

# 空调溴化锂机组制冷效果差 原因分析及处理对策

马德海, 叶治洲, 蓝天来

(北京京西燃气热电有限公司, 北京 100041)

**摘要** 某公司夏季制冷采用空调溴化锂冷水机组, 夏季时常出现溴化锂机组制冷效果差、溴化锂溶液浓度不合格、溴化锂溶液缺失、真空度不合格等问题, 影响空调机组的正常运行。本文通过分析空调溴化锂机组的构成、溴化锂溶液的作用、机组可能出现的制冷效果差的原因、处理的对策、机组的保养方法等, 制定专项检修、处理方案、保养方案, 包括: 对溴化锂机组各换热器管进行打压查漏、检查管壁及接口有无破损、对泄露点进行处理、对溴化锂溶液浓度进行浓缩和补充、对换热器腔室进行预膜处理、重新提升真空度等办法, 旨在为彻底处理不制冷、制冷效果差等缺陷并有效提高机组寿命提供借鉴。

**关键词** 空调溴化锂机组; 打压查漏; 溶液浓缩; 机组保养

**中图分类号**: TM925.1

**文献标识码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)01-0043-03

本工程设计集中制冷加热站, 共设置两套空调溴化锂机组, 形式为热水型溴化锂机组, 为厂区工艺系统提供空调系统冷、热源。机组冷冻水进、出口温度 12/7℃, 冷却水进、出口温度 32/38℃, 热水设计进口温度 168.2℃, 现热水进口来自溴化锂热源换热器热源侧出口。

近年来, 时常出现溴化锂机组不制冷、制冷效果差、溴化锂溶液浓度低等问题, 影响空调机组的正常运行。本文通过分析空调溴化锂机组的构成、溴化锂溶液的作用、制冷效果差的原因及对策、机组的保养方法等, 制定专项处理方案和保养方案, 彻底处理不制冷、制冷效果差等缺陷, 并能有效提高机组寿命。

## 1 空调溴化锂机组构成及溴化锂溶液作用

### 1.1 空调溴化锂机组的构成

溴化锂机组的构成如下: 外壳、吸收器、热交换器、冷凝器、发生器、蒸发器、冷量控制装置、吸收液泵、制冷剂泵、真空泵、机组内部溴化锂溶液管路系统、自动抽气装置、热水入口控制阀、控制部件及监测仪表等。机组外型及主要部件名称见图 1。<sup>[1]</sup>

### 1.2 溴化锂溶液的作用

溴化锂溶液是空调溴化锂机组的重要组成部分, 主要成分是由碱金属锂、卤族等元素构成, 溴化锂溶液主要包括水、溴化锂两种物质。溴化锂机组启动运行, 溴化锂溶液吸热升温, 使水蒸发成为水蒸气, 水蒸汽降温后凝结成为高压低温水, 作为机组的制冷剂使用。

## 2 空调溴化锂机组制冷效果差的原因分析

本公司空调机组形式采用热水型溴化锂机组, 目前制冷效果差的主要故障情况、原因分析及处理对策如表 1。

## 3 空调溴化锂机组制冷效果差故障处理对策及方法

针对空调溴化锂机组现存的故障现象, 我公司对于溴化锂机组需要做出以下检查维修。

### 3.1 对空调溴化锂机组的吸收器、冷凝器、高压发生器等气密性检查及处理

(1) 准备氮气 4 瓶, 对机组充氮气至正压 0.05MPa。  
(2) 对机组所有阀门, 元器件接口, 焊接点以及有可能泄漏的点进行检测。  
(3) 打开吸收器、冷凝器端盖。  
(4) 将吸收器、冷凝器铜管一头用塞子堵塞, 另一头用肥皂水检测是否有泄漏点。  
(5) 如果吸收器、冷凝器没有泄露点, 打开高压发生器端盖, 按如上方法继续检漏。  
(6) 如果高压发生器没有泄露, 检查蒸发器铜管, 直至找到漏点。  
(7) 查出泄漏点后, 把氮气放成平压, 处理好漏点后, 再充入氮气进行检查。  
(8) 在补好漏点后, 再进行全面检查, 没有发现漏点后, 对机组进行正压保压。正压保压的范围是每 24 小时压力下降不超过 30Pa。  
(9) 机组正压保压正常后, 进行下一步工作。<sup>[2]</sup>

### 3.2 冷剂泵故障处理

更换新冷剂泵, 更换后需对机组进行检漏工作,

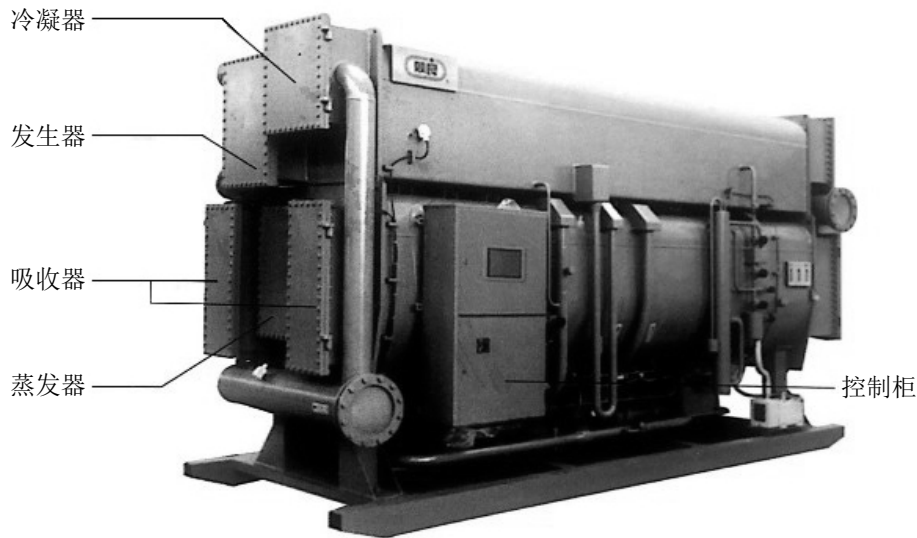


图1 空调溴化锂机组部件标记图

表1

序号	溴化锂机组故障情况	原因分析及处理对策
1	空调溴化锂机组不制冷, 经检测溴化锂溶液浓度 33%, 远低于机组设计浓度 50%	根据溶液浓度判断机组发生泄漏, 溶液进水严重。对机组内部换热管进行检漏, 并对泄露部位进行修补
2	冷剂泵发生故障, 不能运行	冷剂泵故障, 需进行检修处理
3	溴化锂溶液取样后, 发现溶液中含杂质	溶液进水, 需排出溴化锂溶液, 并重新进行溶液浓缩, 如溶液不足需再补充
4	溴化锂机组内部锈蚀严重	溴化锂机组内腔清洗预膜
5	电控元器件故障	排查缺陷部位及原因, 进行检修处理
6	机组真空度差	检修或更换真空泵, 恢复机组真空

以避免更换后出现真空度不良造成机组不制冷的现象。步骤如下: (1) 将机组冷剂水取样阀连接管路, 准备 10 个 300 公斤的大桶或 60 个小桶, 将冷剂水排至桶内, 并将氮气放成平压。(2) 拆除旧的冷剂泵, 装上新泵。(3) 检查新泵的正反转, 并调成正转。(4) 对机组充氮气至正压 0.05MPa。(5) 对机组冷剂泵接口以及有可能泄漏的点进行检测。(6) 没有发现漏点后, 对机组进行正压保压。正压保压的范围是每 24 小时压力下降不超过 30Pa。(7) 机组正压保压正常后, 对机组抽真空。(8) 抽真空一小时后, 进行下一步工作。

### 3.3 溴化锂机组溶液浓度的调整

(1) 手动开机将高发温度 80℃ 左右, 并观察是否有冷剂水产生。(2) 对冷剂水取样分析, 比重低于 1.1 时连接自吸泵将冷剂水抽出至准备好的桶内。(3) 每排出一大桶冷剂水, 检测溶液的浓度。(4) 加入跟换

冷剂泵时排出的冷剂水。(5) 当溴化锂溶液达到运行浓度 56% 以后, 停止排放冷剂水。

### 3.4 真空泵及配件检查、处理

检查真空泵状态, 检查密封圈、轴承、滑板、内腔的损坏程度, 必要时更换器件。机组其他部件的检查如: 真空阀、取样阀等的检修维护, 必要时进行更换。<sup>[3]</sup>

### 3.5 溴化锂机组内腔清洗预膜工作

(1) 加入内腔清洗剂对机组内腔进行清洗, 循环运行 12 小时。(2) 加入内腔预膜剂对机组内腔进行预膜, 循环运行 12 小时。(3) 根据行业标准对溴化锂溶液内加入缓蚀剂。(4) 调整溴化锂溶液 pH 值。(5) 对机组充氮气, 将机组内溶液经过滤后排放至大桶内。(6) 加入表面活性剂至溶液内。(7) 对机组抽真空, 抽至自抽压力显示 2KPa 左右。(8) 溶液静置 2 天后经过滤装置后吸入机组内。(9) 手动开机调试机组, 并对

机组抽真空,直至自抽压力显示 1KPa 以内。(10)根据溶液循环量添加溴化锂新溶液。(11)根据机组运行各参数,对冷剂水进行再生处理,调整校正各项设置。

### 3.6 恢复溴化锂溶液浓度

(1)将主机转换成手动开机状态。(2)手动开启机组,将发生器温度提升至 75℃~80℃。(3)检查冷剂水箱冷剂水的产生情况,并对冷剂水取样分析。

(4)当冷剂水比重低于 1.04 时,方可排出冷剂水至准备好的桶内,冷剂水比重高于 1.04 时应将冷剂水旁通至吸收器。(5)每排出一大桶冷剂水,对溴化锂溶液进行取样分析,检查其浓度并做好记录。(6)当溴化锂的浓度达到 50% 时,加入更换冷剂泵时排出的冷剂水至机组。(7)继续对冷剂水取样分析,比重低于 1.04 时排放冷剂水,直到溴化锂溶液浓度达到 55%。当溴化锂溶液浓度达到 55% 以后,停止排放冷剂水,溶液浓缩处理结束。(8)对机组充氮气,将机组溶液排放至大桶内。(9)对溴化锂溶液添加缓蚀剂、表面活性剂至行业标准范围内。(10)调整溴化锂溶液 pH 值 9.0~10.5 范围内。(11)对机组抽真空,抽至自抽压力显示 2KPa 左右。(12)将静置 2 天的溴化锂溶液经过滤装置后加入机组内。<sup>[4]</sup>

### 3.7 空调溴化锂机组修后调试及运行

手动开机调试机组,并对机组抽真空,抽至自抽压力在 1KPa 以下。根据溶液循环量对机组加入新溶液,直至符合要求。根据机组运行各参数,对冷剂水进行再生处理,调整校正各项设置。溴化锂机组启动,进行调试及试运行,机组制冷效果良好,全部工作完成。

## 4 空调溴化锂机组的保养要求

机组修理完成,制冷效果恢复后,要注重机组的日常保养,尤其是临时停运或非制冷季长期停运的保养工作,保养得当会延长机组寿命,制冷效果会得到长期保障。

### 4.1 机组短期停机保养

停机时间为 7~15 天范围内时,机组保养要进行以下工作:(1)需要完全稀释溴化锂溶液,杜绝溶液结晶的情况发生,防止换热器管胀裂。尤其是当环境温度可能降到 5℃ 以下时,运转溶液泵,停止冷剂泵,防止低温情况下冷剂水结冰。(2)注意保持机内的真空度,如真空度下降及时启动真空泵,恢复机组真空度。(3)定期检查机组壳体的严密性,如有泄露及时进行处理。

(4)若气温低于零摄氏度,应将冷水、冷却水系统内的水全部放空,蒸汽单效型机组凝水热交换器中的蒸

汽凝水也应通过拆下端盖放尽。(5)机组检修要制定好方案,编制合理的施工计划,尽快完成检修工作,避免机组内部长期接触空气,造成内部腐蚀,检修结束立即抽真空。<sup>[5]</sup>

### 4.2 长期停机保养

非制冷季节,机组需要长期停运时,要及时将溶液稀释,避免溶液结晶情况的发生,防止内部换热器管道冻裂。冷剂泵内倒入少许溴化锂溶液,防止冷剂水结冰。机组长期停运,要安排专人定期检测并记录真空度,如真空度不符合要求需及时抽取真空,使真空度满足要求。长期停运的机组最好将溶液送入贮液罐中,方便去除杂质或进行溶液浓缩。同时冷水、冷却水系统要将水放净,进行干燥保管。<sup>[6]</sup>

## 5 结语

空调溴化锂机组制冷效果差的原因主要是吸收器、冷凝器、高压发生器等铜管发生泄漏,造成溴化锂溶液中水超标,导致溴化锂溶液浓度不符合要求,真空度不合格,日常保养不到位等原因,导致空调机组制冷效果差。处理对策、方法主要包括:铜管漏点处理,溴化锂溶液浓缩、补充,机组内腔预膜,机组抽真空,加强停机保养等。经过以上处理,本公司两台溴化锂机组运行状态良好,制冷效果显著提高。今后计划每年制冷季结束后,都对空调溴化锂机组进行漏点检查,及时消除设备隐患,停机期间做好保养工作,确保溴化锂溶液浓度符合要求,保证机组真空度合格,空调溴化锂机组制冷效果就会得到有效保障。

## 参考文献:

- [1] 空调溴化锂机组检修规程 [Z]. 北京京西燃气热电有限公司,2023.
- [2] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会.《蒸汽和热水型溴化锂吸收式冷水机组》GB/T 18431-2014[S].2014.
- [3] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局.《溴化锂吸收式冷(温)水机组安全要求》GB 18361-2001[S].2001.
- [4] 原中华人民共和国机械工业部,中华人民共和国建设部.《制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范》GB50274-98[S].1998.
- [5] 溴化锂机组 ASS07-30 热水两段型使用说明书 [Z]. 双良节能系统股份有限公司,2021.
- [6] 同 [5].