

# Design and Implementation of Sequence Control of a Certain Type of Tank Autoloader

Mingliang Yan, Zhicheng Huo, Wenzhuo Li

Institute of Technology of Armored Force, Jilin  
Email: Ymingliang137@sohu.com

Received: Apr. 18<sup>th</sup>, 2013; revised: May. 12<sup>th</sup>, 2013; accepted: May. 20<sup>th</sup>, 2013

Copyright © 2013 Mingliang Yan et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**Abstract:** Automatic reloading technology has become an important branch of modern cannon technology, and automatic control of autoloader optimization is a difficult problem of system design. This system is designed in accordance with the idea of action by agencies timing loop control design, and we analyze the control flow and prove that the timing control is designed to meet a certain type of tank autoloader mechatronic design requirements and has high working reliability.

**Keywords:** Tank Gun; The Autoloader; Sequential Control

## 某型坦克自动装弹机时序控制的设计与实现

闫明亮, 霍志成, 李文卓

装甲兵技术学院, 吉林  
Email: Ymingliang137@sohu.com

收稿日期: 2013年4月18日; 修回日期: 2013年5月12日; 录用日期: 2013年5月20日

**摘要:** 自动装弹技术已成为现代火炮技术的一个重要分支, 而自动装弹机的控制优化是系统设计的一个难点问题, 该系统按各机构的动作时序进行定时循环控制的设计, 进而分析控制流程, 经过实践证明, 该时序控制设计满足某型坦克火炮自动装弹机电一体化设计需要, 工作可靠性高。

**关键词:** 坦克火炮; 自动装弹机; 时序控制

### 1. 引言

某型坦克自动装弹机主要由旋转输弹机、提升机、推弹机、火炮闭锁器、抛壳机、开窗机构、程控盒、记忆装置、调炮器、闩体触点、后坐触点等组成, 负责弹丸、药筒的自动贮存、记忆、识别、补给, 能够根据程控盒的指令, 自动将弹丸和装药进行自动装填, 不仅提高了坦克武器系统的爆发射速、最大射速和持续射速, 增加了坦克火炮的威力, 还提高了整个坦克武器系统的战术技术性能<sup>[1]</sup>。本文按照系统设计思想, 将某型坦克火炮自动装弹机1次装填, 分为

9个工作阶段, 按各机构的动作时序进行闭环控制的设计。在讨论每一个阶段工作应具备的初始条件基础上, 分析控制流程, 为系统的理解某型坦克火炮装弹机控制原理以及进行自动装弹机的故障分析排除有重要的技术支撑作用。

### 2. 坦克火炮调至装填角闭锁

#### 2.1. 初始条件

坦克火炮调至装填角闭锁, 是自动装弹机定角装填的第一个阶段, 此阶段正常工作应满足如下初始条

件:

1) 记忆装置中有所选择的弹种。在自动装弹机进行补弹时,通过记忆装置(JY)的破甲弹按钮(P)、穿甲弹按钮(C)、榴弹按钮(L)将所选的弹种进行分别记忆。

2) 火炮开闩。在火炮第一次装填时,需对火炮进行人工开闩,此时闩体触点开关(KS)转换。

3) 火炮复进到最前方位置。在火炮装填时,位于火炮右侧的后坐触点开关(KH)转换。

4) 火炮能调到4度30分。在火炮装填时,调炮器(HD)向炮控分系统(PK)发出装填角区域指令,能够使火炮到达装填角4度30分。

## 2.2. 控制流程的设计与实现

当以上初始条件满足时,当按下装填按钮(ZC1)时,调炮器(HD)发出装填角信号,火炮在炮控系统的作用下向装填角区域运动。到达装填角区域时,火炮闭锁器(BS)的电机(ZD6)接通,将闭锁销紧压在火炮防危板上。当接到 BS-K1 信号后,电机(ZD6)被切断。当闭锁销插入火炮摇架的闭锁衬套内时,火炮机械闭锁。此时,开关 BS-K3 发出信号,使炮控分系统同时处于液力闭锁状态<sup>[2]</sup>。控制流程的设计,如图 1 所示。

## 3. 旋转输弹机输弹到出弹口门

### 3.1. 初始条件

坦克自动装弹机旋转输弹机输弹到出弹口门,是自动装弹机定角装填的第二个阶段,此阶段正常工作应满足如下初始条件:

1) 记忆装置中有所选择的弹种。在自动装弹机进行补弹时,通过记忆装置(JY)的破甲弹按钮(P)、穿甲弹按钮(C)、榴弹按钮(L)将所选的弹种进行分别记忆。

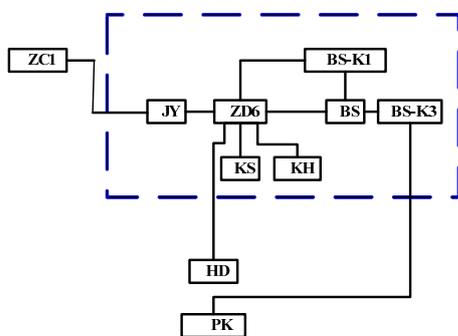


Figure 1. Tank gun to loading Angle closure control  
图 1. 坦克火炮调至装填角闭锁控制流程

2) 提升机抓具在原位。提升机抓具在原位时,是保证旋转输弹机工作时,提升机可靠闭锁,此时 TS-K4 开关闭合。

3) 提升机闭锁。提升机闭锁,保证提升机完成机械闭锁,由提升机电磁铁(TS-DT3)闭锁销插入到提升机定位盘,此进 TS-DT3-K1 开关闭合。

4) 旋转输弹成解锁状态。旋转输弹机减速器(XS-ZD1)工作前,由旋转输弹机的电磁铁 1(XS-DT1)和旋转输弹机的电磁铁 2(XS-DT2)将旋转输弹机闭锁器的闭锁销从上座圈的闭锁孔内拔出,使旋转输弹机成解锁状态,此时 XS-DT1-K2, XS-DT2-K1, 分别转换。

## 3.2. 控制流程的设计与实现

当以上初始条件满足时,火炮调至装填角时,旋转输弹机解脱闭锁,并旋转、选弹、停止。当按下装填按钮时,输弹机闭锁器电磁铁 XS-DT1 接通,电磁铁 XS-DT1 的衔铁将闭锁销拔出并被 XS-DT2 的导杆闭锁,此时, XS-DT2-K1 闭合,信号输入程控盒,切断 XS-DT1,使闭锁销保持解脱状态,输弹机开始转动。当被选弹种的弹匣接近出弹口时,旋转输弹机按照来自记忆装置发出的制动区的信号,停车区信号,和旋转输弹机闭锁器 XS-DT1-K2 和 XS-DT2-K1 信号,切断电机 XS-ZD1 电流,使旋转输弹机停止转动,同时闭锁器闭锁销插入到上座圈的闭锁孔内完成闭锁。其控制流程的设计,如图 2 所示。

## 4. 抛壳机抬架至抛壳位

### 4.1. 初始条件

坦克自动装弹机抛壳机抬架至抛壳位,是自动装弹机定角装填的第三个阶段,此阶段正常工作应满足

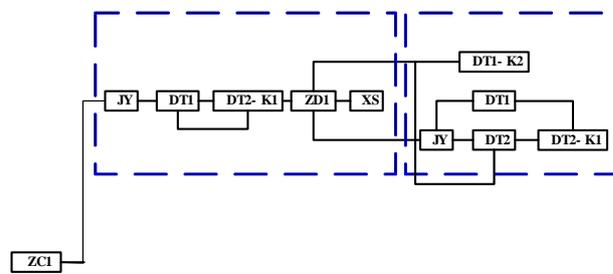


Figure 2. Rotating loose spring machine to play to the entrance of the out of control  
图 2. 旋转输弹机输弹到出弹口门的控制流程

如下初始条件:

1) 炮机械闭锁。火炮被准确闭锁在 4 度 30 分的位置, 此时火炮闭锁器 BS-K3 转换。

2) 旋转输弹机可靠闭锁。旋转输弹机闭锁器对输弹机完成机械闭锁, 此时 XS-DT1-K2 转换。

#### 4.2. 控制流程的设计与实现

当以上初始条件满足时, 火炮闭锁器 BS-K3 信号和 XS-DT1-K2 信号, 接通抛壳机构电机 K-ZD3, 抬起框架。在框架抬起时, 开关抛壳机位置开关 K-K1 转换, 为提升机构闭锁电磁铁 TS-DT3 的接通作准备, 当框架抬起到位时, K-K2 开关转换, 切断电机 K-ZD3。其控制流程设计, 如图 3 所示。

### 5. 提升机提弹匣到推弹线

#### 5.1. 初始条件

坦克自动装弹机提升机提弹匣到推弹线, 是自动装弹机定角装填的第四个阶段, 此阶段正常工作应满足如下初始条件:

1) 旋转输弹机闭锁。旋转输弹机闭锁器对输弹机完成机械闭锁, 此时 XS-DT1-K2 转换。

2) 抛壳机抬架。抛壳机抬架到位, 此时 K-K2 转换。

#### 5.2. 控制流程的设计与实现

当以上初始条件满足时, XS-DT1-K2 信号和 K-K1 信号, 使提升机构闭锁电磁铁 TS-DT3 接通, 解脱提升机构闭锁, 触点 TS-DT3-K1 闭合, 接通提升机构电机 TS-ZD2, 提升机构提升弹匣。当带弹匣的抓具接近弹丸推送线时, 提升机构控制开关 TS-K1 开关转换, 切断提升机构闭锁电磁铁 TS-DT3, 当提升机构闭锁销插入闭锁盘上的弹位缺口时, 提升机构被闭锁, 此时, 触点 TS-DT3-K1 发出信号, 电机 TS-ZD2

被切断。其控制流程设计, 如图 4 所示。

### 6. 推弹机推弹入膛, 消除记忆、收回链条

#### 6.1. 初始条件

坦克自动装弹机推弹机推弹入膛, 消除记忆、收回链条, 是自动装弹机定角装填的第五个阶段, 此阶段正常工作应满足如下初始条件:

1) 提升机可靠闭锁。提升机闭锁, 保证提升机完成机械闭锁, 由提升机电磁铁(TS-DT3)闭锁销插入到提升机定位盘, 此进 TS-DT3-K1 开关闭合。

2) 提升机提弹匣到推弹线。提升机位置控制开关 TS-K1 转换。

#### 6.2. 控制流程的设计与实现

当以上初始条件满足时, TS-K1 信号和 TS-DT3-K1 的信号, 接通推弹机电机 TD-ZD4, 推送弹丸入膛。在推弹到位时, 开关 TD-K1 发出信号, 切断推弹机电机 TD-ZD4, 并接通记忆(JY)电路, 消除弹种记忆。同时, 接通电机 TD-ZD4 的反转电路, 使推弹链收回至原位, 开关 TD-K2 恢复原位, 切断电机 TD-ZD4, 并解脱提升机构闭锁。其控制流程设计, 如图 5 所示。

### 7. 开窗、抛壳、关窗

#### 7.1. 初始条件

坦克火炮自动装弹机开窗、抛壳、关窗, 是自动

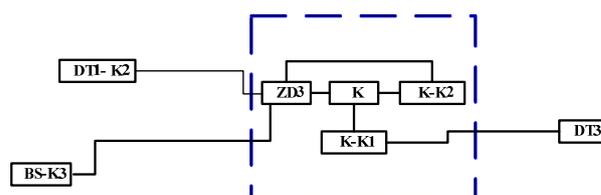


Figure 3. Shell threw the shell machine up to a control flow  
图 3. 抛壳机抬架至抛壳位的控制流程

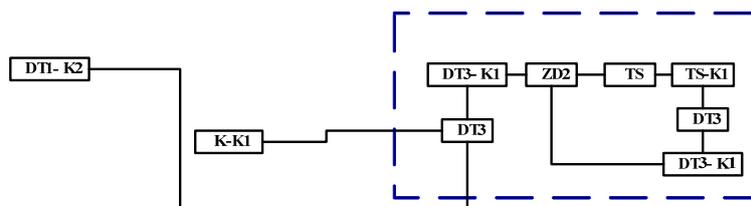


Figure 4. Elevator magazine to TuiDan line control flow  
图 4. 提升机提弹匣到推弹线控制流程图

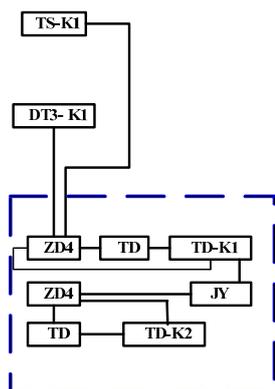


Figure 5. TuiDan machine into the chamber, to erase a memory, back chain control flow  
图 5. 推弹机推弹入膛, 消除记忆、收回链条控制流程

装弹机定角装填的第六个阶段, 此阶段正常工作应满足如下初始条件:

- 1) 抛壳机框架抬起。抛壳机位置控制开关 K-K2 转换。
- 2) 推弹机推弹丸到位。推弹机推弹链位置控制开关 TD-K1 转换。

## 7.2. 控制流程的设计与实现

当以上初始条件满足时, K-K2 信号和 TD-K1 信号, 接通开窗机构电机 PC-ZD5 电路, 打开抛壳窗。开窗到位时, 开窗机构 PC-K2 的信号, 切断电机 PC-ZD5 电路。同时, 接通抛壳机构闭锁电磁铁 K-DT4, K-DT4 的闭锁销解脱抛壳扭力轴, 扭力轴带动抛壳爪将弹底壳抛出。K-DT4-K1 闭合, 接通电机 PC-ZD5 反转电路, 关窗。关窗到位时, PC-K1 恢复原位, 切断电机 PC-ZD5。其控制流程图设计, 如图 6 所示。

## 8. 降至药筒位, 推药筒入膛、关门、收回链条

### 8.1. 初始条件

坦克自动装弹机降至药筒位, 推药筒入膛、关门、收回链条, 是自动装弹机定角装填的第七个阶段, 此阶段正常工作应满足如下初始条件:

- 1) 推弹链收回到位。推弹机推弹链位置控制开关 TD-K2 转换。
- 2) 提升机解锁。提升机解锁, 保证提升机完成机械解锁, 由提升机电磁铁(TS-DT3)闭锁销从提升机定

位盘内拔出, 此时 TS-DT3-K1 开关断开。

## 8.2. 控制流程的设计与实现

当以上初始条件满足时, TD-K2 信号和 TS-DT3-K1 信号, 接通 TS-ZD2 的反转电路, 提升机构降下弹匣, 到达推药筒位时, 开关 TS-K2 发出信号, 切断提升机构闭锁电磁铁 TS-DT3, 提升机构被闭锁, 触点 TS-DT3-K1 断开, 切断电机 TS-ZD2 电路。同时接通推弹机电机 TS-ZD4, 推送药筒入膛, 完成推弹关, 凸轮触点 KS 发出信号, 接通电机 TD-ZD4 反转电路, 收回推弹链。当推弹链收回到原位时, 开关 TD-K2 恢复原位, 切断电机 TD-ZD4, 提升机构闭锁电磁铁 TS-DT3 被接通, 解脱提升机构闭锁。其控制流程设计, 如图 7 所示。

## 9. 提升机构、抛壳机降回原位

### 9.1. 初始条件

坦克自动装弹机提升机构、抛壳机降回原位, 是自动装弹机定角装填的第八个阶段, 此阶段正常工作应满足如下初始条件:

- 1) 推弹机弹链处于原位。推弹机推弹链位置控制开关 TD-K2 转换。

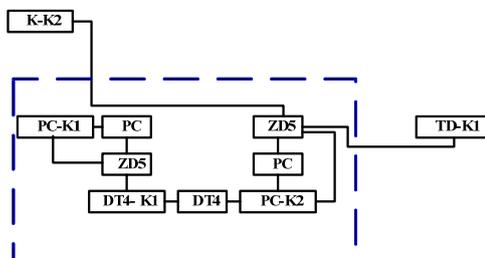


Figure 6. Window, cast shell and the flow chart of windows  
图 6. 开窗、抛壳、关窗流程图

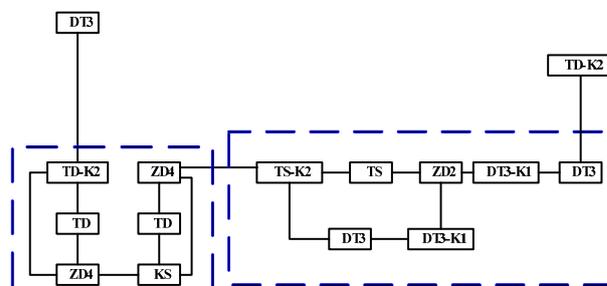


Figure 7. Dropped to normal position, push the cartridge back into the chamber, closed bars, chain control flow  
图 7. 降至药筒位, 推药筒入膛、关门、收回链条控制流程图

2) 提升机解锁。提升机解锁，保证提升机完成机械解锁，由提升机电磁铁(TS-DT3)闭锁销从提升机定位盘内拔出，此进 TS-DT3-K1 开关断开。

## 9.2. 控制流程的设计与实现

当以上初始条件满足时，TD-K2 信号，触点 TS-DT3-K1 闭合，接通电机 TS-ZD2 反转电路，开关 TS-K2 信号，接通电机 K-ZD3 反转电路，抛壳机构框架下降，到原位时，开关 K-K1 恢复原位，切断电机 K-ZD3。当提升机抓具接近原位时，开关 TS-K4 信号，切断提升机构闭锁电磁铁 TS-DT3，当触点 TS-DT3-K1 断开，电机 TS-ZD2 被切断，提升机构被闭锁。其控制流程设计，如图 8 所示。

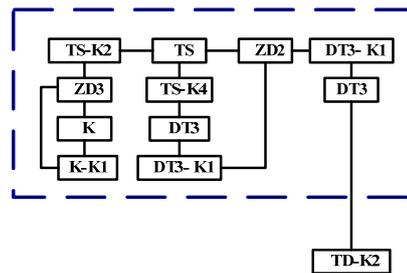


Figure 8. Lifting gear, shell airland back control flow  
图 8. 提升机构、抛壳机降回原位的控制流程图

## 10. 火炮解锁、返回瞄准线

### 10.1. 初始条件

坦克自动装弹机火炮解锁、返回瞄准线，是自动装弹机定角装填的第九个阶段，此阶段正常工作应满足如下初始条件：

1) 框架降回原位。抛壳机位置控制开关 K-K1 转换。

### 10.2. 控制流程的设计与实现

当以上初始条件满足时，抛壳机 K-K1 信号，接通火炮闭锁器电机 BS-ZD6，收回闭锁销，解脱火炮闭锁。当收回闭锁销时，BS-K2 信号切断电机 BS-ZD6，BS-K3 信号输入炮控箱，在炮长操纵台上的允许射击指示灯亮，同时，火炮解脱液力闭锁，并被调至瞄准线(稳像工况)或原瞄准线(装表工况)，做好射击前准备。其控制流程设计，如图 9 所示。

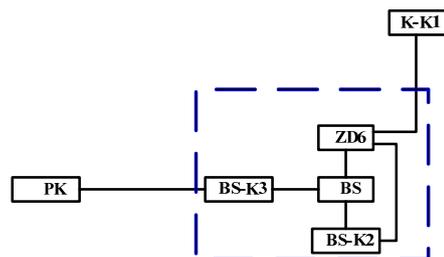


Figure 9. Cannon unlock, return the control flow chart of line of sight  
图 9. 火炮解锁、返回瞄准线的控制流程图

设计，是某型坦克装弹机控制原理逻辑设计的关键，每 1 个执行机构的动作，都是在满足其初始条件的基础上，经过实践证明，该时序控制设计满足某型坦克火炮自动装弹机电一体化设计需要，工作可靠性高。并且根据各阶段的时序控制流程，能够很好的指导部队维修技术人员对自动装弹机进行准确的故障定位，提高维修效率。

## 参考文献 (References)

- [1] 侯保林, 樵军谋, 刘琮敏. 火炮自动装填[M]. 北京: 兵器工业出版社, 2010: 1-4.
- [2] 姚富山. 坦克火炮自动装填系统构造原理与修理[M]. 北京: 兵器工业出版社, 2008: 43-47.

## 11. 结束语

自动装弹机自动装弹时的 9 个工作阶段时序控制