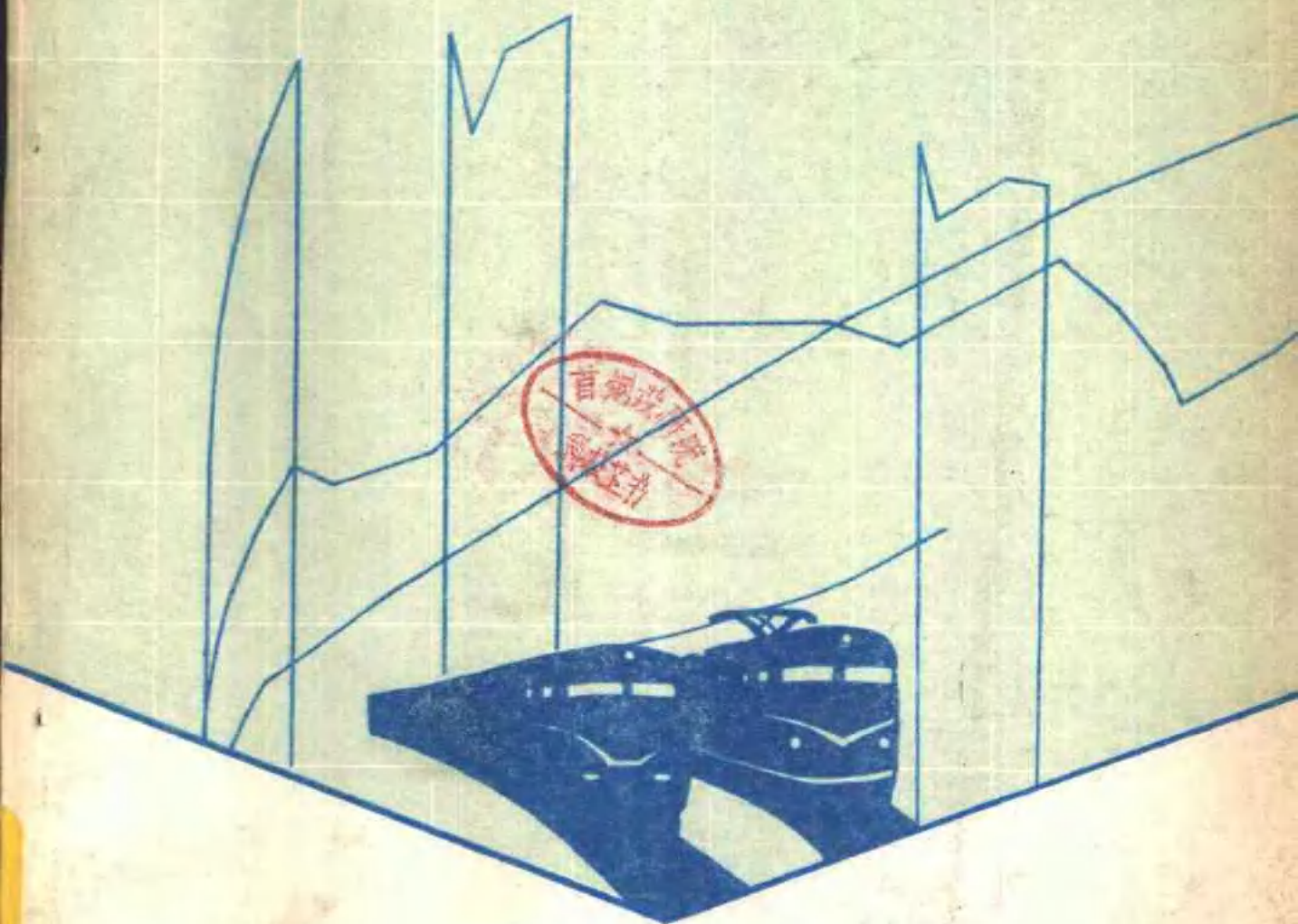


列车牵引计算手册



铁道部第三勘测设计院 经行科

87.17115073

840134

列车牵引计算手册

铁道部第三勘测设计院 经行科

前 言

本手册系根据铁道部1982—07—12发布的《列车牵引计算规程》，并参照部颁及有关文件、资料，如《机车概要》、《铁路机车运用规则》、“蒸汽机车用煤和重油技术当量通知”、《铁路机车用水处理及化验规则》等资料编写，内容力求简明扼要，为便于方案研究与设计时的参考，另增加一些与列车牵引计算和行车组织设计有关的公式与数据，如车辆百分比、折车系数、一列车年输送能力等资料。

手册中有些应用的公式及资料，在这次列车牵引计算规程中无规定者，则参照《牵规解释》（送审稿）和原有部令的规定，俟有新部令规定后再予修改。

手册中所用各种量的代表符号及计量单位为《列车牵引计算规程》中所列符号及计量单位。有关量的名称、符号及计量单位表和其他不便放入各章节的参考资料均列入附录中。

限于编写水平，手册中不免有错误或不妥之处，企盼提出宝贵意见，以资更正。

目 录

前言

第一章 机车常用数据及机车牵引力	(1)
一、常用机型的主要技术数据	(1)
二、机车牵引力	(3)
第二章 列车运行阻力	(10)
一、机车运行基本阻力	(10)
二、车辆运行基本阻力	(10)
三、列车附加阻力	(10)
第三章 列车制动计算	(17)
一、空气制动	(17)
二、动力制动力	(19)
三、制动计算	(20)
第四章 牵引重量的计算及牵引定数的确定	(22)
一、牵引重量的计算与校验	(22)
二、牵引定数的确定	(41)
第五章 列车运行速度和运行时间	(42)
一、线路纵断面的化简	(42)
二、有关规定速度及限制速度	(44)
三、主要机型合力曲线表	(47)
四、图解法	(47)
五、均衡速度法	(52)
第六章 能耗量计算	(54)
一、电力机车耗电量	(54)
二、内燃机车燃油消耗量	(57)
三、蒸汽机车耗水量及耗煤量	(58)
第七章 机车牵引机械功与机车车辆阻力机械功的计算	(62)
一、机车牵引机械功 (R_M) 的计算	(62)
二、机车车辆阻力机械功 (R_C) 的计算	(64)
第八章 牵引电动机的发热计算	(67)
第九章 SHARP PC—1211 型袖珍计算机电算程序简介	(74)
一、长大下坡道上受自动制动机充风和空走时间限制的货物列车编成辆数	(74)
二、求算机车在陡长上坡道上通过小半径曲线受粘降影响的控制速度 V_D	(77)

三、	求算QJ型机车牵引3000、3500、4000吨重货物列车在陡长上坡道上通过小半径曲线的粘降坡度减缓值的单位加速力	(80)
四、	求算韶山 ₁ 型电力机车牵引列车重量由1000吨到6000吨,每隔50吨一个列车重量的单位合力数值	(81)
第十章	牵引计算自动绘图	(87)
一、	程序的编制原则	(87)
二、	程序设计	(87)
三、	对几个问题的处理方法	(88)
四、	程序的功能和效果	(91)
五、	程序的使用方法	(92)
六、	源程序文件的保存	(96)
附录1	有关量的名称、符号及计量单位表	(97)
附录2	主要量的单位及取值规定表	(104)
附录3	货物列车各种牵引重量的辆数、车列长度、年输送能力计算表	(105)
附录4—1	韶山 ₁ 型电力机车合力曲线(小时制)数值表	(107)
附录4—2	东风 ₄ 型机车合力曲线数值表	(119)
附录4—3—(1)~(6)	前进型蒸汽机车合力曲线数值表(P=200吨)	(121)
附录4—3—(7)~(12)	前进型蒸汽机车合力曲线数值表(P=225吨)	(127)
附录4—3—(13)~(18)	解放型蒸汽机车合力曲线数值表	(133)
附录4—3—(19)~(24)	建设型蒸汽机车合力曲线数值表	(139)
附录5—1	韶山 ₁ 型小半径曲线粘降后的单位加速力表	(145)
附录5—2	东风 ₄ 型小半径曲线粘降后的单位加速力表	(148)
附录5—3	前进型小半径曲线粘降后的单位加速力表	(150)
附录6	东风 ₄ 型内燃机车在各种限坡上同时受温度与海拔影响后的牵引重量	(152)
附录7	东风 ₄ 内燃机车受环境温度、海拔影响后修正的单位加速力表	(161)
附录8	(83)科技标字第198号文	(189)
附录A	韶山 ₁ 型电力机车特性曲线图(补充件)	(191)
附录B	东风、东风 ₃ 及东风 ₄ 型内燃机车特性曲线图	(196)
附录C	蒸汽机车牵引特性图	(199)
附录D	GK型制动机副风缸充风时间曲线图	(202)
附录E	速度曲线及时间曲线的绘图标记	(203)
附录L	其他型电力机车特性曲线图	(203)
附录M	其他型内燃机车特性曲线图	(206)

第一章 机车常用数据及机车牵引力

一、常用机型的主要技术数据

(一) 韶山₁型电力机车主要技术数据

韶山₁型电力机车主要技术数据

表 1-1

计算重量 粘着重量 P (吨) P _z	计算速度V, 公里/小时			计算牵引力F, 公斤力			供电电流制
	粘着制	小时制	持续制	粘着制	小时制	持续制	
138	41.2	42	43	37000	35000	30700	单相交流50赫芝
受电弓 处网压 (U _z 伏)	牵引电动机 额定电压 (U _d 伏)	计算动 轮直径 (D _d 毫米)	计算起 动牵引力 (F ₀ 公斤力)	齿轮传动比 (μ _c)	计算起 动阻力 (w ₀ 公斤力/吨)	构造速度 (V _z 公里/小时)	机车全长 (L, 米)
25000	1500	1200	49700	4.63	5	95	20.4

(二) 内燃机车主要技术数据

内燃机车主要技术数据表

表 1-2

顺序	数据名称	单位	机型				
			东风	东风 ₃	东风 ₄ (货)	东风 ₄ (客)	东方红(5)
1	用途		货运	货运	货运	客运	调车(兼小运转)
2	传动方式		电力(直-直)	电力(直-直)	电力(交-直)	电力(交-直)	液力
3	制动方式		空气制动	空气制动	空气制动	空气制动	空气制动
4	机车全长 L _j	米	17.6	17.0	21.1	21.1	14.9
5	齿轮传动比 μ _c		4.41	3.38	4.5	3.75	调车 0.5595 小运转 1.1129
6	构造速度 V _z	公里/小时	100	100	100	120	调车40 小运转80
7	计算重量 P	吨	124	124	135	135	86
8	粘着重量 P _z	吨	124	124	135	135	
9	计算动轮直径 D _d	毫米	1013	1013	1013	1013	1050
10	计算起动牵引力 F ₀	公斤力	30700	23500	40950	35300	调车 28380 小运转 15580
11	计算起动阻力 w ₀	公斤力/吨	5	5	5	5	
12	最低计算速度 V _{j,min}	公里/小时	18	23	20	24	调车8.5 小运转17
13	最大计算牵引力 F _{j,max}	公斤力	19400	15100	30800	25650	调车20200 小运转10050
14	通过最小曲线半径 (R)	米	145	145	145	145	100
15	增压器型式				45G P802型	45G P802型	45G P804型
16	燃料油贮量	吨	5.4	5.4	9000(升)	9000(升)	
17	砂贮量	吨	0.8	0.8	0.8	0.8	0.6

(三) 蒸汽机车主要技术数据

蒸汽机车主要技术数据表

表 1-3

顺序	数据名称	机 型		前 进	F D	建 设	解 放	人 民	胜 利
		单 位							
1	机车全长 (L)	米	6001号以上 29.2 其 它 26.1	29.1	23.4	23.8	23.3	601号以上 22.7 其 它 23.8	
2	锅炉蒸发面积 (A _z)	米 ²	596号以上 255.3 其 它 269.0	294.1	5147~5300 及5354号以上 180.6 其 它 186.6	208	193.3	601号以上 193.2 其 它 199.2	
3	锅炉蒸汽压力 (表压) (P _K)	公斤力/厘米 ²	15	15	15	14	15	14	
4	计算动轮直径 (D ₁)	毫 米	1462	1462	1332	1332	1712	1712	
5	计算起动牵引力 (F _q)	公斤力	28400	28850	22300	22800	17550	15350	
6	计算起动阻力 (W' _q)	公斤力/吨	8	8	8	8	8	8	
7	计算重量 (P)	吨	6001号以上 225 其 它 200	230	170	160	165	160	
8	粘着重量 (P _μ)	吨	100.5	100.7	80	80	63.1	62.2	
9	通过最小曲线半径 (R)	米	145	150	145	145	145	145	
10	构造速度 (V _K)	公里/小时	80	85	85	80	110	601号以上110 其 它 100	
11	计算速断比 (β ₁)		0.60	0.60	0.55	0.70	0.60	0.60	
12	煤的低位 发热量Q _d 6000及其 以上 (千卡 /公斤)	计算供汽率 (Z ₁)	公斤/米 ² ·小时	70	65	75	55	65	55
		最低计算速度 (V _{1min})	公里/小时	20	20	20	15	28	26
		最大计算牵引 力 (F _{1max})	公斤力	24300	23550	19100	19700	14350	12350
		临界速度 (V ₁)	公里/小时	25	22	27	15		
		临界牵引力 (F ₁)	公斤力	23500	22950	18300	19700		
13	煤的低位 发热量Q _d 8000以下至 5500 (千卡/公斤)	计算供汽率 (Z ₁)	公斤/米 ² ·小时	65	60	70	50	60	50
		最低计算速度 (V _{1min})	公里/小时	20	20	20	15	26	22
		最大计算牵引 力 (F _{1max})	公斤力	24300	23550	19100	18950	14600	12600
		临界速度 (V ₁)	公里/小时	23	20	24	14		
		临界牵引力 (F ₁)	公斤力	23800	23550	18550	20150		

注: * 前进型机车计算重量, 除设计指定采用某种型号外, 一般计算重量采用200吨。

续表 1-3

顺序	数据名称	机 型		前 进	F D	建 设	解 放	人 民	胜 利
		单 位							
14	煤的低位 发热量 Q_d 5500以下至 5000 (千卡/公斤)	计算供汽率 (Z_j)	公斤/米 ² ·小时	60	55	65	45	55	45
		最低计算速度 (V_{jmin})	公里/小时	20	20	20	15	23	20
		最大计算牵引力 (F_{jmax})	公斤力	24300	22400	19100	17900	14800	12800
		临界速度 (V_c)	公里/小时	21	18	22	12		
		临界牵引力 (F_c)	公斤力	24150	24200	18850	20600		
15	水柜容量	吨	40 (50)	44	35	现30 24	35	30	
16	煤柜容量	吨	14.5 (21.5)	22	15	现14 9.6	15	14	
17	焚火方式		机械	机械	机械	人工	机械	人工	
18	注水器和加热器方式		混合式预热	混合式预热	混合式预热	普通	混合式预热	普通	

括号内是6001号以上QJ型机车的

二、机车牵引力

牵引计算中的机车牵引力 F 均按动轮轮周牵引力计算。

(一) 机车计算粘着牵引力 F_a 按下列公式计算:

$$F_a = 1300P_p \cdot \mu_j \quad (1-1)$$

式中:

$$1-1$$

P_p —— 机车粘着重量 (吨), 按表 1-2 取值。

$$1-3$$

μ_j —— 计算粘着系数, 按不同的牵引种类与不同的小半径曲线等状况分别取值。

1. 电力机车计算粘着系数 μ_j 及计算粘着牵引力:

$$\mu_j = 0.24 + \frac{12}{100 + 8V} \quad (1-2)$$

公式 (1-2) 是在直线地段综合了各种不同轨面条件下得到的试验结果, 这个公式对于六轴交流电力机车都适用。其不同速度 V 的数值如表 1-4

当机车运行在曲线半径小于600米时, 由于运动的不稳定性, 以及内外动轮所走行的距离不同, 产生滑转和横向滑动, 粘着系数下降, 对粘着牵引力影响较大, 故在解算列车运行速度时, 应自上坡方向机车进入曲线前的半个列车长度起采用曲线上的计算粘着系数 μ_r 计算机车粘着力。

$$\mu_r = \mu_j (0.67 + 0.00055R) \quad (1-3)$$

电力机车的计算粘着系数 μ_j 、计算粘着牵引力 F_a 及不同小半径曲线上的计算粘着牵引力 F_{pr} 值见表 1-4。

设计线路纵断面时，按公式（1—3）进行坡度折减的范围，自上坡方向进入曲线前，不得少于一个列车长度。

电力机车计算粘着牵引力

表 1—4

机型	项目 速度 曲线半径	计算粘着 系数 μ_r	计算粘着 牵引力 F_{μ_r}	小半径曲线上粘着牵引力					
				550	500	450	400	350	300
韶 山	10	0.3067	42325	41161	39997	38833	37669	36505	35341
	20	0.2862	39496	38410	37324	36238	35151	34065	32979
	30	0.2753	37991	36946	35901	34857	33812	32767	31723
	40	0.2686	37067	36048	35028	34069	32990	31970	30951
	50	0.2640	36432	35430	34428	33426	32424	31423	30421
	60	0.2607	35977	34988	33998	33009	32020	31030	30041

2. 内燃机车计算粘着系数及计算粘着牵引力。

电传动内燃机车的计算粘着系数 μ_r ，按下式计算：

$$\mu_r = 0.25 + \frac{8}{100 + 20V} \quad (1-4)$$

机车在曲线半径小于600米的线路上运行时，计算粘着系数 μ_r 采用公式（1—3），坡度折减的范围参照电力机车的有关规定。

电传动内燃机车的计算粘着系数、计算粘着牵引力及不同小半径曲线上的计算粘着牵引力 F_{μ_r} 值见表 1—5。

内燃机车计算粘着牵引力

表 1—5

机型	项目 速度 曲线半径	计算粘着 系数 μ_r	计算粘着 牵引力 F_{μ_r}	小半径曲线上粘着牵引力					
				550	500	450	400	350	300
东 风	10	0.2767	34311	33367	32424	31480	30537	29593	28650
	20	0.2660	32984	32077	31170	30263	29356	28449	27542
	30	0.2614	32414	31523	30631	29740	28848	27957	27066
东风	10	0.2767	37355	36328	35300	34273	33246	32219	31191
	20	0.2660	35910	34922	33935	32947	31960	30972	29985
	30	0.2614	35289	34319	33348	32378	31407	30437	29466

3. 蒸汽机车计算粘着系数及计算粘着牵引力

蒸汽机车计算粘着系数 μ_r 按下式计算：

$$\mu_r = \frac{A}{100 + V} \quad (1-5)$$

式中：A——试验常数。前进、FD、建设、解放、人民型机车取30，胜利型机车取27。蒸汽机车在小半径曲线上及隧道内运行时的计算粘着系数，规程中提出由试验确定。

铁道部标准计量研究所1981年10月的《前进型蒸汽机车小半径曲线及隧道内粘着系数试验报告》，经铁道部科学研究院组织有关单位审查，于1981年12月18日发布铁科院技审81003

号技术审查证书。其审查意见如下：

(1) 前进型蒸汽机车隧道内粘着系数降低4%，但隧道内粘降4%后的机车粘着牵引力 F_u ，当速度20公里/小时时，接近于最大计算牵引力，因此，在进行牵引计算时可以不考虑隧道内粘降。审查意见认为：“在这次试验条件下，前进型机车在隧道内运行时不考虑粘降问题是可以接受的”。

(2) 审查同意前进型机车在小半径曲线上运行的计算粘着系数，按下式试行：

$$\mu_r = \mu_j (0.664 + 0.00056R) \quad (1-6)$$

在设计中，除前进型机车按上述规定办理外，由于缺乏试验资料，FD、建设、解放型机车暂按隧道内降低4%计算，其最大计算牵引力亦均小于粘降后的粘着牵引力，故其隧道内粘降可不予考虑；至于蒸汽机车在小半径曲线运行时的计算粘着系数，由于没有正式试验资料，牵引计算时亦可比照前进型公式计算。

蒸汽机车的计算粘着系数、计算粘着牵引力及不同小半径曲线上的计算粘着牵引力 F_{ur} ，值见表1—6。

蒸汽机车计算粘着牵引力

表1—6

机 型	速 度	项 目 曲线半径	计算粘着 系数 μ_j	计算粘着 牵引力 F_u	小半径曲线上粘着牵引力 F_{ur}					
					550	500	450	400	350	300
前 进	10		0.273	27437	26669	25901	25132	24364	23596	22828
	20		0.250	25125	24422	23718	23015	22311	21608	20904
	30		0.231	23216	22566	21916	21266	20616	19966	19316
	40		0.214	21507	20905	20303	19700	19098	18496	17894
F D	10		0.273	27491	26721	25952	25182	24412	23642	22873
	20		0.250	25175	24470	23765	23060	22355	21651	20946
	30		0.231	23262	22611	21959	21308	20657	20005	19354
	40		0.214	21550	20947	20343	19740	19136	18533	17930
建 设	10		0.273	21840	21228	20617	20005	19394	18782	18171
	20		0.250	20000	19440	18880	18320	17760	17200	16640
	30		0.231	18480	17963	17445	16928	16410	15893	15375
	40		0.214	17120	16641	16161	15682	15203	14723	14244
解 放	10		0.273	21840	21228	20617	20005	19394	18782	18171
	20		0.250	20000	19440	18880	18320	17760	17200	16640
	30		0.231	18480	17963	17445	16928	16410	15893	15375
	40		0.214	17120	16641	16161	15682	15203	14723	14244
人 民	10		0.273	17226	16744	16261	15779	15297	14814	14332
	20		0.250	15775	15333	14892	14450	14008	13567	13125
	30		0.231	14576	14168	13760	13352	12943	12535	12127
胜 利	10		0.245	15239	14812	14386	13959	13532	13106	12679
	20		0.225	13995	13603	13211	12819	12428	12036	11644
	30		0.208	12938	12576	12213	11851	11489	11127	10764

设计曲线半径小于600米的线路纵断面,考虑粘降的坡度折减范围可比照电力机车的有关规定。

(二) 机车牵引力的取值及有关规定:

1. 电力机车

(1) 计算速度与计算牵引力

电力机车的计算速度 V_j 及计算牵引力 F_j ,应按线路纵断面的特征,在牵引电动机温升允许的条件下,于最高级位满磁场牵引特性曲线上的粘着制至持续制的范围内选定。

电力机车韶山₁型各种制式的计算速度 V_j 与计算牵引力 F_j 见表1-1

(2) 合力线图的牵引力取值

韶山₁型电力机车最大合力线图的牵引力:自启动到计算速度,取粘着牵引力;自计算速度到牵引电动机最大削弱磁场特性曲线的速度,取电流限制的牵引力;其后,取最大削弱磁场特性曲线的牵引力。

韶山₁型电力机车合力线图的牵引力取值见表1-7~表1-9

韶山₁型电力机车牵引力(粘着制) 单位:公斤力 表1-7

速度 级位	速度													
	10	20	30	40	41.2	45.7	50	50.2	55.3	60	70	80	90	95
33 m	42300	39500	38000	37050	37000		17600			10200	6900	4800	3200	2500
33-I						33500	23950			14100	9600	6700	4800	4000
33-II								30000		17800	12700	9600	7300	6500
33-III									26800	20800	15200	11800	8900	7800

韶山₁型电力机车牵引力(小时制) 单位:公斤力 表1-8

速度 级位	速度														
	10	20	30	40	41.2	42	46.1	50	50.8	55.3	60	70	80	90	95
33 m	42300	39500	38000	37050	37000	35000		17600			10200	6900	4800	3200	2500
33-I							32000	23950			14100	9500	6700	4800	4000
33-II									29400		17800	12700	9600	7300	6500
33-III										26800	20800	15200	11800	8900	7800

韶山₁型电力机车牵引力(持续制) 单位:公斤力 表1-9

速度 级位	速度														
	10	20	30	40	41.2	43	47.9	50	52.9	57.4	60	70	80	90	95
33 m	42300	39500	38000	37050	37000	30700		17600			10200	6900	4800	3200	2500
33-I							27800	23950			14100	9500	6700	4800	4000
33-II									25100		17800	12700	9600	7300	6500
33-III										22900	20800	15200	11800	8900	7800

(3) 电力机车多机牵引的每台机车牵引力均取全值;推送补机均取全值的0.95

2. 内燃机车

(1) 计算速度及计算牵引力

内燃机车的计算速度 V_j 及计算牵引力 F_j ，一般按最低持续速度及相应的牵引力选定。其最低计算速度 V_{jmin} 及最大牵引力 F_{jmax} 如表1—2

内燃机车通过长度1000米以上隧道的最低运行速度 V_{smin} 不得低于25公里/小时。

(2) 合力线图的牵引力取值

内燃机车最大合力线图的牵引力，按下列规定取值：

a. 东风、东风₃及东风₄（客）型机车，自起动开始，取电流限制的牵引力；自电流限制线与满手位牵引特性曲线交点开始，取满手位牵引特性曲线的牵引力。

b. 东风₄（货）型机车，自起动开始取粘着牵引力；自粘着牵引特性曲线与满手位牵引特性曲线交点开始，取满手位牵引特性曲线的牵引力。

各种内燃机车牵引力见表1—10~1—12

东风型内燃机车牵引力

单位：公斤力 表1—10

速度 公里/小时	10	11	18	20	30	40	50	60	70	80	90	100
牵引力	30700	30700	19400	17250	12100	9150	7300	5900	4800	3800	2950	2100

东风₃型内燃机车牵引力

单位：公斤力 表1—11

速度 公里/小时	10	14.5	20	23	30	40	50	60	70	80	90	100
牵引力	23500	23500	17300	15100	11800	9100	7350	6100	5150	4400	3750	3200

东风₄（货）型内燃机车牵引力

单位：公斤力 表1—12

速度 公里/小时	10	15.8	20	30	40	50	60	70	80	90	100
牵引力	37350	36350	30800	22100	16800	13400	11100	9400	8000	6650	5400

(3) 牵引力的修正

a. 东风及东风₃型内燃机车，在海拔不超过1000米的地区运用时，牵引力一般不予修正。如柴油机排气温度高于390℃，或排气烟度大于1.7度（LG型烟度计），或按牵引发电机功率计的燃油消耗率超过240克/马力·小时，机车牵引力可予修正，但修正系数 λ_p 应大于或等于0.94。

b. 东风₄（货、客）型内燃机车，在海拔不超过500米或环境温度不高于30℃的地区运用时，机车牵引力不予修正。

c. 内燃机车牵引力受海拔影响的修正系数 λ_p 如表1—13；受环境温度影响的修正系数 λ_h 如表1—14。

内燃机车牵引力海拔修正系数表

表1—13

海拔H（米）	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000
大气压力 p_h （毫米汞柱）	716	674	634	597	561	528	496	465
东风及东风 ₃	1.000	1.000	0.912	0.886	0.861	—	—	—
东风 ₄ （货、客）	1.000	0.933	0.855	0.780	0.707	0.638	0.569	0.503

内燃机车牵引力环境温度修正系数表

表 1—14

环境温度 t_h (°C)	30	32	34	36	38	40
东风及东风 ₃	1.000	0.978	0.975	0.971	0.968	0.964
东风 ₄ (货、客)	1.000	0.985	0.958	0.930	0.904	0.877

环境温度 t_h 按下式计算:

$$t_h = \frac{t_7 + 2t_{13} + t_{19}}{4} \quad (1-7)$$

式中: t_7, t_{13}, t_{19} ——每日 7、13、19时的平均外温, °C; 应根据气象台、站不少于 5 年测得的最高温度月份的资料计算。

修正后的机车牵引力 F_x , 按下式计算:

$$F_x = F \lambda_p \cdot \lambda_h \quad (1-8)$$

东风₄型内燃机车在各种限坡上同时受温度与海拔影响后的牵引重量表见附录 6。

东风₄型内燃机车牵引常用列车重量时受温度与海拔影响后修正的合力表见附录 7。

(4) 内燃机车多机牵引使用重联线操纵时, 每台机车牵引力均取全值; 分别操纵时, 第二台及其以后的每台机车牵引力, 均取全值的 0.98; 推送补机均取全值的 0.95。

3. 蒸汽机车

设计时要根据机车用煤的低位发热量 Q_d (千卡/公斤) 确定采用的计算供汽率。

常用机型的计算供汽率与计算遮断比见表 1—3

(1) 计算速度与计算牵引力

蒸汽机车的计算遮断比与计算供汽率两牵引曲线的交点速度, 称为临界速度 v_l , 对应的牵引力称为临界牵引力 F_l 。

蒸汽机车的临界速度与临界牵引力见表 1—3

货运蒸汽机车的计算速度 v_j 及计算牵引力 F_j , 一般取临界速度 v_l 及临界牵引力 F_l , 但最低计算速度 $v_{j, \min}$ 及最大计算牵引力 $F_{j, \max}$ 应按表 1—3 取定。

蒸汽机车通过隧道(包括按最低计算速度通过两隧道间的换气时间不足 30 秒的连续隧道)的最低运行速度 $v_{s, \min}$ 不得低于表 1—15 的规定。

蒸汽机车通过隧道的最低运行速度表 公里/小时 表 1—15

隧道长度 L , (米)	单线隧道单机牵引及复线隧道单、双机牵引	单线隧道双机牵引
500以下	不低于计算速度 v_j	不低于计算速度 v_j
501至1000	25 (但不低于计算速度 v_j)	30
1001至4000	30	35
4000以上	35	40

(2) 蒸汽机车多机正向牵引时, 第二台及其以后的每台机车牵引力, 均取全值的 0.98; 推送补机均取全值的 0.95; 逆向牵引取全值的 0.90; 逆向推送取全值的 0.85。

(3) 合力线图的牵引力取值

蒸汽机车合力线图的牵引力: 自起动到 10 公里/小时速度, 取 10 公里/小时速度计算遮断比的牵引力; 自 10 公里/小时速度到临界速度, 取计算遮断比的牵引力; 其后, 取计算供汽率的牵引力。

短时间内需要采用超过计算供汽率的牵引力时，必须保证锅炉安全水位。

常用蒸汽机车的牵引力见表 1—16~1—21

前进型蒸汽机车牵引力

单位：公斤力 表 1—16

速度			10	20	30	40	50	60	70	80
Z_j	v_i	F_i								
70	25	23500	25700	24300	21300	17400	14600	12500	10750	9350
65	23	23800	25700	24300	20200	16400	13700	11650	10000	8750
60	21	24150	25700	24300	18900	15200	12600	10750	9250	8050

F D型蒸汽机车牵引力

单位：公斤力 表 1—17

速度			10	20	30	40	50	60	70	80
Z_j	v_i	F_i								
65	22	22950	26450	23550	18750	15050	12400	10550	9100	8050
60	20	23550	26450	23550	17800	14150	11650	9900	8600	7600
55	18	24200	26450	22400	16700	13150	10800	9200	7950	7050

建设型蒸汽机车牵引力

单位：公斤力 表 1—18

速度			10	20	30	40	50	60	70	80
Z_j	v_i	F_i								
75	27	18300	20250	19100	17050	13900	11550	9950	8700	7650
70	24	18550	20250	19100	16200	12950	10300	9250	8100	7150
65	22	18850	20250	19100	15200	12100	10050	8600	7500	6600

解放型蒸汽机车牵引力

单位：公斤力 表 1—19

速度			10	15	20	30	40	50	60	70	80
Z_j	v_i	F_i									
55	15	19700	21000	19700	16750	12900	10150	8300	6900	5900	5000
50	14	20150	21000	18950	15900	12000	9300	7500	6250	5250	4400
45	12	20600	21000	17900	14850	10900	8300	6750	5550	4650	3900

人民型蒸汽机车牵引力

单位：公斤力 表 1—20

速度			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Z_j	v_i	F_i											
65	28	14350	15950	15100	13950	11600	9850	8550	7400	6400	5550	4850	4250
60	26	14600	15950	15100	13300	11000	9350	8000	6850	5900	5100	4500	3900
55	23	14800	15950	15100	12600	10200	8500	7250	6250	5400	4700	4100	

胜利型蒸汽机车牵引力

单位：公斤力 表 1—21

速度			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Z_j	v_i	F_i										
55	26	12350	13500	12800	11250	9200	7650	6550	5700	4950	4400	3950
50	22	12600	13500	12800	10450	8400	6950	5850	5050	4450	3900	3450
45	20	12800	13500	12800	9550	7550	6150	5200	4450	3850	3400	2950

第二章 列车运行阻力

一、机车运行基本阻力

(一) 机车牵引运行单位基本阻力 w_0^{\prime} 其计算公式及在各种运行速度下的机车单位基本阻力如表 2—1, 表 2—2。

(二) 机车惰行单位基本阻力 W_0^{\prime} : 计算公式及计算数值如表 2—3。

二、车辆运行基本阻力

(一) 货车运行单位基本阻力 W_0^{\prime} : 其计算公式如下:

1. 重车: $W_0^{\prime} = 1.07 + 0.0011V + 0.000236V^2$ (2—1)

2. 空车: $W_0^{\prime} = 1.53 + 0.0244V + 0.000421V^2$ (2—2)

(二) 客车运行单位基本阻力 W_0^{\prime} : 其计算公式如下:

$$W_0^{\prime} = 1.66 + 0.0075V + 0.000155V^2 \quad (2-3)$$

(三) 各种运行速度的车辆单位基本阻力, 如表 2—3 ~ 表 2—5。

三、列车附加阻力

(一) 坡道附加阻力 机车、车辆的单位坡道附加阻力 (W_1 , 公斤力/吨) 的数值等于坡道坡度的千分数。

$$W_1 = i \quad (2-4)$$

式中: i ——坡道坡度, ‰; 上坡取正值, 下坡取负值。

(二) 曲线附加阻力 机车、车辆的单位曲线附加阻力 (w_r , 公斤力/吨), 按下列公式计算:

列车长度小于曲线长度时:

$$w_r = \frac{12.2 \alpha}{L_r} \quad (2-5)$$

或 $w_r = \frac{700}{R}$ (2—6)

列车长度大于曲线长度时:

$$w_r = \frac{12.2 \alpha}{L_1} \quad (2-7)$$

或 $w_r = \frac{700}{R} \cdot \frac{l_r}{l_1}$ (2—8)

式中: α ——曲线中心角, 度; l_r ——曲线长度, 米;
 R ——曲线半径, 米; l_1 ——列车长度, 米。

蒸汽机车牵引运行单位基本阻力表

表 2-1

机型	公 式	V _{1min}	V _{1max}	V ₁	W ₀ '	W ₀ 值 (公斤力/吨)									
						10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
前进	$W_0' = 0.7 + 0.0139V + 0.000276V^2$	20	1.08	21	1.11	0.87	1.09	1.37	1.70	2.09	2.53	3.03	3.58		
				23	1.17										
				25	1.22										
FD	$W_0' = 0.85 + 0.0048V + 0.000281V^2$	20	1.06	18	1.03	0.93	1.06	1.25	1.49	1.79	2.15	2.56	3.03		
				22	1.00										
建设	$W_0' = 0.74 + 0.001V + 0.00038V^2$	20	0.91	22	0.95										
				24	0.98										
解放		15	0.84	27	1.04	0.79	0.91	1.11	1.39	1.74	2.17	2.67	3.25		
				12	0.81										
人民		28	1.29	14	0.83										
				23	1.20										
胜利	$W_0' = 0.96 + 0.0037V + 0.00029V^2$	26	1.25	26	1.25	1.03	1.15	1.33	1.57	1.87	2.23	2.64	3.11	3.64	4.23
				20	1.15										
				22	1.18										

内燃、电力机车牵引运行单位基本阻力表

机 型	公 式	V _{jmin}	V _{jmax}	W' 值 (公斤力/吨)														
				10	11	14.5	15.3	15.8	20	30	37.6	40	45.7	46.1	47.9			
东风	W' ₀ = 2.49 + 0.0053V + 0.000203V ²	18	2.65	2.56	2.57													
		23	2.72		2.61					2.68	2.83		3.03					
东风 ₄ (货)	W' ₀ = 1.04 + 0.0162V + 0.000138V ²	20	1.42	1.22					1.33									
		24	1.51			1.32				1.42	1.65		1.91					
韶山 ₁	W' ₀ = 1.64 + 0.014V + 0.00026V ²	41.2	2.66															
		42	2.69	1.81						2.02	2.29		2.62	2.82	2.84	2.91		
		43	2.72															
机 型	公 式	W' 值 (公斤力/吨)																
东风	W' ₀ = 2.49 + 0.0053V + 0.000203V ²	50	50.2	50.8	52.9	55.3	57.4	60	60	70	80	90	100					
		3.26						3.54		3.86	4.21	4.61	5.05					
东风 ₄ (货)	W' ₀ = 1.04 + 0.0162V + 0.000138V ²	2.20																
								2.51		2.85	3.22	3.62	4.04					
韶山 ₁	W' ₀ = 1.64 + 0.014V + 0.00026V ²	2.99	3.00	3.02	3.11	3.21	3.30	3.42	3.42	3.89	4.42	5.01	V = 95 5.32					

机车牵引单位基本阻力表

机 型	公 式	W' 值 (公斤力/吨)											
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100		
前 进	W' _{0a} = 0.70 + 0.0243V + 0.000673V ²	1.01	1.46	2.03	2.75	3.60	4.58	5.70	6.95				
F D	W' _{0a} = 0.85 - 0.0211V + 0.001096V ²	1.17	1.71	2.47	3.45	4.65	6.06	7.70	9.55				
建 设 解 放	W' _{0d} = 0.74 + 0.0168V + 0.0007V ²	0.98	1.36	1.87	2.53	3.33	4.27	5.35	6.56				