

医院污水处理

主 编

萧 正 辉 王 世 聪

人民卫生出版社

医院污水处理

主 编
萧正辉 王世聪

编 写
潘长庆 卢安坚
张为城 刘文镔

审 阅
胡 汉 升

人 民 卫 生 出 版 社

医院污水处理

萧正辉 王世聪 主编

人民卫生出版社出版
(北京市崇文区天坛西里10号)

人民卫生出版社印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行

787×1092毫米16开本 15¼印张 347千字

1982年8月第1版第1次印刷

印数：1—8,600

统一书号：14048·4228 定价：1.60元

编写说明

本书系根据北京市医院污水处理研究小组几年来的科研成果，参考国内外有关资料编写而成。主要介绍了医院污水的污染源、分类、危害、特征、消毒、处理、处理设备的施工与管理等内容，可供有关医院设计、管理人员以及环境保护、卫生检疫和大专院校教学、科研人员参考。

本书编写过程中，卫生研究所黄承武同志承担了部分章节的审改工作，在此表示谢忱！

编者

1981年11月

目 录

第一章 医院污水总论	1
第一节 医院污水的危害	1
第二节 医院污水的治理原则	5
第二章 医院污水的特征	9
第一节 医院的类型及其主要污染源	9
第二节 医院污水的水量和水质	10
第三节 医院污水中病原体的种类	17
第四节 病原体的流行病学	20
第三章 医院污水污泥的处理	27
第一节 医院污水、污泥处理工艺流程	27
第二节 医院污水的一级处理	32
第三节 医院污水的二级处理	46
第四节 医院放射性污水处理	70
第五节 医院污水中的污泥处理	76
第六节 医院污水处理站设计	86
第四章 医院污水消毒	107
第一节 消毒的动力学	107
第二节 氯的理化性质	112
第三节 氯化消毒的化学机理	118
第四节 氯化消毒的影响因素	131
第五节 氯化消毒系统	143
第六节 其他消毒方法	159
第五章 医院污水处理设备的施工与管理	167
第一节 设备的施工和概算	167
第二节 处理站的维护	174
第三节 常用设备及材料	177
第四节 水质监测	191
附录	227

第一章 医院污水总论

第一节 医院污水的危害

一、概 述

医院污水，尤其是传染病院、结核病院和综合医院传染病房的污水中，不同程度地含有多种病菌、病毒、寄生虫卵和一些有毒物质。这些病菌、病毒和寄生虫卵在环境中具有一定的抵抗力，有的在污水中存活时间较长。当人们接触或食用被细菌、病毒、寄生虫卵或有毒物质污染的水和蔬菜时，就会使人致病或引起传染病的爆发流行。通过流行病学调查和细菌学检验证明，国内外历次大的传染病爆发流行，几乎都与接触或饮用被污染的水有关。

病菌、病毒或寄生虫卵能够介水传播疾病的主要原因是污水中病原体的含量大。如小儿麻痹病患者排出的一克粪便中，含有小儿麻痹病毒量，可以使一百万只猴子受到感染。又如寄生在人体内的蛔虫，每条雌虫每天可产卵 20 万个左右，随粪便排出。

肠道病流行的危险性，更主要的还由于病原体对理化因素抵抗力强，因而在外界环境中的存活率比较高。已有文献资料证明，肠道传染病的病原体可以在各种外界环境中长期生存。

根据以上情况来看，如果一个城市的下水和污水处理设施不够健全，医院污水随意排入地面水域，居民又有随意取用地面水做为生活用水的习惯，那么，这个城市的介水传染病的发病率必定会增高。另一方面，污泥传播疾病的事例也是屡见不鲜的。在一般情况下，污水中含有的细菌只占总菌数的 30%，而污泥中却占 70%。因此，如果医院的污泥不做任何处理就用于蔬菜的施肥，那么，食用这些蔬菜的居民群的细菌性、病毒性疾病和寄生虫病必然会增高。图 1-1-1 表示肠道病毒传播疾病的途径。

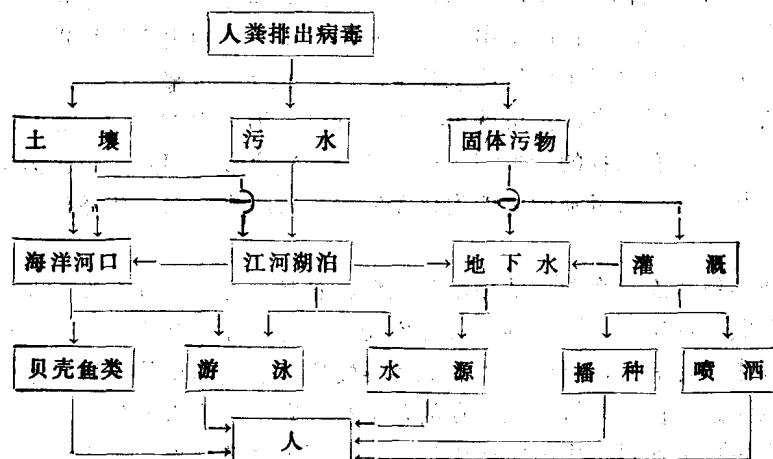


图 1-1-1 肠道病毒传播疾病的途径

从图 1-1-1 中可以看出,病毒主要通过患者的粪便传播到污水、土壤和固体物。而疾病的爆发一般发生在生食未经处理的污水灌溉的农作物。因此,在任何情况下都不能将医院污水、污泥施于蔬菜或根块作物、更不能在收获前一个月施于任何作物。

对于生活饮用水水源、鱼贝类繁殖场和娱乐水体,则更有严格的要求,不论在任何情况下,均不允许将未经处理的医院污水,排入以上三种水体。

此外,还应当把患者的粪便管理好。设计工程时,应尽可能地将粪便纳入化粪池。使用单位也必须建立严格的管理制度,不允许随意掏取和弃置医院化粪池的污泥。另一方面,还必须坚持将从化粪池排出来的污水和污泥,进行严格的消毒灭菌处理。把医院污水和污泥管理好,可以大大减轻病原微生物通过水系传播各种传染病的可能性。

二、主要污染指标

衡量医院污水污染程度的指标有:溶解氧、生化需氧量(BOD_5)、化学耗氧量(COD)、大肠菌值、细菌总数、大肠菌群等,兹分述如后:

溶解氧是指溶于水中的分子状态的氧,用 DO 来表示。水中溶解氧的来源有两个方面:水面自空气中吸收的氧气;水藻类通过光合作用,吸收二氧化碳,放出的氧气。水中溶解氧的量,受水温、气压和溶质(如盐分等)的影响,随着水温升高而减少,与大气中的氧分压成正比例的增加。有时,在水温急剧上升,藻类旺盛繁殖的情况下,溶解氧就可能变为过饱和状态。

溶解氧量一般用百万分率(p. p. m.)或每升的毫克数来表示。在 20℃的纯水中和一个气压的情况下,饱和溶解氧量为 9p. p. m.。在淡水中一个气压下饱和溶解氧量,0℃时为 14.62p. p. m., 20℃时为 9.17p. p. m., 30℃时为 7.63p. p. m.。

溶解氧含量可以指示水体的污染程度,是衡量水体污染的一个重要指标。溶解氧对于水体的自然净化作用和水生生物的生存都是不可缺少的。因为鱼贝类与江河自净作用有关的需氧微生物等都需要溶解氧,所以,如果溶解氧减少,鱼贝类就会死亡,江河的自净能力就会降低。我国《工业企业设计卫生标准》和《工业“三废”排放试行标准》规定,污水排入地面水后,不得使地面水中的溶解氧含量降到 4 毫克/升以下。

生化需氧量亦叫生化耗氧量,用 BOD_5 来表示,是表示水中有机物等需氧微生物质含量的一个综合指标,它说明水中有机物等由于微生物的生化作用进行氧化分解,使之无机化或气体化时所消耗水中氧的总数量,以 p. p. m. 或毫克/升表示。其值越高,说明水中有机污染物质越多,污染就越厉害。同时,因为有机物是微生物很好的培养基,在一般情况下,有机物的含量高时,所含微生物也多。因此,生化需氧量也可做为水质污染的间接指标。限制地面水的生化需氧量,对防止地面水传播传染病有一定的间接意义。

以悬浮或溶解状态存在于生活污水和制糖、食品、造纸、纤维等工业废水中的碳氢化合物、蛋白质、油脂、木质素等有机污染物质,可由需氧微生物的生物化学作用而分解,分解过程中消耗氧气,所以称为需氧污染物质。这类污染物质排入水体过多,将造成水中溶解氧缺乏,使靠溶解氧而生存鱼类和其它水生生物遭受危害。而当水中的溶解氧耗尽后,有机物又通过水中厌氧微生物的分解引起腐败现象,产生甲烷、硫化氢、硫醇和氨等恶臭的物质。使水体变质发臭。

水中各种有机物的完全氧化分解时间，总共约需 100 多天。但为了缩短检测时间，一般生化需氧量是以被检验的水样在 20℃ 下五天内的耗氧量为代表，称为五日生化需氧量，以 BOD_5 来表示。对生活污水来说，它约等于完全氧化分解耗氧量的 70%。《工业“三废”排放标准》规定工厂污水排出口废水的 BOD_5 的最高容许值为 60 毫克/升。

此外，还用生化需氧量来表示废水处理设施（如生物滤池和曝气池等）单位容积的处理量，称为生化需氧量负荷，它对确定废水处理设施的容积和对设施的运行管理来说，都是很重要的指标。

化学需氧量，也称为化学耗氧量，以 COD 来表示，是用来表示水中有机和无机等需氧污染物质含量的重要综合指标，是指用氧化剂氧化水中的需氧污染物质时所消耗氧的量，该值越高，就说明水中的需氧污染物质越多，污染程度越高。化学需氧量与生化需氧量区别在于：后者是通过生物化学作用进行氧化，有机物被氧化分解的速度较慢；而前者是通过氧化剂进行化学氧化，速度较快，用较短时间即可得到检测数据。这两个指标往往同时使用。化学需氧量也以 p. p. m. 或毫克/升表示。

我国《工业“三废”排放试行标准》中规定，在工厂排出口的废水中，化学需氧量（重铬酸钾法）最高容许浓度为 100 毫克/升（造纸、制革、脱脂棉 < 300 毫克/升）。

pH 值系用来表示水溶液中氢离子的浓度，它可反应水溶液的酸碱性。其数值为氢离子克分子浓度的倒数的对数。

当 $pH = 7$ 时，溶液为中性。 $pH < 7$ 时，为酸性。 $pH > 7$ 时，为碱性。

在实用上，pH 的范围如下：

中性水的 pH 值	6.5~8.0
弱酸性水的 pH 值	4.0~6.4
强酸性水的 pH 值	4.0 以下
强碱性水的 pH 值	10.0 以上

余氯，在污水消毒时，加入氯消毒剂，接触一定时间后，余留在水中的氯称为余氯。

余氯可分为下列三种：

1. 总余氯——包括 $HOCI$ 、 OCl^- 、 NH_2Cl 及 $NHCl_2$ 等。
2. 化合性余氯——包括 NH_2Cl 、 $NHCl_2$ 及其它氯胺类化合物。
3. 游离性余氯——包括 $HOCI$ 及 OCl^- 等。

在医院污水的细菌学、病毒学和寄生虫学的检测方面，国内许多医疗卫生和科研单位做了很多工作。医院污水成分与城镇居民生活污水成分不同之处，就是医院污水之中含有大量的病原微生物。尤其是传染病医院、结核病医院和综合医院的传染病房的污水，其危害特别严重。

污水中病原微生物的传染作用是很危险的。这种微生物可以通过居民接触污水或洗濯衣物以及用污水灌溉蔬菜而在居民和动物之间传播疾病。

对于污水的污染程度，以往常用大肠菌指数、大肠菌值或细菌总数来表示。大肠菌指数为 1 升水中的大肠杆菌数。大肠菌值为能发现 1 个大肠菌的水的最小容积，一般以毫升计。二者之间的关系为：大肠菌指数 = $1,000 / \text{大肠菌值}$ 。细菌总数为 1 毫升水中的菌落数，国外资料报道，10~1,000 个为清洁；1,000~10,000 个为一般；1 万至 10 万个为不清洁。近年来，以大肠菌群代替了大肠菌总数。所谓大肠菌群，即指每升水样中所

含有的大肠菌群数目，以个/升来表示污水的污染程度。

根据文献和实地调查资料证明，医院污水中细菌指标比城镇居民污水指标，在数量上没有显著的差别，这是由于医院的污水量比居民污水量大得多而得以稀释的原因所造成的。

尽管医院污水的污染得到了大量的稀释，但医院污水中病原微生物的传播仍然是比较明显的。中国医学科学院卫生研究所对北京首都医院、儿童医院、妇产医院、朝阳医院、北京军区总院、北京第二传染病医院等 18 所综合性及专科医院污水的总排出口的污水样品共 49 件做了大肠菌群和细菌总数的测定。这项工作是从 1979 年 2 月 13 日开始，3 月 30 日结束。此时正值春季，污水中大肠菌群的含量范围一般在 5,500~2,000,000 之间。细菌总数的范围则在 9,000 至 30,000,000 之间。大肠菌群数和细菌总数不同数级分组见表 1-1-1。

表 1-1-1 大肠菌群数和细菌总数不同级数分组表

级 数 个/毫升	细菌总数		大 肠 菌 群		附 注
	件 数	%	件 数	%	
百万以上	13	27.75	2	4.16	70 万个/毫升 件数较少
百万以下至 90 万	2	4.25	0	—	
90 万以下至 80 万	0	—	0	—	
80 万以下至 70 万	0	—	0	—	
70 万以下至 60 万	4	8.5	2	4.16	
60 万以下至 50 万	4	8.5	0	—	细菌总数 40 万个/毫升 以下总计 20 件,占42% 大肠菌群 40 万个/毫升 以下总计 43 件占89.6%
50 万以下至 40 万	4	8.5	1	2.08	
40 万以下至 30 万	8	17.0	6	12.5	
30 万以下至 20 万	3	6.4	2	4.16	
20 万以下至 10 万	4	8.5	11	22.98	
10 万以下至 1 万	5	10.6	22	45.8	
1 万以下至 1 千	0	—	2	4.16	
合 计	47	100	48	100	

从上表可以看出，不论是细菌总数或大肠菌群数的指标，70 万以上都是少数，但大多数在 1 万至 70 万之间。甘肃省卫生防疫站于 1977 年对兰州市 27 个医院污水总排出口未经消毒处理的污水进行了化验，细菌总数高达数百万个/毫升，大肠菌群数大都在二十三万八千个/升以上。

列宁格勒鲍特金传染病院污水的细菌学指标，当每张病床用水量为 700 升/日时，细菌总数为 5 万~10 万，大肠菌值为 0.00003~0.000001。列宁格勒梅契尼科夫实习医院原始污水中大肠菌值在 0.0001~0.000001。N·兹沃林斯基引用华沙一些医院的污水细菌数资料，认为 1 毫升水中有细菌 5,000 万~1 亿个。

在医院工作繁忙的时间内，（早餐、午餐、晚餐时）污水中细菌含量的提高是很明显的。这样就使有机污染物和细菌污染物大量排入下水道内。基辅两个医院的传染病房

的调查证明了这一点,在医院工作繁忙的时间内,所取得的一些水样中,在0.01~0.001毫升中便可以发现乙型副伤寒、宋内氏痢疾的病原菌,而这时污水的大肠菌值为0.00001。

因此,可以确定每升污水中有副伤寒和痢疾病原菌10万~100万个。因为在这种情况下污水的大肠菌值为0.00001,所以,可以假定传染病医院的污水中致病菌与大肠杆菌的比值约为1:100。在城镇生活污水中,致病菌与大肠杆菌的比值则是1:1万~1:100万。

通过近年来进行的病毒学调查证明。从人体排出的粪便中就含有肠道病毒100多种。每克粪便含有病毒100万个以上。在1升未经处理的污水中,至少含有传染性病毒50万个。美国的生活污水中,肠道病毒的平均密度每升约为7,000个。苏联的资料说明,在自来水供水系统中,一年四季均可分离出肠道病毒。罗马尼亚的65份饮水水样,其中有2份检出柯萨奇病毒。还有资料提出,城镇未经处理的生活粪便污水中,每升平均含有5,000个病毒。同时又提出,大约每100万个大肠杆菌就有15个病毒。这都说明在未经处理的生活污水中含有大量病毒。

在很多文献中,积累了许多关于结核病防治机构污水中结核病菌数字的资料。有的资料提出,未经处理的结核病医院污水中,每升中含有150万个结核分枝杆菌。在新鲜的污水沉淀物中,每升含结核分枝杆菌达1亿个。还有资料提出,结核病医院每升污水中含有结核分枝杆菌42万5千至1千万个。

在寄生虫卵方面,根据莫斯科10年观测资料,在每升未经处理的污水中有寄生虫卵4~27.4个。基辅的卫生调查发现,在每升未经处理的污水中有寄生虫卵1~9个。在中小城市未经处理的污水中则有寄生虫卵30~40个。有的地方甚至高达1,000个。在医院的污水中,如每一病床耗水量为500升/日时,每升污水中含有寄生虫卵10~15个。如果用水量较小,每升污水中所含虫卵则高达100个左右。

在放射性同位素方面,一些有同位素诊疗室的医院污水中含有镭²²⁶、磷³²、金¹⁹⁸、碘¹³¹等。当这些污水不经任何处理就排入水体,人群饮用以后,放射性物质则可在人体内积蓄起来,从而造成放射性损害。

第二节 医院污水的治理原则

医院污水中除了含有大量的病菌、病毒和寄生虫卵以外,尚含有许多种化学物质。这些污水来自门诊、病房、检验科、厕所、洗衣房、放射科、解剖室以及动物室。如果这些污水不加以任何处理就排入市政管道或地面水域就会污染水源。目前,医院污水排放标准在我国还未正式颁布。日本环境厅水质保全局水质规制课排水基准系长三浦经仁提出的有关医院污水排放标准见表1-2-1及1-2-2所示。

我国正着手制定医院污水排放标准,要求凡新建、扩建或改建的医院,都必须对污水、污泥、粪便及其他传染性固体废弃物进行严格的处理。

对于医院排出的病区污水,必须经过处理和严格消毒。一般应符合下列要求:

(1) 已消毒处理的污水,每次取样500毫升进行检查,连续三次不得检出肠道致病菌和结核杆菌。

(2) 总大肠菌群数不得大于500个/升。

当采用氯化法进行消毒时,接触时间和接触池出口水中的余氯含量应符合下列要求:

表 1-2-1 医院污水有害物质的容许排放标准

有害物质的种类	容许浓度 (毫克/升)
镉及其化合物	0.1
氟化物	1.0
有机磷化合物	1.0
铅及其化合物	1.0
六价铬化合物	0.5
砷及其化合物	0.5
烷基汞化合物	* 不能检出
聚氯联苯	0.003
汞及其化合物	0.005

* 所谓不能检出,是指日本环境厅规定的检验方法,检验时应该低于这个检验方法的定量界限。

表 1-2-2

项 目	容 许 限 度
氢离子浓度(pH)	排入海域以外的公共用水域为 5.8 以上,8.6 以下。 排入海域的为 5.0 以上 9.0 以下。
生化需氧量	160 毫克/升(日平均 120)
化学耗氧量	160 毫克/升(日平均 120)
悬浮物	200 毫克/升(日平均 150)
石油	5 毫克/升
油脂	30 毫克/升
酚类	5 毫克/升
铜	3 毫克/升
锌	5 毫克/升
溶解性铁	10 毫克/升
溶解性锰	10 毫克/升
铬	2 毫克/升
氟	15 毫克/升
大肠菌群	每毫升日平均 3,000 个。

注: 1. 本表所列标准是一日平均排水量在 50 米³以上的废水。

2. “日平均”是指一日废水的平均污染状态。

3. 生化需氧量的标准适用于排入海域和湖沼以外的公共用水域。化学耗氧量标准适用于排入海域以及湖沼。

(1) 综合性医院污水, 接触时间不得少于 1 小时, 余氯 4~5 毫克/升。

(2) 肠道传染病医院污水, 接触时间不得少于 1 小时, 余氯 4~5 毫克/升。

(3) 结核病医院污水, 接触时间不得少于 1.5 小时, 余氯 6~8 毫克/升。

(4) 传染病医院污水 (系指肝炎、脊髓灰质炎等), 接触时间与余氯量应从严要求, 不得低于对结核病医院污水处理规定。

注: 余氯系指总余氯, 用碘量法测定。

所有污泥与粪便必须严格消毒，使之达到无害化，其要求如下：

- (1) 已消毒处理的粪便或污泥 10 克（原检样）中不得检出肠道致病菌和结核杆菌。
- (2) 类大肠菌值 $10^{-2} \sim 10^{-1}$ 。
- (3) 蛔虫卵死亡率 95% 以上。

确定医院污水治理流程的原则，一方面要考虑污水中细菌、病毒的种类和数量，危害大小，另一方面也要考虑污水的水量和排向。为了提高医院污水的处理效果，在消毒以前，进行一级或二级预处理是必要的。预处理越彻底、消毒经常费用越低廉、效果也越显著。但是，二级或多级处理的建造和经常费用比起一级处理要高得多。因此，单纯从致病微生物一个方面来确定污水处理的流程，往往是不够全面的。如果将污水的水量和排向也做为一个确定污水治理原则的因素，那么其结果更能切合实际。

例如，某综合医院（包括传染病房）每日有污水 400 吨排入城市下水道。如果按对致病微生物处理的要求，采用两级处理的办法当然是可以的。经过两级处理以后的污水，消毒用氯量可由 50 毫克/升降至 20 毫克/升，如果液氯每公斤为 0.3 元，则每吨污水的处理费用将由 0.015 元降至 0.006 元。全年的差价为：

$$\text{全年差价} = 365 \text{ 天} \times 400 \text{ 吨/日} \times (0.015 - 0.006) = 1,314 \text{ 元}$$

假定一级处理建造费为 6 万元，二级处理建造费为 15 万元。一级和二级处理建造费差价 9 万元。因此，从一次建造费的差价、投资利息和全年经常费用的差价来看，很显然，单纯从杀灭致病微生物和节省经常费用一个方面来确定污水的治理原则是不恰当的。

另一方面，排入市政管道的污水处理流程采用二级处理，水质处理得彻底，如以 BOD_5 为例，可由 100 毫克/升降至 25 毫克/升，但是这些被处理得十分彻底的污水，最终仍将在下水道与城市居民的污水相汇合。如城市居民耗水量为 100 升/人日，则 BOD_5 为 400 毫克/升左右，这些处理得很彻底的污水与未做处理的污水混合在一起，从总的下水系统来说，显然是不起任何作用的。

但是，如果这些污水不是排入市政下水道，而是排入生活饮用水水源、鱼贝类繁殖场或娱乐水体，情况则完全不同了。排入以上三种水体的污水，则不能单纯从经济角度来制定处理流程，更主要的是应该符合国家有关规范的规定。如排入渔业水域的水质标准为例，溶解氧不得小于 4 毫克/升， BOD_5 不得大于 5 毫克/升。在这种情况下，采用二级处理的办法，其意义则是十分明显的。

但是，地面水域的情况也不完全一样，还有必要考虑当地的具体情况。如医院污水的最终点是排入海域，相对来说，医院污水的水量并不大，水质污染状态也不严重。这些污水将会被水量比它大得多的海水所稀释。又如医院污水最终排入灌渠，而灌渠又非用于蔬菜或根块作物的灌溉，因此，这两种情况只要消毒灭菌处理得彻底（对重金属及放射性物质尚应严格处理），其危害也便不会象排入其它水域那么严重了。在这种情况下，医院应与设计及卫生监测单位根据实际情况定出切实可行的处理方案。

根据以上情况来看，医院污水处理流程，不应当只根据水质要求的一个方面来确定，而应该考虑污水排向的要求。一般情况下，凡是排入市政管道的医院污水可以采用一级处理；凡是排入海域或非用于灌溉蔬菜的沟渠，根据我国目前条件，在取得当地卫生监督机构的同意以后，也可以采用一级处理的办法；凡是排入生活饮用水源上游、鱼

贝类繁殖场和娱乐水体的污水，则应该采用二级处理；至于其它更高标准的深度处理，目前则不易实现。

此外，关于医院污水治理范围也是一个极其重要的问题。目前，需要进行治理的医院污水数量较大，必须根据轻重缓急做出治理规划，分批进行。所谓轻重缓急，即以其排放危害程度、排向要求和水量大小来区分。如传染病医院、结核病医院和综合医院传染病房的污水，污染最为严重，必须首先治理。这里值得提出的是，精神病院并发病房的污水，应该以传染病来对待，也应该首先治理。其次是综合医院及其门诊部。有人认为综合医院病房的污水与居民区的污水水质相差不多，这种提法目前尚无充分的依据。在医院污水的排向和水量大小方面，也有轻重缓急之分，凡排入地面水域的应比排入市政管道的先治理，凡水量大的应比水量小的先治理。由于因素比较复杂，安排治理规划时应由卫生监测、建筑设计等有关方面共同研究。除此之外，小型医院和门诊部的污水，也是不容忽视的问题。小型医院和门诊部的数量多，污染程度也很高，而且大部分又排入沟渠和其它地面水域，危害较大。如以北京地区为例，全市医疗卫生单位总计 3,083 个，其中 20 张床以下的医院 208 个，门诊部 2,694 个，这两项占医疗卫生单位总数的 94%。但这些医院和门诊部又绝大多数在北京郊区，位置又十分分散，在处理手段上是一个较为困难的问题，应该认真对待。

(萧正辉 刘文簇)

第二章 医院污水的特征

第一节 医院的类型及其主要污染源

医院可分为传染病医院、结核病医院、精神病医院以及综合医院等。根据一般惯例，肝炎医院可以纳入到传染病系统之内。

传染病医院的污水中含有多种病菌、病毒和寄生虫卵。近年来，由于我国城乡卫生条件不断地改善，痢疾、伤寒等肠道传染病已有下降的趋势，但由于各种原因，肝炎患者却在逐步增加。据估计，有的传染病院收容的肝炎患者竟占病床总数的70~80%。肝炎病毒耐氯性最强，因此，传染病医院用氯化消毒时，投氯量和余氯量都要比一般综合医院高得多，否则，达不到消毒灭菌的要求。

结核病医院的污水中，含有结核杆菌和其它病原微生物。据国外统计资料，由结核病医院排出的污水中，每毫升含有结核杆菌几百个。北京市结核病研究所和北京市结核病医院经过多次检验，测得结核病医院的污水中，每100至50毫升中至少含结核杆菌一个。除此之外，由于患者又有可能系其它传染病的带菌者，因此，结核病医院的污水中也可能含有其它病菌和病毒。

精神病医院污水的危害，应该引起有关单位的足够重视。由于精神病患者个人卫生条件很差，又任意食用被各种病菌、病毒所污染的食物。因此，很多精神病患者又可能患有肝炎、结核病。如北京南郊某精神病医院总计1,300床，其中传染病并发症患者200床。由于这个医院的污水没有进行处理，几年来，已经污染了附近农村的水源并且还传播了疾病，使居民受害。由以上情况来看，精神病医院并发症区的污水应该与传染病医院的污水进行同样的处理。

其它专科性医院，如口腔医院、整形医院等的污水，则应该根据污水的污染程度，由卫生监测单位与有关单位研究，确定其治理方案。

综合医院的污水，情况比较复杂。但大体上可以分为门诊、理疗、病房和附属房（包括洗衣房、太平间、锅炉房、厨房等）四大部分。门诊（包括肠道门诊和肝炎门诊）部排出的污水，一般来说污染是比较严重的。必须加以消毒处理。理疗部分包括水疗、蜡疗、电疗等则生物污染并不严重。病房部分的内科、外科、妇科、儿科、皮肤、口腔科等都会有病菌、病毒和寄生虫卵随污水排出。但产科、神经内科、眼科等排泄物则与正常人无大的区别。但是，对整个医院来说，科室的部位是从医疗角度来考虑的，不可能根据污染情况进行分区。因此，虽有人主张医院病房排出的污水与居民区排出的污水差别不大，但由于大部分科室的污水污染严重，也就不得不进行全面处理了。

附属房以洗衣房和太平间的污水污染最为严重。洗衣房接受的衣物中，会有病人的排泄物（如粪便和脓血等）和呕吐物，含菌量很高。根据医疗规程的规定，一般洗衣房将收回来的衣物，首先应该进行高压蒸气消毒，或用消毒液液进行浸泡。使进入洗衣机前的衣物保持无菌。由于洗衣房已经对衣物进行了处理，而洗衣房的污水中呈碱性或含有洗衣粉等成分，进入消毒设备中会影响氯的消毒效果。有人主张洗衣房的污水完全依

靠洗衣房单独处理,不再进入消毒处理设备是有一定道理的。

太平间附设有解剖室时,污水中不但含有大量病菌和病毒,并且会含有脓血和病变切块,因此,这部份污水也必须经过严格的消毒处理。

其它附属房(如营养厨房、职工厨房、锅炉房)等排出的污水,因生物污染一般并不严重,在一级处理中可以不经消毒处理,即可单独排出。

日本白户四郎提出的“医院排出污水的分类”见表2-1-1,列出了综合医院中受病

表 2-1-1 由医院排出的污水分类表(估算值)

部 位	对 1 日总水量的比例		废 水 的 特 点				废 水 的 性 质
	平 日	假 日	A	B	C	D	
厨 房	10~15	15~20	◎		◎		BOD ₅ 500~800毫克/升
配餐室	5~10	7~13	◎		◎		
洗衣房	3~10	0	◎	○	◎	◎	
放射科	0.5~1	0.1	◎	◎			
临床检查	8~12	2	○	◎	○	○	BOD显象液150~200定象液500~600毫克/升 COD显象液400~600定象液500~700毫克/升 pH显象液9.5~10.5定象液, 4.2~4.7
解剖室			◎		◎	◎	化学物质 300 种左右, 使用培养基 BOD、SS 很高
实验动物室			◎		◎	◎	
人工肾透析室	2~4	0	○				BOD 200~300毫克/升 SS 500毫克/升
处置室	5	2			◎	◎	
中心供应室	5~7	0			○	○	
水疗室	1~3	0				○	
浴 室	5	3~5	○		○	◎	
清扫用清洗水	5~7	2~4	◎		○	◎	
厕所污物处理室	1~2	1	◎		◎	◎	
空调机房立式小便器	30~40	50~70	○			○	

废水特点的符号:

- A. BOD, SS, COD高负荷
- B. 有害物质量多
- C. 洗涤消毒剂含量大
- D. 微生物污染的可能性高
- ◎ 高度
- 中等

本表原载《用水与废水》1979年 Vol 21 No 7

菌、病毒污染最为严重的部门有:洗衣房、解剖室、实验动物室、处置室、浴室、污洗池、厕所、污物处理室等。BOD、COD、悬浮物污染严重的有:厨房、配餐室、洗衣房、放射科、解剖科、实验动物室、污洗池、厕所、污物处理室等。可以做为设计时的参考。

第二节 医院污水的水量 and 水质

医院的污水量,决定于医院的耗水量。医院的耗水量,又与医院规模、设备数量、医疗内容、住院和门诊人数以及地域气象条件、人的生活习惯和管理制度等因素有关。一般认为,排水量等于耗水量,也有人主张排水量等于耗水量的 80%。但是,如何正确地估计医院中的耗水量和污水量,对于医院污水处理构筑物的设计和计算来说是很重要的。而正确选定污水处理流程,也要取决于污水的设计流量。通过对北京市二十几个

市、区级医院和兰州、成都、武汉、沈阳、大连等地医院的调查，各医院的耗水量，实际上每张病床（包括门诊、理疗用水在内）均为 1,000 升/日左右。个别医院每床最高为 2,000 升/日。郊区一些医院一般则为 700 升/日。

有关调查资料见表 2-2-1。

表 2-2-1 全国各地部分医院规模及耗水量表

医 院 名 称	床位数	门诊人次 (次)	水 量 指 标			每床耗 水 量 (吨/日 床)	附 注
			总水量 (吨/日)	小时最 高水量 (吨/时)	小时变 化系数 (K)		
北京宣武医院	450	2,700	567	52	2.2	1.26	无家属宿舍
北京第一传染病医院	300	50	300	22.5	1.8	1.00	无家属宿舍
北京空军 466 医院	500	150	400	30	1.8	0.80	
北京温泉结核病医院	390	30	396	29	1.75	1.01	有家属宿舍，但水量在外
山东医学院楼德分院	300		518	35	1.64	0.86	300 床综合医院 1,200 学生 2,000 人生活区
空军汉口医院	500		580	35	1.47	1.16	
武汉 161 医院	500		600	4.15	1.66	1.20	附设制药厂
北京同仁医院	600	2,800	600	45	1.8	1.00	无家属宿舍 自来水 400 吨 井水 200 吨

由表 2-2-1 可以看出，武汉市 161 医院、空军汉口医院、北京市第一传染病医院、北京市温泉结核病医院、北京市同仁医院、山东医学院楼德分院附属医院等的耗水量都在 1,000 升/床·日左右。

日本在医院污水耗水量及现状调查方面做了大量细致的工作，兹将有关资料列后供参考。

日本各医院污水量调查见表 2-2-2，日本医疗设施的现状及耗水量调查见表 2-2-3。

表 2-2-2 日本医院污水量调查表

资 料	A		B		C		D		E		F		G	
调查例数	8		15		25		47		17		5		2	
调查期间 (昭和)	41~49		43~47		47		43~47		34~35		45~49		50~52	
水量单位	升/ 日米 ²	升/ 日床	升/ 日米 ²	升/ 日床	升/ 日米 ²	升/ 日床	升/ 日米 ²	升/ 日床	升/ 日米 ²	升/ 日床	升/ 日米 ²	升/ 日床	升/ 日米 ²	升/ 日床
年 间 平 均	①最大值	33.2	1303.2	64.0	4637.4	62.8	2803.5	185.1	5845.5	40.7	1092.6	30.3	1796.4	17.1
	②平均值	26.9	984.3	20.9	1132.5	27.3	1157.9	32.6	1452.5	28.6	937.2	26.9	1594.3	15.3
	③最小值	17.9	598.7	12.0	582.4	15.7	334.9	5.7	351.2	23.2	756.6	21.5	1273.2	11.7
	④中央值	27.9	1035.0	18.3	1192.4	25.7	854.5	28.4	1209.8	26.3	926.5	26.9	1592.5	15.7
	④/②	1.2		3.1		2.3		5.7		1.4		1.1		1.1
	③/②	0.7		0.6		0.6		0.2		0.8		0.8		0.8

本表摘自日本《空气调和·卫生工学》1978 年第 2 期。

表 2-2-3 日本医疗设施的现状及耗水量调查表

调查内容	A 设施	B 设施	C 设施	D 设施
规模(米 ²)				
用地面积	66,115	47,027	14,260	38,977
建筑面积	—	—	6,055	—
建筑物总面积	61,355	27,400	14,594	15,658
院内固定流动人员				
医 师	95	98	45	38
技 师	313	50	61	156
药 剂 师		10	10	
护 士	115	171	215	61
事 务 员		40	42	
其 它		145	74	
病 床 数	400	296	370	250
门 诊 数	500~600	374	550	300~350
总 人 数	1,423~1,523	1,184	1,367	805~855
废 水 系 统	治疗楼、医院 RI 系统 医院粪便污水系统、 研究所、宿舍粪便污 水系统、研究所 RI 系 统, 医院厨房宿舍杂 排水系统	医院 RI 系统、研究所 RI 系统、动物室系统、 医院研究所厨房系统、 宿舍排水系统	—	医院 RI 系统、病房 粪便系统、其它全 部的总排水系统
排 水 量 水 质 和 变 动 的 有 关 资 料				
总计水量(米 ³ /日)	3,600	1,350~1,920	400	466
人员平均水量 (米 ³ /人日)	2.4	1.1~1.6	0.3	0.6
病床平均(米 ³ /床日)	9.0	4.6~6.5	1.1	1.9
面积平均(米 ³ /米 ² 日)	0.06	0.05~0.07	0.03	0.03
主要使用药品和用量	—	铭硫酸: 2,400升/年 酒精: 1,000升/年 丙酮: 40升/年 苯: 500~1,000升/年	硫酸: 115公斤/年 乙醚: 130公斤/年 苯: 170公斤/年 煤酚: 475公斤/年	昇汞 2.5公斤/年 汞制剂280克/年
厨房配餐作业的时间	准备开饭 配 餐 收 餐	早 04:30~06:00 07:00~07:30 08:00~09:30	午 08:00~10:00 11:00~11:30 12:00~14:30	晚 13:00~15:30 16:30~17:30 17:00~18:30
病人洗浴	14:30~19:30 占病人的20%	14:00~16:30	13:00~16:00 占病人的10~20%	14:00~18:00 占病人的30%
洗 衣 量	600公斤/日 病人+职员/3=620人	不 详	病人的私物在院 内, 其它委托	250个病人内衣在 院内处理
水的使用分类	医院 70% 研究所 20% 其他 10%	医院 50% 研究所 30% 其它 20%	—	病房 80% 门诊 20%

注: (1) 本表摘自《用水と废水》Vol 21 No7。

(2) RI 系统即放射性治疗系统。

从表 2-2-2 可以看出, 资料 B 和 D 中的最大值分别为 4,637.4 升/日·床和 5,845.5 升/日·床, 显然是过大的。但其平均值则基本近似, 由 A~G 的总平均值为 1,292 升/