

污水余热大棚防冻系统设计

王立宁¹, 齐松平² (1. 辽宁省盐碱地利用研究所, 辽宁盘锦 124010; 2. 大洼县城市污水处理厂, 辽宁盘锦 1242002)

摘要 为促进污水有效利用, 提出了用污水处理余热解决冬季大棚防冻的方法, 污水余热大棚防冻法是利用处理后的污水, 通过换热器换取污水余热, 使用地热、风机盘管联合为大棚升温。该方法可以使大棚温度在极端天气下保持在接近污水排水的水温, 能够确保大棚防冻, 温度可以达到耐低温果蔬生长需要, 适用于北方临近污水处理厂的设施农场应用。

关键词 污水余热; 大棚防冻; 污水利用; 节能

中图分类号 S273.5 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2014)27-09623-02

Design of Sewage Waste Heat Greenhouse Antifreeze System

WANG Li-ning¹, QI Song-ping² (1. Liaoning Institute of Saline Alkali Land Use, Panjin, Liaoning 124010; 2. Dawa County Sewage Treatment Plant, Panjin, Liaoning 1242002)

Abstract In order to promote the effective use of sewage, the method to resolve winter greenhouse antifreeze through sewage waste processing heat was put forward. Waste heat in sewage antifreeze method is the use of treated sewage, through the heat exchanger for The use of sewage waste heat, geothermal, fan coil plus for greenhouse heating. This method can make the greenhouse temperature in extreme weather conditions remain near sewage discharge temperature, so as to ensure the greenhouse antifreeze, temperature can satisfy growth demands of low temperature resistance vegetable and fruit, which is suitable for facility farm around sewage treatment plant in north area.

Key words Sewage waste heat; Greenhouse antifreeze; Sewage utilization; Energy saving

随着国家农业政策改革, 农村经济得到迅速发展, 北方冬季蔬菜生产成为增加农民经济收入的重要途径之一。在温室蔬菜周年生产中, 蔬菜越冬生产的关键是如何解决好冬季温室在持续低温、连阴等极端气候条件下, 温室内温度过低的问题。经济、高效、节能型日光温室在反季生产中得到广泛应用, 我国学者针对日光温室墙体、土壤保温性能进行了较为深入的研究, 提出了一些切实可行的优化方案。在普通日光温室中, 通常于11月中旬至第2年2月份由于早晚温室内温度过低而不能进行蔬菜生产, 在3月份要靠烟道给温室加温, 才能满足育苗的要求。在日光温室中, 当天气晴朗时, 即使是冬季, 室内温度也可达到25~28℃, 甚至达到30℃以上的高温, 超过一般喜温作物的要求(20~24℃), 而在凌晨温室内气温则降到3~0℃。因此, 如何有效利用太阳能, 贮存太阳能成为提高日光温室生产效益的关键问题, 也是解决冬季温室内果菜生产的关键。解决这些问题, 对日光温室来讲除解决好采光和保温两个重要环节外, 采用地下热交换系统贮能增温也是一项有效措施^[1-6]。

地下热交换系统设想是在20世纪60年代末期日本的山本雄二郎提出来的, 但直到70年代世界性的石油危机爆发之后, 研究工作才大量开展起来。日、美、法等国均进行过利用地中热交换系统贮能加温的研究; 国内从1983年开始, 一些科研单位也相继进行了温室(塑料大棚)地下热交换系统的试验, 并已在华北、东北地区的一些塑料大棚和日光温室中得到推广应用^[3]。污水余热大棚防冻系统是在前人研究的基础上, 利用污水处理厂排水的余热, 以地热和风机盘管联合为大棚送热方式, 使大棚在极端气候条件下仍能保证生产需求。

温度也是影响污水生物处理效果的重要因素之一。自

然条件下, 污水处理厂水温通常在15~25℃之间, 在这个温度范围内, 温度越高越有利于硝化反应的进行^[7]。有关研究表明, 当水温低于13℃时, 生物处理效果开始加速降低; 当水温低于4℃时, 几乎无处理效果^[8]。通过以上分析, 北方地区低温污水就是可靠的热源来源, 可以利用它给大棚升温防冻。低温污水主要是指在我国北纬40度以北的城镇(一般在6~10℃, 少数在4~6℃)的冬季城市污水。由于我国寒冷地区一年中的大部分时间处于低温环境, 地面排水温度一般在10℃左右^[9], 如盘锦市地处北纬41°11', 年平均气温9.7℃, 冬季平均气温-4.6℃, 最低气温-18.5℃^[10]。盘锦市大洼县城市污水处理厂日处理能力2万m³, 冬季排水水温12~15℃。由此可以看出, 污水中蕴藏着大量热量可以为大棚冬季生产服务, 其工艺流程如图1。

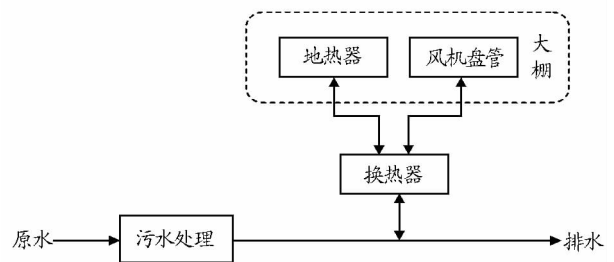


图1 污水余热大棚防冻法工艺流程

1 材料与方

1.1 方案设计 目的: 保护大棚不冻; 保证植物生存温度。设计要求: 棚内温度保持不低于10℃。设计参数: 盘锦市位于北纬41°11', 年平均气温9.7℃, 冬季平均气温-4.6℃, 最低气温-18.5℃。大洼县城市污水处理厂日处理能力2万m³, 冬季排水水温12~15℃。大棚面积1000m²(宽×长×高=12m×84m×4.5m), 为钢筋拱架塑料大棚。水比热容: 4.2 KJ/kg·℃, 水密度1.0×10³ kg/m³。

方案设计: 使用地热结合风机盘管供热方式, 同步调节

棚内空气及地表温度,结构示意图见图2。

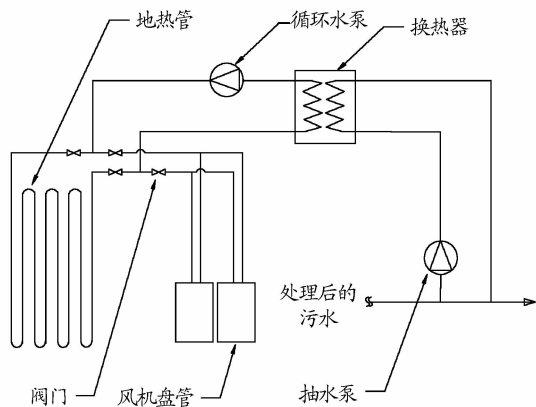


图2 结构示意图

设计计算:采用指标估算法。

根据张亚红^[11]的研究,该方案选取大棚热负荷为 270 W/m²。

设热负荷为 270 kW;根据公式 $Q = cm\Delta T$; $m = \rho V$; 经计算,最不利工况下水流量为 116 m³/h。

设备选型:30 kW 风机盘管,7 台;流量 116 m³/h,扬程 10 m 抽水泵、循环泵各 2 台(一用一备);换热量 270 kW、水量 116 m³/h 换热器 2 台(一用一备)。

1.2 方案的实施 由图 2 可知,抽水泵由污水排水口取水输送经过换热器换取余热,再排到取水口下游;取水口周围设置过滤格栅,过滤精度逐渐提高;地热管、风机盘管分别和换热器形成闭式循环,共用一道主管线,由循环水泵强制循环;设置温控开关控制抽水泵和循环水泵启停,并联动;温控开关设置为低于 10℃ 启动,高于 11℃ 停止,温差感温探头置于棚内;风机盘管均匀悬挂于棚内,采用并联方式;地热管由棚内向四壁逐渐加密,布置于大棚四壁内侧 0.8 m 范围内,地理;与换热器相连的主管道均采用黄夹克管埋至冻层以下。棚内效果见图 3。

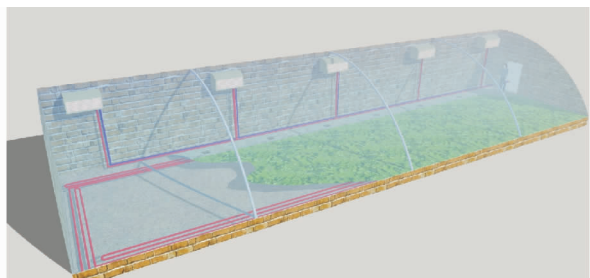


图3 污水余热大棚效果示意图

此套系统大部分热量是由风机盘管对棚内空气加热,地热在棚四壁环形布置可阻隔四周地面冷量入侵。在生产结束后应将系统排空,以防管道、设备冻坏,再次使用前重新为系统注水。膨胀补水箱在图 2 中未画出,实施时可按规范将其置于循环泵吸水口后方,高于系统 3 m,注水即由水箱补水。系统中的涉及的设备和材料均为成熟产品,价格低廉、易于采购。

1.3 数据分析 方案取水量不足大洼县城市污水处理厂日处理量的七分之一,耗电设备仅为两台水泵,每台水泵功率 5 kW 左右,耗电率低,如某品牌水泵流量 112.2 m³/h、扬程 9.7 m、功率 5.5 kW。取水流经换热器换取余热后回归排水口,对水资源零消耗。

2 结果与分析

该方案从理论上论证了污水余热大棚防冻法的可行性和经济性。试验证明,利用七分之一的日处理量即满足了冬季大棚防冻的需求,仍有大部分的富余热量可被利用,安全性很高;运转设备仅为两台水泵,能耗低;核心设备为单台换热器,维护简单可靠性强;系统运行不消耗自然资源、不产生排放,具有环保性;实现自动控制,无需人员管理,解放劳动力;该方法可将大棚升温到接近水温的温度,对提高污水利用、促进大棚生产都有实际意义,且该方法的普遍适用性强。

3 结论与讨论

在前人对冬季大棚防冻研究的基础上,探讨了利用污水余热解决大棚防冻问题的新方法。从设计方案可以看出,如果该厂日处理 2 万 t 污水的余热完全被利用,可确保 7 000 m² 大棚不冻。大洼县污水处理厂位于大洼县新园社区,属于城郊地区,周边 300 m 内就有规模化的连栋大棚,该地种植的香瓜和碱地柿子深受市场欢迎,如果能够利用污水余热对大棚进行防冻改造,对保证农民收益和促进当地棚菜增产增收将起到积极的作用。

污水余热大棚防冻法是利用处理后的污水,通过换热器换取余热,使用地热、风机盘管共同为大棚升温的一种大棚防冻方法,该方法可以将大棚升温至接近水温的温度,适用于寒冷地区临近污水处理厂的大棚,是对污水余热的一种有效利用,有利于提高农民收益。污水余热大棚防冻是对污水有效利用和污水处理与农业生产相结合的一种新探索,它具有安全、可靠、节能、环保等特点。

参考文献

- [1] 杨昊谕,于海业. 东北地区曝光温室保温性能实验研究[J]. 内蒙古农业大学学报,2007,28(3):8-10.
- [2] 王铁良,白义奎,刘文合. 燃池在日光温室加热的应用试验[J]. 农业工程学报,2002,18(4):98-100.
- [3] 白义奎,王铁良,刘文和,等. 东北型节能日光温室——辽沈I型温室地下热交换系统实验研究[J]. 节能技术,2002,20(1):3-8.
- [4] 陈青云,汪致富. 节能型日光温室热环境的动态模拟[J]. 农业工程学报,1996,12(1):67-71.
- [5] 白义奎,刘文合. 辽沈I型日光温室环境及保温性能研究[J]. 农业工程学报,2003,19(5):191-196.
- [6] 佟国红,王铁良,白火奎,等. 日光温室墙体传热及节能分析[J]. 农业系统科学与综合研究,2003,19(2):101-102.
- [7] 王洪臣,周军,王伟伟. A₂/O 脱氮除磷工艺的实践与探索[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2009.
- [8] 任南琪,马放. 污染控制微生物学[M]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2002:91-95.
- [9] 赵立军,马放,陆青海,等. 低温地区市政污水厂工艺选择、设计与运行的探讨[J]. 环境工程,2005,23(1):27-29.
- [10] NSTI 国家科技基础条件平台. 中国气象科学数据共享服务网[DB/OL]. <http://cdc.cma.gov.cn/home.do>,2014-7-11.
- [11] 张亚红. 中国温室气候区划及连栋温室采暖气象参数的研究[D]. 北京:中国农业大学,2003.