

Q/GDKM

企 业 标 准

Q/GDKM 004-2026

液冷用不锈钢组件钝化工艺规程

Code of practice for passivation of stainless steel components for liquid cooling

企业标准信息公共服务平台
公开 2026年08月26日 15点47分

企业标准信息公共服务平台
公开 2026年08月26日 15点47分
2026-08-20 发布

2026-09-01 实施

广东凯盟钝化防锈技术有限公司 发 布



目 次

前言..... III

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语与定义..... 1

4 程序确立..... 2

5 程序指示..... 2

6 追溯 / 证实方法..... 4

7 标记与防护..... 5

8 版权与知识产权声明..... 6

9 附录 A（资料性）钝化工艺流程图..... 7

10 附录 B（资料性）典型槽液管控参数..... 8

企业标准信息公共服务平台
公开 2026年08月26日 15点47分

企业标准信息公共服务平台
公开 2026年08月26日 15点47分



前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》和 GB/T 20001.6—2017《标准编写规则 第 6 部分：规程标准》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件广东凯盟钝化防锈技术有限公司提出并归口。

本文件主编单位：广东凯盟钝化防锈技术有限公司

本文件主要起草人：刘子灿、高佳娜、蓝欣文

本标准于2026年09月01日首次发布

企业标准信息公共服务平台
公开 2026年08月26日 15点47分

企业标准信息公共服务平台
公开 2026年08月26日 15点47分



企业标准信息公共服务平台
公开 2026年08月26日 15点47分

企业标准信息公共服务平台
公开 2026年08月26日 15点47分

液冷用不锈钢组件钝化工艺规程

1 范围

本文件确立了液冷用不锈钢组件钝化处理的程序,规定了各工序的操作指示、转换条件及结束条件,描述了对应的追溯/证实方法。

本文件适用于本企业涉及液冷系统中与液冷介质直接接触的不锈钢组件(如 CDU 冷量分配单元、分水器 Manifold、UQD 快接头及阀门等)的钝化处理。适用材质见 5.2 表 1 的表注。

其他应用领域(如储能、高功率电子设备等)的不锈钢零件钝化处理,可参照本文件执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;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 6682 分析实验室用水规格和试验方法

GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验

GB/T 25150 工业设备化学清洗中奥氏体不锈钢钝化膜质量的测试方法 蓝点法

GB/T 22638.4 铝箔试验方法 第4部分:表面润湿张力的测定(达因笔法)

GB/T 19291 金属和合金的腐蚀 腐蚀试验一般原则

GB/T 5267.4-2009 紧固件表面处理 耐腐蚀不锈钢钝化处理

3 术语与定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

钝化 passivation

通过化学方法在不锈钢表面形成一层致密的富铬氧化膜,以提高不锈钢耐腐蚀性能的处理过程。

[来源:GB/T 5267.4—2009,附录A,有修改]

3.2

酸洗 PICKING

通过酸性溶液去除不锈钢表面氧化皮、焊斑、游离铁及贫铬层的化学处理过程。

[来源:YD/T 3980—2021,3.1.4]

3.3

活化 activation

通过酸性溶液对不锈钢表面进行轻微腐蚀,去除钝化层或表面异色层,使表面处于均匀活性状态的化学处理过程。

3.4

钝化膜 passivation film

通过钝化处理在不锈钢表面形成的一层致密的富铬氧化膜,用以阻隔腐蚀介质对基体的侵蚀。

[来源:GB/T 30062—2013,2.3.4]

3.5

腐蚀速率 corrosion rate

单位时间内单位面积金属因腐蚀而损失的质量。

[来源:GB/T 19291—2003,3.2,有修改]

注：本标准中腐蚀速率的测定采用失重试片法，单位为克每平方分米分钟 $[g/(min \cdot dm^2)]$ 。

3.6

游离酸度 free acidity

溶液中游离氢离子的浓度，以滴定法测定时消耗的氢氧化钠标准溶液的体积换算值。

注：本标准中游离酸度以“点”计，1点相当于消耗 0.1 mol/L NaOH 标准溶液 1 mL（对 5 mL 试样而言）。各槽液的游离酸度控制范围见附录 B。

3.7

3.2 游离碱度 free alkalinity

溶液中游离氢氧根离子的浓度，以滴定法测定时消耗的盐酸标准溶液的体积换算值。

注：本标准中游离碱度以“点”计，1点相当于消耗 0.1 mol/L HCl 标准溶液 1 mL（对 10 mL 试样而言）。各槽液的游离碱度控制范围见附录 B。

3.8

碱性除碳灰 alkaline decarburization

采用碱性溶液与络合剂配合，清除不锈钢表面因拉拔、钎焊等加工过程附着的碳灰及其他烧结污染物的预处理工艺。

3.9

达因值 dyne value

采用达因笔测得的不锈钢表面润湿张力的数值，单位为达因每厘米 (dyn/cm)。本标准中用于表征组件表面的洁净程度，达因值越高，表明表面油污及有机污染物残留越少。

注：达因值的测定方法参见 GB/T 22638.4

4 程序确立

4.1 总程序构成

液冷用不锈钢组件钝化处理的工艺流程构成如下：

碱性脱脂 → 水洗 → 中间处理（按组件类型分支选择工序） → 水洗 → 钝化 → 水洗 → 中和 → 纯水洗 → 烘干

4.2 程序分支说明

根据液冷用不锈钢组件的类型不同，中间处理阶段按表 1 所示路径区分。

表 1 各类组件中间处理分支对照表

组件类型	不锈钢组件类型	中间处工序与路径
A 类	不锈钢管道、CDU 冷量分配单元	酸洗
B 类	分水器 (Manifold)	碱性除碳灰 → 酸洗
C 类	快接头 (UQD)、转换接头、阀门	活化

表注：

a) 本表所规定的中间处理工艺（酸洗、碱性除碳灰、活化）适用于奥氏体不锈钢牌号 SUS30408 (06Cr19Ni10) 及 SUS31603 (022Cr17Ni12Mo2) 使用。

b) SUS303 (含硫易切削不锈钢) 及其他铁素体/马氏体不锈钢 (如 SUS430 等) 不适用本表所列酸洗及活化工艺。确需处理时，应由供方依据本文件第 7 章的证实方法 (蓝点法及中性盐雾试验) 另行提供验证数据，并调整相应工艺参数。

5 程序指示

5.1 安全操作基本要求

5.1.1 作业区域应配备紧急冲淋洗眼装置，作业人员应佩戴耐氢氟酸防护手套、护目镜及防毒面具。

5.1.2 硝酸-氢氟酸酸洗液的配制应遵循“先注水、后加酸、缓慢搅拌”原则，严禁将水直接倒入浓酸中，以防飞溅灼伤。

5.1.3 含氟废液及废酸不得直接排入市政污水管网。应按相关环保规定处置。

5.2 药水基本要求

5.2.1 碱性脱脂剂应符合相关环保要求，不应含有磷、重金属及氯元素。

5.2.2 主要工序药水选用及工艺参数见表 2。

5.2.3 采用非表 2 所列其他成分的药水时，应提供按本文件第 7 章规定的证实方法（蓝点法及中性盐雾试验）验证合格的证据。

表 2 酸洗、活化与钝化工序推荐产品及工艺参数表

序号	适用组件与工序	产品名称与型号	使用工艺参数
1	A类：酸洗	液冷管除斑净白剂 (SAA-LC-008)	常温浸渍，8 min~15 min；腐蚀速率 1.0~1.3 g/min·dm ²
2	B类：酸洗	本色酸洗剂 (SAA-LC-100)	温度 40℃~60℃，浸渍 8 min~15 min；腐蚀速率 0.2~0.5 g/min·dm ²
3	C类：活化	活化剂 (SAA-LC-101)	温度 50℃，浸渍 10 min~15 min
4	A/B/C类：钝化	不锈钢钝化剂 (PA-LC-202)	温度 40℃~60℃；A类≥30 min；B/C类≥15 min

表注：酸洗液与活化液均不得含有氯元素

5.3 钝化工序总览

各类组件按表 3 规定的工序流程执行操作，各工序具体参数见 5.4.1~5.4.7。

表 3 工序处理步骤对照表

工序步骤	A 类	B 类	C 类
1. 碱性脱脂	●	●	●
2. 中间处理	酸洗	●	●
	碱性除碳灰	●	●
	活化	●	●
3. 水洗	●	●	●
4. 钝化	●	●	●
5. 水洗	●	●	●
6. 中和	●	●	●
7. 纯水洗	●	●	●
8. 烘干	●	●	●
9. 可选后处理	○	○	●（推荐）

注：● 执行该工序；○ 可选；□ 空格为不适用。

5.4 液冷不锈钢组件钝化工艺步骤

5.4.1 脱脂

将组件浸泡于碱性脱脂液中，温度 60℃~70℃，浸渍不小于 5 min，然后用自来水漂洗至表面无残留碱液，目视表面水膜连续均匀后方可进入下一道工序。

5.4.2 中间处理

5.4.2.1 酸洗：适用于 A 类（管道及 CDU 冷量分配单元）

将组件浸泡于表 2 序号 1 规定的酸洗液中，常规浸渍时间宜为 8 min~15 min，实际操作中可根据组件表面氧化皮厚度适当增减，但应以腐蚀速率作为最终控制指标，腐蚀速率控制在 $1.0 \text{ g}/(\text{min} \cdot \text{dm}^2) \sim 1.3 \text{ g}/(\text{min} \cdot \text{dm}^2)$ 范围内，无氧化皮残留后方可进入下一道工序。

5.4.2.2 碱性除碳灰及酸洗：适用于 B 类（分水器（Manifold））

a) 先将组件浸泡于 5% 氢氧化钠与络合剂混合液中，保持温度 $50^\circ\text{C} \sim 60^\circ\text{C}$ ，浸渍不小于 10 min。随后采用按 1:1 稀释的蓝点液（铁氰化钾-硝酸混合液）对组件表面进行洁净度快速检测。

注：此步骤的蓝点检测仅作为除碳灰效果（表面游离碳/污染物残留）的工程判据，非钝化膜质量判定；经与电化学阻抗谱法对比验证，30 s 无蓝点可有效表征表面碳灰已去除干净，30s 不产生蓝点方可进入下一道工序。

b) 碱性除碳灰后经过水洗然后再采用表 2 序号 2 规定的酸洗液，温度 $40^\circ\text{C} \sim 60^\circ\text{C}$ ，浸渍 8 min~15 min，腐蚀速率控制在 $0.2 \text{ g}/(\text{min} \cdot \text{dm}^2) \sim 0.5 \text{ g}/(\text{min} \cdot \text{dm}^2)$ 范围内，至焊斑无残留、表面呈金属光泽且不发白后方可进入下一道工序。

5.4.2.3 活化：适用于 C 类（UQD 快接头、转换接头、阀门）

将组件浸泡于活化液中，温度 50°C ，浸渍 10 min~15 min，至表面无异色、无锈斑、光泽均匀后方可进入下一道工序。

5.4.3 工序间水洗

本工艺的每道中间处理工序完成后，都要用流动自来水充分漂洗组件至表面无残留药液。

5.4.4 钝化

将组件完全浸泡于硝酸型钝化液中，温度 $40^\circ\text{C} \sim 60^\circ\text{C}$ 。各类组件的浸渍时间按表 3 执行，至外观无异色，无腐蚀后方可进入下一道工序。

表 4 各类组件钝化浸渍时间

编号	不锈钢组件类型	钝化浸渍时间
1	A 类：管道及 CDU 冷量分配单元	$\geq 30 \text{ min}$
2	B 类：分水器（Manifold）	$\geq 15 \text{ min}$
3	C 类：UQD 快接头、转换接头、阀门	$\geq 15 \text{ min}$

5.4.5 中和

将组件浸泡于 1~2% 氢氧化钠溶液中，常温浸渍 2 min，然后用自来水漂洗至表面 pH 呈中性（6.0~8.0），方可进入纯水洗工序。

5.4.6 纯水洗与烘干

采用三级逆流漂洗，进水纯水电导率应 $\leq 100 \mu\text{S}/\text{cm}$ ，末级纯水槽电导率应 $\leq 10 \mu\text{S}/\text{cm}$ 。漂洗完成后热风烘干至表面无水渍残留。

5.4.7 可选后处理

对于有更高耐蚀性要求的 UQD 快接头、转换接头、阀门等组件，可在中和后增加一道自组装疏水钝化剂 SHA-LC-003 的处理工序，使组件表面形成自组装膜，取出后纯水漂洗并烘干。

6、追溯/证实方法

6.1 过程追溯

6.1.1 记录要求

执行第 5 章所规定的各阶段程序指示过程中，操作人员应实时填写工艺过程控制记录，记录并保持以下内容：

- a) 各槽液温度；
- b) 各工序处理时间；
- c) 槽液 pH 值或酸度滴定值；
- d) 组件批次号及数量；
- e) 操作人签名及质检员抽检签字。

6.2 记录保存

过程控制记录应保存不少于 1 年，以备追溯。

6.3 质量证实

6.3.1 中间处理后的证实（针对表 2 中 B 类组件的转换条件）

按 GB/T 25150-2020 规定的蓝点法，使用铁氰化钾-硝酸混合液（1:1 稀释），在碱性除碳灰后的分水器表面进行检测，30s 内不出现蓝点方为合格。

6.3.2 最终钝化效果的证实

6.3.2.1 蓝点试验

按 GB/T 25150 进行蓝点法检测，每批次随机抽取不少于 3 件组件。

6.3.2.2 中性盐雾试验

按 GB/T 10125 进行中性盐雾试验（NSS），试验时间 ≥ 96 h，试样表面无锈点为合格。

6.3.2.1 外观检验

每批次钝化处理后的组件应进行外观检验：在不低于 300 lx 光照度下，距组件表面约 30 cm 处目视检查，表面应均匀一致、无锈蚀、无焊斑残留、无水斑及白点等印迹。

6.3.2.2 达因笔检测

每批次钝化处理后的组件应采用 ≥ 32 #达因笔在组件表面进行测试，墨迹应均匀铺展、不收缩成珠，判定为合格。

6.3.2.3 蓝点试验

每批次随机抽取不少于 3 件组件，按 GB/T 25150 进行蓝点法检测，应符合时间 ≥ 30 s 无蓝点为合格。

6.3.2.4 中性盐雾试验

按 GB/T 10125 进行中性盐雾试验（NSS），试验时间 ≥ 96 h，试样表面无锈点为合格。

7、标记与防护

7.1 标记

经钝化处理合格后的组件，应在包装或随行文件上标明：

- a) 组件名称、规格及数量；
- b) 执行本文件的标准编号。

7.2 防护

钝化后的组件在转移、存放过程中，应采取以下防护措施：

- a) 使用清洁、干燥、无腐蚀性的包装材料进行隔离保护，避免钝化表面被污染或划伤；
- b) 存放区域应清洁、干燥、通风良好，不得与酸、碱等腐蚀性物质混放。

8、版权与知识产权声明

8.1 版权归属

本文件的全部内容（包括但不限于文本、表格、工艺参数、术语定义及附录）的著作权归广东凯盟钝化防锈技术有限公司所有，受《中华人民共和国著作权法》及国际版权条约的保护。

8.2 使用许可

未经广东凯盟钝化防锈技术有限公司书面明确授权，任何组织或个人不得以任何形式（包括但不限于复制、发行、改编、汇编、转载、摘编或通过信息网络传播）使用本文件的部分或全部内容。企业内部依据本文件开展生产活动不受此限。

8.3 侵权追责

未经授权将本文件内容作为团体标准、行业标准或地方标准的蓝本或直接素材使用的，视为侵权行为，广东凯盟钝化防锈技术有限公司保留依法追究侵权者法律责任（包括但不限于停止侵害、消除影响、赔礼道歉及赔偿损失）的权利。

8.4 团体标准转化邀请

本公司作为本文件的原始著作权人，欢迎相关行业协会、学会等具有团体标准发布资质的机构就本文件内容的团体标准转化事宜与本公司联系洽谈。在获得本公司书面授权后，本文件可作为团体标准制定的技术基础。

企业标准信息公共服务平台
公开 2026年08月26日 15点47分

企业标准信息公共服务平台
公开 2026年08月26日 15点47分

附录 A

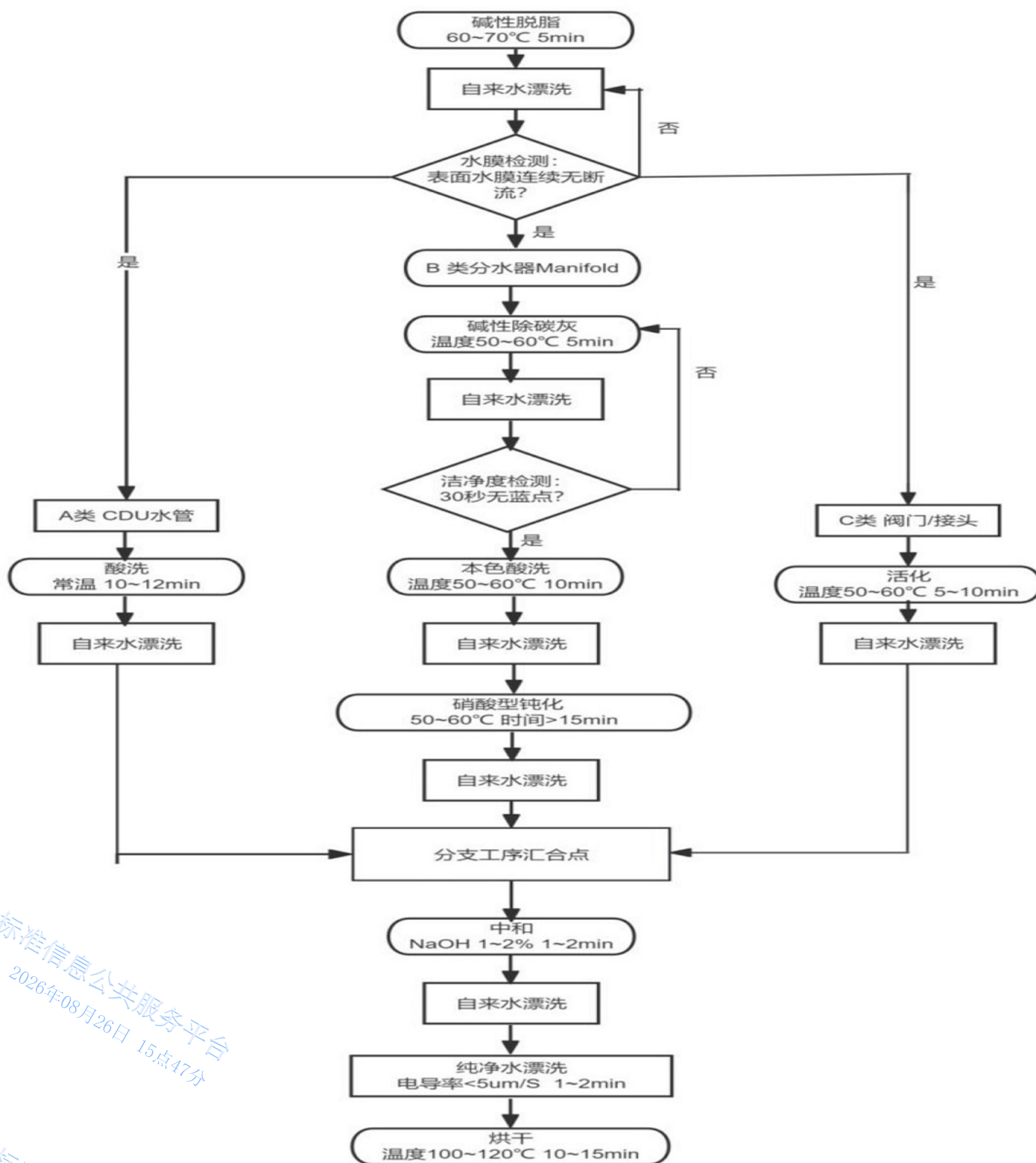
(资料性)

钝化工艺程序流程图

A.1 概述

本附录以流程图形式示出液冷用不锈钢组件钝化处理程序的总体构成(见图 A.1),供理解第 5 章“程序确立”和第 6 章“程序指示”之用。

图 A.1 液冷用不锈钢组件钝化工艺程序流程图



附录 B

(资料性)

典型槽液管控参数

B.1 概述

本附录给出了与本文件第 6 章所述工序对应的典型槽液管控参数（见表 B.1），供现场工艺维护参考。

B.2 典型槽液管控参数表

表 B.1 典型槽液管控参数表

槽液名称	控制项目	控制范围	检测频率	备注
碱性脱脂液 KM0320	游离碱度（点）	8~15	每 天	补加原液维持
	温度	60 °C~70 °C	每 4 小时	—
液冷用酸洗剂 SAA-LC-008	游离酸度（点）	180~220	每 7 天	不含氯离子
	腐蚀速率	1.0~1.3 g/min·dm ²	每 8 小时	采用试片法测定
	温度（A 类）	常温	每 4 小时	—
	温度（B 类）	50 °C±2 °C	每 4 小时	—
	Fe ³⁺ 含量	≤60 g/L	每 7 天	超出则更换槽液
碱性除碳灰液 SAA-LC-100	氢氧化钠浓度	5%±0.5%	每 4 小时	与络合剂配合使用
	温度	50 °C~60 °C	每 4 小时	—
活化剂 SAA-LC-101	游离酸度（点）	50~80	每 4 小时	—
	温度	50 °C±2 °C	每 2 小时	—
液冷管耐蚀覆 膜剂 PA-LC-202	游离酸度（点）	60~100	每 4 小时	—
	温度	40 °C~50 °C	每 4 小时	—
中和液	氢氧化钠浓度	5%±0.5%	每 4 小时	—
纯水	电导率	≤10 μS/cm	每班次	—