章节 11.1 导言 — 蒸汽系统为什么要进行疏水

导言 一 蒸汽系统为什么要进行疏水

斯派莎克公司始终站在蒸汽利用的历史前沿，致力于提高蒸汽的利用效率。自1935年以来，斯派莎克的产品范围扩大了很多，被遍布于世界上使用蒸汽的各种行业所采用。今天在产品的制造过程中很少有不使用到蒸汽的。

在蒸汽系统中，疏水阀是非常重要的一部分，它在生产过程中，能阻止蒸汽的排出，并在恰当的时候排除冷凝水和不凝性气体，最大限度地利用热能，它是蒸汽和冷凝水系统的重要连接部件。

虽然疏水阀在蒸汽系统中的作用很大，但从整体来看，我们需要回答以下问题：

- 用汽设备能快速升温还是反应迟缓，其工作性能是否良好。
- 系统运行良好，还是不能完全疏水，产生水锤现象、腐蚀、泄漏，使得维护成本居高不下。
- 系统的设计是否对疏水阀的寿命及效率产生不利影响。

确实是这样，当选用一个不恰当的疏水阀应用于某种特定场合的时候，我们不会看到什么不利影响，但实际上有时疏水阀甚至能完全关闭，而表面上却看不出任何问题。例如，在蒸汽主管中，在一个疏水点疏水不彻底，剩下的冷凝水会直接被带到下一个疏水点，如果下一个疏水点堵住或关闭的话，这将会是一个很严重的问题。

一般工程师也许会认识到控制阀的磨损、泄漏和设备的负荷降低可以通过加强对蒸汽疏水的关注而改进。对于机械装置来说，磨损在所难免，疏水阀也不例外。当疏水阀不能关闭时，就会有大量蒸汽泄漏到冷凝水系统中去。幸运的是，现在蒸汽客户有了快速的监测和纠正失效的手段。

为什么要使用蒸汽疏水阀?

“蒸汽疏水阀的职责就是排除冷凝水，同时阻止蒸汽逃出”。没有蒸汽疏水阀的蒸汽系统是不完整的，由于它连接用汽点和冷凝水回收系统，所以说疏水阀在整个蒸汽和冷凝水系统中是很重要的一环。

蒸汽疏水阀能够从蒸汽系统中有效排除冷凝水（同样也能排除空气和不凝性气体），使蒸汽在用汽点尽可能干燥，且经济有效地得到利用。

经过疏水阀的冷凝水量，也许会变化很大，疏水阀可能会在蒸汽饱和温度点排水（也就是说冷凝水一但在蒸汽空间形成就可立即排放），或者可能需要低于蒸汽饱和温度排放冷凝水，以充分利用冷凝水中的显热。蒸汽疏水阀的工作压力可能会从真空到几百巴。有许多种形式的疏水阀适用于不同的应用场合，每一种疏水阀都有他们各自的优点和缺点。经验表明：如果疏水阀选型得当，其本身特征和应用相符，就会高效工作。毋容置疑，选型合适的疏水阀就能在已知的工作条件下得到预期的使用效果。乍一看，它们的工作条件也许没有什么明显的区别，但它们的工作压力、热负荷、冷凝水压力等各不相同。疏水阀可能会受到极限温度影响，甚至会遭受水锤，它们可能需要抵抗腐蚀和污垢，但不管条件如何，对于系统效率来说，重要的是正确的选择疏水阀。

很明显，没有任何一种形式的疏水阀能够完全适合所有的应用场合。

蒸汽疏水阀的选型条件

排气

在“起机”阶段，也就是制程开始时，加热器的空间充满了空气，如不及时排出，将减少热量传递、增加暖机时间、降低设备效率。最好能够在蒸汽进入前尽快地排除空气。蒸汽和空气混合后，只有在蒸汽冷凝后才剩下空气，空气必须被排放至安全位置。只有在大容量的蒸汽空间或特殊的情况下，才需要单独的排空气阀。通常系统中的空气都是通过蒸汽疏水阀排除。同其他形式的疏水阀相比，热静力疏水阀有一个很大的优点，就是在起机阶段全开。浮球式疏水阀带有内置的热静力式排气阀也可快速地排出空气，同时热动力式疏水阀也能排出一定数量的空气。但是，在倒吊桶疏水阀中，冷凝水固定排放小孔和倒吊桶上的排气孔都排气很慢，这就会增加生产时间和暖机时间，甚至会产生腐蚀。

冷凝水的排除

排除空气后，疏水阀必须要排除冷凝水，并阻止蒸汽排出。如在疏水阀处泄漏蒸汽，则既降低效率又浪费能源。疏水阀排除冷凝水后，蒸汽就能源源不断地进入制程空间。如果在制程中，热量传递非常关键，则冷凝水必须在蒸汽饱和温度点排出。积水是蒸汽设备换热效率低的一个主要原因，很可能是由于蒸汽疏水阀选型错误所致。

设备性能

考虑完排除空气和冷凝水的基本要求后，我们再来关注一下“设备性能”。简单来讲，除非是特殊设计而允许积水，一个热交换器要工作性能良好，蒸汽空间内的蒸气必须要干燥、干净，这些都起决于疏水阀的形式，比如，热静力疏水阀只有在冷凝水冷却到低于饱和温度的某一温度下才会排水。如果冷凝水滞留在蒸汽空间内，将会减小换热面积，降低换热器性能。在尽可能低的温度点排除冷凝水似乎很好，但大多数的应用一般都需要在饱和温度点排除冷凝水。这时需要不同于热静力工作原理的疏水阀，通常使用机械式的或热动力式的疏水阀。

在选择一个特定的疏水阀时，我们需要考虑制程的需要，这通常会决定疏水阀的形式。制程中的蒸汽和凝水系统的连接方式可能也会影响疏水阀的形式，使之能够在既定环境下高效工作。一旦选定疏水阀的形式，我们就需要确定其口径，由系统条件和如下参数决定：

- 蒸汽和冷凝水的最高压力。
- 蒸汽和冷凝水的工作压力。
- 温度和流量。
- 制程中是否有温度控制。

这些参数将在接下来的章节中讨论。

可靠性

经验表明可靠性即为良好的阻汽排水性能，也就是说无需特别关注，就能工作良好。

疏水阀变得不可靠通常有如下原因：

- 腐蚀 – 由于冷凝水的原因，这可以通过使用特殊的结构材料和改善的给水条件得到解决。
- 水锤 – 通常是由于疏水阀后的提升，这有时在设计阶段被忽略，经常会引起对其它可靠疏水阀的不必要的破坏。
- 污垢 – 在水处理过程中的一些化学物质被蒸汽带出锅炉后积聚，或是管道碎屑影响疏水阀的正常工作。

疏水阀的基本作用就是合乎时宜的排除冷凝水和空气，这就需要对疏水阀的工作原理有清楚的认识。

闪蒸蒸汽

闪蒸蒸汽是由于热的冷凝水由高压系统进入到低压系统中自然闪蒸产生的，这可能会使观测者对疏水阀的工作状况产生误解。

首先考虑在蒸汽饱和温度和压力下形成的冷凝水的焓值（查蒸汽表），例如，在7 bar g的压力下，170.5℃时，冷凝水的焓值是721kJ/kg，如果该冷凝水排放到大气中，只能以100℃水的形式存在，包含419 kJ/kg的热焓。而剩下的热量721 – 419即302kJ/kg将蒸发一定比例的水，在大气压下产生一定数量的蒸汽。

在低压下形成的蒸汽通常被称为闪蒸蒸汽，闪蒸蒸汽的数量可用如下方法计算：

$$\text{闪蒸蒸汽量} = \frac{\text{过剩热量 kJ/kg}}{\text{低压蒸汽的蒸发焓值}}$$

$$= \frac{302.0\ \text{kJ/kg}}{2257.0\ \text{kJ/kg}}$$

$$= 0.134\ \text{kg/kg}$$

或

13.4%

如果疏水阀排放的冷凝水量为500kg/h，从7 bar g排放至大气中，产生的闪蒸蒸气将为500x0.134 = 67kg/h。相当于38kW的热量损失。

这说明，相当一部分的能量在蒸汽 – 冷凝水系统的热平衡中损失掉了。如果它能够被收集和利用，则可以大大增加系统的效率。

蒸汽疏水阀是如何工作的

不管形式如何变化，有三种基本类型的蒸汽疏水阀，这三种类型在国际标准ISO 6704:1982有详细阐述。

蒸汽疏水阀的类型：

- ☐ 热静力式(通过感应流体的温度变化工作) – 饱和蒸汽的温度由其压力决定，在蒸汽空间内蒸汽释放潜热，在饱和温度下形成冷凝水。如果进一步释放热量，冷凝水的温度将下降。下降到一定温度，热静力疏水阀就开始排放冷凝水，当蒸汽进入疏水阀时，温度上升疏水阀关闭。
- ☐ 机械式(通过感应流体密度变化工作) – 这种疏水阀靠感应蒸汽和冷凝水的密度不同工作，包括浮球式和倒吊桶式疏水阀。对于浮球式疏水阀，有冷凝水时浮球上升，阀门打开，排出冷凝水。对于倒吊桶式疏水阀，当蒸汽进入阀内时倒吊桶上升关闭阀门，在工作原理上两者都是机械式的。
- ☐ 热动力式(通过感应流体的动力特性变化工作) – 热动力式疏水阀依靠冷凝水产生的闪蒸蒸气工作。这类疏水阀包括热动力式、圆盘式、脉冲式和迷宫式疏水阀。

广泛来讲，还有固定排放口式疏水阀，实际上它只有一个固定的小孔以排放在某一条件下固定量的冷凝水，不能算是自动机械装置。

蒸汽疏水阀的国际标准和欧洲标准

ISO 6552 : 1980
(BS 6023 : 1981)
蒸汽疏水阀术语

ISO 6553 : 1980
CEN 26553 : 1991 (替代BS 6024 : 1981)
蒸汽疏水阀标志

ISO 6554 : 1980
CEN 26554 : 1991 (替代BS 6026 : 1981)
蒸汽疏水阀 – 结构长度

ISO 6704 : 1982
CEN 26704 : 1991 (替代BS 6022 : 1983)
蒸汽疏水阀分类

ISO 6948 :1981
CEN 26948 : 1991 (替代BS 6025 : 1982)
蒸汽疏水阀生产和性能测试

ISO 7841 : 1988
CEN 27841 : 1991 (替代BS 6027 : 1990)
蒸汽疏水阀 泄漏测试方法

ISO 7842 : 1988
CEN 27842 : 1991 (替代BS 6028 : 1990)
蒸汽疏水阀 排量测试方法

Questions

1. Are steam traps required to pass air?

a| Steam traps should not pass air under any circumstances ☐

b| Only when the trap has passed all the condensate ☐

c| Air should be removed as soon as it reaches the trap ☐

d| Only on high pressure steam systems ☐

2. How is flash steam produced?

a| From condensate passing from high to low pressure systems ☐

b| From saturated steam ☐

c| From superheated steam ☐

d| From steam mixed with high temperature air ☐

3. Should steam traps match the application?

a| Any steam trap (if properly sized) can be fitted to any application ☐

b| Only if fitted to a heat exchanger ☐

c| Only on high pressure steam systems ☐

d| Yes ☐

4. Unless they are designed to flood, what is important when removing condensate from heat exchangers?

a| Condensate is allowed to sub-cool before reaching the trap ☐

b| Condensate is removed at steam temperature ☐

c| Condensate should back-up into the steam space ☐

d| That the trap is fitted level with or above the heater outlet ☐

5. Can temperature controlled applications be trapped?

a| Traps should not be fitted under any circumstances ☐

b| Only if there is no lift after the trap ☐

c| If the pressure on the trap is always higher than the backpressure ☐

d| Pumps should always be fitted to remove condensate ☐

6. What are the main considerations for steam trap selection?

a| Price ☐

b| Air venting, plant performance, flow capacity and reliability ☐

c| Connections ☐

d| The trap must be the same size as the condensate drain line ☐

Answers

1:c, 2:a, 3:d, 4:b, 5:c, 6:b