

医院污水处理技术指南

第 1 章 总 则

1.1 编制目的

为贯彻《中华人民共和国水污染防治法》和《中华人民共和国传染病防治法》，防止医院排放污水对环境的污染，规范医院污水处理设施的建设和运行管理，促进医院污水处理达标排放，配合国家推进医院污水处理设施建设和即将颁布的《医疗机构水污染物排放标准》的实施，编制本技术指南。

指南根据医院性质、规模和污水排放去向，并兼顾各地情况，进行分类指导。为医院污水处理设施建设提供技术支持，供卫生、环保、建设等有关部门参考。

1.2 适用范围

1.2.1 本指南适用于综合医院、中医医院、中西医结合医院、民族医院和专科医院（传染病医院（包括结核病医院）、心血管病医院、肿瘤医院、口腔医院、妇产科医院和精神病医院等等）各类医院污水的处理。疗养院、康复医院等其它医疗机构和兽医院的污水处理工程可参照执行。

1.2.2 本指南内容包括医院污水的收集、工艺选择、竣工验收、处理设施运行管理、职业卫生和劳动卫生等方面。

1.2.3 本指南适用于医院污水处理设施的设计、建设和管理。

1.3 编制依据

《中华人民共和国传染病防治法》（中华人民共和国主席令第十五号）

《中华人民共和国水污染防治法》（根据 1996 年 5 月 15 日第八届全国人大常委会第十九次修正）

《中华人民共和国水污染防治法实施细则》(1989 年 7 月 12 日国务院批准 1989 年 7 月 12 日国家环境保护局令第 1 号发布)

《建设项目环境保护管理条例》 国务院令 第 253 号

《综合医院建筑设计规范》 JGJ49-88

《建筑给水排水设计规范》 GBJ 15-88(1997 年版)

《医院污水处理设计规范》 CECS07:88

GB3838-2002 地表水环境质量标准

GB8978-1996 污水综合排放标准

正在制定的《医院机构水污染物排放标准》

当上述标准和文件被修订时，使用其最新版本。

1.4 术语和定义

1.4.1 医院性质分类

本指南中将各类医院按性质分为综合医院和传染病医院两类，与卫生系统对医院及医疗机构的划分方法有差别。指南所指传染病医院指传染性疾病预防专科医院和带传染病房的综合医院。指南所指综合医院为不带传染病房的综合医院和各类非传染性疾病的专科医院。

1.4.2 医院污水

指医院产生的含有病原体、重金属、消毒剂、有机溶剂、酸、碱以及放射性等的污水。

1.4.3 污泥

指医院污水处理过程中产生的污泥和化粪池污泥。

1.4.4 废气

指医院污水处理过程中产生的废气。

1.5 医院污水的来源及危害

1.5.1 医院各部门的功能、设施和人员组成情况不同，产生污水的主要部门和设施有：诊疗室、化验室、病房、洗衣房、X光照像洗印、动物房、同位素治疗诊断、手术室等排水；医院行政管理和医务人员排放的生活污水，食堂、单身宿舍、家属宿舍排水。不同部门科室产生的污水成分和水量各不相同，如重金属废水、含油废水、洗印废水、放射性废水等。而且不同性质医院产生的污水也有很大不同。医院污水较一般生活污水排放情况复杂。

医院污水来源及成分复杂，含有病原性微生物、有毒、有害的物理化学污染物和放射性污染等，具有空间污染、急性传染和潜伏性传染等特征，不经有效处理会成为一条疫病扩散的重要途径和严重污染环境。

1.5.2 医院污水受到粪便、传染性细菌和病毒等病原性微生物污染，具有传染性，可以诱发疾病或造成伤害。

1.5.3 医院污水中含有酸、碱、悬浮固体、BOD、COD 和动植物油等有毒、有害物质。

1.5.4 牙科治疗、洗印和化验等过程产生污水含有重金属、消毒剂、有机溶剂等，部分具有致癌、致畸或致突变性，危害人体健康并对环境有长远影响。

1.5.5 同位素治疗和诊断产生放射性污水。放射性同位素在衰变过程中产生 α -、 β -和 γ -放射性，在人体内积累而危害人体健康。

1.6 医院污水处理原则

1.6.1 全过程控制原则。对医院污水产生、处理、排放的全过程进行控制。

1.6.2 减量化原则。严格医院内部卫生安全管理体系，在污水和污物发生源处进行严格控制和分离，医院内生活污水与病区污水分别收集，即源头控制、清污分流。

严禁将医院的污水和污物随意弃置排入下水道。

1.6.3 就地处理原则。为防止医院污水输送过程中的污染与危害，在医院必须就地处理。

1.6.4 分类指导原则。根据医院性质、规模、污水排放去向和地区差异对医院污水处理进行分类指导。

1.6.5 达标与风险控制相结合原则。全面考虑综合性医院和传染病医院污水达标排放的基本要求，同时加强风险控制意识，从工艺技术、工程建设和监督管理等方面提高应对突发性事件的能力。

1.6.6 生态安全原则。有效去除污水中有毒有害物质，减少处理过程中消毒副产物产生和控制出水中过高余氯，保护生态环境安全。

第 2 章 医院污水水质、水量及排放标准

2.1 医院污水的收集

2.1.1 医院病区与非病区污水应分流，严格医院内部卫生安全管理体系，严格控制和分离医院污水和污物，不得将医院产生污物随意弃置排入污水系统。新建、改建和扩建的医院，在设计时应将可能受传染病病原体污染的污水与其他污水分开，现有医院应尽可能将受传染病病原体污染的污水与其他污水分别收集。

2.1.2 传染病医院（含带传染病房综合医院）应设专用化粪池。被传染病病原体污染的传染性污染物，如含粪便等排泄物，必须按我国卫生防疫的有关规定进行严格消毒。消毒后的粪便等排泄物应单独处置或排入专用化粪池，其上清液进入医院污水处理系统。

不设化粪池的医院应将经过消毒的排泄物按医疗废物处理。

2.1.3 医院的各种特殊排水，如含重金属废水、含油废水、洗印废水等应单独收集，分别采取不同的预处理措施后排入医院污水处理系统。

2.1.4 同位素治疗和诊断产生的放射性废水，必须单独收集处理。

2.2 医院污水排放量

2.2.1 医院污水排放量

1、新建医院

新建医院污水排放量应根据《民用建筑工程设计技术措施》建质[2003]4 号进行取值设计，做到清污分流，节约用水。

2、现有医院

1)污水排放量根据实测数据确定

2)无实测数据时可参考下列数据计算

(1) 设备齐全的大型医院或 500 床以上医院：平均日污水量为 $400 \sim 600\text{L}/\text{床}\cdot\text{d}$ ， $k_d = 2.0 \sim 2.2$ ， k_d 为污水日变化系数。

(2) 一般设备的中型医院或 100 ~ 499 床医院：平均污水量为 $300 \sim 400\text{L}/\text{床}\cdot\text{d}$ ， $k_d = 2.2 \sim 2.5$ ， k_d 为污水日变化系数。

(3) 小型医院(100 床以下)：平均污水量为 $250 \sim 300\text{L}/\text{床}\cdot\text{d}$ ， $k_d = 2.5$ ， k_d 为污水日变化系数。

2.2.2 医院污水处理设施规模分类

医院污水处理设施的规模以床位数分为 100、150、200、300、400、500、600、700、800、900、1000 及 1000 以上等。

2.3 医院污水水质

2.3.1 新建医院

每张病床污染物的排污量可按下列数值选用：

BOD_5 ： $40\sim60\text{g}/\text{床}\cdot\text{d}$ ， COD_{Cr} ： $100 \sim 150\text{g}/\text{床}\cdot\text{d}$ ，悬浮物： $50 \sim 100\text{g}/\text{床}\cdot\text{d}$ ；

根据每张病床污染物的排出量和 2.2.1 中水量计算新建医院的设计水质。

2.3.2 现有医院

1) 污水水质应以实测数据为准；

2) 在无实测资料时可参考表 2-2。

表 2-2 医院污水水质

	CODcr mg/L	BOD ₅ mg/L	SS mg/L	氨氮 mg/L	粪大肠杆菌 个/L
污水浓度范围	150~300	80~150	40~120	10~50	$1.0 \times 10^6 \sim 3.0 \times 10^8$
平均值	250	100	80	30	1.6×10^8

2.4 医院污水排放标准

2.4.1 现有标准

现在执行的《污水综合排放标准》（GB8978-1996），将医院污水按其受纳水体不同的使用功能等规定了相应的粪大肠杆菌群数和余氯标准，对 COD、SS 等理化指标无特别要求，只需达到要求相对较低的其他排污单位标准，且只给出余氯下限而无上限。

根据现行标准，现有医院污水处理工艺级别低，主要存在(1) 悬浮物浓度高，影响消毒效果；(2)水质波动大，消毒剂投加量难以控制；(3) 消毒副产物产生量大，影响生态环境的安全；(4) 余氯标准无上限，过多余氯危害生态安全等问题。

2.4.2 新标准

为了加强对医院污水污物的控制和实施新的环境标准体系，国家已组织有关部门和人员编制《医疗机构水污染物排放标准》。

1、新标准对医院产生的污水、废气和污泥进行了全面控制，在强调对含病原体污水的消毒效果的同时，兼顾生态环境安全。

2、在生物指标上，新标准对排入下水道与排入水体的医院污水提出不同要求。新标准严格区分医院性质，同时根据污水去向分为两个等级，并在原有标准基础上提出严格的控制各级指标。

3、新标准考虑了消毒效果和生态安全性问题，针对不同性质医院及污水去向对消毒时间和余氯量均作了明确规定，严格了余氯标准的上限。

4、在理化指标方面，对排入地表水体的医院污水和传染病医院污水的 COD、BOD₅、SS、动植物油、石油类、阴离子表面活性剂等指标都在原有标准基础上进行了严格的控制，以增强污水处理系统的抗风险性。考虑氨氮也消耗消毒剂，对氨氮也提出了严格的要求。

第 3 章 医院污水处理工艺

3.1 工艺选择原则

根据医院的规模、性质和处理污水排放去向，进行工艺选择。根据 1.4.1 中医院分类，分为传染病医院和综合医院。医院污水处理后排放去向分为排入自然水体和通过市政下水道排入城市污水处理厂两类。

医院污水处理所用工艺必须确保处理出水达标，主要采用的三种工艺有：加强处理效果的一级处理、二级处理和简易生化处理。

工艺选择原则为：

3.1.1 传染病医院必须采用二级处理，并需进行预消毒处理。

3.1.2 处理出水排入自然水体的县及县以上医院必须采用二级处理。

3.1.3 处理出水排入城市下水道(下游设有二级污水处理厂)的综合医院推荐采用二级处理，对采用一级处理工艺的必须加强处理效果。

3.1.4 对于经济不发达地区的小型综合医院，条件不具备时可采用简易生化处理作为过渡处理措施，之后逐步实现二级处理或加强处理效果的一级处理。

图 3-1 不同处理工艺的应用情况（略）

3.2 加强处理效果的一级处理工艺

对于处理出水最终进入二级处理城市污水处理厂的综合医院，应加强其处理效果，提高SS的去除率，减少消毒剂用量。加强一级处理效果宜通过两种途径实现：对现有一级处理工艺进行改造以加强去除效果和采用一级强化处理技术。

3.2.1 工艺流程

1、对现有一级处理工艺进行加强处理效果的改造

改造应根据实际情况，充分利用现有处理设施，对现有医院中应用较多的化粪池、接触池在结构或运行方式上进行改造，必要时增设部分设施，尽可能地提高处理效果，以达到医院污水处理的排放标准。

2、一级强化处理

对于综合医院(不带传染病房)污水处理可采用“预处理→一级强化处理→消毒”的工艺。通过混凝沉淀(过滤)去除携带病毒、病菌的颗粒物，提高消毒效果并降低消毒剂的用量，从而避免消毒剂用量过大对环境产生的不良影响。

图 3-2 一级强化处理工艺流程（略）

医院污水经化粪池进入调节池，调节池前部设置自动格栅，调节池内设提升水泵。污水经提升后进入混凝沉淀池进行混凝沉淀，沉淀池出水进入接触池进行消毒，接触池出水达标排放。

调节池、混凝沉淀池、接触池的污泥及栅渣等污水处理站内产生的垃圾集中消毒外运。消毒可采用巴氏蒸汽消毒或投加石灰等方式。

3.2.2 工艺特点

加强处理效果的一级强化处理可以提高处理效果，可将携带病毒、病菌的颗粒物去除，提高后续深化消毒的效果并降低消毒剂的用量。其中对现有一级处理工艺进行改造可充分利用现有设施，减少投资费用。

3.2.3 适用范围

加强处理效果的一级强化处理适用于处理出水最终进入二级处理城市污水处理厂的综合医院。

3.3 二级处理工艺

3.3.1 工艺流程说明

二级处理工艺流程为“调节池→生物氧化→接触消毒”。医院污水通过化粪池进入调节池。调节池前部设置自动格栅。调节池内设提升水泵，污水经提升后进入好氧池进行生物处理，好氧池出水进入接触池消毒，出水达标排放。

调节池、生化处理池、接触池的污泥及栅渣等污水处理站内产生的垃圾集中消毒外运焚烧。消毒可采用巴氏蒸汽消毒或投加石灰等方式。

图 3-3 二级处理工艺流程(非传染病和传染病污水) (略)

传染病医院的污水和粪便宜分别收集。生活污水直接进入预消毒池进行消毒处理后进入调节池，病人的粪便应先独立消毒后，通过下水道进入化粪池或单独处理（如虚线所示）。各构筑物须在密闭的环境中运行，通过统一的通风系统进行换气，废气通过消毒后排放，消毒可采用紫外线消毒系统。

3.3.2 工艺特点

好氧生化处理单元去除 COD_{Cr}、BOD₅ 等有机污染物，好氧生化处理可选择接触氧化、活性污泥和高效好氧处理工艺，如膜生物反应器、曝气生物滤池等工艺。采用具有过滤功能的高效好氧处理工艺，可以降低悬浮物浓度，有利于后续消毒。

3.3.3 适用范围

适用于传染病医院(包括带传染病房的综合医院)和排入自然水体的综合医院污水处理。

3.4 简易生化处理工艺

3.4.1 工艺流程

简易生化处理工艺的流程为“沼气净化池→消毒”。沼气净化池分为固液分离区、厌氧滤池和沉淀过滤区。三区的主要功能分别为去除悬浮固体，吸附胶体和溶解性物质，进一步去除和降解有机污染物，最后通过沉淀和过滤单元去除剩余悬浮物和降解有机污染物，保证出水质量。所产生沼气根据气量大小作不同的处理，当 1m^3 污泥制取沼气达 15m^3 以上时，收集利用；当 1m^3 污泥制取沼气不足 15m^3 时，收集燃烧处理。

图 3-4 沼气净化池工作原理图（略）

3.4.2 工艺特点

沼气净化池利用厌氧消化原理进行固体有机物降解。沼气净化池的处理效率优于腐化池和沼气池，造价低、动力消耗低，管理简单。

3.4.3 适用范围

作为对于边远山区、经济欠发达地区医院污水处理的过渡措施，逐步实现二级处理或加强处理效果的一级处理。

第 4 章 医院污水处理系统

医院污水处理主要包括污水的预处理、物化或生化处理和消毒三部分。为防止病原微生物的二次污染，对污水处理过程中产生的污泥和废气也要进行处理。

4.1 预处理

医院污水进行预处理的主要目的是去除污水中的固体污物，调节水质水量和合理消纳粪便，利于后续处理。

4.1.1 化粪池

用于医院污水处理的化粪池主要有普通化粪池和沼气净化池。

普通化粪池和沼气净化池的原理是通过沉淀的作用先将有机固体污染物截留,然后通过厌氧微生物的作用将有机物降解。沼气净化池处理效率优于普通化粪池。

化粪池的沉淀部分和腐化部分的计算容积,应按《建筑给水排水设计规范》(GBJ15-88)第 3.8.2 ~ 3.8.5 条确定。污水在化粪池中停留时间不宜小于 36 h。对于无污泥处置的污水处理系统,化粪池容积还应包括贮存污泥的容积。

4.1.2 预消毒池

预消毒的目的是降低污水中病原微生物的含量以减少操作人员受到病原微生物感染的机会。

- 1、传染病医院病人的排泄物进行预消毒后排入化粪池。
- 2、传染病医院污水在进入污水处理系统前必须预消毒,预消毒池的接触时间不宜小于 0.5 小时。常用的消毒剂有次氯酸钠、过氧乙酸和二氧化氯等,粪便消毒也可采用石灰。
- 3、对于普通综合医院,可不设预消毒池。
- 4、生化处理如采用加氯进行预消毒则需进行脱氯,或采用臭氧进行预消毒。

4.1.3 格栅

在污水处理系统或水泵前宜设置格栅,格栅井与调节池可采用合建的方式。

- 1、传染病医院的格栅应选用自动机械格栅;在普通医院宜选用自动机械格栅(小规模可根据实际情况采用手动格栅)。
- 2、格栅井应密闭,设置通风罩,收集废气以进行集中处理;
- 3、栅渣与污水处理产生污泥等一同集中消毒,外运焚烧。消毒可采用巴氏蒸汽消毒或投加石灰等方式。
- 4、设计应遵循《室外排水设计规范》GBJ 14 - 87(1997)等有关规定。

4.1.4 调节池

1、医院污水处理应设调节池。连续运行时,其有效容积按日处理水量的 30~40%计算。

间歇运行时,其有效容积按工艺运行周期计算。

2、调节池宜分二组,每组按 50%的水量计算。

3、调节池应采用封闭结构,设排风口,防沉淀措施宜采用水下搅拌方式。

4、调节池产生污泥定期清淘,与污水处理产生污泥一同处理。

4.2 加强处理效果的一级处理

加强一级处理效果宜通过两种途径实现:对现有一级处理工艺进行改造以加强去除效果和采用一级强化处理技术。

4.2.1 一级强化处理

医院污水的一级强化处理一般采用混凝沉淀、过滤、气浮等工艺。过滤的固液分离方式需要反冲,操作管理较为复杂,而气浮工艺中气体释放易导致二次污染。所以医院污水中一般采用混凝沉淀工艺。

医院污水的一级强化处理宜采用混凝沉淀工艺。混凝、沉淀池应分二组,每组按 50%的水量计算。

1、污水处理量小于 20m³/h 时,沉淀池宜设备化,可采用钢结构或其他结构形式的一体化设备,池形宜为竖流式或斜板沉淀池。当污水处理量大于 20 m³/h 时,沉淀池宜为钢筋混凝土结构,池形宜为竖流式或平流式沉淀池。

2、当沉淀池体采用钢结构时,必须采取切实有效的防腐措施。

3、当采用斜板沉淀池,必须设置斜板冲洗设施。其他形式的沉淀池需采取便于清理、维修的措施。

4、设计应遵循《室外排水设计规范》GBJ 14 - 87(1997 年版)等有关规定。

4.2.2 对现有一级处理工艺进行加强处理效果的改造

改造应根据实际情况，充分利用现有处理设施，对现有医院中应用较多的化粪池、接触池在结构或运行方式上进行改造，必要时增设部分设施。

有改建场地时，可将调节池用作沉淀池，在化粪池旁增设调节池。

场地不足时可在地面上增设混凝沉淀池。

4.3 生物处理

医院污水采用生物处理，一方面是降低水中的污染物浓度，达到排放标准；另一方面可保障消毒效果。生物处理工艺主要有活性污泥法、生物接触氧化法、膜生物反应器、曝气生物滤池和简易生化处理等。

4.3.1 活性污泥法

活性污泥法是以悬浮生长的微生物在好氧条件下对污水中的有机物、氨氮等污染物进行降解的废水生物处理工艺。

1. 工艺特点

活性污泥工艺的优点是对不同性质的污水适应性强，建设费用较低。

活性污泥工艺的缺点是运行稳定性差，容易发生污泥膨胀和污泥流失，分离效果不够理想。

2. 设计参数

曝气池和二沉池设计遵循《室外排水设计规范》GBJ 14 - 87(1997)有关规定；

曝气池污泥负荷根据出水有机物和氨氮要求，需要时应满足硝化要求。

表 4-1 活性污泥工艺曝气池主要工艺参数

参数	参考范围
HRT (h)	4~12
气水比	6~10

MLSS (g/L)	2~4
污泥负荷(kg-BOD ₅ /(kg-VSS d))	0.1~0.4
泥龄(d)	5~20

3 . 适用范围

传统活性污泥法适用于 800 床以上水量较大的医院污水处理工程。对于 800 床以下、水量较小的医院常采用活性污泥法的变形工艺——序批式活性污泥法（SBR）。

SBR 工艺是活性污泥法的一种变型。SBR 按周期循环运行，每个周期循环过程包括进水、反应（曝气）、沉淀、排放和待机五个工序。SBR 单个周期的进水、反应、沉淀、排放和待机都是可以进行控制的。每个过程与特定的反应条件相联系(混合/静止,好氧/厌氧)，这些反应条件促进污水物理和化学特性有选择的改变。

SBR 工艺具有流程简单、管理方便、基建投资省、运行费用较低、处理效果好及设备国产化程度高等优点。

4.3.2 生物接触氧化工艺

生物接触氧化工艺采用固定式生物填料作为微生物的载体，生长有微生物的载体淹没在水中，曝气系统为反应器中的微生物供氧。由于生物接触氧化法的微生物固定生长于生物填料上，克服了悬浮活性污泥易于流失的缺点，在反应器中能保持很高的生物量。

1. 工艺特点

- （1）生物接触氧化法对冲击负荷和水质变化的耐受性强，运行稳定。
- （2）生物接触氧化法容积负荷高，占地面积小，建设费用较低。
- （3）生物接触氧化法污泥产量较低，无需污泥回流，运行管理简单。
- （4）生物接触氧化法有时脱落一些细碎生物膜，沉淀性能较差的造成出水中的悬浮固体浓度稍高，一般可达到 30mg/L 左右。

2. 设计参数

(1) 生物接触氧化池的填料应采用轻质、高强、防腐蚀、易于挂膜、比表面积大和空隙率高的组合体。

(2) 生物接触氧化法已在实际中长期应用，有关工艺参数见《室外排水设计规范》GBJ 14 - 87(1997 年版)等相关的设计手册。

表 4-2 生物接触氧化法主要工艺参数

参数	参考范围
HRT (h)	0.5~1.5
气水比	10~15
污泥负荷(kg-BOD ₅ /(m ³ 填料 d))	2~5

3 . 适用范围

生物接触氧化法适用于 500 床以下的中小规模医院污水处理工程。尤其适用于场地面积小、水量小、水质波动较大和污染物浓度较低、活性污泥不易培养等情况，管理方便。

4.3.3 膜-生物反应器

膜-生物反应器(Membrane BioReactor , MBR)是将膜分离技术与生物反应器结合在一起的新型污水处理工艺。根据膜分离组件的设置位置 ,可分为分置式 MBR 和一体式 MBR 两大类。

1. 工艺特点

MBR 工艺用膜组件代替了传统活性污泥工艺中的二沉池，可进行高效的固液分离，克服了传统工艺中出水水质不够稳定、污泥容易膨胀等不足，具有下列优点：

(1) 抗冲击负荷能力强，出水水质优质稳定，可以完全去除 SS，对细菌和病毒也有很好的截留效果。

(2) 实现反应器水力停留时间(HRT)和污泥龄(SRT)的完全分离,使运行控制更加灵活稳定;生物反应器内微生物量浓度高,可高达 10g/L 以上,处理装置容积负荷高,占地面积小,减小了硝化所需体积。

(3) 有利于增殖缓慢的微生物的截留和生长,系统硝化效率提高。可延长一些难降解有机物在系统中的水力停留时间,有利于难降解有机物降解效率的提高。

(4) MBR 剩余污泥产量低,甚至无剩余污泥排放,降低了污泥处理费用。

2. 设计参数

表 4-3 一体式 MBR 主要工艺参数

参数	参考范围
HRT (h)	3~5
气水比	20~30
MLSS (g/L)	6~10
污泥负荷(kg-BOD ₅ /(kg-VSS d))	0.1~0.2
膜通量(L/(m ² h))	10~20

3 . 适用范围

该工艺适用于 300 床以下的小规模的医院污水处理工程,尤其适用于场地面积小、水质要求高和紫外消毒等的情况。

4.3.4 曝气生物滤池

曝气生物滤池(BAF)是生物膜处理工艺的一种。采用一种新型粗糙多孔的粒状滤料具有很大的比表面积,滤料表面生长有生物膜,池底提供曝气,污水流过滤床时,污染物首先被过滤和吸附,进而被滤料表面的微生物氧化分解。目前 BAF 已从单一的工艺逐渐发展成系列综合工艺,有去除悬浮物、COD、BOD 、硝化、脱氮等作用。

1. 工艺特点

(1) 出水水质好。BAF 可去除污水中的悬浮物、COD、细菌和大部分氨氮，出水 SS 小于 10mg/L。

(2) 微生物生长在粗糙多孔的滤料表面，不易流失，对有毒有害物质有一定适应性，运行可靠性高，抗冲击负荷能力强。无污泥膨胀问题。

(3) BAF 容积负荷高于常规处理工艺，并可省去二沉池和污泥回流泵房，占地面积通常为常规工艺的 1/3 ~ 1/5。

(12) 需进行反冲洗，反冲水量较大，且运行方式复杂，但易于实现自控。

2. 设计参数

表 4-4 BAF 的主要工艺参数

分 类	参 数	范 围
构 造	滤料直径(mm)	3~6
参 数	生物滤床高(m)	3~4
	水力负荷($m^3/(m^2 \cdot h)$)	2~3
运 行	气水比	4~6
参 数	容积负 荷 ($kgBOD_5/(m^3 \cdot d)$)	1~2
	冲洗水流速(m/h)	30~50
反冲洗	冲洗气速(m/h)	40~70
参 数	冲洗周期(h)	24
	冲洗时间 (min)	15~30

3 . 适用范围

该工艺适用于 300 床以下的小规模医院污水处理工程，尤其适用于场地面积小和水质要求高等的情况。

4.3.5 简易生化处理工艺

1.工艺特点：

沼气净化池利用厌氧消化原理进行固体有机物降解。沼气净化池的处理效率优于腐化池和沼气池，造价低，动力消耗低，管理简单。

2.适用条件

对于经济不发达地区的小型综合医院，条件不具备时可采用简易生化处理作为过渡处理措施，之后逐步实现二级处理或加强处理效果的一级处理。

上述五种工艺的特点、适用范围与投资水平等汇总于表 4-5 中。

表 4-5 不同生物处理工艺的综合比较

工艺类型	优点	缺点	适用范围	基建投资
活性污泥法	对不同性质的污水适应性强。	运行稳定性差，易发生污泥膨胀和污泥流失，分离效果不够理想	800 床以上的水量较大的医院污水处理工程；800 床以下医院采用 SBR 法	较低
生物接触氧化工艺	抗冲击负荷能力高，运行稳定；容积负荷高，占地面积小；污泥产量较低；无需污泥回流，运行管理简单。	部分脱落生物膜造成出水中的悬浮固体浓度稍高。	500 床以下的中小规模医院污水处理工程。适用于场地小、水量小、水质波动较大和微生物不易培养等情况。	中
膜-生物反应器	抗冲击负荷能力强，出水水质优质稳定，有效去除 SS 和病原体；占地面积小；剩余污泥产量低甚至无。	气水比高，膜需进行反洗，能耗及运行费用高。	300 床以下小规模医院污水处理工程；医院面积小，水质要求高等情况。	高
曝气生物	出水水质好；运行	需反冲洗，运行方	300 床以下小规模	较高

滤池	可靠性高，抗冲击负荷能力强；无污泥膨胀问题；容积负荷高且省去二沉池和污泥回流，占地面积小。	式比较复杂；反冲水量较大。	医院污水处理工程。	
简易生化处理工艺	造价低，动力消耗低，管理简单。	出水 COD、BOD 等理化指标不能保证达标。	作为对于边远山区、经济欠发达地区医院污水处理的过渡措施，逐步实现二级处理或加强处理效果的一级处理。	低

第 5 章 医院污水消毒技术

5.1 医院污水常用消毒技术

医院污水消毒是医院污水处理的重要工艺过程，其目的是杀灭污水中的各种致病菌。医院污水消毒常用的消毒工艺有氯消毒(如氯气、二氧化氯、次氯酸钠)、氧化剂消毒(如臭氧、过氧乙酸)、辐射消毒(如紫外线、 γ 射线)。表 5-1 对常用的氯消毒、臭氧消毒、二氧化氯消毒、次氯酸钠消毒和紫外线消毒法的优缺点进行了归纳和比较。

表 5-1 常用消毒方法比较

	优点	缺点	消毒效果
氯 Cl_2	具有持续消毒作用；工艺简单，技术成熟；操作简单，投量准确。	产生具致癌、致畸作用的有机氯化物(THMs)；处理水有氯或氯酚味；氯气腐蚀性强；运行管理有一定的危险性。	能有效杀菌，但杀灭病毒效果较差。
次氯酸钠	无毒，运行、管理无危险性。	产生具致癌、致畸作用的有机氯化物(THMs)；使水的 PH	与 Cl_2 杀菌效果相同。

NaOCl		值升高。	
二氧化氯 ClO ₂	具有强烈的氧化作用，不产生有机氯化物(THMs)；投放简单方便；不受 pH 影响。	ClO ₂ 运行、管理有一定的危险性；只能就地生产，就地使用；制取设备复杂；操作管理要求高。	较 Cl ₂ 杀菌效果好。
臭氧 O ₃	有强氧化能力，接触时间短；不产生有机氯化物；不受 pH 影响；能增加水中溶解氧。	臭氧运行、管理有一定的危险性；操作复杂；制取臭氧的产率低；电能消耗大；基建投资较大；运行成本高。	杀菌和杀灭病毒的效果均很好。
紫外线	无有害的残余物质；无臭味；操作简单，易实现自动化；运行管理和维修费用低。	电耗大；紫外灯管与石英套管需定期更换；对处理水的水质要求较高；无后续杀菌作用。	效果好，但对悬浮物浓度有要求。

5.2 液氯消毒系统

液氯消毒是医院污水消毒中最常用的方式之一。氯(Cl₂)是一种强氧化剂和广谱杀菌剂，能有效杀死污水中的细菌和病毒，并具有持续消毒作用。氯消毒具有药剂易得，成本较低；工艺简单，技术成熟；操作简单，投量准确；不需要庞大的设备等优点。但氯气有毒，腐蚀性强，运行、管理有一定的危险性。

氯气为受压的液化气体，一般用罐瓶、槽车、罐车、驳船等压力容器装运。

液氯消毒系统主要是由贮氯钢瓶、加氯机、水射器、电磁阀、加氯管道及加氯间和液氯贮藏室等组成。

5.2.1 氯瓶

(1)一般情况下，宜采用小容量的氯瓶。氯瓶一次使用周期应不大于 3 个月。

(2)单位时间内每个氯瓶的氯气最大排出量应符合下述规定：

容积为 40 升的氯瓶：750g/h；500kg 的氯瓶：3000g/h。

5.2.2 加氯机

医院污水采用液氯消毒时，必须采用真空加氯机，并将投氯管出口淹没在污水中。

氯气向污水中投加是经过加氯机水射器完成，水射器要求自来水有 0.2MPa 压力，在水射器内形成负压，将氯气吸入并混合，然后将氯水投加至加氯点。

典型的医院污水处理工艺加氯方式有两种：虹吸式定比加氯和提升式自动定比加氯。

(1)当医院污水站内集水管道高于站外公共污水管或水体水位时（通常需要有 600mm 的高差），可采用虹吸式定比加氯消毒系统。

(2)当污水需要提升才能排出站外，采用提升式自动定比加氯，消毒投加设备与提升泵同步运行，由集水池的水位控制污水泵自动启动，同时控制投药系统同步运行。

5.2.3 加氯系统管材

(1)输送氯气的管道应使用紫铜管；输送氯溶液的管道宜采用硬聚氯乙烯管，阀门采用塑料隔膜阀。

(2)加氯系统的管路应设耐腐蚀的压力表，水射器的给水管上应设普通压力表。

(3)加氯系统的管道应明装，埋地管道应设在管沟内，管道应有一定的支撑和坡度。

5.2.4 加氯间和液氯贮藏室

使用液氯消毒时应设液氯贮藏室和加氯间。

(1)加氯间

医院污水加氯间位置的选择应根据医院总体规划、排出口位置、环境卫生要求、风向及维护管理和运输等因素来确定。

加氯间主要放置加氯机等除氯瓶以外的加氯设备。加氯间内应有必要的计量、安全及报警等装置。加氯间门向外开，使用防爆灯照明和其他防爆电机电器，设排风扇，换气次数按 12 次/小时设计。排风扇设在加氯间低处，并考虑室外环境，要远离人员活动场所。加氯间室内电气、管道、地面等应考虑防止氯气腐蚀。

(2) 液氯贮藏室

液氯贮藏室应尽量靠近投加地点。液氯贮藏室必须有吊装设备（使用 40kg 小瓶可不安装吊装设备）和磅秤。

液氯贮藏室应设可容纳氯瓶的水池，水池应保持一定水位，一旦氯瓶泄漏，应迅速将氯瓶推到水池中。

液氯贮藏室直接通向室外的门要向外开，应设排风设备，通风口设在房间离地 400mm 处。照明使用防爆灯具，设置安全和氯气报警装置。

5.2.5 适用范围

1、液氯消毒不宜用于人口稠密区内医院及小规模医院的污水消毒。可用于远离人口聚居区的规模较大(>1000 床)且管理水平较高的医院污水处理系统。

2、氯消毒由于余氯过高会造成地表水体内水生生物的死亡，因此当医院污水排至地表水体时应采取脱氯措施或慎用氯消毒。

5.2.6 运行管理

1、严禁无加氯机直接向污水中投加氯气。

2、液氯用槽车和钢瓶包装。氯包装量：瓶装充装重量不得大于 1.25kg/L，槽车装充装重量不得大于 1.20kg/L。

3、在操作间或加氯间进口处应放置方便使用并有明显标志的工具箱、维修工具、药品及防毒面具等。

4、氯瓶放置在磅秤或氯量显示仪上，小瓶应该竖放、大钢瓶则是卧放并固定，不得使其滚动。

5、并联的氯瓶应设置备用瓶，通过自动或手动切换装置更换新氯瓶。

6、氯瓶和加氯机要避开暖气、阳光和明火。为保证正常供氯，氯瓶间的室内温度应保持中温（15℃）。

7、液氯运输、贮存等按 GB11984 执行。

5.3 二氧化氯消毒

二氧化氯具有高效氧化剂、消毒剂以及漂白剂的功能。作为强化氧化剂，它所氧化的产物中无有机氯化物；作为消毒剂，它具有广谱性的消毒效果。

二氧化氯必须现场制备。现场制备二氧化氯的方法主要为化学法和电解法。

1、化学法制备二氧化氯消毒工艺是以氯酸钠、亚氯酸钠、次氯酸钠和盐酸等为原料，经反应器发生化学反应产生二氧化氯气体，再经水射器混合形成二氧化氯水溶液，然后投加到被消毒的污水中进入消毒接触池消毒。

2、电解法制备二氧化氯消毒工艺是以饱和食盐水为原料通过电解产生二氧化氯、氯气、过氧化氢、臭氧的混合气体，用于消毒。混合气体的协同作用，具有广谱的杀菌能力，其消毒效果远强于任何单一的消毒剂。

5.3.1 工程设计

1、化学法制备二氧化氯消毒工艺

(1)二氧化氯消毒系统设计和发生器选型应根据医院污水的水质水量和处理要求确定，并考虑备用。

(2)因原料为强氧化性或强酸化学品，储存间必须考虑分开安全储放；储存量为 10 ~ 30 天的用量。

(3)二氧化氯溶液浓度应小于 0.4%，其投加量应与污水定比或用余氯量自动控制。

(4)应设计二氧化氯监测报警和通风设备。

2、电解法制备二氧化氯消毒工艺

(1)电解法制备二氧化氯设备主要由电解槽、电源、水泵和水射器组成。电解槽使用 6V 或 12V 两种直流电源。

(2)电解法制备二氧化氯设备的溶盐装置一般与发生器一体化，但因二氧化氯为混合消毒气体，为了能定比投氯，必须设置溶液箱。

(3)二氧化氯是由水射器带出并溶于水的，所以设备间必须有足够的压力自来水，如水压不够 0.2MPa，需加设管道泵。

(4)应注意设备排氢管的设计，及时排除在设备运行过程中产生的可爆炸气体。

5.3.2 适用范围

1、二氧化氯消毒不宜用于人口稠密区及大规模医院的污水消毒。可用于远离人口聚居区、规模较小的医院污水处理系统。

2、由于二氧化氯在空气中和水中浓度达到一定程度会发生爆炸，因此该法适用于管理水平较高的医院污水处理系统。

3、化学法适用于规模 > 500 床的医院污水处理消毒系统。

4、二氧化氯消毒由于余氯过高会造成地表水体水生生物的死亡，因此当医院污水排至地表水体时应采取脱氯措施或慎用二氧化氯消毒。

5.3.3 运行管理

1、二氧化氯活化液不稳定，应现配现用。

2、配制溶液时，忌与碱或有机物相混合。

3、投加量根据实际水质水量实验确定。

5.4 次氯酸钠消毒

次氯酸钠消毒是利用商品次氯酸钠溶液或现场制备的次氯酸钠溶液作为消毒剂，利用其溶解后产生的次氯酸对水中的病原菌具有良好的杀灭效果，对污水进行消毒。

1、次氯酸钠发生器

利用电解食盐水(或海水)制取次氯酸钠水溶液。这种发生器的优点是结构简单、自动化程度高、电耗低、耗盐量小，生产的次氯酸钠可达 10~12% (有效氯含量)。其缺点是在电极表面易形成钙镁等沉积物，需要经常清洗电极。

商品次氯酸钠溶液有效氯含量为 10%~12%，次氯酸钠为淡黄色透明液体，具有与氯气相同的特殊气味。

2、漂白粉及漂粉精消毒

漂白粉 ($\text{Ca}(\text{OCl})_2$) 为白色粉末状，具有强烈气味，化学性质不稳定，易分解而失效，能使大部分有机色彩氧化褪色或漂白。

漂粉精是较纯的次氯酸钙，有效氯含量为 65%~70%，是一种较稳定的氯化剂，密封良好时能长期保存(1 年左右)。漂粉精用于医院污水消毒可以直接使用粉剂投加到医院污水中，既可用于干式投加法，也可以将漂粉精溶解在水里，制成溶液投加到污水中，称湿式投加。还有一种方法是漂粉精制成片剂用消毒机投加。

5.4.1 工程设计

1、配套建筑物及设备

采用次氯酸钠发生器消毒的污水处理站应根据次氯酸钠发生器的型号及其附属设备要求进行布置。一般要求需要有专用的盐液制备间和次氯酸钠发生器设备间。盐液制备间与次氯酸钠发生器设备间宜分为两个房间。

2、主要工艺参数

(1)根据污水的水质水量、处理级别计算投氯量，按投氯量选择次氯酸钠发生器型号及台数，然后计算用盐量、贮盐量。

(2)污水量按最高日污水量计算，盐水池按 12~24h 设计。

(3)次氯酸钠溶液贮槽按 8 ~ 16h 设计。

3、次氯酸钠的投配

次氯酸钠发生器所产生的次氯酸钠溶液贮存在贮槽内,可采用虹吸式自动投加或与污水泵连动投加,将溶液通过投加管、电磁阀、流量计将溶液投加到污水池或污水管中。

4、漂精粉的投加

(1)漂精粉的湿式投加系统需设置溶药槽和投配槽。

(2)溶药槽和投配槽一般用塑料制成,溶药槽需设有搅拌器,一般设置 2 个,投配槽可设 1 个,沉渣排入下水道,溶药槽和投配槽大小按处理污水量和投药量计算确定。

5.4.2 适用范围

1、次氯酸钠消毒不宜用于人口稠密区内及大规模医院的污水消毒。可用于远离人口聚居区、规模较小的医院污水处理系统。

2、漂粉精、漂白粉适用于规模 <300 床的经济欠发达地区医院污水处理消毒系统。

3、电解法次氯酸钠发生器适用于管理水平较高的医院污水处理消毒系统。

4、二氧化氯消毒由于余氯过高会造成地表水体水生生物的死亡,因此当医院污水排至地表水体时应采取脱氯措施或慎用氯消毒。

5.4.3 运行管理

1、次氯酸钠溶液贮槽应防腐蚀,可用聚氯乙烯板或玻璃钢制作。

2、在使用次氯酸钠溶液消毒时,必须注意保存条件,经常分析化验其有效氯含量,以便掌握有效氯的衰减情况,确定每次的最佳送货量和送货周期,减少氯的损失。

3、商品次氯酸钠应在 21℃左右避光贮存。

4、漂白粉应贮存于干燥、阴凉通风的仓库中,防止日晒雨淋,应远离火种和热源,不可与有机物、酸类及还原剂共存。

5、漂粉精放入溶药槽，加水配制成有效氯含量为 1%~5%的溶液，静止澄清，使用上清液投加。每日配制 1~2 次。

5.5 氯消毒接触池

1、医院污水消毒按运行方式可分为连续消毒和间歇消毒两种方式。

2、接触消毒池的容积应满足接触时间和污泥沉积的要求。传染病医院污水接触时间不宜小于 1.5 小时，综合医院污水接触时间不宜小于 1.0 小时。

3、连续式消毒的接触池有效容积为污水部分容积和污泥部分容积之和。

4、间歇式消毒时，接触池的总有效容积应根据工作班次、消毒周期确定，一般宜为调节池容积的 1/2。

5、接触消毒池一般分为两格，每格容积为总容积的一半。池内应设导流墙(板)，避免短流。导流墙(板)的净距应根据水量和维修空间要求确定，一般为 600~700mm。接触池的长度和宽度比不宜小于 20:1。接触池出口处应设取样口。

6、设计时应按设计选定的处理工艺流程的实际运行情况，按最不利情况进行组合，校核实际接触时间，以满足设计要求。

5.6 氯消毒设计要点

当污水采用氯消毒工艺时，其设计加氯量可按下列数据确定：

1、液氯消毒系统参照《室外排水设计规范》GBJ14-87 有关章节进行设计。

2、加强处理效果的一级处理出水的设计加氯量以有效氯计，一般为 30-50mg/L。

3、二级处理出水的设计参考加氯量一般为 10-15 mg (有效氯) /L。

4、当污水采用其他方法消毒时，其设计投加量应根据具体水质确定。

5、加药设备至少为 2 套，1 用 1 备。

6、氯投加量为参考值，运行中应根据余氯量和实际水质水量实验确定投加量。

5.7 臭氧消毒

臭氧，分子式为 O_3 ，具有特殊的刺激性臭味，是国际公认的绿色环保型杀菌消毒剂。

臭氧在水中产生氧化能力极强的单原子氧（ O ）和羟基（ OH ），羟基（ OH ）对各种致病微生物有极强的杀灭作用，单原子氧（ O ）具有强氧化能力，对各种病毒、细菌均有很强的杀灭能力。

臭氧消毒具有反应快、投量少；适应能力强，在 $pH5.6 \sim 9.8$ 、水温 $0 \sim 37^{\circ}C$ 范围内，臭氧消毒性能稳定；无二次污染；能改善水的物理和感官性质，有脱色和去嗅去味作用。但缺点是无持续消毒功能、只能现场生产使用、臭氧消毒法设备费用较高、耗电较大。

臭氧制备法有电晕放电法、紫外线法、化学法和辐射法等，工程一般采用电晕放电法。

5.7.1 工程设计

1、医院污水臭氧处理站应设置空压机房、臭氧发生器设备间和操作间。空压机房安放空压机，空压机应防震和防止噪声。臭氧发生器间应留有设备检修空间。臭氧接触塔在寒冷地区应设在室内，尾气处理后设排气管排出室外。

2、医院污水消毒的主要工艺参数如表 5-2 所示。

表 5-2 医院污水臭氧消毒的主要工艺参数

项 目	一级处理出水	二级处理出水
臭氧投加量/ $mg \cdot L^{-1}$	30~50	10~20
接触时间/min	30	5~15
大肠菌去除率/%	99.99	99.99

3、在选择臭氧发生器时，要根据污水水质及处理工艺确定臭氧投加量，再根据臭氧投加量和单位时间处理水量确定臭氧使用量，按每小时使用臭氧量选择臭氧发生器台数及型号。

4、臭氧与污水接触方式一般采用鼓泡法，气泡分散越小，臭氧利用率越高，消毒效果越好。因此要选择气水混合效果好的臭氧进气装置。

5、臭氧系统设备管道应做防腐处理与密封。

6、臭氧设备间应设置通风设备，通风机应安装在靠近地面处。

7、在工艺末端必须设置尾气处理或尾气回收装置，反应后排出的臭氧尾气必须经过分解破坏或回收利用，达到排放标准。

5.7.2 适用范围

1、采用二级处理的医院污水最好采用臭氧消毒，这样可以减少臭氧的投加量，降低设备投资费用和运行费用。

2、投资及运行费用较高，适用于管理水平较高的传染病医院及综合医院污水处理。

5.7.3 运行管理

1、臭氧对人体有毒，国家规定大气中允许浓度为 $0.2\text{mg}/\text{m}^3$ 。

2、臭氧为强氧化剂，浓度越高对接触物品损害越重，使用时应注意。

3、在使用时应控制影响臭氧杀菌作用的因素，包括温度、相对湿度、有机物、pH、水的浑浊度、水的色度等。

4、在产臭氧过程中，避免放电电极潮湿而造成断路。

5、臭氧的产量受电压、进气量和进气压力的影响。

6、臭氧的投加量和剩余臭氧量在消毒中起着重要作用，使用时应注意控制。

5.8 紫外线消毒

消毒使用的紫外线是 C 波紫外线，其波长范围是 $200 \sim 275\text{nm}$ ，杀菌作用最强的波段是 $250 \sim 270\text{nm}$ 。紫外线消毒技术是利用特殊设计的高功率、高强度和长寿命的 C 波段紫外光发生装置产生的强紫外光照射流水，使水中的各种细菌、病毒、寄生虫、水藻以及其他

病原体受到一定剂量的紫外 C 光辐射后，其细胞组织中的 DNA 结构受到破坏而失去活性，从而杀灭水中的细菌、病毒以及其它致病体，达到消毒杀菌和净化的目的。紫外线杀菌速度快，效果好，不产生任何二次污染，属于国际上新一代的消毒技术。但要求水中悬浮物浓度较低，以保证良好的透光性。

5.8.1 工程设计

1、采用紫外线消毒时要求被处理的水中悬浮物浓度 $<10\text{mg/L}$ ，在此条件下推荐的照射强度为 $25\text{--}30\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ，照射时间 $>10\text{s}$ 。

2、紫外线消毒系统可采用明渠型或封闭型。相对而言，明渠型比封闭型更容易监测和维护，对水流阻力也小。

3、紫外系统内还应包括清洗设施。医院污水应采用设置自动清洗装置。

4、紫外系统用于医院污水处理过程中排放的气体消毒时，采用循环式紫外空气消毒装置。

5、紫外灯管应专业回收。

5.8.2 适用范围

1、出水悬浮物浓度小于 10mg/L 的污水处理系统可采用紫外消毒方式；

2、在有特殊要求的情况下，如排入某些有特殊要求的水域时，可采用紫外消毒方式；

5.8.3 运行管理

1、不得使紫外线光源照射到人，并注意眼睛的防护，以免引起损伤。

2、在使用过程中，要特别注意对紫外线灯管辐照度值进行测定。

3、使用的紫外线灯，新灯的辐照强度不得低于 $90\text{uw}/\text{cm}^2$ ，使用中紫外线的辐照强度不得低于 $70\text{uw}/\text{cm}^2$ ，凡低于 $70\text{uw}/\text{cm}^2$ 者应及时更换灯管。

4、紫外线消毒的最适宜温度范围是 $20\sim 40^\circ\text{C}$ ，温度过高过低均会影响消毒效果。

5、在使用过程中，应保持紫外线灯表面的清洁，一般每两周用酒精棉球擦拭一次，发现灯管表面有灰尘、油污时，应随时擦拭。

第 6 章 医院污水处理系统污泥、废气处理技术

6.1 医院污泥处理

6.1.1 污泥的分类和泥量

- 1、污泥根据工艺分为化粪池污泥、初沉污泥、剩余污泥、化学(混凝)沉淀污泥、消化污泥等。
- 2、医院污水处理过程产生的泥量与原水的悬浮固体及处理工艺有关。医院污水处理构筑物产生的污泥量如表 6-1 所示。

表 6-1 污泥量平均值

污泥来源	总固体 (g/人.d)	含水率 (%)	污泥体积	
			(L/人.d)	(L/人.a)
初沉池	54	92~95	0.68~1.08	249~395
二沉池	31	97~98.5	1.04~2.07	380~755
混凝沉淀	66~75	93~97	1.07~2.20	390~840

- 3、化粪池污泥来自医院医务人员及患者的粪便，污泥量取决于化粪池的清掏周期和每人每日的粪便量。每人每日的粪便量约为 150g。
- 4、处理放射性污水的化粪池或处理池每半年清掏一次，清掏前应监测其放射性达标方可处置。

6.1.2 医院污泥处理工艺流程

污泥处理工艺以污泥消毒和污泥脱水为主。水处理工艺产生的剩余污泥在污泥消毒池内，投加石灰或漂白粉作为消毒剂进行消毒。若污泥量很小，则消毒污泥可排入化粪池进行贮存；污泥量大，则消毒污泥需经脱水后封装外运，作为危险废物进行焚烧处理。

6.1.3 污泥消毒

1、污泥首先在消毒池或储泥池中进行消毒，消毒池或储泥池池容不小于处理系统 24h 产泥量，但不宜小于 1m³。储泥池内需采取搅拌措施，以利于污泥加药消毒。

2、每天湿污泥产量小于 2m³ 的医院污水处理系统，污泥可在消毒后排入化粪池，此时化粪池的容积应考虑到此部分的污泥量。每天湿污泥产量大于 2m³ 的医院污水处理系统，污泥可在消毒后进行脱水。

3、污泥消毒的最主要目的是杀灭致病菌，避免二次污染，可以通过化学消毒的方式实现。化学消毒法常使用石灰和漂白粉。

(1) 石灰投量每升污泥约为 15g，使污泥 pH 达 11-12，充分搅拌均匀后保持接触 30-60min，并存放 7 天以上。

(2) 漂白粉投加量约为泥量的 10-15%。

(3) 有条件的地区可采用紫外线辐照消毒。

6.1.4 污泥脱水

1、污泥脱水的目的是降低污泥含水率，脱水过程必须考虑密封和气体处理。

2、污泥脱水宜采用离心脱水机。离心分离前的污泥调质一般采用有机或无机药剂进行化学调质。

3、脱水后的污泥应密封封装、运输。

6.1.5 污泥的最终处置

污泥根据国家环境保护总局危险废物分类，属于危险废物的范畴，必须按医疗废物处理要求进行集中(焚烧)处置。

6.2 废气处理工艺路线选择

6.2.1 工艺流程

1、为防病毒从医院水处理构筑物表面挥发到大气中而造成病毒的二次传播污染，将水处理池加盖板密闭起来，盖板上预留进、出气口，把处于自由扩散状态的气体组织起来。

2、组织气体进入管道定向流动到能阻截、过滤吸附、辐照或杀死病毒、细菌的设备中，经过有效处理后再排入大气。

3、废气处理可采用臭氧、过氧乙酸、含氯消毒剂、紫外线、高压电场、过滤吸附和光催化消毒处理对空气传播类病毒进行有效的灭活。

6.2.2 设计要点

1、按局部通风设计原则，针对有害气体散发状况，优先考虑密闭罩。

2、对于格栅口和污泥的清除处，由于操作需要，可以采取敞口罩。

3、通风机选用离心式，排气高度 15m。

4、通风机流量和压头需要根据不同处理方法的要求选取，对于使用氧化型消毒剂的情况，通风机和管材应考虑防腐。

第 7 章 放射性废水处理技术

7.1 放射性废水来源

放射性废水主要来自诊断、治疗过程中患者服用或注射放射性同位素后所产生的排泄物，分装同位素的容器、杯皿和实验室的清洗水，标记化合物等排放的放射性废水。

7.2 放射性废水的水质水量和排放标准

7.2.1 放射性废水浓度范围为 $3.7 \times 10^2 \text{Bq/L} \sim 3.7 \times 10^5 \text{Bq/L}$ 。

7.2.2 废水量为 100 ~ 200L/床.d。

7.2.3 医院放射性废水排放执行新制定的《医疗机构污染物排放标准》规定：在放射性污水处理设施排放口监测其总 $\alpha < 1 \text{ Bq/L}$ ，总 $\beta < 10 \text{ Bq/L}$ 。

7.3 放射性废水系统及衰变池设计

7.3.1 放射性废水应设置单独的收集系统，含放射性的生活污水和试验冲洗废水应分开收集，收集放射性废水的管道应采用耐腐蚀的特种管道，一般为不锈钢管道或塑料管。

7.3.2 放射性试验冲洗废水可直接排入衰变池，粪便生活污水应经过化粪池或污水处理池净化后再排入衰变池。

7.3.3 衰变池根据床位和水量设计或选用。

7.3.4 衰变池按使用的同位素种类和强度设计，衰变池可采用间歇式或连续式。

7.3.5 间歇式衰变池采用多格式间歇排放；连续式衰变池，池内设导流墙，推流式排放。衰变池的容积按最长半衰期同位素的 10 个半衰期计算，或按同位素的衰变公式计算。

7.3.6 衰变池应防渗防腐。

7.4 监测和管理

7.4.1 间歇衰变池在排放前监测；连续式衰变池每月监测一次。

7.4.2 收集处理放射性污水的化粪池或处理池每半年清掏一次，清掏前应监测其放射性达标方可处置。

第 8 章 监控设备和仪表

8.1 医院污水设备

医院污水来源及成分复杂，含有病原性微生物、有毒、有害的物理化学污染物和放射性污染等，具有空间污染、急性传染和潜伏性传染等特征，不经有效处理会成为一条疫病扩散的重要途径和严重污染环境；

鉴于医院污水的传染性，为减少运行人员对现场的接触，降低传染机会，在传染病医院污水处理工程中应采用较高水平的自动化设备控制。

8.2 在线测量仪表的配置原则

在线仪表的配置应根据资金限制及工艺需要综合考虑。

8.2.1 医院污水处理站应在出口处配置在线余氯测定仪和流量计。

8.2.2 采用液氯消毒，应设置液位控制仪对消毒污水液位和氯溶液液位指示、报警和控制；同时应设置氯气泄漏报警装置。

8.2.3 流量计宜选用超声波流量计或电磁流量计。

8.2.4 根据医院规模，400 床以下的医院污水处理工程可只设置液位控制仪表，液位控制仪表可采用浮球式、超声波式或电容式液位信号开关；400 床以上的医院污水处理工程除液位控制仪表外，宜加设液位测量仪，液位测量仪可选用超声波式或电容式液位测量仪。

8.2.5 有条件的采用二级处理工艺的医院亦可设置溶解氧测定仪、PH 测定仪等仪表。

8.3 自动控制内容及方式

应根据工艺流程、工程规模及管理水平确定自动控制水平，主要自动控制内容如下：

8.3.1 水位自动控制和消毒剂投加自动控制是自动控制的重要内容。消毒剂的投加量应根据在线余氯测定仪的测定结果自动控制调整。

8.3.2 电动格栅除污机和好氧曝气自动控制；可根据工艺运行要求，采用定时方式自动启/停。

应当根据工程规模大小、资金额度及传染性差异来确定不同的监控方式。以下几种不同监控方式，供工程设计时参考选用。

1、就地控制方式（A）：在电控箱及现场按钮箱上控制，不设在线测量仪表，只设水位信号开关，利用水位信号开关自动开/停水泵。

2、常规集中监控方式(B)：分为两种方式。

（1）在总电控柜上集中监控，不另设独立的集中监控柜(B-1)。

（2）设独立的集中监控柜(台)(B-2)。

3、PLC 监控方式(C)，分为两种方式。

(1) 在总电控柜内设 PLC 控制器(C-1), PLC 控制器用于工艺设备的自动控制, 各种设置在总电控柜上集中控制。

(2) 设独立的集中监控柜(C-2)。

4、计算机监控方式(D)。采用小型 PLC 控制器及微型计算机集中监控。该种方式只适用于个别较大型、工艺较复杂、有维护管理条件的工程采用。

表 8-1 监控方式的选择

工程规模	工艺流程	监控方式	备 注
200 床位及以下	物化处理工艺	监控方式 A	
	生化处理工艺	监控方式 A 或 B-1	
	有传染病污水	监控方式 B-1	
250~400 床位	物化处理工艺	监控方式 B-2 或 C-1	
	生化处理工艺	监控方式 C-1 或 C-2	
500~800 床位	物化处理工艺	监控方式 C-2	
	生化处理工艺	监控方式 C-2	
	有生化处理工艺的传染病医院	监控方式 C-2 或 D	

8.4 控制室设计要求

8.4.1 较大规模工艺较复杂的医院污水处理工程宜设独立的集中控制室, 或采用与总电控柜房间(配电室)共用。

8.4.2 独立的控制室面积一般控制在 12~20m²。若为计算机监控的控制室, 面积应在 15~20m², 设防静电地板, 室内做适当装修

8.4.3 传染病医院的控制室应与处理装置现场分离, 减少操作人员与现场的接触。

第 9 章 医院污水处理站建设要求

9.1 处理站的选址、安全间距及防护隔离要求

处理站位置的选择应根据医院总体规划、排出口位置、环境卫生要求、风向、工程地质及维护管理和运输等因素来确定。

9.1.1 医院污水处理构筑物的位置宜设在医院建筑物当地夏季主导风向的下风向。

9.1.2 医院污水处理设施应与病房、居民区等建筑物保持一定的距离，并应设绿化防护带或隔离带。

9.1.3 污水处理站周围应设围墙或封闭设施，其高度不宜小于 2.5m。

9.1.4 污水处理站应留有扩建的可能；方便施工、运行和维护。

9.1.5 污水处理站应有方便的交通、运输和水电条件；便于污水排放和污泥贮运。

9.1.6 传染病医院及含有传染病房的综合医院的污水处理站，其生产管理建筑物和生活设施宜集中布置，位置和朝向应力求合理，并应与处理构、建筑物严格隔离。

9.2 处理构、建筑物的设计要求

9.2.1 处理构、建筑物及主要设备应分二组，每组按 50%的负荷计算。

9.2.2 处理构、建筑物应采取防腐蚀、防渗漏措施；确保处理效果，安全耐用，操作方便，有利于操作人员的劳动保护。

9.2.3 污水处理构筑物应设排空设施，排出的水应回流处理。

9.2.4 在寒冷地区，处理构筑物应有防冻措施。当采暖时，处理构筑物室内温度可按 5℃设计；加药间、检验室和值班室等的室内温度可按 15℃设计。

9.2.5 高架处理构筑物应设置适用的栏杆、防滑梯和避雷针等安全措施。

9.2.6 污水处理站排水一般宜采用重力流排放，必要时可设排水泵站。

9.3 处理站的附属设施及相关要求

9.3.1 在污水处理站的设计中，应根据总体规划适当预留余地。

9.3.2 根据医院的规模和具体条件，处理站应设值班、化验用房、控制室及联络电话等设施。

9.3.3 污水处理站内可根据需要,在适当地点设置污泥、废渣及医疗废弃物的堆放场地,但以上垃圾必须采取严格封闭措施。

9.3.4 处理站内应有必要的计量、安全及报警等装置。

9.4 医院污水处理站费用分析

按医院污水处理站采用的处理工艺计算基建费用,依据处理站的能源消耗、药剂消耗、操作工人工资福利费、修理维护费及其他费用计算运行费用。

9.4.1 基建费用

根据医院所在地区、建筑形式、排放去向、规模、工艺流程的不同,参考控制指标,计算医院污水处理各工艺的基建费用。

各种工艺基建费用见表 9-1。

表 9-1 各种工艺基建费用表

	基建费用（元/m ³ ）
加强处理效果的一级处理：	900~1500
二级生化处理：活性污泥法	1200~2000
接触氧化法	1200~2000
曝气生物滤池	2000~2500
小型沼气净化池	1000~1500

注：基建费用计算中主要工艺：

加强处理效果的一级处理包括调节、混凝沉淀、消毒。

二级生化处理包括调节、生化处理、消毒。

小型沼气净化池包括沼气净化池和消毒。

9.4.2 运行费用

按新建医院计算其成本,依据处理厂的投资、能源消耗、药剂消耗、操作工人工资福利费、修理维护费及其他费用,并参照已有处理厂的数据计算。

各种工艺运行费用见表 9-2。

表 9-2 各种工艺运行费用表

	运行费用（元/m ³ ）
加强处理效果的一级处理：	0.5~1.0
二级生化处理	
活性污泥法（SBR）	1.0~1.5
接触氧化法	1.0~1.5
曝气生物滤池	1.2~1.8
生物膜法	1.5~2.0
沼气净化池	0.2~0.5

9.5 绿化

9.5.1 医院污水处理厂必须绿化。可种植若干花卉，以美化环境。

9.5.2 医院污水处理厂与病房或居住区之间，应尽可能种植高大、能吸收臭气、有净化空气作用的绿化隔离带，以减少臭气和风机噪音对病人或居民的干扰。

9.5.3 医院污水处理厂的卫生工作十分重要。蚊蝇较易孳生是污水处理厂的特点，要采取有效措施加以防止。做到清洁整齐，文明卫生。

第 10 章 医院污水处理工程设计、建设及验收

10.1 工程设计

10.1.1 医院污水处理项目的设计单位应具有国家环境工程专项资质，项目的设计方案应经有关部门审查；

10.1.2 医院污水处理工程设计应参考《给排水设计规范》及《给水排水设计手册》有关规定进行；

10.1.3 医院污水处理设备应优先选用经过环保产品认证的环保设备。

10.2 工程建设和验收

10.2.1 医院污水处理工程的土建、安装质量应符合国家工程验收规范。

10.2.2 医院污水处理设施应按设计要求建设。

10.2.3 医院污水处理工程仪表、设备、给水排水管道工程是否按图施工。

10.2.4 消毒设备是否正常运转 ;经负荷试车合格后 ,其防治污染能力适应医院的需要。

10.2.5 备品备件、安全设施是否齐备。

10.2.6 医院污水处理设施的操作人员应经培训并健全岗位操作规程及相应的规章制度。

10.2.7 医院污水处理设施应与医院总体设施同步建成 ,新建医院的污水污水处理设施应先期投入调试 ,保证与医院主体设施同期投入试运行。医院污水处理设施需经过一定时间的试运行 ,处理效果应达到良好。化学法治理需经一个月的试运行 ,二级生化法处理需经三个月以上的试运行。在正式投入运行之前 ,必须向环境保护行政主管部门提出竣工验收申请。

10.2.8 验收合格后 ,医院污水处理设施正式运转使用并达标排放。

第 11 章 运行管理

11.1 运行管理

11.1.1 医院污水处理设备的日常维护应纳入医院正常的设备维护管理工作。应根据工艺要求 ,定期对构筑物、设备、电气及自控仪表进行检查维护 ,确保处理设施稳定运行。

11.1.2 医院污水处理设施的运行应达到以下技术指标 :运行率应大于 95% (以运行天数计) ,达标率应大于 95%(以运行天数和主要水质指标计) ,设备的综合完好率应大于 90%。

11.1.3 污水处理设施因故需减少污水处理量或停止运转时 ,应事先向环保部门报告 ,批准后方可进行。由于紧急事故造成停止运行时 ,应立即报告当地环保部门。

11.1.4 电气设备的运行与操作须执行供电管理部门的安全操作规程 ;易燃易爆的车间或场所应按消防部门要求设置消防器材。

11.1.5 提高污水处理设施对突发卫生事件的防范能力，设立应急的配套设施或预留应急改造的空间，具备应急改造的条件。

11.1.6 鼓励委托具有运营资质的单位运行管理。

11.1.7 建立健全运行台帐制度，如实填写运行记录，并妥善保管。

11.2 监测分析

11.2.1 按规定对水质进行监测、记录、保存和上报。

医院污水处理站的主要监测指标有理化指标、生物性污染指标、生物学指标。

1、医院污水理化指标的监测是判断医院污水处理系统运行状况和处理效果的重要手段，对保证污水处理系统的正常运行和出水达标极为重要。医院污水水质理化监测指标主要有：温度、pH 值、悬浮物、氨氮、溶解氧、生化需氧量、化学需氧量和余氯等。

2、医院污水的生物性污染主要包括细菌、病毒和寄生虫污染。常用有代表性的指示生物作为指标。生物学指标主要指大肠菌群，也有其它生物体的指示生物（如大肠杆菌、粪便链球菌等）。

11.2.2 水质取样应在污水处理工艺末端排放口或处理设施排出口取样。

11.2.3 监测频率：

日常监测频率：

生物学指标：总余氯每日至少 2 次，粪大肠菌每月不得少于 1 次。

理化指标：取样频率为至少每 2h 一次，取 24h 混合样，以日均值计，总 a、总 b 在衰变池排放前取样监测。每月监测不得少于 2 次。

执法监测频率：

生物学指标：总余氯和粪大肠菌每年不得少于 4 次。

理化指标：每年监测不得少于 2 次。取样频率为至少每 2h 一次，取 24h 混合样，以日均值计，总 a、总 b 在衰变池排放前取样监测。

11.2.4 各种指标的监测方法参见国家环境保护总局认定的标准方法或等效方法。

11.3 劳动保护

医院污水处理过程中处理设备的操作、设备的维修以及污泥、废气的处理处置过程等环节都易对环境及人体产生危害，因此应对医院污水处理站对环境产生的影响及工作人员的职业卫生和劳动保护予以重视。

11.3.1 所有操作和维修人员必须经过技术培训和生产实践，并持证上岗。

11.3.2 传染病医院污水处理站应当采取有效的职业卫生防护措施，为工作人员和管理人员配备必要的防护用品，定期进行健康检查；防止受到健康损害。

11.3.3 传染病医院污水处理站应制定并实施有效的职业卫生程序，包括必要的免疫防治、预防过度暴露于有害环境中的措施以及医疗监督。

11.3.4 传染病医院（含带传染病房综合医院）位于室内的污水处理系统必须设有强制通风设备，并为工作人员配备全套工作服、手套、面罩和护目镜和防毒面具。

11.3.5 工作人员应当注重个人卫生，应配备有方便工作人员进行清洗的设施（带有洗手液、温水），而且应对工作人员进行个人卫生方面的知识培训。

11.3.6 对于医院污水处理站的密闭系统，应配置监测、报警装置，并有一旦发生事故时的应急措施。

11.3.7 工作场所应该备有急救箱。