

HRV 控制对数控机床加工质量的作用及方法

Effects and methods of HRV control to machining quality of NC machine

朱仕学

ZHU Shi-xue

(深圳职业技术学院, 深圳 518055)

摘要: 数控机床为了提高定位、加工面和加工形状精度以及缩短加工时间, 需要对数控系统进行伺服调整。本文阐述了数控系统伺服 HRV 控制的重要作用 and 伺服 HRV 控制的设定的方法。

关键词: 数控机床; 伺服控制; HRV

中图分类号: TP274

文献标识码: A

文章编号: 1009-0134(2009)05-0032-03

0 引言

数控机床为了提高定位、加工面和加工形状精度以及缩短加工时间, 需要对数控系统进行伺服调整。为此, 首先要对电流进行伺服的 HRV(高响应失量)控制进行调整。该调整要达到较好的性能效果, 首先需要掌握 HRV 伺服控制的原理, 从而采取正确的 HRV 伺服调整方法和步骤。

1 数控系统伺服 HRV 控制的重要作用

数控机床的伺服控制采用图 1 所示的结构图。

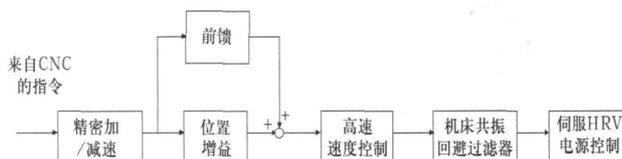


图 1 伺服控制结构图

最靠近电机的伺服 HRV 电流控制担负着按照高速度控制输出的指令运转电机的作用, 它处在伺服控制的内环。当电网电压波动时, HRV 电流控制采用电流负反馈的方式在伺服系统电机速度未变化前及时地进行调节, 克服电网电压波动对电机速度造成的影响, 因此伺服 HRV 电流控制的性能好坏决定了数控伺服系统遏制电网电压波动引起电机速度不稳定的性能。

另一方面, 速度控制是按照位置控制输出的速度指令对电机速度进行控制的。要提高数控系统对作为最终目标的位置指令进行追踪的性能, 则需要尽可能的提高位置环增益, 为此也需要提高速度控制的性能。在速度调节过程中, HRV 电流控制的性

能好坏决定了电流跟随速度给定性能的好坏。也就是说在机床为了进一步提高定位、加工面和加工形状精度以及缩短加工时间, 伺服 HRV 控制和调整是非常重要的。也就是说, 在为提高伺服控制性能的伺服调整中, 改善构成伺服控制基础的伺服 HRV 控制是首先应该解决的问题, 在此基础上再进行高速度控制调整和位置精度控制调整, 这是伺服调整中务必遵守的步骤。

通过进行伺服 HRV 控制, 即可提高电流环的响应, 从而实现速度环路、位置环路的高增益化。高增益化不仅可提高指令追逐和控制外力干扰的性能, 而且还具有简化象限突起补偿等伺服功能调整的效果, 可以使伺服调整更加简单。

图 2 表示出各伺服 HRV 控制的增益调整结果, 由 HRV1、HRV2、HRV3 比较可看出: 提高基于伺服 HRV 控制的电流环路的响应, 有利于提高速度控制和位置控制响应时间, 从而在不使用反向间隙加速功能调节时也能减缓象限突起。

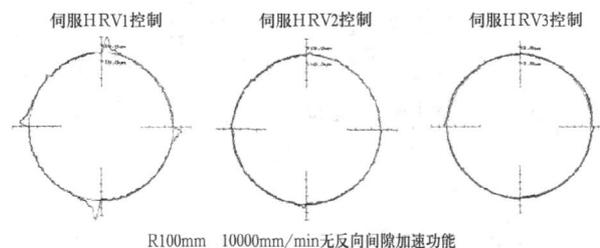


图 2 不同形式的 HRV 控制对减缓象限突起的比较图

实测 HRV 控制轨迹如图 3、4 所示。显然 HRV3 伺服控制比 HRV2 伺服控制的实际轨迹纹路要细腻, 它与光滑的指令轨迹更接近, 误差更小。

收稿日期: 2008-12-03

作者简介: 朱仕学 (1954 -), 男, 副教授, 学士, 研究方向为数控系统应用。

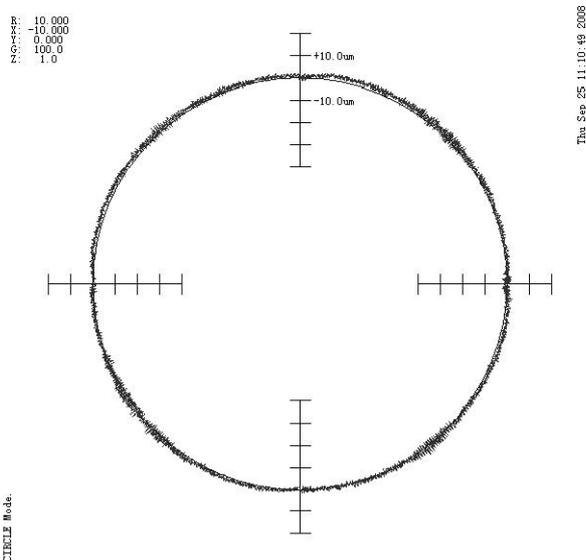


图3 HRV2控制轨迹图

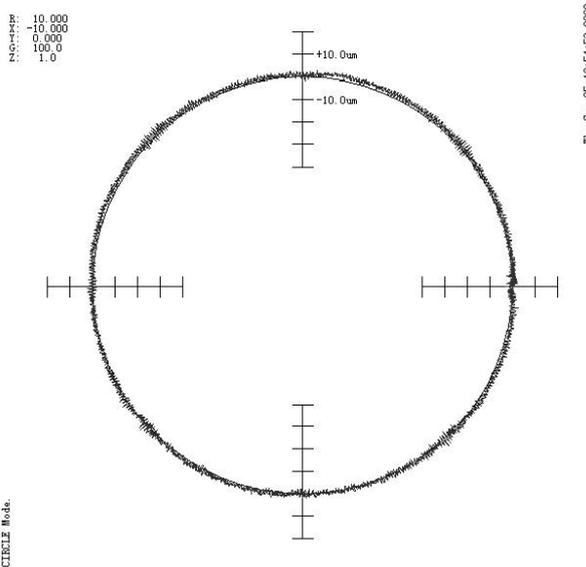


图4 HRV3控制轨迹图

2 伺服 HRV 控制的设定

进行伺服 HRV3 控制的设定，必须首先进行伺服 HRV2 的设定。在按照下面的步骤加载伺服 HRV2 用的标准参数后，如果通过 HRV2 伺服控制还不能得到令人满意的精度时再根据实际精度的需要选择 HRV3 的设定。

2.1 伺服 HRV2 控制设定

设定伺服 HRV2 控制应通过电机型号加载 HRV2 标准参数。在没有伺服 HRV2 控制用电机型号的情形下，可在加载了伺服 HRV1 用标准参数后，进行下面的计算（FANUC 01 系统）：

参数号：2004 = 0X000011（请勿改变 X。）

参数号：2040 = HRV1 用标准设定值 × 0.8

参数号：2041 = HRV1 用标准设定值 × 1.6

2.2 同一型号电机设置不同电机号，自动产生 HRV1、HRV2 参数

以电机型号：BiS8 3000 为例，将 HRV1、HRV2 的参数值列入下表比较：

参数	参数意义	电机号：158 (HRV1)	电机号：258 (HRV2)
2040	电流环积分增益 (PK1)	450	650
2041	电流环比例增益 (PK2)	-1840	-3831
2042	电流环增益 (PK3)	-1234	-1299
2043	速度环积分增益 (PK1V)	164	164
2044	速度环比例增益 (PK2V)	-1476	-1476
2045	速度环不完全积分增益 (PK3V)	0	0
2046	速度环增益 (PK4V)	-8235	-8235
2047	速度控制观测器参数 (POA1)	5143	5143
2048	反向间隙加速度	0	0
2049	双位置反馈的最大幅值	0	0
2050	观测器参数 (POK1)	956	956
2051	观测器参数 (POK2)	510	510
2053	电流死区补偿 (PPMAX)	21	21
2054	电流死区补偿 (PDDP)	1894	1894
2055	电流死区补偿 (PHYST)	319	319
2056	减速时电流增益改变率 (EMFCMP)	-30	-2570
2057	高速运行时 D 相电流 (PVPA)	-5144	-5140
2058	D 相电流限制 (PAL PH)	-2700	-3200
2059	反电势补偿 (EMFBAS)	0	0
2060	转矩极限	7282	7282
2062	过负载保护系数 (OVCL1)	32289	32289
2063	过负载保护系数 (OVCL2)	5994	5994
2064	软件断线报警电平	4	4
2065	过负载保护系数 (OVCLMT)	17889	17889
2066	加速反馈增益	-10	0
2067	转矩指令过滤器	0	0
2068	前馈系数	0	0
2069	速度前馈系数	0	0
2070	反向间隙加速时序	0	0
2071	反向间隙加速有效时间	0	0
2072	静态摩擦补偿量	0	0
2073	停止状态的判断参数	0	0
2074	随速度变化的电流环增益	16384	16384
2077	防止超调计数器	0	0
2078	双位置反馈转换系数 (分子)	0	0
2079	双位置反馈转换系数 (分母)	0	0
2080	双位置反馈一阶延时时间常数	0	0
2081	双位置反馈零区宽度	0	0
2082	反向间隙加速停止量	0	0
2083	制动控制定时器 (ms)	0	0
2086	额定电流参数	2780	2780
2087	转矩偏置/双电机驱动控制预加载值	0	0
2088	机械速度反馈系数增益	0	0
2089	反向间隙加速的基本脉冲	0	0
2091	非线性控制参数	0	0
2092	提前前馈系数	0	0
2097	静态摩擦补偿停止参数	0	0
2098	电流相位提前补偿系数	0	0
2099	N 脉冲抑制电平	400	400
2101	超调补偿有效电平	0	0
2102	实际电流的最终钳制值	0	0
2103	检测到异常负载转矩时的回退量	0	0
2104	切削时检测到异常负载的报警电平	0	0
2105	转矩常数	226	226
2107	速度环增益倍率	0	0
2109	精细加减速时间常数	0	0
2110	磁饱和补偿 (基本 / 系数)	1805	1807
2111	减速时转矩限制 (基本 / 系数)	7930	7930
2112	AMR 变换系数 1	0	0
2113	带通滤波器的中心频率 (Hz)	0	0
2127	非干涉控制系数	1442	1442

【下转第 40 页】

包的整个过程中所需的时间,来测试系统的实时性。其中 100 次通信实验的具体实验数据如图 4 所示。

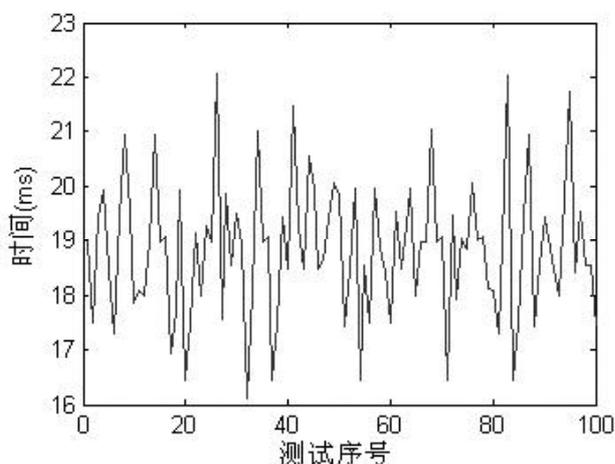


图4 最大数据包通信试验结果

由图 4 可知,最大长度数据包在发送、接收和处理整个过程中所需的时间,基本上都在 25ms 以内,可以满足系统的实时性要求。

4 结语

本文针对基于遥操作技术的自由飞行机器人实验系统,对遥操作系统中无线通信技术进行了实验研究,提出了一种数据打包和解包算法,据此实现了主、从系统之间的蓝牙无线通信协议,并按最大可能的数据包进行了实验验证。

实验表明,该打包和解包算法是有效的,通信协议能够满足自由飞行机器人遥操作系统对实时性、准确性的要求,达到了预期的目标。

参考文献:

- [1] 柳长安,洪炳熔,王鸿鹏.自由飞行空间机器人地面实验平台硬件系统[J].高技术通讯,2001,11.
- [2] 孙富春,吴凤鸽,刘华平.面向在轨服务遥操作技术的研究与展望[J].空间技术与应用,2008,1.
- [3] 曹秀云.近空间飞行器成为各国近期研究的热点(上)[J].中国航天,2006,6.
- [4] 李成,梁斌.空间机器人的遥操作[J].宇航学报,2001,22(1).
- [5] Niemyer G, Slotine J E. Telematulation with time delays [J]. International Journal of Robotics Research, 2004, 23 (9).

【上接第 33 页】

2128	弱磁通补偿系数	3500	3500
2129	弱磁通补偿(基本/限制值)	1552	1298
2130	每磁极对, 2 次平滑补偿操作	0	0
2131	每磁极对, 4 次平滑补偿操作	0	0
2132	每磁极对, 6 次平滑补偿操作	0	0
2133	减速相位延迟补偿系数 (PHDLY1)	3852	3858
2134	减速相位延迟补偿系数 (PHDLY2)	8990	8990
2162	第二级过负载保护系数 (POVC21)	32762	32762
2163	第二级过负载保护系数 (POVC22)	74	74
2164	第二级过负载保护系数 (POVCLM2)	12305	12305
2165	放大器最大电流量	25	25

从以上数据可看到:

HRV2 的电流环积分增益 (PK1)、电流环比例增益 (PK2)、电流环增益 (PK3) 比 HRV1 增大了很多,这样将大大加快电流环的响应时间。

2.3 伺服 HRV3 控制设定

在设定完伺服 HRV2 控制之后,进行下面的 HRV3 设定。

参数号		建议设定值	详细
FANUC 15i 系统	FANUC 16 i 等系统		
1707#0	2013#0	1	HRV3 电流控制有效
1742#1	2202#1	1	切削、快速移动分别使用速度环路增益
2747	2334	150	高速 HRV 电流控制下的电流增益倍数
2748	2335	200	高速 HRV 电流控制下的速度增益倍数

HRV3 设定后,操作时应注意以下两点:

1) 要使用高速 HRV 电流控制,需要设定 G 代码 (高速 HRV 电流控制在 G5.4Q1 - G5.4Q0 之间有效)

2) 对于 90B0, 90B1, 90B6, 90B5 伺服系列,高速 HRV3 电流控制中的转矩指令被限制在最大 70%。

3 结论

通过数控系统的 HRV 控制,能及时地克服电网电压波动变化对电机速度造成的影响,在速度还未变化前 HRV 就自动的进行调节,将外界干扰对系统速度扰动抑制在系统速度未变化前,这样不仅仅大大减轻了速度环和位置环的调节负担,并大大提高了系统的控制精度,起到了速度环和位置环不能替代的作用。

参考文献:

- [1] FANUC ACSERVO MOTOR i series 参数说明书.
- [2] 李清新.伺服系统与机床电气控制[M].北京:机械工业出版社.
- [3] 唐永哲.电力传动自动控制系统[M].西安:西安电子科技大学出版社.
- [4] 陈伯时.自动控制系统[M].北京:机械工业出版社.