

立窑水泥技术改造实用技术 资 料 汇 编

(第二辑)

福建省建材技术信息开发公司
福建省建材科研所情报资料室
福建省建材技术情报中心站编

一九九二年十一月

欢迎订购实用建材技术资料

- | | | | |
|----------------------------|-----|---------------------------------|------|
| 01 《立窑水泥技术改造实用技术资料汇编》第二辑 | 20元 | 15 《水磨石实用技术资料汇编》 | 5元 |
| 02 《彩色釉面墙地砖实用技术资料汇编》第三辑 | 20元 | 16 《人工彩色砂实用技术资料汇编》 | 5元 |
| 03 《新型墙体材料实用技术资料汇编》第一辑 | 20元 | 17 《玻璃马赛克实用技术资料汇编》第二辑 | 8元 |
| 04 《城乡百业实用科学致富资料精选》第三辑 | 20元 | 18 《免烧砖实用技术资料汇编》第二辑 | 8元 |
| 05 《感光瓷像加工实用技术资料汇编》 | 50元 | 19 《洋姑山大爆破资料》 | 8元 |
| 06 《实用建材技术一百例》第二辑 | 8元 | 20 《天然大理石和花岗石的开采和利用实用技术资料汇编》第二辑 | 8元 |
| 07 《实用建材技术一百例》第三辑 | 8元 | 21 《非金属矿原料的利用》 | 5元 |
| 08 《城乡百业实用技术资料精选》第一辑(160例) | 8元 | 22 《建筑胶粘剂实用技术资料汇编》第三辑 | 8元 |
| 09 《城乡百业实用技术资料精选》第二辑(170例) | 8元 | 23 《建筑涂料实用技术资料汇编》第三辑 | 8元 |
| 10 《彩色釉面墙地砖实用技术资料汇编》第二册 | 8元 | 24 《人造大理石实用技术资料汇编》第二辑 | 8元 |
| 11 《彩色水泥实用技术资料汇编》第二辑 | 8元 | 25 《建筑防水材料实用技术资料汇编》 | 8元 |
| 12 《国外最新水泥标准汇编》 | 5元 | 26 《建筑装饰工程施工实用技术资料汇编》 | 5元 |
| 13 《彩色混凝土制品实用技术资料汇编》 | 8元 | 27 《人造宝石实用技术资料汇编》第一辑 | 8元 |
| 14 《水泥花砖实用技术资料汇编》 | 5元 | 28 《福建建材》季刊(一年四期) | 8元 |
| | | 29 最新版《福建省建材企事业名册》 | 10元 |
| | | 30 《感光瓷相加工》录像带 | 200元 |

以上汇编资料平均每本约20万字,均为16开本、铅印。(感光瓷相加工项为油印)。均含有具体制造工艺、配方和检验标准等,诚乃企业研制新产品,实现产品创优的有力武器,如一次性全套购买(1~29项、约600万字)仅收180元(均已含邮挂费),数量不多,售完为止。

订购以上资料办法:邮局汇款请寄福建省福州市杨桥路柳桥61号,福建省建材技术情报中心站发行组收,银行信汇请寄工商银行福州古楼办事处,帐号:23206507267,我站收到汇款后一星期内寄出,报销凭证随书同寄。邮政编码350002。

备注:承蒙各地读者厚爱,本站编印的《实用建材技术一百例》第一辑,《建筑涂料》第一辑和第二辑,《建筑胶粘剂》第一辑和第二辑,《人造大理石》第一辑,《彩色水泥》第一辑,《玻璃马赛克》第一辑,《天然石材》第一辑,《立窑水泥》第一辑,《彩色釉面墙地砖》第一辑,《免烧砖》第一辑和《粘土空心砖》等十三本资料已全部售完,均不再版,请勿再汇款购买,谢谢!

福建省建材技术情报中心站

一九九二年十一月

前 言

随着我国社会主义建设的发展，对水泥产品的需求越来越迫切，我国立窑水泥工业也面临着繁重的技术改造任务。为帮助我省水泥工业提高产量、质量，我们曾于1988年编写了一本《立窑水泥技术改造实用技术资料汇编》第一辑，受到了省内外读者的热烈欢迎，现已全部售完。根据读者迫切要求，我们这次又特地搜集了较新的技术资料30篇编印成册，供水泥行业推广应用新技术，进行改造的参考。在此谨向汇编内有关文章的作者和单位致以谢意。由于时间仓促，水平有限，不足之处请指正。

福建省建材技术情报中心站

一九九二、十、

目 录

1、我国水泥工业的技术改造.....	(1)
2、实用水泥立窑综合节能技术荟萃.....	(8)
3、机立窑综合节能技术新进展.....	(14)
4、机械立窑窑体综合改造后所获得的显著经济效益.....	(19)
5、浅谈地方水泥企业的技术改造.....	(24)
6、小水泥厂改造的技术关键.....	(28)
7、水泥厂能耗分析与节能措施.....	(34)
8、有关小水泥厂节能技术改造的几点看法.....	(40)
9、普改机技改中应注意的几个技术问题.....	(45)
10、机立窑的构造及其改进.....	(49)
11、塔式机立窑技术改造中的几个问题.....	(56)
12、机立窑综合改造应注意的两个问题.....	(58)
13、浅谈扩大机立窑窑径的选择.....	(60)
14、预加水成球技术在我厂的改造实践.....	(62)
15、预加水成球技术在我省的应用及注意的问题.....	(66)
16、机立窑预加水成球看火操作“四四”要素.....	(70)
17、塔式机立窑卸料篦子的结构特点与改进.....	(74)
18、塔式机立窑卸料篦子的技术改造.....	(77)
19、浅谈提高生料磨机产量的途径.....	(79)
20、水泥粉磨节电的技术途径.....	(82)
21、 $\phi 2.5 \times 10\text{m}$ 塔式机立窑适当扩径改造后塔尖改造的一种较佳形式.....	(87)
22、烘干兼粉磨技术在地方水泥工业中的应用.....	(89)
23、立窑风机节能措施浅析.....	(91)
24、介绍风机两种节能调节方法.....	(94)
25、粘土烘干系统电除尘器的技术改造.....	(95)
26、重晶石、萤石复合矿化剂的应用研究.....	(97)
27、水泥工业中助磨剂的开发与应用.....	(109)
28、立窑彩色水泥的试制.....	(112)
29、根据水泥的吸附特性来预测水泥活性和砼标号的新方法.....	(116)
30、添加晶种水泥熟料煅烧技术揭秘.....	(118)

我国水泥工业的技术改造

天津水泥工业设计研究院 朱祖培

摘要：作者首先回顾了我国水泥工业的发展道路，分析了与国外的差距。对我国大中型水泥企业技术改造的途径和方式提出了建议，并对小厂改造提出原则性意见。

1. 我国水泥工业与国外的技术差距

我国水泥工业具有悠久的历史。第一个水泥厂建于1889年，比1871年美国第一个波特兰水泥厂晚十八年。该厂采用的是普通立窑，因当时机械立窑尚未问世，它比回转窑的发明要晚。启新、大连等早期建设的水泥厂都采用了回转窑，离回转窑正式用于水泥工业的时间不太远。东北、华北各干法厂多数是30年代由日本拆迁过来的老厂，采用余热锅炉发电。有些建设时是中空窑，以后改建为余热发电窑。这种窑型曾经是广泛采用的有效的能源利用装置，以后由于水泥窑的热效率提高而较少采用。40年代建设的江南、华新两厂的技术装备在建设时是比较先进的。华新窑当时是最大窑型之一。50年代建设的水泥厂大部份采用湿法生产，与当时国外水泥工业的技术发展相一致。少数立波窑水泥厂在当时也属于先进的窑型。50年代后期，我国已能自行供应成套湿法和干法立波窑工艺线的设备，并且用于援外，取得良好的效果。可以认为，到第一个五年计划完成时为止，我国水泥工业和国外的技术差距不算太大。

50年代开始，国际水泥工业在发展湿法生产的同时，开始进行水泥装备大型化。到50年代末，当时认为是大型的日产1000t的湿法长窑已开始出现。到1966年，迄今仍居世界首位的日产3600t大型湿法长窑在美国

建成。这台窑的规格之大，在所有各种窑型中是空前绝后的。在1961~1965短短五年中，全世界建成投产的1500t/d以上的大型湿法窑达34台之多。这是湿法生产的全盛时期。与此同时，干法悬浮预热器窑（SP窑）也开始摆脱了50年代发明初期所遇到的困境，在技术上日趋成熟。主要解决了两大难题：一是对高碱原料的适应性；另一是高含尘废气的收尘问题。这两个难题解决以后，SP窑以其热效率高的优势得到迅速发展。到1965年已经出现了日产1800吨的大型SP窑；到1970年单机产量开始超过湿法长窑，且比产量相同的湿法窑在规格上要小，从此宣告湿法生产的主导地位开始结束。到70年代初，预分解技术发明以后，进一步巩固了干法生产主导地位。更由于能源危机，燃料价格上涨，迫使许多湿法厂改为干法，以降低水泥生产成本，提高竞争能力。随着干法生产的发展，其它环节也出现了许多新技术，如大幅度节能的挤压粉磨技术，余热发电技术，物料均化技术，环境保护技术，以及自动化技术在水泥工业的广泛应用等等，使水泥生产进入一个崭新的技术革新时期。正是由于面对这样的客观形势，我国水泥工业需要不断弥补与国外的技术差距。

另一方面，我国水泥工业从第二个五年计划开始，发展小水泥工业，以立窑为主要窑型，以后又发展了一批不带预热器的小

型干法中空回转窑。小水泥工业适合我国国情,得到迅速发展。它的发展速度远远超过大水泥。因为它具有投资省,建设快,需要钢材少,设备制造容易,资源容易取得,占地又较少等优点,使它具有很强的生命力,小水泥生产能力的增长曾经达到每年1500万吨。但立窑生产的熟料质量不稳定,劳动生产率。从水泥技术发展来看,继续发展小水泥工业,将进一步扩大我国水泥工业与国外的差距。特别是我国数千台立窑中,机械立窑只占少数,多数是人工操作的普通立窑。这就使得我国小水泥工业在技术上显的更落后。机械立窑在水泥煅烧技术发展中曾经长时期与回转窑并行发展,特别是在热效率方面优于旧式回转窑。长时期来,在提高单机产量的同时,回转窑的发展总是致力于提高热效率,而立窑的发展则致力于保持稳定而均衡的操作条件,以提高熟料质量。机械立窑在稳定操作方面比之普通立窑已有很大提高。直到70年代,国外仍有机械立窑存在。但在大型化浪潮和水泥生产竞争日益激烈的条件下,机械立窑终于被淘汰。可以看出,我国水泥工业,包括小水泥工业在内,面临着十分艰巨的技术改造任务。

十一届三中全会以后,我国实行开放政策。近十年来,通过访问、考察、引进、培训等渠道,大大提高了我们的认识水平。冀东、宁国、柳州、淮海、珠江、顺昌等采用国外设备建成的新厂先后投产;数十项先进技术的引进;特别是我国自行开发的各种规模的新型干法生产线已在许多老厂技术改造中陆续建成;部分湿法水泥厂已在运用国外技术的基础上取得成功的改造经验;所有这些使我们有条件在建设新厂的同时,考虑整个工业的改造问题。下面谈一些个人的不成熟看法。

2. 大中型水泥企业的技术改造

2.1 工厂改造后的规模

老企业改造任务比建设一个新厂要复杂得多。这是因为老企业本身的情况复杂,没有一个通用的设计方案适用于不同情况的老企业。必须根据具体情况,具体考虑。尤其是多数老厂是具有五十年左右历史的老企业,曾经为国家做出过巨大的贡献。但工艺落后,设备陈旧,生产效率低,许多设备需要更新。同时,环境污染严重,劳动条件差,工人生活条件也急待改善。因此,技术改造的内容是多方面的。必须对工厂情况进行全面了解,明确改造的重点和具体内容,才能提出适合本厂情况的最佳改造方案,从而可以制定全面规划,分期分批实施。

对老企业改造进行全面规划的首要任务,是要正确地确定工厂改造后的最终规模。老企业改造不同于新厂建设,它的规模受许多条件的制约。水泥经常是我国的短缺产品,在改造过程中要适当扩大现有的规模,以满足国家建设的需要。同时,对于保证企业改造的经济效益来说也是必要的。但是,并不是所有老企业都具备扩大规模的条件。因此,必须摸清企业的各种条件,才能确定扩建的规模。主要应摸清以下条件。

2.1.1 资源条件 对现有矿山的储量和质量需进行勘探,摸清储量是否能满足扩建的需要。过去的地质勘探资料可供参考,但要弄清楚是否可能进一步扩大圈矿范围,或进行深部开采。如果现有矿山不能满足需要,要考虑附近是否有后备矿山及其交通运输条件和水电供应条件,在质量方面要弄清楚是否能满足新工艺的要求。对于辅助原料和燃料供应情况也要调查落实。

2.1.2 工艺设备条件 要了解现有设备的运转情况,是否需要更新?主机之间的能力是否平衡?哪些工艺环节需要加以改造或增加?各种储库的容量是否仍有潜力?输送设备的能力是否能满足扩建的需要?对设备和

储库都应研究是否有继续利用或加以改造的价值?

2.1.3 厂址条件 需要弄清厂址是否有足够面积扩建新工艺线。如果厂区面积不够,是否有可能在附近另选新厂址。新址不应与原有厂址相距过远,而且要有方便的交通运输条件。如在原有厂址扩建,需弄清厂区的工程地质情况和地下管线情况,并应测绘厂区的现状地形图。需要了解铁路和车站的运输能力,是否需要扩建。对公路、水路运输情况也要进行调查。

2.1.4 水电供应条件 现有电源是否有足够容量可供扩建之用,是否有新电源可用。要了解附近的变电站的现状和扩建计划,了解地区的电力发展计划。如果附近有新建电厂计划,需了解建设进度是否能满足要求。如果采用新电源,需考虑厂内用电设备是否需要改造。对水源则应了解是否需要扩大,水质是否合乎要求,等等。

2.1.5 用户(市场)条件 当地对水泥及其品种的需要,以及要求发运方式,运输距离,来车情况,车辆型式,等等。对当地水泥售价及其它经济情况应进行了解。

在上述条件摸清以后,就可以确定最终规模,制定扩建和改建方案。分期分批实施。凡有条件扩大规模,或扩建生产线,或在附近建新厂者,应充分利用现有条件使其实现。这样就可以使企业通过扩建或改建得到更新。在改造和扩建过程中,对工厂现有的设备和构筑物应充份考虑利用的可能性以降低投资,不应轻易报废。一般说来,老企业扩建所获得的生产能力,以吨投资计算时,比新建厂要便宜,而且达产时间短,经济效益高,应充份发挥这一优势。

对于没有条件扩大规模或扩建生产线的工厂,则应以提高生产效率、节约能源、降低成本、提高产品质量、整治环境污染、改善劳动条件、提高劳动生产率等作为改造目

标。每一企业都应根据改造目标确定改造重点。即使在不扩大规模的条件下也应注意改造的济经效益。

2.2 关于生产方法和窑系统的改造方案

在最终规模确定以后,就要研究具体的改造方案,首先是生产方法和窑型选择问题。对于湿法工厂则是湿改干问题。

湿法生产有许多优点:如质量易于均齐;料浆用管道输送比较方便,且较机械输送省电;湿法粉磨比干法粉磨电耗低;车间扬尘点较少,因而用于收尘的电耗和投资均较少;等等。但湿法生产的热耗较高,新型干法窑比湿法窑可降低热耗将近一半。节约能源是世界所有国家普遍关注的问题,而且燃料昂贵,不改为干法就没有竞争力。近二十多年来,许多国家都将湿法工厂改为干法。例如,1960年时,法国湿法生产水泥占总产量73%,到1983年只占8%。日本和西德1960年时,湿法分别为33%和30%,到1981年日本已全部改为干法,西德1983年湿法仅约1%。但另一方面,有些国家湿改干的进程缓慢。如英、美、苏过去都是湿法为主的国家,经过十几年的改造,1983年,英国湿法比例仍占2/3;美国过去湿法生产比例占总产量60%,1980年干法比例开始超过湿法,但到1983年,湿法仍占40%。苏联1983年湿法生产能力仍高达85%。这说明湿法改干法并不如想象的容易。

美国和日本在湿改干方面采取了不同的做法。日本的改造方案多数是将湿法长窑截短,改造成为SP窑或PC窑,改造后产量为原产量的2~3倍。而美国则是在湿法窑附近加建一条干法新工艺线,或者在旧厂附近另建新的干法厂,而将原来的湿法厂关闭。这是因为日本的湿法窑大多数建于50年代,窑体较新,规格一般都比较;而且日本工业密集,水泥消费比较集中,且有水运的方便,所以改造后工厂规模年产量常达数百万吨。而美国关闭的一些湿法厂,多数是很老

的工厂，窑的规格较小，不值得改造。两国情况不同，改造的方案也不一样。

我国大中型企业水泥总产量中湿法生产的比例仍在一半以上。一些新建的新型干法工厂投产后，此比例数字可望降低。但根据大多数现有湿法窑的情况看，对窑本身进行改造的价值不大。其理由有三：（1）窑规格较小，改造后增产有限；（2）设备陈旧，不值得改造；（3）多数湿法窑带有多筒冷却机，改造工程量较大。因此，湿法改干法时，最好在湿法厂内加建干法工艺线，投产后干湿并存，再根据具体情况考虑旧系统改造问题。如万年、柳州、耀县都是如此。

湿法改干法的方案很多，但应从以下三方面来考虑是否值得改造。（1）改后是否节能？有些湿改干方案并不能节能，或节能不多。例如，喷雾烘干法，料浆水份并没有减少，仍然需要大量热能进行烘干。虽然由于喷雾而提高了烘干效率，但热能的节约很有限，反而增加了电耗，不一定合算。（2）改后是否能增产？有些方案并不能增产，或增产不多。如对窑不进行改造，只是对料浆进行机械脱水，把滤饼喂入窑内。这种改造方案增产是很有限的。特别是带有多筒冷却机的窑，其产量往往受到冷却筒的限制。（3）改造后是否有经济效益？如改造工程需对全厂大动干戈，而增产又不多，这样的方案肯定是不经济的。关于衡量经济效益有一个简单的计算公式可供估算时参考：

$$\frac{C}{P} + q_1 \leq q_2$$

式中 C ——由于改造而增加的经营费，元/t熟料，包括：

- （1）改建部份所花投资的折旧、利息及由于减产而损失的资金；
- （2）因电耗增加而增加的经营费；
- （3）由于过滤或烘干而增加

的经营费（包括工资等等）

P ——燃料价格，元/MJ

q_1 ——新系统的热耗，MJ/t熟料

q_2 ——原系统的热耗，MJ/t熟料

因此，增加的经营费 C 愈多，或燃料价格 P 愈低，则要求新系统比旧系统在热耗方面应有更多的节约。此外，改造后增产愈多， C 愈低，在经济上愈合算；相反，投资愈多， C 愈高，愈不合算。

增产多少决定于窑的改造。毫无疑问，将现有湿法窑改为预分解窑是最合算的，因增产最多，经济效益最好。但已如上述，我国大多数湿法窑不具备改为预分解的条件。唯一可以考虑的是 $\phi 3.5 \times 145\text{m}$ 窑。这台窑在国内湿法窑中规格相对较大，窑体较新，且配备篦式冷却机，可便于改造或更换。此外，全国有数十台这样的窑，如能改造成功，有推广意义。

对 $\phi 3.5 \times 145\text{m}$ 窑进行改造，需结合它的机械结构情况来考虑。这种窑的机械结构经过多次改进，不完全一样。有的是七档托轮，有的是六档。在切短筒体时，要考虑各档托轮和传动机构的位置，以便充分利用现有的基础。由于这个原因，改造后筒体的长径比不一定合乎理想，需要迁就现状。以六档 $\phi 3.5 \times 145\text{m}$ 窑为例，为了不改变托轮位置，切短筒体可以有三个方案：

（1）切短30m，由卸料端算起保留前5档托轮。改造后的规格为 $\phi 3.5 \times 115\text{m}$ ，长径比达32.8。由于窑筒体较长，只可考虑改成二级SP窑，产量约提高8~10%，热耗可降到3760~4180kJ/kg熟料。由于产量增加不多，对篦式冷却机只须改造，不须更换。对减速机 and 电动机也有可能不须更换。

（2）切短58m，即保留前4档托轮。改造后的规格为 $\phi 3.5 \times 87\text{m}$ ，长径比为24.8，较通常的SP窑或PC窑为长。但窑

尾温度可达 1000°C ，可改为4级SP窑或PC窑。改为SP窑时，产量可提高25~75%，视冷却机的改造情况而定。如改为PC窑，产量可提高150~200%。由于产量增加很多，必须更换大规格篦冷机；同时，须更换减速机和电动机，以适应窑速提高的需要。这两种方案都可使热耗降到 3400kJ/kg 熟料以下。

(3) 切短87m，保留三档托轮。为了使传动基础及其附近带挡轮的托轮位置不变，需拆除窑头的一档托轮和窑尾的两档托轮。改造后窑的规格为 $\phi 3.5 \times 58\text{m}$ ，长径比为16.6。这种规格对SP窑或PC窑来说是比较合理的数字，产量也较第二方案高。改成PC窑时，有可能达到 1500t/d 左右。但窑系统其它环节都需满足这一要求，带来的问题是较多的。改造工程量要大得多。

以上三个改造 $\phi 3.5 \times 145\text{m}$ 湿法长窑的方案从窑本身来说都是可行的，但以第二方案带来的问题最少。在湿改干方面，我国已在丹麦史密斯公司协助下，采用不同方案改造了两台 $\phi 3.5 \times 145\text{m}$ 窑，和新建了一台 $\phi 3.5 \times 53\text{m}$ 窑，取得了比较成功的经验。

关于干法工厂的技术改造，根据“先扩后改”的原则，首先考虑是否能扩建一条带PC窑的新型干法工艺线。扩建的规模要看工厂的具体条件。目前我国已开发的PC窑工艺线计有 2000t/d 和 700t/d 两种。已在许多工程中建成投产，技术日臻完善。正在建设中的有 1000t/d 工艺线，也可在改造设计中考虑选用。对于带有余热发电的干法厂可考虑扩建余热发电窑。工厂对余热发电系统有成熟的操作和管理经验，这是有利条件。余热发电虽然是旧技术，但在目前燃料和电力价格都较高的条件下，尤其是在电力供应不足的地区，还是可取的方案。天津水泥工业设计研究院已开发了 700t/d 和 500t/d 两种带余热发电的工艺线可供选用。关

于立波窑则可通过对窑系统进行改造以提高其效率。目前国内已对此引进技术，正通过改造积累经验后加以推广。

3. 粉磨系统的改造

在湿改干中，关于粉磨系统的改造有湿磨干烧和干磨两个方案。采用湿磨干烧方案时，可以充份利用原有的料浆系统，增加过滤（压滤或吸滤）或同时增加破碎烘干装置，使料浆脱水或脱水兼烘干后入窑。这种方案必然限制窑产量。即使加设破碎烘干机，也将因利用预热器余热而影响窑产量的提高。干磨方案需新建生料粉磨系统，如总体布置允许的话，原有料浆磨可改为水泥磨。

在新型干法生产中，对生料粉磨系统和水泥粉磨系统的要求是不同的，因而改造的要求也不一样。对生料粉磨系统的要求是考虑其烘干能力，并能与窑系统匹配，充份利用出预热器的低温废气进行烘干。对水泥粉磨系统的要求是产品质量，主要是考虑水泥成品的粒度级配对其物理性能的影响。当然，对两种粉磨系统都要求电耗低。

立磨用于新型干法生料粉磨具有很多优点，首先是它烘干能力强，可以全部利用出预热器的低温废气，从而使废气处理系统简化，并可与窑系统形成整体。此外，喂料粒度大，电耗省，占地少，噪音低，但对原料的磨蚀性比较敏感。在选用前要对原料进行磨蚀性试验。

辊压机、高效选粉机和球磨机构成的闭路粉磨系统是水泥工业在节能方面的最新成就。辊压机利用挤压原理代替球磨机对物料进行粉磨可大量节约电耗。德国KHD公司对现有的辊压机系统分为四种不同型式：

(1) 预粉磨系统：辊压机设在原有粉磨系统的前面，只作为预粉磨设备。它代替球磨机第一仓的作用，但没有包含在原有闭

路系统中。

(2) 混合粉磨系统: 辊压机产品直接喂入球磨机中, 选粉机的粗料一部份回到辊压机内, 因而辊压机与球磨机一起构成闭路粉磨系统。

(3) 半终粉磨系统: 辊压机产品经打碎机打碎后先送入选粉机中, 选粉机的粗料部份返回辊压机, 部份返回球磨机。因此, 辊压机出料有一部份直接成为最终成品。

(4) 终粉磨系统: 辊压机完全取代球磨机, 与选粉机构成闭路粉磨系统。

以上四种不同型式代表着辊压机系统技术发展的四个阶段。每一阶段均使辊压机的作用有所加强, 而球磨机的作用则不断削弱。对于生料粉磨, 国外已有终粉磨系统投产; 但对于水泥粉磨还存在问题, 主要是水泥成品中细粉量不足, 粒度过于均齐, 使水泥的需水量增加, 从而降低了混凝土的强度。用立磨粉磨水泥时也有类似问题。目前应用最多的辊压机系统是混合粉磨系统和半终粉磨系统。

目前, 立磨系统主要用于生料粉磨, 而辊压机系统则主要用于水泥粉磨。但国外现正致力于将立磨系统用于水泥粉磨, 而辊压机系统用于生料粉磨已有应用实例。

在老厂改造中, 可考虑在水泥粉磨系统中采用高效选粉机代替老式选粉机, 以提高粉磨效率; 并可根据现有粉磨车间的具体情况确定是否增加辊压机。辊压机用作预粉磨设备比较易于实现, 也可考虑用一台辊压机向几台规格较小的水泥磨供应料饼。

关于物料均化和储存方面的改造, 要视工厂的具体条件, 不一赘述。

4. 小水泥工业的改造

小型水泥厂是我国水泥工业的一支重要力量, 它为了解决我国广大农村急需水泥的迫切问题作出了巨大贡献。在考虑我国水泥工业的技术改造时, 不应忽视小水泥的改造问

题。但我们对全国小水泥的情况了解不多, 也不全面, 只能谈一些原则性意见, 供大家讨论。

小型水泥厂的建设有许多历史因素。全国除一些县办工厂具有较高水平外, 大多数为乡镇企业, 工厂规模很小, 有的年产量不足一万吨, 建设时因陋就简, 生产中需耗用大量的人力, 有的甚至没有资源, 产品质量也很不稳定。针对这种情况, 可以把小型水泥厂分为两大类: 一类是县级以上装备有机立窑或小型回转窑的装备水平较高的工厂; 另一类是大量的县级以下普通立窑的小厂。对这两类工厂应采取不同的改造措施。

对第一类小水泥厂应与大中型厂一样, 根据其条件(资源、厂址、设备、技术力量等)确定其技术改造方案。在条件许可情况下, 一般也应根据“先扩后改”的方针, 使其不因改造而影响其生产能力。第一类小水泥厂的改造重点应放在提高质量上。质量不高的主要原因是由于立窑操作不稳定, 以及生料配料和均化系统不符合要求所引起。应该说: 机械立窑在稳定操作方面比普通立窑已提高不少, 但与回转窑比较尚有差距。但目前采用的小回转窑一般不带预热装置, 热耗很高, 应另行扩建或改造成带有预热装置的回转窑, 以节约能源, 降低热耗。天津水泥工业设计研究院已经开发了不同规模的小型干法生产线, 其中有 $170\text{t}/\text{d}$ 、 $340\text{t}/\text{d}$ 、 $700\text{t}/\text{d}$ 和 $1000\text{t}/\text{d}$ 等带有悬浮预热器或分解炉的干法窑和 $500\text{t}/\text{d}$ 、 $700\text{t}/\text{d}$ 的余热发电窑, 以及各种规模的生料均化库和配料自控系统, 可供改造小厂时选用。

对于大量第二类县级以下小水泥厂的改造是比较困难的问题。对于个别条件较好的普通立窑工厂, 可考虑先改建为机械立窑, 或扩建小型带预热器的回转窑, 以提高质量和降低热耗。改造资金应主要放在熟料煅烧系统和生料均化系统两方面。对于小厂比较集

中的地区‘可否考虑在条件较好、地理位置适中的小厂扩建一条规模较大的干法熟料生产线，而将其它小厂改为粉磨站，充份利用这些小厂的粉磨能力和厂房、储存设施。待将来条件成熟后，再扩建中心厂的熟料粉磨系统，使之成为完整的工厂；并逐步关闭小厂，完成该地区小厂改造的任务。中心厂的建设可否采用集资的方式，使为数众多的小厂横向联合成为规模较大的现代化企业。过去小水泥工业依靠群众的力量得到迅速发展，对它的改造也需要依靠群众的力量。但国家须在政策和技术上给予引导和帮助，使其逐步实现现代化。

5. 结语

在发展我国水泥工业的时候，老企业改造和新厂建设是同等重要的两个方面，但老企业改造任务比建设新厂更为复杂，必须结合企业的具体条件制定全面规划逐步加以实现。在现阶段可作以下考虑：

5.1 在老厂的设备和厂房均较陈旧，而资源和厂址都较好，有条件在老厂附近建设新厂时，一般应在附近建设2000t/d以上的干法新厂。这样做可以充份利用工厂的领导力量和技术力量（包括熟练工人），使企业通过新厂建设得到更新。

5.2 老厂设备仍可用，而总体布置和厂房仍有条件扩建新工艺线时，一般应扩建一条干法工艺线。扩建投产后再考虑旧工艺线的改造问题。

5.3 对于干法中空窑的工厂应在可能条件下改建为SP窑或PC窑，根据工厂的具体情况考虑改造方案。

5.4 对立波窑和余热发电窑应通过改

造提高其生产效率。在目前条件下仍应保留原有窑型。如有条件增设新工艺线时，应根据工厂情况扩建SP窑、PC窑或余热发电窑。

5.5 对于湿法厂的改造，应根据窑的情况改为全干或湿磨干烧。多数湿法窑只能改为湿磨干烧，增建过滤车间，应根据具体情况研究改造后的经济效果。对于 $\phi 3.5 \times 145\text{m}$ 窑可考虑改为全干的二级SP窑、四级SP窑或PC窑。

5.6 对条件较好的机械立窑工厂，近期内可不改建。但可考虑扩建一条带预热器或分解炉的干法生产线。

5.7 对条件较好的普通立窑工厂，可改为机械立窑，或扩建SP窑或PC窑，建成投产后关闭普通立窑。

5.8 选择条件较好、地理位置适中的立窑工厂扩建一条干法熟料生产线，作为中心厂向附近小厂供应熟料，并将这些小厂改为粉磨站，将来条件成熟后，将中心厂扩建成为完整的工厂，逐步关闭附近小厂，完成整片小水泥厂的改造任务。

按照以上设想来改造老企业，将使我国水泥工业逐步消除低效率和低产量的干法中空窑和一部份湿法窑，代之以先进的SP窑和PC窑；同时，保留余热发电窑和立波窑。对于小型水泥厂则保留机械立窑，并将部份普通立窑改为机械立窑，同时根据条件扩建小型SP窑。由于干法生产能力的增加，干法生产比例将逐步居于主导地位。小水泥厂升级后，将不再有大小水泥之分。我国水泥工业将在此基础上逐步实现现代化。

摘自《水泥技术》1992.No.1.

实用水泥立窑综合节能技术荟萃

中国建材研究院水泥所 李相彬 赵介山

中国退(离)休科技工作者团体联合会 望开勋

在国家计委和国家建材局的组织领导下,中国建筑材料科学研究院水泥所和合肥水泥研究院于1989年下半年率先进行了“水泥机立窑综合节能技术”的推广工作。此后,建材院水泥所与各省、市、自治区等有关建材研究设计院、所进行了广泛有效地合作,使这些工作在全国各地迅速地开展起来。并通过数期技术讲座,大大地提高了部分水泥机立窑厂家技术人员的理论知识水平,也有利于推动节能工作的开展。迄今全国已有七、八十家水泥厂正在进行综合节能技术改造工作。每台机立窑生产线的技改投资均在200万元左右。一些投资少、见效快的单项节能技术已经发挥了应有的效果。如复合矿化剂的应用、窑体综合改造技术、预湿成球技术、立窑偏火自动监测与控制系统等等,都取得了明显的经济效益。

但是,由于国家的技改资金有限,而立窑水泥企业众多,达五、六千家。并且,该项节能技改工作从申报立项,可行性研究、设计施工到安装调试,全部完成需一年半到二年时间。企业从第二年开始还贷,需3~4年还清。在国家资金有限的情况下,投资回收期较长,不利于贷款的滚动增值,扩大投放规模。因此,提出一套投资少、见效快的“实用水泥立窑综合节能技术”,面向全国广大的立窑水泥企业服务,是提高我国水泥生产技术水平及水泥产质量的关键所在。过去几十年的立窑水泥技术与改造为我们提供了丰富的技术积累,已经开展的水泥

机立窑综合节能技术改造工作为我们提供了足够的经验和教训。近两年涌现的诸如“中料球快烧技术”、“添加品种水泥窑煅烧技术”、“利用金属尾矿大幅度降低煤耗提高熟料产质量技术”、“机立窑优化煅烧操作技术”、“立窑生产特种水泥技术”等等,使“软件”技术比例占50%以上,大幅度降低了设备与基建投资,使“实用水泥立窑综合节能技术”得到充实,为立窑水泥企业挖掘内部潜力,走科学技术转化为生产力的道路提供了保证。

一、立窑水泥企业的发展现状与方向

地方水泥工业是五十年代后期发展起来的,绝大部分是由地方政府和乡镇集体筹集兴建的小型“土”立窑水泥厂,1958年4月,在天津市开始建设机立窑,经过整顿及定型设计的引导,许多小型水泥厂走上了正确发展的道路。六十年代末期,随着再次掀起的大办农田水利基本建设,中国大地上又一次出现了大办地方水泥厂的高潮。到1978年,地方水泥企业猛增到3400多家。但由于机械制造能力的限制,机立窑只有331台。自1983年开始,国家建材局、农业部乡镇企业局和各省、自治区、直辖市建材主管部门有步骤地组织实现立窑水泥厂的技术改造规划,到目前为止,我国机立窑生产线已超过2300台,立窑水泥产量在全国水泥总产量

中所占比例超过了85%。

立窑水泥厂经过了五十年代末、六十年代末和七十年代末的兴起、兴建与整顿，八十年代初的质量管理与技术学习的培训，八十年代中、后期大规模的“土”立窑改机立窑的技术改造，使机立窑厂家的主机设备及附属设施基本配套，质量检验手段齐全，完全能满足连续工业化生产的要求。

目前，立窑水泥企业存在的主要问题

1. 由于改建或扩建的机立窑建成投产时间较短，一般为四年左右。看火工的操作水平普遍较低，使大部分机立窑的生产能力尚有30%左右没有发挥出来。

2. 大部分立窑水泥企业员工的文化水平低，技术素质差，因而对电子技术尤其是自动化水平高的仪器设备难以较好地掌握，对仪器设备的维修与故障排除能力更低，因而一旦出现问题不能及时解决，这些仪器设备就会闲置不用，成为摆设。

3. 一般的水泥企业都是靠山而建，远离城市，因而，企业领导对环保工作普遍不太重视，不是把环保工作放在二、三期工程来搞乃至不搞，就是由于管理松懈，使消烟除尘设备没能发挥其应有的作用。因此，环保问题的妥善解决办法不应是在水泥机立窑综合节能技术改造中给予投资列项，而应通过强化管理与经济制裁措施，使水泥企业领导觉得非把环保工作抓好不可，否则要蒙受较大的经济损失。

4. 立窑水泥企业自发展之日起，就面向农村，就地取材，自产自销为特点。而广大的农村市场中，最适宜的水泥标号不是越高越好，而应根据不同用途选用不同品种的适宜标号为最佳。而一般的立窑水泥企业由于技术力量薄弱，对新产品的开发与生产在技术上有较大的难度。

5. 大部分立窑水泥企业由于经济基础

薄弱，加上过去“土改机”工作负有旧债或者赤字基建，占用了部分流动资金。因此，既难以筹集较多的资金，又难以从银行取得足够的贷款，借此节能技改投资的机会，采用虚报、多报项目等不正当手段，达到多争取节能专项贷款的目的，而后挪作它用，以摆脱困境。

6. 大部分改扩建的机立窑水泥企业厂地拥挤、工艺零乱、不易再穿插布置较大的技改基建工程。尚未改造的普通立窑水泥企业在目前的国家投资环境中难以贷到充足的资金用于“土改机”工程。而这些厂家的产品质量较差，生产成本低，因而经济效益较差。但是为了解决工人的就业问题，这些企业也在积极寻求投资少见效快的短平快项目，以期提高产品质量和企业的经济效益。

二、实用水泥立窑综合节能技术内容

1. 复合矿化剂的应用

复合矿化剂从八十年代初就已开始研究并应用于立窑水泥生产中。其后经过各级建材主管部门及科研院校的大力推广，使复合矿化剂在立窑水泥企业得到了较广泛地应用。对提高立窑熟料产质量降低熟料烧成能耗起到了巨大的作用，产生了巨大的经济效益和社会效益。并通过十年来的理论研究与生产实践，弄清了复合矿化剂的作用机理及对立窑水泥熟料各项性能和煅烧操作的影响。但是，还有一部分立窑水泥企业由于技术素质较差，未能很好地掌握复合矿化剂的应用诀窍，导致生产中存在问题如快凝与慢凝问题、易炼边结大块问题、效果不显著问题等等。因此，有必要对这些立窑水泥企业作进一步的技术培训与技术服务，使复合矿化剂得到较好的运用。

2. 生料均化技术

目前,我国水泥立窑企业大部分没有均化库,仅用于贮存生料贮库。部分水泥立窑企业普遍采用多库搭配机械倒库方法,其均化系数仅有1.5~2,究其原因主要是:

(1) 库内粘壁严重

由于生料水份较大(许多生产线生料水份超过1.5~2.0%)造成了严重的粘壁堵塞,严重时有效库容只有设计容量的三分之一。圆柱形储库已成为圆锥库,库内有效容量减小,库内有效空间的高径比过大。致使库内不存在鼠洞流形成的条件,重力均化作用近乎于零。

(2) 卸料装置与输送装置不配套

许多生产线设计中,多库搭配的库底卸料装置与输送能力不配套。如许多厂采用 $\phi 300$ 的轮式给料机与 $\phi 300$ 的螺旋输送机配套,当两个轮式给料机同时卸料时物料流量就远远超出了螺旋输送机的输送能力。岗位工在处理这类情况时,往往采用关小螺旋闸门的方法,这是一个自欺欺人的方式。螺旋闸门关至很小,也减少不了多少给料量,继续关小,将导致棚堵给料机不下料,此时两个给料机运转,想当然地认为是两库搭配,实际上是一库放料。某厂在分析生料贮库在多库搭配中的蔽病并加以解决后,竟使入库生料T CaCO₃合格率一下子提高了近20%。

因此,在老厂改造中,立足本厂原有的条件,参考各种均化库的均化原理,灵活地取其工艺精髓,因地制宜地改造原有的生料贮存及均化系统,将是一件十分有意义的工作。如:

(1) 降低原料中的水份。增设空气炮,加强管理,定期清库,以减免库内粘壁堵塞问题,使贮存库容得到有效地发挥,从而可提高其重力均化作用效果。

(2) 解决多库搭配中的库底卸料装置与输送能力不配套的问题,只需通过改造更

换螺旋输送机和斗式提升机即可。在原有生料储库满足需要的前提下,改善进料设施,把各个库视为混合均化库中的各个区,合理布料,合理出料,将可达到类似混合室均化库中第一步重力均化的效果。

(3) 对生料贮库进行改造,使库底由中心一点卸料变成库底多点卸料,形成类似多点流均化库的均化效果,或形成八向剪切流生料均化库(简称QJK库)。

(4) 增加小型空气搅拌机,使其功能类似于混合室型连续均化库的混合室。

3. 预湿成球技术

中国建材研究院水泥所自1981年开始,率先研究生料预加水成球新工艺,以改变成球落后状况。所设计的RPM型预湿机获得了国家实用新型专利(目前已公开),并转让给烟台市轻工机械厂、长沙市水泥机械厂、江苏沙洲建筑器材公司、沈阳市机床附件二厂生产。与无锡建材仪器厂合作共同研制的料球强度测定仪和体积测定仪,于1990年4月通过部级新产品鉴定,并受国家建材局委托,起草了《水泥生料球性能测定方法》行业标准,于1990年4月通过审议,1991年5月1日起实施。

近十年来,预湿成球技术已得到普遍的重视与较为广泛的应用,取得了较为显著的经济效益和社会效益。通过采用预湿成球技术与装置,使料球粒度均齐,抗冲击、抗压和热稳定性等工艺性能得到显著改善,生料中的外加煤亦能得以均化,并消除了成球岗位粉尘污染,从而使立窑料层透气性改善,通风阻力降低,煅烧迅速均匀,提高了立窑熟料产质量,降低了熟料烧成热耗。在山东烟台市第三水泥厂进行工业试验期间,立窑产量提高9%,热耗降低6%,熟料游离钙由2.6%降至1.71%。

但是,有一些水泥厂在预湿成球工艺布置及设备的安装和操作等方面都存在着不同

程度的不合理,因而未能取得预期的效果。我院水泥所采用的预湿成球技术与装备,考虑了我国80%以上的机立窑水泥厂的实际情况,设计的预湿机结构比较合理,效率较高,电耗较低,无粉尘污染,使用方便。预湿成球工艺采用了定值控制方式、低压喷水技术与有效的防尘措施,整个系统在运转稳定性与可靠性方面取得了新进展,具有布置紧凑、灵活,设备投资省,土建安装费用低的特点,因而对立窑水泥厂的节能改造具有较大的推广价值。目前,数百家工厂采用预湿成球技术后大大改善了成球质量,提高了机立窑的生产水平,取得了较明显的效益。因此,有必要在水泥立窑综合节能技术改造中继续大力推广应用。

4、窑体综合改造技术

窑体综合改造技术包括以下内容:

(1) 将立窑直径扩大0.4米左右,以提高熟料产量。

(2) 采用大盘、中心半球、破碎齿组合式新型卸料篦子,使其具有较强的破碎能力,通风面积大且均匀,阻力小,耐磨性好,维修方便。

(3) 适当缩小立窑喇叭口的角度和适当增加喇叭口高度,并在喇叭口下部设1度倾角的倒喇叭口,以保证窑内边风不大,中部上火正常,不炼边,不卡窑。

(4) 在窑体高温带内钢板筒上粘贴硅酸铝耐火纤维毡,钢板筒体外部采用JBT复合硅酸盐节能保温涂料进行保温。

(5) 采用改性尖晶石砖、特种隔热砖GB30、无石棉硬硅钙石型硅酸钙板、硅藻土质的高强隔热砖CD10、高效硬硅钙石型硅酸钙板和一般的高铝砖或磷酸盐砖等耐火材料配套技术。

该项技术已在河北省平山县水泥厂、山东省青岛市水泥厂、安徽省滁县地区水泥厂等投入使用,取得了较好的效果。不仅使立

窑熟料产量提高10~30%,相应降低了电耗、热耗,而且降低了工人的劳动强度;同时,由于窑断面温度趋向一致,使熟料质量得到显著提高,也为闭门烧窑提供了良好的条件。目前,正在全国七、八十家水泥机立窑骨干企业中推广应用。

5、立窑偏火自动监测与控制系统

在立窑熟料煅烧过程中,窑内偏火现象是经常发生的。由于偏火导致窑情不稳,极易造成炼边、结块、架窑甚至喷窑事故。而严重的偏火往往需要用极大的劳动强度和十余小时乃至更长的时间才能逐步调整正常,也严重地影响熟料的质量。为此,我院水泥所研究开发了自动调整水泥立窑偏火的技术和装备。经五十余个立窑水泥企业长时间的工业应用证明,该套装置对自动调整立窑偏火是行之有效的。采用本系统可以完全消除立窑的偏火,保证立窑的连续正常操作,使立窑的产质量有较大提高(产量提高5~15%),又保证安全生产,减轻工人的劳动强度,实为立窑水泥厂值得采用的技术与装备。该系统已获得国家实用新型专利,专利号为89Z02548、4。

6、熟料细碎技术与装备

为了缩小熟料入磨粒度,降低熟料粉磨电耗,提高水泥磨机产量,使之与产量提高后的立窑生产能力相平衡,八十年代中后期,我国建材机械行业相继开发了高效细碎颚式破碎机、冲击式细碎机等用于熟料细碎的技术设备,其主要技术性能与使用效果分别如下:

(1) PEXG—250高效细碎颚式破碎机

该机由国家建材局成都建材设计研究院与四川省峨眉冶金机械厂联合开发的新产品。在国内为首次开发,填补了负支承零悬颚挂式破碎机的空白,达到了八十年代末国际

水平。该机通过了四川省计经委技术开发成果鉴定(川计经1988科鉴字第0139号),具有破碎能力强、生产效率高、机体轻、动力消耗低、颚板磨损小等优点。对更新我国复摆颚式破碎机结构陈旧的落后状况有着极大的意义。该机主要技术性能如下:

最大給料粒度230mm;
排料口调整范围10~50mm;
生产能力10~45t/h;
电机功率22KW。

该机已在广东、广西、四川等省部份水泥厂投入使用,已达三、四年,使用效果良好,可使水泥磨机产量提高20~30%,粉磨电耗降低10~20%。

(2) $\phi 800 \times 300$ mm冲击式细碎机

该机是由合肥水泥研究设计院研究设计而成,其主要技术性能如下:

入机粒度60mm左右;
出机粒度有80%通过5mm筛孔;
生产能力15~25t/h;
电机功率40~45kw。

该机在汶川县、天全县、泗坪等水泥厂安装使用最长已达八、九年之久,对提高磨机产量降低粉磨电耗发挥了较大的作用。上述三家水泥厂使用细碎机后都使水泥磨机产量提高30~50%,粉磨电耗降低20%以上。

7. 小料球快烧技术

小料球快烧技术是我院水泥所秦至刚高级工程师在长期的科研与生产实践活动中发现并明确提出的一项烧成技术。该项技术不需设备投资,只需利用预湿成球工艺系统,调整成球工序的工艺参数,改进立窑的熟料煅烧操作方法即可实现。目前已在浙江应店街水泥厂、广东江门水泥厂、河北遵化第二水泥厂等十余家水泥厂推广应用。取得了提高立窑产量10%,降低熟料热耗10%的明显效果。尤其是对利用煤矸石、石煤、煤渣、

烟道灰,金属尾矿配料的水泥立窑企业,效果更佳。也有一些水泥厂因生料塑性较差,不易成球,就干脆成小球煅烧,取得了一定的效果。

小料球快烧技术的工艺原理及工艺参数的适宜范围由我院水泥所列入部级科研项目,进行理论研究探讨,该项技术将是对立窑熟料固定床煅烧的传统方法和传统观念的一个重大变革。

8. 添加晶种水泥窑煅烧技术

添加晶种水泥窑煅烧技术是由中国建材研究院龚方田院长等发明的一项专利技术成果,于1991年11月4日通过了部级技术鉴定。实验室研究结果表明,在生料中添加适量的晶种具有以下作用:

(1) 生料易烧性明显得以改善。烧成温度可降低50°C左右;高温下停留时间可缩短10~20分钟;相同煅烧制度时f-CaO可降低1%以上。

(2) 添加晶种的诱导结晶作用不仅表现在液相出现后的阿利特形成阶段,也表现在碳酸盐分解后、液相出现前的固相反应阶段。

(3) 添加晶种制备的熟料的矿物组成与未掺晶种的相同。

工业生产实践表明:

(1) 窑的台时产量至少可提高10%。

(2) 熟料的烧成热耗至少可降低10%。

(3) 熟料质量可得到提高。

(4) 在工厂原有条件下,即可实施本技术。

该项技术成果适应于在除湿法回转窑以外的所有水泥厂推广。是一项从内涵充分挖掘现有生产潜力,投资少又带有普遍推广意义的增产节能技术,无疑具有广阔的推广利用前景。

目前,国家建材局已组织该项技术的领导小组和推广办公室在全国各水泥厂进行大

面积推广,采取分省集中技术培训与个别厂具体技术服务的转让技术方式进行。限于人力因素,对于大部分技术力量薄弱的水泥厂而言,由于消化吸收不良,未必能取得最佳的效果,因此有必要列入该项技术,进行扎扎实实的推广工作。

9. 利用金属尾矿大幅度降低煤耗提高熟料产质量技术

为利用工业废渣(如石煤、铅锌尾矿与铜尾矿等),我院水泥所与浙江省应店街水泥厂共同研究开发了该项利用金属尾矿作矿化剂、小料球快烧技术,取得了大幅度降低熟料烧成煤耗和提高熟料产质量的效果。该项技术成果于1990年11月通过了部级技术鉴定。认为该项技术为国内首创,居世界领先,正在申请国家发明专利,专利局已受理。应店街水泥厂应用该项技术后熟料的烧成煤耗低于100公斤标煤/吨熟料,熟料标号在57MPa以上,立窑的台时产量由5.5t/h提高到7.3t/h,提高了25%以上,取得了显著的经济效益和社会效益。

为了推广该项技术,国家建材局生产司于1991年7月召开了推广应用会议。第一批已组织全国12个省、市,各选择一家有尾矿资源的立窑水泥企业参加推广示范工作。目前,已经开始实施该项技术或签订合同接受该项技术的水泥厂有广东省惠东县、番禺县、江门市、湖南省冷水滩市、河北省遵化县、江苏省无锡市、安徽省滁县地区、江西省铅山等厂家。

该项技术成果已获煤炭部1991年度优秀科技成果二等奖。

10. 机立窑优化煅烧操作技术

为了提高立窑水泥厂的煅烧操作等生产技术水平,我院水泥所赵介山高级工程师自1986年开始即组建了以提高立窑熟料产质量

降低熟料烧成煤耗为目标的技术服务承包组。该组人员由工艺技术人员,化验人员及看火工组成,是一套人员配备合理、齐全的技术服务队伍。不仅理论知识扎实,而且操作经验丰富,具有较强的分析与解决实际问题的能力。已对江苏盱眙县、河北遵化县、四川重庆长江、广东江门市和惠东县、湖北枣阳市和京山县、河北唐海县和上板城、山西公路构件厂等十余家水泥厂进行了技术承包服务,取得了提高熟料产量15%~35%,降低烧成煤耗20%左右的显著效果,熟料标号均稳定在55MPa以上,使企业年增效益在30万元以上。

11. 立窑生产特种水泥技术

为了满足地方建设的需要,同时由于国家宏观控制基建规模的影响,立窑水泥厂在普通水泥销售市场不太景气的情况下,积极寻求在立窑上生产特种水泥的技术。我院水泥所自1986年开始探索研究在立窑生产特种水泥技术,已在广东江门市、山东潍坊市、四川重庆长江、河北武安市、唐海县和上板城、河南南阳地区、湖北南漳县、浙江应店街、湖南涟源市、江西萍乡市等十多家水泥厂试制成功道路水泥、明矾石膨胀水泥、低热微膨胀水泥、快硬水泥、早强水泥等特种水泥,并通过省级或基层级产品鉴定。有些厂还得到了新产品免税的优惠政策。立窑水泥企业还可生产诸如砌筑水泥、水工水泥、双快水泥、抗硫酸盐水泥、低碱水泥、无声破碎剂等特种水泥。

12. 其 它

上述十一项实用水泥立窑综合节能技术既没有包罗万象,囊括当今水泥立窑所有的节能技术,也不是该方面技术发展的终结。如磨机安装进相机、采用助磨剂、沟槽衬板、高细磨、选粉机改造、烘干机改造、煤