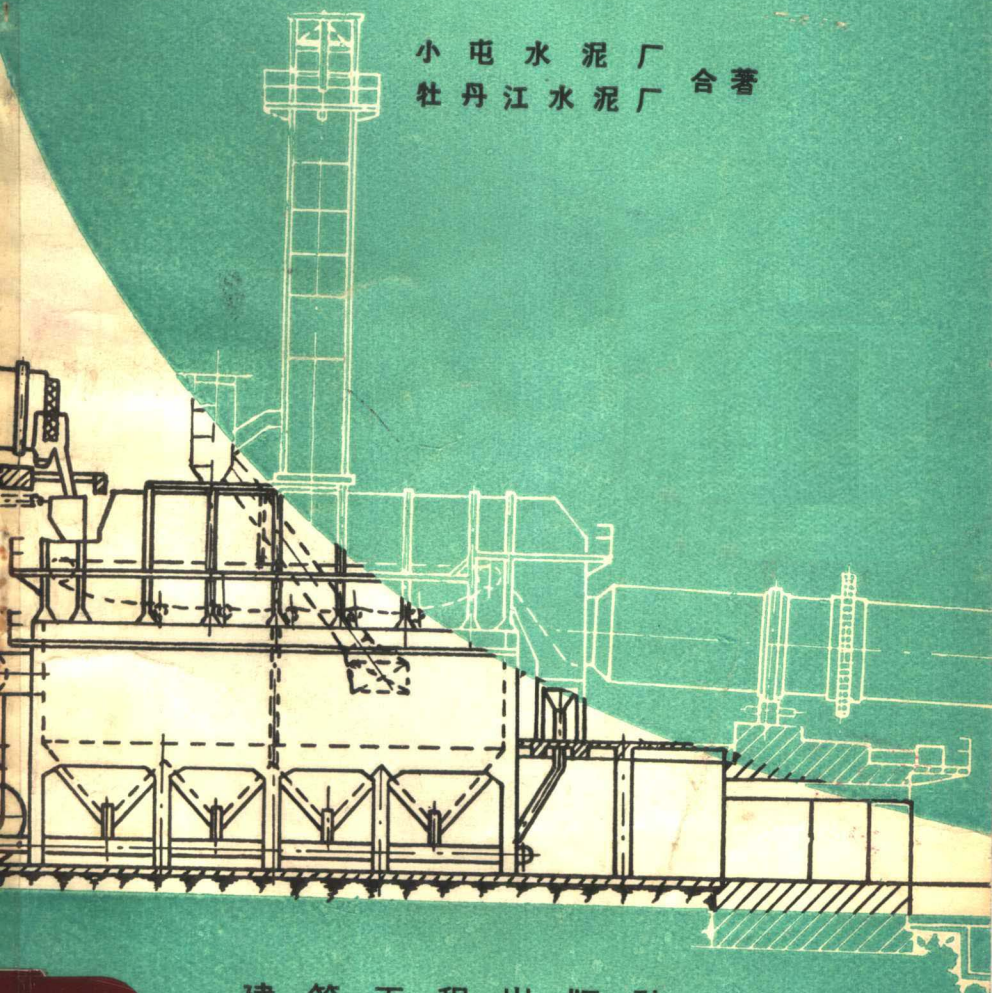


立波尔窑高产经验

小屯水泥厂 合著
牡丹江水泥厂



建筑工程出版社

立 波 尔 窑 高 产 經 驗

小 屯 水 泥 厂 合 著
牡 丹 江 水 泥 厂

江苏工业学院图书馆
藏 书 章

建 筑 工 程 出 版 社 出 版

• 1 9 5 9 •

內 容 提 要

本書總結了小屯水泥廠和牡丹江水泥廠歷年來提高立波爾窖產量的經驗。我國立波爾窖的產量在世界上是很高的，因而這些經驗是很寶貴的。書中在介紹經驗的同時，還系統地敘述了立波爾窖的一般生產知識，便于新建的立波爾窖水泥廠職工閱讀。

本書可供立波爾窖水泥廠的生產人員閱讀參考，也可供一般水泥廠的生產技術人員參考。

立 波 爾 窖 高 產 經 驗

小屯水泥廠 合著
牡丹江水泥廠

1959年12月第1版

1959年12月第1次印刷

1,100冊

850×1168 $1/32$ ·50 千字·印張 $25/16$ ·插頁 2·定價(9) 0.37元

建築工程出版社印刷廠印刷 · 新華書店發行 · 書號：1753

建築工程出版社出版(北京市西郊百萬莊)

(北京市書刊出版業營業許可証出字第052號)

序

解放后，我們这两台立波尔窑，在短短的几年里，不仅已經达到設計能力，而且大大超过，目前已超过了設計能力的65~70%；窑的运轉率已由原来的73%提高到92%；熟料的质量也有提高。这些成績，是党的正确领导和职工羣众發揮无穷智慧的结果；同时，也是同苏联和其它人民民主国家專家大力的帮助和指导分不开的。

为了庆祝建国十周年，我們两厂特地总结了历年来提高立波尔窑产量的經驗，并編写成書。

在編写中，除了重点总结我們两厂历年来提高产量的經驗之外，还編入了有关立波尔窑的一般生产知識，以便讀者先对立波尔窑生产水泥有个概念。

由于我們的編写水平所限，加上時間仓促，書中难免有不妥甚至錯誤的地方，希讀者指正。

小屯水泥厂 于1959年9月
牡丹江水泥厂

目 录

序

第一章 立波尔窑生产能力不断提高	(1)
第二章 生产流程, 原料、燃料的成分及其性能 和生产控制	(3)
第一节 生产流程	(3)
第二节 原料、燃料的成分及其性能	(5)
一、粘土质原料的选择	(6)
二、石灰质原料的选择	(7)
三、燃料的选择	(8)
第三节 生产控制	(10)
第三章 立波尔窑的主要部件及其操作	(12)
第一节 概述	(12)
第二节 成球筒的构造和操作	(14)
一、设备构造	(14)
二、成球筒的操作	(16)
第三节 加热机的构造和操作	(18)
一、设备构造	(18)
二、加热机的工作情况	(20)
三、加热机的设备维护	(22)
第四节 立波尔窑窑体的设备情况及看火操作	(24)
一、设备情况	(24)
二、看火操作	(25)
第四章 提高立波尔窑生产能力的经验	(23)
第一节 概述	(26)
第二节 改善料球的质量	(27)
一、改善生料的成球性	(27)
二、改善成球条件	(29)
第三节 改善加热机的工作情况	(33)

一、改进成球溜子底部导料板	(34)
二、加热机内改成三室	(38)
三、安装新型犁式松料装置	(41)
四、扩大全喜系统的通风面积和减小通风阻力	(43)
五、消除加热机的内部漏风	(44)
六、提高加热机的运行速度	(47)
第四节 改进辅助设备	(48)
一、加大排风能力	(48)
二、适当的加大送风量	(50)
第五节 提高立波尔窑的迴轉速度	(50)
第六节 提高立波尔窑的运转率	(51)
一、改进机械设备	(52)
二、延長襯料的使用寿命	(55)
第五章 有关改进生产的几个問題	(56)
附 录	

第一章 立波尔窑生产能力不断提高

解放后，我們这两台遭受日本帝国主义及国民党反动派破坏的立波尔窑，象两匹添了翅膀的駿馬，比翼飞奔。这两台立波尔窑的产量不仅超过了日本侵占时期的水平，而且大大超过了原設計能力。它們显示出：只有在社会主义制度下，只有在解放了的工人手里，才能發揮这么大的潛力。

两台立波尔窑翻了身

我們这两台立波尔窑，一台在小屯水泥厂，一台在牡丹江水泥厂。1945年，日本投降的时候，牡丹江水泥厂的一台立波尔窑遭到了严重破坏，两台大型电动机和主要设备都破坏了，其余的小型设备和厂房頂盖等也被投机商人全部盗卖了，留下的只是一些无法搬拆的厂房和设备基础。1946年，小屯水泥厂的那台立波尔窑也遭到国民党反动派的破坏和盗卖。

党領導着全国人民赶走了国内外敌人，两个工厂也就回到了人民的手里。当决定恢复工厂的时候，工人们都万分兴奋。过去回家的老工人紛紛回厂，他們表示：“我們有力量恢复工厂，而且要提前恢复工厂”。他們积极地响应了党提出“用最快的速度、最少的投資来恢复工厂”的号召。当然，在设备残缺不全、缺乏技术力量和經驗不足的情况下，任务是十分艰巨的；可是，困难吓不倒共产党人、吓不倒翻了身的工人阶级。机器设备不全，工人们就到处寻找和收买零件，向工厂“献宝”，找不到的，买不到的，就找代用品；为了爭取時間提前生产，就日以繼夜的緊張劳动着。这样，不到半年的时间，小屯水泥厂修建起来了，而牡丹江水泥厂用了一年多一点的时间也修建起来了。从此，两台立波尔窑翻了身。

达到了設計生产能力

这两台立波尔窑都是日本帝国主义为了掠夺我国资源，霸占国际市场而兴建的。窑的设计生产能力为21吨/时^①。在日本帝国主义侵占时期，工人过着挨冻、挨饿、挨打的悲惨生活，工人们用消极怠工，甚至用破坏生产的方法向资本家作斗争，所以当时窑的产量很低，只有18.5吨/时，运转率也只达73%。解放后，工人当家作了主人，过着幸福而愉快的生活，人人都明确努力生产为了国家也是为了自己。因此，在恢复生产初期，虽然我们的技术力量很弱，全厂工人除了一部分老工人外，大都是从农村招来的新工人，加上技术人员缺乏，生产中困难重重。但在党提出的“依靠老工人，向老工人学习”、“充分发挥技术人员的作用”、“刻苦钻研”、“互教互学”的号召下，厂内职工立即掀起了一个勤学苦练、拜老工人为师的学习高潮。于是大家从不懂到懂，掌握了立波尔窑的生产知识。初步解决了技术力量不足的困难，在操作技术方面，又得到苏联专家的帮助和指导，推广了“长火焰煅烧、水冷却、快速转窑”的先进经验。因此，不到三年的时间，就达到了设计能力，甚至最高产量还达到22.1吨/时。

超过设计生产能力

随着我国社会主义建设事业的迅速发展，对水泥的需要量日益增加，要求我们生产更多的水泥。这一点，每个职工都很关心。但是，我们如何为国家多生产水泥？还没有共同的想法。有一部分人主张扩建和增添立波尔窑和其他设备，认为我们的窑已达到设计能力，到顶了；也有一部分人认为还有潜力可挖，主张挖掘现有设备的潜力，党支持了后一种意见，并让大家辩论“我们的窑有没有潜力可挖。”辩论后，大家一致认为，我们的立波尔窑还大有潜力可挖。在统一思想认识的基础上，党又通过一系列的

① 窑中的“吨/时”均指“吨/台时”。

工作，特別是开展了羣众性的合理化建議运动，把广大职工挖掘現有設備潛力的先进思想变为行动，引导到技术革新方面来，随着运动深入开展，長期沒有能解決的問題解决了。窖的产量逐步提高，生产上不断地出现了新气象。1954年，牡丹江水泥厂王喜良同志在党和羣众的支持下，苦心鑽研，改进了成球溜子底部的导料板，大大改善了加热机的通风情况，从而使得窖的产量由21吨/时提高到24吨/时；1955年，小屯水泥厂由于加热机托輪軸的加長，曾被認為加热机运转不安全是“致命的缺点”，也因此而克服了。从而創造了窖的运转率达到了92%的新纪录。

1958年大跃进中，在党的社会主义建設总路綫的光輝照耀下，工厂党委領導职工羣众进行了破除迷信，解放思想的技术革新和技术革命运动，大大地發揮了羣众的冲天干劲；同时又实行了“两参一改三結合”制度。就这样，在一年的時間里，使窖的产量由29.0吨/时再提高到33.6吨/时，超过了設計能力的60%。

1959年，我們在去年大跃进的基础上繼續跃进，目前，牡丹江水泥厂窖的产量已达到35.4吨/时，超过了設計能力的70%，小屯水泥厂窖的产量已达到34.5吨/时，超过了設計能力的65%。运转率都在90%以上，熟料質量也有所提高，已經达到550号。

第二章 生产流程，原料、燃料的成分 及其性能和生产控制

第一节 生产流程

装設立波尔窖的水泥厂的生产流程与一般干法迴轉窖水泥厂的区别，在于生料是散料入窖，还是成球入窖。前者的生料是經過成球、再經加热机預燒，然后入窖煅燒的。后者是散料直接入窖煅燒的。現將我們立波尔窖水泥厂的生产流程概述于后(图1)：

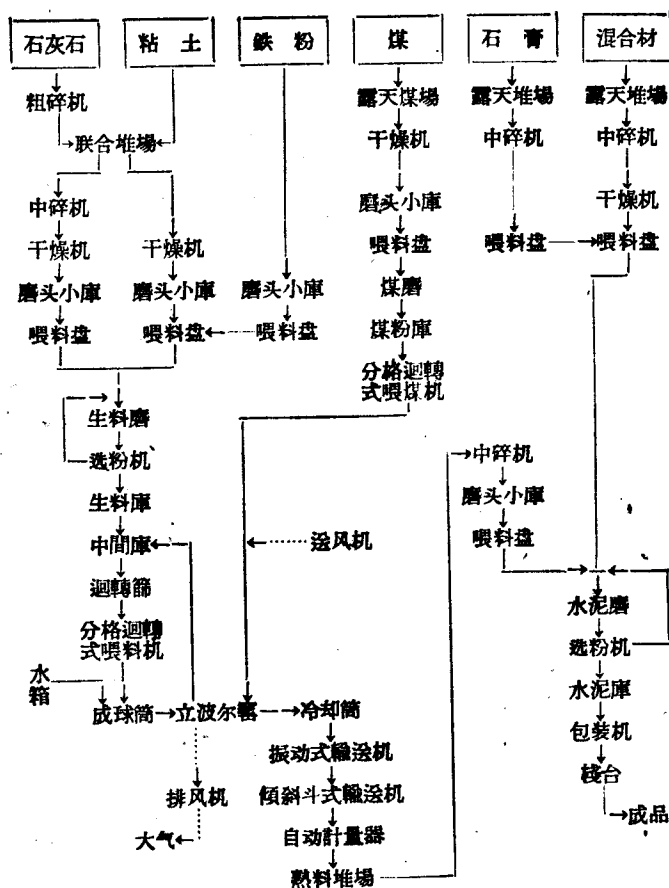


图 1 立波尔窑水泥厂生产流程图

图1所示,生料的制备过程与一般干法迴轉窑水泥厂相同,原料同样先經采掘、运输、破碎、干燥,而后配料入生料磨($\phi 2.6 \times 16$ 米),磨成一定細度的生料粉(4900孔篩余在10%以下),送入生料庫存放。生料庫設有倒仓装置,借以攪拌調勻生料的成分。

攪拌調勻的生料由庫底鏈式抽出机抽出,經輸送設備送到成球筒上部附設篩分裝置的喂料漏斗內。再由漏斗下部的分格迴轉式喂料机均匀地喂入成球筒($\phi 3.2 \times 7$ 米),并在成球筒內加入 $14 \pm 0.5\%$ 的水,制成5~20毫米大小的料球。由成球筒出来的料球落到溜子里,經溜子底部导料板送入加热机(3.27×21.5 米)內。料球便随着加热机篦子的运行而前进,由加热机的干燥室(一般为 $450 \pm 50^\circ\text{C}$)經過預热室(一般为 $650 \pm 50^\circ\text{C}$)而进入分解室(一般为 $1080 \pm 20^\circ\text{C}$)內。与此同时,在排风机的抽吸作用下,由窑內出来的高温气体被迫透过料层,使料球进行干燥,預热和部分分解。然后,料球通过加热机末端的刮料板,經窑尾溜子送入迴轉窑($\phi 4 \times 42$ 米)內煅燒。煅燒好的熟料进入冷却筒($\phi 3 \times 28.65$ 米)冷却到 300°C 左右,由冷却筒里卸出,經震動式輸送机和傾斜斗式輸送机送到自动計量器,經計量后放入熟料堆場。

至于熟料經破碎后,送入水泥磨($\phi 2.4 \times 14$ 米)磨成一定細度的水泥,以及由成品包装到出厂的生产流程与一般水泥厂相同,故不作詳細介紹。

第二节 原料、燃料的成分及其性能

立波尔窑的生产工艺特点是:生料預先成球,再在加热机篦子上干燥,預热和部分分解,然后才进入窑內煅燒。因此,成球質量的好坏和料球在加热机上的預燒程度,直接影响熟料的产量和質量以及原、燃料的消耗量。然而,成球質量的好坏和料球在加热机上的預燒程度,在一定的程度上又取决于原、燃料的成分及其性能。因此,对立波尔窑所用的原、燃料,除了一般的要求

之外，還有其特殊要求。這些特殊要求是很重要的。

一、粘土質原料的選擇

立波爾審所用的粘土，其化學成分和礦物性質除了與一般水泥審的要求相同之外，還要求粘土有良好的成球性能，也就是說要求粘土有良好的可塑性。

用一般土壤分析方法鑑定粘土性能時，粘土可分為亞粘土級和粘土級兩類。一般分法是：塑性指數小於17的屬亞粘土級；大於17的屬粘土級。亞粘土級粘土的顆粒組成，一般是10~50微米的顆粒占多數，有時也含有相當量的50~100微米的微砂或細砂顆粒，甚至還含有不少更大顆粒的中砂或粗砂顆粒，而且其中往往含有結晶型的石英砂。這種結晶型石英砂，除了會使煅燒困難之外，更主要的是因其塑性低而使生料難以粘結成球。粘土級粘土的塑性指數，如果在20以上，其顆粒組成一般是5~10微米的細塵土和5微米以下的粘土粒子占多數，大於50微米的砂粒含量較少（一般情況下僅占10%左右）。顯然，粘土級的粘土，不但從顆粒組成來看對煅燒有利，而且更主要的是在於其可塑性高，有助於原料粘結成球，這對於立波爾審的生產來說是十分有利的。

應該指出，一般塑性良好的粘土，其氧化鋁的含量往往較高。氧化鋁含量過高，會給配料帶來困難；如果要求選用高硅質的輔助原料，那末在原料選擇上就會受到限制。但從我們兩廠現在所用的粘土情況來看，塑性指數在20~25範圍內，即使不選用高硅質的輔助原料也能滿足配料的要求（當然其他地區的粘土不一定如此），因此，立波爾審選用的粘土，應當是塑性指數大於17（最好是在20以上）的粘土級粘土。

此外，粘土是水泥生料中碱質成分（ R_2O ）的主要來源。因此，在選擇粘土質原料時，應該注意粘土中碱含量的高低。一般碱含量高的生料在審內煅燒時容易結塊或粘結到審轆上；同時，在形成熟料礦物過程中甚至會破壞已有的 C_3S 而生成水硬性較低

的 $KC_{2.5}S_{12}$ ，析出游离石灰，致使熟料的质量下降。虽然生料中的碱质成分在煅烧过程中能挥发掉一部分，但因立波尔窑的废气透过加热机上的料层，使得废气中一部分已挥发的碱含量又会留在生料里，这样，碱含量高的生料，对立波尔窑煅烧过程的影响就比一般水泥窑突出。因此，立波尔窑所选用粘土的碱含量应比一般水泥窑要求更为严格，通常要求碱含量在3.0%以下。

二、石灰质原料的选择

一般来讲，立波尔窑所用的石灰石，其化学成分除与一般水泥窑所要求的相同之外，还要求石灰石中的杂质少、纯度高。而且，由于石灰石的纯度会影响到生料的成球性能，因此立波尔窑所用的石灰石的纯度更有其特殊的意义。石灰石的纯度愈高，则粘土的掺用量愈多，成球性能也愈好。石灰石中常见的硅酸岩脉或硅酸盐结核(团块)状的硅夹杂物，以及砂状石英夹杂物会影响到煅烧过程中的反应速度。此外，石灰石岩石中呈粗晶结构状的方解石，在煅烧过程中比较难吸收，这对立波尔窑的生产是不利的。因此，立波尔窑选用的石灰质原料最好是纯度高的石灰石或白堊，对化学成分的要求如下：

$CaCO_3$	>90 ($CaO > 50$)	最好 >95
SiO_2	<4.0	最好 <2.0
R_2O_3	<2.0	
MgO	<3.0	
其它	<1.0	

至于，泥灰岩的石灰质原料，虽然纯度比较低，但因它含有大量的粘土质，不但不因纯度低而影响成球性能，相反能改善生料的成球性能。因此，只要其化学成分能满足配料的要求，那么也可采用它作为石灰质原料。

此外，也应注意石灰石的矿物结构，因为石灰石的矿物结构，同样会影响到生料的成球性能。根据M·B·弗林开尔的研究认为：当石灰石系微晶结构（晶体尺寸 <1 微米）的碳酸钙所组

成，并含有大量胶質和微分散質点的中間物質时，其可塑性和成球性比較高；相反，如系粗晶質（20~100微米）的粗分散質点所組成的变体石灰石，由于粉磨比較困难，并且磨成的細粉所出現的新表面比較光滑，这样在成球时吸附細小的粉末就比較困难。因此，成球性能也就較差。

* * *

当原料的可塑性低时，一方面可从成球設備上去考虑，譬如，选用盘式成球机成球；另一方面，也可在生料中掺塑性外加剂，以改善生料的成球性能。

三、燃料的选择

对立波尔窖所用燃料也有其要求，当使用固体燃料—煤时，最好选用灰分低、揮发分稍高的煤。

若煤的灰分高，由于灰分掺入量的增加，就要相应地提高生料的滴定值或饱和系数，而使煅烧困难；除此之外，在立波尔窖上，由于生料饱和系数的提高，相对地会减少粘土的掺用量，因而会影响生料的成球性能。同时，灰分高的煤由于热值低，对立波尔窖来讲，不象一般水泥窖那样，可采取加大煤风用量的办法来提高煅烧温度。因为在立波尔窖上由于灰分高降低了生料的成球性能，从而使气体透过加热机上料层的阻力相对地增大，这样一来，加大煤风来提高煅烧温度就要受到一定的限制。由此可见，煤的灰分对立波尔窖熟料产、质量的影响远比一般水泥窖要大。因此，一般要求煤的灰分应在15~18%以下，最好是在10~12%以下。但須指出，并不能認為灰分高的煤就不能用在立波尔窖上。生产实践中証明，灰分高的煤还是可以使用的，如牡丹江水泥厂曾經一度使用过灰分大于20%的煤，当然在操作上是会带来些困难的。但这些困难是可以克服的。

在立波尔窖上使用揮发分高的煤，火焰的温度分布比較均匀而稳定，同时，由于空气的預热温度高，因此非但不会降低火焰和煅烧的温度，相反会有利于延長襯料的寿命。因此，一般煤的

揮发分应在35%左右。

若是选用高热值的气体或液体燃料，对立波尔窖的生产是十分有利的，特别是对熟料質量更为有利。

现将我們所用的主要原、燃料的化学成分及物理性能列于表1、表2、表3。

主要原料的化学成分

表1

原 料 成 分	小屯水泥厂		牡丹江水泥厂	
	石灰石	粘 土	石灰石	粘 土
燒 失 量	41.36	5.10	42.55	5.94
氧 化 硅	3.73	64.69	1.60	63.50
氧 化 鋁	1.08	18.65	0.37	17.83
氧 化 鉄	0.72	5.90	0.30	6.23
氧 化 鈣	50.03	1.80	55.28	1.41
氧 化 鎂	2.95	1.91	0.40	2.39
合 計	99.85	97.85	100.50	97.50
硅 酸 率	2.07	2.63	2.39	2.64
鋁 氧 率	1.50	3.16	1.23	2.86

粘 土 的 物 理 性 能

表2

名 称	小屯水泥厂	牡丹江水泥厂
砂粒(>50微米), %	11	6
尘土(5~50微米), %	46.3	39
粘土(<5微米), %	42.4	55
塑性指数	19~22	23~25

名 称	小 屯 水 泥 厂	牡 丹 江 水 泥 厂
水 分, %	<2.0	<1.0
挥 发 分, %	35~40	27~32
固 定 碳, %	38~43	45~48
灰 分, %	12~15	20~23
低热值, 仟卡/公斤	5300~5500	5800~6200

第三节 生 产 控 制

大家知道, 完善的生产控制系统, 不仅能指导操作人员及时而又准确地进行操作, 使生产情况稳定; 而且还可以根据生产中测定的数据, 系统地进行分析研究, 找出生产上所存在的问题, 及时加以克服。因此, 合理的、完善的生产控制系统, 对于提高水泥的产量和质量有着十分重要的意义。

设有立波尔窑的水泥厂的生产控制, 基本上与一般干法迴轉窑水泥厂相同, 所不同的无非是在于生料入窑前的一些工序上。由于立波尔窑对原、燃料有其特殊的要求, 这就使得立波尔窑的生产控制除与一般干法迴轉窑水泥厂一样, 須要严格控制原、燃料的成分、細度和水分, 并保证原、燃料成分的均匀性外, 还应対原料和料球作如下一些控制:

控制粘土的可塑性和顆粒組成;

控制出成球筒的料球水分;

控制出成球筒的料球顆粒組成;

控制料球在干、湿状态下的强度 (破坏負重);

控制干料球的耐磨性能;

控制料球出加热机时的分解程度。

1. 控制粘土的可塑性和顆粒組成:

測定粘土的可塑性和顆粒組成，來判斷粘土的成球性能，以及對煅燒的影響。這個控制項目，應在粘土採掘場上進行，以便宜及時地掌握粘土質量的變化情況。應每隔一小時瞬間取樣一次，每8小時縮合試樣測定一次。測定的方法可借用一般土壤分析方法來進行。控制範圍可以根據工廠粘土條件來確定，塑性指數最低應大於17，顆粒組成中應該是砂粒級含量最少。

2. 控制出成球筒的料球水分：

出成球筒料球的水分大小，對於料球在加熱機上的乾燥以及加熱機的工作情況有着很大的影響，所以應經常地加以測定，以便及時調整加入成球筒的水量。測定時間一般應以半小時測定一次為宜。測定的方法可採用紅外線燈快速測定水分。水分控制指標應根據原料的性質來確定，我們的控制指標是 $14 \pm 0.5\%$ 。

3. 控制出成球筒的料球顆粒組成：

料球的顆粒組成對加熱機上的通風情況有着很大的影響。因此，要求料球有最適宜的顆粒組成，以使氣體透過加熱機上料層的阻力減小，保證通風情況良好。測定時間一般以半小時測定一次為宜。測定顆粒組成可以在孔徑為20，15，10，5毫米的篩上進行篩分。我們控制的料球顆粒組成：5～20毫米的顆粒達85%以上，並要求5～10毫米的顆粒含量占多數。

4. 控制料球在干、濕狀態下的強度：

料球在干、濕狀態下的強度是鑑定生料的成球性能的重要指標之一。濕球強度的大小，會影響料球從成球筒落到加熱機篦子上時因沖擊作用以及經控制板時因擠壓作用所引起的破損情況；干球強度的大小，會影響料球入窯時因擠壓、沖擊作用所引起的破損情況。測定時間應每隔1～2小時測定一次。測定的儀器可選用水泥工業設計院由維卡計改裝的強度儀來測定。進行荷重試驗的料球是以10毫米大小作標準，每測定一次需以10個以上的料球荷重的平均值來代表測定結果。測定干球強度時，料球應先在一定溫度下（一般在 200°C ）乾燥，而後再進行測定。

5. 控制干料球的耐磨性：