

T/CAMT

团 体 标 准

T/CAMT 70—2026

钛及钛合金钨极氩弧焊(TIG)工艺规程

Process specification for tungsten inert gas (TIG) welding of titanium and titanium-alloy

2026-05-27 发布

2026-06-30 实施

中国金属材料流通协会 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 1

4 一般要求 1

 4.1 人员要求 1

 4.2 设备要求 2

 4.3 焊接材料 2

 4.4 环境要求 2

5 焊前准备 2

 5.1 接头设计 3

 5.2 母材与焊材清理 3

 5.3 焊接设备检查与调试 3

 5.4 定位焊 3

6 焊接工艺参数 3

 6.1 一般规定 3

 6.2 手工钨极氩弧焊工艺参数 3

 6.3 自动钨极氩弧焊工艺参数 3

 6.4 特殊工艺要求 3

7 焊接工艺 3

 7.1 焊接操作 3

 7.2 焊接注意事项 4

8 焊后处理 4

 8.1 焊后清理 4

 8.2 焊接校正与退火 4

9 接头质量检验 4

 9.1 接头质量要求 4

 9.2 接头力学性能要求 5

9.3 其他要求.....	5
9.4 检验规则.....	5
9.5 检验结果处理.....	5
10 安全与环保要求.....	5
10.1 安全要求.....	5
10.2 环保要求.....	6
11 文件与记录管理.....	6
11.1 文件管理.....	6
11.2 记录管理.....	6



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。

本文件由成都韵弘科技有限公司提出。

本文件由中国金属材料流通协会标准化工作委员会归口。

本文件起草单位：成都韵弘科技有限公司、成都先进金属材料产业技术研究院股份有限公司、陕西鼎益科技有限公司、沈阳工业大学、途邦认证有限公司。

本文件主要起草人：彭泽友、冯兆龙、刘少辉、苏允海、王泽龙、罗攀、刘正林、邓宇寒、李星豪、吴斌、周明爱。

本文件首次发布。



钛及钛合金钨极氩弧焊（TIG）工艺规程

1 范围

本文件规定了钛及钛合金钨极氩弧焊（TIG）的一般要求、焊前准备、焊接工艺参数、焊接工艺、焊后处理、接头质量检验、安全与环保要求、文本与记录管理等内容。

本文件适用于工业纯钛及钛合金的手工及自动钨极氩弧焊，不适用于钛及钛合金的真空电子束焊、激光焊、等离子焊及其他焊接方法。

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 324 焊缝符号表示法

GB/T 3375 焊接术语

GB/T 3620.1 钛及钛合金牌号和化学成分

GB/T 3620.2 钛及钛合金加工产品化学成分允许偏差

GB/T 8180—2023 钛及钛合金加工产品的包装、标志、运输和贮存

GB/T 9445 无损检测 人员资格鉴定与认证

GB 9448—2025 焊接与切割安全

GB/T 15579.7—2023 弧焊设备 第7部分：焊炬（枪）

HB/Z 120—2011 钛合金钨极氩弧焊工艺及质量检验

JB/T 9185 钨极惰性气体保护焊工艺方法

NB/T 47016—2023 承压设备产品焊接试件的力学性能检验

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

热影响区 heat-affected zone

焊接中受热但未熔化的区域，温度超400℃易氧化、晶粒长大，需全程气体保护。

3.2

气体保护范围 gas protection range

氩气有效覆盖熔池、钨极、焊缝及400℃以上热影响区，含焊缝背面，防止有害气体侵入。

3.3

线能量 welding line energy

单位长度焊缝输入热量，过大导致晶粒粗大、性能下降，过小易产生未焊透、未熔合、应严格控制。

4 一般要求

4.1 人员要求

焊接操作人员应持有效焊接资格证,熟悉钛材焊接特性、规程及安全规范,考核合格上岗。无损检测人员应符合GB/T 9445,持对应等级证书,能准确识别缺陷并出具报告。技术管理人员应具备钛焊接专业知识,负责工艺编制、现场指导、质量监督与问题处理。

4.2 设备要求

4.2.1 焊接电源

直流氩弧焊,陡降外特性、高频引弧,电流参数可调,运行稳定。

4.2.2 焊枪

配喷嘴(直径8 mm~20 mm)与气体拖罩,手工枪轻便舒适,自动枪定位精准、运行平稳。焊枪喷嘴应符合GB/T 15579.7—2023,材质为紫铜或陶瓷,内径匹配钨极直径,表面无裂纹、变形。

4.2.3 氩气系统

含气瓶、减压阀、流量计(精度 ≥ 2.5 级),管路密封无漏气,流量精准可调。

4.2.4 辅助设备

4.2.4.1 氩气通气量 $\geq$ 保护腔体积3倍,接头温度降至200℃以下撤离。

4.2.4.2 防风罩用于户外焊接用,应符合GB 9448—2025的要求,阻燃不透风材质,有效隔绝侧风。

4.2.4.3 工装夹具应符合HB/Z 120—2011中6.2的要求。

4.2.5 设备检定

安装、搬迁、大修或停用超1年,应检定并确认工艺参数,合格后方可使用。

4.3 焊接材料

4.3.1 母材

4.3.1.1 牌号、规格、成分、性能符合设计及GB/T 3620.1,附带质量证明书,必要时复验。

4.3.1.2 表面光滑洁净,无氧化皮、裂纹、夹杂、油污、锈蚀,直径偏差合格。

4.3.1.3 存放条件:应符合GB/T 8180—2023第7章要求,严禁露天/腐蚀环境存放;分类标识,存放不超6个月,超期应复检合格方可使用。

4.3.2 填充焊材

焊材应与母材同质匹配,可选用合金化程度略低焊材改善塑性;符合GB/T 3620.2,有质量证明书;表面清洁无氧化、油污,清理后4 h内施焊。

4.3.3 辅助材料

4.3.3.1 保护气体:高纯氩气,纯度 $\geq 99.99\%$,露点 $\leq -40^\circ\text{C}$,杂质总量 $< 0.001\%$;气瓶定期检验,压力降至0.981 MPa停止使用,使用前干燥除水。

4.3.3.2 钨极:优先铈钨极,可选钍钨极(符合安全规定),钨极化学成分、直径与焊接电流应按HB/Z 120—2011中表1与表2要求。

4.4 环境要求

4.4.1 环境温度 $\geq 18^\circ\text{C}$,低于 18°C 应预热至 $20^\circ\text{C} \sim 50^\circ\text{C}$,预热范围接头两侧各50 mm以上,禁止火焰预热。

4.4.2 相对湿度 $\leq 80\%$,超出规定限值时,应采取除湿措施,避免气孔。

4.4.3 焊接区域5 m内无易燃易爆物,清洁无粉尘、油污,配备防火设施。

4.4.4 风速 $\leq 0.5\text{ m/s}$,超过允许限值时,应设置防风棚/防风罩;室外作业防雨、雪,防止保护气被破坏。

4.4.5 应远离有害气体、粉尘污染源,避免母材与接头污染。

5 焊前准备

5.1 接头设计

5.1.1 接头型式分为对接、搭接、角接、T 型接头, 优先单 V 型坡口, 相关设计及加工可参考 JB/T 9185 进行。

5.1.2 采用对接或 T 型接头焊接时, 若图样未规定待焊零件破口和装配尺寸时, 可参考 HB/Z 120—2011 表 4 进行。接头的焊缝符号应按照 GB/T 324 的规定进行标注, 明确焊缝形式、尺寸、焊接方法等要求, 便于操作人员执行。

5.2 母材与焊材清理

5.2.1 待焊零件、焊材和工艺试样焊接前应进行酸洗, 酸洗工艺和要求可自行确定。

5.2.2 酸洗后的零件在不受污染的情况下, 有效存放期未 120 h; 超过期限, 应重新酸洗。

5.2.3 酸洗后未焊接而污染的待焊件可重新酸洗, 酸洗次数不应超过两次。

5.2.4 酸洗后的待焊件的表面和端面, 用经除油处理且清洁、干燥的不锈钢丝刷和刮刀清理, 直至表面呈金属光泽。

5.2.5 薄板和管材表面两侧清理的宽度未 15 mm~20 mm。

5.2.6 机械清理好的待焊件应尽快进行焊接, 一般情况下不超过 8 h。

5.2.7 用丙酮和酒精擦拭待焊零件边缘。

5.3 焊接设备检查与调试

5.3.1 检查电源、焊枪、气路、辅助设备, 确认无漏气、漏电, 钨极规格、端部形状合格。

5.3.2 调试电流、引弧/收弧时间、氩气流量, 确认参数稳定、保护良好。

5.3.3 校准夹具与定位, 保证间隙、错边量合格, 避免与焊枪干涉。

5.4 定位焊

5.4.1 对接、角接、T 型接头应定位焊, 焊材、参数、保护与正式焊一致。

5.4.2 定位焊点的间距: 母材金属厚度 <1 mm 时, 为 15 mm~25 mm; 厚度 ≥ 1 mm 时, 为 50 mm~100 mm。

5.4.3 定位焊点长度为 4 mm~10 mm, 宽度和高度不应超过焊缝的 75%。

5.4.4 避开端部、拐角等应力集中区, 缺陷需清除重焊; 焊后清理氧化物, 保证层间融合。

6 焊接工艺参数

6.1 一般规定

参数按焊材牌号、直径、接头形式、手工/自动综合确定, 调整应做工艺评定; 严控线能量, 保证氢气逸出, 减少气孔, 防止过热或未焊透。

6.2 手工钨极氩弧焊工艺参数

手工钨极氩弧焊工艺参数可参考 HB/Z 120—2011 的相关参数进行。

6.3 自动钨极氩弧焊工艺参数

自动钨极氩弧焊工艺参数可参考 HB/Z 120—2011 的相关参数进行, 可根据焊材牌号、焊接设备性能适当调整, 调整范围不超过 $\pm 5\%$, 确保焊接过程稳定、焊缝质量均匀。

6.4 特殊工艺要求

6.4.1 气体保护: 提前送气 5 s~10 s, 滞后停气 15 s~30 s, 至焊缝温度 <350 °C。

6.4.2 热处理: $\alpha + \beta$ 型、 β 型钛合金按要求真空/氩气保护退火, 500 °C~700 °C, 保温 30 min~120 min, 随炉冷却。

6.4.3 严禁钨极接触母材/焊材, 防止夹钨, 出现缺陷立即清除重焊。

7 焊接工艺

7.1 焊接操作

- 7.1.1 待焊件焊接边缘应平整,不允许有裂纹、毛刺、压坑、划伤、压痕等缺陷。
- 7.1.2 零件焊接前,应先用工艺试件验证焊接参数和保护效果。验证试样的材料牌号、规格、热处理状态和焊接条件等与待焊零件相同。
- 7.1.3 直缝自动焊接时,应采用引弧板和收弧板。引弧板和收弧板的材料及厚度与待焊零件相同。
- 7.1.4 自动焊时,钨极应垂直于零件表面并对正接缝,钨极伸出喷嘴长度为4 mm~6 mm。
- 7.1.5 焊接前焊枪和保护装置应先通氩气,通气时间一般为2 min~3 min。
- 7.1.6 手工焊时,焊枪与零件表面的夹角为 60° ~ 80° 。焊枪移动可有轻微摆动,焊材熔化处应在保护区。
- 7.1.7 焊缝应一次焊完,收弧应填满弧坑、衰减电流。熄弧后继续供气防止氧化。
- 7.1.8 焊接时应避免短弧,若中途出现停焊,重焊时应在收弧处10 mm~15 mm进行施焊。
- 7.1.9 焊接时应保护好焊接接头,接头应呈银白色或淡黄色。
- 7.1.10 钨极与熔池金属接触,应立即停止焊接,清除夹钨,修理或更换电极。
- 7.1.11 发现焊缝保护不良时停止焊接,查明原因,检查合格后,方可继续焊接。
- 7.1.12 焊接管材零件或容器时,可向内部充氩气,保护焊缝背面。
- 7.1.13 避免在环形与纵向焊缝交汇处收弧,以防止产生未焊透、裂纹等缺陷。

7.2 焊接注意事项

- 7.2.1 禁止非焊接区引弧,防止损伤母材;熔池禁止落入杂质。
- 7.2.2 防高温烫伤,焊缝应自然冷却,不应进行水冷。
- 7.2.3 断弧/熄弧应清理氧化物后重焊,保证熔合。
- 7.2.4 通风作业,防止氩气积聚窒息。

8 焊后处理

8.1 焊后清理

8.1.1 机械清理

不锈钢丝刷去除飞溅、氧化皮。

8.1.2 化学清理

同焊前酸洗液,酸洗3 min~5 min,清水冲净晾干。

8.1.3 表面颜色要求

银白色、淡黄色为合格;深黄色允许二、三级焊缝;金紫色允许三级焊缝;深蓝色全部拒收。

8.2 焊接校正与退火

焊件的校正与退火应符合HB/Z 120—2011的相关要求。

9 接头质量检验

9.1 接头质量要求

- 9.1.1 焊缝表面应进行100%的目视检验,或用 ≤ 10 倍的放大镜检验。焊缝不应存在裂纹、烧穿、焊瘤、弧坑、未熔合、未焊透、夹杂物和表面气孔等缺陷。
- 9.1.2 焊接零件母材表面不应存在电弧击伤缺陷。
- 9.1.3 焊缝不应存在带尖角或呈线性的缺陷。
- 9.1.4 优质焊缝表面为光亮的银白色,检验前不应清除焊缝表面氧化色。不同级别的焊缝表面颜色应按HB/Z 120—2011表9进行规定。
- 9.1.5 焊缝允许存在的焊缝缺陷见HB/Z 120—2011表10和表11。
- 9.1.6 耐腐蚀性应满足设计要求,按双方需求进行腐蚀试验。

9.2 接头力学性能要求

接头力学性能应符合图样或专用技术文件规定的要求。未作要求时，一级对接接头的抗拉强度应不低于母材金属最小强度的90%。

9.3 其他要求

焊缝尺寸、位置应符合GB/T 324；热处理后组织性能合格，无粗大晶粒、脆化。

9.4 检验规则

9.4.1 检验分类

焊接接头检验分为自检、互检、专检：自检由焊接操作人员在焊接过程及完成后执行；互检由班组或车间组织；专检由专业检验人员按本规程及相关标准实施，确保焊接质量达标。

9.4.2 检验要求与项目

9.4.2.1 检验要求

9.4.2.1.1 焊缝表面应进行100%的目视检验，或用 ≤ 10 倍的放大镜检验。

9.4.2.1.2 由持证无损检测人员采用RT、MT、PT、UT等方法，进行检测：

- a) 一级焊缝100%检验；
- b) 二级焊缝，试制时100%检验，批生产时每批检验10%~100%；
- c) 三级焊缝不作要求。

9.4.2.2 接头质量检验

所有焊接接头均应在焊后清理完成后，用肉眼或 ≤ 10 倍放大镜进行外观检验，检查焊缝缺陷、成形、尺寸、颜色、错边量及变形量，应符合本文件9.1规定；焊缝缺陷超出HB/Z 120—2011中表8、表10和表11规定，但裂纹和烧穿未超出表12规定，可进行修补。

9.4.2.3 力学性能检验

按照NB/T 47016—2023的表1进行力学性能检验，结果应符合本文件9.2规定。调整工艺后重新进行力学性能检验。

9.4.3 耐腐蚀性检验

有耐蚀要求的产品，每批次抽检2个~3个接头，结果应符合设计要求。不合格则该批次返修或报废，排查原因并改进。

9.5 检验结果处理

所有检验项目合格方可投入使用，不合格应返修后重新检验；检验过程应做好完整、准确的记录，存档备查。

10 安全与环保要求

10.1 安全要求

10.1.1 焊接人员应培训考核持证上岗，严禁无证操作，作业时穿戴齐全防护用品，防护面罩遮光号与焊接电流匹配。

10.1.2 焊接设备应安装可靠接地（接地电阻 $\leq 4\ \Omega$ ），线路、氩气管道定期检查，严禁带故障运行。

10.1.3 氩气瓶应阴凉通风存放，远离火源热源（ $\geq 10\text{ m}$ ），轻拿轻放，与作业点距离 $\geq 5\text{ m}$ ，减压阀、流量计定期校验。

10.1.4 焊接区域设置警示标志、配备有效灭火器材，作业结束后清理现场，确认无火灾隐患方可离开。

10.1.5 在密闭通风不良区域作业，应按照相关规程进行操作，必要时应通风检测、专人监护；严禁触摸高温部件，妥善处理熔渣飞溅物。

10.1.6 妥善处理废旧钨极（按危废管理），长期接触钨极粉尘需定期体检；避免交叉作业，雷雨天气

严禁室外焊接。

10.2 环保要求

10.2.1 焊接烟尘、有害气体需通过通风系统排出，通风设备定期维护。

10.2.2 清理产生的废渣粉尘分类收集，金属废渣回收，酸洗废渣按危废交由资质单位处理，严禁随意倾倒。

10.2.3 危险化学品妥善储存，废酸液、废有机溶剂收集后交由资质单位处理，严禁直接排放。

10.2.4 焊接噪声控制在 85 dB 以内，采取降噪措施；焊接废弃物分类处理，保持作业现场整洁。

10.2.5 设置废水收集设施，清洗废水处理达标后排放，严禁未经处理直接排放。

11 文件与记录管理

11.1 文件管理

11.1.1 本规程妥善保管、便于查阅，按需及时修订审批，严禁使用过期版本。

11.1.2 焊接相关文件整理归档，建立台账，明确相关信息，确保完整可追溯。

11.1.3 文件发放、借阅、回收需建立记录，确保文件不丢失、不损坏、不泄露。

11.2 记录管理

11.2.1 建立完整的焊接相关记录，涵盖作业、参数、清理、检验等全流程。

11.2.2 记录填写完整准确、不得涂改伪造，确保可追溯，包含必要的签字确认信息。

11.2.3 记录采用纸质或电子形式存档，纸质装订、电子备份，存档期限符合规定。

11.2.4 记录查阅、复制需履行审批手续，严禁随意查阅、复制、传播。

中 华 人 民 共 和 国

团 体 标 准

钛及钛合金钨极氩弧焊（TIG）工艺规程

T/CAMT 70—2026

*

中国金属材料流通协会

网址 www.cumetal.org.cn

中国金属材料流通协会标准化工作委员会

网址 www.cumetal.org.cn

*

开本 880×1230 1/16 印张 1.5 字数 5.3 千字

2026 年 6 月第一版 2026 年 6 月第一次印刷

*

如有印装差错 由中国金属材料流通协会调换

版权专有 侵权必究

举报电话：010-59231580



T/CAMT 70—2026