

1_ 京大亨

JIANGSU UNIVERSITY

传感器课程设计说明书

线性霍尔元件位移传感器

学 号：

学院名称：

专业班级： _____

学生姓名： _____

教师姓名： _____

教师职称： _____

2015年1月

线性霍尔元件位移传感器设计任务书

一、设计题目

线性霍尔元件位移传感器

二、设计目的

课程设计是工科各专业的主要实践性教学环节之一，是围绕一门主要基础课或专业课，运用所学课程的知识，结合实际应用设计而进行的一次综合分析设计能力的训练。《传感器技术》是测控技术与仪器专业的一门专业技能课，能够运用基本测控电路知识解决日常生活中的问题是本专业学生的基本素质。本次课程设计旨在培养学生运用所学过的理论知识，初步掌握解决实际问题时所应具备的查阅资料、综合运用所学知识的能力，为课程设计及今后从事专业学习工作打下坚实的基础。

三、设计内容及要求

1. 掌握传感器工作原理
2. 掌握信号处理电路的作用与原理
3. 画出各电路处理后的信号波形
4. 对位移进行测量（正负位移均三次以上）
5. 算出传感器的迟滞误差、线性度
6. 写出说明书。

四、设计方法和基本原理

1. 问题描述

设计一个既能测量位移的大小，也能判别方向的线性霍尔元件位移传感器。

2. 解决方案

① 搜集资料，确定电路原理图（包括激励信号电路、消除不等位电势补偿电路、放大电路、移相电路、相敏检波电路和低通滤波电路等信号处理电路）

② 搭建实物测量系统，调试各部分电路。

③ 测试得出相应的实验数据，给出相应的波形，计算出传感器的量程、线性度和灵敏度、迟滞误差。写出说明书，答辩。

目录

第一章引言..... 4

第二章霍尔传感器工作原理..... 4

2.1霍尔效应 4

2.2霍尔元件的主要特性 6

2.3霍尔传感器的应用 6

第三章测量系统组成..... 9

3.1霍尔元件的误差及补偿 9

3.1.1霍尔元件的零位误差与补偿..... 9

3.1.2霍尔元件的温度误差及补偿..... 9

3.2直流激励的霍尔传感器电路 10

3.3交流激励的霍尔传感器电路 10

3.3.1传感器补偿放大电路..... 10

3.3.2移相电路..... 11

3.3.2相敏检波电路..... 12

3.3.4低通滤波电路..... 12

第四章电路测试与结果..... 13

4.1进行各部分电路线路元件的连接组装 13

4.2移相电路的测试 14

4.3相敏检波电路的测试 15

4.4低通滤波电路测试 17

第五章传感器测试与数据处理..... 18

5.1传感器的回程差 18

5.2传感器的灵敏度 19

5.3传感器的线性度 20

第五章心得体会..... 21

致谢..... 22

参考文献..... 23

附录..... 24

6.1直流激励数据 24

6.2交流激励数据 25

第一章引言

位移是与物体的位置在运动过程中的移动有关的量，目前测量位移的方法相当多，小位移通常使用应变式、电感式、差动变压器式、涡流式、霍尔等位移传感器来测量，大的位移常用感应同步器、光栅、容栅、磁栅等位移传感器来测量。位移式传感器主要应用在自动化装备生产线对模拟量的智能控制。

线性霍尔元件位移传感器，因其结构简单、测量线性范围大、测量电路可靠、具有较高的分辨力和灵敏度以及价格低廉等优点，在许多行业的位移测量系统中得以广泛应用。

霍尔传感器是基于霍效应而将被测量转化成电动势输出的一种传感器。霍尔元件已发展成一个品种多样的磁传感器产品簇，并且得到广泛的应用。霍尔器件是一种磁传感器，用它可以检测磁场及其变化，可以在各种与磁有关的场合中使用。霍尔器件以霍尔效应为其工作原理。被测物体分别与恒定电流 I 和恒定磁场 B 垂直。当被测物体相对于原来位置有微小位移变化时，会产生变化的磁通量，会在导体垂直于磁场和电流的两个端面之间产生电势差，即 U_H （霍尔电压）。

本课程设计将做出一个既能测量物体位移大小又能辨别位移方向的线性霍尔元件位移传感器，并且可以得到低的线性度和较高的灵敏度。

第二章霍尔传感器工作原理

霍尔传感器是一种磁传感器。用它可以检测磁场及其变化，可在各种与磁场有关的场合中使用。霍尔传感器以霍尔效应为其工作基础，是由霍尔元件和它的附属电路组成的集成传感器。霍尔传感器在工业生产、交通运输和日常生活中有着非常广泛的应用。

2.1 霍尔效应

霍尔效应Hall effect运动的带电粒子在磁场中受洛伦兹力作用而引起偏转 就是霍尔效应的实质。

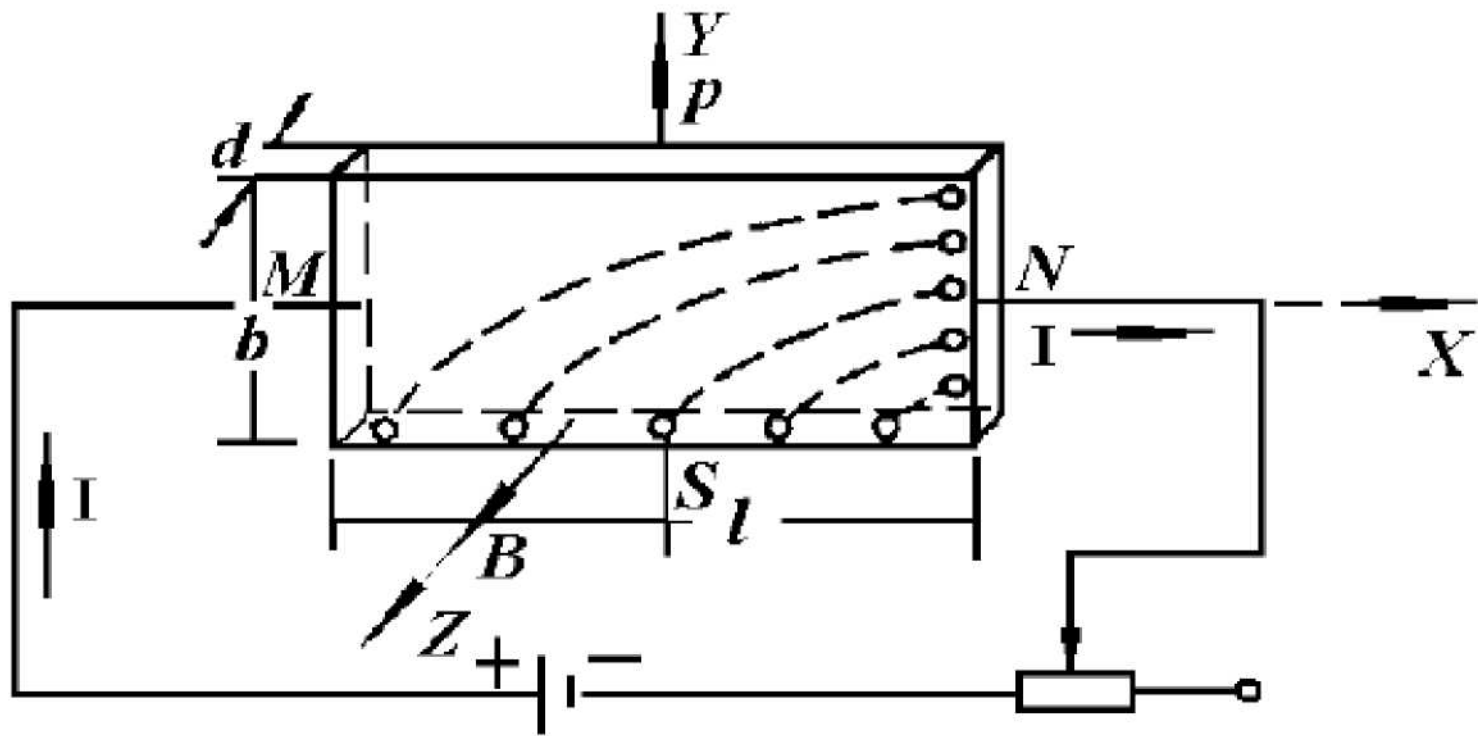


图2-1霍尔效应示意图

霍尔元件是由n型半导体材料制成的。其长为 l 、宽为 b 、厚度为 d 。如果在M、N两端按图所示加一恒定电流 I （沿X轴方向通过霍尔元件）。并假定电流 I 是沿X轴负方向以速度运动的电子构成，电子的电量为 $-e$ ，自由电子的浓度为 n 。

则根据电流强度的定义，电流 I 可表示为： $I = -envbd$ (1)

若在Z轴方向加上恒定磁场 B ，沿负X轴方向运动的电子就受到洛伦兹力

$$f_B = evB \quad (2)$$

f_B 的方向指向负Y轴，于是，霍尔元件内部的电子聚积在下方平面。

随着电子向下偏移，上方平面剩余正电荷，形成Y轴负向的霍尔电压，上下两个平面间具有电势差 V_H 。静电作用力 f_H 与洛伦兹力 f_B 大小相等时，有 $eV_H = evB$

$$\text{再利用式(1)得到 } V_H = \frac{b}{d} v B = -\frac{I}{enb} = R_H \frac{I}{d} = K_H \frac{I}{d} \quad (3)$$

式中 $R_H = 1/en$ ，称为半导体材料的霍尔系数， $K_H = 1/end$ 叫做它的灵敏度。当工作电流和磁感应强度一定时 K_H 的数值越大，霍尔电压越高。

如果已知霍尔片的灵敏度 K_H ，只需测出工作电流 I 和霍尔电压就可求得 B 。 V_H 的单位一般取为mV，工作电流的单位取为mA，磁感应强度单位为T（特斯拉）， K_H 的单位即为mV/(mA T)。

2.2 霍尔元件的主要特性

1) 霍尔元件的主要特性参数

灵敏度： K_H ：表示元件在单位的磁感应强度和单位控制电流所得到的开路霍尔电动势

霍尔输入电阻： R_{IH} ：霍尔控制及间的电阻值

霍尔最大允许激励电流： I_{HM} ：以霍尔元件允许的最大温度为限所对应的激励电流

不等位电势： E_0 ：当霍尔元件的控制电流为额定值时，若元件所处位置的磁感应强度为零，测得的空载霍尔电势。

寄生直流电势（霍尔元件零位误差的一部分）：

当没有外加磁场，霍尔元件用交流控制电流时，霍尔电极的输出有一个直流电势

控制电极和霍尔电极与基片的连接是非完全欧姆接触时，会产生整流效应。

两个霍尔电极焊点的不一致，引起两电极温度不同产生温差电势

霍尔电势温度系数： α_H ：在一定磁感应强度和控制电流下，温度每变化1度时，霍尔电势变化的百分率。

2.3 霍尔传感器的应用

按被检测对象的性质可将它们的应用分为：直接应用和间接应用。前者是直接检测受检对象本身的磁场或磁特性，后者是检测受检对象上人为设置的磁场，这个磁场是被检测的信息的载体，通过它，将许多非电、非磁的物理量，例如速度、加速度、角度、角速度、转数、转速以及工作状态发生变化的时间等，转变成电学量来进行检测和控制

（一）线性型霍尔传感器主要用于一些物理量的测量。例如：

1. 电流传感器

由于通电螺线管内部存在磁场，其大小与导线中的电流成正比，故可以利用

霍尔传感器测量出磁场，从而确定导线中电流的大小。利用这一原理可以设计制成霍尔电流传感器。其优点是不与被测电路发生电接触，不影响被测电路，不消耗被测电源的功率，特别适合于大电流传感。



图2-2霍尔传感器测电流示意图

霍尔电流传感器工作原理如图2-2所示，标准圆环铁芯有一个缺口，将霍尔传感器插入缺口中，圆环上绕有线圈，当电流通过线圈时产生磁场，则霍尔传感器有信号输出。

2. 位移测量

如图2-3所示，两块永久磁铁同极性相对放置，将线性型霍尔传感器置于中间，其磁感应强度为零，这个点可作为位移的零点，当霍尔传感器在Z轴上作 ΔZ 位移时，传感器有一个电压输出，电压大小与位移大小成正比。

卢尔传感器

$I, \text{时} \backslash \backslash \text{回} S 1 \rightarrow dZ$

图2-3霍尔传感器测位移示意图

如果把拉力、压力等参数变成位移，便可测出拉力及压力的大小，如图2-4

所示，是按这一原理制成的力传感器。

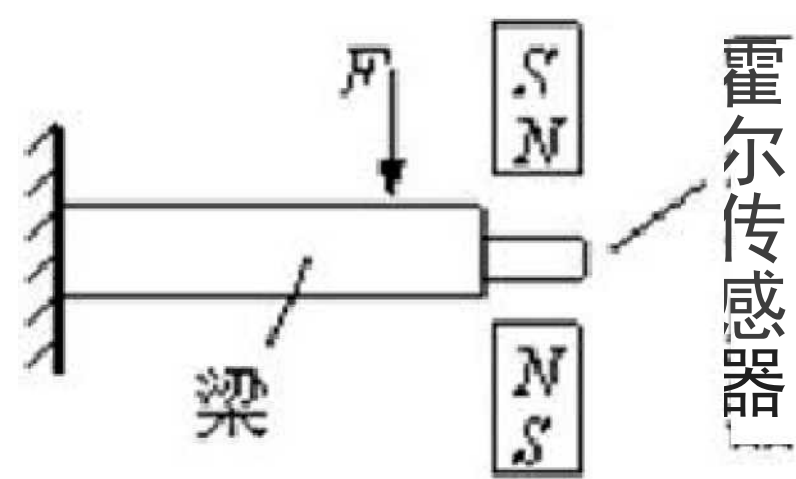


图2-4霍尔传感器测力示意图

（二）开关型霍尔传感器主要用于测转数、转速、风速、流速、接近开关、关门告知器、报警器、自动控制电路等。测转速或转数。

如图2-5所示，在非磁性材料的圆盘边上粘一块磁钢，霍尔传感器放在靠近圆盘边缘处，圆盘旋转一周，霍尔传感器就输出一个脉冲，从而可测出转数（计数器），若接入频率计，便可测出转速。

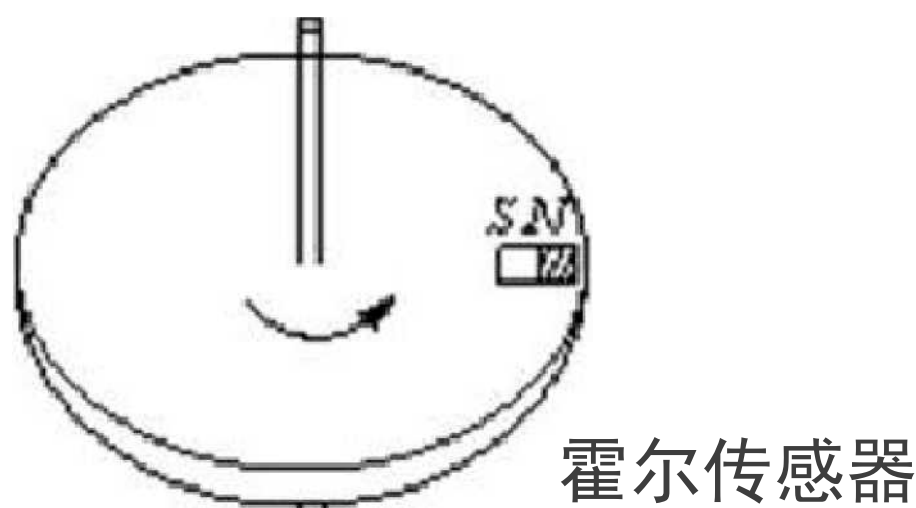


图2-5霍尔传感器测转数示意图

如果把开关型霍尔传感器按预定位置有规律地布置在轨道上，当装在运动车辆上的永磁体经过它时，可以从测量电路上测得脉冲信号。根据脉冲信号的分布可以测出车辆的运动速度。

第三章测量系统组成

3.1 霍尔元件的误差及补偿

3.1.1 霍尔元件的零位误差与补偿

霍尔元件的零位误差是指无外加磁场或无控制电流情况下霍尔元件产生输出电压并由此产生误差。它主要表现有以下几种形式：

1) 不等位电动势

它是零位误差中最重要的一种，他是当霍尔元件在额定控制电流下，不外加磁场时，霍尔输出端之间的空载电动势。

2) 寄生直流电势

再无磁场的情况下，元件通入交流电流，输出端除交流不等位电压以外的直流分量

3) 感应零电动势

感应零电动势是在未通电流情况下，由于脉动或交变磁场作用在输出端产生的电动势。

4) 自激场零电动势

霍尔元件控制电流产生自激场

3.1.2 霍尔元件的温度误差及补偿

1) 温度误差产生原因：

霍尔元件的基片是半导体材料，因而对温度的变化很敏感。其载流子浓度和载流子迁移率、电阻率和霍尔系数都是温度的函数。当温度变化时，霍尔元件的一些特性参数，如霍尔电势、输入电阻和输出电阻等都要发生变化，从而使霍尔式传感器产生温度误差。

2) 减小霍尔元件的温度误差的方法

选用温度系数小的元件、采用恒温措施、采用恒流源供电、采用适当的补偿电路

3. 2直流激励的霍尔传感器电路

直流激励的霍尔传感器电路较为简单主要由霍尔传感器，741差动放大器等组成，如图3-1：

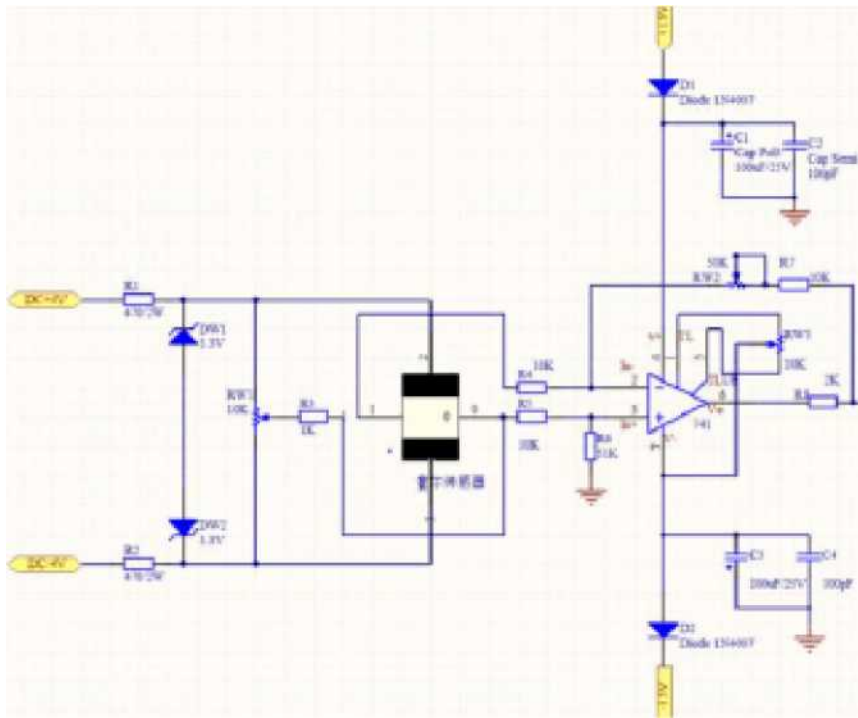


图3—1直流激励下传感器电路图

3. 3交流激励的霍尔传感器电路

3.3.1传感器补偿放大电路

交流激励的霍尔传感器电路较为复杂主要由霍尔传感器，741差动放大器，再加上移相电路，相敏检波电路，低通滤波电路等组成。如图3-2：

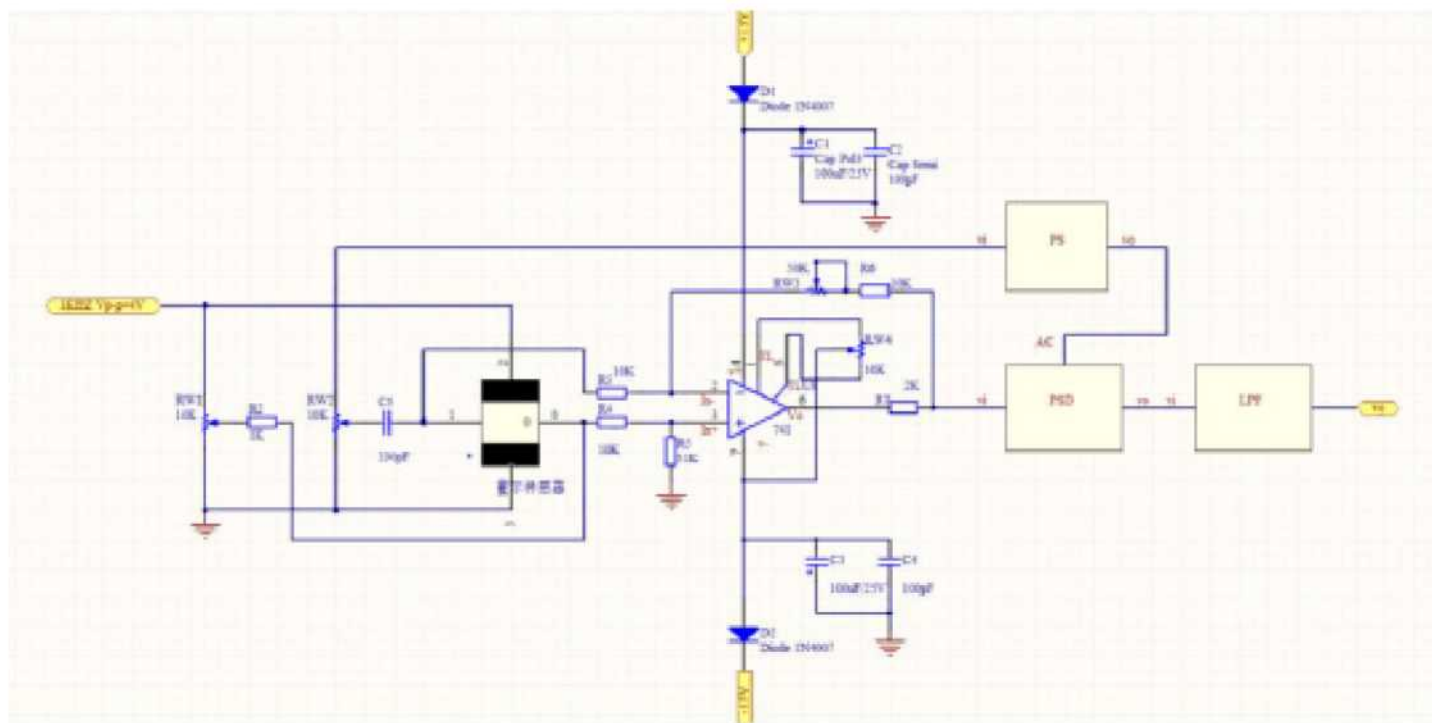


图3—2交流激励下传感器电路图

3.3.2移相电路

移相电路原理图如下所示

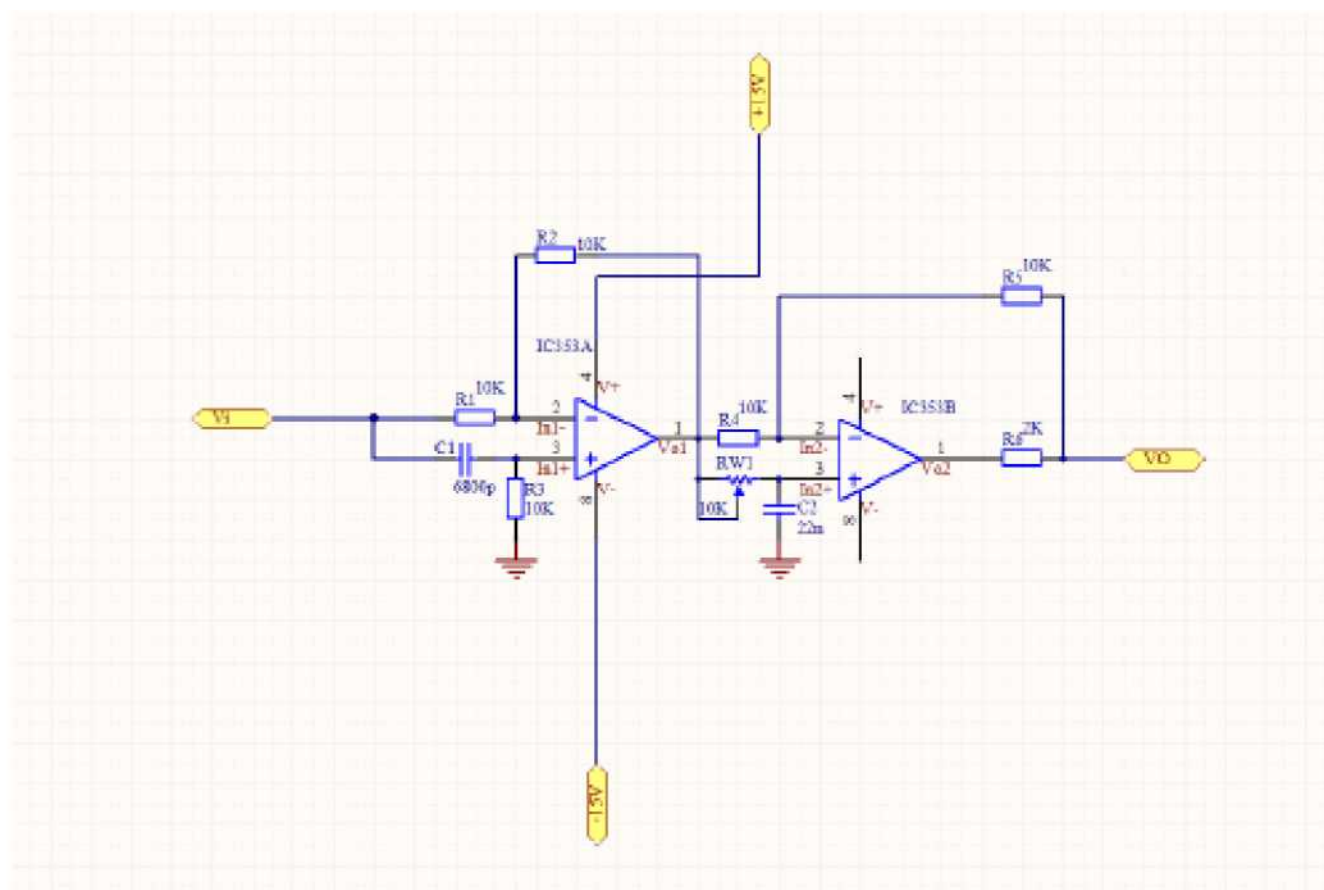


图3—3移相电路原理图

移相器由两个部分组成，调节 w_1 可完成滞后0到180度的相位，理论上可

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：
<https://d.book118.com/328123120015006057>