

汽车理论第四次作业

1851754 李玖思

(注：本报告所有代码参看压缩包附件)

1、

货车有关参数

| 参数项目 | 满载 | 空载 |
|-----------------------------|------|------|
| 汽车所受重力 G (kN) | 52.5 | 28.0 |
| 轴距 l (mm) | 3300 | 3300 |
| 质心到前轴距离 l _f (mm) | 2360 | 1670 |
| 质心到后轴距离 l _r (mm) | 940 | 1630 |
| 质心高度 h _g (mm) | 1055 | 850 |
| 车轮半径 r (mm) | 426 | 426 |

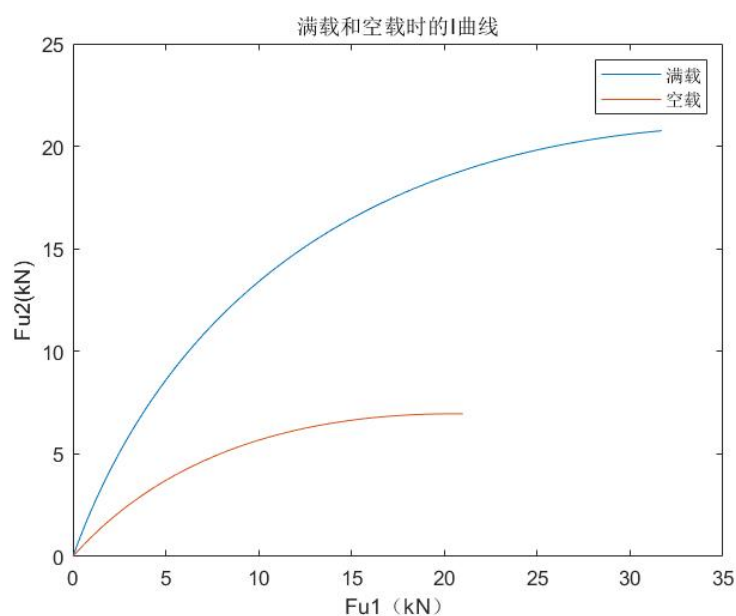
绘制满载与空载时的 I 曲线

$$\frac{F_{\mu 1}}{F_{\mu 2}} = \frac{l_r + \varphi h_g}{l_f - \varphi h_g}$$
$$F_{\mu 1} + F_{\mu 2} = \varphi G$$

以 $\varphi = 1$ ，代入可求 $F_{\mu 1}$ ， $F_{\mu 2}$ 的极限值，后根据

$$F_{\mu 2} = \frac{1}{2} \left[\frac{G}{h_g} \sqrt{l_r^2 + \frac{4lh_g}{G} F_{\mu 1}} - \left(\frac{Gl_r}{h_g} + 2F_{\mu 1} \right) \right]$$

带入数值画出满载与空载时的 I 曲线如下：



利用附着系数（货车制动力分配系数 $\beta = 0.477$ ）

满载货车同步附着系数：

$$\varphi_0 = \frac{l\beta - l_r}{h_g} = 0.6010$$

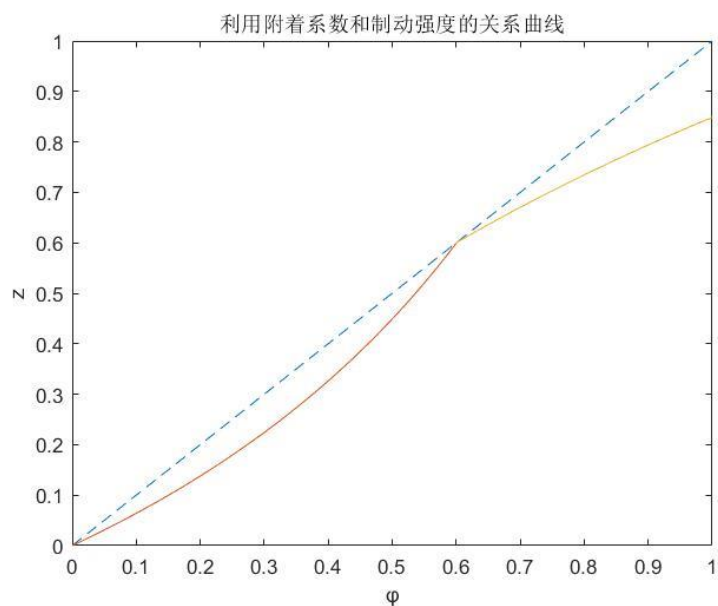
当 $\varphi < \varphi_0$ ，前轮刚抱死，前轮利用附着系数 $\varphi_f = \varphi$ 满足：

$$z = \frac{l_r \varphi}{\beta l - \varphi h_g}$$

当 $\varphi > \varphi_0$, 后轮刚抱死, 后轮利用附着系数 $\varphi_r = \varphi$ 满足:

$$z = \frac{l_f \varphi}{(1 - \beta)l - \varphi h_g}$$

绘制利用附着系数和制动强度的关系曲线如下:



制动效率 (货车制动力分配系数 $\beta = 0.477$)

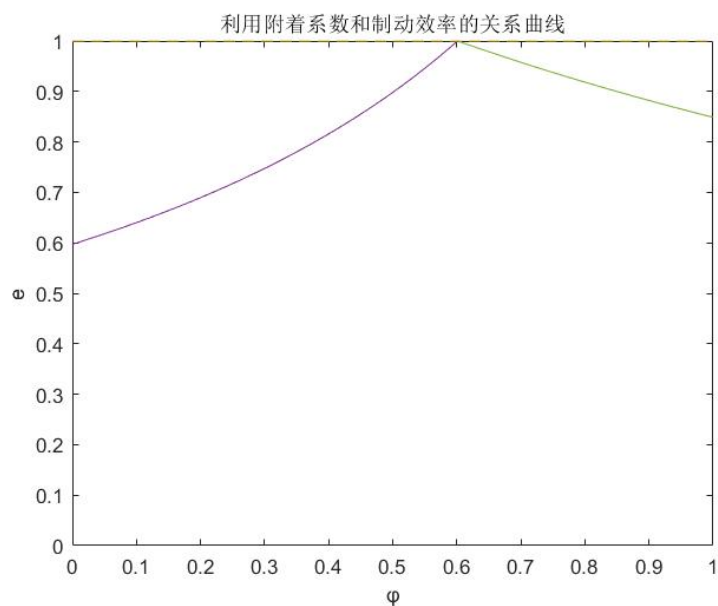
当 $\varphi < \varphi_0$, 前轮刚抱死, 制动效率满足:

$$\varepsilon = \frac{l_r}{\beta l - \varphi h_g}$$

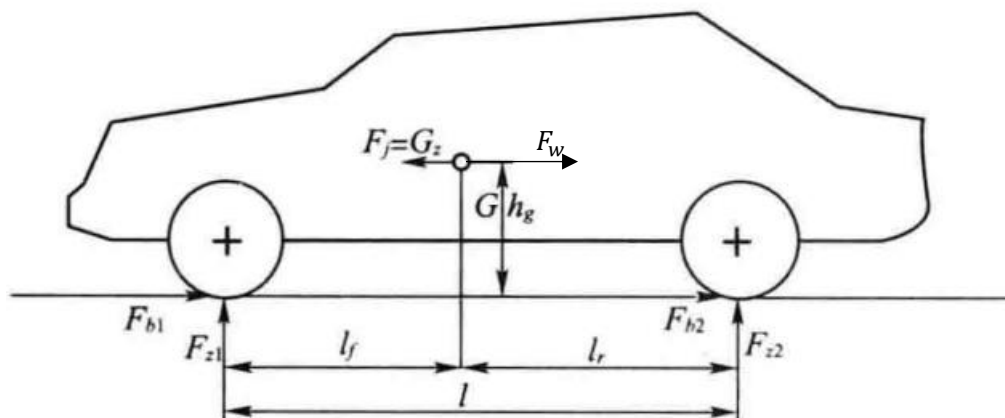
当 $\varphi > \varphi_0$, 后轮刚抱死, 制动效率满足:

$$\varepsilon = \frac{l_f}{(1 - \beta)l - \varphi h_g}$$

绘制利用附着系数和制动效率的关系曲线:



2、考虑整车气动阻力 $F_w = \frac{C_D A u_a^2}{21.15}$ ，汽车的I曲线



对前后接地点求力矩可得：

$$F_{z1} = (Gl_r + Gzh_g - F_w h_g)/l$$

$$F_{z2} = (Gl_f - Gzh_g + F_w h_g)/l$$

前后轮同时抱死，制动强度 $z = \varphi$

$$F_{z1} = (Gl_r + G\varphi h_g - F_w h_g)/l$$

$$F_{z2} = (Gl_f - G\varphi h_g + F_w h_g)/l$$

前后轴附着力满足：

$$\frac{F_{\mu1}}{F_{\mu2}} = \frac{Gl_r + G\varphi h_g - F_w h_g}{Gl_f - G\varphi h_g + F_w h_g} \quad (2)$$

$$F_{\mu1} + F_{\mu2} = \varphi G \quad (1)$$

得

$$F_{\mu2} = \frac{1}{2} \left[\frac{1}{h_g} \sqrt{G^2 l_r^2 + 4l h_g G F_{\mu1} - 2Gl_r F_w h_g + F_w^2 h_g^2} - \left(\frac{Gl_r}{h_g} + 2F_{\mu1} - F_w \right) \right]$$

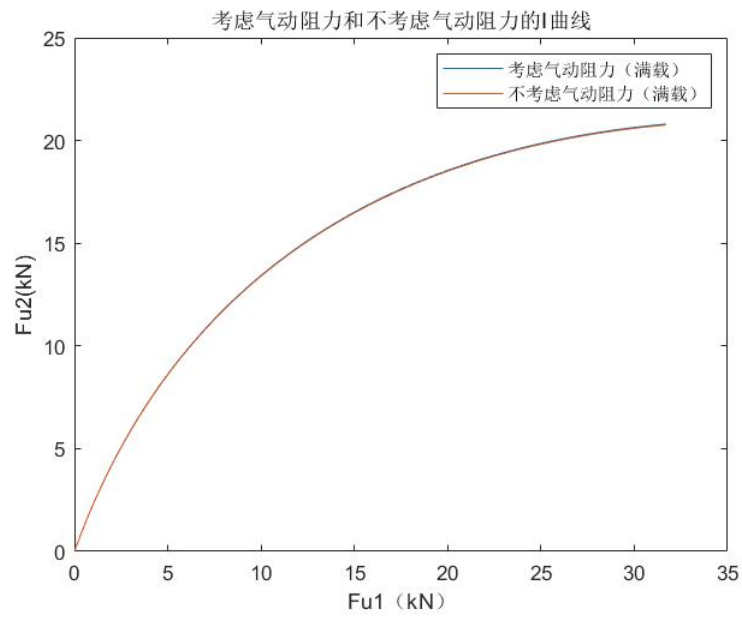
而不考虑气动阻力时前后附着力满足：

$$\frac{F_{\mu1}}{F_{\mu2}} = \frac{l_r + \varphi h_g}{l_f - \varphi h_g} \quad (4)$$

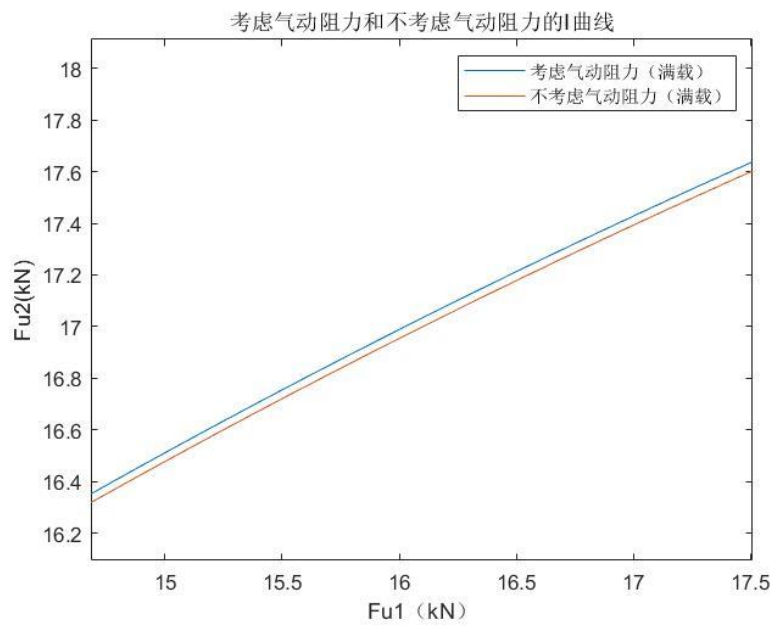
$$F_{\mu1} + F_{\mu2} = \varphi G \quad (3)$$

比较可知，作图法作I曲线时，式②④一致，即与坐标轴呈45°的平行线不变，比较①③可知，当考虑气动阻力时， $F_{\mu1} - F_{\mu2}$ 坐标系中，过坐标原点、斜率不同的射线斜率更大。则两组直线交点连成的曲线（I曲线）将整体向上向左移动。

取空气阻力系数*迎风面积 $C_D A = 2.77m^2$ ，制动时车速 $u_a = 30km/h$ ，绘制考虑气动阻力和不考虑气动阻力的I曲线如下：



局部放大如下:



由曲线可知:

- ① 考虑气动阻力后, I 曲线向左向上移动
- ② 气动阻力对 I 曲线影响极小, 故而考虑制动力分配时可以忽略气动阻力。

代码 (Matlab 2021a) (详细可参见代码文件):

```
1. %参数导入
2. Gmz=52.5;
3. lmz=3300;
4. lfmz=2360;
5. lrmz=940;
6. hgmz=1055;
7. rmz=426;
8.
9. Gkz=28.0;
10. lkz=3300;
11. lfkz=1670;
12. lrkz=1630;
13. hgkz=850;
14. rkz=426;
15.
16. b=0.477;
17.
18. % 绘制满载和空载时的 I 曲线
19. F1mz=0:0.1:roundn(Gmz/(1+(lfmz-hgmz)/(lrmz+hgmz)), -1);
20. F2mz=1/2*(Gmz/hgmz*sqrt(lrmz^2+4*lmz*hgmz.*F1mz/Gmz)-
    (Gmz*lrmz/hgmz+2.*F1mz));
21.
22. F1kz=0:0.1:roundn(Gkz/(1+(lfkz-hgkz)/(lrkz+hgkz)), -1);
23. F2kz=1/2*(Gkz/hgkz*sqrt(lrkz^2+4*lkz*hgkz.*F1kz/Gkz)-
    (Gkz*lrkz/hgkz+2.*F1kz));
24. plot(F1mz,F2mz,F1kz,F2kz);
25. title('满载和空载时的 I 曲线')
26. xlabel('Fu1 (kN)')
27. ylabel('Fu2(kN)')
28. legend("满载", "空载");
29.
30. % 算出制动力分配系数 b=0.477 时, 同步附着系数
31. fai0mz=(lmz*b-lrmz)/hgmz
32. % 绘制制动力分配系数 b=0.477 时, 利用附着系数和制动强度的关系曲线
33. fai11=0:0.01:1;
34. fai12=0:0.01:fai0mz;
35. fai13=roundn(fai0mz,-2):0.01:1;
36. z1mz=fai11;
37. z2mz=lrmz.*fai12./(b*lmz-fai12.*hgmz);
38. z3mz=lfmz.*fai13./((1-b)*lmz+fai13.*hgmz);
39. figure
40. plot(fai11,z1mz,'--');
41. hold on
```

```

42. plot(fai12,z2mz,fai13,z3mz);
43. title('利用附着系数和制动强度的关系曲线')
44. xlabel('φ')
45. ylabel('z')
46. hold off
47. % 绘制制动力分配系数 b=0.477 时，利用附着系数和制动效率的关系曲线
48. fai11=0:0.01:1;
49. fai12=0:0.01:fai0mz;
50. fai13=roundn(fai0mz,-2):0.01:1;
51. e1mz=ones(101);
52. e2mz=lrmz./(b*lmz-fai12.*hgmz);
53. e3mz=lrmz./((1-b)*lmz+fai13.*hgmz);
54. figure
55. plot(fai11,e1mz,'--');
56. hold on
57. plot(fai12,e2mz,fai13,e3mz);
58. title('利用附着系数和制动效率的关系曲线')
59. xlabel('φ')
60. ylabel('e')
61. ylim([0,1])
62. hold off
63.
64. % 绘制考虑气动阻力和不考虑气动阻力的 I 曲线
65. CdA=2.77;
66. u=30;
67. Fw=CdA/21.15*u^2*10^(-3);
68. F1mz_=0:0.1:roundn(Gmz/(1+(Gmz*lfmz-Gmz*hgmz+Fw*hgmz)/(Gmz*lrms+Gmz*hgmz-Fw*hgmz)), -1);
69. F2mz_=1/2*(1/hgmz*sqrt(Gmz^2*lrms^2+4*lmz*hgmz.*F1mz_.*Gmz-2*Gmz*lrms*Fw*hgmz+Fw^2*hgmz^2)-(Gmz*lrms/hgmz+2.*F1mz_-Fw));
70. figure
71. plot(F1mz_,F2mz_,F1mz,F2mz)
72. title('考虑气动阻力和不考虑气动阻力的 I 曲线')
73. xlabel('Fu1 (kN)')
74. ylabel('Fu2(kN)')
75. legend("考虑气动阻力（满载）","不考虑气动阻力（满载）");

```