

团 体 标 准

T/CAMET XXXXX—XXXX

有轨电车 制动系统用液压制动控制单元 技术规范

Tramway system—Brake system of hydraulic brake control unit
—Technical specification

(征求意见稿)

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

中国城市轨道交通协会发布

目 次

前 言	错误! 未定义书签。
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 使用条件	2
5 技术要求	2
6 试验方法	6
7 检验规则	8
8 标志、包装、运输和贮存	90

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。

本文件由中国城市轨道交通协会低运能系统分会提出。

本文件由中国城市轨道交通协会标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：江西华伍制动器股份有限公司、中车制动系统有限公司、华伍轨道交通装备（上海）有限责任公司、南昌轨道交通集团有限公司、长春轨道交通集团有限公司、中车长春轨道客车股份有限公司、长春中车轨道车辆有限公司、中车唐山机车车辆有限公司、中车青岛四方机车车辆股份有限公司、中车株洲电力机车有限公司。

本文件主要起草人：裴玉春、牛玉国、张彦伟、杨旭生、敖斌、邹庆春、阿栎德、李毅、杨弘、黄磊、吴海岭、张旦旦、刘挺、刘佳楠、周春梅、姜宝伟、曲志及、初明泽、刘艳辉、许红梅、朱立强、王晓东、陈林、高小波。

有轨电车 制动系统用液压制动控制单元 技术规范

1 范围

本文件规定了有轨电车制动系统用液压制动控制单元的使用条件、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于采用电液制动系统的有轨电车制动系统液压制动控制单元（以下简称“液压制动控制单元”）的设计、制造、试验和运用。其他城市轨道交通车辆用液压制动控制单元可参考执行。

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 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
- GB/T 2423.4 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）
- GB/T 2423.17 环境试验 第2部分：试验方法 试验Ka：盐雾
- GB/T 3452.1 液压气动用O形橡胶密封圈 第1部分：尺寸系列及公差
- GB/T 3766 液压传动 系统及其元件的通用规则和安全要求
- GB/T 4208 外壳防护等级(IP代码)
- GB/T 6075.7 机械振动 在非旋转部件上测量评价机器的振动 第7部分：工业应用的旋转动力泵（包括旋转轴测量）
- GB/T 6556 机械密封的型式、主要尺寸、材料和识别标志
- GB/T 14039 液压传动 油液固体颗粒污染等级代号
- GB/T 15706 机械安全设计通则 风险评估与风险减小
- GB/T 16855.1 机械安全 控制系统安全相关部件 第1部分：设计通则
- GB/T 17446—2024 流体传动系统及元件 词汇
- GB/T 17489 液压传动 颗粒污染分析 从工作系统管路中提取液样
- GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
- GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 第3部分：射频电磁场辐射抗扰度试验
- GB/T 17626.4 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验
- GB/T 17626.5 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验
- GB/T 17626.6 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度
- GB/T 21562 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 21563 轨道交通 机车车辆设备冲击和振动试验
- GB/T 23253 液压传动 电控液压泵 性能试验方法
- 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 25119 轨道车辆 机车车辆电子装置
- GB/T 25133 液压系统总成 管路冲洗方法
- GB/T 36997 液压传动 油路块总成及其元件的标识

T/CAMET XXXX.XX-XXXX

JB/T 7041.2 液压泵 第2部分：齿轮泵

JB/T 7041.3 液压泵 第3部分：轴向柱塞泵

TB/T 2977 铁道车辆金属部件的接地保护

TB/T 3218 铁道车辆空气制动配件防护件

3 术语和定义

GB/T 17446—2024 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

液压制动控制单元 hydraulic brake control unit

由压力传感器、电磁阀、压力开关、电机、泵等部件组成，具有液压压力生成、控制及监控等功能的液压控制部件集成式装置。

3.2

油路块 manifold block

通常可以安装插装阀和板式阀，并按回路图通过流道使阀口相互连通的立方体基板。

[来源：GB/T 17446—2024，3.6.4.27]

4 使用条件

液压制动控制单元在下列使用环境条件下应能正常工作：

- a) 正常工作海拔高度不超过 1400 m；
- b) 环境温度在 -25°C ~ $+45^{\circ}\text{C}$ ；在不低于 -40°C 的环境下存放；
- c) 最湿月月平均最大相对湿度不大于 90% (该月月平均最低温度为 25°C)；
- d) 承受风、沙、雨、雪的侵袭及车辆清洗时清洗剂的腐蚀；
- e) 当环境条件超出上述范围时，由供需双方协商确定。

5 技术要求

5.1 基本要求

5.1.1 液压制动控制单元设计，应满足所有预定的操作和使用；应完成风险评估以确定当系统按预定使用时与系统相关的可预测风险；可预见的误用不应导致危险发生；通过设计应排除已识别出的风险，当不能做到时，对于这种风险应按 GB/T 15706 规定的级别采取防护措施（首选）或警告。

5.1.2 应按风险评估设计，满足 GB/T 16855.1 的要求。

5.1.3 可靠性设计宜参考 GB/T 21562。

5.1.4 应采用模块化设计，具有互换性，方便维修。

5.1.5 宜考虑对液压夹钳、制动盘和环境造成危害的预防措施。

5.1.6 启动电流曲线应满足产品图样和设计文件的要求。

5.1.7 电机的功率应满足产品图样和设计文件的要求。

5.1.8 外露的金属件应防腐处理。

5.1.9 应设计有维修用泄压回路。

5.1.10 油路块阀安装面的粗糙度和平面度应满足图样要求；在预定的工作压力和温度范围内工作时，油路块或油路块总成不应因变形产生故障；内部流道在交叉流动区域宜考虑横截面积，以减少额外的压降。铸造和机加工的内部流道不应有害异物，如氧化皮、毛刺和切屑；油路块总成及其元件应按 GB/T

36997 规定附上标签，以作标记，当不可行时，应以其他方式提供标识；对位于油路块上的插装阀和其他功能装置，应在其插入孔处做出标志。

5.1.11 宜配置油温开关，当油温超过油温开关设定值时，油温开关动作或液压制动控制单元停机。

5.1.12 密封形式应采用压力密封式密封；机械密封应满足 GB/T 6556 的要求；橡胶密封圈应满足 GB/T 3452.1 的要求。

5.1.13 液压泵应符合 GB/T 3766 的规定；齿轮泵应符合 JB/T 7041.2 的规定；柱塞泵应符合 JB/T 7041.3 的规定；液压泵不应因负载循环、温度变化或施加重载引起轴线错位；液压泵的安装应抑制振动；在所有预定使用的工况下，联轴器和安装件应能承受泵产生的最大转矩；液压泵连接不宜使用锥管螺纹或需要密封填料的连接结构。

5.1.14 应明确使用液压油液的品类、性能和清洁度等级要求。

5.1.15 所有与液压油液接触的元件应与该液压油液相容；应采取附加的预防措施，防止液压油液与防护涂料、电缆等不相容产生问题。

5.1.16 液压油液的污染度（按 GB/T 14039 表示）应适合电液制动系统中对污染最敏感的元件；应定期检查系统中油液的黏度、酸值、清洁度品质，进行液压油的维护；液压油不满足质量要求时，应全部更换。

5.1.17 交付使用之前，液压油液应被净化，达到技术条件中规定的稳定清洁度要求；除非另有协议，装配后的液压制动控制单元的冲洗应符合 GB/T 25133 的规定。

5.1.18 应提供符合 GB/T 17489 规定的提取具有代表性油样的方法。

5.1.19 接头、螺塞、元件紧固件的紧固力矩应符合图样的规定；需要调整或维修的元件和管路应可直接调整和维修；在不能满足要求的情况下，应提供维修和维护信息；泄油口、放气口和类似的辅助油口的设置应防止空气进入系统，其设计和安装不应使背压超过泵许用值。

5.2 功能要求

5.2.1 压力过载保护

5.2.1.1 液压制动控制单元应在设计上或以其他形式采取保护，以防止可预见的压力超过系统最高工作压力或系统任何部分的额定压力。

5.2.1.2 应设置一个或多个起安全作用的溢流阀，以限制系统相关部分的压力。

5.2.1.3 液压制动控制单元的设计、制造和调整应限制压力冲击和变动。

5.2.2 高温防护

5.2.2.1 液压制动控制单元应在设计上防止可预见的高温损坏。

5.2.2.2 应通过布置或安装防护装置来保护人员免受超过触摸极限的表面温度的伤害，当无法采取这些保护时，应提供警告标志。

5.2.3 液位指示

液压制动控制单元应配备液位指示器，并满足以下要求：

- a) 标记应永久性保持，并应指示系统液压油液高、低液位；
- b) 标记尺寸适宜，以便注油时可清楚地观察到；
- c) 对特殊系统宜作出附加标记。

5.2.4 温度监控

液压制动控制单元宜设有传感器的固定接口，对液压油液进行温度监测。

5.2.5 压力调节

液压制动控制单元应根据常用制动、紧急制动不同制动级别，调节制动压力。

5.3 外观、接口及重量

5.3.1 外观

液压制动控制单元应满足如下外观要求：

- a) 满足图样中规定的尺寸要求；
- b) 无结构缺陷或机械损坏和变形；
- c) 电连接件表面涂敷层无露出基体金属的划痕和剥落；
- d) 标识完整、清晰。

5.3.2 电气和液压接口

5.3.2.1 液压制动控制单元电气和液压接口应满足图样要求。

5.3.2.2 电线电缆应满足低烟、无卤、阻燃的要求，非金属材料耐火性能应满足图样要求。

5.3.2.3 接地电阻应符合 TB/T 2977 的规定，其接线电阻不应大于 $0.05\ \Omega$ 。

5.3.2.4 螺纹油口连接，应符合 GB/T 2878.1、GB/T 2878.2 和 GB/T 2878.3 的规定。

5.3.2.5 应在元件的连接油口处标注该油口功能的符号。

5.3.3 重量

液压制动控制单元的实际重量偏差不应超过图样规定值的 $\pm 3\%$ 。

5.4 性能要求

5.4.1 密封性能

液压制动控制单元密封性能满足如下要求：

- a) 各静密封部位在正常工作条件下不应渗油；
- b) 动密封部位在 4h 内，不应滴油。

5.4.2 耐压性

液压制动控制单元应在系统最高工作压力下进行耐压试验，保压 2min，不应出现渗油、破裂、局部膨胀及接头脱开现象。

5.4.3 保压性

有蓄能器的液压制动控制单元在额定载荷下，稳压 1min，保压 5min，压降不应超过 1MPa。

无蓄能器的液压制动控制单元在额定载荷下，稳压 1min，保压 5min，压降不应超过 2MPa。

5.4.4 压力特性

制动压力与目标压力值偏差不应超过 0.5MPa，采用微机闭环控制偏差不应超过 0.3MPa。

安全制动最大冲击率不应超过 4.0m/s^3 。

5.4.5 输出压力重复性

输出压力的重复性应符合产品图样及供需双方的规定。

5.4.6 绝缘和耐压性能

液压制动控制单元各通道对外壳的绝缘电阻，不应小于 $30\text{M}\Omega$ ；全部通道对外壳的并联绝缘电阻，

不应小于 10 M Ω 。

耐压试验过程中液压制动控制单元不应产生击穿或闪络。

5.4.7 频繁启动

液压制动控制单元在电机频繁启动工况下应能正常稳定工作。

5.4.8 振动烈度

液压制动控制单元的振动烈度应符合产品图样的规定。

5.4.9 噪声

液压制动控制单元的噪声应满足距离该设备 1m 处噪声声压级小于 70 dB (A) 的要求。

5.4.10 低温性能

液压制动控制单元应能在低温工况下正常工作，性能应满足 5.4.4、5.4.5 的要求。

5.4.11 高温性能

液压制动控制单元应能在高温工况下正常工作，性能应满足 5.4.4、5.4.5 的要求。

5.4.12 交变湿热性能

液压制动控制单元应能在交变湿热条件下正常工作，性能应满足 5.4.4、5.4.5、5.4.6 的要求。

5.4.13 低温存放性能

液压制动控制单元应能在低温环境下存放，环境恢复至常温后性能应满足 5.4.4、5.4.5 的要求。

5.4.14 电磁兼容性能（如有）

5.4.14.1 电源过电压、浪涌和静电放电

电源过电压试验条件下，液压制动控制单元应满足下列要求：

- a) 电压暂降：液压制动控制单元正常工作；
- b) 短时中断：液压制动控制单元无间断工作；
- c) 电压变化：不超过 0.1s 的 0.6 Un~1.4 Un 电压波动不引起液压制动控制单元异常；不超过 1s 的 1.25 Un~1.4 Un 电压波动不引起损坏，允许功能降级。

浪涌试验条件下，液压制动控制单元应满足 GB/T 17626.5 中规定的 B 类要求。

静电放电试验条件下，液压制动控制单元应满足 GB/T 17626.2 中规定的 B 类要求。

5.4.14.2 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，液压制动控制单元应满足 GB/T 17626.4 中规定的 A 类要求。

5.4.14.3 射频干扰

射频场感应的传导骚扰抗扰度试验条件下，液压制动控制单元应满足 GB/T 17626.6 中规定的 A 类要求。

射频场电磁辐射抗扰度试验条件下，液压制动控制单元应满足 GB/T 17626.3 中规定的 A 类要求。

射频骚扰试验条件下，液压制动控制单元应满足 GB/T 24338.4 中规定的 A 类要求。

5.4.15 盐雾性能

T/CAMET XXXX.XX-XXXX

液压制动控制单元应能在盐雾条件下正常工作，性能满足 GB/T 25119 中的要求。

5.4.16 振动和冲击性能

液压制动控制单元应能承受 GB/T 21563 规定的 1 类 B 级或者 2 类振动和冲击而无损坏和故障。

5.4.17 防护等级性能

液压制动控制单元外壳防护等级不应低于 GB/T 4208 中 IP65 的要求。

6 试验方法

6.1 外观检测

采用目视和量具检测的方法，检测外观。

6.2 接口检测

采用目视和量具检测的方法，检测外部电气接口、液压管路接口。

6.3 重量检测

采用电子称重法测量液压制动控制单元的重量。

6.4 密封性检测

试验压力超过有效量程的压力表、自动化元件以及已经调定的压力阀隔离或拆除；加压前排除系统中贮存的空气；试验中按 25% 的公称压力逐级加压至试验压力，每升一级保压时间一般为 10 min；使液压设备处于最高工作压力下，检测 5 min 后是否存在可视液压流体泄漏的迹象。

将被试装置擦拭干净，如个别部位不能一次擦拭干净，允许运转后再次擦拭。此后，在整个检测过程中检测密封性。

6.5 耐压性检测

液压制动控制单元在最高工作压力下，保压 2 min，检测耐压性。

6.6 保压性检测

液压制动控制单元在额定载荷下，稳压 1 min，保压 5 min，检测保压性。

6.7 噪声检测

在最大排量，额定转速下，分别检测空载压力至额定压力范围内至少六个等分压力点的噪声值。

6.8 压力特性检测

按 GB/T 23253 检测输出压力相对于输入压力指令信号的特性。

6.9 重复性检测

重复性检测操作步骤如下：

- a) 改变输入压力指令信号，从最高工作压力的 50% 到最高工作压力，前后做 20 个循环。所用速率避免泵和检测设备受到动态影响。
- b) 改变输入压力指令信号，从最低工作压力到最高工作压力的 50%，前后做 20 个循环。所用速

率避免泵和检测设备受到动态影响。

- c) 绘出输出压力相对时间的特性图。
d) 记录相对于每个设定压力值的重复率，按公式（1）计算：

$$\delta p_{rc} = \frac{\Delta p_{c,\max}}{p_{\max}} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

δp_{rc} ——输出压力的重复率，用百分数表示；

$\Delta p_{c,\max}$ ——取均值偏差中的最大值，单位为千帕（kPa）；

p_{\max} ——最高工作压力，单位为千帕（kPa）。

6.10 频繁启动稳定性检测

在额定工况下，每小时启停机不少于 30 次，观察液压制动控制单元工作稳定性。

6.11 启动电流检测

在常温工况下，电机在无背压状态下启动时，检测启动电流及启动时间。

6.12 机械振动烈度检测

按 GB/T 6075.7 规定进行机械振动烈度检测。

6.13 绝缘耐压检测

6.13.1 绝缘检测

用 500V 兆欧表测试各通道对外壳的绝缘电阻。

6.13.2 耐压检测

采用 50Hz 的交流电压，或采用相对于交流电压峰值的直流电压。通过逐渐升压，将试验电压加到液压制动控制单元，并在规定电压等级上保持 1 min，检测耐压。

注：如耐压试验在例行试验中已经通过，则在型式试验中不再重复。

6.14 低温检测

按 GB/T 2423.1 的试验 Ad 进行低温试验。

试验温度设为 $-25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，持续放置时间 48 h，放置时间终了，按 6.6、6.8、6.9 进行性能试验；恢复至室温后，再次按 6.6、6.8、6.9 进行性能试验。

6.15 高温检测

按 GB/T 2423.2 的试验 Be 进行高温试验。

液压制动控制单元放在试验箱内，通电后，在 $\geq 0.5\text{h}$ 内将箱温从正常试验温度 $25^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ 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，然后按 6.6、6.8、6.9 进行性能试验，检查结束后冷却至环境温度，再次按 6.6、6.8、6.9 进行性能试验。

6.16 交变湿热检测

按 GB/T 2423.4 的试验 Db 进行交变湿热试验。

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，按 6.1、6.6、6.8、6.9、6.13 的要求进行外观检查、性能试验、绝缘试验。

6.17 低温存放检测

按 GB/T 2423.1 的试验 Ad 进行低温存放试验。

低温存放试验的试验温度为 $-40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，持续放置时间 48h。试验完毕后，在箱内温度恢复到室温后才取出被试液压制动控制单元。试验完成并恢复常温后，按 6.6、6.8、6.9 进行性能试验。

6.18 电磁兼容检测

6.18.1 电源过电压、浪涌和静电放电检测

液压制动控制单元电源过电压、浪涌和静电放电试验方法如下：

- a) 电源过电压：按 GB/T 25119 进行电源过电压试验。
- b) 浪涌：按 GB/T 17626.5 进行浪涌试验，严酷等级为 3 级。
- c) 静电放电：按 GB/T 17626.2 进行静电放电试验，严酷等级为 3 级。

6.18.2 电快速瞬变脉冲群抗扰度检测

按 GB/T 17626.4 进行电快速瞬变脉冲群抗扰度试验，电源严酷等级为 3 级，I/O 及通讯接口为 4 级。

6.18.3 射频检测

液压制动控制单元射频试验方法如下：

- a) 射频场抗扰度：按 GB/T 17626.6 进行射频场感应的传导骚扰抗扰度试验，严酷等级为 3 级；按 GB/T 17626.3 进行射频场电磁辐射抗扰度试验，严酷等级为 3 级。
- b) 射频骚扰：按 GB/T 24338.4 进行射频骚扰试验。

6.19 盐雾检测

按 GB/T 2423.17 的试验 Ka 进行盐雾试验，试验时间 16h。

试验完成后，按 6.1 和 6.8、6.9 规定的方法进行外观检查和性能测试。

6.20 振动和冲击检测

按 GB/T 21563 中 1 类 B 级车体安装或者 2 类转向架安装进行振动和冲击试验。

试验前后，均按 6.1、6.8 和 6.9 规定的方法进行外观检查和性能测试。

6.21 防护等级检测

按 GB/T 4208 进行防护等级检测。

7 检验规则

7.1 检验分类

检验分为型式检验和例行检验。进行型式检验和例行检验时，液压制动控制单元功能应正常，性能

符合其极限规定。检验项目的相关信息见表 1。

表 1 检验项目

序号	检验项目	检验分类		技术要求 对应条款	试验方法 对应条款
		型式检验	例行检验		
1	外观检测	√	√	5.3.1	6.1
2	接口检测	√	√	5.3.2	6.2
3	重量检测	√	√	5.3.3	6.3
4	密封性检测	√	—	5.4.1	6.4
5	耐压性检测	√	√	5.4.2	6.5
6	保压性检测	√	√	5.4.3	6.6
7	噪声检测	√	—	5.4.9	6.7
8	压力特性检测	√	√	5.4.4	6.8
9	重复性检测	√	√	5.4.5	6.9
10	频繁启动稳定性检测	√	—	5.4.7	6.10
11	启动电流检测	√	—	5.1.6	6.11
12	机械振动烈度检测	√	—	5.4.8	6.12
13	绝缘检测	√	√	5.4.6	6.13.1
14	耐压检测	√	—	5.4.6	6.13.2
15	低温检测	√	—	5.4.10	6.14
16	高温检测	√	—	5.4.11	6.15
17	交变湿热检测	√	—	5.4.12	6.16
18	低温存放检测	√	—	5.4.13	6.17
19	电磁兼容检测（如有）	√	—	5.4.14	6.18
20	盐雾检测	○	—	5.4.15	6.19
21	振动和冲击检测	√	—	5.4.16	6.20
22	防护等级检测	√	—	5.4.17	6.21

注 1：“√”表示检测项；“—”表示不检测项；“○”表示需要供需双方协商。

注 2：以上试验时，除低温试验、高温试验、交变湿热试验、盐雾试验和低温存放试验项目外，环境温度规定为+25℃±10℃。

7.2 型式检验

在下列情况之一时，应进行型式检验：

- 新产品定型时；
- 定型的产品生产满五年时；
- 结构、材料、工艺有重大改进而可能影响功能和操作方法时；
- 停产 3 年以上恢复生产时；
- 制造地点改变时。

液压制动控制单元的型式检验应按照表 1 进行。

7.3 例行检验

所有产品均应进行例行检验，检验应按照表 1 进行，合格后方可出厂。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

- 8.1.1 液压制动控制单元铭牌上应标有型号、制造厂名或代号、出厂序列号、出厂日期标志。
- 8.1.2 相应油口标识应与使用维护说明的资料相符。
- 8.1.3 包装箱上应标有名称、制造厂名、出厂日期标志。

8.2 包装、运输和贮存

- 8.2.1 液压制动控制单元应进行防护包装。其包装应能保护其所有部分，防止其损坏、变形、污染和腐蚀，在搬运和装卸过程中不应产生碰撞。
- 8.2.2 包装运输前，充气式蓄能器应卸除高压，保持 0.15 MPa~0.3 MPa 剩余压力。
- 8.2.3 在运输期间，液压制动控制单元暴露的孔口，应通过密封或其他方式加以保护；应对外螺纹采取保护；使用的任何保护装置应在重新组装时再除去。防护装置应满足 TB/T 3218 的要求。
- 8.2.4 液压制动控制单元应贮存于干燥、清洁场所，不应露天存放。
- 8.2.5 液压制动控制单元在贮存和运输中不应被曝晒和雨淋，避免与酸、碱、油等物质接触，并距热源 1 m 以上。

参 考 文 献

- [1] CJ/T 417—2022 低地板有轨电车车辆通用技术条件
 - [2] T/CAMET 07007—2021 有轨电车电液制动系统技术规范
 - [3] BS EN 13452—1:2003 Railway applications—Braking—Mass transit brake systems—Part 1: Performance requirements
 - [4] EN 45545—1 Railway applications—Fire protection on railway vehicles—Part 1: General
 - [5] EN 45545—2 Railway applications—Fire protection on railway vehicles—Part 2: Requirements for fire behavior of materials and components
 - [6] ISO 3744 Acoustics—Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure—Engineering methods for an essentially free field over a reflecting plane
-