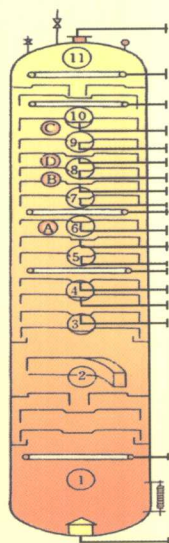


石油化工设备技术问答丛书

塔设备 技术问答

◆ 梁利君 编著 吕碧超 主审



中国石化出版社

石油化工设备技术问答丛书

塔设备技术问答

梁利君 编著

吕碧超 ~~主审~~



中国石化出版社

内 容 提 要

本书采用问答形式,介绍石油化工企业装置中有关塔器设备的基础知识、结构形式和不同生产装置中塔器设备的操作特点。

本书可供石油化工企业操作人员学习,也可以作为相关技术管理人员工作时的参考。

图书在版编目(CIP)数据

塔设备技术问答/梁利君编著.
—北京:中国石化出版社,2005
(石油化工设备技术问答丛书)
ISBN 7-80164-867-6

I. 塔… II. 梁… III. 石油炼制-塔器-问答
IV. TE962-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 090618 号

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com.cn

北京精美实华图文制作中心排版

北京大地印刷厂印刷

新华书店北京发行所经销

*

787×1092 毫米 32 开本 3 印张 59 千字

2005 年 9 月第 1 版 2005 年 9 月第 1 次印刷

定价:8.00 元

序

设备是企业进行生产的物质技术基础。现代化的石油化工企业，生产连续性强，自动化水平高，且具有高温、高压、易燃、易爆、易腐蚀、易中毒的特点。设备一旦发生问题，会带来一系列严重的后果，往往会导致装置停产、环境污染、火灾爆炸、人身伤亡等重大事故的发生。因而石油化工企业的设备更体现了设备是企业进行生产、发展的重要物质基础。“基础不牢、地动山摇”。设备状况的好坏，直接影响着石油化工企业生产装置的安全、稳定、长周期运行，从而也影响着企业的经济效益。

为了确保石油化工厂设备经常处于良好的状况，就必须强化设备管理，广泛应用先进技术，不断提高检修质量，搞好设备的操作和维护，及时消除设备隐患，排除故障，提高设备的可靠度，从而确保生产装置的安全、稳定、长周期运行。

为了适应广大石油化工设备管理、操作及维护检修人员，了解设备，熟悉设备，懂得设备的结构、性能、作用及可能发生的故障和预防措施，以提高消除隐患，排除故障，搞好操作和日常维护能力的需要，中国石化出版社针对石油化工厂常见的各类设备，诸如，各类泵、压缩机、风机及驱动器、各类工业炉、塔、反应器、压力容器，各类储罐、换热设备，以及各类工业管线、阀门管件等等，组织长期工作在石油化工企业基层，有一定设备理论知识和实践经验的专家和专业技术人员，以设备技术问答的形式，编写了一系列“石油化工设备技术问答丛书”，供大家学习和阅读，希望对广大读者有所帮助。本书即为这套丛书之一。

中国石化设备管理协会副会长 胡安定

石油化工设备技术问答丛书

管式加热炉技术问答(第二版)	螺杆泵技术问答
实用机械密封技术问答(第二版)	齿轮泵技术问答
泵操作与维修技术问答(第二版)	高速泵技术问答
离心式压缩机技术问答(第二版)	磁力泵技术问答
压力容器制造技术问答	螺杆式压缩机技术问答
带压堵漏技术问答	离心式风机技术问答
汽轮机技术问答	轴流式风机技术问答
石化管道安装设计实用技术问答	板框过滤机技术问答
往复式压缩机技术问答(第二版)	转鼓过滤机技术问答
石化工艺及系统设计实用技术问答	皮带运输机技术问答
设备润滑技术问答	搅拌设备技术问答
塔设备技术问答	设备状态监测技术问答
固定式反应器技术问答	催化反应器、再生器技术问答
换热设备技术问答	焦化焦炭塔技术问答
空气冷却器技术问答	连续重整反应再生设备技术问答
压力容器管理技术问答	催化烟机-主风机组技术问答
钢制圆筒形压力容器技术问答	炼油气体压缩机技术问答
常压焊接储罐技术问答	乙烯裂解炉技术问答
气柜技术问答	化肥转化炉技术问答
火炬技术问答	化肥尿素高压设备技术问答
塔器、储罐基础技术问答	化肥氨合成塔技术问答
油罐技术问答	化肥废热锅炉技术问答
球形储罐技术问答	防爆电动机技术问答
设备腐蚀与防护技术问答	变压器技术问答
设备泄漏与治理技术问答	电站锅炉技术问答
设备保温保冷技术问答	电站汽轮发电机技术问答
设备及管道涂层技术问答	电站汽轮机技术问答
工业阀门技术问答	空分膨胀机技术问答
炼油特殊阀门技术问答	空分冷冻机技术问答

目 录

一、塔设备基础知识	(1)
1. 什么是塔？其主要包括哪些部分？	(1)
2. 塔按结构可分成几大类？	(1)
3. 如何选择板式塔与填料塔？	(2)
4. 我国常用的板式塔有哪几种类型？近年来 开发使用了哪几种形式的塔盘？	(2)
5. 塔盘主要由哪些部分组成？	(3)
6. 从塔盘的溢流方式看，塔盘可分为哪几种？	(3)
7. 一种性能良好的塔盘应具有哪些特点？	(3)
8. 塔板的种类大体有哪些？	(3)
9. 什么是筛板塔盘？	(3)
10. 筛板塔盘有什么优缺点？	(4)
11. 什么是舌形塔盘？	(4)
12. 舌形塔盘有什么优缺点？	(4)
13. 什么是泡罩塔盘？	(4)
14. 泡罩塔盘有什么优缺点？	(5)
15. 什么是浮阀塔盘？	(5)
16. 浮阀塔盘有什么优点？	(6)
17. 浮阀塔盘的结构有何特点？请举例画图说明	(6)
18. 浮阀塔盘型号表示什么意思？	(7)
19. F1 型浮阀现在国内已标准化，其型号 有什么意义？	(7)
20. 简述填料塔的结构	(8)
21. 填料塔的附属设备主要有哪些？	(8)

22. 填料塔里填料的作用是什么？一般对填料有哪几方面的要求？	(8)
23. 填料的种类很多，按其堆砌方式大体可分为哪两大类？各有哪些常见的填料？	(9)
24. 填料是填料塔气液接触的元件，目前各种形式、规格的填料种类繁多，其改进的方向是什么？	(9)
25. 填料塔选用填料应注意哪些因素？	(9)
26. 什么是塔板效率？其影响因素有哪些？	(9)
27. 塔有哪些不正常的操作现象？	(10)
28. 什么叫雾沫夹带？它有哪些影响因素？	(10)
29. 什么叫液泛？它有什么危害？产生的原因是什么？怎样防止？	(11)
30. 什么叫漏液？它有什么害处？	(11)
31. 什么叫气泡夹带？它有什么害处？	(12)
32. 塔的安装对精馏操作有何影响？	(12)
33. 塔的裙座高度是如何确定的？	(13)
34. 板式塔安装中密封垫的作用是什么？	(13)
35. 塔设备在停车时检查的重点项目是什么？	(13)
36. 装置停工吹扫后，要清理塔内杂质时，打开塔体人孔应从上往下，还是从下往上？为什么？	(14)
二、常减压装置中的塔设备	(15)

- 常减压蒸馏装置蒸馏塔板主要有哪几种？
它们有何优缺点？适用范围如何？ (15)
- 不同类型塔板的气液传质原理有何区别？ (16)
- 在蒸馏过程中经常使用哪些种类的填料？
如何评价填料的性能？ (17)
- 板式塔的溢流有哪些不同的形式？
适用于什么场合？ (19)
- 减压塔为什么设计成为两端细，中间粗的形式？ (20)

6. 蒸馏塔体及塔内主要部件材质选择

- 应该注意哪些问题? (21)
7. 如何确定填料塔的填料层高度? (22)
8. 在减压塔内如何合理地使用破沫网? (22)
9. 石油蒸馏塔的转油线在流速选择、管线安装等方面应注意哪些问题? (23)
10. 初馏塔、常压塔及减压塔的裙座高度是如何确定的? ... (24)
11. 正常生产操作中分馏塔板结盐垢堵塔时会出现什么现象? 如何不停机将盐洗掉? (25)
12. 怎样开停间接冷却式蒸汽喷射器?
如何进行减压塔气密试验? (26)
13. 影响真空度下降有哪些原因? (27)
14. 减压塔真空度高对操作条件有何影响? (29)
15. 湿式减压操作与干式减压操作有什么不同?
正常生产情况下如何实现互相转换? (30)
16. 如何判断减压系统有泄漏? (31)
17. 干式减压塔回流油喷嘴堵塞有何现象? 如何处理? ... (31)
18. 抽真空系统包括哪些设备? 各自起什么作用? (32)
19. 蒸汽喷射抽空器的工作原理是什么?
有哪几种结构形式? (33)
20. 影响不凝气量的因素有哪些? (34)
21. 提高真空度的关键是什么? (35)
22. 为什么干式蒸馏要用增压器, 湿式蒸馏不用增压器? ... (36)
23. 减压塔顶冷凝器有哪几种形式? 它们都有什么优缺点? (37)
24. 抽真空系统设备和管线的安装应注意些什么? (39)
25. 低压蒸汽喷射抽空器在什么条件下使用可以节能? (40)
26. 什么叫极限反压强, 它取决于哪些因素? (41)
27. 常减压装置腐蚀机理是什么? (43)
28. 如何进行工艺防腐? (44)

29. 原油注碱有什么作用?	(45)
30. 注缓蚀剂有什么作用?	(46)
31. 注氨有什么作用?	(47)
32. 开常压部分时常遇到的问题如何处理?	(47)
三、催化装置中的塔设备	(49)
1. 简述催化分馏塔内精馏过程	(49)
2. 催化分馏塔与其他分馏塔有什么区别?	(49)
3. 催化分馏塔选材有什么要求?	(50)
4. 催化分馏塔为什么用人字挡板?	(50)
5. 催化汽提塔与分馏塔有什么区别?	(50)
6. 催化分馏塔有几个循环回流? 采用循环回流 有什么好处?	(51)
7. 分馏塔顶为什么要注氨?	(51)
8. 吸收稳定系统各塔选材有什么要求?	(52)
9. 催化稳定塔的特点是什么?	(52)
10. 催化再吸收塔有什么特点?	(52)
11. 催化解吸塔有什么特点?	(53)
12. 催化吸收塔有什么特点?	(53)
四、加氢装置中的塔设备	(55)
1. 加氢精制装置减少塔腐蚀的设备设计准则是什么?	(55)
2. 加氢精制装置塔设备制造时对材料的要求是什么?	(55)
3. 柴油加氢精制装置脱硫化氢汽提塔应采用何种 结构类型的塔, 该塔有何主要的结构特点?	(55)
4. 柴油加氢精制装置溶剂再生塔冲塔有什么现象? 原因是什么? 如何处理?	(55)
5. 柴油加氢精制装置产品分馏塔顶汽油干点高的 原因是什么? 如何处理?	(56)
6. 柴油加氢精制装置脱硫化氢汽提塔采用什么 材质? 塔顶为何要注缓蚀剂?	(57)

7. 加氢裂化装置液化气和干气脱硫塔的结构特点是什么? ... (57)
8. 加氢裂化装置循环气脱硫塔的结构特点是什么? (57)
9. 加氢裂化装置的脱丁烷塔对分馏系统防腐所起作用是什么? 如何防腐? (57)
10. 加氢裂化装置脱硫再生塔结构与防腐有哪些特点? (58)
11. 加氢裂化装置分馏新型塔盘的特点是什么? (58)
12. 加氢裂化装置减压塔新旧设计结构上的不同点是什么? ... (61)

五、连续重整装置中的塔设备 (62)

1. 汽提塔的结构组成及作用是什么? (62)
2. 汽提塔顶为什么要设置注缓蚀剂系统? (62)
3. 脱丁烷塔(T301)如何控制塔顶回流量? (62)
4. 简述 C_4/C_5 分馏塔(T202)各介质流向 (62)
5. 脱戊烷塔(T502)各介质流向如何? 塔盘具有什么样的结构形式? (62)
6. 连续重整装置塔设备检修应注意哪些内容? (63)

六、延迟焦化装置中的塔设备 (64)

1. 如果板式塔(浮阀塔盘)生产一段时间后, 出现效率下降, 侧线产品有的重, 有的轻, 收率有的少, 有的多, 且伴有全塔压降明显减小等现象, 是什么原因? 如何处理? (64)
2. 接触冷却塔安全阀跳开的原因是什么? 应如何处理? (64)
3. 干气脱硫塔(T301)顶的旋风分离器有何作用? (65)
4. 焦炭塔裙座产生裂纹的原因是什么? 应如何处理? (65)
5. 焦炭塔正常生产、操作的注意事项是什么? (65)
6. 请分别说明发生在焦化塔设备的腐蚀原理及典型腐蚀特征 (65)

七、制氢装置中的塔设备 (67)

1. 苯菲尔脱碳溶液制氢的脱 CO_2 塔的腐蚀部位主要在何处? 应采用什么方法防腐? (67)

2. 制氢装置 CO_2 吸收塔的腐蚀部位主要在何处? 应采用什么方法防腐?	(67)
3. 苯菲尔脱碳溶液制氢的脱 CO_2 塔采用什么样 的结构材质?	(68)
4. 影响制氢装置再生塔效果的主要因素是哪些?	(68)
5. 正常生产中制氢装置富液控制阀一旦失灵, 会带来什么后果, 如何处理?	(69)
6. 制氢装置吸收塔压力波动大是什么原因? 怎样处理?	(69)
7. 制氢装置脱 CO_2 吸收塔和再生塔在结构上有何异同?	(70)
八、聚丙烯装置中的塔设备	(71)
1. 聚丙烯装置 T301 是什么形式的塔? 名称 是什么? 有什么作用?	(71)
2. 聚丙烯装置 T301(高压循环丙烯洗涤塔)内部需修理时, 对 T301 系统进行隔离及工艺处理的步骤是什么?	(71)
3. 聚丙烯装置 T303 是什么形式的塔? 名称是什么? 有什么作用?	(71)
4. 聚丙烯装置 T702、T703 及 T704 为何种形式的塔? 其构造、分子筛脱水原理是什么?	(72)
5. 聚丙烯装置 T701 为何种形式的塔? 采用何种 填料? 该填料有何特点?	(72)
九、气体综合利用装置中的塔设备	(73)
1. MTBE 装置甲醇回收塔有板式塔和填料塔, 二者有何异同?	(73)
2. MTBE 装置萃取塔的顶部扩大段起什么作用?	(73)
3. MTBE 装置萃取塔和蒸馏塔的结构及分离 原理有何异同?	(74)
4. 气分装置丙烯精馏塔的特点和发展趋势是什么?	(74)
5. 氢氟酸烷基化装置中, 主分馏塔塔盘采用 什么形式和材质? 有什么特点?	(75)

十、合成氨及尿素装置中的塔设备	(76)
1. 合成装置 15C4 塔底内部结构有什么特点? 这样设计的目的是什么?	(76)
2. 合成装置 13C1 塔为什么上粗下细?	(76)
3. 塔用填料有几种? 合成氨净化工段甲醇水分离塔(4115C5) 的填料形式是什么?	(76)
4. 请在合成装置中各举一例说明堰塔板与无溢流堰 塔板各有什么特点?	(76)
5. 合成氨净化工段硫化氢浓缩塔(4115C3)设备检修 交出的特点是什么?	(77)
6. 合成装置酸性气体如何在 4115C1 塔内得到净化?	(77)
7. 夏天骤降大雨时, 合成装置甲醇再生塔(4115C4) 工况为什么会发生波动?	(77)
8. 空分精馏塔使用规整填料的技术特点是什么?	(78)
9. 设置尿素精馏塔(301 - E)目的是什么?	(78)
10. 尿素装置设置 303 - E 吸收塔的目的是什么? 如何判断其负荷高低?	(78)
11. 尿素解吸塔液泛现象应如何预防?	(78)
12. 尿素汽提塔(201 - C)负荷为什么不能过低?	(79)
十一、其他装置中的塔设备	(80)
1. 污水汽提装置汽提塔、氨精制塔应采用 什么样的材质和塔盘结构形式?	(80)
2. 为什么污水汽提装置汽提塔在经过一段时间的 运行后(比如 1 年左右), 塔效率会降低?	(80)
3. 为什么污水汽提装置汽提塔上半部分塔盘材质 为不锈钢而下半部分为碳钢材质?	(80)
4. 脱硫装置塔及附属设备推荐使用结构材料的标准是什么? ...	(80)
5. PX 二甲苯再蒸馏塔(T401)及二甲苯分馏塔(402) 采用什么塔盘? 这种塔盘有什么特点?	(81)

一、塔设备基础知识

1. 什么是塔？其主要包括哪些部分？

塔是炼油厂的主要工艺设备之一，它是用来完成混合物分离的设备。主要包括以下几个部分：

塔体：包括筒体、端盖（主要是椭圆形封头）及连接法兰。

内件：指塔盘或填料及其支承装置。

支座：支撑塔体的底座，一般为裙式支座，即常说的裙座。

附件：包括人孔、进出料接管、各类仪表接管、液体和气体的分配装置，以及塔外的扶梯、平台、外保温等。

2. 塔按结构可分成几大类？

塔按结构可分为板式塔与填料塔。

板式塔：塔内装有一层层相隔一定距离的塔盘，气体靠压强差推动，由塔底向上依次穿过各塔盘上的液层而流向塔顶；液体则靠重力作用由塔顶逐盘流向塔底，并在各塔盘上形成流动的液层。液、气两相就在塔盘上互相接触，进行热和质的传递。根据塔盘形式的不同，板式塔分为圆泡罩塔、槽型塔盘塔、S型塔盘塔、浮阀塔、喷射塔、筛板塔等。

填料塔：塔内充填着各种形式的填料，液体自上往下流，气体自下往上流，在填料表面上进行接触，完成传质传热过程。填料的形式繁多，常见的有拉西环、鲍尔环、波纹填料、鞍型填料、丝网填料等。

3. 如何选择板式塔与填料塔

塔径较大时宜采用板式塔。板式塔以单位塔板面积计算造价，随塔径增大而减少，塔的造价则与其体积成正比，小直径填料塔(0.8m 以下)一般都比板式塔低。板式塔直径大，其效率可提高，填料塔直径大则液体分布较难均匀，效率会下降。大塔板的检修比填料清理容易。

当所需要传质单元数或理论塔板数比较多而塔很高时，宜采用板式塔。此情况下若采用填料塔则要分成许多段，进行多次液体再分布，否则液体分布不均，液体或气体产生沟流，影响热效率。

若有热量须从塔内移除，宜采用板式塔。因为塔板上更便于安装冷却管。板式塔可适应比较小的液体流量，若此时用填料则更易致填料润湿不足。板式塔适用于处理有悬浮物的液体，填料层则易被悬浮物堵塞。板式塔便于侧线出料。

填料塔适于处理有腐蚀性的物料。塔板若用耐腐的金属材料制造，则造价会高很多。填料塔压力降比较小。真空蒸馏时需控制塔内压力降在很小的数值之下，用填料塔通常能满足要求。填料塔内滞留的液体量比较少，物料在塔内停留的时间短，故对于间歇蒸馏及热敏性物料的蒸馏适合。填料塔适于处理易发泡的液体。

4. 我国常用的板式塔有哪几种类型？近年来开发使用了哪几种形式的塔盘？

我国常用的板式塔有泡罩塔、筛板塔、浮阀塔和舌型塔等类型。近年来，开发使用了斜孔塔盘、导向筛板、网孔塔盘、大孔筛板、浮阀—筛板复合塔盘以及浮动喷射塔板、旋流塔板、旋叶塔板等。

5. 塔盘主要由哪些部分组成？

塔盘主要由下面几部分组成：

(1) 塔板 其上面开有许多孔，安装浮阀、泡罩等，或者直接作为气相通道。介质的传热和传质就在塔板上面进行。

(2) 降液管 上层液体通过降液管流到下层塔盘，是主要的液体通道。

(3) 溢流堰 包括进口堰和出口堰。进口堰主要是为了保持降液管的正常液体高度，保证传质的正常进行。

6. 从塔盘的溢流方式看，塔盘可分为哪几种？

从塔盘的溢流方式看，可分为单溢流式和双溢流式。其中单溢流式又有中间降液和两边降液之分。一般来说，塔径在 $\phi 800 \sim 2400\text{mm}$ 间的可用单溢流塔盘，塔径在 $\phi 2000\text{mm}$ 以上者可用双溢流式塔盘。

7. 一种性能良好的塔盘应具有哪些特点？

(1) 分馏效率高；

(2) 生产能力大，即允许的气、液相负荷都较高；

(3) 操作稳定，“弹性”好，即在塔内气、液相负荷产生较大变化时，仍能保证较高的分馏效率；

(4) 压降小；

(5) 结构简单，安装检修方便。

8. 塔板的种类大体有哪些？

泡罩塔板、浮阀塔板、筛孔塔板、舌形塔板、网孔塔板、垂直筛板、多降液管塔板、林德塔板、无溢流塔板等。

9. 什么是筛板塔盘？

筛板塔盘是在塔盘板上钻许多小孔，工作时流体从上层

塔盘经降液管流下，横向流过塔盘通过本层塔盘降液管进入下一层塔盘；气体则自下而上穿过筛孔，分散成气泡，穿过筛板上的液层，在此过程中进行相际间传质、传热。由于气体具有一定的压力和流速，对流体有“支撑”作用，故一般情况下流体不会从筛孔中漏下。

10. 筛板塔盘有什么优缺点？

优点：结构简单，制造维护方便；生产能力大，比泡罩塔盘高 20% ~ 30%；压降小；比泡罩塔盘效率高，但不及浮阀塔盘；操作弹性较高，但不及泡罩塔盘。

缺点：小孔径筛孔易堵塞，故不宜处理脏、粘性大及带固体颗粒的料液。

11. 什么是舌形塔盘？

舌形塔盘是在塔肋板上冲制许多舌形孔，舌片翘起与水平夹角 20°。工作时，流体在塔盘上的流动方向与舌孔的倾斜方向一致，气体从舌孔中喷射而出，由于气、液两相并液流动，故雾沫夹带少，当舌孔气速达到一定数值时，将塔盘上的流体喷射成滴状，从而加大了气、液接触面积。

12. 舌形塔盘有什么优缺点？

舌形塔盘与泡罩塔盘相比具有塔盘上液层薄，持液量少，压力降小(约为泡罩的 33% ~ 50%)，生产能力大，结构简单，可节约金属用量 12% ~ 45%，制造、安装、维修方便等优点。但因舌孔开度是固定的，在低负荷下操作易产生漏液现象，故其操作弹性较小，塔盘效率较低，因而使用受到一定限制。

13. 什么是泡罩塔盘？

泡罩塔盘是工业上应用最早的一种塔盘。是在塔盘板上

开许多圆孔，每个圆孔上焊接一个短管，称为升气管，管上再罩一个“帽子”，称为泡罩，泡罩周围开有许多条形孔。工作时，液体由上层塔盘经降液管流入下层塔盘，然后横向渡过塔盘板，流入再下一层塔盘；气体从下层塔盘上升进入升气管，通过环形通道再经泡罩的条形孔流散到泡罩间的液层中。

14. 泡罩塔盘有什么优缺点？

优点：气液两相接触充分，传质面积大，塔盘效率高；操作弹性大，在负荷变化范围较大时，仍能保持较高的效率；具有较高的生产能力，适用于大型生产；不易堵塞，介质适应范围广，操作稳定可靠。

缺点：结构复杂、造价高，安装维护麻烦；气相压降大。

15. 什么是浮阀塔盘？

浮阀塔是泡罩塔、筛板塔、喷射塔和筛板塔结合的产物，利用气液相在雾滴中增大传质效果，提高效率的原理而工作的。主要构件有平面塔板、降液管和浮阀。一种浮阀是带有三个爪的结构；另一种没有爪的，只有一阀片靠焊接在塔板上的导向架固定在塔板的相应位置，阀片可以在导向内自由升架。在浮阀塔板上开有许多圆孔，每一孔上都装有一个带三条腿的阀片。在没有上升蒸汽时，浮阀闭合于塔板上，这时浮阀开度仅有 2mm 左右，当有上升蒸汽量，浮阀受气流冲动而开启，开启的程度由蒸汽速度大小而定，气速降低，阀片在重力作用下自动关闭。上升的蒸汽穿过低阀孔在浮阀片的作用下，向水平方向分散穿过液体层鼓泡而出（达到了传质和传热的效果）。具有操作弹性大、鼓泡性能良好等特点。