生物质颗粒机环模固定螺栓断裂分析及改进

杨远平，贾越华

（湘西民族职业技术学院，湖南吉首416000）

摘要：对某型生物质环模在使用过程中的振动进行了分析，得出固定螺栓使用中断裂的原因，从减轻环模振动、改进螺栓结构等方面提出了改进措施，有效地提高了固定螺栓的使用寿命。

某型生物质颗粒机环模，其内径尺寸为Φ560，厚度为40mm，固定螺栓数量为8个，螺栓的规格为M20×80，性能等级为8.8级。颗粒机在制粒工作过程中，固定环模的螺栓经常断裂失效，螺栓断裂部位主要位于两个断面，一个断面位于环模与底座的结合面，此断面螺栓断裂数量占总断裂数量的2/3，第二个断裂面是螺栓头部。环模及断裂的螺栓如图1所示。

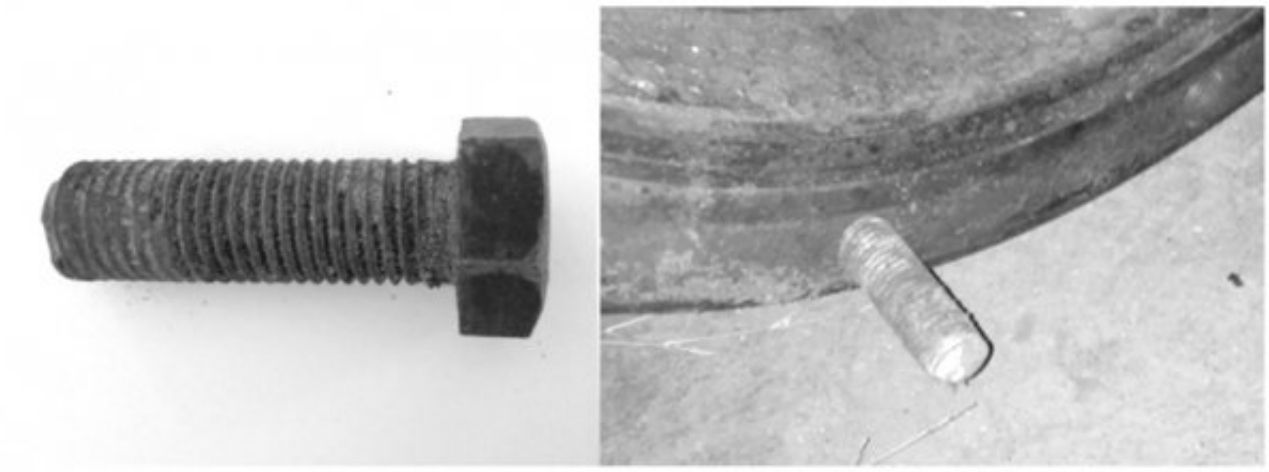

图1　环模及断裂螺栓

1螺栓断裂的原因及分析

1.1环模受力分析

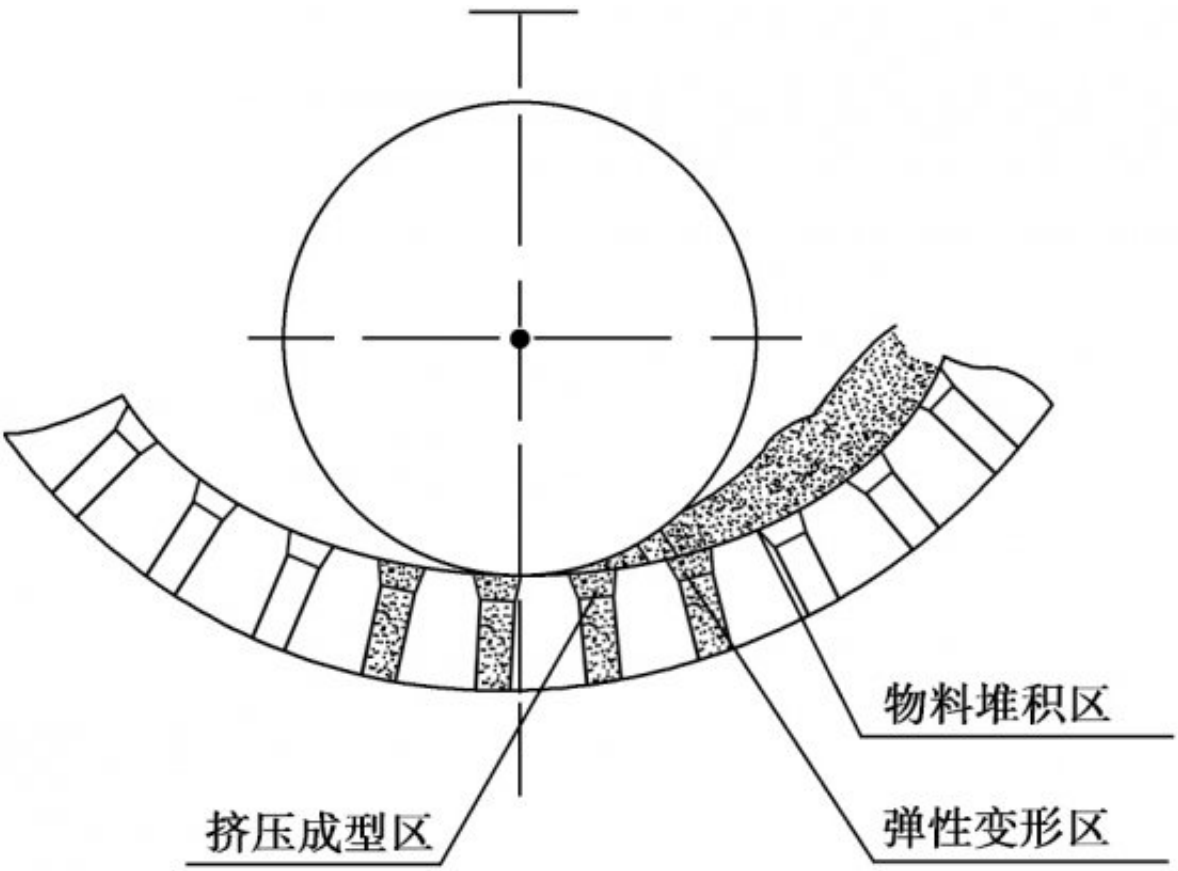

图 2　物料挤压成型示意图

物料挤压成型过程如图2所示。经调质处理后的物料由物料传送系统送入环模内，在环模内压辊系统离心力的作用下物料被抛向环模内壁，随着压辊的旋转，物料在压辊与物料之间所产生摩擦力的作用下，物料运动并被挤压进环模内孔，物料的密度随着压力的增加不断增大，物料内部粒子受到挤压而互相结合，产生不可逆的黏塑性变形，随着压辊的不断旋转，物料被不断挤压进环模内孔并被挤压出环模，由环模外部切断装置切断成一定长度的颗粒，最后从颗粒机排出进入收集系统[1-4]。

通过对物料在挤压成型区的受力分析可知，成型区的受力变化大，要准确确定成型区受力的大小难度很大，将成型区简化看成A、B两点，则环模受力如图3所示，环模内壁主要受挤压力Fa、Fb及摩擦力fa、fb的作用。

从图3环模受力简图可知，在理想状态下，挤压力Fa和Fb大小相等、方向相反并作用在一条直线上，对环模整体的作用力为0；摩擦力fa和fb大小相等、方向相反，为一对平行力，对环模整体施加一恒定旋转力矩，这一力矩由固定螺栓产生的摩擦力等予以平衡，环模受力平衡，不会产生振动。

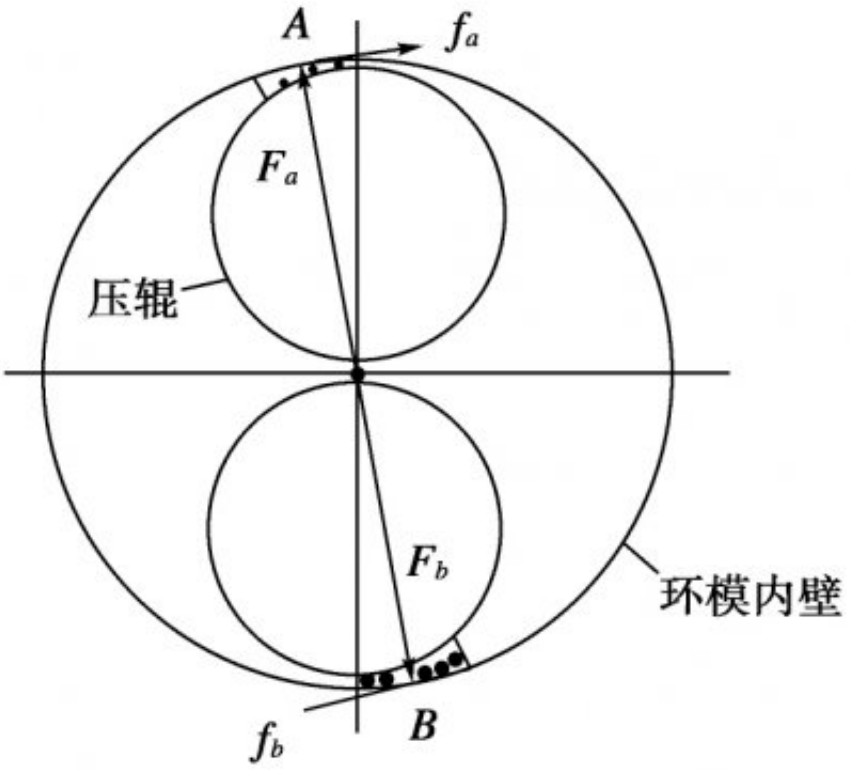

图3　环模受力简图

1.2螺栓静力学分析

环模用8个规格为M20×80、性能等级为8.8级的螺栓固定在基座上。螺栓拧紧时施加预紧力来克服压辊旋转作用于环模的力矩，保持环模固定不动。压辊旋转的力矩计算公式为：T=9550p/n，p为电机功率，n为转速。本颗粒机电机的功率为90kW，压辊的转速为100r/min，故T为8595N·m。

假定这一力矩由压辊经生物质传递给环模，要确保环模静止不动，螺栓预紧使环模和底座之间的压力为Fn，摩擦力Ff=Fn×u，u为环模与底座之间的摩擦系数，则螺栓预紧所产生的摩擦力矩为Ff×d，即Fn×u×d，当Fn×u×d≥T时，环模处于静止状态。查资料可知钢与铸铁之间的摩擦系数为0.2~0.3，取u=0.2，计算得n≥76741N，8个螺栓均分，每个螺栓所需要的正压力为9592N。

从上述计算可知，只要螺栓的预紧力大于9592N即可，经计算可知性能等级为8.8规格M20的螺栓，所能承受拉力约为188.41kN，螺栓所需的预紧力远远小于螺栓的抗拉强度，按静态计算连接螺栓强度完全满足要求。

1.3螺栓断裂原因分析

实际生产过程中，由于压辊两边物料添加的不均衡，物料在离心力的作用下被抛向环模内壁导致在高度方向也不均衡，以及环模内壁与压辊之间的间隙不相同等各种原因，致使环模内壁A、B两处所受的挤压力及摩擦力并不相等。在极限状态下，A、B两处可能一处受力而另一处不受力，即Fa或Fb=0，挤压力作用在环模的一端，受力不平衡将导致环模振动。

由于压辊不停地旋转，环模所受不平衡力随压辊的旋转而不断变化，因此，在生物质颗粒挤压过程中，环模受连续不断变化横向载荷的作用，导致环模横向振动，根据王威等[5-7]的研究，横向载荷比纵向载荷更容易引起螺栓松动，振动幅值大易引起螺栓松动，螺栓松动则容易断裂。

2改进措施

2.1环模减振

为减轻环模的振动，从环模的安装、制粒工艺等方面加以改进，解决措施有以下几个方面。

2.1.1在环模和基座之间加装垫片，降低环模横向振动的幅度

本型号的生物质制粒机，环模立式安装在圆形基座内。由于加工制造误差、装配等原因，环模和基座之间存在一定的间隙，一般为1mm左右。由于间隙的存在，环模工作过程中挤压力Fa和Fb不相等，产生横向窜动，加剧了环模的振动。在安装环模时，先检测环模和基座之间的间隙，购置相应厚度的垫片装在两者之间，使环模和基座之间的间隙尽可能减小，大幅降低环模横向移动的距离。

2.1.2准确调整环模与两个压辊之间的间隙

环模安装固定后，用塞尺检查并调整压辊与环模之间的间隙，应尽量做到压辊和环模之间的间隙一致，以保证环模受力均匀。

2.1.3调整送料口位置及送料速度

在安装调整送料机构时，送料口应位于环模上部正中间，以尽量保证压辊两边均衡进料，减少由于进料不均衡而导致的压辊受力不均。合理调节送料速度，避免物料在环模内堆积过多。

2.2连接螺栓及预紧工艺改进

原机器固定环模采用的是性能等级为8.8的单头螺栓，螺栓为车加工制造，并为全螺纹结构，螺栓选择不合理。环模内螺纹孔深为20mm，一是采用全螺纹结构，螺栓根部的强度变差，由于应力集中等因素，导致螺栓容易从根部断裂；二是螺纹经过环模底部和基座之间的结合面，该断面除了受拉应力外还受剪应力的作用，易于断裂，从实际使用结果来看螺栓主要从该断面断裂。经分析论证，连接螺栓由原来的单头螺栓改为双头螺栓，性能等级仍为8.8，一端螺纹长度为18mm，使螺栓在环模底部和基座的结合面上是光杆而不是螺纹。

原机器采用单头螺栓连接，没有防松弹簧，改为双头螺栓，预紧时按对称原则，分3~4次预紧。

3结束语

通过减小环模与基座之间的间隙、调整环模与压辊之间的位置、改进连接螺栓等措施，降低了环模的振动幅度，提高了环模连接螺栓的使用寿命。半年来的使用情况统计表明，螺栓的使用寿命比原来提高3~5倍，取得了较好的效果。

参考文献：

[1]韩盛林.环模生物质成型机的研究与设计[D].长春：吉林大学，2014.

[2]袁晓明，徐静云，韩秀荣，等.ANSYS生物质成型机环模结构分析[J].农机化研究，2015（6）：239-242.

[3]景果仙，王述洋，王妍玮，等.生物质燃料成型机环模设计[J].林业机械与木工设备，2009，37（1）：35-36.

[4]姚宗路，赵立欣，田宜水，等.立式环模生物质成型机设计与试验[J].农业机械学报，2013，44（11）：139-143.

[5]王威，徐浩，马跃，等.振动工况下螺栓连接自松弛机理研究[J].振动与冲击，2014，33（22）：198-202.

[6]杨风利，李正，张大长，等.输电铁塔双螺母防松螺栓横向振动试验研究[J].振动与冲击，2018，37（10）：164-171.

[7]马跃，王威，徐浩，等.基于ANSYS分析的螺栓组拧紧工艺研究[J].组合机床与自动化加工技术，2013（6）：106-109.

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/166073.html