

## 隔膜式气压罐定压装置在空调水系统的应用

田川川

中国电子系统工程第四建设有限公司, 河北 石家庄 050000

**[摘要]**暖通空调系统定压补水系统的作用, 是保证采暖或空调水系统冷热介质, 在系统内不倒空、不汽化、不超压, 并维持系统具体一定的压力, 是水系统正常稳定运行的关键环节, 文中通过工程实例详细介绍了该装置的选型计算方法, 以及其优点和实用意义。

**[关键词]** 气压罐; 定压; 水泵扬程

DOI: 10.33142/ec.v6i12.10374

中图分类号: U664

文献标识码: A

### Application of Diaphragm Pressure Tank Pressure Fixing Device in Air Conditioning Water System

TIAN Chuanchuan

The Fourth Construction Co., Ltd. of China Electronics System Engineering, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

**Abstract:** The role of the constant pressure water supply system in HVAC systems is to ensure that the cold and hot media of the heating or air conditioning water system are not emptied, vaporized, or overpressure within the system, and maintain a specific pressure of the system, which is a key link for the normal and stable operation of the water system. This article introduces the selection and calculation method of this device in detail through engineering examples, as well as its advantages and practical significance.

**Keywords:** air pressure tank; constant pressure; water pump head

#### 引言

空调水系统定压装置是一种重要的设备,它能够稳定系统压力,防止系统出现超压以及水管道倒空等问题。在空调系统中,水是一个重要的介质,它可以通过循环流动来冷却空气和冷凝制冷剂。为了确保系统的正常运行,定压装置需要保证空调水系统压力的稳定性。

定压装置的主要作用是调节空调水系统随温度变化的体积膨胀和收缩。例如,当介质加热升温后,系统整体压力会升高,此时定压装置内的泄压电磁阀会打开,将因系统内升温而体积膨胀的介质排出定压罐内,维持系统压力不变。

在具体的工作过程中,定压装置可以通过压力传感器实时检测系统压力,并向微处理中心输出信号。当压力过高时,溢流电磁阀会打开以减压;当压力过低时,恒压泵会补充压力,确保系统压力的准确稳定。

总的来说,空调水系统定压装置对于保证空调系统的正常运行以及延长设备使用寿命都具有重要的作用。因此,在空调系统的设计和维护中,需要充分考虑水的作用和定压装置的重要性。

#### 2 传统的高位膨胀水箱定压的缺点:

##### 2.1 安装困难

水箱高度受限,当更高建筑物层数较高而且远离热源,或为高温水供热时,膨胀水箱的架设高度难以满足要求。

##### 2.2 使用不便

水和空气接触有氧化腐蚀缺陷,安装位置需要在水系

统的高处,零度以下地区需要考虑防冻保温的问题,不适合大面积、高层建筑物使用。

##### 2.3 维护成本高

高位水箱的设计位置较高,修理维护时需要使用梯子或其他升降工具,人工成本会比较高。同时,水箱内壁较难以清洗,容易滋生细菌,因此需要更频繁地清洗和消毒。

##### 2.4 易出现漏水问题

高位水箱的进水口位于水箱的上方,水压较高容易造成水管、橡胶管、连接器等部件的老化和漏水,需要更多的维修工作。同时,高位水箱因储水位置较高,易受外力影响而产生漏水,需要更常规的检查和维修。

#### 3 隔膜式气压罐的优点以及节能意义

##### 3.1 隔膜式气压罐在空调水系统中具有以下优点:

(a) 稳定水压:可以有效地稳定水压,避免系统因压力波动而受到影响。这对于确保空调系统的正常运行和稳定性非常重要。

(b) 节能高效:隔膜式气压罐一次充气可长期使用,不需要另外设置充气设备,因此可以降低能耗和维护成本。此外,隔膜式气压罐可以通过压力传感器实时监测系统压力,并自动调节补水泵的转速,以维持系统压力的稳定,从而实现节能高效的目的。

(c) 简化设计:隔膜式气压罐可以取代生活、消防、采暖、空调用的高位水箱及水塔,有利于简化建筑设计和结构抗震,降低建筑的造价。

(d) 自动控制：隔膜式气压罐可以实现自动控制，使用方便，能够确保用水点和消火栓所需的供水压力。

### 3.2 隔膜式气压罐的节能意义

(a) 减少水泵启停次数：气压罐可以缓解水泵工作时的压力冲击，使水泵启动和停止更加平稳。这有助于减少水泵的频繁启停，降低电能消耗。

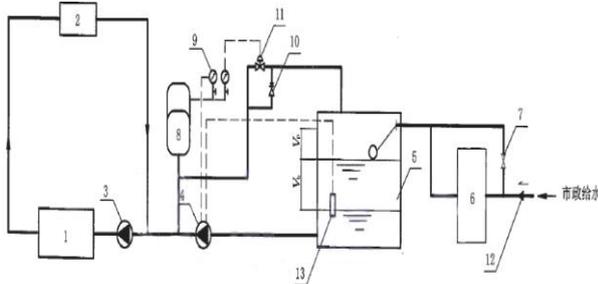
(b) 维持水压：隔膜式气压罐在系统停止工作时可以继续维持一定的水压，为下一次启动做好准备。这也有助于减少水泵的启动次数，进一步节约电能。

(c) 优化水泵控制：隔膜式气压罐可以通过调整空气压力来控制水泵的启动和停止，实现更加智能化的水泵控制。这种智能控制可以更好地满足系统需求，提高整体效率。

综上所述，在空调水系统中采用隔膜式气压罐可以大大提高系统的性能和可靠性。隔膜式气压罐可以维持管网系统压力，能够延长水泵的休眠时间，增加水泵的使用寿命。如果稳压罐的选型不当，选择小了，系统压力增大时，安全阀会频繁起跳，反而故障率升高，浪费水资源。选择大了，成本增加，也给安装增加困难，气压罐压力得不到完全利用，浪费资源同时也会增加成本。定压装置的选型计算是该系统设计中非常重要的一步，所以正确地选择隔膜式气压罐，保证系统的正常运行的前提下，最大可能节约成本是我们要认真考虑的，本文将详细介绍不容纳膨胀水量的隔膜式气压罐选型的计算方法。

### 4 隔膜式气压罐的组成以及工作原理

气压罐是由罐体、气囊、充入的氮气组成的密闭式容器，当系统水温变化或泄漏引起水的容积变化时，由于气压罐内气体高压压缩性的缓冲作用，使系统压力稳定在预设的压力范围内。如果系统压力下降至预设压力的下限时，由电接点继电器动作启动补水泵，使之向系统供水，直至压力达到预定的压力上限值时止。若系统压力超过设定的最高压力值时，安全阀自行向软水箱或排水系统泄水降压。以维持系统的压力平衡。



设置气压罐的定压补水系统示意图  
1-冷(热)源；2-采暖空调末端设备；3-循环泵；4-补水泵；5-补水箱；6-软化设备；7-旁通阀；  
8-气压罐；9-压力传感器；10-安全阀；11-泄水电磁阀；12-倒流防止器；13-液位传感器  
 $V_p$  - 系统膨胀水量； $V_q$  - 补水贮水量  
注：1 当气压罐容纳膨胀水量时，水箱可不留容纳膨胀水量的容积  $V_q$ 。  
2 单独供冷时，不设置软化设备。

图1 设置气压罐的定压补水系统示意图

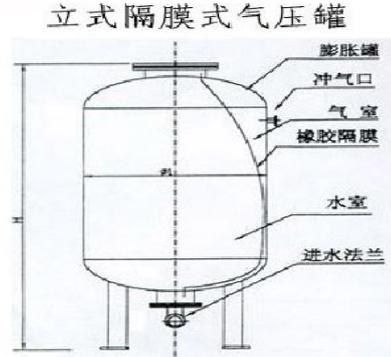


图2 立式隔膜式气压罐

### 5 隔膜式气压罐的检修周期以及检修步骤

- (a) 关闭进水阀门，断开进水管路。
- (b) 打开排水阀，将罐内水全部排出。
- (c) 打开罐体上部的人孔，卸下压力表，取出隔膜。
- (d) 检查罐体内部，包括筒体和上下人孔，观察是否有裂纹、变形、腐蚀等现象。
- (e) 检查隔膜，包括其完整性、有无损伤、是否需要更换等。
- (f) 修复或更换损坏的部件，如罐体内部有裂纹或变形，应进行修复或更换。
- (g) 重新装上隔膜，压力表等部件，然后关闭人孔。
- (h) 打开进水阀门，通入自来水并检查密封性能。
- (i) 关闭进水阀门，停止进水后观察压力表，确认无水后启动气压罐。

### 6 气压罐选型公式推导

为了便于分析，根据气压罐内气体性质和压缩膨胀特点，以及工作温度为常温，罐内气体可以认为是理想气体，根据理想气体方程

$$PV=nRT \quad (1)$$

$n$  为气体的摩尔数， $P$  为气体的绝对压力， $V$  为  $n$  摩尔气体的容积， $R$  为通用气体常数， $T$  为气体的热力学温度。

罐内气体在工作过程中为闭式系统， $nRT$  均为常数，所以(1)式可以写为

$$PV=\text{常数} \quad (2)$$

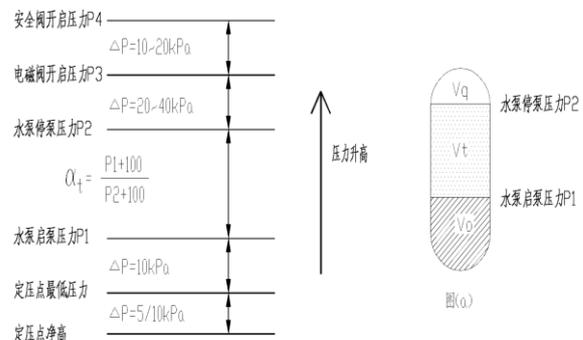


图3 气压罐压力关系示意图

$$(P1 + 100) \times (Vq + Vt) = (P2 + 100)Vq \quad (3)$$

$$Vq = \frac{Vt}{\frac{P2 + 100}{P1 + 100} - 1} \quad (4)$$

$$\text{设 } \alpha t = \frac{P1 + 100}{P2 + 100} \Rightarrow Vq = \frac{\alpha t}{1 - \alpha t} Vt$$

$$\text{因为 } V = Vo + Vt + Vq \Rightarrow V = Vo + \frac{Vt}{1 - \alpha t}$$

其中  $Vo$  为预充水量体积,  $Vt$  为调节水量体积,  $Vq$  为气体体积。

$$\text{最终不容纳膨胀水量的体积公式为 } V = Vo + \frac{\beta Vt}{1 - \alpha t}$$

其中  $\beta = 1.05$  (容积附加系数)

$\alpha t$  宜取  $0.65 \sim 0.85$ 。

## 7 应用举例

已知长春某医药丙类生产车间建筑面积  $F = 53000\text{m}^2$ , 地上三层、地下一层。集中空调, 空调系统采用 7/12 度冷冻水, 冷负荷为  $11500\text{kW}$ , 采用磁悬浮离心式冷水机组; 空调系统最高点标高  $28.5\text{m}$ , 冷热源站设在地下一层, 地面标高  $-8.9\text{m}$ , 定压点选在循环水泵入口处, 且其标高为  $-7.5\text{m}$ , 选择隔膜式气压罐, 设置软化水箱。

(1) 确定补水流量罐体的调节水量。

确定补水流量, 首先应确定系统水容积, 宜根据系统的水容积的  $5\% \sim 10\%$  计算, 当计算水容积困难时, 也可按系统循环水量的  $0.5\% \sim 1\%$  确定 (按循环水箱估算仅适用于建筑内设置独立冷热源站)。

$$\text{本系统循环水流量为 } G = 0.86Q / \Delta t = 0.86 \times 11500 / (12 - 7) = 1978\text{m}^3/\text{h}。$$

补水流量为  $1978 \times 0.5\% = 9.89\text{m}^3/\text{h}$ , 取整确定补水流量为  $10\text{m}^3/\text{h}$ , 且宜设置一台备用泵。隔膜式气压罐调节水量不应小于  $3\text{min}$  补水流量, 此项目取  $3\text{min}$ ,  $Vt = 10 \times 3 / 60 = 0.5\text{m}^3/\text{h}$ 。罐内宜设置一定的预存水量, 笔者认为取调节容积的  $20 \sim 30$  为宜。故预存水量  $Vo = 0.2 \times 0.5 = 0.1\text{m}^3$ 。

(2) 确定气压罐参数

空调补水点宜设置在循环水泵入口处, 且补水流量扬程须比补水点压力高  $3 \sim 5\text{m}$ 。

补水泵启泵压力:

$$P1 = \text{系统最高点静水压力} + 5 + 10\text{kPa} \quad (\text{水温} \leq 60 \text{ 度为 } 5\text{kPa}, 60 \text{ 度} < \text{水温} \leq 95 \text{ 度为 } 10\text{kPa}) = [28.5 - (-7.5)] \times 10 + 5 + 10 = 375\text{kPa}$$

补水泵停泵压力:

$$P2 = P1 + (80 \sim 120) = 375 + 100 = 475\text{kPa} \quad (\text{此项目取}$$

$$100\text{kPa}) \quad \alpha t = \frac{375 + 100}{475 + 100} = 0.826 \text{ 在宜取值范围内。}$$

水膨胀时电磁阀开启压力:

$$P3 = P2 + (20 \sim 40) = 475 + 30 = 505\text{kPa}$$

安全阀开启压力:

$$P4 = P3 + (10 \sim 20) = 505 + 20 = 525\text{kPa}$$

确定罐体总容积:

$$V = Vo + \frac{\beta Vt}{1 - \alpha t} = 0.1 + \frac{1.05 \times 0.5}{1 - 0.826} = 3.1\text{m}^3 \quad (5)$$

(3) 确定补水泵扬程

补水泵扬程为  $(P1 + P2) / 2 = (375 + 475) / 2 = 425\text{kPa}$ , 高于  $P1$  压力  $50\text{kPa}$ , 满足补水泵扬程高于补水定压点  $30 \sim 50\text{kPa}$  的要求。

综上所述选择隔膜式定压罐容积为  $3.1\text{m}^3$ , 选用 2 台流量为  $10\text{m}^3/\text{h}$ , 扬程为  $425\text{kPa}$  (扬程变化范围为  $37 \sim 475\text{kPa}$ ) 的水泵, 平时使用 1 台, 初期上水或事故补水时 2 台水泵同时运行。

## 8 结束语

隔膜式气压罐在空调水系统中具有重要的应用价值, 它可以有效地维持系统压力的稳定, 提供恒定的压力水源, 同时还可以吸收系统中的水锤作用, 保护系统不受水锤的损害, 可以大大减少水系统的故障率和维修工作量。此外, 它还具有节能、环保、高效、自动化的特点, 可以大大降低系统的能耗和维护成本。

通过隔膜式气压罐的应用, 可以有效地解决高位水箱定压装置存在的水压不稳定、噪音问题、安装维护不便等问题。同时, 它还可以简化建筑设计和结构抗震, 降低建筑的造价。

总的来说, 隔膜式气压罐在空调水系统定压中具有重要的应用意义, 可以有效地提高空调系统的性能和可靠性, 节约能源和保护环境, 对于现代建筑和工业空调系统的设计和使用具有重要意义。

### [参考文献]

- [1] 陆耀庆. 实用供热空调设计手册(第二版)[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2008.
  - [2] 中国建筑设计研究院有限公司. 民用建筑暖通空调设计统一技术措施[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2022.
- 作者简介: 田川川(1989.9—), 毕业院校: 河北科技大学理工学院, 所学专业: 建筑环境与设备工程, 当前工作单位: 中国电子系统工程第四建设有限公司, 职务: 暖通工程师, 职称级别: 工程师。