

3.2.2 生物填料

填料是生物膜载体，是生物膜法处理工艺的关键部位，填料的好坏直接影响生化处理效果，它的费用在生物膜法系统中的基建费中占用比重较大，所以选择适宜填料具有经济与技术的双重意义。

3.2.2.1 填料的性能要求与分类

(1) 填料的性能要求

在生物膜法废水处理系统中，对填料的性能要求有以下几个方面。(a) 水力特性：要求比表面积大、空隙率高、水流畅通、阻力小、流速均匀。(b) 生物膜附着性：有一定的生物膜附着性能。(c) 化学与生物稳定性：要求经久耐用，不溶于有害物质，不会导致二次污染。(d) 经济性：要求价格便宜、货源广、便于运输与安装。

(2) 填料分类

① 填料按形状可分为：蜂窝状、米状、筒状、列管状、波纹状、板状、网状、质状、圆环物体状以及不规则粒状等。

② 按性状可分为：硬性、软性、半软性等。

③ 按材质可分为：塑料、玻璃钢、纤维等。

3.2.2.2 常用填料

(1) 蜂窝状填料

① 简介 蜂窝状填料常用材质为玻璃钢及塑料，其比表面积较大 ($133 \sim 360 \text{m}^2/\text{m}^3$ ，根据内切圆直径而定)，空隙率高 (97% ~ 98%)，质轻但强度高，堆积高度可达 4 ~ 5m；管壁无死角；衰老生物膜易于脱落。主要缺点是：如选定的蜂窝孔径与 BOD 负荷不相适应，生物膜生长与脱落失去平衡，填料容易堵塞；如采用的曝气方式不适宜时，蜂窝管内的流速难于均匀。因此选定的蜂窝孔径与 BOD 负荷相适应，采取全面曝气方式，并采取分层充填措施，在二层之间留有 200 ~ 300mm 的间隙，每层高 1.0m，使水流在层间再次分配，形成横流与紊流，使水流得到均匀分布，并防止中下部填料因受压而变形。

② 规格及性能参数 见表 3-183。

表 3-183 玻璃钢蜂窝填料主要技术参数

孔 径 /mm	密度 /(kg/m^3)	壁厚 /mm	比表面积 /(m^2/m^3)	空隙率 /%	适用的进水 BOD_5 /(mg/L)	块体规格 /mm
19	40~42	0.2	208	98.4	<100	700×500×5
25	31~33		158	98.7	100~200	800×800×230
32	24~26		139	98.9	200~300	1000×500×5
36	23~25		110	99.1	300~400	800×500×200

③ 外形及安装尺寸 见图 3-190。

(2) 波纹板状填料

① 简介 波纹板状填料用硬聚氯乙烯平板和波纹板相隔粘接而成，其主要特点是孔径大、不易堵塞，结构简单，便于运输、安装，可单片保存现场粘合，质量轻，强度高，防腐性能好；主要缺点是难以得到均一流速。

② 规格及性能参数 见表 3-184。

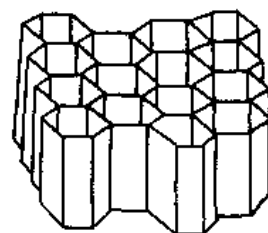
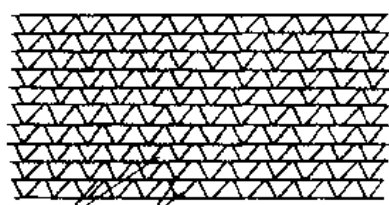


图3-190 蜂窝状填料示意图

表 3-184 波纹板塑料填料规格及性能参数

型 号	材 质	比表面积 $/(m^2/m^3)$	空隙率 $\%$	密度 $/(kg/m^3)$	梯形断面孔径 $/mm$	规格 $/mm$
立波 I 型	硬聚氯乙烯	113	>96	50	50×100	$1600 \times 800 \times 50$
立波 II 型		150	>93	60	40×85	$1600 \times 800 \times 40$
立波-III 型		198	>90	70	30×65	$1600 \times 800 \times 30$



平板 波纹板

图 3-191 波纹状填料示意图

③ 外形及安装尺寸 见图 3-191。

(3) 半软性填料

① 简介 半软性填料由高分子聚合物制成, 有较强的再次布水、布气能力。长期使用不变形, 容易挂膜、脱膜。脱落的生物膜呈细碎状, 填料不易堵塞。耐腐蚀、耐生物降解。其产品材质性能见表 3-185。

表 3-185 产品材质特性

连续耐热温度/ $^{\circ}C$	脆化温度/ $^{\circ}C$	强碱影响	强酸影响
85	-55	强抗	抗

② 规格及性能参数 见表 3-186。

表 3-186 主要技术指标

型 号	安装间距 $/mm$	比表面积 $/(m^2/m^3)$	产品质量 $/(kg/m^3)$	空隙率 $\%$	挂膜后质量 $/(kg/m^3)$
网格式	30	120	25.0	97.0	170
	40	90	19.5	97.5	130
	50	70	16.2	98.0	100
	60	60	14.0	98.5	80
	100	35	9.6	99.0	50
BS 型	30	110	23.0	97.0	160
	40	80	17.5	97.5	120
	50	60	14.2	98.0	90
	60	50	12.0	98.5	70
	100	25	7.6	99.0	40

③ 外形及安装尺寸 见图 3-192、图 3-193。

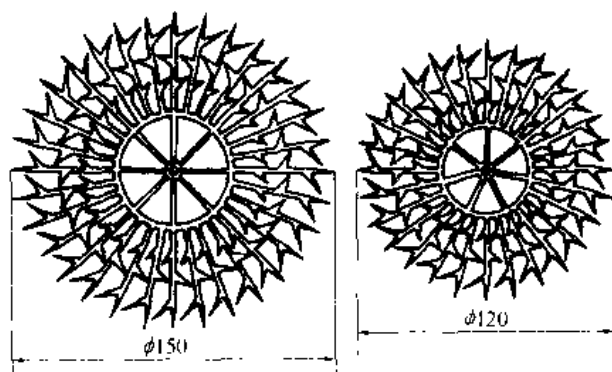


图 3-192 BS 型半软性填料单元产品平面尺寸

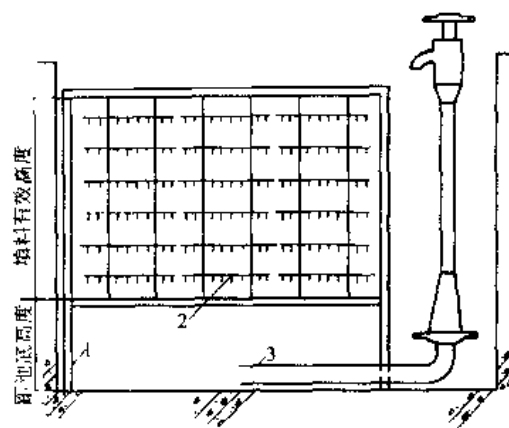


图 3-193 BS 型半软性填料与支架、射流曝气器的配合安装
1—支架；2—填料；3—曝气器释放口

(4) 软性填料

① 简介 软性填料具有比表面大、利用率高、空隙可变不堵塞、重量轻、强度高、性能稳定、运输方便、组装容易等优点。目前，软性填料采用纺搓的纤维串连压有纤维丝均匀分布的塑料圆片组成一定的单元纤维束，改变了原来的中心绳散丝打结抗拉力不均匀，运转时易断；纤维丝在水中难以横向展开，分布不均匀、偏向，生物膜结团，实际比表面积低、使用寿命短等弊端。近年来已被广泛应用于印染、丝绸毛纺、食品、制药、石油化工、造纸、麻纺、医院、含氰等废水处理中。

② 规格及性能参数 软性填料所用软性纤维采用高醛化度维纶丝，材质性能见表 3-187。

表 3-187 醛化维纶丝材质性能

醛化度(摩尔比) /%	单丝直径 /mm	密度 /(g/cm ³)	抗拉强度 /(g/单丝)	伸长率 %	耐酸性 (pH 2~4)	耐碱性 (pH10~12)	水中软化点 /℃
26+2	0.07	1.02	6.8~7.1	4	无变化	无变化	≥113

规格及性能参数见表 3-188~表 3-190。

表 3-188 第一型软性填料产品规格

项 目	A ₁	B ₁	C ₁	D ₁	E ₁	F ₁
纤维束长度/mm	60	80	100	120	160	160
束间距离/mm	30	40	50	60	70	80
安装间距/mm	60	80	100	120	140	140
纤维束数/(束/m)	9259	3906	2000	1157	729	488
密度/(kg/m ³)	10~17	6~7	4~5	2.5~3	2~2.5	1.5~2
成膜后密度/(kg/m ³)	200	110	72	50	39	28
孔隙率/%	>99					
理论比表面积/(m ² /m ³)	9891	5563	3560	2472	1987	1390

表 3-189 第二型软性填料产品规格

项 目	A ₂	B ₂	C ₂	D ₂	E ₂	F ₂
纤维束长度/mm	60	80	100	120	160	160
束间距离/mm	30	40	50	60	70	80
安装间距/mm	60	80	100	120	140	140
纤维束量/(束/m)	9259	3906	2000	1157	729	488
密度/(kg/m ³)	12~14	7~8	5~6	3~3.5	2.5~3	2~2.5
成膜后密度/(kg/m ³)	200	110	72	50	39	28
孔隙率/%	>99					
理论比表面积/(m ² /m ³)	9891	5563	3560	2472	1987	1390

表 3-190 第三型软性填料产品规格

项 目	A ₃	B ₃	C ₃	D ₃	E ₃	F ₃
纤维束长度/mm	80	100	120	140	160	180
束间距离/mm	30	40	50	60	70	80
安装间距/mm	60	80	100	120	140	160
纤维束量/(束/m)	9259	3906	2000	1157	729	488
密度/(kg/m ³)	14~16	8.5~10	6~7	3.5~4	3~3.5	2.5~3
成膜后密度/(kg/m ³)	266	137	78	58	45	32
孔隙率/%	>99					
理论比表面积/(m ² /m ³)	11188	6954	4273	2884	2270	1564

③ 外形及安装尺寸 见图 3-194、图 3-195。

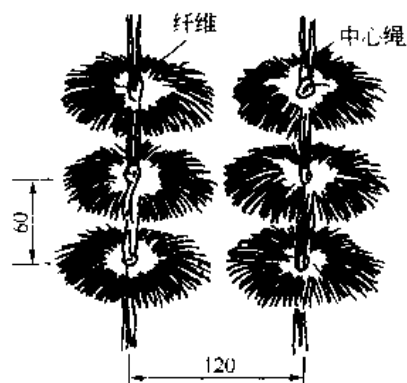


图 3-194 软性填料

(5) 弹性立体填料

① ZH901 弹性立体填料

a. 简介 该产品采用高分子聚合物并加以抗氧化剂、亲水剂、稳定剂、吸附剂等添加剂，经特殊拉丝而成，表面带有细小毛刺及间距扁平状结构，弹性丝经高温粘合，牢固在塑料粒子上，形成片距式弹性立体填料。比表面积大、空隙可变、容易挂膜、周期性脱膜容易、更新快，具有良好的布气、布水性能，传质效果较好，对有机物去除率高，长期使用能保持较大的比表面积，不结球、无需反冲洗，广泛应用于生物膜法处理各种废水、给水微污染处理。

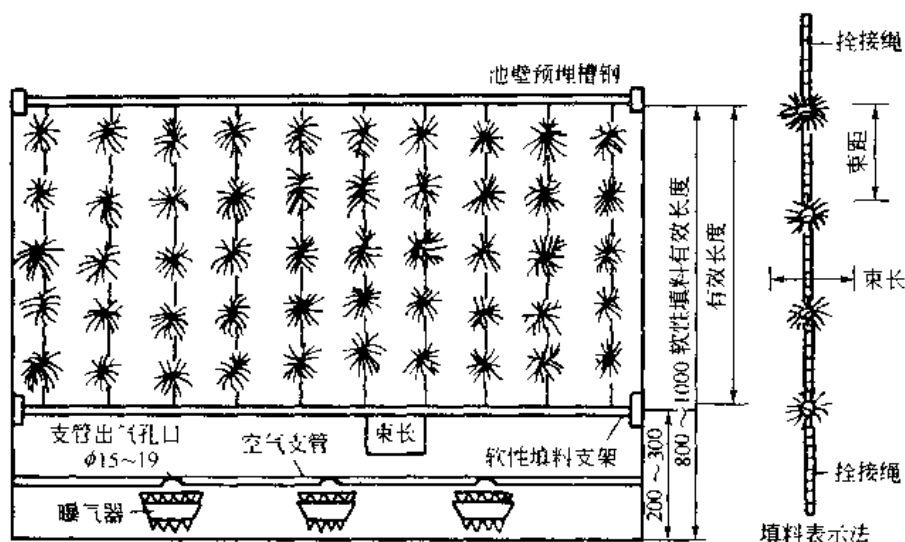


图 3-195 DZ 型软性填料与曝气口配套安装

b. 规格及性能参数 见表 3-191。

表 3-191 ZH901 弹性立体填料规格及性能参数

填料规格 (填料直径×片距) /mm	150×60	175×60	200×60
	150×80	175×80	200×80
	150×100	175×100	200×100
成膜后重量/(kg/m ³)	60~80	50~70	40~60
安装距离/mm	150	175	200

② ZH 弹性立体填料，弹性生物环填料

a. 简介 ZH 弹性立体填料、弹性生物环填料由高分子聚合物，并加以抗氧化剂、清水剂、稳定剂等添加剂，经特殊拉丝而成，由中心绳、弹性丝组成，弹性丝表面带有细小毛刺及间距扁平状结构，依靠中心绳，将弹性丝均匀地嵌入中心绳制成，耐高温、耐酸碱、耐生物降解，而且比表面积大、空隙可变、挂膜容易、老化生物膜脱落容易、更新快，能保持较大的比表面积，布气、布水性能良好，对有机物去除率高，传质效果好，对氧利用率和动力效率有大大提高，长期使用能不结球、无需反冲洗。

b. 规格及性能参数 见表 3-192。

表 3-192 ZH 弹性立体填料规格及性能参数

填料直径/mm	150	175	200
填料密度	中密度	中密度	中密度
安装距离/mm	150	175	200
成膜后重量/(kg/m ³)	70~80	60~70	50~60

(6) ZH 组合填料

① 简介 组合填料是在软性填料的基础上改进的另一类型填料，由纤维束、塑料环片、套管、中心绳组成。

纤维束在中间塑料环片的支撑下,避免了纤维束中心结团现象,同时又能起到良好的布水、布气作用,传质效果较好,氧的利用率高。

② 规格及性能参数 见表 3-193。

表 3-193 ZH 组合填料规格及性能参数

型 号	叶轮直径 /mm	叶轮速度 /r·min ⁻¹	浸没度 /mm	电机功率 /kW	充氧量(O ₂) /kg·h ⁻¹	质量 /kg
DY85	850	112	100	7.5	9	700
DY100	1000	95	100	9	10	800
DY140	1400	68	100	11	20	1350
DY200	2000	48	100	22	35	2300
DY250	2500	38	100	30	50	2800
DY300	3000	33	100	40	75	3200

安装:可用悬挂式支架,即将填料的上、下扎手绳捆于上、下两层支架上,支架间距与填料的安装尺寸相配合。

(7) TA 型弹性波形填料

① 简介 弹性波形填料是用聚烯烃类中耐腐、耐老化的优质塑料及聚酰胺品种混合亲水、抗热氧化剂,经特殊拉丝、丝条制毛及波形热稳定处理,将波形丝条绞粘后烫合在中心粒扣上而制成的悬挂式弹性波形填料的单体。根据水质情况将每一单元体按一定片距串联使用。

该填料比表面积大、回弹性能好、挂膜迅速、脱膜容易,气泡被切割得更加细碎均匀,提高了氧的利用率,不易堵塞,使用寿命长。

② 规格与性能参数 见表 3-194。

表 3-194 TA 型弹性波形填料规格及性能参数

规 格	比表面积/(m ² /m ³)	空隙率/%	成品质量/(kg/m ³)	挂膜质量/(kg/m ³)
φ150×60	20.4	>98	3.7	60
φ173×60	18.2	>98	3.0	55
φ200×60	16.0	>98	2.8	55

③ 外形及安装尺寸 梅花型安装尺寸与支架隔挡条的距离见表 3-195。

表 3-195 梅花型安装尺寸与支架隔挡条距离

规格/mm	φ150	φ175	φ180	φ200
支架隔挡距离/mm	230	150	156	173

(8) TB 型自由摆动填料

① 简介 自由摆动填料由多根任意长度元件(如 TA 波形、软性填料)或由元件连接成的网状单体组成。每一单元体的一端用一定重量物体连接,另一端用 U 形环与特制的塑

料浮球连接,靠其浮力将单元体拉向水面,单元体可随曝气的气流或水流自由摆动。该填料不用支架安装,检修容易,成本低廉。

② 规格及性能参数 见表 3-196。

表 3-196 TB 型自由摆动填料规格及性能参数

规 格	比表面积/(m^2/m^3)	成品质量/(kg/m^3)	挂膜质量/(kg/m^3)
TB/TA-W- $\phi 173 \times 60$	170	7.72	50.0
TB/TA-W- $\phi 173 \times 80$	135	7.15	38.8
TB/TA-W- $\phi 150 \times 60$	2000	9.63	50.0
TB/TA-W- $\phi 150 \times 80$	1500	8.88	38.5

(9) SL 新型复合填料

① 简介 复合填料由高分子聚合物的填料本体和醛化纤维长丝组成,并用紧纺纤维绳固定连接。填料本体经高温高压成型后,纤维丝束均匀地分布在片体周围。有较强的气泡切割能力,提高氧的利用率和动力效率,生物膜易生易落。材质耐腐蚀,耐生物降解,耐光照,抗老化。

② 规格及性能参数 见表 3-197~表 3-201。

表 3-197 聚合物材质特性

抗拉强度/MPa	连续耐热温度/ $^{\circ}\text{C}$	脆化温度/ $^{\circ}\text{C}$	强碱影响(pH11~13)	强酸影响(pH1~3)
21.4~37.9	82.2~104.4	140~180	很耐	耐

表 3-198 合成纤维材质特性

材质	密度/(g/cm^3)	单丝直径/mm	抗拉强度/($\text{g}/\text{单丝}$)	伸长率/%	耐碱性(pH10~12)	耐酸性(pH2~4)	失重率(100 $^{\circ}\text{C}$)/%
合成纤维	1.02	0.07	6.8~7.1	4	无变化	无变化	≤ 1

表 3-199 各填料指标对比

指标 \ 填料名称	复合填料(150mm)	硬性填料($\phi 36$)	半软性填料
比表面积/(m^2/m^3)	1246	100~110	87~93
空隙率/%	99	98~99	97.1
成品重量/(kg/m^3)	7~8.5	23~25	13~14

表 3-200 直径为 150mm 的 ABS 新型组合填料

填料直径/mm	束间距离/mm	单位重量/(kg/m^3 池子)	成膜重量/(kg/m^3 池子)	1 m^3 池子片数
150	40	8.5	100~110	1111
150	60	8.5	80~95	741
150	70	5.0	70~80	635
150	80	4.5	60~75	556

表 3-201 直径为 200mm 的 ABS 新型组合填料

填料直径/mm	束间距离/mm	单位重量/(kg/m ³ 池子)	成膜重量/(kg/m ³ 池子)	1m ³ 池子片数
200	50	9.0	110~120	500
200	60	7.8	90~105	417
200	80	6.0	82~94	313
1200	90	5.2	69~82	278

(10) 悬浮填料

① ZH902 悬浮填料

a. 简介 ZH902 悬浮填料由高分子聚合物注塑而成的多孔球状骨架笼和经特殊拉丝而成的弹性丝或多空隙率的聚合物凹凸滤网组成(使用时直接投入,不需固定),在水体中似沉非沉,全方位自由活动,其比表面积大、处理效果好。宜将池中进水口、出水口用绳网或不锈钢网自上而下罩住,以免悬浮填料堵塞,池中适宜的投入填料数量为池体的 40%~70%。广泛应用于预曝池、氧化池、厌氧池、化工反应塔、生物滤塔等多种反应池中。

b. 规格及性能参数 有 $\phi 150\text{mm}$ 、 $\phi 180\text{mm}$ 两种规格。

② 其他悬浮填料

主要区别在外形,特点基本同 ZH902 型,各种悬浮填料见表 3-202。

表 3-202 各种悬浮填料

种 类	规格/mm	堆放数量/(只/m ³)	种 类	规格/mm	堆放数量/(只/m ³)
ZH 马鞍型	$\phi 150$	250~400	ZH 多面空心球	$\phi 50$	10000
ZH 梅花型	$\phi 150$	3000~4000	ZH 鲍尔环	$\phi 25$	50000