

美国材料和检验学会(ASTM)

水 手 册

〔美〕 C.E. 汉密尔顿 主编



化学工业出版社

5-168
美国材料和检验学会(ASTM)

水 手 册

〔美〕C. E. 汉密尔顿 主编

杨 璋 王嗣科 彭崇智 合译
计维浓 李 琪 杨宗海

杨 璋 王嗣科 校

3k556/25

化学工业出版社

本书是美国材料和检验学会水委员会根据广大工程技术人员的要求，组织了一批长期从事水处理和水分析的专家，在第三版的基础上修订而成。本书着重说明了水对工业发展的重要意义，水质成份对工业应用的影响以及用水过程中可能造成的污染；介绍了水质控制、废水处理、沉积物控制中，样品采集、分析、检定的原理、方法和设备；阐述了工艺水和废水处理的物理方法、化学方法和生物方法；论述了水的自净作用和回用技术；并结合核能的应用，又介绍了核反应堆的用水技术；还收集了一些有关水和水处理的资料。

本书可供大专院校的给排水专业、环境工程专业和水处理专门化的师生，国民经济各部门从事水处理、环保、能源工程设计和研究的科技人员，工厂中技术、管理和操作人员参考。

本书的第一章、第二章、第三章、第八章、第十二章由王嗣科同志翻译；第四章、第十一章、第十四章由彭崇智同志翻译；第五章、第六章、第七章由计维浓同志翻译；第九章、第十章、第十五章、第十六章由李琪同志翻译，序言、引言、第十三章、第十七章由杨璋同志翻译；第十八章由杨宗海同志翻译。全书由杨璋同志和王嗣科同志校阅。

C. E. Hamilton, editor

Manual on Water

(Fourth Edition)

American Society for Testing and Materials

1916 Race Street, Philadelphia

Pa. 19103 1978

美国材料和检验学会(ASTM)

水手册

杨璋 王嗣科 彭崇智 合译
计维浓 李琪 杨宗海
杨璋 王嗣科 校

责任编辑：骆文敏

封面设计：许立

化学工业出版社出版发行

(北京和平里七区十六号楼)

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所经销

开本850×1168 1/32 印张15 7/8 插页1 字数423千字

1988年4月第1版1988年4月北京第1次印刷

印数 1—3,000

ISBN 7-5025-0052-9/TQ·14

定价4.30元

序

ASTM D-19 水委员会长期以来认为, 希望得到学会帮助和技术指导的人们所需要的也只不过是一些试验标准方法。水委员会也意识到, 对水的性质和水的用途进行一般性讨论时, 应该阐明这些所制定的标准方法和规范。因此, ASTM 组织编写了这本《水手册》。

《水手册》第一版的编写工作是从1946年开始的。第一个编写手册的小组是由组长和主编 R. C. 亚当斯 (R.C.Adams), A.A.伯克(A.A.Berk), T.H.道尔蒂(T.H.Daugherty), O.M.埃利奥特(O.M.Elliot), J.A.霍姆斯(J.A.Holmes)^①, C.E.英霍夫(C.E.Imhoff)^①, A.K.莱特(A.K.Light), F.U.尼特(F.U.Neat)¹, F. R. 欧文斯 (F. U. Owens), 及 A. H. 雷诺兹 (A.H.Reynolds)^①所组成。小组的每位成员在他的助手和 D-19 水委员会的其他成员帮助下草拟了手册中规定他编写的那一部分。这些底稿经过整个编写小组修改、评论、关联、和汇编, 因此最后得到的手册是小组取得的成果, 而不是每位原作者编纂的。许多人虽然不是编写小组的成员, 但对第一版也是有贡献的。特别应该对马克斯·赫克特(Max Hecht)^①, L.K. 赫恩登 L.K. Herndon), E.O. 帕特里格(E.O.Patridge)^①, 和 C.K. 赖斯(C.K.Rice)每位的贡献表示感谢。

第二版的编写小组是由组长和主编 R.D. 霍克 (R.D. Hoak)^①, F.N. 奥奎斯特(F.N.Alquist)^①, R.A. 具克(R.A. Baker), G.D.比尔(G.D.Beal), F.E. 克拉克(F.E.Clarke), E.F. 戴维森(E.F.Davidson, B.W. 迪克尔森(B.W.Dicker-

^① 已故。

I

son), D.K. 弗伦奇(D.K.French)^①, A.S. 戈尔丁(A.S.Goldin), J.E. 金尼(J.E.Kinney), W.W. 莱滕(W.W.Leathen), S.K. 洛夫(S.K.Love), W.A. 穆尔(W.A.Moore), F.R. 欧文(F.R.Owens), J.K. 赖斯(J.K.Rice), C.C. 鲁希霍夫特(C.C.Ruchhoft)^①, R.K. 斯科特(R.K.Scott)^①, J.M. 西曼(J.M.Seaman), J.B. 史密斯(J.B.Smith), F.N. 斯佩莱(F.N.Speller)^①, R.F. 韦斯顿(R.F.Weston)组成。D-19 水委员会制定标准的顾问 C.K. 赖斯(C.K.Rice)也作了相当大的贡献。

第三版的编写小组是由组长和主编 J.F. 威尔克(J. F. Wilke), R. A. 具克(R.A.Baker), F. E. 克拉克(F. E. Clarke), E. F. 戴维森(E.F.Davidson), R. D. 霍克(R. D. Hoak)^①, C. E. 英霍夫(C.E.Imhoff)^①, R.S. 英戈尔(R.S. Ingols), J.K. 雅各布森(J.K.Jacobsen), 普拉特. 约翰逊(Pratt Johnson), 贝恩德. 卡恩(Bernd Kahn), F. N. 凯默(F. N. Kemmer), R.A. 拉里克(R.A.Larrick), S. K. 洛夫(S. K. Love), J. A. 马尔图奇(J.A.Martucci), W. L. 奈兰德(W. L. Neiland), E. P. 波特里格(E.P.Pottridge)^①, J. H. 菲利普(J.H.Phillips), E. A. 萨维利(E.A.Savelli), J.S. 斯皮尔(J.S.Speer), 和 S. L. 威廉(S.L.Williams)组成。在提到的这些人中, 有许多参加了前一版的编写工作。编写手册的工作是合作者们的共同努力, 包括整个小组以及许多不参加编写小组的D-19 水委员会的其他成员。小组作了重要的决定, 就是删去手册中水的分析标准方法。这些方法和规范每年作为 ASTM 标准年刊的第31分册出版。每年所有为大家公认的新方法和订正的方法皆包括在新版本中。

第四版编写小组的工作内容是对添加的新材料以及订正的以前的材料进行共同研究。这一编写小组是由组长 J. F. 威尔克(J.F.Wilke), R.A. 贝克(R.A.Baker), A.A. 伯克(A.A.

^① 已故。

Baker), R.V. 戴 (R.V.Day), R. 戈德堡 (R.Goldberg), J. 戈德格拉本 (J.Goldgraben), H.P. 盖依 (H.P.Guy), 主编 C.E. 汉密尔顿 (C.E.Hamilton), J.A. 马尔图奇 (J.A.Martucci), F. 梅莱 (F.Meller), J.H. 菲利普 (J. H. Phillips), V.C. 史密斯 (V.C.Smith), J.W. 休格 (J.W.Sugar), 和 C. C. 赖特 (C.C.Wright) 组成。D-19 水委员会的许多其他成员对此工作也作了贡献。对所有为完成第四版编写工作而辛勤劳动的人员表示诚挚的感谢。在认为需要订正现有的材料, 删去过时的部份材料, 以及增添新的技术时, 打算不时地出版新版本的手册。任何事实上的差错, 或修订、改进的建议一定会引起 ASTM D-19 水委员会的注意。

引 言

这本手册打算用来作为有关水的简要参考资料来源。虽然它不是一本内容丰富论述水的丛书，但是它确实为水的一般用途提供了基本知识，并且列举了技术文献以资参考。因此，这本手册可作为更专门和更详尽研究的出发点。

对于行政人员和管理人员来说，这本手册提供了有关水对某些工业影响的资料，因为水在这些工业中作为原料或者是与工业生产操作有关。对于各种工业，从需用大量高质量水的造纸工业到某些只需用少量水而对水质要求不高的工业来说，水的影响是不相同的。对于根据厂方施工水平和投资额所要求的用水规划特点来说，这本手册可作为指南。可是，由于在目前以及不远的将来，水和每个工艺过程或生产操作的要求有关，所以无论从什么角度来说，都不能忽视可供使用的水量和水质。

操作人员会发现这本手册能引导他们了解目前采用的处理方案的意义。这本手册是把控制方法的具体细节以及在各种条件下和用各种方式采集水样这样一些关键性的操作规程与对用水过程中引起的问题所进行的一般性讨论结合起来。在训练车间操作人员和培训其他工业部门的技术人员时，这本手册可作为一本有价值的教科书。化学家和具有水的专门知识的技术人员可以把这本手册作为参考，因为它包括的一些专门资料是在别处还没有发表过的。

这本手册可以作为工业专科学校、大学、进修短训班、或研究班的有益教科书，或者有价值的资料来源。虽然这并不是编写本手册的主要目的，但是它提供的材料对于课堂教学却是很适合的。尽管这本手册有着广泛的用途，但是决不能指望它替代有能力的和训练有素的工程技术人员。它能为一些人提供一般性的知

识，而为另一些人提供详细的知识，但是在进行设计以及有效地应用所讨论的处理方案和技术时，还须要实际经验，这却是没有任何一本书所能提供的。

本手册的这次再版是在原先版本的基础上进行了相当大的增补。这次修订是为了满足有关人员对于这样一些可靠资料，即关于水的特性以及水在使用和回用过程中所产生的问题日益增长的需要。新增添的几章都是针对问题比较突出的领域，并且还推荐鉴别这些问题和解决这些问题的新方法。

新增添的五章是：第3章，超纯水的生产和保存，该章讨论这个问题所涉及的领域和对这些溶液所需下的定义；第15章，河流和其他水体中的沉积物，该章描述了这个新发展领域中的目前工艺现状；第17章，核反应堆的用水技术，该章汇编了这个比较新的用水领域中的资料和经验；而第18章是论述放射性测量的实用方法。

第10章水质监控，这一章虽然不完全是新的材料，但是也作了相当广泛的补充，增添了几节关于监视和样品加工等方面的资料。其他的十三章也在原有版本的基础上作了一些修改和订正。附录也作了修订，但仍然包括了很多对水的分析工作者和工程师们极为有用的资料。

目前正在组织一个新的编写小组，研究一些较新的材料，并对目前这一版本进行校正以及修订。如果读者对本书有什么意见，或者认为有一些对你们本身或对使用本手册的其他人员有用的资料，建议我们采用的，请与 ASTM D-19 水委员会联系。

主编 C. E. 汉密尔顿

目 录

第一章	水源和供水	1
第二章	工业用水	18
第三章	超纯水的生产和保存	30
第四章	水质成分对工业应用的影响	41
第五章	工艺水和废水处理	50
第六章	工业水回用技术	91
第七章	自净作用和恢复天然水质的其他过程	105
第八章	供水的热负荷	115
第九章	水样采集和水的流量测定	128
第十章	水质监控	157
第十一章	水和废水的分析	189
第十二章	水的感官检测	271
第十三章	蒸汽系统和水系统中沉积物样品的采集和 检定	298
第十四章	沉积物的化学分析	331
第十五章	河流和其他水体中的沉积物	346
第十六章	水中的放射性核素	354
第十七章	核反应堆的用水技术	383
第十八章	放射性测量的实用方法	420
附录	参考图表和曲线	481

第一章 水源和供水

水是工业上使用的最重要的工程原料之一。实际上，如不能供给充足的质量合格的水，那么任何工业都不能维持下去。从一个极为现实的观点来看，可以通过人类社会对地球上水源的利用情况来追溯工业发展的情况。将来，工业的进展，在很大程度上要取决于我们对水的合理使用。

任何工厂在选择厂址时，需要考虑的基本问题就是有无可靠的供水。本章将讨论各种水源和美国可用于工业生产的现有的水源的分布。

为了进行上述讨论，将总供水再分成降雨、径流、地下水和盐水。

降雨——最基本的水源

整个美国的平均降雨量为76 厘米/年 (30 英寸/年)，其总量约为 1.66×10^{10} 米³/天〔4400美国兆加仑/天(Bgd)〕。76 厘米/年 (30 英寸/年) 中，有55厘米 (21.5 英寸) 被蒸发掉了 (其中包括土壤水份蒸发蒸腾损耗的量)。剩下的21厘米 (8.5英寸) 是我们可以使用的水，其数量大约是 4.7×10^9 米³/天 (1250Bgd)。这21厘米 (8.5英寸) 中，在1960年中，我们只使用了不到5 厘米 (2英寸)，而其中的1.5厘米 (0.5英寸) 最终也被蒸发掉了。剩余部分 (3.75厘米) (1.5英寸) 和其他未经使用的水，一起流入海洋，这部分水的总量大约是20厘米 (8.0 英寸)，也就是 4.4×10^9 米³/天(1165Bgd)。

降雨的分布是极不均衡的。潮湿的东部地区，降雨量范围约在76~152厘米 (30~60 英寸/年)，半干旱的西部地区约为 25~50厘米 (10~20 英寸)。极限范围是从美国华盛顿州奥林匹克半

岛的380厘米或更多一些，直到加利福尼亚州死谷的不到2.7厘米（5英寸）。如果我们把夏威夷也算在内，那么从已报道的资料来看，降雨量最大的地区要数考爱岛了，那里的降雨量要在1143厘米/年（450英寸/年）以上。

径流——地表供水源

由于降雨量的变化范围很大，由此可以料想到每天 4.4×10^3 米³的径流量也不是均衡分布的。例如：在北大西洋斜坡地区（North Atlantic Slope area），平均径流量大约为 5.1×10^2 米³/天（1.36 Bgd），在美国密西西比河盆地，平均径流量约为 1.5×10^9 米³/天（400Bgd），在科罗拉多河盆地，约为 5.7×10^2 米³/天（1.5 Bgd），在哥伦比亚河盆地，约为 8.4×10^8 米³/天（223 Bgd）。

1960年，美国全国平均径流量每人每天大约为25000升（led）（每人每天6500加仑）（gcd）。根据人口增长率预测，到1980年，这数字约为18000lcd（4800gcd），到2000年，约为13000lcd（3500 gcd）。如果流入海洋的径流总量按人口平均分配，那么，在可预见的将来，全国的用水还是足够的。但是根据实际的流量和预期的将来人口的分布情况，以及可利用的水源来看，则每人名字下的水量变化范围很大，最低的为11,000升/天（3000加仑/天），最高的可高达110,000升/天（30000加仑/天）。

地下水——见不到的水源

在讨论径流时，流入海洋的径流量的统计数字中也包括了地下水。降落到地面的雨水有三条路径，有些是直接流进溪流或河流，有些渗入地下水库，剩下的就被蒸发掉了或是通过植物散发掉。

地下的水可以看成是临时的天然水库。由于人眼看不到，所以在很多人看来它似乎笼罩着一层神秘的色彩。虽然几乎所有的地下水都是慢慢地流入溪流和其他地表水体的，但其流量却是恒

定的。实际上也就是因为地下水不断地流入溪流，才使溪流在旱季也能维持不干涸。这样，通过溪流排入海洋的水包括了来自地下水库的绝大部分的径流水。其余部分则是通过地下路径流入海洋的。

地下水库中的贮水量比地表水库中的贮水量，或者比料想的地表水库的存水量要大得多。据估计，美国现有的可以利用的地下水量在 2.2×10^{14} 米³ (5.9×10^{16} 加仑)^[1] 以上。然而，在勘探大量的地下水源时，要确定地下水源的位置，调查和估算其水量，开发和处理地下水等都要比地表水更为困难，并且耗资也更多。另外，由于缺乏地下水的水文学方面的某些知识，有些概念还不太正确，并且还由于现行的关于水的种种法规，就使地下水的处理变得更为复杂。只有在有了充足的关于地下水的水文资料^[2]，才能把大规模地开发地下水作为协调多用途水处理的一个方面。

盐水——未来的水源

只有在没有充足的淡水可供使用的地区，工业上才使用天然盐水（一般是海水或海水和淡水的混合物）。几乎所有的沿海和海岸附近的工业都把盐水用于冷却。海水是无限的。在有些地区，如果把盐水转化成淡水的费用，其中包括把水送到用水地区的运输费，和使用淡水源的费用相当时，转化后的盐水就是一个重要的新淡水源。干旱地区也用微咸水进行脱盐。

1952年初，美国联邦政府开始进行一项把盐水转化成淡水的研究规划。这项计划的结果是建造了五家试验性工厂。表1中示出了这些厂的厂址、转化的流程和生产能力。

在过去的20年间，转化盐水的成本大大降低了。转化费用取决于各厂所采用的转化流程、原水含盐量和生产能力，以及其他的一些因素。每一千加仑的转化费用大约在0.60~1.50美元之间。另外，还得加上配水系统的费用。

在有些没有充足的现成淡水供应的地区，某些工业用途和民

表 1 盐水的实验性工厂

厂 址	水 源	转化流程	工厂生产能力 (gpd ^b)
弗里波特, 得克萨斯州	墨西哥湾	多效蒸馏 降膜	1,000,000
圣迭戈, 加利福尼亚州 ^a	太 平 洋	多级蒸馏 闪蒸	1,000,000
韦伯斯特, 南达科他州	井 水	电渗析(膜流程)	250,000
罗斯韦尔, 新墨西哥州	井 水	蒸馏, 蒸汽压缩	1,000,000
赖茨维尔比奇, 南卡罗莱纳州	大 西 洋	冷 冻	250,000

a. 1964年, 该厂迁至古巴, 关塔那摩湾的海军基地。

b. 公制转换系数: 1gpd=0.003784米³/天。

用也许能调节盐水转化的费用。淡水或转化后的水的回用, 可以使工业用水的费用保持在最低水平上。

水的需要量

各种用途中所需的用水量正在不断地增加, 估算一下当前的和将来的用水量, 可以启发我们应当如何来使用现有的水源。

抽 水 量

曾多次估算了为各项用途而从地表水源和地下水源中抽取的水量。在这些估计中, 经常被引用的是由美国参议院特别委员会编辑的。在1954年中, 供作各项用途的总抽水量大约为 3.4×10^8 米³(300Bg_d), 其中不包括水力发电。这抽水量大约相当于6800l_{cd}(1800g_{cd})。其中有58%是用于灌溉, 36%用于工业, 6%用于公共供水、农村和其他用途。特别委员会的一份规划书^[3]中还预计了2000年时的总用水量大约为 3.1×10^9 米³(900Bg_d), 其中有70%以上的水是用于工业。然而, 抽取的水中大约只有五分之一是被消耗掉的, 这主要是为农业所消耗的。

另一份估算^[4]中, 1960年的总抽水量为 1.0×10^9 米³(270Bg_d), 其中51%是用于工业, 40%用于灌溉, 6%用于公共供水, 1%用于农村。

工业用水中，有90~95%是用来作为冷却水的。在完成冷却任务以后，水回到给水系统中，以便回用。在冷却流程中，当水重新进入水文体系时，就把从工业设备中移走的热量带到了水中。温度较高的冷却水流入各条水流中，就有可能破坏这些受水河流中固有的动植物所建立的一种微妙的平衡。水被加热之后，也会使氧的溶解度降低，并且使生化耗氧量增加，这样就会降低水流中的含氧量。在极端情况下，由于温度的改变，水质就会产生其他明显的和复杂的变化。如果有大量的水用于冷却，那么就会在一定程度上影响水的某些用途。

消耗性用水

消耗性用水被定义为：“……排放到大气中的（蒸发掉的）那些水或是在与植物生长，食品加工有关的或某种工业加工所特有的过程中被结合到产品中去的那些水”^[5]。

工业上消耗掉的水大约仅占总用水量的2%。原则上，可以把这部分水分成蒸发掉的水和结合到加工产品中的水。消耗水最大的是灌溉用水，抽水量中有60%或60%以上的水，由于蒸发作用和汽化被消耗掉了。公共供水中有17%的水被消耗掉了。

贮存

在水库中贮存水可以用来控制洪水，发电，为城市，工业和农田灌溉供水，稀释废水，改善娱乐生活以及其他有益的用途。1954年^[6]，美国境内的总贮存量为 3.4×10^{11} 米³ (278,000,000 英亩·英尺) (9.1×10^{13} 美国加仑)，而其中的有效贮水量为 6.2×10^6 米³ (5000 英亩·英尺) (1.6×10^9 美国加仑) 或更多一些。

表2给出了这些贮水量在各州的分布情况。

可回用的供水

抽取的绝大部分水并没有被消耗掉，仅仅是回到了下游的或地下的水源之中了。这样，总供水中只消耗了全部抽水量的一部分。正因为这个原因，回流水增加了原有的供水能力，并且可以进行回用。如果不能回用的话，那么某些地区的水早已用尽了。然而，必须牢记：水每经过一次使用（除非是用来进行水力发

表 2 水库有效贮水量一览表

州 名	有效贮水量	
	英亩·英尺 ^a	十亿美国加仑 ^b
亚拉巴马州	2,522,900	822
亚利桑那州	33,246,800	10,834
阿肯色州	9,561,800	3,116
加利福尼亚州	17,700,900	5,768
科罗拉多州	3,826,700	1,247
康涅狄格州	413,500	135
特拉华州	6,800	2.2
佛罗里达州	2,752,300	897
佐治亚州	4,792,300	1,562
爱达荷州	9,530,100	3,105
伊利诺斯州	203,700	66.4
印第安纳州	236,000	76.9
衣阿华州	458,000	149
堪萨斯州	4,008,700	1,306
肯塔基州	8,451,000	2,754
路易斯安纳州	1,307,600	426
缅因州	5,180,500	1,688
马里兰州	472,600	154
马萨诸塞州	1,791,200	584
密执安州	521,900	120
明尼苏达州	3,822,500	1,246
密西西比州	3,825,900	1,247
密苏里州	5,744,500	1,872
蒙大拿州	23,888,100	7,784
内布拉斯加州	3,842,400	1,252
内华达州	673,300	219
新罕布什尔州	1,069,900	348
新泽西州	216,100	70.4
新墨西哥州	3,530,700	1,150
纽约州	4,383,600	1,428
北卡罗来纳州	3,112,600	1,014
北达科他州	18,786,100	6,121
俄亥俄州	3,089,200	1,007
俄克拉何马州	10,248,400	3,379

续表

州 名	有效贮水量	
	英亩·英尺 ^a	十亿美国加仑 ^b
俄勒冈州	3,747,000	1,221
宾夕法尼亚州	1,739,500	567
罗德岛州	117,700	38.4
南卡罗来纳州	3,579,800	1,225
南达科他州	22,476,600	7,324
田纳西州	10,053,700	3,276
得克萨斯州	18,852,900	6,143
犹他州	2,053,200	669
弗蒙特州	351,700	115
弗吉尼亚州	2,440,800	795
华盛顿州	11,364,600	3,703
西弗吉尼亚州	932,800	304
威斯康星州	2,156,500	703
怀俄明州	4,855,800	1,582
总 计	278,121,200	90,626

a. 转换系数: 1英亩·英尺=1233.49米³。

b. 转换系数: 1加仑(美国)=0.003785412米³。

电), 水质都会有一定程度的降低。为水力发电或其他用途而进行的蓄水也都可以使水质产生明显的变化。

工业供水中的水质考虑

当水以云雾的形式存在时, 一般是比较纯净的, 但是, 当它以雨或雪的形式降落时, 就从空气中吸收了某些气体, 主要是氧、二氧化碳、SO₂、和NO_x等。当它到达地面, 就会溶解一些与其接触过的物质。溶解的量取决于该地区中土壤和岩石的溶解度以及水和土壤环境接触时间的长短。另外, 也可能被工业、城市和农业废物所污染。

通用的水质指标

溶解固体的总浓度和某些较为重要的组分的含量都决定了这

种水能否应用于某些特殊的工业。硬度也是一个很重要的指标。

一般地说，地表水的硬度和浓度总不如地下水那么高。然而，一年之间，地表水的硬度和溶解固体的浓度会发生比较大的变化，并且在许多水流中，这些参数每天都可能不相同。地表水常常是相当混浊的，有些甚至是非常混浊的，因此，除了极少数的情况，都必须进行过滤之后才能作为公共供水和工业给水。

对某一水流而言，硬度和溶解固体的浓度一般是随排水体积的增大而降低。这是因为地下水的浓度通常总是要高于地表水，在丰水期中，地下水在水流中所占的比例要比枯水期时小得多。在枯水期，流入流道的地下水也可能就是该水流的总流量。

美国的一些主要河流的溶解固体的平均浓度大约是在 60~700 毫克/升 (ppm) 之间，据考察大西洋和墨西哥湾东部海岸 (Gulf Coasts)，太平洋西北部 (Pacific Northwest) 以及美洲五大湖的水流中的浓度比较低，而在墨西哥湾西部，中大陆 (Mid-continent) 以及西南地区 (Southwestern) 的水流中的浓度就比较高。

地下水的特点是其组成和温度基本上恒定，一般不用过滤就可以使用。通常，这种水的硬度和溶解矿物的含量都要比地表水高，因此，对于某些工业用途来说，这种水就不太理想。

表 3 中的分析数据例示了地表水和地下水不同的水质特性。这些是美国八个比较大的城市中用于公共供水的原水分析结果。分析 1~4 是地表水，分析 5~8 是地下水。附录中还给出了一个更全的分析数据表。

硬 度

由于工业用水的硬度特性的重要性，这里将详细地讨论一下这个题目。很多工业部门都把进水的硬度作为水分类的主要依据。硬度是根据 ASTM 的与工业用水和工业废水有关的术语的定义 (D1129)⁽⁷⁾ 来定义的，它是普遍接受的水的一项特性，以钙和镁的总浓度来表示的。虽然其他的组分，例如：铁、锰和其他多价阳离子等，也能对水的硬度产生影响，但是，一般地说这些物