

团 体 标 准

T/CSAE xx—20xx

汽车覆盖件用细晶高强各向同性钢技术规范

Technical specification of fine-grain high-strength isotropic steel
for automobile panel

(征求意见稿)

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。

20xx-xx-xx 发布

20xx-xx-xx 实施

中国汽车工程学会 发布

目 次

目 次..... I

前 言..... II

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 要求..... 2

5 检验方法..... 5

6 检验规则..... 6

7 标志、包装、运输及质量证明书..... 7

附录 A（资料性）牌号命名规则..... 8

附录 B（资料性）UF 钢板及钢带微观组织..... 9

附录 C（资料性）表面波纹度..... 10

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。

本文件由汽车轻量化技术创新战略联盟提出。

本文件由中国汽车工程学会标准化工作委员会归口。

本文件起草单位：北京首钢股份有限公司、中信金属股份有限公司、中国汽车工程研究院股份有限公司、长城汽车股份有限公司、浙江吉利控股集团有限公司、重庆长安汽车股份有限公司、一汽大众汽车有限公司、中国第一汽车集团有限公司、北京汽车股份有限公司、奇瑞汽车股份有限公司、中国重型汽车集团有限公司、东风本田汽车有限公司、重庆赛力斯新能源汽车设计院有限公司、重庆数元道科技有限公司、小米汽车科技有限公司、一汽解放汽车有限公司、蔚来汽车科技（安徽）有限公司。

本文件主要起草人：关建东、路洪洲、张钧萍、金磊、尉冬、王明哲、李奕、龚坚、冉浩、蒯振、秦永瑞、张泽、代晓旭、曹广祥、肖超、蒋磊、周佳、周海、赵岩、程天杰、张兴孟、黄波、王学双、刘鹏鹏、邵伟彬、赵伟奇、肖勇、梁宾。

汽车覆盖件用细晶高强各向同性钢技术规范

1 范围

本文件规定了汽车覆盖件用细晶高强各向同性钢钢板及钢带的要求、检验方法、检验规则、标志、包装、运输和质量证明书。

本标准适用于厚度为0.50mm~2.00mm的汽车覆盖件用细晶各向同性高强冷轧和连续热镀锌、锌铁合金镀层钢板及钢带(以下简称“钢板及钢带”)。

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，标注日期的引用文件，仅该日期对应版本适用于本文件；不注日期引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 222 钢的成品化学成分允许偏差

GB/T 223 钢铁及合金化学分析方法(相关部分)

GB/T 228.1-2021 金属材料 拉伸试验 第1部分:室温试验方法

GB/T 247 钢板和钢带检验、包装、标志及质量证明书的一般规定

GB/T 708 冷轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差

GB/T 1839 钢产品镀锌层质量试验方法

GB/T 2523 冷轧金属薄板(带)表面粗糙度和峰值数的测量方法

GB/T 2975 钢及钢产品力学性能试验取样位置及试样制备

GB/T 4336 碳素钢和中低合金钢 多元素含量的测定 火花放电原子发射光谱法（常规法）

GB/T 4780-2020 汽车车身术语

GB/T 5027 金属材料 薄板和薄带 塑性应变比（r值）的测定

GB/T 5028 金属材料 薄板和薄带 拉伸应变硬化指数（n值）的测定

GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

GB/T 13298 金属显微组织检验方法

GB/T 20066 钢和铁 化学成分测定用试样的取样和制样方法

GB/T 34477-2017 金属材料 薄板和薄带 抗凹性能试验方法

T/CSAE 48-2016 汽车用薄钢板表面波纹理度试验方法

3 术语和定义

GB/T 4780-2020 界定的及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

奥斯瓦尔德熟化效应 Ostwald Ripening Effect

在一定热力学条件下由于晶界相对较高的化学位能和应变能使其附近的第二相粒子聚集的现象。

3.2

晶界无析出物沉淀区 Precipitation Free Zone (PFZ)

由于奥斯瓦尔德熟化效应而在晶界附近形成的析出物稀疏区。

3.3

细晶高强各向同性钢 Fine-grain High-strength Isotropic Steel

通过细化晶粒、均匀化微观组织及析出物的特殊控制在晶界附近形成无析出物区 (PFZ)，实现强塑性的最佳匹配的钢。

注：细晶高强各向同性钢命名为UF钢，是Uni-FISH的简称。

4 要求

4.1 牌号及技术要求

钢板及钢带牌号与用途分类见表1和附录A。各牌号的化学成分、力学性能应符合表2和表3的规定。需要选择涂层或非涂层板时，由供需双方协商确定，并在供货单（合同）中注明。

表1 牌号与用途

牌号		类别	用途
钢种标识 ^a	镀层种类标识		
UF300、UF340、UF390、UF440	无	冷轧	汽车外覆盖件
UF300D、UF340D、UF390D、UF440D	+Z	热镀锌	
	+ZF	合金化镀锌	
	+ZM	锌铝镁镀层	

^a牌号中数字代表规定最小抗拉强度；D代表热镀状态。

表2 化学成分

牌号	化学成分（质量百分数，%）						
	C≤	Si≤	Mn≤	P≤	S≤	Nb≤	N≤
UF300、UF300D	0.004	0.20	0.2	0.03	0.015	0.06	0.0035
UF340、UF340D	0.006	0.20	0.3	0.05	0.015	0.08	0.0035
UF390、UF390D	0.008	0.25	0.8	0.08	0.015	0.10	0.0035
UF440、UF440D	0.01	0.30	1.0	0.1	0.015	0.15	0.0035

表3 力学性能

牌 号	力学性能 ^a							公称厚度(mm)的 r _{90/15} 值 ^c (≥)		n ₄₋₆ ≥	△r ≤
	屈服强度 MPa ^b	抗拉强度 R _m MPa	公称厚度下的断后伸长率 (≥)								
			A _{80mm} %					≤2.0	2.0~2.5	0.30~0.50	0.2
			0.30~0.50	0.50~0.70	0.70~1.0	1.0~1.6	≥1.6				
UF300、UF300D	140~190	300~360	34	36	38	39	40	2.0	1.8	0.21	0.2
UF340、UF340D	180~250	340~420	30	32	34	35	36	1.8	1.6	0.20	0.2
UF390、UF390D	220~300	390~450	28	30	31	32	33	1.6	1.4	0.19	0.2
UF440、UF440D	250~330	440~500	26	28	29	30	31	1.4	1.2	0.18	0.2

^a 试样采用 GB/T 228.1 表 E.2 中 P6 试样(L₀=80mm,b₀=20mm),试样取样方向为横向。

^b 拉伸曲线无明显屈服现象时应采用 R_{p0.2},否则采用 R_{eL}。当厚度为>0.70mm 时,屈服强度上限值可增加 20 MPa;当厚度≤0.50mm 时,屈服强度上限值可增加 40MPa。

^c r_{90/15} 值的要求仅适用于厚度≥0.50mm 的产品。当最大力总伸长率小于 15%时，按最大力总延伸率结束时的应变点计算。

^d 当镀层种类为 Z 时，断后伸长率最小值可比表中规定值减小 1%，当镀层为 ZF 时断后伸长率最小值可比表中规定值减小 2%。

4.2 表面

钢板及钢带表面质量、镀层种类、表面结构、表面处理分类和代号见表4。

表4 分类和代号

分类项目	类别		代号
表面质量	较高级的精整表面		FB(O3)
	高级的精整表面		FC(O4)
	超高级的精整表面		FD(O5)
表面结构 (粗糙度)	光亮		b
	半光亮 / 光面		g / B
	正常 / 麻面		m / D
	粗糙		r
镀层种类	纯锌镀层		Z
	锌铁合金镀层		ZF
	锌铝镁镀层		ZM
表面结构 (镀层)	纯锌镀层(Z)	无锌花	F
	锌铁合金镀层(ZF)	锌铁合金	R
表面处理	铬酸钝化		C
	三价铬钝化		C3
	无铬钝化		CN
	涂油		O
	铬酸钝化+涂油		CO
	三价铬钝化+涂油		CO3
	无铬钝化+涂油		CON
	自润滑		SZR
	自润滑+涂油		SZRO
	预磷化		P
	预磷化+涂油		PO
	不处理		U

钢板及钢带表面结构类别特征应满足表5规定的要求，如需方对粗糙度有特殊要求，应在订货时协商。

表5 表面结构类别特征

表面结构	代号	平均粗糙度 $R_a/\mu\text{m}$	波纹度 ^a $W_{sa1-5}/\mu\text{m}$	峰值密度 ^b $R_{pc}/\text{1/cm}$
半光亮 / 光面	g / B	$R_a \leq 0.9$	--	--
正常 / 麻面	m / D	$0.6 < R_a \leq 1.9$	≤ 0.30	≥ 70
粗糙	r	$R_a > 1.6$	--	--

^a波纹度检测方向为轧向，不同应变条件下的波纹度示例见附录C；
^b峰值密度检测数据适用于厚度尺寸在0.5~2.0mm范围内。

4.3 微观组织

钢板及钢带微观组织应为铁素体组织，晶粒细小均匀，平均晶粒尺寸小于25 μm ，在晶界附近存在PFZ区（见附录B），PFZ区的宽度通常在0.1 μm ~1.0 μm 范围内。

4.4 表面质量

冷轧钢板及钢带表面不应有结疤、裂纹、夹杂等对使用有害的缺陷，钢板及钢带不应有分层；热镀层钢板及钢带表面不应有漏镀、镀层脱落和肉眼可见裂纹等影响用户使用的缺陷。不切边钢板及钢带边部可存在微小锌层裂纹和白边。钢板及钢带的表面质量级别特征如表6所述。对于钢带，可带缺陷交货，但有缺陷部分不应超过每卷总长度的5%。

表 6 表面质量级别特征

产品类别	表面质量级别	代号	特征
冷轧产品	较高级的精整表面	FB(O3)	表面允许有少量不影响成形性及涂、镀附着力的缺陷,如轻微的划伤、压痕、麻点、辊印 及氧化色等。
	高级的精整表面	FC(O4)	产品两面中较好的一面无肉眼可见的明显缺欠,另一面应至少达到 FB 的要求。
	超高级的精整表面	FD(O5)	产品两面中较好的一面不应有影响涂漆或电镀后外观质量的缺欠,另一面应至少达到 FB 的要求。
热镀层产品	较高级的精整表面	FB(O3)	表面允许有少量不影响成形性的缺陷,如轻微的划伤、压痕、麻点、辊印 及氧化色等。
	高级的精整表面	FC(O4)	较好的一面不得有腐蚀点,但在小范围内允许存在轻微压痕、划伤、锌流波痕、轻微钝化缺欠,另一面应至少保持FB表面。
	超高级的精整表面	FD(O5)	较好的一面必须对缺欠进一步限制,即不能影响涂漆后的外观质量,并应有均匀良好的镀层,另一面应至少保持FB表面。

4.5 镀层重量

4.5.1 钢板及钢带的公称镀层重量范围应满足表 7 要求。

表 7 镀层重量范围

镀层形式	适用的镀层 表面结构	下列镀层种类的公称镀层重量的可供范围/(g/m ²)	
		纯锌镀层(Z)	锌铁合金镀层(ZF)
等厚镀层	F、R	60~180	60~180

注：纯锌和锌铁合金 50g/m² 镀层的厚度约为 7.1μm。

4.5.2 钢板及钢带的公称镀层重量、镀层代号及镀层重量检测值应符合表 8 的规定。

表 8 镀层重量

镀层种类	公称镀层重量 g/m ²	镀层代号 ^a	双面三点平均值 (≥) g/m ²	双面单点值 (≥) g/m ²	单面单点值 (≥) g/m ²
Z ZF ZM	60	60	60	51	24
	70	70	70	60	28
	80	80	80	70	32
	90	90	90	77	36
	100	100	100	85	40
	120	120	120	102	48
	140	140	140	120	56
	150	150	150	130	60
	180	180	180	153	72

^a 等厚镀层代号也可用单面镀层重量表示,例如: 100 也可表示为 50/50。

注：随着镀层重量的增加，产品的成形性能和焊接性能可能会变差。

4.6 镀层表面结构

钢板及钢带的镀层表面结构特征见表 9。

表 9 镀层表面结构

镀层种类	表面结构	代号	特征
Z	无锌花	F	镀层在自然条件下凝固,并通过特殊控制得到的肉眼不可见的细小锌花结构。该表面结构一般进行光整处理。

ZF	锌铁合金	R	通过对纯锌镀层进行热处理获得的镀层表面结构，该表面结构通常为灰色无光。
ZM	锌铝镁合金	M	热镀锌生产线上，将经过预处理的钢带浸入熔融的添加铝和镁的锌合金液中得到的镀层。

通常情况下，对于无后处理的产品表面粗糙度按照 $0.6\mu\text{m} < \text{Ra} \leq 1.9\mu\text{m}$ 控制，用户如有特殊要求，可在订货时协商。

4.7 表面处理

4.7.1 钢板及钢带通常以化学钝化和/或涂油的表面处理方式交货。以涂油交货时，产品双面所涂油膜为中性不干性油，无杂质且分布均匀，应能用碱性溶液或常规溶剂去除。防锈油的选择由供需双方商定。在通常的包装、运输、装卸和储存条件下，供方应保证自制造完成之日起3个月内，钢板及钢带不产生锈蚀。但该期限受空气和储存条件的限制。特殊的运输或储存条件要求不同的防锈油时，需方订货时应告知供方。

4.7.2 需方不要求产品以化学钝化和/或涂油的表面处理方式交货时，应在订货时明确提出，并在合同中注明。此时，供方将不承担相应的产品质量责任。

4.7.3 可供选择的表面处理

4.7.3.1 铬酸钝化(C)、三价铬钝化(C3)和无铬钝化(CN)

该表面处理能减少产品在运输和储存期间表面产生白锈或黑锈。铬酸钝化表面可能产生摩擦黑点。三价铬钝化处理时，应限制钝化膜中对人体有害的六价铬成分。无铬钝化处理时，钝化膜中应不含铬及铬离子。

4.7.3.2 涂油(O)

该表面处理能减少产品在运输和储存期间表面产生白锈或黑锈，所涂的防锈油一般不作为后续加工用的轧制油和冲压润滑油。所涂油膜应能用适当的脱脂溶剂去除，该溶剂应不影响镀层质量。

4.7.3.3 铬酸钝化+涂油(CO)、三价铬钝化+涂油(CO3)和无铬钝化+涂油(CON)

该表面处理能进一步减少产品在运输和储存期间表面产生的白锈或黑锈。三价铬钝化处理时，应限制钝化膜中对人体有害的六价铬成分。无铬钝化处理时，钝化膜中不含铬及铬离子。

4.7.3.4 自润滑(SZR)和自润滑+涂油(SZRO)

该表面处理能减少产品在运输和储存期间表面产生白锈或黑锈，同时该有机润滑膜能较好改善钢板的成形性能。

4.7.3.5 预磷化(P)和预磷化+涂油(PO)

该表面处理能减少产品在运输和储存期间表面产生白锈或黑锈，同时该无机磷化膜能改善钢板的成形性能。

4.7.3.6 不处理(U)

不进行化学钝化、涂油和涂敷耐指纹膜等表面处理。该类型产品在搬运、储存和使用过程中易产生白锈、划伤及摩擦痕等表面缺陷。

5 检验方法

5.1 化学成分

产品化学成分分析取样按 GB/T 222 规定执行，分析过程一般按常用方法进行，复检、仲裁测试试验可按 GB/T 223 系列标准下指定元素检验子标准规定进行。

5.2 室温力学性能

室温力学性能试验按 GB/T 2975 规定准备样品，按 GB/T 228.1、GB/T 5027和GB/T5028的规定进行试验和测量。

5.3 表面粗糙度检验

表面粗糙度检验按GB/T 2523 规定准备样品并进行试验。

5.4 波纹度检验

波纹度检验按 T/CSAE 48-2016 规定准备样品并进行试验。

5.5 金相试验

金相试验按 GB/T 13298 规定准备样品并进行试验。

5.6 镀层检验

镀层检验按GB/T 1839 规定准备样品并进行试验。

5.7 外观、表面质量检验

产品外观、表面质量均采用目测检验。针对切边钢带厚度的测量，测点至边部距离应不小于 25 mm，针对不切边钢带厚度的测量，测点至边部距离应不小于 40 mm。

5.8 抗凹性能

抗凹性能按照 GB/T 34477 规定的方法进行测量。

5.9 尺寸规格检验

产品尺寸规格测量按照GB/T 708规定进行检验。

5.10 数值修约

性能及尺寸规格测量结果的数值修约应符合GB/T 8170的规定。

6 检验规则

6.1 钢板及钢带的检验项目、取样数量、取样方法和试验方法应符合表 10 的规定。

表 10 试验方法

序号	检验项目	取样数量	取样方法	试验方法
1	化学分析	1 个/炉	GB/T 20066	GB/T 223、GB/T 4336、GB/T 20123、GB/T 20125、GB/T 20126
2	室温力学性能	3 个/批	GB/T 2975	GB/T 228.1-2010
3	塑性应变比($R_{p0.015}$ 、 Δr)	9 个/批		GB/T 5027
4	加工硬化指数 (n_{4-6})	9 个/批		GB/T 5028
5	镀层重量	3 个/批	取样位置见图 1,b 为钢板或钢带宽度。 单个试样面积应不小于 5000mm ² 。	GB/T 1839
6	粗糙度	1 个/批	GB/T 2523	GB/T 2523
7	尺寸、外形	逐卷/逐张		GB/T 708、适宜的量具
8	表面质量	逐卷/逐张		目视

单位为毫米

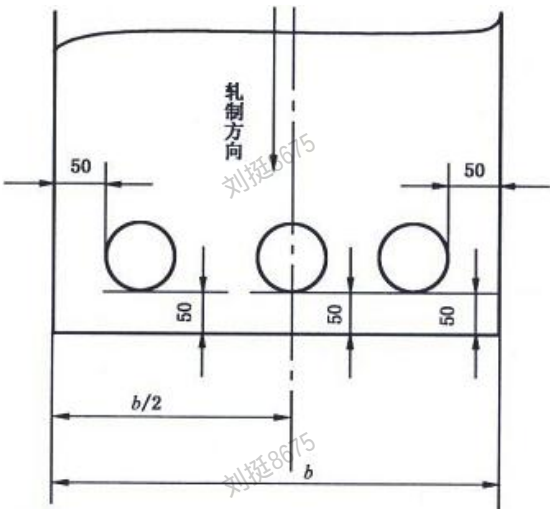


图 1 镀层重量试样的取样位置

6.2 钢板及钢带应按批检验，每个检验批应由同一牌号，同一规格、同一镀层重量、同一表面结构、同一加工状态的钢板或钢带组成。每批重量应不大于 30t，对于卷重大于 30t 的钢带，每卷作为一个检验批。

6.3 对于拉伸试验、塑性应变比、拉伸应变硬化指数、镀层重量等，如有某一项试验结果不符合标准要求，则从同一批中再任取双倍数量的试样进行该不合格项目的复验。复验结果（包括该项目试验所要求的所有指标）合格，则整批合格。复验结果（包括该项目试验所要求的所有指标）即使有一个指标不合格，则复验不合格。如复验不合格，则已做试验且试验结果不合的单件不能验收，但该批材料中未做试验的单件可逐件重新提交试验和验收。

7 标志、包装、运输及质量证明书

钢板及钢带的包装、标志和质量证明书按协议要求或者双方协商结果进行，对协议中未说明且未达成协商一致意见，其包装、标志和质量证明书至少应符合 GB/T 247 的规定。

附录 A

(资料性)

牌号命名规则

细晶高强各向同性钢的牌号命名规则如图 A.1 所示。

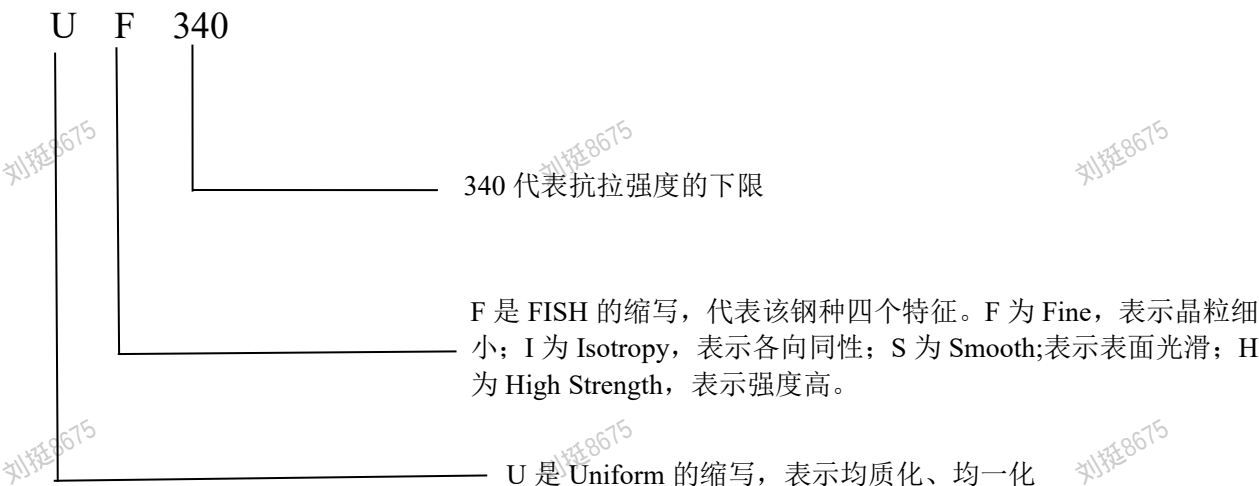


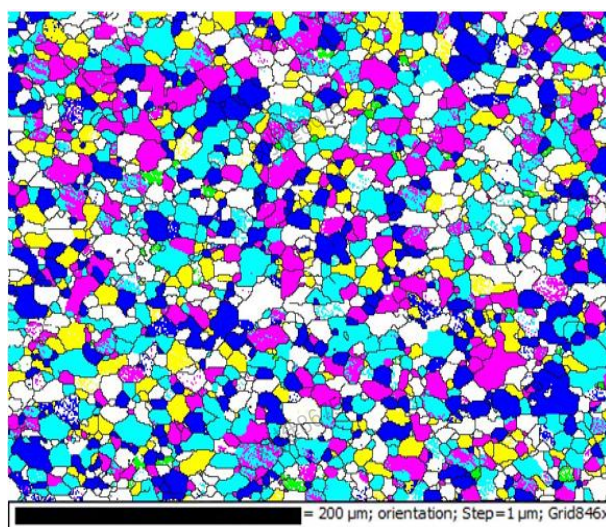
图 A.1 细晶高强各向同性钢的牌号命名规则

附录B

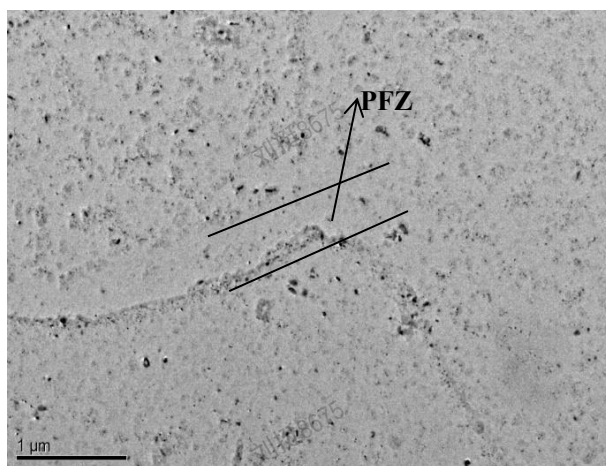
(资料性)

UF钢板及钢带微观组织

细晶高强各向同性钢的细晶组织如图 B.1 所示，PFZ 区如图 B.2 所示。



图B.1 UF钢细晶组织



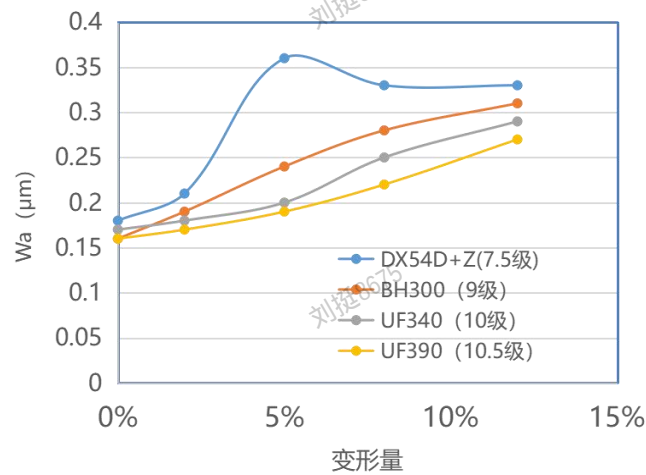
图B.2 PFZ区

附录C

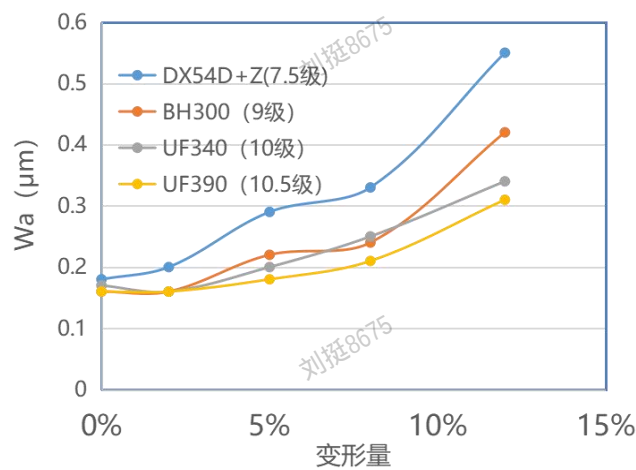
(资料性)

不同变形量下表面波纹度示例

细晶高强各向同性钢及典型覆盖件用钢在不同等轴拉伸变形量条件下的波纹度变化如图 C.1 所示，细晶高强各向同性钢及典型覆盖件用钢在不同平面应变变形量条件下的波纹度变化如图 C.2 所示。



图C.1 等轴拉伸波纹度变化



图C.2 平面应变波纹度变化