第九篇

炼焦配煤生产配方优化设计、工艺控制及煤质管理

第一章　炼焦配煤概述

第一节　配合煤炼焦的意义

目前世界各国高炉冶炼所用的燃料主要是用烟煤炼制的焦炭。但是炼焦用煤的品种很多，它们的性质差别很大，因此应当有一个炼焦用煤的分类方法。我国目前还没有一个专为炼焦煤分类的方案，现行煤分类方案——“中国煤分类（以炼焦用煤为主）方案”见表 9－1－1 及图 9－1－1。

表 9－1－1　我国煤分类（以炼焦煤为主）方案

大类别		小类别		分类指标	
名称	符号	名称	符号	V^r（%）	Y（毫米）
无烟煤	A	—	—	0～10	—
贫　　煤	T	—	—	＞10～20	0（粉状）
瘦　　煤	ПС	1 号瘦煤	$ПС_1$	＞14～20	0（成块）～8
		2 号瘦煤	$ПС_2$	＞14～20	＞8～12
焦煤	К	瘦焦煤	ПК	＞14～18	＞12～25
		主焦煤	К	＞18～26	＞12～25
		焦瘦煤	КП	＞20～26	＞8～12
		1 号肥焦煤	$ЖК_1$	＞26～30	＞9～14
		2 号肥焦煤	$ЖК_2$	＞26～30	＞14～25

大类别		小类别		分类指标	
名称	符号	名称	符号	V^r(%)	Y(毫米)
肥　煤	Ж	1 号肥煤	$Ж_1$	26 ~ 37	> 25 ~ 30
		2 号肥煤	$Ж_2$	26 ~ 37	> 30
		1 号焦肥煤	$КЖ_1$	< 26	> 25 ~ 30
		2 号焦肥煤	$КЖ_2$	< 26	> 30
		气肥煤	ГЖ	> 37	> 25
气煤	Г	1 号肥气煤	$ЖГ_1$	> 30 ~ 37	> 9 ~ 14
		2 号肥气煤	$ЖГ_2$	> 30 ~ 37	> 14 ~ 25
		1 号气煤	$Г_1$	> 37	> 5 ~ 9
		2 号气煤	$Г_2$	> 37	> 9 ~ 14
		3 号气煤	$Г_3$	> 37	> 14 ~ 25
弱粘煤	СС	1 号弱粘煤	$СС_1$	> 20 ~ 26	0(成块) ~ 8
		2 号弱粘煤	$СС_2$	> 26 ~ 37	0(成块) ~ 9
不粘煤	НС	—	—	> 20 ~ 37	0(粉状)
长焰煤	Д	—	—	> 37	0 ~ 5
褐　煤	Б	—	—	> 40	—

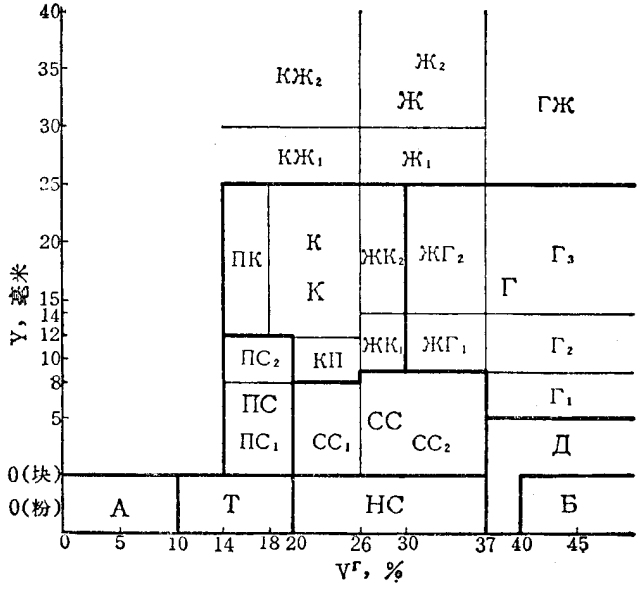


图 9 – 1 – 1　中国煤分类图

注 本方案所采用的分类指标为可燃基挥发分(V^r)及胶质层最大厚度(Y)。作分类研究的煤样为未受氧化的，并经 1.4 比重液洗选后的浮煤。

此方案的制订，主要以东北地区和华北地区的煤样作为依据，以煤的可燃基挥发分产率（V^r）和胶质层的最大厚度（Y）为分类指标，把各种工业用途的从褐煤到无烟煤之间的所有煤种，划分成 10 个大类 24 个小类。

从方案制订后十多年来，尤其是文化大革命以来，煤炭工业和焦化工业有了很大发展，新的煤田不断发现，焦化厂炼焦用煤的新基地不断增加，炼焦用煤的试验研究水平有了提高。随着生产的发展，冶金、化工等部门对用煤的质量要求也不断提高，因此，把生产斗争和科学试验中的新情况和新鲜经验加以总结，对现行煤分类进行必要的修订，使它更加适应生产发展的需要，达到更加合理地利用国家资源的目的。

在分类方案中的焦煤（K）虽然可以单独炼出强度高、耐磨好的冶金焦炭，但是在世界各国象焦煤这样的优质炼焦煤，其储量一般说是不算多的，并且分布也不平衡，化学成分也有优劣，单用焦煤炼焦远远不能满足工业发展的需要。为了节约优质的炼焦煤，必须把部分粘结性好的优质炼焦煤和其它中等的或弱的粘结性煤配合一起炼焦，以扩大各种不同牌号的烟煤的利用。

至于其它牌号的烟煤在通常炼焦炉内大多不易单独炼出机械强度较高的优质冶金焦炭，个别煤种即使能炼出机械强度较好的焦炭，但其膨胀压力较大，容易胀坏炉室 还有些炼焦煤因为含灰、硫等有害杂质过高，也不能满足高炉冶炼的要求。另一方面，大、中、小高炉，铸造及其它工业对焦炭质量也有不同的要求，都不是凭单种煤炼焦所能解决的。因此，必须把不同牌号的煤进行配合使用，才能取长补短，炼出各种质量合格的焦炭，以适应各种不同的需要。

我国地区广大，资源丰富，各地区煤质情况各不相同，灰、硫含量亦有差别，因此结合各地区的特点，采用不同煤种配合，不但扩大了资源的有效利用，并且可以调整焦炭中的灰、硫含量，以满足冶金工业对焦炭质量和数量的要求。解放以来，炼焦工业的生产实践证明 配煤炼焦对炼焦工业的发展有重大意义。

第二节　单种煤的结焦特性

不同牌号的单独煤炼制出来的焦炭性质是各不相同的，即或是相同牌号且指标相同，但产区不同的炼焦煤也往往不能在配比相同时得到一致的焦炭质量。因此，为了更适当地选择各种煤的配比，必须预先研究各单种煤的基本结焦性质。

通过过去对许多煤种进行的实验室分析，半工业和工业试验，将各大类单种煤的结焦特性概述如下：

一、褐煤

褐煤的变质程度高于泥煤而低于分类方案中的其它所有煤种。在分类方案中，它的可燃基挥发分大于 40%，煤中含有多量水分，加热时它不能产生胶质体，因此没有粘结性，在现代炼焦炉中不结焦，我们不将它划分在炼焦煤范围内。在某些炼焦煤非常缺乏的国家，他们是通过复杂的工艺，利用褐煤制造型块炼成型焦，这已不属配煤炼焦的范畴，故不多述。

二、长焰煤

长焰煤的变质程度比褐煤高，在分类中其可燃基挥发分大于 37%，胶质层厚度小于 5 毫米，这种煤粘结性极弱，在现代炼焦炉中不能单独结成焦炭。在某些长焰煤多的地区，可以少量配用，但配入量稍多时，常会使焦炭强度和耐磨变坏，尤其是配煤中肥煤不够多时更为明显。所以长焰煤也不列入炼焦煤范围内。

三、气煤

气煤的变质程度较长焰煤高。在分类图中气煤是一大类，它包括可燃基挥发分在 30～37%、胶质层厚度大于 9～25 毫米以及可燃基挥发分大于 37%、胶质层厚度大于 5～25 毫米两区域。前者属肥气煤（包括 ЖГ$_2$ 及 ЖГ$_1$），有一定的结焦性，其中二号肥气煤在现代焦炉中能单独炼焦，但质量较差，只能供中、小高炉使用。后者属气煤（包括 Г$_3$、Г$_2$、Г$_1$），它们的性质差别较大，Г$_3$ 具有中等粘结性，有些甚至可以单独炼成中等强度的焦炭；Г$_2$ 则粘结性较差，在配煤中如果多用，必须有一定数量的焦煤和肥煤，否则不能炼成具有一定强度和耐磨的冶金焦炭；Г$_1$ 则粘结性极弱，单独炼焦的焦炭非常疏松，甚至不能成块，性质近似长焰煤，一般是不做为炼焦用煤的。气煤由于挥发分高，因此在结焦过程中收缩大、焦炭裂纹多，但是正由于这个特点，在配煤中常常用它减缓炼焦过程中的膨胀压力和增大焦饼的收缩，同时气煤挥发分高，还可以增加化学产品的回收率，有利于综合利用，这都是配用气煤的原因。

四、肥煤

肥煤的变质程度较气煤高，挥发分范围较广，胶质层厚度大于 25 毫米。受热时产生

大量的胶质体，其流动性大，热稳定性较气煤胶质体好，所生成的焦炭特点是熔融良好，横裂纹多，焦炭气孔率高，焦根部（靠焦饼中心）有蜂窝焦。因为它具有很强的粘结能力，所以肥煤是配煤中的重要成分，并可以多配弱粘结性煤而炼成机械强度较好的冶金焦炭。但挥发分高的肥煤，结焦性较差，炼焦配煤中使用此种煤时，配合煤中气煤用量就要减少。

五、焦煤

焦煤具有中等挥发分与中等胶质层厚度。大多数焦煤单独炼焦时形成热稳定性很好的胶质体，能得到块大、裂纹少、耐磨好的焦炭。过去在工业不发达时，常用它单独炼焦。但是在现代炼焦炉中采用它单独炼焦有如下困难：

（1）收缩度小，膨胀压力大，因此可能发生推焦困难现象，引起焦炉的损坏。

（2）这种煤就其储量来说是不多的，故在配煤中亦不宜多用，更不宜用它单独炼焦。在配煤中它可以起到提高焦炭机械强度的作用。

六、瘦煤

瘦煤的变质程度较高，挥发分低，在加热时产生的胶质体量少。不同瘦煤单独炼焦时，焦炭的强度和耐磨可以有很大的差别。大多数瘦煤焦炭块度大，裂纹少，熔融性较差，有颗粒物存在，焦炭不大耐磨。这种煤加入到配煤中可以提高焦炭的块度。有些粘结性好的瘦煤具有很大的膨胀压力。

七、贫煤

贫煤的变质程度比瘦煤深，可燃基挥发分为 10～20%，在加热时不产生或只产生极微量的胶质体，因此它不能结成焦炭，但可以少量配入作为瘦化剂，配入贫煤时最好经过精细的粉碎。这类煤也不划入炼焦用煤范围。

八、无烟煤

无烟煤是变质程度最深的煤，它所含的挥发分最低，加热时不产生胶质体，加热至高温也不结成焦炭，有时在瘦煤缺乏的地区，当配煤中煤料较肥时，可以加入少量的无烟煤，但无烟煤须经过细粉碎。无烟块煤也可以用来炼铁，它适合于小型高炉使用，但在使用无烟煤炼铁时，必须注意到无烟煤一定是块状，并在高温下不爆裂成粉状，如遇有热稳定性不好的块煤，可以采用预热处理的办法，然后使用。

除上述的一些煤种外，尚有一些过渡性质的煤种，它们兼具有两种不同牌号煤的结焦性质，我们在使用过程中一定要考虑到它们的结焦特性。

第三节　对配煤的要求

配煤工作者应当从实际出发，从我国各地区资源特点和当前条件出发，大兴调查研究，摸清煤源和煤质，通过小型试验、半工业试验，必要时进行大炉试验，多作方案对比，以确定合理配煤方案。所定方案必须满足以下各项要求：

(1)焦炭质量应达到规定的指标，满足使用部门的要求；

(2)最大限度地符合区域配煤的原则，根据本区域煤炭资源的近期平衡和考虑远景规划，充分利用本区域的粘结煤和弱粘结煤；

(3)不会产生对炉墙有危险的膨胀压力和引起推焦困难；

(4)在满足焦炭质量的前提下，有较高的化学产品产量和质量；

(5)合理调整炼焦用煤的运输流向和尽量防止对流，并尽可能缩短平均运距。

这些要求是互相联系的，要因时、因地、因条件而定，寻找切实可行的配煤炼焦方案。

第四节　配合煤的选择和配合煤的指标

制定配煤方案的主要依据大致可归纳为三方面：

(1)各种可能利用的煤种的贮量、开采进度和扩建规划以及运输条件、运输距离等，由此评定各种煤近期和远期供应的可能性；

(2)各有关单位商定，并经领导部门批准的对焦炭质量的要求和对化学产品产量的要求，以及焦化厂备煤车间条件、焦炉炉体状况等；

(3)各煤种的牌号、粘结性、结焦性、灰分、硫分和可选性等，由此评定各种煤对炼焦的适用程度，进而考虑它的配用量。

制定配煤方案就是以上述(1)、(2)两方面的资料和所要求的指标为前提，根据第(3)方面所收集的煤种数据，进行试验并作出合理的选择。

对于炼制冶金焦的配合煤，基本的质量指标有下列几项：

一、配合煤的灰分

煤中灰分在炼焦后全部残留于焦炭中，灰分是焦炭中的有害杂质，焦炭的灰分愈高，炼铁时焦炭及石灰石消耗量就增多，高炉的生产能力就要降低，同时灰分中的大颗粒在焦炭中形成裂纹中心，使焦炭的抗碎强度降低，也使焦炭的耐磨性变坏。所以配合煤的灰分应控制在一定范围之内。假设配合煤的结焦率为75%，而要求焦炭的灰分等于或小于12.5%，则配煤的灰分就不能大于9.4%。配合煤的灰分是根据各单种煤的灰分按加权平均计算的。如果在配合煤中使用了一两种灰分较高的精煤，则其余成分必须选配较低灰分的单种煤，才能保证焦炭的灰分符合要求。

二、配合煤的硫分

硫在煤中以黄铁矿、硫酸盐及硫的有机化合物三种形态存在。有机硫与煤中的有机物成化合状态存在，因此用洗选的办法不能把它除去。如果原煤中主要含有机硫，则洗选后精煤的含硫量往往会高于原煤的含硫量，在煤中黄铁矿的存在如果不是细分散的，用一般的洗煤法可以部分除去。硫酸盐硫在我国的一些煤中一般含量很低。炼焦时煤中硫残留在焦炭内的数量是因煤中硫的形态，煤中灰分成分等不同而有差异，但一般来说，焦炭硫分约为配合煤硫分的85～90%。

随焦炭带入高炉中的硫占全部炉料中硫的大部分，为了保证生铁中的硫含量不超过标准，在高炉冶炼中就要控制炉渣碱度、渣铁比和炉温等，以使硫尽量转到炉渣中，这样就需额外增加熔剂和热量，有时还会影响高炉操作的稳定。因此炼焦配合煤的硫分应控制在规定的指标以下，以满足炼铁的要求。配合煤的硫分可以按加权平均计算。

三、配合煤的挥发分

配合煤的挥发分可根据单种煤的挥发分近似地按加权平均计算。在配合煤中配入的高挥发分煤的数量多，则炼焦煤气和化学产品的产率将增高。但大多数的高挥发分煤的结焦性低于中等挥发分煤，故它们的配用量过多会使焦炭质量下降。为了充分利用我国储量较多的高挥发分煤的资源，应在满足焦炭质量的前提下，多配高挥发分煤，尤其是炼制供中、小高炉用焦炭的配合煤更应该如此。

目前，我国炼焦配煤中高挥发分煤的用量一般较高，有的焦化厂配合煤可燃基挥发分已达到34%。一般大、中高炉用焦的配合煤的可燃基挥发分则在28～32%之间。

四、配合煤的胶质层

胶质层最大厚度 Y(毫米)是煤在胶质层测定仪中所测得的指标。一般它代表煤的粘结性、胶质体流动性、热稳定性及透气性等性质。配合煤必须具有适当的 Y 值才能在焦炉中炼出机械强度高的冶金焦炭。我国目前大、中高炉用焦的配合煤 Y 值大致在 14～20 毫米范围内。配合煤的胶质层指标可按加权平均作近似计算。

配合煤的指标可按各单种煤的指标采用加权平均进行推算,也可将配合煤直接测定。至于由配煤的指标如何推断出所炼出焦炭的指标,这个问题还没有从理论上得到满意的解答,因此在通过分析计算确定一些配合煤方案之后,还必须通过半工业试验(如 200 公斤焦炉试验)和工业性炼焦试验,根据各方案的焦炭质量和各种指标,从这些方案中选出最终推荐的一两个方案。

应该提出 在制定配合煤方案时必须考虑到它的膨胀压力,要求所推荐的配合煤方案在炼焦过程中所产生的最大膨胀压力在安全限度内,以免炼焦炉室受到损坏。当配合煤挥发分较低,配入的焦煤或粘结性瘦煤较多时,更应重视膨胀压力的测定。

焦炭机械强度的高低除了决定于配合煤性质这一基本因素外,煤料的制备(煤料的水分、堆比重、粒度组成、煤料的均匀性等)和炼焦工艺条件(炼焦温度、结焦周期、炉室宽度等)也有明显的影响,因此,在选择合理的配煤方案时也要相应地考虑它们的影响,使得配合煤方案与备煤和炼焦工艺条件互相适应,以期得到最好的焦炭机械强度。

我国广大炼焦配煤工作者在配煤炼焦技术革新方面取得了不少进展,采取各种技术措施,打破了过去以主焦煤为主,气、肥、焦、瘦按一定比例配合的配煤框框,贯彻区域配煤方针,充分利用我国贮量较多、具有一定粘结性的高挥发分煤(例,如肥气煤等)进行配煤,在配煤中增加了弱粘结性煤的用量,除了通常配用的气煤、瘦煤外,还多少不等地配入了无烟煤、贫煤、长焰煤、褐煤等弱粘结煤和不粘煤,扩大了炼焦用煤基地。但是,根据我国地区辽阔,各地区煤种性质不尽相同的实际情况,以及大、中、小高炉并举的两条腿走路的发展方针,继续提高配煤技术,充分利用各地区煤炭资源,实现区域用煤并进一步改善焦炭质量,以满足大、中、小各种类型高炉的需要,为支援钢铁工业的发展作出更大的贡献,仍然是配煤工作者的光荣任务。

第二章　对炼焦用煤质量的要求

第一节　炼焦用煤概述

煤主要是由石炭纪及与其相邻的地层期中丰富的植物遗骸所生成的。这些植物遗骸堆积在池沼和水区，首先在氧气不足的条件下受到分解，而后与空气全部隔绝。

由于冲积地质的覆盖和地壳的陷落，逐渐升高的温度与压力，促使分解的产物转变为质密的褐煤或烟煤。随着氧气渗透的数量及细菌活动的不同，植物遗骸受到了氧化作用、腐化作用、泥煤化或腐土化作用。在氧化作用时空气不充足的条件下，树叶、树干以及其他的植物遗骸就转变为腐植质（腐土）。在空气完全隔绝了的条件下，物质在与氢和氧含量降低的同时，逐渐地为炭素所富化。

由于这些变化的结果，由地上植物的遗骸就转变为所谓的腐植煤：即褐煤、烟煤、与无烟煤，而由水生植物则变为腐藻煤（例如，巴尔查斯腐藻煤），许多煤是相混生成的（腐植腐藻煤）。

植物质转变的主要产物，按炭素富化的顺序一般可分为四种：泥煤、褐煤、烟煤与无烟煤。这些产物中的每种由地层下生成的速度都与化学过程和在地层地带由于高压和高温而引起的造山过程的发展有关系。

在自然界中可以见到一些褐煤，它所属的地质年代较烟煤还要古老。因此，煤并不是按地质年代而区分，而是按“化学”年代而区分，即按炭化过程的发展而区分。

在矿物燃料为炭素富化的各种过程中，同时发生煤的收缩作用（比重 d 增高），并且

在隔绝空气的加热下其挥发物质（V）的数量也减少，经过不同的过程结果得出下面的燃料的概要特征：

	C，%	d，克/公分^3	V，%
泥煤	53～62	0.3～1.2	38～75
褐煤	62～75	1.1～1.5	40～60
烟煤	75～94	1.1～1.5	8～50
无烟煤	90～98	1.3～2.0	3～7

煤在自然条件下的‘成熟’过程中，生物化学现象有着具大的意义，这个现象是与微菌的生命活动相联系的。

煤的成熟程度甚至于在同一煤体中也会有极大的差别，因为煤层的层系是逐渐而连续的下陷，并受到堆积的冲积岩所有的大压力。在这种情况下低的煤层比高的煤层是处于较高的温度和较强的地壳构造过程，故成熟较快。

结果，在同一煤田中随地层深度的增加，煤中之挥发分一般均减小，其结焦性质亦有所改变，这一点具有很大的意义，因为在炼焦时需详细的考虑到这些指标。

所有的煤层在开始成层时都是水平的，后来当受到造山过程的作用引起了褶曲，故煤层的位置可能是倾斜的或甚而翻转，而且早期生成的岩石会出现在以后生成的岩石的上部。

向上突起的地层褶曲在地质学上称为背斜，向下凹进者称为向斜（9－2－1）。地层在褶曲处的弯折线称为褶曲轴，而褶曲之侧部分称为翼。

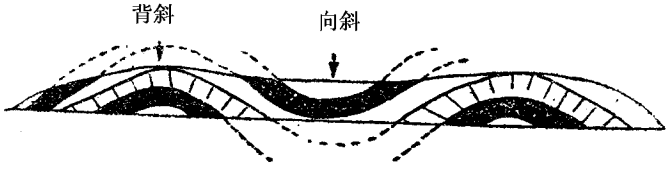


图 9－2－1　背斜与向斜

目前，在炼焦过程之现代的技术条件下，只采用腐植烟煤炼焦，即使在沸腾时也不使苛性碱溶液染色的并与褐煤和无烟煤有许多其他不同点的固体矿物燃料，属于腐植烟煤之类固体矿物燃料与褐煤和无烟煤之不同点在专门的著作中已有论述。

苏联在许多烟煤煤区开采炼焦用煤，但主要是在顿巴斯、库兹涅茨和卡拉岗达，在基泽尔开采较少。

顿巴斯煤田的烟煤是于 1721 年被俄国的天才采矿家哥里果里耶·卡普斯金所发现。

在地壳的称造上该煤田是受了剧烈变形并为断层所割断的古代山脊。煤层的主要走向是西－东向。

穿过整个煤田的巨大背斜褶曲称为主背斜，由此褶曲向北逐渐降低，称为主向斜。

虽然顿巴斯脊部有很大的断层，而且在含煤岩系中煤层的数量极多（不少于 200 个），大多数的煤层都可以在整个煤田面上看到。然而煤层在走向、层厚和质量特性上已有变化，有时地层分为两叉。

顿巴斯煤田的煤是种类繁多的，这里有已知道的各种烟煤。一般说来，可以认为在由西往东的方向上挥发分指标呈很有规律地降低，虽然在各别地区与此规律还有些偏差。

由煤田边缘向中心方向，即由阿尔玛兹和玛丽耶夫向中心区和斯大林诺玛奇耶夫地区，在挥发分高的长焰煤后面的是瓦斯煤，其次是瓦斯肥煤、肥焦煤和弱粘结煤，最后是挥发分最小的无烟煤（此种煤的特性在下一章中叙述）。

煤的结焦性能指标也随其煤层之层位而改变，照例，上层煤的结焦性较下层为好。

在煤层地质破坏的地方，煤的结焦性可能有显著的变化，并有不适于炼焦的氧化煤出现。

顿巴斯的石炭纪层分为各层系，以拉丁字母 C_2^5（碳－炭素）表示之，而且下指数指明石炭纪层的层号，上指数表示层系的号码（由下而上算起）。层系由砂岩层、石灰岩层、页岩层与煤层所合成。各别的石灰岩层和煤层保存在整个煤田的面上，并作为顿巴斯主碳系层（即石炭纪层）分开的水平标志线。

石灰岩在层系范围内以下部标以指数的上述字母表示，该指数以迅增的顺序说明在层系中的地点，例如 K_1。煤层是以一行拉丁字母表示，例如 k_1，k_2，k_4。

利用各地区的不同名称命名煤层者也不少。如在斯大林地区 K_3 煤层称为“巴罗维奇”和“谢明诺夫”煤层，在玛希耶夫地区有“下玛丽亚”煤层，在哥洛夫地区有“卡门卡”煤层，在阿尔玛兹有“鲁别日”煤层。

库兹涅茨煤田的煤是俄国的探矿家米哈依尔窝尔可夫于 1721 年发现的。此处煤层系为二叠纪之地质年代所沉积。按煤的蕴藏量来说，该煤田是苏联最大之煤田。各层系的煤彼此都有显著之不同。

按照质量特性来说，此煤田的煤包括了所有种类的烟煤，即由长焰煤到贫煤。

目前炼焦用煤的主要供应地是考尔初金和巴拉罕煤系的煤层，煤层在走向上有显著变化的技术性质。

结果，在开采同一煤层的各个矿井中竟采出了不同技术类别的煤。

比如：巴达耶夫地区的肥煤与奥塞诺夫煤体的肥煤不同之点，是在于巴达耶夫地区肥煤的挥发分高，胶质状态时的流动性大，变质（即在地层压力和温度影响下，成分及构造的改变，主要是在炭素增加）这方面的程度小。奥塞诺夫地区下部的保尔克什金煤层较之上部的卡达列普煤层挥发分为低，这可以作为挥发分和结焦性的变化与地质层位的关系的一个说明例子。胶质层的厚度也是按此顺序变化的。

在卡拉岗达煤田上，当地之居民阿尔克巴坦诺夫于 1833 年首先发现了萨兰煤田；上苏库尔和初尔班－奴林煤体是在第一个五年计划期间（1930～1932 年）才发现的。

此煤田之煤层也采用类似于顿巴斯煤田所用之字母符号。

煤田中见到有肥煤和炼焦煤（ГОСТ1280—48）。

基泽尔煤田的煤是在 1786 年被一个农奴莫依谢夫·尤哥夫所发现。这个煤田是乌拉尔西丽烟煤层地带的中间部分。

此煤田之煤的结焦性变动范围很大：同一挥发分有的是非粘结性煤，也有的是能配入多量贫煤料（即低挥发分之弱粘结性煤）并能单独炼成强硬焦炭的高度粘结性煤。

第二节　结焦性与煤的分类

煤的结焦性，即在一定炼焦条件下能炼制出技术上良好的焦炭的性能，主要是以煤的粘结性，能产生胶质体内膨胀压力的性能，焦渣的裂隙度等来鉴别。

目前我们还没有一个公认的煤的粘结理论。为了炼制高炉焦炭，煤料应生成足够数量的某种性质的炼融物质，以便当气体放出时能造成促使炼成致密的和大块的焦炭所必需的胶质体内膨胀压力。

煤中生成之熔融物质数量是用苏联研究工作者 Л.М. 萨保什尼可夫及 Л.П.巴吉烈维奇方法所得之胶质层试验指标来表示。在他们研究出的仪器中所测出的胶质层厚度，当炼焦煤料中熔融物质数量足够时，为 16～19 公厘。

胶质体内膨胀压力之测定是按苏联研究工作者 Н.Р.库什尼烈维奇所研究出的方法进行；这个数值对于炼焦煤料应当在 0.1～0.15 范围以内。

正确地进行煤的配合并估计到这些煤种在详细的化验室研究下所确定的各种性质，就能够得到这种炼焦煤料。

评定煤的结焦性之最普遍和最简单的方法，是研究在测定挥发分时所获得之焦扣外

观形状。测定挥发分(ГОСТ6382—52)是将重约一克的煤样放在磁坩锅中加上盖子在850°(±25°)C的电炉中加热七分钟。

结果由煤中便放出挥发分而剩下固体残渣——焦扣,凭焦扣之外观形状便可以作出关于煤的结焦性的若干概念,且按焦扣之重量也能知道焦炭之回收率和挥发分的数量。

全焦率通常是按以下公式计算:

$$B_{\text{P}} = \frac{100 - V^{\text{c}}_{\text{ш}}}{100 - V^{c}_{k}} \times 100 \qquad (9-2-1)$$

式中　B_{P}——计算之配煤全焦率,%

$V^{\text{c}}_{\text{ш}}$ 及 V^{c}_{k}——干煤料及干焦炭之挥发分。

然而,由于在测定挥发分时化验室坩锅中的炼焦过程与工业焦炉中的炼焦过程实际不能比拟,实际全焦率通常超过计算全焦率2.2~3.9%。因此乌克兰煤化学研究院(Б.И.库斯托夫和Я.И.金斯堡)乃提出了以下计算实际全焦率的公式(配煤之%),该公式估计到实际与理论全焦率之差额:

$$B_{\Phi} = 42 - \frac{100 - V^{\text{c}}_{\text{ш}}}{100 - V^{\text{c}}_{\text{k}}} + 47.1 \qquad (9-2-2)$$

按照焦扣的外观形状和挥发分可决定煤是属于那一种商品牌号。顿巴斯煤现用的商品分类列于表9-2-1中。

表9-2-1　顿巴斯煤按挥发分的分类

煤　种	牌号	按可燃物质计算的挥发分%	化验室焦扣之特征
长焰煤	Д	大于42	不粘结,——粉末状或粘着
瓦斯煤	Г	35~44	粘结,熔融,有时膨胀(松散)
肥煤	ПЖ	26~35	粘结,熔融,紧密或适度紧密
焦煤	К	18~25	同上
锅炉粘结煤	ПС	12~18	粘结或熔融,由紧密到适度紧密
贫煤	Т	小于17	不粘结——粉末状或粘着

若挥发分之区分不够明显,则为了正确地将煤列入牌号,在标准中有以下指示:

(1)当挥发分由42到44%及煤的发热量高于7900仟卡/仟克时,则属于Г牌号,而发热量小于7900仟卡/仟克时,则属于Д牌号;

(2)当煤的挥发分小于35%且发热量小于8300仟卡/仟克时,则不属于ПЖ牌号而属于Г牌号;

(3)当挥发分小于 17%时,则按照焦块特征将煤列入 ПС 或 Т 牌号:生成粉末或粘着者(轻轻压挤时化为粉末)或为弱粘结者(轻轻加压时裂为胜性之小块)属于 Г 牌号。

库兹涅茨煤采用略有不同的商品分类,除了表 9－2－1 中的牌号以外尚包括以下之补充牌号:

(1) $K_Б$——结焦贫煤;

(2) СС——弱粘结煤

已开采的卡拉岗达煤在商品分类中属于两种牌号;

ПЖ——锅炉肥煤;

ПС——锅炉粘结煤。

已开采之基泽尔煤田的煤在商品分类中属于 ПЖ 牌煤。

在 1928～1929 年以前,配煤是按挥发分和焦扣特征来选择,然而按照这些资料要作出相当准确和无变更的煤的评字是不可能的。因为有些煤挥碳分虽不同但在煤焦中的表现却是一致的,也有些煤则恰恰相反(表 9－2－2)。

表 9－2－2　按挥发分和焦扣特征作煤炭评价的分岐例子

煤的牌号	矿井	矿务局	按可燃物质计算的挥发分,%	胶质体及炼成焦炭之特征
Г	46 号矿井	玛奇耶夫	37.1	流动性胶质体,膨胀压力不大;熔融性良好,但有裂隙
ПЖ	可鲁兹斜井	玛奇耶夫	29.1	同上
ПС	红色献礼第一,二号矿井	红色顿巴斯	16.2	滞性胶质体,膨胀压力大;焦炭块大且紧密
ПС	6 号主矿井(克里米乌斯煤层)	布金诺夫	15.6	非粘结性煤
Т	第五号矿井	伏罗希洛夫	10.1	同上

单凭一种挥发分指标是不能够选择足以保证炭化室推焦容易的配煤料,在许多情况下,发生了焦饼难推或甚而焦炭在炉中胀塞都是因为以挥发分作为基础的不正确地选择配煤而引起的。

当有必要用另外的早先未在该焦厂用于炼焦的煤去代替一种或几种配煤成分时,按照挥发分来找同样结焦性的煤,一般是作不到的。

比如:东方煤化学研究院用库兹涅茨莫洛扶夫矿井之 К 牌煤在焦炉中炼焦时,得到转鼓内的残余焦炭有 325 公斤,斯大林矿井的煤是 320 公斤,伏罗希洛夫矿井的煤只有

298 公斤。将库兹末湟茨煤田奥塞诺夫煤体的煤加入到斯大林矿井的煤中，转鼓试样增加到 329 公斤，但加到伏罗希洛夫矿井的煤中却减少到 291 公斤。

其次，按乌克兰煤化学研究院的试验资料，用由新哥鲁保夫中央选煤厂选出之瓦斯煤炼焦，得到转鼓试样为 163.2 公斤；但是，由红军矿务局季米洛夫 5/6 号矿井的低灰分瓦斯煤炼出焦炭，鼓内残余焦地为 277 公斤；斯大林矿务局 4/21 号矿井的 ПЖ 牌煤在焦炉中炼焦时得到鼓内残余焦块为 205.2 公斤；玛奇耶夫矿务局苏菲亚第 1 号矿井的煤为 224.3 公斤，古比雪夫矿务局 Ф.康氏 12 号矿井的煤为 171 分斤。

这样，每一种商品牌号都包含不同技术性质的煤，这些煤在炼焦生产中是不能相互替换的。结果，根据商品分类选择配煤就会导致焦炭质量的恶化和显著的波动，以及使炼焦炉推焦困难。

第三节　炼焦用煤的技术分类

对于煤的结焦性质较为完备的技术评定可以用 Л.М. 萨保什尼可夫（苏联科学院通讯院士）的胶质层测定方法来得到（ГОСТ1186—48），这个方法确定欲研究的煤以如下的指标：

（1）轴向最终收缩度，X 公厘；

（2）胶质层厚度 Y，公厘；

（3）胶质层测定曲线的形状。

这些指标配合以挥发分的数据，可广泛地用于将煤炭划归于技术类别，而由技术类别决定出煤的质量及其在炼焦上之互换性；而且也可用于销售煤的质量检查。

胶质层测定试验，是将磨碎至 1.5 公厘之煤 1000 克置于钢杯中使其结焦（图 9－2－2），以 10 分钟升高 30℃的速度由下部加热铜杯。煤料装于活塞之下面，活塞以 1 公斤/公分^2 的压力加于煤料上。当加热到 730℃时，试验即告完成，所需时间约 4 小时。

在试验过程中，从 350°到 650℃的期间需定时地用特设的针即胶质测定计探测煤的胶质层上下面的位置。煤料在结焦过程中体积的变化由积杆系传到记录器上，记录器是一带有糖纸的转筒。胶质层测定曲线刻划在纸上。胶质体的最终收缩度 X 是以最终位置和开始位置之间的垂直距离（公厘）来决定。

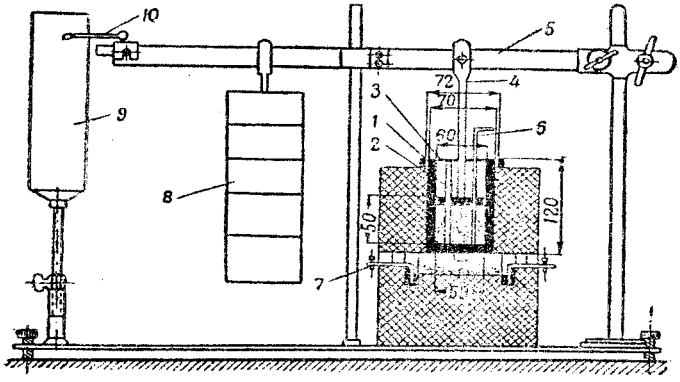


图 9－2－2　胶质层指标测定仪器

1—铜杯；2—插温度计之管；3—夹板；4—立杆；5—横杆；6—胶质测定针；7—电极；8—重锤；9—带有计时机构的转鼓；10—笔尖

于同一张糎纸上，在胶质层测定曲线下部列出胶质层上下面探测的结果。胶质层之厚度系采取胶质层上下面曲线间的最大垂直距离（Y 公厘）。

对于库兹涅茨、卡拉岗达、基泽尔煤田的煤已制订出了标准技术分类（ГОСТ 1280—48），该分类是以胶质层测定指标及挥发分作为基础（表 9－2－3）。

表 9－2－3　东方各煤田炼焦用煤的技术分类

煤的类别	类别符号	挥发分 $V^{Г}$，%		胶质层厚度 Y，公里	
		由	到	由	到
库兹涅茨煤田					
瓦斯煤第一类	$Г_1$	大于 37		17	25
瓦斯 煤第二类	$Г_2$	〃37		13	16
肥煤第一类	$Ж_1$	小于 33		大于 25	
肥煤第二类	$Ж_2$	33	38	〃25	
焦肥煤	КЖ	24	28	14	25
焦肥煤第一类	$КЖ_1$	28	31	14	25
焦肥煤第二类	$КЖ_2$	22	25	12	14
焦煤	К	19	25	13 以上	
焦煤第一类	$К_1$	17	21	10	12
焦煤第二类	$К_2$	17	21	7	9
贫质粘结性煤	ТС	小于 17		6	9

煤的类别	类别符号	挥发分 V^{Γ},%		胶质层厚度 Y,公里	
		由	到	由	到
卡拉岗达煤田					
肥煤	Ж	—	—	20 以上	
焦煤第一类	$К_1$	—	—	12	19
焦煤第二类	$К_2$	—	—	8	11
基泽尔煤田					
瓦斯煤第一类	$Г_1$	—	—	11	13
瓦斯煤第二类	$Г_2$	—	—	8	10
肥煤第一类	$Ж_1$	—	—	19 以上	
肥煤第二类	$Ж_2$	—	—	14	18

为了将挥发分划分不显著的煤种正确地划分类别,在标准中规定了利用补充的指标——胶质测定曲线形状与胶质体最终收缩度大小。

(1)当按可燃物质计算的挥发分为 24.5～25.0%及胶质层厚度等于 14 公厘时,如果胶质测定曲线有波浪形或之字形,则煤属于 КЖ 类;曲线均缓下降时,则属于 $КЖ_2$ 类;

(2)当按可燃物质计算的挥发分为 22～25%,胶质层厚度为 13～14 公厘时,煤可能属于 К 类或 $КЖ_2$ 类;当挥发分为 24.5～25.0%及胶质层厚度大于 14 公厘时,则煤可能属于 К 类或 КЖ 类;在这两种情况下需按胶质体最终收缩度的数值将煤分类,这个数值对于 КЖ 及 $КЖ_2$ 大于 28 公厘;而对于 К 类则不大于 28 公厘。

乌克兰煤化学研究院为顿巴斯煤田的煤编制了技术分类,列于表 9－2－4 中(目前这个分类正加以修订)。

表 9－2－4　顿巴斯煤田炼焦用煤的技术分类

商品分类牌号	煤的类别	分类标定符号	皎质层厚度 Y,公厘		挥发分 V^{Γ},%	
			由	到	由	到
Д	长焰煤第一类	$Д_2$	5	8		大于 42
Д	长焰煤第二类	$Д_2$	—	≤5		大于 42
Г	瓦斯煤第一类	$Г_1$	16 以上		35	44
Г	瓦斯煤第二类	$Г_2$	9	15	35	44
ПЖ	瓦斯肥煤	ЖГ	12	20	26	35

商品分类牌号	煤的类别	分类标定符号	皎质层厚度 Y，公厘		挥发分 V^{Γ}，%	
			由	到	由	到
ПЖ	肥煤第一类	$Ж_1$	21	29	26	35
ПЖ	肥煤第二类	$Ж_2$	30 以上		26	35
К	焦肥煤	КЖ	21 以上		18	26
К	焦煤	К	15	20	18	26
ПС	粘结性掺合煤第一类	$ПС_1$	8	14	12	26
ПС	粘结性掺合煤第二类	$ПС_2$	—	≤7	12	18
Т	贫煤	Т	—	≤4	小于 17	

为了将挥发分区分不显著的煤正确地列入类别，这里推荐：

(1)挥发分类 26% 及胶质层厚度 21 公厘以上的煤，如果胶质测定曲线为之字形(图 9－2－8)，则属于 КЖ 类 如果为驼形，则属于 $Ж_1$ 类(图 9－2－6)。

(2)挥发分为 35% 及胶质层厚度大于 21 公厘的煤，当曲线为之字形时(图 9－2－3)属于 $Г_1$ 类，当曲线为驼形时(图 9－2－6 及 10)则属于 $Ж_1$ 及 $Ж_2$ 类，视其胶质层厚度而定。

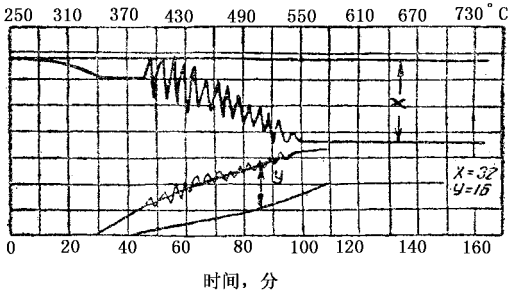


图 9－2－3　瓦斯煤第一类 $Г_2$(五一矿务局新哥鲁保夫卡½号矿井)之胶质测定曲线，纵座标每格为 10 公厘

(3)只有在由煤中能得到完全粘结的化验室坩锅焦炭时，即在无不粘结之粉末的条件下，这种煤才能划为 $ПС_2$ 类。

每种技术类别都有相应的作用特征的胶质测定曲线(图 9－2－3～9－2－11)。

所有的瓦斯煤均有很大的收缩度，但当胶质层厚度在 16 公厘以上时，它的曲线为之字形($Г_1$ 类，图 9－2－3)；胶质层厚度由 15 到 9 公厘则为波浪形或不平稳下降形曲线($Г_2$ 类，图 9－2－4)。

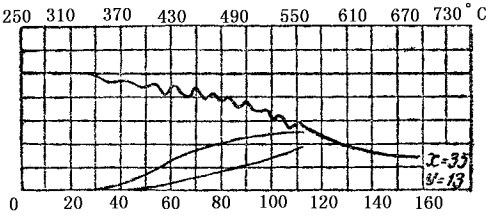


图 9－2－4　瓦斯煤第二类 Γ_2（红军矿务局季米特洛夫 5/6 号矿井 1_1 及其他煤层）之胶质测定曲线

ЖГ 类的瓦斯煤也有或多或少的收缩度，曲线一般为之字形（图 9－2－5）。

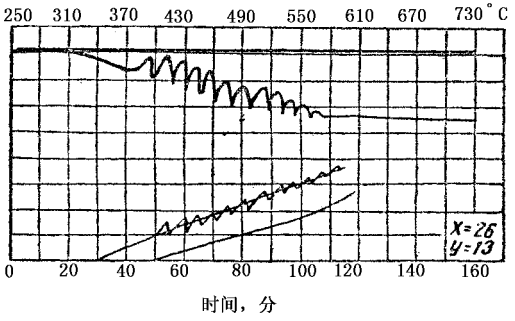


图 9－2－5　瓦斯肥以煤 ЖГ（斯大林矿务局莫洛托夫 4/21 号矿井斯莫梁尼诺夫煤层）之胶质测定曲线

肥煤（图 9－2－6 及 10）呈现驼形曲线，而且 $Ж_2$ 煤的驼形度（图 9－2－7 表现的较为强烈，而胶质层最终收缩度则较 $Ж_1$ 类为小。

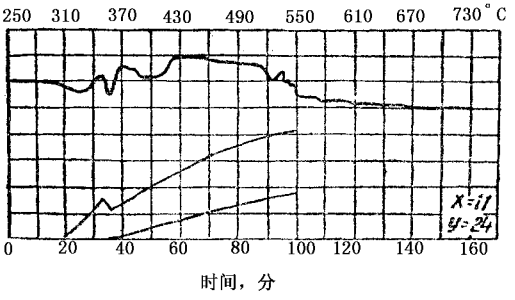


图 9－2－6　肥煤第一类 $Ж_1$（玛奇耶夫矿务局苏菲亚 1 号矿井符拉基米尔煤层）之胶质测定曲线

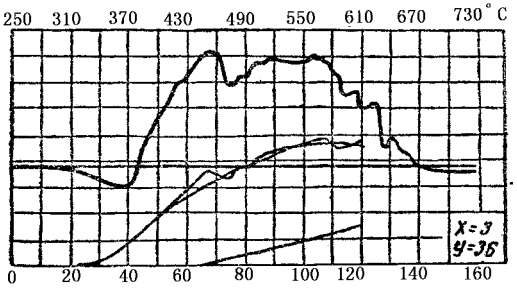


图 9－2－7　肥煤第二类 Ж(古比雪夫矿务局 Ф 康氏矿井巴罗维奇煤层)之胶质测定曲线

КЖ 类煤的胶质测定曲线是之字形,同时也是驼形(图 9－2－8)；К 类煤是之字形及波浪形(图 9－2－9)。

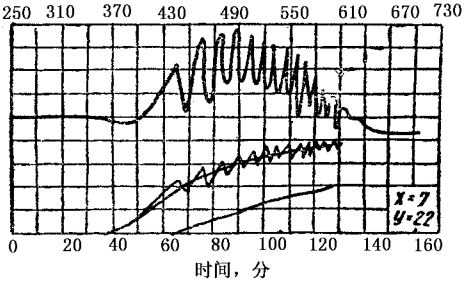


图 9－2－8　焦肥煤 КЖ(布登诺夫矿务局新木什开托沃矿井里万斯基煤层)之胶质测定曲线

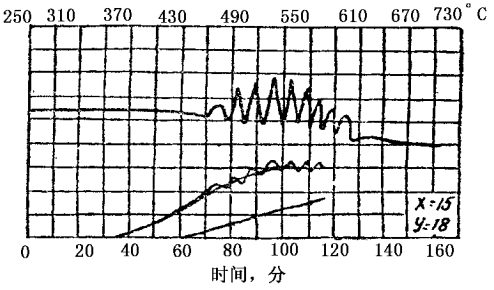


图 9－2－9　焦煤 К(苏维埃矿务局亚西诺夫矿井玛奇耶夫煤层)之胶质测定曲线

胶质层厚度由 8 到 14 公厘之 $ПС_1$ 类煤是标准的粘结性良好的掺合煤。其胶质测定曲线是平稳下降有时带有微小的之字形(图 9－2－10)。

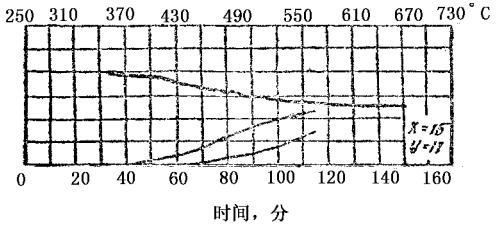


图 9－2－10　粘结性掺合煤第一类 ΠC_2（红色顿巴斯矿务局红色献礼½号矿井奥列诺夫煤层及苏霍道尔煤层）之胶质测定曲线

胶质层厚度小于 7 公厘之 ΠC_2 类煤，属于向不粘结性煤过渡之稍贫的掺合煤，并只有平稳下降的胶质测定曲线（图 9－2－11）。

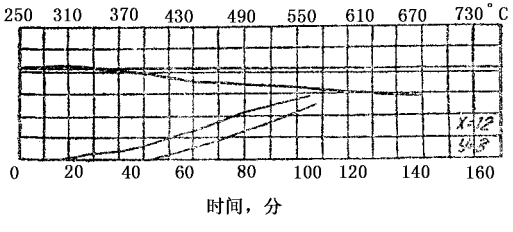


图 9－2－11　粘结性掺合煤第二类 ΠC_2（红色顿巴斯矿务局 12 号矿井上卡门煤层）之胶质测定曲线

表 9－2－4 中数据的一般分析表明，ΠC_1 及 ΠC_2 类的煤生成融溶性物质的数量很少，焦煤则很多，肥煤生成之数量特别大，瓦斯煤则稍微降低一些。

贫煤与长焰煤以及 ΠC_2 类煤几乎不生成熔融性物质也不产生膨胀压力，但是与其他煤正确地配合时，可以用来炼制冶金焦。

由焦煤能炼制最强硬的焦炭，焦煤能生成数量适中的熔融物质，并且产生甚大的膨胀压力，使胶质基元层在炼焦过程中在转变为固态之前发生收缩。

瓦斯煤与肥煤在胶质状态下膨胀压力是不大的，并且单独炼焦时它能炼成不紧密的海绵状焦炭 这种煤最好与焦煤及粘结性掺合煤相配合，以便得到能产生足够数量的熔融物质和能造成必需的胶质体内膨胀压力的配合煤。

氧化的煤的结焦性显著降低 将它加入配煤中会使焦炭机械性质变坏。

第四节　煤的灰分及其在洗选与炼焦过程中的变化

在我国几乎所有的煤田销售煤的灰分都在很大的范围内波动，比如：在顿巴斯遇到有含灰分由3%到30%的煤；在库兹涅茨的煤由4%到18%；在卡拉岗达的煤由8%到30%；在基耶尔煤田的煤由15%到30%。在各煤层的煤中还要遇到更大的波动。这种波动的由来不仅在于煤的自然性质，而且也在于煤的开采方法。

研究的结果说明，煤的灰分可能有各种不同的来原，因此也有不同的形态。

首先，在每一煤层中含有由原始植物质而来的灰分，这种灰分称为原生灰分。它在煤中的数量不大，由1%到2%。

在煤生成时落入的矿物杂质构成二次灰分，这种灰分的数量随煤的生成条件而转移，并在很大的范围内波动。

原生灰分与二次灰分构成所谓煤的内在灰分。这种灰分在洗选中选除是困难的，但是它在焦炭之机械强度上的影响比较小。

对于焦炭性质最有害的是煤的外在灰分（游离灰分），主要是由在采煤过程中从夹岩层、顶板与底版落入煤中的矿物混杂物所构成。

煤层中的夹岩层数量、厚度及分布是极不相同的。某些煤层不含有夹岩层，而另外一些煤层则由许多与煤层相间生成的夹岩层所构成。卡拉岗达煤田的煤层，以及顿巴斯煤田的许多煤层都有多数的夹岩层。

煤的混杂物的重要来原就是周围的岩石，也就是煤层的底板与顶板。当顶板脆弱或其支架护得不够的时候，由顶板上时常剥落下来石块，落于煤中。当底板软弱脱落或突起时及其未足够地撑紧时，由底板而来的石块就会落于煤中。

要测定煤的灰分可将煤样在完全通空气的条件下燃烧，秤量团体之残余物，通常灰分用按照绝对干燥煤的重量计算的重量的百分数来表示。这种灰分以符号 A° 表示之。

测定是按ГОСТ 6383—52的方法进行，其中规定两种有同等价值的媒的灰分测定法，即煤的慢速灰分测定法及快速灰分测定法。要根据化验室的地点条件之不同来采用。

煤的慢速灰分测定法是在高温炉中于800°(±25°)C的条件下，将灰分余渣烧至恒定重量。

将装有重 1～2 克煤样的坩锅或磁舟放于一冷却的或加热至不超过 250～300℃的马弗炉中，加热到 800°(±25°)C，并于这个温度下在密闭的炉中焙烧 1～2 小时。炉温用一可移动的或固定的热电偶测量。

将装有灰分余渣的坩锅或磁舟加热以后，由马弗炉中取出，先在空气中冷却 5 分钟，然后放在干燥器中并加以秤量。秤量以后再焙烧半小时以作检查，直到重量变化小于 0.001 克时为止。无论那一种情况均采取最后的重量来计算。

以煤样百分数表示的，灰分残渣的重量即作为分析煤样中的灰分含量 A^a，将灰分含量换算为绝对干燥煤之含量是按以下公式进行：

$$A^e = \frac{A^g}{100 - W^a} \times 10 \qquad (9-2-3)$$

式中　W^a——分析煤样中的含水量，%。

煤的快速灰分测定，是将装有煤的磁舟逐渐地送到加热至 850°(±25°)C 的马弗炉中，然后在该温度下将灰碴烧至恒重。为此可将预先烧到 850°(±25°)℃的马弗炉打开，并在它的盖子上放一磁质或金属的板，然后将装有 1～2 克煤样的磁舟放到板上。

磁舟在这个位置上维持 10 分钟时间，然后以每分钟 1 公分的速度逐渐地使它向马弗炉子炽热带推动。整个的磁舟都推到炽热带以后，将炉门关闭并保持煤样在 850°(±25°)C 以下 40 分钟时间。烧至恒重也如同慢速测定灰分时进行的一样，但是进行检查焙烧的时间只有 15 分钟。灰分的含量按公式(9－2－3)计算。

在第一章中已经指出，煤的全部提分在炼焦时都转入焦炭小，

因此，大力发展选煤是具有特别重大的意义的，因为它能显著降低矿物杂质在煤中的含量，特别是外在灰分。选煤问题在第六章中将再作讨论。

第五节　煤的硫分及其在洗选与炼焦过程中的变化

一、炼焦用煤的含硫量

在炼出的焦炭中之含硫量，是与原煤中的含硫量及在洗选和炼焦过程中的脱硫程度有直接的关系。因为工业上还没有能掌握煤的脱硫方法，而煤在洗选过程和炼焦过程中的脱硫是不够有效的，所以配煤和焦炭中含硫量之主要调剂办法就在于考虑到煤中含硫量来选择炼焦用煤了。

在不同煤田的煤中，硫的含量极不一致。比如，库兹涅茨的煤在硫分上极为纯净（0.5～1%）；卡拉岗达的煤有各种不同的硫分（0.5～3%，用于炼焦的主要是低硫煤）；基泽尔的煤是高硫煤（3.5～9%），由这种煤炼出的焦炭照例是不能用来炼铁的。

顿巴斯煤田是带有含高硫煤的混合煤体，在这里，煤的硫分变化是由 0.4 到 9.28%。

根据对于煤炭提出的工艺要求，可以采取以下的标准分类：

含硫量，%	0.5～1.5	1.5～2.5	2.5～4.0	大于 4.0
煤的类别	低硫煤	中等含硫煤	含硫煤	高硫煤

高硫煤一般不应当用于炼焦。

顿巴斯煤田中，硫分较低的煤主要都分布在斯大林诺－玛奇耶夫矿务局及红军矿务局所属地区（表 9－2－5）。

表 9－2－5　顿巴斯某些地区不同硫分煤的分布

地　区	全硫，%			
	0.5～1.5	1.5～2.5	2.5～4.0	>4.0
斯大林诺－玛奇耶夫	46.5	14.7	21.0	17.8
红军	26.0	43.4	13.0	17.6
中心区	15.7	16.4	33.6	34.3
李西长	—	15.0	40.0	45.0
阿尔玛兹诺－玛丽耶夫	14.2	13.7	35.1	37.0
罗达洛夫－斯拉维扬诺西尔伯	14.7	14.7	20.6	50.0
苏洛基	6.2	18.7	44.0	31.1
别洛卡里特文	7.0	18.0	25.0	50.0

正如苏联学者 A.3. 犬洛夫斯基的研究所确定，顿巴斯各煤层的煤其含硫量是服从某种规律的：许多煤层仅属于低硫煤（m_5；h_6；h_6^1；h_3 煤层）；23 个煤层只有少数的低硫煤地区，这些地区被高硫地带所代替；有 10 个煤层在其各方向伸展上都完全是高硫煤。

包含於煤中的硫和工业分析所测定的硫，按其构成之化合物型式，可分为黄铁矿硫、硫酸盐硫、及有机硫（ГОСТ 6186—52）。

硫酸－盐硫是煤中重要性最小的组成物，通常它的含量都很固定，且不超过 0.1～0.2%。研究结果证明，低硫煤中硫的主要形态是有机硫，而在高硫煤中主要是黄铁矿硫，而且内在硫分的堆积过程是与炭化过程同时进行的。

能够将硫化氢变成为有机硫或无机硫并能够在海水及淡水中生存的微生物，在这里

是具有特殊的作用。微生物促进水溶性硫酸盐变为硫化氢，硫化氢在含铁盐的淡水中转变为黄铁矿。

煤的原生物质，以及有机物质与含硫物质在炭化过程中相互作用的产物，乃是有机硫的来原。

炼焦用煤之许可平均含硫量及极限之报废含硫量在标准中均有规定。

二、硫分的测定

全硫分的测定是按标准方法进行（ГОСТ 6380—52 及 2059—50）

最通用和最准确的方法是硫酸盐法（ГОСТ 6380—52），即将煤样与氧化镁及苏打的混合物燃烧，将生成之硫酸盐溶解，并使硫酸根呈硫酸钡而沉淀，秤量硫酸钡的重量。

在这个方法中，秤量一克左右的煤（当煤中含硫量大於 5% 时则秤量 0.5 克）放在磁坩锅中用金属棒與 2 克的艾氏混合剂仔细地加以搅拌，艾氏混合剂是由两份氧化镁（或氧化锰）与一份无水炭酸钠所组成，然后再以 1 克艾氏混合剂覆盖於坩锅中的煤料之上。在 800°～850℃焙烧 2 小时以后，将坩锅中残余的物质用热水处理并使共沸腾，在抽出物中加入盐酸和氧化坝的溶液，於是，硫即呈硫酸钡而沉淀。将沉淀物加以焙烧和秤量，然后计算出硫在煤中的百分含量，

因为这样测定需要 18 小时的时间，故 ГОСТ2059—50 中提出煤中含硫量的快速测定法，这个方法是将煤样放在管中在 850℃时于氧气流中燃烧，并用过氧化氢溶液收集生成之硫化物，而后将得到的硫酸用碱作容积测定。煤中的含硫量用相当的公式来计算。

不过，用此方法只能测出可燃硫分，即有机硫及黄铁矿硫，硫酸盐硫是不燃性的，以上曾说到，它在煤中所含有的数量是不大的，为了获得准确的数据，按照 ГОСТ 的指示需在不燃性硫（灰分中的硫）上加以校正系数。该校正系数对于每一种煤是按该煤先以艾氏法及快速法进行三个月的分析结果计算出来的。校正系数加到用快速法求得之硫含量上。

快速法可用于快速确定预先煤样中的含疏量。

三、煤的硫分在煤层中的变化

在洗选过程中所除去的硫量与煤中所含的硫化铁矿的数量及硫化铁矿在煤层中包裹体型式有直接的关系。以下几种硫铁矿包裹体型式最为普遍。

(1)微细分散于煤的有机体中；

(2)比较粗大的包裹体（结核、团块等）；

(3)与煤层相间生成的黄铁矿薄层；

(4)沿劈理裂缝的分散状的包裹体。

为了说明煤层中硫的分布类型，须作煤层分层煤样的硫分分析(ГОСТ3249—46)。

图 9－2－12、9－2－13、9－2－14 中列举的说明小煤层，土层及夹岩层中含硫情形的几个煤层构造断面图，提供出硫分在煤层中分布之多样性的概念。因此，必须分别去研究每一个煤层，经常在一个井田的范围内，在同一煤层沿走向的各地区，硫的总含量有显著的变化(例如由 0.9 到 2.7%S)。

在某些情况下，煤中的含硫量顺煤层的倾斜成有规律的增加或减少，在另一些情况下却无此规律。

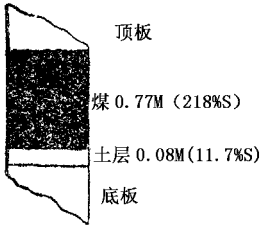


图 9－2－12　里文斯基煤层(新穆土开托夫矿井)的构造断面图

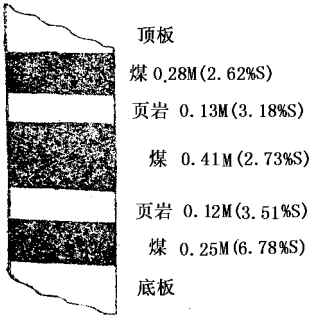


图 9－2－13　别列斯托夫煤层(苏非亚矿井)的构造断面图

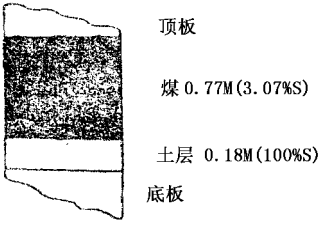


图 9－2－14　k_S 煤层(里基耶夫 2/7 号矿井)的构造断面图

在顿巴斯的中心地区看不出煤中含硫量顺煤层倾斜有显著地变化。

四、洗选中的除硫

在机械选煤过程中平均约选除原煤中所含硫之 15～20%，视煤的性质及采取的选煤技术操作而定。选煤进行得越深，则选除硫分的数量愈大。硫之选除是以净煤之硫分 S_0 与原煤之硫分 S_p 之比值来表示。这个比值称为净煤中的残硫系数，按以下公式计算：

$$K_o = \frac{S_o}{S_p} \qquad (9-2-4)$$

由表 9－2－6 可以看到，净煤中的残硫系数在 1952 年第一季度对于顿巴斯煤，波动范围是 0.81～0.85。

表 9－2－6　顿巴斯煤洗选的残硫系数

选煤厂	煤的牌号	硫分，%		残硫系数
		在原煤中	在销售精煤中	K_c
克里米乌斯[1]	ПЖ	3.28	2.66	0.81
新乌兹洛夫[1]	ПЖ	3.62	2.99	0.83
尼奇托夫 4/5 号矿井附设者	ПЖ	4.09	3.43	0.84
伊尔明[1]	К	2.61	2.10	0.84
第 6/6 号矿井附设者	К	2.50	2.09	0.84
克里沃罗日	К	2.03	1.67	0.82
新哥鲁保夫[1]	Г	3.98	3.29	0.83
初玛考夫	К，ПС	2.69	2.28	0.85

1　中央选煤厂

原煤中硫的总数量因洗选结果而除去的部分（S_n^o，%）可用以下公式求出：

$$S_n^o = 100 - K_o B_o, \qquad (9-2-5)$$

式中　K_o——净煤中的残硫系数；

B_o——净煤之实际回收率，占原煤之%。

在洗选时只能将黄铁矿硫除去，这种硫分在顿巴斯煤田的煤中为全部硫分之 45～60%，在各别地区，矿井和煤层的煤中波动还要大得多（例如，在全硫分为 3.5～4.0%的煤中，黄铁矿硫的百分数为 40～80%）。

硫铁矿包裹体的性质影响到洗选过程中的除硫量。硫铁矿在煤的有机体中呈微细的分布时，则选除的硫分较比硫铁矿以较粗大的粒子或与煤呈相间而生的薄层时要小得多。

例如 捷尔任斯基矿务局伏罗希洛夫矿井奇尔皮切夫煤层和玛初尔煤层的煤具有相同数量的硫，但是玛初尔煤层的煤的洗选效果良好得多。

	选前	选后
奇尔皮切夫煤层煤的含硫量，%	3.65	3.04
玛初尔煤层煤的含硫量，%	3.62	2.88

煤中硫分的可选程度，可用第四章叙述之浮沉分析法决定出各比重部分之含硫量来加以确定。一般在大多数矿井中，细粒级煤中的硫分较粗粒级中的为小(表 9－2－7)。

表 9－2－7　硫在各粒级煤中的分布

	煤层	原煤中的硫分，%	各比重部分的回收率(B，%)与硫分(S，%)							
			0—1		1—13		13—25		25	
			B	S	B	S	B	S	B	S
伏罗希洛夫		4.47	14.7	3.36	62.6	4.51	12.7	5.48	10.0	4.69
红十月 1/2 号		3.30	10.2	2.74	55.0	3.94	26.7	5.42	8.1	5.39
19/20 号		1.69	25.0	1.28	54.9	1.43	12.0	1.86	8.1	2.93

五、在炼焦过程中的除硫

一部分硫在炼焦过程中从煤中以硫化氢状态转入煤气中和以有机硫化物状态转入炼焦之化学产品中。

在炼焦时，随同蒸汽及气态产品而除去的硫称为挥发性硫。挥发性硫之数量与煤中各种类型硫的含量、煤的性质、煤的挥发分都有关系。

为了正确地编制配煤，必须知道配煤中的总硫量残留在焦炭中的百分数。这个百分数是以所谓焦炭中的残硫系数 K_K 来表示，也就是焦炭中的硫分 S_K 与原配煤中的硫分 $S_{Ш}$ 的比值：

$$K_K = \frac{S_K}{S_{Ш}} \qquad (9-2-6)$$

由表 9－2－8 中可以看到，对于顿巴斯煤，在 1952 年第一季度焦炭中的残硫系数为 0.81～0.88。这个系数是随原煤中硫分最初含量及形态，随配煤之挥发分及炼焦的温度制度而变化。

比如 在布良工厂与奥尔霍夫工厂当原煤中含硫量较小而炼焦温度低的时候，焦炭中残硫系数较其他厂为高。

表 9－2－8　顿巴斯煤炼焦时的残硫系数

炼焦化学工厂	硫　分,%		残硫系数
	在原配煤中	在焦炭中	
查波罗日	2.39	1.98	0.83
日丹诺夫	2.45	2.02	0.82
克里沃罗日	2.36	1.96	0.83
鲁特琴柯夫	2.32	1.87	0.81
斯塔洛－玛奇耶夫	2.26	1.90	0.84
布良	0.97	0.84	0.87
奥尔霍夫	1.03	0.91	0.88

原煤中硫的总量因炼焦而除去之部分($S_{Ш}^{K}$,%)可以用以下公式计算：

$$S_{Ш}^{K} = 100 - K_K B_K, \tag{9－2－7}$$

式中　K_K——焦炭中残硫系数；

B_K——实际全焦率,对配煤之%。

除了净煤中的残硫系数 K_o 及焦炭中的残硫系数 K_K 以外,尚采用残硫总系数,它是考虑到在洗选过程和炼焦过程中硫分的总的除去率,这对于设有选煤厂的焦厂有很大的意义。总系数用以下公式计算。

$$S_{eyM} = \frac{S_K}{S_p} \tag{9－2－8}$$

由表 9－2－9 中可以见到,由原煤到焦炭的残硫总系数,对于顿巴斯设有选煤厂的焦厂在 1952 年第一季度为 0.61～0.69。这个系数是随原煤中硫的最初含量及形态,随选煤深度及炼焦温度制度而变化。

表 9－2－9　顿巴斯在洗选与炼焦时的残硫总系数 K_{eyM}

炼焦化学工厂	硫　分,%		K_{eyM}
	在原煤中 S_p	在焦炭中 S_K	
新玛奇耶夫	2.84	1.74	0.61
德煌普罗捷尔任斯基	2.60	1.69	0.65
德煌普罗彼得罗夫	2.69	1.70	0.63
新叶纳基耶夫	2.52	1.63	0.65
郭尔洛夫	2.24	1.55	0.69
伏罗希洛夫	2.83	1.91	0.67
卡基耶夫	2.74	1.89	0.69

第三章　煤质对炼焦的影响

第一节　煤　　岩

随着科学技术的迅速发展，仅用一般化学分析方法来确定煤质已不能满足要求，迫切需要寻求评价煤质的更好方法。煤岩学就是研究评价煤质的一门科学。

根据煤岩学，我们知道，煤并不是一种单一的物质，而是由多种性质不同的显微组分所组成的。微观的煤岩组成大致可分为三大组，即镜质组、稳定组和惰性组。这些显微组分的不同组合造成了煤在外表形态和显微结构上的差异，也造成了煤在物理、化学和工艺性质上的不同。因此，研究煤的岩相组成有助于加深我们对煤质特性的认识，从而更合理地利用煤炭资源。用煤岩分析方法可以测定煤中微成分量与质的分布状态，这样就能准确地表示出煤的性质。目前还没有一种别的方法可以代替它。

煤岩分析方法已应用到煤炭工业部门，特别是受到焦化生产、科研部门的重视。煤的焦化性质主要取决于煤的性质和干馏条件。从煤岩学的观点分析煤的焦化现象，可以比作混凝土，骨材好比是惰性物质，水泥浆则相当于由镜质组、稳定组组成的活性物质。它们的量与质及其分布状态决定着煤的焦化特性。煤岩分析目前已成为选择炼焦煤种，指导配煤和研究煤、焦特性的手段。它在下列方面日益发挥其独特的作用：经济合理地选择煤源；确切地评价炼焦用煤；预测焦炭质量和指导配煤；确定合理的备煤破碎工艺；观测煤在贮运过程中的变化和氧化程度，以及研究焦炭在高炉内的动态和显微结构的变化特征，以推断煤的炼焦性质并选择合适的加热制度。现分述如下：

一、确定合理的备煤破碎工艺

使原始煤料组成最佳化是提高焦炭质量和增加焦炭产率的措施之一。合理选择工艺流程对扩大炼焦煤源和改善焦炭质量关系很大，其关健在于煤料及其组分的粉碎粒度对焦炭质量的影响。通过控制各种变质程度和各种煤岩组分的粒度，以及按产品质量要求和具体资源条件增减某种成分，便可达到增加弱粘结性煤用量而又能确保焦炭质量的目的。

由于煤的惰性组分粘结性差，受热不软化，难于粉碎，因而要求煤要经过适当细粉碎并使该组分均匀分布于煤料中。它在炼焦过程中起骨架作用，使焦炭气孔壁厚度增大，使焦炭强度提高。惰性组分与活性组分要有一定比例，以保证煤料中的惰性组分能适当地被湿润、分散和粘结。活性组分粘结性好，受热软化，流动度大，它的细粉碎将导致结焦性变坏。因惰性组分中丝炭的相对硬度最小，过度粉碎会显著增加煤料的表面积，使活性组分被过度吸收，也有不良后果。此外，各种煤的硬度不同，气煤、瘦煤硬度较大，难碎 肥煤、焦煤较脆易碎。为改善配合煤料的结焦性，均要求弱粘结的气、瘦煤细度大一些 粘结性好的焦煤和肥煤则不宜粉碎过细。因此，在选择工艺过程时，必须考虑不同煤种和不同岩相组分在粉碎粒度上的下列四个基本原则：

(1)惰性成分的粒度宜小不宜大，但其总表面积必须与活性成分的质和量相适应。否则，将不能达到预期的效果。

(2)活性成分的粒度主要因其本身的化学工艺性质而异，因此，不应把活性成分作为一种性质相同的物质来考虑。

(3)煤料颗粒间的接触状况是合理处理煤料时要予以极大注意的问题，因为这种煤料的原始接触状况，直接或间接地影响着加热过程中的一系列变化。

(4)煤料的均匀化是一般煤处理中容易被忽视的问题。这不仅包括各煤种、各煤岩成分的均匀化，而且也应包括各粒度煤料的均匀化。

目前符合上述四项基本原则的煤处理工艺就是煤岩选择破碎流程，以法国的索瓦克流程为代表。该法根据煤料中各不同煤种的岩相组成或硬度的差异，按不同粉碎粒度要求将破碎与筛分相结合达到煤料粒度均匀，既消除大颗粒又防止过细粉碎，并使惰性成分达到适当细度。煤岩选择破碎流程根据煤质不同有多种流程，对于结焦性能较好但岩相组成不均一的煤料，可采用先筛出细颗粒的循环破碎流程 ;当煤料中有结焦性能较差的煤料时，则要求采用多程选择破碎流程。这些流程所需设备与一般流程有所不同。细粉碎需要提高过筛的效率，采用了电热筛 为了在破碎中减少细粒级，采用了撞击式破碎

机 ;为了在分别破碎后混合均匀,采用了煤料混合设备。

自从煤岩选择破碎问世以来,各国都结合本国实际做了大量工作。其结果表明,煤种不同效果也不同,对有的煤甚至是无效的,从而说明此法具有一定的局限性。

二、评定煤质指导配煤

用煤岩学方法评定煤质是不能用化学方法所代替的,但却能与煤的化验结果相互映证,甚至可以解决一些化验结果所难以说明的问题。用煤岩定量确定煤中微成分量的分布状态 ;用反射率测定方法测定镜质组平均最大反射率,确定煤的变质程度(见第二章)。通过此两项鉴定,在焦化企业便可对煤质作出评价。如果再结合一些常规的分检项目,就能对煤质作出足够精确的评价。

显微煤岩组分根据煤的牌号不同而有种种差别,一般来说,镜质组随煤变质程度的增高而增高,稳定组则逐渐减少,而惰性组则无一定的倾向。对挥发分来说,随着变质程度的增高,所有微观煤岩组分的挥发分都随着减少。在变质程度相同时,一般稳定组的挥发分最高,稳定组 > 镜质组 > 惰性组。氢含量也有同样的倾向。碳含量一般惰性组最高,惰性组 > 稳定组 > 镜质组。煤中微观煤岩组分在燃烧、干馏或液化时,能分别表示出不同的动态,微观煤岩组分含量比例的多少,对于煤炭的利用是十分重要的,因为相同变质程度的煤也会因微观煤岩组分所含比例不同而表现出完全不同的性质。

反射率同显微煤岩组分之间的关系,一般惰性组的反射率最高,惰性组 > 镜质组 > 稳定组,并随变质程度的增高其差别逐渐缩小,最后几乎趋于一致。镜质组最大反射率随着变质程度的增高而逐渐增高,它同碳含量和比重的关系也有同样的倾向。

根据反射率与变质程度有非常良好的相关性及其与煤岩组分间的相互关系,再与日常检验项目相结合,便可综合评定煤质。在现代炼焦工业中用来控制质量,配煤管理,解释生产上出现的有关问题以及预测焦炭强度。例如,对原料煤的研究,在进行工业分析、元素分析及热性质研究的同时,可用岩相分析来研究活性成分与惰性成分的含量比例,以及矿物杂质和风化煤混入的问题。当炼焦煤中混有少量其它煤种时,化验结果往往变化不大,但在显微镜下却能很快发现与其不同的颗粒和类型,从而有助于查明原因, 分析问题,并可依据反射率测定由直方图判断其大致的混合比例。在多种煤的配煤炼焦中,对必要的综合惰性组分的量进行研究等。另外,对显微组分类似、变质程度相同的煤,通过做反射率分布图便可进一步分析这些煤结焦性能的差别,以估计配煤的适应性。

由于煤岩学方法的迅速发展,它不仅使煤质的评定更加精确完善,而且也使炼焦配煤技术有了新的发展。到目前为止,利用煤岩学的原理预测焦炭强度,指导配煤的方法

很多，有的已应用于生产并取得了明显的效果，现简介如下：

(1)以煤的组成平衡指数和强度指数为指标，作一族焦炭等强度曲线(详见第八节)。

(2)以煤中惰性成分含量和焦炭强度为指标，作一族等镜质组反射率曲线。此法是由托姆普森(R.R.Thompson)，提出来的，并在美国伯利恒钢铁公司应用。与此相类似的马歇尔(R.J.Marshall)法也在英国应用。

(3)以煤中镜质组反射率和最大流动度为指标，作一族焦炭等强度曲线(详见第八节)。利德(W.R.Leeder)等在加拿大采用了与此相类似的方法。

(4)以煤中镜质组反射率和最大流动度为指标(与上法不同处是只将半丝当作50%活性成分来计算)，作出一族焦炭等稳定性曲线。加拿大CANMET法，认为引入最大流动度比引入奥亚膨胀度的效果要好。

(5)以镜质组反射率和膨胀度为指标，作一族焦炭等强度曲线。该法由荷兰万克雷韦伦(Vankrevelen)提出，它从惰性成分含量计算出总奥亚膨胀度，并在计算中作了某些假设。

(6)用反射率指数代替反射率，以配煤挥发分和焦炭强度为指标，作一族等反射率指数曲线。这是美国钢铁公司所用的方法。此法将炼焦用煤按流动度分为三类，并由此计算出配煤的反射率指数。

(7)以惰性成分总含量和平均结焦性指数为指标。此法由我国周师庸等提出。它只适用于在配煤中有一种主要的煤种接近惰性成分的性质时。

(8)用镜煤和亮煤之和及煤的碳含量(或反射率)为配煤指标，对煤的等膨胀序数、等挥发分和焦炭的等硬度因素、等坠落指数等各作一族曲线。此法系由布朗、泰勒和科克等人提出。它主要适用于澳大利亚煤。

(9)在配煤中除考虑煤岩组成和变质程度外，还考虑了备煤和焦化因素，并把这些因素引入了预测焦炭质量的计算公式(详见第八节)。

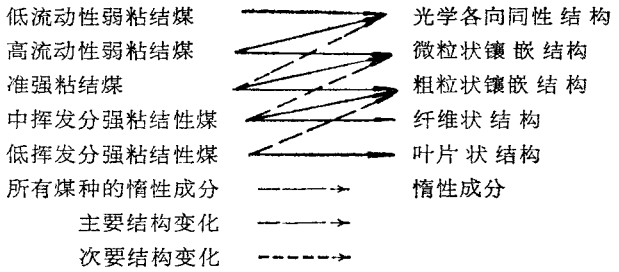
综上所述，虽方法多种多样，但却出自同一煤岩配煤原理，它们均有一定的局限性，只适用于某些特定的范围。因此煤岩配煤必须根据焦化企业的供煤情况和生产工艺特点，灵活运用其原理，选择或发展适合于本厂的配煤方法。即使选择的方法相同，对计算系数也不能生搬硬套。

三、焦炭光学性质的应用

(一)从焦炭显微结构组成推断煤的结焦性质

焦炭的显微组分分类与原料煤的种类及备煤、炼焦条件等有关，其中煤种对显微组

分有决定性的影响。煤种和焦炭显微组分的关系大致如下：



用焦炭光学性质来推断煤的炼焦性质是一个直接有效的手段。即使不作煤岩定量和反射率测定，用它也可以显示出原料煤的变质程度和实际惰性成分含量。如由低变质程度煤而来的焦炭，总是以各向同性结构为主；较高变质程度煤总是以片状结构为主；中变质程度煤总是以粗粒镶嵌和流动状结构为主。煤中丝质组含量高，则焦炭中丝炭和破片含量也高。镜下直接可以观察到这些显微结构之间的结合情况，特别是惰性成分的结合、分布和粒度等，这些都直接影响焦炭的质量。用它来推断煤的结焦性质，是其它方法所难以达到的。

（二）从焦炭界面结合指数推断配煤的适应性

鞍山热能所做过此项工作。由于各种煤和各种煤岩成分所得焦炭显微结构不同，两种煤造成的接触面，在成焦后就会形成焦炭的结合界面。他们通过定量测定焦炭界面的结合指数来确定两种煤配合的适应性高低。两种煤形成的界面结合指数愈高，说明这两种煤相配的适应性愈好，反之则不好。一种煤与多种煤相配，界面结合指数愈高，说明该种煤的配煤适应性宽，反之配煤适应性窄。这为拟定合理的配煤方案和在生产中调整配煤比提供了依据。

（三）选择合适的加热制度

同一种煤，两种不同的加工条件所得焦炭的显微结构组成也不同。加工条件对其影响的程度因变质程度的不同而异。由于加工条件对焦炭光学性质有一定影响，所以有可能运用测定焦炭显微结构来选择合理的加工条件。不同的加热速度对焦炭显微结构有一定影响，这种影响大小取决于煤的变质程度。加热速度对过高变质和过低变质煤都不如对中变质煤的影响大。此外，加热的最终温度及其保持的时间不同对焦炭显微结构的变化都有一定的影响。由于加热制度对焦炭显微结构和光学性质有一定影响，所以可以用其作为选择合理加热制度的依据之一。

（四）用焦炭显微结构组成来预测和控制焦炭的反应性

焦炭反应性是高炉用焦炭的重要性质之一。由于各种焦炭显微结构与 CO_2 的反应

性不同,因此用焦炭显微结构组成和各种结构的结合状态以及焦炭的表面积就可以预计焦炭的 CO_2 反应性,并从改善焦炭显微结构组成和各种结构的结合状态以及气孔分布来控制焦炭的反应性。从反应性结果可以看出,各显微组分的反应性大小顺序是:各向同性组分 > 惰性物质 > 细粒镶嵌组分 > 粗粒镶嵌组分 > 叶片状结构 > 纤维状结构。

(五)焦炭结构的电子显微镜研究

研究焦炭结构还可以用 X - 射线法和电子显微镜法。近年来采用了离子蚀刻技术,观测焦炭显微组分含量。在电子显微镜下,焦炭的各向异性结构单元呈半球状瘤状体。不同光学显微组分其瘤状体的大小和分布不同,它们均随变质程度的变化而变化。

煤岩学是一门正在发展中的较新学科。显微光度计和自动数字岩相反光计(ADPR)的发展,使岩相检测迅速准确而又避免了人的因素,重现性好,加上与电子计算机配套,大量重复的配煤计算工作得以自动化。在这方面,美国和日本已有比较长的实践经验,并试图将此种仪器安装在操作阀上,以便直接自动控制整个备煤车间的生产操作。煤岩分析仪器的进一步发展,推动了煤岩学在各个领域,尤其在炼焦工业中的应用。我国焦化工作者应根据我国煤质及炼焦技术特点,为煤岩学在我国的应用做出新贡献。

第二节　变质程度

煤的变质程度也叫煤化度,即在成煤条件下煤结构中芳构化和缩聚的程度。标志煤变质程度的指标有挥发分、镜煤反射率、发热量、煤中碳含量、氢含量、氢碳原子比等。因为我国现行的煤炭分类是以炼焦煤为主的分类,而其中反映煤变质程度的指标采用的又是挥发分,所以下面我们就从它来论述煤的变质程度对炼焦的影响。

随着煤的变质程度加深,挥发分减少。测定挥发分的方法简单、快速并已经标准化,能有效地代表煤的变质程度,它还能直接反映煤的工业使用价值,因此它可以作为炼焦用煤的指标。对炼焦而言,它不但影响焦炭强度,同时也决定焦化产品的收率。

在我国现行煤分类中,适于炼焦的煤种主要是气煤、肥煤、焦煤、瘦煤和弱粘煤。前四种煤为炼焦煤,弱粘结煤则是介于炼焦煤和非炼焦煤之间的煤种,它可以用作炼焦配煤。这几种煤的可燃基挥发分在 14 ~ 37% 之间。就整个煤炭分类而言,它们的煤化度高于最低的褐煤和长焰煤,而低于最高的无烟煤。就这几种煤而言,又以气煤的煤化度最低,瘦煤为最高。

在适于炼焦的这几种煤当中，随着它们煤化度的不同，其结焦性和化产率也有所不同，这是在炼焦配煤中必须特别注意的。例如，就结焦性的好坏而言，焦煤是结焦性最好的一种炼焦煤。大多数焦煤在单独炼焦时，能获得块度大、裂纹少、强度高和耐磨性好的优质冶金焦炭。但用这种煤单独炼焦时，收缩度小，膨胀压力大，常会因推焦困难而损坏焦炉。就化产率的高低而言，气煤是化产率最高的一种炼焦煤。在炼焦时，气煤一般都能单独结焦，但在结焦过程中收缩大，焦炭多细长而易碎，并常有较多的纵裂纹。在炼焦时多配入这种煤，可以降低焦炉的膨胀压力，增大焦饼的收缩，增加化学产品的产率。

在实际炼焦生产中，目前采用单种煤炼焦的极少，绝大多数都是采用配煤炼焦。因此在炼焦配煤中，我们必须根据煤种的不同煤化度进行适当的搭配，并使其控制在一定的范围之内。只有这样，才能在保证焦炭质量要求的前提下，合理利用我国的煤炭资源。因为反映煤种煤化度的指标挥发分，在配煤中具有可加性，所以也就为我们的这种控制带来了可能性。

根据我国炼焦煤资源中肥煤、焦煤少，气煤多的特点，通过大量的生产实践证明，我国炼焦配煤的挥发分范围，一般控制在 28 ~ 32% 左右比较合适。就煤化度而言，这是一个中等偏高的范围。如果改进炼焦工艺，这一范围还可以放宽。以生产非冶金用焦以及生产城市煤气为主要目的的炼焦都可以大大放宽这一范围。

另外还应该指出的是，随着炼焦技术的发展，到目前为止，在炼焦配煤中，已经不止限于用上述几种适合于炼焦的煤种，还可以扩大到使用部分非炼焦用煤。例如，在生产铸造用焦的过程中，为了增大焦炭的块度，有时也配入无烟煤等作瘦化剂。在对反映煤变质程度的指标选择上，随着煤岩研究工作的深入和发展，有以镜煤反射率来表示煤的变质程度趋势。目前其科学价值比较肯定，国内外已有相当多的资料，说明了它对判别煤变质程度的有效性。

第三节　粘 结 性

煤的粘结性是煤受热后对惰性物的粘结能力。煤中的活性组分受热分解，形成呈液态的非挥发性的可塑体，或称胶质体，使煤粘结成焦。所以煤的粘结性是炼焦煤的主要特性之一。

在我国现行的煤炭分类中，只有气煤、肥煤、焦煤、瘦煤、弱粘结煤和长焰煤具有这种

性质。其中除长焰煤因煤化度太低，而在炼焦配煤中极少采用外，其它几种都用作炼焦配煤。但是在这几种炼焦煤中，其粘结性好坏的差别也是很大的，这也是在炼焦配煤中必须注意的。例如，就煤的粘结性而言，以肥煤的粘结性为最好，焦煤居中，气煤、瘦煤和弱粘煤较差。在炼焦配煤中，一般都是将这些煤搭配使用。

反映煤粘结性的指标很多，在我国现行煤分类中，是用胶质层的最大厚度作为粘结性的指标。它反映了层状炼焦过程中，煤产生胶质体的数量，用它来间接表示煤的粘结性。在配煤中，由于胶质层最大厚度 y 值具有可加性，所以直到当前为止，我国一般都用它作为控制炼焦配煤粘结性的指标。根据我国煤炭资源特点，以及长期的生产实践经验，对炼焦配煤一般控制在 14～20 毫米的范围之内。除此而外，反映煤的粘结性的其它指标还有奥亚膨胀度、基氏最大流动度、葛金焦型、自由膨胀序数、罗加指数以及粘结指数等。对于这些方法，包括胶质层测定在内，我们在第二章中已经作了较为详细的介绍，可以看出它们的规范性很强，均有其局限性。由于它们都从各个不同的角度直接或间接地反映了煤的粘结性，所以世界各国到目前为止都在使用并有所选择。

近年来根据我国煤炭资源的特点，煤炭科学院煤化所等单位，为了找出更适合反映我国煤粘结性的方法和指标，几年来做了大量的研究工作，在罗加指数方法的基础上，建立了一个新的粘结指数的测定方法（详见第二章），并用此法再结合煤的挥发分指标，对中国煤的分类进行了新的划分，准备作为中国煤炭分类的新指标。此事各有关单位正在协商之中。

应该指出，在实际应用中，人们经常把煤的粘结性与煤的结焦性相混淆，这是不恰当的。它们是互相联系而又有区别的两个不同概念。结焦性是指煤在干馏时能否结成优质焦炭的性能。好的结焦性必须具备一定的粘结性，而好的粘结性却不一定具备有好的结焦性。另外，我们在实际应用中，还经常提到的有像煤的塑性、流动性和膨胀性等概念。严格地说来，这些概念，包括煤的粘结性在内，它们只是煤结焦性的一个方面。

第四节　水　　分

水分是煤中的无用物质，因此煤中水分含量越多，煤的无用成分也就愈多。同时，当煤中有大量水分时，不仅煤的有用成分减少，而且大量水分在煤的加热过程中，要吸收大量的热变成水蒸气而蒸发掉。另外，大量的水分也会增加煤炭的无效运输量，而且还会影响煤炭的运输、贮存和制备。例如，在寒冷地区的冬季，就不宜将水分高的煤作长距离

运输，因为在零下 20～30℃的低温下，高水分煤就会与车皮冻结在一起而造成无法卸车的事故。同样如果把水分高的煤堆放在露天，由于煤块冻结也无法装车。在煤的制备过程中，煤中水分太高，也会给煤的破碎和筛分带来困难，同时也会影响煤的堆比重以及煤料的配合。因此，从原则上来讲，煤的水分越低越好。

煤中水分的存在形式，根据其结合状态可分为游离水和化合水两大类。游离水是以物理状态（如附着、吸附等形式）同煤结合。煤中的游离水，在 105～110℃的温度下经过 1～2 小时后，一般即可全部蒸发掉。这是因为煤中游离水几乎完全是以吸附状态存在于煤表面的缘故。化合水是以化合方式同煤中的矿物质结合，即通常所说的结晶水和结合水，如硫酸钙（$CaSO_4 \cdot 2H_2O$）中的结晶水和高岭土〔$Al_4(Si_4O_{10})(OH)$〕8〕中的结合水。结晶水通常要在 200℃以上才能分解析出。但煤中含量很少的硫酸钙二水化合物的分解失水温度仅 163℃，高岭土组分中的结合水的分解失水温度高达 560℃。

根据水分存在的不同结构状态，煤中的水分又可分为内在水分和外在水分两种。吸附或凝聚在煤粒内部毛细孔中的水，称为内在水分。附着在煤粒表面上的水，称为外在水分。由于毛细孔吸附力的作用，内在水分比外在水分难蒸发。如外在水分在 40～50℃的温度下经过一定时间后即能蒸发掉，而内在水分需要 100℃以上的温度经过一定时间后才能蒸发。

在实际应用中，煤中水分，通常分为应用煤全水分和分析煤水分两种。前者即煤在炼焦入炉前所测定的全水分含量，后者为空气干燥煤水分。前者用来指导实际生产，而后者则用来作基准换算。这些方法都订有国家标准（见国标 GB211—79、GB212—77），在此不再赘述。

在实际应用中，由于以下两个原因使炼焦煤水分一般都控制在一定的范围之内，而不是控制得很小。其一，由于我国煤经水洗后的水分一般都比较高，而绝大多数洗煤厂又无干燥设备；其二，减少破碎中的粉尘飞扬污染。所以我国大多数焦化厂一般都将入炉煤水分控制在 8～10%的范围内。

应该指出，如有条件安装干燥设备，将煤干燥到 4～5%。由于水分降低，装炉后，使煤料的结焦时间缩短，并提高了装炉煤的堆比重，随之，焦炭强度也有所提高，或可取得节省强粘结性煤的效果。根据日本钢管公司福山炼焦厂的资料，当装炉煤水分由 8%降到 4.5%时，每孔炭化室装煤量增加 7%，结焦时间缩短 2～3%，合计生产能力提高约 9.2%，焦炭强度 DI_{15}^{30} 增加 0.54%，每吨煤如水分降低 1%，焦炉耗热可节省 5×10 千卡/吨煤。同时由于煤中水分低而操作稳定，便于焦炉的炉温管理，使焦炉各项操作指标稳定。由此可见，煤中水分对炼焦的影响以及煤干燥的效果都是很明显的。

第五节　矿 物 质

在实际应用中，通常是通过测定煤的灰分和煤灰成分来表示煤中所含矿物质的量和质的，所以首先要了解矿物质与灰分二者之间的关系与差别。

矿物质是煤中无机物质的总称，是一种复杂的混合物，其化学组成比较复杂，已经确定煤中存在着以下一些化学组成一定的化合物：

(1) Al、Fe、Mn、Ca、Mg、K、Na 的硅酸盐和游离的 SiO_2；

(2) $CaCO_3$、$MgCO_3$、$FeCO_3$；

(3) 黄铁矿 FeS_2 和其它的硫化物；

(4) $CaSO_4$、$Fe_2(SO_4)_3$；

(5) $Ca_3(PO_4)_2$、$Fe_2(PO_4)_2$、$AlPO_4$；

(6) 钛酸盐或二氧化钛 TiO_2；

另外，在某些煤中还会有少量的锰、锌、铅、镉、铜、金、钒、铍、锗、镍等元素。

煤中矿物质由三部分构成：1) 成煤植物中所含的矿物质；2) 成煤期间外界混入的矿物质；3) 采煤时掉入的矿物质(顶底板和夹层)。其中前两部分总称为内在矿物质，而后一部分则称为外在矿物质。

炼焦矿物质是无用而有害的物质，必须控制其含量。通常降低矿物质含量的方法是洗选。煤经洗选可以除去大部分外在矿物质。

由于直接测定煤中矿物质的质和量的方法很复杂，所以实际上基本上不采用，而是用较简单的测定灰分和灰成分的间接而近似的方法来代替。显然，矿物质和灰分在质和量上是既有一定关系而又有一定差别的。

灰分是煤在可燃物质完全燃烧并完成了所有的变化之后，所残留下来的矿物质。而灰成分就是这种残留矿物质的化学组成。

从数量上看，灰分并不完全等于矿物质，只是近似而已。一般来讲，灰分总是要低于矿物质含量的，因为煤在燃烧过程中，矿物质的量要发生变化，因化学变化要跑掉一部分物质，其变化程度随矿物质的化学组成而异。为此很多学者曾提出过不少的校正公式，因在实际应用中考虑甚少，所以在此不多介绍。

从质量上看，灰成分并不直接等于矿物质的化学组成，也只是间接反映它而已。其

原因很简单,即燃烧过程中的矿物质发生了化学变化所致。

关于煤中灰分和灰成分的分析方法,我国均制定有国家标准(见国标 GB212—77、GB1574—79)。因为这些方法都是通用方法,所以在此也不多作介绍。

下面着重谈谈煤的灰分对炼焦的影响。众所周知,灰分是煤中无用而有害的物质,因此对于煤的工业利用来讲,原则上它的含量愈低愈好,但又要受到洗选回收率的制约。把精煤的灰分洗得愈低,便可减少不必要的运输负担,并提高煤的利用效率。但洗得过低,又会减少精煤的回收率,从而不利于煤炭资源的合理利用。因此在实际生产中均根据煤的洗选特点,综合考虑技术经济两方面,使其控制在一定的范围之内为宜。对炼焦而言,除此之外还必须考虑到另一重要因素。因为煤经炼焦而制得焦炭,焦炭又是高炉炼铁的重要原料之一。我们知道,在炼焦过程中,煤中的灰分要全部转入焦炭中去,而炼铁对焦炭的灰分又是有一定要求的,对于炼焦用煤则首先必须考虑到这一点。炼焦用煤的许可灰分根据焦炭的规定灰分,可按下式确定:

煤料的许可灰分(%) = 焦炭的要求灰分(%) × 干焦(全焦)对干煤料的产率

灰分是焦炭中的有害杂质,其含量愈高,就使焦炭的固定碳含量愈低,其发热量也就愈低,同时也会降低焦炭的强度。在炼铁时焦炭及石灰石的消耗量也就增多,从而降低了高炉的生产能力。通常认为焦炭灰分每增加 1%,石灰石消耗量就要增加 2.5%左右,焦炭消耗量就要增加 1.5 ~ 2.5%,这就会使高炉生产能力降低 2.0 ~ 2.5%。因此为了防止这种损失,对高灰分的煤必须加以洗选,在配煤中也要将灰分高低不齐的单种煤加以适当的调配。

煤灰成分无论是对炼焦本身还是对高炉炼铁都是有一定影响的。从炼焦本身来说,为了避免焦炭与炉砖的熔结,对煤的灰熔点要有一定的要求,一般要求大于 1260℃。灰熔点可以按国家标准方法直接测定,也可以通过灰成分用经验公式计算得到。对高炉炼铁,则要控制灰中碱性氧化物和硫化物的含量,以保证高炉的正常操作和铁水的质量。这种影响在下节中提及,在此不重复。

第六节　有害杂质

一、硫

煤中硫的赋存形态通常可分为有机硫和无机硫两大类。无机硫又可分为硫化物硫

和硫酸盐硫两种，有时也有微量的元素硫。

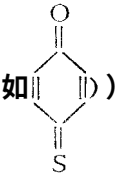
煤中有机硫的含量一般较低，但在低硫煤中所占的比例要大些，其组成很复杂，主要由下列组分或功能团所构成：

(1)硫醚或硫化物($R-S-R'$)；

(2)二硫化物($R-S-S-R'$)；

(3)硫醇或巯基化合物；

(4)噻吩类杂环硫化物；

(5)硫醌化合物(如)

在洗选中有机硫基本上脱除不掉，一般都要采用化学等特殊方法才能将其除去，而这些方法因经济技术等原因到目前为止均未实现工业化。

硫化物硫中绝大部分是以黄铁矿硫形态存在，在高硫煤中更是如此，所以人们习惯上称其为黄铁矿硫。实际上其中尚有少量的白铁矿硫存在，它们的分子式都是 FeS_2。当然，在某些特殊的煤中，还存在着闪锌矿(ZnS)、方铅矿(PbS)、黄铜矿($Fe_2S_3 \cdot CuS$)及砷黄铁矿($FeS_2 \cdot FeAs_2$)等。

煤通过洗选可以部分地将其除去，其脱除程度则取决于呈黄铁矿形态的硫含量，黄铁矿的夹杂特性以及煤的洗选程度而异。

硫酸盐硫主要存在形态是石膏($CaSO_4 \cdot 2H_2O$)，但也有少数硫酸亚铁($FeSO_4 \cdot 7H_2O$，俗称绿矾)及其它极少量的硫酸盐矿物。有人认为，煤在未风化以前，实际上是不含硫酸盐的，所以可以将其含量的增高作为判断煤经受氧化的标志。

关于煤中硫的测定方法有三种，我国均制订有国家标准(见国标 GB214—77)。因为这些方法都是一般的常规化验方法，所以在此不作详细介绍。这三种方法是：①全硫的测定；②硫酸盐硫的测定；③硫铁矿硫的测定。有机硫因其组分十分复杂，至今没有十分理想的直接测定方法，所以其含量一般从计算中得到，它们之间的关系可以用下式表示：

$$\text{有机硫} = \text{全硫} - (\text{硫铁矿硫} + \text{硫酸盐硫})$$

这里有两点需要说明，其一，在实际应用中一般测定全硫即可，但有必要的话，可以加测成分硫；其二，根据计算得到的有机硫含量往往要高于实际值。这是因为在含硫较高的煤中，往往含有一定量的呈元素状态的硫存在。

在炼焦过程中，煤中硫大部分将残留在焦炭中，我们称它为固定硫，其中也有一部分

将与挥发物一起放出，我们称它为挥发硫。所以，焦炭中的硫含量不仅取决于经洗选后的精煤硫含量，同时也取决于炼焦时的脱硫程度。炼焦时的脱硫程度又取决于煤的性质、挥发分、各种形态硫的含量和炼焦制度。所以对于每一种煤来说，挥发硫的数量是不一样的。但有一点是可以肯定的，即煤中硫的数量和形态起着决定性的作用。煤在热解过程中，黄铁矿硫的化学转化能力比有机硫强。除硫酸盐外，煤中其它组成的形态硫均有可能形成挥发硫。焦炭中的硫以 FeS 存在，挥发硫则是以 H_2S 等放出。由试验发现，焦炭中硫含量是随着煤中硫的增高而增高的。

为了获得焦炭中的准确硫含量，还是直接测定为好。但是对于我国煤，也可以凭经验估计。一般来说，焦炭硫分为配合煤硫分的 85% ~ 90% 左右。另外，也可以用以下经验公式计算：

$$\text{焦炭全硫(干基)} = \text{配煤全硫(干基)} \times 0.8 + 0.08$$

硫无论是对炼焦还是对炼铁(其中尤其是对炼铁)都是最有害的杂质之一。在炼铁过程中，随焦炭带入高炉中的硫占全部炉料中硫的大部分。为了保证生铁中的硫含量不超过标准，在高炉冶炼中就要控制炉渣碱度、渣铁比和炉温等，以使硫尽量转到炉渣中。这样就需要额外增加熔剂和热量，有时还会影响高炉稳定操作。通常认为，硫每增加 0.1%，熔剂和焦炭的消耗量就要增加 2%，高炉生产能力则降低 2% 左右。若焦炭中的硫量骤然增加，而溶剂又无法再增加时，则不免会提高生铁中的硫量。因此。炼焦配合煤的硫分应控制在规定的 1% 以下，以满足炼铁的要求。为了合理利用我国的炼焦资源，可以在炼焦配合煤料时采用高、低硫煤调配使用的办法。

二、钾、钠

高炉原料和燃料中带入的钾、钠等碱金属，对铁的产量和质量、原燃料、消耗和高炉寿命的影响都很大。近年来，冶金工作者对碱金属动态的研究给予了极大的重视。

最近几年，日本对十多座高炉进行了解剖。我国在一九七九年也首次对首钢的 23 米^3 试验高炉进行了解剖研究工作。通过国内外的这些高炉解剖工作，取得了炉内状况的丰富资料，也提出了许多卓有见识的论点。虽然有些研究结果并不一致，但却很有意义并引起了广泛的重视，尚有待于继续进一步研究。

综合国内外的研究结果表明：

(1)钾、钠等碱金属在高炉内确有‘自动富集’的倾向；

(2)高炉中炉瘤的形成与钾、钠等碱金属有关；

(3)焦炭反应性随钾、钠等碱金属量的增加而提高。高炉内焦炭碱含量高的区域也

是反应性指标高的部位。它说明钾、钠等碱金属对焦炭的气化反应($CO_2 + C \longrightarrow 2CO$)有显著的催化作用。而气化反应正是使焦炭气孔壁变薄,焦炭强度下降,粒度减小的主要因素。

高炉中的钾、钠等碱金属,部分来自焦炭,而焦炭中的碱金属又全部来自于煤。因此,要考虑控制炼焦配煤中的碱金属含量。该问题目前国外已经有些国家提出了具体要求,但范围较宽。例如美国钢铁公司提出过,在炼焦配煤灰分中钾和钠的氧化物含量(%),以小于 1%为好,但小于 30%也可以用。对于我国煤,一般均小于 30%。因此,针对我国的具体情况,还有待进一步研究,以规定出合理的范围。

目前国内尚无统一测定煤、焦中钾、钙等碱金属含量的方法。现在一般多用火焰光度法和原子吸收光度法等。

三、磷

煤中的磷主要是无机磷,如磷灰石〔$3Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaF_2$〕及微量有机磷。磷在煤中的含量不高,一般不超过 0.1%,最高也不超过 1%。

炼焦时,煤中的磷全部转入焦类 炼铁时,焦炭中的磷又大部分进入生铁,使钢铁发生冷脆。同时,因磷不能与熔剂化合,也会给高炉的生产带来困难。因此,磷也是煤中的有害杂质。在炼焦配煤中要控制其含量,国内外一般均规定其含量不得超过 0.01%。

关于煤中磷的测定方法,目前我国已经制定有国家标准(见国标 GB－226－82)。

第七节　物理—机械性质

煤的物理—机械性质,是指用物理方法测得的煤炭物理性质和在机械加工时的一些相应的性质,包括煤的颜色、光泽、比重、容重、堆比重、可磨性、筛分组成、机械强度、静止角、摩擦角、导电性和导热性等。

对上述一系列物理—机械性质,本书不打算都作介绍,现仅就与炼焦关系密切,影响较大的堆比重、筛分组成以及对煤的破碎性质有关的可磨性与机械强度分别介绍如下。

一、堆比重

煤的堆比重,系指单位容积所容纳散装煤炭的重量,以吨/米^3 表示。这里散装煤炭

的总体积应包括煤粒的体积和煤粒间的空隙。

煤的堆比重对炼焦的影响极大，增加煤的堆比重，有利于焦炭质量的提高。捣固炼焦工艺就是基于这一原理。煤炭科学院煤化所曾对此做过试验。图 9－3－1 表示用 76%淮南煤加 20%张庄煤，再加 4%焦粉配煤的堆比重对焦炭质量的影响。从图 9－3－1 中可见，焦炭机械强度 M_{40} 随堆比重的增加而增加。焦炭的耐磨强度 M_{10} 随堆比重的增加有显著改善。据西德的捣固炼焦研究表明：对于粘结性偏低的煤料，焦炭机械强度的改善几乎与捣固堆比重的增加成线性关系(见图 9－3－2)。煤料配比：634：62%　621：15%　321：15%　焦粉：8%

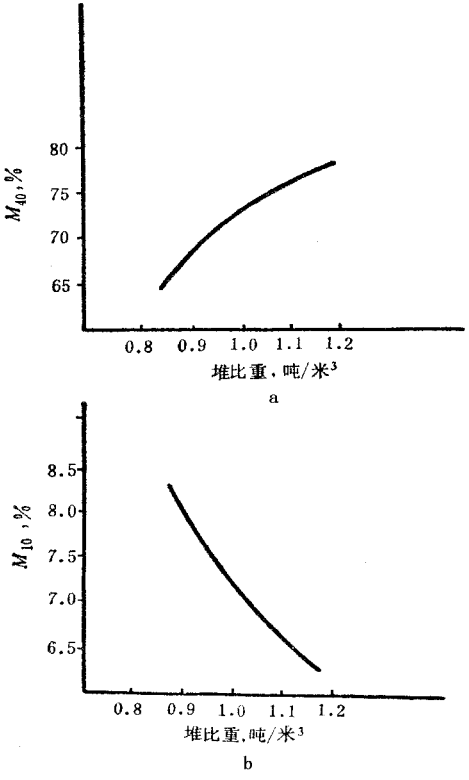


图 9－3－1　焦炭强度与堆比重的关系

a— M_{40} 与堆比重的关系；b— M_{10} 与堆比重的关系

对于煤预热和型煤混装等炼焦工艺，通常认为焦炭改善的原因也是由于堆比重的增大所致。

提高煤的堆比重可以改善焦炭质量。通常认为这是由于煤粒之间彼此靠得较紧，从而可以充分利用煤料的粘结能力，同时也可延缓热分解产物的析出，因而可以提高膨胀

压力和分子间的结合力，使煤粒间得到更好的粘结，焦炭结构变得更致密。

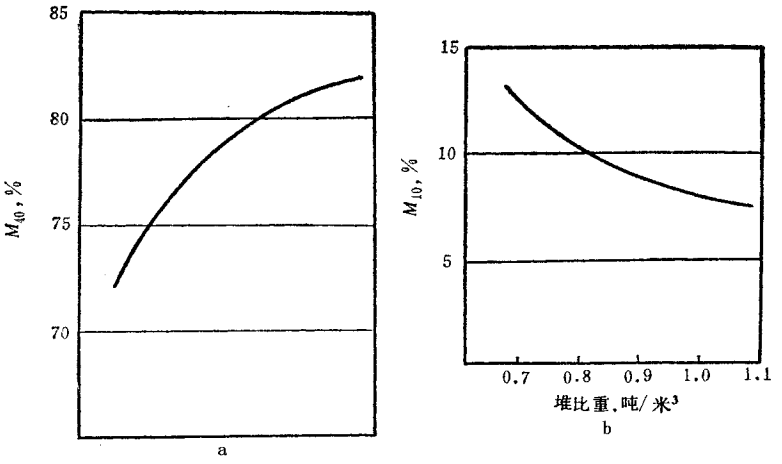


图 9－3－2　西德捣固炼焦的焦炭强度与堆比重的关系

a—M_{40}与堆比重的关系；b—M_{10}与堆比重的关系

影响煤料堆比重的主要因素是水分含量、粒度组成和装料方式等。一般来讲，煤料的水分含量越大则堆比重越小；煤料的粒度越细则堆比重越小。但在实际应用中，除煤干燥外，通常煤料的水分均需控制在一定的范围之内。对煤料的粒度控制也是如此，除捣固炼焦可以细碎外，通常对煤料的粒度组成也需控制在一定的范围之内。也就是说，对不同的工艺和不同的煤种，为了尽可能获得较大的堆比重，无论是对水分还是对粒度组成都要控制在适当的范围。至于装料方式，在实际应用中则基本固定不变。

煤的堆比重测定，目前国内尚无统一的小型实验室方法，国外是有的，我们可以借鉴。但对于比较大型的测定方法，我国曾详细规定了用火车车皮和木箱测定商品煤堆比重的方法（参看《煤炭装车检尺计量手册》，中国工业出版社，1964 年）。

二、筛分组成

煤料通过筛分所得到的粒度组成，称为煤料的筛分组成。前面已经谈过它对煤料堆比重的影响，下面着重介绍它对焦炭质量的直接影响。

我们知道，备煤是炼焦生产的重要环节之一。通过对煤料的合理制备，可以提高焦炭质量，扩大炼焦煤资源。对于炼焦用煤料，不仅要控制它的粒度，同时也需要控制它的筛分组成，以维持较高的堆比重及适应不同煤种的硬度特征。

在我国炼焦煤资源中，气煤所占的比重最大。一般来讲，气煤的硬度是比较大的，因而在我国目前备煤工艺绝大多数为先配后碎流程的情况下，就难以实现上述的要求。为

此必须改变备煤工艺。有关这方面的情况，已在本书的第六章中有所介绍，所以在此不再赘述。

关于煤料筛分组成对焦炭质量的影响问题，由于受配合煤料中煤炭品种的影响较大，尽管国内外在这方面都做了不少工作，但却很难把它说得很清楚，所以我们只好举国内研究的典型实例来说明。

煤炭科学院煤化所与梅山工程指挥部焦化厂曾对徐州气煤预破碎炼焦进行了研究，并取得了良好的效果。根据他们的研究表明，把硬度较大的徐州气煤进行预破碎，有利于对配合煤料细度和筛分组成的控制，从而也有利于焦炭质量的提高。根据他们的经验，配合煤料中大于 5 毫米的粒级控制在 10% 以下，小于 0.5 毫米的粒级控制在 40% 以下为宜。其总的原则是，要尽量减少大颗粒煤的含量，而又不要过多地增加细粒煤的含量。前者能减少焦炭的裂纹中心，后者能减少煤粒的表面积，这对改善焦炭质量都是有益的。他们控制配合煤料细度小于 3 毫米在 75 ~ 80% 时获得了最好的焦炭强度。

应该说明的是，他们的经验不一定具有共性，只供参考，今后尚需加强这方面的研究工作。

三、破碎性质

煤的破碎性质，即煤经破碎机破碎为一定细度和粒度组成的性质。同一种煤会因破碎机的类型不同而得到不同的结果，不同煤经同一破碎机破碎也会得到不同的结果。这里我们讨论后面这种情况。

了解和掌握不同煤在破碎性质上的这些差别，是有很大现实意义的。因为炼焦煤的制备都离不开破碎，而炼焦煤又都是由多种煤配合而成，使用单种煤炼焦的情况极少。

不同煤之所以有这样的差别，是因为它与煤的变质程度、煤的岩相组成以及矿物质含量等诸因素有关，也可以说是由于煤的机械强度不同所致。

对于煤的破碎性质，目前尚无直接测定方法。当然，也可以在固定的破碎机上，用特定的单种煤料进行粗略的实际测定。因此，通常都是用间接的方法从某一侧面来了解这一性质。例如，测定煤的显微硬度和测定煤的可磨性等。

国内外的大量研究结果表明，煤的显微硬度与变质程度、工艺牌号和含碳量有明显的变化规律。含碳量在 80% 左右时，显微硬度有一最大值；含碳量提高到 90% 时，有一最小值；含碳量大于 90% 时，显微硬度随含碳量的增加而急剧上升（见图 9 – 3 – 3）。

硬度与破碎性和可磨性的概念是有区别的，硬的煤不一定难破碎和磨碎。但一般认为，硬度大的煤难于破碎。由于其中的影响因素复杂而在这方面做的工作又不多，也无

统一的硬度测试方法，所以尚有待于进一步研究。

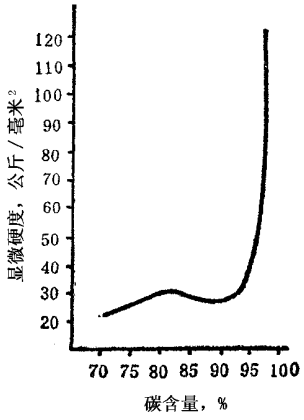


图 9－3－3　显微硬度与碳含量的关系

国内外大量的研究结果表明，煤的可磨性与变质程度也有一定的变化规律。除无烟煤外，一般挥发分小于 20%时，可磨性随挥发分的增大而增大；挥发分大于 30%时，可磨性则随挥发分的增大而减小。因此，挥发分在 20～30%时可磨性最大（见图 9－3－4）。

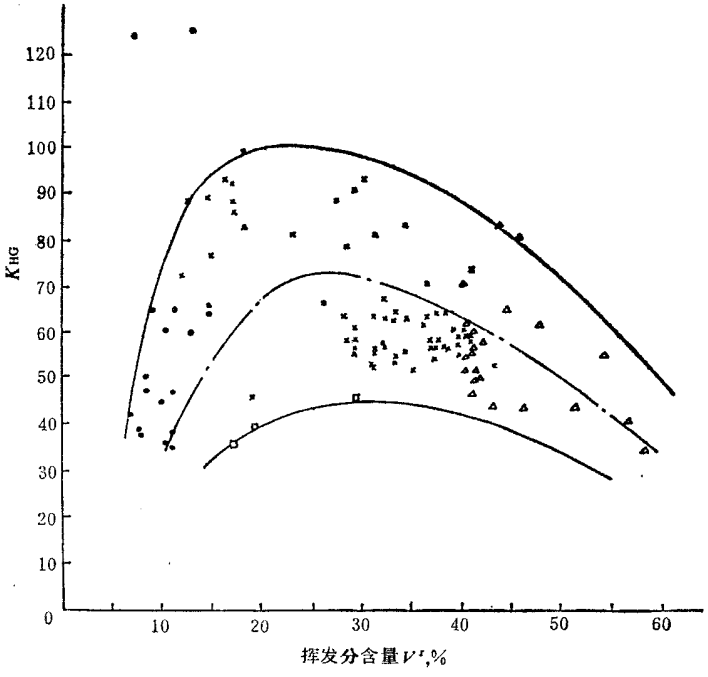


图 9－3－4　哈德格罗夫可磨性指数与挥发分的关系

●—无烟煤；×—烟煤；△—褐煤；□—页岩

对炼焦煤而言，其可磨性指数从大到小的大致顺序为：焦煤、肥煤、瘦煤、气煤，即焦煤最容易磨碎，气煤较难磨碎，而肥、瘦煤居中。这只是一种大致的情况，因为它还要受煤岩组成和矿物质含量等其它因素的影响，有时会出现交叉的情况。

国内外的研究工作也表明，配煤的可磨性系数一般是有可加性的，即混合煤的可磨性系数可由其配合煤的可磨性系数按加权平均计算出来。这在实际应用上是很有用的。

煤的可磨性也有统一的测定方法。我们建议今后在这方面可以多做些工作，要把煤的可磨性与煤的破碎性质联系起来考虑，用以指导炼焦备煤。

第八节　煤质工作对炼焦的指导作用

我们通过各种评价煤质的方法掌握煤质，同时也通过长期的生产实践总结经验，了解煤质对炼焦的影响。所有这一切，我们的最终目的都是为了指导炼焦配煤，预测焦炭质量，以满足日益发展的冶金工业的需要。当然，从广义上讲，同时也应包括满足铸造、化工、城市煤气等工业发展的需要。

目前国内外用来指导炼焦配煤和预测焦炭质量的方法很多，但由于煤炭本身的组成复杂，以及受到至今所有评价煤质方法的限制，因而每种方法都有它的局限性。对每种方法而言，一般来讲都有其一定的适用范围。因此，要应用它就必须通过实践去验证，并在实践中去修正和提高。

由于这方面的方法很多，所以在这里不可能都一一介绍，现就比较主要的几种方法分别介绍如下：

一、苏联的萨保什尼科夫(Сапожников)法

该法于二十世纪三十年代末提出。它将胶质层测定中所得到的最终收缩度 x 值及胶质层最大厚度 y 值绘制成图 9－3－5，看其在图中的位置，认为最佳配煤范围在 $q-r$ 条带区。$c-d-e-f$ 区为裂纹焦带。位于 $c-d$ 上方的煤，炼出来的焦炭块小、裂纹多；$E-F$ 线下方的焦炭则坚固、块大、裂纹少。

$k-l$ 为结焦性煤线，线上方的煤能结焦，线下方的煤不能结焦。由 $ij-kl-cd$ 三线围成的三角区域为结焦区。

$g-h$ 线为膨胀压力极限线，在线右上方的均能在炼焦过程中出现危险的膨胀压力，

$m-n$ 线以下不出现膨胀压力。$i-j$ 为配合煤的膨胀压力极限线，图中所列数值即表示膨胀压力的数值。

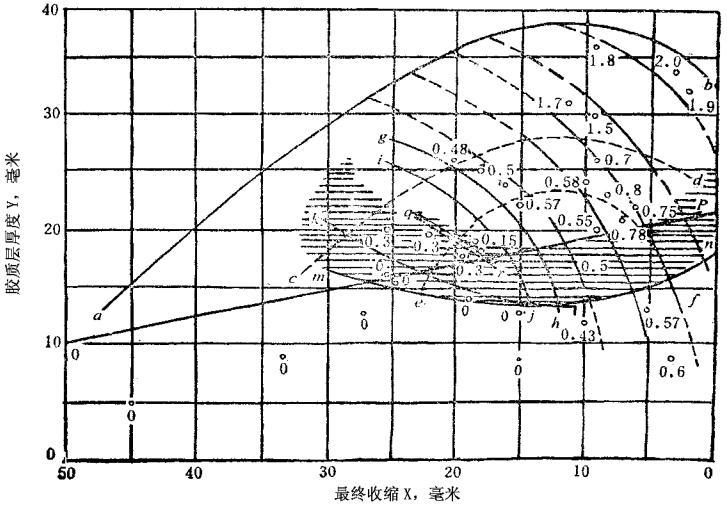


图 9－3－5　烟煤的胶质层厚度与最终收缩度的关系

该法选用的配煤指标为：$x = 17 \sim 23$ 毫米，$y = 17 \sim 22$ 毫米，而 V^{r} 则一般要求 26～28%。该法适用于炼焦煤种齐全，按‘气、肥、焦、瘦’指导配煤。

二、我国新提出的 $G-V^{r}$ 图法

煤炭科学院煤化所等单位，于七十年代中开始研究中国炼焦煤的新分类方法。他们提出了测定煤粘结性的新方法——烟煤粘结指数（G）测定方法。该法已订为部颁标准（草案）（详见第二章）。以此为基础，再结合煤的挥发分 V^{r} 指标的测定，通过大量的实验室和半工业性小焦炉试验，并用部分生产实例进行了验证。

该法将我国部分烟煤的粘结指数 G 值及挥发分 V^{r} 值绘制成图 9－3－6。图中阴影线部分表示炼焦配煤的适宜范围。该法选用的配煤指标为：$G = 58 \sim 72$，$V^{r} = 28 \sim 32\%$。该法能较有效地评定烟煤在配煤炼焦时所占地位和价值，并指导配煤。例如，可以在 $G-V^{r}$ 图上作向量分析，根据资源及煤质特点，使配煤的 G 值与 V^{r} 值进入上述范围即可。

该法也比较适应我国高挥发分气煤资源较多的特点。例如，若粘结能力不足时，可以采用预热、压块、捣固、型焦等新工艺；若粘结能力过剩，则可采用添加焦粉等瘦化剂的方法。图 9－3－7 表示采用新工艺后，配煤范围的扩大情况。

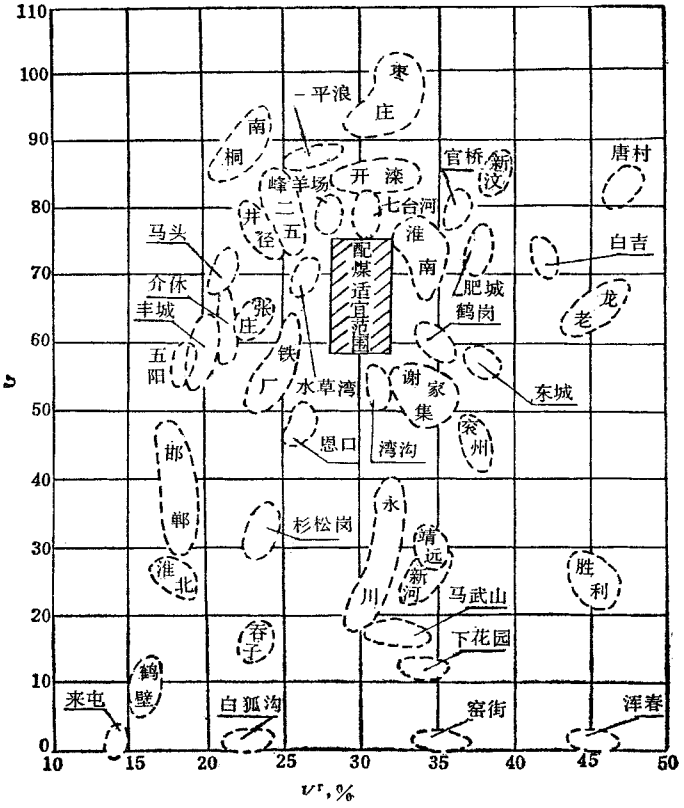


图 9－3－6　煤的 $G-V^r$ 图

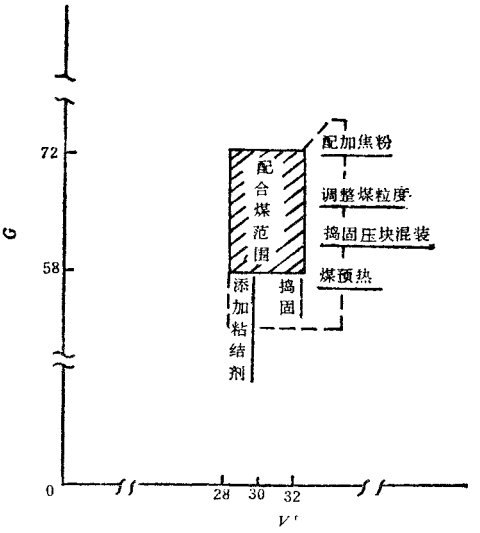


图 9－3－7　$G-V^r$ 图的应用(采用新的炼焦工艺)

应该指出，该法尚有待于进一步在实际炼焦生产中进行验证，以期制订出一套适应我国国情的比较完善的指导配煤、预测焦炭质量的较好方法。可喜的是，目前我国已有一些焦化单位在试用此法。

三、西德的西莫尼斯(W. Simonis)法

该法于六十年代中提出，它主要依据煤料的挥发分及膨胀度指标来预测焦炭质量(强度)(参照表 9－3－1 及表 9－3－2)。其步骤如下：

表 9－3－1　G_b 和 V^r 与 α' 之间的关系

V^r,% \ G_b	α' 0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	1.00	1.01	1.02	1.03	1.04	1.05	1.06	1.07	1.08	1.09	1.10	b'
18	－0.30	－0.27	－0.23	－0.18	－0.13	－0.08	－0.05	±0.00	－0.01	－0.02	－0.03	－0.04	－0.05	－0.07	－0.08	－0.09	86.5
19	－0.31	－0.28	－0.24	－0.19	－0.14	－0.09	－0.06	－0.03	－0.01	－0.02	－0.03	－0.04	－0.05	－0.07	－0.09	－0.10	87.3
20	－0.32	－0.29	－0.25	－0.20	－0.16	－0.12	－0.08	－0.04	－0.03	－0.03	－0.04	－0.06	－0.08	－0.09	－0.10	－0.11	88.3
21	－0.34	－0.31	－0.27	－0.23	－0.19	－0.14	－0.11	－0.07	－0.05	－0.04	－0.05	－0.07	－0.09	－0.11	－0.13	－0.14	89.7
22	－0.41	－0.38	－0.34	－0.30	－0.26	－0.22	－0.19	－0.15	－0.13	－0.12	－0.11	－0.14	－0.17	－0.19	－0.21	－0.23	91.6
23	－0.55	－0.52	－0.48	－0.44	－0.40	－0.36	－0.33	－0.29	－0.27	－0.25	－0.24	－0.25	－0.30	－0.32	－0.36	－0.40	94.1
24	－0.75	－0.72	－0.68	－0.64	－0.60	－0.56	－0.52	－0.49	－0.46	－0.44	－0.42	－0.41	－0.44	－0.46	－0.55	－0.66	97.2
25	－1.01	－0.98	－0.93	－0.88	－0.83	－0.78	－0.74	－0.70	－0.65	－0.63	－0.62	－0.61	－0.66	－0.71	－0.78	－0.82	101.0
26	－1.30	－1.26	－1.22	－1.17	－1.12	－1.07	－1.03	－0.99	－0.96	－0.93	－0.92	－0.91	－0.93	－1.00	－1.06	－1.11	105.5
27	－1.62	－1.58	－1.54	－1.50	－1.46	－1.41	－1.36	－1.32	－1.27	－1.24	－1.23	－1.23	－1.27	－1.31	－1.35	－1.42	110.8
28	－1.98	－1.94	－1.90	－1.86	－1.81	－1.77	－1.75	－1.72	－1.69	－1.66	－1.65	－1.66	－1.70	－1.73	－1.76	－1.79	116.9
29	－2.38	－2.36	－2.31	－2.25	－2.20	－2.14	－2.09	－2.03	－1.97	－1.94	－1.94	－1.98	－2.02	－2.07	－2.12	－2.17	123.9
30	－2.82	－2.78	－2.72	－2.67	－2.61	－2.55	－2.48	－2.43	－2.35	－2.35	－2.36	－2.39	－2.44	－2.48	－2.54	－2.59	131.8
31	－3.31	－3.25	－3.20	－3.14	－3.06	－2.99	－2.94	－2.87	－2.80	－2.78	－2.80	－2.85	－2.90	－2.95	－3.02	－3.09	140.6
32	－3.88	－3.81	－3.74	－3.67	－3.59	－3.52	－3.45	－3.38	－3.33	－3.26	－3.28	－3.33	－3.40	－3.47	－3.54	－3.64	150.3
33	－4.53	－4.48	－4.40	－4.31	－4.22	－4.13	－4.04	－3.95	－3.87	－3.81	－3.80	－3.85	－3.94	－4.02	－4.13	－4.24	160.9
34	－5.26	－5.24	－5.18	－5.08	－4.97	－4.85	－4.73	－4.62	－4.52	－4.45	－4.43	－4.41	－4.48	－4.59	－4.74	－4.91	172.5
35	－6.10	－6.09	－6.04	－5.95	5.85	－5.72	－5.58	－5.42	－5.27	－5.17	－5.08	－5.03	－5.04	－5.17	－5.40	－5.67	185.1

表 9－3－2　G_b 和 V^r 与 α' 之间的关系

V^r,% \ G_b	α' 0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	1.00	1.01	1.02	1.03	1.04	1.05	1.06	1.07	1.08	1.09	1.10
18	+0.15	+0.13	+0.12	+0.11	+0.10	+0.09	+0.08	+0.08	+0.08	+0.09	+0.10	+0.11	+0.12	+0.12	+0.15	+0.18
19	+0.02	±0.00	−0.01	−0.03	−0.02	−0.05	−0.06	−0.06	−0.06	−0.06	−0.04	−0.02	±0.00	+0.03	+0.06	+0.11
20	−0.04	−0.06	−0.08	−0.10	−0.11	−0.13	−0.14	−0.15	−0.15	−0.15	−0.14	−0.12	−0.09	−0.05	±0.00	+0.07
21	−0.08	−0.11	−0.13	−0.15	−0.17	−0.19	−0.21	−0.22	−0.23	−0.23	−0.22	−0.19	−0.15	−0.10	−0.03	+0.04
22	−0.10	−0.13	−0.15	−0.18	−0.20	−0.22	−0.24	−0.26	−0.27	−0.27	−0.26	−0.24	−0.19	−0.13	−0.06	+0.02
23	−0.07	−0.11	−0.14	−0.17	−0.21	−0.23	−0.25	−0.27	−0.29	−0.29	−0.25	−0.24	−0.19	−0.13	−0.06	+0.02
24	−0.03	−0.07	−0.11	−0.14	−0.17	−0.20	−0.22	−0.24	−0.27	−0.27	−0.25	−0.22	−0.1f	−0.11	−0.04	+0.03
25	+0.03	−0.02	−0.06	−0.09	−0.12	−0.15	−0.17	−0.19	−0.20	−0.20	−0.18	−0.15	−0.11	−0.06	±0.00	+0.05
26	+0.08	+0.04	±0.00	−0.04	−0.07	−0.10	−0.12	−0.14	−0.14	−0.13	−0.11	−0.07	−0.04	±0.00	+0.04	+0.09
27	+0.13	+0.09	+0.05	+0.01	−0.02	−0.04	−0.05	−0.06	−0.06	−0.05	−0.03	−0.01	+0.02	+0.06	+0.09	+0.14
28	+0.18	+0.14	+0.09	+0.06	+0.02	−0.01	−0.04	−0.05	−0.04	−0.02	+0.01	+0.03	+0.07	+0.10	+0.14	+0.18
29	+0.17	+0.12	+0.08	+0.04	+0.01	−0.02	−0.05	−0.06	−0.05	−0.03	−0.01	+0.02	+0.06	+0.09	+0.13	+0.17
30	+0.15	+0.10	+0.05	+0.00	−0.05	−0.09	−0.12	−0.14	−0.12	−0.09	−0.06	−0.02	+0.02	+0.06	+0.11	+0.15
31	+0.14	+0.08	+0.02	−0.02	−0.08	−0.13	−0.17	−0.18	−0.17	−0.14	−0.10	−0.06	−0.02	+0.02	+0.07	+0.11
32	+0.13	+0.06	±0.00	−0.06	−0.11	−0.16	−0.19	−0.22	−0.21	−0.19	−0.15	−0.11	−0.07	−0.03	+0.02	+0.06
33	+0.11	+0.04	−0.03	−0.09	−0.15	−0.20	−0.24	−0.28	−0.28	−0.25	−0.22	−0.19	−0.15	−0.11	−0.07	−0.02
34	+0.09	+0.01	−0.07	−0.14	−0.21	−0.26	−0.31	−0.33	−0.34	−0.33	−0.30	−0.27	−0.24	−0.21	−0.17	−0.13
35	+0.08	−0.02	−0.11	−0.19	−0.26	−0.31	−0.36	−0.39	−0.40	−0.39	−0.37	−0.35	−0.32	−0.29	−0.26	−0.23

(1)根据测得的煤料水分、灰分及挥发分、奥亚膨胀度，计算出 G_b 因素值并查出原料煤特性值 b'。b' 在表 9－3－1 中由 V^r 查得，而 G_b 因素值按下式计算：

$$G_b = \frac{t_1 + t_3}{2} \times \frac{a + b}{t_1 \times b + t_3 + a}$$

式中　a——奥亚膨胀度测定中的收缩度，%；

b——奥亚膨胀度，%；

t_1——软化温度，℃；

t_3——固化温度，℃。

然后再在表 9－3－1 中由 G_b、V^r 查出原料煤的另一特性值 a'。

(2)按实际炼焦条件求焦化特性值 K：

$$K = \frac{P}{h}\left(\frac{B}{2}\right)^2 \text{（吨/厘米·小时）}$$

式中　B——为炭化室宽度，厘米；

P——装炉煤堆比重，吨/米^3；

h——结焦时间，小时。

(3)进行装炉煤粒度分析，用孔径为 3.15、2.0、1.0、0.5 毫米的筛子筛分，按其筛分结果依次以 0.0、16.1、24.9、24.9、34.1 的最佳粒度组成（达到最高堆比重）百分数为基准计算出差值 M_s。其计算方法举下例说明：

粒级，毫米	最佳粒度组成，%	实际粒度组成，%	差值
>3.15	0	18.8	+18.8
3.15~2	16.1	11.6	-4.5
2~1	24.9	18.4	-6.5
1~0.5	24.9	19.3	-5.6
<0.5	34.1	31.9	-2.2
Ms%			±18.8

在表 9-3-2 中，由 G_b，V^r 查出粒度修正系数 a'。

(4)最后按下式计算焦炭强度：

$$M_{40} = a'K + b' + |M_s| \cdot a'$$

式中　M_{40}——为米库姆转鼓大于 40 毫米的百分含量。

该法的特点在于，它不仅考虑了原料煤的煤质特征，同时也考虑了焦化条件及原料煤的制备等因素。其使用范围是，$G_b = 0.95 \sim 1.1$，$V^r = 18 \sim 35\%$。该法在多用优质炼焦煤、粘结能力充足的条件下适用。因该法在我国采用很少，所以对我国煤的适用情况，尚有待于进一步研究。另外还应该说明的一点是，西莫尼斯等人在此法的基础上，于六十年代末，又从煤岩学上对此方法作了改进，即考虑了煤的岩相组成和反射率等性质，在此从略。

四、日本宫津隆等人提出的 MOF 图法

七十年代初，日本宫津隆等人应用煤岩配煤的原理，把基氏塑性计所测得的最大流动度引进到配煤中去，以最大流动度 MF 表征煤的塑性，以 $\overline{R}_0$（镜煤的平均反射率）表征煤的变质度，设计了 MOF 图（见图 9-3-8）来指导配煤。

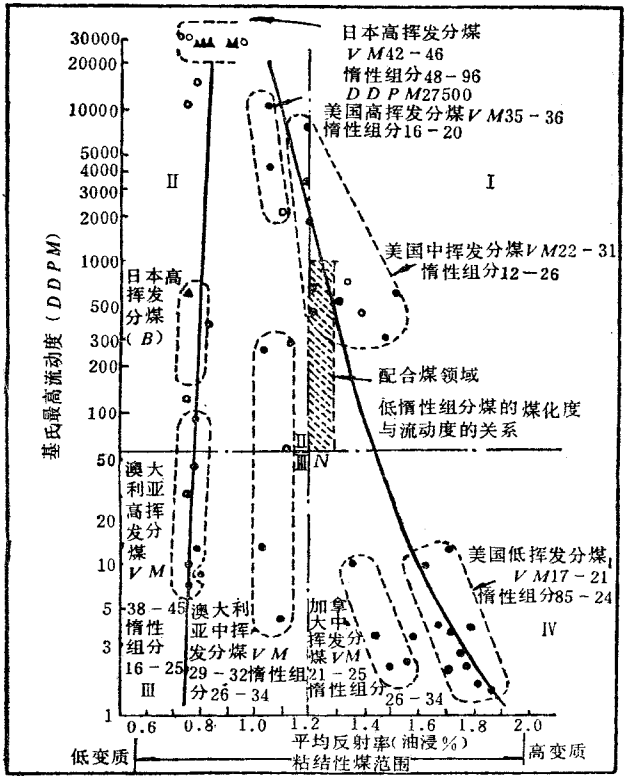


图 9－3－8　*MOF* 图

该法根据各单种煤在 *MOF* 图上的位置，提出 *MF* 在 200～1000 刻度分钟（ddpm）和 $\overline{R}_0$ 在 1.2～1.3 的范围里可以得到强度足够的焦炭。同时，在 *MOF* 图上，将煤分成四类，以此调节配煤，以达到所要求的指标。

该法适用于在高炉大型化后对多种煤的炼焦配煤指导。我国目前已开始进行有关这方面的研究工作。

五、*SI*—*CBI* 方法

五十年代末，苏联的阿莫索夫（И.И. Аммосов）等人曾提出了煤岩配煤方法，用以预测焦炭质量，指导配煤。六十年代初，美国的夏皮洛（N. Schapiro）等人，又在此基础上作了改进并用于实践。以后于六十年中至七十年代初，经日本的木村英雄、小岛等人作了再次改进后，在日本得到应用。

该法基于煤岩配煤原理，利用煤岩分析结果来预测焦炭强度和指导配煤。其要点是利用煤的反射率及煤岩特征来表征煤的变质程度及粘结性。通过大量煤样的小焦炉试

验，按所得焦炭强度结合煤岩分析导出 SI（强度指数）及 CBI（组成平衡指数）两个指标，通过 $SI-CBI$ 对单种炼焦煤进行分类，指导配煤及预测焦炭质量。

该法把煤岩显微组分成两大类：

$$\text{活性成分} = \text{镜质组} + \text{稳定组} + \frac{1}{3}\text{半镜质组}$$

$$\text{惰性成分} = \text{丝质组} + \frac{2}{3}\text{半镜质组} + \text{矿物}$$

并把活性成分（主要是镜质组）按反射率 0.1% 为间隔，从 0.3～2.1% 分成 18 类并进行定量。对参加配煤的每一种煤都必须测定并作出这样的反射率分布图解，然后按以下两个公式算出 SI 及 CBI：

$$SI = \frac{a_3 x_3 + a_4 x_4 + \cdots\cdots + a_{21} x_{21}}{\Sigma x_i}$$

$$CBI = \frac{100 - \Sigma x_i}{\frac{x_3}{b_3} + \frac{x_4}{b_4} + \cdots\cdots + \frac{x_{21}}{b_{21}}}$$

式中　Σx_i——活性成分总含量；

$a_3 \sim a_{21}$——反射率 0.3～2.1% 的活性成分含一定量惰性成分时的强度指数。

$a_3 \sim a_{21}$ 是根据试验得出的（见图 9－3－9）。

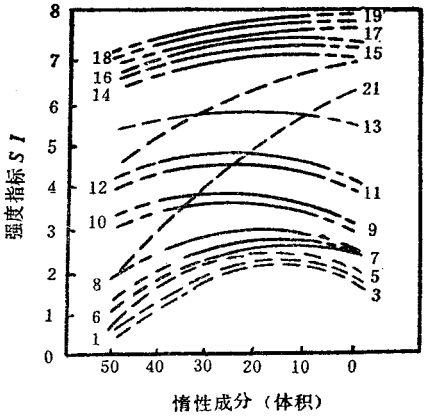


图 9－3－9　惰性成分含量不同时，每一镜质组与强度指标的关系

使用时，只要根据反射率分布图解和查得与反射率相对应的 a_i 值，就可按上述公式算出 SI 值。它标志活性成分的平均质量。

$b_3 \sim b_{21}$为反射率 0.3～2.1%活性成分与惰性成分配合的最佳比值，这是实测出来的数值(见图 9－3－10)。

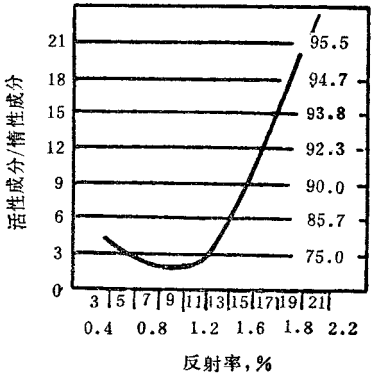


图 9－3－10　各级镜质组的活性成分与惰性成分的最佳比

x_i 为单种煤或配煤中含活性成分量，$100 - x_i$ 为实际含惰性成分量。

上述公式的分母为惰性成分的理想含量。所以按上述公式算出的 CBI，它标志着配煤中惰性成分含量的合适与否。$CBI = 1$，配煤中惰性成分含量最合适；$CBI > 1$，配煤中惰性成分含量太高；$CBI < 1$，惰性成分含量太低。

以上述两个计算所得的指标为纵横坐标作出一族等强度曲线(见图 9－3－11)。应用时只要测定煤岩组成和反射率分布图解，就可以算出 SI 和 CBI 值。在图上找到符合这两个指标数值的点，即可预测配煤的焦炭强度，以此来指导配煤。

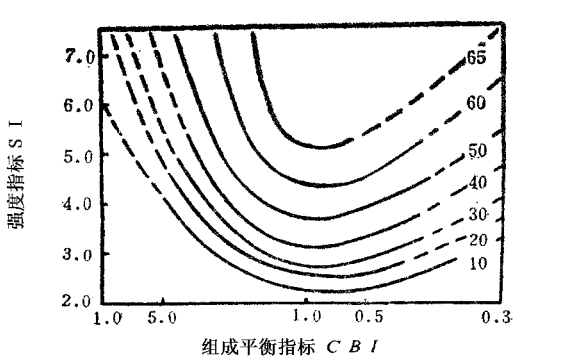


图 9－3－11　预测焦炭强度图

各国研究人员都对此法感兴趣，并继续进行试验。但这种方法也很难适合所有的

煤，原原本本用该法时会有很多例外。例如，日本根据自己的煤源情况和炼焦条件，对夏皮洛等人原有的图表作了修改，这样才使该法大体适用。

我国由于煤岩工作大大落后于日、美、苏等国，所以对此法的研究工作开展得较晚，应该尽快改变这种落后面貌。目前我国有关单位已经开始在这方面的研究工作，希望在不久的将来能总结出一套自己的经验来。

以上只详细介绍了五种比较有代表性的方法，实际上还有许多其它方法（见第一节）。在此就不再一一列举了。但总起来讲，目前随着煤质基础工作的深入和配煤技术的发展，科学配煤几乎离不开煤岩学已得到公认。目前各国所发展的配煤技术，凡是沦证比较充分、效果比较良好的，几乎很少不与煤岩学发生联系。另外，随着优质炼焦煤供应的日趋短缺，高炉大型化后对焦炭质量要求更高，也促使各种配煤技术向着综合的方向发展，并在寻找新的方法和指标，这种趋势值得我们充分注意。

第四章　配煤的选择

第一节　配煤的意义

冶金焦炭的质量主要取决于原料煤的质量、炼焦制度及煤的加工处理。随着炼焦技术的发展，改变了过去采用炼焦用煤煤种比较狭窄的状况，炼焦的原科开始采用了比较多的组份配合，以及利用一些非炼焦煤扩大至配煤中，运用洗选、破碎、加工及改变炼焦制度以扩大其品种的利用。采用各种不同的煤，只要能以合理的准备流程，可以利用一些不能单独冶炼成优质焦炭的炼焦煤、甚至不能炼焦的煤利用来炼成合乎要求的冶金焦炭，在炼焦化学工厂中，选择配料的正确与否，是关系到焦炭质量，化学产品的产量与质量，以及焦化厂设备的维护，更重要的是关系到国家资源的合理利用。

为了节约优质的炼焦煤，扩大各种不同牌号煤质资源的利用，进行配煤是重要的措施之一。目前世界各国优质的中等挥发分的煤储量都很少。我国主焦煤的储量仅占炼焦煤储量的18.64%，若单独采用它炼焦，将不能适应日益发展冶金工业的需要。因此，在缺乏优质炼焦煤的国家，尤其是社会主义国家，只能少量的采用好的炼焦煤，以扩大其他品种的煤配合炼制出合乎要求的冶金焦炭。扩大炼焦煤的资源，而采用各种不同牌号的煤配合炼焦，是目前世界各国炼焦工业在现代机械化焦炉中扩大利用资源的重要措施，它开辟了广泛使用各种煤的途径，而且在煤的结焦过程机理上也得到了相应的发展。

在确定一个新的钢铁基地及生产厂矿用煤时，不仅是要考虑到近期的用煤，而且应该考虑到这个区域的远景计划及发展，以免在生产后发生煤料供应紧张情况，这样就必

须了解地下资源的储量以及近期和远景开采情况，编制远景的用煤方案。对资源的合理利用采用配煤是目前扩大炼焦煤基地的基本措施之一。

不同的厂矿对于焦炭质量有不同的要求，选择各种不同的配煤比可以炼制出不同品种和性质的焦炭，如冶金用焦炭就必须要求机械强度高，灰低，硫低的焦炭。铸造用焦炭就必须得到块度大的焦炭，而有色冶金则需用化学性质较好的焦炭，煤气厂的配料则应配入高挥发分的煤料。

我国地区广大，资源丰富，煤质情况各不相同，灰硫含量亦有差别，因此结合各地区的特点，采用不同的煤种配合，可以得到合乎要求的焦炭质量。

其他，为了降低装炉煤的成本以及改进运输情况，也可以用配煤的方式解决。

总之，采用各种不同组份的煤配合，是国民经济部门发展中一个现实的课题。解放以来，各焦化企业和煤焦研究工作者进行了大量的配煤试验工作，初步试验了各现有企业炼焦用煤资源的扩大以及一系列的生产技术方面的质量和成本降低问题，同时为新建厂矿企业提供了合理的用煤基地。

第二节　世界上几个国家配煤概况

近年来在配煤工作方面，苏联、中国多偏重于多组份煤配合炼焦。而西欧、美国等国家则以单独、两种或三种优质炼焦煤配合炼焦。

一、前苏联

前苏联焦化工业在过去的四十年中，炼焦煤原料基地的发展方面，较任何一个资本主义国家都有成就。苏联的大部分工厂中所用的配煤是由 2 ~ 5 种在结焦性和挥发分含量上均不同的煤料所组成。仅仅在一种旧式的工厂中使用少数几种煤配合炼焦，因为这些工厂中贮煤仓较少，不能贮存多种组份配煤。在新型工厂中，因配料设备较好，在工厂中通常是采用 4 ~ 5 种煤料配合，在某些厂中采用 6 ~ 7 种煤料组成，虽然苏联使用的是多种煤的煤料，但焦炭的转鼓数仍有很大提高，在南方由 1913 年的 260 ~ 270 公斤提高到 1955 年的 340 公斤 在东方由 1940 年的 291 公斤提高到 1955 年的 318 公斤。

苏联焦化工厂中多组份配煤，使许多煤田，特别是在顿涅茨煤田那些生产能力较少的矿井的煤皆能得以相互配合使用。

苏联炼焦化学工厂中所用配煤的组份几乎是所有商业牌号的煤——由气煤起一直到低挥发分的弱粘结煤。在苏联采用适当的方式选择各种不同配料的配煤，可以炼出性质不同的焦炭。

苏联为了获得各种不同性质的冶金焦炭，按矿区将各矿井的煤组成不同的类别煤料。如应用顿涅茨煤田的煤料，将配煤组成分成四组：第一组配煤是附设有洗煤厂的焦化厂，保证得到大中型高炉的焦炭，煤料的组成为 Г + ОС 牌号煤占 37%；Ж + КЖ + К 占 63%，质量指标，大转鼓鼓内残留量为 345 公斤。第二组配煤是不附洗煤厂的焦化厂保证得到大、中型高炉的焦炭，煤料组成 Г + ОС 牌号为 37%，Ж + КЖ + К 牌号煤为 63%，质量指标为 340 公斤，第三组配煤是用在铸造工业方面，煤料组成 Г + ОС + Т 牌号为 32%，Ж + КЖ + К 为 68%，强度为 305 公斤。第四组配煤用在其他工业方面，煤科组成：Г + Т 牌号为 45%，Ж + КЖ + К 为 55%，强度为 305 公斤。采用库兹涅茨和卡拉干达煤配煤可分为三组：第一组配煤为保证大型高炉的用焦，其中 К 号煤占 70%；强度指标为 320 公斤。第二组配煤保证得到中小型高炉的焦炭，其中 Г + СС 牌号煤的用量为 50%，强度为 305 公斤。第三组配煤为其他工业及铸造用焦炭，其中 Г + ОС 牌号煤含量为 75%，强度为 295 公斤。

苏联乌克兰煤化学研究所曾进行了用不同瘦化剂掺加物——贫煤（牌号 Т）、无烟煤和粉焦来代替配合煤中的瘦煤，研究工作通过高炉冶炼证明，为了得到质量满意的冶金焦炭，必须把贫煤粉碎到小于 2 毫米的程度。曾运用过 5% 贫煤的配合煤炼成的焦炭甚为满意。

苏联也曾用长焰煤代替配合煤中的瘦煤，采用 10% 长焰煤代替瘦煤配合，适用于使用预制烧结材料中等容积的高炉，但长焰煤必须粉碎到 < 3 毫米级占 92%。

苏联在顿涅茨曾长时期的研究了用各种瘦化剂代替瘦煤使用，而在东方则以研究弱粘结性气煤为主扩大在配煤中的应用。

二、波兰

波兰人民共和国的炼焦工业，主要是采用本国的煤进行炼焦。波兰由于高挥发分煤贮量较多，因此在炼焦工业中低粘结性气煤和气焰煤的配用量是相当高的，这些煤含硫量都较低，岩相组成上也是比较均一的。

在波兰有 20 个炼焦工厂，其中一个工厂除了生产民用焦炭外，还生产着沥青焦炭。其余绝大多数工厂都是采用捣固方法进行炼焦。不用捣固的煤料仅有两个工厂。捣固煤料的堆积比重为 950 ~ 1000 公斤/立方米干煤。

波兰人民共和国煤料的准备是采用 ДШ 系统，然后逐步贯彻使用 ДК 系统，曾证明了波兰运用 ДК 系统能获得稳定性较高而焦炭裂纹较少的焦炭。这是由于 ДК 系统能使用作为肥化剂的 35 号煤进行适当的粉碎，而牌号 33～34 号部分没有选别的，变质程度较低的煤有可能预先较细的粉碎。

三、美国

美国炼焦多半使用阿巴拉契亚煤田的煤，这些煤田挥发分有高的（＞37%），中等的（23%～31%），低的（14%～22%），各种煤都具有良好的粘结性。

1950 年美国有 79 个焦化工厂使用配合煤炼焦，其中 56 个厂用高挥发分和低挥发分煤配合，有 18 个工厂使用高挥发分，中等挥发分和低挥发分煤配合，有三个工厂使用高挥发分和中等挥发分煤配合，有两个工厂用中挥发分和低挥发分煤配成。用一种炼焦的曾有六个工厂，其中三个是用高挥发分煤来炼焦，三个用中挥发分煤来炼焦。应当指出的是美国所采用的配料，大多数煤种都是具有良好的粘结性与结焦性。

在美国也和其他国家一样，随着炼焦工业的发展，粘结性好的，同时含硫量少的煤正在迅速减少，因此也采用了一些其他结焦性差的煤配合进行试验。

在佛坦纳的凯泽尔钢铁公司焦化工厂曾配入了挥发分为 16～20% 的半焦代替瘦煤用的试验，证明了加入 5% 半焦可以大大的改善物理机械强度。试验同时证明，半焦的挥发分对焦炭质量有显著的影响，一般以挥发分含量为 16.1% 的半焦配合炼成的焦炭其综合指标较好。利用含挥发分为 38.5% 的高挥发分煤与半焦配合炼焦时，必须在较高的温度下进行。当装入炉内的煤立即受到高温作用时，所炼出的焦炭为最好。

四、西德

西德的焦化工厂是用肥煤和焦煤含量很高的（约 80%）煤料来炼焦。因此，很多工厂在煤料中加入 3～5% 的焦粉使之瘦化。为了有效地利用煤和改善焦炭质量，在煤料中也加入煤粉和煤泥来瘦化煤料。

西德的炼焦煤主要是煤料太肥，他们提出瘦化煤的范围很广，除利用贫煤外，也利用其他弱粘结和不粘结的物料，即：风化后的煤，弱粘结和不粘结的气煤，预先经过热处理的降低了点结性的肥煤，煤粉和煤泥，焦粉，半焦粉等。

试验曾证明了在结焦性良好的焦煤中加入 20% 的贫煤而不致使焦炭强度变坏。在煤料中加入 10% 的贫煤时，焦炭的强度较由只用焦煤炼出来的焦炭为好，但必须注意到贫煤的粉碎度应达到 0～1 毫米级占 91%，1～3 毫米级占 9%。

在德国萨尔威迭里煤矿，系含挥发分为 30～31％的肥煤，单独采用它来炼焦时，得到的焦炭不能满足大型高炉的要求，其转鼓指数为 70，而风化过的威迭里煤单独炼焦，得到的焦炭转鼓指标为 59，用上述两种煤混合炼焦时得到的转鼓指标为 80.2。

在西德进行过用高频电流处理不粘结煤使其具有粘结性。也曾试用过用氢处理煤的方法以改善煤的粘结性。

五、英国

英国煤中的主要岩相组份是亮煤，它与镜煤一起组成煤的光辉部份。英国煤中镜煤超过 10％的很少。在各种英国煤中，暗煤的含量从百分之几波动到 40％。英国某些煤含有两种类型的暗煤，灰色的和黑色的。两者在化学成分和工艺性质上有显著的区别。

英国曾在良粘结性的煤中加入焦粉。

六、法国

法国的洛林煤，包括所谓的肥煤在内，用通常的方法炼焦时，也不能得到好的焦炭。

由于法国每年从国外进口的炼焦煤数量相当大，为了使用大量的本地煤和减少进口的粘结性较好的煤，在洛林采用了炼焦煤的预处理的工艺过程——索瓦科方法，并取得了一定成效。

第三节　单种煤的结焦特性

每一种煤都是由复杂的有机化合物组成，它们各自具有不同的物理和化学性质，不同牌号的单独煤炼制出来的焦炭性质是各不相同的，即或是相同的牌号不同产区的炼焦煤也不能在相同配比中得到一致的焦炭质量，但是，作为配煤必须预先研究各单种煤的基本结焦性质。

(1)褐煤——褐煤比泥煤的变质程度为高，在中国煤的分类草案中，它的挥发分大于 40％，煤中含有多量的水份，在一般炼焦炉中，高温下是不结成焦炭的，加热时它不能产生胶质体，因此它没有粘结性。一般我们未将它划分在炼焦煤范畴内。在某些炼焦煤非常缺乏的国家，它们是采用褐煤进行炼焦的。利用褐煤炼焦基本上可以采用三种方法：①褐煤和烟煤混合炼焦；②一段褐煤炼焦；③二段褐煤炼焦。后两种方法都基于较复杂

的操作流程。第一种办法在南斯拉夫曾用褐煤与结焦性非常好的烟煤混合炼焦，所用煤料曾经过细粉碎，预热处理，炼焦和干熄焦。虽然这一系列的操作将改变现有生产流程，但在缺少焦煤的地区，采用此种方法配合炼焦还是需要的。

(2)长焰煤——比褐煤变质程度高，在分类中挥发分 > 37%，胶质层 < 5 毫米，这种煤结焦性很弱，大部份在炼焦过程中不结成焦炭，有些长焰煤能结成细条状的焦炭，强度较差，脆弱。它在近代炼焦炉中不能单独结成良好的冶金焦炭。在土焦炉中，采用打紧、快烧及薄装的办法，有些长焰煤是可以结成细长条的焦炭。在某些长焰煤多的地区，可以用它少量配入作为瘦化剂用，在进行加工处理后可以改善焦炭质量。在配入多量的长焰煤时，常会使焦炭耐磨变坏，尤其是配煤中肥煤不够多时，将会使焦炭质量变坏。长焰煤一般较难破碎，故通常加入时，必须对它进行特殊粉碎。

(3)气煤——变质程度较长焰煤为高，挥发分 > 37%，胶质层指数 5 ~ 25 毫米之间，在隔绝空气加热时，能结成焦炭，加热时能得到较多的流动液体，但这种液体热稳定性很差，非常容易分解，液体很稀薄，液体的粘度小，当半焦转至焦炭时，产生大量挥发分，因此收缩度大，裂纹较多，大部份是纵裂纹，焦炭破碎性很弱，用气煤单独炼焦，得到焦炭细长而易碎，在配煤中配入气煤，可以增加焦并收缩度，增加炼焦化学产品回收率，但是由于气煤的加入，使得焦炭块度变小。

(4)肥煤——挥发分范围较广，胶质层 > 25 毫米，它在加热时产生大量的流动液体，液体粘度大，液体比气煤稳定，所生成的焦炭融熔性良好，但由于肥煤转变为焦炭时，其内部应力未及松弛的关系，从而产生较多的横裂纹，焦炭易碎成小块。肥煤所炼制的焦炭融熔性较好，在焦根部份有蜂焦，有些肥煤膨胀压力较大，在使用时应给予适当的注意，肥煤是配煤中的重要成份，因为它具有很强的粘结能力，从而可以粘结很大一部份不粘结或弱粘结的煤而成为强度较好的冶金焦炭。肥煤与瘦煤配合能得到强度十分坚固的冶金焦炭。

(5)焦煤——具有中等挥发分与中等胶质层的焦炭，单独结焦性很好，在加热时形成热稳定性很好的液体，单独结焦时能得到块度大，裂纹少，耐磨好的焦炭，过去在工业不发达时，常采用它单独炼焦。但是现今采用它单独炼焦有如下的困难：①收缩度小，膨胀压力大，因此可能发生推焦困难现象，引起焦炉的损坏；②这种煤就其储量来说是不多的，故在配煤中亦不宜多用。在配煤中亦可起到提高强度的作用。

(6)瘦煤——瘦煤变质程度较高，挥发分低，在加热时产生的液量少，一般瘦煤能结焦，结成焦炭的块度大，裂纹少，表面看起来熔融性差，有颗料物质存在，焦炭不耐磨，此种煤加入到配合煤中可提高焦炭的块度。

(7)贫煤——比瘦煤的变质程度为深,挥发分在 10 ~ 20%,在加热时不产生液体物质,因此它不具有粘结性,在高温隔绝空气的情况下不结成焦炭,但可以少量配入作为瘦化剂用,加入贫煤时,贫煤最好经过精细的粉碎。

(8)无烟煤——无烟煤是变质程度最深的煤,它所含的挥发分最低,加热时不产生液体物质,高温情况下不结成焦炭,有时在瘦煤缺乏的地区,当配煤中煤料较肥时,可以加入少量的无烟,但无烟煤须经过细粉碎。无烟煤也可以直接用来炼铁,它适合于小型高炉使用,但在使用无烟煤炼铁时,必须注意到无烟煤一定要成块,同时无烟煤要具有在高温下不爆裂成粉状的特性,如果遇有热稳定性不好的煤,可以采用预热的方法,加以处理后使用,我们曾试用了京西门头沟的无烟煤在小高炉上炼铁是有很大成效的。

除上述的一些煤种外,尚有一些过渡性质的煤种,它们兼具有两种不同牌号煤的结焦性质,在我们使用的过程中,一定要考虑到它们的结焦特性。

第四节　配煤原则

选择炼焦用煤必须满足下列各点要求:

(1)根据本区域煤质条件,达到使用部门对焦炭质量的要求。

(2)在一定的经济区域内考虑资源的平衡及供应。

(3)在现代炼焦炉内,炼焦时不会产生对炉砖具有危险的膨胀压力和推焦困难。

(4)根据本区域条件做到合理运输。

(5)根据本区域煤的条件提供大量炼焦化学产品及煤气。

(6)根据条件达到最低的装炉煤成本。

第五节　配合煤的指标

单独煤或混合煤其最重要的特性乃是它们的结焦性。结焦特性是用来确定作为进行炼焦生产操作过程的原料——煤或几种煤混合后的适用性。

影响结焦性的主要因素之一,乃是煤在加热时所生成的胶质体的性能,此外煤在转

变到胶质状态时所产生的膨胀压力也对它有影响。

焦炭的结构、收缩度、裂纹的大小和特征的种种性质是用来作为最后决定焦炭的筛分组成。脆度和磨损程度是决定试验焦炭的机械强度。这一切都决定于煤的结焦性。

在生产条件下进行炼焦试验是结焦性最明显和完满的评价方法。虽然如此，人们部希望能花费最少的时间与代价作出相当正确的对煤的评价，但是到目前为止尚没有一个完善的试验室方法来评价配合煤的结焦性。

一、配合煤的灰份

煤中灰份可以全部转至焦炭中，灰份的多少决定了焦炭质量的好坏。焦炭的灰份愈高，在高炉熔炼时所需要的熔剂量愈大，这样使得高炉利用系数减低。许多试验证明，灰份每增加 1%，生铁将减产 2.5%，同时灰份中的大颗料与焦炭中的有机物质不能结合起来，使它们分开的表面便是裂纹的开始，这种裂纹是由于焦炭物质和矿物粒子不同体积热膨胀系数和收缩系数而产生的，如矿物粒子很大，则裂纹变宽变长，因而体牢固的粘着，从而也会使焦炭的耐磨变坏。我国大焦炉焦炭的灰份除个别情况外，一般在 13% 左右或 < 13%。配合煤的挥发分可以按可加性计算。

二、配合煤的硫份

配合煤中约有 70 ~ 80% 的硫份残留在焦碳中。硫份是高炉最有害的敌人，硫份每增加 0.1%，生铁减少 2.5%，同时它是生铁中硫的主要来源。当它转至生铁中时，生铁呈热脆性，在赤热煅烧下，质地不坚硬，用于机械加工时往往发生裂纹。因此含硫高的焦炭决不会冶炼出质量高的生铁，同时硫份还会加速铁的腐蚀，人们为了得到合格的焦炭，必须增加炉渣碱度以中和焦炭中的硫含量，因此在冶炼时必须多加石灰石，由于多加了石灰石同时也增加了焦炭的消耗量，高炉将大大减产，高炉要求硫份愈低愈好，我国大焦炉焦炭的硫份一般在 0.7% 或小于 0.7%。硫份可以按可加性计算。

三、配合煤的挥发分

配合煤的挥发分是根据单种煤的挥发分来确定的，因为挥发分是可以按照可加性来计算的，一般焦煤挥发分在 25% 左右，挥发分过高说明煤料气煤较多，从而会引起冶金焦炭块度的下降，因此配合煤的挥发分一般配至 32% 以下可以得到块度较大的冶金焦炭。

四、配合煤的胶质层

胶质层也可以按可加性计算，胶质层是代表煤加热时产生液体的数量，因此配合煤

中必须具有一定的液体物质从而可以粘结其他不能熔融的物质，使之成为坚固的冶金焦炭，胶质层测定可以得到 X、Y 和曲线三种指标，X 数值可以估计煤的最终收缩度是否可能引起推焦困难的因素，Y 代表配合煤产生液体的数量，这个数字在目前我们所作的配煤比中一般 >14 毫米以上。曲线形状可以帮助我们观察煤在加热时膨胀收缩的情况，因此胶质层的指标能够告诉我们配合煤能否产生足够的液体数量以粘结其他惰性物质。

第六节　焦炭质量

高炉的操作是由化学方面及物理方面的许多因素来决定的。一般认为 在一定的化学成份下，焦炭的物理机械性质的最重要指标，是筛分组成和由高炉加料口至炉缸的路程中焦炭能保存原来筛分组成的能力——即为从高炉料口至炉缸抵抗破碎和磨损的能力。众所周知，高炉炉料对向上流动的气体阻力，大部份取决于焦炭的筛分组成。焦炭之间的空隙愈大，此阻力就愈小，焦炭在高炉中起着疏松的主要作用。所以块度均一的，并且相当大的焦炭，比起块度不均一的焦炭有着许多优点。

焦炭块的大小和形状方面存在着一定的规律性。良好的冶金焦炭具有纵断面大于横断面的柱状形。质量差的焦炭它们是呈不规则的形状，其表面常常弯曲。

小块、易碎、裂纹多和机械强度差的焦炭与小块石灰石便是构成高炉中炉瘤的基础。

粉焦是高炉最不希望有的，大量的碎焦进入炉缸，高炉的热平衡遭到破坏，炉料将不顺行，要保持高炉恢复正常，必须使高炉慢行，风量减少，这样生铁将会减产。

高炉对焦炭机械性质的要求，就是要限制它的磨损性和破碎性，磨损和破裂是冶金焦炭两种独立的破碎过程，表示出它们完全不同的本性，焦炭破碎是沿着裂开的裂纹发生的，裂纹之间的距离大小即为焦炭块度的特征，磨碎是在焦炭表面相互磨擦的情形下发生的，即为一种表面薄层的分离现象。

为了表明冶金焦炭抵抗破碎的特征，一般选择转鼓后 >40 毫米级的产率。>40 毫米级的产率愈高，则说明冶金焦的抗破碎性愈好。评定焦炭破碎性的许多方法，通常都应用这个指标，并且认为这级焦炭达到高炉风口愈多，其机械性质愈好。因此，作为冶金焦炭的抗破碎性指标，一般是采用大于 40 毫米一级的产率。

焦炭的耐磨性应当用小于 1 毫米的焦粉的产率来表示，但实际在工厂中，采用细筛是有困难的，也容易造成差误，而 1～10 毫米级产率并不多，故生产上常用 <10 毫米一级

表示焦炭的耐磨性。

焦炭的块度指标和均一性指标，对高炉操作来说是具有重大意义的，因为这个性质在很大程度上，决定了高炉料柱的透气性。焦炭的块度指标，往往以筛分后 > 60 毫米一级表示之，焦炭块度的均一性是按 40 ~ 80 毫米一级来鉴定，可按下式计算出焦炭的均匀系数：

$$K = \frac{(40 \sim 80)\text{级含量}(\%)}{(>80\text{级}\%) + (40 \sim 25)\text{级含量}(\%)},$$

式中　K——均匀系数。

K 值愈大，块度就愈均匀，在高炉作业中希望得到的焦炭其均匀系数愈大愈好，因为可以保证炉料有足够的透气度。

对焦炭粒度组成有影响的因素，除煤的结焦性外，炼焦炼温度制度也有很大的影响，表 9 – 4 – 1 表明各种结焦时间和各种温度与焦灰质量指标的关系。

表 9 – 4 – 1　炭化时间和焦炭质量指标的关系

焦炭的质量指标	结焦时间(小时)			
	20	18	16	14
灰份(%)	11.87	11.77	11.82	11.60
挥发分(%)	0.92	0.98	0.98	0.95
转鼓试验的残余量(公斤)	331	323	321	322
残余中 + 25 毫米级含量(公斤)	28	31	35	41
残余中 – 10 毫米级含量(公斤)	42	46	44	36
筛分组成(%)级别：(毫米) + 80	51.2	46.1	43.6	34.4
80 ~ 60	31.3	33.3	34.4	37.9
60 ~ 40	15.2	17.6	18.6	23.9
40 ~ 25	1.5	1.8	2.2	2.5
– 25	0.8	1.2	1.2	1.3
平均粒度(毫米)	71.3	68.3	67.3	64.0
均匀系数	0.456	0.499	0.524	0.610
测温火道的温度(℃) 机侧	1190	1202	1271	1355
焦侧	1235	1243	1328	1390
焦饼中心的温度(℃)	1002	952	994	944
结焦速度(度/分)	1.9	2.7	3.54	4.3

所进行的试验方案，焦饼中心的平均温度波动范围很小。

结焦时间为 20 小时，所得的焦炭强度最大，结焦时间缩短至 18 或 16、14 小时，所得焦炭鼓内残留量变化不大。结焦时间缩短时，鼓外 10 ~ 0 毫米一级将会下降，而 25 ~ 10 毫米一级有所提高。可以认为，随着温度的提高和结焦时间的缩短，焦炭的裂纹率将增多。

结焦时间的变化不但反映在焦炭的筛分组成上，也反映在焦炭平均粒度和均一性上。例如将结焦时间从 20 小时缩短至 14 小时，焦炭的平均粒度有所减少，大于 80 毫米一级的粒度减少了，80 ~ 60 毫米级的含量有所增加。60 ~ 40 毫米级增加得更为显著，这两个数字的增加之和，相当于 > 80 毫米一级的减少量。

因此，当缩短结焦时间时，焦炭粒度的百分数发生了变化，这个变化将提高焦炭的均一性，而使焦炭的平均粒度降低。

影响焦炭质量的另一个加热制度，即焦饼中心最终温度的变化。在本试验中随着焦饼中心温度的提高，鼓内残留量也有提高，而鼓外 > 25 毫米级的含量稍有增加，< 10 毫米的焦末则显著降低，因而随着焦饼中心温度的提高焦炭的耐磨变好，而抗破碎性则变坏一些。

本试验的结果表明，在所试验的温度范围内炼焦最终温度提高时，鼓内残留量和焦炭的均一性、裂纹率有所提高，而它的块度、磨损性和气孔率则降低。

第七节　配合煤的选择

配合煤的选择是煤的准备和焦炭生产中极重要的阶段。为了进一步地改善配煤过程，必须专门的进行研究，除了研究煤的结焦性、粘结性而外，促进炼焦用煤进一步的改善，保证配合煤的准确性和规定配合煤最适宜的粉碎度是特别重要的一环。

在制定配合煤时，首先应该确定各组份的牌号，煤的粘结性、结焦性、硫分、筛分组成和可选性。当我们获得了单种煤的煤质资料时，即应该深入的研究煤田的资源条件，确定配合煤的技术经济指标，在确定配煤比时，应首先考虑近地矿井所产原煤利用的可能性，煤的储量情况，矿井距钢铁厂的距离、运输流向、配煤条件、有否洗煤车间等。

所有煤都能配合炼焦、无烟煤、贫煤、瘦煤、气煤、长焰煤、褐煤等弱粘结煤、不粘结煤配入量的多少除了决定配合煤的粘结性而外，另一个重要的因素乃决定于其煤料的预处

理。因此配合煤中各种牌号的比例数值没有一个固定的公式，而应考虑本地区煤的特点，作为主要炼焦原料，进行合理制备与配合，其在配合煤中的比例，应在单种煤的结焦性质的基础上加以分析利用，其配合后的指标，应达到上述的种对焦炭质量要求的指标。

在制订配合煤时应考虑到高炉的容积及用户对象，制定各种不同的配比。

第八节　配煤的试验方法

一、几个地质术语

从地球形成到现在，已经有几十万万年的历史，地球历史分期如表 9－4－2 所示。

表 9－4－2

代	纪	主要生物	距离现在的年数
新生代	第四纪	人类时代	1,000,000
	第三纪	兽类时代	58,000,000
中生代	白垩纪	爬行动物——龙的时代	127,000,000
	侏罗纪		152,000,000
	三叠纪		182,000,000
	二叠纪	造煤时间	203,000,000
	右炭纪		255,000,000
古生代	泥盆纪	鱼的时代	313,000,000
	志留纪	无脊椎动物时代	350,000,000
	奥陶纪		430,000,000
	寒武纪		510,000,000
元古代	震旦纪	原始单细胞时代	
太古代	五台纪	没有生物时代 （生物的有无，尚无化石证明）	
	泰山纪		

（一）煤系

含有煤层的地层叫做含煤系或煤系。含煤系岩层常分成若干组地层。

（二）煤层

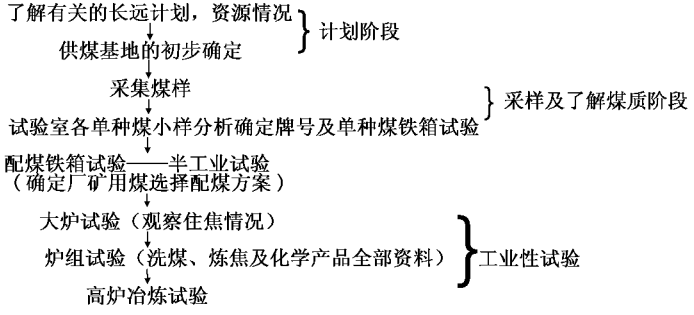
复在煤层上边的岩层，叫做煤层的顶板，垫在下面的岩石，叫做煤层底板。煤层厚度一般地说就是从顶板到底板的距离。煤层和岩层一样有倾斜角、走向、煤层的走向、斜倾和厚度叫做煤层埋藏的三要素。

煤层的厚度可分为总厚度，有盆厚度和可采厚度。总厚度即包括煤层中夹石的厚度。有盆厚度即除去夹石的厚度为纯煤厚度。可采厚度是指在当时技术与经济条件下值得开采的厚度。煤层厚度极不相同。在一个含煤系中可采煤层的总厚与煤系厚度的百分数称为含煤系数。有些煤田沿走向厚度变化很大，至边沿地区有时渐消失称之为尖灭。

(三)储量

为了使埋藏量准备可靠，必须确定埋藏量的等级，并说明埋藏量的质量，将储量分成下列的级别：A、B、C 三类。A 类中又分为 A_1 和 A_2 两级，B 类只有一级，C 类也分 C_1 和 C_2 级，三级的划分主要是按勘探了解程度的不同而分的。

二、配煤试验的步骤



试验中各个阶段的内容如下：

(一)计划阶段

计划阶段是配煤试验调查研究工作，在了解资源情况后，能正确掌握各煤矿地质资源、煤田性质的规律、生产规划及情况及各煤层的煤质性质。然后根据有关的长远规划，工厂对焦炭数量与质量的要求。并充分考虑到运输距离以及各厂的合理调配等具体条件来初步确定供煤基地，当用煤基地已有足够资料时，可以拟配煤方案。在考虑配煤方案时，应考虑到开炉方案，即开炉时一般需要稍高的挥发分，以保护新焦炉的炉体，同时使煤气量较多，有利于新工厂的开工。制定方案时可有两种方案，一种是近期用煤方案，这种方案主要是根据现有煤矿生产能力来考虑的，一种是远期用煤案，这种方案主要以煤的储量及远景发展情况作为依据。

(二)采样阶段

根据工厂可能用的煤种，采取铁箱分析试样，采取铁箱铁试验样必须要通过煤层的氧化带，离断层，火成岩侵蚀处较远的地方，以免影响煤的性质。采样可分刻槽取样及采

生产煤样两种，采样的数量须根据需要来确定。

（三）半工业性试验

铁箱试验分单独煤与配煤两种，单独煤试验的目的是确定煤的结焦性质，以便指导配煤方案的编制，铁箱配煤试验是为了进一步了解各种煤配合后的结焦情况，并找出适当的配煤比以便指导大炉试验。

铁箱试验是在大炉试验所采用的炉温制度下进行的，所得结果，是符合生产情况的，因此它能指导生产试验。

铁箱试验可用人工洗选的方法进行配制煤料，装箱煤料的细度要求 < 3 毫米一级达 90% 以上。每个方案装两箱，试验的焦炭坠落两次后进行筛分析，取 > 40 毫米一级 25 公斤进入小转鼓，经 100 转及 225 转后筛出各级的焦炭评定其质量结果。

三、工业试验

（一）大炉试验

大炉试验是完全在生产条件下进行的，大炉方案是从铁箱配煤方案中选择出来的，经济与技术指标较好的方案在近代炼焦炉内装入 6 ~ 10 孔进行焦化，焦炭按生产条件取出三个大转鼓试验，大炉试验的目的主要是观察推焦情况及得到配合煤的最终评价。

（二）炉组试验

根据大炉试验结果，找出最适合的配煤方案，再通过全组炉试验，得到整个生产流程操作数据及化学产品回收全部资料，这些数据可提供煤田远景发展及编制生产计划的依据。

（三）炼铁试验

炼焦的最终目的是为炼铁服务的，那么所炼的焦炭在高炉中使用的情况如何，可以通过炼铁试验来加以证明。试验除按高炉作业现有制度进行记录及检验工作外，并进行高炉缸口及风口焦炭的取样，分别进行筛分试验及抗机械强度试验。

工业性的试验，一般可以不需要全部进行，仅（1）项在需要的情况下进行，后两项可根据所具备的条件试验。

第五章　配煤炼焦试验

第一节　配煤试验的目的及步骤

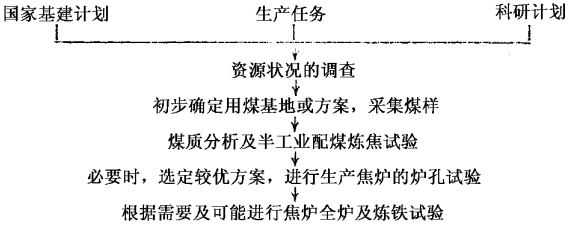
一、配煤试验的目的

(1)为新建炼焦厂寻找供煤基地,通过试验确定经济合理的用煤方案;

(2)经常试验新建煤矿的煤质情况、评定其在炼焦配煤中的效果、测定某些煤种或配煤的最大膨胀压力,不断扩大煤的资源利用;

(3)对于生产上已使用的炼焦煤料,进行加热制度、煤料干燥、预热处理、破碎加工、掺入添加物等工艺试验,提供提高产量,改善质量的措施方案。

二、配煤试验的一般步骤



三、煤的资源调查

为了合理利用国家煤炭资源,应对煤矿进行资源调查,准确地了解情况,做为制定方

案的基本依据。

炼焦煤资源调查的范围应当包括：

(1)煤矿的名称、地理位置、矿井数、主要开采煤层、开采深度和矿井年产规模；

(2)煤矿贮量及开采年限。根据年度计划平衡表所载，生产煤层的近期及远景贮量；

(3)煤矿开采及加工方式。原煤粒度筛分，灰份及硫份的分布。有无筛选设备，是否在矿山进行筛别或洗选。洗煤厂的规模和地点、洗煤回收率和洗煤灰份；

(4)有关煤矿开采的原始煤质鉴定结果、工业分析、可选性试验和炼焦试验的原始报告；

(5)煤矿与炼焦厂的铁路或水路运输距离。煤旷与洗煤厂的运输距离、地理位置。

根据试验任务和目的确定重点调查内容，调查结果应列入试验报告。

四、煤样的采集和缩制

根据不同的试验目的和要求，采集不同的煤样。采样数量根据试验计划而定。配煤炼焦试验一般以采集煤层煤样，生产煤样和商品煤样较为常见。采集和缩制方法的选择与制定原则应是 确保煤样具有充分的代表性。

煤层煤祥和生产煤样的具体采集方法，根据国家标准 GB482—64，GB481—64 规定进行。

商品煤样是代表商品煤平均质量的煤样。商品煤样从各种车辆上采集，或在装车之前从运输机上的煤流中或运输机头的煤流中采集。具体采集方法，根据国家标准 GB475—64 规定进行。

炼焦生产煤样系指从炼焦厂焦炉生产用煤中采取的煤样，一般在运煤皮带上采取，具体采集方法 :两人在运煤皮带两侧同时用铁锹在有效取样时间内取代表性煤样。

采集的煤样，应很好包装以避免混入异物并封装贮存，妥善保管。煤样保存期不应过长，一般最好不超过 60 天，以免因氧化失去代表性，一时不急用的煤样，不做破碎和洗选，以减少氧化机会。存放较久的煤样要定期抽样检查，变质的煤样不能使用。

第二节　配煤炼焦的试验设备

整个配煤试验工作包括的取样、洗选、破碎、炼焦和检验都是繁重的工作，因此，单靠

工业试验是不可能也不经济的。配煤试验的实验室设备及半工业设备是指以较少量的煤样,能较精确地预测工业生产结果的设备,其设备有下列几种:

(1)为了进行配煤试验以预测焦炭质量为主要目的的设备有 2 公斤试验焦炉,45 公斤试验焦炉,铁箱试验及 200 公斤试验焦炉;

(2)以测定炼焦煤在炼焦过程中的膨胀压力为目的的设备有 4.5 公斤膨胀压力炉,带活动墙的 200 公斤试验焦炉;

(3)以测定炼焦煤炼焦化产回收率为目的的设备有 5 公斤化产回收测定炉。

目前以带活动墙的 200 公斤焦炉最普遍,既可测定膨胀压力,也可将活动墙固定专做配煤试验之用。

现将以上设备分述如下:

一、2 公斤试验小焦炉

在实验室作为烟煤或配煤结焦性测定设备的 2 公斤焦炉,因为具有装煤量少、操作简单和调节灵活等优点曾引起了人们的注意。但也因其平行试验误差较大,结焦速度过高,六面加热等严重缺点,对低变质年代的气煤和大量配入气煤的煤料所炼制的焦炭,其强度与生产上对比有时得到相反的结果,因而没有继续探索下去。鞍山焦耐院研究室过去用过的 2 公斤试验焦炉操作要点如下:

装炉铁箱有效尺寸为 160 × 110 × 165 毫米

每箱装干煤约	2 公斤
干煤堆比重约	0.70 吨/米^3
装炉煤细度	全部小于 3 毫米
装炉煤水分	8%

小焦炉用硅碳棒加热。升温制度为(指炉墙温度):900℃装炉,30 分钟内恢复到 700℃,然后按下列制度升温。

700 ~ 760℃,每分升温 3℃

760 ~ 850℃,每分升温 2℃

850 ~ 940℃,每号升温 3℃

940 ~ 1000℃,每分升温 4℃

> 1000℃,每分升温 5℃

炉墙两测温差不超过 10℃,结焦时间 150 分钟。

焦炭成熟后,干法熄焦。然后自 1.8 米高处落下二次,大于 40 毫米的焦炭在直径

354 毫米，宽 264 毫米的转鼓内进行强度试验。转鼓转速为 50 转/分。以 300 转后大于 40 毫米的重量百分数作为强度指标；500 转后小于 10 毫米的重量百分数作为耐磨指标。

平行试验误差规定为：

强度指标≤6%　　耐磨指标≤2%

二、45 公斤试验焦炉

45 公斤试验焦炉是单孔电热式半工业性试验焦炉，此炉是为中、小型焦化厂（例如 66 型焦炉）做单种煤或配煤的半工业性炼焦试验之用，其尺寸见表 9－5－1。

表 9－5－1　试验焦炉的主要尺寸

名　称	单　位	指　标	备　注
炭化室：全　长	毫米	1170	
有效长	毫米	620	
全　高	毫米	390	
有效高	毫米	300	
宽　度	毫米	350	无锥度
有效容积	米^3	0.065	
炭化室墙厚	毫米	65	镁铝标准砖
炭化室一次装煤量（水份 8%）	公斤/孔	45	

炭化室两侧墙采用硅炭棒加热，硅炭棒系竖放。每侧各串联六根硅炭棒，然后将两侧并联。

硅炭棒规格如下：

加热体长	300 毫米	直径 18 毫米
冷端长	350 毫米	直径 28 毫米
允许负荷	1200℃时	3.5 瓦
	1300℃时	2.4 瓦
	1350℃时	1.7 瓦
	1400℃时	1.0 瓦

工作用电总电压最高为 400 伏，电流为 40 安，标称功率 400 × 40 = 16 瓦。

炼焦过程中的炉墙温度控制在 1030 ~ 1050℃之间，它是以设置在炭化室一侧外墙（相当于炭化室墙煤料面积的中心位置）的热电偶所测量的温度为标准。

当炭化室外墙温度达到 1030～1050℃，并恒定 30 分钟后装煤，装炉煤细度（< 3 毫米）为 85 ± 2%，水分控制在 8～9%，一次装煤量（湿重）45 公斤，煤料从煤斗的底部距炭化室底部 1.8 米处沿导筒自由落入炭化室内，平煤后用铁板将炉内煤料上部表面稍稍压紧，将带有金属保护套管的热电偶从炉门的小孔插入煤料的中心位置以测量焦饼的中心温度。装煤后，炭化室炉墙温度在 2.5～3 小时内恢复到 1030～1050℃并维持此温度至炼焦终了。结焦时间 11 小时，焦炭推出后立即用水喷洒熄焦。

将焦炭烘干至含水分约 4～5%，然后自 1.8 米高处坠落两次，用 80、60、40、30、20、10 毫米的圆孔筛子筛分，筛分采用手穿孔，并算出各级焦炭的筛分百分组成。从 > 40 毫米各级焦炭中按比例取出总重 15 公斤焦炭，放入 15 公斤小转鼓中进行焦炭机械强度检验。转鼓规格为 鼓宽 300 毫米，其余尺寸及结构均与直径 1 米的米库姆小转鼓相同，转鼓转速为 25 转/分。焦炭经 100 转后取出，同样用 80、60、40、30、20、10 毫米的圆孔筛子筛分，筛分采用手穿孔，并计算出各级焦炭产率。

焦炭机械强度用两个指标来表示：> 30 毫米级产量的重量百分数和 < 10 毫米级产量的重量百分数，两者分别用 M_{30} 和 M_{10} 表示。

焦炭机械强度的两个指标均采用两个平行试验测定值的平均值作为最终结果。两个平行试验的容许差别，对 M_{30} 指标为不超过 3%　对 M_{10} 为不超过 4%。

本设备的特点是设备及用煤量均较小，由于采用电加热，温度容易调节。在电力不够充足的地区也可考虑用煤气或燃料油加热。但应注意保持炉墙温度稳定和均匀。

上述操作条件（例如炉温控制）是当时为鉴定本设备对单种煤或不同配煤炼焦试验的灵敏性和重现性而制订的。至于用同一煤样在本设备炼制的焦炭其机械强度与 66 型焦炉生产焦炭的机械强度尚未进行对比试验，这工作有待进行。

三、铁箱试验

对于缺乏条件建立试验炉，但又需要试验时，则可将煤样装于铁箱中，放在现有焦炉中与正常煤料同时加热，推出焦炭，熄焦后，将铁箱打开，取出焦炭进行检验。

铁箱以 1.5 毫米厚的铁板制成，一般长 500～700 毫米，高 400～500 毫米，宽度约比焦炉焦侧窄 50 毫米左右。铁箱四周及顶盖均打有小孔，以便逸出煤气。铁箱装入炭化室时应防止震动，并要在铁箱底下铺一层装炉煤。

铁箱试验劳动强度大，铁箱每做一次即行报废，且加热速度依焦炉而定，又由于炉头温度低，试验不易准确，因此近来很少采用。

四、4.5 公斤膨胀压力炉

4.5 公斤膨胀压力试验炉两侧系用硅碳棒加热，每侧 9 根硅碳棒，炉宽 100 毫米，高 260 毫米，长 300 毫米。固定墙在试验过程是不动的，活动墙挂在四个角柱上，并将压力传至测量仪器，测量膨胀压力方法与 200 公斤活动墙试验焦炉相同。

煤料粒度 < 3 毫米，一次加煤量 4 公斤左右，煤样经空气干燥，装炉煤水份控制在 2% 左右。炉子在加煤前用石棉绳塞好，当炉温达到 750℃时由煤斗将煤自由落入碳化室并将煤料表面拨平（不捣固），平煤后测量炉顶空间高度，一般炉顶空间高度保持在 30 毫米左右，盖好炉盖，接上烟囱，开动抽风机。加煤后 30 分钟使炉墙温度达到 750℃，然后以 3℃/分速度升温，试验共需 2.5 ~ 3.0 小时，在最大峰值出现后曲线开始下降至平滑，试验即告结束。

本试验特点是用煤量少，试验周期短，因此在煤样少又需多做方案时，可先在 4.5 公斤焦炉测定膨胀压力（见表 9 – 5 – 2）。由于 4.5 公斤焦炉炉幅小，所测压力值偏高，测得数据仅做为 200 公斤焦炉选择配煤方案的参考，最后还应在 200 公斤焦炉上测试所选方案的膨胀压力（见表 9 – 5 – 2）。

表 9 – 5 – 2　4.5 公斤与 200 公斤试验焦炉膨胀压力测试值的关系

焦炉类型	膨胀压力（公斤/厘米^2）		
4.5 公斤焦炉	0.199 ~ 0.286	0.272 ~ 0.377	0.482 ~ 0.506
200 公斤焦炉	0.06 ~ 0.08	0.081 ~ 0.095	0.16 ~ 0.17

由表中数据可以看到，4.5 公斤焦炉膨胀压力测定值为 0.40 公斤/厘米^2 左右时，200 公斤试验焦炉的膨胀压力测定结果约为 0.10 公斤/厘米^2。不过这种关系不是固定不变的，随着焦炉炉体传热情况、加热制度、操作条件等变化，4.5 公斤焦炉所测压力值变化较大，因此，当条件变化时需要通过试验对表中数据进行核对。

表 9 – 5 – 3　4.5 公斤焦炉所测单种煤膨胀压力值

矿井名称	牌　号	V^r（%）	Y（毫米）	基氏最大流动度 a_{max}（圈/分）	奥亚膨胀度 b（%）	膨胀压力（公斤/厘米^2）
永仁太平场 F_6，H_4^a，G_3，G_4，G_6 层混样	K	21.01	16	4.5	25	0.495
永仁花山 H_5，K_1，D_2^b 层混样	K	19.73	15	1.5	5	0.471

矿井名称	牌　号	V^r(%)	Y(毫米)	基氏最大流动度 a_{max} (圈/分)	奥亚膨胀度 b(%)	膨胀压力 (公斤/厘米^2)
永仁宝顶 H_2^a,D_2^b,E_1 层混样	ПС$_2$	17.41	10	0.08	-20	0.35
永仁宝顶 G_4^a,E_2,E_6 层混样	ПС$_1$	15.68	8	0.025	仅收缩	0.15
一平浪 K16,K15 混样	КЖ$_1$	25.42	27.5	13.5	120	>0.65
水城那罗寨 101 层	КП	20.16	13	—	50	0.328
水城那罗寨 407 层	ПС$_2$	19.50	8.5	0.05	5	0.163
水城二塘 401 层	ПС$_1$	19.25	8	—	-10	0.225
水城二塘 508 层	К	24.34	21	—	110	0.145
水城大河边汪家寨 601 层	ЖК$_2$	27.72	24	—	190	<0.1

五、5 公斤化产回收测定炉

设备足模拟焦炉的加热条件,利用一个圆柱形干馏甑,装入约 5 公斤小于 3 毫米的煤样测定单种煤或配合煤的炼焦化学产品的回收率。

主要设备由高温炉、干馏甑及回收系统所组成。

高温炉 内部由带有沟槽的耐火砖砌成,沟槽中放有电热丝。炉子能升温到 1000℃,根据试验要求,其上部和下部分别加热,并带有电气调节装置。

干馏甑 甑体为圆柱形,由白钢制成,内径 150 毫米,高 850 毫米,壁厚 6 毫米并带有密封的盖子,其内径 150 毫米,高 400 毫米,深入甑体上半部与内热套筒构成热解室。甑体下半部为炭化室。盖子上固定有三根分别测定甑内焦饼中心、炭化室及热解室温度的热电偶保护管。

试验操作 将装好煤样的干馏甑吊入预热至 950℃并已断电的高温炉中,在 2~3 分钟内接通回收冷凝装置,连接甑内热套电线,插入测温热电偶,然后全部通电,按下列制度升温:

试验开始后	热解室温度	甑内炭化室壁温度
17～20 分钟	750 ± 10℃	500～550℃
30 分钟	825 ± 5℃	700 ± 10℃
30 分钟以后	保持 825 ± 5℃	以 1.5℃/分钟升至 900℃维持半小时

试验过程中每 10 分钟记录各部温度一次，并随时调整甑内压力维持在 100 ± 10 毫米水柱。煤气的取样分析在开始 30 升不取样，因回收系统混有空气，然后按 1% 的量取样。

当焦饼中心温度升至 900℃后，维持 30 分钟或煤气发生量少于 0.5 升/分钟时，试验即告结束。从装炉后到试验结束的全部时间约 185 ± 5 分钟。

根据回收系统所回收的化学产品进行定量分析并计算出焦炭、焦油、化合水、氨、粗苯及煤气的产率。

根据炼焦工业多年实践表明，在一般情况下如配煤挥发分相差不大，各化产回收率相差也不大，因此该设备应用不广。

六、200 公斤试验焦炉

200 公斤试验炉为我国最常用的配煤炼焦试验设备，目前专为顶装式焦炉做单种煤或配煤的炼焦试验和测定膨胀压力。如配置有煤饼捣固机则可进行捣固炼焦试验。

我国第一座带有活动炉墙的 200 公斤试验炉是 1964 年在包头钢铁公司建成的，这种试验炉的主要传热部份是用铝镁砖砌筑。

包钢的 200 公斤试验焦炉建成后曾经过一系列调整试验，摸索出一套操作制度，实践证明完全能达到配煤试验目的。此后，首钢、武钢、重钢、鞍钢也先后建立此炉子并做了若干改进。本钢于 1968 年也按同样炉型用矽砖建成一座不带活动墙的试验炉。

焦炉炉体是由一个不带锥度的炭化室和两个燃烧室构成。活动炉墙砌在一个平放在双轨上面的可动小车上。炉顶部分用槽钢悬吊在炉体框架上。

每个燃烧室有三个立火道，一个水平烟道及一个烟道管。每个立火道设有上、(中)、下三个测温孔。炭化室两端各有一个折页式泥封炉门。炉顶有一装煤孔、一个荒煤气放散管。

焦炉炉体简单结构如图 9－5－1 所示。

配合焦炉操作的还有 1 台推焦机、1 台熄焦车和一个单轨吊车提升的装煤斗。

焦炉的活动墙侧装有一套测定装炉煤膨胀压力的装置。

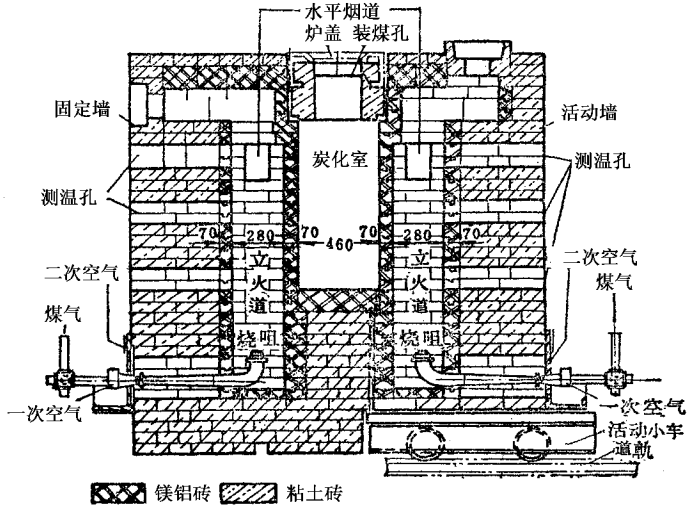


图 9－5－1　焦炉炉体简单结构图

燃烧室及炭化室均用具有导热性良好、无晶体转化点、抗急冷急热性强、弹性模量大、受压变形小等优点的铝镁砖砌筑。其余部分采用粘土砖和轻质粘土砖砌筑。

焦炉的主要尺寸及操作技术指标

炭化室

全长	1640 毫米
有效长	800 毫米
全高	1050 毫米
有效高	900 毫米
宽度	450 毫米
有效容积	0.32 立方米
结焦时间	16 小时
立火道标准温度	1050℃

焦炉砌筑后，根据炉体所用耐火材料性质烘炉升温速度可按表 9－5－4 进行。

表 9－5－4　烘炉升温速度表

温度范围（℃）	温差（℃）	升温速度（℃/天）	需用时间（天）	孔板直径（毫米）
室温～150	130	65	2	临时管道
150～300	150	150	1	3

温度范围（℃）	温差（℃）	升温速度（℃/天）	需用时间（天）	孔板直径（毫米）
300～700	400	200	2	5
700～900	200	200	1	7
900～1050	150	150	1	7～9

这种带活动墙的焦炉如果不测定膨胀压力而专做配煤试验时，应将活动墙固定。倘若该地区不论对单种煤或配合煤都无测膨胀压力的必要，也可将活动墙部分按固定墙砌筑，成为一固定炉幅的试验炉。

200 公斤焦炉膨胀压力测定装置的示意图如图 9－5－2，A 为炭化室内煤料，B 是固定墙，C 为活动墙，在活动墙 C 与槽钢框架 I 之间安装有压力变送器 D，煤料 A 在加热过程中由于胶质体形成和气体析出，产生了膨胀力 P′，而当两侧胶质体汇合时产生了最大膨胀力 P，然后，又逐步下降。这一膨胀力在炼焦过程中同时作用于 B、C 两炉墙，当力 P′超过了活动墙重力惯性及其它阻力时，将会有一个剩余力 F 推动活动墙并传递到压力变送器 D 和框架 I。但是框架 I 却限制了活动墙的位移，也就是产生了一个反作用力 F。于是，一对方向相反大小相等的力 F 就作用于压力变送器上使其产生应变，并通过测力装置将其变换为电量参数而自动记录下来。为了确定膨胀力 P，在传递过程中的损失（即克服活动墙重力惯性及其它阻力），在烘炉前应进行标定，求得在炭化室内对活动墙施加力 P′与压力变送器 D 反映出来的力 F 之间的数量关系。这样在实际测定煤料膨胀力的就可以由实测的 F 值而求得 P′值。将最大膨胀力 P 除以煤料与活动墙的接触面积就是最大膨胀压力（公斤/厘米^2）。

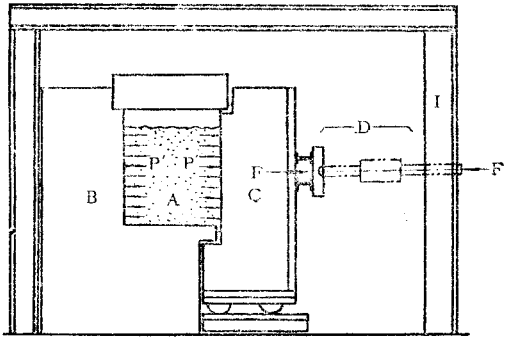


图 9－5－2　膨胀压力测定示意图

测力装置包括压力变送器，直流电源和指示器三个部份所组成。

压力变送器是一金属弹性元件，有环形、柱形及梁式等几种，根据几何形状特性及几年来的试验实践表明，环形压力变送器较好。

环形压力变送器是由一个圆环金属弹性元件及二根压杆组成。在圆环的相应内外表面，贴上电阻应变计组成电桥的四个臂，R_1 R_3 贴于同一侧（同为内侧或外侧），R_2 R_4 贴于同一位置的另一侧（同为外侧或内侧），并按图 9－5－3 连接线路接成一电桥电路。在制作过程中，应严格保证质量，否则将影响测量结果。

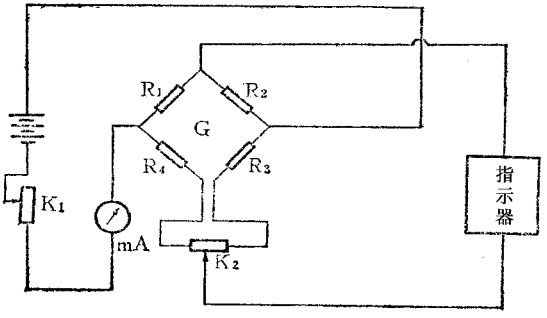


图 9－5－3　测力装置线路连接图

G—压力变送器上贴的电阻片电桥线路；K_1—调工作电流电阻器；K_2—调零电阻器

将此压力变送器于材料力学试验机上进行标定，测定作用力与金属环受力变形后产生的电量关系

$$（即 \underbrace{P-\Sigma}_{金属环}-\underbrace{\Delta R-\Delta V}_{电阻应变计}-\underbrace{\Delta S}_{指示器}）$$

并绘出其关系图（P－mV）。

试验的主要条件：试验所采用的火道温度仍为 1050 ± 10℃，但是煤料水份 < 2%，平均堆比重 0.8 吨/米^3 以上。这和为测定焦炭质量而进行的炼焦试验条件不同，因此，为测定膨胀压力就需要专门装炉进行炼焦。

从长期的试验操作证明，炉温对膨胀压力测定结果的精确度和重现性影响较大，因此在试验时，应特别注意确保炉温均匀和准确。

根据测定记录与环形压力变送器的变形标定曲线，绘出膨胀压力与时间的关系曲线。

从试验所得的数据统计得出，对于同一种煤料膨胀压力的测定误差为 17%，要低于这一误差，最少应重复试验三次，取三次试验的平均值作为此煤样的试验结果。

第三节　200 公斤焦炉试验可靠性的评定

一、200 公斤焦炉的改进和比较

200 公斤试验焦炉由于尺寸小，炉底、炉头两侧和炉顶都形成不同程度的受热面。同时试验焦炉装煤高度比生产焦炉小，使得装煤堆比重仅相当于生产焦炉的顶部煤料。由于这些情况，试验焦炉焦炭强度和耐磨性与同样煤料在生产焦炉所得的结果就有一定的差异。为了尽量减少这一差异，试验中采取下列措施：

(1)根据铝镁砖的热传导系数，选择适当的火道温度，使得炉墙在装煤后的升温速度以及炭化室墙的给热系数与大焦炉相似。实践证明，这一温度以 1050 ± 10℃较为合适。

(2)改善加煤平煤操作，特别是增加装煤高度，尽可能提高装炉煤堆积比重。

(3)在结构上炉底设有空道，减少底部传热。

(4)操作上注意炉墙上下及三个火道温度的均匀。

(5)为了防止试验期间整个炉体平均温度的大量波动，对试验的周转时间予以固定，即所有试验除了特殊要求以外，一律同一时间装煤，同一时间出焦，当空炉时给以一定的热量保温。

目前所有 200 公斤试验炉均能获得与生产相似的炼焦结果，为钢铁新基地选择配煤和改善生产厂的焦炭质量做出了贡献。这些焦炉随着建炉时间的先后，各有所改进，其差别见表 9 – 5 – 5。

表 9 – 5 – 5　各试验站 200 公斤试验焦炉的一些差别

项　目	站　名				
	首　钢	重　钢	包　钢	武　钢	鞍　钢
装煤时落下高度（米）	4 ~ 6	4 ~ 6	2 ~ 4	2 ~ 4	1 ~ 1.5
烟道废气引出方式	炉顶上引出	二侧上引	炉顶上引出	二侧上引	二侧引出，二个烟囱
炉顶	加水冷却	无水冷	无水冷	无水冷	无水冷
试验装干煤量（公斤）	230（堆比重 0.73 ~ 0.74）	240 ~ 250	230 ~ 250	252	220 ~ 230

项　目	站　名				
	首　钢	重　钢	包　钢	武　钢	鞍　钢
装炉煤水分(%)	11	8.9～10	10±0.5	9～10	10±1
火道平均温度(℃)	1054～1063	1030±10	1047～1056	1050±10	1050±10
焦饼中心达900℃时间(小时)	15～16	17	13.9	13	—
转鼓试验条件	当天做,焦炭水份2～9%	焦炭经风干一天后做转鼓	焦炭水分2～4%	焦炭风干一天后做转鼓	焦炭水分1%左右

注 :表内为1965年试验情况。

二、200公斤试验焦炉所得焦炭与生产焦炭对比

为了验证200公斤试验焦炉对于配煤炼焦试验的可靠性,曾采用生产焦炭大转鼓值为335公斤到310公斤的四种区别较大的配煤进行对比见表9－5－6。这四种配煤在生产焦炉进行了好几炉试验,可以认为它们的转鼓平均值能够做为比较基础。用同样的四种配比也同样在试验焦炉进行多次试验取其平均值。在此同时,为了考验过去习惯沿用的铁箱试验,也以同样配比进行了多次铁箱试验。焦炭机械强度指标比较时,对于生产焦炉和试验焦炉均采用米库姆小转鼓(M_{40}和M_{10}为指标)并附有生产焦炉试验焦炭的大转鼓值范围 对于铁箱焦炭因受焦炭数量限制,仍沿用25公斤转鼓,取大于40毫米和小于10毫米为指标,分别以m_{40}和m_{10}表示(见表9－5－6)。

表9－5－6　200公斤试验焦炉、生产焦炉、铁箱试验焦炭强度对比表

序号	生产焦炉试验焦炭大转鼓鼓内残留值(公斤)	强　度			耐　磨			备　注
		生产焦炉 M_{40}	试验焦炉 M_{40}	铁箱 m_{40}	生产焦炉 M_{10}	试验焦炉 M_{10}	铁箱 m_{10}	
1	335以上	74.0	70.6	67.2	7.1	9.8	9.0	生产炉,试验炉各3炉平均,铁箱2个平均
2	330以上	72.2	70.0	66.3	7.6	11.1	11.2	生产炉、试验炉各6炉平均,铁箱3个平均
3	320以上	67.8	65.8	68.7	8.1	11.5	11.9	生产炉、试验炉各6炉平均,铁箱4个平均
4	310以下	64.4	62.2	57.2	8.5	13.2	11.8	生产炉、试验炉、铁箱各2个平均

注 :表内为1964年试验数据。

(1)生产焦炉与试验炉焦炭不论强度 M_{40} 或耐磨指标 M_{10}，其优劣次序完全一致；

(2)用米库姆转鼓(小转鼓)检验试验炉焦炭与生产上沿用的松格林转鼓(大转鼓)所检验生产焦炉的试验焦炭，其优劣次序是一致的；

(3)铁箱试验结果不论与生产焦炉或试验焦炉对比其结果均不完全吻合，可见精确程度较差；

(4)试验焦炉正如前节分析，M_{40} 比大焦炉略低 2～3 个单位，M_{10} 略高 3～4 个单位，尽管如此，由于生产焦炉与试验焦炉焦炭强度的序次相关良好，所以不失为一项能够评定配煤优劣的试验焦炉。

三、各个 200 公斤试验焦炉之间的对比

1965 年底，冶金部组织了包钢、首钢、武钢、重钢、鞍钢五个配煤试验站进行了互换试样的对比试验工作，即每一个试验站同时并在规定时间内准备好五个各 600 公斤的装炉煤样(煤料破碎由发样单位进行，以消除粒度因素)，其中一份自留，四份分寄其它各站，当收到煤样后在规定时间内试验完毕。各煤样性质及试验结果见表 9－5－7，表 9－5－8。

表 9－5－7　各试验站互换煤样的煤质分析

煤样	配煤比(%)								工业分析(%)			胶质层测定(毫米)		奥亚膨胀度(%)		基氏塑性计			罗加指数
	ПС	К	ЖК	$Ж_2$	$ЖГ_2$	ГЖ	$Г_2$	$СС_2$	A^g	V^g	S^g_Q	Z	Y	a	b	最大流动度(度/分)	软化温度 T_p(℃)	固化温度 T_K(℃)	
首钢	—	33	—	33	15	—	—	19	8.29	27.1	0.64	29	19	—	—	—	—	—	—
重钢	—	30	—	—	70	—	—	—	11.34	26.6	0.99	32	15	23	5	1100	388	488	—
武钢	20	—	—	20	20	20	20	—	9.11	29.2	0.81	31	16	18	10	5500	318	479	70
包钢	20	10	20	25	15	10	—	—	9.87	25.9	—	33	18	—	—	—	—	—	—
鞍钢	15	28	—	15	10	—	32	—	9.38	28.2	0.65	38	15	28	－15	196	342	476	52

表 9－5－8　各试验粘互换煤样焦炭机械强度试验结果

试样	M_{40} 各站试验结果						M_{10} 各站试验结果					
	首钢	重钢	武钢	包钢	鞍钢	平均	首钢	重钢	武钢	包钢	鞍钢	平均
首钢样	74.6	73.3	69.6	68.8	72.1	71.7	11.4	12.1	12.0	11.0	10.6	11.4
重钢样	75.6	72.7	72.0	71.8	73.3	73.1	10.4	12.3	11.1	11.4	11.3	11.3
包钢样	72.4	68.5	70.2	68.4	67.6	69.4	10.4	11.0	10.5	9.1	10.7	10.3

试样	M_{40}各站试验结果						M_{10}各站试验结果					
	首钢	重钢	武钢	包钢	鞍钢	平均	首钢	重钢	武钢	包钢	鞍钢	平均
武钢样	72.9	70.0	68.5	68.0	68.5	69.6	11.7	12.4	12.4	11.1	11.5	11.8
鞍钢样	69.7	63.9	67.4	65.7	65.7	66.5	15.6	17.9	14.4	13.9	16.7	15.7

由表 9－5－8 可见：

(1)各试验炉对不同配煤有一定区分能力。

(2)各试验炉间对同一煤样的试验结果存在一定差别，这主要是装煤堆比重和炉温关系(见表 9－5－5)，其它一些差别例如装煤水份，装煤量，转鼓试验方法也多少有些不同。由于这些条件对不同煤种的影响还缺乏足够的试验，所以还不能得出操作条件对于试验结果有何影响的结论。

(3)进行这项对比试验时，有的试验炉刚刚投入使用，有的缺乏长期实践。各站由于操作上的差异，造成了彼此间试验结果的不完全一致，但是尽管如此不论那一个试验炉都对不同的配煤有较好的分辨本领，而且他们所做的评定基本是一致的。但是也需指出，温度、水份、装煤堆比重、结焦时间和强度试验方法等最合理的操作条件，还应不断总结提高和改进，这也是我国 200 公斤试验炉进一步完善化，标准化的重要工作。对于某一个试验站来说，在未标准化以前应当固定操作条件以获得相对的准确性。

第四节　200 公斤角炉的配煤试验操作

200 公斤试验焦炉与生产焦炉焦炭质量有良好的对比性，因此，目前获得了比较普遍的应用。

一、原煤的洗选

洗选的目的是清除原煤中的有害杂质。洗选方法有：小型高频跳汰洗选法，溜槽洗选法和人工洗选法等。在洗选前首先需把原煤破碎到 13 毫米以下，同时进行小型浮沉试验，根据小型浮沉试验结果，制订小洗煤机洗选操作指标。

煤样洗选流程(按小型高频跳汰洗选法介绍)：

<13 毫米原煤样→单斗提升机→煤槽→高频跳汰机→脱水筛→洗精煤
↓　↓　↓
矸石　中煤　煤泥

表 9－5－9　小型高频跳汰洗选法的主要设备及其主要技术指标

设备名称	指标(规格)
自定中心振动筛：	
筛面层数	1 层
筛孔尺寸	13 毫米
筛网有效面积	0.32 米^2
破碎机：	
颚　式	125×175 毫米
反击式	φ500×400 毫米
锤　式	400×175 毫米
高频跳汰洗煤机：	
洗煤机室尺寸	300×300 毫米
洗煤机生产能力	900 公斤/小时
洗煤机处理粒度	0～13 毫米
单斗提升机料斗容积	0.08 米^3
单斗提升机提升最大重量	150 公斤
脱水筛筛网尺寸	750×330 毫米

在小型高频跳汰洗煤机操作的各因素中，给煤量对洗选效果的影响最大，其次是溢流坎板高度，给水量，排渣速度及人工床层。为确保洗精煤质量和回收率，除洗选前应做浮沉试验以确定洗选指标外，洗选过程中应随时进行快速浮沉试验，改变或控制因素以保证洗精煤质量和产率。

洗煤操作步骤：

根据炼焦试验的目的和要求，以及浮沉试验结果制定出洗选操作指标—主要是洗精煤灰分和回收率指标。

根据洗选操作指标，确定分选比重，人工床层性质，坎扳高度，给煤量及给水量等条件。

将制备好的原煤样(<13 毫米)用单斗提升机送入中间槽。

调节好给水量并依次启动脱水筛和跳汰机，运转正常后，打开中间槽的下料闸门，开动给料器，将入洗原煤均匀地送入洗煤机试洗选，取出洗精煤进行快速浮沉试验，检验洗精煤质量（快速浮沉试验 将洗精煤放入确定的分选比重液中，捞出浮在上面的浮煤，视其占洗精煤的百分率来估计洗选效果），适当调节各操作因素，一俟达到要求，即开始正式洗煤。

根据入洗煤性质选择合适的排渣方法，发现排渣口堵塞及时用棒疏通。

二、煤样的粉碎及配合

煤样的粉碎及配合与炼焦试验关系很大，为保证试验结果有较好的重现性和可比性，必须严格控制煤样粉碎及配合的操作条件。

试验站的配煤流程以先粉后配较为合适，即 精煤→粉碎→配合。

其操作指标一般为：

试验焦炉一次装煤量（干基）230 公斤

配合煤细度（< 3 毫米%）85 ± 3%

配合煤水份（W^y）10 ± 1%

配合煤中各单种煤的配入量，应以干基计算，否则影响配煤比的准确性。

粉碎和配合的操作要点是：

将水份大约 4 ~ 6% 的精煤样，送入破碎机先进行试粉碎，待细度满足要求后进行连续粉碎。并按缩制方法取化验室及细度筛分试验用样。

测定各单种煤的全水份，测定方法按国家标准 GB211—63 的规定进行。

根据配煤比及各单种煤的全水分含量，计算出每种煤的实际配入量，根据配煤比，单种煤的全水分含量及配合煤的总水分含量，计算出应往配合煤中加入的水量。

分别准确称出具有代表性的各单种煤配入量一并混合均匀后，将应加入的水量均匀地喷洒在配料中，边喷边混合，直至外加水能均匀分布于煤料中为止。

从配合煤中按 9 点取样法缩取出化验室煤样，筛分煤样及水分样（水分样重 500 ~ 1000 克）配合煤水分含量（W^y）测定方法按 GB211—63 规定进行。

三、焦炉调温操作

炉温是影响试验结果的重要因素，尤其对膨胀压力的测定结果影响更甚。

根据试验结果，试验焦炉的火道温度采用 1050℃时，焦饼中心温度上升趋势与工业焦炉相似。

燃烧室温度与煤气量、空气量及烟道吸力有关。此外还受风向、风力、季节等因素影响。

从各立火道上、下测温孔测量燃烧室的温度，每隔一小时测量一次。每个立火道的上、下温度差不大于 ± 10℃，两侧平均温差不大于 ± 10℃。

燃烧室温度的调节手段主要有三个：

通过煤气开关调节煤气量；通过一次、二次风口铁板调节空气量；通过烟道闸板调节两侧吸力。

在一般情况下，开大一次空气口，使燃烧室下部温度升高；开大二次空气风口，使燃烧室上部温度升高。

烟道闸板的变化影响一侧三个立火道的吸力分布情况。因此，不宜经常变动。烟道闸板的开度可通过上部中间看火孔的吸力大小来确定。

煤气量以能达到指定的温度指标及完全燃烧为度，升温时在吸力足够下，加大煤气量的同时，宜加大空气量。

四、装炉、出焦及熄焦

装炉前五分钟，若炭化室炉墙温度低于 940℃不宜装炉。装煤后要进行平煤，并用平煤器拍打煤料表面以减少蜂窝焦。

当结焦周期结束，焦炭成熟时，机、焦侧联系好后一起打开炉门推焦。

出焦后，焦炭立即用水进行消火。消火时间以保证焦炭水份 4 ~ 6% 为宜（一般为一分钟）。消火后如还有红焦，应另加水熄灭。

五、焦炭质量检验方法

在一般情况下，焦炭质量检验包括焦炭的工业分析、全硫测定和焦炭机械强度鉴定。关于焦炭分析试样的缩制方法和水份、灰份、挥发分及全硫的测定均按冶金工业部标准 YB287—64 的规定进行。

现将冶金焦炭的工业分析及全硫含量的测定方法简述如下：

（1）全水份的测定　称取小于 13 毫米的试样约 500 克置于 160 ~ 180℃的烘箱中，90 分钟后取出称重，以后每 10 分钟检查一次，直至两次重量之差在 0.5 克以内为止，以失重占试样原重的百分数为全水份。

（2）分析试样水份的测定　称取小于 0.2 毫米的试样约 1 克，放在 102 ~ 105℃的烘箱中，60 分钟后取出称重，然后每 15 分钟进行一次干燥检查，直至恒重，以失重占试样原重

的百分数为焦炭的分析水份。

(3)灰份的测定 称取分析试样约 1 克,放在加热至 850 ± 25℃的马弗炉内灼烧 2 小时后取出称重,然后,每 30 分钟进行灼烧检查,直至恒重。以残留物重量计算灰份。

(4)挥发分测定 称取分析试样约 1 克放入带盖的瓷坩埚内,在 850 ± 20℃的马弗炉中停放 3 分钟,以失重计算挥发分。

(5)全硫含量的测定 将分析试样与艾氏剂混合,将其放置在马弗炉内缓慢升温到 800 ~ 850℃,在此温度下充分灼烧,使试样中的全部硫份都转化成硫酸钠和硫酸镁,然后加入氯化钡溶液,使上述可溶性硫酸盐全部变成不溶性硫酸钡沉淀出来。称量硫酸钡沉淀的重量,根据称量结果计算全硫含量。

在一定的化学成份下,冶金焦炭的机械强度是评价焦炭质量的主要指标,是对各种试验方案的最终结果进行评定和比较的主要依据。

焦炭机械强度的评价是用焦炭的筛分组成,焦炭的抗碎强度(M_{40})即转鼓试验后大于 40 毫米级焦炭重量百分数及耐磨强度(M_{10})即转鼓试验后小于 10 毫米级焦炭重量百分数表示。并通过一套特定的检验装置及方法来实现。

目前,焦炭机械强度的检验方法大致有二种。其主要工艺流程如下:

(1)熄焦后焦炭→六级机械振动筛→转鼓试验→六级机械振动筛;

(2)熄焦后焦炭→二次坠落→人工筛分(手穿孔)→转鼓试验→人工筛分(手穿孔)。

根据多年来的实践证明,第一种检验方法具有稳定和简化操作及减轻体力劳动等优点,此种方法检验所用的主要设备见表 9 – 5 – 10。

表 9 – 5 – 10　第一种检验方法的设备表

序号	设备名称	内　　容	指　　标
1	六级机械振动筛	筛面层数(层)	5
		筛孔尺寸(圆孔)毫米	80、60、40、20、10
		单斗提升机料斗容积(米^3)	0.1
2	φ1 米转鼓(小转数)	鼓体内径(毫米)	1000
		鼓体内长(毫米)	1000
		鼓壁厚度(毫米)	不小于 6
		鼓内无穿心轴,但有四根高 100 毫米的提料板,由 100 × 50 × 10 毫米角钢制成,每隔 90°焊于鼓内壁。	
		转鼓转速(转/分)	25
		电机(瓦)	1.7

序号	设备名称	内　　容	指　　标
3	磅秤	最小刻度(公斤) 最大称量(公斤)	0.1 100 ~ 200

为了保证试验结果的准确性,供进行机械强度检验的焦炭,其水分含量,控制在 4 ~ 6%。水份过大,耐磨强度(M_{10})偏低,抗碎强度(M_{40})偏高;水份过低,则操作环境恶化,粉尘飞扬,M_{10}级损失增大。

鼓前筛分试验:

启动六级机械振动筛,待运转正常后,将焦炭用单斗提升机直接送入。从下料的开始计起,满三分钟后把各级筛的下料插板拉开,将焦炭送入盛焦槽内。全炉焦炭需分 4 ~ 6 次进行,这样可保证筛分效果。

将各级焦炭分别称量,并根据各级焦炭的重量,算出鼓前的筛分组成。并从 > 80 毫米,80 ~ 60 毫米两级焦炭中,采用手选方法,按重量比取出 50 公斤有代表性(废弃蜂窝焦、炉头焦等)的试样,作转鼓试验。

同时取出化验室试样。取样方法有二种:(1)分别从 > 20 或 > 40 毫米的各级焦炭中取;(2)分别从六级焦炭中取,前者所取试样代表冶金焦的性质,后者所取试样代表全部焦炭性质。

转鼓试验:

将取好的 50 公斤焦样全部装入鼓内,经 100 转(4 分钟)后取出,用单斗提升机送至六级机械振动筛中筛分一分钟,然后称量各级焦炭产量,算出鼓后筛分组成、焦炭的抗碎强度(M_{40})和耐磨强度(M_{10})。转鼓一次试验误差(即入鼓焦炭的重量与鼓后筛分各级焦炭总重量之差)不得大于 0.2 公斤。

转鼓二次平行试验误差 M_{40}不得超过 3.0%,M_{10}不得超过 1.0%。

焦炉试验结果允许误差:对于同一种煤料两炉平行试验误差 M_{40}不得超过 3.0%,M_{10}不得超过 1.5%。

第五节　焦炭质量指标的意义

焦炭是现代高炉生产中主要的燃料,因此焦炭的质量与冶炼过程及生铁质量有密切

关系。为了达到较好的冶炼技术经济指标，要求焦炭具有良好的机械强度，粒度合适而均匀，而且灰及硫含量要低。

一、焦炭的硫含量

硫是生铁冶炼的有害杂质之一，由高炉炉料带入炉内的硫有 80% 以上是来自焦炭，为此，要减少炉料带入炉内的硫含量，焦炭的硫含量必须降到一定程度。在高炉内的脱硫主要是依靠炉渣的作用，即提高炉渣的数量和碱度。因此，焦炭硫含量的提高会引起渣量增加，渣碱度提高，这不仅不利于提高高炉产量、冶炼强度和降低焦比，而且会导致炉况的恶化，生铁质量的降低。在炼钢生铁中硫含量大于 0.07% 即为废品。因此，焦炭硫份必须符合标准，才能保证钢铁产品质量。

二、焦炭的灰含量

焦炭的灰分对于高炉冶炼的影响是十分显著的，通常认为焦炭灰分增加 1%，焦比上升 2%，高炉减产 2%。我国鞍钢高炉试验结果表明，焦炭灰分每增加 1%，焦炭强度下降 2.2%，焦比增加 1.71%，高炉生产能力降低 2.2%，生铁成本上升 0.72%。根据这一情况，把炼焦煤灰份降低是必要的。虽然对于洗煤厂来说，回收率稍有降低，但从高炉因灰份降低而带来的焦比降低来看，煤料仍是节省的。况且带来的生铁产量增加，渣量的减少，运输力量的节省，尤其有利。

三、焦炭的挥发分

根据焦炭的挥发分含量可鉴别焦炭的成熟程度，一般成熟的冶金焦炭的挥发分为 1% 左右。

四、焦炭的水分

焦炭水份含量对高炉冶炼过程影响不大，并且在高炉操作中，当炉顶温度偏高时，往往有意识地人工加湿炉料，以降低煤气温度。但是焦炭水份的波动，会给称量带来误差，使得焦炭计量不准，从而引起炉况波动。此外，焦炭水份提高会给转鼓指标带来误差，从而不能正确评价焦炭机械强度。

五、焦炭的反应性及燃烧性

所谓焦炭的燃烧性是指其在空气中的燃烧速度，而反应性是指其与二氧化碳反应的

能力。显然反应性较好的焦炭，其燃烧性亦较好，因为这两个性质均取决于焦炭的气孔率及碳元素的化学活性。

焦炭的反应性及燃烧性对高炉冶炼过程的影响，目前还未能得到完全一致的认识。在大型高炉及冶炼一般生铁时，反应性及燃烧性的影响并不显著，但在小型高炉或冶炼特殊生铁时，影响就比较显著。

六、焦炭的机械强度

焦炭在高炉中除提供热量和还原气体外，还有一个重要作用就是支撑料柱运行的骨架作用，为此，焦炭应具有一定机械强度。

焦炭自炼焦厂焦台经过筛分、装车、运输及卸车等经受了各种撞击力及摩擦，原来的焦块沿着裂纹破裂，产生一些细粉和碎块，因此焦炭在入高炉前需经过最后一次筛分，装入高炉时焦炭跌落在料柱面上，向下运行时每块焦炭都承受碾压力（由上面炉料重量造成的）、撞击力（在发生崩料和滑料时）及摩擦力（与矿石和其它焦炭摩擦造成的）。这样，如果焦炭没有足够的抗碎及耐磨强度就会产生很多细粉和碎焦，不利于料柱的透气性，使炉况不顺，产量降低，焦比增加。

高炉对焦炭机械性质的要求，就是要限制它的磨损性和破碎性。焦炭破碎是沿着裂纹发生的，磨损是在焦炭表面受到摩擦时发生的，即为一种表面薄层的分离现象。目前我国在半工业试验及工业生产中采用的焦炭机械强度鉴定方法为转鼓试验方法。是模仿焦炭在入高炉前所受机械力和庄高炉内受机械力作用的破碎过程。转鼓则是对焦炭施加破坏力的工具。因为转鼓试验是在冷态进行，虽然还反映不出焦炭在入高炉内受热力作用的过程。但是，一般来说，还是反映了焦炭在入高炉前和高炉内受机械力破坏的过程。

为了表明冶金焦炭抵抗破碎的特征，一般选择鼓后大于 40 毫米级的产率，认为这级焦炭能达到高炉风口处愈多，焦炭机械性质愈好。因此，作为冶金焦炭的抗碎性指标，一般是采用鼓后大于 40 毫米级百分数。

焦炭的耐磨性应当用小于 1 毫米级焦粉的产率来表示，但实际工厂中采用细筛是有困难的，且易造成误差，因此生产上常用小于 10 毫米级表示焦炭的耐磨性。

若焦炭机械强度不好，粒度组成不均一，在高炉上半部会使料柱透气性降低，气流分布失常，同时焦末过多会增加煤气中焦粉携出量，从而增加焦炭损失。在高炉下半部矿石已开始软化熔融，只有焦炭呈固体状态，此时料柱的疏松程度在很大程度上由焦炭的机械性质所决定，如果焦炭的机械强度不好，产生大量碎焦和粉末就会给高炉操作带来

很大困难，而且认为焦炭的粉末能混入初渣，增加其粘度，从而恶化炉况，严重时连高炉正常生产也难维持，如发生挂料，结瘤，炉缸堆积以及大量烧坏风口等事故。因此，炼铁工作者对鼓外小于 10 毫米的指标尤其注意。

焦炭机械强度还可用坠落试验方法测定。方法简便，但评定磨损性很差。除个别需要外，一般较少采用。

第六节　焦炭的转鼓试验

焦炭是不规则、不均匀的物料，所以不能像其它物料一样，用精密的仪器来测定它的机械强度。我们所指焦炭的机械强度是指用转鼓试验方法，模仿焦炭在运输以及在高炉冶炼过程中，抗碎及耐磨的程度。

目前我国在工业生产中采用的焦炭机械强度的鉴定方法有两种，一种是十几年来沿用的部颁标准——松格林转鼓，亦称大转鼓，系由苏联引进的方法；一种是近几年在各焦化厂试验并已在一些焦化厂试用的米库姆转鼓，亦称小转鼓。这一方法也是现在捷克斯洛伐克、波兰、德意志民主共和国、西德、英国、法国、南斯拉夫及苏联所采用的方法。

由于松格林转鼓存在设备笨重庞大，所需焦炭试样数量多及劳动强度大等缺点，目前已基本上被小转鼓所代替。大、小转鼓特性及焦炭检验条件见表 9－5－11。

表 9－5－11　大、小转鼓特性比较表

转鼓特性及焦炭检验条件	大转鼓	小转鼓
转鼓直径(毫米)	2000	1000
转鼓宽度(毫米)	800	1000
转速(转/分)	10	25
转鼓总转数	150	100
入鼓焦炭块度(毫米)	> 25	> 60
入鼓焦炭量(公斤)	410	50
衡量指标 抗碎强度	鼓内 > 25 毫米(公斤)	M_{40}
耐磨强度	鼓外 < 10 毫米 < 公斤)	M_{10}
筛　孔	方	圆
转鼓形式	敞开式，转鼓圆筒表面由 $\phi 25 \times 800$ 钢棍组成，钢棍间距 25 毫米	封闭式，鼓内壁每隔 90°焊一根 100 × 50 × 10 角钢，共焊 4 根

由大、小转鼓特性可以看出大转鼓直径为 2 米，所需焦炭试样数量为 410 公斤，设备笨重，试验过程需要消耗大量的体力劳动。小转鼓直径为 1 米，所需焦炭试样量 50 公斤，仅为大转鼓的八分之一，设备小，操作简便，目前已逐步为我国一些钢铁厂所采用。

关于入鼓焦炭粒度及相应的转鼓指标是值得今后研究的一个课题，目前各国小转鼓采用的入鼓粒度多为 > 60 毫米级焦炭（圆孔筛）。选择入鼓焦炭粒度等级应根据所生产的焦炭中占比例较大的粒级入鼓较为合理，对用于大高炉焦炭取 > 60 毫米级入鼓是可行的，此时焦炭中一般含 > 60 毫米级焦炭量较高。对于中小企业，特别是我国某些地区为满足中小高炉生产需要，配煤中多用气煤或用当地气煤单独炼焦，所得焦炭块度较小，而且中小高炉的实际入炉块度远比 60 毫米的块度小得多，因此采用 > 60 毫米级入鼓就不合理，为此需要寻找适合于本地区生产条件的入鼓焦炭块度及相应的转鼓指标。

根据本钢 1964 年小转鼓试验资料，提供了用 > 40 毫米级入鼓，以 M_{30} 指标代替 M_{40} 指标的可能性，因 40 ~ 60 毫米级焦炭约占冶金焦的一半，为了全面评定冶金焦炭，应将这一级焦炭入鼓。所得小转鼓试验各指标关系见表 9 - 5 - 12。

表 9 - 5 - 12　小转鼓试验中各指标的关系

指　　标	相关系数	显著性水准	直线回归方程
按 > 60 毫米入鼓 M_{40}（X）与按 > 40 毫米入鼓 M_{40}（Y）关系	0.968	< 0.001	Y = - 3.7 + 0.986X X = 8.3 + 0.951Y
按 > 60 毫米入鼓 M_{10}（X）与按 > 40 毫米入鼓 M_{10}（Y）关系	0.866	< 0.001	Y = 0.3 + 0.866X X = 2.0 + 0.867Y
按 > 60 毫米入鼓 M_{30}（X）与按 > 40 毫米入鼓 M_{30}（Y）关系	0.952	< 0.001	Y = 6.6 + 0.925X X = 1.4 + 0.981Y
> 60 毫米入鼓 M_{40}（X）与 M_{30}（Y）之间关系	0.939	< 0.001	Y = 61.87 + 0.318X X = - 162.84 + 2.776Y
> 40 毫米入鼓 M_{40}（X）与 M_{30}（Y）之间关系	0.838	< 0.001	Y = 66.83 + 0.272X X = - 151.232 + 2.581Y

为了测定块度较小的焦炭强度，可采用伊尔希德（Irsid）转鼓试验，设备与米库姆转鼓相同，不过伊尔希德转鼓试验是取 20 毫米圆孔筛以上的筛级，取样数量亦为 50 公斤。将所取焦样置于转鼓中，以 25 转/分的转速转动 500 转后，所得产物在 20 毫米及 10 毫米圆孔筛上进行筛分，20 毫米以上的筛分产率作为强度指标，以 I_{20} 表示；10 毫米以下的筛分产率作为耐磨指标，以 I_{10} 表示。

据国外资料介绍，伊尔希德指标与米库姆指标有良好的相关性，且灵敏性及重现性均较好。由于伊尔希德法要求入鼓焦炭块度 > 20 毫米，因此特别适用于多配气煤及单种

气煤炼焦所得的小块焦炭机械强度的鉴定。

我国于 1965 年底曾将鞍钢、包钢、武钢、重钢及首钢生产配煤在上述五个配煤试验站的 200 公斤试验焦炉进行炼焦，所得焦炭用小转鼓检验得到 M_{40}，M_{10}及 I_{10}指标，结果见表 9－5－13(转鼓指标为 5 个配煤试验站所得数据的平均值)。

表 9－5－13

厂别	配煤比(%)								配煤 V^g (%)	胶质层测定(毫米)		小转鼓指标		
	ПС	К	КЖ—ЖК	$Ж_2$	$ЖГ_2$	ГЖ	$Г_2$	СС		X	Y	M_{40}	M_{10}	I_{20}
首钢	—	33	—	33	15	—	—	19	27.1	29	19	71.7	11.4	69.4
重钢	—	30	—	—	70	—	—	—	26.6	32	15	73.1	11.3	70.4
武铜	20	—	—	20	20	20	20	—	29.2	31	16	69.6	11.8	68.6
包钢	20	10	20	25	15	10	—	—	25.9	33	18	69.4	10.3	70.5
鞍钢	15	27	—	15	10	—	32	—	28.2	38	15	66.5	15.7	65.4

首钢配煤试验站于 1965 年用丰三 30%，五阳 35%，马武山 35%的配煤，以不同装炉煤水分在 200 公斤试验焦炉进行炼焦，所得 M_{40}及 I_{20}等焦炭转鼓指标见表 9－5－14。

表 9－5－14　不同装炉煤水份炼焦试验结果

装炉煤水份(%)	装炉煤重量(公斤)	炭化时间(时:分)	鼓前筛分组成(%)			米库姆转鼓		米库姆转鼓 500 转后		伊尔希德转鼓	
			>80 毫米	>60 毫米	>40 毫米	M_{40}	M_{10}	>40	<10	I_{20}	I_{10}
2	270	16:35	27.2	50.7	85.1	81.1	7.3	61.1	21.5	79.9	18.3
4	250	16:30	27.8	52.7	86.2	77.8	8.4	56.0	23.5	77.7	18.9
6	245	15:22	29.2	55.7	84.7	77.3	9.1	54.8	25.7	75.1	22.4
8	240	15:47	28.4	55.9	85.1	76.9	9.8	52.5	27.5	73.1	24.1
11	230	18:00	33.8	61.7	88.3	77.2	9.8	52.3	28.0	73.0	24.9

试验表明，对同一种配煤随装炉煤水份减少，焦炭转鼓指标得到改进，当装炉煤水份为 2%时焦炭质量最好，当装炉煤水份为 11%时焦炭质量最差，M_{40}，M_{10}及 I_{20}，I_{10}指标所反映的趋势是一致的。

当选定装炉煤水份为 3%时，配煤中增加大同弱粘结煤(马武山矿加忻州窑矿)用量，

所得焦炭质量见表 9－5－15。

表 9－5－15　固定装炉煤水份炼焦试验结果

装炉煤水分（%）	装炉煤重量（公斤）	炭化时间（时）	配煤比（%）				鼓前筛分，毫米（%）			小转鼓指标		小转鼓 500 转后		伊尔希德转鼓指标	
			马武山	忻州窑	丰三	五阳	＞80	＞60	＞40	M_{40}	M_{10}	＞40 毫米	＜10 毫米	I_{20}	I_{10}
11	230	18	20	30	25	25	27.3	54.4	83.3	74.1	13.2	45.9	34.4	—	—
3	280	16	20	30	25	25	25.6	49.5	83.7	75.1	9.5	52.3	25.5	75.5	21.1
3	280	16	20	40	20	20	23.5	45.5	80.0	76.1	10.5	51.1	28.1	75.2	21.5
3	280	16	20	50	15	15	26.1	45.9	79.6	70.7	13.3	44.2	32.9	70.5	25.9

从所得数据可以看到，M_{40}和 I_{20}指标是相互吻合的。对同一配煤，当水份由 11％降到 3％时 M_{40}及 I_{20}均有提高，I_{20}提高的幅度要大些。当装炉煤水份相同，大同煤用量由 50％提高到 70％时，M_{40}及 I_{20}指标变化规律基本一致。

综上所述，入鼓焦炭块度，转鼓总转数及焦炭转鼓指标应根据所生产焦炭的配煤特点及高炉规模逐步加以合理解决。

我国 1963～1967 年期间某些大中型高炉实际使用的焦炭大、小转鼓指标值列于表 9－5－16。

表 9－5－16　我国某些大、中型高炉实际使用的焦炭转鼓指标值

厂别	高炉容量（米³）	小转鼓指标（%）				大转鼓指标（公斤）				测定日期
		M_{40}		M_{10}		鼓内 ＞25 毫米		鼓外 ＜10 毫米		
		平均	变化范围	平均	变化范围	平均	变化范围	平均	变化范围	
本钢一焦	324	75.7	64.1～82.3	8.0	6.2～10.3	322	299～340	38	30～47	8/1964～6/1966
本钢二焦	917	75.9	73.0～80.1	7.5	6.1～8.6	331	314～342	35	27～43	12/1965～4/1966
鞍钢五焦	1513 831	75.1	72.3～77.9	9.8	8.0～11.6	322	314～329	49	43～54	9/1963～10/1963
鞍钢四焦	916	75.0	74.2～76.0	8.8	7.8～9.7	326	325～329	46	42～48	11/1963
鞍钢三焦	918 975	77.7	75.6～79.4	8.6	7.8～9.3	329	327～330	42	38～46	11/1963
鞍钢二焦	1020 944	70.6	68.9～72.4	9.2	8.5～9.9	328	322～330	39	36～45	11/1963

厂别	高炉容量(米³)	小转鼓指标(%)				大转鼓指标(公斤)				测定日期
		M_{40}		M_{10}		鼓内 >25 毫米		鼓外 <10 毫米		
		平均	变化范围	平均	变化范围	平均	变化范围	平均	变化范围	
宣钢	255 238	79.9	75.1～84.2	7.6	6.2～9.6	325	310～337	36	27～41	6～12/1965
包钢	1513	73.4	52.4～75.4	7.3	5.0～8.5	326	320～334	33	27～41	8/1964～9/1965
太钢	—	75.7	66.2～81.4	7.9	5.8～12.4	313	300～345	27	15～42	1965
首钢	963	78.6	76.4～80.2	8.2	7.4～9.0	323	321～325	37	34～39	1967

第七节　关于煤的膨胀压力

一、膨胀压力安全极限值

膨胀压力(P_{max})是指煤料在两侧加热的炉室中，当两边胶质体会合时所产生的最大压力值，它主要是由胶质层内部气体析出所产生的压力而引起的。国内外各炼焦厂的经验表明，在炼焦时有些煤料产生的膨胀压力能使焦炉炭化室墙遭受严重的损坏或造成推焦困难。不过，造成推焦困难的因素较多，不能完全用推焦是否困难来判断膨胀压力。有些煤料在炼焦过程中产生最大膨胀压力后，因焦饼最终收缩而离开炉墙，不显示出推焦困难，有的煤料虽然在炼焦过程中不产生最大膨胀压力值，但因焦饼最终收缩小或因其他操作因素也会造成推焦困难。

实践证明，根据各单种煤的膨胀压力来预测配合煤的膨胀压力是不可能的，配合煤的膨胀压力没有可加性，所以配煤的膨胀压力只有通过实际测定而不能预测。

由于对炉墙恰好能够承受而不至有所损伤的压力缺乏认识，到目前为止国内外关于炼焦膨胀压力安全极限问题还没有很好解决。各国曾了解一些引起事故的配煤，但存在的困难是人们很难完全肯定引起事故的原因确实是来自膨胀压力，因此使用一些日常在炼焦厂用来装炉而又没有引起事故的配煤及曾经引起事故的配煤在活动墙式焦炉进行试验，测定煤料膨胀压力，根据试验的经验积累来确定膨胀压力安全极限值。由于所测定的膨胀压力值不仅与工业焦炉的设备和操作条件有关，而且与测定膨胀压力的试验焦炉的设备和操作条件有关，特别是炉幅和煤料堆比重对测试结果影响很大，所以各国所

提出的膨胀压力安全极限指标均不一致，详见表 9－5－17。

表 9－5－17　一些国家膨胀压力安全极限指标比较表

年　代	国　家	膨胀压力极限值（公斤/厘米^2）	试　验　条　件
1954	美　国	0.10～0.14	考伯尔公司在移动墙试验炉进行数百次试验后确定
1956	英　国	0.14	活动墙试验焦炉 炉宽 430 毫米 长 760 毫米 高 940 毫米 煤料堆比重 850 公斤/米^3
1957	比利时	0.10～0.24	活动墙试验焦炉，炉宽 450 毫米，高 900 毫米，长 900 毫米，堆比重 760 公斤/米^3
1960	美　国	0.175	活动墙试验焦炉，炉宽 450 毫米，煤料堆比重 800 公斤/米^3。具有此种膨胀压力的煤料在焦炉中生产 20 多年，炉墙无损害
1962	法　国	0.20	马利诺试验站在移动墙试验焦炉进行试验装护煤堆比重 800 公斤/米^3
1965～1967	中国	0.14～0.20	在重钢配煤试验站及鞍钢大容积试验焦炉进行试验，大容积试验焦炉 炭化室高 6100，长 5440，宽 420 毫米

在我国对膨胀压力的研究工作虽然已开展一定时间，但积累的经验还不够多，因此合理的膨胀压力极限值还没有最后确定，还需要通过今后的生产和试验工作加以解决。

二、降低膨胀压力的试验结果

降低装炉煤膨胀压力的措施一般有：

配入褐煤、气煤、氧化的煤及氧化物（如三氧化二铁等）；

增加炼焦炉宽度；

提高煤料细度、改变装炉煤水份和降低堆比重等等方法。

在重钢、首钢 200 公斤试验焦炉上曾做过许多降低膨胀压力的试验（见表 9－5－18 至 9－5－28）现分别介绍如下：

（一）配入气煤降低膨胀压力

表 9－5－18　永仁太平坊焦煤配入水城老鹰山气煤降压

方案	配比（%）		配煤 V^r（%）	焦炭工业分析（%）		小转鼓指标		膨胀压力（公斤/厘米^2）
	太平场（K）	老鹰山（Γ_3）		A^g	S^g_Q	M_{40}	M_{10}	
1	75	25	26.65	—	—	—	—	0.272

方案	配比(%)		配煤 V^r(%)	焦炭工业分析(%)		小转鼓指标		膨胀压力(公斤/厘米²)
	太平场(K)	老鹰山($Г_3$)		A^g	S^g_Q	M_{40}	M_{10}	
2	70	30	27.71	14.83	0.71	79.0	8.5	0.130
3	60	40	29.49	—	—	—	—	0.050

表 9－5－19　滴道焦煤配入龙凤气煤降压

(1966 年 10～11 月测定)

方　案	配煤比(%)		膨胀压力(公斤/厘米²)
	滴　道	龙　凤	
1	100	—	0.30
2	65	35	0.20
3	55	45	0.13

(二)配入肥气煤降低膨胀压力

表 9－5－20　永仁太平坊焦煤配入华坪肥气煤降压

方案	配煤比(%)		配煤 V^r(%)	焦炭工业分析(%)		小转鼓指标		膨胀压力(公斤/厘米²)
	太平场(K)	华坪($ЖГ_1$)		A^g	S^g_Q	M_{40}	M_{10}	
1	80	20	24.21	11.70	0.52	—	—	0.206
2	75	25	24.51	11.67	0.49	77.8	9.5	0.133
3	70	30	27.10	12.10	0.47	—	—	0.114

表 9－5－21　南桐肥焦煤配入永荣及威远肥气煤降压

方　案	配煤比(%)		小转鼓指标		膨胀压力(公斤/厘米²)
	南桐(ЖК)	永荣及威远(ЖГ)	M_{40}	M_{10}	
1	100	—	86.2	5.7	0.33
2	80	20	62.1	6.5	0.30
3	70	30	81.9	6.4	0.12
4	60	40	80.0	6.6	0.12
5	35	65	80.2	—	0.08

表 9－5－22　斗笠山焦煤配入群力肥气煤降压

方案	配煤比(%)			配煤工业分析(%)			焦炭工业分析(%)			小转鼓指标		膨胀压力(公斤/厘米²)
	斗笠山(K)	群力(ЖГ)	桥头河(КЖ)	A^g	V^r	S^s_Q	A^g	V^r	S^g_Q	M_{40}	M_{10}	
1	100	—	—	8.69	23.09	0.65	11.51	0.89	0.65	70.5	19.4	0.10
2	90	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	无峰
3	60	20	20	7.19	26.58	0.97	10.32	1.05	0.96	72.2	12.8	无峰

表 9－5－23　丰城焦煤配入萍乡肥气煤降压

丰城(K)	萍乡($ЖГ_2$)	W^y(%)	膨胀压力(公斤/厘米²)
100	—	1.7	>0.7
60	40	2.4	0.105

(三)配入弱粘结性煤降低膨胀压力

表 9－5－24　石炭井焦煤配入六道湾弱粘结性煤降压

方案	配煤比(%)		配煤工业分析(%)			胶质层测定(毫米)		膨胀压力(公斤/厘米²)
	石炭井(K)	六道弯(CC)	A^g	V^r	S^g_Q	X	Y	
1	100	—	10.78	23.03	0.98	30.5	16.5	0.28
2	95	5	10.69	23.31	0.96	33.5	16.0	0.085
3	90	10	10.01	23.93	0.95	38.5	14.5	无明显峰
4	85	15	9.91	24.41	0.93	39.5	15.0	无峰

(四)配入褐煤降低膨胀压力

表 9－5－25　永仁太平坊焦煤配入小龙潭褐煤降压

方案	配煤比(%)		配煤 V^r(%)	焦炭工业分析(%)		小转鼓指标		膨胀压力(公斤/厘米²)
	太平场(K)	小龙潭(Б)		A^g	S^g_Q	M_{40}	M_{10}	
1	90	10	29.41	12.07	0.60	—	—	0.197
2	85	15	31.00	12.85	0.65	78.8	14.8	无峰

（五）提高煤料细度降低膨胀压力

表 9－5－26　提高南桐煤细度降低膨胀压力

方　案	细　度		膨胀压力（公斤/厘米²）
	<3 毫米（%）	<0.5 毫米（%）	
1	87.7	31.2	0.201
2	91.3	38.9	0.176
3	93.3	42.6	0.144
4	96.8	47.0	0.083

表 9－5－27　提高盘县煤细度降低膨胀压力

配煤比（%）			盘县煤细度		膨胀压力（公斤/厘米²）
永　仁（К）	永　仁（ПС）	盘　县（ЖГ）	<3 毫米（%）	<0.5 毫米（%）	
40	20	40	84.3	30.6	0.16
			91.6	36.5	0.08

（六）装炉煤水份对滴道煤膨胀压力的影响

1967 年 3 月曾在重钢 200 公斤试验站进行了不同水份的单种滴道煤测压试验，所得数据表明，随装炉煤水份减少，膨胀压力增大，当滴道煤水份小于 4% 时，膨胀压力随水份减少而急剧上升，但当煤料水份在 9% 以上时则不出膨胀压力。

表 9－5－28　装炉煤水份与膨胀压力的关系

装炉煤水份（%）	膨胀压力（公斤/厘米²）	装炉煤水份（%）	膨胀压力（公斤/厘米²）
1.10	0.366	4.30	0.106
1.10	0.386	4.60	0.117
2.80	0.300	4.80	0.111
3.40	0.272	6.60	0.077
3.40	0.238	9.80	无峰
4.00	0.105	10.20	无峰

第八节　配煤炼焦工业试验

在 200 公斤试验炉取得的试验结果一般已能满足需要，但在必要时还需根据试验炉选出的方案，在现有生产焦炉上进行工业试验。

工业试验的目的是：

(1)取得半工业试验不可能得到的数据或操作情况；

(2)在特殊情况下，需要验证半工业试验的结果是否符合工业生产。

工业试验可分炉孔试验(大炉试验)和炉组试验，它们的试验范围和要求如下：

①炉孔试验　取生产焦炉温度正常，炉墙无显著变形属于一个顺序的 4～10 孔焦炉。预先将煤塔的某一格放空，扫净积煤，送入配好经粉碎的试验煤。试验煤的水份和粒度应按规定严格掌握。

按正常顺序将试验煤加入预先定好的炉孔内，观察并记录装煤出焦时间，装煤量，焦饼中心温度，焦饼收缩情况和推焦电流。

焦炭推出前应扫清一部份卸焦台，准备卸焦。如需取得计量数据应扫清焦仓，转空运输皮带。

焦炭推出后，除第一炉防止混有杂煤和粒度偏析不取试验样以外，其它均取做工业分析、筛分分析和转鼓试验等试样。

炉孔试验的结焦时间应参考焦饼中心温度，防止“过火”及“推生焦”。

炉孔试验应主要观察推焦是否顺利，决定煤料能否在焦炉中使用；其次是焦炭质量能否达到预期要求。如有可能可做必要的计量测定。

②炉组试验　在一般情况下，经炉孔试验已达到要求，但在下列情况下，可进行全焦炉组的炼焦试验。

A. 由于没有精确测得结焦率、块焦率和化产回收率等参数而不能进行焦化厂设计时，在这种情况下应根据炉孔试验结果，选择最可行方案准备充足煤料，事先经过洗选，在现有焦化厂取能单独测定回收率的炉组进行一定时期的试验，取得数据。

B. 焦炭性质特殊，例如强度、灰份成份、硫含量等，不经高炉冶炼试验，无法取得高炉设计数据，在这种情况下应准备更多煤料，使焦炭能满足高炉试验需要。

C. 对于炼焦工艺有较大变更，例如含湿煤料入炉还是干燥、预热装炉，如缺少慎重比较则不能最后决定。在这种情况下，也应进行较长时期的炉组试验。

炉组试验应记录全部生产技术操作指标，必要时应有经济对比，以便进行核算。

第九节　我国一些炼焦煤的煤质及 200 公斤焦炉单独炼焦试验结果（见表 9－5－29）

表 9－5－29

煤种		牌号	V^r（%）	Y（毫米）	奥亚膨胀度 b(%)	罗加指数 LR	基氏塑性仪 α_{max}（圈/分）	基氏塑性仪 T_P（℃）	基氏塑性仪 T_m（℃）	基氏塑性仪 T_K（℃）	小转鼓指标 M_{40}	小转鼓指标 M_{10}	试验地点	日期
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
辽宁省	龙凤	$Г_2$	41.00	13.5	5	65	1.61	350	444	471	*8.7	*5.8	鞍钢试验站	1972年（奥亚基氏数据为1965年）
	老万	$Г_2$	42.65	11.5	仅收缩	43	28（度/分）	360	419	445	*2.0	*16.3		
	台吉	$Г_2$	38.35	10.5	—	41	—	—	—	—	47.5	20.0		
	三宝	$ЖГ_2$	31.00	17.5	90	—	1.16	365	466	506	56.2	9.2		
	本竖	$ПС_1$	15.91	5.0	—	12.2	—	—	—	—	（炼出的焦炭中，小于10毫米焦粉占87%）			
吉林省	铁厂	К	25.42	12.5		52					69.1	9.6		
黑龙江省	双鸭	$ЖГ_1$	36.03	11.5	—	58	—	—	—	—	49.6	10.1		
	恒山	$ЖГ_1$	33.96	11	—	48	—	—	—	—	46.8	14.8		
	城子河	$ЖГ_1$	33.03	11.5	—	57	—	—	—	—	59.7	10.4		
	勃利	$ЖК_2$	30.00	15.5	—	72	—	—	—	—	70.6	9.9		
	滴道	К	24.20	13.5	21	63	0.6	394	462	489	75.1	7.6		
河北省	林西	$Ж_1$	27.45	28.0	171	75	46.8	329	441	482	70.6	7.1		
	吕家坨	$Ж_1$	27.55	28.0	—	76	—	—	—	—	69.5	7.6		
	唐家庄	$ЖГ_2$	33.15	22.5		78	—	—	—	—	62.3	9.4		
	峰三	$Ж_1$	29.91	30.0	280	82.0	599	337	449	503	74.0	7.8	首钢试验首	1970年（奥亚、罗加、基氏数据为1965年）
	井陉	К	22.68	16.0	0	63.9	1.42	370	461	497	75.4	8.6		
	唐山	$ЖГ_2$	32.56	21.0	140	80.9	339	343	455	498	70.2	12.2		
	邢台	$ЖГ_2$	35.95	23.0	—	—	—	—	—	—	69.6	11.4		
	唐山	$ЖГ_2$	33.99	18.0	90	78.6	130	346	445	489	64.4	11.4	包钢试验站	1965年
	赵各庄	$ЖГ_2$	36.64	16.0	—	—	—	—	—	—	73.2	12.8		
	马头	К	21.43	15.0	30	—	104	392	474	505	78.8	9.6		
	邯郸	$ПС_2$	17.88	11.0	－14	50.3	0.04	420	479	503	57.8	27.7		

煤种		牌号	V^r（%）	Y（毫米）	奥亚膨胀度	罗加指数	基氏塑性仪				小转鼓指标		试验地点	日期
					b（%）	LR	α_{max}（圈/分）	T_P（℃）	T_m（℃）	T_K（℃）	M_{40}	M_{10}		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
山西省	霍县	ЖГ$_2$	32.56	22.0	—	—	—	—	—	—	69.4	9.0	包钢试验站	1965年
	西铭	ПС$_2$	18.44	11.0	仅收缩	44.6	0.025	441	482	504	67.2	18.8		
内蒙古自治区	召沟	Г$_2$	42.50	11.0	-30	47.5	0.13	374	432	459	47.4	24.8		
	长汉沟B上	Г$_2$	41.90	12.0	15	66.2	1.82	359	437	464	46.4	14.4		
	长汉沟B下	Г$_2$	—	14.0	30	68.9	22.8	347	432	468	43.4	12.0		
	五当沟	Г$_3$	37.94	14.5	150	78.9	221	343	436	482	57.2	14.4		
	教子沟6层	ЖГ$_2$	31.72	17.0	45	61.9	—	—	—	—	69.6	12.0		1971年
	教子沟7层	ЖГ$_2$	32.25	19.5	90	71.5	—	—	—	—	75.2	11.6		
	五虎山1层	ЖГ$_2$	33.62	18.0	85	58.3	—	—	—	—	72.0	12.2		
	五虎山2层	ЖГ$_2$	30.74	15.5	20	46.6	—	—	—	—	76.0	15.0		
	卡布其旧峒沟10层	ЖГ$_2$	31.23	20.0	95	55.4	—	—	—	—	72.0	11.1		
	公乌素9层	ЖГ$_2$	31.35	18.0	20	49.8	—	—	—	—	76.2	11.2		
	棋盘井9层	ЖГ$_1$	30.96	20.0	110	64.8	—	—		—	75.8	11.2		
	乌达	Ж$_1$	31.10	26.5	160	—	210	349	433	478	54.6	12.3		
	五虎山9层	Ж$_1$	29.67	28.0	160	69.0	—	—	—	—	69.4	12.4		
	苏赫图12上层	Ж$_1$	29.28	28	270	75.8	—	—	—	—	72.2	10.8		
	苏赫图12中层	Ж$_1$	30.00	27	240	72.7	—	—	—	—	70.0	10.7		
	苏赫图12下层	Ж$_1$	29.48	27	220	72.1	—	—	—	—	70.8	9.2		
	老石旦16上层	Ж$_1$	29.45	30	220	72.0	—	—	—	—	76.2	10.2		
	老石旦16下层	Ж$_1$	28.43	28	180	66.6	—	—	—	—	72.4	8.2		
	木耳沟9层	Ж$_1$	32.52	30	240	75.9	—	—	—	—	69.2	8.8		
	卡布其旧峒沟16上层	Ж$_2$	33.20	32	310	73.2	—	—	—	—	68.8	9.6		
	卡布其旧峒沟14层	Ж$_2$	30.89	37	290	73.5	—	—	—	—	68.0	10.8		
	老石旦9层	ЖК$_2$	28.55	18	45	56.9	—	—	—	—	76.4	12.0		
	老石旦16中层	ЖК$_2$	26.23	18	40	50.3	—	—	—	—	75.4	7.0		
	卡布其平沟10层	ЖК$_2$	29.57	24	150	65.2	—	—	—	—	72.7	8.5		
	卡布其平沟16上层	ЖК$_2$	27.55	23	160	62.8	—	—	—	—	74.0	7.6		
	五虎山10层	ЖК$_2$	28.67	24	100	60.2	—	—	—	—	71.0	11.4		
	苏赫图13上2层	ЖГ$_2$	30.14	22	130	64.3	—	—	—	—	76.3	10.4		
	康包	ЖК$_2$	26.98	14.5	25	55.7	—	—	—	—	73.6	11.8		
	阿刀亥全层	ПС$_2$	17.54	12	—	—	—	—	—	—	67.2	17.0		
	阿刀亥2层	ПС$_1$	17.28	8	仅收缩	—	—	—	—	—	47.6	36.2		
	阿刀亥3层	К	23.25	15.5	5.0	—	—	—	—	—	72.6	10.8		
	阿刀亥4上层	ПС$_2$	17.44	11	0.5	—	—	—	—	—	71.5	13.4		
	阿刀亥4下层	ПС$_2$	19.14	11	仅收缩	—	—	—	—	—	54.4	36.8		

煤种		牌号	V^r (%)	Y (毫米)	奥亚膨胀度	罗加指数	基氏塑性仪				小转鼓指标		试验地点	日期
					b(%)	LR	α_{max} (圈/分)	T_P (℃)	T_m (℃)	T_K (℃)	M_{40}	M_{10}		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
陕西省	黄陵店头	$ЖГ_1$	35.04	12.0	仅收缩	52.6	0.15	372	429	451	55.6	23.4	包钢试验站	1966 年
	铜川李家塔	$ПС_2$	17.85	12.0	-21	41.0	15(度/分)	432	467	495	48.0	37.4		
青海省	木里聚平更试验井	$ПС_2$	17.88	10.0	—	—	—	—	—	—	52t4	18.4		1967 年
河南省	平顶山 B 组	$ЖГ_2$	31.24	21.0	170	75.0	103.5	348	454	495	71.2	9.4	武钢试验站	1972 年
	平顶山 C 组	$ЖГ_2$	35.78	15.0	3.5	70.6	43.5	346	441	484	73.0	13.0		
	许坊	$ЖГ_1$	32.05	13.5	5	66.8	7.0	354	452	490	69.5	12.5		
湖北省	石龙子	$ЖК_2$	27.35	21.5	—	—	—	—	—	—	75.2	10.4		
湖南省	银田寺	$ЖГ_1$	33.00	13.0	—	—	—	—	—	—	50.4	22.4		
	恩口	$ЖК_2$	29.00	21.5	—	—	—	—	—	—	66.2	13.2		
	煤炭坝	$ЖК_2$	29.50	16.0	—	—	—	—	—	—	62.4	12.0		
	资兴	К	22.80	1S.5	—	—	—	—	—	—	70.0	10.2		
	斗笠山	К	24.00	15.0	—	—	—	—	—	—	67.4	13.4		
山东省	官桥	$ЖГ_2$	36.14	18.0	20	70.9	87.4	325	434	478	63.0	10.8		
	陶庄	$ЖГ_2$	33.39	21.0	220	85.5	666.9	318	435	479	62.0	9.6		
	山家林	$Ж_2$	34.56	36.0	230	82.2	434	342	446	489	53.1	8.9		
	孙村	$Г_3$	39.10	18.5	160	81.2	523	320	425	471	61.0	11.4		
	良庄	$Г_3$	38.99	16.5	—	—	—	—	—	—	63.4	14.0		
	华丰	$Г_3$	41.60	17.0	—	—	—	—	—	—	41.3	16.6		
	禹村	$Г_2$	39.00	12.0	-28	49.6	0.5	340	428	461	56.6	19.3		
云南省	太平场 V_2 井 F_6 层	К	21.56	16.0	35	74	4.3	—	—	—	74.8	8.8	重钢试验站	
	太平场 V_1 井 G_3 层	К	20.15	15.0	15	67	3.0	—	—	—	68.2	12.4		
	太平场 V_1 井 E_1^2 层	КЖ$_1$	25.64	26.0	150	80	31.8	—	—	—	77.8	7.2		
	花山 K_1 层	К	21.99	17.0	70	76	7.3	—	—	—	74.6	9.0		
	花山 G_2^b 层	К	19.27	14.0	25	67	1.95	—	—	—	66.8	11.2		
	花山 E_1^1 层	$ПС_2$	17.12	11.0	-12	54	0.10	—	—	—	75.2	12.4		
	宝顶 H_2^g 层	$ПС_2$	17.52	11.0	-9	64	0.19	—	—	—	70.4	14.6		
	宝顶 D_2^b 层	$ПС_2$	16.28	9.0	-14	52	0.10	—	—	—	51.0	26.8		
	宝顶 E_6 层	$ПС_1$	16.88	8.0	仅收缩	36	0.04	—	—	—	35.6	27.2		
贵州省	盘县老屋基 14 层	$ЖГ_2$ - $Ж_1$	30.81	25.0	140	70.9	152	369	459	500	61.8	9.8		
	盘县土城三号井 15 层	К	21.72	19.0	70	79.8	7.4	404	473	510	76.4	8.6		
	盘县土城三号井 01 层	К	24.33	20.0	160	81.2	122	386	473	512	70.0	9.2		
	盘县土城三号井 16 层	К	21.12	16.0	25	68.2	3.5	411	479	509	81.8	6.4		
	盘县土城三号井 1～2 层	К	25.95	25.0	170	79.0	158.6	380	465	508	67.6	7.8		
	盘县纸厂 12 层	$Ж_1$	35.41	27.0	250	75.2	905	367	443～479	—	40.6	10.2		
	盘县纸厂 18 层	$Ж_1$	34.11	28.0	210	68.3	810	353	455	501	67.2	10.0		

煤种		牌号	V^r (%)	Y (毫米)	奥亚膨胀度	罗加指数	基氏塑性仪				小转鼓指标		试验地点	日期
					b(%)	LR	α_{max} (圈/分)	T_P (℃)	T_m (℃)	T_K (℃)	M_{40}	M_{10}		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
贵州省	盘县纸厂3层	ЖГ$_2$	34.50	16.0	110	76.0	508.3	381	459	503	57.2	10.2	重钢试验站	1972年
	盘县纸厂13层	ЖГ$_2$－Ж$_1$	34.73	25.0	220	76.9	953	374	456	507	47.2	7.6		
四川省	永荣	ЖГ$_1$	32.84	13.0	仅收缩	42.4	—	—	—	—	66.1	14.6		
	永川	ЖГ$_1$	32.45	10.0	仅收缩	39.2	—	—	—	—	61.0	14.3		
	威远	ЖКГ$_1$	31.11	11.0	仅收缩	29.5	—	—	—	—	64.5	19.1		
	天府南井	ПС$_2$	18.68	11.0	60	73.5	2.0	442	496	583	78.4	14.2		
	天府北井	К	20.31	16.0	40	67.0	—	420	488	522	83.6	9.2		
	中梁山南井	ПС$_2$	19.22	10.0	—	—	—	—	—	—	73.6	18.2		
	中梁山北井	ПС$_2$	19.13	10.0	—	—	—	—	—	—	72.2	18.6		
	中梁山 K_1 层	ПС$_2$	19.70	11.0	55	68.5	150(度/分)	436	494	517	73.2	13.8		
	中梁山 K_2 层	ПС$_2$	17.64	9.0	－10	17.3	385(度/分)	444	490	513	70.6	16.2		
	中梁山 K_4 层	К	19.40	16.0	65	67.8	292(度/分)	421	490	518	73.4	11.0		
	中梁山 K_5 层	ПС$_2$	16.73	9.0	5	62.7	—	441	485	510	76.0	9.6		
	广旺白水	ЖК$_1$	26.03	14.0	45	70.9	3.15	380	461	494	69.2	11.0		
	广旺唐家河	К	20.31	13.0	40	68.7	185(度/分)	420	480	509	82.2	5.4		

＊由于＞60毫米级焦炭不足，不能做转鼓试验，表中数字是焦炭坠落后＞60毫米级的百分数和＜10毫米级的百分数。

第六章　配煤的加工处理

中国煤炭资源丰富，但据目前开采情况来看，优质炼焦煤的开采量尚不敷日益发展的炼焦工业的需要，且各地区煤种牌号的分布又不均匀，因此弱粘结及不粘结性煤在配煤中的利用在我国显得十分突出，关系到炼焦工业的发展。

目前世界各国主焦煤的蕴藏量也在逐渐减少，利用其他弱粘结或不粘结的煤扩大焦用煤基地就很为必要。在这方面各国都获得了不少成就，其方法可总括为两大类：①在现有机械化焦炉中扩大炼焦用煤基地；②新法炼焦，可单独使用弱粘结或不粘结煤在新型焦炉内炼成冶金焦炭，如连续炼焦、环形炉炼焦、或冷压型炼焦等，褐煤冷压型炼焦在民主德国已付诸工业实践，连续炼焦在苏联及我国均进行工业试验中，环形炉炼焦在苏联也已获得初步结果。

我国目前情况为已有许多现代机械化焦炉和简易焦炉，1960 年开工及基建的大中焦炉即达五十余座。在现有焦炉从技术经济效果来说已体现了它的优越性，所以它仍然是扩大炼焦用煤基地的具有现实意义的主要方面。现用的炼焦方法存在着煤的热分解的矛盾过程，一方面在进行粘结和加固，另一方面则裂纹在生成，整个炼焦过程将焦炭质量导向相反的结果，目前所已掌握的在现代机械化焦炉中的炼焦技术还不能彻底解决此一问题。因此为扩大使用弱粘结及不粘结煤是通过改善配煤比，改善煤料加工、及改进炼焦度等方法来进行。目前各国应用在提高焦炭质量扩大炼焦煤资源的办法有下列几方面：

(1)改进炼焦炉的设计和操作，使燃烧室加热温度均匀，获得质量均匀的焦炭。

(2)改进装炉煤的品质，利用配煤和均匀化的措施达到质量好而且均匀的焦炭。

(3)利用破碎加工、岩相选别措施扩大弱粘结性煤及气煤利用，改进焦炭品质。

(4)利用添加有机物或无机物扩大煤资源利用，改进焦炭品质。

(5)搞固装炉或采用团球与粉煤混合装炉方法扩大大利用弱粘结性煤及气煤,改进焦炭品质。

(6)装炉煤料干燥或预热扩大弱粘结性煤及气煤利用,改进焦炭品质。

配煤比的选择已在第五章中论述,本章是就煤料加工处理方面如改进装炉煤的洗选程度、破碎加工、添加无机物一铁焦、捣固、团球、干燥预热等各方面加以简述。

第一节　改进装炉煤的洗选程度

如所周知降低焦炭灰中分含量,可降低焦炭在高炉冶炼中的消耗。在一般情况下,焦炭灰分降低 1%,可以节省高炉焦炭消耗量 1.5～2.5% ;节省石灰石 2.5%。提高高炉效率 2.5%。降低焦炭灰份不但能保证高炉作业正常,降低熔铁所需的焦炭量,提高生产效率,并可以降低生铁成本。

除此以外,炼焦煤的洗选对焦炭机械强度也有明显的影响。

根据苏联 Б.И.Штромберг 的试验结果证明灰份对焦炭质量的影响很大,在某工厂中进行的试验其焦炭灰份与焦炭强度的关系如图 9－6－1 所示。

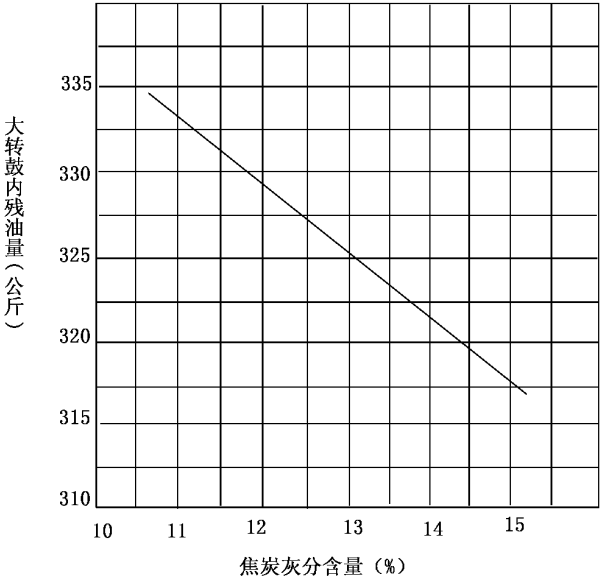


图 9－6－1　焦炭灰份含量与焦炭强度关系图

由图可见焦炭灰份每降低 1%,可以提高转鼓强度 1.5～2%。同时根据他厂的焦炭灰分与转鼓强度关系的试验,也得出同样趋势的曲线。据此结果可将焦炭灰份与转鼓强

度间的关系以下式表示之：

$$y = ax^2 + bx + c$$

式中　y——转鼓公斤数；

x——焦炭中灰分含量；

a，b，c——系数，每个工厂的系数不同。

洗煤在配煤中的加入量对焦炭强度也有影响，并不仅因为洗煤灰分降低的缘故，同样的焦炭灰份如焦炭 A 中含洗煤量比焦炭 B 多，则焦炭 A 的强度比焦炭 B 好。Б.И.Штромберг 的试验结果如图 9－6－3 所示。

由图 9－6－2 见焦炭灰份为 13.26～13.75%的某种配煤，当配煤中洗煤含量由 20%增加到 70%时，焦炭强度增加达 30 公斤以上。焦炭灰分为 10.76～11.25%的另一种配煤，其洗煤在配煤中含量的多寡对焦炭强度影响较小，但其洗含量由 50%增加到 70%时也使焦强度增加 5 公斤以上。

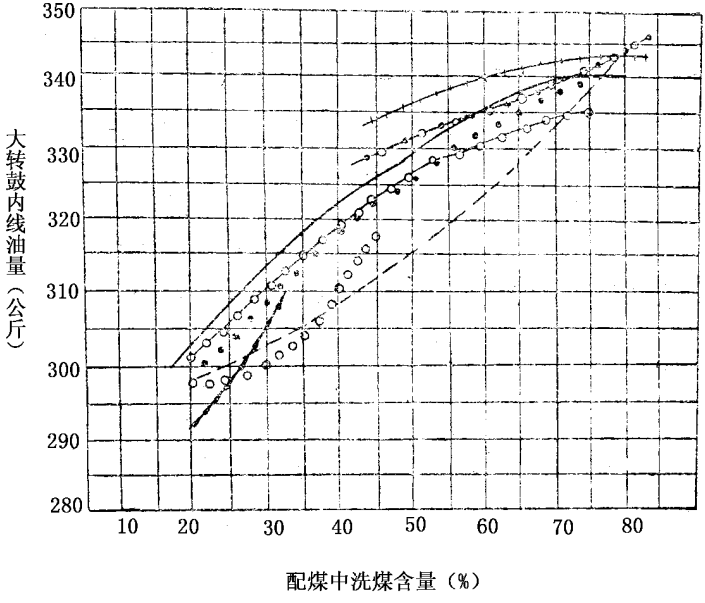


图 9－6－2　配煤中洗煤含量与焦炭强度关系图

图中各型曲线所表示的焦炭灰分含量

——　10.76～11.25%

－○○－○○－　11.26～11.75%

————　11.76～12.25%

○○○○　12.26～12.75%

－·－·－　12.76～13.25%

－－－－　13.26～13.75%

○○○○　13.76～14.25%

→→→　14.26～14.75%

钢铁研究院煤焦化学研究室进行的试验得出用原煤炼焦时焦炭强度变坏的结果如表 9－6－1 所示。

表 9－6－1

煤料 / 方案	配煤比									AC% 焦炭灰份	焦炭强度(小转鼓)			
	ПС$_2$ 淄博鲁家站	К 洪山三立井	КГ$_2$ 枣庄山家林	Г$_3$ 新汶张庄	ЖГ$_2$ 贾汪小湖系	ПС$_2$ 洪山殿	К 牛马司	ЖГ 保和堂	Г 零陵		100 转后(%)		225 转后(%)	
											>40 毫米	<10 毫米	>40 毫米	<10 毫米
济 1	20	15	40	25	—	—	—	—	—	11.28	60.8	8.8	45.0	15.4
济 2	20 (原煤)	15	40 (原煤)	25 (原煤)	—	—	—	—	—	19.18	53.2	12.8	38.6	21.2
济 5	20	15	40		25 (原煤)	—	—	—	—	10.45	62.2	10.4	44.6	18.2
济 6	20 (原煤)	15	40 (原煤)		25 (原煤)	—	—	—	—	16.52	54.6	11.2	35.8	19.6
济 8	—	—	—	—	—	15	40	40	5	5.15	65.8	8.8	50.8	15.2
济 9	—	—	—	—	—	15	40 (原煤)	40 (原煤)	5	7.49	66.0	9.4	53.8	16.2

表 9－6－1 中三个方案的对比都说明了采用洗煤炼焦，提高焦炭强度，其中牛马司原煤灰仅 4.42，保和堂原煤灰份仅 5.46，经洗选后炼焦也提高了焦炭强度。

总之使用洗煤，加强炼焦用煤的洗选程度，不仅改善了焦炭灰分含量，同时也提高 了焦炭机械强度，可作为扩大弱粘结性煤及气煤利用的措施之一。

第二节　粉碎加工

为了使获得优质的冶金焦炭，配合煤料的细度也是因素之一。

煤的细度和堆比重关系密切，颗粒大时，单位容积中煤的颗粒数目少，总的表面面积小，所以堆积比重大。颗粒细小时，则单位容积中煤的颗粒数目增多，总的表面积增大，堆积比重也因而减少。根据苏联科学院试验结果煤的细度与堆积比重的关系如表 9－6－2 所示。

表 9－6－2 证明煤的粒度愈大堆比重愈大，粒度愈小堆比重愈小。如果配煤粒度很不均匀，由于落下时的偏析作用，便要形成炭化室内不同位置的煤堆比重不同，而堆比重不同，结焦时所需的时间和消耗热量亦不一致。可是一个炭化室的结焦时间和温度全是

固定的，无法分别适应每一部位的特殊情况。因此过火和不熟的炭便要同时产生，而影响焦炭质量。

表 9－6－2　煤的颗粒度和单位容积密度的关系

0～3 毫米煤粒所占百分数	干　煤	
	公斤/立方米	%
76	834	102.3
78	831	102.0
80	827	101.5
82	826	101.4
84	821	100.7
86	820	100.6
88	818	100.4
90	815	100.0

配煤中不同的煤种往往具有不同的硬度。凡是硬度相同的煤，在破碎中生成的粒度亦必接近，此粒度相同的煤若单独聚在一起时，就好像单种煤聚在一起一样，在炼焦过程中便会发生单独成焦的现象。这样不但不能发挥配煤互相调剂的作用，反而会比单种煤炼得的焦炭质量还差。因此配煤时力求配合均匀。

配煤细度通常以 0～3 毫米煤粒所占百分数来表示。细度超过 92%时，装炉煤堆比重即大大降低，同时引起装炉困难，煤气中夹有大量煤粉，堵塞管道，增加化学车间操作困难，可以除特殊情况外配煤细度一般为 90～92%。配煤工段除掌握 0～3 毫米煤粒度外，除特殊的煤，一般必须注意 5 毫米以上煤粒的数量。这种大颗粒煤数量不宜过多，因为颗粒大的煤在炼焦时较颗粒小的煤不易软化熔融，在焦炭组织内以它为核心形成幅射裂纹、这对焦炭的块度和强度都有坏影响。配煤膨胀压力较大的配煤，可把细度提高，因煤粒越小，则煤气从颗粒中心透出的半径愈短，增加煤气析出速度，即可以降低煤的膨胀压力。当贫煤或长焰煤配入配合煤中，须将其粉碎至 0～2 毫米占 100%，用无烟煤时则立粉碎到 1 毫米以下，否则焦炭质量差。可以配煤的细度须根据煤的性质来决定。

为了使各种煤获得适当的粉碎程度，煤的抗碎有着重大的关系，以变质程度来看，抗碎性小的是中等变质程度的煤（肥煤、焦煤、粘结性好的瘦煤），在配煤混合粉碎时多存在于细颗粒中，而长焰煤，气煤及贫煤均难破碎。变质程度相同，煤岩组成不同时，据一些研究工作证明，暗煤是抗碎性最大的岩相组份，亮煤与之较接近，镜煤特别是丝炭的抗碎

性最小。为此各国根据煤的破碎性质采取了不同的粉碎加工方法，以改善焦炭质量。

在焦化工厂中炼焦用煤的制备是按二个带原则性的系统，第一种系统即ДЩ系统，是将单种煤破碎到50～0或40～0毫米，送入配煤槽，配合好后混粉碎到所需要的颗粒；第二种系统是ДК系统，是把已经粉碎好的单种煤各种成份送入配煤槽再行配合，我国目前基本上是采用ДЩ系统。采用ДЩ系统时，配煤中的气煤比其他煤料的抗碎性要高得多，配合煤中粗粒度主要是气煤组成，中等变质程度的煤在煤粒中生成大量粉煤。许多研究工作者曾试想改进粉碎机的效能来减少焦煤及肥煤所生成的过量煤粉，但是这种意图往往造成气煤粉碎的不够和焦炭质量恶化。因此抗碎性大的煤须单独粉碎始能获得应有的粉碎度，且可减少煤料内粉煤含量，提高堆比重，从而改善焦炭质量。为了达到上述要求须改进煤准备车间的系统，选择合理的加工系统。

苏联В.Г.札士克拉瓦以及А.М.米罗什尼钦柯以及其他同志，发现增加含有气煤煤料的粉碎度并不能对焦炭质量有所改进，因为此时由于煤料的其他组分过度的粉碎，使煤料的颗粒组份变坏了。因此采用了ДДК系统粉碎煤的方法，将气煤和粘结性差的瘦煤细碎，而肥煤焦煤粗碎，然后混合炼焦，使各种牌号煤获得适当的粉碎细度。В.Г.札士克拉瓦等曾用此方法ДШ及ДК方法对比，进行半工业及工业试验如表9－6－3、9－6－4、9－6－5所示。

表9－6－3　1957年半工业试验结果

煤处理方法	配煤细度<3毫米含量（%）	焦炭筛分析80～60毫米含量（%）	50公斤小转鼓100转后焦炭质量	
			>40毫米级（%）	<10毫米极（%）
ДШ	89.9	31.7	69.9	9.7
ДДК：Г煤<3毫米含92%，Ж,К,ОС不细粉碎<25毫米	76.0	36.4	67.8	10.9
ДДК：Г煤<3毫米含92%，ОС煤<3毫米占90%，Ж,К不细粉碎<25毫米	82.0	32.9	70.9	10.5
ДДК：Г煤<3毫米含92%，ОС<3毫米占90%，Ж,К<3毫米80%	84.2	41.6	72.9	10.5

表 9－6－4　1958 年半工业试验结果

煤处理方法	焦炭筛分析 80～60 毫米含量(%)	50 公斤小转鼓 100 转鼓焦炭质量	
		>40 毫米级(%)	<10 毫米级(%)
ДШ	39.5	77.2	9.8
ДДК{Г，OC<3 毫米占 90% Ж，К<3 毫米 80%	40.0	76.3	10.8
ДДК{Г，OC<3 毫米占 90% Ж，К<3 毫米 80%	34.2	77.5	9.6

表 9－6－5　工业试验结果

各牌号煤粉碎细度 <3 毫米含量(%)				煤处理方法	配煤细度 <3 毫米含量%	焦炭筛分析 80～60 毫米含量(%)	松格林转鼓	
Г	Ж	К	OC				>40 毫米级(%)	<10 毫米级(%)
89.3	94.0	94.0	93.5	ДК	93.2	37.3	348.8	31.8
90.7	82.3	81.7	90.0	ДДК	84.9	37.3	348.1	30.7
90.6	80	78.9	90.3	ДДК	83.1	32.6	349.8	29.0
89.2	77.5	78.9	76.6	ДДК	79.6	35.8	345.6	30.7
84.5	80.3	79.5	89.5	ДДК	83.2	34.0	344.4	32.2

由以上三表可见焦炭质量并未降低。

用 ДДК 方法时使装炉煤尘量(0～0.5 毫米级)由 40～50% 降低到 21～22%，装炉煤堆比重增加 7%，在装炉煤堆比重增加的同时，使结焦时间延长，减去因延长时间减产的焦炭，总算起来焦炭增产约为 5%。因焦炭增产，即能有条件多加入气煤，即可能扩大炼焦用煤基地又不降低焦炭质量。配煤细度降低也改善了劳动条件，并不致因煤尘量过高逸入集气管，影响焦油质量和改进了当车间生产量大，超过一个粉碎机生产能力时，因煤料分配于各粉碎机的不同，而导致的粉碎程度不均匀的现象。

在粉碎时将肥煤及焦煤混合粉碎，粉碎度为 <3 毫米约占 80～85%，气煤单独粉碎到 <3 毫米级含量占 90%，瘦煤粘结性好时与焦煤肥煤混合粉碎，粘结性差时则与气煤混合粉碎，由于整个配料细度降低，也减少了电气消耗，提高设备利用率。

据 В.Г. 札什克拉瓦等以顿巴斯煤进行试验后认为对于所洗煤厂的焦化厂可采用下

述的二种煤处理方法：

(1)当瘦煤胶质层厚度大于 6 毫米时。

气煤——单独粉碎到 < 3 毫米级含量占 90%

肥煤、焦煤、瘦煤——混合粉碎到 < 3 毫米级含量占 80 ~ 85%

以上两项均为混合炼焦

(2)当瘦煤胶质层厚度小于 6 毫米时。

气煤、瘦煤——混合粉碎到小于 3 毫米级含量占 90%

肥煤、焦煤——混合粉碎到小于 3 毫米级含量占 80 ~ 85%

以上两项均为混合炼焦

当焦化厂有自己的洗煤厂时，则皆系先配合再洗煤，因此须按照 ДШ 系统处理，原来在苏联一般有洗煤设备的工厂可使用的煤处理方法为：煤料配合后经 1 毫米及 12 毫米孔眼的筛子筛分，分为 0 ~ 1，1 ~ 12，12 ~ 80 毫米三级，混合后一起粉碎(图 9 - 6 - 3)B.Г.札什克拉瓦等建议筛分后 0 ~ 1 毫米级人洗，洗后不再粉碎，12 ~ 80 毫米级煤拉洗后单粉碎，粉碎度为 < 3 毫米级含量占 90%，1 ~ 12 毫米级(以 3 毫米筛筛分或不筛分均可)洗后破碎为 < 3 毫米级含量占 85 ~ 86%左右，三部分混合炼焦(图 9 - 6 - 4)。用此方法即不致使原已粉碎的煤过度粉碎，同时也可降低配煤的细度，从而提高装炉煤堆比重。

在原有设备(ДШ)的基础上，也可采取配煤先过筛，< 3 毫米级煤粉不再粉碎的方法(图 9 - 6 - 5)，或先将配煤粉碎到 < 3 毫米占 90%，以 6 毫米孔眼的筛子筛分，大于 6 毫米的煤粒重新粉碎(图 9 - 6 - 6)。用此处理方法结果也很好，但必须解决湿煤筛分的问题。

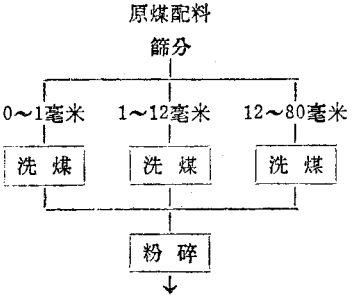


图 9 - 6 - 3

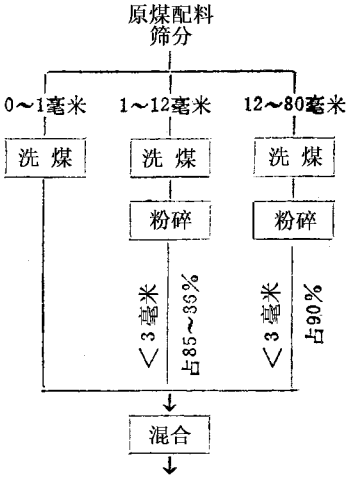


图 9－6－4

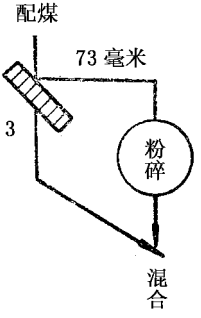


图 9－6－5

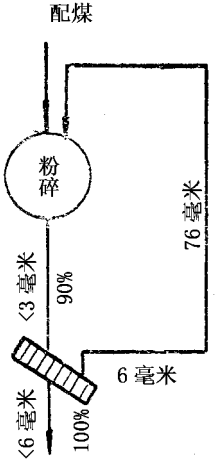


图 9－6－6

目前在苏联已准备采用 ДДК 系统煤处理方法。

我国也进行了本方法的研究，系将气煤及弱粘结性煤细碎，肥煤及焦煤粗碎，使全部煤料细度由 < 3 毫米占 90%，减低至占 85%，不但由于煤料细度降低节约了设备能力，也提高了焦炭质量，同样配比经按 ДДЛ 系统处理煤料后，焦质量以 25 毫米小转鼓 > 40 毫米焦炭残留量百分数计算，自 68.4% 提高到 81.8%（表 9 – 6 – 6），此一结果说明采用 ДДК 煤处理系统，是扩大弱粘结性煤利用的简便有效的方法之一。

表 9 – 6 – 6　采用 ДДК 处理方法的焦炭质量

配煤比					煤处理方法	25 公斤转鼓 100 转后(%)			25 公斤转鼓 225 转后(%)		
К	Ж	Ж	Г	С.С		> 60 毫米	> 40 毫米	< 10 毫米	> 60 毫米	> 40 毫米	< 10 毫米
15	30	20	10	25	ДК	18.4	68.4	14.0	6.4	60.0	18.0
15	30	20	10	25	ДДК	40.8	81.8	9.6	25.6	69.4	17.6

注 按 ДК 方法处理时，每种煤粉碎细度为 < 3 毫米占 90%。

按 ДДК 方法处理时，肥煤及焦煤粉碎细度为 < 3 毫米占 80 ~ 82% Г 及 С.С 煤粉碎细度为 < 3 毫米占 90 ~ 92%。

炼焦煤的岩相处理方法是 E. 勃斯脱朗（E.Bursttein）在霍克（Hock），E. 霍夫曼（E.Hoffman），H. 霍夫曼（H.Hoffmamn），克优文（Kiihlwein），雷曼（Lchmamn），斯大赫（Stach）等人的工作基础上提出的，其理论根据是，对于炭化程度较低的煤，各岩相并份的物理化学性质和工艺性质是有时显差别的，暗煤的抗碎性大，镜煤和亮煤次之，丝炭最小（系指软丝炭）。在一般处理时，暗煤硬丝炭，矿化镜煤和页岩（硬性物质）集中在粗粒度级，镜煤，亮煤和软丝炭焦中在细粒度级。这些不易粉碎的大颗粒，其粘结性一般也是差的，在炼焦时成为焦炭裂纹中心，因此为降低硬性物质的粒度，须进一步粉碎煤料，使整个配料的粒度在一定的范围内。经朗各（Longoog）铜铁厂的工业试验证明，镜煤和亮煤在一般粒度时熔融性良好，但过分的细碎会降低粘结性。为此，根据煤物质煤岩组成的不均一性，依照煤的破碎原则，构成了煤岩相处理的基本依据。

基于上述的煤岩相并份的性质，使我们有可能采用选择破碎的处理煤料的方法来改善焦炭质量。

苏联东方煤化学研究所会进行了半工业炼焦试验，共进行了三个配煤方案的试验。煤处理的流程如图 9 – 6 – 7a 所示。

煤料成分及试验结果如表 9 – 6 – 7a、9 – 6 – 7b 所示。

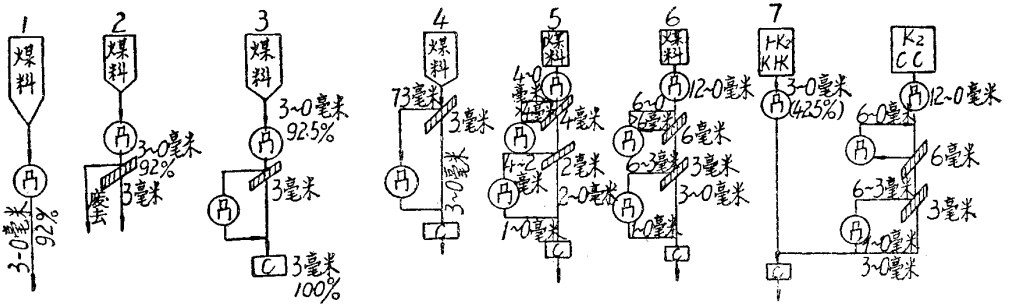


图 9－6－7a　制备炼焦煤料的流程

C—混合机；Д—粉碎机

表 9－6－7a　进行研究的煤料成份

配煤方案					
	$Г_2$	$Ж_2$	КЖ	$К_2$	СС
Ⅰ	—	27	43	20	10
Ⅱ	20	20	35	—	25
Ⅲ	40	25	—	35	—

表 9－6－7b　按各种配煤方案进行炼焦试验的结果

制备各煤料流程		煤料工业分析 V^C(%)	胶质层指标(毫米)		煤料中下列两级含量%(毫米)		焦炭转鼓试验结果(公斤)	
			x	y	3～0	2～0	鼓内残存量	鼓外 0～10 毫米级
第一方案	1	24.1	37	15	92.3	—	305.9	51.0
	2	24.3	29	17	100.0	—	308.7	51.4
	3	24.1	38	15	100.0	—	310.6	54.6
	5*	23.6 23.3	31 31	16 16	—	100.0 100.0	311.0 316.2	50.2 43.9
	6	24.3	33	16	—	100.0	317.0	42.1
	7	23.2	37	16	94.1	—	309.7	48.0
第二方案	1	27.0	34	15	92.5	—	297.0	57.0
	2	26.9	32	16	100.0	—	308.0	53.3
	3	26.5	36	15	100.0	—	298.8	58.2
	4	26.8	38	15	96.7	—	302.7	55.6
	5	26.6	42	14	—	100.0	309.7	54.9
第三方案	1	27.7	35	14	92.7	—	286.8	56.1
	5	29.1	33	14	—	100.0	314.5	46.8

注：分子——将中间级粉碎到 1～0 毫米；
分母——将中间级粉碎到 2～0 毫米。

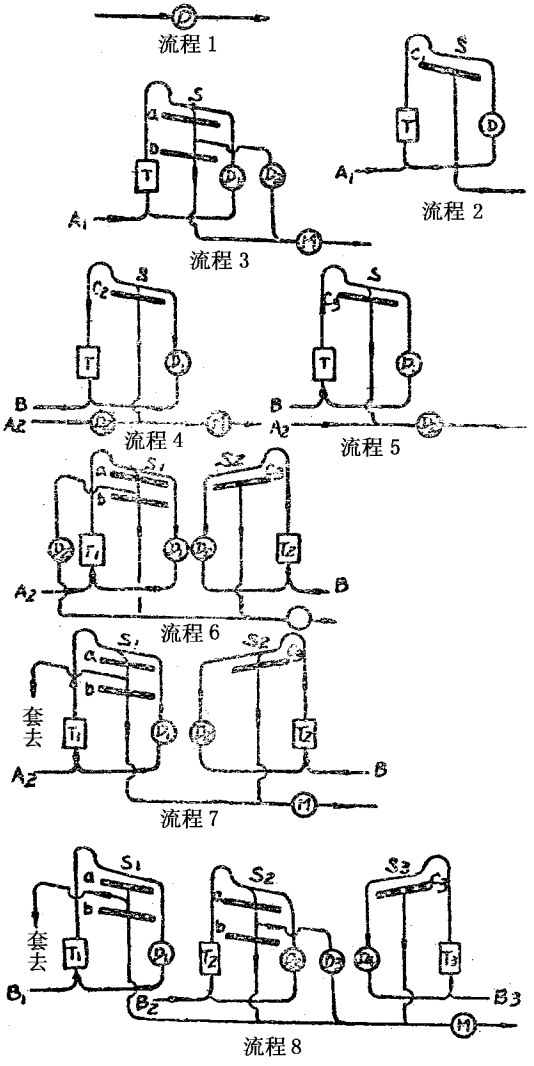


图 9－6－7Б　炼焦煤处理流程

D—粉碎机；T—混合；M—最终混合；S—筛子

a = 4 和 6 毫米，b = 1.5，2 和 3 毫米；C_1 = 2 和 3 毫米，

C_2 = 2 和 5 毫米，C_3 = 5 毫米；M—最终混合；A_1—三个组分的配煤；A_2—二个组分的配煤，B—单种煤

按第一方案的配料，当用一般生产煤所用的细度炼焦时，焦炭在转鼓内残留量为 305.9 公斤。当按流程 2 和 3 进行选择破碎，可使焦炭转鼓内残留量相应的提高 3～5 公斤。这时，焦炭的筛分组成并无显著变化。当按流程 5 或 6 制备煤料时，结果更好一些。焦炭在转鼓内残存量可相应的提高 10 至 11 公斤，筛分组成有显著的改变，＞80 公厘一

级的含量降低，而 80 ~ 60 公厘这样的中间级的含量增高 3 ~ 7%。

第二方案系采用多量的气煤及 C.C 牌号煤炼焦的方案。煤料的处理流程按流程 1 ~ 5 进行。

当用粉碎到一般细度的煤炼焦时，焦炭质量为鼓内残留量 297 公斤（按流程 1 进行）。当用 2、3、4 流程制备煤料时，在筛除 3 毫米级的情况下，所炼得的焦炭强度是比较高的，在这种情况下，焦炭的鼓内残留量为 308 公斤，提高 39 公斤。与此不同，将 > 3 毫米级煤粒完全粉碎到 0 ~ 3 毫米（按流程 3 进行），不会使焦炭质量有显著改善。流程 4 效果也不好。因为配制的煤料粘结性弱，当将 > 3 毫米煤颗粒再细粉碎后，由于弱粘结煤的颗粒总表面积增加，使煤料粘结性变坏；而从另外一方面来看又因大颗粒减少，而减少焦炭中的烈纹，由于此两个因素对焦炭质量产生相反结果，具体在流程 3 的处理方法中，即使两种因素影响互相抵消，焦炭强度无显著改变。在除掉 > 3 毫米一级的煤粒时，焦炭强度提高，实质上是由于除去了一部份弱粘结的和灰分高的一部份煤料，而增加了煤料粘结性的缘故。采用流程 5 时，将 4 ~ 2 毫米级煤粒粉碎到 2 ~ 0 毫米再与以前筛出的煤粒混合炼焦，所炼得的焦炭比采用通常粉碎方法时，其强度高 13 公斤。

第三方案是采用了 40% 的气煤炼焦，煤料按流程 1 和流程 5 进行。采用一般的粉碎方法时，焦炭大转鼓的鼓内残留量为 287 公斤，鼓外 10 ~ 0 毫米一级为 56 公斤；采用流程 5 时，焦炭鼓内残留量为 314 公斤，而鼓外 < 10 毫米一级降至 47 公斤。

从上述的结果中可以看出，对于不同的煤料，采用适当的粉碎流程可以进一步扩大焦炭煤基地。

流程 5 与法国的岩相加工方法相似，法国用此方法将洛林煤使用量自 30% 提高到 65%，减少了进口焦煤量，仍获得优质焦炭。目前，煤岩相加工处理已经在工业上实施，从 1951 ~ 1957 年在法国、德国、意大利、北非等国先后有九个工厂建立这样的系统。苏联正在进行工业试验。必须引起注意的是岩相均一的煤用选择加工方法时无效，由于煤组成十分复杂岩相不均一的煤用岩相加工时亦并非全有效，如苏联会以顿巴斯岩相不均一的气煤进行研究，所含暗煤的粘结性与整个煤的粘结性近似，经配煤后以岩相加工方法处理无效或效果很少。用本方法须将细颗粒过筛，目前采用的为电热筛；为提高筛分效果煤中并须喷油，完全改变了现用的煤处理工艺流程，有鉴于用此方法对煤的选择性较严格，设备复杂，成本较高，电力消耗较多，也需要较高的操作技术水平，因此苏联在工业上采用此方法前，会对煤的资源及煤质进行详细研究，在建厂地区不易获得粘结性好的煤，及本地大量弱粘结煤和气煤用选择加工方法有显著效果时予以采用。

我国炼焦用煤源丰富，其中尤以高挥发分弱粘结性煤居多，而现用的炼焦生产过程，

不能使之大量应用，因此也开始研究了粉碎加工方法。

老虎台煤的岩相组成是相当均一的，为了寻求这种煤的合理加工方法，会分别以单种煤和配煤在实验室和半工业试验条件下，进行了不同的处理方法的试验。单种煤经岩相处理后所得焦炭的抗碎性比不经岩相处理，仅把煤样粉碎到 3 毫米以下所得的焦炭抗碎性为小，如表 9－6－8 所示。

表 9－6－8　老虎台煤经不同煤处理后的铁箱焦炭质量表

焦炭质量小转鼓 100 转后数据	煤料全部粉碎至 < 3 毫米	煤料选择粉碎
> 40 毫米(%)	33.2	14.8
< 10 毫米(%)	19.6	44.0

此一结果表明老虎台煤经岩相加工后，可能由于煤料细度提高，而导致了焦炭质量降低。又进行了配煤试验，观察不同粉碎度的老虎台煤在配煤中所起的作用。配煤组成为：老虎台(Г)45%，本斜(К)30%，三宝(ЖГ)25%。实验是选择下列的煤处理流程(图 9－6－5Б)进行的。

煤料先粉碎至 10 或 13 毫米以下，然后按图示流程处理。

流程 1：通常的生产粉碎。

流程 2：粗粒再粉碎。

流程 3：选择粉碎。

流程 4：气煤单独粉碎，其他煤生产粉碎。

流程 5：气煤预先单独粉碎，然后与其他煤混合生产粉碎。

流程 6：气煤单独粉碎，其他煤选择粉碎。

流程 7：气煤单独粉碎，其他煤选择粉碎并弃去其中 4～2 毫米级。

流程 8：气煤单独粉碎，焦煤选择粉碎，气肥煤选择粉碎并弃去 2～4 毫米级。

由表 9－6－8 可见，老虎台煤粉碎至小于 5 毫米与经生产粉碎的三宝和本斜煤混合所得煤料(上述流程 4a)的焦炭质量较好，老虎台煤粉碎至小于 5 毫米与经选择粉碎的三宝与本斜煤混合所得煤料(流程 6)的焦炭质量更好。而任何过分降老虎台煤粒度的后果都会促使焦炭强度降低。当老虎台煤细碎至 2～0 毫米(流程 4b)，或将已粉碎至 5～0 毫米的老虎台煤再混入配煤中粉碎(流程 5)，或将三种煤混合选择粉碎(流程 3)时，都导致焦炭强度的降低。可以认为，老虎台煤以较粗的粒度存在于配煤中是适当的。半工叶试验结果也同样证明了这一点。

3 公斤和 230 公斤炼焦试验结果如表 9－6－9、9－6－10 所示。

老虎台煤在粗碎时得到了较好的结果，我们初步认为是由于老虎台煤主要系由粘结性尚好的镜煤类物质占90%以上所组成，按煤的胶质状态理论，它在粒度较大时，粘结性较好，而在颗粒较小时，由于表面积增大，胶质体中的内摩擦增大，胶质层的流动性降低，粘结性随之恶化，同时在成焦过程中，由于老虎台煤有很好的熔融性，因此即使颗粒较大，也不致产生大量的微裂纹，但过大的颗粒则将加剧微裂纹形成，从而恶化了焦炭质量。北票台吉气煤抗碎性大，岩相不均一，细粉碎到0～2毫米后与其他煤种配合，则较用生产粉碎的细度煤焦，焦炭质量有所提高。由此说明虽同是气煤各有其不同的适当粉碎度。北票煤在用选择加工方法时，暗煤富集情况并不显著。三宝煤是岩相组成非均一的肥煤，在选择加工过程中不同岩相组份得到一定程度的富集，经三公斤小焦炉试验表现出改善焦岩质量的效果。综上所述可见对于每一个具体煤在采用岩相选择加工方法前经过试验研究。

表9－6－9　三公斤小焦炉炼焦试验结果

项目 / 指标		配煤流程							
		1	3	4a	4b	5	6	7	8
小转鼓300转后	>25毫米	47.5	52.4	55.3	49.4	49.9	56.28	62.9	59.9
焦炭%	<10毫米	11.60	8.74	10.06	10.45	9.93	9.41	9.59	14.1
备注				老虎台煤粗碎	老虎台煤细碎				

表9－6－10　230公斤焦炉炼焦试验结果

项目 / 指标			配煤流程				
			1	3	4	6	7
转鼓强度	鼓内>25毫米	小转鼓%	37.56	37.61	38.22	38.81	39.35
		换算成大转鼓	308	309.0	314	318	322
	鼓外<10毫米	小转鼓%	6.78	6.18	6.49	5.37	6.23
		换算成大转鼓	56.4	50.7	53.2	47.4	51.1

第三节　捣固式团球与粉煤混合装炉

捣固式团球与粉煤混合装炉，扩大弱粘结性煤利用的方法原理在于以机械方法或团球方法将煤压紧，使煤分子间接触紧密，易于相互作用，用此类方法可增加装炉煤堆比重，改善弱粘性煤的焦炭质量。

捣固技术的应用在波兰、捷克、罗马尼亚已成熟，我国大速化工厂也有捣固式焦炉，根据研究结果，并非所有气煤用捣固方法都可以改善焦炭质量，且此方法成本较高，故各国均根据资源采用。煤料经捣固后粘结性虽增大，焦炭裘纹也增加，结焦时间延长。顿巴斯气煤经捣固后，焦炭质量都未见显著改进，有的反而变坏(9－6－11)。

表 9－6－11　顿巴斯煤捣固试验结果

配煤组列	配煤组成						煤处理方法	焦炭筛分 80～60 毫米级产量	松格林转鼓焦炭质量	
	Г	Ж	К	ОС	Т	Д			鼓内残留(公斤)	鼓外＜10毫米(公斤)
Ⅰ	20	40	20	20	—	—	未捣固	45.4	330.6	22.6
	20	40	20	20	—	—	捣固	34.5	310.9	22.9
Ⅱ	30	50	—	—	20	—	未捣固	27.1	282	31.0
	30	50	—	—	20	—	捣固	26.9	280.0	31.0
Ⅲ	20	40	25	—	—	15	未捣固	29.4	315	29.0
	20	40	25	—	—	15	捣固	33.5	318	27.0

表 9－6－1 可见，第一组及第二组配煤经捣固后，焦炭质量均下降，第三组焦炭质量变化也很小。而苏联东方某些弱粘结性煤经捣固后，则可改善焦炭质量。如从伊尔库兹克气煤与半焦配合炼焦，煤料粉碎到 0～3 毫米占 94～95%，半焦细度为 0～1 毫米，如表 9－6－12 所示。焦炭强度可自 277 公斤提高到 303 公斤，鼓外＜10 毫米公斤数量可自 80 公斤降低到 39 公斤，焦炭块度也提高了。

表 9－6－12　伊尔库兹克煤与半焦配合炼焦结果

配煤组成			配煤挥发分	配煤 Y 值	煤处理方法	焦炭筛分 80～60 毫米级产量	松格林转鼓焦炭质量	
$Г_1$	$Г_2$	半焦					鼓内残留量(公斤)	鼓外＜10毫米(公斤)
30	50	20	38.3	12	未捣固	39.4	277	80
30	50	20	37.4	13	捣固	44.5	303	39

相同的煤样，用捣固方法时堆比重增加，结焦时间延长，生产量并无变化。如同为460公厘宽的焦炉，不捣固结焦时间为17.5小时，装煤量为14.5吨，经捣固后装煤量虽增加到约17.5吨，但结焦时间必须处长到约21小时，否则焦炭不够成熟，因此采用捣固方法在焦炭产量上并无显著变化。捣固这一方法改变了炼焦的工艺流程，焦炉结构也有所不同，如在焦炉顶端具有一缝以便抽出捣固煤料的挡板，煤气管道较高等，同时目前由于捣固机械设备的限制，一般还是在较小容积的焦炉内进行，根据兄弟国家的经验，焦炉结构为宽与高之比为1:8，高度为3.7米，宽度为460毫米，长度为13120毫米，对于焦炉的限制不仅由于设备的复杂性，同时由于捣固时为分层压紧，使煤料产生下部紧上部松的现象，若煤料过高此一差别将更明显，因此为获得均匀的焦炭，焦炉高度也不宜增加。捣固机重约300吨，每操作一次约须15～20分钟，因此焦炉孔数受到限制，每组焦炉超不过35孔。

淮南气煤加入10%半焦经捣固后在2公斤小焦炉中炼焦时，透气性系数（按Cblckob计算方法）Γ由211增加到233，说明焦炭质量已见改善。

团球是利用增加装炉煤料堆比重的办法来扩大炼焦煤基地，或增产焦炭。方法是用类似冶金工业制造球团矿和水泥工业中所用的的盘式成球机，以水或水与油的混合物做为粘结剂，将煤粉滚成团球，与粉状煤混合装炉炼焦，原理为煤料含有水分时，在静止状况下，水在煤粒表面不起润滑作用反将煤粒粘合，用其不能相互填充而靠近，因此普通装炉煤堆比重小，在动力状态下则水层的相互滑动现象开始出现，起润滑作用，煤颗粒间即可接近。当往盘球机中加入水或水及粘结剂与煤粒在盘中不断滚动时，互相多次撞击的结果即团成小煤球，煤粒之间距离紧密几近于分子厚度，比重显著增大。以此方法制成的煤团球与煤粉混合装入焦炉时，提高装炉煤堆比重，可用增产焦炭，也可扩大使用弱粘结性煤。

苏联可燃矿物研究所坎那维茨和同事们在试验室研究结果为：团球可用一般焦化厂所用的煤料，水分及粉碎细度无特殊要求。制成的团球其颗粒度以3至15～18毫米最适宜，装炉煤料中团球与煤粉的比例为60～65%比35～40较好，在此范围内装炉煤料可获得最大堆比重。在实验室炼焦试验的结果为：以0～0.5毫米的煤粉装成团球时，假比重可达1.26，用粉碎至0～3毫米的煤粉所得到的团球假比重为1.01，曾以尼古拉耶夫小焦炉进行炼焦试验，所用配料为胶质层厚度等于12的气煤占95%，焦末占5%，在盘式成球机中制成团球，将制成的团球与相同配比的粉煤混合，其比例为团球：粉煤＝60:40，此混合物炼焦结果焦炭质量良好，检验结果与莫斯科煤气厂所用配煤焦炭质量近似。并曾进行半工业铁箱试验，在莫斯科煤气厂进行的试验，用团球与粉煤混合装铁箱可使堆比

重提高到 1～1.06，团球与填充煤粉的比例为 60∶40。试验结果如表 9－6－13 所示。

表 9－6－13　团球炼焦试验结果表

配煤比							堆比重	50 公斤 Руьиид 转鼓各级筛分重量				
Г	К	Ж	ОС	莫斯科焦化厂配料	高炉灰	重油		60～80 毫米	40～60 毫米	25～40 毫米	10～25 毫米	0～10 毫米
30	—	—	—	70	—	—	1.0	—	28	10	7	5
50	—	—	—	50	—	—	1.02	—	16	17	11	6
21	25	38	6	—	10	—	1.06	—	29	14	5	2
60	—	—	35	—	—	5	1.00	—	6	24	12	8
50	10	10	25	—	—	5	—	—	9	23	12	6
—	—	—	—	100	—	—	—	—	17	18	9	6

由表 9－6－13 可见当用 30％气煤与 70％莫斯科煤气厂配煤配合，采用本方法时，所得焦炭仍可保持该厂（莫斯科煤气厂）原配煤的焦炭质量，此一结果说明采用团球方法可在配煤中多使用气煤。

在制造团球时，一般配煤用水作粘结剂，粘结性不好的瘦煤，弱粘结性煤等则可加入重油、石油残渣油与水混合作为粘结剂。制造时结料（煤料）速度、喷水细度、煤粉细度对于团的紧密程度及盘球机的生产能力均有很大影响。成球时须连续给料，水则成雾状喷向煤粉。给料多水分过少时成球速度缓慢，水分过多所成球又不紧密，因此须掌握适当的给水量。煤粉细度对盘式成球机生产能力影响很大。据苏联可燃矿物研究所试验的结果。其关系如表 9－6－14 所示。

表 9－6－14　煤粉细度与盘式成球机生产能力关系表

煤粉颗粒度（毫米）	0～0.25	0～1	0～3	1～3
1 米直径盘式成球机生产能力（公斤/时）	300～320	200	120～150	25～30

所成团球的体积对生产能力影响也很大，当团球颗粒为 5～10 毫米时生产能力，体积再增加时则生产能力降低很快，根据理论成球机生产能力的增加与成球机直径不是成简单的比例，而是直径愈大时产率提高愈快，在冶金球团矿及水泥工业中都已证实了此一理论，因此显然当圆盘直径增大时显然也可大量提高煤团球的生产率。

采用团球方法的优点在于设备简单，只须添置盘式成型机，及将煤处理工艺流程稍加变动，煤料细度仍可使用类似焦化厂原有煤料的细度。

我国炼焦单位也分别进行了本方法的研究，采用此方法进行淮南单独煤炼焦研究时，当以淮南煤 90％加半焦 10％在盘式成球机中成球，团球堆比重可达 1.1，经 2 公斤小

焦炉炼焦试验，检验其焦炭质量，透气性系数由原来的 211 提高到 220。

第四节　干燥和预热

装炉煤的水分是焦炉操作的重要技术经济指标之一。水分对煤的堆比重有很大的关系，众所周知，干煤的堆比重最大，水分增加，堆比重直线下降，当水分达到一定限度时，煤料堆比重降至最低，过此限度堆比重又随水分的增加而增加，但并不能达到干煤的程度。图 9－6－8 示出炼焦配煤中水分含量和假比重的关系。配煤堆比重的大小，与提高焦炉利用系数，发挥焦炉生产能力有着非常密切的关系。煤料堆比重越大，焦炭产量越多，焦炉利用系数就提高。如何增加配煤堆比重，这是炼焦上极其重要的问题。装炉煤水份每增加 1%，炭化时间就约延长 25～30 分钟（也决定于炭化室的宽窄）。炭化时间延长，炉室周转时间就减少，产生量降低，同时水分超过 12% 时对炉砖也要发生损坏作用。为提高焦炭质量我国去年（1959）已在简易焦炉上采用了干燥煤的措施，秦皇岛的二号简延焦炉煤经干燥装炉后使焦炉日产量在设计能力的每座 15 吨/日，提高至 300 吨/日。其它地区煤干燥后炼焦，日产量也普遍提高。上海煤气厂在现代机械化焦炉上采用干燥措施后，装炉煤水分降低到 2～3%，焦炭增产可达 20% 以上。

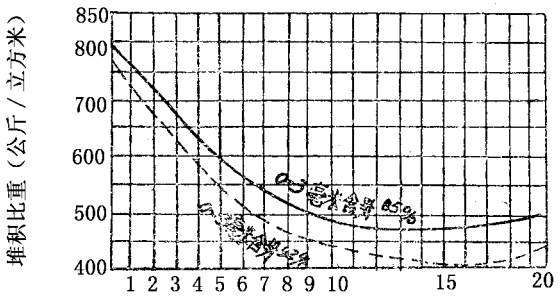


图 9－6－8　炼焦配煤中水分含量和假比重关系（换算为干基煤）

煤料预热已经是几十年的老问题，预热煤首先表现在可以在不改变现有焦炉的基础上使焦炉能增产至一倍的可能性，并能改善炼焦煤的粘结性，从面将扩大弱粘结性煤利用开辟了途径。据苏联门德雷也夫化工学院化工学院技术科学付博士马尔洛夫等的研究结果认为预热煤的效果计有：(1)改善煤料粘结性，扩大弱粘结性煤利用；(2)增加装炉煤堆比重 10～20%；(3)焦炉要求配煤质量稳定，当加入预热至一定温度的煤时其性能接

近,可炼成均匀的焦炭;(4)预热可脱硫,试验的结果为配煤中气煤多时,则预热后焦炭含S量降低幅度大,为20~22%,一般配料经预热可脱硫15%;(5)缩短结焦时间20~30%,焦炉生产率提高30~50%;(6)预热装炉煤,可使焦炉炉墙在装煤时降温幅度增加,而起保护炉体的作用。苏联东方煤化学研究所以及世界其它国家在预热方面也曾进行了大量的研究工作,唯至今尚未工业实践。

经过预热的煤料在结焦过程中发生显著的变化,相应地结焦过程中其平均胶质层厚度都有所增加,这说明了预热煤在单位时间内形成胶质体的量是增加了,集中且变厚了,因而大大改善了煤的结焦性,故此预热后的配煤一般表现了熔融性,粘结性比较良好,焦炭块度均匀,耐磨性较强,>25毫米焦炭没有增加,从表9-6-15可以看出,预热至250℃时结焦性改善是良好的,与该煤预热至该温度条件下胶质层平均厚度的增长是相符合的。

表9-6-15　预热至不同最终温度对焦炭强度的关系

预热温度(℃)	焦炭强度(小转鼓300转后%)	
	>25毫米	<10毫米
湿煤	87.2	10.3
干煤	87.2	8.8
150	86.2	7.7
200	85.4	6.8
250	87.0	6.4
300	85.9	7.1
350	81.7	8.0

各种单种煤预热至250°、300°后,用热煤或者把它再冷下来进行炼焦试验时(表9-6-16)从结果看出用预热后的热煤装炉,比冷下来再装炉,焦炭质量要好得多。变质年代青的气煤(Γ),预热后焦炭强度,耐磨显著提高,预热到300℃时,>25毫米级焦炭重量由34%增至65%。

曾在生产配煤比的基础上,进行了多配气煤的预热炼焦试验,当生产配煤中气煤增加至50%时,相应地去掉20%焦煤,该配煤预热至250℃炼焦,其焦炭强度,耐磨性比生产配煤不仅没有降低,反而提高了,把气煤增至70%,焦煤不变的配煤(Γ~70%,K30%),经预热至250℃炼焦,其焦炭强度仍与生产配煤比相同,且焦炭耐磨性增加了(表9-6-17)。

表 9－6－16　各种煤预热炼焦对焦炭强度的影响

煤　种	预热温度（℃）	热煤炼焦的焦炭强度（小转鼓 300 转后）		煤预热后冷却炼焦的焦炭强度（小转鼓 300 转后）	
		> 25 毫米	< 15 毫米	> 25 毫米	< 10 毫米
Г	湿煤	34	12	—	—
	250	55	8.0	47.8	12.0
ГЖ	湿煤	77	7.8	—	—
	250	80.8	9.0	77.1	8.8
	300	80	9.6	80.4	11.2
К	湿煤	86	7.6	—	—
	250	88	7.7	—	—

表 9－6－17　多配气煤预热炼焦对焦炭强度的影响

配　比　（%）					预热温度（℃）	焦炭强度	
Г	ГЖ	ГЖ	$К_1$	$К_2$		> 25%	< 10%
30	15	10	30	15	湿煤	80	11
50	15	10	15	10	湿煤	78.1	8.3
50	15	10	15	10	250°	83.5	6.8
70	—	—	30	—	250°	80.8	6.4

配煤中配入目前尚不能用于煤焦的长焰煤及其半焦的试验列于表 9－6－18，从所列数据看出，在不用和少用焦煤的同时配入长焰煤或其半焦，其焦炭强度均有下降，预热后炼焦时则有所改善，但还不及生产配煤好，当然这与选择的配煤比有关。

表 9－6－18　配煤中配用长焰煤、半焦预热炼焦对焦炭强度的影响

配　煤　比（%）					半焦性质		预热温度（℃）	焦炭强度	
Г	ГЖ	К	Д	露天半焦	粒度（毫米）	$V^Г$（%）		> 25 毫米	< 10 毫米
35	50	—	15	—			湿煤	80	13
35	50	—	15	—			250	81	9.5
50	15	20	—	15	< 1	20	湿煤	71.9	10.6
50	15	20	—	15	< 1	20	250	76.6	8.5
50	15	20	—	15	< 1	16	湿煤	76	11.5
50	15	20	—	15	< 1	16	250	76	8.5

配煤预热后煤质变化情况，基本上和各种牌号单种煤相同，唯煤的软固化点往高温侧转移呈现现不明显，从表 9－6－19 可以看出以下问题：

(1)煤料在任何气氛下预热到 150℃时，结焦性变化不大。

(2)预热到最终温度较高时，其周围气氛对煤质有一定影响，配煤在氧化性气氛下预热到 350℃时，胶质层 y 值显著减少(从 16～12.5)而在还原性气氛下预热到 350℃，变化不明显(从 16～15)。

(3)煤料保温时间对煤质变化的影响，与预热最终温度和保护气氛有关。配煤在氧化性气氛下预热到 200℃，保温 1 小时，y 值从 17 降低 15，保温 1.5 小时，y 就下降到 11，预热温度再高，要保持其结焦性就有困难，而在还原性气氛下预热到 200℃，保温 1 小时，y 值从 16 降到 15，保温 1.5 小时，y 值降到 14。

胡着预热温度的升高，结焦时间成规律的减少。煤料的膨胀压力取决于煤料的堆比重和胶质层的最大厚度。

煤料预热能提高焦炉生产能力和改善煤的粘结性，在科学上已被证实，如何解决工艺问题迅速运用于焦化工业的实际中去，目前我国还在研究中。

表 9－6－19　生产配煤预热后煤质的变化

通入气体	保温时间(小时)	加热温度(℃)	加热速度(℃/分)	y	x	软化点℃	凝固点℃	V^c	备注
焦炉废气	—	原样	—	16	34	373	430	28.7	
	—	200	22.2	16	31	433	490	28.84	
	—	250	27.9	14	35	401	442	29.09	
	—	300	16.2	14.5	32.5	445	496	29.15	
	—	350	16.7	12.6	36.5	430	475	29.29	
焦炉煤气	—	原样	—	16	29	450	523	26.47	
	—	250	25	16	30.5	409	466	27.42	
	—	300	21	16	29.5	430	499	26.63	
	—	350	10	15	33	450	510	26.45	
废气	—	原样	—	17	29	450	523	26.47	
	0.5	150	25	15	28	430	481	25.54	
	1.0	150	25	13.5	31	430	502	25.80	
	1.5	150	25	16	34	408	451	25.60	
废气	—	原样	—	17	29	450	523	26.47	

通入气体	保温时间(小时)	加热温度(℃)	加热速度(℃/分)	y	x	软化点 ℃	凝固点 ℃	V^c	备注
	0.5	200	25	16	33	406	442	26.03	
	1.0	200	25	15	34	411	447	25.18	
	1.5	200	25	11	38	436	490	25.02	
焦炉煤气	—	原样	—	16	29	450	523	26.47	
	0.5	150	25	17	28	430	463	25.90	
	1.0	150	25	15	30.5	404	487	25.87	
	1.5	150	25	16	30.5	390	433	25.55	
煤气	—	原样	—	16	29	450	523	26.47	
	0.5	200	25	16	30	388	466	25.83	
	1.0	200	25	15	30.5	439	479	25.62	
	1.5	200	25	14	34.5	435	502	26.08	

第五节　铁　　焦

铁焦就是将煤与含铁原料混合在一起炼焦所得到的一种焦炭，各国炼制铁焦的具体目的都有所不同，苏联曾炼制铁焦，其目的是为了利用高炉灰，并可相应地减低烧结矿的成本，德国与美国曾因精矿粉细度高，不易烧结成块，而炼制铁焦，朝鲜在铁焦的炼制上也获得成功。近来德国炼制铁焦是想利用 Wlsum 气煤炼焦以扩大炼焦用煤的基地。我国挥发分高粘结性好的产量也较多，因此用炼制铁焦的方法也可扩大炼焦煤基地。

苏联在 1905 年首次用必尔斯多夫煤（V^r = 18 ~ 22%）加入高炉灰炼制铁焦。其结果表明，加入 7% 高炉灰时，可得焦炭强度最好，耐压强度比普通冶金焦高得多。多次的试验证明，加入 5 ~ 10% 高炉灰时，可以改进焦炭的质量，加入量最多不得超过 15 ~ 18%。若采用挥发分为 27.42% 的肥煤时，可以配入 30% 的高炉灰。

德国曾以 40% 气煤（V^r = 33 ~ 34%），30% 的肥煤（V^r = 22.5%）和 30% 的磁铁矿粉（Fe65%），炼焦出合乎冶金要求的焦炭。美国曾应用过 60% 高挥发煤（V^r = 34%），加入 40% 铁镱岩制得合乎要求的焦炭。

由各国试验的结果可知，为得到一定强度的铁焦，铁粉加入量有一定限制，且不同的铁粉其允许的最大量不同，将易还原的铁粉加入时，它在结焦早期放出大量的氧，破坏了煤中的粘结沥青质，因而不能得出好焦炭，其可允许的加入量很少，与此相反，不容易还原的铁矿粉则可多加入，当然其加入量与煤的性质有关系，用粘结性好的煤可以加入大量的含铁原料，即大量的铁粉在炼焦过程中烧结而加入高炉中，这对高炉生产能力的提高是有好处的。

铁焦的块很大，块焦率大，气孔率较低，煤样与铁粉混合炼焦时，其热传导性较好，焦炭层的温度梯度小，故铁焦的裘纹少，其耐磨性较一般冶金焦炭差，在炼焦过程中硫的排出量较少，一般为 20% 左右，这时炼铁是一个不利的因素，对于化学产品的影响，大家都认为，焦油和粗苯的产率没有变化，煤气增多，煤气发热量下降。炼铁焦时，最主要的问题是煤与铁矿粉的混匀，这是炼制高强度焦炭的重要因素。混合不均时，铁矿粉聚集在焦炭中，形成可谓的‘矿巢’，这种焦炭在焦炉中加热时，焦炭的局部放出大量的氧气，使焦炭碎裂成粉，防碍高炉的操作，大炉试验可采用下列方式进行混合，将一定量的煤料在贮煤场上铺平，然后称出所需的含煤原料，散布于煤上，应尽量散布均匀，然后用抓斗机进行煤料的均匀化。将已混合好的煤料经过煤处理车间，在粉碎机中进一步的混匀。

煤料的细度对均匀混合很有关系，煤料较细混合得较均匀，煤料与铁矿粉的比重相差较大，因此煤与铁矿粉的混合物，在运输和转载过程中要发生所谓‘偏折作用’，即产生铁矿粉分布不均匀现象。使铁焦的强度降低。H. Berhing 和 C. Egmamn 认为，在配料中加入少许油类可以防止偏析作用。

铁焦在焦炉操作中，当加入铁矿粉较多时，炭化室装煤增多，因而会使推焦电流增大，炼铁焦时，当焦炭成熟启开炉门后，应立即推焦，以避免在炉内燃烧，造成炉瘤结渣现象。关于铁焦的结焦时间，除英国认为炼铁焦时结焦时间缩短 10% 以外，其余各国都认为结焦时间是延长了，这是因为炼铁焦时炉料的重量增加，须多消耗热量，另外铁矿粉在炉中还原和加热也需消耗热量，因而使得结焦时间增长。英国由于加入铁矿粉少，消耗热量不多，而加入铁矿粉后却使炉料导热性变好，因而使得结焦时间缩短。

炼制铁焦时，炉墙温度不宜过高（< 1150℃），炭化室要保持绝对正压，否则会引起炉墙结渣。炼制铁焦时消耗的热量大，因此煤气的消耗量也增加。

我国在 1955 年曾在东北进行了一系列的半工业及工业性炼制铁焦的试验，加入 30% 铁粉时，焦炭质量如表 9 – 6 – 20 所示。

通过试验认为在流程中容易引起偏析的地方是煤塔，至于皮带运输的影响不大，转运和溜子有利于混匀。用 x 光检查不同粒度的煤与矿粉混合的情况为：以混煤（湿度为 8

~9%)与干矿粉混合容易均匀。加油后可以减少偏析情况,加油时必须将油与矿粉先混合好后再与煤粉配合。

表 9-6-20　铁矿粉配入肥气煤试验结果

配煤方案				焦炭筛分 >60 毫米(%)	大转鼓结果(公斤)	
ЖГ	Ж	К	铁粉		鼓内	鼓外
48	—	22	30	66.2	270	71
40	30	—	30	66.0	289	68.1

试验表明,在现代焦炉中炼制铁焦是完全可以的,没有发生炉墙腐蚀及焦并难推现象,结焦时间处长了,铁焦强度比生产焦略低,耐磨随铁粉的增加而变坏,反应性有所提高,偏析作用在煤处理过程中得到初步解决。采用铁焦可以在配比中用肥气煤量至50%。

目前在朝鲜民主共和国已经取得高炉试验的成效,这说明铁焦是扩大肥气煤用量的途径。

第七章　改进炼焦配煤的技术措施

我国炼焦煤资源是丰富的，但从分布情况看却很不均衡。大部分地区主焦煤和肥煤较少，而高挥发分煤较多，这就给生产优质冶金焦炭带来不少新课题。

解放以来，我国炼焦工业战线上的广大职工批判形而上学观点，坚持辩证唯物观点，针对不同地区煤矿资源特点，因地制宜地采取一些措施，有力地保证了大型企业和中小型企业的炼焦生产。此外，还作了一些试验研究工作，为进一步扩大炼焦煤资源利用开辟了途径。所有这些，对钢铁工业的发展都具有重要意义。

二十多年来，我国炼焦配煤改进上可概括为四个方面：

(1)根据煤质特点，充份利用本地资源，特别是贮量较多的高挥发分煤以及某些地区的弱粘结性煤。

(2)根据可能或需要，在配煤中掺入添加物，用以改善焦炭质量及提高产量，或为了生产特殊用途的焦炭。

(3)采用捣固式装煤，多用高挥发分煤生产气化用焦或中小高炉用焦。

(4)采用煤料炉外干燥及预热，大幅度提高产量，改善质量，以及大量配用弱粘结性煤。

第一节　多配用高挥发分煤、肥气煤和弱粘结性煤

我国炼焦用煤中高挥发分煤贮量很大，有些地区因为高挥发分煤多而肥煤，焦煤少，

对炼制优质冶金焦炭就产生一定困难。

可是具体分析一下，就不难看出，在高挥发煤中包括部份粘结性强的肥煤，气肥煤，中等粘结性的肥气煤二号、气煤三号，粘结性较差的气煤二号、肥气煤一号，粘结性很差的气煤一号和一部分弱粘煤二号。

我国炼焦工业正是根据这一具体情况出发的，对于高挥发分煤按不同性质加以不同的利用。如果肥气煤、气煤三号多，就尽量多加配用，从而达到扩大资源利用的效果。有的地区除焦煤贮量较大外，还有一些肥煤，煤料粘结性好，这就可对邻近地区弱粘结性煤多加利用，从而减少运输里程。还有些地区资源条件差，只有粘结性较差的煤种，但由于焦炭使用部门只是中小高炉，甚至气化用焦，这就可以因地制宜地采用单种煤或多配用一些弱粘结性煤。下面就是一些实例。

一、大量配用气煤（包括肥气煤）的炼焦生产和试验

武钢焦化厂正常炼焦所用的气煤（包括肥气煤）用量为 30～40%，为了探讨多用气煤的可能性，该厂于 1964 年 2～3 月在 ПВР 型焦炉（炉宽 407 毫米）进行了多用气煤炼焦的大炉试验。试验时气煤（主要肥气煤）用量高达 55～60%，此外还探讨了不用焦煤、肥煤时，气煤（包括肥气煤）用量达 80%的可能性。试验所用单种煤（洗煤）煤质分析见表 9－7－1。大炉试验结果见表 9－7－2。

表 9－7－1　单种煤（洗煤）煤质分析

煤　种	A^g（%）	V^g（%）	X（毫米）	Y（毫米）	牌号
淮南	11.24	32.89	46	14	$ЖГ_1-ЖГ_2$
新汶	10.16	34.72	36	20	$Г_3$
萍乡	11.18	29.02	36	16	$ЖГ_2$
枣庄	9.32	27.78	13	33	$Ж_2$
山家林	7.84	29.42	12	37	$Ж_2$
马头	11.47	22.43	18	10	К
邯郸	10.9l	18.50	20	11	$ПС_2$

试验表明所有方案的焦炭强度都能满足大型高炉需要。需要指出的是当多配用高挥发分煤时，仍需有一定数量的肥煤或焦煤才能保证焦炭强度和耐磨性良好。在这里强粘结性的高挥发分煤用量达 40%以上，还是很重要的。

表 9－7－2　武钢多配高挥发分煤试验

配煤方案	配煤比(%)							配合煤质量							焦炭质量						结焦时间(时:分)
	气煤			肥煤		焦煤	瘦煤	工业分析(%)				胶质层测定(毫米)		细度<3毫米(%)	工业分析(%)				大转数(公斤)		
	淮南	萍乡	新汶	枣庄	山家林	马头	邯郸	W^y	A^g	V^g	S^g_Q	X	Y		W^y	A^g	V^g	S^g_Q	鼓内	鼓外<10毫米	
1	20	15	20	20	—	10	16	8.5	10.53	28.09	0.69	29	24	82.8	3.8	14.24	0.54	0.59	324	34	17:52
2	20	15	20	10	10	10	15	8.1	10.44	28.65	0.65	33	20	82.4	3.3	14.20	0.64	0.67	325	37	17:53
3	15	30	15	20	—	—	20	9.0	10.50	27.68	0.59	33	19	83.5	3.7	14.25	0.67	0.64	330	40	17:59
4	25	15	20	20	—	—	20	8.3	10.82	28.72	0.63	—	—	82.6	4.0	14.67	0.61	0.58	331	38	17:59
5	—	30	30	20	—	—	20	8.2	10.54	28.51	0.73	38	20	83.5	3.3	14.18	0.65	0.64	331	40	18:19
6	—	30	30	—	—	25	15	9.3	10.99	27.54	0.70	30	18	83.3	2.8	14.62	0.56	0.61	340	37	17:55
7	20	30	30	—	—	—	20	8.9	10.58	29.56	0.62	36	18	80.2	2.5	14.67	0.69	0.63	32	42	17:54

鞍钢化工总厂是我国最大的焦化厂,在长期生产中使用高挥发分煤达 50～55%,是所有大型焦化厂使用高挥发分煤最多的。而且其中弱粘结性气煤二号占主要部分,焦炭强度鼓内为 315～330 公斤;M_{40} 70%左右,M_{10} 10%左右。多年以来对于多利用本地区煤做了很大努力,如果需要改善焦炭强度,则需采取工艺措施或增加肥煤用量。

二、多配大同弱粘煤的生产及试验

首钢和太钢处于华北煤源充足地区,焦煤肥煤多,有生产优质冶金焦炭的良好条件。这两个厂的焦炭强度、灰份都是全国最好的。但是这两个厂并不满足,为了节约使用优质炼焦煤资源,先后大量配用了大同马武山弱粘结煤。

大同马武山煤属弱粘结煤二号,加热后几乎不粘结成块。Y 为 0～9 毫米,同时挥发分高,固化后收缩大,这对焦炭的强度及耐磨都不利。但大同煤灰、硫低,运输里程短,如果充份利用是有利于钢铁工业发展的。因此这两个厂先后进行了试验和生产,首钢的试验情况见表 9－7－3。

炼焦工艺条件:一号焦炉为索尔维型废热式水平火道焦炉,每孔装干煤 5.8 吨,炭化室宽度 460 毫米,结焦时间 19:50～20:00,燃烧室温度为 1120℃。1964 年的配煤比及焦炭质量见表 9－7－4。

表 9－7－3　首钢所用的单种煤性质

矿　名	牌　号	工业分析(%)				胶质层测定(毫米)	
		W^y	A^g	V^r	S^g_Q	X	Y
马武山	CC_2	11.6	4.17	35.88	0.39	38.0	9.0
峰三	$Ж_1$	10.1	10.42	30.66	0.66	6.0	27.0
辛置	$Ж_1$	8.9	9.45	33.99	0.45	20.5	28.5
王庄	Ж	8.9	10.11	35.84	0.51	—	—
唐山	$ЖГ_2$	11.5	11.62	33.20	0.65	18.5	18.0
井径	К	11.3	10.08	26.73	0.71	27.5	14.5
通二	К	12.1	10.99	24.41	0.55	—	—

表 9－7－4　首钢一号焦炉多配大同煤试验

序号	日　期		配煤比(%)					
	起(月日)	止(月日)	峰三(Ж)	辛置(Ж)	唐山($ЖГ_2$)	井陉(К)	通二(К)	马武山(CC_2)
1	1.1	1.17	—	30	—	65	—	5
2	1.18	1.21	30	—	—	60	—	10
3	2.10	2.25	30	—	—	30	25	15
4	3.2	3.24	28	—	20	—	32	20
5	3.26	4.14	28	—	15	—	32	25
6	7.16	7.18	20	—	20	—	32	28

序号	装炉煤性质				冶金焦性质			
	W^y(%)	V^r(%)	X(毫米)	Y(毫米)	A^g(%)	S^g_Q(%)	大转鼓(公斤)	
							鼓内	鼓外 < 10 毫米
1	11.07	28.13	34	15	13.37	0.69	326.2	35.4
2	11.83	27.68	32	17	13.53	0.77	331.8	34.1
3	11.91	27.77	30	15	13.59	0.70	327.9	34.6
4	11.91	29.94	31	15	13.52	0.61	324.7	34.5
5	11.19	30.59	31	15	13.12	0.56	222.2	34.4
6	10.58	30.75	28	15	12.65	0.55	322.0	32.4

结果表明：当肥煤、焦煤在配煤中达 50～60% 左右时，大同弱粘结煤可利用到 30% 左右（其余为中等粘结性的肥气煤），对焦炭强度无明显影响。所产焦炭供高炉使用，主要操作指标见表 9－7－5。

表 9－7－5　高炉操作指标

序号	冶炼强度（吨焦/米^3·日）	矿石含铁（%）	全压差（公斤/厘米^2）	焦比（公斤/吨铁）	
				实　际	校　正
1	1.038	50.87	0.59	581	581
2	0.990	46.13	0.73	631	555
3	1.045	48.80	0.67	587	575
4	1.027	49.66	0.74	580	578
5	1.018	49.82	0.76	552	545
6	—	—	—	—	—

目前，一号焦炉工业生产配用马武山煤为 25～30%，所产焦炭供 576 米^3 容积的高炉使用，生产正常。

1964 年在首钢二、三号焦炉（炉宽 400 毫米、炭化时间 15 小时 50 分）系统地进行了扩大马武山煤配煤试验，为进一步扩大配用马武山煤比例，提供了可靠的依据。共进行了三个阶段十六个方案，详见表 9－7－6。

表 9－7－6　首钢二、三号焦炉多配大同煤试验

组	方案号	配煤比%							装炉煤性质				焦炭性质						平均焦饼中心温度（℃）
		肥			气		肥气	CC_2	W^y	V^r	X	Y	A^g	S^g_D	筛分（%）		大转鼓（公斤）		
		王庄	辛置	峰三	井陉	通二	唐山	马武山	（%）	（%）	（毫米）	（毫米）	（%）	（%）	>80毫米	60～80毫米	鼓内	鼓外<10毫米	
Ⅰ	1	15	10	—	40	8	12	15	12.0	28.53	32	15	12.64	0.56	25.8	31.2	316.4	30.6	1106
	2	20	10	—	35	—	20	15	11.6	31.07	26	18	12.40	0.54	20.0	37.3	313.0	35.0	1115
	3	29	—	—	38	—	19	14	11.4	31.70	26	18	12.74	0.57	20.7	42.8	321.6	29.8	1113
	4	—	29	—	36	—	20	15	12.2	31.10	28	16	12.33	0.54	18.9	39.1	327.0	29.4	1150
	5	30	—	—	—	34	20	16	11.0	31.20	33	16	12.74	0.56	19.9	42.4	335.4	25.8	1122
	6	20	10	—	25	—	25	20	12.2	32.59	32	16	12.49	0.58	20.8	31.3	311.6	35.8	1146
Ⅱ	7	10	10	—	30	15	20	15	12.6	29.99	25	17	12.57	0.59	16.7	30.5	316.8	29.4	1099
	8	20	10	—	30	15	10	15	12.4	30.54	26	16	12.18	0.53	12.7	33.9	311.8	27.8	1105
	9	20	10	—	—	35	15	20	11.0	31.16	29	15	12.59	0.53	15.7	30.0	313.2	29.8	1094
	10	20	10	—	20	15	15	20	12.6	31.10	31	17	12.60	0.53	9.8	28.8	313.8	19.8	1146

组	方案号	配煤比%							装炉煤性质				焦炭性质						平均焦饼中心温度(℃)
		肥煤			焦煤		瘦煤	气煤	W^y	V^r	X	Y	A^g	S^g_Q	筛分(%)		大转鼓(公斤)		
		王庄	辛置	峰三	井陉	通二	唐山	马武山	(%)	(%)	(毫米)	(毫米)	(%)	(%)	>80毫米	60~80毫米	鼓内	鼓外<10毫米	
Ⅲ	11	—	—	25	30	25	—	20	13.0	29.00	—	—	12.05	0.56	18.3	34.5	321.6	27.4	1073
	12	—	—	25	—	30	15	30	13.8	30.02	19	17	12.21	0.52	19.9	34.9	328.6	25.4	1080
	13	—	—	35	—	25	—	40	10.6	30.82	25	16	11.29	0.53	15.3	35.7	312.8	25.0	1102
	14	—	—	25	—	30	15	30	10.6	31.00	—	—	11.77	0.52	14.6	27.1	311.0	27.6	1128
	15	25			30	25	—	20	12.0	30.14	—	—	12.25	0.52	14.3	29.1	318.8	28.6	1100
	16	25			—	30	15	30	12.0	31.15	—	—	11.81	0.51	11.6	30.6	309.8	30.S	1105

从以上炉孔试验可以看出，在首钢二、三号焦炉的操作条件下，当配用15%马武山煤时，可以获得强度为315公斤以上的冶金焦炭，其耐磨指标在30公斤以内。当配用20%马武山煤时，可获得强度为310公斤以上的冶金焦炭，耐磨指标没有变化。如果使用峰三强肥煤时，可配用30%的马武山煤，焦炭强度仍可达到310公斤以上。这时焦炭灰分可降低到11~12%，硫降至0.5%左右。

当马武山煤由15%扩大到40%，在冶金焦指标方面的变化趋势是：焦炭机械强度有下降趋势，如果配煤组份选择恰当，这个趋势是很小的；焦炭的筛分组成更加均匀，>60毫米级含量有下降的趋势，焦炭的耐磨指标几乎没有变化。为厂保证焦炭强度，配用30%大同马武山煤是完全可行的。

焦炭的转鼓指标和筛分组成不仅与配煤比有关，而且和焦炉的加热制度有密切关系。由于炉孔试验的加热制度受生产条件限制，焦饼中心温度有偏高现象。如生产中全炉采用同一方案，配合适宜的热工制度，使焦饼中心温度保持在1050~1100℃，预计焦炭的转鼓指标还可能有所改进。

从首钢多用大同煤试验还可看出，在类似的配比情况下，二、三号焦炉焦炭的强度与一号焦炉相近，但耐磨有较大改善。这也说明多配用粘结性较差煤料时，宜采用较快的结焦速度。随后，首钢于1966年进行了煤干燥试验，证明，当煤料干燥至含水3%时，大同煤可配入40%以上，且耐磨强度很好，进一步说明了这一问题。

1965年4月，太钢焦化厂在1号，2号焦炉也做过多配大同马武山及晋华宫的弱粘结煤试验。结果也表明当配煤中其他煤料粘结性很强或肥煤较多时，大同煤配至40%，焦炭强度及耐磨属中等。只是配煤中缺乏中等挥发分的主焦煤，所以强度不及首钢。试验结果见表9-7-7。

表 9－7－7　太钢配用大同弱粘结性煤大炉试验结果

配煤方案	配煤比(%)				配合煤					
	大同(CC_2)	兑镇($ЖК_1$)	辛置($ЖК_1$)	西铭(ПС)	工业分析(%)			胶质层测定(毫米)		细度 <3 毫米(%)
					W^y	A^g	V^g	X	Y	
1	30	25	25	20	9.0	7.27	28.93	29.8	20.5	81.6
2	30	50	—	20	9.1	7.93	26.82	24.5	21.0	86.0
3	40	60	—	—	9.5	7.55	29.25	22.0	21.0	83.5
4	50	40	—	10	8.1	6.72	29.49	31.5	17.0	83.0

配煤方案	焦炭					炼焦条件			
	工业分析(%)			大转鼓(公斤)		火道温度(℃)		结焦时间(时:分)	炉型
	W^y	A^g	V^g	鼓内	鼓外 <10 毫米	机侧	焦侧		
1	7.9	9.93	0.62	286.6	25.5	1288	1312	18:04	亨塞尔曼
2	10.1	9.53	0.61	297.8	20.9	1286	1314	17:59	
3	6.7	10.88	0.60	282.1	28.0	1283	1311	18:12	
4	8.8	8.93	0.60	287.5	27.7	1286	1316	18:44	

三、肥气煤单独炼焦以及配入长焰煤、褐煤炼焦

(一)肥气煤单独炼焦

1. 双鸭山肥气煤单独炼焦大炉试验

1971 年 3 月吉林电石厂在生产焦炉上进行了双鸭山煤单独炼焦大炉试验。试验系在奥托型焦炉上进行,共装七孔炉,每孔装干煤 15.8 吨。这里所用双鸭山煤属中等粘结性煤,可单独炼焦,所得焦炭供做一般使用,试验数据见表 9－7－8,表 9－7－9,表 9－7－10。

表 9－7－8　双鸭山煤性质

工业分析(%)				胶质层测定(毫米)		牌号
W^y	A^g	V^g	S^g_Q	X	Y	
10.4	10.19	30.5	0.49	33	17	$ЖГ_2$

表 9－7－9　焦炭质量

工业分析(%)			焦炭强度(公斤)		
A^g	V^g	S^g_Q	鼓内	鼓外 25～10 毫米	鼓外 <10 毫米
15.3	0.30	0.41	299.0	71.1	38.0

表 9－7－10　焦炭筛分分析结果

筛分组成毫米(%)						
>80	80～60	60～40	40～25	25～10	10～3	3～0
4.9	46.3	24.5	11.3	3.6	2.8	6.6

从大炉试验结果看，像这样的肥气二号煤（V^g30.5%，Y17 毫米）单独炼焦所得焦炭是可以满足气化和电石生产需要的，也能供应中小型高炉使用。在基建和设计中考虑能否单独炼焦，还要根据详细的煤质资料和试验结果来决定。

2. 淮南肥气煤单独炼焦炉组试验

1970 年 6 月马鞍山钢铁公司焦化厂在 58 型焦炉上用淮南肥气煤进行了单独炼焦的炉组试验，结果见表 9－7－11，表 9－7－12。

表 9－7－11　淮南煤性质

工业分析(%)				转炉煤细度 <3 毫米 (%)	胶质层测定(毫米)		牌号
W^y	A^g	V^g	S^g_Q		X	Y	
8.53	13.43	30.46	0.58	81.4	43.0	12.5	$ЖГ_1$

表 9－7－12　焦炭工业分析及转鼓试验

工业分析(%)				大转鼓指标(公斤)			小转鼓指标	
W^f	A^g	V^g	S^g_Q	鼓内	鼓外 >25 毫米	鼓外 <10 毫米	M_{40}	M_{10}
2.05	16.25	0.70	0.47	297.5	13.5	57.3	72.8	13.0

炼焦工艺条件：考虑到淮南煤胶质层厚度较小，因此采用高温快速炼焦是有利的。炼焦时火道温度机侧 1284～1294℃，焦侧 1380～1392℃；结焦时间 14 小时 52 分；推焦电流 193 安培。

由上面结果可知，肥气煤二号单独炼焦有可能炼出满足中小型高炉生产的焦炭。但

肥气煤一号显然较差，耐磨性鼓外小于 10 毫米达 57 公斤。

（二）配长焰煤炼焦试验

新疆八一钢铁厂曾进行过用气煤、肥气煤及长焰煤等高挥发分煤的配煤炼焦单炉及炉组工业试验。由于煤质较好，原煤灰分和硫分都低，故炼焦时是以原煤（不经洗选）配合炼焦。在红旗三号焦炉配用长焰煤的工业试验结果见表 9－7－13，表 9－7－14。

表 9－7－13　原料煤性质

矿　井	原煤工业分析（%）				胶质层测定（毫米）		牌　号
	W^y	A^g	V^r	S_Q^g	X	Y	
白杨河	4.00	3.90	33.8	0.35	31	21	$ЖГ_2$
五宫	4.47	3.96	39.2	0.43	27	25	$Г_3$
艾维尔沟	3.31	6.75	27.48	0.53	13	24	$ЖК_2$
牛毛湖	13.91	6.11	43.29	0.53	50	0	Д

表 9－7－14　配煤比及焦炭质量

配煤方案	配煤比（%）				配煤性质		焦炭工业分析（%）		大转鼓（公斤）		备注
	白杨河（$ЖГ_2$）	五宫（$Г_3$）	艾维尔沟（$ЖК_2$）	牛毛湖 Д	V^r（%）	Y（毫米）	A^g	S_Q^g	鼓内	鼓外＜10 毫米	
1	40	20	30	10	33.8	—	9.46	0.54	302	38.3	单炉
6	40	—	40	20	31.6	17.5	8.17	0.51	309	46.0	单炉
12	—	30	40	30	34.3	20	8.26	0.48	319	45.5	炉组

炉组试验结果表明，由于八一钢厂炼焦用煤中的肥焦煤较多，长焰煤在这种配煤中起了瘦化作用，故对焦炭强度有利。但当其配用量达 20% 以上时，焦炭耐磨性降低。炼出的焦炭质量能满足中小高炉冶炼要求。

（三）配褐煤炼焦

昆钢焦化厂于 1971 年 2 月至 7 月份在生产配煤中曾断续的配用过云南小龙潭褐煤进行炼焦，褐煤配入量为 5%，焦炭强度明显下降。

单种煤性质、配比及焦炭质量见表 9－7－15，表 9－7－16。

表 9－7－15　单种煤性质

煤种	灰份（%）	挥发分（%）	硫份（%）	X（毫米）	Y（毫米）	牌号	备注
一平浪	12.07	26.10	1.16	7.5	23.5	К－ЖК$_2$	洗煤
羊场	10.42	32.50	0.09	22	21	КГ$_2$	洗煤
富源	13.80	35.31	0.41	27	23	ЖГ$_2$	洗煤
曲靖	22.33	21.99	0.25	19.5	15	К	原煤
小龙潭	19.92	50.60	2.48	—	—	Б	原煤

表 9－7－16　配煤比及焦炭强度

方案	配煤比（%）					转鼓指标（公斤）	
	一平浪	富源	羊场	小龙潭	曲靖	鼓内	鼓外
1	40	10	40	—	10	322.3	45.8
2	45	—	40	5	10	308	—
3	40	20	10	—	30	311.9	—
4	40	15	20	5	20	280	—
5	45	15	35	5	—	242.9	—

第二节　在配煤中掺入添加物炼焦

在配煤中加入添加剂是指配入少量炼焦煤料以外的物质。这些物质是依所要求的目的而定，主要有：

（1）对煤料起瘦化作用，减缓裂纹产生，从而提高焦炭块度并使焦炭致密，这类添加剂如焦粉、无烟煤。

（2）炼制低硫低灰或其它特殊焦炭，这类添加剂如石油焦。

（3）炼制含铁焦炭，这类添加剂如高炉灰，精铁矿粉。

（4）提高煤料堆比重增加焦炭产量，以及增加煤气和苯类产品，这类添加剂如矿物油。

现将我国用上述添加物从事炼焦生产和试验研究的情况简述如下：

一、配焦粉炼焦

(1)吉林电石厂在生产配煤中配入焦粉炼焦。

吉林电石厂在配煤炼焦中配过少量焦粉，所产焦炭供电石厂生产碳化钙和化肥厂气化用。具体情况见表 9－7－17，表 9－7－18，表 9－7－19。

表 9－7－17　单种煤性质

名　称	V^g(%)	A^g(%)	S^g_Q(%)	胶质层测定(毫米)	
铁厂	25.18	12.3	0.40	29.0	14.0
双鸭	30.03	9.4	0.34	31.5	14.5
鹤　岗	29.27	10.5	0.18	37.0	12.0

表 9－7－18　配煤比及其质量

配煤比(%)				配煤工业分析(%)				胶质层测定(毫米)		日　期
铁厂	双鸭	鹤岗	焦粉	W^y	A^g	S^g_Q	V^g	X	Y	
31.0	32.3	35.4	1.3	12.2	10.81	0.39	27.29	34	13～14	1971 年 6 月

表 9－7－19　焦炭质量及炼焦条件

焦炭工业分析(%)			大转鼓(公斤)		炭化室宽(毫米)	结焦时间(时)	每孔装干煤量(吨)
A^g	V^g	S^g_Q	鼓内	鼓外 < 10 毫米			
14.70	0.59	0.31	308.8	34.8	450	17.5	16.1

(2)上海吴淞炼焦制气厂在配煤中配焦粉进行了详细的试验和长期的生产。

①配入焦粉的大炉试验

吴淞炼焦制气厂为了提高焦炭产量与质量，于 1966 年进行了配入焦粉炼焦的大炉试验，试验是在“61”型硅砖焦炉上进行的，炭化室宽度为 300 毫米，试验结果见表 9－7－20。

试验结果表明，在肥煤占一定配比情况下，或配煤主要由肥煤、肥气煤组成时，配入一定量焦粉可以得到强度高的焦炭。同时试验还表明，焦粉愈细效果愈好。掺加 0.15

毫米焦粉所得焦炭，无论强度、耐磨、焦炭块度和均匀性都比 1 毫米焦粉有明显的改进。

表 9－7－20　配焦粉炼焦试验结果

配煤比(%)						焦炭质量								炼焦温度(℃)
官桥	枣庄	丰城	陶庄	<0.15毫米焦粉	<1毫米焦粉	筛分分析、筛级、毫米(%)						小转鼓指标		
						>100	80~100	60~80	40~60	25~40	25~0	M_{40}	M_{10}	
45	25	15	—	—	15	59.6	20.8	10.7	2.9	1.7	4.3	82.3	10.3	1340~1370
45	25	15	—	15	—	49.1	24.5	14.6	6.6	1.7	3.5	85.5	10.5	1332~1357
45	15	25	—	—	15	67.3	15.8	8.8	2.8	1.8	3.5	81.0	15.3	1332~1357
45	15	25	—	15	—	58.7	17.2	14.8	4.0	1.4	3.9	84.5	10.8	1310~1333
35	35	15	—	—	15	62.7	15.2	11.9	3.5	2.0	4.7	81.5	13.3	1329~1341
35	35	15	—	15	—	54.8	21.3	14.8	4.7	1.2	3.2	83.5	9.3	1322~1354
—	—	—	80	20	—	65.0	17.3	8.1	3.1	2.2	4.3	86.8	7.3	1332~1332

②配入焦粉的生产配煤炼焦

吴淞炼焦制气厂在日常生产配煤中，配入焦粉 12~13%并将煤料水分干燥至 5%左右进行炼焦，其结果见表 9－7－21，表 9－7－22。

表 9－7－21　单种煤性质

名称	项　目				胶质层测定(毫米)		牌号
	W^y(%)	A^g(%)	V^g(%)	S^g(%)	X	Y	
开滦	12.9	11.97	26.63	0.80	26	16	ЖГ$_2$
新徐	9.1	9.50	37.49	1.52	—	—	Г
峰峰	12.7	10.89	22.50	0.70	24	13	К

* 为新汶及徐州混煤。

表 9－7－22　生产配煤及焦炭质量

配煤比(%)				配合煤				
开滦	新徐	峰峰	焦粉	工业分析(%)				细度<3毫米(%)
				W^y	A^g	V^g	S^g_Q	
55	23	10	12	5.0~6.0	11.50	26.00~27.00	0.90~1.00	80.0

焦炭						炼焦条件		
工业分析(%)			固定碳(%)	小转鼓指标		平均炼焦温度(℃)	结焦时间(时:分)	炉型
A^g	V^g	S^g_Q	C_{GD}	M_{40}	M_{10}			
14.17	1.11	0.76	84.8	78.0	14.0	1327	7:30	61型

所产冶金焦炭块度大,强度好,特别适合于铸造化铁用。

目前该厂焦粉的制备是用 < 10 毫米的焦屑干燥至含水分 6 ~ 8% 后,经锤式粉碎机粉碎至 < 1 毫米,其粒度组成见表 9 – 7 – 23。

表 9 – 7 – 23　焦粉粒度组成表

粒级(毫米)	< 1.0	< 0.6	< 0.4	< 0.25	< 0.2	< 0.15
组成(%)	100	96.1	80.6	59.5	42.7	36.4

二、配无烟煤炼焦

北京焦化厂主要生产铸造用焦。按照铸造焦炭要求块度大的特点,并扩大炼焦用煤资源,该厂自 1995 年起在生产配煤中配入少量无烟煤(原煤)炼焦。常用的配煤比是:肥气煤 25 ~ 30%,肥煤 30%,焦煤 25 ~ 30%,瘦煤 10%,无烟煤 5%。配入无烟煤后,增大了焦炭的块度,但焦炭强度有所下降(见表 9 – 7 – 24,表 9 – 7 – 25)。所用无烟煤需先经单独粉碎,要求 < 1 毫米级达 80%。由于无烟煤硬度大,粉碎机锤子磨损较快,需要每周更换一次。配入无烟煤后,焦饼收缩减少,推焦电流有所增加,在配入量过多或不稳时容易出现推二次焦,这是值得注意和改善的。

表 9 – 7 – 24　北京焦化厂单种煤(洗煤)性质

名　称	牌　号	1971 年 11 月 ~ 1972 年 3 月				
		A^g(%)	V^r(%)	S^g_Q(%)	X(毫米)	Y(毫米)
唐山	$ЖГ_2$	10.97	32.98	0.60	29.0	18.0
赵各庄	$ЖГ_2$	12.18	35.28	0.74	42.0	15.0
唐家庄	$ЖГ_2$	12.64	34.27	0.89	25.0	22.0
吕家坨	$ЖК_2$	11.49	29.07	1.06	18.0	23.0
马家沟	$ЖГ_2 - Ж_1$	11.63	32.25	0.78	21.0	25.0

名　称	牌　号	1971 年 11 月 ~ 1972 年 3 月				
		A^g(%)	V^r(%)	S^g_Q(%)	X(毫米)	Y(毫米)
林西	$Ж_1$	12.16	28.10	0.83	7.0	25.0
三给(山西霍县)	$ЖК_2 - ЖГ_2$	10.29	30.00	0.54	37.0	20.0
新井(井陉)	К	12.01	24.49	0.74	32.0	17.0
凤山	К—КП	11.29	22.09	0.59	31.0	12.0
马头	К	10.46	23.10	0.69	27.0	17.0
介休	К	10.27	21.52	1.58	32.0	16.0
邯郸	$ПС_2$	10.24	19.41	0.62	24.0	10.0
京西长沟峪	А	13.01	9.83	0.90	—	—

表 9 – 7 – 25　北京焦化厂生产配煤及焦炭质量

年．月	配煤比(%)						配　合　煤							
							工业分析(%)				胶质层测定(毫米)		细度(%)	
	开洗	开平	井陉	邯郸	京西原煤	大同	W^y	A^g	V^g	S^g_Q	X	Y	无烟煤 < 1 毫米	烟煤 < 3 毫米
1965.7 ~ 8	16.5	28.3	25.2	24.0	—	6.0	10.14	10.58	25.35	0.71	29	19	—	83.0
1970	27.7	29.0	29.3	8.5	1.4	4.1	12.60	10.98	24.92	0.74	—	—	—	77.74
1970	28.6	26.6	27.1	12.8	4.9	—	12.01	11.18	24.66	0.68	29	18	74.94	79.91
1971	18.5	28.3	37.6	10.5	4.1	1.0	12.89	11.01	24.49	0.69	27	19	74.60	76.66
1971	23.4	30.8	30.8	10.0	5.0	—	12.17	11.30	24.90	0.73	29	19	72.27	76.68
1972.1	28.9	27.8	30.6	10.2	2.5	—	12.26	11.35	25.13	0.70	33	20	71.5	75.0
1972.2	28.1	27.4	30.1	13.2	1.2	—	11.96	11.18	24.72	0.73	32	19	67.0	73.2
1972.3	25.6	31.6	22.0	19.9	0.9	—	11.67	11.42	24.48	0.77	31	17	72.4	76.0
1972.4	30.0	28.0	28.0	12.0	2.0	—	10.68	11.48	24.17	0.77	33	20	73.4	74.0
1972.5	21.0	31.0	36.0	8.0	4.0	—	10.12	11.51	23.84	0.78	33	18	72.4	74.0

焦炭工作分析(%)					大转鼓试验(公斤)				炼焦条件				焦炉炉型
					>60毫米入鼓		>40毫米入鼓		火道温度(℃)		结焦时间(时:分)	推焦电流(安培)	
W^y >60毫米	W^y >40毫米	A^g	V^g	S^g_Q	鼓内	鼓外<10毫米	鼓内	鼓外<10毫米	机侧	焦侧			
6.5		13.57	0.73	0.63	—	—	333	23	1257	1305	16:00	—	
6.1	10.4	13.98	0.66	0.62	319.6	—	297.8	—	—	—	16:03	—	
5.1	9.3	13.91	0.67	0.61	291.3	—	290.2	—	—	—	16:06.	—	
5.2	10.1	13.83	0.65	0.61	316.8	—	315.3	—	—		16:02	—	
4.9	9.6	14.08	0.67	0.65	317.6	—	306.4	—	—	—	16:15	—	
4.7	9.5	14.34	0.64	0.65	324.4	29.0	304.2	18.5	1319	1369	16:00	228	58型
4.6	9.3	14.16	0.64	0.63	325.3	29.8	311.9	15.3	1308	1360	15:40	222	
4.5	8.4	14.35	0.63	0.67	319.6	30.6	309.8	19.4	1301	1349	15:56	217	
3.5	6.1	14.32	0.59	0.68	308.7	34.4	309.3	24.3	1300	1347	15:50	225	
3.6	7.2	14.21	0.63	0.67	301.2	38.5	303	24.8	1302	1355	15:53	228	

注：①1972年以前的配煤比是计划配比，1972年1～5月的配煤比为实际配比；

②火道温度和结焦时间是1、2、4、三座焦炉的平均值。

③开洗包括唐山，赵各庄；开平包括唐家庄，吕家坨，马家沟、林西、三给；井陉包括新井、凤山、马头、介休。

三、配石油延迟焦炼焦

(1)吉林电石厂从1966年开始在生产中配用石油延迟焦炼焦，结果见表9－7－26，表9－7－27，表9－7－28，表9－7－29，表9－7－30。

表9－7－26　原料煤及石油延迟焦的性质

原料名称		工业分析(%)				胶质层测定(毫米)	
		水分	灰分	挥发分*	硫分	X	Y
大庆延迟焦	1	8.0	0.85	15.73	0.56	27.0	12.0
	2	7.0	1.30	19.57	—	15.0	6.0
	3	6.5	1.14	15.00	—	24.0	7.0
	4	6.0	2.84	13.90	—	22.0	7.0
	5	5.5	2.76	20.19	—	21.0	10.0
	平均	6.0	1.78	16.88	0.56	22.0	8.5

原料名称	工业分析(%)				胶质层测定(毫米)	
	水分	灰分	挥发分*	硫分	X	Y
铁厂煤(K)	13.1	11.48	23.57	0.46	27.0	15.5
双鸭煤($ЖГ_2$)	11.5	9.72	29.11	0.31	29.0	15.0
鹤岗煤($Г_2$)	12.4	10.73	31.39	0.20	35.0	12.0

* 按煤的分析标准测定。

表 9－7－27　单种煤配入石油延迟焦炼焦的焦炭质量

方案	配煤比(%)				配合煤				
	铁厂(K)	双鸭($ЖГ_2$)	鹤岗($Г_2$)	石油延迟焦	工业分析(%)			胶质层测定(毫米)	
					水分	灰分	挥发分	X	Y
1	30	—	—	70	11.5	5.50	18.78	30.0	12.0
2	—	30	—	70	11.6	4.49	19.09	31.0	12.5
3	—	—	30	70	10.1	5.30	20.50	32.5	9.0

方案	焦炭							炼焦条件	
	工业分析(%)				>60毫米焦块(%)	大转鼓(公斤)		炭化时间(小时)	炭化室宽(毫米)
	水分	灰分	挥发分	固定炭		鼓内	鼓外<10毫米		
1	6.4	7.20	0.58	92.22	60.23	258	106		
2	4.0	6.71	0.57	92.72	—	—	—	18～22	450
3	5.5	7.00	0.68	92.32	—	—	—		

表 9－7－28　褐煤及延迟焦的性质

原料名称	工业分析(%)			罗加指数
	W^f	A^g	V^r	
2号石油延迟焦	0.30～1.36	0.20～0.66	19.26～19.85	18.9～19.0
3号石曲延迟焦	0.14～1.05	0.25～0.40	23.72～25.88	57.7～58.0
沈北前屯褐煤	15.16～17.55	14.74～17.64	47.05～49.24	—
沈北前屯褐煤半焦	—	—	* 19.00～21.00	—

注：① * 为 V^g 数据；

②石油延迟焦编号为自编，即非标准编号，其分析方法系按“煤的工业分析 GB—212—63”进行；

③2号石油延迟焦是等外品(即挥发分高的)；

④3号石油延迟焦是从等外品中手选出来的。

表 9－7－29　褐煤与延迟焦配合炼焦试验结果

方案	配煤比(%)				配合煤料质量							焦炭质量							结焦时间(小时)
	3号延迟焦	2号延迟焦	褐煤	褐煤半焦	工业分析(%)				细度<3毫米(%)			工业分析(%)			结焦率(%)	>20毫米焦率(%)	小转鼓指标		
					W^y	A^g	V^r	S^g_Q	延迟焦	褐煤	半焦	W^f	A^g	V^r			M_{40}	M_{10}	
1	—	80	20	—	10.8	3.42	23.00	—	—	—	83.4	0.32	3.76	0.71	75.3	60.0	40.0	45.2	16
2	80	—	20	—	11.4	3.23	28.56	0.40	88	83.4	—	0.16	5.23	0.80	74.8	84.3	71.6	12.2	16
3	65	—	35	—	13.6	6.34	29.34	—	88.6	70.6	—	0.51	8.29	1.06	70.1	78.9	70.2	18.2	17
4	65	—	—	35	3.4	8.10	26.03	—	88.0	—	93.6	0.27	9.50	0.94	74.0	86.1	73.4	13.2	16
5	—	100	—	—	—	0.20	19.80	—	—	—	—	0.17	1.14	0.68	–	–	72.8	14.0	16

表 9－7－30　以石油延迟焦代替林西肥煤的配煤炼焦试验结果

方案编号	配　煤　比　(%)									装炉煤分析		焦炭分析			
	龙老	林西	滴道	本竖	双鸭	石油延迟焦				A^g (%)	V^g (%)	A^g (%)	V^g (%)	小转鼓指标	
						1号	2号	3号	4号					M_{40}	M_{10}
1						100	—	—		0.30	14.21	—	—	49.0	33.4
2						—	100	—	—	0.20	19.76	1.14	0.67	72.8	14.0
3						—	—	100	—	0.40	25.14	0.72	0.68	74.6	8.0
4	45	15	30	10		—	—	—	—	—	—	13.67	0.84	69.2	12.0
5	45	—	30	10		—	—	15	—	—	—	10.58	1.05	69.2	9.2
6	45	—	30	10		—	15	—	—	8.16	27.01	11.44	0.85	69.5	11.1
7	45	—	30	10		7.5	—	7.5	—	—	—	—	—	67.8	12.0
8	52	—	30	10		–	—	—	8	8.78	28.77	13.43	1.23	73.3	9.3
9	40	10	30	10	10	—	—	—	—	8.94	29.43	12.77	0.90	68.9	13.3
10	40	—	30	10	10	—	—	10	—	7.80	29.88	11.98	0.88	67.6	10.2
11	40	—	30	10	10	—	10	—	—	7.62	29.24	11.25	0.71	66.8	16.0
12	40	—	30	10	10	5	—	5	—	—	—	—	—	67.6	12.2
13	45	—	30	10	10	—	—	—	5	8.96	28.26	12.96	1.21	72.6	9.2
14	40	20	30	10		—	—	—	—	9.32	28.52	13.31	1.09	72.0	10.4
15	40	—	30	10		—	20	—	—	7.14	27.28	10.04	0.85	67.4	14.0
16	45	10	30	15		—	—	—	—	9.34	28.17	13.24	0.84	70.0	12.2
17	45	—	30	15		—	10	—	—	8.36	27.30	—	—	68.4	13.2

注：①1号延迟焦是焦化塔底部焦炭与2号、3号延迟焦配合样；

②2号和3号延迟焦是不同操作条件的全塔平均样；

③4号延迟焦是塔顶部泡沫层取的样(V^g = 29.06%)。

几年来的生产实践表明,在大型焦炉中可以将煤与石油延迟焦配合炼成焦炭,焦炉操作正常,炉体没有发现损坏,所产焦炭固定炭含量高,灰分低,块度较大,这种焦炭用在电石生产上已取得良好效果。

(2)褐煤与延迟焦配合炼焦试验

1970 年鞍钢 200 公斤试验焦炉曾进行过褐煤配延迟焦的炼焦试验,所采用的石油延迟焦均为抚顺石油二厂处理大庆原油时的延迟焦。

试验结果表明:延迟焦挥发分的含量对焦炭的机械强度有很大关系,同样的配比以 3 号延迟焦代替 2 号延迟焦,焦炭强度就有十分显著的提高。采用 V_r 为 25% 左右的三号延迟焦,可配入一定量的褐煤(例如 20%),配入过多时,则焦炭质量尤其是耐磨性明显下降。对褐煤进行半焦化处理,则可以提高其配用量。

此试验是 1971 年在鞍钢 200 公斤试验焦炉上进行的,试验结果可以看出:延迟焦化塔中的上、中、下部位的延迟焦挥发分是有显著不同的。顶部(泡沫层)挥发分高、粘结性也好,底部则相反。就全塔平均焦样来分析,石油延迟焦的结焦性在一定范围内与其挥发分高低有关。当挥发分 $V^g = 25.14\%$ 时,所得焦炭机械强度很好,$M_{40} = 74.6\%$,$M_{10} = 8.0\%$。

从方案 4 ~ 17 数据可以大致看出,用 3 号石油延迟焦代替林西肥煤时,所得焦炭强度、耐磨性指标比用 10 ~ 15% 林西煤的焦炭略好一些;用挥发分 $V^g = 19.76\%$ 的 2 号石油延迟焦代替林西肥煤时,所得焦炭强度、耐磨性指标与用 10 ~ 20% 林西煤的焦炭相比,有些数据相接近,有些数据变差了。但是,当用 $V^g = 29.06\%$ 的泡沫层延迟焦样代替林西肥煤时,不但配用量减少了,焦炭质量也改善了。这说明泡沫层延迟焦的粘结性显著高于全塔平均样,可是这部份数量是不大的。因此,在炼焦配煤中用石油延迟焦来代替肥煤时,一方面要考虑数量上能否保证供应,另一方面要考虑石油延迟焦的质量,要求延迟焦挥发分较高而且质量均一。

四、配煤中掺入油料

配煤中掺油是指煤料在装炉前掺入百分之几到千分之几的矿物性油料,混合均匀后装炉炼焦。根据不同的掺油目的,选择不同的油料和配入量。掺油的目的是:

(1)油料掺入煤料后,在炼焦过程中随着温度的升高而汽化,并且在接触热焦、炉墙、炉顶的过程中产生裂解,从而获得裂解的燃气。在裂解过程中某些烯烃又聚合成芳烃,增加了苯类产品。因此,不少焦化厂为了增加苯类产品曾在配煤中掺入过油料,这类油料以重质石油产品为宜,例如重油、残渣油,其配入量大约在 3 ~ 5% 左右。

(2)油料掺入煤料后,对于含有一定水分的煤料,能增加煤颗粒之间的流动性,从而使煤的堆比重增加,有利于增加装煤量。这些油类以轻质石油产品为宜,例如轻柴油、煤油,其配入量大约在0.3~0.5%左右。

(3)油料掺入煤料后,对于颗粒较细的煤料或是较干的煤料,能使其中细粒煤尘成团,从而减少了运输过程和装煤过程中的煤尘飞扬。这类油料范围较广,可根据条件配入1%左右,对于较干煤料如渗入油料过多反而会使堆比重降低,因此不宜过多掺入。

现将增苯掺油和提高煤料堆比重掺油结果分别叙述如下:

(一)增苯掺油

1964年我国一些焦化厂为了增产苯类产品,在配煤中配入3%左右石油残渣油,转化成苯类产品约5~8%,对支援化学工业起了一定作用。上海吴淞炼焦制气厂、鞍钢化工总厂都做了较细致总结。

其共同结论是:

(1)掺入残渣油3%左右(比重0.95,凝固点35℃),当煤料水分10%左右时,煤料堆比重略有降低,折合干基装煤量约减少1.5~2%。

(2)焦炭质量无显著变化,仅气孔率略有升高。

(3)焦炉操作影响不大,煤尘减少便于装煤。炉门刀边要加强清理。上升管石墨略多,但集结松散易于铲除。

(4)炼焦产品回收率变化及油料转化百分比(加油2.99%)见表9-7-31。

表9-7-31　炼焦产品回收率及油料转化率

产品名称	回收率(%)		差数(%)	油料转化率(%)
	加油	不加油		
焦炭	75.96	75.77	+0.19	6.22
焦油	5.31	4.44	+0.87	29.19
粗苯	1.31	1.06	+0.25	8.42
煤气	15.54	13.91	+1.63	54.53
其他	4.87	4.82	+0.05	1.64
合计	102.99	100.00	2.99	100.00

(5)煤气发生量每吨煤增加38.6标米^3,折合每吨油产生1288.6标米^3。煤气热值提高了180大卡/标米^3。焦炉标准火道温度提高了5℃。

(6)焦油馏份变化不大,粗苯馏份中的纯苯含量稍有增加,而甲苯馏份稍有降低。煤

气中不饱和烃增加 0.8%，甲烷增加 1～3%。

(7)通过经济核算也是有收益的。

(二)配煤掺油增加装煤量

鞍钢化工总厂于 1971 年在配煤中掺入轻质质 0.5%(比重 0.82，凝固点 -9℃以及比重 0.86，凝固点 23℃)，使焦炭增产 5%左右。

表 9-7-32　试验期间各炼焦车间的配煤比

年.月	炼焦车间	配煤比(%)					配煤挥发分 V^g (%)	炭化室平均宽(毫米)	炉型
		滴道(К)	本竖(ПС)	双鸭($ЖГ_2$)	林唐*($Ж_1-ЖГ_2$)	龙老($Г_2$)			
1971.7～9	二	25	10	25	—	40	29.20～29.50	450	奥托
	三	25～30	5～10	15	15	35	28.20～28.70	450	—
	四	25～30	10	0～10	15	40～45	28.40～28.80	450	奥托
	五	25～28	10	15～20	12～18	30～35	28.10～28.90	407	ПВР

* 林西、唐山混煤。

煤料掺油后堆比重及装煤量是随煤料水分不同而变化的，见表 9-7-33。

表 9-7-33　煤料掺油后堆比重与煤料水份关系

煤料水分(%)	掺油量(湿基)(%)	湿煤堆比重(公斤/米^3)	较不掺油煤料增重(%)
9.0	0.5	821	10.2
9.8	0.5	819	9.4
10.2	0.5	809	6.0
11.4	0.5	793	4.8
12.2	0.5	794	3.1

在生产焦炉中掺油是用淋洒式喷头将油从破碎机前加入煤料中，掺入油量为 0.56%(对干煤)。煤料细度小于 3 毫米为 76%左右，平均水分为 10.5%左右，其装煤量及焦炭产量的增加情况见表 9-7-34，表 9-7-35。焦炭质量无显著变化(见表 9-7-36)。

掺入油料后化学产品回收率(对煤)稍有增长。大约是焦油增加 0.06%，粗苯 0.021%，煤气 7 标米^3/吨煤。焦油馏份无变化，粗苯馏份中苯及甲苯变化也不明显，可能掺入油量少，因而影响不明显。

表 9－7－34

	年．月	每孔装煤量(吨)		比不掺油增加	
		掺油前	掺油后	公斤	%
三炼焦		18.40	19.30	900	4.9
四炼焦	1971.8.5～8.11	17.50	18.22	720	4.1
五炼焦	1971.9.24～9.30	18.30	18.90	600	3.2

表 9－7－35

	年．月	条　件	每炉产全焦		每炉产冶金焦	
			(吨)	比不掺油增加(%)	(吨)	比不掺油增加(%)
二炼焦	1971.7	未掺油	11.41	0	10.24	0
	1971.8	掺油 19 天	11.63	2.01	10.39	1.46
	1971.9	全月掺油	12.07	5.78	10.85	5.95
三炼焦	1971.7	未掺油	11.92	0	10.95	0
	1971.8	掺油 21 天	12.40	4.03	11.40	4.11
	1971.9	全月掺油	12.63	5.95	11.68	6.67
五炼焦	1971.7	未掺油	11.77	0	10.99	0
	1971.8	掺油 27 天	11.95	1.67	11.19	1.46
	1971.9	全月掺油	12.10	2.80	11.33	3.10

表 9－7－36　焦炭质量变化情况

项　目	二炼焦		三炼焦		五炼焦	
	未掺油	掺油	未掺油	掺油	未掺油	掺油
鼓内 > 25 毫米(公斤)	329	328	317	319	319	317
鼓外 < 10 毫米(公斤)	40	31	32	33	34	35
焦炭挥发分(%)	1.06	1.04	1.00	1.02	0.93	0.92

掺入油料在焦炉中的转化，与增苯掺油情况相似，只不过所用油料是轻质柴油，所以煤气量大，苯的转化较低，其转化率见表 9－7－37。

表 9－7－37　掺入油料的转化情况

转化产品	转化率(%)
煤气	73.0
苯类产品	4.4
焦油	12.4
炭及损失	10.2

煤料掺油炼焦对增产有良好效果。在北方冬天可用 1# 或 0# 柴油，其他季节或其他地区可用 1#、2# 重柴油，当掺入油料 0.5% 时，可增产焦炭 3～5%。但生产操作上应注意以下几个问题：

(1)火道温度应提高 5～10℃，每公斤煤耗热量约增加 15～20 大卡；

(2)堆比重增加后焦饼收缩减少，推焦电流有所增加。此外，还应加强清除石墨和炉头维护；

(3)掺油量要稳定，防止油量波动对装煤量产生较大影响。

五、配煤中掺铁矿粉

在煤中配入极少量铁矿粉后，其作用类似配入无烟煤，使得焦炭块度提高。比较多量的配入矿粉，其目的已经超出单纯为了提高块度需要。这种含铁矿粉较多的焦炭叫铁焦，与其说是为了焦炉需要还不如看成是高炉冶炼技术的一个探讨方向。这一工作在五十年代各国较盛行，甚至企图代替部份烧结和团矿，但近十多年来，配煤中掺入铁矿粉并无进展。

我国首钢、本钢都做过铁焦的生产和高炉冶炼试验。在高炉冶炼试验中未发生不正常情况，只是试验时间较短，在效果上还不能得出结论。在铁焦生产上有下列经验：

(1)配入铁矿粉后，由于耗热量增加，结焦时间需要延长，特别是配入矿粉 10% 以上更为明显，约需延长 1～2 小时；

(2)推焦电流有所增加；

(3)焦炭强度下降，耐磨下降尤甚。当配入矿粉 20% 以上，虽配肥气二号煤 40% 及焦煤 20% 以上，其鼓内值仅 270 公斤左右，鼓外 < 10 毫米竟达 70 公斤以上。因此配煤适应性和适当的温度制度都有待研究；

(4)铁焦反应性(950℃时对 CO_2 的反应性)较一般焦炭高，含矿粉愈多反应性也愈高。

第三节　煤料捣固炼焦

捣固炼焦是将煤料用特制的机械先捣成煤饼，再推入炉内炼焦的一种工艺。要使煤饼紧密，煤料需要较高的细度和含 10% 左右的水份。由于煤料经过捣固后堆比重可达 900 公斤/米^3 以上，有利于粘结性较差的煤料成焦，这是捣固炼焦的优点。但由于捣固机械较庞大，煤料水份较高，煤饼与炉墙间有缝隙存在，焦炉热效率较低，焦炉的炉孔数和容积增大都受到限制，因此近廿年来发展有限。可是对于炼焦煤的资源差、焦炭机械强度要求不高的地区来说，仍不失为一种利用粘结性较差的煤料进行炼焦的有效措施。

一、抚顺单种龙凤气煤捣固炼焦及炼铁试验情况

一九七一年十月抚顺化工厂在 30 孔捣固焦炉上进行了单种龙凤气煤炼焦试验，共生产试验焦 1200 吨。

表 9－7－38　龙凤单种气煤性质

工业分析(%)			元素分析(%)					胶质层测定(毫米)		牌号
W^f	V^r	A^g	C^r	H^r	N^r	O^r	S^r	X	Y	
0.49	40.76	5.65	80.39	5.96	1.95	10.96	0.74	40	15	Γ_3

表 9－7－39　炼焦工艺条件

装炉煤		结焦时间(时:分)	推焦电流(A)	标准火道温度(℃)		焦饼中心温度(℃)	焦饼垂直收缩(毫米)
水份(%)	细度 < 3 毫米(%)			机侧	焦侧		
11.3	91.8	18:30	80	1357	1354	1133	97

表 9－7－40　所得焦炭分析

工业分析(%)			固定碳(%)	灰熔点(℃)		
W^f	A^f	V^f		T_1	T_2	T_3
0.14	9.90	0.98	88.98	1360	1380	1400

表 9－7－41　焦炭转鼓试验

项　目	焦炭筛分分析，筛级毫米（%）					
	>80	80～60	60～40	40～20	20～10	<10
入鼓前	0.18	2.94	25.94	59.98	8.56	2.80
小转鼓 100 转后（>40 毫米入鼓）	0.0O	0.20	4.80	48.80	38.00	8.20
小转鼓 500 转后（>40 毫米入鼓）	0.00	0.00	0.60	19.20	61.80	18.40

转鼓试验表明，这种捣固焦炭块度小，但耐磨性能较好。

试验焦炭在新抚钢厂 100 米^3 高炉上进行了五天冶炼试验，与该厂原用沈阳煤气公司二厂焦炭（配比为本溪主焦煤 15%，北票三宝肥气煤 20%，龙凤气煤 65%）相比，高炉利用系数有所提高，焦比有所下降（见表 9－7－42）。

表 9－7－42

焦炭	系数（吨铁/米^3·日）	焦比（公斤/吨）	风量（米^3/分）	风压（毫米汞柱）	风温（℃）	冶炼强度（吨焦/米^3·日）	生铁合格率（%）	炉顶压力（毫米水柱）	炉顶温度（℃）	混合煤气（CO_2%）
沈阳煤气公司二厂	1.19	730	328	452	693	0.88	100	900	410	9.6
试验焦	1.26	704	288	466	639	0.88	100	750	267	10.5

二、多用气煤捣固炼焦及炼铁试验情况

一九七二年六月抚顺化工厂以 10%本斜焦煤和 90%抚顺老万气煤配比在捣固式焦炉上试生产约 1 万吨焦炭，并用这种焦炭在新抚钢厂 255 米^3 高炉上进行了冶炼试验。

表 9－7－43　原料煤性质分析

煤　种	工业分析（%）				胶质层测定（毫米）		罗加指数 LR	牌号
	W^y	A^g	V^r	S^g_Q	X	Y		
本溪斜井煤	11.7	11.42	18.66	1.41	14.5	12.0	49.8	K
抚顺老万煤	11.6	5.33	39.48	0.61	41.0	13.0	62.1	Γ_2

表 9－7－44　配合煤性质

配煤比(%)		工业分析(%)				胶质层测定(毫米)		罗加指数
本斜	老万	W^y	A^g	V^r	S^g_Q	X	Y	LR
10	90	11.9	6.43	37.77	0.73	37.0	12.5	57.4

表 9－7－45　炼焦工艺条件

装炉煤			炭化室(毫米)			标准火道温度(℃)	结焦时间(时:分)	捣固强度 $Б_{max}$ (公斤/厘米²)	耗热量(千卡/公斤)
W^y (%)	细度 <3 毫米 (%)	煤饼堆比重 吨(干)/米³	长	度	高				
11.9	93.0	0.95	12538	460	3230	1361	19:54	6.35	810

炼焦生产正常,推焦顺利。

表 9－7－46　焦炭工业分析及筛分组成

焦炭工业分析(%)				振动筛后筛分组成(%)				焦仓下出厂焦炭筛分组成(%)			
W^y	A^g	V^r	S^q_Q	>40	40~20	20~10	<10	>40	40~20	20~10	<10
20.20	10.96	0.61	0.54	60.4	30.5	4.5	4.6	16.0	54.6	15.8	13.6

对焦炭用小转鼓进行了机械强度试验,考虑到试验焦炭的块度较小,入鼓焦炭块度未按标准方法(大于 60 毫米入鼓)进行,而是采用大于 40 毫米焦炭入鼓。此外按依尔希德(Irsid)转鼓试验方法,测定了 I_{20} 指标,其结果见表 9－7－47。

表 9－7－47　焦炭小转鼓试验结果

转　　鼓	试验条件	试验结果
小转鼓	>40 毫米入鼓	$M_{40}=12.6$
		$M_{20}=64.6$
(米库姆转鼓)	100 转	$M_{10}=14.2$
小转鼓	>20 毫米入鼓	$I^*_{20}=44.2$
(米库姆转鼓)	500 转	$I_{10}=22.4$

* I_{20} 为 >20 毫米级%,I_{10} 为 <10 毫米级% 圆孔筛。

用这种焦炭在新抚钢厂 255 米³ 高炉上自 1972 年 6 月 5 日起进行了 24 天冶炼试验,其中前十天配入 50% 试验焦炭冶炼,后十四天为全部试验焦炭冶炼,结果见表 9－7

－48。

表 9－7－48

项目	利用系数（吨铁/米³·日）	焦比（公斤焦/吨铁）	焦炭负荷（吨矿/吨焦）	风温（℃）	风量（米³/时）	合格率（%）	一级品率（%）	生铁含硅（%）
50%试验焦	1.075	777	2.45	691	32580	100	94.45	1.67
100%试验焦	1.012	783	2.54	682	32210	98.76	84.23	1.83

虽然用 100% 试验焦比用 50% 冶炼时各指标变化不大，但炉况顺行情况不太好，对于如何改进焦炭质量及高炉操作，解决悬料，崩料和炉缸堆积等问题，尚需做进一步工作。

三、配煤捣固炼焦

(1)抚顺化工厂在年产焦炭 12 万吨的 30 孔捣固式焦炉上采用配煤捣固炼焦，所产焦炭主要供发生炉造气，少部分供小高炉冶炼和小化肥厂使用。

表 9－7－49　单种煤性质

煤种	W^y(%)	A^f(%)	V^f(%)
龙老	9.5	5.73	38.72
双鸭	12.3	8.97	31.04
本斜	10.4	13.45	18.14

表 9－7－50　配煤性质及焦炭质量

配煤比(%)			配煤工业分析(%)			焦炭工业分析(%)			大转鼓(公斤)	
龙老	双鸭	本斜	W^y	A^f	V^f	W^y	A^f	V^f	鼓内	鼓外 <10 毫米
60	20	20	9.5	7.88	33.35	21.6	12.70	0.38	260～290	—

表 9－7－51　炼焦工艺条件

装炉煤细度 <3 毫米 (%)	煤饼堆比重 (吨/米³)	捣固时间 (分)	炭化室宽 (平均) (毫米)	每孔装干煤量 (吨)	结焦时间 (时)
90.0	0.9～1.1	10	460	13.7	18

(2)大连化工厂于 1971 年 11 ~ 12 月曾多次进行气煤及配合肥气煤捣固炼焦试验(见表 9 – 7 – 52)。

表 9 – 7 – 52　捣固炼焦试验结果

方案	配煤比			配煤指标				装炉煤		结焦时间(时:分)	大转鼓指标(公斤)	
	小恒山($ЖГ_1$)	城子河($ЖГ_1$)	抚顺(Г)	A^g(%)	V^g(%)	X(毫米)	Y(毫米)	水分(%)	细度(%)		鼓内	鼓外 < 10 毫米
1	100	—	—	10.53	28.68	32.5	12.0	—	—	18:20	245.9	26.5
2	—	100	—	11.73	31.14	34.0	11.0	9.5	92.0	18:09	253.8	30.8
3	80	—	20	9.13	32.68	37.5	12.0	11.0	92.3	17:49	212.1	20.4
4	—	80	20	9.76	33.68	39.0	11.0	10.6	90.0	17:09	251.2	16.8

其焦炉为 54 型捣固焦炉,所产焦炭供本厂合成氨车间造气用。

应当指出 在多用气煤炼焦时,焦炭呈细长形,因此在大转鼓内进行强度试验时,焦炭很快漏出,没有经受到真正的磨损作用,因此鼓内值及鼓外小于 10 毫米值都偏低。若应用米库姆转鼓可避免这一偏差。

第四节　煤料炉外干燥及预热炼焦

煤料通过干燥使水份降到 4%或更低一些,然后装炉,称做炉外干燥炼焦(简称煤干燥)。如果煤料不仅干燥到将水份完全脱除,并且使煤加温到 150℃或更高一些,然后装炉,则称做煤料炉外预热炼焦(简称煤预热)。这两个工艺虽然在某些地方相似,但在煤料处理、采取措施,以及现有焦炉适用范围上都有很大差别,因此不应混淆。

从效果方面看,这两项工艺都能大幅度增产焦炭,提高焦炭强度,尤其是耐磨指标。在不降低焦炭质量前提下,可以大量配用高挥发分弱粘结性煤料。特别是由于煤料在装炉前脱除了大部或全部水份,所以大大减少了冷凝废水外排,给消除公害从根本上创造条件。由于这些效果已被公认,所以它是炼焦工业上近十多年来较大的一项改进。特别是近几年来,有些国家在一般焦炉上成功地进行生产的基础上,逐渐在大容积焦炉上实现,这一动向是值得重视的。

我国是进行煤干燥、煤预热较早的国家。早在 1959 ~ 1960 年时,鞍钢、太钢和首钢

就进行过全炉煤干燥试验。武钢、包钢和本钢也进行过炉孔试验，太钢还进行了多次煤预热全炉试验。到目前为止，很多中小焦化厂正在采用煤干燥炼焦，其中像上海吴淞炼焦制气厂、山西长冶钢铁厂焦化车间都已长期地进行正常生产。因此，我国煤干燥、煤预热的经验是丰富的。

煤干燥、煤预热的效果是显著的，这一工艺将是今后若干年内炼焦发展的一个重要方向。但是根据多年实践经验看来，要在焦炉上实现，首先应当采取五项重大措施：

(1)有一个能长期安全运转的煤干燥、预热设备，并且保证水份或预热温度波动最小；

(2)干燥、破碎、运输、煤塔要有高效的除尘设备，或采取其它防尘措施(如对干煤掺少量油)；

(3)有一个适合于贮存干煤或预热煤的煤仓；

(4)装煤车应有自动提升炉盖和闸套，不产生余煤，荒煤气能导出的装置。做到装煤时无烟、无煤、无火 或采用管道装煤技术，达到同样效果；

(5)总结一套适合干煤、热煤的调温、装煤、平煤操作制度，使每炉装煤量波动最小，焦饼上下温度差最小，适当降低炉顶空间温度，减少石墨生长。

近几年来，在不同的厂都采取了一定措施，为最后顺利实现煤干燥和煤预热正在逐渐创造条件，预计不久将来在这方面会有更大的进展。现将煤干燥、煤预热分别叙述如下。

一、煤干燥

十几年来，我国的一些焦化厂对炼焦煤料炉外干燥进行了大量的试验研究工作，并且有的厂长期以炉外干燥的煤料进行生产。一些焦化厂煤料炉外干燥的增产效果见表 9－7－53，表 9－7－54。

表 9－7－53　煤料炉外干燥增产情况

生产厂	湿煤水分(%)	干燥后煤料水分(%)	干燥设备	焦炉炉型	炭化室宽(毫米)	生产时间	比装湿煤增产(%)
上海吴淞炼焦制气厂	9	4～5	转筒	61 型	300	长期生产	12～15
鞍钢	9～10	6	直立管	ПК，ПВР，奥托	407～450	一个月对比	11
本钢一焦	10	2	—	每孔装煤量为 1～2 吨炉子	—	—	20
首钢一焦	10	3～4	直立管	索维尔	460	一年左右	13

表 9－7－54　太钢煤料炉外干燥试验效果

装炉煤水份（%）	堆比重（公斤/米³）	结焦时间（时:分）	增产效果以水分 11.5%为 100%
11.5	800	15.85	100
8.0	812	14.81	108
6.6	812	14.35	110
5.6	834	13.83	117
3.9	836	13.38	120

各厂增产效果不一致，要依生产条件而定。通过 200 公斤试验焦炉的多次试验证明，当水份从 11%降至 6～8%时，增产效果主要来自因水份降低带来结焦时间的缩短，但堆比重变化不大，因而增产效果有限。当水分由 6～8%再降至 3～4%时，不仅结焦时间缩短，而且堆比重迅速升高，因此增产效果显著。

煤料炉外干燥除了可以增产之外，对焦炭质量的改善也有一定的效果，如首钢一焦炉正式干燥生产中，表现了焦炭强度和耐磨性有很大改善（见表 9－7－55）。

表 9－7－55　煤料炉外干燥对焦炭质量影响

方案	配煤比（%）					水分（%）		鼓内（公斤）		鼓外＜10 毫米（公斤）	
	大同（CC_2）	唐山（$ЖГ_2$）	井陉（К）	峰峰（Ж－К）	和村（$ПС_2$）	干煤	湿煤	干煤	湿煤	干煤	湿煤
1	15	—	40	45	—	2～3	10	318	309	34.4	51.6
2	—	40	—	30	30	2～3	10	327	314	28	53
3	—	50	20	—	30	2～3	10	332	329	24	30
4	25	—	50	25	—	3～4	8.7	313	302	38.6	58.5

本钢一焦化厂用本溪斜井焦煤 35%，三宝肥气煤 22%，老虎台气煤 43%进行了不同装炉煤水分试验，证明水分降低对焦炭强度及耐磨均有不同程度的改善（见表 9－7－56）。

上海吴淞炼焦制气厂将煤料预先干燥到水分为 4～5%时，焦炭质量亦得到改进。但是鞍钢和太钢在试验中未获得焦炭质量改善效果，只是耐磨略有改善，强度反而有所降低。因此对煤质的适应性和炼焦条件还值得进一步探讨。

表 9－7－56　装炉煤水份对焦炭质量的影响

装炉煤水分（%）	焦炭转鼓指标	
	鼓内（公斤）	鼓外 < 10 毫米（公斤）
11.2	312.4	47.2
10.0	314.7	57.6
2.78	327.7	42.1

上海吴淞炼焦制气厂是我国长期坚持煤料干燥炼焦的厂，迄今已有十余年。该厂的焦炭质量良好，生产稳定，除了运煤系统除尘问题还待进一步改善外，其它如干煤炼焦的石墨问题、上升管问题、推焦、装煤、平煤、调火等问题都已顺利解决。表 9－7－57 是不同配比的干燥效果，从这些长期生产记录也可看出，为改进焦炭质量，最好干燥到水份 4% 以下。

表 9－7－57　不同配煤此对焦炭质量的影响

序号	配煤比（%）						装炉煤水分（%）	焦炭坠落试验 > 50 毫米（%）	小转鼓指标	
	Г	ЖГ	ПК	ЖГ 原煤	Ж	焦粉			M_{40}	M_{10}
1	25	34	13	—	20	8	7.2	85.0	75.5	12.0
							6.6	85.4	78.0	11.5
							6.1	86.3	78.0	12.0
							3.9	89.7	81.5	9.0
2	22	27	13	10	20	8	6.9	80.9	77.5	12.5
							5.7	86.7	78.0	11.0
							4.7	87.9	77.0	9.0
							3.3	87.1	80.0	10.5

1965～1966 年为了验证不同水份时的增产效果和焦炭强度变化，首钢曾在 200 公斤试验炉上进行了试验（配比为：峰三 30：五阳 35：大同 35），结果表明：由增产效果来看，水份为 4% 最适宜，水份继续降低，煤料堆比重将相应增加，但结焦时间延长，因而抵消了增产效果。

至于焦炭强度的改善，其效果是随水份降低而增大的，并且水份低于 6% 才较显著（见表 9－7－58）。

表 9－7－58　配煤水份对焦炭质量的影响

配煤水份（%）	焦饼中心到 900℃时间（时:分）	转鼓试验		
		M_{40}	M_{10}	I_{20}
11	14:40	77.2	9.8	73.1
8	14:00	76.9	9.8	73.3
6	13:40	77.3	9.1	75.4
4	13:40	77.8	8.4	77.7
2	14:30	81.1	7.3	79.9

由于煤干燥使焦炭机械强度能获得改善，所以同时试验了弱粘结煤的最大配入量。试验是以当时的生产配煤为比较基准，生产配煤水份 11%，不经干燥处理，其它煤料则干燥到水份 3%，并逐步增加大同弱粘结煤用量。结果表明，干燥的煤料中弱粘结煤配比可较当时生产用煤高 25%，焦炭强度相同。如果比生产用煤只多配 15～20%弱粘结煤，焦炭强度则有所改善（见表 9－7－59）。

表 9－7－59　多配弱粘结煤对焦炭强度的影响

装炉煤水分（%）	配　煤　比　（%）					转鼓试验	
	大同弱粘煤		峰三	井陉	王庄	M_{40}	M_{10}
	马武山	忻州窑					
生产　水份 11%	25	—	25	30	20	71.0	11.2
实验　水份 3%	20	10	23	32	15	72.0	9.8
实验　水份 3%	20	20	23	27	10	72.8	9.0
实验　水份 3%	20	30	25	25	—	71.6	11.0
实验　水份 3%	20	40	20	20	—	67.8	11.2

我国长期煤干燥生产和试验的经验完全可以肯定下列结论：

(1)当水份干燥到 4%时，焦炭增产 10～15%；

(2)焦炭转鼓试验的强度指标变化不大，耐磨有较大改善；

(3)保持焦炭质量基本相同的前提下，高挥发分弱粘结煤可多配 15～20%；

(4)延长炉体寿命，减少废水外排。

二、煤预热

装炉煤预热处理可缩短炼焦周期，增加煤料堆比重，从而改善了煤的粘结性，因此煤预热是提高焦炉生产力的有效方法，也是增加配煤中弱粘结煤用量并改进焦炭质量的重要措施之一。

1966 年下半年在太钢焦化厂进行了配入大同弱粘结煤（配入量 15～80%）的预热炼焦试验。试验是在 1 号炼焦炉（亨塞曼式）进行，炭化室宽为 460 毫米。煤料预热是通过两根串联的直立管，前者为干燥段，后者为预热段。

表 9－7－60　原料煤（洗煤）性质

煤种	A^g（%）	V^g（%）	X（毫米）	Y（毫米）	备注
大同	4.50	34.4	37	10	（马武山）CC_2
兑镇	8.75	28.50	2	37	Ж$_2$
两渡	10.00	22.10	20	22	К
辛置	9.00	29.33	17	27	Ж$_1$

1966 年 6 月份太钢生产用煤的配比为西铭 25%，南下庄 20%，辛置 15%，兑镇 25%，大同 15%。其中西铭为 ПС$_2$，南下庄为 ЖГ$_2$。

表 9－7－61　预热前及预热后生产配煤性质及所得焦炭质量表

煤料	配煤分析（%）					焦炭分析（%）		大转鼓指标（公斤）		小转鼓指标	
	W^y	A^g	V^r	S^g_Q	细度 <3 毫米	A^g	S^g_Q	鼓内	鼓外 <10 毫米	M_{40}	M_{10}
预热后	0	8.61	26.28	0.49	92.5	11.40	0.48	306.5	18.1	77.75	7.6
未预热	9.98	8.47	26.70	—	79.3	11.00	0.45	313.2	33.4	78.13	8.8

表 9－7－62　预热煤炼焦对焦炉主要技术经济指标的影响

煤料	焦侧火道温度（℃）	机侧火道温度（℃）	炉顶空间温度（℃）	周转时间（时:分）	全焦率（%）	合金焦率（%）	粉焦率（%）	冶金焦炭产量（吨/孔）	推焦电流（A）
预热后	1320	1295	895	13:42	78.1	93.95	6.05	7.053	140
未预热	1316	1289	807	18:30	78.1	93.87	6～13	6.559	95

在预热试验时还进行了多用大同煤的炼焦试验。结果表明，当配入大同煤 40～60% 左右，其余为焦煤和肥煤时，焦炭 M_{40} 可在 70～75 之间，M_{10} 可在 7～10 之间。由此对于煤预热可得出下列结论：

(1)当煤料预热到 150～200℃时，焦炭产量可提高 35%，焦炭耐磨有较大改善，焦炭强度 M_{40} 变化不大。由于焦炭呈细长形，故 25～40 毫米一级增多，当用松格林转鼓试验时，鼓内值减少，但耐磨性(鼓外小于 10 毫米)仍有很大改善。

(2)由于预热对配用弱粘结煤有利，大同煤能较多的配入，如选择配煤适当，可配入到 50% 左右，这对我国多利用高挥发分煤是很值得重视的。

(3)炉顶温度有升高趋势，推焦电流也比不预热煤有所提高，煤料经直立管预热后细度增加。因此在长时期生产时，还要建立适应预热煤特点的操作制度。

煤预热不像煤干燥，我国至今还没有一个厂进行长期生产。因为实现煤预热的技术困难要比煤干燥大，特别是煤预热增产幅度大，在现有焦炉上实现时还存在焦炉机械运转紧张，回收系统能力不足的困难 在改进无烟装煤的工业试验中，也还存在着工业试验与目前生产制度不可能轻易变动的矛盾。至于某些新建厂可以考虑较先进的工艺，例如预热同时破碎煤料、管道输送、无装煤车的管道装煤、消灭烟尘的炉顶操作等，现在已经有些国家实现了。

以上是我国廿多年来改进炼焦配煤的主要经验和措施。适当的破碎粒度、合理的破碎流程、适合煤质特点的结焦速度和炉幅等等也都是改进配煤工艺的重要措施。在这些方面广大炼焦配煤工业战线上的同志已经做了一些工作，例如窄炉幅用于低挥发分弱粘结煤的炼焦取得一些经验，有利于瘦煤的利用。选择较粗的粉碎度对东北某些气煤较为适宜，鞍钢、本钢都从长期生产中得到证明。相信这些经验今后将更加成熟，更加系统，有待将来进一步总结。

第八章　备煤车间工艺和设备

备煤车间的任务是:将从选煤厂运来的精煤(或低灰原煤)经过必要的工艺处理,制备出质量均一、细度适当、配比准确符合炼焦质量要求的配合煤料。

备煤车间的工艺过程一般有原料煤的装卸,煤的贮存和均匀,煤的配合、粉碎及混合,最后输送到炼焦车间的贮煤塔。为了完成这些工艺任务,车间内装备有卸车设备,贮煤场的倒运设备、配煤和粉碎设备等等。在车间内煤料的运输一般采用胶带运输机。

我国北方严寒地区为了便于卸车还设有解冻库。在南方多雨,为了防止煤料过湿有的厂设有煤的干燥装置。

为了保证炼焦用煤的质量,对矿山来精煤的验收、炼焦煤的贮存和管理、送煤及配煤操作、配合煤细度控制均应有明确的技术管理制度。

第一节　备煤车间工艺流程

备煤工艺大体分为配合粉碎(先配煤后粉碎)和分别粉碎(先单种煤分别粉碎再配煤)两种流程,它们在煤的接受和贮存基本上是相同的,但在煤的配合与粉碎上则有先后顺序的差别。

一、配合粉碎的工艺流程(见图 9－8－1)

我国绝大多数焦化厂是上述工艺流程。它的优点是:工艺过程简单,布置紧凑,操作方便,粉碎机后亦不再需要混合设备。缺点是当各原料煤的硬度差别较大时,对焦炭质

量有一定的影响。

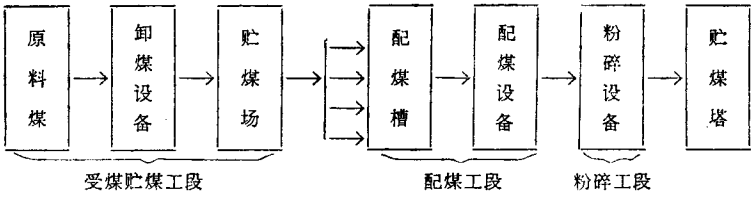


图 9－8－1　配合粉碎工艺流程示意图

二、分别粉碎的工艺流程(见图 9－8－2)

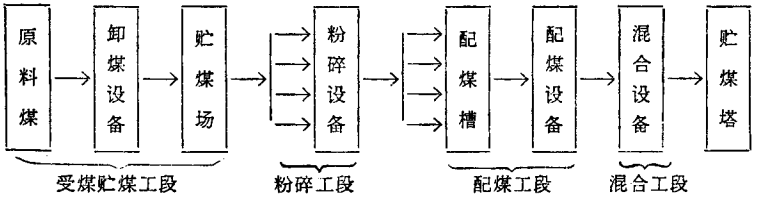


图 9－8－2　分别粉碎工艺流程示意图

此工艺流程主要优点是:各单种煤的粉碎细度可按其性质和要求进行调节,从而达到改善焦炭质量的目的。它的缺点是:工艺过程较复杂,需要多台粉碎机。在配煤以后还需设有混合设备。目前,我国只有水城焦化厂采用了分别粉碎的工艺流程,但是该厂目前只装有一台粉碎机,还没有按分别粉碎工艺进行操作,煤的细度亦未按煤的特性进行控制。

在国外,备煤工艺中尚有岩相选择粉碎的工艺流程(即索瓦克法),并已经达到了工业生产水平,取得了多配用高挥发分弱粘结性煤的效果。此工艺流程较为复杂,需要采用电热筛等新设备,并且只有在原料煤岩相组份不均一的情况下,效果才比较显著。

第二节　备煤车间的主要设备

一、卸车设备和倒运设备

设备的选用是按车间的规模及来煤的情况等因素确定。一般情况下受煤工段采用

的卸车设备有：大型焦化厂采用的翻车机或螺旋卸车机；中小型焦化厂采用的链斗卸车机或螺旋卸车机。现将常用的一些设备主要性能列于表 9－8－1。

贮煤场采用的倒运设备一般情况下有不同垮距的装卸桥、堆取料机、门式抓斗起重机和桥式抓斗起重机等（见表 9－8－2）。

表 9－8－1　备煤车间主要设备名称及性能表

设备名称	设备主要性能		
	平均能力（吨/小时）	总重（吨）	总功率（瓦）
KFJ—2 型转子式翻车机	750	109	45×2
L＝12.5 米桥式螺旋卸车机	350	15.9	50
L＝8 米桥式螺旋卸车机	350	17.6	52.4
链斗式卸车机	250	35	50

表 9－8－2　贮煤场主要设备性能表

设备名称与规格	设备主要性能		
	平均能力（吨/小时）	总重（吨）	总功率（瓦）
DQ5030 型堆取煤机	堆：1000 取：500	258.2	235.7
DQ3025 型堆取煤机	堆：600 取：300	160	147
Q＝10 吨，L＝50 米装卸桥	~250	304.4	239
Q＝5 吨，L＝40 米装卸桥	140	147.1	95.2
Q＝5 吨，L＝29.5 米门型抓斗吊车	104	118	44
Q＝5 吨，L＝26 米门型抓斗吊车	124	65.1	59.5
Q＝5 吨，L＝20 米门型抓斗吊车	120	47	48.5
Q＝5 吨，L＝31.5 米桥式抓斗吊车	100	39.5	59.5
Q＝5 吨，L＝28.5 米桥式抓斗吊车	130	36.5	59.5

在工艺布置考虑卸煤和贮煤合一的情况下，也可采用门型抓斗吊车、桥式抓斗吊车等煤场倒运设备兼作卸车设备。

在上述设备中，斗轮式堆取料机是近年来我国自行设计制造的大型堆取散状物料的

贮运设备。试用证明它具有一系列优点，目前正在进一步改进和完善。

该堆取料机与大型煤场通常使用的门型吊车或桥式吊车相比具有以下优点：能连续作业、生产效率高、投资少、钢材省，而且设备功率小，劳动条件好。目前还存在的缺点是：对煤料均匀化作用较差；主皮带设在露天；并且液压传动机构较多，要求一定的维修力量；同时该机在北方严寒地区使用时会有一定的困难。

目前在焦化厂生产中正式使用斗轮式堆取料机的有四○公司焦化厂采用的 KL—1 型堆取料机，KL—4 型即在 KL—1 型的基础上进一步设计的和 9424 焦化厂采用的 DQ3025 型堆取料机（见表 9－8－3）。

表 9－8－3　几种国产主要堆取料机的性能

性能参数	型　号		
	DQ3025 型 堆取料机	DQ5030 型 堆取料机	KL—4 型 堆取料机
生产能力（吨/时）	堆料 600 取料 300	堆料 1000 取料 500	堆料 10000 取料 600～800
堆料高度（米）	轨面上 10 轨面下 2	轨面上 12 轨面下 1.8	轨面上 12 轨面下 2
旋转半径（米）	25	30	33
回转角度（度）	堆料 ±110 取料 ±165	±90	±110
轨距（毫米）	5000	6000	6000
行走速度（米/分）	30/5	30/5	30/5
回转速度（转/分）	0.046～0.15	0.0343～0.147	0～0.18
悬臂皮带机 宽度（毫米）	1000	1200	1200
速度（米/秒）	2.5	2.5	2.5
变幅范围（度）	±16	±13	+16 −12
变幅速度（米/分）	3.74～6	上升 3.39 下降 4.93	7.5
电动机总功率（瓦）	147	236	316
设备总重量（吨）	160	260	263
装卸物料	煤	煤	煤
生产厂名	哈尔滨重型机器厂	哈尔滨重型机器厂	大连工矿车轮厂

二、配煤槽和给料机

焦化厂应该设有配煤槽和机械配煤设备。配煤槽的个数一般要比配煤比中的煤种多 1～2 个，以便更换煤种，而配煤槽的贮量应考虑到配煤前的机械设备必要的检修时间。

焦化厂配煤车间的给料机有两种，即圆盘给料机亦称配煤盘和电磁振动给料器。前者是大、中型焦化厂目前普遍采用的；后者是近年来用于生产的新设备。

电磁振动给料器是散状物料的定量给料设备，用于焦化厂配煤还处于试验阶段。鞍钢化工总厂二送煤车间、莱芜焦化厂配煤车间、上海焦化厂配煤车间曾经试验和使用此项设备。实践表明：这种设备应用于配煤上，由于煤料水份较大还有些技术问题需要进一步解决。

三、粉碎设备

目前焦化厂采用的粉碎设备有三种类型：反击式粉碎机、锤式粉碎机和笼形粉碎机。

锤式粉碎机是我国焦化厂广泛采用的粉碎设备，但从发展看，有可能被反击式粉碎机所取代。反击式粉碎机是最近几年用于焦化厂生产的新设备，新设计的焦化厂多采用此类设备。笼型粉碎机是一种老设备，它除了粉碎煤料比较细及对煤料水份不敏感之外，其它性能均较差，因此新建焦化厂一般不采用此设备。

鞍钢化工总厂曾对反击式、笼式和锤式粉碎机作了一些对比试验，其数据列于表 9－8－4～表 9－8－10。

表 9－8－4　反击式与锤式粉碎机在相同条件下（水分、细度）粉碎煤料时其含尘量及堆比重的比较

粉碎机型式	产品细度 <3 毫米（%）	<0.5 毫米级粒度组成（%）			堆比重（吨/米³）
		0.5～0.25	0.25～0	0.5～0	
锤式	80.2	11.4	35.3	46.7	0.716
		12.7	34.5	47.2	
		12.2	34.2	46.4	
反击式	80.0	12.6	32.7	43.4	0.726
	79.0	11.1	32.3	43.4	

表 9－8－5　反击式与锤式粉碎机耗电量比较

粉碎机型式	产品细度 ＜3 毫米(%)	产量 (吨/时)	耗电量 (瓦时/吨)
φ1430×1300 锤式	85～86	200～220	1.7～1.8
φ1500×1660 反击式	85.6 86.1	250 250	1.1～1.21 1.25

表 9－8－6　反击式与锤式粉碎机锤头磨损量比较

粉碎机型式	锤头磨损量(克/吨干煤)
φ1430×1300 锤式	5～6
φ1500×1660 反击式	0.62

表 9－8－7　反击式粉碎机产量、细度、转子线速度、功率、电耗比较

产量 (吨/时)	低速					中速					高速				
	电流 (安)	功率 (瓦)	细度 ＜3 毫米 (%)	转子 线速 度 (米/秒)	电耗 (瓦时 /吨)	电流 (安)	功率 (瓦)	细度 ＜3 毫米 (%)	转子 线速 度 (米/秒)	电耗 (瓦时 /吨)	电流 (安)	功率 (瓦)	细度 ＜3 毫米 (%)	转子 线速 度 (米/秒)	电耗 (瓦时 /吨)
200	50	200	81.6	44.5	1.0	63	280	87.9	55.9	1.4	68	300	86.0	58.9	1.5
250	60	250	79.2	44.1	1.0	72	310	85.2	55.5	1.24	75	330	85.9	58.9	1.32
330	72	310	76.8	43.7	0.94	80	350	81.5	54.4	1.06	—	—	—	—	—
390	80	351	75.5	—	0.9	88	400	78.3	—	1.03	—	—	—	—	—
450	88	400	75.4	—	0.89	96	450	76.6	—	1.0	104	480	79.8	58.3	1.07
500	95	450	74.5	42.9	0.9	105	480	76.8	53.6	0.96	110	510	76.8	57.9	1.02

表 9－8－8　反击式、锤式、笼型粉碎机粉碎炼焦煤料性能比较

性　能	单　位	反击式粉碎机 “1250×1000”	锤式粉碎机 “1000×1000”	笼型粉碎机 “2100×530”
最大给料粒度	毫米	200	80	80
排料粒度	毫米	5～0	3～0	3～0
破碎比		40	25	25
生产能力	吨/时	100～120	80～100	80
设备重量	吨	13.5	8.5	12.85
设备电容量	瓦	95.0	200.0	230

性　　能	单　　位	反击式粉碎机“1250×1000”	锤式粉碎机“1000×1000”	笼型粉碎机“2100×530”
转子转数	转/分	740	740	200
切线速度	米/秒	46.0	38.0	330(外轮)
单位功率需要量	瓦/吨时	0.8	2.0	2.88
单位设备重量	吨/吨时	0.112	0.085	0.16

表 9－8－9　反击式粉碎机转速与煤料粉碎细度的关系

转　速（转/分）	线速度（米/秒）	电能消耗（瓦时/吨）	煤料粉碎细度(毫米)	
			0.5～0(%)	3～0(%)
475	31.0	0.55～0.65	41.3	72.5
730	47.0	1.2～1.3	51.3	85.1
835	54.0	1.55～1.65	55.2	90.0

表 9－8－10　MF 系列反击式粉碎机性能参数及技术规格

规格及参数		型　　号									
		MFJ－20	MF1J50	MFD－100		MFD－200		MFJ－300	MFJ－500		
粉碎物料		煤	煤	煤		煤		煤	煤		
进料粒度(毫米)		<80	<80	<200	<80	<200	<80	<80	<80		
排料粒度(毫米)		<3 占 80%	<3 占 80%	<15	<3 占 80%	<15	<3 占 80%	<3 占 80%	<3 占 80%		
生产能力(吨/小时)		20	50	100		200		300	500		
转子直径(毫米)		750	750	1100		1100		1250	1600		
转子宽度(毫米)		500	700	850		1200		1400	1600		
转子线速度(米/秒)		58	58	56		56		64.5	62		
锤头排数		4	4	6		6		8	10		
电动机	型号	$JO_3$1802M$_{-4}$	$JO_3$250S$_{-4}$	JS125－6		JS136－6		JSQ1410－6	JSQ1510－8		
	功率(瓦)	30	75	130		240		380	625		
	电压(伏)	380	380	380		380		6000	3000		
	转速(转/分)	1470	1470	980		980		985	735		
	重量(公斤)	220		1300		1800		3450	4700		

规格及参数		型　号					
		MFJ－20	MFJ－50	MFD－100	MFD－200	MFJ－300	MFJ－500
外形尺寸	长(毫米)	2141	2375	3204	3622	5697	—
	宽(毫米)	1670	1670	2400	2400	2448	3050
	高(毫米)	1470	1470	2280	2280	2088	2700
总重量(公斤)		1869	2358	5400	7217	9048	14500

第三节　备煤车间管理的一些技术指标

备煤车间技术管理的基本要求是：来煤的验收要求煤种不能混号，煤量要核算，煤质定期检查，并制定精煤消耗指标；贮存管理要求贮量适当，煤场搞好均匀化，贮存期内煤堆要测温，防止煤氧化；配煤要求送煤及时、均匀，配煤比准确；煤料细度要控制在规定的范围内。

现将鞍钢化工总厂关于备煤车间管理规定的某些技术指标列于表 9－8－11，表 9－8－12 中。

表 9－8－11　来煤质量分析检验制度

序号	试样名称	分析项目	分析周期	取样地点	采样方法	试样数量	化验单位	备注
1	各单种煤	水分 灰分 挥发分 硫分 元素分析 胶质层	每旬一次 每旬一次 每旬一次 每季一次 半年一次 每月一次	车上	按规程	按规程	化验室	新煤种或高温煤另追加计划
2	配合前单种煤	水分 灰分 挥发分	每班一次 每班一次 每班一次	配煤岗位	每 30 分钟采一次样然后缩分	按规程	化验室	

序号	试样名称	分析项目	分析周期	取样地点	采样方法	试样数量	化验单位	备注
2	配合煤	水分 灰分 挥发分 硫分 细度 元素分析 胶质层	每班一次 每班一次 每班一次 每周二、四、六中班各一次 每班一次 每月一次(班样) 每月二次(班样)	粉碎机后皮带	每30分钟采一次样最后缩分	按规程	化验室	胶质层在配煤比变更时应追加一次

表 9－8－12　各单种煤贮存期最高天数(单位:天)

名　称	一季度	二季度	三季度	四季度
气煤	60	50	50	60
肥煤	80	70	70	80
肥气煤	80	70	70	80
焦煤	100	90	90	100
瘦煤	100	90	90	100

注:1. 贮煤期限应从开始落地之日算起;

2. 遇季节转换时期,应将存煤日期进行换算。

在煤堆贮存期内测温工作必须按制度进行,以防止煤氧化。

配合煤操作的质量指标:

水份允许波动为 ±1%;

灰份配合前后对照波动范围为 ±0.3%;

挥发分配合前后对照波动范围为 ±0.7%;

细度标准由厂部决定,允许波动范围为 ±2%。

第九章　配煤工的职责和工作组织

在焦化工厂备煤车间和洗煤场中，配煤工是最重要的工种。配煤工在以下几个工作场地进行工作：①在收煤坑下面（把煤从收煤坑放到集合皮带运输机上）；②在配煤工段煤槽或煤仓下的配煤机械旁边；③在洗煤场下层楼板上的洗成煤贮槽下面，

当配煤成份的数量超过配煤工段中所设煤仓的数量时，必须在收煤坑内进行煤的预配，按照一定的比例把各个矿种的煤在收煤坑的集合皮带运输机上进行混合。因此，收煤坑下的配煤工必须和配煤工段或洗煤场的配煤工一样对准备炼焦用煤的工艺过程具有明确的概念。

第一节　收煤坑配煤工的职责和工作

收煤坑配煤工看管从收煤坑放煤的摆动式给煤机、运送由给煤机落下的煤的运输机和所有带动给煤机和运输机的电动机。

这一部份看管工作的复杂程度，可以根据下列表明配煤工应完成的工作量的资料来判断。

配煤工必须：

（1）注意长达 100～150 公尺的运输机的运转状况，及时地给 100～150 处运输机零件加注润滑油；

（2）看管和注意 20～30 台电动机的运转状况；

(3)使 2000 ~ 3000 吨煤通过运输机；

(4)分别验收工艺性质不同的 5 ~ 6 种或 5 ~ 6 种以上的煤，并不使其发生混合。

收煤坑配煤工必须知道在某一时间内有哪一种煤卸进了收煤坑。必须正确而及时地用适当的音响信号和灯光信号把所运煤的名称通知配煤煤仓上面的马达工，以使煤能卸在相应的煤槽中。

收煤坑配煤工也应注意，只有在把以前卸在这个收煤坑中的另一矿种的煤完全放尽以后，才可以从车皮中往这个收煤坑里卸煤。

工艺性质不同的煤如果在收煤坑中发生混合，就能破坏准备炼焦用煤的工艺制度，因比，这种现象是绝对不允许发生的。同样也不允许把不同工艺性质的煤放在一个集合运输机上，但根据备煤车间主任或收煤坑配煤工长的命令必须进行预配时除外。

把一定工艺组别的煤送到配煤工段时，收煤坑配煤工必须确信这种煤将一定能卸在配煤工段固定存放这种煤的煤仓中。

因此，最好设置能自动指示卸煤小车在煤仓上的位置的灯光信号。同时也应设置适当的信号来指示配煤工段煤仓中存煤的数量，便于收煤坑配煤工能使煤仓中保持一定数量的煤。

如果要在收煤坑中进行预配(这在某些车间中是常有的事)，那么收煤坑配煤工的责任就将更加重大。

在这种情况下，收煤坑配煤工必须按照一定的比例从收煤坑中放出不同工艺组别的煤 为此，他必须考虑到这一班开始时收煤坑中剩余的煤量和在他这一班内必需放出的煤量。

因此，收煤坑配煤工(交班的和接班的)应该和技术检查科的检查员一起，在这一班结束和下一班开始时计算出收煤坑中剩下的煤的数量。

假设 收煤坑中剩下的煤量为 :甲种煤 100 吨，乙种煤 30 吨。一班内必需卸出 420 吨甲种煤和 120 吨乙种煤。

在卸煤线上共有十个收煤坑，这十个收煤坑就用来接受上述的甲种煤和乙种煤。配煤比规定，配合煤中甲种煤应占 20%，乙种煤应占 5%。因此，收煤坑中甲、乙两种煤的比例应该是 4∶1。

为要按照规定的比例把甲、乙两种煤从收煤坑中放出，配煤工必须在整个一班时间内均匀地调节由给煤机放出的煤量，以便在一班结束时收煤坑中剩余的煤量保持 :甲种煤为 40 吨 乙种煤为 30 吨。

在这种情况下，一班内必须从收煤坑放出：

甲种煤　　420 + 100 − 40 = 480 吨；

乙种煤　　120 + 30 − 30 = 120 吨。

可见，在由从收煤坑中放出的煤组成的混合煤中保持了规定的混合比例（480∶120 = 4∶1）。

因为摆动式给煤机不能在很长的时间内始终放出数量一定的煤来，所以在收煤坑中进行预配时，配煤工必须特别注意检查给煤机的给煤工作。

根据上述所说的这一些，收煤坑配煤工的职责可以归纳为以下几条：

（1）配煤工必须保证将一定数量的煤连续地从收煤坑运出，误差不得超过 10 ~ 20 吨/小时；

（2）运煤时，配煤工必须十分注意，使煤正常地由给煤机落到运输机上，不应发生空转和超载现象；

（3）配煤工必须利用灯光信号和音响信号，以至亲自前去跟配煤工、往收煤坑卸煤的装卸组长、以及配煤仓上面的马达工保持密切的联系，了解配煤工段受煤仓的受煤情况；

（4）配煤工应该利用设置在每一台给煤机上的闸板按照规定的数量来调节运输机皮带的运煤量；

（5）在未弄清卸煤小车是否确已停放在相应的煤仓上之前，配煤工不应将煤运往配煤工段；

（6）在起动运输机和给煤机以及由贮煤槽往外运煤时，配煤工必须迅速而有把握地进行工作。当发现自己看管的机械有毛病时，应当立即停车，找来修理人员。当发现各种不同的煤已经在收煤坑中发生混合时，配煤工必须立即通知班长，在未取得班长相应的指示之前不应从收煤坑中放煤；

（7）因为收煤坑中没有煤而停工时，配煤工必须仔细地检查机械的状况，进行机械的润滑，并清扫工作场地。

第二节　配煤工段配煤工的职责和工作

配煤工段配煤工的基本任务是将不同工艺组别的煤组成配合煤。

配煤工段配煤工的职责很广,可以概括成以下几条:

(1)起动配煤机械;

(2)按照煤种用进行检查称量和调节煤仓放煤量的方法组成配合煤;

(3)检查配煤工段煤仓的装满情况,为此配煤工应该利用适当的信号跟配煤煤仓上部的马达工保持联系;

(4)检查所管区段内设备的状态,消除发觉的故障,防止损坏机械和发生事故;

(5)润滑所管全部机器的摩擦零件;

(6)调整集合皮带运输机皮带的运转;

(7)调节集合运输机的总负荷;

(8)清扫工作场地,保持所管全部机器的清洁。

下面较为详细地研究一下配煤工的职责。

起动配煤盘或皮带给煤机之前,配煤工必须确认这些机械都没有毛病和显著破损,然后检查安全装置的状况。传动装置的全部转动部分必须都盖有牢牢地紧固着的保护罩。在这以后,配煤工还要检查皮带给煤机的传动辊输和主动辊轮轴承的润滑情况以及给煤机保护侧板胶皮压条的状况。

在配煤盘上则必须检查括板的状况,胶皮压条和圆盘是否有毛病,配煤盘的传动装置上是否有安全装置。

经过这些检查后,配煤工就可以给配煤盘上的括板和皮带给煤机上的弓形闸板确定一个位置,以便该配煤机械具备适当的生产能力。

随后,配煤工在确认集合运输机已开始工作后,即可接通相应的配煤盘或皮带给煤机的电动机。

配煤机械起动后,配煤工应立即检查调节设备——括板或弓形闸板安设得是否正确。为了这个目的,配煤工应该称量每个配煤机械所放出的煤。

通常,配煤工是从值班配煤工或班长那里接受任务,了解需要放到集合运输机上的总煤量和从每个煤仓经配煤机械放出某种煤的数量。

放到运输机上的煤量和配煤机械的生产能力用一公尺集合运输机上的煤的重量来表示。

集合运输机的生产能力依配煤工段或洗煤场的生产能力而定。

配煤工必须在配煤机械起动后 15 ~ 20 分钟内进行第一次称量,借以判明每一台配煤机械放出煤的数量。

如果配煤机械的实际生产能力跟规定的生产能力有很大差别，此时配煤工必须立即利用调节设备（由煤盘放煤时用括板，由皮带给媒机放煤时用弓形闸板）来调整配煤机械的生产能力。根据规定的配煤量用配煤装置调节好放煤量以后，配煤工应每小时进行一次检查称量。

每次将煤称量后，配煤工即应调节放到运输机上的某一工艺组别的煤的数量，使放煤量根据规定的配煤量达到均匀。

实际放煤量跟规定数量的误差，对粉碎后的煤来说不应超过 0.5%；对未粉碎的煤（50～0 公厘）来说不应超过 2%。

配煤工段每个煤仓放煤的均匀性在颇大程度上决定于煤仓中煤的装满程度。如果煤仓中煤的装满程度可以由适当的仪器来表明（这些仪器必须设置在配煤工段中配煤工的工作场地），配煤工就可以根据这些仪器上的读数来进行自己的工作。如果没有自动信号装置，配煤工应该从配合煤工或配煤仓上部的马达工那里了解煤仓的装满情况。

如能及时地预先通知配煤工，说明煤仓中的煤量将有很大的变更，那他就能对从这个煤仓经配煤机械放出的煤量进行检查，并能在必要时及时地加以调节。

如能及时地预先通知配煤工，说明某一个煤仓中的煤将要放完，那他就能准备另一个配煤机械来放同一工艺组别的煤，这样就可以不间断地把煤供给下一步处理。

连续地供煤在很大程度上也决定于配煤机械和集合运输机是否完整无缺。皮带给煤机和运输机，虽然构造简单，但也需要细心地维护和看管。

必须预先防止一切能使皮带过早损坏的因素的产生。为此目的，在开始工作前必须检查皮带的运转是否正常，并检查皮带的状况，而在工作中要注意使皮带不偏向一旁。皮带偏倾时，必须以搬移支承托辊的办法加以调节。

开始工作前，配煤工应该检查机械所有零件的润滑点，保证工作时不间断地供给润滑油。

接班的配煤工应该向交班的配煤工问清楚，在上一班工作中发生了哪些故障，配煤比是多少，集合运输机的总荷重是多少，并且熟悉一下设备的情况。

配煤工接班时的工作场地必须是清洁的，运输机的托辊应该是清扫干净的，传动辊轮和从动辊轮下面不应有煤，全部机械的传动部分都要有安全装置，并且装置得很牢固。接班时应该检查所有的信号设备，并应检查工具是否齐备。

当发现设备有缺陷或毛病时，配煤工应该把发觉的毛病通知班长或工长。

第三节　洗煤场配煤工的职责和工作

洗煤场配煤工负责将各级洗成煤组成配合煤。

前面已经说过，在配煤工段用各种工艺性质的煤组成的配合煤经过洗选后，通常可得到三种等级的洗成煤：块煤（+10 公厘一级的煤），碎煤（10～1 公厘一级的煤）和煤尘（1～0 公厘一级的煤）。

由于在洗煤前组成配合煤的原煤的筛分组成不同，因此在洗选前分级时各级煤的成份的比例可能要发生变化。例如，如果洗选前的配合煤是由甲乙两种成分组成各为 50%，其中：甲种煤中碎煤（-10 公厘）占 80%，块煤占 20%；乙种煤中则相反，碎煤占 20%，块煤占 80%，那么在洗选前分级后，较大的块煤中将有 80%的乙种煤和 20%的甲种煤，而在块度小于 10 公厘的碎煤中刖有 80%的甲种煤和 20%的乙种煤。

因此，在洗选后进行二次配合时，必须用 50%的块煤和 50%的碎煤来组成装炉煤。

用很多种成份来组成初步配合煤时（洗选前）的计算工作是非常复杂的。

这种计算应该由车间的配煤工来进行，他告诉洗煤场的配煤工，应该从洗成煤煤槽中放出的每一级煤的数量（配煤量）。

洗选得到的煤尘（浮选洗粉）和大的洗块经固定式配煤盘由煤槽放出，而小的洗块则经移动式配煤盘放出。

洗煤场的配煤工和配煤工段的配煤工一样，是备煤车间中的主要工人，他主要应该完成下列工序：

（1）准备煤槽和配煤盘，以便放出洗成煤；

（2）按照规定的配煤比配合各级洗成煤和组成炼焦用的装炉煤；

（3）进行检查称量，并根据规定的配煤量调节由煤槽放出的洗成煤量；

（4）检查所管区段内设备的状况，消除发觉的故障，采取措施，防止损坏机械和发生事故；

（5）润滑所管全部机器的摩擦零件；

（6）调整运输机的皮带；

（7）仔细地清扫工作场地，保持所管全部机器的清洁。

配合洗成煤的准确性能够决定配合煤的成份和焦炭的质量。影响洗成煤配合工作

准确性的因素很多,其中最主要的有以下几点:

(1)洗成煤中水份的稳定程度;

(2)接受洗成煤前煤槽的准备工作——冲洗煤槽、冲洗和清扫污水用的栅钢等(以便贮存将要在煤槽中脱水的碎煤)。

(3)洗成煤在离心机中均匀分布的情况(碎煤脱水时)。

起动机械、检查工作和维护机械的方法跟在配煤工段中配合未洗煤时所用的方法相同。

第四节　配煤工的先进工作方法

推广先进企业和先进生产者在运用技术、改善工艺过程和采用先进工作方法方面的经验,对提高劳动生产率具有巨大的意义。

焦化工厂跟在我国其他企业一样,广泛地开展了为完成第五个五年计划、提高产品数量、改善产品质量、更好地运用设备和改进工艺过程的社会主义竞赛。

很多工厂都组织了研究、总结和推广先进工作方法的工作。

广泛地运用先进生产者的先进经验,可以提高劳动生产率,改善产品质量和提高设备利用率。

在备煤车间,特别是在配煤工之间研究、总结和推广最先进的工作方法,可以提高配合煤的质量。在某一焦化工厂的备煤车间,曾经研究过配煤工的工作。

配煤工段配煤工的工作可以分成以下几个主要的工序:

(1)接班时仔细检查设备;

(2)准备配煤工作;

(3)根据配煤量按煤种进行配煤;

(4)检查配合情况。

研究了三个配煤工的工作经验和工作方法以后,确定 B.T. 卡列申的工作方法最为正确。

卡列申在工作过程中有系统地观察和研究了哪些因素能够影响配煤工作的质量。考虑到这些因素后,卡列申在实际工作中所犯的错误就比其他配煤工少,而在工作中取得了很大的成绩。

卡列申工作中的优点，就是依次进行所有的工序，准确地调节配煤盘，保持供给洗煤场以稳定的煤量。

卡列申用来做准备工作和接班的时间占工作时间的 7%，而配煤工 Н.П. 托卡烈娃则用 5%的工作时间，А.К. 塔查诺娃用 5.5～6%的工作时间。

卡列申非常仔细地进行配煤的准备工作。知道了配煤量以后，他检查一下磅称，把配煤量记在本子上，从表格上查出应该放出的煤量（一公尺皮带上的公斤数），把这个配煤量记在黑板上，检查正在工作的配煤盘上调节设备的状况，检查煤槽中的剩余煤量，并且弄清楚哪个煤槽将要装满。卡列申用组织好自己的工作的办法，来保证配合工作达到必要的准确度，并使实际放煤量跟规定的各级煤的重量的误差在每公尺皮带上不超过 0.2 公斤。

接过班和做好准备工作后，他并不等待值班配煤工或技术检查科检查员到来，就先进行煤的检查称量。开始放煤后 10～12 分钟内他就进行第一次检查称量。用调整加减筒闸板和括板的方法来消除经检查称量发现出来的实际放煤量和规定的配煤量之间的差别，然后再进行检查称量。

配煤工塔查诺娃在开始工作一小时以后，当值班配煤工在场时才进行第一次检查称量，并且称量得还不十分准确，仅仅搬动加减筒闸板来调节配煤盘的生产能力，而不利用括板来进行调节。配煤工托卡烈娃也在开始工作一小时后进行第一次检查称量，但较配煤工塔查诺娃做得仔细。

在以后的工作中，卡列申每一小时进行一次检查称量和调节工作，而配煤工塔查诺娃和托卡烈娃则经过 1.5～2 小时才进行一次这样的检查。因而她们在配煤工作中所发生的误差就较卡列申的为大。

同样必须指出，检查证明 塔查诺娃和托卡烈娃不能很快地消除配煤工作中被查觉的误差。

卡列申以应有的小心来调节配煤盘，他非常注意由煤槽中放到皮带上的煤的块度和均匀度，为此他经常有系统地检查煤槽的装满程度，与配煤工段组长保持联系，以便了解当时送的是什么煤和送到哪一个煤槽中去。卡列申经常检查配煤盘的工作状况，并迅速消除在工作中所发生的故障，特别是加减筒闸板的堵塞和皮带错动等等。

特别重要的是卡列申预先准备要起动的配煤盘，不致使均匀地往洗煤场运送混合煤的工作中断。

卡列申进行的往洗煤场运送混合煤的工作不仅稳定，而且运送量也较其他配煤工负责时为多。

兹将一班内每一小时中由不同配煤工负责往洗煤场送煤的数据列于表 9－9－1 中。送煤量以吨/小时表示，由自动磅称称量。

表 9－9－1　送往洗煤场的煤量(吨/小时)

配煤工	第一小时	第二小时	第三小时	第四小时	第五小时	第六小时	第七小时
卡列申	330	330	340	340	350	340	350
托卡烈娃	270	350	330	290	310	330	340
塔查诺娃	300	340	320	310	340	300	250

从往洗煤场送煤的指示图表(表 9－9－1)中可以特别明显地看出卡列申的工作的均衡性。

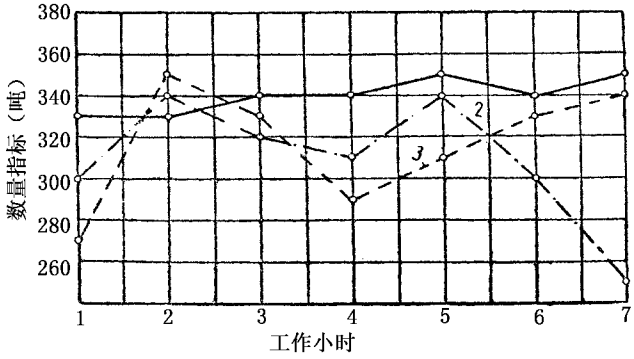


图 9－9－1　配煤工工作指示图表

1—卡列申；2—塔查诺娃；3—托卡烈娃

从表示一公尺集合运输机上的煤负荷的小时误差的指示图表中也同样可以看出这种均衡性。

在研究了各种优秀工作方法的基础上，编制了配煤工的工作须知，其中某些主要条款如下：

接班时，配煤工应仔细地检查机械，特别是要检查配煤盘，具体说来就是：了解每一台配煤盘的括板、加减筒闸板和垂直轴轴承的状况以及机座和基础的紧固情况。

然后要了解起动设备以及安全装置和保护罩是否完整。在工作中配煤工应该：

(1)根据配煤量准确地调节从每个配煤盘到集合皮带运输机的放煤工作；

(2)用特制的煤量测定盘进行检查称量，调节从配煤盘放到集合运输机上的煤量；当实际放煤量践规定数量发生误差时，应调节加减筒闸板和括板的位置，使实际放煤量跟

规定配煤量完全相符；

(3)保持配煤盘的实际放煤量跟规定数量的误差不应超过 ± 1%(如果规定从这一个煤槽中放出的煤量占所配混合煤总量的 10%,那么实际放出量可以是 11%或 9%)；

(4)检查所管区段内机械的状况。

配煤工卡列申准确地执行了工作须知,结果经常完成计划的 104 ~ 108%。

研究先进工人的工作经验和个别方法,选择出最好的工作方法,并使全体工人都利用这种经验进行工作,可以在很大程度内提高配煤工工作的准确性,保证送煤的均衡和改善炼焦所用配合煤的质量。

第十篇

配煤煤质分析检测相关技术标准

（本篇内容见光盘）