

doi: 10.7690/bgzdh.2015.07.022

移动物体放射性监测仪探头部分面板受力分析

屈 驰, 欧阳长青

(西南自动化研究所机械电气技术部, 四川 绵阳 621000)

摘要: 针对移动物体放射性监测仪探头部分防水性能的问题, 对探头部分面板进行受力分析。通过对探头的组成及面板受力进行分析, 采用 SolidWorks 中的 simulation 进行有限元分析, 主要分析了探头部分面板的受力情况。分析结果表明: 面板的结构设计满足指标要求, 能为相关设计提供借鉴。

关键词: 移动物体放射性监测仪; 探头部分; 有限元分析

中图分类号: TP277 **文献标志码:** A

Radiation Monitor Panel Force Analysis of Moving Objects Probe

Qu Chi, Ouyang Changqing

(Department of Mechanical & Electrical, Southwest Automation Research Institute, Mianyang 621000, China)

Abstract: According to waterproof performance problems of the moving radioactive monitoring probe part, analyze the stress on the probe part of the panel. Through the analysis of the probe composition and the force of the panel, use SolidWorks simulation finite element analysis, and mainly analyze the force on the probe part of the panel. Analysis result shows that the panel structure design meet the requirements, can provide reference for the related design.

Keywords: moving object radiation monitor; probe part; finite element analysis

0 引言

移动物体放射性监测仪安装于核电站或其他核设施的出入口, 用于监测车辆行人是否携带放射性物质。当放射性水平超过报警阈值时, 仪器发出报警信号, 防止放射性物质及其污染物扩散^[1]。

探头是移动物体放射性监测仪的核心部件, 监测仪的监测性能直接取决于探头部分的性能。为防止面板发生较大变形、扭曲从而影响探头部分的防水性能, 需对面板作受力分析。因此, 笔者对移动物体放射性监测仪探头部分面板进行受力分析。

1 探头部分组成及特点

探头部分主要由面板、探测器安装框和加强筋组成, 结构如图 1。内部安装有铅板、探测器、数据采集模块等器件。

面板是由防锈铝板折弯作为表层与不锈钢板折弯作为框架铆接而成。

安装框采用普通钢板折弯密封焊接而成, 焊后喷漆处理。探测器安装框与面板之间粘接防水密封胶条, 采用盖形螺母将两零部件连接。

2 面板受力分析与计算

2.1 受力分析

面板由防锈铝板和不锈钢板铆接而成, 钢板折

弯强度远大于铝板, 故若铝板折弯后能满足强度要求, 面板的强度亦能满足强度要求。

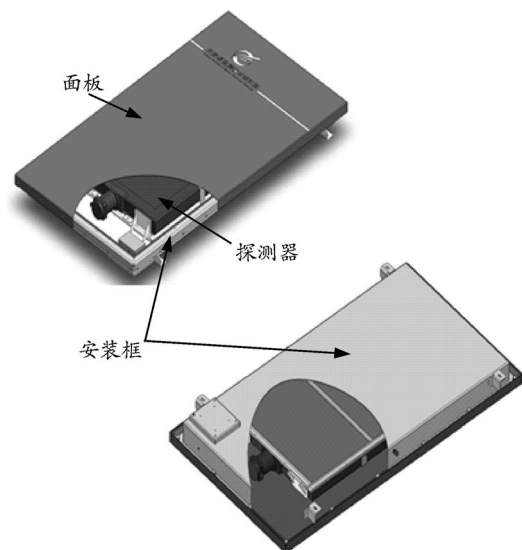


图 1 探头部分结构

2.2 螺纹联接的拧紧力矩计算

面板与安装框是通过螺纹连接的方式装配在一起, 由以下公式计算螺纹连接的预紧力和拧紧力矩^[2]。

预紧力:

收稿日期: 2015-02-27; 修回日期: 2015-04-10

作者简介: 屈 驰(1983—), 男, 陕西人, 本科, 助理工程师, 从事机械结构设计研究。

$$F_0 = 0.6\sigma_s A_s = 0.6\sigma_s \frac{\pi}{4} \left(\frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2$$

式中： σ_s 为螺栓材料的屈服点，MPa； d_1 为外螺纹小径，mm； d_2 为外螺纹中径，mm； d_3 为螺纹的计算直径 $d_3 = d_1 - H/6$ ，mm； H 为螺纹原始三角性高度，mm。

$$\begin{aligned} d_3 &= d_1 - H/6 = 4.459 - 0.866P/6 = \\ &4.459 - 0.866 \times 0.5/6 = \\ &4.387 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_0 &= 0.6\sigma_s A_s = 0.6\sigma_s \frac{\pi}{4} \left(\frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2 = 0.6 \times \\ &205 \times \frac{\pi}{4} \left(\frac{4.675 + 4.387}{2} \right)^2 = 1982.27 \text{ N} \end{aligned}$$

拧紧力矩：

$$T = K F_0 d \text{ N} \cdot \text{mm}$$

式中： d 为螺纹公称直径，mm； F_0 为预紧力，N； K 为拧紧力矩系数（干燥粗加工表面无润滑情况 $K=0.28$ ）； T 为拧紧力矩。

拧紧力矩：

$$\begin{aligned} T &= K F_0 d = 0.28 \times 1982.27 \times 5 = \\ &2775.2 \text{ N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

2.3 面板的有限元分析

2.3.1 SOLIDWORKS 中的 simulation 分析模块

SolidWorks Simulation 可用于分析零件和装配体之间的结构问题，如评估相互接触零件之间的作用力和应力、摩擦力，产品在应用环境中承受的载荷、力及扭矩，根据结构或者几何来进行产品的优化设计^[3]。使用接头或虚拟扣件仿真螺栓、销钉、弹簧和轴承，通过平面应力、平面变形和轴对称线性静态分析，在产品周期早期的评估复杂的结构问题^[4]。

2.3.2 模型简化

探测器安装框与面板之间粘接 D 型密封条，用螺母将两部件连接，如图 2 所示。

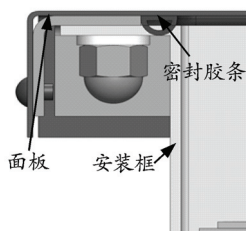


图 2 面板、安装框组合示意图

通过分析可知螺母拧紧的合力便是安装框对面

板施加的压力。安装框通过 D 型密封条将螺母的拧紧力传递给面板，因此面板上的受力区域主要是 D 型密封条所粘贴的相应位置。由此可用 simulation 分析模块简化模型为图 3 所示。

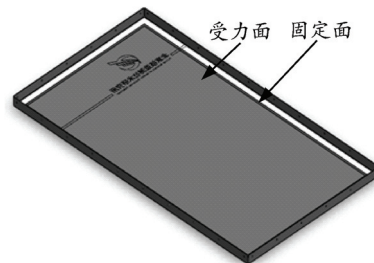


图 3 面板受力示意图

2.3.3 结果分析

根据 M5 螺纹组合的拧紧力计算结果，并加上一定余量，取螺纹拧紧力为 $F=3000 \text{ N}$ 。

根据面板与安装框之间的组合，可分析到不锈钢框对应的螺纹拧紧面为面板的固定面。

面板的材料为防锈铝板 5A12，厚度为 1.5 mm。

结合以上所知的参数，应用 SOLIDWORKS 中的 simulation 模块，可分析出如图 4、图 5^[5]。

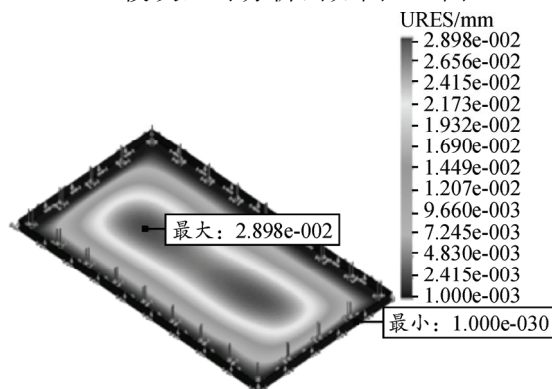


图 4 面板位移云图

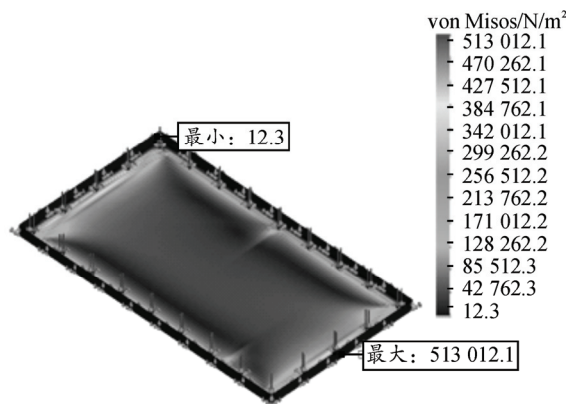


图 5 面板应力云图

如图中所示分析结果：面板变形量较小，最大变形在面板的中间位置。最大应力分布在螺纹链接

密封胶条和面板相交的位置。

3 结论

通过以上分析结果可知：

1) 面板的变形量较小，最大变形位移量为 0.028 98 mm，远小于密封胶条的压缩量，其变形不会影响探头部分的防水性能；

2) 面板所受最大应力为 513 012.1 N/m²，远小于铝板材料的许用应力，强度符合要求。

(上接第 85 页)

5 算例

以某型预制破片弹毁伤某型装甲运输车为例，战斗部在目标正上方 2.5 m 处爆炸，落角为 60°，得出破片与 s₁、s₄、s₅、s₆、s₇、s₈、s₉、s₁₀ 交汇数分别为 28、32、78、32、31、31、14、14 枚，计算出破片对载员、发动机、工具、车长、驾驶员、副驾驶员、通信设备、操控设备的毁伤概率分别为 0.4、0.15、0.3、0.2、0.05、0.3、0.30、0.1。根据美军 M、F、K 级毁伤划分，可得出该装甲目标 M、F、K 级毁伤概率分别为 0.38、0.1、0。

6 结论

为完善预制破片的毁伤效能计算体系，在破片运动迹线的基础上，笔者研究了破片的能量变化，结合装甲目标几何位置及防护性能，计算出破片场

参考文献：

- [1] 李英男. 移动物体放射性监测仪研制要求[R]. 2011: 4.
- [2] 朱梦周, 陆锡年. 机械工程师手册[S]. 北京: 机械工业出版社, 2000.
- [3] 俞斌. SolidWorks2010 中文版从入门到精通[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2010: 7.
- [4] 徐国权, 黄志超. 基于 SolidWorks 的参数化设计二次开发研究[J]. 机械设计与研究, 2007, 23(1): 68-70.
- [5] 杜平安. 有限元法-原理、建模及运用[M]. 北京: 国防工业出版社, 2004: 26-28.

对装甲目标各部件的毁伤概率。该方法通用性强，易于编程，可为预制破片弹毁伤效能评估提供参考。

参考文献：

- [1] 胡玉涛, 蒋邦海, 卢芳云, 等. 基于 LS-DYNA 计算结果的破片战斗部虚拟打击仿真[J]. 弹道学报, 2012(1): 27-31.
- [2] 陈琪, 葛世锋. 基于有限元分析的装甲目标毁伤研究[J]. 兵工自动化, 2010, 29(4): 34-37.
- [3] 姚剑红, 汪永清, 孔铁全, 等. 自然破片对轻型装甲类目标毁伤效应计算[J]. 兵工学报, 2009(12): 34-37.
- [4] 张媛. 杀爆战斗部对武装直升机的毁伤研究[D]. 南京: 南京理工大学, 2012.
- [5] 余文力, 蒋浩征. 破片式战斗部对轻型装甲车辆的易损性分析方法及计算模型[J]. 火箭与制导学报, 1999(4): 13-18.
- [6] 张国伟. 终点效应及其应用技术[M]. 北京: 国防工业出版社, 2006: 158-164.