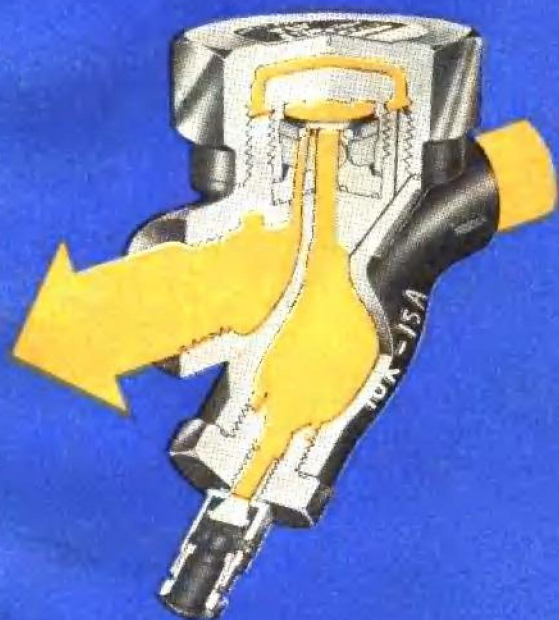


# 蒸汽疏水阀

蒋兴可 编著



纺织工业出版社

## 内 容 提 要

本书主要介绍目前国内外广泛应用的各种蒸汽疏水阀的结构、工作原理、主要参数计算、技术特性,以及有关腐蚀和磨损、选择、安装、管理、测试、使用和维修保养等方面的知识,同时也反映近年来国内外在蒸汽疏水阀新产品方面的研制、开发情况和发展动向。此外还对几种典型的压缩空气疏水阀、放空气阀和蒸汽管网中典型附件的结构、工作原理、安装方法作了简要介绍。最后对蒸汽凝结水的回收利用问题进行了阐述。

本书可供化工、石油、纺织部门设备技术人员、设备管理干部和疏水阀生产、研制部门的有关人员参考,也可作为培训教材使用。

责任编辑:马湘丽

### 蒸汽疏水阀

蒋兴可 编著

纺织工业出版社出版

(北京东长安街12号)

纺织工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

787×1092毫米 1/32 印张:9 4/32 字数:201千字

1986年5月 第一版第一次印刷

印数:1—8,000 定价:1.75元

统一书号:15041·1445

# 目 录

|                                   |      |
|-----------------------------------|------|
| <b>第一章 概述</b> .....               | (1)  |
| 第一节 蒸汽疏水阀的作用与节能的关系.....           | (1)  |
| 第二节 蒸汽疏水阀的分类.....                 | (6)  |
| 第三节 蒸汽疏水阀的现状及存在的问题.....           | (6)  |
| 第四节 蒸汽疏水阀的节能潜力及经济效益<br>的分析.....   | (10) |
| <b>第二章 疏水阀的结构、工作原理和技术特性</b> ..... | (14) |
| 第一节 浮桶式疏水阀.....                   | (14) |
| 一、直接作用浮桶式疏水阀.....                 | (14) |
| 二、杠杆浮桶式疏水阀.....                   | (19) |
| 三、浮桶活塞式(差压式)疏水阀.....              | (22) |
| 四、直接作用浮桶式与浮桶活塞式(DN20)<br>的比较..... | (33) |
| 第二节 钟形浮子式疏水阀.....                 | (34) |
| 一、杠杆钟形浮子式疏水阀.....                 | (34) |
| 二、差压式钟形浮子疏水阀.....                 | (42) |
| 三、ER24型杠杆差压式钟形浮子疏水阀.....          | (50) |
| 第三节 浮球式疏水阀.....                   | (50) |
| 一、杠杆浮球式疏水阀.....                   | (51) |
| 二、偏座型自由浮球式疏水阀.....                | (56) |
| 三、钟形浮子疏水阀与偏座型自由浮球式<br>疏水阀的比较..... | (75) |

---

|            |                             |              |
|------------|-----------------------------|--------------|
| 第四节        | UFO (飞碟) 式疏水阀.....          | (76)         |
| 第五节        | 孔板式疏水阀.....                 | (88)         |
| 第六节        | 脉冲式疏水阀.....                 | (106)        |
| 第七节        | 热动力式疏水阀.....                | (108)        |
| 第八节        | 波纹管式疏水阀.....                | (124)        |
| 第九节        | 膜盒式疏水阀.....                 | (134)        |
| 第十节        | 隔膜式疏水阀.....                 | (138)        |
| 第十一节       | 双金属片式疏水阀.....               | (143)        |
| 第十二节       | 其他疏水阀.....                  | (171)        |
| 第十三节       | 各类型疏水阀的优缺点.....             | (179)        |
| <b>第三章</b> | <b>疏水阀的使用.....</b>          | <b>(181)</b> |
| 第一节        | 疏水阀的选择.....                 | (181)        |
| 第二节        | 疏水阀的安装.....                 | (195)        |
| 第三节        | 疏水阀的腐蚀和磨损.....              | (204)        |
| 第四节        | 疏水阀的管理和维修.....              | (210)        |
| 第五节        | 疏水阀技术性能的测试.....             | (220)        |
| 第六节        | 蒸汽管网的附件.....                | (227)        |
| <b>第四章</b> | <b>疏水阀的发展方向和新技术的开发.....</b> | <b>(242)</b> |
| 第一节        | 浮子式疏水阀发展方向及开发.....          | (243)        |
| 第二节        | 热动力式疏水阀发展方向及开发.....         | (246)        |
| 第三节        | 热静力式疏水阀发展方向及开发.....         | (247)        |
| <b>第五章</b> | <b>蒸汽凝结水的回收利用.....</b>      | <b>(252)</b> |
| 第一节        | 现状及存在的问题.....               | (252)        |
| 第二节        | 主要经验.....                   | (255)        |
| 第三节        | 节能潜力及经济效益分析.....            | (257)        |
| 第四节        | 应采取的措施.....                 | (261)        |
| 第五节        | 回收蒸汽凝结水的利用.....             | (263)        |

---

|     |                      |       |
|-----|----------------------|-------|
| 第六节 | 凝结水回收方法及实例·····      | (265) |
| 第七节 | 凝结水作锅炉补给水的处理方法·····  | (268) |
| 第八节 | 二次蒸汽回收利用·····        | (270) |
| 第九节 | 联片供汽后凝结水回收系统的形式····· | (277) |
| 附录一 | 干饱和蒸汽和饱和水热力性质表·····  | (282) |
| 附录二 | 各种蒸汽疏水阀的生产与研制单位····· | (283) |

# 第一章 概 述

## 第一节 蒸汽疏水阀的作用与 节能的关系

自产业革命以来，蒸汽已被广泛地应用在各行各业中，如化工、纺织、造纸、印染、船舶等行业，无不大量使用蒸汽，以达到其工艺上所需要的温度。因此，如何及时地排除凝结水，以提高蒸汽使用的热效率就成为一个极其重要的问题，而蒸汽疏水阀就是处理和解决这个问题的唯一装置。

蒸汽疏水阀的作用是在蒸汽加热设备或蒸汽管网上，自动排泄不断产生的凝结水，阻止蒸汽随水排出。所以疏水阀又称阻汽排水阀。

要使凝结水迅速从用汽设备中排除而又不让蒸汽排出，是由于蒸汽中的热量是由显热和潜热组成，如果是过热蒸汽，则除显热、潜热外还存在过热热。不使蒸汽排出，才能充分利用热能。

从表1-1蒸汽性质中可以看出，潜热约占饱和蒸汽热焓的80%，而显热仅占饱和蒸汽热焓的20%左右。

如果蒸汽中的潜热全部被利用，也就是说，要让蒸汽在用汽设备中完全凝结成水，放出全部潜热，这样最为合理。但是，如果不将凝结水从用汽设备中迅速排出，一是用汽设备的一部分空间被凝结水占据，进入的蒸汽量就会减少；二

表1-1 蒸汽性质表

| 绝对压力<br>kPa<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | 饱和<br>温度<br>(°C) | 显热<br>kJ/kg<br>(kcal/kg) | 占总热焓<br>的百分数<br>(%) | 潜热<br>kJ/kg<br>(kcal/kg) | 占总热焓<br>的百分数<br>(%) | 总热焓<br>kJ/kg<br>(kcal/kg) |
|--------------------------------------|------------------|--------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|---------------------------|
| 294(3.0)                             | 132.88           | 558.5<br>(133.4)         | 20.5                | 2165<br>(517.1)          | 79.5                | 2724<br>(650.6)           |
| 343(3.5)                             | 138.19           | 581.5<br>(138.9)         | 21.2                | 2149.9<br>(513.5)        | 78.8                | 2731.5<br>(652.4)         |
| 392(4.0)                             | 142.92           | 601.6<br>(143.7)         | 21.8                | 2136.1<br>(510.2)        | 78.2                | 2737.7<br>(653.9)         |
| 441(4.5)                             | 147.2            | 620<br>(148.1)           | 22.6                | 2123.1<br>(507.1)        | 77.4                | 2743.2<br>(655.2)         |
| 490(5.0)                             | 151.11           | 636.8<br>(152.1)         | 23.2                | 2111<br>(504.2)          | 76.8                | 2747.8<br>(656.3)         |
| 588(6.0)                             | 158.08           | 667<br>(159.3)           | 24.2                | 2087.5<br>(498.6)        | 75.8                | 2754.5<br>(657.9)         |
| 686(7.0)                             | 164.17           | 693.8<br>(165.7)         | 25.1                | 2067.4<br>(493.8)        | 74.9                | 2761.2<br>(659.5)         |
| 784(8.0)                             | 169.61           | 717.2<br>(171.3)         | 25.9                | 2049.4<br>(489.5)        | 74.1                | 2766.6<br>(660.8)         |

是用汽设备的传热面被凝结水挡住，新进蒸汽不能和传热面接触，也不能与需要加热的物体进行热交换，放出大量的潜热。虽然这时传热面上的凝结水中的热量会传给需要加热的物体，但因显热的热量少，所以这时用汽设备的生产能力将降低。如果是烘干设备，则物体在原来生产速度下就烘不干，必须降低速度。

有些工厂的用汽人员虽然知道安装疏水阀可以充分利用蒸汽中的潜热，但又认为用了疏水阀以后，用汽设备的温度会降低，影响产量。所以在用汽设备上就不装疏水阀。有些厂虽然装了疏水阀，但并不使用，用汽设备在正常运行时开旁路阀，蒸汽一出用汽设备就直放到回水管或地沟里（跑汽操作），这都是不对的。

实际上使用疏水阀后，用热设备的温度不是降低，而是

提高。曾在两种用汽设备上作过试验，一个试验是在印花台板上用表面温度计测量，不用疏水阀时，印花台板的表面温度为90℃，而用疏水阀时为93℃；另一个试验是在圆筒式浆纱机上测定，不用疏水阀时，大圆筒的表面温度为102℃，小圆筒的表面温度为103℃，用疏水阀时，大圆筒的表面温度为104℃，小圆筒的表面温度为107℃。

从理论分析与实际观察都可以肯定，使用疏水阀不会降低用汽设备的产量，相反，选用合适的疏水阀，可充分利用蒸汽的潜热，用热设备的温度会提高，从而可加快速度，提高产量。

车间有时会认为跑汽操作能够提高设备生产能力，这是因为：

1. 在开车初期，跑汽操作能大大地缩短冷设备的升温时间，从而产生认为跑汽操作也能在运行时迅速提高用汽设备温度的错觉。实际上，开车时蒸汽加热冷设备和由很热的器壁加热产品，两者之间的工作条件是显著不同的。在开车时，冷的器壁大量吸收蒸汽的热量，因此，就有大量的凝结水产生，但是，所生成的大量凝结水，由于受到疏水阀及管道系统中的阻力，不能很快地从系统中排出，所以蒸汽的进入就受到了限制。为了减少这个阻力，开启疏水阀的旁路阀门，使大量的凝结水（这时在凝结水中几乎没有混入蒸汽）迅速从旁通管排出，而更多的蒸汽进入用汽设备。这样，用汽设备在开冷车时温度就可迅速提高，减少开冷车时间。

但当用汽设备在正常运行后情况就不同了，随着设备和管路不断受蒸汽加热，温度逐渐上升，蒸汽与设备之间的温差减少，蒸汽传给设备的热量也相应减少。即设备所需的热量比在开冷车时减少了，蒸汽放热后凝结成水的量也随之减少。

如果旁通阀门仍开着,则旁通管中除流出凝结水外,还有大量的蒸汽排出,这时进入用汽设备的多余蒸汽就不可能再提高设备的温度。因为这时两者之间的温差比开冷车时小很多。

所以在正常运行时开旁通阀进行跑汽操作是浪费蒸汽,应该关闭旁通阀,让疏水阀投入运行,以阻止未经充分利用过的蒸汽排出。

2. 当供汽压力过低,蒸汽供应量不敷车间需要时,如果打开旁通阀,减少用汽设备后部阻力,通过用汽设备的蒸汽量就增加,用汽设备的温度比用疏水阀时有所提高,产量也因此增加。这样做是争夺同一管路上其他用汽设备的蒸汽来提高本设备的产量。如果各用汽部门都这样做,结果就会形成恶性循环,锅炉房供应的蒸汽压力会更低,输送到车间的蒸汽更少,就无法维持正常生产。这一情况也是对合理使用疏水阀的错误看法。

在工业生产中,蒸汽广泛用作动力(如推动蒸汽透平带动发电机、压缩机或离心泵等)和工艺加热介质(如各种换热设备,烘干和蒸汽定型等的加热)。因此,蒸汽疏水阀已成为各工业部门的工艺设备和蒸汽管网中必不可少的重要装置。其性能的优劣,对于系统的正常运行,设备的热效率,能源的充分利用等,都有重要作用。例如:

1. 在工艺设备中,如果疏水阀不能及时排除凝结水,工艺设备的换热效率将受到极大的影响,以致无法达到生产工艺的要求。

根据经验,在用热动力式疏水阀时,烘干涤棉花呢速度常为40~45m/min,改用自由浮球式疏水阀后,常用车速为45~53m/min。如果车速提高5m/min,每月以26天三班运转计,则每台月产量就可提高187200m。由此可见,疏水阀

的选用是否正确及性能的好坏，对提高生产率，节约能源，提高经济效益等都有着密切的关系。

2. 疏水阀的性能不好，就会使蒸汽管网中的凝结水不能及时排除，从而使蒸汽系统的运行恶化。由于凝结水在管网中的聚积，妨碍蒸汽流动，使蒸汽湿度增加，从而影响工艺设备的换热效率，使产品质量受到影响，有时甚至会引起管路系统的水击，撞坏管道、阀门、法兰等，影响管网和设备的安全运行。

3. 安装在蒸汽管网和设备上的疏水阀，如果失效或性能不好以及使用不当，将造成蒸汽能量的严重损失。根据调查的粗略统计，疏水阀所造成的蒸汽损失往往达到蒸汽总量的10~15%，这是一个很可观的数字，因为在很多现代化的大型工厂中，使用的蒸汽量是很大的，例如，用汽量为450 t/h的企业，若漏汽量按15%计算，一年浪费蒸汽的费用达290万元。据报道，某企业因为对一台汽轮机组的各级疏水阀进行及时检修和调整，加强运行管理，使每小时耗汽量减少5t，相当于每天节约原煤35t，一年节约12000t，价值22万元。由此可见，疏水阀对蒸汽节能的重要性。当今能源日趋紧张的形势下，世界各国对这一问题都给予了极大的重视。在能源问题上，厉行节约已成为各国能源政策的一项重要内容。解决能源的办法，一靠开发，二靠节约。因此，节约能源已经成为我国发展国民经济的一条重要方针。要把能源的利用水平提高到现代科学技术的高度，以最少的能源消耗去获得最大的经济效益作为节能的方向。在我国节能措施中，已经利用余压、余热来供能、供热，而更重要的是尽量降低热能的消耗和损失，提高热能利用率。正确选择并合理使用蒸汽疏水阀，已成为节约能源的重要措施之一。

## 第二节 蒸汽疏水阀的分类

疏水阀的型式很多，按其动作方式的不同可分为三类：

1. 对液面高度敏感的：如机械型疏水阀，是利用蒸汽和凝结水之间的重度差，亦即利用凝结水液位的高低进行工作。属于这种类型的有浮桶式、钟形浮子式、浮球式、飞碟式等。由于它们的工作原理是以液相凝结水为基础，故排出的凝结水几乎是与蒸汽压力相同的饱和水，这有利于提高工艺设备的换热效率和对二次蒸汽的利用。

2. 对流体的性质敏感的：如热动力型疏水阀，是利用相变原理，即利用蒸汽和凝结水热动力学特性的不同来进行工作。属于这类型的疏水阀有孔板式、脉冲式、热动力式（或圆盘式）等。

3. 对温度敏感的：如热静力型疏水阀，是利用蒸汽和凝结水的温度差引起元件的变形或膨胀来工作的。属于这类型的疏水阀有双金属片式、波纹管式、膜盒式、隔膜式等。这类疏水阀不能排出饱和温度的水，只能排出比饱和水温度低的热水，但这类疏水阀的排空气性能都很好。

各种型式的疏水阀，按其结构及工作原理的不同，工作条件也不同。疏水阀选型要根据蒸汽压力、温度、背压大小、凝结水排出量和凝结水温度来选定。

## 第三节 蒸汽疏水阀的现状 及存在的问题

1983年底，我国供热系统节能调查组，共调查了14个省

市，88个工厂企业。详细了解了使用中疏水阀的数量、品种、规格、质量、以及安装维护、管理等方面的情况。直观地看到了由于疏水阀使用不当而引起的惊人的蒸汽泄漏和浪费现象，及疏水阀使用较好的单位取得的节能效果。通过这次调查，进一步弄清了疏水阀方面存在的严重问题和它的巨大节能潜力。

总的来说，疏水阀的产品质量和安装、维护、管理水平，在大部分工厂企业中还都很低。但存在的这些问题在技术、管理、资金上都不是很难解决的，如果能重视这问题，节约蒸汽的经济效果，每年可达上千万吨标煤。

### 一、蒸汽疏水阀拥有量及各种比例关系

1. 经过对14个省市的调查，截至1983年底，疏水阀拥有量约140万个，平均每吨蒸汽拥有疏水阀4.57个。

2. 全国供热系统疏水阀拥有量。据统计，到1983年底，全国工业锅炉总蒸吨为53万，共计25万台，锅炉效率60%，工作小时为3000。1983年集中供热 $7348 \times 10^{10}$  kcal/年，折合2.22万t/h蒸汽（年供热时间为5000h）。全国总蒸吨数为：

$$(53 + 2.22) \times 10^4 = 55.22 \text{ (万t蒸汽)}$$

则1983年全国疏水阀数为：

$$55.22 \times 10^4 \times 4.57 = 252.36 \text{ (万个)}$$

3. 从几个行业来看每蒸吨拥有的疏水阀数。在调查中，分别统计了冶金、机械、轻工、化工、纺织等五个行业单位蒸吨拥有的疏水阀数。其中纺织为7.06，化工为3.67，轻工为2.98，机械为2.18，冶金为1.56（疏水阀拥有量较大的鞍钢、首钢、宝钢、武钢这次未统计在内）。

4. 企业中各种疏水阀的比例。从调查数字看，圆盘（热动力）式占绝大多数，浮桶式次之，其余类型产品所占比例

都很少，说明在疏水阀选用方面片面性还很大。圆盘式不是万能产品，盲目地一律选用它，会造成大量蒸汽热量的损失，再由于目前大量生产的圆盘式疏水阀，质量比其他类型差，故加大了蒸汽的损失。

## **二、蒸汽疏水阀存在的主要问题**

1. 目前使用的疏水阀陈旧、落后、急待更新。疏水阀是一种在正常工作条件下，要经常维修更换的易损产品。因常年在恶劣的条件下工作，一般开关在几十万次，不断的接受高温、高压蒸汽及凝结水频繁的冲击、腐蚀和磨损。一般优质疏水阀保证期也只有8000h，即1~2年内就要全部更换和彻底检修（一般来说，主要以更换为主）。目前所用的大量疏水阀，多是陈旧、落后的产品，而且年久失修，早已超过了其保证期，一些地区甚至还可以看到1900年及1920年的美国产品仍在使用的。

2. 产品质量低劣。我国从60年代开始大量生产疏水阀，基本上都是极不严格的仿制，而不能进行独立的设计。由于多年来只顾生产，不注重科研，产品类型单一（基本上是圆盘式和浮桶式）、落后，科研中心和出厂热态实验手段在大部分工厂中也尚未建立起来。所以，目前国内生产的产品（约60万个/年），其中90%都属于必须淘汰产品。许多产品一购进来就没有合格证和任何技术文件，而且阀体上也无厂标、铭牌。这些低劣产品寿命极短，漏汽量大，有的根本不起疏水阀的阻汽排水作用，与国家标准要求的8000h的寿命相差甚远。

3. 国内少数厂生产的合格产品远远不能满足需要。最近二、三年内，从国外引进技术或自行研制发展了几种新型疏水阀，如新型不锈钢圆盘式、双金属片式、倒吊桶式和浮

球式。其寿命、漏汽量等主要性能指标已接近国外同类型水平。其中一部分产品已被列为国家经委和机械工业部推广的第二、三批节能产品。但这些产品刚刚完成鉴定，才投入小批生产，累计不过几个，在品种、数量上都远远不能满足当前节能工作的需要。

而占全国总产量（约60多万个）70%左右的疏水阀制造厂，大部分是乡镇企业，约有60多家，急需整顿。一般看来，从技术力量、机械加工、检测能力等方面都不适应疏水阀的生产。

4. 每年仍有可观数量的进口。虽然进口疏水阀要花费不少外汇，但每年仍要进口约5万个，价值500万美元左右。由于国产疏水阀质量不高，产量不足，进口还是必要的，特别是前几年成套引进装置的疏水阀，这几年都要更换。由于只买产品，而不重视引进先进技术和消化吸收，故仍摆脱不了年年大量进口疏水阀的被动局面。

5. 疏水阀管理状况极差。目前大多数厂对疏水阀的管理是放任自流的状态，蒸汽大量泄漏。虽锅炉的台数、蒸吨数都在不断增加，但生产并无显著增长，结果是蒸汽通过不良的疏水阀泄漏得更加严重，从而又要增加锅炉台数，造成恶性循环。

从调查中看，大多数厂对疏水阀既无管理制度，也无专职管理人员，故长期使用许多安装不合理的疏水阀。

## 第四节 蒸汽疏水阀的节能潜力 及经济效益的分析

到1983年底全国拥有252万个疏水阀，根据调查其节能潜力可分为两部分来计算：

第一部分，即其中30%约75.71万个疏水阀属于泄漏蒸汽严重的。在这些疏水阀中，公称直径DN15、DN20、DN25 mm占绝大多数。其排水孔直径最小为 $\phi 5\text{mm}$ ，在其泄漏蒸汽严重时，该阀片（瓣）已控制失灵，而且开启高度已超过四分之一排水孔直径，这时的泄漏蒸汽的环形通道面积已大于或等于孔径为 $\phi 5\text{mm}$ 的面积。在输送使用686kPa（7kgf/cm<sup>2</sup>）压力蒸汽的情况下，考虑到压力的波动、阻力降及背压升高的影响，对其 $\phi 5\text{mm}$ 漏孔上使用的压差只有294kPa（3 kgf/cm<sup>2</sup>），这时泄漏的蒸汽约为20kg/h左右，其泄漏曲线和漏损蒸汽相当的燃料量见图1-1。

若一年按有效工作时间为3000h计算。每个疏水阀每年可漏蒸汽为：

$$20 \times 3000 \times 10^{-3} = 60 \text{ (t/个} \cdot \text{a)}$$

则757100个疏水阀每年漏蒸汽量

$$757100 \times 60 = 4542.6 \text{ (万t/a)}$$

疏水阀泄漏蒸汽，只考虑其潜热部分（而水的显热部分的节约潜力，由凝结水回收部分来计算），因而，对686kPa（7kgf/cm<sup>2</sup>）压力的饱和蒸汽，其可计算的潜热只有2050.7 kJ/kg（489.8kcal/kg）其总热焓为2768.3kJ/kg（661.2kcal/kg）。由于目前工业锅炉效率（实际运行）只有60%，所以每吨蒸汽可折合t标煤数为：

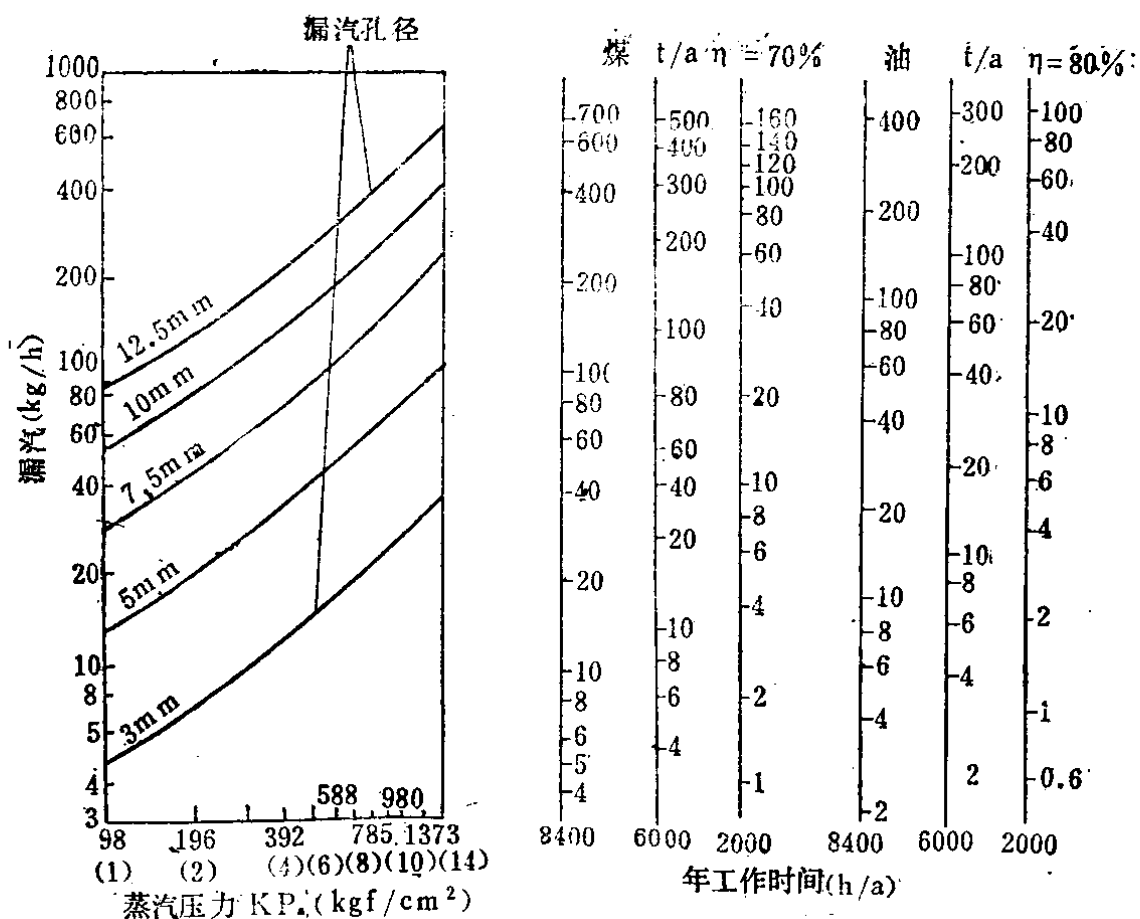


图1-1 不同漏孔直径在不同压力下的漏汽量和燃料浪费量

$$\frac{489.8}{7000 \times 60\%} = 0.117 \text{ (t标煤/t蒸汽)}$$

每个疏水阀每年泄漏蒸汽折合标煤为:

$$60 \times 0.117 = 7.02 \text{ (t标煤/个} \cdot \text{a)}$$

则757100个疏水阀每年泄漏蒸汽折合标煤为:

$$757100 \times 7.02 = 531.48 \text{ (万t标煤/a)}$$

若每吨标煤按65元计算, 每个疏水阀即可节约燃料费:

$$7.02 \times 65 = 456.3 \text{ (元/个} \cdot \text{a)}$$

则757100个可节约燃料费:

$$757100 \times 456.3 = 34546 \text{ (万元/a)}$$

而更新每个疏水阀需投资160元；其中：疏水阀产品费100元（按DN15~50平均），附件（过滤器、窥视镜、小阀门等）产品费50元；安装费10元。

则更新757100个疏水阀需投资：

$$757100 \times 160 = 12114 \text{ (万元/a)}$$

这部分投资回收期为：

$$\frac{160}{456.3} = 0.35 \text{ (a)}$$

第二部分，即60%约1514200个疏水阀是属于漏汽量偏大，即超过了标准允许漏量3%而达到了10%左右。目前绝大多数疏水阀公称通径DN为15~25，在294kPa(3kgf/cm<sup>2</sup>)压差下，其排量为100kg/h左右，所以一年按3000有效工作小时计算，每个、每年泄漏蒸汽量为：

$$100 \times 7\% \times 3000 \times 10^{-3} = 21 \text{ (t/个} \cdot \text{a)}$$

而1514200个漏蒸汽量为：

$$1514200 \times 21 = 3179.82 \text{ (万t/a)}$$

折合标煤：

$$\text{对每个：} 21 \times 0.117 = 2.46 \text{ (t标煤/个} \cdot \text{a)}$$

$$\text{对1514200个：} 1514200 \times 2.46 = 372.49 \text{ (万t标煤/a)}$$

折合人民币（即节约燃料费）为：

$$\text{对每个：} 2.46 \times 65 = 159.9 \text{ (元/个} \cdot \text{a)}$$

$$\text{对1514200个：} 1514200 \times 159.9 = 24212.1 \text{ (万元/a)}$$

投资：

$$\text{每个疏水阀：} 160 \text{ (元/个} \cdot \text{a)}$$

$$\text{对1514200个：} 1514200 \times 160 = 24227.2 \text{ (万元)}$$

$$\text{这部分投资回收期为：} \frac{160}{159.9} = 1 \text{ (a)}$$