

石油化工设备设计参考资料

化工、炼油设备部分技术革新成果选编

化工炼油设备技术革新成果调查组

上海化学工业设计院石油化工设备设计建设组

一 塔 器

1. 斜孔板塔

- (1) 北京石油化工总厂东方红炼油厂催化裂化车间脱戊烷塔
- (2) 兰州化学工业公司兰州合成橡胶厂苯乙烯车间乙苯——
苯乙烯斜孔板精馏塔

2. 浮阀——筛孔复合塔

抚顺石油二厂常压塔

3. 双孔径筛板塔

- (1) 石家庄化肥厂双孔径穿流筛板铜洗塔
- (2) 安徽省凤台化肥厂双孔径穿流筛板铜洗塔
- (3) 四川化工厂双孔径非均匀开孔穿流筛板铜洗塔
- (4) 南京化学工业公司氮肥厂3号水洗塔。

4. 大孔径筛板塔

- (1) 长寿化工厂氯丁二烯精馏塔
- (2) 青岛化工厂氯丁二烯精馏塔

5. 穿流筛板塔

- (1) 长寿化工厂氯丁车间二甲苯——乙烯基乙炔穿流筛板吸
收塔
- (2) 北京制药二厂4-甲基吡啶分馏塔

6. 导向筛板塔

北京化工学院与北京石油化工总厂向阳化工厂进行导向
筛板塔热模试验的情况

7. 多降液管筛板塔

浙江化工学院与浙江良渚化肥厂将多降液管筛板塔用于
水洗塔操作试验的情况

8. 旋流板塔

- (1) 浙江衢州化工厂合成氨分厂氨回收塔

(2) 浙江良渚化肥厂热水饱和塔

9. 浮板塔

清华大学化工系浮板塔冷模试验情况

10. 金属丝网波纹填料塔

(1) 天津市第一石油化工厂彩色油墨溶剂油分馏塔

(2) 东北制药总厂氯霉素车间异丙醇-苯-水共沸精馏塔

(3) 上海试剂一厂无水酒精精馏塔

11. 聚丙烯鲍尔环填料塔

四川化工厂合成氨车间氨洗塔

12. 喷雾塔

内蒙古察素旗空塔喷淋脱硫

三. 过滤设备及离心机

1. 自动压滤机

(1) 上海染化五厂试用无锡化工机械厂制造的15〔米²〕自动板框压滤机情况

(2) 上海染化五厂试用上海化工机械厂制造的15〔米²〕自动板框压滤机情况

(3) XMZ 60-1000/30自动厢式压滤机在上海冶炼厂生产试用情况

2. 叶片过滤机

(1) 上海化工研究院第一试验厂生产使用快开式水平叶片加压过滤机的情况

(2) 密闭式圆盘叶片过滤机在呼和浩特糖厂生产使用情况

(3) 上海染料化工一厂试用加压圆盘连续过滤机过滤精制酞青蓝

3. 管式过滤器

(1) 天津碱厂使用刚玉微孔管过滤器过滤含碳钙泥

(2) 青岛市东风化工厂使用微孔烧结聚氯乙烯管过滤器过滤活性炭水悬浮液

(3) 上海跃龙化工厂使用加压管板叶片干出渣过滤器过滤氢

氧化铈

(4) 抚顺石油二厂立管式油腊分离器

4. 转鼓真空过滤机结构改进

兰州炼油厂对转鼓真空过滤机结构的改造

5. 三足式下卸料离心机

(1) 北京制药厂用三足式下卸料离心机分离对氨基水杨酸

(2) 上海制药四厂使用 SX-800 型三足式下卸料离心机生产氯霉素

(3) 上海大华化工厂使用 SX-800 型三足式下卸料离心机分离硝化棉

6. 锥兰离心机

(1) 广州氮肥厂使用工农兵 I 型锥兰离心机分离碳酸氢铵

(2) 广州南海糖厂对 ZhZ-1000 锥兰离心机的改造

(3) 江苏扬中化肥厂使用 WZ-500 卧式锥兰离心机分离碳酸氢铵

(4) 北京化工学院研制成功卧式颠动锥兰离心机

7. 螺旋卸料离心机

(1) 天津赤卫化工厂试制立式螺旋卸料离心机用于钛白粉生产

三 其 它

1. 氟塑料列管换热器

1) 锦西化工厂研制氟塑料换热器用于硫酸冷却

2) 郑州工学院研制氟塑料换热器情况

3) 南京化学工业公司机修安装厂研制氟塑料换热器情况

2. 导热聚氯乙烯冷却器

吉林染料厂用导热聚氯乙烯冷却器冷却硫酸

3. 玻璃列管换热器

吉林化学工业公司电石厂用玻璃管换热器冷却氯气

4. 薄膜干燥器

太原化肥厂中变催化剂薄膜干燥器

5. 圆盘式红外线干燥器
太原化肥厂中变催化剂圆盘式红外线干燥器
6. 喷雾流化干燥器
南京油脂化工厂二氧化钛干燥器
7. 喷雾沸腾造粒干燥
山东新华制药厂丙二酸钠沸腾造粒干燥器
8. 膏状物料沸腾干燥器
上海氧化铁厂氧化铁红干燥器
9. 卧式多室沸腾干燥器
上海燎原化工厂聚氯乙烯树脂干燥器
10. 自然降膜蒸发器
北京石油化工总厂向阳化工厂用自然降膜蒸发器代替薄膜蒸发器
11. 塔式沥青氧化器
兰州炼油厂沥青车间应用氧化塔代替氧化釜实现“一塔代十釜，生产连续化”。
12. 不锈钢釜体工频感应内加热器
兰州化学工业公司合成橡胶厂聚苯乙烯聚合塔采用工频感应内加热器
13. 空气搅拌高位发酵缶
14. 湿式空气冷却器
抚顺石油二厂试用湿式空气冷却器情况
15. 自动翻板沸腾床
青岛红旗化工厂苯二甲酸钾歧化反应自动翻板沸腾床
16. 弹簧输送加料器
天津市津东塑料厂以弹簧输送代替人工推料
17. 真空过滤自动倒料罐
天津市赤卫化工厂的自动倒料罐
18. 真空混料及输送
青岛市红星化工厂使用真空混料及输送情况

19. 合成甲醇水冷分离器

兰州化学工业公司化肥厂使用合成甲醇水冷分离器情况

20. 波纹斜板隔油池

抚顺石油二厂波纹斜板隔油池

21. 聚酯玻璃钢逆流机力圆形点波冷却塔

上海向阳化工厂双凸头小点波再生填料卷状排列圆形冷却塔使用简介

部分化工炼油设备技术革新成果选编

前 言

在伟大的无产阶级文化大革命胜利的鼓舞下，在党的总路线的光辉照耀下，我国石油化工战线上的工人阶级以阶级斗争为纲，以“鞍钢宪法”为指针，开展了轰轰烈烈的群众性的技术革新和技术革命运动，开创或成功地运用了许多新型设备，对许多旧设备进行了挖潜改造，使我国的石油化工技术水平大踏步向前迈进，促进了生产大幅度地增长，劳动生产率大幅度地提高，生产成本不断降低，劳动条件不断改善，为我国社会主义革命和社会主义建设做出了应有的贡献。

1975年12月至1976年2月间，根据石油化工设备设计业务建设工作会议的安排，组织了20多个单位的人员，对全国16个省、市，185个单位的大、中、小型化工、炼油装置的设备技术革新成果进行了调查，今将这次调查了解到的部分革新成果整理汇编如下，以便为有关工厂进一步开展技术革新和技术革命运动，进行设备的挖潜改造提供参考线索。由于调查的面还不够广，也不够深入，而且由于调查人员的水平所限，故还远不能反映国内的全面情况。选编材料中大部分是在生产实践中已经取得成效的；也有一部分是使用得还不十分广泛或生产考验时间不长的，有的则还处于试验阶段，但具有一定的参考价值，或有一些启发意义，也收集进来了。

一 塔 器

1. 斜 孔 板 塔

斜孔板塔是清华大学塔板科研组在分析了目前应用较多的几种塔板的流体流动情况之后，设计研制成功的。大家知道，在筛板塔中气体通过筛孔垂直向上运动，把液滴喷得很高；在浮阀塔中气流从阀片下喷出之后，阀与阀之间的气流互相对喷，使液滴飞溅得很高。所以，凡是气体垂直向上喷射或是互相对喷，都会造成较高的雾沫夹带，不利于生产能力的提高，而气体水平喷出则有利于消除雾沫夹带，提高生产能力。可是，一般常用的气流水平喷出的塔板（如舌形、浮舌、

浮动喷射塔等)，由于气液并流气体均朝一个方向喷射，使得流过板面的液体不断被加速，很快就被带过塔板，气液接触不充分；被分散的液滴从塔板上飞驰而过，不易重新汇聚及再行分散，造成“干吹”现象，或气体接触的是一些“老化”的液滴，这样就使得传质效果差，塔板效率较低；由于气体向一个方向喷射；在高速下容易形成“三角形喷射”，在靠溢流管一侧的塔板上液体喷得很高，塔内空间利用不好，不能降低塔板间距。

根据以上分析，他们设计了斜孔塔板，结构如图1-1.1所示。塔板上气体从斜孔水平喷出，液流方向与气体喷出方向成垂直，同一排斜孔的孔口方向相同，相邻二排斜孔方向相反，交错排列，使气流不致对喷又互相牵制，消除气体的不断加速现象，也避免了“三角形喷射”，使气液接触良好，液层低而均匀，既有高的生产能力，又有好的塔板效率。

实验室试验和工业生产实践都说明了这种设想的正确性。这种塔板具有以下一些特点：

(1) 生产能力高，气体负荷上限比浮阀塔约大30~40%，比浮喷塔约大40%，比泡罩塔约大65%；

(2) 分离效率高，平均板效率可稍高于浮阀塔；

(3) 塔板阻力小，干板压降比浮阀塔板约低40%，单板阻力一般在2~2.5〔毫米汞柱〕；

(4) 结构简单可靠，用材节省。比浮阀塔板可省钢材30~40%，同时无活动部件制作安装方便；

(5) 操作范围即弹性上下限一般在2.5~3，比浮阀塔板低，高于筛板，完全能满足精馏操作的要求；

(6) 操作比较灵敏。

斜孔板塔的生产使用情况

(1) 北京石油化工总厂东方红炼油厂催化裂化车间脱戊烷塔

① 使用日期：1973年8月。

② 物料名称：

塔顶产品 丁烯-2 塔底产品 戊烷

③ 工艺参数:

塔顶塔底温度差 $25\sim 30^{\circ}\text{C}$ 回流比 $R=2.5$

设计处理量 8 (吨/小时)

设计最小处理量 3 (吨/小时)

④ 结构尺寸:

塔径 1 (米)

塔板间距 450 (毫米)

塔板厚 2 (毫米) (碳钢)

精馏段 27 块斜孔单溢流塔板, 溢流堰长 650 (毫米), 溢流管面积 $0.055\text{ (米}^2\text{)}$

提馏段 18 块斜孔多溢流塔板, 溢流堰长 2×850 (毫米), 宽 80 (毫米)

溢流堰高 30 (毫米)

开孔率 $13\sim 14\%$

⑤ 使用效果:

原塔为 45 块浮阀塔板, 设计处理量为 5.7 (吨/小时), 由于此塔不能满足需要已于 1972 年停用, 改用另一直径为 1.4 (米) 的浮阀塔, 处理量为 5.5~6.5 (吨/小时)。改造后的塔经生产测定最小处理量 $2\sim 2.4$ (吨/小时), 最大处理量 9.12 (吨/小时), 都能进行正常生产, 产品质量、收率完全符合工艺要求, 证明此塔与上面所介绍斜孔板塔的特点是一致的。

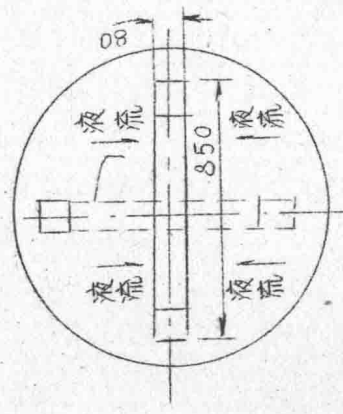
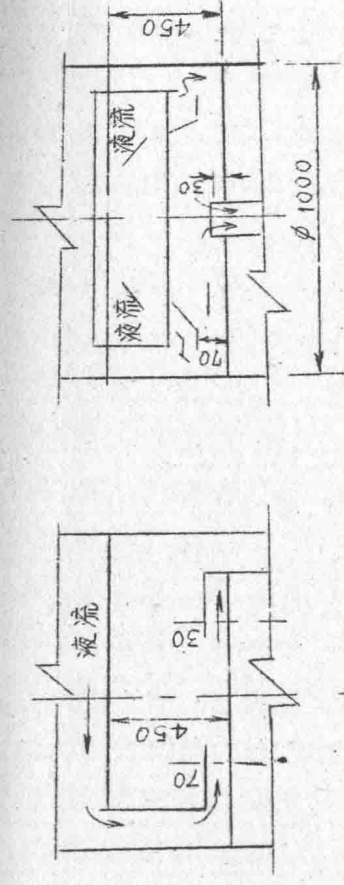
⑥ 改进方向:

此处采用的塔板厚为 2 (毫米), 易挠曲变形, 今后宜采用 2.5~3 (毫米) 厚的钢板作塔板。

制造模具尚需改革, 以保证塔板冲孔均匀, 开孔率符合设计要求。

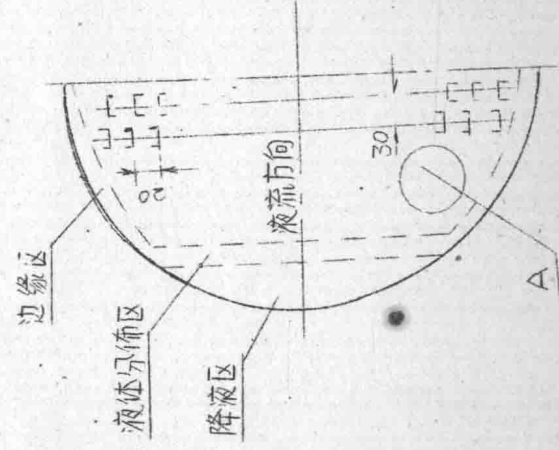
⑦ 参考资料: 北京东方红炼油厂、清华大学; 斜孔塔板工业试验初步总结。

⑧ 附图: 《化学工程》1975.4.22 页。

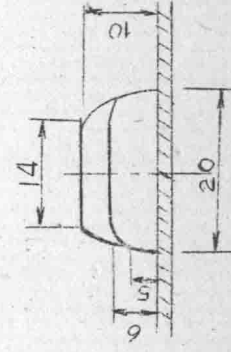


精馏段：单溢流

提馏段：双溢流



C向视图



塔板布置

A部放大
1:1

B-B剖面

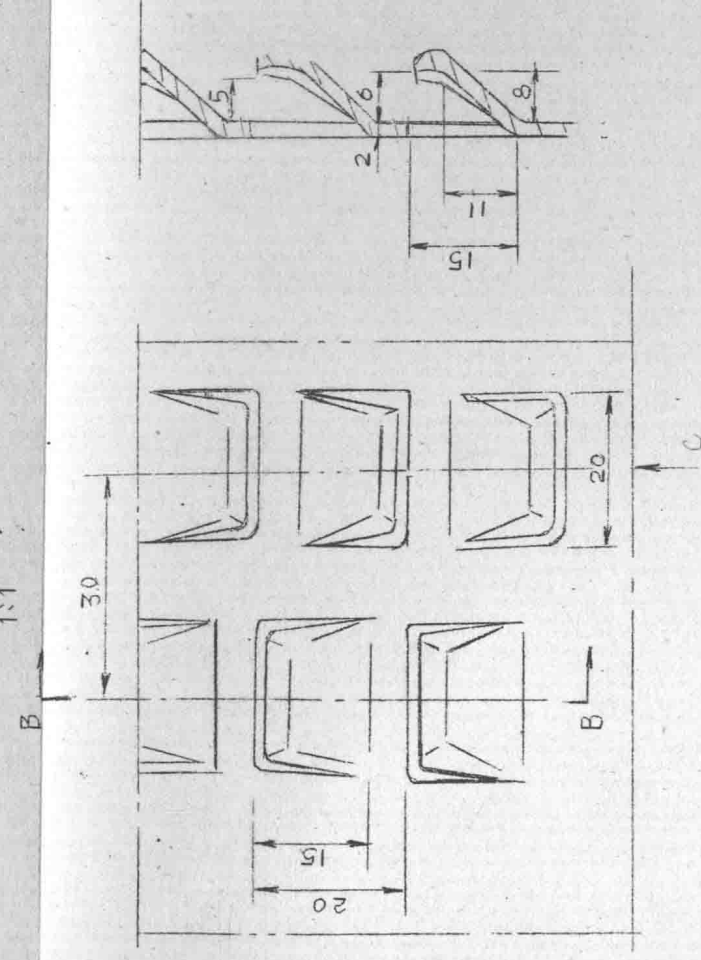


图 1-1 东方红炼油厂脱戊烷塔塔板示意图

(2) 兰州化学工业公司兰州合成橡胶厂苯乙烯车间乙苯-苯乙烯斜孔板精馏塔

① 使用日期：1975年9月

② 物料名称：乙苯、苯乙烯

③ 工艺参数：

操作压力 塔顶 610〔毫米汞柱〕(真空度)

塔底 530〔毫米汞柱〕(真空度)

操作温度 塔底 103℃

进料量 5000〔公斤/小时〕

进料组成 苯乙烯 41%

出料组成 塔顶 苯乙烯 99.8%

塔底 苯乙烯 0.3%

加料位置 第47块塔板

回流比 4.2

④ 结构尺寸：

精馏段

提馏段

塔径,〔毫米〕 3000

2000

塔高,〔毫米〕 15483

21235

塔板数,块 29

46

塔板间距,〔毫米〕 450

400

溢流堰高,〔毫米〕 30

25

溢流堰长,〔毫米〕 1950

1230

溢流管面积, % 6.8

9

溢流管底隙,〔毫米〕 30

25

单孔面积,〔毫米²〕 $20 \times 5 + 9 \times 5 = 145$

$20 \times 5 + 9 \times 5 = 145$

孔数,个 7700

3200

开孔率, % 15.9

14.7

⑤ 使用效果

乙苯-苯乙烯精馏, 操作设备原为直径2000〔毫米〕的泡罩塔板, 双塔串连操作, 加料量仅达2500~3000〔公斤/小时〕, 1966年曾改为浮动喷射塔板, 生产能力有所提高, 但仍满足不了要求,

1974年8月又改为斜孔塔板，加料量提高到4500~5000〔公斤/小时〕，几乎提高了一倍，但仍为双塔操作，生产实践证明斜孔板塔阻力较低，故1975年9月又将双塔操作改造为单塔操作，使流程大为简化，降低了动力消耗，也充分证实了斜孔板塔的生产能力大，效率高，阻力小等特点。

⑥ 参考资料：

兰州合成橡胶厂、清华大学：乙苯—苯乙烯精馏塔采用斜孔塔生产试验总结。《化学工程》1975.4.26页。

2 浮阀—筛孔复合塔

这是一种提高浮阀塔生产能力，减低浮阀塔板压降的简易而又有效的措施。在原有浮阀塔板上，多开若干筛孔即构成此种浮阀—筛孔塔板。这种塔板在气体负荷较低的情况下，气体通过筛孔鼓泡上升，有类似筛孔塔的流程力学状态。随着气体负荷增大，浮阀打开，气体通过筛孔和浮阀同时进行鼓泡通过液层，因此，塔板兼具了筛板塔和浮阀塔的优越性能。

抚顺石油二厂浮阀—筛孔复合常压塔：

(1) 使用日期：1971年至现在。

(2) 物料名称及特点：原料用大庆原油，产品为汽油，煤油，柴油。

(3) 工艺参数：

压力：塔顶0.54〔公斤/厘米²〕；

进料段0.86〔公斤/厘米²〕；

温度：塔顶：100℃；一线157℃；二线265℃；三线：336℃；

进料段370℃；塔底吹气460℃；

回流：塔顶：入口温度60℃；流量51800〔公斤/时〕；

中段：出塔温度240℃；入塔温度85℃；

流量：37500〔公斤/时〕；

蒸侧：入塔温度135℃；流量：9780〔公斤/时〕；

三线：入塔温度240℃；流量：15300〔公斤/时〕；

吹气量：1.5〔吨/时〕。

(4) 结构尺寸:

塔径: 2800〔毫米〕; 塔高: 30900〔毫米〕;

塔板数: 36块(其中精馏段32块, 提馏段4块)。

1~14层为浮阀塔板(V-1型), 开孔率13.5%, 板间距为700〔毫米〕。

15~17层为浮阀-筛孔(有二种孔径)复合塔板, 筛孔孔径为1.5〔毫米〕及8〔毫米〕, 总开孔率17.8%, 溢流堰为折流形(包括24, 25层), 堰高30〔毫米〕。

18~32层为浮阀-筛孔复合塔板, 筛孔孔径为1.5〔毫米〕, 总开孔率17.8%, 板间距750〔毫米〕。

33~36层为原来的槽形泡帽塔板, 板间距600/500〔毫米〕。

(5) 改革前后情况及使用效果:

抚顺石油二厂北蒸馏常压塔是1971年进行改造的。改造前塔径为2800〔毫米〕, 塔高30900〔毫米〕, 塔板数40块(精馏段34块, 提馏段6块), 塔板型式为槽型泡帽, 板间距600〔毫米〕, 降液管面积占塔截面7.4%。

改造是在塔径和塔高不变基础上对全塔内部结构作如下改革:

① 压缩塔顶, 塔底空间, 尽量安排塔板。

② 根据负荷大小及产品要求布置塔板及板间距。塔上部气体负荷不大, 但要求分馏效率高, 故1~14层采用浮阀塔板, 板间距700〔毫米〕。塔中下部负荷很大, 在15~32层采用浮阀-筛孔复合塔板, 尤其是15~17层负荷更大, 因此采用浮阀-筛孔(双孔径)复合塔, 并把溢流堰由弓形改为折流形, 溢流堰高由50〔毫米〕改为30〔毫米〕, 以防止冲塔现象, 其板间距为750〔毫米〕。塔底, 提馏段仍用4块槽形塔板, 板间距600/500〔毫米〕。

③ 其他在工艺上采取增加三线回流, 开蒸侧进常压塔中段, 并增设三层破沫网等措施。

使用效果:

应用改革后的浮阀-筛孔复合塔, 经过四年生产实践考验及多次标定, 核算表明原油加工能力由原来的73.4万〔吨/年〕, 可以提

高到200万〔吨/年〕，即生产能力提高近两倍，而产品质量全部合格。

经过冷模试验，及与浮阀塔板比较结果表明：浮阀-筛孔复合塔具有处理能力大，比浮阀塔大30%；压降小，比浮阀塔小30~40%；板效与浮阀塔板相近；操作弹性为2~3左右，比浮阀塔板小些。所以浮阀-筛孔复合塔具有浮阀，筛孔两塔板优点，在一定程度上克服了各自缺点，是提高蒸馏塔的处理能力行之有效的新型塔板。

(6) 改进方向：

对浮阀-筛孔复合塔板的结构，设计方法等有关方面有待进一步研究。

(7) 参考资料：

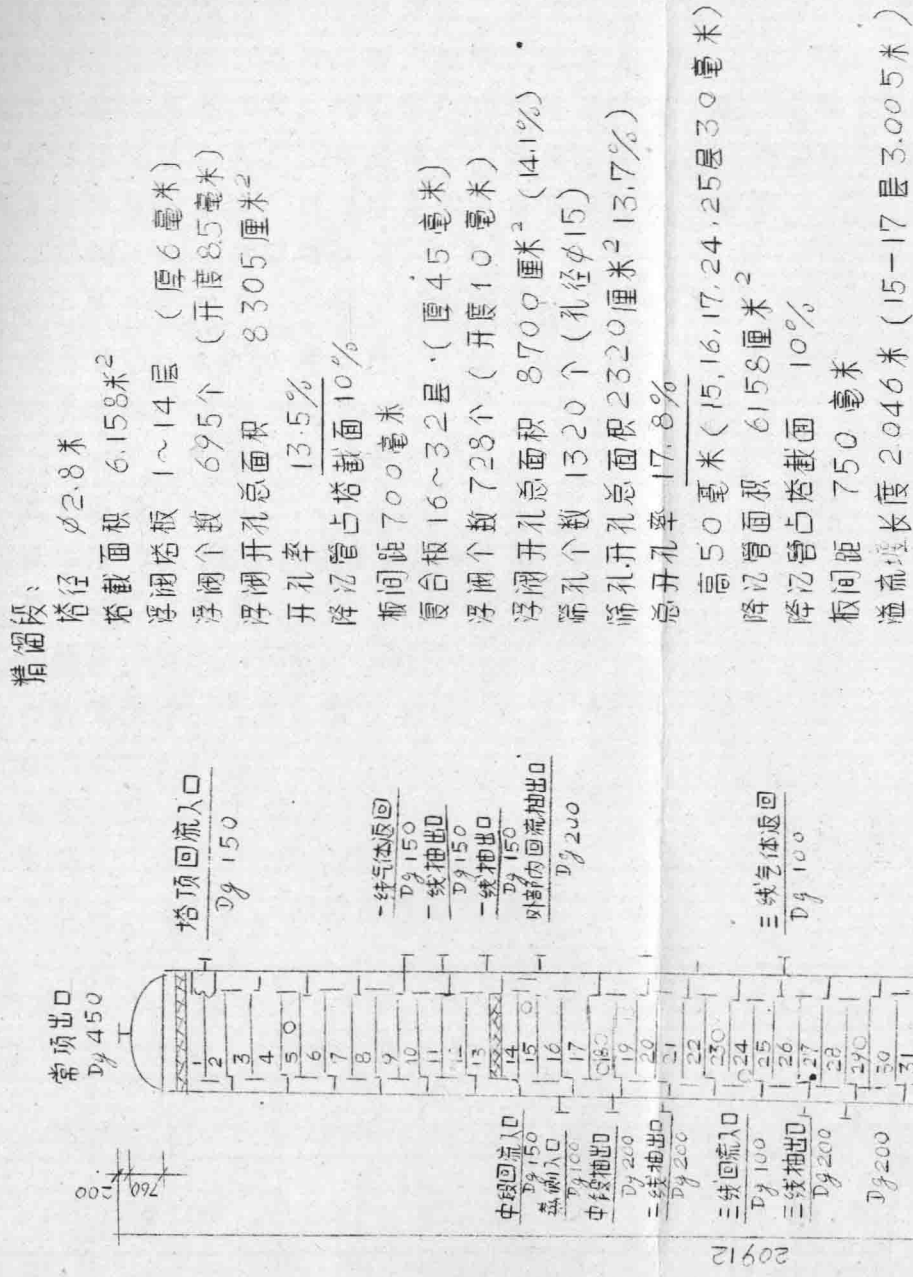
① 石油炼制，1974年第3期。

② 抚顺石油二厂：《1968年-1973年技术革新成果汇编》。

(8) 附图：

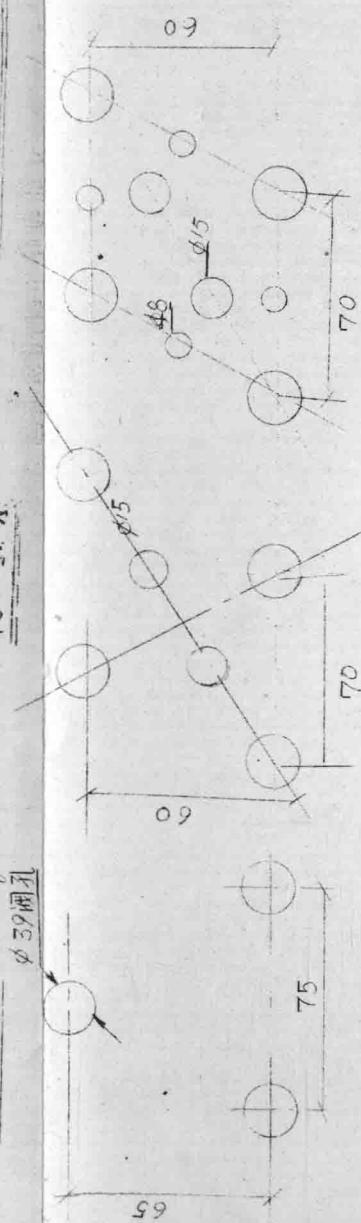
1-2.1 抚顺石油二厂常压塔简图

常压塔的技术数据如下:



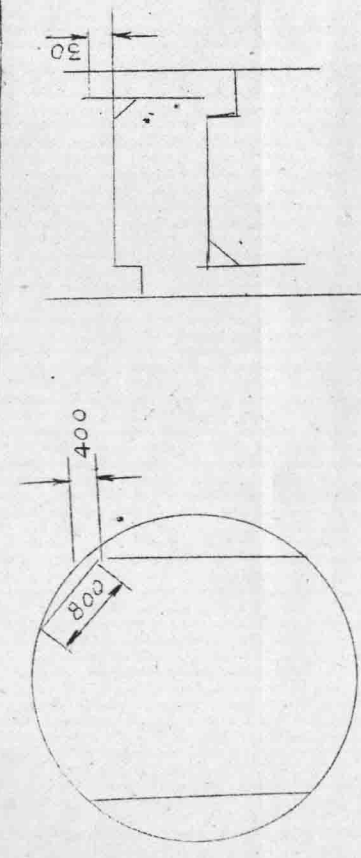
15-17层(73年改革)

18-36层



15-17层降液管改动情况

15-17.24.25层溢流堰改动情况



-1-2.2 15-17层降液管改动情况图

3. 双孔径筛板塔

双孔径筛板塔是在筛板上有规则的均匀开有二种直径的筛孔，它较单孔径筛板有较大的操作范围和弹性。其操作原理与普通筛板相同。这类塔接气、液负荷大小可采用有溢流或无溢流（即穿流式）两种型式，以穿流式结构最为简单。为了使塔内气液分布更合理，非均匀开孔的双孔径筛板塔已在生产上开始使用。除此以外，在水洗操作中还使用了双孔径筛板淋降塔，以适应液体负荷量大的操作需要。

双孔径筛板塔的生产使用情况

(1) 石家庄化肥厂双孔径穿流筛板铜洗塔

① 使用日期：1971年5月

② 物料名称：液相—铜氨液

气相—合成氨原料气

③ 工艺参数：

操作压力：125〔公斤/厘米²〕

操作温度：常温

气体量：32500〔米³/时〕

液体喷射量：55〔米³/时〕

④ 结构尺寸：

塔径：700〔毫米〕

塔高：18〔米〕

塔板数：36块，筛板参数见下表：

筛板序号 (由上而下)	孔 径 (毫米)	孔间距 (毫米)	大小孔截 面 积 比	板间距 (毫米)	开孔率%
1	Φ12	14	—	440	60.4
2—3	Φ10	11	—	360 500	54.6
4—32	Φ9 Φ5.5	22 10	2.24	362	42.4
33—36	原双孔板 加大开孔率	不规则	—	362	>61.0

⑤ 设备特点:

该塔为穿流式双孔径筛板塔, 共36块塔板, 塔顶三层单孔径板主要起分布铜液的作用, 下四块单孔板主要起到在高液位吸收时, 防止铜液搅混回流, 以增强铜液的吸收能力。同时高液层的鼓泡(液层1200~1400〔毫米〕), 使塔后 CO_2 低于40P.P.M. 中间29层双孔径板是净制气体的主要部份。

⑥ 改革前后情况及使用效果

此塔原为填料塔, ($\phi 50 \times 50 \times 1.5$ 钢环), 1971年改为双孔径筛板塔, 改进后气量提高, 由原21000〔米³/时〕提高到32000~33000〔米³/时〕, 无带液现象, 运行情况良好。

⑦ 材料: A₃

⑧ 附图:

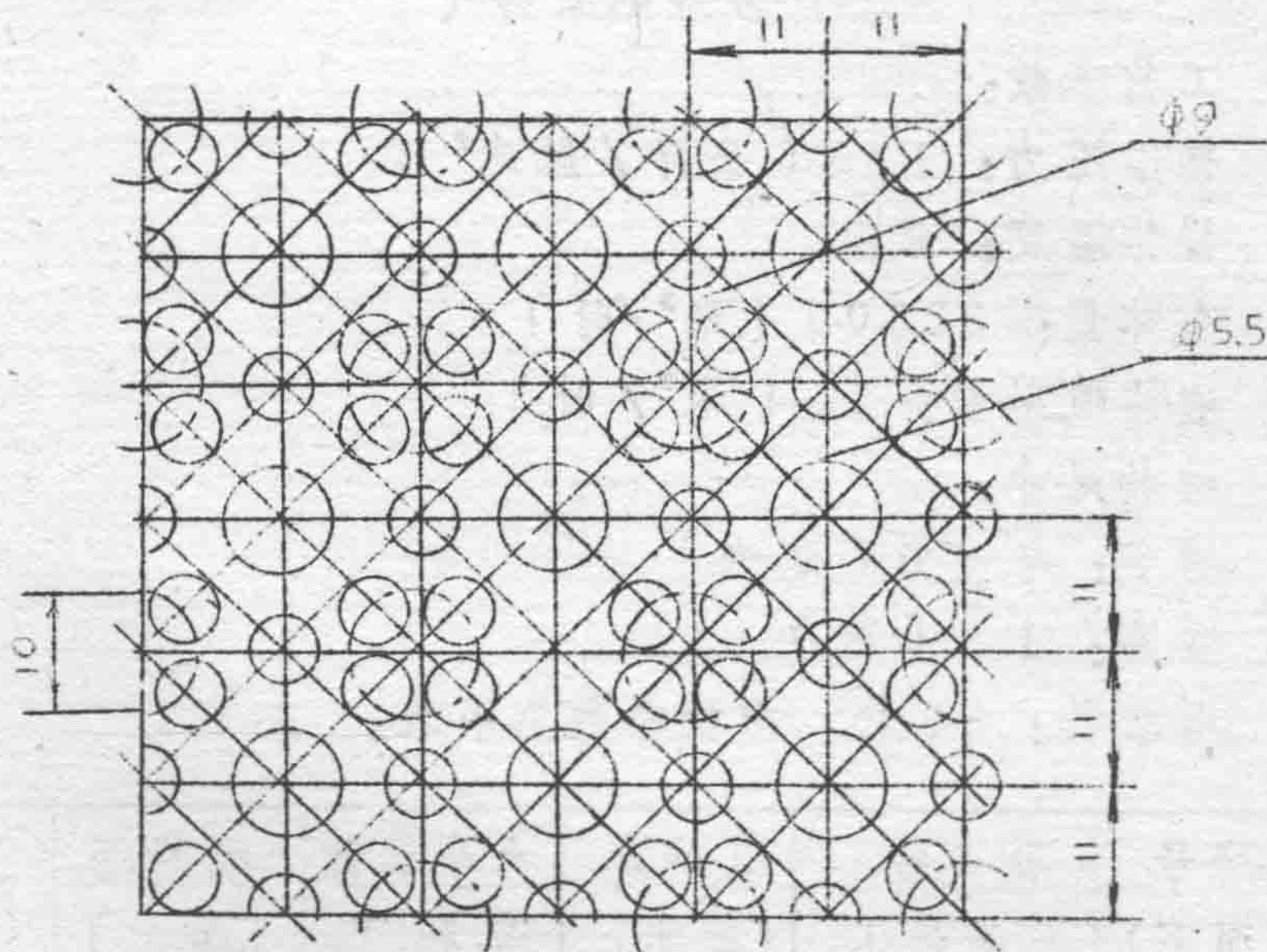


图 1-3-1 石家庄化肥厂筛板铜洗塔筛孔布置图

(2) 安徽省风台化肥厂双孔径穿流筛板铜洗塔

① 使用日期: 1975年11月

② 物料: 液相: 醋酸铜氨液