

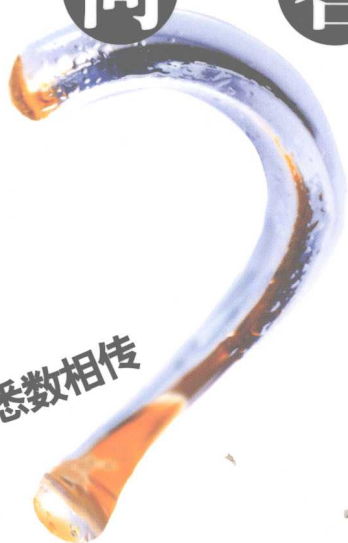


BEER

啤酒

生 产 问 答

啤酒生产工艺要诀，行家里手悉数相传



田洪涛 主编



化学工业出版社



BEER

啤酒

生 产 问 答



田洪涛 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书主要介绍了啤酒工业化生产中涉及的大部分技术问题,内容包括啤酒生产原料、麦芽制造、麦汁制备、啤酒发酵、啤酒后处理、啤酒质量控制、啤酒生产新技术等方面。结构严谨、层次分明、通俗易懂。内容涵盖了从啤酒生产原料、半成品到成品的全过程,侧重于生产中常见的技术难题,兼顾传统工艺和现代工艺,力求理论和实践紧密结合,又注重实践,突出实用性和针对性。同时对当今国内外啤酒生产中的新技术进行介绍,对啤酒生产有较好的指导作用。

本书适合啤酒生产企业的技术人员、品控人员、生产人员阅读,也可供科研人员和有关院校师生参阅。

图书在版编目 (CIP) 数据

啤酒生产问答/田洪涛主编. —北京: 化学工业出版社, 2007. 11
ISBN 978-7-122-01367-5

I. 啤… II. 田… III. 啤酒-生产工艺-问答
IV. TS262.5-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 163817 号

责任编辑: 温建斌 孟嘉
责任校对: 周梦华

文字编辑: 张春娥
装帧设计: 小赋子设计工作坊

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印刷: 北京云浩印刷有限责任公司
装订: 三河市前程装订厂
850mm×1168mm 1/32 印张 9 $\frac{3}{4}$ 字数 251 千字
2008 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 27.00 元

版权所有 违者必究

编写人员

主 编 田洪涛 河北农业大学食品科技学院食品微生物与发酵工程专业教授、博士
原河北省保定市啤酒厂技术副厂长、总工程师

副 主 编 苑社强 河北农业大学食品科技学院发酵工程专业高级工程师
原北京啤酒厂保定分厂生产科长、酿造车间主任

史惠田 河北农业大学食品科技学院发酵工程专业客座教授、高级工程师
原八达啤酒集团技术副总经理、总工程师

孙宏民 陕西科技大学职业技术学院生物工程专业副教授
原青岛啤酒汉中有限责任公司技术总监

其他编写人员(按姓氏笔画排序)

丁玉振 中国农业大学食品科学与营养工程学院食品机械专业博士

王振彪 河北农业大学食品科技实验厂副厂长

吕保新 河北省保定市卫生监督所食品质量监

督检验科副主任医师

孙纪录 河北农业大学食品科技学院食品微生物与发酵工程专业副教授

牟建楼 河北农业大学食品科技学院食品工程专业硕士

苏旭东 河北农业大学食品科技学院食品微生物与发酵工程专业硕士

辛 欣 河北省保定市卫生监督所食品质量监督检验科科长、副主任医师

郑海涛 中国农业大学食品科学与营养工程学院食品微生物与发酵工程专业工程师

前 言

啤酒属于外来酒种，其英文名称“beer”，我国译作“啤酒”。它是以大麦、水为主要原料，以大米或者其他未发芽的谷物、酒花为辅助原料，经过制麦、糖化、发酵、过滤、包装、杀菌等工艺过程制备的二氧化碳含量丰富、低酒精度（3%~6%），富含多种营养成分、酒花芬芳、苦味爽口的饮料酒。啤酒素有“液体面包”的美誉，其营养丰富、发热量高。啤酒中除含酒精和 CO₂ 外，还含有人体需要的多种氨基酸、维生素、糖及无机盐等成分，这些营养成分极易被人体吸收利用，因而，啤酒具有很高的营养价值。

啤酒是当今世界产量最高、发展速度最快的饮料酒。自 18 世纪下叶至 19 世纪中叶，啤酒工业从手工业生产跨入大规模机械化生产，为现代啤酒酿造业的发展奠定了坚实的基础。目前，世界啤酒工业发展的显著特点是：生产规模大型化、酿造工艺快速化、生产管理自动化、产品结构规范化和科学研究专业化；啤酒生产技术的发展趋势是：以优质原辅材料保证产品质量，用现代科学技术生产传统产品。啤酒生产原料大麦和酒花基本上实现了高度集约化生产，较好地解决了大规模生产与小农业之间的矛盾，为生产高质量啤酒提供了可靠的物质保证；同时，生产工艺不断更新，新技术不断涌现。制麦工艺着力于效率和节能经济，翻麦、空调、干燥实现了机械化和自动化；麦芽粉碎大都采用“回潮”和湿粉碎；糖化、发酵、包装趋于大型化；酶工程高效糖化技术、麦汁真空过滤和压滤技术、麦汁体外煮沸技术、麦汁的“一段冷却”技术、露天锥形大罐发酵技术、高浓度酿造技术、固定化连续快速发酵技术、啤酒的后修饰技术、膜过滤技术、无菌包装技术等应运而生。其中，最引人注目的是：露天锥形大罐发酵技术和快速发酵工艺以及计算机

在自动化生产管理中的应用，使啤酒工业的面貌焕然一新。

我国啤酒工业自改革开放之后发展迅猛。1986年，啤酒年产量超过400万吨，首次在国内饮料酒中占据首位；1988年，啤酒年产量达到660多万吨，位居世界第三；1993年，啤酒年产量为1225万吨，跃居世界第二；2002年，啤酒年产量达到2386.86万吨，超过美国而成为世界啤酒第一生产大国。目前，我国啤酒人均年消费量已接近世界平均水平，并以平均年增长率5%的速度增长，技术装备也已达到或接近世界先进水平。

随着啤酒工业的迅猛发展和生产技术的日益创新，广大从事啤酒酿造生产的人员迫切希望指导啤酒生产实践方面的书籍要与时俱进、不断更新。然而，近年来，反映啤酒生产实践方面的书籍并不多见，尤其是能将理论和实践并重、实用性和针对性强、适合啤酒企业技术人员和生产人员阅读的书籍更是难以一见。为此，我们组织长期从事啤酒技术研究并具有丰富生产实践经验的中青年教授和工程技术人员等编写了《啤酒生产问答》一书，以飨读者。

本书由河北农业大学田洪涛教授、博士（原河北省保定市啤酒厂技术副厂长、总工程师）担任主编；河北农业大学苑社强高级工程师（原北京啤酒厂保定分厂生产科长、酿造车间主任）、河北农业大学史惠田客座教授（原八达啤酒集团技术副总经理、总工程师）、陕西科技大学孙宏民副教授（原青岛啤酒汉中有责任公司技术总监）担任副主编。全书由田洪涛、苑社强负责统稿。

由于编写任务繁重，时间紧迫，加之水平所限，书中不妥之处在所难免，诚请广大同行和读者批评指正。

田洪涛

2007年10月于保定

目 录

第一章 啤酒生产原料	1
1. 什么是啤酒？啤酒生产原料有哪些？	1
2. 什么是水的硬度？酿造用水的硬度是如何区分的？	1
3. 水中各种离子对啤酒酿造有什么影响？	2
4. 啤酒酿造用水有哪些基本要求？	2
5. 啤酒酿造用水有哪些处理方法？	3
6. 如何对啤酒生产用水进行消毒和除菌？	4
7. 大麦的品种有哪些？怎样鉴别原料大麦的质量？	5
8. 保存原料大麦应注意什么？	6
9. 酒花的化学成分有哪些？在啤酒酿造中分别起什么作用？	6
10. 怎样检查酒花的质量？酒花的储存有什么要求？	9
11. 酒花制品有哪几种？各有什么特点？	11
12. 什么是麦芽辅助原料？为什么要用辅助原料？	14
13. 常用的麦芽辅助原料有哪些？	14
14. 酿造用大米有什么特点和质量要求？	16
15. 酵母的繁殖和生长包括哪几个阶段？	17
16. 啤酒酵母有哪些类型？各有什么特点？	18
第二章 麦芽制造	19
17. 什么是制麦？其主要工艺过程有哪些？	19
18. 精选大麦应达到怎样的质量要求？如何检验？	19
19. 什么叫浸麦？浸麦的目的是什么？	20
20. 什么是浸麦度？如何测定与计算浸麦度？	20
21. 影响浸麦度高低的因素有哪些？	21
22. 浸麦度高低对发芽过程与麦芽质量有何影响？	21

23. 常用的浸麦方法有哪些？各有什么优缺点？	22
24. 如何选择适当的浸麦方法？	23
25. 怎样调节浸麦水温？	23
26. 常见的浸麦设备有哪些？各有什么特点？	24
27. 什么是大麦的休眠期？如何去除休眠期？	25
28. 什么是大麦的水敏性？用有水敏性的大麦制麦应采取什么 措施？	25
29. 常用的浸麦添加剂有哪些？分别起什么作用？	26
30. 什么叫露点率？它对麦芽生产有什么指导意义？	26
31. 什么叫麦皮擦破法？有什么效果？	26
32. 大麦发芽的目的是什么？发芽过程中有哪些物质变化？	27
33. 大麦发芽过程的三大要素是什么？如何控制？	27
34. 目前国内使用的发芽方式有哪几种？	28
35. 箱式发芽的发芽室有什么工艺要求？	28
36. 萨拉丁发芽箱有什么特点？	29
37. 箱式发芽的工艺操作要点有哪些？	30
38. 箱式发芽的麦层厚度如何控制？	30
39. 箱式发芽的麦层温度如何控制？	31
40. 发芽过程中如遇停电如何处理？	31
41. 两用箱发芽法有什么特点？	32
42. 什么叫绿麦芽？其质量受哪些因素影响？	32
43. 如何从外观上鉴别发芽质量？	33
44. 什么叫凋萎？怎样进行凋萎操作？	34
45. 什么是麦粒的溶解作用？	34
46. 绿麦芽的干燥可分为哪几个过程？各有什么变化？	35
47. 常见的麦芽干燥设备有哪些？各有什么特点？	35
48. 麦芽干燥前期脱水速度对成品麦芽质量有什么影响？	37
49. 麦芽干燥前期脱水速度慢是什么原因？如何改进？	37
50. 焙焦过程的工艺要点是什么？	38
51. 焙焦温度的高低对麦芽质量有哪些影响？	39
52. 麦芽干燥的通风有哪些具体要求？	39

53. 麦芽干燥过程中如遇停电、停汽应采取什么紧急措施?	40
54. 麦根除不净怎么办?	41
55. 麦芽储存有什么要求?	41
56. 怎样从外观上检查干麦芽的质量?	42
57. 对浅色麦芽有哪些质量方面的要求? 有哪些化验分析 内容?	42
58. 浅色麦芽色度偏深是什么原因? 如何解决?	43
59. 什么是麦芽的溶解度? 如何改善麦芽的溶解度?	44
60. 什么叫制麦损失? 如何控制制麦损失?	45
61. 什么是麦芽的糖化时间? 糖化时间偏长是什么原因?	46
62. 干麦芽的浸出率反映了麦芽的什么特性? 浸出率偏低是 什么原因?	47
63. 什么叫哈同值? 反映了麦芽的什么特性?	47
64. 什么叫粗细粉差? 它对糖化生产有什么指导意义?	48
65. 什么叫库尔巴哈值?	48
66. 什么叫隆丁区分?	49
67. 什么叫 α -氨基氮? 如何提高麦芽的 α -氨基氮含量?	49
68. 如何降低制麦的用水量?	50
69. 怎样合理配置制麦车间的用电负荷?	51
70. 如何降低制麦车间的热能消耗?	51
71. 如何提高现有制麦设备的利用率?	52
72. 什么叫特种麦芽? 制造特种麦芽有何工艺特点?	53
第三章 麦汁制备	55
73. 麦芽粉碎有哪几种方法? 各有什么优缺点?	55
74. 什么叫粉碎度? 对麦芽和辅料的粉碎度分别有什么 要求?	57
75. 实际生产中如何根据不同情况调节麦芽的粉碎度?	58
76. 什么是糖化? 糖化的目的是什么?	59
77. 常见的糖化方法有哪些, 各有什么特点?	60
78. 糖化过程中有哪些主要的物质变化?	62

79. 影响淀粉分解的因素有哪些？	64
80. 影响蛋白质分解的因素有哪些？	66
81. 如何掌握糖化的原料配比？	66
82. 什么叫料水比？料水比对指导生产有何意义？	67
83. 糖化的投料温度如何控制？	69
84. 糖化各阶段休止温度与时间如何控制？	69
85. 醪液的 pH 如何控制？	70
86. 醪液中添加石膏或氯化钙的作用是什么？	70
87. 糖化生产中常见的酶制剂有哪些？如何应用？	71
88. 糊化、液化、糖化的含义有何不同？分别起什么作用？	72
89. 糊化醪过于稠厚是什么原因？如何解决？	73
90. 糊化醪黏结锅底致使温度升不上去应如何处理？	74
91. 如遇突然停电停汽应怎样紧急处理糊化醪？	75
92. 怎样检查糊化醪的质量？	76
93. 如何控制好混醪升温？	77
94. 如何调整糖化温度和糖化时间？	78
95. 糖化困难时应采取什么措施？	79
96. 怎样合理操作糊化锅和糖化锅的搅拌器？	80
97. 怎样检查糖化醪的质量？	81
98. 糖化结束后怎样尽快将麦汁和麦糟分离？	82
99. 现代过滤槽与传统过滤槽相比有哪些改进？	83
100. 什么是第一麦汁？第一麦汁过滤的操作要点是什么？	84
101. 为什么说洗糟是一门艺术？如何正确掌握？	85
102. 什么是顶水？顶水的作用与要求是什么？	86
103. 麦汁过滤困难时应采取什么措施？	87
104. 板框压滤机的操作要点是什么？	88
105. 怎样检查过滤麦汁的质量？	88
106. 什么叫麦汁煮沸？麦汁煮沸的目的和作用是什么？	89
107. 麦汁煮沸有哪几种方法？	91
108. 麦汁煮沸设备有哪几种？各有什么特点？	92
109. 麦汁煮沸应注意哪些问题？	94

110. 什么叫煮沸强度？它对麦汁质量有何影响？	96
111. 如何检查麦汁煮沸过程中蛋白质凝聚的情况？	97
112. 麦汁煮沸为什么有时会窜沫？如何防止？	98
113. 为什么往煮沸麦汁中添加糖类或糖浆要全面慎重考虑？	99
114. 麦汁煮沸过程中常用的添加剂有哪些？	99
115. 麦汁煮沸时添加酒花的作用是什么？	100
116. 酒花及酒花制品的使用方法有哪些？	101
117. 如何确定酒花添加量？	102
118. 什么是酒花利用率？如何提高酒花利用率？	103
119. 如何计算糖化设备的日投料次数？	105
120. 如何提高糖化设备的利用率？	106
121. 影响糖化室原料利用率的因素有哪些？	107
122. 为什么要进行麦汁的澄清？	109
123. 回旋沉淀槽的结构特点是什么？	110
124. 怎样利用回旋沉淀槽进行热凝固物的分离？	111
125. 板式换热器有什么特点？用于麦汁冷却有哪几种方式？	112
126. 使用板式换热器应注意哪些问题？	114
127. 如何调整麦汁的冷却温度？	114
128. 分离去除冷凝固物的方法有哪些？	115
129. 冷麦汁为什么要充氧？怎样充氧？	117
130. 最终麦汁有哪些质量要求？	118
第四章 啤酒发酵	120
131. 如何加强啤酒酵母的分离培养工作？	120
132. 常见的酵母扩大培养方式是什么？	121
133. 酵母的扩大培养应注意哪些问题？	123
134. 扩大培养过程中酵母起发缓慢应采取什么措施？	125
135. 怎样检查酵母质量？	126
136. 怎样保藏酵母？	128
137. 怎样添加酵母？	130
138. 发酵过程中有哪些物质变化？	131

139. 主发酵的工艺要点是什么?	135
140. 如何控制主发酵的温度、浓度和时间?	137
141. 怎样从外观检查发酵情况是否正常?	138
142. 沸腾发酵是什么原因? 如何解决?	140
143. 裂纹发酵是什么原因? 如何解决?	141
144. 气泡发酵是什么原因? 如何解决?	141
145. 主发酵降糖速度过慢是什么原因? 如何解决?	142
146. 主发酵降糖速度过快是什么原因? 如何解决?	143
147. 泡盖是怎样形成的? 主发酵结束时为什么要捞去 泡盖?	143
148. 什么叫下酒? 如何掌握下酒糖度与温度?	144
149. 后发酵的作用是什么?	146
150. 后发酵的工艺要求有哪些?	147
151. 后发酵罐压力偏低是什么原因? 如何解决?	148
152. 影响酒液澄清的因素有哪些?	149
153. 酒液澄清不良是什么原因? 如何解决?	150
154. 后发酵常用的添加剂有哪些?	151
155. 滤酒前如何检查酒液质量?	152
156. 锥形罐的罐体结构有什么特点?	153
157. 锥形罐应配备哪些附件? 分别有什么作用?	155
158. 锥形罐的冷却方式有哪几种?	157
159. 锥形罐发酵的工艺特点是什么?	158
160. 锥形罐麦汁进罐的原则是什么?	159
161. 锥形罐酵母添加有哪几种方式?	160
162. 锥形罐应如何调节与控制发酵温度?	161
163. 锥形罐的温度控制对发酵周期和产品风味有什么 影响?	162
164. 锥形罐如何进行酵母的回收与排放?	163
165. 锥形罐压力控制的原则是什么?	164
166. 什么是一罐法发酵?	165
167. 什么是两罐法发酵?	166

168. 上面发酵工艺有哪些特点?	167
169. 锥形罐发酵液出现不舒适的苦味是什么原因? 如何防止?	169
170. 锥形罐发酵液出现酵母味是什么原因? 如何防止?	170
171. 锥形罐发酵液出现水果味是什么原因? 如何防止?	171
172. 锥形罐发酵液出现苯酚味是什么原因? 如何防止?	172
173. 锥形罐发酵由于微生物污染可引起哪些异味? 如何防止?	172
174. 锥形罐发酵双乙酰还原速度慢是什么原因?	173
175. 锥形罐使用过程中有哪些异常现象? 如何处置?	175
第五章 啤酒后处理	177
176. 什么叫过冷却? 过冷却对啤酒质量的控制有什么意义?	177
177. 啤酒过滤有哪几种方式? 各有什么特点?	177
178. 硅藻土过滤机的操作要点是什么?	179
179. 纸板过滤机的操作要点是什么?	180
180. 什么是无菌过滤?	181
181. 如何鉴别与收集酒头酒尾?	181
182. 以泵和压缩空气作动力滤酒有什么区别?	182
183. 如何提高啤酒的抗氧化能力?	183
184. 啤酒的包装方式有哪几种?	184
185. 用于啤酒包装的容器有什么工艺要求?	184
186. 洗瓶机的操作要点是什么?	185
187. 瓶装啤酒装酒过程有哪些控制要点?	186
188. 如何保证啤酒的灌装质量?	187
189. 什么叫激沫? 激沫对啤酒质量有什么意义?	188
190. 啤酒的杀菌方式有哪些?	189
191. 隧道式喷淋杀菌机的操作要点是什么?	190
192. 怎样控制好啤酒的杀菌操作?	191
193. 成品啤酒的保存条件是什么?	192

第六章 啤酒质量控制	193
194. 成品啤酒的质量标准有哪些?	193
195. 构成啤酒典型性的主要因素是什么?	195
196. 啤酒的口味有哪些特点?	196
197. 啤酒的风味物质主要有哪些?	197
198. 什么是啤酒的稳定性?	198
199. 可采取哪些工艺措施提高啤酒的稳定性?	199
200. 啤酒的泡沫性能差是什么原因? 如何解决?	200
201. 啤酒的色泽偏深是什么原因? 如何解决?	202
202. 啤酒的酸度偏高是什么原因? 如何解决?	203
203. 啤酒的酒花香气不足是什么原因? 如何解决?	205
204. 啤酒的苦味偏重是什么原因? 如何解决?	206
205. 啤酒中双乙酰含量偏高是什么原因? 如何解决?	208
206. 造成啤酒浑浊的原因是什么? 如何解决?	209
207. 啤酒有异杂味是什么原因? 如何解决?	210
208. 啤酒有喷涌现象是什么原因? 如何解决?	212
209. 如何利用质量一般的麦芽生产出质量较好的啤酒?	214
210. 啤酒生产中常用的洗涤剂和杀菌剂有哪些?	215
211. 什么是 CIP 清洗系统? 其技术要点是什么?	216
212. 如何制订啤酒工厂的工艺规程?	218
第七章 特种啤酒	221
213. 什么是特种啤酒?	221
214. 什么是干啤酒? 其工艺特点是什么?	221
215. 什么是无醇啤酒? 其工艺特点是什么?	223
216. 什么是黑啤酒? 其工艺特点是什么?	229
217. 什么是白啤酒? 其工艺特点是什么?	230
218. 什么是白瓶啤酒? 其工艺特点是什么?	234
219. 什么是冰啤酒? 其工艺特点是什么?	236
220. 什么是全麦芽啤酒? 其工艺特点是什么?	238
221. 什么是纯生啤酒? 其工艺特点是什么?	240

222. 什么是果味型啤酒? 其主要的生产方法有哪几种?	242
223. 什么是固体啤酒? 其工艺特点是什么?	245
第八章 啤酒生产新技术	247
224. 半连续式发芽设备有什么特点?	247
225. 浸麦、发芽、干燥三用箱的操作要点是什么?	250
226. 什么是回潮粉碎?	251
227. 直通式浸渍增湿粉碎法的特点是什么?	252
228. 什么是外加酶糖化法?	253
229. 高温投料糖化法有什么特点?	254
230. 新型醪液搅拌装置有哪些特点?	255
231. 现代新型过滤槽有哪些特点?	257
232. 新型麦汁煮沸技术有哪几种?	258
233. 麦汁煮沸二次蒸汽的回收方式有哪几种?	260
234. 如何利用活性干酵母进行啤酒发酵?	262
235. 什么是固定化酵母?	264
236. 固定化酵母连续发酵的技术要求有哪些?	266
237. 塔式连续发酵的主要设备是什么?	267
238. 塔式连续发酵的工艺特点是什么?	269
239. 什么是高浓度稀释啤酒? 有什么特点?	270
240. 高浓酿造的工艺要点是什么?	272
241. 高浓酿造稀释用水如何处理?	274
242. 高浓酿造有哪几种稀释方式?	277
243. 高浓稀释的技术要点是什么?	278
244. 什么是膜过滤技术?	278
245. 啤酒膜过滤的工艺要点是什么?	279
246. 什么是啤酒后修饰技术?	280
247. 啤酒修饰剂有哪几种?	281
248. 啤酒后修饰有哪几种类型?	282
参考文献	286

第一章 啤酒生产原料



1. 什么是啤酒？啤酒生产原料有哪些？

啤酒的定义一般是：以麦芽为主要原料，加酒花，经酵母酿制而成的，含有二氧化碳的、起泡的、低酒精度的发酵酒。

在中国，啤酒的定义于1998年由国家技术监督局（现国家质量监督检验检疫总局）确定为：以麦芽（包括特种麦芽）为主要原料，加酒花，经酵母酿制而成的，含有二氧化碳的、起泡的、低酒精度〔2.5%~7.5%（体积分数）〕的发酵酒。

啤酒生产原料有大麦、大米（或玉米）、糖浆和糖类、酒花、水、酵母等。



2. 什么是水的硬度？酿造用水的硬度是如何区分的？

水的硬度是指水中离子（主要是钙离子、镁离子）沉淀硬脂酸钠（皂化）的能力。

酿造用水的硬度区分见表1-1。

表 1-1 酿造用水的硬度区分

区 分	最软水	软 水	普通硬水	中等硬水	硬 水	最硬水
总 硬 度 /(mmol/L)	0~1.43	1.78~2.85	3.21~4.28	4.64~6.42	6.78~10.70	>10.70

注：水的硬度表示法有化学表示法（指每1L水中含CaCO₃的物质的量，单位为mmol/L）和习惯表示法（每1L水中含10mg CaO定义为1个德国度，单位为°dH）；这里水的硬度为化学表示法；化学表示法中1mmol/L的水硬度相当于习惯表示法中1.402°dH的水硬度。