

第 8 輯

鋼鐵研究院

煤焦化学研究室 編



煤焦化学文集

煤預热与煤干燥

冶金工业出版社

53

22

煤焦化学文集

煤預热与煤干燥

第 8 輯

鋼鐵研究院煤焦化学研究室 編

顾国成

冶金工业出版社

煤焦化学文集 第8輯

煤預热与煤干燥

鋼鐵研究院煤焦化学研究室 編

1960 年 4 月第一版 1960 年 4 月北京第一次印刷 3,525 册

开本 850×1168 • 1/32 • 字数 80,000 • 印张 $3\frac{12}{32}$ • 定价 0.46 元

統一书号 15062 • 2179 冶金工业出版社印刷厂印 新华书店发行

冶金工业出版社出版 (地址: 北京市灯市口甲 45 号)

北京市书刊出版业营业許可証出字第 093 号

編者的話

几年来，我国的炼焦化学工业，在生产、建設和科学研究等方面取得了許多成就。为了及时总结和交流这些經驗，并随时介紹国外的先进技术，我們决定逐輯出版“煤焦化学文集”，內容包括：炼焦用煤及其处理、焦炭生产、焦化产品的回收与精炼、劳动組織、企业管理、机械設備、施工設計、科学研究、經驗交流，等等。

“煤焦化学文集”由鋼鐵研究院煤焦化学研究室負責編輯，由冶金工业出版社出版，并为此而組成了編輯委员会，具体負責領導、組織和推动这一工作。希望有关单位和讀者大力支持和帮助我們，把你們的先进經驗和研究成果或国外先进技术的翻譯資料，交由我們編輯出版，以便在全国范围内介紹、推广，促进炼焦化学生产的更大跃进，加速祖国的社会主义建設。

“煤焦化学文集”編委会的总編輯是张昕同志，委員有（按笔划次序排列）：孔长瑞、王秉周、方景璉、杜干輝、李恩业、汪寅人、李瑞震、周庆祥、周宣城、宣 炤、孙祥鵬、莫仁豪、陈松茂、高丕琦、高逢源、黄宜国、张昕、张大煜、张侗、张挽强、肇彬哲、聶恒銳。

目 录

前言	5
----------	---

一、装爐煤爐外干燥和預热

魚爐装爐煤爐外干燥和預热技术大有可为	7
煤預热基础理論的研究	李恩业 12
炼焦用煤的爐外預热試驗	张治宇等 28
关于煤預热炼焦	郭树才 47
装爐煤爐外干燥炼焦試驗初步总结 鞍山鋼鐵公司化工总厂	59
装爐煤爐外干燥炼焦試驗初步总结 太原鋼鐵公司焦化厂	65
二号簡易魚爐煤料爐外干燥試驗 鞍山焦化耐火材料設計院	74

二、国外科学技术

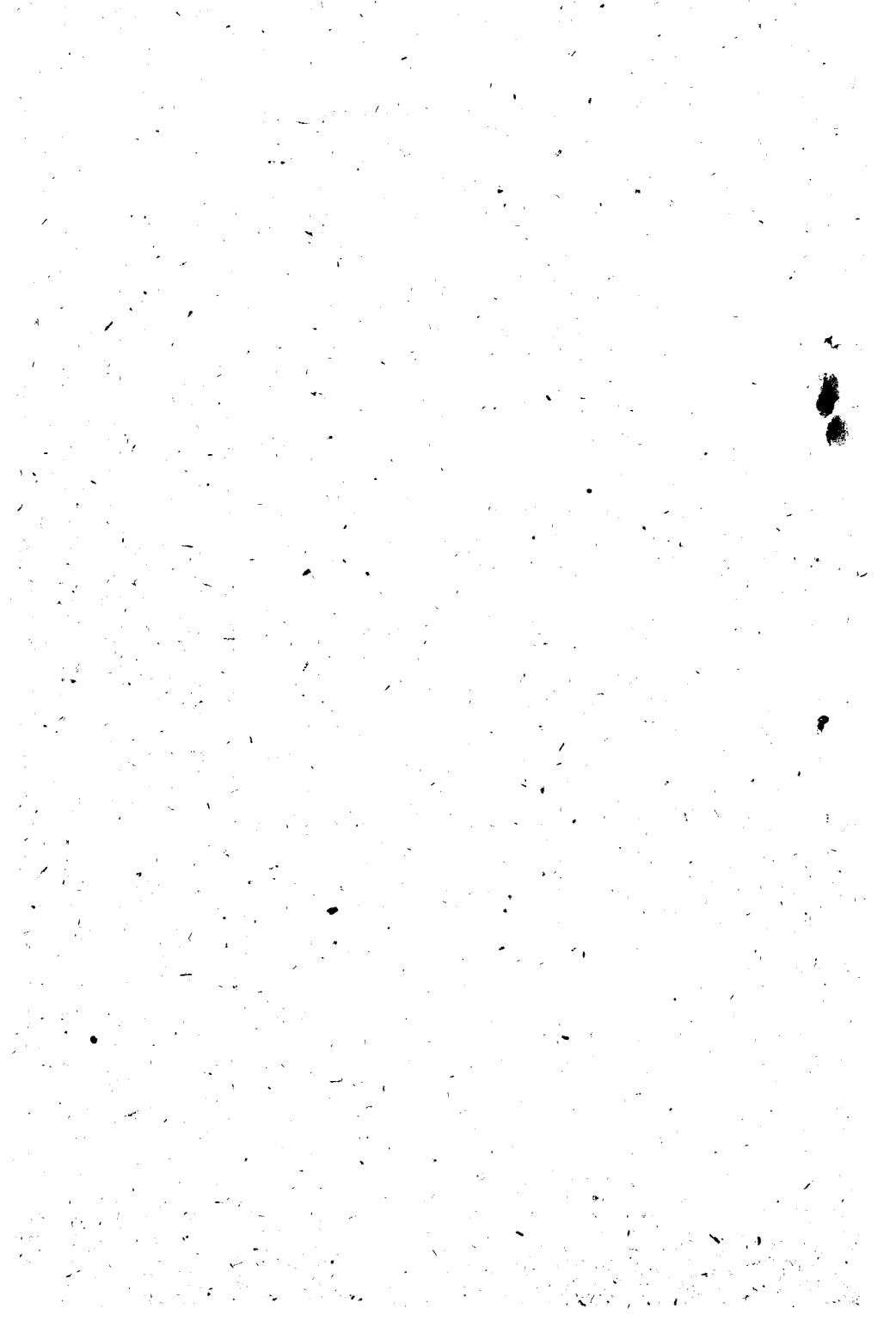
炼焦用煤的預热处理	H. H. Lowry 82
煤料水分对炼焦的影响	A. H. 沃罗深等 93
炼焦煤水分含量对魚爐容量的影响 Bernhard Hofmeister	102

前 言

焦爐裝爐煤爐外干燥和預熱，是我國煉焦工業中的重大技術革命項目之一；它對提高焦爐產量、擴大煉焦煤資源和基地具有重大的現實意義。目前，在黨的總路線光輝照耀下，各地正在大力進行研究和工業性試驗。為了及時交流和傳播這一先進技術，我們匯集了各地的試驗研究成果，以及國外的技術資料。出此專輯，以供同志們在工作中學習和參考，同時，希望同志們提出寶貴意見並將你們的研究成果寄給我們，以便在以後各輯中刊登。

關於煤干燥和預熱方面的文章，過去在“煤焦化學文集”上曾陸續發表過。為便于同志們查考，茲將已刊登的文章列表于后：

作 者	題 目	煤焦化學文集
1. 李恩業	關於現代煉焦爐裝爐煤的預熱問題	第一輯
2. 格良茲諾夫	預熱煤煉焦（譯文）	第一輯
3. 也爾金	煉焦用煤的預熱處理（譯文）	第二輯
4. 聶恒銳	高揮發分煙煤的快速預熱	第三輯
5. 李恩業	利用直立管預熱裝爐煤	第四輯
6. 上海市煤氣公司吳淞煤氣廠	利用焦爐廢氣在轉筒干燥器內裝爐煤的爐外干燥	第四輯
7. 馬卡洛夫	煉焦用煤的預熱處理（譯文）	第四輯



一、装爐煤爐外干燥和預热

焦爐装爐煤爐外干燥和預热

技术大有可为

目前，焦炭供应不足，严重的影响了钢铁工业的发展：一方面是生鉄数量不足，滿足不了炼鋼需要；另一方面是高爐吃不飽、吃不好，建成了的高爐不能投入生产。增产焦炭，勢所必須。但若走建設机械化焦爐的路，投資大，材料、設備又都欠缺，一时不能大批上馬；用土爐煉焦也有限制：一个是原煤消耗量大，另一个是副产回收很少，很不經濟；目前更大的問題是我国主焦煤少、瘦煤少、气肥煤不多，而有大量的气煤。因此，增加焦炭产量，扩大炼焦煤资源，就成为当前十分迫切需要解决的問題了，這個問題能否解决是鉄、鋼能不能得到很快发展的关键。在这种形势下，焦爐装爐煤的爐外干燥和預热技术，具有很大的现实意义，因为它有如下的几个特点：

1. 提高焦爐产量

焦爐装爐煤爐外的干燥和預热，能提高焦爐产量，因为煤經過干燥、尤其是預热，可以提高焦爐装煤量，縮短炭化时间。

为了降低焦炭灰分和含硫量，煤在入爐之前都經過水洗。洗出的精煤含水量較高，多在10%左右。按照現在焦爐的生产流程，湿煤就直接装入爐內。因此，煉焦时就先用一段時間加热，

排除水分，然后才能再升温进行炭化（結焦过程），这就延长了炭化时间。根据国外的研究数据，炼焦煤水分每增加1%，约延长炭化时间3%左右，合20—30分钟。如果湿煤先经过干燥，除去水分，再装入焦爐，显然在爐內就可减少加热排除水分的时间。如果预先加热到200—300℃，当然又可省去在爐內加热到这段温度的时间，爐內炭化时间就会更加缩短。試驗証明，这种推論是正确的。煤預热到250℃时，所缩短的炭化时间（以湿煤所需炭化时间作为基数100%，下同），按苏联試驗室結果，是47%（莫斯科化工学院）；按西德工业性試驗結果，是44%。預热到300℃时，苏联的半工业性試驗結果是62%；西德的工业性試驗是71%；民主德国的試驗室数据是67%。国内对此試驗的研究結果也大体相同。預热到200℃时，鞍鋼的試驗室結果是27%；鋼鉄研究院的結果是45%。預热到300℃时，鞍鋼是46%；鋼鉄研究院是64%。从缩短的绝对时间来看，苏联煤焦化学研究所的数据是：湿煤結焦时间为14.5小时，当加热到204℃时，则减少到12.7小时；加热到295℃时又减到9.0小时。由上述可見，湿煤经过干燥再装入焦爐，可以提高产量，如果能加热到300℃左右，仅由炭化时间的缩短，就有可能使焦爐产量提高46—71%。

含水較高的湿煤经过干燥預热后，由于水分的排除，煤的堆积比重增加了，所以焦爐的装煤量也随之而增多。干燥后的煤（一般仍含水2%左右），堆积比重增加很快。上海煤气公司把湿煤水分由10%干燥到2%时，堆积比重增加了17%（炭化时间缩短了半小时）；本溪把湿煤水分从7.4%干燥到2.2%；堆积比重增加了21%（爐內測定）—29%（爐外測定）；鞍鋼試驗室內所得的結果是增加22—29%；鋼鉄研究院的数据为22—43%。苏联研究室的干燥結果，一般增加10%；而苏联动力科学研究所的結果却高达65—78%。当把煤預热到200—300℃时，堆积比重增加更多：苏联的結果是增加了12—18%；而我国鋼鉄研

究院的結果是增加了9—22%；鞍鋼試驗的結果是增加了16%（爐外測定）—44%（爐內測定）。堆積比重增長的數據波動很大，這與煤質、測定方法、操作方法等有關。應指出的是鋼鐵研究院、鞍鋼都出現過預熱溫度較高的煤，其堆積比重比干燥煤的堆積比重增加很小的現象，其原因有待進一步研究。

有人估計，如果把焦爐裝煤預熱到300℃，僅縮短炭化時間和增加焦爐裝煤量這兩個因素，就能使焦爐生產能力增加一倍以上。根據上述數據，這種估計是有可能實現的。

2. 改善焦炭質量，增加氣煤使用量

使用經過干燥或是預熱的煤煉焦，能改善焦炭質量，提高強度，增加耐磨性，促使塊度均勻。

研究得出的結果是，煤經過干燥預熱處理後，能提高煤的粘結性能，能增加配煤中弱粘結性煤的使用量。同時由於堆積比重的增加，煤的膨脹壓力顯著提高，比裝濕煤要大8—10倍（鞍鋼數據），故可增加氣煤的配入量（因為氣煤性能正好相反，單用氣煤煉焦，收縮度大，所得焦炭的裂紋多、強度低），可利用它的收縮性能來抵銷由於預熱而增加的壓力。表1是鞍鋼試驗的數據。

表 1

鞍鋼煉焦煤爐外干燥預熱試驗數據

	配 煤 比, %						預熱溫 度, °C	焦炭強度, %	
	龍風氣煤	雙鴨 氣肥煤	林西 氣肥煤	滴道 主焦煤	本溪 主焦煤	溪		>25毫米	<10毫米
1	30	15	10	30	15	濕煤		80	11
2	50	15	10	15	10	"		78.1	8.3
3	50	15	10	15	10	250°C		83.5	6.8
4	70			30		250°C		80.8	6.4

以上表中的第三種配煤與第一種配煤（現用的生產配煤比）比較，雖然第三種配煤中氣煤從30%增到50%，而主焦煤減少了20%，但焦炭強度（>25毫米的%）和耐磨性（<10毫米粉末

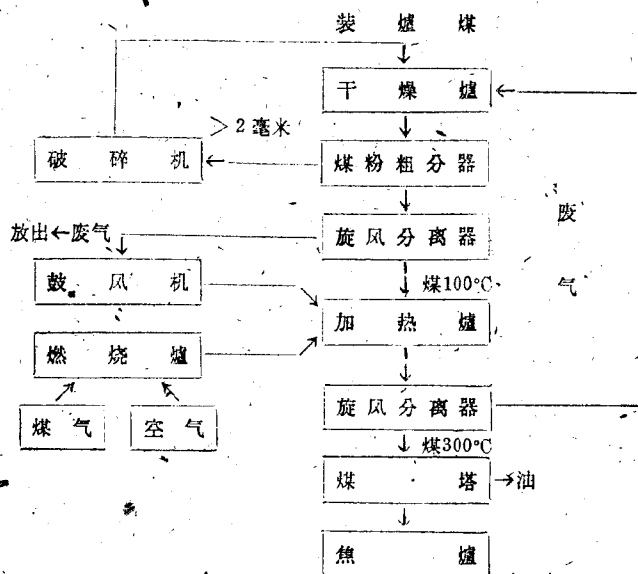
的%) 仍然要高些。尽管第四种方案中气煤增加到70%，焦煤減少15%，在焦炭質量上也仍然比現用的生产配煤的焦炭質量高。如果把第二、第三两种方案比較一下，就可看出配煤虽則相同，但用預热的煤煉出的焦炭，其質量要得多。

3. 延長焦爐壽命，降低燃料消耗量

焦爐爐牆由矽磚砌成，耐激冷激熱性能很差，遇溫度劇變時最易崩裂毀壞。當用爐外預熱煤裝爐時，爐牆避免了急冷變化，這就能延長焦爐的使用壽命。預熱煤，又能節省燃料消耗，按蘇聯的試驗數據，可使焦爐減少30—35%的熱損失。上海煤氣公司採用經干燥處理（含水仍在2%左右）的煤煉焦，每噸煤消耗燃料節省了7.5%。

4. 簡化設備，節約投資

工藝流程圖所列的預熱設備（見預熱工藝流程表），都是普



預熱工藝流程圖

通設備，國內已能大產生量，供應無問題。如僅用爐外干燥，只用前一段流程，設備當然更簡單。以現有的焦爐增加預熱設備，比建設產量相同的機械化焦爐所用設備投資要省得多，如表2所示。

表 2

現有焦爐增加預熱干燥設備與建設機械化焦爐的投資比較

項 目	單位	爐 孔			備 注
		30孔	42孔	65孔	
增產量.....	%	100%	100%	100%	焦爐設備與土建基礎 相抵
焦爐固定設備投資.....	萬元	200	360	560	
預熱設備投資.....	萬元	110	220	330	
節約.....	萬元	90	140	230	

總之，焦爐裝爐煤的爐外干燥與預熱技術對增產優質焦炭，是有很大現實意義的。我國目前焦炭生產滿足不了鋼鐵工業的需要，因此應該加強焦爐裝爐煤的爐外干燥與預熱技術的研究工作，以期取得豐富的成熟的經驗，便於在工業生產中推廣，多、快、好、省地增加焦炭產量，加速社會主義建設。

(轉自科學技術參考資料1959，第27期)

煤預熱基礎理論的研究^①

李恩业

鋼鐵研究院煤焦化學研究室

一、煤預熱發展狀況

現代煉焦爐裝爐煤料經過爐外預熱後煉焦有下述重大的意義：

1. 由於煤料堆積比重的增加和炭化時間的縮短，在加熱情況下，可以大大增加現代煉焦爐的產量，解決當前冶金聯合企業中焦炭生產與高爐需要日益不平衡的關鍵問題。

2. 由於煤料堆積比重增加和快速預熱，可以大大的改善煤（尤其是氣煤）的粘結性。由於預熱煤裝爐時，爐料溫度分布比較均勻，因而改善了焦炭質量，焦炭的裂紋減少了，焦炭的長度也比較均勻。

3. 快速預熱大大的改善了弱粘結性煤的粘結性和減小了煤在煉焦過程中的膨脹壓力，這對擴大煉焦煤資源與基地，減少弱粘結煤的運輸有極其重大的意義。

4. 可以減輕化學產品回收車間的負荷和廢水量。

5. 使爐室砌磚不受劇烈的熱衝擊，延長了焦爐使用壽命。

6. 在增加焦炭產量的同時，相應增加化學產品收回量（氮略減少）。

早在1921年巴（Parr）氏曾在試驗室中，進行了關於煉焦煤料預熱的研究。1936年Litterscheidt推廣了Koppers和Didier公司的大爐試驗。三十多年來，由於快速均勻預熱的煤料工藝技術問題沒有得到解決，又由於對熱煤運輸、儲備和裝爐方法的工藝技術和基礎理論存在許多懸而未決的問題，所以裝爐煤預熱還沒有能夠在生產中實現。

① 參加這項研究工作的還有周師庸、李再娟、黃孝選、張桂芸、黎獻等同志。

第二次世界大战后，由于固体流态化工业新技术的发展，許多炼焦工作者都認為在工业条件下，采用固体流态化新工艺技术，快速而均匀地预热大量的炼焦煤料是完全可以实现的。1951年以来 Лоури, Подбельский, Jäppelt, Макаров 等先后报导了炼焦用煤预处理的研究。1959年苏联东方煤化学研究所发表了两篇预热煤炼焦的研究。德国和美国也都在进行这方面的研究和試驗。

我国焦化工作者在学习苏联先进經驗的基础上，尤其是根据煤在炼焦过程中，软化以前要求快速加热和固化后期慢速加热，在这理論的基础上，也进行了有关煤预热炼焦的研究試驗工作。科委和冶金工业部确定在北京石景山鋼鐵公司2号炼焦爐上进行预热煤炼焦工业試驗，有关設計等問題正在进行。

試驗室研究任务是：为石鋼2号焦爐工艺設計及操作提供理論根据和試驗室数据。

工艺設計及操作中的关键問題，是预热溫度对煤的工艺性質和粘結性質的影响。在試驗室中煤量較少，因此比較容易做到在較短的时间內进行预热，但較难做到連續式快速预热。在加热气氛、加热均匀、加热速度和热煤儲存上，試驗室的工作和工业生产情况是有一定距离的。由于工业预热設備采用連續式与焦爐操作不連續之間的矛盾，预热煤料在工业中，必須在保温仓中儲存一个时期，这个时间的长短与焦爐孔数、成焦時間有关。以石鋼2号焦爐为例：

$$\begin{aligned} \text{预热煤最短儲存時間(分)} &= \frac{24 \times 60}{\text{焦爐孔数} \times \frac{24}{\text{成焦時間}}} \\ &= \frac{24 \times 60}{30 \times \frac{24}{9}} = 18(\text{分}); \end{aligned}$$

实际操作时可能最短儲存時間 = $1.5 \times 18 = 27$ (分)；

实际操作时一般儲存時間 = $3 \times 18 = 54$ (分)。

因此要求在試驗室研究煤的預熱溫度時，必須同時考慮儲存時間和氣氛兩個重要條件，如果不考慮熱煤在儲存時間內所起的質量變化，將煤快速預熱到 350°C 以上，根據聶恒銳教授的研究，對煤的粘結性還是有利的，但如考慮到工作儲存時間的影響，溫度不超過煤熱分解溫度是較為合理的。關於煤熱分解溫度問題有不同的結論。蘇聯科學院可燃礦物研究所 E. H. 阿莫索夫和 Я. M. 阿莫索娃認為加熱到 350°C 時，煤的基質沒有任何變化，即使在長焰煤中，穩定性最小的部分（孢子囊）也還保持它原有的形狀， 350°C 以前，顯然只從毛細管里分解出水分和吸附的氣體。蘇聯東方煤焦化學研究所的工作者認為：煤加熱超過 200°C 是不合適的，煤在熱分解時，由於煤粒表面改變而使堆積比重和流出速度降低；由於有機物的分解，而使煤的膠質體厚度減小， 295°C 時，煤的位移應力增加，這是由於膠質體在暫停加熱後聚合，因此他們認為預熱溫度以 $150-250^{\circ}\text{C}$ 或 200°C 左右為最合適。瑞士學者施內發 (Schäpfer) 報導：將煤預熱至 150°C 20 分鐘時，煤的結焦性顯著降低，預熱至 $200-250^{\circ}\text{C}$ 15 分鐘時煤完全失去粘結性，他認為這是由於膠質體結構變化的結果，而不是由於氧化（因為是在 N_2 氣氛中預熱）。

鞍山焦化耐火設計院的試驗證明：煤料保溫時間對煤質的影響與預熱最終溫度和保護氣氛有關。長期以來許多焦化工作者懷疑干煤或熱煤在加煤操作中，可能產生冒煙冒火甚至煤粉爆炸。上海煤氣公司吳淞煤氣廠，一年多來的生產操作證明：用于煤裝煤時，不但沒有增加操作困難，而且下煤快，改善了裝煤操作條件。蘇聯東方煤焦化學研究所 H. C. 格里茲洛夫等在預熱煤煉焦的研究工作中，對熱煤流出速度作了試驗，我們認為這是十分重要和必須加以研究闡明的。

二、煤預熱的試驗研究

試驗煤種採用石景山鋼鐵公司生產用煤，其配比如下：

大同：20%；蜂山：25%；井阳：25%；和村：30%。

风干煤样水份：

配煤：1.75%；大同：3.6%；蜂三：1.15%；井阳：1.3%
和村：1.3%。

玻璃管预热：

(1) 设备：用 Foxwell 透气度仪器改装，见图 1。

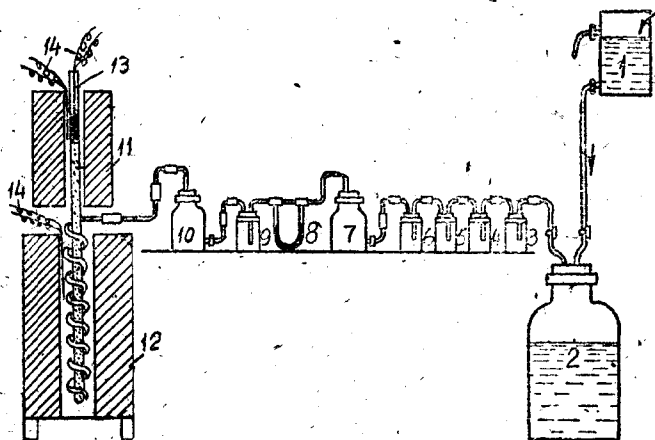


图 1 玻璃管预热器

- 1—高位槽；2—氮气瓶；3、4—洗气瓶（内盛碱性没食子酸）；
5—安全瓶；6—洗气瓶（内盛硫酸）；7、10—缓冲瓶；8—流速
计；9—洗气瓶（内盛硫酸）；11—电爐（爐温为所需之预热温度）；
12—电爐（预热气体用）；13—玻璃管（全长640毫米，下部长360
毫米，管径 $\phi=20$ 毫米）；14—热电偶。

(2) 操作方法：将上部电爐加热至预热所需温度，下部电爐加热至 500—600°C，然后将装有金属铜丝及耐火砖粒的玻璃管放入爐内，通入已洗滌后的氮气流，气流速度为 200 毫升/分，待爐温稳定后，即将顆粒度 < 1 毫米的煤样 5 克倒入管中，在煤样中部插入一套有細玻璃管的热电偶，用来测定煤的中心温度。煤样約在 6—10 分鐘內上升到所需之预热温度，根据要求在一定的温度下保温一定时间。保温以后将预热玻璃管取出，趁热将一

部分煤倒入坩埚內做坩埚試驗，以后用氮气冷却玻璃管，所得坩埚焦进行表面观察和测定其中的含硫量（表1、表2）。

表 1

玻璃管内預热煤的坩埚焦样

煤种	編号		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	預热温度 °C	保溫時間 (小时)	300	300	300	300	300	350	250	350	400	400	250	200	150	烘干
配煤	粘熔 膨色	結融 胀泽	优良 微银灰	优中 不灰	优中 不灰	优中 不灰	优中 不灰	优中 不灰	优中 不灰	优中 不灰	中可 不黑	中可 不黑	优中 不灰	优良 微银灰	优良 微银灰	优良 微银灰
气煤	粘熔 膨色	結融 胀泽	优中 不灰黑	优中 不灰黑	优中 不灰黑	优中 不灰黑	良劣 不灰黑	(不粘結)	(不粘結)	良劣 不灰黑	良劣 不灰黑	(不粘結)	优中 不灰黑	优中 不灰黑	优中 不灰黑	优中 不灰
肥煤	粘熔 膨色	結融 胀泽	优优 极银灰	优优 极银灰	优优 极银灰	优优 极银灰	良良 中灰				良良 中灰	中良 微灰	优优 极银灰	优优 极银灰	优优 极银灰	优优 极银灰
焦煤	粘熔 膨色	結融 胀泽	良优 中银灰	良优 中银灰	良良 微灰	良良 微灰	良良 微灰				良良 微灰	(不粘結)	良良 微灰	良良 微灰	良优 中银灰	优优 极银灰
瘦煤	粘熔 膨色	結融 胀泽	良良 不灰黑	良良 不灰黑	良良 不灰黑	良良 不灰黑	良良 不灰黑				可 可不黑	劣 劣不黑	良良 不灰黑	良良 不灰黑	优优 不灰	优优 不灰

注：以上保溫气 氮用空气与 N_2 时結果相同。預热至 300°C后平鋪薄层与空气接触保溫时，煤显著变質至不粘結。

用轉鼓預热煤料：

(1) 設備：(見圖 2)。

(2) 操作方法：將電爐加熱至所需預热煤溫度，加熱時，