

# 自动控制实践 无刷直流电动机

哈尔滨工业大学

伊国兴

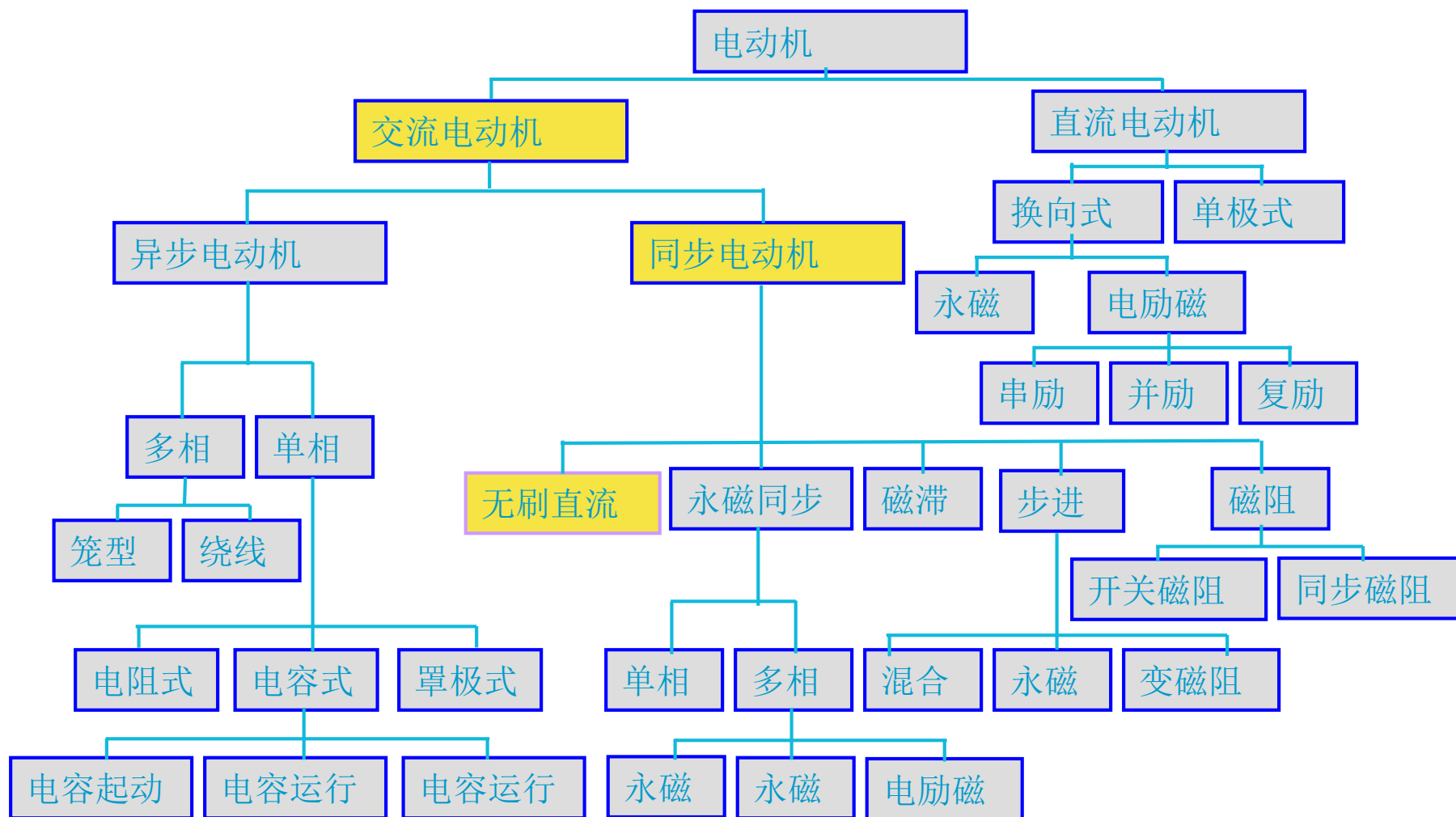


哈爾濱工業大學

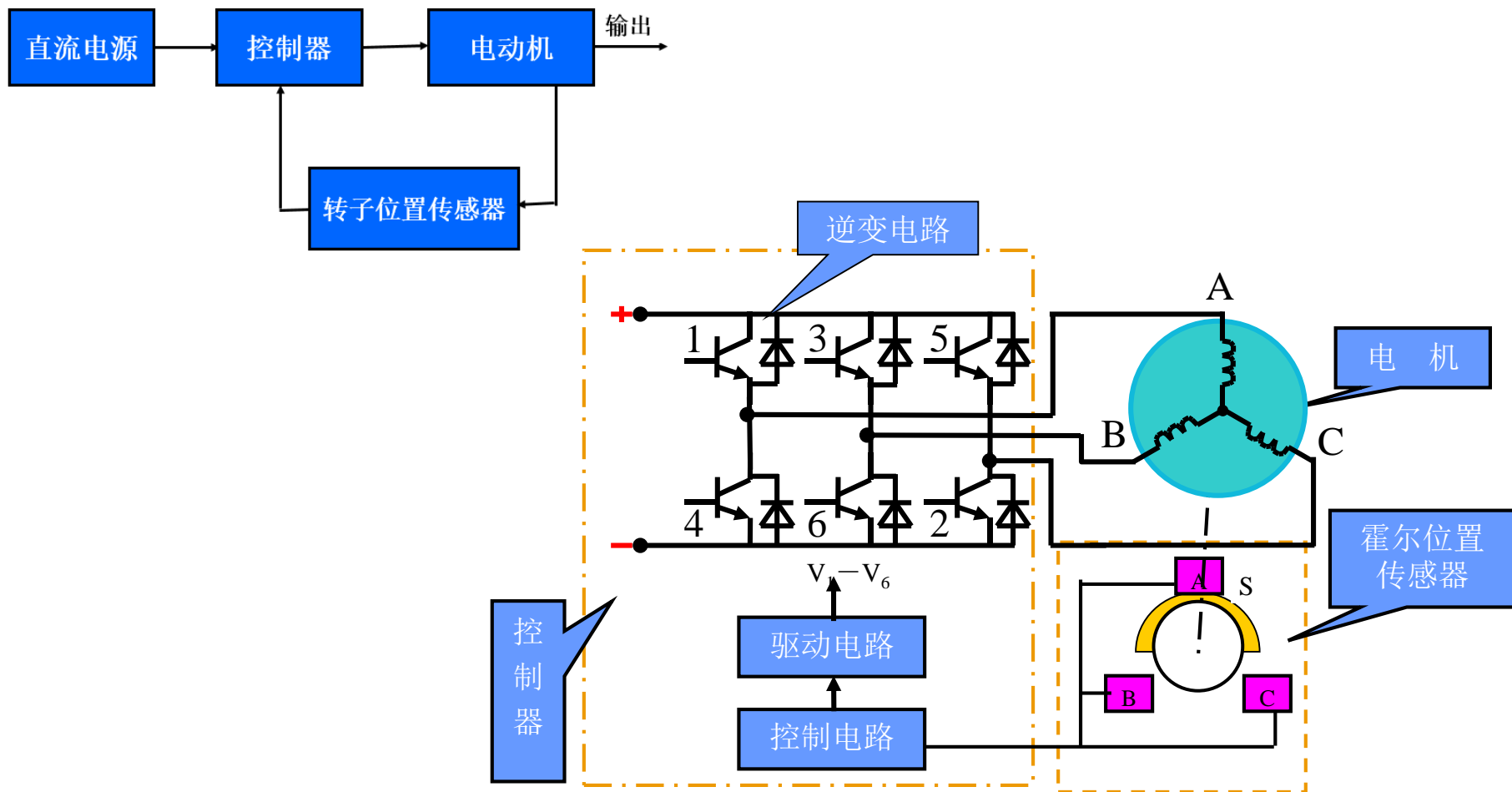
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY



# 无刷直流电动机



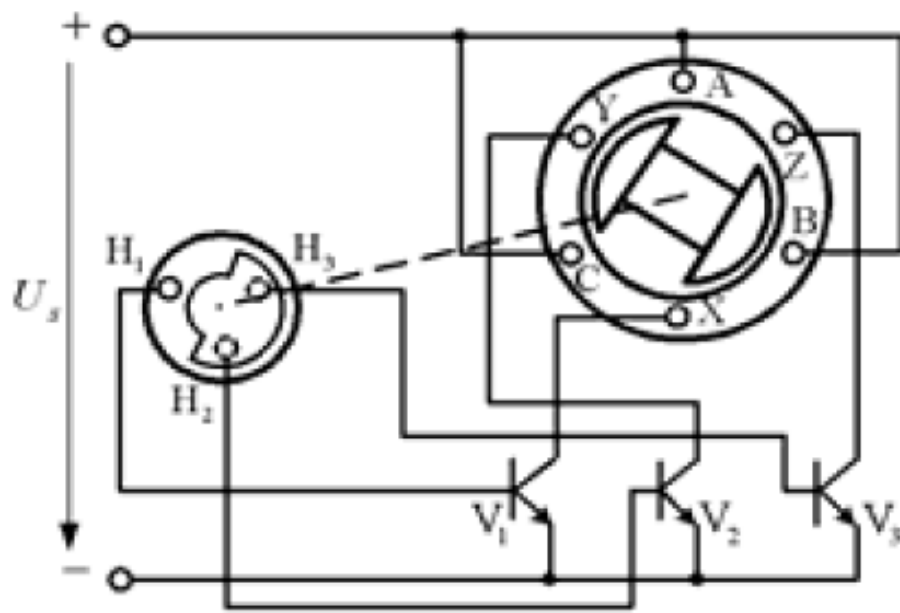
# 无刷直流电动机



# 无刷直流电动机

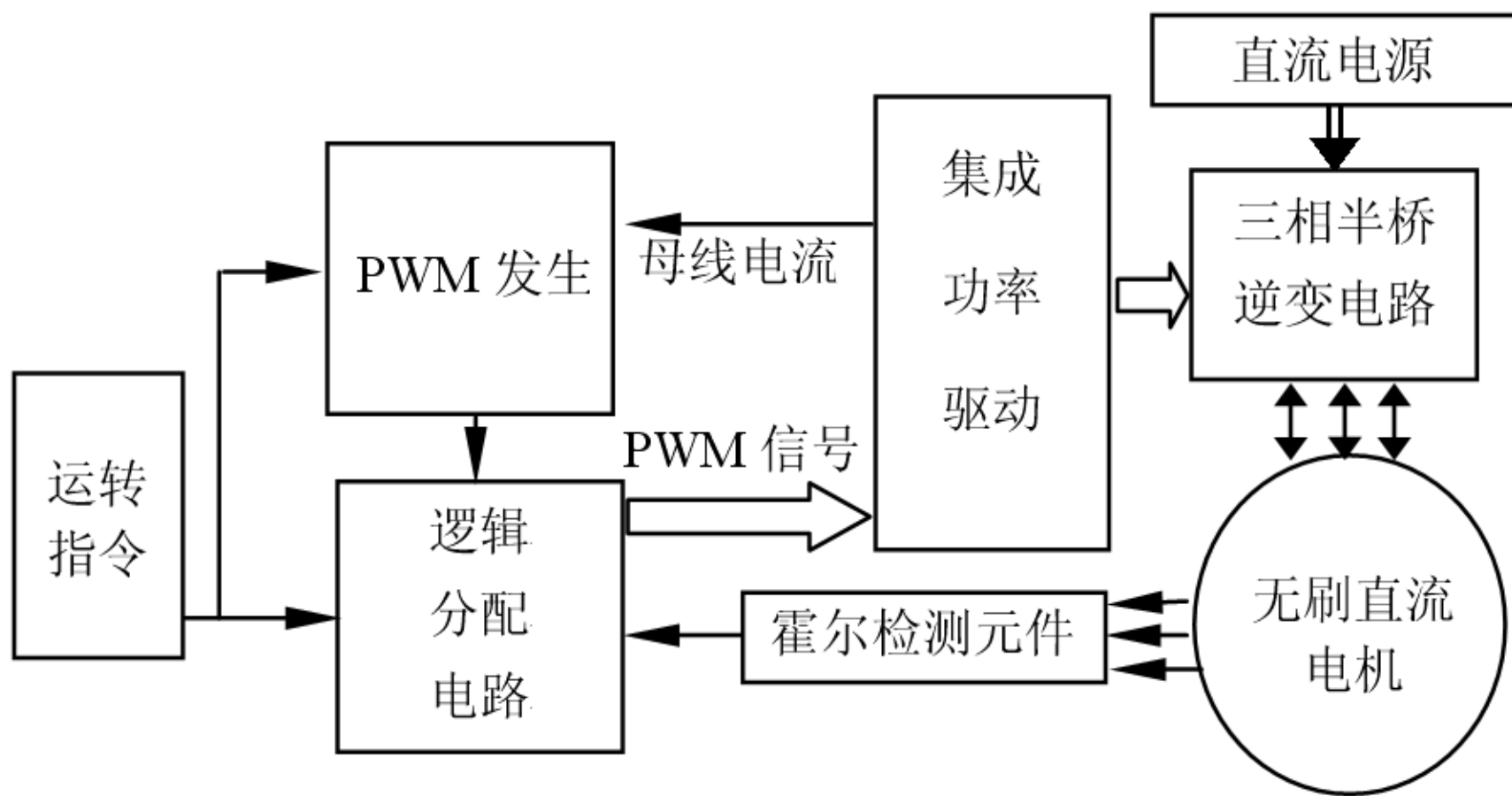
## 无刷直流电动机原理

电枢静止，磁极旋转，且磁极为永久磁铁。电枢绕组中电流的换向是借助于转子位置传感器和电子开关线路来实现的，所以，无刷直流电动机一般都是由电动机、位置传感器和电子开关线路三部分组成。



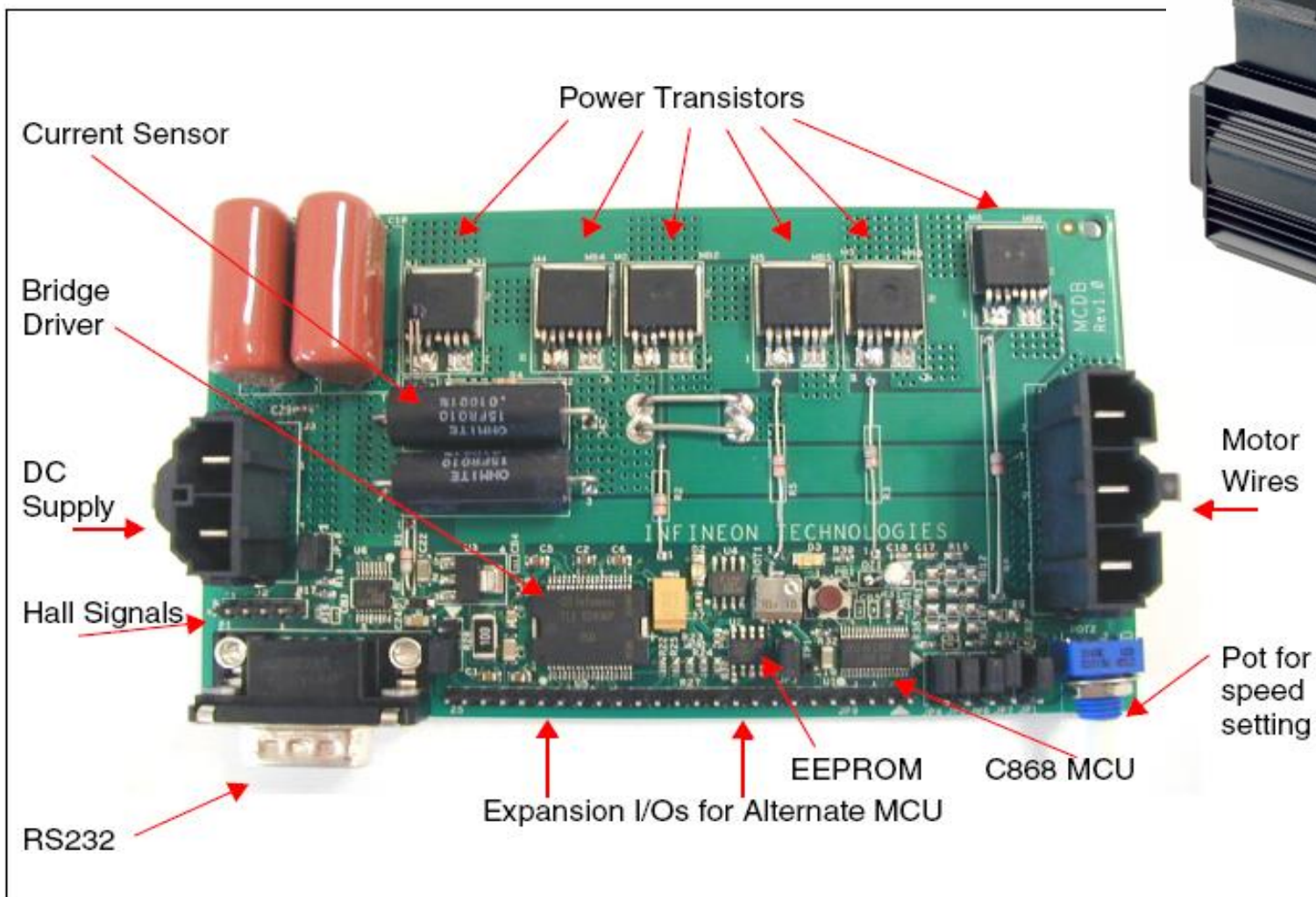
无刷直流电动机原理图

# 无刷直流电动机



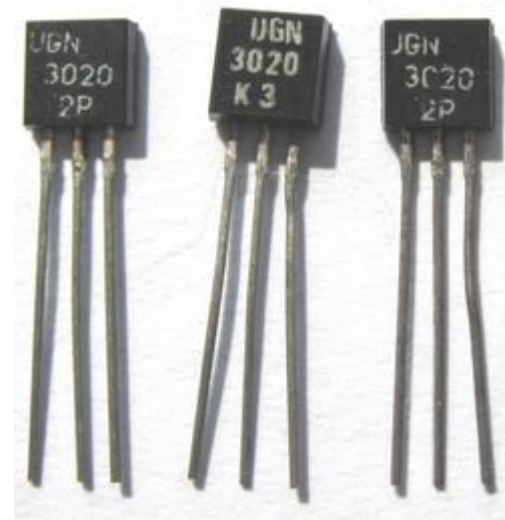
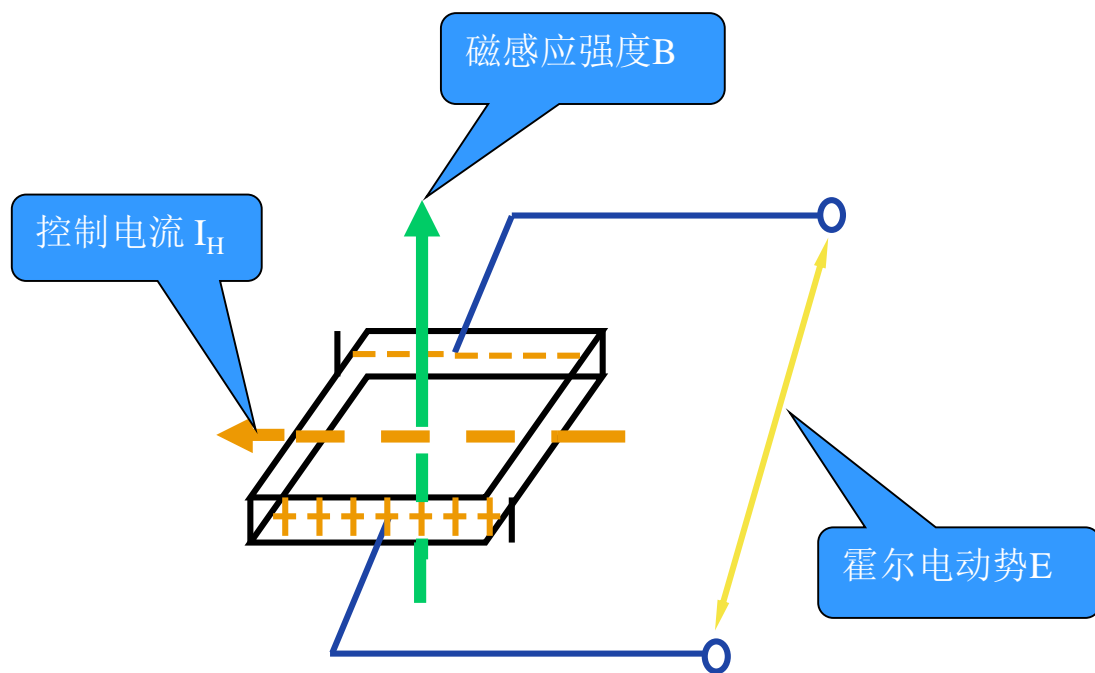


# 无刷直流电机



# 无刷直流电动机

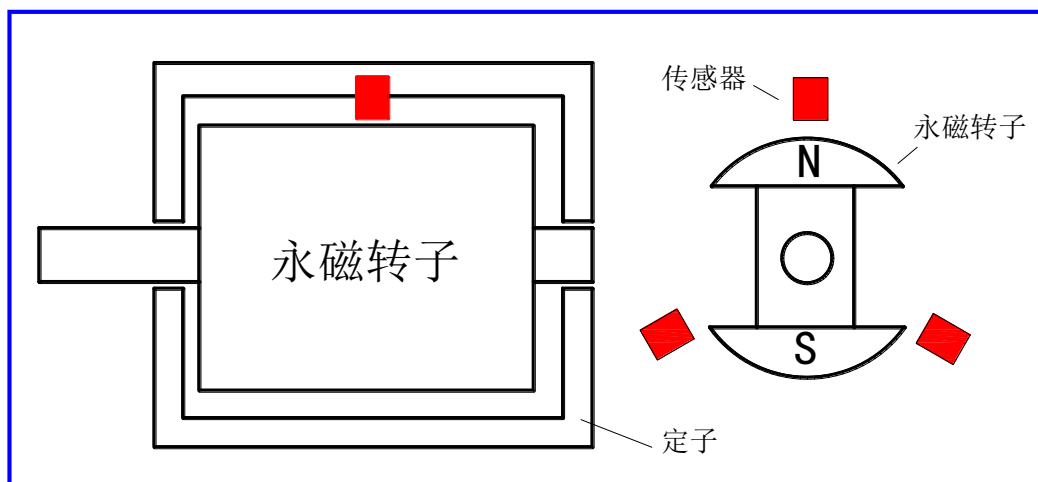
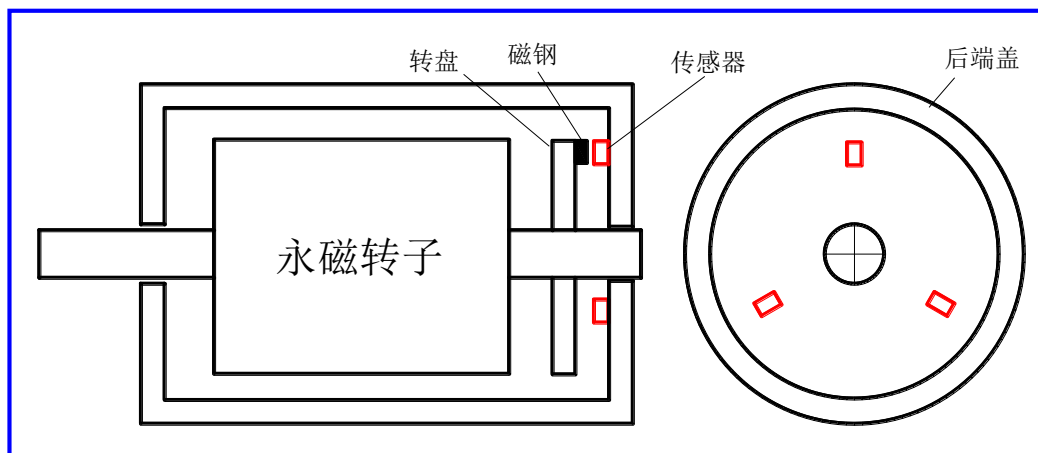
## (1) 位置传感器（霍尔元件）



$$E_H = \frac{R_H}{d} IB$$

# 无刷直流电动机

## (1) 位置传感器（霍尔元件）



❖ 采用检测盘的安装方式

❖ 利用永磁体转子作为传感器的永磁体的检测方式

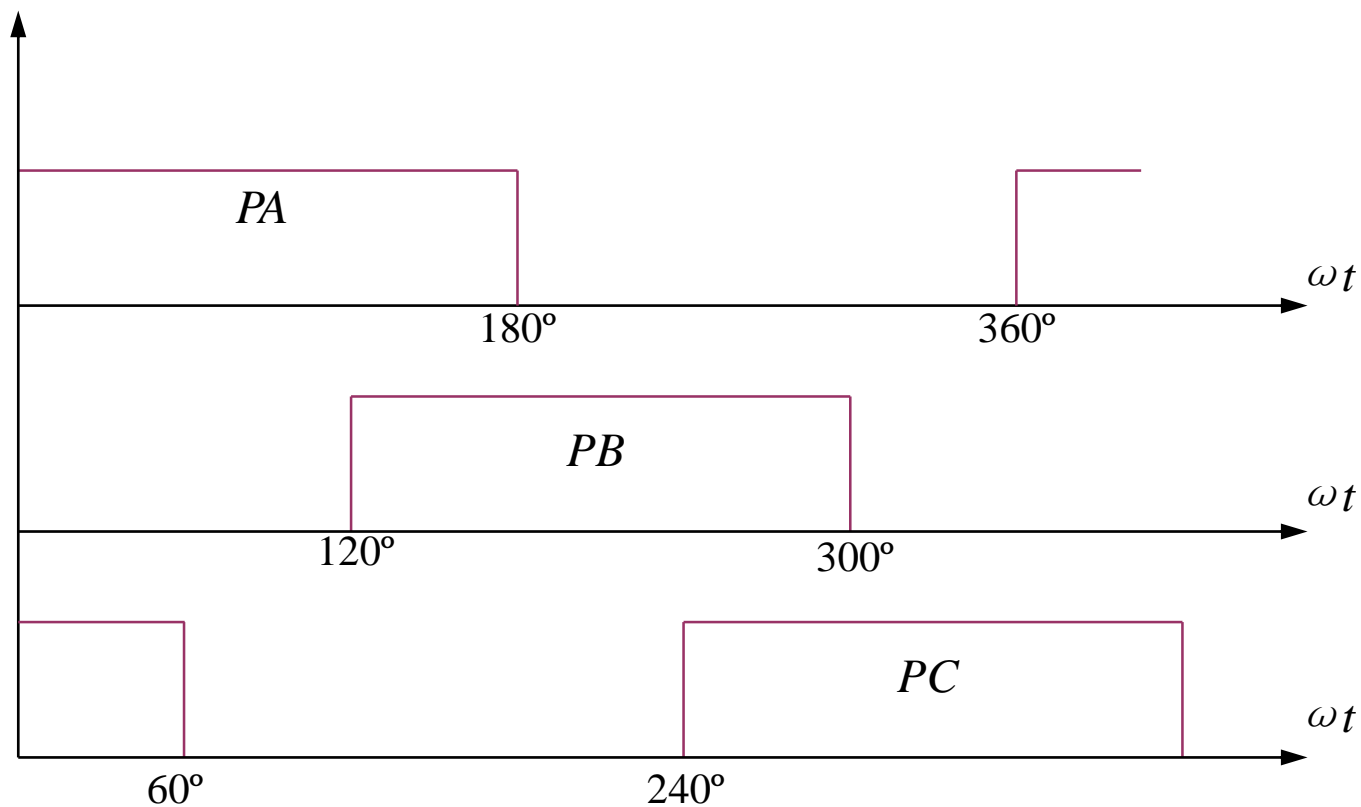
❖ 安装要求：

- 要保证三个霍尔传感器在空间彼此相差120°电角度
- 同时还必须保证传感器与定子绕组的相对位置正确



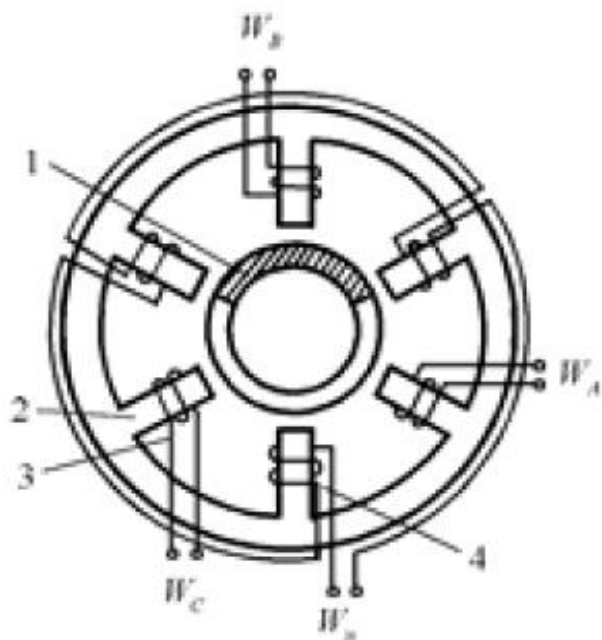
# 无刷直流电动机

## (1) 位置传感器（霍尔元件）

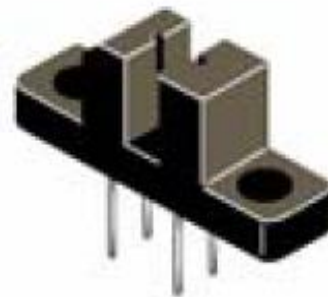
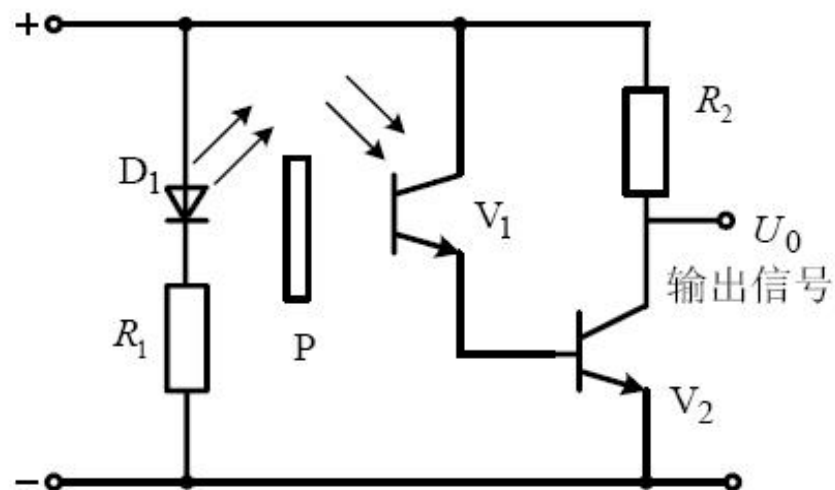


# 无刷直流电动机的结构

## (2) 电磁式位置传感器

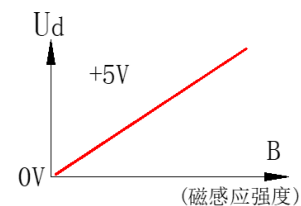
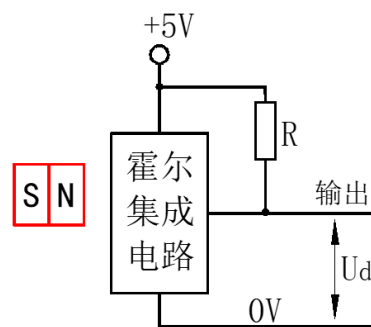
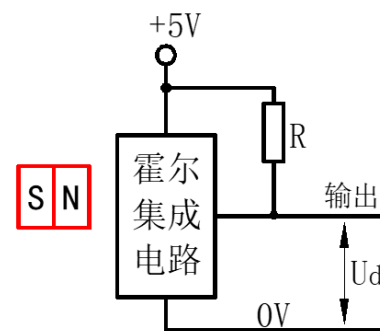
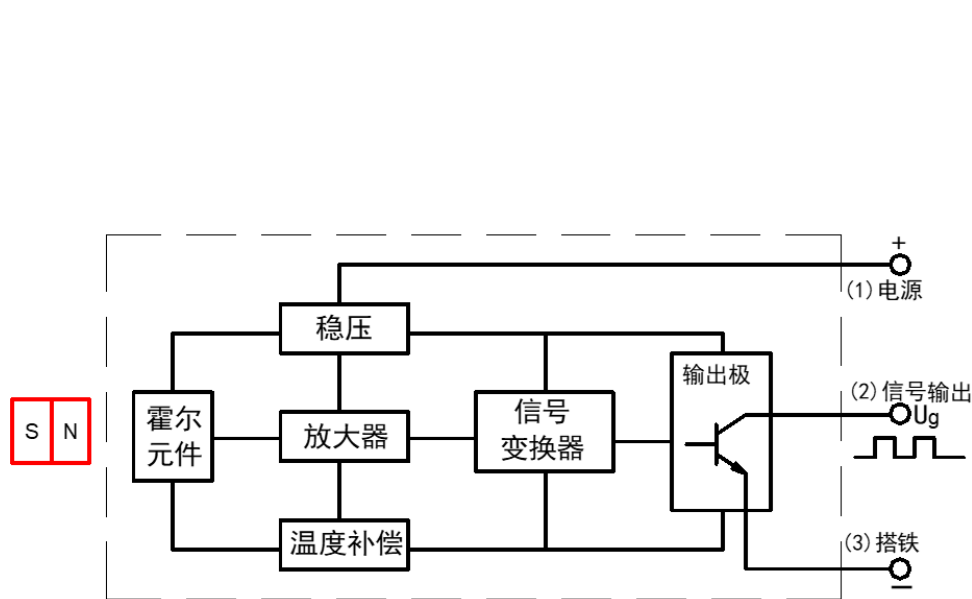


## (3) 光电式位置传感器



# 无刷直流电动机

## 位置传感器（霍尔元件）



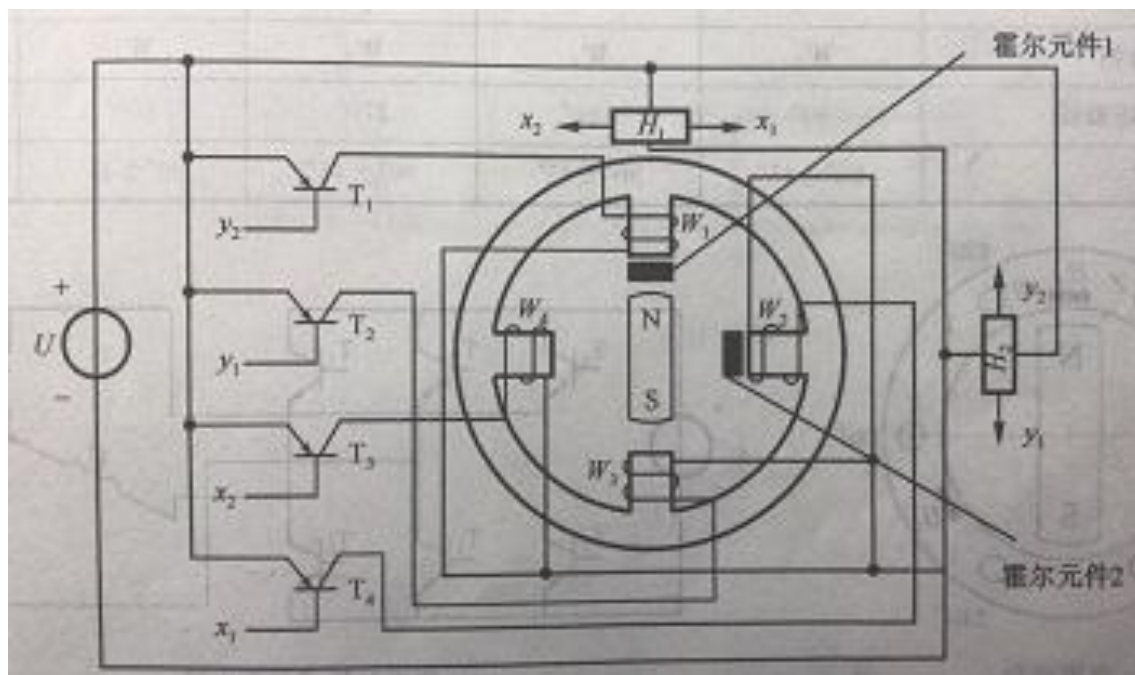
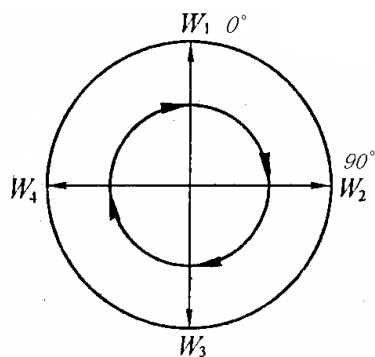


# 无刷直流电动机的工作原理

两极四相电机，转子为永磁体

四相绕组，星形连接；  
两个霍尔元件H<sub>1</sub>、H<sub>2</sub>相隔90°电角安装在W<sub>1</sub>、W<sub>2</sub>两个绕组轴线上

霍尔元件已接通电源，只要有磁场就会有信号输出



电磁转矩

$$T = k \sin \theta$$

# 无刷直流电动机的工作原理

- ❖ 取 $W_1$ 绕组轴线位置为 $0^\circ$ ，顺时针为正向。在 $0^\circ$ 附近（ $\pm 45^\circ$ ，电角）转子的N极磁场通过霍尔元件 $H_1$ ，其输出 $x_1$ 使功率晶体管 $T_4$ 导通、绕组 $W_2$ 导通，定子产生水平向右方向的磁场，转子磁场与定子磁场之间产生顺时针方向的转矩

$$T = k \sin \theta$$

转子顺时针方向转动，转到 $90^\circ$ 附近（ $90^\circ \pm 45^\circ$ ）时，转子磁场通过霍尔元件 $H_2$ ，其输出 $y_1$ 使晶体管 $T_2$ 导通，绕组 $W_3$ 导通，定子磁场顺时针瞬间转 $90^\circ$ 电角，垂直向下，转子所受电磁转矩仍为顺时针方向。

# 无刷直流电动机的工作原理

转子位置（电角）	-45°	45°	135°	225°	315°
霍尔元件	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	
导通管	T <sub>4</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>1</sub>	
导通相	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>4</sub>	W <sub>1</sub>	
定子磁场轴线	90°	180°	270°	360°	
$\theta$	90±45°	90±45°	90±45°	90±45°	

电机通电后，霍尔元件根据转子的实际位置发出信号，使定子绕组轮流导电，形成步进式旋转磁场，带动转子不断转动。



# Thank You!

伊国兴

ygx@hit.edu.cn

