
一、绪论

1、本课题研究意义

直流电动机具有良好的启动、制动性能，宜于在较大围平滑调速。长期以来，在电动机调速领域中，直流调速方法一直占主要地位。与交流电动机相比，直流电动机有良好的调速性能，它的调速围较广；调速连续平滑；经济性好，设备投资较少，调速损耗较小，经济指标高；调速方法简便，工作可靠。

在许多工业部门，例如大型轧钢设备、大型精密机床、矿井卷扬机、市电车、电缆设备要求严格线速度一致的地方等，通常都采用直流电动机作为原动机来拖动工作机械的。直流发电机通常是作为直流电源，向负载输出电能；直流电动机则是作为原动机带动各种生产机械工作，向负载输出机械能。在控制系统中，直流电机还有其它的用途，例如测速电机、伺服电机等。

Matlab语言是一种面向科学与工程计算的高级语言，它集科学计算、自动控制、信号处理、神经网络、图像处理等功能于一体，是一种高级的数学分析与运算软件，可用作动态系统的建模和仿真。

目前，电机控制系统越来越复杂，不断有新的控制算法被采用。仿真是对其进行研究的一个重要的不可缺少的手段。**Matlab**的仿真研究功能被成功方便地应用到各种科研过程中。

直流电动机是将直流电能转换为机械能的电动机，通过这次课程设计使我学会用 **MATLAB** 进行基本仿真，通过课程设计实践，树立正确的设计思想，培养综合运用 **MATLAB** 进行仿真，提高对直流电机知识的理解能力，解决实际问题的能力。学习使用 **MATLAB** 的一般方法、步骤，掌握 **Simulink** 的使用方法，以及其强大的仿真功能。学会用 **MATLAB** 仿真软件仿真直流电动机的机械特性，直流电动

机的起动和制动，直流电动机调速仿真，其中包括直流电动机的直接起动仿真，直流电动机电枢串联电阻起动仿真，直流电动机的能耗制动仿真，直流电动机反接制动仿真，直流电动机改变电枢电压调速仿真和直流电动机改变励磁电流调速仿真。

通过此次设计，增强了我的自我动手能力，了解直流电动机的各种人为改变参数的操作特性，理论联系实际，在实际的工作过程中积极地去发现问题、解决问题。

2、课题的主要容

了解直流电机工作原理、结构、基本电磁关系的基础上，对直流电动机的人为机械特性进行绘制，并且通过运用不同的起动和制动、调速方法对直流电动机的暂态过程进行仿真研究。而更好的理解直流电动机的控制特性、控制规律、和工作特性。

1.学习并掌握直流电机的基本理论，理解直流电动机的基本工作原理与工作特性。

2.通过改变电枢电压、电枢电阻、改变磁通等方法获得各种人为机械特性，并通过仿真得出结果。

3.直流电动机的起动运用直接起动或减压起动、电枢串电阻起动等方式，制动运用回馈制动、反接制动、能耗制动等方式对直流电动机的起动和制动进行仿真分析，建立仿真模型同时给出仿真结果。

4.调速分析主要是通过串联电阻、改变电枢电压或改变励磁电流调速方式来实现。建立仿真模型。

5.熟练掌握 Matlab 的 simulink 和 Power system 工具箱，以调速系统的电气原理结构图为基础，弄清楚系统的构成，并在模块库中找出相应的模块，完成对各个组成环节的元件参数配置，对系统进行仿真，并给出结论。

3、程序实现思路

一．直流电动机的机械特性仿真：

1.直流电动机的人为机械特性主要有改变电枢电压,改变电枢电阻和改变磁通三种情况。根据已知的直流电动机的参数，使用MATLAB编制 M 文件，通过计算可以画出直流电动机的人为机械特性曲线。他励直流电动机和串励直流电动机的工作特性不同，通过仿真计算可以获得这些特性曲线。

二．直流电动机的起动和制动仿真：

(1) 直流电动机的直接起动仿真，直流电动机直接起动时，起动电流很大，可达额定电流的 10-20 倍，由此产生很大的冲击转矩。在实际运行时不允许直流电动机直接起动。要求使用 Simulink 对直流电动机的直接启动过程建立仿真模型，通过仿真获得直流电动机的直接启动电流和电磁转矩的变化过程。

(2) 直流电动机电枢串联电阻起动仿真:建立他励直流电动机电枢串联三级电阻起动的仿真模型，仿真分析其串联电阻起动过程，获得起动过程的电枢电流，转速和电磁转矩的变化曲线。

(3) 直流电动机的能耗制动仿真要求使用 Simulink 建立直流电动机的能耗制动的仿真模型，仿真分析获得转速，电枢电流和电磁转矩的暂态过程曲线。

(4) 直流电动机反接制动仿真要求使用 Simulink 建立直流电动机的电压反向反接制动的模型，仿真分析获得转速，电枢电流和电磁转矩的暂态过程曲线。

三．直流电动机调速仿真：他励直流电动机的调速方法有三种，即电枢回路串电

阻调速，改变电枢电压调速和改变励磁电流（减弱磁通）调速。

（1）直流电动机改变电枢电压调速仿真要用 **Simulink** 建立他励直流电动机的改变电枢电压的仿真模型，仿真分析获得转速，电枢电流和电磁转矩的暂态过程曲线。

（2）直流电动机改变励磁电流调速仿真要求使用 **Simulink** 建立他励直流电动机改变励磁电流的仿真模型，仿真分析获得转速，电枢电流和电磁转矩的暂态过程曲线。

二、直流电动机的机械特性仿真

直流电动机的机械特性是指在电动机的电枢电压、励磁电流、电枢回路电阻为恒值的条件下，即电动机处于稳态运行时，电动机的转速 n 与电磁转矩之间的关系： $n=f(T_{em})$ 。由于转速和转矩都是机械量，所以把它称为机械特性。

电枢回路电阻 R 、端电压 U 和励磁磁通都是可以根据实际需要进行调节的，每调节一个参数可以对应得到一条机械特性，所以可以得到许多条机械特性。其中，电动机自身所固有的，反映电动机本来“面目”的机械特性是在电枢电压、励磁磁通为额定值，且电枢回路不外串电阻时的机械特性，称为电动机的固有（自然）机械特性；调节 U 、 R 、等参数后得到的机械特性称为人为机械特性。

直流电动机的人为机械特性主要有改变电枢电压改变电枢电阻和改变磁通三种情况。根据已知条件，使用Matlab编写 M 文件，通过计算机可以画出直流电动机的人为机械特性曲线。

某直流电动机，已知额定值为 $U=220V$, $P=22W$, $I=115A$, $N_n=1500r/min$;某电枢电阻 $R=0.18$; 励磁电阻 $R=628$ 。求出，并分别划出固有机机械特性曲线和改变电枢电压、改变电枢电阻、改变励磁同时的人为机械特性曲线。

并励直流电动机的机械特性仿真

```
clear;
```

```
U_N=220;P_N=22;I_N=115;
```

```
n_N=1500;R_a=0.18;R_f=628;
```

```
Ia_N=I_N-U_N/R_f;
```

```
C_EPhi_N=(U_N-R_a*Ia_N)/n_N;
```

```
C_TPhi_N=9.55*C_EPhi_N;
```

```

Ia=0;Ia_N;

n=U_N/C_EPhi_N-R_a/(C_EPhi_N)*Ia;

Te=C_TPhi_N*Ia;

P1=U_N*Ia+U_N*U_N/R_f;

T2_N=9550*P_N/n_N;

figure(1);

plot(Te,n,'-');

xlabel('电磁转矩 Te/N.m');

ylabel('转矩 n/rpm');

ylim([0,1800]);

figure(2);

plot(Te,n,'rs');

xlabel('电磁转矩 Te/N.m');

ylabel('转速 n/rpm');

hold on;

R_c=0;

for coef=1:-0.25;0.25;

    U=U_N*coef;

    n=U/C_EPhi_N-(R_a+R_c)/(C_EPhi_N*C_TPhi_N)*Te;

    plot(Te,n,'k-');

str=strcat('U=',num2str(U),'V');

s_y=1650*coef;

```

```

        text(50,s_y,str);

end

figure(3);

n=U_N/C_EPhi_N-(R_a+R_c)/(C_EPhi_N*C_TPhi_N)*Te;

plot(Te,n,'rs');

xlabel('电磁转矩 Te/N.m');

ylabel('转矩 n/rpm');

hold on;

U=U_N;R_c=0.02;

for R_c=0:0.5:1.9;

    n=U/C_EPhi_N-(R_a+R_c)/(C_EPhi_N*C_TPhi_N)*Te;

    plot(Te,n,'k-');

s_y=400*(4-R_c*1.8);

    text(120,s_y,str);

end

ylim([0,1700]);

figure(4);

R_c=0;

n=U_N/C_EPhi_N-(R_a+R_c)/(C_EPhi_N*C_TPhi_N)*Te;

plot(Te,n,'rs');

xlabel('电磁转矩 Te/N.m');
```

```

ylabel('转速 n/rpm');

hold on;

U=U_N;R_c=0.02;

for R_c=0.5:0.25:1.3;

    C_EPhi=C_EPhi_N*coef;

    C_TPhi=C_TPhi_N*coef;

    n=U/C_EPhi_N-(R_a+R_c)/(C_EPhi_N*C_TPhi_N)*Te;

    plot(Te,n,'k-');

    s_y=900*(4-coef*2.2);

    text(120,s_y,str);

end

```

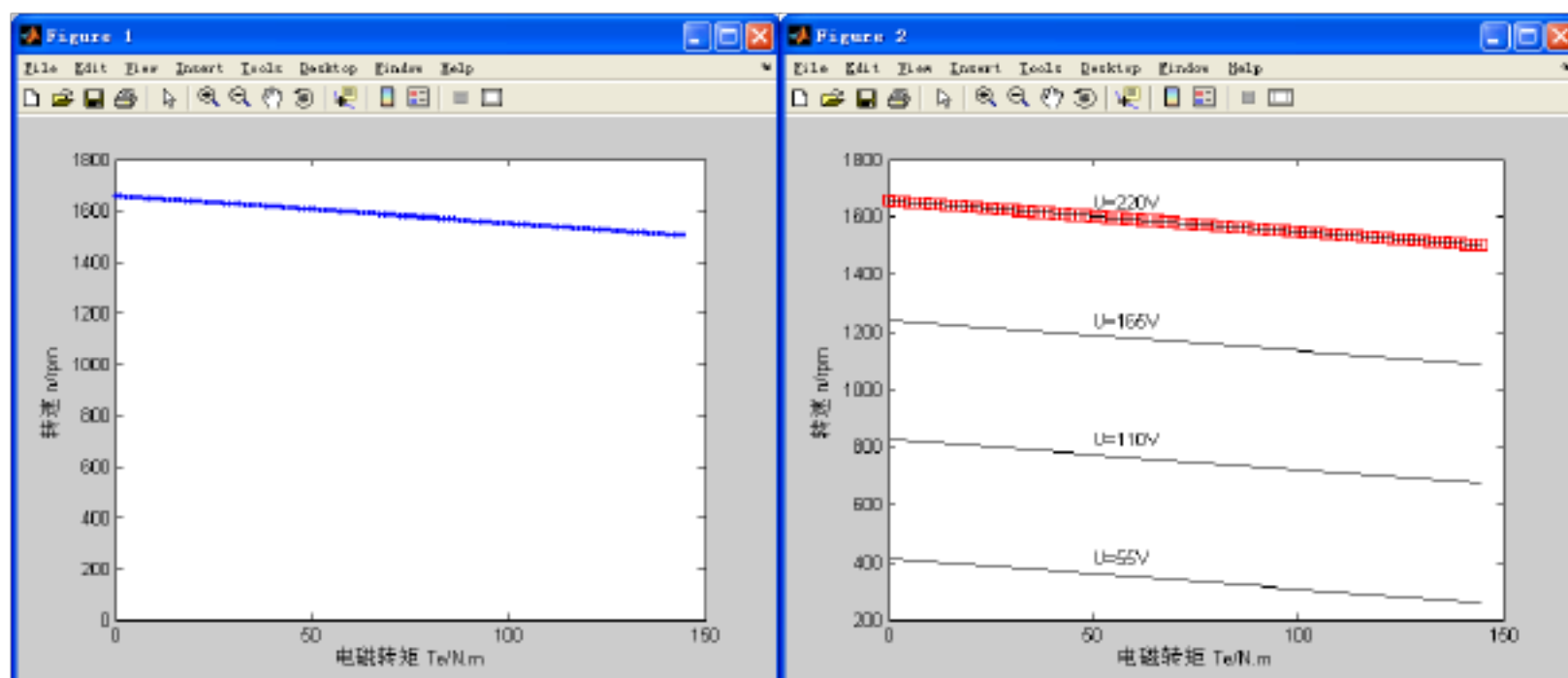


图 2.1 并励直流电机固有机机械特性图 2.2 降低电枢电压人为机械特性

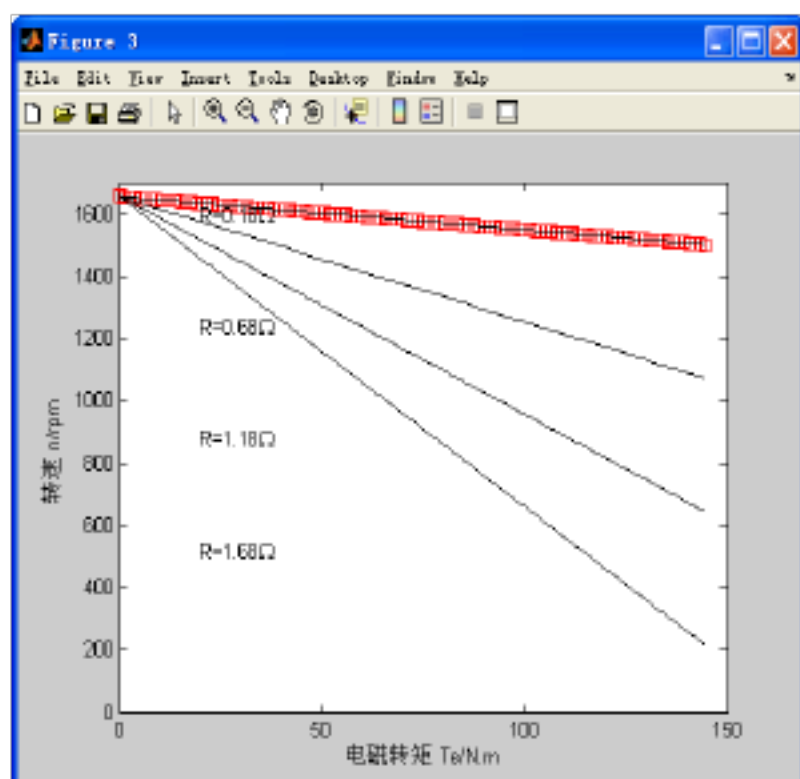


图 2.3 增加电枢电阻人为机械特性

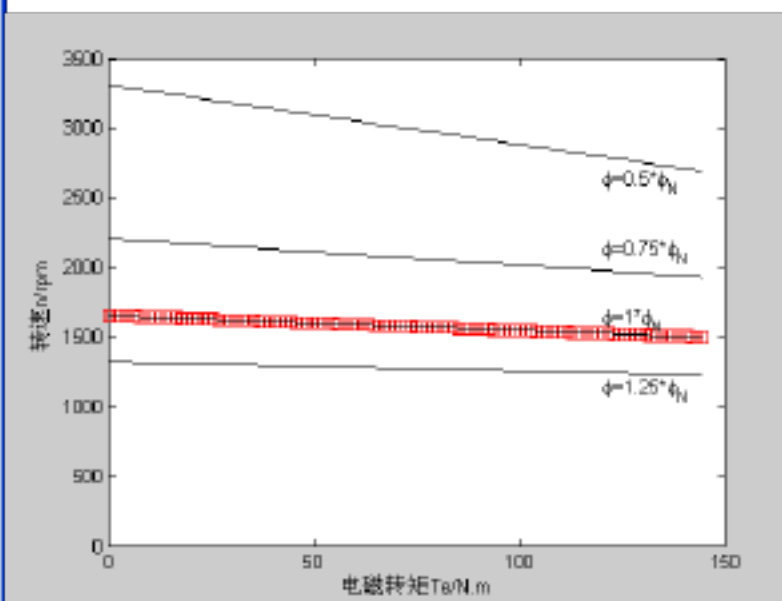


图 2.4 改变磁通人为机械特性

他励直流电动机的机械特性仿真

$U_N=220; P_N=22; I_N=115;$

$n_N=1500; R_a=0.18;$

$I_a_N=I_N;$

$C_{E\Phi_N}=(U_N-R_a \cdot I_a_N)/n_N;$

$C_{T\Phi_N}=9.55 \cdot C_{E\Phi_N};$

% 假定 $\Phi=\Phi_N, U=U_N, I_a=0:I_a_N;$

$n=U_N/C_{E\Phi_N}-R_a/(C_{E\Phi_N}) \cdot I_a;$

$T_e=C_{T\Phi_N} \cdot I_a; P_1=U_N \cdot I_a;$

$T_2_N=9550 \cdot P_N/n_N;$

figure(1);

plot($T_e, n, '-'$);

xlabel('电磁转矩 $T_e/N.m$ ');

ylabel('转速 n/rpm ');

% 计算转速和转矩的关系，不同的条件下的机械特性

figure(2);

plot(Te,n,'rs');

xlabel('电磁转矩 Te/N.m');

ylabel('转速 n/rpm');

hold on;

R_c=0;

For coef=1:-0.25:0.25;

U=U_N*coef;

$n = \frac{U}{C_{E\Phi_N} - (R_a + R_c) / (C_{E\Phi_N} * C_{T\Phi_N})} * T_e$;

plot(Te,n,'k-');

str=strcat('U=',num2str(U),'V');

s_y=1650*coef;

text(50,s_y,str);

end

% 计算转速和转矩的关系，不同的条件下的机械特性

figure(3);

$n = \frac{U_N}{C_{E\Phi_N} - (R_a + R_c) / (C_{E\Phi_N} * C_{T\Phi_N})} * T_e$;

plot(Te,n,'rs');

xlabel('电磁转矩 Te/N.m');

ylabel('转速 n/rpm');

```

U=U_N;R_c=0.02;

for R_c=0:0.5:1.9;

n=U/C_EPhi_N-(R_a+R_c)/(C_EPhi_N*C_TPhi_N)*Te;

plot(Te,n,'k-');


s_y=400*(4-R_c*1.8);

    text(120,s_y,str);

end

ylim([0,1700]);

% 计算转矩和转速的关系，不同的条件下的机械特性

figure(4);

R_c=0;

n=U_N/C_EPhi_N-(R_a+R_c)/(C_EPhi_N*C_TPhi_N)*Te; plot(Te,n,'rs');

xlabel('电磁转矩 Te/N.m');

ylabel('转速 n/rpm');

hold on;

U=U_N;R_c=0;

for coef=0.5:0.25:1.3;

    C_EPhi=C_EPhi_N*coef;

    C_TPhi=C_TPhi_N*coef;

    n=U/C_EPhi-(R_a+R_c)/(C_EPhi*C_TPhi)*Te;

```

```
plot(Te,n,'k-');

s_y=900*(4-coef*2.2);

text(120,s_y,str);

end

ylim([0,3500]);
```

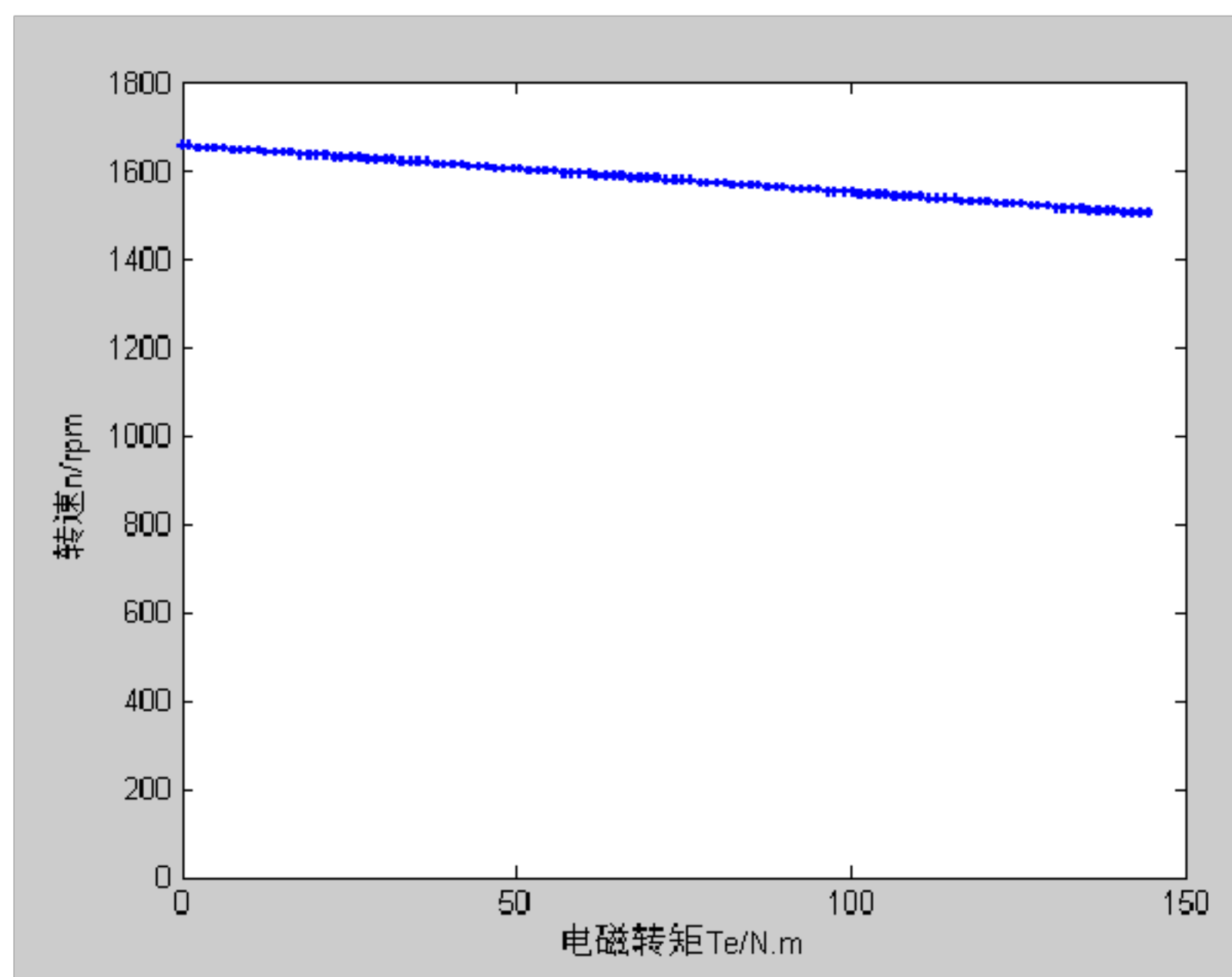


图 2.5 固有机械特性曲线

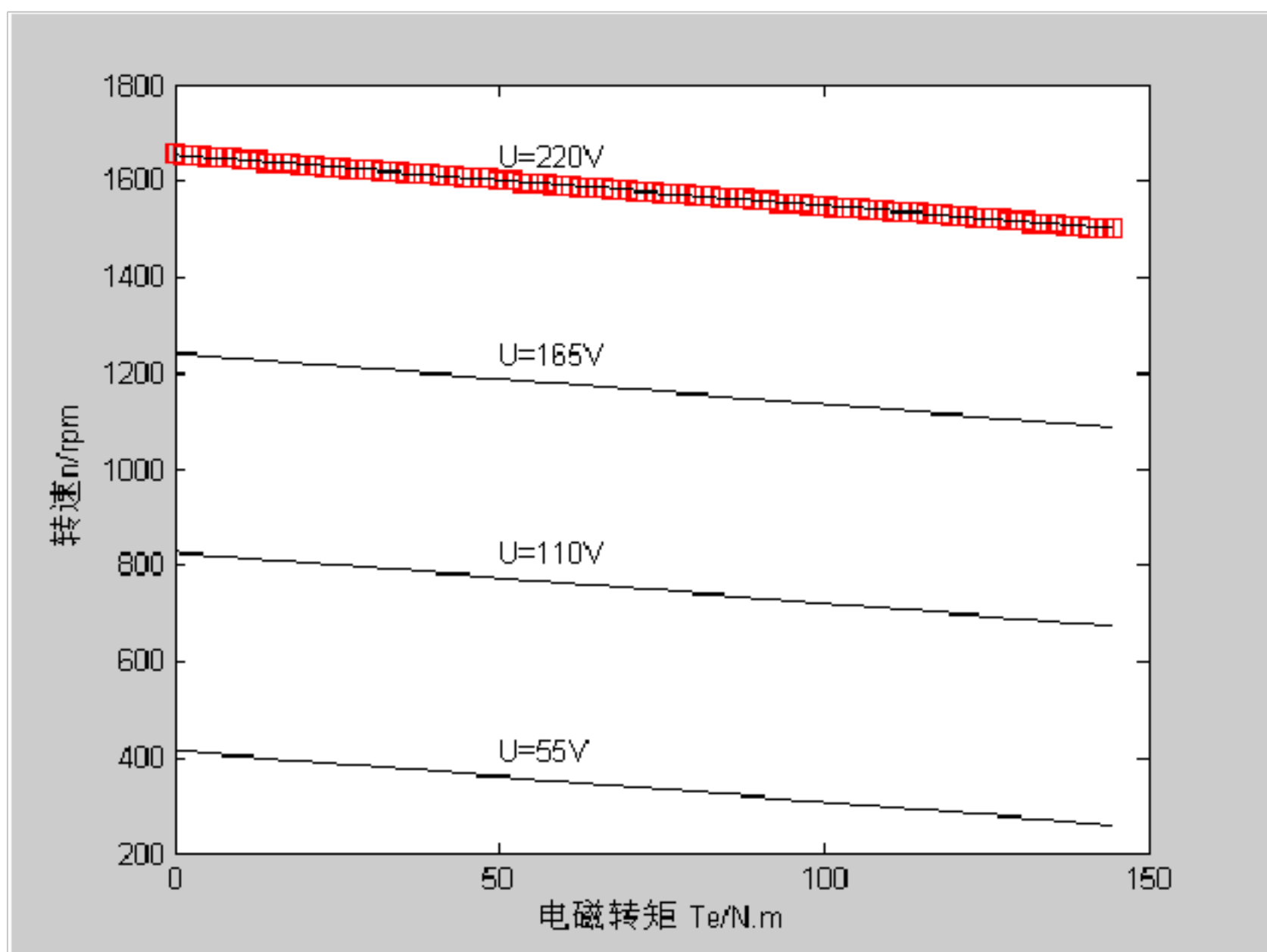


图 2.6 改变电枢电压的人为机械特性曲线

随着电压的降低，理想空载转速线性下降，但直线的斜率保持不变，也就是说，机械特性的硬度保持不变。

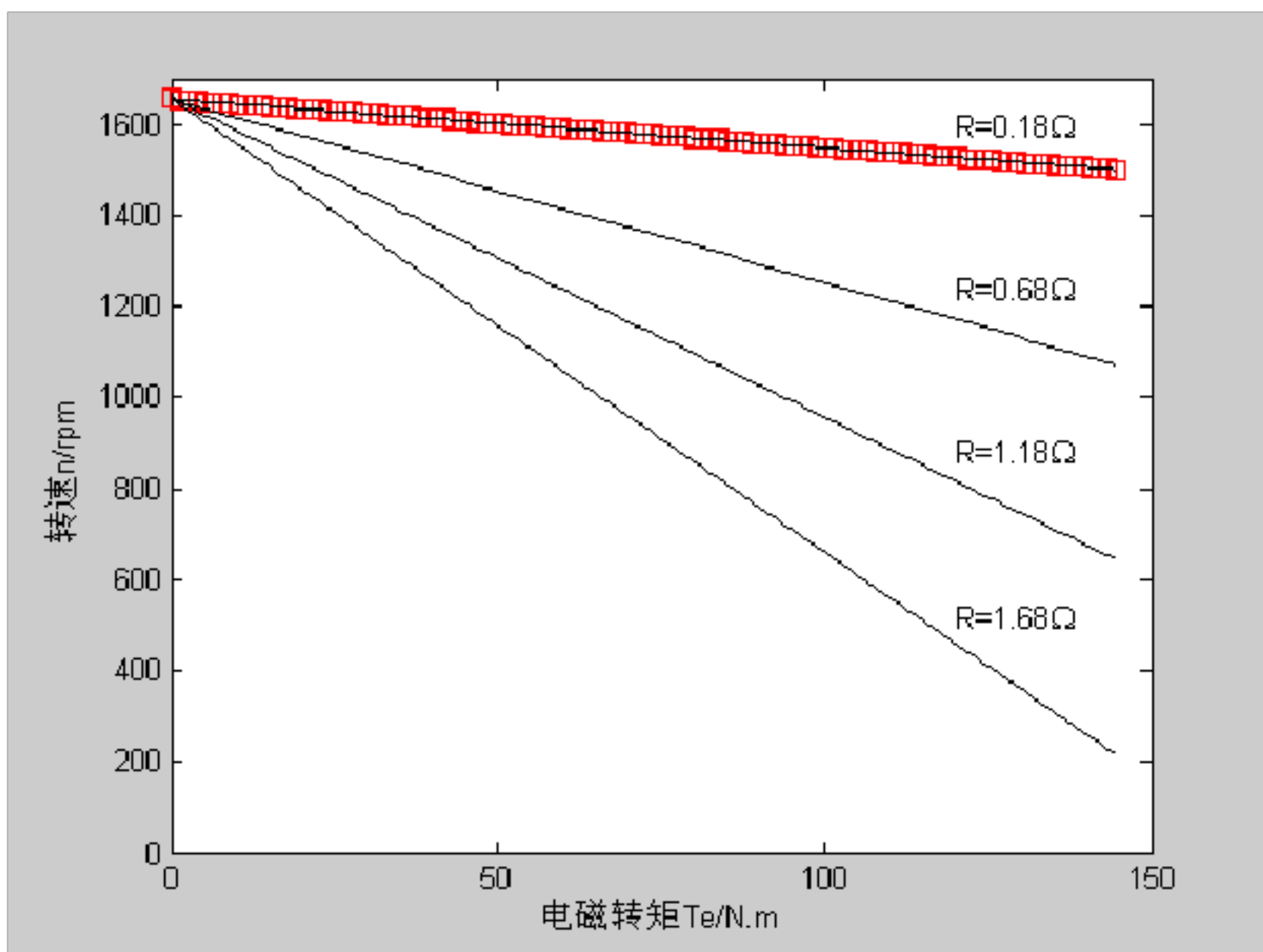


图 2.7 串电阻的人为机械特性曲线

电阻的增加直线的斜率增大。表面电机的转速下降增大，机械特性的硬度降低。但考虑到理想空载转速不变，因此。电枢回路串电阻时所有人工机械特性曲线都交于纵坐标的理想空载点。

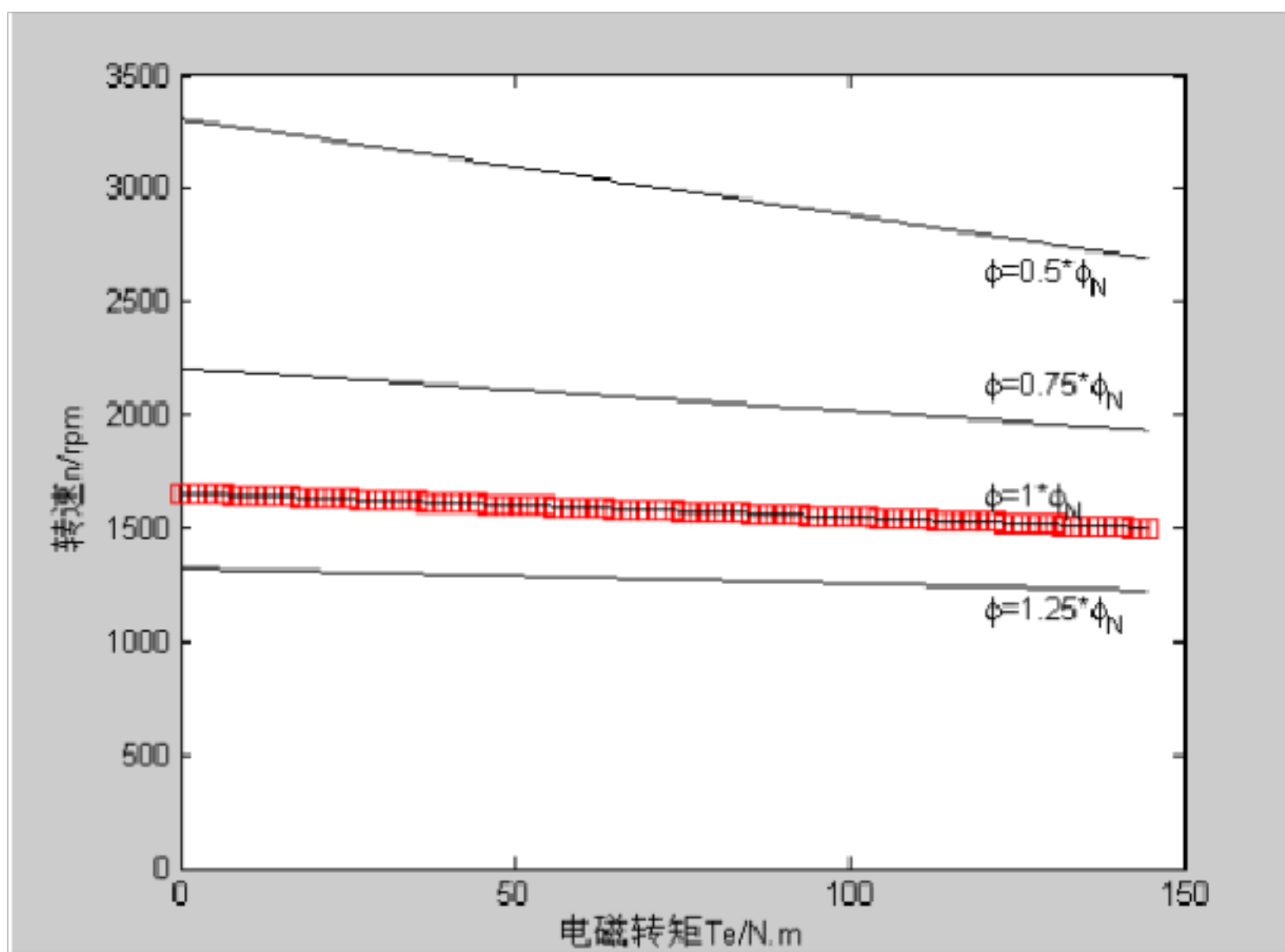


图 2.8 弱磁的人为机械特性曲线

由于励磁电流的减小使得磁通也减小，对应于纵坐标轴上的两个极点（1）理想空载转速升高，（2）短路电流保持不变，但是相应的堵转转矩减小。

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/306214032240010215>