

87.174079

TJZ 129549

184926

87.174079

T27

鈔

蒸汽機車牽引計算規程 學習參考資料

鐵道部機務局編



人民鐵道出版社



蒸汽機車牽引計算規程學習參考資料

鐵道部機務局編

人民鐵道出版社出版

(北京市霞公府17號)

北京市書刊出版業營業許可證出字第010號

新華書店發行

人民鐵道出版社印刷廠印

(北京市建國門外七聖廟)

書長1256 頁本850×1168 $\frac{1}{2}$ 印張4 $\frac{3}{4}$ 字數121千

1959年2月第1版

1959年2月第1版第1次印刷

印數0001—4,500册

統一書號: 15043·856 定價(8) 0.51

目 录

緒 言	1
-----	---

第一章 总 則

第 1 条	規程的任务和适用范围	3
第 2 条	計算的精确程度	4
第 3 条	符号	8
第 4 条	繪制綫图的規則	9
第 5 条	按輪周牽引力进行牽引計算	10

第二章 蒸汽機車牽引力

第 6 条	牽引特性曲綫	14
第 7 条	計算黏着系数和計算黏着牽引力	17
第 8 条	計算供汽率和計算鍋炉牽引力	22
第 9 条	計算遮断比和計算汽缸牽引力	31
第 10 条	計算速度和計算牽引力	38
第 11 条	計算起動牽引力	40

第三章 蒸汽機車和車輛的运行阻力

第 12 条	機車阻力	42
第 13 条	貨車阻力	54
第 14 条	客車阻力	55
第 15 条	坡道阻力	56
第 16 条	曲綫阻力	58
第 17 条	加算坡道阻力	61
第 18 条	列車起動附加阻力	63

第四章 列車制动力

第 19 条	列車制动力	64
第 20 条	实算摩擦系数	66
第 21 条	計算摩擦系数	67
第 22 条	实算閘瓦压力的条件	68

第23条	計算閘瓦压力.....	77
第24条	列車制动力.....	79
第25条	倒汽制动力.....	80

第五章 牽引重量及运行速度的計算

第26条	計算機車牽引貨物列車的重量及运行速度的原則...	82
第27条	貨物列車牽引重量的計算方法.....	83
第28条	按列車在計算上坡道上以均衡速度运行的条件求算牽引重量.....	83
第29条	按列車在上坡道上以不等速运行，利用动能闖坡的条件求算牽引重量（試凑法）.....	86
第30条	牽引重量的檢查.....	91
第31条	吨公里图.....	94
第32条	多机牽引和推送补机的機車牽引力.....	95
第33条	牽引定数的規定.....	96
第34条	綫路縱断面的化簡.....	97
第35条	单位加速力綫图的繪制.....	99
第36条	繪制速度曲綫和時間曲綫的基本原則.....	106
第37条	繪制速度曲綫的方法.....	120
第38条	列車区間运行時間的确定.....	124
第39条	列車区間运行時間的近似計算.....	124

第六章 制动力計算

第40条	機車的制动力.....	126
第41条	制动距离.....	128
第42条	使用手制动机时的計算.....	135

第七章 煤水消耗量的計算

第43条	汽机耗汽量的計算.....	136
第44条	鍋炉蒸发量的計算.....	139
第45条	煤水車供水量的計算.....	146
第46条	耗煤量的計算.....	143
附录	146

緒 言

牽引計算規程是鐵路上廣泛应用的技術文件，它綜合了機車車輛工作能力及合理运用方面的科學實驗和理論研究的成果，廣泛地用以解決鐵路运营上和設計上的技術問題和技術經濟問題。在營業鐵路上，確定牽引重量、运行速度及运行時間的計算，制動距離及所需制動力的求法，蒸汽機車汽、水和燃料消耗量的求法，通過能力和運輸能力的計算等；在設計鐵路上，選擇最有利的計算坡度、分布分界點、機務段和給水站的位置等；都需要牽引計算規程。因此，它是解決鐵路運輸和建筑上各種技術問題以及新造機車的主要依據之一。它是鐵路廣大職工，特別是機務、車務、設計等部門的工程技術人員，以及與運輸直接有關的工作人員應當熟悉的一項技術知識，是鐵路運輸業務中不可缺少的一門应用文件。

我國鐵路雖然已有將近百年的廠史，但是過去歷代的反動政府，對待牽引計算這門鐵路应用科學與對待其他所有科學一樣，從來不予重視，使廣大鐵路職工在牽引計算這門科學上缺乏應有的認識和必備的知識。只有在中華人民共和國成立以後，才使所有的科學技術在我國獲得了廣泛的發展。

為了提高鐵路職工的科學技術知識，並把它貫徹到實際工作中去，黨和政府付出了大量的人力和資金，建立了很多鐵道科學研究機構和培養科學幹部機構。

牽引計算這門科學是俄國科學家創造的。在偉大的十月社會主義革命後，這門科學得到了最大的發展。幾年來，我國的學者、工程師以及生產工作者在積極學習蘇聯的這門先進科學並把它結合到中國的具體情況中去，做出了巨大貢獻，從而對編制我國的蒸汽機車牽引計算規程創造了良好條件。

規程內所採用的主要數據和計算方法，都是經過我國試驗的或是現場多年來的經驗總結。因而在應用方面，基本上可以獲得可靠的科學試驗數據。

本解說是按照1957年鐵道部舉办的“牽引計算講習班”的講課提綱編寫的，在這提綱中，吸取了我國對蒸汽機車牽引、熱功性能及機車車輛基本走行阻力等最新試驗研究的成果，並參考了蘇聯在牽引計算方面的先進經驗，作為“蒸汽機車牽引計算規程”學習上的參考資料。

第一章 总 則

第1条 規程的任务和适用范围

「蒸汽機車牽引計算規程，規定蒸汽機車牽引列車的計算方式、方法和採用的主要標準，並且是計算牽引列車所需煤、水消耗量的基礎。

本規程適用於標準軌（軌距1435公厘）和寬軌（軌距1524公厘）的營業鐵路及設計鐵路上的蒸汽機車牽引計算。

使用本規程時，應考慮先進司機在工作中挖掘的潛在能力。」

蒸汽機車牽引計算規程的任務，在於確定蒸汽機車牽引的綫路上，列車牽引重量、運行速度和運行時間。這些指標，在營業鐵路上是組成列車運行圖的最基本部分；在設計鐵路上是決定設計方案的主要依據。規程中具體規定了計算重量、速度、時間的步驟、方法及要求，並列舉了計算時所需的各種公式和數據。

牽引計算的特點是理論與實際相結合。規程中幾乎所有的公式和數據，都是根據中國或蘇聯的一部分專門試驗，以及研究綜合現代先進地運用經驗的結果得來的。但是先進生產者運動證明，先進經驗在生產過程中不斷地獲得發展和壯大，規程僅能總結在一定階段的先進經驗。因此，使用本規程時，應結合先進司機們在實際工作中不斷挖掘出來的提高列車重量和提高列車運行速度的潛在能力。

我國鐵路除集（寧）二（連）綫軌距為1524公厘、昆明鐵路管理局管內軌距為1000公厘外，基本上是1435公厘的標準軌距。按照理論和實際試驗結果證明，對軌距1524公厘和軌距1435公厘的綫路，進行列車牽引計算時，因軌距相差不大（僅79公厘），如果機車車輛的構造和技術條件、綫路狀態完全相同時，採用相同的計算方法，不致發生任何誤差。但是目前集二綫所使用的車輛與標準軌距的不同，其基本走行阻力不適用於本規程所規定的

阻力公式，应按下式計算：

$$\text{貨物車輛基本阻力 } w_0^* = \frac{65 + V}{12 + 0.5q}$$

$$\text{客車車輛基本阻力 } w_0^* = 1.4 + 0.012V + 0.0003V^2 + \frac{20}{V},$$

式中：末項只于 $V \geq 20$ 公里/小时时才計入。

因此，本規程中除車輛阻力公式不適用於集二綫的寬軌外，其他部分完全適用於標準軌和寬軌。

窄軌軌距與標準軌軌距相差懸殊（相差435公厘），機車車輛的構造和綫路狀態等技術條件也不相同，對標準軌和寬軌進行列車牽引計算時所使用的一些經驗公式和數據，不能適用於窄軌綫路。目前我國的機車牽引、熱功性能試驗研究工作以及車輛阻力、制動條件等試驗工作，最近期間尚不能系統的全面向窄軌方面開展，故本規程暫不包括窄軌。

為了使新建鐵路和營業鐵路在機車牽引工作方面相一致，避免因計算方法不統一而在新老綫銜接地點造成浪費。因此，不論新建鐵路的設計上或營業鐵路的運營工作上，對於蒸汽機車的牽引計算，都必須遵照本規程進行。但在車站內進行列車的編組、解體等調車作業時，車輛作間斷地行走，加以速度較低，不能保持軸箱內的溫度，使軸油有凝結現象，阻力增大。因此本規程內的車輛阻力公式，不適用於設計駝峰調車場之用。

設計鐵路上蒸汽機車的煤、水消耗量，按本規程的規定進行計算。營業鐵路上蒸汽機車的煤、水消耗量標準，由於具備了試驗上的方便條件，准許在水的消耗量上遵照鐵道部1956年9月所頒布的鐵車行余（56）字第284號命令附冊第三章及1951年5月15日鐵道部機務局編制的“按給水能力查定綫路容量及測定水的消耗標準量的辦法”辦理；煤消耗量標準，按照鐵道部1957年7月公布的“蒸汽機車燃料消耗技術定額計算細則”辦理。

·第2條 計算的精確程度

〔牽引計算中所採用的主要計量單位數值的精確程度規定如第1表。〕

計量單位數值的精確程度

第 1 表

項目	名稱	單位	計量單位數值的精確程度	備 注
1	區間距離	公里	取至二位小數	小數後第三位 4 舍 5 入
2	坡段長度	公尺	以公尺整數計	小數 4 舍 5 入
3	坡道坡度	%	取至二位小數	小數後第三位 4 舍 5 入
4	牽引力, 阻力, 制動力	公斤	化整為 50 公斤的整倍數	2 舍 25 入
5	單位牽引力, 單位阻力, 單位制動力	公斤/噸	取至二位小數	小數後第三位 4 舍 5 入
6	速度	公里/小時	取至一位小數	小數後第二位 4 舍 5 入
7	牽引重量	噸	旅客列車 化整為 10 噸 貨物列車 化整為 50 噸 的整倍數	不足 10 噸者舍 50 噸者舍
8	計算的區間運行時間	分	取至一位小數	小數後第二位 4 舍 5 入
9	列車運行圖的區間運行時間	分	化整為分或 1/2 分	考慮具體情況化整
10	總耗煤量	公斤	化整為 10 公斤的整倍數	4 舍 5 入
11	總耗水量	公斤	化整為 50 公斤的整倍數	2 舍 25 入

每一區段的列車牽引重量、運行時間、機車煤、水消耗量等，都須要經過很多的計算過程才能獲得的。如果在每一計算過程中，對所採用的各種數值尾數或小數的舍取程度不同時，其最終計算結果也將各異。為了使相同條件下的計算結果相一致，特規定主要計量單位數值的精確程度如規程第 1 表。

區間距離。一般運營統計上所採用的區間距離取至公里的小數後一位數字。但牽引計劃中繪制列車走行距離與速度或距離與時間的曲線時，是以一定的公厘數代表 1 公里距離，為了使繪圖時分界點或列車到發綫（場）中心位置不致發生較大誤差，以便求得的結果較為精確起見，區間距離規定取至公里的小數後二位數字，即 10 公尺的整倍數為止。如果再精確一些，將區間距離取至公里的小數後三位，即以公尺的整數為止時，首先這種過於精

确的计算，在列车牵引计算上没有其实用意义，同时在以图解法确定每一公尺距离的位置时，也不可能获得非常准确的结果。

坡段长度。坡段长度直接影响到线路水平高度，为了不使化简坡道时发生困难，就需要以公尺整数来计算坡段长度。

单位牵引力，单位阻力，单位制动力，坡道坡度。合力图是在固定机型固定牵引重量下，求算列车速度、时间、距离的最基本资料。合力图的准确程度取决于作用在列车上各种单位力的数值精确程度。因此，计算单位牵引力、单位阻力、单位制动力、坡道坡度（坡道坡度的%数即等于作用在列车上的单位力）时，均应较精确的取至小数后二位。如仅取至小数后一位时，一般的合力图可能产生0.2~0.3公里的误差，影响速度1~2公里/小时，而用解析法计算制动距离或时间时，其误差就更大了。

牵引力，阻力，制动力。现代铁路上均采用功率较大的机车牵引，一般正线使用的机车牵引力可达2~3万公斤；列车运行中作用在全列车上的阻力也达数千或1万公斤以上；至于列车制动时所获得的制动力更为巨大，以铁道部现行规定：货物列车每百吨总重最低须保有20吨闸瓦压力为例，牵引2000吨的列车，闸瓦压力最低也有400吨，列车在70公里/小时速度时，制动力仍高达48400公斤。因此，对牵引力、阻力、制动力，采取以24舍25入的50公斤整倍数计算时，其最大误差为25公斤，平均到单位重量（吨）上的力，约在0.01左右，不致影响计算的准确程度。

速度。列车运行速度一般是以整数计算的，但在计算制动时，或用解析法求算列车运行时间和距离时，用整数计算就不能满足计算的准确性，为此规定统一取至小数后一位数字。

牵引重量 货物列车的牵引定数，为了便于掌握，以50吨的整倍数为取定吨数。目前各管理局为了解决列车实际编成很少可能与规定重量完全相同起见，均公布了各线各区段司机不得拒绝牵引的超出规定重量的吨数，这个超出重量一般为半个标准型重车的吨数（20~30吨）。同时为了保证列车不低于机车的计算速度运行，故确定货物列车重量时，仅允许将不足100吨者舍为50

吨，不足50吨者舍为100吨的整数。旅客列车编组重量一般较低，而且变动较少，为了不虚糜重量和运行时间，其计算重量的精确程度以10吨的整倍数为标准，不足10吨者舍去。

计算的区间运行时间，列车运行图的区间运行时间。不论用解析法或图解法计算出来的列车区间运行时间，很少是整分秒。而列车运行图上所规定的区间运行时间除高速旅客列车外，又是以整分数为标准的，就蒸汽机车牵引的线路来看，目前尚无以秒为计算区间运行时间的必要，但为了考核计算的准确程度，对计算的区间运行时间仍应取至一位小数，再结合区间线路纵断面情况及列车在区间内的运行情况等，将计算时间的小数舍或进为整分数，以作为运行图的区间运行时间。

旅客特别快车、旅客快车，均为连续通过几个区间的高速列车，列车在区间内的运行速度高达100公里/小时以上，通过站速度达80公里/小时以上，如果按照其他列车一样，将计算区间运行时间一律化为整分时，则不可避免的将造成有的区间早点有的区间晚点或者浪费机力；为此在运行图中对此种列车的区间运行时间有必要采用更精确的 $\frac{1}{2}$ 分制，这样不仅能够更确切的结合实际列车运行情况，使机车在任何时期均能发挥最大功率，并且能够提高列车旅行速度和线路通过能力。

总耗煤量，总耗水量。总耗煤量和总耗水量是为新建铁路设计上确定给水站、机车整备地点而使用的数据。尤其总耗煤量不同于营业铁路上需要精确到以公斤整数来计算，可以以10公斤的整倍数为计算单位，而总耗水量的计算单位，由于数字巨大，以50公斤整倍数计算即可满足需要。

应当指出：在制动专题计算时，时间应以秒为单位、距离应以公尺为单位进行，并须取至其小数后一位数字为止进行计算。对车轮与钢轨间的黏着系数及车轮与闸瓦间的摩擦系数，其计算的精确程度均应到小数后三位，小数后第四位4舍5入。

第3条 符 号

【計算中各种量的代表符号及其計量單位，須照附录 1 的符号 及計量單位說明表应用之。】

为了避免在写各种量的数值及其計量单位时发生錯誤，并便于書写、閱讀、校对和記憶起見，采用一定的符号来代表它們。例如列車运行速度用拉丁文的大写字母*V*表示，其計量单位为公里/小时；机車汽机遮断比用希腊文ε表示等等。

按照通用的慣例，采用拉丁字母代表名数的量，用希腊字母代表不名数的量，注脚是說明量的类别，用俄文字母表示之。本解說中所用的符号，其中有一部分是規程附录 1 內所沒有的，对于这些符号在解說中都給予了具体說明。

字 母

俄 文

Aa Bb V Γ Д Е Ж З И К
 У У \ X \ « \ 勿 \ - 卍 日 П - 5 У
Л М Н О П Р С Т У Ф
 勿 □ 卍 4 又 女 勿 勿 儿 △ 去 卍 X □ 卍
X Ц Ч Ш Щ Ъ Э Ю Я
 Г 卍 卍 4 Р Р У \ 卍 - 又 - У

拉 丁 文

Aa Bb Cc Dd Ee Ff Gg Hh Ii Jj
 \ 勿 - △ - 勿 - - 卍 □ X 4 - 卍 4 卍 卍 \
Kk Ll Mm Nn Oo Pp Qq Rr Ss Tt
 卍 \ 卍 勿 儿 卍 □ X 4 又 女 - 卍 □ 又 У 儿 卍 △ 去 -
Uu Vv Ww Xx Yy Zz
 - 又 X \ 勿 У 卍 X 勿 - 又 卍 卍 △ X 卍 П \

希 腊 文

Aα Bβ Γγ Δδ Εε
 У 卍 □ У 卍 \ 去 У « У □ У 勿 卍 儿 去 У 卍 卍 X △ - 勿 冷 △

ZL B^* θ^* L k_k M
 $\rho \setminus \lambda \gamma$ $\rho \setminus \lambda \gamma$ $\rho \setminus \lambda \gamma$ $\rho \setminus \lambda \gamma$ $\rho \setminus \lambda \gamma$ $\rho \setminus \lambda \gamma$ $\rho \setminus \lambda \gamma$
 M^* N^* E^* O_0 Π^* P_0 Σ^*
 $\rho \setminus \lambda \gamma$ $\rho \setminus \lambda \gamma$ $\rho \setminus \lambda \gamma$ $\rho \setminus \lambda \gamma$ $\rho \setminus \lambda \gamma$ $\rho \setminus \lambda \gamma$ $\rho \setminus \lambda \gamma$
 T^* r^* X^* Φ^* Ψ^* Ω^*
 $\rho \setminus \lambda \gamma$ $\rho \setminus \lambda \gamma$ $\rho \setminus \lambda \gamma$ $\rho \setminus \lambda \gamma$ $\rho \setminus \lambda \gamma$ $\rho \setminus \lambda \gamma$

第 4 条 繪制綫图的規則

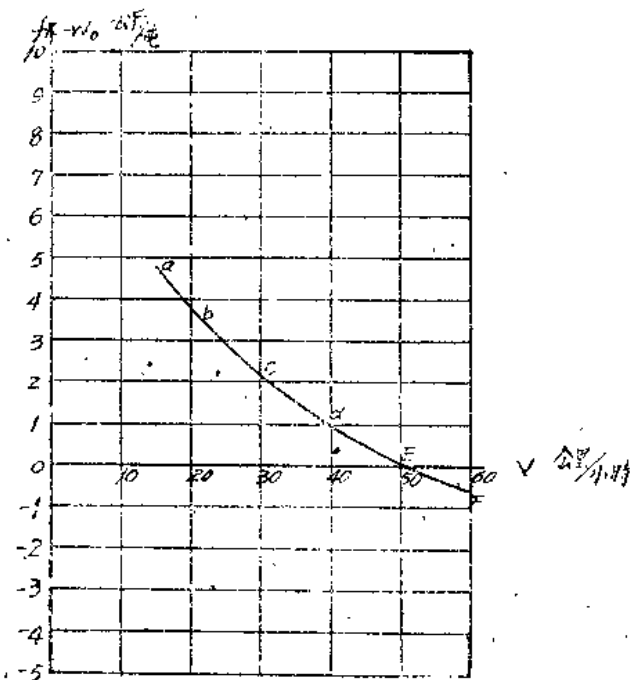
『以图解法解算或以綫图表示各种变量的相互关系时，应遵照下列基本規則：

1. 图上必須具有縱橫座标軸綫及必要的格綫，座标軸綫应較其他格綫略粗；
2. 座标軸綫旁应注明代表变量的符号及單位；
3. 比例尺应适当的選擇，以便利用格綫确定变量的数值时不致发生困难；
4. 图内应注明繪图所根据的主要条件（例如機車类型、牽引重量及計算供汽率等）。』

在进行牽引計算工作时，为了减少不必要的复杂的数学計算，而广泛地采用图解法进行解算；并以綫图表示各种变量的相互关系。例如：欲求 $\rho \setminus \lambda \gamma$ 型機車牽引 3000 吨的貨物列車，在平直綫路上的均衡速度时，如果采用計算法，則將需要复杂的、比較高深的数学計算，不仅計算上耗費時間，而且在綫路条件稍有变动时，就須要重新进行計算。因此，回答上述問題时，一般的采用繪制加速力綫图的图解法。图解法演算的結果在理論上与計算法完全相同，但綫图的正确与否直接影响到演算的結果，故以图解法解算时或以綫图表示各种变量的互相关系时，首先必須選擇标准公厘的格紙，繪制明显的較粗綫作为橫座标和縱座标，并在橫座标的右側和縱座标的左側分別注明其所代表的变量符号和計量单位，然后按照一定的比例尺繪制变量綫；为了校对和审查

上以及使用上的方便，并須于图内注明变量线的计算条件。

以上述问题为例，求出列车在「T₁」型机车的计算速度15公里/小时的加速力 $f_k - w_0$ 为 4.75 公斤/吨，以a点绘入第1图内，20公里/小时速度时的加速力3.75公斤/吨以b点，30公里/小时的加速力以c点……60公里/小时以F点绘入，連結各点得一曲线（即变量线），此线与横座标O线的相交点，就是欲求的均衡速度（51公里/小时）。



第1图

图中所采用的比例尺为：加速力 $f_k - w_0$ 为 6 公厘等于 1 公斤/吨，速度 V 为 1 公厘等于 1 公里/小时。

第5条 按轮周牵引力进行牵引计算

「牵引计算中的机车牵引力，均按动轮周牵引力计算。」

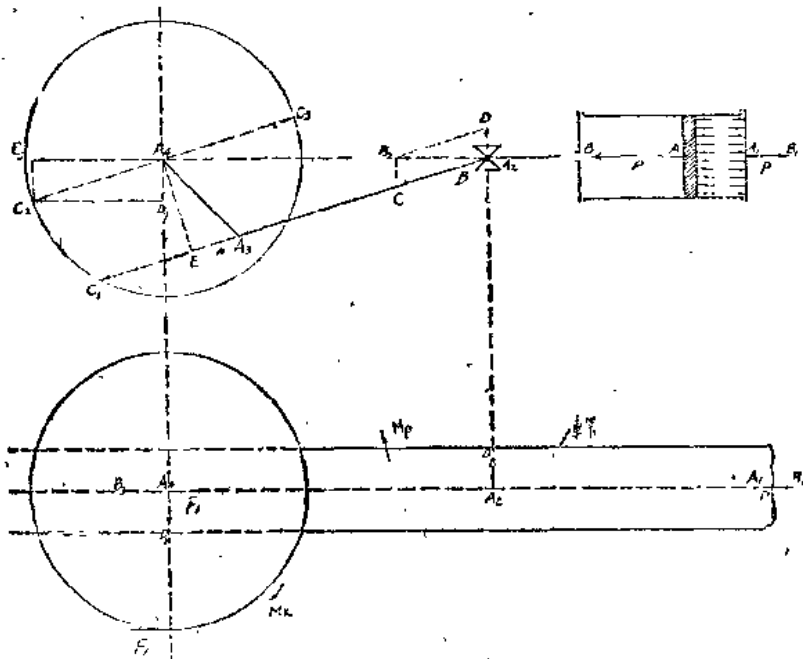
机车及其他所有具备动轮的車輛（动车，汽车，自行车等）

都有两个内力偶（作用在一个刚体上，力的大小相等、方向相反、作用点不在一点上且互相平行的一对力，謂之力偶）：

- (1) 企图使动輪圈繞車架旋轉的力偶；
- (2) 企图使車架圈繞动輪旋轉的力偶。

为了說明蒸汽机車形成上述两种力偶的情况，下面对机車牽引力产生的过程加以分析。

蒸汽自右侧进入汽缸給勾貝以压力（第2图），其压力之和（称合力）为 AB 。蒸汽又以相同的压力給予汽缸前盖，其合力为 A_1B_1 。合力 $AB = A_1B_1$ ，假設均等于 P ，但方向相反。



第2图

如果不考虑汽机的摩擦損失，将力 AB （等于 P ）沿勾貝杆移至十字头中心，則力 A_2B_2 可分成两个分力：沿搖杆方向的 A_2C 和垂直于滑板平面方向的 A_2D 。我們把力 A_2C 沿其作用綫移至曲拐銷中心 A_3 ，則得力 A_3C_1 。

为了求出力 A_3C_1 的作用，我們在車輪的軸上增加一对等于 A_3C_1 的力： A_4C_2 和 A_4C_3 ，使之均与 A_3C_1 平行，但方向相反。結果可得力 A_4C_2 及力偶 A_3C_1 、 A_4C_3 。将力 A_4C_2 分成两个平行于 A_1B_1 及 A_2D 的分力，得 A_4B_3 、 A_4D_1 。

經過上述变化后，由于蒸汽在汽缸內工作的結果，我們得到以下的力及力偶：

- (1) 經汽缸前盖传达給車架的力 A_1B_1 ；
- (2) 經十字头滑板传达給車架的力 A_2D ；
- (3) 作用于車輪的力偶 A_3C_1 、 A_4C_3 ；
- (4) 經軸箱作用于車架的力 A_4B_3 ；
- (5) 作用于車輪的力 A_4D_1 。

致于 A_1B_1 、 A_2D 、 A_4B_3 及 A_4D_1 等力已經由其他相等的力所代替，不再存在了。現在我們来分析一下以上四个力及一个力偶的作用。

力 A_4B_3 的值，通过計算亦等于 P ，即等于 A_1B_1 ，但方向相反，此二力作用于車架上，互相平衡，对机車的运动不发生影响，只是曲拐位于下半圓时車架受伸拉作用；曲拐位于上半圓时車架受压缩作用。此种作用在材料力学中研究。

假設机車沒有彈簧，并假設車輪与軸箱的連結沒有彈性，即力 A_2D 及 A_4D_1 作用于假設的一个剛体上，其方向相反，互相平行，通过計算其力的大小相等，在这种情况下将产生力偶。这力偶企图将机車前部抬起，使車架圍繞車輪旋轉。但是其中的一个力 A_4D_1 为鋼軌的垂直反力所平衡，其余的力 A_2D 使机車于运行中产生前部車輪減載、后部車輪增載和一侧減載、一侧增載的搖摆作用。

对于力偶 A_3C_1 、 A_4C_3 ，我們为了确定車輪作用于鋼軌上的力，茲用通过車輪中心及輪軌接触点的力 F_1 来代替之，这个力偶企图使車輪圍繞車架旋轉。其中輪軌接触点的力 F_1 为鋼軌对車輪的水平反力 F_2 所平衡，仅剩通过車輪中心的力 F_1 ，使机車前进。但是如果没有鋼軌对車輪的水平反力 F_2 将一个 F_1

固定，則機車只能空轉不會前進，也不能產生牽引力，就是說有內力不能使物體作前進運行，必須有外力。因此，由機車汽所引起的、可以控制的，并由鋼軌按機車運行方向加于動輪上外力，叫做機車的牽引力。

如上所述，蒸汽機車用蒸汽壓力使勾貝在汽缸內作機械功，勾貝杆、十字頭、搖杆將此功傳給機車動輪，并引起外力（鋼軌水平反力），使此功成為外功，用以加速列車和克服外阻力；機車將一部分功消耗在本身的移動上，將剩餘的功傳達給與機車最近的車輛的車鉤上。

對應機車機械功的這三個基本的、順序的傳達階段（汽缸，軌，車鉤），機車牽引力可有下列三個概念：

(1) 指示牽引力 F_i ；

(2) 輪周牽引力 F_k ：

$$F_k = F_i \eta_m = F_i - W_m,$$

中 η_m ——計算摩擦損失的機械效率，%；

W_m ——汽機阻力，公斤；

(3) 車鉤牽引力 F_n ：

$$F_n = F_k - W'_k,$$

中 W'_k ——機車阻力，公斤；

指示牽引力 F_i 是蒸汽在汽缸內所產生的指示功不考慮任何機械摩擦損失而傳達給動輪作用於動輪踏面上的力。但實際上，功由勾貝傳給動輪時，勾貝、勾貝杆、十字頭、滑板、曲拐銷等的機械摩擦損失是不可避免的，此項損失與機車的運行速度及傳達力的大小有關，因此指示牽引力 F_i ，只於考慮機械摩擦損失時採用之。

車鉤牽引力 F_n ，實際上只是輪周牽引力的一部分，在加速的情況下，輪周牽引力 F_k 的一部分功用於機車增加動能，故實際作用於車鉤上的力小於 $F_k - W'_k$ （機車阻力）的值；在減速情況下，機車消耗一部分動能，使車鉤牽引力增加，故實際作用於車鉤上的力大於 $F_k - W'_k$ 的值。因此車鉤牽引力與機車動能的