

ICS 25.200
J 36
备案号: 16005—2005

JB

中华人民共和国机械行业标准

JB/T 10448—2005

钢铁构件固体渗铝工艺及质量检验

Solid aluminizing process and quality inspection of iron and steel parts

2005-05-18 发布

2005-11-01 实施

中华人民共和国国家发展和改革委员会 发布

前 言

本标准是首次制定。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C 均为规范性附录。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国热处理标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：中国石化集团洛阳石油化工工程公司、天津石油化工公司机械研究所、河南科技大学。

本标准主要起草人：盛长松、李选亭、李法海、崔中强、蒋仕良、王文焱。

钢铁构件固体渗铝工艺及质量检验

1 范围

本标准规定了钢铁构件粉末包埋渗铝和膏剂感应渗铝的原材料、工艺流程、工艺方法、质量要求、检验方法。

本标准适用于碳素钢、合金钢构件及铸铁构件的表面渗铝及其质量检验。

2 规范性引用文件

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

GB/T 9790—1988 金属覆盖层及其他有关覆盖层 维氏和努氏显微硬度试验

JB/T 5069—1991 钢铁零件渗金属层 金相检验方法

JB/T 9206—1999 钢铁热浸铝工艺及质量检验

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

粉末包埋渗铝 powder aluminizing

在密闭的容器内，用粉状渗铝剂将待渗的构件包埋，缓慢加热至高温并保持一定时间，使构件表层形成渗铝层。

3.2

膏剂感应渗铝 induction paste aluminizing

在构件表面涂膏状渗铝剂和保护涂层，烘干后感应加热到一定温度下进行扩散渗铝。

3.3

渗铝层厚度 thickness of aluminized layer

渗铝构件表面至渗铝层与基体间界面线的垂直距离。

3.4

漏渗 miss aluminizing

渗铝构件表面可目测出的渗铝层局部不连续现象。

4 原材料

4.1 渗铝构件基体材料

渗铝构件的基体材料质量应符合相应的国家标准或行业标准的规定。

4.2 铝粉

铝粉的纯度应高于 98%；包埋渗铝用铝粉的粒度应不大于 180 μm ，膏剂感应渗铝用铝粉的粒度应不大于 130 μm 。

5 固体渗铝工艺流程

5.1 构件粉末包埋渗铝工艺流程如图 1 所示。

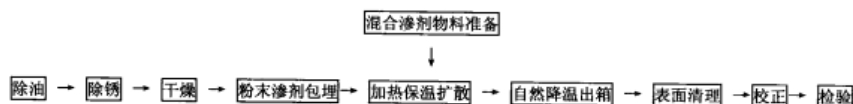


图1 构件粉末包埋渗铝工艺流程

5.2 构件膏剂感应渗铝工艺流程如图2所示。

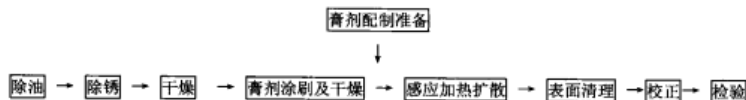


图2 构件膏剂感应渗铝工艺流程

6 固体渗铝工艺方法

6.1 除油

构件表面的油污，可采用低温加热、碱液清洗或有机溶剂清洗。

6.2 除锈

可采用机械方法或化学方法清除构件表面的锈蚀产物。

6.3 粉末包埋渗铝

6.3.1 渗铝剂的组成（质量分数）应为：铝粉 20%~40%；稀释剂 58%~79%；催渗剂 1%~2%。

6.3.2 渗铝剂各组分应采用人工或机械方法充分混合。

6.3.3 构件的装箱方法为：构件装入之前，先在箱底铺上一层厚 200mm 的渗铝剂，然后将构件放在上面，构件之间的距离应大于 1mm，构件与箱壁之间的距离应大于 1mm，构件之间、构件与箱体之间均应填满渗剂并适当振实。靠近箱体开口的构件上部尚应加盖一层足够厚的渗剂，厚度根据箱体尺寸确定。最后加盖密封。

6.3.4 渗铝温度应符合表 1 规定。碳素钢构件宜取下限，合金钢、铸铁构件宜取上限。加热设备的有效加热区温度偏差为 $\pm 20^{\circ}\text{C}$ 。

表 1 渗铝保温温度

℃

基体材料	低温段	中温段	高温段
碳素钢	450~480	700~750	1000~1050
合金钢、铸铁			1050~1100

6.3.5 碳素钢构件包埋渗铝推荐时间见表 2，合金钢和铸铁件渗铝时间应比表 2 规定时间多 20%左右，并可根据箱体开口横截面尺寸适当调整保温时间。

表 2 碳素钢构件渗铝保温时间

h

低温段	中温段	高温段
0.5	1	>4.5

6.3.6 渗铝结束后，渗箱随炉冷却至 500°C 出炉，构件在炉外空冷至 100°C 方可出箱。

6.3.7 构件出箱后，应用毛刷除尽构件表面的残留渗剂粉末，用清水冲洗，并及时烘干。

6.4 膏剂感应渗铝

6.4.1 膏剂由渗铝剂和粘结剂组成。渗铝剂组成（质量分数）应为：铝粉 30%~60%；稀释剂 38%~69%；催渗剂 1%~2%。

6.4.2 应均匀地将膏剂涂刷在构件上，涂层厚度为 0.4mm~1mm。

- 6.4.3 烘干温度应控制在 $100^{\circ}\text{C}\sim 120^{\circ}\text{C}$ ；干燥时间应大于 2h。
- 6.4.4 膏剂感应渗铝温度应控制在 $950^{\circ}\text{C}\sim 1050^{\circ}\text{C}$ ，对碳素钢构件取下限，合金钢和铸铁构件取上限。
- 6.4.5 中频感应加热的升温速率应控制在 $30^{\circ}\text{C}/\text{s}\sim 50^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 。
- 6.4.6 膏剂感应渗铝时间为 1h~5h。
- 6.4.7 构件渗铝后，应用毛刷除尽构件表面的残留渗剂粉末，用清水冲洗，并及时烘干。

6.5 校正

可采用手工或机械的方法校正加热引起的畸变，使构件尺寸满足技术要求。

7 渗铝构件质量要求

7.1 渗铝层外观

7.1.1 用目测法检查，渗铝层表面应全部呈均匀银灰色或灰黑色。

7.1.2 渗铝层应致密并全部覆盖构件表面，不应有漏渗、渗铝层破损等缺陷。对可疑的漏渗点，在常温下用浓度为 25% 的硝酸溶液涂敷，保持 1min~2min 后进行检查，气泡发生点则判定为漏渗点。渗铝钢管内表面的渗铝层应按附录 C 检测漏渗缺陷。

7.1.3 构件渗铝层有局部漏渗、破损时，可采用回炉处理或热喷涂方法进行修补，修补后应达到渗铝层连续性要求。采用的修补方法可根据修补成本和可操作性确定。单个构件的待修补点应不超过 10 个，每个点的漏渗面积应小于 2cm^2 。如单个构件的待修补点数量和漏渗面积超出规定的数值，则应采用回炉处理法进行修补。

7.2 渗铝层厚度

7.2.1 渗铝层厚度应不小于 0.08mm。

7.2.2 渗铝层厚度检测采用显微测量法，按照 JB/T 5069 的规定进行。

7.2.3 当渗铝构件回炉处理后，部分构件可能出现局部渗铝层较厚或表面铝含量较高，由扭弯等畸变或外力撞击引起渗铝层的外层富铝部分脱落时，其局部剥落厚度应小于渗铝层总厚度的 1/4，且剩余的渗铝层厚度应符合 7.2.1 的规定，否则判为废品。

7.3 显微硬度

7.3.1 渗铝层的显微硬度应不大于 $750\text{HV}_{0.49\text{N}}$ 。

7.3.2 渗铝层的显微硬度检验按照 GB/T 9790 的规定进行。

7.4 表面铝含量

渗铝层表面铝的质量含量应在 20%~40% 范围内，是否需要检验应由供需双方协商确定。

7.5 孔隙

7.5.1 渗铝层孔隙级别分类见附录 A。

7.5.2 渗铝层允许局部存在孔隙，固体渗铝层的微观缺陷应不影响其整体渗铝件的耐蚀性能。满足附录 A 中所列的孔隙要求时，应为合格。

7.6 裂纹

7.6.1 渗铝层裂纹级别评定方法见附录 B。

7.6.2 渗铝层裂纹满足表 B.1 的 0~4 级时为合格。

7.6.3 裂纹深度不得大于渗铝层厚度的 3/4。

7.6.4 渗铝层不应存在因校正引起的弯曲、压扁裂纹。

7.7 外形尺寸

构件渗铝后的畸变量，不得超过设计图样规定的范围。经需方同意后，对于不影响安装和工艺性能的尺寸偏差可适当放宽。

7.8 构件的力学性能

对构件的力学性能有要求时，可由供需双方协商解决。

8 检验

8.1 渗铝层外观、产品外形尺寸

8.1.1 渗铝钢管内表面的渗铝层每批应抽检 10%，其他渗铝构件的渗铝层外观应 100% 检验。

8.1.2 小构件的外形尺寸每批抽检 1%，且小于 100 件产品的抽样数量不小于五件。大构件外形尺寸 100% 检验。

8.2 渗铝层厚度、显微硬度、表面铝含量、孔隙、裂纹

8.2.1 渗铝层厚度、显微硬度、表面铝含量、孔隙、裂纹检验时，每批应抽检三件。

8.2.2 试样应在不影响使用性能的部位采取，如在构件上不能采取，可使用同种材料同一工艺的专用试样，但必须在订货合同中予以注明。

注：按订货合同，由相同品种、相同工艺且连续生产的产品组成一批。

附录 A
(规范性附录)
渗铝层孔隙级别显微镜评定法

A.1 仪器

金相显微镜或扫描电子显微镜。

A.2 试样制备

应按 JB/T 9206—1999 中 A.2 的规定制备试样，其横断面应垂直于渗铝层。

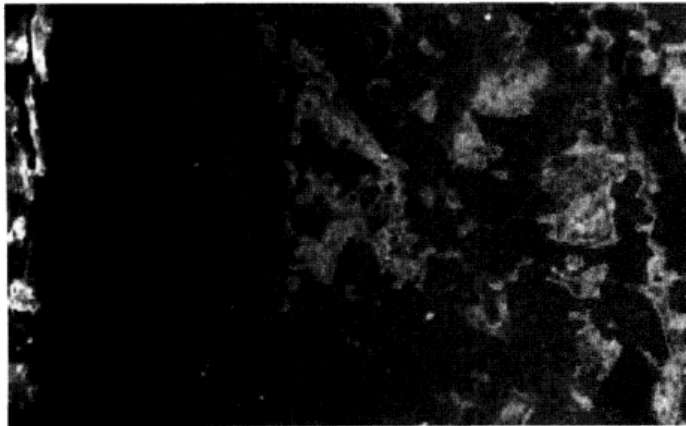
A.3 孔隙级别评定

孔隙级别共分为四类 5 级，可按表 A.1 和评级图 A.1 进行评定。

表 A.1 孔隙级别与特征

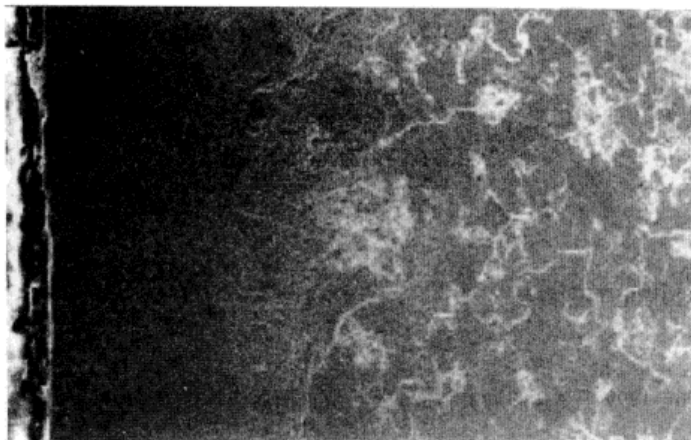
级别	类别	最大孔径 mm	说明
1	一	0	无孔隙
2	二	$>0\sim 0.01$	带状连续孔隙
3	三	$>0.01\sim 0.015$	单个孔隙
4	四	$>0.015\sim 0.02$	不连续孔隙
5		$>0.02\sim 0.03$	

注：椭圆形孔径以其长短轴的算术平均值确定。

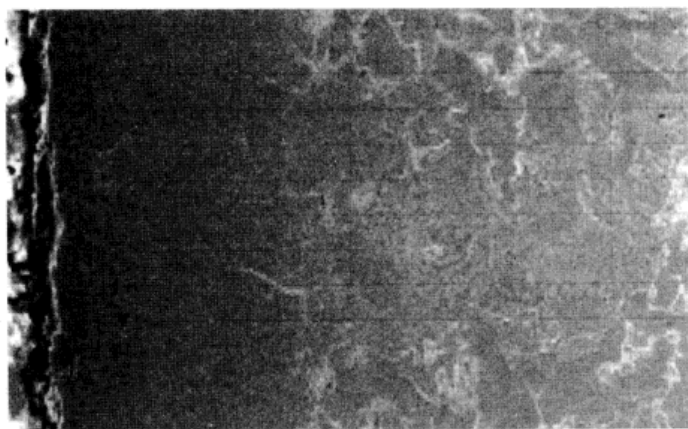


1 级

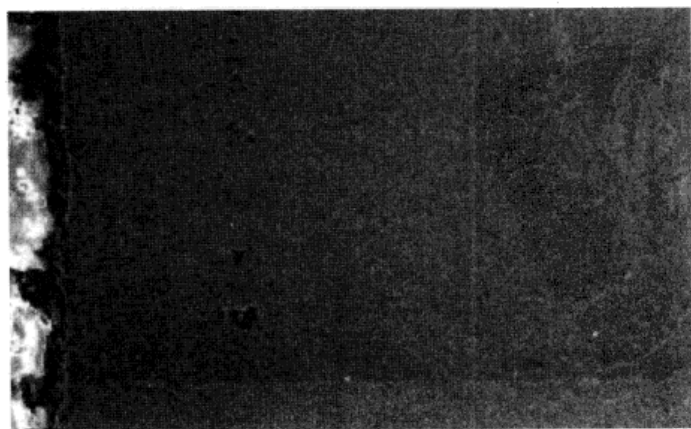
图 A.1 孔隙评级图 (200×)



2级



3级



4级

图 A.1 (续)



5 级

图 A.1 (续)

附录 B

(规范性附录)

渗铝层裂纹级别显微镜评定法

B.1 仪器

金相显微镜或扫描电子显微镜。

B.2 试样制备

应按 JB/T 9206—1999 中 A.2 的规定制备试样，其横断面应垂直于渗铝层。

B.3 裂纹级别评定

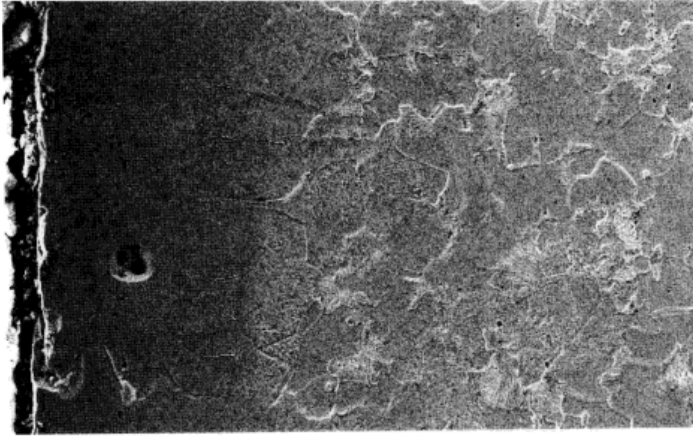
B.3.1 裂纹级别评定应在试样抛光面进行。

B.3.2 裂纹级别共分为 7 级，可按表 B.1 和评级图 B.1 进行评定。

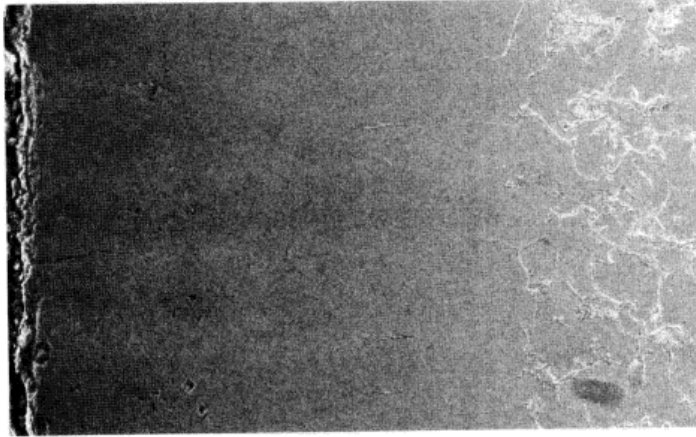
B.3.3 评定结果应以试样最大裂纹级别表示。

表 B.1 裂纹级别与特征

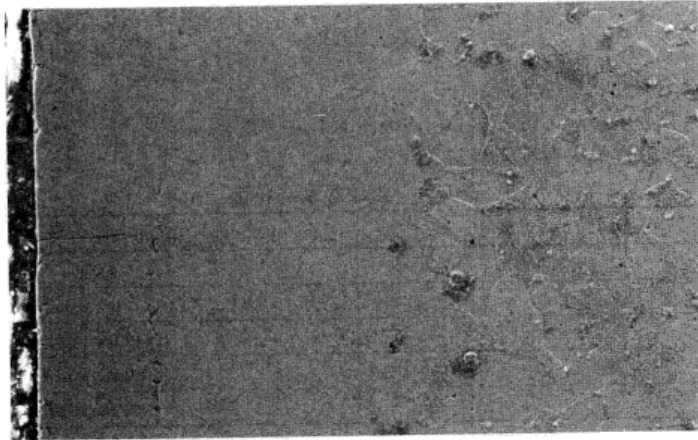
级别	0.35mm×0.5mm 面积内裂纹总长度 mm
0	0
1	>0~0.06
2	>0.06~0.12
3	>0.12~0.18
4	>0.18~0.26
5	>0.26~0.36
6	>0.36



0 级

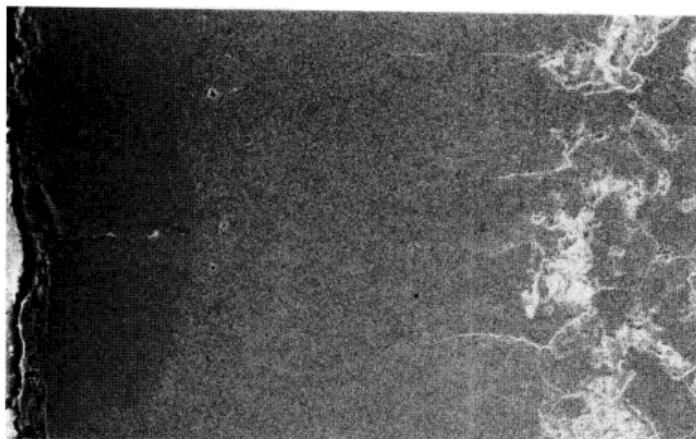


1 级

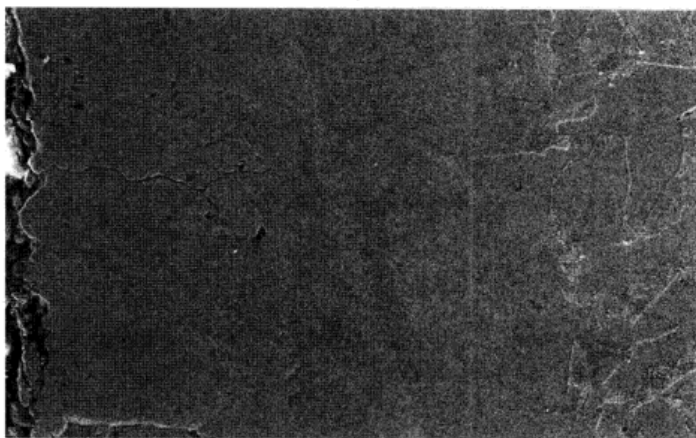


2 级

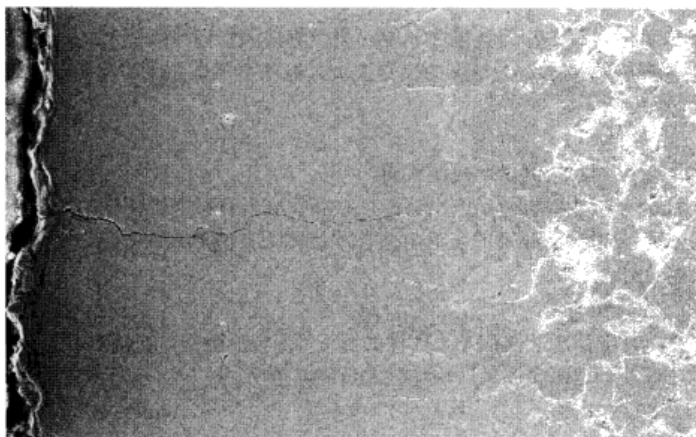
图 B.1 裂纹评级图 (200×)



3 级

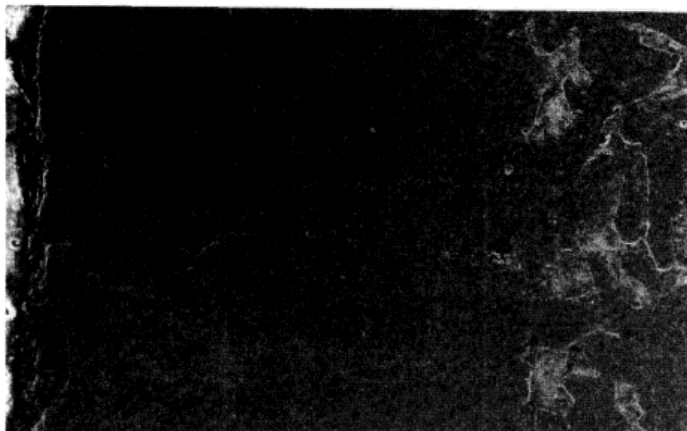


4 级



5 级

图 B.1 (续)



6级

图 B.1 (续)

附录 C

(规范性附录)

渗铝钢管涡流检测方法

C.1 范围

本附录适用于外径不小于 10mm (采用穿过式线圈时最大外径为 180mm) 的圆形无缝渗铝钢管(以下简称“钢管”)内外表面渗铝层的漏渗缺陷检测。

C.2 一般要求

C.2.1 检测人员

C.2.1.1 所有检测人员应由有关部门认可并取得涡流检测技术资格等级证书。

C.2.1.2 取得不同涡流检测技术资格等级的检测人员只能从事与该技术资格等级相应的检测工作, 并负相应的技术责任。

C.2.2 检测设备

C.2.2.1 检测设备主要有涡流检测仪、检测线圈。

C.2.2.2 检测线圈应能在被检管材中感应出涡流, 并能检测出管材电磁特性的变化。

C.2.2.3 涡流检测仪应能以所需频率的交流电击检测线圈, 并能放大、处理、显示检测线圈检测到的管材电磁特性变化的信号。

C.2.3 验收标记

检测合格的管材上都应作永久性 or 半永久性的标记, 标记应醒目。管材上不适合打印标记时, 应采取其他有效方法标注, 使下道工序或最后的检测人员能够辨别。

C.3 对比试样

C.3.1 为调整和检验涡流检测仪, 灵敏度、重复性和分辨能力在规定的范围内, 涡流检测应制作对比试样。

C.3.2 对比试样应符合下列要求：

- a) 对比试样的钢管应与被检测钢管的规格相同，化学成分、表面状况及热处理状态电磁特性相似。钢管的平直度应不大于 1.5/1000，且无影响校准的缺陷；
- b) 对比试样的长度应满足涡流检测仪与检测线圈的要求；
- c) 对比试样的人工缺陷应：
 - 1) 形状为位于钢管内外表面的人工漏渗缺陷；
 - 2) 数量为两个，分别位于对比试样的两端，彼此之间的轴向距离不小于 50mm，距试样两端距离不小于 50mm；
 - 3) 不大于 80%人工缺陷指示的任何噪声。

C.4 检测条件及步骤**C.4.1 检测条件**

C.4.1.1 涡流检测应在钢管渗铝的所有生产工序完成之后进行。

C.4.1.2 被检钢管表面应光滑整洁、端部无毛刺，弯曲度和圆度应符合有关标准要求。

C.4.2 检测步骤**C.4.2.1 检测仪参数评定**

根据被检测对象，设定相应的检测参数，包括检测频率设定，显示方法选择等。

C.4.2.2 检测状态标定

检测仪参数设定后，用对比试样调整仪器灵敏度，使人工缺陷指示水平达到明显可辨别的幅度，并具有良好的信噪比，以此标定检测仪并处于待检状态，方可投入使用。根据调试好的仪器参数和检测速度进行检测。

C.4.2.3 灵敏度的检查

在连续使用中，应每隔 2h 和每批检验完毕时用对比试样校验设备。只要对设备功能发生怀疑，均应加以校验。如果发现灵敏度降低，则应重新校准仪器，并对上次校准后检测的钢管全部复检。

C.5 结果评定**C.5.1 合格钢管**

钢管缺陷显示的信号小于对比试样人工缺陷的信号时，应判定为该钢管经涡流检测合格。

C.5.2 可疑钢管

钢管缺陷显示的信号不小于对比试样人工缺陷的信号时，应判为该钢管经涡流检测不合格。

C.5.3 可疑钢管的处理

C.5.3.1 对可疑钢管可进行重新检测。如重新检测后符合 C.5.1 规定，则认为该支钢管涡流检测合格。

C.5.3.2 对可疑钢管，也可按供需双方协商的其他检测方法进行复检。

C.5.3.3 重新检测或复探后仍为可疑的钢管，判定为不合格。

C.6 检测报告

报告应包括以下内容：

- a) 委托单位、被检钢管牌号、规格、数量；
- b) 检测仪器名称、型号、检测线圈形式、检测频率；
- c) 检测标准名称、人工缺陷形状；
- d) 检测结果及缺陷评定；
- e) 检测人员、责任人员签字及其技术资格；
- f) 检测日期。