

doi: 10.7690/bgzdh.2014.01.005

一种槽式回转弹仓结构设计和动力学仿真

范斌宁, 梁辉, 雷建平

(西北机电工程研究所第二研究室, 陕西 咸阳 712099)

摘要: 为了合理布置自行火炮的内部空间, 设计一种槽式回转异形弹仓。介绍了弹仓的基本结构和工作原理, 通过改变导槽的路径, 灵活改变弹仓形状, 使弹仓可以布置在不太规则的空间里, 充分利用了自行火炮内部有限的空间, 并基于 RecurDyn 的动力学建模进行仿真分析。仿真结果表明: 该槽式回转弹仓增强了弹仓在不规则空间里的适应性和增加了载弹数量, 可为异形弹仓的设计提供参考。

关键词: 弹仓; 链传动; 结构设计; 动力学仿真

中图分类号: TJ303 **文献标志码:** A

Structure Design and Dynamics Simulation of a Grooved Circumrotated Magazine

Fan Binning, Liang Hui, Lei Jianping

(No. 2 Research Room, Northwest Institute of Mechanical & Electrical Engineering, Xi'an 712099, China)

Abstract: For reasonable layout internal space of self-propelled gun, designed a grooved circumrotated magazine. Introduced basic structure and work principle of magazine. Through changing guide barrel path and magazine shape, layout the magazine in irregular space, make full use of limited space in self-propelled gun. Carry out simulation analysis based on RecurDyn dynamic model. The simulation results show that the magazine improves the adaptability of magazine in irregular space and the quantity of ammunition in magazine is also increased. It provides reference for special-shaped magazine design.

Keywords: magazine; chain transmission; structure design; dynamics simulation

0 引言

随着自行火炮自动化、信息化程度不断提高, 自行火炮炮塔和车体内的机构和电气设备越来越多, 但自行火炮的总体外形尺寸却变化不大, 相反, 某些新型自行火炮为了满足空运、空投的要求, 其内部空间变得更加紧张。弹仓是自行火炮弹药自动装填系统的重要组成部分。自行火炮配置的自动弹仓大多采用立式或卧式回转结构形式, 为满足火炮携弹量要求, 常常需要占用一大块规整的火炮内部空间。如何在自行火炮内部合理布置各种机构和设备, 使火炮各部件功能得以充分发挥的同时又具有良好的人机环境, 已经成为火炮总体方案设计人员面临的紧迫问题^[1]。

基于此, 笔者设计了一种槽式回转异形弹仓。通过改变导槽的路径, 可灵活地改变弹仓形状, 使弹仓可以布置在不太规则的空间里, 充分利用了自行火炮内部有限的空间。同时, 采用虚拟样机技术对弹仓进行了动力学仿真, 分析了弹仓的运动特点, 验证了其可行性。

1 弹仓结构设计

1.1 基本组成与布置

该槽式回转弹仓为立式结构, 整体结构近似一

“凹”形, 基本形状如图 1 所示, 最大载弹量 26 发, 弹丸可沿“凹”形的导向槽进行回转。弹仓主要由底座、链节、链轴、弹托、主动轮、从动轮组成。其中, 底座是整个弹仓的基础, 上部开槽, 作为链轴运动的导轨。链节共有 26 个, 由链轴进行连接, 构成一组回转链条。链轴下部与底座的导轨配合, 可以在导轨内滑动, 链轴上部与弹托相连。弹托用于存储弹丸, 并具有弹丸夹持定位功能^[2]。主动轮(如图 1 中 A 所示)位于右侧, 呈四齿结构, 可与链轴啮合, 由电机经减速器驱动。从动轮位于左侧, 结构与主动轮相似。

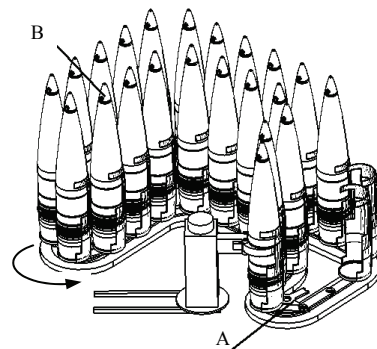


图 1 槽式回转弹仓

1.2 工作原理分析

该槽式回转弹仓采用链传动形式实现弹丸回

收稿日期: 2013-08-20; 修回日期: 2013-09-09

作者简介: 范斌宁(1985—), 男, 陕西人, 学士, 工程师, 从事大口径火炮武器总体技术与大口径火炮自动装填技术研究。

转。与一般链传动结构不同的是，其回转链条呈水平布置，链轴嵌入底座上的导轨，依靠“凹”形的导槽引导链轴滑动。这种结构设计的特点是通过调整导轨的形状，可在火炮车体有限的空间里存储更多的弹丸，灵活性、适应性强。但同时，这种链传动结构形式也存在一个问题，即链传动的多边形效应。多边形效应是链传动的固有属性，会使链条时松时紧，且受链轮中心距、回转半径、链节长度等因素的影响^[3]。由于弹仓中所有链节都是嵌入到导槽中，为了防止链条因多边形效应而发生卡滞，在导槽的一个转角处设置较大的槽宽，使链条在回转过程中有一定自我调整的空间，避免卡滞。具体的导槽形状如图 2 所示。

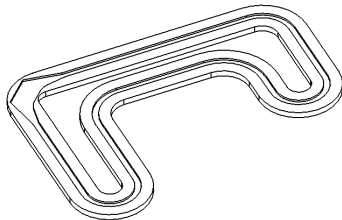


图 2 导槽

弹仓选弹回转到位后，由外部抓弹机械手通过伸、提、缩等动作装弹丸从弹仓中取出。

2 弹仓动力学仿真

2.1 基于 RecurDyn 的动力学建模

RecurDyn 是新一代多体系统动力学仿真软件，采用相对坐标系运动方程理论和完全递归算法^[4]，非常适合于求解复杂接触及大规模的多体系统动力学问题^[5]。笔者利用 RecurDyn 建立槽式回转弹仓的多刚体动力学模型，对其回转运动过程进行仿真，研究其运动和受力情况。

弹仓动力学模型各部分之间的拓扑关系如图 3，通过旋转副、固定副、平面副和接触约束建立弹仓动力学模型。其中：弹丸质量约 45 kg；弹托质量约 3 kg；摩擦系数取 0.1；重力加速度取 9.8 kg/s²。

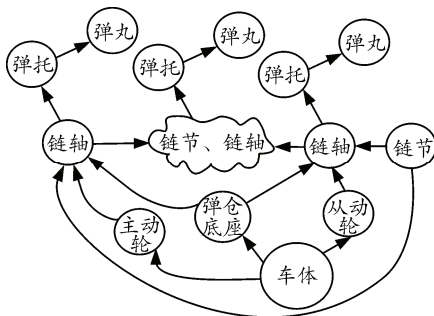


图 3 弹仓模型拓扑关系

在主动轮上施加角速度驱动 90 (°)/s，角速度曲线如图 4，仿真时间设置为 10 s。

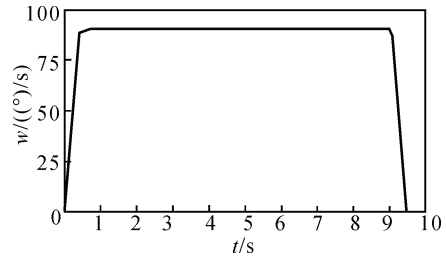


图 4 速度驱动曲线

在主动轮、从动轮、链轴建立测量，获取其位移、速度、力或力矩等参数。

2.2 仿真结果分析

图 5 为某弹丸(如图 1 中 B 所示)在导槽中的运动速度曲线。图 6 为主、从动轮转速曲线。从图 5、图 6 中可知，弹丸速度和从动轮转速均在启动过程中突然上升，然后回落至一定值附近并呈锯齿形波动，且波动幅度较大。

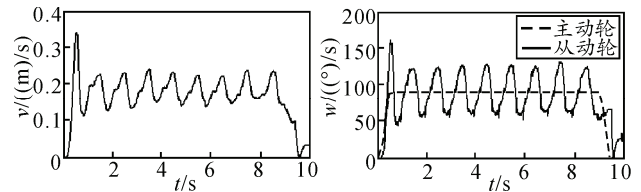


图 5 弹丸 B 运动速度

图 6 主、从动轮转速

图 7 为主动轮驱动力矩。从图中可知，在启动过程中主动轮驱动力矩最大值为 600 N·m，到达匀速状态后力矩在 0~100 N·m 之间，并呈近似正弦波动。

图 8 为链轴与导槽侧壁的接触力曲线。通过分析该链轴的运动轨迹发现，在 2~4 s 和 6~8 s 这 2 个时间段内，该链轴均是正好沿导槽通过一个 90° 的弯角，8 s 以后开始与主动轮啮合。从图中可知，链轴在经过弯角时，与导槽侧壁的接触力较大，而且在经过后一个弯角时，接触力相对更大。

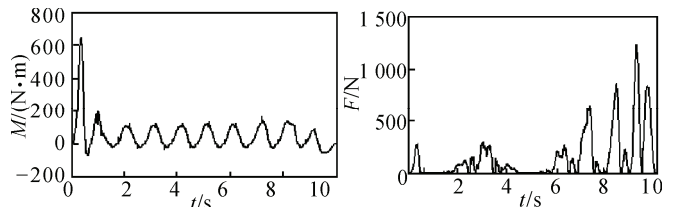


图 7 主动轮驱动力矩

图 8 链轴与导槽侧壁的接触力

图 9、图 10 分别为链轴与主、从动轮的啮合力曲线。链轴与主、从动轮的啮合力呈现出啮合初期、中期、末期 3 个阶段的特点。