

工业用煤气发生炉强化工作的方法

B. C. 阿立脫苏列尔著

李 琛 祥 譯

科 学 出 版 社

В. С. АЛЬТШУЛЕР
МЕТОДЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ РАБОТЫ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ГАЗОГЕНЕРАТОРОВ

ИЗДАТЕЛЬСТВО АН СССР

1955

內 容 簡 介

本书系苏联科学院可燃矿物研究所 В. С. 阿立脱苏列尔同志对工业用煤气发生炉气化过程的一系列理論上、实驗室中及工业上的研究工作的总结,內容深入浅出,理論联系实际,在当前技术革新运动中值得从事煤气化工作方面的研究和技术人員参考。

本书之特点在于其完整性,不仅考虑到煤的化学反应,并且研究了在工业技术上強化气化过程的可能性和实现的条件,从而提出了大大提高煤气生产率的一般性方式、方法及措施。

工业用煤气发生炉强化工作的方法

B. C. 阿立脫苏列尔 著

李 琛 祥 譯

*

科学出版社出版 (北京朝阳門大街 117 号)

北京市書刊出版業營業許可証出字第 061 号

中国科学院印刷厂印刷 新华书店总經售

*

1959 年 3 月第 一 版 書号: 1622 字数: 29,000

1959 年 3 月第一次印刷 开本: 850×1168 1/32

(京) 0001-4,540 印张: 1 1/8

定价: (9) 0.19 元

目 录

序	ii
引言	1
I. 煤气发生炉过程的化学反应	4
II. 煤气发生炉的热工制度	6
III. 煤气发生炉中燃料层正常工作的一般条件	9
燃料层的透气性	9
燃料及灰的运动	17
燃料层中颗粒成层的稳定性	19
燃料的物理化学性能	20
IV. 生产能力必须提高的煤气发生炉之工作特性	22,
V. 关于保证在提高生产率下燃料层正常工作的措施之研究	27

引 言

通过強化已装置之煤气发生炉的工作来扩大苏联現有煤气发生站的生产能力是一項具有巨大国民經济意义的任务，这是由于已建立之煤气发生站都是許多大型工厂的主要車間。这些工厂多属于有决定性意义的工业部門，如机械制造、冶金、化学等方面。發揮这些工厂的潛在能力是特別重要的。

煤气发生站的技术革新者們已經証明了許多老的“极限定額”不再切合需要。在許多煤气站中很多存在已久的原設計定額被超过了1.5到2倍。在战前年代，煤气发生站技术革新者們的經驗，第一次是由苏联重工业人民委員部煤气管理总局进行总结的。当时曾在南部及中部工业区的一些工厂中进行試驗性的研究。相类似的研究，在烏拉尔和庫茲巴斯地区煤气发生站中也已由全苏可燃矿物科学研究所予以完成。

經過这些研究工作，提出了某些适用于改善煤气发生站工作的共同性措施。

这样一来，在很多煤气发生站，就加強注意了所使用燃料的細致篩选。在个别情况下，在不使煤气質量恶化的条件下尽可能降低了炉层的高度，并且增加了供气化用的鼓风量。与此同时也应该指出煤气发生炉維護人員总的維護水平的提高。例如对气化过程的仔細控制，与煤气需用量变化曲綫相适应地調节煤气发生炉的工作制度等。

战时，在煤气发生站中，斯塔哈諾夫工作者們努力的方向，特別主要是保証煤气供应的可靠性，以便創造条件，不間断地向用戶車間供应煤气，保証軍用品的生产。

在战争年代里由于燃料供应困难，所用燃料的質量不能保持稳定，这就引起了操作上的复杂性，这些困难都已被能干的斯塔哈諾

夫式煤气发生炉维护人员所克服。提高煤气站总的操作水平，改善煤气发生炉的维护，缩短煤气发生炉的检修期限，减少维护人员——所有这些战时斯塔哈诺夫工作者的措施导致了煤气站工作指标的改善、提高了发生炉工作的可靠性，并且为今后生产率的提高创造了前提。

当煤气发生炉构造上的特点适宜于气化过程的进行时，实现这些前提提供了非常有效的结果。

这样，例如在乌拉尔第一砂砖制造厂之煤气站中，该处使用于气化的是齐略宾斯克煤。发生炉直径 2.6 米，带有中心炉篦，在该站中，炉子横截面气化强度曾达到 450—500 千克/米²·小时；这个数值差不多超过了原有生产率的两倍，但是这样的指标并不能经常达到。那一时期，典型的例子是同一工厂的其他煤气发生炉的工作（Π 型炉篦，机械化加煤），在相同的其他条件下（煤、维护等）这些炉子的横截面气化强度只有 200—250 千克/米²·小时。

这一事实证明了对于提高煤气发生炉生产率的研究工作做得不够，缺乏经过研究的气化理论基础，主要是关于燃料在煤气发生炉中合理化气化工艺过程的原理。

另外一个在战时所提出的很重要的任务，也指出了对于燃料在煤气发生炉中气化时，合理化工艺过程原理研究的必要性。这就是，必须使煤气发生站在不损及生产能力的条件下，迅速地使各种结构的煤气发生炉由一种燃料换用另一种燃料。这一任务对于某些乌拉尔地区巨型工厂特别重要。在这些工厂中曾有必要在使用泥炭的煤气发生炉中气化齐略宾斯克煤。发明者们曾尝试解决这一任务，但没有得到肯定的结果，这里就需要确定燃料层正常工作的总的气化条件的知识，以便适当地改建煤气发生炉。

苏联科学院可燃矿物研究所（以前附设于苏联科学院动力科学研究所）气化试验室曾以数年时间进行了工业煤气发生炉气化工作理论基础的研究。

在这些煤气发生炉气化过程的研究中，研究了加速化学反应的关系和实现技术上最合理条件的措施。所进行研究工作的结果，曾

在全苏煤气发生站运行會議中(1940年于哈尔科夫)和全苏固体燃料气化會議中(1949年于莫斯科)作过报告,并且得到了贊同。

近年来,经过这些研究所确立的概念和規則,得到了进一步发展和深入。表现在苏联科学院可燃矿物研究所和莫斯科斯大林汽車工厂(1950年)及列宁格勒焦炭煤气工厂(1953年)的創造性的协同研究工作中。

現在应该归納一下关于这个問題的累积資料。这个总结采用了許多已完成的試驗結果,提出推荐意見以供更广泛地采用。这些推荐意見包括了一般方法、过程和措施,用以提高以各种类型燃料工作的煤气发生炉的生产能力。

I. 煤气发生爐过程的化学反应

依据燃料层反应区域中所进行的主要化学反应的性质，可以分为二个区域：氧化区——主要过程是消耗鼓风中的氧气的区域；还原区——該处进行进一步的燃料和蒸汽煤气混合物的相互作用。

在通常结构的层式工业煤气发生炉中，其最高温度取决于燃料中矿物部分的性质，并且采用中块和大块燃料。在这些炉中，由氧化区不可能获得可燃气体。这是因为該区域中只有很少程度的还原反应，同时初期生成物大量地烧尽了。因此在现有的煤气发生炉中具有广大的还原反应区。

对还原反应所进行的研究，表明了在这些反应的速度上存在大量的潜力。这些潜力在煤气发生站还远未被利用。

已经表明，在正确选择强化气化过程的方法时考虑到气化过程的动力学性能的特点，形成可燃气体的化学反应是不可能限制煤气发生炉的生产能力的。在选择强化气化过程的方法时，应考虑到在一定条件下煤气发生炉气化过程中哪些因素是具有决定性意义的。在其他条件相同时，要促进气化过程只有在特定条件下，才能有利于煤气发生炉反应过程的进行。这些特定条件即指反应进行外表扩散或接近其动力学性能区域。这时，在增加质量交换速度的同时（由气体部分向反应区表面）气化过程的速度也增加了，而煤气成分实际上没有改变。

在其他条件下，有效的强化气化过程的方法是：提高温度和扩大反应表面积。

在正常工作的煤气发生炉中增加鼓风数量就会改变煤气成分，这一特性可以作为选择强化煤气发生炉过程方法的标准。如果煤气质量稳定，即表示：反应过程的进行接近于外表扩散区域。因而有可能增加鼓风量来继续强化气化过程。

煤气质量如果大大变坏,即表示必须提高反应层的温度,或者在适当的温度情况下增加反应表面积(增加燃料层高度或减小燃料块度)。

在工业实践和对还原反应的试验研究中,表明了下列情况,即使反应的进行转移到动力学性能区域之条件为 $500-600$ 千克/米²·小时(发生炉炉床横截面之气化强度)及 $1100-1200^{\circ}\text{C}$ 温度。在动力学性能区域中要完成气化过程,需要较多地提高温度或增加反应表面积。

因此为了完成形成煤气的化学反应,在现在,要强化无烟煤和焦炭的气化过程二到三倍,或者要强化其他类型燃料(褐煤、泥炭等)的气化过程更多倍数是有充分的基础的。

在条件选择适当时,为了强化进行化学反应,继续增加煤气形成的速度,原则上是可能的。

因而在现阶段形成煤气的化学反应不能成为强化通用结构的煤气发生炉工作的阻碍。

II. 煤气发生爐的热工制度

煤气发生爐生产率的提高可以改变煤气发生爐过程进行时的热工情况。首先,減少了相对的、煤气发生爐传给外部介质的热損失百分比;与此同时,在相同的其他条件下,提高了反应层中的最高温度。其次,由于減少了燃料在煤气发生爐中的停留时间,可能改变反应前燃料的預热条件。

由此得知,在強化煤气发生爐时,組織热工制度之主要任务应是: i) 防止在反应层中温度的过分升高, 因为反应层温度太高将使燃料中的矿物部分有变为液体状态的危險; ii) 保証反应前燃料能适当地預热。

为了解决这些問題,必須寻求調节反应层温度的方法,为此目的而进行的煤气发生爐热工制度的分析表明了以下情况,即通过下列三种方法可以降低反应层的最高温度: i) 減少放热量; ii) 增加氧化层中热量的給出及 iii) 在氧化层中发展吸热的反应过程。

在煤气发生爐中調节放热量的最有效方法是改变通入发生爐的蒸汽-空气鼓风的温度,由此可改变鼓风中氧的浓度。这是影响氧化层放热量的主要因素。与此同时,增加了鼓风中水蒸汽的浓度。

随同蒸汽-空气鼓风温度的增加,相当显著地減少了鼓风中氧的浓度,同时增加了水蒸汽的浓度。这可以在下頁表中看出。

除了經过煤气发生爐爐墙传至外部介质总的热損失以外,由气化区域中,热量的排出是以两种方式进行的。即順着与逆着煤气气流的方向,由氧化层中逆向导出的热量一部分消耗于蒸发煤气发生爐灰盘的水分,另有一些則是不能回復的热損失。

預热鼓风的热量消耗并不能經常認为是有利的效应,因为这一效应能引致反应层中最高温度的增加。可以通过降低渣层高度来避免这一缺点,但那时鼓风預热情况将恶化,并且由灰盘中蒸发水分的

鼓 风 的 饱和温度 °C	大气各部分之 分压力		蒸汽-空气鼓风之組成 (容积百分比)			H ₂ O
	干空气	水蒸汽	O ₂	N ₂	H ₂ O	O ₂
40	0.928	0.072	19.5	73.3	7.2	0.37
45	0.906	0.094	19.0	71.6	9.4	0.49
50	0.878	0.122	18.4	69.4	12.2	0.66
55	0.843	0.157	17.7	66.6	15.7	0.89
60	0.804	0.196	16.9	63.5	19.6	1.16
65	0.753	0.247	15.8	59.5	24.7	1.56
70	0.692	0.308	14.5	54.7	30.8	2.12
75	0.620	0.380	13.0	49.0	38.0	2.92
80	0.532	0.468	11.2	42.0	46.8	4.18

热量将增加。

順着煤气流向的热的导出是以各种形式的、通过熾热燃料层时的热交换来实现的。借对流作用对导热发生的影响，只是在极微小的范围内。因为它受到气化过程中一些难以調节的因素所限制，如煤气数量、煤气的热容量等。因此对順向的热的导出具有影响的應該是另一种方式，主要是輻射性热交换的作用。在这里，改变料层高度或者改变燃料块度是調节热交换作用的方法。降低料层高度和减小燃料块度时，反应层中最高温度就降低了，而增高料层高度和加大燃料块度就会使反应层中最高温度升高。

改变燃料层高度，发生炉的流通能力或燃料的块度，也可以影响到进入反应区的燃料的預热程度，从而也影响到气化区的热的导出。

因为有这些調节反应层中最高温度的方法，所以可以认为，在強化工业煤气发生炉工作时可能产生的困难是完全可以克服的，这些困难即指温度的过分升高和燃料中灰分的熔化。

这也联系到进入反应层前燃料的适当預热問題，所以應該保証給予預热区以必要的热量，并且使这些热量传输給运行中的燃料，当其在預热区逗留的时候。

很明显，这一条件在強化煤气发生炉工作时是被遵守的。因为由放热区域放出的热量与煤气发生炉生产率的增长成正比。

在其他条件相同时,由气体向燃料顆粒的导热系数是随着生产率的增长而增高的。同时,在現有煤气发生炉中具有足够高度的燃料层預热区。这就保证了把气体的热量传授給燃料(較高的燃料层高度,用以防止气化过程的破坏)。根据以上所述一切,可以得出結論:即使在煤气发生炉以高度生产率工作时,煤气发生炉正常的热工制度也是完全可以建立的。

III. 煤气发生爐中燃料层 正常工作的一般条件

从燃料层工作条件的分析中表明:要提高煤气发生炉生产率主要障碍可能是不合理的气化工艺过程。在現在通用結構的煤气发生炉中可以看出以下一些缺点:

i) 在炉內,沿炉床横截面所进行气化过程的不均匀性和一部分不起作用的燃料层的存在。

ii) 煤灰的积聚和清除速度不相适应。与此同时,造成了煤灰在炉床中沿炉子横截面的不均匀分布。

iii) 燃料的大量吹出。

当煤气发生炉以較高生产率工作时,炉子的慣性减少,上述缺点就暴露得特別显著。

因此在現阶段,要强化原有煤气发生炉的工作,首先应该寻求消除上述缺点的方法,而这些方法只能在对煤气发生炉中燃料层正常工作的一般条件的学識基础上建立起来。

在煤气发生炉中决定燃料层正常工作的条件应归納为:

- i) 燃料层的透气性;
- ii) 燃料和灰的运动;
- iii) 燃料层中顆粒成层的稳定性;
- iv) 燃料的物理化学性質。

燃料层的透气性

1. 在其他条件相同时(温度場、燃料质量等)煤气发生炉中燃料层的透气性决定了气流的原始分布(当气流进入燃料层的反应区时)及沿炉床横截面各处燃料层的阻力。

2. 在现代结构的煤气发生炉中, 气流的原始分布是由送风装置造成的(格式炉篦).

气流的原始分布可以用它们的不均匀程度来表明. 这一不均匀性用通过该炉床横截面地段的鼓风量与近煤气发生炉炉墙处鼓风量

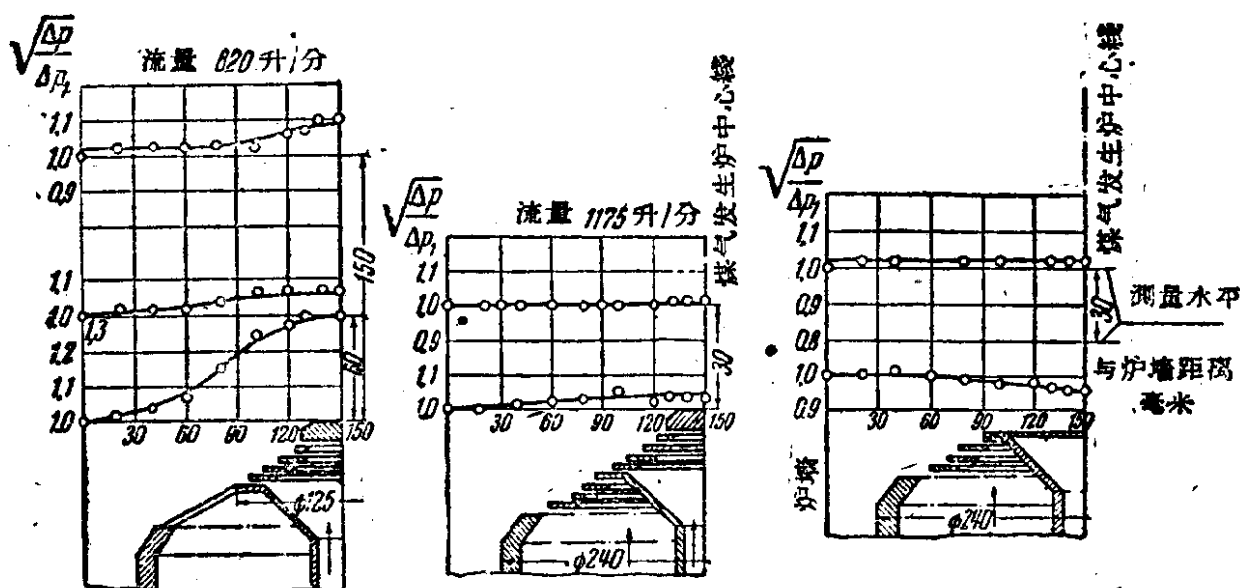


图1a 在均匀一致的颗粒层中, 中心鼓风装置与边缘鼓风装置之鼓风气流分布(渣块 10—5 毫米)

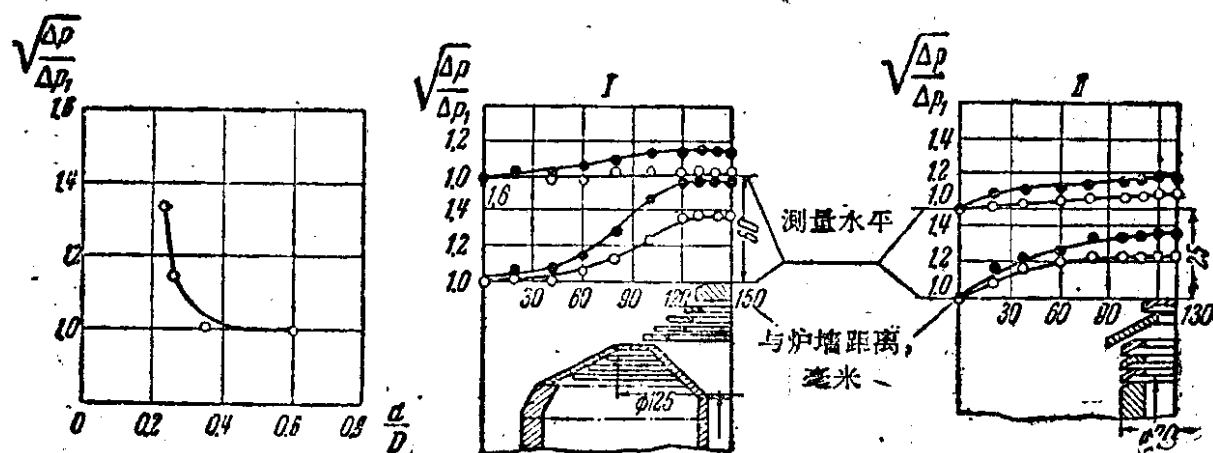


图16 在均匀一致的颗粒层中, 煤气发生炉炉床直径与鼓风装置直径比值和气流分布的关系

图1B 在均匀一致的颗粒层中, 颗粒之块度与发生炉鼓风装置所造成的气流分布之关系:

- I——中心和边缘鼓风式炉篦;
- II——中心鼓风式炉篦;
- 渣块 10—5 毫米;
- 渣块 5—2 毫米

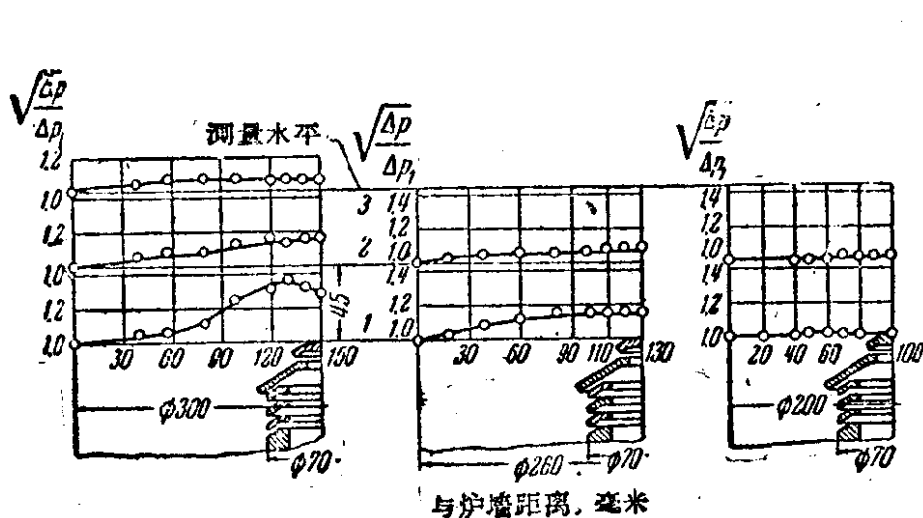


图1r 在带有中心鼓风装置之发生炉模型的炉床中和均匀一致的颗粒层中鼓风分布情况

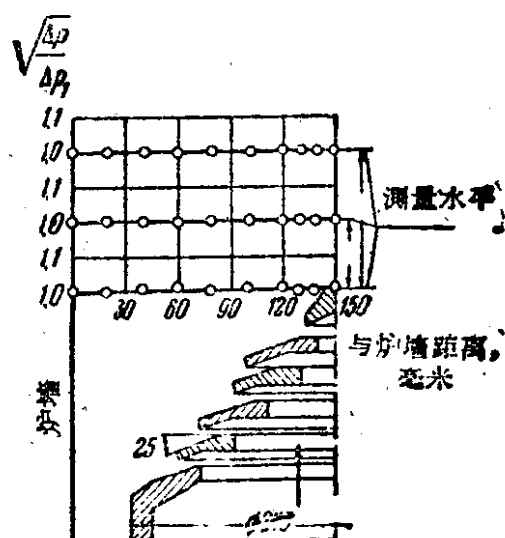


图1d 在均匀一致的颗粒层中,带有倾斜隙缝的煤气发生炉鼓风装置所造成之气流分布情况(渣块10—5毫米)

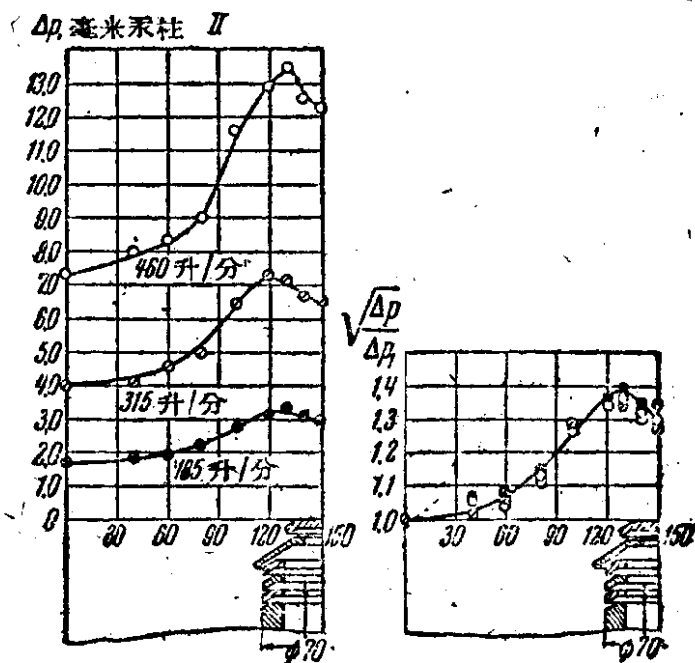
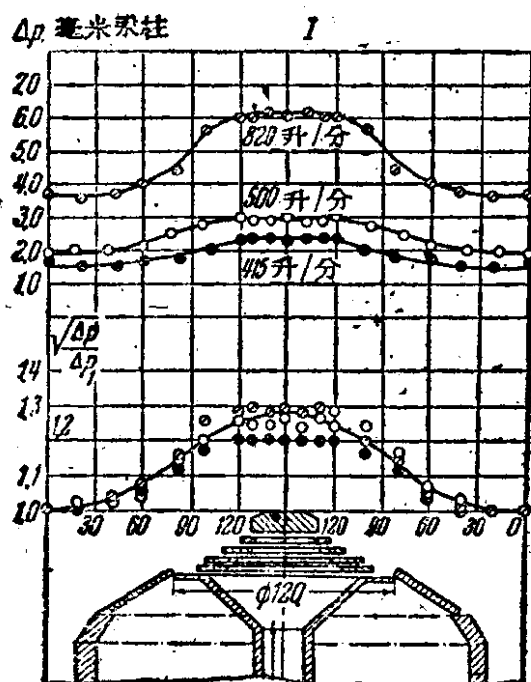


图1e 在均匀一致的10—5毫米颗粒层中,鼓风数量与煤气发生炉鼓风装置所造成气流分布的关系:

I——中心与边缘鼓风式炉篦;

II——中心鼓风式炉篦.

註: 在以上二种条件下测压点之平面均直接位于风帽上部

的比值来表示。

在图1a—1c中，表明了煤气发生炉送风装置的模型中，鼓风原始分布情况的研究结果。

实验证明(图1a—1e)如下：

i) 气流的原始分布实际上不决定于鼓风数量。

ii) 在各种不同结构的煤气发生炉送风装置中得到的鼓风，沿燃料层横截面分布的不均匀性，主要决定于格式炉篦与煤气发生炉炉床尺寸之比例。

iii) 实际上，当格式炉篦与炉床直径之比例 $\frac{d}{D} > 0.4$ 时，鼓风沿所有各层的原始分布已经均匀。

iv) 燃料层中气流的原始分布不决定于鼓风由格式炉篦送入燃料层的方式——斜向或水平方向。

3. 当 $\frac{d}{D} < 0.4$ 时，鼓风原始分布的不均匀性，在很大程度上可以在炉篦上部之灰层中消除掉。为此，灰层(其颗粒大小依据所用燃料而定)应当有适当高度。颗粒大小相同的灰层的高度如接近于炉床与送风装置直径之差值，则此时可以使气流分布在实际上完全均匀(沿横截面)。在实际条件下，借助于灰层并非总能使气流在燃料层中的分布得到完全均匀。

首先，在煤气发生炉中，很高的灰层，并不总是有利(增加了反应层中的最高温度，很大的流体阻力，可能造成渣块)。

其次，均匀的灰层结构并不可能经常得到和保持，因此在进入反应区时气流分布的某些不均匀性是经常可能的。

4. 煤气发生炉炉墙对送风沿炉床横截面分布情况也起到一些作用。因为在靠近炉墙的燃料层中空隙度较大而温度较低。

靠近炉墙的燃料层空隙度的增大，使这些地区的气流速度也增大。在考虑这一因素的影响时，煤气发生炉直径和燃料块度的比例值具有很大意义。

在现代工业用煤气发生炉中，这一比值大于20，其炉墙对鼓风沿

炉床横截面分布的影响(在稳定温度下)可以不計及。在靠近炉墙燃料层中較低的温度可能是由于在該处传向外部介質或煤气发生炉水套的热损失增加的结果。

当燃料层各处流体阻力数值不变时，在靠近炉墙燃料层中温度的降低能使該处气流速度降低。

由于在燃料层中有低温地区存在，就会使得到的煤气质量变坏。因此应该增加鼓风在燃料层边缘地区的送入量，以力求达到沿燃料层横截面温度的均匀性。

5. 当其他条件相同时(燃料质量,温度場)沿炉床横截面燃料层阻力的分布决定于燃料按顆粒大小分布的情况。工业用煤气发生炉現用的加料装置不能保証所加入的燃料沿炉床全部横截面,保持原始的篩分組成。

在添加燃料到煤气发生炉中时,由于分配錐体的作用,使燃料按顆粒大小不同而分离,这就使燃料层各区域具有不同的阻力。

由于在工业条件下,要想采用經過細致篩分,使顆粒大小保持在很窄級別范围内的燃料是有困难的,所以燃料的分离現象(按不同的顆粒大小)急剧地引致了燃料层透气性的不均匀。然而也可以恰当地利用燃料的分离現象在加煤入煤气发生炉时就糾正燃料原有分布上的缺点,以保証燃料层有效的透气性。为此必須知道調节燃料分离的方法,以便在生产条件下予以运用。

6. 調节燃料分离的方法如图 2。

- i) 改变钟体与炉墙間間隙大小;
- ii) 改变钟体(加料用錐体)的傾斜角;
- iii) 改变燃料落下的高度;
- iv) 改变燃料落下的速度;
- v) 对燃料原有篩分組成的評價与考虑。

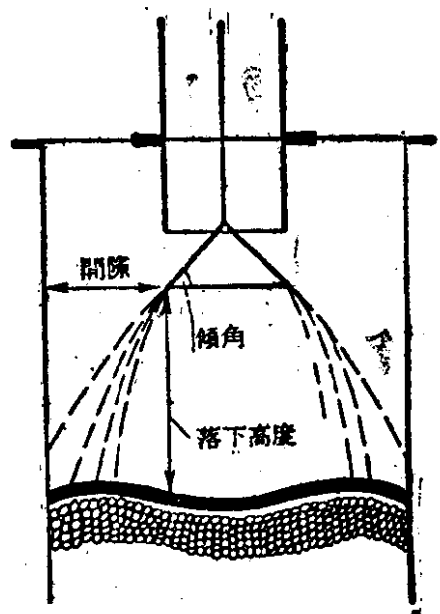


图 2 加煤裝置之系統图