

· 电路与控制 ·

线性光耦 HCNR201 原理及其在轴承故障检测中的应用

李培建¹, 蔡海潮²

(1. 空军驻安顺地区军代表室, 贵州 安顺 561000, 2. 河南科技大学机电工程学院, 河南 洛阳 471003)

摘要: 因铁路货车轴承故障检测现场工况复杂, 各种电磁干扰信号极易随被测信号进入测量系统. 针对这个问题, 设计了用高线性度模拟光耦 HCNR201 和运算放大器实现的电压隔离硬件电路. 该电路中, 线性光耦的前端用一个运算放大器构成一个负反馈放大器, 用来检测模拟电压信号; 线性光耦后端的运算放大器进行电流与电压之间的转换, 最终输出电压信号, 实现电压信号的 1:1 隔离传输. 实验结果表明: 该方法测量电压线性度好、精度高.

关键词: 线性光耦; 隔离; 电压信号; HCNR201

中图分类号: TN256; TN75

文献标识码: A

文章编号: 1673-1255(2010)02-0051-03

Principle of Linearity Optocouplers HCNR201 and Its Applications in Bearing Fault Detection

LI Pei-jian¹, CAI Hai-chao²

(1. Air Force Military Representative Office in Anshun area, Anshun 561000, China;

2. Electromechanical Engineering College, Henan University of Science & Technology, Luoyang 471003, China)

Abstract: Because railway trucks bearing fault detection field conditions are extremely complicated, every electromagnetic interference signals can easily enter the measurement system along with the measured signal. To address this issue, the voltage isolation hardware circuit achieved by high linearity analog optocoupler HCNR201 and operational amplifier was designed. In the circuit, one operational amplifier is used as a negative feedback amplifier in front of the linear optocoupler, which is used to detect analog voltage signal; the operational amplifier at the end of linear optocoupler makes a conversion between the current and voltage, outputs finely voltage signal and achieves the 1:1 isolation transmission of voltage signal. The experimental results show that the measuring method can realize the good voltage linearity and high accuracy.

Key words: linear optocoupler; isolation; voltage signal; HCNR201

在铁路货车轴承故障检测系统中, 因现场工况复杂, 在进行现场测量时, 各种电磁干扰信号都会随着被测量信号进入测量系统, 这些干扰信号叠加在有用的被测信号上会使测量的准确度降低^[1,2]. 另一方面, 测量系统与被测信号“共地”引入的干扰也会造成测量系统的不稳定, 从而影响检测系统的正常工作. 故须设法将干扰信号源与测量系统隔离, 仅允许被测量信号进入测量系统. 因此, 找到一种有

效的方法运用于现场检测系统进行模拟信号的隔离是至关重要的. 常用的隔离方法有隔离放大器法和光电隔离法^[3]. 光电耦合是以光信号为媒介来实现电信号的耦合和传递的, 其抗干扰能力强^[4]. 普通光电耦合器具有非线性电流传输特性, 这对于数字量和开关量的传输不成问题, 但对于模拟量的传输精度则很差. 介绍了 HP 公司生产的一种高线性度模拟光电耦合器 HCNR201 的主要结构和工作原

收稿日期: 2010-02-23

基金项目: 河南省科技厅资助项目 (0223025200)

作者简介: 李培建 (1980-), 男, 河南许昌人, 助理工程师, 主要从事测控系统开发等方面的研究.

理,并且设计了基于 HCNR201 的电压隔离测量电路,并通过实验对电路进行了验证^[5].

1 HCNR201 的结构及工作原理

HCNR201 光电耦合器的内部结构如图 1 所示,其中 LED 为铝砷化镓发光二极管,PD1、PD2 是 2 个相邻匹配的光敏二极管,这种封装结构决定了每一个光敏二极管都能从 LED 得到近似的光照,因而消除了 LED 的非线性和偏差特性所带来的误差.当电流流过 LED 时,LED 发出的光被耦合到 PD1 与 PD2,从而在器件输出端产生与光强成正比的输出电流.在使用时,可将第 3、4 输出端与第 1、2 输入端一起接入控制回路,其中第 3、4 端的光敏二极管起反馈作用,它可将产生的输出电流再反馈到第 1、2 端的 LED 上,以对输入信号进行反馈控制. HCNR201 的最大非线性为 0.05%,最大带宽在 1 MHz 以上,耐压指标为 5 kV/min^[6].

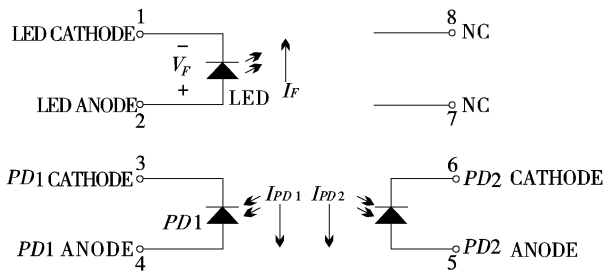


图 1 HCNR201 结构原理图

2 HCNR201 典型应用电路

在应用 HCNR201 构成隔离放大器时,首先应当用一个运算放大器构成一个负反馈放大器,然后

利用 PD1 检测 LED 的光输出量,并自动调整通过 LED 的电流,以补偿 LED 光输出的变化及任何其他原因引起的非线性,因此该反馈放大器主要用于稳定 LED 的光输出并使其线性化.另外,还需要一个运算放大器进行电流与电压之间的转换,以将输出光敏二极管 PD2 输出的稳定的、线性变化的电流转换成电压信号并输出.

图 2 是利用 HCNR201 光耦构成的一个简单隔离放大器的原理图.图 2 中的运算放大器 A1 构成负反馈放大电路,运算放大器 A2 为电流电压转换电路. PD1 接在放大器 A1 的输入端,以完成对 LED 输出光信号的检测.流经 PD1 的电流为 $I_{PD1} = V_{in}/R1$,可见,当 R1 确定后, I_{PD1} 只正比于输入电压 V_{in} .当其他因素引起 LED 的电流 I_F 变化时, PD1 的负反馈作用将抑制 I_F 的变化,从而保证了 LED 输出光强度正比于输入电压 V_{in} . HCNR201 在结构设计上可保证照射在 2 个光敏二极管上光强度的比例为 K,因此,当 LED 发光时,流经 2 只光敏二极管的电流之比应当为 K,即 $K = I_{PD2}/I_{PD1}$.由于 A2 的输出为 $V_{out} = I_{PD2}R2$.因此可得到: $V_{out}/V_{in} = KR2/R1$.可见,该隔离放大器电路的输出电压与输入电压之间的关系

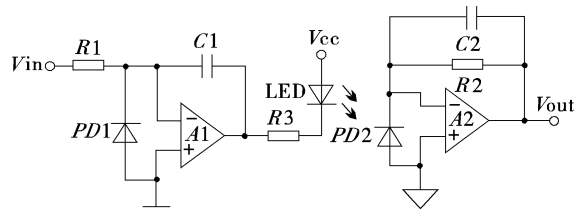


图 2 典型应用电路

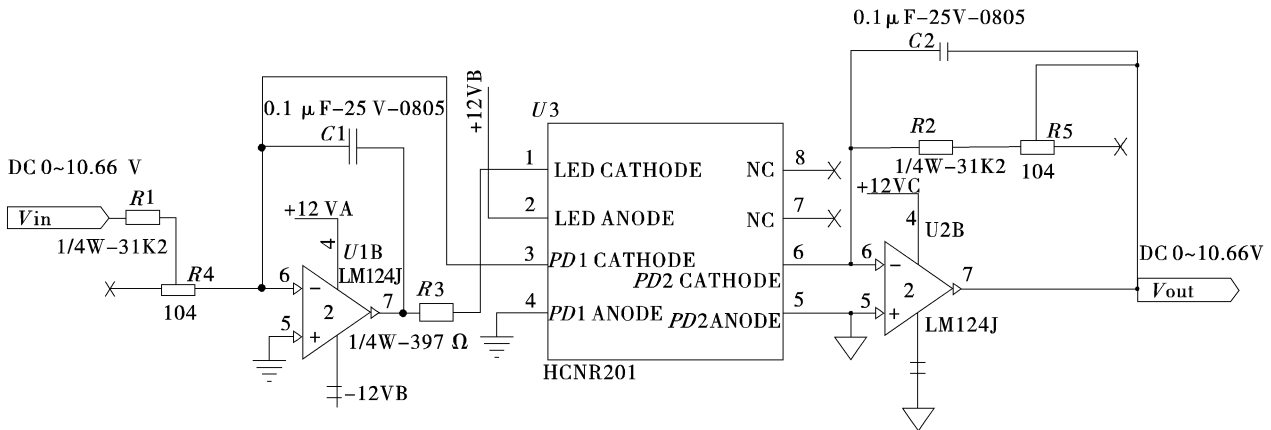


图 3 实际应用电路

是线性变化的,而且与 LED 的输出光强无关.其增益可通过改变 $R2/R1$ 来调整. $R3$ 为 LED 的限流电阻, $C1、C2$ 用于改善电路的高频特性.

3 信号隔离应用电路及实验结果分析

图 3 电路实现电压信号隔离传输的功能,通过

调整电位器 $R4$ 和电位器 $R5$,最终实现直流电压输入与输出 1:1 的关系.实验中,输入电压在直流 $0 \sim 10.66 \text{ V}$ 之间变化,表 1 是具体的实验数据.

如图 4 所示,其中“*”表示实测、对应的数据点,连线是最小二乘法对所测数据进行拟合所得曲线.最小二乘法算出曲线的最佳斜率为 1.000 5,另通过计算机算出电路的非线性度为 0.018 69%.

表 1 输入电压、输出电压数据

	/V									
V_{in}	0	0.094 6	0.247 66	0.380 86	0.590 16	0.811 16	1.225 5	1.695 5	1.920 8	2.254 8
V_{out}	0	0.095 1	0.247 65	0.380 71	0.589 91	0.810 94	1.225 2	1.694 8	1.920 6	2.254 5
V_{in}	2.490 6	2.777 2	2.989 9	3.209 6	3.506 0	3.617 4	3.793 5	4.073 5	4.408 1	4.735 8
V_{out}	2.490 7	2.777 7	2.989 7	3.208 7	3.507 0	3.617 3	3.793 6	4.074 2	4.407 9	4.736 8
V_{in}	5.072 9	5.386 9	5.690 0	6.115 1	6.360 6	6.692 0	7.006 2	7.402 9	7.695 5	7.878 0
V_{out}	5.074 1	5.387 4	5.690 8	6.116 8	6.362 0	6.693 4	7.007 1	7.404 5	7.697 5	7.880 7
V_{in}	8.295 9	8.615 5	8.979 3	9.256 1	9.615 3	9.915 3	10.089 3	10.351 0	10.527 1	10.654 9
V_{out}	8.298 7	8.620 7	8.983 2	9.261 6	9.618 8	9.919 8	10.094 1	10.355 6	10.531 8	10.659 5

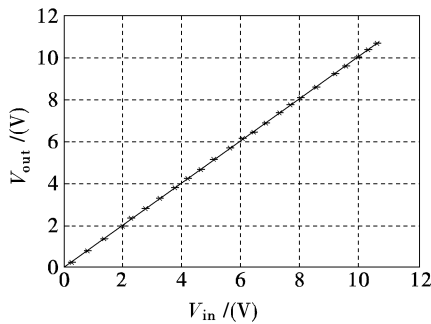


图 4 V_{in} 与 V_{out} 对应曲线

5 结 束 语

针对在轴承故障现场检测中所需信号受到各种电磁信号干扰的特点,给出了利用线性光耦 HCNR201 进行模拟电压电气隔离的基本原理和硬件电路.经实验证明,该方法测量电压线性度好,测量

精度高,有效地隔离检测现场各种干扰,可应用于轴承故障检测系统,以提高故障诊断率.

参考文献

- [1] 姜诚君,李孟源.声发射技术用于重载滚动轴承故障诊断的实验研究[J].矿山机械,2004,32(1),69-71.
- [2] 江涛,李孟源,李云峰.货车轴承段修在线故障诊断[J].轴承,2002(2):22-24.
- [3] 赵昕,刘洪涛.高线性模拟光耦 HCNR201 原理及其在检测电路中的应用[J].国外电子元件,2003(2):24-25.
- [4] 童诗白,华成英.模拟电子技术基础[M].北京:高等教育出版社,2001.
- [5] HCNR200/201 Technical Data[Z]. Agilent Technologies.
- [6] 张维,石铭德,刘隆祉.一种高精度信号调理电路[J].自动化仪表,2001(12):56-58.

欢 迎 刊 登 广 告