

石煤的
综合利用

石煤的综合利用

浙江省煤炭工业局编

浙江人民出版社

石煤的综合利用
浙江省煤炭工业局编

*

浙江人民出版社出版
浙江新华印刷厂印刷
浙江省新华书店发行

开本 767×1092 1/32 印张 3 字数67,000

1975年9月第一版

1975年9月第一次印刷

印数：1—5,500

统一书号：13103·5

定 价：0.26 元

编 者 的 话

我省有丰富的石煤资源，开发和利用石煤，可以加快发展社办企业，壮大集体经济，增加社员收入，缩小城乡差别。兰溪双牌公社自1970年开始开发和综合利用石煤，先后办起了石灰、砖瓦、化肥、水泥、农机、缫丝等十一个企业，不仅增加了公共积累，改善了社员生活，也大大加快了农业的发展速度。该公社1978年社办企业的总产值达到310万元；工农业总产值比1969年增加了近五倍。双牌公社的经验，充分说明开发和综合利用石煤是大有可为的。

本书介绍了石煤烧沸腾炉发电；石煤烧水泥；石煤渣碳化制品；石煤沸腾焙烧提取五氧化二钒及利用石煤烧石灰、烧砖瓦、烧搁管式锅炉等的经验。此外，还介绍了一些使用石煤烘茧、炒茶、炒菜等的较好的灶型及其使用方法，可供有石煤地区的群众开发利用石煤时学习参考。

本书编写过程中，得到兰溪双牌公社、义乌发电厂、常山建材厂、省建筑科学研究所、省冶金研究所、省煤炭研究所等单位的支持，特此一并表示感谢。本书存在的错误和缺点一定不少，尚希广大读者提出宝贵的修改意见。

目 录

一、石煤综合利用大有可为·····	1
石煤烧石灰·····	2
石煤烧砖瓦·····	7
捆管式石煤锅炉·····	10
二、沸腾炉烧石煤发电·····	14
三、石煤烧水泥·····	25
四、石煤渣碳化制品·····	41
石煤渣及其碳化制品的性质·····	42
石煤渣碳化砖的生产工艺·····	45
其他建筑制品·····	57
五、石煤沸腾焙烧提取 V_2O_5 ·····	61
六、几种石煤灶·····	79
石煤烘茧灶·····	79
石煤炒茶灶·····	81
石煤炒菜灶·····	87
民用生活灶·····	89

一、石煤综合利用大有可为

石煤，是贮藏在古老地层中的一种煤炭资源，它是在浅海环境下由藻类、菌类等低等生物形成的，煤岩类型属高变质的腐泥无烟煤。

我省石煤一般为黑色，有块状和粉状两种，风化后表面呈米黄色或浅棕色，燃烧时无烟，发红色或淡蓝色火焰，硫黄味较重。块状石煤呈厚层块状产出，断面粗糙，含碳量低，质地均匀，灰分约75%，发热量在1000大卡/公斤左右。粉状石煤有似层状或透镜状产出，新鲜表面往往具有擦痕和乌黑发亮的强光泽，群众中把它叫做亮体煤。粉状石煤的含碳量比块状石煤稍高，但质地不很均一，煤层中往往夹杂较多的分解石和石英细脉，灰分一般为65~70%，发热量在2000大卡/公斤左右。粉状石煤的夹石虽多，但具有可选性，经洗选后发热量可提高到4000大卡/公斤以上。

石煤的颜色也不完全是黑的，在我省余杭、德清等地的震旦纪地层中，发现有一种土灰色的块状石煤，从外表看，很象灰石头，很难肯定它是煤。经化验测定，这种土灰色块状石煤的发热量在800~1200大卡/公斤左右。

石煤在我省分布很广，贮藏量比较丰富。它具有埋藏浅、厚度大、层位稳定、容易寻找和开采等有利条件。但作为燃料，石煤有高灰、高硫、低碳、低热值等缺点。由于灰分高，作燃料使用时，炉灶基本上是“吃”多少煤，排多少渣。因此，石煤渣的处理和利用是个很重要的课题。石煤渣中含有大

量的氧化铝和氧化硅，可以作为生产水泥、砖瓦的原料。石煤渣中还含有镍、钼、钒、铀和铜等多种金属元素。我省有些石煤中的五氧化二钒含量达0.5~1.5%，超过了国家规定的工业可采品位，所以石煤又是一种多金属矿产，如能综合利用，在经济上是有十分重要的意义。

由于石煤俱在浅海环境下形成，在它的上下岩层中往往有石灰岩、白云岩、黄铁矿、磷灰岩和钾矿石等矿产沉积，这些又给石煤综合开采、综合利用提供了有利条件。

目前，各地正在大力发展社、队企业，我省石煤蕴藏面积达16个县，凡有石煤的地区，开采和综合利用石煤是发展社、队企业的一条很好的途径。

兰溪县双牌公社地处浙西黄土丘陵半山区。1970年，公社党委响应毛主席关于扭转北煤南运的号召，组织一百多名社员背锄头、带干粮上山修路办石煤矿。从一个矿井发展到五个矿井，石煤年产量由8000吨，发展到45000吨。在此同时，他们立足本地资源，围绕农业大搞石煤综合利用，先后办起了石灰、砖瓦、化肥、水泥、农机、缫丝等11个企业。1978年社办企业总产值达310万元。社办企业的发展，加快了农业发展速度，九年来，农业总收入平均每年增长7.64%。1978年工农业总产值比办矿前的1969年增长近五倍。

石 煤 烧 石 灰

双牌公社的耕地分布在七垄八坞，冷浆田多，每年都要组织大批劳力和资金到外地购买农用石灰，不仅数量不能满足需要，有时还耽误农时季节。办了石煤矿后，利用当地的石灰石，用石煤试烧石灰成功，开始用堆窑生产，现在兴建了四只

立窑，年产量由140吨提高到15000吨，八年来，共生产石灰53000多吨，不仅满足了本公社的农业和建筑需要，还支援了兄弟社队。现将石煤烧石灰的工艺环节介绍如下。

灰窑位置的选择

石煤和石灰石都是重料，选择窑位时，尽量考虑到运输方便，靠近料场。同时，又由于石煤含硫较高，尽可能把窑建在山脚，一边靠山，既有利于烟气扩散，又可节约建窑工料，但不宜建在山凹里，免得因地下水位高，下雨时窑内潮气增多，降低窑温，并使石灰粉化。

窑形结构

基本结构 石灰立窑的形状好似倒置的酒坛（图1—1），内部砌耐火砖。窑的上部有两层保温层：一层是草木灰加少量沙子，厚500~1000毫米，第二层是粘土，厚300毫米。窑的外壁用较坚硬的块石砌成。

窑口直径 在原料和燃料质量相同的情况下，石灰产量决定于立窑的燃烧面积和燃烧速度，而燃烧速度又决定于通风量。灰窑都用自然通风，通风条件好坏取决于石灰石和石煤的块度：块度较大而均匀，通风就好；块度不均，粉末多，通风就差。石灰窑的旺烧

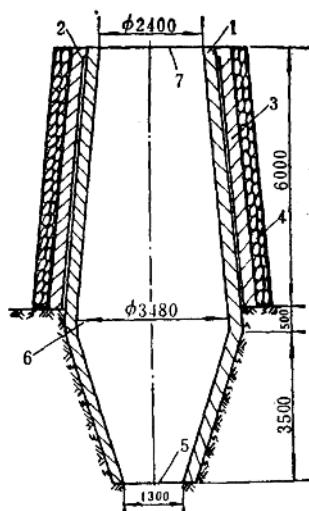


图 1—1 石灰窑示意图

- 1—耐火砖 2—保温层 3—粘土保温层 4—窑的外壁 5—出灰口 6—窑肚 7—窑口

区在料面下方1~2.5米处,这里是成灰的工作区。因为旺烧位置靠近窑口,且与窑口成一定的比例,所以窑口的大小就决定了窑的产量。用发热量1000大卡/公斤而块度较匀的石煤煅烧质量一般的石灰石,窑口直径2米,日产约10吨,窑口直径2.4米,日产约14吨,窑口直径2.7米,日产约18吨,一般窑口不超过3米,否则加料困难,窑温不易均匀,容易出现半边生灰或半边结焦的现象。

窑的高度 窑的高度要适当,太高了物料向下移动的距离长,底部物料承受压力大,烧成的石灰经过长距离的挤压,粉末增多,妨碍通风,影响产量。过低了出灰时顶部下降不平,冷却时间短,出料口温度高浪费余热,影响操作。实践表明,窑口直径与窑的高度比,一般在1:4.5左右为宜。

出灰口和窑肚 出灰口一般为1300×1300毫米左右。出灰口大一点,通风好,石灰冷却快,但太大了灰车拉不动。如用钢轨矿车出灰,出灰口可大一点。炉排的间隙170~190毫米,石灰石块度控制在300毫米以下。炉排间隙太小出灰费力,太大了出灰位置及出灰数量难以控制。

窑肚,即直径最大的部位,宜控制在距炉排3~4米的地方。

窑壁的坡度 窑的关键部位是烧成区,要有一定的高度及合适的坡度。窑壁坡度过大,边层的物料下落速度快,石煤的块度比石灰石小,下落更快,逐步向窑壁集中,而温度升高时窑壁四周容易结焦。出灰时,窑口的物料向窑壁翻滚降落,料层表面呈中间鼓起的馒头状。窑壁坡度过小,窑壁与物料摩擦阻力大。出灰时,窑口的物料向中间翻滚降落,料层表面呈中间凹陷的锅底形。这都会影响成灰。实践表明,立窑最合适的坡度,从窑肚起,每高1米,直径收缩180毫米,使料层水平降

落，窑壁不结焦。

操作方法

发火 发火用干燥的木柴250~500公斤，毛柴或干草几十公斤，煤油0.5公斤。装窑前在炉排上平放一层砖，砖与砖间留15~20毫米的通风间隙，不能过大，以免柴火漏掉。在砖层上把木柴架成人字形，中间放毛柴，浇上少量煤油，毛柴不能压实，免得点火困难。木柴上放一层底煤，厚度根据煤质而定，1000大卡/公斤的石煤，厚度控制在600~700毫米。在底煤上面，堆一层石灰石一层石煤，一直堆到窑顶。石煤和石灰石的比例，在窑的下部比正常时高出20~30%，在中部高出10%，顶部和正常煅烧时一样。

点火后经过3~5天，见窑的顶部开始燃烧，就可以正常出灰。一般采取每三小时出料一次，每次加二层煤、二层石灰石。

温度控制 石灰石在850℃左右开始分解，升温到1000℃左右，石煤和石灰石的混合物开始熔结。所以烧灰工的重要任务是把温度控制在850~1000℃之间。决定温度的关键是煤和灰石的比例。由于石煤和石灰石的质量不同，混合比例也不同。石灰石杂质多，目测白筋多、结晶粗糙的，煤耗要大一些。一般来说，发热量1000大卡/公斤的石煤能煅烧2.2公斤的石灰石，出灰1公斤，即煤和灰石混合比是1:2.2；850大卡/公斤的石煤只能烧石灰石1.5公斤，出灰0.7公斤，煤和灰石混合比是1:1.5。

为正确控制煤石比，最好按石煤和石灰石的化验资料，把物料过磅掺配。如条件不具备，可以目测物料质量，用担数、车数计算，或以煤层和灰石层的厚度控制。

目测质量不准确，还须依靠观察焦块等方法来控制温度，

防止出现生灰和结焦。出灰时要注意煤渣的粘结程度，一般以有少量拳头大小的焦块为合适。出现较大焦块表明温度过高，要减少煤量，没出现焦块，表明温度低，要增加煤量。

但要注意，根据焦块判断，只能反映窑顶加料时即60小时以前的配比，不能据此判断当班的配比是否合适。比较有效的办法，是出灰时观察窑顶料层下落的情况。窑温达到熟灰的温度，石煤与石灰石的混合物开始轻度粘结，出灰时顶部呈脉冲式下落，每下落一次的幅度约50~100毫米为合适。窑内温度高，料的粘结度大，每次下落幅度就大，煤量应减少。如下落幅度很小或断续而缓慢地下落，表明窑内温度低，煤量应适当增加。

另一个办法是在高温部位（窑口向下1.8~2.5米处）的窑壁上开一个看火的小洞，或用仪表测量温度。火色控制在橙黄色到淡黄色，发白表示温度过高，发红表示温度过低。开洞看火是很有效的方法，但必须定时、定量出灰与加料，严格控制高温部位，否则是不会准确的。

控制燃烧位置 烧石灰有明火煅烧和暗火煅烧两种方式。暗火煅烧的具体要求，是在窑口看不见火光，这样使新加的物料有个预热时间，因此比明火煅烧煤耗低。

暗火煅烧的最高燃烧位置控制在料层顶部以下500毫米。燃烧位置不能控制得太低，以避免石灰的冷却时间短，出料时温度高。如燃烧位置低到窑肚部位，往往不能正常工作，因为一到熟灰温度物料就开始轻度粘结，但窑肚以下的窑形是上大下小的喇叭形，这样，粘结的物料就象一个整体，粘在喇叭口上。遇到这种情况，一定要把温度降到一定程度，才会松散下落。正确的燃烧位置应控制在窑口下去500毫米以下，3米以上。

为控制合理的燃烧位置，每次出灰的数量要适当，出少了燃烧位置上升，顶部出现明火，出多了燃烧位置下降，特别是在石煤较碎的时候，通风差，燃烧速度慢，就要相应少出。粉状石煤不宜烧灰，煤粉过多的石煤，须把煤粉筛去后方可用。

结焦的处理 煤量过多，就会结焦。经常碰到的是全结。结焦以后，下面出灰上部料层不动。处理办法是把炉排上的物料出净，使焦块迅速降温。由于热胀冷缩的作用，焦块温度降到一定程度就会开裂脱落。

煤量配比不均匀，也会产生部分结焦。处理办法是把窑内已燃烧的物料落到使整个焦块露出，等它降温后脱落。脱落后如窑温降低较大，可放些干燥的木柴或少量木炭，再以一定比例加石煤和石灰石。由于物料下落距离长，料层顶部不平，石煤和石灰石无法分层，只能按合适的比例混装。由于窑内温度下降，开始1米的煤量应比正常增加一倍，甚至更多。尽量避免用炸药处理结焦，只有在与窑壁分离的焦块，虽然落到炉排上，但块度大，难以用人工破碎的情况下，才用少量炸药爆破。

石 煤 烧 砖 瓦

把石煤综合利用与开发黄土丘陵结合起来，用石煤作燃料，兴办砖瓦厂，既烧出砖瓦，又平整了土地，改地造田。现在这个厂的一座18门轮窑，用内外燃，年产红砖380万块，平瓦45万片，八年来共生产红砖2181万块，平瓦169万片。主要工艺介绍如下。

轮窑结构特点

石煤烧砖瓦的轮窑结构，与普通砖瓦轮窑基本相同。为适

应石煤特点，使投入窑内燃烧的石煤热量能较快地传到窑顶，使顶部砖坯均匀受热，必须适当降低窑室高度。窑室净高一般为2.7米。还由于石煤燃烧比较困难，砖坯内燃烧条件较差等原因，将烟囱的高度增加到40米，以创造更好的通风条件。

掺配内燃石煤

制坯原料中掺配一定比例的内燃燃料——粉状石煤。内燃粉状石煤的粒度一般在60~80目。将过筛的煤粉按比例与泥加水混合拌和碾细制成坯。

石煤的掺合比例应根据它的发热量确定。实践和理论计算表明，烧一块九五砖需要内燃热量420大卡。由于窑内的热有损失，例如窑室蓄热、开窑门和火帽等损失的热量达35%，即烧砖的有效热量只有65%。这样，每块砖坯掺足650大卡的内燃燃料，即可烧成砖。例如用的石煤发热量是1800~2000大卡/公斤，按上述计算，每块干砖坯重为3公斤，其中已掺入0.4公斤粉状石煤。

装窑方法

内燃砖和外燃砖，由于燃烧条件不同，在装窑方法上也必须有它的特定要求。内燃砖的特点是，预先将所需燃料的大部分或全部加入砖坯内，因而窑内温度状况，就取决于窑室内的不同位置和砖坯的分布情况。为了使窑内热量均匀分布和适应窑室的散热条件等特点，在满足总装窑密度的前提下，选择合适的码窑形式是很重要的。一般采取的办法是上密下稀，在轮窑的弯窑处要里密外稀，以及在焙烧道中横向减稀的码法，以保证窑内气流平衡达到热量均布目的。适当加密窑顶部和边部的砖坯密度，主要是弥补其散热的不良影响。在窑室中部，由于四周发热砖体的幅射，温度较高，在窑室中部混装22~25%的未加煤粉的平瓦坯混合焙烧，使此处热量达到合理利用，这不但

可节约燃料，而且有利于提高产品质量。

点 火

根据石煤开始燃烧炉膛升温很慢的特点，需将原来一个炉膛改为三个小拱炉（图1—2）。其结构为：直墙高0.8米，上砌小拱，拱上留两排火眼，每排五个，每个50毫米见方，以供拱上砖坯热量。炉条外端离地面高0.6米，内端离地面0.18米，长1.7米，倾斜放置，间隔50毫米。炉门高0.3米，宽0.4米，炉门用铁皮制作，炉门上方留一观察小孔。拱上再用砖封至窑顶。三拱炉的燃烧是由风闸统一控制，需很好注意掌握。即第一只炉子火势正旺时，第二只炉子的火苗刚好露出石煤表面，第三只炉子正在进行出渣加煤，这样顺序操作，始终保持一只炉子旺火、窑温平衡。其优点是：热量集中，点火省时，不易结渣。在炉拱背上码上砖坯，不但对窑顶起到保护作用，而且还可以增加小拱牢度。

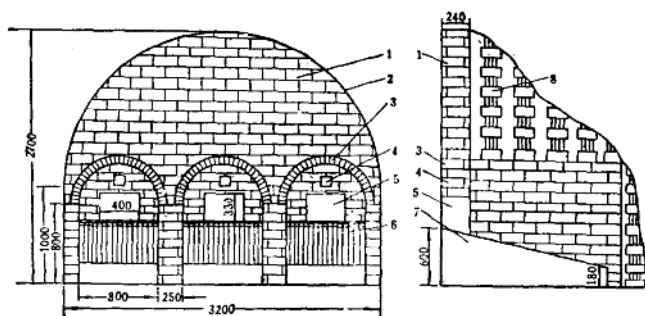


图1—2 拱式石煤点火炉示意图

- 1—挡墙 2—轮窑 3—小拱 4—观察火孔 5—炉门 6—炉条
7—渣槽 8—砖坯

据实践经验，分次用块柴和石煤烧着三只炉子约需4小时，待石煤烧着后，再全烧石煤36小时，完成砖坯烘干和窑室贮热。当进入砖坯引火阶段时，由于石煤火苗很低，为了加快引火速度，需加适量块柴，直至砖坯点燃。点火结束后，必须全部封好炉门和进风口，不得漏风，即可进入正常操作。经5小时左右，将中间炉门开一小洞，送进空气，使砖坯进一步燃烧，以后再视火情逐步加大小洞，直至该带砖坯烧成。

投外燃料

为提高窑温，应在轮窑焙烧带上方投外燃粉状石煤助燃。投下去的粉煤借窑内气流的作用，可以均匀分布在坯体上，不会落入窑底。

焙烧带的确定。一般把这样一排火眼作为焙烧带的第一排，即火眼下面上下部砖坯温度刚达到或超过燃点，而投下的外燃煤在坯体的各个部位都能燃烧起来。焙烧带长度根据窑温决定，通常都在10排以上。石煤轮窑的保温带在6排左右，冷却带在10排左右。

由于石煤燃烧慢，焙烧带应拉长，充分燃烧，以防后火退快和中上部产品欠火等现象发生。

还要根据焙烧带各部位的温度投外燃煤：前火少投，中火和后火多投，做到勤投、少添，分段焙烧。

外投石煤都要经过粉碎，粒度一般控制在80目左右。

搁管式石煤锅炉

根据石煤的特点，他们建造了两座搁管式石煤锅炉，用来造汽煮茧缫丝，并供应食堂、浴室用汽，节约了原煤和柴草，有利于封山育林。缫丝厂建厂以来生产的白厂丝质量符合要求。

捆管式石煤锅炉的结构和主要参数介绍如下。

结构原理

捆管炉由汽包、捆管（受热管）、下降管、联箱管和排污联箱等部分组成。根据汽包放置方式和炉膛多少，分为立式单炉膛、立式单翼双炉膛、立式对称双炉膛、卧式单炉膛、卧式双炉膛和卧式四炉膛六种类型（图 1—3）。图中 I II III 炉膛呈腰鼓型。炉膛墙内壁为耐火砖，外砌普通砖，耐火砖和普通砖之间填石棉渣或膨胀珍珠岩作保温层。炉膛顶部四周有回烟道和排烟孔，与烟囱连接。炉排分单根和串联杠杆两种形式，手摇翻渣。加煤口设在炉顶，定时加煤，定时排渣。

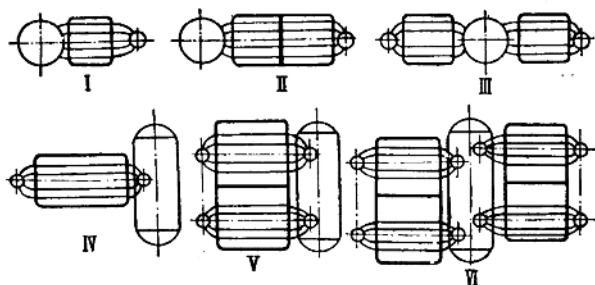


图 1—3 捆管式石煤锅炉

I—立式单炉膛 II—立式单翼双炉膛 III—立式对称双炉膛

IV—卧式单炉膛 V—卧式双炉膛 VI—卧式四炉膛

捆管式石煤锅炉的燃烧过程，可分为上层预热、中层燃烧、下层冷渣三个区。

燃料预热层 几个小时加一次煤，出一次渣，每次加煤量很大，在燃烧层煤上部保持一层较厚的未着火燃料，该层不断被

下部上升的热烟气预热。经测定预热层厚度一般为450毫米左右，温度为200℃以上。

燃烧层 在燃烧层内，氧气浓度急剧降低，二氧化碳含量猛烈增加，由于低热值，高灰分，又埋有搁管，因此还原层不甚明显，而产生的一氧化碳不断在煤块间的孔隙中燃烧，因此在还原层顶部二氧化碳含量又重新增加，温度也最高。经测定燃烧层厚度约为800~1200毫米左右。

冷渣层 石煤块燃烧后，被下排搁管冷却，渣温急剧下降，由于炉内横截面上渣温分布不均匀，在最下部搁管附近的渣温比炉底排渣处还低些。在试验中，冷渣层厚度约为900~950毫米。进入炉内的冷风不断把渣温降低。

主要技术参数

受热面埋管的管径和节距 锅炉埋管管径一般为76毫米或89毫米，管壁厚为3.5~5毫米。埋管排列分错列和顺列两种。错列的管子吸热较好，但司炉工操作不便，插钎时容易碰到管子；顺列操作方便，但受热较差。节距一般是埋管直径的4~5倍。

下降管和导汽管截面积 下降管截面积等于上升管总截面积的1/5。导汽管截面积等于上升管总截面积的1/3。由于石煤锅炉燃烧较缓慢，对发热量低的石煤，导汽管和下降管的截面积还可以适当选小些。

炉膛尺寸 炉膛高度等于预热层高度(0.6~0.8米)，加燃烧层高度(0.8~1.2米)，再加冷渣层高度(0.6~0.8米)。炉膛横截面等于炉膛长度乘以炉膛宽度，一般长度为1.5~2米，宽度为0.8~1.2米。

烟囱高度 单炉膛为10~12米，双炉膛为12~15米，四炉膛为15~20米；均系砖砌方形。