

物料箱自动除气调压装置工艺研究

钟宇飞

中国能源建设集团广东火电工程有限公司

DOI: 10.12238/jpm.v6i12.8624

[摘要] 针对火电项目中除盐水箱储存高品质除盐水时需隔绝大气、防止二氧化碳等气体污染，并实现安全可靠的压力自动调节的需求，本文基于约旦阿塔拉特 2x235MW 油页岩电厂项目实践，研究并总结了一种物料箱自动除气调压装置及其施工工艺。该装置通过集成除气箱（内装碱液以吸收 CO_2 ）和水封箱，利用流体静力学原理，实现了除盐水箱在进、出水过程中内外压力的自动平衡与有害气体的有效去除。研究表明，该装置具有结构简单、成本低廉、运行维护方便、调压除气效果稳定等优点，有效替代了传统的固态吸收器密封法，具有良好的经济效益与推广前景。

[关键词] 除盐水箱；自动调压；除气；工艺研究；火电厂

Research on the process of automatic degassing and pressure regulating device for material box

Zhong Yufei

China Energy Engineering Group Guangdong Thermal Power Engineering Co., Ltd.

[Abstract] In response to the need to isolate the atmosphere, prevent gas pollution such as carbon dioxide, and achieve safe and reliable automatic pressure regulation when storing high-quality desalinated water in the desalinated water tank of thermal power projects, this article is based on the practice of the Atarat 2x235MW oil shale power plant project in Jordan, and studies and summarizes a material tank automatic gas removal and pressure regulation device and its construction process. This device integrates a degassing tank (containing alkaline solution to absorb CO_2) and a water sealed tank, utilizing the principles of fluid statics to achieve automatic pressure balance and effective removal of harmful gases during the inlet and outlet processes of the desalination water tank. Research has shown that this device has the advantages of simple structure, low cost, convenient operation and maintenance, and stable pressure regulation and degassing effect. It effectively replaces the traditional solid-state absorber sealing method and has good economic benefits and promotion prospects.

[Key words] desalinated water tank; Automatic voltage regulation; Degassing; Process research; thermal power plant

一、引言

约旦电站除盐水箱密封的设计选型为固态吸收器密封法。火电站对除盐水质要求很高，除盐水制成后储存在除盐水箱内，要求除盐水与大气隔绝。在除盐水进入或者流出除盐水箱时，由于除盐水箱密封，水箱内外压差压力调整就是通过固态吸收器或者其他类似设备进行控制，本论文是基于此要求进行研发。

二、项目背景与关键点

2.1 背景

约旦油页岩项目的除盐水箱，要求出水电导率 $\leq 0.40 \mu\text{S/cm}$ ，出水电导率与进水电导率的差值 $\leq 0.12 \mu\text{S/cm}$ ，需要对储罐进行密封，避免空气中的 CO_2 、 SiO_2 及其他粉尘对除盐水的污染，常见密封方法主要有氮气密封法、塑料球密封法、浮顶密封法、固态吸收器密封法 4 种。原设计为水箱的通风口处安装固态吸收器，该吸收器上放置有硅胶颗粒和氢氧化钠颗粒，吸收空气中的灰尘、水分、二氧化碳。但该种吸收器中的硅胶颗粒对水分的吸收能力较差，且硅胶颗粒的消耗情况难以监控、更换困难，另外，通过硅胶颗粒后的二氧化碳与氢氧化钠发生反应时也会产生水分，从而导致氢氧化钠颗粒潮湿并凝结成块，进而会堵塞通风口，使除盐水箱在正、负压作用下出

现撑爆或吸憋事故。需要研究可行的系统实现除盐水箱的自动除气调压功能。

2.2 关键点

针对于本项目除盐水箱密封工程，其施工工艺的关键点主要有三点，分别为：

- (1) 自动调节水箱内外压力；
- (2) 防止大气中的 CO₂ 进入水箱；
- (3) 运维简单；

三、技术路线

3.1 技术路线确定

本项目其技术路线：技术调研→收集资料→组织学习→技术研究→方案、程序、规程编制→实施试验→巩固推广。

3.2 实施方法

(1) 技术调研：通过对各火电项目除盐水相关技术资料的收集与整理，完成除盐水箱自动调压装置的研发和运维。

(2) 组织学习：通过收集到的相关资料进行学习并讨论研究。

(3) 方案、程序、规程编制：经过讨论研究后编制方案。

(4) 实施试验：在现场完成除盐水箱自动调压装置的实施试验。

(5) 巩固推广：通过约旦项目除盐水箱自动调压装置的安装工程实践，建立一套标准化的火电站除盐水箱自动调压装置安装施工工艺。

四、主要研究内容及应用成果

4.1 研究、实施内容

物料箱自动除气调压装置，若需要液体化学物料吸收空气

中的某些气体，除气箱内的液料即为吸收特定气体的化学物料；而若需要使用固体化学物料吸收空气中的某些气体，则可以设置分别放置液体和化学物料的舱室。物料箱通过调节管连通除气箱和水封箱，而除气箱和水封箱内均装有液体，通过这些液体可以在正常情况下隔绝吸气管与进气管、呼气管与排气管的连通，从而使得物料箱无法直接与外界空气进行接触和流通。当物料箱内的物料减少时，物料箱内呈负压，在此情况下，外界空气会经进气管进入除气箱内部，然后与除气箱内的化学物料发生反应，使得空气中的特定气体被吸收而形成过滤，过滤后的气体再经吸气管和调节管进入物料箱内，使物料箱内的气压重新达到平衡。而当物料箱内的物料增加时，物料箱内呈正压并将压力传递至水封箱，最终经水封箱后从排气管排出。

约旦项目除盐水的存储和使用中，空气中的二氧化碳在与除盐水接触时会发生化学反应，从而影响除盐水的质量。为此在空气进入除盐水箱前，必须将吸收走其中的二氧化碳。而在使用所述物料箱自动除气调压装置时，可以在除气箱内放置可吸收二氧化碳的碱液，如此，当除盐水箱内呈负压而空气进入除气箱内时，碱液可以有效吸收掉空气中的二氧化碳，从而避免其进入除盐水箱内部。

主要内容涉及以下几个方面：

(1) 低成本的 2 个水箱制作成本，管道材料为项目常见材料，现场均有剩余。

(2) 极低的碱液吸附剂，现场化水有碱液罐，仅负责连接管道即可。

(3) 常见材料的安装制作，施工工艺简单。

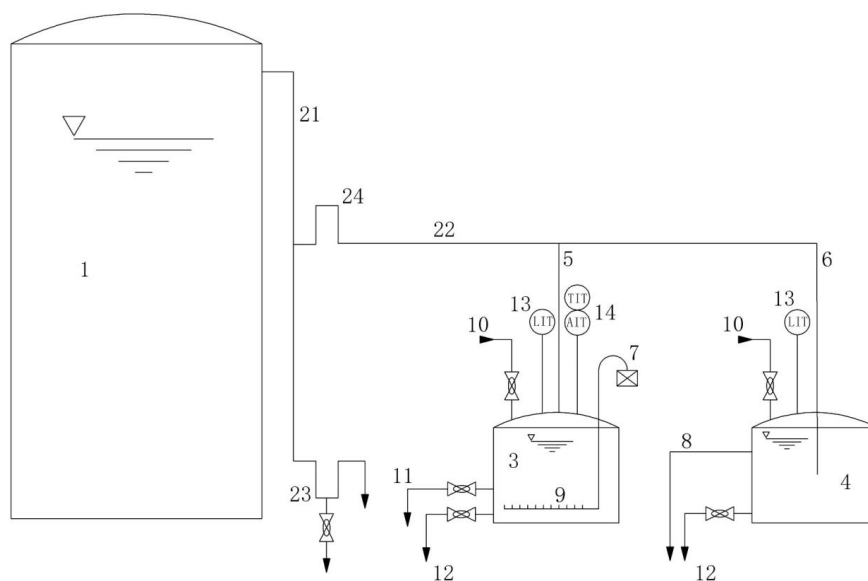


图1 物料箱自动除气调压装置结构

4.2 关键技术与创新点

4.2.1 工艺原理

4.2.1.1 自动除气调压装置组成

一种物料箱自动除气调压装置，包括存储液体物料的物料箱 1，物料箱上的通气口处安装有调节管；另有装有可吸收特定气体（如二氧化碳）的化学液体的除气箱 3，和装有液体的水封箱 4，除气箱和水封箱分别通过吸气管 5 和呼气管 6 连接调节管，且呼气管的末端延伸至水封箱内的液位下方；除气箱上还安装有供气体流入的进气管 7，进气管连通至除气箱内的液位下方，水封箱上装有排出多余液体的排出管 8；所述排出管 8 为排液管，且其与水封箱 4 的连接端所在高度不低于水封

箱内的液位高度，见图 1。

4.2.1.2 自动除气调压装置原理

物料箱自动除气调压装置，物料箱为除盐水箱，其内装载有除盐水，除气箱内则装载有能够吸收二氧化碳的碱液，调节管为溢流管。当除盐水箱内的液位降低时，其内部呈负压，空气经进气管进入除气箱，通过除气箱内的碱液吸收掉空气中的二氧化碳后，剩余的气体经吸气管进入除盐水箱内；而当除盐水箱内的液位升高时，箱内呈正压，多余的除盐水箱将经呼气管进入水封箱，使水封箱内的液位升高，液位升高至排出管的管口时即可从排出管排走；由此实现除盐水箱内的气压调节。

五、经济效益评价

表一 经济效益的有关说明及各栏目的计算依据

	本发明液体除气自动调压装置	固态呼吸器	备注
设备成本	约 15 万/套	约 65 万/套	
安装成本	约 12 万/套	约 5 万/套	
运行成本	约 1 万/年套	约 20 万/年套（每 6 个月需要更换一次备件，每套备件 10 万元）	
调压效果	调压效果良好，可随时检测吸附剂的质量，易更换	前 2 个月效果良好，后期由于吸附剂逐渐板结导致呼吸不畅，调压效果差，不易更换备件	

本发明现已用在约旦阿塔拉特 2*235MW 油页岩项目，约旦项目是由广东火电工程有限公司承接的 EPC 工程，自 2020-04 投入使用本发明物料除气自动调压装置以来，每年可节约很大一笔运维成本，同时也对除盐水箱起到较好的保护作用，约旦共使用了 2 套本液体自动除气调压装置。

完成单位新增利润=65 X 2（固态呼吸器采购费用 65 万/套，共 2 套）+2 X 5（2 套固态呼吸器安装费用）-15 X 2（本发明每套装置材料费 15 万）-12 X 2（本发明每套装置安装费 12 万）=86 万元

应用单位每年新增利润=40（固态呼吸器备件更换费约 40 万元/年）-2（本发明运用后的消耗碱液采购费 2 万元/年）=38 万元/年

应用单位新增总利润=38*3 年=114 万元

近三年经济效益=86+114=200 万元

六.推广前景

（1）物料箱自动除气调压装置是整合已有的旧技术，从而形成的实用新型专利，可以给火电厂等项目建设节约建设成本，也给项目业主后期运行维护降低难度，缩减运维备件更换成本，保障储存介质品质，同时也预防储存罐压差变化过大而损伤，为项目的安全稳定运行做出重要贡献。

（2）提升我司在该类型电厂投标承建的市场竞争力，提升集团公司在国内外的影响力；

（3）本发明具有非常明显的优势，对于储存严苛的介质，

该发明对比氮气密封法、塑料球密封法、浮顶密封法、固态吸收器密封法，具有操作简单、价格便宜、除气调压效果更强的优势。

（4）该技术适用于高品质储存介质的大型除盐水箱、浓酸槽、浓碱槽的自动除气调压，保证液体储存满足条件和储罐安全。可以根据介质特性合理选择吸附剂。

七.结论

本研究成功设计并实践了一套物料箱自动除气调压装置及工艺，解决了高品质除盐水储存中的密封、除气和压力自动控制难题。装置原理科学、结构实用、运行可靠，在约旦项目中取得了显著的技术与经济成效。该工艺标准化程度高，易于复制推广，为类似工况下的储罐保护与介质品质保障提供了高效、经济的解决方案，具有重要的工程应用价值。

【参考文献】

- [1]刘迎，薛万勋. 除盐水箱膜式柔性浮顶研究[J].广东化工，2020，47（14）：145-146.
- [2]邢波. 煤气水封槽的优化运行及操作管理[J].燃料与化工，2025，56（02）：43-45+51.DOI: 10.16044/j.cnki.rlyhg.2025.02.009.
- [3]曹波，傅威宜. 新安江水力发电厂取水论证和可持续利用评估[J].中国资源综合利用，2024，42（02）：82-85.
- [4]吴婉荣.发电机内冷水系统的防腐蚀及微碱性处理研究[D].东北电力大学，2022.DOI: 10.27008/d.cnki.gdbdc.2022.000183.