

天然胶乳碟式离心机分离效率的影响因素

杨耀华, 李宗良

(广东省广垦橡胶集团有限公司, 广东 广州 510507)

摘要: 简述LX-460型天然胶乳碟式离心机的工作原理, 考察离心机调节器组合、分离时间、新鲜胶乳干胶浓度、离心机型号对天然胶乳离心分离效率的影响。结果表明: 调节螺丝长度适当, 分离效率较高; 分离时间延长, 分离效率降低; 新鲜胶乳干胶含量越大, 分离效率降低; 离心机型号对分离效果有一定的影响。确定合理的工艺参数和分离时间、控制新鲜胶乳质量、良好维护离心机、加强操作人员培训是提高离心机分离效率的重要措施。

关键词: 碟式离心机; 天然胶乳; 分离效率

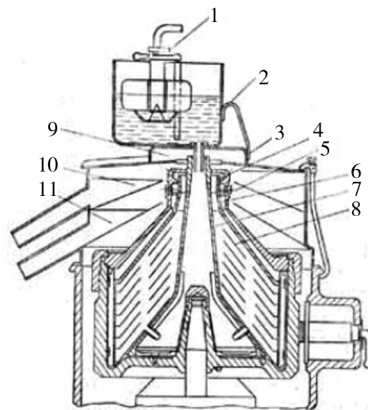
碟式离心机是一种天然胶乳高效分离机械, 按其操作原理可分为2类: 液-固分离(即低浓度悬浮液的分离), 也称离心沉降, 分离因数3000~50000^[1]; 液-液或液-液-固分离(即乳浊液的分离), 也称离心分离。碟式离心机因具有占地面积小、分离效率高、产量大、自动化程度高等优点被广泛应用在食品、医药、交通、轻工、海洋原油等行业。

天然胶乳是一种复杂的胶体溶液, 为液相非均一体系, 目前浓缩天然胶乳通常采用碟式离心机以离心沉降法生产。碟式离心机的转鼓内有许多锥形碟片, 可以高速分离浓缩天然胶乳与胶清中的水和杂质。目前, 我国天然胶乳初加工普遍采用的碟式离心机有LRH-410型离心机(瑞典阿法拉伐公司产品)、DR-400(E)型离心机(广州重型机械厂产品)、LX-460型和LX-560型离心机(浙江轻机实业有限公司产品)等。本工作以LX-460型离心机为例, 分析碟式离心机分离效率的影响因素, 并提出提高分离效率的措施。

1 离心机工作原理

LX-460型离心机是利用浅池原理设计的^[2], 分离能力与沉降槽面积成正比(与沉降槽高度无

关), 离心机转鼓内有数百个完全相同的、具有一定间隙的锥形碟片组, 每只碟片在距轴线一定距离的圆周上有几个对称分布的圆孔, 碟片组对应的圆孔形成垂直通道, 把转鼓分成许多薄层分离空间, 增大了沉降面积, 缩短了沉降距离, 从而提高了分离效率。LX-460型离心机结构示意图见图1。



1—浮阀高度控制; 2—进料斗; 3—调节管; 4—浓缩胶乳出口;
5—调节螺丝; 6—顶碟; 7—分配管; 8—碟片; 9—盖子;
10—浓缩胶乳出口; 11—胶清出口。

图1 LX-460型离心机结构示意图

当天然胶乳进入离心机后, 由于离心机的碟片组高速旋转, 胶乳通过碟片上圆孔形成的垂直通道进入碟片间隙并高速旋转, 此时胶乳不同组分因密度不同而获得不同的离心沉降速度。由于橡胶粒子

密度比胶清小,所受离心力也比胶清小,因此沿着分离碟壁向上,移往转鼓中心,流至胶乳集料槽;乳清与大密度杂质的离心沉降速度大,有向外运动的趋势,沿着垂直圆孔通道在碟片间隙向外运动,并在转鼓壁连续沉降至乳清集料槽,而固体则在转鼓内壁沉降。这样,胶乳中不同密度的组分就在碟片间隙流动过程中离心分离。离心机的分离效率计算公式^[3]如下:

$$E = \frac{C(F-S)}{F(C-S)} \times 100\%$$

式中, E 为分离效率, %; C 为浓缩胶乳干胶含量, %; F 为新鲜胶乳干胶含量, %; S 为胶清干胶

含量, %。

2 离心机分离效率影响因素

2.1 调节器组合

离心机调节器主要由调节管和调节螺丝组成,调节螺丝安装在顶盖上,其中间为胶清流出口,是直接控制浓缩胶乳浓度和胶清浓度以及流出速率的部件。离心机进料速率仅取决于调节管直径,调节管直径越大,液面越高,进料速率越快。在进料速率一定的情况下,分离效率主要由调节螺丝长度来控制。调节螺丝长度对分离效率的影响见表1。

从表1可以看出:随着调节螺丝长度增大,浓

表1 调节螺丝长度对分离效率的影响

调节螺丝长度/mm	浓缩胶乳总固体含量/%	浓缩胶乳干胶含量/%	胶清总固体含量/%	胶清干胶含量/%	分离效率/%
11.0	65.08	63.99	7.84	4.61	89.96
11.5	64.01	62.89	7.69	4.59	90.13
12.0	63.85	62.67	7.60	4.44	90.50
12.5	63.17	61.92	7.31	4.26	90.42
13.0	62.80	61.57	7.08	4.02	90.19

注:调节管直径为9 mm,新鲜胶乳干胶含量27.9%;样品取离心分离时间分别为1 h, 2 h, 2.5 h的胶乳等量混合。

缩胶乳总固体含量、浓缩胶乳干胶含量、胶清总固体含量、胶清干胶含量均不断减小,分离效率先增大后减小。这是因为调节螺丝越短,螺钉与顶盖的间隙越大,胶清流出速率越快,胶清在转鼓中停留时间越短,胶乳流出速率也较慢,橡胶粒子与黄色体、非胶成分的分离效率就较低;调节螺丝越长,螺钉与顶盖的间隙越小,胶清流出速率越慢,胶乳在转鼓中停留时间延长,分离效率提高;当调节螺丝达到一定长度后,沉降在转鼓内壁的大密度杂质增多,螺钉与顶盖间隙减小,分离效率有所降低。

2.2 离心分离时间

胶乳在离心分离过程中,稳定性差的橡胶粒子、黄色体和其他杂质经过离心机的高速旋转,沉积在分配室和分离室中。随着分离时间延长,沉积的杂质和凝胶越来越多,甚至堵塞喇叭管,以致新鲜胶乳不能再流入离心机,而从溢流口流出,致使离心分离停滞。分离时间对分离效率的影响见表2。

从表2可以看出,在调节螺丝长度相同的情况下,随着分离时间延长,浓缩胶乳总固体含量和浓缩胶乳干胶含量总体减小,而胶清总固体含量和胶清干胶含量总体增大。这是由于随着分离时间延长,胶乳在碟片上凝固,使碟片的有效分离面积减小,分离效率也逐渐降低。处理正常的天然胶乳,离心机可以连续运转3~4 h才停机拆洗,而处理劣质天然胶乳时,因喇叭管很快被堵塞,有时仅运转2~2.5 h就要被迫停机拆洗。

2.3 新鲜胶乳干胶含量

新鲜胶乳干胶含量会直接影响浓缩胶乳干胶含量,通常在调节器组合一定的情况下,新鲜胶乳干胶含量与浓缩胶乳干胶含量呈正比。新鲜胶乳干胶含量对分离效率的影响见表3。

从表3可以看出,在调节螺丝长度一定的情况下,新鲜胶乳干胶含量越大,浓缩胶乳干胶含量和胶清干胶含量越大。但新鲜胶乳干胶含量过大或过

表2 分离时间对分离效率的影响

分离时间/h	浓缩胶乳总固体含量/%	浓缩胶乳干胶含量/%	胶清总固体含量/%	胶清干胶含量/%	分离效率/%
调节螺丝长12.5 mm					
1.0	63.92	62.74	6.88	3.97	91.11
2.0	63.83	62.59	7.18	4.07	90.67
2.5	63.47	62.26	6.88	4.22	90.36
调节螺丝长12.0 mm					
1.0	65.00	63.83	6.50	3.32	92.93
2.0	63.55	62.35	7.84	4.72	89.89
2.5	63.79	62.88	7.94	4.78	89.69
调节螺丝长11.5 mm					
1.0	64.55	62.93	7.53	4.45	90.45
2.0	64.21	63.16	7.67	4.43	90.47
2.5	63.81	62.75	8.15	5.03	89.11
调节螺丝长11.0 mm					
1.0	65.07	64.03	7.47	4.44	90.35
2.0	65.08	63.92	7.90	4.76	89.61
2.5	64.29	63.31	8.07	5.03	89.05

注：调节管直径9 mm，新鲜胶乳干胶含量27.9%。

表3 新鲜胶乳干胶含量对分离效率的影响

新鲜胶乳干胶含量/%	浓缩胶乳总固体含量/%	浓缩胶乳干胶含量/%	胶清总固体含量/%	胶清干胶含量/%	分离效率/%
调节螺丝长12 mm					
29.5	64.39	63.20	7.98	4.92	90.36
27.9	63.85	62.67	7.60	4.44	90.50
26.6	63.18	61.85	7.54	4.69	89.13
调节螺丝长11.5 mm					
29.2	64.44	63.01	7.45	4.73	90.60
27.9	64.21	62.89	7.38	4.59	90.13
24.8	62.82	61.76	7.42	4.11	89.38

注：调节管直径9 mm；样品取分离时间分别为1 h，2 h，2.5 h的胶乳等量混合。

小时，分离效率都会降低，这是因为新鲜胶乳干胶含量过大，粘度也大，离心分离困难，分离时会损失更多的胶清，分离效率会下降；新鲜胶乳干胶含量过小，胶清含量增大，离心分离时胶清易带走橡胶粒子，分离效率也会下降。因此，当新鲜胶乳干胶含量过大时，可加水适当稀释后再离心分离；新

鲜胶乳干胶含量过小时，可选用较短的调节螺丝和较大直径的调节管来获得符合要求的浓缩胶乳^[5-7]。

2.4 离心机型号

选取调节管直径和调节螺丝长度相同的LX-460（MX）型、LX-460型和LX-560型离心机各3台，其对分离效率的影响见表4。

表4 不同型号离心机对分离效率的影响

机 号	浓缩胶乳总固体含量/%	浓缩胶乳干胶含量/%	胶清总固体含量/%	胶清干胶含量/%	分离效率/%
LX-460 (MX) 型					
1 [#]	63.62	62.48	6.51	3.68	92.56
2 [#]	62.17	60.82	7.71	4.61	90.75
3 [#]	62.56	61.21	7.51	4.47	91.01
LX-460					
1 [#]	62.47	61.19	7.53	4.37	91.01
2 [#]	62.82	61.61	7.70	7.66	83.20
3 [#]	66.64	65.89	5.55	3.58	92.33
LX-560					
1 [#]	60.01	58.77	6.54	3.28	93.62
2 [#]	62.01	60.72	7.97	4.84	90.05
3 [#]	59.95	58.65	6.66	3.42	93.34

注：调节管直径9 mm，调节螺丝长度12.5 mm，新鲜胶乳干胶含量28.3%；样品取分离时间分别为1 h，2 h，2.5 h的胶乳等量混合。

从表4可看出，在调节器组合相同的情况下，不同型号的离心机分离效率不同，同一型号不同机号的离心机分离效率也有所波动。前者主要是由于离心机内部构件参数不一致，如中性层与中性孔的配合程度、转鼓内径、离心机额定转速、工作电流等变化所致；后者与新鲜胶乳浓度、新鲜胶乳进料液面高度、离心机拆洗和安装等有关。

3 提高离心机分离措施

3.1 控制新鲜胶乳质量

浓缩胶乳质量和离心分离效率与新鲜胶乳品质有着密不可分的关系。挥发脂肪酸值（VFANO）是新鲜胶乳质量最重要的指标，VFANO大的新鲜胶乳生产的浓缩胶乳酸值较大。由于目前我国许多胶农使用乙烯利、乙烯零或其他催熟剂刺激割胶，以提高胶乳产量，但胶乳质量却有所降低，胶乳中的蛋白质、糖类和无机盐等呈上升趋势，新鲜胶乳的传统保存方法受到了严重挑战。新鲜胶乳质量不稳定，给天然胶乳加工带来了新的考验。天然胶乳加工企业应加强对新鲜胶乳的检测力度，单独加工VFANO大于0.15的新鲜胶乳，并加入适量水稀释，添加0.03%~0.05%的复合保鲜剂，调控氨质量分

数至0.25%~0.35%。如有必要可加入适量月桂酸溶液以提高新鲜胶乳稳定性^[4]，并做好后期产品质量调控。

3.2 调整调节器组合

天然胶乳加工企业中的每台离心机工作效率均不同，要提高干胶制成率^[6-8]，需掌握每台离心机的工艺参数，包括调节管直径、调节螺丝长度、调节斗液面高度、离心碟片数量、离心碟间隙、中性孔尺寸、浓缩胶乳出口半径、胶清出口半径等，由于碟片上的中性孔位置已确定，调节管普遍采用9 mm，为了得到较大的干胶收率，可以调整调节螺丝长度使中性层与中性孔重合，以达到较好的分离效果^[1]。

3.3 勤检修

目前新鲜胶乳中的非胶组分含量呈上升趋势，农场添加保鲜剂的量也有所增大，胶乳在离心机中分离2~3 h时碟片上凝胶明显增多，转鼓鼓底结垢严重，离心机分离效率下降，造成清洗困难，生产效率降低。为确保离心机正常工作，离心机停机拆洗前工作间隔应由以往的4 h调整为2.5~3 h，分离质量差的胶乳时离心机停机拆洗前工作间隔应调整为2 h。清洗部件包括调节管、喇叭管、碟片等，

同时还应检查碟片是否完好,中性孔是否吻合,定期更换磨擦瓦与其他配件,添加润滑油,每年停产时进行调试和检测。

3.4 加强培训

离心机的操作具有一定的技术性,离心机部件搭配是否精确、操作是否得当,都直接影响离心机的分离效果。目前我国天然胶乳加工企业中,操作工对离心机的清洗、维护、保养认识不足,以至于离心机工作不能达到最佳状态。因此,每年开产前应对操作工进行技能培训,并进行定期技能考核,建立合理的激励机制,确保操作工有熟练的操作技能。

4 结论

影响离心机分离效率的因素很多,调节螺丝长度适当,分离效率较高;离心分离时间延长,分离效率降低;新鲜胶乳干胶含量越大,分离效率降低;离心机型号对分离效果有一定的影响。确定合理的离心机工艺参数和分离时间、控制新鲜胶乳质

量、良好维护离心机、加强操作人员培训是提高分离效率的重要手段。

参考文献:

- [1] 陈治华.天然橡胶初加工设备与安全使用[M].云南大学出版社,2010:5-13.
- [2] 孙启才,金鼎五.离心机原理结构与设计计算[M].北京机械工业出版社,1987:1-4.
- [3] 何映平.天然橡胶加工学[M].海南出版社,2007:86-95.
- [4] Zachriassen B著.用410型离心机生产高浓度浓乳的新进展[J].邓平阳,译.世界热带作物译丛,1974,7(6):21-24.
- [5] 李发全.浓缩胶乳干胶制成率探索[J].热带农业工程,2000,79(4):16-19.
- [6] 陈金华.探讨影响当前浓乳干胶制成率的主要因素[J].现代经济信息,2009,280(13):275.
- [7] 陈德珍.天然浓缩胶乳制成率下降的主要原因及对策[J].热带农业工程,1999,73(2):11-14.

Factors Influencing the Separation Efficiency of Disc Centrifuge for Natural Latex

Yang Yaohua, Li Zongliang

(Guangdong Guangken Rubber Group Co., Ltd., Guangzhou 510507, China)

Abstract: The working principle of the disc centrifuge model LX-460 for separation of natural latex was briefly introduced. The factors influencing the separation efficiency such as regulator combination, separation time, solid content of fresh latex and centrifuge type were studied. The experimental results showed that there was an optimum length for the regulator screw when the separation efficiency was high. The efficiency could be reduced when the time was prolonged or the solid content of the latex increased. The centrifuge type also had an influence on the separation efficiency. In order to improve the efficiency, it was recommended to establish standard processing parameters and separation time, control the quality of fresh latex, maintain the centrifuge in good condition, and strengthen personnel training.

Keywords: disc centrifuge; natural latex; separation efficiency