

蒸 汽 疏 水 阀

〔日〕中井多喜雄 著

李坤英 译

陆培文 校

机 械 工 业 出 版 社

本书围绕节能问题,从节约蒸汽,提高加热效率的观点出发,详细地论述了蒸汽的热力学性质,蒸汽使用设备排除凝结水和其他不可凝气体的必要性。系统地介绍了各类蒸汽疏水阀的原理、结构和附件,蒸汽疏水阀的选型、安装和运行中经常出现的故障及维修保养方法;蒸汽疏水阀的节能计算及凝结水的回收利用方法等。

本书可作为疏水阀生产厂家及各石油、化工、水电、轻纺、造纸、橡胶等使用蒸汽疏水阀的企业中的工程技术人员和操作维修人员的工具书,也可供高等院校及中等专业学校有关专业师生参考。

スチーム・トラップ入門

—スチーム・トラップで出来る省エネルギー—

中井多喜雄 著

燃料及燃焼社 (1984年1版)

* * *

蒸 汽 疏 水 阀

〔日〕中井多喜雄 著

李坤英 译

陆培文 校

*

责任编辑:王正琼 责任校对:杨淑惠

封面设计:郭景云 版式设计:乔玲

*

机械工业出版社出版 (北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可出字第117号)

国防工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本787×1092 1/32·印张13³/₄·字数299千字
1989年4月北京第一版·1989年4月北京第一次印刷

印数 0,001—4,000·定价:8.00元

*

ISBN 7-111-01344-1/TH·227

译 者 的 话

众所周知，疏水阀是一种能自动从蒸汽管道和蒸汽使用设备中排除凝结水、空气和其他不可凝气体，并能防止蒸汽泄漏的阀门；在工厂供热等蒸汽管网中，是应用最广泛的一种节能产品。在蒸汽的输送管、汽水分离器、二次蒸汽罐以及利用蒸汽来加热、干燥、保温、伴热、消毒、蒸馏、浓缩、蒸煮、换热、采暖、空调等工艺过程中所产生的凝结水，都必须使用疏水阀来排除。

特别是在煤、石油、天然气等一次能源日益减少的情况下，各国政府和专门的节能机构都非常重视疏水阀的科研、生产和使用工作。近年来，我国一次能源的消耗量稳定在 9 亿 t 左右（标准煤），其中 3 亿 t 消耗在大约 40 万台工业锅炉上，提供 84 万 t 的蒸汽。锅炉的平均运行效率仅有 55%，而把蒸汽输送到用户，最后得到的热量还不到 30%。这与一些发达的工业国家（日本、西欧各国、美国等）相比，差不多要低一半以上。其中有很大一部分热量是由于疏水阀使用不当或疏水阀质量差，而使蒸汽大量泄漏所造成的。据不完全统计，全国共使用 250 万台疏水阀，其中有相当一部分使用不当，还有一部分质量差、寿命低，疏水阀使用的不良率达 70% 左右，这大约是日本（平均数 21.1%）的 3 倍，可见差距很大。

当前我国蒸汽消耗量大约以每年递增 10% 的速度发展，而能源的生产基本保持在 9 亿 t 左右，所以要求工厂供热中

的各种工业锅炉能耗也要维持在3亿t左右。这新增的10%产汽量，即所需的2000万t标准煤，就必须从蒸汽管网节能中加以解决。其中，正确选择和使用疏水阀是一个关键的节能措施。

为此，我翻译了日本中井多喜雄所著《スチーム・トラップ入門》一书。该书系统地论述了蒸汽热力学性质；蒸汽管网中排除凝结水的必要性；蒸汽疏水阀的分类及各类疏水阀的作用原理、结构及附件；蒸汽疏水阀的正确选择、安装及运行中经常出现的故障及维修保养方法；凝结水的回收利用及蒸汽疏水阀的节能计算等。本书可作为疏水阀生产厂家及石油、化工、水电、轻纺、造纸、橡胶等使用蒸汽作为热源的企业工程技术人员和工人的工具书，同时也可供高等院校有关专业的师生参考。

本书的翻译出版得到国家机械工业委员会通用局科技处以及赵寿康、洪勉成等同志的大力支持；在翻译过程中曾得到韩松海、那振秀同志的热情帮助；在校订过程中，朱幼文同志曾给予大力协助，并提出了许多宝贵的意见。在此一并表示感谢！

由于译者水平有限，错误和不妥之处在所难免，请读者批评指正。

译者

1988年6月

前 言

蒸汽疏水阀是为排除蒸汽输送设备和蒸汽使用设备产生的凝结水而设计的装置，是锅炉配套设备中不可缺少的附件。

然而，蒸汽疏水阀与锅炉配套的其他设备相比，是最小的附件，因此对于疏水阀的使用和安装，多数司炉工不直接负责。由于这些原因，疏水阀的选择和安装上常常有误，再加上不重视修理维护保养，造成了蒸汽的明显浪费，至使在节能方面的问题多得惊人。

蒸汽疏水阀的生产厂家，TLV 株式会社，从 1972 年 1 月到 1974 年 10 月，对 1763 家用户的 548592 个蒸汽疏水阀的使用情况进行调查表明，动作正常的有 82.4%，喷放的有 8%，泄漏的有 6.7%，堵塞的有 2.9%，即不合格率为 17.6%。大家知道，这将造成巨大的蒸汽浪费。

我们在使用 4000 个以上蒸汽疏水阀的大厂，对动作不良的疏水阀进行了调查，通过统计并将损失的蒸汽换算成燃料费用，每年可达 9500 万日元。（按 1975 年的燃料费计算）。若采取措施予以改善，需投资 700 万日元对疏水阀进行修理和更换，大约只相当于 0.8 个月的损失费就够了。

蒸汽疏水阀常被认为是微不足道的附件而不被人们所重视。实际上，它的动作正常与否，在很大程度上影响着蒸汽使用设备，包括锅炉配套设备在内的性能和效率。同时也影响这些设备的寿命。并且有时还会带来意外的恶性事故，给

企业造成巨大的损失。

由于1973年的第一次石油危机和1979年的第二次石油价格上涨，目前，尽管节能已成为国家的重要课题，事实上，对疏水阀的重要性还是认识不足的，因疏水阀动作不良而造成的蒸汽损失，特别在中小企业，还是相当严重的。

因此，作者对此不愿默然置之，决心对节能的措施进一言，因而撰写了此书。按照顺序，本书首先就蒸汽性质，各种蒸汽疏水阀的结构和原理，选择和安装方法，正确的维修方法等进行阐述，进而，愿与广大读者一起，就蒸汽使用上的经济性和节能等问题共同磋商探讨。本书旨在帮助人们对疏水阀有一个正确的认识。倘若能尽到这点责任，作者当感欣慰。

与前辈相比，作者才疏学浅，经验不足，错误之处在所难免，希广大读者批评指正。

笔者在编写过程中，曾参阅各种资料，受益颇深。在书中，将逐章列出参考书名，并向编者深表感谢。

目 录

前 言

第一章 蒸汽的热力学性质 1

1. 热力学基础知识 1

- (1) 压力 1) 压力的单位 2) 表压和绝对压力
- (2) 热 1) 温度 2) 热量的单位 (热单位 3) 比热容...7
- (3) 热膨胀 1) 线性膨胀 (固体的热膨胀) 2) 体积膨胀 (液体的热膨胀) 3) 体积膨胀 (气体的热膨胀)
- (4) 热和功
- (5) 传热 1) 热传导 2) 热对流 3) 热辐射

2. 蒸汽的基础知识21

- (1) 水和蒸汽 1) 水的状态变化 2) 蒸汽产生的过程
- (2) 蒸汽的种类及性质 1) 饱和蒸汽 2) 过热蒸汽 3) 蒸汽作为热载体而使用的理由

3. 蒸汽设备保持适用的蒸汽压力与节能的关系55

- (1) 直接加热和间接加热 1) 直接加热法 2) 间接加热法
- (2) 蒸汽的节流作用

参考文献60

第二章 蒸汽疏水阀概述61

1. 什么叫蒸汽疏水阀61

2. 蒸汽使用设备排除凝结水和空气的必要性63

- (1) 蒸汽疏水阀的三种功能

Ⅱ

(2) 排除凝结水的必要性

(3) 排除空气的必要性

3. 蒸汽疏水阀的功能	68
参考文献	70

第三章 蒸汽疏水阀的结构原理

71

1. 蒸汽疏水阀的种类	71
2. 机械型蒸汽疏水阀	72

(1) 吊桶式蒸汽疏水阀 1) 浮桶式蒸汽疏水阀 2) 差压式双阀瓣浮桶式蒸汽疏水阀 3) 倒吊桶式蒸汽疏水阀 4) 差压式双阀瓣倒吊桶式蒸汽疏水阀 5) 半浮球式蒸汽疏水阀

(2) 浮球式蒸汽疏水阀 1) 杠杆浮球式蒸汽疏水阀 2) 自由浮球式蒸汽疏水阀 3) 自由浮球先导活塞式蒸汽疏水阀

3. 热静力型蒸汽疏水阀	91
--------------------	----

(1) 波纹管式蒸汽疏水阀

(2) 双金属式蒸汽疏水阀 1) 圆板形双金属式蒸汽疏水阀 2) 双金属式温调疏水阀

4. 热动力型蒸汽疏水阀	105
--------------------	-----

(1) 孔板式蒸汽疏水阀

(2) 圆盘式蒸汽疏水阀 1) 大气冷却圆盘式蒸汽疏水阀 2) 空气保温圆盘式蒸汽疏水阀 3) 蒸汽加热凝结水冷却的圆盘式蒸汽疏水阀 4) 带排除冷空气装置的蒸汽保温凝结水冷却的圆盘式蒸汽疏水阀

5. 泵式疏水阀 (特殊疏水阀)	117
------------------------	-----

(1) 使用泵式疏水阀的理由

(2) 泵式疏水阀的动作原理 1) 吊桶型泵式疏水阀 2) 浮球型泵式疏水阀

参考文献	125
------------	-----

第四章 蒸汽疏水阀的附件127

1. 蒸汽疏水阀的有关附件.....127
2. 旁通配管（疏水阀旁通管）127
3. 旁通配管需要的阀门.....129
4. 阀门的结构.....131
5. 带旁通阀的蒸汽疏水阀.....136
6. 过滤器（过滤网）138
7. 止回阀（单向阀）139
8. 汽水分离装置（汽水分离器）141
9. 自动防冻阀.....142
10. 真空解除阀.....144
11. 返水接头（吸水接头）145
12. 凝结水贮存接头.....146
13. 空气排放装置.....147
14. 热水设备用空气排放装置.....153
15. 窥视镜（蒸汽疏水阀的检验器）156
16. 压力表和温度计.....159
17. 听诊器（听音器）159
18. 凝结水流量计.....161

- 1) 凝结水流量计的测量原理 2) 凝结水流量计的修正计

算

参考文献165

第五章 蒸汽疏水阀的选择167

1. 蒸汽疏水阀的选择条件.....167
2. 蒸汽疏水阀的容量.....168
 - (1) 掌握蒸汽使用设备的容量
 - (2) 蒸汽疏水阀的容量 1) 根据蒸汽使用设备的特性确定安全率 2) 根据蒸汽疏水阀的特性确定安全率
 - (3) 最大排量试验

X

(4) 动作压力	
3. 蒸汽疏水阀的强度及耐用性	182
(1) 水压试验	
(2) 耐压试验	
(3) 动作试验	
(4) 耐用性试验	
(5) IIS 标准中有关性能的规定	
4. 蒸汽疏水阀的特殊性能试验	188
(1) 连续排放试验	
(2) 漏汽量试验	
(3) 背压允许度试验 1) 背压允许度试验装置 2) 背压允许度的简易试验装置	
(4) 最低压力试验	
5. 蒸汽疏水阀的阀体材料和连接管径及连接方式	196
(1) 阀体材料	
(2) 连接管径 (口径)	
(3) 连接方式 1) 螺纹连接 2) 法兰连接 3) 承插焊接 4) 在相同条件下蒸汽疏水阀排除冷水比排除凝结水量大的原因	
参考文献	206
第六章 蒸汽使用设备及蒸汽疏水阀的选择	207
1. 蒸汽使用设备的种类	207
(1) 蒸汽输送管	
(2) 蒸汽使用设备的种类	
2. 蒸汽输送设备的负荷特性和所适用的蒸汽疏水阀	211
(1) 起动时蒸汽输送管凝结水量的计算	
(2) 蒸汽配管在稳定状态下由于散热而产生的凝结水量计算	
(3) 蒸汽配管上蒸汽疏水阀的数量、容量及安装间隔	

(4) 用于蒸汽输送管的蒸汽疏水阀

3. 选用蒸汽疏水阀的基本要求 217

(1) 蒸汽使用设备凝结水负荷的基本计算方法

(2) 蒸汽使用设备的负荷特性和安全率

(3) 连续供热和间断供热

(4) 由于蒸汽疏水阀容量不当而引起的不良后果

4. 加热器 226

(1) 热交换器 1) 热交换器的种类 2) 适用于热交换器的蒸汽疏水阀

(2) 加热釜

(3) 空气加热器 1) 散热器 2) 对流式散热器 3) 组合加热器 4) 电池加热器

(4) 干燥器 1) 管式干燥器 2) 筒式干燥器

(5) 直接加热装置 1) 蒸馏甑 2) 硫化机

(6) 热板式压力机 1) 硫化压力机 2) 多级热板式压力机 3) 服装熨烫机

(7) 配管加热(蒸汽伴线) 1) 蒸汽伴线的方法 2) 适用于蒸汽伴线的蒸汽疏水阀 3) 铜管伴线用温调疏水阀

参考文献 254

第七章 蒸汽疏水阀的管道安装 255

1. 蒸汽疏水阀配管安装的注意事项 255

(1) 蒸汽疏水阀和泵不能混为一谈

(2) 排水点

(3) 一般要点

2. 蒸汽输送管上蒸汽疏水阀的安装 259

(1) 蒸汽输送管设置的注意事项

(2) 蒸汽输送管排水点的设置

(3) 蒸汽输送管上排水管的连接方法

II

(4) 地下埋设的蒸汽输送管凝结水的排除	
3. 蒸汽使用设备上蒸汽疏水阀的安装.....	267
(1) 蒸汽使用设备上安装蒸汽疏水阀的基本原则	
(2) 组合系统	
(3) 在蒸汽容器最低点的上方安装蒸汽疏水阀的措施	1)
蒸汽汽锁	2) 倾斜式加热釜及筒式干燥机防止蒸汽
汽锁的措施	3) 能防止蒸汽汽锁的倒吊桶式蒸汽疏
水阀	4) 解锁装置
(4) 蒸汽短路	
4. 蒸汽疏水阀连接配管的注意事项.....	283
(1) 疏水阀的入口管	
(2) 蒸汽疏水阀的配管	
(3) 疏水阀的出口管	
(4) 蒸汽疏水阀的防冻措施	
(5) 蒸汽疏水阀噪声的防止措施	
参考文献	293
第八章 蒸汽疏水阀的维修管理	295
1. 蒸汽疏水阀维修管理的必要性.....	295
(1) 事后维修	
(2) 预防维修	
2. 蒸汽疏水阀的故障.....	296
(1) 堵塞	
(2) 喷放	
(3) 泄漏	
3. 蒸汽疏水阀的使用操作方法.....	299
(1) 新装配管时的注意事项	
(2) 起动时的注意事项	
(3) 正常运转中的注意事项	
(4) 停机时的注意事项	

4. 蒸汽疏水阀的检修.....	307
(1) 蒸汽疏水阀的动作特性	
(2) 检修时一般注意事项 1) 检修的范围 2) 检修时的安全保障 3) 蒸汽疏水阀解体时的注意事项	
(3) 蒸汽疏水阀的检查方法 1) 视觉检查 2) 听觉检查 3) 触觉检查 4) 超声波传感器检查	
(4) 原蒸汽和再生蒸汽的辨别方法	
(5) 蒸汽疏水阀的简易试验装置 1) 新安装的疏水阀使用前的试验 2) 蒸汽疏水阀修理后的确认试验 3) 蒸汽泄漏试验 4) 试验装置的操作方法	
5. 各种蒸汽疏水阀的故障诊断和处理措施及解体与组装.....	322
(1) 圆盘式蒸汽疏水阀	
(2) 浮桶式蒸汽疏水阀	
(3) 倒吊桶式蒸汽疏水阀 1) 倒吊桶式蒸汽疏水阀(钟型浮子式蒸汽疏水阀) 2) 倒吊桶式蒸汽疏水阀(半浮球式蒸汽疏水阀)	
(4) 自由浮球式蒸汽疏水阀	
(5) 杠杆浮球式蒸汽疏水阀	
(6) 双金属式温调疏水阀	
(7) 双金属式蒸汽疏水阀	
(8) 波纹管式蒸汽疏水阀	
(9) 浮桶式疏水泵	
6. 蒸汽疏水阀的计划性维修.....	355
(1) 运转初期的检修调整及其周期	
(2) 正常运转时的检修调整及其周期	
(3) 蒸汽疏水阀的更换周期	
参考文献	360
第九章 利用蒸汽疏水阀节能	363
1. 节能概述.....	363
(1) 节能的必要性	

(2) 蒸汽疏水阀与节能的关系	
2. 蒸汽单价及凝结水单价.....	364
(1) 蒸汽成本 1) 综合蒸汽单价 2) 蒸汽单价 (燃料费)	
3) 锅炉效率和蒸汽单价的关系	
(2) 凝结水单价	
3. 蒸汽泄漏造成的热损失.....	372
(1) 蒸汽疏水阀动作时的泄漏现象	
(2) 蒸汽疏水阀发生故障时的蒸汽泄漏量	
4. 利用凝结水的显热节约蒸汽.....	380
5. 凝结水的回收利用.....	384
(1) 回收利用凝结水的节能效果 1) 凝结水综合利用	
2) 凝结水单价 3) 回收利用凝结水的节能效果 4)	
回收利用凝结水节能的计算	
(2) 凝结水的回收方法 1) 开放式凝结水回收方法 2)	
密闭式凝结水回收方法	
(3) 回收利用凝结水的经济效果	
(4) 凝结水回收利用时的注意事项 1) 蒸汽疏水阀的选用	
2) 准确把握凝结水回收量 3) 正确掌握凝结水的温度	
4) 凝结水回收系统配管的注意事项 5) 凝结水的水质	
参考文献	425
计量单位换算表	426

第一章 蒸汽的热力学性质

1. 热力学基础知识

在蒸汽输送设备和蒸汽使用设备上，当蒸汽使用之后会产生凝结水。疏水阀是将这些凝结水自动排除的阀门，因而它与蒸汽设备和蒸汽有着密切的关系。

在研究疏水阀之前，有必要首先仔细了解蒸汽的性质，但是，要想了解蒸汽的性质，必须熟悉包括温度以及热、压力等这些技术用语在内的热力学基础知识。

(1) 压力

1) 压力的单位

垂直作用在两个物体的接触面或一个物体本身的任意一个面的单位面积上的力称为压力，也就是说，所谓压力是在单位面积上所承受的力。若在整个面上作用相同的压力时，把该面上所承受的全部作用力称为全压力，并将蒸汽的压力称为蒸汽压，水的压力称为水压，压缩空气的压力称为空气压，大气的压力称为大气压。

压力的单位有多种，采用米制时，工业上的压力单位，是用 1 cm^2 面积上的作用力 (kgf) 来表示，即 kgf/cm^2 。例如，所谓蒸汽压 10 kgf/cm^2 ，是表示锅炉等设备 1 cm^2 面积上作用的蒸汽压力是 10 kgf 。

另外，在压力小的场合，可用后面要讲到的水银柱或水柱高度来表示。由于在测量压力时是根据水银柱高度确定的，

所以在表示压力的大小时有压力高和压力低之说。

i) 大气压

地球周围包围着空气层，将空气层称为大气，将大气的压力称为大气压或气压。

气压的测定，如图 1 所示，将长 1 m 的玻璃管灌满水银，倒置在容器内，在海平面或普通地平面上，玻璃管中的水银下降至 760mm 处停止。则上部形成真空，其压力定为零。水银柱之所以停留在 760mm 处，是由于容器内的水银，在大气压力的作用下，承受着玻璃管内水银柱的重量，大气的压强与 760mm 高度的水银柱的重量相等。

气压随气候和地面高低而变化，海平面上的气压大约是 760mm 水银柱，测压时以 760mmHg 为单位，把这个数字称为“1 个气压”，一般称为“标准气压”。

$$1 \text{ 气压} = 760 \text{ mmHg} = 1.033 \text{ kgf/cm}^2$$

在工业上，原则是将 1 个气压取值为 1 kgf/cm^2 ，即， $1 \text{ kgf/cm}^2 = 1 \text{ 气压}$ ，所以将 kgf/cm^2 这一单位取气压英文

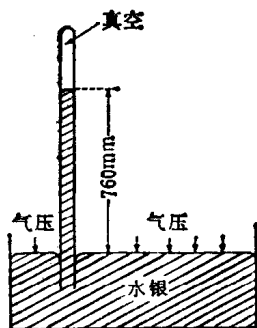


图 1 标准气压

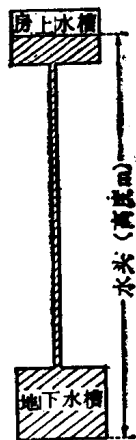


图 2 水头

名称的第一个字头 at 或 atm 来表示，也就是把 1 kgf/cm^2 称作 1 at 或 1 atm。

在测定微小气压和真空度时，用水银柱测量，单位用 mmHg 表示。

ii) 水头压

压力用水柱高度表示称“水头压”。表示水位所具有的势能，其数值是静止的水柱高度。这时所用的单位是 m 或 mm。水柱符号用 H_2O 表示。其标准气压用水柱测量时，水柱高度约为 10 m，表示水头 10 m 或 $10\text{mH}_2\text{O}$ 。

$$\text{即 } 10\text{mH}_2\text{O} = 1 \text{ kgf/cm}^2$$

水头作为压力单位使用时，主要用于两种场合，即蒸汽疏水阀排放出来的凝结水，压往高处的集水管时或用于表示热水锅炉的压力。水头压是指水对底面的压力。如图 2 所示，假如地下水提升到楼房房顶水罐液面的高度是 30 m，地下水罐受到的水头是 30 m ($30\text{mH}_2\text{O}$) 即 3 kgf/cm^2 。若是测量烟道通风的风压那样微小的压力，则用 mmH₂O 为单位。

2) 表压和绝对压力

表压是使用压力表测量的压力。如果用压力表来测量压力，则所测的压力值应高于大气压，也就是指水或蒸汽的压力与大气压之差。这种以大气压为基准（作为 0）测量出来的压力称为“表压”。

绝对压力是以绝对真空为 0 时所表示的压力，即表压加上大气压。例如把完全密封的容器中的空气用真空泵抽掉，那么，容器内的气压将逐渐减少，一旦空气被全部抽掉时，容器内与标准气压的差值为 760 mmHg，容器内部气压比标准气压低的状况，称为“真空”，把真空状态的程度称为“真空度”。在真空状态下，容器内气压完全没有时，与标准气压的