

上海市教育委员会高校重点教材建设项目

工业用水处理工程

Industrial Water Treatment Engineering

丁桓如 吴春华 龚云峰 闻人勤 编著



清华大学出版社

工业用水处理工程

Industrial Water Treatment Engineering

上海市教育委员会 组编
丁桓如 吴春华 龚云峰 闻人勤 编著

江苏工业学院图书馆
藏书章

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书全面介绍了工业用水处理的理论和技术,侧重于纯水制备方向。内容包括混凝澄清及沉淀处理、过滤处理、吸附处理、离子交换处理、膜技术、蒸汽冷凝水处理及冷却水处理。重点阐述各处理方法的原理、设备及工艺,并吸纳了工业用水处理方面的最新技术和观点,还介绍了工业用水的水务管理方面的知识。

本书可作为高等学校有关工业水处理方向专业的教材,也可作为给水排水工程专业、环境工程专业的教学参考书,并供有关科技人员参考。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

工业用水处理工程/丁桓如等编著. —北京:清华大学出版社,2005.12
ISBN 7-302-11358-0

I. 工… II. 丁… III. 工业用水—水处理 IV. TQ085

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第077539号

出 版 者:清华大学出版社

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

社 总 机:010-62770175

地 址:北京清华大学学研大厦

邮 编:100084

客 户 服 务:010-62776969

责任编辑:柳 萍

版式设计:刘祎森

印 装 者:清华大学印刷厂

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印张:30.5 字数:742千字

版 次:2005年12月第1版 2005年12月第1次印刷

书 号:ISBN 7-302-11358-0/X·70

印 数:1~3000

定 价:39.80元

本书属上海市教育委员会高校重点教材建设项目。书中较全面地介绍了工业用水处理方面的知识,适用于普通高校有关工业用水处理方面的专业课教学。

随着工业技术的发展,各行各业对用水水质的要求越来越高,导致水处理技术在近些年有较快的发展,出现了新的理论、新的工艺和设备。为此,编者参考了近年出版的有关书籍和大量文献资料,编写成本书。

本书编写分工如下:绪论、第1章、第4章、第7章由丁桓如编写;第6章、第9章由吴春华编写;第2章、第3章、第5章由龚云峰编写;第8章由闻人勤编写;全书由丁桓如统稿。

本书由陆柱教授、赵由才教授、陈松梅教授级高级工程师审阅,提出了不少宝贵意见,编者向他们表示谢意。

编者还向本书编写过程中被参考和引用的有关书籍和文献资料的作者(在本书参考文献中列出)表示谢意,如有疏漏谨请谅解。

另外,还需对本书中使用的物质的量的单位作一说明。我国国家标准规定使用摩尔(mol)作为物质的量的单位,并废除了“当量”等量的单位,这给水处理中某些指标的表达和计算带来了困难。针对这一问题,1992年实施的中华人民共和国电力行业标准《电厂化学水专业实施法定计量单位的有关方法》(DL 434-91)规定了相应的解决方法,随后,该方法在水处理专业的书籍、论文和工业生产中得到广泛应用。本书也采用这一方法。

该方法认为:按照第14届国际计量大会的决议,摩尔(mol)的定义包括两条:①摩尔(mol)是一系统的物质的量的单位,1mol所含的基本单元数与0.012kg碳-12原子数目相等;②在使用摩尔(mol)时,基本单元应予指明,可以是原子、分子、离子、电子及其他粒子或这些粒子的特定组合。

据此定义,在使用mol时,应标明其基本单元,比如 $C(H_2SO_4) =$

1mol/L 或 $C\left(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4\right) = 1\text{mol/L}$,前者指明 H_2SO_4 的摩尔质量为 98.07g/mol,后者指明 $\frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4$ 的摩尔质量为 49.04g/mol,C 后面的 (H_2SO_4) 或 $\left(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4\right)$ 便是计量硫酸浓度的基本单元。

本书中使用的摩尔(mol),除特殊注明外,均是将具有一个电荷(或反应中发生一个电荷变化)的粒子(如 Na^+ 、 $\frac{1}{2}\text{Ca}^{2+}$ 、 $\frac{1}{3}\text{Fe}^{3+}$ 、 $\frac{1}{2}\text{SO}_4^{2-}$ 等)作为计量的基本单元,如硬度、含盐量等的单位 mmol/L 意义如下:

$$\text{硬度} \times \times \text{mmol/L} \left[C\left(\frac{1}{2}\text{Ca}^{2+}, \frac{1}{2}\text{Mg}^{2+}\right) \right]$$

$$\text{含盐量} \times \times \text{mmol/L} \left[C\left(\text{Na}^+, \frac{1}{2}\text{Ca}^{2+}, \frac{1}{2}\text{Mg}^{2+}, \frac{1}{2}\text{SO}_4^{2-} \text{等}\right) \right]$$

$$\text{交换容量} \times \times \text{mol/m}^3 \left[C\left(\text{Na}^+, \frac{1}{2}\text{Ca}^{2+}, \frac{1}{3}\text{Fe}^{3+} \text{等}\right) \right]$$

为了简便,本书中对于摩尔(mol)不逐条注明其基本单元,仅在个别容易混淆的地方,在摩尔(mol)单位后面再加注其基本单元。所以,书中凡未注明其基本单元的,均是指具有一个电荷的粒子为其基本单元。

由于编者水平有限,书中难免有不妥之处,敬请读者不吝赐教,以便再版时订正。

编者

2005年5月



0 绪论	1
0.1 水资源和节约用水	1
0.2 工业用水	2
0.3 工业用水处理的重要性	6
1 水源及水质	7
1.1 工业用水水源及水务管理	7
1.1.1 工业用水的水源	7
1.1.2 工业企业水平衡	9
1.1.3 工业企业节水	11
1.2 天然水中杂质	17
1.2.1 悬浮物	17
1.2.2 胶体	17
1.2.3 水中溶解气体	18
1.2.4 水中溶解的无机离子	20
1.2.5 天然水中溶解的有机物质	22
1.3 水质指标	22
1.3.1 色度、臭和味	22
1.3.2 悬浮物、透明度、浊度	25
1.3.3 全固体、溶解固体、灼烧减少固体、 含盐量	27
1.3.4 电导率	27
1.3.5 碱度	29
1.3.6 硬度、碳酸盐硬度、非碳酸盐硬度	31
1.3.7 酸度	32
1.3.8 表示水中有机物含量的指标	32
1.4 天然水中几种无机化合物	34
1.4.1 碳酸化合物	34
1.4.2 硅酸化合物	37

1.4.3	铁铜化合物	39
1.4.4	含氮化合物	40
1.5	天然水中有机化合物	40
1.5.1	来源	40
1.5.2	天然水中有机物种类	41
1.5.3	腐殖质类化合物	42
1.6	天然水水质分类和我国天然水水质概况	45
1.6.1	天然水水质分类	45
1.6.2	我国天然水水质概况	46
	习题	52
2	水的混凝澄清及沉淀处理	53
2.1	胶体颗粒的基本性质	53
2.1.1	胶体的结构	53
2.1.2	表面电荷的来源	54
2.1.3	胶体颗粒的稳定性	55
2.1.4	胶体颗粒的脱稳方法	57
2.2	水的混凝处理	59
2.2.1	混凝处理原理	59
2.2.2	影响混凝效果的因素	61
2.2.3	絮凝动力学	65
2.3	常用混凝剂和絮凝剂	67
2.3.1	混凝剂	67
2.3.2	助凝剂和絮凝剂	69
2.4	水中悬浮颗粒的沉降	72
2.4.1	离散沉降	72
2.4.2	絮凝沉降	74
2.4.3	层状沉降(拥挤沉降)	74
2.4.4	压缩沉降	76
2.5	沉淀池	76
2.5.1	平流式沉淀池	76
2.5.2	斜板、斜管沉淀池	86
2.6	澄清池	91
2.6.1	澄清池概述	91
2.6.2	泥渣悬浮型澄清池	94
2.6.3	泥渣循环型澄清池	99
2.6.4	混凝剂投药系统	108
2.6.5	澄清池的运行管理	109
2.7	水的石灰处理	112

2.7.1	石灰处理原理	112
2.7.2	石灰用量计算	113
2.7.3	石灰处理设备	114
2.8	其他沉降分离工艺	116
2.8.1	强化混凝	116
2.8.2	低温低浊水混凝	117
2.8.3	气浮工艺	118
	习题	124
3	水的过滤处理	126
3.1	粒状介质过滤	126
3.1.1	过滤过程	126
3.1.2	过滤机理	127
3.1.3	影响过滤的因素	129
3.1.4	过滤过程中的水头损失	135
3.1.5	滤层的清洗	137
3.1.6	配水系统	139
3.2	粒状介质过滤设备	142
3.2.1	压力式过滤器	142
3.2.2	重力式滤池	145
3.3	其他过滤工艺	149
3.3.1	纤维过滤	149
3.3.2	精密过滤	151
3.3.3	直接过滤	152
3.4	地下水除铁除锰	154
3.4.1	地下水除铁	154
3.4.2	地下水除锰	156
	习题	157
4	水的吸附处理	158
4.1	吸附	158
4.1.1	吸附原理和吸附类型	158
4.1.2	吸附容量和吸附等温线	159
4.1.3	吸附速度	162
4.1.4	吸附的影响因素	163
4.2	活性炭简介	166
4.2.1	活性炭制取	166
4.2.2	活性炭结构	167
4.2.3	活性炭型号命名	170

4.2.4	活性炭理化性能指标	171
4.3	活性炭在工业用水处理中的应用	172
4.3.1	吸附水中有机物的活性炭选用	172
4.3.2	吸附水中有机物的粒状活性炭床设计	174
4.3.3	吸附水中有机物的粉状活性炭处理	178
4.3.4	脱除水中余氯的活性炭处理	180
4.3.5	活性炭纤维和生物活性炭处理	183
4.4	活性炭再生	186
4.4.1	干式加热再生	187
4.4.2	蒸汽吹洗再生	188
4.4.3	微波再生	188
4.4.4	化学药剂再生	189
4.4.5	强制放电再生	189
4.4.6	电化学再生	190
4.4.7	生物再生	191
4.5	水处理中使用的其他吸附剂	191
4.5.1	苯乙烯系大孔吸附树脂	192
4.5.2	丙烯酸大孔吸附树脂	193
4.5.3	废弃的阴离子交换树脂	194
	习题	197
5	离子交换概论	198
5.1	离子交换树脂	199
5.1.1	离子交换树脂的结构	199
5.1.2	离子交换树脂的分类	199
5.1.3	离子交换树脂的命名	201
5.1.4	离子交换树脂的合成	202
5.1.5	离子交换原理	206
5.2	离子交换树脂性能	207
5.2.1	物理性能	207
5.2.2	化学性能	211
5.3	离子交换平衡	214
5.3.1	离子交换的平衡常数	215
5.3.2	选择性系数	215
5.3.3	平衡计算	217
5.4	离子交换动力学	220
5.4.1	离子交换速度控制步骤	220
5.4.2	离子交换过程的扩散速度	221
5.4.3	速度控制步骤的判断	222

5.4.4	影响离子交换速度的工艺条件	224
5.5	动态离子交换过程	225
5.5.1	离子交换柱工作时的离子交换过程	225
5.5.2	交换带	227
5.6	离子交换树脂应用常识	228
5.6.1	离子交换树脂的鉴别	228
5.6.2	离子交换树脂的贮存	228
5.6.3	新树脂使用前的预处理	229
	习题	230
6	水的离子交换处理	231
6.1	离子交换处理方法概述	231
6.1.1	离子交换反应	231
6.1.2	离子交换装置	232
6.1.3	离子交换装置运行的基本步骤	233
6.1.4	树脂的再生	234
6.2	水的阳离子交换处理	239
6.2.1	钠离子交换法	239
6.2.2	强酸性氢型阳树脂的离子交换	240
6.2.3	弱酸性阳树脂的离子交换	241
6.2.4	H-Na 离子交换软化除碱	243
6.2.5	阳离子交换树脂运行中的问题及处理对策	245
6.3	除 CO ₂ 器	249
6.3.1	除 CO ₂ 器原理	249
6.3.2	大气式除碳器	249
6.3.3	真空式除碳器	250
6.4	水的阴离子交换处理	252
6.4.1	强碱阴树脂工艺特性	252
6.4.2	弱碱阴树脂工艺特性	256
6.4.3	阴离子交换树脂运行中的问题及处理	257
6.5	复床除盐	260
6.5.1	系统及原理	260
6.5.2	运行	261
6.5.3	带弱型树脂交换器的一级复床除盐系统	264
6.6	离子交换装置及运行操作	267
6.6.1	顺流再生离子交换器	267
6.6.2	逆流再生离子交换器	270
6.6.3	浮床式离子交换器	276
6.6.4	双层床和双室双层床	280

6.6.5	满室床	281
6.7	混合床除盐	282
6.7.1	工作原理	282
6.7.2	设备结构	283
6.7.3	混合床中树脂	283
6.7.4	运行操作	284
6.7.5	混合床运行特点	286
6.8	离子交换除盐系统	287
6.8.1	常用的离子交换除盐系统	287
6.8.2	再生系统	289
6.8.3	除盐系统经济性分析	291
	习题	293
7	蒸汽冷凝水处理	295
7.1	凝结水过滤除铁和除油	295
7.1.1	凝结水中金属腐蚀产物的来源和形态	295
7.1.2	覆盖过滤器	298
7.1.3	管式微孔过滤器	300
7.1.4	电磁过滤器	302
7.1.5	氢型阳离子交换器和阳离子混床	306
7.1.6	空气擦洗高速混床	307
7.1.7	凝结水除油	308
7.2	凝结水除盐(一)——体外再生混床	309
7.2.1	体外再生混床的结构和特点	311
7.2.2	体外再生混床的再生系统	312
7.2.3	影响混床出水水质的因素	313
7.2.4	铵型混床	317
7.3	凝结水除盐(二)——提高混床树脂再生度的方法	321
7.3.1	提高混床阴阳树脂分离程度	321
7.3.2	将分离后混杂的树脂变为无害树脂	325
7.3.3	完善再生工艺	326
7.4	凝结水处理应用举例	326
7.4.1	常用系统	326
7.4.2	低压凝结水处理与中压凝结水处理	327
7.4.3	空冷火力发电机组凝结水处理	329
	习题	329
8	膜技术	330
8.1	反渗透	332



8.1.1	渗透和反渗透	333
8.1.2	反渗透膜透过机理	334
8.1.3	反渗透膜的基本迁移方程	336
8.1.4	反渗透膜的制备	338
8.1.5	反渗透膜的基本性能	346
8.1.6	膜组件和反渗透器	349
8.1.7	反渗透装置及其基本流程	356
8.1.8	反渗透装置的主要性能参数	359
8.1.9	反渗透给水的前处理和产水的后处理	361
8.1.10	反渗透膜污染及防治	369
8.2	纳滤	375
8.2.1	概述	375
8.2.2	纳滤原理	375
8.2.3	纳滤膜及其应用领域	377
8.3	超滤和微滤	379
8.3.1	超滤的基本原理	380
8.3.2	超滤膜的特性及制备方法	382
8.3.3	微滤	384
8.4	电渗析和电除盐	387
8.4.1	电渗析原理	387
8.4.2	电渗析装置	389
8.4.3	电渗析运行中的一些问题	392
8.4.4	电渗析的应用	393
8.4.5	电除盐原理	398
8.4.6	影响电除盐出水水质的因素	400
8.4.7	电除盐的应用	403
	习题	403
9	工业冷却水装置及运行	405
9.1	冷却水系统和设备	405
9.1.1	冷却水系统	405
9.1.2	冷却构筑物	407
9.2	水的冷却原理	410
9.2.1	湿空气性质	410
9.2.2	水冷却原理	414
9.3	冷却塔的组成部分及特性	415
9.3.1	塔体	415

9.3.2	通风筒	415
9.3.3	配水系统	416
9.3.4	淋水填料	416
9.3.5	通风设备	417
9.3.6	收水器	418
9.3.7	集水池	418
9.4	冷却塔设计	418
9.4.1	冷却塔工艺设计所需基础资料	419
9.4.2	冷却塔设计计算	420
9.4.3	冷却塔填料的选择	428
9.5	敞开式循环冷却水系统的平衡	429
9.5.1	水量平衡	429
9.5.2	盐平衡	430
9.6	污垢及污垢热阻	434
9.6.1	污垢的沉积和分类	434
9.6.2	污垢的形成过程及影响因素	435
9.6.3	污垢热阻	437
9.7	循环冷却水系统水质稳定性判别	439
9.7.1	极限碳酸盐硬度法	440
9.7.2	碳酸钙饱和指数 I_B 法	441
9.7.3	碳酸钙稳定指数 I_w 法	443
9.7.4	临界 $pH(pH_C)$ 法	443
9.7.5	结垢指数 I_j 法(Puckorius 法)	444
9.7.6	推动力指数 I_T 法	445
9.7.7	侵蚀指数 I_q 法	445
9.7.8	磷酸钙饱和指数 $I_{B,P}$ 法	445
9.7.9	根据运行数据判断是否结垢	446
9.8	循环冷却水系统的防垢处理	447
9.8.1	石灰-加酸处理	447
9.8.2	加酸法	447
9.8.3	离子交换法	449
9.8.4	炉烟法	449
9.8.5	阻垢剂法	453
9.9	循环冷却水系统中的污泥控制、微生物控制和腐蚀控制	458
9.9.1	循环冷却水系统中的污泥	458
9.9.2	循环水中污泥控制	458
9.9.3	循环冷却水系统中的微生物及危害	460

9.9.4	微生物控制	461
9.9.5	循环冷却水系统中金属的腐蚀	465
9.9.6	循环冷却水中金属腐蚀的控制	466
9.10	循环冷却水系统运行及管理	467
9.10.1	碳钢热交换器的循环冷却水系统运行管理	467
9.10.2	其他金属材料热交换器的循环冷却水系统运行管理	468
	习题	471
参考文献		472

绪 论

0 CHAPTER

0.1 水资源和节约用水

由于地球上存在水,各种植物、动物以至人类才能得以生存,人类的各種社会活动(包括工农业生产活动)才能得以延续和发展。水是不可替代的资源。“水:生命的重要源泉”,1976年世界环境日的主题充分说明了这一点,1993年1月8日联合国又决定将每年3月22日定为世界水日。

地球上水很多,大约有 $1.386 \times 10^{18} \text{ m}^3$,但其中绝大部分是海水,约占94%,由于海水含盐量高(含NaCl约3.5%)、流域分布局限(仅限于沿海地区),大规模使用受到限制。适宜人类活动的各种淡水在地球上约有 $2.767 \times 10^{16} \text{ m}^3$,仅占全部水量的2%,而且这2%的淡水中,大部分分布在冰山、冰川及大气中,人类不能直接利用,人类可以利用的河流、湖泊及浅层地下水仅有 $4.7 \times 10^{15} \text{ m}^3$ 。由此可见,地球上人类可以利用的水资源是非常有限的。

从另一方面讲,可以被人类利用的淡水资源在地球上分布又极不均衡,有的国家(地区)水量充沛,有的国家(地区)却处于干旱和半干旱状况,甚至有的仅能依靠海水淡化来维持正常的社会活动(如中东地区)。早在1977年联合国水会议就发出警告:“水不久将成为一个深刻的危机,继石油危机之后的下一个危机便是水。”可见缺水问题已是非常严重的问题,预计到2025年全球将有50亿人生活在缺水地区,27亿人面临严重的饮用水危机。以我国为例,我国人均可利用的水资源仅 $2251 \text{ m}^3 / (\text{人} \cdot \text{a})$ (1998年),不及世界人均水资源的1/4,居世界149个国家的110位,远低于加拿大、巴西、印尼、俄罗斯和美国,我国耕地亩均水量约为 $1769 \text{ m}^3 / (\text{亩} \cdot \text{a})$,约为世界平均量的3/4。我国水资源相当短缺,是世界上几个贫水国之一。

我国水资源分布又呈现南方多北方少的状况,南方长江流域、华南、西南、东南地区水资源占全国的81%(人口占全国54.7%),而北方的东北、华北、黄河及淮河流域水资源仅占全国的14.4%(人口占全国43.2%),我国北方及西北地区是严重的缺水地区,干旱缺水地区涉及20多个省市,总面积达500万 km^2 ,占我国陆地面积的52%。在我国600多个建制市中有近400座城市缺水,严重缺水城市达130多个,甚至有的省市人均水资源低于 $1000 \text{ m}^3 / (\text{人} \cdot \text{a})$,达到国际上公认的水资源紧缺限度。另外,我国北方和西北地区不同季节的降水量又极不均衡,6~9月份集中了全年降水量的70%~80%,这更加剧了这一地区的缺水状况。水资源短缺除了影响人的正常生活外,还限制了工农业发展。

水资源污染又从另一个方面减少可被利用的淡水资源量。由于人类活动和工农业生产中废水的排放,天然水体水质急剧下降,限制了水资源利用并增加了处理费用,这与水

资源短缺构成了恶性循环。在我国,虽然随着环境治理的力度加大,水资源污染的势头有所控制,但水质恶化的趋势仍在继续,而且由大陆向海洋、由城市向农村扩展。

为了维持人类的正常生活和工农业生产的稳定持续发展,必须合理利用我们仅有的水资源,并保护水资源,前者就是节约用水,后者就是环境保护,二者都是重要的工作,缺一不可。

与其他国家相比,虽然我们国家水资源缺乏,但在水资源浪费上却严重得多。比如我国单位国民生产总值的取水量约为美国的9倍、日本的20倍、前苏联的20倍、前联邦德国的33倍(1985年)。我国近些年虽有好转,但不同行业的单位产品取水量仍与国际上有较大差距,我国城市水资源的重复利用率一般仅有30%~50%,而发达国家可达75%以上。

从以上所述可以看到,在我国节约用水不仅是必须的,而且还有很大的操作空间。一般来讲,节约用水可以从以下方面进行操作。

(1) 加强水资源管理,引入市场机制,对从自然界取水实行分时、分质、分类收取水费,利用水费的杠杆作用减少需水量,保证节水工作实施;

(2) 在工业企业内部加强水务管理,合理进行水量分配,促进企业内部水的重复使用、循环使用和分级利用,提高水的重复利用率,减少排放,减少水的损失和浪费;

(3) 鼓励使用海水、苦咸水及其他低质水,搞好污水回用,开发与此相关的技术和设备;

(4) 加大科技投入,开发节水的新技术、新工艺、新材料,开发及使用节水型设备与器具,减少用水。

0.2 工业用水

社会总用水量可以分为工业用水、农业用水和城镇生活用水三部分。所谓工业用水,是指工矿企业的各部门在工业生产过程(或期间)中,制造、加工、冷却、空调、洗涤、锅炉等处使用的水及厂内职工生活用水的总称。工业用水的水量、水质、水压和水温要符合工矿企业各自的要求。

1. 工业用水分类

在工业企业内部,不同工厂、不同设备需要的水量、水质是不同的,工业用水的种类繁多。关于工业用水的分类,由于涉及企业、工艺面广,涉及的问题复杂,至今尚未得到统一的看法,从不同需要、不同角度可以提出不同的分类方法,下面对目前几种常用的(或习惯使用的)分类方法加以介绍。

1) 城市工业用水分类

对城市工业用水进行分类时,按不同工业部门即行业进行分类,行业分类可以按照GB/4754—84《国民经济行业分类和代码》中规定并结合工业行业实际情况进行分类,如钢铁行业、医药行业、造纸行业、火力发电行业等。

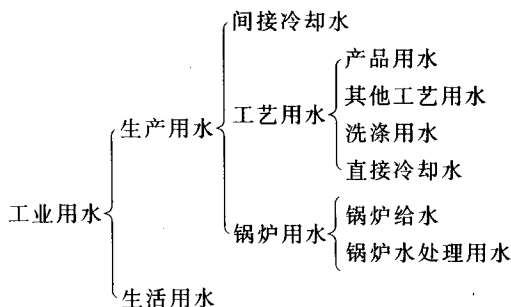
2) 按生产过程主次来分

GB/T 7119—93《评价企业合理用水技术通则》中将工业用水分为主要生产用水,辅助生产用水(包括机修、锅炉、运输、空压站、厂内基建等),附属生产用水(包括厂部、科室、

绿化、厂内和车间浴室、保健站、厕所等生活用水)三类。

3) 按水的用途分

CJ 40—1999《工业用水分类及定义》中对工业用水进行如下分类：



在工业生产过程中,为保证生产设备能在正常温度下工作,吸收或转移生产设备多余热量需使用的冷却水,当此冷却水与被冷却介质之间由热交换器壁或设备隔开时,称为间接冷却水。

产品用水是指在生产过程中,作为产品原料的那部分水(此水或为产品的组成部分,或参加化学反应)。

洗涤用水指生产过程中对原材料、物料、半成品进行洗涤处理的水。

直接冷却水是指生产过程中,为满足工艺过程需要,使产品或半成品冷却所用与之直接接触的冷却水(包括调温、调湿使用的直流喷雾水)。

其他工艺用水指产品用水、洗涤用水、直接冷却水之外的工艺用水。

锅炉给水是指为直接产生工业蒸汽而进入锅炉的水,它由两部分组成:一部分是回收由蒸汽冷却得到的冷凝水,另一部分是经化学水处理处理好的补给水(软化水或除盐水)。

锅炉水处理用水指处理锅炉补给水的化学水处理工艺所用的再生、冲洗等自用水。

4) 在企业内部往往按水的具体用途及水质分类

在啤酒行业分为糖化用水(投料水),洗涤用水(洗槽用水、刷洗用水、洗涤用水等),洗瓶装瓶用水,锅炉用水,冷却用水,生活用水等。

在味精行业分为淀粉调浆、酸解制糖用水,糖液连消用水,谷氨酸冷却用水,交换柱清洗用水,中和脱色用水,结晶离心烘干用水,成品包装用水,锅炉用水等。

在火力发电行业分为锅炉给水,锅炉补给水,冷却水,冲灰水,消防水,生活用水等。

再如按照水质来分可分为纯水(除盐水、蒸馏水等),软化水(去除硬度的水),清水(天然水经混凝、澄清、过滤处理后的水),原水(天然水),冷却水,生活用水等。

2. 工业用水量

在社会用水量中,农业用水量最多,所占比例最大,我国农业用水量约占社会总用水量的 80%左右。随着国民经济发展,工业化程度加速,工业用水量上升,所占比例也提高,而农业用水虽然用水量也会上升,但在社会总用水量中比例却会下降。发达国家农业用水量约占社会总用水量的 30%~50%,工业用水约占 30%~50%;而我国工业用水约占 20%左右。