

ASME 锅炉及压力容器规范
国际性规范

II 材料

C 篇 焊条、焊丝 及填充金属

2005 增补

ASME 锅炉及压力容器委员会压力容器分委员会 编著

中国《ASME 规范产品》协作网 (CACI) 翻译、发送

2006 年 3 月 1 日

北京中普科标图书有限责任公司免费提供
下载地址: <http://www.bxkj-standards.org/standards/ASMEBPVCZW.asp>

2005 增补发送说明

经美国机械工程师学会（ASME）许可，中国《ASME 规范产品》协作网（CACI）翻译出版了 2004 版 ASME 锅炉及压力容器规范和相关规范。与规范英文原版一样，我们也翻译有关增补。因为英文原版是活页的，为方便更换，其增补也是活页的。而规范中译本是装订本，因此我们以表格方式翻译、编辑了增补，即注明 04 版中文本页码、章节、修改部位和 05 增补的修改内容。如修改内容多或有新增和变动较大的图、表，在表格中放不下的，则将修改内容、图、表，放在后面，并注明位于中译本中的页码。

本增补由 CACI 聘请吴祖乾、虞茂林、戴佩琨译校，CACI 编辑。

中文版增补版权属 CACI 所有。

本增补（原版）在 2005 年 7 月 1 日发布，自发布之日起 6 个月后生效。执行时应以英文原版为准。

由于各种原因，本次翻译发送的增补可能会有不足和错误，希望广大用户和读者提出批评和指正，以便改进。

来信请寄：北京市西城区月坛南街 26 号

中国《ASME 规范产品》协作网

邮政编码：100825

电子邮箱：caci@caci.org.cn

中国《ASME 规范产品》协作网

2006 年 3 月

2005 年度增补

04 中文版页码	章节/部位	05 增 补 修 改 内 容
xxxi		全面修改，见本增补第 3 页至第 4 页。
9~41	SFA-5.1	全文修订，见本增补第 5 页至第 44 页。
151~171	SFA-5.8	全文修订，见本增补第 45 页至第 73 页。
304~311	SFA-5.16	全文修订，见本增补第 74 页至第 89 页。

北京中普科标图书有限责任公司免费提供
下载地址: <http://www.bxkj-standards.org/standards/ASMEBPVCZW.asp>

向锅炉及压力容器委员会提交技术咨询函导则

1 引言

(a) 本附录为规范的使用者向规范委员会提出技术咨询提供指导, 参见 ASME 锅炉及压力容器规范第 II 卷、C 和 D 篇关于在规范中申请增加新材料的批准指南。技术咨询包括请求对规范规则的修订或增补、申请规范案例及请求对规范条款的解释。如下列所述:

(1) 规范规则的修订 规范规则的修订是为了适应技术发展、说明行政管理方面的要求、纳入规范案例或澄清规范内容。

(2) 规范案例 规范案例是对已存在的规范规则的变通或增加。规范案例是以书面形式的提问和答复。通常情况下, 它准备在随后纳入规范。当使用规范案例时, 对于规范内容的相关部分规定了强制性要求。但是, 使用者要注意并不是所有的执法机构或雇主都接受规范案例。规范案例通常应用于:

(a) 基于紧急需要, 允许提前执行已批准的规范规则;

(b) 允许在规范建造中使用新材料;

(c) 在将新材料或变通的规则纳入规范前获得经验。

(3) 规范的条款解释 规范的条款解释是对已存在的规范规则的含义进行澄清, 也是以提问和答复的形式出现。条款解释不提出新的要求。如已存在的规范规则未能充分表达其预期的含义和要求对其进行修订以支持条款解释时, 将发行一个表明意图的条款解释并将对规范进行修订。

(b) 由委员会确定的规范规则、规范案例和规范的条款解释不能认为是对专利权或特定设计的批准、推荐、签证或认可, 也不能认为是对制造商、建造商或雇主在符合规范规则的前提下选择设计方法或建造形式自由选择权的限制。

(c) 不符合本附录规定或未提供足够的资料以使

委员会充分理解的技术询问可能不作任何解释既予退回给询问者。

2 询问的格式

向委员会提交的询问应包括:

(a) 目的。说明下列之一:

(1) 现有规范规则的修订。

(2) 新的或补充的规范规则。

(3) 规范案例。

(4) 规范条款解释。

(b) 背景。提供为使委员会理解询问所需的资料, 无比参照相应的规范卷、册、版本、增补、章节、图和表号, 并提供所参考规范具体部分的副本。

(c) 出席。询问者可以请求或被要求参加委员会的会议以作正式的陈述或回答委员会成员有关询问内容的疑问, 询问者参加委员会会议的费用自负。询问者是否出席会议不应作为委员会对询问是否接受的基础。

3 规范的修订或增补

对规范的修订或增补的申请应提供如下:

(a) 建议的修订或增补。对于修订, 标明要求修订的现行规范规则和建议的修订规则, 并标上建议的修订标记; 对于增补, 对现行规范规则响应部分提出推荐的文字。

(b) 必要性的陈述。提出修订或增补必要性的简明解释。

(c) 背景资料。应提供支持修订或增补的背景资料, 包括形成请求基础的数据或技术变化, 以使委员会能充分地评价修订或补充的建议, 并宜提交有关简图、图表和图解, 还要表明规范中受修订或增补影响或供参照地章节和条款号。

4 规范案例

对规范案例的申请应提供相似于 A-300 (b) 和

A300 (c) 分别规定的对于规范修订或增补所需要的陈述和背景资料。紧急情况下的规范案例 (如正在进行中的或逼近的工程, 新的工艺等) 必须详细说明该申请是与将要打 ASME 钢印设备有关且与第 XI 卷的应用无关。建议的规范案例宜与现行规范案例一样标明规范卷册并写成提问和答复的形式。建议的规范案例也宜指出申请案例时所涉及的相应规范版本和增补。

5 规范条款解释

(a) 对规范条款解释应提供如下:

(1) 询问。询问应简短二准确, 取消不必要的背景资料。只要可能, 最好以能回答“是”或“否”(可附有条件)的方式提问, 询问在技术上和编辑上应是正确的。

(2) 答复。对询问的问题提出一个清楚简明的答复建议, 宜为“是”或“否”(可附有条件)的答复。

(3) 背景资料。提供有助于委员会理解询问和答复的背景资料。

(b) 规范的条款解释的申请必须限于对规范或规范案例特定要求的解释, 规范委员会不考虑涉及下列事项的咨询:

(1) 审查计算书、设计图样、焊接评定或确定设备或零部件是否符合规范要求的描述;

(2) 有关但不限于协助完成任何规范规定的功能申请, 如材料选择、设计、计算、制作、检验、压力试验或安装;

(3) 有关规范要求的检索。

6 提交

提交和委员会的答复应满足下列条件:

(a) 提交。规范使用者提出的询问应以英语并最好用打字的形式提交, 但字迹清晰的手写询问也会得到考虑。询问应包括询问者的姓名、地址、电话号码、传真号码和电子邮件号码 (如有的话), 并投寄到下列地址:

Secretary

ASME Boiler and Pressure Vessel Committee

Three Park Avenue

New York, NY10016-5990

作为另一种方式, 询问也可以 E-mail 提交到:

SecretaryBPV@asme.org。

(b) 答复。ASME 锅炉及压力容器委员会或相应的分委员会的秘书应承认收到每个适当准备的询问, 并应在完成规范委员会的申请程序后向询问者提供书面的答复。

(第 9 页)

手工电弧焊用碳钢焊条标准

A05

SFA-5.1

(与 AWS 标准 A5.1/A5.1M:2004 完全等同)

1. 适用范围

1.1 本标准规定了手工电弧焊用碳钢焊条的分类要求。

1.2 安全和健康的问题和相关事项超出了本标准的范围,因此,这里未充分谈及。某些安全和健康的资料能够在非强制性的附录 A5 和 A10 中找到。安全和健康的资料可以从其他的来源获得,包括 ANSI Z49.1《焊接、切割和关联作业中的安全》¹和可适用的联邦和州的管理法规,但不限于此。

1.3 本标准采用美国惯用单位制和国际单位制(SI)体系。计量制不是精确相当的,因此,每一体系必须独立于另一体系使用。当涉及材料性能时,不能以任何方式混用。以代号 A5.1 的标准采用美国惯用单位, A5.1M 标准采用 SI 单位。后者在括号[]内表示或在表和图的适当栏目中示出。基于任一体系的标准尺寸可以在填充金属的规格或包装中使用,或同时在 A5.1 或 A5.1M 标准下使用。

A 篇 — 一般要求

2. 引用标准

下列标准含有的条款,通过在本文中的引用,构成 AWS 标准的条款。对任何已过期的资料,及随后的修改或修订,这些出版物均不应用。然而,鼓励在本 AWS 标准的基础上协议双方研究采用最新版本下列文件的可能性。对未过期的资料,则应用最新版本的标准资料。

下列文件在本文件的强制性部分中引用:

- (a) ASTM E 29《为确定与标准的一致,在试验数据中采用有效位数的标准方法》²
- (b) ASTM E 142《射线照相试验控制质量的标准方法》
- (c) ASTM E 350《碳钢、低合金钢、电工硅钢、

锭铁、锻铁化学分析的标准方法》

- (d) AWS A 1.1《焊接工业的公制实用指南》³
- (e) AWS A 4.3《测定马氏体、贝氏体和铁素体钢电弧焊焊缝金属扩散氢含量的标准方法》
- (f) AWS A 4.4《确定焊剂和焊条药皮中水分含量的标准程序》
- (g) AWS A 5.01《填充金属采购导则》
- (h) AWS B 4.0 或 B 4.0M《焊缝力学性能试验标准方法》
- (i) ANSI Z 49.1《焊接、切割和关联作业中的安全》
- (j) ISO 544《焊接材料—焊接填充材料的交货技术条件—产品类型、尺寸、公差和标记》⁴

3. 分类

3.1 由 A5.1 标准覆盖的焊条使用基于美国惯用单位的体系,按下述准则分类:

- (a) 电流类型(见表 1)
- (b) 药皮类型(见表 1)
- (c) 焊接位置(见表 1)
- (d) 焊缝金属在焊态或时效条件下的力学性能(见表 2 和表 3)。

3.1M 由 A5.1M 标准覆盖的焊条使用基于国际单位制的体系,按下述准则分类:

- (a) 电流类型(见表 1)
- (b) 药皮类型(见表 1)
- (c) 焊接位置(见表 1)

¹ 本 ANSI 标准能从全球工程文件,信息处理服务(HIS)集团公司获得, 15 Inveiness Way East, Englewood, CO 80112-5776

² ASTM 标准能从美国试验和材料学会获得, 100Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959

³ AWS 标准能从全球工程文件,信息处理服务(HIS)集团公司获得, 15 Inveiness Way East, Englewood, CO 80112-5776

⁴ ISO 标准能从美国国家标准研究所获得, 11 West 42nd Street, New York, NY 10036-8002

(第 10 页)

(d) 焊缝金属在焊态或时效条件下的力学性能(见表 2 和表 3)。

3.2 分类为一种类别的材料不应再分类为同一标准的任何其他类别, 虽然它可以在两种标准下分类。其例外是 E 7018M [E 4918M] 也可分类为 E 7018 [E 4918], 只要焊条符合两种类别的所有要求。

4. 验收

焊条应按 AWS A 5.01 《填充金属采购导则》的条款验收。

5. 证明

制造商在包装上标明 AWS 标准号和类别号, 或在产品上标上类别号, 证明该产品符合本标准的要求⁵。

6. 圆整方法

为了确定与本标准的一致性, 应将实测值或计算值对 A5.1 的抗拉强度和屈服强度圆整到最接近的 1000 psi; 对 A5.1M 的抗拉强度和屈服强度圆整到最接近的 10 MPa; 对于用于表达其他数量极限值数字的最右方末位, 则按照 ASTM E 29《为确定与标准的一致, 在试验数据中采用有效数的标准方法》中给出的圆整方法, 圆整到最接近的单位。

B 篇 — 试验方法和要求

7. 试验综述

在表 4 中规定了对每种类别所要求的试验。试验的目的在于确定焊缝金属的化学成分、力学性能和致密性; 低氢焊条药皮的水分含量和焊条的工艺性。第 9~18 节给出了焊缝试件用母材、采用的焊接和试验方法以及要求的结果。第 17 节吸收水分

和第 18 节扩散氢的附加试验对低氢焊条的分类没有提出要求, 其例外是 E 7018M [E 4918M], 对它们则有要求[见表 4 的注 (9) 和 (13)]。

8. 复试

如果任何一项试验的结果不符合要求, 则该试验应重复两次。两次试验的结果都应符合要求。重复试验的试样可取自原始试件, 或取自新的试件。对化学分析, 仅需对不符合要求的元素进行重复试验。如果一个或两个复试的结果不符合要求, 应认为所试材料不符合本标准对该类别的要求。如果在任一试验的制备过程中或完成后, 能清楚地确定在制备焊缝试件或试样时, 或进行试验时, 没有遵守规定的或正确的程序, 试验应认为无效, 不管试验是否符合或不符合要求。试验应重复, 遵循规定的正确程序。在这种情况下, 两倍数量试样的要求不适用。

9. 焊缝试件

9.1 需要下列五种焊缝试件中的一种或多种:

- (1) 为焊缝金属化学分析用的焊缝试块, 见图 1;
- (2) 为焊缝金属力学性能和致密性用的坡口焊缝, 见图 2;
- (3) 为焊条工艺性用的角焊缝, 见图 3;
- (4) 为用 E 6022[E 4322]单道焊焊条焊成的焊缝进行横向拉伸试验和纵向弯曲试验用的坡口焊缝, 见图 4;
- (5) 为用 E 7018M[E 4918M]焊条焊成的焊缝金属进行力学性能和致密性试验用的坡口焊缝, 见图 5;

化学分析用样品可取自断裂拉伸试样的减缩截面或取自图 2 或图 5 坡口焊缝焊缝金属中的相应位置 (或任何高于它的位置), 这样可避免制造焊块。在有争议的情况下, 焊块应为仲裁方法。

⁵ 有关证明和为符合本要求所作试验的进一步资料见 A4 (在附录中)。

(第 11 页)

表 1 焊条类别

AWS 类别		药 皮 类 型	焊接位置 ¹	电流类型 ²
A5.1	A5.1M			
E 6010	E 4310	高纤维素钠	F, V, OH, H	dcep
E 6011	E 4311	高纤维素钾	F, V, OH, H	ac 或 dcep
E 6012	E 4312	高二氧化钛钠	F, V, OH, H	ac 或 dcen
E 6013	E 4313	高二氧化钛钾	F, V, OH, H	ac, dcep 或 dcen
E 6018 ³	E 4318 ³	低氢钾, 铁粉	F, V, OH, H	ac 或 dcep
E 6019	E 4319	氧化铁, 二氧化钛钾	F, V, OH, H	ac, dcep 或 dcen
E 6020	E 4320	高氧化铁	H-fillet F	ac 或 dcen ac, dcep 或 dcen
E 6022 ⁴	E 4322 ⁴	高氧化铁	F, H-fillet	ac 或 dcen
E 6027	E 4327	高氧化铁, 铁粉	H-fillet F	ac 或 dcen ac, dcep 或 dcen
E 7014	E 4914	铁粉, 二氧化钛	F, V, OH, H	ac, dcep 或 dcen
E 7015	E 4915	低氢钠	F, V, OH, H	dcep
E 7016 ³	E 4916 ³	低氢钾	F, V, OH, H	ac 或 dcep
E 7018 ³	E 4918 ³	低氢钾, 铁粉	F, V, OH, H	ac 或 dcep
E 7018M	E 4918M	低氢铁粉	F, V, OH, H	dcep
E 7024 ³	E 4924 ³	铁粉, 二氧化钛	H-fillet, F	ac, dcep 或 dcen
E 7027	E 4927	高氧化铁, 铁粉	H-fillet F	ac 或 dcen ac, dcep 或 dcen
E 7028 ³	E 4928 ³	低氢钾, 铁粉	H-fillet, F	ac 或 dcen
E 7048	E 4948	低氢钾, 铁粉	F, OH, H, V-down	ac 或 dcen

注:

¹ 缩写 F、H、H-fillet、V、V-down 和 OH 表示焊接位置如下: F = 平焊; H = 横焊; H-fillet = 横角焊; V = 向上立焊 (对 3/16 in.[5.0mm]和以下的焊条, 对 E 6018[E 4318]、E 7014[E 4914]、E 7015[E 4915]、E 7016[E 4916]、E 7018[E 4918]、E 7018M [E 4918M]、E 7048[E 4948]类别为 5/32 in.[4.0mm]和以下); V-down = 向下立焊 (对 3/16 in.[5.0mm]和以下的焊条, 对 E 6018[E 4318]、E 7014[E 4914]、E 7015[E 4915]、E 7016[E 4916]、E 7018[E 4918]、E 7018M [E 4918M]、E 7048[E 4948]类别为 5/32 in.[4.0mm]和以下); OH = 仰焊 (对 3/16 in.[5.0mm]和以下的焊条, 对 E 6018[E 4318]、E 7014[E 4914]、E 7015[E 4915]、E 7016[E 4916]、E 7018[E 4918]、E 7018M [E 4918M]、E 7048[E 4948]类别为 5/32 in.[4.0mm]和以下)。

² “dcep”表示直流、焊条接正极 (直流反极性);

“dcen”表示直流、焊条接负极 (直流正极性)。

³ 对伸长率、缺口韧性、吸收水分和扩散氢有附加要求的焊条可以进一步被识别, 如在表 2、表 3、表 10 和表 11 中所示。

⁴ E 6022[E 4322]类别焊条仅用于单道焊。

(第 12 页)

表 2 拉伸试验要求

AWS 类 别		抗 拉 强 度		0.2%屈服强度		4 倍直径长度上的
A5.1	A5.1M	A5.1(ksi)	A5.1M(MPa)	A5.1(ksi)	A5.1M(MPa)	伸长率%
E 6010	E4310	60	430	48	330	22
E 6011	E 4311	60	430	48	330	22
E 6012	E 4312	60	430	48	330	17
E 6013	E 4313	60	430	48	330	17
E 6018	E 4318	60	430	48	330	22
E 6019	E4319	60	430	48	330	22
E 6020	E 4320	60	430	48	330	22
E 6022 ¹	E 4322 ¹	60	430	不作规定	不作规定	不作规定
E 6027	E 4327	60	430	48	330	22
E 7014	E 4914	70	490	58	400	17
E 7015	E 4915	70	490	58	400	22
E 7016	E 4916	70	490	58	400	22
E 7018	E 4918	70	490	58	400	22
E 7024	E 4924	70	490	58	400	17 ²
E 7027	E 4927	70	490	58	400	22
E 7028	E 4928	70	490	58	400	22
E 7048	E 4948	70	490	58	400	22
E 7018M	E 4918M	注 (3)	注 (3)	53-72 ⁴	370-500 ⁴	24

通注:

- (a) 试验用规格见表 4。
 (b) 指焊后状态时效后的要求, 在 12.2 中规定。
 (c) 单位为最小值。

注:

- (1) 要求进行在 12.5 中规定的横向拉伸试验和在第 13 节中规定的纵向导向弯曲试验。
 (2) E 7024-1[E 4924-1]焊条的焊缝金属应有最小为 22%的伸长率。
 (3) 该焊缝金属的抗拉强度名义上为 70 ksi[490 MPa]。
 (4) 对 3/32 in.[2.4mm]的焊条, 最高屈服强度应为 77 ksi [530 MPa]。

(第 13 页)

表 3 夏比 V 型缺口冲击韧性要求

AWS 类别		5 个试样种 3 个的极限值 ⁽¹⁾	
A 5.1	A 5.1M	平均值, min.	单值, min.
E 6010, E 6011, E 6018, E 6027, E 7015, E 7016 ² , E 7018 ² E 7027, E 7048	E 4310, E 4311, E4318 E 4327, E 4915 E 4916 ² , E 4918 ² E 4927, E 4948	20 ft-lbf 在 -20°F [27 J 在 -30°C]	15 ft-lbf 在 -20°F [20 J 在 -30°C]
E 6019 E 7028	E 4319 E 4928	20 ft-lbf 在 -0°F [27 J 在 -20°C]	15 ft-lbf 在 -0°F [20 J 在 -20°C]
E 6012, E 6013 E 6020, E 6022 E 7014, E 7024 ²	E4312, E4313 E 4320, E 4322 E 4914, E 4924 ²	不作规定	不作规定

AWS 类别		5 个试样中 5 个的极限值 ⁽¹⁾	
A 5.1	A 5.1M	平均值, min.	单值, min.
E 7018M	E 4918M	50 ft-lbf 在 -20°F [67 J 在 -30°C]	40 ft-lbf 在 -20°F [54 J 在 -30°C]

注:

(1) 在计算平均值时, 最高值和最低值应忽略不计。剩下三个值中的二个应大于或等于 20ft-lbf(27 J)。

(2) 带有下列供选用附加代号的焊条应符合下面规定的较低温度下的冲击韧性要求。

AWS 类别				夏比 V 型缺口冲击韧性要求, 5 个试样中 3 个的极限值 (见上面(注 1))	
A 5.1	A 5.1M	A 5.1	A 5.1M	平均值, min.	单值, min.
E 7016	E 4916	E 7016-1	E 4916-1	20 ft-lbf 在 -50°F [27 J 在 -45°C]	15 ft-lbf 在 -50°F [20 J 在 -45°C]
E 7018	E 4918	E 7018-1	E 4918-1		
E 7024	E 4924	E 7024-1	E 4924-1	20 ft-lbf 在 0°F [27 J 在 -20°C]	15 ft-lbf 在 0°F [20 J 在 -20°C]

(3) 所有五个值都应用来计算平均值。五个值中的四个应等于或大于 50 ft-lbf [67 J]

(第 14 页)

表 4 要求的试验

AWS 类别		电流和 极性 ¹	焊条规格		试件焊接位置 ²				
A5.1	A5.1M		A5.1 (in.)	A5.1M (mm)	射线照相试验 ⁴				
					化学分析 ³	全焊缝金属拉 伸试验 ⁵	冲击 试验 ⁶	角焊缝 试验 ⁷	水分 试验 ⁹
E 6010	E 4310	dcep	3/32, 1/8	2.4, 2.5, 3.2	NR	NR	NR	NR	NR
			5/32, 3/16	4.0, 4.8, 5.0	F	F	F	V & OH	NR
			7/32	5.6	NR	NR	NR	NR	NR
			1/4	6.0, 6.4	F	F	F	H-fillet	NR
			5/16	8.0	NR	F	NR	NR	NR
E 6011	E 4311	ac 和 dcep	3/32, 1/8	2.4, 2.5, 3.2	NR	NR	NR	NR	NR
			5/32, 3/16	4.0, 4.8, 5.0	F	F	F	V & OH	NR
			7/32	5.6	NR	NR	NR	NR	NR
			1/4	6.0, 6.4	F	F	F	H-fillet	NR
			5/16	8.0	NR	F	NR	NR	NR
E 6012	E 4312	ac 和 dcen	1/16~1/8 inc.	1.6~3.2 inc.	NR	NR	NR	NR	NR
			5/32, 3/16	4.0, 4.8, 5.0	F	F ⁸	NR	V & OH	NR
			7/32	5.6	NR	NR	NR	NR	NR
			1/4, 5/16	6.0, 6.4, 8.0	F	F ⁸	NR	H-fillet	NR
E 6013	E 4313	ac, dcep 和 dcen	1/16~1/8 inc.	1.6~3.2 inc.	NR	NR	NR	NR	NR
			5/32, 3/16	4.0, 4.8, 5.0	F	F ¹¹	NR	V & OH	NR
			7/32	5.6	NR	NR	NR	NR	NR
			1/4, 5/16	6.0, 6.4, 8.0	F	F ¹¹	NR	H-fillet	NR
E 6018	E 4318	ac 和 dcep	3/32, 1/8	2.4, 2.5, 3.2	NR	NR	NR	NR	NR
			5/32	4.0	F	F	F	V & OH	Reqd.
			3/16	4.8, 5.0	NR	F	F	H-fillet	NR
			7/32	5.6	NR	NR	NR	NR	NR
			1/4	6.0, 6.4	F	F	F	H-fillet	Reqd.
			5/16	8.0	NR	F	NR	NR	NR
E 6019	E 4319	ac, dcep 和 dcen	5/64 ~ 1/8 inc.	2.0~3.2 inc.	NR	NR	NR	NR	NR
			5/32, 3/16	4.0, 4.8, 5.0	F	F ¹¹	F ¹²	V & OH	NR
			7/32	5.6	NR	NR	NR	NR	NR
			1/4, 5/16	6.0, 6.4, 8.0	F	F ¹¹	F ¹²	H-fillet	NR
E 6020	E 4320	H-fillet	1/8	3.2	NR	NR	NR	NR	NR
		ac 和 dcen	5/32, 3/16	4.0, 4.8, 5.0	F	F ¹¹	NR	H-fillet	NR
		F	7/32	5.6	NR	NR	NR	NR	NR
		ac, dcep 和 dcen	1/4	6.0, 6.4	F	F ¹¹	NR	H-fillet	NR
			5/16	8.0	NR	F ¹¹	NR	NR	NR
E 6022	E 4322	ac 和 dcen	1/8	3.2	NR	F ^{8,10}	NR	NR	NR
			5/32~7/32 inc.	4.0 ~5.6 inc.	NR	F ^{8,10}	NR	NR	NR
E 6027	E 4327	H-fillet	1/8	3.2	NR	NR	NR	NR	NR
		ac 和 dcen	5/32, 3/16	4.0, 4.8, 5.0	F	F ^{11,12}	F ¹¹	H-fillet	NR
		F	7/32	5.6	NR	NR	NR	NR	NR
		ac, dcep 和 dcen	1/4	6.0, 6.4	F	F ^{11,12}	F ¹¹	H-fillet	NR
			5/16	8.0	NR	F ^{11,12}	NR	NR	NR

(第 15 页)

表 4 要求的试验 (续)

AWS 类别		电流和 极性 ¹	焊条规格		试件焊接位置 ²				
A5.1	A5.1M		A5.1 (in.)	A5.1M (mm)	射线照相试验 ⁴				
					化学分析 ³	全焊缝金属拉 伸试验 ⁵	冲击 试验 ⁶	角焊缝 试验 ⁷	水分 试验 ⁹
E 7014	E 4914	ac, dcep 和 dcen	3/32, 1/8	2.4, 2.5, 3.2	NR	NR	NR	NR	NR
			5/32	4.0	F ¹¹	F ¹¹	NR	V&OH	NR
			3/16	4.8,5.0	NR	F ¹¹	NR	H-fillet	NR
			7/32	5.6	NR	NR	NR	NR	NR
			1/4	6.0, 6.4	F ¹¹	F ¹¹	NR	H-fillet	NR
			5/16	8.0	NR	F ¹¹	NR	H-fillet	NR
E 7015	E 4915	dcep	3/32, 1/8	2.4, 2.5, 3.2	NR	NR	NR	NR	NR
			5/32	4.0	F	F	F	V&OH	Reqd.
			3/16	4.8,5.0	NR	F	F	H-fillet	NR
			7/32	5.6	NR	NR	NR	NR	NR
			1/4	6.0, 6.4	F	F	F	H-fillet	Reqd.
			5/16	8.0	NR	F	NR	NR	NR
E 7016	E 4916	ac 和 dcep	3/32, 1/8	2.4, 2.5, 3.2	NR	NR	NR	NR	NR
			5/32	4.0	F	F	F	V&OH	Reqd.
			3/16	4.8,5.0	NR	F	F	H-fillet	NR
			7/32	5.6	NR	NR	NR	NR	NR
			1/4	6.0, 6.4	F	F	F	H-fillet	Reqd.
			5/16	8.0	NR	F	NR	NR	NR
E 7018	E 4918	ac 和 dcep	3/32, 1/8	2.4, 2.5, 3.2	NR	NR	NR	NR	NR
			5/32	4.0	F	F	F	V&OH	Reqd.
			3/16	4.8,5.0	NR	F	F	H-fillet	NR
			7/32	5.6	NR	NR	NR	NR	NR
			1/4	6.0, 6.4	F	F	F	H-fillet	Reqd.
			5/16	8.0	NR	F	NR	NR	NR
E 7018M ¹³	E 7018M ¹³	dcep	3/32~5/32 inc.	2.4~4.0 inc.	F	V	V	NR	Reqd.
			3/16~5/16 inc.	4.8~8.0 inc.	F	F	F	NR	Reqd.
E 7024	E 4924	ac, dcep 和 dcen	3/32, 1/8	2.4, 2.5, 3.2	NR	NR	NR ¹⁴	NR	NR
			5/32	4.0	F ¹²	F ^{11,12}	F ¹⁴	H-fillet	NR
			3/16	4.8,5.0	NR	F ^{11,12}	F ¹⁴	H-fillet	NR
			7/32	5.6	NR	NR	NR ¹⁴	NR	NR
			1/4	6.0, 6.4	F ¹²	F ^{11,12}	F ¹⁴	H-fillet	NR
			5/16	8.0	NR	F ^{11,12}	NR ¹⁴	NR	NR
E 7027	E 4927	H-fillet	1/8	3.2	NR	NR	NR	NR	NR
		ac 和 dcen	5/32	4.0	F ¹²	F ^{11,12}	F ¹²	H-fillet	NR
		F	3/16	4.8, 5.0	NR	F ^{11,12}	F ¹²	H-fillet	NR
		ac, dcep 和 dcen	7/32	5.6	NR	NR	NR	NR	NR
			1/4	6.0, 6.4	F ¹²	F ^{11,12}	F ¹²	H-fillet	NR
			5/16	8.0	NR	F ^{11,12}	NR	NR	NR

(第 16 页)

表 4 要求的试验 (续)

AWS 类别		电流和 极性 ¹	焊条规格		化学分析 ³	射线照相试验 ⁴			
A5.1	A5.1M		A5.1 (in.)	A5.1M (mm)		全焊缝金属拉 伸试验 ⁵	冲击 试验 ⁶	角焊缝 试验 ⁷	水分 试验 ⁹
E 7028	E 4928	ac 和 dcep	1/8	3.2	NR	NR	NR	NR	NR
			5/32	4.0	F	F ¹²	F	H-fillet	Reqd.
			3/16	4.8, 5.0	NR	F ¹²	F	H-fillet	NR
			7/32	5.6	NR	NR	NR	NR	NR
			1/4	6.0, 6.4	F	F ¹²	F	H-fillet	Reqd.
			5/16	8.0	NR	F ¹²	NR	NR	NR
E 7048	E 4948	ac 和 dcep	1/8	3.2	NR	NR	NR	NR	NR
			5/32	4.0	F		F	V-down & OH	Reqd.
			3/16	4.8, 5.0	NR	F	F	V-down & H-fillet	NR

注:

- (1) NR 表示“不要求”。缩写 F、H-fillet、V-down、V 和 OH 在表 1 的注 (1) 中已有说明。术语“dcep”和“dcen”在表 1 的注 (2) 中已有说明。
- (2) 不要求本特定试验的标准焊条规格也能分类, 只要至少有该类别的其他两种规格已通过对它们要求的试验, 或要分类的规格已根据图 1、2 和 3 以及表 6 进行了试验, 符合标准要求。
- (3) 见第 10 节。
- (4) 见第 11 节。
- (5) 见第 12 节。
- (6) 见第 14 节。
- (7) 见第 15 节。
- (8) 本类别不要求射线照相试验。
- (9) 第 16 节给出的水分试验是为药皮水分含量所要求的试验。第 17 节和第 18 节中的是附加试验, 只有当它们相应供选用的附加代号用于类别代号时才有要求。
- (10) 对 E 6022[E 4322]焊条不要求全焊缝金属拉伸试验。代为替代, 对 5/32 in.、3/16 in. 和 7/32 in. [4.0 mm、5.0 mm、和 6.0 mm]的 E 6022 [E 4322] 焊条类别要求横向拉伸试验 (见 12.5) 和纵向导向弯曲试验 (见第 13 节)。
- (11) 当列出 dcep 和 dcen 时, 只需作 dcen 试验。
- (12) 根据图 2 注 (1), 对长度超过 18 in. [450mm]的焊条, 需要加倍长度的试件, 以保证整个焊条的均匀性。
- (13) 对所有规格的 E 7018M[E 4918M]焊条来说, 要求第 17 节和第 18 节的试验。
- (14) 代号 E 7024-1[E 4924-1]的焊条应进行冲击试验[见表 3 的注 (2)]。

(第 17 页)

9.2 每一种焊缝试件都应按 9.3~9.5 的规定制备。每个焊件用母材都应符合表 5 要求, 并应符合表中所示 ASTM 标准或相当标准的要求。非低氢焊条应在不“重新烘干”的情况下试验。如果低氢焊条在储存中无适当防潮措施, 试验前应在 500°F~800°F[260°C~430°C]温度下至少保持 1 小时。焊件试验应按第 10~15 节的规定进行。

9.3 焊缝试块 应按图 1 规定制备焊缝试块, 当选用在 9.1 中替代之一时除外(取自断裂拉伸试样中的样品或从图 2 或图 5 所示坡口焊缝焊缝金属中相应位置或任何高于它的位置所取的样品)。应采用表 5 规定类型任何合适规格的母材作为焊缝试块的基材, 在上面熔敷填充金属的母材表面应清洁。焊缝试块应在水平位置作多层堆焊, 以获取未稀释的焊缝金属。预热温度应不低于 60°F [15°C], 层间温度应不超过 300°F [150°C]。应在每一焊道后去除焊渣。焊缝试块可在焊道间水淬。已焊完的焊缝试块尺寸应如图 1 所示。本焊件的试验应按第 10 节的规定进行。

9.4 坡口焊缝

9.4.1 力学性能与致密性 试件应采用表 5 规定的适当类型的母材, 按图 2 或图 5 的规定制备和焊接。本焊件应按第 11、12 和 14 节的规定进行试验。焊件应在焊态试验。

9.4.2 横向拉伸和纵向弯曲试验 试件应采用表 5 规定的适当类型的母材, 按图 4 的规定制备和焊接。本焊件的试验应按 12.5~12.7 和第 13 节的规定进行。焊件应在焊态下试验。

9.5 角焊缝 试件应采用表 5 规定的适当类型的母材, 按表 4 和图 3 的规定制备和焊接。焊接位置应根据焊条的规格和类别, 按表 6 和图 3、图 6 的规定确定。焊件的试验应按第 15 节的规定进行。

10. 化学分析

10.1 分析样品应取自用该焊条的焊缝金属。样品应取自焊缝试块或断裂的全焊缝金属拉伸试样

的减缩截面或图 2 或图 5 所示坡口焊缝中的相应位置。应避免取自起弧或收弧区。

9.3 所述和图 1 所示的焊缝试块顶端应去除并舍弃。分析样品应采用合适的机械方法取自下层金属。样品应无焊渣, 并应取自离母材最近表面至少 1/4 in.[6 mm]处。应采用任何合适的机械方法从断裂拉伸试样的减缩截面或从图 2 或图 5 所示坡口焊缝中的适当位置(或任何高于它的位置)准备分析用样品。

10.2 样品应采用可接受的方法分析。仲裁方法应为 ASTM E 350《碳钢、低合金钢、电工硅钢、铌铁和锻铁化学分析的标准方法》。

10.3 分析结果应符合表 7 对试验焊条分类的要求。

11. 射线照相试验

11.1 当表 4 有要求时, 应对 9.4.1 所述和在图 2 或图 5 中所示的坡口焊缝进行射线照相, 以评价焊缝金属的致密性。在准备射线照相时, 应除去衬垫, 焊缝的二个表面应机械加工或打磨至平整。修磨过的焊缝表面可以与试板齐平, 或有一个不超过 3/32 in.[2.5 mm]合理而均匀的余高。试件在焊缝区的二个表面应足够平整, 以免在评片时发生困难。

11.2 焊缝应按 ASTM E 142《射线照相试验质量控制方法》进行射线照相。检测的质量水平应为 2-2T 级。

11.3 如果射线照相显示下列结果, 则焊缝金属的致密性符合本标准要求:

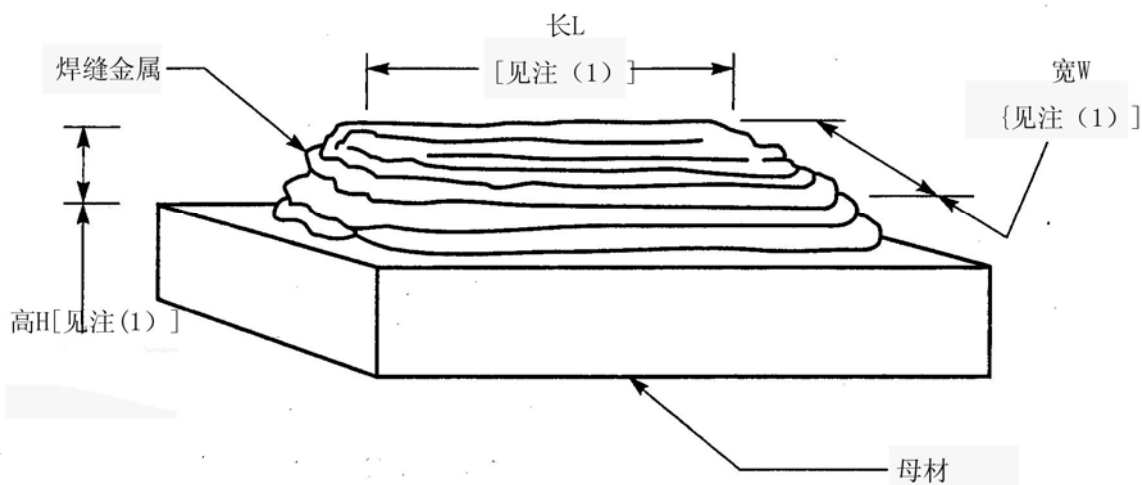
(a) 无裂缝, 无未熔合或未焊透。

(b) 无长于 1/4 in.[6.0 mm]或焊缝厚度 1/3 的夹渣, 取其中较大者, 或在 12 倍焊缝厚度的长度内, 无总长度超过焊缝厚度的一组线性夹渣; 若相邻夹渣之间的距离超过组内最长夹渣长度的 6 倍, 则除外。

(c) 按表 8 规定的级别, 无超出图 7 射线照相标准允许的圆形显示。

评片时, 距试件每端 1 in.[25 mm]的焊缝应排除在外。

(第 18 页)



通注:

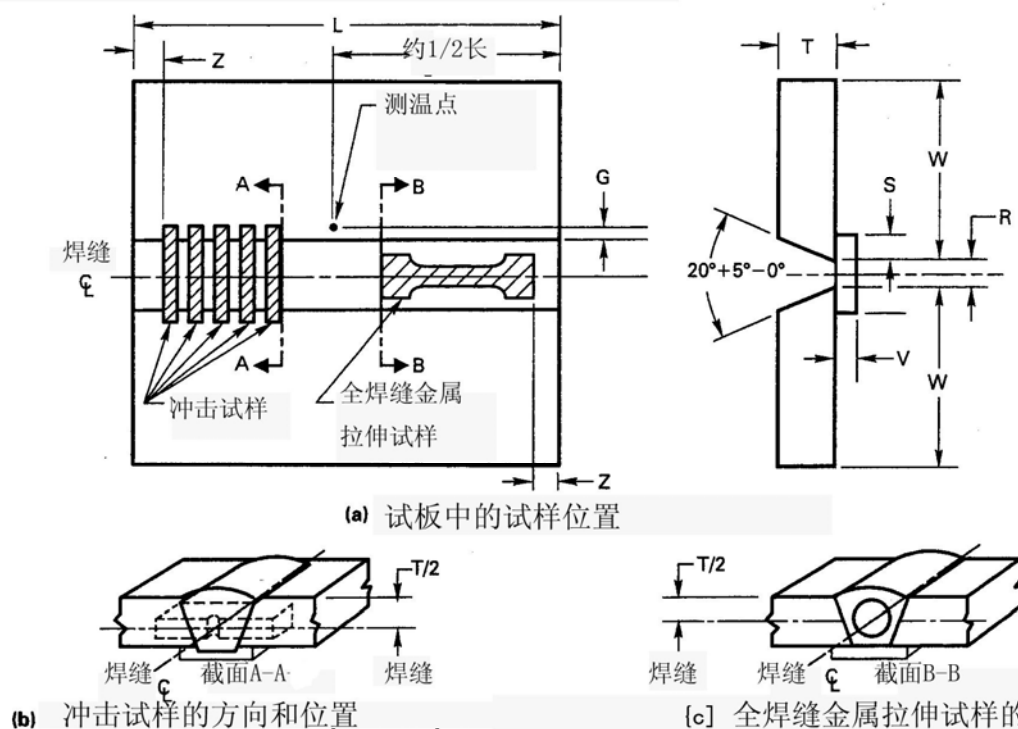
- (a) 应采用在表 5 中规定的任何合适规格和任何类型的母材来作为焊缝试块用母材。
- (b) 熔敷填充金属的母材表面应是清洁的。
- (c) 焊缝试块应在平焊位置逐层堆焊, 以获得未被稀释的焊缝金属。
- (d) 对表 4 中所示的每一种电流类型应堆焊一个试块, 但在表 4 注 (11) 中指定的那些类别除外。
- (e) 焊道的数量和规格要根据焊条的规格、摆动的宽度和使用的安培数而变化。
- (f) 预热温度应不低于 60°F [15°C], 层间温度应不超过 300°F [150°C]。
- (g) 每焊一道后应去渣。
- (h) 试件在焊道之间可水淬, 以控制层间温度。

注:

- (1) 已完成试块的最小规格应至少高 (H) 四层, 并有足够进行分析的长度 (L) 和宽度 (W)。分析样品应取自原始母材表面至少 $1/4\text{ in.}$ [6.0 mm] 以上。

图 1 未稀释焊缝金属化学分析用试块

(第 19 页)



尺寸	说 明	焊条规格		板厚(T)		根部间隙(R)		每层道数	总层数
		A5.1 (in.)	A5.1M (mm)	A5.1 (in.)	A5.1M (mm)	A5.1 (in.)	A5.1M (mm)		
G	偏离坡口边缘	1/4~1/2	6~15	3/32	2.5	1/2	13	2	不作规定
L	长, min.[见注(1)]	10	250	1/8	3.2	1/2	13	2	5-7
S	衬垫搭接, min.	1/4	6	5/32	4.0	3/4	20	2	7-9
V	衬垫厚度, min.	1/4	6	3/16	5.0	3/4	20	2	6-8
W	宽, min.	5	125	7/32	6.0	3/4	20	2	6-8
Z	舍弃, min.	1	25	1/4	6.0	1	25	2	9-11
				5/16	8.0	1 1/4	30	2	10-12

通注:

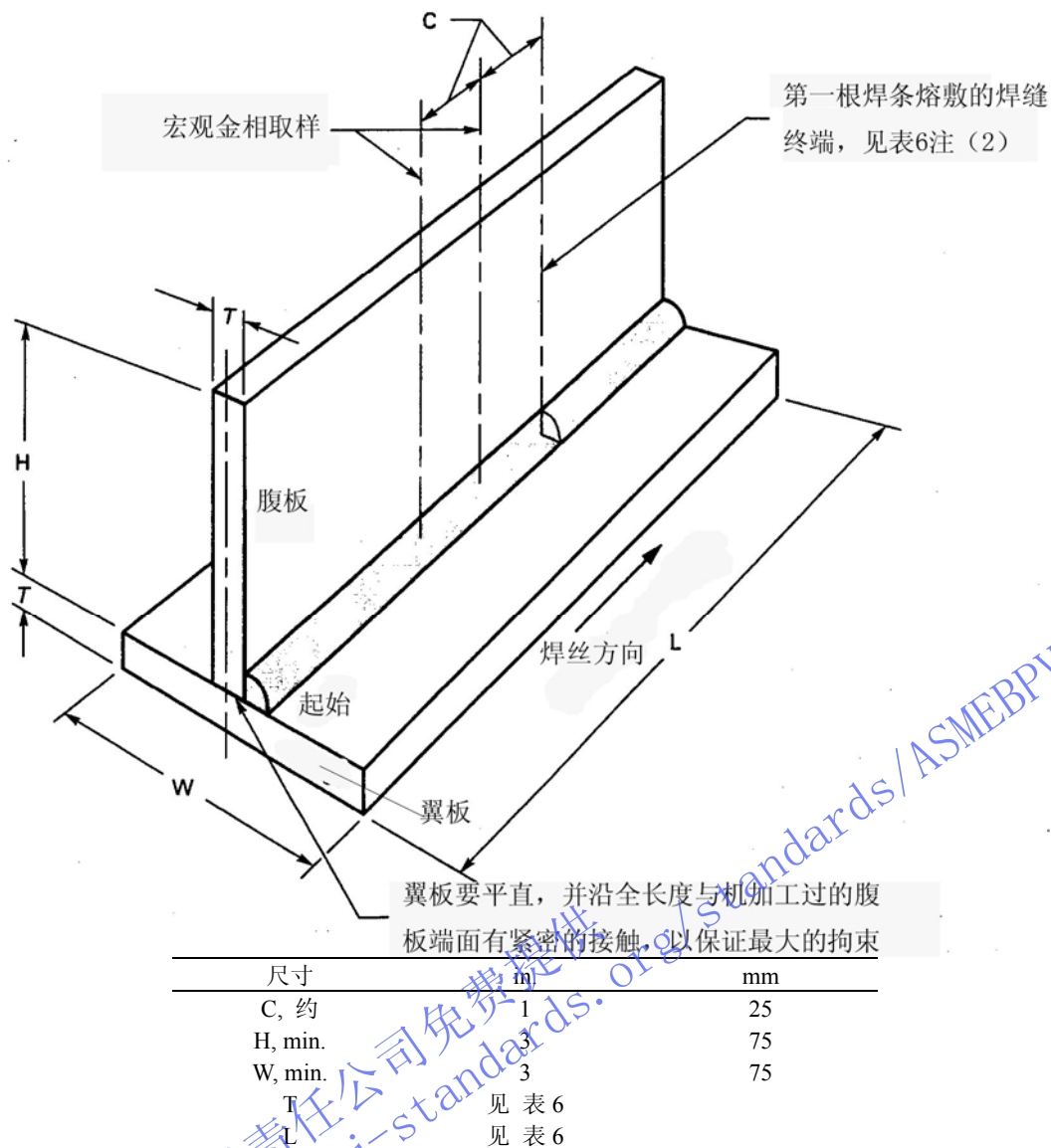
- (a) 母材应符合表 5 规定。
- (b) 焊接表面应清洁。
- (c) 焊前, 试件可预置反变形以提供足够平的焊接接头, 便于切取试样。可供选择的方法还有刚性固定或同时使用刚性固定和预变形, 以保持焊接接头的挠曲在 5° 以内。超过平面 5° 的焊接试件应舍弃。禁止校直试件。
- (d) 试件应在平焊位置焊接, 采用表 4 规定的每一种类型的电流, 但表 4 注 K 所指类别除外。
- (e) 预热温度最低应为 $225^\circ\text{F}[105^\circ\text{C}]$, 层间温度应不低于 $225^\circ\text{F}[105^\circ\text{C}]$, 但也不高于 $350^\circ\text{F}[175^\circ\text{C}]$ 。
- (f) 接头根部可以用 3/32 或 1/8 in.[2.5 或 3.2mm]的焊条密封焊, 焊时不摆动。
- (g) 除了在端部的熄弧和起弧外, 每一焊道在两端中间应含有熄弧和起弧处。
- (h) 焊好的焊缝应至少与试板表面齐平。

注:

- (1) 对长度大于 18 in. [450 mm]的焊条, 至少应焊接 20 in. [500 mm]长的焊件。

图 2 焊缝金属力学性能和致密性试验用坡口焊缝试件, 采用所有类别的焊条, 但 E 6022[E 4322]和 E 7018M[E 4918M]焊条除外

(第 20 页)

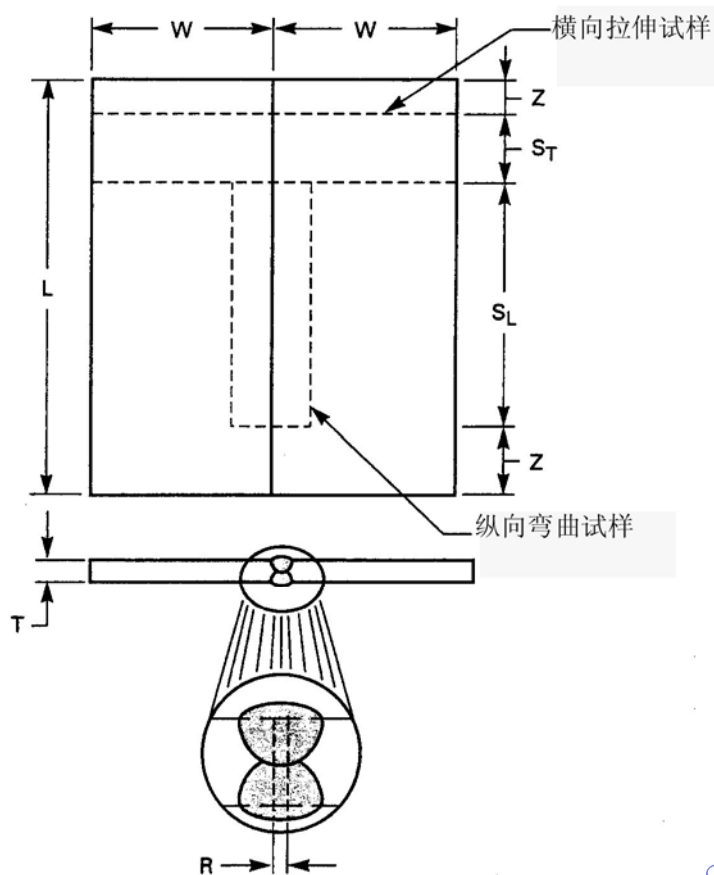


通注:

- (a) 母材应符合表 5 规定
- (b) 待焊表面应清洁。
- (c) 试件应按表 6 规定和图 6 所示的各种位置进行焊接, 采用表 4 规定的每种类型的电流。
- (d) 预热温度最低应为 60°F [15°C]。
- (e) 单道角焊缝应在接头的一侧施焊。第一根焊条应焊完, 焊条头的长度不大于 2 in. [50 mm]。
- (f) 立焊位置焊接应向上焊, E 7048 [E 4948] 焊条除外, 该焊条应向下焊。
- (g) 清理焊缝应限制在敲渣、清刷和去除氧化铁皮。不允许磨锉焊缝。

图 3 角焊缝试件

(第 21 页)



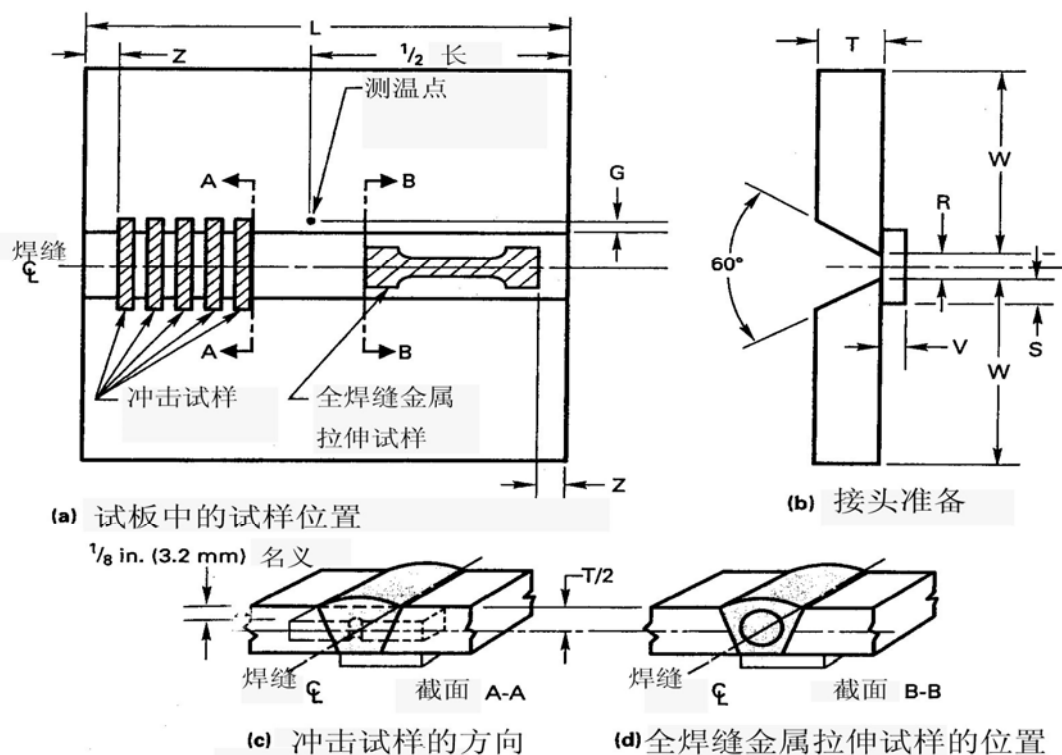
尺寸	A5.1 (in.)	A5.1M (mm)
L 长, min.	10	250
W 宽, min.	4	100
R 根部间隙 max.	1/16	1.6
S _T 横向试样	2	50
S _L 纵向试样	6	150
T 厚度	1/4	6
Z 舍弃, min.	1	25

通注:

- (a) 母材应符合表 5 规定
- (b) 待焊表面应清洁。
- (c) 焊前, 试件可预置反变形以提供足够平的焊接接头, 便于切取试样。可供选择的方法还有刚性固定或同时使用刚性固定和预变形, 以保持焊接接头的挠曲在 5° 以内。超过平面 5° 的焊接试件应舍弃。禁止校直试件。
- (d) 试件采用表 4 规定的电流类型在平焊位置焊接。
- (e) 预热温度最低应为 60°F[15°C], 层间温度应不超过 350°F[180°C],
- (f) 除了在端部熄弧和起弧外, 每一焊道在两端中间应含有熄弧和起弧处。
- (g) 可以进行背面气刨以确保试件的整个厚度都是完好金属。
- (h) 焊好的焊缝应至少与试板表面齐平。

图 4 用 E 6022[E 4322]焊条焊成的焊缝横向拉伸和纵向导向弯曲试验用试件

(第 22 页)



尺寸	说 明	A5.1 (in.)	A5.1M (mm)
G	偏离坡口边缘	$\frac{1}{4} \sim \frac{1}{2}$	6~15
L	长	10	250
R	根部间隙	$\frac{1}{4}$	6
S	衬垫搭接	$\frac{1}{4}$	6
T	板厚	$\frac{3}{4}$	20
V	衬垫厚度	$\frac{1}{4}$	6
W	宽	5	125
Z	舍弃	1	25

通注:

- (a) 母材应符合表 5 规定。
- (b) 待焊表面应清洁。
- (c) 焊前, 试件可预置反变形以提供足够平的焊接接头, 便于切取试样。可供选择的方法还有刚性固定或同时使用刚性固定和预变形, 以保持焊接接头的挠曲在 5° 以内。超过平面 5° 的焊接试件应舍弃。禁止校直试件。
- (d) 对小于等于 $5/32$ in. [4.0 mm] 规格的焊条, 试件应在垂直位置向上焊, 对大于等于 $3/32$ in. [5.0 mm] 规格的焊条, 应在平焊位置焊接。采用表 4 规定的电流种类和焊条制造厂推荐的焊接技术。
- (e) 预热温度和层间温度为 $200 \sim 250^\circ\text{F}$ [$90 \sim 120^\circ\text{C}$],
- (f) 对规格为 $3/32$ in. [2.5 mm] 的焊条, 焊接热输入量应为 $30\text{KJ/in.} \sim 40\text{KJ/in.}$ [$1.2\text{KJ/mm} \sim 1.6\text{KJ/mm}$], 对规格等于大于 $1/8$ in. [3.2 mm] 的焊条, 焊接热输入量应为 $50\text{KJ/in.} \sim 60\text{KJ/in.}$ [$2.0\text{KJ/mm} \sim 2.4\text{KJ/mm}$].
- (g) 除了在端部熄弧和起弧外, 每一焊道在两端中间应含有熄弧和起弧处。
- (h) 焊好的焊缝应至少与试板的表面齐平。最大的焊缝余高应为 $3/16$ in. [5.0 mm]。不允许锤击焊缝。

图 5 用 E 7018M[E 4918M] 焊条焊成的焊缝金属力学性能和致密性试验用坡口焊缝试件

(第 23 页)

表 5 试件用母材

AWS 类别	母 材		UNS 号 ⁽²⁾
	种 类	ASTM 标准 ⁽¹⁾	
所有类别	碳钢	A 131 B 级	K 02102
		A 285 A 级	K 01700
		A 285 B 级	K 02200
除 E 7018M[E 4918M]外的所有类别	碳钢	A 285 C 级	K 02801
		A 285 D 级	K 02702
		A 36	K 02600
		A 29 1015 级	G 10150
		A 29 1020 级	G 10200

注:

(1) 可以采用等效钢种

(2) 金属和合金的 SAE/ASTM 统一编号体系。

表 6 制备角焊缝试件的要求

AWS 类别		焊条规格		厚度		长度		焊接位置	角焊缝规格	
A5.1	A5.1M	in.	mm	in.	mm	in.	mm		in.	mm
E 6010 和	E 4310 和	3/32	2.4, 2.5	1/8	3	10	250	V & OH	5/32 max.	4.0 max.
		1/8	3.2	3/16	5	12	300	V & OH	3/16 max.	5.0 max.
E 6011	E 4311	5/32	4.0	3/8	10	12	300	V & OH	1/4 max.	6.0 max.
		3/16	4.8, 5.0	3/8	10	12	300	V & OH	5/16 max.	8.0 max.
		7/32	5.6	1/2	13	12 或 16 ³	300 或 400 ³	H-fillet	1/4 min.	6.0 min.
		1/4	6.0, 6.4	1/2	13	16	400	H-fillet	1/4 min.	6.0 min.
		5/16	8.0	1/2	13	16	400	H-fillet	1/4 min.	6.0 min.
		1/16~5/64	1.6~2.0	1/8	3	6	150	V & OH	1/8 max.	3.0 max.
E 6012 和	E 4312 和	3/32	2.4, 2.5	1/8	3	10	250	V & OH	1/8 max.	3.0 max.
		1/8	3.2	3/16	5	12	300	V & OH	3/16 max.	5.0 max.
E 6013 和	E 4313 和	5/32	4.0	3/8	10	12	300	V & OH	1/4 max.	6.0 min.
		3/16	4.8, 5.0	1/2	13	12	300	V & OH	3/8 max.	10.0 max.
E 6019	E 4319	7/32	5.6	1/2	13	12 或 16 ³	300 或 400 ³	H-fillet	1/4 min.	6.0 min.
		1/4	6.0, 6.4	1/2	13	16	400	H-fillet	5/16 min.	8.0 min.
		5/16	8.0	1/2	13	16	400	H-fillet	5/16 min.	8.0 min.
E 7014	E 4914	3/32	2.4, 2.5	1/8	3	12	300	V & OH	5/32 max.	4.0 max.
		1/8	3.2	3/16	5	12	300	V & OH	3/16 max.	5.0 max.
		5/32	4.0	3/8	10	12	300	V & OH	5/16 max.	8.0 max.
		3/16	4.8, 5.0	3/8	10	12	300	H-fillet	1/4 min.	6.0 min.
		7/32	5.6	3/8	10	12 或 16 ³	300 或 400 ³	H-fillet	1/4 min.	6.0 min.
		1/4	6.0, 6.4	1/2	13	16	400	H-fillet	5/16 min.	8.0 min.
E 7015 和	E 4915 和	5/16	8.0	1/2	13	16	400	H-fillet	5/16 min.	8.0 min.
		3/32	2.4, 2.5	1/8	3	10	250	V & OH	5/32 max.	4.0 max.
		1/8	3.2	1/4	6	12	300	V & OH	3/16 max.	5.0 max.
		5/32	4.0	3/8	10	12	300	V & OH	5/16 max.	8.0 max.
		3/16	4.8, 5.0	3/8	10	12	300	H-fillet	3/16 min.	5.0 min.
		7/32	5.6	1/2	13	12 或 16 ³	300 或 400 ³	H-fillet	1/4 min.	6.0 min.
E 7016	E 4916	1/4	6.0, 6.4	1/2	13	16	400	H-fillet	5/16 min.	8.0 min.
		5/16	8.0	1/2	13	16	400	H-fillet	5/16 min.	8.0 min.

(第 24 页)

表 6 制备角焊缝试件的要求 (续)

AWS 类别		焊条规格		厚度		长度		焊接位置	角焊缝规格	
A5.1	A5.1M	in.	mm	in.	mm	A5.1	A5.1M		mm	in.
E 6018	E 4318	3/32	2.4, 2.5	1/8	3	10 或 12 ⁴	250 或 300 ⁴	V & OH	3/16 max.	5.0 max.
和	和	1/8	3.2	1/4	6	12	300	V & OH	1/4 max.	6.0 max.
E 7018	E 4918	5/32	4.0	3/8	10	12	300	V & OH	5/16 max.	8.0 max.
		3/16	4.8, 5.0	3/8	10	12	300	H-fillet	1/4 min.	6.0 min.
		7/32	5.6	1/2	13	12 或 16 ³	300 或 400 ³	H-fillet	1/4 min.	6.0 min.
		1/4	6.0, 6.4	1/2	13	16	400	H-fillet	5/16 min.	8.0 min.
		5/16	8.0	1/2	13	16	400	H-fillet	5/16 min.	8.0 min.
E 6020	E 4320	1/8	3.2	1/4	6	12	300	H-fillet	1/8 min.	3.0 min.
		5/32	4.0	3/8	10	12	300	H-fillet	5/32 min.	4.0 min.
		3/16	4.8, 5.0	3/8	10	12 或 16 ³	300 或 400 ³	H-fillet	3/16 min.	5.0 min.
		7/32	5.6	1/2	13	16	400	H-fillet	1/4 min.	6.0 min.
		1/4	6.0, 6.4	1/2	13	16	400	H-fillet	5/16 min.	8.0 min.
		5/16	8.0	1/2	13	16	400	H-fillet	5/16 min.	8.0 min.
E 6027	E 4327	3/32 ⁵	2.4	1/4	6	10	250	H-fillet	5/32 min.	4.0 min.
E 7024	E 4924	1/8	2.5 ⁵	1/4	6	12	300	H-fillet	5/32 min.	4.0 min.
E 7027	E 4927	5/32	3.2	3/8	10	12	300	H-fillet	3/16 min.	5.0 min.
和	和	3/16	4.0	3/8	10	12 或 16 ³	300 或 400 ³	H-fillet	1/4 min.	6.0 min.
E 7028	E 4928	7/32	4.8, 5.0	1/2	13	16 或 26 ⁶	400 或 650 ⁶	H-fillet	1/4 min.	6.0 min.
		1/4	5.6	1/2	13	16 或 26 ⁶	400 或 650 ⁶	H-fillet	5/16 min.	8.0 min.
		5/16	6.0, 6.4	1/2	13	16 或 26 ⁶	400 或 650 ⁶	H-fillet	5/16 min.	8.0 min.
			8.0							
E 7048	E 4948	1/8	3.2	1/4	6	12	300	V-down & OH	1/4 max.	6.0 max.
		5/32	4.0	3/8	10	12	300	V-down & OH	5/16 max.	8.0 max.
		3/16	4.8, 5.0	3/8	10	12 或 16	300 或 400	H-fillet & V-down	1/4 min.	6.0 max.

注:

- (1) 见图 3。能够用或是 USC (美国惯用单位)或是 SI (国际单位制)厚度的板材来进行任何分类试验。
- (2) 如果第一根焊条的焊道终止点在试件末端 4in.[100]以内, 那么应采用引弧板或比较长的试件。
- (3) 对 14 in. [350 mm]的焊条, 试件的最小长度应为 12 in. [300 mm]; 对 18 in. [460 mm]的焊条, 试件的最小长度应为 16 in. [400 mm]。
- (4) 对 12 in. [300 mm]的焊条, 试件的最小长度应为 10 in. [250 mm]; 对 14 in. [350 mm]的焊条, 试件的最小长度应为 12 in. [300 mm]。
- (5) 仅指 E 7024*。
- (6) 对 18 in. [460 mm]的焊条, 试件的最小长度应为 16 in. [400 mm]; 对 28 in. [700 mm]的焊条, 试件的最小长度应为 26 in. [650 mm]。

*译注: 原文如此, 应为 E 7024[E 4924]。

(第 25 页)

11.4 圆形显示为其长度不超过 3 倍宽度的显示 (在射线底片上)。圆形显示可以是圆形、椭圆形、锥形或不规则形状,它们可以有尾巴。圆形显示的规格是显示的最大尺寸,包括任何可能存在的尾巴。显示可以是气孔或夹渣。最大尺寸不超过 1/64 in.[0.4mm]的显示应忽略不计。气孔显示大于射线照相标准允许的最大圆形显形的焊缝试件不符合本标准的要求。

12. 拉伸试验

12.1 对除了 E 6022[E 4322]外的所有焊条,应从 9.4.1 和图 2 或图 5 所述的坡口焊缝中按 AWS B4.0[AWS B4.0M]《焊缝力学性能试验标准方法》拉伸试验一节的规定加工出一根全焊缝金属圆形拉伸试样。对 1/2in.[13 mm]厚的试板,全焊缝金属拉伸试样应有名义直径 0.250 in.[6.25 mm]。对 3/4in.[20 mm]或更厚的试板,全焊缝金属拉伸试样应有名义直径 0.50 in.[12.5 mm],对所有板厚,标长与直径之比应为 4:1。

12.2 除低氢类别外,所有焊条的试样可在加工后、试验前在 200°F 到 220°F [90°C 到 105°C]下时效直至 48 小时,然后让其冷却至室温。有关时效目的的讨论参阅附录 A, A.6.3。

12.3 经过时效和未经时效的试样应按 AWS B4.0[AWS B4.0M]《焊缝力学性能试验标准方法》拉伸试验一节所述的方法进行试验。

12.4 拉伸试验的结果应符合表 2 规定的要求。

12.5 对 E 6022[E 4322],应从 9.4.2 所述和图 4 所示的坡口焊缝中加工出一个按 AWS B4.0[AWS B4.0M]《焊缝力学性能试验标准方法》拉伸试验一节所规定的横向矩形拉伸试样。横向矩形拉伸试样应为对焊缝呈横向加工出的全厚度试样,试样名义减缩截面的宽度为 1.5 in.[38 mm]。

13 弯曲试验

13.1 根据表 4 要求,应从 9.4.2 所述和图 4 所

示的坡口焊缝试件中加工出一根纵向面弯试样。试样的名义长度应为 6.0 in.[150 mm],试样的名义宽度应为 1.5 in.[38 mm],名义厚度应为 0.25 in.[6 mm]。其他尺寸应符合 AWS B 4.0[AWS B 4.0M]《焊缝力学性能试验标准方法》弯曲试验一节的规定。

13.2 加工后,试验前,试样可在 200°F~220°F [90°C~105°C]下时效直至 48 小时,然后让其冷却至室温。有关时效目的的讨论参阅 A, A.6.3。

13.3 试样应按 AWS B 4.0[AWS B 4.0M]《焊缝力学性能试验标准方法》中弯曲试验一节所述的方法进行试验。按 AWS B 4.0 [AWS B 4.0M]的规定,试样应在任意合适的夹具内均匀地弯曲到 180°,弯曲半径大于 3/4 in.[19 mm]。面弯试样的位置应使最终焊接侧的焊缝表面处于拉伸状态。

13.4 弯曲后,每个试样应符合 3/4 in.[19 mm]弯曲半径,允许有适当的回弹。焊缝金属凸面上不应有超过 1/8 in.[3 mm]的开口。

14 冲击试验

14.1 根据表 4 要求,应对那些有冲击试验要求的类别,从图 2 或图 5 所示的试件中,按 AWS B 4.0[AWS B 4.0M]《焊缝力学性能试验标准方法》断裂韧性试验一节的规定,加工出五只全规格夏比 V 型缺口冲击试样。夏比 V 型缺口冲击试样开缺口的表面与受冲击的表面应相互在 0.002in.[0.05 mm]内平行,其他两个表面应在±10°角度范围内与开缺口的表面或受冲击的表面成直角。缺口应采用机械方法光滑切割,并与纵侧面在 1°内成直角。

缺口的几何形状应至少在每组五只试样的一只上测量。测量应在投影仪上或在金相显微镜上至少放大 50 倍进行。缺口的正确位置应在加工前或加工后浸蚀验证。

14.2 五只试验应按 AWS B 4.0[AWS B 4.0M]《焊缝力学性能试验标准方法》中断裂韧性试验一节进行试验。试验温度应为按表 3 对该试验类别规定的或较低的温度。

(第 26 页)

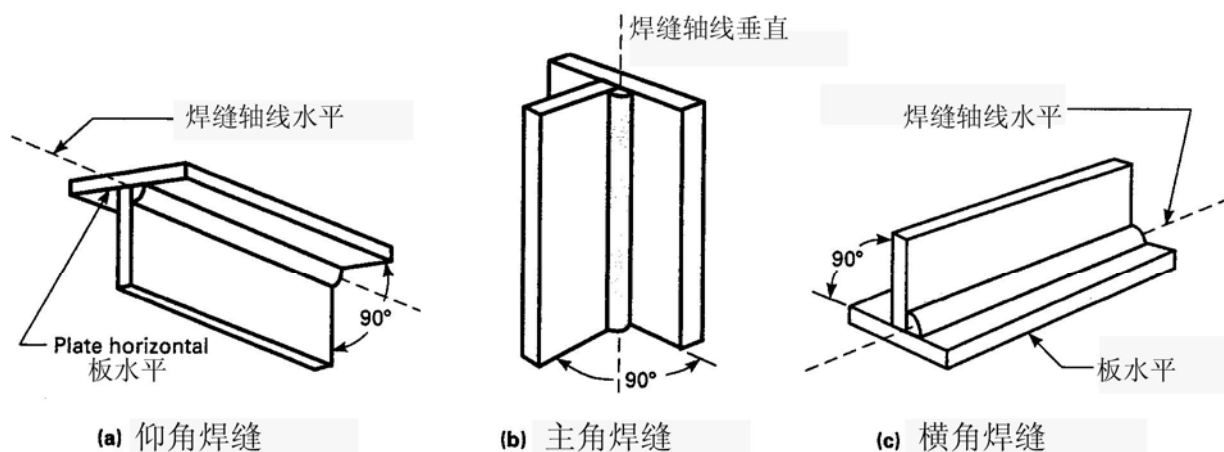


图 6 角焊缝试件的焊接位置求

表 7 焊缝金属的化学成分要求

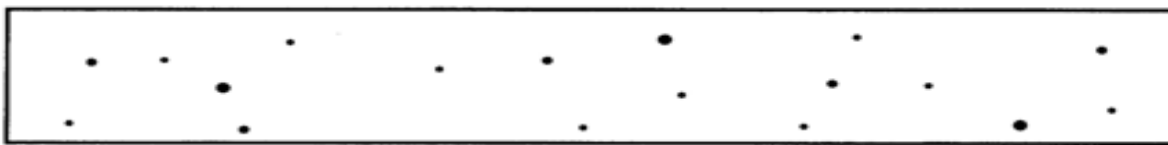
AWS 类别		UNS ¹ 号	重量, 百分比% ⁽²⁾									Mn+Ni+Cr+Mo+V 总量
A 5.1	A 5.1M		C	Mn	Si	P	S	Ni	Cr	Mo	V	
E 6010	E 4310	W 06010										
E 6011	E 4311	W 06011										
E 6012	E 4312	W 06012										
E 6013	E 4313	W 06013										
E 6019	E 4319	W 06019	0.20	1.20	1.00	N.S.	N.S.	0.30	0.20	0.30	0.08	N.S.
E 6020	E 4320	W 06020										
E 6027	E 4327	W 06027										
E 6018	E 4318	W 06018	0.03	0.60	0.40	0.025	0.015	0.30	0.20	0.30	0.08	N.S.
E 7015	E 4915	W 07015	0.15	1.25	0.90	0.035	0.035	0.30	0.20	0.30	0.08	1.50
E 7016	E 4916	W 07016	0.15	1.60	0.75	0.035	0.035	0.30	0.20	0.30	0.08	1.75
E 7018	E 4918	W 07018	0.15	1.60	0.75	0.035	0.035	0.30	0.20	0.30	0.08	1.75
E 7014	E 4914	W 07014	0.15	1.25	0.90	0.035	0.035	0.30	0.20	0.30	0.08	1.50
E 7024	E 4924	W 07024	0.15	1.25	0.90	0.035	0.035	0.30	0.20	0.30	0.08	1.50
E 7027	E 4927	W 07027	0.15	1.60	0.75	0.035	0.035	0.30	0.20	0.30	0.08	1.75
E 7028	E 4928	W 07028										
E 7048	E 4948	W 07048	0.15	1.60	0.90	0.035	0.035	0.30	0.20	0.30	0.08	1.75
E 7018M	E 4918M	W 07018	0.12	0.04	0.80	0.030	0.020	0.25	0.15	0.35	0.05	N.S.

注

(1) 金属和合金的 SAE/ASTM 统一编号体系。

(2) 单值为最大值。N.S.表示不作规定。

(第 27 页)



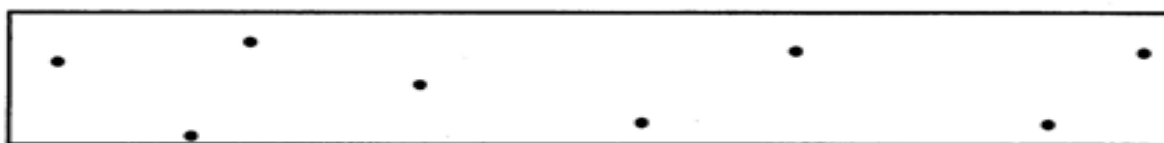
直径或长度为 $1/64$ in.[0.4 mm]~ $1/16$ in.[1.6 mm], 在任意 6 in.[150 mm]焊缝上显示的最多数=18, 并受下列限制:

直径或长度为 $3/64$ in.[1.2 mm]~ $1/16$ in.[1.6 mm]大显示的最多数=3。

直径或长度为 $1/32$ in.[0.8 mm]~ $3/64$ in.[1.2 mm]中显示的最多数=5。

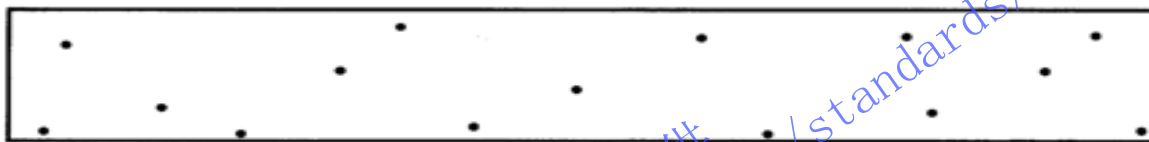
直径或长度为 $1/64$ in.[0.4 mm]~ $1/32$ in.[0.8 mm]小显示的最多数=10。

(a) 混合圆形显示



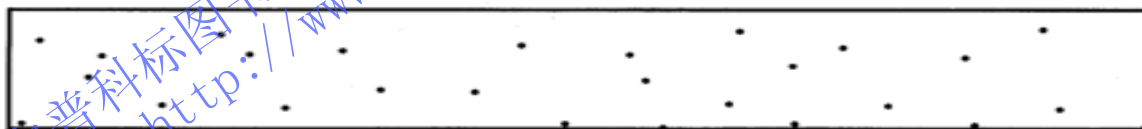
直径或长度为 $3/64$ in.[1.2 mm]~ $1/16$ in.[1.6 mm], 在任意 6 in.[150 mm]焊缝上显示的最多数=8。

(b) 大的圆形显示



直径或长度为 $1/32$ in.[0.8 mm]~ $3/64$ in.[1.2 mm], 在任意 6 in.[150 mm]焊缝上显示的最多数=15。

(c) 中等圆形显示

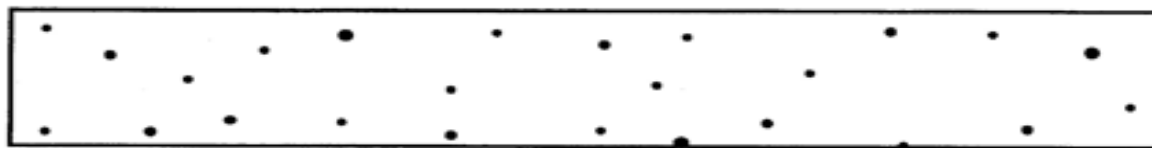


直径或长度为 $1/64$ in.[0.4 mm]~ $1/32$ in.[0.8 mm], 在任意 6 in.[150 mm]焊缝上显示的最多数=30。

(d) 小的圆形显示

图 7 圆形显示的射线照相合格标准 (1 级)

(第 28 页)



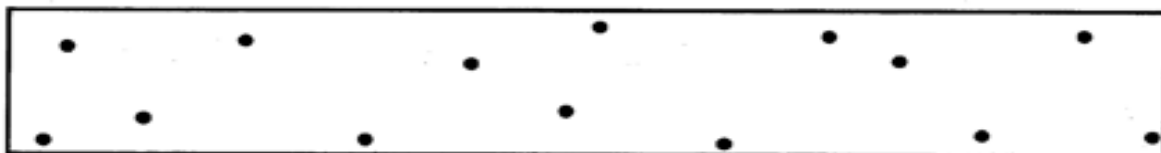
直径或长度为 $1/64$ in.[0.4mm]~ $5/64$ in.[2.0mm], 在任意 6 in.[150 mm]焊缝上显示的最多数=27, 并受下列限制:

直径或长度为 $1/16$ in.[1.6 mm]~ $5/64$ in.[2.0 mm]大显示的最多数=3。

直径或长度为 $3/64$ in.[1.2 mm]~ $1/16$ in.[1.6 mm]中显示的最多数=8。

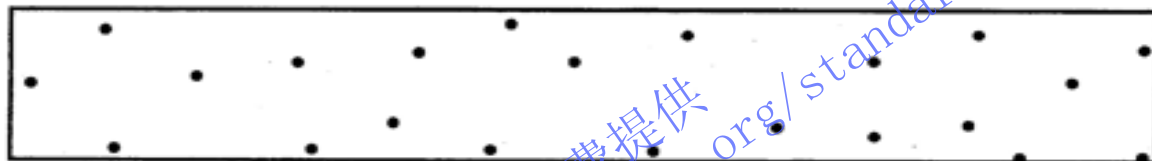
直径或长度为 $1/64$ in.[0.4 mm]~ $3/64$ in.[1.2 mm]小显示的最多数=16。

(e)混合圆形显示



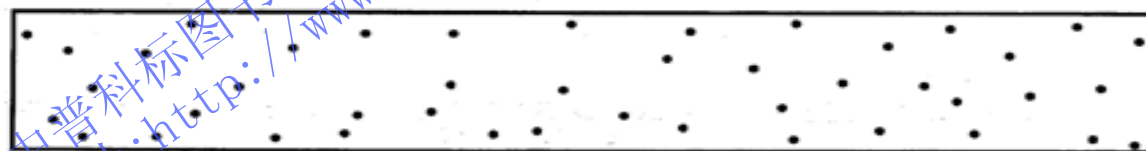
直径或长度为 $1/16$ in.[1.6 mm]~ $5/64$ in.[2.0 mm], 在任意 6 in.[150 mm]焊缝上显示的最多数=14。

(f) 大的圆形显示



直径或长度为 $3/64$ in.[1.2 mm]~ $1/16$ in.[1.6 mm], 在任意 6 in.[150 mm]焊缝上显示的最多数=22。

(g) 中等圆形显示



直径或长度为 $1/64$ in.[0.4 mm]~ $3/64$ in.[1.2 mm], 在任意 6 in.[150 mm]焊缝上显示的最多数=44。

(h) 小的圆形显示

图 7 圆形显示的射线照相合格标准 (2 级) (续)

(第 29 页)

表 8 射线照相质量要求

AWS 类别		射线照相标准 ^(1,2)
A 5.1	A 5.1M	
E 6018	E 4318	1 级
E 6019	E 4319	
E 6020	E 4320	
E 7015	E 4915	
E 7016	E 4916	
E 7018	E 4918	
E 7018M	E 4918M	
E 7048	E 4948	
E 6010	E 4310	2 级
E 6011	E 4311	
E 6013	E 4313	
E 6027	E 4327	
E 7014	E 4914	
E 7024	E 4924	
E 7027	E 4927	
E 7028	E 4928	
E 6012	E 4312	不作规定
E 6022	E 4322	

注:

(1) 见图 7

(2) 对各种焊条类别, 在实际工作条件下使用所能得到的射线照相质量, 在附录 A 6.10.1 中讨论。

14.3 除 E 7018M [E 4918M] 外, 在评价所有要求冲击试验的类别的试验结果时, 获得的最高值和最低值应舍弃不计。剩下三个值中的二个应等于或超过规定的 20 ft-lbf [27 J] 能量水平。三个中的一个可以较低, 但不低于 15 ft-lbf [20 J], 三个值的平均值应不低于要求的 20 ft-lbf [27 J] 能量水平。

14.4 在评价 E 7018M [E 4918M] 的结果时, 应包括所有五个冲击值。至少五个中的四个应等于或超过规定的 50 ft-lbf [67 J] 的能量水平。五个中的一个可较低, 但不低于 40 ft-lbf [54 J]。五个结果的平均值应不低于要求的 50 ft-lbf [67 J] 的能量水平。

15 角焊缝试验

15.1 当表 4 有要求时, 应根据 9.5 和图 3 进行

角焊缝试验。对焊好的角焊缝整个表面应进行目视检查。表面应无裂纹、焊瘤、焊渣和气孔, 并基本上无咬边。偶然的深度在 1/32 in. [0.8 mm] 以下的短咬边是允许的。目视检查后, 应如图 3 所示切下长约 1 in. [25 mm] 的宏观金相试样。试样的一个截面应抛光、浸蚀, 然后按 15.2 的要求作检查。

15.2 应按图 8 在准备好的表面上划线, 通过实际测量 (见图 8), 角焊缝规格、角焊缝焊脚和凸度应确定到最接近的 1/64 in. [0.5 mm]。根据所测角焊缝规格, 这些测量应符合表 6 对最小或最大角焊缝规格的要求, 以及表 9 对最大凸度和最大角焊缝焊脚的要求。

15.3 剩下的两个试件段应按图 9 所示施加外力将角焊缝折断。当需要加速角焊缝的断裂时, 可以采用以下一种或几种方法:

(a) 按图 9, 可在焊缝的每个焊脚上添加加强焊缝。

(b) 可改变腹板在翼板上的位置, 如图 9 所示。

(c) 可以在角焊缝面上开口, 如图 9 所示。

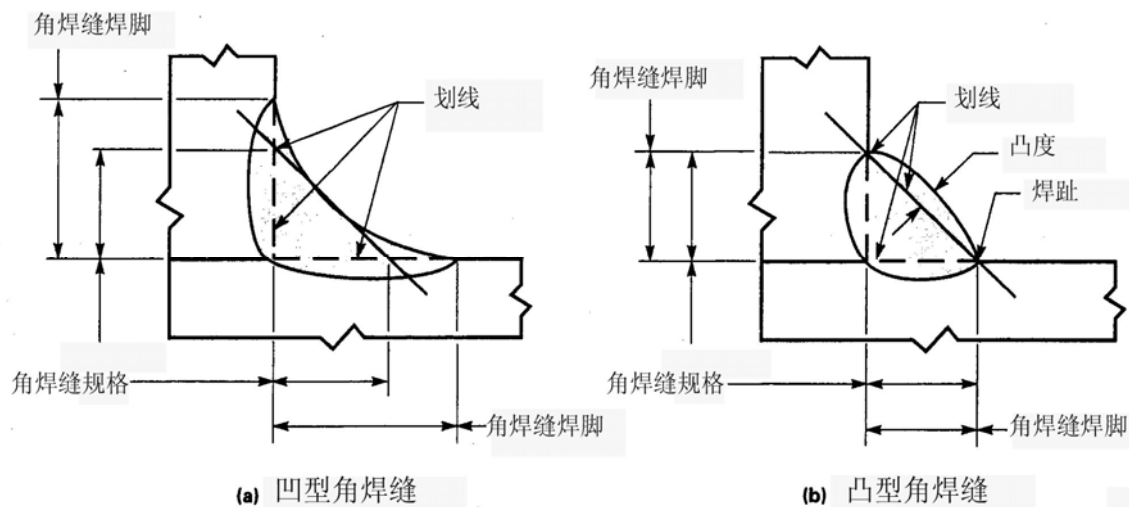
如弯曲时焊缝金属从母材拉脱, 则试验无效。此时应更换试样, 一个换一个, 直至试验完成。在这种情况下, 不采用第 8 节重复试验所要求的双倍试样。

15.4 断裂面应在不放大的情况下进行目视检查。断裂面应无裂纹。焊缝根部未熔合应不大于焊缝全长的 20%。除 E 6012 [E 4312]、E 6013 [E 4313] 和 E 7014 [E 4914] 类别的焊条外, 沿焊缝轴线测量的未熔合连续长度不得大于 1 in. [25 mm]。这些类别焊条的角焊缝可显示出角焊缝全长的未焊透。它们也可以显示出未熔合。只要在任何一点上未熔合都不超过角焊缝较小焊脚长度的 25%。

16 水分试验

16.1 当表 4 有要求时, 焊条药皮的水分含量应采用任意合适的方法测定。在有争议的情况下, AWS A4.4M 《测定焊剂和焊条药皮水分含量的标

(第 30 页)



通注:

- (a) 角焊缝规格是在角焊缝截面内划出地最大等腰直角三角形的焊脚长度。
 (b) 凸度是从凸角焊缝的表面到连接二焊趾之间直线的最大垂直距离。
 (c) 角焊缝焊脚是从接头根部到角焊缝焊趾的距离。

图 8 角焊缝尺寸

表 9 角焊缝工艺性试样的尺寸要求

测得的角焊缝规格		最大凸度		角焊缝焊脚间的最大差值	
in.	mm	in.	mm	in.	mm
1/8	3.0	5/64	2.0	1/32	1.0
9/64	-	5/64	-	3/64	-
5/32	4.0	5/64	2.0	3/64	1.0
11/64	4.5	5/64	2.0	1/16	1.5
3/16	-	5/64	-	1/16	-
13/64	5.0	5/64	2.0	5/64	2.0
7/32	5.5	5/64	2.0	5/64	2.0
15/64	6.0	5/64	2.0	3/32	2.5
1/4	6.5	5/64	2.0	3/32	2.5
17/64	-	3/32	-	7/64	-
9/32	7.0	3/32	2.5	7/64	3.0
19/64	7.5	3/32	2.5	1/8	3.0
5/16	8.0	3/32	2.5	1/8	3.0
21/64	8.5	3/32	2.5	9/64	3.5
11/32	9.0	3/32	2.5	9/64	4.0
23/64	-	3/32	-	5/32	-
3/8	9.5	3/32	2.5	5/32	4.0
或更大	或更大				

通注: 所有测量值应圆整到最接近的 1/64in.[0.5 mm]。

(第 31 页)

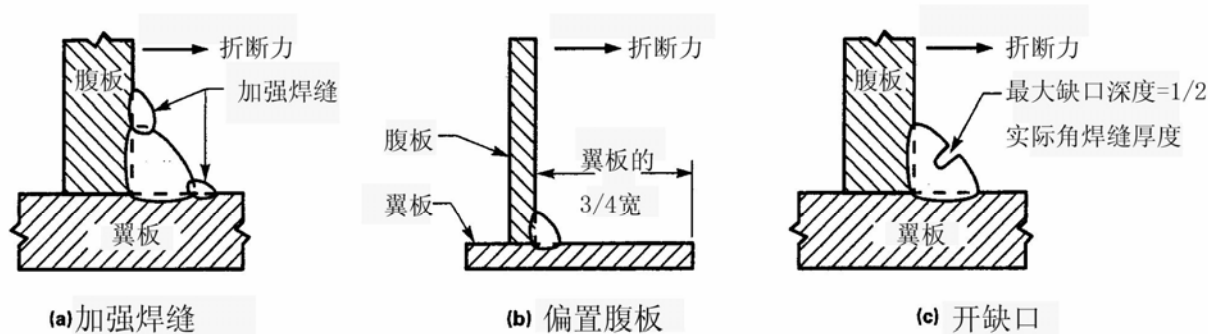


图 9 促进角焊缝断裂的几种方法

表 10 焊条药皮中的水分含量限值

AWS 类别		焊条代号		水分含量限值, 重量%, max.	
A 5.1	A 5.1M	A 5.1	A 5.1M	供货或再烘干状态 ⁽¹⁾	暴露后 ⁽²⁾
E 6018	E 4318	E 6018	E 4318	0.6	不作规定
E 7015	E 4915	E 7015	E 4915		
E 7016	E 4916	E 7016	E 4916		
		E 7016-1	E 4916-1		
E 7018	E 4918	E 7018	E 4918		
		E 7018-1	E 4918-1		
E 7028	E 4928	E 7028	E 4928	0.3	0.4
E 7048	E 4948	E 7048	E 4948		
E 6018	E 4318	E 6018 R	E 4318R		
E 7015	E 4915	E 7015 R	E 4915R		
E 7016	E 4916	E 7016 R	E 4916R		
		E 7016-1R	E 4916-1R		
E 7018	E 4918	E 7018R	E 4918R	0.1	0.4
		E 7018-1R	E 4918-1R		
E 7028	E 4928	E 7028 R	E 4928 R		
E 7048	E 4948	E 7048 R	E 4948R		
E 7018M	E 4918M	E 7018M	E 4918M		

注:

(1) 供货或再烘干状态的焊条药皮应按第 16 节水分试验的规定进行试验。

(2) 暴露后的焊条药皮在按第 16 节的规定进行试验前, 应按第 17 节的规定在潮湿环境中暴露。

(第 32 页)

准程序》中所述的方法应为仲裁方法。

16.2 焊条应在不再烘干的情况下试验, 除非制造厂另有推荐。如果焊条经再烘干, 那么为再烘干所采用的方法, 以及再烘干温度和时间都应在试验记录中注明, 水分含量不应超过表 10 为该试验类别规定的极限。

17 吸收水分试验

17.1 如果某些低氢焊条要称为低吸潮焊条, 加供选用的附加后缀代号“R”或分类为 E 7018M [E 4918M] 焊条, 则应将足够数量的焊条, 用任意合适的方法, 在 80°F [27°C] 和相对湿度(RH)80%下暴露不少于 9 小时。在有争议的情况下, 17.2~17.6 所述的暴露方法应为仲裁方法。低吸潮、低氢焊条 (E7015R [E4915R]、E7016R [E4916R]、E7016-1R [E4916-1R]、E7018R [E4918R]、E7018-1R [E4918-1R]、E7018M [E4918M]、E7028R [E4928R]、E7048R [E4948R]) 的焊条药皮含水量应采用任意合适的方法测定。在有争议的情况下, 在 AWS 标准 A4.4M 《测定焊剂和焊条药皮水分含量的标准规程》中所述的方法应为仲裁方法。暴露过的药皮含水量不超过表 10 对指定焊条和类别所规定的含水量。

17.2 每种规格的 E7018 [E4918M] 焊条样品或最小和最大规格的“R”代号焊条都应暴露。如果焊条在暴露前已重新烘干, 那么所采用的烘干方法以及烘干时间和温度都应在试验记录上注明。暴露后再将焊条烘干是不允许的。

17.3 焊条样品应在合适的经校验的可控的环境箱中, 在 $80^{+5}_{-0}{}^{\circ}\text{F}$ [$27^{+3}_{-0}{}^{\circ}\text{C}$] 和相对湿度 80%~85% 下至少保持 9 小时。

17.4 环境箱应符合下列设计要求:

(a) 装置应为隔热的增湿器, 它通过再生蒸发或水的汽化产生出隔热的饱和状态的温度。

(b) 在有空气包围药皮焊条的封皮内, 装置中

的平均空气流速应为 $100\text{fpm}\sim 325\text{fpm}$ [$0.5\text{m/s}\sim 1.7\text{m/s}$]。

(c) 装置应有一个无滴水区, 在此区内, 长度不超过 18in. [450mm] 的药皮焊条能使其全长度实际上垂直于总的空气流动方向放置。

(d) 装置应有一个在要求期间内连续测量和记录干球温度或湿球温度或干、湿球温度差值的经过校准的仪器。

(e) 装置在湿球敏感器上的空气流速应至少为 900fpm [4.5m/s], 除非湿球敏感器能表示出对空气速度是敏感的, 或者有已知的校正因子提供可调节的湿球读数, 等于隔热饱和状态的湿度。

(f) 装置的湿球敏感器应处于风扇吸入的一面。所以在敏感器上无热辐射。

17.5 暴露程序如下:

(a) 应从未曾开过包的或重新烘干的一批中取出焊条样品, 将他们加热到露点温度以上 -0° 、 $+10^{\circ}\text{F}$ [6°C]。

(b) 包装打开后, 应立即将焊条样品放到箱室中去。

(c) 焊条应在箱室中在 1in. [25mm] 的中心位置垂直或水平放置, 使焊条的长度尽量垂直于空气的一般流动方向。

(d) 在焊条处于箱室期间, 应连续记录时间、温度和湿度。

(e) 应从在箱室内建立起要求的温度和湿度开始计算暴露时间。

(f) 暴露结束时, 从箱室中取出焊条, 采取焊条药皮样品, 按第 16 节的规定进行水分测定。

17.6 这里没有认识到会影响试验结果的所有临界参数。然后, 制造厂应控制这样一些看来有关的其他参数, 以保证试验结果有较大的一致性。

18 扩散氢试验

18.1 由供选用的附加扩散氢代号来识别的每种类别焊条的最大规格和最小规格以及 E7018M

(第 33 页)

[E4918M]的所有规格,都应按照 AWS A 43《测量马氏体、贝氏体和铁素体钢弧焊焊缝金属中扩散氢含量的标准方法》中所给出的方法之一进行试验。根据试验的平均值,如果符合表 11 的要求,那么可以将相应的扩散氢代号加到类别号的后面。

表 11 焊缝金属扩散氢限量

AWS 类别		扩散氢代号	扩散氢含量, 平均 mL/100g 熔敷金属 Max. ^(1,2)
A 5.1	A 5.1		
E 7018M	E 4918M	无	4
E 6018	E 4318		
E 7015	E 4915	H 16	16
E 7016	E 4916		
E 7018	E 4918	H 8	8
E 7028	E 4928		
E 7048	E 4948	H 4	4

注:

- (1) 对 E 7018M[E 4918M]焊条要求按第 18 节进行扩散氢试验。对其他低氢焊条,只有当要加上供选用的扩散氢代号时,才要求进行扩散氢试验。
- (2) 某些低氢类别可以不符合 H4 和 H8 的要求。

18.2 试验应在焊条未重新烘干的情况下进行,除非制造厂另有推荐。如果焊条是重新烘干的,那么采用的烘干方法、烘干时间和温度都应在试验记录上注明。

18.3 为了证明符合扩散氢要求的目的,基准大气条件是在焊接时每磅干空气中含有 10 令全水蒸汽[1.43g/kg]的绝对湿度。根据 AWS A 4.3 应将实际大气条件与试验的平均值一同写入报告。

18.4 当在准备试件时的绝对湿度等于或高于基准条件时,倘若实际测定结果符合对相应代号扩散氢的要求,则表明符合本标准要求,试验应被接受。同样,如某焊条的实测结果符合表 11 所规定的对较低或最低氢代号的要求,则该焊条也符合表 11 对一切较高氢代号的要求,而不需要重新测定。

C 篇 — 制造、识别和包装

19 制造方法

按本标准分类的焊条可以用任何方法制造,只要生产出的焊条符合本标准的要求。

20 标准规格和长度

20.1 焊条的标准规格(芯丝直径)和长度见表 12。

20.2 芯丝直径的变化不应超过规定直径的 $\pm 0.002\text{in.}[0.05\text{ mm}]$ 。长度的变化不应超过规定的 $\pm 1/4\text{ in.}[10\text{ mm}]$ 。

21 芯丝和药皮

21.1 芯丝和药皮应无妨碍焊条均匀熔敷的缺陷。

21.2 芯丝和药皮应在下述程度上同心,即芯丝加单边药皮的最大尺寸与芯丝加单边药皮的最小尺寸之差不应超过:

(a) 对规格不大于 $3/32\text{ in.}[2.5\text{ mm}]$ 的焊条为平均尺寸的 7%。

(b) 对规格为 $1/8\text{ in.}[3.2\text{ mm}]$ 和 $5/32\text{ in.}[4.0\text{ mm}]$ 的焊条为平均尺寸的 5%。

(c) 对规格不小于 $3/16\text{ in.}[5.0\text{ mm}]$ 的焊条为平均尺寸的 4%。

同心度可用任意合适的方法测量。

22 裸芯

22.1 每根焊条的夹持端应裸露(无药皮)。以便与焊把电接触。其距离对直径不大于 $5/32\text{ in.}[4.0\text{ mm}]$ 的焊条,应不小于 $1/2\text{ in.}[12\text{ mm}]$ 但不大于 $1-1/4\text{ in.}[30\text{ mm}]$; 对直径不小于 $3/16\text{ in.}[5.0\text{ mm}]$ 的焊条,应不小于 $3/4\text{ in.}[20\text{ mm}]$ 但不大于 $1-1/2\text{ in.}[40\text{ mm}]$ 。

22.2 每根焊条的引弧端应足够导电,药皮应有足够的倒角以便于引弧。导电部分的长度(从芯丝端部到药皮获得全截面的位置为止)应不超过 $1/8$

(第 34 页)

表 12 标准规格和长度

芯 丝 直 径		长 度 ^(1, 2)	
A 5.1 (in.)	A 5.1M ⁽³⁾ (mm)	A 5.1 (in.)	A 5.1M (mm)
1/16	1.6	9	225
5/64	2.0	9 或 12	225 或 300
3/32	-	12 或 14	-
-	2.5	-	300 或 350
1/8	3.2	14	350
5/32	4.0	14 或 18	350 或 450
3/16	-	14 或 18	-
-	5.0	-	350 或 450
7/32	-	14 或 18 或 28	-
-	6.0	-	350 或 450 或 700
1/4	-	18 或 28	-
5/16	8.0	18 或 28	450 或 700

注:

(1) 不同于这些长度和规格的焊条应由供需双方协定。

(2) 在所有情况下, 端部夹持的焊条是标准的。

(3) 见 ISO 544《焊接消耗材料—焊接填充材料的技术发货条件—产品类型、尺寸、公差和标记》中 20.0 有关直径和长度的公差。

in.[3.2 mm]或芯丝直径, 取其小者。在引弧端药皮有破碎的焊条, 其露出的芯丝不超过 1/4 in.[6.0 mm]或两倍芯丝的直径, 取其小者, 只要碎片覆盖芯丝圆周不超过 50%, 则符合本标准要求。

23 焊条的识别

所有焊条应按如下条款识别:

23.1 在焊条夹持端 2.5in.[65 mm]内的焊条药皮上, 按图 10 规定的序列, 至少应打上焊条代号的一种印记 (类别加上任何供选用的代号)。类别中的前缀字母“E”可以从印记中省去。

23.2 印记号码和字母应为粗框型, 规格应足够大, 且能清晰可见。

23.3 用于打印的墨水应与焊条药皮有足够的对比度, 而且在正常使用中, 无论是焊前还是焊后, 数字和字母都清晰可见。

23.4 如果焊条符合 A5.1 和 A5.1M 的要求。那么两种代号都应采用。

24 包装

24.1 焊条应当适当包装, 以防止在正常的运输和储存条件下受到损伤。此外, E7018M [E4918M] 焊条应装在密封的容器内。密封容器应能通过 24.3 规定的试验。

24.2 标准包装重量应在供需双方之间商定。

24.3 密封容器可通过选择代表性容器来试验。

将容器浸入温度至少高于包装材料 (室温) 50°F [30°C] 的水中。容器应这样浸入, 使其观察表面低于水平面 1 in.[25 mm], 并使容器的最大基础尺寸平行于水的表面。如从容器中持续放出气泡流, 则表明该容器“泄漏”。若容器放出气泡流的持续时间大于 30 秒, 则不符合标准的要求。

25 包装标记

25.1 在每个单元包装件的外面至少应清晰地标上以下的产品资料:

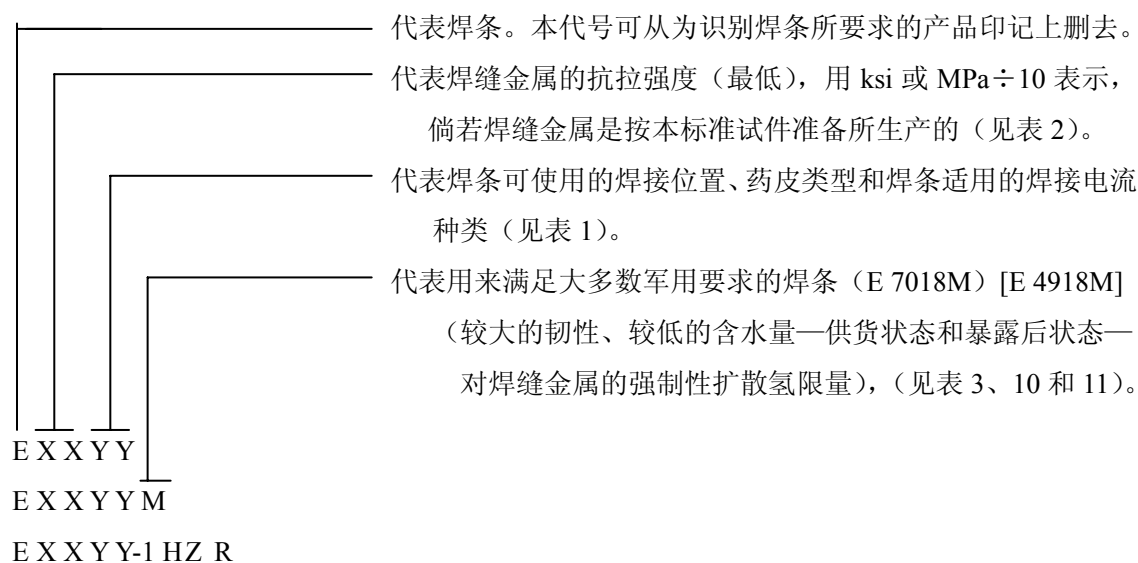
- (a) AWS 标准号和类别号以及可用的供选用的代号 (可不包括出版年份)
- (b) 供货商的名称及商业代号
- (c) 规格和净重
- (d) 批号、检验号和炉号

25.2 在所有的焊条包装上, 包括大包装箱中的单个单元包装上, 至少要以清晰的字体显示出在最新版 ANSI Z49.1 中给出的警告性告示⁸或相当的告示。

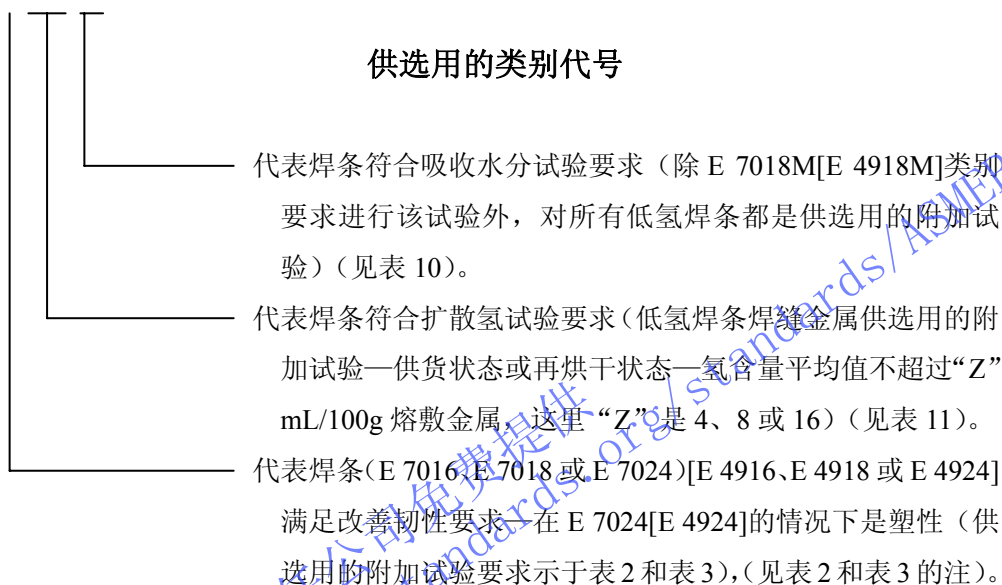
⁸ 对某些通用的或用于某种方法中的特种焊接材料的“警告性标签”典型例子示于 ANSI Z 49.1 的图中。

(第 35 页)

强制性类别代号[注 (1)]



供选用的类别代号



注：

(1) 这些代号的组合构成焊条类别。

图 10 强制性的和供选用的附加代号序列

(第 36 页)

附录 A**AWS 手工电弧焊用碳钢焊条标准指南**

(本附录不是 AWS A 5.1/A5.1M: 2004《手工电弧焊用碳钢焊条标准》的一部分, 但附在本标准内仅作为参考资料用)

A1 引言

本指南的目的是要在药皮焊条类别和预期应用之间建立联系, 以便标准能有效地使用。无论什么时候, 只要能够做到或当它会有最大的帮助时, 也列出了相应的母材标准。这些列出的材料仅是作为举例, 而不是每种焊条类别适用的母材的完整清单。

A2 分类体系

A2.1 本标准中识别焊条的分类体系遵循在其他 AWS 填充金属标准中采用的标准模式。每一类别号开始的字母“E”表示焊条。最初的二个数字, 例如 60[43], 表示根据本标准试件准备一节所产生的焊缝金属的拉抗强度至少为 60 ksi [430 MPa]。在本文中, 在美国惯用单位的类别后是在括号中的 SI 制类别。第三个数字表示用该焊条能焊出满意焊缝的可使用的位置。因此, 在 E 6010[E 4310]中的“1”意味着该焊条可在所有位置使用(平焊、横焊、立焊和仰焊)。在 E 6020[E4320]中的“2”表示该焊条适用于平焊和在横焊位置的角焊缝焊接。在 E7048[E4948]中的“4”表示该焊条适用于垂直向下焊以及其他位置的焊接(见表 1)。最后二位数字在一起表示焊条能够使用的电流种类和焊条药皮的类型, 如表 1 所列。

A2.2 按供需双方协定, 在本标准中亦采用供选用的代号, 以识别那些既符合强制性的分类要求, 又符合某些有附加要求的焊条。类别号后面的“-1”代号表明: 该焊条符合在比该类别要求更低温度下的供选用的附加冲击要求[见表 3 注(2)]。其例子是 E 7024-1[E 4924-1]焊条, 它符合 E 7024[E4924]分类要求, 也符合焊缝金属冲击韧性和改善的伸长

率的供选用的附加要求[见表 2 注(2)]。

某些低氢焊条也可有供选用的代号。如果在四个数字的类别代号后, 或在“-1”供选用的附加代号后, 使用供选用的附加代号“HZ”, 则表示按 AWS A 4.3《测定马氏体、贝氏体和铁素体钢弧焊焊缝金属中扩散氢含量的标准方法》, 在“供货”和再烘干状态进行试验时, 其平均扩散氢含量不超过“Z” mL/100g 熔敷金属。如果焊条满足表 11 所规定的较低和最低氢限量的要求, 那么也可理解为该焊条能满足任何较高氢限量的要求, 甚至它们无需同焊条类别一起指明。因此, 作为例子, 指定为“H4”的焊条亦符合“H8”和“H16”的要求, 但不必如此说明。见第 18 节扩散氢试验和表 11。

字母“R”是用于低氢焊条类别的代号, 用来识别已经在给定时间范围内, 在潮湿环境中暴露过, 除了为低氢焊条类别要求的标准水分试验外, 还做过吸收水分试验的焊条(见第 17 节吸收水分试验和表 10)。

A2.3 表 A2 示出加拿大标准协会的标准 W48-01《金属弧焊填充金属和关联材料》中的相似焊条类别。

A2.4 申请填充金属类别

A2.4.1 当焊条不能按本标准给出的某些类别分类时, 制造厂可以为该焊条申请确立类别, 并按在 A2.4.3 中给出的程序做这件事。

A2.4.2 确立新的焊条类别的申请必需是书面申请, 需要提供足够的细节让填充金属和关联材料委员会或分委员会确定, 是新的类别合适, 还是现有类别的改型更合适, 或是为满足要求两者都需要。

A2.4.3 具体来讲, 申请需包括:

(第 37 页)

(a) 像现有类别所给出的所有的类别要求, 诸如化学成分范围、力学性能要求和工艺性试验要求。

(b) 用来表明产品符合类别要求而进行试验的任何试验条件 (例如, 指出焊接条件是与其他类别相同的就足够了)。

(c) 有关说明和预期应用的资料, 它与在附录该节中现有的类别一样。

(d) 如果适用的话, 建议的 ASME “F” 号。

对没有上述资料的新类别的申请将认为是不完全的。秘书处会将申请书返回给申请者以补充进一步的资料。

A2.4.4 要把申请书送交在 AWS 总部的填充金属和关联材料委员会的秘书处。收到申请书后, 秘书处会:

(a) 给申请书指定一个识别号, 该号应包括收到

表 A1 相当类别的比较

ISO 2560 ⁽¹⁾		USA AWS	
A	B	A 5.1	A5.1M
E35×C21	E4310	E6010	E4310
E35×C11	E4311	E6011	E4311
E35×R12	E4312	E6012	E4312
E35×R12	E4313	E6013	E4313
—	E4318	E6018	E4318
E35×RA12	E4319	E6019	E4319
E35×A13	E4320	E6020	E4320
E35×A33	—	E6022	E4322
E35×RA54	E4327	E6027	E4327
E38×R32	E4914	E7014	E4914
E38×B22	E4915	E7015	E4915
E38×B12	E4916	E7016	E4916
—	E4916-1	E7016-1	E4916-1
E38×B32	E4918	E7018	E4918
—	E4918-1	E7018-1	E4918-1
—	—	E7018M	E4918M
E38×RR4	E4924	E7024	E4924
E38×RR4	E4924-1	E7024-1	E4924-1
E38×RA54	E4927	E7027	E4927
E38×B53	E4928	E7028	E4928
E38×B35	E4948	E7048	E4948

通注: 对相当类别的要求不是在各方面必需等同的。

注: (1) ISO 2560 《焊接消耗材料—非合金和细晶粒钢手工电弧焊药皮焊条—类别》。

申请书的日期;

(b) 确认收到申请书, 并把识别号告诉提出申请的本人;

(c) 将申请书的副本送交填充金属和关联材料委员会主席和有关特定分委员会主席;

(d) 将申请书原本存档;

(e) 把申请书加入待处理的申请书案卷中。

A2.4.5 对每一份申请书的所有必要行动将尽可能快地完成。如果超过 12 个月, 秘书处应将申请的进展情况通知申请人, 同时将副本送交委员会和分委员会主席。如果在 18 个月后依然未解决, 那么应将申请视为在“及时方式”上尚未取得答复, 秘书处则应将这些情况向填充金属和关联材料委员会主席报告, 以便采取行动。

A2.4.6 秘书处应将所有悬而未决的和在去年已解决的那些申请记录的副本安排到每一次填充

表 A2 与 AWS 差别相似的加拿大焊条类别

加拿大焊条类别 ⁽¹⁾	A 5.1	A5.1M
E4310	E6010	E4310
E4311	E6011	E4311
E4312	E6012	E4312
E4313	E6013	E4313
E4322	E6022	E4322
E4327	E6027	E4327
E4910	—	—
E4911	—	—
E4912	—	—
E4913	—	—
E4914	E7014	E4914
E4915	E7015	E4915
E4916	E7016	E4916
E4918 ⁽²⁾	E7018	E4918
E4922	—	—
E4924 ⁽³⁾	E7024	E4924
E4927	E7027	E4927
E4928	E7028	E4928
E4948	E7048	E4948

注: (1) 见由加拿大标准协会出版的 CSA 标准 W48-01 《金属弧焊填充金属和关联材料》, 178 Rexdale Boulevard, Rexdale, Ontario, Canada M9W1R3。

(2) 亦包括代号为 E48018-1 的焊条。

(3) 亦包括代号为 E4924-1 的焊条。

(第 38 页)

金属和关联材料委员会会议的议事日程中去。已经获得解决的申请的任何另行发布,如果认为合适的话,将由美国焊接学会选择。

A2.5 由国际焊接(IIW)提出的焊接填充金属代号体系被许多 ISO 标准所接受。表 A1 示出在 ISO 2560 中使用的那些与本标准的类别作比较。为了理解被推荐的国际代号体系,请参阅 AWS 文件 IFS:2002,题目是《焊接填充金属类别的国际索引》的表 1 和附录。许多工业国家的国家标准有可比较的填充金属,亦可在 IFS:2002 的表 1 中找到。

A3 验收

如标准所述,被本标准分类的所有焊接材料是根据 AWS A5.01《填充金属采购导则》验收的。需方对供方按本标准发货材料提出的任何试验要求需根据 AWS A5.01 的条款在定货单中清楚地写明。如果在定货单中没有提出这样地说明,供方可按在 AWS A5.01 中表 1F 级别中规定的,对该类别材料用常规进行的所有试验来发货。按该表中任何其他级别的试验要求,应在定单中专门提出。在这种情况下,发货材料的验收应根据那些注明的要求进行。

A4 证明

通过在包装上标明 AWS 标准号和类别号,如果适用的话,还标上供选用的附加代号,或者在产品本身标上类别号,供方(制造商)证明该产品符合本标准的所有要求。

在本证明中惟一没有讲明的试验要求。就是制造商实际上是在要发货的代表材料上进行标准所要求的试验,而该材料是符合标准要求的。在这种情况下,代表材料是采用同一配方的该类别的任何一批产品。“证明”不解释为任何一种试验都需要在特定发货的材料上进行。在该材料上的试验可以做,也可以不做。按标准要求的证明基础是上面引

用的“代表材料”的分类试验和 AWS A5.01 中的《制造厂的质量保证体系》。

A5 焊接时的通风

A5.1 在焊接过程中,焊工和焊接操作工所接触气氛中的烟尘数量取决于五个主要因素:

(a) 施焊场地的空间大小(特别要注意顶棚的高度);

(b) 在该空间工作的焊工和焊接操作工的人数;

(c) 与使用的材料和焊接方法有关的烟尘、气体或粉尘的释放速率;

(d) 焊工或焊接操作工与从焊接区释放出来的烟尘的接触程度;以及他们在工作空间对气体和粉尘的接触程度;

(e) 为焊接场地所提供的通风情况。

A5.2 美国国家标准 Z49.1《焊接、切割和关联作业中的安全》(美国焊接学会出版),讨论了焊接过程中要求的通风及其所涉及到的实施细节。特别应注意文件中标题为“保健与通风”一节。

A6 焊接注意事项

A6.1 根据焊条规格,采用的安培数、焊道大小、母材厚度、接头的几何形状、预热和层间温度、表面条件、母材成分和稀释等的不同,焊缝金属的性能也可能在非常宽的范围内变化。由于这些可变因素的影响,为本标准选择了一种试验程序,它将代表良好的焊接实践并减少这些最有影响的变素的变化。

A6.2 应该认识到,不管怎样,生产实践是各种各样的。遇到的差异可以改变焊缝金属的性能。例如,层间温度的范围可以从冰冻到几百度。对类别试验也不可能找到某个单一的温度或合理的温度范围,它会代表在生产中遇到的所有的条件。

由于特殊焊接条件的不同,产品焊缝的性能可相应变化。焊缝金属的性能不可能重复,甚至不可

(第 39 页)

能非常接近于为试验焊缝所列出的和规定的数值。例如,在室外没有适当预热条件的寒冷天气下,在厚的母材上焊出的单道焊缝,其塑性可能降低至这里所要求的和通常能得到的一半多一点。但它并不意味着焊条或焊缝低于标准。它仅说明特殊生产条件比本标准所规定的试验条件要严格得多。

A6.3 氢是焊接中要考虑的另一个因素。除低氢焊条(E7015[E4915]、E7016[E4916]、E7018[E4918]、E7018M[E4918M]、E7028[E4928]和 E7048[E4948])外的焊条焊缝金属,在它们焊成后的某个时间内,含有足够数量的氢。大部分氢要逐渐逸出。在室温下二到四周后,或在 200°F~220°F[90°C~105°C]下 24~48 小时后,大多数的氢均逸出。这种氢含量变化的结果,焊缝金属的塑性朝它的固有值方向增长,而其屈服、拉伸和冲击强度则相对无变化。本标准要求在全焊缝金属拉伸或横向弯曲试验前,先将试样在 200°F~220°F[90°C~105°C]下时效 48 小时,其目的是要减少在试验中的误差(同样见 A8.2 扩散氢试验)

A6.4 当要给焊件焊后热处理时,保温温度和时间是非常重要的。随着焊后热处理温度和保温时间的增加,拉伸和屈服强度一般会下降。

A6.5 用同一类别焊条和同一焊接工艺焊成的焊缝,在焊后状态和焊后热处理状态会有显著不同的拉伸和屈服强度,比较焊态和焊后热处理(1150°F[620°C]1h)状态的数值,焊缝金属显示出:

A6.5.1 焊后热处理状态焊缝金属的拉伸强度比焊态焊缝金属的拉伸强度会低约 5ksi[35MPa]。

A6.5.2 焊后热处理状态焊缝金属的屈服强度比焊态焊缝金属的屈服强度会低约 10ksi[70MPa]。

A6.6 相反,除层间温度和焊后热处理保温时间不同外,用同一焊条和同一焊接工艺焊成的焊后热处理状态下的焊缝,能够有几乎等同的拉伸和屈服强度。例如,在二条焊缝中,一条采用层间温度

300°F[150°C]和在 1150°F[620°C]下焊后热处理 1h,而另一条采用层间温度 212°F[100°C]和在 1150°F[620°C]下焊后热处理 10h,可能得到几乎等同的拉伸和屈服强度。

A6.7 可以预计,符合任何给定类别所有要求的焊条有相似的特性。由于在操作特性上的习惯有所不同,所以从一个牌号到另一个牌号也继续存在某些少量的差异。此外在现有的 E60XX 和 E70XX [E43XX 和 E49XX]类别之间,仅有的差别在于焊缝金属化学成分和力学性能的不同,如表 2, 3 和 7 所列。在许多场合下,不是用 E60XX[E43XX]焊条,就是用 E70XX[E49XX]焊条。

A6.8 由于在给定类别内的焊条有相似的操作特性和力学性能,在确定哪一类别最适合于特定要求后,用户能把对可采用焊条的研究限制在单一类别内。

A6.9 本标准对归入一定类别内的焊条不制定所有特定的数值,但规定那些最重要的数值。在某些情况下,一项特殊性能对一些类别的焊条是共同的,因此试验对它并不重要。在另一种情况下,特性是如此难以确定,以致无法采用合适的试验。本标准没有必要提供用来确定哪一类别最能满足特殊需要的所有资料。因此,在附录 A7 内包含有关每一种类别焊条典型应用的资料,以补充在标准其他地方给出的资料,并对焊条的选择提供帮助。然而,必须指出,制造商的责任是要保证选用的焊条在特定的生产条件下使用时,会满足预期应用中的所有性能要求。

A6.10 测定焊条主要特性的一些重要试验如下:

A6.10.1 射线照相试验。本标准中几乎所有碳钢焊条都能焊出满足大多数射线照相致密性要求的焊缝。然而,如使用不当,任何焊条都可能焊出有缺陷的焊缝。对某些类别的焊缝来说,表 8 中的射线照相要求并不一定代表在生产使用中期待的平均射线照相致密性。E6010[E4310], E6011

(第 40 页)

[E4311], E6019[E4319]和 E6020[E4320]类别的焊条可望得到合格的射线检测结果。

在某些情况下,值得注意的是在焊接较厚母材的长而连续的接头时, E7015[E4915], E7016[E4916], E7018[E4918]和 E7018M[E4918M]类别的低氢焊条经常会得出更好得结果。另一方面,在根部暴露于大气的接头中,在接头的端部,在有许多停弧和起弧的接头中,在小直径管道的焊缝中或在小的、薄的和形状不规则的接头中,低氢焊条往往会焊出射线照相致密性不好的焊缝。E6013[E4313]焊条在焊接小而薄的部件时,通常会给出最好的射线照相致密性。

用 E6027[E4327], E7024[E4924]和 E7028[E4928]焊条焊出的焊缝有时有相当好的、有时则有比较差的射线照相致密性。看来,其趋势是后者居多。在所有类型中 E6022[E4322]和 E6012[E4312]焊条通常会焊出射线照相致密性最差的焊缝。

A6.10.2 角焊缝试验。 本试验是用作为验证焊条工艺性的一种方法。本试验与焊缝的外观有关(也就是焊缝的表面形状和平整性、咬边、焊瘤、规格和抗裂性)。它也提供了一种确定根部熔透程度的最佳而最便宜的方法(焊条的重要工艺性之一)。

A6.10.3 韧性。 在标准中含有对夏比 V 型缺口韧性的要求。本标准中所有级别的焊条都能生产出在许多应用场合有足够韧性的焊缝金属。对某些类别的焊条有冲击韧性要求,使本标准对有低温韧性要求的场合可以用来作为选择焊条的指南。除非对焊接工艺、试样准备和试验给以特别的注意,否则焊缝金属的冲击韧性可能有显著的差别。要注意到冲击能量值是指夏比 V 型缺口试样而言,这些数值不应与其他韧性试验所得的冲击值混淆起来。

A6.11 焊条药皮的水分含量和重新烘干。

A6.11.1 在一定的条件下,在某些钢中,氢对焊缝会有不利影响。氢的一个来源是焊条药皮中的水分。因此,焊条的正确储存、处理和搬运是很必

要的。

A6.11.2 焊条应在可接受的水分限度内制造,并与药皮类型和焊缝金属的强度相一致。然后,将这些焊条封装到焊条盒中,该焊条盒应具有对该类药皮所必须考虑的防潮能力。

A6.11.3 如果非纤维素焊条有可能吸收过多的水分,他们可以再烘干。某些焊条要求在温度高达 800⁰F[425⁰C]下保温约 1~2h 重新烘干。焊条的生产方式、相对湿度和焊条储藏的温度条件,决定了在重新烘干时的温度和合适的保温时间。在表 A3 中列出了某些典型的储存和干燥条件。

A6.11.4 对正常操作来说, E6010[E4310]和 E6011[E4311]焊条的纤维素药皮需要 3%~7%的水分;因此,在高于环境温度下储存或者重新烘干会使焊条过分干燥,给他们的操作性带来不利影响(见表 A3)。

A6.12 芯丝 在本标准中分类的所有焊条,其芯丝通常是有典型成分的低碳钢。它与药皮焊条熔敷的焊缝金属成分有明显的不同。

A6.13 药皮。

A6.13.1 某些类别的焊条,在他们的药皮中加入了一定数量的铁粉。随着焊条的熔化,铁粉与芯丝及药皮中的其他金属亦熔化,如芯丝一样熔敷成部分焊缝金属。由于相当一部分通过焊条的电流能用来熔化含有铁粉的较厚的药皮,所以可以应用相对高的电流。其结果是从单一的铁粉焊条比有同样直径的单一的非铁粉焊条可获得更多的焊缝金属。

A6.13.2 由于药皮厚和在焊条电弧端造成的弧杯深,铁粉焊条能够非常高效地采用“拖焊”技术。这种技术是使焊条药皮始终与工件保持接触,从而便于操作。然而,如果用 3/32in.[2.5mm]或 1/8in.[3.2mm]的焊条进行不同于平焊或横角焊位置的焊接或坡口中的焊接,最好采用短弧技术。

A6.13.3 认识到许多铁粉焊条和低氢焊条可获得较高的强度,并且考虑到工业对最低抗拉强度 70ksi[490MPa]焊条的需要,所以在本标准中包括了

(第 41 页)

表 A3 药皮焊条的典型储存和干燥条件

AWS 类别		储存条件 ^(1, 2)		干燥条件 ³
A 5.1	A 5.1M	大气环境	保温箱	
E6010, E6011	E4310, E4311	环境温度	不推荐	不推荐
E6012, E6013, E6019	E4312, E4313, E4319	80°F ± 20°F	20°F ~ 40°F	275°F ± 25°F
E6020, E6022, E6027	E4320, E4322, E4327	[30°C ± 10°C]	[10°C ~ 20°C]	[135°C ± 15°C]
E7014, E7024, E7027	E4914, E4924, E4927	50% max. 相对湿度	高于环境温度	温度下 1 h
E6018, E7015, E7016	E4318, E4915, E4916	不推荐	50°F ~ 250°F	500°F ~ 800°F
E7018, E7028, E7018M	E4918, E4928, E4918M		[30°C ~ 140°C]	[260°C ~ 425°C]
E7048	E4948		高于环境温度	温度下 1~2 h

注:

(1) 从制造厂的包装中取出后。

(2) 这些焊条类别中的某些可以命名为能符合低吸收水分要求的焊条, 但这种名称不意味着可推荐在大气环境中储存。

(3) 由于药皮成分的固有差值, 应该向制造厂咨询正确的干燥条件。

E70XX[E49XX]焊条。与 AWS A5.5《手工电弧焊用低合金钢焊条标准》中的 E70XX-X[E49XX-X]类别不同, 这些焊条既不含有专门添加的合金成分, 也不要它们在焊后热处理后满足最低的抗拉性能。

A6.13.4 在 E70XX[E49XX]低氢焊条的矿物质药皮中含有较多的大理石和其他成分, 这些物质中的水分低, 因此熔敷金属中的“氢含量低”。低氢焊条是为焊接低合金高强度钢而发展的, 其中有些钢的含碳量很高。采用非低氢焊条早接这些钢时会产生“氢致裂纹”。这些焊道下裂纹出现在母材中, 通常就在焊道下面。有时亦可能发生焊缝金属裂纹。

低氢焊条亦用于焊接高硫钢和涂漆钢。用非低氢焊条焊接时, 会在高硫钢中产生气孔和/或裂纹。对涂漆钢来说, 用非低氢焊条焊接后。逸出的氢会在漆层中产生气孔。

A6.14 电流范围 表 A4 给出了对大多数焊条类别均适宜的电流范围。向上立焊时, 通常采用接近下限的电流。

A7 焊条的说明和用途

A7.1 E6010[E4310]类别

A7.1.1 E6010[E4310]焊条的特点为有一深熔、强力和喷射型的电弧和容易去除的薄而脆的焊渣, 这种焊渣看来不能完全盖住熔敷金属。角焊缝的外型通常比较平, 并有稍微粗糙、间隙不均匀的波纹。药皮为高纤维素型, 重量通常超过 30%。一般在药皮中采用的其他材料包括二氧化钛、金属脱氧剂 (如锰铁)、各种类型的镁或铝的硅酸盐, 以及作为粘合剂的液体硅酸钠。根据药皮成分, 这些焊条通常分类为高纤维素钠型焊条。

A7.1.2 这些焊条被推荐用于所有位置的焊接, 特别是立焊和仰焊位置的多道焊, 以及要求有高的致密性焊缝的场合。他们经常选用于连接管道, 通常能在垂直位置进行向上焊或向下焊。

A7.1.3 这些焊条的主要用途是连接碳钢, 然而, 他们也可优先用于镀锌板和某些低合金钢的焊接。典型的应用包括造船、建筑、桥梁、储罐、管道和压力容器的配件。由于其应用如此广泛, 所以对其进行逐项讨论是不实际的。规格大于 3/16in. [5.0mm]的焊条一般除平焊或横角焊位置外限制使用。

(第 41. 1 页)

表 A4 典型的电流范围

		E6010						E6027		E6018				
焊 条 直 径		A5.1	E6011	E6012	E6013	E6019	E6020	E6022	E7027	E7014	E7016	E7018M	E7024	
A5.1	A5.1M		E4310						E4327		E4915	E4918M	E4924	
(in.)	(mm)	A5.1M	E4311	E4312	E4313	E4319	E4320	E4322	E4927	E4914	E4916	E4918	E4928	E4948
1/16	1.6		—	20~40	20~40	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5/64	2.0		—	25~60	25~60	35~55	—	—	—	—	—	—	—	—
3/32 ¹	2.4 ¹ , 2.5 ¹		40~80	35~85	45~90	50~90	—	—	—	80~125	65~110	70~110	100~145	—
1/8	3.2		75~125	80~140	80~130	80~140	100~150	110~160	125~185	110~160	100~150	105~155	140~190	80~140
5/32	4.0		110~170	110~190	105~180	130~190	130~190	140~190	160~240	150~210	140~200	130~200	180~250	150~220
3/16	5.0		140~215	140~240	150~230	190~250	175~250	170~400	210~300	200~275	180~255	200~275	230~305	210~270
7/32	5.6		170~250	200~320	210~300	240~310	225~310	370~520	250~350	260~340	240~320	260~340	275~365	—
1/4	6.0		210~320	250~400	250~350	310~360	275~375	—	300~420	330~415	300~390	315~400	335~430	—
5/16	8.0		275~425	300~500	320~430	350~410	340~450	—	375~475	390~500	375~475	375~470	400~525	—

注:

(1) 本直径在 E7028[E4928]类别中不生产。

(第 41.2 页)

A7.1.4 这些焊条使用直流反极性(焊条接正极)。与其他类别的焊条相比,当采用大规格焊条时,可以使用的最大电流强度一般受到限制,因为在高的电流强度下,有比较大的飞溅损失。

A7.2 E6011[E4311]类别

A7.2.1 E6011[E4311]焊条采用交流电,其工艺性和力学性能与 E6010[E4310]类别一样,虽然也可使用直流反极性(焊条接正极),但与 E6010[E4310]焊条相比,得到的熔深较浅。电弧作用、焊渣和角焊缝外观均类似于 E6010[E4310]焊条。

A7.2.2 药皮同样为高纤维素型,并分类为高纤维素钾型。除了与 E6010[E4310]药皮中正常具有的配方相同外,通常还加入少量的钙和钾。

A7.2.3 规格大于 3/16in.[5.0mm]的焊条一般除平焊或横角焊位置外限制使用。

A7.3 E6012[E4312]类别

A7.3.1 E6012[E4312]焊条的特点是低熔深和有完全盖住焊道的致密焊渣。这样会在角焊接头中造成根部未焊透。药皮中有较多的氧化钛,按重量比通常超过 35%,一般称之为“氧化钛”或“金红石”型。药皮一般亦含有少量的纤维素和锰铁,各种硅酸盐如长石和粘土,粘合剂为硅酸钠。为了在直流正极性(焊条接负极)时有满意的电弧特性,也可以加少量某些钙的化合物。

A7.3.2 在横焊位置时,角焊缝呈凸型,并有平整光滑的波纹;在立焊位置时,有宽间隙的粗糙的波纹;随着焊缝规格的增加,它会变得更光滑、均匀。一般说来,在立焊和仰焊位置,用 E6012[E4312]焊条比同样直径的 E6010[E4310]和 E6011[E4311]焊条能焊较大规格的角焊缝。

A7.3.3 E6012[E4312]焊条是全位置焊条,通常适合于立焊位置焊接,不管是向上还是向下焊。然而,较大规格焊条多数是用于平焊和横焊位置焊接,而不是用于立焊和仰焊位置焊接。较大规格的焊条经常用于在横焊位置的单道、高速和大电流角焊缝焊接。易于操作、好的角焊缝成形、在装

配不良的条件下能填满根部间隙以及能经受大电流等,这些性能使它们能很好地适应于这种类型的工作。用于立焊和仰焊的焊条规格通常比用 E6010[E4310]或 E6011[E4311]焊条的规格要小一号。

A7.3.4 这类焊条的焊缝金属比同样规格 E6010[E4310]和 E6011[E4311]焊条的焊缝金属通常有比较低的韧性和可能比较高的屈服强度(1 ksi~2 ksi[0.7MPa~1.4MPa]*)。

A7.4 E6013[E4313]类别

A7.4.1 E6013[E4313]焊条,虽然与 E6012[E4312]焊条非常相似,但有明显的区别。它们的渣系比 E6012[E4312]焊条有较好的脱渣性和比较平稳的电弧过渡。对小直径 1/16in., 5/64in. 和 3/32in. [1.6mm, 2.0mm 和 2.5 mm]焊条尤其是这样。这使得它们在较低的交流空载电压下有满意的操作性。E6013[E4313]焊条特别适用于薄板金属焊接。然而,较大直径的焊条被用于许多与 E6012[E4312]焊条相同的场合,提供低熔深的电弧。较小直径的焊条比 E6012[E4312]焊条提供熔深更浅的电弧,在角焊接头中可能造成未焊透。

A7.4.2 E6013[E4313]焊条的药皮含有金红石、纤维素、锰铁、作为粘结剂的硅酸钾和其它硅酸盐。钾使焊条能在交流低电流和低空载电压下操作。

A7.4.3 E6013[E4313]焊条在工艺特性和焊道成形上近似于 E6012[E4312]焊条。电弧作用较为平稳,焊道表面平滑且有较细波纹。E6013[E4313]焊条的操作特性在各牌号之间变化很小。某些焊条通常推荐用于薄板金属件,其有利条件是能够满意地在垂直向下位置焊接。

此外,焊渣流动性较好的焊条适用于横角焊和一般用途的焊接。这些焊条可焊出平的角焊缝,而 E6012[E4312]焊条则成凸形焊缝。由于这类焊条能

*原文如此,应为[7MPa~14MPa]。

(第 41.3 页)

焊出凹形焊缝,并容易去渣,所以亦适用于焊接坡口焊缝。此外与 E6012[E4312]的焊缝金属相比,E6013[E4313]的焊缝金属基本上没有熔渣和氧化夹渣物,并有较好的致密性。用较小直径的 E6013[E4313]焊条焊出的焊缝经常能满足本标准一级射线照相的要求。

A7.4.4 在平焊和横焊位置 E6013[E4313]焊条一般不能经受大电流,而 E6012[E4312]焊条则能采用大电流。然而,在立焊和仰焊位置,E6013[E4313]焊条采用的电流强度与 E6012[E4312]相似。

A7.5 E7014[E4914]类别

A7.5.1 E7014[E4914]类别焊条药皮与 E6012[E4312]和 E6013[E4313]焊条相似,但为了提高熔敷率添加了铁粉。药皮厚度和在药皮中的铁粉含量比 E7024[E4924]焊条要少(见 A7.10)。

A7.5.2 加入铁粉后,可允许比 E6012[E4312]和 E6013[E4313]焊条采用较高的电流强度,由于渣的含量和特性,E7014[E4914]焊条可用于全位置焊接。

A7.5.3 E7014[E4914]焊条适用于焊接碳钢和低合金钢。典型的焊道表面平整并有细波纹。接头熔深大约与用 E6012[E4312]焊条获得的相同(见 7.3.1);在焊接由于装配不良而造成过大的根部间隙时,用 E7014[E4914]焊条较有利。角焊缝的形状趋于平整到略具凸形。脱渣容易,在多数情况下,渣自行脱落。

A7.6 低氢焊条

A7.6.1 低氢焊条类别 E6018[E4318]、E7015[E4915]、E7016[E4916]、E7018[E4918]、E7018M[E4918M]、E7028[E4928]和 E7048[E4948]由非有机药皮制成,含有最少的水分。按 AWS A4.4M《测定焊剂和焊条药皮含水量的标准方法》的规定,药皮水分试验把药皮中以任何形式存在的含有氢的化合物转化为水蒸气,随后收集和测量。因此,该试验可评定从焊条药皮中能得到的潜在氢含量。在制造状态或重新烘干后的所有低氢焊条,按表 10

的要求,预计可满足最大的药皮水分限量:0.6%或更小。

A7.6.2 对在焊缝金属中能造成扩散氢的焊条相对潜能能用第 18 节规定的扩散氢试验更直接地评定,但比较麻烦。采用在制造状态或再烘干状态的焊条进行本试验的结果,允许在类别号中根据表 11 增加供选用的附加扩散氢代号(见本附录的 A9.2)。

A7.6.3 为了在低氢焊条药皮中维持最低的水分,这些焊条应非常小心地储存和装卸。在潮气中暴露的焊条会吸收大量水分,它们的低氢特性可能消失。然而重新烘干能恢复它们的低氢特性(见表 A3)。

A7.6.4 低氢焊条药皮能设计成具有在相当长的时间内,在潮湿环境中抗吸潮的性能。吸收水分试验(见第 17 节)用在温度 80°F[27°C]、相对湿度 80%的空气中暴露 9 小时后再确定药皮水分来评估该特性,如果暴露后药皮水分不超过 0.4%,那么按表 10 规定,可以在焊条类别号后加上供选用的附加代号“R”。同样见本 A9.3。

A7.6.5 E7015[E4915]类别

A7.6.5.1 E7015[E4915]焊条是低氢焊条,采用直流反极性(焊条接正极)。渣呈碱性。

A7.6.5.2 由于 E7015[E4915]焊条对裂纹不敏感(见 A6.13.4),所以通常用来在厚的母材上焊接小焊道。它们亦用来焊接高硫钢和涂漆钢。用 E7015 焊条焊接的高硫钢焊缝,与用同样焊条焊接正常含硫量钢的焊缝相比,会产生非常致密的焊渣和非常粗糙或成形不规则的焊道。

A7.6.5.3 E7015[E4915]焊条的电弧有中等熔深。焊渣厚、脆、易于去除。焊道呈凸形,然而角焊缝面可能是平的。

A7.6.5.4 最大规格为 5/32in.[4.0mm]的 E7015[E4915]焊条能用于全位置焊接,较大直径的焊条用于平焊位置的坡口焊缝和横焊、平焊位置的角焊缝。

(第 41.4 页)

A7.6.5.5 E7015 焊条使用的电流强度要高于同样直径的 E6010 焊条。为了使 E7015[E4915]焊条取得最佳的效果,电弧应尽可能保持最短,这样能减少气孔的危险性。由于减少了预热的必要性,因此也就提供了较好的焊接条件。

A7.6.6 E7016[E4916]类别

A7.6.6.1 E7016[E4916]焊条具有 E7015[E4915]焊条的全部特性,并能用交流电焊接。除了在药皮中使用硅酸钾粘结剂或其他钾盐以便于它们用于交流外,E7016[E4916]焊条的芯丝和药皮与 E7015[E4915]非常相似。上述大多数对 E7015[E4915]焊条的讨论也同样适用于 E7016[E4916]焊条。A6.13.4 中的讨论亦适用。

A7.6.6.2 除了锰含量在范围的上限外,代号为 E7016-1[E4916-1]的焊条与 E7016[E4916]焊条有相同的工艺性和焊缝金属成分。它们适用于比正常使用的 E7016[E4916]焊条要求有较低转变温度的焊缝。

A7.6.7 E6018[E4318]和 E7018[E4918]类别

A7.6.7.1 除了添加相对高含量的铁粉外,E7018[E4918]焊条药皮与 E7015[E4915]焊条药皮相似。这些焊条的药皮比 E7016[E4916]焊条的药皮稍厚。

A7.6.7.2 E7018[E4918]低氢焊条能够在交流或直流反极性下使用。它们与 E7015[E4915]焊条有相同的用途。作为所有低氢焊条的共同点,在所有时间内都应保持短弧。

A7.6.7.3 除了用于碳钢外,E7018[E4918]焊条亦用于包括高强度、高碳或低合金钢的接头(见 A6.13)。在横焊和平焊位置焊制的角焊缝有略呈凸型并有平滑及细波纹的表面。焊条的特点为具有平稳的电弧、非常小的飞溅和中等的电弧熔深。E7018[E4918]焊条能用于高速焊接。

A7.6.7.4 除了锰含量在范围的上限外,代号为 E7018-1[E4918-1]的焊条与 E7018[E4918]焊条有相同的工艺性能和焊缝金属成分。它们适用于比正

常使用的 E7018[E4918]焊条要求有较低转变温度的焊缝。

A7.6.7.5 除强度水平较低外,E6018[E4318]焊条具有与 E7018[E4918]相似的操作和力学性能特点。焊条药皮和低氢特性亦相似。焊条适用于需要匹配或低匹配熔敷焊缝金属的场合。符合本类别的焊条也适用于在堆焊操作中作为过渡层应用。

A7.6.8 E7018M[E4918M]类别

A7.6.8.1 E7018M[E4918M]焊条与 E7018-1H4R[E4918-1H4R]焊条相似,但 E7018M[E4918M]焊条的力学性能和分类试验是在有 60°坡口角的坡口焊缝中进行的,而且直径小于等于 5/32in.[4.0mm]的焊条是在立焊位置向上焊的。冲击试验结果是用所有五个试验值来评定的,而且在 -20°F[-30°C]下要求有较高的值。在“供货状态”或再烘干状态,药皮中的最大允许水分含量比 E7018R[E4918R]所要求的更为严格。本类别与在美国军用标准 MIL-E-22200/10 中的 MIL-7018-M 紧密对应,不同的是焊条药皮的吸收水分极限和焊缝金属的扩散氢限量不如 MIL-E-22200/10 那么严格。

A7.6.8.2 为了获得最佳的力学性能,E7018M[E4918M]焊条设定在直流反极性下使用,然而,如果制造商愿意,焊条也可分类为 E7018[E4918],只要能满足 E7018[E4918]的所有要求。

A7.6.8.3 为了补充它们在碳钢上的使用,将 E7018M[E4918M]焊条也用来连接碳钢与高强度低合金钢以及含碳量较高的钢种。在横焊和平焊位置焊制的角焊缝略呈凸形,并有平滑和细波纹的表面。焊条的特点是有平稳的电弧,非常小的飞溅和中等的熔深。

A7.6.9 E7028[E4928]类别

A7.6.9.1 E7028[E4928]焊条与 E7018[E4918]焊条非常相似。然而 E7028[E4928]焊条仅适用于横焊位置的角焊缝和平焊位置的坡口焊缝,而 E7018[E4918]焊条则适用于所有位置的焊接。

A7.6.9.2 E7028[E4928]焊条药皮很厚,它

(第 41.5 页)

们约占焊条重量的 50%。E7028[E4928]焊条的铁粉含量比较高(约为药皮重量的 50%)。所以,用 E7028[E4928]焊条焊接横焊位置的角焊缝和平焊位置的坡口焊缝时,比同一规格的 E7018[E4918]焊条有较高的熔敷率。

A7.6.10 E7048[E4948]类别

E7048 焊条除了专门设计成具有特别好的垂直向下焊性能外(见表 1),与 E7018[E4918]焊条有同样的工艺性、化学成分和设计特性。

A7.7 E6019[E4319]类别

A7.7.1 E6019[E4319]焊条虽然在药皮组成上与 E6013 和 E6020([E4313]和[E4320])焊条非常相似,但有明显区别。E6019[E4319]焊条具有流动性相当好的渣系,提供较深的电弧熔透率,能焊制出满足最小伸长率为 22%和 1 级射线照相探伤标准的焊缝金属。当在 $0^{\circ}\text{F}(-20^{\circ}\text{C})$ 下试验时,焊缝金属的平均冲击强度为 20ft·lb[f27J]。

A7.7.2 E6019[E4319]焊条适用于 1in.[25mm] 厚以内钢板的多层焊。它们可用于交流、直流正极性或直流反极性。3/16in.[5.0mm]和更小直径的焊条能用于全位置焊接(向下立焊除外),更大直径焊条的使用要限制在平焊或横角焊位置。在垂直位置向上焊时,要限制摆动以减少咬边。

A7.8 E6020[E4320]类别

A7.8.1 E6020[E4320]焊条具有高氧化铁药皮,其特点是有喷射型电弧,能焊出光滑和平整或呈微凹型的焊缝,脱渣容易。

A7.8.2 低粘度的焊渣限制它们在横角和平焊位置的工艺性。电弧的熔透范围中等偏深(与焊接电流有关)。E6020[E4320]焊条最适合用于较厚的母材。

A7.9 E6022[E4322]类别

E6022[E4322]类别焊条推荐用于平焊位置坡口焊缝的单道、高速和大电流焊接,横焊位置搭接接头的焊接和在金属薄板上角焊缝的焊接。焊道形状倾向于过分凸起而不均匀,特别在焊接速度较高

时更是如此。

A7.10 E7024[E4924]类别

A7.10.1 E7024[E4924]焊条的药皮组成除了与 E6012 和 E6013([E4312]和[E4313])焊条的药皮非常相似外,还含有大量铁粉。E7024[E4924]焊条的药皮非常厚,通常约为焊条重量的 50%。因此具有较高的熔敷率。

A7.10.2 E7024[E4924]焊条非常适宜于在平焊或横焊位置焊接角焊缝。焊缝形状略呈凸形到平,表面非常光滑,波纹极细。这种焊条底特点是电弧平稳、飞溅很少、熔深浅,能进行快速焊接。这些类别的焊条能在交流或直流任意极性下操作。

A7.10.3 代号为 E7024-1[E4924-1]的焊条有与 E7024[E4924]焊条相同的工艺特性。它们适用于比正常使用的 E7024[E4924]焊条要求有较高塑性和较低转变温度。

A7.11 E6027[E4327]类别

A7.11.1 E6027[E4327]焊条的药皮组成除与 E6020[E4320]焊条和药皮相似外,还含有大量的铁粉。E6027[E4327]焊条的药皮也很厚,通常为焊条重量的 50%。

A7.11.2 E6027[E4327]焊条可用于平焊位置的角焊缝或坡口焊缝,采用交流或直流任意极性。无论用交流或是直流正极性,在横焊位置会产生平的或略呈凹形的角焊缝。

A7.11.3 E6027[E4327]焊条的电弧呈喷射型,可快速焊接,中等熔深,飞溅非常少。E6027[E4327]焊条的焊渣厚,内表面呈蜂窝状。渣脆并容易去除。

A7.11.4 用 E6027[E4327]焊条焊出的焊缝形状平到略呈凹形,波纹平滑细致,与坡口壁的熔合良好。焊缝金属的射线照相致密性比 E6020[E4320]焊条略差。因为通过焊条的相当多的一部分电流能用来熔化药皮中的铁粉,所以能够采用大电流。这些焊条适宜于焊接比较厚的母材。

A7.12 E7027[E4927]类别

E7027[E4927]焊条有与 E6027[E4327]焊条相同的工艺性和设计特性。但与 E6027[E4327]焊条相

(第 41.6 页)

比, 它们更适用于要求抗拉强度和屈服强度稍高的状况。它们也必须满足化学成分的要求 (见表 7), 在其他方面, 前面对 E6027[E4327]焊条讨论的所有各点也适用于 E7027[E4927]焊条。

A8 特殊试验

A8.1 应该认识到, 为确定这些焊条在本标准未考虑到的性能上应用的适应性, 附加试验可能是必需的。在这种情况下, 确定特殊性的补充试验, 如硬度、抗腐蚀性、在较高或较低温度下的力学性能、耐磨性、不同碳钢和低合金钢组合焊接的适应性等, 都可能需要进行。

A8.2 扩散氢试验

A8.2.1 焊缝金属和热影响区的氢致裂纹对含碳量不高于 0.3% 的碳钢或强度较低的合金钢来说, 一般是不成问题的。然而, 当有时用本标准的焊条来焊接含碳较高的钢或低合金高强度钢时, 氢致裂纹可能是一个严重的问题。

A8.2.2 已经证实, 多年来作为评定避免氢致裂纹可行程度的手段, 药皮水分试验是成功的。但是, 这是一个非直接试验, 水分本身并不引起开裂, 但在电弧中从水分形成的扩散氢能引起开裂。水分不是氢的惟一来源。

A8.2.3 由于扩散氢进入熔池会受到药皮中水分形式的影响 (例如, 以化学作用结合的相对于表面吸附的), 所以对低氢焊条考虑扩散氢是基本有益的。于是, 对扩散氢采用供选用的代号是用来指出在 AWS A4.3《确定马氏体、贝氏体和铁素体钢弧焊焊缝金属扩散氢含量的标准方法》中, 在明确规定的试验条件下, 能获得的最大平均值。

A8.2.4 提醒本资料的使用者注意, 实际生产条件会造成不同于代号指出的扩散氢数值。

A8.2.5 焊接时采用基准大气条件是必需的, 因为电弧常常得不到完全保护。空气中的水分与药皮中的水分不同, 能进入电弧并随之进入熔池, 成

为最终可观察到的扩散氢。维持尽可能短的弧长, 再加上稳定的电弧能减少这种影响。经验表明, 弧长对 H 16 水准的影响是很小的, 但对 H4 水准的影响很明显。在基准大气条件下满足 H4 要求的焊条, 不一定在较高湿度条件下焊接也能满足要求, 特别在维持长电弧时更是如此。

A8.2.6 试件在焊接时的基准大气条件是每磅干燥空气中有 10 格令的水蒸气 [在每公斤干燥空气中有 1.43g 的水蒸气]。它相当于在 29.92in. Hg 柱 [760mm] 大气压力下, 在标准湿度计上 70°F [21°C] 和 10% 相对湿度。用挂式湿度计测量的, 等于或超过这一基准条件的实际条件提供保证, 即焊接时的条件不会减小试验的最终结果。

A8.3 吸收水分试验 低氢焊条药皮的开发, 即药皮在湿空气中暴露时抗吸潮, 是药皮焊条技术的最新进展。并非所有的商用低氢焊条都具有这一特性。为了评介这一特性, 提出了在第 17 节所述吸收水分试验。为试验所选择的暴露条件是任意的。其他条件会产生完全不同的结果。

AWS ASA 分委员会任务组评估了这一试验并得出结论, 能成功地把抗吸潮焊条从非抗吸潮焊条中区分出来。任务组还观察到, 在某些试验室的合作工作中, 焊条暴露后的药皮水分测定结果有相当大的可变性。测定的精确度是这样的, 从某一单批抗吸潮焊条中, 参加工作的实验室能观察到暴露过的药皮含水量, 其范围为, 譬如说, 从 0.15% 或更小到 0.35% 或更大。任务组认为, 可变性的原因是由于暴露条件的变化和在应用水分试验程序中的固有变化。因此, 对暴露过的抗吸潮焊条的药皮水分, 要定出低于 0.4% 的限制是不现实的。

A9 不再继续使用的类别

在本标准的多次修订中, 有一批焊条类别已不再继续使用。它反映了或是商业实践的改变。这些不再继续使用的焊条类别连同在本标准中分类的填充金属范围的改变。这些不再继续使用的焊条类

(第 41.7 页)

别连同在本标准中最后公布的年份列于表 A5。

表 A5 不再继续使用的焊条类别

AWS 类别	A5.1 (ASTMA-233) 最后公布日期	AWS 类别	A5.1 (ASTMA-233) 最后公布日期
E4511	1943	E9030	1945
E4521	1943	E10010 ⁽¹⁾	1945
E7010 ⁽¹⁾	1945	E10011 ⁽¹⁾	1945
E7011 ⁽¹⁾	1945	E10012	1945
E7012	1945	E10020	1945
E7020 ⁽¹⁾	1945	E10030	1945
E7030	1945	E4510	1958
E8010 ⁽¹⁾	1945	E4520	1958
E8011 ⁽¹⁾	1945	E6014	1958
E8012	1945	E6015	1958
E8020 ⁽¹⁾	1945	E6016	1958
E8030	1945	E6018 ⁽²⁾	1958
E9010 ⁽¹⁾	1945	E6024	1958
E9011 ⁽¹⁾	1945	E6028	1958
E9012	1945	E6030	1958
E9020	1945		

通注：见 A9 节（在附录 A 中）有关不再继续使用类别的资料。

注：（1）这些焊条类别从 ASTM A-233-457T 转换到新的 AWS A5.5-48T。随后，它们在标准中不再继续使用，并用新的“G”类别来代替，为了允许在 AWS A5.5-58T 中焊缝金属化学成分要求有单一的类别系统。

（2）本类别在本版 AWS A5.1/A5.1M 中连同类别要求重新列入。

A10 一般安全注意事项

注：安全和健康方面的问题和相关事项超出了本标准的范围，因此在这里未充分谈及。某些安全和健康的资料能够从附录的 A5 节找到。安全和健康的资料可以从其他来源得到，包括在 A10.2 ANSI Z49.1《焊接、切割和关联作业中的安全》⁹中列出的安全和健康实用手册和可适用的联邦和州的管理规定，但不限于此。

A10.1 安全和健康实用手册（SHF） 下列安全和健康事项表是由美国焊接学会（AWS）公布的。它们可以直接从 AWS 网址 <http://www.aws.org> 下载和印刷。安全和健康实用手册周期性修订并增加补充手册。

A10.2 AWS 安全和健康实用手册索引（SHF）¹⁰

NO.	标 题
1	烟尘和气体
2	辐射
3	噪声
4	焊接烟尘中的铬和镍
5	电伤害
6	防火和防爆
7	烧伤防护
8	机械伤害
9	摔倒和跌落
10	下落的物体
11	有限空间
12	隐形镜的磨损
13	焊接环境中的人与机械控制
14	警告性标签的图示符号
15	安全和健康文件的格式指南
16	设备调试员和焊接
17	电场和磁场（EMF）
18	关闭/作标记
19	激光焊接和切割安全
20	热喷涂安全
21	电阻点焊
22	焊接和关联作业中与镉的接触
23	California 建议 65
24	弧焊和钎焊焊剂：安全管理和使用
25	金属烟尘引起的发烧

9 ANSI Z49.1 能从全球工程文件，信息处理服务集团公司获得，15 Inverness Way East, Englewood, CO 80112-5776。

10 AWS 标准能从全球工程文件，信息处理服务集团公司获得，15 Inverness Way East, Englewood, CO 80112-5776。

(第 151 页)

钎焊和钎接焊填充金属标准

A05

SFA-5.8

(与 AWS 标准 A5.8/A5.8M:2004 完全等同)

1. 适用范围

1.1 本标准规定了钎焊和钎接焊填充金属的分类要求。它包括使用和不使用钎剂的和在各种保护气氛中应用（包括真空应用）¹ 的钎焊填充金属。前缀“RB”表示填充金属既适用于钎接焊的钎焊棒，又适用于钎焊填充金属。

1.2 安全和健康文件和有关规定超出本标准的适用范围，因此，在这里不完全列出。某些安全和健康资料可以在非强制性附录 A5 和 A10 节中找到。安全和健康资料可以从其它来源获得，包括，但不局限于，ANSI Z49.1《焊接、切割和关联作业中的安全》，以及适用的联邦和州的法规。

1.3 本标准既使用美国惯用单位，又使用国际单位制（SI）。当涉及到材料性能时，计量值不精确等同。因此，每个单位体系必须独立使用而不能以任何方式混用其值。代号为 A5.8 的标准使用美国惯用单位。代号为 A5.8M 的标准使用 SI 单位。后者用[]表示，在表中和图中用适当的栏表示。基于任一体系的标准尺寸都可以在 A5.8 或 A5.8M 标准下用来作为填充金属或包装，或两者的规格。

A 篇 — 一般要求

2. 引用标准

2.1 通过在本标准正文中应用下列标准所含有的条款，构成了本 AWS 标准的条款。对于有版本日期的引用标准，任何这些出版物的随后的改正或修订均不适用。然而基于本 AWS 标准的，经协商一致的各方可鼓励下面所列文件现行版本应用可能性的研究。对于无版本日期的引用标准，要采用引用标准的最新版本。

2.2 下列 AWS 标准²是本文件的强制性部分中

引用的：

(a) AWS A5.01《填充金属采购导则》

2.3 下列 ANSI 标准³是本文件的强制性部分中引用的：

(a) ANSI Z49.1《焊接、切割和关联作业中的安全》

2.4 下列 ASTM 标准⁴是本文件的强制性部分中引用的：

(a)《金属、矿石和相关材料的化学分析》(I)：C571 ~E354，ASTM 标准年鉴，《金属、矿石和相关材料的化学分析》

(b)《金属、矿石和相关材料的化学分析》(II)：E356~终，分子光谱分析；表面分析，ASTM 标准年鉴，《金属、矿石和相关材料的化学分析》

(c) ASTM B214《颗粒状金属粉末筛分分析的标准方法》

(d) ASTM DS-56《金属和合金的统一编号体系》

(e) ASTM E11-01《试验目的用织物和线筛的标准规范》

(f) ASTM E29《为确定与标准一致，在试验数据中采用有效位数的标准方法》

3. 分类⁵

3.1 A5.8/A5.8M 标准所包括的钎焊填充金属采用独立的美国惯用单位制和国际单位制（SI）的体

¹ 真空应用的填充金属用于在真空中运行的装置，不考虑接头形成时的气氛。

² AWS 标准可以从环球工程文件，一家技术情报传递服务集团公司获得，15 Inverness Way East, Englewood, CO 80112-5776

³ ANSI 标准可以从美国国家标准学会（25 West 43 Street, New York, NY 10036）和环球工程文件，一家技术情报传递服务集团公司（15 Inverness Way East, Englewood, CO 80112-5776）获得。

⁴ ASTM 标准可以从美国试验和材料学会获得，100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959

⁵ A2 中包括关于填充金属分类方法的说明

(第 152 页)

系进行分类的。按照表 1 至表 6 所规定的钎焊填充金属化学成分进行分类。

3.2 已分类为一个类别的填充金属不应再分作为本标准中任何其它类别。

4. 验收⁶

钎焊填充金属的验收应符合 AWS A5.01《填充金属采购导则》的条款。

5. 证明⁷

通过再包装上标明 AWS 标准号和类别代号, 或者在产品上标明类别号, 制造厂证明产品满足本标准的要求。

6. 圆整方法

为了确定与本标准的一致性, 应按照 ASTM E29《为确定与标准一致, 在试验数据中采用有效位数的标准方法》中给出的圆整方法, 将一个实测值或计算值, 在用于表示极限值的数字的最右方的末位数圆整到“最接近的单位”。

B 篇 — 试验、方法和要求

7. 试验综述

对每个类别或产品形式要求的试验如下:

7.1 对所有类别要求进行填充金属的化学分析。

7.2 对真空应用的填充金属, 除化学分析外, 还要求进行熔化清洁度试验和飞溅试验。

7.3 对所有粉末状钎焊填充金属要求进行筛分分析。

7.4 粉末状钎焊填充金属连接所用过渡带要求做粘合剂含量测定试验。试样置备的材料、采用的钎焊和试验程序以及要求的结果在第 9~13 节中规定。

8. 复试

如果任何试验结果不符合要求, 该试验应重复两次。两次复试的结果均应符合要求。复试的试样可取自原来的试样, 或者一个或两个新的试样。对于化学分析, 只需要对不符合要求的特定元素进行复试。如果一个或两个复试结果不符合要求, 该所试验的材料应被认作为不符合本标准对该类别的要求。

在下述情况下, 即在任一试验的制备过程中或完成后, 能清楚地确定在制备试样或进行试验时没有遵循规定的或正确的程序, 不考虑试验是否已实际完成或试验结果是否满足或不满足要求, 该试验结果应被认作为无效。应遵循规定的正确程序重复试验。在这种情况下, 两倍试样数量的要求不适用。

9. 化学分析

9.1 钎焊填充金属和复合产品的填充金属部分应符合表 1~6 中对试验的特定填充金属的化学成分要求。

9.2 试样应采用经认可的分析方法进行分析。

9.3 当有争议时, 对所有元素的仲裁方法应是下述适用的分析方法:

(1) ASTM 标准年鉴《金属、矿石和相关材料的化学分析》中的《金属、矿石和相关材料的化学分析》(I): C571~E354。

(2) ASTM 标准年鉴《金属、矿石和相关材料的化学分析》中的《金属、矿石和相关材料的化学分析》(II): E356~终, 分子光谱分析; 表面分析。

(3) 如附录 B 所示。

6 有关验收和发运材料的试验的进一步资料参见 A3“验收”, 及 AWS A5.01《填充金属采购导则》。

7 有关证明和为满足其要求所进行的试验的进一步资料参见 A4“证明”

(第 153 页)

表 1 银填充金属的化学成分要求

AWS 类别	UNS 号 ⁽¹⁾	成分, 重量百分数								其他元素总量 ⁽²⁾
		Ag	Cu	Zn	Cd	Ni	Sn	Li	Mn	
BAG-1	P07450	44.0-46.0	14.0-16.0	14.0-18.0	23.0-25.0	-	-	-	-	0.15
BAG-1a	P07500	49.0-51.0	14.5-16.5	14.5-18.5	17.0-19.0	-	-	-	-	0.15
BAG-2	P07350	34.0-36.0	25.0-27.0	19.0-23.0	17.0-19.0	-	-	-	-	0.15
BAG-1a	P07300	29.0-31.0	26.0-28.0	21.0-25.0	19.0-21.0	-	-	-	-	0.15
BAG-3	P07501	49.0-51.0	14.5-16.5	13.5-17.5	15.0-17.0	2.5-3.5	-	-	-	0.15
BAG-4	P07400	39.0-41.0	29.0-31.0	26.0-30.0	-	1.5-2.5	-	-	-	0.15
BAG-5	P07453	44.0-46.0	29.0-31.0	23.0-27.0	-	-	-	-	-	0.15
BAG-6	P07503	49.0-51.0	33.0-35.0	14.0-18.0	-	-	-	-	-	0.15
BAG-7	P07563	55.0-57.0	21.0-23.0	15.0-19.0	-	-	4.5-5.5	-	-	0.15
BAG-8	P07720	71.0-73.0	余量	-	-	-	-	-	-	0.15
BAG-8a	P07723	71.0-73.0	余量	-	-	-	-	0.25-0.50	-	0.15
BAG-9	P07650	64.0-66.0	19.0-21.0	13.0-17.0	-	-	-	-	-	0.15
BAG-10	P07700	69.0-71.0	19.0-21.0	8.0-12.0	-	-	-	-	-	0.15
BAG-13	P07540	53.0-55.0	余量	4.0-6.0	-	0.5-1.5	-	-	-	0.15
BAG-13a	P07560	55.0-57.0	余量	-	-	1.5-2.5	-	-	-	0.15
BAG-18	P07600	59.0-61.0	余量	-	-	-	9.5-10.5	-	-	0.15
BAG-19	P07925	92.0-93.0	余量	-	-	-	-	0.15-0.30	-	0.15
BAG-20	P07301	29.0-31.0	37.0-39.0	30.0-34.0	-	-	-	-	-	0.15
BAG-21	P07630	62.0-64.0	27.5-29.5	-	-	2.0-3.0	5.0-7.0	-	0.15	
BAG-22	P07490	48.0-50.0	15.0-17.0	21.0-25.0	-	4.0-5.0	-	-	7.0-8.0	0.15
BAG-23	P07850	84.0-86.0	-	-	-	-	-	-	余量	0.15
BAG-24	P07505	49.0-51.0	19.0-21.0	26.0-30.0	-	-	1.5-2.5	-	-	0.15
BAG-26	P07250	24.0-26.0	37.0-39.0	31.0-35.0	-	1.5-2.5	-	-	1.5-2.5	0.15
BAG-27	P07251	24.0-26.0	34.0-36.0	24.5-28.5	12.5-14.5	-	-	-	-	0.15
BAG-28	P07401	39.0-41.0	29.0-31.0	26.0-30.0	-	-	1.5-2.5	-	-	0.15
BAG-33	P07252	24.0-26.0	29.0-31.0	26.5-28.5	16.5-18.5	-	-	-	-	0.15
BAG-34	P07380	37.0-39.0	31.0-33.0	26.0-30.0	-	-	1.5-2.5	-	-	0.15
BAG-35	P07351	34.0-36.0	31.0-33.0	31.0-35.0	-	-	-	-	-	0.15
BAG-36	P07454	44.0-46.0	26.0-28.0	23.0-27.0	-	-	2.5-3.5	-	-	0.15
BAG-37	P07253	24.0-26.0	39.0-41.0	31.0-35.0	-	-	1.5-2.5	-	-	0.15

通注: (a) 不再继续使用的钎焊填充金属类别见表 A2。

(b) 这里不包括的下列 Ag 类别: BVAg-D、BVAg-6B 和 BVAg-29~BVAg-32, 参见表 6。

注: (1) ASTM DS-56 《金属和合金的统一编号体系》

(2) 钎焊填充金属应对本表中列有规定数值的那些元素进行分析, 如果在分析过程中表明有其它元素存在, 应确定那些元素的含量, 以保证其总含量不超过规定的极限值。

表 2 金填充金属的化学成分要求

AWS 类别	UNS 号 ⁽¹⁾	化学成分, 重量百分数				其他元素总量 ⁽²⁾
		Au	Cu	Pd	Ni	
BAu-1	P00375	37.0-38.0	余量	-	-	0.15
BAu-2	P00800	79.5-80.5	余量	-	-	0.15
BAu-3	P00350	34.5-35.5	余量	-	2.5-3.5	0.15
BAu-4	P00820	81.5-82.5	-	-	余量	0.15
BAu-5	P00300	29.5-30.5	-	33.5-34.5	35.5-36.5	0.15
BAu-6	P00700	69.5-70.5	-	7.5-8.5	21.5-22.5	0.15

通注: (a) 不再继续使用的钎焊填充金属类别见表 A2。

(b) 这里不包括的下列 Au 类别: BVAu-2、BVAu-3 (原文为 BVAg-3, 系误一译注) BVAu-4、BVAu-7、BVAu-8、BVAu-9 和 BVAu-10 参见表 6。

注: (1) ASTM DS-56 《金属和合金的统一编号体系》。

(2) 钎焊填充金属应对本表中列有规定数值的那些元素进行分析, 如果在分析过程中表明有其它元素存在, 应确定那些元素的含量, 以保证其总含量不超过规定的极限值。

(第 154 页)

表 3 铝和镁填充金属的化学成分要求

化学成分, 重量百分数 ⁽¹⁾															
AWS														其他元素 ⁽²⁾	
类别	UNS 号 ⁽²⁾	Si	Cu	Mg	Bi	Fe	Zn	Mn	Cr	Ni	Ti	Be	Al	单个	总量
BAISi-2	A94343	6.8-8.2	0.25	-	-	0.8	0.20	0.10	-	-	-	-	余量	0.05	0.15
BAISi-3	A94145	9.3-10.7	3.3-4.7	0.15	-	0.8	0.20	0.15	0.15	-	-	-	余量	0.05	0.15
BAISi-4	A94047	11.0-13.0	0.30	0.10	-	0.8	0.20	0.15	-	-	-	-	余量	0.05	0.15
BAISi-5	A94045	9.0-11.0	0.30	0.05	-	0.8	0.10	0.05	-	-	0.20	-	余量	0.05	0.15
BAISi-7	A94004	9.0-10.5	0.25	1.0-2.0	-	0.8	0.20	0.10	-	-	-	-	余量	0.05	0.15
BAISi-9	A94147	11.0-13.0	0.25	0.10-0.5	-	0.8	0.20	0.10	-	-	-	-	余量	0.05	0.15
BAISi-11	A94104	9.0-10.5	0.25	1.0-2.0	0.02-0.20	0.8	0.20	0.10	-	-	-	-	余量	0.05	0.15
BMg-1	M19001	0.05	0.05	余量	-	0.005	1.7-2.3	0.15-1.5	-	0.005	-	0.0002- 0.0008	8.3-9.7	-	0.30

通注: 不再继续使用的钎焊填充金属类别见表 A2。

注: (1) 除非另有注明, 单一值为最大值。

(2) ASTM DS-56《金属和合金的统一编号体系》

(3) 钎焊填充金属应对本表中列有规定数值的那些元素进行分析, 如果在分析过程中表明有其它元素存在, 应确定那些元素的含量, 以保证其总含量不超过规定的极限值。

(第 155 页)

表 4 铜、铜锌和铜-磷填充金属的化学成分要求

AWS		化学成分, 重量百分数 ⁽¹⁾											
类别	UNS 号 ⁽²⁾	Cu	Ag	Zn	Sn	Fe	Mn	Ni	P	Pb	Al	Si	其他元素总量 ⁽³⁾
BCu-1	C14180	99.90 min	-	-	-	-	-	-	0.075	0.02	0.01*	-	0.10 ⁽⁶⁾
BCu-1a	-	99.00 min ⁽⁴⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.30
BCu-1b	C11000	99.90 min	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.10
BCu-2 ⁽⁵⁾	-	86.50 min ⁽⁴⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.50
BCu-3 ⁽⁹⁾	C10200	99.95 min	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.50
RBCuZn-A	C47000	57.0-61.0 ⁽⁷⁾	-	余量	0.25-1.00	*	*	-	-	0.05*	0.01*	*	0.50 ⁽⁶⁾
RBCuZn-B	C68000	56.0-60.0 ⁽⁷⁾	-	余量	0.80-1.10	0.25-1.20	0.01-0.50	0.20-0.80 ⁽⁸⁾	-	0.05*	0.01*	0.04-0.15	0.50 ⁽⁶⁾
RBCuZn-C	C68100	56.0-60.0 ⁽⁷⁾	-	余量	0.80-1.10	0.25-1.20	0.01-0.50	-	-	0.05*	0.01*	0.04-0.15	0.50 ⁽⁶⁾
RBCuZn-D	C77300	46.0-50.0 ⁽⁷⁾	-	余量	-	-	-	9.0-11.0 ⁽⁸⁾	0.25	0.05*	0.01*	0.04-0.25	0.50 ⁽⁶⁾
BCuP-2	C55181	余量	-	-	-	-	-	-	7.0-7.5	-	-	-	0.15
BCuP-3	C55281	余量	4.8-5.2	-	-	-	-	-	5.8-6.2	-	-	-	0.15
BCuP-4	C55283	余量	5.8-6.2	-	-	-	-	-	7.0-7.5	-	-	-	0.15
BCuP-5	C55284	余量	14.5-15.5	-	-	-	-	-	4.8-5.2	-	-	-	0.15
BCuP-6	C55280	余量	1.8-2.2	-	-	-	-	-	6.8-7.2	-	-	-	0.15
BCuP-7	C55282	余量	4.8-5.2	-	-	-	-	-	6.5-7.0	-	-	-	0.15
BCuP-8	C55285	余量	17.2-18.0	-	-	-	-	-	6.0-6.7	-	-	-	0.15
BCuP-9	C55385	余量	-	-	6.0-6.7	-	-	-	6.0-6.7	-	-	0.01-0.4	0.15

通注: (a) 不再继续使用的钎焊填充金属类别见表 A2。

(b) 这里不包括的下列铜类别: BVCu-1x 参见表 6。

注: (1) 除非另有注明, 单一值为最大值。

(2) ASTM DS-56《金属和合金的统一编号体系》。

(3) 填充金属应对本表中列有规定数值或注有星号(*)的那些元素进行分析, 如果在分析过程中表明有其它元素存在, 应确定那些元素的含量, 以保证其总含量不超过“其它元素总量”中规定的极限值。

(4) 平衡是以氧化亚铜存在的氧。氧不包括在“其它元素总量”中。

(5) 当提供膏状填充金属时, 这些化学成分要求对与氧化亚铜有关, 不包括对氧化亚铜悬浮其中的有机载体的要求。

(6) 所示其它所有元素总量, 包括最大值和带*号值, 应不超过“其它元素总量”中的规定数值。

(7) 包括残余银。

(8) 包括残余钴

(9) 对该合金, 氧的最大允许的百分数为 0.001%。

(第 156 页)

表 5 镍和钴填充金属的化学成分要求

AWS 类别	UNS 号 ⁽²⁾	化学成分, 重量百分数 ⁽¹⁾																		其他元素总量 ⁽³⁾
		Ni	Cr	B	Si	Fe	C	P	S	Al	Ti	Mn	Cu	Zr	W	Co	Mo	Nb	Se	
BNi-1	N99600	余量	13.0- 15.0	2.75- 3.50	4.0- 5.0	4.0- 5.0	0.60- 0.90	0.02	0.02	0.05	0.05	-	-	0.05 0.05	-	0.10 0.10	-	-	0.005	0.50
BNi-1a	N99610	余量	13.0- 15.0	2.75- 3.50	4.0- 5.0	4.0- 5.0	0.06	0.02	0.02	0.05	0.05	-	-	-	-	-	-	-	0.005	0.50
BNi-2	N99620	余量	6.0- 8.0	2.75- 3.50	4.0- 5.0	2.5- 3.5	0.06	0.02	0.02	0.05	0.05	-	-	0.05	-	0.10	-	-	0.005	0.50
BNi-3	N99630	余量	-	2.75- 3.50	4.0- 5.0	0.5	0.06	0.02	0.02	0.05	0.05	-	-	0.05	-	0.10	-	-	0.005	0.50
BNi-4	N99640	余量	-	1.50- 2.20	3.0- 4.0	1.5	0.06	0.02	0.02	0.05	0.05	-	-	0.05	-	0.10	-	-	0.005	0.50
BNi-5	N99650	余量	18.5- 19.5	0.03	9.75- 10.75	-	0.06	0.02	0.02	0.05	0.05	-	-	0.05	-	0.10	-	-	0.005	0.50
BNi-5a	N99651	余量	18.5- 19.5	1.0- 1.5	7.0- 7.5	0.5	0.10	0.02	0.02	0.05	0.05	-	-	0.05	-	0.10	-	-	0.005	0.50
BNi-5b	N99652	余量	14.5- 15.5	1.1- 1.6	7.0- 7.5	1.0	0.06	0.02	0.02	0.05	0.05	-	-	0.05	-	1.0	-	-	0.005	0.50
BNi-6	N99700	余量	-	-	-	-	0.06	10.0- 12.0	0.02	0.05	0.05	-	-	0.05	-	0.10	-	-	0.005	0.50
BNi7	N99710	余量	13.0- 15.0	0.01	0.10	0.2	0.06	9.7- 10.5	0.02	0.05	0.05	0.04	-	0.05	-	0.10	-	-	0.005	0.50
BNi-8	N99800	余量	-	-	6.0- 8.0	-	0.06	0.02	0.02	0.05	0.05	21.5- 24.5	4.0- 5.0	0.05	-	0.10	-	-	0.005	0.50
BNi-9	N99612	余量	13.5- 16.5	3.25- 4.00	-	1.5	0.06	0.02	0.02	0.05	0.05	-	-	0.05	-	0.10	-	-	0.005	0.50
BNi-10	N99622	余量	10.0- 13.0	2.0- 3.0	3.0- 4.0	2.5- 4.5	0.40- 0.55	0.02	0.02	0.05	0.05	-	-	0.05	15.0- 17.0	0.10	-	-	0.005	0.50
BNi-11	N99624	余量	9.00- 11.75	2.2- 3.1	3.35- 4.25	2.5- 4.0	0.30- 0.50	0.02	0.02	0.05	0.05	-	-	0.05	11.50- 12.75	0.10	-	-	0.005	0.50
BNi-12	N99720	余量	24.0- 26.0	0.02	0.1	0.2	0.06	9.0- 11.0	0.02	0.05	0.05	-	-	0.05	-	0.10	-	-	0.005	0.50
BNi-13	N99810	余量	7.0- 9.0	2.75- 3.50	3.8- 4.8	0.4	0.06	0.02	0.02	0.05	0.05	-	2.0- 3.0	0.05	-	0.10	1.5- 2.5	1.5- 2.5	0.005	0.50
BCo-1	R39001	16.0- 18.0	18.0- 20.0	0.70- 0.90	7.5- 8.5	1.0	0.35- 0.45	0.02	0.02	0.05	0.05	-	-	0.05	3.5- 4.5	余量	-	-	0.005	0.50

通注: 不再继续使用的钎焊填充金属类别见表 A2。

注: (1) 单一值为最大值。

(2) ASTM DS-56《金属和合金的统一编号体系》

(3) 填充金属应对本表中列有规定数值的那些元素进行分析, 如果在分析过程中表明有其它元素存在, 应确定那些元素的含量, 以保证其总值不超过规定的极限值。

(第 157 页)

表 6 真空应用填充金属的化学成分要求

AWS		化学成分, 重量百分数 ⁽¹⁾⁽²⁾												
类别	UNS 号 ⁽³⁾	Ag	Au	Cu	Ni	Co	Sn	Pd	In	Zn	Cd	Pb	P	C
1 级														
BVAg-6b	P07507	49.0-51.0	-	余量	-	-	-	-	-	0.001	0.001	0.002	0.002	0.005
BVAg-8	P07727	71.0-73.0	-	余量	-	-	-	-	-	0.001	0.001	0.002	0.002	0.005
BVAg-8b	P07728	70.5-72.5	-	余量	0.3-0.7	-	-	-	-	0.001	0.001	0.002	0.002	0.005
BVAg-18	P07607	59.0-61.0	-	余量	-	-	9.5-10.5	-	-	0.001	0.001	0.002	0.002	0.005
BVAg-29	P07627	60.5-62.5	-	余量	-	-	-	-	14.5-15.0	0.001	0.001	0.002	0.002	0.005
BVAg-30	P07687	67.0-69.0	-	余量	-	-	-	4.5-5.5	-	0.001	0.001	0.002	0.002	0.005
BVAg-31	P07587	57.0-59.0	-	31.0-33.0	-	-	-	余量	-	0.001	0.001	0.002	0.002	0.005
BVAg-32	P07547	53.0-55.0	-	20.0-22.0	-	-	-	余量	-	0.001	0.001	0.002	0.002	0.005
BVAu-2	P00807	-	-	79.5-80.5	余量	-	-	-	-	0.001	0.001	0.002	0.002	0.005
BVAu-3	P00351	-	34.5-35.5	余量	2.5-3.5	-	-	-	-	0.001	0.001	0.002	0.002	0.005
BVAu-4	P00827	-	81.5-82.5	-	余量	-	-	-	-	0.001	0.001	0.002	0.002	0.005
BVAu-7	P00507	-	49.5-50.5	-	24.5-25.5	0.06	-	余量	-	0.001	0.001	0.002	0.002	0.005
BVAu-8	P00927	-	91.0-93.0	-	-	-	-	余量	-	0.001	0.001	0.002	0.002	0.005
BVAu-9	P00354	-	34.5-35.5	余量	-	-	-	-	-	0.001	0.001	0.002	0.002	0.005
BVAu-10	P00503	-	49.5-50.5	余量	-	-	-	-	-	0.001	0.001	0.002	0.002	0.005
BVPd-1	P03657	-	-	-	0.06	余量	-	64.0-66.0	-	0.001	0.001	0.002	0.002	0.005
2 级														
BVAg-0	P07017	99.95min	-	0.05	-	-	-	-	-	0.002	0.002	0.002	0.002	0.005
BVAg-6b	P07507	49.0-51.0	-	余量	-	-	-	-	-	0.002	0.002	0.002	0.02	0.005
BVAg-8	P07727	71.0-73.0	-	余量	-	-	-	-	-	0.002	0.002	0.002	0.02	0.005
BVAg-8b	P07728	70.5-72.5	-	余量	0.3-0.7	-	-	-	-	0.002	0.002	0.002	0.02	0.005
BVAg-18	P07607	59.0-61.0	-	余量	-	-	9.5-10.5	-	-	0.002	0.002	0.002	0.02	0.005
BVAg-29	P07627	60.5-62.5	-	余量	-	-	-	-	14.0-15.0	0.002	0.002	0.002	0.02	0.005
BVAg-30	P07687	67.0-69.0	-	余量	-	-	-	4.5-5.5	-	0.002	0.002	0.002	0.02	0.005
BVAg-31	P07587	57.0-59.0	-	31.0-33.0	-	-	-	余量	-	0.002	0.002	0.002	0.002	0.005
BVAg-32	P07547	53.0-55.0	-	20.0-22.0	-	-	-	余量	-	0.002	0.002	0.002	0.002	0.005
BVAu-2	P00807	-	79.5-80.5	余量	-	-	-	-	-	0.002	0.002	0.002	0.002	0.005
BVAu-3	P00351	-	34.5-35.5	余量	2.5-3.5	-	-	-	-	0.002	0.002	0.002	0.002	0.005
BVAu-4	P00827	-	81.5-82.5	-	余量	-	-	-	-	0.002	0.002	0.002	0.002	0.005
BVAu-7	P99507	-	49.5-50.5	-	24.5-25.5	0.06	-	余量	-	0.002	0.002	0.002	0.002	0.005
BVAu-8	P00927	-	91.0-93.0	-	-	-	-	余量	-	0.002	0.002	0.002	0.002	0.005
BVAu-9	P00354	-	34.5-35.5	余量	-	-	-	-	-	0.002	0.002	0.002	0.002	0.005
BVAu-10	P00503	-	49.5-50.5	余量	-	-	-	-	-	0.002	0.002	0.002	0.002	0.005
BVPd-1	P03657	-	-	-	0.06	余量	-	64.0-66.0	-	0.002	0.002	0.002	0.002	0.005
BVCu-1x	C14181	-	-	99.99min	-	-	-	-	-	0.002	0.002	0.002	0.002	0.005

注: (1) 填充金属应对本表中列有规定数值的那些元素进行分析。如果在分析过程中表明有其它元素存在, 应确定那些元素的含量。被检测到具有在 932°F[500°C]下高于 10^{-7} torr [1.3×10^{-5} Pa] 蒸发压的元素, 对于 1 级填充金属每个限制在 0.001% 之内; 对于 2 级填充金属—0.002%。所有高蒸发压元素的总量 (包括锌、镉和铅) 被限制在 0.010% 之内。其它所有杂质元素的总量对于 1 级 $\leq 0.01\%$, 对于 2 级 $\leq 0.05\%$ 。

(2) 除非有注明, 单一值为最大值。

(3) ASTM DS-56 《金属和合金的统一编号体系》

(第 158 页)

表 7 粉末目号和颗粒大小分布

粉 末 目 号 ⁽¹⁾		颗粒大小分布		
		筛 规 格		分 布
U.S. 号	μm	U.S. 号	μm	%
100 目	150	通过 60	通过 250	100
		通过 100	通过 150	95min
140 C ⁽²⁾ 目	106 C	滞留 100	滞留 150	0.5 max
		滞留 140	滞留 106	10 max
		通过 325	通过 45	20 max
140 F ⁽³⁾ 目	106 F	滞留 100	滞留 150	0.5 max
		滞留 140	滞留 106	10 max
		通过 325	通过 45	55 max
325 目	45	滞留 200	滞留 75	0.5 max
		滞留 325	滞留 45	10 max
		通过 325	通过 45	90 min

通注：所有上述筛规格是选自 ASTM E11-01 《试验目的用织物和线筛的标准规范》中表 1 的标准 ASTM 规格。

注：(1) 除非客户另有规定，应提供 140F (106μmF) 目。

(2) C = 粗的

(3) F = 细的

10. 筛分分析

10.1 对于粉末状钎焊填充金属应按照 ASTM B214 《颗粒状金属粉末筛分分析的标准方法》进行筛分分析。

10.2 筛分分析的结果应符合表 7 所示的颗粒大小分布。与标准尺寸不一样的尺寸应由供需双方协商一致。

11. 熔化清洁度试验

11.1 对于所有仅为真空应用而生产的 BV 级填充金属应要求进行熔化清洁度试验，熔化清洁度试验应在一个大约重 0.015 金衡盎司(0.001 磅[lb])[0.5 克(g)]的填充金属试样上进行。应采用清洁、干燥的工具在坯料上萃取试样。将试样放置在一个清洁、致密的多晶 (99.6%) 铝坩锅中。也可以用一个经至少在 2000°F[1100°C]下空气火焰预清洁处理熔融锅的石英坩锅或石英舟来代用，并贮存在一个容器中。

11.2 装有试样的容器应放在一个由致密的多晶铝，熔融石英或相当材料制成的燃烧管马弗炉中。应用干燥的氢气（露点不高于 -40°F[-40°C]）净化马弗炉。试样应被加热到高于材料的液化温度（见表 1）以上 36°F[20°C]。在那个温度下保持 10 分钟，然后在马弗炉中冷却到不高于 150°F[65°C]。此时，应停止通氢，取出试样进行检查。

11.3 熔化的试样应放在放大 5 倍的条件下进行检查。如果它完全熔化，表面上只冒轻薄的烟，且无分散的黑色斑点，则 满足清洁度试验的要求。

12. 飞溅试验

仅对如真空应用而生产的 BV 类别填充金属要求进行飞溅试验，粉末状的填充金属，由于其表面积/体积比率高，以及在这些表面通常存在氧化物，不进行飞溅试验。

(第 159 页)

12.1 飞溅试验应与熔化清洁度试验同时进行。用一块镍板架在坩埚或舟上,其支架的设计,允许它在坩埚以上不大于 0.06in.[1.5mm]的小间隙。镍板离填充金属上表面的距离不超过 0.38in.[9.6mm]。

12.2 试验完成后,应用 5 倍放大镜检查镍板的底面,寻找飞溅的痕迹。如果没有飞溅痕迹,试样满足要求。

13. 过渡带的粘结剂含量

13.1 应采用下述方法确定过渡带粘结剂含量:

13.1.1 将尺寸约为 0.031in.×0.5in.×2in.[0.8mm×13mm×50mm]的 304 型不锈钢带进行称重。记作重量“A”。

13.1.2 过渡带应加工到不锈钢的尺寸,放在钢带上。除去塑料载体后对符合物进行称重,记作重量“B”。

13.1.3 将复合带和过渡带放在有保护气氛的(包括真空的)炉子中加热到 1000°F[538°C]以上,然后在保护气氛中冷却,并重新称重。这个重量记作“重量 C”。

13.1.4 粘结剂百分数计算如下:

$$\text{粘结剂百分数} = \frac{\text{重量B} - \text{重量C}}{\text{重量B} - \text{重量A}} \times 100 \quad (1)$$

13.2 除非供需双方另有协议,过渡带粘结剂含量应不大于 6.0%才算满足要求。

C 篇 — 制造、识别和包装

14. 制造方法

按本标准分类的钎焊填充金属可以用能生产出符合本标准要求的产品的任何方法制造。

15. 标准形式、规格和公差

15.1 钎焊填充金属的标准形式和规格应如表 8 所示。

15.2 轧制的线材、棒、薄板和带的尺寸公差应与表 9 和表 10 相一致。

15.3 铸造棒、过渡带、粘结薄板和粘结绳的规格和公差应由供需双方决定。

16. 填充金属的识别

16.1 填充金属是以随同的单位包装上的票签、标签或适当的标记来识别的。单位包装包括卷、盘、捆、芯轴和容器。第 18 节有专门的标记要求。

16.2 当购货订单或合同有要求时,除了单位包装上的识别外,还应提供单件填充金属的专门识别标记。当这样规定时,采用压敏标签或印刷标记应成为符合本标准的要求。

17. 包装

钎焊填充金属应适当包装,以保证在正常条件下的运输和贮存过程中不受损伤。

18. 包装标记

18.1 每个单位包装的外面至少应能清晰地标注下列产品资料:

- (a) AWS 标准号和类别代号(版本年份可删去)
- (b) 供货者名称和商业代号
- (c) 规格和净重
- (d) 批号、检验号或炉号
- (e) 带和膏的制造日期

18.2 单位包装的任何外包装的标记仅要求符合运输文件(DOT)或其他发运代理商的规定。在任何外包装上不要求 18.1 中列出的条款。

18.3 如 ANSI Z49.1《焊接、切割和关联作业的

(第 160 页)

表 8 标准形式和规格

标 准 规 格					
AWS 类别	标准形式	规定尺寸	宽、长或目规格	厚度或直径	
				in.	mm
BAg 所有类别	带 ⁽¹⁾ (卷或盘)	宽度和厚度	0.25 in. 至 6.0 in. 每隔 0.25 in.	0.002	0.05
				0.003	0.08
					0.10
			或	0.005	0.13
					0.15
	圆丝 (卷或盘) 棒 (直段)	丝和棒的直径	6 mm 至 150 mm 每隔 6mm**		0.20
				0.010	0.25
				0.020	0.50
				1/32(0.031)	0.8
					1.0
BVAg 所有类别	带、丝 (卷或盘) 和粉	尺寸应由供需双方协商决定		3/64(0.047)	1.2
					1.5
				1/16(0.062)	1.6
					2.0
				3/32(0.094)	2.4
	棒 (直段)	棒的长度	18 in. 和 36 in. 或 450mm 和 900mm		2.5
					3.0
				1/8(0.125)	3.2
BAu, BVAu, BVPd, BCu 所有类别	带、丝 (卷或盘) 和粉	尺寸应由供需双方协商决定			
	薄板 (卷) ⁽²⁾	厚度		0.010	0.25
				0.015	0.38
				0.020	0.51
BALSi, BMg 所有类别	丝 (卷) 或 棒 (直段)	棒的直径和长度	36 in. 或 900 mm	1/16(0.062)	1.6
				3/32(0.094)	2.4
				1/8(0.125)	3.2
				5/32(0.156)	4.0
				3/16(0.186)	4.8
	粉和膏	目规格 (见表 7)			
BALSi-3 BALSi-4 BMg-1	带 (卷或盘)	宽度和厚度	0.25 in. 至 6.0 in. 每隔 0.25 in.	0.003	0.08
				0.005	0.13
				0.010	0.25
				0.025	0.6
	粉和膏	目规格 (见表 7)			
BALSi-4 BCuP-5	带 (卷或盘)	宽度和厚度	0.25 in. 至 6.0 in. 每隔 0.25 in.	0.003	0.08
				0.005	0.13
				0.010	0.25
				0.025	0.6
	粉和膏	目规格 (见表 7)			

* 编注: 原文为 0.31, 应为 0.031。

** 编注: 原文为 1, 应为 6。

(第 161 页)

表 8 标准形式和规格 (续)

AWS 类别	标准形式	规定尺寸	宽、长或目规格	厚度或直径	
				in.	mm
BCuP 所有类别	圆丝 (卷或盘)	直径	—		
	圆棒 (直段)	长度和直径	18 in. 和 36 in. 或 450mm 和 900mm		
	矩形丝 (卷或盘)	宽度和厚度	1/16 in. 至 1/4 in. 宽 每隔 1/32 in. 或 1.6 mm 至 6.4 mm 宽 每隔 0.8 mm	0.050 0.062 0.094	1.3 1.6 2.0 2.4
	矩形棒 (直段)	宽度、长度和厚度	1/16 in., 3/32 in. 和 1/8 in. 宽或 1.6 mm, 2.4 mm 和 3.2 mm	0.109	2.8
			18 in. 和 36 in. 长 或 450 mm 和 900 mm 长	0.125 0.250	3.2 4.0 6.4
	粉和膏	目规格 (见表 7)	100 目[150 μm] 140C 目[106 μm 粗] 140F 目[106 μm 细] 325 目[45 μm]		
BCu-1, BCu-1b BCu-3 RBCuZn-A	带 (卷或盘)		尺寸应由供需双方协商决定		
BCu-1, BCu-1b BCu-3 RBCuZn-A RBCuZn-B RBCuZn-C RBCuZn-D	圆丝 (卷)	直径		1/32 (0.031) 1/16 (0.062) 3/32 (0.096)	0.8 1.6 2.4
	棒 (直段)	长度和直径	18 in. 和 36 in. 长 或 450 mm 和 900 m	1/8 (0.125) 5/32 (0.156) 3/16 (0.188) 1/4 (0.250) 5/16 (0.312) 3/8 (0.375)	3.2 4.0 4.8 6.4 8.0 9.5
BCu-1a BCu-2	粉和膏	目规格 (见表 7)	140C 目[106 μm 粗] 140F 目[106 μm 细] 325 目[45 μm]		
BCu-1x	带、圆丝 (卷或盘)		尺寸应由供需双方协商决定		

(第 162 页)

表 8 标准形式和规格 (续)

标 准 规 格							
AWS 类别	标准形式	规定尺寸	宽、长或目规格	厚度或直径			
				in.	mm		
BNi:除 BNi-5a 和 BNi-5b 外的所有类别	铸圆棒(直段) ⁽³⁾	直径	}	1/16 (0.062)	1.6		
	箔			1/8 (0.125)	3.2		
BC0-1	铸和轧(硼化)箔	宽度和厚度	1/8 in.至 4.0 in. 或 3.2 mm 至 100 m	}	{	0.001	0.025
						0.0015 ⁽⁴⁾	0.037
	粘结粉末绳,薄板和过渡带 ⁽⁵⁾		尺寸应由供需双方协商决定				
	粉和膏	目规格(见表 7)	140C 目[106 μm 粗] 140F 目[106 μm 细] 325 目[45 μm]				
BNi-5a	箔		1/8 in.至 4.0 in. 或 3.2 mm 至 100 mm	}	}	0.001	0.025
						0.0015	0.037
						0.002	0.05
						0.0025	0.06
BNi-5b	箔		1/8 in.至 8.0 in. 或 3.2 mm 至 200 m	}	}	0.001	0.025
						0.0015	0.037
						0.002	0.05
						0.0025	0.06

通注: 与所示不一样的那些尺寸、规格和包装形式应由供需双方协商决定。

注: (1) BAg-2、-3、-4、-22 和-26 作为填充金属复合在或粘结在一个铜芯的每一面上也是一种标准形式。填充金属: 铜芯; 填充金属复层的标准厚度比率是 1: 2: 1 或 1: 4: 1。

(2) BAlSi-2、-5、-7、-9 和-11 填充金属复合在或粘结在铝合金的一面或两面也是一种标准形式。填充金属复合层的标准厚度是铝合金芯厚度的 5%~10%。

(3) 表 9 所列公差不适用于铸造棒形式。

(4) 可提供宽度不大于 2 in.[50 mm]。

(5) 表 10 所列公差不适用于这些粘结粉末形式。

(第 163 页)

表 9 轧制丝和棒的公差

形式	状态	名 义 规 格 ⁽¹⁾		公差 ±					
				圆 形		矩 形			
		in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm
丝	冷拔或冷轧	0.010 - 0.020	0.010 - 0.51	0.0003	0.008	0.0008	0.020	0.005	0.13
		> 0.020 - 0.030	0.51 - 0.8	0.0005	0.013	0.0016	0.041	0.005	0.13
		> 0.030 - 0.040	0.8 - 1.0	0.0007	0.018	0.0018	0.046	0.005	0.13
		> 0.040 - 0.050	1.0 - 1.3	0.0008	0.020	0.0020	0.051	0.005	0.13
		> 0.050 - 0.060	1.3 - 1.5	0.0010	0.025	0.0025	0.064	0.005	0.13
		> 0.060 - 0.080	1.5 - 2.0	0.0015	0.038	0.003	0.08	0.005	0.13
		> 0.080 - 0.250	2.0 - 6.4	0.0020	0.051	0.004	0.10	0.005	0.13
棒	冷拔或冷轧 (圆形、矩形或正方形)	≤ 5/32	4.0	0.003	0.08	0.009	0.23	0.010	0.25
		≥ 3/16	4.8	0.004	0.10	0.010	0.25	0.010	0.25
棒和丝	热轧或挤压	3/64 - 1/16	1.2 - 1.6	0.005	0.13	0.008	0.20	0.010	0.25
		> 1/16 - 1/8	1.6 - 3.2	0.006	0.15	0.009	0.23	0.010	0.25
		> 1/8 - 3/16	3.2 - 4.8	0.007	0.18	0.009	0.23	0.010	0.25
		> 3/16 - 1/4	4.8 - 6.4	0.008	0.20	0.010	0.25	0.010	0.25

通注: (a) 铸造棒的公差应由供需双方协商决定。

(b) 对于棒材, 长度公差应为 $\pm 1/2$ in. [± 12 mm]。

注: (1) 圆形的直径; 长方形的厚度或宽度。

表 10 箔带和薄板的公差

名 义 厚 度		厚 度 公 差±			
		宽度		宽度	
		≤ 8 in. (200 mm)		> 8 in. (200 mm)	
in.	mm	in.	mm	in.	mm
≤ 0.006	≤ 0.15	0.0006	0.015	0.0008	0.020
0.006-0.013	> 0.15-0.33	0.0010	0.025	0.0010	0.025
0.013-0.021	> 0.33-0.53	0.0015	0.038	0.0015	0.038
0.021-0.026	> 0.53-0.66	0.0020	0.05	0.0020	0.051
名 义 宽 度		宽 度 公 差±			
		厚度		厚度	
		≤ 0.062 in. (1.59 mm)		0.063 in. (1.60 mm) 至 0.125 in. (3.18 mm)	
in.	mm	in.	mm	in.	mm
0.062-1.0	1.59 至 25	0.005	0.13	0.007	0.18
> 1.0-2.0	> 25-51	0.005	0.13	0.009	0.23
> 2.0-6.0	> 51-152	0.005	0.13	0.012	0.30
> 6.0-15.0	> 152-381	0.007	0.18	0.017	0.43
> 15.0-20.0	> 381-508	0.007	0.18	0.017	0.43

通注: 长度公差应为订货长度的 60%, 订货件数中 10% 可以是短的。

安全》给出的作为最低要求的适当的警告性资料或与其相当的资料应醒目、清楚地印刻在所有的钎焊填充金属的包装上, 包括封在一个大包装中单独的单位包装上。

18.4 除了 18.3 中要求的警告性资料外, 在 BAg-1、BAg-1a、BAg-2、BAg-2a、BAg-3、BAg-27

和 BAg-33 填充金属的所有包装 (包括封在一个大包装中单独的单位包装和诸如盘、芯轴的专用容器) 上应具有永久性附上和醒目、清晰地印出的、在 ANSI Z49.1 或其他相当文件中给出的对钎焊的适当的警告性资料。

(第 164 页)

附录 A

钎焊和钎接焊填充金属标准指南

(本附录不是 AWS A 5.8/A5.8M: 2004 《钎焊和钎接焊填充金属标准指南》的一部分, 附在这里仅作为参考资料)

A1. 引言

A1.1 本指南的目的是建立钎焊填充金属类别与其应用之间的关系, 这样能使标准有效地使用。更详细的资料应查阅 AWS 《钎焊手册》。如果构件属关键性应用, 应遵循 AWS C3.3 《关键性钎焊构件的设计、制造和检验的推荐方法》。

A1.2 本标准是试图通过双方可接受的标准要求, 向钎焊填充金属的供货者和用户提供生产控制的指导和验收的依据。本标准仅对在标准颁布时已具有商业意义的那些填充金属进行分类。一旦当其它钎焊填充金属成为具有商业意义时, 可将它们增加到标准中来。已丧失商业意义的那些填充金属就可以不再继续使用。

A1.3 钎焊是将材料在具有高于 840°F [450°C] 的液相线和低于母材固相线的填充金属的情况下, 加热到钎焊温度产生聚合的一组连接方法。填充金属通过毛细作用分布于紧密贴合的接头接触表面之间。

A2. 分类方法

A2.1 钎焊填充金属的分类是于化学成分而不是力学性能要求。钎焊接头的力学性能, 除了别的因素外, 取决于母材、填充金属和钎焊条件。因此, 如果钎焊填充金属用于采用特定钎焊条件给定的母材上, 仅仅采用根据力学性能的分类方法将会引起误解。如果钎焊填充金属的用户确定一个给定母材和填充金属组合的力学性能, 应采用最新版的 AWS C 3.2/C3.2M 《评定钎焊接头强度的标准方法》进行试验。

A2.2 钎焊填充金属被标准化成下列 7 个类别:

银、金、铝、铜、镍、钴和镁填充金属。这些类别中的许多填充金属用于真空应用的连接组件, 如真空管和其它电子装置。对于这些关键性应用, 要求保持高蒸汽压元素处于最小值, 因为在装置运行期间蒸发元素会污染真空。电子装置用的填充金属在本标准中伴随加上“真空级”类别。

A2.3 钎焊填充金属的基本类别是根据其化学成分中主要元素来识别的, 如表 1~表 6 所示 (亦参见表 A1)。例如在 BCuP-2 代号中, “B”是指钎焊填充金属 (正如在其它 AWS 标准中“E”是指焊条[焊丝]及“R”是指焊接填充丝)。在 RBCuZn-A、RBCuZn-B、RBCuZn-C 和 RBCuZn-D 中的“RB”表示填充金属既适用作为钎接焊填充丝, 又适用作为钎焊填充金属。“CuP”是指在该特定钎焊填充金属中的 2 个主要元素铜—磷 (同样, 在其它钎焊填充金属中“Si”是指硅, “Ag”是指银等等, 即采用标准的化学符号)。化学符号后面的代号表示一个组别里的化学成分。

真空级填充金属名称遵循上述例子, 有 2 个例外。第一个例外是加上字母“V”, 产生表示钎焊填充金属属于真空应用的普通的字母“BV”。第二个例外是采用级别的后缀数字, 1 级表示对高蒸汽压杂质有较严格的要求, 2 级表示对高蒸汽压杂质有较低的要求。真空级填充金属被认为是无飞溅的。因此, 本标准就不列出无飞溅和有飞溅的真空级。真空应用填充金属的一个例子是 BVAg-6b, 1 级。表 6 列出真空应用填充金属。

A2.4 申请填充金属类别 当某一钎焊填充金属不能按照本标准的类别进行分类时, 制造厂可为该钎焊填充金属提出类别申请。制造厂可按照下述程序做到这点:

(第 165 页)

(a) 建立新填充金属类别必须提出书面申请, 它需要提供足够的细节, 让填充金属和相关材料委员会或分委员会确定是建立新的类别还是对现有类别作改型更为合适, 还是两者都需要满足要求。特别地, 申请需包括:

(1) 对现有类别所给出的所有要求, 诸如化学成分范围和工艺性试验要求。

(2) 用于证实产品满足分类要求所进行试验的任何试验条件 (例如, 说明钎焊条件与其它类别所用是一样的就足够了)。

(3) 与现有类别在附录中所述相适应的说明和预期应用的资料。

(4) 如果认为适宜, 提出 ASME “F” 号。

无上述资料的新类别申请将被认为是不完整的。为进一步提供资料, 秘书处将向申请者退还申请书*。(*原文中此段文字重复, 在此被删去一译注)。

(b) 申请书要送往 AWS 总部的填充金属和相关材料委员会秘书处。收到申请书后, 秘书处将会:

(1) 给申请书指定识别号。该识别号将包括收到申请的日期。

(2) 向提出申请的人确认已收到申请书, 并告之申请书的识别号。

(3) 向填充金属和相关材料委员会主席和涉及到的专门分委员会主席送交申请书的复印件。

(4) 将原始存档。

(5) 将申请书加进未处理妥申请的登记本。

(c) 每一申请所必需的动作要尽快完成。如果超过 12 个月, 秘书处应向申请者通报申请进展情况, 并将其复印件送交委员会和分委员会主席。18 个月申请仍未处理妥, 应认为没有在“及时方式”方面作出回答, 秘书处应将这些情况报告给填充金属和相关材料委员会主席以便采取行动。

(d) 秘书处应存有一份未处理妥的申请和上一年

度中已经处理妥的申请登记本的复印件及填充金属和相关材料委员会每次会议议事本的复印件。已处理完申请的任何其它的颁布工作由美国焊接学会根据需要作决定。

A3. 验收

正如本标准所述, 按本标准进行分类的所有钎焊填充金属的验收应按照 AWS A5.01《填充金属采购导则》进行。对于按本标准发运的填充金属, 买方要求供方进行的任何取样和试验, 按照 AWS A5.01 的条款规定, 应在订货单中明确作出说明。

如果在订货单中没有任何这样的说明的话, 供方可根据 AWS A5.01《填充金属采购导则》表 1 中 F 级别的规定, 对该类别的填充金属进行通常进行的试验后将填充金属发出。按表 1 中任何其它级别的试验, 应在订货单中特别提出要求。此时, 发运填充金属的验收应按照那些要求进行。

A4. 证明

在产品的包装上标明 AWS 标准号和类别代号, 或者在产品本身标上类别号这样的行动构成了供货商或制造厂的证明: 产品满足标准的全部要求。

在本“证明”中所隐含的仅有的试验要求是制造厂对要发运的材料的代表性材料在实际上已进行了标准所要求的试验。并且材料已满足该标准的要求。在这种情况下, 代表性材料是用同样成分的该类别的任何生产方法得到的。“证明”并不意味着对发运材料的样品必须进行任何类型的试验。对这样材料的试验可以做, 也可以不做。标准所要求的证明的基础是上述“代表性材料”的分类试验和 AWS A5.01《填充金属采购导则》中的“制造厂的质量保证体系”。

(第 166 页)

A5. 钎焊过程中的通风

A5.1 钎焊过程中决定钎焊工和钎焊操作工所接触气氛中烟尘数量的 5 个主要因素是：

(a) 进行钎焊工作的空间的尺寸（特别要注意其顶棚的高度）。

(b) 在那个空间里工作的钎焊工和钎焊操作工的人数。

(c) 按所用材料和钎焊方法有关的散发烟尘、气体和粉尘的速率。

(d) 钎焊工或钎焊操作工与钎焊工作区所散发的烟尘的接触程度以及与他们工作的空间中的气体和粉尘的接触程度。

(e) 对钎焊工作空间所提供的通风情况。

A5.2 美国国家标准 ANSI Z49.1《焊接、切割和关联作业中的安全》讨论了钎焊和钎接焊过程中所要求的通风以及有关实施细节。对该文件中题为“通风”的一节应予以特别注意。

A6. 钎焊注意事项

A6.1 为避免混淆，规定用固相线和液相线代替熔点和流动点。固相线和液相线的定义如下：

(a) 固相线—金属或合金完全是固态的最高温度⁹。

(b) 液相线—金属或合金完全是液态的最低温度¹⁰。

A6.2 表 A1 列出了各种钎焊填充金属的名义固相线、液相线和推荐的钎焊温度范围。当采用某些钎焊填充金属（特别是那些固相线和液相线之间有一个宽的温度范围的材料）进行钎焊时，在熔化过程中填充金属的某些组成就会析出。较低熔点的成分将会流动，留下一个未熔化的残余物或高熔点组成物的空壳。这种被称为“偏析”的情况通常是不希望发生的。因为这种未熔化的空壳不容易流入接

头中去。然而。当接头间隙宽时，具有宽温度范围的填充金属通常更容易填满毛细接头。

A6.3 钎焊要求弄清超出本附录范围的某些工艺因素。特别有关清洁、钎剂、钎焊气氛、接头间隙等内容应参考《钎焊手册》。对关键性组件的工艺资料也应参阅 AWS C3.3《关键性钎焊组件的设计、制造和检验的推荐方法》。

A7 钎焊特性和应用

A7.1 BAg 类别（银） BAg 类别钎焊填充金属用来连接除铝和镁以外的绝大多数黑色和有色金属。这些填充金属具有良好的钎焊性能，适用于预置在接头中或手动送进到接头之中。虽然通常采用搭接接头，但如果要求不太严格，对接接头也可使用。为获得正确的毛细作用，推荐接头的间隙为 0.001~0.005in.[0.025~0.13mm]。对于绝大多数金属，通常要求采用钎剂。

当在保护气氛炉内进行钎焊，一般不要求采用钎剂。如果在保护气氛炉内使用含有锌或镉的填充金属，锌或镉会被蒸发，会改变化学成分以及固相线和液相线。因此，保护气氛炉内钎焊推荐采用无镉或无锌的填充金属。真空炉内不应采用含镉和/或含锌的填充金属。

BAg-1, BAg-1a, BAg-2, BAg-2a, BAg-3, BAg-27 和 BAg-33 填充金属含有镉。应遵守图 A2 中的特别注意事项。BAg 类别的化学成分是无镉的¹¹。

A7.1.1 BAg-1 钎焊填充金属在 BAg 填充金属中具有最低的钎焊温度范围。它也能最自由地流入毛细接头的狭窄间隙。它的狭窄的熔化范围适用于快速或慢速

⁹ 美国焊接学会(AWS)定义和符号 A2 委员会，2001，标准焊接术语和定义，AWS A3.0:2001, Miami, 美国焊接学会，P.36。

¹⁰ 同上文件，P.23。

¹¹ 无镉填充金属含有无意加入的镉，并符合对于其它元素（包括镉）不大于 0.15% 的 AWS 标准要求。

(第 167 页) 表 A1 固相线、液相线和钎焊温度范围

AWS 类别	固 相 线		液 相 线		钎 焊 温 度 范 围	
	⁰ F	⁰ C	⁰ F	⁰ C	⁰ F	⁰ C
	银					
BAg-1	1125	607	1145	618	1145-1400	618-760
BAg-1a	1160	627	1175	635	1175-1400	635-760
BAg-2	1125	607	1295	702	1295-1550	702-843
BAg-2a	1125	607	1310	710	1310-1550	710-843
BAg-3	1170	632	1270	688	1270-1500	688-816
BAg-4	1240	671	1435	779	1435-1650	779-899
BAg-5	1225	663	1370	743	1370-1550	743-843
BAg-6	1270	688	1425	774	1425-1600	774-871
BAg-7	1145	618	1205	652	1205-1400	652-760
BAg-8	1435	779	1435	779	1435-1650	779-899
BAg-8a	1410	766	1410	766	1410-1600	766-871
BAg-9	1240	671	1325	718	1325-1550	718-843
BAg-10	1275	691	1360	738	1360-1550	738-843
BAg-13	1325	718	1575	857	1575-1775	857-968
BAg-13a	1420	771	1640	893	1600-1800	871-982
BAg-18	1115	602	1325	718	1325-1550	718-843
BAg-19	1400	760	1635	891	1610-1800	877-982
BAg-20	1250	677	1410	766	1410-1600	766-871
BAg-21	1275	691	1475	802	1475-1650	802-899
BAg-22	1260	680	1290	699	1290-1525	699-830
BAg-23	1760	960	1780	970	1780-1900	970-1038
BAg-24	1220	660	1305	750	1305-1550	750-843
BAg-26	1305	705	1475	800	1475-1600	800-870
BAg-27	1125	605	1375	745	1375-1575	745-860
BAg-28	1200	649	1310	710	1310-1550	710-843
BAg-33	1125	607	1260	682	1260-1400	681-760
BAg-34	1200	649	1330	721	1330-1550	721-843
BAg-35	1265	685	1390	754	1390-1545	754-841
BAg-36	1195	646	1251	677	1251-1495	677-813
BAg-37	1270	688	1435	779	1435-1625	779-885
BVAg-0	1761	691	1761	961	1761-1900	961-1038
BVAg-6b	1435	779	1602	872	1600-1800	871-982
BVAg-8	1435	779	1435	779	1435-1650	779-899
BVAg-8b	1435	779	1463	795	1470-1650	799-899
BVAg-18	1115	602	1325	718	1325-1550	718-843
BVAg-29	1155	624	1305	707	1305-1450	707-788
BVAg-30	1485	807	1490	810	1490-1700	810-927
BVAg-31	1515	824	1565	852	1565-1625	852-885
BVAg-32	1650	900	1740	950	1740-1800	950-982
	金					
BAu-1	1815	991	1860	1016	1860-2000	1016-1093
BAu-2	1635	891	1635	891	1635-1850	891-1010
BAu-3	1785	974	1885	1029	1885-1995	1029-1091
BAu-4	1740	949	1740	949	1740-1840	949-1004
BAu-5	2075	1135	2130	1166	2130-2250	1166-1232
BAu-6	1845	1007	1915	1046	1915-2050	1046-1121
BVAu-2	1635	891	1635	891	1635-1850	891-1010
BVAu-3	1814	990	1850	1010	1850-1950	1010-1072
BVAu-4	1740	949	1740	949	1740-1840	949-1004
BVAu-7	2015	1102	2050	1121	2050-2110	1121-1154
BVAu-8	2190	1200	2265	1240	2265-2325	1240-1274
BVAu-9	1814	990	1850	1010	1850-1940	1010-1060
BVAu-10	1751	955	1778	970	1778-1868	970-1020

(第 168 页)

表 A1 固相线、液相线和钎焊温度范围 (续)

AWS 类别	固 相 线		液 相 线		钎 焊 温 度 范 围	
	⁰ F	⁰ C	⁰ F	⁰ C	⁰ F	⁰ C
			钎			
BVPd-1	2245	1230	2255	1235	2255-2285	1235-1252
			铝			
BAISi-2	1070	577	1142	617	1110-1150	599-621
BAISi-3	970	521	1085	585	1060-1120	571-604
BAISi-4	1070	577	1080	582	1080-1120	582-604
BAISi-5	1070	577	1095	591	1090-1120	588-604
BAISi-7	1038	559	1105	596	1090-1120	588-604
BAISi-9	1044	562	1080	582	1080-1120	582-604
BAISi-11	1038	559	1105	596	1090-1120	588-604
			铜			
BCu-1	1981	1083	1981	1083	2000-2100	1093-1149
BCu-1a	1981	1083	1981	1083	2000-2100	1093-1149
BCu-1b	1981	1083	1981	1083	2000-2150	1093-1177
BVCu-1x	1981	1083	1981	1083	2000-2100	1093-1149
BCu-2	1981	1083	1981	1083	2000-2100	1093-1149
BCu-3	1981	1803	1981	1083	2000-2100	1093-1149
RBCuZn-A	1630	888	1650	899	1670-1750	910-954
RBCuZn-B	1590	866	1620	882	1620-1800	882-982
RBCuZn-C	1590	866	1630	888	1670-1750	910-954
RBCuZn-D	1690	921	1715	935	1720-1800	938-982
			镍			
BCuP-1	1310	710	1695	924	1450-1700	788-927
BCuP-2	1310	710	1460	793	1350-1550	732-843
BCuP-3	1190	643	1495	813	1325-1500	718-816
BCuP-4	1190	643	1325	718	1275-1450	691-788
BCuP-5	1190	643	1475	802	1300-1500	704-816
BCuP-6	1190	643	1450	788	1350-1500	732-816
BCuP-7	1190	643	1420	771	1300-1500	704-816
BCuP-8	1190	643	1230	666	1230-1270	664-686
BCuP-9	1178	637	1247	675	1190-1280	643-693
			钴			
BNi-1	1790	977	1900	1038	1950-2200	1066-1204
BNi-1a	1790	977	1970	1077	1970-2200	1077-1204
BNi-2	1780	971	1830	999	1850-2150	1010-1177
BNi-3	1800	982	1900	1038	1850-2150	1010-1177
BNi-4	1800	982	1950	1066	1850-2150	1010-1177
BNi-5	1975	1079	2075	1135	2100-2200	1149-1204
BNi-5a	1931	1065	2111	1150	2100-2200	1149-1204
BNi-5b	1886	1030	2053	1126	2100-2200	1149-1204
BNi-6	1610	877	1610	877	1700-2000	927-1093
BNi-7	1630	888	1630	888	1700-2000	927-1093
BNi-8	1800	982	1850	1010	1850-2000	1010-1093
BNi-9	1930	1055	1930	1055	1950-2200	1066-1204
BNi-10	1780	970	2020	1105	2100-2200	1149-1204
BNi-11	1780	970	2003	1095	2100-2200	1149-1204
BNi-12	1620	880	1740	950	1800-2000	980-1095
BNi-13	1775	970	1980	1080	2000-2150	1095-1175
			钴			
BCo-1	2050	1120	2100	1149	2100-2250	1149-1232
			镁			
BMg-1	830	443	1110	599	1120-1160	604-627

通注：所示固相线和液相线是对每个类别的名义成分而言。

(第 169 页)

加热方法。BAg-1 比 BAg-1a 更为经济 (含银少)。

危险: 这种填充金属含镉, 加热时形成的烟尘有毒。应遵循本标准 18.4 中规定的警告性资料所要求的特别注意事项。

A7.1.2 BAg-1a 钎焊填充金属具有与 BAg-1 相似的性能。BAg-1a 具有比 BAg-1 更狭窄的熔化范围, 使得流动性更好一些。它还具有较高的 Ag+Au 与 Zn+Cd 的比率, 使得在氯、硫和蒸汽环境中的抗腐蚀性能略有提高。当要求低的温度、自由流动的填充金属时, 可使用任何一种成分。

危险: 这种填充金属含镉, 加热时形成的烟尘有毒。应遵循本标准 18.4 中规定的警告性资料所要求的特别注意事项。

A7.1.3 BAg-2 钎焊填充金属与 BAg-1 一样是自由流动的, 适用于一般目的的钎焊工作。当间隙较宽或不均匀时, 它的较宽的温度范围是有帮助的。除非快速加热, 必须注意由于液化造成的低熔点成分的析出。

危险: 这种填充金属含镉, 加热时形成的烟尘有毒。应遵循本标准 18.4 中规定的警告性资料所要求的特别注意事项。

A7.1.4 BAg-2a 钎焊填充金属与 BAg-2 相似, 但由于比 BAg-2 少 5 个百分点的银, 它更为经济。

危险: 这种填充金属含镉, 加热时形成的烟尘有毒。应遵循本标准 18.4 中规定的警告性资料所要求的特别注意事项。

A7.1.5 BAg-3 钎焊填充金属是 BAg-1a 的改型, 即添加了镍。它在海蚀环境中和碱性介质中具有良好的抗腐蚀性能。当用于不锈钢, 它具有抗缝隙 (界面) 腐蚀能力。由于含镍, 改善了在碳化钨刀具尖端的润湿性。最多的用途是钎焊碳化物刀具组件。其熔化范围和低的流动性使 BAg-3 适用于形成大的钎接角焊缝或充满宽的接头间隙。

危险: 这种填充金属含镉, 加热时形成的烟尘有毒。应遵循本标准 18.4 中规定的警告性资料所要求的特别注意事项。

A7.1.6 像 BAg-3 一样, BAg-4 钎焊填充金属广泛使用于碳化物尖端物的钎焊, 但它的流动性比

BAg-3 更差。这种填充金属不含镉。

A7.1.7 BAg-5 和 BAg-6 钎焊填充金属是无镉的填充金属, 专门用于电气工业中的钎焊。与 BAg-7 和 BAg-24 一起, 它们用于那些禁止使用含镉填充金属的日用和食品工业中。BAg-5 是钎焊黄铜部件 (如船舶管道、带状工具、灯具等) 的最佳填充金属。由于 BAg-6 有宽的熔化范围和流动性不如 BAg-1 和 BAg-2, 它是一种填充宽的接头间隙或形成大的角焊缝的较好的填充金属。

A7.1.8 BAg-7 钎焊填充金属是代替 BAg-1 的无镉填充金属。它熔点低, 具有良好的流动性和润湿性。BAg-7 典型地用于当必须避免镉、当白色将改善与母材的颜色匹配以及将镍或镍基合金在低钎焊温度下的应力腐蚀开裂降低至最低程度的食品设备。

A7.1.9 BAg-8 钎焊填充金属适用于不采用钎剂的保护气氛炉内钎焊和要求钎剂的钎焊工艺中。它通常用于铜或铜合金上。BAg-8 的流动性非常好。在某些炉内钎焊时, 可能会流出工件表面。它也能用于不锈钢、镍基合金和碳钢, 虽然在这些金属上其润湿性作用较低。较高的钎焊温度改善流动性和润湿性。这种填充金属无镉。

A7.1.10 BAg-8a 钎焊填充金属用于保护气氛中的钎焊。当在 1400°F~1600°F [760°C~870°C] 范围内钎焊沉淀硬化型和其它不锈钢时, 它更具优越性。含有锂, 在难钎金属和合金上改善填充金属的润湿性和提高流动性。锂对于那些含有少量钛或铝的母材特别有益。这种填充金属无镉。

A7.1.11 BAg-9 和 BAg-10 钎焊填充金属特别适用于连接纯银。这些填充金属具有不同的钎焊温度。因此, 它们能用于连续接头的分步钎焊。钎焊后, 填充金属的颜色与纯银的颜色近似。这些填充金属无镉。

A7.1.12 BAg-13 钎焊填充金属用于低于 700°F

(第 170 页)

[370⁰C]的运行温度。其低的锌含量,使得适用于采用温度范围低端和有钎剂条件下的炉内钎焊。在气体保护气氛或真空中不用钎剂时,锌会蒸发。这种填充金属无镉。

A7.1.13 BAg-13a 钎焊填充金属,除不含锌外,与 BAg-13 相似。当在炉内钎焊不容许挥发时,它是优越的。这种填充金属无镉。

A7.1.14 BAg-18 钎焊填充金属在应用上与 BAg-8 相似。其含有的锡有助于改善在不锈钢、镍基合金和碳钢上的润湿性。BAg-18 比 BAg-8 有更低的液相线,可用于无钎剂是重要的分步钎焊。这些填充金属无镉。

A7.1.15 BAg-19 钎焊填充金属的用途与 BAg-8a 一样。BAg-19 经常用于沉淀硬化热处理和钎焊相结合的较高钎焊温度场合。这种填充金属无镉。

A7.1.16 BAg-20 钎焊填充金属具有良好的润湿性和流动特性,比常用的 Ag-Cu-Zn-Cd 成分具有更高的钎焊温度范围。由于其良好的钎焊性能和经济的银含量,正在开发这种填充金属新的用途。这种填充金属无镉。

A7.1.17 BAg-21 钎焊填充金属用于钎焊 AISI 300 和 400 系列不锈钢以及沉淀硬化镍和钢合金。由于没有锌和镉,BAg-21 特别适用于保护气氛的炉内钎焊。当温度不低于 1850°F(1010⁰C)时,其正常钎焊不要求钎剂。它要求高的钎焊温度,以粘滞状缓慢流动。在填充金属熔化和流动时,沿角焊缝边缘形成富镍层(halo)可防止不锈钢的缝隙(界面)腐蚀。这对不含镍导致对缝隙(界面)腐蚀较敏感的 400 系列钢特别重要。BAg-21 已用于钎焊航空燃气轮机的不锈钢叶片。这种填充金属无镉。

A7.1.18 BAg-22 钎焊填充金属是一种低温填充金属。特别在钎焊碳化钨刀具中具有改善了的

润湿特性。这种填充金属无镉。

A7.1.19 BAg-23 钎焊填充金属是一种高温、自由流动的填充金属,既适用于焊炬钎焊,又适用于保护气氛的炉内钎焊。该填充金属主要用于高温应用的不锈钢、镍基合金和钴基合金的钎焊。如果该填充金属用于高真空气氛,镁由于其高蒸汽压就会损失。因此在使用这种填充金属时,要求回充惰性气体产生真空分压,流量可提供 500~2000 微米的真空度。这种填充金属无镉。

A7.1.20 BAg-24 钎焊填充金属是一种低熔点、自由流动的钎焊填充金属,适用于连接 300 系列不锈钢(特别是食品盛器和医院用具)以及切割刀具中的小的碳化钨嵌入物。这种填充金属无镉。

A7.1.21 BAg-26 钎焊填充金属是一种低银填充金属,适用于碳化物和不锈钢钎焊。当用于这些母材时,填充金属具有低的钎焊温度、良好的润湿性和流动性以及中等强度的接头等特点。这种填充金属无镉。

A7.1.22 BAg-27 钎焊填充金属与 BAg-2 相似,但含银量较低。由于宽的熔化范围,有时更容易偏析。

危险: 这种填充金属含镉,加热时形成的烟尘有毒。应遵循本标准 18.4 中规定的警告性资料所要求的特别注意事项。

A7.1.23 BAg-28 钎焊填充金属比其它相同银含量的无镉类别具有较低的钎焊温度和更狭窄的熔化范围。BAg-28 也具有自由流动特性。这种填充金属无镉。

A7.1.24 BAg-33 钎焊填充金属是一种为含银 25%填充金属降低钎焊温度而开发的。它具有比 BAg-27 更低的液相线和因此更狭窄的熔化范围。它的较高的锌加镉含量要求在钎焊时更加小心。

危险: 这种填充金属含镉,加热时形成的烟尘有毒。应遵循本标准 18.4 中规定的警告性资料所要求的特别注意事项。

(第 171 页)

A7.1.25 BAg-34 钎焊填充金属是一种具有自由流动特性的填充金属。它的钎焊温度范围与 BAg-2 和 BAg-2a 相似,使它成为这些填充金属的理想替代物。这种填充金属无镉。

A7.1.26 BAg-35 是一种用于钎焊铁基和非铁基母材的填充金属。它是中等强度填充金属,经常用于生产性钎焊。这种填充金属无镉。

A7.1.27 BAg-36 是一种低温填充金属,适用于铁基和非铁基母材的钎焊。较低的钎焊温度使它们有利于替代某些含镉类别。这种填充金属无镉。

A7.1.28 BAg-37 钎焊填充金属经常用于钎焊钢、铜和青铜。低的银含量使它成为适用于允许较低延性的应用的较经济的填充金属。这种填充金属无镉。

A7.2 BAu 类别(金) 当要求较好的延性、较高的抗氧化和抗腐蚀性能时,BAu 类别钎焊填充金属用于钎焊铁、镍和钴基金属。由于与母材的相互作用速率低,它们通常被用于薄的母材。这些填充金属经常用于保护气氛中的感应、炉内或电阻钎焊。此时不采用钎剂。在 AWS A5.31《钎焊和钎接钎剂标准》或 AWS《钎焊手册》第 4 章“钎焊和气氛”中提供进一步的资料。

A7.2.1 当用于同一组件中不同接头时,BAu-1、BAu-2 和 BAu-3 钎焊填充金属可允许钎焊温度的变化,从而可采用分步钎焊。

A7.2.2 BAu-4 钎焊填充金属用于宽范围的高温铁基和镍基合金。

A7.2.3 当要求在高温下具有耐腐蚀性和高强度的接头,BAu-5 钎焊填充金属主要用于连接耐热和耐腐蚀母材。这种填充金属很适宜于保护气氛(包括真空)下的炉内钎焊。

A7.2.4 BAu-6 钎焊填充金属主要用于连接高温运行的铁基和镍基超级合金。这种填充金属很适

宜于保护气氛(包括真空)下的炉内钎焊。

A7.3 BAlSi 类别(铝—硅) BAlSi 类别中的钎焊填充金属用于连接下列级别的铝和铝合金:

1060、1350、1100、3003、3004、3005、5005、5050、6053、6061、6951、7005 以及 710.0 和 711.0 铸造合金。钎接件搭接小于 0.25 in. [6.4 mm], 接头间隙通常为 0.002 in.~0.008 in.[0.05 mm~0.20 mm]。对于搭接大于 0.25 in.[6.4 mm]的钎接件,接头间隙不大于 0.008 in.~0.010 in.[0.20 mm~0.25 mm]。除了在真空中钎焊铝,推荐采用 0.000 in.~0.002 in.[0.00 mm~0.05 mm]间隙,所有钎焊方法中钎剂是必需的。使用钎剂钎焊后,钎焊妥的零件应仔细清洗。通常浸入沸水中清除残留物,如果这样不奏效,通常将零件浸入浓的商用硝酸或其它适当的酸溶液,然后仔细地冲洗漂清。

A7.3.1 BAlSi-2 钎焊填充金属作为薄板和作为芯部为 3003 或 6951 铝合金,单面或双面复合钎焊薄板来使用。它仅用于炉内和浸沾钎焊。

A7.3.2 BAlSi-3 是一种通用目的的钎焊填充金属。它用于要求限制流动的某些铸造合金的所有钎焊方法。

A7.3.3 BAlSi-4 是一种通用目的的钎焊填充金属。它用于要求自由流动的填充金属和良好抗腐蚀性能的所有钎焊方法。

A7.3.4 BAlSi-5 钎焊填充金属作为薄板或作为芯部为 6951 铝合金、单面或双面复合钎焊薄板来使用。BAlSi-5 用于比 BAlSi-2 较低温度下的炉内和浸沾钎焊。用这种填充金属复合的钎焊薄板中所用芯部合金可进行固熔处理和时效。

A7.3.5 BAlSi-7 是一种适用于真空钎焊的填充金属。它作为在芯部为 3003 或 6951 铝合金、单面或双面复合钎焊薄板来使用。钎焊之后,6951 合金芯部可进行固熔处理和时效。这种填充金属含有附加的镁,用作为改善钎焊工艺性的吸氧剂。

(第 171.1 页)

A7.3.6 BAlSi-9 是一种适用于真空钎焊的填充金属。它作为在 3003 铝合金芯部上、单面或双面复合钎焊薄板来使用。典型地用于热交换器应用中连接 5000-或 6000-系列铝合金的鳍片。这种填充金属含有附加的镁, 用作为改善钎焊工艺性的吸氧剂。

A7.3.7 BAlSi-11 是一种在 3150 合金、单面或双面复合形成复合板的钎焊薄板, 适用于真空钎焊。被设计用于在一个多区的炉子中进行钎焊。在钎焊周期内, 该炉中的真空度会一次或多次地中断。复合板可用于间隙式真空炉, 但是, 带有 3003 芯部的钎焊真空薄板具有更好的抗浸蚀能力。BAlSi-11/3105 复合板的最高钎焊温度为 $1110^{\circ}\text{F}[595^{\circ}\text{C}]$ 。这种填充金属含有附加的镁, 它用作为改善钎焊性能的吸氧剂。

A7.4 BCuP 类别 (铜-磷) BCuP 类别钎焊填充金属, 尽管在用于银、钨和钼中受到某些限制, 主要用于连接铜和铜合金。这种填充金属不用于铁基或镍基合金或者含镍量超过 10% 的铜—镍合金, 因为在填充金属和母材的界面上会形成脆性的金属间化合物。它们适用于所有的钎焊方法。当用于铜, 这些填充金属具有自钎剂性能。然而, 当用于包括铜合金的所有其它母材, 推荐采用钎剂。除了当接头接触硫气氛外, 抗腐蚀性能是令人满意的。应该指出, 开始的钎焊温度范围是低于液相线 (参见表 A1)。

A7.4.1 BCuP-2 和 BCuP-4 钎焊填充金属在钎焊温度下的流动性非常好, 并渗透于小间隙的接头。间隙为 $0.001\text{ in.}\sim 0.003\text{ in.}[0.03\text{ mm}\sim 0.08\text{ mm}]$ 可获得最佳的结果。

A7.4.2 当不能保持窄的接头间隙时, 可采用 BCuP-3 和 BCuP-5 钎焊填充金属。推荐接头间隙为 $0.002\text{ in.}\sim 0.005\text{ in.}[0.05\text{ mm}\sim 0.13\text{ mm}]$ 。

A7.4.3 BCuP-6 钎焊填充金属综合了 BCuP-2 和 BCuP-3 的某些性能。在其钎焊范围的较低端具

有填充宽的接头间隙的能力。在钎焊范围的高端, 它的流动性更好。推荐接头间隙为 $0.002\text{ in.}\sim 0.005\text{ in.}[0.05\text{ mm}\sim 0.13\text{ mm}]$

A7.4.4 BCuP-7 钎焊填充金属的流动性比 BCuP-3 或 BCuP-5 略好, 具有较低的液相线温度。它以预置环的形式广泛应用于热交换器和管子接头中。推荐接头间隙为 $0.002\text{ in.}\sim 0.005\text{ in.}[0.05\text{ mm}\sim 0.13\text{ mm}]$ 。

A7.4.5 BCuP-8 钎焊填充金属的流动性最好, 在 BCuP 系列填充金属中具有最低的钎焊温度。它主要用于 $0.001\text{ in.}\sim 0.003\text{ in.}[0.025\text{ mm}\sim 0.075\text{ mm}]$ 的紧密间隙。

A7.4.6 BCuP-9 钎焊填充金属用于钎焊铜、青铜和黄铜。加入硅可降低熔化温度, 并产生阻止冷却过程中氧化发黑的银色钎焊焊缝。它也具有产生环绕组件大的肩部和冠部的能力。磷夹杂使填充金属在铜上具有自钎剂性能。钎焊青铜或黄铜时要求采用钎剂。推荐的接头间隙为 $0.002\text{ in.}\sim 0.005\text{ in.}[0.051\text{ mm}\sim 0.127\text{ mm}]$ 。

A7.5 BCu 和 RBCuZn 类别 (铜和铜锌) BCu 和 RBCuZn 类别钎焊填充金属用于连接各种黑色和有色金属。它们也用于各种钎焊方法。然而, 在使用 RBCuZn 填充金属时, 应该避免过热。截留的锌蒸汽会在接头中形成气孔。

A7.5.1 BCu-1 钎焊填充金属用于连接黑色金属、镍基合金和铜镍合金。它的流动性非常好, 经常用于保护气氛炉内钎焊。保护气氛为部分燃烧的天然气的、氢气、分解氨或氨基气氛, 一般不采用钎剂。当用于含有很难以减少氧化物的元素 (铬、锰、硅、钛、钒和铝) 的金属上时, 可能要求使用钎剂。然而, 对于含有铬、锰或硅的母材, 宜采用纯的干燥氢气、氩气、分解氨和真空气氛。钎剂也可用于含锌母材以减缓蒸发。对含钛和铝的母材, 采用真空气氛、电解镍板, 或两者都用。在真空气氛中不

(第 171.2 页)

应采用矿石钎剂。

A7.5.2 BCu-1a 钎焊填充金属与 BCu-1 一样是粉末状的。其应用和使用方法与 BCu-1 相同。

A7.5.3 BCu-1b 钎焊填充金属的流动性非常好。最常用于燃气、氢气、分解氨或氨基气氛作为保护气氛的炉内钎焊，通常不用钎剂。

A7.5.4 BCu-2 钎焊填充金属是以有机载体中氧化铜悬浮物的形式供应的。其应用与 BCu-1 和 BCu-1a 相似。

A7.5.5 BCu-3 钎焊填充金属与 BCu-1 相似，可用于连接黑色金属、镍基合金和铜镍合金。它的流动性非常好，常用于用部分燃烧天然气、氢气、分解氨或氨基气氛作为保护气氛的炉内钎焊，一般不用钎剂。当用于含有很难减少氧化物的元素（铬、锰、硅、钛、钒和铝）的金属上时，可能要求使用钎剂。然而，对于含有铬、锰或硅的母材，宜采用纯的干燥氢气、氩气、分解氨和真空气氛。钎剂也可用于含锌母材以减缓蒸发。对含钴和锰的母材，采用真空气氛、电解镍板，或两者都用。在真空气氛中不应采用矿石钎剂。

A7.5.6 RBCuZn-A¹² 钎焊填充金属用于钢、铜、铜合金、镍、镍合金以及当耐腐蚀性不是重要时的不锈钢上。它用于焊炬钎焊，炉内钎焊和感应钎焊等方法。一般要求采用钎剂，通常采用硼砂-硼酸型钎剂。适当的接头间隙为 0.002 in.~0.005 in.[0.05 mm~0.13 mm]。

A7.5.7 RBCuZn-B¹³(低烟尘黄铜-镍)钎焊填充金属与 RBCuZn-A 填充丝相似，但增加了可提高硬度和强度的铁和锰的含量。此外少量的硅[0.04%~0.20%]可控制锌蒸发，使具备“低烟气”性能。加入镍[0.2%~0.80%]确保钎接焊缝中铁的均匀分布。

这种填充金属用于钢、铸铁、铜、铜合金、镍、镍合金和不锈钢的钎焊和钎接焊。RBCuZnB 填充

金属也用于在钢上作表面堆焊。钎焊采用焊炬、感应和炉内等方法。钎剂和接头间隙与对 RBCuZn-A 所规定的相同。

A7.5.8 RBCuZn-C¹⁴ 钎焊填充金属用于钢、铜、铜合金、镍、镍合金和不锈钢。采用焊炬、炉内和感应钎焊方法。要求采用钎剂，通常采用硼砂-硼酸钎剂。适宜的接头间隙为 0.002 in.~0.005 in.[0.05mm~0.13 mm]。

A7.5.9 RBCuZn-D¹⁵(称为镍银)钎焊填充金属主要用于钎焊碳化钨。也用于钢、镍和镍合金。它可用于所有的钎焊方法。这种填充金属不宜用于保护气氛的炉内钎焊。

A7.6 BNi 类别(镍) BNi 类别钎焊填充金属通常因其耐腐蚀和耐热性能而被采用。在高的运行温度下，BNi 钎焊填充金属具有极好的性能。在室温及在液态氧、氢或氮的运行温度下也有满意的性能。在对母材和钎焊填充金属起还原作用的气氛中钎焊可以得到最好的质量。为减少金属间化合物，提高接头延性和提升再熔化温度，经常采用窄的接头间隙和钎焊后热扩散处理。通过完全扩散，再熔化温度可提高到 2500°F[1370°C]以上。

当 BNi 填充金属用于焊炬、空气炉和感应等钎焊方法时，必须采用合适的钎剂。BNi 填充金属，由于其低的蒸汽压，特别适合于真空系统和真空管应用。真空应用中采用的金属铬是被限制的元素。应该指出，当磷与某些其它元素相结合，这些化合物具有很低的蒸汽压，能容易地使用于 1950°F[1066°C]、 1×10^{-3} torr[0.13 Pa]的真空钎焊气氛中而不需要去除磷。采用扩散钎焊，可获得这组填充金属中较高的强度和延性。

¹² 进一步的资料参见 AWS A5.31《钎焊和钎接焊钎剂标准》或 AWS《钎焊手册》第 4 章“钎剂和气氛”。

¹³ 见注脚 12。

¹⁴ 见注脚 12。

¹⁵ 见注脚 12。

(第 171.3 页)

A7.6.1 BNi-1 钎焊填充金属是第一个被开发的镍填充金属。含有镍、铬和铁使它适用于钎焊镍、铬或铁基母材。由于在 300 系列不锈钢中高的碳含量从腐蚀观点看在冶金学上通常是不希望的, BNi-1 中的高碳看来不希望被用于钎焊不锈钢。然而, Strauss 试验结果表明, 当用于诸如 AISI 347 不锈钢母材上, 没有发生任何不利的影响, 因为碳已经被填充金属中的铬束缚住了。

A7.6.2 BNi-1a 钎焊填充金属是一种低碳的 BNi-1, 除了规定的碳含量 $\leq 0.06\%$, 通常是 $\leq 0.03\%$ 外, 化学成分是一样的, 当碳含量更低时, Strauss 和 Huey 腐蚀试验结果并不比用 BNi-1 的接头好。这种填充金属产生强度较高的接头, 但其流动性比 BNi-1 填充金属差。

A7.6.3 BNi-2 钎焊填充金属具有比 BNi-1 更低和更窄的熔化范围和更好的流动特性。这些特性使这种填充金属成为最广泛使用的镍填充金属。

A7.6.4 BNi-3 钎焊填充金属的应用与 BNi-1 和 BNi-2 相似, 对边缘的保护气氛(包括真空)较不敏感。BNi-3 是一种 Ni-Si-B 填充金属, 它不含铬。

A7.6.5 BNi-4 钎焊填充金属与 BNi-3 相似。但延性更好。它用于形成大的角焊缝或当存在大的接头间隙的场合。

A7.6.6 BNi-5 钎焊填充金属的用途与 BNi-1 相似, 除了它能用于某些不能使用硼的核装置外。

A7.6.7 BNi-5a 是 BNi-5 成分的改型, 减少了硅, 并加入少量的硼。硼的存在使这种合金不能用于核装置。否则, 其应用与 BNi-5 相似。能形成高强度接头。当要求降低硼含量时, BNi-5a 材料可用来替代 BNi-1。典型的应用是薄板蜂窝结构与薄金属基板的钎焊。

A7.6.8 BNi-5b 是 BNi-5 成分的改型, 减少了铬含量。硼的存在使这种合金不能用于核装置。

否则, 其应用与 BNi-5 相似, 能形成高强度接头。当要求降低硼含量时, BNi-5b 材料可用来替代 BNi-1。

A7.6.9 BNi-6 钎焊填充金属能自由流动, 用于边缘的保护气氛以及在发热气氛中钎焊低碳钢。

A7.6.10 BNi-7 钎焊填充金属用于钎焊蜂窝结构、薄壁管组件和其它用于高温的结构。它被推荐用于不能采用硼的核装置, 用炉内钎焊方法可获得最佳结果。在钎焊温度下增加时间可改善接头的显微组织和延性。

A7.6.11 BNi-8 钎焊填充金属用于蜂窝结构钎焊件及用于不锈钢和其他耐腐蚀母材。由于这种填充金属含有高百分数的锰, 应采用专门的钎焊工艺。由于锰比铬更容易氧化, 氢气、氩气和氦气钎焊气氛必须纯, 并非常干燥, 露点为 $-70^{\circ}\text{F}[-57^{\circ}\text{C}]$ 或更低。真空气氛必须采用干燥的氩或氮形成分压。炉子应具有低的泄漏率保证非常低的氧分压。应该指出, 当在气体或真空中钎焊过程中锰被氧化或蒸发, 这种填充金属的化学成分和熔化特性会发生变化。然而, 在保证质量的气氛中锰的这种作用并不明显。

A7.6.12 BNi-9 钎焊填充金属是一种共晶的镍-铬-硼填充金属, 它特别适用于扩散钎焊。由于硼具有小的分子直径, 它很快地扩散出钎焊接头, 留下延性较好的镍-铬合金, 并与从母材扩散到接头中来的诸如铝、钛等元素聚在一起。取决于扩散的时间和温度, 接头的重新熔化温度可在 $2500^{\circ}\text{F}[1370^{\circ}\text{C}]$ 以上, 并取决于母材, 硬度可低至 HRB70。随着扩散时间的增加, 晶粒可穿越接头长大, 可显形为整个母材。单一的固相线和液相线温度(共晶)限制了偏析的可能型, 这有助于钎焊要求缓慢加热的厚件。

A7.6.13 BNi-10 钎焊填充金属是一种高温应用的高强度材料。钨是强化基体的元素, 使它使用

(第 171.4 页)

于钎焊有钴、钼和钨的母材。填充金属具有宽的熔化温度。已用于 0.020 in. [.05mm] 厚的燃烧室裂纹钎焊。它形成穿越接头的填充金属层,其作用好似粘结剂。由于低熔点组成有足够好的流动性,足以流入窄细的裂纹,形成合适的钎焊接头。

A7.6.14 BNi-11 钎焊填充金属是一种高温钎接件应用的强度高的材料。钨基体强化剂使它适用于钎焊含有钴、钼和钨的母材。由于它的熔化温度宽,适用于比通常钎焊间隙稍大的间隙。

A7.6.15 BNi-12 钎焊填充金属是为改善钎焊接头抗氧化和耐腐蚀而研制的。它被推荐用于不能使用含硼填充金属的核应用。这种填充金属也用于作为母材的镀层,例如在铜上,可防止在 1500°F [816°C] 的高温下发生氧化。使用于炉内钎焊可获得最佳效果。随着钎焊时间和/或温度的增加/高,接头的显微组织、强度和延性可得到改善。

A7.6.16 BNi-13 钎焊填充金属是为改善钎焊接头的耐腐蚀性而研制的。当在某些条件下会发生界面腐蚀,它就特别适用于钎焊 300 系列不锈钢。为获得最佳效果,钎焊周期要尽可能短,钎焊温度要尽量低。另一种做法是采用扩散钎焊方法,钎焊件要在尽量高的温度下保持不超过 2 小时。

A7.7 BCo 类别 (钴) BCo-1 类别钎焊填充金属一般用它们的高温性能以及其与钴基合金母材的一致性。

A7.8 BMg 类别 (镁) BMg-1 钎焊填充金属用于连接 AZ10A、K1A 和 M1A 镁合金。

A7.9 真空应用的填充金属 当生产制造以运行寿命和运行特性为最重要的高质量电子装置时,表 6 所列的钎焊填充金属受到特别的控制。真空应用的钎焊填充金属应在高纯保护气氛中进行钎焊,以保持填充金属的纯净度和保证正确的钎焊和最终钎焊体的质量。在某些应用中很重要的是钎焊填充金属不溅到接头区附近的区域上。由于

这个缘故,本标准包括了在第 12 节对于真空级类别的“飞溅试验”中所描述的飞溅试验要求。

除了为真空应用进行试验和分类的这些填充金属外,BCo-1 和 BNi-xx 钎焊填充金属,除 BNi-8 外,也适用于真空应用,虽然它们不要求按第 12 节“飞溅试验”进行试验,以及没有按 BVxx-xx, Y 级在本标准中进行分类。

A8. 不能继续使用的类别

在本标准从一个版本修订为另一个版本中,某些类别就不再继续使用。这是由于商业实践的改变或者是标准中所用分类系统的改变所导致的结果。已经不再继续使用的类别列于表 A2,以及它们最后被包括在标准中的年份。

A9. 特别标记

带、丝和棒可以通过识别标记或在钎焊填充金属的表面上打印进行识别。若盘装丝对于打印或作识别标记太小时,可以在盘的法兰上和在运载容器的内部和外部用防褪色墨水作识别标记。成形的圈可以在金属表面或单独包装时在包装上用防褪色墨水作识别标记。粉末可在内部容器上作识别,防褪色应抗油、溶剂和各种大气条件以及在正常运输和搬运条件下防止一般的磨损和撕裂。不允许采用一组压印的点作标记。

(第 171.5 页)

表 A2 不再继续使用的钎焊填充金属类别

AWS 类别	最后 A5.8 颁布日期
RBCuZn-1	1952
RBCuZn-2	1952
RBCuZn-3	1952
RBCuZn-4	1952
RBCuZn-5	1952
RBCuZn-6	1952
RBCuZn-7	1952
BAgMn	1956
BAISi-1	1956
BNiCr	1956
BCuAu-1	1956
BCuAu-2	1956
BAg-11	1962
BMg2	1962
BMg2a	1976
BAISi-6	1981
BAISi-8	1981
BAISi-10	1981
BAg-25	1981
RBCuZn-E	1981
RBCuZn-F	1981
RBCuZn-G	1981
RBCuZn-H	1981
BCuP-1	1992
BAg-12	由于它们不适当地出现在其它出版物中，委员会不选择采用这些类别号
BAg-14	
BAg-15	
BAg-16	
BAg-17	

(第 171.6 页)

A10. 一般安全注意事项

注： 安全和健康文件和有关规定已超出本标准的适用范围，因此这里不完整列出。在附录第 5 节中可找到某些安全和健康资料。安全和健康资料可以从其它来源获得，包括，但不局限于 A10.1 中所列《安全和健康实用手册》(SHF)；ANSI Z49.1《焊接、切割和关联作业中的安全》以及适用的联邦和州的法规。

A10.1 安全和健康实用手册 下面所列安全和健康实用手册由美国焊接学会(AWS)颁布。它们可以从 AWS 网址 <http://www.aws.org> 下载和直接打印出来。安全和健康实用手册周期性地修订和补充。

A11. 一般标签资料

A11.1 ANSI Z49.1:1999 中给出的最低限度的、适用的警告性资料的一个例子示于图 A1。

A11.2 对于含镉的填充金属(如 BAg-1、BAg-1a、BAg-2、BAg-2a、BAg-3、BAg-27 和 BAg-33)所使用的警告性资料的例子示于图 A2。

No.	标 题
1	烟尘和气体
2	辐射
3	噪声
4	焊接烟尘中的铬和镍
5	电伤害
6	防火和防爆
7	烧伤防护
8	机械伤害
9	绊倒和跌落
10	下落物体
11	有限空间
12	隐形镜磨损
13	焊接环境中的人与机械控制
14	警告性标签的图示符号
15	安全和健康文件的格式指南
16	设备调试员和焊接
17	电场和磁场(EMF)
18	关闭/作标记
19	激光焊接和切割安全
20	热喷涂安全
21	电阻点焊
22	焊接和关联作业中与镉的接触
23	California 建议 65
24	弧焊焊剂和钎焊钎剂：安全管理和使用
25	金属烟尘引起的发烧

(第 171.7 页)

警 告

保护您自己和其他人。阅读和理解本资料。

烟尘和气体有损您的健康。

电弧光能伤害眼睛和烧伤皮肤。

电击能致死。

- 在使用前，阅读和理解制造厂的说明书、材料安全数据表（MSDS）和您雇主的安全须知。
- 让您的头部避开烟尘。
- 采用足够的通风，在电弧处排烟，或两者同时采用。阻止烟尘和气体进入您的呼吸区和公共场所。
- 正确穿戴保护眼睛、耳朵和身体的防护用品。
- 不触及带电部分。
- 查阅由美国焊接学会颁布的美国国家标准 ANSI Z49.1《焊接、切割和关联作业中的安全》（550 N. W. LeJeune Rd. Miami, Florida 33126） OSHA《安全和健康标准》，可从美国政府印刷署文件主管部门获得（371954 邮政信箱，Pittsburgh, PA 15250-7954）。

切勿弄掉本资料

来源：美国国家标准学会标准认可委员会 Z49, 1999, 《焊接、切割和关联作业中的安全》，ANSI Z49.1:1999, Miami: 美国焊接学会，图 1

图 A1 钎焊方法和设备的警告性资料

危 险：含镉

保护您自己和其他人。阅读并理解本资料。

烟尘有毒能致死。

- 在使用前，阅读和理解制造厂的说明书、材料安全数据表（MSDS）和您雇主的安全须知。
- 不吸入烟尘。即使短时暴露在高浓度区也应避免。
- 采用足够的通风，在工件处排烟，或两者同时采用。阻止烟尘和气体进入您的呼吸区和公共场所。如果这点做不到，采用可供换气的口罩。
- 当使用时让儿童远离。
- 查阅由美国焊接学会颁布的美国国家标准 ANSI Z49.1《焊接、切割和关联作业中的安全》（550 N. W. LeJeune Rd. Miami, Florida 33126） OSHA《安全和健康标准》，可从美国政府印刷署文件主管部门获得（371954 邮政信箱，Pittsburgh, PA 15250-7954）。

切勿弄掉本资料

来源：美国国家标准学会标准认可委员会 Z49, 1999, 《焊接、切割和关联作业中的安全》，ANSI Z49.1:1999, Miami: 美国焊接学会，图 3

图 A2 含镉钎焊填充金属的警告性资料

(第 171.8 页)

附录 B 分析方法

(本附录不是 AWS A 5.8/A5.8M: 2004《钎焊和钎接焊填充金属标准指南》的一部分, 附在这里仅作为参考资料)

当有争议时, 对所有元素的仲裁方法应是下述合适的分析方法: ASTM 标准年鉴中《金属、矿石和相关材料的化学分析》(I): C571~E354 中适用的分析方法; ASTM 标准年鉴中《金属、矿石和相关材料的化学分析》(II): E356~终中的分子光谱分析; 表面分析; 或本附录所指出的方法。

对于银钎焊填充金属中各种元素的分析建议采用下列方法:

银或铜填充金属中的磷

磷范围小于 0.030%: 按 ASTM E78《用粉末技术对银的光谱图象分析的标准试验方法》的钒酸盐比色法。

磷范围为 4.0%~8.0%: 按 ASTM E1371-90《磷-铜合金或磷-铜-银合金中磷的重量测定方法》中的焦磷酸镁重量法。

银填充金属中的锂

锂范围小于 5%: 按 ASTM E663《火焰原子吸收分析方法》中的原子吸收法。

银或铜填充金属中的锰

锰范围小于 0.1%: 按 ASTM E378《用粉末技术对银的光谱图象分析的标准试验方法》中的光发射光谱分析法。

锰范围大于 0.1%: 按 ASTM E663《火焰原子吸收分析方法》中的原子吸收法。

银或铜填充金属中的锡

锡范围 $\leq 1\%$: 按 ASTM E378《用粉末技术对银的光谱图象分析的标准试验方法》中的光发射光谱分

析法。

锡范围大于 0.1%*: 按《化学分析标准方法》第五版¹⁶中的重量法。

银或钯填充金属中的镍

镍范围 0%~3%: 按 ASTM E663《火焰原子吸收分析方法》中的原子吸收法。

镍范围 3%~20%: 按 ASTM E1473《镍、钴和高温合金的化学分析标准试验方法》中的镍二甲基乙二酮重量法。

银、金或钯填充金属中的钯

钯范围小于 0.1%: 按 ASTM E378《用粉末技术对银的光谱图象分析的标准试验方法》中的光发射光谱分析法。

钯范围 1%~5%: 按 ASTM E663《火焰原子吸收分析方法》中的原子吸收法

钯范围大于 5%~90%: 按《化学分析标准方法》第五版¹⁷中的重量方法。

注: 虽然某些上面引用的标准已属不再继续使用, 但仍然可以从这些标准获得分析的基础。

¹⁶ Scott, W. W. 和 N. H. Furman 等,《化学分析标准方法》第五版, 1939, New York: D. Van Nostrand.

¹⁷ 参见脚注 16。

*原文如此, 似应为 1%—译注。

(第 304 页)

钛和钛合金焊丝和填充丝标准

A05

SFA-5.16

(与 AWS 标准 A5.16/A5.16M:2004 完全等同)

1. 适用范围

1.1 本标准规定了钨极气体保护焊、金属极气体保护焊和等离子弧焊用的钛和钛合金焊丝和填充丝的分类要求。

1.2 安全和健康的文件及相关事项已超越了本标准的范围,因此在这里未充分论及。某些安全和健康资料能从附录 A5 和 A10 中找到。安全和健康的资料也可以从其它方面得到,包括,ANSI Z49.1《焊接、切割和关联作业中的安全》,和可适用的联邦和州的规定,但并不限于此。

1.3 本标准采用美国惯用单位制和国际单位制(SI)两种体系。计量值不是确切等同的。因此,每个体系必须独立于另一体系使用。当涉及到填充金属性能时,不能以任何方式混用。以 A5.16 为代号的标准采用美国惯用单位, A5.16M 标准使用 SI 单位。后者在括号[]或在表和图的相应栏目内示出。基于任一体系的标准尺寸都可以在 A5.16 或 A5.16M 标准下用来作为焊丝或包装的规格。

A 篇 — 一般要求

2. 引用标准

下列标准包括在正文中参照的规定,组成了本 AWS 标准的规定。对不具日期的标准应该采用参照标准的最新版本。对具日期的,接着要修改或修订中的任何出版物都不予采用。

2.1 下列 ANSI/AWS 标准¹用于本文件的强制性部分中:

(a) AWS A5.01《填充金属采购导则》

(b) ANSI Z49.1《焊接、切割和关联作业中的安全》

2.2 下列 ASTM 标准²用于本文件的强制性部分中:

(a) ASTM E29《为确定与标准一致,在试验数据中采用有效位数的标准实用规程》

(b) ASTM E120《钛和钛基合金化学分析的标准方法》

2.3 下列 ISO 标准³用于本文件的强制性部分中:

(a) ISO 544《焊接耗材—焊接填充材料的技术发货条件—产品类型、尺寸、公差和标记》

3. 分类

3.1 A5.16/A5.16M 标准所覆盖的焊接材料是用一个独立于美国惯用单位和国际制单位的体系进行分类的。分类是依照表 1 中规定的化学成分进行的。

3.2 分为一种类别的材料不应再分类为本标准的另一类材料,除了其实际化学成分满足相应类别迭合的狭窄范围要求外。一种焊丝或填充丝如果它满足 A5.16 和 A5.16M 标准二者的要求,那么它可以按二者标准分类。

3.3 按本标准分类的填充金属意欲用于钨极气体保护焊、金属极气体保护焊和等离子弧焊,但也不禁止用于其他合适的焊接方法。

¹ ANSI Z49.1 和 AWS 标准可以从环球工程文件(Global Engineering Documents)得到,地址略。

² ASTM 标准可以从美国材料与试验学会获得,地址略。

³ ISO 标准可以从美国国家标准学会获得,地址略。

(第 305 页)

(第 305 页)

表 1 钛和钛合金焊丝和填充丝化学成分要求

AWS 类别		UNS 号 ⁽⁵⁾	重量百分数 ⁽¹⁻⁴⁾										其他元素	总量
2004	1990		C	O	N	H	Fe	Al	V	Pd	Ru	V		
ERTi-1	ERTi-1	R50100	0.03	0.03-0.10	0.012	0.005	0.08	—	—	—	—	—		
ERTi-2	ERTi-2	R50120	0.03	0.08-0.16	0.015	0.008	0.12	—	—	—	—	—		
ERTi-3	ERTi-3	R50125	0.03	0.13-0.20	0.02	0.008	0.16	—	—	—	—	—		
ERTi-4	ERTi-4	R50130	0.03	0.18-0.32	0.025	0.008	0.25	—	—	—	—	—		
ERTi-5	ERTi-5	R56400	0.05	0.12-0.20	0.030	0.015	0.22	5.5-6.7	3.5-4.5		—	—		
ERTi-7	ERTi-7	R52401	0.03	0.08-0.16	0.015	0.008	0.12	—	—	0.12-0.25	—			
ERTi-9	ERTi-9	R56320	0.03	0.08-0.16	0.020	0.008	0.25	2.5-3.5	2.0-3.0					
ERTi-9EL1	ERTi-9EL1	R56321	0.03	0.06-0.12	0.012	0.005	0.20	2.5-3.5	2.0-3.0					
ERTi-11	n/a	R52251	0.03	0.03-0.10	0.012	0.005	0.08		—	0.12-0.25	—			
ERTi-12	ERTi-12	R53401	0.03	0.08-0.16	0.015	0.008	0.15	—	—			0.6-0.9	Mo	0.2-0.4
ERTi-13	n/a	R53423	0.03	0.03-0.10	0.012	0.005	0.08				0.04-0.06	0.4-0.6		
ERTi-14	n/a	R53424	0.03	0.08-0.16	0.015	0.008	0.12				0.04-0.06	0.4-0.6		
ERTi-15A	n/a	R53416	0.03	0.13-0.20	0.02	0.008	0.16	—	—		0.04-0.06	0.4-0.6		
ERTi-16	n/a	R52403	0.03	0.08-0.16	0.015	0.008	0.12	—	—	0.04-0.08		—		
ERTi-17	n/a	R52253	0.03	0.03-0.10	0.012	0.005	0.08	—	—	0.04-0.08		—		
ERTi-18	n/a	R56326	0.03	0.06-0.12	0.012	0.005	0.20	2.5-3.5	2.0-3.0	0.04-0.08				
ERTi-23	ERTi-5EL1	R56408	0.03	0.03-0.11	0.012	0.005	0.20	5.5-6.5	3.5-4.5		—			
ERTi-24	n/a	R56415	0.05	0.12-0.20	0.030	0.015	0.22	5.5-6.7	3.5-4.5	0.04-0.08		—		
ERTi-25	n/a	R56413	0.05	0.12-0.20	0.030	0.015	0.22	5.5-6.7	3.5-4.5	0.04-0.08		0.3-0.8		
ERTi-26	n/a	R52405	0.03	0.08-0.16	0.015	0.008	0.12	—	—		0.08-0.14	—		
ERTi-27	n/a	R52255	0.03	0.03-0.10	0.012	0.005	0.08	—	—		0.08-0.14	—		
ERTi-28	n/a	R56324	0.03	0.06-0.12	0.012	0.005	0.20	2.5-3.5	2.0-3.0		0.08-0.14	—		
ERTi-29	n/a	R56414	0.03	0.03-0.11	0.012	0.005	0.20	5.5-6.5	3.5-4.5		0.08-0.14	—		
ERTi-30	n/a	R53531	0.03	0.08-0.16	0.015	0.008	0.12	—	—	0.04-0.08		—	Co	0.20-0.08

(第 306 页)

表 1 钛和钛合金焊丝和填充丝化学成分要求 (续)

AWS 类别		UNS 号 ⁽⁵⁾	重量百分数 ⁽¹⁻⁴⁾										其他元素	总量
2004	1990		C	O	N	H	Fe	Al	V	Pd	Ru	V		
ERTi-31	n/a	R53533	0.03	0.13-0.20	0.02	0.008	0.16	—	—	0.04-0.08	—	—	Co	0.20-0.80*
ERTi-32	n/a	R55112	0.03	0.05-0.10	0.012	0.008	0.20	4.5-5.5	0.6-1.4	—	—	—	Mo	0.6-1.2
													Si	0.06-0.14
													Zr	0.6-1.4
													Sn	0.6-1.4
ERTi-33	n/a	R53443	0.03	0.08-0.16	0.015	0.008	0.12	—	—	0.01-0.02	0.02-0.04	0.35-0.55	Cr	0.1-0.2
ERTi-34	n/a	R53444	0.03	0.13-0.20	0.02	0.008	0.16	—	—	0.01-0.02	0.02-0.04	0.35-0.55	Cr	0.1-0.2

注: (1) 成分的余量是钛 (Ti)。

(2) 所示单一数值为最大值。

(3) Fe 和间隙元素 C、O、H 和 N 的分析应在这种填充金属上进行, 即试样取自经减径到最终尺寸并完成所有的加工后的填充金属。其他元素的分析可在这些相同的试样上进行。或在用来制造填充金属的铸锭或坯料上进行。在有争议的情况下, 从成品填充金属上取样应是仲裁方法。

(4) 残余元素总量应不超过 0.20%, 并且单个元素不超过 0.05%, 除钇 (Yt) 外, 它的含量不超过 0.005% (参阅 A6.5)。残余元素不必记入报告之中, 除非买方特别要求外。残余元素是那些表 1 中特殊类别没有列入的元素 (钛以外), 但它们固有地存在于原材料中或制造过程中, 残余元素可能仅以痕量形式存在, 不是特意加入产品的元素, 如果是特意加入的杂质, 则必须对它测试。

(5) 金属和合金 SAE/ASTM 统一编号体系。

* 原文如此——译注

(第 307 页)

4. 验收

焊丝的验收⁴应根据 AWS A5.01《填充金属采购导则》的规定进行。

5. 证明

制造商通过在包装上标上 AWS 标准号和类别号或直接在产品上标上类别号来证明产品满足本标准的要求⁵。

6. 圆整方法

为了确定与本标准的一致性,一个测定值或计算值应该依照 ASTM E 29《为确定与标准的一致,在试验数据中采用有效位数的标准方法》给出的圆整方法将用来表示极限值的数字的最右方末位圆整到“最接近的单位”。

B 篇 — 试验、方法和要求

7. 试验综述

在本标准中,产品分类唯一的所要求的试验是填充金属或制造填充金属的坯料的化学分析。

8. 复试

如果任何一项试验结果不符合要求,则该试验应重复 2 次。2 次试验结果都应符合要求。复试的材料可以取自原先的试样,也可取自一个新的试样。复试只需对那些不满足要求的特定元素进行。如果一个试样或 2 个试样的试验结果不符合要求,则认为被试验材料不符合本标准中那个类别的要求。

在那种情况下,即在任一试验的准备过程中或完成后,能清楚地确定在制备试样或进行试验时,没有遵循规定的或正确的程序,试验应认为无效,不用考虑试验是否已实际完成或试验结果满足或

不满足要求。试验应遵循正确的规定的程序重新进行。在这种情况下,不采用双倍数量试验的要求。

9. 化学分析

9.1 为了化学分析应制备一个填充金属的或制造填充金属的坯料的试样,除了表 1 注(3)中规定外。

9.2 试样应采用经认可的方法分析。仲裁的方法应该是 ASTM E120《钛和钛基合金化学分析的标准方法》。

9.3 分析结果应符合表 1 中对被试验类别填充金属的要求。

C 篇 — 制造、识别和包装

10. 制造方法

按本标准分类的焊丝和填充丝可以用能生产出符合本标准要求的材料的任何方法制造。

11. 标准规格和长度

11.1 不同包装形式(直段、有支架或无支架焊接丝卷、焊丝盘)的焊丝和填充丝的标准规格示于表 2 中。

12. 粗糙度和均匀性

12.1 所有的焊丝和填充丝都应有一个光滑的表面,即无毛刺、凹陷、划痕、氧化皮、折叠、细裂缝以及外来物质等有害于焊接性能、焊接设备运行或焊缝金属性能的缺陷。

12.2 每根连续长度的填充金属应由单一炉批号材料制成;如果存在焊缝,应该进行处理使在自动和

⁴ 有关验收、发运材料试验的详细信息参见附录 A 中 A3 节及 A5.01《填充金属采购导则》。

⁵ 有关证明和满足本要求规定的试验的详细信息参见附录 A 中的 A4《证明》一节。

(第 308 页)

半自动设备上不影响填充金属的均匀地、不间断地送进。

13. 标准包装形式

13.1 标准包装形式是直段、有支架焊丝卷、无支架焊丝卷以及焊丝盘。表 3 给出了每种形式的标准包装尺寸和重量。与此不同的包装形式、规格和重量应

由供需双方协定。

13.2 有支架焊丝卷的衬套应设计并制成在正常的搬运和使用中不发生卷的变形, 并应足够清洁和干燥, 以保持填充金属的清洁度。

13.3 焊丝盘 (见图 1) 应设计并制成使在正常的搬运和使用中防止填充金属变形, 并应足够清洁和干燥, 以保持填充金属的清洁度。

表 2 标准规格和长度

标准包装形式	直 径			公 差	
	in.	十进制, in. ⁽¹⁾	mm	in.	mm
直段 ⁽²⁾	1/16	0.062	1.6	± 0.002	+ 0.01, - 0.04
		0.079	2.0	± 0.002	+ 0.01, - 0.04
	3/32	0.094	2.4	± 0.002	+ 0.01, - 0.04
		0.098	2.5	± 0.002	+ 0.01, - 0.04
	1/8	0.125	3.2	± 0.002	+ 0.01, - 0.07
	5/32	0.156	4.0	± 0.002	+ 0.01, - 0.07
	3/16	0.188	4.8 ⁽³⁾	± 0.002	+ 0.01, - 0.07
焊丝盘		0.197	5.0	± 0.002	+ 0.01, - 0.07
		0.020	0.5 ⁽³⁾	+ 0.001, - 0.002	+ 0.01, - 0.03
		0.030	0.8	+ 0.001, - 0.002	+ 0.01, - 0.03
		0.035	0.9	+ 0.001, - 0.002	+ 0.01, - 0.04
		0.039	1.0	+ 0.001, - 0.002	+ 0.01, - 0.04
		0.045	—	+ 0.001, - 0.002	—
		0.047	1.2	+ 0.001, - 0.002	+ 0.01, - 0.04
	1/16	0.062	1.6	± 0.002	+ 0.01, - 0.04

通注: 与上表不同的圆形填充金属的直径、公差和包装形式应由供需双方协定。

注: (1) 十进制英寸是用适当的圆整精确地换算的。

(2) 长度应为 36in. ± 1/4in. [915mm ± 6 mm]。

(3) 在 ISO 544 标准中没有作为标准公制规格。

表 3 标准包装尺寸和重量

包 装 形 式	名义净重	
	lb	kg
直段	5	2.5
	10	5
	25	10
	50	25
无支架卷	25	10
有支架卷	50	25
焊丝盘	in.	mm
	4	100
	8	200
	12	300
	13-1/2	340
	1	0.5
	5	2.5
	10-26	5-12
	30	15

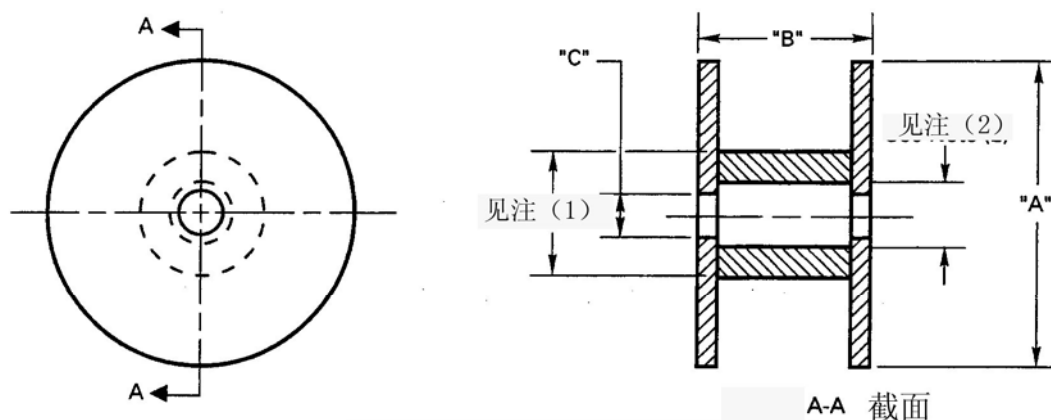
通注: (a) 所有形式的填充金属直径和长度在表 2 中给出。

(b) 每个包装中不允许有一个以上的类别和规格的填充金属。

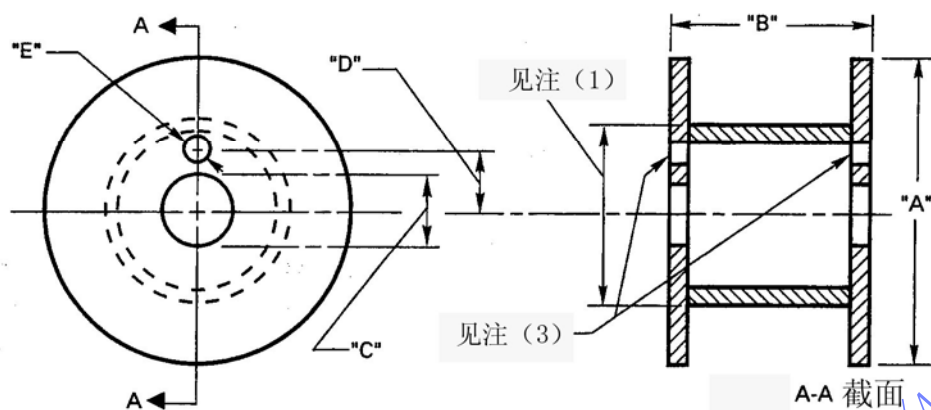
(c) 卷的尺寸应由供需双方协定。

(d) 标准焊丝盘的尺寸见图 1 所示。

(第 309 页)



(a) 标准4in. (100mm)焊丝盘的尺寸



(b) 标准8和12in. (200mm和300mm)焊丝盘的尺寸

	4 in. [100mm]		8 in. [200mm]		12 in. [300mm]	
	in.	mm	in.	mm	in.	mm
A 直径, 最大[注(4)]	4.0	102	8.0	203	12	305
B 宽度	1.75	46	2.16	56	4.0	103
公差	± 0.03	$+0, -2$	± 0.03	$+0, -3$	± 0.06	$+0, -3$
C 直径	0.63	16	2.03	50.5	2.03	50.5
公差	$+0.01, -0$	$+1, -0$	$+0.06, -0$	$+2.5, -0$	$+0.06, -0$	$+2.5, -0$
D 轴间距	...	...	1.75	44.5	1.75	44.5
公差	...	...	$+0.02$	± 0.5	± 0.02	± 0.5
E 直径[注(3)]	...	...	0.44	10	0.44	10
公差	...	...	$+0, -0.06$	$+1, -0$	$+0, -0.06$	$+1, -0$

注: (1) 芯轴的外径应能允许焊丝正常送进。

(2) 芯轴的内径应能使因芯轴隆起或芯轴与法兰的不对中不会造成芯轴的内径小于法兰的内径。

(3) 每个法兰上都有孔, 但它们不必对中。在 4 in. [100 mm] 焊丝盘上不要求有驱动孔。

(4) 公制尺寸和公差遵循 ISO 544 标准, 除了“A”规定了在名义直径上加减公差而不是仅仅加上公差外。这里的示值是最大值。

图 1 4, 8 和 12 in. [100, 200 和 300 mm] 直径焊丝盘的尺寸

(第 310 页)

14. 缠绕要求

14.1 成卷或成盘的填充金属应按下列原则缠绕：不能有波浪、锐弯、重叠和嵌位，并可无阻碍地自由退绕。焊丝地外端（焊接开始端）应有标识，使能容易地找出和固定，防止脱绕。应采用水平缠绕地方法。

14.2 成卷或成盘的填充金属应有一定的弹射度和螺旋度，使填充金属能在自动或半自动焊接设备上不间断地送进。

14.2.1 对 4 in.[100 mm]焊丝盘上的填充金属的弹射度和螺旋度是这样规定的：从盘上切取足够形成一个整圈的长度的试样，将它无拘束地放置在平面上则试样应：

(a) 形成直径不小于 2.5 in.[65 mm]且不大于 9 in.[230 mm]的一圈；

(b) 在任何位置上不高于上述平面 0.5 in.[13 mm]。

14.2.2 对 8 in.[200 mm]焊丝盘上的填充金属的弹射度和螺旋度是这样规定的：从盘上切取足够形成一个整圈的长度的试样，将它无拘束地放置在平面上则试样应：

(a) 形成直径不小于 10 in.[250 mm]且不大于 20 in.[510 mm]的一圈；

(b) 在任何位置上不高于上述平面 0.75 in.[19 mm]。

14.2.3 对 12 in.[300 mm]焊丝盘上的填充金属的弹射度和螺旋度是这样规定的：从盘上切取足够形成一个整圈的长度的试样，将它无拘束地放置在平面上则试样应：

(a) 形成直径不小于 15 in.[380 mm]且不大于 30 in.[760 mm]的一圈；

(b) 在任何位置上不高于上述平面 1 in.[25 mm]。

15. 填充金属识别

15.1 在第 17 节《包装的标记》中所要求的产品信息和警告性信息也应在每个焊丝卷和焊丝盘上出现。

15.2 无支架焊丝卷应在内端的填充金属上牢牢固定一个含有上述信息的标签。

15.3 有支架焊丝卷应在支架的显著位置上牢牢固定上述信息。

15.4 焊丝盘应至少在盘的一个法兰的外部的显著位置上牢牢固定上述信息。

16. 包装

焊丝和填充丝应适当地包装以保证在正常条件下的运输和贮存期间不受到损坏。

17 包装的标记

17.1 下列产品的信息（作为最低要求）应被清晰地标出，以使能从每个单位包装的外部看到：

(a) AWS 标准号和类别号（可不包括颁布年份）

(b) 供货商名称和商业代号

(c) 规格和净重（见 11.1）

(d) 批号、检验号或炉号

17.2 ANSI Z49.1 最新版本给出的适当的警告性信息⁶（作为最起码的）应以清晰的印刷体显著地显现在所有焊接材料地包装上，包括封入大包装中的单独的单位包装上。

⁶ 典型的“警告标签”例子示于 ANSI Z49.1 的图中，它用于对某些一定的焊接方法中用的适用或专门用途的焊接材料。

(第 311 页)

附录

AWS《钛和钛合金焊丝和填充丝标准》指南

(本附录不是 AWS A 5.16/A5.16M: 2004《钛和钛合金焊丝和填充丝标准》的一部分, 附在本标准内仅作为参考资料)

A1. 引言

本指南的目的是将填充金属的类别和它们的应用联系起来, 使标准能更有效地应用。在能够做到或可能有用时也列出了适用的母材标准的参考资料。这种参考资料仅是举例而不是各种填充金属适用材料的完整清单。

A2. 分类体系

A2.1 本标准中填充金属类别的识别体系遵循在其他 AWS 填充金属标准中采用的模式。每个类别号的前缀字母“E”表示是焊丝以及字母“R”表示是填充丝。由于这些填充金属可用作金属极气体保护焊的焊丝, 也可用作钨极气体保护焊中的填充丝, 故两个字母都用上去。

A2.2 在“R”后面的化学元素符号“Ti”用作钛或钛基合金填充金属的表示方法。数字提供识别成分变化的方法。字母“ELI”表示钛合金填充金属中间隙元素(碳、氧、氢和氮)的含量极低。

A2.3 本修订版标准中个别合金的代号与早期文件不同。特殊的合金现在是用和用于相应母材的 ASTM/ASME 标准表示级别代号的相同的数字来识别。见表 A1 横向的早期代号。

A2.4 表 A1 提供了本版本与以前版本(1970 和 1990 版)中的分类以及其他钛合金填充金属标准的关系。所列出的宇航材料标准⁸(AMS)和 ASTM/ASME 标准等也在工业中广泛使用, 列于表 A1 中。

A2.5 申请填充金属类别

(a) 当填充金属不能按某些已存在的类别分类时, 制造厂可以为该填充金属提出类别申请, 他们可以按这里给出的顺序办理。

(b) 提出建立新填充金属类别的申请必须是书

面的, 同时必须提供足够的详细资料给 AWS A5 填充金属和相关材料委员会或分委员会, 让他们确定是建立一个新的类别还是对现有的类别进行改型更为合适, 或者为满足要求两者都是需要的。

特别指出, 申请书应包括:

(1) 对现有类别所给出的所有要求, 如化学成分范围、力学性能要求和使用性试验要求。

(2) 证明产品满足分类要求所进行的试验的任何试验条件(例如, 说明焊接条件和其它类别相同就足够了)。

(3) 有关产品的说明和用途的资料, 即与附录 A 有关章节已有的类别的对比资料。

没有上述资料的新类别申请将被认为是材料不完整的。秘书处将会将申请退回, 并要求补充材料。

(c) 申请应交到 AWS 总部 AWS A5 填充金属和相关材料委员会秘书处。收到申请书后, 秘书处将:

(1) 给申请书指定一个识别号。该识别号应包括收到申请的日期。

(2) 确认申请收到, 以及将识别号告诉申请者本人。

(3) 将申请书的副本送交 AWS A5 填充金属和相关材料委员会主席和有关特定分委员会主席。

(4) 将申请书原件归档。

(5) 把申请书加入到待处理的申请书案卷中。

(d) 每一申请所必需的活动要尽快完成。如果超过 12 个月, 秘书处应将申请的进展情况通知申请者, 同时将副本送交委员会和分委员会的主席。

(第 311.1 页)

如果在 18 个月后依然未解决, 应认为没有及时回答, 秘书处将此报告 AWS A5 填充金属和相关材料委员会主席, 使加快行动。

(e) 秘书处应将所有悬而未决的和在去年已解决的那些申请记录的副本安排到每一次 AWS A5 填充金属和相关材料委员会的议事日程中去。已经获得解决的申请的任何其它的发布工作由美国焊接学会选择其认为合适的方式进行。

A2.6 国际焊接学会 (IIW) 正在开发为用于将来标准中的标注指定焊接填充金属的国际体系。并由国际标准组织 (ISO) 以 ISO 24034 公布。表 1 给出了钛合金填充金属的代号。在这个体系中, 前面字母 “S” 代表实心丝或棒, 字母 “Ti” 是合金体系, 接着是一个 4 位数字。对钛合金的 4 位数字是基于 UNS 编号 (见表 1), 它的 5 位数字中的 1 位已被省略。

A3. 验收

按本标准分类的焊接材料的验收应如标准所述, 按 AWS A5.01《填充金属采购导则》进行。对按本标准发运的材料, 买方要求供方进行的任何试验, 均需依照 AWS A5.01 标准规定在定货单中清楚地表明。如果在定单中没有任何这类陈述, 买方可以发运只进行过填充金属导则中表 1F 级别规定的试验的材料。表中其他级别规定的试验应由买方在定单中专门提出。在这种情况下, 发运材料的验收应根据提出的要求进行。

A4. 证明

在产品包装上标上 AWS 标准号和类别号, 或在产品本身标上类别号, 这就构成了供方 (制造商) 的证明, 即产品满足了标准的所有要求。

在本证明中所隐含的仅有的试验要求是指制造商已在该被发运材料的代表材料上实际进行了

标准所要求的试验, 并且满足标准要求。在这种情况下, 所谓代表材料是指用任何方法生产出来的以相同成分分类的材料。“证明”并不认为任何种类的试验都必须在指定的发运材料试样上进行。在这些材料上试验可以做也可以不做。标准要求的“证明”的基础是上述代表材料的分类试验以及 AWS A5.01《填充金属采购导则》中的“制造商的质量保证大纲”。

A5. 焊接时的通风

A5.1 焊接的过程中, 焊工和焊接操作工受到的烟尘数量取决于 5 个主要因素:

(a) 施焊场地的空间大小 (特别要注意顶棚的高度)。

(b) 在该空间工作的焊工或焊接操作工的人数。

(c) 与材料和焊接方法有关的烟尘、气体或粉尘的释放速率。

(d) 焊工和焊接操作工与焊接区散发的烟尘的接触程度以及他们与工作空间的空气和粉尘的接触程度。

(e) 焊接操作空间的通风情况。

A5.2 美国国家标准 Z49.1《焊接、切割和关联作业中的安全》讨论了焊接期间的通风要求及其细节。特别注意文件中“通风”部分。

A6. 焊接注意事项

A6.1 钛和钛合金可以用钨极气体保护焊、金属极气体保护焊、等离子弧焊和电子束焊等方法焊接。钛是一种活性金属并且在高温时对由氧、氮和氢造成的脆性很敏感。因此, 金属必须受保护免受大气污染。这可以用 AWS A5.32/A5.32M 标准中 SG-A 或 SG-H 或这些单一保护气体的混合的焊接

(第 311.2 页)

表 A1 标准索引—包括不再使用的钛焊丝

AWS 类别			填 充 金 属				母材
2004	1990	1970	UNS 号	宇航材 料标准	焊缝填充 金属号 ⁽¹⁾	日本 JIS Z333 ⁽²⁾	ASTM/ ASME 级别
ERTi-1	ERTi-1	ERTi-1	R50100	4951	STi-0100	YT _x 28	1
ERTi-2	ERTi-2	ERTi-2	R50120		STi-0120	YT _x -35	2
ERTi-3	ERTi-3	ERTi-3	R50125		STi-0125	YT _x 49	3
ERTi-4	ERTi-4	ERTi-4	R50130		STi-0130		4
ERTi-5	ERTi-5	ERTi-6Al-4V	R56400	4954	STi-6400	YTA _x 640	5
ERTi-7	ERTi-7	ERTi-0.2Pd	R52401		STi-2401	YT _x 49Pd	7
ERTi-9	ERTi-9	ERTi-3Al-2.5V	R56320		STi-6320	YTA _x 325	9
ERTi-9EL1	ERTi-9EL1	ERTi-3Al-2.5V-1	R56321		STi-6321		n/a
ERTi-11			R52251		STi-2251	YT _x * 28 Pd, YT _x * 35	11
ERTi-12	ERTi-12		R53400		STi-3401	Pd	12
ERTi-13			R53423		STi-3423		13
ERTi-14			R53424		STi-3424		14
ERTi-15A			R53416		STi-3416		15
ERTi-16			R52403		STi-2403		16
ERTi-17			R52253		STi-2253		17
ERTi-18			R56326		STi-6326		18
ERTi-23	ERTi-5EL1	ERTi-6Al-4V-1	R56408	4956	STi-6408		23
ERTi-24			R56415		STi-6415	YTA _x 640E	24
ERTi-25			R56413		STi-6413		25
ERTi-26			R52405		STi-2405		26
ERTi-27			R52255		STi-2255		27
ERTi-28			R56324		STi-6324		28
ERTi-29			R56414		STi-6414		29
ERTi-30			R53531		STi-3531		30
ERTi-31			R53533		STi-3533		31
ERTi-32			R55112		STi-5112		32
ERTi-33			R53443		STi-3443		33
ERTi-34			R53444		STi-3444		34
不再使用	ERTi-6	ERTi-5Al-2.5Sn		4953	STi-5631		
不再使用	ERTi-6EL1	ERTi-5Al-2.5Sn-1			STi-5631	YTA _x 525	
不再使用	ERTi-15	ERTi-6Al-2Cb-1Ta-1Mo			STi-5621		
不再使用		ERTi-8Al-1Mo-1V					
不再使用		ERTi-13V-11Cr-3Al					

注：(1) 4 位数字在绝大多数情况下是由 5 位数 UNS R 系列中缩短的。这些数字是来自 AWS 文件数字 IFS:2002《焊接填充金属分类国际索引》。

(2) “X” 代表填充金属形式，B=棒，W=丝

* 原文为 t_x，疑误。——译注

(第 311.3 页)

级惰性气体,将他们置于电弧和熔池或刚凝固但仍
是热的焊缝金属周围来提供保护。偶而,焊接也能
在一个腔室或在一个手袋中进行。这些腔室被空气
纯化并用惰性气体反充,或如果他们是刚性密封壁
的话,能抽真空至少到 10^{-4} torr [0.013 Pa], 以去除任
何空气污染。

当电弧焊时,钛必须与周围空气隔离,一直到
低于 800°F [430°C]。当在空气中焊接时,可用辅助
的惰性气体进行适当的保护。在必须采用电弧处通
风和排风的情况下,保护的惰性气体(电弧屏蔽处、
背部或根部屏蔽处)不能减弱。

A6.2 钛金属应无厚的氧化物,并在焊前用化学
方法进行清洗,因为氧化物、水、油脂或灰尘的污
染也会引起脆化。

A6.3 钛填充丝应经化学清洗并无厚氧化物、吸
收的水汽、油脂和灰尘。如果填充金属的热端在冷
下来前离开保护气体,并且重新使用,它将造成焊
缝污染。焊接填充丝应用保持将热端放在气炬层内
的方法加入。如果填充丝端部被污染,在重新使用
前,变色端应予切除。

A6.4 虽然焊缝金属会比母材强度高和延性低,
但钛能成功地与锆 (Zr)、钽 (Ta)、铌 (Nb) 和钒
(V) 熔焊在一起。钛不应与其他常用的焊接金属
(如铜、铁、镍和铝) 进行熔焊。因为这要形成脆
的钛金属间合金,它会生成极脆的焊缝。

A6.5 在本标准中,任何个别残余元素应不超过
0.05%, 而总量不超过 0.20%。残余元素仅以痕量
存在而且这些元素不是特意加入的。然而钕已被控
制到最高水平为 0.005%, 因为对钛和钛合金来说
它的作用像是强晶粒细化剂。较高水平的钕加入钛
中会造成纵向加强条,并可能降低某些产品的疲劳
强度。任何特意添加的元素都应检测并报告。

A7. 钛和钛合金焊丝和填充丝的说明和用途

钛在很大范围的介质中具有极好的抗腐蚀性
能,但最值得注意的是它在带有氯离子的天然溶液
中的抗腐蚀作用,不论在盐或半咸水冷却、淡化、
海水输送、漂白、氯气或氯化盐的化学应用还是整
形外科的插入器。加入少量的钼和钨扩大了在中等
还原性条件下的抗腐蚀范围,如在低浓度盐酸和硫
酸以及超过未合金化和标准合金等级满意地工作
的温度下的缝隙腐蚀情况。合金中高的强度与重量
之比使它在航空和宇航领域中广泛地应用于从 747
飞机上,从机翼支架锻件到它的透平发动机压缩机
叶片的任何部件。高的强度也使它被应用到包括各
种各样重量的重要的军用硬件和在越来越复杂的
工业应用。像能源探索或地热盐水生产用的井下设
备等。近年来,钛已找到在建筑业中用于大楼的复
板、屋顶材料以及结构上的应用和在许多消费品上
的应用,如自行车车架、高尔夫球杆、高性能的体
育设施、眼镜框、汽车弹簧和消声器甚至工艺品等。

本标准中包括了许多与 ASTM 公布不同的专
利性合金和级别,但其中许多种合金是不能直接得
到的。本表列出的是限于用于被推荐的 ASTM 母
材级别的、通常使用的钛和钛合金级别。见表 A1,
并相互比较。

A7.1 填充金属正确类别的选择,主要依据用于
需要焊接部位的钛合金。

A7.2 经验指出,一定类别的填充金属适用于焊
接特定的母材。参见表 A2。如果要求焊接表列之
外的组合,就要为它们进行适应性评定。在缺少专
门资料的情况下,建议向材料供应商进行咨询。更
多的信息可以从焊接手册第 4 卷第 8 版“钛”章中
找到。

A7.3 ERTi-1 ERTi-1 是强度最低的未合金化
(或工业纯—CP) 级别。它用于那些将延性视作首位
的地方,如爆炸复合、活动的衬套、膨胀金属和

(第 311.4 页)

表 A2 为一般用途钛焊接用填充金属选择指南

ASTM 母材级别	名义屈服强度 ksi /成分	AWS 推荐 填充金属	替代 填充金属	评价
1	25/Ti (未合金化)	ERTi-1		
2	40/Ti (未合金化)	ERTi-2		
3	55/Ti (未合金化)	ERTi-3		
4	70/Ti (未合金化)	ERTi-4		
5	120/Ti 6Al-4V	ERTi-5		
7	40/Ti 0.15Pd	ERTi-7		
9	70/Ti 3Al-2.5V	ERTi-9		
11	25/Ti 0.15Pd	ERTi-11		
12	50/Ti 0.8Ni-0.3Mo	ERTi-12		
13	25/Ti 0.5Ni-0.05Ru	ERTi-13		
14	40/Ti 0.5Ni-0.05Ru	ERTi-14		
15	55/Ti 0.5Ni-0.05Ru	ERTi-15A		
16	40/Ti 0.05Pd	ERTi-16	ERTi-7	ERTi-7 提供相当的力学性能、相等或更好的抗腐蚀性能
17	25/Ti 0.05Pd	ERTi-17	ERTi-11	ERTi-11 提供相当的力学性能、相等或更好的抗腐蚀性能
18	70/Ti 3Al-2.5V ELI-0.05Pd	ERTi-18		
23	110/Ti 6Al-4V ELI	ERTi-23		
24	120/Ti 6Al-4V-0.06 Pd	ERTi-24		
25	120/Ti 6Al-4V-0.6Ni-0.06Pd	ERTi-25		
26	40/Ti 0.10Ru	ERTi-26	ERTi-7	ERTi-7 提供相当的力学性能、相等或更好的抗腐蚀性能
27	25/Ti 0.10Ru	ERTi-27	ERTi-11	ERTi-11 提供相当的力学性能、相等或更好的抗腐蚀性能
28	70/Ti 3Al-2.5V ELI-0.10Ru	ERTi-28	ERTi-18	ERTi-18 提供相当的力学性能、相等或更好的抗腐蚀性能
29	110/Ti 6Al-4V ELI-0.10Ru	ERTi-29		
30	40/Ti 0.5Co-0.06Pd	ERTi-30		
31	55/Ti 0.5Co-0.06Pd	ERTi-31		
32	85/Ti 5Al-1Sn-1Zr-1V-0.8Mo	ERTi-32		
33	40/Ti 0.4Ni-0.015Pd-0.015Ru-0.14Cr	ERTi-33		
34	55/Ti 0.4Ni-0.015Pd-0.015Ru-0.14Cr	ERTi-34		

深钻等，它也用于电解中，如生产氯酸钠或氯气中的阳极底层的包覆层。

A7.4 ERTi-2 ERTi-2 是工业腐蚀市场的“工作场所”，并且是最普通的非合金化（或工业纯—CP）级别。这个级别的所有形式的材料是最容易得到，并且价格最低。它用于过程设备像压力容器、圆柱状容器、贮罐、热交换器、轴、鼓风机和风扇、冷凝器管、阀、紧固件和管子等。

A7.5 ERTi-3 ERTi-3 是一个较高强度的未合

合金化（或工业纯—CP）级别。它用于过程设备、管道和管子。ERTi-3 不如 ERTi-2 那么容易得到，但它将在较高强度可以减少所要求的金属厚度这方面得以应用，并且可以调整金属的采购数量。

A7.6 ERTi-4 ERTi-4 是强度最高的未合金化（或工业纯—CP）级别。ERTi-4 很少用在抗腐蚀方面，而已经被用于航空元件方面，即较高的强度可以减少元件的重量，如隔板和隔火墙。

A7.7 ERTi-5 ERTi-5 通常称为“6—4”钛，

(第 311.5 页)

由于它相对低的成本和容易得到,因此是最普通和广泛使用的合金级别。它的抗拉强度最小为 130,000 psi,良好的可焊性并可将它热处理到较高的强度和韧性。ERTi-5 用于航空元件,例如起落架齿轮、机翼梁、压缩机叶片,它的抗腐蚀能力通常与 ERTi-2 相当,并且它经常用于要求较高强度的腐蚀性环境中,特别是轴、高强螺栓和销子等。

A7.8 ERTi-7 ERTi-7 与 ERTi-2 有相同的力学性能。加入 0.12% (重量百分数) 的钼改善了中等还原性条件下或当缝隙或熔敷层下腐蚀成为问题时的腐蚀性能。

A7.9 ERTi-9 ERTi-9 被说成是 ERTi-5 的“半”合金,并用于要求更好延性、成型性、可焊性但可接受抗拉强度较低的情况。ERTi-9 可用于生产焊接的或无缝的管子和管道。它用于像产油管道和自行车车架。ERTi-9 是 ASME 规范可接受的最高强度的钛合金。

A7.10 ERTi-9ELI 没有 ASTM 级别与 ERTi-9ELI 相应。ERTi-9ELI 只是某些时候为焊接 ERTi-9 而生产。

A7.11 ERTi-11 ERTi-11 与 ERTi-1 有相同的力学性能。加入至少 0.12% (重量百分数) 的钼改善了在中等还原性条件下的腐蚀性能,或在缝隙腐蚀或熔敷金属下的腐蚀已成为问题的情况下的腐蚀性能。它广泛地用在氯电极的元件和爆炸复合中,此处要求提高腐蚀性能。

A7.12 ERTi-12 ERTi-12 是中等强度级别,原先是为提供在高温氯气条件中提高缝隙腐蚀性能而开发的。它并且有比 ERTi-7 较低的成本。普遍认为改善抗腐蚀性能是由于 Ni_{++} 和 Mo_{++} 离子改变了缝隙或表面熔敷层下面的材料的表面电化性能所造成的。ERTi-12 比 ERTi-2 或 ERTi-3 有较好的高温性能,某些时候仅因为它的优良的强度而规定在压力容器或管道中使用。

A7.13 ERTi-13 ERTi-13 具有与 ERTi-1 相同的屈服强度。钒优先地隔离了镍相,使少量的钒提供了比用钒本身作为增加抗腐蚀的级别有更有效的保护。加入钒改善了在中等还原性条件下或当缝隙或熔敷层下腐蚀已成为问题时的腐蚀性能。ERTi-13 由于钒含量较低,所以成本比 ERTi-11、-17 和 -22 低。此合金由日本开发并主要在日本应用。

A7.14 ERTi-14 ERTi-14 具有与 ERTi-2 相同的屈服强度但规定的最小抗拉强度比后者高。钒优先隔离了镍相,使少量的钒提供了比用钒本身作为增加抗腐蚀的级别有更有效的保护,钒的加入改善了在中等还原性条件下或当缝隙腐蚀或熔敷层下腐蚀已成为问题时的腐蚀性能。

A7.15 ERTi-15A ERTi-15A 与 ERTi-3 有相同的屈服强度但规定的最小抗拉强度比后者高。钒优先地隔离了镍相,因此少量的钒提供了比用钒本身作为增加抗腐蚀的级别有更有效的保护。加入钒改善了在中等还原性条件下或当缝隙腐蚀或熔敷层下腐蚀已成为问题时的腐蚀性能。没有相应标准中钒和钼的级别具有这个强度水平。该合金由日本开发并主要用在日本。

A7.16 ERTi-16 ERTi-16 与 ERTi-2、-7、-26 有相同的力学性能。它经常被称为“贫钼级”。加入至少 0.04% (重量百分数) 的钼改善了它在中等还原性条件下或当缝隙或熔敷层下面腐蚀成为问题时的腐蚀性能。ERTi-16 比 ERTi-7 的成本低但性能相似,除了在腐蚀性极强的条件下外。用 ERTi-7 焊接,可略微克服由匹配填充金属造成的焊缝的低抗腐蚀能力。

A7.17 ERTi-17 ERTi-17 具有与 ERTi-1、-11、-26 相同的力学性能。它经常被称为“贫钼级”。加入 0.04% (重量百分数) 以上的钼改善了在中等还原性条件下或当缝隙腐蚀或熔敷层下腐蚀成为问题时的腐蚀性能。ERTi-17 比 ERTi-11 成本低,除

(第 311.6 页)

了在最具有腐蚀性的条件下外,其性能与 ERTi-11 相当。用 ERTi-11 焊接,可略微克服由匹配填充金属造成的焊缝的较低的腐蚀抗力的现象。

A7.18 ERTi-18 ERTi-18 在力学性能和金属加工性能方面可以与 ERTi-9 和-28 相比。钼的加入改善了合金的抗腐蚀能力。ERTi-18 最初是开发用于能源方面,像超咸海水管道,包括盘管。

A7.19 ERTi-23 ERTi-23 与 ERTi-5 有相似的化学成分,但稍低的铝含量和低水平的氧和其他间隙元素改善了制造性能、焊接性和韧性。ERTi-23 在许多高强度工业领域,如轴,它要求非常高的强度但要求比 ERTi-5 有更好的韧性和制造性能。这个级别的合金,经常用在暴露在低温海水中和海上的生产部件中,因为它们有比 ERTi-5 更高的断裂韧性。

A7.20 ERTi-24 ERTi-24 的力学性能和金属加工性能可与 ERTi-5 相比。加入钼改善了合金的腐蚀抗力。此合金最初是为能源工业领域应用开发的,用作超咸海水管。

A7.21 ERTi-25 ERTi-25 的力学性能与 ERTi-5 相当。钼和镍改善了合金的抗腐蚀能力。

A7.22 ERTi-26 ERTi-26 具有与 ERTi-2、-7 和-16 相同的力学性能。加入最少为 0.08% (重量百分数) 的钼改善了其在中等还原性条件下或当缝隙或熔敷层下腐蚀已成为问题时的腐蚀性能,就像 0.04% 钼加入 ERTi-16 一样。ERTi-26 的成本比 ERTi-7 或 ERTi-16 低。除了在最强的腐蚀条件下外,ERTi-26 的腐蚀性能可与 ERTi-16 及 ERTi-7 相比。用 ERTi-7 焊接可略微克服由匹配填充金属造成的焊缝较低的腐蚀抗力问题。

A7.23 ERTi-27 ERTi-27 的力学性能与 ERTi-1、-11、-17 相同。加入 0.08% (重量百分数) 以上的钼改善了其在中等还原性条件下或当缝隙或熔敷层下腐蚀已成为问题时的腐蚀性能,就像将

0.04% 钼加入 ERTi-17 一样。ERTi-26 的成本比 ERTi-11 或-27 要低。除了在最具有腐蚀性的条件下外,其腐蚀性能可与 ERTi-17 和 ERTi-7 相比。用 ERTi-11 焊接可略微克服由匹配的填充金属所造成的焊缝腐蚀抗力降低的问题。

A7.24 ERTi-28 ERTi-28 的力学性能和制造性能可与 ERTi-9 和-18 相比。加入大于 0.08% (重量百分数) 的钼改善了其在中等还原性条件下或当缝隙或熔敷层下腐蚀已成为问题时的腐蚀性能。就与在 ERTi-18 中加入 0.04% 钼一样。ERTi-28 的成本比 ERTi-18 低但抗腐蚀性能相当。它最先是为能源工业领域应用开发的,像超咸海水管道,它们需要较好的成形性和焊接性。

A7.25 ERTi-29 ERTi-29 在力学性能和制造性能方面都可与 ERTi-23 相比。加入大于 0.08% (重量百分数) 的钼改善了其在中等还原性条件下或当缝隙或熔敷层下腐蚀已成为问题时的腐蚀性能。它最初的开发和已被广泛地应用于能源工业领域,像地下油、气生产中用的管道和超咸地热海水中应用。

A7.26 ERTi-30 ERTi-30 与 ERTi-2 有相同的力学性能。加入钼改善了其在中等还原性条件下或当缝隙或熔敷层下腐蚀已成为问题时的腐蚀性能。该合金的开发和主要应用都在日本。

A7.27 ERTi-31 ERTi-31 与 ERTi-3 有相同的力学性能。加入钼改善了其在中等还原性条件下或当缝隙或熔敷层下腐蚀已成为问题时的腐蚀性能。该合金的开发和主要应用都在日本。

A7.28 ERTi-32 ERTi-32 是一种高强度合金并在海水中其断裂韧性值超过 $100\text{MPam}^{1/2}$ 。ERTi-32 是基于海军为开发一种高韧性、焊接性能好、耐腐蚀性能好的受压船体的材料而开发得来。它也用在海军舰船的辅助系统和设备中以及作为某些能源工业领域的候选材料,此处高的断裂韧性是最主要

(第 311.7 页)

的要求。该级别通常被称为 5-1-1-1 或 5 三个 1。

A7.29 ERTi-33 ERTi-33 和 ERTi-2 有相同的力学性能。加入钨和钼改善了材料在中等还原性条件下或当缝隙或熔敷层下腐蚀已成为问题时的腐蚀性能。该材料的开发和主要应用都在日本。

A7.30 ERTi-34 ERTi-34 与 ERTi-3 有相同的力学性能。加入钨和钼改善了材料在中等还原性条件下或当缝隙或熔敷层下腐蚀已成为问题时的腐蚀性能。该材料的开发和主要应用都在日本。

A8. 特殊试验

已经达成共识,对一定的应用可以要求补充试验。在这种情况下,可要求进行确定特殊性能的附加试验,如抗腐蚀、抗氧化或高温强度等试验。AWS A5.01《填充金属采购导则》提供了一种方法,即将所要求的试验写入定货单中。本章是为那些要求规定特殊试验的人作出指导。

A8.1 腐蚀或氧化试验 虽然用本标准中的焊丝生成的焊缝通常用在腐蚀和耐热方面,但在本标准中没有包含这方面的试验。当特殊用途要求时,试验可以在焊块或焊接接头二者任意一个上取得的试样上进行。从焊接接头上取得的试样适合于用来评定焊接工艺(对特殊应用包括腐蚀或抗氧化来讲)而不是评定焊丝。焊接接头上取得的试样的试验有其缺点,它是一个焊缝金属、热影响区及未受影响的母材的性能的综合试验。这样,当在试样各个部位金属性能存在差别时,很难得到重现的数据。接头试样也有优点,能重复接头设计和制造计划的焊接顺序。

A8.1.1 纯焊缝金属抗腐蚀或抗氧化试验的试样应按标准中 A8.1.2 说明的顺序制备。焊块的尺寸应至少为:高 $\frac{3}{4}$ in.[20mm],宽 $2\frac{1}{2}$ in.[65mm],长 $1+\frac{1}{2}$ n in.[25+16n{mm}],这里 n 代表要从焊块上取下的试样数。从焊块顶部机加工得到尺寸为

$\frac{1}{2} \times 2 \times \frac{1}{4}$ in.[13×50×6.4mm]的试样,加工的方法为:试样的 $2\frac{1}{2}$ in.[50mm]一边平行于焊块的 $2\frac{1}{2}$ in.[65mm]一边, $\frac{1}{2}$ in.[13mm]一边平行于焊块的长度。

A8.1.2 试验之前试样的热处理、表面打磨和做标记等应与试验相似合金锻件或铸件的标准方法相一致。试验顺序应符合 ASTM G4《进行工厂腐蚀试验的标准方法》或 ASTM G31《金属的试验室浸蚀试验的推荐方法》中的有关规定,这看具体情况决定。

A9. 不再使用的类别

从一个版本到另一个版本,某些类别已经不再使用。这是由工业实践的变化或用于标准的分类体系的改变而造成的。已经不再使用的类别列于表 A1,同时列出了曾经纳入本标准中的年份。

A10. 一般的安全注意事项

注: 安全与健康文件及相关事项已经超越了本标准的范围,因此在这里没有全面论述。某些安全与健康信息能从附录部分 A5 中找到。安全与健康的信息也可从其它来源得到,包括,但不限于,列入 A10.2 的安全和健康实用手册、ANSI Z49.1《焊接、切割和关联作业中的安全》⁹以及可应用的联邦和州的规定。

A10.1 安全和健康实用手册 下列安全和健康实用手册是由美国焊接学会(AWS)公布的。可以从 AWS 网址 <http://www.aws.org> 下载或直接打印。安全和健康实用手册周期性地修订和增加内容。

A10.2 AWS 安全健康实用手册索引(SHF)¹⁰
(见下页)

⁹ ANSI Z49.1 可从信息管理服务(IHS)集团公司的环球工程文件中得到。

¹⁰ AWS 标准可从信息管理服务(IHS)集团公司的环球工程文件中得到。

(第 311.8 页)

A10.2 AWS 安全健康实用手册索引 (SHF)

编号	标 题
1	烟尘和气体
2	辐射
3	噪声
4	焊接烟尘中的铬和镍
5	电伤害
6	防火和防爆
7	烧伤防护
8	机械伤害
9	绊倒和跌落
10	下落物体
11	有限空间
12	隐形镜磨损
13	焊接环境中的人与机械控制
14	警告性标签的图示符号
15	安全和健康文件的格式指南
16	设备调试员和焊接
17	电场和磁场(EMF)
18	关闭/作标记
19	激光焊接和切割的安全
20	热喷涂安全
21	电阻点焊
22	焊接和关联作业中与镉的接触
23	California 建议 65
24	弧焊和钎焊的焊剂: 安全管理和使用
25	金属烟尘引起的发烧