

# 团 体 标 准

T/HNNMIA 36—2023

## 大尺寸硬质合金串珠钎焊工艺规范

Process specification for large size cemented carbide bead brazing

2023-4-18 发布

2023-4-18 实施

河南省有色金属行业协会 发布

## 目 次

前 言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 基本要求 .....	1
4.1 人员 .....	1
4.2 设备 .....	2
4.3 安全 .....	2
4.4 环境 .....	2
5 材料选择 .....	2
5.1 硬质合金串珠材料 .....	2
5.2 钎料 .....	2
5.3 钎剂 .....	2
6 钎焊方法及钎焊设备选择 .....	2
7 钎焊工艺操作过程 .....	3
7.1 硬质合金串珠钎焊工艺流程 .....	3
7.2 操作工艺内容 .....	3
8 技术要求 .....	5
8.1 外观质量 .....	5
8.2 尺寸要求 .....	5
8.3 剪切强度 .....	5
8.4 内部钎着率 .....	6
8.5 串珠切削试验 .....	6
9 检验 .....	6
9.1 检验规则 .....	6
9.2 检测方法 .....	6
10 常见钎焊缺欠及处理对策 .....	6
附 录 A （资料性） 硬质合金串珠钎焊用铜基钎料 .....	8
附 录 B （资料性） 硬质合金串珠相关切削工装 .....	9

## 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。

本文件由郑州机械研究所有限公司提出。

本文件由河南省有色金属行业协会归口。

本文件主要起草单位：郑州机械研究所有限公司、宁波中机松兰刀具科技有限公司、中铁工程装备集团有限公司、盾构及掘进技术国家重点实验室、交通运输部上海打捞局、西南交通大学。

本文件主要起草人：路全彬、龙伟民、钟素娟、王锴、郑永光、张雷、胡登文、黄成志、李永、李文彬、吴奇隆、卢高明、杨鹏、董博文、周许升、付龙、邹伟、郭艳红、余春、司浩、董媛媛、井培尧。

# 大尺寸硬质合金串珠钎焊工艺规范

## 1 范围

本文件规定了大尺寸硬质合金串珠钎焊工艺的基本要求、材料选择、钎焊工艺的操作过程、质量要求、检验、常见钎缝缺欠及处理对策、技术安全等内容。

本文件适用于大尺寸硬质合金串珠的火焰钎焊和感应钎焊，适用于大尺寸硬质合金串珠的火焰钎焊和感应钎焊工艺与质量控制。

## 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。

GBZ 1	工业企业设计卫生标准
GB/T 1804	未注公差的公差标准
GB/T 3488	硬质合金 显微组织的金相测定 第2部分：WC晶粒尺寸的测量
GB/T 6418	铜基钎料
GB/T 11345	焊缝无损检测 超声检测 技术、检测等级和评定
GB/T 11363	钎焊接头强度试验方法
GB/T 33219	硬钎焊接头缺欠
JB/T 6045	硬钎焊用钎剂
JB/T 6396	大型合金结构钢锻件技术条件
JB/T 6966	钎缝外观质量评定方法
JB/T 10062	超声探伤用探头性能测试方法

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**硬质合金串珠** cemented carbide beads

将硬质合金颗粒钎焊到钢基体的切削部件。

### 3.2

**硬质合金颗粒** cemented carbide composite rod

通过物理破碎法制成的各种粒度的硬质合金。

### 3.3

**串珠切削比** bead cutting ratio

指在一定转速下在单位时间内切削金属的质量与串珠质量变化量的比。

## 4 基本要求

### 4.1 人员

4.1.1 操作人员应经感应钎焊、火焰钎焊技术培训，且考核合格，并取得上岗资质。

- 4.1.2 操作人员应穿戴防护服、防护手套和防护眼镜，谨防液体钎料、钎剂飞溅到皮肤上导致灼伤。
- 4.1.3 钎焊操作前操作人员应熟悉硬质合金串珠图纸、工艺文件及有关技术规范。
- 4.2 设备
  - 4.2.1 钎焊设备及装置应在检定合格期内，应严格按使用说明书及安全操作规程使用。
  - 4.2.2 设备电源应可靠接地，定期对设备的水、电、气系统进行安全检查，消除安全隐患。
  - 4.2.3 感应钎焊设备必须通水冷却，且保证水源清洁，以免水垢或异物阻塞冷却管道，造成机器过热损坏。
- 4.3 安全
  - 4.3.1 火焰钎焊操作前应检测焊枪的喷射能力，注意焊枪回火，每周检查一次回火止逆阀，每半年对回火止逆阀进行压力测试。
  - 4.3.2 焊接时用点火器点火，禁止使用气体打火机进行点火。
  - 4.3.3 易燃易爆品的管理应严格遵守工厂技术安全的有关规定。
- 4.4 环境
  - 4.4.1 工作场所应整洁有序，有良好照明条件。
  - 4.4.2 工作台面应保持干净，物料摆放有序、整齐，所用仪器设备应保持干净整洁。
  - 4.4.3 钎焊操作场地应当保持洁净和通风良好，有害气体和烟尘应符合 GBZ 1 的规定，并配备防火防爆措施。
  - 4.4.4 钎焊操作应做好过程控制，做好首检与生产质量记录。
- 5 材料选择
  - 5.1 硬质合金串珠材料
    - 5.1.1 钢基体材料

基体材料为34Cr2Mo2Ni，应满足JB/T 6396中的成分要求。
    - 5.1.2 硬质合金颗粒
      - 5.1.2.1 硬质合金颗粒牌号为 YG8，颗粒尺寸范围为 4.8mm~6.4mm，颗粒大小均匀，棱角分明；
      - 5.1.2.2 硬质合金颗粒由原生料直接破碎而成；
      - 5.1.2.3 硬质合金颗粒中的晶粒大小为中等晶粒（1.3 μm~2.5 μm）。
  - 5.2 钎料
    - 5.2.1 硬质合金串珠钢基体上的钎焊接面为圆弧面，采用丝状钎料。
    - 5.2.2 根据其服役环境选用铜基钎料，其成分符合 GB/T 6418，推荐具体牌号见附录 A。
  - 5.3 钎剂
    - 5.3.1 硬质合金串珠的钎焊采用粉状钎剂。
    - 5.3.2 硬质合金钎焊铜钎剂推荐选用 JB/T 6045 中的 FB301、FB302 的一种或多种。
- 6 钎焊方法及钎焊设备选择

硬质合金串珠钎焊方法及钎焊设备选择见表1。

表 1 硬质合金串珠钎焊方法及钎焊设备

钎焊方法	钎焊设备	优缺点	推荐使用范围
火焰钎焊	氧乙炔及焊枪加热成套设备, 手工操作需将火焰调节为弱碳化焰, 利用中性焰或外焰加热基体, 防止硬质合金氧化或脱碳。	优点: 设备简单, 操作灵活, 可钎焊形状不规则产品, 可修补焊件。 缺点: 火焰温度调解受限, 温度控制困难, 操作技术要求高。	1. 用于钎焊中小型硬质合金刀具、模具和量具; 2. 用于工件数量较小的情况; 3. 用于野外修补损坏的硬质合金工具;
感应钎焊	电源功率 350kW, 电流频率在 450kHz~1000kHz 之间的高频感应焊机, 可根据工件形状、大小设计相应线圈。感应电流发热区集中于工件钎焊部位。	优点: 钎焊效率高; 局部加热工件变形较小; 劳动条件好; 可钎焊各种形状复杂工件。 缺点: 受设备大小、操作空间限制、不易移动。	1. 用于自动化或半自动化钎焊; 2. 用于钎焊形状复杂的工件;

## 7 钎焊工艺操作过程

### 7.1 硬质合金串珠钎焊工艺流程

7.1.1 火焰钎焊操作示意图如图 1 所示。



图1 火焰钎焊操作流程示意图

7.1.2 感应钎焊操作示意图如图 2 所示。

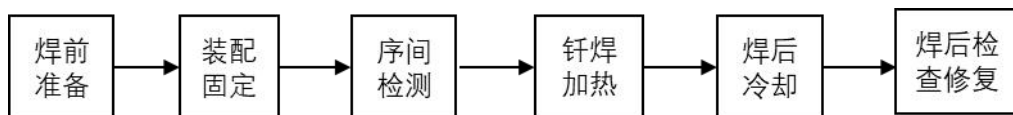


图2 感应钎焊操作流程示意图

### 7.2 操作工艺内容

#### 7.2.1 焊前准备

7.2.1.1 钢基体加工尺寸应满足图 3 图纸尺寸要求;

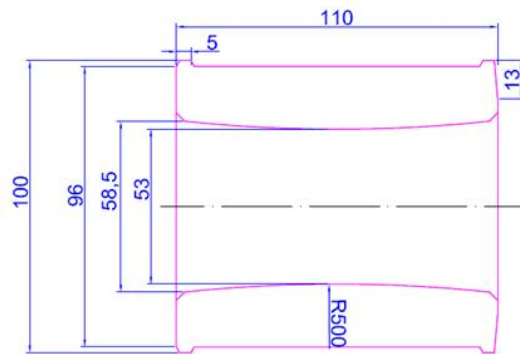


图3 硬质合金钎焊串珠基体设计图

- 7.2.1.2 采用喷砂或用化学方法去除钢基体表面氧化物、油污；
- 7.2.1.3 用丙酮或酒精超声清洗硬质合金颗粒，干燥备用；
- 7.2.1.4 火焰钎焊和感应钎焊的焊接工装，应符合图 4；

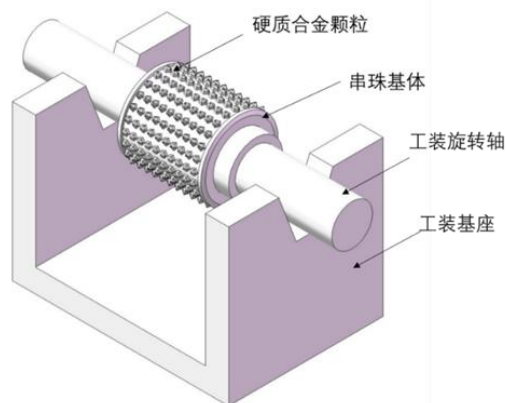


图4 焊接工装示意图

### 7.2.2 装配固定

采用冷焊机的阻焊模式将硬质合金颗粒点焊到钢基体上，示意图如图 5 所示。

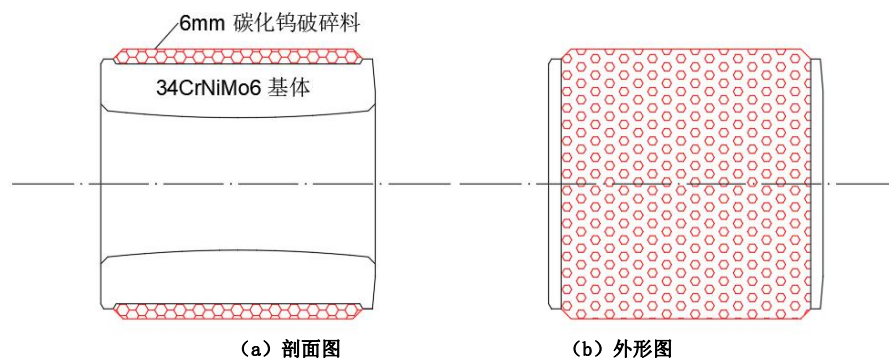


图5 硬质合金钎焊串珠剖面面积外形图

### 7.2.3 序间检查

检查钢基体点焊硬质合金后应符合图纸、工艺技术文件要求。

#### 7.2.4 基体预热

火焰钎焊时，先将带硬质合金颗粒的钢基体放入电阻炉内预热至450℃~500℃。

#### 7.2.5 钎焊加热

##### 7.2.5.1 钎焊温度

钎焊温度应比钎料熔化温度高30℃~50℃，硬质合金串珠钎焊常用钎料的熔化温度可参照附录A

##### 7.2.5.2 加热速度

钎焊过程需缓热、均热，在保证焊接质量的前提下尽可能缩短加热时间。适宜的加热速度及时间需结合工件尺寸和所用钎料特性等因素加以综合考虑。推荐加热功率及时间见表2。

表2 推荐加热功率及时间

加热阶段	加热功率 (KW)	加热时间 (min)
预热	40	15
加热	80	20
加热至焊接温度	150	30

##### 7.2.5.3 焊接时间

焊接时间根据工件大小、钎料与母材间相互作用的剧烈程度而定。大尺寸硬质合金串珠加热至焊接温度后，焊接时间一般保持在18min~25min。最佳的焊接时间应经试验评审后确定。

#### 7.2.6 焊后冷却

大尺寸硬质合金串珠焊接后采用空冷的方式进行冷却。

#### 7.2.7 焊后处理及修复

7.2.7.1 焊后硬质合金串珠进行喷砂处理，以去除串珠表面的钎剂残渣，防止后期对串珠腐蚀。

7.2.7.2 对焊后基体打磨，以去除多余钎料和表面氧化皮。

### 8 技术要求

#### 8.1 外观质量

8.1.1 硬质合金颗粒在钢基体表面分布均匀，焊料对硬质合金包覆良好，硬质合金出露高度 2mm~3mm 占比 80%以上。

8.1.2 硬质合金串珠表面的焊料应平滑、光洁，具体不应有 GB/T 33219 中的夹渣、过烧、焊瘤等缺欠。

8.1.3 硬质合金串珠表面允许存在微小的不规则圆角、局部凹陷、局部表面疏松和非因钎焊时钎料氧化引起的钎角表面不光滑，以及符合规定的表面气孔、孔穴、钎角不规则等缺欠。

#### 8.2 尺寸要求

硬质合金串珠的基本尺寸的极限偏差应满足图纸要求，其未注公差应按照GB/T 1804的规定选用V级。

#### 8.3 剪切强度



串珠接头剪切强度应 $\geq 200\text{MPa}$ 。

#### 8.4 内部钎着率

硬质合金串珠接头的钎着率应 $\geq 85\%$ 。

#### 8.5 串珠切削试验

抽样方法为从不同批次中抽取3%比例的串珠进行串珠旋转钢材切削试验，串珠的切削比 $\geq 60\%$ 。

### 9 检验

#### 9.1 检验规则

9.1.1 硬质合金串珠在焊前准备、硬质合金的点焊、焊后处理后均应进行检验。

9.1.2 外观质量以目测为主，必要时可用不大于10倍的放大镜检查。

9.1.3 硬质合金串珠的主要尺寸采用直尺、游标卡尺等工具进行测量。

#### 9.2 检测方法

9.2.1 硬质合金晶粒大小的检测方法按GB/T 3488中的规定执行。

9.2.2 硬质合金剪切强度其检测方法按照GB/T 11363中的规定执行。

9.2.3 超声波检测方法按照GB/T 11345的规定执行。其中，钎着率的计算方法应按照式(1)计算：

$$A = (S - S_A) / S \quad (1)$$

式中：

$A$  — 钎着率

$S$  — 硬质合金串珠的结合面积，单位为平方毫米 ( $\text{mm}^2$ )；

$S_A$  — 硬质合金串珠的缺陷面积，单位为平方毫米 ( $\text{mm}^2$ )。

其中，超声波检测  $S$ 、 $S_A$  的面积按照GB/T 11345的相关规定执行。

#### 9.2.4 串珠切削的检测方法

大尺寸硬质合金串珠切削的检测装置如附录B图B.1所示，串珠的切削比的计算方法按照式(2)计算：

$$G = \Delta M / \Delta m \quad (1)$$

式中：

$G$  — 大尺寸硬质合金串珠切削比

$\Delta M$  — 在一定转速下在单位时间内切削金属的质量，单位为克 ( $\text{g}$ )；

$\Delta m$  — 在一定转速下在单位时间内切削金属串珠的质量变化，单位为克 ( $\text{g}$ )。

### 10 常见钎焊缺欠及处理对策

硬质合金串珠常见钎缝缺欠及处理对策见表2。

表2 硬质合金串珠钎焊常见缺欠及处理对策

缺欠	特征	产生原因	处理措施	预防措施
钢基体表面成形不良	钎料未在钢基体上完全铺展,钢基体圆周面有钢基体裸露	1. 焊件加热不均匀 2. 焊件表面不清洁 3. 钎料加入过少	补焊	1. 均匀加热焊件 2. 焊件表面清洁干净 3. 添加适量焊料
出刃高度修复	串珠上局部硬质合金颗粒出刃过低或过高	1. 钎料局部过多 2. 钎料过少	修复	1. 加热涂覆焊剂使焊料铺展 2. 焊件表面清洁干净
气孔	串珠表面焊料或内部有气孔	1. 焊件清理不干净 2. 焊接面过大不易排气	清除钎缝后重焊	1. 焊件表面清洁干净 2. 焊接过程中轻微震动
夹渣	串珠表面焊料中有杂质	1. 焊件清理不干净 2. 焊接面过大、加热不均匀 3. 钎料杂质含量过高	清除钎缝后重焊	1. 焊件表面清洁干净 2. 焊接过程中均匀加热
焊瘤	钎料流到不需钎料的焊件表面或焊缝处有过多钎料	1. 钎料加入量过多 2. 直接加热钎料	应打磨除去	1. 加入适量钎料 2. 不可直接加热钎料

## 附录 A

(资料性)

## 硬质合金串珠钎焊用铜基钎料

硬质合金串珠钎焊推荐用铜基钎料见表A.1。

表 A.1 硬质合金串珠钎焊用铜基钎料

牌号	成分(质量分数)/%							熔化温度/℃		钎焊温度/℃	主要特点
	Cu	Zn	Ni	Mn	Co	Si	Sn	Ts	Tl		
BCuNiMn	86	-	2	12	-	-	-	970	990	1020~1040	塑性好、耐高温
BCuCoMn	87	-	-	10	-	-	3	980	1030	1060~1185	塑性好、抗裂性好
BCu84MnNi	84	-	3.5	12.5	-	-	-	965	1000	1030~1050	冲击韧度高、强度较高
BCu60Zn	60	39.7	-	-	-	0.3	-	875	895	925~950	钎焊温度、强度中等
BCu58ZnMn	58	38	-	4	-	-	-	880	909	940~960	通用性强、综合性能好
BCu58ZnMnCo	58	38	-	2	2	-	-	890	925	945~970	接头强度高(L801)
BCu48ZnNi	48	42	10	-	-	-	-	921	935	965~990	接头强度高、耐高温
BCu57ZnMnCo	57	39	-	2	2	-	-	890	930	950~970	流铺性好、润湿性好
BCu54Zn	54	36	-	-	-	-	-	885	888	900~930	适宜浸渍钎焊、烧结
BCu60ZnSiMn	60	余量	-	0.15	-	0.3	-	870	900	930~950	流动性好、耐高温疲劳

## 附录 B

(资料性)

### 硬质合金串珠相关切削工装

硬质合金串珠切削的检测装置如图 B.1 所示。

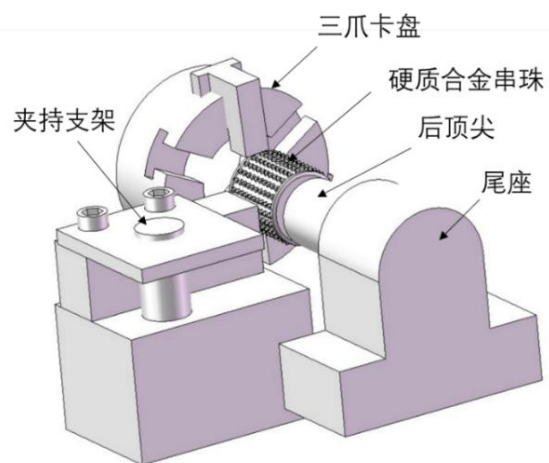


图 B.1 串珠切削试验示意图