

实用

袁洽飏 主 编 ●
凌 波 副主编 ●

消毒灭菌技术

SHIYONG XIAODU MIEJUN JISHU



化学工业出版社

现代生物技术与医药科技出版中心

实用消毒灭菌技术

袁洽勋 主 编

凌 波 副主编

化 学 工 业 出 版 社

现代生物技术与医药科技出版中心

·北 京·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

实用消毒灭菌技术/袁洽助主编. —北京: 化学工业出版社, 2002.5

ISBN 7-5025-3761-9

I. 实… II. 袁… III. 消毒-基本知识 IV. R187

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 017423 号

实用消毒灭菌技术

袁洽助 主 编

凌 波 副主编

责任编辑: 叶 露 杨燕玲

责任校对: 蒋 宇

封面设计: 蒋艳君

*

化 学 工 业 出 版 社 出版发行
现代生物技术与医药科技出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010)64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京市管庄永胜印刷厂印刷

三河市延风装订厂装订

开本 850×1168 毫米 1/32 印张 11½ 字数 306 千字

2002 年 5 月第 1 版 2002 年 5 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-3761-9/R·112

定 价: 25.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

编写人员

第1篇 总论

第1章	袁洽助	中国预防医学科学院	研究员
第2章	李新武	中国预防医学科学院	副主任技师
第3章	魏兰芬	浙江省疾病控制中心	主管技师
第4章	魏兰芬	浙江省疾病控制中心	主管技师
第5章	钱思敏	北京师范大学	教授
第6章	耿彦生	河北省职工医学院	副教授
第7章	朱英	中国预防医学科学院	副研究员
第8章	刘秀岩	中国预防医学科学院	副主任技师
第9章	刘秀岩	中国预防医学科学院	副主任技师
第10章	李秋丽	中国预防医学科学院	副主任技师
第11章	李秋丽	中国预防医学科学院	副主任技师

第2篇 各论

第1章	张流波	中国预防医学科学院	副研究员
第2章	袁洽助	中国预防医学科学院	研究员
	高钰	北京大学人民医院	主治医师
	高承志	北京大学人民医院	主任医师
第3章	吴玉珍	江苏省卫生厅卫生监督所	副主任医师
第4章	凌波	中国预防医学科学院	研究员

序

消毒与灭菌是预防微生物感染性疾病极为重要的措施之一。虽然自古即有根据生活经验不自觉地利用消毒方法来预防疫病，但在19世纪末发现微生物后才开始进入科学的消毒与灭菌阶段。经过数十年的发展，在20世纪中期逐渐形成了一门独立的学科。今日的消毒学，不仅具备有完整的理论和实践基础，更随科学技术的全面发展，特别是微生物学、流行病学、物理学、化学等学科的发展，形成了大量新的观念和采用了众多的新技术。消毒学的快速发展，使消毒与灭菌工作的复杂性和技术操作的难度大为增加。如何去除旧的概念，贯彻新的观念，如何由习惯的简单操作改为适应复杂的现代化设备和方法的需要，如何正确进行有关的检验和监测工作，均为加速提高消毒与灭菌工作水平所必须解决的问题。编写和出版有关专业著作是解决上述问题的重要措施之一。

我国全面展开消毒与灭菌的研究和开发虽然起步较晚，但经数十年的努力，在医院感染预防、疫源地污染控制、卫生防病、工业生产（食品、制药、医疗器械、卫生用品、生物制品等）中的应用，有关实验室检验和现场监测等技术的实践，积累了大量经验。这些宝贵的经验，需要及时介绍推广。近年来，国内出版了不少有关消毒与灭菌技术方面的专业著作和教材，对我国消毒事业起了很大推动作用。目前，还需要更多地结合我国实际情况，更全面地指导有关的日常工作的专著。《实用消毒灭菌技术》的出版及时弥补了这方面的缺憾。

本书参与写作的人员均为长期在第一线从事消毒与灭菌工作的专家，他们的阅历和实践经验使得全书内容丰富，切合国情，可操作性强。相信本书的出版会促进我国消毒与灭菌技术的进一步发展。

刘育京

2002年1月

前 言

消毒是卫生防病的重要环节，也是贯彻预防为主方针的重要组成部分。在传染病控制中，消毒是切断传播途径的关键手段之一。由于人的活动环境会经常受到各种致病微生物的污染，因此，消毒工作涉及面广，环节多，常常因为忽视消毒造成疾病流行。当前传染病在我国发病率中还占据着重要位置，尤其医院感染仍屡见不鲜，严重地威胁人民的生命健康。

随着我国人民生活质量的不断提高，对消毒工作提出了更高的要求，广大从事各行业的消毒工作人员渴求消毒知识，以期适应实际工作的需要。本书正是从实际出发，着重阐述消毒灭菌的基础知识和实用技术。

为了适应广大卫生防疫、卫生保健、医院和公共场所及各种服务业工作人员的要求，本书分总论和各论两部分。总论包括消毒学基本概念、消毒实验基本技术、各种物理消毒方法、化学消毒剂的特性及使用方法、消毒效果检测方法及有关标准值、试剂和培养基等。各论部分主要包括传染病消毒、医院消毒、公共场所消毒及饮水消毒等，书中对各种不同消毒对象力求提出一种或数种切实可行，既经济又有效的消毒方法，供读者在实际工作中参考。

本书编写中参考了许多国内外著名作者发表的著作和论文。由于编者经验不足，收集文献有限，文中缺点、错误难免，请同行和读者批评指正。

袁洽助

2001 年 12 月

内 容 提 要

本书由总论和各论两个部分组成，共 15 章。总论完整地介绍了消毒学基础知识、专业术语，消毒在疾病控制中的任务和作用，消毒方法的合理选择原则，消毒检验技术（包括实验菌株制备、中和剂选择、悬液载体定性定量实验等），物理消毒法（包括原理、各种干热和湿热消毒与灭菌方法、紫外线消毒法、电离辐射灭菌等），化学消毒法（主要介绍八大类消毒剂的特性和用法），消毒效果检测技术以及指示剂的使用方法、结果判定和有关标准值。各论部分针对疫源区、医院、公共场所和饮用水，详尽阐述了各种传染病疫点、疫区的随时消毒和终端消毒，医院中医疗器械消毒与灭菌，医院关键科室、辅助部门的消毒，医院污物、污水的处理，公共场所消毒，饮用水消毒以及突发灾害时饮用水的处理。

本书编写人员均为长期工作在消毒灭菌第一线的专家，他们的阅历和实践经验使本书内容丰富，切合国情，在具有较高实用性的基础上更具有很强的可操作性。

目 录

第 1 篇 总论	1	因素	71
第 1 章 消毒灭菌基本概念	1	4.3 杀菌剂量的计算	73
1.1 消毒灭菌在防病治病 中的作用和意义	1	4.4 实际应用	74
1.2 术语	1	4.5 安全要求	75
1.3 消毒灭菌方法	2	4.6 使用注意事项	76
1.4 影响消毒灭菌效果的理化 因素	6	4.7 常用消毒方法及器械	76
1.5 消毒灭菌方法选择的 原则	7	参考文献	78
1.6 滥用消毒剂与抗性 菌株	9	第 5 章 电离辐射灭菌	79
参考文献	9	5.1 医疗卫生用品辐射灭菌的 进展和我国的现状	79
第 2 章 消毒实验技术	11	5.2 辐射灭菌的种类、基本原理和 其他常规灭菌的比较	80
2.1 消毒剂试验的分类	11	5.3 辐照装置简介	82
2.2 实验室试验	11	5.4 辐射灭菌剂量的确定和 计算方法	84
2.3 模拟现场试验	39	5.5 微生物对射线的抗性	88
2.4 现场试验	48	5.6 医疗卫生用品辐射灭菌 操作的技术要求和质量 控制	91
参考文献	51	参考文献	93
第 3 章 热力消毒与灭菌	53	第 6 章 化学消毒剂	94
3.1 干热消毒与灭菌	54	6.1 概述	94
3.2 湿热消毒与灭菌	57	6.2 含氯消毒剂	98
3.3 微波消毒	63	6.3 过氧化物类消毒剂	112
参考文献	68	6.4 醛类消毒剂	127
第 4 章 紫外线消毒	70	6.5 醇类消毒剂	134
4.1 作用原理	70		
4.2 影响紫外线消毒作用的			

6.6 含碘消毒剂	139	8.5 空气消毒效果的微生物 监测	214
6.7 酚类消毒剂	145	8.6 手和皮肤黏膜消毒效果 的监测	215
6.8 双胍类化合物	148	8.7 消毒液的监测	216
6.9 季铵盐类化合物	152	8.8 餐具消毒效果的监测	218
6.10 环氧乙烷	155	8.9 卫生洁具消毒效果的 监测	220
6.11 其他消毒剂	157	8.10 内窥镜消毒灭菌效果 的监测	220
参考文献	161	8.11 医用污物消毒效果的 监测	221
第7章 消毒剂有效成分的测 定方法	166	8.12 洗衣房衣物消毒效果 的监测	221
7.1 有效氯含量的测定 ..	166	8.13 致病菌的检测	222
7.2 过氧化氢含量的测定 ..	167	8.14 医院污水消毒效果的 监测	230
7.3 过氧乙酸含量的测定 ..	169	参考文献	232
7.4 臭氧含量的测定	171	第9章 医疗卫生用产品细菌 和真菌污染的检测 ..	233
7.5 二氧化氯含量的测定 ..	172	9.1 卫生用产品细菌和真菌 污染的检测	233
7.6 甲醛含量的测定	178	9.2 医疗用品无菌检查 试验	235
7.7 戊二醛含量的测定 ..	185	参考文献	239
7.8 乙醇含量的测定	190	第10章 消毒检验用试剂和培 养基	240
7.9 异丙醇含量的测定 ..	192	10.1 消毒检验用试剂	240
7.10 有效碘含量的测定 ..	192	10.2 消毒检验用培养基 ..	243
7.11 甲酚含量的测定	193	第11章 涉及消毒检验的标 准值	254
7.12 洗必泰含量的测定 ..	195	11.1 液体消毒剂的微生物指	
7.13 季铵盐含量的测定 ..	198		
参考文献	205		
第8章 消毒灭菌效果的 监测	208		
8.1 热力灭菌效果的监测 方法	208		
8.2 环氧乙烷灭菌器灭菌效 果的监测	211		
8.3 紫外线消毒效果的 监测	212		
8.4 物品和环境表面消毒效 果的监测	213		

示菌	254	第 1 章 传染病疫源地消毒 ...	259
11.2 紫外线灯辐照强度测定 的微生物指示菌和物理 学指标	254	1.1 专用术语	259
11.3 压力蒸汽灭菌效果检 验指示菌	254	1.2 对各种消毒对象的一般 消毒方法	261
11.4 医院消毒的标准值 ...	255	1.3 消毒程序和原则	264
11.5 一次性使用医疗用品 卫生标准	255	1.4 常见传染病疫源地消毒 的要点	268
11.6 中和剂鉴定试验评价 标准	256	参考文献	280
11.7 细菌载体定量杀菌试 验评价标准	256	第 2 章 医院消毒与灭菌	281
11.8 抑菌试验标准	256	2.1 医院消毒灭菌在控制医 院感染中的作用	281
11.9 消毒剂对餐具消毒效 果的鉴定试验	257	2.2 医院消毒灭菌方法的合 理选择	281
11.10 消毒剂对医疗器械的 消毒与灭菌效果鉴定 试验	257	2.3 医院消毒灭菌方法、适 用范围和用法	282
11.11 消毒剂对手消毒效果 的鉴定试验	257	2.4 一般诊疗用品的消毒 ...	289
11.12 消毒剂对其他表面消 毒的鉴定试验	257	2.5 皮肤、黏膜的消毒	290
11.13 干热灭菌柜消毒试验	257	2.6 医护人员手的消毒 ...	291
11.14 红外线消毒碗柜消 毒试验	257	2.7 进入人体开放腔道医疗 用具的消毒	291
11.15 餐具消毒的结果判定	258	2.8 进入血管、无菌体腔和组 织的医疗器具的灭菌 ...	293
11.16 内窥镜消毒效果判定	258	2.9 医院重点科室的消毒 ...	294
参考文献	258	2.10 医院辅助科室消毒 ...	300
第 2 篇 各论	259	2.11 医院卫生洁具的 消毒	302
		2.12 医院环境消毒	302
		2.13 医疗废弃物消毒	303
		2.14 医院污水消毒	303
		参考文献	304
		第 3 章 公共场所消毒	306
		3.1 概述	306
		3.2 公共场所易传播的	

疾病	308	消毒	321
3.3 旅店业的消毒	310	3.9 餐饮业	321
3.4 文化娱乐场所的消毒	316	第4章 水消毒	325
3.5 理发美容业的消毒 ...	318	4.1 饮用水消毒	325
3.6 公共浴室	319	4.2 污水和污泥消毒	344
3.7 游泳场(馆)	319	4.3 灾期环境清理与消毒 ...	348
3.8 文体公共场所的		4.4 水库库底清理与消毒 ...	349
		参考文献	351

第 1 篇 总 论

第 1 章 消毒灭菌基本概念

1.1 消毒灭菌在防病治病中的作用和意义

人类生存的自然环境中存在着各种微生物，在这成千上万种微生物中大多数是人类生存的良友，它们在生命活动中对碳、氧、氮的循环起到了重要的作用，从而创造了人类的生存环境。它们也为人类提供各种食物和饮料；帮助冶炼金属，消化废物。但是，也有些微生物严重地威胁着人类的生存，直接造成疾病流行、动植物死亡、生存环境和资源的破坏。

人类在生存竞争中为了保护环境、战胜疾病，已经发明了种种杀灭微生物的方法，如利用热杀灭某些有害的微生物，而利用某种酵母菌的发酵作用来制造食品、饮料；在防病治病中，用化学消毒剂杀灭环境中致病的微生物，防止传染病的流行。

微生物学、流行病学、物理学和化学等学科的发展，推动了消毒技术的发展，至今消毒已形成了独立的基础理论、系统的研究方法和一支具有生命力的技术队伍。

消毒的任务是将病原微生物消灭于外环境中，切断传染病的传播途径，阻断传染病的播散，从而达到保护人类健康的目的。不仅如此，消毒灭菌技术已经在制药工业、食品工业和航天技术等许多领域发挥了重要的作用。

1.2 术语^[1]

(1) 消毒 杀灭或清除传播媒介物上的病原微生物，使其达到

无害化的过程。

(2) 灭菌 杀灭或清除传播媒介物上一切微生物，使其达到无活微生物存在的过程。

(3) 消毒剂 用于杀灭微生物使其达到消毒要求的制剂。

(4) 灭菌剂 用于杀灭微生物使其达到灭菌要求的制剂。

(5) 预防性消毒 对可能受病原微生物污染的物品或环境所进行的消毒。

(6) 随时消毒 在传染源存在情况下进行的消毒，旨在及时杀灭或清除病人和病原携带者排出的病原体。

(7) 终末消毒 是指对传染源离开后的场所进行最后一次彻底的消毒。

(8) 有效成分 是指消毒剂中具有杀灭微生物作用的活性成分，其含量常用质量浓度 (mg/L)、质量分数 (%)、 10^{-6} 或体积分数 (%)、 10^{-6} 表示。

(9) 中和剂 指在消毒剂消毒效果检验中，用以消除残留在菌药混合的悬浮物中和微生物表面上的消毒剂对微生物的杀灭作用和抑制其生长作用的试剂。

(10) 杀菌剂 指可杀灭细菌繁殖体的制剂。

(11) 抑菌剂 指可抑制细菌繁殖体生长繁殖和细菌芽孢发芽的制剂。

(12) 杀灭率 某种消毒因子杀灭媒介物上微生物总数所占的比例 (%)，用以表示该消毒因子杀灭微生物的能力。

(13) 化学指示剂 利用化合物对某种杀微生物活性成分的敏感性导致理化性状的改变，用以指示消毒或灭菌过程是否符合要求。

(14) 生物指示剂 利用某种具有抗力代表性的菌株制成指示菌片，指示检验消毒或灭菌过程是否符合要求。

1.3 消毒灭菌方法

1.3.1 物理消毒灭菌方法

物理消毒灭菌法是利用物理因子杀灭或清除微生物的方法。

1.3.1.1 热力法

(1) 干热法

① 焚烧 利用点燃燃料或在焚烧炉内燃烧的方法，主要用于有传染性的废弃物，如接触传染源的敷料、衣物、食物、残肢、病理材料等。

② 灼烧 直接在火焰上灼烧灭菌，主要用于实验室耐热器材的灭菌，如微生物检验室的白金耳、接种棒等。

③ 干烤 利用电热法依靠空气传导加热物体，加热物品使其达到消毒或灭菌目的，主要用于医院诊疗器具中的金属、玻璃、油类、粉剂等。对有机材料加热不得超过 160°C ，过高温度可使其炭化；金属、玻璃可用 180°C ，30 min；金属锐器用 150°C ，1 h；油纱布、粉剂 160°C ，1 h。

(2) 湿热法

① 煮沸法 将物品放于水中，利用加热水至沸腾使其得到消毒。此法简便易行，尤其适用于基层医疗卫生单位、饮食业、公共场所餐具和洁具的消毒。煮沸 20 min 可杀灭细菌繁殖体、病毒、真菌和细菌芽孢等，但破伤风杆菌芽孢和肉毒杆菌芽孢及后者的毒素则要煮 5 h 才能被破坏。

② 巴氏消毒法 主要用于血清、疫苗和牛奶的消毒，可分别加热至 56°C 、 60°C 和 65°C 。

③ 流动蒸汽消毒 在常压条件下，利用流动蒸汽加热物品使其得到消毒。

④ 压力蒸汽灭菌 在加压条件下提高蒸汽的温度，通过蒸汽置换冷空气或用真空泵抽出冷空气，使蒸汽与物品充分接触放出潜热加热物品，主要用于医院耐热物品消毒与灭菌，是医疗器械首选的灭菌方法。小型快速压力蒸汽灭菌器温度可达 136°C ，6 min 可完成灭菌，适用于医院外科术间补充手术器械的不足。

医院常用压力蒸汽灭菌器有下排汽式灭菌器、预真空式灭菌器和脉动真空式灭菌器，使用时主要应注意以下几点。

① 物品包体积不得超过 $30\text{ cm} \times 30\text{ cm} \times 25\text{ cm}$ 。

② 灭菌物品装载量：下排气式不超过 80%，预真空、脉动真空不超过 90%。

③ 分类装载：大包、织物放在上层，小包、金属放在下层，不可贴柜壁，物品包之间应留间隙，以利冷空气排出。

④ 每日 1 次 B-D 试验（预真空柜），检查物品包内冷空气排出情况。

⑤ 效果监测 每一个物品包中心放入化学指示卡，生物监测每月 1 次。

1.3.1.2 电磁波法

① 红外线消毒 红外线是一种电磁辐射线，照射于物体产生热效应，起到杀菌作用，主要用于餐具消毒。温度达到 125℃，维持 15 min 即可杀灭细菌繁殖体和病毒。

② 微波消毒 微波为一种电磁波，照射于物体时，引起物体内部分子间运动摩擦，在有水分存在时产生热效应，可杀灭所有微生物。各种质材物品对微波的吸收不同，如水是微波强吸收介质，吸收微波能产生热效应；金属对微波有强反射作用，也就无热效应，因此消毒金属物品时必须用湿布包裹。微波消毒有加热物体快、里外均匀、温度相对较低、不污染环境、不留残毒等优点。

③ 紫外线消毒 紫外线是一种低能量电磁波，是一种不可见光，紫外线灯管发出的蓝光并不是紫外线。紫外线的穿透能力极低，灯管上的尘埃颗粒、油污、空气中的雾滴均可影响其穿透，紫外线遇到障碍物反射能力也极弱。但是，紫外线具有强大的杀菌能力，只要直接照射、强度足够即可杀灭各种微生物，主要用于空气消毒和物品表面消毒。波长 253.7 nm 的紫外线杀菌力最强，30 W 紫外线灯强度不得低于 $70 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ ，用于室内空气消毒按 $1.5 \text{ W}/\text{m}^2$ 计算，照射时间 30 min 以上。

1.3.2 化学消毒灭菌方法

化学消毒灭菌方法是利用化学因子杀灭媒介物上污染的生物。

1.3.2.1 化学消毒法

(1) 浸泡法 将清洗干净的物品浸没于消毒剂中，作用足够时间，取出用灭菌蒸馏水冲洗残留的消毒剂。

(2) 擦拭法 用浸有消毒剂的敷料反复擦拭受污染的物品，适用于光滑表面的消毒。

(3) 喷雾法 利用机械力将消毒剂雾化或喷洒，适用于多孔或粗糙物品表面消毒。

(4) 熏蒸法 将消毒剂加热气化或使其产生烟雾发挥其杀菌作用，如气体消毒剂甲醛、环氧乙烷。

1.3.2.2 消毒剂作用水平^[2,3]

(1) 灭菌 可杀灭各种微生物（包括抗力最强的细菌芽孢），如环氧乙烷、甲醛、戊二醛、过氧乙酸、过氧化氢等。

(2) 高效消毒 可杀灭细菌芽孢，但作用时间不足以杀灭全部细菌芽孢，如 2% 碱性戊二醛作用 10 h 可达到灭菌要求，但作用 20~45 min 不足以杀灭所有细菌芽孢，但可杀灭其他各种微生物，称为高效消毒。

(3) 中效消毒 可杀灭结核分支杆菌、真菌和亲脂性病毒及细菌繁殖体，如醇、酚、碘。

(4) 低效消毒 仅可杀灭细菌繁殖体，如苯扎溴铵、氯己定等。

1.3.2.3 理想消毒剂应具备的条件

理想的消毒剂应：①杀菌谱广；②杀菌作用快；③不受环境因素的影响，如有机物（血、痰、粪），具有可与洗涤剂、清洁剂和其他化学品的相容性；④无毒性，对使用者无刺激性；⑤具有表面相容性，不腐蚀金属，不引起织物、橡胶和其他材料的老化；⑥在处理表面上留下一层抗菌薄膜；⑦使用方便；⑧无气味；⑨价格适宜；⑩易溶于水；⑪浓缩液和应用液稳定性好；⑫具有清洁作用。

1.3.3 生物杀菌法

生物杀菌法是利用生物裂解致病菌（如某些噬菌体弧菌和针对

细菌的噬菌体)去裂解、杀灭某些致病菌。

1.4 影响消毒灭菌效果的理化因素^[3]

1.4.1 温度

一般说来,随着温度的升高,消毒因子的杀菌能力增强,杀菌速度加快,常以 Q_{10} 值表示,即温度每升高 10°C 杀菌速度加快的倍数,不同消毒剂 Q_{10} 值不同。

1.4.2 湿度

空气的相对湿度可湿润微生物和消毒剂,增进药与菌的接触,改善杀菌效果。这种作用在环氧乙烷、甲醛消毒中尤为明显,相对湿度过高可稀释消毒剂的作用浓度,湿度过低又可影响消毒剂与微生物的反应过程,都会减弱杀菌作用。因此,必须将其相对湿度调至最适宜范围,才能发挥消毒剂的最佳杀菌作用。

1.4.3 酸碱度

酸碱度对消毒剂杀菌作用有直接影响,如含氯消毒剂,在酸性条件下,次氯酸增加,杀菌作用明显高于碱性,而氯己定、季铵盐类消毒剂则以碱性条件为宜。酸碱度对戊二醛的稳定性有极为明显的影响,在酸性条件下,戊二醛大部分呈单体状态;当 pH 值为 6 时,单体戊二醛开始出现聚合倾向,当 pH 值升高时,聚合速度随之加快,直至 pH 值为 9 时,这种聚合作用达到最快,聚合的戊二醛可由 30 个单体构成,失去杀菌作用。但是,戊二醛的杀芽孢作用却在 pH 值为 7.5~8.3 之间时达到最强。

1.4.4 有机物

有机物对消毒效果有双重影响,一是保护微生物使其免受理化因子的作用,二是起到消耗消毒剂的作用。自然状态下,微生物大多是在有机物保护状态下存在的,因此,在确定消毒剂量时,必须估计到微生物存在的状态。

1.4.5 化学拮抗(中和)作用

过氧化物的杀菌作用可受还原剂拮抗,如过氧乙酸的杀菌