

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2011.02.027

数控拉线机控制系统的软件可靠性设计技术

张玉辉¹, 肖昕²

(1. 中国兵器工业第 58 研究所 数控事业部, 四川 绵阳 621000;
2. 中国兵器工业第 58 研究所 生产经营处, 四川 绵阳 621000)

摘要: 为提高拉线工艺的可靠性, 对控制系统的软件可靠性设计技术进行研究。分析数控拉线机的膛线自动加工过程, 分别从中断的自动恢复技术、工艺参数与膛线方程绑定校验、刀具基准调整互锁保护技术、工艺循环完整性保证等方面进行设计。从系统调试及实际加工过程的长时间验证结果来看, 整个工艺过程的数字化能得到很好的保证。

关键词: 数控拉线机; 软件可靠性; 工艺过程自动化

中图分类号: TP302.7 **文献标志码:** A

A Technology of Software Reliability Design in Numerical Control System of Artillery Rifle Manufacture

Zhang Yuhui¹, Xiao Xin²

(1. Dept. of CNC Engineering, No. 58 Research Institute of China Ordnance Industries, Mianyang 621000, China;
2. Management Office for Production Operation, No. 58 Research Institute of China Ordnance Industries, Mianyang 621000, China)

Abstract: For improving the reliability of the artillery rifle manufacture craft, the software reliability design technology of control system were studied. Analyzing the automatic process of the artillery rifle manufacture, interrupt automatically restored technology, craft parameters and rifle equation binding validation, cutting tool reference adjustment interlocking protection technology, the guarantee of craft cycle integrity, are described separately, etc. According to the system debugging process and the verification result of long time actual process, the digitization of whole craft process can get very good guarantee.

Keywords: numerical control machine of artillery rifle; software reliability; craft process automation

0 引言

火炮身管膛线加工是身管加工的关键, 也是整个生产过程中的瓶颈, 要求其加工过程绝对可靠。采用数控拉线机代替传统的机械靠模拉线机, 可以提高膛线换型的快速性和可靠性。在专用的火炮身管膛线自动加工的数控拉线机系统中, 根据膛线加工的实际需要, 多组膛线的整个加工工艺过程已经完全数字化于控制软件中, 其间包括了各项控制检测调试参数、工艺电子凸轮确定、自动定位与旋转分度、卡刀处理过程、炮管重新装夹后的膛线修调、换刀及冷却干预、过程数据采集及故障分析等, 涉及到膛线加工全程的各个应用方面。对数控拉线机系统而言, 控制软件的可靠性对拉线工艺的可靠性起着关键作用, 故对其进行研究。

1 软件可靠性设计技术

1) 中断的自动恢复技术

由于膛线加工前, 其轨迹曲线已由粗插补处理

模块细分为多段短直线, 在自动加工过程中由请求送数中断直接从数据缓冲区中取数, 并写入 FPGA 的相关插补寄存器。如果请求送数中断丢失, 将直接导致膛线轨迹出错, 该炮管报废将没有恢复的可能。虽然该请求送数中断在系统软件中已经被设置为最高优先级, 且不允许被其它中断打断, 但为确保整个请求送数过程连续不间断, 系统软件在设计仍然考虑了该中断丢失后的自动恢复。所以系统在如下方面进行了保护性设计:

① 根据拉削速度验证粗插补步长的合理性

② 根据插补长设定合适的定时中断周期

该定时周期将小于粗插补步长所需的细插补时间, 在该定时中断服务程序中, 系统软件将进行请求送数中断丢失与否的识别与自动修复, 以保证在本次细插补完成时, 请求送数中断能自动联接上。

2) 工艺参数与膛线方程绑定校验

① 膛线方程的工艺参数校验

膛线方程本身可能包含一段或多段顺接的膛

收稿日期: 2010-09-19; 修回日期: 2010-11-03

作者简介: 张玉辉 (1977—), 男, 四川人, 大学本科, 工程师, 从事数控技术研究。

线，而所有段膛线长度必须与身管工艺信息中的长度设置保持一致，系统软件通过编辑校验与自动加工前校验来保证其一致性，从而避免了由于工艺人员或操作者的误操作而带来损失。

② 电子凸轮位置与炮管信息校验

电子凸轮的正确设置不但直接确定了在自动加工过程中 Z 轴的运动范围，而且间接地确定了 C 轴的旋转角度。如果电子凸轮位置不能与炮管信息保持一致，可能会造成刀片直接径向进刀，损坏刀片，并在身管内壁留下难以修复的刀痕，从而直接导致身管报废。

3) 刀具基准调整互锁保护技术

由于磨完一次刀片，很难一次性将一组膛线加工完成，尤其是又深又窄的膛线，所以，刀具基准的调整功能在膛线加工过程中使用较多，这样可以使 X 轴（进刀轴）灵活修调本次循环所需要的进刀量，以节约加工空运行时间。但在操作者启动下一个循环加工开始前，刀具基准如果未被确定，系统将禁止本次循环启动过程，必须由操作者确认换刀动作已经完成并通知系统后，才能继续启动下一个循环。

4) 工艺循环完整性保证设计

该数控拉线机系统采用 IPC+DSP 的上下位机双 CPU 构架方式。IPC 完成人机交互和加工数据管理，下位机 DSP 完成轨迹与速度控制。上位机控制软件采用 C 语言编写，并运行在 Windows 操作系统中；下位机采用 DSP 汇编语言编写，直接运行于 DSP 裸机上。上下位机之间通过 PC104 总线连接，数据交换的物理通道为几个并行的 FIFO 队列，其中膛线轨迹数据由 IPC 经 FIFO 队列中的数据队列（DP）下载到 DSP 中。笔者采用静态传递的方式传递加工数据。考虑到静态传递的可靠性和完整性，并参考传统的机械靠模加工中的靠模设计方法，在 DSP 缓冲区与粗插补步长之间取得了一个平衡：在保证粗插补精度的前提下，不但能满足膛线长度加工要求，还能充分利用 DSP 有限的缓冲区资源，就算是上位机本身的故障原因，也能保证从机 DSP 能安全完成当前的自动加工循环。

2 结束语

该技术已成功应用到实际项目中，从系统调试

及实际加工过程的长时间验证结果来看，整个工艺过程的数字化得到了很好的保证，该设计思路可以在类似项目开发中推广应用。

参考文献：

[1] 王体洋. 火炮身管膛线加工数据的高线处理[J]. 兵工自动化, 2006(3): 30-31.
 [2] 王体洋. 火炮身管膛线加工的轮廓一致性保证技术[J]. 兵工自动化, 2009(9): 25-28.
 [3] 王泓仁, 杜俊林. 基于 WINCE 的智能缝制设备嵌入实时操作系统[J]. 兵工自动化, 2009(2): 49-50.

(上接第 88 页)

显然，接线端子对该双电源系统的可靠度影响非常大，即使是在可靠度计算中由于计算公式烦琐而被忽略，在实际的工程系统中也绝对不能忽视，尤其是存在较多单点的系统。

5 结论

1) 接线端子对系统可靠性的影响不能简单忽略，在系统部件可靠度很高的情况下，接线端子可靠度等级甚至决定了系统可靠度等级。

2) 优选接线端子连接方式和接线端子质量结合可以提高系统的接线端子可靠度等级，即提高系统可靠度等级。推荐使用（5-2）双点双线带跨接线的并联接线方式。

3) 在确定的系统内，功能上属于串联轴节点的接线端子是关注的重点。在双点单线的连接方式下（3-1），则应将更可靠的功能部件尽量靠近用户端。

4) 转接端子应在确有必要的情况下使用，不可因为接线方便随便增加，尤其对成套系统更加如此。

6 结束语

由分析结果可知，系统设计选型过程决定了系统的理论可靠度。在工程应用的过程中，可通过分析系统的功能串联点来关注系统的可靠度维持能力；或者在较小的程度上进行调整，以提高系统的可靠度水平。

参考文献：

[1] 中华人民共和国机械工业部. GB50055-93 通用用电设备配电设计规范[S]. 北京: 中国计划出版社, 1993.