ICS 77.040.99
CCS H 12

YS

中华人民共和国有色金属行业标准

YS/T XXX—××××

轨道交通车辆用铝合金腐蚀疲劳试验方法

Test method for corrosion fatigue of aluminium alloy for railway vehicles

(送审稿)

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。

××××-××-××发布　　××××-××-××实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

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。

本文件由全国有色金属标准化技术委员会（SAC/TC243）提出并归口。

本文件起草单位:中车青岛四方机车车辆股份有限公司、龙口市丛林铝材有限公司、西南交通大学、有色金属技术经济研究院有限公司、中国兵器工业第五二研究所烟台分所有限责任公司、洛阳船舶材料研究所（中国船舶集团有限公司第七二五研究所）、国标（北京）检验认证有限公司、中铝（山东）轻合金股份有限公司、中车长春轨道客车股份有限公司、中车南京浦镇车辆有限公司、国家高速列车青岛技术创新中心、广东南奥交通设备有限公司、山东南山铝业股份有限公司。

本文件主要起草人：陈大伟、杨廷志、王琪、孙晓红、谷柳、张祥杰、于壮壮、吴泽鹏、宁文磊、王涛、靳军军、李忠文、李本怀、王潇雨、王建军、臧晨阳、汤洪藻、王兆斌。

轨道交通车辆用铝合金腐蚀疲劳试验方法

1 范围

本文件描述了轨道交通车辆用铝合金腐蚀疲劳试验方法。

本文件适用于轨道交通车辆用铝合金板带材、型材及其焊接接头腐蚀疲劳试验。

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 3075 金属材料 疲劳试验 轴向力控制方法

GB/T 3195-2023 铝及铝合金拉（轧）制圆线材

GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法

GB/T 16865 变形铝、镁及其合金加工制品拉伸试验用试样

GB/T 20120.1 金属和合金的腐蚀 腐蚀疲劳试验 第 1 部分：循环失效试验

GB/T 37616 铝合金挤压型材轴向力控制疲劳试验方法

3 术语和定义

GB/T 20120.1界定的术语和定义适用于本文件。

4 原理

在50℃、3.5%氯化钠溶液中，交变应力条件下，采用试验机对铝合金试样进行半浸疲劳试验，测定在不同应力水平下的循环次数，获取应力载荷与循环次数之间的关系，评估其腐蚀疲劳性能。

5 试剂

除非另有说明，仅使用确定为分析纯的试剂和GB/T 6682规定的二级水。

腐蚀介质：将3.5g±0.1g氯化钠溶解于96.5mL水中（此氯化钠溶液的质量分数为3.5%），用氢氧化钠溶液（50g/L）或盐酸（1+1）调节溶液pH值至6.4~7.2。

6 仪器设备

6.1 试验机，符合 GB/T 3075 的要求。

6.2 环境箱，具有循环、恒温控制等功能，能对腐蚀介质的成分、浓度、温度、流速等因素进行控制，腐蚀介质温度在（50±1）℃范围内，其他功能应符合GB/T 20120.1的要求。

7 试样

7.1 取样

7.1.1 根据产品标准规定、试验目的和使用要求确定试样尺寸、取样数量和取样位置。若无上述要求应根据型材服役状态、挤压截面硬度分布和融合口等具体情况确定取样位置，原则上应在疲劳强度较低和暴露在腐蚀环境中的位置取样。

7.1.2 板材垂直于轧制方向取样，型材垂直于挤压方向取样，若型材产品宽度不满足试样尺寸要求或为变截面，可切取纵向试样。焊接试样应垂直于焊缝取样，焊缝处于试样的中心位置。

7.1.3 产品厚度不小于 20mm 时，宜制备为圆棒试样；产品厚度小于 20mm 时，宜制备为矩形试样。若型材或铝板的壁厚不超过试样厚度时应采用原板厚试样，保留上下原始表面；若壁厚不一致或带加强筋，试样宜保留 1 个原始表面；若型材、板材表面粗糙度不满足要求，可进行~~双面~~打磨。

7.2 制样

7.2.1 试样尺寸

试样类别及尺寸要求应符合表1规定。

表1 试样类别及尺寸要求

试样类别	试样尺寸要求
圆棒试样	应符合GB/T 37616规定
矩形试样	应符合GB/T 37616规定。当产品尺寸不满足试样尺寸要求时，可适当减少圆弧半径，使均匀过渡的倒角半径为工作段宽度的7倍及以上。

7.2.2 试样数量

产品通过性试验，每批次至少取3个试样；*S-N*曲线试验，每批次至少取15个试样；中值疲劳极限试验，每批次至少取15个试样。

7.2.3 试样制备

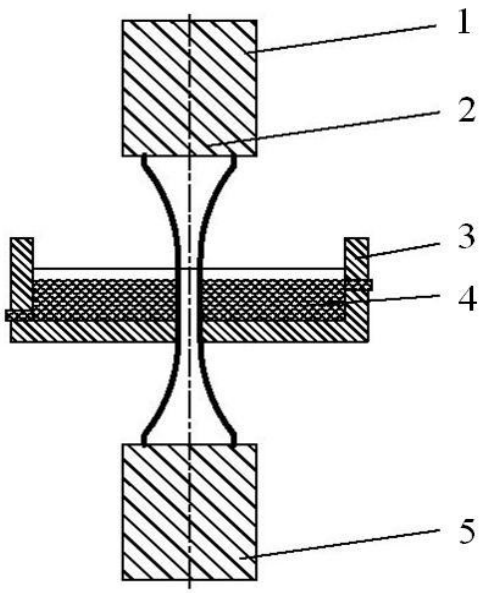
7.2.3.1 铝合金焊接试板应按照GB/T 3195-2023附录B的规定制备，试样加工按照GB/T 16865规定进行。

7.2.3.2 其他试样制备按照GB/T 16865规定进行。

8 试验步骤

8.1 试验前试样外观检查、测量及试样装夹按照 GB/T 37616 执行。

将腐蚀介质注入环境箱，使其液面高度保持在试样平行段的 1/2 处，设定溶液温度为 50℃，开启循环装置。



标引序号说明：

1—上夹具；

2—试样；

3—环境箱；

4—腐蚀介质；

5—夹具。

图1 环境箱与试样安装示意图

8.2 根据试验目的或者试验要求设定应力比、最大应力和循环次数。通过性试验由供需双方协商最大应力级，推荐应力比 0.1、循环次数 1×10^6；中值疲劳极限及 *S-N* 曲线的获取，5×××、6×××系铝合金推荐应力比 0.1、循环次数 1×10^6，初始最大应力为 160MPa，7×××系铝合金的试验参数由供需双方协商。波形宜选用正弦波，频率宜为 3Hz～5Hz，试验频率不应与试样固有频率相近。

8.3 试验应持续到试样失效或者达到试验前预先设置循环次数，试验后记录平均应力、波形、应力幅、应力比、试验频率、循环次数等信息。

8.4 取下试样，观察破坏位置，若需进行断口分析，保护断口，防止断口氧化、磕碰等。

9 试验结果

9.1 根据试样断裂位置判断试验数据有效性，若试样断裂位置为过渡圆弧、夹持端或平行段与过渡圆弧交界处，判定试验无效；试验循环次数需达到 5×10^4 次。

9.2 通过性试验要求所有试样通过 1×10^6 次；采用升降法求得中值疲劳极限、条件疲劳极限；*S-N* 曲线采用疲劳寿命次数 *N* 或者取对数 lg*N* 为横坐标，最大应力水平 S_{max} 或者 lgS_{max} 为纵坐标，采用回归分析的方法进行 *S-N* 曲线图的绘制。

10 试验报告

试验报告应包括以下内容：

a）试验材料的牌号、状态、炉号、批号、尺寸规格等；

b）试样类型、试样编号等；

c）试验参数，包括控制方式、平均应力、应力幅、应力比、试验频率、载荷波形、疲劳寿命或者试验终止时的循环次数、持续时间、腐蚀介质温度等；

d）试验结果，包括固定应力级下的循环次数、中值疲劳极限、条件疲劳极限、S-N曲线图等；试样断裂位置；

e）本文件编号；

f）试验过程中的异常情况；

g）试验日期；

h）试验人员。