

基于BP网络的机场助航故障灯检测

张燕妮 丁维才¹

(大连医科大学,大连 116044;大连电子研究所,大连 116085)

摘要 恒流调光器是为飞机起降提供目视引导的关键设备。对回路中故障灯的准确及时检测是调光器的重要功能。针对调光器的国际标准以及国标对该功能均有严格要求,但有关该功能原理目前少有资料可借鉴。提出利用BP神经网络对调光器回路中的故障进行监测并测算故障灯数目。实践表明方法能有效监测调光器故障并能准确报告故障灯数目。

关键词 BP网络 调光器 灯故障检测

中图法分类号 TP273.1; **文献标志码** A

机场助航灯系统中,恒流调光器是核心控制设备,主要用于在机场地面灯光回路中产生恒定的电流。目前,机场跑道灯光回路主要由埋在地下的单芯电缆线路和串联其中的多个次级带有卤钨灯的隔离变压器构成,如图1所示。

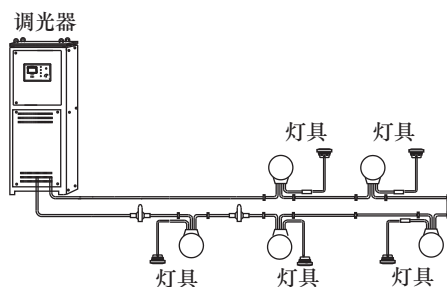


图1 机场跑道灯光回路

如果机场跑道灯光回路中存在故障灯,不但会在航行中降低灯光引导功能,而且故障灯数目过多时,会增大回路中感性负载,使得调光器无法达到标准数值而最终失去引导功能,尤其在气象环境恶劣,必须开5级光的情况下,如果回路灯故障过多,极易造成调光器无法达到标准值,给航行安全带来极大威胁。为保证飞机航行安全,就必须实时监测

助航灯,以便及早发现灯故障,及早排除故障。所以灯故障监测功能是调光器设计中的一项极为重要功能。

1 灯故障监测标准

目前国内外针对调光器主要有三种标准规定:国际电工委员会 IEC 6182 与美国的联邦航空局的 FAA AC 150/5345—10F 咨询通告以及中国民航总局的 MH/T 6010—1990 标准^[1]。鉴于灯故障监测的重要性,调光器的国际标准以及中国民航行业标准中都有调光器的灯故障检测功能的严格规定,其中 FAA AC 150/5345—10F 要求如下^[2]:出现4—10个故障灯必须报警,在报警之后降级使用。降级使用过程中,出现1—5个灯故障,则需报警。民航行业标准 MH/T 6010—1999 的要求为“损灯故障泡数或百分数超过预置的界限”需要报警。IEC6182 (2009)标准要求如表1所示^[3]。

表1 IEC6182(2009)标准对灯故障的要求

灯故障数占安装灯数的百分比	要求精度
$\leq 10\%$	1%
10% ~ 30%	2%

2 灯故障检测分析

目前恒流调光器主要参量有电网电压、输入电

2010年6月10日收到,6月22日修改

第一作者简介:张燕妮(1976—),女,烟台人,大连医科大学讲师,硕士,研究方向:自动化控制和信息处理,E-mail: zhangyanni@dl.cn。

流、输出电流、输出电压以及伴随而来的输入的有功、无功,以及输出的有功和无功。经过监测与统计,这些参量与灯故障均表现出一定相关性。可以考虑通过监测这些参量,进而测定灯光回路中是否存在灯故障并计算灯故障的数目。

目前在部分机场利用二次电压(即调光器输出端的电压)来判断外场回路的灯故障情况,根据二次电压升高判断外场回路是否存在灯故障。但笔者的试验统计结果显示:该方法不是有效检测方法。为此笔者搭建测试环境如下:10 kW 的调光器,回路中带有 39 个 200 W 隔离变压器与 200 W 灯,光级为 5 级光(即输出电流为 6.6 A)而后通过拔掉隔离变压器二次侧的卤钨灯方式模拟灯故障,当测试到 29 个灯故障情况下,因回路中故障灯数目过多,造成回路的感性负载过重,输出电流无法输出 6.6 A,停止测试。图 2 给出灯故障数与二次电压的相关测试数据的关系图。

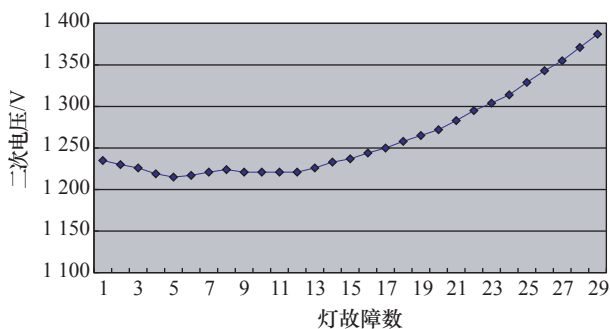


图2 灯故障数与二次电压(V)的关系图

图2表明,二次电压虽然表现了与灯故障数有关联性,但并非线性或能用简单的数学公式来描述,所以简单使用的二次电压测试不是有效方法。

通常常规方法解决不了或效果不佳时,ANN(人工神经网络)就会显示出其优越性^[4]。尤其对问题的机理不甚了解或不能用数学模型表示的系统,如故障诊断、特征提取和预测等问题,ANN往往是最有利的工具。另一方面,ANN对处理大量原始数据而不能用规则或公式描述的问题,表现出极大的灵活性和自适应性。鉴于灯故障数与多个系统参量有关,而相关性又不能用一定的数学公式来描述,所以笔者考虑采用神经网络来实现恒流调光

器的灯故障检测功能。

3 BP网络原理应用

前馈型BP网络即误差逆传播神经网络是最常用、最流行的神经网络^[5]。BP算法主要有工作信号的正向传输,误差的反向传播,通过权值的不断调节修正网络的实际输出从而更接近期望输出。BP网络具有

①网络实质上实现了一个从输入到输出的映射功能,而数学理论已证明它具有实现任何复杂非线性映射的功能。这使得它特别适合于求解内部机制复杂的问题;由于目前还没有发现灯故障数据与调光器的某一参量有明确数学函数关系,所以使用BP网络能够实现灯故障计算功能。

②网络能通过学习带正确答案的实例集自动提取“合理的”求解规则,即具有自学习能力。实施工程时,通过现场调试,BP网络能够针对不同容量调光器与各地的回路情况,进行自动学习以适合现场变化。

经过大量试验统计,笔者采用与灯故障数相关的参量:输入电流、输入电压、输出电流、输出电压、无功、有功和调光器的容量作为BP网络的输入参量。BP网络输出数据为灯故障数据。笔者在开发调光器采用了Ti 2812芯片扩展了串行通讯接口,通过串行通讯接口获取样本数据。在每个光级通过串口自动获取1000条数据,分别是输入电流、输入电压、输出电流、输出电压、无功、有功、调光器的容量。通过断开隔离变压器的二次侧的卤钨灯模拟灯故障情况,从而得到大量训练集数据,对BP网络进行训练。采用BP结构图如图3所示。

采用了三层的BP结构,输入层、隐含层、输出层的神经元个数分别为7、6、1,其中输入层到隐含层使用的激活函数是S型函数(Sigmoid函数)^[6],隐含层到输出层的隐含函数是线性函数。其中初始权值通过多次试验获得合适数据。上层处理PC软件对数据从调光器获得的数据进行了归一化处理,训练结束获得权值数据通过串口形式传递给调

光器。其中上层训练软件采用了 Visual C# 软件。调光器拥有与上层 PC 软件相同的 BP 结构,其中调光器软件通过串口从上层软件获得权值。

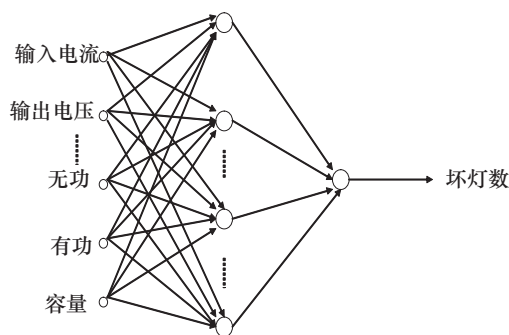


图3 灯故障计算中 BP 网络结构

4 结论

该系统经过多次工厂测试以及美国 FAA 第三

方测试机构的测试,通过该方法实现的灯故障测试方法满足 FAA AC 150/5345—10F 的咨询通告要求,能够实时检测出机场灯光回路中的灯故障并准确计算灯故障数目。

参 考 文 献

- 1 赵 金,王 芳,廖金焰. 全数字式机场助航灯调光器的研制. 兵工自动化,2007;26(2): 76—77
- 2 高建树,刘宪峰. DDS 技术在机场助航灯恒流调光器系统中的应用. 电源技术应用,2009; 12(3):25—29
- 3 曲 娜. 机场助航灯光监控系统设计. 可编程控制器与工厂自动化,2007;7:77—80
- 4 陈书文,张煜东,张 斌,等. 一种改进 BP 网络用于电磁兼容预测. 科学技术与工程,2009;9(19):5673—5675
- 5 曾 辉,黄道平,龚婷婷. 粗集神经网络及其在齿轮箱故障识别中的应用. 计算机工程与设计, 2010;31(8):1768—1774
- 6 陈春兰,曾黄麟,许立志. 基于遗传算法的神经网络集成在人耳识别中的应用. 现代电子技术,2010;8:148—150

Fault Detection of the Airfield Lights Based on BP Network

ZHANG Yan-ni, DING Wei-cai¹

(Dalian Medical University, Dalian 116044, P. R. China; Dalian Institute of Electronics¹, Dalian 116085, P. R. China)

[Abstract] Constant current regulator (CCR) is to provide visual guidance for aircraft taking off and landing. The detection of the lamp fault is very important function of CCR. The international standards and national standards are strict requirements on the functionality, but the principles are not discussed. Using the BP network to monitor the circuit failure as well as to estimate the number of the fault light. Practice shows that way introduced in this article can monitor the circuit failure effectively and report the number of fault lights accurately.

[Key words] BP network light regulator lamp failure detection