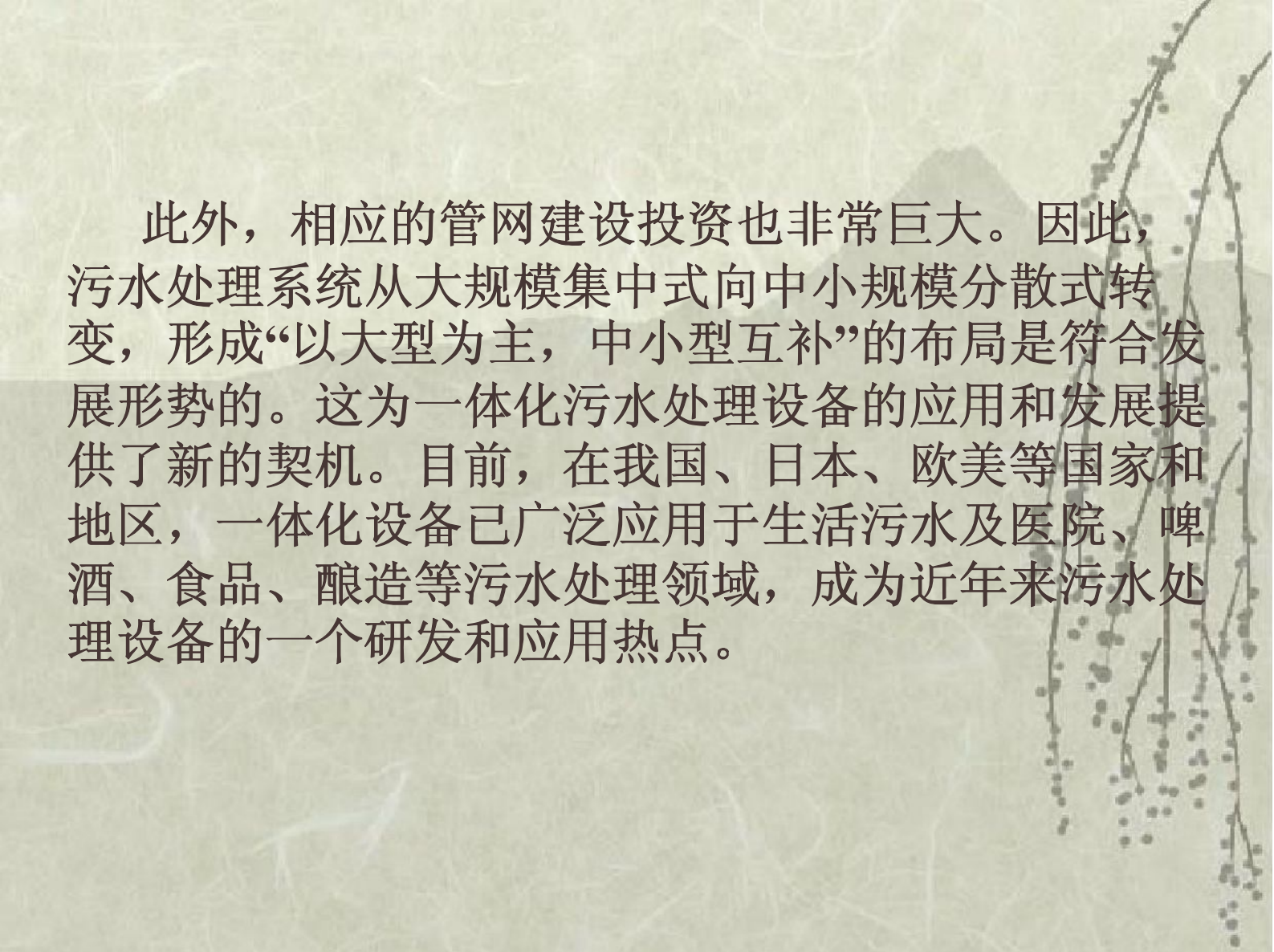


第五章 一体化污水处理设备

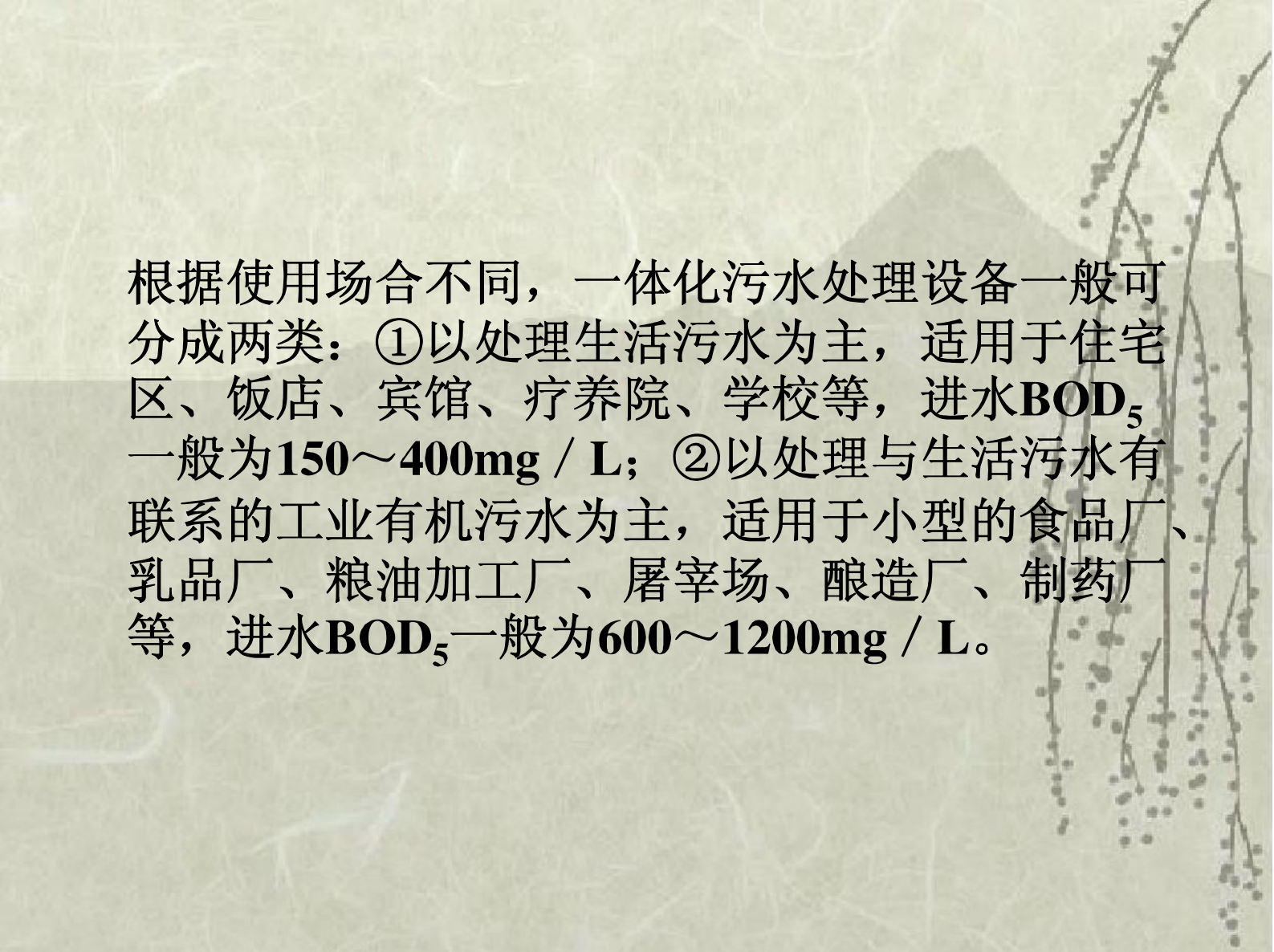
对于新建的居民小区、住宅区和城市排污管道通不到的地方，如疗养院、宾馆、医院、工厂和矿山等，这些地方的污水产生量不大，若建一个小型的污水处理厂，既不经济，管理也困难，同时又需相当大的占地面积，尤其是在小区和住宅区地面上建污水处理设施将影响地面建筑群的整体布局。此外，随着我国城镇人口迅速增加，城镇需水量急剧递增。



此外，相应的管网建设投资也非常巨大。因此，污水处理系统从大规模集中式向中小规模分散式转变，形成“以大型为主，中小型互补”的布局是符合发展形势的。这为一体化污水处理设备的应用和发展提供了新的契机。目前，在我国、日本、欧美等国家和地区，一体化设备已广泛应用于生活污水及医院、啤酒、食品、酿造等污水处理领域，成为近年来污水处理设备的一个研发和应用热点。

一体化污水处理设备一般具有如下优点：

- ①整套设备可埋入地下，不占地表面积，不影响建筑群的整体布局和环境景观；
- ②净化程度高，整套系统污泥产生量少；
- ③自动化程度高，能耗低，处理量少，管理方便，不需要专人管理；
- ④产生的噪声低，异味少，对周围环境的影响小；
- ⑤能缓解市政管网建设的压力。



根据使用场合不同，一体化污水处理设备一般可分成两类：①以处理生活污水为主，适用于住宅区、饭店、宾馆、疗养院、学校等，进水 BOD_5 一般为 $150\sim 400\text{mg} / \text{L}$ ；②以处理与生活污水有联系的工业有机污水为主，适用于小型的食品厂、乳品厂、粮油加工厂、屠宰场、酿造厂、制药厂等，进水 BOD_5 一般为 $600\sim 1200\text{mg} / \text{L}$ 。

一、一体化生活污水处理工艺流程

生活污水属于低浓度有机污水，可生化性好且各种营养元素比较全，同时受重金属离子污染的可能性比较小，在一体化处理设备中以好氧生物处理法为主要处理单元。主要工艺流程如图5-1所示。该工艺流程，适合于分流制排水系统，仅将生活污水进入本设备进行处理，为了减少设备本体体积，调节池一般不包含在一体化设备中，调节池起调节水量的作用，其有效停留时间一般为4~8小时；初沉池为竖流式沉淀池，污水上升流速控制在0.2-0.3mm/s，沉淀下来的污泥定期输送至污泥池，对于处理量很小的设备（小于 $5\text{m}^3/\text{h}$ ），一般不设初沉池；

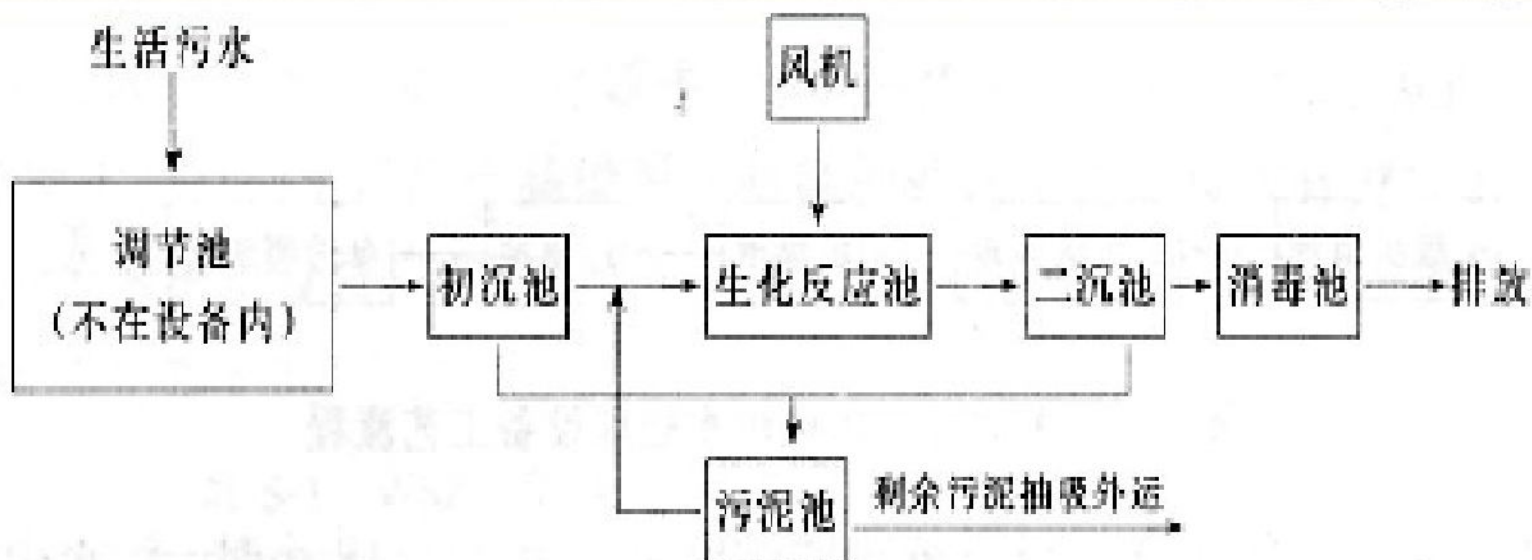


图 5-1 一体化生活污水处理设备工艺流程

——>污水流； ——>空气流； ——>污泥流； ——>污泥池上清液

生化反应池常用三级接触氧化池，总停留时间为2.3~3.0小时，填料采用无堵塞型、易结膜、高比表面积（ $160\text{m}^2/\text{m}^3$ ）的填料，目前常用梯形、多面空心球等填料；二沉池也为竖流式结构，上升流速为 $0.1\sim 0.15\text{mm/s}$ ，沉淀下来的污泥输送至污泥池；污泥池用来消化初沉池和二沉池的污泥，其中的上清液输送至生化反应池，进行再处理。污泥池硝化后的剩余污泥很少，一般1~2年清理一次，清理方法可用吸粪车从检查孔伸入污泥池底部进行抽吸；由二沉池排出的上清液经消毒池消毒后排放，按规范消毒池接触时间为30分钟，若是处理医院污水，消毒池接触时间应增加至1~1.5小时。

上述工艺适合于进水 $BOD_5 \leq 200\text{mg/L}$ ，能保证出水 $BOD_5 \leq 20\text{mg/L}$ 。整个系统特点是：运行比较稳定，管理方便，根据本工艺制造的一体化污水处理设备已成系列化，设计的处理量为 $0.5 \sim 30\text{m}^3/\text{h}$ ，可广泛应用于生活小区的污水处理。图5-1的工艺流程，虽然能比较好地处理生活污水，但无法进行氮、磷、硫的处理，为此可运用图5-2所示工艺。该工艺和图5-1的工艺相比较，主要增加了缺氧池，该单元主要用于脱氮处理。经过格栅分离后的污水进入缺氧池与二沉池中的回流硝化液相混合，在缺氧池中放置填料作为反硝化细菌的载体，污水在缺氧池中首先进行反硝化处理，能有效地去除氮、磷、硫化物，该处理单元的停留时间为2小时。

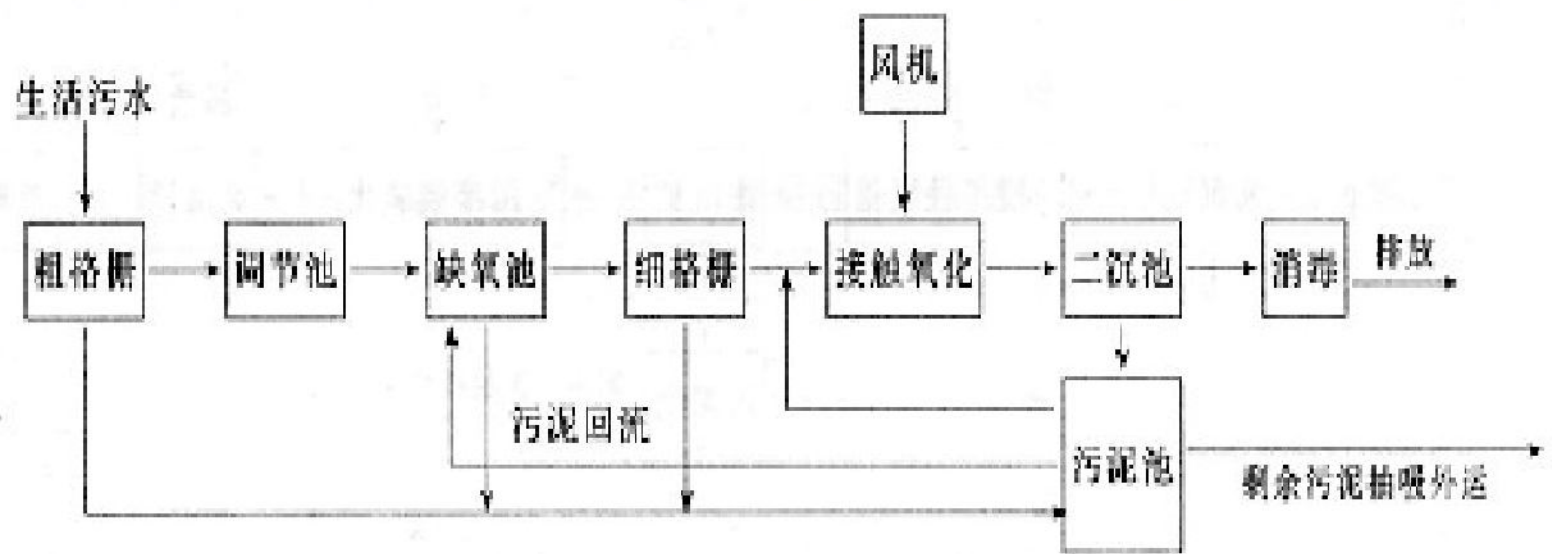


图 5-2 一体化污水处理设备改进工艺流程（一）

——> 污水流； ——> 空气流； ——> 污泥流

- ❖ 在一体化生活污水处理时，采用好氧生物处理虽然能比较有效地去除污水中的有机物，但是采用三级接触氧化法能耗较高。为了达到节能的目的，人们已开始将厌氧技术应用于处理低浓度有机污水，完全厌氧技术水力停留时间长，主要用于处理高浓度有机污水，在处理低浓度的生活污水上，采用部分厌氧技术，即水解-酸化工艺，该工艺的流程如图5-3所示。

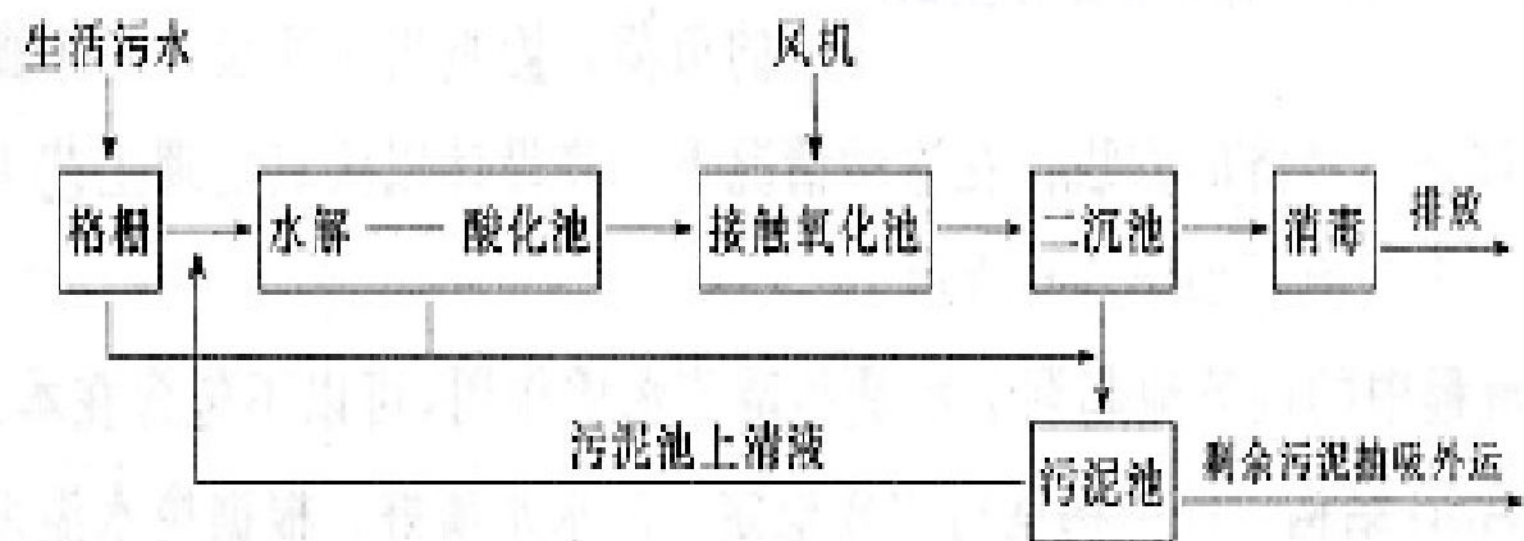


图 5-3 一体化污水处理设备改进工艺流程 (二)

- ❖ 在水解反应器中设置填料，污水在反应器中进行一系列物理化学和生物反应过程，其中的悬浮固体和胶体物质被反应器的污泥层和附着在填料上的微生物截留、吸附后，在水解酸化菌作用下成为溶解性物质。由于采用了水解-酸化处理单元，在接触氧化过程中只需要一级接触氧化就能保证污水达标排放，因而能有效地节省能源。

对于100人以下的生化污水处理设备，可以采用以厌氧和过滤为处理单元的工艺流程，这样可以实现无动力处理，工艺流程如图5-4所示。

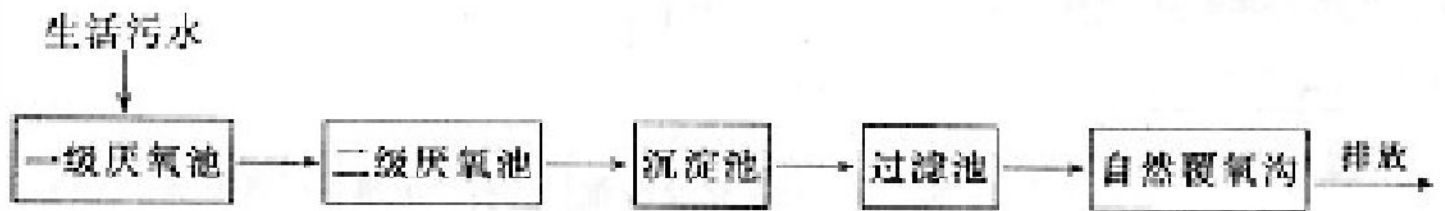


图 5-4 无动力一体化污水处理设备工艺流程

❖ 图5-4的工艺流程中，污水在一级厌氧池的停留时间为24~48小时，污水中的有机污染物变成一种半胶体状物质，同时放出热能，在一定程度上使水温升高；在二级厌氧池内，由于厌氧菌的作用，污水中大量的有机污染物在短时间内（一般为24小时）分解成无机物；从二级厌氧池出来的污水经过沉淀后，进入生物过滤池，在过滤池上也聚集了大量的厌氧菌，对残留于水中的有机污染物进行高效分解，比较清洁的水经过过滤栅向外排放；从设备中排放出来的水经过内置碎石的覆氧沟，扩大和空气的接触面积，可以进一步净化水质，同时也增加水中的溶解氧。

二、一体化工业污水处理工艺流程

- ❖ 对于食品、屠宰、酿造等行业的工业有机污水，较为成熟的技术是二段接触氧化法，水质设计参数：进水 BOD_5 为 800mg/L ，出水 BOD_5 为 60mg/L ，其工艺流程如图5-5所示。

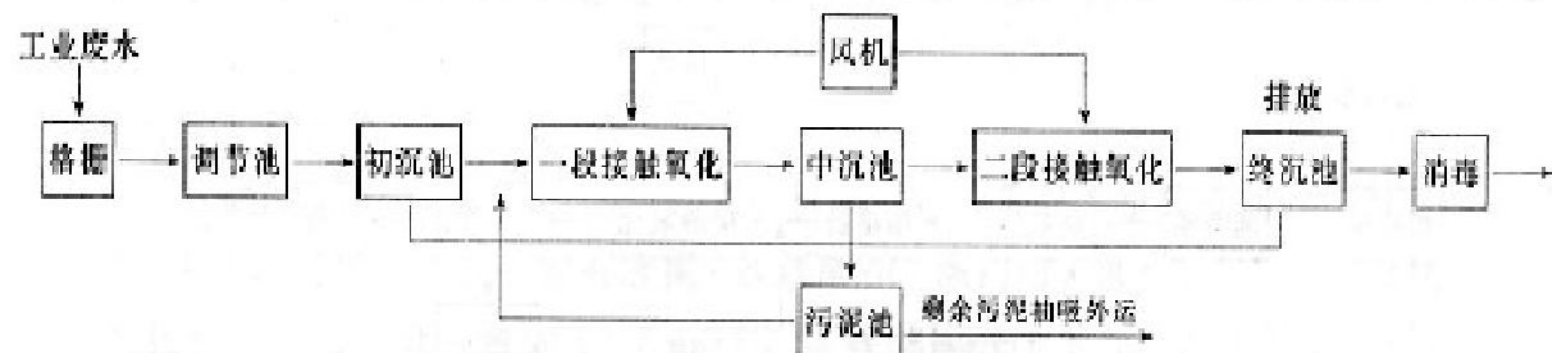


图 5-5 一体化工业污水处理设备工艺流程

- ❖ 有些工厂大部分污水属于低浓度的有机污水，有时已经建造了以好氧处理为主的污水处理站，如果将个别工序中产生的高浓度有机污水直接进入污水处理站，将会增加污水处理站的负荷，影响出水质量，因此对于高浓度有机污水直接采用好氧处理是不经济的方法。在这种情况下，需设计以厌氧处理工艺为主的一体化工业污水处理设备，工艺流程如图5-6所示。
- ❖ 图5-6工艺流程中的调节池起调节水量和调节水质的作用，可以不包含在一体化处理设备中。厌氧反应池一般选用UASB结构，该结构运行比较稳定，出水水质好。为了保证反应池高速运行，有时需要对污水进行加温。通过以上工艺流程处理后的污水，需进入工厂恶臭污水处理站进行好氧处理后才能排放。

工业废水

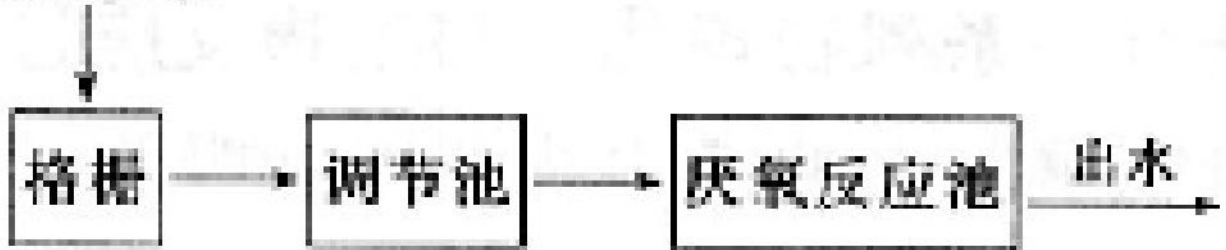


图 5-6 高浓度工艺废水一体化设备工艺流程

三、一体化污水处理设备

- ❖ 一体化污水处理设备主要用来处理小水量生活污水以及低浓度的工业有机污水，由于该类产品采用机电一体化全封闭结构，无需专人管理，因而得到广泛的使用。但是，本产品在运用过程中，应从安装、运行、维护等几个方面合理使用才能达到设计的处理效果。

❖ (1)设备的安装

- ❖ 一体化污水处理设备一般提供三种安装方式：地埋式、地上式和半地埋式，在选择安装方式时应结合当地的气候以及周围的环境，对于年平均气温在 10°C 以下的地区，用生物膜法处理污水的效果较差，应将污水处理设备安装在冻土层以下，可利用地热的保温作用，提高处理效果；在其他地区选择安装方式主要根据周围的环境来选择，从安装、维护角度出发应选择地上式或半地埋式，从节省土地角度出发应选择地埋式，如果对周围环境影响不太大时应首选地上式，因为地埋式存在如下问题：①设备安装、维修、维护保养不方便；②设备可能因为进入基础地下水的浮力作用而损坏；③在地下的电气系统因长期处于潮湿环境会影响其使用寿命，电气安全性也将受到影响。

在设备安装过程中，还应注意以下事项。

- ①设备混凝土基础的大小规格应与设备的平面安装图相同，基础的平均承压必须达到产品说明书的要求，基础必须水平，如设备采用地埋式安装，基础标高必须小于或等于设备标高，并保证下雨时不积水，为防止设备上浮，基础应预埋抗浮环。
- ②设备应根据安装图将各箱体依次安装，箱体的位置、方向不能错，彼此间距必须准确，以便连结管道，设备安装就位后，应用绷带把设备和基础上的抗浮环联接，以防设备上浮。
- ③为保证设备管路畅通，应按产品说明书要求保证某些设备或管路的倾斜度。
- ④设备安装后，应在设备内注入清水，检查各管道有无渗漏，对于地埋式设备，在确定管道无渗漏后，在基础内注入清水30~50cm深后，即在箱体四周覆土，一直到设备检查孔，并平整地面。
- ⑤在连接水泵、风机等设备的电源线时，应注意风机和电机的转向。

❖ (2)设备的调试

- ❖ 一体化污水处理设备安装完毕后可进行系统调试，即培养填料上的生物膜，污水泵按额定的流量把污水抽入设备内，启动风机进行曝气，每天观察接触池内填料的情况，如填料上长出橙黄或橙黑色的膜，表明生物膜已培养好，这一过程一般需要7~15天。如是工业污水处理设备，最好先用生活污水培养好生物膜后，再逐渐进工业污水进行生物膜驯化。

(3)设备的运行

- ❖ 一体化污水处理设备一般为全自动控制或无动力型，不需要配备专门的管理人员，但在设备运行过程中应注意以下事项。
- ❖ ①开机时必须先启动曝气风机，逐渐打开曝气管阀门，然后启动污水泵（或开启进水阀门）；关机时必须先关污水泵（或关闭进水阀门），再关闭曝气风机。
- ❖ ②如污水较少或没有污水，为保证生物膜的正常生长，使生物膜不死亡脱落，风机可间歇启动，启动周期为2小时，每次运行时间为30分钟。
- ❖ ③严禁砂石、泥土和难以降解的废物（如塑料、纤维织物、骨头、毛发、木材等）进入设备，这些物质很难进行生物降解，且会造成管路堵塞。
- ❖ ④防止有毒有害化学物质进入设备，这些物质将影响生化过程进行，严重的将导致设备生化反应系统破坏。
- ❖ ⑤对于地埋式设备，在运行过程中，必须保证下雨不积水；设备上方不得停放大型车辆；设备一般不得抽空内部污水，以防地下水把设备浮起。

(4)设备维护

- ❖ 一体化污水处理设备投入运行后，必须建立一套定期维护保养制度，维护保养的内容主要有：
 - ❖ ①出现故障必须及时排除。主要故障为管路堵塞和风机水泵损坏，如果不及时排除故障将影响生物膜的生长，甚至会导致设备生化系统的破坏。
 - ❖ ②按产品说明书的要求，定期清理污泥池内的污泥。
 - ❖ ③设备的主要易损部件为风机和水泵，必须有一套保养制度，风机每运行10000小时必须保养一次，水泵每运行5000~8000小时必须保养一次；平时在运行过程中，必须保证不能反转，如进污水，必须及时清理，更换机油后方能使用。
 - ❖ ④设备内部的电气设备必须正确使用，非专业人员不能打开控制柜，应定期请专业人员对电气设备的绝缘性能进行检查，以防发生触电事故。

四、一体化中水回用装置

- ❖ 将生活污水作为水源，经过适当处理后作杂用水，其水质指标介于上水道和下水道之间，称为中水，相应的技术为中水道技术。对于淡水资源缺乏，城市供水严重不足的缺水地区，采用中水道技术既能节约水资源，又能使污水无害化，是防治水污染的重要途径。

(1) 中水水源

- ❖ 中水水源可以按下列顺序进行选取：冷却排水、淋浴排水、盥洗排水、洗衣排水、厨房排水、厕所排水。一般不采用工业污水、医院污水作为中水水源，严禁传染病医院、结核病医院污水和放射性污水作为中水水源。对于住宅建筑可考虑除厕所生活污水外其余排水作为中水水源；对于大型的公共建筑、旅馆、商住楼等，采用冷却排水、淋浴排水和盥洗排水作为中水水源；公共食堂、餐厅的排水及生活污水的水质污染程度较高，处理比较复杂，不宜采用；大型洗衣房的排水由于含有各种不同的洗涤剂，能否作为中水水源须经试验确定。

(2) 主要中水水源的水质

主要中水水源的水质指标见表5-1。

表5-1 主要中水水源水质指标/ (mg/L)

类别	住宅			宾馆、饭店			办公楼		
	BOD	COD	SS	BOD	COD	SS	BOD	COD	SS
冲便器	200~ 260	300~ 360	250	250	300~ 360	200	300	360~ 480	250
厨房	500~ 800	350~ 900	250						
淋浴	50~60	120~ 135	100	40~ 50	120~ 150	80			
盥洗	60~70	90~ 120	200	70	150~ 180	150	70~ 80	120~ 150	200

(3) 中水水质

- ❖ 中水作为生活杂用水，其水质必须满足下列基本条件：**(1)**卫生上安全可靠，无有害物质，其主要衡量指标有大肠菌群数、细菌总数、悬浮物量、生化需氧量、化学需氧量等；**(2)**外观上无不快的感觉，其主要衡量指标有浊度、色度、臭气、表面活性剂和油脂等；**(3)**不引起设备、管道等严重腐蚀、结垢和不造成维护管理的困难，其主要衡量指标有pH值、硬度、溶解性固体物等。我国现行的中水水质标准有：《生活杂用水水质标准》(CJ25.1-89)、《生活杂用水标准检验法》(CJ25.2-89)。

(4) 中水回用工艺流程

- ❖ 为了将污水处理成符合中水水质标准，一般要进行三个阶段的处理：
- ❖ ①预处理 该阶段主要有格栅和调节池两个处理单元，主要作用是去除污水中的固体杂质和均匀水质。
- ❖ ②主处理 该阶段是中水回用处理的关键，主要作用是去除污水的溶解性有机物。
- ❖ ③后处理 该阶段主要以消毒处理为主，对出水进行深度处理，保证出水达到中水水质标准。

- ❖ 主处理的方法按目前已被采用的方法大致可分成三类：
- ❖ ①生物处理法 是利用微生物的吸附、氧化分解污水中有机物的处理方法，包括好氧和厌氧微生物处理，在中水回用一体化设备中大多采用好氧生物膜处理技术。
- ❖ ②物理化学处理法 以混凝沉淀(气浮)技术及活性炭吸附相组合为基本方式，与传统的二级处理相比，提高了水质。
- ❖ ③膜处理 采用超滤(UF)或反渗透膜处理，其优点是不仅SS的去除率很高，而且对细菌及病毒也能进行很好的分离。