

## 运用尺寸链分析方法解决某型炮闩干涉问题

张 森

(海装重庆局,重庆 400023)

**摘要:**运用尺寸链分析方法,对某型舰炮炮闩与星形体和炮尾的配合进行分析。通过关键尺寸做图,简化零件外形及配合关系,通过计算找到零件相对运动过程中可能的干涉点,对相关尺寸进行改进、优化,解决在极限偏差情况下相关零件干涉问题,减少装配过程中的零件修配量,满足其工艺技术要求,提升产品加工水平,最终达到提高产品质量的目的。

**关键词:**舰炮;炮闩;尺寸链

**中图分类号:**TH13

**文献标识码:**A

**文章编号:**1006-0707(2012)03-0048-04

尺寸链(dimensional chain),在零件加工或机器装配过程中,由互相联系的尺寸按一定顺序首尾相接排列而成的封闭尺寸组。尺寸链的主要特征有两点,其一为封闭性,由有关尺寸首尾相接而形成;其二为关联性,有一个间接保证精度的尺寸,受其他直接保证精度尺寸的支配,彼此间有确定的函数关系。

在某型舰炮实际装配中,存在由于尺寸偏差而出现修锉干涉的情况,导致炮闩最终尺寸不一致。本文从零件尺寸链和装配尺寸链入手,对可能干涉而引起修锉的外形尺寸进行尺寸链计算分析,确定舰炮零件的尺寸精度,对计算中发现的问题进行分析和改进,保证加工精度和装配精度。

差,图3所示 $30^\circ$ 和 $20^\circ$ 均为已知尺寸。

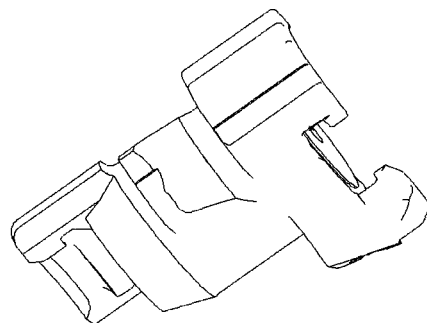


图1 炮闩外形

## 1 建立转换计算模型

由于舰炮零件均为形状复杂的多面体,如图1所示为炮闩外形,须根据零件尺寸链和装配尺寸链,抽取其关键尺寸形成如下转换计算模型,如图2所示。用同样方法得到如图9所示的星形转换计算模型和如图11所示的炮尾转换计算模型。

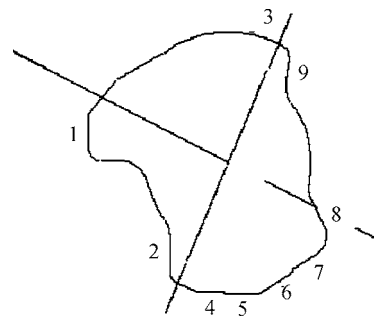


图2 炮闩转换计算模型

## 2 确定计算基准

### 2.1 分析、统一计算的基准并确定相关计算假设

由于闩体支架、闩体、炮尾和星形体相关尺寸的基准均不相同,故需要对所有相关尺寸的基准进行统一,并确定相关假设条件。

### 2.2 闩体公转中心和炮膛中心重合的情况

#### 2.2.1 计算假设

1) 星形体中心和炮尾中心重合,不考虑此处的配合公差等。

2) 认为闩体中心和闩体支架中心重合(暂不考虑闩体和闩体支架的配合公差)。

3) 炮膛中心所在位置 $10^\circ$ 假设为转换基准尺寸,不考虑公

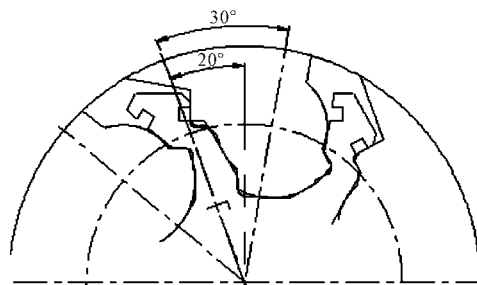


图3  $10^\circ$ 计算示意图

收稿日期:2012-01-10

作者简介:张森(1964—),男,硕士,高级工程师,主要从事火炮监造工作。

### 2.2.2 闩体中心到星形体中心的距离

闩体支架的下导轨面到闩体支架轴中心的尺寸计算:

$$ZJ_{\min} = 25.5 - 0.105 - (21 + 0.042) - (5 - 0.27)/2 = 1.988$$

$$ZJ_{\max} = 25.5 + 0.105 - (21 - 0.042) - (5 - 0.345)/2 = 2.3195$$

闩体支架轴心到星形体中心的垂直距离(干涉较多的情况的一种情况为闩体与星形体和炮尾干涉,故取闩体偏向星形体回转中心时干涉最严重的状态进行计算,假设闩体支架的导轨下端面和星形体的槽下平面重合):

$$Zy_{\min} = 59 - 0.06 - 2.3195 = 56.6205$$

$$Zy_{\max} = 59 + 0.06 - 1.988 = 57.072$$

对应的闩体支架的中心到星形体中心的距离为:

$$Z_{\min} = 56.6205 / \cos 10^\circ = 57.49$$

$$Z_{\max} = 57.072 / \cos 10^\circ = 57.95$$

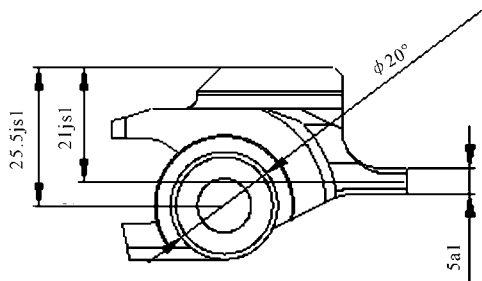


图4 闩体支架相关尺寸示意图

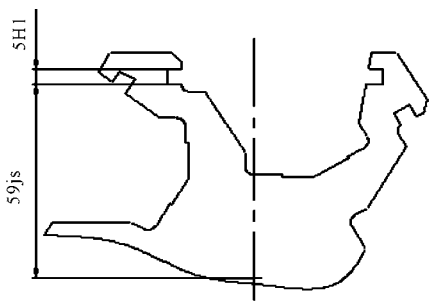


图5 星形体相关尺寸示意图

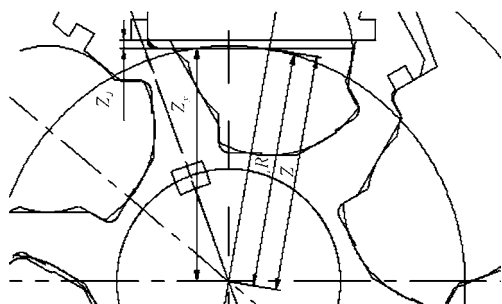


图6 闩体支架中心到星形体中心和炮膛中心到星形体中心的尺寸链示意图

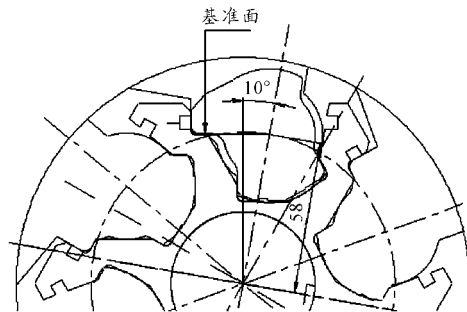


图7 基准面配合位置示意图

### 2.2.3 炮膛中心到星形体中心的距离

对应的膛线中心直径为  $\phi 116$ 。则闩体支架轴心到炮膛中心的距离  $R = R58$ 。

### 2.2.4 炮膛中心和闩体中心的差值

$$\min = 58 - 57.95 = 0.05$$

$$\max = 58 - 57.49 = 0.51$$

## 2.3 确定闩体位置及统一计算对比基准

### 2.3.1 中心重合

当炮闩中心和膛线中心重合时,闩体和星形体上的图示位置2对应面平行时各自到星形体中心的距离,按名义尺寸计算,星形体:  $59 - 2 = 57$  (假设为计算基准,不考虑此处的公差),闩体:  $58 \times \cos 10^\circ + 0.3 + 0.05 = 57.47$ 。两面相差 0.47。

### 2.3.2 中心最大的偏差

在第 3.1.1 项闩体支架中心和膛线中心到星形体中心的计算中,可以看到两者中心并不重合,且两者中心最大的偏差为  $0.51 \times \cos 10^\circ = 0.50$ 。

### 2.3.3 到星形体中心的距离

基于以上计算的结果,在闩体偏向星形体中心取最大公差时,图示星形体和闩体对应面的过盈量为  $0.50 - 0.47 = 0.03$ ,暂不考虑此公差,且闩体的偏移量取最大偏移 0.50,认为闩体和星形体对应的基准面正好完全重合,并且此时是闩体工作的最恶劣情况,将此两基准面重合状态作为其他尺寸链计算的转换基准,基准面到星形体中心的距离为 57。

### 2.3.4 偏差

膛线中心到星形体中心垂直于基准面的距离为  $58 \times \cos 10^\circ = 57.12$ ,在基准面内的尺寸为  $58 \times \sin 10^\circ = 10.07$ 。假设闩体的中心位置尺寸取极限尺寸,考虑 0.50 的偏差,则闩体实际中心相到星形体中心的位置尺寸为 10.07 和  $57.12 - 0.50 = 56.62$ 。

根据以上条件,确定闩体上的基准面和星形体上的基准面重合时闩体的状态为工作状态。统一选取闩体在工作状态时的中心为所有尺寸计算对比基准。

## 3 分析计算

根据选定的基准对闩体、星形体和炮尾相关位置外形尺寸进行统一基准转换

### 3.1 闩体外形尺寸转换计算

第 5 段和第 6 段交汇点:

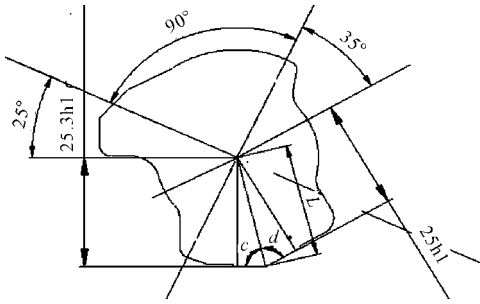


图8 第5段和第6段交汇点尺寸计算示意图

角度:  $c + d = 150^\circ$

$$L = 25.3 / \sin(c) = 25.3 / \sin(d) = 25.3 / \sin(150 - d)$$

当公式中尺寸取上限值,  $150^\circ$ 取下限值时,  $L$ 有最小值:

$$\cot(d) = \left( \frac{25.3}{25} + \cos 150^\circ \right) / \sin 150^\circ \approx 0.29$$

$$d = \operatorname{arccot}(0.29) = 73.83^\circ$$

$$L_{\max} = 25 / \sin 73.83^\circ = 26.3$$

$R1$ 倒角减去长度约0.04(作图所得结果),则为26.26。

当公式中尺寸取下限值,  $150^\circ$ 取上限值时,  $L$ 有最小值:

$$\cot(d) = \left( \frac{25.17}{24.87} + \cos 150.17^\circ \right) / \sin 150.17^\circ \approx 0.29$$

$$d = \operatorname{arccot}(0.29) = 73.83^\circ$$

$$L_{\min} = 25 / \sin 73.83^\circ = 26.3$$

### 3.2 星形体外形尺寸转换计算

将星形体图示位置的外形尺寸基准中心转换为以闫体中心为基准的尺寸。

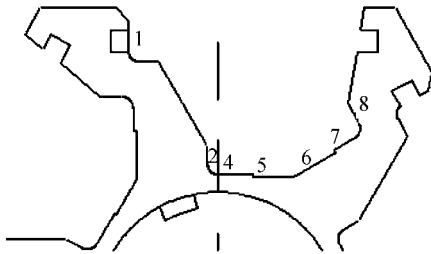


图9 星形转换计算模型

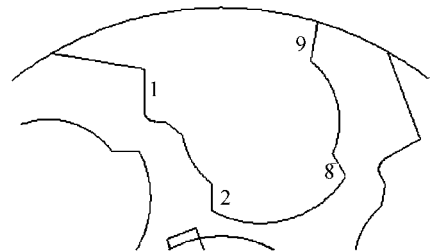


图11 炮尾转换计算模型

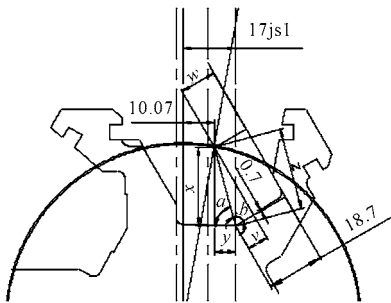


图10 第6、7、8段星形体外形尺寸转换示意图

#### 3.2.1 第6段

尺寸转换:  $x$ 为第5段平面的取值,  $\max = 25.37$ ,  $\min = 25.05$

$y = 17 \pm 0.055 - 10.07$ ,  $\max = 6.99$ ,  $\min = 6.88$

角度  $a = \operatorname{arctg}(x/y)$

$x$ 取最大值,  $y$ 取最小值时  $\max = \operatorname{arctg}(25.37/6.88) =$

$74.83^\circ$

$x$ 取最小值,  $y$ 取最大值时  $\min = \operatorname{arctg}(25.05/6.99) = 74.4^\circ$

$z = x / \sin(a)$ ,  $\max = 25.37 / \sin(74.83^\circ) = 26.29$ ,

$\min = 25.05 / \sin(74.4^\circ) = 26$

$b = 150^\circ - a$ ,  $\max = 150^\circ - 74.4^\circ = 75.77^\circ$ ,

$\min = 150^\circ - 74.84^\circ = 75.16^\circ$

第6段最终尺寸: 当  $z$ 取26.29时,  $b = 75.16^\circ$

$\max = z * \sin(b) = 26.29 * \sin(75.16^\circ) = 25.41$

当  $z$ 取26时,  $b = 75.77^\circ$

$\min = 26 * \sin(75.77^\circ) = 25.2$

#### 3.2.2 第7段

$\max = 25.41 - (0.7 - 0.14) = 24.85$ ,

$\min = 25.2 - 0.7 = 24.5$

#### 3.2.3 第8段: 即 $w$ 尺寸

$v = z * \cos(b)$

$\max = 26.29 * \cos(75.16^\circ) = 6.73$

$\min = 26 * \cos(75.77^\circ) = 6.39$

$w = 18.7 - v$

$\max = 18.7 + 0.13 - 6.39 = 12.44$

$\min = 18.7 - 6.73 = 11.97$

### 3.3 炮尾外形尺寸转换计算

#### 3.4 转换后尺寸对比及结果分析

见表1。

闫体和星形体在第4、5、7段、圆弧段和5与6的交汇点4处尺寸有干涉。闫体和炮尾在5与6的交汇点有干涉。炮闫上的第2段和第8段面和星形体的对应面的间隙偏向不均匀, 尺寸公差偏向和加工误差可能会导致炮闫第2段和星形体对应面干涉。

由上分析计算, 对可能存在的干涉部位适当调整公差, 可从源头消除干涉, 最终达到提高产品质量的效果。

表1 闷体、星形体和炮尾转换尺寸的对比

平面段号	闷体外形尺寸		星形体外形转换尺寸		炮尾外形转换尺寸	
	Max	Min	Max	Min	Max	Min
1	29.70	29.37	30.59	30.70	30.10	30.00
2	12.40	12.30	12.66	12.42	12.87	12.6
3	R25	R24.92			25.57	25.49
4	24.80	24.53	25.01	24.55		
5	25.30	25.17	25.37	25.05		
6	25.00	24.87	25.41	25.20		
7	24.50	24.23	24.85	24.50		
8	11.55	11.45	12.44	11.97	12.36	12.25
9	9.50	9.28			10.01	9.91
5和6的交汇点	26.26	26.26	26.29	26.00	25.57	25.49
圆弧段	R20.51	R20.31			R20.40	R20.35

## 参考文献:

- [1] 梭罗 NC. 装配尺寸链和工艺尺寸链的计算[M]. 李纯甫, 译. 上海:科学技术文献出版社,1980.
- [2] 毛保全,邵毅. 火炮自动武器优化设计[M]. 北京:国防工业出版社,2007.

[3] 万书亭. 互换性与测量技术[M]. 北京:电子工业出版社,2007.

[4] 刘华,匡伟春. 公差配合与测量技术[M]. 北京:电子工业出版社,2010.

(责任编辑 周江川)

(上接第34页)硝酸酯发射药在常温(30℃)下的安全贮存寿命为 $\tau_{30} = 40$ 年,老化温度系数 $r_{10} = 3.63$ 。完成能够满足GJB1054A—06《火炸药贮存安全规程》的要求<sup>[6]</sup>。

表5 各温度条件下的安全贮存时间

老化温度/℃	95	85	75	65
安全期/d	2.95	13.39	62.02	114.75

## 3 结论

1) 随着硝酸酯含量的增加,酯乙型混合硝酸酯发射药的维也里和甲基紫变色时间均缩短;与酯太型混合硝酸酯发射药相比,其维也里和甲基紫变色时间偏短。

2) 适当增加酯乙型混合硝酸酯发射药中安定剂 $C_2$ 的含量,其维也里和甲基紫变色时间会适当增加;

3) 酯乙型混合硝酸酯发射药加速老化试验预估的安全贮存寿命为40年,满足火炸药贮存安全规程的要求。

## 参考文献:

[1] 王泽山. 含能材料概论[M]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2006.

[2] 郭耸,王青松,孙金华,等. 双基发射药和混合硝酸酯发射药的热分解特性[J]. 火炸药学报,2009,32(2):75-77.

[3] 郑伟,王江宁,韩芳,等. DNTF-CMDB推进剂的化学安定性[J]. 火炸药学报,2010,33(4):11-14.

[4] 周堃,罗天元,张伦武. 弹箭贮存寿命预测预报技术综述[J]. 装备环境工程,2005,2(2):6-11.

[5] 郑波,宋新民,姜志保,等. 一种评估库存发射药安全贮存寿命的方法[J]. 火炸药学报,2005,28(2):29-32.

[6] 衡淑云,韩芳,张林军,等. 硝酸酯火药安全贮存寿命的预估方法和结果[J]. 火炸药学报,2006,29(4):71-76.

(责任编辑 杨继森)