

水处理药剂手册

[日]栗田工业水处理药剂手册编委会编



中国石化出版社

水处理药剂手册

〔日〕 栗田工业水处理药剂手册编委会编

章 振 玦 译

包 文 滌 等校

中国石化出版社

内 容 提 要

本书系统地阐述了锅炉水、冷却水、空调用水、供水和废水处理系统及其水处理药剂,同时对石油、石油化工、纸浆、钢铁等工艺和其它特殊水处理药剂,以及化学清洗、水质分析等技术也相应做了阐述,内容丰富。

本书可供石油、石油化工、纸浆、钢铁、水电、轻工、纺织、食品等工业部门的从事水处理技术的生产、科研、设计的工程技术人员及操作工人使用,并可供教育系统有关专业师生参考。

全书由章振玢翻译。第一章由陈振之,第二至第六章由包文瀚,第七至十一章由安家驹审校,并由包文瀚总审。该书翻译后,还承蒙曾昭治审阅第一至三章。

水處理藥品ハンドブック

栗田工業水處理藥品ハンドブック編集委員会編

栗田工業株式会社

昭和58年7月1日 2刷

*

水处理药剂手册

〔日〕 栗田工业水处理药剂手册编委会编

章 振 玢 译

包 文 瀚 等校

*

中国石化出版社出版

(北京朝阳区太阳宫路甲1号 邮政编码:100029)

海丰印刷厂排版

海丰印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

*

787×1092毫米 16开本 26印张 1插页 656千字印1-3160

1991年8月北京第1版 1991年8月北京第1次印刷

ISBN 7-80043-118-5/TQ·071 定价:15.00元

中文版《水处理药剂手册》出版前言

我公司自1949年经营锅炉水处理技术以来，为适应社会的需要，又积极从事水处理技术的研究开发，目前已成为拥有水处理药剂、水处理装置、化学清洗等与水有关技术的综合水处理公司，不仅在日本国内，就是在世界上也取得了一定的声誉。

特别是在水处理药剂技术方面，公司研究开发了有深度的水处理技术和有效利用水资源的商品，继锅炉水处理剂之后，又开发了冷却水、上水、废水处理剂、污泥脱水剂。最近，又开始向石油和纸浆工业等水处理新领域开拓。

五年以前，即1982年12月，我公司应客户的强烈要求，出版了日文版的《水处理药剂手册》，三年后的1985年又出版了英文版，博得了世界各国的好评。

现在，在中国承蒙章振玦先生的努力，出版了中文版《水处理药剂手册》，在此，向各位先生表示衷心谢意。同时，深感以经营水处理为主的我公司所肩负的重大责任，拟进一步研究开发新的水处理技术。

水引起的环境变化是十分明显的，可以断言，不解决水的问题，则社会和经济的发展就没有希望，这评价并不过分。今后，随着新技术、新商品的开发和现有技术的改造、进步，《水处理药剂手册》也应及时修订，进一步充实完善。值此《水处理药剂手册》在中国出版之际我真诚地希望，中国同行能直率地提出意见和批评，如此，将不胜荣幸。

日本栗田工业公司

常务董事 田中 親房

研究开发部部长

一九九〇年四月

译 者 的 话

水是一种极为重要的资源，不仅关系到农业生产的发展，而且也直接关系到国民经济的发展。今后，随着工业技术的深入发展，开发、保护、合理利用水资源，节约用水，势必越来越引起人们的高度重视。

近年来，工业企业在追求设备运行费用低，安全、稳定、长周期、满负荷的前提下，求得最小的物化劳动和活劳动耗费，以取得最大的经济效益。因此，迫切要求水处理技术跟上工业技术飞速发展的形势，以适应装置长周期运行的需要，减少冷换设备的腐蚀、结垢、粘泥和微生物危害，延长设备使用寿命。工业企业在不断扩大工业用水量的同时，对水质也提出更高要求，迫切需要提供多效、高效、长效、经济、实用的水处理药剂；提供灵敏、耐用的水质监测仪器；提供科学的水处理技术和管理方法。为此，特翻译出版此书，目的在于向我国从事生产、科研、设计和教育事业的广大干部、工程技术人员、学校师生，提供国外水处理技术和药剂的发展信息，以便博采众长，借鉴学习。

由于译者水平所限，难免有不足之处，望热忱提出批评指正。

译者

一九九〇年九月

目 录

1 绪论	1	2.5.2 水质控制指标.....	68
1.1 水的需求和法规制定的动向	1	2.5.3 锅炉水的浓缩管理.....	75
1.1.1 水的需求	1	2.5.4 加药管理.....	76
1.1.2 工业用水的需求动向	2	2.6 停炉期间锅炉保存处理	78
1.1.3 法规制定的动向	5	2.6.1 停炉期间锅炉的腐蚀.....	78
1.2 水处理的必要性和水处理药剂技术的发展	9	2.6.2 停炉期间锅炉的保存处理.....	78
1.2.1 水处理的必要性	9	2.7 由水处理看锅炉的节能措施.....	79
1.2.2 水处理药剂技术的发展及其必要的条件	10	2.7.1 减少排污量.....	80
1.3 水的化学	12	2.7.2 回收冷凝水.....	82
1.3.1 水及其性质	12	2.7.3 防止因结垢而降低热效率.....	84
1.3.2 水的基础化学	14	2.7.4 回收排污水的热量(连续排污).....	86
2 锅炉水处理及其药剂	22	2.7.5 防止蒸汽泄漏.....	87
2.1 概述	22	3 冷却水处理及其药剂	90
2.1.1 锅炉的安装状况	22	3.1 冷却水系统的概述	90
2.1.2 锅炉的种类	22	3.1.1 冷却水系统的形式和特点.....	90
2.1.3 锅炉水处理的必要性	26	3.1.2 冷却水系统的设备.....	91
2.2 由水而引起的锅炉故障	28	3.1.3 冷却水系统的水平衡.....	93
2.2.1 水垢故障	28	3.1.4 冷却水系统运行中的问题.....	96
2.2.2 腐蚀故障	32	3.2 腐蚀及防腐蚀措施	97
2.2.3 携带故障	37	3.2.1 腐蚀反应的机理和缓蚀剂作用的机理	97
2.3 用设备处理锅炉用水	39	3.2.2 金属材料的种类和腐蚀形态.....	100
2.3.1 概述	39	3.2.3 缓蚀剂的种类和效果.....	103
2.3.2 原水、给水处理	40	3.2.4 缓蚀剂的效果及环境因素.....	105
2.3.3 冷凝水处理	47	3.2.5 缓蚀剂以外的防腐措施.....	107
2.4 锅炉处理药剂	50	3.3 结垢及其阻垢措施	108
2.4.1 锅炉处理药剂的种类及其作用	50	3.3.1 水垢的种类和特点.....	108
2.4.2 阻垢剂	51	3.3.2 水垢生成机理及阻垢剂的作用机理	114
2.4.3 淤渣分散剂	57	3.3.3 阻垢剂的种类和效果.....	117
2.4.4 除氧剂	59	3.3.4 阻垢剂的效果和环境因素.....	118
2.4.5 给水、冷凝水系统缓蚀剂	62	3.3.5 阻垢剂以外的水垢防止措施.....	120
2.4.6 消泡剂	64	3.4 粘泥附着和淤泥堆积及其防止措施	120
2.4.7 综合性锅炉药剂	64	3.4.1 冷却水系统中的粘泥故障.....	120
2.5 锅炉的水质管理方法	68	3.4.2 粘泥故障的发生部位和实例.....	121
2.5.1 概述	68	3.4.3 构成粘泥的微生物的种类和粘泥	

组成物质	121	4.5.1 单回路式太阳能系统的处理	169
3.4.4 在各装置上引起故障的微生物的 分类	121	4.5.2 双回路式太阳能系统的处理	170
3.4.5 影响粘泥生成的环境因素	123	4.6 供水、供热水系统的处理	172
3.4.6 粘泥附着和淤泥堆积的机理	125	4.6.1 聚磷酸盐对铁离子封闭作用和分 散作用	173
3.4.7 防止粘泥的方法及其作用机理	126	4.6.2 聚磷酸盐的缓蚀效果	173
3.4.8 粘泥处理剂的残余效应	127	4.6.3 聚磷酸盐对“赤水”的防止效果	174
3.4.9 影响粘泥处理剂效果的环 境因素	128	4.6.4 聚磷酸盐的使用方法	174
3.4.10 粘泥处理剂的种类和效果	128	4.6.5 聚磷酸盐的安全性	175
3.4.11 除药剂以外的防止粘泥、淤泥的 措施	131	4.7 加热水系统的处理	175
3.5 冷却水系统的处理实例	132	4.7.1 使用加湿器时发生“白粉”的原因 和对策	175
3.5.1 开式循环冷却水系统的处 理实例	132	4.7.2 筒式净水器	177
3.5.2 闭式循环冷却水系统的处 理实例	136	4.8 化学清洗	177
3.5.3 一次冷却水系统的处理实例	137	4.8.1 冷却水系统的化学清洗	177
3.6 冷却水系统的运行管理	138	4.8.2 供水系统的化学清洗	180
3.6.1 水质管理和加药管理	138	4.8.3 散热片、过滤器的化学清洗	182
3.6.2 水处理效果的监控	142	5 供排水处理及其药剂	184
3.6.3 定期检查时的调查方法和热交换 器的清洗	144	5.1 供排水处理的概述	184
3.6.4 新建装置、设备的冷却水处理和 注意事项	147	5.1.1 供排水处理的目的	184
3.7 冷却水系统运行节能和措施	148	5.1.2 污物及其影响	184
3.7.1 节约循环泵动力费和冷却塔风机 动力费进行处理时存在的问题	150	5.1.3 供排水处理的计划	186
3.7.2 节省供排水费用时,水处理存在 的问题	152	5.1.4 物理处理方法和单元操作	187
3.7.3 使用水处理药剂节约运行费用	152	5.1.5 化学处理方法和使用药剂	190
4 空调系统的水处理及其药剂和设备	155	5.1.6 生物处理方法	192
4.1 空调系统的水处理	155	5.2 工业废水的处理	194
4.2 冷却水系统的处理	156	5.2.1 工业废水的污染源	194
4.2.1 空调冷却水系统的特点	156	5.2.2 废水的性质和处理方法	196
4.2.2 大、中型设备的处理方法	157	5.2.3 絮凝剂的性质和使用方法	196
4.2.3 小型设备的处理方法	159	5.3 生活污水的处理	202
4.2.4 冷冻机的运行节能	161	5.3.1 生活污水的性质和种类	202
4.3 冷、热水系统的水处理	162	5.3.2 生活污水的处理设施	203
4.3.1 半闭式冷、热水系统的水处理	162	5.3.3 污泥的性质和处理方法	205
4.3.2 闭式冷、热水系统的水处理	165	5.3.4 脱水剂的种类和使用方法	209
4.4 高温热水系统的处理	167	5.4 处理污泥的节能与节省资源	212
4.5 太阳能系统的处理	169	5.4.1 因降低脱水滤饼含水率而节能	212
		5.4.2 因浓缩污泥而节能	215
		5.5 高分子凝聚剂的安全性	216
		5.5.1 安全性的指标	216
		5.5.2 对于环境的安全性	218
		6 纸浆工艺过程用药剂	220
		6.1 原质工序	220

6.1.1 木材纸浆	220	8.4.1 除尘设备的概述	275
6.1.2 脱墨纸浆	221	8.4.2 水垢故障及其对策	276
6.1.3 漂白工艺	222	8.5 转炉除尘水系统的故障与对策	279
6.2 造纸工序	223	8.5.1 除尘设备的概况	279
6.2.1 调整工艺	223	8.5.2 水垢故障及其对策	279
6.2.2 造纸工艺	224	8.6 钢铁工艺过程中的节能和水处理	
6.3 原质工序中的故障和对策	226	药剂	281
6.3.1 蒸煮液浓缩罐的水垢附着	226	8.6.1 废热锅炉	281
6.3.2 纸浆清洗工艺过程中的发泡、树脂故障	227	8.6.2 高炉炉顶压力发电设备(T、R、T)	282
6.3.3 纸浆的微生物故障	228	8.7 其它特殊药剂的适用范围	284
6.4 造纸工序中的故障和对策	229	8.7.1 防止原料堆积场的粉尘	
6.4.1 微生物故障及其对策	230	(参照9.3)	284
6.4.2 树脂故障	235	8.7.2 防止高炉炉渣,转炉炉渣冷却水系统的水垢	284
6.4.3 结垢和腐蚀故障	237	9 其它特殊药剂	286
6.4.4 保留率滤水性故障	237	9.1 概述	286
6.4.5 发泡故障	240	9.2 泡沫故障及其对策	286
6.4.6 其它故障	240	9.2.1 发生泡沫故障的设施及其概述	286
7 石油炼制、石油化学工艺用药剂	242	9.2.2 发泡的原因	287
7.1 进口原油的种类和性质	242	9.2.3 消泡机理	287
7.2 工艺过程概况	242	9.2.4 消泡剂	288
7.2.1 石油炼制工程	242	9.3 粉尘飞散及其防止对策	288
7.2.2 石油化学(乙烯制造)工程	243	9.3.1 粉尘和飞砂引起的公害	288
7.3 石油产品的种类	245	9.3.2 使用药剂的防止方法	289
7.4 石油加工用药剂	245	9.3.3 选定药剂的评价方法	289
7.4.1 破乳剂(乳化破坏剂)	245	9.3.4 适用方法和实例	289
7.4.2 污垢抑制剂	249	9.4 坡面侵蚀及其防止对策	290
7.4.3 缓蚀剂	254	9.4.1 用植物生物工程的方法	290
7.4.4 合成沸石	259	9.4.2 选定药剂和评价方法	290
7.4.5 其它的药剂	265	9.4.3 施工实例	290
8 钢铁工业的水处理及其药剂	266	9.5 合成沸石的应用实例	290
8.1 炼铁厂的主要工艺过程和水处理药剂	266	9.5.1 合成沸石在制氧装置上的应用	290
8.1.1 钢铁工艺过程的概述	266	9.5.2 合成沸石在冷冻机上的应用	292
8.1.2 各工艺的水处理药剂	267	9.5.3 合成沸石在制造双层玻璃时的应用	297
8.2 间接冷却水系统的故障与对策	270	9.6 防止工艺过程中结垢	299
8.2.1 开式循环冷却水系统	270	9.6.1 判断结垢的倾向	299
8.2.2 闭式循环冷却水系统	272	9.6.2 结垢机理	299
8.3 一次冷却水系统的故障与对策	273	9.6.3 阻垢剂和阻垢机理	300
8.3.1 连续铸造工艺	273	9.6.4 阻垢剂的种类和特点	301
8.3.2 轧制工艺	274	9.6.5 发生结垢故障的设备和阻垢剂的应用实例	303
8.4 高炉除尘水系统的故障与对策	275		

9.7 盐冷却水系统的故障及其对策.....305	10.6 清洗废液的处理方法.....358
9.7.1 各种盐水的特点.....305	10.6.1 化学清洗废液的处理方法.....358
9.7.2 氯化钙盐冷却水系统的故障和 对策.....306	10.6.2 机械清洗废液的处理方法.....360
9.7.3 有机盐水的故障和对策.....308	11 水质分析.....363
9.8 发动机冷却水系统的缓蚀剂及其应用 实例.....308	11.1 水质分析的意义.....363
9.8.1 汽车发动机冷却水系统的缓蚀剂 及其应用实例.....308	11.2 分析方法和原理.....363
9.8.2 船用发动机冷却水系统的缓蚀剂 及其应用实例.....309	11.2.1 容量分析法.....363
9.9 特殊用途设备的结垢、附着物故障及 其对策.....309	11.2.2 重量分析法.....364
9.9.1 过滤器过滤材料清洗剂及其应用 实例.....309	11.2.3 比色分析法.....365
9.9.2 RO和UF膜的清洗及其应用 实例.....312	11.2.4 仪器分析.....366
9.9.3 软化水装置的清洗剂及其应用实 例.....315	11.2.5 现场用简易试验仪器.....366
9.9.4 滤布型脱水机的滤布清洗剂及其 应用实例.....316	11.3 水质分析时的注意事项.....366
10 设备的清洗和清洗剂.....320	11.3.1 取样时的一般注意事项.....366
10.1 清洗的目的和意义.....320	11.3.2 取样和容器.....367
10.1.1 清洗的目的.....320	11.3.3 试样的保存.....367
10.1.2 清洗的效果.....320	11.3.4 标准溶液的配制方法.....367
10.2 结垢故障和清洗.....321	11.3.5 结果表示方法.....367
10.2.1 结垢故障.....321	11.4 不同工艺的水质分析.....369
10.2.2 故障和清洗类型.....323	11.4.1 锅炉水系统的水质分析.....369
10.2.3 清洗时间.....324	11.4.2 冷却水系统的水质分析.....373
10.3 化学清洗方法和使用药剂.....328	11.4.3 水垢分析方法.....375
10.3.1 清洗用药剂和性质.....328	11.4.4 微生物试验.....378
10.3.2 影响清洗的各种因素.....334	附录.....381
10.3.3 清洗过程和药剂.....335	附 1. 单位制(参照JIS Z8202-1970, ISO/ R1000-1969).....381
10.3.4 清洗剂及其使用方法.....340	附 2. 力的换算(参照重量的换算).....382
10.4 机械清洗及其它清洗方法.....343	附 3. 压力的换算.....382
10.4.1 高压水(喷射)清洗.....344	附 4. 热量的换算(参照附6动力换算).....383
10.4.2 清管器清洗.....344	附 5. 有关热单位的量的换算.....383
10.4.3 湿式喷砂清洗.....345	附 6. 动力的换算(参照热量换算).....384
10.4.4 旋转机械清洗.....345	附 7. 流量的换算(参照体积的换算).....384
10.4.5 其它的清洗方法.....346	附 8. 饱和蒸汽表(温度标准).....385
10.5 清洗的计划和施工.....347	附 9. 饱和蒸汽表(压力标准).....386
10.5.1 化学清洗实例.....347	附10. 水的状态常数表.....387
10.5.2 机械清洗实例.....356	附11. 离子盐类及气体的分子量、当量及以 CaCO ₃ 为基准的换算系数.....388
	附12. 气体在水中的溶解度.....389
	附13. 氧在纯水中的溶解度.....390
	附14. 需去除硬度的磷酸盐的计算法.....391
	附15. 需去除溶解氧的脱氧剂的计算法.....391
	附16. 碱度、pH和CO ₂ 的平衡.....392
	附17. 锅炉水及蒸汽中的二氧化硅和压力的

关系	393
附18. 氯化钠溶液的比重	394
附19. 苛性钠溶液的比重	394
附20. 盐酸的比重	394
附21. 硫酸的比重	395
附22. 盐酸、硫酸、苛性钠浓度和pH的关 系(25℃)	395
附23. 氨、联氨浓度和pH的关系(25℃)	396
附24. 盐酸、硫酸、苛性钠、氯化钠的浓度与	

电导率的关系(25℃)	396
附25. 氨、联氨浓度和电导率的关系 (25℃)	367
附26. 磷酸根离子浓度和pH的关系	397
附27. 流量、管径、流速的关系图	398
附28. 纯金属的物理性质	399
附29. 合金的物理性质	400
附30. 耐蚀材料	401
附31. 有机耐蚀衬里材料的抗药性	402

1 绪 论

前言

自45亿年前地球诞生以来,水在自然界中一直是生物赖以生存的重要物质。而且,人类社会同水的密切关系主要表现在:文明发祥地集中于河川流域。

为了使人类居住空间维持在舒适的环境中,为了在生产领域中,多出优质产品,水都是不可缺少的资源,其应用范围也是多方面的。

水依容器可方就圆,可是,若不按自然规律去利用水资源,我们就将受到惩罚。

现在,确保水资源,防止水污染等与水有关的社会问题早已提到议事日程上来了。这是伴随人口增加并向城市集中,以及生产发展等所产生的问题,也是向协调自然环境,协调人类社会,协调各生产部门敲起的警钟。为此必须把水作为科学。为了谋求人类社会与自然界的协调一致,水正日益成为研究工作的重要课题。

所谓水处理,即承担为了顺利推行这种协调的一部分任务。这不但要求有化学、物理、生物、地学等学科的基础科学,而且还要综合化学工程、物理化学、生物化学、生物工程等方面的广泛知识。

水处理大致分为物理(机械)处理、化学(药剂)处理、生物处理等。但是,本书以叙述化学处理为主。本章内叙述水的需求和法规的动向、水处理药剂技术的发展,以及水的化学性质等。

1.1 水的需求和法规制定的动向

1.1.1 水的需求

我们就城市的自来水和工业用水,来观察日本的用水动向;如图1.1^[1]所示。众

所周知,1955年后,城市用水量随着经济的高度发展正在急剧地增加。1965年至1975年的用水变化情况见表1.1^[2]。如表所示,随着人口的增加、自来水的普及、城市化的发展、生活水平的提高等,生活用水量由1965年的42亿 m^3 ,增加到1975年的96亿 m^3 ,增加了约1.3倍。此外,随着以重化学工业

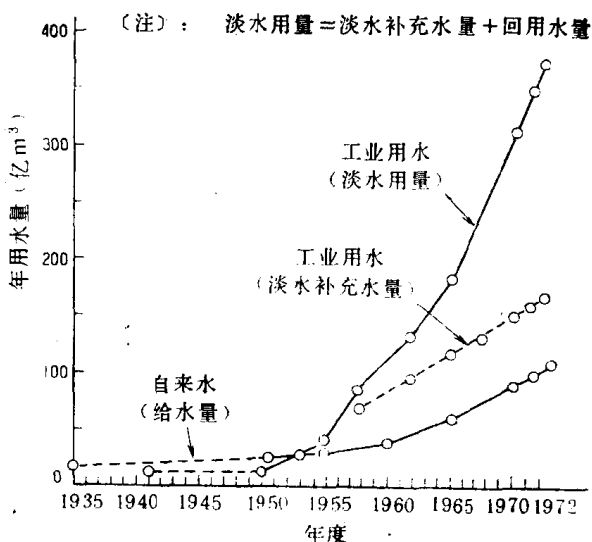


图 1.1 城市用水的历年变化(日本)

表 1.1 日本用水量的变化情况

(单位: 亿 m^3/a)

用水类别	1965年	1970年	1975年
生活用水	42.0	68.5	95.9
工业用水	122.1	172.6	172.9
农业用水	—	—	570
合 计	—	—	838.8

注: 1. 生活用水和工业用水是有效水量的基础。

2. 农业用水是以耕地整治、播种状况为基础而计算的。

为中心的发展,工业用水也由122亿 m^3 ,上升到173亿 m^3 ,增加约0.4倍。其结果,城市用水在同期内,由164亿 m^3 上升到269亿 m^3 ,

用水量扩大0.6倍多。若加上约占总用水量70%的农业用水,则1975年总用水量约840亿 m^3 。

作为这些用水的水源,河流地表水和地下水流的供给量,约为总量840亿 m^3 的75%,余下的25%则靠地下水等供应。其中,生活用水水源70%是河流地表水或地下流水,工业用水37%从河流直接引入,30%利用工业给水管,8%利用城市自来水。

当前,因大量抽取地下水而导致地面下沉,所以按地区对地下水的抽取进行了限制,因而对河流水的依赖程度有增加的趋势。然而,根据日本国土厅和建设省的预测,前者认为日本1985年用水量比1975年增加约247亿 m^3 ,即使通过修水库等措施按计划开发水资源,仍缺少约5亿 m^3 。特别在水利用较好的南关东、京阪神、北九州等日本五个地区,一般认为不能按需要增加供给量,每年缺少约15亿 m^3 ^[2]。此外,根据建设省对到1990年水资源开发计划和1990年全国需水量的预测,日本用水量达1145亿 m^3 ,比1976年增加约270亿 m^3 ,日本必须建成约360个水库或水坝。预计在个别区域会有较大缺口,如南关东每年缺7亿 m^3 ,京阪神缺3亿 m^3 ,北九州缺2亿 m^3 。

按照这种水的供需情况,就能理解使水

有效利用的各种措施是重要的,而且是一项紧急的课题。例如,建立节水型社会,可以说,从大城市向地方分散等作为国家研讨的课题,到构成相应社会成员的企业或个人,也都有很多的课题可供研究。

1.1.2 工业用水的需求动向

号称经济大国的日本,以工业立国为宗旨,从50年代开始迅速发展,但是,随着工业的发展,所谓“工业血液”的工业用水量也急剧增加。日本战后工业的发展是以重化学工业为中心的,而重化学工业又属于用水量较大的用水型工业。

现将支撑日本工业发展的有关行业的工业需水的动向介绍如下。

表1.2表示各行业工业用水的单耗。为了与1976年对比,还列出了1964年的实际用水状况^[1]。

在工业用水中,淡水1964年约48百万 m^3 /天,1976年约128百万 m^3 /天,是1964年的2.7倍。以生产金额计,1964年约为23兆日元,1976年约120兆日元,是1964年的5.2倍。关于工业用水单耗,即生产1亿日元的产品所消耗水的 m^3 数,1976年平均为107 m^3 /天/亿日元,1964年平均为206 m^3 /天/亿日元,1976年约为1964年的一半,估计是各行业提高了水的有效利用。

表 1.2 日本各行业用水的单耗

类 别	1976年			1964年		
	生产金额 (100万日元)	淡水用水量 (m^3 /d)	单 耗 (m^3 /d/亿日元)	生产金额 (100万日元)	淡水用水量 (m^3 /d)	单 耗 (m^3 /d/亿日元)
食品	12,968,769	5,208,466	39	2,491,724	2,935,718	118
纤维	4,909,786	4,532,154	92	1,966,076	3,983,420	203
造纸、纸浆	3,795,984	15,092,989	398	941,589	11,574,738	1,229
化学	11,184,424	42,923,950	384	2,439,722	16,249,907	666
石油、煤炭	8,494,706	5,959,219	70	660,062	653,842	99
陶瓷、建筑	3,670,784	2,897,239	79	817,167	1,859,612	228
钢铁	11,733,468	32,297,718	275	2,529,303	6,181,490	244
其它	62,133,332	18,951,052	31	11,378,558	4,315,991	38
合计	118,891,253	127,862,787	(平均) 107	23,224,201	47,754,718	(平均) 206

另外，用水量比较大的行业，从单耗来看主要是造纸、纸浆、化学、钢铁等。

1979年日本各行业用水量的百分比见图1.2。还有，按水源分类的用水量百分比见图1.3。大约70%是回用水，即循环水。此外，地下水、工业用水、其它来源水都略低于10%。

一般按工业用水的用途分类，其水量百分比如图1.4所示。其中冷却水约占70%。1969年至1979年不同用途用水量的变化，见

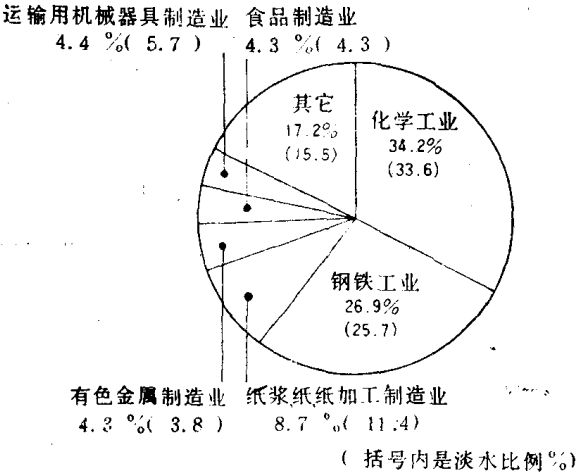


图 1.2 日本各行业用水量百分比 (1979年)

表1.3。冷却水量最大，其次是产品处理用水、洗涤水、调温用水、锅炉用水^[3]。

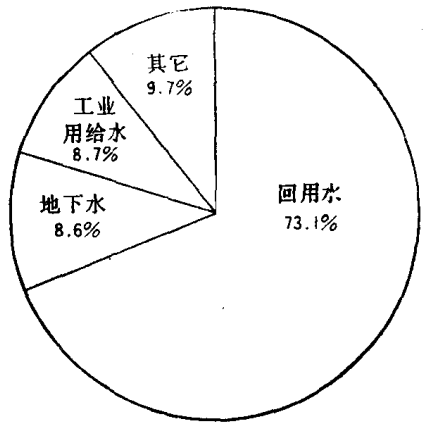


图 1.3 按水源分类的淡水用水量百分比(1979年)

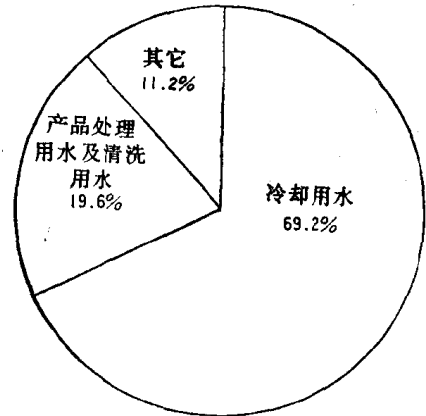


图 1.4 按用途分类的淡水用水量百分比(1979年)

另外，关于今后工业用水需求的动向，根据表1.4和1.5可归纳为如下几点^[2]。

表 1.3 按用途分类的淡水用量

年 份	企 业 数		用 水 量						
			合 计		海 水			淡 水	
	数 量	与前年比 (%)	10 ³ m ³ /d	与前年比 (%)	10 ³ m ³ /d	与前年比 (%)	所占比例 (%)	10 ³ m ³ /d	与前年比 (%)
1969	54,252	104.2	106,557	114.2	32,151	113.3	30.2	74,406	114.6
1970	56,523	104.2	123,181	115.6	38,139	118.6	31.0	85,042	114.3
1971	56,016	99.1	137,502	111.6	42,273	110.8	30.7	95,247	112.0
1972	58,707	104.8	143,738	104.5	42,281	100.0	29.4	101,458	106.5
1973	58,980	100.5	159,668	111.1	45,755	108.2	28.7	113,915	112.3
1974	56,801	96.3	166,454	104.3	46,414	101.4	27.9	120,040	105.4
1975	55,782	98.2	166,732	100.2	45,108	97.2	27.1	121,625	111.3
1976	55,962	100.3	172,748	103.6	44,885	99.5	26.0	127,863	115.1
1977	54,289	97.0	176,882	102.4	45,175	100.7	25.5	131,707	103.0
1978	54,080	99.6	176,717	99.9	43,723	96.8	24.7	132,994	101.0
1979	54,163	100.2	181,313	102.6	43,497	99.5	24.0	137,816	103.6
79/69	-(99.8)		-(170.2)		-(135.3)			-(185.2)	

续表

年 份	按 用 途 分 类 的 淡 水 用 水 量									
	锅 炉 水		原 料 用 水		产 品 处 理 用水和冲洗用水		冷 却 水		调 温 水	
	10 ³ m ³ /d	与前年比 (%)	10 ³ m ³ /d	与前年比 (%)	10 ³ m ³ /d	与前年比 (%)	10 ³ m ³ /d	与前年比 (%)	10 ³ m ³ /d	与前年比 (%)
1969	1,807	113.3	565	106.6	19,797	106.7	44,348	120.7	4,082	105.5
1970	2,089	115.6	544	96.3	21,183	107.7	52,301	117.9	4,382	107.4
1971	2,179	104.3	543	99.8	21,416	101.1	61,042	116.7	5,210	118.9
1972	2,483	114.0	429	79.0	22,587	105.5	65,635	107.5	5,902	113.3
1973	2,388	96.2	488	113.8	24,789	109.8	74,777	113.9	6,803	115.3
1974	2,384	99.8	476	97.5	25,054	101.1	80,418	107.5	6,996	102.8
1975	2,225	93.3	425	89.3	25,162	100.4	82,232	102.3	6,975	99.7
1976	2,394	107.6	380	89.4	26,500	105.3	86,624	105.3	7,306	104.8
1977	2,342	97.8	373	98.2	26,757	101.0	89,601	103.5	7,516	102.9
1978	2,135	91.2	392	105.2	26,026	97.3	91,812	102.5	7,586	100.9
1979	2,022	94.7	372	94.8	27,061	104.0	95,403	103.9	7,859	103.6
79/69	-(111.9)		-(65.8)		-(136.7)		-(215.1)		-(192.5)	

表 1.4 日本工业用水需求量

地 区		淡水补充水单耗 ($\frac{\text{m}^3/\text{d}}{\text{亿日元/a}}$)				淡水补充量 (亿m ³ /a)			
		1965年	1975年	1985年	1990年	1965年	1975年	1985年	1990年
北 海 道		181	107	56	48	8.2	11.4	16.7	20.4
东 北		132	69	39	33	11.2	17.7	28.1	33.9
关 东	内 陆	52	26	20	17	4.9	9.1	18.5	21.6
	临 海	33	17	11	10	16.9	21.4	23.8	24.9
	合 计	36	19	14	12	21.8	30.5	42.3	46.5
东 海		96	46	31	28	27.3	36.0	51.3	56.7
北 陆		156	96	50	41	6.4	10.7	13.1	14.2
近 畿	内 陆	82	36	22	19	4.3	6.2	9.8	11.1
	临 海	44	24	16	13	15.6	18.7	21.5	22.3
	合 计	49	26	17	15	19.9	24.9	31.3	33.4
中 国	山 阴	190	71	41	34	1.6	1.8	3.1	3.7
	山 阳	77	43	33	30	9.3	15.5	21.4	24.2
	合 计	84	45	34	30	10.9	17.3	24.5	27.9
四 国		146	69	42	36	6.7	9.4	12.2	13.5
九 州	北九州	55	34	25	23	4.6	7.1	12.3	14.4
	南九州	228	124	51	42	5.1	7.6	10.4	12.9
	合 计	92	54	33	29	9.7	14.7	22.7	27.3
冲 绳		—	21	12	11	—	0.3	0.4	0.6
日本合计		70	37	25	22	122.1	172.9	242.6	274.4

注：淡水补充水单耗，即1亿日元工业产值的日平均淡水补充量。

表 1.5 水 回 收 率

	1965年	1975年	1985年	1990年
淡水用量 (亿m ³ /a)	189	486	919	1188
回收水量 (亿m ³ /a)	67	313	676	913
回 收 率 (%)	35.5	64.5	73.6	76.8

①1975年淡水用量为486亿m³/年,可以预计1985年和1990年将分别增加到919亿m³/a和1188亿m³/a。

②淡水用水量中除回用水量外,淡水补充水量的单耗,由于强化排水规定,强化地下水取水规定,提高水费,以及随着水供需的迫切性而需要提高回用率等,由于估计会进一步实现用水合理化等措施,单耗的下降趋势,会继续下去。1975年日平均为37m³,1985年为25m³,预计1990年将下降至22m³。

今后,下降趋势逐渐缓和,用水日趋合理,其结果是,淡水补充量不能象淡水使用量那样增加。预计1985年将为243亿m³,1990年将为274亿m³。

③工厂使用的回用水(循环水)量,今后将逐渐增加,其回收率1975年为64.5%,预计1985年为73.6%,1990年为76.8%。

1.1.3 法规制定的动向

人类长期依赖于自然循环而生活,从自然界获取所需物质,废旧物质经还原而加以利用,以保持自然界的生态平衡。然而,工业的发展提高了人们的生活水平,相反,也增加了废物的排放量,其结果超出了自然界净化能力,也就是发生了环境污染。

环境污染必然给事业及人类活动带来大量新的问题。

下面综述环境污染中水污染及对其防止的各种法规。

(1) 水污染的历史变迁

表1.6给出了日本明治时代起至今所发生的有关水污染的主要事件^[4,5,6]。

最初,水污染主要是与矿山、纸浆工业

表 1.6 有关环境污染(水污染)的主要事件

年代	事 件
1878	渡良瀬川足尾铜山の矿毒严重中毒事件
1880	在渡良瀬川发生大洪水时,同时也发生了更趋严重的矿毒中毒事件
1901	在高砂市发生造纸排水的纠纷
1907	受到足尾矿毒事件危害后,栃木县谷中村强制收买公用水池
1908	发生生产调料污染农作物事件
1918	荒田川(岐阜县)发生了水污染(纺织、造纸、食品)
1922	在神通川流域发生怪病
1941	因纸浆废水引起石狩川污染造成水稻污染
1949	制定矿山安全法
1949	在东京都、全日本开始制订防止公害条例(地方自治区域在国内开始制定)
1951	神奈川县制订企业环保条例
1954	大阪府制订企业环保条例
1954	制订清扫法
1956	水俣怪病的社会化
1958	在江户河发生纸浆加工废水污染的纠纷
1958	制订工厂排水标准法、水质安全法(国家开始制订)
1958	制订下水道法
1959	厚生省发表水俣病原因,即有机水银的危害
1960	伊势湾的恶臭鱼事件
1964	在阿贺野川发生水银中毒患者
1965	田子浦港的水上飞机事件
1967	制订公害对策基本法
1970	制订下水道维修五年计划,清扫设备维修五年计划
1970	制订防止水污染法
1971	发布环境标准通告
1971	发布排水标准
1978	修改防止水污染法的部分内容(总量削减基本方针……总量规定)

有关,因此只限于局部地区。但是,自1955年进入技术革新和经济迅速增长长期以来,水

污染的范围更加广泛，更加经常化。

因此，真正开始制订防止水污染根源的对策，是在1967年制订公害对策基本法之后，只有短短十五年的历史。

根据1977年环境厅的调查，与水俣病、骨痛病等有关的对人体健康有害物质（有机汞、镉等）的污染减少了，没有发现超过标准的试样，这表明相应的对策和处理设施正在不断完善。

此外，以BOD、COD为主的生活环境项目的污染，部分有了改善。根据最近环境厅对河川、湖泊、内海等水质调查可知，污染有逐渐减少的趋势。

(2) 防止水质污染对策(法规的变化)

如表1.6所示，最初，日本着眼于全国所

有的企业防止公害，而制订了法规(条例)，1949年东京都制订了第一个工厂防止公害条例。国家于1958年制订的工厂排水法规，即初步的水质安全法。可是，受该法规所约束的行业，只限于目前1/4的150种行业。防止污染对策作为国家重要的基本政策，还是在1967年制订公害对策基本法之后。

其后，在1970年制订了防止水质污染法，翌年又颁布了环境标准，同时，也颁布了排水标准。但是，上述法规特别是针对降低有机污染方面，尚需进一步充实完善。

为此，1978年在防止水污染法中，确定了减少总量(总量规定)的基本方针。

有关防止水污染法的现行法规体系的概况^[6]见表1.7。

表 1-7 防止水污染法体系

环境保护 基本法	—防止大气污染法 —防止噪音法 —防止振动法 —防止恶臭法 —关于防止农用地 土壤污染的法律 —工业用水法,关于限制 —建筑物抽取地下水的法 律 —防止水污染法 (在1978年中,总量减少基本 方针持续下去……修正) —濑户内海环保特别措施法 (在1978年中临时→特别)	同左实施法令	同左实施规则	有关水污染的环境标准	都道府县 防止公害 条例 (补充标准)
关于废物处理 和清扫的法律				有关排水标准 的检测方法	废除劣质的 暂定标准
下水道法	下水道调整紧急措施法	同左实施法令	同左实施规则		
水道法			同实施规则	下水道调整5年计划	
河川法			关于水质标准的 省法令		
矿山安全法(当排水排放于公共水域时,承受防止水污染法的规定)					
关于防止海洋污染和海上灾害的法律					
(法律)		(政令)	(省令)	(告示) (内阁会议决定)	(条例) (准则)

(a) 环境标准

制定“关于保护人体健康的标准”和“关于保护生活环境的标准”，即以水质保护为目标的保护公共水域的标准。表1.8为前者的

标准，表1.9为后者的标准^[7]。

(b) 排水标准

为达到环境标准，从特定企业(排放含有害物质废水的工厂或企业，不管排水量

表 1.8 关于保护人体健康的环境标准

项 目	镉	氰	有机磷	铅	铬(六价)	砷	总汞量	烷基汞量	聚氯联苯
标准值	<0.01 ppm	检不出	检不出	<0.1 ppm	<0.05 ppm	<0.05 ppm	<0.0005 ppm	检不出	检不出

表 1.9 关于保护生活环境的环境标准(河川)

项 目 类 型	使 用 环 境	标 准 值				
		氢离子浓度 (pH)	生物化学需氧量 (BOD)	悬浮物量 (SS)	溶解氧量 (DO)	大 肠 菌 总 数
AA	自来水管1级 自然环境保护和列于 A以下栏目的	>6.5 <8.5	<1ppm	<25ppm	>7.5ppm	小 于 50MPN*/100ml
A	自来水管2级 水产1级 水 浴 和列于B以下栏目的	>6.5 <8.5	<2ppm	<25ppm	>7.5ppm	小 于 1000MPN/100ml
B	自来水管3级 水产2级 和列于C以下栏目的	>6.5 <8.5	<3ppm	<25ppm	>5ppm	小 于 5000MPN/100ml
C	水产3级 工业用水 级和列于 D以下栏目的	>6.5 <8.5	<5ppm	<50ppm	>5ppm	
D	工业用水2级 农业用水和列于E栏 目的	>6.0 <8.5	<8ppm	<100ppm	>2ppm	
E	工业用水3级 环保	>6.0 <8.5	<10ppm	看不到灰尘 等悬浮物	>2ppm	

* 可能的数目。

的多少, 以及排放含生活污水在 $50\text{m}^3/\text{d}$ 以上的工厂或企业) 排入公共水域的水, 日本规定了全国统一的排水标准。

全国统一标准中有关排放有害物质的标准见表1.10, 有关排放生活污水标准见表1.11^[8]。

但是, 用统一标准, 对达到环境标准仍有问题的水域, 各都道府县可分别用条例制订更严格的“追加排水标准”, 目前所有都道府县都制订了这一标准。

(c) 总量的规定

为了进一步防止对环境的污染, 把过去按浓度规定的排水标准, 改为以限量规定。

表 1.10 有害物质的排放标准

有害物质的种类	允 许 值
镉及其化合物	<0.1mg/L (Cd)
氰化物	<1mg/L (CN)
有机磷化物(硝苯硫磷酯、甲基硝苯硫磷酯、甲基环己烷二酮和EPN)	<1mg/L
铅及其化合物	<1mg/L (Pb)
六价铬化合物	<0.5mg/L (Cr ⁶⁺)
砷及其化合物	<0.5mg/L (As)
汞及其烷基汞	<0.005mg/L (Hg)
其它汞化合物	
烷基汞化合物	检不出
PCB	<0.003mg/L