

【武器装备】

# 基于 Pro/MECHANICA 的某型机枪取弹器疲劳分析

吕忠波,李四川,张光沛

(重庆军代局驻江津地区军代室,重庆 402264)

**摘要:**某型通用机枪取弹器寿命经常达不到规定要求,影响了全枪寿命。用 Pro/Engineer 建立取弹器及枪弹的三维模型,并利用 Pro/Mechanica 进行疲劳分析,找出了影响取弹器寿命敏感参数即取弹器与枪弹横向综合相对偏移量,对该参数控制在一定的范围内,可以保证取弹器的寿命满足规定要求。

**关键词:** Pro/Mechanica;取弹器;疲劳分析

中图分类号: TG115.5

文献标识码: A

文章编号: 1006-0707(2011)05-0045-02

## Weariness Analysis of Certain Machine Gun Tirebal based on Pro/MECHANICA

LV Zhong-bo, LI Si-chuan, ZHANG Guang-bei

(Military representative Office of PLA stayed in Jiangjin, Jiangjin 402264, China)

**Abstract:** Aimed at the puzzle of impact lifetime of certain machine gun, the paper made the simulation of weariness analysis. In the paper, it built three-dimensional model of tirebal and cartridge by Pro/Engineer, and based on the built model it made the simulation of weariness analysis, and found out the sensitive parameter of affecting tirebal lifetime, Namely it found out the relative offset of crossrange synthesis for tirebal and cartridge. The simulation results show that when the parameter is controlled in a certain range it can ensure the tirebal lifetime to satisfy the specified demand.

**Key words:** Pro/Mechanica; tirebal; weariness analysis

某型通用机枪取弹器寿命要求数万发,以往寿命试验取弹器经常达不到规定要求,导致全枪寿命提前終了。根据以往寿命试验取弹器失效分析来看,均为疲劳断裂。为了保证取弹器寿命满足规定要求,采取了对取弹器表面喷丸等工艺措施,但收效甚微,取弹器有时仍达不到寿命要求。

Pro/Engineer 是目前应用比较广泛的 CAD 软件, Pro/Mechanica 是 Pro/Engineer 的一个 CAE (computer aided engineering) 模块。在 Pro/Engineer 建立三维模型的基础上,使用 Pro/Mechanica 做一些静态、模态、疲劳等分析,可以解决很多设计、制造中出现的问题。Pro/Mechanica 在应用范围、分析精度等方面,虽然比不上其它专业有限元分析软件,但其建模功能强大,完成一些趋势分析研究,方便快捷,即时可以看到分析结果,显得更为实用方便,对指导设计或做一些改进设计很有帮助。或者利用 Pro/Mechanica 找出对某结果敏感的参数加以控制,从而保证或提高产品的性能、质量,而且分析结果的精度可以满足要求。

### 1 利用 Pro/Engineer 建立取弹器及其相作用部件(枪弹)的三维数字模型

图 1 为取弹器三维模型;图 2 为取弹器取弹动作图。



图 1 取弹器三维模型

收稿日期: 2011-02-20

作者简介: 吕忠波(1964—),男,高级工程师,主要从事枪械、弹药质量工作研究。



图2 取弹器取弹动作示意图

## 2 取弹器取弹的机构动作及受力分析

机枪在射击过程中自动机复进时,与自动机连为一体的取弹器随自动机一起复进,当取弹器与在受弹机座上的枪弹相碰撞时,取弹器的爪钩部分张开,抱住子弹。当自动机后座时,取弹器、枪弹随自动机一起后座完成取弹动作。

取弹器的受力主要是与枪弹的碰撞受力,其横向的分力迫使取弹器爪钩部张开,导致取弹器发生较大的弹性变形。在理想状态下,不考虑取弹器以及相关零部件的尺寸、形位公差等,取弹器取弹时爪钩部单边最小位移是 1.24 mm,即弹壳底缘直径(14.48 mm)减取弹器开口尺寸(12 mm)之半。

取弹器在取弹的过程中,受到反复的剧烈弯曲,最后疲劳而失效。取弹器是左右对称结构,其中心线与枪弹的轴线在横向上偏移量越大,取弹器钩爪部一侧的位移越大,其受到的弯曲越剧烈,越容易失效。

## 3 基于 Pro/Mechanica 取弹器疲劳分析

1) 因为取弹器左右对称,所以只取其一半来分析,其三维模型如图 3。



图3 1/2 取弹器三维模型

2) 施加约束。取弹器的底部与枪机框 T 型槽过盈配合并用销子固定,所以其底部设为全约束。取弹器的左右分割面为对称约束。

3) 指派材料。取弹器的材料为 25Cr2Ni4W,从材料手册查得该材料密度  $7.85e-9\text{ton/mm}^3$ ,弹性模量 206 GP,取泊松比为 0.3,将这些参数输入到模型。

4) 建立测量。在取弹器的爪钩部建立一个位移测量点。因为该处的位移与受力和疲劳均能建立起连系。

5) 施加载荷。在取弹器的爪钩部施加一个静力。用该

力拟合取弹器所受的冲击力,也就是静力产生的位移与冲击力产生的位移相等的条件下,用静力替代冲击力。

6) 首先进行静态分析。通过给载荷赋予不同的值,找出位移是 1.24 mm 的载荷值。通过 Pro/Mechanica 分析计算,位移为 1.24 mm 时的载荷为 95.6 N,危险截面最大应力为 473 MPa。应力分析计算云图如图 4。

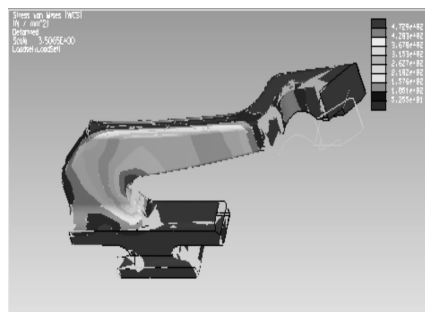


图4 静态分析计算云图

7) 疲劳分析。在静态分析的基础上,进行疲劳分析。当载荷为 95.6 N、位移为 1.24 mm 时,置信度为 0.9 时,取弹器的寿命可达到 677 642 次。分析计算云图如图 5。

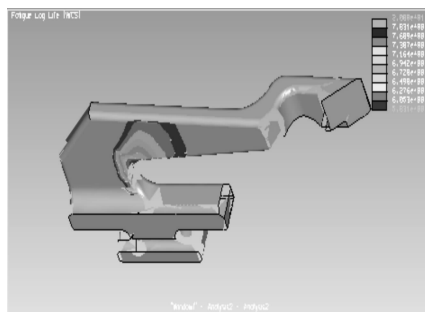


图5 疲劳分析云图

8) 建立位移与疲劳寿命之间的分析研究。由于制造尺寸、形位公差的存在,取弹器与枪弹不可能是理想状态,取弹器的左右中心线与枪弹的轴线,在横向必然有相对的偏移量,那么这个偏移量控制在多大的范围内才能够满足寿命要求?

载荷以 95.6 N 为起点,也就是以位移 1.24 mm 为起点,按 20 N 为步长,分别计算出位移和相对应的寿命,最终找出寿命接近规定次数所对应的位移,也就找出取弹器与枪弹综合偏移量(包括了尺寸公差、形位公差、装配误差等)的控制范围。

经过 Pro/MECHANICA 一系列计算,得出相对偏移量与寿命的关系如表 1。

表1 相对偏移量与寿命关系

力/N	95.60	115.6	135.6	155.6
位移/mm	1.24	1.50	1.76	2.02
相对偏移/mm	0.00	0.26	0.52	0.78
应力/MPa	473	635	745	855
寿命/万次	68	15	5.5	2.5