

水泥立窑 料封出料技术

杨大华 著

中国建筑工业出版社

81.59

8705249

水泥立窑 料封出料技术

杨大华 著

B82PP/2807

中国建筑工业出版社

本书系统地叙述了水泥机械立窑料封出料器的工作原理、构造与设计、操作与自控要求、安装调试与生产维护等内容；介绍了从实践中创造的漏风量测定方法及料封出料器的布置设计实例；还对曾经使用过的几种立窑出料器进行了比较。

本书可供立窑水泥厂技术工人、技术人员，以及从事水泥立窑和其他采用料封出料器窑炉的设计人员参考。

责任编辑：程佛根

水 泥 立 窑
料 封 出 料 技 术
杨大华 著

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
中国建筑工业出版社印刷厂印刷(北京阜外南礼士路)

开本：787×1092毫米 1/32 印张：4 $\frac{1}{2}$ 字数：101千字

1984年1月第一版 1984年1月第一次印刷

印数：1— 4,800册 定价：0.48元

统一书号：15040·4581

前 言

料封出料器是1972年试验成功的新型立窑出料器，已普遍用于水泥机械立窑及由普通立窑改造的简易机械立窑，得到立窑水泥工业广大工人、技术人员、管理干部的好评。

小管径块料料封出料技术是一种新工艺，利用物料自身形成的阻风料柱锁风，具有设备简单、制造容易、重量轻、投资省、维修方便、熟料出窑顺利及锁风效果好等优点。因此，块料料封技术必将迅速发展，应用于其他窑炉块状物料的密封出料。

本书为适应立窑水泥厂技术工人与技术人员工作需要而撰写，着重叙述料封出料技术的专业知识，对一般科技知识如普通机械零件设计、风机选型等内容均予省略。

本书编写过程中承齐万和、李春苑、许升搏、贺明、谈守仁等同志协助，又承前建材部水泥局小水泥处、哈尔滨建工学院、华南工学院、建材研究院、前华新水泥工业设计所、前山东水泥工业设计所、前唐山水泥机械设计所、新乡市水泥厂、东江水泥厂、龙潭水泥厂、天津市水泥厂、承德市水泥厂等十多个科研、教学、设计、生产单位有关同志审阅初稿，提出不少宝贵意见，谨此致谢。

由于个人水平、精力有限，本书一定有不少缺点错误，希望读者批评指正。

杨大华 1983年4月于天津

目 录

前 言

一、概述	1
二、水泥机械立窑的出料器	6
(一) 三道闸门密闭出料器	6
(二) 格轮出料器	8
(三) 料封出料器	9
三、料封工作原理	12
(一) 立窑内部的流体流量和压力的关系	12
1. 定容式鼓风机的性能	12
2. 机械立窑系统内的流体流量和压力的关系	13
3. 带中心风管机械立窑的流体流量和压力的关系	17
(二) 料封管的锁风原理	19
1. 料封管的漏风量	19
2. 料封管的锁风作用	21
3. 影响阻力系数的因素	22
(三) 料封管的出料原理	24
1. 熟料顺利通过大小口过渡溜子的道理	24
2. 熟料柱通过小直径料封管的条件	28
(四) 料封管内物料运行规律	28
1. 垂直料封管内料柱物料的运行情况	28
2. 振动料封管内物料的运行情况	32
四、料封出料器的构造与设计	36
(一) 垂直料封出料器的构造与设计	36
1. 料封管	36
2. 节流器	44

3.过渡溜子.....	47
(二) 水平料封出料器的构造与设计.....	48
1.振动料封管内物料走行原理和基本参数(运动学参数)的选定.....	48
2.振动料封管的设计.....	56
3.软联接.....	60
4.过渡溜子.....	64
5.机架.....	64
6.传动设计.....	67
7.弹性系统.....	69
五、操作与自动控制	70
(一) 料封出料器的操作.....	70
1.正常操作.....	70
2.不正常操作.....	72
(二) 料封出料器自动控制的特点与要求.....	79
(三) 几种常用的自动控制方式.....	81
1.差压自动控制.....	81
2. γ -射线自动控制.....	86
3.电容式自动控制.....	96
4.机组联动自动控制.....	99
(四) 自动控制中待解决的问题	100
六、防尘与除尘	102
(一) 防尘、除尘的原则与要求	102
(二) 除尘器的选型	103
1.除尘风量的计算	103
2.除尘器的选型	104
(三) 除尘罩与动静联接	105
1.除尘罩的作用与要求	105
2.除尘罩与动静联接的改进	105

(四)漏风量的测定方法	107
1.小屋测定法	108
2.分支测定法	110
七、料封出料器的布置设计	114
(一)布置设计原则	114
(二)布置设计要求	115
1.垂直料封出料器的布置设计要求	115
2.水平料封出料器的布置设计要求	115
(三)布置设计举例	116
1.新建塔式机窑采用垂直料封出料	116
2.原有盘式机窑废弃三道闸门改用垂直料封出料	118
3.半机窑改建为摆辊式机窑采用垂直料封出料(振动输送机节流)	122
4.座地式半机窑改建为简易机窑采用水平料封出料	123
八、安装调整与生产维护	126
(一)垂直料封出料器的安装调整与维护	126
1.安装前的注意事项	126
2.安装	128
3.安装后的检查	128
4.调整	129
5.生产中的维护	131
(二)水平料封出料器的安装调整	132
1.对安装质量总的要求	132
2.对基础的要求	132
3.传动机构的安装与调整	133
4.出料机构的安装与调整	133
5.软联接的安装与调整	136
编后	137
参考文献	138

一、概 述

水泥机械立窑主要由窑上布料器、窑体、窑下卸料篦子及出料器组成(图1),用以烧制水泥熟料。以石灰石、粘土和铁矿粉为主要原料精确配制粉磨而成的生料粉,经成球机成球,按烧成操作要求用布料器均匀分布于窑内,经过烘干、预热、煅烧成为水泥熟料。再经窑下高压送入的冷空气冷却,由卸料篦子破碎后,通过出料器出窑。很明显,出料器的作用一是保证熟料能连续顺利地由窑内卸出,一是保证鼓入窑内的高压空气有效地由下而上通过窑内,满足烧成的需要。

自1912年以来,世界各国水泥机械立窑均采用三道闸门出料,并经历年研究改革,满足了立窑日益增加的高压鼓风和高产快速卸料要求。这方面的研究工作相继取得了许多突

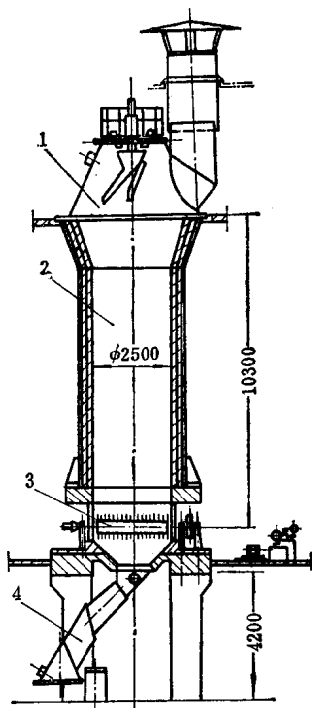


图 1 $\phi 2.5 \times 10$ 米摆
辊式机械立窑

1—窑罩与布料器; 2—窑
体; 3—摆辊式卸料机;
4—三道闸门密闭出料器

破和发展。1964年我国科技人员亦克服了许多困难，设计了具有国际水平的带有截流器的液压三道闸门密闭出料器，并得到了一系列改进。但由于这种出料器重量大，造价高，不能适应我国立窑水泥工业普遍发展的需要，因此又相继出现了钟罩吊锤式出料器和格轮出料器。前者因锁风性能不够理想，未能得到推广应用。后者因磨损太快，维修频繁，也未能长期采用。

水泥机械立窑如得不到有效锁风和顺利出窑，不但浪费立窑鼓风能力，影响立窑的产量、质量，而且亦将造成窑下粉尘弥漫。有鉴于此，我们根据我国立窑水泥发展的需要，破除迷信，解放思想，从1967年起研究利用物料自身形成的阻风性能进行有效锁风和连续出料的新型出料器——料封出料器。

料封——利用物料自身进行锁风，这在水泥及其他行业中早已应用。如广泛用于除尘器出料的闪动阀，就是利用除尘器沉积的粉尘进行锁风的。但这一应用多限于粉料和低压出料器。

在国外水泥工业的早期机械立窑生产中，也曾有采用料封出料的，如图2。这种料封出料器，在受料斗与料封管之间设置了活动调节板，为了辟免棚料，料封管直径大，有效段也不长（1.5米左右），锁风效率低，漏风量大（估计在入窑风量的25%以上）。因此，当时只能勉强用于鼓风压力为300~400毫米水柱的立窑。在立窑生产日益发展，鼓风压力提高以后，这种料封出料装置就被淘汰了。

国内在水泥机械立窑上利用物料锁风的问题，是前水泥工业设计院樊发贤工程师根据前贵州水泥厂生产经验，于1965年提出来的，但当时缺乏具体办法。1967年，随着我国

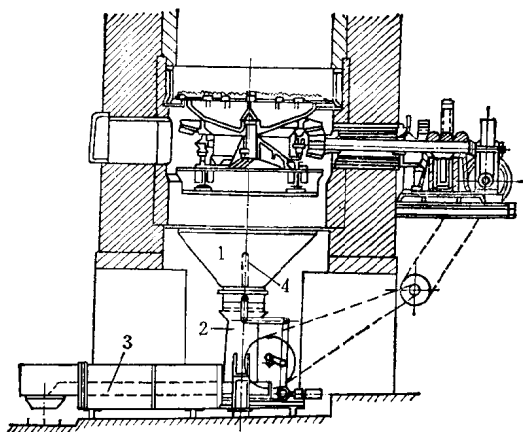


图 2 国外早期的料封出料器

1—受料斗；2—料封管；3—振动节流机；4—活动调节板

“振动输送”的试验与应用，作者结合工业风道特性理论分析推断，提出“料封出料”的可能性，在广泛征求天津、济南水泥厂职工意见后，于1968年春开始试验，几经中断，终于在1972年试验成功垂直料封出料器，并首先用于唐山市7007厂。

1969年，济南钢厂在竖炉烧结铁精矿生产中，采用了如图3的双料封出料器，料封管的断面为400×450毫米。由于烧结竖炉窑身大、烧结温度低、烧结矿粒度小而均匀，鼓风能力又特强，可以采用大断面料封出料器，烧结矿粒度与料封管当量直径之比达1:14，在过渡溜子内完全没有棚料危险，可以不利用“散落”作用，也不一定需要“自动控制”。这与我们水泥机械立窑采用的料封出料器是有本质差别的。水泥机械立窑如采用大断面料封出料器，虽可避免过渡溜子内的棚卡问题，但因漏风多，直接影响立窑产量，损失太大。

如果加大鼓风机能力，将使电耗增加，并增加漏风处理问题，从而加大了成本，而水泥工业又是利润率最低的工业之一，加重成本负担是不能容许的。因此，水泥机械立窑必须采用小断面料封出料器，并依靠“散落”来达到顺利出窑的目的。我们称之为小径块料料封出料器。

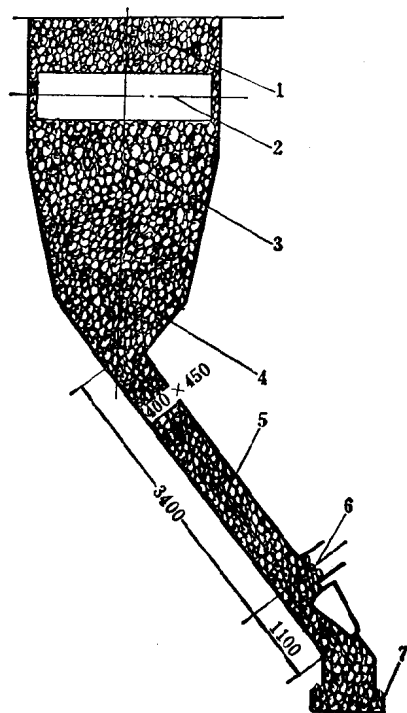


图 3 铁精矿烧结竖炉料封出料器

- 1—竖炉；2—八辊卸料机；3—集料斗(烧结精矿粒度15~35毫米)；
4—过渡溜子；5—料封管；6—除尘管；7—铁板式节流机

随着振动输送机在我国立窑水泥工业的应用和发展，以及普通立窑急待改革的需要，1973年又在唐山市水泥厂试验

成功了水平料封出料器,于1975年在邢台市水泥厂首先应用。1974年、1975年全国小水泥工作会议,总结、肯定了这两种出料器的使用效果,并作为技术革新成果在全国立窑水泥厂中推广采用,使料封出料器在设备结构上和使用经验上,得到了进一步的发展与完善。

料封出料技术是一种新工艺,目前国外已用于水泥回转窑冷却机锁风出料,国内亦在设计研究中。由于它简单易行,广受群众欢迎,发展前途将是广阔的。

二、水泥机械立窑的出料器

水泥机械立窑的出料器有三种：三道闸门、格轮及料封出料器。现将它们的主要性能及优缺点分述如后。

(一)三道闸门密闭出料器

过去国内外一般水泥机械立窑均采用如图4所示的三道闸门作出料器。它是由头道截流阀2和第二、第三道密封

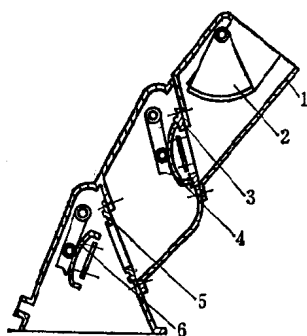


图4 三道闸门示意图

- 1—机壳，2—头道截流阀，
3—第二道门框，4—第二道
密封闸门，5—第三道门框，
6—第三道密封闸门

门4、6所组成。闸门按照二、一、三的顺序启闭，循环不已。每分钟循环2.91次。由鼓风机鼓入窑内的高压风被闸门所阻，不能逸出，而熟料则不断地顺利卸出。此种装置设计周密，闸门与门框之间有精密加工子口，可以保证高压风不被泄出。头道截流阀可以截住熟料流出，防止流料卡住第二、三道闸门，保证第二、三道密闭闸门的关闭，这样在设计上就保证了出料器完成密闭

出料的作用。可是由于闸门子口大多未能做到加工精密而遗留窄小缝隙，窑内高压风携带磨蚀性很强的熟料粉尘从窄缝

逸出，不断磨蚀闸门与门框，在较短时间内就需检修，否则引起恶性循环，迅速达到无法使用的程度。如果闸门、闸门框受热变形，闸门轴磨损，更使闸门无法关紧，闸门子口将失去作用。

一般机械立窑工厂职工对三道闸门的安装维修是非常积极认真的，从配件制作到现场装配，都是专人负责有计划进行的，备件常年贮备。近年来湖南东江、广州人民、辽宁复县等厂还总结出一套可行的检修方法，改善了三道闸门的实用效果。

有关单位对三道闸门也作了许多改进。如天津市水泥厂增加了闸门每分钟启闭次数，以适应熟料产量增加的要求；将闸门与门框改成了 45° 内圆斜面接触，再加一外圆锥环固定在压盖上，以提高密闭效果；增设了如图5的机械自锁装置，以适应高压鼓风要求，防止闸门被吹开。原北京水泥工业设计院为了增加传动效果，将机械传动改成了液压传动。为了保证闸门的关闭不被大块卡住，将头道密闭闸门改成了扇形截流阀。原华东水泥设计院又在这个基础上，增加了一道闸门，变成四道闸门，即头道截流，二、三、四道密闭。

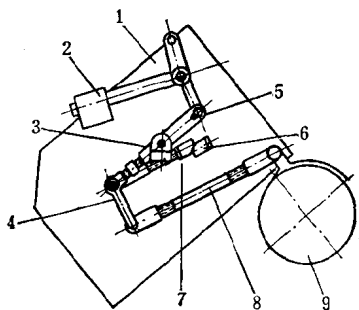


图5 三道闸门机械自锁装置

1—闸门箱体，2—重锤甲，3—重锤乙，4—曲柄，5—连杆，6、7—闸门连动顶块付，8—拉杆，9—滚盘

虽然，经过不少改革，但由于设备重，造价高，维修费事等缺点，使三道闸门仍不能满足我国立窑水泥厂迅速发展的需要。

(二)格 轮 出 料 器

江苏龙潭水泥厂在卸料篦子下面采用了如图 6 的格轮出料器，格轮的直径 $\phi 600$ 毫米，宽600毫米，共分 6 个格，转速 5 转/分，出料能力10~12吨/时，最大出料粒度60~180毫米，密闭锁风压力1500~2000毫米水柱。出料是通过回转格轮来完成的，密闭锁风是依靠转轮格板 2 和两边两块活动密封块 4 以及两端两个密封钢环 7 来实现的。为了防止高压风从两边活动密封块及两端密封钢环背面漏出来，在此处填满了防漏油脂。为了防止由于格轮与密封块及密封钢环间的磨损造成严重的漏风，在密封块及密封钢环背面又采用了补偿弹簧 3。为了防止大块物料卡住格轮，卸料器上面还设有专用的挡料溜子 6，溜子中装有挡料板 5。这种密闭锁风出料器，虽然在理论上存在卸大块能力不足和磨损问题，但它

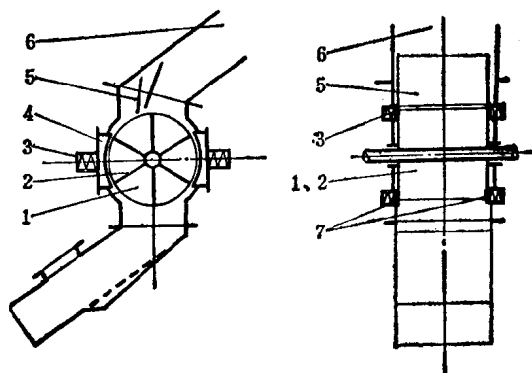


图 6 格轮出料器示意图

1—回转格轮，2—转轮格板，3—补偿弹簧，4—活动密封块，5—挡料板，6—挡料溜子，7—密封钢环

在结构上比三道闸门大为简化，占用高度也较少，设备小，加工较易，维修条件也较好。对老厂改建尤为有利，故当时推广较快，颇受群众欢迎。然因配件消耗太快，修理频繁，挡料溜子往往仍被卡住，未能继续推广。

(三) 料 封 出 料 器

料封出料器与上面这些密闭出料设备完全不同，放弃了机械闸门密闭锁风的理论，利用小径料封管内散碎物料自成孔隙的多样性、变幻性、自然形成的迷宫作用以达到锁风的目的。又利用散碎物料的流动性和适于振动输送的特点，达到有节制的连续出窑的目的。图7是一种垂直料封出料器（以下简称垂直料封），内径 D 毫米，长 L 毫米，倾角 α ，熟料最大粒度 d 毫米，出料能力每小时30吨以上，密闭锁风风压3500毫米水柱以上。

垂直料封以料封管3为主体，上以大小口过渡溜子2与机械立窑的受料斗1联接，下用350瓦电振机4作为节流器，节制熟料流量。电磁振动节流器由差压自

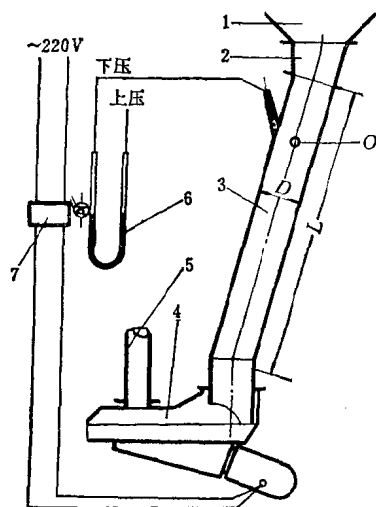


图7 垂直料封出料器示意图

- 1—受料斗； 2—大小口过渡溜子；
 - 3—料封管； 4—电磁振动节流器；
 - 5—除尘管； 6—U型差压计； 7—光
- 电可控硅整流开关

动控制器 6、7 控制。立窑熟料被卸料篦子破碎后，经受料斗、过渡溜子、落入料封管中，为节流器所阻，逐渐堆集成为锁风料柱。当料面上升达到或超过控制点 O 以上时，差压带色水柱上升，遮断光源，光电二级管断电，电振机开动，料封管开始出料。电振机的输送量远大于立窑的实际卸料量，尽管由于卸料篦子的作用，继续向料封管不断补充新的熟料，但料柱料面仍然迅速下降。待料面下降到控制点 O 以下时，差压消失，带色水柱下降，光源光线射向光电二级管，二级管导通，电振机停止运行，料封管乃停止出料。此时由于立窑卸料篦子仍然在继续运行，散碎熟料不断向料封管内补充，料面重新回升，如此周而复始，熟料继续卸出。由鼓风机鼓入室内的高压风，在立窑的下部形成一个高压区。由于料封管断面小，高压风的料封管内料柱所阻，被迫向上入窑，完成冷却熟料的任务。

由于料封管料柱的存在，差压自动控制的作用，振动节流器不断开停，及时卸出熟料，并保持料封管内具有一定料位，维持一个有相当长度而横断面较小的料柱，就可达到顺利出料和有效锁风的目的。

如图 22，水平料封由过渡溜子 1、软联接 2、振动料封管 3、机架 4、弹性系统 5 和传动部分 6 组成。与垂直料封的主要区别是以振动的水平料封管代替垂直的料封管和节流器，从而节省了设备布置的高度，更适合于普通立窑的技术改造。

当前水泥机械立窑料封技术的发展趋势是：采用反应快、可靠性强、连续调幅的自动控制系统，应用小而效率高的垂直料封管；水平料封配用短而粗的可靠性强的软联接，同时采用小而扁具有适当长度的振动料封管。