

● 秦至刚 著

立窑厂 低能耗 生产水泥

● **Shaft**
Kiln

中国建材工业出版社



81.59
5017

立窑厂低能耗生产水泥

秦至刚 著

中国建材工业出版社

138235

(京)新登字 177 号

图书在版编目(CIP)数据

立窑厂低能耗生产水泥 / 秦至刚著 .

—北京 : 中国建材工业出版社, 1994. 12

ISBN 7-80090-212-9

I. 立… II. 秦… III. 竖炉烧结—节能—水泥
IV. TQ172.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 04306 号

立窑厂低能耗生产水泥

秦至刚 著

中国建材工业出版社出版(北京海淀区三里河路 11 号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京外文印刷厂印刷

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 25 字数: 200 千字

1994 年 12 月第 1 版 1994 年 12 月第 1 次印刷

印数: 1—4000 册

ISBN 7-80090-212-9/TQ·9

定价: 18.00 元

序 言

李 明 豫

改革开放十六年来，我国地方水泥工业有了长足的进步。在国家颁布的十二个领域技术政策的指引下，一大批工艺完善、能源消耗较低，产品质量稳定、环境保护比较好的机立窑企业，已成为地方水泥工业的骨干。它们为国民经济的持续、快速、健康发展，从一个方面提供了较为充足的建材资源。

机械化立窑生产技术，一些发达国家自五、六十年代以来已很少采用。但由于其比较适合我国水泥工业的实际情况，从七十年代起，这项技术在我国却得到了蓬勃的发展。经过多年的努力，我国机械化立窑的主要技术经济指标和工艺技术水平，都超过了国外曾经达到过的水平。实践证明，机械化立窑的发展是我国国情的必然产物，它使我们走出了一条二十世纪有中国特色的水泥工业发展道路。

在我国机械化立窑的发展过程中，各建材主管部门的领导、管理人员以及在科研、设计、生产第一线的广大专业技术人员，倾注了许多心血，做了大量卓有成效的工作。特别是七十年代末、八十年代初，一批长期从事水泥科研和设计工作的高级技术人员，投身到机立窑发展的技术工作中来，为我国机立窑水泥技术水平的提高，作出了贡献。秦至刚同志就是这支队伍中的一员。他从综合利用工业废渣开始，进而研究机立窑降低能源消耗、提高质量的途径，从配料设计到工艺技术都有独到的见解。经过多年的努力，在机立窑水泥生产上，取得了利废、节能、提高质量的明显效果。

本书是作者多年工作成果的汇集和体现，它也从一个侧面反映了近十几年来我国机立窑水泥工业所走过的路程，希望能对今后机立窑生产技术的发展，起到一定的积极作用。

1994年9月

(序) 立窑厂低能耗生产水泥

黄 大 能

1993 年,我国由立窑生产的水泥已超过了 2 亿 5 千万吨,占全国水泥产量的 70%以上。这无疑证明,立窑水泥已为我国建设事业作出重大贡献。然而与此同时,也必须指出,立窑水泥存在着质量不够稳定,标号较低,安定性有的不佳等问题,给建筑带来一定损害。因此如何提高立窑水泥质量是当前我国水泥生产者的主攻方向。

作者汇集了 20 多年来从事立窑水泥研究的成果。从综合利用劣质煤和工业渣以拓宽原燃料的来源,到开发预均化改变原料构成、小料球煅烧以及改进通风方式等的工艺改革,证明立窑不仅可以在现有基础上提高产质量,而且可利用更多工业渣以降低能耗促进环保。作者的研究还进一步指明了立窑改造的现代化道路,从学术上将自然成矿的有关地质学理论与人工成矿的水泥熟料烧成化学结合起来,指出含煤生料煅烧的碳酸盐分解是以郝氏反应为主,从而提出全黑生料、小料球快烧工艺,达到能以较低热耗烧成较高强度熟料的目的。这是作者 20 年研究成果中的一个重要贡献。

作者还进行了回转窑的研究,认为在回转窑中也有达到优质高产低煤耗的可能性。

从辩证唯物观点来说,事物不是一成不变的,人的认识也不断地通过实践得到提高。作者在长期从事立窑的技改实践中,对立窑水泥的生产规律,在认识上有所发展,充分显示作者的求实创新和孜孜不倦的精神,值得称道的同时,希望他的成果能早日更多地形成生产力。

1994 年 10 月

目 录

序言	5
煤矸石作为水泥原燃料的化学原理及发展前景	9
煤矸石、石煤制水泥的配料	20
实现立窑优质高产之浅见	27
对北流水泥厂生产高标号水泥的浅析	37
立窑水泥的战略问题	44
立窑水泥生产的现代化问题	52
石煤的预均化和预均化仓	62
煤矸石制建材和环境保护	80
煤矸石代粘土在干法回转窑上煅烧水泥熟料	90
煤矸石代粘土在湿法回转窑上煅烧水泥熟料	98
水泥混合材料的开发研究	105
立窑水泥厂生产特种水泥	115
“625”烧“625”	128
立窑用低热耗烧高质量熟料的研究和应用	132
立窑水泥的全线节能	143
全黑生料小料球快烧	150
尾矿的矿化作用	161
立窑水泥技改方向之我见	171
沸腾锅炉烧劣质煤发电联产水泥	174
改造沙漠需要开发新型水泥	182
后记	186
附录	190

作者前言

秦至刚

提高质量、降低成本、安全生产，是立窑水泥厂普遍关注的问题，怎样才是适合国情、能为遍布全国的几千个立窑厂广泛应用的办法？我在从1974年至今20年的研究中体会到：综合利用当地资源、改变原料构成和煅烧方法，大量应用混合材，是立窑水泥厂提高质量、降低能耗、增加产量的有效途径，是得到高质量、降低煤、电、运三耗、去掉喷窑祸根的主要方法。

降低煤耗以采用全黑生料煅烧为好。全黑生料煅烧是过去普遍认为煤耗高的方法。我们在应店街水泥厂以低至 625kcal/kgcl 的热耗烧成强度达 625kg/cm^2 的熟料，号称“625烧625”，为什么？除了当地石灰石、泥灰岩易烧，尾矿含发热量并有优异的矿化作用外具有普遍意义的是用全黑生料快烧时熟料形成热低。我们用小料球煅烧实现了快烧，产量高，煤耗低就证实了这一点。我认为：不论节能金奖厂（招远厂）的“673烧528”、皖东厂的“685烧639”，或是应店街厂的“625烧625”和实际达到过的“560烧560”，都是立窑技术进步道路上的标志。它告诉人们经过奋斗可以达到的目标，重要的是应用发展。

科学研究多为无中生有，从有到好的事，想要有什么？从实际需要（科技发展、市场应用）和可能出发，设想一个理想境界，然后逐步展开研究。顺应自然，无为而无不为。即抓住各种事物的本质及其相互作用，不做违反客观规律的事，研究就有成效。以我国水泥原料之丰富、水泥厂之多、学术交流之广泛，加上以道为核心、注意研究本质及其作用和综各家之长的哲学方法，我们可以展望用更低的能耗生产水泥。

诚挚地感谢各位老师、同事、同行的指导帮助。

愿适合中国特点的小水泥为现代化建设作出更大的贡献。

1994.8.21

煤矸石作为水泥原燃料的 化学原理及发展前景*

煤矸石是量大面广目前利用率还很低的工业废渣。随着煤炭工业的发展，其数量日益增多，占地甚广、污染严重。如何加以有效利用，已越来越为人们所重视。多年来，全国各地许多单位对利用煤矸石作为生产水泥的一种原燃料组分作了大量研究、试制工作，个别立窑厂用于生产普通成分的硅酸盐水泥已经投产多年。1976年以来，我们在研究立窑石煤烧水泥和调查研究、总结各地经验的基础上，先后和许多单位一起系统地进行了立窑、回转窑煤矸石烧水泥的工业性研究试验。通过实践体会到利用不同成分的煤矸石不仅可以作为原材料组分之一生产普通水泥，而且能够生产特种水泥。利用煤矸石生产水泥，将煤矸石作为原料组分，代替部分煅烧熟料的优质燃料，既扩大了建材资源，又可以作为能源加以综合利用，变废为宝，减少污染、保护环境。这是煤矸石综合利用的一个重要途径。但当前的情况是试制多、投产少。从水泥生产中实际应用来看，需要解决一些技术问题，如熟练掌握其生产特点、搞预均化、解决因为燃烧不完全或采用含硫量高的煤矸石引起的 CO 、 SO_3 污染等问题。还要跟上必要的组织管理措施，其中包括与煤矿协作、取得支持等。水泥厂远距离运进煤矸石的做法不符合降低成本、节约能源的精神，经济上不合理。因此并不是所有煤矸石都可利用、每个厂都能利用，而是要从实际出发，决定取舍。

* 原载《建材研究院院刊》1979.2 (63-68)

1、煤矸石作水泥原料

1.1.煤矸石作水泥原料的化学原理。

水泥是以石灰质原料、粘土质原料及其它辅助原料按一定比例配合，磨细成适当成分的生料，烧至部分熔融，得到以硅酸钙为主要成分的熟料，再加入适量的石膏磨细制得的水硬性胶凝材料。一般的硅酸盐水泥熟料，其化学成分大致在如下范围内（%）：

CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	K ₂ O、Na ₂ O
62~67	20~24	4~7	3~6	<5	1左右

煤矸石是煤矿中夹在煤层间的脉石（又称夹矸石），在开采和洗选（洗选出来的也称洗矸）过程中分离出来后统称煤矸石。它实际上是含碳岩石（碳质页岩、碳质灰岩等，还有少量的煤）和其它岩石（页岩、砂岩等）的混合物。随着煤层地质年代、成矿情况、开采方法的不同，煤矸石的组成、灰分成分也各不相同。但是许多研究工作^{〔1〕}、^{〔2〕}指出：大多数煤矸石非可燃物的组成主要是粘土质矿物，除了碳、硫和少量有机物外，大部分是灰分。化学成分主要是 SiO₂、Al₂O₃、Fe₂O₃、CaO 和少量的 K₂O、Na₂O，也和粘土相似，可以代替粘土作为水泥的粘土质原料，提供硅、铝成分。不同的是大部分煤矸石 Al₂O₃ 含量都比较高，用它配料所得熟料的 Al₂O₃ 含量往往会高于 7%，使水泥的凝结变快、质量降低、不便使用。煤矸石成分波动较大，要作为原料使用，需经过预均化处理，使其成分的波动控制在允许范围内，以满足生产工艺的要求^{〔3〕}。

燃烧过的（自燃或煤矸石渣）和未燃烧过的煤矸石都可以作为水泥原料。但这里一般不包括掘进矸石和露天矿的剥离层。

煤矸石由于含碳量变化等的影响，烧失量波动较大，成分变化不易控制，为了便于分析研究，统按灰分成分考虑，并根据对配料影响较大的 Al₂O₃ 含量多少大致分为低铝（20±5%）、中铝（30±5%）、高铝（40±5%）煤矸石三类。与我国目前常用的石灰石（按 CaO 含量大致分为三类）和铁粉搭配，按一般水泥配料方法配料（燃煤灰分

包括在煤矸石灰分内一起计算), 可能得到的水泥品种及熟料中 Al_2O_3 含量的变化趋势, 可用下表粗略地表示:

石灰石 $\text{CaO}\%$ 变化 煤矸石 趋势 $\text{Al}_2\text{O}_3\%$ (灰分)	53 ± 2		49 ± 2		< 47	
	Al_2O_3	品 种	Al_2O_3	品 种	Al_2O_3	品 种
低 铝 20 ± 5	7 左右	普通水泥 喷射水泥	< 7	抗硫酸盐 水泥 普通水泥	< 6	油井水泥 抗硫酸盐 水泥
中 铝 30 ± 5	7~10	普通水泥 喷射水泥	< 8	普通水泥 (高铝)	< 7	普通水泥
高 铝 40 ± 5	≥ 10	喷射水泥 双快水泥	7~10	普通水泥 (高铝) 喷射水泥	< 8	普通水泥 (高铝)

由于各地石灰石含泥量不同, 铁粉(铁矿石)等辅助原料质量相差悬殊, 煤矸石成分更是各不相同, 因此上表只能供估计变化趋势的参考, 不能作为设计依据。

1.2.煤矸石生产普通水泥。

低铝煤矸石生产普通水泥, 在配料上和粘土配料几乎相同, 生产上除了煤矸石需要破碎和预均化外, 并无其他特殊要求。

中、高铝煤矸石生产普通水泥, 需要解决 Al_2O_3 含量高引起的快凝等问题。对此, 从水泥的烧成和水化两方面着手, 可以找到解决办法, 如改变熟料成分, 采用高 KH 和高铁方案。高 KH 是为了提高熟料中 C_3S 含量。有的研究者^[4]认为: 由于 C_3S 水解很快, 形成高浓度的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 后可以生成 C_4A 水化物, 在 C_3A 颗粒上沉积成一层薄膜, 减慢 C_3A 与水反应急速生成 C_3A 水化物引起快凝的水化作

用,从而延缓凝结过程。总之, C_3A 与水反应虽然很快,但在饱和石灰溶液中显著减慢^[5]。为了便于烧成,辅之以高铁,以保证在不用萤石等矿化剂的情况下有足够的液相量,而且液相粘度较小,使之在烧成过程中,较快地生成 C_3S ,尽可能降低 $fCaO$ 。 Fe_2O_3 高,使 Al_2O_3 大部分用于生成 C_4AF ,也可减弱由于 C_3A 高引起的快凝作用。 C_3S 高,可以在 C_3A 、 C_4AF 都高的情况下仍有足够的强度,保证水泥标号。 KH 一般可控制在 $0.90\sim 0.93$,不宜超过 0.96 。我们和邯郸峰峰矿务局建材厂的试验证明: KH 高于 0.96 (如有的达到 1.0) $fCaO$ 增加。尽管还没有在熟料安定性上出问题,但是 7 天的抗拉强度较低, 28 天抗拉几乎没有增长^[6]。山东省建科所和张店水泥厂、云南某水泥厂等的试验和生产表明,尽管 KH 高至 1.0 以上,但是比起粘土配料来,安定性还容易合格^[7]。这一方面是因为煤矸石配成的生料易烧性好^[8] (有的厂用自燃过的煤矸石配料,亦获节煤、好烧之效,可以进一步说明此点);另一方面可能是由于超过计算能化合的 CaO 以固溶体的形式存在于矿物(如硅酸三钙等)晶格中,能加速水化而不会引起安定性不良^[9]。但这些问题都需通过进一步的研究试验加以证实。根据水泥水化研究,在磨水泥时掺入少量(5% 以内)石灰石使之与铝酸盐矿物反应生成碳铝酸盐以加强缓凝作用^[10];掺入适当的混合材;国外还介绍过在水泥磨里喷少量蒸汽使颗粒表面预水化,形成钝化膜以延缓凝结时间。综合运用以上办法,对于 Al_2O_3 含量为 $7\sim 9\%$ 的熟料,通常都可使凝结时间符合普通水泥的要求,为一般工程很方便地使用。如果 Al_2O_3 含量再高,上述办法又没有奏效,只能采用煤矸石代替部分粘土,或使用低品位铁矿石等校正原料。如果工艺并不太复杂,经济上仍可获得代土、增产、节煤之利,代替部分粘土的办法也是可取的。

1.3.煤矸石生产特种水泥。

建筑工业化的发展,缩短施工周期、提高水泥制品生产效率,越来越希望提供更多早期强度高、不收缩、凝结时间可以任意调节的特种水泥。从各地大量的试制、生产和我院多年研究的体会,采用中、高铝煤矸石代替粘土和部分矾土,可以提供足够的氧化铝,形成一系

列不同凝结时间、快硬性能的特种水泥和普通水泥的早强掺合料或膨胀剂。其成分特点可分为含有硫铝酸钙、氟铝酸钙（或二者兼有）矿物或含有较多铝酸盐矿物（ C_3A 、 $C_{12}A_7$ ）的硅酸盐水泥熟料。这些类型的特种水泥，已有很多成熟经验。如建材院研制的喷射水泥〔11〕，用于北京王平村煤矿井巷作锚喷支护已达四年之久，使用情况良好；硅酸盐膨胀水泥亦已投产使用多年。这类水泥还可能有效地应用于地下铁道、隧道工程，用作墙面喷覆材料、冻结井筒井壁混凝土，以至修建地下设施、抢修防御工事、机场跑道、公路、桥梁等国防工程，为促进建筑工业化的发展和加速四个现代化作出贡献。

对于 Al_2O_3 含量在 30% 以上的煤矸石，波兰采用了烧结料自行粉化法综合生产 Al_2O_3 和快硬水泥，并正在兴建一座年产 127 万吨水泥及 10.3 万吨 Al_2O_3 的工厂〔9〕。

因此，煤矸石生产特种水泥的发展，不仅将煤矸石的应用范围进一步扩大，而且可以满足建筑工程多方面的需要。

1.4. 煤矸石作水泥混合材和混凝土骨料。

燃烧过的煤矸石可作为水泥的火山灰质活性混合材料，改善水泥的一些特性（如抗水性、小水泥安定性等），增加水泥产量，降低生产成本和工程造价。许多研究者认为：这是因为煤矸石中粘土矿物加热分解形成无定形的活性 Al_2O_3 、 SiO_2 和石灰或硅酸盐水泥一起磨细，加水后，能与石灰等水化析出的 $Ca(OH)_2$ 在常温、常压下起化学反应，生成稳定的、不溶于水的水化铝酸钙、水化硅酸钙等，在空气中硬化，并在水中继续硬化，从而产生强度。强度的高低与煤矸石活性（活性决定于成分和热处理温度等因素）、水泥细度和碱度、石灰或水泥的质量和数量有关〔2〕〔12〕。

燃烧过的煤矸石有的可作为混凝土的骨料，用于生产混凝土制品。如许多地方用煤矸石生产的特种水泥作胶结剂，胶结自燃过的块状煤矸石，生产新型墙体材料〔7〕〔13〕。由于搅拌设备的改进、采用纸浆废液等作为缓凝剂以及混凝土的水灰比较大（与测定凝结时间水泥净浆的水灰比相比）等因素。水泥的 Al_2O_3 含量高、凝结快并不一定影响使用，而其早强却带来许多好处。这种墙体材料不仅可处理大

量煤矸石，而且可以代替部分烧结粘土砖，取得节煤、代土、发展地方建筑材料的综合效果。

混凝土受力时的破坏，多从骨料和水泥浆粘结界面这个薄弱环节开始。由于煅烧后的煤矸石具有活性，可与水泥浆起化学反应，用它做骨料后，能否改变粘结界面的粘结情况从而改善混凝土的使用性能，这是值得学术界注意研究的问题。

综上所述，研究煤矸石生产水泥的初步成果，为水泥工业、特别是遍布全国、具有强大生命力的小水泥工业开辟了新的原料来源。这个工作的深入发展，可以使小水泥工业做到“有什么、吃什么”，充分利用我国丰富的煤矸石、煤渣以至粉煤灰（包括沸腾炉的飞灰）等作为水泥原料。过去视为工业废渣的煤矸石，通过我们的努力，将变成日益增长的建材资源得到有效利用，为人类造福。

2、煤矸石作水泥燃料

水泥工业需要消耗大量燃料。因此，研究如何扩大燃料来源，提高热利用效率、节约能源，具有重要的意义。研究表明：在立窑或回转窑上，都可以利用未燃煤矸石中的少量热能节省部分煅烧熟料的优质燃料。在窑型、风机已经固定的情况下，燃烧空间、鼓风量和能够燃烧的最大燃料量也就基本固定了。研究提高热利用效率，降低热耗，增加能够在窑内或整套煅烧设备内燃烧的燃料量等措施，不仅可以节煤，也能够增加窑产量，成为增产水泥的技术措施。

2.1.立窑用煤矸石烧水泥。

立窑用煤矸石烧水泥，是将石灰石、煤矸石等原燃料磨制成黑生料入窑煅烧。由于煤矸石中的可燃物能和配入生料的优质煤一样燃烧，而且燃烧产生的热能是以直接传热的方式传给物料，比现有回转窑的热利用率要高。用煤矸石配料带入热量可以节约优质煤。因此在有条件的地方，采用煤矸石目前许多烧水泥一般都能获得代土、节煤、减轻污染的技术经济效果。不可否认目前许多立窑的熟料质量不如回转窑，但立窑熟料的质量还大有潜力可挖。一般只要加强生产管

理、提高技术水平, 稳定原燃料、生料成分, 准确配煤、通风均匀、操作得当, 将质量稳定在 400 号甚至达到 500 号都是做得到的。从各地情况看, 当前需要强调指出两个问题: 一要注意尽可能降低热耗; 二要尽可能提高成球质量。

根据立窑中形成熟料的物理化学过程和燃料燃烧情况, 热耗太高往往不能将煤在高温带烧完。未燃煤继续燃烧导致熟料冷却不好。在慢冷时, 会使已经形成的 C_3S 分解, 产生二次游离钙; $\beta-C_2S$ 大量转化为 $\gamma-C_2S$, 引起粉化。游离钙高、大量粉化的表面现象往往使人误认为是煤少, 所以烧不好, 因而再加煤。由于立窑风机的能力是固定的, 供给燃烧用空气的数量也是固定的。煤多, 又不能集中在高温带燃烧时, 多余的煤必然在高温带下部继续燃烧。煤多, 用风负荷增加, 中部通风更加不良, 影响煅烧的均匀性。对于加有石膏的物料, 由于还原气氛严重, 还会增加石膏分解的数量。因此必须重视煤矸石发热量的计算 (根据煤炭院公式^[14]), 设计恰当的热耗数值, 配准加煤量。热耗低, 也有利于煤矸石配料。如某单位在试制喷射水泥初期, 热耗高达 1500kcal/kgcl , 质量总不理想, 在我们建议下, 降至 900kcal/kgcl 以下, 情况就大有好转。料球质量好 (特别是颗粒均匀), 是通风均匀和达到煅烧均匀的关键。通风顺畅, 火力容易集中, 可以保证高温。因此, 在生料均匀、配煤准确的前提下, 只要成好球, 烧好熟料就有了七分把握。

2.2. 回转窑用煤矸石代土烧水泥。

回转窑用煤矸石代土配料, 由于煤矸石中可燃物入窑燃烧后产生的热量可以提高生料温度、加强物料预烧、减轻烧成带的热负荷, 因而能达到增产的技术效果。这不仅在试验窑上得到证实^[3], 1979 年 3 月已在辰溪水泥厂二台生产窑 (一台为 $\Phi 2.5 / 2.1 \times 50\text{m}$ 带立筒预热器) 上试烧过 12 天。在质量相当 (游离钙还有所下降) 的情况下, 用当地的低铝 (Al_2O_3 含量约 15%) 煤矸石代替全部粘土配料可以增产 5~10%。同时在窑头再喷烧少量煤矸石, 生产 KH 为 0.82、 $C_3A < 3\%$ 的熟料 (可符合抗硫酸盐等水工水泥成分要求), 增产幅度就更大。但试验中窑尾废气温度比平时高 $50 \sim 100^\circ\text{C}$, CO 含量有时

高达 3~5%，说明煤矸石中热量的利用率并不高。如果增加二次风，一则会影响火焰温度和看火操作，调整余地有限；二则二次风降低了沿途的气流温度，与窑内物料温度间的温度差减小，影响热交换效率。曾经考虑过从窑的中部引入三次风提供生料中可燃物燃烧所需氧气的办法。这个办法在没有煤矸石的地方，可加入好煤，作为现有回转窑的一个挖潜措施。但是这种办法在设备上比较复杂，在小窑上试验又不易看出明显的效果。因此，和燃煤一起喷烧煤矸石是当前提高热利用率比较容易实现的办法。

2.3. 回转窑喷烧煤矸石。

喷烧，是指在制备煤粉时掺入少量煤矸石一起粉磨，喷入窑内燃烧，节约部分优质燃料。国外也有用单独喷管以 80~100 米/秒的出口速度（日产 3400 吨的窑）将煤矸石喷入窑内，节省重油、煤气或优质煤。比利时 C.B.R 水泥厂喷烧煤矸石（煤矸石的发热量为 1500~2000kcal/kgcl）带进的热量可占总热耗的 30~40%^{〔8〕〔15〕}。

从理论上分析，喷入高灰分煤（加入煤矸石后组成）的最大用量可根据达到设计 KH 所需 Al_2O_3 含量的多少来确定。但实际上由于煤粉灰分高、易熔，在颗粒粗时，都易导致结圈（煤粉圈）；物料成粒性能和情况不同，能与生料作用的灰分量也不同；灰分太高，会降低烧成温度。因此，从操作、成分等多方面看，喷入灰分量不可能达到理论最大用量。立波尔窑中大部分是料球，更不宜采用喷烧。由于经高温煅烧后的煤矸石与生料的反应活性小，在煅烧游离钙很低的高级水泥时，就有困难。采用单独喷管高速喷入煤矸石，使之落到刚开始分解的位置，其目的主要是高速通过高温带，保持煤矸石的活性，易与刚分解的石灰反应形成熟料。经干燥、预热、烧去挥发分，只剩固定碳的煤矸石颗粒，如在分解带还能燃烧（细度为 30~80 μm 的固定碳燃烧时间约为 0.2~0.4 秒），可以加强分解带的预烧能力。这样，当窑前的喷煤量不受影响时，实际上等于提高了窑的发热能力，为高产提供了前提条件。

辰溪水泥厂的喷烧试验由于原煤较好，掺入煤矸石仅 5~7%，细度严格控制在 15% 以下，所得混合煤比起邯郸、广州、开远等水