

Research on Methods for Improving Robot Action Time in Interactive Control

Naihui Zhao Yongli Liu

China Electronics Technology Fenghua Information Equipment Co., Ltd., Taiyuan, Shanxi, 030024, China

Abstract

In the touch screen industry, with the further increase in production capacity requirements from customers, the original equipment needs to be upgraded and transformed, and the robot's action time needs to be increased from the original 5.5S to 4.5S. Based on this, a new design control scheme is proposed. In the original usage scenario and with little change in mechanical structure, through hardware design, program control logic, and action optimization, the robot's action and communication time are further reduced, and the overall motion control effect is improved. This further proves that the optimized control method is an effective way to improve robot performance and meet customer needs. By comprehensively comparing multiple factors, the rationality of the new control system scheme was verified.

Keywords

robot; interaction control; communication

交互控制中提升机器人动作时间的方法研究

赵乃辉 刘永立

中电科风华信息装备股份有限公司, 中国·山西太原 030024

摘要

在触摸屏行业,随着客户对产能要求的进一步提高,原有的设备需要升级改造,需要将机器人的动作时间由原来的5.5S提升到4.5S,基于此提出了一种新的设计控制方案,在原有使用场景以及机械结构变化不大的情况下,通过硬件设计、程序控制逻辑,以及动作优化等多个方面,进一步减少了机器人的动作和通讯时间,提升了整体运动控制效果,进一步证明了优化控制方式是提升机器人性能、满足客户需求的有效途径。综合对比了多方面因素,验证了新控制系统方案的合理性。

关键词

机器人;交互控制;通信

1 引言

在同机器人的交互控制中,常用的方式,是把机器人当作机械手,移动前 PLC 发出定位信号,机器人走到实际位置后,再反馈给 PLC 到位信号。按这种控制方式,一个流程走下来,需要往复交互多次,占用了大量的通讯时间。同时整个交互过程中,机器人每走一个位置都需要停顿下来,发出到位信号后再等待下一次的定位信号才能动作,不能连续路径运动,极大地占用了机器人的动作时间^[1]。

基于以上情况,为了进一步提升 CT,采用了一种新的控制方案,PLC 负责启动和交互逻辑,将控制权重新交还给机器人,整个控制逻辑全部放在机器人程序内部,启动后由机器人判断什么时候应该做什么动作,以及什么时候需要

和 PLC 交互。论文通过综合对比硬件设计、程序控制逻辑、动作优化等方面,验证机器人控制系统方案的合理性。

2 机器人硬件控制设计

控制权交给机器人后,为了最大限度地减少通讯时间,选择将气缸以及真空组件由原来接入 PLC 改为全部接入到机器人控制器,由机器人直接控制开启和关闭。

机器人自带输入输出板卡,可接入 16 到 20 点输入、输出信号,经常使用的气缸以及真空组件的输入、输出信号都可以接到上面,本案例使用了真空阀、破坏阀两个输出信号以及真空到、破坏到两个输入信号。直接接到机器人控制器也省去了 PLC 的占用点数,降低了硬件使用成本。

同 PLC 的数据交互采取通信的方式,机器人支持多种通讯方式,如 EIP、ModbusTCP、CCLINK 等,由于上位控制使用三菱 PLC,优先选择 CCLINK 通讯。PLC 设为主站,机器人设置为智能设备站,占用 4 个站数,最大支持 384 点输入信号和 384 点输出信号(不含机器人板卡自带 IO 信

【作者简介】赵乃辉(1983-),男,中国山西太原人,本科,高级工程师,从事液晶和光伏生产设备的研制与开发研究。

号)。起始地址默认设置为 X1000\Y1000，同机器人内部控制用的 O161\I161 依次对应。

3 机器人的启动控制

机器人示教器以及控制器必须全部切换为再生模式，运转准备投入 ON,，急停没有按下，同时没有错误的情况下，才可以执行启动。

PLC 启动信号必须确保为 200ms 以上的脉冲信号，同时必须在机器人程序号稳定并持续 10ms 以上后，再输入“程序选通脉冲”信号。如果在程序号尚未稳定时输入“程序选通脉冲”，可能选择意料之外的程序编号，发生意外情况。在判断选择的程序号启动时将输出“程序 ACK”，输出完成后，请将“程序选择位”及“程序选通脉冲”均设为 OFF，如图 1 所示。



图 1 机器人启动逻辑

4 机器人的程序控制逻辑

程序控制逻辑在机器人的操作中扮演着至关重要的角色，它确保机器人能够按照预定的指令和规则执行各种任务。具体来说，程序控制逻辑可以分为两大部分，如图 2 所示。



图 2 机器人交互界面

第一部分专注于机器人的直接控制和状态读取。这涵盖了机器人的启动、停止、暂停等基本操作，同时也包括使

能开关的控制，确保机器人在安全状态下运行。此外，还包括程序复位功能，以便在需要时能够快速恢复到初始状态。当机器人遇到问题时，报警复位功能能够及时清除警报，使机器人能够继续正常工作。同时，机器人还能显示当前的程序号和报错代码，帮助操作人员快速定位问题。

第二部分则侧重于程序中的逻辑交互。它处理机器人与外部环境或其他设备之间的数据交换和逻辑判断，确保机器人能够按照预定的逻辑规则进行动作，实现复杂的任务需求。这两部分共同构成了完整的程序控制逻辑，确保了机器人能够高效、准确地执行任务。

机器人启动后，根据真空信号，首先判断是否有料，如果有就跳转到放料程序，如果无则跳转到放料程序。

跳转到抓料程序后，会进一步判断 PLC 是否发出抓料允许信号，收到后就通过连续轨迹方式运动到产品位置，然后打开真空阀。如果设定时间内检测不到真空信号，就发出真空吸附报警信号给 PLC，提示人工操作，等待下一步动作。如果收到真空信号就跳转到扫码程序。

扫码程序后，机器人移动到扫码位置，给 PLC 扫码位置到信号（通 0.2S），PLC 收到后触发扫码枪扫码，如果扫码结果 NG，PLC 报警提示重新扫码，如果 OK，直接跳转到放料程序，同时 PLC 向 CIM 发送 JobDataRequest 请求，为了提高 CT，扫码位置机器人发送请求后，不做停留，直接移动到放料位置，放料前再判断请求的结果。请求结果为 1，允许机器人放料，其他结果将料放 NG 平台。

跳转到放料程序后，会进一步判断 PLC 是否发出放料允许信号，收到后就运行到放料位置，打开破坏阀。如果设定时间内检测不到破坏信号，就发出真空破坏报警信号给 PLC，提示人工操作。如果受到破坏信号就回到初始点，等待下一片产品。

机器人正常生产过程中，不同位置会分别给 PLC 相应的信号，通讯时间和动作同时进行，完全不影响动作流程，也不占用通讯时间，如抓料成功信号（通 0.2S）、放料成功信号（通 0.2S）、安全区域信号等，在给出的一瞬间，机器人已经开始了下一次的动作。

只有在异常情况下，如抓料失败、放料失败，以及扫码失败等情况，机器人才会停下来，等待 PLC 发出下一步动作指令，然后再执行对应的动作。整个逻辑如图 3 所示。

另外，在机器人生产的复杂流程中，往往需要精确控制多组参数，如速度百分比、吸附延时和超时、破坏延时和超时等，以确保机器人能够按照预定的动作和时序完成生产任务。为了提高通信效率并节省通讯点数，通常采用循环发送的方式来处理这些参数。循环发送是一种高效的数据传输策略，它允许 PLC 按照预设的顺序，依次接收和处理多组参数数据。通过这种方式，机器人生产线上所需的各项参数可以被连续、快速地传输到 PLC 中，从而实现了对机器人动作的精确控制。在实际应用中，循环发送的方式不仅减少

了通讯点数的占用，还提高了数据传输的实时性和稳定性。这对于保证机器人生产的连续性和稳定性至关重要，特别是在对时间敏感或需要高精度控制的生产场景中，循环发送的优势尤为明显。通过合理设计循环发送的参数序列和传输频率，可以确保机器人生产过程中的各项参数得到及时、准确的调整和控制^[2]。

```

REM "TRAY-AUTO"
USE 1
SETOVR V40! '设定速度百分比
MOVEX A=1P,AC=0,SM=0,M1X,P,P1,R= 100,H=1,MS
LETVI V110%,1
GETPOSE V180!,12
IF I1=1 AND V150%=1 THEN 50 ELSE 8 '判断是否有料
IF I1=1 AND V150%=0 THEN *TakeOutPanel ELSE 10
SETM O246,1
WAITI I241 '等待抓料允许信号
SETM O246,0
SETM O100,1
WAITI I100
V1! = V201%
V2! = V202%
V3! = V203%
V4! = V1!/10000
V5! = V2!/10000
V6! = V3!/10000
V7! = V4!-V180!
V8! = V5!-V181!
V9! = V6!-V183!
SETM O241,1
WAITI I241 '等待相机拍完发送数据
SETM O241,0
SETM O100,0
LETRE 1,0,0,0,7,0,0,0,0,0,0,0
LETRE 1,1,0,0,8,0,0,0,0,0,0,0
LETRE 1,5,0,0,9,0,0,0,0,0,0,0
MOVEX A=3,AC=0,SM=0,M1X,P,P14,R= 100,H=1,MS
LETVI V110%,14
SHIFTR 1,0,R1,10000
MOVEX A=3,AC=0,SM=0,M1X,P,P11,R= 100,H=1,MS
LETVI V110%,11 '移动到抓料位置
SETM O1,1 '打开真空阀
MOVEX A=1P,AC=0,SM=0,M1X,L,P12,R=80.0,H=1,MS
LETVI V110%,12
DELAY V32!
IF I1=1 THEN 40 ELSE *Adsorb_ERR2 '抓料后判断真空到信号
MOVEX A=3,AC=0,SM=0,M1X,L,P11,R=80.0,H=1,MS
LETVI V110%,11
INH
WAITL I1,V36!,*Adsorb_ERR1 '等待吸盘负压信号
    
```

图 3 机器人控制逻辑

5 机器人动作优化

采用机器人控制后，还可以通过以下方式进一步提升 CT。

第一种方式是过渡等级设定，机器人的运动精度分为 8 个等级，可以指定 A1 至 A8。在这些等级中，A1 代表着最高的精度等级。当选择 A1 时，机器人将执行极为精细、准确的动作，确保每一个动作都达到最高的标准。相对而言，A8 则代表着较低的精度等级。在这种设定下，机器人虽然仍然能够完成任务，但其动作精度会相对较低，更适合于一些对精度要求不高的场景。如图 4 所示，直观地展示了过渡等级设定与机器人运动精度之间的关系。

控制权交给机器人后，就可以根据自身的控制逻辑，个别的点位无需停顿，直接过渡到下一个点位，减去了中间停顿的时间。

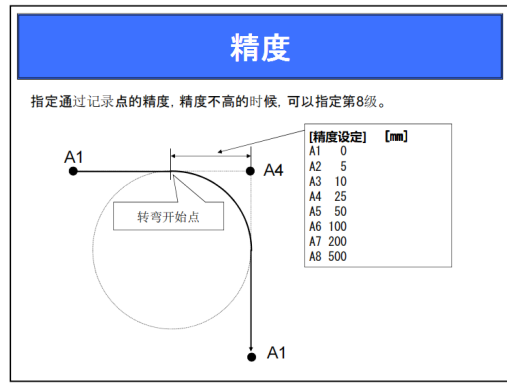


图 4 过渡等级

第 2 种方式可以设定是否通过示教点，当设定为“定位”模式时，机器人展现出了极高的精确度和严谨性。在这种模式下，机器人会严格按照预设的路径行进，即使在没有达到指定的精度要求之前，它也会在记录的点位处暂停，以确保每一个动作都准确无误。这种严格遵循预设路径的工作方式，使得机器人在进行高精度作业时能够发挥出极大的优势，确保每一个细节都得到精准控制。

然而，在某些情况下，可能更需要机器人的灵活性和效率。这时，“通过”模式就派上了用场。在这种模式下，机器人会更加灵活地执行任务。即使指令位置并未精确达到示教点，只要处于预先设定的精度半径范围内，机器人就会以当前的速度继续运动，直接前往下一个目标点，如图 5 所示。这种方式不仅减少了不必要的停顿和等待时间，还使得机器人在进行连续作业时能够保持较高的工作效率，从而显著提升了整体的生产效率。

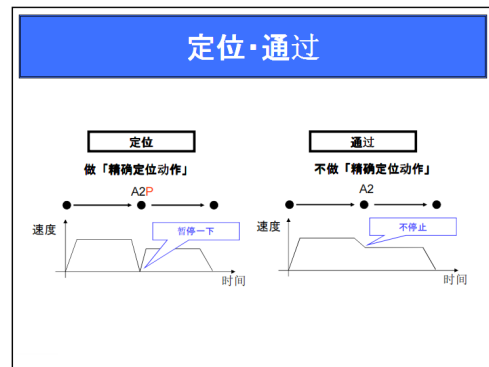


图 5 示教点通过方式

此外，在选择机器人的运动模式时，我们还需要考虑工作环境的特点。在没有潜在的干涉风险的情况下，关节模式通常是我们的首选。这种模式允许机器人在各关节之间进行更流畅、更快速的移动。与直线运动方式相比，关节运动更为直接和高效。即使在相同的 100% 速度设定下，由于关节运动减少了不必要的转向和停顿，因此它通常能够比直线运动方式更快地完成任务。这种高效的运动模式不仅缩短了生产周期，还提高了整体的生产效率，使得机器人在现代制造业中发挥着越来越重要的作用。

6 分析对比

以4轴机器人为例,当深入探讨其不同控制方式下的性能表现时,可以发现一些显著的变化。在场景保持不变,且设定速度维持在100%的条件下,对比采用不同控制策略后的CT(周期时间)数据。结果表明,当将控制权全权交由机器人处理时,CT数据有了显著改善。具体来说,整体周期时间缩短了接近1s,这不仅大幅减少了通信所需的时间,而且连续轨迹的运动也更为迅速。这种速度的提升使得机器人的运行轨迹更加平滑流畅,大大提高了其工作效率。值得注意的是,在硬件条件未做大的改动的情况下,成功地满足了客户对CT和产能的严格要求。这不仅体现了先进控制策略的优越性,也展示了机器人在现代化生产线中的重要价值^[3]。

7 结语

论文根据客户对设备CT的要求,深入探讨了4.5S方

案的可行性。该方案不仅注重硬件设计的创新,还细致考量了控制逻辑和动作优化的关键细节。在硬件设计环节,采用了先进的组件和材料,确保了设备的高效稳定运行。在控制逻辑方面,设计了机器人的启停、暂停、使能等控制流程,以及程序复位和报警复位机制,为设备的稳定运行提供了坚实保障。同时,还对动作进行了细致的优化,提高了机器人的运动效率和精度。经过客户现场的验证,4.5S方案成功满足了客户对CT的要求,为后续设备的推广和应用奠定了坚实的基础。

参考文献

- [1] 郎新星,姜慧慧,洛春,等.偏光片除泡工艺[J].电子工艺技术,2001,22(6):260-262.
- [2] 李喜成,张建军,程建平.液晶偏光片除泡机的研制[J].电子工艺技术,2010,31(4):230-233.
- [3] 赵杰,武睿,张赫,等.面向复杂力交互任务的操作技能传递与控制研究[J].机械工程学报,2022,58(18):17.