程试验	√	√	5.11	6.5
6	缓解间隙试验	√	√	5.11	6.6
7	输出力试验	√	√	5.13	6.7
8	手动复位试验	√	√	5.12	6.8
9	停放制动动作试验	√	√	5.15	6.9
10	停放制动手动缓解试验	√	√	5.15	6.10
11	电机械制动夹钳单元称重	√	/	5.5	6.11
12	静态传动效率试验	√	/	5.25	6.12
13	电机械制动夹钳单元低温试验	√	/	5.16	6.13
14	电机械制动夹钳单元高温试验	√	/	5.17	6.14
15	交变湿热试验	√	/	5.18	6.15
16	电源过电压、浪涌和静电放电试验	√	/	5.19.1	6.16
17	电快速瞬变脉冲群抗扰度试验	√	/	5.19.2	6.17
18	射频干扰试验	√	/	5.19.3	6.18
19	绝缘试验	√	/	5.20.1	6.19.1
20	耐压试验	√	/	5.20.2	6.19.2
21	盐雾试验	√	/	5.21	6.20
22	振动和冲击试验	√	/	5.22	6.21
23	防护等级试验	√	/	5.10	6.22
24	低温存放试验	√	/	5.23	6.23
25	疲劳试验	√	/	5.24	6.24

注1: 标有“√”号的为强制性试验;
注2: 标有“/”号的不做要求。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 电机械制动夹钳单元铭牌上应标有型号、制造厂名或代号、出厂序列号、出厂日期等永久标志。

8.2 电机械制动夹钳单元包装箱上应标有名称、制造厂名、出厂日期等标志。

8.3 应有检验合格证，内容包括：

a)制造单位名称或代号；

b)产品名称、数量、编号；

c)产品批次；

d)生产日期；

e)检查人员印章。

8.4 电机械制动夹钳单元应贮存于干燥、清洁场所，不应露天存放。

8.5 电机械制动夹钳单元应防护包装，搬运和装卸过程中应避免碰撞。

8.6 电机械制动夹钳单元在贮存和运输中应避免阳光曝晒和雨淋，避免与酸、碱、油等物质接触，并距热源 1m 以上。
