

doi: 10.7690/bgzd.2015.10.016

直流道岔检测传感器中的温度补偿算法

廖美英

(绵阳市维博电子有限责任公司传感器技术部 四川 绵阳 621000)

摘要: 针对现有直流道岔电流检测传感器在室外使用时会产生温度漂移严重的问题, 提出一种温度补偿的算法。通过分析直流道岔电流的特点和霍尔传感器的温度特性, 确定对温度漂移进行补偿的方案, 并验证了该方案的有效性。分析结果表明: 该方法有效地改善了直流道岔电流室外检测中的温度漂移现象, 并具有成本低、精度高、应用范围广等特点。

关键词: 温度补偿; 室外检测; 直流道岔电流检测

中图分类号: TP212 **文献标志码:** A

Implementation of Temperature Compensation Algorithm in DC Turnout Detection Sensor

Liao Meiyong

(Department of Sensor Technology, Mianyang Weibo Electronic Co., Ltd, Mianyang 621000, China)

Abstract: In view of the existing serious temperature drift for outdoor using to DC turnout current detection, this paper presents a temperature compensation algorithm. By analyzing the characteristics of DC turnout current and temperature characteristics of the Hall sensor, proposed a program to compensate for temperature drift, and verify the effectiveness of it. Analysis results show that: the method is effective to suppress the temperature drift in turnout DC current outdoor detection, and has applications such as low cost, high accuracy, wide range, etc.

Keywords: temperature compensation; outdoor detection; current detection for DC turnout

0 引言

直流道岔检测传感器主要用于检测铁路直流转辙机动作时的道岔电流和功率^[1]。现有的直流道岔检测设备多安装在室内机房, 由于线路较长, 容易造成信号的衰落和干扰; 因此越来越多的监测系统倾向于采用室外检测。室外检测设备安装在转辙机旁, 能更准确地反映道岔动作状况, 但由于室外温度环境非常恶劣, 对检测产品中用到的霍尔传感器温度特性要求非常严苛。目前市面上能在 $-40\sim 85\text{ }^{\circ}\text{C}$ 范围内全量程满足精度要求的霍尔传感器价格均非常昂贵; 因此, 笔者提出在直流道岔检测传感器中, 通过单片机对霍尔传感器引起的温度漂移进行补偿, 在保证低成本的前提下提高检测精度, 经现场验证性能良好, 能完全满足室外监测的要求。

1 ZD6 单机牵引道岔转换电流—时间特性

ZD6 单机牵引道岔转换电流—时间特性曲线如图 1^[2]所示。

由图 1 可知: 道岔电流在转辙机开始动作时有一个较大的尖峰, 之后幅值基本处于一个稳定的状

态。ZD6 动作时间 $T_1\sim T_{10}$ 通常在 $6\sim 7\text{ s}$, 电流尖峰峰值 I_3 约 10 A , 平均电流 $I_4\sim I_7$ 在 $2\sim 3\text{ A}$ 。在监测过程中, 要求霍尔传感器的量程必须满足尖峰值的要求, 这就导致测量平稳值时霍尔传感器工作在其低线性段, 精度及温度特性都会比满量程时更差。

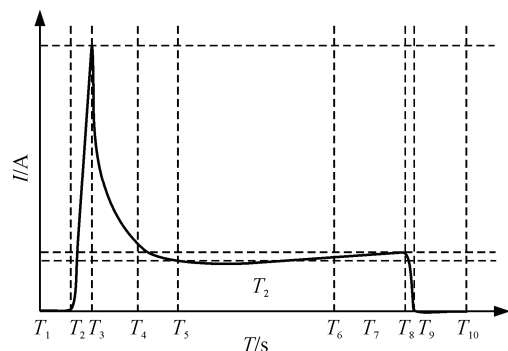


图 1 ZD6 转换电流—时间特性曲线^[2]

2 霍尔传感器温度漂移特性

文中直流道岔电流室外监测传感器选用的霍尔传感器为 WBI023JB7, 对 5 只文中选用的微型霍尔传感器(输入 $0\sim 30\text{ A}$, 输出 $0\sim 20\text{ mA}$)进行输入信号为 10 A 时的温度试验, 输出端接 $110\text{ }\Omega$ 标准电阻,

收稿日期: 2015-06-17; 修回日期: 2015-07-08

作者简介: 廖美英(1986—), 女, 四川人, 硕士, 助理工程师, 从事铁路微机监测系统配套产品设计研究。

试验温度范围 $-40\sim 85\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，试验数据如图2。

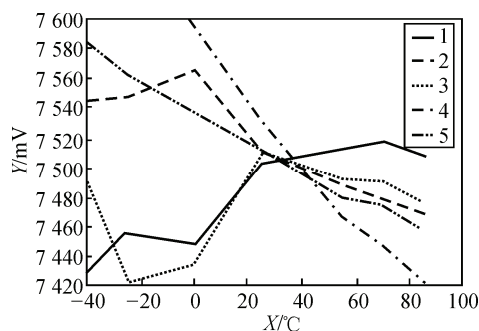


图2 WBI023JB7 温度实验数据

由图2可知：霍尔传感器在极端温度条件下产生的温度偏移量非常大，该特性会严重影响室外检测的准确性。由图中还可以看出：单只霍尔传感器的输出值随温度变化的趋势基本一致，可以通过补偿温度变化引起的偏移量来进行修正，从而提高监测精度，并且补偿点数越密集效果越好。笔者只选择2个补偿点作为示例。

3 温度补偿算法设计

3.1 温度传感器 DS18B20 简介^[3]

DS18B20 是一款提供9位温度读数的单线接口数字温度计，测量范围从 $-55\sim +125\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。通过与CPU口线连接，可以将测量到的温度 T 转换成数字。具有体积小，温度反应灵敏等特点。

3.2 温度补偿算法设计

对霍尔传感器的输出电压在 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时进行标定，记录标定值为 V_{25} 。取一个高温点 T_h 和一个低温点 T_l ，记录温度点 T_h 和 T_l （文中 T_h 取 $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ， T_l 取 $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ）的温度传感器输出电压值 V_h 和 V_l ，根据公式(1)计算出温度变化时的电压/温度变化斜率

$$\text{Avg} = \frac{V - V_{25}}{T - 25\text{ }^{\circ}\text{C}} \quad (1)$$

读取温度传感器 DS18B20 的当前温度 T_s ，可计算出当前温度相对于参考温度的偏移量

$$\Delta T = |T - 25\text{ }^{\circ}\text{C}| \quad (2)$$

由 Avg 和 ΔT 就可以计算出当前温度下数据的偏移量

$$\Delta v = \text{Avg} \times \Delta T \quad (3)$$

$T_s \geq 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，如果 $\text{Avg} \geq 0$ ，说明霍尔传感器的输出电压随温度升高而升高；因此，需要减掉偏移

量 Δv ：

$$v' = v - \Delta v \quad (4)$$

反之如果 $\text{Avg} \leq 0$ ，则

$$v' = v + \Delta v \quad (5)$$

同理可对 $T_s \geq 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时的温度偏移量进行处理。得出该偏移量过后就可以根据图1中霍尔传感器的温度变化趋势对数据进行补偿。

3.3 补偿结果

以5只参与温度试验的霍尔传感器实验数据（见图2）为例，对数据波动最大的第3只产品进行温度补偿计算^[4]。

1) $T_s \geq 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时：

$T_h = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ， $V_h = 7490\text{ mV}$ ， $V_{25} = 7508\text{ mV}$ 由式(1)可得

$$\text{Avg} = \frac{V_h - V_{25}}{T_h - 25\text{ }^{\circ}\text{C}} = \frac{7490 - 7508}{70\text{ }^{\circ}\text{C} - 25\text{ }^{\circ}\text{C}} = -\frac{18}{45} \text{ mV}/^{\circ}\text{C}。$$

2) $T_s \geq 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时：

$T_l = -25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ， $V_l = 7424\text{ mV}$ ， $V_{25} = 7508\text{ mV}$ 由式(1)可得

$$\text{Avg} = \frac{V_l - V_{25}}{T_l - 25\text{ }^{\circ}\text{C}} = \frac{7424 - 7508}{-50} = \frac{84}{50} \text{ mV}/^{\circ}\text{C}。$$

3) 计算 $55\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时的补偿量：

$$\Delta T = |T_s - 25\text{ }^{\circ}\text{C}| = 30\text{ }^{\circ}\text{C}，$$

$$\Delta v = \text{Avg} \times \Delta T = -\frac{18}{45} \times 30 = -12 \text{ mV}。$$

此时温度高于 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，偏移量为负，因此补偿后数据：

$$V_{55} = 7493 + 12 = 7505 \text{ mV}。$$

4) 计算 $85\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时的补偿量：

$$\Delta T = |T_s - 25\text{ }^{\circ}\text{C}| = 60\text{ }^{\circ}\text{C}，$$

$$\Delta v = \text{Avg} \times \Delta T = -\frac{18}{45} \times 60 = -24 \text{ mV}。$$

同上，补偿后数据

$$V_{85}=7\ 477+24=7\ 501\text{ mV}。$$

5) 计算 0 °C 时的补偿量:

$$\Delta T = |T_s - 25^\circ\text{C}| = 25^\circ\text{C}，$$

$$\Delta v = \text{Avg} \times \Delta T = \frac{84}{50} \times 25 = 42\text{ mV}。$$

此时温度低于 25 °C，偏移量为正，因此补偿后数据

$$V_0=7\ 435+42=7\ 477\text{ mV}。$$

6) 计算-40°C时的补偿量:

$$\Delta T = |T_s - 25^\circ\text{C}| = 65^\circ\text{C}，$$

$$\Delta v = \text{Avg} \times \Delta T =$$

$$-\frac{84}{50} \times 65 = 109.2\text{ mV}。$$

补偿后数据为:

$$V_{-40}=7\ 491+109.2=7\ 600.2\text{ mV}。$$

以此类推，5 只霍尔传感器进行温度补偿后的数据图 3 所示。

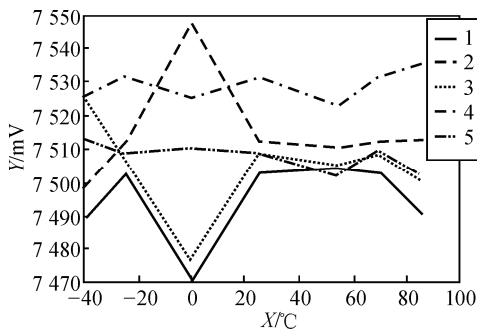


图 3 温度补偿后数据

对比图 3 和图 2 的可看出，经过补偿计算后的数据显示总的温度特性明显优于补偿前的温度特性。而在 0 °C 时，由于补偿前本身漂移量较小，因此在取-25、55 °C 为补偿点时，因为补偿点间隔较大且温度越低漂移越严重，导致补偿效果不太理想。

但从上文推导可知，通过增加补偿点得到大幅改善。

3.4 软件流程设计

该补偿算法充分利用了霍尔传感器的温度特性，在单片机中定时读取温度值^[5]，按照文中的公式进行编程即可实现。单次补偿算法流程如图 4。

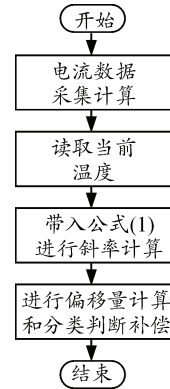


图 4 补偿算法流程

4 结束语

经过实验室反复测试和现场小批量试用，结果显示该算法在直流道岔室外监测中应用效果良好。同时，该算法解决了选择高精度霍尔传感器带来的高昂成本^[6]，可供需要进行直流电流室外监测的场合，尤其是监测电流值较小，受温度偏移影响严重的场合参考使用。

参考文献:

[1] 张淑清, 姜万录. 铁路信号微机监测系统[J]. 铁道通信信号, 1996, 32(12): 4-5.
 [2] 郭进, 覃燕. 铁路信号基础[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2010: 129-133.
 [3] DS18B20 单总线数字温度计中文资料 [Z]. <http://www.ourmpu.com>.
 [4] 张宜华. 精通 MATLAB 5[M]. 北京: 清华大学出版社, 1999: 97-105.
 [5] 何立民. 单片机高级教程[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2000: 29-34.
 [6] 王敏, 王笑一. 长光栅传感器动态特性试验台的设计[J]. 机电工程, 2013, 30(5): 549-551.