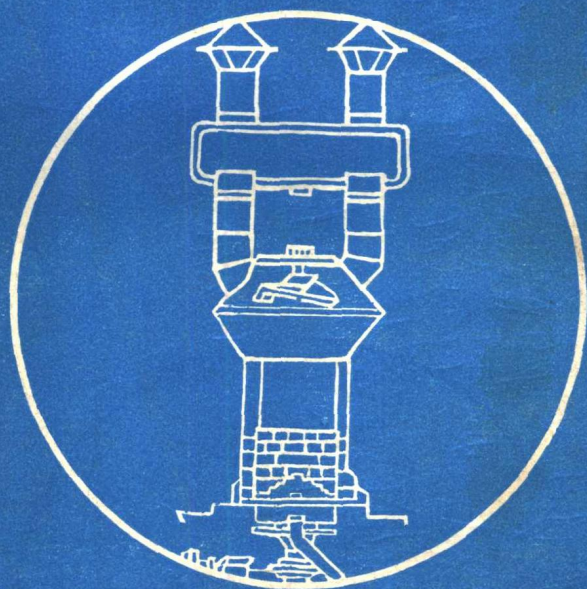


小水泥技术文集

第二集



四川省小水泥技术情报网

87·11·10

小水泥技术文集

第二集

秦至刚



四川省小水泥技术情报网

• 1987 •

出版说明

党的十一届三中全会后，我国地方小水泥工业得到了很大的发展。但普遍反映可供参考的技术资料不足，为此，我网愿为补充这“不足”贡献一份力量。并以小水泥技术丛书形式陆续编辑出版。

为了向同行们提供必要的、多方面的技术信息，除部份专著可以定名外，大多在一集中包含多方面的内容，因此将丛书书名定为《小水泥技术文集》。愿在为您的工作顺利发展中起到一定的帮助作用。

本套丛书因内容、册数不限，恕不能列出每册之要目，著者也不能一起编入此处。在此，对支持我们工作的所有著者一并致谢！

限于水平，在编辑出版中，错误和不当之处在所难免，希大家在应用和生产实践中加以验证，并提出宝贵意见，让今后的《文集》编得更实用些。

小水泥技术文集

第二集

四川省小水泥技术情报网

编辑出版

四川省自贡新华印刷厂

印刷

1987年9月

内部发行

地址：四川省自贡市大安区凉水井

序

节能，乃当今的一项重要国策。综合利用低热值燃料资源如煤矸石、石煤等，是节能的有效措施，目前尚未达到应有的水平，各项应用技术还需推广。立窑的优质高产仍是各地小水泥厂的中心课题。伴随地方水泥迅猛发展带来了混合材的短缺，有必要开发研究。保护环境、开发新品种水泥，更是小型水泥厂获得生存、发展与更高经济效益的途径。立窑水泥厂的现代化问题、它的发展战略等，急待进一步深入探讨。

为发展我国地方水泥事业，通过研究煤矸石、石煤制水泥的特殊性对上述普遍性问题作了初步探索。

应编者盛情相邀，献上几篇，以作引玉之砖。愿这本小集子能成为刚从事小水泥工作的读者获得成功的一个阶石。

愿适合中国特点的小水泥为现代化建设作出更大的贡献。

作者

一九八七年六月于北京

目 录

| | |
|----------------------------|---------|
| 从川浙两省谈立窑水泥的战略问题 | (1) |
| 立窑水泥厂的现代化问题 | (10) |
| 煤矸石作为水泥原燃料的化学原理及发展前景 | (22) |
| 煤矸石、石煤制水泥的配料 | (34) |
| 石煤的预均化和预均化仓 | (42) |
| 立窑也能烧高KH熟料 | (62) |
| 实现立窑优质高产之浅见 | (69) |
| 煤矸石制建材及环境保护 | (81) |
| 煤矸石代粘土在干法回转窑上煅烧水泥熟料 | (92) |
| 对北流水泥厂生产高标号水泥的浅析 | (101) |
| 水泥混合材料的开发研究 | (109) |
| 立窑水泥厂生产特种水泥 | (120) |

从川、浙两省谈地方立窑水泥企业的战略问题

一、为什么要从战略上研究立窑水泥企业

战略问题是研究有关全局规律的问题，它需要照顾各方面情况，各阶段性质和其它事情的关系。地方立窑水泥企业的发生、发展能谈得上战略问题吗？能，而且只有从战略高度去认识、分析，才能找到正确的解决办法。我试从三个方面谈点看法和建议。

1. 加速农村建设需要增产水泥

为了加速建成社会主义的现代化强国，减轻城市恶性膨胀、人口过度集中的压力，减少城乡、工农差别，稳定农村技术队伍，要尽快让农村富裕起来。占全国人口80%的农民富起来了，民富国强，中国的事情就好办得多。加速农村建设正是达到上述目标的战略措施。

中国有句老话：“安居乐业”。要加速农村建设，安居是必不可少的。无论古今中外，这一点也是公认的。我国对于改变农村居住建设的环境和条件，视为居住环境建设的重要组成部分，正研究农村居民规划中的合理规模与布局，农村建设与建筑材料、能源、建筑艺术传统与革新问题。近年来已有很大的成就。国际上，国际建筑师联合会第十四届世界会议建筑师华沙宣言中呼吁：要改进人的生活质量，满足食物、住房、清洁用水，就

业、卫生保健、教育、训练和安全等基本要求。指出设计人员的责任是在每一种制度下利用可能的手段，以最有效的方法改善人为环境。去年在我国举行的阿卡·汗建筑奖第六次国际学术讨论会，主题是变化中的农村居住建设。实质是研究农村现代化应有怎样的居住建设。会上对于我国重视农村居住建设的功能要求，综合考虑地区环境、用水排水、道路、公共设施和重视传统文化，因地制宜，就地取材、充分发挥当地建材资源特点和优势，多种途径解决农村建筑材料的经验评价很高。阿卡·汗殿下说：“只有像中国这样一个有着悠久历史的国家才能唤起人们对未来进行探索”。反映了国外杰出领导人和有识之士对我国农村现代化充满希望。

而所有这些美好前景的实现，都需要大量水泥。水泥销路如何，它对促进我国建设有多大作用，这正是搞水泥的人所关心的问题。

2. 发挥当地特长需要地方水泥

川浙特点是人多地少、山多煤少，有水力资源可供开发，但除成都平原和杭嘉湖地区外交通还不方便。为了发展生产和解决民用燃料，除了应用北煤，要靠开发当地能源：搞水电和沼气，开采石煤等劣质煤。改善交通条件要修桥、铺路、建站、成港；地少建楼，以至大搞地下建筑，地下水道、围垦海涂等事业，无一不需水泥先有。再如安排就业青年生产、生活，农田水利、养猪养蚕、晒场、氨水池以至温室种菜、养鱼等工厂化农业，据浙江省建材局1974年统计即需300多万吨。近年由于生活改善，大搞民房和出省满足上海等城市需要，约需400多万吨。达到这个数字，只有世界许多国家按人口平均国民生产产值为一千美元时每人每年水泥消耗量是0.24~0.43吨的一半，但是现有产量还不到此数，质量也亟需提高，四川情况基本相似，只是四川年入平

均产量更低一些。

浙西北许多地方有石灰石资源，足够现有工厂生产和扩建之用。浙东缺乏石灰石，但依仗当地水电便宜，又产沸石可作混合材，可以争取运熟料到当地磨水泥，回运沸石至浙西。由于运熟料装运要求比运水泥低，可以节省纸袋、机械装卸；又比运石灰石节省40%运量、比运好煤节省70%运量，加上还能处理石煤渣等当地工业废渣，减少大量运输能耗，采用运熟料的办法可能成为改善水泥工业布局、减少运输能耗，合理利用资源能源提高社会节能效果的有效措施。

3. 发展水泥工业需要立窑水泥

我国国家大，过去对农村市场的水泥需要量估计不足，国家投资建回转窑水泥厂既不够及时，又因交通条件差、有了水泥，运到农村的运费也令人难以负担。农民加速建设社会主义新农村又急需水泥，怎么办？廿多年经验证明，地方搞水泥最快是建立窑厂。它投资少、能耗低，见效快，而对矿山、燃料的要求却比较低。据水泥局1980年调查六大区平均规模都是五万吨的41台回转窑吨熟料投资为29.26元（从煤粉系统到熟料出冷却机），40台机立窑则为9.88元（从配煤系统到熟料出料封管）。目前国家穷，技术力量薄弱，如果大量采用新型回转窑，不仅无力投资，难以在短期内培训出大批技术工人、技术干部和管理人员，而且建成后的运输问题也不易解决。国外发展大型回转窑、淘汰立窑，是因立窑单机产量低、劳动生产率低，工人工资所占比例高，并非质量不行之故。我国目前需要解决大批劳动力就业问题，充分利用当地资源生产当地建设需要的水泥，立窑厂完全能满足要求。国家大而穷的现状，不甘落后、决心振兴的需要，决定了必须采用适合国情、能有效发挥各方面积极性的措施。这就是地方立窑水泥厂蓬勃兴起而又至今不衰的根本原因，也可以说是自

然选择的结果。从目前看，已占全国水泥总产量70%的立窑水泥确应提高质量、降低成本，以求充分发挥已经投资的投资效果。从长远看，立窑厂不仅能在质量、能耗、成本上赶上小回转窑厂，而且能与中型回转窑厂竞争。这种竞争并非二种窑型的生存竞争，而是何种窑型能在节能、保护环境和合理利用当地资源、能源（如低热值煤）方面更为有利的问题。这已不是科研人员的研究展望，而是许多优质高产立窑厂生产实践所展示的必然趋势。1979年水泥局比较大中型回转窑厂和机立窑厂生产500号水泥的综合能耗：回转窑厂由于熟料标号高，熟料用量为57%，采用大型球磨机，综合电耗为87.9度，标准煤耗207.14公斤/吨·熟料。综合能耗164.41公斤标准煤/吨水泥。机立窑厂熟料用量为65%，综合电耗90.37度，标准煤耗156.9公斤/吨·熟料，综合能耗147.44公斤标准煤/吨水泥。机立窑煤耗有可能在三五年内普遍下降为150公斤/吨·熟料，以至140公斤/吨熟料，又加上能用劣质煤，其综合能耗之低和综合利用低热值能源之优点，实为回转窑所不及。

必须说明：我绝无轻视回转窑厂之意，而且认为没有必要花精力去争论上回转窑或立窑。应该根据当地需要，原燃料特点，交通条件等研究上何种窑型最为经济合理。形成大中小分布各地、各得其所、发挥各自特长、和谐配合的局面。但是应该指出：地方建立立窑厂实际上为发展大中型厂创造了极为有利的条件。上大厂要大矿山：哪里有？地方为了搞水泥，成千上万农民用简单的工具器材剥离、开槽……，找到了许多有用的石灰石矿，这是专业地质队伍难以完成的大工程。如此壮观之大搞水泥工业的伟大场景，实为世界水泥工业史上所少有。我们的后代可能不会忘记祖辈在廿世纪艰苦创业时期所作的巨大贡献。以浙江常山为例，灰山石灰石初探储量为了一亿吨，进山绵延数十里都是石灰石。如果筹建江山水泥厂时知道有这堆石灰石，现在也许是

常山水泥厂了。但将来常山如能成为浙西熟料生产基地，也该记上当年年产只有六千吨的常山建材厂的历史作用。当然不能忽视有些地区的问题：不按开矿规律办事造成难以挽回的重大损失、破坏矿山，今后难以再用、扩大。因此要尽可能争得专业地质人员的技术指导，发挥老队员的作用，普及找矿、开采的基本知识，为今后上大厂找到和保存有实用价值的矿山资源，为子孙后代造福。此外，建大厂如有当地小厂为依靠，事先探明气候、地理、人情等情况，可以加快建厂速度。

二、立窑水泥企业如何发挥它的战略作用

任何事物都有其发生、发展、消亡的变化过程，不是一成不变的。在供需矛盾极其尖锐的形势下迅速发展起来的立窑水泥，由于当时历史条件的限制，许多厂还存在着工艺装备不配套、粉尘污染严重、因陋就简凑合生产的严重问题，大多数人工卸料的普通和半机械化立窑受人为主因素的影响，产质量都不易达到应有的水平。这些厂都需要一个完善工艺装备、大搞消烟除尘（收尘本身就是收下已经投入原燃料、电力、人工所得半成品和成品，增产节能、降低成本）的改造、提高过程，才能充分发挥其应有作用。但是这都要涉及资金来源、设备制造等许多具体问题。由于条件不同，也需研究采取不同的改造方针。如对于原料充足、交通方便（有铁路或水运）的地区，技术水平又较高之处，将现有窑改造成机立窑提高产质量，以至考虑运出熟料，是可能和对全省有利的。条件一般的地方则应以高质量、低成本争取成为当地工业的有机组成部分，就地利用废渣、减少运输能耗。缺少石灰石、燃料的地区，则宜考虑运熟料来磨水泥的办法。这样，生料、水泥磨都磨水泥，产量还比现在增加。规模太小、条件不够、经济效果太差的厂，只能任其淘汰。所有这些办法，都需经

过努力才能实施，有的可能要到调整后期才能考虑。但是人无远虑，必有近忧，这些问题总有一个开始重视的好时机。如今正值其时，岂能坐失良机？！当然，千里之行始于足下。这里要研究的是目前稍加主观努力就能奏效的几个措施。

1. 提高质量

立窑能够生产高质量水泥熟料，已经为许多优质高产厂的实践所证明。广西北流县水泥厂成功地用劣质煤稳定生产625号熟料（1981年熟料年平均标号为704公斤/里米²），说明立窑生产已经达到一个新的水平。综观其经验，有：重视原料均化，配准生料成分（包括加煤数量）、保证生料均匀，努力成好料球、适当用风布料、提高操作水平、稳定底火位置，加强质量管理、搞好生产控制等几个要点。而做到这些，用的都是适合国情，讲究实效的办法，技术比较成熟，无需特殊设备。

水泥质量好坏关系到国计民生，特别是八亿农民的切身利益。水泥质量（指安定性）不好造成事故的惨痛教训，已为越来越多的人所了解。为了国家的长治久安，党和政府已做了很多促进安定团结的工作。但是对于水泥中不与其他氧化物化合的游离氧化钙在长期水化后产生膨胀导致水泥石破坏损害国家建设、危及人生安全的不安定因素，至今多为主管部门、老工人和技术人员操心，没有得到社会支持。造成事故应该绳之以法，虽有广西贺县水泥厂先例，但还未引起足够的重视：不安定水泥仍有出厂、计产取酬！这是对水泥质量不好是社会问题认识不一。试分析安定性不良的水泥为何仍能出厂：1.技术问题没有重视、有的厂至今没有化验设备；2.为用户服务要质量第一、经久耐用、讲究社会效益的经营思想还不是所有厂都具备；3.个别领导不顾实际生产能力片面追求产量；4.少数使用单位领导和采购人员片面为完成任务，只要是“水泥”，不论好坏都要的错误做法，助长了工厂只

顾产量、不顾质量的陋习；5.利用水泥紧张牟取暴利者确有人在。现象的实质是供需矛盾突出、少数人工作不讲实效在水泥产销问题上的反映。矛盾的根源涉及社会，因此不能单靠技术来解决。如果大家清楚水泥废品会对工程造成损失，不讲质量、不讲实效的“快”会贻误国家、危及百姓的严重后果而拒绝使用废品，生产厂就不能不去钻研技术。这也是我望借省刊之一角大声疾呼的出发点。

2. 降低成本

降低成本要做很多工作，这里不谈成本分析、不谈加强设备管理降低车间经费、不谈减少非生产性支出……，只谈解决当前许多立窑厂最严重的通病：煤耗太高。煤多灰分多，影响成分、降低强度，煤多燃烧时间长、冷却慢，已经形成的高强度组分硅酸三钙分解成游离氧化钙和硅酸二钙，硅酸二钙慢冷时粉化成强度很低的矿物。游离钙高和粉化的表面现象往往使人误解为煤少未烧好，因而再加煤。这种主观和客观的不符合就是煤耗高而质量差的根本原因。川浙湘本来缺煤、煤价高，因此降低煤耗就是降低成本。降低煤耗要弄清煤质、在配料中计算热值和灰分。对于采用半黑生料的厂，则应尽量用细粒煤。烧成中努力成好料球、保证布风均匀，采用浅暗火操作和加强高温带窑体保温等措施。对于年产8.8万吨以下的厂，如能将标准煤耗降至150公斤/吨·熟料，宁可出1~2%生烧料，也决不要过烧大块，不仅能降低成本、还可以提高质量。

3. 增加品种

水泥只要安定性好，标号低也大有用处。目前城市建设中用325号以上水泥配制砌筑砂浆约占水泥总量的25~40%，很不合理、也不经济。根据当地需要和可能，利用沸腾炉煤矸石渣、石

煤渣等工业渣增产砌筑水泥，既可节约高标号水泥，又可综合利用当地资源。如果做到就地散装销售，在成本上将具有更大的竞争能力。

4. 重视培训

立窑水泥企业技术力量薄弱，亟需通过各种途径加强技术教育。内容很多，厂长、工艺员、化验室主任，操作人员，设备、财务管理人员等都需培训。对于小厂，当前最迫切的是培训管生产的厂长、化验室主任和工艺员。通过半个月左右的短期技术训练，回去动员和教育职工采用适合本厂情况、简单易行的办法，尽快突破质量关、做到出磨水泥安定性合格。继而抓紧进行各种内容的培训，提高全厂干部、职工、技术人员的技术水平和管理水平。

5. 加强管理

为了保证技术措施付诸实行，充分调动各方面的积极因素，必须加强管理。要严格按照小水泥企业质量管理规程的要求，环绕得到高质量产品的核心，扣紧从原料到成品每个环节有效地进行生产。要有岗位操作法，责任制和严明的奖惩制度。一厂之长身负重任，除全面组织落实生产、行政各项重大问题的决议外，最重要的是经常深入车间察看工作、产品质量等情况，尽可能将问题解决在现场，实现有效的管理。

6. 大搞研究

我国水泥科研设计的成果在世界上是数得上的丰产之国，但多年来推广试制工作没有及时跟上，没有充分发挥应有的经济效益。小厂规模小，变动灵活，搞新工艺，新品种推广比较容易。应用已有成果并结合实际生产和使用将水平提高一步，不仅可以

获得较大的经济效益，也将对科研设计工作起到有力的推动作用。许多有远见的厂加强与各级科研设计单位的联系和厂际协作，充分利用情报资料，已经收到很好的效果。为了更好的发挥地方立窑水泥企业的战略作用，希望有更多工厂这样做。

为了伟大的社会主义祖国尽快的强盛起来，振兴水泥工业，运用毛泽东思想从战略上研究立窑水泥生产不仅是领导、管理机构 and 有关部门负责同志需要重视、关心的问题，也是从事生产、科研和设计工作者的责任。因为懂得了全局性的需要，就能更自觉的把局部工作搞好。解决认识问题使工作更有成效，也是我们的老传统。搞技术工作的人，还应研究立窑水泥生产的战术问题。对此，我拟用“立窑水泥生产现代化的研究”为题议论立窑生产如何达到高质量、低能耗、走向现代化的适用技术。希望引起立窑水泥界有心人的关注和评论。

（原载《四川小水泥》1.1983.）

立窑水泥生产现代化的研究

立窑水泥生产的现代化应有什么要求、怎么搞法？立窑水泥的质量如何提高、热耗如何降低？这些问题涉及生产的各个方面和整个过程，是立窑水泥界人士共同关心的问题。根据近十年来我国立窑水泥的研究、生产发展经验，结合近年来与国外立窑水泥专家如西德克拉特、瑞士卡雅兹和朗等接触中了解的情况，环绕立窑水泥生产现代化的要求和提高质量、降低热耗两个重点作简要的综合述评，供研究立窑水泥生产现代化之参考。

一、立窑水泥生产的发展及其特点分析

1. 立窑的发展概况和存在价值

卡雅兹说：“立窑是水泥工业发展的一个阶段。第二次世界大战后，欧洲因为缺乏资金和节煤的需要，建了许多立窑。为了竞争，质量可以赶上回转窑水泥。1965年后，日产2000、4000吨高产回转窑问世，立窑单机产量低、工人工资所占比例高（一般20%、西德可达40%）、不易自动化、因而逐渐淘汰。但对于中国，投资少、热耗低是显著的优点”。

克拉特认为：“在远离大型工业中心、市场消耗量小、水泥因运费贵而供应困难之处，如果原燃料合适，就该建小水泥厂为正在发展的当地市场服务。根据经验，水泥厂合理的最小规模为年产6万吨，9~12万吨经济上比较合理。超过20万吨要用三台以上立窑，总投资就可能与回转窑厂相同。小水泥厂选用立窑有投资

少、占地小、建筑和基础紧凑、施工简单、物料输送距离短、运行和维修成本低、可靠程度和灵活性高、无大型铸件等优点。加上可用价格低和任意品种的煤，使立窑水泥厂在能源紧张的世界上成为最新企业之一了”。(1)

我国的立窑是在五十年代后期由于回转窑水泥无力满足广大农民建设社会主义新农村的需要这一历史时期中蓬勃发展起来的，并且起了重要的作用。二十多年经验证明：“规模在年产4.4万吨以上的立窑厂（采用 $\phi 2.5 \times 10$ 米半机立窑或 $\phi 2 \times 8$ 米机立窑）经济效果才比较好。规模过小经济效果太差。2000年时平均规模应争取达到10万吨以上。普通立窑要逐步改造成机立窑”。(2)质量不稳定的缺点可通过改进工艺、设备和操作技术加以克服。不少优质高产厂稳定生产525号以上的熟料，特别是广西北流县水泥厂用劣质煤稳定生产625号以上熟料的现状，说明立窑水泥的质量不仅可以稳定，而且水平不低。问题是如何普及。再有，立窑能用发热量仅2000~4000千卡/公斤·煤的劣质煤作燃料，在综合利用低热值能源方面是回转窑上办不到的。在带分解炉的回转窑系统中，分解炉内可用劣质煤，烧成带部分就不行。在立窑内由于风是通过全部物料表面逆流热交换，可利用较多的余热，这又是回转窑上现有各种类型的冷却机所不及。人类为了有效的保护自己的生存环境，保护能源资源，在新能源的开发还没有突破性的进展时，应用已有研究成果综合利用低热值能源是很现实的。因此，立窑在中国并不是水泥工业发展中的一个阶段，而是一种具有独特功能的窑型应该向更高级的方向发展。1980年联合国工发组织在北京召开的水泥技术区域间学术讨论会上“煤矸石、石煤作水泥原燃料的研究、应用和展望”一文中提出：“从节能和合理利用资源的观点来看，值得重新评价立窑的使用价值。”就是这个意思。近二年来研究以低热耗生产高质量产品方面的进展，使我们更有信心把立窑技术的水平提高一步，实现现代化。

2. 原料预均化

朗介绍欧洲60年代立窑水泥的工艺流程是：原料经破碎、配料、粉磨、混合成均匀的生料，成球入窑煅烧。80年代除了更强调生料均匀和成球质量，特点是增加了原料预均化。这是配准生料、得到高质量熟料的前提之一。根据矿山情况采用可能和现实的办法有：投资低而有效的半人工均化床，在破碎后取出堆成约几星期容量的料堆，然后切取，送去烘干；或用移动皮带堆成扇形料堆，铲车切取使用；还可采用均化库，（圆库Si10，我们也叫仓）。例如用9个库，先装满1号库，再顺序装满2，2……9。它的均化系数 $\eta = \sqrt{n}$ ，n为库数。9库时的 $\eta = 3$ 。如石灰石 CaCO_3 ，波动为 $75 \pm 3\%$ ，均化后的波动为 $75 \pm 1\%$ 。

克拉特认为：“如果原料成分不均匀，小水泥厂也要用预均化。没有一个厂的任何车间可以因为成本高而减掉，特别是预均化工段。如果这个重要车间的成本确实太高，那么建厂就不合适，可以从别处运入水泥”。

确实，原料成分均匀是配准生料成分达到稳定生产的前提。1978年来根据国内外大型预均化堆场、各地简易人工均化的特点和小厂实际情况。研究采用原有堆场或新建均化仓和提升机、皮带输送机、喂料盘等老而稳定好用的设备，组成不同类型、规模的均化装置。浙江常山建材厂建成的简易堆场式均化装置，原为观察物料运动规律作仓式均化进料方案设计依据之用，均化后的石煤成分波动按灰分数值计算，在灰分平均值 $\pm 2\%$ 以内的占总量90~95%。运行二年多，对稳定生料成分和窑内热工制度、提高产质量起了很好的作用。南方雨多，堆场又有一定的储存作用，可以减少烘干能耗。成了必不可少的工艺设备。多仓式预均化装置已在湖南常德县水泥厂、浙江常山建材厂建成。常德初试表明采用平铺同时进入多仓的进料方式一次均化或单仓进料多仓同时出料