

烧结砖生产装备与技术实用丛书

新型烧结砖隧道窑 建设指南

主 编 毕由增 王宏伟 徐厚林



中国建材工业出版社

烧结砖生产装备与技术实用丛书

新型烧结砖隧道窑建设指南

主编 毕由增 王宏伟 徐厚林

中国建材工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

新型烧结砖隧道窑建设指南/毕由增, 王宏伟, 徐厚林主编. —北京: 中国建材工业出版社, 2015.9
(烧结砖生产装备与技术实用丛书)

ISBN 978-7-5160-1240-6

I. ①新… II. ①毕… ②王… ③徐… III. ①砖-生产-隧道窑-设计-指南②砖-生产-隧道窑-工程施工-指南 IV. ①TU522.064-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 135208 号

新型烧结砖隧道窑建设指南

毕由增 王宏伟 徐厚林 主编

出版发行: 中国建材工业出版社

地 址: 北京市海淀区三里河路 1 号

邮 编: 100044

经 销: 全国各地新华书店

印 刷: 北京雁林吉兆印刷有限公司

开 本: 880mm×1230mm 1/32

印 张: 9.375 插页 1

字 数: 260 千字

版 次: 2015 年 9 月第 1 版

印 次: 2015 年 9 月第 1 次

定 价: 54.80 元

本社网址: www.jcbs.com.cn 微信公众号: zgjcgychs

广告经营许可证号: 京海工商广字第 8293 号

本书如出现印装质量问题, 由我社网络直销部负责调换。联系电话: (010) 88386906

本书编委会

主 任：许彦明

委 员：徐厚林 黄冈市华窑中扬窑业有限公司
宋益柱 珲春市东方窑炉有限公司
易燎原 重庆天瑞窑炉研发有限公司
张绍奇 武汉潇瑞窑炉机械设备有限公司
刘竞宇 四川省地财窑炉科技有限公司
肖奉国 新泰市泰兴机械有限责任公司

本书推荐隧道窑建设咨询专家：

毕由增 王宏伟 徐厚林 赵镇魁
梁嘉琪 湛轩业 洪礼良 范小林
姚国金 曹世璞

前 言

近年来，随着国家墙改政策的不断贯彻落实，砖瓦行业进入了前所未有的高速发展期，以隧道窑为代表的新型热工设备得到了长足的发展。但我国隧道窑研究起步晚，技术落后，生产厂家重产量轻质量，产品档次低、售价低，致使隧道窑发展失衡。一些投资大、装备先进的隧道窑生产线反而长期亏损，而一些投资少、产品质量差、装备简陋的隧道窑生产线却得以大量推广，这不能不引起我们的反思。

本书针对隧道窑建设前期工作、隧道窑的选型、结构及有关工序做了详细的介绍，尤其对生产线工艺平面布置进行了探讨，对隧道窑的建设具有很好的指导意义。投资者阅读此书，可以少走弯路，减小投资风险；本书同时对隧道窑的设计提出了一些先进理念，供设计人员参阅。

本书还辑录了非常珍贵的施工资料——大断面隧道窑耐火吊顶板的配方及施工工艺，窑炉公司或使用耐火吊顶板的厂家可以参照此配方施工或维修窑顶。

本书结合了砖瓦行业老专家毕由增先生的很多实践经验和建窑观点，对指导筹建隧道窑生产线是不可多得的珍贵资料。

本书可作为窑炉公司、设计单位、施工单位、维修单位有关人员的工具书；也可作为烧结砖厂投资方、生产企业的参考书。

主编

2015.7

目 录

第一章 隧道窑概述	1
第一节 隧道窑的历史	1
第二节 隧道窑与轮窑的区别	2
第三节 隧道窑的分类	4
第四节 发展新型隧道窑的意义	9
第二章 隧道窑建设前期工作	14
第一节 前期调研和可行性研究报告	14
第二节 隧道窑建设选址	18
第三节 隧道窑的选型	21
第四节 隧道窑厂房	29
第三章 隧道窑的结构及附属设备	33
第一节 隧道窑基础	33
第二节 隧道窑窑墙	36
第三节 隧道窑窑顶	42
第四节 隧道窑砂封	48
第五节 隧道窑附属设备	50
第六节 隧道窑窑车	63
第四章 隧道窑常用耐火材料	68
第一节 耐火砖、保温砖和不定形耐火材料	68
第二节 隧道窑窑顶用耐火吊顶板	78
第三节 隧道窑常用保温材料	86
第五章 隧道窑生产线工艺平面布置	92
第一节 隧道窑生产线工艺平面布置的重要性	92
第二节 传统大断面隧道窑生产线工艺平面 布置图解析	94
第三节 典型小断面隧道窑生产线平面布置	

图解析	97
第六章 隧道窑关联工序—原料	103
第一节 制砖原料概述	103
第二节 制砖工艺对原料的要求	106
第三节 原料破碎设备的选型	118
第四节 泥料的陈化	121
第七章 隧道窑关联工序—成型	126
第一节 成型工序概述	126
第二节 成型设备的选型	129
第八章 隧道窑的施工管理	132
第一节 隧道窑施工前准备工作及施工程序	132
第二节 隧道窑各部位施工要点	134
第三节 隧道窑施工验收	141
第九章 隧道窑烘窑点火及烟气治理	144
第一节 隧道窑的烘窑	144
第二节 隧道窑的点火	151
第三节 隧道窑烟气污染治理	159
第十章 新建隧道窑砖厂管理与技术经验	162
第一节 新建砖厂投产前职工培训和投产后技术 服务的重要性	162
第二节 现代化制砖企业生产管理制度导论	167
第三节 大中型砖瓦企业生产设备的维修组织管理	173
第四节 隧道焙烧窑低热值稀码快烧工艺实用操作技术	178
第五节 成品砖裂纹成因及其防治	189
第六节 隧道窑常见故障及处理方法	199
第七节 大断面隧道窑如何提高产量	210
第八节 隧道窑如何用闸	217
第十一章 隧道窑的节能降耗与废弃物综合利用	223
第一节 隧道窑的节能降耗	223
第二节 烧结砖废弃物的综合利用	234
第十二章 砖厂常用生产证件与资源综合利用政策	260

第一节	砖厂需要办理的生产证件·····	260
第二节	资源综合利用政策法规文件摘要·····	264
参考文献	·····	290

第一章 隧道窑概述

第一节 隧道窑的历史

法国人贾林发明了世界上第一条隧道窑，当时准备用来烧制陶瓷，但最终没有建成。其准确时间已很难考证，文献记载大约是 1751 年。

用于烧结砖瓦的第一条隧道窑实际设计者是 O. 布克，时为 1877 年，并于当年申请了德国专利。

1958 年，我国砖瓦行业开始筹建第一条隧道窑，由当时中国西北工业建筑设计院设计，上海振苏砖瓦厂负责施工。该隧道窑长 90m，内高 2.2m，内宽 2.25m，于 1958 年 9 月 1 日动工兴建，1959 年建成投产，这是我国第一条拥有自主知识产权的隧道窑。这一隧道窑的建成投产，为我国砖瓦行业利用隧道窑烧结开了先河。同年，上海月浦砖瓦厂也利用这项技术筹建隧道窑。通过一段时间的摸索改进后，这种隧道窑在当时的砖瓦行业被大量推广。

1961 年，天津市长征砖厂提出了一次码烧隧道窑的设想，并建成投产。后在天津市建材局科研院所和原国家建委西北建筑设计院等单位的协助下，经过多年的反复试验、改建，1967 年投产。1973 年在山东潍坊召开了“全国砖瓦工业隧道窑一次码烧专题座谈会”。1974 年，北京市窦店砖瓦厂建成一组小断面一次码烧隧道窑，投产后证明是成功的，此后，在全国进行了大面积推广。到 1978 年，全国已建成和正在建设的一次码烧隧道窑生产线共有 136 个砖瓦厂，489 条隧道窑。^①

当时建成的隧道窑都是拱顶的，后来又向微拱顶发展。有人

^① 湛轩业，傅善忠，梁嘉琪，中华砖瓦史话 [M]，北京：中国建材工业出版社，2006

曾试验过平顶隧道窑，使用耐火混凝土现浇，但其稳定性无法保证。因为缺乏相应的轻质耐火材料及其技术，所以一直到 20 世纪 80 年代后期引进国外技术才解决了平吊顶的问题。

随着农村联产承包制的推广，一些国有砖厂也以各种形式承包或转卖给个人，但这种还不是很成熟的隧道窑技术，对个体老板来说并没有多少诱惑力，加之建筑市场的不断扩大的需求，使技术相对简单、施工方便、投资较少的轮窑得以大面积推广，隧道窑反而很少有人问津。

20 世纪 80 年代后期，原国家建材局针对当时的砖瓦生产情况，决定从国外引进生产线来推动国内砖瓦行业的发展。1986 年，成立了黑龙江双鸭山引进空心砖生产线筹建处，准备从法国西方工业公司引进全套现代化制砖生产线，包括砖机和大断面隧道窑。1989 年建成投产国内第一条 9.2m 大断面隧道窑。后来经过多年的摸索基本掌握了操作要领，而且由原来的外燃改为全煤矸石内燃。最重要的是中国人真正掌握了隧道窑的平吊顶技术。

但 9.2m 隧道窑在当时砖瓦行业推广难度很大，一是当时建材价格偏低，二是投资过大，一般企业难以接受。于是决定搞浓缩版，即把 9.2m 对开便是两条 4.6m，4.6m 的 1.5 倍就是 6.9m。这样通过引进 9.2m 大断面隧道窑我国又自主开发出来两种适合国情的新窑型——4.6m 和 6.9m。1996 年我国建成了第一条 4.6m 中断面隧道窑，1998 年建成了第一条 6.9m 大断面隧道窑。此后不到十年，大中断面隧道窑便在我国得以大量推广。

第二节 隧道窑与轮窑的区别

隧道窑和轮窑对于烧结产品而言其作用是一样的，但隧道窑作为一种现代化的烧结设备与轮窑有着本质的区别，其代替轮窑已成为必然趋势。隧道窑与轮窑主要区别在于：

1. 轮窑烧砖是火动砖不动，火在风机的拉动下顺着窑道向前走，在此过程中完成预热、高温、冷却的全部烧结过程；而隧

道窑是砖动火不动，砖坯随着窑车间歇性地向前推进，在此过程中完成烧结的过程。

2. 隧道窑窑顶有拱顶和平顶之分，而所有的轮窑全部是拱顶。其实平顶并不是隧道窑的专利，轮窑也是可以实现平顶的，只是没有人愿意浪费资金这样做，实际生产中也没有必要。

3. 隧道窑可以实现机械化装卸车，即装卸车都可以在窑外完成，而轮窑只能在窑内完成，所以轮窑很难实现机械化，这也是轮窑的最大缺点，隧道窑之所以取代轮窑，这也是一个最重要的原因。

4. 隧道窑可以实现智能化的热工监控，而轮窑由于火一直不停地向前走，各温度区段不能固定，所以很难实现热工监控，只能靠人工观察火情。

5. 隧道窑各段相对稳定，同一区段温度变化小，所以内墙和窑顶耐火材料使用寿命长；而轮窑由于各温度段不停地在变化，所以同一区段内墙和窑顶温度变化极大，造成其砌筑材料损坏就快；隧道窑可以三年甚至五年小修一次，而轮窑一般每年就要小修一次，三年就要大修一次。

6. 隧道窑由于各温度段相对固定，所以操作简单，在砖坯热值稳定的情况下，各排烟和余热闸阀基本不用调整，而轮窑由于各温度段不停地变化，所以必须随时调整各段的闸阀，操作相对复杂，而且隧道窑也没有揭纸挡、砌窑门、打窑门等复杂的工作，所以隧道窑操作更为简便。

7. 隧道窑的烧结过程比轮窑要长，所以产品质量明显优于轮窑。隧道窑长度一般在 100m 以上，而轮窑一部火只有 10~12 个窑门，每个窑门间距一般为 5m，所以其烧结过程要在 50~60m 内完成，相对隧道窑烧结时间要短得多。

随着环保和节能意识的逐步加强，我国政府有关部门多年来一直要求取缔轮窑，目前东部地区如山东、江苏等省和中部河南等省已基本取缔了轮窑，但一些边远地区还有轮窑在生产。随着国家政策的不断推广，估计十年之内轮窑就能够退出烧结砖的舞台。

第三节 隧道窑的分类

隧道窑在发展过程中，出现了各种各样的窑型，不仅断面尺寸各种各样，而且其结构形式也呈现出多样化的趋势，隧道窑的分类如下：

1. 按照砖坯和窑体的相对运动方式可分为：固定式，移动式

我们常见的隧道窑就是固定式，窑体施工在固定的地基上，整个窑都是固定不动的，窑车在向前运动过程中把成品砖推出窑外。近年来，有人发明了移动式隧道窑，窑体是运动的，砖坯码放在固定地基上，窑体向前移动的同时带动火随之向前移动，这样砖坯经过预热、高温、冷却的全过程被隧道窑从窑尾“吐出来”。实际上就是一个移动的轮窑。其长度一般在 100~130m，干燥窑和焙烧窑联成一体，在圆形轨道上不停地移动。这种窑目前在国内建成了几十条，但行业内争议很大，所以本书所介绍的都是指固定式隧道窑。

2. 按照窑顶结构可分为拱顶、微拱顶和吊平顶

我国最早建成的隧道窑都是拱顶的，参照轮窑的模式，按半圆拱建造，如果窑体宽度是 2m，那么半圆拱的直径一定是 2m，这样窑顶的质量对两侧窑墙的压力最小，结构最稳定，也最容易施工。后来随着隧道窑的发展，为了减小砖坯的高差（高差大温差就大，温差越大产品质量差别也就越大），人们又发明了微拱顶隧道窑，就是从起拱线到最高点的距离小于窑体宽度的二分之一，这个数据越小，窑内的温差越小，产品质量也就越稳定。但微拱顶隧道窑窑顶质量对两侧窑墙的压力太大，容易造成塌顶事故。

吊平顶是在微拱顶的基础上发展起来的，吊平顶应该是最安全的隧道窑形式。其结构：将一块一块的吊顶板（耐火混凝土吊板或耐火砖吊板）通过钢钩或耐火砖吊挂在窑顶的钢梁上，再在吊板上面铺设保温层。

现在又出现了一种吊平顶新技术，就是将保温棉（硅酸铝纤

纤维毯)事先做成一定尺寸的模块,然后通过钢钩悬吊在窑顶的钢板上,施工速度快,投资少。但这种技术在行业内争议也很大,一是没有解决钢钩耐腐蚀的问题,二是按照要求这种吊顶必须1~2年喷涂一次保护层,三是耐久性的问题,因为纤维棉经过高温之后,纤维会逐渐失去弹性,一旦保护层失效,被压缩的纤维很可能被风吹散,从而影响保温性能,四是这种技术目前只用在小断面隧道窑上,大断面隧道窑随着断面跨度的增大,其窑顶金属件强度也要求大幅度提高,其经济性就没有优势了。

3. 按照码坯方式可分为一次码烧和二次码烧隧道窑

一次码烧隧道窑就是从干燥到焙烧只码坯一次,这种隧道窑工序简单,设备少,用工省,目前行业内绝大多数都是这种窑炉;二次码烧就是砖坯经过干燥或半干燥后再进行码坯,增加码坯高度。一次码烧码坯高度最高可达到1.8m,而二次码烧最高可达到2.5m,所以产量要比一次码烧高得多。有一些塑性差的原料如高掺量粉煤灰砖、煤矸石砖、黄河淤泥砖等,一次不能码得太高,在工艺上一般也选择二次码烧。对一些孔洞率高、壁薄的空心砖二次码烧能提高合格率、减少废品,因为经过第二次码坯可以把不合格的砖坯挑出来,而一次码烧就没有这个优势。

4. 按照干燥窑和焙烧窑的位置关系又可分为直烘式和并列式

传统的干燥窑和焙烧窑都是分开并列布置的,但有人为了节省场地和投资,把干燥窑和焙烧窑搞成直线式,这样中间节省了顶车设备,而且窑的总长度缩短了,例如传统并列式干燥窑长度一般为60~80m,焙烧窑长度一般为100~130m,二者总长度为160~200m,而直烘式隧道窑有的只有110m,比较多见的长度在120~150m之间,现在也有做到180m的。

比较客观地说,直烘式隧道窑节省了设备和场地,有的也能实现较高的产量,但存在的问题也比较多,最突出的是冬季砖坯干燥问题,往往由于坯垛中下部干燥不好,造成裂纹甚至塌坯。

5. 按照窑体断面宽度可分为小断面、中断面、大断面

目前,砖瓦行业常见隧道窑断面有2.5m、3m、3.3m、3.6m、4.6m、6.9m、9.2m、10.3m(图1-1~图1-6)等,但

因为隧道窑没有实现工厂化生产，也不需要经常性的搬迁，所以其通用性不强，有的窑炉公司又独创了不少其他类别的断面，如：3.45（6.9m的二分之一）、3.7m、3.76m、3.9m、4.0m、4.2m、4.8m、5.5m、6.8m等，目前使用比较多的断面类别有：3.7m、3.76m、3.9m、4.2m等。这种随意改变窑炉断面宽度实际上是很不严谨的，第一，造成行业管理困难；第二，使配套设备厂家配套困难，不方便设备的批量生产，实际上也是一种技术和科研经费的浪费。

按照目前行业的共识，小于4.6m断面为小断面隧道窑，4.6~6.9m为中断面隧道窑，大于6.9m的称为大断面隧道窑。

就目前砖瓦行业技术水平而言，4.6m以下的小断面隧道窑产量还是很高的，按照断面宽度衡量其设计年产量，中小断面的隧道窑大部分能达到每米断面设计年产量1000万块（折标）以上，有的甚至高达1500万块，而大断面隧道窑每米断面设计年产量一般都在600~900万块，所以近年来中小断面隧道窑的发展迅猛，而大断面的隧道窑却有点停滞不前。诚然，大断面隧

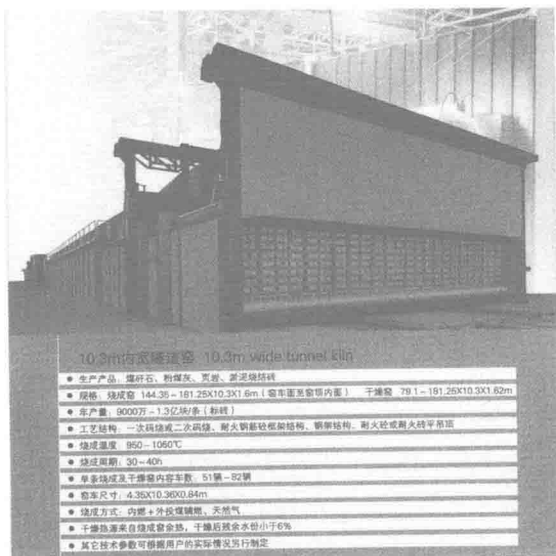


图 1-1 10.3m 内宽隧道窑

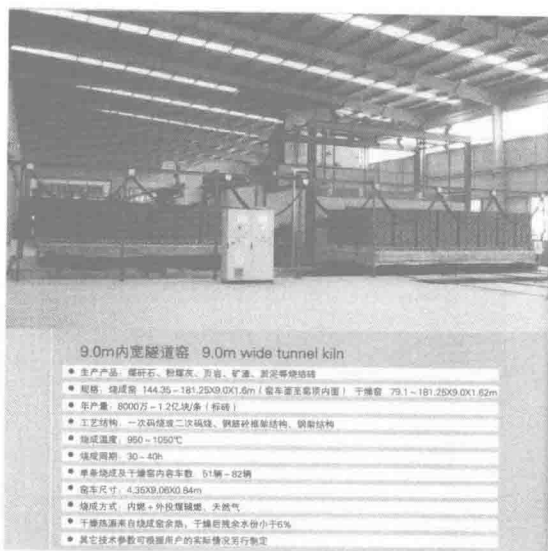


图 1-2 9.0m 内宽隧道窑



图 1-3 6.9m 内宽隧道窑



图 1-4 5.5m 内宽隧道窑



图 1-5 4.6m 内宽隧道窑

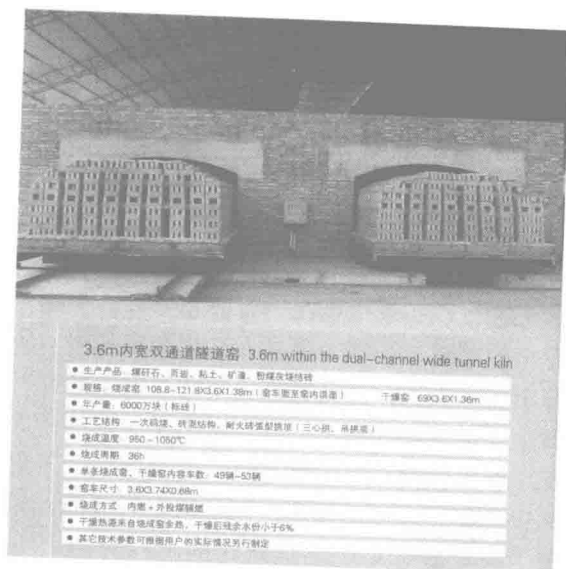


图 1-6 3.6m 内宽双通道隧道窑

窑在产品质量方面比小断面隧道窑确实有所提高, 但对于投资者最关心的产量和节能方面一直没有大的突破, 这需要设计单位和行业仁人志士共同努力。

第四节 发展新型隧道窑的意义

《砖瓦工业“十二五”发展规划》明确指出, 淘汰落后产能和工艺。到 2015 年, 淘汰黏土实心砖 1000 亿块; 坚决取缔高能耗小立窑、小围窑、地沟窑、马蹄窑和 24 门以下轮窑及简易小轮窑。“十二五”的发展重点, 其中一个方面就是新型墙材烧结制品平均单线生产能力达到 6000 万块, 黏土实心砖下降到 3000 亿块。

这个发展规划无疑给隧道窑的发展提供了良好的机遇, 利用隧道窑代替轮窑是实现规划提出目标的最佳途径。

隧道窑相对轮窑生产可以节省大量的凉坯场地, 我国人口众