

第 07 讲

直流电机的功率流程

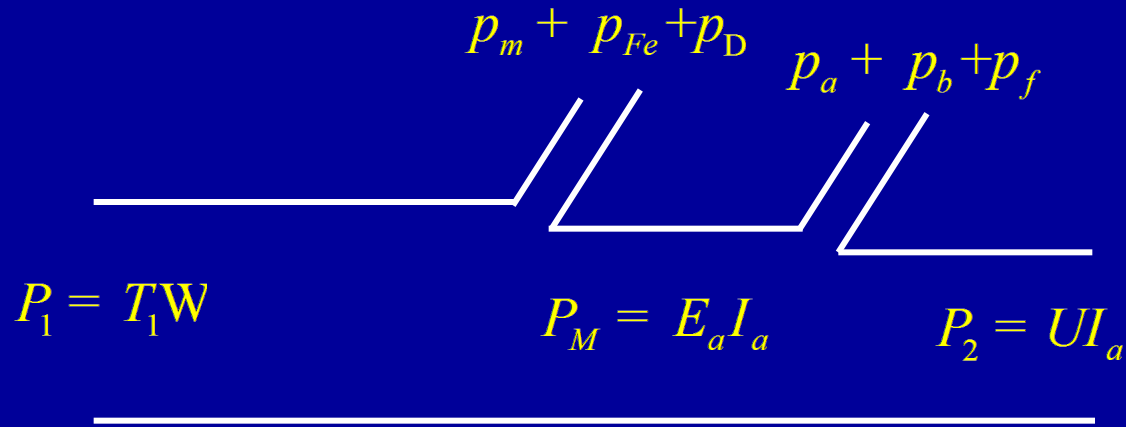
1. 直流电机中的功率流程
2. 直流电机基本理论复习

1. 直流电机中的功率流程

直流发电机功率流程

- 以并励直流发电机为例。
- 输入功率为**机械功率**，由**原动机**提供；
- 励磁绕组流过电流时消耗一定的电功率，称为励磁损耗。
- 电枢在磁场中旋转时，电机将产生**机械损耗**和**铁耗**。
- 发电机**带负载**运行时，电枢绕组中将有**电动势**和**电枢电流**，其**乘积**便是**电磁功率**（即**机械功率**经过电枢绕组的**切割磁力线**运动转化成的**电功率**，称为**电磁功率**）。
- 电枢电流会在电枢回路的所有**内电阻**上产生**电损耗**。主要包括电枢绕组电阻上的损耗以及电刷接触处的电损耗。
- 除过内电阻上的电损耗之后，其余功率将传送**电负载**，即**输出功率**。

并励直流发电机功率流程图



$$P_M = P_2 + p_a + p_b + p_f$$

直流发电机的效率

$$\dot{a} p = p_m + p_{Fe} + p_D + p_a + p_b + p_f \text{ —— (总损耗)}$$

$$P_1 = P_2 + \dot{a} p \text{ —— (输入功率)}$$

$$h = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{1 + \dot{a} p} \cdot 100\% \text{ —— (效率)}$$

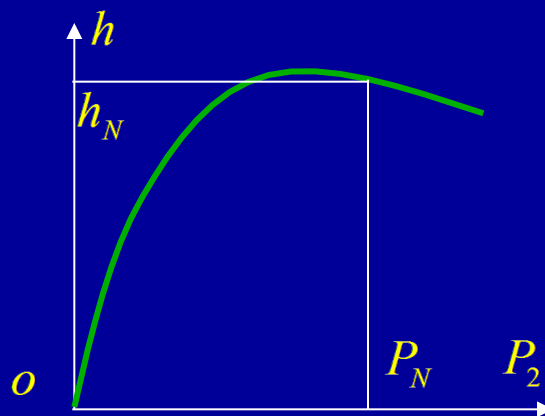
$$p_D \text{ —— (附加损耗)}$$

$$P_M = E_a I_a = T\Omega \text{ —— (电磁功率)}$$

10kW 以下	_____	$h = 75 \sim 85\%$
10 : 100kW	_____	$h = 85 \sim 90\%$
100kW 以上	_____	$h = 90 \sim 93\%$

直流发电机的效率曲线

- 效率随输出功率变化的函数关系。



【例题】 一台并励直流发电机，**已知**

$$P_N = 20\text{kW} \quad U_N = 230\text{V} \quad n_N = 1500\text{r/min}$$
$$R_a = 0.156\Omega \quad R_f = 73.3\Omega \quad p_m + p_{Fe} = 1.0\text{kW}$$

求 额定情况下

$$P_f \quad P_a \quad P_M \quad \dot{a} p \quad P_1 \quad h$$

【解】

$$I_N = \frac{P_N}{U_N} = 86.96\text{A} \quad I_f = \frac{U_N}{R_f} = 3.14\text{A} \quad I_a = I_N + I_f = 90.10\text{A}$$

$$P_f = I_f^2 R_f = 723.0\text{W} \quad p_a + p_b = I_a^2 R_a = 1266.0\text{W}$$

$$P_M = P_N + p_a + p_b + p_f = 21989\text{W}$$

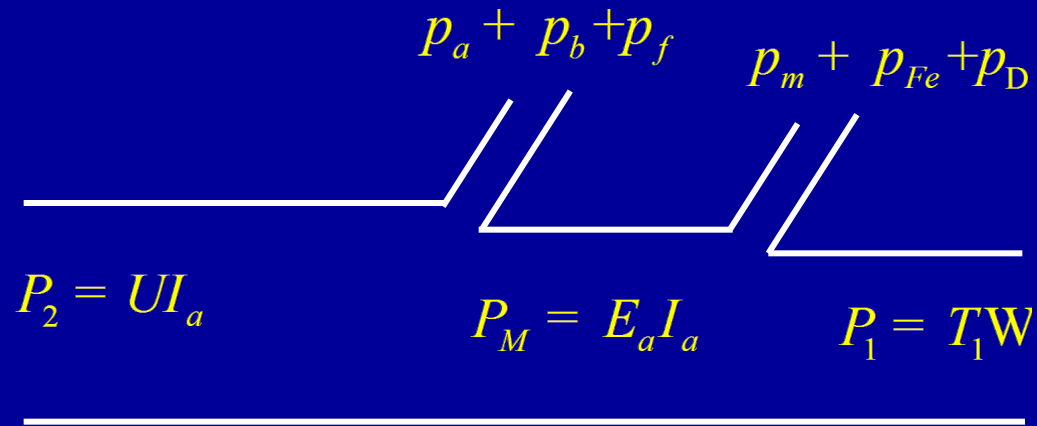
$$\dot{a} p = p_a + p_b + p_f + p_m + p_{Fe} + p_D = 3189\text{W}$$

$$P_1 = P_N + \dot{a} p = 23189\text{W} \quad h = \frac{P_N}{P_1} = 86.25\%$$

直流电动机的功率流程

- 以并励直流电动机为例。
- 输入功率为**电功率**，由**电源**提供。
- **电流**流过电枢绕组时，将在**内电阻**上产生**电损耗**（主要包括**电枢电阻上的损耗和电刷上的电损耗**），并产生**电磁转矩**，从而转变为**机械功率**（即**电功率**经过电枢绕组在磁场中**受力**转化成的**机械功率**，称为**电磁功率**）。
- **电磁功率**驱动电枢旋转时，还要扣除**机械损耗**和**铁耗**，其余功率才是真正驱动负载旋转的**机械输出功率**。

并励直流电动机功率流程图



$$P_M = P_2 + p_m + p_{Fe} + p_D$$

直流电动机 的效率

$$\dot{a} p = p_f + p_m + p_{Fe} + p_D + p_a + p_b + p_f \quad \text{—— (总损耗)}$$

$$P_1 = P_2 + \dot{a} p \quad \text{—— (输入功率)}$$

$$h = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{1 + \dot{a} p} \cdot 100\% \quad \text{—— (效率)}$$

$$p_D \quad \text{—— (附加损耗)}$$

$$P_M = E_a I_a = T\Omega \quad \text{(电磁功率)}$$

电磁功率和电磁转矩的计算

- **电磁功率**一般由公式 $P_M = E_a I_a$ 来计算，或者在已知**各种损耗**的情况下，用**功率关系**来计算。
- **电磁转矩** $T = P_M / \omega$, $\omega = 2\pi n / 60$ 。

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} \quad C_T = \frac{pN}{2a\pi} \quad C_e = \frac{pN}{60a}$$

$$P_M = T\omega = C_T F I_a \frac{2\pi n}{60} = \frac{2p}{60} C_T F n I_a = C_e F n I_a = E_a I_a$$

$$T = \frac{P_M}{\omega} = \frac{E_a I_a}{\omega}$$

【例题】 一台他励直流电机，电枢采用单波绕组，已知

$$\begin{array}{llll} 2p = 4 & N = 372 & U = 220\text{V} & n = 1500\text{r/min} \\ R_a = 0.208\Omega & p_{Fe} = 362\text{W} & F = 0.011\text{Wb} & p_m = 204\text{W} \end{array}$$

- 试问**
- (1) 该电机运行在发电状态还是电动状态？
 - (2) 电磁转矩为多少？
 - (3) 输入功率和效率各为多少？

【解】

(1) $a = 1$ (并联支路对数)

$$E_a = \frac{pN}{60a} F n = 204.6\text{V} < 220\text{V} = U \quad (\text{该电机运行在电动状态})$$

(2) $I_a = \frac{U_N - E_a}{R_a} = 74\text{A}$ (电枢电流)

$$T = \frac{E_a I_a}{\frac{2pn}{60}} = 96.38\text{N}\cdot\text{m} \quad (\text{电磁转矩})$$

$$(3) \quad P_1 = UI_a = 16280\text{W} \quad (\text{输入功率})$$

$$P_2 = P_M - p_{Fe} - p_m = 1706\text{W} \quad (\text{输出功率})$$

$$h = \frac{P_2}{P_1} = 89.5\% \quad (\text{效率})$$

2. 直流电机基本理论复习

- 掌握电枢**导体**在**磁场**中**运动**，产生**感应电动势**的规律；
- 掌握电枢**导体载流**时在**磁场**中产生**电磁力**的规律。
- 搞清楚**交流发电机**的**物理模型**及其**工作原理**。
- 搞清楚**直流电机**的**模型**及其**工作原理**。
- 搞清楚**换向器**在**直流发电机**和**电动机**中的作用。
- 搞清楚**电磁转矩**在**电动机**和**发电机**中性质的不同。
- 搞清楚**电枢感应电动势**在**发电机**和**电动机**中性质的不同。
- 要求知道直流电机是由**定子**、**转子**两大部分构成。

- 能说出直流电机的主磁路由哪几部分组成，各部分的材料，并定性分析各部分磁阻大小、磁压降的大小等。
- 理解主磁场的波形就是空载时电机内沿气隙圆周的磁通密度的分布波形。
- 理解电枢绕组产生的磁场的波形。
- 理解电枢反应的概念及电枢反应的结果。
- 知道电枢绕组各节距的含义。在给定极对数、虚槽数、元件数和换向片数时，会计算单叠绕组各节距。
- 理解并记住单叠绕组的特点：支路对数等于极对数。理解并记住单波绕组的特点：支路对数永远等于1。
- 理解并记住电枢电动势的计算公式。
- 理解并记住电磁转矩的计算公式。
- 理解并会应用电磁功率的计算公式 $P_M = E_a I_a$ 。
- 理解直流发电机根据励磁方式的分类。

- 掌握直流发电机的功率流程和效率计算。
- 掌握改变直流电动机的旋转方向的方法。
- 掌握判断直流电机运行状态的方法。
- 掌握直流电动机的功率流程和效率计算。

课后作业讲解

教材第1章作业解答

1-1 一台直流电机，电枢绕组为右行单叠绕组，极数为 4，转子槽数、元件数和换向片数均为 20，每槽中放置上下各一个元件边。试求

- (1) 绕组节距 y_1 、 y_2 、 y 及换向片节距 y_k ；
- (2) 画出绕组展开图及磁极和电刷位置；
- (3) 自设一个电枢旋转方向和磁极极性，标出相应的电刷极性；
- (4) 求出支路数。

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/007050050162010004>