

团 体 标 准

T/CCTAS XXXX—2026

城市轨道交通车辆 粉末冶金铝基复合材料制动盘

Aluminum matrix composite brake disc made of powder metallurgy
for urban rail transit vehicles

(征求意见稿)

(本草案完成时间: 2026年2月4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

中国交通运输协会 发布

目 次

前 言	III
1 范围	4
2 规范性引用文件	4
3 术语和定义	4
4 环境适应性	5
5 组成与分类	5
5.1 制动盘组成	5
5.2 制动盘分类	5
6 技术要求	5
6.1 材料成分和性能	5
6.2 尺寸要求	5
6.3 盘体内部质量	6
6.4 盘体表面质量	6
6.5 磨耗限度	7
6.6 表面粗糙度	7
6.7 组装	7
6.8 残余不平衡值	7
6.9 盘体重量	7
6.10 表面耐腐蚀性	8
6.11 制动性能	8
7 试验方法	8
7.1 增强相含量	8
7.2 力学性能试验	8
7.3 尺寸检查	8
7.4 无损检测	8
7.5 外观检查	8
7.6 针孔度检查	8
7.7 表面粗糙度测量	8
7.8 残余不平衡值试验	8
7.9 盘体重量	9
7.10 表面耐腐蚀性	9
7.11 制动动力和疲劳试验	9
8 检验规则	9
8.1 检验项目	9
8.2 检验规则及判定	10
9 标志、包装、运输与贮存	11
9.1 标志	11

9.2 包装	11
9.3 运输与贮存	11
附录 A（规范性） 溶解性测量铝基复合材料中增强相含量的测试方法	12
附录 B（规范性） 1:1 制动动力试验及疲劳试验程序	13
参考文献	17

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。

本文件由中国交通运输协会新技术促进分会提出。

本文件由中国交通运输协会标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：湖南湘投轻材科技股份有限公司、广州地铁集团有限公司、中车制动系统有限公司、中车株洲电力机车有限公司、中车青岛四方机车车辆股份有限公司、济南轨道交通集团有限公司、青岛地铁集团有限公司、天津轨道交通集团有限公司、佛山市地铁集团有限公司、克诺尔车辆设备（苏州）有限公司、济南重工集团有限公司。

本文件主要起草人：蒋兆汝、朱士友、霍树海、刘春轩、苏钊颐、宋文林、郝保磊、任得鹏、刘光武、聂强、韩凤喜、陈国清、胡涛、肖广文、唐苑寿、曹柳絮、黄亚唯、彭海清、王杰、石军、孔德鹏、栾诗宇、李福川、王会发、陈刚、高伟、李兆新、史建航、鲁文超、张顺、熊梅、高小波、刘俊言、孙传健、刘壮、刘建山、兰阳春、伍智敏、邱振宇。

城市轨道交通车辆粉末冶金铝基复合材料制动盘

1 范围

本文件规定了城市轨道交通车辆粉末冶金铝基复合材料制动盘的环境适应性、结构和分类、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输与贮存等内容。

本标准适用于最高运行速度不超过120km/h的城市轨道交通车辆的粉末冶金铝基复合材料轮装制动盘的设计、制造和检验。

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 228.1	金属材料 拉伸试验 第1部分：室温试验方法
GB/T 231.1	金属材料 布氏硬度试验 第1部分：试验方法
GB/T 1031	产品几何技术规范(GPS) 表面结构 轮廓法 表面粗糙度参数及其数值
GB/T 6461	金属基体上金属和其他无机覆盖层 经腐蚀试验后的试样和试件的评级
GB/T 6519	变形铝、镁合金产品超声波检验方法
GB/T 7233.1	铸钢件 超声检测 第1部分：一般用途铸钢件
GB/T 10125	人造气氛腐蚀试验 盐雾试验
GB/T 10610	产品几何技术规范(GPS) 表面结构 轮廓法 评定表面结构的规则和方法
GB/T 18851.1	无损检测 渗透检测 第1部分：总则
GB/T 32496	金属基复合材料增强体体积含量试验方法 图像分析法
GB/T 35388	无损检测X射线数字成像检测 检测方法
JB/T 7946.3	铸造铝合金金相 第3部分：铸造铝合金针孔

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

轮装制动盘 wheel mounted brake disc

安装在车轮辐板两侧并与闸片组成制动摩擦副的部件。

[来源：TB/T 2980—2014机车车辆用制动盘. 3条3.2款]

3.2

盘体 brake disc body

制动盘中与闸片配合起摩擦制动作用的零件。

[来源：TB/T 2980—2014机车车辆用制动盘. 3条3.3款]

3.3

摩擦面 friction face

盘体上与闸片发生摩擦作用的面。

[来源：TB/T 2980—2014机车车辆用制动盘. 3条3.5款]

3.4

通风式制动盘 ventilated brake disc

盘体两摩擦面之间设有散热结构的制动盘。

[来源：TB/T 2980-2014机车车辆用制动盘. 3条3.6款]

3.5

粉末冶金铝基复合材料 powder metallurgy aluminum matrix composite

通过粉末冶金工艺制备的，以铝合金或纯铝为基体，并添加增强相形成的复合材料。

4 环境适应性

制动盘应在下列条件正常使用：

- a) 环境温度范围：-40 °C~+50 °C；
- b) 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 °C）；
- c) 能承受风、沙、雨、雪的侵袭及车辆清洗时清洗剂的作用。

5 组成与分类

5.1 制动盘组成

5.1.1 轮装制动盘由盘体、紧固件及附件组成。

5.1.2 盘体采用粉末冶金方法制备，材料为非连续陶瓷增强铝基复合材料，基体为铝合金或纯铝，增强相为陶瓷颗粒或短纤维。

5.2 制动盘分类

制动盘按盘体外径尺寸分为 610，640，650，660，680。

6 技术要求

6.1 材料成分和性能

6.1.1 铝基复合材料中增强相含量应为 20-45 wt.%，按批次检测增强相含量。

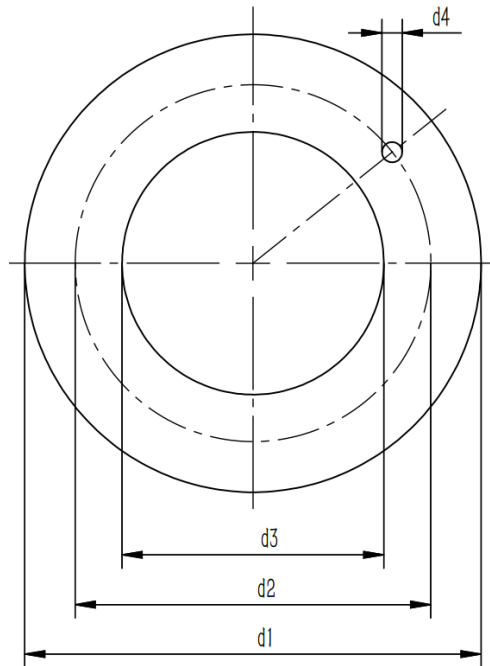
6.1.2 盘体力学性能应符合表 1 中的规定。

表 1 盘体力学性能

抗拉强度	屈服强度	布氏硬度	断后伸长率
MPa	MPa	HBW	%
≥240	≥150	105-145	≥1.0

6.2 尺寸要求

6.2.1 轮装制动盘的结构示意图 1。



d1: 盘体外径
 d2: 紧固螺栓安装孔分布圆直径
 d3: 盘体内径
 d4: 紧固螺栓孔直径

图 1 轮装制动盘结构形式

6.2.2 制动盘主要尺寸应符合表 2 中的规定。

表 2 轮装制动盘主要尺寸

单位为毫米

项目	特征尺寸
盘体外径d1	610, 640, 650, 660, 680
紧固螺栓安装孔分布圆直径 d2	按车轮设计要求
盘体内径 d3	如果 $d1 < 660$, 则 $d3 \leq 0.56d1$ 如果 $d1 \geq 660$, 则 $d3 = d1 - 290$
紧固螺栓孔直径 d4	按车轮及制动力矩要求
盘体厚度	$(135\text{-轮辐最大厚度}) / 2$

6.3 盘体内部质量

制动盘摩擦面以下 12 mm 厚度范围内的内部质量不应存在下列超声检测缺陷:

- a) $\phi 2.0$ mm 当量及以上的平底孔缺陷;
- b) 多于 5 个 $\phi 2.0$ mm-6 dB~ $\phi 2.0$ mm 当量平底孔缺陷, 且两个缺陷的距离小于 25 mm。

6.4 盘体表面质量

- 6.4.1 盘体表面不应存在渗透探测的裂纹缺陷。
- 6.4.2 盘体不应存在飞边、毛刺和脱模剂等痕迹。

6.4.3 盘体摩擦表面上不应存在下列孔洞缺陷：

- a) 单个直径大于 2 mm；
- b) 单个深度大于 1.5 mm；
- c) 单个离边缘或孔边小于等于 5 mm；
- d) 直径在大于 1 mm 小于等于 2 mm 之间的，数量超过 3 个；
- e) 直径在大于等于 0.5 mm 小于等于 1 mm 之间，在每 100 mm×100 mm 面积上超过 4 个；
- f) 上述 d)、e) 在计的孔洞两个之间的距离小于 5 mm。

直径小于 0.5 mm 的单个孔洞不予统计。

6.4.4 除盘体摩擦面以外的其它加工面，不应存在以下孔洞缺陷：

- a) 螺栓凸台和键槽加工面：单个直径大于 2 mm 或深度大于 2 mm。
- b) 其余加工面：
 - 1) 单个直径大于 3 mm；
 - 2) 单个深度大于 2 mm；
 - 3) 单个离摩擦面边缘小于或等于 5 mm；
 - 4) 直径在大于 2 mm 小于等于 3 mm 之间的单个孔洞，数量超过 4 个；
 - 5) 直径在大于等于 1 mm 小于等于 2 mm 之间的单个孔洞，数量超过 10 个；
 - 6) 上述 4)、5) 在计的孔洞两个之间的间距小于 5 mm。

直径小于 1 mm 的单个孔洞不予计算。

6.4.5 盘体非加工面上不应存在以下孔洞缺陷：

- a) 单个直径大于 4 mm；
- b) 单个深度大于 2.5 mm；
- c) 直径在大于 3 mm 小于等于 4 mm 之间的单个孔洞或缺肉，数量超过 3 个；
- d) 直径在大于等于 1 mm 小于等于 3 mm 之间的单个孔洞或缺肉，数量超过 15 个；
- e) 上述 c)、d) 在计的孔洞两个之间的间距小于 10 mm。

直径小于 1 mm 的单个孔洞或缺肉不予计算。散热筋上孔洞背面的相对位置上不应同时存在任何缺陷。允许用打磨方法进行缺陷深度确认，打磨深度不应超过 2.5 mm。

6.4.6 盘体非加工表面不应有因模锻等工艺过程产生的以下痕迹：

- a) 痕迹长度大于 20 mm；
- b) 痕迹深度大于 0.5 mm；
- c) 单个凸台或散热筋痕迹超过 2 条。

6.4.7 盘体针孔度不应低于 JB/T 7946.3 中的 3 级。

6.4.8 盘体不应补焊。

6.5 盘体磨耗限度

轮装制动盘最大允许磨耗量，由供需双方协议确定，具体标志形式应满足双方约定。

6.6 表面粗糙度

盘体摩擦面 MRR Ra6.3。

6.7 组装

6.7.1 零部件表面不应存在影响组装或影响使用的划伤、磕碰、凹陷等缺陷。

6.7.2 连接螺栓紧固力矩应符合供需双方共同确认的图样规定。

6.7.3 紧固件应采取可靠的防松措施，强度应满足使用要求。

6.8 残余不平衡值

单片轮装制动盘盘体残余不平衡值 $\leq 16 \text{ g}\cdot\text{m}$ 。

6.9 盘体重量

制动盘重量偏差不应超过图样±5%。

6.10 表面耐腐蚀性

制动盘盘体材料48小时中性盐雾试验后，评级不低于5级。

6.11 制动性能

制动盘应与合格闸片配对，进行1:1制动动力试验与疲劳试验，试验结果应满足：

- a) 紧固件无松动及损坏现象；
- b) 试验结束后，制动盘摩擦面出现目视单个裂纹长度不应超过 20 mm。

7 试验方法

7.1 增强相含量

铝基复合材料中增强相含量检测应按批次取自混料粉体或盘体。取自混料粉体时应采用溶解法按照附录A的规定执行，取自盘体时应采用溶解法按照附录A的规定执行或采用图像法按照GB/T 32496的规定执行。

7.2 力学性能试验

7.2.1 盘体的拉伸试验按 GB/T 228.1 的规定执行。

7.2.2 盘体的硬度试验按 GB/T 231.1 的规定执行。

7.3 尺寸检查

与标准要求中规定的精度相适应的量具检查。

7.4 无损检测

7.4.1 盘体表面质量按 GB/T 18851.1 的规定进行渗透检查。

7.4.2 盘体内部质量采用超声波探伤，按照 GB/T 7233.1、GB/T 6519 的规定进行；如需进行 X 射线检测，X 射线检测按 GB/T 35388 的规定执行。

7.5 外观检查

采用目视和相应精度的量具检查。

7.6 针孔度检查

针孔度检查按JB/T 7946.3的规定执行。

7.7 表面粗糙度测量

粗糙度测量方法按照GB/T 10610规定执行，粗糙度标准按照GB/T 1031的规定执行。

7.8 残余不平衡值试验

制动盘应在动平衡机上进行试验，轮装制动盘盘体残余不平衡值的修正部位见图2。应采用冷加工去除材料的方法进行修正。

单位为毫米

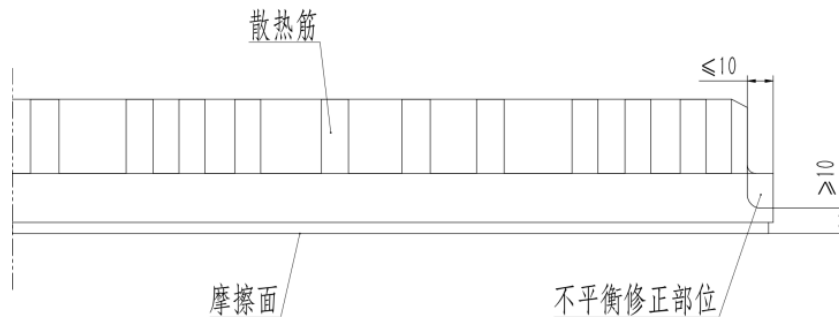


图2 轮装制动盘盘体不平衡修正部位示意图

7.9 盘体重量

盘体重量用称量法确定，称量器具精度不低于100g。

7.10 表面耐腐蚀性

盘体中性盐雾试验按照GB/T 10125的规定执行，盘体评级按照GB/T 6461的规定执行。

7.11 制动动力和疲劳试验

7.11.1 1:1 制动动力试验及疲劳试验应在专用试验台上进行。

7.11.2 试验程序及方法按照附录 B 执行。

8 检验规则

8.1 检验项目

8.1.1 型式试验

8.1.1.1 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) 批量生产的产品实施重大技术改造，其性能、结构、材料等有较大改变时；
- d) 停产三年以上恢复生产时；
- e) 已定型产品转厂生产时。

8.1.1.2 型式试验应按照表 3 进行。

表3 试验项目

序号	试验项目		型式试验	例行试验	技术要求	试验方法
1	增强相含量		√	√	6.1.1	7.1
2	力学性能		√	√	6.1.2	7.2
3	尺寸检查		√	√	6.2	7.3
4	无损检测	盘体渗透	√	√	6.3	7.4.1
		盘体超声	√	√		7.4.2
5	盘体外观检查		√	√	6.4	7.5

表 3 试验项目 (续)

6	针孔度	√	√	6.4.7	7.6
7	表面粗糙度	√	√	6.6	7.7
8	残余不平衡值	√	√	6.8	7.8
9	重量检验	√	√	6.9	7.9
10	1:1制动动力试验	√	—	6.11	7.11
11	疲劳试验 ^a	√	—	6.11	7.11

^a只有在新开发产品定型时进行疲劳试验。

8.1.2 例行试验

例行试验依照表3进行。

8.2 检验规则及判定

8.2.1 盘体检验批确定：以同一批次混料为一检验批。

8.2.2 制造商应提供同批次相同状态力学性能试样 3 根，盘体试样应取自实物本体。

8.2.3 同一批次的盘体，应做一个拉伸试验，当测试结果符合规定时，该批次盘体的拉伸性能合格。

若拉伸性能不合格时，允许加倍复试，复试不合格时应重新热处理，热处理重复次数不应超过两次。

8.2.4 拉伸试验后，发现最样有缺陷，应取同一检验批的另一根试样重新试验。拉伸试验中，若抗拉强度和规定塑性延伸强度均合格断后伸长率或断面收缩率不合格，虽然断口未见缺陷，只要出现下列情况之一时，可重新试验：

- a) 试样断在标距以外；
- b) 试样断口的任何部位与其邻近标距的距离小于 6 mm；
- c) 试样沿着其纵轴线方向呈 45° 角剪断。

8.2.5 同一检验批的盘体，应做布氏硬度试验，试样可取自同炉试棒或实物本体。若布氏硬度不合格时，允许加倍复试，复试不合格时允许重新热处理，热处理重复次数不应超过两次。

8.2.6 同一批次的盘体，应做针孔度检查。试样应从盘体上截取实物试样，针孔度应合格。

8.2.7 在试样不足情况下，可从盘体上截取实物试样进行试验。盘体取样方式见图 3。

单位为毫米

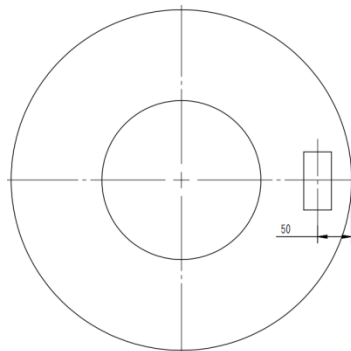


图 3 试样取样方式示意图

8.2.8 外观、关键尺寸及残余不平衡值应进行逐件检验，检验结果应符合要求。

9 标志、包装、运输与贮存

9.1 标志

9.1.1 制动盘磨耗到限标志应符合 6.5 的规定。

9.1.2 在制动盘的适当部位应模压出或刻打制造商代号、生产日期及产品编号或批次号、模具编号等永久性标志，字体应清晰，具有可追溯性。

9.1.3 残余不平衡值刻打在制动盘外圆面相应不平衡所在位置。

9.2 包装

9.2.1 制动盘包装应做防水、防潮处理。

9.2.2 包装时盘与盘之间应有隔离措施，以防磕碰。

9.2.3 单件制动盘成品的包装应加以有效保护，防止机械损伤。

9.2.4 应有产品合格证，内容包括：

- a) 制造商名称或代号；
- b) 产品名称及型号；
- c) 本批数量；
- d) 产品批次或生产日期；
- e) 检验人员印章。

9.3 运输与贮存

9.3.1 运输和装卸时应避免制动盘磕碰。

9.3.2 制动盘应贮存在干燥、清洁场所，不应露天存放，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 1 m 以上。

附录 A

(规范性)

溶解性测量铝基复合材料中增强相含量的测试方法

样品应取自混合后的复合材料粉体或盘体，每批次取4个样分别进行测试，测试结果均应满足6.1.1的要求，且4个样最大及最小值之间差距不得超过5 wt. %。

A.1 本方法采用酸性溶液溶解铝基复合材料，通过过滤得到其中未被酸性溶液溶解的增强相，通过干燥后称量所得到增强相的质量，从而计算出复合材料中增强相的质量百分比。

A.2 试验方法

a) 试验试剂及器材

- 1) 试剂：盐酸（分析纯）、20%盐酸溶液（质量分数）、氢氟酸（分析纯）、过氧化氢（分析纯）、蒸馏水；
- 2) 器材：钢锯、烧杯、玻璃棒、平板加热炉、定量滤纸、漏斗、马弗炉、陶瓷坩埚、干燥器、天平（读数精度 0.0001 g）。

b) 试验方法

- 1) 取颗粒增强铝合金复合材料样品约 2 g，称取样品精确质量 m_1 。
- 2) 将样品置于烧杯中，将 60 mL 20%盐酸溶液缓慢的分多次加入烧杯中（注意反应不能过于剧烈，防止溶液沸腾飞出烧杯），剧烈反应停止后滴加氢氟酸至完全溶解，剧烈反应停止后滴加过氧化氢至溶液澄清，缓慢加热样品至煮沸，冷却至室温。
- 3) 使用定量滤纸过滤混合液，蒸馏水充分洗涤沉淀。
- 4) 将陶瓷坩埚洗净置于马弗炉 950 °C 灼烧恒重（2 次差值不超过 0.3 mg），放入干燥器中冷却至室温后称取质量 m_2 。
- 5) 把沉淀和滤纸放入恒重后的坩埚中，在马弗炉内 500 °C 灰化 30 min，再 900 °C 灼烧 3.5 h。冷却至 300 °C 取出坩埚，放入干燥器中冷却至室温，称重，重复灼烧至恒重得 m_3 。

A.3 数据计算

根据称量到的数据可用计算出增强相在复合材料中的质量分数：

$$\text{增强相质量分数} = \frac{m_3 - m_2}{m_1} * 100\%$$

附录 B
(规范性)

1:1 制动动力试验及疲劳试验程序

B.1 适用于运营速度不大于 120 km/h、轴重不大于 17 t 的城市轨道交通车辆制动盘，1:1 制动动力试验及疲劳试验程序见表 B.1。其它速度等级、轴重及其它规格制动盘试验程序可参考本程序制定。

表 B.1 1:1 制动动力试验及疲劳试验程序

制动序次	制动盘直径	匹配闸片类型	轮径	盘载荷	制动盘摩擦半径
	φ 640 mm	合成闸片	φ 840 mm	8.5 t	247 mm
	速度 km/h	双侧闸片 压力之和 F _b kN	初始 温度 ℃	备 注	
R1 to Rx	50	19	20~100	对闸片进行x次（最少10次）磨合制动，使接触面积至少达到85%。	
1	60	58	50~60	在间隔冷却后，进行干燥条件下的停车制动。	
2	80				
3	100				
4	120				
5	135				
6	120				
7	100				
8	80				
9	60				
10	60	48	50~60	在间隔冷却后，进行干燥条件下的停车制动。	
11	80				
12	100				
13	120				
14	135				
15	120				
16	100				
17	80				
18	60				

表B.1 1:1 制动动力试验及疲劳试验程序（续）

制动序次	制动盘直径	匹配闸片类型	轮径	盘载荷	制动盘摩擦半径
	φ 640 mm	合成闸片	φ 840 mm	8.5 t	247 mm
	速度 Km/h	双侧闸片压力 之和 F_b kN	初始温 度 ℃	备注	
19	60	29	50~60	在间隔冷却后，进行干燥条件下的停车制动。	
20	80				
21	100				
22	120				
23	135				
24	120				
25	100				
26	80				
27	60				
28~57	110	48	50~60	首先连续制动 30 闸，制动间隔时间为 180 s（其中包括 30 s 站停时间，站停后以 0.5 m/s ² 加速到目标速度）；第 57 次制动停车之后冷却 120 s 开始第 58 次试验；然后再连续制动 30 闸，制动间隔时间为 180 s（其中包括 30 s 站停时间，站停后以 0.5 m/s ² 加速到目标速度）。	
58~87	110	48	/		
88	50	/	50~60	制动功率 25 kw，连续制动 20 min，连续制动之后立即进行第 89 次停车制动。	
89	50	58	/		
90	80	58	50~60	在间隔冷却后，进行干燥条件下的停车制动。	
91	80				
92	80				
93	80				
94	80				
95	100	58	50~60	在第 95 闸结束后停 2 min，然后以 0.5 m/s ² 加速到目标速度后，立即制动。	
96	100	58	/		

表B.1 1:1 制动动力试验及疲劳试验程序（续）

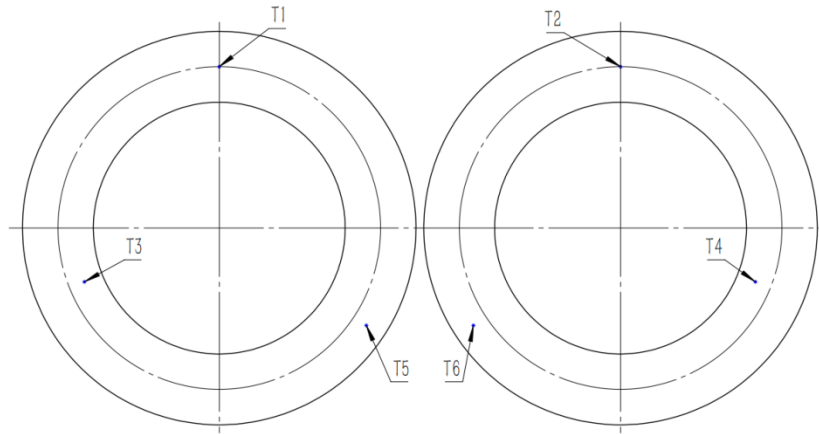
制动序次	制动盘直径	匹配闸片类型	轮径	盘载荷	制动盘摩擦半径
	φ 640 mm	合成闸片	φ 840 mm	8.5 t	247 mm
	速度 Km/h	双侧闸片压力之和 F _g kN	初始温度 ℃	备注	
97	120	58	50~60	在第 97 闸结束后停 2 min，然后以 0.5 m/s ² 加速到目标速度后，立即制动。	
98	120	58	/		
99	135	58	50~60	在第 99 闸结束后停 2 min，然后以 0.5 m/s ² 加速到目标速度后，立即制动。	
100	135	58	/		
以上试验内容为 1:1 制动动力试验程序，试验结束后检查制动盘摩擦面及紧固件状态。					
101	120	58	50~60	进行干燥条件下的停车制动。	
102~111	100	48	50~60	在间隔冷却后，进行干燥条件下的停车制动。	
112~1002	/	/	/	疲劳试验（含 1:1 制动动力试验程序）。重复制动次序 101~111 试验 82 次。 共计 1002 次制动试验。 试验结束后检查制动盘摩擦面及紧固件状态。	
注：制动响应时间（2±0.2）s。					

B.2 试验台转速和通风条件应按照表B.2 执行。

表 B.2 试验台转速和通风条件

分类	试验台转速 (km/h)	冷却空气速度 (km/h)
制动期间	v	v/2
(2次) 制动之间	60	60

B.3 制动盘温度测试方法为：在盘体两摩擦面（距表面 1mm 深处）对称布置 6 个温度测点，每面 3 个温度测点；3 个温度测点应分别间隔 120°，其中一个温度测点应位于盘体摩擦面平均半径处，另外两个温度测点应分别位于距离平均半径 40 mm 的两侧，示意图参见图B.1，试验过程中有效温度测点数量不低于 4 个。热电偶安装孔在两个散热筋之间。



图B.1 制动盘温度测点位置示意图

B.4 试验前记录试验日期、实验舱温度、湿度、轴重。试验时应记录操作序号、制动初速度、闸片压力、实际制动时间、实际制动距离、瞬时摩擦系数、制动过程中的最高瞬时温度值及平均温度。同时记录试验过程中制动盘摩擦面有无裂纹等缺陷。

B.5 程序中规定的双侧闸片压力 $F_{B程序}$ 基于制动盘摩擦半径247mm以及轮径840mm得出。对于其他尺寸的制动盘和车轮，双侧闸片压力 F_B 可参照下列公式计算得出：

$$F_B = F_{B程序} * (\text{轮径}/840) * (247/\text{摩擦半径})$$

参 考 文 献

- [1] T/CAMET 04004.6-2008 城市轨道交通车辆制动系统 第6部分：制动盘技术规范
- [2] TB/T 2980-2014 机车车辆用制动盘
- [3] GB/T 41737 铝基复合材料碳化硅体积分数试验方法 溶解法