

天津市东郊污水处理厂设计介绍

冯 生 华

(市政工程勘测设计院)

天津市东郊污水处理厂是继天津市纪庄子污水处理厂投产后新建的又一座大型污水处理厂。建设该厂的指导思想是：在总结纪庄子污水处理厂建设和运行经验的基础上，改进工艺设计，进一步提高污水处理效率节省用地。以节约能源为重点，适当引进关键技术、监控装置和设备，并充分利用污水的生物能，以降低工程造价和运行成本。

污水处理厂的设计处理能力：

日平均流量(不脱氮) $400000 \text{ m}^3/\text{d}$

最高日流量(不脱氮) $480000 \text{ m}^3/\text{d}$

最高时流量(不脱氮) $560000 \text{ m}^3/\text{d}$

日平均流量(部份脱氮) $420000 \text{ m}^3/\text{d}$

进水(BOD_5) 280 mg/l

进水(COD) 700 mg/l

进水(SS) 240 mg/l

出水(BOD_5) 40 mg/l

出水(SS) 60 mg/l

污泥处理量(含水率96%) $2460 \text{ m}^3/\text{d}$

该厂位于天津市东郊区登州路西侧，占地约 30 m^2 。进水泵房设在已有马蹄管附近，以缩短进水的大型管道长度。水处理部分分为四个系列，4个圆形初沉池排成1行，4个曝气池组成田字形，中间形成十字管廊，8个二沉池设在厂区南侧，临近排污河，以减少双排 $\varnothing 2200$ 混凝土出水管的长度。污水处理厂泥区设在西北三角地内，5个直径28.8米的消化池组成梅花形，其中一级消化池4个，二级消化池1个，污泥控制室设在中

央。北侧设有2个沼气储气罐、污泥脱水机房、沼气发电机房等。登州路边的厂前区以主建筑为中心，逐步展开，主建筑南立面为弧形环抱以圆形绿化广场，以与厂内圆形水池相呼应，并呈似伸臂迎送来客。总之，该厂总体布置紧凑，符合规划，利于农业生产排灌系统的现状，有部分预留地(见附图)。

1、进水格栅

格栅的重要性已逐渐被人们所认识，是污水处理厂的第一道预处理设施。该厂进水设6台垂直格栅，每台宽2米，栅条净距25mm。

6台垂直格栅根据频率/时间自动逐台开动，可由计算机调整。每台格栅都可被它的现场控制单元控制而连续工作。在直格栅进口处有1个高水位开关，当水位高时，格栅连续运行，该信号停止后则转入PLC的预定程序运行。直格栅后有检测器可将水位模拟量送入计算机。每台直格栅设有误差检测，以自计算机发送故障报警信号。

运送格栅浮渣的皮带运输机与直格栅联锁运行，在所有格栅停止工作后，它仍继续运行一段时间。

2、进水泵房

设6台HLwB-10型立式涡壳混流泵，五台工作一台备用。每台水泵的性能：

流量	$1.32 \text{ m}^3/\text{s}$
扬程	13.2m
电机	260kw

泵的自动操作与水位连锁,为避免个别泵负荷偏重反复启动,水泵将依次循环投入。当一台泵因故障停止工作时,另一台泵将自动投入。

设有6个控制水位:

控制水位1	5台泵工作
控制水位2	4台泵工作
控制水位3	3台泵工作
控制水位4	2台泵工作
控制水位5	1台泵工作
控制水位6	所有泵停止工作

3、曲面格栅

在沉砂池前端设有曲面细格栅,共8台:

每台格栅宽度	1.2m
栅条曲率半径	2.0m
栅条净距	10mm

曲面位栅的清污动作由计算机控制,格栅前设有8个水位模拟信号,格栅后设1个信号,当前后水位差超过设定值时,清污工作将连续进行,当水位差回到正常值时,清污工作将按设定时间动作。如果清污工作连续操作时间过长,计算机将发出报警信号。

曲面格栅刮出的浮渣将落在皮带运输机上,皮带运输机的运行与格栅清污连锁。

4、沉砂池

采用曝气沉砂池,设6条廊道,每条长度为30m、宽4m、深4.3m。共有V型曝气器648个,供气量为5184m³/h。全池设两座吸砂工作桥,每桥上有3个空气提升装置负责3条廊道的吸砂工作。砂水被气提到洗砂槽,经搅拌后,有机物随水流回进水泵房,砂水被送至分砂机进行脱水。分砂机设在进水泵房的上部建筑顶层,以使脱水的砂粒落入砂斗装车运走。

沉砂池设有刮渣设施。可刮除池内浮渣。吸砂工作桥的行走用行程开关控制,空

气提升装置要求连续工作,由计算机控制。空气压缩机和泵的故障和状态信号将输入计算机,当空压机发生故障,备用机将投入某台超时运行,另一台将自动取代。

5、初沉池

为了便于管理,采用运行可靠的辐流式沉淀池,配以周边驱动的全桥式刮泥机。

初沉池直径	60m
数量	4座
水深	4.5m
沉淀时间	2.26h
表面负荷	1.77m ³ /m ² ·h

初沉池的排泥十分重要,由计算机控制,实行轮流排泥的程序,每个排泥阀靠频率/时间自动操作。其频率/时间将由计算机监测到的污泥浓度和流量来进行调整。

排泥阀分两部分,启闭用的是电动阀门,排泥口用的是可手动调节的升降阀,属非标设备,进行了特殊设计。

6、初沉污泥泵房

为防止排泥系统出现堵塞故障,每2座初沉池间设1座污泥泵房。内安装4Pw泵3台,2座泵房共6台污泥泵。

污泥泵由频率/时间自动操作,并由计算机进行调整。2座污泥泵房交替运行,在泵的出口处有污泥浓度的模拟测量,当污泥会合在一起进入浓缩池前进行流量检测。这些信号进入计算机后,将用于计算污泥的排放量,以调整排泥频率和排泥的持续时间。

7.曝气池

全厂设四座曝气池,总容积为90522m³。

每池长68m、宽64m、水深5.2m,设8条廊道,廊道宽8米。

3座曝气池按传统曝气工艺设计:

每池流量	120000m ³ /d
------	-------------------------

进水BOD	210m ³ /t
SS	120m ³ /t
出水BOD	40m ³ /t
SS	60m ³ /t
曝气时间	4.5h
DP230型曝气器	6531个
最大供气量	20000Nm ³ /h
MLSS	5g/l
回流比	75%
活性污泥浓度	7g/l
污泥负荷	0.5kgBOD/kgMLVSS
一座曝气池按前置缺氧生物脱氮工艺设计:	

流量	60000m ³ /d
停留时间	9h
DP230型曝气器	6556个
V型曝气器	180个
潜水搅拌机(FLYGT)	5台
最大供气量	20000Nm ³ /h
MLSS	5g/l
回流比	150%
硝化速率	2.2mgN-NH ₄ /gVSS·h
反硝化速率	2.7mgN-NO ₃ /gVSS·h
缺氧池BOD去除率	33%
脱氮率	60%

4座曝气池中都设有溶解氧探测器,发送模拟量信号进入计算机,以调节鼓风机的风量,节省耗电量。风机的起动或停止是自动的,风机起动要求供油系统先投入运行,并关闭导叶片,进风及出风阀门都开启,起动后,放空阀渐渐关闭,导叶片慢慢打开。如果2台风机在工作中,进风导叶片已完全打开,而曝气池中的供氧量还需增加,则计算机将判定是否增加风机的工作台数。反之,如2台风机在工作中,进风导叶片已完全处在最小位置,则计算机将判定关掉一台风机。

潜水搅拌机的工作状态及故障信号将送入计算机。曝气池中的PH值、温度、故障和

状态信号都将进入计算机。

8、回流污泥泵房

4座曝气池各配有1座回流污泥泵房,每座泵房安装4台 $\phi 1400$ mm螺旋泵。

每台流量	0.411m ³ /s
扬程	3.6m
倾角	30°
电机	22kw

每台螺旋泵的起动和停止由计算机通过远控信号控制,但开哪台泵则由操作人员决定,泵的工况选择是由计算机根据曝气池发送的模拟量决定的,泵的出口设有流量测量装置。泵的进水设有低水位开关保护,流量测量也设有报警信号装置。剩余活性污泥由4台潜水泵排入初沉池可手动调节流量,连续工作。

9、鼓风机房

鼓风机采用单级高速离心风机,进风口设有可调导叶片,调节风量。

鼓风机数量	4台
每台风量(标准状态)	39000m ³ /h
进风压力	-1500Pa
出风压力	65000Pa
转速	7895r·p·m
电机	1000kw

采用袋式过滤器,设置2道,第一道效率50%,第二道效率90-95%。钢筋混凝土进风廊道设在鼓风机房的上部出风管道设在地面,压缩空气通过分配罐同时向4个曝气池供气,4池各自有1个阀,以控制供气量。即气量的分配通过分配罐实现,气量的调节靠风机本身来实现。每台鼓风机设有温度故障、喘振故障和误差检测的信号输出。

10、二沉池

二沉池是污水处理厂最终出水水质的关

键,本设计采用辐流式沉淀池,为改进出水水质,降低出水堰口负荷,在离池边4.5m处增设了出水堰,支承出水堰及环形出水槽的立柱用来兼作出水管,将水引出池外。

二沉池数量	8个
直径	55m
水深	4.5m
表面负荷	$1.05\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$
沉淀时间	3.8h
出水堰负荷	$1.81/\text{ms}$

每个二沉池用污泥层界面传感器给出检测信号,每4个二沉池为一组设有出水流量测量装置。

二沉池刮吸泥机的设计:

功率	3.0kw
周边线速度	2.41m/min
运行一周	72min
吸泥管 $\varnothing 200\text{mm}$	22根
总重	25t

二沉池的水流因活性污泥之故呈异重流状态,为了提高出水水质,在初步设计中曾对纪庄子污水处理厂直径45米的二沉池进行了调查和测试。发现在二沉池运行中,由于温差活性污泥混合液进入池内后,在未遇到逆流和池壁之前就潜入池底,沿池底密实泥面向池边流动,至池壁后便上升至水面。一小部分污泥沿出水槽壁进入槽内随出水排走,一部分自池中心回流,形成环流。根据实测,在距池边不同位置上的上清液中悬浮物含量及需氧量差别较大,见下表。

项目	1	2	3	4	5	6	7
位置	出水槽	距池边2m	4m	6m	8m	12m	中心
SS	20.5	16.5	29.5	39.5	65.5	62.5	51.5
BOD ₅	14.2	8.39	13.0	23.1	12.0	9.34	9.49
COD	110	72	88	89	77	75	99

上述测试结果证明,出水槽内的出水水质并不是二沉池的最佳出水水质。对 $\varnothing 45\text{m}$

的二沉池而言,在距离周边池壁2~4m处的水质为最好。

11、污泥浓缩池

设由上部进泥方式的浓缩池2座,刮泥机用中心传动方式,按连续来泥,二池交替进泥轮流排泥设计,排泥采用螺杆泵,避免堵塞。

污泥浓缩池直径	26m
池边水深	4m
进泥量(含水率97%)	$1640\text{m}^3/\text{d}$
出泥量(含水率96%)	$1230\text{m}^3/\text{d}$
停留时间	约30小时

12、污泥消化池

采用中温二级消化,4个一级池,1个二级池。控制室在5池的中央,用管廊相连。

消化池直径	28.8m
容积	10000m^3
投配率	5%
进泥最低温度	10°C
污泥挥发成分含量	55%
降解率30%时产沼气	$5.4\text{m}^3/\text{单方污泥}$
预期产气(全厂)	13300m^3
最高产气量(单方产气 9.9m^3)	24354m^3
消化池采用沼气搅拌,设5台压缩机。	
每台流量	$652\text{m}^3/\text{h}$
池内搅拌强度	$1.0\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$

从外商提供的“锂元素搅拌效果试验结果”中可知道,在消化池任意点投入锂元素后,经过压缩气体搅拌30分钟,实测结果,全池锂元素已分部均匀。搅拌方式是1台压缩机对应1座消化池,连续工作。

污泥加热采用套管式热交换器,4座一级池每池设热交换器1台,热源来自沼气发电机的余热和沼气锅炉。污泥来自消化池,加热后仍排入消化池,连续工作。

消化池的进泥、排泥、加热、搅拌由计

算机控制, 4个一级池轮流进泥, 自动溢流排泥进入二级池。二级池只搅拌不加热, 消化污泥搅入脱水机房。

13、污泥脱水机房

选用3m带宽的带式滤机2台。

每台生产能力 685kg干泥/h

进泥含水率 96.7%

泥饼含水率 80%

有机高分子用量 2-4kg/t干泥

带式滤机按程序自动运行, 也可手工操作, 可连续工作, 也可间歇工作。

14、沼气发电机房和沼气锅炉房

选用单燃料发电机5台。

每台功率 284kw

沼气用量 3312m³/d

回收热量 $8208 \times 10^3 \times 4.19 \text{ kJ/d}$

另设有发电升压站, 升压后将电量输入电网, 为发电机连续运行创造条件。

选用沼气锅炉4台:

每台供热量 $18000 \times 10^3 \times 4.19 \text{ kJ/d}$

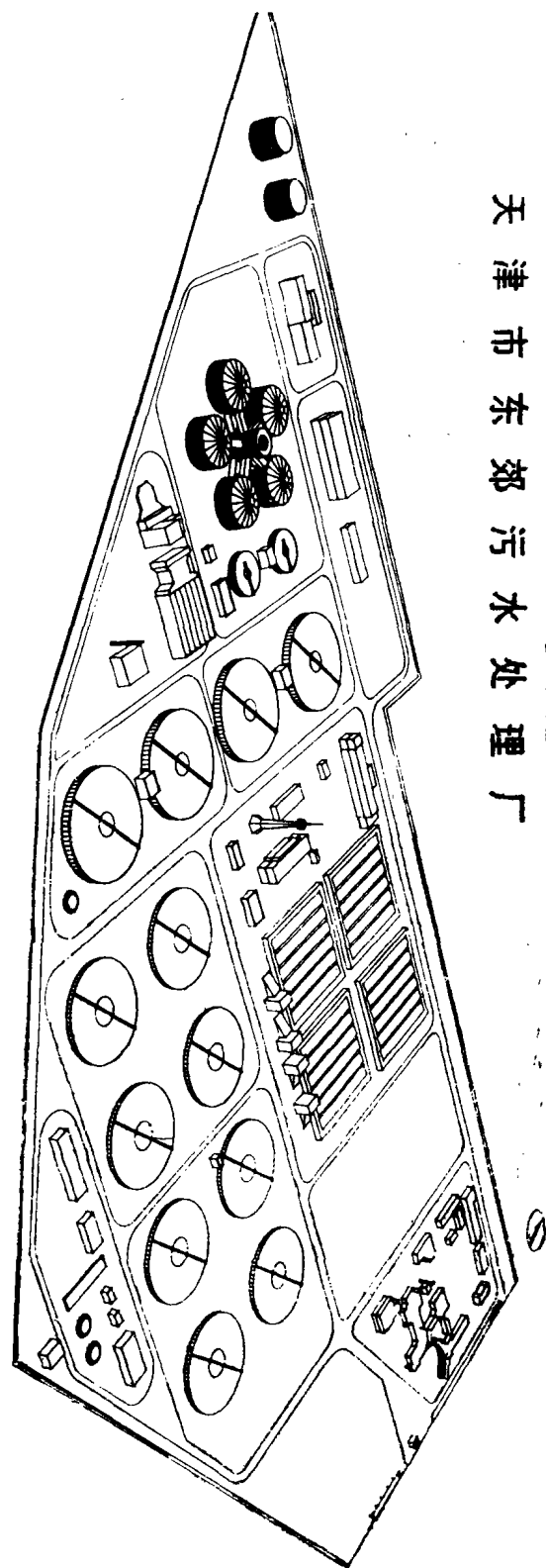
沼气用量 3648m³/d

15、沼气贮气罐 +

设低压湿式贮气罐2座, 每座容积5000m³。设气罐浮动高度测量及高低报警装置将模拟和信号及开关信号送至计算机。

16、自控系统

全厂运行采用集中监视、分散控制的集散系统。中央控制室设有操作站、CRT、打印机、彩色硬拷贝和彩色模拟盘, 并设有闭路电视对厂区主要部位进行监视。4个分控室内设现场控制器-PLC, 按编制的程序控制运行, 分控制室还将采集的大量信息输至中控室进行处理。



天津市东郊污水处理厂