

高等学校教学用书

机械原理

下册

柯热夫尼可夫著



机械工业出版社

高等学校教学用书



机械原理

下册

修订补充第二版

孙 桓、李华敏译

苏联高等教育部批准为高等学
校机械制造类专业教学参考书

机械工业出版社

1958

出版者的話

本書系根据苏联高等教育部批准的机械制造高等学校机械类专业教学大纲所編写的。全書由兩部分组成——机构运动学及机械的靜力学和动力学。書中闡明机械原理领域中主要是属于俄罗斯学者的最新研究。

上册是机构运动学部分，下册是机械的靜力学和动力学部分。

本書为高等学校机械制造专业学生的教学参考書。

苏联 С. Н. Кожевников 著 ‘Теория механизмов и машин (Издание второе, исправленное и дополненное)’
(Машгиз 1954 年第二版)

*

*

*

NO. 1672

1958 年 3 月第一版 1958 年 3 月第一版第一次印刷
850×1168 $\frac{1}{32}$ 字数 224 千字 印張 $8\frac{4}{16}$ 0,001— 3,350 册
机械工业出版社(北京东交民巷 27 号)出版
机械工业出版社印刷厂印刷 新华书店發行

北京市書刊出版業營業許可証出字第 008 号 定价(10) 1.30 元

1.20 元

目 次

机器的静力学和动力学

第十六章 机器的静力学和动力学概論	335
88 机器的分类	335
89 机构和机器	340
90 机器的静力学和动力学的任务	342
第十七章 作用于机器中的力	344
91 力的分类	344
92 外力和机器的机械性能	346
93 构件惯性力的确定	352
94 用代換質量法确定慣性力	355
第十八章 机构的动态静力学	362
95 机构动态静力学的任务	362
96 构件組的靜定条件	364
97 二阶組的动态静力学	366
98 按阿苏尔分类的第一級高阶組的动态静力学	373
99 一級二阶机构的动态静力学計算	377
100 决定平衡力时虚位移原理的应用	383
101 茹考夫斯基(Н. Е. Жуковский) 輔助杠杆	385
第十九章 低副中的摩擦	389
102 摩擦的类型	389
103 摩擦角和摩擦錐	393
104 移动副中的摩擦	395
105 斜面	406
106 螺旋和蝸杆傳动中的摩擦	408
107 軸頸和軸襯間有間隙时轉动副中的摩擦。摩擦圓	410
108 应用摩擦圓求机构的死点	413
109 跑合軸頸的摩擦	416
110 止推軸頸的摩擦力矩	419

第二十章 高級運動副中的摩擦	422
111 滾動摩擦(第二類摩擦)	422
112 物體在滾子上的移動	425
113 滾柱軸承和滾珠軸承中的摩擦	427
第二十一章 柔韌體的摩擦	432
114 柔韌帶在固定柱狀鼓輪上的摩擦	432
115 柔韌體傳動的摩擦	435
第二十二章 摩擦傳動	438
116 定傳動比的摩擦傳動	438
117 可調節傳動比的摩擦傳動	441
118 在可調節的摩擦傳動中因載荷的增加而發生的傳動比的改變[30]	448
第二十三章 功及功率的傳遞	453
119 機構的動能及作用於機器中之力的功	453
120 質量及力的轉化	456
121 機器穩定運動及不穩定運動的條件	463
122 功及功率的傳遞。機器的效率	466
123 機器的總效率	469
第二十四章 某些特殊機構的效率	473
124 一般的認識	473
125 斜面及其演化機構的效率	474
126 移動副的效率	479
127 齒輪的效率	480
128 周轉輪系的效率	483
129 差動輪系的效率	491
130 凸輪機構的效率	491
131 低副機構的效率	497
第二十五章 在外力作用下機構的運動	499
132 機構的運動方程式	499
133 運動方程式的積分	506
134 機構的起始運動及恒定運動	511
135 $[E, f]$ 綫圖	514
第二十六章 機器運動的不均勻性	519

136 原动構件的平均角速度	519
137 不均匀系数及不均匀度	522
138 在正常工作情况下飞輪对机器运动不均匀性的影响	523
139 飞輪轉动慣量的近似計算法	528
140 由 $[E, J]$ 綫圖求飞輪的轉动慣量	531
141 借 $[E, J]$ 綫圖确定机構的运动規律	534
142 飞輪尺寸的确定	539
第二十七章 机器运动的調整	542
143 調整的任务	542
144 調速器的种类	543
145 調速器的性能	547
146 調速系数	551
147 調速器的失灵系数	552
148 調速器的稳定性	556
149 調整过程的稳定性	557
第二十八章 迴轉質量的平衡与均衡	559
150 机構平衡的任务	559
151 繞固定軸綫迴轉之質量及質量系統的平衡条件	561
152 位于同一平面內的諸迴轉質量的平衡	563
153 一般情況下迴轉質量的平衡	565
154 迴轉質量的靜均衡及动均衡	568
第二十九章 机構慣性力的平衡	573
155 机構重心的确定	573
156 机構的靜平衡	577
157 不同阶的慣性力	580
158 以迴轉重量平衡各阶慣性力及力矩	587
159 多缸發动机机構的平衡	589
参考文献	594

机器的靜力学和动力学

第十六章 机器的靜力学和动力学概論

88 机器的分类

为了改变被加工材料的物理性質、状态、形状和位置,或为了將一种能量轉換为另一种能量而使从动構件产生一定运动的机构組合称为机器。

一切發展完善的机器組合均由三个有本質区别的部分組成,即:發动机机构或簡称發动机;將發动机的运动傳遞給执行机构的傳动机机构;以及执行机构或称工作机。發动机又可分为原生發动机及再生發动机两种。

在原生發动机中,驅动力是具有一定强度而足以实际应用其多余能量的自然能源所产生的力量。属于这种能源的有:在水电站中被水輪机轉化为机械功由某一水平降落至另一水平时的水的位能,以及在風力發动机中局部地变为机械功的运动着的空气动能等等。

自然源泉的能量必須具有一定的强度,因为存在着某种最低限度的能量强度,低于其下时則我們目前所掌握的工具还不能应用来改变这种能量成为他种能量或机械功。举下面的例子來說明。两个具有相同儲能量 2000 公斤·公尺的瀑布,第一瀑布具有 10 公尺水头的落差和每秒 200 公斤的流量,第二瀑布則为 0.1 公尺和 20000 公斤。如果第一瀑布的能量可以利用 80%,即轉化 1600 公斤·公尺为机械功,那么对于第二瀑布來說只能利用 10%,这就是說,約 200 公斤·公尺或为第一瀑布的 8 分之 1。

在原生發動機中，驅動力也在物質的內能轉化為熱動的過程中產生（例如，當煤、木材和石油等燃燒時），而熱能又借助於熱機——蒸汽機、內燃機、汽輪機和氣輪機——轉化為機械功。

在熱機中，熱能的攜帶者可以是由某種液體（例如水）蒸發而成的蒸汽，或者是在燃燒過程中產生的氣體。在一定壓力下的蒸汽或燃燒的氣態生成物，都能在膨脹時產生機械功。氣體狀態的熱能攜帶者稱為工作物質。

作為一個例子，我們來研究內燃機中（其簡圖如 271 圖所示）潛能轉化為機械功的順序。發動機的工作循環為四沖程，即整個過程由首到尾是在曲柄轉動兩周或活塞往復四次的時間中進行的。

如果活塞由右向左移動（圖 293, a），則當進氣閥開啟後，易燃的混合物便在外界壓力的作用下被吸入活塞與汽缸壁之間的空間。當活塞剛到達左方的邊界位置時，氣閥便自行關閉，因而將工作物質封閉在汽缸內。當活塞作反行程時（圖 293, b），依靠機構構件儲藏的動能或依靠平行連接的汽缸作的功將工作物質壓縮，而在行程終了，當工作物質的體積最小的時候，利用電火花點火。由於燃燒時放出熱量，工作室中的氣體的壓力升高，在這個壓力的

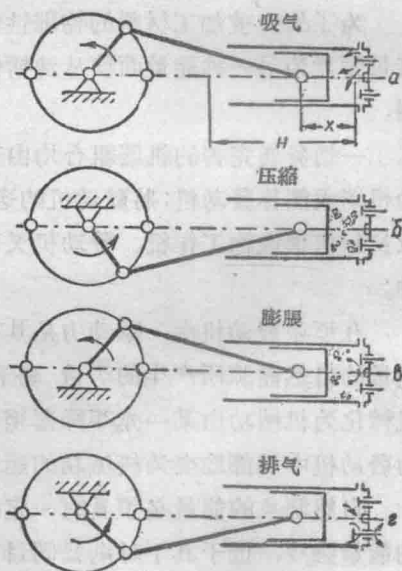


圖 293

作用下，活塞就能夠克服阻力而由右向左移動（圖 293, c）。當曲柄繼續轉動時，活塞重新由左向右移動，此時進行排氣，將燃燒生成物由汽缸的工作空間經過排氣閥所打開的排氣管排出。發動機的工作循環便以此告終。發動機以後的工作都是這種過程的重復，因而研究發動機在曲柄轉動兩周的時間中的工作便已足夠。

在發動機工作四個沖程的每一沖程中，都要消耗能量來克服摩擦。除此而外，吸氣時機構的能量還額外消耗於克服被吸入的工作混合物沿進氣槽運動的阻抗；在第二沖程中，機械功被消耗來壓縮工作物質，最後，在第四沖程中，功消耗於廢氣的排出。如果說，消耗於壓縮機器內部的气体的功將在膨脹時部分地收回，那麼在第一沖程和第四沖程中消耗的功，却應當認為是全部損失了。

發動機的有效功是在第三沖程——工作行程中產生的，此時，工作物質的化合潛能首先經燃燒變成熱能，然後又膨脹而成機械功。顯然，只有當第三沖程中工作物質膨脹所產生的功大於第一、第二和第四沖程所消耗的功的時候，發動機的功才可能利用來帶動工作機。

熱機的工作非常複雜，因此，一切關於燃料的潛能轉化為機械功的過程的規律的研究，均分述於一特殊課程——「熱機學」中。

再生發動機中，驅動力是由派生的能源產生的。在這些發動機中，利用的是原生發動機工作時所得到的並經導綫或導管傳來的能量。屬於再生發動機的有效功、風動機和水力發動機。

在電動機中，發電站的發電機所發出的電動，轉化成為消耗於帶動執行機構的機械功。電能可以在某一地方大量地生產，然後經導綫輸送到幾十或幾百公里以外的任何地方去。電能輸送的簡便性，和它能自動地分成任何數量的部分的特性，這就是電動機作為各種執行機構的獨立發動機而得到特別廣泛應用的原因。不僅如此，在某些情況下，裝置一些特殊的發動機去開動同一機器上的各個別機構，將是有利的。例如，可以指出，在軋機（重型軋鋼機）或重型金屬切削機床中就是這樣，其中有好幾個發動機帶動其個別機構。

風動的和水力的再生發動機應用較不普遍。在風動機中，驅動力得之于空氣壓縮機的壓縮空氣的壓力，而在水力機中則為液體（一般是特殊唧筒所供給的礦物油或水）的壓力。當需要得到在很大範圍內均勻變化的工作機從動構件的轉速，或者為了使機構的移動構件運動的時候（例如，磨床和龍門刨的工作台，氣錘等），就是說，由於某種原因而不宜用電動機的時候，則應用風動的和水力的再生發動機。

在水电站或热电站中，水輪机或汽輪机(蒸汽机)帶动發电机。同样在压縮空气站中，空气压縮机也由电动馬达或內燃机来帶动。在上述情况下的發电机或空气压縮机对于發动机來說都是工作机，但是，它們的基本用途却不是原料的工艺改变，而是得到一种可以应用于再生式發动机的新的形式的能量，这就是說，將發动机产生的机械功轉化成为其他形式的能量(电能，压縮空气的潛能等)。

將發动机产生的机械功轉化为某种形式的能量的机器，称为轉化机械。

工作机借助于执行机构帶动的工具进行原料的加工，这就是說，用切削、压縮、弯曲、击碎、磨、拉、扭、編織等方法来改变原料的形狀，或改变其状态和物理性質。

这样，工作机的用途是在被加工原料上进行一定的机械作用，因而使它获得所需要的形态。原料在工作机上加工的工序的总和称为工艺过程。广义而言，工艺过程是被加工原料由入厂开始到制成成品出厂为止的全部工序的总和。

在原料的加工过程中，發动机产生的机械功被消耗了，即在加工过程中出現能量的轉化，例如，由电能轉化成为机械功。但是，如果認為工作机的基本目的是轉化能量，那就錯了。这是从生的現象。实际上，在加工过程中是力求尽可能少消耗能量的，因为生产能量是要耗費人类的劳动的。这种企圖还和下述事实有关，即自然界的能源是有限的，应当經濟地消費它們，因而，应当寻求这样的加工过程，它要达到消耗最少的能量和工具的目的。

由上所述，可以給工作机以下述定义：工作机是用發动机、人力或兽力开动的机构的組合，利用它进行原料的加工，同时伴随着某种能量到机械功的轉化。

所有各种工作机可以划分为半自动机和自动机两种。

在半自动工作机中，执行机构完全地或部分地保證了工具的运动，这些运动从前是由工人进行的。試举加工平面的牛头刨床为例來說明。利用导杆机构使固定于刀架上的刨刀往复运动，因此，在刨刀的每一

行程中，都切去一定量的金屬。進給——工作台帶着零件在垂直于刨刀運動方向的定期移動——可以借助於一個帶螺旋的手柄（該螺旋擰在固定於工作台上的螺母內）由工人來進行，或利用一特殊的間歇運動進給機構來進行。這樣，在牛頭刨床中自動化了的只有切削金屬和進給時進行的工序，而所有的輔助工序，如工件在工作台上的定位，刀具按所給尺寸的定位（垂直進給），以及刀具在其最初位置上的定位，機床的起動和停車等，都由工人親自完成。在許多比較完善的半自動機器中，只有零件和刀具的定位，機器的起動才由工人來完成。當所有的加工工序和輔助工序都完成以後，工作機便自動停下來。這種半自動的機器稱為半自動機。

更為完善的機器是自動機器或簡稱自動機。其中一切關於零件的定位，送料和進給的工序，工作工序和空回工序，以及所有的輔助工序，均由具有專門用途的機構來完成。自動機可以組成工作機的自動系統，這種自動系統用來完成在原料轉變為成品過程中的一切加工和輔助工序、定位和調位工序。

用機器的自動系統裝備起來的工廠，其中除了機械系統而外，還應用着檢驗和調節工藝過程的電氣器械及其操縱裝置，這是我們為了減輕勞動和提高生產率而努力追求的目標。

用於運輸（移動）重荷或物品的工作機稱為運輸機。屬於這一類機器的有任何類型的機械運輸裝置、起重機、掘土機、升降機等等。

此處引用的機器的分類只包括了該類機器的一般特徵，在每類機器中還可以更細的劃分。例如，工作機可以按照在機器上加工的零件的類別來劃分成組（紡織機、金屬切削機床、金屬熱加工機、印刷機等等），而各組又可以劃分為一定數量的類型等等。

關於工作機及其上進行的工藝過程的更詳細的研究，是專門的工藝學的任务，因而已經超出了機構及機器原理課程的範圍。還必須指出，有這樣的一些機器，很難將它們歸入這一類或那一類，也就是說，例如，很難將發動機和工作機區分開來，因為它們互相混淆在一起。這種機器的例子，可以舉出風鑽、風動的或電動的沖動錘和渦動鑽等，在這

些机器中，發动机同时又是工作机。

89 機構和机器

从机器的發展历史可知，被具有潜能的力量（例如，变形彈簧的彈力或重物的重力）所帶动的機構本身，对机械工業的發展給以巨大的影响，而后者的要求，又激起了發明着日新月异的機構的發明家們的創造性思想。自动機構的思想最先实现于磨粮食的水力磨坊中和鐘表中——这是第一种适用于实际目的的自动機構，其中从动構件在变驅動力的情况下作等速运动。在鐘表中包含了很多思想，例如，調节运动的思想，这些思想就是現在也还具有非常重大的意义。馬克思說：「不容置疑，在十八世紀正是鐘表提供了应用自动器械（用彈簧帶动的）的第一个想法。伏堪松[⊗]的尝试对英国發明家們的創造性的思想起了極大的作用。」[⊗]在工業革命以前，应用機構的前提是：除了制造鐘表的企圖而外，还有制造用来消遣的各种自动机，即可作某种循环动作的自动玩具的企圖。

因此，被某种能源的力量帶动的最初的機構，并不是随时都追求着因为运用了它們而获得任何有用功的目的。总起来說，它們的用途就是产生适当的运动，如鐘表指針的等速轉动等。与应用于「自动机」（自动器械）中的機構的發展同时，曾經有过制造發动机的尝试，其中应用着另外的力，例如，在蒸汽机中的蒸汽的彈性力。最初的發动机是为了代替人力或兽力来帶动煅爐風箱和由矿井中抽水的唧筒等而制造出来的。

我們的同胞巴祖諾夫（И. И. Ползунов）的有名的蒸汽机，于1764～65年間制成于阿尔泰，这是用来帶动冶金工厂的鼓風裝置的，但是，有如發明家所清楚了解的那样，它也可以用于其他的目的。这是第一架工厂型的蒸汽机。但是，在应用發动机于工作机中作为帶动工具或器械的执行机械之前，發动机的發展沒有成功。只有在發明了工作机以后，

⊗ 伏堪松（Ж. Вокансон，1709～1782）——笛手，奔向克留帕特尔之胸的毒蛇等許多「自动机」的作者。

⊗ 馬克思全集，俄文版，第23卷，131頁。

才出現了应用發動机的可能性，并从而迅速地影响了它們的發展和改进。

这样，研究了机器的發展史以后，可以認為，用機構帶動工具的工作机，給机器生产的發展以非常强烈的刺激。帶動工作机的必要性是發動机發展的前提。

撇开機構的正式定义不談（如第4节所述，該定义認為機構是具有与主动構件数目相同的自由度，并互相活动联接着的構件系統），也可以認為機構是完成适当的給定运动的構件系統。这种要求曾經向古代的自动機構（鐘表、活动玩具）提出过，现在还向一大类基本用途是产生一定运动的機構提出来。应当屬於这一类機構的首先有数学仪器：面积仪、簡諧分析仪、長度計、縮圖仪、計算机、解方程式的机器、量度仪表（各种制度和尺寸的秤、測力計、示功器、示振仪、加速度測量計、地震仪、度量長度的仪表）等等。

在上面列举的許多機構中，运动是电动机或变形彈簧的彈力所产生的。因此，按照結構特点來說，機構和机器沒有任何区别。譬如說，如果观察計算机和車床的一般特征，則它們是一样的。不論在計算机或車床中都有發動机、傳动機構和执行機構。同时，只是由于从动構件运动性質的不同，执行機構的裝置才有所差别。但如果从另一个角度来研究計算机和車床，即比較它們的执行機構所起的作用，就立即可以确定機構和机器的区别。

在機構中，从动構件作适当的、应用于实际目的的运动，而在机器中，却是利用機構帶動工具来进行原料的工艺轉变。機構在仪器和机器中所起作用的不同，决定了它們的能力。如果說，在鐘表中指針必須具有唯一实际可能的、時間不定的連續轉动，而在工作机中，則为了起相同的作用，从动構件可能有互不相同的运动。这一点不难举例來說明。譬如說，需要加工平面，如果在刨床上加工，可令刀具作往复移动，但如在銑床上加工，則为轉动。在这种或那种情况中，进行的是相同的原料的工艺轉变（平面加工），但为了实现这个目的却应用不同的機構。如果撇开机器所完成的原料的工艺轉变，則機構和机器沒有任何区别，

因此，任何空轉的機器都完全可以認為是機構。

綜合以上所述，可以確定機構和機器的下述區別。機器和應用於實際目的機構的區別在於：機構是用來產生給定的適當運動的，而機器却是用來進行原料的工藝轉變的（借助於執行機構所帶動的工具），即改變原料的形狀、狀態和地位，或是用來轉化一種能量成為另一種能量。

90 機器的靜力學和動力學的任务

在機構和機器中，發生着能量的轉化，發動機的能量首先轉化為機械功，然後又轉化為其他形式的能量。在工作機中，工藝轉變的完成需要消耗一定量的機械功，這些功在加工過程中多半是首先變成熱，然後就散失了；在將力量由發動機傳到工具作用於原料的地方的傳遞過程中，還要消耗能量來克服以摩擦力等形式出現的附加阻抗，因此，在工作機的工作過程中，發動機所付出的能量被消耗於克服工藝的和附加的機械阻抗。如果研究機構的工作，則其中沒有工藝阻抗，發動機所付出的能量，都用來克服隨着機構各構件的運動而出現的摩擦力和重力等阻抗。如果不管阻抗的原因和性質，僅僅從數量上研究機構和機器工作過程中出現的阻抗，則機構（用於產生一定的運動的）和機器（其中工具由機構帶動，以便獲得一定的工藝轉變）的靜力學和動力學計算方法，可以是相同的。考慮到機器和機構只是在應用上才有所區別，而不在結構上，故在以下的敘述中不再把它們區別開來。現在來研究機器的靜力學和動力學的任务。

新機器的設計通常都伴隨着其各部件的強度計算，各構件的尺寸根據作用於其上的力來確定。

如果說，在機構的運動學中，只研究運動的幾何學，只規定出可以作為特徵的尺寸（如中心距及其他決定構件相對運動的尺寸），而忽略了各構件的外形的話，則在作強度計算時，却必須具有在三度空間內的構件的概念。如果構件的尺寸已經選定，則機器中由於工藝和機械阻抗的作用而產生的作用在運動副元素上的力，將決定構件內部的應力。而如果給出構件材料的應力，則該力將決定構件的尺寸。所以，力的決定

应当在强度計算之前进行。因此，机器靜力学和动力学的基本任务之一，就是决定那些作用在运动副元素上并在机器的工作过程中引起構件变形的力。

下面在研究机器的运动規律的时候，将要指出，在許多情况下很难精确地确定構件的加速度（在某些情况下，运用我們所拥有的計算工具，根本不可能精确地計算它們），而根据它們才可能計算出慣性力。因此，最常用的求構件的慣性力的方法是近似法，其中構件各点的加速度是在原动構件作等速运动的条件下求出的。

不考虑慣性力时計算机构構件上作用的力的各种方法，总起来称为机构的靜力学，而考虑構件慣性力（近似决定的）时的計算力的方法，則称为机构的动态靜力学。如果認為慣性力是已知的外力，則机构的靜力学計算和动态靜力学計算沒有任何区别。

在进行靜力学或动态靜力学計算之前，必須确定工艺阻抗和机械阻抗的变化規律。如果說，工艺阻抗的变化規律將在專門的工艺計算中进行研究，此处可認為是已知量而用一定的力的特性曲綫表示出来，而其变化規律与机器的功用無关的机械阻抗，却应当在机构与机器原理中进行研究。在机器的动力学中，对于运动副元素在法向反作用力的作用下产生的摩擦阻抗，給予特別的注意。

在机器工作过程中的能量消耗，以及为了克服工艺和机械阻抗而致的能量的消費，具有相当重要的意义。在許多情况下，机构选择的恰当与否及其制作的質量，可以用效率来估計。效率將指示出，發动机付出的能量有多少用于克服工艺阻抗。

在具有某些为了克服机械阻抗而消耗的能量情况下，所有关于傳遞机构的力和功的現象的总和，可以用所謂的力的傳遞定律和功的傳遞定律来表述。

由于机器和發动机工作的力的特性不同，使我們不能指出（如果不进行适当研究的話）机器处在怎样的状态下：在正常运动的状态下或是不稳定运动的状态下。在大多数情况下，当研究了机器（其各構件在給定外力的作用下）的运动規律以后，就可以給出这个问题的答案。

当机构的原动构件在不定的長期的時間中作等速的轉动时，表述工艺阻抗和發动机驅动力变化規律的方程式的参数具有完全确定的数值，这相当于机器的正常运动。各参数間相互关系的破坏，会把机器导出正常运动状态，而变成为不稳定的运动。如果采用特殊的調节机器运动的机构，则当力的特性参数之間的关系每一次破坏以后，利用这些机构的作用可以使机器回复到正常运动状态。由于作用在机构构件上的各力的特性互不适应，使机器作不等速运动。在很多情况下，角速度的变动是我們所不希望的，因此有必要在机器的运动周期以內調节原动构件的速度。

为了得到稳定和正常的机器的运动而对調节方法进行的研究，是机器动力学最重要的任务之一。

最后，还应当指出，平衡机构各构件的慣性力的方法，在机器动力学中也給予很大的注意。上述所有問題的解决，总起来成为机器的动力学和靜力学。

第十七章 作用于机器中的力

91 力的分类

在机器的工作过程中，其各构件上作用有給定的外力，属于这些力的有發动机产生的驅动力、工艺阻抗力、构件的重力、机械阻抗或附加阻抗，以及由于构件运动而出現的慣性力。属于未知力的則有作用在运动副元素上的約束反作用力。

由發动机的工作物質作用在从动构件上的力 P 称为驅动力。应当广义地了解驅动力。例如，在內燃机中，驅动力是处于压力下的气体混合物对活塞作用的结果，而在电动机中，驅动力則为作用在轉动于电磁場中的轉子上的力矩。

通常，驅动力所作的功是正值，也就是說，驅动力及其作用点速度

的方向互相重合，或者互成銳角。但是，在某些情況下，作用在主動構件上的力，可能變成阻抗力，因而將產生負功。可以舉熱機為例，在熱機中，當氣體混合物被壓縮的時候，作用在活塞上的力便產生負功。對於工作機來說，驅動力是作用在主動構件上的力或力矩。今後我們把驅動力了解成與其作功的符號及主動構件的運動性質無關的作用在主動構件上的力。

今後我們將作用在從動構件上的力 Q 稱為工藝阻抗力，製造機器也就是為了克服這種阻抗力。在工作機中，工藝阻抗力是進行工藝過程時出現的阻碍從動構件運動的力，例如，在壓延或切削金屬時出現的阻抗等等。在運輸機中，例如，在升降機中，工藝阻抗力是被提升的重物的重量。在轉化機械中，應當把工藝阻抗力看成是在機械功轉化為其他能量的過程中作用在從動構件上的力。通常認為工藝阻抗力是有用的力。這樣一個關於工藝阻抗力的概念常常引起誤解，因為在大多數情況下它都是有害的，這是由於需要消耗能量來克服它；任何時候都應當利用一切辦法和可能來減小它。

通常工藝阻抗力所作的功是負值，即工藝阻抗力與其作用點速度的方向相反或互成鈍角。如果從動構件作轉動，則工藝阻抗力矩和從動構件的角速度具有相反的符號。

構件的重力 G 作用在構件的重心上。在大多數情況下，特別是計算高速機器的時候，常將重力略去不計。在機構的一個工作循環的期間，重力所作的功等於零，因為各構件的重心沿封閉的軌迹運動，同時重力的方向又是不變的。但是，在機構的工作循環以內，重力所作的功則不等於零。

在機器中，機械阻抗或附加阻抗 R 的常見形式主要是：運動副元素相對運動時出現的阻抗力，亦即摩擦力；介質阻抗，如空氣的阻抗；撓性構件（繩索、煉、皮帶等）的剛性所引起的阻抗力。摩擦力在運動副內的法向反作用力的作用下產生，並且是未知的力。可以認為它們是作用在運動副元素上的總反作用力的切向分力；知道了總作用力的切向分力和法向分力之間的關係以後，則在動態靜力學計算中，就可以同時決定