

合成橡胶脱水膨化造粒一体化机组

张会忱

(大连巨中自动化设备有限公司, 辽宁 大连 116039)

摘要: 根据合成橡胶后处理行业的现状, 简略概述其基本工艺流程, 并通过对生产过程中的关键环节—主机设备(包括挤压脱水机及膨化干燥机)进行一定程度的分析总结, 提出集两者功能于一身的真正意义上的脱水膨化造粒一体化机组, 并予以生产实践验证。

关键词: 合成橡胶; 挤压脱水机; 膨化干燥机

中图分类号: TQ330.4

文献标识码: B

文章编号: 1009-797X(2024)02-0027-04

DOI: 10.13520/j.cnki.rpte.2024.02.007

合成橡胶广义上指用化学方法合成制得的橡胶, 以区别于从橡胶树生产出的天然橡胶。合成橡胶, 又称为合成弹性体, 是由人工合成的高弹性聚合物, 是三大合成材料之一, 其发展历史悠久, 有着广泛的研究前景。

自从1909年弗里茨·霍夫曼发明合成橡胶至今, 历史已经走过了一百多年。经过多年的经验积累, 目前生产工艺已经基本稳定下来, 常规的工艺过程包括单体的合成和精制、聚合过程、凝聚过程、橡胶后处理。本文仅对后处理工段的关键设备—主机设备(包括挤压脱水机及膨化干燥机)予以分析总结, 并根据生产需要提出集两者功能于一身的真正意义上的脱水膨化造粒一体化机组, 并在实际生产实践过程中予以验证。

1 合成橡胶后处理基本工艺流程

合成橡胶单体经聚合、凝聚过程后, 物料形态转变为不规则颗粒状, 在凝聚过程控制良好的情况下, 绝大部分物料颗粒大小为3~20 mm, 这有利于后续的设备对物料进行进一步处理。胶粒水泵将胶粒水(凝聚过程结束后的产物)从凝聚釜(完成凝聚过程的主要设备)泵送到后处理车间后, 便开始了后处理工段的工艺流程, 其基本工艺流程如图1。

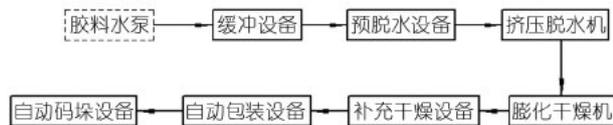


图1 工艺流程图

2 主机设备分析

2.1 挤压脱水机

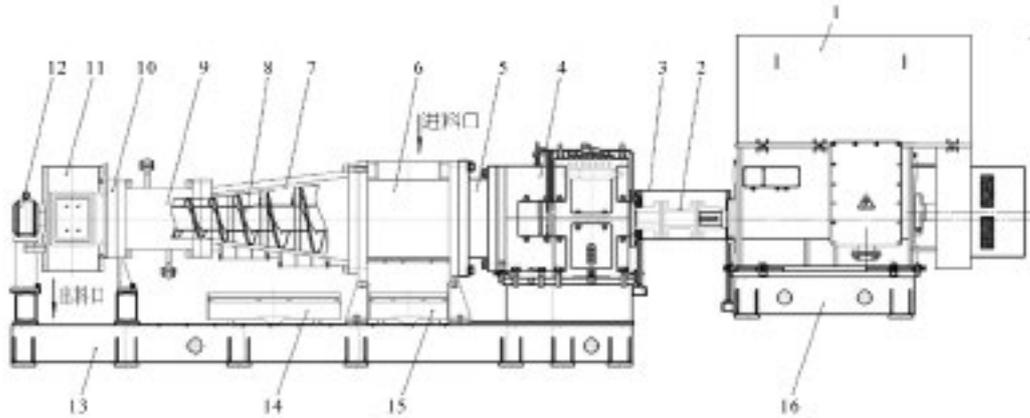
在长期生产实践过程中, 人们根据合成橡胶颗粒在此工序的特性, 采用了挤压脱水机对物料进行挤压脱水。物料中含有大量的水份, 而水是目前已知物质中比热最大的物质, 要想通过加热的方法在连续工作的生产线中短时间内挥发脱除, 必须在较短的时间内吸收大量的热量, 即使通过一定的技术手段予以实现, 从能耗方面来说也是非常不合理的, 所以通过挤压的方法来排除水份几乎成了唯一的选择。

挤压脱水机采用单螺杆结构对物料进行边输送、边挤压、边排水的操作。输送依靠螺杆的螺旋结构实现; 挤压依靠螺旋的变螺距来实现, 也可以依靠螺旋的底径变化予以实现; 排水依靠设备筒体上的漏水筛网来实现。通过调整设备机头部位的调压结构, 改变设备模板的开孔率, 既调整设备内部的物料压力, 控制漏水筛网在排水的同时几乎不会漏料, 控制设备出口物料的含水率在一个合理的范围内, 从而实现设备的长周期平稳运行。设备出口设置与螺杆同轴的切刀, 将物料切成一定大小的颗粒, 便于后续设备吃料。

下图为常见的一种合成橡胶挤压脱水机外形图, 如图2。

作者简介: 张会忱(1978—), 男, 中级工程师, 本科, 主要从事合成橡胶后处理整体解决方案方面工作。

收稿日期: 2023-05-04



1—电机；2—联轴器；3—防护罩；4—减速器；5—连接套；6—加料机筒；7—锥机筒；8—螺杆；9—直机筒；10—模板；11—切粒箱；12—轴承座；13—主体底座；14—锥机筒接水箱；15—加料机筒接水箱；16—电机底座

图2 合成橡胶挤压脱水机外形图

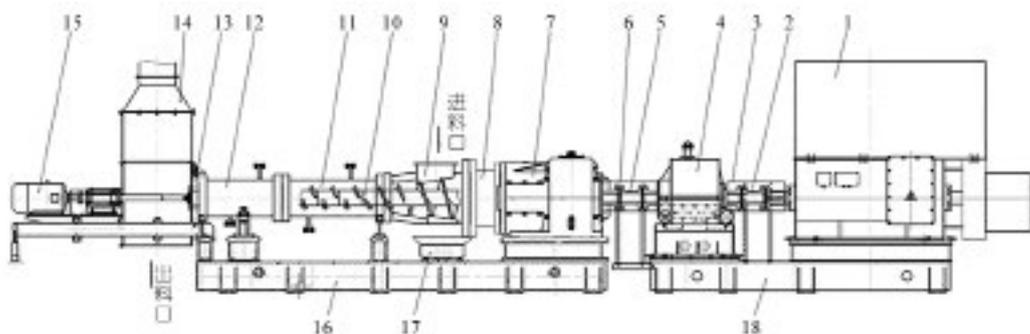
2.2 膨化干燥机

在长期生产实践过程中，人们根据合成橡胶颗粒在此工序的特性，对从挤压脱水机出来的物料采用膨化干燥机进行处理。此时物料内含水适中，在膨化干燥机的作用下，物料得以继续升温，同时压力升高到一个相对较高的程度。在设备的出口，压力转变为大气压，弥散在物料中的水份以类似“炸药”的功能将物料炸开，水份迅速从液相转化为汽相，被引风机带走，这就是膨化干燥的原理。但膨化后会有部分水份冷凝下来重新附着在物料的外表面，这便是后面补充干燥设备所要完成的工作。

膨化干燥机采用单螺杆结构对物料进行边输送、边挤压、边升温的操作。输送依靠螺杆的螺旋结构实

现；挤压依靠螺旋的变螺距来实现；升温主要依靠被压实的物料之间的内部摩擦来实现。通过调整设备机头部位的模头孔大小及数量，改变设备模板的开孔率，既调整设备内部的物料压力及温度，控制设备出口物料的爆破程度，使得含水率在一个合理的范围内，不会造成物料的过度膨化产生大量的粉末，也不会造成物料温度过高产生塑化，亦不会造成膨化的动力不足影响后续的补充干燥效果，从而实现设备的长周期平稳运行。设备出口设置独立的切粒装置，将物料切成一定长度的颗粒，便于后续补充干燥。

下图为常见的一种合成橡胶膨化干燥机外形图，如图3。



1—电机；2—联轴器；3—防护罩；4—液力耦合器；5—联轴器；6—防护罩；7—减速器；8—连接套；9—加料机筒；10—螺杆；11—输送段直机筒；12—发热段直机筒；13—模板；14—切粒箱；15—切粒机构；16—主体底座；17—接水箱；18—电机底座

图3 合成橡胶膨化干燥机外形图

2.3 脱水膨化造粒一体化机组

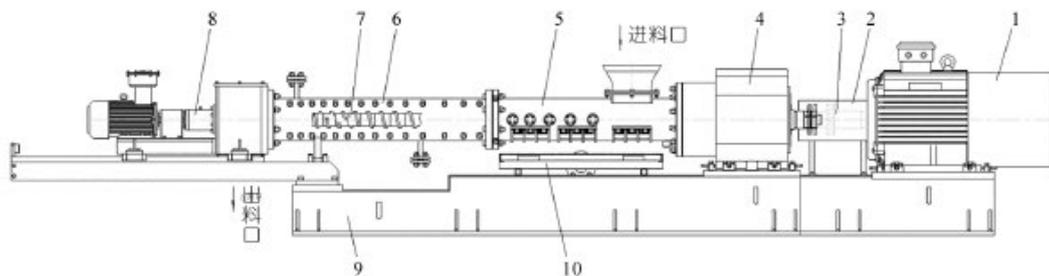
从以上生产实际我们可以看出，物料通过“挤压”及“膨化”两种方式处理后，便可以进行补充干燥了。但仔细观察后我们不难发现，这样的加工方式对于生

产企业来说存在两个问题：一是电能的消耗比较大，因为两台设备需要两台功率比较大的电机来维持运转；二是占用空间比较大，每台设备都需要考虑各自的检修维修空间，故而实际布置时绝大多数都采用两个楼层

来安放,土建成本增加了许多。经与一些生产单位不断的沟通交流,在充分尊重客观事实的基础上,提出了一种真正意义上集“挤压脱水”、“膨化干燥”、“造

粒”于一身的一体化机组。

下图为提出的脱水膨化造粒一体化机组外形图,如图4。



1—电机;2—防护罩;3—联轴器;4—减速器;5—加料排水机筒;6—直机筒;7—螺杆;8—模板切粒机构;9—底座;10—接水箱

图4 合成橡胶脱水膨化造粒一体化机组外形图

2.3.1 加料排水机筒

顾名思义,为完成脱水的功能,设备的加料机筒重新进行了定义,将压力排水功能融合了进去,形成现有的加料排水机筒。除顶部正常的进料口外,底部设置三处排水口,从右至左依次为自然排水口、低压力段排水口、中压力段排水口,排水筛网的筛条分别设置不同的尺寸规格及排布间隙,以利于承受不同的压力,利于不同压力状态下的排水。如果设置更高压力的排水口,从实际生产来看,不利于长期稳定生产,经过一定时间的运行后橡胶颗粒会堵塞排水筛网,甚至个别的橡胶品种会从漏水筛网处产生较为严重的漏胶现象。经观察统计,下表中所列排布间隙基本适用于大部分橡胶品种,具体使用时,应根据橡胶品种及凝聚后的橡胶颗粒大小来确定,并根据各自生产实际进行微调,见表1。

表1 排水口间隙分布

	自然排水口 /mm	低压力段排水口 /mm	中压力段排水口 /mm
排布间隙	1~1.5	0.25~0.5	0.15~0.2

2.3.2 直机筒

物料从进入直机筒开始,大部分表面水份已经在之前的加料排水机筒得以解决,压力开始逐渐升高(也和螺杆的设计相关),采取以下设计结构都是必须之选:

(1) 采用全封闭的机筒用以维持物料的输送。

(2) 根据设备规格大小、加工便利性、内部螺杆上螺套的分布确定直机筒的数量及每个直机筒的长短。区别于常规的膨胀干燥机而言,直机筒的总长度将达到原来的1.1~1.3倍,具体应根据橡胶的品种来确定。

(3) 机筒上必须根据机筒内部螺杆上螺套的设计

布置足够的剪切螺栓,以防止物料在输送过程中产生“抱轴”现象。

(4) 机筒上必须在合适位置设置必要的测温及测压传感器,用以监测设备的运行状态,调整运行参数。

(5) 机筒必须设置可沿轴向自由活动的支撑,一是为了调整筒体轴线与螺杆轴线趋于重合,二是为了满足机筒在不同温度下的工作状态不受轴向限制,避免设备受损。

2.3.3 螺杆

螺杆是整台机组的核心部件,直接决定了整台机组能否达到既定的产能及品质要求。以下两点在设计时必须考虑:

(1) 螺杆的长度(去除位于加料排水段机筒内的对应部分)相较于膨化干燥机而言,要有一定的加长量,一般达到后者的1.1~1.3倍即可,因前者的物料升温基点偏低既含水量偏高(相较于经济挤压脱水机处理后的物料而言,经一体化机组加料排水机筒处理后的物料含水量会更高一些),必须予以更长的升温过程。

(2) 出料端及中间位置的螺套外圆必须进行表面强化处理,一般可通过堆焊硬质合金的方式进行。螺杆在工作时虽然获得了物料的浮动支撑,但由于各处橡胶的压力不同、硬度不同,各处受径向力不同,其基本不能保持在自转同心状态,总是会无规则的偏摆,当偏摆量超过螺套外圆与机筒内衬套内孔的单边间隙时,便会产生刮蹭,如果原料橡胶颗粒偏硬,这种刮蹭现象会明显一些。螺杆启动及停止操作尤其是启动操作,由于机筒内没有物料存在,对于旧螺杆而言(其直线度不好)刮蹭更为明显。综上,在必要位置对螺

套外圆进行表面强化处理是必要的。

2.3.4 模板切粒机构

根据合成橡胶种类的不同，其物性不尽相同，甚至区别较大，故在直机筒末端设置的模板应可以调整其上模头孔的大小及每个模头上的开孔数量。该部件上切粒箱的大小（包括轴向长度及高度空间）也需要根据具体种类区别对待，以恰当为宜，偏小则易造成堵塞造成停产，偏大则影响切刀轴的刚性，对于高速旋转且又承受较大轴向力的切刀轴而言，容易引起震颤及轴承室温升偏高，不利于长周期工作。对于不同的下游需求，要求切好的橡胶颗粒具有不同的长度，但一般而言都会要求短一些为宜，故选择同步转速较高的变频电机可以很好的满足这一需求。由于橡胶在

各处模头孔挤出膨化过程中压力不尽相同，确切来说，模板中间位置的挤出压力会偏低一些，这会造成切好的橡胶颗粒偏长一些，故在模孔布局时需要注意尽量避让。此部件的切刀对于整个生产过程的连续性也具有非常重要的意义，动平衡较差的切刀组对于生产过程是致命性的打击，尤其是大型的机组，动平衡的好坏更是关系到生产的稳定和连续，必须足够重视，每次设备停车后，切刀必须仔细检查，即使发现微小的崩口也必须及时更换。若使用过程中切刀断裂不但会造成切粒效果变差，从而导致产品品质变差，机构也会失去平衡发生震颤，发现不及时甚至会造成下游部分设备的严重损坏。

表 2 不同设备出口的含水率对比

	挤压脱水机出口	膨化干燥机出口	脱水膨化造粒一体化机组出口
含水率	7%~13%	2%~4%	4%~9%

3 总结

脱水膨化造粒一体化机组的诞生不代表挤压脱水机及膨化干燥机时代的终结，它仍有一定的局限性。对于后续需要改性的橡胶物料而言，选择挤压脱水机及膨化干燥机的组合更为理想一些，膨化干燥机会将膨化脱挥执行的更为彻底；对于不需要后续改性的橡

胶物料，而补充干燥设备的能力偏强及生产成本偏低的场合，选择脱水膨化造粒一体化机组更为恰当一些。

表 2 是挤压脱水机及膨化干燥机组合与脱水膨化造粒一体化机组关键控制指标——含水率的对比，供选择时参考，详见表 2（基于上游设备供料含水率为 40%~60%）。

Integrated unit for dehydration, expansion and granulation of synthetic rubber

Zhang Huichen

(Dalian Juzhong Automation Equipment Co. LTD., Dalian 116039, Liaoning, China)

Abstract: Based on the current situation of the synthetic rubber post-treatment industry, this article provides a brief overview of its basic process flow, and analyzes and summarizes the key links -the host machinet (including extrusion dewatering machine and expansion drying machine) in the production process to a certain extent. At the same time, a dehydration, expansion, and granulation integrated unit that combines both functions is proposed and verified in production practice.

Key words: synthetic rubber; squeeze dewatering machine; expansion dryer

(R-03)

