

电工学（电工技术）第八版

第 9 章 控制电机

第9章 控制电机

9.1 伺服电机

9.2 步进电机

9.3 自动控制的基本概念

各种**控制电机**的主要任务是转换和传递控制信号，能量的转换是次要的。

控制电机的种类很多，本章只讨论常用的**伺服电机**和**步进电机**。

各种控制电机有各自的控制任务：

伺服电机将电压信号转换为转矩和转速以驱动控制对象；步进电机将脉冲信号转换为角位移或线位移。

对控制电机的主要要求：动作灵敏、准确度高、重量轻、体积小、耗电少、运行可靠等。

9.1 伺服电机

伺服电机又称执行电机。其功能是将输入的电压控制信号转换为轴上输出的角位移和角速度，驱动控制对象。

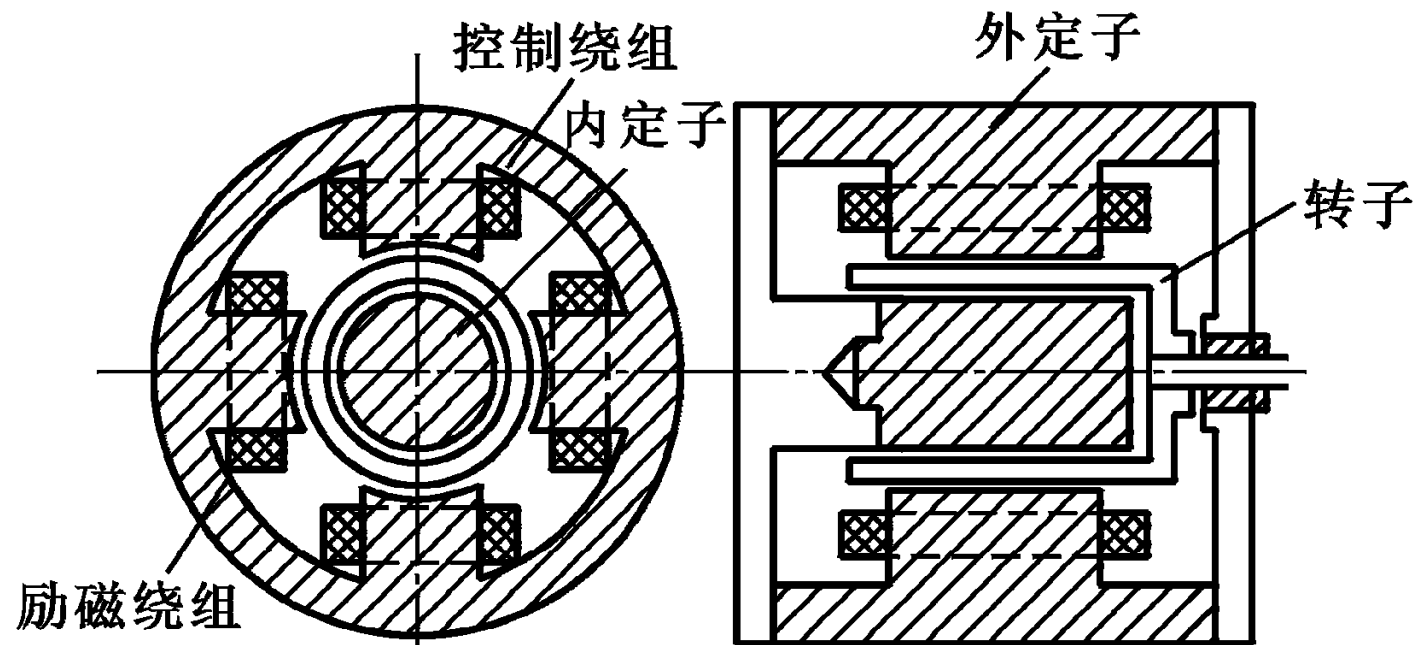
伺服电机可控性好，反应迅速。是自动控制系统和计算机外围设备中常用的执行元件。

伺服电机可分为两类：

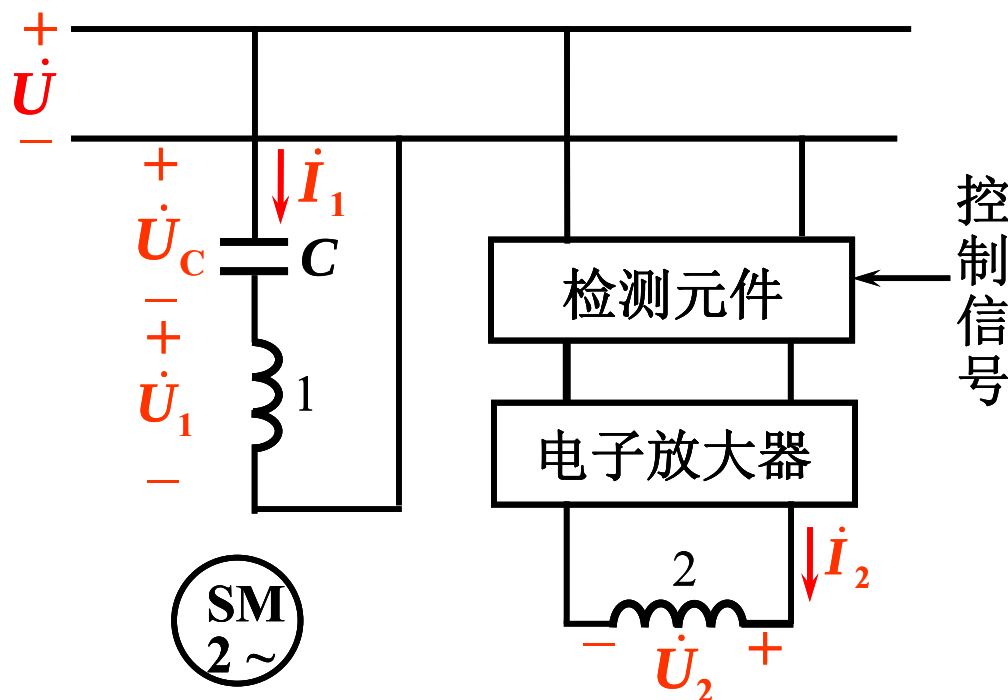
{ 交流伺服电机
 直流伺服电机

9.1.1 交流伺服电机

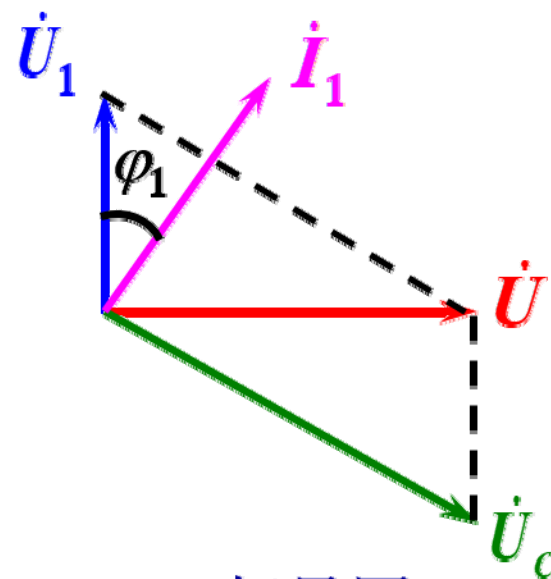
交流伺服电机就是两相交流异步电机。它的定子上装有空问互差 90° 的两个绕组：励磁绕组和控制绕组。转子分为笼型转子和杯型转子。



杯型转子伺服电机的结构图



(a) 接线图

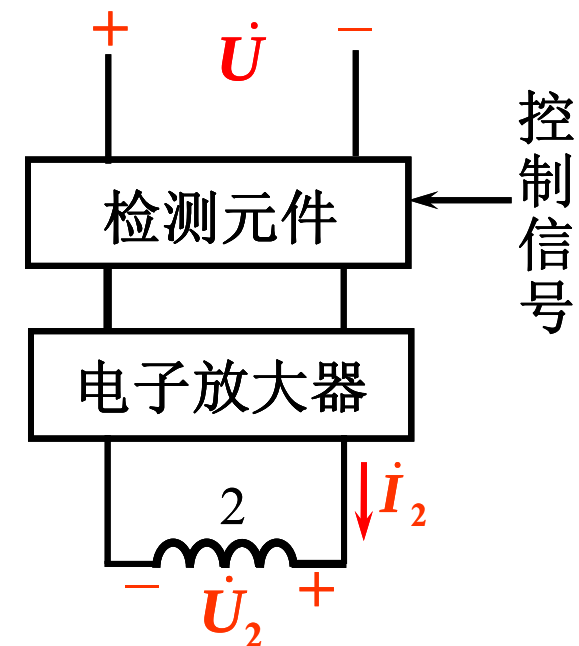


(b) 相量图

交流伺服电机的接线图和相量图

励磁绕组串联电容 C ，是为了产生两相旋转磁场。
适当选择电容的大小，可使通入两个绕组的电流相位差接近 90° ，从而产生所需的旋转磁场。

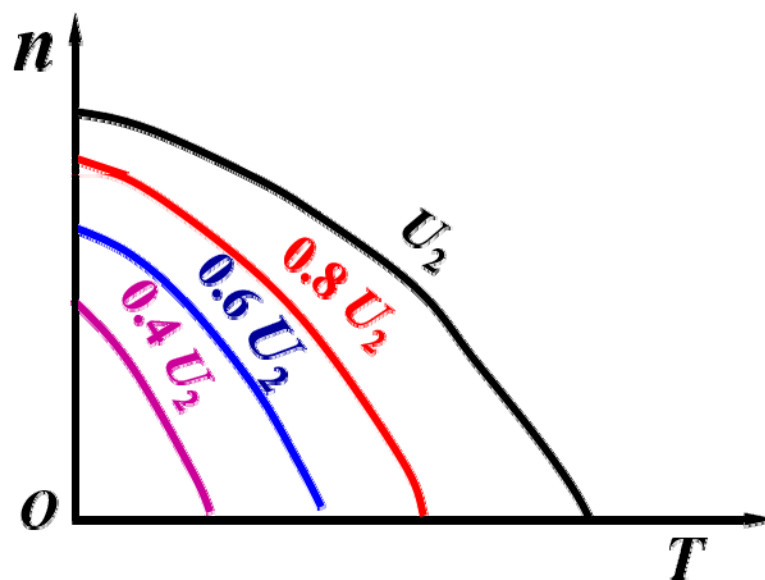
控制电压 $\dot{U}_2$ 与电源电压 $\dot{U}$ 频率相同，相位相同或反相。工作时两个绕组中产生的电流 $\dot{I}_1$ 和 $\dot{I}_2$ 的相位差近 90° ，因此便产生两相旋转磁场。在旋转磁场的作用下，转子便转动起来。



加在控制绕组上的控制电压反相时（保持励磁电压不变），由于旋转磁场的旋转方向发生变化，使电动机转子反转。

交流伺服电机的特点：在电机运行时如果控制电压变为零，电机立即停转。

交流伺服电机的机械特性如图所示。



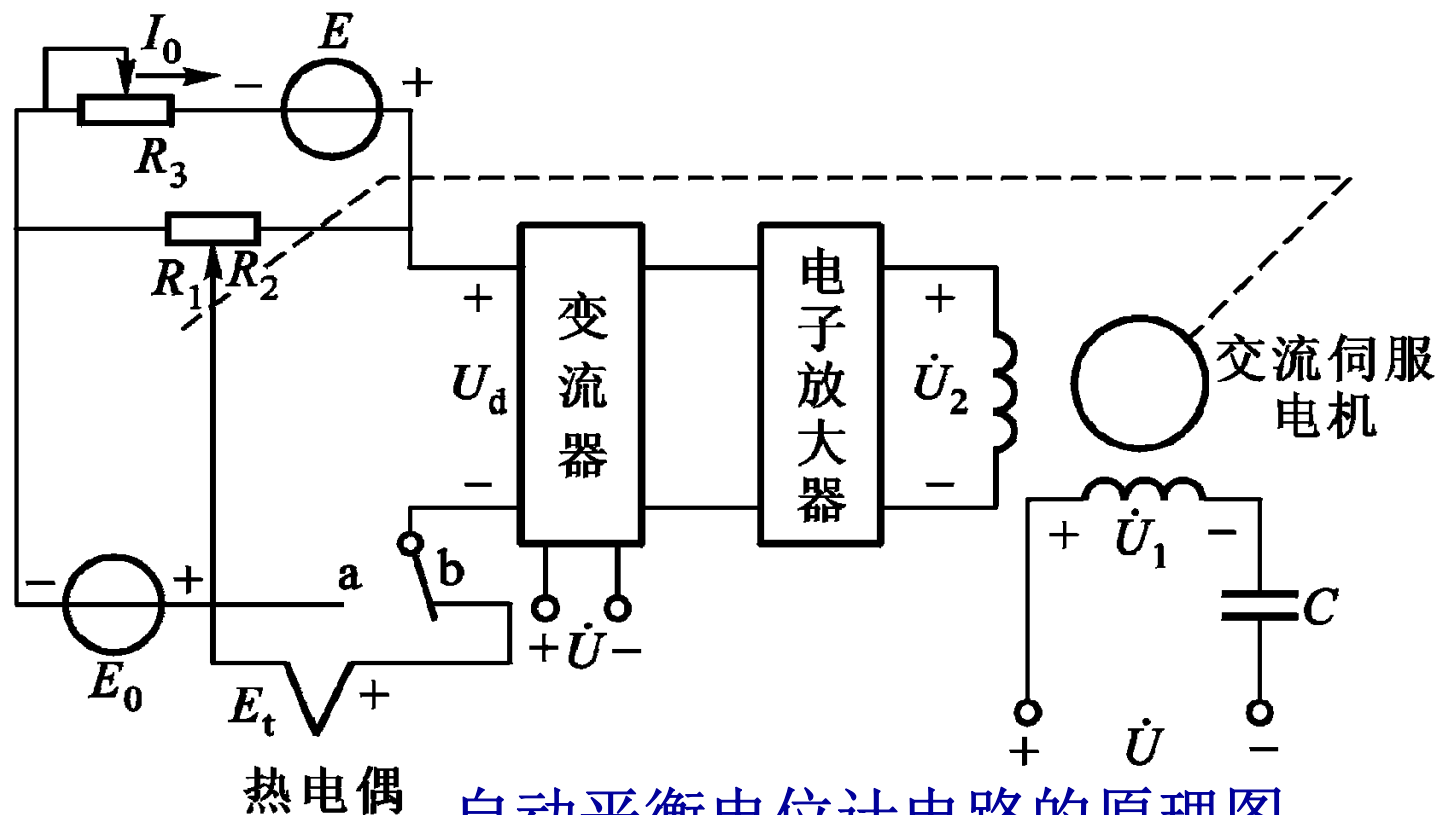
不同控制电压下的机械特性曲线

$$n=f(T), U_1=\text{常数}$$

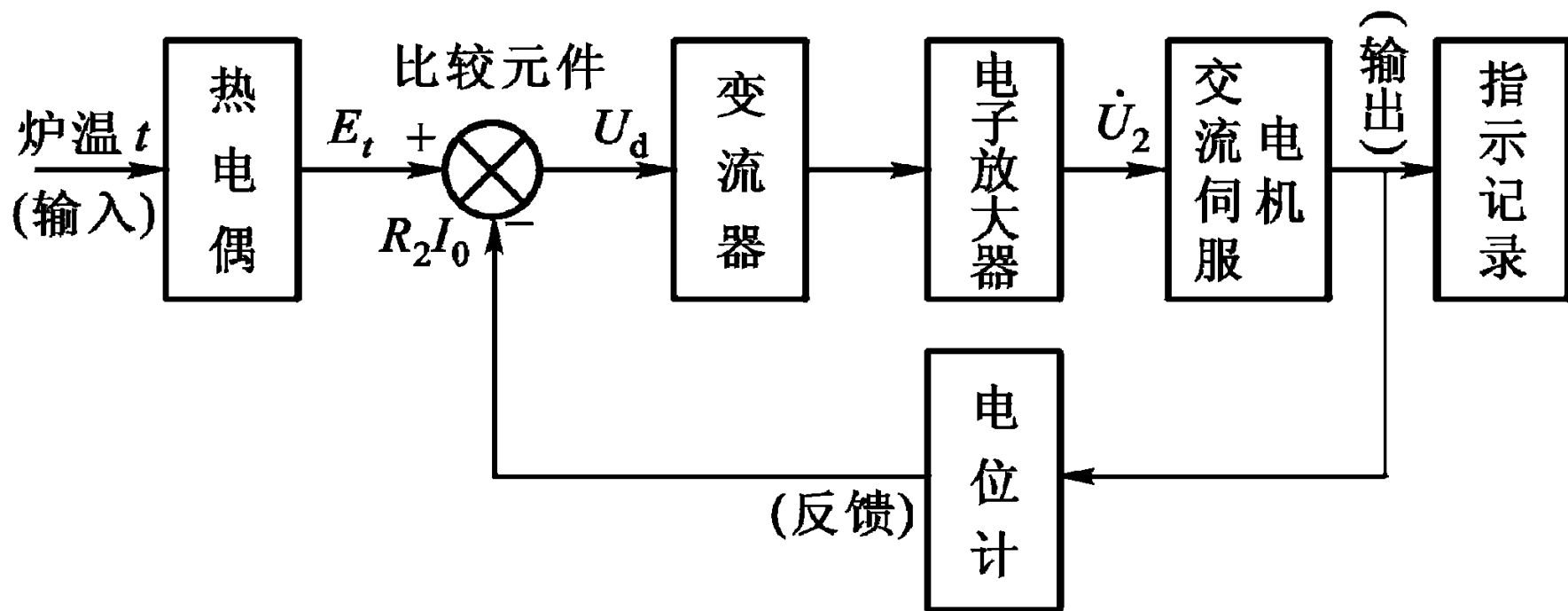
在励磁电压不变的情况下，随着控制电压的下降，特性曲线下移。在同一负载转矩作用时，电机转速随控制电压的下降而均匀减小。

应用：

交流伺服电机的输出功率一般为 $0.1 - 100 \text{ W}$ ，电源频率分 50Hz 、 400Hz 等多种。它的应用很广泛，如用在各种自动控制、自动记录等系统中。



自动平衡电位计电路的原理图



自动平衡电位计电路的闭环控制方框图

9.1.2 直流伺服电机

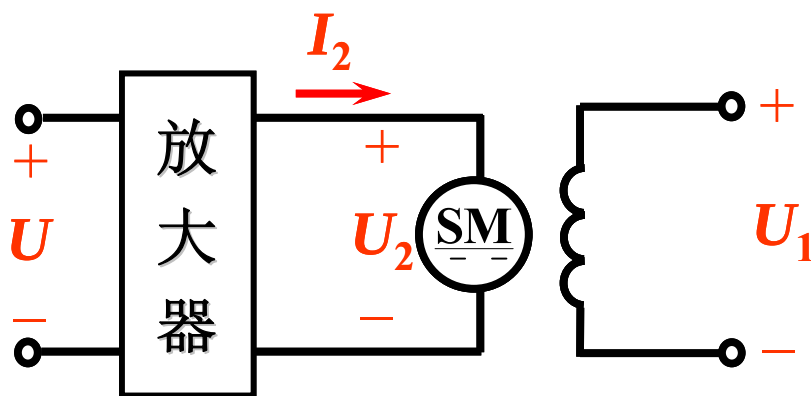
直流伺服电机的结构与直流电动机基本相同。只是为减小转动惯量而做得细长一些。

直流伺服电机的工作原理也与直流电动机相同。

供电方式：他励供电。励磁绕组和电枢分别由两个独立的电源供电。

U_1 为励磁电压

U_2 为电枢电压



直流伺服电机的接线图

直流伺服电机的机械特性
与他励直流电动机一样，
也可用下式表示

$$n = \frac{U_2}{K_E \Phi} - \frac{R_a}{K_E K_T \Phi^2} T$$

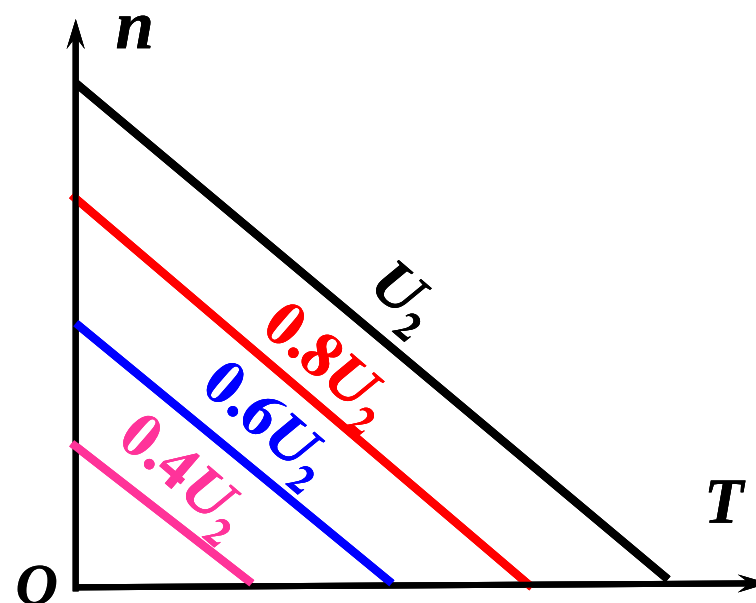
机械特性曲线如图所示。

由机械特性可知：

- (1) 一定负载转矩下，当磁通不变时， $U_2 \uparrow \rightarrow n \uparrow$ 。
- (2) $U_2 = 0$ 时，电机立即停转。

电动机反转：改变电枢电压的极性，电动机反转。

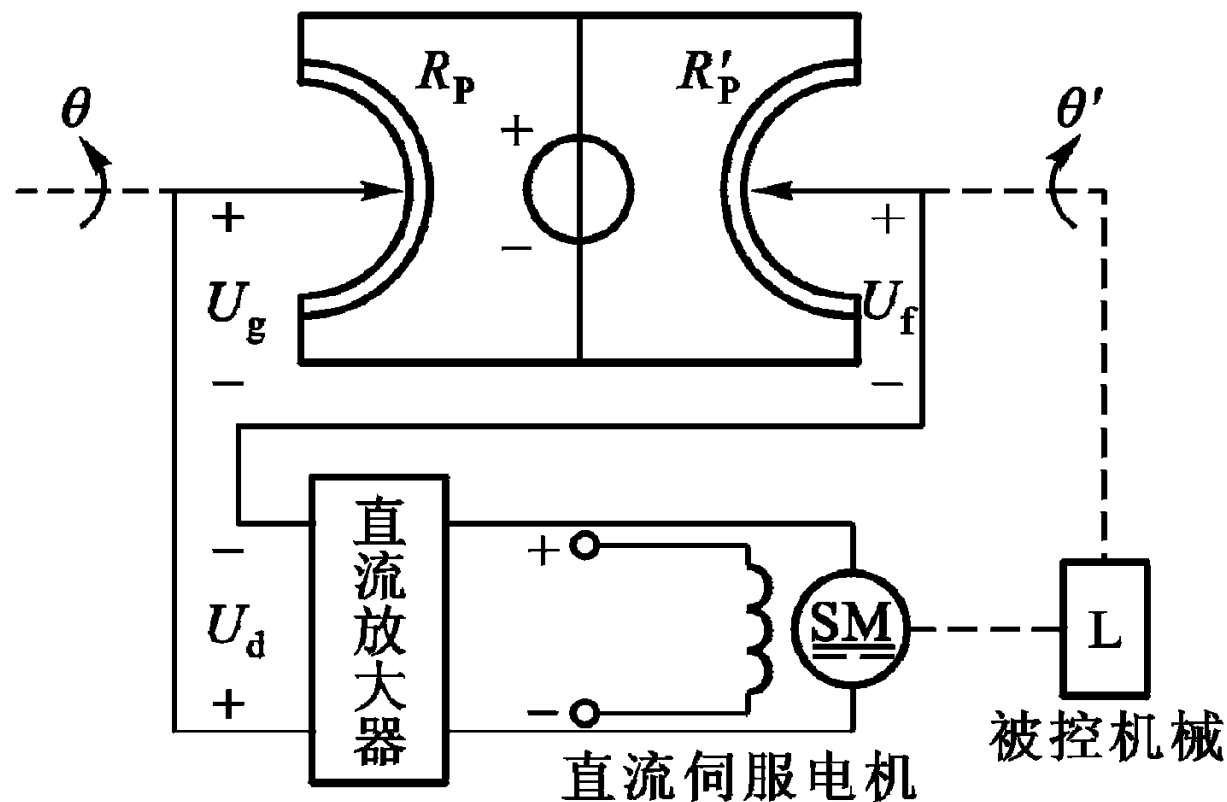
直流伺服电机输出功率一般为1 – 600W。



直流伺服电机的
 $n=f(T)$ 曲线($U_1=\text{常数}$)

应用：

直流伺服电机的特性较交流伺服电机硬。通常应用于功率稍大的系统中，如随动系统中的位置控制等。



位置随动系统的示意图

9.2 步进电机

步进电机是利用电磁铁的作用原理，将电脉冲转换为线位移或角位移的电机。计算机每发一个电脉冲，步进电机转动一定角度，带动机械移动一小段距离。

特点： (1) 来一个脉冲，转一个步距角。
(2) 控制脉冲频率，可控制电机转速。
(3) 改变脉冲顺序，可改变转动方向。

种类： 励磁式和反应式两种。

区别在于励磁式步进电机的转子上有励磁线圈，反应式步进电机的转子上没有励磁线圈。

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/307110106036006034>