

团 体 标 准

T/NXJX ××××—××××

人机协作遥操作机器人铸件打磨系统
技术要求

Technical requirements for casting grinding system of human - machine cooperative
teleoperation robot

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上

（征求意见稿）

（本稿完成日期：2020. 09. 15）

××××—××—××发布

××××—××—××实施

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020给出的规则起草。

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。

本文件由宁夏巨能机器人股份有限公司提出。

本文件由宁夏机械工程学会归口。

本文件起草单位：宁夏巨能机器人股份有限公司、共享装备股份有限公司、宁夏机械工业协会。

本文件主要起草人：宋明安、鲍鲁海、郭红红、车延明、李培亮、燕向阳。

本文件首次发布。

人机协作遥操作机器人铸件打磨系统 技术要求

1 范围

本文件规定了人机协作遥操作机器人铸件打磨系统（以下简称“打磨系统”）的术语和定义、性能、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存等。

本文件适用于10吨~30吨铸件的物理性机器人打磨系统。

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 3766 液压传动系统及其元件的通用规则和安全要求
- GB/T 4768 防霉包装
- GB/T 4879 防锈包装
- GB/T 5048 防潮包装
- GB/T 5226.1-2019 机械电气安全 机械电气设备 第1部分:通用技术条件
- GB/T 7932-2017 气动 对系统及其元件的一般规则和安全要求
- GB 11291.1 工业环境用机器人安全要求 第1部分：机器人
- GB 11291.2 机器人与机器人装备工业机器人的安全要求 第2部分：机器人系统与集成
- GB/T 12642-2013 工业机器人性能规范及其试验方法
- GB/T 12643-2013 机器人与机器人装备词汇
- GB/T 12644-2001 工业机器人特性表示
- GB/T 37242 机器人噪声试验方法
- JB/T 8896-1999 工业机器人验收规则

3 术语和定义

GB/T 12643-2013界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

遥操作机器人 teleoperation robot

操作人员监视和控制远方机器人完成各种作业，从而使机器人能够代替人类在一些无法触及的、甚至一些危及人类健康或生命安全的环境下完成各种任务。

3.2

打磨系统力控制 force control of grinding system

通过检测机器人系统力传感器输出的力或力矩参数，并通过一定的控制策略，实现打磨工具在作业区域的接触力或者力矩的控制。

3.3

打磨系统位置控制 positioning control of grinding system

通过检测打磨系统测距传感器输出的距离参数，并通过一定的控制策略，实现打磨工具和打磨工件的距离的控制。

4 性能参数

打磨系统的性能参数见表1。

表1 打磨系统的性能参数

参数	参数值
打磨铸件重量范围	10 吨~30 吨
打磨铸件尺寸范围:直径×高度	Φ2800mm×1200mm
砂轮最高转速	2350r/min
最大磨削力	3000N
最高打磨效率	铸件减量 180 公斤/小时
力控制精度	±1%Fs
距离控制精度	±0.1mm
参数及耗电功率	380V, 50Hz, 100KW

5 技术要求

5.1 一般技术要求

- 5.1.1 打磨系统应按规定程序批准的设计图样和工艺文件进行制造。
- 5.1.2 打磨系统所用材料及外购元器件、部件，入厂时应经检验部门复检，并应符合有关标准规定。
- 5.1.3 打磨系统应配有的打磨工具或者夹持器，其性能应该符合相关标准的规定，便于更换。
- 5.1.4 打磨系统设计时应采取抗干扰措施。

5.2 外观和结构

- 5.2.1 结构应布局合理、造型美观、操作方便、便于维修。
- 5.2.2 说明功能的文字、符号、标志应 清晰、端正，各轴关节处应标明轴号及运动方向。

5.2.3 表面不应有明显的凹痕、裂缝和变形，漆膜及镀层应均匀、无气泡、划伤、脱落和磨损等缺陷，金属零件不应有锈蚀及其他机械损伤。

5.2.4 打磨系统设备中，所有紧固部分应无松动，活动部分润滑和冷却状况良好。

5.3 功能要求

5.3.1 开关、按钮、显示、报警及联锁装置功能应正常。

5.3.2 操作机构各轴运动平稳、正常。

5.3.3 打磨系统力控制功能可靠，应具有：

- a) 力感知装置；
- b) 力闭环控制功能；
- c) 位置补偿功能。

5.3.4 测距精度准确，应具有：

- a) 测距装置；
- b) 位置补偿功能；
- c) 斜面找正功能。

5.3.5 遥操作应满足：

- a) 操作手柄功能正常，操作机器人的各种动作平稳、顺滑；
- b) 操作的灵敏性满足打磨要求，无明显延时现象；
- c) 各种打磨模式易操作，人机界面友好。

5.4 液压系统

液压系统应符合GB/T 3766的规定，液压源的压力波动值应按液压产品标准的规定执行。

5.5 气动系统

气动系统应符合GB/T 7932-2017的规定。

5.6 安全

5.6.1 基本要求

打磨系统的安全应符合GB 11291.1和GB 11291.2的规定。针对铸件打磨工艺的特点，应满足以下安全要求：

- a) 安全防护装置与机器人控制系统、动力系统及辅助设备应相互联锁；
- b) 打磨机器人在运动及作业过程中，应通过物理遮挡方式用于防护可能导致的人身伤害；
- c) 应采用防护罩及除尘装置，防止粉尘的散布；
- d) 打磨系统设计和制造应考虑当动力源丧失、恢复或变化时，不会引起机器人危险运动；
- e) 应设立安全防护区间；
- f) 打磨系统应设易于辨识的视听警示信号或光信号警示信号；
- g) 控制柜应安装在安全防护空间外；
- h) 打磨系统各操作站均应设有便捷的急停装置。急停和重新启动打磨系统时，手动操作和复位应在限定空间外进行。

5.6.2 等电位联结

打磨系统及相关控制装置、动力源和研磨抛光设备都应有接地点，不能明显表明的接地点，应在其附近标注明显的接地符号。

保护联结电路应符合GB/T5226.1-2019中8.2.4的规定。

5.6.3 绝缘电阻

打磨系统交流动力电源电路与壳体之间的绝缘电阻不应小于1MΩ。

5.6.4 耐电强度

打磨系统动力交流电源电路与邻近的非带电导体间，应能承受交流（50Hz）额定电源电压值1000V，持续至少1 s的时间耐电强度试验，无击穿、闪络现象出现。

5.6.5 紧急停止、重启和断电保护

打磨系统应具备紧急停止、重启和断电保护装置，紧急停止和断电保护装置应符合GB/T5226.1-2019中9.2.3.4的规定。

5.7 连续运行

打磨系统在最大磨削力和砂轮的最高转速下，连续运行8h，工作应正常。

5.8 噪声

人员在操作室内，打磨系统在最大磨削力和砂轮的最高转速下所产生的噪声应不大于80dB（A）。

5.9 工艺操作

按铸件打磨工艺要求，对打磨系统编程和工艺操作，工作应正常。

5.10 环境适应性

打磨系统的工作环境条件见表2。

表2 环境条件

环境条件	工作条件	贮存、运输条件
环境温度	0℃～40℃	-40℃～55℃
相对湿度	≤85%（40℃）	≤85%（40℃）
大气压力	86kPa～106kPa	86kPa～106kPa

5.11 成套性

5.11.1 打磨系统应包括操作室、控制装置、动力源装置、连接管线等成套设备。

5.11.2 打磨系统出厂时，应备有供正常生产使用的附件、维修用的备件及专用工具。

5.11.3 打磨系统出厂时，应提供特性数据表、技术说明书或操作、安装、维修说明书等技术文件以及产品合格证明书。

6 试验方法

6.1 性能测试

6.1.1 打磨铸件重量范围

采用30吨铸件进行打磨试验，打磨系统各单元工作应正常。

6.1.2 打磨铸件尺寸范围

采用直径×高度为 $\phi 2800\text{mm} \times 1200\text{mm}$ 的样件进行打磨试验，可以打磨到除底面外的所有部位。

6.1.3 最高打磨效率

在最大磨削力和砂轮的最高转速条件下，使各关节进入稳定作业状态，连续打磨样件，采用称重方式测出铸件打磨的减量。重复测量3次，以3次测得结果的平均值作为测量结果。

打磨效率计算公式： $P = (W1 - W2) / T \times 60$

W1：打磨前样件重量（KG）

W2：打磨后样件重量（KG）

T：打磨样件用时间（min）

P：打磨效率（KG/H）

6.1.4 力控制有效性

在非工作状态下，使各关节进入稳定作业状态，令打磨系统向各方向施加压力，测量反馈力信息与实际施加压力的符合程度以及压力过载保护的有效性。各方向分别重复测量3次，以3次测得结果的平均值作为测量结果。

6.1.5 距离控制精度

采用高度测量工具对砂轮的移动距离和测距传感测量反馈的数值进行比对。重复测量5次，以5次测得结果的平均值作为测量结果。

6.1.6 操作灵敏性

对每个手柄进行操作，观察机器人的响应，重复操作5次，没有明显的延时现象。

6.2 外观和结构

按JB/T 8896-1999中5.2的规定进行检查，且符合6.2要求。

6.3 功能检查

按JB/T 8896-1999中5.3的规定进行。

6.4 液压系统检查

打磨系统连续运行8小时后，检查各密封及接头处，不应有漏油现象，和6.7连续运行试验合并进行。

6.5 气动系统检查

遥操作机器人铸件打磨系统连续运行8小时后，检查各密封及接头处，不应有漏气现象，和6.7连续运行试验合并进行。

6.6 电器安全试验

6.6.1 保护联结电路电阻测量

按GB/T 5226.1-2019中18.2的规定进行。

6.6.2 绝缘电阻测量

按GB/T 5226.1-2019中18.3的规定进行。

6.6.3 耐压强度试验

按GB/T 5226.1-2019中18.4的规定进行。

6.6.4 急停和重启、断电保护试验

按GB/T 5226.1-2019中9.2.3.4的规定进行。

6.7 连续运行试验

连续工作运行8小时,检查液压系统、气动系统、打磨主轴、机器人各单元工作应正常。

6.8 噪声测试

按GB/T 37242-2018的规定进行。

6.9 工艺操作试验

正常工艺条件下,按打磨工艺要求,对打磨系统进行示教编程,并启动打磨系统进行自动运行,工作应正常。

6.10 环境气候适应性试验

按JB/T 8896-1999中5.10的规定进行。

7 检验规则

按JB/T 8896-1999中第3章的规定进行。

8 检验项目

检验项目见表3的规定。

表3 检验项目

序号	检验项目		技术要求	检验方法	出厂检验	型式检验
1	外观与结构		5.2	6.2	○	○
2	功能要求		5.3	6.3	○	○
3	液压系统		5.4	6.4	○	○
4	气动系统		5.5	6.5	○	○
5	性能	打磨铸件重量范围	4	6.1.1	—	○
		打磨铸件尺寸范围	4	6.1.2	—	○
		最高打磨效率	4	6.1.3	—	○
		力控制精度	4	6.1.4	○	○

		距离控制精度	4	6.1.5	○	○
		操作手柄灵敏度	5.3.5b)	6.1.6	○	○
6	安全	等电位联结	5.6.2	6.6.1	—	○
		绝缘电阻	5.6.3	6.6.2	—	○
		耐电强度	5.6.4	6.6.3	—	○
		紧急停止、重启和断电保护	5.6.5	6.6.4	—	○
7	连续运行		5.7	6.7	○	○
8	噪声		5.8	6.8	○	○
9	工艺操作		5.9	6.9	○	○
10	环境气候适应性		5.10	6.10	—	○
注：“○”为检查项目						

9 标志、包装、运输和贮存

9.1 标志

9.1.1 打磨系统产品上应装有铭牌，铭牌上应包括下述内容：

- a) 产品名称；
- b) 产品型号；
- c) 砂轮最高转速；
- d) 动力源参数及耗电功率；
- e) 外形尺寸和重量；
- f) 生产编号；
- g) 制造单位名称；
- h) 出厂年、月。

9.1.2 包装箱外表面上，应按 GB/T 191 规定做图示标志。

9.2 包装

9.2.1 出厂包装应符合以下要求：

- a) 打磨系统在包装前，必须将机器人活动臂部分牢靠固定；
- b) 机器人底座及其他装置与包装箱底板牢靠固定；
- c) 控制装置应单独包装；
- d) 包装符合GB/T 4768、GB/T 4879和GB/T 5048的要求，若有其他特殊包装要求，应在产品标准中规定；
- e) 若有其它特殊包装要求，应在产品标准中规定。

9.2.2 包装箱内应有下列文件：

- a) 产品合格证明书；
- b) 使用说明书；
- c) 随机备件、附件及其清单；
- d) 装箱清单。

9.3 运输

运输、装卸时，应按9.1.2包装标志规定的标识方向放置，以保持包装箱的竖立位置，并不得堆放。

9.4 贮存

长期存放打磨系统的仓库，其环境温度为 $-40^{\circ}\text{C}\sim 55^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于85%（ 40°C ）。其周围环境应无腐蚀、易燃气体，无强烈机械振动、冲击及强磁场作用。
