

透平鼓风机及其维护

Г. А. 盖尔契可夫 著

郑润庠 译

冶金工业出版社

透平鼓風机及其維護

Г. А 盖尔契可夫 著

郑潤庠 譯



冶金工業出版社

本書敘述了煉焦化学工厂中所採用的国内和国外透平鼓風机与它的驅動設備—蒸汽透平机的現代構造；並且給出有关它們維護的典型規程。

本書可供煉焦化学与冶金工業的中級技術人員和熟練工人閱讀。

Г.А.Герциков: Турбоэкстактер и его обслуживание
Металлургиздат (Харьков 1947 Москва)

透平鼓風机及其維護

鄭潤庠 譯

1957年 2 月第一版 1958年 9 月北京第二次印刷 5,000—8,044冊

850×1168 • $\frac{1}{32}$ • 62,000字 • 印張2 $\frac{12}{32}$ • 定價 (10) 0.42 元

崇文印刷厂印刷

新華書店發行

書号 0532

冶金工業出版社出版 (地址: 北京市灯市口甲45号)

北京市書刊出版業營業許可証出字第 093 号

目 录

引 言	4
-----	---

第一章 物理学上的基本知識

1. 表示气体状态的量	5
2. 能、功和功率	10
3. 水蒸汽	11

第二章 透平鼓風机的操作与装置

4. 透平鼓風机的工作原理	13
5. 透平鼓風机的特性及其調整	16
6. 煉焦化学工厂中透平鼓風机的自动調整	19
7. 鼓風机軸上所需功率的确定	23

第三章 透平鼓風机的構造

8. 鼓風机構造概述	26
H3JI 型 0-1000-1.28 鼓風机	26
H3JI 型 0-1200-41 鼓風机	31
英盖尔沙尔·朗特 (Ингерсолл Ранд) 公司的鼓風机	33
9. 蒸汽透平机——鼓風机的驅動者	35
10. 鼓風机驅動用蒸汽透平机的構造概述	39
以列宁命名的涅瓦工厂的蒸汽透平机	39
英盖尔沙尔·朗特鼓風机所用的通用电气公司的蒸汽透平机	44

第四章 透平鼓風机的維護

11. 涅瓦工厂出品的配有 ОП-10 型透平机的 O-1000-1.28 型鼓風机維護規程	54
12. 消除 H3JI 透平鼓風机在操作中不正常情况的規程	65
13. 英盖尔沙尔·朗特鼓風机的維護特点	72
14. 机器工段的安全技术和維護規則	73
15. 鼓風机司机的权限和职责	74

透平鼓風机及其維護

Г. А 盖尔契可夫 著

郑潤庠 譯

冶金工業出版社

本書敘述了煉焦化学工厂中所採用的国内和国外透平鼓風机与它的驅動設備—蒸汽透平机的現代構造；並且給出有关它們維護的典型規程。

本書可供煉焦化学与冶金工業的中級技術人員和熟練工人閱讀。

Г. А. Герциков: Турбоэксгаустер и его обслуживание
Металлургиздат (Харьков 1947 Москва)

透平鼓風机及其維護

郑潤庠 譯

1957年 2 月第一版 1958年 9 月北京第二次印刷 5,000—8,044册

850×1168 • 1/32 • 62,000字 • 印張2 $\frac{12}{32}$ • 定价 (10) 0.42 元

崇文印刷厂印刷

新華書店發行

書号 0532

冶金工業出版社出版 (地址: 北京市灯市口甲45号)

北京市書刊出版業營業許可証出字第 093 号

目 录

引 言	4
-----	---

第一章 物理学上的基本知識

1. 表示气体状态的量	5
2. 能、功和功率	10
3. 水蒸汽	11

第二章 透平鼓風机的操作与装置

4. 透平鼓風机的工作原理	13
5. 透平鼓風机的特性及其調整	16
6. 煉焦化学工厂中透平鼓風机的自动調整	19
7. 鼓風机軸上所需功率的确定	23

第三章 透平鼓風机的構造

8. 鼓風机構造概述	26
H3JI 型 0-1000-1.28 鼓風机	26
H3JI 型 0-1200-41 鼓風机	31
英盖尔沙尔·朗特 (Ингерсолл Ранд) 公司的鼓風机	33
9. 蒸汽透平机——鼓風机的驅動者	35
10. 鼓風机驅動用蒸汽透平机的構造概述	39
以列宁命名的涅瓦工厂的蒸汽透平机	39
英盖尔沙尔·朗特鼓風机所用的通用电气公司的蒸汽透平机	44

第四章 透平鼓風机的維護

11. 涅瓦工厂出品的配有 ОП-10 型透平机的 O-1000-1.28 型鼓風机維護規程	54
12. 消除 H3JI 透平鼓風机在操作中不正常情况的規程	65
13. 英盖尔沙尔·朗特鼓風机的維護特点	72
14. 机器工段的安全技术和維護規則	73
15. 鼓風机司机的权限和职责	74

引 言

煤在焦爐炭化室內焦化時產生煉焦煤氣。煉焦煤氣含有一些數量的焦油、氨和苯，它們是在化學工廠里的特殊設備內由煤氣中提取出來。化學工廠一般設置在煉焦爐附近。

為了保證煉焦化學工廠的正常工作，煤氣應由焦爐內吸出並使煉焦爐炭化室中的壓力稍大於大氣壓力，以免吸入外面的空氣。吸出的煤氣通過化學設備以後被送到焦爐的燃燒嘴或其他用戶，作為燃料。這些用戶可能是冶金或氮素肥料工廠，市鎮，實驗室，餐館等等。

煉焦煤氣由爐內吸出和以後的輸送是由稱為鼓風機的機器來執行的。鼓風機有旋轉式的和離心式的。在大多數現代化工廠中都裝有離心式的或所謂透平鼓風機，而與帶動它的蒸汽透平機或電動機合成一套設備。因此，在本書中將僅研究透平鼓風機。

煉焦化學生產技術的發展，促使在現代化大工廠中應用了蘇聯的和國外的最新型的透平鼓風機。為了正常操作鼓風機，鼓風機司機應該具有透平鼓風機必要的理論知識，通曉基本的維護規則並熟悉它們的最新型式。

第一章

物理学上的基本知識

1. 表示气体状态的量

關於表示煉焦煤气及其状态的量有：

- a) 煉焦煤气的組成；
- b) 比重或比容；
- B) 压力；
- r) 溫度。

煉焦煤气的組成

煤焦化时在爐內形成的煉焦煤气是某些气体的混合物，这些气体在混合物中的含量随裝入爐中煤的質量、煉焦爐的型式、結焦時間等因素而变化。

新式煉焦爐煉焦煤气的平均組成是这样的：

表 1

气 体 名 称	化 学 符 号	百分数 (按体积)
二氧化碳.....	CO ₂	2.4
一氧化碳.....	CO	5.4
碳氢化合物.....	C _n H _m	2.2
甲 烷.....	CH ₄	25.5
氢.....	H ₂	59.5
氮.....	N ₂	4.6
氧.....	O ₂	0.4
总 計	—	100.0

此外，在鼓風机前的 1 立方公尺煉焦煤气中通常約含有 3 克的焦油、15 克的硫化氢、10 克的氨和 30 克的苯。

进入鼓風机的煉焦煤气的相对湿度^①等於 100%。

煉焦煤气的組成用叫做气体分析器的仪器来測定。測定多半是由曾受特殊操作訓練的人員用这种仪器来进行的。因为煉焦煤气經常用作燃料，所以很必要知道当燃燒煉焦煤气时能获得多少热量。

热以卡計量。加热一公斤水昇高一度（由 19.5 至 20.5°C）所必需消耗的热量称为大卡。当 1 立方公尺煉焦煤气完全燃燒时所获得的卡数称为它的热值。显然，热值決定於煉焦煤气的組成：在 1 立方公尺煉焦煤气中可燃物質（CO, C_nH_m, CH₄, H₂）愈多則它的热值愈高。

煉焦煤气的比重和比容

以公斤表示的 1 立方公尺气体的重量称为气体的比重。煉焦煤气的比重決定於它的組成、溫度和压力；当溫度 0°C 和压力 760 公厘水銀柱时，它等於 0.45—0.5 公斤/立方公尺。

比重通常在實驗室中測定或按煤气的組成算出。有时按对空气的比值来表示煉焦煤气的比重或密度的数值。如空气的比重在 0°C 和 760 公厘水銀柱时为 $r_a = 1.293$ 公斤/立方公尺，並当煉焦煤气用对空气的比值来表示的密度为 $\delta = 0.4$ 时，煉焦煤气的比重則为 $r_r = 0.4 \times 1.293 = 0.517$ 公斤/立方公尺。

1 公斤气体的体积称为气体的比容 v 。其值与比重相反，即 $v = \frac{1}{r}$ 。因此，煤气的比容等於：

$$v = \frac{1}{0.45} \approx \frac{1}{0.5} = 2.22 \approx 2.0 \text{ 立方公尺/公斤}。$$

压 力

如某力均匀地分布於物体的一定表面上，則此作用於物体單

① 相对湿度可理解为 1 立方公尺气体中的水蒸汽含量被在同温度同压力下完全飽和了水蒸汽的气体的水蒸汽含量所除而得的商数。

位面积上的力称为压力。

所有物体，包括煉焦煤气在內，都是由普通目力看不見的不停的运动中的極小微粒—分子所組成。如气体裝於任何容器內，則在自由运动情况下的分子撞击到这个容器的壁上，使容器受到一連串的撞击，犹如紛击容器。气体在單位体积內的分子数目非常大，因此器壁受撞击的次数也非常多。密閉在容器內的分子对容器表面每一部分的撞击次数大致一样。分子对容器單位面积上撞击力的作用称为气体的压力。力以公斤計量。因此压力的單位是作用於單位面积上的，即1平方公分或1平方公尺上的力，以公斤表示的力。

包圍大地的空气在海平面上以平均等於每1平方公分1.033公斤的力压在地面上。这个1.033公斤/平方公分压力，称为气压計气压或物理气压。在工程中，採用1公斤/平方公分为計量压力的單位，这就是所謂工程气压。

如气体管道內的压力大於大气压力，則气体管道內的压力和大气压力的差称为剩余压力。如气体管道內的压力小於大气压，則此兩压力的差称为稀薄度或真空度。气体的比重和比容随气体压力的变化而改变。

如气体溫度不变而压力增大，則气体被压缩而体积縮小；气体压力减小則其体积增大。因此气体的压力增大通常称为压缩，而压力减小則称为膨胀。

气体的压力用叫做压力計的仪器来測量。

液体压力計，是这些仪器中最簡單的。它是充滿任意液体的玻璃管（圖1）。当測量气体管道中的剩余压力时，压力計管子开口端的液面升起（圖1,a）。以公

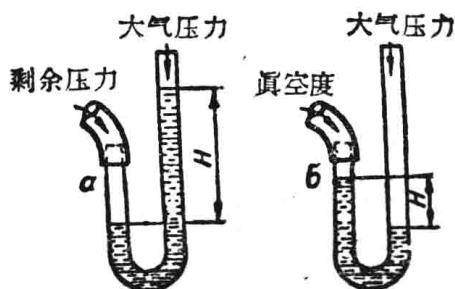


圖1 液体压力計

尺或公厘計量的在管子兩端內水平面的差表示气体管道內气体压

力的数值。在真空的情况下，液体的位置將如圖 1,6 所示。

压力計还有彈簧式、薄膜式和其他的型式。

真实压力，即所謂絕對压力，等於第一种情况下大气压与剩余压力的和，或在第二种情况下，大气压与稀薄度的差。以大气压表示的絕對压力用“絕對大气压”表示，剩余压力用“剩余大气压”表示。在工程上，压力以工程气压或以液体柱高度来計量，液体多半是水或水銀。

压力計各种讀数間的关系如下：

1 工程气压 = 1 公斤/平方公分 = 10000 公厘水柱 = 735.6 公厘水銀柱。

溫 度

正如我們已經說过，組成气体的分子是处於不停的运动中。气体被加热得愈剧烈，分子开始运动愈快。因此，如將气体在密閉容器內加热，則其压力增加；因分子运动愈快，分子对器壁的撞击愈頻繁。

物体加热的程度可用測量其溫度的方法来决定。溫度是物体热度的代表尺度，因而也表示着其中分子运动的速度。

因为所有物体是加热膨胀、冷却收縮，所以当溫度变化时气体的比容和比重也变化。

如煉焦煤气的压力不变，則 1 公斤的煉焦煤气当較高溫度时將具有較大的体积。

溫度用特殊仪器測量。在这些仪器中广泛使用的有溫度計，它的構造是大家都知道的。在溫度計的标尺上刻上兩個定点，一个点位於將溫度計浸入融解冰中时所呈的液面，而另一点，則位於將溫度計插入沸騰水中所呈的液面，此时大气压力为 760 公厘水銀柱。將标尺在这兩点間的距离划分为某些等份，即所謂度。我們所採用的是所謂的溫度百度标尺。此种标尺溫度的度数用符号 $^{\circ}\text{C}$ 来表示。冰的融解溫度認為等於 0°C ，而水的沸騰溫度等於 100°C 。

美国採用华氏溫度标尺。这种标尺，溫度的度数用字母 F 来表示。水的融解溫度認為等於 $32^{\circ}F$ ，而水的沸騰溫度等於 $212^{\circ}F$ 。

因此，百度标尺（ $^{\circ}C$ ）的1度等於华氏标尺（ $^{\circ}F$ ）的 $9/5$ 度。当換算一种标尺到另一种时必须利用这些关系。

$$\text{例如， } 20^{\circ}C = (20 \times \frac{9}{5}) + 32 = 68^{\circ}F。$$

高於 0° 的溫度算是正的，並用符号+（正）来記載。低於 0° 的溫度用符号—（負）来記載。

此外，在物理学中採用以絕對度（ $^{\circ}K$ ）表示的特殊溫度标尺。在这种标尺中，採用等於負 $273^{\circ}C$ 的溫度为絕對零度。例如，如溫度等於 $20^{\circ}C$ ，則絕對溫度等於 $273^{\circ} + 20^{\circ} = 293^{\circ}$ 。

气体的压力、体积和溫度相互之間存在着一定的关系。

如果气体具有一定的压力和体积，那么它只能具有与压力和体积相适应的一定溫度。

因而，这三个量决定了气体的状态。这三个量相互之間的关系即所謂状态方程式（克萊普朗方程式）：

$$pv = RT。$$

此处 p —— 气体的絕對压力，公斤/平方公尺 = 公斤/平方公分 $\times 10^4$ ；

v —— 气体的比容，立方公尺/公斤；

T —— 气体的絕對溫度，等於 $273 + t^{\circ}C$ ；

R —— 气体常数（用实验方法决定的系数，並当气体在任何情况下始終不变；對於煉焦煤气，此系数平均大約等於80.0）。

用此方程式可以計算出1公斤煉焦煤气的溫度，如其压力为1.3絕對大气压，比容 $v = 2.0$ 立方公尺。將数值代入方程式，即得：

$$T = \frac{pv}{R} = \frac{1.3 \times 10^4 \times 2.0}{80.0} = 325^{\circ}K。$$

这相当於 $^{\circ}C$ ： $325 - 273 = 52^{\circ}C$ 。

必須注意，这种計算只有当气体在低压情况下才充分准确。

为了确定煉焦煤气的比重，必須測定它的压力和溫度。第三个量——比重——可以按克萊普朗方程式來計算。

2. 能、功和功率

为了帶动鼓風机，需要耗費某些数量的能。

物体作功的能力称为能。

能以各种形式在自然界中被發現，它們可以分成兩类：

1. **运动能**（例如：風能，运动蒸汽能，流水能等）或所謂动能。

2. **位能**（潛能或势能）；例如，被堤壩所昇高的水，鍋爐中的蒸汽或壓縮的彈簧均具有这种形式的能。

化学能屬於位能。热和电屬於动能类。

能既永远不会消灭也不会被重新創造出来，只能从一种形式轉变为另一种。这个規律称为能量不灭定律。

可以举出如下的例子，燃料在蒸汽鍋爐內燃燒的化学能轉变成热，热又重新轉变成在鍋爐內形成的蒸汽的位能。接着，蒸汽被引入蒸汽机，在蒸汽机里，蒸汽的位能又变为机械功。

如以蒸汽机帶动發电机，則机械能又变为电能。

以上指出，一种形式的能可以轉变成另一种。进入透平机的蒸汽的热能变成机械功。在各种能的形式間具有完全一定的相互关系：一定数量的热变为一定数量的机械功。因此，热和功是成当量的。

热量以大卡計量。

一大卡所产生的以公斤公尺計量的机械功，称为热的机械当量*。

实验确定，1大卡相当於427公斤公尺的功。

在不同的時間內可以完成同样数量的功。在單位時間內完成的功称为**功率**。

採用馬力（Л.С.）作为功的單位，1馬力等於1秒鐘內完

* 热的机械当量也就是热功当量。——譯者

成 75 公斤公尺的功，可以計算出多少数量的热相当於（当量）一小时内 1 馬力的功（成当量的）：

$$1 \text{ 馬力小时} = \frac{75 \times 3600}{427} = 632 \text{ 大卡。}$$

在电力机械中，採用 1 瓩作为功的單位，1 瓩 等於 1.36 馬力。

$$1 \text{ 瓩-小时} = 1.36 \times 632 = 860 \text{ 大卡。}$$

显然，当透平鼓風机运转时，不仅必須知道通过它的气体的数量和状态，而且必須知道耗費在其上的功率。

透平鼓風机所消耗的功率按消耗於透平机的蒸汽来計量。如通过透平鼓風机透平机的蒸汽的压力、溫度和数量都知道，就可以利用表 5 的資料来計算鼓風机的軸功率。

必須看到，並非所有輸入鼓風机的能都用来排出和压缩气体。能的一部分消耗於軸承的摩擦、鼓風机內气体的摩擦和其他等方面。所有这些損失用所謂效率来考虑。

鼓風机本身的有效功（蒸汽透平机不計入）与全部耗費的功（包括摩擦和其他損耗）的比值，称为鼓風机的效率。此数值小於一，对鼓風机而言，一般波动在 0.70—0.75 之間。

3. 水 蒸 汽

鼓風机的蒸汽透平机用水蒸汽驱动。因此必須熟悉水蒸汽的基本性質。

水在密闭容器（蒸汽鍋）內加热，溫度就要升高，所升高的数值与压力有关。然后水就沸騰，再繼續加热就变为蒸汽，但蒸汽和水的溫度保持不变，直到所有的水完全汽化为止。

蒸汽可分为完全不含水的干燥飽和蒸汽及还帶有沸水微粒的潮湿飽和蒸汽。

水的沸点决定於汽化时的压力。压力愈高，沸点也愈高。

表 2 給出飽和蒸汽在不同压力下（由 1 到 40 絕對大气压）的溫度。

蒸汽在一定压力下繼續加热时，当其中含有的全部水分完全汽化后，蒸汽的温度才升高，或者說，蒸汽过热了。

蒸汽的温度超过在同一压力下水的沸点时，称为过热蒸汽。

如蒸汽压力为 15 绝对大气压，而温度为 350°C ，則此蒸汽过热 $350 - 197.4 = 152.6^{\circ}\text{C}$ (197.4°C 是与 15 绝对大气压力相对应的温度)。

要加热 1 公斤的水由 0 到 100°C ，必須傳遞給水大約 100 卡的热量，因水的比热接近於 1。要把水轉化为蒸汽，需要傳遞給水額外数量的热，此热量称为汽化热。

將 0°C 下的 1 公斤水化为蒸汽所供給的全部热量与所謂蒸汽的热焓相适应。蒸汽过热，热焓增加。

1 公斤饱和及过热蒸汽的热焓列举於表 2。

表 2

水 蒸 汽

绝对压力 (绝对大气压)	饱和温度 ($^{\circ}\text{C}$)	1 公斤蒸汽以卡計的热焓					
		干 燥 饱和蒸汽	过 热 蒸 汽 温 度				
			200°C	240°C	280°C	320°C	360°C
1	99.1	638.9	686.0	704.4	723.9	743.1	762.7
2	119.6	646.3	685.0	704.1	723.3	742.6	762.3
3	132.9	651.0	683.9	708.2	722.6	742.1	761.8
4	142.9	654.1	682.8	702.4	722.0	741.6	761.4
5	151.5	656.6	681.6	701.5	721.3	741.1	761.0
6	158.1	658.5	680.5	700.7	720.7	740.6	760.6
7	164.2	660.0	679.3	699.8	720.0	740.1	760.1
8	169.6	661.3	678.1	698.9	719.5	739.6	759.8
9	174.5	662.4	676.4	698.1	718.7	739.1	759.4
10	179.0	663.3	675.5	697.2	718.0	738.6	759.0
12	187.1	664.7	672.7	695.3	716.6	737.5	758.2
14	194.1	665.8	669.7	693.4	715.3	736.5	757.4
16	200.4	666.7	—	691.4	713.8	735.4	756.6
18	206.2	667.0	—	689.3	712.4	734.3	755.7
20	211.4	667.8	—	687.1	710.9	733.2	754.9
25	222.9	668.4	—	681.3	707.1	730.4	752.7
30	232.8	668.4	—	674.4	703.0	727.5	750.5
40	249.2	667.6	—	—	694.0	721.2	745.9

第二章

透平鼓風机的操作与裝置

4. 透平鼓風机的工作原理

鼓風机用以吸出相当大量的气体（每小时超过 10,000 立方公尺）並於 4000 公厘水柱，即約 0.4 剩餘大氣壓下壓出。

透平鼓風机（圖 2）由固定部分（具有導流器的外殼）和轉子（裝有工作葉輪的軸）組成。氣體沿箭頭的方向進入（吸入）高速旋轉的轉子的第一個工作葉輪。在離心力的影響下氣體被扔到外殼的環形空隙中；於此，在氣體微粒已獲得的速度轉變為壓力，此轉變的壓力與氣體運動速度的減小相適應。接着，氣體沿具有導流葉片的通道進入轉子的第二個葉輪。氣體從最後的葉輪排入圍繞着這個葉輪的通道中，而把氣體壓向排出管。氣體的壓力是在轉子的每個葉輪中，或者說，是在每段中被提高的。

如上所述，氣體是在離心力的影響下沿着工作葉輪運動。顯然，離心力愈大，煉焦煤氣的微粒將運動愈快。這就說明，由旋轉的蒸汽透平機所傳遞給工作葉輪的能將以動能的形式轉移到氣體微粒上（由進口到出口氣體微粒的運動速度增加，因此，其動能也增加）。

任何物體旋轉時所發生的離心力，首先決定於旋轉速度，即物體的圓周速度（圓周速度愈大，離心力也愈大），和旋轉物體的比重——比重愈大，離心力也愈大。

當氣體微粒沿工作葉輪運動時其運動速度被增大，並由於葉輪具有葉片，氣體壓力也可能增加。壓力的提高亦即氣體位能的增加，決定於葉片的形狀。

因此，鼓風機每段中氣體壓力提高的數值決定於：

a) 工作葉輪的圓周速度；