

啤酒发酵罐 CIP 冷清洗技术

王 振

(燕京啤酒山东无名股份有限公司, 山东 邹城 273500)

摘 要: 影响 CIP 技术清洗效果的因素主要有: ①污染物和被清洗体表面的吸附力大小; ②被清洗体表面的粗糙程度; ③清洗剂的浓度; ④清洗时间; ⑤清洗温度; ⑥清洗剂的冲洗强度。冷清洗比热清洗具有耗能低、对发酵罐的腐蚀性小、节约水量和时间, 对发酵罐壁的影响小。大型发酵罐适宜冷清洗, 可减轻碱与 CO_2 反应造成管道堵塞, 减少对罐体的腐蚀, 减轻大罐的变形, 经济成本低。(孙悟)

关键词: 啤酒; 发酵罐; CIP 清洗技术; 冷清洗

中图分类号: TS262.5; TS261.4

文献标识码: B

文章编号: 1001-9286(2008)01-0068-04

CIP Cleaning Techniques for Beer Fermenter

WANG Zhen

(Yanjing Beer Shandong Wuming Co.Ltd., Zoucheng, Shandong 273500, China)

Abstract: The factors influencing the cleaning effects of CIP techniques mainly covered: 1. Very low adsorbability of the pollutant and the surface of the cleaning objects; 2. The rough degree of the surface of the cleaning objects; 3. Detergent concentration; 4. Cleaning time; 5. Cleaning temperature; 6. The rinsing intensity of detergent. Compared with thermal cleaning, cool cleaing had the advantages such as low energy consumption, low corrosion to fermenter, water-saving and time-saving, and less effects on fermenter wall. CIP cleaning technique was an ideal choice for the cleaning of large fermenter, which could reduce pipe obstruction induced by the reaction of alkali and CO_2 , abate the corrosion to fermenter, extenuate the distortion of fermenter, and decrease production cost. (Tran. by YUE Yang)

Key words: beer; fermenter; CIP cleaning techniques; cool cleaning

发酵罐的清洗和灭菌是消除啤酒有害微生物对啤酒发酵威胁的最主要手段之一。随着啤酒工业的快速发展, 发酵罐的容积越来越大, 采用手工清洗发酵罐越来越不可能。这一发展的结果形成了专门的清洗技术——CIP 清洗技术。锥形罐的 CIP 清洗方式一般分为两种: 热清洗和冷清洗。CIP 热清洗方式已在国内普遍使用, 即清洗工艺中使用蒸汽加热水和清洗介质, 用热水和清洗介质来刷罐; 而 CIP 冷清洗技术则是使用常温水 and 清洗介质, 无需热源加热, 该刷洗方式现在国内啤酒企业中使用较少。我公司新扩建 480 m³ 罐区的 CIP 系统就采用了该种方式。通过使用, 已验证了整套系统运行可靠, 微生物指标的控制效果很好。本文对锥形罐 CIP 冷清洗技术与传统的热清洗技术进行对比分析, 谈谈冷清洗技术的特点。

1 啤酒发酵罐 CIP 清洗机理及影响清洗效果的因素

CIP 清洗技术清洗的原理即对被清洗对象提供一定能量(机械能、化学能、热能 W 等), 使污染物疏松、崩解或溶解, 从而脱离附着物表面, 而不影响被清洗体性质的过程。影响这一过程的因素主要有:

①与污染物和被清洗体表面的吸附力大小有关。吸附力越大, 越不容易清洗。

②与被清洗体表面的粗糙程度有关。被清洗体表面越粗糙, 越不容易清洗。啤酒发酵罐内涂层表面的粗糙程度要求 $Ra \leq 1 \mu\text{m}$ 。

③与使用清洗剂的浓度有关。清洗剂浓度越高, 清洗效果越好, 清洗时间越短。但是, 清洗剂的浓度也不能过高, 以免造成不应有的浪费。

④与清洗时间有关。清洗时间越长, 效果越好, 啤酒是连续性规模化生产, 要求发酵罐清洗时间越短越好, 只有这样, 才能提高设备的利用率。

⑤与清洗温度有关。清洗温度越高, 清洗剂的反应速度越快, 清洗时间就可以缩短。

⑥与清洗剂的冲洗强度有关。冲洗强度越大, 清洗效果越好。发酵罐清洗时, 要求洗球喷射压力应大于 0.3 MPa。

2 如何选择清洗剂

发酵罐清洗的目的是除掉附着在罐壁上的蛋白质、酒花树脂等有机物和无机盐类等。其主要成分含有: ①

收稿日期: 2007-09-03

能溶解并能在清洗过程脱落的物质。②能乳化但不能溶解的物质,清洗时,这类物质必须进行乳化。③不能乳化也不能溶解的物质,这类物质必须进行浸润后,再进行乳化。

因此,选择清洗剂时,必须考虑到清洗剂具有下列性质:①易溶于水;②对污染物的清洗效果好;③湿润能力强;④不易产生泡沫;⑤与水中盐的反应尽可能的低;⑥不腐蚀设备;⑦费用低;⑧对环境污染小;⑨不对人体产生安全危害。

3 常用的两种清洗剂

3.1 碱性清洗剂

在以氢氧化钠为主体的基础上,添加碳酸钠、硅酸钠、多聚磷酸盐、三聚磷酸钠、润湿剂等构成。在选择氢氧化钠为主体的碱性清洗剂时,不要添加氯化物提高清洗效果,因为氯化物能使不锈钢产生点孔腐蚀,不易被人察觉。

3.2 酸性清洗剂

主要以磷酸、硝酸、柠檬酸等为主体,添加润湿剂、表面活性剂等构成。

4 我公司的两套 CIP 系统组成

4.1 两套 CIP 清洗系统主要设备配置 见图 1)

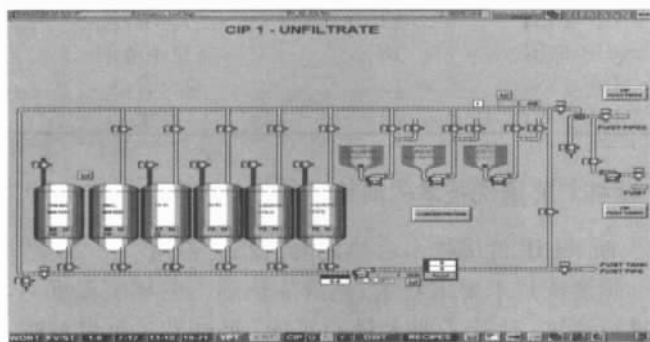


图 1 CIP 清洗系统主要设备配置

4.2 各部分的作用

两套 CIP 系统各配备有 6 个 10 t 清洗罐,分别为:

①回收水罐 (REC. WATER): 回收较清洁的清洗水,供其以后系统的预洗用水。

②清水罐 (FLUSH WATER): 用于工艺需求量的清水储备。

③碱罐 (CAUSTIC COLD): 贮存按工艺标准要求调配合格浓度的碱液。

④回收碱罐 (CAUSTIC USED): 回收、贮存在刷罐过程中,达到工艺回收标准要求的碱液。

⑤酸罐 (ACID): 贮存按工艺标准要求调配合格浓度的酸液。

⑥消毒剂罐 (DESI): 贮存按工艺标准要求调配合格

浓度的消毒液。

另外,两套 CIP 清洗系统中还包括 1 套流加罐子系统:碱流加罐、酸流加罐和消毒剂流加罐,其作用是通过微机在线检测仪的电导率测定,自动控制流量泵来补充酸碱量,及时调整碱罐、酸罐的清洗液浓度,并及时补充刷洗过程中酸碱的消耗,保证大罐的刷洗液的有效浓度。

4.3 各 CIP 清洗系统设备配置的技术参数

①清洗系统各罐的容积要保证喷淋系统 20 min 的喷淋量。

②清洗系统回收泵的能力要大于喷淋泵的能力,防止洗液积存。

③清洗系统要设溢流管;碱罐、酸罐、消毒剂罐、无菌水罐要设取样阀,配置必要的检视测量系统。

④清洗系统各罐的阀门最好选用双座阀,避免各洗液相混。

⑤喷淋洗球要设监视系统,保证洗球正常转动。

⑥清洗系统要配置碱、酸、消毒剂自动添加系统及浓度自动检测系统。

4.4 两套 CIP 系统的洗罐器装置及工作原理

两套 CIP 系统均采用旋转喷射型洗罐器,并配有洗罐器自动旋转报警系统。洗罐器(图 2)及洗球(图 3)。

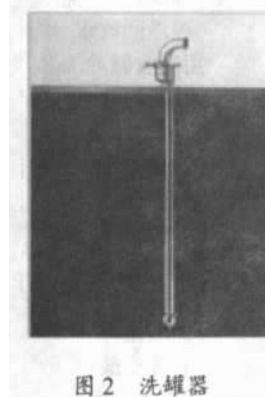


图 2 洗罐器



图 3 洗球

洗罐器的工作原理:洗罐器在流体流动的作用下,通过洗罐器内部的涡轮自转系统,驱动洗球均匀定向转动,使洗涤液喷射于罐体的表面而产生扇状射流,从而对罐体产生强大的冲击力,达到清洗的目的。洗球转动监视系统对其工作状态进行时时监控,洗球不转动时,系统发出报警信号,保证了清洗效果。清洗介质的喷射轨迹(图 4)。

5 两套系统的工艺流程

5.1 冷清洗步骤

①锥形罐滤酒结束后,从罐底放压排空,锥形罐如采用 CO₂ 备压,CO₂ 应回收。

②用回收水或清水进行喷淋 15~20 min,排掉。

③用火碱(浓度 2%~3%)循环 45 min,并回收。

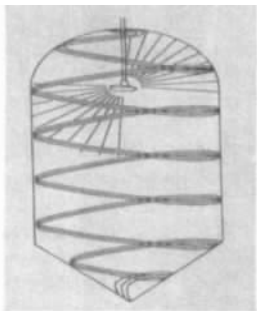


图 4 清洗介质的喷射轨迹

- ④用水喷淋 15 min, 并回收至回收罐。
- ⑤用 2 %的酸洗剂酸洗, 常温下喷淋 15~20 min, 并回收至酸罐。
- ⑥用清水喷淋 15~20 min。
- ⑦用 200 mg/L 杀菌剂喷淋消毒, 不回收。
- ⑧控净杀菌剂, 关闭取样阀、锥底阀及侧管, 调整罐温至工艺温度。
- ⑨刷罐时要求刷罐泵出口压力为 0.4~0.6 MPa。冷清洗自动控制程序见表 1。

表 1 冷清洗自动控制程序

选 项	运行步骤	程序步骤
CIP_FVST	1	输入待刷的罐号
CIP_FVST	2	CO ₂ 排空
CIP_FVST	3	用回收水冲洗
CIP_FVST	4	控净回收水
CIP_FVST	5	用回收碱冲洗
CIP_FVST	6	控净回收碱
CIP_FVST	7	用水冲洗
CIP_FVST	8	控净水
CIP_FVST	9	碱循环
CIP_FVST	10	排空碱
CIP_FVST	11	用水冲洗
CIP_FVST	12	排空水
CIP_FVST	13	酸循环
CIP_FVST	14	排空酸
CIP_FVST	15	用水冲洗
CIP_FVST	16	排空水
CIP_FVST	17	消毒剂冲洗
CIP_FVST	18	排空消毒剂
CIP_FVST	19	排空管道
CIP_FVST	20	结束

5.2 热清洗步骤

- ①锥形罐滤酒结束后, 从锥底放压排空, 锥形罐如采用 CO₂ 备压, 应回收。
- ②用回收热水或热清水进行喷淋 15~20 min, 排掉。
- ③用浓度为 2 %~3 %的热火碱水打循环 45 min, 并回收(注意防止大罐形成负压)。
- ④用热水喷淋 20 min, 水回收。
- ⑤用浓度为 2 %~3 %的酸洗剂, 常温下喷淋 15~

- 20 min, 并回收至酸罐。
- ⑥用清水喷淋 20 min(水回收至回收罐)。
- ⑦用 0.2 %~0.3 %的杀菌剂喷淋消毒 15~20 min, 消毒剂不回收。
- ⑧控净杀菌剂, 关闭取样阀、锥底阀等阀门, 调整罐温至工艺温度, 准备进酒。
- ⑨刷罐时要求刷罐泵出口压力 0.4~0.6 MPa。热清洗自动控制程序见表 2。

表 2 热清洗自动控制程序

选 项	运行步骤	程序步骤
CIP_FVST	1	输入待刷的罐号
CIP_FVST	2	CO ₂ 排空
CIP_FVST	3	用回收水或热水冲洗
CIP_FVST	4	控净回收水
CIP_FVST	5	用回收热碱冲洗
CIP_FVST	6	控净回收碱
CIP_FVST	7	用热水冲洗
CIP_FVST	8	控净水
CIP_FVST	9	热碱循环
CIP_FVST	10	排空热碱
CIP_FVST	11	用热水冲洗
CIP_FVST	12	排空水
CIP_FVST	13	酸循环
CIP_FVST	14	排空酸
CIP_FVST	15	用水冲洗
CIP_FVST	16	排空水
CIP_FVST	17	消毒剂冲洗
CIP_FVST	18	排空消毒剂
CIP_FVST	19	排空管道
CIP_FVST	20	结束

6 两种 CIP 清洗技术的对比

6.1 两种 CIP 清洗技术对热能的消耗量不同

热清洗技术要求对水、碱液加热到工艺规定温度后再进行清洗, 这就需要大量的热能, 而对另一个发酵罐进行清洗时, 贮存的水、碱液的温度不能满足工艺规定要求时, 又必须对其进行加热, 这样周而复始地加热、降温, 进一步增加了热能的消耗。冷清洗技术由于使用常温的水、清洗液等进行清洗, 无需消耗热能。

6.2 对罐体和设备的影响程度不同

发酵罐进行 CIP 热清洗时, 发酵罐温差可达 50 ℃ 以上, 易造成发酵罐的急度升温、降温, 由于“热胀冷缩”的原理, 造成发酵罐变形。并且由于发酵罐与内涂层的膨胀系数不同, 而造成内涂层脱落。因此, 热 CIP 清洗技术对发酵罐具有潜在的风险, 如果控制不当, 将大大影响发酵罐的使用寿命。另一方面, 热 CIP 清洗技术能加速对设备的腐蚀程度, 因为同种浓度的清洗液, 温度愈高, 腐蚀性愈大。冷清洗技术则可避免以上现象的发生。

6.3 清洗时间及耗水量不同

冷清洗省略了碱液清洗后用热水冲洗的过程,可降低用水量及清洗时间。一般冷清洗 1 个 200 m³ 的发酵罐需要耗水 10 t 左右,用时 90 min;热清洗 1 个 200 m³ 的发酵罐需要耗水 15 t 左右,用时 105 min。

6.4 两种 CIP 技术清洗后微生物检测情况 表 3)

表 3 两种 CIP 技术清洗后微生物检测结果对比

项目	取样地点	大肠菌群 (个/100mL)	细菌总数 (个/100mL)	厌氧菌 (个/100mL)
冷 清 洗	发 最高值	<3	5	10
	酵 最低值	0	0	0
	液 合格率(%)	>95	>90	>90
热 清 洗	发 最高值	<3	3	7
	酵 最低值	0	0	0
	液 合格率(%)	>95	>95	>95

6.5 两种 CIP 技术清洗后对发酵罐壁的影响比较 (表 4)

表 4 两种 CIP 技术清洗后对发酵罐壁影响的比较

项目	罐顶泡盖	罐壁内涂层	锥底
冷清洗	清洁光亮,有轻微白色痕迹	清洁光亮	清洁光亮,有轻微白色颗粒沉淀
热清洗	清洁光亮,有白色痕迹	清洁光亮,有轻微起泡	清洁光亮,有少许白色颗粒沉淀

7 冷清洗的技术优势

7.1 大型发酵罐适宜冷清洗

发酵罐滤空后,罐体温度很低,当用热清洗工艺清洗时,罐体温度变化可达 50℃以上,这样急剧频繁地对发酵罐进行急速升温、降温,可引起大罐变形。大罐降温时,内部必将产生负压,一旦发酵罐真空呼吸阀出现故障,也可引起大罐变形。而大罐在设计安装时大都没有考虑忽冷忽热所引起的温度应力,也极易引起发酵罐失

稳变形。由于发酵罐的罐体及内涂层的膨胀系数不同,从而也极易造成内涂层的脱落,而影响发酵大罐的使用寿命。冷清洗工艺则可避免以上现象的发生。

7.2 减轻碱与 CO₂ 反应造成的管道堵塞

不论采用何种清洗技术,如果使用碱性清洗剂,必须先回收 CO₂ 后,再进行清洗。发酵罐滤空后,罐内存有浓度极高的 CO₂ 气体,如果不排空或回收,可造成碱液的大量消耗。有资料表明,发酵罐内每 1 m³ 的 CO₂ 可消耗碱 4 kg,可见 CO₂ 对清洗的影响程度,同时碱与 CO₂ 反应,可形成非溶性的小苏打,堵塞管道。而单独使用酸洗时,则可避免以上现象的发生。

7.3 减少对罐体的腐蚀

含氯的清洗剂或消毒剂都能对不锈钢产生腐蚀,使用不锈钢材质的发酵罐时更应注意。另外,使用强氧化剂作为消毒剂,也可对发酵罐内涂层 T-541 产生破坏作用,使内涂层 T-541 发生粉化、褪色、起泡等。热清洗能加速对罐体的腐蚀程度。使用冷清洗可减少罐体的腐蚀。

7.4 减轻大罐变形

要保证发酵罐真空呼吸阀正常工作。防止热清洗时,大罐内产生负压,使大罐变形。冷清洗可避免以上现象的发生。

7.5 经济成本低

CIP 冷清洗工艺比 CIP 热清洗工艺,可明显降低清洗成本。

正确选择和使用 CIP 清洗技术,不仅可大大提高发酵罐的清洗效率,改善操作安全性,而对于降低生产成本、改善啤酒风味、延长啤酒保质期等方面,也起着重要的作用。●

(上接第 67 页)

表 10 草药曲与传统米糠曲的比较

项目	糖化力(mg/g·h)	液化力(g/g·h)	发酵力(%)
草药曲	480	8.05	67.2
米糠曲	468	8.01	68.9

可作制曲疏松材料,也可为微生物生长提供生长因子和一定的抑制病原微生物的作用^[6],从而对小曲的质量有促进作用。不同的中草药添加比例对小曲的菌量、糖化力、液化力及发酵力影响结果不一样。初步研究结果表明,当添加辣蓼草、桑叶、何首乌叶 3 种中草药制备小曲时,其比例可以任意选取 1 1 1 或 2 1 1 或 1 2 1,小曲生产的最佳培曲时间为 5 d,最佳培曲温度为 25℃。

参考文献:

- [1] 徐成勇,郭波,周莲,等.酿酒小曲研究进展[J].食品与工业发酵,2002,28(2):72.
- [2] 章克昌.酒精与蒸馏酒工艺学[M].北京:中国轻工业出版社,2005.422-423.
- [3] 黄秀梨,夏立秋.微生物学实验指导[M].北京:高等教育出版社,德国:施普林格出版社,1996.69-71.
- [4] 华南工学院,无锡轻工业学院,天津轻工业学院,等.酒精与白酒工艺学[M].北京:中国轻工业出版社,1983.
- [5] 蔡定域.酿酒工业分析手册[M].北京:中国轻工业出版社,1988.261-271.
- [6] 国家中药管理局《中华本草》编委会.中华本草(精选本)[M].上海:上海科技出版社,1997.302-353.
- [7] 杜荣攀.生物统计学[M].北京:高等教育出版,2003.241-251.