

机器人自动焊接系统的设计与应用

赵彦斌 蔺力 柳贺

(奇瑞汽车股份有限公司 芜湖 241006)

摘要: 本文介绍了奇瑞国内自主研发的首台大负载工业机器人在自动焊接系统中的应用, 并对机器人自动焊接系统应用特点、工作原理、信号通信、离线编程做了介绍, 同时介绍了机器人和PLC之间的信号通信及逻辑判断, 并就系统的安全性方面提出技术创新。通过机器人自动焊接系统的实际应用, 就如何将焊接机器人合理、高效应用于生产制造业进行了实际分析。

关键词: 工业机器人, 自动焊接系统, 离线编程

工业机器人是集机械、电子、控制和计算机技术为一体的高端科技产品, 是现代化工业技术的一个缩影和标志。焊接机器人在焊接生产中可大大提高生产设备的自动化水平、焊接质量和生产效率, 保证焊接过程的稳定性和产品的一致性, 减小劳动强度, 同时又可提升企业的产品质量, 提高企业的整体竞争力。我国由制造大国向制造强国迈进, 需要提升加工手段, 提高产品质量和增强企业竞争力, 这一切预示着机器人应用及发展前景空间巨大。

1. QH-165机器人的各项指标参数

该系统所使用的机器人是奇瑞汽车股份有限公司自主研发的大负载工业机器人型号为QH-165, 最大负载165kg, 六个自由度, 该机器人也是我国首台自主研发的大负载工业机器人, 各项性能参数达到国际先进水平, 具体参数如下

1.1 基本参数

最大负载: 165kg
最大臂展半径: 2.66m

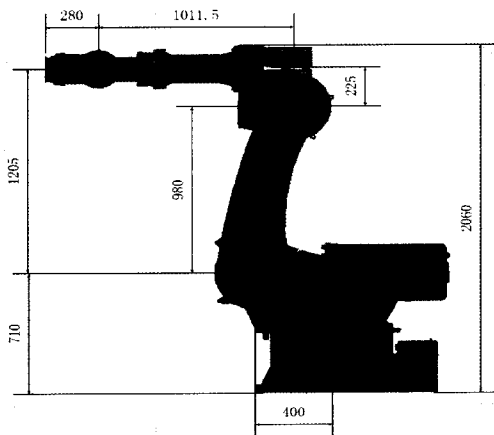


图1 总装三维模型

机器人总重量1565kg
底座及腰转部件的重量: 838kg
大臂重量: 206kg;
小臂重量: 272kg;
腕部重量: 60kg;

1.2 杆件参数

1轴安装高度: $H=710\text{mm}$
1轴回转半径: $R=400\text{mm}$
大臂长度: $L_1=980\text{mm}$
3轴回转中心至小臂的垂直距离: $S=225\text{mm}$
小臂长度: $L_2=1011.5\text{mm}$
腕部长度: $W=280\text{mm}$

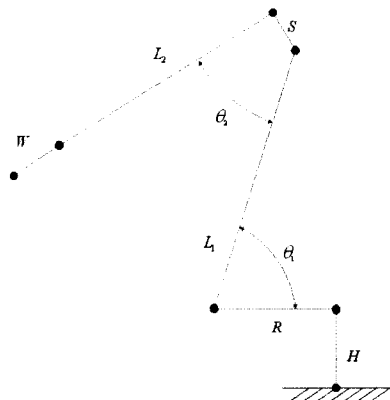


图2 结构简图

1.3 各轴转角范围

1轴: 绕Z轴旋转: $-180^\circ \sim 180^\circ$
2轴: 绕Z轴旋转(全局坐标系):
 $\theta_2=30^\circ \sim 170^\circ$
3轴: 与2轴夹角: $\theta_2=10^\circ \sim 300^\circ$
4轴: 绕Z轴旋转(局部坐标系): $-360^\circ \sim 360^\circ$
5轴: 绕Z轴旋转(局部坐标系): $-125^\circ \sim 125^\circ$
6轴: 绕Z轴旋转(局部坐标系): $-720^\circ \sim 720^\circ$

综述 R

1.4 单关节最大速度

最大动作速度	最大动作范围
J1 100° /sec	±180°
J2 90° /sec	-60° ~+80°
J3 95° /sec	-80° ~210°
J4 120° /sec	±360°
J5 120° /sec	±125°
J6 170° /sec	±720°

1.5 工作空间图解

1轴转动使机器人工作空间呈回转体，为方便分析，取其一个截面，扇形的中间部分为机器人的核心工作区域，边缘为恶劣姿态工作区域，在机器人具体工作时应尽量使其在核心工作区域内运动。

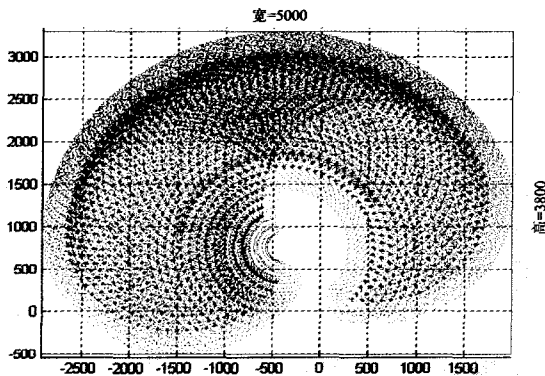


图3 工作空间截面

2. 焊接机器人系统的应用特点

焊接机器人系统应用工程集成了机械、电气及焊接技术等，它的应用形式是多样化的，主要根据焊接工件的焊接工艺要求和生产要求来设计。本文所设计的系统为一机双工位自动焊接系统，是奇瑞首台自主研发的高负载机器人由单工位焊接首次应用到自动焊接系统中，该系统类似与汽车生产车间的机器人焊接生产线，将工件放好后由导轨将工件运到指定位置，

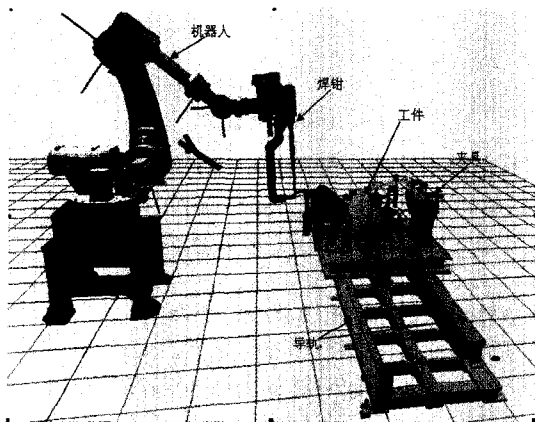


图4 系统模拟图

然后启动机器人焊接，焊接完成后机器人发送焊接完成信号，PLC控制导轨滑出。整个系统需要很好的处理PLC和机器人之间的相互通信，做到稳定可靠，避免意外事故发生。

3. 机器人自动焊接系统的组成

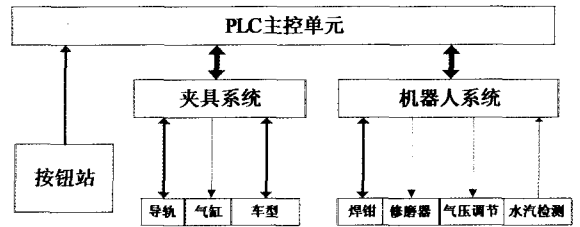


图5 系统组成框图

3.1. 焊接机器人系统

系统包括机器人本体、机器人运动控制系统、示教设备及配套软件系统、水汽检测、焊接控制系统以及焊钳系统。

3.2. 焊接工装夹具

主要满足工件的定位、装夹，确保工件准确定位、减小焊接变形，主要由气缸来控制夹爪，气缸的动作由PLC控制。同时要满足柔性化生产要求，所谓柔性化就是要求焊接工装夹具在夹具平台上快速更换，包括气、电的快速切换。

3.3. 夹具平台及导轨

夹具平台是满足焊接工装夹具的安装和定位，工件上好以后由导轨滑至机器人焊接工位，机器人检测到到位信号后开始焊接。它是根据工件焊接生产要求和焊接工艺要求的不同，设计的形式也不同。它对焊接机器人系统的应用效率起到至关重要的作用。通常都以它的设计形式和布局来确定其工作方式。

4. 控制系统的工作原理及信号通信

焊接机器人，夹具和夹具平台导轨系统等硬件的控制系统，通常采用PLC为主控单元。人机界面触摸屏为参数设置和监控单元，在全自动状态下只操作按钮站。

整个系统由PLC作为主控单元，由PLC来控制机器人和夹具的协调运动。启动PLC后启动机器人，机器人有单独的电柜控制，PLC主要是实现和机器人的相互通信逻辑判断等功能，由PLC来控制什么时候夹具动作什么时候机器人动作，机器人正常运行则反馈给PLC一个运行正常信号，机器人自检目前位置姿态确认是否处于安全区域，如处于安全区域则发出一个高电平，允许夹具运动，如进入焊接区域则为低电平，禁止夹具运动。机器人处于安全区域时启动

夹具系统, 由PLC控制柜选择手动或自动运行模式, 然后再选择车型, PLC同时将这些信号发给机器人, 机器人根据所发过来的信号, 系统会自动调用相应的程序。当夹具上好件运行到指定工位后给机器人发送允许焊接指令, 这是机器人开始进入焊机状态, 当把所有的点焊完后, 机器人回到安全区域发给PLC一个焊接完成命令, 焊接结束后进入下一循环。这时夹具可以运动导轨滑出退回到起始位置, 进入下一循环等待。详细信号通讯及逻辑判断流程如图6。

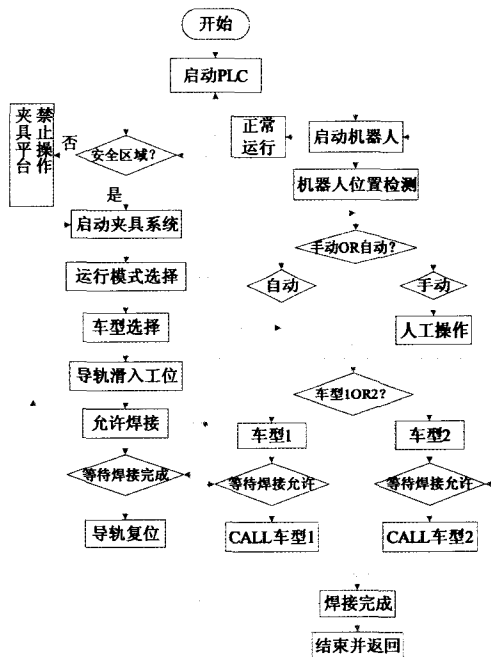


图6 工作原理和信号通讯流程图

5. 机器人离线编程

在整个系统在设计过程中广泛使用了离线编程技术, 缩短机器人系统编程时间, 把操作人员从传统繁重示教工作解脱出来, 为系统的最终建立节约了大量时间。机器人离线编程系统是机器人编程语言的推广, 它利用计算机图形学的成果, 建立起机器人及其工作环境的模型, 利用一些规划算法, 通过对图形的控制和操作, 在不使用实际机器人以及夹具的情况下进行轨迹规划, 进而产生机器人程序。自动编程技术的核心是焊接任务、焊接参数、焊接路径和轨迹规划等技术的应用, 自动编程技术可以表述为在编程各阶段中, 能够辅助编程者完成独立的、具有一定实施目的和结果的编程任务的技术, 具有智能化程度高、编程质量和效率高等特点。离线编程技术的理想目标是

实现全自动编程, 即只需输入工件的模型, 离线编程系统中的专家系统会自动制定相应的工艺过程并最终生成整个焊接过程的机器人程序。离线编程技术是机器人应用于自动化生产线尤其是多机器人协调工作系统研究的重点。

6. 系统的安全性和技术创新

采用全封闭式机器人防护栏, 并装有红外线感应光栅, 当有人在挡住光栅时整个系统暂停运转。防护栏的安全门配有检测开关, 在自动工作状态下, 如果有人打开安全门进入防护栏内, 机器人及夹具自动停止运转。

工作台设有急停按钮, 发现有异常情况是可拍下急停按钮机器人停止动作, 再次按下恢复运行按钮机器人延续急停前的状态继续运行。

安全工作区域界定, 根据具体工位的特点创新性利用世界坐标系下Y轴参数变化确定机器人安全工作范围, 通过实时监测世界坐标系下Y轴的运动范围来确定安全区域, 避免和夹具相撞。

自动清除焊接报警。减少焊接报警应保持工件的干净, 无油污、铁锈、焊渣、纸标签等杂物, 通过工作台操作加装了一键清除报警按钮, 并可以自动恢复运行。在工位现场加装了修磨器, 实现自动修磨电极帽, 根据工艺要求每焊接500个焊点修磨一次, 通过自动修磨可以清除焊渣、修整电极帽的形状等来减少焊接报警保证焊点质量。

7. 结束语

该系统已经连续运行数月运行效果良好, 在奇瑞汽车公司焊装车间已成功焊接几千套汽车车身部件, 表现出良好的性能, 焊点精度达到国际先进水平, 不但提高了工作效率而且提高了产品质量。通过该机器人自动焊接系统的良好运作, 为后期奇瑞机器人的多机器人协调工作的成线技术做好铺垫。焊接机器人在高质高效的焊接生产中, 发挥了极其重要的作用, 机器人系统的应用为汽车制造业大批量、高效率、高质量进行流水线汽车制造提供了有利保障。

参考文献

- [1] 庞明. 机器人设计与实现. 科学出版社. 2007
- [2] 王广雄 何联. 控制系统设计. 清华大学出版社. 2007
- [3] 孙树栋. 工业机器人技术基础. 西北工业大学出版社. 2006
- [4] 卢志刚 吴杰. 数字伺服控制系统与设计. 机械工业出版社. 2007
- [5] 刘荣 译. 机器人探索. 电子工业出版社. 2003