

实心砖出现螺旋纹原因与控制措施

庄红峰

(开滦(集团)蔚州矿业公司市场开发中心建材公司,河北蔚县 075700,电话 18134356687)

摘要: 本文说明实心砖的螺旋纹显现的位置及含有螺旋纹的砖对建筑物的危害;通过砖坯生产工艺过程的分析、挤砖机的结构组成,分析实心砖中螺旋纹形成的原因及对应的控制措施。

关键词: 砖机 泥缸 绞刀 泥料 剪切面 流动 偏差 螺旋纹

1 实心砖螺旋纹的显现位置

普通实心砖的大面上呈现明显的螺旋形的纹理,严重时刚切出来的砖坯的大面上明显可见(图-1);次者,砖坯干燥后可见纹理;再次则在焙烧的预热带出现在焙烧窑中当砖坯周边的气流温度在 450°C — 650°C 时,坯体爆裂,严重时可以在窑外听到窑内“砰砰”炸裂声;有甚者在坯体干燥窑内就被炸裂。螺旋纹的显现预示着坯体内部的泥料在挤压过程中出现明显分层或隐性分层,层与层间存在有空气,坯体内有残余水分。当空气和水分在有限空间内,受热后空气会膨胀、残余水分要汽化为水蒸气而需要排除,此时坯体内部的膨胀力只得挤压坯体,在其薄弱处被挤炸裂。



图--1

螺旋纹是造成成品砖哑音原因之一,成型时造成的隐形裂纹、留下的隐形分层,使砖坯在烧结过程中不能愈合层间裂纹而形成密实的整体砖,在敲击时砖的声音不清脆而发出闷响;降低了单块砖的抗压强度、降低了单块砖的抗冻融性能、降低了砖砌体的强度。目前实心砖主要用于建筑物的 ± 0.00 以下的基础上,带有隐性螺旋纹的砖中空间易被水浸湿,在北方冰冻线以上的砖基础部分有被冻融破坏和冻胀破坏的隐患风险。

2 砖坯成型工艺过程

砖厂生产的砖坯通常是塑性成型,其过程为经加工处理(包括粉碎、加水湿化、拌和、陈化疏解)的泥料进入搅拌箱,经过搅拌后进入真空受泥箱,在真空箱内通过压泥装置,把泥料送到挤泥泥缸,被旋转着的螺旋绞刀推动前进,受螺旋绞刀的压力和稍微的拌和,使泥料在通过机头时被挤压密实,由机口挤出时就

达到符合设计尺寸和形状的连续的矩形泥条。泥条经过专用切条机切割成一定长度，最后经切坯机切成单块砖坯体。

3 砖机的两个重要零件、挤泥机的工作机理

3.1 泥缸

泥缸是两端设有法兰的筒形零件。挤泥机中的绞刀相当长的一部分是在泥缸内旋转。由于泥缸为绞刀提供筒形空间，才使得绞刀有效地向前输送泥料，对泥料进行初步的挤压。泥料被螺旋绞刀推进过程中，因机头、机口的阻力形成对泥料的挤压力。具体讲由于松散的塑性物料，在螺旋绞刀转动时，泥缸同时存在两股泥流：一股是螺旋绞刀向前推进的泥料；另一股是由于泥料受阻，同时绞刀和泥缸内壁间的存在间隙，这样在绞刀向前推力而产生的反作用力下，出现向后移动的泥流，通常说的“返泥”现象。如果泥缸长度短（生产实心砖设计不合理），则容易与真空箱下来的料发生“顶牛”，而出现堵塞真空箱。

砖机的生产能力，受泥缸的制约；在其他条件相同时，挤泥机的泥缸直径越大，生产能力越高。砖机的压缩比越大，挤出压力越高。

3.2 螺旋绞刀

螺旋绞刀是挤泥机的主要的工作零件。螺旋绞刀装在挤泥机内的水平轴上，轴的一端装在止推轴承及滑动轴承上，形成一长悬臂机构。悬臂机构则通入挤泥机泥缸或少许部分插入机头部分。

螺旋绞刀的构成：由内向外依次为受料部分、输送部分、挤压部分。

螺旋绞刀各部分的作用：受料部分的绞刀是为了攫取松散泥料推向泥缸，此段在真空箱的下方；输送部分的绞刀是继续向前送泥料，同时对泥料进行搅练、匀化和一定程度的挤压作用，此段在封闭的泥缸内；挤压部分即绞刀的压缩部分，整组螺旋绞刀的最前端的有主副叶（双螺旋）的绞刀头，其作用是使机头的横断面泥料均匀挤压且使泥料均匀分布在该断面上，使泥条挤出时受到均匀的推力，达到通过机头和机口而出的泥条横截面上各部分的挤出速度一致。挤压段的绞刀之所以做成双螺旋，其主要原因：（1）均匀压缩泥料；（2）减小泥条中的内应力，降低砖坯在干燥、焙烧中的变形和裂纹；（3）螺旋绞刀上的轴向载荷均匀，对砖机的反作用力也是均匀的，砖机的稳定性得以加强；（4）砖坯的产量高、产品质量稳定、降低砖机设备电耗。

3.3 挤泥机的工作机理

砖机主要有上级搅拌部分、下级螺旋挤出部分和对应动力部分构成，其中下

级螺旋挤出部分即挤泥机是砖机的核心。螺旋挤泥机主要零件除上述的两部分外，还有锥形机头和平面尺寸呈矩形的机口零件组成。

其工作机理：挤泥机处理的泥料是有颗粒和粉粒混合的混合物在一定水分拌合后的弹塑性体。固体的特征是有可塑性，有一定的形状和体积；水（液体）的特征是有一定的体积和流动性，但是抵抗挤压、剪切的抗变形能力很低，它为泥料在螺旋挤泥机内受到破碎、剪切、混和、挤压、输送等变形、流动奠定了基础。现在对泥料在螺旋绞刀和泥缸内的运动，进行分析：

（1）泥料通常在泥缸内沿着轮毂方向由内向外，通过螺旋搅叶的旋转作用向前运动，泥料受到螺旋叶面在做定轴旋转时的轴向分力。该轴向力把泥料推向前进并挤压；这是泥料运动的主流即正流动；

（2）横流：泥料在螺旋叶面的径向分力和摩擦力的作用下做翻转运动，即是横流。横流促使泥料受到剪切、混和、搅拌，并产生温度而逐渐升温发热；

（3）高压逆流：同正流动方向的流动，也叫做“返料”。这种流动时泥料在受到剪切时，因剪切力而分层。层与层间形成被水膜空气夹住的滑动隐性表面，为螺旋纹的形成创造了条件。当干燥和焙烧时，水和空气被排出，在坯体的薄弱区域的隐性面变成了显性裂纹而表现出来。

（4）漏流：沿缸体同螺旋叶片间径向间隙的泥流。该逆流是由于叶面的压力梯度造成而出现的，表现为泥缸内壁“粘”硬泥料。

这些四种流动是塑性泥料在泥缸内的组合出现的，成型砖机阶段管理追求是最大程度的出现第一种正流动而严格控制后三种流动的出现，这对产量提升和质量提高是有益的；泥料是在螺旋绞刀转动的同时受到压力的作用，被逐渐压实致密。

4 螺旋纹在实心砖中产生的原因、防范措施

4.1 显性原因

通过上面的叙述，分析得知：泥料在泥缸中，由于其本身的粘性流动形成了同心圆。原因是螺旋绞刀在转动时，虽然泥料个体颗粒要求在同一速度向前运动，但是到达并接触机头和机口的内壁后会出现，与内壁接触的泥料层速度减低并最小，而泥条中心的挤出速度最大现象。造成泥料在机口呈现不均匀挤出，形成螺旋纹或同心圆形环状纹。

因为各层泥料在以不同的速度运动，层与层间形成了剪切平面；泥料与绞刀叶面接触的表面密实度较好，这样高塑性的泥料表面被磨成光滑不易愈合形成层

状结构。

防范措施一：合理调整坯条截面挤出速度

为使坯条截面挤出速度均衡，从而在机口进口处和机头内壁间设置调速条（阻力条）和在泥缸上设置调速棒（拨泥棒），可达到较好地使用效果。根据砖机的安装方式，不同阻力条和调速棒可分为固定式和活动式两种。选择活动式较好。

调速阻力条的设置位置：

调速阻力条配置在机口的入料端和机头出料口的特定位置，以促使坯条四棱与中部挤出速度一致。

调速棒的设置位置：

调速棒配置在泥缸的特定位置，以促使坯条中部挤出速度一致。

补焊绞刀的外边缘，使绞刀的外边与泥缸的间隙在 5mm 内，以防回泥返料。

防范措施二：当煤矸石做内燃时，必须注意颗粒级配合理，避免出现大量的大颗粒被甩到叶片的边缘而出现挤出速度不一致，形成螺旋纹。解决措施：（1）大于 2mm 的颗粒占总量不大于 6%—8%，如果煤矸石主要是由泥质页岩煤矸石和碳质页岩煤矸石构成，大于 2mm 的颗粒可放宽到 9%—12%，由于这类煤矸石质地软，在陈化过程中易疏解成小颗粒；加大构成砖坯骨架的中颗粒所占的比重；（2）绞刀叶面粗糙些，防止泥料在离心力作用下向边缘滑移。

原因分析：为什么要增加泥料的粗颗粒，即泥料中粒度为 0.05~1.2mm 的填充颗粒的百分比，特别是有棱有角的颗粒的百分比呢？因为黏土细腻，黏土砖易出现螺旋纹，而煤矸石、较硬页岩，泥料颗粒较粗，又全是有棱有角的颗粒，所以煤矸石砖、页岩砖就基本没有螺旋纹，这是不争的事实。故在黏土或软质页岩的泥料里适当掺入粉煤灰、炉渣、煤矸石或废砖，让这些有棱有角的泥料，互相咬合，犬牙交错，将减免泥料分层，进而消除螺旋纹或 S 形裂纹。

防范措施三：抽取真空的目的就是尽可能地排除坯体泥料内在制备过程中带入的空气，借此提高坯体物料的结合能力，提高最终产品的性能。经过德国的派尔斯·劳斯邓教授无数次测定，认为砖瓦行业的坯体原料中空气的平均含量约占坯体体积的 10%。这些空气以极细的空气泡的形式夹杂在物料的颗粒之间，挤出中容易形成分层。部分真空的存在，造成了挤出流动上的差异，在特定的真空度范围内极易形成分层。在大量的生产实践及研究试验结果表明：真空度在 50—85% 之间时，非常容易形成分层；当真空度为 70% 左右时，出现的分层最多，

坯体在焙烧窑的预热段炸裂最为严重。部分真空对砖坯内分层形成的影响作用，在机理上还有待于探索研究，但这种现象确实存在，造成实心砖的起皮、炸裂，直接影响了砖厂的效益。因此建议在利用黏土、页岩、煤矸石，生产实心砖时，真空度必须保持在85%以上；尤其是原料中黏土矿物成分含量高，粉碎筛分后颗粒较细、陈化时疏解快的泥料，成型时塑性大时，应从破碎前的原材料上去调配。日常加强真空泵的维护和检修，以防空气被吸进入泵体内，加强冷却循环水的监督和替换；防止管道和真空箱的漏气而吸进空气；判断是否漏气的方式：小范围的用烟气吸入法；大的漏气直接能感官到。

4.2 隐性原因——砖机设备基础质量不合格问题、设备制造和安装再制造精度因素

实心砖螺旋纹的出现，大多出现在新砖机使用一年半以后的产品，螺旋纹问题出现后，按常规主要是采取调整绞刀与泥缸壁的间距、改变物料的粒径级配和加装阻泥条措施，这仅是表面上消除了螺旋纹，敲击砖仍发出哑音，待把砖剪开后，砖的断面仍存在因挤出剪切形成的剪切面间的细微裂缝，这些裂缝隐藏于砖体内。经系统分析，逐步排除疑点后，决定从砖机设备系统入手进行排查并消除螺旋纹缺陷。因为砖机经过连续地载荷生产，组装再造砖机时各种精度和偏差隐患逐渐暴露出来，加之日常维修时没有进行规范地、系统地检查，对暴露出的缺陷没有及时消除，日积月累形成积重难返的局面。这种生产隐患风险诱导砖厂产生生产事故：重则因为爆炸而裂的砖坯落到轨道上堵死了窑车行进的路线，有的窑墙砖被刚蹭掉，墙面形成一个窟窿，造成砖厂被迫停产，掏出窑车清理轨道、更换砂封槽内的砂、修补窑墙；轻则连续数日的砖体炸裂的成为废品，产品合格率下降，生产成本上升的经济损失。笔者被邀参加了若干砖厂的生产事故分析，结合现场实际情况，大都采取重新调整混凝土基础和调整砖机的机架后，消除了实心砖中螺旋纹的出现。究其原因：主观原因是企业主盲目追求工程进度；施工单位为迎合企业主，而省略了几道施工工序；客观上企业主没有经营砖厂的经验；施工单位缺失工程质量意识，对用户负责的态度。

在本文中已经介绍了砖机的构成，尤其是挤泥机中的绞刀轴，它是悬臂转动机构；砖机是大型设备，通常无法整体运输到安装现场，出厂时将其分解成部件进行运输，到现场后重新按设计组装图进行装配和安装即为解体安装。解体安装时确保：一是砖机生产厂家现场的砖机设备基础的质量与制造厂试机的基础一样合格可靠；二是砖机设备的定位位置和设备间相互位置的精度；三是再制造和装

配精度，达到制造厂的标准。

(1) 砖机的设备基础要求

1) 种类

砖砌基础和素混凝土基础，适用于小型砖机，整体刚度低，抗变形能力差，易沉降；

钢筋混凝土整体基础，适用于大型砖机，能承受较大的载荷，整体刚度高，抗变形能力强。

这两种基础属于浅基础。

2) 砖机设备安装前对土建施工的基础要求：

一是施工质量符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB50204--2015)和《机械设备安装工程施工及验收通用规范》(GB50231--2009)的规定数据；

二是要求土建施工单位提供基础质量合格证明文件，主要文件有：混凝土配合比、混凝土养护时间记录表、混凝土强度检测报告单；证明文件要真实可靠；基础位置的测量和高程测量记录、沉降观测记录，并对位置进行复核，看其是否符合工艺位置图的设计要求；原因是砖机的基础强度、沉降量、抗振性能等指标直接影响在生产过程中砖机的运行精度；

三是做预压强度实验观测，即把砖机静置基础之上进行静压，观测沉降数据并予以详细记录；当沉降完成后砖机在运行过程中就不会产生竖向位移；砖机基础的不均匀沉降引起砖机的机体和减速机在竖向中心点的不同心，迫使联轴器和止推轴承的中心线偏离原设计水平中心线，导致悬臂的主轴倾斜；

四是正式安装前，按照规范要求允许偏差对砖机基础的位置和尺寸进行复核；对基础位置和尺寸主要检查项目：基础的坐标位置、不同平面的高程；平面外形尺寸、平面的水平度、基础的垂直度；预埋地脚螺栓的标高和中心位置，以及地脚螺栓的根部和顶部沿纵、横两个方向距基础外边缘的距离是否符合规范要求；预埋地脚螺栓孔的中心位置、深度、孔壁垂直度；

五是基础混凝土或钢筋混凝土有裂缝的部位不得钻孔并使用膨胀地脚螺栓；埋设地脚螺栓的紧固力和垂直度，当地脚螺栓的紧固力不够、安装不垂直，会造成砖机固定不牢，在砖机运行一段时间后会引引起位移偏差；

六是垫铁的设置。垫铁的作用一是找正调平砖机，通过调整垫铁的厚度，可使设备安装达到设计和规范要求的标高和水平度；二是把砖机的自重、工作载荷和拧紧地脚螺栓产生的预紧力通过垫铁均匀地传递到基础。

设置垫铁总的原则：数量和位置符合设备图纸和设计图，并满足规范的规定；同时要满足：a、每个地脚螺栓旁边至少应有一组垫铁；b、垫铁组在能放稳和不影响灌浆的情况下，应放在靠近地脚螺栓和底座主要受力部位下方；c、相邻两垫铁组间的距离宜为 500~1000mm；d、砖机机架底座有焊接缝处的两侧应各垫一组垫铁；e、铁垫组的高度应为 60-100mm，宽度为 60-120mm；f、每一垫铁组宜减少垫铁的块数，且不宜超过 5 块，并不宜采用薄垫铁。放置平垫铁时厚的宜放在下面，薄的宜放在中间且不宜小于 2mm，并应将各垫铁相互用定位焊焊牢。

具体操作，使用斜垫铁或平垫铁调平时，应符合下列规定：a、承受负荷的垫铁组。应使用成对斜垫铁，且调平后灌浆前用定位焊焊牢；b、承受重负荷砖机的主轴的止推轴承及滑动轴承部位或有较强连续振动的设备，如挤泥机机架下、减速机机架下，宜使用平垫铁。

否则，不按规范和要求设置垫铁，会引起垫铁与基础、垫铁之间、垫铁与砖机机架底座之间接触不好或垫铁承受载荷的有效面积不够，引起砖机的在运行时加大安装时已有的偏差；

有的小型砖厂在安装砖机时，采用无垫铁安装就是说取消垫铁，利用调节螺栓等找平，机器、砖机及减速器等设备的自重和地脚螺栓的预应力全部由灌浆层来承受的一种安装方法。

设备安装通常是在砖机及减速器等设备底座下安放垫铁，借调整垫铁厚度，使设备安装达到所要求的标高和水平，并且能使设备底座下的各个部分，在二次灌浆时都能灌满，以使设备的全部重量通过垫铁很均匀地传递到基础上。无垫铁安装法是把找平、找正、找标高的调整工作利用斜铁或螺栓调正垫铁来进行。当调正工作做完，地脚螺栓拧紧后即进行二次灌浆。在二次灌浆层养护期满，达到应有的强度后，把斜铁或调整垫铁拆去，再将其空出来的位置处灌以高强无收缩灌浆料，并再次拧紧地脚螺栓，同时复查标高水平和中心线的正确性。

此种安装方法需注意以下几点：a、采用无收缩混凝土灌浆应随即捣实灌浆层；无收缩混凝土及微膨胀混凝土的配合比应符合现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB50231 的规定；b、使用无垫铁施工时，设备的二次灌浆层，原则上应不小于：100mm；c、设备底座为空心时，应将其灌满砂浆或在二次灌浆时，使用压力灌浆法；d、设备找正找平后，应先将地脚螺栓拧紧，再进行二次灌浆；e、灌浆前，应在垫铁周边安放模板，以便灌浆后取出垫铁；f、二次灌浆层达到一定强度后，才允许抽出垫铁；g、垫铁取出后，应复查设

备精度是否符合要求。否则将引起砖机等设备在运行时出现减速器打齿轮、联轴器断销轴等现象；

在整个安装过程中尤其是关心基础混凝土的强度、对砖机设备机架底座的二次灌浆强度和密实度、垫铁的设置位置及安装精度、基础的沉降量，否则砖机在受到载荷作用后将逐渐发生倾斜，导致主轴偏离设计位置而不同心，带动绞刀位移，增加砖机各部件联结偏差，导致实心砖中的螺旋纹产生。

(2) 砖机制造加工精度和装配精度

砖机制造质量达不到设计要求，对安装精度直接产生影响，而且现场再重装时无法处理，故此使用砖机的单位在砖机制造过程中应安排专职技术人员到设备制造厂监造。

监造过程中还要对砖机的装配精度特别留心。包括各运动部件之间的相对运动精度，配合面之间配合精度和接触质量。

在制造厂监造重点：1) 现场组装砖机时，主要是运动部件之间相对运动精度，如减速机的齿轮啮合面接触情况；螺旋绞刀旋转是否均匀地做圆周运动；主轴在运动过程中“摆动”幅度是否一致；2) 砖机止推轴承和滑动轴承的配合间隙接近程度等装配精度；3) 砖机的基准件的安装精度还包括标高差、水平度、垂直度、平行度、直线度等。

(3) 影响砖机设备安装再制造的精度的因素

主要是环境因素，由于砖机制造厂和砖机的使用单位环境的差异，如温度的变化、运输途中设备的温度变形、恶劣环境场所等。

砖机安装精度控制措施：

1) 排除恶劣环境的干扰。从作业人员和使用的工具入手，首先选取安装技术水平高和经验丰富的工人，实地勘测设备基础和周边环境（温度变化情况），制定安装方案；测量仪器如水准仪选应用 DS1 型、两台同型号的经纬仪对砖机垂直度校正测量、水平尺、两面水准尺的米间距平均长与名义长之差不超过 0.5mm；其次安装方案工艺技术可行、易操作；水准测量往返测三次，采用其平均值；使用护目镜和通话清晰的通话工具；

2) 砖机安装过程中允许有一定的偏差，但是偏差要能用砖机运行运转时所产生的作用力来抵消；有利于抵消零部件磨损的影响。

砖机安装偏差的控制措施：

1) 砖机的安装重组是在同一环境温度下进行的，而在生产运行时则处于不

同温度的条件下。例如主轴在砖机运行生产时因为向前推送泥料因素，止推轴承和滑动轴承温度比与之连接的减速器高，在考虑联轴器装配定中心时，要考虑温度差的影响。调整两轴心径向位移时，温度高的一段要低于温度低的一端；调整两轴线倾斜时，上部间隙小于下部间隙；调整两轴端面间隙时选取较大值，以便砖机运行生产中利用温度变化引起的偏差得到补偿；

2) 砖机在制造装配和现场重装再造都是在各部件的自重状态下进行的，砖机投入生产运行承载后，安装时的偏差将会发生变化。例如，砖机中悬臂的主轴和绞刀，受到泥料的挤压力作用会向下和向前倾斜，在砖机安装时就应控制悬臂轴水平度的偏差方向和轴头与砖机中心线垂直度的方向、水平面的平行偏差，使主轴能补偿受力引起的偏差；

3) 减速机的齿轮啮合间隙、轴封等密封间隙、绞刀与泥缸内壁间隙，要考虑砖机运行时，因磨损而增大，引起砖机在运行生产一段时间后，出现振动、冲击和泥缸发热现象，安装时间隙的选择调整适当，能补偿磨损带来的不良后果。

5 结束语

在以上分析实心砖产生螺旋纹的原因及控制措施后，我们延伸一步考虑为什么多孔砖和空心砖没有螺旋纹现象？笔者认为泥条被芯具切割，打乱了在挤出过程中形成剪切面，通过绞刀的推力和挤压力的作用下，泥条经过机口时又愈合成密实的孔壁和孔肋。生产实心砖时，如果在机头与机口间加设类似多孔砖的芯架根部（去掉芯块和芯杆全长的三分之二）的一装置，也能起到消除螺旋纹的作用。