

东南大学自动化学院

现代检测技术 实验报告

实验次数：第4次（第14周）

姓 名：陈鲲龙 学 号：08022311

实验十七 霍尔转速传感器测电机转速实验

一、实验目的

了解霍尔转速传感器的应用。

二、基本原理

利用霍尔效应表达式： $U_H = K_H \cdot I_B$ ，当被测圆盘上装上 N 只磁性体时，圆盘每转一周磁场就变化 N 次。每转一周霍尔电势就同频率相应变化，输出电势通过放大、整形和计数电路计数就可以测量被测物体的转速。

三、实验器材

主机箱、霍尔转速传感器、转动源。

四、实验步骤

1、根据图 5-5 将霍尔转速传感器安装于霍尔架上，传感器的端面对准转盘上的磁钢并调节升降杆使传感器端面与磁钢之间的间隙大约为 $2 \sim 3\text{mm}$ 。

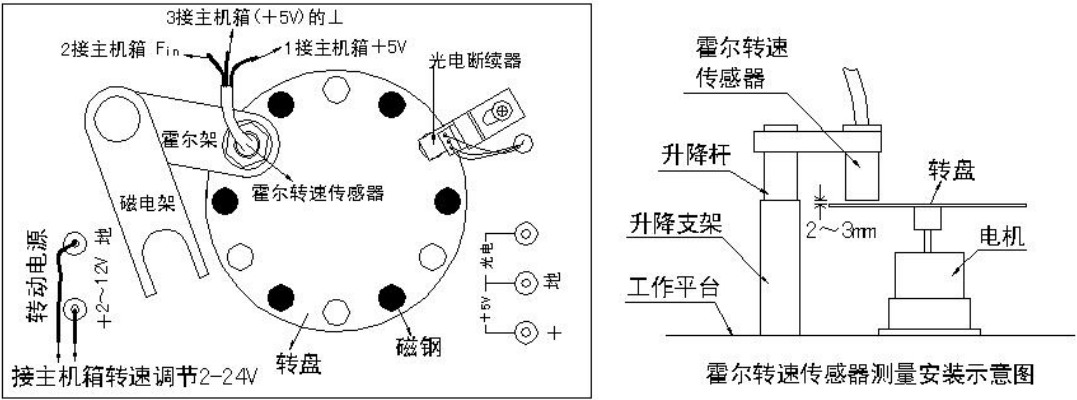


图 5-5 霍尔转速传感器实验安装、接线示意图

2、在接线以前，先合上主机箱电源开关，将主机箱中的转速调节电源 $2 \sim 24\text{v}$ 旋钮调到最小（逆时针方向转到底），接入电压表（显示选择打到 20v 档），监测大约为 1.25v ；

关闭主机箱电源，将霍尔转速传感器、转动电源按图 5-5 所示分别接到主机箱的相应电源和频率 / 转速表（转速档）的 Fin 上。

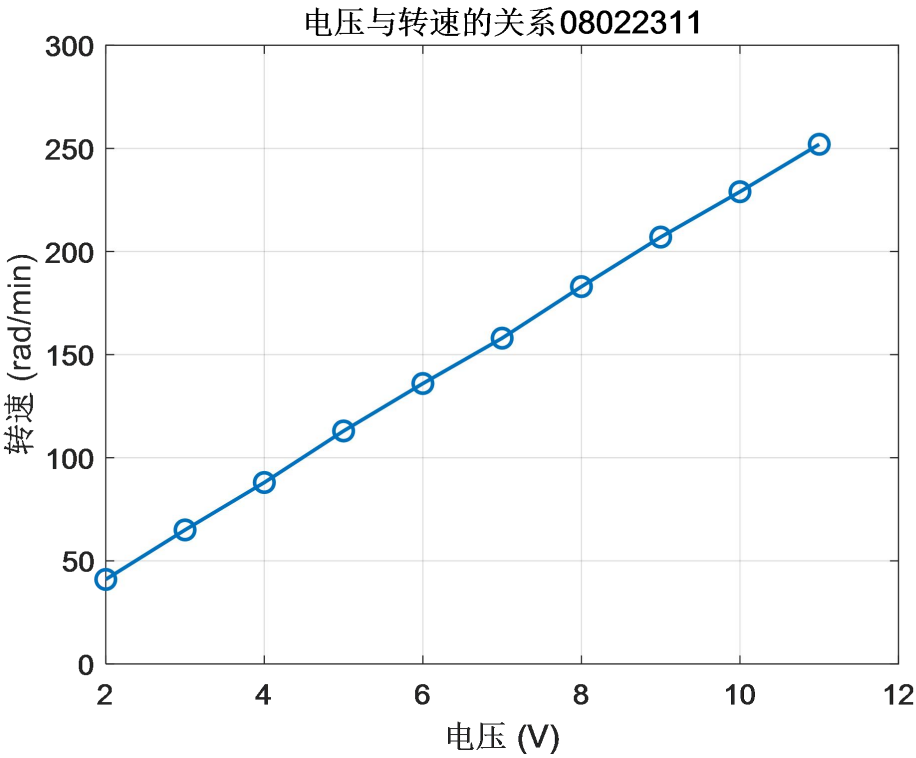
3、合上主机箱电源开关，在小于 12v 范围内（电压表监测）调节主机箱的转速调节电源（调节电压改变电机电枢电压），观察电机转动及转速表的显示情况。

4、从 2v 开始记录，每增加 1v 相应电机转速的数据（待电机转速比较稳定后读取数据）。

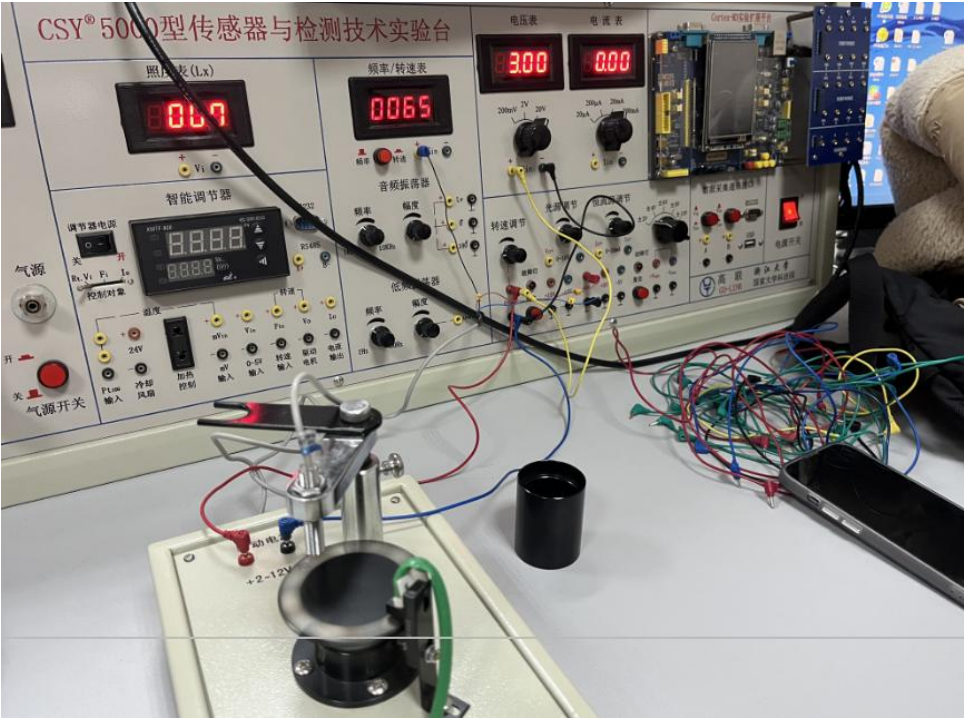
表 5-3

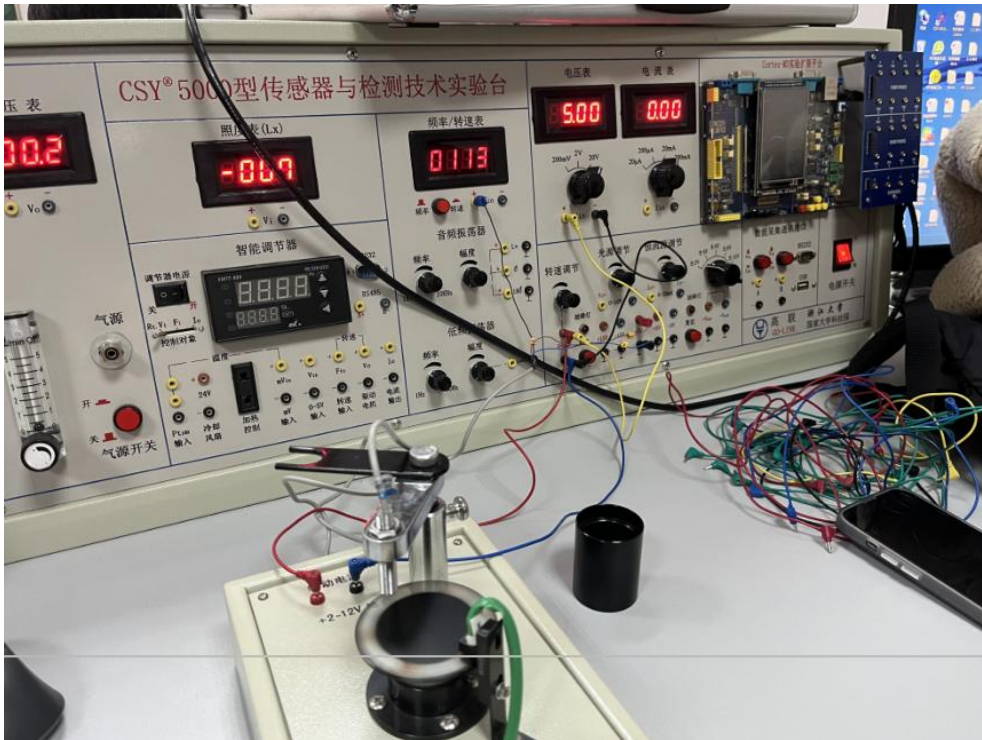
电压 (V)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
转速 (rad/min)	41	65	88	113	136	158	183	207	229	252

画出电机的 $v \sim n$ （电机电枢电压与电机转速的关系）特性曲线。
实验完毕，关闭电源。



实验图片：





五、思考题

1、利用霍尔元件测转速，在测量上有何限制？

利用霍尔元件测量转速是一种常见的方法，但在实际测量中存在一些限制，具体包括以下方面：

1. 霍尔元件的工作范围

灵敏度限制：霍尔元件只能检测一定强度的磁场，磁场太弱可能导致输出信号不稳定或无法识别。

工作频率范围：霍尔元件的响应速度有限，在高转速下可能无法准确捕捉信号，导致测量误差。

2. 磁场均匀性

如果磁场分布不均匀，霍尔元件检测到的信号可能出现波动，从而影响测量准确性。

3. 环境干扰

温度影响：霍尔元件对环境温度较敏感，温度变化会影响灵敏度和测量稳定性。

电磁干扰：外部电磁场可能干扰霍尔元件的正常工作，尤其在高电压或强电流环境下。

4. 信号处理精度

分辨率限制：输出信号波形不清晰或信噪比低时，信号处理电路可能无法准确提取转速信息。

延迟与采样频率：信号处理系统的采样频率不足可能导致数据丢失或延迟。

5. 机械设计的限制

霍尔元件的安装位置需要准确，确保与磁场的位置关系正确，否则测量会出现误差。

霍尔元件与磁体之间的间隙需保持稳定，间隙变化会引起信号幅值的波动。

6. 低转速问题

在低转速下，霍尔元件的输出信号频率较低，可能难以稳定检测信号。

改进措施：

增强磁场强度，使用更强的磁铁以提高信号幅值。

优化信号处理电路，增加滤波和放大功能，提高抗干扰能力。

选择高灵敏度的霍尔元件以满足实际频率响应需求。

通过软件或硬件进行温度补偿和干扰补偿，提高测量精度。

确保霍尔元件与磁体的安装位置及间隙设计合理。

总体来说，霍尔元件适合中低转速测量，但在高转速或复杂环境下可能需要进一步优化设计，甚至结合其他传感技术以获得更精确的结果。

2、本实验装置上用了六只磁钢，能否用一只磁钢？

使用六只磁钢的优点：

1 提高信号频率：六只磁钢均匀分布在旋转轴上，每转一圈霍尔元件可以检测到六次磁场变化，从而使信号频率增加，适合高精度测量。信号频率高有利于在低转速下也能获得稳定的信号。

2 减少周期抖动：磁钢数量增加，输出信号更加连续和平滑，可以降低由于机械不平衡或偶然干扰导致的抖动误差。

3 提高测量精度：信号频率高时，采样间隔缩短，系统可以更准确地计算转速。

使用一只磁钢的可行性：

1 简化结构：只需一只磁钢，结构更简单，安装更容易，成本较低。

2 适合低精度场景：如果系统对测量精度要求不高，例如粗略估算转速或低速设备的监测，一只磁钢可以满足需求。

3 信号处理简单：信号频率较低，处理电路和算法相对简单，适合低复杂度的应用场景。

使用一只磁钢的限制：

1 低频信号问题：一只磁钢每转一圈只会产生一次信号，导致信号频率较低，在低转速下可能难以稳定检测。

2 降低测量精度：信号间隔长，可能无法捕捉细微的转速变化，对高精度测量不利。

3 抗干扰能力差：信号稀疏，容易受到机械抖动或外部干扰的影响，导致误差增大。

结论：

使用六只磁钢：适合需要高精度测量、低转速场景稳定性要求高的应用。

使用一只磁钢：适合对测量精度要求不高的场景，例如粗略估算转速或简化装置设计的实验场合。如果需要在简化设计和保证性能之间取得平衡，可以考虑使用两只或三只磁钢，这样既可以提高信号频率，又能减少硬件复杂度。

实验三十二 光纤传感器的位移特性实验

一、实验目的

了解光纤位移传感器的工作原理和性能。

二、基本原理

本实验采用的是传光型光纤，它由两束光纤混合后，组成 Y 型光纤，半园分布即双 D 分布，一束光纤端部与光源相接发射光束，另一束端部与光电转换器相接接收光束。

两光束混合后的端部是工作端亦称探头，它与被测体相距 X ，由光源发出的光纤传到端部出射后再经被测体反射回来，另一束光纤接收光信号由光电转换器转换成电量，而光电转换器转换的电量大小与间距 X 有关，因此可用于测量位移。

三、实验器材

主机箱、光纤传感器、光纤传感器实验模板、测微头、反射面。

四、实验步骤

1、根据图 7-9 示意安装光纤位移传感器和测微头，二束光纤分别插入实验模板上的光电座（其内部有发光管 D 和光电三极管 T）中。连接好其它接线。

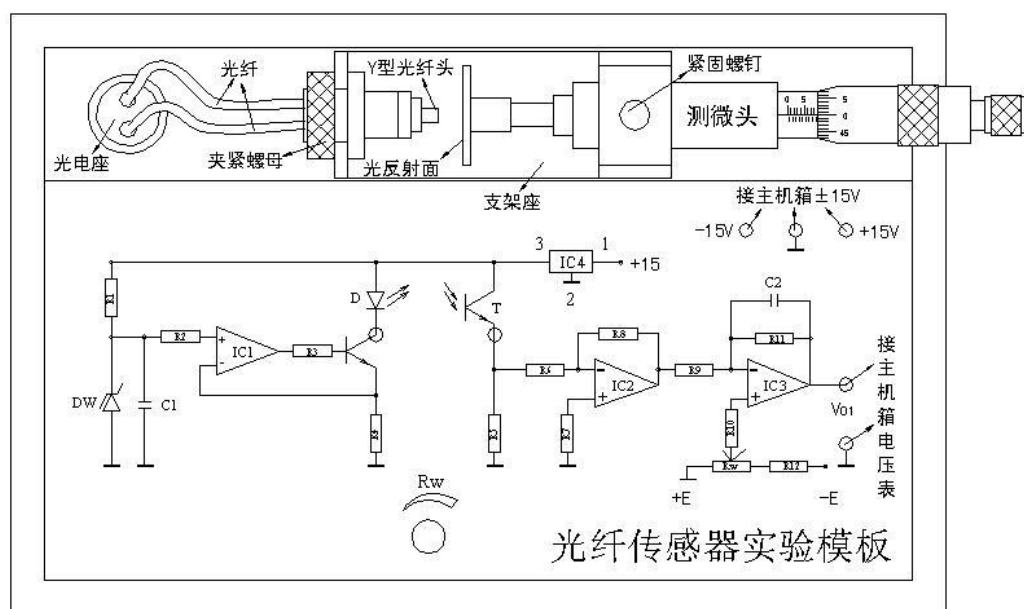


图 7-9 光纤传感器位移实验接线图

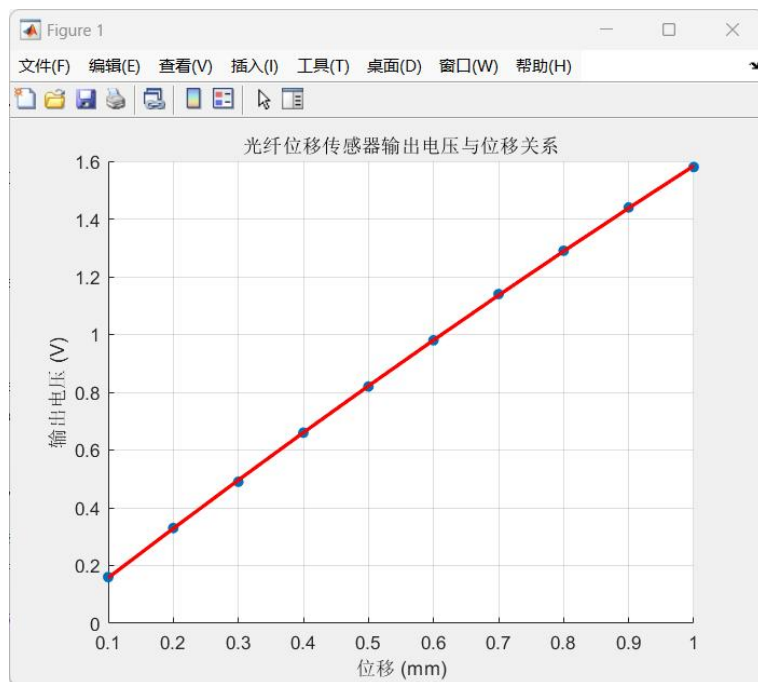
2、检查接线无误后，合上主机箱电源开关。

调节测微头，使光反射面与 Y 型光纤头轻触；再调节实验模板上的 R_w 电位器，使电压表（20V 档）显示为 0 V。

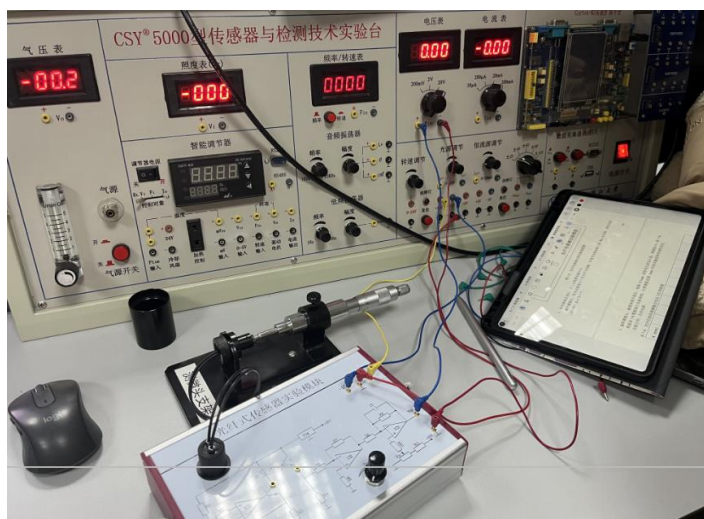
- 3、旋转测微头，被测体离开探头，每隔 0.1mm 读取电压表显示值，将数据填入表 7-8。
- 根据表 7-8 数据画出实验曲线，计算测量范围 1mm 时的灵敏度和非线性误差。
- 实验完毕，关闭电源。

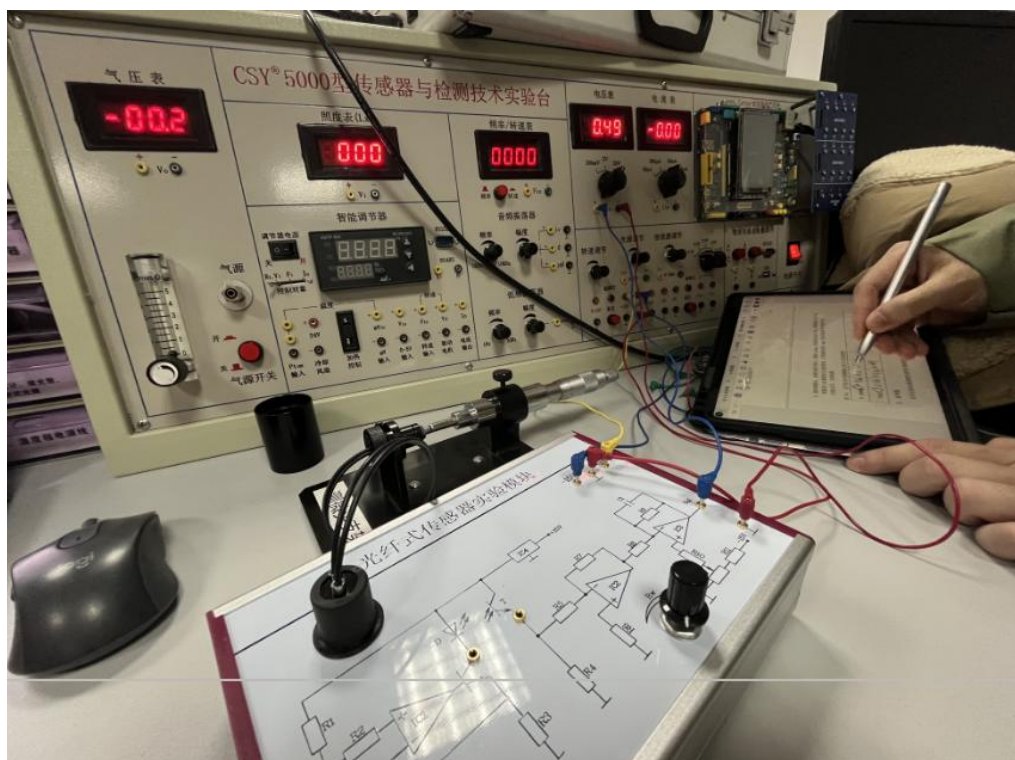
表 7-8 光纤位移传感器输出电压与位移数据

X (mm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
V (v)	0.16	0.33	0.49	0.66	0.82	0.98	1.14	1.29	1.44	1.58



实验图片：





五、思考题

光纤位移传感器测位移时对被测体的表面有些什么要求？

1.表面光滑度：被测体表面应尽量光滑平整，避免粗糙或不规则的表面。粗表面会导致反射光散射，降低测量精度。

2.表面反射率：被测体的表面应具有良好的反射性。高反射率的表面有助于光纤传感器获取强且稳定的反射光信号。低反射率的表面会导致反射信号较弱，影响测量结果。

3.表面材质：材质应具有适当的光学特性，避免使用过于吸光的材料。吸光性强的表面(如黑色材料)会导致反射光强度较弱，从而影响测量的准确性。

4.表面颜色：表面颜色应避免过于暗淡或吸光的颜色。浅色或金属色表面反射率较高，能有效提高反射信号的强度。

5.表面清洁度：被测体表面应保持清洁，避免有污渍、油污、灰尘等杂质。污和灰尘会改变表面的光学特性，导致反射光质量下降，影响测量精度。

6.表面稳定性：被测体表面应稳定，避免剧烈振动或动态变化。表面形变会导致反射光信号的不稳定，影响测量结果。

7.表面形状：表面应尽量避免极端曲面或尖锐角度，最好是平滑的曲面或略微弯曲的表面。过于急剧的角度或曲率可能会导致反射光偏离传感器，影响测量。

总结:光纤位移传感器测量时，要求被测体表面光滑、高反射、清洁、稳定，并且避免过于复杂的形状或颜色。

实验三十四 光电转速传感器的转速测量实验

一、实验目的

了解光电转速传感器测量转速的原理及方法。

二、基本原理

光电式转速传感器有反射型和透射型二种。

本实验装置是透射型的（光电断续器），传感器端部二内侧分别装有发光管和光电管，发光管发出的光源透过转盘上通孔后由光电管接收转换成电信号，由于转盘上有均匀间隔的 6 个孔，转动时将获得与转速有关的脉冲数，将脉冲计数处理即可得到转速值。

三、实验器材

主机箱、转动源、光电转速传感器—光电断续器（已装在转动源上）。

四、实验步骤

1、将主机箱中的转速调节 0~24V 旋钮旋到最小（逆时针旋到底）并接上电压表；再按图 7-12 所示接线。将主机箱中频率 / 转速表的切换开关切换到转速处。

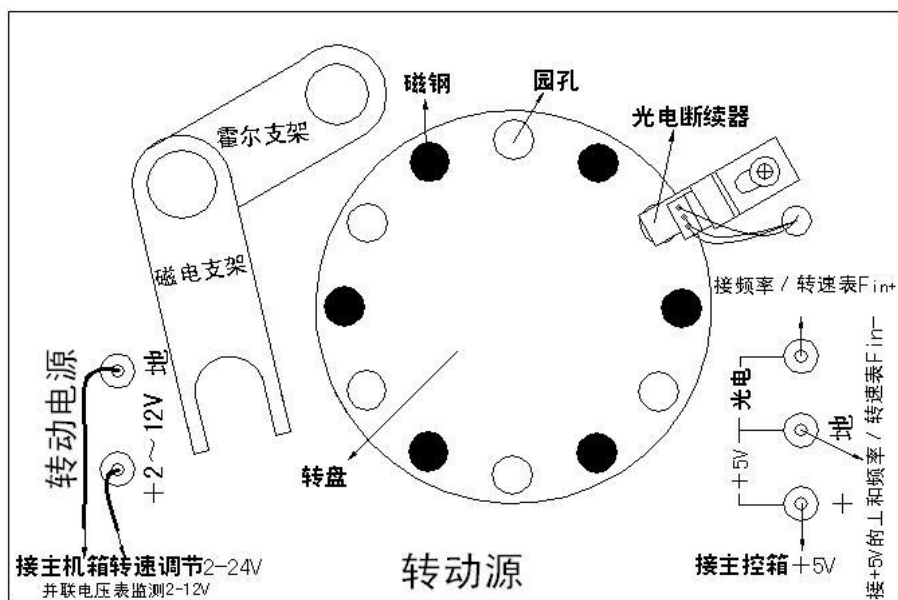


图 7-12 光电传感器测速实验

2、检查接线无误后，合上主机箱电源开关。

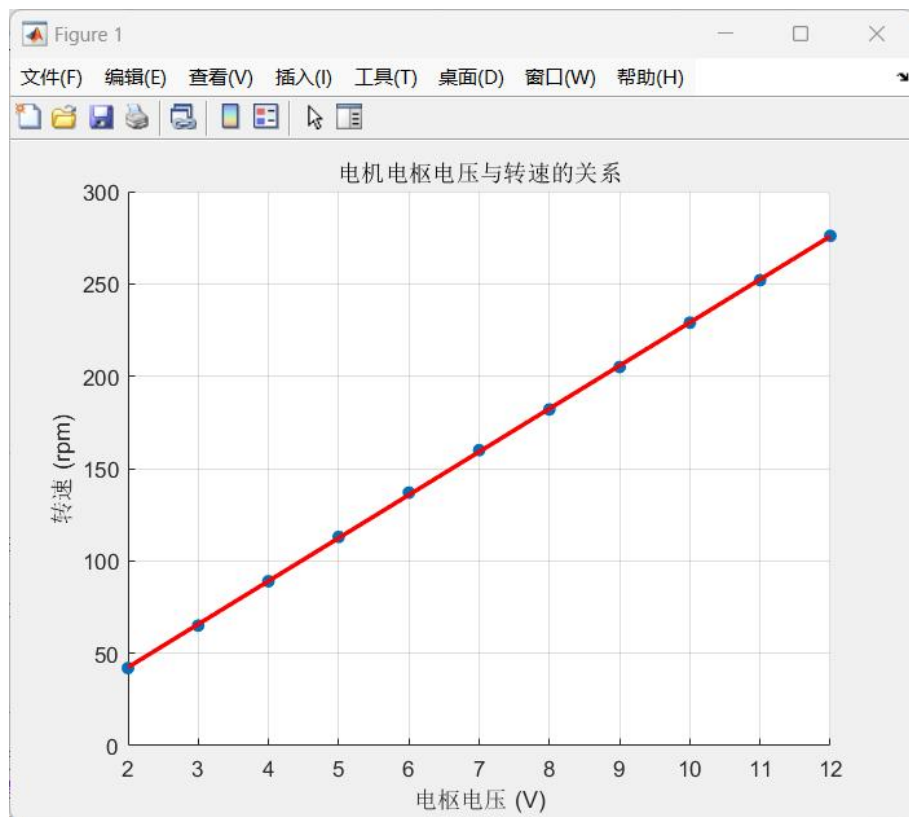
在小于 12V 范围内（电压表监测），调节主机箱的转速调节电源（即调节电机电枢电压），观察电机转动及转速表的显示情况。

3、从 2V 开始每增加 1V 记录相应电机转速的数据（待转速表显示比较稳定后读取数据）。

画出电机的 V-n 特性曲线（电机电枢电压与电机转速的关系）。

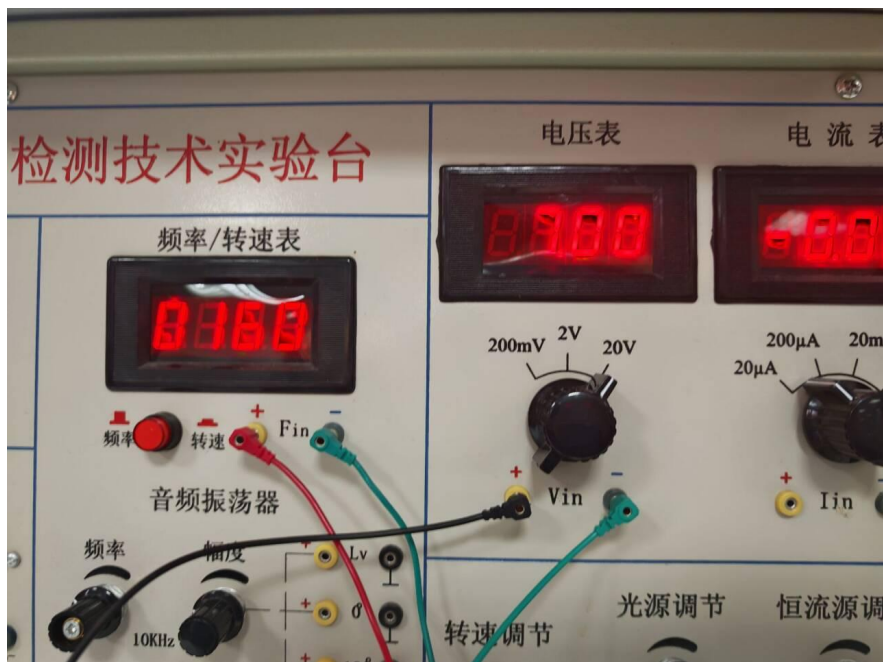
实验完毕，关闭电源。

电压 V	2	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12
转速 n	42	65	89	113	137	160	182	205	229	252	276



实验图片：





五、思考题

已进行的实验中用了多种传感器测量转速，试分析比较一下哪种方法最简单、方便。

- 1.光电式转速表法：这种方法通过测量电机转子上的反射光线来测定转速，具有测量范围广、精度高的优点，且不受机械部件的限制。但是，它可能受到光线干扰、反射光线不稳定等因素的影响，可能会导致测量结果不准确。
- 2.霍尔传感器测量法：霍尔传感器通过检测电机转子上的磁极来确定电机的转速。这种方法简单而有效，适用于高速电机和精密电机的转速测量，具有高精度、高速度等特点。但是，它需要安装在电机上，需要一定的技术和经验，不易操作，且不适用于非磁性电机。
- 3.编码器：编码器是一种高级的方法，通过检测电机转子上的磁极或者光学传感器来确定电机的转速。这种方法通常用于高速电机，具有高精度和高可靠性，但成本较高，且安装和维护相对复杂。
- 4.振动测量：振动测量是一种间接测量电机转速的方法，通过检测电机的振动来确定电机的转速。这种方法适用于各种类型的电机，但可能受到环境噪声和振动干扰的影响，导致测量结果不准确。
- 5.直接测量法：直接测量法是最常用的电机转速测量方法之一，操作简单，精度高，被广泛应用于各种类型的电机。这种方法适用于小型电机和需要快速测量的场合，但可能不适用于高速电机，因为测量仪器的测量范围有限。
- 6.测量电机电压：通过测量电机的电压，可以确定电机的转速。这种方法简单而直接，但可能受到电机负载变化的影响，导致测量结果不准确。

综合考虑，如果追求简单和方便，光电式转速表法和霍尔传感器测量法可能是较好的选择，因为它们可以提供较高的精度，并且操作相对简单。然而，如果考虑到成本和易用性，直接测量法可能更适合小型电机和快速测量的场合。每种方法都有其优势和局限性，选择哪种方法取决于具体的应用需求和条件。

实验三十五 光电传感器控制电机转速实验

一、实验目的

了解智能调节器和光电传感器（光电断续器—光耦）的应用，学会智能调节器的使用。

二、实验原理

利用光电传感器检测到的转速频率信号经 F/V 转换后作为转速的反馈信号，该反馈信号与智能人工调节仪的转速设定比较后进行数字 PID 运算，调节电压驱动器改变直流电机电枢电压，使电机转速趋近设定转速（设定值：400 转 / 分~2200 转 / 分）。

转速控制原理框图如图 7-13 所示。

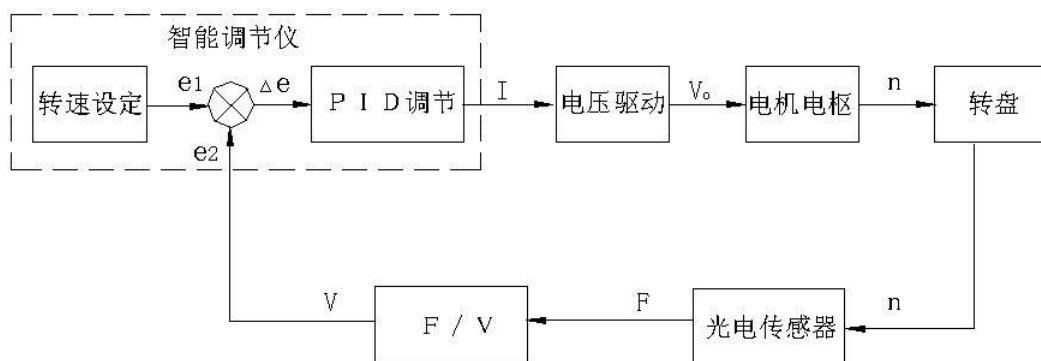


图 7-13 转速控制原理框图

三、实验器材

主机箱、转动源。

四、调节仪简介

（一）概述

主机箱中所装的调节仪表为人工智能工业调节仪，该仪表由单片机控制，具有热电阻、热电偶、电压、电流、频率、TTL 电平等多种信号自由输入（通过输入规格设置），手动自动切换，主控方式在传统 PID 控制算法基础上，结合模糊控制理论创建了新的人工智能调节 PID 控制算法，在各种不同的系统上，经仪表自整定的参数大多数能得到满意的控制效果，具有无超调，抗扰动性强等特点。

此外该仪表还具有良好的人机界面，仪表能根据设置自动屏蔽不相应的参数项，使用户更觉简洁便易接受。

（二）主要技术指标

- 1、基本误差： $\leq \pm 0.5\%F.S \pm 1$ 个字， $\pm 0.3\%F.S \pm 1$ 个字
- 2、冷端补偿误差： $\leq \pm 2.0^{\circ}\text{C}$
- 3、采样周期：0.5 秒
- 4、控制周期：继电器输出与阀位控制时的控制周期为 2~120 秒可调，其它为 2 秒。

- 5、报警输出回差（不灵敏区）：0.5 或 5
- 6、继电器触点输出：AC250V/7A（阻性负载）或 AC250V/0.3A（感性负载）
- 7、驱动可控硅脉冲输出：幅度 $\geq 3V$ ，宽度 $\geq 50\mu S$ 的过零或移相触发脉冲（共阴）
- 8、驱动固态继电器信号输出：驱动电流 $\geq 15mA$ ，电压 $\geq 9V$
- 9、连续PID调节模拟量输出：0~10mA（负载 $500\pm 200\Omega$ ），4~20mA（负载 $250\pm 100\Omega$ ），或0~5V（负载 $\geq 100k\Omega$ ），1~5V（负载 $\geq 100k\Omega$ ）
- 10、电源：AC90V~242V（开关电源），50/60Hz，或其它特殊定货
- 11、工作环境：温度 0~50.0℃，相对湿度不大于 85%无腐蚀性气体及无强电磁干扰的场所

（三）调节仪面板说明

面板上有 PV 测量显示窗、SV 给定显示窗、4 个指示灯窗和 4 个按键组成。如图 7-14 所示。

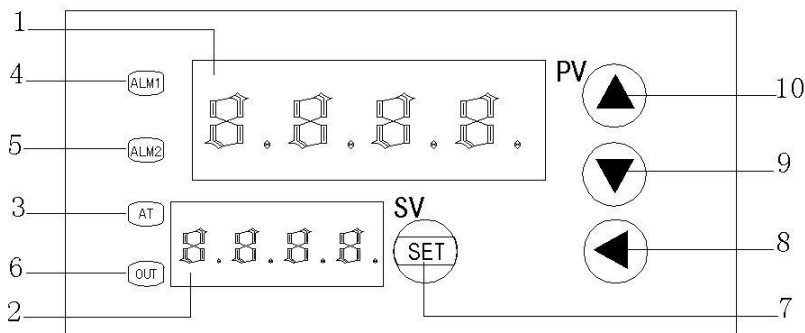


图7-14 调节仪面板图

- 面板：1、PV — 测量值显示窗； 2、SV — 给定值显示窗； 3、AT — 自整定灯；
 4、ALM1 — AL1动作指示灯； 5、ALM2 — 手动指示灯（兼程序运行指示灯）；
 6、OUT — 调节控制输出指示灯； 7、SE T— 功能键；
 8、◀ — 数据移位（兼手动 / 自动切换及参数设置进入）；
 9、▼ — 数据减少键（兼程序运行 / 暂停操作）；
 10、▲ — 数据增加键（兼程序复位操作）。

（四）参数代码及符号（仪表根据设置只开放表中相对应的参数项）

序号	符 号	名 称	说 明	取值范围	出厂值
0	SP	给定值	控制参量设定值	仪表量程范围	50.0
1	AL-1	第一报警	测量值大于 AL-1 值时仪表将产生上限报警。 测量值小于ALM1（固定 0.5）值时，仪表将解除上限报警。	同上	0.0
2	Pb	传感器误差修正	当测量传感器引起误差时，可以用此值修正	0~±20.0	0.0

3	P	速率参数	<p>P 值类似常规 PID 调节器的比例带，但变化相反。</p> <p>P 值越大，比例、微分的作用成正比增强；P 值越小，比例、微分的作用相应减弱。</p> <p>P 参数值与积分作用无关。</p> <p>设置 P=0 仪表转为二位式控制。</p>	1~9999	100
4	I	保持参数	<p>I 参数值主要决定调节算法中的积分作用，与常规 PID 算法中的积分时间类同。</p> <p>I 值越小，系统积分作用越强；I 值越大，积分作用越弱。</p> <p>设置 I=0 时，系统取消积分作用，仪表成为一个 PD 调节器。</p>	0~3000	500
5	d	滞后时间	<p>D参数对控制的比例、积分、微分均起影响作用。</p> <p>D越小，则比例和积分作用均成正比增强；反之，D越大，则比例和积分作用均减弱，而微分作用相对增强。</p> <p>此外D还影响超调抑制功能的发挥，其设置对控制效果影响很大。</p>	0~2000S	100S
6	FILT	滤波系数	<p>为仪表一阶滞后滤波系数，其值越大，抗瞬间干扰性能越强，但响应速度越滞后，对压力、流量控制其值应较小，对温度、液位控制应相对较大。</p>	0~99	20
7	dp	小数点位置	<p>当仪表为电压或电流输入时，其显示上限、显示下限、小数点位置及单位均可由厂家或用户自由设定。其中当 dp=0 时小数点在不显示；当 dp=1~3 时，小数点依次在十位、百位、千位。</p> <p>当仪表为热电偶或热电阻输入时，如果 dp=0，小数点在不显示；如果 dp=1 时，小数点在十位。</p>	0~3	0或1 或按需求定
8	outH	输出上限	<p>当仪表控制为电压或电流输出（如控制阀位时），仪表具有最小输出和最大输出限制功能。</p>	outL~200	按需求定

9	outL	输出下限	同上	0~outH	按需求定
10	AT	自整定状态	0: 关闭; 1: 启动	0~1	0
11	LocK	密码锁	为0时, 允许修改所有参数; 为1时, 只允许修改给定值 (SP); 大于1时, 禁止修改所有参数。	0~50	0
12	Sn	输入方式	Cu50: 50.0~150.0 ℃; Pt100 (Pt1): -199.9~200.0℃; Pt100 (Pt2) -199.9~600.0℃; K: -30.0~1300℃; E: -30.0~700.0℃; J: -30.0~900.0℃; T: -199.9~400.0℃; S: -30~1600℃; R: -30.0~1700.0℃; WR25: -30.0~2300.0℃; N: -30.0~1200.0℃; 0~50MV; 10~50MV; 0~5V (0~10MA); 1~5V (4~20MA); 频率f; 转速u	分度号	按需求定
13	OP-A	主控输出方式	“0” 无输出; “1” 继电器输出; “2” 固态继电器输出; “3” 过零触发; “4” 移相触发; “5” 0~10mA 或 0~5V; “6” 4~20mA 或 1~5V; “7” 阀位控制	0~7	
14	OP-B	副控输出方式	“0” 无输出; “1” RS232 或 RS485 通讯信号	0~4	
15	ALP	报警方式	“0” 无报警; “1” 上限报警; “2” 下限报警; “3” 上下限报警; “4” 正偏差报警; “5” 负偏差报警; “6” 正负偏差报警; “7” 区间外报警; “8” 区间内报警; “9” 上上限报警; “10” 下下限报警。	0~10	

16	COOL	正反控制 选择	0: 反向控制, 如加热; 1: 正向控制, 如制冷。	0~1	0
17	P-SH	显示上限	当仪表为热电偶或热电阻输入时, 显示上限、显示下限决定了仪表的给定值、报警值的设置范围, 但不影响显示范围。 当仪表为电压、电流输入时, 其显示上限、显示下限决定了仪表的显示范围, 其值和单位均可由厂家或用户自由决定。	P-SL ~ 9999	按需 求定
18	P-SL	显示下限	同上	-1999 ~ P-SH	按需 求定
19	Addr	通讯地 址	仪表在集中控制系统中的编号	0~63	1
20	bAud	通讯波 特率	1200; 2400; 4800; 9600		9600

(五) 参数及状态设置方法

1、第一设置区

上电后, 按 SET 键约 3 秒, 仪表进入第一设置区, 仪表将按参数代码 1~20 依次在上显示窗显示参数符号, 下显示窗显示其参数值。

此时分别按 ◀、▼、▲三键可调整参数值, 长按▼或▲可快速加、减, 调好后按 SET 键确认保存数据, 转到下一参数继续调完为止。

长按 SET 将快捷退出, 也可按 SET +◀直接退出。

如设置中途间隔 10 秒未操作, 仪表将自动保存数据, 退出设置状态。

仪表第 11 项参数 LoCK 为密码锁, 为 0 时允许修改所有参数, 为 1 时只允许修改第二设置区的给定值“SP”, 大于 1 时禁止修改所有参数。用户禁止将此参数设置为大于 50, 否则将有可能进入厂家测试状态。

2、第二设置区

上电后, 按▲键约 3 秒, 仪表进入第二设置区, 此时可按上述方法修改设定值“SP”。

3、手动调节

上电后, 按 ◀ 键约 3 秒进入手动调整状态, 下排第一字显示“H”, 此时可设置输出功率的百分比, 再按 ◀ 键约 3 秒退出手动调整状态。

当仪表控制对象为阀门时, 手动值>50 为正转, 否则为反转。输出的占空比固定为 100%。

4、常规运行时切换显示

在常规运行时, 上显示窗显示测量值, 下显示窗显示设定值 SV。按 ▼ 键, 下显示窗切换成显示主控输出值, 此时第 1 数码管显示“F”, 后三位显示 0~100 的输出值。

（六）自整定方法

仪表首次在系统上使用，或者环境发生变化，发现仪表控制性能变差，则需要对仪表的某些参数如 P、I、D 等数据进行整定，省去过去由人工逐渐摸索调整，且难以达到理想效果的繁琐工作，具体时间根据工况长短不一。

以温度控制（反向）为例，方法如下：

首先设置好给定值后将自整定参数 AT 设置为 1，A-M 灯开始闪烁，仪表进入自整定状态，此时仪表为两位式控制方式，仪表经过三次震荡后，自动保存整定的 P、I、D 参数，A-M 灯熄灭，自整定过程全部结束。

注：①一旦自整定开启后，仪表将禁止改变设定值。

②仪表整定时中途断电，因仪表有记忆功能，下次上电会重新开始自整定。

③自整定中，如需人为退出，将自整定参数 AT 设置为 0 即可，但整定结果无效。

④按正确方法整定出的参数适合大多数系统，但遇到极少数特殊情况控制不够理想时，可适当微调 P、I、D 的值。人工调节时，注意观察系统响应曲线，如果是短周期振荡（与自整定或位式控制时振荡周期相当或约长），可减小 P（优先），加大 I 及 D；如果是长周期振荡（数倍于位式控制时振荡周期），可加大 I（优先），加大 P、D；如果是无振荡而有静差，可减小 I（优先），加大 P；如果是最后能稳定控制但时间太长，可减小 D（优先），加大 P，减小 I。

调试时还可采用逐试法，即将 P、I、D 参数之一增加或减少 30~50%，如果控制效果变好，则继续增加或减少该参数，否则往反方向调整，直到效果满意为止，一般先修改 P，其次为 I，还不理想则最后修改 D 参数。修改这三项参数时，应兼顾过冲与控制精度两项指标。

输出控制阀门时，因打开或关闭周期太长，如自整定结果不理想，则需在出厂值基础上人工修改 PID 参数（一般在出厂值基础上加大 P，减小 I 及为了避免阀门频繁动作而应将 D 调得较小）。

（七）通讯

1、接口规格

为与 PC 机或 PLC 编控仪联机以集中监测或控制仪表，仪表提供 232、485 两种数字通讯接口，光电隔离。

其中采用 232 通讯接口时上位机只能接一台仪表，三线连接，传输距离约 15 米；采用 485 通讯接口时上位机需配一只 232-485 的转换器，最多能接 64 台仪表，二线连接，传输距离约一公里。

2、通讯协议

（1）通讯波特率

为 1200、2400、4800、9600 四档可调，数据格式为 1 个起始位、8 个数据位、2 个停止位，无校验位。

（2）上位机发读命令

（地址代码+80H）+（地址代码+80H）+〔52H（读）〕+（要读的参数代码）+（00H）+（00H）+〔校验和（前六字节的和/80H 的余数）〕

（3）上位机发写命令

（地址代码+80H）+（地址代码+80H）+〔57H（写）〕+（要写的参数代码）+（参数值高 8 位）+（参数值低 8 位）+〔校验和（前六字节的和/80H 的余数）〕

(4) 仪表返回

(测量值高 8 位) + (测量值低 8 位) + (参数值高 8 位) + (参数值低 8 位) + (输出值) + (仪表状态字节) + (校验和 (前六字节的和/80H 的余数))

(5) 上位机对仪表写数据的程序段应按仪表的规格加入参数限幅功能，以防超范围的数据写入仪表，使其不能正常工作，各参数范围见“(四) 参数代码及符号”。

(6) 上位机发读或写指令的间隔时间应大于或等于 0.3 秒，太短仪表可能来不及应答。

(7) 仪表未发送小数点信息，编上位机程序时应根据需要设置。

(8) 测量值为 32767 (7FFFH) 表示 HH (超上量程)，为 32512 (7F00H) 表示 LL (超下量程)。

(9) 其它

① 每帧数据均为 7 个字节，双字节均高位在前，低位在后。

② 仪表报警状态字节为：

0	0	0	0	0	0	AL1	AL2
---	---	---	---	---	---	-----	-----

位状态=1 为报警，=0 为非报警。

五、实验步骤

1、设置调节器转速控制参数

按图 7-15 示意接线。检查接线无误后，合上主机箱上的总电源开关。

将控制对象开关拨到 Fi 位置后再合上调节器电源开关。

仪表上电后，仪表的上显示窗口 (PV) 显示随机数或 HH 或 LL；下显示窗口 (SV) 显示控制给定值 (实验值)。

按 SET 键并保持约 3 秒钟，即进入参数设置状态。

在参数设置状态下按 SET 键，仪表将按参数代码 1~20 依次在上显示窗显示参数符号，下显示窗显示其参数值，此时分别按 ◀、▼、▲三键可调整参数值，长按▼或▲可快速加或减，调好后按 SET 键确认保存数据，转到下一参数继续调完为止。

长按 SET 将快捷退出，也可按 SET+◀ 直接退出。如设置中途间隔 10 秒未操作，仪表将自动保存数据，退出设置状态。

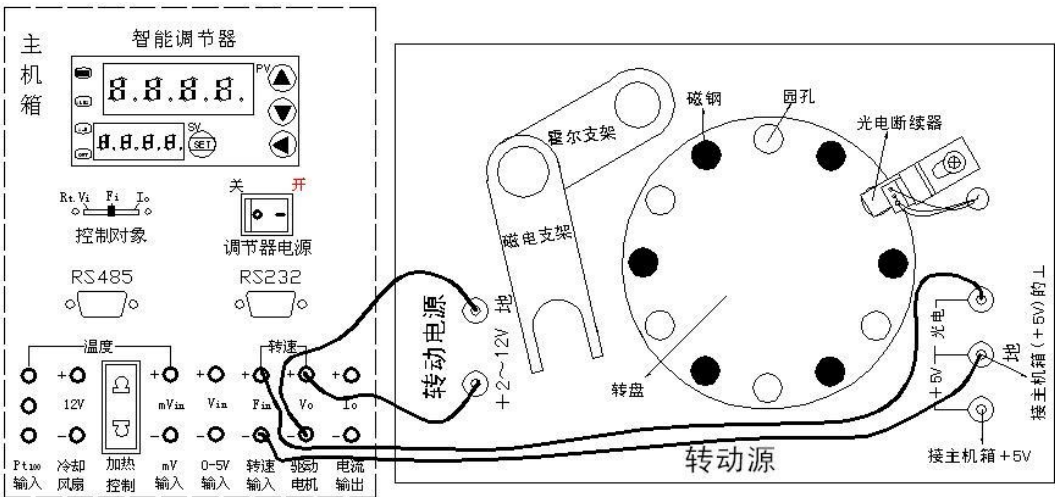


图 7-15 控制电机转速实验接线示意图

2、设置转速控制参数方法步骤

(1) 首先设置 Sn (输入方式)

按住 SET 键约 3 秒钟, 仪表进入参数设置状态, PV 窗显示 AL-1 (上限报警)。再按 SET 键 11 次, PV 窗显示 Sn (输入方式), 按▼、▲键可调整参数值, 使 SV 窗显示 u。

(2) 再按 SET 键, PV 窗显示 oP-A (主控输出方式), 按▼、▲键修改参数值, 使 SV 窗显示 5。

(3) 再按 SET 键, PV 窗显示 oP-b (副控输出方式), 按▼、▲键修改参数值, 使 SV 窗显示 1。

(4) 再按 SET 键, PV 窗显示 ALP (报警方式), 按▼、▲键修改参数值, 使 SV 窗显示 1。

(5) 再按 SET 键, PV 窗显示 Cool (正反控制选择), 按▼键, 使 SV 窗显示 0。

(6) 再按 SET 键, PV 窗显示 P-SH (显示上限), 长按▲键修改参数值, 使 SV 窗显示 9999。

(7) 再按 SET 键, PV 窗显示 P-SL (显示下限), 长按▼键修改参数值, 使 SV 窗显示 0。

(8) 再按 SET 键, PV 窗显示 Addr (通讯地址), 按◀、▼、▲三键调整参数值, 使 SV 窗显示 1。

(9) 再按 SET 键, PV 窗显示 bAud (通讯波特率), 按◀、▼、▲三键调整参数值, 使 SV 窗显示 9600。

(10) 长按 SET 键快捷退出, 再按住 SET 键保持约 3 秒钟, 仪表进入参数设置状态, PV 窗显示 AL-1 (上限报警); 按◀、▼、▲三键可调整参数值, 使 SV 窗显示 2500。

(11) 再按 SET 键, PV 窗显示 Pb (传感器误差修正), 按▼、▲键可调整参数值, 使 SV 窗显示 0。

(12) 再按 SET 键, PV 窗显示 P (速率参数), 按◀、▼、▲键调整参数值, 使 SV 窗显示 1。

(13) 再按 SET 键, PV 窗显示 I (保持参数), 按◀、▼、▲三键调整参数值, 使 SV 窗显示 950。

(14) 再按 SET 键, PV 窗显示 d (滞后时间), 按◀、▼、▲键调整参数值, 使 SV 窗显示 10。

(15) 再按 SET 键, PV 窗显示 FILt (滤波系数), 按▼、▲、键可修改参数值, 使 SV 窗显示 1。

(16) 再按 SET 键, PV 窗显示 dp (小数点位置), 按▼、▲键修改参数值, 使 SV 窗显示 0。

(17) 再按 SET 键, PV 窗显示 outH (输出上限), 按◀、▼、▲三键调整参数值, 使 SV 窗显示 200。

(18) 再按 SET 键, PV 窗显示 outL (输出下限), 长按▼键, 使 SV 窗显示 0 后释放▼键。

(19) 再按 SET 键, PV 窗显示 At (自整定状态), 按▼键, 使 SV 窗显示 0。

(20) 再按 SET 键, PV 窗显示 LoCK (密码锁), 按▼键, 使 SV 窗显示 0。

(21) 长按 SET 键快捷退出, 转速控制参数设置完毕。

3、按▲键约 3 秒, 仪表进入“SP”设定值(实验给定值)设置, 此时可按上述方法按◀、▼、▲三键在 400~2200 转/分范围内任意设定实验给定值(SV 窗显示给定值, 如 1000 转/分钟), 观察 PV 窗测量值的变化过程(最终在 SV 设定值调节波动)。

4、做其它任意一个转速控制实验时，只要重新设置“SP”给定值（其它参数不要改变）。

设置方法：

按住▲键约 3 秒，仪表进入“SP”给定值（实验值）设置，此时可按◀、▼、▲三键修改给定值，使 SV 窗显示值为新做的转速控制实验值，进入控制电机转速过程，观察 PV 窗测量值的变化过程。

六、思考题

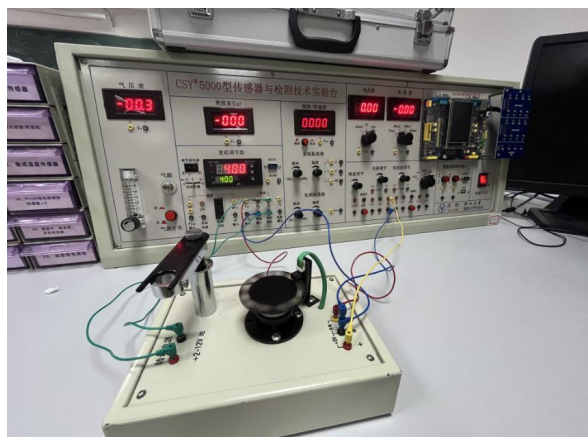
按 SET 键并保持约 3 秒钟，即进入参数设置状态，仅仅大范围改变控制参数 P 或 I 或 d 的其中一个设置值（其它任何参数的设置值不要改动），观察 PV 窗测量值的变化过程。这说明了什么问题？

实验完毕，关闭电源。

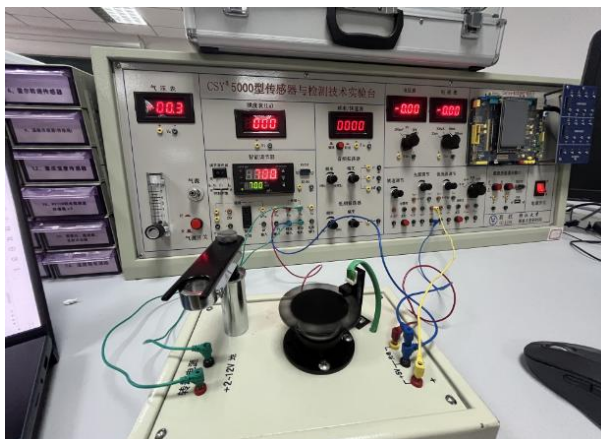
答：从 PID 原理上分析来看，PID 对系统的影响可以大致概括为 P 比例系数增大则系统响应速度更快但是伴随超调和震荡的增加；I 增大能消除静差；D 则是使 P 更缓和，较少震荡与超调。而在实际实验中观察到的现象为：

原参数（P=1;I=950;D=10）时，系统能较快的达到给定值：

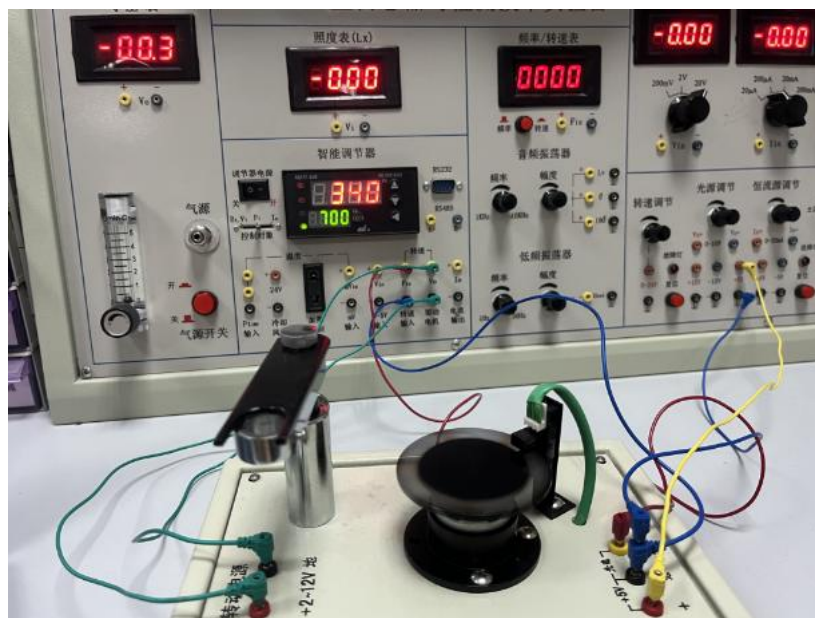
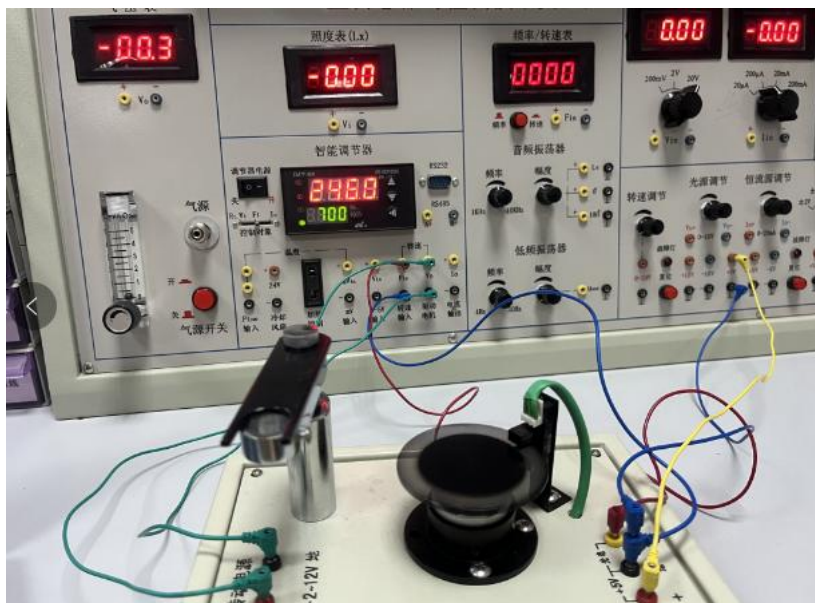
400:



700:

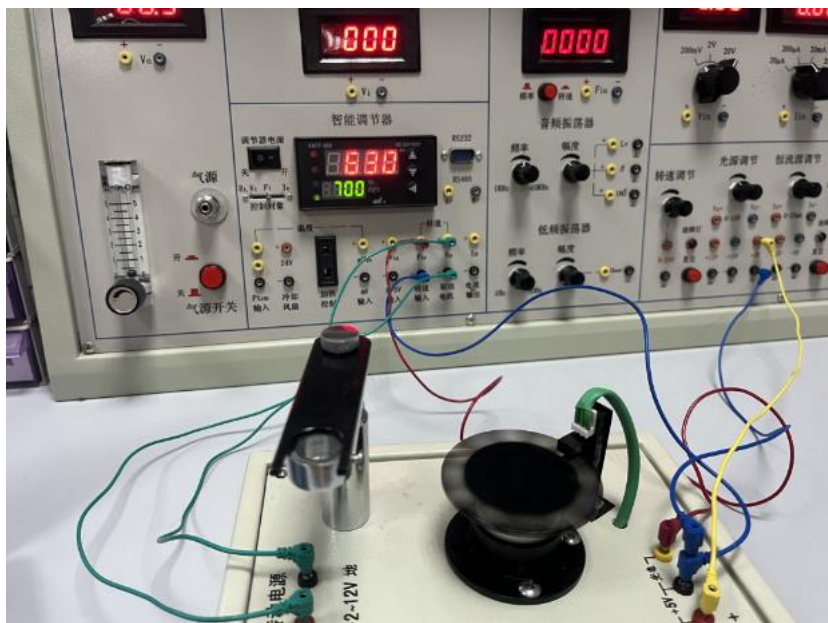
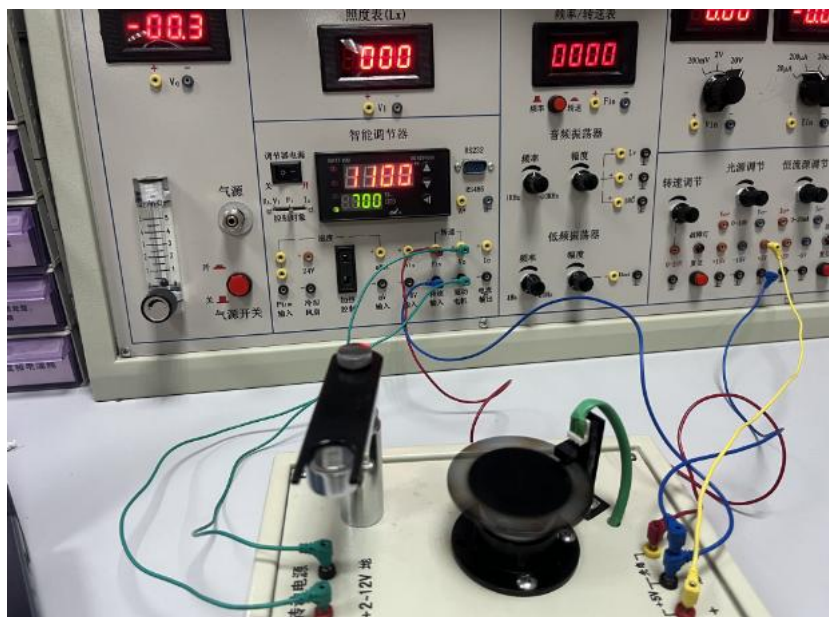


首先单独增大 P 至 100，发现明显的大幅度的震荡且没有平稳迹象：
目标值 700，最大震荡范围为 340-2460：

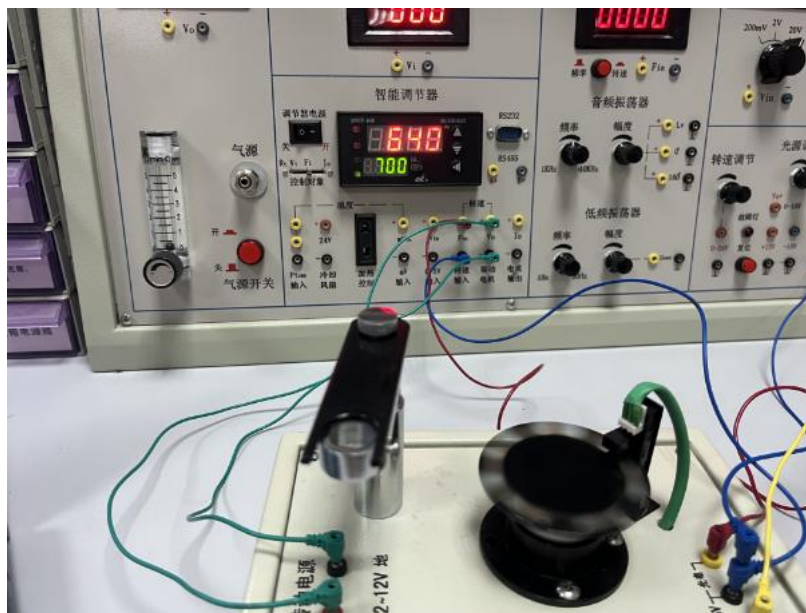


然后，还原 P ，将 I 增大至 150 (I 设置数值越小代表其作用越大)

能发现震荡的幅度减小，为 630-1100，能在目标值 700 附近了，但平稳迹象仍然不大，即调节时间很长：



最后还原 I，将 D 增加到 300，发现系统震荡幅度进一步减小，最终能稳定在 640 左右，但是仍然有一定静差：



总结: PID 的参数各自的大小, 以及其相互之间的大小关系和平衡对于系统都很重要, 擅自大幅度增大参数, 虽然能看到参数显著的效果但也很容易打破系统的稳定性, 导致系统出现大幅的超调和震荡甚至无法达到稳定。