

# 汽車和拖拉機 車輛的計算基礎

(下 冊)

〔蘇聯〕А. И. 庫爾加諾夫著

上海科學技術出版社

# 汽車和拖拉機車輞的計算基礎

(下 冊)

[苏联] A. И. 庫尔加諾夫著

張 燁 金如霆譯

上海科学技术出版社

## 內容提要

本書承上冊之後，繼續敘述有關汽車和拖拉機車軀的各項計算。第五篇為前橋，第六篇為轉向系，第七篇為制動系，第八篇為車架懸掛及行走機器，第九篇為掛車及傾卸車。

本書與上冊同樣可應用為教材或供運用和修理拖拉機的農業機械工程師作為學習和參考之用。

## 汽車和拖拉機車軀的計算基礎

(下 冊)

Основы Расчета Шасси  
Тракторов и Автомобилей  
原 著 者 [蘇聯] А. И. Курганов  
原出版者 Сельхозгиз · 1953 年版  
譯 者 張 燁 金 如 震

上海科學技術出版社出版

(上海南京西路2004號)

上海市書刊出版業營業許可証出093號

上海市印刷四廠印刷 新華書店上海發行所總經售

開本 850×1168 1/32 印張 8 18/32 字數 183,000

(原中、科、技版共印 4,000 冊 1954 年 11 月第 1 版)

1959 年 7 月新 1 版 1959 年 7 月第 1 次印刷

印數 1—1,600

統一書號：15119·320

定 價：(十四)1.40 元

# 目 錄

## (下 冊)

### 第 五 篇 前 橋

#### 第一章 行駛時作用於前橋的力..... 378

- |                       |                     |
|-----------------------|---------------------|
| § 1. 作用於前橋的力..... 378 | § 2. 前輪的振動..... 379 |
|-----------------------|---------------------|

#### 第二章 前橋的構造..... 385

- |                           |                     |
|---------------------------|---------------------|
| § 1. 對前橋構造的基本要求..... 385  | (後傾)..... 399       |
| § 2. 前橋的分類..... 385       | б) 轉向節主銷的側傾(內傾) 401 |
| а) 不分段式前橋..... 385        | в) 安裝前輪和路面成傾斜角      |
| б) 分段式前橋及獨立懸掛..... 385    | (外傾)..... 401       |
| в) 驅動的前橋..... 397         | г) 安裝前輪使前端靠攏 (前     |
| § 3. 前輪與轉向節主銷的安置..... 399 | 束)..... 403         |
| а) 轉向節主銷在和汽車軸心            | § 4. 力及力矩從前橋傳至車架或   |
| 線平行的平面內的傾斜                | 車身的方法..... 404      |

#### 第三章 前橋機件強度的計算..... 406

- |                           |                          |
|---------------------------|--------------------------|
| § 1. 作用於前橋機件的力..... 406   | § 4. 轉向節上輪心軸的計算..... 418 |
| § 2. 不分段式汽車前橋的計算..... 408 | § 5. 轉向節主銷的計算..... 420   |
| § 3. 拖拉機前橋梁的計算..... 410   |                          |

### 第 六 篇 轉 向 系

#### 第一章 輪式車輛的轉向系..... 426

- |                                 |                         |
|---------------------------------|-------------------------|
| § 1. 對輪式車輛轉向系的基本要<br>求..... 426 | § 2. 轉向傳動機構的分類..... 433 |
|                                 | а) 齒輪傳動式..... 434       |

|                |     |                      |     |
|----------------|-----|----------------------|-----|
| 6) 蝸桿傳動式.....  | 436 | § 3. 對導向車輪的驅動.....   | 440 |
| б) 蝸桿滾子式.....  | 436 | § 4. 轉向機構的傳動比.....   | 442 |
| г) 螺桿與曲柄式..... | 440 | § 5. 轉向系機件強度的計算..... | 446 |

## 第二章 鏈帶式車輛的轉向系..... 454

|                       |     |                                 |     |
|-----------------------|-----|---------------------------------|-----|
| § 1. 轉向系的分類和基本要求..... | 454 | г) 行星齒輪系傳動.....                 | 459 |
| а) 單式差速器.....         | 454 | § 2. 轉向離合器的計算.....              | 459 |
| 6) 雙式差速器.....         | 455 | § 3. 軸心線不準對於轉向離合器<br>工作的影響..... | 462 |
| б) 轉向離合器.....         | 458 |                                 |     |

## 第七篇 制動器

### 第一章 制動器工作原理和制動時作用於車輪上的力..... 467

|                                |     |                     |     |
|--------------------------------|-----|---------------------|-----|
| § 1. 制動器的功用及對它的基本<br>要求.....   | 467 | § 4. 制動器的分類和原理..... | 474 |
| § 2. 制動時作用在制動器上和車<br>輪上的力..... | 468 | а) 蹄式制動器.....       | 475 |
| § 3. 制動器的佈位.....               | 471 | 6) 帶式制動器.....       | 478 |
|                                |     | б) 盤式制動器.....       | 482 |

### 第二章 制動器的計算..... 456

|                                      |     |                            |     |
|--------------------------------------|-----|----------------------------|-----|
| § 1. 作用的力和蹄式制動器的計<br>算.....          | 456 | 6) 汽車制動器的計算.....           | 506 |
| § 2. 壓力在制動蹄上的分佈和利<br>用摩擦力增強制動作用..... | 493 | § 5. 制動器的驅動機構.....         | 510 |
| § 3. 作用在帶式制動器上的力和<br>制動器的計算.....     | 496 | а) 對於制動器驅動機構的基<br>本要求..... | 510 |
| а) 作用在帶式制動器中的<br>力.....              | 496 | 6) 制動器的機械式驅動機<br>構.....    | 512 |
| 6) 帶式制動器的計算.....                     | 502 | б) 制動器的液壓驅動機構.....         | 513 |
| § 4. 按磨損和受熱計算制動器.....                | 505 | г) 制動器的氣壓驅動機構.....         | 516 |
| а) 拖拉機制動器的計算.....                    | 505 | д) 制動器各種驅動機構的評<br>價.....   | 524 |

## 第 八 篇 拖拉機和汽車的懸掛機構行路機構和車架

### 第一章 懸掛機構的功用,對它們的要求和它們的分類 ..... 527

- |                        |                    |
|------------------------|--------------------|
| § 1. 鏈帶式拖拉機的懸掛機構·· 527 | а) 彈性懸掛機構····· 529 |
| а) 剛性的懸掛機構····· 528    | § 2. 蘇聯拖拉機懸掛機構的結   |
| б) 半剛性懸掛機構····· 528    | 構····· 531         |

### 第二章 鏈帶式車輛的懸掛和行路機構之機件的計算····· 536

- |                        |                      |
|------------------------|----------------------|
| § 1. 拖拉機懸掛機件的計算··· 536 | 算····· 550           |
| а) 鏈帶架的擺動中心軸··· 536    | а) 驅動鏈輪(齒輪)····· 550 |
| б) 平衡樑和橫片簧····· 543    | б) 鏈帶····· 555       |
| в) 鏈帶架····· 544        | в) 導輪(惰輪)和張緊裝置·· 562 |
| г) 平衡輪架軸····· 547      | г) 導輪偏心率對拖拉機鏈帶       |
| д) 平衡輪架的螺管彈簧··· 548    | 工作的影響····· 567       |
| § 2. 拖拉機行路部份機件的計       | а) 支承和保持的滾輪···· 568  |

### 第三章 汽車的懸掛····· 573

- |                       |                     |
|-----------------------|---------------------|
| § 1. 對汽車懸掛裝置的基本要      | а) 半橢圓式片簧的計算··· 586 |
| 求及懸掛裝置的分類···· 573     | б) 橫向片簧····· 594    |
| § 2. 片簧的結構····· 576   | в) 半橢圓形雙式片簧···· 596 |
| § 3. 片簧的彈性····· 578   | г) 懸臂式片簧····· 599   |
| § 4. 汽車片簧的計算····· 585 | а) 扭桿懸掛的計算····· 602 |

### 第四章 車架····· 604

## 第 九 篇 掛車和傾卸裝置

### 第一章 自動列車····· 611

- |                        |                 |
|------------------------|-----------------|
| § 1. 掛車的分類及運用要求··· 611 | 動系統的安裝····· 616 |
| § 2. 自動列車上的制動器及其驅      |                 |

### 第二章 傾卸裝置····· 623

- |                   |               |
|-------------------|---------------|
| § 1. 對傾卸裝置基本的運用要求 | 及其分類····· 623 |
|-------------------|---------------|

a) 手動式傾卸裝置..... 623

B) 機動式傾卸裝置..... 625

6) 自動卸貨式傾卸裝置..... 623

r) 液壓式傾卸裝置..... 626

## 第三章 拖拉機的液壓設備..... 632

§ 1. 液壓系統的基本機構..... 632

系統..... 633

§ 2. 用懸掛農具的拖拉機之液壓

## 參考文獻..... 641

## 第五篇 前 橋

前橋是汽車或拖拉機前部的支承物。在汽車和拖拉機上，通常以前輪司導向。因此，前橋的構造，必須允許導向車輪自由轉向，並保證汽車和拖拉機行駛平穩。

應用最廣的不分段式前橋，包括一根橫梁，在它的端上以主銷聯接轉向節，成為鉸鏈狀。故前橋由橫梁，兩個轉向節和兩個主銷構成。不分段式前橋梁的端，可能為叉形而轉向節具突塊，在它們的中央穿孔，備裝主銷；或梁端成突塊而轉向節具叉。後者製造工藝比較簡單，故應用較廣。

於分段式前橋及獨立懸掛，除中央的軸梁，轉向節，及主銷外，還具有附加的槓桿系統。這兩種前橋，主要用在輕客車上。

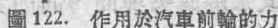
分段式前橋及獨立懸掛，提供更大的安適和平穩。

於高通過性的車輛，前橋兼作驅動之用。在此場合，前輪受到發動機傳來的扭矩，故於此種構造，前輪不僅是導向的，而且也是驅動的。於前後輪都是驅動的車輛，它的全部重量，用來產生附着力，故依車輪和路面附着力計算的曳引力（推進力）將等於

$$P_{\text{к макс}} = G_a \varphi.$$

行駛時作用於前輪的力

如前橋非驅動橋，當行駛時在前橋的每隻車輪上，可受到下面的力


$$G_{\kappa_1} = \frac{G_1}{2} m_1,$$
 $m_1$ ——行駛時或制動時的重量轉移係數；

$R$ ——道路對車輪的反作用力，由於轉向時的離心力而生；其最大值為  $R = G_{\text{車}} \varphi_1$ ，式中  $\varphi_1$  = 當橫溜時輪胎和道路間的附着係數；力  $R$  的方向和車輪行駛方向垂直；當在平路上直線前進時，力  $R$  不存在。

$q_1$ ——車輪滾動阻力，方向和汽車或拖拉機的行駛方向相反。 $q_1 = G_{\kappa_1} f$ ，式中  $f$  = 滾動阻力係數。

於制動時，前輪上將受到重量的反作用力  $G_{\kappa_1}$  及制動力  $T_{\kappa_1}$ ，後者和汽車行駛方向相反。

$$T_{\kappa_1} = \frac{G_1}{2} m_1 \varphi.$$

式中， $\varphi$ ——制動時輪胎和道路間的附着係數；

$M = T_{\kappa_1} r_{\kappa}$ ——制動時的制動力矩；

$r_{\kappa}$ ——變形的輪胎半徑；

$P$ ——由於汽車車架對前軸的作用，而在前輪軸承上產生的力。

## § 2. 前輪的振動

除開上列作用於前輪和前橋機件的力以外，當研究構造時，應注意到車輪繞轉向節在水平面內的週期性振動，以及全部系統在垂直面內的振動。

車輪在垂直面內的振動和它在水平面內的轉動中間，存在着一一定的關係。

圖 123 示車輪的行駛時水平振動和垂直振動的相關圖線，這是由對前輪振動的研究而得到的。

從圖中可見，當汽車向前行駛而右輪在垂直面內起振動的場合，此車輪同時將開始繞着轉向節主銷起振動，即在水平面內振動。因此，車輪向上移動時便相應地向左轉，而向下移時便相應地向右轉。當左輪在垂直面內振動時，在向上移時，它同時向右轉，而下移時將引起它向左轉。



於前橋在垂直面內具有角位移的場合，便引起此種力矩。它使車輪繞轉向節主銷旋轉的傾向。於圖 123a 示垂直振動和引起迴旋力矩的情況。於旋轉着的車輪作垂直位移時，其軸心線將具角位移  $d\varphi$ 。此角位移產生力矩  $M_r$ ，它使車輪繞軸心線  $c-c$  轉動。如果車輪由於被轉向機構持住而不能轉動，則在轉向節臂及轉向系拉杆中由這些力矩引起額外的應力。

力矩的方向依車輪軸心線位移的方向而定。它作用的方向，和車輪於進行振動研究中得到垂直位移時在水平面內的旋轉方向相符，即當右輪向下移動時，迴旋力矩及車輪旋轉方向均向右。當左輪上移時迴旋力矩及車輪轉向均向右，當左輪下移時，力矩及車輪轉向均向左。

由上述可見，迴旋力矩為引起車輪繞轉向主銷旋轉的因素之一。由於迴旋力矩和車輪的轉動慣量及角速率成正比，故可指出，在前輪上安裝制動器，增加了它繞轉向主銷振動的傾向。

假設轉向機構為不可逆式，即車輪的轉動不能使轉向盤轉動，或駕駛員阻止它轉動，則所生迴旋力矩必由操縱機構的槓桿來抵擋，而引起額外應力。

第二個引起前輪振動的因素，是它的不平衡度和偏心率。於車輪重量不平衡時，它的離心力的垂直分力將引起它在垂直面內的位移。

離心力等於

$$F_e = m\omega^2 r = mr \frac{4\pi^2}{T^2},$$

式中， $mr$  = 不平衡度，公斤秒<sup>2</sup>；

$r$  = 至不平衡質量的距離，公分；

$$T = \text{車輪的旋轉週期}, = \frac{2\pi r_k}{v_a} \text{ 秒}$$

$r_k$ ——車輪半徑, 公尺;

$v_a$ ——汽車行駛速率, 公尺/秒。

$\omega$ ——車輪旋轉的角速率, 1/秒。

離心力的垂直分力  $N_b = F_c \cos \alpha$  (圖 123 6), 它的大小和方向作週期性的變化。此種週期性的變化將使車輪在垂直面內振動。當離心力分力的週期和軸自身振動的週期相等時, 將使前輪在垂直面起劇烈振動。

在水平面內的振動, 由離心力的水平分力  $N_r = F_c \sin \alpha$  的作用而引起。力  $N_r$  作用在車輪繞着旋轉的軸心線上, 以力矩  $M_r = N_r b$  使轉向節在水平面內轉動。力矩  $M_r$  的作用和迴旋力矩的作用相符合, 使車輪傾向於在水平面內轉動;  $b$  為從車輪中心至轉向主銷中心線的距離。

前輪在前軸上旋轉的偏心度, 由車輪加工或安裝不合而生, 也可由翻修車胎或製造車輪的疏忽致滾動半徑有了偏差而起。偏心度是引起垂直面內週期性振動的第三個因素, 且如上述, 也將更引起水平振動。

軸的自身振動和由於不平衡度, 偏心度或滾動半徑不等而生的振動的共振現象, 導使汽車前輪在垂直面和水平面內作振動式的運動。外界因素即路面不平, 離心力及偏心力的作用頻率依汽車行駛速率的變動而變化, 在一定行駛速率下便進入共振現象。

使車輪繞轉向節主銷起振動的又一因素, 為轉向系縱拉桿的影響。

和前軸固裝在一起的片簧, 前端常以簡單鉸鏈 4 和車架聯接, 後

端則懸在吊環上。轉向節臂3經縱拉桿2和轉向垂臂1相聯。當片簧變形時，前橋將沿弧 $MM$ 轉動，同時和轉向垂臂相聯的轉向節臂端，則被牽掣着沿弧 $NN$ 移動，(圖124a)。當垂臂不動時，這兩個移動，唯有在下列情況下才可能——車輪繞主銷轉動。

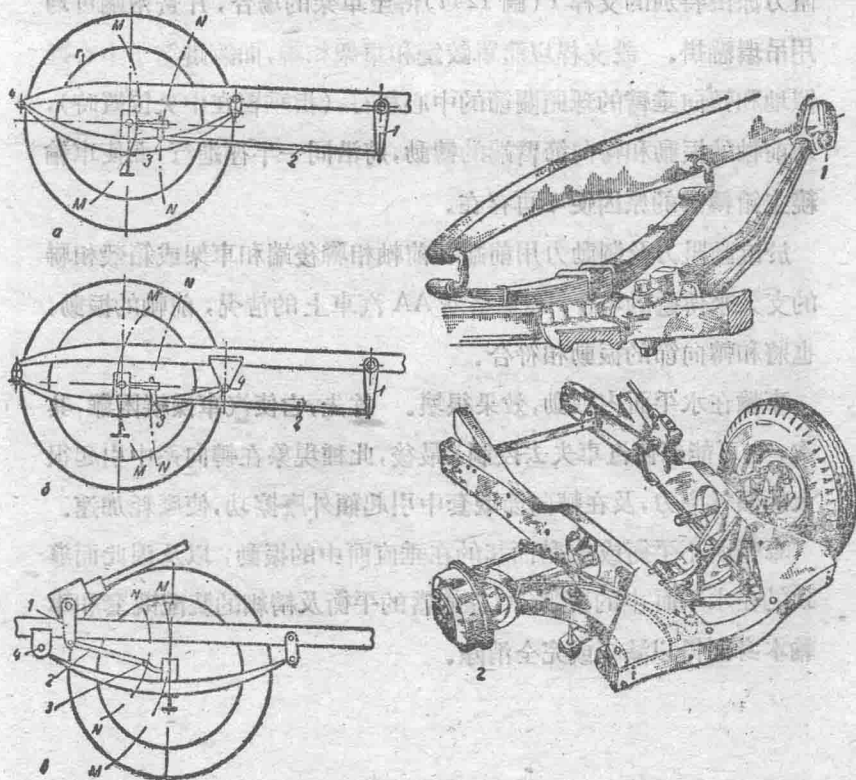


圖124. 前軸和片簧及轉向縱拉桿和轉向節連接簡圖

如片簧前端和車架以吊環相聯，而後端以簡單鉸鏈相聯，則車輪繞主銷轉動的傾向便減小，因此時轉向節臂端的轉動將沿中心位在同側的兩弧 $MM$ 及 $NN$ 轉動(圖124b)。

片簧和車架如此裝接的缺點是當碰到阻礙物時，車輪和車架將

受到較為硬性的撞擊。於格斯 51 汽車，轉向機構裝在前方。如此結構，可減小車輪轉動的傾向，而碰到阻礙物時，又可避免硬性的撞擊。

在所有上述場合，制動力係經片簧傳至車架。於制動力及行駛阻力係由特別的支桿 1 (圖 124) 傳至車架的場合，片簧兩端均可用吊環懸掛。設支桿以簡單鉸鏈和車架相聯，而鉸鏈銷子中心近似地和轉向垂臂的球頭關節的中心相符，(指垂臂在中央位置時)，則前軸的振動和轉向節臂端的轉動，將沿同一半徑進行，而使車輪繞主銷轉動的原因便不再存在。

於滾動阻力及制動力用前端和前軸相聯後端和車架或箱殼相聯的支叉來傳遞的場合，如像格斯 AA 汽車上的情況，前軸的振動，也將和轉向節的振動相符合。

車輪在水平面內振動，效果很壞。首先，它使汽車操縱困難；其次，它可能導使汽車失去控制；最後，此種現象在轉向系中引起很大的額外應力，及在轉向節襯套中引起額外摩擦功，使摩擦加速。

車輪因不平衡或鬆動而起的在垂直面中的振動，以及因此而導致的在水平面中的振動，可靠適當的平衡及精細的裝配襯套和車輪本身而得以減輕或完全消除。

## 第二章

# 前橋的構造

### § 1. 對前橋構造的基本要求

研究了於汽車和拖拉機工作時在不同情況下作用於前橋車輪的力，以及迴旋力矩的作用和車輪在水平面內的振動，我們便可列出必需加諸前軸結構的基本要求：

1. 前軸的構造，必須保證承擔所有行駛中產生的力，和把這些力傳至汽車或拖拉機的車架。
2. 必須有抵抗機件折裂和磨損的足夠強度。
3. 前軸的設計，必須保證車輪振動最小，及乘坐時最大的安適（無震撞）。
4. 必須保證汽車的操縱輕便及輪胎的磨耗最小。

下面將從這些要求出發來研究汽車及拖拉機前橋的構造。

### § 2. 前橋的分類

前橋大多按照汽車所用懸掛的種類而設計。它可分下列三類：(1)不分段式，它用在汽車和拖拉機上，具非獨立懸掛；(2)分段式，常用於獨立懸掛；(3)驅動式，它不僅用以變動汽車的方向，並用以將扭矩從傳動系傳至車輪及將曳引力傳至車架。

#### (a) 不分段式前橋

不分段式前橋，由前橋橫梁，及用主銷和它相聯的轉向節構成。

此式前橋廣用在拖拉機，載重車及輕客車上。不分段式前橋梁照例爲工字形。於有些拖拉機，前輪具可變的輪距（別拉羅斯，XT3-7），用管形前橋梁。按照轉向節 1 和前橋梁相聯的叉的位置，可見到兩種結構：

- (1) 叉和前橋梁製成整體，（圖 125a）；
- (2) 叉和轉向節製成整體，（圖 125b），梁端成突出形狀，轉向主銷 2 穿入其中。

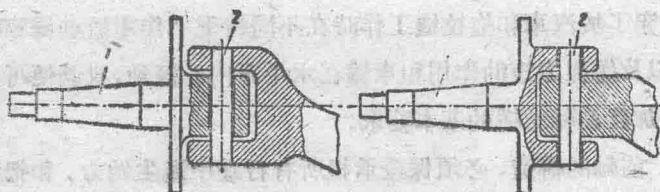


圖 125. 前橋的結構，按裝接轉向節的叉的位置而異

應用最廣的前橋梁是第二種型式，因製造最便利。

用不分段式梁的前橋，當一輪越過障礙物時，將使全車側傾。車輪軸心線的角位移，將引起迴旋力矩，它是車輪在水平面內起振動的原因之一。

由上述可見不分段式前橋，不能保證乘坐安適，及汽車行駛平穩。

#### (6) 分段式前橋及獨立懸掛

在現代汽車上，分段式前橋及獨立懸掛的前輪，獲得最廣泛的應用。此種前橋，構造形式很多，但基本上可分三類：

- (1) 燭狀懸掛（圖 126）。於此種構造，當車輪垂直位移時，輪距保持不變，車輪軸心線的傾角也不變。輪距不變，減小了輪胎的損壞和磨耗，尤其在路上深陷的輪轍中行駛時。車輪直線位移，不至產生引起迴旋力矩，致車輪在水平面內振動的條件。因此，燭狀懸