

最优化

背景介绍

电动汽车的分配效率（比如送货时间最短等等

针对论文提出的fatigue recovery模型，类比到电动汽车上来可以利用电动汽车制动能量回收系统（BERS/RBS）

大概介绍

近年来电动汽车蓬勃发展，然而电池续航里程以及充电速度却仍然不能满足人们的日常需求。在这种情况下，除了改进蓄能和驱动方式，制动能量回收技术作为延长续航里程的有效方式，其重要性日益凸显。随着电动汽车对车载能源技术的需求越来越迫切，电动汽车制动能量回收技术，即再生制动成为近年来研究的热点。制动能量回收是现代电动汽车的重要技术之一，也是它们的重要特点。制动能量回收系统由于技术要求较高，因此目前该技术应用在一些中高端的车型上，这些电动汽车上都已安装了类似的装置以节约制动能、回收部分制动动能，为驾驶者提供常规制动性能。

原理：

根据能量公式 $P=T \times \omega$ ，功率等于制动扭矩乘以转速。

电动汽车正常行驶时，这电机是一个将电能转化为机械能的装置，当电动汽车进行减速（松开油门滑行或踩刹车制动），此时电源切断，车辆运动惯性带动电机继续运转，此时电动机反转，汽车减速产生的负扭矩让这个车轮电机变为一个发电机，电机控制器会把电机从电动机模式转换成发电机模式。

这一模式正好类比人类在无氧状态下消耗能量进行短时间的冲刺，以及在有氧状态下体力慢慢恢复的过程。

如果把美赛论文中的变量与该场景——对应，以下是一个初步设想：

- 文中的AWC（anaerobic working capacity）可以类比成电动汽车的供电电池，表示汽车如想短时间内冲刺可以获得的最大功。

- 文中的C 临界功率可以类比为电动汽车决定是消耗能量还是能量回收的临界功率（一般的能量回收策略分析临界都是用的蓄电池的SOC（电池现存电量 /电池容量）暂时还没想好是否可以建立SOC和临界功率关系的数学模型）
- 其他都是类似的

在文章的数学建模部分，作者建立了一些数学模型具体计算出CP和Pmax等一些数值，但在电动汽车这一场景可以利用物理建模：

某款纯电动汽车的整车参数由表 3.1 所示

表格 3.1 纯电动汽车整车性能参数		
参数	符号	数值
整车整备质量（kg）	—	1350
满载质量（kg）	m	1650
空气阻力系数	C_D	0.3
迎风面积（m ² ）	A	1.9
滚动阻力系数	f	0.0144
车轮滚动半径（m）	R	0.3

纯电动汽车的动力性能参数由表 3.2 所示

表格 3.2 纯电动汽车动力性能参数		
动力性能参数	符号	数值
最高车速（km/h）	U_{\max}	180
最大爬坡度	i	20%
传动系效率	η_1	0.92
最大爬坡时稳定车速（km/h）	U_a	25
0~50km/h 加速时间（s）	T	8
50~80km/h 加速时间（s）	T	10
汽车续驶里程（km）	S	≥ 200

3.3.1 驱动电机功率确定

电动机的功率要依次满足（1）最高车速要求；（2）最大爬坡度要求；（3）加速性能要求；才能保证电动汽车正常行驶。下面根据表格 3.1 和 3.2 中数据依次进行计算，从而得到合适的额定功率，峰值功率。

（1）满足车辆最高车速的功率 P_{max1} 计算：

$$P_{max1} = \frac{1}{3600\eta_1} (mgfU_{max} + \frac{C_D A U_{max}^3}{21.15}) \quad (3.1)$$

代入表 3.1 和 3.2 中数据可得 $P_{max1} = 60.11kw$

（2）满足车辆最大爬坡度的功率 P_{max2} 计算：

$$P_{max2} = \frac{U_a}{3600\eta_1} \left(mgf \cos \alpha_{max} + mgsin \alpha_{max} + \frac{C_D A U_a^2}{21.15} \right) \quad (3.2)$$

式中， α_{max} 为最大爬坡角， $\alpha_{max} = \arctan \frac{i}{100}$ 。

代入表 3.1 和 3.2 中数据可得 $P_{max2} = 25.76kw$

（3）满足加速性能的功率 P_{max3} 计算：

电动汽车加速性能影响整车的性能，而加速性能与后备功率有关。选择大功率电机能够提高电动汽车的加速性能。电动机的功率过小则会对电动汽车的加速、爬坡等性能造成影响。但是电机的功率过大会带来能耗过大的问题，电动机的效率降低，甚至导致续驶里程的减少^[18]。

根据经验，纯电动汽车在起步加速时，其速度公式可以表示为：

$$u = u_m \left(\frac{t}{t_m} \right)^{0.5} \quad (3.3)$$

式中, t_m ——车辆加速过程所需时间

u_m ——车辆加速结束之后的车速。

假定车辆在笔直路面上加速行驶时, 此过程的瞬态总功率可以表示为:

$$P_{all} = P_j + P_f + P_w = \frac{1}{3600t_m\eta_1}(\delta m \frac{u_m^2}{2} + mgf \frac{u_m}{1.5} t_m + \frac{C_D A u_m^3}{21.15 \times 2.5} t_m) \quad (3.3)$$

式中, P_{all} ——加速过程的总功率;

P_f ——滚动阻尼功率;

P_j ——加速功率;

P_w ——空气阻力功率;

δ ——旋转质量换算系数, 一般取 1.0 左右。

因此, 因此, 加速过程最大功率 P_{max3} 为:

$$P_{max3} = \frac{1}{3600t_m\eta_1}(\delta m \frac{u_m^2}{2} + mgf \frac{u_m}{1.5} t_m + \frac{C_D A u_m^3}{21.15 \times 2.5} t_m) \quad (3.4)$$

代入表 3.2 中 0~50km/h 和 50~80km/h 的加速时间要求, 可得出 $P_{max3} = 80.59\text{kw}$

汽车驱动电机的峰值功率 P_{max} 必须同时满足三项要求, 即:

$$P_{max} \geq \{P_{max1}, P_{max2}, P_{max3}\} \quad (3.5)$$

由以上分析计算以及综合考虑, 选用驱动电机的峰值功率为 $P_{max} = 82\text{kw}$

驱动电机的额定功率可由下式计算得出:

$$P_{额} = \frac{P_{max}}{\lambda} \quad (3.6)$$

式中, λ ——电机过载系数 (λ 的取值范围一般为 2~4, 本文取 2)

代入计算可得 $P_{额} = 41\text{kw}$

具体可见[毕业设计 \(论文\) -电动汽车制动能量回收系统方案设计与控制研究.docx \(book118.com\)](#) 9-12页

其他的建模和最优化模型和原文相同, 只是换了之前的场景和两个常值的计算。

唯一没想好的地方在于CP这一临界值的建模, 如果按原文里的直接看作常数, 用数据集进行训练, 我们没有公开的数据集, 但暂时也没找到可以计算的公式。或者可以直

接把临界功率和SOC联系起来，但也没有现成的模型。