

浅谈屠宰疑病胴体加工间排水消毒处理的研究与设计

赵岩¹ 李拓²

1. 华商国际工程有限公司, 北京 100069

2. 广州市市政工程设计研究总院有限公司, 广东 广州 510062

[摘要] 由于本行业废水排放的特殊性, 多年来一直没有针对屠宰急宰间及无害化处理间排水消毒处理的标准图集或规范要求, 文章讨论了屠宰疑病胴体加工间排水的消毒处理工艺、加药装置及消毒池构造的研究与设计。消毒处理工艺以氯片为消毒剂, 采用“沉淀池—氯片消毒器—接触池”的处理流程, 并集成沉淀池、氯片消毒器和接触池为消毒池。依据相关规范、图集和技术手册, 确定参数, 研究与设计加药装置、消毒池的构造和尺寸。

[关键词] 疑病胴体排水; 消毒; 氯片; 沉淀池; 接触池

DOI: 10.33142/nsr.v2i2.16967

中图分类号: X703

文献标识码: A

Brief Discussion on the Research and Design of Drainage Disinfection Treatment in the Processing Room of Suspected Carcass during Slaughtering

ZHAO Yan¹, LI Tuo²

1. Huashang International Engineering Co., Ltd., Beijing, 100069, China

2. Guangzhou Municipal Engineering Design & Research Institute Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong, 510062, China

Abstract: Due to the particularity of wastewater discharge in this industry, there has been no standard atlas or specification requirement for disinfection treatment of drainage in slaughter emergency rooms and harmless treatment rooms for many years. This article discusses the research and design of disinfection treatment technology, dosing device, and disinfection tank structure for drainage in slaughter suspected ketone body processing rooms. The disinfection process uses chlorine tablets as disinfectants and adopts a treatment process of "sedimentation tank - chlorine tablet sterilizer - contact tank", integrating sedimentation tank, chlorine tablet sterilizer, and contact tank as disinfection tanks. Based on relevant specifications, atlases, and technical manuals, determine parameters, research and design the construction and dimensions of dosing devices and disinfection tanks.

Keywords: suspected disease ketone body drainage; disinfect; chlorine tablets; sedimentation tank; contact tank

近年来,我国动物疫病防控体系面临严峻挑战。据农业农村部监测数据显示,全国31个省份中,近五年有28个省报告过布鲁氏菌病疫情,年均感染人数超过3万例;炭疽病在畜牧主产区呈现周期性暴发态势,仅2021年内内蒙古自治区就报告牲畜感染病例超千例;奶牛结核病阳性率虽控制在0.03%以下,但在个别中小养殖场仍存在防控漏洞。更为严峻的是,非洲猪瘟、高致病性禽流感等重大动物疫病与日俱增的跨境传播风险,仅2022年农业农村部就通报处置各类动物疫情62起,涉及生猪、家禽等主要畜禽品种。典型案例的警示作用尤为突出。2005年四川猪链球菌事件导致215人感染、39人死亡,调查显示疫情起源于违规处置的200余头病死猪;2013年H7N9禽流感造成全国134例确诊、45例死亡,溯源发现活禽市场是主要传播节点。这些事件暴露出基层无害化处理体系的薄弱环节:部分养殖场户为降低损失,通过地下渠道以每头50~200元价格非法销售病死猪;个别屠宰场使用工业盐腌制变质肉品;边远地区仍存在随意丢弃、土法掩埋等现象。根据国家制定的动物疫病处理规范,大量病死动物需要扑杀无害化处理,以确保动物疫病及时控制和净

化,确保病死畜禽不出场、不运输、不屠宰、不销售,确保人民群众食用安全。

1 屠宰疑病胴体加工间排水的来源及特点

屠宰加工厂作为消费者获取畜禽肉类制品重要环节,病死动物、疑病胴体的无害化处理至关重要。2022年7月1日,国家农业农村部制定并颁布了《病死畜禽和病害畜禽产品无害化处理管理办法》,要求从事畜禽饲养、屠宰、经营、隔离等活动的单位和个人,应当承担主体责任,按照本办法对病死畜禽和病害畜禽产品进行无害化处理,或者委托病死畜禽无害化处理场处理。畜禽养殖场、养殖户、屠宰厂(场)、隔离场应当及时对病死畜禽和病害畜禽产品进行贮存和清运。畜禽养殖场、屠宰厂(场)、隔离场委托病死畜禽无害化处理场处理的,应当符合以下要求:①采取必要的冷藏冷冻、清洗消毒等措施;②具有病死畜禽和病害畜禽产品专用输出通道;③及时通知病死畜禽无害化处理场进行收集,或自行送至指定地点。屠宰加工厂中设置了急宰化制间、疑病胴体加工间等处理屠宰过程中发现的病害尸体及疑病胴体等。

疑病胴体加工间排水来源包括:

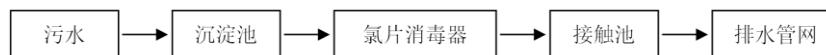


图1 急宰间及疑病胴体加工间污水处理消毒工艺流程

表1 污水在消毒接触池中的接触时间和余氯量

医院类别	接触时间 (h)			余氯量 (mg/L)		
	一级标准	二级标准	三级标准	一级标准	二级标准	三级标准
医院、兽医院和医疗机构的含病原体污水	≥1.0	≥1.0	≥1.0	<0.5	>3	>2
传染病、结核病医院的污水	≥1.5	≥1.5	≥1.5	<0.5	>6.5	>5

(1) 病畜处理环节

①酮体分解清洗水：对病畜酮体（因疾病代谢异常可能积累的酮类物质）进行分割、清洗时产生的废水。

②消毒冲洗水：使用高浓度消毒剂（如次氯酸钠、过氧乙酸）对设备和场地消毒后的废水。

③病理废弃物处理水：病畜内脏、病变组织等危险废弃物的暂存或预处理过程中产生的渗滤液。

(2) 加工设备清洗

接触病畜酮体的刀具、操作台、输送带等设备的冲洗水，含油脂、血液及组织碎屑。

(3) 化学药剂残留

处理病畜时可能使用防腐剂、抗生素或化学消毒剂，残留液混入排水系统。

排水具有高浓度有机物、病原微生物风险、悬浮物与油脂含量高、异味与色度问题等特点。尤其，在处理畜禽病体的过程中产生的油脂、肉末、动物粪便等杂质难以处理，因此，《猪屠宰与分割车间设计规范》（GB 50317—2009）第 8.1.7 条和《牛羊屠宰与分割车间设计规范》（SBJ 08—2007）第 8.1.8 条要求，在急宰间及疑病胴体加工间设置冷热水管及消毒用热水管。病菌藏匿于油脂、肉末、动物粪便之中，随冲洗水进入排水管网，为避免造成二次污染，急宰间及疑病胴体加工间排除的污水须先收集、沉淀和消毒处理后，才准许排入厂区内排水管网。

2 消毒方法的论述

由于本行业废水排放的特殊性，多年来一直没有针对屠宰急宰间及无害化处理间排水消毒处理的标准图集或规范要求，急宰间及疑病胴体加工间排水具有流量小、受病菌污染等特点，以往是参照小型医院和门诊部排水的处理方法对肉类屠宰急宰间及无害化处理间排水进行消毒处理。

选择高效消毒剂用于处理屠宰疑病胴体加工间排水处理是决定消毒设备的关键。目前用于污水消毒的方法很多，诸如二氧化氯消毒、臭氧消毒、液氯消毒、次氯酸钠消毒和漂白粉消毒等，制备方法、操作及管理水平要求比较高，但屠宰急宰间及无害化处理间排水具有污水量小，污染浓度高等特点，采用以上消毒方式显然是不合适的。氯片消毒是利用氯片中所含的有效氯成分随污水流量变化而定量溶出，在污水中保持基本稳定地余氯量而达到定比投氯和消毒，并且，氯片储存、运输和供应方便，因此，采用氯片作为污水处理的消毒剂。

排水具有悬浮物、油脂含量高等特点，为保证消毒效果，必须对排水进行预处理，经过预处理去除污水中肉沫、动物粪便等固体杂质，减少后续消毒设备的堵塞。

3 消毒工艺的设计

利用氯片消毒器进行消毒时，需要有一定的构筑物 and 附加设备与其配套，才能达到良好的消毒效果。常用的配套构筑物包括沉淀池、消毒池、接触池等。

参照小型医院污水处理消毒流程，设计急宰间及疑病胴体加工间污水处理消毒流程如图 1 所示。

污水设计流量：急宰间及疑病胴体加工间内设冷热水管及消毒用热水管，主要用于冲洗地面、消毒及洗涤池用水等，根据以往设计经验可知，急宰间内布置冲洗龙头数量为 4~5 个，洗涤池 2~3 个，疑病胴体加工间内布置冲洗龙头数量为 1~2 个，根据《建筑给水排水设计规范》（GB 50015—2003）要求，室内地面冲洗水嘴额定流量为 0.20L/s，混合水嘴洗涤池额定流量为 0.15~0.20L/s，经计算，急宰间及疑病胴体加工间用水量为 1.5~5.5m³/h，取污水量为用水量的 90%，即急宰间及疑病胴体加工间用水量为 1.4~5.0m³/h。因此，消毒处理系统设计流量取 5.0m³/h。

沉淀池：急宰间及疑病胴体加工间污水直接经过氯片消毒器进入接触池，污水中肉沫、动物粪便等固体杂质会堵塞氯片消毒器，影响处理流程，因此，污水须经沉淀池对固体杂质处理后方可进入后续处理。根据《室外排水设计规范（2014 版）》（GB 50014—2006）第 6.5.1 条要求，沉淀池的沉淀时间为 0.5~2.0h，由于污水中肉沫、动物粪便等固体杂质颗粒较大，易于沉淀，沉淀时间短。因此，设计沉淀时间取 0.5h。根据公式 $V=Q \times h$ 可知，沉淀池有效容积为 2.5m³。污水经过沉淀池的水头损失取 0.15m。

接触池：接触池的容积根据接触时间来确定。根据《医院污水处理设计规范》（CECS07:2004）第 4.0.8.1 条要求，以氯为消毒剂时，污水在消毒接触池中的接触时间和余氯量应按表 1 确定。

兽医院污水在消毒接触池中的接触时间不小于 1.0h，因此，确定急宰间及疑病胴体加工间污水在消毒接触池中的接触时间为 1.0h。根据公式 $V=Q \times h$ 可知，接触池有效容积为 5.0m³。接触池加设玻璃钢导流板，导流板由挡板 1 和挡板 2 组成，挡板尺寸均为 1.5m×0.7m，挡板 2 上有 0.4m×0.3m 孔洞，如图 9 所示。水流槽宽度和高度比不宜大于 1:1.2，长度和宽度比不宜小于 20:1。接触池因加

氯后污水呈酸性，内壁涂两道过氯乙烯防腐漆，所有管道支架、铁爬梯均外刷聚氯乙烯防腐漆两道。接触池进出口底部垂直高差必须保证不小于 200mm，以保证污水水头能冲散氯片不断溶解。污水经过接触池的水头损失为 0.20m。

4 加药装置的研究与设计

氯片消毒器：氯片消毒器是一种靠水流溶解氯片的自动定比加氯装置。氯片消毒器有筒式和管式，筒式的氯片筒为一单筒，见图 2 所示。管式的氯片筒由多个管子组成，如图 3 所示。多管式比筒式使用可靠，因此，采用多管式氯片消毒器。

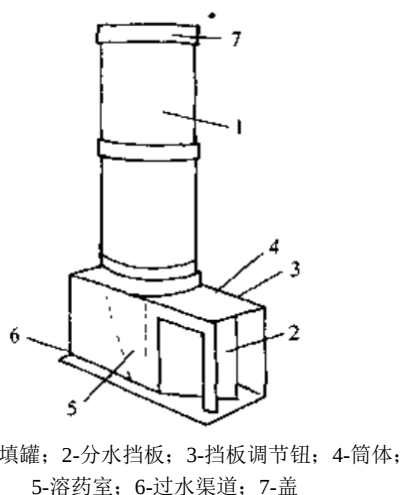


图 2 筒式消毒器

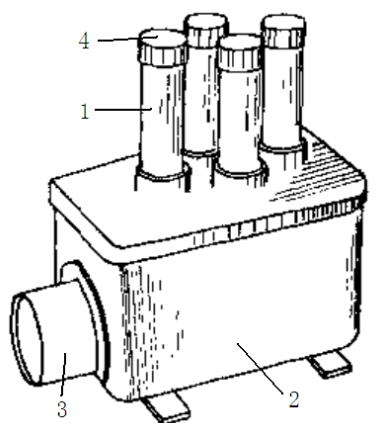


图 3 管式消毒器

图 3 中，氯片投放筒 1 内装有氯片，下部是设有条栅的溶药室 2，污水由进水口 3 流经条栅，与其中的氯片接触，随着水流的通过，氯片不断地溶解。氯片又可以依靠重力自然补充其被溶解掉的部分。氯片的溶解量与水流速度和被淹没的深度以及水温有关。水流速度和水深随污水量而变化，水量越大，则水流速度越快，水也越深，氯片溶解得就多；反之溶解得就少。这样，就使得流过消毒器后的污水中保持相对稳定的余氯量，从而达到有效消毒的目的。

氯片消毒器采用玻璃钢或聚氯乙烯塑料板制作。各部分尺寸及做法如图 4 所示（单位：mm）：

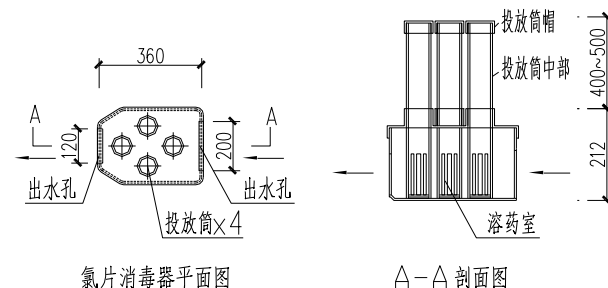
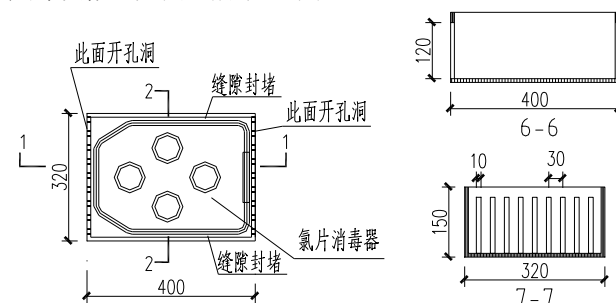


图 4 氯片消毒器制作图

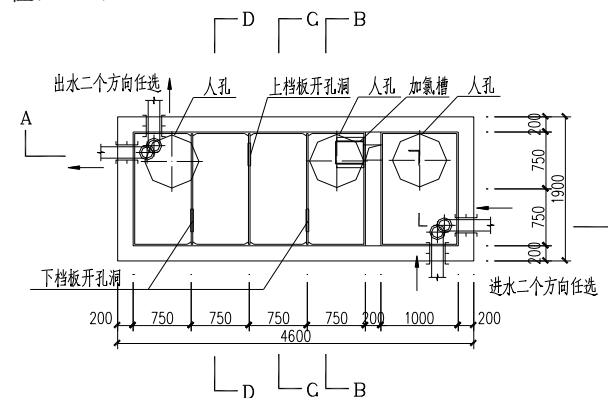
氯片消毒器放置在接触池进水孔处的加氯槽内，加氯槽由支架固定在进水孔处，支架做法如图 7 所示，加氯槽宽度比进水孔大 0.100m，以保证污水能够完全流经氯片消毒器。加氯槽采用与氯片消毒器相同材质制作。各部分尺寸及做法如图 5 所示（单位：mm）：



氯片消毒器内氯片添加量不宜过多，每管一次填量高度不超过 200mm。管理人员应按时消除消毒片残渣，保证消毒片溶解速度。

5 消毒池构造的整体设计

消毒池平面尺寸为 4.6m×1.9m，池内由隔墙分隔为 2 个池，沉淀池平面净尺寸为 3.0m×1.5m，有效容积为 2.5m³，接触池平面净尺寸为 1.0m×1.5m，有效容积为 5.0m³。平面布置图如图 6 所示，剖面图如图 7、8 所示（单位：mm）。



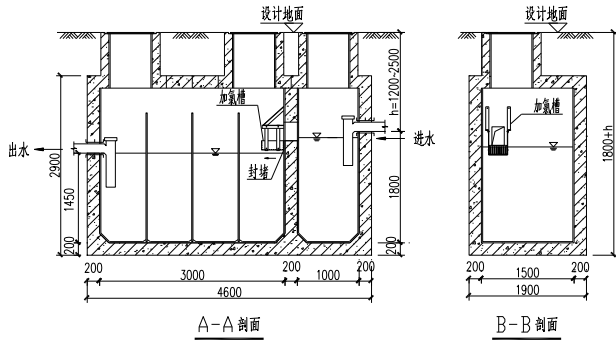


图7 消毒池 A-A 和 B-B 剖面图

消毒池进水管穿池壁,采用柔性防水套管,均可由图示中两个方向进出水体,根据实际情况确定具体方向。沉淀池出水孔(同为接触池进水孔)尺寸为 $0.3\text{m} \times 0.2\text{m}$,出水孔底端低于进水管管底 0.15m 。加氯槽由支架固定在出水口,氯片消毒器放置其中,加氯槽两端均制成格栅状,保证污水顺利流经氯片消毒器,并能防止悬浮物进入消毒器内影响效果。接触池由玻璃钢导流板分隔成4条廊道,廊道宽度为 0.75m ,第一道导流板上过水孔与进水孔在纵横方向错开,其他导流板上过水孔均与前一道导流板上孔洞在纵横方向错开,如图9所示,保证污水在廊道内与氯的接触时间,同时增加水流扰动提高污水与氯的接触。消毒池进水管管底比出水管高 0.35m 。

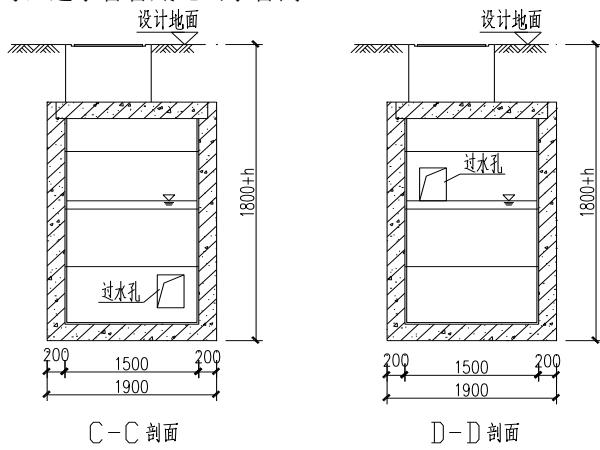


图8 消毒池 C-C 和 D-D 剖面图

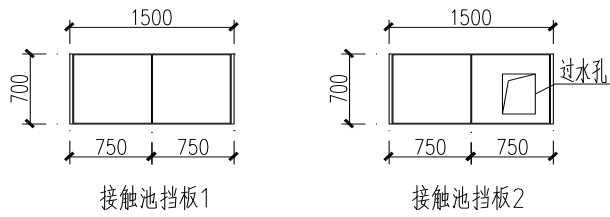


图9 导流板制作图

如图7所示,消毒池进水管管底距池底高度为 1.80m ,污水经过沉淀池的水头损失为 0.15m ,沉淀池出水孔孔底距池底高度为 1.65m ,即沉淀池有效水深为 1.65m ,污水

经过接触池的水头损失为 0.20m ,消毒池出水管管底距地面高度为 1.45m ,即接触池有效水深为 1.45m 。因此,沉淀池有效容积为 2.50m^3 ,沉淀时间为 0.5h ,满足规范要求;接触池有效容积为 6.50m^3 ,接触时间为 $1.3\text{h} > 1.0\text{h}$,满足规范要求。

6 结语

消毒池系统采用模块化结构设计,消毒池集沉淀池、氯片消毒器和接触池于一池,设计参数均满足《肉类加工工业水污染物排放标准》(GB 13457—92)、《医院污水处理工程技术规范》(HJ 2029—2013)和《室外排水设计规范》(GB 50014—2021)要求,通过功能分区实现物理沉淀、化学消毒与接触反应的高效协同。首先,废水进入沉淀区,利用重力沉降原理去除悬浮物(SS去除率达70%以上),为后续消毒创造理想条件;随后,水流经内置氯片消毒器,缓释型氯片通过精确投加(余氯浓度控制在 $2\text{--}5\text{mg/L}$)实现广谱杀菌,对大肠杆菌、沙门氏菌等病原微生物灭活率超过99.9%;最后,接触池通过设计30分钟以上的水力停留时间,确保消毒剂与废水的充分反应,彻底消除病原体扩散风险。该集成设计较传统工艺节省占地40%以上,且避免了多池体串联导致的管道堵塞和能量损耗。因此,消毒池具有占地面积小,易于管理等特点,屠宰急宰间及无害化处理间排水先经过消毒池进行消毒处理后,杀死了污水中病原菌,消除了二次污染的隐患,对整个厂区及后续的污水处理工程起到了保护作用。消毒池已在本院设计的多个屠宰加工厂应用,取得了良好的效果,为后续生化处理单元提供可靠预处理保障。未来,随着屠宰行业环保要求的持续提升,这种高效集约化的处理模式将成为废水消毒领域的主流解决方案,为食品安全生产和生态环境保护提供双重保障。

【参考文献】

- [1]中国建筑工程工业出版社.给水排水设计手册(第二版)第2册[Z].
 - [2]中华人民共和国住房和城乡建设部.建筑给水排水设计规范(2009版)(GB50015-2003)[Z].
 - [3]中华人民共和国住房和城乡建设部.室外排水设计规范(2014版)(GB50014-2006)[Z].
 - [4]中华人民共和国商务部.牛羊屠宰与分割车间设计规范(SBJ08-2007)[Z].
 - [5]中华人民共和国住房和城乡建设部.猪屠宰与分割车间设计规范(GB50317-2009)[Z].
 - [6]中国计划出版社.医院污水处理设计规范(CECS07:2004)[Z].
 - [7]俞国军,赵军,朱家新,等.浅议畜禽病害肉尸及其产品无害化处理[J].上海畜牧兽医通讯,2006(4):25.
- 作者简介:赵岩(1986.1—),男,汉族,黑龙江省大庆市,硕士,华商国际工程有限公司,高级工程师。