

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2010.07.024

基于转子式的高速连续弹头供料控制系统

林虎成, 孔淼, 彭旭, 高丰

(中国兵器工业第五八研究所 工业自动化工程部, 四川 绵阳 621000)

摘要: 针对改进后的多头高速转塔式枪弹自动装配线, 提出一种新型高速连续花盘供料方式。利用采集弹头供应量信号的方式对花盘上料机构进行分时控制, 同时各工位位置信号的反馈确保了气缸放料系统与弹壳供应的同步匹配控制。验证结果表明, 高速连续弹头供应系统最高可达到 240 发/min 的生产速度, 稳定运行速度可以达到 180~200 发/min, 能极大的提高国内小口径枪弹的生产效率。

关键词: 小口径枪弹; 分时控制; 同步供料

中图分类号: TP273 **文献标识码:** A

High-Speed Continuous Bullet Providing Control System Based on Rotor-Type

Lin Hucheng, Kong Miao, Peng Xu, Gao Feng

(Dept. of Industrial Automation Engineering Technology, No. 58 Research Institute of China Ordnance Industries, Mianyang 621000, China)

Abstract: Aiming at the improved high-speed bullet assembling line with a rotary structure; a new high speed rotation-type bullet providing method is proposed. Rotation-type bullet providing machine is time-sharing controlled by sampling the bullet qualities, and the feedback of the position of cartridge case signal makes sure the synchronization and match control between air cylinder bullet providing system and cartridge case provisions. The results prove that the high-speed continuous bullet providing system can reach the speed of 240/s; greatly improves the manufacture efficiency of small-caliber bullet; and steady running speed can reach 180~200/s.

Keywords: small-caliber bullet; time-division control; synchronization process

0 引言

在国内小口径枪弹生产中, 弹头供料一般采用花盘步进式上料方式, 这种供料方式生产效率较低, 生产速度只能达到 80 发/min, 无法满足小口径枪弹高速连续大批量的生产需求, 严重制约了国内小口径枪弹生产效率的提高。故针对改进后的多头高速转塔式枪弹自动装配线, 提出了一种新型的高速连续花盘供料方式, 最高可以实现每分钟 240 发的生产速度, 可以用于小口径枪弹生产中, 促进国内小口径枪弹生产线的升级换代。

1 弹头供料系统的组成

弹头供料系统由机械系统和电气控制系统 2 部分组成。

1.1 弹头供料系统机械结构

弹头供料系统的机械结构如图 1。其中, 花盘分料系统的功能是将杂乱无章的弹头处理成弹尖朝上、底部朝下的姿势依次分别送入导管; 导管输送

料储料系统将花盘送出的弹头输送到气缸放料系统, 并将气缸放料系统没来得及处理的弹头储存起来; 气缸放料系统按照弹壳输送的同步性需求和弹况将导管中的弹头逐粒放出; 转子接料系统按照弹壳输送的同步性取走放料系统中的弹头完成整个供料工作。

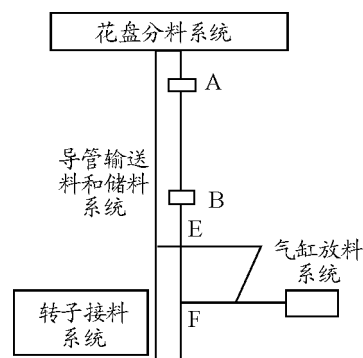


图 1 弹头供料系统机械结构示意图

1.2 弹头供料系统电气控制部分

电气控制部分包括花盘分送料控制系统和气缸

收稿日期: 2010-02-05; 修回日期: 2010-03-17

基金项目: 国防基础科研 (B1020060366)

作者简介: 林虎成 (1985-), 男, 贵州人, 2008 年毕业于南京航空航天大学电气工程与自动化专业, 助理工程师, 从事电气工程与自动化研究。

放料控制系统，如图 2。花盘分送料控制系统主要是根据导管中弹头的空与满来控制花盘的供料和停止供料；而气缸放料控制系统则是根据弹壳输送的位置状态来控制气缸放料，随着弹壳输送速度的变化弹头供料系统也能实现速度的跟踪与自调节，实现弹头与弹壳输送的同步性。

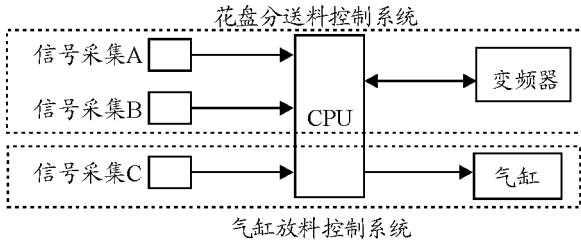


图 2 弹头供料控制系统示意图

2 控制硬件设计

2.1 花盘分送料控制系统设计

如图 3，当 B 点检测到没有弹头时，导管中弹头即将放完，花盘开始放料，当 A 点检测到有弹头时，导管中弹头将满，花盘停止放料。

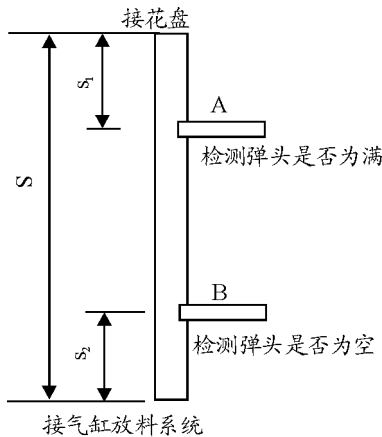


图 3 花盘分送料控制系统示意图

设导管的总长度为 s ，则弹头从花盘落到导管底部所需时间为：

$$t = \sqrt{2s/g} \tag{1}$$

导管中 S_2 段所存弹头数量在花盘新补充的弹头到来之前要足够生产所需。

设弹头高度为 h ，花盘电机起动反应时间为 t_1 ，生产节拍为 n 发/s，则有：

$$\frac{s_2}{nh} \geq t + t_1 \tag{2}$$

S_2 段的长度需足够容纳在 A 检测到弹头已满，电机停止之前落下的弹头。

设花盘每圈放出弹头数为 m ，花盘转速为 n_1 转/s，电机停止反应时间为 t_2 ，则有：

$$s_2 \geq mnht_2 \tag{3}$$

由式 (3) 即可得出花盘动作控制信号的采集点 A 和 B。

A、B 点采用光电式传感器，其采集到信号后反馈给 SIEMENS S7-300 PLC，通过 PLC 控制 ATV 31H 异步电机变频器带动花盘电机的启动和停止。进而控制弹头的供料和停止供料。

2.2 气缸放料控制系统设计

如图 4，当花盘转过 α 角度时，气缸放料系统必须跟随花盘的转动位置完成一个弹头的放弹动作。每个放弹动作分为 2 个步骤，当弹壳转过一个工位位置，E 打开 F 关闭，接收导管中的一粒弹头；当弹壳接近一个工位到达位置时，E 关闭 F 打开，将弹头与其它弹头隔离并将其放入转子接料系统。其中，E 或 F 打开或关闭一个单行程动作所需时间为 t_3 ，第 1 步和第 2 步中弹头下落时间分别为

$$\sqrt{2h_2/g} \text{ 和 } \sqrt{2h_1/g} \tag{4}$$

$$\frac{\alpha}{\omega} \geq 2t_3 + \sqrt{2h_1/g} + \sqrt{2h_2/g}$$

由此得出转子的极限速度 ω_{max} 。转子实际速度满足 $\omega \leq \omega_{max}$ 。当弹头送料机构与弹壳输送机构实现联动时，弹头送料的动作时间由弹壳输送转子转动 α 角度的行程时间所决定，当转子生产速度达到 240 发/min 时，转子转过一个 α 角度的时间大约为 0.25 s，根据计算与实验验证，当选取适当的控制硬件，采用合适的控制方法，弹头送料的最快稳定速度大约为 0.24 s，可实现 240 发/min 的生产速度。

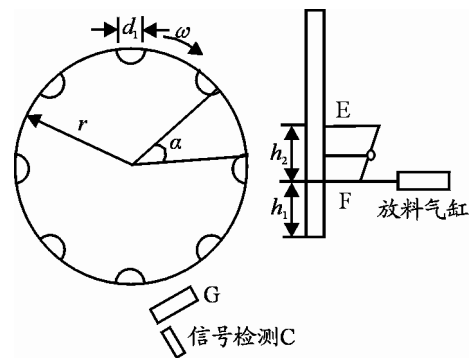


图 4 气缸放料控制系统示意图

G 和 C 构成弹壳花盘转动位置采集系统，C 是 FS-V21G 光纤传感器，它能很灵敏的感应到反射光

强度的变化, 且易于安装和参数设置, 采集频率完全能满足 240 发/min 的生产速度要求, G 为一个感光带, 它们安装在转子的 2 个工位之间, 能产生一个反馈信号给弹头放料机构, 通过调节其安装位置和 G 的长度, 可以调节放料气缸的动作起动作起始时间和稳定动作时间, 并且随着转子的速度快慢变化可以方便可靠地实现弹头供料系统的速度调节, 从而实现生产线的同步供料。

如图 5, 在 G 的 a 端产生一个上升沿信号, 放料气缸接到这个信号后活塞收回, E 关闭 F 打开, 向转子供料; 在 b 端产生下降沿信号, 气缸伸出 E 打开 F 关闭, 气缸放料系统接收导管供料。上升沿信号产生到结束这段时间必须完成气缸的一个单行程动作和弹头的落下, 气缸一个单行程动作时间为 t_3 , 于是有

$$\frac{l}{\omega r} \geq \sqrt{\frac{2h_1}{g}} + t_3 \quad (5)$$

因在一个生产节拍内要完成气缸放料的两个动作:

$$\frac{\alpha r - l}{\omega r} \geq \sqrt{\frac{2h_2}{g}} + t_3 \quad (6)$$

从式 (5)、式 (6) 得到 l 的取值范围, 完成对气缸放料控制系统的设计。同时还可看出, 当生产节拍改变时, ω 能自动调节气缸放料动作时间, 简化了控制程序, 提高了设备的稳定性。

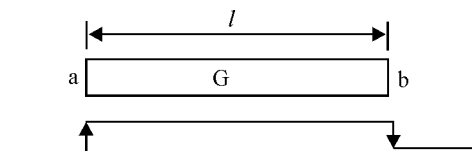


图 5 气缸放料控制系统信号采集示意图

3 控制软件设计

使用西门子 STEP V5.3 编程软件。在 STEP7 V5.3 中, 可以实现系统硬件及网络的组态、控制程序的设计等。

3.1 花盘分送料控制系统程序

A	I	21.3
L	S5T#300MS	
SD	T	77
NOP	0	
NOP	0	
NOP	0	
A	T	77
S	M	11.2

R	M	11.3
R	Q	21.4
A	I	21.4
L	S5T#300MS	
SD	T	78
NOP	0	
NOP	0	
NOP	0	
A	T	78
S	M	11.3
R	M	11.2
S	Q	21.4

3.2 气缸放料控制系统程序

A	I	21.4
FP	M	10.1
A	M	10.0
=	L	0.0
A	L	0.0
A	I	21.1
S	Q	20.3
S	M	10.2
S	M	111.0
R	M	10.4
R	M	10.0
A	L	0.0
AN	I	21.1
R	M	111.0
S	M	10.2
R	M	10.4
R	M	10.0

4 结束语

通过弹头供料过程与弹壳输送同步性跟踪控制, 实现了弹头供料系统的高速连续控制与速度自动调节, 做到了弹头与弹壳输送的同步性。经实践验证, 通过小口径枪弹弹头供料系统的结构方式和控制系统的调整, 最高可以达到 240 发/min 的生产速度, 稳定运行速度可以达到 180~200 发/min, 极大地提高了国内小口径枪弹的生产效率。

参考文献:

- [1] 杨振江, 等. 智能仪器与数据采集系统中新器件及应用[M]. 西安: 电子科技大学出版社, 2001.
- [2] 王晓明, 王玲. 电动机的 DSP 控制—TI 公司 DSP 应用[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2004.
- [3] 蔡尚峰. 自动控制理论(下)[M]. 北京: 机械工业出版社, 1981.
- [4] 高丰, 等. 基于高速转子式结构的小口径枪弹装药装配设备研究[J]. 兵工自动化, 2009, 28(增刊): 26-29.
- [5] 黄权, 等. 小口径炮弹自动化生产线[J]. 兵工自动化, 2009, 28(增刊): 5-8.