**直流电机的动特性和选择（计算题）**

下文中标红色是修订过了，其他未经修订。修订版本仍可能有一些小问题，欢迎大家指正。

Oliver Wu

2023.12.24

**(1) 有一台他励直流电动机，它的额定力矩为TN＝330Nm，额定转速nN＝1000转/分，额定电压UN＝200伏，额定电流IN＝200安，电枢回路总电阻RS＝0.1欧，不计电刷压降以简化考虑。**

**问：1）这台电机的额定效率是多少？**

**2）额定负载力矩下，电机端电压为120V时，电机转速是多少？**

**3）不考虑电感影响，200V全压直接起动时的电流为额定电流的几倍?**

**4）采用降压起动来限制起动电流为额定电流的2倍，起动电压应为多少?**

**5）电枢串电阻以限制起动电流为额定电流的2倍，所串电阻应为多少？**

解：

1) 输入功率为

输出功率为

效率为

2) 

则

rpm

3) ，则2000A/200A=10倍

4) ，则

5) ，则

**(2) 四轮自动运输车采用两台直流伺服电机，各经1:10的减速器驱动一个前轮运行，两个后轮仅起支撑作用。车辆及负载总质量800kg，车轮半径0.25m，每个车轮的转动惯量为0.25kg·m2，车轮与地面的摩擦阻力系数为0.2，水平路面直线行驶要求8s内车辆可匀加速到最大速度16m/s，同时，运输车要求具有爬上10°坡道，并在10°坡道上行驶有0.2m/s2的加速能力，车辆要求长时间运输行驶。仅从直线运输要求，提出对驱动电机的额定力矩和额定转速指标需求。**

（注：本题更像一道力学题，主要是考查转矩计算和折算，对于电机学知识几乎没有要求。力矩平衡，本质是能量守恒，所以下文中算所需电磁转矩时，从总共所需的牵引力矩来推总驱动力矩。力矩折算本质也是看减速器两端功率一样：譬如减速比为10，那么可以理解成：负载轴转速是电机轴转速的1/10，根据**功率=力矩×转速**，功率一样的情况下，折算到电机轴的力矩就是负载力矩的1/10）

（本题有一个不太好的地方：车轮在路上做的其实是滚动，滚动摩阻系数其实没有这么大。）

解：,,车轮最大转速：

由于减速比为1：10，驱动电机的最大转速为：

1. 水平加速运行时

车总共所需水平驱动力

力矩：平动的部分+转动的部分



1. 水平匀速运行时

，

1. 斜面上匀加速运行时

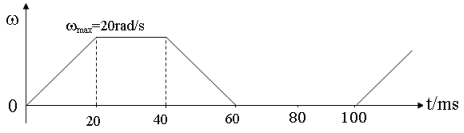


则最大转矩为80/2=40N·m，额定转矩为

注：水平加速只有8s，其转矩不能当作最大转矩。所以额定转矩需要从水平匀速运动以及10°加速运动（持续时间较长）两种情况中选择。

1. **修 机床加工中，采用直流伺服电机经1:10的减速器驱动被加工工件，工件的转动惯量JL=2×10-2kgm2，折算到电机侧的摩擦阻力矩Tf = 0.4 Nm。有一系列直流伺服电机可供驱动选择，其转动惯量都是JM=2×10-4 kgm2，额定转速都是3000rpm。**

**问：如果要求工件运动具备重复完成下图所示，以100ms为周期的运动。（不考虑减速器的转动惯量、效率和电机电气时间常数的影响）根据工件驱动需要，对驱动电机的最高转速、峰值力矩、额定转矩如何要求？ （4分）**



解：

负载轴角加速度与电机轴角加速度：

，

加速时：



注：第一项的是已经折算过的转矩，

第二项理解方式1、折算的角度，转动惯量折算到电机一侧：，乘以电机轴的角加速度得到其所需电磁转矩

2、功率的角度理解转矩，电机给电机的“功率”为，给工件（负载）的“功率”为

匀速时：



减速时：



等效转矩（方均根值）：



综上所述：

最大转速，最大转矩4.4Nm，额定转矩2.55Nm

1. **有一小车，采用直流有刷电机直接驱动车轮转动，车轮半径为0.1m，小车质量为1kg。若要求小车完成下图所示、以1s为周期的运动，假设总阻力矩为0.1Nm，忽略车轮与电机转轴的转动惯量，计算驱动电机需要提供的转速、最大转矩、额定转矩。**



解： 小车最大速度为，小车加速度为，

电机需要提供的最大转速为

在0至0.2s期间，电机所需转矩为



在0.2s至0.4s期间，电机所需转矩为



在0.4s至0.6s期间，电机所需转矩为



所以电机所需最大转矩为1.1Nm

电机所需额定扭矩（方均根值）为



1. **写出并励直流电机的反电动势、力矩表达式，和静态的电压平衡、力矩平衡表达式，由此推导出直流电动机的机械特性表达式。**

注：直流电动机的静态特性包括机械特性和调节特性：

1）机械特性指关系：****；2）调节特性、和

1. **直流电机的电枢绕组电压为Ua，电机输出角位移为θ，1）画出直流电机的控制框图并推导直流电动机的数学模型（传递函数），2）画出调压调速控制时的四象限运行的机械特性图，在图中标出电机正反向运转的电动、能耗制动、发电制动和反接制动状态所对应的区域或线段，写出电机调速控制的机械特性表达式。**

**(PPT中有答案)**