

各向异性磁传感器在车辆检测中的应用

沈冬萍, 缪传杰, 徐欣歌, 陈文彦*

(厦门大学物理与机电工程学院, 福建 厦门 361005)

摘要: 针对现代数字化车辆信息检测的要求, 提出了一种采用各向异性磁阻传感器(AMR)进行车辆检测的方法, 利用 2 个各向异性磁阻传感器组成的三轴测试电路, 应用基于阈值的车辆判别方法, 在地球弱磁场下进行车辆检测试验. 通过对磁阻传感器采集的数据进行分析和处理, 结果说明 AMR 传感器应用在停车场车位检测等领域具有一定的优势.

关键词: 磁阻传感器; 弱磁测量; 车辆检测

中图分类号: TP 212.9

文献标识码: A

文章编号: 043820479(2009)060282203

随着智能交通行业的迅速发展, 交通数据采集已经大范围覆盖停车场、街道和公路. 借助感应线圈检测器, 即在道路表层下埋置环形感应线圈, 以测定电感变化检测车辆是否存在是国内主要采取的方法. 地感线圈虽然被认为是目前相对比较成熟的车辆检测装置, 但还是有很多缺点, 主要有: 1) 线圈的安装过程中会大范围破坏路面且施工安装难度较大. 2) 由于地感线圈是多圈漆包线绕成, 效果上是一个电波接收天线, 极易受到外界环境的干扰. 3) 为了能感应到汽车, 地感线圈几何尺寸几乎与汽车相同, 容易造成两辆车同时压在一个线圈上, 引起漏检或重复检测^[1]. 为了克服上述地感线圈的问题, 我们采用了各向异性磁传感器(Anisotropic magnetoresistant, AMR)进行地磁车辆检测. AMR 地磁车辆检测的原理是利用汽车通过检测器时会扰动 AMR 所处位置的地磁分布, 通过检测汽车对地磁信号的扰动, 判断车辆的到位及通过, 从而实现车辆信息的分析、控制及管理. 与地感线圈相比, AMR 体积很小, 安装时只要挖出一条引线槽就可以了, 对路面影响很小. 同样由于其体积小, AMR 相当于点检测, 不会出现地感线圈那种面检测容易出现的两辆车同时压在一个线圈上的问题. AMR 具有安装简便、抗干扰能力强、集成化程度高等更多优点^[2].

1 AMR 在车辆检测中的工作原理

物质在磁场中电阻发生变化的现象称为磁电阻效应. 磁电阻效应有基于霍尔效应的普通磁电阻效应和

各向异性磁电阻效应之分. 对于强磁性金属(铁、钴、镍及其合金), 当外加磁场平行于磁体内部磁化方向时, 电阻几乎不随外加磁场而变; 当外加磁场偏离金属的内磁化方向时, 金属的电阻减小, 这就是各向异性磁电阻效应. 从图 1 可以看出磁阻效应依赖于磁化强度 M 和电流 I 方向的夹角 H^{-41} , 即

$$R(H) = R_L \sin^2 H + R_M \cos^2 H$$

式中 R_M 表示电流方向与磁化方向平行时的电阻, R_L 表示电流方向与磁化方向垂直时的电阻.

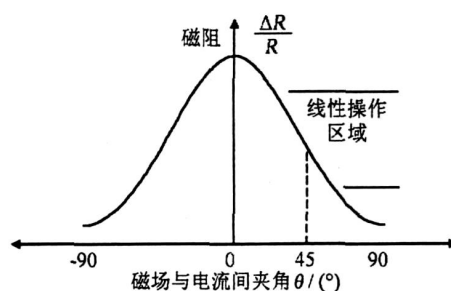


图 1 磁阻随 H 角变化关系

Fig. 1 Magnetoresistive variation with angle H

在一个有限的空间里, 地球磁场可以看成是均匀的, 当这个均匀磁场被铁磁性材料(铁、钢、镍、钴等)扰动时, 它的均匀性就要受到破坏. 图 2 说明了一个铁磁性物体, 如汽车, 是如何干扰地球磁场的. 汽车可看作多个双极性磁铁组成的模型, 这些双极性磁铁具有北-南的极化方向, 它所经过的地方地区磁场的均匀性一定会受到破坏^[5].

2 车辆测试系统的设计

收稿日期: 200821201

基金项目: 福建省科技计划项目(2007H0036)资助

* 通讯作者: wxchen@163.com

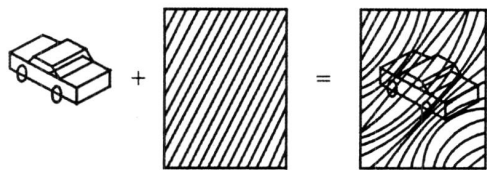


图2 在地球磁场中车辆的扰动

Fig. 2 Vehicle disturbance in earth's magnetic field

由于汽车的类型不同,对地磁场的扰动情况也各有不同,在实际测量中为了提高可靠性,我们采用同时检测地磁 X 轴、Y 轴、Z 轴方向受扰动的数据以提高可靠性.具体做法是用一个 HMC1021(单轴)和一个 HMC1022(双轴)组成一个三轴传感器,如图 3 所示.将传感器放置在停车位中间,假设地球磁场矢量为 $\vec{B}_s$,当车辆接近传感器时,向量发生变化,三轴传感器可提出在 X2Y2Z 方向上的分量 B_X 、 B_Y 、 B_Z .通过检测出这些分量的变化,就可测得车辆的存在.地磁传感器的调理电路如图 4 所示.

由于三轴的结构都相同,图 4 只画出一个轴的应用电路,该电路完成对 AMR 的设置和磁阻信号的取出.电路中,HMC1021 电桥上采用 5 V 供电,电桥输出通过 OP07 组成的差动放大器(放大器增益为 200)放大后作为信号输入到 MCU 内部 A/D 转换器转换为数字信号.电位器 R6 为放大器提供一个偏置,用于静态磁场平衡调整.值得注意的是在实际使用中,若 HMC1021 磁阻传感器测量的磁场范围超出 $6 \times 10^{-4} \text{ T}$,传感器会产生磁滞现象,就不能很好的保持线性输出,使用中应予注意^[6].为消除迟滞现象,本项目利用 MCU 的 D0 口每隔 10 s 送出一个 2 Ls 的低电平,通过 IRF7509(一个 N 沟道和一个 P 沟道集成的

MOS 管芯片)和外接的电容产生设置/重置脉冲,对传感器进行设置/重置.

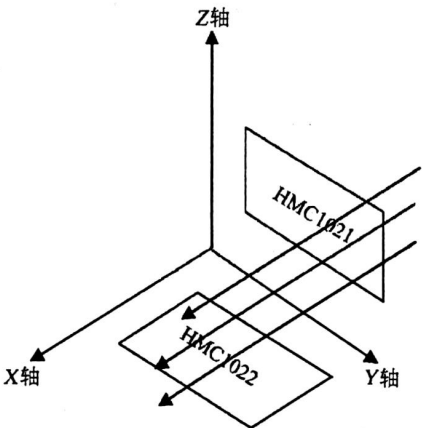


图3 传感器和磁场的位置关系

Fig. 3 The position of sensors in the magnetic field

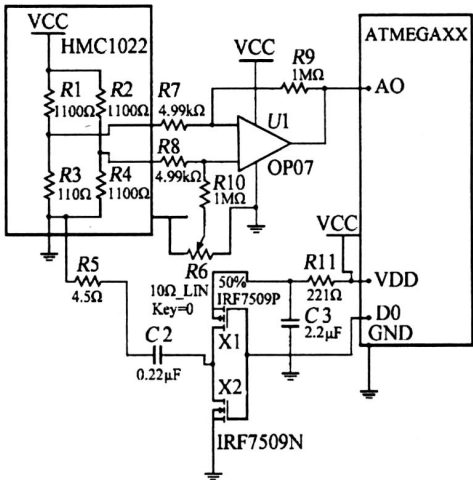


图4 基于微控制器的测量检测电路

Fig. 4 Microcontroller2based measuring detection circuit

表1 试验结果数据

Tab. 1 The test results data

距离/m	X 轴电压/ V	Y 轴电压/ V	Z 轴电压/ V	距离/ m	X 轴电压/ V	Y 轴电压/ V	Z 轴电压/ V
6.5	3.2959	2.7002	2.5342	- 1.5	3.2422	2.7100	2.3486
4.5	3.2959	2.7002	2.5342	- 2.0	3.3154	2.7246	2.4365
3.5	3.2959	2.7002	2.5342	- 2.3	3.2178	2.7197	2.4854
3.0	3.2959	2.7002	2.5342	- 2.5	3.1738	2.6367	2.4561
2.6	3.2959	2.7002	2.5391	- 2.8	3.1250	2.7148	2.3975
2.0	3.2959	2.6953	2.5439	- 3.0	3.0273	2.8125	2.3340
1.5	3.2910	2.6904	2.5488	- 3.2	3.0029	2.7441	2.2559
0.5	3.2910	2.6611	2.5781	- 3.5	3.0371	2.7100	2.4805
0.2	3.2617	2.6880	2.6465	- 4.0	3.0811	2.7246	2.4121
- 0.1	3.1934	2.6904	2.6465	- 4.4	3.1445	2.7246	2.4316
- 0.5	3.1738	2.7051	1.9238	- 5.0	3.2422	2.7148	2.5049
- 0.8	3.1006	2.6416	2.0605	- 5.5	3.2666	2.7100	2.5195
- 1.2	3.1982	2.7002	2.2168	- 6.5	3.2813	2.7100	2.5342

3 实验测试

对于车辆方向和存在进行测定的实验设置, 三轴磁传感器水平安放在地面, 东- 西方向放置, X 轴指向东、Y 轴指向北、Z 轴竖直向上. 在这个实验中, 一辆轿车从磁传感器上方正中央沿东- 西方向开过. 试验测试结果数据如表 1 所示. X、Y、Z 三轴输出结果如图 5 所示, 原点代表轿车车头刚好到达传感器位置.

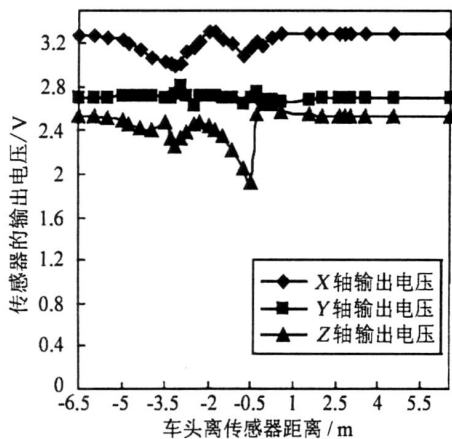


图 5 轿车经过磁传感器过程中的位置与各轴传感器输出关系曲线

Fig. 5 The relationship between the location of the car and the axis sensor when the car pass the magnetic sensors

从实验数据可以看出, 当车头离传感器超过一定距离时, 传感器各轴输出几乎不会发生变化. 车辆渐渐靠近传感器时, 车辆附近的地磁场朝车子方向发生了偏移, 此时, X 轴为传感器灵敏轴, X 轴的输出有了较明显变化, 当车辆的前轮轴通过传感器上方时, 车辆的车轮(含有铁镍合金) 对地磁场有较大影响, 此时, Y 轴为灵敏轴, Y 轴的输出变化最大. 车辆继续前行, 当传感器的位置位于车辆的发动机下方时, 由于发动机对附近磁场有较大影响, 此时, X 轴、Z 轴为传感器灵敏

轴, X 轴、Z 轴输出变化最大. 当车辆的后轮到达传感器位置时, Y 轴输出又有了较大变化. 当车子快离开传感器时, X 轴、Z 轴输出有了较大变化, 这是因为车辆的后备箱里面有装备用胎, 对 X、Z 方向的磁场造成一定的干扰. 当车辆远离开传感器上方时, 各轴输出恢复到原来的状态. 通过建立合适的阈值, 可以滤掉旁边车道的车辆或远距车辆带来的干扰.

4 结 论

从实验数据中可以看出, 当 AMR 上方有车子时, 传感器周围稳定的地磁场分布受到了扰动, 传感器输出有明显变化, 可据此检测出指定范围内车辆的情况. 试验证明 AMR 可以可靠地检测出特定车位上车辆的到位情况, 且不受周围车位和道路上车辆的干扰. 在智能化交通系统和相关应用中, 地磁车辆检测必将以其性能可靠, 安装方便, 价格经济等优势取代目前普遍使用的车辆检测产品.

参考文献:

[1] 苏东海, 王亮, 马寿峰. 基于地磁感应的测量检测方法的研究[J]. 交通与计算机, 2007, 3(25): 9- 13.

[2] 吕伟. 新型地磁车辆检测器在停车场中的应用[J]. 智能建筑与城市信息, 2006(2): 27- 28.

[3] 裴轶, 虞南方, 刘奇, 等. 各向异性磁阻传感器的原理及其应用[J]. 仪表技术与传感器, 2004(8): 26- 32.

[4] Michael J Caruso, Tamara Bratland, Carl H Smith, et al. A new perspective on magnetic field sensing [J]. Sensors Magazine, 1998(12): 34- 36.

[5] 霍尼韦尔磁传感器公司. AMR 磁阻传感在车辆检测和罗盘定向的应用[OL]. http://www.honeywellsensor.com.cn/prodinfo/sensor_magnetic/applications_notes/apn02.pdf.

[6] 霍尼韦尔磁传感器公司. 磁阻传感器的应用之置位/复位脉冲电路[OL]. http://www.honeywellsensor.com.cn/prodinfo/sensor_magnetic/applications_notes/apn01.pdf.

Application of Anisotropic Magnetoresistive Sensor for Vehicle Detection

SHEN Dong2ping, MIAO Chuan2jie, XU Xin2ge, CHEN Wen2xiang*

(School of Physics and Mechanical & Electronic Engineering, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract: For the purpose of requirements of the modern digital vehicle information detection, this article proposed a use of anisotropic magnetoresistive sensor (AMR) for vehicle detection. The triaxial test circuit was composed by two anisotropic magnetoresistive sensors. Vehicles distinction method which based on threshold value was applied, and the vehides experiment was carried on in the Earth's weak magnetic field. Through the analysed and processed of the data collected by magnetoresistive sensor, it indicated that AMR sensors have advantage in many fields such as parking spaces detection.

Key words: magnetoresistive sensor; weak magnetic field; vehicle detection