

中华人民共和国铁道行业标准

TB/T 3104.2—XXXX  
代替 TB/T 3005—2008

机车车辆基础制动装置 踏面制动 闸瓦  
第2部分：粉末冶金闸瓦

Foundation brake rigging for rolling stock—Tread brakes—Brake shoes  
—Part 2: Power metallurgy brake shoes

（征求意见稿）

本稿完成日期：2025.04

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

引言..... III

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 分类..... 2

5 技术要求..... 2

6 试验方法..... 6

7 检验规则..... 7

8 标志、包装、运输与储存..... 8

附录 A（规范性）制动摩擦磨耗性能试验程序..... 9

## 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。

本文件是 TB/T 3104《机车车辆基础制动装置 踏面制动 闸瓦》的第2部分。TB/T 3104 已经发布了以下部分：

- 第1部分：合成闸瓦；
- 第2部分：粉末冶金闸瓦；
- 第3部分：铸铁闸瓦；

本文件代替 TB/T 3005—2008《机车用粉末冶金闸瓦》，与 TB/T 3005—2008 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 增加了瞬时摩擦系数、平均摩擦系数、闸瓦推力的定义（见 3.1、3.2、3.3）；
- b) 更改了闸瓦的分类（见 4.1，2008 年版的第 3 章）；
- c) 更改了闸瓦使用过程中摩擦体和车轮之间材料转移的技术要求（见 5.1.3c），2008 年版的 4.3.2c））；
- d) 更改了闸瓦的有害物质要求（见 5.2.3，2008 年版的 4.2.4）；
- e) 更改了闸瓦制动摩擦磨耗性能的技术要求（见 5.5，2008 年版的 4.5）；
- f) 更改了制动摩擦磨耗性能试验中闸瓦和车轮踏面状态的技术要求（见 5.5.6，2008 年版的 4.5.6、4.5.7）；
- g) 增加有害物质的试验方法（见 6.2）；
- h) 更改了出厂检验中尺寸检查抽样要求（见 7.2.1，2008 年版的 6.1.1.2）；
- i) 更改了出厂检验中物理和力学性能试验抽样要求（见 7.2.3，2008 年版的 6.1.1.3）；
- j) 更改了闸瓦瓦背涂刷油漆的要求（见 8.1.2，2008 年版的 7.1.2）；
- k) 增加闸瓦磨耗到限的标识要求（见 8.1.3）；
- l) 更改了闸瓦的储存要求（见 8.3.2，2008 年版的 7.3.2）；
- m) 更改了制动摩擦磨耗性能试验程序（见附录 A，2008 年版的附录 A）。

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。

本文件由铁路行业内燃机车标准化技术委员会提出并归口。

本文件起草单位：中国铁道科学研究院集团有限公司金属及化学研究所、中车大连机车车辆有限公司、中国铁道科学研究院集团有限公司机车车辆研究所、中铁检验认证中心有限公司、中车大连机车研究所有限公司、中车大同电力机车有限公司、中车戚墅堰机车有限公司。

本文件主要起草人：何忠、徐成帅、齐冀、田合强、吴昕、王树海、邱丹、胡杰。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

本文件于 2001 年首次发布，2008 年第一次修订，本次为第二次修订，并按照铁路行业技术标准体系的要求对标准编号作了修改。

## 引 言

闸瓦通过把制动单元输出的推力转化为闸瓦和车轮间的摩擦力,从而达到机车车辆降速或停车的目的,应用于机车车辆基础制动。闸瓦是机车车辆踏面制动的重要部件,为机车车辆行车安全提供重要保障。根据闸瓦材质的不同,TB/T 3104《机车车辆基础制动装置 踏面制动 闸瓦》拟由三个部分构成。

- 第1部分:合成闸瓦。闸瓦摩擦体为有机材料为基体的复合材料,制作工艺简单,摩擦系数可调节范围大且稳定,广泛用于中、低速的机车车辆。
- 第2部分:粉末冶金闸瓦。闸瓦摩擦体为金属铁或合金为基体的复合材料,制作成本高,摩擦系数可调节范围大且稳定,适用于多种机车车辆。
- 第3部分:铸铁闸瓦。闸瓦摩擦体为铸铁材料,制作工艺简单,消耗能耗高,摩擦系数小而稳定,应用范围逐渐减小。



机车车辆基础制动装置 踏面制动 闸瓦

第 2 部分：粉末冶金闸瓦

1 范围

本文件规定了机车车辆用粉末冶金闸瓦的术语和定义，分类和结构，技术要求，试验方法，检验规则，标志、包装、运输与储存。

本文件适用于最高运行速度为 160 km/h、轴重不大于 25 t 的机车车辆用粉末冶金闸瓦（以下简称闸瓦）。运行速度在 160 km/h 到 200 km/h 之间的机车车辆用粉末冶金闸瓦可参照使用。

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—2016 碳素结构钢
- GB 5085. 3 危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别
- GB/T 9096 烧结金属材料(不包括硬质合金) 冲击试验方法
- GB/T 10421 烧结金属摩擦材料 密度的测定
- GB/T 10424 烧结金属摩擦材料 抗压强度的测定
- GB/T 10425 烧结金属摩擦材料 表观硬度的测定
- GB/T 26739 道路车辆 制动衬片 材料内剪切强度试验方法
- TB/T 449 机车车辆车轮轮缘踏面外形

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3. 1

瞬时摩擦系数 **instantaneous friction coefficient**

$\varphi_k$

速度  $v$  的函数，制动过程每一瞬间的制动力与闸瓦推力之比。

3. 2

平均摩擦系数 **average friction coefficient**

$\varphi_s$

瞬时摩擦系数在制动距离  $S_e$  上的积分，按公式（1）计算。

$$\varphi_s = \frac{1}{S_e} \int_0^{S_e} \varphi_k dS \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$S_e$  ——从闸瓦推力达到规定值的 95%时起到停车时为止的制动距离。

3.3

闸瓦推力 **applied force on brake pad**

$K$

制动时作用在一个闸瓦托上的法向力。

4 分类和结构

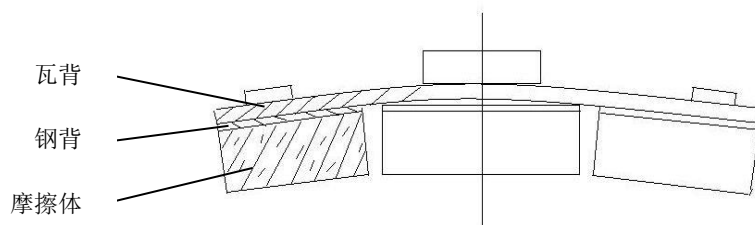
4.1 分类

根据闸瓦制动摩擦磨损性能要求，闸瓦分为三类：

- a) 低摩擦系数闸瓦，包括 L1 型闸瓦、L2 型闸瓦、L3 型闸瓦；
- b) 标准摩擦系数闸瓦，包括 M 型闸瓦、JM 型闸瓦；
- c) 高摩擦系数闸瓦，包括 H 型闸瓦。

4.2 结构

闸瓦由瓦背、钢背和摩擦体组成，闸瓦结构示意图见图 1。



注：图中摩擦体的数量不代表具体数量。

图 1 闸瓦结构示意图

5 技术要求

5.1 总要求

- 5.1.1 闸瓦应符合本文件规定并按经规定程序批准的产品图样及技术文件制造。
- 5.1.2 闸瓦使用限度：闸瓦（包括瓦背、钢背和摩擦体）任何一处的厚度应大于或等于 14 mm。
- 5.1.3 闸瓦使用限度内，闸瓦在正常使用条件下应符合以下规定：
  - a) 闸瓦应保持其制动摩擦性能符合本文件规定；
  - b) 闸瓦摩擦体不应整体、片状脱落；局部掉块脱落面积不应大于闸瓦摩擦面积的 10%；



c) 闸瓦不应使车轮踏面产生局部过度磨耗、沟状磨耗和犁痕式磨耗，不应使踏面产生热损伤（热斑、热裂纹、剥离等），不应因闸瓦原因造成摩擦体和车轮之间发生肉眼可见和手触可辨的材料转移。

5.2 构成

5.2.1 瓦背应采用力学性能不低于 GB/T 700—2016 中 Q235A 的钢板制造。瓦背的长度方向应与钢板的轧制方向一致。

5.2.2 摩擦体以金属或其合金为基体，加入摩擦、减摩或起某些特殊作用的其他金属、非金属组分，用粉末冶金技术制成，并和钢背烧结在一起。

5.2.3 摩擦体不应采用铅、锌或其化合物以及其他可能危害人体健康的材料，或可能在使用中释放有害粉尘或气体的材料制造。铅、锌等成分的含量不应超过 GB 5085.3 规定的限值。

5.3 外观

闸瓦外观质量应符合以下规定：

- a) 瓦背不应存在裂纹，并应进行防锈处理；
- b) 摩擦体不应存在裂纹、分层、疏松等粉末冶金烧结缺陷；
- c) 摩擦体厚度大的一侧垂直于摩擦面的方向，应涂一道约 10mm 宽的白漆标记。摩擦体摩擦面不应涂漆；
- d) 瓦背外弧面和检验样板之间的局部间隙应小于或等于 1.5mm。

5.4 物理及力学性能

5.4.1 摩擦体的物理、力学性能应符合表 1 的规定。

表 1 摩擦体的物理、力学性能

性能	密度 g/cm <sup>3</sup>	硬度 HBW10/1000	抗压强度 MPa	冲击韧度 kJ/m <sup>2</sup>
性能指标	不超过给定值的±5%	≤120	≥90	≥5

5.4.2 摩擦体和钢背的剪切强度应大于等于 30 MPa。

5.5 制动摩擦磨耗性能

5.5.1 瞬时摩擦系数

5.5.1.1 常温干燥状态，一次停车制动工况的瞬时摩擦系数基准值按式（2）计算。

$$\varphi_k = a \times \frac{b \times v + d}{c \times v + d} \dots\dots\dots (2)$$

式中：  
v ——瞬时速度，单位为千米每小时（km/h）；  
a、b、c、d ——计算系数 a、b、c、d 取值应符合表 2 规定。

表 2 闸瓦瞬时摩擦系数基准值计算系数取值

闸瓦类型	计算系数取值			
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
L1 型闸瓦	0.300	1	4	70
L2 型闸瓦	0.350	1	3	70
L3 型闸瓦	0.475	2	4	40
M 型闸瓦	0.475	2	5	40
JM 型闸瓦	0.475	2	5	40
H 型闸瓦	0.500	10	19	150

5.5.1.2 常温干燥状态，一次停车制动工况的瞬时摩擦系数应符合表 3 的规定。

表 3 闸瓦瞬时摩擦系数

瞬时速度 <i>v</i> km/h	瞬时摩擦系数 $\varphi_k$					
	L1 型闸瓦	L2 型闸瓦	L3 型闸瓦	M 型闸瓦	JM 型闸瓦	H 型闸瓦
	闸瓦推力 80 kN	闸瓦推力 2×38 kN	闸瓦推力 80 kN	闸瓦推力 43 kN	闸瓦推力 40 kN	闸瓦推力 28 kN
0	0.300±0.10	0.350±0.10	0.280±0.10	0.475±0.10	0.475±0.10	0.500±0.10
20	0.180±0.07	0.242±0.07	0.194±0.07	0.271±0.07	0.271±0.07	0.330±0.07
30	0.158±0.06	—	0.175±0.06	—	—	0.313±0.06
40	0.143±0.05	0.203±0.05	0.162±0.05	0.238±0.05	0.238±0.05	0.302±0.05
50	0.133±0.05	—	0.153±0.05	—	—	0.295±0.05
60	0.126±0.05	0.182±0.05	0.146±0.05	0.224±0.05	0.224±0.05	0.291±0.05
80	0.115±0.05	0.169±0.05	0.135±0.05	0.216±0.05	0.216±0.05	0.284±0.05
100	0.109±0.05	0.161±0.05	0.129±0.05	0.211±0.05	0.211±0.05	0.280±0.05
120	0.104±0.05	0.155±0.05	0.124±0.05	0.208±0.05	0.208±0.05	0.278±0.05
140	—	0.150±0.05	0.120±0.05	0.205±0.05	—	—
160	—	0.146±0.05	—	0.204±0.05	—	—

5.5.1.3 除 JM 型闸瓦外，常温干燥状态，闸瓦推力降至 1/2，一次停车制动工况的瞬时摩擦系数的上限值可比表 3 中的上限值高 15%。

5.5.1.4 JM 型闸瓦常温干燥状态、闸瓦推力降至 1/4 至 1/2，一次停车制动工况的瞬时摩擦系数的上限值允许比表 3 中的上限值高 15%，但下限不应低于表 3 中规定的下限；常温加湿状态、闸瓦推力降至 1/2，一次停车制动工况的瞬时摩擦系数的上限值允许比表 3 中的上限值高 15%。

5.5.2 平均摩擦系数

5.5.2.1 常温干燥状态、一次停车制动工况的平均摩擦系数应符合表 4 规定。

表 4 闸瓦平均摩擦系数

制动初速 $v_0$ km/h	平均摩擦系数 $\varphi_s$					
	L1 型闸瓦	L2 型闸瓦	L3 型闸瓦	M 型闸瓦	JM 型闸瓦	H 型闸瓦
	闸瓦推力 80kN	闸瓦推力 2×38kN	闸瓦推力 80 kN	闸瓦推力 43 kN	闸瓦推力 40 kN	闸瓦推力 28 kN
40	0.165±0.04	—	—	—	0.260±0.04	0.322±0.04
60	0.145±0.04	0.205±0.04	0.175±0.02	0.242±0.04	0.242±0.04	0.307±0.04
80	0.130±0.04	0.191±0.04	0.165±0.02	0.232±0.04	0.232±0.04	0.298±0.04
100	0.125±0.04	0.180±0.04	0.153±0.02	0.225±0.04	0.225±0.04	0.292±0.04
120	0.120±0.03	0.173±0.03	0.145±0.02	0.220±0.04	0.220±0.04	0.288±0.04
140	—	0.167±0.03	0.139±0.02	0.216±0.04	—	—
160	—	0.162±0.03	0.135±0.02	0.213±0.04	—	—

5.5.2.2 JM 型闸瓦常温加湿状态、闸瓦推力降至 1/2，一次停车制动工况的平均摩擦系数应不小于 0.21；连续紧急制动停车，或坡道持续制动后，立即停车工况的平均摩擦系数不应超过常温干燥状态相同制动条件下平均摩擦系数的±15%。

5.5.3 坡道匀速持续制动条件下的瞬时摩擦系数

坡道匀速持续制动条件下的瞬时摩擦系数应符合表 5 的规定。

表 5 坡道匀速持续制动条件下的瞬时摩擦系数

闸瓦类别	L1 型	L2 型	L3 型	M 型	JM 型	H 型
瞬时摩擦系数	≥0.11	≥0.12	≥0.11	≥0.15	≥0.21	≥0.21

5.5.4 静摩擦系数

静摩擦系数应符合表 6 的规定。

表 6 静摩擦系数

闸瓦类别	L1 型	L2 型	L3 型	M 型	JM 型	H 型
静摩擦系数	≥0.30	≥0.40	≥0.40	≥0.40	≥0.35	≥0.40

5.5.5 磨耗量

磨耗量不应超过1.0 cm<sup>3</sup>/MJ。

5.5.6 闸瓦和车轮踏面状态

制动摩擦磨耗性能试验中，闸瓦不应产生横向贯通裂纹并符合 5.1.3 中 a)～c)的规定。

## 6 试验方法

### 6.1 尺寸

使用检测样板和分度值不大于 0.02mm 的游标卡尺等长度量具进行测量。

### 6.2 有害物质

铅、锌含量按照 GB 5085.3 的规定进行。

### 6.3 外观

目视检查。

### 6.4 物理及力学性能

#### 6.4.1 试样的制备

试样从摩擦体上制取，每个试样的间隔距离应大于或等于 5mm。密度试样表面距摩擦体摩擦面大于或等于 5 mm、距摩擦体其他面大于或等于 10 mm。试样长、宽和高各为 10 mm。硬度试样各表面距摩擦体各表面大于或等于 5 mm，试样长和宽均大于等于 30 mm，厚度大于等于 15mm。抗压强度试样各表面距摩擦体各表面大于或等于 5 mm。冲击韧度试样各表面距摩擦体各表面大于或等于 5 mm，加载受力方向均应和闸瓦摩擦面垂直，试样不带缺口。剪切强度试样非钢背表面距摩擦体摩擦面大于或等于 5mm，试样厚度为  $10 \pm 0.1$ mm（含钢背）。

#### 6.4.2 密度

按 GB/T 10421 的要求进行。不应少于 3 个试样。取试样测定值的算术平均值。

#### 6.4.3 硬度

按 GB/T 10425 的要求进行。加载受力方向均应和闸瓦摩擦面垂直。不应少于 5 个试样。取试样测定值的算术平均值。

#### 6.4.4 抗压强度

按 GB/T 10424 的要求进行。加载受力方向均应和闸瓦摩擦面垂直。不应少于 3 个试样，取测试试样测定值的算术平均值。

#### 6.4.5 冲击韧度

按 GB/T 9096 的要求进行。不应少于 3 个试样，取测试试样测定值的算术平均值。

#### 6.4.6 剪切强度

按 GB/T 26739 的要求进行。不应少于 5 个试样，取测试试样测定值的最小值。

### 6.5 制动摩擦磨损性能试验

- 6.5.1 用于试验的闸瓦应未经使用，试样不少于1副（2块），不应使用缩小比例的试样进行试验。
- 6.5.2 制动摩擦磨耗性能试验应按照附录A规定的程序在1:1制动动力试验台上进行。试验基本条件：
- a) 试验台用车轮直径应与实际使用车轮直径相同；车轮踏面应保持光洁、颜色一致，应没有沟状磨耗，形状应符合 TB/T 449 的规定；
  - b) 试验台模拟轴重相对于标称轴重  $t$  的范围为 “ $0.99\times t \sim 1.03\times t$ ” ；
  - c) 加湿条件下的试验采用喷水装置进行，喷水装置的水量沿踏面宽度方向均匀分布。

7 检验规则

7.1 检验分类与检验项目

闸瓦检验分为出厂检验和型式检验，检验项目应符合表 8 的规定。

表 8 检验项目及要求

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	尺寸	√	√	5.1.1	6.1
2	有害物质	√	—	5.2.3	6.2
3	外观	√	√	5.3	6.3
4	物理及力学性能	√	√	5.4	6.4
5	制动摩擦磨耗性能	√	—	5.5	6.5

7.2 出厂检验

7.2.1 尺寸

同材质、同规格的闸瓦，以 120 块为一检查批。每批随机抽样不少于 3 块。若有 1 块闸瓦不合格，则应对该批闸瓦逐个进行检查。

7.2.2 外观

出厂的闸瓦应全部进行外观检查。

7.2.3 物理和力学性能

JM 型同材质、同规格的闸瓦，以每炉为一检查批，每批不多于 120 块。每批随机抽样试验不少于 2 块；其他型同材质、同规格的闸瓦，按发货批量的 0.2%块数抽检，不应少于 2 块。

检查结果若有不合格项，应在该批闸瓦中加倍抽样，对不合格项进行复检，若复检结果中仍有不合格，则该检查批为不合格。

7.3 型式检验

7.3.1 在下列情况之一时应进行型式检验：

- a) 新型闸瓦定型前；
- b) 闸瓦的结构、生产工艺或材料有重大改变时；

- c) 停产半年以上再生产时；
- d) 变更生产场地时；
- e) 连续生产 2 年时。

### 7.3.2 制动摩擦磨耗性能

闸瓦应从出厂检验合格的产品中抽取，数量不少于 1 副。任何一项检验结果未达到本标准规定要求时，应加倍抽样进行复验。如复验结果仍不合格，则制动摩擦磨耗性能不合格。

## 8 标志、包装、运输与储存

### 8.1 标志

8.1.1 每个闸瓦瓦背上应有在使用期限内清晰可见的下述标志：

- a) 闸瓦类型；
- b) 出厂编号；
- c) 制造厂名称或代号。

8.1.2 L1 型、L2 型闸瓦瓦背涂刷红色油漆，L3 型闸瓦瓦背涂刷蓝色油漆；M 型、JM 型闸瓦瓦背涂刷黑色油漆；H 型闸瓦瓦背涂刷黄色油漆。标识应易于安装后识别。

8.1.3 闸瓦应具有磨耗到限标识。

### 8.2 包装

闸瓦包装箱上应注明的项目：

- a) 闸瓦名称、类型和适用机车型号；
- b) 制造厂名称或代号；
- c) 出厂日期；
- d) 箱内应有检验合格证（含生产批号和适用车型说明）。

### 8.3 运输与储存

8.3.1 闸瓦在运输过程中，应用包装箱包装，装卸时应轻拿轻放，严禁摔打，以防闸瓦破损。

8.3.2 闸瓦应储存在通风干燥、远离热源处，防止日晒、雨淋。

附 录 A  
(规范性)  
制动摩擦磨耗性能试验程序

A.1 L1型闸瓦制动摩擦磨耗性能试验程序应符合表A.1的规定。

表 A.1 L1 型闸瓦制动摩擦磨耗性能试验程序

试验程序	制动初始速度 km/h	闸瓦推力 kN	车轮踏面 初始温度 ℃	要求及说明
闸瓦磨合	80	80	≤100	连续进行一次停车制动试验，直至闸瓦摩擦面和车轮踏面接触面积不小于 80%。必要时可按车轮直径对闸瓦的摩擦面进行机械加工，加速磨合过程
称重	—	—	—	试验前闸瓦称重
一次停车制动	120	80	≤50	—
	100			—
	80			—
	60			—
	60			—
	80			—
	100			—
	120			—
	120	40	≤50	—
	100			—
	80			—
	60			—
	60			—
	80			—
	100			—
	120			—
称重	—	—	—	试验后闸瓦称重
坡道持续制动	40	20	≤50	保持 40km/h 的速度，持续制动 10min
静摩擦	0	20	≤50	制动后对车轮施加转矩，至车轮开始转动。然后缓解，测量车轮开始转动瞬间的瞬时摩擦系数。重复进行 5 次，5 次试验结果的算术平均值即为静摩擦系数
<p>制动型式为单侧制动。 进行以上各项试验时测量车轮踏面的最高温度。 闸瓦磨耗量按公式（A.1）计算：</p> $W = \frac{w_1 - w_2}{\rho A} \dots\dots\dots (A.1)$ <p>式中： W ——单位制动能量的闸瓦磨耗量，单位为立方厘米每兆焦，（cm<sup>3</sup>/MJ）； w<sub>1</sub> ——试验前闸瓦重量，单位为克（g）； w<sub>2</sub> ——试验后闸瓦重量，单位为克（g）； A ——试验过程总的制动功，单位为兆焦（MJ）； ρ ——闸瓦摩擦体的密度，单位为克每立方厘米（g/cm<sup>3</sup>）。当闸瓦摩擦体密度未知时，按 ρ=5.5g/cm<sup>3</sup> 计算闸瓦磨耗量。</p>				

A.2 L2型闸瓦制动摩擦磨耗性能试验程序应符合表A.2的规定。

表A.2 L2型闸瓦制动摩擦磨耗性能试验程序

试验程序	制动初始速度 km/h	闸瓦推力 kN	车轮踏面 初始温度 ℃	要求及说明
闸瓦磨合	100	38×2	≤100	连续进行一次停车制动试验，直至闸瓦摩擦面和车轮踏面接触面积不小于 80%。必要时可按车轮直径对闸瓦的摩擦面进行机械加工，加速磨合过程
称重	—	—	—	试验前闸瓦称重
一次停车制动	160	38×2	≤ 50	制动停车后保持制动状态 1min，然后缓解，观察闸瓦和车轮是否发生材料转移
	—		—	
	140		≤ 50	—
	120			—
	100			—
	80			—
	60			—
	60			—
	80			—
	100			—
	120			—
	140			—
	160		≤ 50	制动停车后保持制动状态 1min，然后缓解，观察闸瓦和车轮是否发生材料转移
	—		—	
	160	19×2	≤ 50	—
	140			—
	120			—
	100			—
	80			—
	60			—
	60			—
	80			—
	100			—
	120			—
	140			—
	160			—
称重	—	—	—	试验后闸瓦称重
坡道持续制动	60	10×2	≤ 50	保持 60km/h 的速度，持续制动 10min
静摩擦	0	10×2	≤ 50	制动后对车轮施加转矩，至车轮开始转动。然后缓解，测量车轮开始转动瞬间的瞬时摩擦系数。重复进行 5 次，5 次试验结果的算术平均值即为静摩擦系数
制动型式为双侧制动。 进行以上各项试验时测量车轮踏面的最高温度。 闸瓦磨耗量按式（A.1）计算				



A.3 L3型闸瓦制动摩擦磨耗性能试验程序应符合表A.3的规定。

表A.3 L3型闸瓦制动摩擦磨耗性能试验程序

试验程序	制动初始速度 km/h	闸瓦推力 kN	车轮踏面 初始温度 ℃	要求及说明
闸瓦磨合	80	80	$\leq 100$	连续进行一次停车制动试验，直至闸瓦摩擦面和车轮踏面接触面积不小于 80%。必要时可按车轮直径对闸瓦的摩擦面进行机械加工，加速磨合过程
称重	—	—	—	试验前闸瓦称重
一次停车制动	140	80	$\leq 50$	制动停车后保持制动状态 1min，然后缓解，观察闸瓦和车轮是否发生材料转移
	/		/	
	120		$\leq 50$	—
	100			—
	80			—
	60			—
	40			—
	40			—
	60			—
	80			—
	100			—
	120			—
	140		$\leq 50$	制动停车后保持制动状态 1min，然后缓解，观察闸瓦和车轮是否发生材料转移
	—		—	
	140	40	$\leq 50$	—
	120			—
	100			—
	80			—
	60			—
	40			—
	40			—
	60			—
	80			—
	100			—
	120			—
	140			—
称重	—	—	—	试验后闸瓦称重
坡道持续制动	40	20	$\leq 50$	保持 40km/h 的速度，持续制动 10min
静摩擦	0	20	$\leq 50$	制动后对车轮施加转矩，至车轮开始转动。然后缓解，测量车轮开始转动瞬间的瞬时摩擦系数。重复进行 5 次，5 次试验结果的算术平均值即为静摩擦系数
制动型式为单侧制动。 进行以上各项试验时测量车轮踏面的最高温度。 闸瓦磨耗量按式（A.1）计算				

A.4 M型闸瓦制动摩擦磨耗性能试验程序应符合表A.4的规定。

表A.4 M型闸瓦的制动摩擦磨耗性能试验程序

试验程序	制动初始速度 km/h	闸瓦推力 kN	车轮踏面 初始温度 ℃	要求及说明
闸瓦磨合	100	43	≤ 100	连续进行一次停车制动试验，直至闸瓦摩擦面和车轮踏面接触面积不小于 80%。必要时可按车轮直径对闸瓦的摩擦面进行机械加工，加速磨合过程
称重	—	—	—	试验前闸瓦称重
一次停车制动	160	43	≤50	制动停车后保持制动状态 1min，然后缓解，观察闸瓦和车轮是否发生材料转移
	/		/	
	140		≤50	—
	120			—
	100			—
	80			—
	60			—
	60			—
	80			—
	100			—
	120			—
	140			—
	160		≤50	制动停车后保持制动状态 1min，然后缓解，观察闸瓦和车轮是否发生材料转移
	—		—	
	160	21.5	≤50	—
	140			—
	120			—
	100			—
	80			—
	60			—
	60			—
	80			—
	100			—
	120			—
	140			—
	160			—
称重	—	—	—	试验后闸瓦称重
坡道持续制动	60	10	≤50	保持 60 km/h 的速度，持续制动 10 min
静摩擦	0	10	≤50	制动后对车轮施加转矩，至车轮开始转动。然后缓解，测量车轮开始转动瞬间的瞬时摩擦系数。重复进行 5 次，5 次试验结果的算术平均值即为静摩擦系数
制动型式为单侧制动。 进行以上各项试验时测量车轮踏面的最高温度。 闸瓦磨耗量按式（A.1）计算				

A. 5 H型闸瓦制动摩擦磨耗性能试验程序应符合表A. 5的规定。

表A. 5 H型闸瓦的制动摩擦磨耗性能试验程序

试验程序	制动初始速度 km/h	闸瓦推力 kN	车轮踏面 初始温度 ℃	要求及说明
闸瓦磨合	80	28	≤100	连续进行一次停车制动试验，直至闸瓦摩擦面和车轮踏面接触面积不小于 80%。必要时可按车轮直径对闸瓦的摩擦面进行机械加工，加速磨合过程
称重	—	—	—	试验前闸瓦称重
一次停车制动	120	28	≤50	—
	100			—
	80			—
	60			—
	60			—
	80			—
	100			—
	120			—
	120	14	≤50	—
	100			—
	80			—
	60			—
	60			—
	80			—
	100			—
	120			—
称重	—	—	—	试验后闸瓦称重
坡道持续制动	40	7	≤50	保持 40km/h 的速度，持续制动 10min
静摩擦	0	7	≤50	制动后对车轮施加转矩，至车轮开始转动。然后缓解，测量车轮开始转动瞬间的瞬时摩擦系数。重复进行 5 次，5 次试验结果的算术平均值即为静摩擦系数
制动型式为单侧制动。 进行以上各项试验时测量车轮踏面的最高温度。 闸瓦磨耗量按式（A. 1）计算				

## A.6 JM型闸瓦制动摩擦磨耗性能试验程序应符合表A.6的规定。

表A.6 JM型闸瓦的制动摩擦磨耗性能试验程序

试验程序	试验序号	制动初始速度 km/h	闸瓦推力 kN	车轮踏面 初始温度 ℃	要求及说明
闸瓦磨合	0.1~0.x	80	40	室温~100	连续进行一次停车制动试验，直至闸瓦摩擦面和车轮踏面接触面积不小于80%。必要时可按车轮直径对闸瓦的摩擦面进行机械加工，加速磨合过程
	1.1~1.10	100	40	≤ 50	进一步磨合，依次进行10次一次停车制动试验
称重	—	—	—	—	试验前闸瓦称重
一次停车制动	1 16 31	40	30	≤ 50	干燥条件下的一次停车制动，制动前应冷却
	2 17 32	60			
	3 18 33	80			
	4 19 34	100			
	5 20 35	120			
	6 21 36	40	20	≤ 50	干燥条件下的一次停车制动，制动前应冷却
	7 22 37	60			
	8 23 38	80			
	9 24 39	100			
	10 25 40	120			
	11 26 41	40	40	≤ 50	干燥条件下的一次停车制动，制动前应冷却。 120km/h制动停车后，保持制动状态1min，然后缓解。观察闸瓦和车轮是否发生材料转移
	12 27 42	60			
	13 28 43	80			
	14 29 44	100			
	15 30 45	120			
称重	—	—	—	—	闸瓦称重
持续制动	46~48	60	10	≤ 50	进行3次停车制动试验
	49	60	10	≤ 50	持续制动10min；
	50	60	10	—	持续制动后立即制动停车
称重	—	—	—	—	闸瓦称重
一次停车湿式制动	51 61 71	40	20	≤ 50	加水量14L/h，制动前应冷却
	52 62 72	60			
	53 63 73	80			
	54 64 74	100			
	55 65 75	120			
	56 66 76	40	40	≤ 50	加水量14L/h，制动前应冷却
	57 67 77	60			
	58 68 78	80			
	59 69 79	100			
	60 70 80	120			
一次停车制动	81~83	100	40	≤ 50	干燥条件下的一次停车制动，制动前应冷却
称重	—	—	—	—	闸瓦称重

表A.6 JM型闸瓦的制动摩擦磨耗性能试验程序（续）

试验程序	试验序号	制动初始速度 km/h	闸瓦推力 kN	车轮踏面 初始温度 ℃	要求及说明
持续制动	84~86	60	10	≤ 50	进行3次停车制动试验
	87	60	10	≤ 50	持续制动10min。
	88	60	10	—	持续制动后立即制动停车
称重	—	—	—	—	闸瓦称重
一次停车制动	89	80	30	≤ 50	干燥条件下的一次停车制动，制动前应冷却
	90	100			
	91	120			
	92	80	40	≤ 50	干燥条件下的一次停车制动，制动前应冷却
	93	100			
	94	120			
	95	80	20	≤ 50	干燥条件下的一次停车制动，制动前应冷却
	96	100			
	97	120			
静摩擦	98~106	—	35	≤ 50	制动后对车轮施加转矩，至车轮开始转动。然后缓解，测量车轮开始转动瞬间的瞬时摩擦系数。重复进行9次，9次试验结果的算术平均值即为静摩擦系数
连续制动	107	80	40	—	连续紧急制动停车，每次制动前不冷却
	108	100			
	109	120			
称重	—	—	—	—	试验后闸瓦称重
制动型式为单侧制动。 进行以上各项试验时测量车轮踏面的最高温度。 闸瓦磨耗量按式（A.1）计算					



# 铁道行业标准《机车车辆基础制动装置 踏面制动 闸瓦 第2部分：粉末冶金闸瓦》

（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年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）24T005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（24T005），由铁路行业内燃机车标准化技术委员会归口，并由中国铁道科学研究院集团有限公司金属及化学研究所、中车大同电力机车有限公司、中国铁道科学研究院集团有限公司机车车辆研究所、中车大连机车研究所有限公司、中车戚墅堰机车车辆工艺研究所有限公司、北京瑞斯福高新科技股份有限公司、中铁检验认证中心有限公司共同起草《机车车辆基础制动装置 踏面制动 闸瓦 第2部分：粉末冶金闸瓦》。

本部分是对TB/T 3005—2008《机车用粉末冶金闸瓦》的修订。

#### 1.2 制修订本标准的必要性

粉末冶金闸瓦和铸铁闸瓦、合成闸瓦一起构成三种材质的踏面制动闸瓦，应用于机车车辆基础制动。TB/T 3005—2008《机车用粉末冶金闸瓦》主要应用于我国机车全面改进前的韶山系列电力机车和东风系列内燃机车。自2008年发布实施以来，在规范机车粉末冶金闸瓦设计、制造和检验等方面发挥了重要作用。

随着韶山系列电力机车和东风系列内燃机车已逐渐被技术先进的交直交电力机车和谐内燃机车所代替，粉末冶金闸瓦技术也有了较大的发展，因此，需要对粉末冶金闸瓦的摩擦体和车轮之间材料转移和制动摩擦磨损性能等技术要求进行优化完善。

#### 1.3 编制过程

在本部分的编制过程中，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：

（1）标准计划下达后，在标委会组织下，中国铁道科学研究院集团有限公司金属及化学研究所、机车车辆研究所，中车大连机车研究所等单位成立了标准起草组，对粉末冶金闸瓦新技术、粉末冶金闸瓦制动摩擦磨损性能试验程序的等情况进行了调研，收集了相关技术资料，形成了本部分的草案。

（2）标准起草组对前期工作和标准草案深入讨论研究后，2025年2月形成了本部分的征求意见稿。

### 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** 本部分规定了机车车辆用粉末冶金闸瓦的术语和定义，分类和结构，技术要求，试验方法，检验规则，标志、包装、运输与储存；适用于最高运行速度为 160 km/h、轴重不大于 25 t 的机车车辆用粉末冶金闸瓦。运行速度在 160 km/h 到 200 km/h 之间的机车车辆用粉末冶金闸瓦可参照使用。

**3.2** 与 TB/T 3005—2008《机车用粉末冶金闸瓦》相比，本部分主要技术变化为：

- 增加了瞬时摩擦系数、平均摩擦系数、闸瓦推力的定义（见 3.1、3.2、3.3）；
- 更改了闸瓦的分类（见第 4.1，2008 年版的第 3 章）；
- 更改了闸瓦使用过程中摩擦体和车轮之间材料转移的技术要求（见 5.1.3c），2008 年版的 4.3.2c））；
- 更改了闸瓦的有害物质要求（见 5.2.3，2008 年版的 4.2.4）；
- 更改了闸瓦制动摩擦磨耗性能的技术要求（见 5.5，2008 年版的 4.5）；
- 更改了制动摩擦磨耗性能试验中闸瓦和车轮踏面状态的技术要求（见 5.5.6，2008 年版的 4.5.6、4.5.7）；
- 增加有害物质的试验方法（见 6.2）；
- 更改了出厂检验中尺寸检查抽样要求（见 7.2.1，2008 年版的 6.1.1.2）；
- 更改了出厂检验中物理和力学性能试验抽样要求（见 7.2.3，2008 年版的 6.1.1.3）；
- 更改了闸瓦瓦背涂刷油漆的要求（见 8.1.2，2008 年版的 7.1.2）；
- 增加闸瓦磨耗到限的标识要求（见 8.1.3）；
- 更改了闸瓦的储存要求（见 8.3.2，2008 年版的 7.3.2）；
- 更改了制动摩擦磨耗性能试验程序（见附录 A，2008 年版的附录 A）。

**3.3** 本部分参考《交流传动机车粉末冶金闸瓦暂行技术条件》（TJ/JW 056—2014）等技术规范，结合机车车辆粉末冶金闸瓦的应用实际编制。

**3.4** 本部分与《交流传动机车粉末冶金闸瓦暂行技术条件》（TJ/JW 056—2014）相比，重要技术差异见表 1。

表 1 与《交流传动机车粉末冶金闸瓦暂行技术条件》（TJ/JW 056—2014）的重要技术差异

序号	TJ/JW 056—2014	本部分	说明
1	标准中未对交流传动机车粉末冶金闸瓦进行分类	3 闸瓦分类 根据闸瓦制动摩擦性能要求，将粉末冶金闸瓦分为三类： a) 低摩擦系数闸瓦，包括 L1 型闸瓦、L2 型闸瓦、L3 型闸瓦； b) 标准摩擦系数闸瓦，包括 M 型闸瓦、JM 型闸瓦； c) 高摩擦系数闸瓦，包括 H 型闸瓦	根据闸瓦制动摩擦性能要求，本部分将交流传动粉末冶金闸瓦进行分类为 JM 型闸瓦（交流传动机车粉末冶金用闸瓦类型），不存在技术性差异
2	4.5.1.3 中规定，常温干燥状态，闸瓦推力降低 1/2	5.5.1.3 中规定，常温干燥状态，闸瓦推力降低至 1/4 至 1/2	对照 TJ/JW 056—2014 表 A.1，常温干燥状态，闸瓦推力有 40、30、20、10kN；常温加湿状态，闸瓦推力有 40、20kN（45—77 制动顺序），应是常温干燥状态、闸瓦推力降至 1/4 至 1/2；常温加湿状态、闸瓦推力降至 1/2，因此对 TJ/JW 056—2014 中 4.5.1.3、4.5.2.2 相关内容进行修订
3	4.5.2.2 中规定，常温加湿状态，闸瓦推力减低 1/4 至 1/2	5.5.1.4 中规定，常温加湿状态，闸瓦推力降低至 1/2	



表 1 与《交流传动机车粉末冶金闸瓦暂行技术条件》（TJ/JW 056—2014）的重要技术差异（续）

序号	TJ/JW 056—2014	本标准/本部分	说明
4	表 A.1 中未包含 3 次停车制动试验要求	表 A.6 中增加试验序号“46~48”、“84~86”，各进行 3 次停车制动试验	JM 型闸瓦技术要求中有“连续紧急制动停车，或坡道持续制动后立即停车工况的平均摩擦系数的要求”，但 TJ/JW 056—2014 在试验程序中未包含获取平均摩擦系数的试验步骤，因此应增加 46~48、84~86 停车制动试验
5	表 A.1 中 0.1~0.x 中规定： 1. 连续进行 10 次一次停车制动试验，然后使车轮冷却到 50℃ 以下； 2. 重复第 1 步，直至闸瓦和车轮踏面接触面积不小于 80%	表 A.6 中 0.1~0.x 中规定：连续进行一次停车制动试验，直至闸瓦摩擦面和车轮踏面接触面积不小于 80%。必要时可按车轮直径对闸瓦的摩擦面进行机械加工，加速磨合过程	闸瓦摩擦磨耗性能试验磨合目的是保证闸瓦摩擦面和车轮踏面接触面积，实际试验过程中，可不按照 10 次倍数进行，因此应取消 10 次倍数一次停车制动的磨合要求

3.5 经起草组研究分析，没有与本部分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《交流传动机车粉末冶金闸瓦暂行技术条件》（TJ/JW 056—2014），因粉末冶金闸瓦原料、生产制造过程中不涉及石棉产品，不再对石棉产品进行要求；依据《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》（GB 5085.3）要求，明确不应采用铅、锌及其化合物的要求，规范了机车粉末冶金闸瓦有害物质要求。并增加按照《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》（GB 5085.3）的规定对“铅、锌”有害物质进行检测的要求。

4.2 L3 型闸瓦应用于内燃机车 DF4D（半悬挂客、货机车），此类机车过去采用灰铸铁闸瓦，使用中存在制动距离超限问题。主机厂依托国铁集团科研计划课题，经研制开发和技术方案评审确定采用粉末冶金闸瓦，结合理论计算和台架试验，确定了需要的摩擦系数范围并根据闸瓦制动摩擦磨耗性能定义为 L3 型粉末冶金闸瓦。在 2022 年 3 月前分别完成了 L3 型粉末冶金闸瓦产品试制、台架试验和技术方案评审，经专家评审形成 L3 型粉末冶金闸瓦暂行技术条件。2022 年 9 月在北京环铁完成了 DF4D 型客运内燃机车装用 L3 型闸瓦紧急制动距离试验，各项试验结果符合大纲要求。2023 年 4 月在沈阳铁路局梅河口机务段召开 DF4D 型客运内燃机车装用 L3 型粉末冶金闸瓦运用考核启动会，在 DF4D 0095 和 0437 两台机车装车。2024 年 3 月 6 日按要求完成运用考核，结果通过，目前该课题已完成国铁集团课题验收。因此，在本标准中增加 L3 型粉末冶金闸瓦要求。

4.3 JM 型闸瓦是随着电力机车更新为交-直-交大马力电力机车而发展起来的，应用于和谐 2 型机车，制定有 TJ/JW 056—2014《交流传动机车粉末冶金闸瓦暂行技术条件》。因此，在本标准中增加 JM 型粉末冶金闸瓦要求。

4.4 结合实际应用需求，增加闸瓦应具有磨耗到限标识的要求，进一步确保行车安全。

4.5 制动摩擦磨耗性能试验中，局部瞬时温度测量不易获得，根据试验现场经验，通过车轮踏面状态进行判定更为合理和更具操作性，将熔结要求和车轮踏面温度整合为闸瓦和车轮踏面状态要求，增加了闸瓦不应产生横向贯通裂纹的要求，符合闸瓦使用限度内、闸瓦在正常使用条件下规定的要求。

## 5 有无重大分歧意见

无。

## 6 强制或推荐、废止、公开建议

6.1 建议本部分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，建议本部分公开。

6.3 本部分未识别出相关专利。

## 7 其他应予说明的事项

在本部分编制过程中，中车大连机车车辆有限公司负责编制了 5.4 中 L3 型粉末冶金闸瓦技术要求、附录 A.3 等内容；中车戚墅堰机车有限公司负责确认 5.4 中 L2 型粉末冶金闸瓦技术要求、附录 A.2 等内容。由于中车戚墅堰机车车辆工艺研究所有限公司未参加标准起草工作，经确认，自愿不参与本部分的编制工作。由于北京瑞斯福高新科技股份有限公司已不生产机车粉末冶金闸瓦类产品，不参与本部分编制工作。

标准起草组

2025年4月