

[环保·安全]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2012.06.027

# 热灌装生产线冷瓶机废热利用

何卫冰,冯中来,刘凤臣,叶鹏,冯爱玲

(杭州娃哈哈集团有限公司,浙江杭州 310018)

**摘要:**热灌装饮料生产过程中,灌装后的热饮料需要用冷瓶机进行喷淋冷却,从而产生了大量的热水。传统的方法是用闭式冷却塔将热水冷却,然后再流回冷瓶机使用。通过对冷瓶机、北方地区冬季供暖系统的综合研究,作者利用了一个不锈钢板式换热器,将冷瓶机的热量传递给车间、仓库的暖气管网,用作车间、仓库的冬季取暖使用。实践表明,该方案具有施工方便,投资小,节能大的优点,适合在北方的热灌装厂推广。图2参10

**关键词:**冷瓶机;闭式冷却塔;板式换热器;供暖;节能

中图分类号:TB486

文献标志码:A

文章编号:1005-2895(2012)06-0099-03

## Heat Recycles of the Bottles Cooling Machine in Hot Filling Line

HE Weibing, FENG Zhonglai, LIU Fengchen, YE Peng, FENG Ailing

(Hangzhou Wahaha Group Co., Ltd., Hangzhou 310018, China)

**Abstract:** During the production process of hot filling beverage, the bottles cooling machine was used to spray water for cooling the products. Usually, the closed type cooling tower was used to cooling the spray water. The paper researched on the bottles cooling machine and the northern winter heating system to develop a heat quantities recycle system for heating the workshop and the storehouse in winter. Through application, the results show that the system can save a lot of energy in the heating season with advantages of easy in construction, low in investment and energy saving thus suitable to popularize in hot filling line in northern. [Ch, 2 fig, 10 ref.]

**Key words:** bottles cooling machine; closed type cooling tower; plate heat exchanger; heating; energy saving

### 0 引言

随着社会的发展,人们生活水平的提高,PET瓶装饮料(如茶饮料、果汁饮料、乳制品等)在我们的生活中随处可见,这其中大部分是通过热灌装的方式生产出来的<sup>[1-2]</sup>。所谓热灌装就是饮料在用UHT超高温瞬间灭菌后,再冷却到89~93℃之间,然后通过灌装机灌装到PET瓶子里并封盖。之后通过倒瓶链,使瓶中热饮料对瓶盖进行二次杀菌。通过热灌装的方式,基本可以确保瓶中产品无菌。由于灌装温度较高,为了减少PET等瓶子的受热时间保留饮料的口感,也为了生产出的成品能马上入库并长时间储存,需要在倒瓶杀菌后,尽快将饮料冷却到室温。目前通常采用的方法是让瓶子通过冷瓶机,用冷水喷淋的方法来使热饮料降温<sup>[3]</sup>。

### 1 传统冷瓶机分析

冷瓶机的结构如图1所示,冷瓶机根据产品产能

不同,采用的冷却段数也不同,一般在5~9段之间,此处以5段冷瓶机为例进行分析。冷瓶机中每段都有一个各自独立的水箱和喷淋水泵,喷淋水泵从各自水箱中抽水,通过众多的喷淋头,喷淋冷却缓慢移动的产品。同时,水箱也用来回收本段的喷淋水。在冷瓶机工作过程中,由于水分外溅和蒸发,因此还配置了一个补水水箱,其水位由液位感应器控制(从纯净水管道补水)。一个水泵从补水水箱进水,通过恒压变频控制,将水输送到闭式冷却塔。经闭式冷却塔冷却后的水分成了两路,一路直接给第1、2、3、4段水箱加水(由进水阀控制);另一路经过一个小型冰水板式换热器进一步降温,再用来给第5段水箱加水(由进水阀控制)。每个水箱的水位都是单独控制,当水箱中的水位在规定的水位之下,或者水箱中的水温高于设定温度的时候,进水阀打开。当水箱的水位高于限定水位的时候,多余的水从溢流口流出,溢流出来的水流回补

收稿日期:2012-04-23;修回日期:2012-05-30

作者简介:何卫冰(1974),男,浙江杭州人,工程师,长期从事食品、饮料机械的研究与开发工作。E-mail:hwb1224@hotmail.com

水箱或排到下水道。

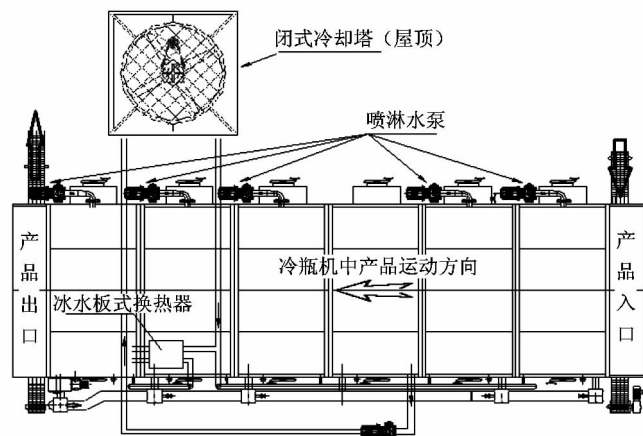


图1 冷瓶机的结构和工作原理示意图

Figure 1 Structure and working principle view of traditional bottles cooling machine

饮料瓶进入冷瓶机的温度为  $85^{\circ}\text{C}$  左右,要求出口时的温度在  $40^{\circ}\text{C}$  以下。因此,冷瓶机的喷淋冷却水需要将 PET 瓶装饮料的大量热量带走。在喷淋水和瓶内饮料热交换过程中,喷淋水水温升高,需进行冷却后才能再次循环使用。传统的方法是采用闭式冷却塔对冷瓶机用过的喷淋水进行降温。目前使用的闭式冷却塔型号为 TCC-100R,安装有 1 台功率为  $5.5\text{ kW}$  的送风机,1 台  $1.5\text{ kW}$  的散水泵。冷瓶机通常采用分段冷却的方式。采用这种方式的目的是为了防止短时间内温度降低幅度过大而导致瘪瓶以及喷淋水倒吸进入饮料瓶中,造成饮料的二次污染。采用分段冷却,每段温度降幅较小,可以有效避免上述问题。5 段冷瓶机中,第 1 段的喷淋水温度一般设定温度为  $65^{\circ}\text{C}$  左右,第 2 段  $55^{\circ}\text{C}$ ,第 3 段  $50^{\circ}\text{C}$ ,第 4 段  $40^{\circ}\text{C}$ ,第 5 段  $30^{\circ}\text{C}$ 。

## 2 热回收装置的设计

### 2.1 传统冷瓶机消耗热量计算<sup>[4-5]</sup>

传统冷瓶机工作中,5 段中经过与热饮料瓶热量交换而温度上升后的喷淋水,需要通过闭式冷却塔将热量排到外界,产生了较大的热能浪费。以灌装线的生产速度为  $24\,000$  瓶/h,生产  $500\text{ mL}$ /瓶的热灌装饮料为例:

假定生产线的效率  $\eta = 95\%$ ,冷瓶机进口处饮料初始温度  $T_0 = 85^{\circ}\text{C}$ ,换算成热力学温度为  $358\text{ K}$ ,出口处温度经过测量,为  $T_1 = 40^{\circ}\text{C}$ ,换算成热力学温度为  $313\text{ K}$ ,饮料的比热与水基本相同,饮料在冷瓶机中的平均温度为  $335.5\text{ K}$ ,我们用温度为  $335.5\text{ K}$  时水的比热容  $C = 4.183\text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$  来估算,则冷瓶机每小时

需要带走的热量  $Q$  约为

$$Q = Cm\eta(T_0 - T_1) = 4.183 \times 24\,000 \times 0.5 \times 0.95 \times (358 - 313) = 2\,145\,879\text{ kJ}$$

如果将这些热量充分利用起来,节能效果将相当可观。

### 2.2 热回收装置设计<sup>[6-9]</sup>

此次研究的生产线地处吉林省延吉市,每年的 11 月到第 2 年的 4 月,气温非常低,每年要花费很多取暖费用。为此想到将冷瓶机需要散发的热量利用起来为车间、仓库供暖。具体方案如下:

如图 2 所示,将闭式冷却塔停用,并去掉恒压供水装置,将冷瓶机第 1、2、3、4、5 段溢流出来的水,经过水泵循环到不锈钢板式换热器冷却(如果溢流出来的水量不够,水泵抽取部分补水水箱的水),冷却后的水分成两路,1 路直接用来给第 1、2、3、4 段水箱加水,多余的水流回补水水箱。另 1 路还是经过冰水板式换热器再用冰水进一步冷却后,用来给第 5 段水箱加水。制作了一个中间水箱,水箱从自来水管补水,水箱的水位由浮球控制。用新增水泵从中间水箱抽水,将水流过不锈钢换热器,用来吸收冷瓶机喷淋水的热量,加热后的水流经车间、仓库的取暖管道和暖气片充分散热,然后再流回中间水箱。

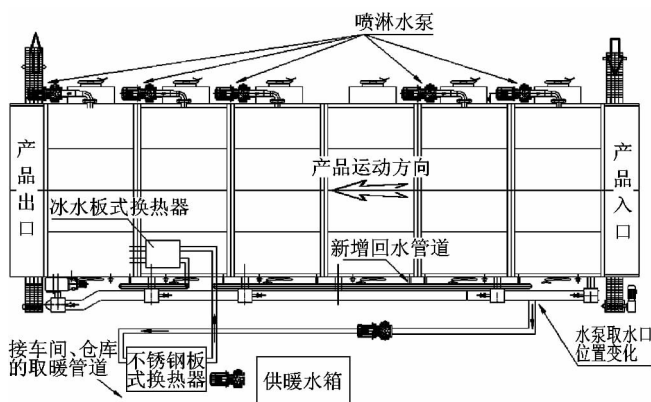


图2 废热回收装置结构示意图

Figure 2 View of heat quantities recycle system

废热回收装置所需设备及零部件包括:

1) 不锈钢板式换热器 1 个,型号为 BR4-J-61B,换热面积为  $61\text{ m}^2$ ,设计水压  $1.25\text{ MPa}$ ,设计温度  $150^{\circ}\text{C}$ 。此外,为了抑制细菌的生长,确保产品质量,冷瓶机的喷淋水中一般含有一定浓度的次氯酸钠,而次氯酸钠溶液有一定的腐蚀性,为了延长换热器密封件的使用寿命,不锈钢板式换热器采用了抗氧化性能力较强的 EPDM 密封件<sup>[10]</sup>。

2) 水泵 1 个,型号 IZ80-65-160,流量  $50 \text{ m}^3/\text{h}$ ,扬程 32 m,功率 7.5 kW。

3) 自制中间水箱 1 个,容积  $3 \text{ m}^3$ 。

4) 补水浮球 1 个,用来给中间水箱补水。

5) 不锈钢对夹式蝶阀 6 个。

6) DN100 的 Y 型过滤器 1 个。

7) 机械式温度计 4 个。

8) DN100 不锈钢管道若干米。

### 2.3 改进后的效果

换热器取暖侧的进水温度  $31^\circ\text{C}$ ,换算成热力学温度为 304 K,出水温度为  $40^\circ\text{C}$ ,换算成热力学温度为 313 K,换热器中取暖侧水的平均温度为 308.5 K,该温度下水的比热容  $C = 4.179 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ,水泵额定流量  $m$  为  $50 \text{ t/h}$ ,按照水泵的实际流量为额定流量的 90% 计算,换热器每小时带走的热量  $Q$  大约为:

$$Q = 50\,000 \times 0.9 \times (313 - 304) \times 4.179 = 1\,692\,495 \text{ kJ}$$

按照  $29\,281 \text{ kJ/kg}$  的标准煤计算,每小时可节约  $57.8 \text{ kg}$  标准煤。目前  $29\,281 \text{ kJ/kg}$  的标准煤的价格大约为  $950 \text{ 元/t}$ ,电价为  $0.59 \text{ 元/kWh}$ ,以每天生产 22 小时计算,每天可节约取暖费用 = 节约的煤的价格 + 闭式冷却塔的电费 - 供暖水泵的电费。即:

$$57.8 \times 22 \times 950 / 1\,000 + (7 \times 24 \times 0.59) - (7.5 \times 24 \times 0.59) = 1\,201 \text{ 元}$$

因此,如果 6 个月采暖期间有 5 个月生产线处于生产状态,则预计一年可节约 18 万元的取暖费用。

改造完成后,经过 2011 年 11 月到 2012 年 4 月共

5 个多月的实际运行,换热器供暖水器测的进水温度平均在  $31^\circ\text{C}$  左右,出水至采暖管网的温度平均在  $40^\circ\text{C}$  左右。用于给  $8\,000 \text{ m}^2$  的生产车间和仓库供暖,生产车间的温度基本在  $25^\circ\text{C}$  左右,仓库的温度基本在  $18^\circ\text{C}$  左右,具有很好的实际效果。

### 3 结语

通过对热灌装饮料生产线上传统冷瓶机进行改进,避免了通过冷却塔直接将热量排出到外界造成的大量热能浪费,采用重复利用的方式,为车间、仓库进行供暖,具有一定的经济效益。同时该方案具有施工方便,投资小,节能大的优点,适合在国内北方相关的饮料轻工行业内进行推广,实现节能减排,具有一定的社会效益。

### 参考文献(References):

- [1] 陈从贵,张国治. 食品机械与设备[M]. 南京:东南大学出版社,2009.
- [2] 方元超,赵晋府. 茶饮料生产技术[M]. 北京:中国轻工业出版社,2001.
- [3] 许学勤. 食品工厂技术与设备[M]. 北京:中国轻工业出版社,2008.
- [4] 闻邦椿. 机械设计手册[M]. 5 版. 北京:机械工业出版社,2010.
- [5] 于秀玲. 企业节能减排简明读本[M]. 北京:中国环境科学出版社,2008.
- [6] 陈元龙. 不锈钢板式换热器失效分析[J]. 全面腐蚀控制,1999,13(2):42-44.
- [7] 许国良. 工程传热学[M]. 北京:中国电力出版社,2005.
- [8] 梁基照. 食品机械优化设计[M]. 北京:化学工业出版社,2009.
- [9] 林世鸿. 热灌装非结晶瓶口的节能效果研究[J]. 包装与食品机械,2010,28(4):70-72.
- [10] 付平,常德功. 密封设计手册[M]. 北京:化学工业出版社,2009.

[信息·简讯]

· 行业简讯 ·

## 欧姆龙再登“金蜜蜂企业社会责任·中国榜”

在由金蜜蜂中国企业社会责任理事会发起的“金蜜蜂企业社会责任·中国榜”活动中,欧姆龙被再次认定为“金蜜蜂企业”,同时,欧姆龙履行企业社会责任的实践案例入选《2011 金蜜蜂责任竞争力案例集》,以嘉许欧姆龙在企业社会责任方面的突出表现。这是继去年 12 月欧姆龙参加“第 4 届中国企业社会责任报告国际研讨会”,荣膺“金蜜蜂 2011 优秀企业社会责任报告-外商及港澳台企业”奖后,又一次获得金蜜蜂的荣誉。

“金蜜蜂企业社会责任·中国榜”由《WTO 经济导刊》、中德贸易可持续发展与企业行为规范项目、全球契约中国网络联合欧洲企业社会责任协会(CSR Europe)、日本企业市民协议会(CBCC)、人力资源管理协会(SHRM China)共同主办,由政府相关部门、专家、学者组成的专家评审委员会,针对各项评选标准进行了严格的初选、复选、面访、终选等程序,最终包括欧姆龙在内的 37 家企业在参选的 348 家企业中脱颖而出,获得“金蜜蜂企业”的称号。此外,入选《2011 金蜜蜂责任竞争力案例集》的欧姆龙责任竞争力案例以“企业是为社会做贡献的”基本理念为主线,从企业社会责任的理念、项目的组织和实施等方面,全面介绍了欧姆龙如何结合自身的优势和中国国情的需要,履行对中国的企业社会责任。

自进入中国以来,欧姆龙在努力取得良好经济绩效的同时,不断践行企业社会责任。多年来,欧姆龙将其领先的“传感与控制”核心技术带到中国,帮助中国制造业实现智能化和绿色化。欧姆龙经营管理本部、公共关系部部长贾薇女士表示:“对再登金蜜蜂榜,欧姆龙全体成员都感到十分鼓舞,我们将继续企业社会责任之路,并支持中国经济的可持续发展。”

(陈晓钰)

[环保·安全]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2012.06.028

# 基于 WAsP 模式的风电场安全等级评估

谈宏飞, 王 茜, 徐 璋\*, 钟英杰

(浙江工业大学 能源与动力工程研究所, 浙江 杭州 310014)

**摘 要:**首先根据《全国风能资源评价技术规定》中的极值 I 型概率分布方法估算定海气象站 10 米高度的 50 年一遇最大 10 分钟平均风速。然后通过拟合计算,确定该气象站最大 10 分钟风速和极大 3 秒风速的相关性,由此计算出气象站 50 年一遇的极端最大风速。然后以此为依据,采用 WAsP 模式模拟岑港风电场各风力机机位机轮毂高度处的 50 年一遇的极端最大风速。最后通过各风力机机位机轮毂高度处的 50 年一遇的极端最大风速确定风力机机型等级。图 1 表 3 参 9

**关 键 词:**风电场;安全等级;WAsP 模式;最大风速;极大风速

中图分类号:TK89;X924.4 文献标志码:A 文章编号:1005-2895(2012)06-0102-04

## Safety Class Evaluation of Wind Farm Using WAsP Model

TAN Hongfei, WANG Qian, XU Zhang\*, ZHONG Yingjie

(Institute of Energy and Power Engineering, Engineering Research Center of Pulse Technology,  
Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310014, China)

**Abstract:** According to the *national wind energy resource assessment of technical regulations*, 10-minute averaged maximum wind velocity of 10-meter-height during 50 years at Ding-hai meteorological station is estimated using extreme value I-type probability distribution method in this paper. The results are used for determining the extreme wind velocity during 50 years by the fitting correlation of 10 minutes averaged maximum wind velocity and extreme wind velocity. Then the extreme wind velocity at hub height of the wind turbine in CenGang wind farm is simulated with WAsP model, by which the safety class of the wind turbines is determined. [Ch, 1 fig. 3 tab. 9 ref.]

**Key words:** wind farm; safety class; WAsP mode; maximum wind velocity; extreme wind velocity

## 0 引言

风能作为一种可再生的清洁能源,越来越受到重视。开发风能已经成为解决能源和环境问题的一个重要选择<sup>[1]</sup>。从风能的角度来看,风资源的最显著特征是其变化性<sup>[2]</sup>,所以进行风能的开发利用和风电场的建设,首先要知道风资源的时空分布状况,即进行风能资源评估,风能资源的评估是风电场建设成败的关键<sup>[3]</sup>。风能的蕴量巨大,具有大能量、变化性等特点<sup>[4]</sup>,以至于会对风电场造成很大的破坏性,影响风电场的安全性。例如,1998年12月竣工并投入运行的浙江苍南鹤顶山风电场工程一期使用的2台丹麦 Nordtank 500 kW 风力发电机组和二期使用的德国

Vestas 公司的 15 台 600 kW 风力发电机组,在 2006 年 8 月的“桑美”超强台风中全部受损,其中 5 台倒塌<sup>[5]</sup>,造成了巨大经济损失。所以其中对风电场的安全等级进行评估尤为重要,成为建设风电场的基础性工作。

应用丹麦风能资源评估软件 WAsP,通过对浙江省舟山市岑港风电场的 WAsP 模型的计算分析,对该风场的安全性进行了探讨。

## 1 风电场的等级划分

根据 IEC61400-1-2005 规定,风电场 50 年一遇的最大风速和极大风速是决定风电机组极限载荷的关键指标<sup>[6]</sup>。最大风速是指 10 分钟内的平均风速,极大风速是指 3 秒内的平均风速,并且极大风速的确定关系

收稿日期:2012-04-19;修回日期:2012-05-15

作者简介:谈宏飞(1987),男,浙江德清人,浙江工业大学热能工程硕士研究生,主要研究方向为新能源开发与利用。E-mail: tan\_hongfei@126.com