

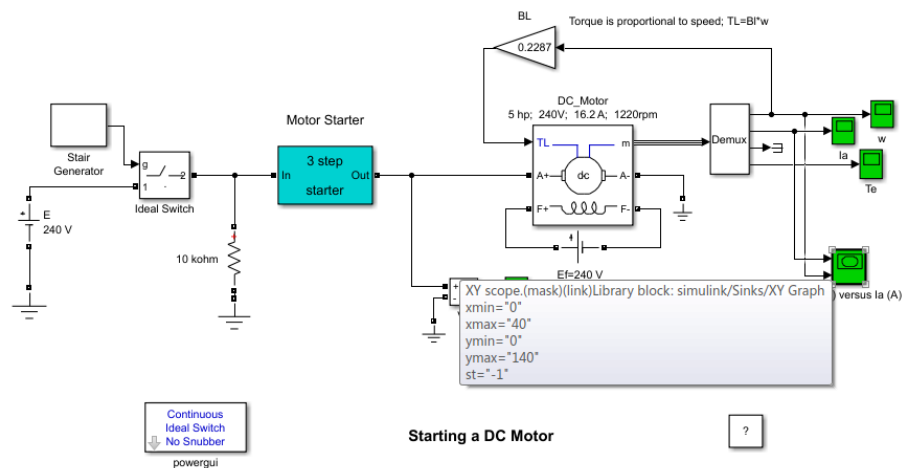
# 直流电动机起动仿真试验报告

## 一、 实验目的：

在 Matlab 环境中进行闭环直流电机控制系统搭建，通过改变模型参数，对比仿真结果变化，从而体会直流电机调速控制的基本工作原理。

## 二、 他励直流电动机的直接启动模型：

1.



## 2. 调速特性

### (1) 改变电枢电压调速

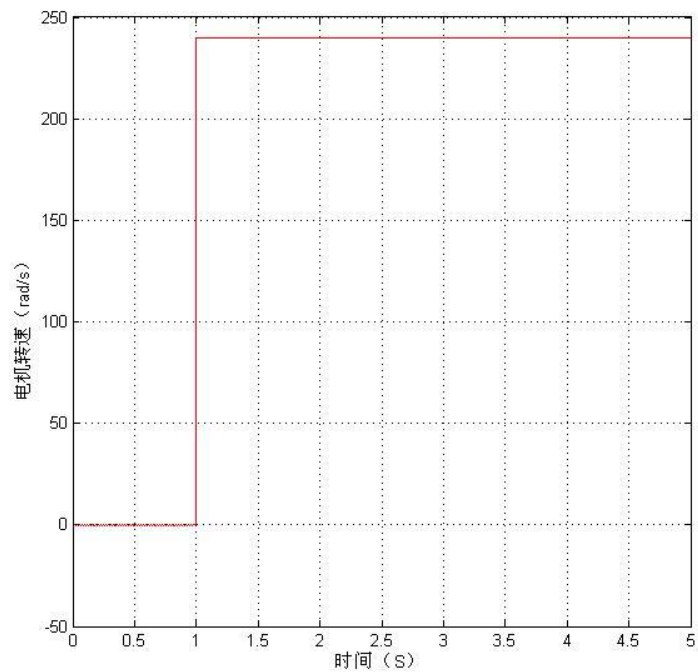
保持电动机  $I_f = I_{fN}$  不变， $T_2 = \text{常数}$ ，测取  $n = f(U)$ 。

### (2) 改变励磁电流调速

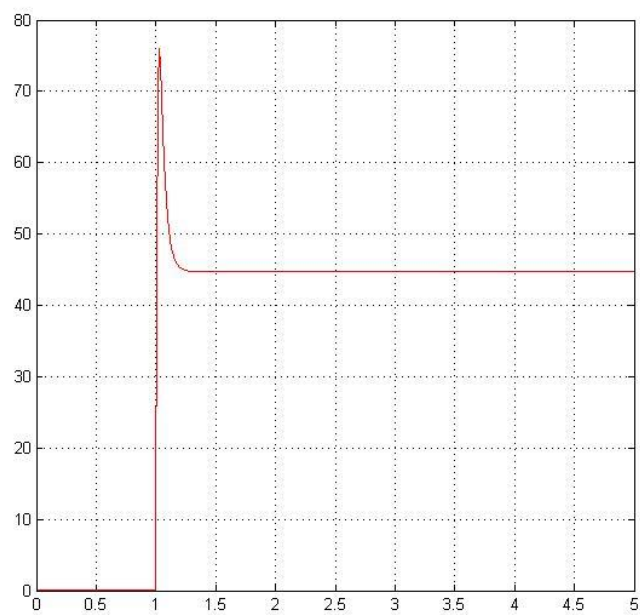
保持  $U = U_N$ ， $T_2 = \text{常数}$ ， $R_1 = 0$  时，测取  $n = f(I_f)$ 。

### 三、 仿真结果如下图所示

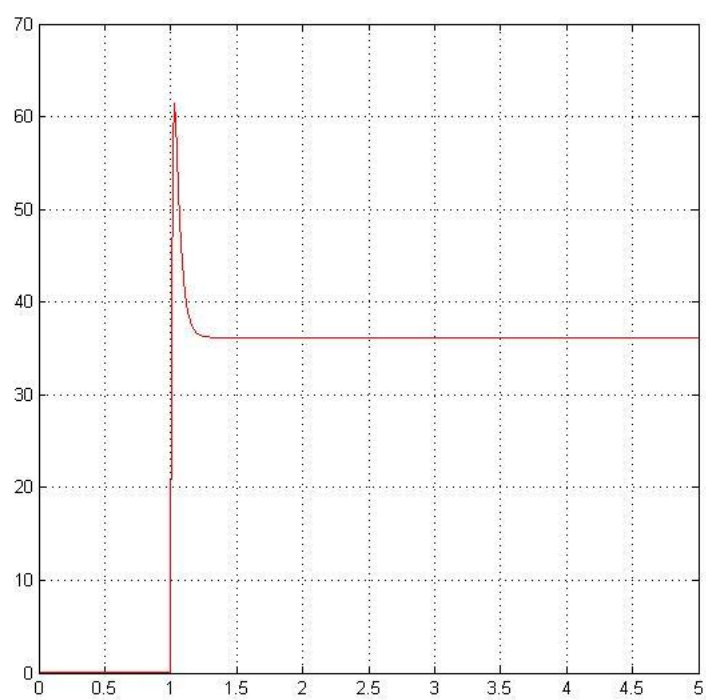
直接启动：



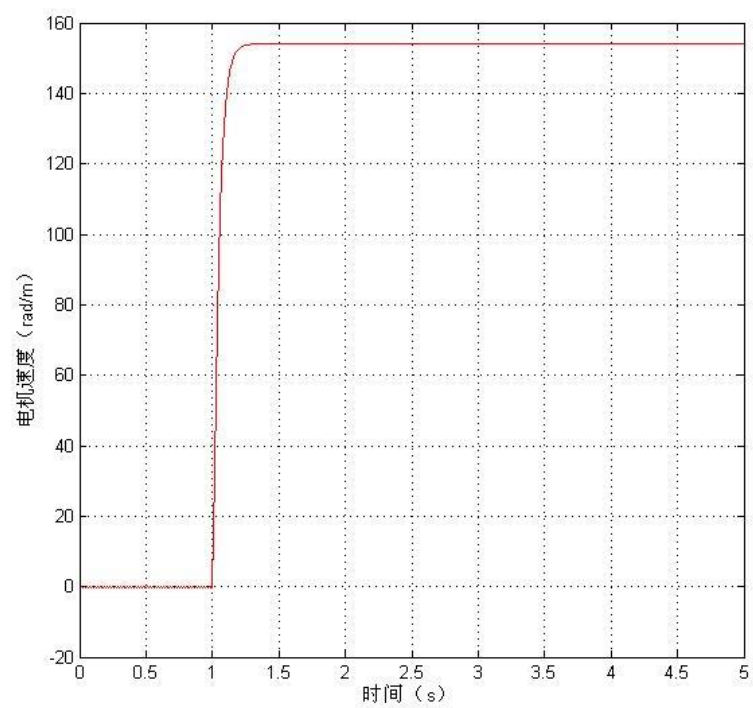
电机电压变化图



电枢电流变化图



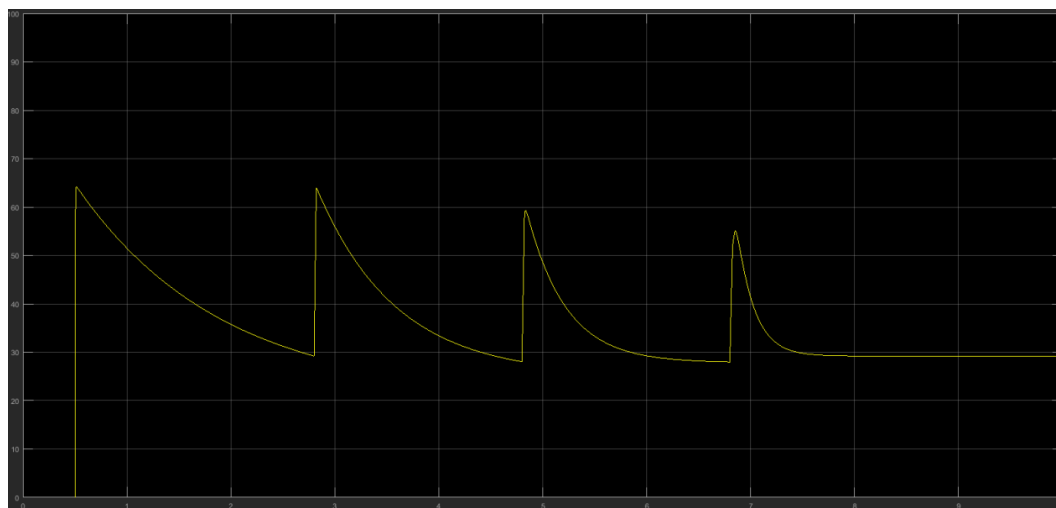
电机转矩变化图



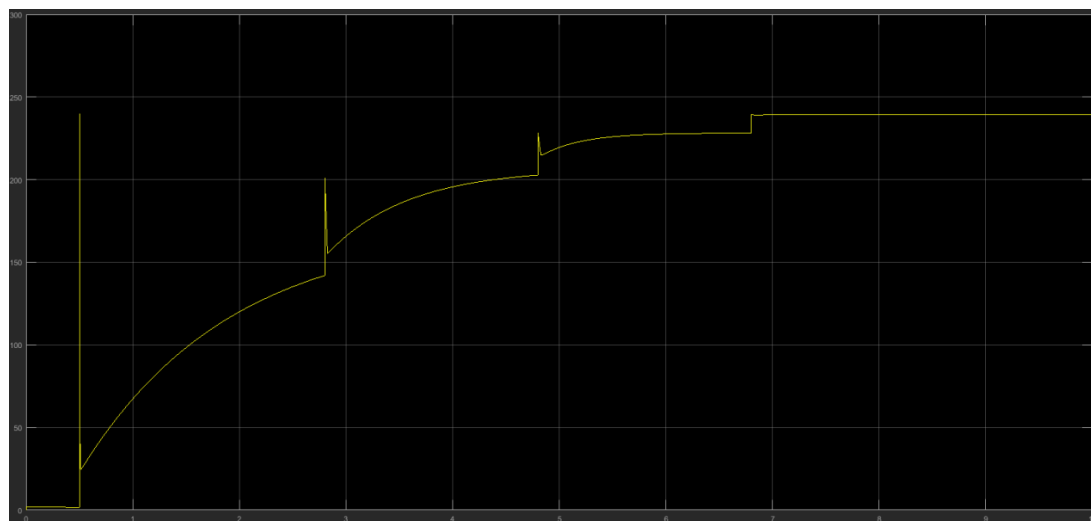
电机转速变化图

---

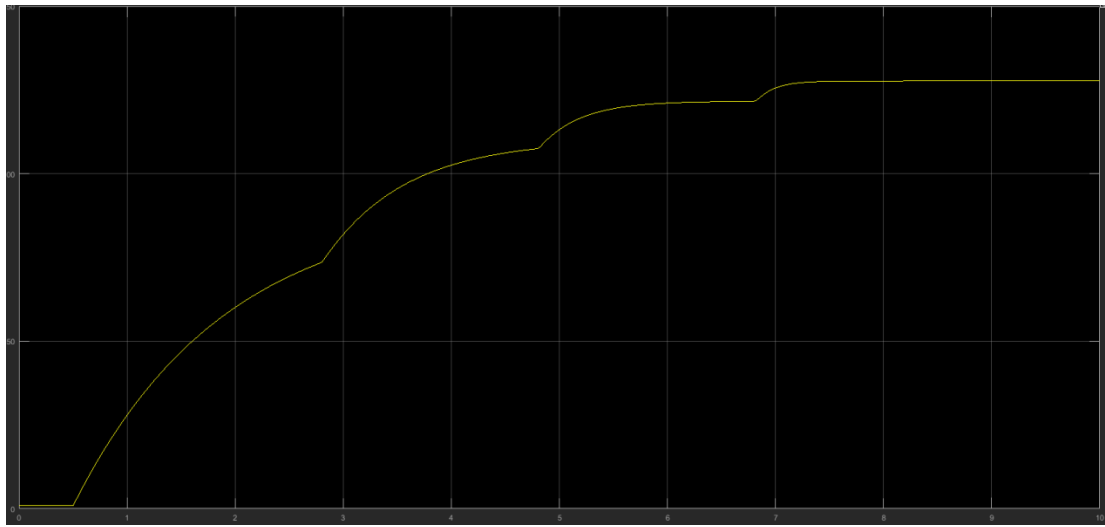
串电阻时：



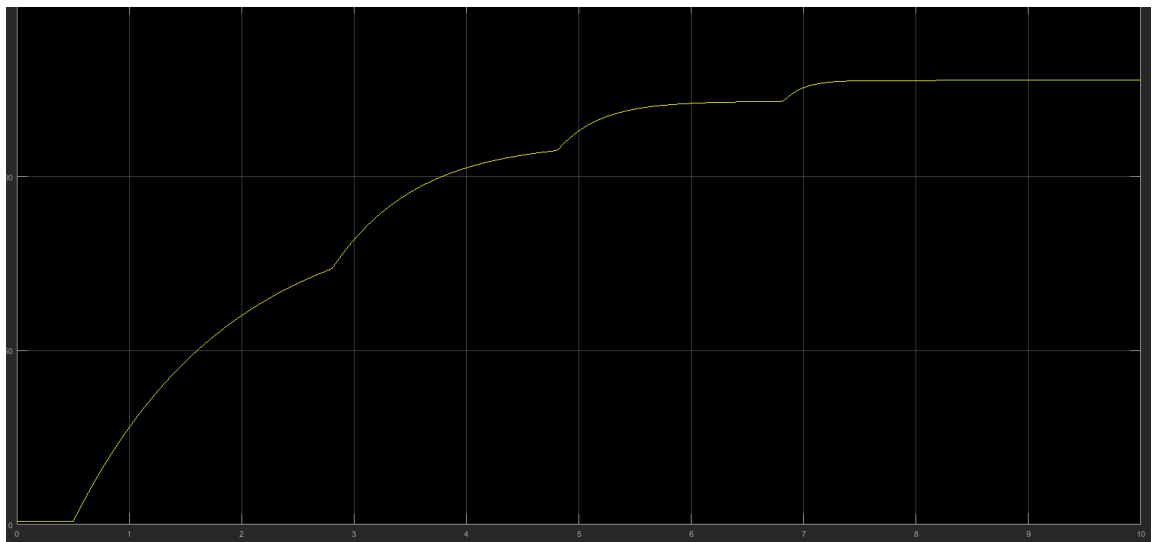
电机电流变化图



电机电压变化图

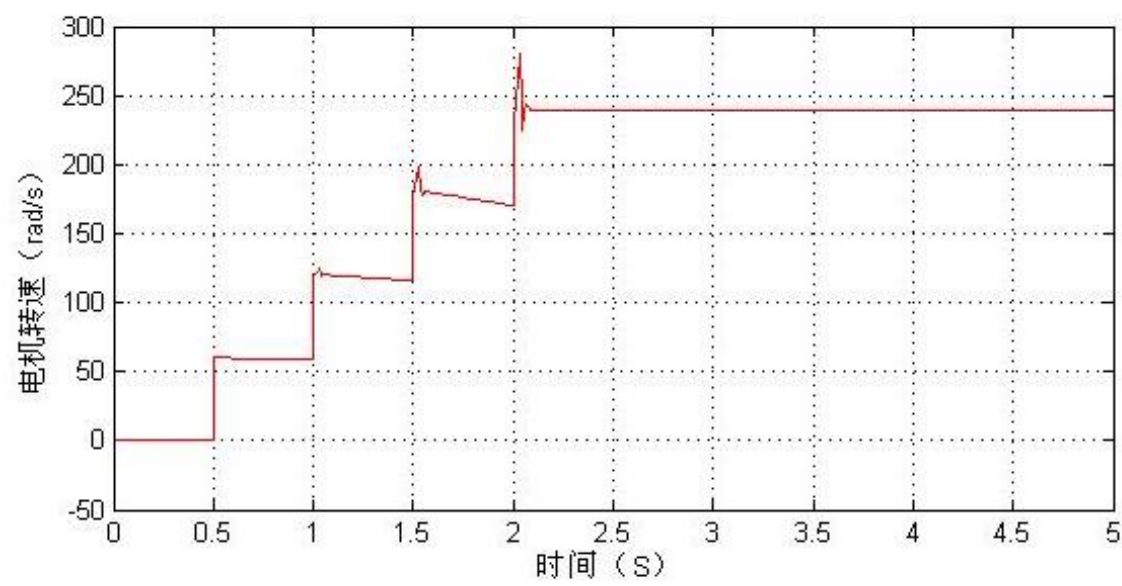


电机转速变化图

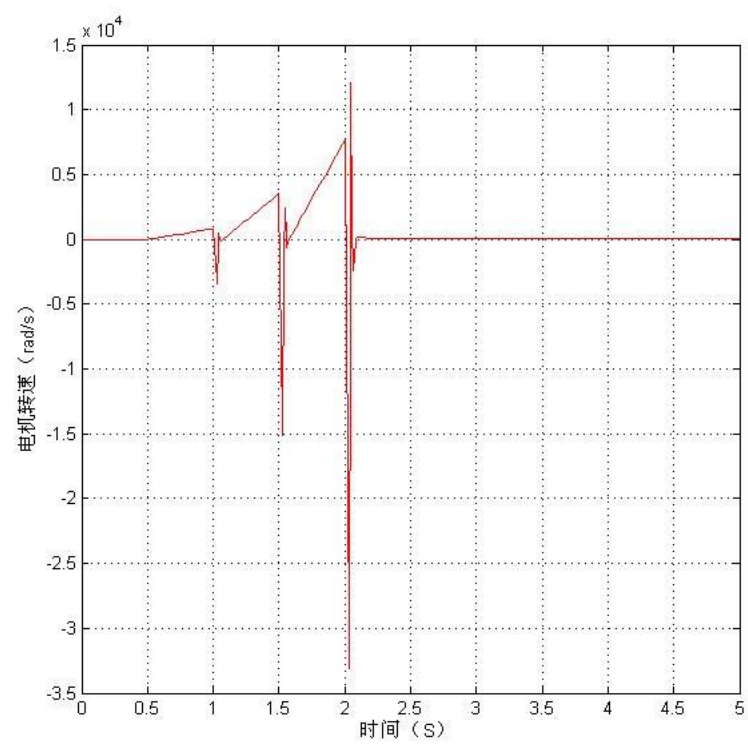


电机转矩变化图

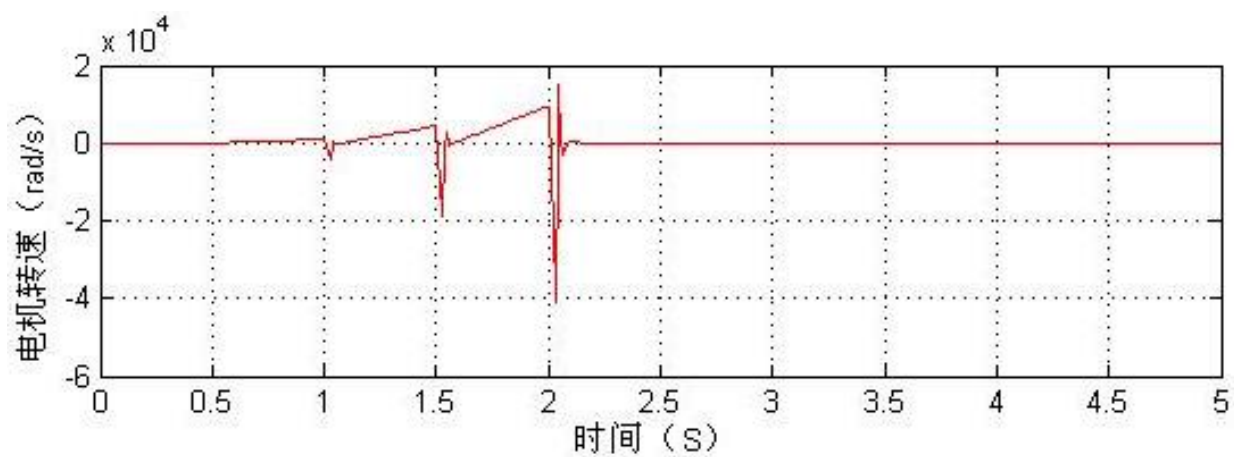
降低电枢电压启动：



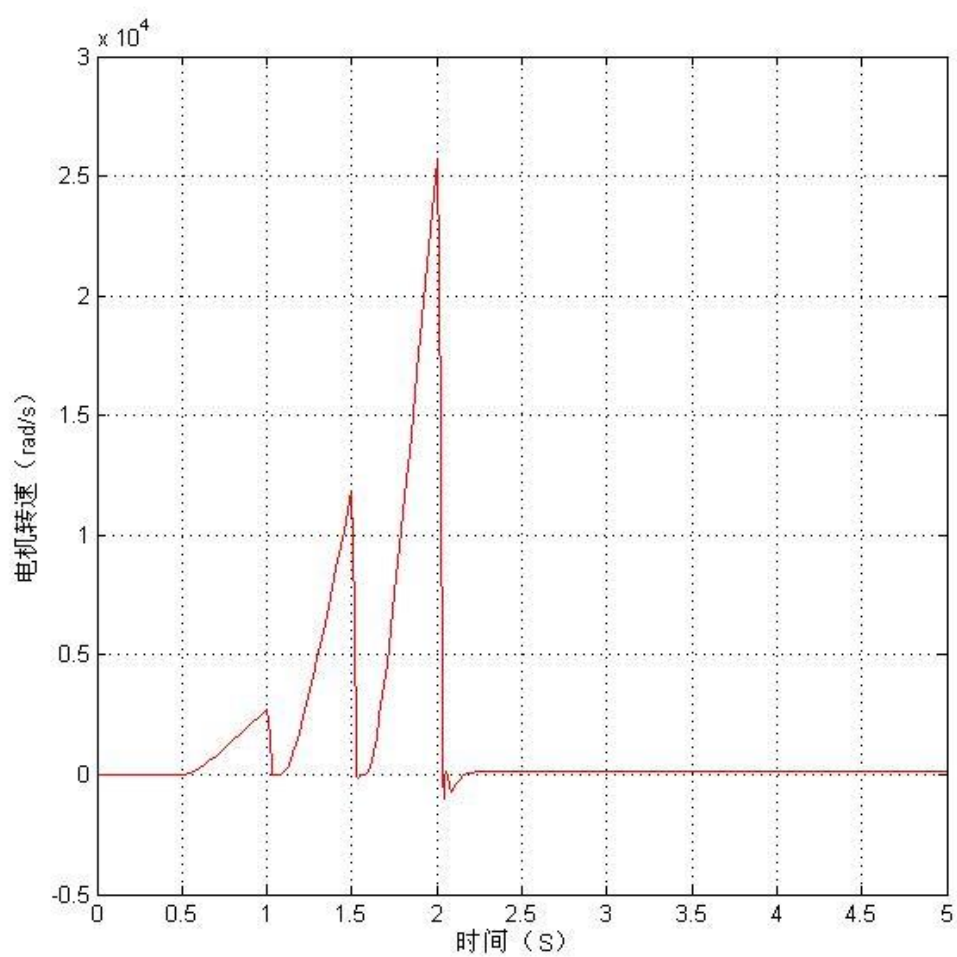
电机电压变化图



电枢电流变化图



电机转矩变化图



电机转速变化图

---

实验结果分析：

直接启动时启动电流将很大，一般情况下能达到其额定电流的10—20倍。这样大的启动电流会使电动机在换向过程中产生危险的火花，甚至烧坏整流子。而且过大的电枢电流产生过大的电动应力，可能引起绕组的损坏。同时，产生与启动电流成正比例的启动转矩，会在机械系统和传动机构中产生过大的动态转矩冲击，使机械传动部件损坏。因此，对于普通的直流电动机，规定电枢的瞬时电流不得大于额定电流的2倍。所以除个别容量很小的电动机外，一般直流电动机是不容许直接启动的。

与直接启动相比，电枢串电阻很好的将启动电流过大和转矩过大的问题都解决了，由于采用串电阻启动，每切除一电阻，就会导致这一时刻的电压会突然升高，导致冲击电流很大，这样对设备是不利的，为避免这种情况，通常采用逐级切除启动电阻的方法来启动。电枢串电阻启动设备简单，操作方便，但能耗较大，它不宜用于频繁启动的大、中型电动机，可用于小型电动机的启动。

同电枢串电阻一样，降低电枢电压也较好的将启动电流过大和转矩过大的问题都解决了，由于电压是随着时间突变的，导致电流也会在同一时刻产生一过大的冲击电流，转矩随着电流的变化而变化。但是如果电压与时间呈线性关系，则前面的这些问题都不复存在。因此，降压启动虽然需要专用电源，设备投资大，但它启动电流小，升速平滑，并且启动过程中能量消耗也较少，因而得到广泛应用。



---

## 实验心得及体会：

本次实验对他励直流电动机的启动进行了分析和仿真，通过分析可知：他励直流电动机直接启动时存在启动电流大、启动转矩大的缺点，通过降低电枢回路电压，或者串联电阻可有效减小启动电流和启动转矩。启动级数越多， $T_1$ 、 $T_2$  与平均转矩  $T = (T_1 + T_2) / 2$  越接近，启动过程就越快越平稳，但所需的控制设备也就越多。如果启动级数、启动电阻大小、切换时刻设计合适，可把直流电动机启动电流限制在一定范围内，使电动机既能快速启动，又能限制启动电流和启动转矩。同时学会了用 Matlab/Simulink 对电机不同启动方法模型进行仿真；也加深了我对直流电机的固有机特性，人为机械特性，以及启动特性的进一步了解。