

酒类专用辐照站的设计

姚士彬 陈子根

(西南反应堆工程研究设计院)

本文扼要介绍了酒类专用辐照站的设计原则、物理方案、工艺流程、建筑结构及其安全特性。该辐照站现装钴源 0.925×10^{15} Bq, 辐照酒量每天10t。它结构简单, 操作方便, 安全可靠, 射线利用率高, 很适于在地方小企业推广应用。

关键词: 辐照站 钴源 辐照能力 辐射防护

一、前 言

目前辐射加工已成为一种新兴的加工工业。 γ 射线照射曲酒, 可以加速陈酿、老熟, 缩短贮存期, 提高质量^[1]。薯类机制白酒经 γ 射线照射后, 再加以适当勾兑, 对于消除杂味、改善品质有明显效果。成都某酒厂辐照加工薯类机制白酒已取得明显的经济效益。根据横向经济合同, 我们设计建造了酒类专用辐照站。

二、设计原则

酒类专用辐照站最大装源量 3.7×10^{15} Bq, 最大年产量 8000—10000t; 首批装源 0.925×10^{15} Bq, 初期年产量 2500—3000t。在辐照站设计过程中, 始终遵循如下基本原则: (1)安全可靠, 不危及人身, 不污染环境。(2)清洁卫生, 辐照剂量均匀, 保证酒的品质。(3)尽可能提高放射源的利用率。(4)投资少, 结构简单, 操作方便。

三、物理方案

根据小试样试验及有关资料报道^[2], γ 射线照射薯类机制白酒的最佳剂量是0.8—1kGy。我们据此考虑辐照站的物理方案。

标准工业钴源的几何尺寸是 $\phi 15 \times 90$ mm。源管用 $\phi 18 \times 1$ mm的不锈钢管制成。为减少放射源的自吸收, 16根源管均布在 $\phi 280$ mm的圆周上, 源架呈鼠笼形。每根源管可装6枚放射源, 一共可装96枚放射源, 保证有足够的装源容量。首批装源 0.925×10^{15} Bq, 共32枚, 间隔着装在8根源管的中部, 每根装4枚。

辐照站采用断续辐照方式, 而不是连续辐照方式。放射源置于中心位置, 周围是一个环形大酒罐, 称为辐照罐。为避免局部地方辐照剂量超过限值^[3], 环形辐照罐内壁直径为600mm, 使酒不致离放射源太近。为提高射线利用率, 酒层厚度为500mm, 因此环形辐照罐的外壁直径为1600mm。为使酒的辐照剂量均匀, 在环形辐照罐里设置一个直径为1100mm的中隔层, 把环形辐照罐分为内桶和外桶。环形辐照罐高1200mm, 放置在辐照小室里, 周围是足够厚的混凝土屏蔽体。

根据上述物理方案, 用水做模拟体, 计算了环形辐照罐里的剂量分布。装源后用热释光剂量计测量了辐照罐内外两侧的剂量分布。计算和实测均表明, 环形辐照罐里的剂量场是很

表 辐照站的物理参数
Table Physical variables of the irradiation facility

	平均剂量率(Gy/h) Mean dose rate	辐照时间(h) Irradiation time	每次辐照量(kg) Once irradiation mass	辐照能力(kGy·kg/h) Irradiation capacity	能量利用率(%) Utilization rate of energy
内 桶 Internal tank	647	1.5	630	400	30
外 桶 External tank	135	7.4	1000	130	10

不均匀的, 必须设法使酒的辐照剂量均匀。经计算, 辐照站的有关物理参数见表。

据资料报道, 典型的商业化辐照装置, 实际效率一般在20—30%^[4]。本辐照站为辐照酒专用, 能量利用率达到40%。如果一天三班作业, 内桶每班照4桶, 外桶每班照1桶, 每天可照10t酒, 实际利用率可达33%。

四、工艺流程

1. 辐照酒的工艺流程

该辐照站除加工本厂的机制白酒外, 还要承揽对外辐照加工, 因此工艺流程比较复杂。白酒辐照加工的工艺流程如图1所示。

“本厂进酒”和“外厂进酒”是容量为6t的两个贮酒罐, 设置在二楼平台上, 由泵将酒送入贮酒罐作临时贮存。从贮酒罐到备料桶靠落差自流。从备料桶到辐照桶借助压缩空气强迫输送。从辐照桶出酒用泵抽, 直接送至装瓶车间或二楼平台的另一个贮存罐。辐照本厂酒还是外厂酒, 用内桶辐照还是外桶辐照, 都可以用阀门方便地切换。

圆形辐照罐、备料桶、工艺管道和阀门全部采用不锈钢材料, 贮酒罐采用铝材料, 辐照过程避免了杂质带入酒中。

2. 压缩空气搅拌

辐照罐里剂量分布是不均匀的, 为保证酒的辐照剂量均匀, 采用压缩空气搅拌。压缩空气经分离、过滤等多次净化, 以确保酒的品质。

3. 源架及提源装置

如上所述, 16根源管插在上下栅板中, 构成鼠笼形源架。为防止在升降过程中源管脱落或放射源脱出, 源架设有一个盖子。源架升降采用手动卷扬机, 源架提升到位有明显的直感。另外, 还设有声光报警信号, 报告放射源已经到位。

4. 排风系统

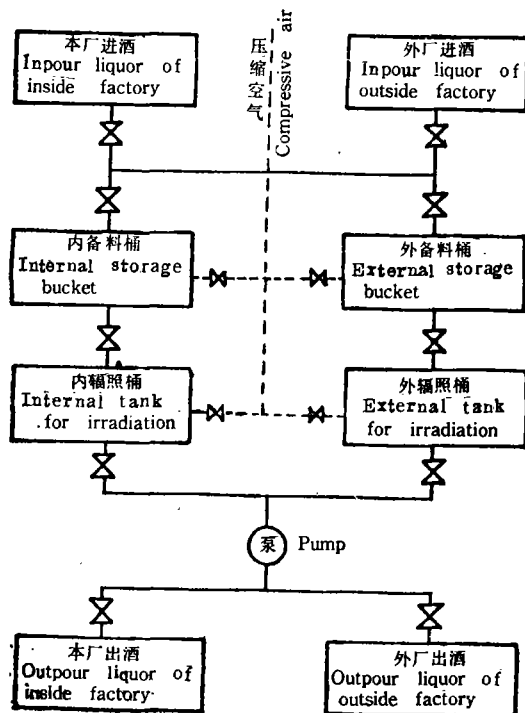


图1 照酒工艺流程图

Fig. 1 Flow chart for liquor irradiation

考虑到放射源冷却及排除辐照产生的臭氧, 本辐照站在辐照小室里设置了排风系统。我们采用30K4-11型轴流风机, 流量为 $2340\text{m}^3/\text{h}$ 。辐照小室除去环形辐照罐占据的空间, 只有 $2-3\text{m}^3$, 臭氧产生量是十分微小的。设置排风系统后, 臭氧含量将远远低于 $0.3\text{mg}/\text{m}^3$ 的最高允许浓度。

五、建筑结构

辐照站是一个独立完整的设施, 建筑面积 145m^2 , 包括以下五部分。

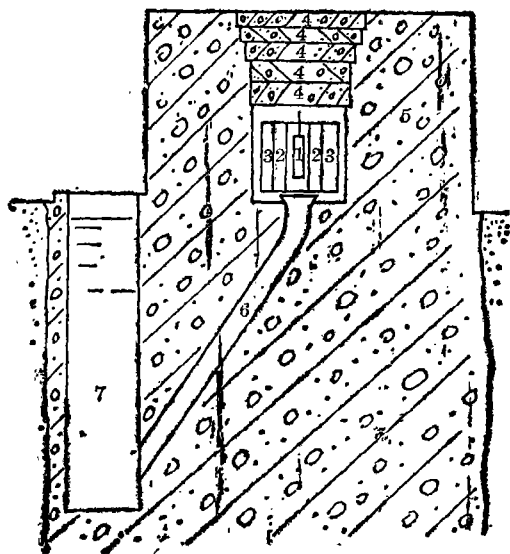


图2 辐照站主体立面示意图

- 1.放射源 2.内辐照桶 3.外辐照桶 4.盖板
5.屏蔽体 6.斜孔道 7.水井

Fig. 2 Vertical cross-section of the irradiation facility

1. Radiation source
2. Internal tank for irradiation
3. External tank for irradiation
4. Cover
5. Shield body
6. Leaning channel
7. Water well

1. 贮源水井及倒源操作间。一个直径 1.5m 、深 6m 的水井用于钴源贮存及倒装。水井的井壁及底均用不锈钢敷面, 以保证井水水质, 同时防止放射性向环境泄漏。顶部设置一个单轨 5 吨电动葫芦。

2. 屏蔽体。中心是 $\phi 1800 \times 1800\text{mm}$ 的辐照小室, 四周是 2m 厚的混凝土屏蔽体, 顶部是五层混凝土盖板, 屏蔽厚度与四周相当。屏蔽体上方与倒源操作间相通。环形辐照罐设置在辐照小室里。在它的中轴线下方, 有一个直径 400mm 的斜孔道与水井底部相通, 用作放射源升降通道, 如图2所示。

3. 控制间。设有一排控制屏, 屏后设置备料桶、酒泵和手动卷扬机。照酒工艺流程中的工艺控制阀门整齐地布置在控制屏上, 并标有醒目的工艺流程图。电气控制开关及声光报警信号布置在其中一块控制屏上。

4. 压缩空气与净化系统。由空压机、旋风分离器、过滤器和贮气罐组成, 安装在楼梯下面的小空间里。压缩空气的工作压力控制在 $1-2 \times 10^5\text{Pa}$ 之间。

5. 在控制间二楼平台上, 安置三个贮酒罐, 用作进出酒的计量及临时贮存, 与备料桶等有管道相通。

六、安全特性

1. 辐射防护

我们采用了辐照小室方案, 放射源只在斜孔道里上下升降, 始终处于密闭系统中。这样, 省去了复杂的联锁保护系统, 既节约了投资, 又使操作简单方便。这是本辐照站设计的独到之处。投源前后, 曾用青岛崂山电子仪器实验所的SG102型环境X- γ 辐射剂量率仪测量了工作场所及周围环境的放射性水平, 结果表明, 投源前后放射性水平无显著差异, 并符合国家

规定的放射卫生防护要求。

2. 防火安全及其他

酒是易于燃烧的物质。在整个辐照过程中,酒始终处于密闭系统中,与外界隔绝。为了确保安全,采用了防爆电灯和防爆电机,尽量采用封闭火花的开关与接触器。放射源在任何情况下都处于屏蔽系统中,即使发生地震等意外灾害,也不会发生人身辐照事故。

七、结 束 语

本辐照站建成后经过一年试运行证明辐照酒质有明显改善,生产能力达到设计要求。本装置结构简单,操作方便,安全可靠,射线利用率高,适于地方小企业应用。

参 考 文 献

- [1] 四川泸州曲酒厂,全国辐射保藏食品专业座谈会资料汇编,原子能出版社,1979年,第140页。
- [2] 黄慎德,农村产品,食品辐射保藏技术简报,湖北省农科院原子能应用研究所,1985年。
- [3] 马瑞德等,辐射加工技术,四川科学技术出版社,1984年,第271页。
- [4] 李祖光译,辐射应用,科学技术文献出版社重庆分社,1981年,第193页。

Design of a special facility for liquor irradiation

Yao Shibin Chen Zigen

(Southwest Reactor Engineering Research and Design Centerr)

Abstract

The design principle, physical scheme, technological process, construction and safety features of a special facility used for irradiating liquors is briefly described. 0.925×10^{15} Bq cobalt source is used and the irradiation capacity for liquors approaches 10t per day. The facility bears advantages of simple in construction, easy to operate, safe, reliable and efficient in source utilization.

Keywords: Irradiation facility Cobalt source
Irradiation capacity Radiation protection

(1987年8月14日收到)