



中华人民共和国国家标准

GB/T 39166—2020

电阻点焊、凸焊及缝焊接头的机械剥离 试验方法

Test method of mechanized peel for resistance spot, projection and seam welds

(ISO 14270:2016, Resistance welding—Destructive testing of welds—
Specimen dimensions and procedure for mechanized peel testing resistance
spot, seam and embossed projection welds, MOD)

2020-10-11 发布

2021-05-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 仪器设备 2

5 试样 3

6 试验步骤 7

7 重复试验 8

8 试验报告 8

附录 A（资料性附录） 本标准与 ISO 14270:2016 相比的结构变化情况 9

附录 B（资料性附录） 本标准与 ISO 14270:2016 的技术性差异及其原因一览表 10

附录 C（资料性附录） 焊点位置对试验结果的影响 11

附录 D（资料性附录） 弯曲方法示例 12

附录 E（资料性附录） 折弯系统弯曲中心位置的测定 14

附录 F（规范性附录） 缝焊尺寸的测量 16

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准使用重新起草法修改采用 ISO 14270:2016《电阻焊 焊缝的破坏性试验 电阻点焊、缝焊及凸焊接头的机械剥离试验试样尺寸及程序》。

本标准与 ISO 14270:2016 相比在结构上有较多调整,附录 A 中列出了本标准与 ISO 14270:2016 的章条编号变化对照一览表。

本标准与 ISO 14270:2016 相比存在技术性差异,这些差异涉及的条款已通过在其外侧页边空白位置的垂直单线(∟)进行了标示,附录 B 给出了相应技术性差异及其原因的一览表。

本标准还做了下列编辑性修改:

- 修改了标准名称;
- 删去了参考文献。

本标准由全国焊接标准化技术委员会(SAC/TC 55)提出并归口。

本标准起草单位:中车集团大连机车车辆有限公司、哈尔滨焊接研究院有限公司、安徽省阜阳盛大机械有限公司、上海材料研究所、中车青岛四方机车车辆股份有限公司、中车长春轨道客车股份有限公司、东营市元捷石油机械有限公司、东风汽车集团股份有限公司乘用车公司。

本标准主要起草人:廖荣启、马一鸣、李京颖、姜英龙、王滨、苏金花、李刚卿、张勇、李海伟、张丽桂。

电阻点焊、凸焊及缝焊接头的机械剥离 试验方法

1 范围

本标准规定了金属材料电阻点焊、凸焊及缝焊接头单个焊点(焊缝)的机械剥离试验仪器设备、试样、试验步骤、重复试验及试验报告。

本标准适用于金属板厚为 0.5 mm~5.0 mm、最大焊点直径为 $7\sqrt{t}$ 且小于 12 mm(t 为板厚,当板厚不同时, t 为较薄板的厚度)的电阻焊接头。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 3375 焊接术语

GB/T 16825.1 静力单轴试验机的检验 第1部分:拉力和(或)压力试验机测力系统的检验与校准(GB/T 16825.1—2008,ISO 7500-1:2004,IDT)

3 术语和定义

GB/T 3375 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

机械剥离试验 mechanized peel test

采用机械设备,施加作用于焊点厚度方向上的剥离力,进行电阻焊搭接接头的破坏性试验。

3.2

机械剥离力 mechanized peel force

在机械剥离试验过程中施加于试样上的力。

3.3

多点焊 multiple spot welding

用两对或两对以上电极,同时或按自控程序焊接两个或者两个以上焊点的点焊。

3.4

焊点直径 weld diameter

d_w

破坏性试验后,不借助金相检验,在贴合面上测得的熔化区域的平均直径。

3.5

最小缝焊宽度 minimum seam weld width

w_{\min}

缝焊时,在贴合面上测量的最小熔核宽度。

3.6

边距 edge distance

焊点(或焊缝)中心至焊件板边的距离。

3.7

凸台 plug

钮扣 button

破坏性试验中从焊点上撕脱的部分金属。

注：部分金属可包含全部熔核、部分熔核、热影响区和母材。

3.8

凸台断裂 plug failure

钮扣断裂 button pull

在母材、接头热影响区发生，且伴随有凸台产生的断裂形式。

注：凸台断裂包括对称凸台断裂和非对称凸台断裂(见图1)。

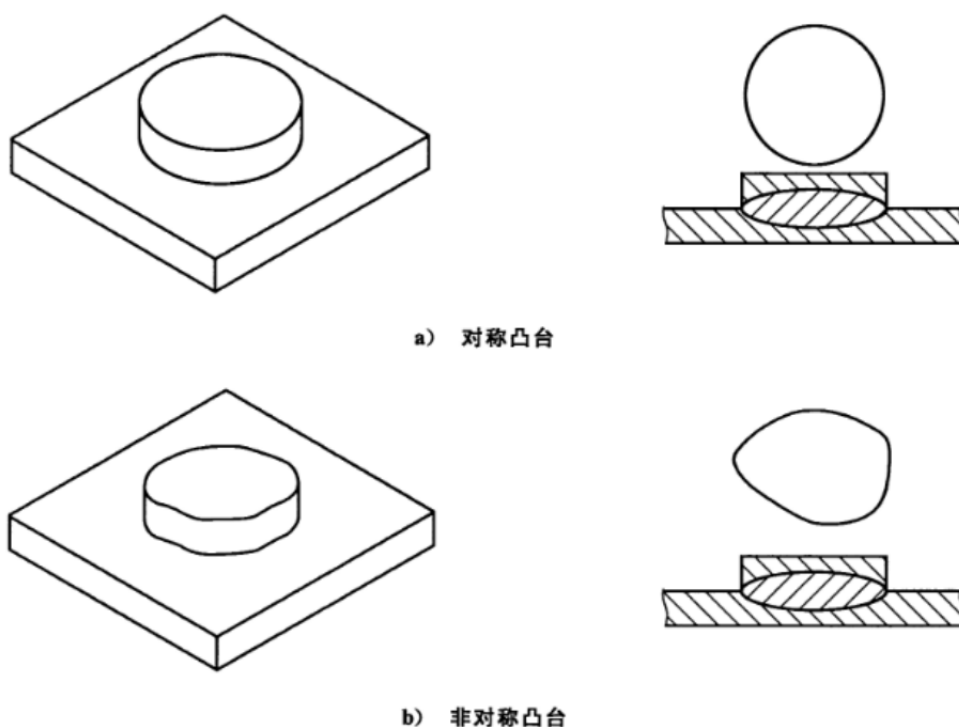


图1 凸台断裂/钮扣断裂的形式

3.9

结合面断裂 interface failure

沿结合面发生不超出板厚20%，且贯穿熔核的断裂形式。

3.10

部分凸台断裂 partial plug failure

既发生结合面断裂又发生凸台断裂的混合断裂形式。

4 仪器设备

试样应能夹持在符合 GB/T 16825.1 规定的拉伸试验机上，试验力测量准确度在1%以内。

5 试样

5.1 试样的尺寸

机械剥离试样的尺寸要求见表 1 和图 2,试样上焊点的位置形位公差不得超过±1 mm。为获得统计结果显著的平均值,应进行多个试样的试验。对于不等厚板,试样尺寸应以较薄板的尺寸为准。

表 1 试样尺寸与焊点位置 单位为毫米

板厚 t	卷边长度 a	试样宽度 b	试样长度 l_s	夹具间自由长度 l_f	边距 e
$0.5 < t \leq 5.0$	50	50	≥ 160	105	25

注：焊点位置对机械剥离试验结果的影响规律参见附录 C。

单位为毫米

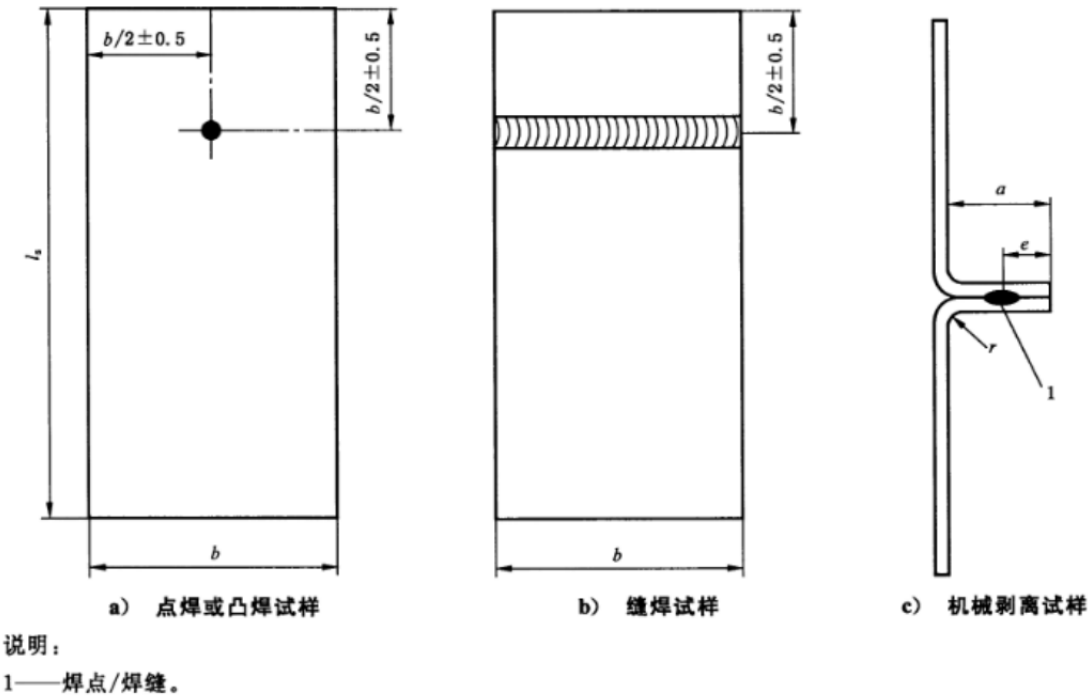


图 2 单点焊焊接位置试样的形式

5.2 试件的制备

5.2.1 点焊及凸焊试件的制备

点焊试件可按图 2 a)要求单独制备,也可按照图 3 要求制备。凸焊试件应按照图 2 a)要求单独制备。

当使用多点焊设备时,每个电极应单独焊接一个独立的试样,见图 2 a)。对于大尺寸板的多焊点试件(见图 3),由于从试件一端焊接到另一端过程中会发生焊接电流分流,使用的焊接电流应高于单焊点试件的焊接电流。焊后应去除多焊点试件上的第一个焊点与最后一个焊点(见图 3)。

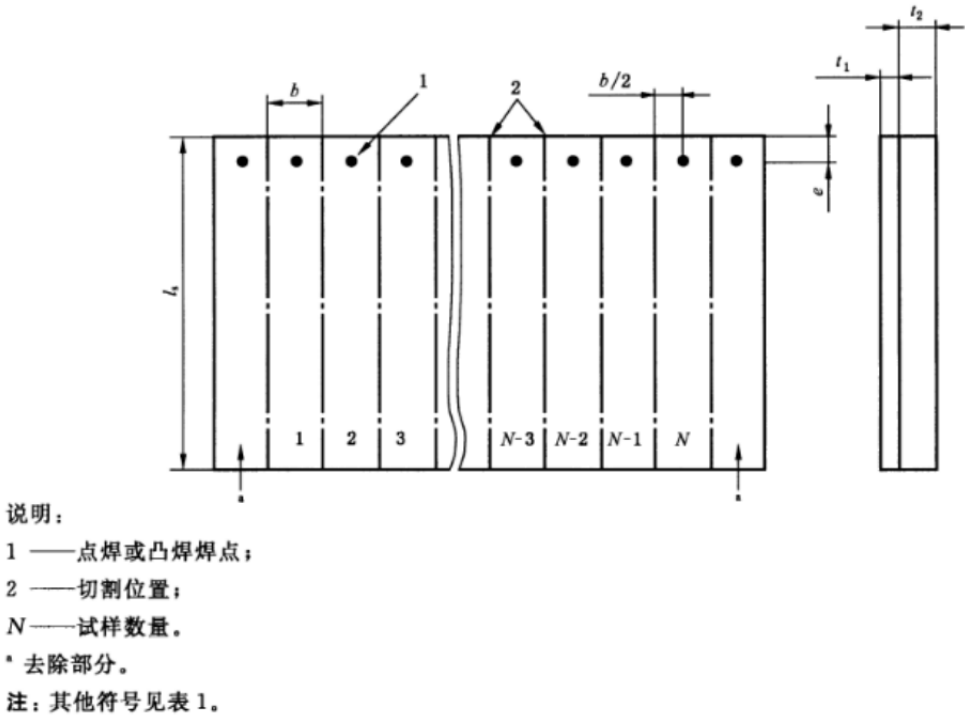


图 3 多焊点试件制备示意图

5.2.2 缝焊试件的制备

对于缝焊试件,应按图 4 的要求制备连续缝焊焊缝。去除缝焊试件的两端部分后,应按图 2 b)的要求制备试样,试件的切割应避免对接头性能造成影响(见图 3 和图 4)。

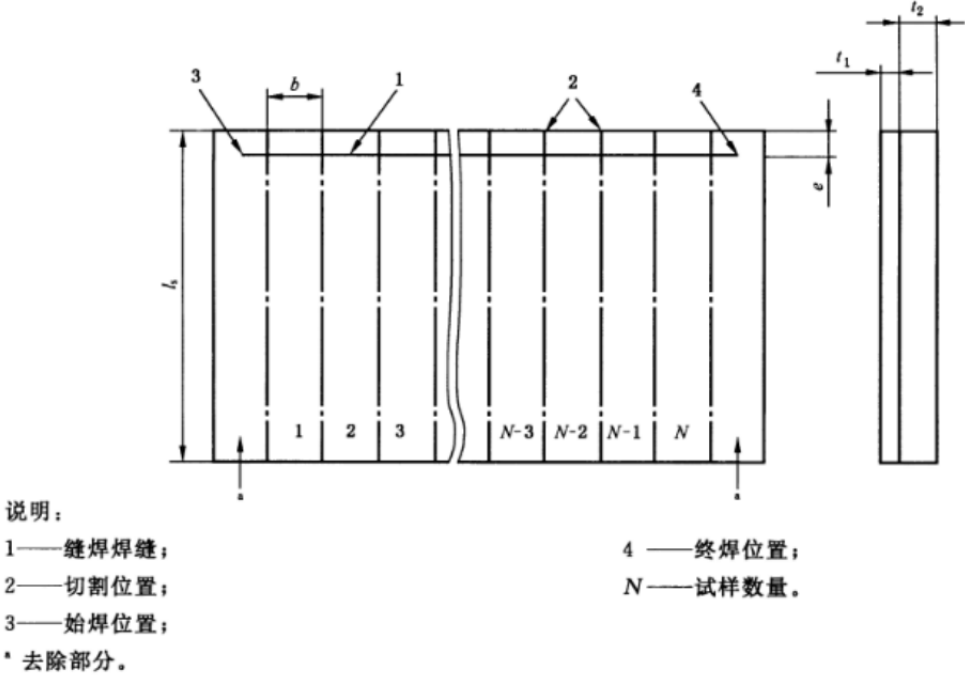


图 4 缝焊试件制备示意图

5.3 机械剥离试样的制备

5.3.1 一般要求

机械剥离试样可采用以下两种方法进行制备：

——焊后弯曲：焊接→弯曲→机械剥离试验；

——焊前弯曲：弯曲→焊接→机械剥离试验。

焊后弯曲仅推荐用于对于薄板和(或)软质材料的试样，也适用于多焊点试样。

对于高强度材料和(或)厚板材料的单焊点试样，推荐使用焊前弯曲。对于高强钢和(或)厚度大于 1.5 mm 的低碳钢试样，推荐使用焊前弯曲。

5.3.2 焊后弯曲

对于图 2 a)和图 2 b)给出的单焊点/焊缝试样，应按图 5 描述的方法进行弯曲，使其形状应符合图 2 c)给出的要求。对于图 3、图 4 给出的多焊点试件，应对从多焊点试件中制备的单焊点试样进行弯曲，弯曲方法不应影响接头性能，焊后弯曲示例参见附录 D 的图 D.1。

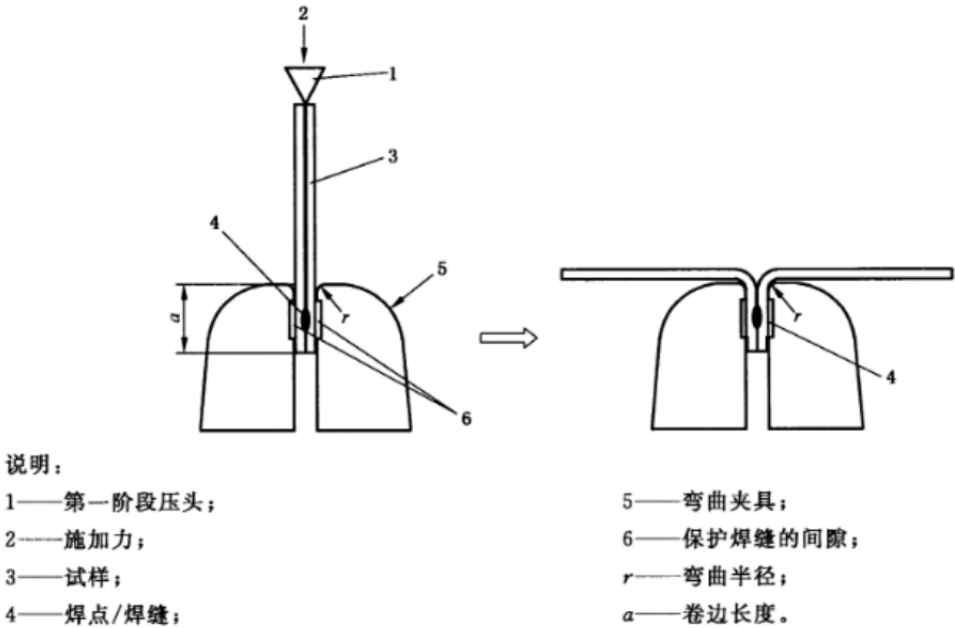


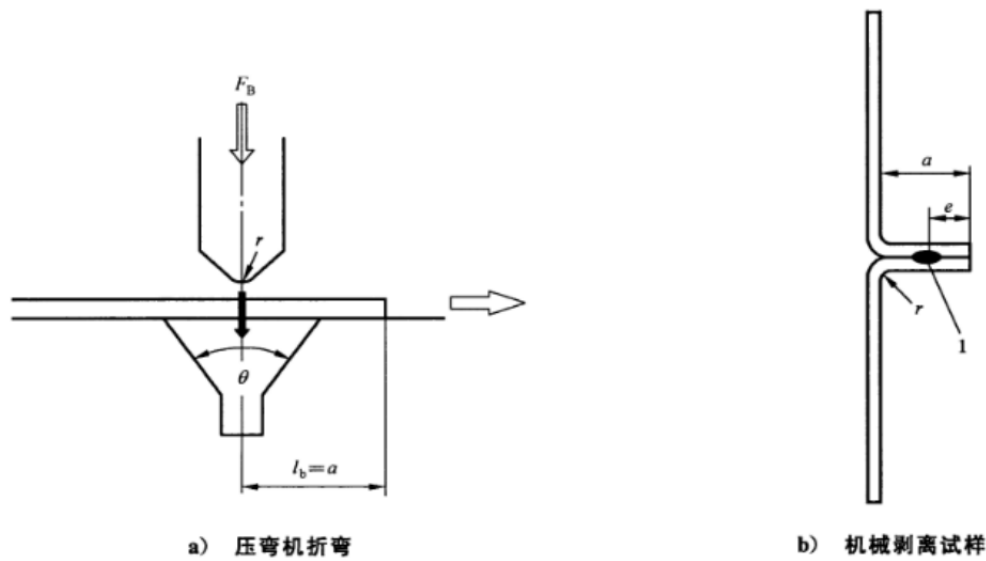
图 5 焊接试样的楔形压头弯曲方法

5.3.3 焊前弯曲——可选方法

单焊点的机械剥离试样应先在焊接前按图 6 a)的要求进行弯曲后，再按图 6 b)的要求进行焊接。使用压弯机进行试样弯曲时，推荐采用的夹具装配条件参见图 D.2。

推荐采用机械压弯系统进行试样的弯曲。手动压弯系统可用于软质材料和较薄试样的弯曲，其他弯曲工具如冲压模具、折弯机系统(见图 7)也可用于试样的弯曲。试样的弯曲工具示例参见图 D.3。

注：这些系统较图 6 a)给出的压弯系统所需的弯曲力更小，且适用于大尺寸试样(缝焊试样见图 4)。



说明:

1 ——焊点/焊缝;

F_B ——弯曲力;

l_b ——弯曲中心;

θ ——折弯角;

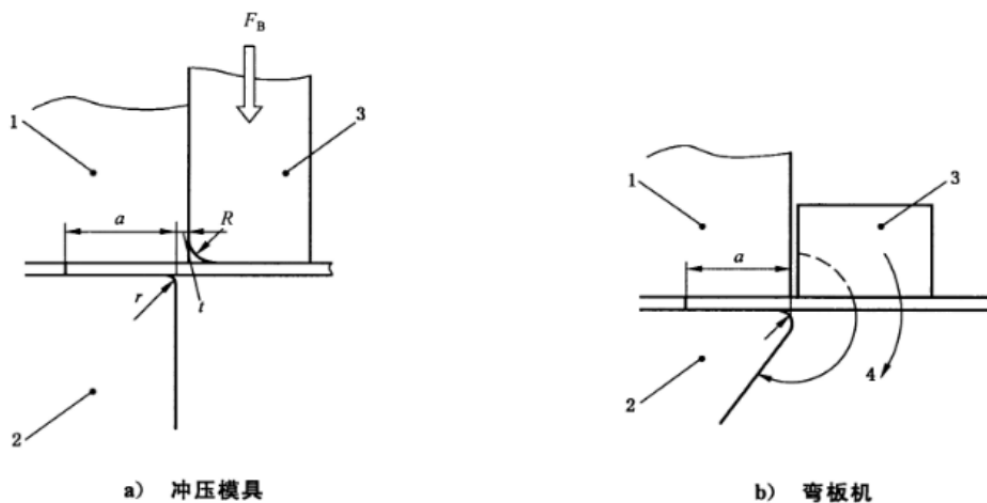
a ——卷边长度;

e ——边距;

r ——弯曲半径。

注: 当 $l_b = a$ 时, 如果 $r = 2t$, 卷边长度的最大误差 $< \pm 0.5 \text{ mm}$ (参见附录 E)。

图6 压弯机制备焊前弯曲剥离试样



说明:

1 ——上钳口;

2 ——下钳口;

3 ——模具;

4 ——弯曲方向;

F_B ——弯曲力;

r ——弯曲半径;

R ——模具圆角半径;

a ——卷边长度;

t ——试样厚度。

图7 试样卷边示意图

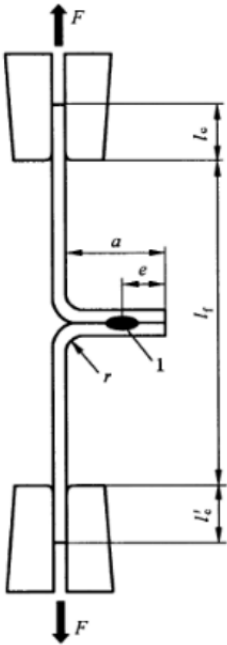
5.3.4 尺寸与准确度

机械剥离试样应选择合适的弯曲半径 r ，以避免试样弯曲时外表面出现大或深的裂纹。推荐弯曲半径 r 约为 $2t$ (t 为板厚)，并应记录试验的弯曲半径。

按 5.3.2 或 5.3.3 规定的方法弯曲后，如果试样外表面发现任何大和(或)深的裂纹，则应选择更大的弯曲半径制备新试样，直到试样在裂纹位置不发生断裂为止。试样弯曲后在外表面产生的裂纹，可采用放大倍数为 $2\times\sim5\times$ 的放大镜进行测量。弯曲后，试样的卷边长度 a 应准确至 $\pm 1.0\text{ mm}$ 。

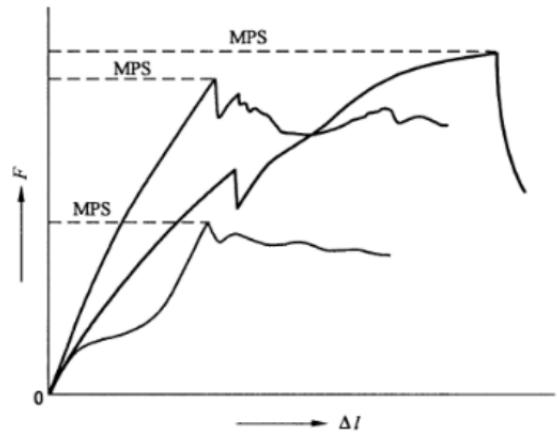
6 试验步骤

机械剥离试验应在室温下进行，对于时效强化敏感材料，应在焊后至少放置 10 h 后进行试验。试样应夹持在符合第 4 章要求的拉伸试验机上(见图 8)。根据试验力-位移曲线(见图 9)描述的最大试验力，应记录机械剥离试验中的机械剥离力(MPS)和按照第 3 章表述及附录 F 规定的每个焊点的断裂形式与直径。



- 说明：
- 1 —— 焊点/焊缝；
 - r —— 弯曲半径；
 - a —— 卷边长度；
 - l_i —— 夹具间自由长度；
 - F —— 试验力；
 - $l_c \approx l_c'$ —— 夹持长度；
 - e —— 边距。

图 8 机械剥离试样的夹持



说明：

F —— 试验力；

Δl —— 横梁位移；

MPS —— 机械剥离力。

图 9 试验力-位移曲线示意图

7 重复试验

按照第 6 章进行机械剥离试验,仅出现从试样弯角处发生断裂的试验结果,则所有试验结果应视为无效,需重新制备更大弯曲半径的试样进行试验。增加试样弯曲半径直到不再出现从弯角处发生的断裂,尤其是由在弯角处出现的裂纹而引起的断裂。使用较大弯曲半径时,应记录试样的弯曲半径。

8 试验报告

试验报告应至少包含下列信息：

- a) 本标准编号；
- b) 焊接方法；
- c) 焊接条件和设备；
- d) 材料信息；
- e) 试件和试样的尺寸,包括试样类型(单焊点、多焊点)；
- f) 弯曲半径；
- g) 机械剥离力的单个值、平均值和标准偏差；
- h) 断裂形式描述(对称凸台断裂,非对称凸台断裂,部分凸台断裂,结合面断裂等)；
- i) 焊点直径的单个值、平均值和标准偏差；
- j) 其他信息(如焊后试样的放置时间)；
- k) 报告日期。

附 录 A
(资料性附录)

本标准与 ISO 14270:2016 相比的结构变化情况

本标准与 ISO 14270:2016 相比,章条编号发生了变化,具体对照情况见表 A.1。

表 A.1 本标准与 ISO 14270:2016 的章条编号对照情况

本标准章条编号	对应的 ISO 14270:2016 章条编号
3.1	—
3.2	3.1,3.2
3.3,3.4	—
3.5	3.3
3.6,3.7,3.8,3.9,3.10	—
4	6
5.1,5.2	4
5.3	5.1,5.2,5.3,5.4
附录 A	—
附录 B	—
附录 C	附录 B
附录 D	附录 C
附录 E	附录 D
附录 F	附录 A
—	参考文献

附 录 B
(资料性附录)

本标准与 ISO 14270:2016 的技术性差异及其原因一览表

表 B.1 给出了本标准与 ISO 14270:2016 的技术性差异及其原因。

表 B.1 本标准与 ISO 14270:2016 的技术性差异及其原因

本标准 章条编号	技术性差异	原因
2	关于规范性引用文件,本标准做了具有技术性差异的调整,以适应我国的技术条件,调整的情况集中反映在第2章“规范性引用文件”中,具体调整如下: ——用修改采用国际标准的 GB/T 16825.1 代替 ISO 7500-1(见第4章); ——增加引用了 GB/T 3375(见第3章); ——删除了 ISO 17677-1	适应我国生产技术要求
3	增加了剥离试验、多点焊、焊点直径、边距、凸台/钮扣、凸台断裂/钮扣断裂、部分凸台断裂、结合面断裂的术语和定义	补充电阻焊接头试验方法相关术语和定义,有助于使用本标准的人员更好地理解本标准
8	修改了试验报告中“报告日期”的要求	适应我国生产技术要求

附录 C

(资料性附录)

焊点位置对试验结果的影响

试样机械剥离力(见图 C.1 给出的断裂力)与试样材料、板厚和焊点位置($a-e$)相关。以断裂力 F_t 表示机械剥离力的典型试验结果见图 C.1 a)。

断裂力随($a-e$)长度的增加而降低。当定义断裂力矩 $M_t=F_t(a-e-d/2)$ 为弯曲力矩时,断裂力 F_t 和焊点边缘位置($a-e-d/2$)的乘积与($a-e-d/2$)近似成比例关系,见图 C.1 b),其关系见公式(C.1)。

$$M_t = F_t(a - e - d/2) = C_1 + C_2(a - e - d/2) \quad \cdots \cdots \cdots (C.1)$$

式中:

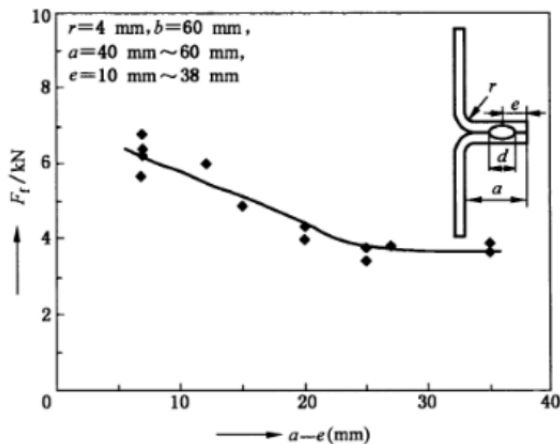
C_1 、 C_2 ——常数,由测量数据的线性回归分析确定,常数 C_1 通常近似为零,见图 C.1 b);

M_t ——断裂力矩,单位为千牛毫米($\text{kN} \cdot \text{mm}$);

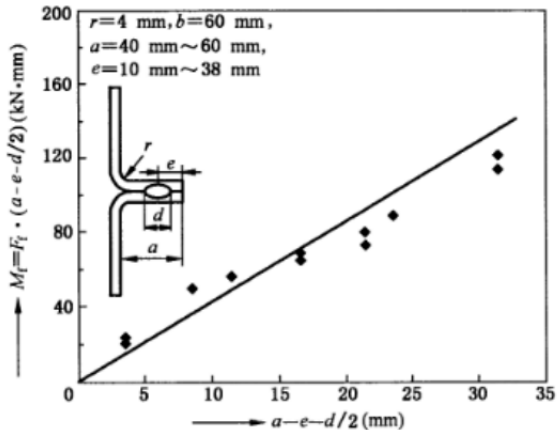
a ——卷边长度,单位为毫米(mm);

e ——边距,单位为毫米(mm);

d ——焊点直径,单位为毫米(mm)。



a) 断裂力与焊点中心位置关系曲线



b) 断裂力矩与焊点边缘位置关系曲线

说明:

F_t ——断裂力;

M_t ——断裂力矩;

d ——焊点直径;

a ——卷边长度;

e ——边距;

r ——弯曲半径;

b ——试样宽度。

注: 试验材料为低碳钢,板厚 $t=2\text{ mm}$,焊点直径 $d_w=5\sqrt{t}$ 。

图 C.1 焊点位置对测试结果的影响示例

附录 D
(资料性附录)
弯曲方法示例

D.1 焊接试样楔形压头弯曲方法示例

焊后弯曲推荐的试样弯曲方法见图 D.1。在这个方法中,第一步应使用带有锐边的压头使贴合面分离,第二步应使用带有钝边的压头将试样弯曲成最终形状。可采用拉伸试验机施加弯曲力。

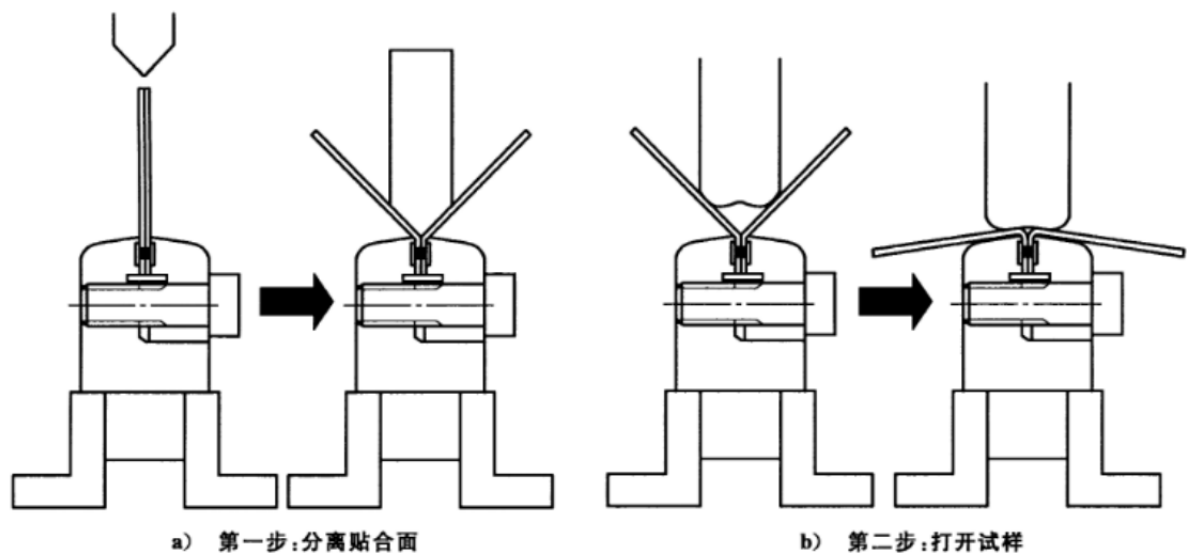
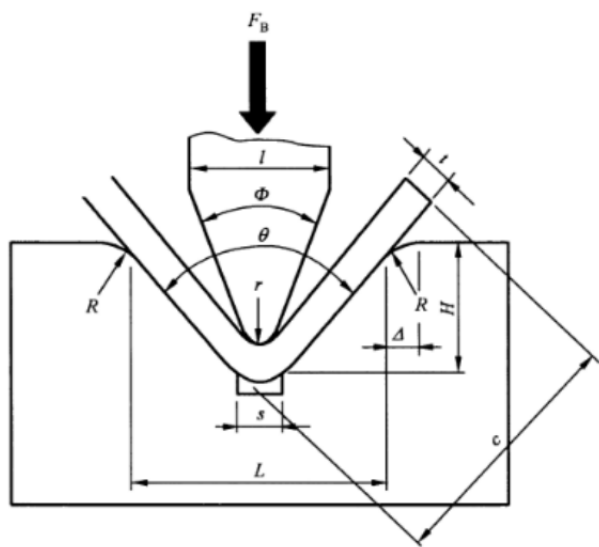


图 D.1 焊接试件制备焊后弯曲剥离试样的方法示例

D.2 压弯机用夹具推荐装配条件

使用压弯机进行试样弯曲时,推荐的夹具装配条件见图 D.2。



说明:

$$r \approx 2t;$$

$$L = 6t \sim 15t, \text{ 其中 } L + 2\Delta < 2a;$$

$$l = 0.5L \sim L;$$

$$\theta = 86^\circ \sim 88^\circ;$$

$$\Phi = 80^\circ \sim 86^\circ;$$

$$s \approx \sqrt{2}r + 0.5t;$$

$$c = a + t \geq \sqrt{2}H;$$

$$R: 3 \text{ mm} \sim 8 \text{ mm}.$$

图 D.2 压弯机模具与压头的推荐尺寸示例

D.3 弯边工具示例

试样焊前弯边工具示例见图 D.3。

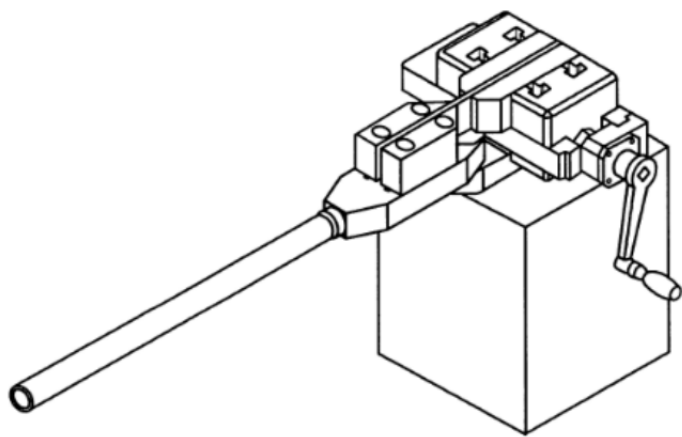


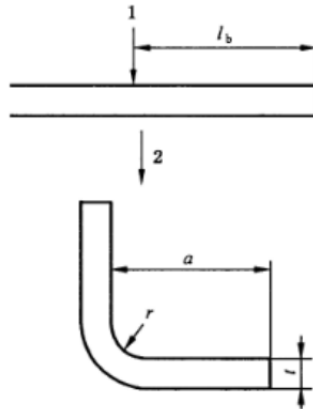
图 D.3 弯边工具(如弯管机)示例

附录 E

(资料性附录)

折弯系统弯曲中心位置的测定

使用折弯系统制备试样时,按照基于卷边长度 a 的公式(E.1)测定压头尖端中心位置 l_b (见图 E.1)。



说明:

- 1 —— 压头中心;
- 2 —— 使用折弯系统弯曲;
- l_b —— 弯曲中心;
- t —— 板厚;
- a —— 卷边长度;
- r —— 弯曲半径。

图 E.1 折弯系统弯曲中心位置的测定

$$l_b = a + \frac{\alpha\pi}{4}t - \frac{4-\pi}{4}t \dots\dots\dots (E.1)$$

式中:

- α —— 参数值选取见表 E.1;
- l_b —— 弯曲中心,单位为毫米(mm);
- t —— 板厚,单位为毫米(mm)。

表 E.1 参数 α 值

$\frac{r}{t}$	$\frac{r}{t}=0$	$0<\frac{r}{t}<2$	$2<\frac{r}{t}\leq 5$	$5<\frac{r}{t}$
α	0.31	0.34	0.4	0.5

当 r/t 的值为 2~5 时, l_b 值与 a 值近似相等,如果将 l_b 值设置为 a 值,见公式(E.2),卷边长度的误差小于 0.5 mm。

$$l_b \approx a \dots\dots\dots (E.2)$$

式中:

- l_b —— 弯曲中心,单位为毫米(mm);
- a —— 卷边长度,单位为毫米(mm)。

附录 F
(规范性附录)
缝焊尺寸的测量

最小缝焊宽度依据图 F.1 测定。

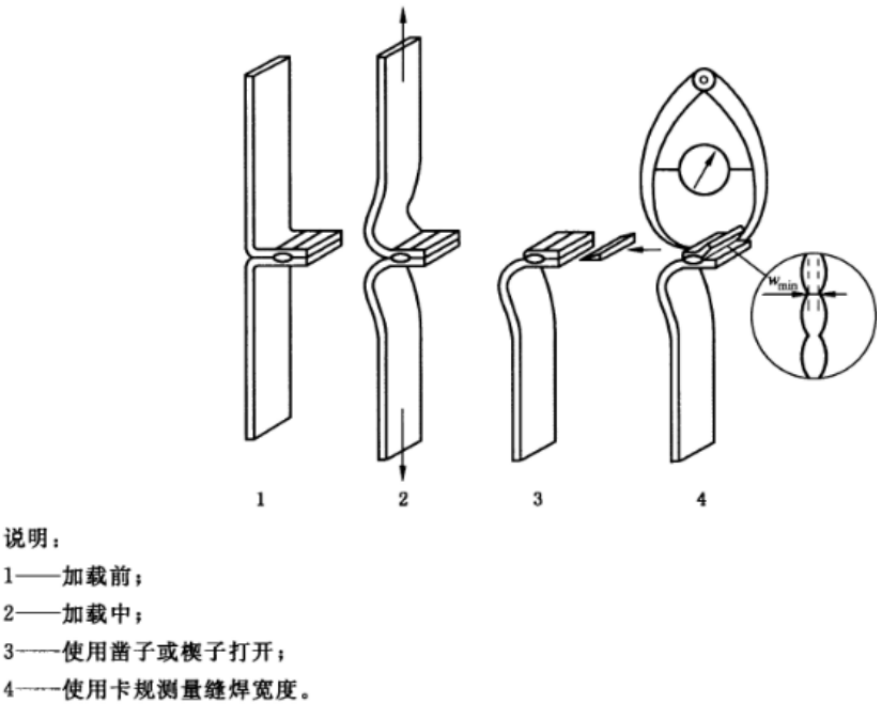


图 F.1 最小缝焊宽度(w_{min})的测量

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
电阻点焊、凸焊及缝焊接头的机械剥离
试验方法

GB/T 39166—2020

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1.25 字数 36 千字
2020年10月第一版 2020年10月第一次印刷

*

书号: 155066 • 1-65660 定价 21.00 元



GB/T 39166-2020

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107

打印日期: 2020年10月30日



库七七 www.kqgw.com 提供下载