

# 基于人工神经网络的红外探测效果评估

王爱丽<sup>1</sup>, 王爱亮<sup>2,3</sup>, 任特<sup>1</sup>

(1. 西安工程大学, 西安 710048; 2. 第二炮兵工程大学, 西安 710025;

3. 中国人民解放军96421部队, 陕西 宝鸡 721012)

**摘要:** 红外探测设备是红外系统中的重要组成部分, 对其性能评估具有实际意义; 分析研究了影响红外探测效果的主要因素, 选取环境温度、相对湿度、能见度、辐通量、目标高度和探测距离为评价指标。针对神经网络良好的非线性映射功能及高精度的特点, 构建了BP网络评估模型; 实验表明: 该方法简单有效, 评估精度较高, 具有很强的实际应用价值。

**关键词:** 红外探测设备; 人工神经网络; 评估

**本文引用格式:** 王爱丽, 王爱亮, 任特. 基于人工神经网络的红外探测效果评估[J]. 四川兵工学报, 2014(3): 21-22.

**中图分类号:** TN219

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1006-0707(2014)03-0021-03

## Evaluation of Infrared Detector Equipment Index Based on BP Network

WANG Ai-li<sup>1</sup>, WANG Ai-liang<sup>2,3</sup>, REN Te<sup>1</sup>

(1. Xi'an Polytechnic University, Xi'an 710048, China; 2. The Second Artillery Engineering University,

Xi'an 710025, China; 3. Unit 96421 of PLA, Baoji 721012, China)

**Abstract:** Infrared detector equipment is an important part of infrared system, and evaluating its performance has a practical significance. The main impact factors of infrared detector equipment were analyzed. The environment temperature, relative humidity, visibility, radiant flux, target height and detection range were selected as evaluation index. In view of the good nonlinear mapping function of neural network and the characteristics of high precision, the BP network evaluation model is set up. The experiment indicates that this method is simple and effective, with high precision evaluation and actual application value.

**Key words:** Infrared detector; artificial neural network; evaluation

**Citation format:** WANG Ai-li, WANG Ai-liang, REN Te. Evaluation of Infrared Detector Equipment Index Based on BP Network[J]. Journal of Sichuan Ordnance, 2014(3): 21-22.

红外探测设备是红外系统中的重要组成部分, 利用目标与背景之间的红外辐射差异所形成的热点或图像来获取目标和背景信息<sup>[1]</sup>, 其性能好坏直接影响着红外系统的整体效能, 因此, 有必要对其性能进行评估。大气温度、湿度、能见度及气溶胶对红外探测距离均有影响, 所以, 利用现场实验法对设备性能进行逐项检查评估难度较大。由于神经网络具有良好的非线性映射功能, 以及良好的自组织、自学习能力<sup>[2]</sup>, 可以实现对被评估对象的准确评估。

气传输后, 目标与背景的辐射能量差(辐通密度差 $|L_t - L_b|$ )将会变小<sup>[3]</sup>, 而且, 气溶胶的消光系数越大, 大气能见度越低, 大气气溶胶对其衰减越严重<sup>[4]</sup>。另外, 大气湿度<sup>[5]</sup>, 探测器的等效噪声通量密度 NEFD、信噪比 SNR 等均影响探测距离<sup>[6]</sup>。综上, 选取红外探测的影响因素为环境温度、相对湿度、能见度、辐通量、目标高度, 选取探测距离为评价指标。

## 2 神经网络评估模型

BP(Back Propagation)网络是神经网络中应用最广泛的一类, 利用误差反馈原理, 对权值和阈值进行调整, 具有精度

## 1 红外探测影响因素

大气对红外波谱具有吸收和散射作用, 经过长距离的大

高、误差小、速度快<sup>[7]</sup>等优点,并且结构简单、工作状态稳定、易于硬件实现<sup>[8]</sup>。

具体算法描述如下:

1) 选择输入样本和输出样本。由上述分析,选择环境温度、相对湿度、能见度、辐通量、目标高度为输入向量,探测距离为输出向量;

2) 样本的归一化处理。对于神经网络而言,经过归一化处理后的数据对于神经网络更容易训练和学习,因为原始数据幅值大小不一,计量单位不一,有时相差比较悬殊,如果直接投入使用,测量值大的波动就垄断了神经网络的学习过程,使其不能反映小的测量值的变化<sup>[9]</sup>。将输入样本进行归一化处理,有利于对不同量纲、不同性质的输入信息进行同类比较。

3) 网络结构设计。单隐层的 BP 神经网络可以以任意精度逼近函数,而且在较简单的计算中,增加网络层数并不能提高计算精度,反而会增加计算量,导致网络训练时间不经济<sup>[10]</sup>。所以,通常情况下,选择三层 BP 神经网络。输入层节点数和输出层节点数由评价对象向量个数确定,隐层节点数通常用试凑法确定。

4) 利用训练样本对网络进行训练,并计算网络训练误差  $\Delta = t_i - y_i$ ,若网络误差满足精度要求,则转至步骤 5),若不满足,则调整权系数  $w$  或网络隐层节点数。

5) 利用训练好的网络对测试样本进行测试,对评估对象进行评估。

### 3 实例分析

某型红外探测设备在外场试验环境中进行试验,取得测试数据。需要确定其在温度为 25℃,相对湿度为 90%,能见度为 15 km 的条件下,对辐通量  $\geq 40 \text{ W} \cdot \text{sr}^{-1}$ ,高度为  $\geq 300 \text{ m}$  的探测目标的探测距离是否满足指标值  $L \geq 10 \text{ km}$ 。将测试数据作为网络训练样本,探测设备指标值作为测试样本,具体数据如表 1 所示。

表 1 试验数据

样本	温度/ ℃	相对 湿度/ %	能见 度/ km	辐通 量/ ( $\text{W} \cdot \text{sr}^{-1}$ )	高度/ m	探测 距离/ km	
1	15	50	25	45	1 000	23	
训练 样本	2	90	15	44	1 100	13	
	3	70	15	45	1 000	15	
	4	20	50	20	44	1 100	20
	5	25	70	15	45	1 000	13
测试样本	25	90	15	40	300	10	

由表可确定输入节点数定为 5,输出接点数定为 1,隐层节点数由 Kolmogorov 定理确定为 11。对数据利用下式进行

归一化处理

$$x_i' = \frac{x_i - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \quad (1)$$

式(1)中: $x_i'$ 为归一化值; $x_{\min}$ 为样本最小值; $x_{\max}$ 为样本最大值; $x_i$ 为当前实际值。构建 BP 网络模型如图 1 所示。

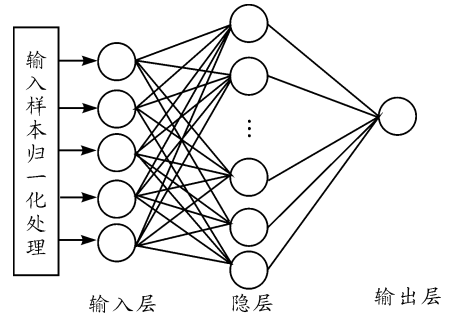


图 1 BP 网络模型

对网络进行训练,训练误差曲线如图 2 所示,均方根误差为  $\text{MSE} = 9.6292 \times 10^{-5}$ ,可见,训练精度较高。将测试样本输入训练好的 BP 网络,得输出  $T = 0.0433$ ,进行反归一化计算,得探测距离  $L = 10.5629 \text{ km}$ 。可见,该红外探测设备满足要求。

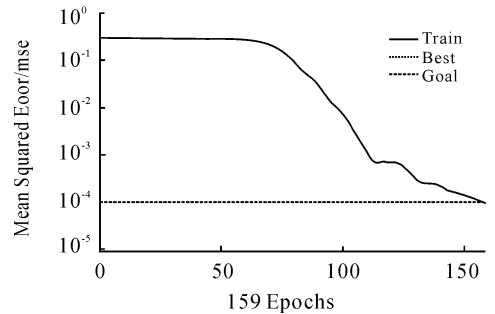


图 2 训练误差曲线

### 4 结束语

通过对影响红外探测影响因素分析,利用 BP 网络建立了评估模型,对红外探测设备性能进行了评估,实验表明,该方法简单有效,评估精度较高。但由于影响红外探测设备的性能的因素复杂,在后续的研究中,还需要对诸多因素进行综合考虑,以期取得更加可靠的评估效果。

### 参考文献:

- [1] 涂元柳,宋斌,王晓飞,等. 红外探测与应用分析[J]. 红外与激光工程,2007,36(S): 62-66.
- [2] 韩力群. 神经网络理论、设计及应用[M]. 北京:化学工业出版社,2007.

表1 计算结果对照表

改型方式	尾环加长	空投附件直径	阻力板距尾端	攻角	压力中心	阻力系数	升力系数
加阻尼板	70 + 0	169	30	5	0.442	0.720	0.338
	90 + 0	169	100	5	0.451	0.688	0.344
	70 + 0	169	300	5	0.465	0.817	0.355
伸展尾环	90 + 80	169	无	5	0.457	0.472	0.335
	70 + 50	169	无	5	0.449	0.449 5	0.326
减小伞舱	90 + 0	149	无	5	0.494	0.404	0.336
增大外径、减小伞舱	外径增 19 mm	149	无	5	0.543	0.373	0.379

## 4 结束语

对比分析计算结果可知:安定器结构方式和尺寸对弹体的稳定性有影响,在尾环长度不变的情况下,仅改变其外径,压力中心后移,稳定性增加,且增加幅度比较明显;而尾环外径不变,尾环长度增加或在后面增加环形阻尼环也可以使整弹空中飞行时压心后移,增加稳定性,增加的效应不如外径改变时明显,当尾环增加到某一位置时,对压心影响不大,且可增加的幅度有限,所以增加稳定性最好办法是增加安定器尾环外径或缩小伞舱的尺寸,安定器翼板展长增加,以形成较大的安定面。

## 参考文献:

- [1] 许维德. 流体力学[M]. 北京:国防工业出版社,1989.
- [2] 王瑞金,张凯,王刚. Fluent 技术基础与应用实例[M]. 北京:清华大学出版社,2007.
- [3] 韩占中,王敬,兰小平. Fluent 流体工程仿真计算实例与应用[M]. 北京:北京理工大学出版社,2004.
- [4] 邓以高,田军挺. 飞行器姿态控制方法综述[J]. 战术导弹控制技术,2006(2):10-13.
- [5] 赵洪章. 基于 Fluent 的导弹气动特性计算[J]. 弹箭与制导学报,2007,27(2):101-104.

(责任编辑 周江川)

(上接第 22 页)

- [3] 孙蕊. 红外探测在预警机上的作用分析[J]. 激光与红外,2012,42(3):292-295.
- [4] 王玄玉. 气溶胶对远红外激光辐射的衰减规律[J]. 中国粉体技术,2010,16(1):108-110.
- [5] 陈兵,李澄俊. 水雾的红外衰减性能实验与分析[J]. 光电工程,2008,35(3):48-52.
- [6] 叶增军,王江安,阮玉,等. 红外警戒系统点目标检测距离理论分析[J]. 海军工程大学学报,2000(91):90-92.
- [7] 刘迪,唐永红,王晶,等. 基于改进型 BP 神经网络的 PID

控制算法[J]. 兵工自动化,2010,29(3):28-30,32.

- [8] 周政. BP 神经网络的发展现状综述[J]. 山西电子技术,2008(2):90-92.
- [9] 飞思科技产品研发中心. 神经网络理论与 MATLAB7 实现[M]. 北京:电子工业出版社,2006.
- [10] 苏彩虹,向娜,李理想. 基于模糊 BP 神经网络的水质评价[J]. 佛山科学技术学院学报:自然科学版,2011,29(5):15-19.

(责任编辑 周江川)