

ICS 25.200
J 66

团体标准

T/CHTA 017-2023

铜合金带材气垫式连续热处理炉

Air cushion continuous heat treatment furnace for copper alloy strip

2023-12-13 发布

2024-01-01 实施

中国热处理行业协会 发布

目 次

前言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	2
4 结构形式与基本参数.....	2
4.1 结构形式.....	2
4.2 基本规格.....	3
4.3 主要参数.....	3
4.4 型号与标记示例.....	4
5 技术要求.....	4
5.1 一般要求.....	4
5.2 设计、制造及安装要求.....	4
5.3 设备装配技术要求.....	8
5.4 安全与防护.....	8
6 试验方法.....	8
6.1 炉体气密性试验.....	8
6.2 燃气管道气密性试验.....	9
6.3 控温精度测试.....	9
6.4 炉温均匀性测试.....	9
7 检验规则.....	9
7.1 设备检验.....	9
7.2 性能检验.....	9
8 标志、运输及贮存.....	9
8.1 标志.....	10
8.2 运输.....	10
8.3 贮存.....	10
表 1 铜合金气垫炉基本规格.....	3
表 2 铜合金气垫炉主要参数.....	3
表 3 炉体技术要求.....	5
表 4 保护气系统的技术要求.....	5

T/CHTA 017-2023

表 5 加热区循环风系统技术要求	6
表 6 电辐射管加热器系统技术要求	6
表 7 燃气烧嘴辐射管加热器系统技术要求	6
表 8 气垫炉冷却区技术要求	7
表 9 出口水封装置技术要求	7
表 10 设备关键部件装配精度检验项目及允许偏差.....	8

全国团体标准信息平台

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》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。

本文件由中国热处理行业协会标准化工作委员会提出。

本文件由中国热处理行业协会归口。

本文件起草单位：东北大学、广西先进铝加工创新中心有限责任公司、中铝洛阳铜加工有限公司、河南省科学院、河南科技大学、广西大学、沈阳东大传感技术有限公司、浙江省冶金研究院有限公司、北京热协热处理技术有限公司。

本文件主要起草人：李家栋、李勇、王华星、杨胜泉、高俊国、王国栋、王昭东、郭慧稳、肖旭譞、李静、宋克兴、周延军、皇涛、汤宏群、王魁汉、苏菲、胡文豪、岳尔斌、沈伟、石向东、吕东显、孙超、佟晓辉。

铜合金带材气垫式连续热处理炉

1 范围

本文件规定了铜合金带材气垫式连续热处理炉的基本型式、基本参数、技术要求、试验方法、检验规则，及其标志、包装、运输及贮存。

本文件适用于对铜及铜合金带材进行固溶或退火的连续气垫式热处理炉设备的选型、设计、制造、安装、调试和验收。

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 191 包装储运图示标志
- GB/T 700 碳素结构钢
- GB 2893 安全色
- GB 2894 安全标志及其使用导则
- GB 4053 固定式钢梯及平台安全要求
- GB/T 4879 防锈包装
- GB 4962 氢气使用安全技术规程
- GB/T 5226.1 机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件
- GB/T 5959.4 电热装置的安全 第4部分：对电阻加热装置的特殊要求
- GB 6222 工业企业煤气安全规程
- GB 7231 工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识
- GB/T 7232 金属热处理工艺术语
- GB 9078 工业炉窑大气污染物排放标准
- GB/T 10067.5 电热设备基本技术条件 高频介质加热设备
- GB/T 13306 标牌
- GB/T 13324 热处理设备 术语
- GB/T 13927 工业阀门 压力试验
- GB/T 19839 工业燃油燃气燃烧器通用技术条件
- GB/T 20878 不锈钢和耐热钢牌号及化学成分
- GB/T 30822 热处理环境保护技术要求
- GB/T 37400.3 重型机械通用技术条件 第3部分：焊接件
- GB/T 37400.10 重型机械通用技术条件 第10部分：装配
- GB/T 37400.12 重型机械通用技术条件 第12部分：涂装
- GB/T 37400.13 重型机械通用技术条件 第13部分：包装
- GB 50017 钢结构设计标准
- GB 50177 氢气站设计规范

T/CHTA 017-2023

- GB 50205 钢结构工程施工质量验收标准
- GB 50211 工业炉砌筑工程施工与验收规范
- GB 50231 机械设备安装工程施工及验收通用规范
- GB 50235 工业金属管道工程施工规范
- GB 50264 工业设备及管道绝热工程设计规范
- JB 8434 热处理环境保护技术要求
- JB/T 10563 一般用途离心通风机技术条件

3 术语和定义

GB/T 7232、GB/T 13324 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

铜合金带材气垫式连续热处理炉 air cushion continuous heat treatment furnace for copper alloy strip

一种用于实现铜及铜合金带材连续固溶或退火的热处理炉，带材在炉内气垫喷嘴的支撑下于漂浮前进过程中完成加热和冷却。

3.2

保护气体 protective gas

一种H₂含量在2%~4%，其余为N₂的混合气体。

3.3

气垫喷嘴 air cushion nozzle

气垫式连续热处理炉内，提供带材在炉内无接触稳定漂浮传送，同时进行对流换热的喷嘴单元。

3.4

循环风机 circulating fan

用于提供炉内气垫喷嘴气体循环的离心风机。

3.5

加热器 heater

给气垫炉加热区内循环风加热的加热装置，根据加热能源的不同，分为电辐射管加热器系统和燃气烧嘴辐射管加热器系统。

3.6

出口水封箱 outlet water seal box

一种与冷却区连接，内置纠偏装置、转向辊的水封结构组合的密封室，既能水封冷却区出口，同时可直接冷却带材。

4 结构形式与基本参数

4.1 结构形式

铜合金带材气垫式连续热处理炉（以下简称“铜合金气垫炉”）应由入口段、加热区、冷却区、出口段组成。炉内应充满保护气体，加热及冷却区应是连续通道，带材应漂浮于上下气垫喷嘴之间。

4.2 基本规格

按照铜及铜合金带的厚度范围、宽度范围、产量、产品大纲及工艺确定气垫炉规格，典型铜合金气垫炉规格见表1。

表1 铜合金气垫炉基本规格

序号	铜带规格		有效长度		最高 工艺速度	冷却水 流量	小时 产量	年产量	加热功率 (天然气)
	厚度	宽度	加热段	冷却段					
	mm	mm	m	m					
1	0.05~0.6	250~670	12	12	100	80	~3.5	25000	8000
2	0.3~1.5	410~1060	7.5	5	50	85	~5.5	39000	10000
3	0.05~1	410~670	12	9	100	90	~4.1	30000	6500
4	0.3~2	410~1260	15	9	50	100	~8	58000	9500

注1：气垫炉长度根据不同合金、不同厚度、宽度的产品规格，并结合年产量和生产工艺速度综合计算决定；
注2：冷却水流量为冷却区热交换器用的冷却水流量；
注3：电加热器的气垫炉加热装机功率约是天然气烧嘴加热的50%~70%。

4.3 主要参数

铜合金气垫炉设备规格书中主要参数应符合表2的规定。

表2 铜合金气垫炉主要参数

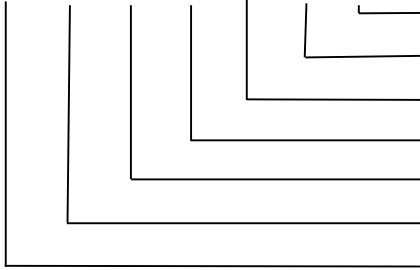
序号	参数名称	单位	要求
1	炉子最高温度	℃	870
2	炉子工作温度	℃	280~850
3	炉温均匀性	℃	±5
4	控温精度	℃	±3
5	氧气露点	℃	-60（常压）
6	氧气含量	/	氧分压 10^{-23} ~ 10^{-21}
7	保护气氮气纯度	/	99.999%
8	上下气垫喷嘴间距	mm	70~150
9	带材出炉温度	℃	≤60
10	炉壳表面温升	℃	≤35
11	空炉升温速率	℃/h	80~100
12	处理带材的厚度范围	mm	0.1~2
13	处理带材的宽度范围	mm	250~1260
14	带材热处理速度范围	m/min	5~100

4.4 型号与标记示例

4.4.1 型号

铜合金带材气垫炉型号方法：

ARF—CUS—XX/XXX—XX/XXX—□



加热方式：E-电加热方式，G-燃气加热方式
最大热处理金属板材厚度，单位为毫米(mm)
最小热处理金属板材厚度，单位为毫米(mm)
炉子加热区长度，数值为有效长度值(mm)/1000
炉子宽度，数值为有效宽度值(mm)/100
铜合金带材
气垫炉

4.4.2 标记示例

示例：

炉内有效宽度800 mm，加热区有效长度24000 mm，带材厚度范围0.1 mm~1 mm，采用电加热器，用于铜及铜合金带材连续退火的气垫炉，标记为：

ARF-CUS-8/24-0.1/1-E。

5 技术要求

5.1 一般要求

- 5.1.1 钢结构设计应符合 GB 50017 的规定。
- 5.1.2 机械设备施工应符合 GB 50231 的规定。
- 5.1.3 耐火保温材料设计及施工应符合 GB 50211 的规定。
- 5.1.4 焊接件应符合 GB/T 37400.3 的规定。
- 5.1.5 管路标识应符合 GB 7231 的规定。
- 5.1.6 管路施工应符合 GB 50235 的规定。
- 5.1.7 设备非加工的外表面应进行防护，涂装质量应符合 GB/T 37400.12 的规定。
- 5.1.8 包装应符合 GB/T 37400.13 的规定。
- 5.1.9 电气系统应符合 GB/T 5226.1 的规定。
- 5.1.10 设备装配应符合 GB/T 37400.10 的规定。

5.2 设计、制造及安装要求

5.2.1 铜合金气垫炉炉体

炉体是炉壳钢结构承载着上下循环喷箱、循环风机的框架结构体，加热区炉体还包括保温层和内衬。炉体应采用分段模块化设计制作。技术要求应符合表3。

表3 炉体技术要求

项 目	技 术 要 求	
金属材料	碳钢	力学性能不应低于GB/T 700—2016的规定
	耐热钢	力学性能不应低于GB/T 20878的规定
非金属 材料	绝热用岩棉、矿渣棉及其制品	应不低于GB/T 11835的规定
	耐火陶瓷纤维制品	应不低于GB/T 3003的规定
	膨胀珍珠岩绝热制品	应不低于GB/T 10303的规定
耐材砌 筑	施工质量	应符合GB 50211的规定
	验收	应符合GB 50309的规定
气垫喷 嘴	直线度	应不低于JB/T 5000.3规定的E级
	平面度	
	平行度	
质量验收	炉壳钢结构	应符合GB 50205的规定
密封要求	完整炉子	炉壳焊缝制作和现场安装均应达到气密性要求

5.2.2 保护气系统

保护气系统由氮气、氢气独立管路，以及氮氢混合装置，阀门，仪表，检测单元等组成的系统，用于供给炉内保护气氛。保护气系统技术要求见表4。

表4 保护气系统的技术要求

项 目	技 术 要 求	
材质	碳钢件	力学性能不应低于GB/T 700—2016中规定的Q235
	不锈钢件	力学性能不应低于GB/T 20878的规定
保护气体	N ₂	接点压力0.4 MPa~0.6 MPa，纯度99.995%，含氧量≤5 ppm，露点-60℃
	N ₂ 和H ₂ 的混合气体	N ₂ 含量≥96%，H ₂ 含量≤4%，接点压力0.4 MPa~0.6 MPa，纯度99.995%，含氧量≤5 ppm，露点-60℃

5.2.3 入口段

气垫炉入口段应设有密封装置，既阻隔带材连续入炉时外界空气进入炉内，又阻隔热炉气外溢。密封装置上方应设置废气收集罩，将炉内外溢的氮氢混合气体应及时排走，避免产生明火。

5.2.4 铜合金气垫炉加热区循环风系统

铜合金气垫炉加热区循环风系统应由循环风机、导流喷箱、气垫喷嘴等组成，加热后的循环风应分别通过导流喷箱和气垫喷嘴均匀地喷射到铜带的上下表面，使铜带在前进运行中实现动态漂浮，并对铜带进行强对流均匀快速加热。其技术要求应符合表5的规定。

表5 加热区循环风系统技术要求

项目	技 术 要 求	
材料	循环风机叶片	850℃屈服强度 ≥ 295 MPa, 850℃抗拉强度 ≥ 590 MPa
	循环风机主轴	850℃延伸率35%, 850℃抗拉强度 ≥ 390 MPa
	循环风机蜗壳	耐热温度应不低于870℃, 高温性能不低于GB/T 20878中的规定
	喷箱	耐热温度应不低于870℃, 高温性能不低于GB/T 20878中的规定
循环风机性能检测指标	震动值、轴承温升、噪声	应符合JB/T 10563中的规定

5.2.5 铜合金气垫炉加热器系统

根据加热器能源的不同, 其技术要求应符合表6或表7的规定。

表6 电辐射管加热器系统技术要求

项 目	技 术 要 求	
电加热器	材质	应不低于应符合GB/T 1234中的规定
	性能	应不低于应符合GB/T 10067.4的规定
	安全	应符合GB 5959.4—2008的规定
保温包	纤维毯	应不低于应符合GB/T 3003的规定

表7 燃气烧嘴辐射管加热器系统技术要求

项 目	技 术 要 求	
辐射管烧嘴	性能	烧嘴性能应符合GB/T 19839的规定
	安全	应符合GB/T 19839的规定, 烧嘴应具备自动点火, 火焰检测及熄火保护功能
	环保	烟气排放应符合GB/T 30822的规定
管道材质	碳钢件	力学性能不应低于GB/T 700中Q235钢的规定
	不锈钢件	力学性能不应低于GB/T 20878中不锈钢件的规定
管路阀件要求	阀门密封要求	燃气管道上使用的具有密封要求的开闭阀门(包括盲板)在安装前应进行质量检验与密封试验, 密封试验应满足GB/T 13927的规定

5.2.6 铜合金气垫炉冷却区

铜合金冷却区应由气垫喷嘴、循环风机、循环风导流循环管道系统和水冷换热器系统组成, 水冷换热器位于循环风导流循环管道中将循环风冷却, 冷却后的循环风经气垫喷嘴吹向铜带上下表面, 铜带前进漂浮过程中, 实现了强对流冷却。

水冷换热器系统应由换热器、循环水管路和换热站组成。换热站应由循环水箱、循环水泵、板式换热器、阀门和仪表等组成。板式换热器应接车间冷媒水。

铜合金气垫炉冷却区技术要求应符合表8的规定。

表8 气垫炉冷却区技术要求

项目	技 术 要 求	
气垫喷嘴	材料	应不低于GB/T 20878的0Cr18Ni10规定，并应进行热处理消除应力
管路系统	碳钢件	力学性能不应低于GB/T 700中规定的Q235
	不锈钢件	力学性能不应低于GB/T 20878的规定
	阀门密封要求	供水管道所用阀门只进行阀门壳体整体气密性检验，可与管道一起整体作气密性检验，无明显泄露为合格
	管路施工	应符合GB 50235中的规定
	管路标识	应符合GB 7231中的规定
水冷换热器冷却水	水质	软水：PH值6.5~8.5，悬浮物 ≤ 10 mg/L，综合硬度3-10 °dH，碳酸盐硬度3-10 °dH，氯离子 < 100 mg/L，硫酸离子 < 200 mg/L，全铁 ≤ 1 mg/L，可溶性SiO ₂ < 6 mg/L，蒸发残留物 < 300 mg/L，电导率 < 1000 μ S/cm，滤网尺寸 ≤ 0.3 mm
	进水水温	$\leq 35^{\circ}\text{C}$
	回水水温	$\leq 45^{\circ}\text{C}$
换热站板式换热器冷媒水	水质	软水：PH值6.5~8.5，悬浮物 ≤ 10 mg/L，综合硬度3-10 °dH，碳酸盐硬度3-10 °dH，氯离子 < 100 mg/L，硫酸离子 < 200 mg/L，全铁 ≤ 1 mg/L，可溶性SiO ₂ < 6 mg/L，蒸发残留物 < 300 mg/L，电导率 < 1000 μ S/cm，滤网尺寸 ≤ 0.3 mm
	水温	$\leq 25^{\circ}\text{C}$
	水压	0.35 MPa~0.4 MPa

5.2.7 出口水封箱

应设置出口水封箱，出口水封箱气密性应达标，密封水的热量通过换热站带走，换热站应由水泵、板式换热器和阀门等组成。板式换热器应接车间冷媒水。

出口水封装置技术要求见表9。

表9 出口水封装置技术要求

项 目	技 术 要 求	
材质	水封箱体	力学性能不应低于GB/T 20878中规定的304
	纠偏辊	包胶应采用耐热橡胶，耐温200°C
密封水	水质	去离子水：PH值7~9，悬浮物 ≤ 125 mg/L，综合硬度5-12 °dH，碳酸盐硬度5-10 °dH，电导率 < 200 μ S/cm，杂质颗粒 ≤ 120 μ m，滤网尺寸 ≤ 0.3 mm
	水温	$\leq 60^{\circ}\text{C}$
换热站板式换热器冷媒水	水质	软水：PH值6.5~8.5，悬浮物 ≤ 10 mg/L，综合硬度3-10 °dH，碳酸盐硬度3-10 °dH，氯离子 < 100 mg/L，硫酸离子 < 200 mg/L，全铁 ≤ 1 mg/L，可溶性SiO ₂ < 6 mg/L，蒸发残留物 < 300 mg/L，电导率 < 1000 μ S/cm，滤网尺寸 ≤ 0.3 mm
	水温	$\leq 25^{\circ}\text{C}$
	水压	0.35 MPa~0.4 MPa

5.3 设备装配技术要求

5.3.1 铜合金气垫炉装配通用技术条件应符合 GB/T 37400.10 的规定。

5.3.2 设备关键部件装配精度检验项目及允许偏差应符合表 10 要求。

表10 设备关键部件装配精度检验项目及允许偏差

检验项目	单位	允许偏差	检验时间
炉膛有效宽度	mm	±5	装配过程
炉膛有效高度	mm	±5	装配过程
炉膛有效长度	mm	±5	装配过程
喷箱安装精度检测	mm	±0.5	装配过程
气垫喷嘴水平度偏差	mm	≤5	装配过程
任意相邻气垫喷嘴平行度偏差	mm	≤5	装配过程
任意气垫喷嘴标高偏差	mm	≤5	装配过程
循环风机检测	/	测量风机旋转方向、振动	空负荷运转
入口密封检测	/	电机运转，是否卡阻	空负荷运转

5.4 安全与防护

5.4.1 生产过程安全要求应符合 GB 15735 的规定。

5.4.2 设备大气污染物的排放应符合 GB 9078 的规定

5.4.3 设备电气传动与控制系统的的功能要求应符合 GB/T 5226.1 中的规定。

5.4.4 设备燃气管道安全与防护应符合 GB 6222 的规定

5.4.5 设备的爬梯、防护栏杆、平台与通道的设置应符合 GB 4053 的规定。

5.4.6 设备的噪声控制设计应符合 GB/T 50087 的规定，炉区噪声应符合 GB 12348 的规定。

5.4.7 设备运行过程中，对温度、压力等运行参数应具有自动报警装置及相应的自动保护措施。

5.4.8 保护气充入炉内之前，需要进行 H₂ 浓度和含氧量检测，H₂ 浓度在 2%~4% 之间，含氧量小于 5 ppm。系统引入氢气前，应使用惰性气体吹扫置换，直至系统采样分析合格为止。氢气的使用应符合 GB 4962 的规定。氢气管路安全连锁及可燃气体检测等安全与防护应符合 GB 50177 的规定。

5.4.9 炉压控制在 8500 Pa，炉压由保护气装置进行连锁控制。

6 试验方法

6.1 炉体气密性试验

第一次投入运行前或大修后再投入运行前应进行炉体气密性试验。

炉体气密试验外部条件：气密试验检测压缩空气或者氮气。出于安全考虑，推荐使用压缩空气，须相关公用辅助设施处于完好状态，随时可以启动。

炉子完全组焊后，应封堵法兰、炉体气封检测表法兰、温度仪表接口等；

检测前的准备工作：将铜合金气垫炉的入口、出口用盲板密封好，所有法兰连接处螺栓紧固好；确认窥视孔、热交换器、测温热电偶、炉气取样孔等处于密封状态；切断所有进气管道阀门(检漏用气管

道除外)；准备好检测工具，如U型玻璃水柱压力计、电焊机、肥皂液、喷壶、小塑料桶、记号笔、密封胶等；U型压力计均匀布置于炉体上，通过炉体压力检测孔与炉膛相连。

气密性试验：打开气源，将检测用气送至退火炉炉膛，控制进气量，使炉膛压力控制在1400 Pa左右；在被检部位喷涂肥皂液，重点是密封部位、焊缝，用记号笔对泄漏点进行标记；第一轮检测结束后，停止供气，处理泄漏点；处理完毕后，进行第二轮检测，方法与上同，直到炉体达到密封要求为止。

铜合金气垫炉炉体气密性合格标准：炉内压力达到1200 Pa时，关闭气源阀门，30 min后，若压力不低于120 Pa视为合格。

6.2 燃气管道气密性试验

若采用燃气烧嘴辐射管加热器系统，燃气管道制作安装完毕后，应进行严密性试验。燃气管道试验压力不低于0.1 MPa，试压持续时间为2 h，每小时泄漏率小于1%为合格。

6.3 控温精度测试

控温精度为稳态时设定温度与温度控制(PLC中经过校正的)自动记录系统所指示的温度间的偏差。控温精度测试应符合GB/T 30825 中系统精度校验的规定。500℃、600℃、700℃为典型测试温度，测试温度包括但不限于典型测试温度。

6.4 炉温均匀性测试

某一设定温度下对应保温区长度内炉温测试热电偶的温度与工艺设定温度的偏差。炉温测量采用测试热电偶和温度记录仪测量。铝带按照某一速度前行，宽向布置测试热电偶（不少于3点）。测试方法应符合GB/T 9452和GB/T 30825的规定。500℃、600℃、700℃为典型测试温度，测试温度包括但不限于典型测试温度。

7 检验规则

7.1 设备检验

- 7.1.1 设备检验通用技术条件应符合 GB/T 37400.1 的规定。
- 7.1.2 炉壳气密性检验符合 6.1 的要求。
- 7.1.3 燃气管道气密性检验符合 6.2 的要求。
- 7.1.4 电气设备的出厂验收和施工验收应符合 GB/T 5226.1 和 GB 50255 的要求。

7.2 性能检验

- 7.2.1 工作温度范围、控温精度、炉温均匀性、空炉升温速率、带材出炉温度应符合 4.3 表 2 的要求。
- 7.2.2 炉壳表面温升应符合 4.3 表 2 的要求（热桥点除外）。
- 7.2.3 基础自动化系统应用软件功能包括但不限于以下功能：传动控制、加热自动控制、带材漂浮控制、缝合头位置跟踪、加热风机自动控制、冷却风机自动控制、冷却水循环系统自动控制、保护气自动控制、水封温度自动控制、安全连锁、公辅介质监控、操作和画面显示、事件记录、实时及历史趋势、安全管理、数据通信。
- 7.2.4 过程自动化系统应用软件完成的功能包括但不限于以下功能：热处理计划数据的管理、带材信息核对、实绩数据收集处理、热处理工艺设定、班数据管理、操作和画面显示、报表编制、数据通信。

8 标志、运输及贮存

8.1 标志

标志应采用标牌，应符合GB/T 13306—2011的规定。必要时，电气控制装置上应设置有关的说明标志。其内容至少应包括：

- a) 产品名称和型号；
- b) 主要技术参数；
- c) 制造厂名称；
- d) 设计单位名称。

8.2 运输

运输过程中应防雨。运输过程中不应有机械碰撞和强烈振动。不应与腐蚀物品混运。

8.3 贮存

8.3.1 产品装箱后应放置在平坦的场地上，应使枕块和底面完全接触，并保持空气清洁、干燥。如露天存放时，应有防雨的设施。

8.3.2 贮存过程中不应直接日晒、雨淋，不应接触酸、碱、盐等腐蚀介质；不应破坏外包装。保存期超过 12 个月时，用户应自行检查，必要时重新进行防锈包装。
