

团 体 标 准

有轨电车 制动系统用液压制动夹钳单元 技术规范

（征求意见稿）

编制说明

2025-04-25

《有轨电车 制动系统用液压制动夹钳单元 技术规范》 (征求意见稿) 编制说明

1 任务来源、协作单位

1.1 任务来源

根据中国城市轨道交通协会发布的《关于下达中国城市轨道交通协会 2024 年第三批团体标准制修订计划项目的通知》(中城轨〔2025〕 1 号),由中国城市轨道交通协会低运能系统分会提出,由中国城市轨道交通协会标准化技术委员会归口,由中车青岛四方车辆研究所有限公司牵头组织相关单位共同编制《有轨电车 制动系统用液压制动夹钳单元 技术规范》,项目计划编号为 2024064—T—07,项目周期 1 年,计划完成时间 2025 年 12 月。

1.2 协作单位

牵头单位:中车青岛四方车辆研究所有限公司

参编单位: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、长春市轨道交通集团有限公司、中车青岛四方机车车辆股份有限公司、中车长春轨道客车股份有限公司、中车唐山机车车辆有限公司、中车大连机车车辆有限公司、中车南京浦镇车辆有限公司、福建南平武夷山有轨电车有限公司、中车戚墅堰机车车辆工艺研究所有限公司、中车戚墅堰机车车辆工艺研究所有限公司、北京京城地铁有限公司、中车株洲电力机车有限公司、同济大学。

2 编制工作组简况

2.1 编制工作组及其成员情况

本文件的编制主要基于前期的科研成果、实验室测试及装车运用经验,参编单位包括技术提供单位、主机集成单位、业主单位以及科研院校等。技术提供单位中车四方所、华伍、戚墅堰研究所等研制的多个型号的液压制动夹钳单元产品已成功应用于各种型式有轨电车。主机集成单位研制了各种型式的城市轨道交通有轨电车,设计、制造、测试、运用经验丰富,主机集成单位包括长客股份、唐车公司、铺镇公司、大连公司等。业主单位具有丰富的城市轨道交通车辆液压制动夹钳单元的使用、检修与维护经验,形成了各自线路的检修维护规程,业主单位包括长春轨道集团、北京京城地铁、武夷山有轨电车等。科研院所同济大学在轨道交通制动方面有丰富的科研经验;各单位分工明确,又互为补充、互为监督,为形成本规范奠定了基础。

2.2 标准主要起草人及其所做的工作

表 1 标准主要起草人及其所做的工作

序号	姓 名	单 位	职务/职称	分工
1.	刘帅	中车青岛四方车辆研究所有限公司	高工	牵头组织编制、编审
2.	杨磊	中车青岛四方车辆研究所有限公司	高工	负责组织编制、编审

3.	张敬斌	中车青岛四方车辆研究所有限公司	工程师	适用范围编审
4.	王帅	中车青岛四方车辆研究所有限公司	工程师	规范引用标准编审
5.	商国通	中车青岛四方车辆研究所有限公司	标准化专员/工程师	标准要求编审
6.	牛玉国	中车制动系统有限公司	高工	技术要求：功能和性能要求部分编审
7.	刘德学	中车制动系统有限公司	工程师	技术要求：功能和性能要求部分编审
8.	李杰	中车制动系统有限公司	工程师	技术要求：功能和性能要求部分编审
9.	冷旦	华伍轨道交通装备（上海）有限责任公司	工程师	技术要求：功能和性能要求部分编审
10.	张旦旦	华伍轨道交通装备（上海）有限责任公司	工程师	技术要求：功能和性能要求部分编审
11.	左安国	长春市轨道交通集团有限公司	高工	标志、包装、运输和贮存的编审
12.	宋文林	中车青岛四方机车车辆股份有限公司	高工	试验方法的编审
13.	杨洋	中车长春轨道客车股份有限公司	高工	检验规则的编审
14.	南海峰	中车唐山机车车辆有限公司	工程师	试验方法的编审
15.	付子通	中车大连机车车辆有限公司	工程师	检验规则的编审
16.	蒋红果	中车南京浦镇车辆有限公司	高工	试验方法的编审
17.	栗龙强	福建南平武夷山有轨电车有限公司	工程师	标志、包装、运输和贮存的编审
18.	鲍春光	中车戚墅堰机车车辆工艺研究所有限公司	正高	技术要求：功能和性能要求部分编审
19.	刘小刚	北京京城地铁有限公司	高工	标志、包装、运输和贮存的编审
20.	高晓波	中车株洲电力机车有限公司	高工	检验规则的编审
21.	左建勇	同济大学	教授	术语和定义的编审

3 起草阶段的主要工作内容

3.1 起草阶段（2025 年 1 月—5 月）

2025 年 1 月 21 日，《有轨电车 制动系统用液压制动夹钳单元 技术规范》启动会和第一次工作组会议以线上视频会议形式召开，参加会议的中车青岛四方车辆研究所有限公司、中车制动系统有限公司、长春市轨道交通集团有限公司、中车青岛四方机车车辆股份有限公司、中车长春轨道客车股份有限公司等 14 家单位的 20 多位专家。编制工作组对文本内容进行了认真细致的讨论和修改，对标准文本内容均达成了一致意见。

2 月-4 月，编制组经过多次讨论完善，形成征求意见稿，并将征求意见稿资料提交至低运能系统分会标准化秘书处。

5 月，根据低运能系统分会标准化秘书处审查意见修改完善，形成征求意见稿，报秘

书处发起征求意见。

4 标准编制原则及与国家法律法规和强制性标准及有关标准的关系

4.1 编制原则

- a) 标准格式统一、规范，符合 GB/T 1.1—2020 要求。
- b) 标准内容符合统一性、协调性、适用性、一致性、规范性要求。
- c) 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。
- d) 标准实施后有利于提高城市轨道交通产品质量、保障运输安全，符合行业发展需求。

4.2 与国家法律法规和强制性标准的关系

本文件遵循国家法律法规内容，未采用强制性标准。

4.3 本标准与上位标准或其他相关标准相比较

如今液压制动夹钳单元国外尚无相关标准，而国内并无专门针对性的标准，涉及液压制动夹钳单元的只在机车夹钳标准中涉及了一部分液压制动夹钳的规定，但其在使用车型、产品结构类型、技术要求以及试验项点等诸多方面均缺少针对性说明，具体情况如下：

涉及的标准 TB/T 3431-2015《机车车辆制动夹钳单元》。在产品完整性和适用性方面需要做一些方面的提升。

目前城轨车辆液压制动夹钳单元在设计研发、组装、试验等方面一部分参考了以上标准部分内容，但由于目前液压制动夹钳单元应用在机车车辆上较少，更加广泛应用在有轨电车车辆形式，其在安装空间、安装接口、使用环境、制动形式等方面与机车相差较远，因此其只能作为液压制动夹钳的部分参考，并不能具有整体适用性。

参考《机车车辆制动夹钳单元》（TB/T 3431-2015），结合城市轨道交通车辆液压制动夹钳单元的应用实际编制。

本标准与《机车车辆制动夹钳单元》（TB/T 3431-2015）相比，重要技术差异见下表。

表 2 技术差异表

序号	《机车车辆制动夹钳单元》	本标准/本部分	说明
1.	3.3 液压制动夹钳单元定义	3.1 对液压制动夹钳单元进行了分类	对主动式液压制动夹钳单元和被动式液压制动夹钳单元进行区分和定义。
2.	无	3.4、3.5增加了对液压缸和间隙调整器的定义	明确了夹钳组成的定义
3.	4. 环境温度在-40℃～+50℃	4 一般环境温度在-25℃～+50℃之间，特殊使用环境在-40℃～+50℃之间；	对适应的环境温度做了分级，更符合实际应用。
4.	4.10 液压制动夹钳单元的密封性指标	5.9对高压和低压的压力值和泄露量指标做了更改	更改后的指标更符合液压制动夹钳单元的实际使用情况
5.	无	5.10增加了被动式液压制动夹钳单元的缓解间隙指标要求	明确被动式液压夹钳单元的缓解间隙要求

6.	无	5.16 增加了被动式液压制动夹钳单元的机械缓解功能要求和缓解扭矩或拉力指标要求	明确了被动式液压制动夹钳单元的机械缓解功能和指标
7.	4.19 制动夹钳单元的疲劳试验要求	5.17 增加了被动式液压制动夹钳单元的辅助油路口疲劳试验和机械缓解功能疲劳试验。	增加的新功能试验更符合被动式液压制动夹钳单元的实际情况
8.	无	5.19 增加了液压制动夹钳单元的 IP 防护要求 5.20 增加了液压制动夹钳单元的 RAMS 要求	增加了液压制动夹钳单元在目前实际应用中的新需求
9.	5.2.3 液压制动夹钳单元的强度试验要求	6.2 更改了工作压力的指标以及明确了保压时间	参照 GB/T 15622-2004《液压缸试验方法》对强度试验做了重新要求
10.	5.3.2 液压制动夹钳单元的灵敏度试验	6.3 增加了被动式液压制动夹钳单元的灵敏度试验	考虑被动式夹钳单元的特点不同，做了新的要求
11.	5.4.2 表4 常温密封性试验	6.4 表2常/高温密封性试验	增加高温密封性试验要求
12.	无	6.5 液压制动夹钳单元的一次调整量试验	增加了液压制动夹钳单元的一次调整量试验项目
13.	无	6.6 液压制动夹钳单元的最大调整量试验	增加了液压制动夹钳单元的最大调整量试验项目
14.	5.8.2 液压制动夹钳单元输出力试验	6.8 输出力试验	对主动和被动式的液压制动夹钳单元输出力试验方法和指标分别做了更改
15.	无	6.9 增加手动复位试验	增加了手动复位功能试验要求
16.	无	6.10 手动机械缓解试验	根据技术要求相应增加手动机械缓解试验项目
17.	无	6.14高温试验	为检验高温环境的夹钳性能，型式试验增加了高温试验项目
18.	无	6.17 防护等级试验	型式试验根据技术要求相应增加防护等级试验项目
19.	无	8.5 液压制动夹钳单元储存时间的要求	增加了液压制动夹钳单元储存时间的要求

5 标准主要技术内容的论据或依据；修订标准时，应增加新、旧标准水平的对比情况

5.1 标准主要技术内容的论据或依据

主要技术内容的依据如下：

表 3 主要技术内容确定依据

主要技术内容	确定依据和理由
4. 使用条件	为适应我国高海拔地区的使用条件，提高广泛性，按

a) 正常工作海拔高度不应超过3100m;	照我国青海、西藏主要高海拔城市的平均高度作为参考值。
4. 使用条件 b) 一般环境温度在-25℃~50℃之间,特殊使用环境在-40℃~50℃之间;	我国南北气候差异较大,温度范围广,而基于一个项目而言,有轨电车通常固定在一个城市使用,故基于实际需求并考虑经济性,对温度范围进行划分。
5.8 工作压力应符合以下要求: a) 主动式液压制动夹钳单元最高工作压力不超过16MPa 或闸片最大正压力(单侧)不超过 50kN; b) 被动式液压制动夹钳单元最高工作压力不超过16MPa。	液压系统低压范畴一般在0~16MPa。而目前制动系统的最高压力普遍在16MPa内,液压制动夹钳单元作为液压输出终端部分,制动系统的最高压力在有些工况下会直通到夹钳油缸内;闸片的正压力主要基于制动力计算的需求,确定了最高值。
5.10 液压制动夹钳单元应具有间隙调整功能,能够补偿由于闸片及制动盘磨损而产生的间隙变化量,其中被动式液压制动夹钳单元完全缓解时应具有缓解间隙,对于自动间隙调整功能的被动式液压制动夹钳单元间隙值应在 0.8mm~3mm 之间,对于手动间隙调整的被动式液压制动夹钳单元间隙值不宜超过8mm。	间隙值综合考虑了车辆转向架对夹钳的缓解间隙要求以及夹钳的储能弹簧的行程原理(包括手动和自动的间隙调整功能原理)等角度确定了其间隙指标。
5.15 冲击和振动的要求应符合 GB/T 21563 中2类要求的规定,模拟长寿命加速度比例系数取7.83。	依据夹钳通常安装在转向架的位置,确定了2类要求;对于模拟长寿命加速度比例系数取7.83,是考虑了目前有轨电车的一系悬挂的性能参数,取较大值。
5.16 被动式液压制动夹钳单元应具有机械缓解装置,缓解扭矩不大于 260Nm,对于手拉缓解的制动夹钳单元,手缓解拉力应为 150N~300N。	机械缓解扭矩不大于 260Nm 基于实际中夹钳附件可操作空间(即扭转半径)和成人施加力的范围确定的;对于手缓解拉力 150N~300N 则考虑成人可操作的拉力范围。
5.17 液压制动夹钳单元定型时应进行疲劳试验。主动式液压制动夹钳单元进行常用制动 1.2×10^6 次后,液压制动夹钳单元各项性能应符合要求;被动式液压制动夹钳单元,进行常用油路口的常用制动 1.2×10^6 次,然后进行辅助油路口的常用制动 1×10^5 次,此外还需进行 1×10^3 次手动机械缓解试验,最后液压制动夹钳单元各项性能应符合要求。	疲劳次数依据主、被动式液压制动夹钳单元的原理及使用差异,分别确定了疲劳试验项点的需求,且考虑被动式液压制动夹钳的辅助油路口的使用,需进行相关次数试验;此外考虑实际中偶尔使用手动机械缓解功能,故也需进行一定次数的疲劳试验。
6.5 液压制动夹钳单元的一次调整量试验	对于被动式夹钳的一个重要功能为间隙调整,故需要增加了液压制动夹钳单元的一次调整量相关的功能试验。
6.9 手动复位试验 对于被动式液压制动夹钳单元,进行手动复位操作,制动夹钳单元的闸片间隙应能顺利调至最大状态。	对于被动式夹钳的需要再闸片更换等工况进行手动复位,故需增加手动复位功能试验。

6 主要试验(验证)的分析、综述报告,技术经济论证,预期的经济效果

6.1 主要试验(验证)的分析

本文件结合既有已大批量应用的液压制动夹钳（如：武夷山有轨电车、青岛有轨电车、长春有轨电车等）的指标要求及实际运用结果作为依据，已完成了诸如输出力、缓解间隙、调整量、手动机械缓解等性能试验验证以及高低温、振动冲击、疲劳、IP 防护等多方面的环境试验验证，有助于指导液压制动夹钳的技术设计、生产制造、试验验证及安全运用。

检验报告	
TEST REPORT	
产品名称 Product Description	液压制动夹钳
规格型号 Model/Specification	SRBSAP22090L (R) 01
委托单位 Client	中车青岛四方车辆研究所有限公司
检验类别 Test Type	委托检验

QTC 青岛市产品质量监督检验研究院
Qingdao Product Quality Supervision and Testing Research Institute

6.2 综述报告

液压制系统具有集成度高、体积小、重量轻、响应速度快等特点，特别适用于低运能有轨电车为未来轨道车辆制动技术发展方向之一。

液压制动夹钳单元是液压制动系统的关键核心部件，是保证制动安全的终端执行部件。目前液压制动夹钳单元的设计、制造、试验及检修维护存在整体要求不规范、执行准则不统一，缺乏专门的液压制动夹钳单元标准支撑。

通过本文件的制定规范液压制动夹钳单元设计、制造、检验、检修和服务的全过程，在行业内建立良好的产品标准化工作秩序，推动行业液压制动夹钳单元的科学应用。

6.3 技术经济论证及预期的经济效果

目前应用液压制动系统的城市轨道交通有轨电车覆盖北京、上海、广州、深圳、沈阳、长春、青岛、苏州等数十个城市，但是作为液压制动系统核心部件的液压制动夹钳单元，既有铁标标准对液压制动夹钳单元要求不完整，亟须编制团标完善，完善低运能装备体系标准，形成一套完整的规范指导生产和检验。

规范的制定可引导技术发展的主体方向，降低无序技术平台开发，专注于产品技术升级，可以助力行业产业化发展，具有较大技术和经济的效益性。

7 采用国际标准的程度及水平的简要说明

无。

8 重大分歧意见的处理经过和依据

无。

9 贯彻标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过渡办法等内容）

本文件为新制定，为进一步推进标准的执行及宣贯，主要采取如下措施：

1) 联合各起草单位积极推广本文件，向有轨电车液压制动夹钳单元设计方、使用方进行新标准规范的宣讲，深入阐述规范的优越性和合理性，进一步说明本文件对于液压制动夹钳单元的设计、制造、试验等所起的规范效用；

2) 根据有轨电车液压制动夹钳单元的发展进一步优化、完善本文件，对于新增技术需求进行讨论研究并最终确定合理方案；

3) 制作相关宣传片和设定应用反馈机制，在实际工程应用中同步优化，同步提升规范的先进性和合理性。

10 其他应予说明的事项，如涉及专利的处理等

无。