

铁路机务技术资料



列车制动距离简算法

4

1973

人 民 交 通 出 版 社

铁路机务技术资料

列车制动距离简算法

人民交通出版社

1973年·北京

铁路机务技术资料
列车制动距离简算法

人民交通出版社出版

(北京市安定门外和平里)

北京市书刊出版业营业许可证出字第 006 号

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民交通出版社印刷一厂印

开本：787×1092 $\frac{1}{4}$ 印张： $\frac{11}{8}$ 字数：11千

1973年3月第1版

1973年3月第1版第1次印刷

印数：0001—18,000册 定价(科一)：0.07元

毛主席语录

路线是个纲，纲举目张。

认识从实践始，经过实践得到了理论的认识，还须再回到实践去。认识的能动作用，不但表现于从感性的认识到理性的认识之能动的飞跃，更重要的还须表现于从理性的认识到革命的实践这一个飞跃。

目 录

- 一、列车紧急制动距离简算法…………… 1
- 二、列车制动距离速算法……………17
- 三、列车常用制动时制动距离
计算方法……………23

一、列车紧急制动距离简算法

在牵引计算学里，对列车制动距离的计算作了详细的叙述。由于列车制动问题涉及因素较多，一般采用的计算方法比较烦琐，初学者学习和掌握有困难。这里介绍一种列车制动距离简捷算法，它的特点是：尽量用查表方法代替数字运算；以一次运算代替一般采用的分阶段（速度阶段）多次运算方法。

列车从速度为 V 时施行紧急制动至停车时所走行的距离称为列车制动距离（ S ）。从开始施行制动的瞬间至列车发生制动作用时（假设全列车瞬间同时产生最大制动力）止列车走行的距离称为空走距离（ S_n ）；后一段距离称为有效制动距

离 (S_d), 其计算公式为:

$$S = S_n + S_d$$
$$= \frac{V \cdot t_o}{3.6} + \frac{4.17 V^2}{1000 \varphi_p \varphi_{\kappa} + \omega_o + i_c} \text{米}$$

(1—1)

其中:

V ——制动开始时的列车速度, 公里/时

t_o ——空走时间, 秒。

空走时间计算方法按“牵引计算规程”可以简化为以下形式:

旅客列车: $t_o = 4 - a i_c$ (1—2)

貨物列车: $t_o = 8 - a i_c$ (1—3)

i_c ——制动地段的换算坡度 ‰。

a 值从附表1—1中查取。

φ_p ——列车计算制动率, 即

$$\varphi_p = \frac{\text{列车计算闸瓦压力总和}}{\text{列车重量}}$$

$$= \frac{\Sigma K_p}{Q + P}$$

$\bar{\varphi}_k$ —— 摩擦系数当量，从表 1—2 中查取。

$\bar{\omega}_o$ —— 列车基本阻力当量，公斤/吨
由下式求得：

$$\bar{\omega}_o = \frac{Q \cdot \bar{\omega}'_o + P \cdot \bar{\omega}'_{o_s}}{Q + P} \text{ 公斤/吨}$$

(1—4)

$Q \cdot P$ —— 车列及机车重量，吨。

$\bar{\omega}'_o$ —— 车辆基本阻力当量，公斤/吨。从表 1—3 中查取。

$\bar{\omega}'_{o_s}$ —— 机车闭汽时基本阻力当量，公斤/吨。从表 1—4 中查取。

【例 1】 建设型机车牵引货物列车（重车）一列，重 3300 吨（每辆重 $q = 55$ 吨），列车（包括机车）计算闸瓦压力为 800 吨，运行于 10% 的下坡道，当速度在每小时 70

公里时施行紧急制动，求制动距离。

【解】建设型机车 $P = 173$ 吨，
列车计算制动率

$$\begin{aligned} \beta_p &= \frac{\sum K_p}{Q + P} = \frac{800}{3300 + 173} \\ &= 0.23 \end{aligned}$$

空走时间 t_0 由 (1—3) 式及表 1—1 得

$$t_0 = 8 - 0.36 \times (-10) = 11.6 \text{ 秒}$$

车辆基本阻力当量 $\overline{\omega}_0$ 从表 1—3 查得
为 2.13 公斤/吨。

机车基本阻力当量 $\overline{\omega}_0$ ，从表 1—4 查得
为 7.13 公斤/吨。

列车基本阻力当量按 (1—4) 式求得

$$\begin{aligned} \overline{\omega}_0 &= \frac{3300 \times 2.13 + 173 \times 7.13}{3300 + 173} \\ &= 2.38 \text{ 公斤/吨。} \end{aligned}$$

查表 1—2 得制动摩擦系数当量 $\overline{\varphi}_k =$
0.144

由 (1—1) 式求制动距离:

$$S = \frac{70}{3.6} \times 11.6$$

$$+ \frac{4.17 \times 70^2}{1000 \times 0.23 \times 0.144 + 2.38 - 10}$$

$$= 225 + 800 = 1025 \text{米}$$

制动距离超过了规定的 800 米, 是由于列车在该坡道上超速运行。按“技规”规定, 制动率为 0.23 条件下 (每百吨闸瓦压力为 23 吨) 在 10% 下坡道的允许速度应不超过 60 公里/小时。

【例 2】人民型机车, 牵引客车 14 辆, 重 700 吨, 全列车计算闸瓦压力为 520 吨, 求列车在平直线路以每时 100 公里速度运行时施行紧急制动的制动距离。

【解】人民型机车的计算重量 $P = 167$ 吨,

列车计算制动率

$$\varphi_p = \frac{520}{700 + 167} = 0.60$$

空走时间为 $= 4 - a \times 0 = 4$ 秒

查表1—3得 $\overline{\omega}'_o = 3.51$ 公斤/吨

查表1—4得 $\overline{\omega}'_{o_s} = 4.90$ 公斤/吨

$$\overline{\omega}_o = \frac{3.51 \times 700 + 4.90 \times 167}{700 + 167}$$

$$= 3.78$$

查表1—2得 $\overline{\varphi}_\kappa = 0.126$,

将以上各值代入 (1—1) 式, 得制动距离

$$S = \frac{100}{3.6} \times 4$$

$$+ \frac{4.17 \times 100^2}{1000 \times 0.6 \times 0.126 + 3.78}$$

$$= 111 + 525 = 636 \text{ 米}$$

空走时间 α 值表 表 1-1

列车别 计算制动率	旅客列车		货物列车			
	重车	空车	重车	空车	重车各半	空车
制动开始时间	$\vartheta_p=0.23$	$\vartheta_p=0.26$	$\vartheta_p=0.23$	$\vartheta_p=0.29$	$\vartheta_p=0.29$	$\vartheta_p=0.5$
列车速度	10	0.04	0.19	0.16	0.15	0.09
	20	0.04	0.23	0.20	0.18	0.10
	30	0.05	0.26	0.23	0.21	0.12
	40	0.06	0.30	0.26	0.23	0.13
	50	0.06	0.32	0.28	0.25	0.15
	60	0.07	0.34	0.30	0.27	0.16
	70	0.07	0.36	0.32	0.29	0.17
	80	0.07	0.38	0.33	0.30	0.17
	90	0.08	0.40	0.35	0.31	0.18
	100	0.08				
	110	0.08				

注：旅客列车 $\alpha = \frac{5}{1000\vartheta_{kp} \cdot \vartheta_p}$ ，货物列车 $\alpha = \frac{10}{1000\vartheta_{kp} \cdot \vartheta_p}$

制动摩擦系数当量 $\bar{\varphi}_K$

表 1—2

制 动 时 初 速 度 V	$\bar{\varphi}_K$	制 动 时 初 速 度 V	$\bar{\varphi}_K$
5	0.292	65	0.148
10	0.259	70	0.144
15	0.237	75	0.140
20	0.220	80	0.137
25	0.206	85	0.134
30	0.194	90	0.131
35	0.184	95	0.128
40	0.176	100	0.126
45	0.169	105	0.124
50	0.163	110	0.122
55	0.157	115	0.120
60	0.152	120	0.119

车辆基本阻力当量 ω_0

表 1-3

车 种	客 车	货车车辆不同 q (每辆车重) 时的当量												
		25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	
制动 初速度 V	5	1.49	1.47	1.31	1.19	1.09	1.00	0.93	0.86	0.81	0.76	0.72	0.68	0.64
	10	1.50	1.64	1.47	1.34	1.22	1.12	1.04	0.97	0.91	0.85	0.80	0.76	0.72
	15	1.53	1.81	1.63	1.47	1.35	1.24	1.15	1.07	1.00	0.94	0.89	0.84	0.80
	20	1.56	1.98	1.77	1.61	1.47	1.35	1.25	1.17	1.09	1.03	0.97	0.92	0.87
	25	1.95	2.15	1.92	1.74	1.59	1.46	1.36	1.26	1.18	1.11	1.05	0.99	0.94
	30	2.12	2.31	2.07	1.87	1.71	1.58	1.46	1.36	1.27	1.20	1.13	1.07	1.01
	35	2.22	2.48	2.22	2.01	1.84	1.69	1.57	1.46	1.36	1.28	1.21	1.14	1.09
	40	2.29	2.64	2.36	2.14	1.96	1.80	1.67	1.55	1.46	1.37	1.29	1.22	1.16
	45	2.35	2.80	2.51	2.27	2.08	1.91	1.77	1.65	1.55	1.45	1.37	1.30	1.23
	50	2.41	2.97	2.66	2.41	2.20	2.02	1.88	1.75	1.64	1.54	1.45	1.37	1.30
	55	2.48	3.13	2.80	2.54	2.32	2.14	1.98	1.84	1.73	1.62	1.53	1.45	1.37

机车闭汽时基本阻力当量 $\bar{\omega}'_0$

表 1-4

制动 初速度V	机 型	人 民 及 胜 利	建 设 及 解 放	前 进	F D
5		1.02	1.22	1.45	0.91
10		1.12	1.61	1.59	1.03
15		1.23	1.99	1.74	1.18
20		1.35	2.38	1.91	1.36
25		1.48	2.79	2.11	1.57
30		1.63	3.21	2.34	1.80
35		1.78	3.65	2.59	2.07
40		1.95	4.10	2.87	2.36
45		2.13	4.57	3.18	2.69
50		2.33	5.05	3.51	3.04
55		2.53	5.55	3.87	3.43
60		2.75	6.06	4.26	3.84
65		2.98	6.59	4.67	4.27
70		3.22	7.13	5.11	4.74
75		3.47	7.69	5.58	5.24
80		3.73	8.26	6.07	5.76
85		4.01	8.85	6.59	6.31
90		4.30			
95		4.59			
100		4.90			
105		5.22			
110		5.55			

〔注〕表1—2、1—3、1—4中制动摩擦系数当量 $\overline{\varphi_{\kappa}}$ 、机车车辆基本阻力当量 $\overline{\omega'_0}$ 及 $\overline{\omega''_0}$ ，相当于列车从速度 V 至停车整个过程中摩擦系数和基本阻力的平均值，但并不是用一般算术平均方法求出的平均值，因此称为当量。求当量的方法可用高等数学（微积分）解决，也可用一般数学方法解决。这里采用的是后一种方法，介绍于后。

有效制动距离 S_{∂} 为：

$$S_{\partial} = \sum \frac{4.17(V_{\mu}^2 - V_{\kappa}^2)}{1000\varphi_p\varphi_{\kappa p} + \omega_0 + i_c} \quad (1-5)$$

即由初速 V_{μ} 开始，取一定速度间隔（例如 5 公里/时）划分若干速度阶段（如 50~45, 45~40, …… 5~0 公里/时）逐一计算各该阶段的制动距离，然后加起来。

为方便起见设分母（单位减速力）

$$1000\varphi_p\varphi_{\kappa p} + \omega_0 + i_c = f$$

则