

# 热浸镀纯锌/锌铁合金镀层钢板标准规范<sup>1</sup>

本标准以 A 653/A 653M 发布；后面的数字表示本标准正式通过的年号，或者最后一次发布的年号。圆括号中的数字为最后一次重新确认的年号。上标符号 (ε) 表示是在最后一次修改或者确定后的版本上编辑的内容。

## 1 范围

- 1.1 本标准包括以钢卷交货或定尺产品交货的热浸镀纯锌、锌铁合金镀层钢带。
- 1.2 钢板产品有多种不同的纯锌/锌铁合金镀层重量及镀层代码，见表 1 和表 S2.1。
- 1.3 除非另有规定，按本标准供货的镀层钢板应符合 A924/A924M 最新版本的要求。
- 1.4 根据不同用途的需求，钢板加工成不同代码、等级、牌号等四种类型的产品。
  - 1.4.1 强制要求钢的化学成分，不强制要求典型的力学性能；
  - 1.4.2 强制要求钢的化学成分，强制要求力学性能；
  - 1.4.3 强制要求钢的化学成分，强制要求力学性能（固溶强化或烘烤硬化后的）；
- 1.5 本标准适用于按英寸-磅单位（A653）或按公制单位（SI）[A653M]订货。英寸-磅单位和公制单位下的数值并不一定等同。标准中，SI 单位写在括号中。每种单位体系都应该单独使用。
- 1.6 除非合同中明确要求了公制单位（SI）的代表字母“M”，否则材料应以英寸-磅单位交货。
- 1.7 标注文本中有提供解释的注和脚注，这些注和脚注（不包括图表中的），不应视为标准的要求。
- 1.8 本标准并未涉及所有有关安全的事项，如果涉及这些问题时，由使用者负责。使用本标准的相关人员有义务预先制定适当的有关安全和健康的操作规程。

## 2. 引用文件

### 2.1 ASTM 标准

A 90/A 90 M 锌或锌合金镀层钢铁制品镀层重量试验方法；

A370 钢产品力学性能试验方法和定义；

A568/A568M 碳钢、高合金钢、低合金钢热轧和冷轧钢板一般要求；

A902 合金镀层钢产品相关术语；

A924/A924M 热浸镀金属镀层薄钢板一般要求；

D7396 镀锌钢铁产品表面喷涂处理导则；

E517 塑性应变比试验方法；

E546 金属板带产品拉伸加工硬化指数（n 值）试验方法；

## 2.2 ISO 标准

ISO 3575 商品级和冲压级连续热浸镀锌碳素钢

ISO 4998 结构级连续热浸镀锌碳素钢

## 3. 术语

3.1 定义—见 A902 与热浸镀金属镀层钢铁产品相关的通用术语。

3.2 本标注采用如下术语和定义：

3.2.1 烘烤硬化钢，n—在进行适当热处理后屈服强度明显升高的钢种，如在成型和冷加工后进行烤漆。

3.2.2 差厚镀层，n—镀锌钢板的一个面为某一镀层重量代号，另一个面为重量较轻的镀层重量代号。

3.2.2.1 讨论—“镀层代码”和单面镀层的关系如表 1 中关于镀层均匀性的注所示。

3.2.3 低合金高强钢，n—通过加入微合金元素，如 Nb、V、Ti 和 Mo 等，获得足够的强度，并获得比普通的碳锰钢具有更好的可加工性和可焊接性的钢种。

3.2.3.1 讨论—供方采用采用添加一种或多种微合金化元素的手段来获得预期的

性能。这种产品有两种代号，HSLA 和 HSLAS-F。这两种产品都是采用微合金化元素来强化，但 HSLA-F 类产品还可通过此手段进一步对夹杂物进行控制。

**3.2.4 小锌花镀层，n**—晶粒形貌肉眼可见的热浸镀锌钢板产品的表面，这种表面结构比普通锌花镀层的产品形貌更细小且差别更小。

**3.2.4.1 讨论**—这样的表面可以由两种方式形成：（1）锌在凝固的过程中采用特殊的工艺对晶粒长大进行控制；（2）在锌凝固的过程中晶粒的长大是通过镀液槽的化学成分和冷却共同控制。小锌花镀层一般为 G90[Z275]或更轻的镀层代号。

**3.2.5 正常锌花镀层，n**—热浸镀锌钢板产品表面为可视的多面锌晶粒结构。

**3.2.5.1 讨论**—锌层的凝固过程是不受任何控制的，这类表面可能会有多种晶粒尺寸。

**3.2.6 无锌花镀层**—热浸镀锌钢板表面均匀一致的镀层结构，锌花形貌肉眼不可见，特别是由锌花形成而造成的表面不规则性。

**3.2.6.1 讨论**—这种表面是在锌凝固的过程中晶粒长大时，通过镀液槽的化学成分和/或进行冷却获得的。

**3.2.7 固溶强化钢，n**—通过向钢中加入固溶合金元素，例如 Mn、P、Si 等，进行强化的钢。

**3.2.7.1 讨论**—固溶合金元素，例如 Mn、P、Si 等，这些元素可以占据钢晶格中铁原子的位置，由于这些元素的原子与铁原子之间尺寸的不匹配而形成强化现象。

**3.2.8 锌铁合金，n**—热浸镀锌钢板呈现暗灰色无锌花形貌的表面镀层。

**3.2.8.1 讨论**—新铁合金镀层全部由金属间化合物组成。主要是对通过镀锌槽液的热浸镀锌钢板进行热处理来获得。这类镀层适用于除了一般的清洗（见 D7396）外不进行进一步的处理、且直接涂漆的情况。这类合金镀层因韧性不佳，存在粉化等的可能性。

## 4. 分类

4.1 材料代号如下:

4.1.1 商品级 (CS A 型、B 型和 C 型)

4.1.2 成型级 (FS A 型和 C 型)

4.1.3 深冲级 (DDS A 型和 C 型)

4.1.4 超深冲级 (EDDS)

4.1.5 结构级 (SS)

4.1.6 低合金高强度钢 (HSLAS)

4.1.7 改善成型性能的低合金高强度钢 (HSLAS-F)

4.1.8 固溶强化钢 (SHS)

4.1.9 烘烤硬化钢 (BHS)

4.2 结构钢、低合金高强度钢、固溶强化钢和烘烤硬化钢根据力学性能的不同可以划分成很多牌号。结构钢 50[340] 牌号根据抗拉强度的不同可以分成 4 个等级,

## 5. 订货信息

5.1 对镀锌或锌铁合金镀层钢板/卷和定尺产品的厚度要求应精确到 0.001 in.[0.01mm]。钢板的厚度包括基板的厚度和镀层的厚度。

5.2 按本标准订货的合同应包括如下信息对产品进行充分的描述:

5.2.1 产品名称 (钢板, 纯锌镀层或锌铁合金镀层);

5.2.2 钢板代号[CS(A, B, C)、FS(A, B)、DDS(A, C)、EDDS、SS、HSLAS、HSLAS-F、SHS 或 BHS];

5.2.2.1 当 CS 产品未规定具体类型时, 以 B 类交货; 当 FS 产品未规定具体类型时, 以 B 类交货; 当 DDS 产品未规定具体类型时, 以 A 类交货。

5.2.3 当产品为 SS、HSLAS、HSLAS-F、SHS 或 BHS 时, 应规定牌号或/和等

级信息；

5.2.4 ASTM 标准号和年号，如 A653-英寸-磅单位或 A653M-公制单位；

5.2.5 镀层代号；

5.2.6 进行化学处理或不进行化学处理；

5.2.7 涂油或不涂油；

5.2.8 小锌花（如有要求）；

5.2.9 特殊光洁度（如有要求）；

5.2.10 磷化（如有要求）；

5.2.11 尺寸[厚度、宽度、不平度和长度（对定尺产品）]

5.2.12 板卷尺寸（规定板卷的最大外径（OD）、内径（ID）和最大重量）；

5.2.13 包装；

5.2.14 质量证明书（如有要求）、熔炼分析报告和力学性能报告；

**表 1 镀层重量要求**

注1— 采用 8.1.3 提供的信息并结合镀层重量，可以得到近似的镀层厚度。

		最小值要求		
		三点实验（TST）		单点试验（SST）
英寸-磅单位				
类型	镀层代码	双面总重量, oz/ft <sup>2</sup>	单面,oz/ft <sup>2</sup>	双面总重量, oz/ft <sup>2</sup>
纯锌镀层	G01	无最小值	无最小值	无最小值
	G30	0.30	0.10	0.25
	G40	0.40	0.12	0.30
	G60	0.60	0.20	0.50
	G90	0.90	0.32	0.80
	G100	1.00	0.36	0.90
	G115	1.15	0.40	1.00
	G140	1.40	0.48	1.20
	G165	1.65	0.56	1.40
	G185	1.85	0.64	1.60
G210	2.10	0.72	1.80	

	G235	2.35	0.80	2.00
	G300	3.00	1.04	2.60
	G360	3.60	1.28	3.20
锌铁合金	A01	无最小值	无最小值	无最小值
	A25	0.25	0.08	0.20
	A40	0.40	0.12	0.30
	A60	0.60	0.20	0.50
公制单位				
类型	镀层代码	双面总重量, g/m <sup>2</sup>	单面, g/m <sup>2</sup>	双面总重量, g/m <sup>2</sup>
纯锌镀层	Z001	无最小值	无最小值	无最小值
	Z90	90	30	75
	Z120	120	36	90
	Z180	180	60	150
	Z275	275	94	235
	Z305	305	110	275
	Z350	350	120	300
	Z450	450	154	385
	Z500	500	170	425
	Z550	550	190	475
	Z600	600	204	510
	Z700	700	238	595
	Z900	900	316	790
	Z1100	1100	390	975
锌铁合金	ZF001	无最小值	无最小值	无最小值
	ZF75	75	24	60
	ZF120	120	36	90
	ZF180	180	60	150

5.2.15 用途（部件识别和描述）；

5.2.16 特殊要求（如果有）

5.2.16.1 如有要求，产品可以按基板厚度订货（见补充要求 S1）

5.2.16.2 如有要求，产品可以按单点镀层重量/三点镀层重量来订货（见补充要求 S2）

5.2.16.3 当购买方对边部 3/8 in(10mm)有厚度公差的要求时，应该在订货协议

或合同里注明。

注 1—典型订单如下：钢板，镀层，商品级 A 类，ASTM A653；镀层代号 G115，化学处理，涂油，最小厚度 0.040\*34\*117 in，贮藏管用；或钢板，镀层，牌号 340，ASTM A653M，镀层代码 275，不进行化学处理，涂油，最小厚度 1.00\*920mm 板卷，最大外径 1520mm，最大内经 600mm，最大重量 10000kg，拖拉机挡泥板用。

注 2—需方应注意，不同的生产厂有可能有不同的工艺，因此建议对厚度允许偏差的控制建立标准工艺。

## 6 化学成分

### 6.1 基板

6.1.1 基板的熔炼分析应符合表 2 所示的 CS(A, B, C)、FS(A, B)、DDS(A, C)、EDDS、SS、HSLAS、HSLAS-F、SHS 和 BHS 的要求。

6.1.2 表 2 和表 3 所示的每个元素都应该包括在熔炼分析报告中。当 Cu、Cr、Ni 或 Mo 的含量小于 0.02%时，应报告小于 0.02%或其实际测量值；当 V、Ti、Nb 的含量小于 0.008%时，应报告 <0.008%或实际测量值；当 B 含量小于 0.0005%时，应报告 <0.0005%或实际测量值。

6.1.3 化学分析步骤和成品分析允许偏差参见 A 924/A 924M。

6.2 锌液分析—连续热浸镀锌液至少应包括 99%的锌。

注 3—为控制合金镀层的形成和提高锌镀层和基板的附着性，熔融镀液中通常含有 0.05-0.25%的铝成分。这些铝是故意加入到镀液中的，可以通过采用含有铝成分的粗锌或作为合金元素直接加入。

## 7 力学性能

7.1 结构钢、低合金高强度钢、改善成型性能的低合金高强度钢、固溶强化钢和烘烤硬化钢的力学性能应符合表 4 中相应牌号或级别的规定。

表 2 化学成分<sup>A</sup>

%，熔炼分析最大值，除非另有规定														
牌号	C	Mn	P	S	Al	Cu	Ni	Cr	Mo	V	Cb	Ti	N	B
CS A类 <sup>C,D,E</sup>	0.10	0.60	0.030	0.035	...	0.25	0.20	0.15	0.06	0.008	0.008	0.025	...	...
CS B类 <sup>F,C</sup>	0.02-0.15	0.60	0.030	0.035	...	0.25	0.20	0.15	0.06	0.008	0.008	0.025	...	...
CS C类 <sup>C,D,E</sup>	0.08	0.60	0.100	0.035	...	0.25	0.20	0.15	0.06	0.008	0.008	0.025	...	...
FS A类 <sup>C,G</sup>	0.10	0.50	0.020	0.035	...	0.25	0.20	0.15	0.06	0.008	0.008	0.025	...	...
FS B类 <sup>F,C</sup>	0.02-0.10	0.50	0.020	0.030	...	0.25	0.20	0.15	0.06	0.008	0.008	0.025	...	...
DDS A类 <sup>D,E</sup>	0.06	0.50	0.020	0.025	0.01	0.25	0.20	0.15	0.06	0.008	0.008	0.025	...	...
DDS C类 <sup>H</sup>	0.02	0.50	0.020-0.100	0.025	0.01	0.25	0.20	0.15	0.06	0.10	0.10	0.15	...	...
EDDS <sup>H</sup>	0.02	0.40	0.020	0.020	0.01	0.25	0.20	0.15	0.06	0.10	0.10	0.15	...	...

A 当表中出现(...)时，指没有要求，但要报告分析结果；

B 当碳含量大于或等于 0.02%时，生产厂可以添加 Ti，含量应小于  $3.4N+1.5S$  或 0.025%；

C 当应用铝脱氧钢时，CS 和 FS 钢的总铝含量不低于 0.01%；

D 由生产厂决定，可提供真空脱气钢或化学稳定化钢，或两者兼之；

E 由生产厂决定，当碳含量小于或等于 0.02%时，钒、铌或钛单个或混合作用的稳定元素。在这种情况下对这些元素的限制为：钒、铌最大为 0.10%，钛最大为 0.15%；

F 对于 CS 和 FS 的 B 类钢碳含量不低于 0.02%；

G 不应采用稳定化钢；

H 应用稳定化钢；

7.1.1 烘烤硬化钢应符合表 4 中的烘烤硬化值的要求。测量烘烤硬化值的方法，见附录。烘烤硬化钢预应变试样在经过标准的烘烤周期（340°F [170°C]）后，屈服强度较上屈服点应增加 4 ksi [25 MPa]，较下屈服点增加 3ksi [20MPa]。

7.2 CS(A, B, C)、FS(A, B)、DDS(A, C)、EDDS 钢板的典型力学性能见表 5、这些力学性能数值是提示性的。他们只是为需方订货时提供参考信息以确定订购哪些产品。力学性能数值可超过该范围的规定。

7.3 当对基板的力学性能有要求时，所有的试验都应按照 A 924/A 924M 规定的



试验方法进行。

7.4 弯曲性能、最小冷弯半径—结构钢和低合金高强度钢、低合金钢钢板一般进行冷弯加工。早车间生产条件下，有很多相关因素对一定半径下的冷成型性能有影响。这些硬度包括：厚度、强度级别、约束度、轧制方向、化学性质和显微结构。附录 X1 列出了结构钢和低合金高强度钢的 90° 冷弯的建议最小半径、这些数值是在“苛刻的弯曲方式”（弯曲轴线平行于轧制方向）和相当好的工厂成型工艺条件下的数值。在可能的情况下，推荐采用较大的半径或“宽松的弯曲方式”进行弯曲以提高试验的可操作性。

表 3 化学成分<sup>A</sup>

牌号	%，熔炼分析最大值，除非另有规定													
	C	Mn	P	S	Si	Al ≥	Cu	Ni	Cr	Mo	V <sup>B</sup>	Cb <sup>B</sup>	Ti <sup>B,C,D</sup>	N
SS														
33[230]	0.20	1.35	0.10	0.04			0.25	0.20	0.15	0.06	0.008	0.008	0.025	
37[255]	0.20	1.35	0.10	0.04			0.25	0.20	0.15	0.06	0.008	0.008	0.025	
40[275]	0.25	1.35	0.10	0.04			0.25	0.20	0.15	0.06	0.008	0.008	0.025	
50[340]1,2,4 级	0.25	1.35	0.20	0.04			0.25	0.20	0.15	0.06	0.008	0.008	0.025	
50[340]3 级	0.25	1.35	0.04	0.04			0.25	0.20	0.15	0.06	0.008	0.008	0.025	
55[380]	0.25	1.35	0.04	0.04			0.25	0.20	0.15	0.06	0.008	0.008	0.025	
60[410]	0.25	1.35	0.04	0.04			0.25	0.20	0.15	0.06	0.008	0.008	0.025	
70[480]	0.25	1.35	0.04	0.04			0.25	0.20	0.15	0.06	0.008	0.008	0.025	
80[550]1 级	0.20	1.35	0.04	0.04			0.25	0.20	0.15	0.06	0.008	0.015	0.025	
80[550]2 级 <sup>E</sup>	0.02	1.35	0.05	0.02			0.25	0.20	0.15	0.06	0.10	0.10	0.15	
80[550]3 级	0.20	1.35	0.04	0.04			0.25	0.20	0.15	0.06	0.008	0.015	0.025	
HSLAS <sup>F</sup>														
40[275]	0.20	1.20	...	0.035			...	0.20	0.15	0.16	≥0.01	≥0.005	≥0.01	
50[340]	0.20	1.20	...	0.035			0.20	0.20	0.15	0.16	≥0.01	≥0.005	≥0.01	
55[380]1 级	0.25	1.35	...	0.035			0.20	0.20	0.15	0.16	≥0.01	≥0.005	≥0.01	
55[380]2 级	0.15	1.20	...	0.035			0.20	0.20	0.15	0.16	≥0.01	≥0.005	≥0.01	
60[410]	0.20	1.35	...	0.035			0.20	0.20	0.15	0.16	≥0.01	≥0.005	≥0.01	
70[480]	0.20	1.65	...	0.035			0.20	0.20	0.15	0.16	≥0.01	≥0.005	≥0.01	
80[550]	0.20	1.65	...	0.035			0.20	0.20	0.15	0.16	≥0.01	≥0.005	≥0.01	
HSLAS-F <sup>FG</sup>														
40[275]	0.15	1.20	...	0.035			...	0.20	0.15	0.16	≥0.01	≥0.005	≥0.01	

50[340]	0.15	1.20	...	0.035			0.20	0.20	0.15	0.16	≥0.01	≥0.005	≥0.01	
55[380]1 级	0.20	1.35	...	0.035			0.20	0.20	0.15	0.16	≥0.01	≥0.005	≥0.01	
55[380]2 级	0.15	1.20	...	0.035			0.20	0.20	0.15	0.16	≥0.01	≥0.005	≥0.01	
60[410]	0.15	1.20	...	0.035			0.20	0.20	0.15	0.16	≥0.01	≥0.005	≥0.01	
70[480]	0.15	1.65	...	0.035			0.20	0.20	0.15	0.16	≥0.01	≥0.005	≥0.01	
80[550]	0.15	1.65	...	0.035			0.20	0.20	0.15	0.16	≥0.01	≥0.005	≥0.01	
SHS <sup>D</sup>	0.12	1.50	0.12	0.030	...	...	0.20	0.20	0.15	0.06	0.008	0.008	0.025	
BHS <sup>D</sup>	0.12	1.50	0.12	0.030	...	...	0.20	0.20	0.15	0.06	0.008	0.008	0.025	

A 当表中出现(...)时, 指没有要求, 但要报告分析结果;

B 当碳含量≤0.02%时, 由生产厂添加钒、铌、钛单个或混合用作稳定元素, 在这种情况下对这些元素的限制为: 钒、铌最大为 0.10%、钛最大为 0.15%;

C 对于 SS 钢, 生产商可以添加钛, 但含量应低于 3.4N+1.5S 或者≤0.025%;

D 当碳含量大于 0.02%时, 钛含量应低于 3.4N+1.5S 或者≤0.025%;

E 应采用稳定化钢;

F HSLAS 和 HSLAS-F 可含有强化元素钒、铌、钛和钼, 可单独添加或混合添加。对最小值的要求仅适用于选定用于强化的元素;

G HSLAS-F 钢应进行适当的处理, 控制夹杂物的含量。

表 4 基板力学性能要求 (纵向)

英寸-磅单位					
钢种	牌号	屈服强度最小值 ksi	抗拉强度最小值 ksi	2in. 延伸率最小值 % <sup>A</sup>	烘烤硬化值最小值 ksi 上屈服点/下屈服点 <sup>A</sup>
SS	33	33	45	20	...
	37	37	52	18	...
	40	40	55	16	...
	50 1 级	50	65	12	...
	50 2 级	50	...	12	...
	50 3 级	50	70	12	...
	50 4 级	50	60	12	...
	55	55	70	11	...
	60	60	70	10 <sup>B</sup>	...
	70	70	80	9 <sup>B</sup>	...
	80 1 级 <sup>C</sup>	80 <sup>D</sup>	82	...	...
	80 2 级 <sup>C,E</sup>	80 <sup>D</sup>	82	...	...
80 3 级	80 <sup>D</sup>	82	3 <sup>F</sup>	...	
HSLAS	40	40	50 <sup>G</sup>	22	...
	50	50	60 <sup>G</sup>	20	...
	55 1 级	55	70 <sup>G</sup>	16	...

	55 2 级	55	65 <sup>G</sup>	18	...
	60	60	70 <sup>G</sup>	16	...
	70	70	80 <sup>G</sup>	12	...
	80	80	90 <sup>G</sup>	10	...
HSLAS-F	40	40	50 <sup>G</sup>	24	...
	50	50	60 <sup>G</sup>	22	...
	55 1 级	55	70 <sup>G</sup>	18	...
	55 2 级	55	65 <sup>G</sup>	20	...
	60	60	70 <sup>G</sup>	18	...
	70	70	80 <sup>G</sup>	14	...
	80	80	90 <sup>G</sup>	12	...
SHS	26	26	43	32	...
	31	31	46	30	...
	45	45	50	26	...
	41	41	53	24	...
	44	44	57	22	...
BHS	26	26	43	30	4/3
	31	31	46	28	4/3
	35	35	50	24	4/3
	41	41	53	22	4/3
	44	44	57	20	4/3
公制单位					
钢种	牌号	屈服强度最小值 MPa	抗拉强度最小值 MPa	2in. 延伸率最小值 % <sup>A</sup>	烘烤硬化值最小值 MPa 上屈服点/下屈服点 <sup>A</sup>
SS	230	230	310	20	...
	255	255	360	18	...
	275	275	380	16	...
	340 1 级	340	450	12	...
	340 2 级	340	...	12	...
	340 3 级	340	480	12	...
	340 4 级	340	410	12	...
	380	380	480	11	...
	410	410	480	10 <sup>B</sup>	...
	480	480	550	9 <sup>B</sup>	...
	550 1 级 <sup>C</sup>	550 <sup>D</sup>	570	...	...
	550 2 级 <sup>C, E</sup>	550 <sup>D</sup>	570	...	...
	550 3 级	550 <sup>D</sup>	570	3 <sup>F</sup>	...
HSLAS	275	275	340 <sup>G</sup>	22	...
	340	340	410 <sup>G</sup>	20	...

	380 1 级	380	480 <sup>G</sup>	16	...
	380 2 级	380	450 <sup>G</sup>	18	...
	410	410	480 <sup>G</sup>	16	...
	480	480	550 <sup>G</sup>	12	...
	550	550	620 <sup>G</sup>	10	...
HSLAS-F	275	275	340 <sup>G</sup>	24	...
	340	340	410 <sup>G</sup>	22	...
	380 1 级	380	480 <sup>G</sup>	18	...
	380 2 级	380	450 <sup>G</sup>	20	...
	410	410	480 <sup>G</sup>	18	...
	480	480	550 <sup>G</sup>	14	...
SHS	550	550	620 <sup>G</sup>	12	...
	180	180	300	32	...
	210	210	320	30	...
	240	240	340	26	...
	280	280	370	24	...
BHS	300	300	390	22	...
	180	180	300	30	25/20
	210	210	320	28	25/20
	240	240	340	24	25/20
	280	280	370	22	25/20
	300	300	390	20	25/20

A 当表中出现(...)时, 指没有要求;

**B 对于 SS 级 60[410]和 70[480], 钢板厚度 $\leq 0.028\text{in}[0.71\text{mm}]$ , 延伸率要求可以下降两个单位;**

C 对于厚度 $\leq 0.028\text{in}[0.71\text{mm}]$ 的钢板, 如果硬度 $\geq \text{HRB}85$ , 则不要求进行拉伸试验;

D 屈服现象不明显时, 屈服点应为 0.5%伸长率或 0.2%非比例延伸变形时的应力值;

E SS 80[550]2 级与 1 级的化学成分不同, 可能出现不同的成型性能;

**F 当 SS 80[550]3 级钢板厚度 $\leq 0.028\text{in}[0.71\text{mm}]$ 时, 拉伸试验参数需要由需方与供方协商决定;**

G 如果要求较高的抗拉强度, 需方应与供方协商。

表 5 力学性能 (非强制性) (纵向) <sup>A, B</sup>

牌号	屈服强度		2in (50mm) 延伸率 %	r <sub>n</sub> 值 <sup>C</sup>	n值 <sup>D</sup>
	Ksi	MPa			
CS A 类	25/55	170/380	$\geq 20$	E	E
CS B 类	30/55	205/380	$\geq 20$	E	E
CS C 类	25/60	170/410	$\geq 20$	E	E
FS A 类和 B 类	25/45	170/310	$\geq 20$	1.0/1.4	0.17/0.21
DDS A 类	20/35	140/240	$\geq 20$	1.4/1.8	0.19/0.24
DDS C 类	25/40	170/280	$\geq 20$	1.2/1.8	0.17/0.24

EDDS <sup>F</sup>	15/25	105/170	≥20	1.6/2.1	0.22/0.27
<p>A 此处的力学性能值是提示性的，只是为需方订货时提供参考信息以确定订购哪种产品。力学性能数值可以超过该范围规定。如果对规定范围有特殊要求或者更严格的要求，需方应与供方协商；</p> <p>B 这些力学性能数值适用于钢板的所有厚度范围。随着厚度的减小，屈服强度和某些可加工性能数值可能会降低；</p> <p>C <math>r_m</math> 值—按 E517 测定的平均塑性应变比；</p> <p>D <math>n</math> 值—按 E646 测定的加工硬化指数；</p> <p>E 没有典型的力学性能数值；</p> <p>F EDDS 钢板的力学性能不随时间的变化而变化（无时效性）。</p>					

## 8 镀层性能

### 8.1 镀层重量

8.1.1 对于各种镀层代码，其镀层重量应符合表 1 的规定。

**8.1.2 如有要求，单点/单面镀层重量代码（只有公制单位），其镀层重量应符合表 S2.1 的要求。**

8.1.3 采用如下公式进行镀层重量向镀层厚度的转换：

8.1.3.1  $1 \text{ oz/ft}^2 \text{ 镀层重量} = 1.7 \text{ mils 镀层厚度}$

8.1.2.2  $7.14 \text{ g/m}^2 \text{ 镀层质量} = 1 \mu\text{m 镀层厚度}$

8.1.4 采用如下关系式进行镀层重量向镀层质量的转换“

8.1.1.4  $1 \text{ oz/ft}^2 \text{ 镀层重量} = 305.15 \text{ g/m}^2 \text{ 镀层质量}$

### 8.2 镀层重量试验

8.2.1 镀层重量试验应按 A 924/A 924M 规定进行；

8.2.2 仲裁试验方法为 A 90/A 90M。

### 8.3 镀层弯曲试验

8.3.1 标有“G” [Z] 前缀的镀层钢板的弯曲试验样在任意方向弯曲 180° 后，外侧的镀层不应出现裂纹。镀层弯曲试验的内半径与试样厚度有关，如表 6 所示。距边部 0.25in. [6mm] 范围内的裂纹不应作为拒收的理由。

8.3.2 由于带有前缀“A” [ZF] 的锌铁合金镀层有 3.2.8 中讨论所述的特性，因此镀层弯曲试验不适用。

表6 镀层弯曲试验要求

英寸-磅单位								
内弯曲半径与试样厚度之比（任意方向）								
CS、FS、DDS、EDDS、SHS、BHS						SS牌号 <sup>A</sup>		
镀层代码 <sup>B</sup>	钢板厚度			33	37	40		
	≤0.039in	>0.039~≤0.079in	>0.079in					
G01	0	0	0	1 <sub>1/2</sub>	2	2 <sub>1/2</sub>		
G30	0	0	0	1 <sub>1/2</sub>	2	2 <sub>1/2</sub>		
G40	0	0	0	1 <sub>1/2</sub>	2	2 <sub>1/2</sub>		
G60	0	0	0	1 <sub>1/2</sub>	2	2 <sub>1/2</sub>		
G90	0	0	1	1 <sub>1/2</sub>	2	2 <sub>1/2</sub>		
<b>G100</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1<sub>1/2</sub></b>	<b>2</b>	<b>2<sub>1/2</sub></b>		
G115	0	0	1	1 <sub>1/2</sub>	2	2 <sub>1/2</sub>		
G140	1	1	2	2	2	2 <sub>1/2</sub>		
G165	2	2	2	2	2	2 <sub>1/2</sub>		
G185	2	2	2	2	2	2 <sub>1/2</sub>		
G210	2	2	2	2	2	2 <sub>1/2</sub>		
G235	2	2	3	3	3	3		
牌号	HSLAS <sup>A</sup>			HSLAS-F				
	40	50	60	40	50	60	70	80
G01	1 <sub>1/2</sub>	1 <sub>1/2</sub>	3	1	1	1	1 <sub>1/2</sub>	1 <sub>1/2</sub>
G30	1 <sub>1/2</sub>	1 <sub>1/2</sub>	3	1	1	1	1 <sub>1/2</sub>	1 <sub>1/2</sub>
G40	1 <sub>1/2</sub>	1 <sub>1/2</sub>	3	1	1	1	1 <sub>1/2</sub>	1 <sub>1/2</sub>
G60	1 <sub>1/2</sub>	1 <sub>1/2</sub>	3	1	1	1	1 <sub>1/2</sub>	1 <sub>1/2</sub>
G90	1 <sub>1/2</sub>	1 <sub>1/2</sub>	3	1	1	1	1 <sub>1/2</sub>	1 <sub>1/2</sub>
<b>G100</b>	<b>1<sub>1/2</sub></b>	<b>1<sub>1/2</sub></b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1<sub>1/2</sub></b>	<b>1<sub>1/2</sub></b>
G115	1 <sub>1/2</sub>	1 <sub>1/2</sub>	3	1	1	1	1 <sub>1/2</sub>	1 <sub>1/2</sub>
公制单位								
内弯曲半径与试样厚度之比（任意方向）								
CS、FS、DDS、EDDS、SHS、BHS						SS牌号 <sup>C</sup>		
镀层代码 <sup>B</sup>	钢板厚度			230	255	275		
	≤1.0mm	>1.0~≤2.0mm	>2.0mm					
Z001	0	0	0	1 <sub>1/2</sub>	2	2 <sub>1/2</sub>		
Z90	0	0	0	1 <sub>1/2</sub>	2	2 <sub>1/2</sub>		
Z120	0	0	0	1 <sub>1/2</sub>	2	2 <sub>1/2</sub>		
Z180	0	0	0	1 <sub>1/2</sub>	2	2 <sub>1/2</sub>		
Z275	0	0	0	1 <sub>1/2</sub>	2	2 <sub>1/2</sub>		
Z305	0	0	1	1 <sub>1/2</sub>	2	2 <sub>1/2</sub>		
Z350	0	0	1	1 <sub>1/2</sub>	2	2 <sub>1/2</sub>		

Z450	1		1	2	2	2	2 <sub>1/2</sub>	
Z500	2		2	2	2	2	2 <sub>1/2</sub>	
Z550	2		2	2	2	2	2 <sub>1/2</sub>	
Z600	2		2	2	2	2	2 <sub>1/2</sub>	
Z700	2		3	3	3	3	3	
镀层代码	HSLAS <sup>C</sup>			HSLAS-F				
	275	340	410	275	340	410	480	550
Z001	1 <sub>1/2</sub>	1 <sub>1/2</sub>	3	1	1	1	1 <sub>1/2</sub>	1 <sub>1/2</sub>
Z90	1 <sub>1/2</sub>	1 <sub>1/2</sub>	3	1	1	1	1 <sub>1/2</sub>	1 <sub>1/2</sub>
Z120	1 <sub>1/2</sub>	1 <sub>1/2</sub>	3	1	1	1	1 <sub>1/2</sub>	1 <sub>1/2</sub>
Z180	1 <sub>1/2</sub>	1 <sub>1/2</sub>	3	1	1	1	1 <sub>1/2</sub>	1 <sub>1/2</sub>
Z275	1 <sub>1/2</sub>	1 <sub>1/2</sub>	3	1	1	1	1 <sub>1/2</sub>	1 <sub>1/2</sub>
Z305	1 <sub>1/2</sub>	1 <sub>1/2</sub>	3	1	1	1	1 <sub>1/2</sub>	1 <sub>1/2</sub>
Z350	1 <sub>1/2</sub>	1 <sub>1/2</sub>	3	1	1	1	1 <sub>1/2</sub>	1 <sub>1/2</sub>
A SS 钢 50 和 80 牌号, HSLAS-F 钢 70 和 80 牌号没有弯曲试验要求;								
B 如果要求其他镀层, 需方应与供方协商其可能性和弯曲试验要求;								
C SS 钢牌号 340、550 和 HSLAS 钢 480、550 牌号没有弯曲试验要求。								

## 9 不良品的复验与处理

9.1 根据 A 924/A 924M 不良品的复验与处理章节的要求, 由试验操作过程造成试验结果不满足标准要求的情况下需要进行复验。

9.2 不良品的处理按照 A 924/A 924M 13.2 的要求进行。

## 10 尺寸及允许偏差

10.1 所有的尺寸及允许偏差应符合 A 924/A 924M 要求。

## 11 关键词

11.1 合金镀层; 烘烤硬化钢; 低合金高强度钢; 小锌花镀层; 固溶强化钢; 锌花; 钢; 结构钢; 锌; 纯锌镀层; 锌铁合金; 锌铁合金镀层

## 补充要求

### S1 基板厚度

S1.1 规定最小厚度只适用于基板；

S1.2 合同中注明的镀层代码表明了适用的规定的最小基板厚度。

S1.3 基板厚度的允许偏差见 A 568/A 568M 的表 16 和 17—冷轧钢板（碳钢、高强度钢、低合金钢）厚度允许偏差。

### S2 单点/单面镀层重量

S2.1 需方提供的镀层代码表明镀层重量适用于单侧。需方应依照表 S2.1 对每一面镀层重量作出要求。表 S2.1 中只有公制单位的代码，没有英寸-磅单位的代码，相关的英寸-磅单位数值仅提供参考。

S2.2 需方对双面镀层都有明确要求时其代码格式为，如 60G60G, 两面镀层重量不同时，镀层较厚一侧应写在前面，如 90G45G。

表S2.1 镀层重量要求—单点/单侧<sup>A,B,C</sup>

注1— 依据 8.1.3 的信息，由镀层质量可以获得近似的镀层有厚度

注2— 1.5 指出，公制单位与英寸-磅单位并不等效

单点/单侧镀层重量					
镀层类型	公制单位			英寸-磅单位（仅供参考）	
	镀层代码	最小值, g/m <sup>2</sup>	最大值, g/m <sup>2</sup>	最小值, oz/ft <sup>2</sup>	最小值, oz/ft <sup>2</sup>
纯锌镀层	20G	20	70	0.07	0.23
	30G	30	80	0.10	0.26
	40G	40	90	0.12	0.29
	45G	45	95	0.15	0.31
	50G	50	100	0.16	0.33
	55G	55	105	0.18	0.34
	60G	60	110	0.20	0.36
	70G	70	120	0.23	0.40
	90G	90	160	0.30	0.62
	100G <sup>D</sup>	100	200	0.32	0.65
锌铁合金镀层	40A	40	70	0.13	0.23
	45A	45	75	0.15	0.25
	50A	50	80	0.16	0.26

A 镀层代码为每一面单点/单侧镀层重量的最小值。

B 众所周知，纯锌/锌铁合金镀层的抗大气腐蚀能力与镀层厚度相关，选择较薄的镀层会导致抗大气腐蚀能力呈线性下降。例如，较厚的镀层可以胜任于暴露的大气环境下，而较薄的镀层一般用于喷涂或其他类似的屏蔽涂料来增加耐蚀性能。因此，产品执行“满足 ASTM



A653/A653M 要求”时，应注明对涂层的特殊要求。

C 按照单点/单侧镀层重量代码订货时，允许接收到双面平均镀层重量高于表 1 中列出的双面理论平均值。使用方应意识到这可能对点焊和成型加工产生影响。

D 允许将镀层代码 100G 作为 98G 订货。理论上讲，将 0.32 oz/ft<sup>2</sup> 转换为 g/m<sup>2</sup> 即 98 g/m<sup>2</sup>，用整数表示为 100 g/m<sup>2</sup>。所有的公制代码都有同样的限制。

## 附件

(强制性)

### A. 1 烘烤硬化钢

#### A1. 1 烘烤硬化值的测量

A1. 1. 1 烘烤硬化值 (BHI) 采用标准的纵向 (轧制方向) 拉伸试样通过两步测得，试样制备按 A370。试样首先进行拉伸预应变。拉伸预应变为 2% (在载荷作用下的延伸)。然后将试样从试验机上取下来，在 (340°F [170°C]) 温度下烘烤 20 分钟，参见图 A1. 1. 烘烤硬化值的计算采用如下公式：

$$BHI = B - A \quad (A1. 1)$$

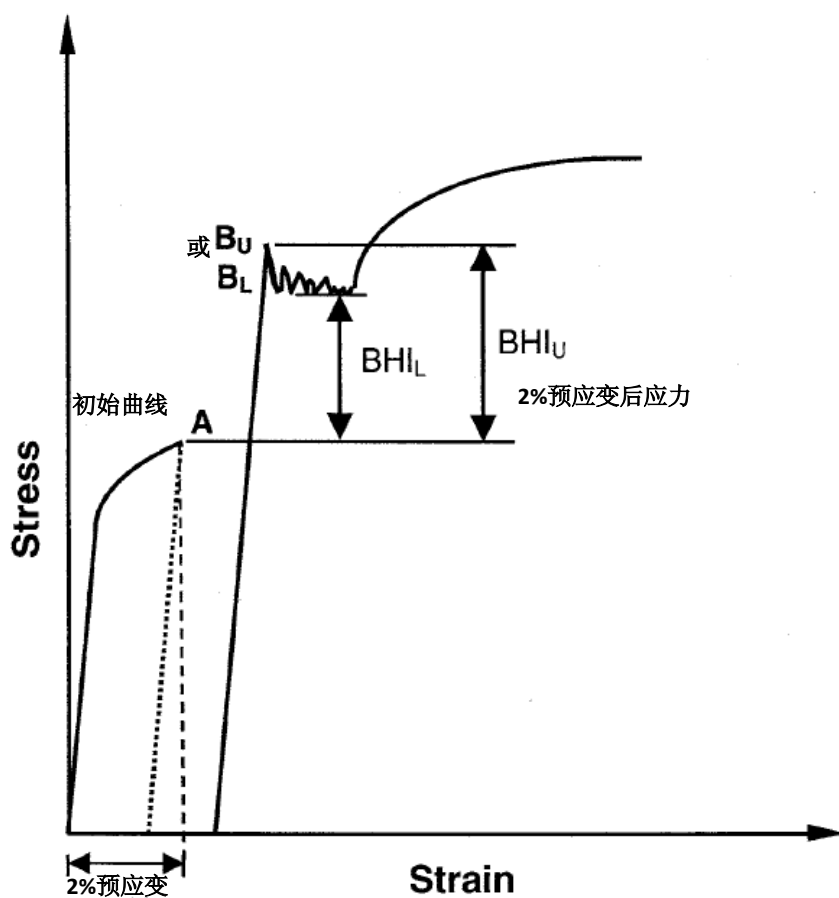


图 A1. 1 烘烤硬化值示意图

这里：

A=载荷作用下 2%延伸的应力

B=在在（340°F [170℃]）温度下烘烤 20 分钟后的屈服强度[上屈服强度（B<sub>U</sub>）或下屈服强度（B<sub>L</sub>）]

A1. 1. 2 本试验中，原始试样横截面（宽度和厚度）用于计算所有的工程强度。

A1. 1. 3 用 2%的预应变模拟中等程度的成型应变，随后的烘烤用于模拟烤漆或相似的处理。在实际构件的加工过程中，成型应变和烘烤处理各不相同，所以，在不同的加工控制条件下，最终得到的性能指标不相同。

## 附录

（提示性）

### X1. 弯曲性能

X1. 1 表 X1. 1 列出了推荐的冷弯最小弯曲半径

**表 X1. 1 列出了推荐的冷弯最小弯曲半径**

注1— t=钢板厚度

注2— 推荐弯曲半径应为实际在车间进行试验是的 90° 弯曲最小半径。

钢种代码	牌号	最小冷弯内半径
SS	33[230]	1/2t
	37[255]	2t
	40[275]	2t
	50[340] 1级	不适用
	50[340] 2级	不适用
	50[340] 3级	不适用
	50[340] 4级	不适用
	55[380]	不适用
	60[410]	不适用
	70[480]	不适用
	80[550] 1级	不适用
	80[550] 2级	不适用
	80[550] 3级	不适用
HSLAS	40[275]	2t
	50[340]	2 <sub>1/2</sub> t
	55[380] 1级	3t
	55[380] 2级	3t
	60[410]	3t
	70[480]	4t
	80[550]	4 <sub>1/2</sub> t
HSLAS-F	40[275]	1 <sub>1/2</sub> t
	50[340]	2t
	55[380] 1级	2t
	55[380] 2级	2t
	60[410]	2t
	70[480]	3t
	80[550]	3t
SHS	26[180]	1/2 t
	31[210]	1t
	35[240]	1 <sub>1/2</sub> t
	41[280]	2t
	44[300]	2t
BHS	26[180]	1/2 t
	31[210]	1t
	35[240]	1 <sub>1/2</sub> t
	41[280]	2t
	44[300]	2t

A 当材料达不到表 X1.1 的要求时，可以拒收，并与供方协商；

B 弯曲性能也可以通过不同的镀层来进行限定。

## X2 产品代号改变的基本原理

X2.1 A05.11 分委员会已经修改了用来分类各种热镀锌产品的代码。以前的“质量等级”代号已经被代码和产品特性关联度更大的描述内容所代替。很多以前的“质量等级”描述钢产品仅依据化学成分，在某些情况下，两个或多个质量等级的描述是完全相同的。以前的代码也没有反映出来采用的新技术(例如真空脱气和铁水预处理)生产的新钢种。

X2.2 以前的“质量等级”代码，定义非常广泛，且没有对用户应用时作出正确的产品选择而提供足够的信息。新的代号是采用技术信息进行定义的，例如规定了化学成分极限和典型的非强制性的力学性能。这些钢的特性对用户关心的镀层产品的可焊接性和可成形性能非常重要。拉伸试验获得的典型的力学性能包括在新的代码体系中。这些性能对预测钢材的可成型性比用硬度试验对其进行的预测更准确。

X2.3 新的代码也给用户提供了更加灵活的限制产品用途的功能，例如，用户可以通过选择恰当的“类型”代码来限制超低碳钢的用途。

X2.4 当前代码体系与以前的代码体系之间存在有限的关联。形成这些关联的原因是：增加了 ASTM 标准中以前没有规定的钢种，对化学成分的范围进行限定，典型的力学性能的增加，提高了钢材生产厂对成分和工艺进行组合以生产处符合具体标准要求的产品的能力。

X2.5 代码的变化是非常重要的。供需双方之间持续的对话将持续推进新代码体系的转换。对规定用途的镀层产品的有关问题，需方应与供方进行协商。

## X3 描述普通产品的规范之极爱你的关系

X3.1 IS014788 标准与本标准具有一定的可比性。这两个标准的关系仅仅是相类似。因此，采用哪个标准，应考虑实际的要求。使用这些标准的各方应确定其到底需要那个标准。

## X4 镀锌钢板基于大气腐蚀速率对镀层重量的选择

X4.1 选择镀锌钢板的适当的镀层重量以满足用户的要求，需要了解一些产品应用环境腐蚀性的相关知识。锌镀层的腐蚀速率根据环境的不同会有很大的差异。例如，湿度就会对腐蚀速率产生很大的影响。杂质的存在，例如氯化物、硝酸盐和硫酸盐等，也会对腐蚀速率产生很大的影响。其他，比如氧元素的存在与否和环境的温度是预测产品寿命的非常重要的因素。

X4.2 在给定用途时，最终的加工要求也会对最小镀层重量的选择产生影响。例如，理想的应用状况就是不产生红锈。在这种情况下，时效的时间就定义为开始产生红锈（锌镀层大面积腐蚀，在钢材上产生红锈的时间）。或者失效的时间定义为钢板发生穿孔腐蚀的时间。在这种情况下，钢板的厚度和镀层都会对失效的时间产生影响。

X4.3 无论如何定义产品寿命，出版文献中的数据都会帮助用户根据环境来确定产品的寿命。

X4.4 尽管腐蚀速率很大程度上取决于环境因素，众所周知，在大多数情况下，镀锌层的寿命在任何特定的环境下都与镀层重量呈线性函数关系。也就是说，为了获得来那个被的产品寿命，用户应订购两倍镀层重量的产品。

X4.4.1 例如：

X4.4.1.1 镀层重量为 G60 产品，其寿命大约是 G30 产品的两倍。

X4.4.1.2 镀层重量为 G90 产品，其寿命大约是 G60 产品的 1.5 倍。

X4.5 如下两本刹那靠书记就是有关镀锌钢板腐蚀性为的非常优秀的信息源：

X4.5.1 锌的腐蚀和电化学腐蚀，X. Gregory Zhang，于 1996 年由 Plenum Press 出版；

X4.5.2 锌和锌合金的耐腐蚀性，Frank C. Porter，于 1994 年由 Marcel Dekker, Inc. 出版。

## 版本变化概述

A05 委员会标识出了本标准与上一版 A653/A653M-09 的改变位置，这些改变可能影响标准的使用（2009.12.01）

- (1) 修订 2.2.11
- (2) 增加 5.2.16.3

A05 委员会标识出了本标准与上一版 A653/A653M-08 的改变位置，这些改变可能影响标准的使用（2009.05.01）

- (1) 表 3、表 4 和 X1.1 增加新牌号 80 3 级的技术要求；
- (2) 表 3、4、6 和 X1.1 增加新牌号 SS 60[410]和 70[480]de 技术要求；
- (3) 2.1 和 3.2.8.1 将参考资料由 D2092 改为 D7396；
- (4) 表 6 由镀层重量递减排序改为递增排序；
- (5) 表 S2.1 增加 20G 镀层代码；

A05 委员会标识出了本标准与上一版 A653/A653M-07 的改变位置，这些改变可能影响标准的使用（2008.07.15）

- (1) 表 1 由镀层重量递减排序改为递增排序并修改脚注 A；
- (2) 增加补充要求 S2，允许以单点/单侧镀层重量方式订货，由此 1.2、4.3、8.1.1、进行修订；增加 5.2.16.2 和 8.1.2，原 8.1.2 改为 8.1.3；
- (3) 增加 8.1.4 和镀层重量转换为镀层质量的公式；
- (4) 表 2 DDS C 类脚注 H 替换脚注 D 与脚注 E；
- (5) 表 3，SS GRD33 增加 P 的含量；
- (6) 修改 10.1；
- (7) 删除不平度表 7 与表 8。

美国材料试验学会就本标准中的条纹而言，其与公开的，有效的专利权没有关系。在此特劝告本标准的使用者对专利权的确定和违反专利权的风险其后果负责。

技术委员会负责对标准进行适时修订，且每 5 年进行复审。如不修订，或对标准进行重新确认，或将标准废止。无论是有关本标准的修订或是增加标准的建议，你都可以向 ASTM 总部提出。你的建议将由对口的技术委员会召开会议，认真探讨，届时你可参会。如果你对会议结果不满意，可按下列地址报知 ASTM 标准委员会。

本标准的版权属 ASTM 标准委员会。地址：100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States。若需本标准的单行本（一份或多份复印件）可与上地址联系，亦可通过电话 610-832-9585 或传真 610-832-9555 或 e-mail: [service@astm.org](mailto:service@astm.org) 与 ASTM 获得联系，或登陆 ASTM 网站 (<http://www.astm.org>)