

T/HEBQIA

团 体 标 准

T/HEBQIA XXXX—2026

自行车（童车）车架机器人 自动焊接技术规程

（征求意见稿）

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

河北省质量信息协会 发布

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。

本文件由河北焊爵机器人科技有限公司提出并归口。

本文件起草单位：河北焊爵机器人科技有限公司、河北省玩具童车类产品质量检验中心、河北金赛克自行车制造有限公司、河北鸣人车业有限公司、邢台市军华科技有限公司、邢台市健力车业有限公司、河北凯宏自行车有限公司、XXXXX。

本文件主要起草人：夏中飞、孟文雅、高万禹、曹德康、高秀刚、王鹏骅、张浩、赵靖亚、蔡敏、XXXXX。

内部讨论资料 严禁非授权使用

自行车（童车）车架机器人 自动焊接技术规程

1 范围

本文件规定了自行车（童车）车架机器人自动焊接技术规程的术语和定义、焊接工作站配置、工作站布置与生产节拍、焊前准备、焊接实施、车架焊接标准、材料与消耗品管理、良次品检验标准、标志、表面处理、运输和贮存的要求。

本文件适用于自行车（童车）车架机器人自动焊接技术的实施与应用。

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 19866 焊接工艺规程及评定的一般原则

GB/T 25775 焊接材料供货技术条件 产品类型、尺寸、公差和标志

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

标准工时

工作站完成一个焊接工件所需的总时间，包括上料、焊接和下料时间。

3.2

焊道

焊道是焊接过程中每一次熔敷所形成的一条单道焊缝，通过将焊丝应用到两根管材之间的接合处来实现。焊道的质量可以通过其形状、尺寸和表面特征来判断，良好的焊道应外观均匀、清晰、饱满、宽度一致，无焊渣、裂缝、气孔、毛刺、焊穿、漏焊和尖角。

3.3

鱼鳞片

鱼鳞焊是一种焊接工艺，鱼鳞片是在焊接过程中，焊缝表面形成一系列规则排列的鱼鳞状凸起，形成均匀规则的鳞状纹路。鱼鳞焊广泛应用于各种金属材料的焊接，如碳钢、铝合金等。

3.4

良品率

良品数量占总生产数量的百分比；良品率=良品数量/总生产数量×100 %。

3.5

满焊

满焊是通过熔焊方式实现两个工件所有接触面完全焊接的工艺方法，焊缝完全覆盖接头，熔深达到母材厚度的70 %以上。

4 焊接工作站配置

4.1 焊接机器人

应采用高精度六轴焊接工业机器人，负载12 kg，臂展1.46 m，工作范围1465 mm，重复定位精度±0.03 mm，焊接机器人性能参数参见附录A。

4.2 控制柜

采用驱控一体化控制器，实现多轴联动，确保焊接过程的高精度和稳定性。示教器的操作界面支持参数设置、程序编辑和状态监控等功能。

4.3 焊机与焊枪

焊枪支持气体保护，确保焊缝成型应符合本标准表3规定的几何形状与外观要求、质量稳定。部分工作站可配备加长枪杆，以适应大型号车架的焊接。

4.4 三维柔性组合工装夹具

采用模块化设计，工装夹具应具备三维空间调整能力，其模块化设计应便于快速适配不同型号的车架，提升焊接效率并降低生产成本，确保工件重复定位精度（ ≤ 0.5 mm），兼顾人机工程 and 安全性。

4.5 变位机

可实现工件的 360° 翻转和定位，便于机器人完成复杂焊缝的焊接。

4.6 底座

为焊接机器人和工装夹具提供稳定的支撑平台，确保焊接过程中的稳定性和精度。

4.7 保护气体

混合气（ $82\%Ar+18\%CO_2$ ），适用于碳钢及低合金钢焊接。

4.8 焊丝

选用直径 0.8 mm、 1.0 mm、 1.2 mm的实芯焊丝，根据车架材料厚度选择合适的焊丝直径。不同直径的焊丝能够满足不同厚度材料的焊接要求，确保焊接熔深和焊缝质量。

4.9 安全防护措施与环保设备

焊接区域设置环保设施、防弧光面板与隔离板，上下料人员应佩戴防护面罩、手套和防尘口罩。

4.10 自行车（童车）车架

覆盖碳钢、铝合金（厚度 0.5 mm~ 5 mm）车架焊接，适用MAG工艺。

4.11 典型部件

前叉相贯线、车架前三角和总装焊接，支持薄壁管材（ ≤ 2 mm）高精度焊接。

5 工作站布置与生产节拍

5.1 工作站布置

5.1.1 前三角工作站

占地面积为 5 m \times 3 m，主要用于完成自行车前三角部分（头管、上管、下管、立管和五通）的焊接。

5.1.2 后上、下叉工作站

占地面积为 5 m \times 3 m，主要用于完成自行车后上叉、后下叉等部件的焊接。

5.1.3 整装工作站

占地面积为 6 m \times 3 m，用于完成整个自行车车架的组装和焊接。

5.1.4 设备安装

按照焊接产线设备布局图进行设备安装，确保设备位置准确、固定牢固。连接电源、气源和信号线，确保设备正常运行。

5.1.5 系统调试

对焊接机器人进行编程和调试，确保焊接路径准确、焊接参数合理；对控制柜、焊机和工装夹具等设备进行联调，确保各设备协同工作。进行空载试运行和负载试运行，检查设备运行稳定性和焊接质量。

5.2 生产节拍

各工作站需协同工作，在双工位配置下，每个前三角焊接工作站每90 s可完成1个工件的焊接；后上、下叉焊接工作站每40 s可完成3个工件的焊接（每个工件平均13 s），一个上叉工位1次焊接3组上叉；一个下叉工位1次焊接3组下叉；整装焊接工作站，每53 s可完成1个工件的焊接。单个产品焊接时间见表1。

表1 单个产品焊接时间

产品	焊接时间 (s)	上料时间 (s)	下料时间 (s)	总耗时 (s)
前三角	90	20	10	120
后上、下叉	13	8	5	26
整装	53	20	10	83

6 焊前准备

6.1 检验备料

将头管、上管、下管、立管、五通管、后上叉和后下叉按设计图纸进行检验，确保焊件一致性公差 ≤ 1 mm。对于不符合要求的焊件，及时进行返工或更换，确保进入焊接工序的焊件质量合格。

6.2 工装夹具调试

使用工装夹具固定焊件，避免焊接变形。例如，头管与上管、下管的装配角度需精确到 $\pm 0.5^\circ$ 。在安装工装夹具时，夹具的定位应准确、夹紧力适中，既要保证焊件在焊接过程中不发生移动，又要避免因夹紧力过大而导致焊件变形。安装完成后，再次检查焊件的装配角度和位置，确保符合图纸设计要求。

6.3 焊机参数设置

6.3.1 焊丝直径、推荐电流与管壁厚度

焊丝直径越小，所需的电流越小，管壁厚度越薄，其适用范围见表2。

表2 电流与管壁厚度

焊丝直径 (mm)	电流范围 (A)	适用板厚 (mm)
0.8	60~120	0.7~1.5
1.0	80~160	1~2.5
1.2	100~200	1.5~3

注1：表中所列参数为基于碳钢、铝合金材质、82%Ar+18%CO₂保护气体及标准工况下的推荐初始参数。
注2：实际生产应用中，应根据具体的母材材质、焊丝品牌、保护气体成分纯度、接头形式及焊缝位置等变量，通过正式的焊接工艺评定进行验证和优化，以确定最佳参数。

6.3.2 电压

电压与电流需匹配，以确保电弧稳定、飞溅少，焊缝成形良好。电压依据下列公式确定：

$$U = 0.04I + 14 \pm 2 \quad (1)$$

式中：

U ——焊机电压 (V)；

I ——焊机电流 (A)；

注1： ± 2 表示电压允许的波动范围（根据实际情况微调）在设定电压时，要先根据电流值计算出理论电压，然后在实际焊接过程中根据焊缝的成形情况进行适当调整。

注2：该公式适用于碳钢、铝合金材质、82%Ar+18%CO₂保护气体及标准工况。实际应用中应根据焊缝成形情况（如飞溅、熔深、焊缝宽度）进行微调。

6.4 气体流量

混合气流量设定为10 L/min~15 L/min，以确保气体保护效果。

6.5 送丝速度

送丝速度应与焊接电流、电压相匹配。电流越大，送丝速度应越快，以保证焊接过程中焊丝的供应充足。

7 焊接实施

7.1 车架前三角焊接

7.1.1 焊接顺序

- a) 焊接上管与立管的连接处；
- b) 焊接下管、立管、五通管的连接处；
- c) 焊接立管与五通管的前侧，再焊接后侧；
- d) 焊接五通管与下管连接处；
- e) 焊接头管与上管的连接处，再焊接头管与下管的连接处。

7.1.2 操作要点

焊枪与焊缝应呈75°夹角，保持10 mm~15 mm丝杆长度。每次焊接完成后，应清理焊渣，检查焊缝质量，确保无焊穿、焊渣等缺陷。

7.2 车架后上叉与后下叉焊接

7.2.1 焊接顺序

应先焊接后上叉与立管的连接处，再焊接后下叉与五通管的连接处，最后焊接后上叉与后下叉的交叉部位。

7.2.2 操作要点


对于交叉部位，采用小电流（80 A~100 A）快速焊接，避免过热。焊缝转角处需停留0.5 s，确保熔深。




8 车架焊接标准

整车表面应干净无焊渣、气孔和漏焊，无磕碰伤（见表3）。

表3 车架焊接标准

部位别称	目视图	焊道标准	焊接参数
头管焊接 大规格		<ol style="list-style-type: none"> 1. 在焊缝全长范围内，任意连续25.4mm长度上，鱼鳞片9~11片，宽度4±1mm； 2. 焊道形状：大规格呈“C”形； 3. 焊道外观应均匀、清晰、饱满、宽度一致，无焊渣、焊穿、气孔、毛刺和漏焊； 4. 接点无堆积、针孔、不到位和凹陷。 	电流：100 A~120 A； 电压：18 V~22 V； 焊接速度： 5 m/min~12 m/min； 气体流量： 10 L/min~15 L/min。

部位别称	目视图	焊道标准	焊接参数
头管焊接 小规格		<ol style="list-style-type: none"> 1. 鱼鳞片 9~11 片/25.4 mm, 宽度 4 ± 1 mm; 2. 焊道形状: 小规格呈“ε”形; 3. 焊道外观应均匀、清晰、饱满、宽度一致, 无焊渣、焊穿、气孔、毛刺和漏焊; 4. 接点无堆积、针孔、不到位和凹陷。 	电流: 80 A~110 A; 电压: 16 V~19 V; 焊接速度: 5 m/min~12 m/min; 气体流量: 10 L/min~15 L/min。
上管立管		<ol style="list-style-type: none"> 1. 鱼鳞片 9~11 片/25.4 mm, 宽度 4 ± 1 mm; 2. 焊道形状呈“C”形; 3. 焊道外观应均匀、清晰、饱满、无焊渣、气孔、毛刺、单边、尖角和宽度一致; 4. 接点无堆积、针孔、不到位和凹陷。 	电流: 100 A~120 A; 电压: 18 V~22 V; 焊接速度: 5 m/min~12 m/min; 气体流量: 10 L/min~15 L/min。
下管五通		<ol style="list-style-type: none"> 1. 鱼鳞片 9~11 片/25.4 mm, 宽度 4 ± 1 mm; 2. 焊道外观应均匀、清晰、饱满、宽度一致, 无焊渣、焊穿、气孔、毛刺和漏焊; 3. 接点无堆积、针孔、不到位和凹陷; 4. 去除焊接前下管五通毛边。 	电流: 100 A~120 A; 电压: 18 V~22 V; 焊接速度: 5 m/min~12 m/min; 气体流量: 10 L/min~15 L/min。
五通处 小弧角		焊道外观应均匀、清晰、饱满和宽度一致, 无焊渣、焊穿、气孔、毛刺、漏焊; 无堆积、接点平顺、无针孔、凸起和错位。	电流: 80 A~110 A; 电压: 16 V~19 V; 焊接速度: 5 m/min~12 m/min; 气体流量: 10 L/min~15 L/min。

部位别称	目视图	焊道标准	焊接参数
后下叉与五通处		1. 鱼鳞片 13 ± 1 片/ 25.4 mm, 宽度 5 ± 1 mm; 2. 焊道外观应圆滑、平顺、饱满和宽度一致, 无焊渣、气孔、龟裂和毛刺。接点无针孔、无堆积和凸起。	电流: 70 A~ 100 A; 电压: 15 V~ 18 V; 焊接速度: 5 m/min~ 12 m/min; 气体流量: 10 L/min~ 15 L/min。
下叉支片		1. 鱼鳞片 9 ± 1 片/ 25.4 mm, 宽度 5 ± 1 mm; 2. 焊道应均匀、平顺、饱满、宽度一致、无蚀肉、焊渣、气孔、龟裂和毛刺, 收尾点无针孔; 3. 焊道须向内侧拐角 $1 \sim 2$ 片, 无漏焊、焊穿、焊渣、气孔和毛刺。	电流: 70 A~ 100 A; 电压: 15 V~ 18 V; 焊接速度: 5 m/min~ 12 m/min; 气体流量: 10 L/min~ 15 L/min。
上叉支片		1. 鱼鳞片 9 ± 1 片/ 25.4 mm, 宽度 5 ± 1 mm; 2. 焊道应均匀、平顺、饱满、宽度一致、无蚀肉、焊渣、气孔、龟裂和毛刺, 收尾点无针孔; 3. 焊道须向内侧拐角 $1 \sim 2$ 片, 无漏焊、焊穿、焊渣、气孔和毛刺。	电流: 70 A~ 100 A; 电压: 15 V~ 18 V; 焊接速度: 5 m/min~ 12 m/min; 气体流量: 10 L/min~ 15 L/min。
上、下叉桥管		1. 鱼鳞片 13 ± 1 片/ 25.4 mm, 宽度 5 ± 1 mm; 2. 焊道应均匀、宽度一致、平顺、圆滑、无蚀肉、焊渣、气孔和焊破。接点平顺、无针孔、气孔、堆积和凸起。	电流: 70 A~ 100 A; 电压: 15 V~ 18 V; 焊接速度: 5 m/min~ 12 m/min; 气体流量: 10 L/min~ 15 L/min。

部位别称	目视图	焊道标准	焊接参数
上叉与立管		1. 鱼鳞片 13 ± 1 片/ 25.4 mm, 宽度 4 ± 1 mm; 2. 焊道应平整、清晰、无蚀肉、焊渣、气孔、焊破和灼伤, 收尾点无针孔和蚀肉; 3. 吊线架无歪斜、偏向。	电流: 70 A~ 100 A; 电压: 15 V~ 18 V; 焊接速度: 5 m/min~ 12 m/min; 气体流量: 10 L/min~ 15 L/min。

9 材料与消耗品管理

9.1 母材

母材表面清洁度应达到Sa2.5级, 无油污锈蚀, 材质可追溯。在入厂时进行严格检验, 不合格的母材不得投入使用。

9.2 焊材

焊丝牌号和直径应符合GB/T 25775、GB/T 19866质量要求。

9.3 消耗品

应定期更换导电嘴、喷嘴等消耗品, 每8h或500个焊点更换1次, 确保导电性应符合本标准表3规定的焊接质量标准和设备正常运行。

10 良品检验标准

10.1 良品检验标准

良品检验应符合下列要求:

- 焊缝表面无焊渣、飞溅物、油污和锈蚀。不应出现气孔、漏焊、焊穿、裂纹、磕碰伤和焊道偏移 (A 如焊材上偏导致焊缝覆盖不全); 良品检验应符合表4的要求。
- 良品率基准标准设定为 95%, 连续 3 个批次低于目标值应进行工艺复盘;
- 良品率基准标准设定为 85%, 低于此值应停线整改;
- 良品率应每批次统计, 记录于《焊接质量统计表》。次品应标识、隔离, 并进行返修或报废处理。相关记录保存期限不少于 3 年。

表 4 良品检验标准

序号	目视图	检验标准
1		焊材上无缺陷漏焊, 无焊穿焊偏气孔等瑕疵归为良品。

序号	目视图	检验标准
2		<p>焊道在没有露出焊缝且有1/3焊液在焊道上归为良品。</p>
3		<p>焊道不太美观，但是不漏焊缝，没有缺少整个鳞片，图中的焊道中间位置缺少半个鳞片，但是达到满焊归为良品。</p>

10.2 次品检验标准

次品检验应符合表5要求。

表5 次品检验标准

序号	目视图	检验标准
1		<p>有明显焊穿现象归为次品。</p>

序号	目视图	检验标准
2		<p>焊材上偏导致的大面积焊穿焊偏现象归为次品。</p>
3		<p>在起弧点和收弧点接口位置有明显漏焊位置的归为次品</p>
4		<p>有细小针眼的归为次品</p>
5		<p>焊道出现气孔、气泡的归为次品。</p>

11 标志、表面处理、运输和贮存

11.1 标志

焊接产线应在非工作面的明显处安装标牌或SOP系统,包含下列内容:

- 焊接设备名称;
- 本体序列号;
- 公司名称;
- 产品型号;
- 焊接参数。

11.2 表面处理

焊接完后焊道应外观均匀、清晰、饱满、圆滑、无蚀肉、无焊渣、气孔和宽度一致。接点平顺、无针孔、气孔、堆积和凸起。表面处理车架焊接完成后,须进行表面处理以提升外观质量与耐腐蚀性能。表面处理包括清除焊渣、飞溅物及氧化层,采用机械打磨,确保表面清洁平整。处理过程应符合环保要求,粉尘与废气经集中过滤排放,保护操作人员健康与环境安全。

11.3 运输和贮存

焊接完成的车架在运输过程中应注意防潮、防磕碰,保证完好无损;应存放在通风、干燥、无腐蚀性气体、无侵害的环境内,不宜露天存放。

内部讨论资料 严禁非授权使用

附录 A
(资料性)
焊接机器人性能参数

A.1 设备参数配置

设备参数配置见表A.1。

表 A.1 设备参数配置

技术模块	关键指标	标准依据
机器人本体	负载能力: 5-12 kg; 重复定位精度: ± 0.03 mm; 防护等级: IP54 (适应高温/粉尘环境)。	GB/T 12644-2025《工业机器人特征表示》
控制系统	控制精度: 位置误差 ≤ 0.1 mm, 速度误差 $\leq 1\%$; 支持离线编程、在线示教及混合编程。	T/JQZN 004-2024《机器人焊接技术》
焊接系统	电源稳定性: 电流/电压波动 $\leq \pm 2\%$; 送丝精度: 速度误差 $\leq 1\%$; 气体流量控制精度: $\pm 5\%$ 。	ISO 5817-2025《焊接质量要求》
安全系统	紧急停止响应时间 ≤ 0.2 s; 碰撞检测精度 ≤ 5 mm。	ISO 13849-2025《机械安全控制系统安全部件》

A.2 机器人标准规格

机器人标准规格见表A.2。

表 A.2 机器人标准规格

负载能力	12 kg	
重复定位精度	± 0.03 mm	
最大工作半径*1	1465 mm	
运动范围	J1	$\pm 180^\circ$
	J2	$+90^\circ, -170^\circ$
	J3	联合: $+180^\circ, -200^\circ$; 单轴: $+150^\circ, -90^\circ$ 。
	J4	$\pm 180^\circ$
	J5	$+145^\circ, -160^\circ$
	J6	$\pm 360^\circ$
最大运动速度	J1	$200^\circ /s$
	J2	$200^\circ /s$
	J3	$220^\circ /s$
	J4	$400^\circ /s$

表A.2 机器人标准规格（续）

	J5	430° /s
	J6	720° /s
手腕允许力矩	J4	23 N·m
	J5	20 N·m
	J6	9 N·m
手腕允许惯量	J4	0.40 kg·m ²
	J5	0.38 kg·m ²
	J6	0.10 kg·m ²
本体重量	130 kg	
电源容量	2 kVA	
防护等级（手腕）	IP65	
防护等级（本体）	IP54	
<p>注：关于IP等级</p> <p>IP67 的意义</p> <p>6：防尘型：粉尘不会入侵内部。</p> <p>7：针对浸渍的保护：在规定压力下、时间下即使浸在水中也不会产生有害的影响。</p> <p>IP65 的意义</p> <p>6：防尘型：粉尘不会入侵内部。</p> <p>5：耐水型：不管来自什么方向上的射水，也不会产生有害影响。</p> <p>IP54 的意义</p> <p>5：防尘型：防止粉尘入侵内部。即使有若干粉尘侵入内部，也不会妨碍正常运行。</p> <p>4：对飞沫的保护：不管来自什么方向的水的飞沫，也不会产生有害的影响。</p> <p>IP56 的意义</p> <p>5：防尘型：防止粉尘入侵内部。即使有若干粉尘侵入内部，也不会妨碍正常运行。</p> <p>6：耐水型：不管来自什么方向上的强力喷流，也不会产生有害影响。</p>		