

燃料设备运行技术

(试用本)

山西省电力工业局编



水利电力出版社

内 容 提 要

本书是根据电力工业部颁发的《电力工业工人技术等级标准》应知技术理论的要求编写的。本书扼要地叙述了输煤运行工人及煤炭管理人员常用的基础知识,系统地介绍了卸煤设备、煤场设备、破碎设备、输煤设备、给配煤设备、辅助设备、煤炭计量设备及输煤系统控制设备的构造、工作原理、运行维护及故障处理知识,并专为煤炭管理人员介绍了煤炭的质量与价格的关系及各种煤炭的计价方法。

本书可作为具有初中以上文化程度的4~6级燃料运行工人和煤炭管理人员培训教材和自学用书,也可供有关技术人员参考。

火电生产类中级工培训教材

燃料设备运行技术

(试用本)

山西省电力工业局编

水利电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号)

冶金工业出版社印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 15.25印张 339千字

1985年7月第一版 1985年7月北京第一次印刷

印数00001—37000册 定价3.10元

书号 15143·5781

前 言

为了提高火力发电厂中级工的技术水平,使技术培训工作逐步走上正规,继《火电生产类学徒工初级工培训教材》编写出版之后,1984年10月22日水利电力部又以(84)水电教字第76号文向我局下达编写《火电生产类中级工培训教材》的任务。

根据国家有关加强职工培训通知的精神,在完成“双补”任务的基础上,各单位应适时地转入大力开展中级工人(4~6级工)的技术业务培训工作,要求到1990年工人中实际水平达到中级技术等级的比例逐步提高到50%左右。火电生产类中级工培训教材就是根据这一精神而编写的。

本教材是按照原电力工业部1979年颁发的《工人技术等级标准》中4~6级工人“应知”的要求,分工种编写的。教材的内容以20万kW以上的机组为重点,努力反映新技术、新设备、新工艺、新材料和新经验,以适应火电生产发展的需要。整个教材的编写力求体现工人技术培训的特点,本着理论联系实际的原则,努力做到内容准确,文字精练,插图简明,通俗易懂,并注意同学徒工初级工教材相衔接。

《火电生产类中级工培训教材》共十四本,适用于二十二个工种。为了保证这套教材的质量和使之便于在全国范围使用,我局除承担了部分教材编写任务外,还邀请了清河、陡河、大港、望亭、马头、闵行等发电厂,水利电力部西安热工研究所、华东电业管理局、华北电业管理局和山东省电

力试验研究所等单位及有关同志参加编写和审稿工作。在此，特向上述单位和有关同志表示衷心感谢。

本书的第一章由太原第一热电厂周宝康同志编写，第二章、第七章、第九章的第二节和第四节由太原第二热电厂高仰田同志编写，第三章和第四章由娘子关电厂张仲福同志编写，第五章由娘子关电厂罗嘉喜同志编写，第六章、第九章的第一节和第四节、第十四章由山西电力设计院侯国荣同志编写，第八章第一节的前半部分、第十章、第十二章的第六节和第七节、第十三章的第一节至第五节、第十五章由陡河电厂盛小明同志编写，第八章的第三节、第十一章、第十二章的第四节和第五节、第十三章的第六节由唐山电厂王贵山同志编写，第八章的第二节、第十二章的第一节由马头电厂杨锦长同志编写，第八章第一节的后半部分和第四节、第十六章由清河电厂隋长林同志编写，第十二章的第二、三节由娘子关电厂郑子定同志编写。全书由太原第二热电厂高仰田同志主编，由山西省电力中心试验所王绍武同志主审。

由于编写时间仓促，又缺乏经验，培训教材中难免存在错误和不妥之处，恳请使用单位和广大读者提出宝贵意见。本培训教材现以试用本出版，准备根据各方面意见在再版时进行修改，以进一步提高质量。

山西省电力工业局

一九八四年十二月

目 录

前 言

第一篇 基础知识(1)

第一章 常用力学知识(1)

第一节 力的基础知识(1)

第二节 物体受力分析(9)

复习思考题(11)

第二章 摩擦与润滑(11)

第一节 概述(11)

第二节 摩擦与磨损(12)

第三节 设备的润滑(18)

第四节 常用机械零部件的润滑(27)

第五节 常用润滑剂的种类及特征(34)

复习思考题(40)

第三章 燃料与燃烧(40)

第一节 燃料的种类(40)

第二节 煤的特性(44)

第三节 煤的发热量估算(49)

第四节 燃烧的基础知识及煤的着火(52)

第五节 煤质和煤种的变化对锅炉运行的影响(58)

第六节 煤质和煤种的变化对输煤系统的影响(63)

复习思考题(65)

第二篇 专业知识(66)

第四章 燃煤管理(66)

第一节	基本要求	(66)
第二节	燃煤贮存保管及消耗在成本中所占的地位	(69)
第三节	燃煤的质价及按质计价的方法	(75)
第四节	铁路运输常识和煤炭送货办法	(86)
	复习思考题	(92)
第五章	液压传动	(93)
第一节	工作原理	(93)
第二节	液压系统的组成及形式	(98)
第三节	常用液压元件的特性及工作原理	(101)
	复习思考题	(120)
第六章	机械基础知识	(120)
第一节	连接的特点及适用范围	(120)
第二节	传动	(125)
第三节	轴承	(130)
第四节	联轴器	(134)
第五节	减速箱与变速箱	(137)
	复习思考题	(139)
第七章	内燃机基础知识	(140)
第一节	概述	(140)
第二节	工作原理	(142)
第三节	内燃机的主要性能指标	(144)
第四节	内燃机的主要工作系统	(146)
第五节	工程机械用柴油机的特点	(154)
第六节	内燃机增压技术	(156)
第七节	内燃机的主要零部件	(158)
	复习思考题	(162)
第三篇	运行技术	(163)
第八章	卸煤设备	(163)

第一节 翻车机卸车线	(163)
第二节 底开车	(182)
第三节 螺旋卸煤机	(192)
第四节 斗链式卸煤机	(201)
复习思考题	(209)
第九章 煤场设备	(210)
第一节 斗轮堆取料机	(210)
第二节 装卸桥	(227)
第三节 推煤机	(237)
第四节 储煤罐	(249)
复习思考题	(253)
第十章 输送设备	(254)
第一节 带式输送机的类型	(254)
第二节 普通带式输送机的主要零部件	(257)
第三节 普通带式输送机主要参数的计算	(277)
第四节 其他类型的带式输送机	(296)
复习思考题	(300)
第十一章 筛碎设备	(301)
第一节 筛煤设备	(301)
第二节 锤击式碎煤机	(308)
第三节 反击式碎煤机	(315)
第四节 环式碎煤机	(321)
复习思考题	(330)
第十二章 给配煤设备	(330)
第一节 叶轮给煤机	(330)
第二节 电磁振动给煤机	(339)
第三节 皮带给煤机	(342)
第四节 配煤车	(345)
第五节 犁煤器	(848)

第六节 移动皮带	(351)
第七节 煤刮板	(354)
复习思考题	(360)
第十三章 辅助设备	(361)
第一节 除铁装置	(361)
第二节 木屑分离器	(373)
第三节 除尘设备	(376)
第四节 污水泵	(390)
第五节 煤挡板	(394)
复习思考题	(396)
第十四章 燃煤计量	(396)
第一节 电子轨道衡	(397)
第二节 电子皮带秤	(402)
复习思考题	(406)
第十五章 输煤系统的控制	(407)
第一节 概述	(407)
第二节 控制方式	(409)
第三节 翻车机卸车线的控制	(413)
第四节 集中控制常用的传感器	(436)
第五节 采用犁煤器配煤的程序控制系统	(442)
第六节 采用移动皮带配煤的程序控制系统	(451)
第七节 采用配煤车配煤的程序控制系统	(460)
第八节 程序控制系统的运行及故障处理	(467)
复习思考题	(470)
第十六章 设备的检查与验收	(471)
第一节 机械设备的检查与验收	(471)
第二节 电气设备的检查与验收	(476)
复习思考题	(480)

第一篇 基础知识

第一章 常用力学知识

本章简要介绍学习输煤运行基础知识所必须了解的力学知识，以及力在卸运煤机械中的应用，以便运行人员用好、管好卸运煤机械，提高操作、维护的技术水平。

第一节 力的基础知识

一、力

我们在日常生活中和在生产劳动中，都会经常遇到力这个概念。例如，提一桶水，推一辆车，都要用力。用力的时候，我们会感到肌肉紧张。因此，关于力的概念，最初是从肌肉紧张的感觉得来的。

提水、推车时人用了力，物体就受到了力，也就是人对物体发生了力的作用。不仅人对物体能够发生力的作用，一个物体对另外一个物体也能够发生力的作用。例如，龙门抓抓煤时，龙门抓对煤发生了力的作用；推煤机推着煤前进时，推煤机对煤发生了力的作用；磁铁分离器吸铁时，磁铁对铁发生了力的作用。从这些例子可以看出，力是一个物体对另一个物体的作用。当一个物体受到力的作用时，一定有别的物体对它施加了这种作用。离开了物体，力是不存在的。

力有太小的不同。例如，大人比小孩的力气大，机车比汽车的牵引力大。为了测量力的大小，需要先确定力的单位。力的单位过去常用公斤力(kgf)、达因(dyn)等，现在我国的法定计量单位中，力的单位是牛顿(N)。它们的关系是：

$$1\text{kgf}=9.80665\text{N}\approx 10\text{N};$$

$$1\text{dyn}=10^{-5}\text{N}$$

力不但有大小，而且有方向。龙门抓煤时，煤受到抓斗的作用力是向上的。推煤机推煤前进时，煤受到推煤机的推力是向前的。

力对物体的作用效果还跟力在物体上的作用位置(即作用点)有关。例如，提水时，手如果提偏了，水桶就会倾斜，把水洒出来；用扳手拧螺母时，手握在把柄端部就比握在把柄的中间省力。

力的大小、方向和作用点，叫做力的三要素。

如果改变力的大小、方向和作用点，那么对受力物体产生的效果也将跟着改变。

二、二力的平衡

在日常生活中我们常常会看到，一个物体受到两个力的作用可以保持静止状态，例如，吊在电线上的电灯受到两个力的作用，一个是电灯本身的向下的重力，一个是电线对电灯的向上的拉力，这两个力达到了平衡，电灯就保持静止状态。因此，当一个物体在两个力的作用下保持静止状态的时候，我们就说这两个力是平衡的。当一个物体在两个力的作用下继续保持匀速运动状态，也说这两个力是平衡的。

作用在物体上的两个力在什么条件下才会平衡呢？当作用在一个物体上的两个力，如果是作用在同一直线上，大小

相等，方向相反，那么这两个力就平衡。

三、力的种类

按作用的性质、形式的不同，力可以分为：重力、弹力、摩擦力等。

（一）重力

重力是万有引力的一种，是地球吸引物体而产生的。它的大小可用弹簧秤的读数来表示。物体所受重力的大小，就是这个物体的重量。重力的方向总是竖直向下的，重力的作用点在物体的重心。地球上的任何物体都受到重力的作用，所以在分析地球上任何物体所受的力时，都要将它所受的重力考虑在内。

（二）弹力

用力按橡皮时，可感到橡皮对手的弹力。用绳子悬吊着一个重物，重物拉紧绳子，使绳子发生微小的伸长形变，而绳子要恢复原状，因而对物体产生向上的弹力，这个弹力就是绳子对物体的拉力。煤在重力作用下压在皮带上，皮带受到压力而产生微小的形变，而皮带要恢复原状就对煤产生垂直于接触面方向的向上的弹力。这个弹力就是皮带对煤的支承力。

一条输煤皮带受到拉力而发生形变时，在皮带的任一截面上，都存在截面的这一侧和另一侧相互作用的弹力。皮带内部的这种弹力又叫做张力；一根杆的两端受到压力而发生压缩形变时，同样它的内部任一截面上也存在着弹力，这种弹力又称为压缩力。

总之，当两个物体相互接触并且发生弹性形变时，会产生一种恢复原来形状的作用，这种作用就叫做弹力。它的方向总是与使物体发生形变的外力方向相反。在弹性限度内，

形变愈大，弹力也愈大；形变减小，弹力也减小；形变消失，弹力也消失。实验证明，在弹性限度内，弹性体的弹力 F 和弹性体伸长（或压缩）的长度 x 成正比，即 $F = -Kx$ ，式中 K 称为弹性模量，在数值上等于伸长（或压缩）单位长度的弹力，负号表示弹力的方向与伸长（或压缩）的方向相反，这个规律称为虎克定律。

（三）摩擦力

摩擦力是在相互接触的物体作相对运动或者有相对运动趋势时产生的。摩擦力的方向，永远沿着接触面的切线方向，跟物体相对运动的方向相反，或跟物体间的相对运动趋势相反。摩擦力总是阻碍物体相对运动。例如，皮带与传动滚筒这两个接触的物体，在滚筒转动圆周力的作用下，有相对运动的趋势，但还保持着相对静止时，接触面之间产生的摩擦力称为静摩擦力。静摩擦力的大小是随圆周力的增大而增大，在数值上等于圆周力的大小，方向与圆周力相反。当圆周力继续增大到皮带要动而还未动时，静摩擦力也达到最大值，这个最大值称为最大静摩擦力。实验证明：最大静摩擦力的大小与两物体间正压力的大小成正比。即

$$f_m = \mu_0 N$$

式中 μ_0 叫做静摩擦系数，它的数值与接触面状况和材料的性质有关。

必须注意，静摩擦力总是产生在物体开始运动之前，阻碍物体作相对运动。最大静摩擦力只是发生在物体即将开始运动的一瞬间，它的大小等于使物体开始运动的最小圆周力。

当作用于滚筒的圆周力超过最大静摩擦力时，皮带和滚筒之间就要作相对滑动。这种作用在两个相对滑动的接触面间的摩擦力，称为滑动摩擦力。

实验证明：滑动摩擦力的大小也与正压力的大小成正比。

$$f = \mu N$$

式中 μ 叫做滑动摩擦系数。它的数值也与物体接触面的状况和材料性质有关，与接触面的面积几乎无关。一些物体间的滑动摩擦系数如下：

摩擦物体	滑动摩擦系数 (μ)
钢—钢	0.17
钢—铸铁	0.17
铁—铁	0.30
木—木 (顺着纤维)	0.40
钢—木	0.38
皮带—木	0.40
皮带—铸铁	0.28
木—冰	0.03

滑动摩擦系数总是稍小于静摩擦系数。在一般速度范围内，速度的改变所引起摩擦力的变化很小，因此，滑动摩擦力可以近似地看作与速度无关。

〔例题〕 在钢板上放着一个重1000 N的毛坯钢块，静摩擦系数 $\mu_0 = 0.18$ ，问至少需要用多大的水平力才能拉动它？

〔解〕 已知 $G = 1000 \text{ N}$ ， $\mu_0 = 0.18$

根据公式 $f_m = \mu_0 N$ ，得

$$f_m = \mu_0 N = 0.18 \times 1000 = 180 \text{ (N)}$$

所以拉动钢块的最小水平拉力为

$$F = f_m = 180 \text{ N}$$

四、牛顿第三定律

河面上浮着两只小船，如果其中一只船上的人，用绳索来拉另一只船，那么两船会同时靠拢；在光滑的地面上，两人穿着滑冰鞋相向而立，如果其中一人推另一人，则两人同时后退。

以上观察到的现象表明：

(1) 一个物体对另一个物体有力的作用时，另一物体必同时对这个物体也有力的作用，即物体间力的作用不是单方面的，总是相互作用着的。如果我们称这相互作用的两个力中的一个力为作用力，那么另一个力就称为反作用力。作用力与反作用力是成对出现的，同时存在，同时消失。

(2) 作用力与反作用力大小相等，方向相反，作用在同一条直线上。

(3) 作用力和反作用力分别作用在两个不同物体上，它们谈不上彼此平衡。

例如：人推车，车也推人，两个力大小相等，方向相反，作用在同一条直线上。人推车是车受到力，车给人以反作用力，是人受到力，这两个力谈不上平衡。

(4) 作用力与反作用力是相同性质的力。如果作用力是引力，则反作用力也是引力；如果作用力是弹力、摩擦力，那么反作用力也是弹力、摩擦力。

例如：用钢丝绳挂着抓斗，钢丝绳拉抓斗，抓斗也拉钢丝绳，同是弹力。磨刀时，砂轮磨刀，刀也在磨砂轮，同是摩擦力。

总之，物体间的作用力和反作用力总是大小相等、方向相反的。这个结论称为牛顿第三定律。它是力学的基本定律之一。用式子表达如下：

$$F = -F'$$

牛顿第三定律的实际应用很广泛。例如，人走路是由于地面对脚施加的反作用力使人前进；水给螺旋推进器的反作用力使轮船航行；火箭、喷气式飞机喷出高速的燃气时受到高速喷射的燃气的反作用力而飞行。

必须强调一点，前面讲过的二力平衡，即作用在同一物体上的两个力，如果大小相等，方向相反，并作用在同一直线上，这两个力就互相平衡，物体就保持原来的静止状态或匀速直线运动状态，这种情况跟我们现在讲的物体间的相互作用力是不同的。作用力和反作用力是作用在不同的物体上，根本不存在相互平衡的问题。这一点，在应用牛顿第三定律时要特别注意。

五、惯性定律

停在轨道上的煤车，没有绞车的牵引，总不会运动起来。这种现象说明，静止的物体，在没有受到外力作用的时候，总是保持静止状态。

那么，运动的物体，在没有受到外力作用的时候，情况是怎样的呢？行驶着的煤车，切断动力以后还能继续行驶，只是由于它们受到阻力的作用，速度才逐渐减小。可以推论，假若完全没有阻力，运动的物体则将保持其原有的速度继续运动下去。也就是说，运动的物体，在没有受到外力作用的时候，总保持匀速直线运动状态。

一切物体在没有受到外力作用的时候，总保持匀速直线运动状态或静止状态。这个结论叫做牛顿第一定律。物体保持匀速直线运动状态或静止状态的性质，叫做惯性。这个定律也叫做惯性定律。

一切物体都有惯性，惯性的应用是很多的。例如，门抓司机为了节省电耗，在停止小车前提早切断电源，利用小车

的惯性来行驶一段路程。

六、运动和力

当物体从静止变为运动或者从运动变为静止，物体的运动速度发生改变，物体的运动方向发生改变，都是物体的运动状态发生改变。因此，要改变物体的运动状态，就必须对物体施加力的作用。所以，力可以使物体的运动状态发生改变。

七、牛顿第二运动定律

如果用大小不等的力，先后推同一辆静止着的车子，在相等的时间内，用力大时，车子的末速度就大，即产生较大的加速度；用力小时，车子的末速度就小，即产生较小的加速度。可见，物体的加速度跟作用在它上面的力的大小有关系。如果我们用同样大小的力来推两个质量不同的车子，一辆是空车，一辆是满载的车，会发现在相等的时间内，空车的末速度较大，即获得较大的加速度；而重车的末速度较小，即获得的加速度较小。可见，物体的加速度跟物体的质量大小也有关系。因此，得到这样的结论：物体的加速度跟它所受到的作用力成正比，跟它的质量成反比。这就是牛顿第二运动定律。力的单位牛顿（N）就是根据牛顿第二定律定义的：使质量是 1 kg 的物体产生 1m/s^2 加速度的力，叫做 1 N，即： $1\text{N}=1\text{kg}\cdot\text{m/s}^2$ 。

矢量公式 $\overline{F} = m \overline{a}$

我们知道力和加速度都是矢量，它们是有方向的。应用这个定律可以解决物体运动中的两类问题：

（1）已知物体的运动来求作用于物体的力。

（2）已知作用于物体的力来了解物体将作怎样的运动。

第二节 物体受力分析

应用力学的基本原理和规律去解决实际问题时，必须善于分析物体的受力情况。分析物体受力情况时，首先要确定研究的对象是哪一個物体。当分析一个被选定的物体受力情况时，可以将这个物体从其他有关物体中隔离出来，单独画出这个物体的简图，然后将有关物体对它的作用力（大小、方向、作用点）逐个画出来，这样的图叫做物体的受力图。物体的受力情况可以简明地用受力图来表示。

例如分析调心托辊工作时的受力情况（见图1-1）。当胶带跑偏时，胶带碰到右侧的挡辊A，给挡辊以正压力和摩擦力，这两个力作用的结果使托辊架绕R点逆时针转动一个角度 β ；胶带给槽形托辊以运行方向一致的力 F ，该力可分解为使托辊绕自身的轴线转动的力 F_r ，和使辊子沿轴向移动的力 F_a 。由于托辊架对托辊的定位使其不能轴向移动，因而托辊作用于胶带的反力（与 F_a 大小相等，方向相反）促使胶带复位。因此调心托辊可以解决胶带运行中跑偏的现象。

再例如分析煤在挡板处卸载过程的受力情况（图1-2）。

为了使卸煤挡板能正常地工作，必须正确选择它对胶带纵向

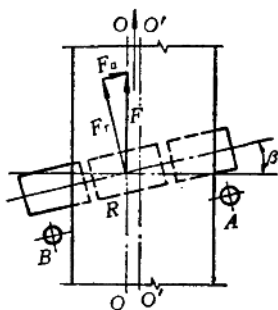


图 1-1 调心托辊
工作时的受力分析
 OO' —皮带机中心线；
 $O'O'$ —皮带跑偏时中心线