

全國城市污水灌溉農田現場會議

交流資料之二

工業廢水灌溉農田的實驗

建築工程出版社

目 录

毛紡厂工业廢水处理的实验	(1)
一、前言	(1)
二、制呢厂的生产及排水情况	(2)
三、廢水处理和农田灌溉的試驗	(6)
四、利用毛紡厂工业廢水灌溉农田的评价	(29)
五、結論	(30)
鋼鉄厂工业廢水处理試驗报告	(31)
一、前言	(31)
二、鋼鉄厂排水情况	(31)
三、羣众利用廢水灌田的經驗和58年污水灌溉試驗情况	(33)
四、結語	(36)
氮肥厂廢水处理的試驗	(36)
一、前言	(36)
二、制取碳酸氦铵的簡單工艺过程及生产廢水的形成	(37)
三、生产廢水的性質	(38)
四、生产廢水的处理方案	(41)
五、結語	(43)
工业廢水灌溉农田的試驗研究	(44)
一、石油工业廢水	(44)
二、印染工业廢水	(46)
三、造纸工业廢水	(47)
四、氮肥工业廢水	(48)
冶金工厂污水水质資料	(50)
一、石景山鋼鉄厂污水分析	(50)
二、大型黑色冶金工厂污水成分	(51)
絲綢、毛紡、棉布印染工业廢水水质	(58)

毛紡厂工业廢水处理的实验

建筑科学院市政工程研究所

一、前 言

毛紡織工业廢水，可以分为洗毛、碳化、冲洗、染色和整理等几部分，而在廢水处理中主要对象为洗毛和染整車間的廢水。国外一般采用人工生物化学方法处理毛紡廢水，我国在这方面还缺乏經驗，但見經過清河制呢厂附近农民利用毛紡厂排出的部分廢水灌溉农田的經驗启发和促使我們对毛紡織工业廢水处理的研究方向，重点放在“农田灌溉”上，全面研究各車間廢水灌溉农田的适应条件，以达到既天然淨化廢水，而又支援了农业生产。从国外文献报导中，可以知道除了苏联正在进行此类研究外，其他如英美資本主义国家都还没有利用毛紡厂工业廢水灌溉农田的处理經驗，这就說明利用工业廢水灌溉农田是个新穎而复杂的問題：一方面工业廢水經過适当处理后，可以作为农业上的水源和肥源，但另一方面，工业廢水往往水溫高，水質变化大，而且常含有大量盐类和有毒物質，如果不經過适当处理，冒然进行农田灌溉，很可能引起土壤的破坏，土壤中有益微生物被杀死，危害农作物的生長，并污染了土壤和地下水。最近沈阳郊区水稻田就是因为盲目利用沒有經過适当处理的化学工业廢水灌溉，造成了很大的損失。因此在工业遍地开花的今天提出农业向工业廢水要水、要肥的处理方向是具有重大的經濟意义的。但如何科学地利用工业廢水灌溉农田更是迫切需要研究解決的問題。本文对毛紡工业廢水 农田灌溉 的处理 研究就是本着这个精神进行的。从

今年三月份开始組織农业、卫生、水质处理等三方面的力量着重在总结已有的群众經驗的基础上，从农业收益，卫生保健和水质处理的角度上再提高一步，进行全面的調查研究，要求得出一般的毛紡織工业各車間廢水适应农田灌溉的处理資料，附带进行水稻田和氧化塘的净化試驗。經過几个月的調查試驗，虽然取得了一些基本成果，也初步証实了毛紡廢水經過簡單的处理是可以灌溉的，而且还找到了灌溉水稻田的适宜条件，但是限于我們的水平、力量和时间，很多問題还待进一步深入研究，如土壤微生物的研究、作物果实的生理鑑定，污染地下水等問題。因此这份資料只能將基本成果和經濟评价提出初步报告。

二、制呢厂的生产及排水情况

毛紡工业一般可分为羊毛初步加工、紡織、染整等三类，有的工厂三者都有，有的工厂只有紡織和染整，北京清河制呢厂即属于前者。

1. 生产工艺程序、廢水来源及成分

毛紡織工艺程序主要为：原毛→羊毛初步加工；清毛、洗毛、碳化→紡織；分粗紡和精紡→染色和整理→成品檢驗分級→打包出厂。这里面在羊毛初步加工程序中依照需要也可能染色，然后送往紡織。而羊毛碳化中也有的在染整过程中整匹的碳化，主要是利用硫酸溶液去除羊毛中的草屑等植物質，提高紡紗效能、产品质量。若羊毛内含草量极微或羊毛系作梳毛条及做毛毯用，則可不經過碳化（见图1）。从整个工艺过程中生产廢水的主要来源，大部分在羊毛加工工序中的洗毛和染毛，以及染整工序中的冲洗和染色，其他如冲洗坏呢及中和工序也有廢水排出。由于在洗毛过程中加入了碱和肥皂，一般每100公斤羊毛加入肥皂2—3公斤，碱0.15—0.2公斤，在染色过程中加入了

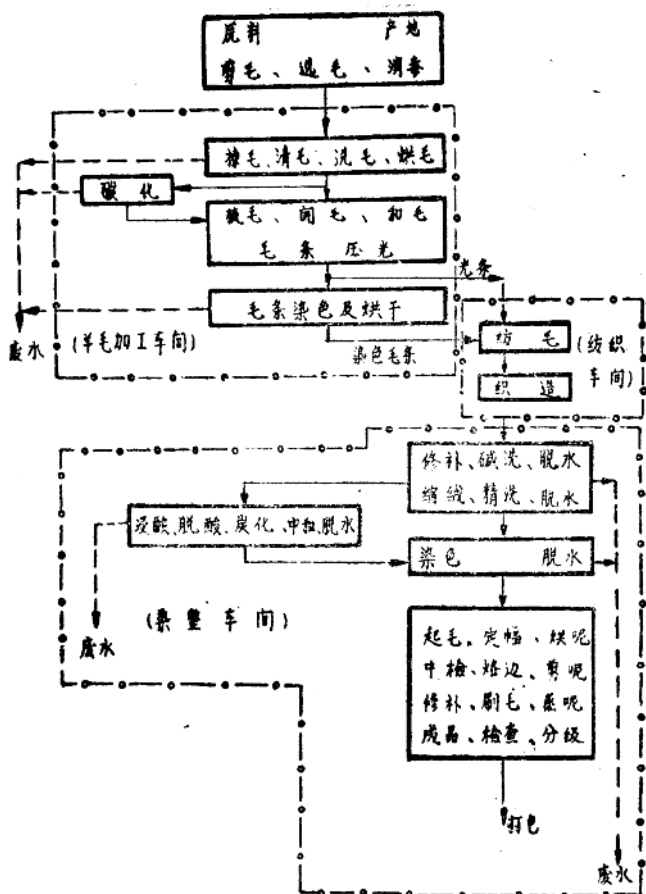


图 1 清河制呢厂的工艺过程和主要的废水来源图

酸性媒介性染料或其他染料，醋酸、硫酸、重鉻酸鉀以及其他起滲透淨化作用的有機質輔助材料。因此從洗毛車間排出的廢水一般呈很高的鹼性反應，並含有大量氯化物、氮、磷、鉀、羊毛脂、汗液、污穢雜質，污水濃度往往隨原毛污染程度而異。羊毛的消毒工作一般在原毛產地完成，以防止沾染炭疽菌的羊毛注入工廠。

染整車間的廢水性質主要隨採用的染料和染色織物的種類、顏色而異，採用酸性媒介染料，則廢水呈酸性，弱酸性， $\text{PH}=4.7-7.2$ ；採用硫化染料，則廢水呈強鹼性， $\text{PH}=10.8-11.3$ 。清河制呢廠目前一般採用酸性染料，廢水中含有硫酸鹽和有毒物質鉻鹽（見表1）。

洗毛和染整車間廢水水質分析

表 1

廢水分類 分析項目	洗 毛 車 間	染 整 車 間	備 注
PH	8.4—11.0	4.7—7.2	
懸浮物（毫克／公升）	4710—10480	30—190	
總氮（毫克／公升）	584—997		
氨氮（毫克／公升）	121—649	0.4—2.85	
氯化物（毫克／公升）	294—1418	8.8—190	
硫酸鹽（毫克／公升）	35—77		
鉀（毫克／公升）	>863		
鉻（毫克／公升）		微跡—40	
硫酸鹽（毫克／公升）		62—1687	
五天生化需氧量（毫克／公升）	1948—14700	121—400	

2. 排水系統、排水規律及總出口的水質水量

全廠根據生產需要分為三個工區：第一工區有洗毛及染整二部分，生產原料用國內羊毛；第二、三工區只有染整部分，生產用的羊毛都是進口羊毛，故無洗毛部分。全廠工人分三班日夜輪班生產，星期天一般不生產。

全厂生产用水量平均为3000立方公尺/日，生活用水为720立方公尺/日（家属宿舍不在厂内），全部污水分二个系统排出厂外（见图2）。

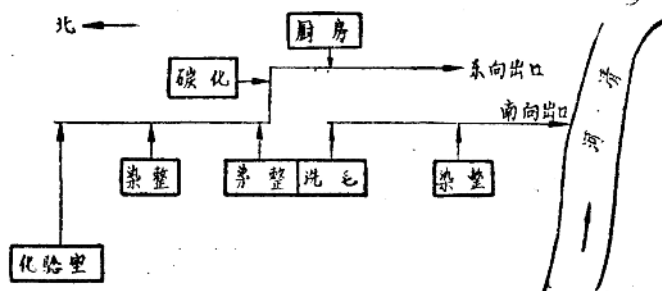


图2 清河制呢厂排水系统

二工区全部、一工区的染整部分、化验室、厨房、浴厕的系统等污水均由东向出口排出，占总排水量的65%（2420立方公尺/日），其中生活污水占30%，附近农民利用其灌溉农田，另外一、二区的洗毛部分和三工区全部均由南向出口排入清河，排水量为1300吨/日，占总排水量的35%。

由于生产程序和采用的原料、染料不同，使各车间的废水成为间歇性排水，水质、水量经常发生变化。一般洗毛废水每一班排放二次，而染整废水则断续不一，每隔十天左右排放浸酸废水一次，废水的PH降低到2—3左右。因之总出口的污水水质等经常变化不定（见表2）。

3. 群众利用东向出口污水灌溉农田的经验

过去厂方对污水处理的问题没有考虑，洗毛废水中的羊毛脂也不回收，只将污水排出厂外就算完事，因之南向出口的污水污染了清河，而东向出口的污水自1940年开始附近农民自发的利用其灌溉。老农们的经验是污水中有肥料，能使庄稼多产粮食；但

东向出口和南向出口污水水质分析

表 2

分析项目	东 向 出 口	南 向 出 口	备 注
PH	2.1—5.8	7.3—8.5	
总氮 (毫克/公升)	8.6—15.0	18—57	
氨氮 (毫克/公升)	0.7—10.9	2.08	
硫酸盐 (毫克/公升)	84—101	70—295	
氯化物 (毫克/公升)	34—1154	9—41	
油 (毫克/公升)		111	
铬 (毫克/公升)	0—1.2		
五天生化需氧量 (毫克/公升)	39—184	207	

也有問題，污水水质經常变化，水温高，伤幼苗。因此他們的解决办法是早上和晚上灌溉水稻田，中午不灌。至于終究在什么条件下的水灌溉水稻最适宜，而且有保証，这是需要解决的問題。因此我們在結合排水規律，水质变化和羣众經驗的基础上，探求灌溉的适宜条件，并进一步研究洗毛車間廢水用于农田灌溉的試驗。

三、廢水处理和农田灌溉的試驗

1. 水质处理

分二部分进行試驗，一部分为东向出口污水，一部分为染整車間和洗毛車間的廢水，分別进行簡單处理后灌溉农田。

(1) 东向出口污水处理試驗：

这个出口的污水中大部分为染整廢水，而染整車間廢水对农田灌溉主要有两个問題，一个为車間是間歇性排水，廢水中PH、硫酸盐和氯化物等的濃度变化很大，水温也高，达到38°C；另一个問題为廢水中含有毒質铬盐，一般灌溉农田的铬盐允許濃度为1毫克/公升，若超过允許濃度需用硫酸亞鉄和石灰予以处理，但这

里的污水中，經過其他污水的稀釋已下降到1毫克/公升左右，故已不成問題。

为了配合农田灌溉須解决第一个問題，进行了調节池、氧化塘水稻田的淨化試驗。調节池主要起調和、降温和沉淀作用，氧化塘水稻田着重在廢水淨化效果方面的試驗。污水处理試驗流程見圖3。



圖3 污水处理試驗流程

1) 調节池的作用試驗:

考虑到車間排水的間歇性，水質水量經常发生变化，因之在污水出口处利用旧有烂田整理成二个土質調节池，每个尺寸为24公尺×18公尺×0.7公尺串联使用，并可輪換清理，目的在于利用不同時間排出的污水相互中和，适应灌溉所要求的水質。池子容量的大小，主要是依靠車間中不同性質的污水排出的适应的污水濃度变化周期或最大間歇時間来决定，本試驗的池子容量采用6小时的污水量。为了摸清污水水質在不同時間内的变化規律，我們选定每二小时在池子进出口取样分析水質，从水質測定中看出污水水質的变化幅度很大；进入調节池的污水溫度可高达38°C，pH的变化从2.1—8.8，硫酸盐从34毫克/公升变化到404毫克/公升，氯化物从34毫克/公升变化到1154毫克/公升（因在进口撒六六粉以杀死子子）。經過調节池5.4小时中和，沉淀后出水水質显著的改善，尤其是PH的調整，使它从不适应农作物生長酸性阶段变为适应农作物生長的中性阶段60—80；污水中的盐类也变为均匀平稳；硫酸平均为235毫克/公升，氯化物平均为407毫

克/公升，有毒物質含鉻量均小于1毫克/公升。从測定的資料来看，出水水溫的变化和气温的变化基本上是一致的，出水水溫一般比气温高 1.5°C 左右，而和进水溫度比較起来，平均降低 2°C 左右，这可能是由于7—9月的太阳輻射热較高所致。

从灌溉的水稻作物的生長情况来看，污水經過調节池处理后的水質是滿足了农田灌溉的要求。污水水質經過調节池的变化情况見图4(a)、(b)、(c)、(d)、(e)。

2) 氧化塘净化試驗:

氧化塘为一土質池子，大小为3公尺 $\times$ 8公尺 $\times$ 0.6公尺，位置在調节池出水口的下游，净化从調节池出来的一小部分污水。氧化塘的出水，流入新开的水稻田。在氧化塘前面設有控制和測定进水流量的流量堰和木板閘門，整天連續进水和出水，停留时间为2.6—5.7天。在池塘的底和壁生有藍綠藻，由于土質池子的关系，藍綠藻經常剝落流失，降低了利用藻类促进净化污水的作用；同时管理不善，进水堰經常被打开以致进水負荷突然增大，

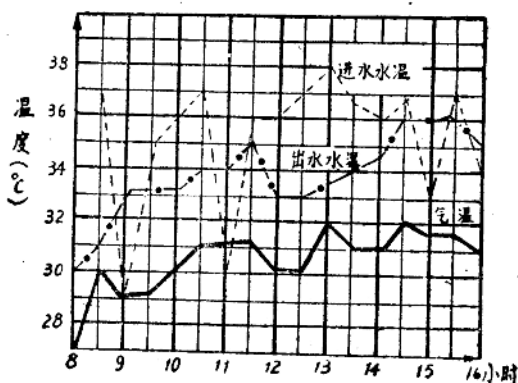


图 4 (a)

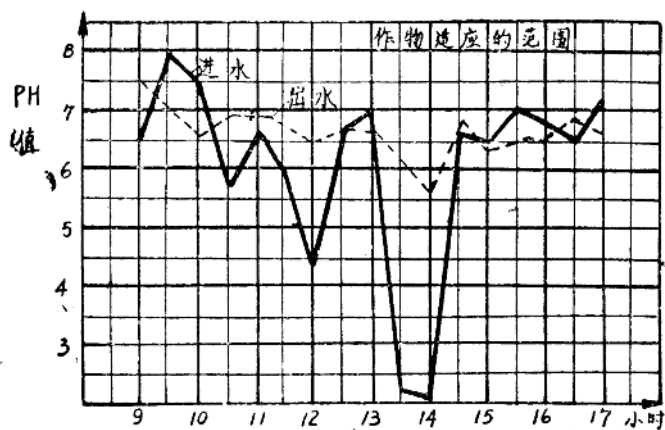


图 4 (b)

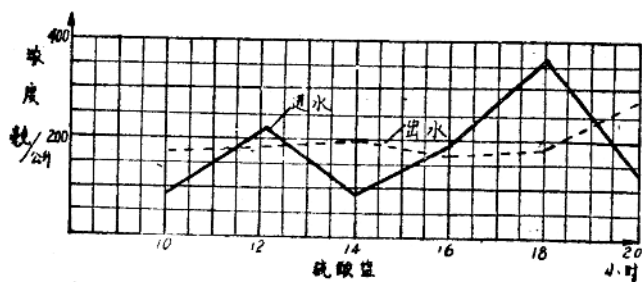


图 4 (c)

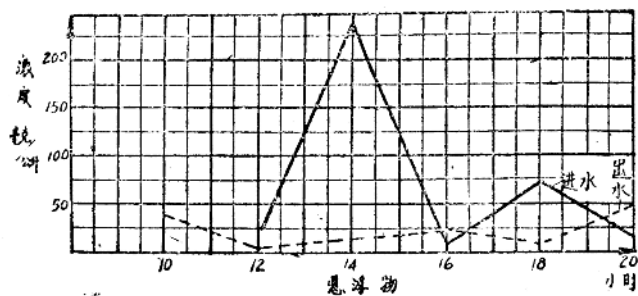


图 4 (d)

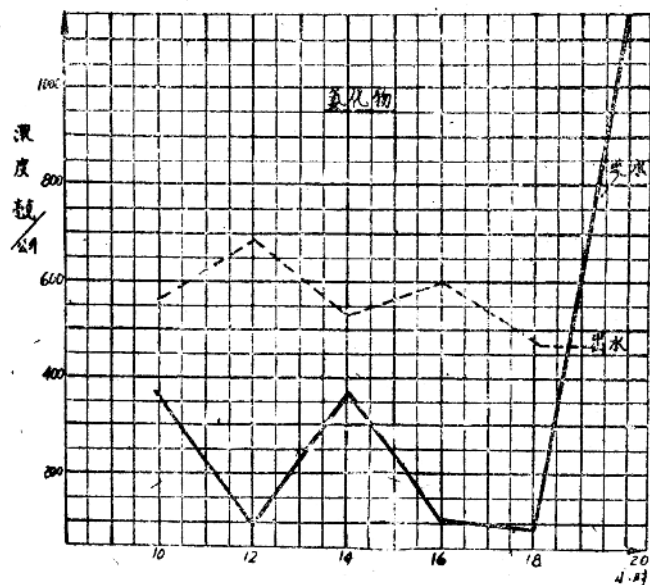


图 4 (e)

而出水沟道又在八月中旬后淤塞，水流不畅，故氧化塘的净化效能不佳（见表3）；另外，也因农业社缺乏人照管，稻田被虫咬坏，故试验没有结果。

氧化塘净化效果

表 3

分析项目 日期	流 量 (公升/秒)	停留时间 (天)	P H		五天生化需氧量 (毫克/公升)			备 注
			进	出	进	出	去除%	
7月4日	0.23	5.6	3.0	7.2	60	35	42	
8月1日	0.23	5.6	—	—	88	39	56	
8月14日	1.29	1.1	7.0	7.2	31	18	44	
8月25日	0.5	2.6	7.4	7.6	166	101	39	

3) 水稻田的净化试验:

从水质处理的要求上来说，利用污水灌溉水稻，一方面是供应作物需要的肥料；另一方面也经过水稻田的净化作用去除了污水中有机杂质，达到了净化污水的目的。由试验的资料中可以看出，污水在水稻里停留一定时间，其净化效果非常显著，净化染整废水的主要问题之一，污水颜色在这里也不需要加石灰处理，经过水稻田净化后，出水就澄清了，而且五天生化需氧量都是显著的降低。如表4中8月14日的进水，五天生化需氧量为69毫克/公升，停留11.7小时后的出水，五天生化需氧量即降低到6.8毫克/公升，去除效率达到88.7%。如果加上调节池的效果，则其净化效果超过了人工生化处理，远远满足了放入水体的标准。因之在条件具备的地区，在农业方面的协作下推行水稻田的污水灌溉处理是适宜的，尤其是雨季里，南方为5—6月，北方为7—8月。一般农作物都不需要污水，而水稻在抽穗期需要氮肥，故利用水稻田来净化污水是一举两得的处理办法。同时也解决了雨季中污水的出路问题，水稻田净化试验布置见图5，其净化效果见表4。

水稻田的淨化效果 表 4

分析項目 日期	測定的水田	停留時間 (小時)	B.O.D 負荷(克/亩/天)	水 溫		pH		五天生化需氧量		備 注
				進 口	出 口	進 口	出 口	進 口	出 口	
8月14日 12:30	(I)	8.70	3.920	34.5°C	28.2°C	6.8	7.7	29.7	6.1	79.5
8月14日 6:00	(I)	4.17	8.500	33.5°C	28.0°C	7.2	7.1	32	8.4	73.8
8月14日 6:00	(I) + (II)	11.7	5.560	30.5°C	25°C	7	7.6	60	6.8	88.7
8月21日 11:00	(I)	6.47	11.620	32°C	26°C	7.2	7.5	65	29	55.5
8月21日 11:00	(I) + (II)	12.25	5.960	32°C	26°C	7.2	7.5	65	9	86.0
8月28日 1:00	(I)	6.47	11.450	31.5°C	24.7°C	6.8	7.1	64.5	44	31.0
8月28日 1:00	(I) + (II)	2.25	5.88	31.5°C	23.0°C	6.8	6.9	64.5	23.3	63.9
9月11日 11:00	(I)	8.7	18.750	28°C	22°C	7	7.1	>140	76	>45.5
9月11日 11:00	(I) + (II) + (III)	20.8	7.500	28°C	22°C	7	7.1	>140	15	>89.4
9月11日 1:00	(I) + (II)	15.5	7.000	35°C	26°C	6.2	7.1	98	17	91.2
9月11日 3:00	(I)	9.92	8.890	32°C	23°C	7.05	7.4	80	44	45

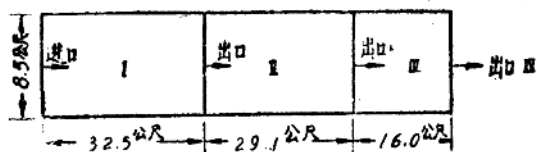


图 5 水稻田净化试验布置

(2) 洗毛車間的廢水灌溉处理試驗:

从洗毛廢水的水質資料来看, 对灌溉有影响的主要問題为水溫 PH、油脂和大量污泥杂质, 因之在处理中我們利用酸性的染整廢水来中和洗毛廢水的碱性。达到中和阶段后, 沉淀二小时以上, 然后澆灌晚玉米。从作物生長情况来看, 这样处理后的水質是可以澆灌的, 而单独洗毛廢水或三份洗毛廢水、二份染整廢水的混合污水都是不适用的(詳見农业試驗部分)。

2. 水質处理的卫生评价

为了观察調节池、氧化塘、水稻田等在卫生学上的生物作用, 因之在調节池前后、氧化塘后、灌溉渠道末端(即水稻田的进水处)及污水經過二块、三块水稻田的出口处, 定期取水样分析, 測定其净化效果。

(1) 取样及化驗方法: 采样为每期一次, 在上述各点水面下約 20 公分左右(視水深淺情况而定)取水。細菌学分析方面都为无菌操作; 寄生虫学方面, 則用采样器或用手直接取, 使瓶口朝水流方向取水, 水量約 1 公升, 細菌学化驗采用平皿及发酵法; 寄生虫学化驗采用沉淀法。

(2) 調节池、氧化塘的净化效果:

1) 細菌学方面: 从資料中可見, 細菌总数均在 3.5×10^4 以上, 而大腸菌值亦均在 0.00004 或 < 0.00004 左右, 每次变化不大, 初步情况可見表 5。

染整車間廢水（包括有生活污水）污染淨化的卫生細菌学效果

表 5

采样日期	原 水		沉 淀 后		氧 化 地 后		水 量		备 注
	細菌总数 (毫升)	大腸菌值	細菌总数 (毫升)	大腸菌值	細菌总数 (毫升)	大腸菌值	細菌总数 (毫升)	大腸菌值	
15/7	24×10^5	< 0.00004	107×10^5	< 0.00004	58×10^5	0.00004	4×10^5	0.00004	当天的前五天通日阴晴
18/7	5×10^5	< 0.00004	28×10^5	0.00004	10×10^5	0.0053	111×10^5	0.00004	天 气 晴
1/8	23×10^5	0.00004	36×10^5	0.00004	27×10^5	< 0.00004	8×10^5	0.00004	"
7/8	35×10^4	0.00004	42×10^5	0.0001	37×10^5	< 0.00004	25×10^5	< 0.00004	雨后水滿水面浮羊毛
14/8	5×10^5	0.00004	19×10^5	0.00004	54×10^5	< 0.00004	42×10^5	0.00004	晴
21/8	12×10^5	0.00004	62×10^5	0.00004	15×10^5	0.00004	42×10^5	0.00004	"
28/8	11×10^5	0.00004	15×10^5	0.00004	113×10^5	< 0.00004	76×10^5	< 0.00004	阴 雨

①細菌学污染程度較大:

②調节池和氧化塘对細菌学方面处理效果不显著, 分析其原因可能是由于池中水温对細菌的繁殖影响, 因为水温都在40°C左右(各次取样均在7、8月气温亦高), 恰为細菌适于生长的温度, 氧化塘中营养又充分, 促使細菌繁殖。

2) 寄生学方面: 以蛔虫为指标(在分析中亦曾发现吸血虫、蟯虫及鈎虫)来看, 氧化塘沉淀池以及渠道对寄生虫均有沉淀效果。具体问题是:

①調节池(流速为2—3公厘/秒, 停留时间为5—4小时)效果良好, 調节前(即原水)大多在5—20个/公升, 而調节后则降至1—4个/公升, 下降率近达80%(见表6)。有个别样品較

渠整卓崗废水(包括生活污水)淨化的卫生寄生虫学效果 表 6

采样日期	原 水	沉 淀 水	氧化塘后	水 渠 末	备 注
	寄生虫(蛔虫) 即数/公升	同 左	同 左	同 左	
15/7	7	2		0	天气情况同表5
18/7	12	3	0	1	
25/7	207(受精虫)*	2	2	0	
1/8	9	3	0	0	
7/8	17	4	0	0	
21/8	6	1	2	0	
28/8	5(另一个鈎虫)	1	0	0	

* 一当时采样发现原水中浮有粪便块。

高, 如原水在7月25日高达207个/公升, 因为在当时发现有大量粪便块, 8月1日上午7时33个/公升, 則因沉渣浮起影响的結果, 至于8月1日上午9时发现在沉淀后高达9个/公升, 則未能解釋(见表6、7)。

②氧化塘和渠道亦起沉淀效果, 在构筑物后大多未发现虫