

doi: 10.7690/bgzdh.2022.12.016

# 新型转塔式高效加药机

李 锦, 金翰林, 谷岩波

(中国兵器装备集团自动化研究所有限公司智能制造事业部, 四川 绵阳 621000)

**摘要:** 为提升成弹装配生产效率, 设计一种新型转塔式高效加药机。通过增加中间物流传输链, 将传统计量板加药机构与转塔式加药机构有机结合, 通过装药效率评估。结果表明: 该加药机既能保证加药精度, 又能有效提高加药效率, 仅采用 4 孔计量板结构就将生产效率提高 90%, 具有广阔的推广前景。

**关键词:** 转塔式; 装药; 计量板; 加药机

**中图分类号:** TJ410.5 **文献标志码:** A

## New Turret Type High Efficiency Dosing Machine

Li Jin, Jin Hanlin, Gu Yanbo

(Department of Intelligent Manufacture, Automation Research Institute Co., Ltd. of  
China South Industries Group Corporation, Mianyang 621000, China)

**Abstract:** In order to improve the production efficiency of finished ammunition assembly, a new type of turret type high efficiency dosing machine was designed. By increasing the intermediate logistics transmission chain, the traditional metering plate dosing mechanism is organically combined with the turret dosing mechanism, and the charging efficiency is evaluated. The results show that the machine can not only ensure the accuracy of dosing, but also effectively improve the efficiency of dosing, and the production efficiency can be increased by 90% only by using the 4-hole metering plate structure, which has broad prospects for promotion.

**Keywords:** turret type; charging; metering plate; dosing machine

### 0 引言

大口径枪弹装药主要采用机械振动提高计量型腔药料假密度, 加药精度满足批量生产要求, 但效率较低; 转塔式装配机构具有高速连续生产的优势, 但加药精度难以保证。为将振动加药机构与转塔式装配机构有机结合, 在保证加药精度的同时进一步提高加药效率, 笔者通过增加物流传输环节的方式, 设计一种新型转塔式高效加药机。

### 1 转塔式加药机初探

图 1 是目前广泛采用的大口径枪弹发射药加药方式, 弹壳由步进机构送至装药组件下方, 弹壳检测传感器判断弹壳到位后加药嘴下降罩住弹壳, 振动凸轮将计量板推出, 药料通过漏斗、加药嘴进入弹壳, 凸轮继续旋转, 计量板回位, 加药嘴上升脱离弹壳, 完成加药<sup>[1]</sup>。

由于弹壳的入口小, 装药耗时比较长, 每个加药节拍约需 3.5 s, 装药效率较低, 目前采用的 6 工位加药机, 最高工作效率仅 102 发/min。装药过程如图 2 所示。

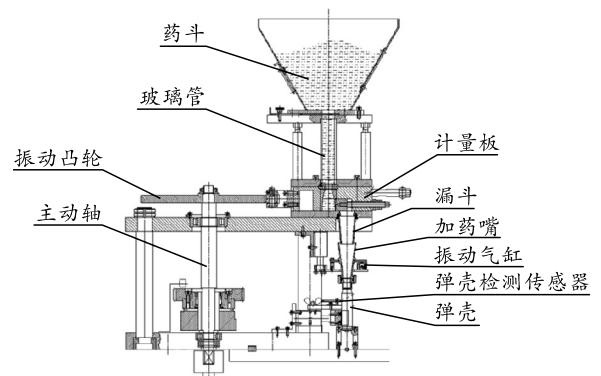


图 1 传统加药机结构

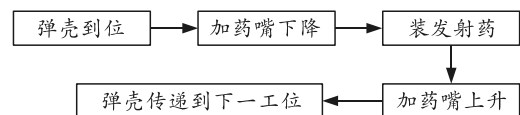


图 2 6 工位加药机装药过程

转塔式装配机构具有自动化程度高、生产连续、效率高等优点, 在小口径枪弹装配领域得到快速发展, 目前能稳定运行的转塔式枪弹装配系统生产效率可达 310 发/min。随着市场对转塔式枪弹装配生产线需求日益旺盛, 笔者于十三五期间进行了转塔式大口径枪弹装药试验研究<sup>[2]</sup>, 并完成了如图 3 所

收稿日期: 2022-08-18; 修回日期: 2022-09-20

作者简介: 李 锦(1966—), 男, 四川人, 高级工程师, 从事非标自动化设备设计研究。E-mail: 1303208495@qq.com。

示的样机研制。

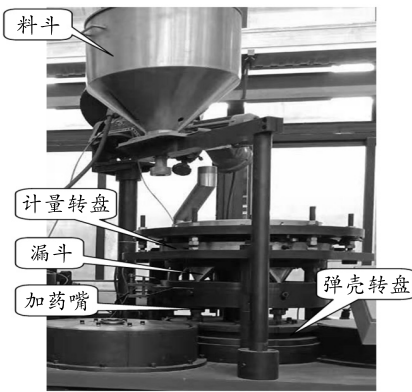


图 3 转塔式加药样机

样机主要由料斗、计量转盘、漏斗、加药嘴、弹壳转盘及上/下料过渡转盘、动力机构组成，工作时主轴带动弹壳转盘及计量转盘旋转，料斗中的药料通过加料管进入计量板型腔，计量板转到加药工位时药料通过加药嘴进入弹壳，完成加药。

样机按 72 发/min 设计，6 工位加药，试运行加药功能基本实现，但由于计量板振动不充分，药料假密度误差较大，最大误差超过  $\pm 5\%$ ，无法满足加药精度小于  $\pm 0.6\%$  的要求。

## 2 振动分装药与转塔加药机构组合研究

针对振动加药机构装药精度高但效率低，而转塔机构装药效率高但精度低的问题，如何将 2 种机构有机结合，提高发射药的加装效率和精度，是研究的重点。

笔者长期从事自动化装药生产线研制，在对装药机构及转塔机构综合分析、整体优化的基础上，从满足功能要求、保证产品质量、最大化提高生产效率的设计原则出发，分解计量/装药动作、增加物流设备、节约工序时间，提出一种新型转塔式加药机解决方案如图 4、5 所示。

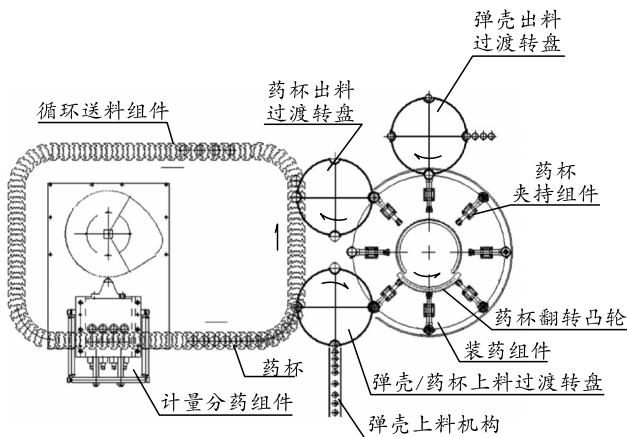


图 4 转塔式加药机原理

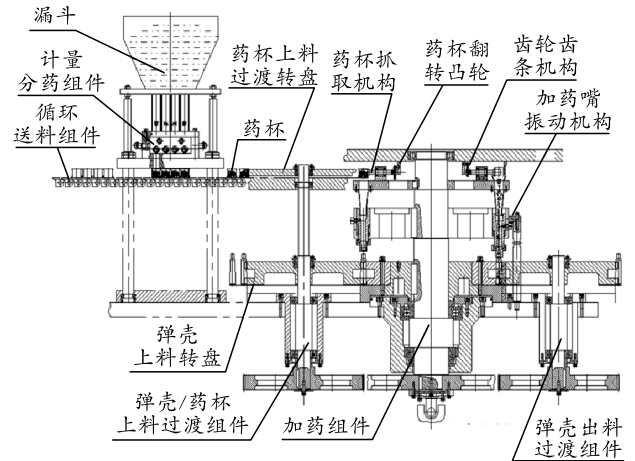


图 5 转塔式加药机展开

新型转塔式加药机的工作流程如图 6 所示。

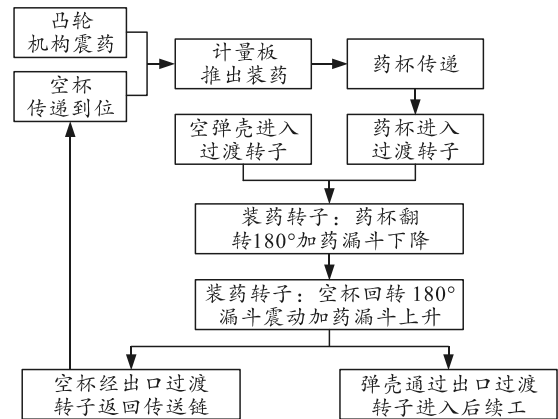


图 6 转塔式加药机工作流程

新型转塔式加药机主要由计量分装组件、药杯循环传输组件、药杯/弹壳上料过渡组件、装药组件、药杯翻转机构、加药嘴振动机构、弹壳下料组件和药杯下料组件等部件组成。下面对各组件结构进行分解说明。

### 2.1 计量分装组件

加药机构如图 7 所示。

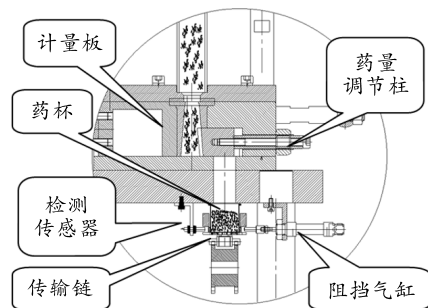


图 7 加药机构

计量分装组件由计量板和振动凸轮机构组成，凸轮等径段(270°)有 60 个圆弧齿，凸轮转动过程中对计量板进行高强度振动，保证计量型腔内药料假

密度基本一致，保证计量精度；凸轮转动到变径段（90°）时将计量板推出，型腔内的药料通过料道进入下方药杯。计量板由拉簧驱动复位并进行下次振动装填计量。

出料口与计量板型腔大小一致，药杯口径大于出料口，药料在自重作用下可快速分装至药杯中。

计量板采用 4 腔设计，每推出一次可以分装 4 发，型腔间距为 35 mm，药杯也选用直径 35 mm 的不锈钢杯，药杯由平板传输链带动循环，由分装机构下方药杯检测/阻挡气缸控制，当空药杯集齐 4 个时，计量板推出装药，避免误装药或洒漏药，阻挡气缸打开后药杯由链条送到过渡转盘上料位置，过渡转盘将药杯和空弹壳逐个送到装药组件。

计量型腔设计有药量调节柱，可对装药量进行微调，以保证按照所需的剂量进行精确计量，每批次装药量一致，满足大口径枪弹连续生产对装药精度的要求，能够提高发射药的加药效率和加药精度，具有生产效率高和加药精度高的特点。

### 2.2 药杯循环送料组件

药杯循环送料组件由平板塑料链条、药杯导轨及调速电机组成，围绕分装组件循环运行，用于将空药杯依次传输至计量分装组件排队，装取药料后移动至上料过渡转盘，并将从药杯下料组件送出的空药杯传输至计量加药组件，完成药杯循环，从而实现药料的连续装填。送料组件速度可调，药杯阻挡气缸与振动凸轮配合动作，保证药料准确进入药杯。

### 2.3 药杯/弹壳进料过渡转盘

如图 8 所示，药杯/弹壳进料过渡转盘由上下 2 层转盘构成，上层与药杯传输链连接，用于将盛装药料的药杯送到装药组件；下层与弹壳输送机构连接，用于将空弹壳送入装药组件。

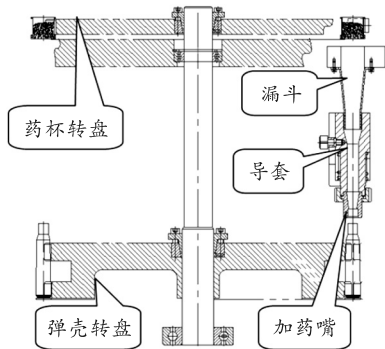


图 8 弹壳/药杯上料过渡转盘

上转盘圆周均布 6 个药杯放置腔，下转盘圆周

均布有 6 个弹壳进料腔，上下转盘均由主轴同步驱动，从而确保药杯和弹壳的同步转移准确进入装药组件。

### 2.4 装药组件

装药组件结构如图 9 所示。

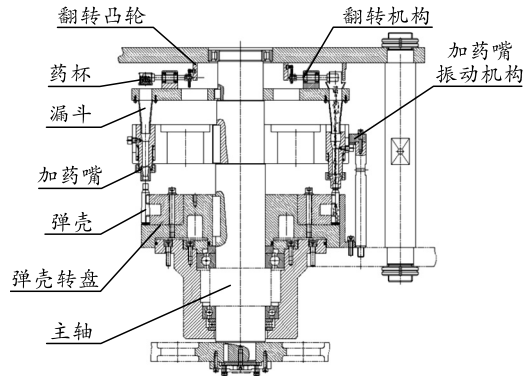


图 9 装药组件结构

装药组件由主轴、药杯翻转机构、加药嘴振动机构、弹壳转盘等部件组成，主轴带动弹壳转盘、加药嘴、漏斗、药杯同步旋转，药杯在翻转凸轮及翻转机构的作用下翻转 180°，将发射药倒入漏斗并通过加药嘴进入弹壳。空药杯由药杯出料过渡转盘送到传输链进行下个循环，填装发射药的弹壳由出料过渡转盘送入弹头装配转盘进行后续装配。

组件为 8 工位加药转盘，沿转盘圆周均布以下机构。

#### 2.4.1 药杯翻转机构

如图 10 所示，药杯翻转机构由翻转凸轮、齿轮齿条机构、药杯夹持机构和挡边组成。

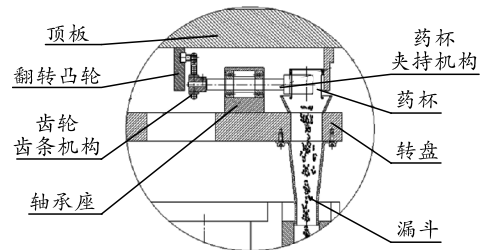


图 10 翻转机构

组件顶板为结构固定支撑件，柱状凸轮固定于顶板上，柱面加工有导向凹槽，凸轮型线展开图如图 11 所示。当滚轮在凹槽中运行时，齿条作上下运动，齿轮带动药杯转臂翻转：起始段药杯 U 形夹呈水平状态，取得药杯后，在翻转段药杯正转 180°，保持 0.3 s 以便药料全部倒出，在回转段药杯反转 180°回到水平位置，药杯释放。由药杯出料过渡转盘送到传输链进行下个循环。

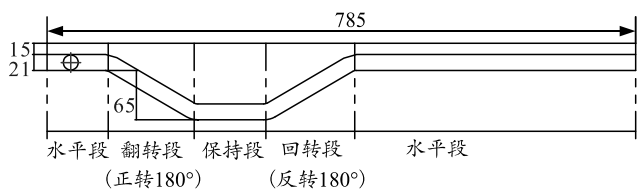


图 11 翻转凸轮展开

药杯采用不锈钢直筒杯，口部有包边，底缘加焊钢圈，既增加药杯重量，保证药杯运行平稳性，也可保证药杯翻转时不掉落。U 形夹便于药杯快速进入和顺利脱开。在顶板药杯翻转段设有挡边，保证药杯翻转过程不脱落。药杯夹持机构如图 12 所示。

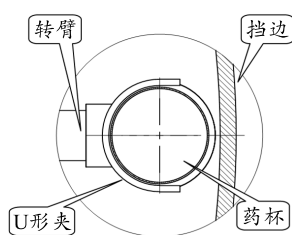


图 12 药杯夹持机构

#### 2.4.2 加药嘴振动机构

如图 13 所示，加药嘴振动机构由加药转盘、导套、加药嘴振动凸轮、加药嘴、压缩弹簧等部件组成。

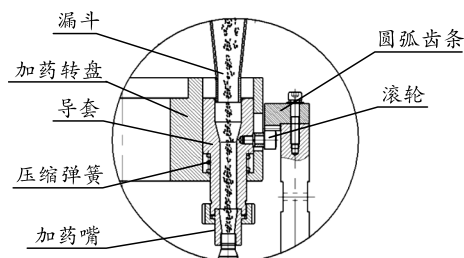


图 13 加药嘴振动机构

加药嘴振动凸轮如图 14 所示。

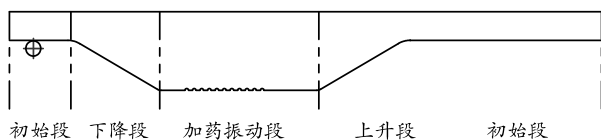


图 14 加药嘴振动凸轮

加药转盘圆周有 8 个导向孔，导套 3 在加药嘴振动凸轮及压缩弹簧作用下作上下运动，导套上端连接漏斗，下端连接加药嘴，当导套下降时，加药嘴罩住弹壳，药料通过漏斗、导套、加药嘴进入弹壳。导套滚轮通过加药振动段时，在压缩弹簧作用下产生振动，避免药料结拱堵塞加药嘴，加速药料下滑，保证加药过程安全可控、不洒漏<sup>[3-4]</sup>。

更换加药嘴可对不同口径弹壳加药，满足不同

规格枪弹的装药需求。

导套向上运动时加药嘴脱开弹壳，便于弹壳离开加药转盘进入下一工位。

### 3 装药效率评估

按 192 发/min 核算，4 孔分药计量板每分钟需运行 48 次，每次运行耗时 1.25 s，根据加药凸轮型线分析，计量板振动时间为 0.75 s，漏药时间 0.5 s，可保证计量精度和漏料时间。药杯阻挡气缸与凸轮转动频率准确匹配后，凸轮机构可不需要等待，连续运行提高分装药效率<sup>[5]</sup>。

传输链以 1.8 m/min 的速度运行、药杯间距 50 mm 计算，集齐 4 个药杯所需时间为 0.66 s，可以保证计量板振动的间隙药杯准时到达指定位置。

装药组件由 8 工位转塔组成，在凸轮机构联动驱动下将药杯中的药剂翻转 180°，药料经漏斗装入弹壳，药杯翻转及装药过程在运动中完成，按设计节拍 192 发计算，加药转塔每分钟需转 24 圈，每发有效加药时间为 1 s，可以确保药料加注过程完整。

### 4 结论

自 2005 年以来，笔者面对国内外用户共研发推广了数十条大口径枪弹装药装配生产线，装药精度和生产效率得到了用户的高度肯定。随着国家 2025 规划及智能制造推广实施，国内外用户对成弹装配生产效率的要求进一步提高，新型转塔式加药机通过中间物流传输链将传统计量板加药机构与转塔式加药机构有机结合，既能保证加药精度，又能保证加药过程所需时间，可有效提高加药效率。该系统研制成功后，仅采用 4 孔计量板结构就可将生产效率提高 90%，推广前景非常广阔。

#### 参考文献：

- [1] 李锦, 黄权, 虞波. 大口径枪弹装配生产线的集成化设计[J]. 兵工自动化, 2009, 28(增刊): 15-19.
- [2] 高丰, 彭旭, 王雪晶, 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.
- [3] 晏希, 李锦, 李全俊, 等. 大口径枪弹转子式结弹技术[J]. 兵工自动化, 2019, 38(2): 93-96.
- [4] 谷岩波, 陈武雄, 李锦, 等. 双计量板计量装药设备驱动机构的动态特性分析[J]. 兵工自动化, 2020, 39(9): 89-93.
- [5] 金翰林, 李锦, 谷岩波. 某枪弹装配系统的控制系统设计[J]. 兵工自动化, 2020, 39(6): 27-29.