

电工学（电工技术）第八版

第 8 章 直流电动机

第8章 直流电动机

- 8.1 直流电机的构造
- 8.2 直流电机的基本工作原理
- 8.3 直流电动机的机械特性
- 8.4 并励电动机的起动与反转
- 8.5 并励(他励)电动机的调速

8.1 直流电机的构造

直流电机是机械能和直流电能相互转换的旋转机械装置。直流电机用作电机时，它将机械能转换为电能；用作电动机时，将电能转换为机械能。

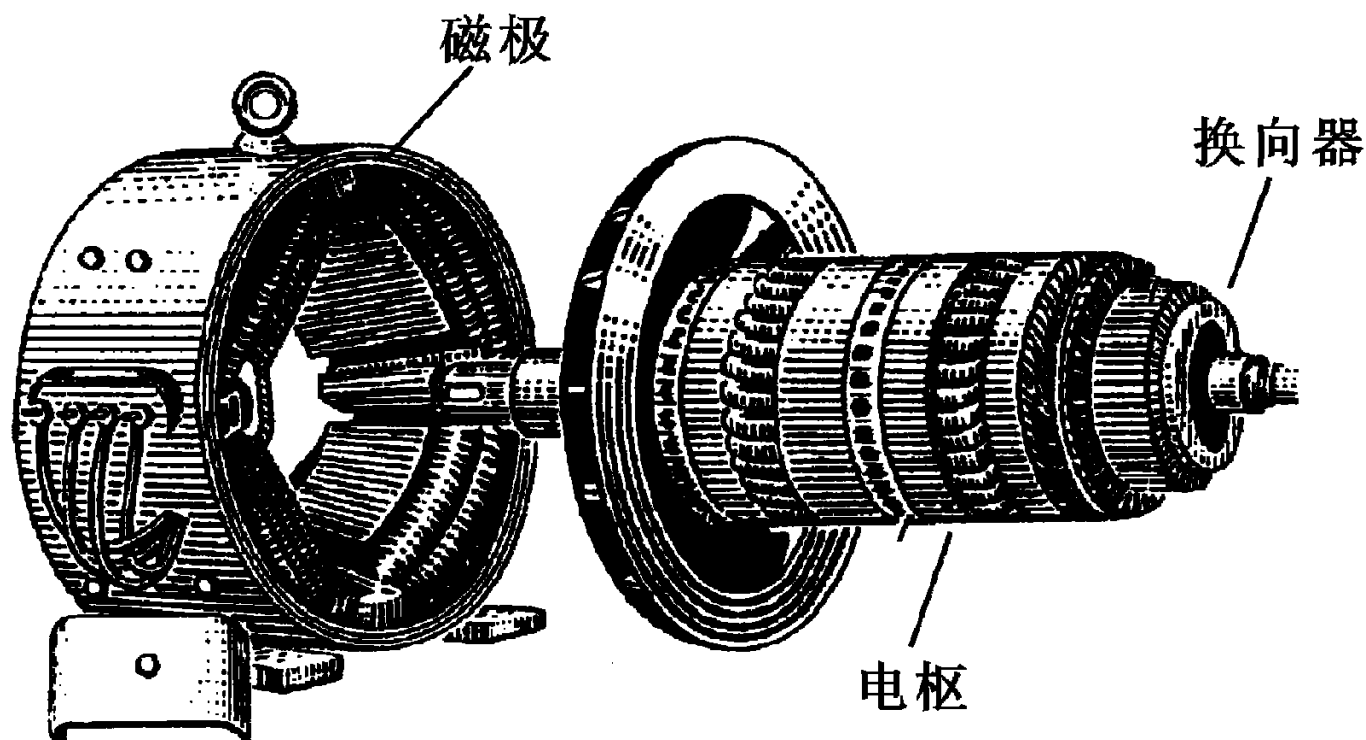
直流电机的优点：

- (1) 调速性能好，调速范围广，易于平滑调节。
- (2) 起动、制动转矩大，易于快速起动、停车。
- (3) 易于控制。

对调速要求较高的生产机械或者需要较大起动转矩的生产机械往往采用直流电动机驱动。

8.1.1 直流电机的构造

直流电机主要由磁极、电枢和换向器三部分构成。



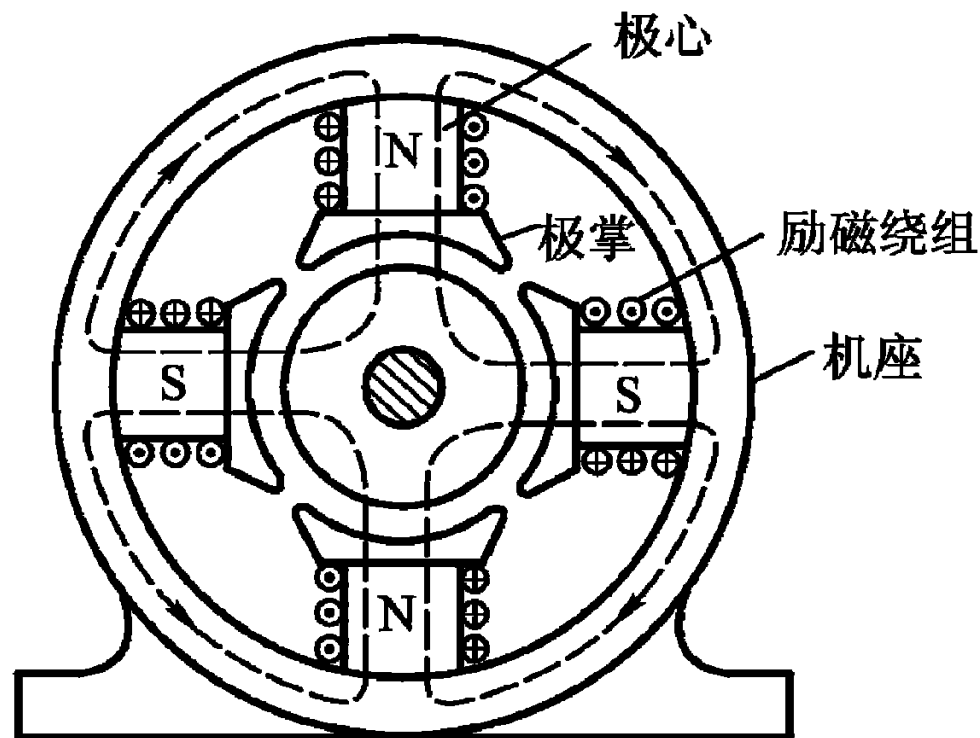
直流电动机的结构

1. 磁极

用来在电动机中产生磁场。分为极心和极掌两部分。

- 永磁式：**由永久磁铁做成。
- 励磁式：**磁极上绕线圈，线圈中通过直流电，形成电磁铁。

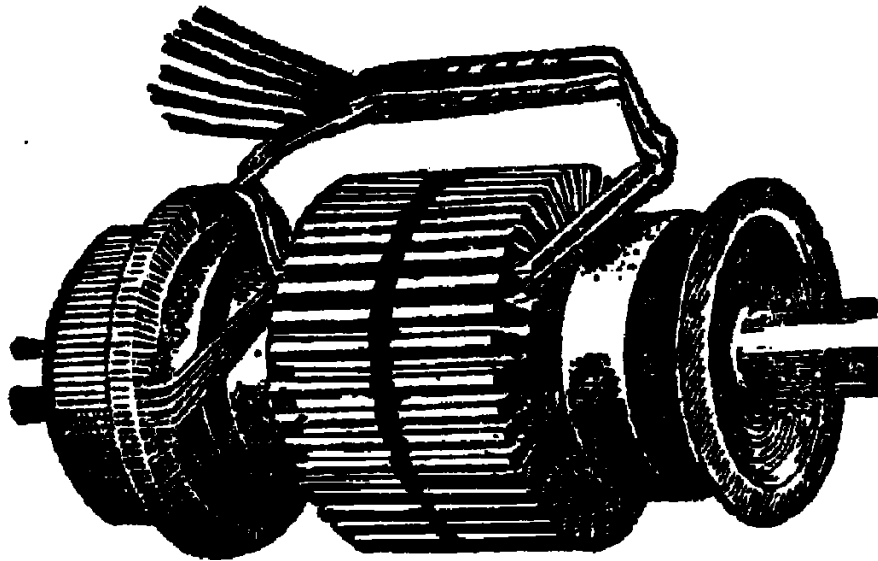
励磁：磁极上的线圈通以直流电产生磁通，称为励磁。



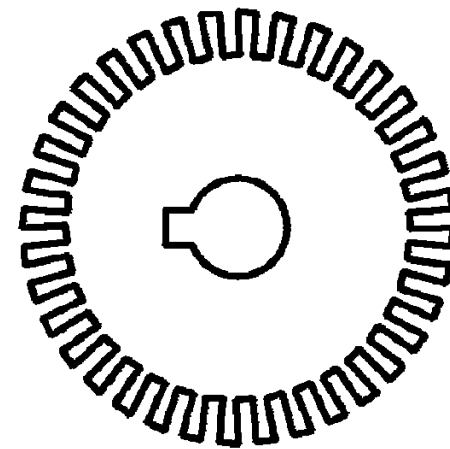
直流电动机的磁极及磁路

2. 电枢

电枢包括 { 电枢铁心：由硅钢片叠装而成。
电枢绕组：单个绕组元件组成。



(a) 电枢



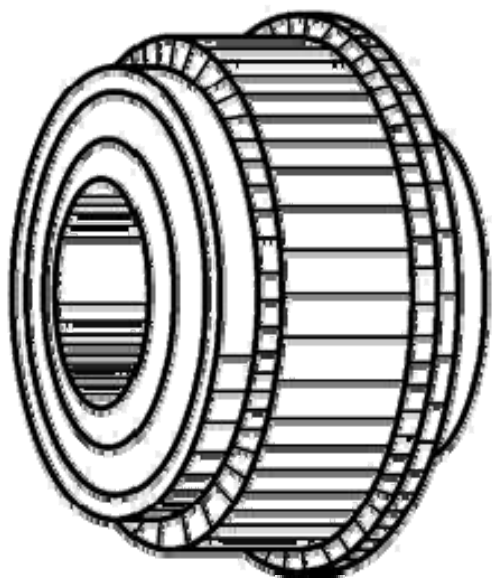
(b) 电枢铁心片

直流电动机的电枢和电枢铁心片

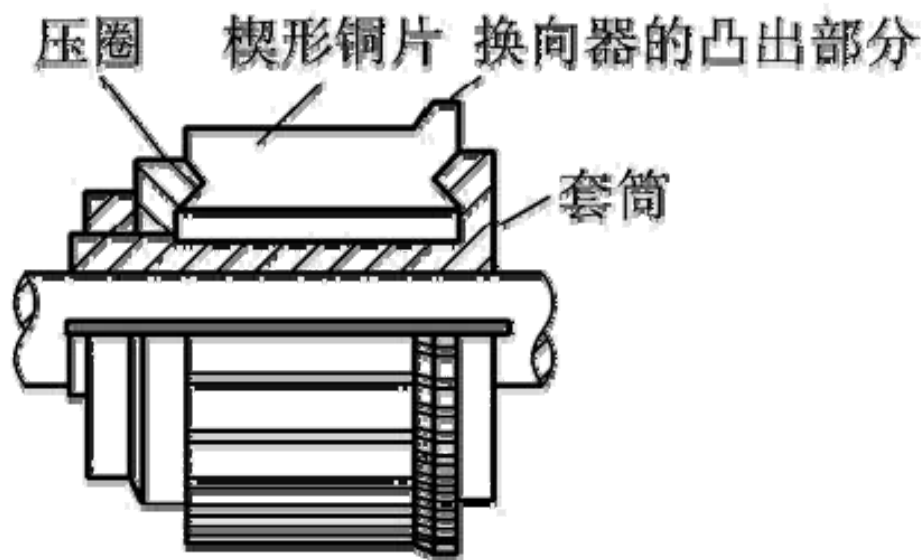
3. 换向器

换向器又称整流子，是直流电动机的一种特殊装置。

换向器作用：将外部直流电转换成内部的交流，以保持转矩方向不变。



外形



剖面图

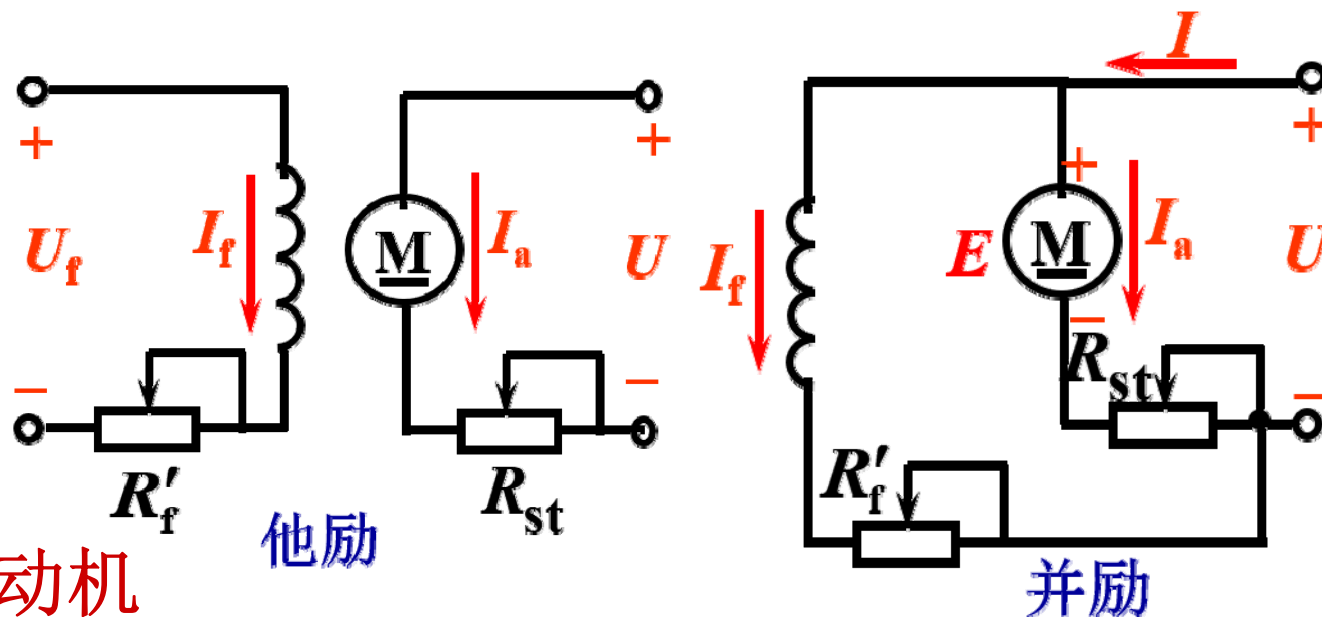
换向器

8.1.2 直流电动机的分类

直流电动机按照励磁方式可分为他励电动机、并励电动机、串励电动机和复励电动机

1. 他励电动机

励磁绕组和电枢绕组分别由两个直流电源供电。

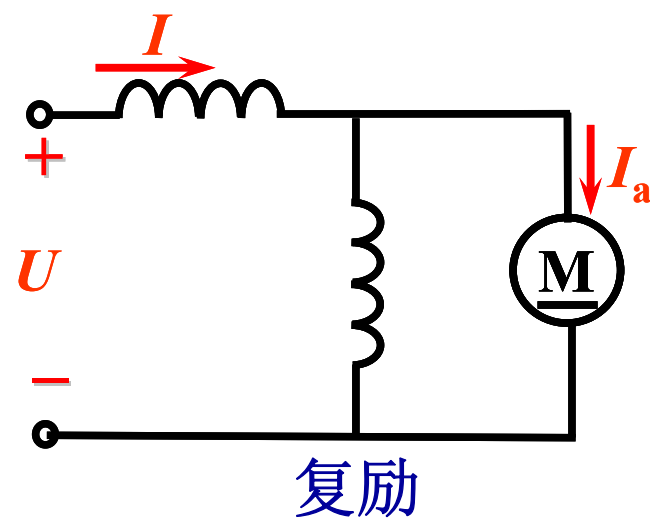
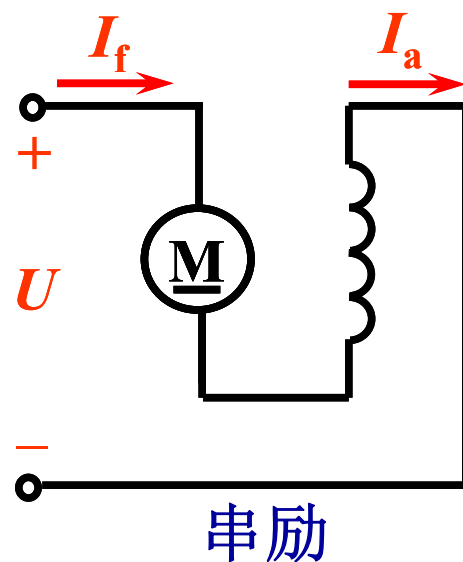


2. 并励电动机

励磁绕组和电枢绕组并联，由一个直流电源供电。

3. 串励电动机

励磁线圈与转子电枢串联接到同一电源上。



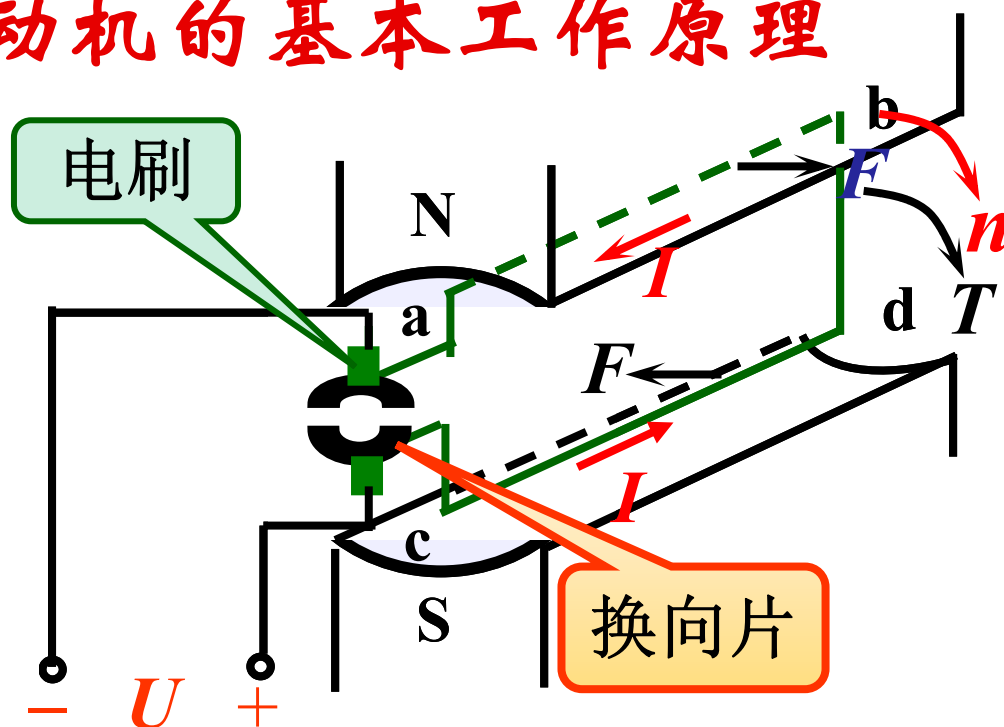
4. 复励电动机

励磁线圈与转子电枢的联接有串有并，接在同一电源上。

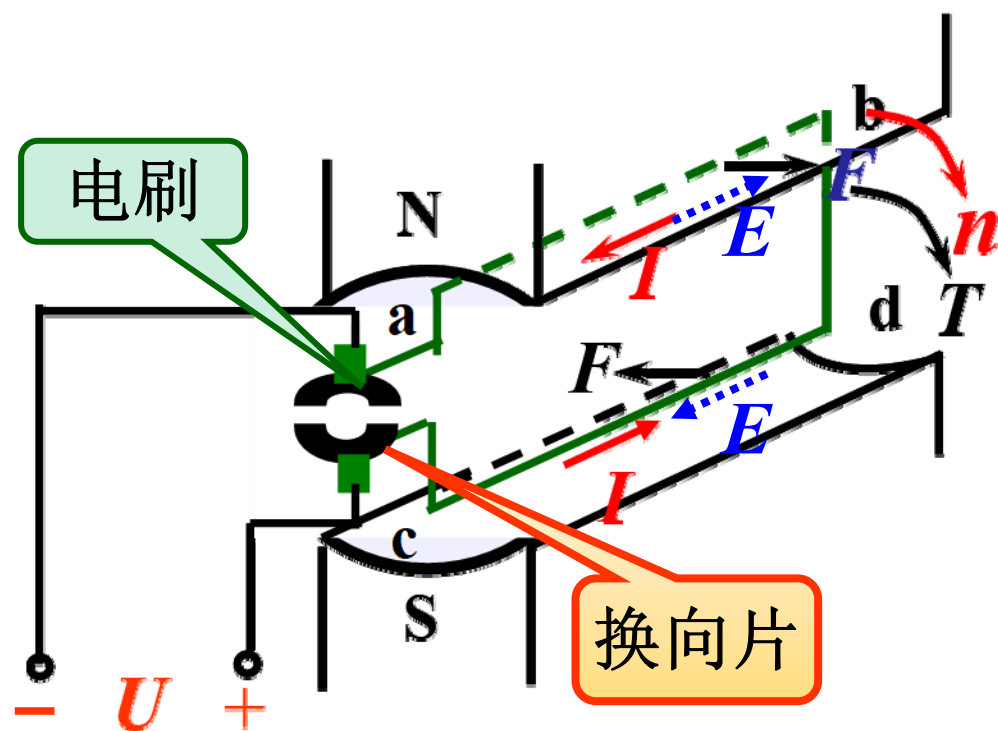
8.2 直流电动机的基本工作原理

换向器作用：

将外部直流电转换成内部的交流电，以保持转矩方向不变。



直流电从两电刷之间通入电枢绕组，电枢电流方向如图所示。换向片和电源固定联接，无论线圈怎样转动，总是 S 极有效边的电流方向向里，N 极有效边的电流方向向外。电动机电枢绕组通电后中受力 (左手定则) 按顺时针方向旋转。

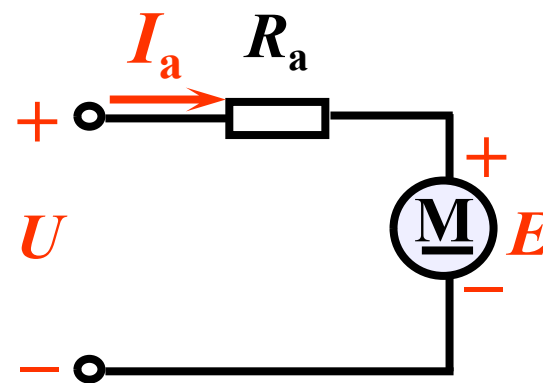


由图可知，电枢感应电动势 E 与电枢电流或外加电压方向总是相反，所以称反电势。

2. 电枢回路电压平衡式

$$U = E + I_a R_a = K_E \Phi n + I_a R_a$$

式中： U —外加电压， R_a —绕组电阻



3. 电磁转矩

直流电动机电枢绕组中的电流(电枢电流 I_a)与磁通 Φ 相互作用, 产生电磁力和电磁转矩, 直流电动机的电磁转矩公式为

$$T = K_T \Phi I_a \quad \left\{ \begin{array}{l} K_T: \text{与电动机结构有关的常数} \\ \Phi: \text{线圈所处位置的磁通} \\ I_a: \text{电枢绕组中的电流} \end{array} \right.$$

单位: Φ (韦伯), I_a (安), T (牛顿·米)

4. 转矩平衡关系

电动机的电磁转矩 T 为驱动转矩, 它使电枢转动。

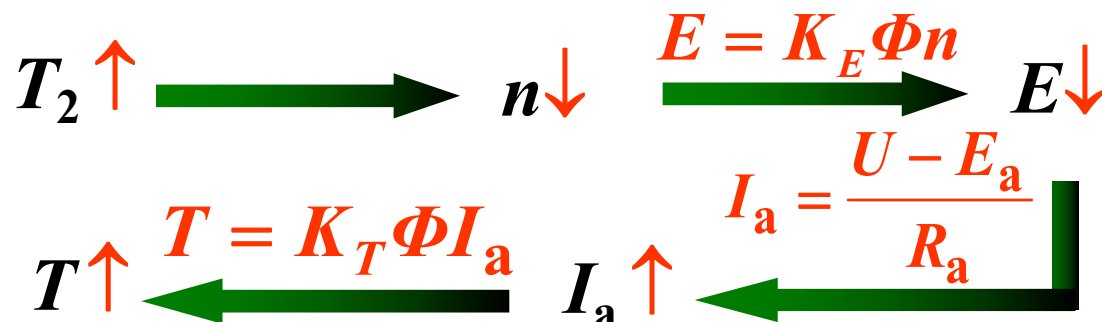
在电动机运行时, 电磁转矩必须和机械负载转矩及空载损耗转矩相平衡, 即

$$T = T_2 + T_0 \quad \begin{cases} T_2: \text{机械负载转矩} \\ T_0: \text{空载转矩} \end{cases}$$

转矩平衡过程

当电动机轴上的机械负载发生变化时，通过电动机转速、电动势、电枢电流的变化，电磁转矩将自动调整，以适应负载的变化，保持新的平衡。

例：设外加电枢电压 U 一定， $T=T_2$ (平衡)，此时，若 T_2 突然增加，则调整过程为



达到新的平衡点($I_a \uparrow$ 、 $P_{\lambda} \uparrow$)。

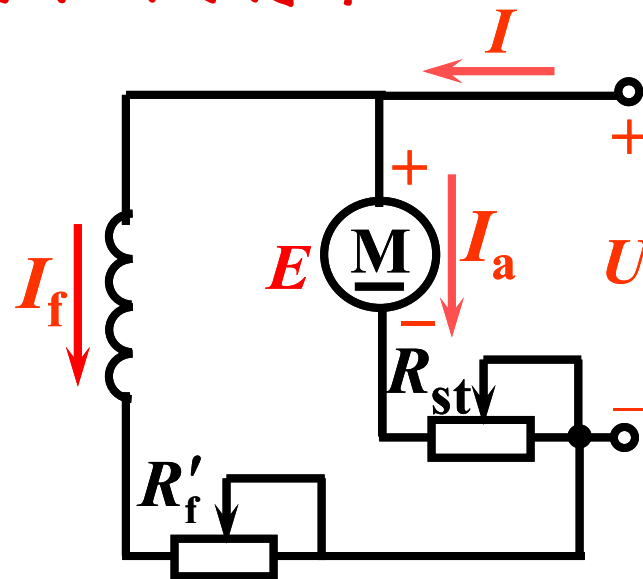
8.3 直流电动机的机械特性

特点: 励磁绕组与电枢并联

由图可求得

$$U = E + I_a R_a$$
$$I_a = \frac{U - E}{R_a} \quad I_f = \frac{U}{R_f}$$

$$I = I_a + I_f \approx I_a$$



分析可知：当电源电压 U 和励磁回路的电阻 R_f 一定时，励磁电流 I_f 和磁通 Φ 不变，即 $\Phi = \text{常数}$ 。则

$$T = K_T \Phi I_a = K_T I_a$$

并励电动机的磁通等于常数，转矩与电枢电流成正比。

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/245211134102011100>