

引用格式:舒亚胜,杨硕,李群生,等. SCA 型高效规整填料的开发及其性能研究[J]. 北京化工大学学报(自然科学版), 2019,46(1):1-8.

SHU YaSheng, YANG Shuo, LI QunSheng, et al. The development and performance of high efficiency SCA type structured packing[J]. Journal of Beijing University of Chemical Technology (Natural Science), 2019,46(1):1-8.

SCA 型高效规整填料的开发及其性能研究

舒亚胜¹ 杨 硕¹ 李群生^{1*} 石 殷² 高 鹰¹ 田 馨¹ 郭鑫宇¹ 尹建平³

(1. 北京化工大学 化学工程学院 化工资源有效利用国家重点实验室, 北京 100029;

2. 山东省高青县经信局, 淄博 256300; 3. 新疆天业(集团)有限公司, 石河子 832000)

摘 要: 研究开发了一种新型金属网波纹填料—直线与弧线交替(SCA)型规整填料,该填料为独特的弧线与直线交替式结构,兼具了直线、弧线型等多种典型填料的优点。在透明的树脂玻璃塔内进行冷态模型实验,通过将 700、800、1000 m²/m³ 的 3 种大比表面积的 SCA 型填料与传统填料进行比较,研究其流体力学性能与传质性能。实验对比结果显示:在相同操作条件下,SCA700 型填料的干塔压降仅为传统 CY 型填料的 67.8%,平均降低了 32.2%;湿塔压降仅为传统 CY 型填料的 65%,平均降低了 35%;液泛气速平均高出 20%,等板高度值平均减小了近 24%。上述结果表明,SCA 型填料兼顾了填料的传质性能与流体力学性能,在减小压降、增大操作弹性与传质效率方面均有显著进步。

关键词: SCA 型填料; 弧线与直线交替; 传质性能; 湿塔压降; 操作弹性

中图分类号: TQ053 **DOI:** 10.13543/j.bhxbzr.2019.01.001

引 言

填料塔是化工和炼油等工业应用中常用的一种重要的传质与分离单元设备,其用途广泛,在精馏、吸收与解吸、萃取、化学交换、洗涤、冷却、混合反应和生化处理等过程中都不可或缺^[1]。相较于板式塔,填料塔具有通量大、压降低、持液量小、传质效率高、节约能耗等优点,具有极大的工业应用潜力^[2]。因此,填料塔的合理设计与新型高效填料及塔内件的开发应用一直是国内外研究的热点^[3]。填料主要分为散堆填料和规整填料。其中,规整填料具备规则的几何结构,通常交错地堆叠在塔内,这样的规整结构限定了气液两相的流动通道,有助于降低由沟流和壁流带来的压降^[4]。更为关键的是规整填料也完美地解决了传统散堆填料通量小的问题,并兼具能耗小、传质效率高的诸多优点^[5],在一些分

离要求高或真空蒸馏及热敏性物料分离的场合受到极大青睐^[2-4]。

经过几十年的不断探索与研究,新型规整填料层出不穷,综合性能也在不断提高^[6-7],如国外公司研发的 Mellapak 系列直线型板波纹填料^[8]、Optiflow 优流填料^[9]、Montz-pak 孔板波纹填料^[10]、Intalox 双重波纹片填料^[11]等,国内大学和科研院所开发的 BH 型折线形填料^[12]、Zupak 组片式断续波纹填料^[13]、Dapak 峰谷搭片式填料^[14]、Unapak 脉冲式填料^[15]、Sinopak 无壁流型填料^[16]等。这些常用填料的设计绝大部分遵循如下过程:先针对填料内气液传质的其中一个缺陷进行分析,再对填料结构进行相应的优化改进,最后在工业生产中应用。但从传统的直线型填料和新开发的多种结构填料来看,压降、通量与传质效率似乎不可兼得^[17]。本文研究开发了一种新开发的高效规整填料—直线与弧线交替(SCA)型填料,其特殊的直线与弧线交替式结构使得它在保持较高通量与较小压降的同时,也具备了很好的传质效果。文中研究了 3 种大比表面积的 SCA 型金属丝网波纹填料的流体力学性能与传质性能,并在相应的实验条件下与传统的 CY700 型填料性能进行比较。

收稿日期: 2018-05-16

基金项目: 国家“973”计划(2013CB733603)

第一作者: 男,1990 年生,硕士生

* 通信联系人

E-mail: liqs@mail.buct.edu.cn

1 实验部分

1.1 SCA 型填料的结构特点

SCA 型填料是一种高效的新型规整填料,其几何结构如图 1、2 所示。

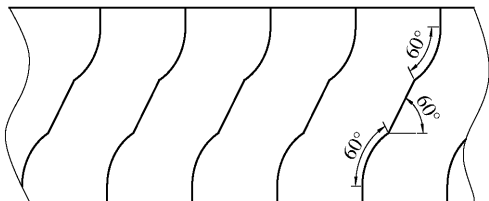


图 1 单片 SCA 型填料结构

Fig. 1 The structure of SCA single packing



图 2 SCA 型填料的实物俯视图

Fig. 2 Vertical view of the SCA packings

不同于传统的规整填料,SCA 型填料结构非常独特:填料上下两端为小段竖直直线,中段为与竖直方向成 30° 的折线,直线之间用与竖直方向相切且圆心角为 60° 的弧线连接,上下弧线凹凸性相反,整个填料呈现直线与弧线交替的特殊构型。

填料的结构特点决定了其流体力学性能与传质性能。SCA 型填料弧线与直线交替式的独特构型使它兼具了多种典型规整填料的优点:填料上下两端各有一段竖直直线且与内弧线相切,这种结构不仅保证了填料层间的气液通道流畅,减小压降,而且还增强了填料的自清洁能力,使填料塔不易堵塞;中段折线与竖直方向夹角为 30° ,与 X 型直线填料相同,使得此填料具备与直线填料类似的液泛气速较高与操作压降较低的优点。传统直线型填料气液流动变化小、层流底层厚,传质效率难以进一步提高。与之相比,SCA 型填料结构优势明显,流体在折线与弧线拐角处流向发生改变,内层层流变薄,湍动效果增强,降低了传质阻力,提高了气液传质速率。类似于脉冲填料,弧线与直线交替排布形成了气液通道缩放的结构,有助于加快液体微团在气液相界面的更

新速率,使得 SCA 型填料具有非常高的传质效率。

表 1 为实验填料的几何特性参数。本文测定了 3 种不同比表面积的 SCA 型填料的流体力学性能与传质效率,并传统的 CY700 型填料的实验值进行比较。

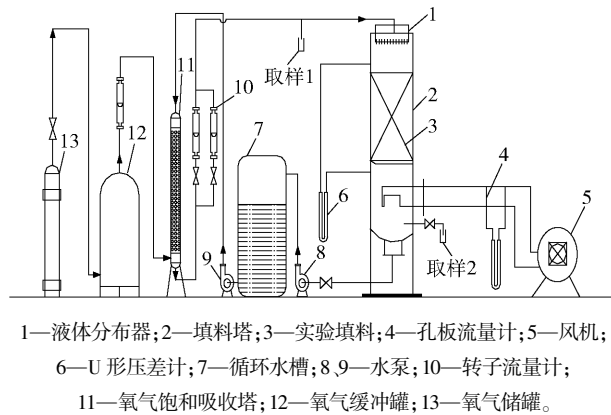
表 1 填料的几何特性参数

Table 1 Characteristic geometric parameters of the structured packings

填料类型	比表面积/ $(\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-3})$	公称直径/mm	空隙率/%
CY700	700	476	92.7
SCA700	700	476	92.7
SCA800	800	476	91.6
SCA1000	1000	476	89.6

1.2 实验装置及测试方法

实验条件为常温常压,以水-空气-氧气作为介质,在内径为 476 mm 的实验塔内装入单层高度为 125 mm 的 8 层填料后进行冷态模型实验。选用盘式液体分布器均布进液,操作装置如图 3 所示。



1—液体分布器;2—填料塔;3—实验填料;4—孔板流量计;5—风机;
6—U 形压差计;7—循环水槽;8、9—水泵;10—转子流量计;
11—氧气饱和和吸收塔;12—氧气缓冲罐;13—氧气储罐。

图 3 实验装置简图

Fig. 3 Schematic diagram of the experiments

实验内容包括填料的流体力学性能测试与传质性能测试两大部分,其中流体力学性能测试分为干塔、湿塔的压降测试与液泛气速的测试。通过富氧水解吸实验测得进、出口水中含氧浓度,再计算出等板高度 (HETP) 值,以此来对填料的传质性能进行描述。采用成都锐新仪器仪表有限公司的 YSI550A 型溶氧仪读取溶氧量。

2 结果与分析

2.1 流体力学性能

2.1.1 干塔压降

在不同进气量的条件下,对 3 种不同比表面积

的 SCA 型填料与传统 CY700 型填料的干塔压降进行测试,并作出不同类型填料的干塔压降随气相动能因子 F 变化的关系曲线,如图 4 所示。

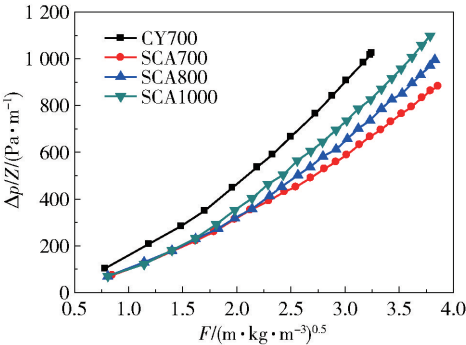


图 4 不同填料的干塔压降与 F 因子关系曲线
Fig. 4 The relationship between dry pressure drop and F factor for different type of packings

从图 4 可以明显看出:不同填料的干塔压降均随着气相动能因子 F 的增大而增大,且曲线的斜率呈增加趋势,说明压降增大得越来越快。在同一 F 值下比较纵坐标的值,可以得出:在低流速下 3 种不同 SCA 型填料的干塔压降都很小,且相差不大,均低于 CY700 型填料的干塔压降,即 $(\Delta p/Z)_{\text{SCA1000}} \approx$

$(\Delta p/Z)_{\text{SCA800}} \approx (\Delta p/Z)_{\text{SCA700}} < (\Delta p/Z)_{\text{CY700}}$;当流速逐渐升高,不同类型与比表面积的填料间的干塔压降差值也逐渐增加,即 $(\Delta p/Z)_{\text{CY700}} > (\Delta p/Z)_{\text{SCA1000}} > (\Delta p/Z)_{\text{SCA800}} > (\Delta p/Z)_{\text{SCA700}}$ 。实验结果表明,对于同种类型的规整填料,比表面积的增加缩小了气液的流动通道,使得流动阻力加大,压降随之上升,且随着流速加大,阻力加速增大,比表面积大的填料压降更大。对比同一比表面积的 SCA700 型与 CY700 型填料的干塔压降,前者的压降约为后者的 67.8%,降低了近 32.2%,SCA 型填料结构的优势得到体现。

2.1.2 湿塔压降

实验测定了 3 种不同比表面积的 SCA 型填料与 CY700 型填料在不同的喷淋密度 L 与进气流速下的湿塔压降,进而得到实验填料的湿塔压降随 F 因子变化趋势,如图 5 所示。

从图 5(a)、(b)、(c)、(d)中可以明显观察到,4 种填料的湿塔压降随 F 因子变化的趋势具有类似规律,即对于同一种填料,固定喷淋密度时,湿板压降随着气相动能因子的增加而不断增大,且增大的趋势越来越明显。这是由于喷淋密度不变时,随着

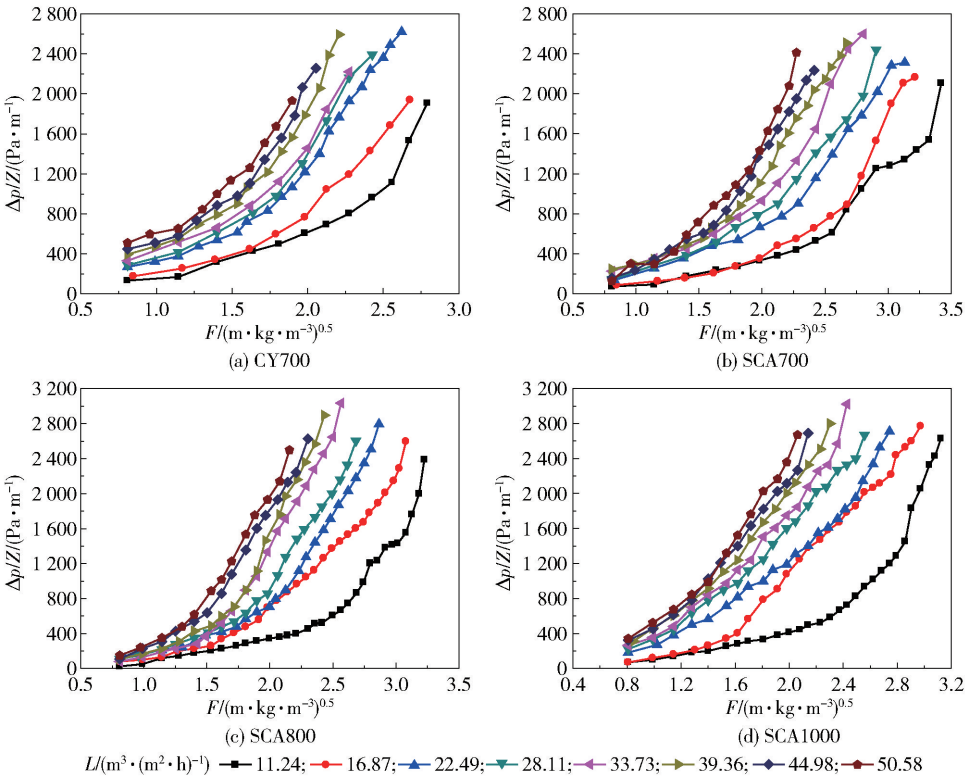


图 5 4 种实验填料的湿塔压降随 F 因子变化趋势
Fig. 5 The relationship between wet pressure drop and F factor for four kinds of experimental packings

气速增加,液体遇到的阻力变大,造成了填料表面液膜变厚,气液通道变窄,导致湿板压降逐渐增大。显而易见同一气相动能因子下,喷淋密度越大,湿板压降也越大。这是由于随着液体流量的增加,填料持液量加大,气体通过填料结构的阻力增加,导致损耗的动能增加,湿板压降增大。SCA 型填料的湿塔压降随 F 因子的变化趋势也符合规整填料压降变化的一般性规律^[18]。

为验证 SCA 型填料良好的流体力学性能,选取喷淋密度 $L = 22.49 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 时其与传统 CY700 型填料的湿塔压降进行比较,如图 6 所示。从图中可以观察得出,在低气速下,SCA700 型与 SCA800 型湿塔压降较为接近,但低于 SCA1000 型与 CY700 型填料的压降;气速逐渐增大,不同填料间的压降差也在逐渐加大,且由大到小顺序为 $(\Delta p/Z)_{\text{CY700}} > (\Delta p/Z)_{\text{SCA1000}} > (\Delta p/Z)_{\text{SCA800}} > (\Delta p/Z)_{\text{SCA700}}$ 。经过计算,SCA700 型填料的湿塔压降仅为传统 CY700 型填料的 65%,平均降低 35%,证明了 SCA 型填料两端的直线结构在减小压降方面具有极大优势。

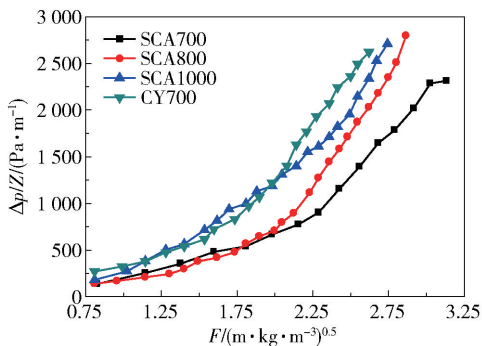


图 6 $L = 22.49 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 时不同填料的湿塔压降比较

Fig. 6 Comparison of the wet pressure drop for different packings at $L = 22.49 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$

2.1.3 液泛气速

液泛气速 u_f 是填料塔设计的一个重要参数,它直接决定了填料塔的操作极限^[1-2]。当出现液泛现象时,液相不能顺利流下而造成淹塔、压降猛增以及传质效率急剧下降^[19]。因此,工业应用中一般以液泛气速来表征填料的操作弹性。实验测得了不同填料的液泛气速进行比较,如图 7 所示。

从图 7 可以看出,4 种填料的液泛气速随喷淋密度变化的趋势是一致的,即随着喷淋密度的增加液泛气速不断减小。这是由于持液量的增加压缩了气体上升的通道,气液流动阻力增加,导致液体下流困难,更容易出现液泛。在同一喷淋密度下,3 种比

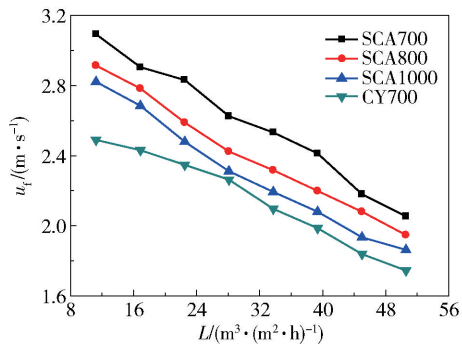


图 7 4 种填料在不同喷淋密度下的液泛气速

Fig. 7 The u_f values of four different packings with different spray densities

表面积的 SCA 型填料均大于传统 CY700 型填料的液泛气速,其中比表面积同为 $700 \text{ m}^2/\text{m}^3$ 的 SCA 型填料的液泛气速与 CY 型填料相比平均高出近 20%,说明 SCA 型填料结构气液流道通畅,不易积液,具有更大的操作弹性。

2.1.4 液泛气速模型参数的拟合

为进一步指导 SCA 型填料的工业应用,采用 Bain-Haugen 液泛气速模型关联式^[20]对 3 种不同比表面积的 SCA 型填料的相关参数进行拟合,关联式为

$$\lg \left[\left(\frac{u_f^2}{g} \right) \left(\frac{a}{\varepsilon^3} \right) \left(\frac{\rho_G}{\rho_L} \right) \mu_L^{0.2} \right] = A + B \left(\frac{L_m}{G_m} \right)^{0.25} \left(\frac{\rho_G}{\rho_L} \right)^{0.125} \quad (1)$$

式(1)中, u_f 为填料的液泛气速, a 为比表面积, ε 为填料层孔隙率, μ_L 为液相黏度, L_m 与 G_m 分别为液体和气体的质量流量, ρ_G 与 ρ_L 分别气体和液体密度, A 、 B 为填料模型参数。实验操作条件一定时,式(1)可简化为式(2)

$$Y = A + BX \quad (2)$$

式中,

$$X = \left(\frac{L_m}{G_m} \right)^{0.25} \left(\frac{\rho_G}{\rho_L} \right)^{0.125} \quad (3)$$

$$Y = \lg \left[\left(\frac{u_f^2}{g} \right) \left(\frac{a}{\varepsilon^3} \right) \left(\frac{\rho_G}{\rho_L} \right) \mu_L^{0.2} \right] \quad (4)$$

通过实验中测得的 3 种比表面积 SCA 型填料的液泛数据,分别计算出对应的 X 、 Y 后,带入式(2)中回归得到 A 、 B 参数的值,结果如表 2 所示。

利用表 2 中不同比表面积 SCA 型填料的液泛气速模型关联式,计算出模型值并与实验值进行比较,结果如表 3 所示。

表 2 SCA 型填料的液泛气速关联式

Table 2 The correlation formulae of flooding gas velocity for SCA type packings

填料类型	关联式	R^2
SCA700	$\lg \left[\left(\frac{u_f^2}{g} \right) \left(\frac{a}{\varepsilon^3} \right) \left(\frac{\rho_G}{\rho_L} \right) \mu_L^{0.2} \right] =$	0.965 6
	$0.048\,67 - 1.405\,35 \left(\frac{L_m}{G_m} \right)^{0.25} \left(\frac{\rho_G}{\rho_L} \right)^{0.125}$	
SCA800	$\lg \left[\left(\frac{u_f^2}{g} \right) \left(\frac{a}{\varepsilon^3} \right) \left(\frac{\rho_G}{\rho_L} \right) \mu_L^{0.2} \right] =$	0.988 3
	$0.073\,4 - 1.405\,84 \left(\frac{L_m}{G_m} \right)^{0.25} \left(\frac{\rho_G}{\rho_L} \right)^{0.125}$	
SCA1000	$\lg \left[\left(\frac{u_f^2}{g} \right) \left(\frac{a}{\varepsilon^3} \right) \left(\frac{\rho_G}{\rho_L} \right) \mu_L^{0.2} \right] =$	0.992 1
	$0.201\,28 - 1.472\,1 \left(\frac{L_m}{G_m} \right)^{0.25} \left(\frac{\rho_G}{\rho_L} \right)^{0.125}$	

表 3 SCA 型填料液泛气速模型计算值与实验值的比较
Table 3 Comparison between experimental and calculated values of flooding gas velocity for SCA type packings

填料类型	喷淋密度 $L/$ ($\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$)	液泛气速 $u_f/(\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$		相对 偏差/%
		实验值	计算值	
SCA700	11.24	3.092	3.182	2.90
	16.87	2.905	2.933	0.97
	22.49	2.831	2.759	2.54
	28.11	2.625	2.595	1.15
	33.73	2.532	2.471	2.42
	39.36	2.413	2.355	2.39
	44.98	2.18	2.218	1.73
	50.60	2.054	2.120	3.20
SCA800	11.24	2.914	2.986	2.46
	16.87	2.783	2.750	1.20
	22.49	2.589	2.564	0.97
	28.11	2.424	2.410	0.60
	33.73	2.317	2.287	1.29
	39.36	2.199	2.188	0.52
	44.98	2.08	2.085	0.23
	50.60	1.947	1.985	1.96
SCA1000	11.24	2.821	2.886	2.32
	16.87	2.685	2.648	1.36
	22.49	2.479	2.452	1.09
	28.11	2.311	2.294	0.75
	33.73	2.193	2.184	0.42
	39.36	2.08	2.071	0.45
	44.98	1.934	1.958	1.25
	50.60	1.863	1.874	0.59

从表 3 数据可以看到,除个别数据外,模型计算值与实验值相对偏差均在 3% 以内,说明文中得到的 SCA 型填料液泛气速模型关联式准确可靠,可用于进一步指导工业应用。

2.2 传质性能

通过计算填料层的有效高度,来表征填料的传质性能^[21]。本文选用理论当量高度(HETP)法^[2]计算 SCA 型填料的传质效率,并与传统填料进行比较。HETP 值的计算公式为

$$H = H_{\text{OL}} S \ln S / (S - 1)$$
 (5)

$$H_{\text{OL}} = Z / \ln [(x_2 - x_2^*) / (x_1 - x_1^*)]$$
 (6)

$$S = mG/L$$
 (7)

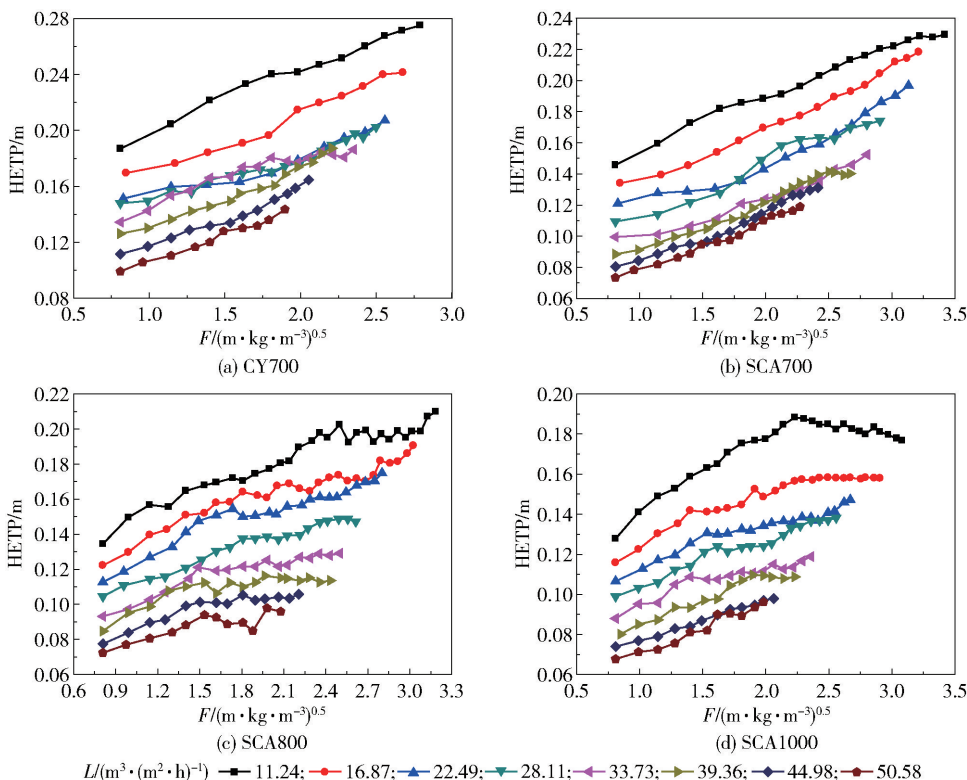
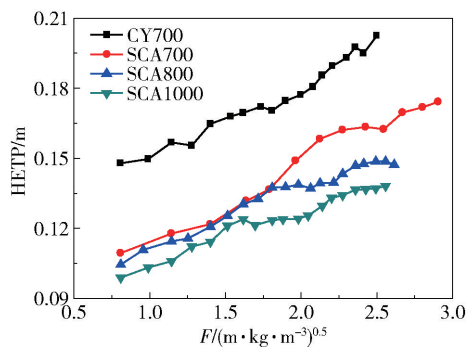
式(5)中, H_{OL} 表示液相总传质单元高度, S 为解吸因子,其计算方法见式(6)、(7),其中 Z 为填料高度, x_1 、 x_2 分别为进塔和出塔溶氧量, x_1^* 与 x_2^* 为对应的平衡溶氧量, m 为相平衡常数^[7]。

实验测得 3 种比表面积 SCA 型填料与 CY700 型填料的等板高度值在不同的喷淋密度下与气相动能因子 F 的关系,如图 8 所示。

从图 8(a)、(b)、(c)、(d)中可观察到,实验填料的等板高度随 F 的变化规律与常规 CY 型填料的规律是类似的^[22-23],即对于不同比表面积 SCA 型填料的等板高度与 F 因子的关系具有相似规律性:同一喷淋密度下,随着气相动能 F 因子的提高,HETP 值也在逐渐增大。这是由于气速增加使得气液接触时间变短,阻力的增加使得液膜增厚,导致传质效果变差,接近液泛点时,传质效果最差。固定 F 因子不变,即在同一气速的条件下,喷淋密度越大,HETP 值越小。这是由于随着喷淋密度的增加,填料表面液膜更容易形成,气液相界面增大使得气液接触更充分,传质性能越好。

为验证 SCA 型填料优良的传质性能,将喷淋密度 $L = 28.11 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 下测得的不同填料的 HETP 值进行对比,如图 9 所示。

从图 9 可以看出,对于不同的 SCA 型填料,比表面积越大 HETP 值越小,符合一般规律。比表面积的提高增加了气液接触面积,传质效率也就越高。更为明显的是,在同一 F 因子下,3 种比表面积 SCA 型填料的 HETP 值远低于传统的 CY700 型填料。经过计算,相比于 CY700 型填料,SCA700 型填料的 HETP 值平均降低了近 24%。这是由于弧线与直线交替排布的填料结构使得流体在填料折线与弧线结合处流向改变,层流减薄降低了传质阻力,湍动效果

图 8 4 种不同填料的等板高度与 F 的关系Fig. 8 The relationship between HETP values and F factor of four kinds of packings图 9 $L = 28.11 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 时不同填料 HETP 值对比Fig. 9 Comparison of HETP for different packings at $L = 28.11 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$

增强,大大提高了气液传质速率,使得 SCA 型填料传质性能增强,从而在传统规整填料的基础上得到了较大提升。

3 结论

(1) SCA 型规整填料独特的弧线与直线交替式结构兼顾了填料的传质性能与流体力学性能,在减小压降、增大操作弹性与传质效率方面均有较大进步。与传统填料(CY 型)相比,SCA 型填料的干

塔、湿塔压降均明显降低;SCA700 型填料的干塔压降平均降低了 32.2%;在喷淋密度相同的条件下,载液区内的 SCA700 型填料的湿塔压降仅为传统填料的 65%,平均降低了 35%。

(2) 相同操作条件下,相比于传统(CY700 型)填料,SCA700 型填料的液泛气速平均高出近 20%,表明 SCA 型填料的操作弹性更大,气液流动更通畅。

(3) 选取相同喷淋密度($L = 28.11 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$)下的实验值进行比较,SCA700 型填料的 HETP 值相较于 CY700 型填料平均减小了近 24%,填料的传质性能得到显著提升。

参考文献:

- [1] 王闯, 张客厅, 刘孟杰, 等. 填料塔发展与现状[J]. 河南科技, 2013(5): 92, 142.
WANG C, ZHANG K T, LIU M J, et al. Development and present situation of packing column[J]. Journal of Henan Science and Technology, 2013(5): 92, 142. (in Chinese)
- [2] 王树楹. 现代填料塔技术指南[M]. 北京: 中国石化出版社, 1998.

- WANG S Y. Technological guide of modern packing column [M]. Beijing: China Petrochemical Press, 1998. (in Chinese)
- [3] 李群生. 传质分离理论与现代塔器技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2016.
- LI Q S. Mass transfer separation theory and modern tower technology [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2016. (in Chinese)
- [4] KOLEV N. Packed bed columns [M]. Philadelphia: Elsevier Science, 2006.
- [5] FISCHER L, BÜHLMANN U, MELCHER R. Characterization of high-performance structured packing [J]. Chemical Engineering Research & Design, 2003, 81(1): 79–84.
- [6] 李群生, 章慧芳, 李通, 等. SY 型丝网波纹填料的流体力学及传质性能研究[J]. 北京化工大学学报(自然科学版), 2014, 41(5): 14–19.
- LI Q S, ZHANG H F, LI T, et al. The hydrodynamic and mass transfer performance of SY type wire gauze packing[J]. Journal of Beijing University of Chemical Technology(Natural Science), 2014, 41(5): 14–19. (in Chinese)
- [7] 王韬, 于丹, 胡晓丹, 等. 新型大通量规整填料的流体力学和传质性能研究[J]. 北京化工大学学报(自然科学版), 2015, 42(4): 28–33.
- WANG T, YU D, HU X D, et al. Hydrodynamic and mass-transfer performance of novel high capacity structured packings [J]. Journal of Beijing University of Chemical Technology(Natural Science), 2015, 42(4): 28–33. (in Chinese)
- [8] LIU H, HONG T H, HERMAN M, et al. A general motion model and spatio-temporal filters for computing optical flow[J]. International Journal of Computer Vision, 1997, 22(2): 141–172.
- [9] SPIEGEL L, MEIER W. Distillation columns with structured packings in the next decade[J]. Chemical Engineering Research & Design, 2003, 81(1): 39–47.
- [10] ARMSTRONG L M, GU S, LUO K H. Dry pressure drop prediction within Montz-pak B1–250.45 packing with varied inclination angles and geometries[J]. Industrial & Engineering Chemistry Research, 2013, 52(11): 4372–4378.
- [11] JIA S Y, WU S H, SUN Y L, et al. Hydrodynamic and mass transfer performances of plastic abnormality intalox packing[J]. Chemical Engineering, 2006, 34(4): 1–4.
- [12] 李群生, 田原铭, 常秋连, 等. BH 型高效填料塔技术的研究及其在化工生产中的应用[J]. 化工进展, 2007, 26(增刊): 201–203.
- LI Q S, TIAN Y M, CHANG Q L, et al. Study and application of BH-type high efficiency packing in chemical production[J]. Chemical Industry and Engineering Progress, 2007, 26(S1): 201–203. (in Chinese)
- [13] 梁泰安, 周伟, 张敏卿, 等. 断续波纹填料的研究和应用[J]. 天津大学学报, 2000, 33(2): 219–222.
- LIANG T A, ZHOU W, ZHANG M Q, et al. Study and application of intermitten ripple packing[J]. Journal of Tianjin University, 2000, 33(2): 219–222. (in Chinese)
- [14] 赵汝文, 于健, 高占. 我国大型塔器技术进步与技术创新[J]. 现代化工, 2008, 28(9): 5–11.
- ZHAO R W, YU J, GAO Z. Technological development, innovation and application of large column in China[J]. Modern Chemical Industry, 2008, 28(9): 5–11. (in Chinese)
- [15] 李双平, 沈士德, 江体乾. 国产脉冲填料性能研究[J]. 高校化学工程学报, 1993, 7(1): 41–47.
- LI S P, SHEN S D, JIANG T Q. Study on characteristics of impulse packing[J]. Journal of Chemical Engineering of Chinese Universities, 1993, 7(1): 41–47. (in Chinese)
- [16] 张志炳, 王志祥, 耿皎, 等. 南京大学的专利型汽液分离技术研究进展[C]//全国气体净化技术协作网成立大会暨首届技术交流会. 苏州, 2000.
- ZHANG Z B, WANG Z X, GENG J, et al. Research progress of patented vapor-liquid separation technology of Nanjing University[C]//National Gas Purification Technology Collaboration Network Inaugural Meeting and the First Technical Exchange Conference. Suzhou, 2000. (in Chinese)
- [17] 田馨, 魏宏大, 郭鑫宇, 等. TPI 型规整填料的流体力学及传质性能研究[J]. 北京化工大学学报(自然科学版), 2017, 44(6): 31–36.
- TIAN X, WEI H D, GUO X Y, et al. The hydrodynamic and mass transfer performance of TPI-type structured packing[J]. Journal of Beijing University of Chemical Technology(Natural Science), 2017, 44(6): 31–36. (in Chinese)
- [18] 兰州石油机械研究所. 现代塔器技术[M]. 2 版. 北京: 中国石化出版社, 2005.
- Lanzhou Petroleum Machinery Research Institute. Modern tower technology [M]. 2nd ed. Beijing: China Petrochemical Press, 2005. (in Chinese)
- [19] DAI C N, LEI Z G, LI Q S, et al. Pressure drop and mass transfer study in structured catalytic packings[J].

- Separation and Purification Technology, 2012, 98: 78–87.
- [20] SHERWOOD T K, SHIPLEY G H, HOLLOWAY F A L. Flooding velocities in packed columns[J]. Industrial & Engineering Chemistry Research, 1938, 30: 765–769.
- [21] WANG G Q, YUAN X G, YU K T. Review of mass-transfer correlations for packed columns[J]. Industrial & Engineering Chemistry Research, 2005, 44 (23): 8715–8729.
- [22] OLUJIC Ž, KAMERBEEK A B, DE GRAAUW J. A corrugation geometry based model for efficiency of structured distillation packing[J]. Chemical Engineering and Processing, 1999, 38(4): 683–695.
- [23] 李群生, 李展展, 于丹, 等. HSX 型规整填料的流体力学和传质性能研究[J]. 北京化工大学学报(自然科学版), 2017, 44(1): 1–6.
- LI Q S, LI Z Z, YU D, et al. The hydrodynamic and mass transfer performance of HSX type structured packing[J]. Journal of Beijing University of Chemical Technology (Natural Science), 2017, 44(1): 1–6. (in Chinese)

The development and performance of high efficiency SCA type structured packing

SHU YaSheng¹ YANG Shuo¹ LI QunSheng^{1*} SHI Yin² GAO Ying¹
TIAN Xin¹ GUO XinYu¹ YIN JianPing³

(1. State Key Laboratory of Chemical Resource Engineering, College of Chemical Engineering, Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029; 2. Gaoqing County, Zibo City Commission by Letter, Zibo 256300; 3. Xinjiang Tianye Group Co., Ltd., Shihezi 832000, China)

Abstract: A new type of wire mesh corrugated packing-SCA type structured packing has been designed and its properties studied. The unique curved and straight line structure of this packing offers all the advantages of straight type, arc type and other typical packings. In transparent Plexiglass column, three kinds of SCA-type packings with large specific surface area (700, 800, 1 000 m²/m³) were subjected to a cold model test, and then the hydrodynamic and mass transfer properties were compared with conventional packing. Compared with the traditional CY700 packing, the experimental results show that the dry pressure drop of the SCA700 type packing is only 67.8% of the traditional CY type. Furthermore, the wet pressure drop was only 65% of the traditional CY type. Moreover, the flooding gas velocity was increased by nearly 20%, and the HETP value was reduced by nearly 24%. These results indicate that the SCA-type packing improves both the hydrodynamic and mass transfer performance. As a result, this new type of packing offers significant benefits, including reduced pressure drop, increased operating range and increased mass transfer efficiency.

Key words: SCA type packing; alternating curve and straight lines; mass transfer performance; wet pressure drop; operating range

(责任编辑:吴万玲)