

ICS 32.020

T40

团 体 标 准

T/CSAEXX—2020

汽车用热冲压钢板高韧性铝硅镀层

Hot-dip Aluminum-Silicon alloy coated press hardening steel for
automobiles

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的该标准所涉必要专利信息连同支持性文件一并附上。

2020-xx-xx发布

2020-xx-xx实施

中国汽车工程学会 发布

目录

前 言	I
汽车用热冲压钢板高韧性热镀铝硅合金镀层.....	1
1. 范围	1
2. 引用标准	1
3. 术语和定义	1
3.1 热冲压成形 press hardening (PH).....	1
3.2 热冲压用钢 press hardening steel (PHS)	2
3.3 热镀铝硅合金镀层 hot-dip aluminum-silicon alloy coating(AS).....	2
3.4 镀层重量 coating mass	2
4. 钢板的命名及编号.....	2
5. 技术要求	2
5.1 化学成分	2
5.2 非金属夹杂物.....	2
5.3 镀层钢板相关要求.....	3
5.4 热冲压平板和零件相关要求.....	4
6. 表面处理方式及特征.....	7
7. 尺寸、外形、重量及允许偏差.....	7
8. 订货所需信息.....	7
9. 包装、标志和质量证明书.....	7
10. 数值修约规则.....	7
11. 法规要求	7

前 言

为了满足中国汽车产品设计开发的需求，根据国内外汽车用热镀铝硅合金镀层热冲压钢板的生产及应用情况，参考 EN、JFS、SAE、GB 等相应技术标准，按照 GB/T1.1—2000《标准化工作导则 第一部分：标准的结构和编写规则》的要求制定。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利。本技术规范的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准的附录 A 为规范性附录。

本标准由汽车轻量化技术创新战略联盟提出。

本标准起草单位：东北大学、育材堂（苏州）材料科技有限公司、马鞍山钢铁股份有限公司、鞍钢蒂森克虏伯汽车钢有限公司等。

本标准主要起草人：易红亮、崔青玲、周澍、刘永刚、崔磊、高毅、缪心雷等。

本标准于 2020 年**月首次发布。

汽车用热冲压钢板高韧性热镀铝硅镀层

1. 范围

本标准规定了汽车用热冲压钢板高韧性热镀铝硅合金镀层的相关技术要求，镀层重量为10~35g/m²，钢板基材为热轧酸洗板或冷轧板。高韧性热镀铝硅合金镀层热冲压钢板主要用于热冲压工艺制造有碰撞安全以及耐腐蚀要求的汽车零件，且加热方式为炉加热。

本标准同时规定了高韧性热镀铝硅合金镀层汽车零件的炉加热的热冲压成形工艺及相关技术要求。

2. 引用标准

下列文件中的条款通过本协议的引用而成为本协议的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本协议，然而，鼓励供需双方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本协议。

- GB/T 222 钢的成品化学成分允许偏差
- GB/T 228.1 金属材料拉伸试验第1部分：室温试验方法
- GB/T 2523 冷轧金属薄板（带）表面粗糙度和峰值数测量方法标准
- 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 4340.1 金属材料维氏硬度试验第1部分：试验方法
- GB/T 6394 金属平均晶粒度测定法
- GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定
- GB/T 10561 钢中非金属夹杂物含量的测定标准评级图显微检验法
- 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 25052 连续热浸镀层钢板和钢带尺寸、外形、重量及允许偏差
- GB/T 34474.1 钢中带状组织的评定第1部分：标准评级图法
- GB/T 36399 连续热镀铝硅合金镀层钢板及钢带
- VDA 238-100 Plate bending test for metallic materials
- SEP 1970 Test of the resistance of Advanced High Strength Steels (AHSS) for automotive applications against production related hydrogen induced brittle fracture

3. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 热冲压成形 press hardening (PH)

热冲压成形是将坯料加热到完全奥氏体化温度以上，随后，快速移动高温坯料到模具上，在模具内完成冲压和快速冷却得到淬火组织并取出，从而使得零件达到目标硬度的一种工艺。

3.2 热冲压用钢 press hardening steel (PHS)

热冲压用钢主要用于热冲压成形过程。未热冲压前，热冲压用钢强度低，具有良好的加工性能。热冲压后，成形零件形成马氏体组织，具有超高的强度和硬度。

3.3 热镀铝硅合金镀层 hot-dip aluminum-silicon alloy coating (AS)

连续热镀铝硅生产线上，将经过预处理的冷轧板或热轧板浸入由铝和 8~12%的硅组成的熔融金属液中所得到的铝硅合金镀层。

3.4 镀层重量 coating weight

以每面镀层重量或双面镀层重量之和的形式分别表示，单位为克/平方米(g/m²)。

4. 命名及编号

高韧性热镀铝硅合金镀层热冲压钢板（以下简称镀层钢板）按照化学成分命名、基板类型代号、镀层种类三部分构成，之间用加号“-”连接，如表 1 所示。

表 1 钢板种类及编号

牌号	基板成分	基板类型	代号	镀层类型	代号
22MnB5-HR-AS20/20	22MnB5	热轧	HR	双面预涂镀铝硅合金镀层	AS20/20
22MnB5-CR-AS20/20		冷轧	CR		

5. 技术要求

5.1 化学成分

从成品钢板或钢卷上取样，进行镀层钢板基板化学成分检测，检测结果应符合表 2 的规定，允许偏差按 GB/T222 中的规定执行。

表 2 化学成分 (wt.%)^{a b}

基板成分		C	Si	Mn	Cr	P	S	N	B	Ti+Nb	V
22MnB5	min	0.18	0	1.00	0	0	0	0	0.0005	0	0
	max	0.26	0.80	2.30	0.50	0.030	0.005	0.080	0.0050	0.10	0.20

^a材料中不得添加含有铅或其化合物、汞或其化合物、镉或其化合物以及六价铬。
^bCr+Mo+Ni<1.5%

5.2 非金属夹杂物

按 GB/T 10561 标准中 A 法评定，钢中非金属夹杂物应符合表 3 的规定。

表 3 非金属夹杂物要求

A 类 (硫化物类)		B 类 (氧化铝类)		C 类 (硅酸盐类)		D 类 (球状氧化物类)		DS (单颗粒球状类)
细系	粗系	细系	粗系	细系	粗系	细系	粗系	≤2.0
≤2.0	≤1.5	≤2.0	≤1.5	≤1.5	≤1.0	≤1.5	≤1.0	

5.3 镀层钢板相关要求

5.3.1 力学性能

按 GB/T 228.1 中的规定测试镀层钢板的横向力学性能，结果应符合表 4 的规定。

表 4 镀层钢板的力学性能要求

牌号	板厚 mm	屈服强度 R_{eL} 或 $R_{p0.2}$ MPa	抗拉强度 R_m MPa	断后伸长率 $A_{50\text{mm}}$, % ($L_0=50\text{mm}$, $b_0=12.5\text{mm}$)
22MnB5+HR/CR+AS20/20	0.50~3.0	350~550	500~700	≥14

5.3.2 基板显微组织

基板显微组织主要为铁素体、珠光体和碳化物，允许含有少量的贝氏体和/或马氏体，典型显微组织照片见图 1。钢板生产过程中，应严格控制带状组织，按照 GB/T 34474.1 中的规定，带状组织的程度不得超过标准评级图谱 B 或 C 系列的 3 级。

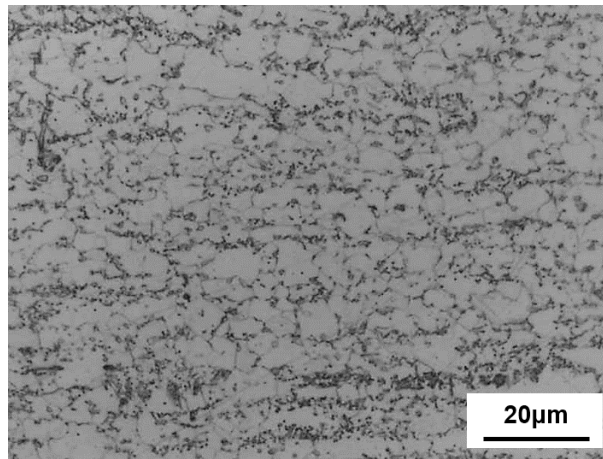


图 1 镀层钢板基板显微组织

5.3.3 镀层结构特征

镀层钢板为双面预涂镀铝硅合金镀层，其镀层由靠近基板的相互扩散层以及外侧的铝硅合金层组成，其典型结构见图 2。镀层的具体要求见表 3。

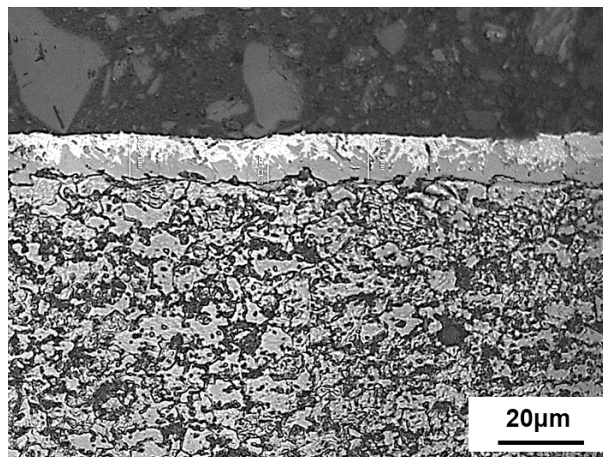


图 2 镀层钢板镀层的结构特征

表 5 铝硅合金镀层结构特征及要求

镀层类型	镀层重量 ^b g/m ²		镀层厚度 μm	镀层密度 g/cm ³	镀层化学成分 ^a Wt.%
	双面三点平均值	双面单点值最大值			
AS20/20	10~25	≤30	7~11	~3.0	Al: ≥85%, Si: 9~10%

^a 镀层化学成分来自于铝硅锅或镀层中铝硅合金层
^b 镀层重量测试方法参照 GB/T 36399 中附录 B 的化学称重法或附录 E 的 X 射线荧光法

5.3.4 表面质量

5.3.4.1 钢板表面不应有漏镀、镀层脱落、目视可见裂纹等影响使用的缺陷。不切边钢板边部允许存在微小的镀层裂纹和白边。

5.3.4.2 钢板各级别表面质量特征应符合表 6 的规定

表 6 表面质量特征

级别	名称	特征
FA	普通级表面	允许有小腐蚀点、印痕、划痕、凹陷、色差、暗点、带痕和轻微钝化斑点等。可能出现拉矫纹或轻微的镀层云纹以及横折印和滑移线。
FB	较高级表面	要求经过光整处理。允许有小缺欠如:平整压痕、光整印痕、轻度刮痕、流痕和轻微钝化等。
FC	高级表面	要求经过光整处理。经过控制的表面使其适于均匀的高级涂漆。另一面至少要达到 FB 级。

5.4 热冲压平板和零件相关要求

5.4.1 力学性能

按 GB/T 228.1 中的规定测试热冲压平板或零件的力学性能, 结果应符合表 7 的规定。热冲压平板沿钢板横向取样, 热冲压零件沿零件长度方向取样。

表 7 热冲压平板和零件的力学性能要求

状态	板厚 mm	屈服强度 R _{eL} 或 R _{p0.2} MPa	抗拉强度 R _m MPa	总伸长率 A _{50mm} , % (L ₀ =50mm, b ₀ =12.5mm)	心部硬度 HV10/HV30
热冲压平板 (淬火态)	0.50~1.20	1000~1150	1400~1650	≥3.5	400~520
	1.20~1.80			≥4.0	
	1.80~3.0			≥4.5	
热冲压平板 ^a (烘烤态)	0.50~1.20	1100~1250	1350~1550	≥4.0	
	1.20~1.80			≥4.5	
	1.80~3.0			≥5	
热冲压零件 ^{a,b} (烘烤态)	0.50~1.20	1050~1250	1300~1650	≥4.0	
	1.20~1.80			≥4.5	
	1.80~3.0			≥5	

^a 考虑到热冲压零件通常是在涂装烘烤态后使用, 因此, 需要检测烘烤后的力学性能, 烘烤工艺为 170℃保温 20min。另外, 本文中如无特殊说明, 所有烘烤工艺均相同;
^b 如热冲压零件上无法取出上述尺寸的拉伸样, 可采用 GB/T 228.1 的 P1 试样 (L₀=15mm, b₀=12.5mm), 且总伸长率要求降低 0.5%。如 P1 试样仍无法取出, 则采用检测零件心部硬度的方式代替;

5.4.2 显微组织

热冲压平板或零件基板的显微组织主要为马氏体和贝氏体，并允许存在 3% 以下的先共析铁素体，典型显微组织照片见图 3。按照 GB/T 6394D 对经热冲压后的镀层钢板的原始奥氏体晶粒进行评级，热轧基板的原始奥氏体晶粒尺寸不得低于 7 级，冷轧基板的原始奥氏体晶粒尺寸不得低于 9 级，典型原始奥氏体晶粒照片见图 4。

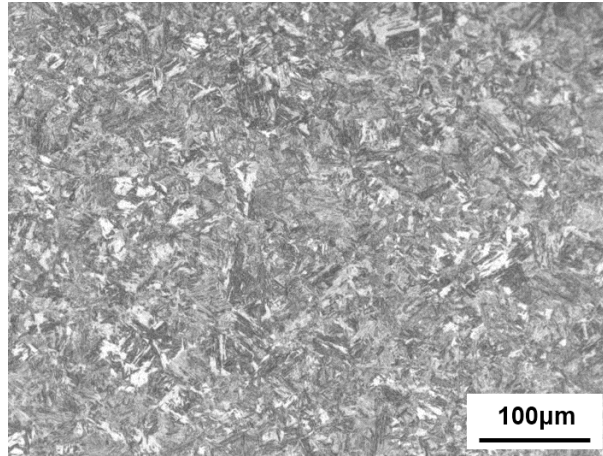


图 3 热冲压平板或零件基板的显微组织

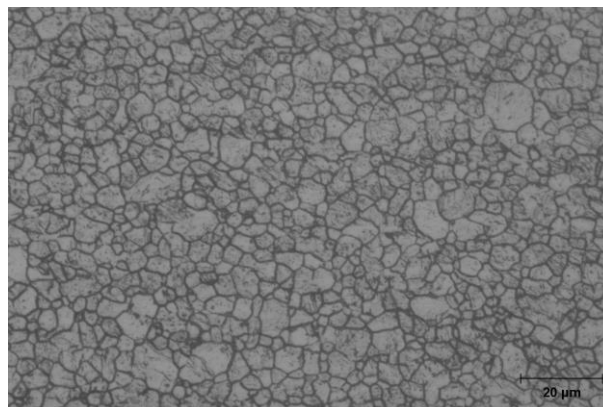


图 4 热冲压平板或零件冷轧基板的典型原始奥氏体晶粒

5.4.3 铝硅合金镀层结构与特征

热冲压过程中，由于镀层与基板发生相互扩散，热冲压平板或零件的镀层结构包括靠近基板的扩散层以及最外侧的铁铝合金化层，相应的镀层厚度要求见表 8，典型的镀层结构照片见图 5。

表 8 热冲压平板或零件的镀层厚度要求

镀层类型	镀层厚度, μm	扩散层厚度, μm
AS20/20	10~20	6~15

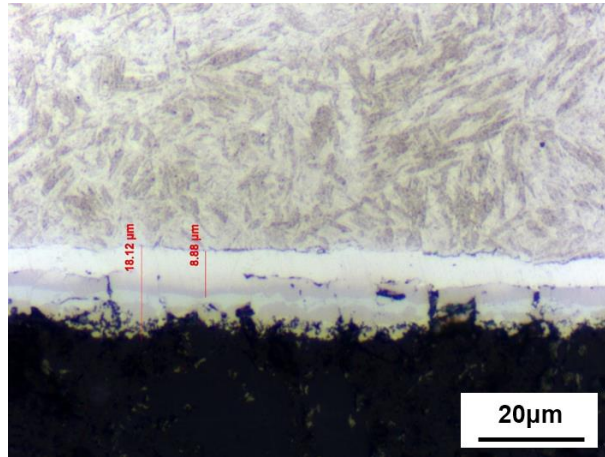


图 5 热冲压平板或零件的镀层结构

5.4.4 表面粗糙度

按照 GB/T2523 的规定测试热冲压平板或零件的表面粗糙度，相应的要求见表 9。

表 9 热冲压平板或零件的表面粗糙度要求

牌号	表面平均粗糙度 R_a , μm	峰值数 RP_c , 个/cm
22MnB5+HR/CR+AS20/20	≥ 1.8	≥ 50

5.4.5 弯曲性能

如需方要求检测热冲压平板或零件的弯曲性能，试验方法推荐参考 VDA 238-100 的规定。试样采用激光切割或线切割取自热冲压平板或零件，检测淬火态和烘烤态下的横向和纵向最大弯曲角 α ，结果应符合表 8 的规定。

表 8 热冲压平板或零件的最大弯曲角^a要求

弯曲半径, mm	板厚, mm	弯曲角 α , °	
		淬火态	烘烤态
0.4	0.5~1.2	$\geq 57^\circ$	$\geq 60^\circ$
	1.2~1.8	$\geq 55^\circ$	$\geq 58^\circ$
	1.8~3.0	$\geq 50^\circ$	$\geq 55^\circ$

^a: 最大弯曲角的数值需按照 VDA238-100 中公式计算得出

5.4.6 氢脆敏感性

如需方要求检测热冲压平板或零件的氢脆敏感性，试验方法推荐参考 SEP1970 规定的 U 型弯曲试样方法或者圆孔拉伸试样方法。试样采用激光切割或线切割取自热冲压平板或零件，试样长度方向为横向，随后，试样需进行烘烤。最终结果应符合表 10 的规定。

表 10 热冲压平板或零件的氢脆敏感性

试样种类	溶液成分	溶液 PH 值	要求
U 型弯曲试样	0.1mol/L 的 HCl 溶液	1 \pm 0.2	720 小时不开裂
圆孔拉伸试样			72 小时不开裂且拉伸应力 $\geq 50\%F_{\text{max}}^a$

^a: F_{max} 为在不浸泡溶液条件下，圆孔拉伸试样进行室温拉伸实验时对应的最大应力。

6. 表面处理方式及特征

钢板的表面处理方式及特征应符合 GB/T 36399 的规定

7. 尺寸、外形、重量及允许偏差

钢板的尺寸、外形、重量及允许偏差应符合 GB/T 36399 的规定

8. 订货所需信息

订货时用户需提供以下信息：

- 1、钢种名称；
- 2、技术规范号；
- 3、牌号；
- 4、镀层代号；
- 5、尺寸及其精度（包括厚度、宽度、长度、钢带内径等）；
- 6、不平度精度；
- 7、镀层结构；
- 8、表面处理；
- 9、表面质量；
- 10、重量；
- 11、包装方式；
- 12、其他（如光整、表面朝向等）

9. 包装、标志和质量证明书

钢板的包装、标志和质量证明书应符合 GB/T 36399 的相关规定

10. 数值修约规则

数值修约应符合 GB/T 8170 的规定

11. 法规要求

按本技术规范供货的钢板应满足生产和使用地区或国家的相关法律、法规的规定。