

高等学校教学用书

电力拖动基础习题集

苏联 A. П. 庫瓦耶娃 Д. Н. 利巴托夫著

電力工業出版社

序 言

本習題集可供动力学院及动力工程系的学生作为学习“电力拖动基础”课程的教学材料之用。

本習題集的主要目的是帮助学生能熟练地掌握课程的基本原理及提高学生解决实际问题的技能。

本習題集按照莫斯科莫洛托夫动力学院“工业企业电力装备”专业的“电力拖动基础”课程的教学大纲分为五章。

習題集的内容在使学生能以最积极有效的办法来独立地解题。为了使学主熟悉最基本的计算方法，在本習題集中对某些典型的题目作了详细的解答，并在附录中列有最基本的计算公式。为了使学主能校验解题是否正确，在本书的最后附有答案。

本书第一、第三、第四章及其附录是Д.Н. 利巴托夫所写，第二、第五章及其附录为А.П. 庫瓦耶娃所写。

本书作者真诚地希望读者提出意见和批评，来信请寄：莫斯科水闸河岸街10号国立动力出版社(Москва, Шлюзовая наб., 10, Госэнергоиздат.)。

作者

目 录

序言	
第一章 电力拖动的力学	3
第二章 机械特性及电阻计算	16
第三章 电力拖动的过渡过程	53
第四章 电力拖动系统的力能学	87
第五章 电动机的发热和容量的计算	103
附录	121
甲 计算公式	121
乙 辅助曲线	144
丙 指数函数表 e^{-x} 由 $x=0$ 到 $x=5.0$	147
答案	149

第一章 电力拖动的力学

1-1. 試求出电动机軸上的靜轉矩以及当絞車帶有重物时折合到电动机軸上的轉动慣量(圖 1-1), 并求出当提升重物时电动机所發出的功率。重物重量 $G=500$ 公斤, 重物的提升速度 $v=1.5$ 公尺/秒, 电动机的轉速 $n_d=980$ 轉/分。鼓輪的直徑 $D_d=0.4$ 公尺。鼓輪的轉动慣量 $J_d=0.2$ 公斤-公尺-秒²。絞車的效率 $\eta=0.8$ 。絞車減速器的轉动慣量和鋼繩的質量可以忽略不計。

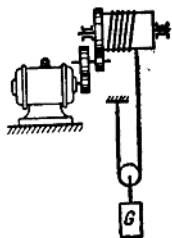


圖 1-1

解法:

当提升重物时电动机軸上的靜轉矩

$$M_c = G \cdot \frac{v}{\omega_d} \cdot \frac{1}{\eta} = 500 \times \frac{1.5 \times 30 \times 1}{3.14 \times 980 \times 0.8} = 9.15 \text{ 公斤-公尺.}$$

当提升重物时电动机發出的功率

$$P = \frac{G \cdot v}{102} \cdot \frac{1}{\eta} = \frac{M_c \cdot n_d}{975} = \frac{500 \times 1.5}{102 \times 0.8} = \frac{9.15 \times 980}{975} = 9.21 \text{ 瓩.}$$

折合到电动机軸上的重物的轉动慣量

$$J_{n \cdot 1} = m \cdot \left(\frac{v}{\omega_d} \right)^2 = \frac{500}{9.81} \left(\frac{1.5 \times 30}{3.14 \times 980} \right)^2 = 0.0105 \text{ 公斤-公尺-秒}^2.$$

鼓輪的轉速

$$n_d = \frac{2v \times 60}{\pi \cdot D_d} = \frac{2 \times 1.5 \times 60}{3.14 \times 0.4} = 143 \text{ 轉/分.}$$

折合到电动机軸上的鼓輪的轉动慣量

$$J_{n \cdot 6} = J_d \left(\frac{n_d}{n_d} \right)^2 = 0.2 \left(\frac{143}{980} \right)^2 = 0.00425 \text{ 公斤-公尺-秒}^2.$$

帶有重物的絞車折合到电动机軸上的轉动慣量之和

$$J_n = J_{n \cdot 1} + J_{n \cdot 6} = 0.0105 + 0.00425 = 0.01505 \text{ 公斤-公尺-秒}^2.$$

1-2. 如果在起動时电动机發出的平均轉矩 $M_d=44$ 公斤-公尺, 折合到电动机軸上的拖動系統的飞輪慣量 $GD^2=35$ 公斤-公尺²。在电动机軸上的靜轉矩 $M_c=8$ 公斤-公尺。試求拖動系統由靜止狀態加速

到轉速 $n_0 = 720$ 轉/分的时间。

1-3. 試求出当以 1 公尺/秒² 的加速度提升重物时絞車电动机應該發出的轉矩(圖1-1)。

折合到电动机軸上的靜轉矩 $M_0 = 19.5$ 公斤-公尺。当有重物时折合到电动机軸上的絞車的轉动慣量 $J = 0.0773$ 公斤-公尺-秒²。电动机轉子的轉动慣量 $J_0 = 0.2$ 公斤-公尺-秒²。絞車鼓輪的直徑 $D_0 = 0.4$ 公尺。減速器的傳动比 $i = 2.57$ 。

1-4. 电梯升降室的稳定速度为 3.5 公尺/秒。当 启动时升降室的加速度为 2.5 公尺/秒²。求出当电梯升降室向上启动时的 启动时间，升降室和电动机轉子的行程以及体重为 75 公斤的乘客的慣性力。拖动系統中無減速器(絞車鼓輪的軸以連軸器与电动机的軸相連接)。鼓輪的直徑 $D_0 = 0.8$ 公尺。

1-5. 如果当电动机不接 电源而制動器松开时， 1000 公斤的重物在 8 秒鐘內下降 10 公尺，試求出电动机轉子的轉动慣量以及折合到电动机軸上的絞車的轉动慣量(圖 1-1)。为了克服絞車中的損失所必需的重物重量为 400 公斤。并設絞車中的損失轉矩与轉速無關。鼓輪的直徑 $D_0 = 0.5$ 公尺，減速器的傳动比 $i = 15$ 。

1-6. 試求出鑄鉄皮帶輪的轉动慣量(圖 1-2)。皮帶輪的主要尺寸如下： $D_1 = 200$ 公厘， $D_2 = 100$ 公厘， $D_3 = 800$ 公厘， $D_4 = 1000$ 公厘， $l_1 = 400$ 公厘， $l_2 = 60$ 公厘， $l_3 = 500$ 公厘。鑄鉄的密度 $\gamma = 7.8$ 克/公分³。

1-7. 若皮帶輪的外緣由密度 $\gamma = 2.5$ 克/公分³ 的鋁制成，而其

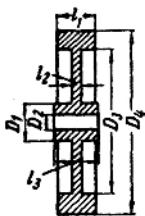


圖 1-2

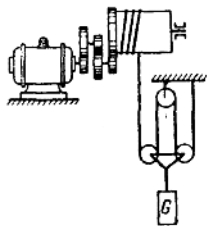


圖 1-3

他部分由鑄鐵制成，皮帶輪的尺寸如題 1-6。皮帶輪(圖 1-2)的轉動慣量將減小百分之几？

1-8. 試求出當提升和放落重物時電動機軸上的靜轉矩以及當帶有重物時折合成到電動機軸上的絞車的轉動慣量(圖 1-3)。重物的重量 $G=12000$ 公斤，重物的提升速度 $v=0.5$ 公尺/秒，電動機的轉速 $n_d=1430$ 轉/分，提升和放落時的轉動效率可取 $\eta=0.85$ 。吊鉤及鋼繩的重量忽略不計。

鼓輪的直徑 $D_d=0.5$ 公尺。鼓輪的轉動慣量 $J_d=0.3$ 公斤-公尺-秒²。折合成到電動機軸上的減速器的轉動慣量 $J=0.01$ 公斤-公尺-秒²。

1-9. 若電動機的平均制動轉矩 $M_d=90$ 公斤-公尺，折合成到電動機軸上的靜轉矩 $M_c=30$ 公斤-公尺，飛輪慣量 $GD^2=50$ 公斤-公尺²，求出到停止時的制動時間。電動機開始的轉速 $n_d=582$ 轉/分。

1-10. 試求出當以恆速 $v=0.9$ 公尺/秒提升和降落重物時電動機(圖 1-3)發出的功率，以及當以 0.5 公尺/秒² 的加速度提升和放落重物時電動機所應該發出的起動轉矩。在提升時折合成到電動機軸上的靜轉矩 $M_c=42$ 公斤-公尺，在放落時靜轉矩是位能轉矩，它的數值如果折合成到電動機軸上等於 34 公斤-公尺。折合成到電動機軸上的絞車的轉動慣量 $J_{\text{сжз}}=0.0815$ 公斤-公尺-秒²。電動機轉子的轉動慣量 $J_d=0.4$ 公斤-公尺-秒²。電動機轉速 $n_d=1430$ 轉/分。

解法：

當提升重物時電動機發出的功率

$$P = \frac{M_c \cdot n_d}{975} = \frac{42 \times 1430}{975} = 61.5 \text{ 瓩.}$$

當降落重物時由絞車方面傳到電動機軸上的功率

$$P = \frac{M_c \cdot n_d}{975} = \frac{34 \times 1430}{975} = 50 \text{ 瓩.}$$

因為在放落重物時折合成到電動機軸上的靜轉矩是位能轉矩，所以電動機將工作於制動狀態。

當提升時電動機發出的起動轉矩

$$M = M_c + M_{\text{дин}} = M_c + J \frac{d\omega_d}{dt} = M_c + J \cdot \frac{\omega_d}{v} \cdot \frac{dv}{dt};$$

$$M = 42 + 0.4815 \times \frac{3.14 \times 1430}{0.9 \times 30} \times 0.5 = 42 + 40 = 82 \text{ 公斤-公尺.}$$

当降落重物时电动机发出的起动力矩

$$M = -M_G + M_{\partial \text{nn}} = -M_G + J \cdot \frac{\omega \partial}{v} \cdot \frac{dv}{dt};$$

$$M = -34 + 0.4815 \times \frac{3.14 \times 1430}{0.9 \times 30} \times 0.5 = -34 + 40 = 6 \text{ 公斤-公尺.}$$

电动机将工作于电动机状态。

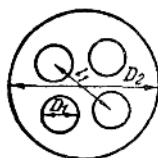


圖 1-4

1-11. 試求出鋼質轉子(圖1-4)的轉動慣量。

此鋼質轉子的主要尺寸如下: 長度 $l = 600$ 公厘, 外直徑 $D_2 = 900$ 公厘, 孔的直徑 $D_1 = 200$ 公厘, 每孔圓心間的距離 $l_1 = 600$ 公厘。鋼的密度 $\gamma = 7.8$ 克/公分³。

1-12. 試求出电动机由靜止狀態空載加速到

$n_0 = 975$ 轉/分的行程(以轉數表示)。起动力矩

機發出的平均轉矩 $M_g = 25$ 公斤-公尺, 折合到电动机軸上的飛輪慣量 $GD^2 = 45$ 公斤-公尺²。

1-13. 假設电动机的轉子是實心的(圖1-5), 当轉子的直徑減小而長度增加 50% 时, 它的轉動慣量是如何变化?

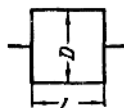


圖 1-5

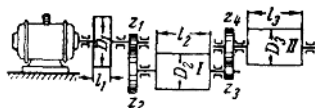


圖 1-6

1-14. 試求出折合到电动机軸上的軋鋼機械(圖1-6)的靜轉矩以及它的轉動慣量。

飛輪的直徑 $D_1 = 1500$ 公厘, 長度 $l_1 = 200$ 公厘。軋軋的直徑 $D_2 = 400$ 公厘, $D_3 = 500$ 公厘, 軋軋的長度: $l_2 = 800$ 公厘, $l_3 = 1200$ 公厘。

軋軋和飛輪是實心的, 由鋼制成。鋼的密度 $\gamma = 7.8$ 克/公分³。

作用在軋軋 I 外緣上的力 $F_1 = 2000$ 公斤, 作用在軋軋 II 外緣上

的力 $F_{11}=1400$ 公斤。齒輪的齒數: $z_1=15, z_2=35, z_3=20, z_4=45$ 。

第一對齒輪的效率 $\eta_1=0.87$, 第二對齒輪的效率 $\eta_2=0.91$ 。電動機的轉速 $n_0=730$ 轉/分。齒輪的轉動慣量忽略不計。

1-15. 試求出 1-14 題中的電動機當空載起動和有負載起動時在飛輪和電動機中間軸上的轉矩, 以及飛輪和第一對齒輪中間軸上的轉矩。電動機和飛輪中的損失忽略不計。起動時電動機發出的轉矩 $M_0=560$ 公斤-公尺。

當有負載起動時折合成到電動機軸上的靜轉矩 $M_c=312.2$ 公斤-公尺。折合成到電動機軸上的飛輪的轉動慣量 $J_M=78.9$ 公斤-公尺-秒², 軋鋼機械其他部分的轉動慣量 $J_{Mex}=0.5$ 公斤-公尺-秒²。

電動機轉子的飛輪慣量 $GD_0^2=400$ 公斤-公尺²。

解法:

電動機轉子以及軋鋼機械轉動慣量的總和

$$J_{\Sigma} = J_M + J_{Mex} + \frac{GD_0^2}{4 \cdot g} = 78.9 + 0.5 + \frac{400}{4 \times 9.81} \\ = 78.9 + 0.5 + 10.2 = 89.6 \text{ 公斤-公尺-秒}^2.$$

當負載起動時電動機的加速度

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{M_0 - M_c}{J_{\Sigma}} = \frac{560 - 312.2}{89.6} = 2.77 \text{ 1/秒}^2.$$

當負載起動時在電動機和飛輪中間軸上的轉矩

$$M = M_0 - J_0 \frac{d\omega}{dt} = 560 - \frac{400}{4 \times 9.81} \times 2.77 = 560 - 23.2 = 531.8 \text{ 公斤-公尺}.$$

當負載起動時在飛輪和第一對齒輪中間軸上的轉矩

$$M = M_0 - (J_0 + J_M) \frac{d\omega}{dt} = 560 - (10.2 + 78.9) \times 2.77 \\ = 560 - 246.42 = 313.53 \text{ 公斤-公尺}.$$

空載起動時電動機的加速度

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{M_0}{J_{\Sigma}} = \frac{560}{89.6} = 6.25 \text{ 1/秒}^2.$$

空載起動時在電動機和飛輪中間軸上的轉矩

$$M = M_0 - J_0 \frac{d\omega}{dt} = 560 - \frac{400}{4 \times 9.81} \times 6.25 = 560 - 63.75 = 496.25 \text{ 公斤-公尺}.$$

空載起動時在飛輪和第一對齒輪中間軸上的轉矩

$$M = M_a - (J_a + J_M) \frac{d\omega}{dt};$$

$$M = 560 - (10.2 + 78.9) \times 6.25 = 560 - 556.9 = 3.1 \text{ 公斤-公尺.}$$

1-16. 試求出折合到电动机軸上的龍門鉋床(圖 1-7)的靜轉矩, 以及龍門鉋床和工件的飛輪慣量。

切削力 $F = 2000$ 公斤, 切削速度 $v = 10$ 公尺/分, 工作台重量 $G_e = 3000$ 公斤, 工件重量 $G_a = 600$ 公斤, 工作台與導軌的摩擦係數 $\mu = 0.1$ 。齒輪的直徑 $D_8 = 500$ 公厘, 傳動齒輪的齒數 $z_1 = 15, z_2 = 47, z_3 = 22, z_4 = 58, z_5 = 18, z_6 = 58, z_7 = 14, z_8 = 46$ 。

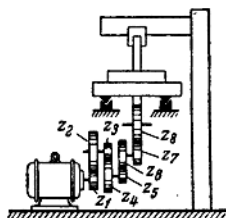


圖 1-7

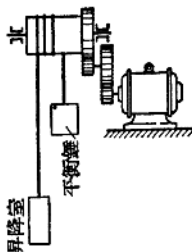


圖 1-8

齒輪的飛輪慣量: $GD_1^2 = 0.31$ 公斤-公尺², $GD_2^2 = 1.52$ 公斤-公尺², $GD_3^2 = 0.8$ 公斤-公尺², $GD_4^2 = 2.4$ 公斤-公尺², $GD_5^2 = 1.4$ 公斤-公尺², $GD_6^2 = 3.8$ 公斤-公尺², $GD_7^2 = 2.6$ 公斤-公尺², $GD_8^2 = 4.2$ 公斤-公尺²。齒輪的傳動效率 $\eta = 0.8$ 。由垂直方向切削力所引起的工作台與導軌間的摩擦損失可以忽略不計。

1-17. 試求出在起動龍門鉋床電動機(圖 1-7)時工作台的加速度和行程以及在電動機軸上和齒輪 z_2, z_3 中間軸上的轉矩。在起動時電動機發出的電磁轉矩 $M_a = 18$ 公斤-公尺。

折合到電動機軸上的靜轉矩 $M_e = 8.4$ 公斤-公尺。傳動比 $i = 87.5$ 。最後一個齒輪(z_8)的直徑 $D_8 = 500$ 公厘。折合到電動機軸上的鉋床工作台和工件的飛輪慣量 $GD_1^2 = 0.73$ 公斤-公尺², 齒輪 z_1 及 z_2 的飛輪慣量 $GD_{1,2}^2 = 0.4275$ 公斤-公尺²。電動機轉子的飛輪慣量 $GD_\theta^2 = 6$ 公

斤-公尺²。电动机轉速 $n_d = 557$ 轉/分。傳动損失忽略不計。

1-18. 試求出在提升和放落升降室时折合到电动机軸上的靜轉矩以及折合到电动机軸上的升降机直綫运动部分的轉动慣量 (圖1-8)。重物重量 $G_s = 1000$ 公斤, 昇降室重量 $G_k = 300$ 公斤, 平衡錘重量 $G_n = 600$ 公斤。重物提升速度 $v = 1.5$ 公尺/秒, 电动机轉速 $n_d = 980$ 轉/分。傳动效率 $\eta = 0.85$ 。傳动機構及鼓輪的轉动慣量忽略不計。

1-19. 在放落升降室时, 如果

1) 电动机發出的制動轉矩 $M_d = 10$ 公斤-公尺;

2) 电动机發出的推动轉矩 $M_d = 10$ 公斤-公尺,

試求出上述二种情况中升降机拖动系統的加速時間。

作用在电动机軸上的靜轉矩是位能轉矩, 它的数值 $M_c = 20$ 公斤-公尺。折合到电动机軸上的飞輪慣量 $GD^2 = 20$ 公斤-公尺²。电动机的穩定轉速 $n_d = 780$ 轉/分。

1-20. 某矿井的升降机有平衡鋼索 (圖1-9), 如果料斗中放有重物, 試求当提升料斗时折合到电动机軸上的靜轉矩以及升降机的轉动慣量。

料斗重量 $G_c = 4000$ 公斤, 重物重量 $G_s = 5000$ 公斤, 鋼索重量 $G_k = 12$ 公斤/公尺。料斗的提升速度 $v = 6$ 公尺/秒。鼓輪直徑 $D_d = 4$ 公尺, 導輪直徑 $D_w = 5$ 公尺。鼓輪的飞輪慣量 $GD_d^2 = 800$ 公斤-公尺², 每个導輪的飞輪慣量 $GD_w^2 = 300$ 公斤-公尺²。鋼索長度 $l_3 = 25$ 公尺, $l_4 = 15$ 公尺, $l_1 = 300$ 公尺, $l_2 = 10$ 公尺。平衡鋼索長度 $l_5 = 300$ 公尺。纏在鼓輪上鋼索的匝数为 2.5 匝。电动机的轉速 $n_d = 485$ 轉/分。減速器, 鼓輪以及導輪的效率各为 0.7。減速器的轉动慣量忽略不計。

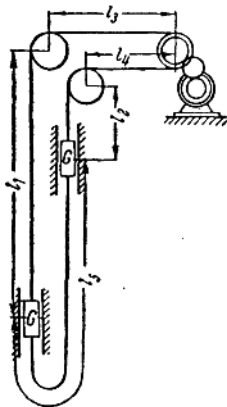


圖 1-9

1-21. 試求当矿井升降机的料斗 (圖1-9) 以 $v = 6$ 公尺/秒的穩定速度提升时电

电动机發出的功率以及当料斗以 1.2 公尺/秒² 的加速度向上启动时电动机应该發出的轉矩。已知折合到电动机軸上的靜轉矩 $M_e = 1013$ 公斤-公尺，折合到电动机軸上的升降機轉動慣量 $J = 31.63$ 公斤-公尺-秒²。电动机轉速 $n_d = 485$ 轉/分。电动机的轉動慣量 $J_d = 30$ 公斤-公尺-秒²。鼓輪的直徑 $D_d = 4$ 公尺。傳動比 $i = 16.9$ 。

1-22. 試求当以 1.5 公尺/秒² 的加速度提升和放落重物时絞車电动机(圖1-10)应该發出的轉矩以及鋼索所受的力。已知重物的重量 $G = 5000$ 公斤。傳動比 $i = 15$ ，鼓輪直徑 $D_d = 0.6$ 公尺。电动机的飛輪慣量 $GD_d^2 = 18.6$ 公斤-公尺²，电动机轉速 $n_d = 960$ 轉/分。当提升和放落額定重量的重物时傳動效率可取 $\eta = 0.8$ 。

鼓輪，減速器以及鋼索的轉動慣量忽略不計。

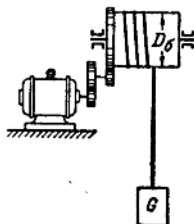


圖 1-10

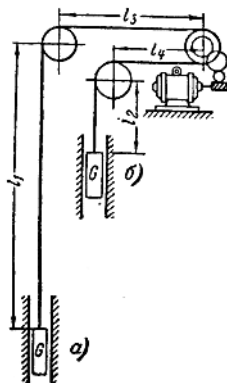


圖 1-11

1-23. 某矿山的升降機無平衡鋼索(圖1-11)，試求当

1) 有料料斗(圖1-11 中下面的料斗) 在下，空料斗(圖1-11 中上面的料斗)在上时，以及

2) 有料料斗在上，空料斗在下时折合到电动机軸上的靜轉矩以及升降機的轉動慣量。

效率 $\eta = 0.85$ 。車輪與傳動機構迴轉部分的轉動慣量可忽略不計。

1-27. 如果在起動時電動機發出的轉矩 $M_0 = 2.5$ 公斤-公尺，試求跑車(圖1-14)在起動時的加速度。已知折合到電動機軸上的靜轉矩 $M_e = 0.95$ 公斤-公尺，飛輪慣量 $GD^2 = 2.11$ 公斤-公尺²。電動機的轉動慣量 $J_0 = 0.12$ 公斤-公尺-秒²，跑車的移動速度 $v = 80$ 公尺/分，電動機的轉速 $n_0 = 960$ 轉/分。並設在起動時車輪與鋼軌間無滑動。

1-28. 試列出曲柄——連桿機械(圖1-15)的靜轉矩及轉動慣量(折合到電動機軸上計算)以曲柄轉角為函數的方程式。

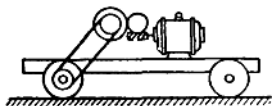


圖 1-14

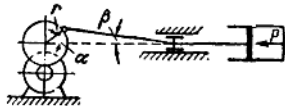


圖 1-15

電動機的轉速為 n ，作用在活塞上的壓力為 P ；連桿長度 l 大於曲柄的直徑 r 很多倍。

減速器的傳動比為 i ，直線運動部分的重量為 G 。連桿及傳動機構的轉動慣量可以忽略不計。機械的效率 η 可認作與它的位置無關。

1-29. 試求出當提升裝有重物的料斗時折合到電動機軸上的靜轉矩以及折合到電動機軸上的料斗升降機(圖1-16)作直線運動部分的飛輪慣量。

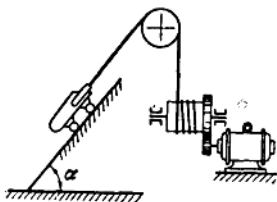


圖 1-16

料斗與重物重量 $G = 4000$ 公斤，料斗的車輪直徑 $D_k = 250$ 公厘，輪軸直徑 $D_q = 30$ 公厘；輪軸的滑動摩擦係數 $\mu = 0.1$ ；車輪與鋼軌的滾動摩擦係數 $f = 0.06$ 公分，輪緣與鋼軌的滑動摩擦係數 $K = 1.35$ 。傾斜角 $\alpha = 45^\circ$ 。鼓輪及傳動機構的效率 $\eta = 0.85$ 。料斗的提升速度 $v = 1.2$ 公尺

/秒。電動機的轉速 $n_0 = 785$ 轉/分。

折合到电动机軸上的鼓輪、導輪、鋼索及減速器的总飞輪慣量
2.1 公斤-公尺²。

解法：

当料斗裝有重物时由于重力而作用于鋼索的力

$$F = G \cdot \cos \alpha = 4000 \cos 45^\circ = 4000 \times 0.707 = 2828 \text{ 公斤,}$$

作用于車輪的力

$$F = G \cdot \sin \alpha = 4000 \sin 45^\circ = 4000 \times 0.707 = 2828 \text{ 公斤,}$$

由于輪緣的摩擦、車輪的滚动摩擦以及輪軸的滑动摩擦而作用于鋼索的力

$$F_{mp} = K \frac{F}{R_{\text{к}}} (\mu r_y + f) = 1.35 \times \frac{2828}{12.5} (0.1 \times 1.5 + 0.06) = 64.2 \text{ 公斤,}$$

作用于鋼索的合力

$$F_{\text{max}} = F + F_{mp} = 2828 + 64.2 = 2892.2 \text{ 公斤,}$$

折合到电动机軸上的靜轉矩

$$M_0 = F_{\text{max}} \frac{v}{\omega_0} \cdot \frac{1}{\eta} = 2892.2 \times \frac{1.2 \times 30}{3.14 \times 735} \times \frac{1}{0.85} = 51 \text{ 公斤-公尺,}$$

折合到电动机軸上的料斗及重物的轉動慣量

$$J_n = \frac{G}{g} \left(\frac{v}{\omega_0} \right)^2 = \frac{4000}{9.81} \left(\frac{1.2 \times 30}{3.14 \times 735} \right)^2 = 0.091 \text{ 公斤-公尺-秒}^2.$$

折合到电动机軸上的料斗升降机的总飞輪慣量

$$GD_{\Sigma}^2 = J_n \cdot 4g + GD^2 = 0.091 \times 4 \times 9.81 + 2.1 = 5.67 \text{ 公斤-公尺}^2.$$

1-30. 某一台电动机作空載運轉时的轉速为 1000 轉/分，这时由電網輸入的功率 $P=5.4$ 瓩，如果当电动机与電網切断后經過 8 秒鐘时的轉速降到 200 轉/分，电动机的机械損失为空載損失之 40%，并設与电动机的轉速無關。試求出电动机轉子的轉動慣量。

1-31. 試求出当曲柄轉角 $\alpha=90^\circ$ 及 $\alpha=0^\circ$ 时折合到电动机軸上的剪床(圖1-17)的靜轉矩及轉動慣量。

直線运动部分的重量 $G=4000$ 公斤，切削力 $F=5000$ 公斤，曲柄半徑 $r=0.2$ 公尺；連桿長度 $l=1.5$ 公尺。減速器的傳動比 $i=30$ 。当 $\alpha=90^\circ$ 时曲柄——連桿机械及減速器的效率 $\eta=0.7$ ；当 $\alpha=0^\circ$ 时剪床的損失为 $\alpha=90^\circ$ 时損失的 60%。傳动機構的飞輪慣量为 3.92 公斤-公尺²。

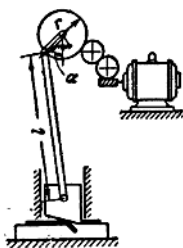


圖 1-17

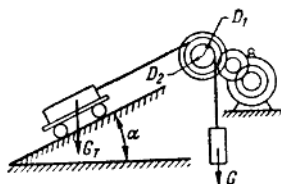


圖 1-18

1-32. 試求出当跑车沿着斜面提升时(圖1-18)电动机應該發出的轉矩。

跑车与重物重量 $G_m = 5000$ 公斤; 平衡锤重量 $G_n = 3000$ 公斤; 車輪直徑 $D_k = 20$ 公分; 輪軸直徑 $D_u = 4$ 公分; 大鼓輪的直徑 $D_1 = 0.6$ 公尺; 小鼓輪的直徑 $D_2 = 0.3$ 公尺; 滚动摩擦系数 $f = 0.07$ 公分。滑动摩擦系数 $\mu = 0.09$ 。各鼓輪的效率 $\eta_0 = 0.95$, 傳动效率 $\eta = 0.85$ 。斜面傾斜角 $\alpha = 30^\circ$ 。傳动比 $i = 30$ 。

1-33. 試求出当起动电动机提升跑车时作用于跑车及平衡锤的鋼索中的应力以及在提升跑车的过程中制动时作用于跑车及平衡锤的鋼索(圖1-18)中的应力。

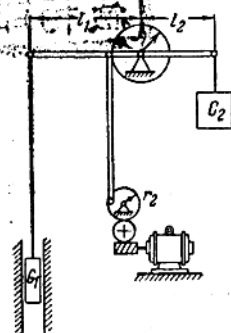


圖 1-19

跑车与重物重量为 6000 公斤, 平衡锤重量为 3000 公斤。斜面的傾斜角 $\alpha = 30^\circ$ 。傳动比 $i = 25$ 。鼓輪的直徑 $D_1 = 0.5$ 公尺, $D_2 = 0.4$ 公尺。起动时电动机發出的轉矩为 20 公斤-公尺, 制动时發出的轉矩为 16 公斤-公尺。电动机轉子的轉动慣量为 0.2 公斤-公尺-秒²。在傳动机構中、电动机中以及机械裝置中的損失可忽略不計。傳动机構及鼓輪的轉动慣量也可忽略不計。

1-34. 有一台深水泵(圖1-19), 齒輪



r_2 順時針方向迴轉，試求當深水泵及

到电动机

机軸上的靜轉矩以及直綫运动部分的轉動慣量。

直綫运动部分的重量 $G_1 = 2000$ 公斤；平衡錘重量 $G_2 = 2000$ 公斤；吸水時作用于活塞的壓力 $F = 1000$ 公斤。电动机轉速 $n_0 = 960$ 轉/分。 $l_1 = 2.5$ 公尺， $l_2 = 1.5$ 公尺， $r_1 = 1$ 公尺， $r_2 = 0.3$ 公尺。減速器的傳動比 $i = 25$ 。減速器的效率 $\eta = 0.7$ 。

解法：

折合到天平梁上的靜轉矩

$$M = F \cdot l + G_1 l_1 - G_2 l_2$$

$$M = 1000 \times 2.5 + 2000 \times 2.5 - 2000 \times 1.5 = 4500 \text{ 公斤-公尺}$$

折合到电动机軸上的靜轉矩

$$M_c = M \cdot \frac{r_2}{r_1} \cdot \frac{1}{i} \cdot \frac{1}{\eta}$$

$$M_c = 4500 \times \frac{0.3}{1} \times \frac{1}{25} \times \frac{1}{0.7} = 77.1 \text{ 公斤-公尺}$$

折合到电动机軸上的直綫运动部分的轉動慣量：

1) 水泵的活塞桿及活塞

$$J_{G_1} = \frac{G_1}{g} \left(\frac{v}{\omega_0} \right)^2 = \frac{G_1}{g} \left(\frac{r_2 \cdot l_1}{r_1 \cdot i} \right)^2$$

$$J_{G_1} = \frac{2000}{9.81} \left(\frac{0.3 \times 2.5}{25 \times 1} \right)^2 = 0.183 \text{ 公斤-公尺-秒}^2$$

2) 平衡錘

$$J_{G_2} = \frac{G_2}{g} \left(\frac{r_2 l_2}{r_1 \cdot i} \right)^2 = \frac{2000}{9.81} \left(\frac{0.3 \times 1.5}{25 \times 1} \right)^2 = 0.066 \text{ 公斤-公尺-秒}^2$$

3) 合成轉動慣量

$$J_n = J_{G_1} + J_{G_2} = 0.183 + 0.066 = 0.249 \text{ 公斤-公尺-秒}^2$$

1-35. 試求出圖 1-20 中的深水泵在 $\alpha = 0^\circ, 90^\circ$ 及 180° 時折合到电动机軸上的靜轉矩以及此水泵直綫运动部分的轉動慣量。

水泵直綫运动部分的重量 $G = 2000$ 公斤。當吸水及壓水時作用于活塞的力 $F = 1500$ 公斤。 $l_2 = 2$ 公尺， $l_1 = 3$ 公尺， $r = 0.4$ 公尺。

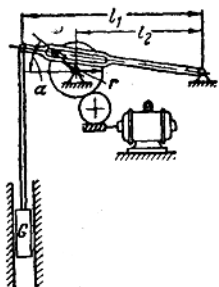


圖 1-20

減速器的傳動比 $i=50$ 。折合到電動機軸上的機械的摩擦轉矩 $M_{mp}=20$ 公斤-公尺，它的大小與機械的位置無關。

1-36. 某一交流電動機用來拖動起重絞車。如果傳動機構、鼓輪及滑車組的效率為 70%，而空載轉矩為 10% 額定轉矩，試求出當提升及降落重量為 50% 額定值的重物時的靜轉矩。

在解題時可設當重物有額定重量時電動機的轉矩為額定值，而折合到電動機軸上的摩擦轉矩與有效轉矩成下列直線關係：

$$M_{mp} = M_{x,r} + bM_N$$

第二章 機械特性及電阻計算

1. 直流并激電動機的機械特性*

2-1. 某直流并激電動機的參數為： $P_N=12$ 瓩， $U_N=220$ 伏， $I_N=61$ 安， $n_N=760$ 轉/分。在靜轉矩等於 $0.6 M_N$ 時，電樞電路中的附加電阻為 0.52 歐時，試求電動機的轉速。電樞繞組的電阻 $r_a=0.26$ 歐。

2-2. 某一台直流并激電動機用以帶動起重絞車，其參數為： $P_N=13$ 瓩， $U_N=110$ 伏， $I_N=137$ 安， $n_N=680$ 轉/分， $r_a=0.08$ 歐。假如電動機以 800 轉/分的轉速放落重物，試求其在和電網并聯的發電狀態下的轉矩及電樞電流。

2-3. 某一台直流并激電動機用以帶動起重機的絞車，其參數為： $P_N=30$ 瓩， $U_N=220$ 伏， $I_N=153$ 安， $n_N=1000$ 轉/分， $r_a=0.11$ 歐。在提升重物時，其軸上的轉矩等於 31.6 公斤-公尺。

* 在解題時，可認為電動機軸上的轉矩等於電磁轉矩，電動機所需的電流等於電樞電流，並且電樞反應不影響電動機的磁通。——譯者