



高等职业教育酿酒技术专业系列教材

GAODENG ZHIYE JIAOYU NIANGJIU JISHU ZHUANYE XILIE JIAOCAI

BTA[®]
SINCE 1988

国家级精品课程配套教材

啤酒过滤技术

PiJiu GuoLv JiShu

刘光成 编

 中国轻工业出版社

高等职业教育酿酒技术专业教材
国家级精品课程配套教材

啤酒过滤技术

刘光成 编

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

啤酒过滤技术/刘光成编. —北京: 中国轻工业出版社, 2012. 6

高等职业教育酿酒技术专业系列教材

ISBN 978-7-5019-8742-9

I. ①啤… II. ①刘… III. ①啤酒-过滤-高等职业教育-教材 IV. ①TS262.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 058629 号

责任编辑: 江 娟

策划编辑: 李亦兵 江 娟 责任终审: 唐是雯 封面设计: 锋尚设计

版式设计: 宋振全 责任校对: 吴 娟 责任监印: 张 可

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街6号, 邮编: 100740)

印 刷: 河北高碑店市德裕顺印刷有限责任公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2012年6月第1版第1次印刷

开 本: 720×1000 1/16 印张: 6.75

字 数: 110千字

书 号: ISBN 978-7-5019-8742-9 定价: 15.00元

邮购电话: 010-65241695 传真: 65128352

发行电话: 010-85119835 85119793 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

111238J2X101ZBW

高等职业教育酿酒技术专业（啤酒类）系列教材
编 委 会

主 任 刘少清

副主任 杜波涛

委 员(按姓氏笔画排序)

万 莉、刘光成、吴长春、张祖莲、杨 颖、周 亮、
索 江、高 欣、唐 谦、崔汉斌、黄杰涛、程汉生、
程 康、谢恩润、熊志刚

序

随着中国啤酒工业的不断发展，企业在激烈的市场竞争中，一直致力于不断提高产品质量，降低生产成本。为此，企业的生产设备在不断更新，自动化程度在不断提升。因此，企业对技能型人才的需求越来越多，要求也越来越高。这样，企业迫切希望高等职业院校能够培养大量符合企业需要的技能型人才。

目前，我国职业教育正处在发展时期，人们还在积极探索职业院校的人才培养模式和教学模式，积极寻求与之相配套的教材建设方向。中德合作的湖北轻工职业技术学院中德啤酒学院，积极借鉴德国成功的职业教育经验，努力探索适合中国国情的职业教育模式，积极深化教学改革，在企业员工培训、学生实习、学生就业、课程建设和教材建设等方面，不断加强与企业的合作，积极推进课程体系 and 教材的有机衔接。此次该院组织编写的高等职业教育酿酒技术专业（啤酒类）系列教材（即，《啤酒生产原料》、《麦芽制备技术》、《麦汁制备技术》、《啤酒发酵技术》、《啤酒过滤技术》、《啤酒包装技术》、《啤酒生产理化检测技术》和《啤酒生产微生物检测技术》），是该院在认真总结了二十多年办学成功经验的基础上，收集了大量的国内外教学资料 and 行业信息，在青岛啤酒股份有限公司等国内大型啤酒集团的大力支持和协作下，校企合作开发的专业教材。该教材图文并茂，将理论和实践有机地融合起来，注重专业与产业对接、教学内容与职业标准对接，教学过程与生产过程对接，突出强调了专业的知识目标，特别是技能目标，为学生的专业学习和教师的授课指明了方向。

这套专业系列教材，适合我国高等职业院校酿酒技术专业学生使用，也适合啤酒生产企业在员工培训中作为辅助学习资料使用。我相信，这套酿酒技术专业系列教材的出版发行，对提高我国高等职业院校相应专业学生的学习效果，提高企业员工的培训质量，提高技能型人才的培养质量都能起到相当大的作用，对中国啤酒工业的发展将发挥积极的作用。

青岛啤酒股份有限公司副总裁兼制造中心总裁

樊伟

二零一二年五月

前 言

本书参考《啤酒酿造工国家职业标准》中啤酒过滤工的工作要求编写而成。书中系统地介绍了啤酒过滤的原理、方法和设备、过滤介质的选择与应用、工艺流程的控制和操作等内容，并对当今啤酒稳定化处理的方法以及高浓稀释酿造工艺等进行了详细的描述。

在本书编写过程中坚持以“基于啤酒过滤工作过程”为导向，以“理论实际一体化”为原则，注重实践与应用。本书内容简明实用，通俗易懂，图文并茂，可作为酿酒技术专业教学用书，也可作为高职高专发酵专业及其他相关专业的教学参考用书。

本书的编写工作得到了湖北轻工职业技术学院中德啤酒学院的大力支持与帮助，国家级精品课程《啤酒过滤技术》负责人徐功瑾老师、中德啤酒学院的熊志刚老师、谢恩润老师为本书的编写提供了大量的资料和技术支持。在此，谨向他们表示衷心的感谢。

本书全文由中德啤酒学院刘光成老师编写，由于时间仓促、水平有限，编写中难免有不当及疏漏之处，恳请专家和读者指正，以便在今后再版时加以更正。

湖北轻工职业技术学院中德啤酒学院

刘光成

目 录

第一章 啤酒过滤系统

第一节	啤酒过滤的基本知识	1
第二节	啤酒过滤的方法和设备	8
第三节	啤酒过滤系统的组建	11
第四节	啤酒过滤车间的安全和卫生规范	14

第二章 啤酒过滤介质

第一节	硅藻土	17
第二节	纸板	25
第三节	膜	27
第四节	其他的过滤介质	29

第三章 硅藻土过滤机的预涂

第一节	硅藻土过滤机预涂的方法和步骤	31
第二节	硅藻土过滤机的操作过程	33
第三节	硅藻土过滤机预涂的控制要点及注意事项	51
第四节	硅藻土过滤机预涂效果的评价	53

第四章 啤酒的粗过滤

第一节	啤酒粗过滤的操作过程	54
第二节	啤酒粗过滤的控制要点及注意事项	57
第三节	啤酒粗过滤效果的监测	60

第五章 啤酒的精过滤

第一节	啤酒精过滤的方法及设备	63
第二节	纸板过滤机	64
第三节	膜过滤机	68
第四节	错流过滤器	71

第六章 啤酒的稳定性处理及高浓稀释工艺

第一节	啤酒生物稳定性的处理	77
第二节	啤酒非生物稳定性的处理	82
第三节	啤酒口味稳定性的处理	91
第四节	高浓稀释工艺	94

参考文献	99
------	----

第一章

啤酒过滤系统

知识目标

1. 理解并掌握啤酒过滤的原理；
2. 理解并掌握啤酒过滤的目的和要求；
3. 理解并掌握影响啤酒可滤性的因素和处理方法；
4. 了解啤酒过滤系统的组成；
5. 掌握啤酒过滤设备的名称。

技能目标

1. 能画出啤酒过滤系统组成图；
2. 能描述啤酒过滤的原理。

第一节 啤酒过滤的基本知识

啤酒发酵结束后，啤酒口味已经成熟，而且经过一段时间低温冷储后的酒液也逐渐澄清，但是这种自然的澄清不能满足消费者和生产者对啤酒外观的要求；同时，由于酒液中仍然存在的蛋白质和酵母细胞的影响，啤酒的生物稳定性和非生物稳定性很难令人满意，无法满足市场销售对啤酒质量的要求。因此，必须让啤酒进入过滤工序进行处理。

一、啤酒过滤的目的和要求

(一) 啤酒过滤的目的

过滤是一种机械分离过程，通过过滤可以将啤酒中还存在的酵母细胞和其他浑浊物从啤酒中分离出去，达到澄清透明的程度。总之，啤酒过滤的目的就是使啤酒能够保存，至少应使啤酒在“最低保存期限”内不出现外观变化，以保证啤酒外观的完美性。

(二) 啤酒过滤的要求

1. 快速、彻底地分离浑浊物，达到啤酒国家标准对浊度方面的要求

啤酒经过低温冷贮后，虽然部分浑浊物由于低温的作用而凝聚下沉，酒液出现澄清，但是这种澄清度达不到酿造工艺上的要求；通过啤酒过滤设备，可以将酒液中仍然存在的浑浊物分离出去，如啤酒酵母、蛋白质、蛋白质-单宁复合物、多酚物质、 β -葡聚糖及一些糊状物质，分离后，酒液变得清亮、透明、有光泽；同时，由于去除了对啤酒非生物稳定性不利的蛋白质类物质，啤酒的非生物稳定性得到了很大程度的提高，延长了保质期。

在啤酒理化分析中，主要通过测量啤酒的浊度来反映其清亮程度，也就是啤酒过滤的效果。啤酒国家标准（GB 4927—2008）中规定，优级啤酒的浊度为 $\leq 0.9\text{EBC}$ 。

2. 尽可能地去掉酒液中可能存在的细菌，提高啤酒的生物稳定性

酒液中除了含有以上所述的浑浊物外，可能还会存在少量的细菌；这些细菌如果不去除的话，在适宜的条件下就会大量繁殖，对啤酒的质量产生破坏性的影响，使啤酒出现酸败。通过精度更高的过滤系统，可以较为彻底地滤除这些细菌，从而避免了对啤酒质量的影响，提高了啤酒的生物稳定性。

3. 过滤过程中，应杜绝或尽量避免氧气与酒液的接触

氧气，化学性质最为活泼的一种气体，在啤酒酿造中，它被视为啤酒老化的“催化剂”。一旦氧气和酒液发生接触，氧化就不可避免；氧化后的啤酒颜色会呈现加深的趋势、口味会变差、老化被提前。过滤后的啤酒，溶解氧的含量越低越好，一般不允许超过 $20\mu\text{g/L}$ 。

4. 消除铁离子、钙离子和铝离子对啤酒的影响，减少由于机械效应而导致的凝胶的出现

如今，啤酒过滤主要采用硅藻土作为粗过滤的过滤介质。铁离子、钙离子和铝离子主要来源于硅藻土，如果它们被过多地带入酒液中，就会导致啤酒的颜色和口感发生很大的变化，啤酒过滤应该尽可能地消除这些离子所带来的影响；在啤酒过滤过程中，如果操作不当就会导致酒液循环时间过长，由于机械效应而出现凝胶；一旦出现凝胶，酒液的黏度会上升，可滤性会下降。

5. 过滤前后，酒液的各项指标不应出现太大的变化

首先，啤酒的原麦汁浓度不应因为啤酒过滤而出现升高或降低（高浓稀释酿造工艺除外），这一点在啤酒过滤过程中应该得到保证；其次，由于过滤介质的吸附效应，啤酒的色度会降低0.5~1.0EBC，啤酒的苦味质量会变得更加柔和，啤酒的整体口感也会变得更加协调；最后，由于过滤过程中，酒液始终处于流动状态，二氧化碳含量会有所降低，下降0.2~0.5g/L，泡沫性能变化不大。

二、啤酒过滤的原理

啤酒过滤是利用过滤介质，将酒液中悬浮的浑浊物分离出去，使啤酒澄清透明的一个机械分离过程。分离的动力基于过滤机进口与出口的压力差。啤酒穿过过滤介质的压力是在不断变化的，并且随着过滤介质通透度的变化而变化。过滤过程中，过滤机进口处的压力总是高于出口处的压力，压力差越大，说明过滤介质的阻力就越大，此阻力会影响过滤进程。一般情况下，啤酒过滤速度与啤酒可滤性和过滤机过滤面积成正比，与压力差、啤酒黏度和过滤介质厚度成反比。

酒液中的浑浊物能够被过滤介质分离出来，主要依赖于以下三种分离效应（图1-1）。



图1-1 过滤分离效应

1. 筛分或表面效应

啤酒中的颗粒物质不能穿过过滤介质的孔洞而被截留于不断增厚的滤层表面。随着过滤的不断进行，过滤精度越来越高，但是流量却越来越小。滤网过滤和薄膜过滤均利用此种分离效应，除此之外，错流过滤的过滤机理也与此类似。

2. 深度效应

现在越来越多地应用这种分离效应。多孔性的材料由于其巨大的表面积和幽深曲折的路径而将酒液中的颗粒物质截留下来，过滤介质的孔洞会不断地被堵塞，过滤机的过滤效率也会不断下降。

3. 吸附效应

由于过滤介质和酒液中的颗粒物质所带电荷不同，过滤时细小的颗粒物质会被过滤介质所吸附而截留下来。

在以上三种分离效应中，筛分效应和吸附效应往往会同时出现。

三、啤酒的可滤性

尽管啤酒酿造中生产工艺的改进以及新技术的应用层出不穷，并且生产原料的质量也能得到一定的保证，但仍然会存在啤酒的可滤性问题。如果啤酒的可滤性较差，则会导致过滤介质的使用量上升、成本增加以及延长过滤时间。具体表现在以下方面：

- (1) 较高的水、能源和过滤介质消耗量。
- (2) 时间及人员费用的增加。
- (3) 单批酒液的过滤时间较长，设备利用率下降。
- (4) 后过滤的负担增加。
- (5) 可能会出现酒液的生物污染，啤酒的质量稳定性下降。

(一) 影响啤酒可滤性的因素及改善措施

导致啤酒可滤性较差的原因不仅仅来自于啤酒发酵控制，还来自于其他的各个方面，应该说贯穿于整个啤酒酿造过程。具体影响因素及相应的改善措施如下：

1. 原料质量

没有好的原料很难酿造出优质的啤酒。这一点已经被业界所公认，尽管现在可以通过各种新技术的应用和新产品的使用来弥补原料的质量缺陷。如果原料质量尤其是麦芽质量较差，就会导致生产出的麦汁质量较差，如麦汁中可凝固性氮含量较高、碘值较高、黏度较高等。这些缺陷最终将会导致发酵结束后的酒液可滤性下降。

改善措施：确保原料质量尤其是麦芽质量至少达到一定的标准（表 1-1）。

表 1-1 麦芽部分质量指标参考值

质量指标	参考值	质量指标	参考值
粗细粉差	<1.8%	黏度 (8.6%)	1.53 ~ 1.62mPa · s
脆度	>80%	整玻璃质粒	<2%
麦胶物质含量 (65℃糖化)	<300mg/100gMTrs	整体溶解情况	溶解均匀、良好

注：(1) MTrs 表示麦芽干物质；

(2) 实践证明，使用具有以上指标的麦芽进行酿造不会对啤酒的可滤性产生影响；

(3) 由于各个企业原料配比不同，所以上指标仅供参考。

2. 原料粉碎度的控制

原料的粉碎除了要满足工艺上的要求外，还要充分考虑到粉碎度对啤酒可滤性的影响。如果在粉碎过程中，产生了很多的粗粒甚至是整粒，将会影响糖化时的溶解，会形成较多的高分子物质，结果就是麦汁的黏度较高，啤酒的可滤性

下降。

改善措施：粉碎时，特别要注意麦皮组分和粗粒组分的含量。在进行粉碎物分级评价时，麦皮含量要控制在17%~19%（仅适用于麦汁过滤槽），粗粒含量应不高于10%。

3. 糖化工艺的选择

糖化工艺的选择在很大程度上取决于原料的质量和啤酒的种类。煮出法糖化工艺虽然可以带来较高的糖化车间收得率，但是会导致醪液的氧含量上升；较高的氧气摄入量，会使蛋白质链之间氧化聚合，分子质量上升，最直观的表现就是麦汁的黏度升高，随之而来的就是啤酒的可滤性下降。

改善措施：在保证糖化效果和糖化车间收得率的前提下，尽量采用浸出法糖化工艺，并且在糖化过程中控制好搅拌、温度、时间等参数。

4. 麦汁过滤的控制

糖化结束后，醪液将被泵入麦汁过滤设备，醪液进入的方式会影响到氧气的摄入量；在麦汁过滤过程中，麦汁的清亮度是控制的重点，如果麦汁中含有较多的颗粒物质，无疑会对麦汁的碘值产生影响。这些都会导致啤酒的可滤性下降。

改善措施：倒醪时，醪液从麦汁过滤设备底部或支撑筛板上2~4cm处进入；确保麦汁过滤过程中的清亮度，最好安装在线浊度测量装置进行实时监测；完善糖化过程中各阶段碘值测量及信息反馈。

5. 麦汁煮沸设备及煮沸效果

麦汁煮沸过程中，设备的设计对煮沸质量的影响很大。如果设备产生的剪切力很大，就会导致麦汁中的蛋白质类物质凝聚效果不理想，甚至还会导致出现更不利的凝胶现象。这些将会导致发酵液浑浊不清，冷储时难以澄清，可滤性便会下降。

改善措施：改进煮沸设备的设计，最好能实现无剪切力；制定合理的酒花添加方案，确保麦汁煮沸时蛋白质的凝固和多酚蛋白复合物的聚合效果。

6. 麦汁处理效果

麦汁煮沸结束后，将对麦汁进行一系列的处理。其中，热凝固物和冷凝固物的分离效果直接会影响啤酒的可滤性。

改善措施：通过在回旋沉淀槽添加卡拉胶或硅藻土来加强热凝固物的分离效果，确保热凝固物含量 $<20\text{mg/L}$ ；对于冷凝固物的分离，除了适时排放锥底外，也可以使用卡拉胶或硅藻土等助凝剂加速冷凝固物的沉降，以保证分离效果。

7. 接种酵母的性能和发酵工艺的控制

接种时，啤酒酵母的性能至关重要。如果啤酒酵母的性能较差，发酵时起发慢、降糖速度慢，最终会导致发酵周期过长，酒液难以澄清，从而影响啤酒的可

滤性。在发酵控制中，除了温度控制至关重要外，压力控制和冷却控制也扮演了越来越重要的角色。尤其是冷却控制，如果冷却带的选择不合理，就会导致酒液在规定的时间内难以澄清，啤酒的可滤性也就会下降。

改善措施：接种时，选择活力高、起发速度快的酵母；发酵控制时，根据发酵的不同阶段，严格按照生产工艺要求选择合适的冷却带进行降温。

（二）对未过滤酒液的要求

毫无疑问，未过滤酒液越清亮，啤酒过滤就越容易。也就是说，可滤性较好的酒液始终是啤酒过滤工作者所希望碰到的。那么，未过滤酒液要达到哪些方面的要求，才能说它的可滤性较好呢？

- （1）悬浮酵母细胞数 $< 2 \times 10^6$ 个/mL。
- （2）黏度 $< 1.85 \text{mPa} \cdot \text{s}$ 。
- （3） β -葡聚糖的含量 $< 200 \text{mg/L}$ 。
- （4）碘值 < 0.25 。
- （5）浊度 $< 60 \text{EBC}$ 单位（ $< 25^\circ$ ）。
- （6）pH 在 4.1 ~ 4.4。

（三）酒液预澄清的方法及过程

如果未过滤酒液没有达到以上的要求，也就是说酒液的可滤性较差的时候，就要想办法让酒液在进入过滤之前尽可能地澄清。目前，很多企业针对这种情况采用离心机对酒液进行预澄清。

1. 离心机的工作原理

离心就是利用离心机转鼓高速旋转产生的强大的离心力，加快液体中颗粒的沉降速度，把液体中不同沉降系数和浮力密度的物质分离开。

根据下列公式，可以计算出旋转方向的离心力：

$$F_z = m \cdot a_z = \frac{mv^2}{r} = m\omega^2 r$$

式中 F_z ——离心力，N

m ——物体质量，kg

a_z ——离心加速度， m/s^2

v ——物体线速度，m/s

r ——旋转半径，m

ω ——物体角速度，s

从上述公式可以得知：物体旋转速度越快，质量越大，离旋转轴越远，产生的离心力就越大。如果离心机的箱室直径为 600mm，旋转速度为 6000r/min，那么产生的离心加速度约为 118315m/s^2 ，比较离心加速度与重力加速度（ 9.81m/s^2 ）即可发现，离心加速度是重力加速度的 10000 倍以上。所以，在离心机中产生作用的是一种不可想象的巨大力量。

2. 离心机的类型及特点

离心机可以分为室式离心机和碟式离心机。目前，用于啤酒酿造行业的主要是碟式离心机（图 1-2）。

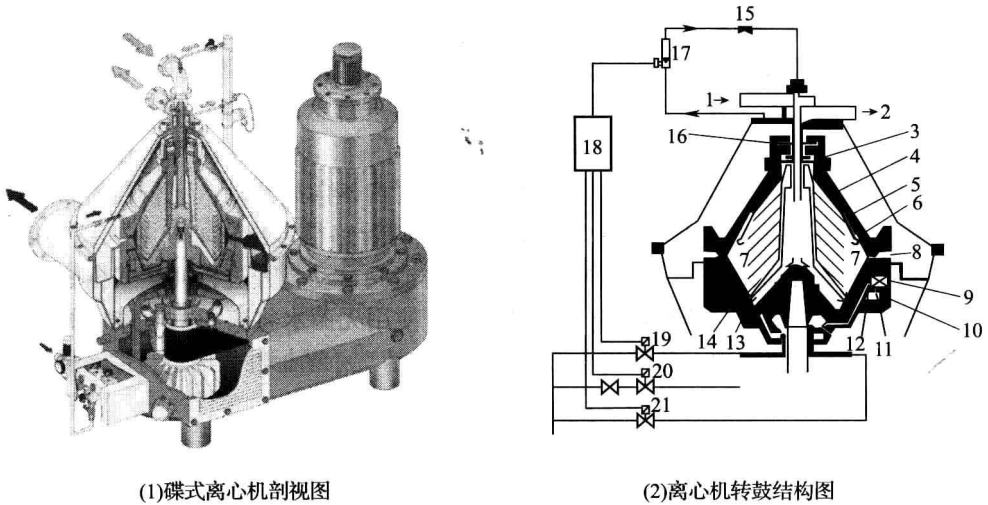


图 1-2 碟式离心机

- 1—进口 2—出口 3—抓手 4—带液体探头的澄清碟片 5—碟片 6—带液体探头的分离碟片
 7—固体物室 8—固体物出口 9—环阀 10—排出喷头 11—贮存室 12—喷头
 13—柱塞滑板 14—封闭室 15—调节阀 16—控制抓手 17—流量监控器
 18—控制器 19—封闭水阀 20—用于预选排空量的控制水阀 21—打开水阀

碟式离心机是一种带有完整转鼓夹套的设备，转鼓直径在 800mm 以内，转速为 2500 ~ 10000r/min，转鼓的直径与转速有关。离心力不能无限制扩大，因为离心力越大，对钢材的抗拉强度要求也就越高，所以要限制离心力。转鼓中安装的锥形碟片最多可以达到 200 个，碟片的安装倾角为 50° ~ 60°，倾角的大小取决于碟片表面的粗糙程度和固定部件的滑动摩擦系数。碟片厚 0.4 ~ 0.6mm，彼此间距为 0.3 ~ 0.4mm，此间距由铆接的间隔条确定，碟片的中间有一个开口，即上升孔洞，它们连在一起就形成了用于分配分离物的上升通道。碟式离心机备有用于排除浑浊物的自卸装置，排放方式分为间歇式和连续式两种。

3. 使用离心机对酒液进行预澄清的过程（图 1-3）

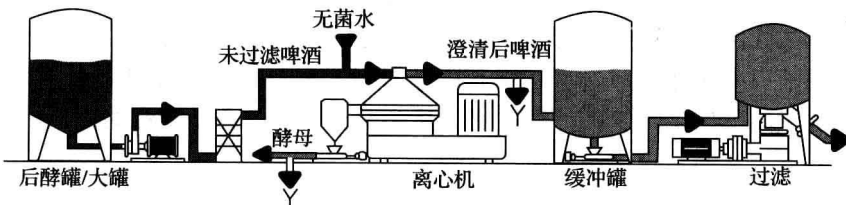


图 1-3 使用离心机对酒液进行预澄清处理流程图

(1) 准备工作 根据离心机使用说明以及 CIP 清洗杀菌标准程序 (SOP) 对离心机进行清洗和杀菌,使离心机达到工作状态;然后,对预澄清流程所涉及的管道和设备进行严格的清洗和杀菌处理,满足生产要求;最后,将所有设备连接,准备进行预澄清处理。

(2) 预澄清处理 首先,使用无菌水将离心机彻底排空,并充满离心机;其次,打开酒液输送泵,将酒液送入薄板冷却器进行急冷处理,将其冷却至 0 ~ 1℃ 后进入离心机将无菌水顶出;最后,开启离心机,酒液沿着上升通道向上流动,此时较重的颗粒物质压向碟壁,并沿着碟片内侧向外滑动,而较轻的酒液则与此相反,沿着碟片的上部向内流动,通过清酒管路被甩出离心机进入缓冲罐,颗粒物质聚集在转鼓四周,达到一定量后,排泄阀自动打开进行间歇式排放。

(3) 收尾工作 酒液预澄清处理结束后,使用无菌水将离心机转鼓内的残余酒液顶出送入收集罐内,关闭离心机,参照 CIP 清洗杀菌标准程序进行后清洗。

第二节 啤酒过滤的方法和设备

一、啤酒过滤的方法

按照啤酒过滤时酒液的流动方向不同,可以将啤酒过滤的方法分为两种:静态过滤和动态过滤。

(一) 静态过滤

静态过滤属于传统的啤酒过滤方法。在过滤过程中,酒液以与过滤介质垂直的方向流动,由于过滤介质的拦截和吸附作用,酒液中的固形物不断积淀在过滤介质表面,穿过过滤介质的酒液变得清亮透明;随着过滤的不断进行,过滤层越来越厚,过滤压差越来越大,过滤速度也就越来越慢,直至无法过滤。因此,这种过滤方法的有效过滤时间总是有限的。目前,绝大多数啤酒过滤设备都是采用静态过滤方法来对啤酒进行过滤处理。

(二) 动态过滤

动态过滤也称错流过滤技术 (cross-flow microfiltration, CMF),是 20 世纪 90 年代开发的新技术。动态过滤与静态过滤相比 (图 1-4),最成功之处在于使用膜或微孔陶瓷材料替代硅藻土,使啤酒过滤不再依靠助滤剂。在动态过滤过程中,酒液以与过滤介质 (膜或微孔陶瓷材料) 平行的方向流动并且进行循环,在流体湍流的作用下,不断冲洗过滤介质表面,始终只会有少量的固形物停留在过滤介质上,从而实现澄清酒液的目的。

由于动态过滤采用孔径更小的膜或陶瓷材料作为过滤介质,同时再加上在流体湍流作用下体现出的“自清洗”功能,从而使啤酒过滤一次性完成,并且过

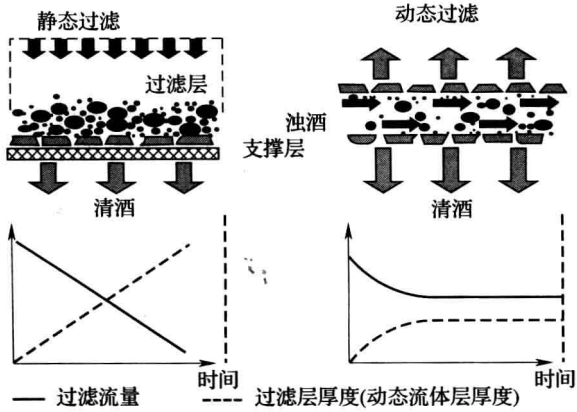


图 1-4 动态过滤和静态过滤对比图

滤的有效时间基本上没有限制。

目前，动态过滤已经在国外的一些啤酒厂中被应用；相信在不久的将来，动态过滤将取代静态过滤被广泛地应用于啤酒行业。

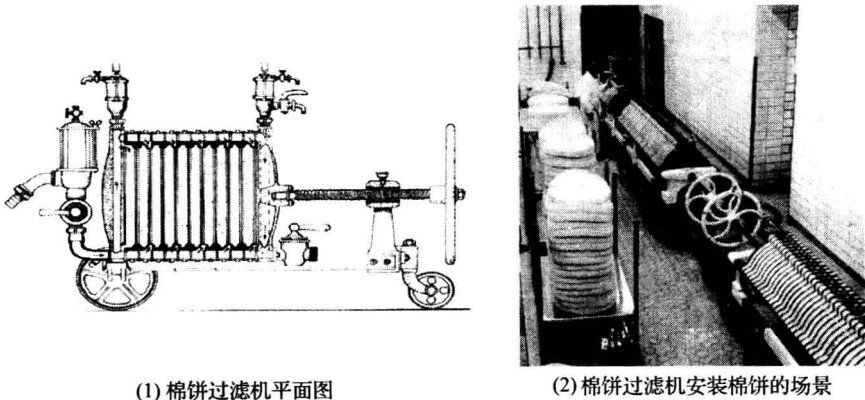
二、啤酒过滤的设备

根据啤酒过滤方法的不同，可以将啤酒过滤设备分为两大类，即，静态过滤设备和动态过滤设备。

(一) 静态过滤设备

1. 棉饼过滤机

棉饼过滤机（图 1-5）是世界上第一台用于啤酒过滤处理的设备，于 1960 年左右投入生产使用。它主要以由纤维素、棉绒和石棉压缩而成的棉饼作为过滤介质，由于操作繁琐、劳动强度大等缺点，目前已经被啤酒生产企业所淘汰。



(1) 棉饼过滤机平面图

(2) 棉饼过滤机安装棉饼的场景

图 1-5 棉饼过滤机一览