

蒸汽机司机读本

苏联 Б. Б. 庫茲聶佐夫著

水利电力出版社

蒸汽机司机读本

苏联工程师 Б. Б. 庫茲聶佐夫著

裴 毓 华译

江苏工业学院图书馆
藏书章

水利电力出版社

內 容 提 要

本書敘述蒸汽机部件和整个动力設備的維護、檢修和組裝等問題；敘述有关現代高速蒸汽机的知識、指示功率和有載功率的計算方法、計量控制儀器的使用方法、潤滑材料的再生利用和金屬材料以及其它材料的合理使用等問題。

此外，本書還講述了一些有关动力的成本計算、司機的职务和責任、斯达汉諾夫工作方法、社会主义劳动競賽、合理措施，以及安全規程和防火規則的知識。

本書在敘述中都附有插圖和典型例題的演算方法。

本書不仅是蒸汽机司機的良好讀物，而且也是蒸汽机动力設備技術管理人員的有益參考書。

Б. В. КУЗНЕЦОВ

МАШИНИСТ ПАРОВОЙ МАШИНЫ

ГОСЭНЕРГОИЗДАТ МОСКВА 1952

蒸汽机司機讀本

根据苏联国立动力出版社 1952 年莫斯科增訂本第二版翻譯

裴 銳 華 譯

*

838R221

水利电力出版社出版 (北京西郊科學院二里溝)

北京市書刊出版業營業許可證出字第105号

水利电力出版社印刷厂排印：新华書店發行

*

850×1168 $\frac{1}{32}$ 开本 * 7 $\frac{1}{16}$ 印張 * 195千字 * 定价(第10类)1.10元

1958年7月北京第1版

1958年7月北京第1次印刷(0001—4,600册)

前 言

苏联人民胜利地結束了伟大的卫国战争之后，就立即着手恢复並进一步发展自己的經濟。苏联的劳动者胜利地完成了战后第一个五年計劃並正以极高的热情推动着工业、农业、运输业前进，他們正在为争取科学文化的进一步高涨而奋斗，在列宁的旗帜下，在伟大的苏联共产党的领导下，正以坚定的信念沿着共产主义的道路前进。

动力工业是国民經济中首要的环节之一，动力工作者的最重要任务就是使设备的利用率达到生产上最大的可能性。

这就是說，要学会正确而有文化地工作並对于所担任的工作自觉地負起責任；在高度的劳动生产率和设备的最大可能的利用率下工作；工作中不发生事故、破損和停閉等等；学会怎样在动力设备高度的效率下和按照斯达汉諾夫方法工作。

在使用活塞式蒸汽机的所謂“小規模动力事业”中，采用斯达汉諾夫方法的途徑是怎样的呢？

在蒸汽机运转中，事故仍然很多，而事故又会很严重地影响生产，因此，消灭事故的斗争就应该成为斯达汉諾夫式司机主要的和具有决定意义的任务之一。机器的一切事故終归与人有关系，因为事故不会自己发生。可以肯定地說：“非因人的过失”的事故是不会发生的，因为事故是可以，也应该用周密的维护和适时的、質量优良的預防性計劃檢修来防止的。

采取縮短蒸汽机維修和大修停机时间的办法来提高设备的利用率时，必須在蒸汽机停車以前就周密地作好檢修前的准备工作；进行蒸汽机的快速檢修时，应该采用可以減輕和簡化工作的工具。

燃料的单位消耗量应以下述办法来降低：在最有利的蒸汽温度和压力下工作，在各机组間合理分配負荷，消除蒸汽漏洩現象

和減少蒸汽在导管內的热損失。适当的組織好动力車間的工作，就可以做到所有上述各点。

动力设备效率的提高，即使提高得很少，有时只是百分之零点儿，也不是一件容易的事。但不要忘记，这种初看起来似乎是很微小的提高，也可以节约很多的燃料。因此，无论如何也不应该忽视改善工作，即使这种改善初看起来是很微不足道的。反之，这种“微小”的改善总和到一起，就可以得到可观的效果。

司机必須記住，动力車間是企业的心脏，它若停止工作，整个生产就必然会停頓。

虽然从热量的利用率的观点来看，蒸汽机比內燃机差些，而当功率大时，又比汽輪机差，但在某些生产工作中，采用蒸汽机仍較內燃机或汽輪机为合理和有利。

在鋸木工厂、制磚厂、矽酸盐工厂和制糖工厂、麵粉厂、紡織工厂、铁路抽水所等处，采用固定式蒸汽机是很普遍的。在起重机械（起重机、矿山用提昇机械）和驅动軋鋼机方面，也就是負荷頻頻波动，同时波动得又很厉害的地方，蒸汽机是有重要意义的。

蒸汽机容許負荷有很大的波动，它可以承担很大的超負荷，它的寿命很长，不需要很多的修理費用，管理比較簡易，最后，它还可以使用燃燒任何种类燃料所产生的蒸汽。例如，在燃料非常便宜（用生产上的废料）的林木业中，蒸汽机是最經濟的原动机。

在任何情形下都不能有这样的思想，即蒸汽机已經过时了。相反地，正在繼續发展和改善它的結構設計，工厂也都在繼續制造固定式蒸汽机和鍋駝机，同时，也为发电厂制造每分鐘約1000轉和1000轉以上的蒸汽机。

目前，为了节约价值昂貴的石油燃料，很多使用这种燃料的固定式內燃机都改用气体燃料。在很多情况下，小型內燃机改装使用气体燃料，可能在技术上是够适当的，例如，由于它們易受磨損，构造太陳旧，按当地条件裝置瓦斯发生设备不方便等等。在这种情况下，現代式构造的蒸汽机便可很成功地代替內燃

机。因此，連內燃机司机也都必須学会維護蒸汽机的本領。

大部分制造年份很早的蒸汽机功率的数字，照例都是被縮小了的；这种蒸汽机在功率上都有很大的潛力。至少可以由下述情况証明出来，就是我們企业中的許多蒸汽机在很长时期內都是在高于銘牌指示的数据下承担着“超負荷”工作的。这些数据必須根本重新审核一下。

本書第一版的主要材料是取自我所編著的蒸汽机技术基础讀本第四版，其中只刪去了教学部分，但补充了很多实用方面的指导材料。本（第二）版增加了有关高速蒸汽机和蒸汽生产率不大的单流式鍋炉的材料；有关以蒸汽机代替小型內燃机（如果合算的話）的知識；有关快速檢修法和增加設備使用期限（爱护国家财产）的概念；此外，个别地方的文字和插图也經過修正。

我不仅希望本書問世后能有助于司机老干部，同时更主要的是希望能有助于在伟大的卫国战争以后投入生产部門工作的年輕而缺乏經驗的工作人員。

在以布烏曼命名的莫斯科高等工业学校任教的列奥尼德·彼得罗維奇·斯米尔諾夫教授，曾对本書提供了許多宝贵的意見並帮助校閱，作者謹在此致以深切的謝意。

Б.庫茲聶佐夫

目 录

前言.....	1
第一章 物理学和力学的一些概念.....	7
1. 物体三态; 膨胀系数.....	7
2. 运动和速度.....	9
3. 作用力.....	10
4. 变形.....	12
5. 能和能的形式.....	13
6. 功和功的量度.....	13
7. 功率和功率的单位.....	16
第二章 测量和测量仪表.....	16
8. 量度对象.....	16
9. 温度的测量.....	17
10. 转数的测量.....	18
11. 汽耗量和水耗量的测量.....	19
12. 压力的测量.....	19
第三章 蒸汽及其特性.....	24
13. 蒸汽的产生。蒸汽锅炉.....	24
14. 饱和蒸汽和过热蒸汽.....	29
第四章 蒸汽机及其零件.....	35
15. 蒸汽机的动作、构造及其主要的类型.....	35
16. 高速蒸汽机的一些构造方式和特点.....	43
17. 汽缸.....	46
18. 活塞、活塞桿、活塞涨圈和密封套.....	48
19. 十字头和滑板.....	55
20. 連桿和連桿-曲柄机构.....	59
21. 主軸.....	62
22. 蒸汽机的机架(机座)和主軸承.....	65
23. 飞輪和工作輪.....	72

第五章 配汽	74
24. 配汽机构的功用	74
25. 滑閥配汽机构	75
26. 提閥配汽机构	84
27. 单流式蒸汽机的配汽; 利用活塞式滑閥和轉閥的配汽	91
28. 立式蒸汽机的配汽	94
29. 蒸汽机的倒順車机构(变换轉动方向)	95
第六章 蒸汽机的調速	98
30. 調节器的功用	98
31. 調节方法	99
32. 調节器的构造	100
第七章 蒸汽的凝結和凝汽器	103
33. 概說	103
34. 凝汽設備	105
35. 凝結水泵和循环水泵	108
36. 蒸汽动力設備的一般工作方式	114
37. 蒸汽动力設備的廢热利用	116
第八章 蒸汽在蒸汽机中的工作	118
38. 蒸汽工作的理論过程 and 实际过程	118
39. 功率和效率	124
40. 指示功率和平均指示功率的确定	127
41. 示功器及其动作	130
42. 示功器的安置和使用。示功图的測繪法	133
43. 示功图的分析	137
44. 有效功率的查定	140
第九章 潤滑和潤滑設備	145
45. 潤滑的目的和意义	145
46. 給油溝的意义	149
47. 給油管的构造和在蒸汽管内正确安裝給油管的意义	151
48. 潤滑油的特性	152
49. 潤滑裝置和設備	154
50. 分油器	161

51. 淨油器	162
52. 分离器	165
53. 潤滑油的再生(恢复)处理	166
第十章 金属材料、襯垫材料、密封材料、保温材料和擦 拭材料	167
54. 金属材料	167
55. 襯垫材料、密封材料、保温材料和擦拭材料	171
第十一章 蒸汽机各部的安装	172
56. 一般知識	172
57. 地基和基础	173
58. 蒸汽机的主要中心綫和机架的安装	176
59. 主軸和飞輪的安装	179
60. 汽缸、活塞、十字头和連桿的安装	184
61. 配汽机构的安装	189
第十二章 蒸汽机的保养和維護	202
62. 維護蒸汽机的指示	202
63. 蒸汽机開車前的检查和開車	204
64. 蒸汽机的正常运轉和管理	207
65. 蒸汽机的不正常工作現象	208
66. 蒸汽机的停車	210
67. 蒸汽机的定期养护	211
第十三章 蒸汽机工作中的毛病	222
68. 蒸汽机工作中的不正常現象	222
69. 蒸汽机各部机件的发热	226
70. 蒸汽机中的敲音和衝击	227
第十四章 动力设备的經濟学	230
71. 动力成本的組成部分	230
72. 动力的成本計算	232
73. 动力生产的利潤	233
第十五章 有关安全技术和防火的知識	234
74. 安全技术	234
75. 防火	236

第一章 物理学和力学的一些概念

1. 物体三态；膨胀系数

围绕着我们自然界裡的物体，都处在三种状态之下：固态、液态和气态。这样区分物体状态时，反映在我们日常观念中的是：水——液体，石或钢——固体，空气——气体等等。

物体所处的状态，是它所处的那种压力和温度下的必然结果。大部分物体都可以处在这三种状态中的任何一种状态下。

物体在哪一温度下凝固，它也在这个温度下溶解，也就是变成液态。

物体自某种状态变成另一种状态后，它的体积通常都发生了变化。

加热时差不多一切物体的体积都增大，即膨胀。同时，这种膨胀在物体的所有三种状态(固态、液态和气态)下，将都发生。

加热或压力变化时，随着物体体积的变化，它的密度也起变化。

物体受热而膨胀的这种特性，具有十分重要的意义。在工程界必须精确地考虑各种物体的膨胀程度，这是因为某些机械的部件，膨胀到一定程度的时候，可以引起工作不正常，甚至发生事故。

物体膨胀的例子。

例1. 蒸汽导管受到蒸汽加热的作用就会伸长，为了防止蒸汽导管的材质发生过大的应力或使导管发生破损，在蒸汽管路内可装设特种管接头。这种管接头可承受管子的伸长和缩短。除了装设这种管接头以外，也有装置具有伸缩能力的 Ω 形短管(补偿短管)的。

例2. 蒸汽锅炉的蒸汽过热器管，都制成处在一个平面内的许多 Ω 形管。这样可以使管子在高温(350°C或更高)蒸汽的作用下，承受管子在长度上的变化。

物体受热时的膨胀度，可根据物体膨胀系数计算出来。每种物

質的膨脹系數值都經精密的測量確定而制成表格，這種表格在工程手冊中可以找到。隨着需要的不同，物體的膨脹可根據兩種膨脹系數計算出來：（1）綫性膨脹系數，就是物體加熱 1° 的伸長量與它在 0° 時長度的比值，和（2）體膨脹系數，就是物體加熱 1° 的體積增加量與它在 0° 時體積的比值。凡是有關物體膨脹的各種計算都可以利用膨脹系數表來進行。

例3.設有鋼絲一根，由 0° 加熱到 50° 後，伸長6公厘，試求這根鋼絲在溫度為 30° 時的長度。

首先我們要知道這根鋼絲加熱 1° 時的伸長量等於多少。這個伸長量等於：

$$6 \div 50 = 0.12 \text{ 公厘}$$

以後，我們要求出這根鋼絲在溫度等於 0° 時的長度。自膨脹系數表裏可以查得鐵的綫脹系數等於0.000012，所以

$$0.12 \div 0.000012 = 10000 \text{ 公厘或10公尺}$$

這根鋼絲由 0° 加熱到 30° 的伸長量等於：

$$10 \times 0.000012 \times 30 = 0.0036 \text{ 公尺或3.6公厘}$$

現在我們就可以求出當溫度等於 30° 時它的長度：

$$10 + 0.0036 = 10.0036 \text{ 公尺或10公尺又3.6公厘}$$

例4.設有鋼絲一根，它在 0° 時的長度等於200公尺，試求它在 40° 時的長度等於多少。

這根鋼絲自 0° 加熱到 40° 時的伸長量等於：

$$200 \times 0.000017 \times 40 = 0.136 \text{ 公尺或13.6公分}$$

（0.000017這個數值是自表裏查得的鋼的綫脹系數）。

受熱時物體長度的增加量與它的最初長度和加熱的度數成正比。降溫時物體尺寸的縮小與它受熱時尺寸的增加，在程度上是相等的。

類似上面的計算，通常都利用物體膨脹公式進行。利用公式進行計算時，可以不把計算手續分成許多零碎的個別演算。

各種不同固體和液體的膨脹系數也都各自不同：膨脹系數的數值只與構成物體的物質（材料）有關。膨脹系數與物體尺寸的大小是沒有關係的。

在物体的体脹系数和它的綫脹系数之間存在着一定的关系。知道某一物体的綫脹系数时，就可以根据計算求出这一物体的体脹系数，以及綫脹系数与体脹系数的比值。物体的体脹系数等于其綫脹系数的3倍。

2. 运动和速度

随便哪个物体都可以处在相对的靜止状态下，或者是处在运动状态下。看条件怎样，运动可以是直綫的也可以是曲綫的，可以是等速的也可以是变速的。这样，随便哪种运动，就都可由运动的路綫方向和速度来确定。

如果在任意相等的时间內，运动的物体都通过相等的路程，那末这种运动就是等速运动。在这种情形下，在运动的全部时间內，速度将是恒定不变的。这个速度可由单位时间(为1秒或1小时)內所通过路程的数值来确定。如果物体在20秒內通过50公尺的路程，那末运动的速度就等于 $50 \div 20 = 2.5$ 公尺/秒。

当物体作等加速运动的时候，在每秒內它的速度都将以同一的常数增加。在已經过去的秒数內，速度就会增为与所經秒数相等的倍数。如果在第1秒末，速度等于4公尺/秒，那末第5秒末，速度就等于 $4 \times 5 = 20$ 公尺/秒，这就是說，在每下1秒鐘內，速度都将增加同一的数值。在我們所举的例子裡，这个常数等于4公尺/秒。

轉动有着两种速度：圓周速度和角速度。圓周速度按轉动物体上的某一个点1秒內所通过路程的长度来計量。轉动物体的角速度按它1秒內所轉过的角度来計量。

例1. 試求半径等于10公分(0.1公尺)，轉数等于480轉/分(8轉/秒)的皮带輪的圓周速度等于多少？

皮带輪作一週轉后，位置在輪周上的任一点，就会通过等于 $2 \times 3.14 \text{ ①} \times 0.1 = 0.628$ 公尺的路程，而作8週轉后，它所通过的路程就等于 $0.628 \times 8 = 5.024$ 公尺，所以皮带輪的圓周速度約等于5公尺/秒。

① 3.14是圓周长与直径的比值，它是一个常数。

例2. 試求蒸汽机飞輪的每秒鐘轉數 n 等于多少, 如已知这个飞輪的半徑等于1.5公尺, 圓周速度等于14公尺/秒。

根据例1 知道圓周速度等于圓周长乘每分鐘的轉數

$$2 \times 3.14 \times 1.5 \times n = 840.$$

由此就可以算出轉數 n :

$$n = \frac{840}{2 \times 3.14 \times 1.5} = 89 \text{ 轉/分}.$$

一切物体都有慣性, 物体的質量越大, 它的慣性也越大。

物体具有慣性表現在: 如果物体靜止不动, 那末它就繼續靜止不动; 要使这个物运动, 必須对它施力。如果物体是在运动, 那末慣性就会使它趨向于等速和直綫运动, 而且只有力才能使这个运动发生变化。

轉动的物体(例如旋轉着的蒸汽机的飞輪)由于慣性作用将保持它自己恒定不变的角速度。

3. 作用力

力学上的所謂力, 就是一切可以使物体靜止状态或运动状态发生变化的因素。

力可以激发运动或停止运动, 使运动加速或減速, 或改变运动的方向。

力也可以改变物体的形状(使物体变形), 例如: 拉、压、折弯、扭等等。

力的作用可以是短時間的、長時間的或永恒的(如地心吸力)。

在同一物体上同时可以有若干个力作用, 这些力或者是互等的, 或者是大小和方向均不相同的。

当作用在物体上的一些力, 大小相等, 但方向正相反, 並且是作用在物体的同一点上, 或是作用在与力的作用方向相符合的一条直綫的許多点上时, 这个物体就处在平衡状态中。

作用力可以与重力(重量)相比, 所以它的大小也用重量的单

位表示，並采用公斤做为力的量度单位。

摩擦力。当两个物体的表面互相接触並且其中一个物体压在另一个物体的表面上移动时，对于运动就会产生一种叫做摩擦力的阻力。例如：拉引放在地板上的一个物体所需要的力，就相应于这个物体与地板的摩擦力。

摩擦力的发生可以这样来解释：物体的表面並不是完全光滑的，它常是有許多凸起的和粗糙的地方，这些凸起的和粗糙的地方当物体运动的时候就使物体彼此发生牽制。

具有足够支持面积的一切物体，当它在同一水平面上作等速运动时，摩擦力的大小就与这个物体的重量成正比——把物体上的压力增为若干倍，摩擦力就增加若干倍。

摩擦力的大小与摩擦面积的大小没有关系，但它与摩擦物体的制成材料(物質)和这两个摩擦物体的相对速度有关；同时，速度增加时，摩擦力会稍許减小。

为了减小滑动时的摩擦力，物体的滑动接触面要儘可能地作得光滑些，为了更能减小物体滑动时它們接触面的摩擦力，在它們互相接触的面上还要涂油，即在两个滑动面間(例如：軸瓦和軸頸間)加上一薄层潤滑材料——潤滑油。

离心力和向心力。任何曲綫运动，例如物体轉动时，都会产生两种力：向心力和离心力。

假設我們手裡提一桶水並迅速地在空气中把它旋轉起来(图 1)，那末水桶便会划出圓周並对手臂起一种拉伸作用，而手則向反方向持住水桶，作用在水桶上並持住水桶的力是作用向水桶所划出圓周的中心的，这个力叫做向心力。但水桶也趨向于从手裡脫离出去，而产生一个拉伸手臂的力量；这个力的大小与向心力相等，但是它的方向，則是自圓心作用



图 1 离心力作用的特征

向圓周的。此第二種力叫做離心力。

這樣，當物體轉動時，同時會有兩種力作用：大小相等、方向相反的各自有着不同着力點的向心力和離心力。離心力的着力點在手上並對手起拉伸作用，而向心力的着力點則在水桶提把上並造成水桶和水桶裡面水的加速度，這個加速度的方向是向着水桶所劃成圓周的中心。

這種實驗只有當這個加速度大於水由於重力作用所取得的加速度(9.81 公尺/秒²)時，才能作好，否則水就會由水桶裡流出。

工程界利用向心力的地方很多，調節器的作用和蒸汽機飛輪的強度就是根據這種力計算的。

4. 變 形

力對於物體發生作用，與物體是處在靜止狀態或者是處在運動狀態沒有關係。因此，力可以使機器的任何部分發生變形，也就是不管是它的運動部分或非運動部分，力都可以使它們發生變形。力的拉、壓、撓、扭、剪或切等作用，都可以使材料發生變形，即使物體的形狀或體積發生變化。例如，當用螺帽緊固任意一個螺栓的時候，這個螺栓就會稍許伸長；當連桿傳力給曲柄銷的時候，曲柄銷便會稍被撓曲（曲柄銷的中心綫稍許彎曲）；連桿和活塞桿受到蒸汽的壓力作用時會稍許被壓縮（連桿和活塞桿的長度減小）；主軸受到機械的原動力和阻力的作用會產生抵抗力等等。

所有這些變化單憑我們的目力是察覺不出來的，但實際上它們確乎存在，這些變化是可以用精確的測量工具或儀器查出的。

作用力增大或減小時，變形也會隨着增大或減小；當作用力一停止作用，這些變形也就立刻消失。這是因為物體都有彈性的關係。所謂彈性就是使物體發生形變的力停止作用後，物體能恢復原態的特性。作用力停止作用後，變形會整個消失的這種變形，叫做彈性變形。這種變形在機械的機構內是容許的，它們已由設計人員計算到，它們的影響已經預先被考慮到，所以這種變形並沒有危害。

但是，每个物体的弹性都有着它自己的限度。如果使物体变形的力达到頗大的数值，物体的应力超过弹性限度时，那末使物体变形的力停止作用后，变形仍不消失。这样的变形，叫做永久变形或范性变形，它們是不容許的。

使物体发生变形的力过大时，不仅可以引起永久变形，而且常常还会引起机械部件发生破損。

机械每个部件所使用的材料都有着它自己的容許应力。机械部件的应力就是根据这个应力計算的。作用力不应超过可以引起容許极限应力的力。

5. 能和能的形式

一切物体(固体、液体和气体)作功的本領叫做能。

自然界裡存在数种形式的能：射綫能(光能)、热能、化学能、机械能、电能及其它各种形式的能。

煤裡面蘊藏着定量的化学能(图2)。煤在鍋炉的燃燒室裡面燃燒时，它所蘊藏的化学能就会轉变成热能，而传給鍋炉裡面的水蒸汽。蒸汽由鍋炉进入蒸汽机的汽缸而膨脹，它的压力作用于活塞上，活塞通过連桿传动体系再作用在主軸上，使主軸轉动；換句話說，蒸汽的热能轉变成使蒸汽机主軸轉动的机械能。

假設蒸汽机的軸与发电机的軸連接，那末当发电机的轉子轉动时，在繞組裡面就会产生电流，也就是机械能轉变成电能。如果給发电机接上一个电灯泡，那末我們就可以使电能轉变成光能；如果接上一个电炉，那末我們就可以得到热能；在把蓄电池充电或把鍍鋅裝置的电极接上时，我們就得到化学能，而接上一个与皮带传动裝置連接着的电动机，那末我們就得到机械能。

工程界能量轉变的順序就是这样的。

6. 功和功的度量

当力作用在物体上时，例如使物体移动，力便須克服物体对它所起的一定阻力。物体移动而克服阻力叫做作功。

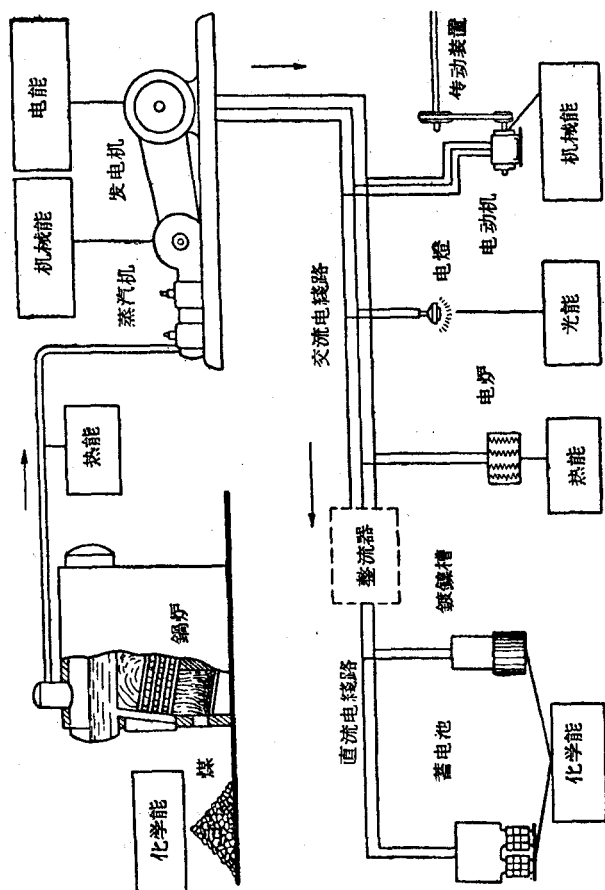


图 2 动力设备的能量转变

例1.一个人沿某一方向移动重物，例如利用滑车提升货物的时候，就可以说他在做功，因为他将用去一定的力量在一定的距离上克服运动阻力（图3）。但对于一个支持某种重物（例如一根梁）的人来说，他本身是静止的，从力学的观点来看，不能说他在做功，因为在上述情形下，他的躯体并没有移动，他并没有在一定的距离上克服阻力。从物理的观点来看，这个人却也是做功，因为由于他的肌肉内产生的应力，所以他会感到疲乏。对于机械功的必要条件，就是在一定距离上克服阻力。