团体标准《金属薄板边部裂纹敏感性试验方法》编制说明

一、工作简况

1.任务来源

本项目是依据中国金属学会金字[2019] 094号文“关于征集2019年钢材深加工及应用服役领域团体标准项目的通知”下达的项目计划，项目计划号为CSM3-2020，项目名称为“金属薄板边部裂纹敏感性试验方法”。本项目是制定项目。主要起草单位:首钢集团有限公司、泛亚汽车技术中心有限公司、……，计划完成时间为2021年。

2.主要工作过程

**起草(草案、调研)阶段:** 2020年2月首钢集团有限公司牵头成立了标准编制工作组，负责主要起草工作。工作组对国内外边部裂纹敏感性试验方法和技术现状与发展情况进行全面调研，结合实际应用经验，创造性提出一种检测边部裂纹敏感性的试验方法，在此基础上编制出《金属薄板边部裂纹敏感性试验方法》标准草案初稿。经工作组及有关专家研讨后，对标准草案初稿进行了认真的修改，于2021年4月形成了标准征求意见稿及其编制说明等相关附件，报中国金属学会钢材深加工及应用服役标准化委员会秘书处。

3.主要参加单位和工作组成员及其所做的工作

本标准由首钢集团有限公司、泛亚汽车技术中心有限公司、……共同起草。

主要成员: 韩赟、王崇学、唐牧、叶又、陈佳捷、……。

所做的工作:唐牧、王崇学主持全面协调工作，负责对各阶段标准的审核以及对各方面的意见及建议进行归纳、整理；韩赟为本标准主要执笔人，负责本标准的具体起草与编制以及国内外相关技术和资料的收集、分析；叶又、陈佳捷采用试验方法进行检测并分析试验结果并对试验方法进行总结和归纳。

二、标准编制原则

本标准在制定过程中，遵循“面向市场、服务产业、自主制定、适时推出、及时修订、不断完善”的原则，注重标准修订与技术创新、试验验证、应用推广相结合，本着先进性、科学性、合理性和可操作性以及标准的目标、统一性、协调性、适用性、一致性和规范性的原则来进行本标准的制定/修订工作。

本标准在起草过程中主要按GB/T 1. 1-2009《标准化工作导则第1部分:标准的结构和编写规则》的要求编写。在确定本标准主要技术指标时，综合考虑生产企业的能力和用户的利益，寻求最大的经济、社会效益，充分体现了标准在技术上的先进性和合理性。

三、主要内容说明

本标准项目涉及金属薄板成形性能与试验方法，属于金属薄板成形试验方法的一种。目前中国国家标准GB/T15825-2008《金属薄板成形性能与试验方法》主要涉及通用试验规程、拉伸与拉伸载荷、扩孔、弯曲、锥杯、凸耳、成形极限图等成形标准，对成形过程中金属薄板的边部裂纹敏感性缺乏有效的评价方式。

金属薄板边部裂纹敏感性试验方法是一种检测金属薄板成形性能的试验方法，通过施加作用力使试样产生胀形变形、形成凸包，动态检测试样成形过程中边部及中间位置主应变的变化；通过比较边部和中间位置主应变的大小，对材料的边部裂纹敏感性进行评价。边部裂纹敏感性试验方法具有如下特点：

a：采用GOM-ARAMIS在线动态应变分析系统试样成形过程中的主应变进行观察，提高了应变检测的实时性和准确性。

b：可以反应真实冲压过程中胀形开裂和边部开裂的竞争关系，从而更好的预估材料在切边模式下的开裂风险。

随着高强钢和先进高强钢的进一步推广应用，高强钢边部开裂问题层出不穷，成为困扰生产厂家和汽车生产企业的巨大难题。边部裂纹敏感性试验方法和评价体系能够准确的评价材料的边部成形性能，为高强钢开发及优化和生产提供理论和应用指导，促进高强钢的应用推广。

（1）术语和定义

边部裂纹敏感性试验方法属于金属薄板成形试验方法，为便于用户了解其特征并合理使用，从材料在冲压过程中发生边部开裂的性质、不同位置主应变情况给出了增边部裂纹敏感性的定义。

（2）符号

边部裂纹敏感性试验采用的符号主要表征了了试验过程的参数。该试验采用刚性凸模对金属薄板进行胀形，因此存在压边力Fc，“F”代表“Force”；试样厚度用“t”表示，代表“thickness”。颈缩位置主应变、边裂位置主应变分别用“εn”“εe”表示，其中“n”代表“neck”，“e”代表“edge”。边部裂纹敏感性判据用“Secs”，其中“ecs”代表“edge cracking sensitivity”。

（3）试验原理

针对金属薄板在实际生产中的成形方式，借鉴GB/T 15825.8-2008《金属薄板成形性能与试验方法 第8部分：成形极限图（FLD ）测定指南》试验方法，采用刚性凸模对金属薄板进行胀形。采用DIC在线动态应变分析系统观察分析应变情况，当试样出现颈缩或破裂时立即停止试验。通过比较边部及中部位置的主应变大小，对材料的边部裂纹敏感性进行评价。

（4）试样准备

为保证试验结果的可重复性和稳定性，采用3-4组平行试样进行试验。为保证有充足的压边力，设计试样尺寸为中部稍窄、两端加宽哑铃状试样。为便于实验过程中对应变的捕捉，在试样表面喷涂散斑。

（5）模具

由于金属薄板在实际应用过程中加工成的零件各不相同，成形方式各种各样，因此对模具并不提出严格的限制。因此本部分不对试验模具的结构、形状、尺寸做具体规定。同时为保证试验的标准化，对采用的模具应按照GB/T 15825.2-2008中4.1的规定制备。

（6）实验条件

为模拟真实生产状态，同时降低试验对模具的损伤，推荐采用GB/T 15825.2-2008中第6章规定的1号或2号润滑剂作为液态润滑剂。考虑到实验过程中液态润滑剂会降低压边力，导致试样脱模，推荐使用不同厚度的聚乙烯（或聚氯乙烯、聚四氟乙烯）等薄膜作为固态润滑剂，增强压边力。

由于不同强度、不同厚度的薄板试样在试验过程中所需的压边力不同，无法给定统一的压边力，因此在试验过程中只要能够压牢试样不发生变形流动即可。

不同强度材料的延展性差异很大，以DP钢为例，DP590延伸率可达20%以上，而DP1180仅10%左右的延伸率，对延伸率大的材料可采用较快的试验速度，延伸率小的可以较小速度进行试验，因此本部分不对试验速度提出固定数值。但试验速度应遵循“不允许试验停机时对试样产生较大的惯性运动”的要求。

（7）实验装置和试验机

本试验标准属于金属薄板成形性能与试验方法的一部分，因此实验装置和试验机均应符合GB/T 15825.2-2008《金属薄板成形性能与试验方法 第2部分：通用试验规程》关于实验装置和试验机的要求，同时为保证试验结果的准确，对凸模与凹模、试样中心与凸模的定位提出明确规定。

（8）测量和计算

采用DIC在线动态应变分析系统对试样进行动态检测，能够有效的避免线离线测量时回弹造成的应变误差，提高了应变检测的实时性和准确性。材料的中间部位一般是形变最大的位置，同时成形过程中边部容易发生开裂，因此在中心和边部各选一个追踪点，对主次应变进行检测。通过GOM-ARAMIS自带软件进行分析获得主次应变的数值，最终通过边部裂纹敏感性判据来判定该材料有无边部裂纹敏感性。

（9）实验操作和步骤

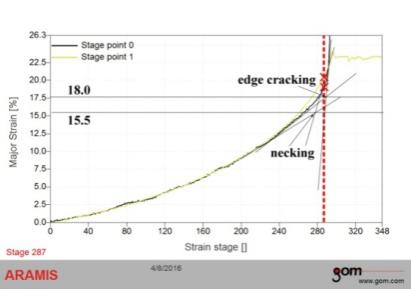
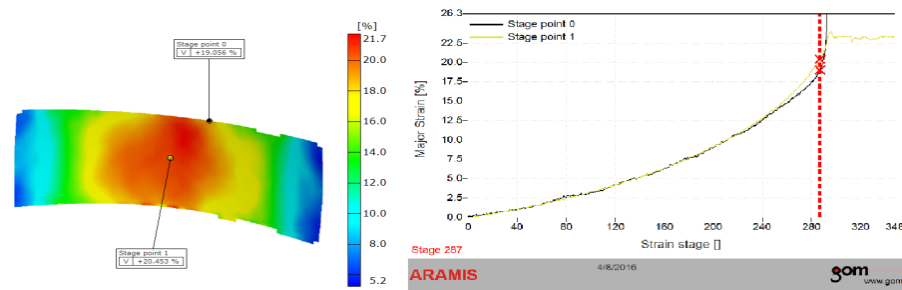
为保证试验结果的准确性和科重复性，应至少进行3次重复试验。为保证试验的规范，在具体操作过程中，对试样的放置、压边圈的使用以及停止试验的标准都进行了规定。

（10）试验报告

在实验结束后对试验情况进行充分记录，包括试验方法、试样的牌号、规格和状态、试样的厚度、环境温度、测量方法、试验测量结果、试验日期等条目。

四、主要试验(或验证)情况

本标准是根据用户使用需求，并结合我国首钢生产和使用经验而制订的。工作组通过对首钢生产的DP780和DP980进行检测，对边部裂纹敏感性试验方法进行了验证，见图1和表1所示 。



(a)

(b)

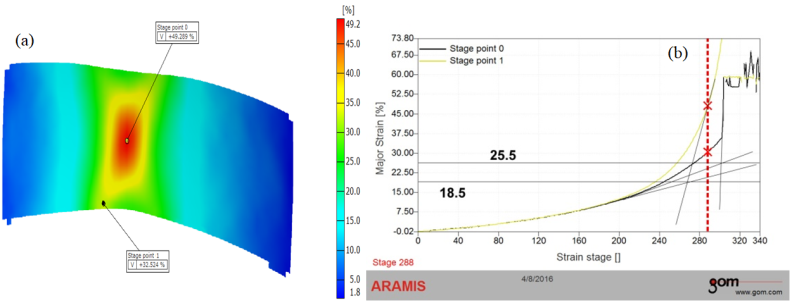
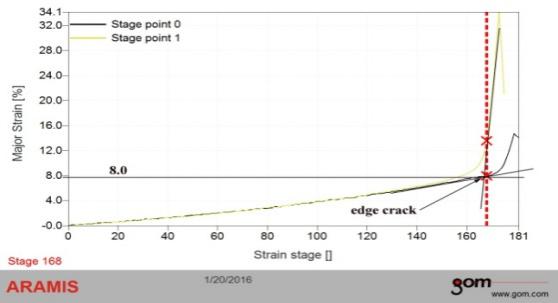
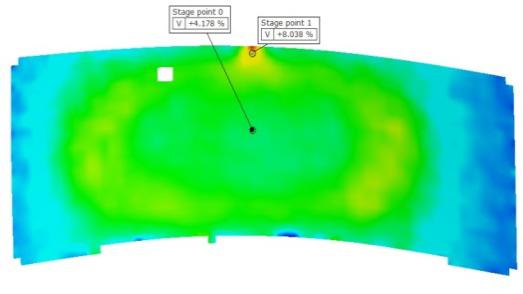


图1-1 两种DP780边部裂纹敏感性评价(a)DP780-1；(b)DP780-2



(b)

(a)

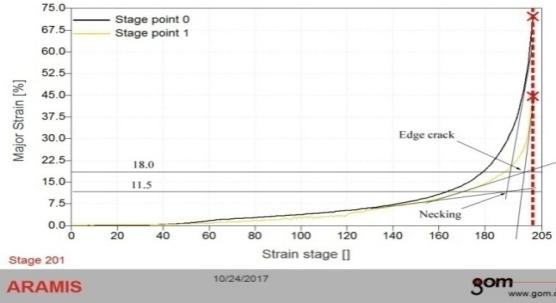
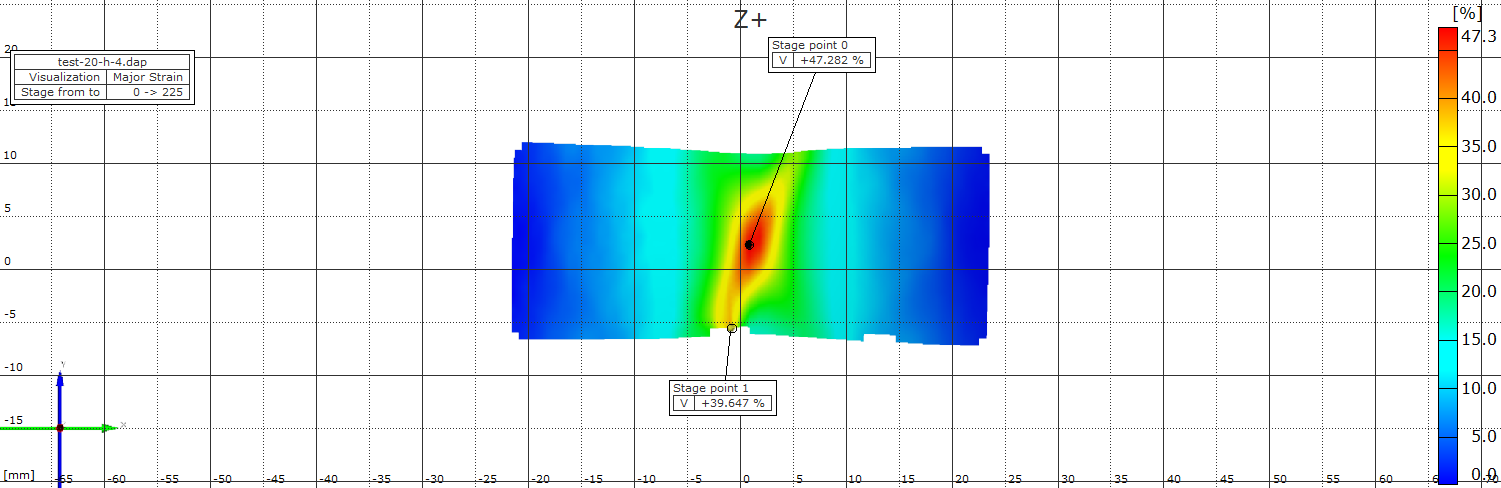


图1-2两种980MPa级别高强钢边部裂纹敏感性评价 (a)DP980-1；(b)DP980-2

表 1 高强钢边部裂纹性判据及敏感系数

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 钢种 | 屈强比 | εn | εe | Secs | 边部裂纹敏感性 |
| DP780-1 | 0.58 | ∞ | 0.08 | ∞ | 是 |
| DP780-1 | 0.58 | 0.155 | 0.18 | 0.86 | 否 |
| DP780-2 | 0.62 | 0.155 | 0.175 | 0.89 | 否 |
| DP780-2 | 0.62 | 0.185 | 0.255 | 0.73 | 否 |
| DP980-1 | 0.59 | ∞ | 0.08 | ∞ | 是 |
| DP980-1 | 0.59 | 0.135 | 0.16 | 0.84 | 否 |
| DP980-2 | 0.64 | 0.095 | 0.135 | 0.70 | 否 |
| DP980-2 | 0.64 | 0.105 | 0.155 | 0.68 | 否 |

通过对DP780和DP980边部裂纹敏感性进行检测可以发现，当Secs＞1时，材料具有边部裂纹敏感性；当Secs＜1时，材料不具有边部裂纹敏感性。总体而言，可证明本标准规定的检测方法和判定标准既先进合理，又切实可行。

五、标准中涉及专利的情况

本标准不涉及专利问题。

六、预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况

本标准于XXXX年首次发布。

本标准主要适用于0.6mm-2.5mm厚度的金属板、卷料。目前中国国家标准GB/T 15825-2008《金属薄板成形性能与试验方法》中所涉及到的试验方法已不能满足现有用户要求，宝马、奔驰等高端用户已经开始关注高强钢的边部裂纹敏感性，并向国内钢企提出性能检测需求。随着汽车轻量化的发展，高强钢的使用比例和范围逐渐增大，国内汽车行业也将逐渐对该性能检测提出要求，本标准将为国内汽车板生产厂家和汽车厂家提供边部裂纹敏感性的检测标准，有助于国内汽车板材在高端用户的推广使用，同时促进国内汽车厂家选材的高标准化，促进汽车行业的高质量发展。

七、与国际、国外对比情况

国外尚无边部裂纹敏感性评价的标准。

八、在标准体系中的位置，与现行相关法律、法规、规章及标准，特别是强制性标准的协调性

本标准与现行相关法律、法规、规章及相关标准协调一致。

九、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

十、标准性质的建议说明

建议本标准的性质为推荐性国家标准。

十一、贯彻标准的要求和措施建议

一般情况下，建议本标准批准发布6个月后实施。

十二、废止或代替现行相关标准的建议

无。

十三、其他应予说明的事项

无。

《金属薄板边部裂纹敏感性试验方法》

标准编制工作组

2021年4月30日