

城市污水处理厂设计中热点问题剖析

羊寿生 张 辰

提要 剖析了我国污水处理厂建设规模与实际情况脱节的原因,并就污水处理厂设计中进水水质预测、处理出水水质标准、污水消毒、处理工艺比选、污泥稳定及污泥综合利用等方面的问题提出了作者自己的观点。

关键词 城市污水处理厂 设计规模 进水水质 出水水质 消毒 工艺流程 污泥处理与处置

建国以来,特别是改革开放后,我国在城市污水处理厂建设方面取得一定成效,已建成百余座污水处理厂,但在控制水污染方面,形势不容乐观。预计今后还有大量的城市污水处理厂待建设。在建设城市污水厂过程中,设计工作是龙头,在设计时常常碰到一些热点问题,引起各方争论。本文对这些问题作一剖析,供读者参考。

1 污水处理厂规模

污水处理厂规模是指进厂污水的水量与水质数值。当然,首先要明确污水处理厂是合流制系统处理厂,还是分流制系统处理厂,还要弄清近期及发展后的处理厂规模。在工程建设中,这些数值都能按有关资料计算确定,但是,处理厂建成后实际情况与预测结果有较大不同。有的处理厂建成后,长期达不到设计规模;有的处理厂建成后马上要扩建,而在周围又无空地,这些现象使设计人员感到困惑,随之成为讨论的热点。

关于处理厂建设规模与实际情况脱节的现象,已有专家进行过论述^[1~2],主要原因是城市规划调整、市政建设不配套、排水体制不健全等等。笔者同意上述看法,除此之外,笔者还认为有下列几个主要原因。

1.1 领导者对城市污水工程建设认识不足

业内人士均知道,城市污水工程的组成包括污水的收集、输送、处理与排放4个部分,是一个系统工程,仅建污水厂是不能解决水污染问题的。领导者应从全局的角度去度量处理厂建设的地位,并确定相应系统规模。对一个地区而言,其开发建设过程是按计划滚动开发。对污水系统来说,也可以逐

步建成,直到达到规划规模。在这里要提出的是污水系统逐步形成的过程要与地区开发同步,决不能半途停滞或打乱系统总体布置。

1.2 要按照“先地下、后地上”的建设方法操作

一个开发区的建设,涉及地面建筑与地下设施建设两个方面,一般容易忽略“先地下、后地上”的建设程序。例如,房地产开发商急于进行住宅建设,多个房地产开发商之间互相不沟通,影响排水系统实施的系统性。住宅建设的进度是很快的,而地下管线特别是筹建地区性污水厂,需要2~3年时间,有的可能要更长的时间。由于住宅建设进度快,污水厂还未建成,街坊已形成,居民入住产生的污水被迫采用化粪池过渡,暂接雨水管道排入附近河道,导致河道水质污染日趋严重。过几年后,污水厂建成后,照理应该把住宅污水改接入城市污水管道,污水进处理厂处理达标后排放,遗憾的是污水改接工作已无人过问,或因经费无着落而听其自然,其结果是污水厂厂内水量不足,而居民生活污水继续污染水体,处理厂投资不能发挥应有的环境效益。在上海曾作过调研,要改接一个规模为 $7.5\text{万 m}^3/\text{d}$ 污水收集系统,其投资要上千万元。

总结过去的经验,应该坚持“先地下、后地上”的建设程序。

1.3 处理厂选址

一座城市污水厂建成后,运行时间是很长的。上海东区污水处理厂,采用活性污泥法工艺,已连续运行73年(1926年建成),虽经几次改建、扩建,目前运行十分正常,处理出水水质达到排放标准。因此,选择处理厂厂址,应着眼长远考虑。当然,要求

预测三四十年的发展情况是困难的,但希望远离住宅区。在工程实施中,往往为节省近期投资,希望污水厂距居民区近些,总管短些、投资可省些,这样做常常带来不良后果。上海有几座污水厂被居民区包围,以致污泥消化池建成后就从未使用过,另外,由于距居民住宅近,处理厂臭气污染环境,导致厂群矛盾突出。

在选择处理厂厂址时,应尽量远离市区,并留有充裕的扩展余地,笔者建议能设 300m 以上卫生隔离带则更好。

2 处理工艺选择

污水处理工艺选择是依据进水水质、水量状况,再依据接纳水体环境容量或者国家规定排放标准,确定应该去除污染物的项目与数量,从而选择合适的污水处理工艺。在选择污水处理工艺过程中经常讨论的热点问题有如下几方面:

2.1 进水水质预测

当前存在的问题是进水水质预测值与实测值有较大差异,通常预测值偏高。例如,深圳滨河污水厂投产运行后的前 10 年,BOD 值在 80mg/L 左右,还不到设计值的一半(设计值 200mg/L),直到 1998 年才逐步上升,进水 BOD 值 100mg/L ~ 200mg/L (频率为 54%),平均为 190mg/L。产生这种现象的原因主要是污水收集系统不配套。如本文上节所述,有些污水经化粪池后接入污水管,雨污水管混接、管道施工质量差,地下水渗入,导致进水浓度偏低。上海市污水管网完善的生活污水处理厂,进水 BOD 值在 250mg/L ~ 300mg/L,SS 值为 300mg/L ~ 350mg/L,如果污水管网不完善或设化粪池,BOD 值 120mg/L ~ 150mg/L 左右,SS 值 150mg/L ~ 200mg/L,由于对拟建处理厂进水水质预测是确定处理工艺的依据,因此需要慎重对待。

2.2 处理出水水质标准

处理厂出水水质是按照尾水排入水域类别,再依照国家污水综合排放标准,以满足各项指标要求。1998 年开始实施的二级处理厂污水综合排放标准各项指标如表 1 所示。

采用二级处理工艺,处理出水恐怕难以达到氨氮与磷酸盐标准,需要采用脱氮除磷工艺流程,特别是一级标准中磷酸盐指标 0.5mg/L,有相当难度。

表 1 排放标准

项目	一级标准	二级标准
BOD ₅ / mg/ L	20	30
COD/ mg/ L	60	120
SS/ mg/ L	20	30
氨氮/ mg/ L	15	25
磷酸盐/ mg/ L	0.5	1.0

有人提出,处理厂尾水排入非蓄水性河流或非封闭性水域,是否还要控制如此低的磷酸盐含量。采用生物脱氮除磷工艺,或者化学除磷工艺,需要增加基建投资与经常运行费用,同时还要求具有较高的运行管理水平。笔者建议,在有些场合,经当地环保部门认可,在近期似可放宽磷酸盐标准,以节省近期投资。

2.3 污水消毒

室外排水设计规范中,城市污水处理厂出水要加氯消毒,而且对生物处理后投氯量规定为 5mg/L ~ 10mg/L,并设停留时间为 30min 混合接触池。80 年代建的城市污水厂,大都有加氯消毒设施,包括加氯机、氯库、混合接触池,建成后已有 10 余年,从未使用,所以氯库等构筑物已移作它用。有人提出,国家污水综合排放标准对城市二级处理厂出水水质未确定大肠菌群数及余氯值,所以处理厂出水要不要加氯是值得研究的课题。笔者建议环保部门、卫生防疫部门及市政建设部门应着手研究污水消毒这一课题,解决加氯量、大肠菌群数、余氯量及其相关关系。

2.4 处理工艺比选

目前,国内建成的城市污水厂绝大部分采用活性污泥法处理工艺,生物膜法应用很少。上海在 50 年代建成一座用砾石为滤料的生物滤池,运行 40 余年,处理效果良好,经常费比活性污泥法低 50% 多,但并未引起人们重视。1921 年在上海已建成一座活性污泥法处理厂,1926 年又建成两座活性污泥法处理厂,处理规模各为 1.4 万 m³/d,其中上海东区污水厂一直延用至今,对活性污泥法运行管理积累了丰富的经验。

随着科技的发展和微处理机与自控技术设备的进步与普及,对活性污泥法工艺进行改革,特别是 80 年代以来,随着改革开放步伐的加快,在污水处

理方面,利用外国资金,引进了一批国外污水处理工艺和设备,使污水处理技术有较大的发展。目前,各种活性污泥变法已在工程中得到应用,例如 AB 法、A/O 法、A²/O 法、SBR 法、氧化沟法等等。综观这些革新的活性污泥法,它们适用于不同场合,满足不同出水水质要求。

笔者认为,在方案比选时,主要控制的条件有用地范围、尾水排放、污泥出路、地质条件、发展余地、管理水平、运行费用、工程投资、环境影响等诸方面。在满足出水水质各项指标前提下,应着重研究运行费用与管理水平。已知一些污水厂建成后,由于运行费用高而无法正常运转,而另一些处理厂引进高级监控仪表设备,由于缺乏具有一定水平的维护人员,这些仪表设备被闲置。所以,要从目前国内的现状出发,选择合适的处理工艺,切忌盲目跟风。笔者认为,中小规模污水处理厂选用氧化沟、SBR 法具有明显优点,而大型污水处理厂推流式活性污泥法仍是首选方案。

3 污泥处理与处置

污水处理厂在水处理过程中会截流与排出一定量的栅渣、沉砂和污泥。对城市污水厂而言,其数量大约为进水量的 0.5%~1.5%。污泥处理与处置方案是经常讨论的热点问题。

3.1 污泥稳定

如何满足《城市污水处理厂污水污泥排放标准》(CJ 3025-93)中规定的污泥稳定要求,目前常用的方法有污泥中温消化、污泥好氧消化、污泥投加石灰,还有污泥焚烧方法。

采用污泥中温消化方法,可以杀灭污泥中的寄生虫卵,同时还可回收能量,消化后污泥可用作农业或绿化肥料。采用污泥中温消化似应有一个经济规模问题,但尚未能有详细经济分析。在 80 年代中期,污水厂处理规模为 2.5 万 m³/d 左右,建了几座中温污泥消化池,但由于经济上不合算,投产不久就停用了。目前,能正常运行的中温污泥消化池,其处理厂规模均在 20 万 m³/d 以上,看来大型污水厂采用污泥中温消化方案是可取的。采用污泥浓缩、脱水、中温消化、消化污泥再浓缩、脱水外运,其投资大约为 100 万元/t 干泥~200 万元/t 干泥(不含水),经常运行费用大约 700 元/t 干泥~900 元/t 干泥。

目前,大部分中小型污水厂产生的污泥,经浓缩、机械脱水后,运往农村作肥料或运往垃圾填埋场填埋。这些污泥实际上均未达到稳定要求,是否会带来环境的二次污染是值得注意的。污泥好氧消化、向污泥中投加石灰及污泥采用焚烧处理方法,在国内尚未见报道。

3.2 污泥综合利用

污泥综合利用的试验研究,已有各种报道,例如利用污泥制砖、制陶瓷等用作建筑材料,甚至从污泥中提炼维生素 B₁₂ 等等,但大部分是实验室试验,与实际应用还有相当距离。城市污泥的最终出路,还是用作绿化或农田肥料,改良土壤,这似乎是较现实的综合利用方案,目前,缺少组织推广应用的机构,在政策上也缺少支持。事实上,城市污水厂污泥作为“绿色植物”的天然有机肥料是具有广阔前途的。

3.3 污泥集中处理厂

一个城市若有多座污水处理厂,可把各处理厂污泥集中起来,建一座具有相当规模的污泥处理厂,包括处理下水道清过程中产生的污泥、化粪池污泥等等。当污泥处理厂达到一定规模后,可减少单位投资,降低经常费用,也便于污泥综合利用。

4 结语

城市污水处理厂设计中有关工程规模、处理工艺选择、污泥处理与处置等问题值得研究、探讨,但归结到一点,就是使工程设计能更切合目前我国的具体现状。为了克服不可预见的因素,城市污水厂建设似可先建一级处理部分,待污水系统完善后,积累了若干年进厂水质水量资料后,再建二级处理部分,以更好发挥投资效益。

参考文献

- 1 林晓明. 论城市污水处理厂建设规模与处理标准的确定. 给水排水, 1997, 23(9): 20~23
- 2 王杉. 城市给排水工程规划中的难点. 给水排水, 1998, 24(10): 11~14
- 3 周蕾. 城市污水处理厂工艺选择. 中国给水排水, 1996, 11(1)
- 4 邵林广. 南方城市污水处理厂实际运行水质远小于设计值的原因及其对策. 给水排水, 1999, 25(2): 11~13

作者通讯处: 200002 上海市圆明园路 133 号

上海市市政工程设计研究院

电话: (021) 63217489

收稿日期: 1999-6-12

CONTENTS

Hot Points on Urban WTP Design *Yang Shousheng et al*(1)

Abstract :The problems related to why the constructed size of the urban wastewater treatment plants is unconformable to the practical wastewater discharge in this country frequently ,are discussed. And the personal ideas of the authors on inflow quality forecasting ,treatment process selection ,norm and disinfection of WTP effluent and stabilization and comprehensive utilization of sludge are given.

Third Phase Construction of Gaodian Waterworkd in Amoy *Fei Xiali et al*(4)

Abstract :This modern waterworks in Amoy ,Fujian Province with designed capacity of 300 thousand cubic meters per day has been completed depending on the French and Japanese loan. Some special topics in design of this project related to the water purification process ,automation ,equipment and instrumentation are presented in this paper.

Pilot Plant Research on Physico-chemical Process to strengthen the Primary Treatment of Combined Wastewater in Shanghai *Ren Jie et al*(8)

Abstract :The primary treatment of wastewater could be strengthened by pretreatment of physico-chemical process and a pilot plant research was conducted to treat the combined wastewater in Shanghai. The effects of adding inorganic Fe and/or Al salts alone or combined with polymers are compared and The results show that the dosing of Fe and/or Al salts combined with polymers will be suitable way to treat combined wastewater with advantages of high effectiveness and economic benefits.

Research on Chemically Enhanced Primary Treatment of Low Concentrated Domestic Wastewater *Wang Donghai et al*(10)

Abstract :The chemically enhanced primary treatment (CEPT) of low concentration domestic wastewater was researched by jar-test without coagulation aid dosing and pH conditioning. The optimal coagulant dosage was determined and the effect of coagulant on the removal of both COD_s (suspended) and COD_d (dissolved) was discussed. Finally a concept of agent dosage load was proposed to compare the removal capacities of different chemicals. Also the results with CEPT to treat conventional and low concentration domestic wastewater were compared.

Research on the Biofilm Formation of Enzyme-Accelerated Biological Package Material in Low Temperature and Anoxic State *Long Tengrui et al*(13)

Abstract :Abstract The bio-film formation of enzyme-accelerated biological package material in low temperature and anoxic state has been researched experimentally. The results show that this package material has advantages to start the anoxic bio-filter fast under low temperature condition. For example the start-up period will be 25days at temperature of 9 to 14 degree Celsius. The bio-film growth manner ,the organic loads of the package material ,the temperature in the reactor ,the alkalinity and DO and pH levels are key factors to influence the bio-film formation

25 Years of Clear Water Act 1972 *Zhou Yiping*(17)

Abstract :The background ,which breeds the establishment of the Clear Water Act 1972 ,is presented. Also the vested achievements and trends of this act are indicated.

Effect of Thermo-Stratification on Water Quality in Yanghe Reservoir *Li Fengbin*(19)

Abstract :Thermo-Stratification appears evidently in Yanghe Reservoir at the period from the late July to the early September and causes differences of water quality at the surface and the bottom of the water body. At the time of high water crown the surface water has high levels of pH = 9.16 ,DO = 12.48mg/L , $NO_2^- - N$ = 0.132mg/L and algae cell density of 6.32 million/L ,much higher than that at bottom. In this paper the reasons which caused the water quality stratification and the correlative influence of some water quality indicators are discussed and the strategy of water intake in this season is proposed.

On Design Parameters of Horizontal Grit Chamber *Shao Linguang et al*(21)

Abstract :The reasons that caused poor performance of horizontal grit chambers(HGC) in the urban wastewater