模糊综合评价法在仓库电磁防护评估中的应用

赵玉龙，潘文庚，陈志崎
（徐州空军学院，江苏 徐州 221000）

摘要：后方军械仓库作为空军机载弹药和军事装备储存的重要场所，虽然大多地处偏僻，但战时必将成为敌方重点打击的对象，特别是大量电磁脉冲武器的使用对军械仓库威胁很大；同时复杂多变的电磁环境不仅影响弹药装备的作战效能，而且直接威胁军械仓库的战场生存，也给军械仓库中的弹药储存管理、保障勤务带来新挑战。提高未来战场复杂电磁环境下后方军械仓库的电磁防护能力，已成为当前各方关注的热点和难点问题。基于后方军械仓库所处的电磁环境和弹药的电磁环境影响，运用模糊综合评价法对后方军械仓库电磁防护能力进行了建模评估。

关键词：军械仓库；电磁防护；模糊综合评价
中图分类号：TN97　　**文献标识码**：A
文章编号：1672－9242(2011)06－0003－03

Application of Fuzzy Comprehensive Evaluation in Electromagnetic Defense of Warehouse

ZHAO Yu-long, *PAN Wen-geng*, *CHEN Zhi-qi*
(Xuzhou Air Force College, Xuzhou 221000, China)

Abstract: Rear area arms warehouse is the important place that guide missiles and military equipments are stored. Although most of rear area warehouses are obscurity, it will become an object of attacked in wartime, especially a great deal of electromagnetic pulse weapon′s usage threat it. The complex electromagnetic environment not only influences the efficiency of weapons, but also directly threats the battlefield existence of arms warehouse. It also gives management and storage new challenge. How to improve the ability of electromagnetic defense in wartime has already become a hot point and crux problem. According to the electromagnetic environment of rear area arms warehouse and the influence of electromagnetism, fuzzy comprehensive evaluation was applied to setup model and carry out evaluation of electromagnetic defense ability of arms warehouse

Key words: arms warehouse; electromagnetic defense; fuzzy comprehensive evaluation

1 复杂电磁环境对军械仓库的影响分析

复杂电磁环境[1]是指在一定的空间内，由空域、时域、频域和能量上分布的密集、数量繁多、样式复杂、动态交错的多种电磁信号构成的，严重妨碍信息系统和电子设备正常工作、显著影响武器装备的作战运用和效能发挥的电磁环境。后方军械仓库

收稿日期：2011－05－25
作者简介：赵玉龙(1988—)，男，甘肃定西人，硕士研究生，主要研究方向为航空弹药勤务与保障技术。

所处的电磁环境非常复杂,平时有雷电、静电、电磁脉冲以及周边各种设备电磁辐射的影响,战时面临着各种强电磁脉冲炸弹、大频率微波武器的威胁,这些武器将成为后方军械仓库所面临的主要威胁之一。

电磁脉冲对军械仓库的影响主要表现在对火工品和电子设备的影响。火工品吸收电磁脉冲能量,有可能产生误动作(如早爆)或性能与可靠性降低(如失效)等意外事故,直接威胁着弹药装备甚至军械仓库的安全。电磁脉冲辐射也可以直接烧毁各种电子器件、芯片和集成电路,导致弹药发生故障,丧失战斗能力;电磁干扰还可造成军械仓库中的弹药测试设备受损,使其给出不准确的测试结果,甚至出现故障而停止工作。

2 后方军械仓库电磁防护能力评估

后方军械仓库受电磁影响的因素复杂,评估其防护能力难度较大。目前电磁防护能力的评估方法较多,因电磁防护能力的评估变量具有突变与模糊等特点,采用定量与定性相结合的模糊综合评判法[3],可以更真实地了解后方军械仓库的电磁防护能力。文中对某后方军械仓库进行了电磁防护评估。

2.1 评估指标体系确定

后方军械仓库电磁防护能力评估指标即为影响电磁防护能力的因素。因素集通常用U表示,即$U=\{U_1,U_2,\cdots,U_n\}$,其中元素$U_i(i=1,2,\cdots,n)$是评价对象的某一影响因素。影响后方军械仓库电磁防护能力的因素主要有库房物资电磁敏感度、库房电磁防护设施建设、电磁复杂度3个子系统,各评价因素的子因素分别为:$U_1=\{u_{11},u_{12}\}$={火工品电磁敏感度,电子器件电磁敏感度};$U_2=\{u_{21},u_{22},u_{23}\}$={缝隙对电磁防护影响,库房墙体电磁防护能力,库房孔洞电磁防护能力};$U_3=\{u_{31},u_{32},u_{33},u_{34}\}$={电磁信号强度,电磁信号密度,电磁辐射源数量,电磁信号参数}。

采用专家咨询法,根据各子因素集对主因素的隶属度可以确定每个子因素的权重,从而可确定各子因素的权重集,然后确定各主因素对U的重要程度。通过专家咨询的方式,确定了相应的权重值,其指标体系及权重见表1。

表1 后方军械仓库电磁防护能力评估指标体系及权重

Table 1 The index system and weights of electromagnetic defense ability of warehouse

评价因素	权重	评价子因素	权重
U_1	0.35	u_{11}	0.6
		u_{12}	0.4
U_2	0.15	u_{21}	0.35
		u_{22}	0.30
		u_{23}	0.35
U_3	0.45	u_{31}	0.40
		u_{32}	0.25
		u_{33}	0.15
		u_{34}	0.20

2.2 建立评价集

评价集通常用V表示,即$V=\{v_1,v_2,\cdots,v_p\}$,其中元素$v_i(i=1,2,\cdots,p)$是若干可能的评估结果。对后方军械仓库的电磁防护能力进行评估的时候,确定评语集$V=\{v_1,v_2,v_3,v_4\}$={优,良,一般,差}。

2.3 建立指标权重集

权重集通常用A表示,即$A=\{a_1,a_2,\cdots,a_n\}$,其中元素$a_i(i=1,2,\cdots,n)$是被评估元素U_i的权重,且满足:

$$\sum_{i=1}^{n} a_i = 1, 0 \leqslant a_i \leqslant 1, i = 1,2,\cdots,n \tag{1}$$

由于前面所采用的后方军械仓库电磁防护评价指标大多是定性的,因此采用了等级比重法来确定单因素隶属度[3]作为各因素的权重。让专家参照相应评语等级对各评价子因素划分等级,再依次统计各评价子因素属于各评语等级的频数M_{ij},则隶属函数值为u_{ij}:

$$u_{ij} = \frac{M_{ij}}{n} \tag{2}$$

式中:i为指标序号;j为评语等级序号;n为参评专家人数。

在此运用等级比重法对某后方军械仓库进行单因素隶属度调查统计,结果见表2。

2.4 单因素评判

单因素评判用$R_i=\{r_{i1},r_{i2},\cdots,r_{ij},\cdots,r_{ip}\}$表示。$r_{ij}$表示因素集$U$中第$i$个元素对评价集$V$中第$j$个元素

表2 电磁防护单因素隶属度调查统计

Table 2 Electromagnetic defense single factor evaluation statistics

	优	良	一般	差
u_{11}	0.40	0.40	0.20	0.00
u_{12}	0.40	0.30	0.20	0.10
u_{21}	0.42	0.32	0.20	0.06
u_{22}	0.60	0.25	0.15	0.00
u_{23}	0.50	0.35	0.11	0.04
u_{31}	0.20	0.30	0.40	0.10
u_{32}	0.30	0.30	0.30	0.10
u_{33}	0.70	0.25	0.05	0.00
u_{34}	0.50	0.24	0.26	0.00

的隶属度。评价矩阵是由各单因素指标的等级隶属度组成。由表1可知,库房物资电磁敏感度、库房防电磁设施建设、电磁复杂度的评价矩阵分别为:

$$\boldsymbol{R}_1=\begin{bmatrix}0.40 & 0.40 & 0.20 & 0.00\\ 0.40 & 0.30 & 0.20 & 0.10\end{bmatrix}$$

$$\boldsymbol{R}_2=\begin{bmatrix}0.42 & 0.32 & 0.20 & 0.06\\ 0.60 & 0.25 & 0.15 & 0.00\\ 0.50 & 0.35 & 0.11 & 0.04\end{bmatrix}$$

$$\boldsymbol{R}_3=\begin{bmatrix}0.20 & 0.30 & 0.40 & 0.10\\ 0.30 & 0.30 & 0.30 & 0.10\\ 0.70 & 0.25 & 0.05 & 0.00\\ 0.50 & 0.24 & 0.26 & 0.00\end{bmatrix}$$

2.5 综合评价

以n个单因素评判矩阵$\boldsymbol{R}_1,\boldsymbol{R}_2,\cdots,\boldsymbol{R}_n$为行组成模糊综合评判矩阵$\boldsymbol{R}$,确定$\boldsymbol{R},\boldsymbol{A}$之后,通过模糊变换将$U$上的权重向量$\boldsymbol{A}$变为$V$上的模糊向量$\boldsymbol{B}$即:

$$\boldsymbol{B}=\boldsymbol{A}\circ\boldsymbol{R}=(b_1,b_2,\cdots,b_p) \quad (3)$$

式中:"∘"代表合成算子。式(3)即为综合评价的一般模型。

由表1可知,主因素的权重为$\boldsymbol{U}$=(0.35,0.15,0.45),子因素权重分别为:

$\boldsymbol{A}_1$=(0.60,0.40)

$\boldsymbol{A}_2$=(0.35,0.30,0.35)

$\boldsymbol{A}_3$=(0.40,0.25,0.15,0.20)

由式(3)可知,各因素子集评价有:

$\boldsymbol{B}_1=\boldsymbol{A}_1\circ\boldsymbol{R}_1$=(0.6,0.4)∘

$$\begin{bmatrix}0.40 & 0.40 & 0.20 & 0.00\\ 0.40 & 0.30 & 0.20 & 0.10\end{bmatrix}=(0.40,0.36,0.2,0.04)$$

同理可知:

$\boldsymbol{B}_2$=(0.502 0,0.309 5,0.035)

$\boldsymbol{B}_3$=(0.360 0,0.280 5,0.294 5,0.065)

综合评判矩阵:

$$\boldsymbol{R}=\begin{bmatrix}\boldsymbol{B}_1\\ \boldsymbol{B}_2\\ \boldsymbol{B}_3\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}0.40 & 0.36 & 0.20 & 0.04\\ 0.502\,0 & 0.309\,5 & 0.153\,5 & 0.035\\ 0.360 & 0.280\,5 & 0.294\,5 & 0.065\end{bmatrix}$$

故后方军械仓库电磁防护能力综合评价为:

$\boldsymbol{B}=\boldsymbol{U}\circ\boldsymbol{R}$=(0.377 3,0.298 7,0.225 6,0.048 5)

归一化处理得:

$\boldsymbol{B}'$=(0.397 1,0.314 4,0.237 4,0.051 0)

2.6 对评估进行定量化处理

综合因素评价矩阵$\boldsymbol{B}$表明了仓库电磁防护能力的等级分布,根据最大隶属度原则,该单位的电磁防护能力应为"优"。为弥补最大隶属度原则容易丢失很多信息的缺陷,在实际应用中,往往要给各种等级打分,以作为评价的标准。在此将电磁防护能力按百分制划分等级打分,见表3。

表3 评语等级对应分数

Table 3 Grade table of remark rank

电磁防护能力得分	80~100	70~80	60~70	0~60
电磁防护等级	优	良	一般	差

对评语定量化处理,利用公式$F=\sum_i^n b_i c_i$进行计算,其中c_i为专家打分,则本例中后方军械仓库电磁防护能力总得分为:

F=76.28

由系统总得分,参照表3可以看出,该后方军械仓库电磁防护能力处于"良"等级的偏上状态。

用同样的办法对子因素中的缝隙对电磁防护的影响、库房墙体电磁防护能力、库房孔洞电磁防护能力打分可得:F_{21}=76.6,F_{22}=82.5,F_{23}=76.6

从库房基础设施建设的子因素得分可以看出,除库房墙体电磁防护能力为"优"之外,缝隙及库房孔洞的电磁防护能力为"良",有待进一步改造。

3 结论

目前,对后方军械仓库电磁防护能力评估的方

(下转第14页)

图8　“梯形函数初始条件”和“边界条件”设置界面

Fig. 8　The interface of setting original condition and border condition of trapezia function

6）“保存计算参数”模块。将设定好的各项计算参数保存在文本文件中。

7）“开始计算”模块。设定好计算参数后开始计算各点温度，计算结果保存在Microsoft Office Excel工作簿文件中，如图9所示。

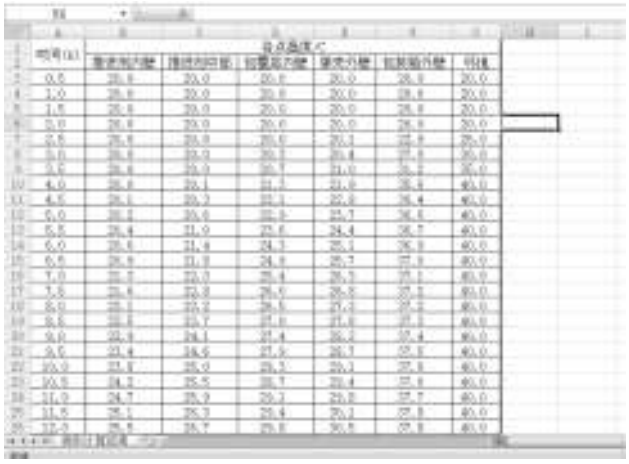

图9　各部位温度计算结果

Fig. 9　The calculation result of temperature of each positions

8）“退出系统”模块。此模块用于退出该系统。

5　结语

使用该软件可计算任一时间弹药及其包装各部位的微环境的温度，从而找出包装箱和弹药在变化的环境温度下的温度分布和变化规律。仿真设计所确定计算软件功能模块适用于弹药、导弹及其他武器在包装状态贮存时各部位的微环境温度的研究，以指导产品和包装的设计，提高产品的环境适应性。

参考文献：

[1]　朱蕾，王连杰，许明，等. 装备环境适应性仿真技术的发展思路探讨[J]. 装备环境工程，2007，4(3)：91—97.

[2]　康凤举，杨惠珍，高立娥，等. 现代仿真技术与应用[M]. 北京：国防工业出版社，2006.

[3]　郭齐胜，杨秀月，王杏林，等.系统建模[M]. 北京：国防工业出版社，2006.

[4]　纳卡马勒. 科学计算引论——基于MATLAB的数值分析[M]. 梁恒，刘晓艳，译. 北京：电子工业出版社，2002.

[5]　何江华，郭果敢. 计算机仿真与军事应用[M]. 北京：国防工业出版社，2006.

（上接第5页）

法研究并不多见，笔者设计了后方军械仓库电磁防护能力评估的指标体系，并运用模糊综合评判法对后方军械仓库的电磁防护能力进行了计算评估。结果表明这种方法简便可行，对后方军械仓库的电磁防护能力评估具有一定的参考价值，对其它场所的电磁防护评估也有一定的指导意义。

参考文献：

[1]　刘尚合. 武器装备的电磁环境效应及其发展趋势[J]. 装备指挥技术学院学报，2005，16(1)：1—6.

[2]　李江涛，徐锦，徐世录. 美国高功率微波弹药[J]. 舰船电子工程，2006，15(5)：32—35.

[3]　谭跃进，陈英武，易进先. 系统工程原理[M]. 长沙：国防科技大学出版社，1999.