

邯郸市西污水处理厂改良氧化沟工艺优化控制

张志军

(邯郸市市政污水处理有限责任公司, 河北 邯郸 056002)

摘要:介绍了邯郸市西污水处理厂改良型氧化沟工艺流程,探讨了曝气系统的DO、MLSS、泥龄和排泥等运行参数的控制问题。通过对各参数进行分析和优化调整,最终使该工艺具有较好的脱氮除磷效果。

关键词:工艺;改良氧化沟;脱氮除磷;优化控制

中图分类号: X505 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-4655 (2009) 01-0038-03

邯郸市西污水处理一期工程设计处理能力为 $10 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,服务面积约 50 km^2 ,服务人口约45万人,处理生活污水约占65%,工业废水约占35%。该工程于2004年5月建成投产。受收水管网及收水率制约,目前实际处理量为 $8.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。运行实践表明,该污水厂的出水水质始终优于GB 8978—1996《污水综合排放标准》的二级标准,达到设计要求。

1 工艺流程

该厂采用改良型自流式氧化沟工艺,将氧化沟和厌氧选择池合建为一个处理单元。它是一个多沟串联系统,分为两组,每组8个廊道,共安装24台转碟曝气机,其中单、双速转碟各12台,在各沟道内交替均匀布置。进水与回流污泥在厌氧选择池内均匀混合后进入氧化沟,在沟内往复循环流动。氧化沟的出水进入辐流式沉淀池,进行泥水分离。泥水分离后一部分出水排放至输元河,另一部分则排入市内沁河,作为景观用水。污泥通过剩余污泥泵房排入污泥浓缩池及脱水机房进行相应处理,最终进行填埋或制肥。改良氧化沟的平面图如图1所示。

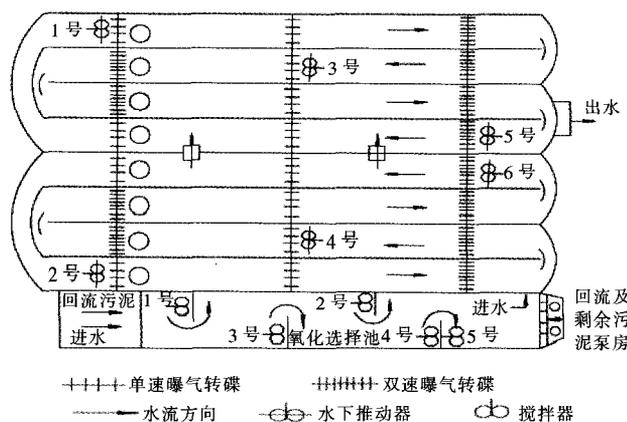


图1 改良氧化沟单组平面示意

2 工艺优化控制

改良氧化沟工艺是集有机物降解、脱氮、除磷3种功能于一体的生物处理技术。其运行控制应同时满足各项功能要求。针对该厂的进水水质特点,在总结氧化沟工艺长期运行控制经验的基础上,得出了具体的优化控制方式。

2.1 对曝气系统DO的控制

脱氮、除磷工艺中,不同区域对供氧量需求的不同。若太低会抑制硝化作用,太高则会使DO随回流污泥进入厌氧区,影响聚磷菌的释磷,而且会使聚磷菌在好氧区消耗过多的有机物,从而影响对磷的吸收。该厂在实际运行控制中,根据在线DO仪和便携式DO仪监测各段曝气量,通过调整曝气转碟开启台数或叶轮转速来控制供氧量。由于氧化沟内MLSS较高(一般可达到 $4\ 000 \sim 5\ 800 \text{ mg/L}$),因此DO控制范围在缺氧区为 $0.3 \sim 0.7 \text{ mg/L}$,在好氧区为 $2.0 \sim 3.2 \text{ mg/L}$ 。通过对DO的有效控制,使该氧化沟工艺的除磷效果始终能保持在较高的水平。

2.2 对MLSS的控制

传统除磷理论认为,排除的剩余污泥量越多,即泥龄越短,对磷的去除率就会越高,但加大排泥量必然会导致MLSS降低。由于低的MLSS不利于膜氮效果,因此工艺中要对MLSS适当控制才能同时满足脱氮、除磷功能要求。该厂的MLSS设计值为 $4\ 500 \text{ mg/L}$,运行时除磷效果并不是很理想,经过调整并逐渐减少排泥量,在将MLSS提高至 $5\ 000 \text{ mg/L}$ 左右时发现除磷效果更好,也相应地保证了系统较好的硝化、脱氮效果。表1为MLSS调整前后的效果对比表。由表1可见,调整后的脱氮、除磷效果均优于设计值。因此,该厂工艺优化控制将MLSS设为 $5\ 000 \text{ mg/L}$ 左右。经监测实际的MLSS值一般在 $4\ 000 \sim$

收稿日期:2008-09-28

表1 MLSS调整效果对比

项目	MLSS/ mg·L ⁻¹	NH ₄ ⁺ -N			TN			TP		
		进水/ mg·L ⁻¹	出水/ mg·L ⁻¹	去除率/%	进水/ mg·L ⁻¹	出水/ mg·L ⁻¹	去除率/%	进水/ mg·L ⁻¹	出水/ mg·L ⁻¹	去除率/%
数值	4 500	19.54	5.77	70.47	47.30	25.42	46.26	3.16	1.12	64.56
	5 000	20.07	3.25	82.96	49.89	23.76	52.38	2.75	0.39	85.82

5 800mg/L范围内，处理效果良好。当然MLSS也不能过高，有时受季节影响造成不能正常排泥，氧化沟内MLSS曾增至7 000 mg/L以上，并导致局部出现污泥膨胀现象，导致运行能耗相应增加15%~20%，所幸出水水质未曾受到影响。

2.3 对泥龄和排泥的控制

对于生物脱氮除磷工艺而言，泥龄是一个重要的设计和运行参数，硝化菌和聚磷菌功能发挥在泥龄要求上存在着矛盾。生物脱氮过程要求有较长的泥龄，一般 > 3~5 d，有的甚至长达10~15 d，以满足世代时间较长的硝化菌生长增殖的需要。生物除磷是通过排除富磷的剩余污泥来实现，泥龄控制在3.5~7 d。在污水处理工艺系统设计及运行中，一般是将泥龄控制在一个较窄的范围内，以兼顾脱氮与除磷的需要。为取得较好的脱氮除磷效果，该氧化沟系统的设计泥龄采用18 d，实际泥龄控制在16~19 d，一般TN、TP的去除率可分别达到45%、75%以上。

在排泥控制过程中，除用泥龄核算排泥量外，还需保持系统中稳定的MLSS和MLVSS，通过排泥使MLSS保持在4 600~5 400 mg/L、MLVSS保持在2 300~2 700 mg/L。在实际运行过程中，按上述范围进行操作控制，均能获得稳定、优良的出水水质。

2.4 BOD₅/TN和BOD₅/TP

污水的BOD₅/TN是影响脱氮效果的一个重要因素。

由于活性污泥中硝化菌所占的比例较小，且产率比异养菌低得多，两者融合竞争底物和溶解氧，会抑制硝化菌的生长繁殖，因此硝化菌的比例与污水的BOD₅/TN值相关。该氧化沟运行中应控制其值>4.0。硝化则与BOD₅负荷有关。

有资料显示，当BOD₅负荷 < 0.15 kg BOD₅ / (kgMLSS·d) 时，处理系统的硝化反应才能顺利进行。在实际操作控制中，将该厂氧化沟系统的污泥负荷保持在0.06~0.13 kgBOD₅ / (kgMLSS·d) 左右，硝化率 > 70%。污水生物脱氮除磷工艺中厌氧区有机基质的含量、种类及其与微生物营养物质之间的比例关系(主要指BOD₅/TP)是影响聚磷菌摄磷效果的一个不可忽视的控制因素。其值越大则释磷效果越好，对后续除磷越有利，尤其是进水中易降解有机物的含量越高越好。

有研究表明，若要使出水中磷含量控制在1.0 mg/L以下，进水中BOD₅/TP应控制在20~30。通过实际运行控制发现，该厂进水水质的BOD₅/TP = 54、BOD₅/TN = 3.4。BOD₅/TP及其他参数均能很好地满足系统运行需要；BOD₅/TN < 4值，则与系统运行需要有差距。

3 运行效果

邯郸市西污水处理厂的设计及实际进、出水水质如表2所示。

表2 邯郸市西污水处理厂的设计及实际进、出水水质

参数	进水水质/mg·L ⁻¹			出水水质/mg·L ⁻¹			去除率/%	
	设计值	实际值		设计值	实际值		设计	实际
		范围	均值		范围	均值		
BOD ₅	200	46~398	184	≤ 30	3~29	16	≥ 85	91.30
COD	450	89~751	353	≤ 120	13~89	41	≥ 73	88.38
SS	250	65~870	375	≤ 30	4~62	17	≥ 88	95.47
NH ₄ ⁺ -N	25	11.57~34.85	23.69	≤ 25	0.22~24.75	6.75		71.51
TN	35	27~94.82	53.49		18.23~45.50	26.04		51.32
TP	3	1.47~9.09	3.43	≤ 1	0.06~0.65	0.42	≥ 67	87.76

主要设计参数及2007年实际运行参数见表3。

表3 主要设计参数及2007年的实际运行参数

参数	流量/ 10 ⁴ m ³ ·d ⁻¹	泥龄/ d	HRT/ h	污泥回 流比/%	供气量/ kgO ₂ ·h ⁻¹	MLSS/ mg·L ⁻¹	污泥负荷/ kgBOD ₅ ·kg ⁻¹ · MLSS·d ⁻¹
设计	10	18	15.4	100	712.4	4 500	0.069 4
运行	7.8	16~19	20	65~90	545.7	5 000	0.078

目前该厂所接纳的城市污水中约65%为生活污水，2008年部分月份的实际运行结果见表4。运行中发现，2008年4月底，由于配套管网收集水量增加，使得该氧化沟系统的进水水质、水量发生突变，加之后期雨季的影响，对氮的处理效果有所降低，但其出水仍可达标。

表4 2008年1月~8月进、出水水质和水量

月份	水量/ m ³ ·d ⁻¹	COD/mg·L ⁻¹		BOD ₅ /mg·L ⁻¹		SS/mg·L ⁻¹		NH ₄ ⁺ -N/mg·L ⁻¹		TN/mg·L ⁻¹		TP/mg·L ⁻¹	
		进水	出水	进水	出水	进水	出水	进水	出水	进水	出水	进水	出水
1	70 970	435	28	297	11	318	10	26.96	11.01	51.78	27.02	3.75	0.22
2	78 570	484	17	212	6	498	7	22.00	0.19	52.81	23.25	3.96	0.11
3	74 520	398	19	173	7	419	10	18.47	0.86	50.14	23.91	3.08	0.03
4	74 670	274	21	239	6	239	9	22.18	3.66	57.32	20.31	3.96	0.13
5	80 640	415	33	223	13	437	8	23.59	5.39	71.85	26.09	6.32	0.08
6	81 670	495	41	294	25	527	17	33.77	24.81	89.45	43.88	7.37	0.53
7	83 550	538	32	370	14	542	9	30.29	21.05	75.42	40.14	11.50	0.19
8	81 290	412	31	242	8	402	13	26.33	18.32	60.57	41.02	5.04	0.14

4 结语

对改良氧化沟系统的DO、MLSS、泥龄等运行参数进行了分析、优化调整，使该工艺具有良好的去除有机物及脱氮除磷效果，最终确保了出水达标排放，出水水质远远优于设计要求。

该系统脱氮除磷的效果在很大程度上取决于对DO的控制。实际运行时，应根据进水水质波动情况，加强对DO浓度的控制调整，以保证在最佳的处理效

果基础上节约运行费用、降低能耗。

运行中需对氧化沟内的MLSS要进行严格控制，并通过排泥控制泥龄，以强化氧化沟系统的脱氮除磷效果。避免过多的硝酸盐随回流污泥进入厌氧选择池也是该系统工艺控制的关键，适宜的进水BOD₅/TN比值以及稳定可靠的反硝化控制也非常重要。

这可进一步提高该系统的处理效果，尤其是脱氮效果。

(上接第37页)

抗剪能力强，设计中容易满足，可以按此种方法偏保守进行计算。值得注意的是，横梁模型不要再计入横梁自重，因其已包含在支反力值当中。

因此可以按照上述分别建立横梁的剪力和弯矩计算模型。经过计算可得出中支点处和边支点处横梁的弯矩和剪力图。计算结果如表3所示。

表3 简化模型横梁计算结果表

位置	端横梁	中横梁
弯矩/kN·m	-1 309.6	-2 568.2
剪力/kN	1 948.0	3 895.8

可见与空间单元计算结果相近，误差在4%之内。同时，对本项目的其他配跨25 mm + 28 mm + 25 mm和25 mm + 30 mm + 25 mm连续梁的横梁进行分析计算，对深圳枢纽交通4号线、6号线高架线梁横梁也进行分析计算，结果均能较好地模拟实际情况，误差不超过5%。

4 结语

值得注意的是以上计算以及分析均建立在箱梁为直线梁，而且其顶板受力为单向板（宽跨比很小）、横梁与箱梁腹板正交的基础上。

对于非上述箱梁的横梁计算，笔者建议采用空间模型方法去计算求得。计算出各横梁受力后，即可以

按照《结构设计原理》进行配筋；如果弯矩较大，还需要配置预应力束。

本文在截面计算时横梁仅按简单的矩形截面输入，建议考虑横梁受弯时，受压区的有效宽度将横梁截面作为“工形梁”或者“U形梁”输入，计算结果将更贴近实际截面受力状态。

本文通过对连续梁的空间和平面杆系的受力对比分析，进而得出简化计算横梁内力的方法，即可以借助箱梁单向板受力原理，对横梁建立平面杆系模型，并确定了恒载和活载的加载位置以及计算受弯、受剪不同荷载时的方法。经过上述的不同的项目验证，可知误差很小，因此该方法可供工程技术人员参考。

参考文献：

- [1] 范立础. 桥梁工程 [M]. 北京: 人民交通出版社, 2001.
- [2] 徐岳, 王亚君, 万振江. 预应力混凝土连续梁桥设计 [M]. 北京: 人民交通出版社, 2001.
- [3] TB 10002.3—2005 铁路桥涵钢筋混凝土和预应力混凝土结构设计规范 [S]. 北京: 中国铁道出版社, 2005.
- [4] 黎海堤, 陈大根. 箱梁预应力横隔梁的实用设计计算方法 [J]. 桥梁建设, 2002(3): 52-54.
- [5] 张树仁. 钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁结构设计原理 [M]. 北京: 人民交通出版社, 2004.
- [6] 延波. 城市轨道交通箱梁横隔梁实用简化计算 [J]. 都市轨道交通, 2007(1): 52-54.