

对建设城市中小型污水处理厂的建议

④
20-2P

冯生华*

(市政工程设计研究院)

25-05
TU884.111

据报道,最近全球84个国家的600多名政府官员参加了在巴黎召开的国际水资源综合管理问题会议,一连数天开会研究如何充分利用地球上有限的饮用水资源,与会的世界水资源委员会会长说,每年多达1000万人因饮用了带有病毒的污水而感染传染病丧生。专家警告,若不改革现行的水资源消耗问题,到2005年,全球三分之二的人口便可能面临严重的水荒问题。目前,我国每年排放的城市污水量已达到300多亿 m^3 ,同时年增量达24亿 m^3 ,而每年新增加的污水处理能力仅3亿多 m^3 ,造成污水处理能力上的缺口不断扩大,问题十分严重,现就如何规划建设城市污水处理厂问题谈几点看法,与大家共同研讨。

1 污水处理厂的规模

城市污水处理厂的规模,一般取决于城市规划,现就污水处理厂的投资费用、日常管理、环境影响和水资源开发利用等几个方面进行讨论。

1.1 城市排水规划应考虑近期的投资能力

从城市污水处理总体上来说,根据排水出路确定污水处理厂的规模,不考虑投资能力。单纯从经济上分析,当然污水处理厂规模大,其单方造价、管理费用都要比修建小型污水处理厂显得经济。但是,要修建大型污水处理厂,首先要建设一个庞大的排水系

*国家授衔专家、顾问

统,几百至上千公里管道及许多中途泵站,才能将污水收集后集中输送到污水处理厂。这个污水收集系统的投资将超过污水处理厂的投资,而我们近期又缺乏资金,污水收集系统建不起来就谈不上建污水处理厂,而污染情况又越来越严重,所以想减轻污水的污染,就要使污水收集系统先形成规模,为建设污水处理厂创造条件。为此,应该根据城市近期的投资能力,从修改水规划入手,适当缩小排水系统,争取用较少的资金使系统完善起来,并随城镇建设的发展,逐年修建一批小型廉价的污水处理厂。各地在污水处理上都争取不欠新帐,每年还一些老帐,逐步改变我国水环境的现状。不要象某城市污水处理厂,贷了款,建了厂,但没有污水,长期不能投产。也有的污水处理厂,从城市污水河中取水,到灌溉季节与农业争污水,严重时,也曾停产。因此,排水规划一定要考虑投资能力,不少发达国家,经济实力很强,都就近建污水处理厂,我们为什么一定要把污水送到远处去处理?

1.2 城市污水就近处理、就近排放有利于再生回用

城市污水就近处理,可以节省大量管道投资,而处理达标后则可就近排放,为污水资源化、进行再生回用创造条件。如果污水处理厂的出水口远离再生水的回用点,又将出现回用水工程的管道投资过大问题,使本来就不易推行的污水再生回用事业更加困

难,这一点是十分清楚的。

1.3 要改变污水处理厂臭味冲天的现象

现在不少污水处理厂叫水质净化厂,原因是污水处理厂形象不好。一些教科书要求污水处理厂外设300m以上隔离带,也是这个原因。现以澳门为例,澳门是一个半岛,另外还有氹仔和路环两个离岛,总面积为 $7.5+6.0+7.8=21.3\text{km}^2$ 。现在建了三个污水处理厂,一边是海滨浴场,一边是众多的星级宾馆,污水处理厂就建在那儿。还有些例子,不再赘述。这些污水处理厂都有一个特点,都采用构筑物布置很紧凑的工艺,并将构筑物建在车间内,车间的外檐装修十分注意与周围环境协调,车间向外排出的气体进行专门处理,其总体投资效益就很高。以法国尼斯市为例,污水就近处理,就近排放,节省了大量资金,保护了风景优美的海滩,成为地中海著名的旅游胜地。

2 关于污水处理厂的工艺选择

在选择城市污水处理厂的工艺时,一般要在四个方面进行比选:

——首先是建设费用和运行费用的高低;

——处理效果的程度;

——占地大小及环境影响;

——管理的难易程度;

从目前世界各国的污水处理厂看,大型污水处理厂多用常规活性污泥法。中小型污水处理厂则花样繁多,而且新工艺也不断涌现。而污水处理厂的进水水质和处理要求,往往是选择某种工艺的主要因素。

——当进水中主要污染物是易降解的有机物时,大都采用生物处理法;如进水中工业废水比重很大,难降解有机物含量高时,必然污水可生化性差,就可考虑采用物化法。

——当有机物浓度高时,采用AB法或厌氧——好氧工艺比较有利。

——当有机物浓度低时,采用延时曝气工艺就具有优势。

——当要求出水脱磷脱氮时,宜选用AO工艺、A²O工艺。

——当要求出水脱磷较严时,可选用化学除磷或硝降解工艺。

在污水处理厂的工艺选择中有几种情况应提出讨论。污水土地处理和氧化塘工艺有基建费用少、能耗低的优点,但它们的缺点是占地大、卫生条件差、影响环境。显然,只有在环境条件要求低,并有大片荒地可用时才能考虑。在工艺选择中还应避免盲目追求先进,一项新技术显示出优越性,产生吸引力是自然的,但任何一种工艺技术都有其局限性,切勿生搬硬套。另外,污水处理产生的污泥有机物含量高,需进行处理使其无害化。污泥稳定处理的费用很高,采用厌氧消化,要很大的基建投资,采用好氧消化,将增加很多电费。这都要在工艺选择中统盘考虑。

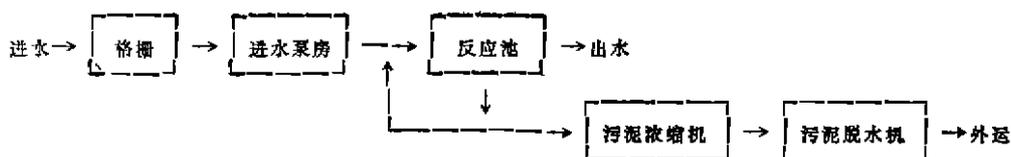
3 介绍几种中小型污水处理的工艺方案

中小型污水处理厂的工艺方案。根据各地的具体情况和处理要求,有很多工艺可供选择,目前使用最多的是活性污泥法,还有化学法、物化法、厌氧生物法和其他方法可供选择。在活性污泥法中,又有很多不同的工艺,这些工艺都有其各自的特点和适应性。污水处理技术发展到现在,可以说任何城市污水处理厂都有二种以上的工艺可供选择,没有一座城市污水处理厂仅有一种唯一的工艺、唯一的模式。问题在于精心设计、精心施工和精心管理。瑞典和挪威,把城市污水处理厂建在地下岩石中,一条条隧道组成污水处理厂,首先节省了大量混凝土,也解决了冬季保温问题,更不占昂贵的土地,真是因地制宜,他们保护水环境的精神可嘉。

3.1 连续进水间歇曝气的污水处理方案

(1) 工艺流程

该工艺流程比较简单,适用于建小型污水处理厂,主要的处理构筑物就是反应池,它集曝气池、沉淀池和回流泥泵房于一体,



现分别说明如下：

①连续进水

最早的间歇曝气工艺，至少要建两座反应池，轮流进水。其缺点是配水复杂，尤其是当反应池数量较多时更为突出。为了避免连续进水影响沉淀效果，可在反应池内设置虚线形错位挡板或将反应池设计成长条形，一端进水一端出水，可保证沉淀效果。另外也可将反应池用墙隔开或设计成前后两个池子，前池连续进水、连续曝气，后池连续进混合液间歇曝气即所谓D (Demand Aerati on Tank)—I(IntermittentAeration Tank)法。

②间歇曝气

对反应池进行曝气的作用一是充氧、二是搅拌。当进行沉淀时，就必须停止曝气，当沉淀完成时，就在出水端进行滗水。滗水完毕，反应池又重新进行曝气，周而复始，连续进水，间歇曝气。这是本工艺的主要特色。

③回流污泥

活性污泥的回流，采用混合液内回流的形式，即在反应池的后部，在池内直接设置潜水泵，将混合液抽送至前端与原水相混合后进入反应池。剩余污泥的排放，也可藉此潜水泵进行。

④工艺过程

连续进水、间歇曝气的反应池，其工作分三种状态：

状态	连续进水				
	1	2	3	1	2
	曝气	沉淀	滗水	曝气	沉淀

三种状态主要是起动或关闭曝气机（或鼓风机）和启闭滗水器，这完全可以通过一

个可编程序控制器来完成。所以该工艺的操作是十分简便的。

(2)主要设备

反应池内的主要设备是曝气机和滗水器，此乃影响污水处理厂造价的主要因素。

①曝气设备

曝气设备的种类很多，而能适应反应池内水位变化的曝气设备以表面曝气和微孔曝气器最为常用。采用微孔曝气则需单独设置鼓风机房，且鼓风机频繁起动、水位变化造成风机运行工况随之改变等，在运行管理上不及表面曝气机简便。表面曝气机采用浮箱式装置，可使曝气机随水面浮动，保持叶片的浸没深度，曝气机起动方便，检修可利用固定式工作桥进行，十分容易。

②滗水器

滗水器是反应池的最关键设备，实际是一个浮动堰，既要求堰口出水均匀、负荷不能太大，以保证反应池内上清液的平稳流动，还要求能挡住浮渣，堰口流量不因反应池水位下降而发生太大的变化。滗水器的种类也很多，就功能好、价格便宜而言，当首推虹吸式滗水器最为适用。

虹吸式滗水器可用塑料管加工而得，其众多的吸水口淹没在水面下，滗水的起止可用U型总管上的排气阀进行控制，操作维护最为方便。

(3)土建工程

以城市污水处理厂的进水量为10000m³/d,进水BOD₅=150mg/L,要求出水BOD₅≤30mg/L为例进行说明。此时需设置反应池两座，每座平面尺寸40m×70m、水深3.5m、超高0.4m。每座设功率为22kw的表面曝气机6台，曝气机为浮箱式，可随水位自动升降，每台曝气机单独设工作桥一座。每座反应

池设虹吸式滗水器5组,每组滗水器48个吸水口,每池共240个吸水口,用5根D350mm管道将上清液引出反应池。

采用连续进水、间歇曝气工艺后的污水处理厂,其反应池的土建工程量将占污水处理厂全部土建工程量的80%左右。所以,如何降低反应池的造价对降低污水处理厂的总投资至关重要。当采用表面曝气机时,可将反应池修筑成坡式池壁,甚至用土坡上铺设土工布来修建反应池也是可以的,这些在发达国家都有实例。总之,反应池的容积较大,而所需之钢筋混凝土可以减至很少,但不能使工艺要求受到影响。笔者见到过不少反应池,当具有一般的土壤地质条件时,池深4.5m,边座采用1:1.5,池壁为10cm~15cm厚的混凝土铺装,池底仅在曝气机工作桥下的柱子底部设置钢筋混凝土基础,其余也皆用10cm~15cm混凝土铺装。

(4) 污泥处理

由于本工艺没有初沉池污泥,且剩余活性污泥已初步好氧稳定,不必再建消化池,可节省大量投资。本方案推荐采用污泥浓缩机,浓缩污泥进脱水机直接脱水。当占地无困难时,也可采用污泥浓缩池,经自然浓缩后再进行脱水。

3.2 三池式间歇曝气污水处理方案

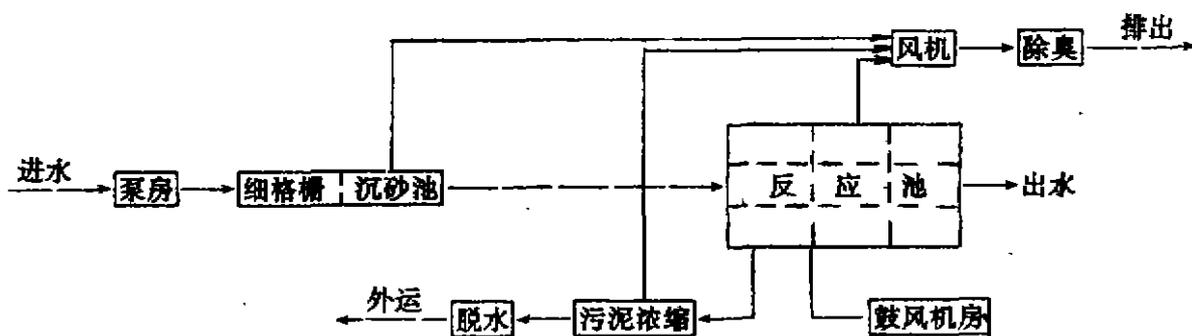
该处理系统由三个曝气池组成,三池之间连通后可视为一个曝气池,外侧的两池设

有出水堰及剩余污泥排放口,三池都设置曝气设备,中间池则始终作曝气池使用。运行时,如污水从左侧池进水,则右侧池作为沉淀池使用,其余两个池为曝气池,当污水从右侧池进水,则左侧池作为沉淀池使用。所以,左右两个池是曝气、沉淀交替运行,与三沟式氧化沟相仿,而间歇曝气又与SBR工艺相仿,但该系统是在恒水位条件下运行的,采用微孔曝气时,可将曝气池加深,以减少占地。

应用实例:

城市污水处理厂的进水量为70,000m³/d,进水BOD500mg/L, COD860mg/L, SS240mg/L,出水BOD<15mg/L, COD<60mg/L, SS<15mg/L。每个曝气池平面尺寸为25×26m,水深8m,三个一联,三联九池形成方阵。据环境要求,池上建厂房,形成全封闭式,有臭味的气体被抽送至臭气处理系统进行脱臭处理。剩余活性污泥经浓缩后直接用板框压滤机脱水。该方案九个反应池总容积为25×26×8×9=46800m³,占地仅100m×100m,即1.0公顷。此方案占地明显较一般污水处理厂少很多,而且反少池布置紧凑,所建封闭式厂房建筑面积也少,总的土建工程投资也省。此方案适宜于建在市区的污水处理厂,污水处理后就近排入雨水系统。

3.3 氧化沟方案



氧化沟以其流程简单、管理方便和处理效果好等优点赢得了声誉，正在我国不少工程项目中采用。何为氧化沟？丹麦索兰德的定义是：不经初次沉淀的活性污泥处理厂，采用环型平流模式，污泥负荷设计能量为0.05~0.075，泥龄为20d~30d。氧化沟有很多形式，由于技术及装备的发展，已经突破只适用于小型污水处理厂的概念，原因是近10年在下列三方面有了突破性发展。

(1) 突破了氧化沟是一种延时曝气构筑物概念，可按多种活性污泥法工艺进行设计。它可以是低负荷的延时曝气池，也可以是高负荷曝气池，可以是缺氧/好氧或厌氧/好氧或厌氧/缺氧/好氧或吸附/生物氧化。总之，可视具体工程条件进行设计。

(2) 对氧化沟水力学流态和构筑物形式的研究有了重大进展。出现了间歇曝气工艺的氧化沟、水深达8m的深水氧化沟和高效氧化沟。

(3) 开发研制了各类氧化沟的专用设备，使工艺技术、技术装备和运行控制有了一整套技术、保证了各种氧化沟的有效运行。

目前，各种氧化沟几乎在我国都有了工程实例，已进入我国市场推销其产品和技术的著名外国公司有：

——荷兰DHV公司与美国EMICO公司合作，推出其新成果Carrousel2000型氧化沟，其主要设备是表曝机。

——丹麦Kruger公司推出其新成果DE型氧化沟，其主要设备是充氧转刷和潜水搅拌机。

——美国Envirex公司推出Orbal氧化沟，这种氧化沟一般由同心的3个椭圆形沟组成，主要设备是转碟曝气机。

——德国PASSAVANT公司推出转刷曝气氧化沟，其主要设备转刷曝气机不断得到

改进。

总之，氧化沟是一种经济高效的污水处理方法，近年来国际上有了重大发展，我国此项技术尚处于国际上80年代水平，我们应根据自己实际情况博采众长，引进消化，开发我国的氧化沟技术装备。

4 对建设城市污水处理厂的三点建议

(1) 加强工程项目的前期工作非常重要。污水处理厂的水量、水质的确定都应根据长期监测资料来确定，至于污水处理厂的厂址、排水出路及处理要求则与城市规划有关。我们知道，没有环境评价的可行性研究报告的项目是不能立项的，而没有可行性研究报告是无法进行环境评价工作的，因此，这两项工作必须交叉进行。项目的审批、工程的规模、厂址及工艺选择等重大原则问题都在工程项目的前期工作中确定。笔者认为工程项目的可行性研究其重要性要超过工程项目的初步设计和施工图设计。

(2) 建筑法第五十七条规定，设计文件中不得指定所用设备的厂家，因此，今后必须用初步设计进行招标，确定设备厂家进行订货工作，再依据厂家提供的设备安装尺寸进行施工图设计。实际上，在国际上，施工图设计一般都由总承包单位负责，土建设计还进行十年保险，由业主、监理工程师、承包人组成一个相互制约的工程实施机制，保证了工程质量。

(3) 建设污水处理厂的最终目的是治理环境，即要求污水处理厂长期有效地运行。为节省运行费、提高效益，建议污水处理厂的运行实行招标，政府按每年的处理水量和出水达标（国际惯例每月监测10次以上，80%数据达标视为合格）情况支付运行费，实行政企分家。