

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F25D 31/00 (2006.01)

A23L 3/3418 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200710062780.2

[45] 授权公告日 2008 年 12 月 17 日

[11] 授权公告号 CN 100443837C

[22] 申请日 2007. 1. 17

[21] 申请号 200710062780.2

[73] 专利权人 文崇铨

地址 100070 北京市丰台区怡海花园富泽园 1 号楼 1805 号

共同专利权人 杨波

[72] 发明人 文崇铨 杨波

[56] 参考文献

CN2365193Y 2000. 2. 23

JP11 - 30469A 1999. 2. 2

JP64 - 43175A 1989. 2. 15

JP5 - 196330A 1993. 8. 6

CN2751576Y 2006. 1. 18

CN2311459Y 1999. 3. 24

JP7 - 301482A 1995. 11. 14

审查员 仇颖

[74] 专利代理机构 中国航天科技专利中心

代理人 安丽

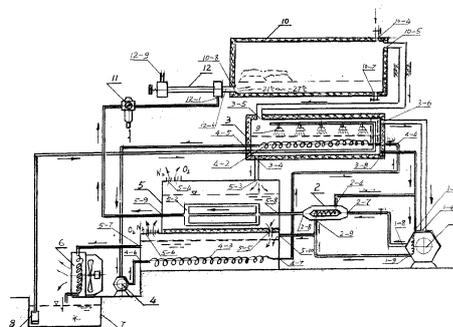
权利要求书 3 页 说明书 15 页 附图 9 页

[54] 发明名称

新式空气制冷多功能气调冷藏保鲜系统

[57] 摘要

新式空气制冷多功能气调冷藏保鲜系统由单螺杆无油空气压缩机、管式陶瓷臭氧发生器、冷冻水臭氧溶解槽、氨制冷机、臭氧解吸槽、风冷降温器、贮水箱、水泵、喷淋头、保鲜库、调压滤水器和回冷式冷热空气发生器组成。本发明具有无氟里昂空气制冷，不污染大气，不破坏地球大气臭氧层，不产生温室效应，节能、环保的优点，它可以取代现有的保鲜技术，使人们真正能够吃上放心肉、放心粮、放心果蔬。



1、一种新式空气制冷多功能气调冷藏保鲜系统，其特征在于包括：单螺杆无油空气压缩机（1）、管式陶瓷臭氧发生器（2）、冷冻水臭氧溶解槽（3）、氨制冷机（4）、臭氧解吸槽（5）、风冷降温器（6）、贮水箱（7）、水泵（8）、喷淋头（9）、保鲜库或保鲜箱（10）、调压滤水器（11）和回冷式冷热空气发生器（12）；压缩机（1）的空气吸入口（1-6）与冷冻水臭氧溶解槽（3）的出气口（3-6）相连，压缩机（1）的排气口（1-8）与管式陶瓷臭氧发生器（2）的进气口（2-7）相连，压缩机（1）的排热水口（1-9）与臭氧解吸槽（5）的回热水口（5-10）相连，压缩机（1）的进水口（1-11）与冷冻水臭氧溶解槽（3）的第二排水口（3-8）相连；管式陶瓷臭氧发生器（2）的出气口（2-8）与臭氧解吸槽（5）中的二次等压降温热交换器进气口（5-8）相连，管式陶瓷臭氧发生器（2）的排水口（2-9）与臭氧解吸槽（5）的回热水口（5-10）相连，管式陶瓷臭氧发生器（2）的进水口（2-4）与冷冻水臭氧溶解槽（3）的第二排水口（3-8）的支管相连；冷冻水臭氧溶解槽（3）的进气口（3-5）与保鲜库或保鲜箱（10）的排气口（10-5）相连，冷冻水臭氧溶解槽（3）的第一排水口（3-4）与臭氧解吸槽（5）的进水口（5-3）相连；氨制冷机（4）的氨蒸汽进气口（4-6）与臭氧解吸槽（5）中的冷凝器（4-3）相连接，氨制冷机（4）的冷氨回气口（4-5）与冷冻水臭氧溶解槽（3）中的蒸发器（4-2）相接；臭氧解吸槽（5）的排水口（5-7）与风冷降温器（6）的进水口相连，向贮水箱（7）排水，臭氧解吸槽（5）中二次等压热交换器的出气口（5-9）与调压滤水器（11）相连；调压滤水器（11）的出口与回冷式冷热空气发生器（12）的进气嘴（12-1）相连，回冷式冷热空气发生器（12）的冷端（12-6）与保鲜库或保鲜箱（10）的进气口（10-8）相连；水泵（8）伸入贮水箱7的水中，抽吸的水经管道送至冷冻水臭氧溶解槽（3）经过浸在水中的管道，降温后送到喷淋头（9）喷出。

2、根据权利要求书 1 所述的新式空气制冷多功能气调冷藏保鲜系统，其特征在于：所述的管式陶瓷臭氧发生器（2）包括：带散热片不锈钢耐压外壳（2-1）、陶瓷介电体（2-2）、高压高频电板（2-3）、水冷却器（2-4）、IGBT 电源（2-5）、散热风扇（2-6）；IGBT 电源（2-5）的输入端与 220V 市电相连，输出端地线与外壳（2-1）相连，高压端与高压高频电板（2-3）相连；陶瓷介电体（2-2）敷在高压高频电板（2-3）上，水冷却器（2-4）位于高压高频电板（2-3）内，散热风扇（2-6）放在外壳（2-1）外，为其散热。

3、根据权利要求书 1 所述的新式空气制冷多功能气调冷藏保鲜系统，其特征在于：所述的冷冻水臭氧溶解槽（3）的内衬（3-1）采用不锈钢焊接而成，在底部与四周装有蒸发管道（4-2），管道外面灌注聚氨酯泡沫塑料（3-9）以保温，外壳（3-2）采用普通金属板镀锌后涂漆，档水帘（3-7）挂在回冷空气过道上，错位安装，冷冻水臭氧溶解槽（3）上部盖有保温盖（3-3）。

4、根据权利要求书 1 所述的新式空气制冷多功能气调冷藏保鲜系统，其特征在于：所述的氨制冷机（4）由半封闭氨压缩机（4-1），蒸发器（4-2），冷凝器（4-3）组成，半封闭氨压缩机（4-1）的热氨蒸汽排气口（4-6）与装在臭氧解吸槽（5）中的冷凝器（4-3）相连，半封闭氨压缩机（4-1）的冷氨回气口（4-5）与冷冻水臭氧溶解槽（3）中的蒸发器（4-2）相连。

5、根据权利要求书 1 所述的新式空气制冷多功能气调冷藏保鲜系统，其特征在于：所述的臭氧解吸槽（5）分上箱和下箱两层，中间用隔板分开；外壳（5-1）采用不锈钢板焊接而成，隔板上有一个排水口（5-5），上箱的水可以流入下箱；上箱内有一只等压降温热交换器（5-2）浸泡在冷冻水中，上箱有臭氧冷冻水进水口（5-3），一个第一出气口（5-4），臭氧分解后的氮气、普氧、原子氧从此口排入大气，下箱有冷凝器（4-3）浸泡在水中，水吸热后温度升高使臭氧分解，同时降低氨蒸汽温度，使其冷凝成液态氨；下箱上部有

一个回热水口(5-10),冷却臭氧发生器及压缩机后的热水,汇集后排入下箱,下箱上部有一个第二出气口(5-6),臭氧分解后的氮气、普氧、原子氧从此口排入大气,下箱的下部有一个排水口(5-7),使热水排入风冷降温器(6)降温。

6、根据权利要求书1所述的新式空气制冷多功能气调冷藏保鲜系统,其特征在于:所述的保鲜库或保鲜箱(10)按建冷库的隔热与密封建造,要求密封隔热,外壳(10-1)及里衬(10-2)用钢板制造,中间夹保温材料及墙体(10-3),保鲜库或保鲜箱(10)的底部有通气的地沟,在密封门(10-6)上侧面有补气孔(10-4),补充系统因排热气而损失的气量,上部有抽气口(10-5),抽出回冷空气,下部有进气口(10-8),使冷气直通地沟,底部有一个排水口(10-7),排除臭氧与乙烯反应后生成的水。

7、根据权利要求书1所述的新式空气制冷多功能气调冷藏保鲜系统,其特征在于:所述的回冷式冷热空气发生器(12)的进气嘴(12-1),用螺纹连接旋在外壳上,其内孔直通回冷腔(12-2),反射调节阀(12-3)装在热端阀座上;热管(12-4)一端用螺纹与气旋室外壳相连,另一端与热端阀座相连;保温层(12-5)包在热管外面;消声器(12-6)拧在冷端外壳上;在气旋室外面有2~6个切向进气嘴(12-7),把回冷腔(12-2)高速旋转的空气导入气旋室(12-8);热端排气口(12-9)开在热端阀座上,可排出热气流。

新式空气制冷多功能气调冷藏保鲜系统

技术领域

本发明涉及一种新式空气制冷多功能气调冷藏保鲜系统，属于气调冷藏保鲜技术。

背景技术

人们每天都要吃食物以维持生命，这些食物来源，概括起来就是五谷杂粮，鱼、肉、禽、蛋、奶、油、盐、酱、醋、茶等。这些食物，必须经过生产、贮藏、加工、运输、销售等环节，才能上到人们的餐桌上消费。在长时间的贮藏、加工、运输、销售过程中，免不了会发生变质、变味、变色，甚至变质腐烂、完全不能食用。据不完全统计，全国每年因变质腐烂的果蔬约 8000 万吨，占生产量的 20% 以上，可供两亿人吃一年，其经济损失在 7500 亿元以上。全国每年因陈化、库损的粮食也在数千万吨以上，其损失是惊人的。

因此，人们为了减少或挽救其损失，也采取了许多办法来保鲜。其中应用最为普遍的保鲜方法有以下几种：如冷冻保鲜，臭氧杀菌保鲜，除氧气调保鲜，充氮气调保鲜，充二氧化碳气调保鲜，低温冷藏保鲜，添加防腐剂保鲜，真空保鲜，腌腊保鲜，等等。这些已用的保鲜方法，取得了一定的成效，减少和挽救了部分损失，但是，都有其不足之处在于：

(1) 冷冻保鲜。其方法应用的历史最为悠久，现在仍然是重要的保鲜方法之一。其不足之处在于：一是能耗高。冷库一般库温设计在 $-25^{\circ}\text{C} \sim -30^{\circ}\text{C}$ 之间，应保持在 -15°C 左右，相对湿度在 95~98% 之间。在冻结过程中，每冻结一吨肉，需要耗电 60~80 度，库温越低，能耗越大，保鲜成本越高。二是保鲜质量差。由于冻结，生物细胞内的水被冻结成冰，使细胞膜破裂，虽然能长时间贮藏不腐烂，但肉已变质、变色、变味，降低了食用价值。故冻肉、冻鱼、冻禽等的售价要比新鲜的便宜，厂家损失大，又不受消费者的欢迎。由于冻结，

食品失去水分，易干瘪，重量减轻，库损大。三是微生物、细菌并没有被冻死，只是暂时的休眠，待温度升高解冻后，它们又会活过来，危害人们的身体健康。还有，建造冷库投资大，在冷库内要安装庞大的蒸发管道，仅这一项就要增加很多投资。冷库虽然也能用于低温冷藏保鲜，但是，由于库温不均匀，温度控制不好时容易把果蔬“冻熟”，冻熟了的果蔬出库时，外表看起来很新鲜，但食用时变味，出库不久就发黑，而且烂得更快。

(2) 臭氧杀菌保鲜。由于保鲜成本低，使用也很普遍，但不足之处在于：由于库内臭氧空气流动扩散很慢，臭氧浓度不均匀，杀菌易出现“死角”，还会造成损失。

(3) 焦碳分子筛制氮气调保鲜机（或富氧膜制氮机）。氮气充入库内，也有一定的保鲜作用，但不足之处在于：不能降低库温，粮食易霉变。主要是由于粮食中含有水分，特别是江南地区，霉雨季节夏收的粮食，由于有水分，使粮食发酵，库温升高，霉变加快。虽然倒库翻晒也能缓解粮食霉变，但需要投入大量的人力和提供宽广的场地。而且时间一长，粮食还会发热霉变，又得翻仓倒库晒干。虽然有的大型粮库配有窗式空调器降温，但对于上亿斤的大粮库，还是不能从根本上解决问题。

(4) 没有臭氧杀菌的低温冷藏保鲜库。使用上也很普遍，但不足之处在于：仅是低温冷藏保鲜，还是解决不了霉变。实践证明，在5℃左右的低温环境中，霉菌繁殖也很快。冰箱冷藏室易发霉变质，就是这个道理。

(5) 食品中添加防腐剂，也是应用较多的保鲜方法，虽然也能暂时达到保鲜目的，但不足之处在于：无论用什么样的化学添加剂，都免不了产生二次污染。由于化学物质存在于食品中，人们食用后会慢性中毒。有的添加剂，如甲醛（俗称吊白块）还会致人于死命。

(6) 使用除氧剂气调保鲜。也已广为使用，但不足之处在于：对于小包装的干货，如香菇、木耳等还是有作用，但不适用于大型粮食库的保鲜。

(7) 真空保鲜。也是使用较多的方法，对于包装后不产生气体的食品，少

量的小包装还是有保鲜效果的，但不足之处在于：对于包装后能产生气体的食品，就不能使用这个方法，因为，包装后它会破坏真空度。大宗食品的保鲜就无法使用。

发明内容

本发明解决的技术问题：克服现有技术的不足，提供一种无氟里昂空气制冷，不污染大气，不破坏地球大气臭氧层，不产生温室效应，节能、环保的新式空气制冷多功能气调冷藏保鲜系统。

本发明解决的技术方案：新式空气制冷多功能气调冷藏保鲜系统，其特点在于：单螺杆无油空气压缩机、管式陶瓷臭氧发生器、冷冻水臭氧溶解槽、氨制冷机、臭氧解吸槽、风冷降温器、贮水箱、水泵、喷淋头、保鲜库、调压滤水器和回冷式冷热空气发生器；压缩机的空气吸入口与冷冻水臭氧溶解槽的出气口相连，压缩机的排气口与管式陶瓷臭氧发生器的进气口相连，压缩机的排热水口与臭氧解吸槽的回热水口相连，压缩机的进水口与冷冻水臭氧溶解槽的第二排水口相连；管式陶瓷臭氧发生器的出气口与臭氧解吸槽中二次等压降温热交换器的进气口相连，管式陶瓷臭氧发生器的排水口与臭氧解吸槽的回热水口相连，管式陶瓷臭氧发生器的进水口与冷冻水臭氧溶解槽的排水口的支管相连；冷冻水臭氧溶解槽的进气口与保鲜库的排气口相连，冷冻水臭氧溶解槽的第一排水口与臭氧解吸槽的进水口相连；氨制冷机的氨蒸汽排气口与臭氧解吸槽中冷凝器相连接，氨制冷机的冷氨回气口与冷冻水臭氧溶解槽中的蒸发器相接；臭氧解吸槽的进水口与冷冻水臭氧溶解槽的第一排水口相连，臭氧解吸槽的排水口与风冷降温器的进水口相连，向贮水箱排水。臭氧解吸槽中的二次等压降温热交换器的出气口与调压滤水器相连；调压滤水器的出口与回冷式冷热空气发生器的进气嘴相连，回冷式冷热空气发生器的冷端与保鲜库或保鲜箱的进气口相连；水泵伸入贮水箱的水中，抽吸的水经管道送至冷冻水臭氧溶解槽经浸在水中的管道，再送至喷淋头，降温后的水从喷淋头喷出。

本发明的空气循环线路空气从单螺杆无油空气压缩机吸气口吸入回冷空

气，经压缩，压力升高到 0.7Mpa，温度升高到 220℃以上，水冷后的高压空气送至管式陶瓷臭氧发生器 2，在高压、高频下的陶瓷表面产生电晕放电，使空气中的普氧 O_2 变成臭氧 O_3 。高压臭氧空气经过浸在冷冻水中的等压降温热交换器，二次放热降温，温度降到 $\pm 5^\circ\text{C}$ 左右，进入调压滤水器，滤除的水从下部排入大气，高压冷臭氧空气切向进入回冷式冷热空气发生器的回冷腔再进入旋涡室，分离成冷热两股气流，其中一股臭氧冷气流（温度在 $-21^\circ\text{C} \sim -27^\circ\text{C}$ 之间）送入保鲜库（箱），达到降温冷藏气调保鲜目的，臭氧杀死细菌并与乙烯反应，生成二氧化碳 CO_2 与水，并参与气调保鲜，另一股经高温使臭氧分解后的热空气排入大气，完成空气循环。

在压缩机的抽吸作用下，从保鲜库上部抽出回冷空气，经管道进入冷冻水臭氧溶解槽，与喷淋水滴充分接触，使臭氧溶入冷冻水中，随水排入臭氧解吸槽。经过等压降温热交换器及冷凝器两次加热，使臭氧 O_3 分解成普氧 O_2 与原子氧 O ，并排入大气，达到清除普氧 O_2 的目的。水仍可循环使用。

本发明的原理是：利用臭氧空气及臭氧水两大循环系统，在臭氧空气不断地循环过程中，降低库温，达到低温冷藏保鲜的目的。同时，利用臭氧杀菌的特性，杀灭库（箱）内的细菌。又利用臭氧与乙烯（ CH_2 ）的化学反应，使其生成对气调保鲜有利的二氧化碳及水。在臭氧水循环过程中，利用臭氧溶于低温水及受热分解的特性，使系统中的臭氧溶入冷冻水中，随水流入解吸槽加温，使臭氧分解成普氧（ O_2 ）与原子氧 O ，排入大气。加温后的水变成普通水，又可重复使用了。在两大工质循环的全过程中，不产生任何的二次污染，空气与水都可以循环利用。由于清除了系统中的普氧（ O_2 ），在库（箱）内只留下氮（ N_2 ）、二氧化碳（ CO_2 ）及臭氧（ O_3 ）等气调保鲜气体，达到无普氧（ O_2 ）气调保鲜的目的。

本发明的理念依据与说明：

(1) 除氧气调保鲜。

本发明利用臭氧发生器，把空气中的普氧 O_2 ，在高频高电压下，陶瓷表面

电晕放电产生臭氧 O_3 ，反应式如下：



利用高速电子轰击普氧 O_2 ，使其分解成氧原子 O 。由于高速电子具有足够的动能，约 $6 \sim 7\text{ev}$ ，紧接着通过三体碰撞反应形成臭氧 O_3 ，反应式如下：



式中 M 是气体中任何其他气体分子。与此同时，氧原子 O 和臭氧 O_3 反应，也能恢复成普氧 O_2 ，其反应式如下：



电子与臭氧 O_3 反应也能使臭氧变成普氧 O_2 ，其反应式如下：



在臭氧 O_3 发生器内，由于电晕的加热，也会促进臭氧的分解。因此，臭氧的生成与分解是一种动态反应的总和，所以，净臭氧 O_3 的产量与很多因素有关。现在，大型臭氧 O_3 发生器单机臭氧 O_3 产量可达 20 kg/h 左右（即产气量大于分解量）。

(2) 本发明利用臭氧 O_3 易溶入水，而且在低温下臭氧 O_3 很稳定，保持不分解，把水排出系统外，臭氧 O_3 随水带走，而后在高温下使臭氧分解成普氧 O_2 ，排入大气，达到清除普氧 O_2 的目的。

普氧 O_2 在常温下的水中，其溶解度为 $4.89\text{ml}/100\text{ml}$ 。在 0°C 时，臭氧 O_3 在水中的溶解度是普氧 O_2 的 13 倍。臭氧 O_3 在空气中半衰期为 $20 \sim 50$ 分钟，随着温度的升高，分解速度加快，当温度达到 270°C 时，臭氧会立即分解。臭氧在水中的半衰期为 35 分钟，但在 0°C 的冰水中却极为稳定，其半衰期为 2000 年。

(3) 本发明还利用臭氧 O_3 能与乙烯发生化学反应，生成二氧化碳 CO_2 与水，来清除乙烯，其反应式如下：



又由于臭氧 O_3 易分解出氧原子 O ，而氧原子 O 也会与乙烯反应，生成二氧化碳与水，其反应式如下：



乙烯 CH_2 是果蔬在库内贮藏期间放出的有害气体，它又是果蔬的催熟剂，使果蔬的保鲜期缩短，不利于贮藏，故必须清除之。而生成的二氧化碳 CO_2 又是很好的气调保鲜气体。二氧化碳 CO_2 是霉菌、酵母菌的抑制气体，当二氧化碳 CO_2 浓度达到 20% 时，能使单细胞菌停止生长，能阻止 80~96% 的肠肉细菌繁殖；当二氧化碳 CO_2 浓度达到 35% 时，可使果蔬呼吸抑制到最小限度，如存放在 1~4℃ 库房中的果蔬，可保鲜半年左右。而生成的水又可增加库内湿度，防止果蔬干瘪，减少库损。

(4) 本发明利用了臭氧 O_3 杀菌原理，提高了保鲜能力。臭氧 O_3 能破坏细菌的细胞膜，现已证实，臭氧 O_3 可杀死乳酸菌、炭疽杆菌、耶尔森氏菌、沙门氏菌、流感病毒、肉毒梭状芽孢杆菌等多种细菌。杀菌效果与氧乙酸相当，强于甲醛，比氯高一倍，杀菌速度是氯气的 600~3000 倍。

(5) 本发明利用了除普氧 O_2 气调保鲜原理。由于普氧 O_2 对保鲜危害最大，普氧 O_2 可使脂肪在食品贮存期氧化变质、变味。利用臭氧 O_3 的特性，清除系统中的普氧 O_2 ，在保鲜库内只存在氮气 N_2 、二氧化碳 CO_2 、臭氧 O_3 三种保鲜气体与微量其他气体，达到缺普氧 O_2 气调保鲜的目的。

(6) 本发明在设计保鲜库时，利用了普氧 O_2 与臭氧 O_3 的重度差别（臭氧 O_3 是普氧 O_2 空气重量的 1.65 倍），设计从库（箱）的底部地沟进气。这样，臭氧 O_3 可先集于库的下部，而普氧 O_2 及补气从库（箱）的上部抽回到压缩机。这样，可延长臭氧 O_3 的杀菌时间，也可避免直接把刚进库（箱）的臭氧 O_3 抽走，提高了保鲜效果。

(7) 本发明应用空气制冷与载冷的理念依据与说明。空气制冷。以前由于空气的密度小，单位工质制冷量少，而压缩时消耗的功率又多，故其能效比低，不能用于一般的工业制冷，只能在特殊情况下使用。本发明就是应

用了能效比高、有相变的压缩蒸汽制冷与能效比低的空气制冷，两者结合起来，提高了空气制冷的能效比，才能用于一般的工业制冷。现在中央空调系统是利用了低压空气载冷，通过大截面积的风管，把冷量载入空调间。本发明是利用了回冷式冷热空气发生器的特点，利用高压空气载冷，把冷量送入需要降温的地方。具体来说，就是利用能效比高的制冷装置，来预冷发生器的进气温度。实验证明，发生器的进气温度降低多少，发生器的冷气流温度也随之降低多少，这样就把冷量通过空气载入到用冷的地方。经过实验观察，导出以下的经验公式：

$$q_0 = B_C \cdot \mu_C \cdot C_p \cdot \Delta T_c \cdot \frac{P_1}{P_c} \cdot (T_0 - T_c) \dots\dots\dots (7)$$

因为 $\Delta T_c = T_1 - T_c$

$$\text{故 } T_c = T_1 - \Delta T_c \dots\dots\dots (8)$$

将(8)式代入(7)式，得：

$$q_0 = B_C \cdot \mu_C \cdot C_p \cdot \Delta T_c \cdot \frac{P_1}{P_c} \cdot (T_0 + \Delta T_c - T_1) \dots\dots\dots (9)$$

式中：

q_0 ——冷气流单位质量流量的制冷量 (Kcal/kg)

B_C ——比例系数 (根据实验测算确定)

μ_C ——冷气流质量比 ($\mu_C = G_C / G_0$, $G_0 = G_C + G_h$)

G_C ——冷气流量 (kg/h)

G_0 ——总耗气量 (kg/h)

G_h ——热气流量 (kg/h)

C_p ——空气的定压比热 ($C_p = 0.24$ Kcal/kg $^{\circ}C$)

T_0 ——为环境温度

T_1 ——发生器的进气温度

ΔT_c ——制冷温度效应

P_1 ——发生器的进气压力(Mpa)

P_c ——冷气流的反压力(Mpa)

计算 B_c 值, 实验测得以下数据:

当 $T_0 = 35^\circ\text{C}$, $T_1 = 40^\circ\text{C}$ (风冷), $\frac{P_1}{P_c} = 5.3$, $T_c = 5^\circ\text{C}$, $\Delta T_c = 35^\circ\text{C}$, μ_c

$= 0.5$, $C_p = 0.24 \text{ Kcal/kg}^\circ\text{C}$, $q_0 = 17 \text{ Kcal/kg}$

代入 (9) 式, 得

$$B_c = 0.0254 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$$

当系统没有制冰机时, 压缩空气的单位能耗 $L_{10} = 0.08 \text{ kw}\cdot\text{h/kg}$

当系统有制冰机时, 制冰的单位能耗为 $L_{20} = 0.012 \text{ kw}\cdot\text{h/kg}$

系统的总能耗 $L = L_{10} + L_{20} = 0.092 \text{ kw}\cdot\text{h/kg}$

能效比按下式计算:

$$\text{COP} = q_0 / L \cdot A \dots\dots\dots (10)$$

式中: A 为热功当量, $A = 860 \text{ Kcal/kw}\cdot\text{h}$

L 或 L_{10} 为压缩空气的单位能耗。

当 $\mu_c = 0.6$, $C_p = 0.24 \text{ Kcal/kg}^\circ\text{C}$, $T_0 = 35^\circ\text{C}$, $\frac{P_1}{P_c} = 7$, $\Delta T_c = 50^\circ\text{C}$, B_c

$= 0.0254 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ 时, 计算各种不同的进气温度 T_1 时, q_0 、 T_c 及 COP , 列入下表:

进气温度 T_1 ($^\circ\text{C}$)	50(风冷)	40 (水冷)	10 (冷冻水)	0 (冰冷)	-15 (冰冷)	-30 (冰冷)
q_0 (Kcal/kg)	17	57.6	96	108.8	128	147.2
T_c ($^\circ\text{C}$)	0	-10	-40	-50	-65	-80
COP	0.65	0.837	1.21	1.375	1.61	1.86

本发明是用流动的冷冻水降温, 估计能效比可达到 1.2 左右。

本发明的特点与现有技术相比的优点在于:

(1) 所用的制冷工质是无氟 (F)、无氯 (Cl)、无甲烷的三无工质—空气, 是真正的绿色环保的制冷系统, 不污染空气, 不破坏地球大气臭氧层, 不增加地球温室效应, 也不需要添加任何化学防腐剂, 不产生二次污染, 是造福

子孙后代的、最安全的保鲜系统。

(2) 本发明是一种节能的保鲜方法。利用了空气既能制冷，又能载冷的特点，把能效比高、有相变的压缩蒸汽制冷与能效比低的压缩空气制冷两者结合起来，既发挥了空气制冷与压缩蒸汽制冷各自的优点，又提高了空气制冷系统的能效比。

(3) 本发明是一种节水的保鲜方法。压缩蒸汽制冷系统中蒸发器所产生的冷量制成冷冻水（ $1^{\circ}\text{C} \sim 5^{\circ}\text{C}$ 之间），既不结冰，又能流动。一部分冷冻水用来降低空气压缩机的排气温度及润滑密封循环水的温度；另一部分冷冻水用来降低管式陶瓷臭氧发生器的温度。其中大部分冷冻水用来溶解臭氧 O_3 ，使其随水流入解吸槽，既可以降低高压臭氧空气的温度，又能降低氨冷凝器的温度。由于温度的升高。溶入水中的臭氧 O_3 分解成普氧 O_2 与原子氧 O ，并排入大气，而水温度升高后，经风冷降温器降温后变成普通水，流入贮水箱，再抽回循环使用，达到节水的目的。

(4) 本发明利用臭氧杀菌与低温冷藏保鲜。两种保鲜方法的结合，既减少了能耗，降低了保鲜成本，又能使被保鲜食品生物细胞不被破坏，使食品不变色、变味、变质，不干瘪，新鲜度不变，保鲜时间长、成本低。

(5) 本发明是一种充氮、充二氧化碳、缺氧的气调保鲜方法。库内的一切生物由于缺氧均无法生存，可避免最使人头疼的鼠虫、鸟雀的危害，减少了库损，保证了食物的安全贮藏与运输。

(6) 本发明的多功能保鲜方法不使用任何的防腐剂，可防止食物的二次污染，使食品更安全、更清洁，使人们真正能够吃上放心肉、放心粮、放心果蔬。

(7) 本发明能适应大型粮库分仓保鲜，可避免翻仓、倒库、晒粮，可节省大量的劳动力与翻晒场地。

(8) 本发明可一库多用，既可以保鲜鱼、肉、禽、蛋、奶，又可以保鲜果蔬，不会冻坏、冻“熟”。

(9) 本发明可变废为宝。果蔬在贮藏期间释放出有害气体乙烯（ CH_2 ），

它是果蔬的催熟剂，缩短果蔬的贮藏期。臭氧 O_3 能使其变成无害的、又能起气调保鲜作用的二氧化碳 (CO_2) 及水，水又能防止被保险食品的干瘪及减少库损。

(10) 本发明使用的气调保鲜杀菌气体是循环流动的，可吹到任何一个角落，可杀死任何一个角落的细菌。

附图说明

图 1 为本发明的结构组成框图；

图 2 为本发明的单螺杆无油空气压缩机示意图；

图 3 为本发明的管式陶瓷臭氧发生器示意图；

图 4 为本发明的冷冻水臭氧溶解槽结构示意图；

图 5 为本发明的氨制冷机原理图；

图 6 为本发明的臭氧解吸槽结构示意图；

图 7 为本发明的保鲜库（箱）结构示意图；

图 8 为本发明的回冷式冷热空气发生器的结构示意图；

图 9 为本发明的回冷式冷热空气发生器的结构 A-A 剖示意图；

图 10 为本发明的空气制冷温熵示意图。

具体实施方式

如图 1 所示，本发明包括单螺杆无油空气压缩机 1、管式陶瓷臭氧发生器 2、冷冻水臭氧溶解槽 3、氨制冷机 4、臭氧解吸槽 5、风冷降温器 6、贮水箱 7、水泵 8、喷淋头 9、保鲜库 10、调压滤水器 11 和回冷式冷热空气发生器 12。压缩机 1 的空气吸入口 1-6 与冷冻水臭氧溶解槽 3 的出气口 3-6 相连，压缩机 1 的排气口 1-8 与管式陶瓷臭氧发生器 2 的进气口 2-7 相连，压缩机 1 的排热水口 1-9 与臭氧解吸槽 5 的回热水口 5-10 相连，压缩机 1 的进水口 1-11 与冷冻水臭氧溶解槽 3 的第二排水口 3-8 相连；管式陶瓷臭氧发生器 2 的出气口 2-8 与臭氧解吸槽 5 中的二次等压降温热交换器进气口 5-8 相连，管式陶瓷臭氧发生器 2 的排水口 2-9 与臭氧解吸槽 5 的回热水口 5-10 相连，

管式陶瓷臭氧发生器 2 的进水口 2-4 与冷冻水臭氧溶解槽 3 的排水口 3-8 的支管相连; 冷冻水臭氧溶解槽 3 的进气口 3-5 与保鲜库 10 的排气口 10-5 相连, 冷冻水臭氧溶解槽 3 的第一排水口 3-4 与臭氧解吸槽 5 的进水口 5-3 相连, 冷冻水臭氧溶解槽 3 的第二排水口 3-8 与压缩机 1 的进水口 1-11 相连; 氨制冷机 4 的氨蒸汽排汽口 4-6 与臭氧解吸槽 5 中的冷凝器相连接, 氨制冷机 4 的冷氨回气口 4-5 与冷冻水臭氧溶解槽 3 中的蒸发器相接; 臭氧解吸槽 5 的排水口 5-7 与风冷降温器 6 的进水口相连, 向贮水箱 7 排水, 臭氧解吸槽 5 中的二次等压降温热交换器出气口 5-9 与调压滤水器 11 相连; 调压滤水器 11 的出口与回冷式冷热空气发生器 12 的进气嘴 12-1 相连, 回冷式冷热空气发生器 12 的冷端 12-6 与保鲜库 10 的进气口 10-8 相连; 水泵 8 伸入贮水箱 7 的水中, 抽吸的水经管道送至冷冻水臭氧溶解槽 3 的浸在水中的管道, 再送至冷冻水臭氧溶解槽 3 的上部喷淋头 9, 降温后的水从喷淋头 9 喷出。

如图 2 所示, 单螺杆无油空气压缩机 1 由压缩机机头 1-1、水气分离器 1-2、水位开关 1-3、水过滤器 1-4、电控系统 1-5、空气吸入口 1-6、空气过滤器 1-7、压缩空气排气口 1-8、排热水口 1-9 和水冷却器 1-10 组成, 空气吸入口 1-6 与冷冻水臭氧溶解槽 3 的出气口 3-6 相连, 吸入回冷空气, 送入空气过滤器 1-7, 滤除空气中的尘埃与杂物, 它的另一端与单螺杆压缩机机头 1-1 的吸气口相连, 由于是采用水密封与水润滑, 空气中不免带有水份, 带有水份的高温高压空气切向进入水气分离器 1-2 滤除水汽; 在筒的底部沉积冷凝水, 当水位达到阻挡气流时, 打开水位开关 1-3 排出积水, 空气再经水过滤器 1-4 滤除余下的水份, 干燥的高温高压空气进入水冷却器 1-10, 与流过的冷冻水交换热量, 使高温高压空气温度降到水温 + 10℃, 约 40℃左右, 从排气口 1-8 排入管式陶瓷臭氧发生器的进气口 2-7, 冷冻水从压缩机冷冻水入口 1-11 进入, 从排热水口 1-9 排出。

如图 3 所示, 管式陶瓷臭氧发生器 2 包括: 带散热片不锈钢耐压外壳 2-1、陶瓷介电体 2-2、高压高频电板 2-3、水冷却器 2-4、IGBT 电源 2-5、散

热风扇 2-6; IGBT 电源 2-5 的输入端与 220V 市电相连, 输出端地线与外壳 2-1 相连, 高压端与高压高频电板 2-3 相连; 陶瓷介电体 2-2 敷在高压高频电板 2-3 上, 水冷却器 2-4 位于高压高频电板 2-3 内, 散热风扇 2-6 放在外壳 2-1 外, 为其散热。

如图 4 所示, 冷冻水臭氧溶解槽 3 由不锈钢内衬 3-1、金属外壳 3-2、蒸发管道 4-2、第一排水口 3-4、进气口 3-5、出气口 3-6、档水帘 3-7、第二排水口 3-8 和聚胺酯泡沫塑料保温层 3-9、保温盖 3-3 组成, 冷冻水臭氧溶解槽 3 的内衬 3-1 采用不锈钢焊接而成, 在底部与四周装有蒸发管道 4-2, 管道外面灌注聚氨酯泡沫塑料保温层 3-9 以保温, 外壳 3-2 采用普通金属板镀锌后涂漆, 档水帘 3-7 挂在回冷空气过道上, 必须错位安装, 以免阻挡气流经过, 但又能挡住水滴, 不让水滴进入压缩机 1; 整个冷冻水臭氧溶解槽 3 上部盖有保温盖 3-3。

如图 5 所示, 氨制冷机 4 由半封闭氨压缩机 4-1, 蒸发器 4-3, 冷凝器 4-2 组成, 半封闭氨压缩机 4-1 的热氨蒸汽排气口 4-6 与装在臭氧解吸槽 5 中的冷凝器 4-3 相连, 半封闭氨压缩机 4-1 的冷氨回气口 4-5 与冷冻水臭氧溶解槽 3 中的蒸发器 4-2 相连。

如图 6 所示, 臭氧解吸槽 5 包括: 外壳 5-1、等压降温热交换器 5-2、进水口 5-3、第一出气口 5-4, 第一排水口 5-5, 第二出气口 5-6、第二排水口 5-7、进气口 5-8、出气口 5-9 和回热水口 5-10。臭氧解吸槽 5 分上箱和下箱两层, 中间用隔板分开; 外壳 5-1 采用不锈钢板焊接而成, 隔板上有一个排水口 5-5, 上箱的水可以流入下箱; 上箱内有一只等压降温热交换器 5-2 浸泡在冷冻水中, 上箱有臭氧冷冻水进水口 5-3, 一个第一出气口 5-4, 臭氧分解后的氮气、普氧、原子氧从此口排入大气, 下箱有冷凝器 4-3 浸泡在水中, 水吸热后温度升高使臭氧分解, 同时降低氨蒸汽温度, 使其冷凝成液态氨; 下箱上部有一个回热水口 5-10, 冷却臭氧发生器及压缩机后的热水, 汇集后排入下箱, 下箱上部有一个第二出气口 5-6, 臭氧分解后的氮气、普氧、

原子氧从此口排入大气，下箱的下部有一个排水口 5-7，使热水排入风冷降温器 6 中降温。

如图 7 所示，保鲜库或保鲜箱 10 由外壳 10-1、里衬 10-2、保温材料及墙体 10-3、带阀门的补气口 10-4、抽气口 10-5、密封门 10-6、带阀门的排水口 10-7 及进气口 10-8 组成，保鲜库或保鲜箱 10 按建冷库的隔热与密封建造，要开能对流的两个密封库门，以便在保鲜产品出库时，能及时排出保鲜气体，即氮气与二氧化碳气体，以免出现窒息事故；保鲜箱按“冷链”保鲜箱制造，要求密封隔热，外壳 10-1 及里衬 10-2 用钢板制造，中间夹保温材料 10-3，保鲜库或保鲜箱 10 的底部有通气的地沟，有保鲜库（保鲜箱）门 10-6 在上侧面有补气孔 10-4，补充系统因排热气而损失的气量，上部有抽气口 10-5，抽出回冷空气，下部有进气口 10-8，使冷气直通地沟，底部有一个排水口 10-7，排除臭氧与乙烯反应后生成的水，用阀门定期排水。

如图 8、9 所示，回冷式冷热空气发生器 12 由进气嘴 12-1、回冷腔 12-2、反射调节阀 12-3、热管 12-4、保温层 12-5、消声器 12-6、切向进气嘴 12-7、气旋室 12-8 和热端排气口 12-9 组成，回冷式冷热空气发生器 12 的进气嘴 12-1 采用螺纹连接旋在外壳上，其内孔直通回冷腔 12-2，反射调节阀 12-3 装在热端阀座上；热管 12-4 一端用螺纹与气旋室外壳相连，另一端与热端阀座相连；保温层 12-5 包在热管 12-4 外面；消声器 12-6 拧在冷端外壳上，排出冷气时消除气动噪声；在气旋室外面有 2-6 个切向进气嘴 12-7，把回冷腔 12-2 高速旋转的空气导入气旋室 12-8；热端排气口 12-9 开在热端阀座上，可排出热气流。

空气制冷原理及温熵示意图，如图 10 所示，其中，进气温度 T_1 可以是：风冷降温约 50°C 左右；一次水冷降温约 40°C 左右；二次水冷降温约 30°C 左右；冷冻水降温约 10°C 左右。以上均为实测数据。根据温熵图 10 及实验观察，导出经验公式 (7)，可根据各种不同的进气温度 T_1 ，代入公式 (7) 计算出 T_c 、 q_0 及能效比 COP，列入表中。

本发明的工作原理及工作过程如下：

空气循环流程：单螺杆无油空气压缩机 1 的空气吸气口 1-6，用管道与冷冻水臭氧溶解槽 3 的出气口 3-6 相接，抽吸保鲜库或保鲜箱 10 中的回冷空气，经过冷冻水臭氧溶解槽 3 的喷淋水，臭氧溶入冷冻水中。为了不让水滴带入压缩机 1 而设置了挡水帘 3-7 挡住水滴，空气进入压缩机空气过滤器 1-7，滤除灰尘与杂物，在经过压缩机机头 1-1 压缩后，温度升高到 220℃ 以上，压力升高到 0.7Mpa，高压高温空气进入水气分离器 1-2，经过水位开关 1-3 及水过滤器 1-4，再进入水冷却器 1-10，空气温度降到水温加 10℃，约 40℃ 左右。从排气口 1-8 排出。高压冷空气进入管式陶瓷臭氧发生器 2，在高频高压电场中陶瓷表面电晕放电，把空气中的普氧 O_2 变成臭氧 O_3 ，管式陶瓷臭氧发生器用冷冻水冷却，而后用管道把臭氧高压空气送入浸没在臭氧解吸槽 5 的等压降温热交换器 5-2，使高压臭氧冷空气与冷冻水换热，高压臭氧空气温度降到 5℃ 左右。用管道送入调压滤水器 11，滤除的冷凝水从下部自动排出。高压干燥的臭氧冷空气从回冷式冷热空气发生器 12 的进气嘴 12-1 切线送入回冷腔 12-2，高压臭氧冷空气吸收从冷端传导出来的冷量，使高压臭氧冷空气温度进一步降低，再从切向进气嘴 12-7 喷入气旋室 12-8，空气以极高的速度旋转，产生气旋效应，分离成冷热两股气流，其中一股热气流沿热管管壁运动至反射调节阀 12-3，中心部位的冷气流经反射回到冷端，而热气流从外层流入热端排气口 12-9 排入大气；另一股臭氧冷气流（温度在 -21℃ ~ -27℃ 之间）经消声器 12-6 用管道接进气口 10-8 进入保鲜库或保鲜箱 10 的地沟，臭氧完成杀菌、分解乙烯后，从抽气口 10-5 被压缩机抽回，完成空气循环。空气在不断的循环中，库温越来越低，普氧 O_2 与乙烯越来越少。当库温降到 -2℃ ~ 5℃ 时，达到冷藏、杀菌、气调保鲜的目的。此时，保鲜库或保鲜箱 10 内只有氮气 (N_2)、二氧化碳 (CO_2)、臭氧 (O_3) 三种保鲜气体，就可以关机封库（箱），并关断补气口 10-4，防止库外空气进入，补气口 10-4 是为

了补充因排出系统外 20% 左右的热气所缺的气量，还要定时排除地沟中的冷凝水，从排水口 10-7 排出。

水循环路径：水泵 8 开动以后，抽吸贮水箱 7 经过滤的水，送至喷淋头 9，喷入冷冻水臭氧溶解槽 3 中，充分与回冷空气中的臭氧 O_3 接触，使臭氧溶入冷冻水中。由于冷冻水臭氧溶解槽 3 中有氨蒸发器 4-2，吸收水的热量，使水温降低（水温控制在零上 $1^{\circ}C \sim 5^{\circ}C$ 之间，使其不结冰，但又能流动的冷冻水）。一部分冷冻水从出水口 3-4 进入臭氧解吸槽 5 上部的进水口 5-3，冷却等压降温热交换器中的臭氧高压空气，溶入冷冻水中的臭氧因加热而分解出的普氧 O_2 与原子氧 O ，从出气口 5-4 排入大气，臭氧水从排水口 5-5 进入解吸槽的下部，在冷凝器 4-3 中热氨的加热下，温度再升高，使臭氧继续分解，并从第二出气口 5-6 排入大气。被加热的冷冻水与压缩机及管式陶瓷臭氧发生器 2 排出的热水混合后，从排水口 5-7 流入风冷降温器 6，散热降温后，流入贮水箱 7，而后再被抽回，完成一个循环；另一部分冷冻水从出水口 3-8 分成两股，一股流入压缩机 1 中的水冷却器 1-10 降温，另一股则流入管式陶瓷臭氧发生器 2 的不锈钢高压高频电板 2-3 降温，排出的两股热水会合后，从回热水口 5-10 流入臭氧解吸槽 5 的下部，参与水的循环。

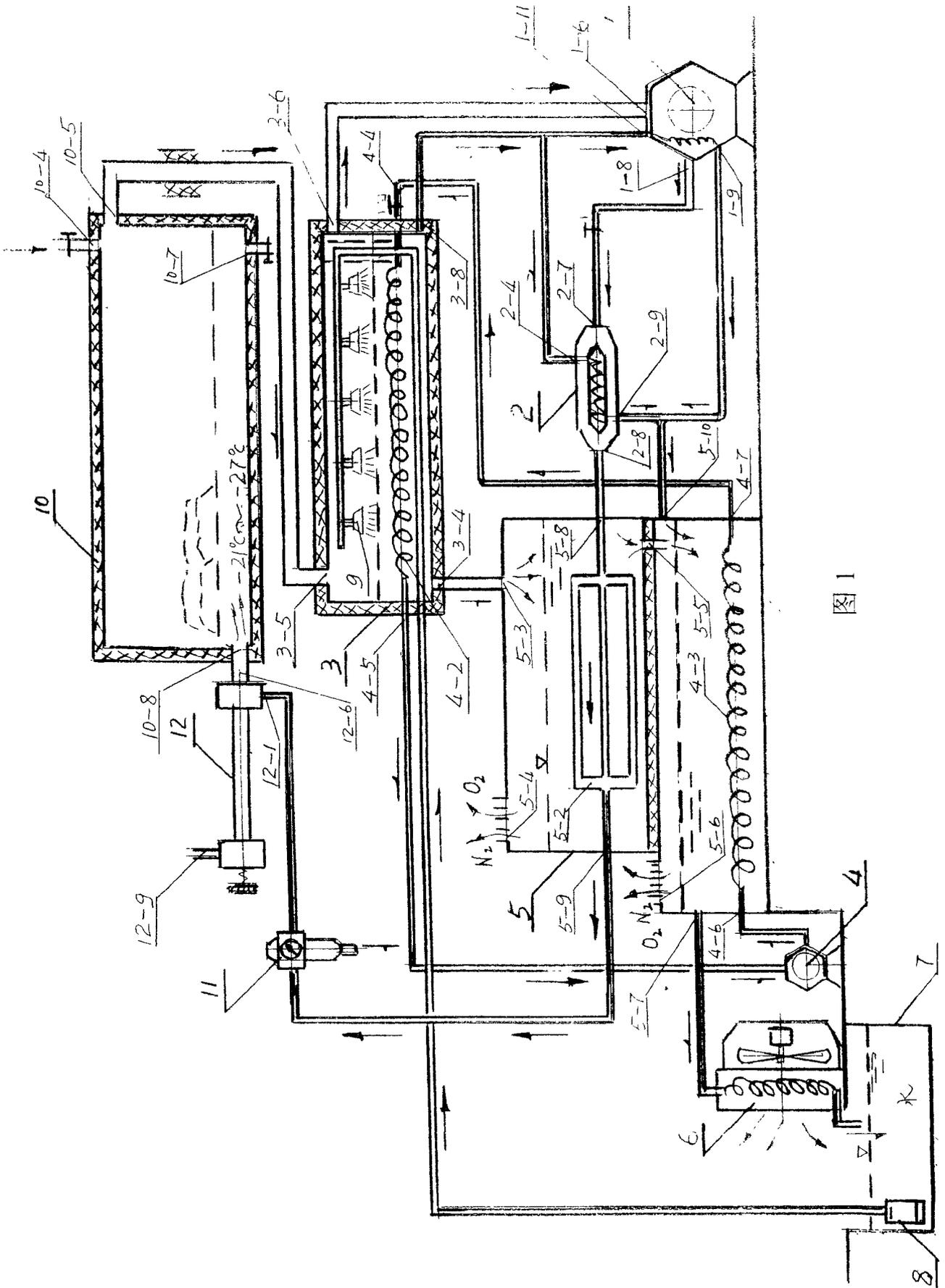


图 1

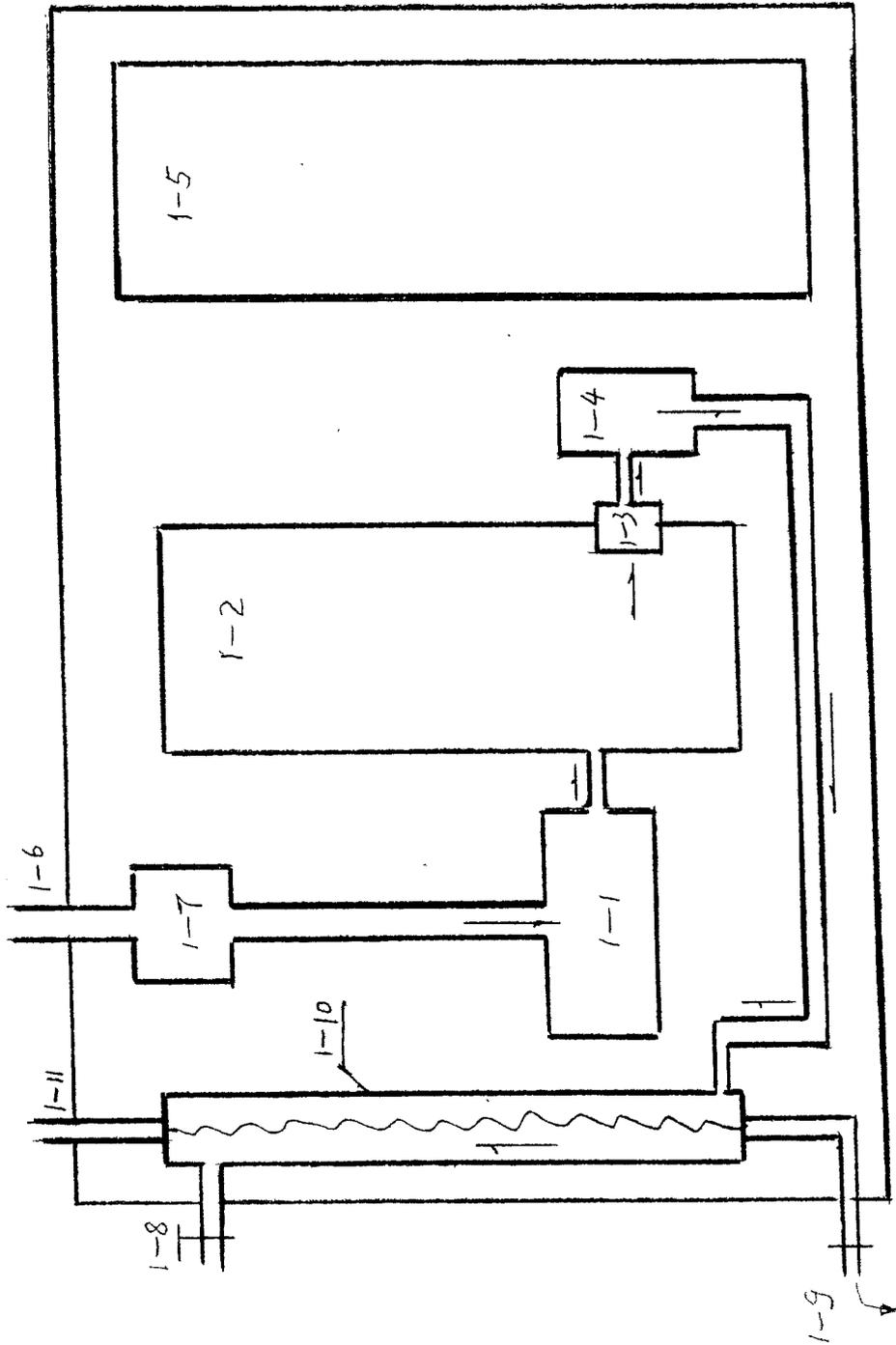


图 2

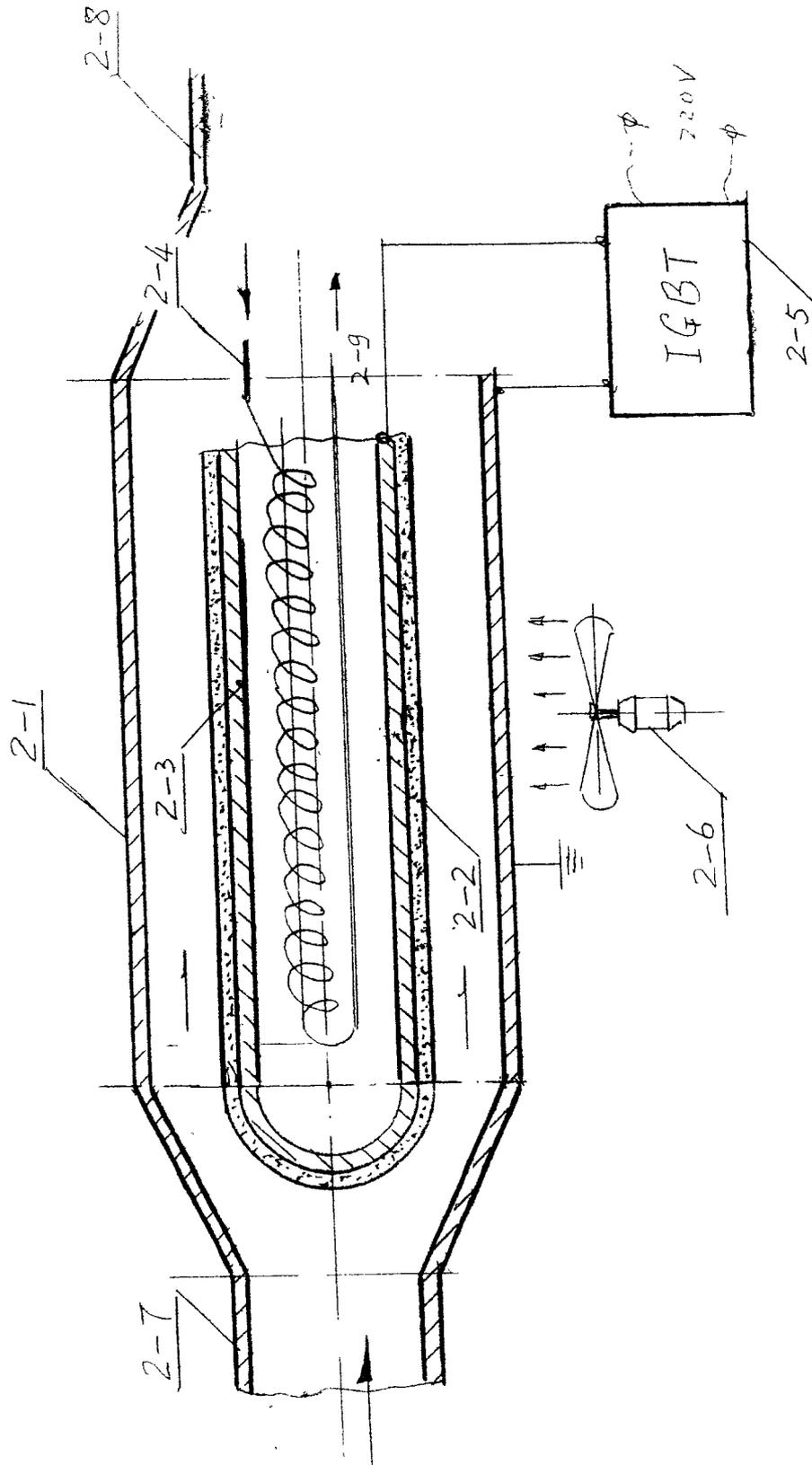


图3

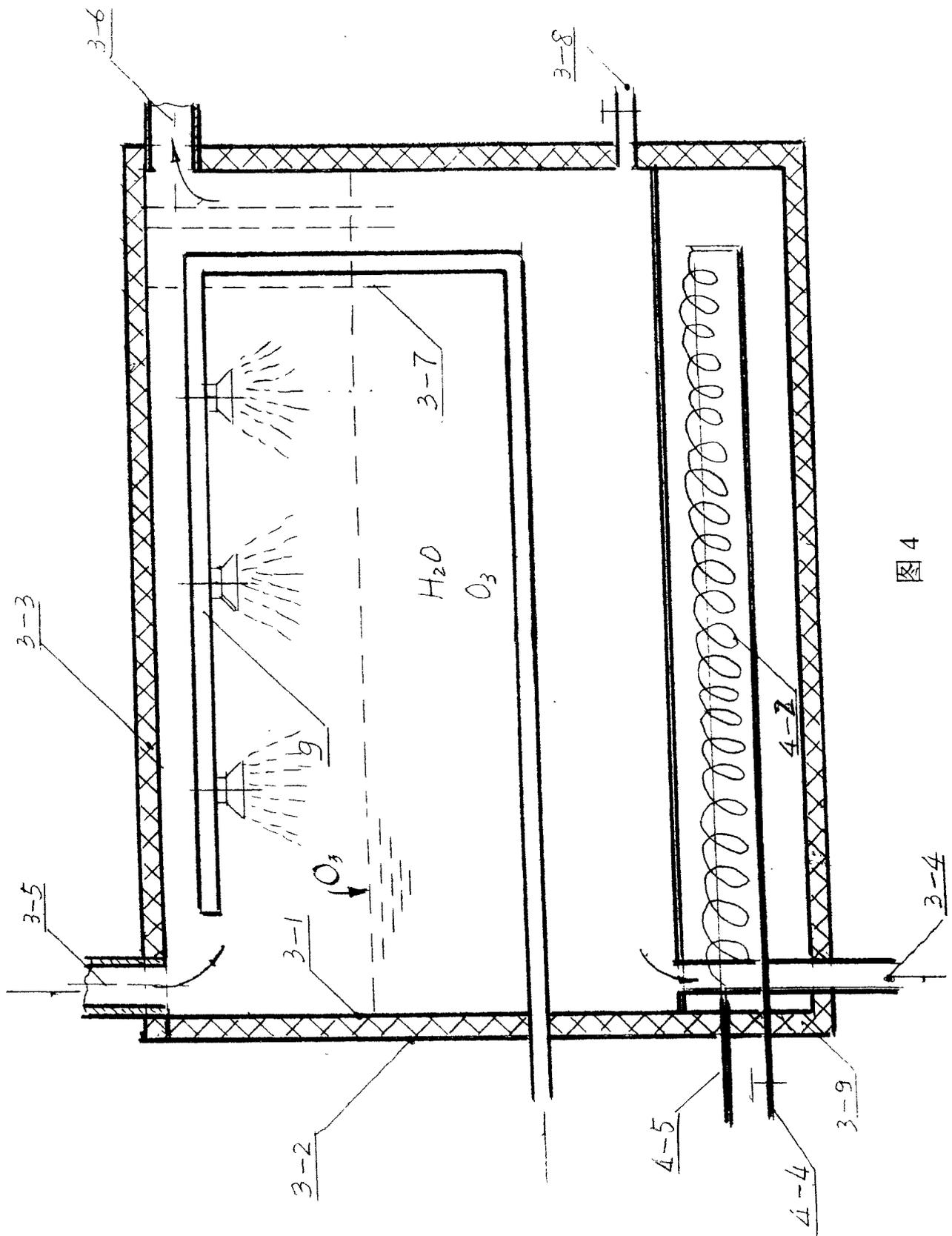


图 4

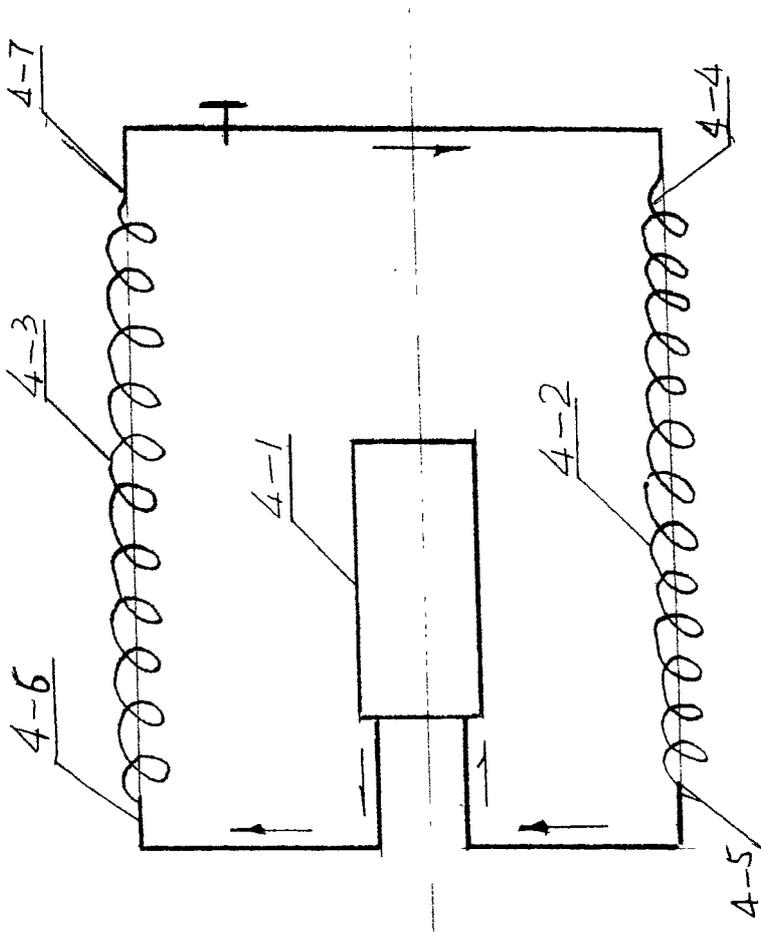


图 5

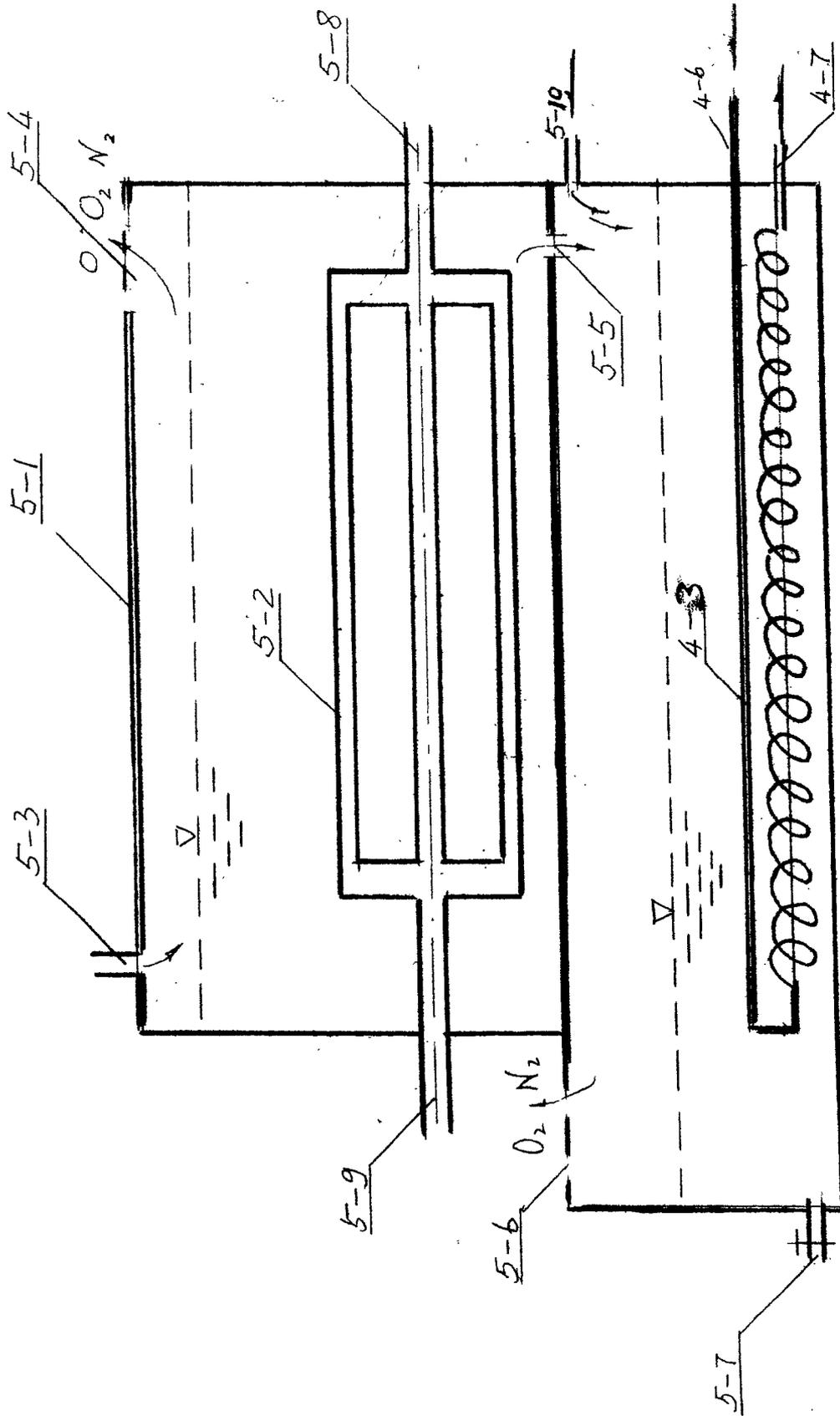


图 6

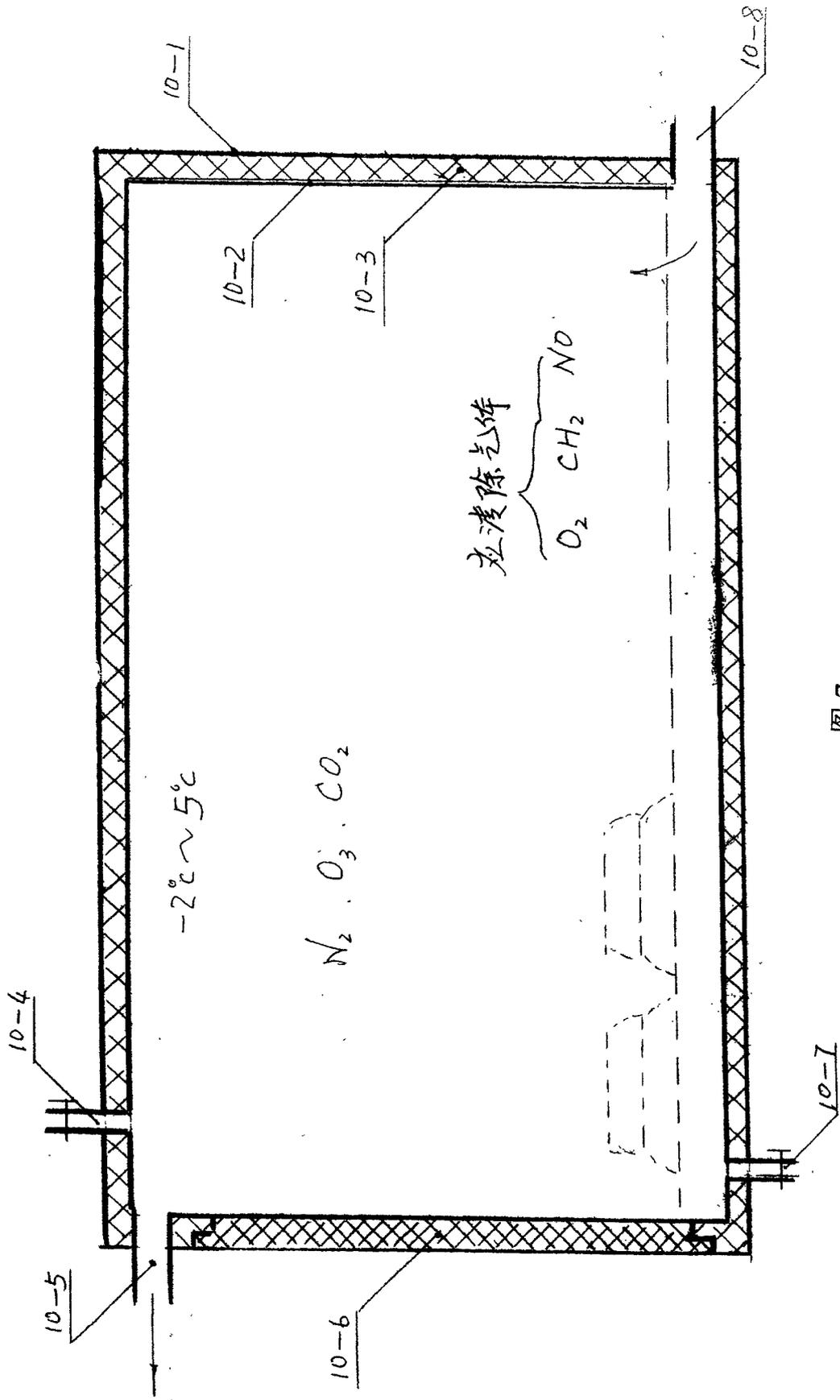


图 7

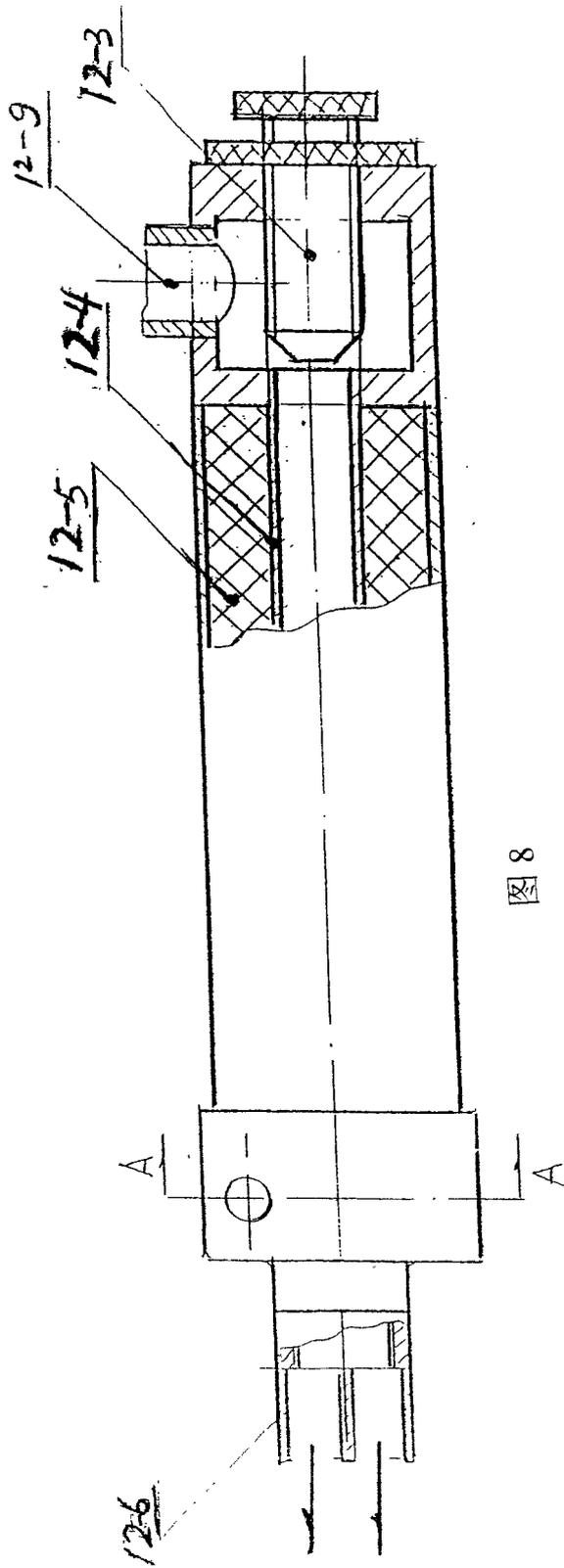


图 8

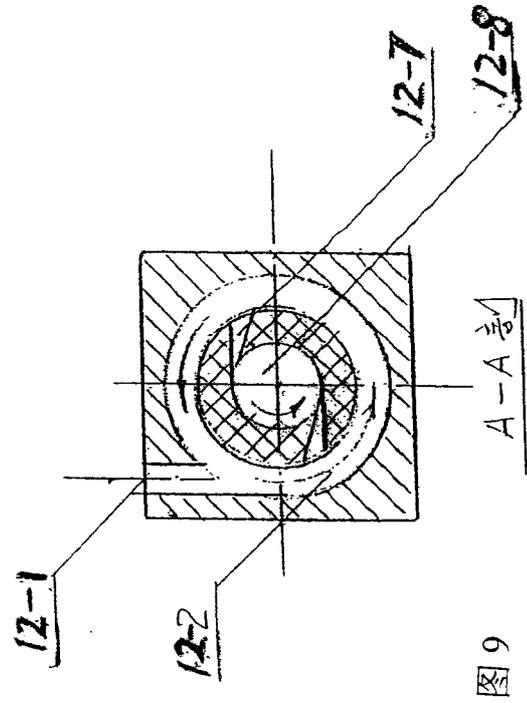


图 9

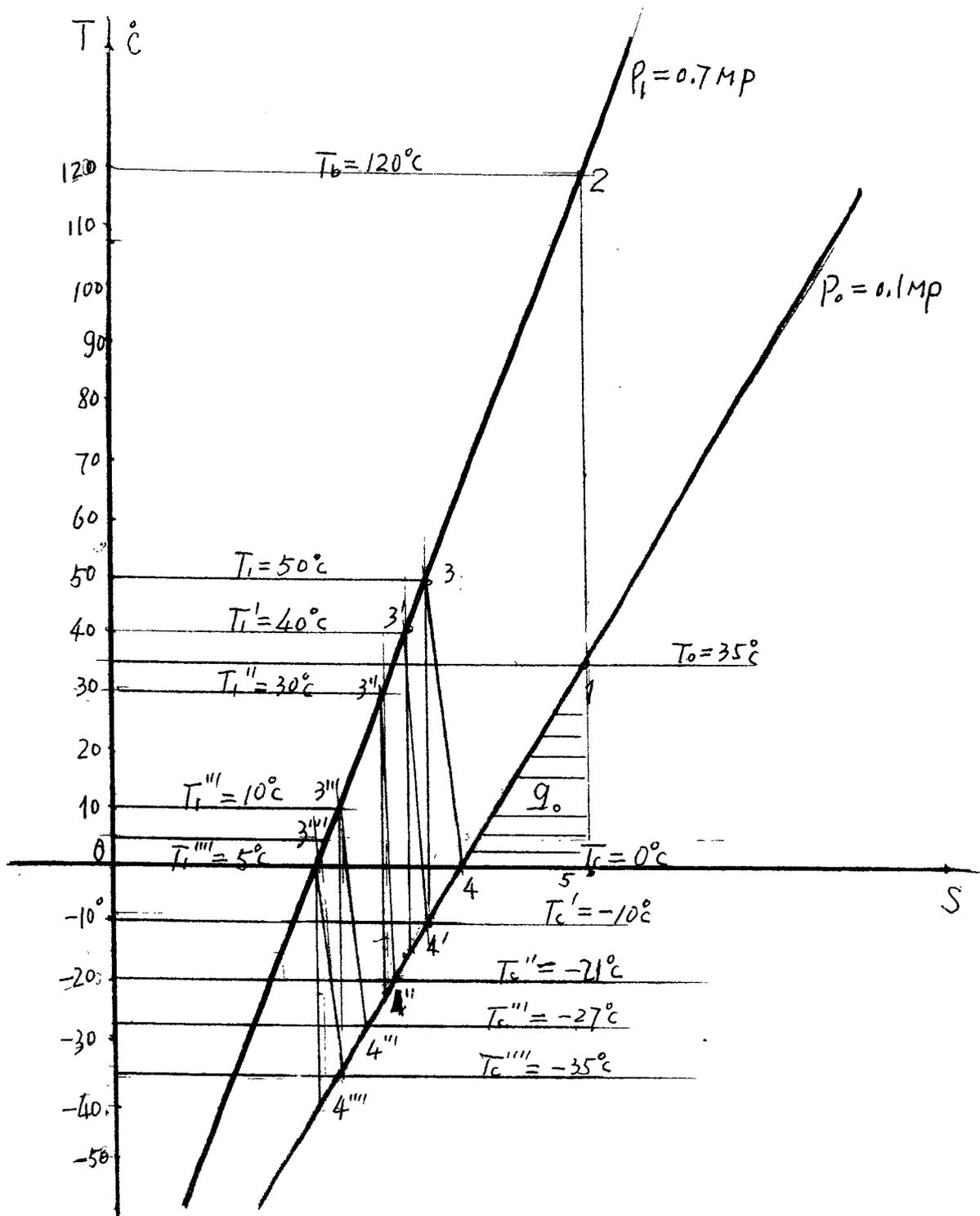


图 10