

# 我国食品工业阀门发展的新起点

核工业部二院 王栉天 TS261.3

**摘要** 剖析了一般通用阀门不适应食品工业要求的主要原因。通过蝶阀、安全阀组件和T形阀等几种典型产品,介绍了我国食品工业阀门起步的现状和水平。重点论述了进一步发展我国食品工业阀门的途径。在标准化建设、结构设计和工艺措施以及推广应用等方面提出了作者的意见。

**关键词:** 食品工业 阀门

在我国,以啤酒饮料工业用阀门为典型代表的食品工业阀门体系5年以前还是一片空白。食品工业设计部门和极大多数啤酒饮料生产厂家只能使用填料截止阀、浮动式球阀和对夹式衬胶蝶阀等石化工业通用阀门。如图1所示的这类阀门,流道表面粗糙,填料和阀座等不易去污的非金属材料裸露面积大,存在积液部位和难以清洗的结构死角,达不到系统清洗要求,严重影响产品质量,它们的功能和控制元件也满足不了食品工艺过程的要求。图2所示为啤酒饮料工程中工艺发酵的关键设备——锥形发酵罐,它的真空保护、压力保护和呼吸功能的实现,过去一直依靠通用阀门。在发酵过程中,

当罐中的压力超过规定数值时,或者在卸料和清洗过程中,罐中的压力急剧降低,低于规定负压值时,操作人员根据压力表和真空表的指示操作阀门,排放或补充气体,有时也采用一般安全阀和呼吸阀,确保锥形发酵罐处于安全状态。采用通用阀门和管路附件不仅无法进行有效清洗,而且随意性很大,影响产品质量,吨酒水耗指数高,工艺控制水平十分落后。而国外的各种专用工艺装备如阀门、管件、泵及CIP(CLEAN IN PLACE)定置清洗系统元件等,从外观和内在工艺质量都给人以科学、合理和卫生的深刻印象。

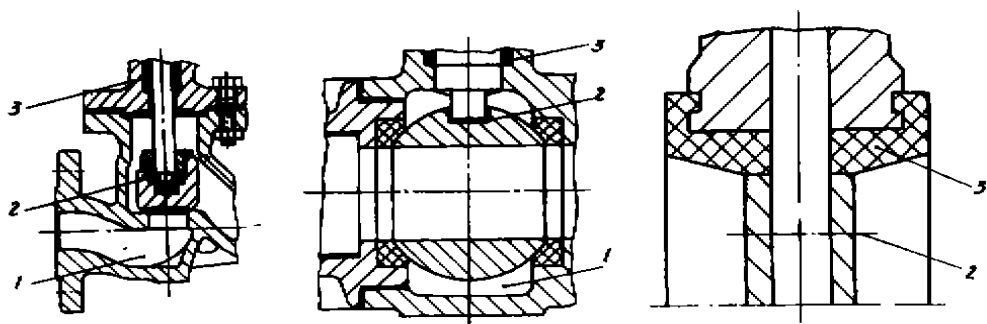


图1 通用阀门

1. 积液部位 2. 死角 3. 不易去污部位

国家十分重视食品工业的发展,为赶上国际先进水平,实现重大装备国产化的目标,七、五期间拨出大量资金,组织社会各方面技术力

量,开展了啤酒生产一条龙项目的重大科技攻关活动。经过几年艰苦努力,我国逐步建立了自己的食品工业阀门体系,它不仅吸收了国外同

类产品的某些优点,也充分考虑了国情,在密封结构设计、使用功能、新材料和新工艺等方面也进行了尝试,取得了可喜成果。1991 年末,在由众多同行专家和用户代表参加的轻工业部鉴定会上,受到了一致肯定,认为产品结构合理,外形美观,性能良好,基本达到 80 年代国外同类产品水平,可以替代进口。

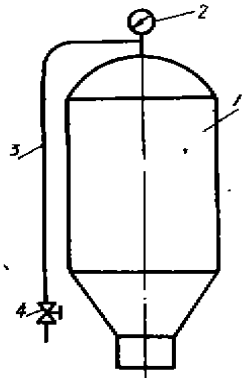


图 2 锥形发酵罐

1. 锥形发酵罐 2. 压力表或真空表 3. 控制管路 4. 阀门

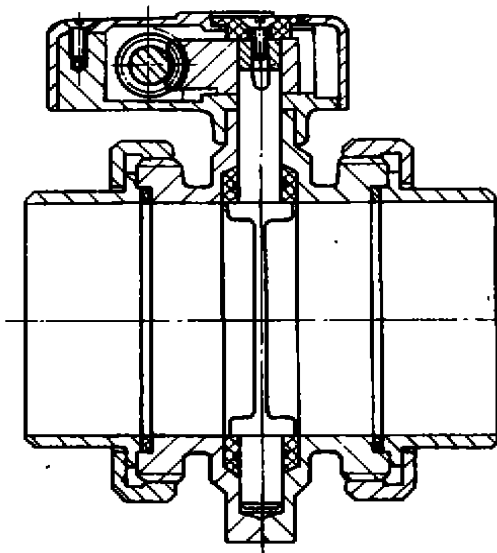


图 3 精密调节式蝶阀

图 3 为一种精密调节式卫生蝶阀。它是食品工业用众多蝶阀产品系列中的一种,不仅具有一般手动蝶阀的卫生性能好、流通能力大和流阻系数小的共同特点,而且能够进行精密调

节,0°~90°流量无级变化,任意位置都能可靠自锁。

图 4 为安全组件产品系列中的一种典型结构。它由真空安全阀、压力安全阀、浮球止回阀和洗罐器等几个基本部分组成。它不仅能对锥形发酵罐等压力容器自动提供正压和负压安全保护,而且还具有呼吸和清洗功能,提高了工艺自动化控制水平,便于集中安装和合理检修。

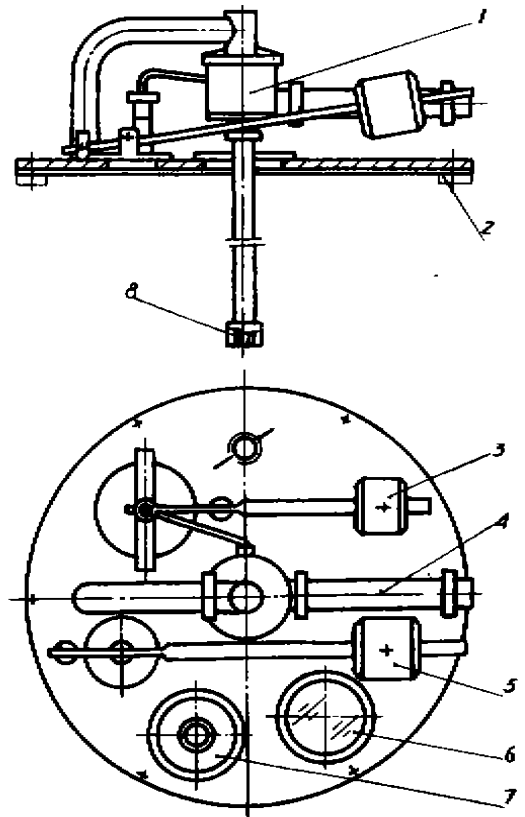


图 4 安全组件

1. 浮球止回阀 2. 法兰 3. 真空安全阀 4. CIP 连接管  
5. 压力安全阀 6. 视镜 7. 探视灯 8. 洗罐器

图 5 是 CIP 定置清洗工艺流程中普遍使用的一种 T 形阀,它既不同于一般通用的截止阀,也不同于止回阀,在三罐式清洗工艺流程中安装于洗液罐顶部的主干线上。通常由气动装置、T 形阀体和阀瓣等部分组成,竖管连接洗液罐,横管连接主干线,分路控制冷水、热水和酸碱液罐的通断,密封力来自主干线介质的背压

和弹簧预紧力。

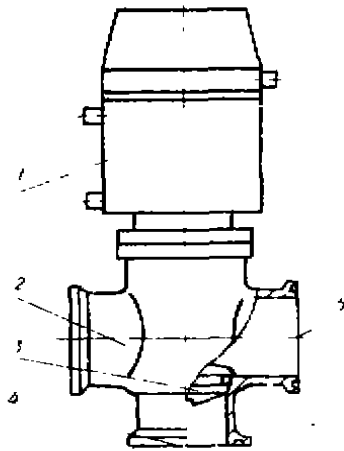


图5 T形阀

1. 气动装置 2. 阀体 3. 阀座 4. 竖管口 5. 接管口

除上述外,我国已能自行设计和制造各种止回阀、多通路截止阀、管道式过滤器及合流器等不同生产规模啤酒工程所需的全部阀门、管路元件和组件。今后,我们应在食品工业阀门产品标准化和通用化工作上下功夫。

由于受到条件的限制和市场因素的影响,早期开发研制的产品缺乏统一的国家标准或行业标准的控制,就阀门管道这一基础要素而言,仍是遵循厚壁系列,而各设计部门采用的厚壁系列也不尽相同。这种情况严重妨碍了产品在国内和国际市场上的流通。现在,我国已经参照采用国际标准 ISO 2037,推出了自己的食品工业用不锈钢管与配件——薄壁不锈钢管系列(表1):表中括号内数字为 ISO 2037 与本标准不同的尺寸。在 ISO 2037 中没有外径 45 及 200 两个规格。为使食品工业阀门与薄壁管系列相适应,对焊接连接尺寸进行了简单修改,原有的梯形螺纹连接改为圆螺纹连接,以减小应力集中,保证连接强度。从阀门的结构来看,目前的产品也有着不同的系列。产品结构长度不仅是结构设计合理性和先进性的重要标志,也是产品互换性的特征尺寸。表2中列出了 A、B、C 三种螺纹连接蝶阀常见的不同系列。从产品结构设计的紧凑和轻巧的角度来看,结构长度在保

证安装施工需要条件下愈短愈好,但是,如果对卫生蝶阀的使用特点缺乏全面了解,就很难同时兼顾到结构设计的先进性和合理性。卫生蝶阀的基本连接形式有螺纹连接、卡箍连接、焊接和法兰连接等(图6),它们都取中线对称式左

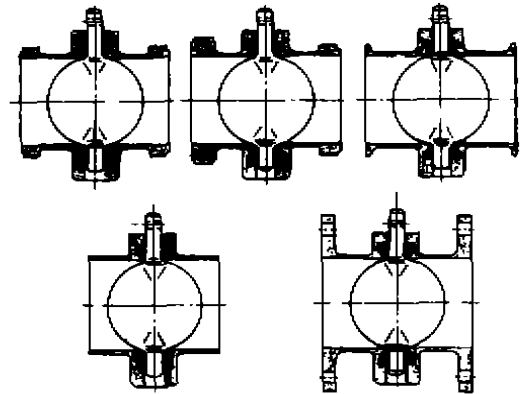


图6 卫生蝶阀的连接形式

表1 mm

| 外径 D <sub>0</sub> | 壁厚 T | 外径 D <sub>0</sub> | 壁厚 T | 外径 D <sub>0</sub> | 壁厚 T |
|-------------------|------|-------------------|------|-------------------|------|
| 12                | 1    | 40                | 1.2  | 89(88.9)          | 2    |
| 17(17.2)          | 1    | 45                | 1.2  | 102(101.6)        | 2    |
| 21(21.3)          | 1    | 51                | 1.2  | 114(114.3)        | 2    |
| 25                | 1.2  | 63(63.5)          | 1.6  | 140(139.7)        | 2    |
| 34(33.7)          | 1.2  | 70                | 1.6  | 168(168.3)        | 2.6  |
| 38                | 1.2  | 76(76.1)          | 1.6  | 200               | 2.6  |

\* 摘自 GB12075-89

表2 卫生蝶阀的几种结构长度 mm

| 结构长度 | 公称通径 DN |    |    |    |    |     |     |     |
|------|---------|----|----|----|----|-----|-----|-----|
|      | 20      | 25 | 32 | 40 | 50 | 65  | 80  | 100 |
| A 系列 | 64      | 64 | 64 | 64 | 76 | 81  | 96  | 96  |
| B 系列 | 85      | 85 | 90 | 90 | 95 | 110 | 110 | 125 |
| C 系列 |         | 60 | 60 | 70 | 76 | 80  | 84  |     |

右阀体结构,这种结构设计极易满足不同形式的组合连接要求。如,一端螺纹一端卡箍连接,一端焊接一端法兰连接。因此,卫生蝶阀的结构长度系列应该在同时满足各种连接方式要求的情况下愈短愈好,个别安装位置的特殊需要可以特殊处理。其他类型的食品工业阀门也大同小异。食品工业阀门产品标准化程度的高低不仅体现在上述方面,气动执行机构的参数和系列型谱等方面都还有进一步改进提高的必要。

在结构设计和工艺措施方面,今后仍有许

多地方需要进一步改进和完善。以卫生蝶阀而言,蝶板与阀轴的结合部对蝶阀的密封性能和强度都至关重要。有的厂家采用焊接结构,焊接质量不高,焊后加工精度很低。有的厂家采用整体精铸结构,铸造质量不够稳定,表面处理工艺水平不高。应该采取整体模锻和电解抛光表面处理,综合提高蝶阀的强度、密封性能和外观质量。

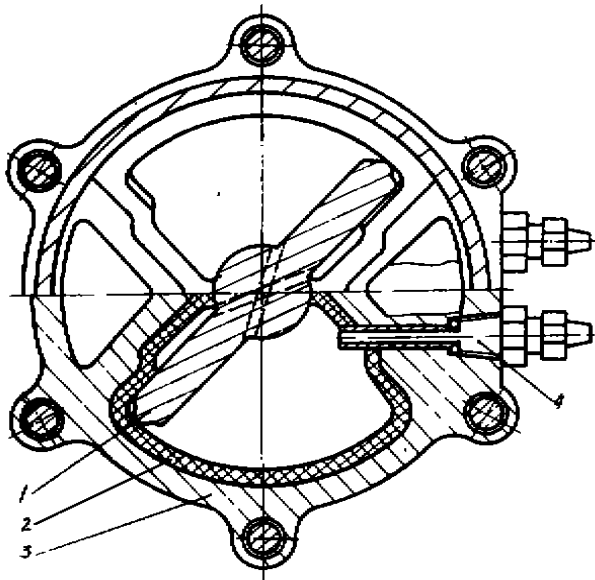


图7 摆动叶片式气动执行机构

1. 叶片 2. 罐体衬里 3. 罐体 4. 接头

卫生蝶阀的气动执行机构常见的有摆动叶片式(图7)和螺旋活塞式两种。摆动叶片式气动执行机构结构紧凑,外形美观,但由于叶片与衬里之间摩擦损耗大,过盈量不易稳定,工作效率不高,在食品工业中的应用效果不够理想。螺旋活塞式气动执行机构是目前发展较快的一种操纵装置,生产厂家较多,但普遍存在螺旋活塞表面的螺旋槽设计不够合理的问题。阀门操作力矩的共同特性是启闭力矩大于中间行程力矩,操纵装置的输出力矩特性应当与阀门的操作力矩特性相互协调。螺旋活塞式气动执行机构的输出力矩与螺旋槽螺旋角 $\alpha$ (图8)的正切函数成正比。因此,产品中将螺旋槽设计成固定不变的螺旋角并不合适,应当使起始和末端的

螺旋角 $\alpha_1$ 大于中间的螺旋角 $\alpha_2$ ,并控制起始和末端的螺旋活塞的角行程在 $6^\circ$ 左右即可达到良好效果。这样,改进后的执行机构直径和高度也比较匀称美观。

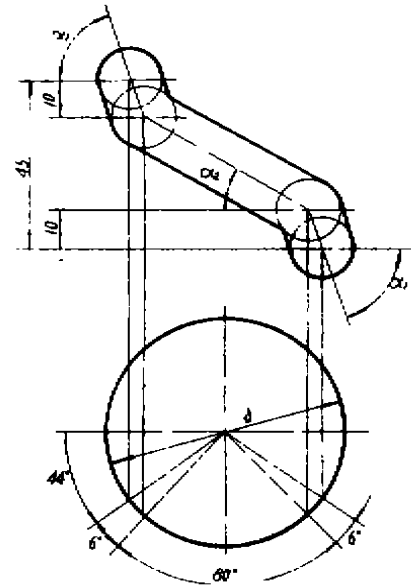


图8 螺旋槽的螺旋角

再如球阀产品,若不解决积液问题,内外表面无论怎样精致,都不可能受到用户喜欢。解决积液问题其实不难,只要在球阀的最低位置设置一个活动连接的排液接头便可(图9)。

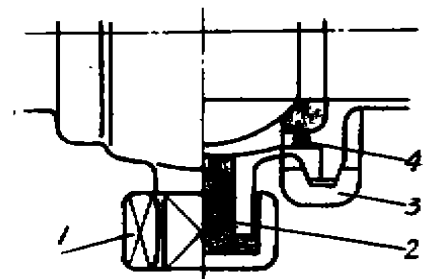


图9 球阀排液方式

1. 螺帽 2. 塞子 3. 卡箍 4. O形圈

食品工业阀门除了要求具有优良的卫生性能外,还要求轻巧美观。铸造结构由于铸造最小壁厚和工艺水平的局限性,往往难以完全满足壳体设计要求,薄壁不锈钢管的胀接和扩口等工艺方法应用较为普遍。 下转第39页

说这一点很重要,因为介质始终保持一定的小流量。除此之外,还要考虑到过滤元件具有安全保险性能,即一旦滤网存有一定量的颗粒,滤网上的压力降可能影响到通过阀门的流量时,则滤网能够自动破裂,因为只有这样才能保证整个再循环系统阀门的主要功能,即保证泵的最小流量。

### 7. 结论

随着阀门产品苛刻的使用条件不断增强,对阀门结构设计的要求也不断提高,同时也促进了工程材料的发展。由于对阀门各种特殊需求,要求生产厂家不断地研制密封部件,以满足

**附录 A**  
根据 ANSI B16.104 的规定,通过阀门密封件时所允许的最大泄率为

| 公称口径(mm) | ml/min | 汽泡数/min |
|----------|--------|---------|
| 25       | 0.15   | 1       |
| 38       | 0.30   | 2       |
| 51       | 0.45   | 3       |
| 64       | 0.60   | 4       |
| 76       | 0.90   | 6       |
| 102      | 1.70   | 11      |
| 152      | 4.00   | 27      |
| 203      | 6.75   | 45      |

试验条件:试验介质 空气或氯气  
温度 10~52℃  
压力 介质的公称压力或 3.5bar  
(0.35Mpa)

沈阳阀门研究所 肖振海

译自《第2届国际流体控制阀门及驱动装置技术发展研讨会》1988.3

### 上接第43页

食品工业阀门在我国有着广阔的应用前景。我国目前绝大多数生产厂家仍然在使用一般通用产品,这些厂家现已认识到改造原有管道阀门对于提高工艺水平,参与市场竞争的重要性和紧迫性,正在采取各种办法,逐步更新换代,这方面的市场潜力很大。食品工业阀门在国外往往称作不锈钢卫生阀门,即 Sanitary Stainless Steel Valves,本意是具有可靠的卫生性能、流道平缓光滑、无清洗死角和积液部位、不污染

现代工业发展的需要。

图8是一种用于给水泵再循环系统中的最新结构阀门。该阀的密封内件是根据压力分布原理而设计的,当流体流经密封组件产生压力降时不出现涡流现象(压力降一般容易引起涡流)。该密封件利用金属阀座和软阀座二次密封来实现6级密封的关闭性能,同时还装备了过滤元件以避免因其他物体而造成的设备损坏。这种特殊的阀门目前已经成功地被大量应用在给水泵再循环水的控制系统中,而且考虑将其用于节能方面。

### 附录 B

一种软阀座用弹性材料的主要物理性能

| 项 目                             | 数值(结果)                     |
|---------------------------------|----------------------------|
| 拉伸强度(屈服) N/mm <sup>2</sup>      | 105.2                      |
| 拉伸强度(屈服) %                      | 6                          |
| 伸长率(断裂) %                       | 35                         |
| 弯曲模量 N/mm <sup>2</sup>          | 4399                       |
| 剪切强度 N/mm <sup>2</sup>          | 82.7                       |
| 埃左冲击(无凹口)                       | 不断裂                        |
| 热变形(18.2bar)℃                   | 182                        |
| 热膨胀系数 mm/mm℃ × 10 <sup>-5</sup> | 150℃ — 2.61<br>150℃ — 5.99 |
| 吸水率(24h) %                      | 0.14                       |
| 比重                              | 1.30                       |
| 抗压强度 N/mm <sup>2</sup>          | 118                        |
| 摩擦系数                            | 0.34                       |

工艺介质和产成品及内外表面各部分易于清洗去污。因此,它在微生物和菌种培植、发酵、灌装等工位用途广泛,在医药和精细化工等系统中同样具有重要意义。为了更进一步发展我国的食品工业阀门,首先要求阀门厂家树立竞争意识,注重投入,完善工艺,把目光放远一点,并在现有基础上发展产品规格品种,扩大产品适应市场的能力。也要求主管部门运用调控手段,控制进口,提倡以国代进,使引进项目的消化和吸收,在现阶段更上一层楼。