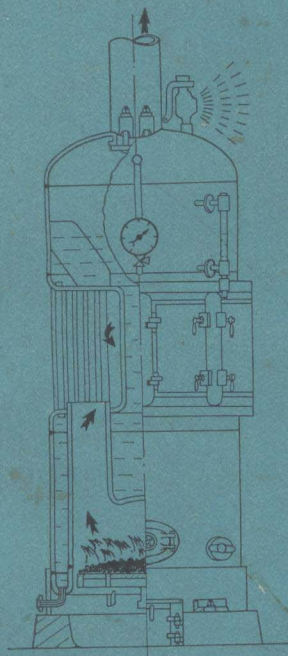


# 蒸汽锅炉安全知识

(供内部用)



广州市劳动局編

一九七二年

## 勘 误 表

| 页 数 | 行 数  | 误                         | 正                      |
|-----|------|---------------------------|------------------------|
| 6   | 倒 1  | 如炉锅水加热后                   | 如锅炉水加热后                |
| 8   | 8    | $It = 0.1$                | $It = 1.0$             |
| 9   | 倒 2  | 每升水中含有——毫克                | 每升水中含有一毫克              |
| 10  | 13   | 水蒸汽                       | 水蒸发                    |
| 29  | 4    | 用填焊缝                      | 用填角焊缝                  |
| 31  | 倒 6  | 距离 $\frac{S}{2} + 2.5$    | 距离 $\frac{S}{2} + 2.5$ |
| 44  | 17   | $\frac{S}{2} \div 2.5$ 毫米 | $\frac{S}{2} + 2.5$ 毫米 |
| 70  | 倒 5  | 3 —— 6.7                  | 图 3 —— 6.7             |
| 80  | 倒 10 | 与其他锅不同                    | 与其他锅炉不同                |
| 118 | 倒 3  | 最高工作压力                    | 最高绝对压力                 |
| 125 | 5    | 低地位指示器                    | 低地位水位指示器               |
| 126 | 10   | 紧密                        | 紧闭                     |
| 131 | 10   | 贮水量过多                     | 贮水量过少                  |
| 138 | 9    | (图 4 —— 18)               | (图 4 —— 19)            |
| 138 | 倒 1  | (图 4 —— 19)               | (图 4 —— 18)            |
| 153 | 8    | 也薄减了                      | 也减薄了                   |
| 191 | 12   | 下以时                       | 以下时                    |
| 201 | 倒 6  | 不得置布                      | 不得布置                   |
| 206 | 倒 5  | 连续蒸发量                     | 连续蒸发量                  |
| 214 | 倒 3  | 足够的证明                     | 足够的照明                  |
| 225 | 12   | 安全防护设备                    | 安全防护设备                 |

# 毛主席语录

要把一个落后的农业的中国改变成为一个先进的工业化的中国，我们面前的工作是很艰苦的，我们的经验是很不够的。因此，必须善于学习。

政治和经济的统一，政治和技术的统一，这是毫无疑义的，年年如此，永远如此。这就是又红又专。

有工作经验的人，要向理论方面学习，要认真读书，然后才可以使经验带上条理性、综合性，上升成为理论，然后才可以不把局部经验误认为即是普遍真理，才可不犯经验主义的错误。

## 编 者 的 话

随着生产的发展，本市锅炉和司炉工人不断增加，新司炉工人迫切要求为革命学理论、学技术。为了提高锅炉司炉工人的技术水平，保障锅炉的安全、经济运行，以利抓革命，促生产，我们编写了《蒸汽锅炉安全知识》，供各单位培训锅炉人员和司炉工人自学的参考读本。

本书是我们参考北京劳动学院锅炉班讲义，劳动部锅炉监察局编的《立式火管锅炉司炉安全操作读本》，结合本市锅炉的使用情况而编写的。

编写过程中，得到本市广大安全干部和司炉工人的大力支持，提供了一些很好的意见。这里，谨向他们表示谢意。

由于我们的水平有限，加上编写时间仓促，本书难免有不当和错误之处，希望读者随时向我们提出意见。

一九七二年十月

# 目 录

|     |                       |        |
|-----|-----------------------|--------|
| 第一章 | 司炉工人的职责和任务 .....      | ( 1 )  |
| 第二章 | 锅炉基本知识 .....          | ( 4 )  |
| 第一节 | 蒸汽 .....              | ( 4 )  |
| 第二节 | 蒸发量与压力 .....          | ( 5 )  |
| 第三节 | 热的传递 .....            | ( 6 )  |
| 第四节 | 热胀冷缩 .....            | ( 7 )  |
| 第五节 | 水质及水处理 .....          | ( 8 )  |
| 第六节 | 锅炉金属化学成份对钢性能的影响 ..... | ( 12 ) |
| 第七节 | 燃料 .....              | ( 15 ) |
| 第八节 | 燃烧 .....              | ( 17 ) |
| 第三章 | 锅炉结构 .....            | ( 23 ) |
| 第一节 | 锅炉概述 .....            | ( 23 ) |
| 第二节 | 立式锅壳锅炉 .....          | ( 26 ) |
|     | 立式平头火管锅炉 .....        | ( 26 ) |
|     | 立式埋头火管锅炉 .....        | ( 36 ) |
|     | 立式大横水管锅炉 .....        | ( 37 ) |
|     | 立式多横水管锅炉 .....        | ( 48 ) |
|     | 立式多横火管锅炉 .....        | ( 51 ) |
|     | 立式直水管锅炉 .....         | ( 58 ) |
| 第三节 | 卧式锅壳锅炉 .....          | ( 62 ) |

|     |                          |         |
|-----|--------------------------|---------|
|     | 卧式内燃迴火管锅炉(船舶式水背及干背)..... | ( 62 )  |
|     | 卧式外燃迴火管锅炉 .....          | ( 77 )  |
|     | 卧式火筒锅炉(兰开夏、康尼许)...       | ( 81 )  |
|     | 机车式锅炉 .....              | ( 88 )  |
| 第四节 | 水管锅炉 .....               | ( 92 )  |
|     | 简易直水管锅炉 .....            | ( 92 )  |
|     | 分联箱直水管(拨伯葛)锅炉 .....      | ( 95 )  |
|     | 双横锅筒弯水管(K型)锅炉 .....      | ( 98 )  |
|     | 纵向双锅筒弯水管(ДKB)锅炉 ...      | ( 105 ) |
| 第五节 | 水火管混合式锅炉                 |         |
|     | 卧式快装锅炉 .....             | ( 106 ) |
| 第六节 | 省煤器、蒸汽过热器 .....          | ( 111 ) |
| 第四章 | 锅炉附件 .....               | ( 116 ) |
| 第一节 | 安全阀 .....                | ( 116 ) |
| 第二节 | 压力表 .....                | ( 121 ) |
| 第三节 | 水位表 .....                | ( 124 ) |
| 第四节 | 注水器 .....                | ( 129 ) |
| 第五节 | 给水泵 .....                | ( 133 ) |
| 第六节 | 各种阀门 .....               | ( 135 ) |
| 第七节 | 其他仪表 .....               | ( 144 ) |
| 第五章 | 运行操作和保养 .....            | ( 146 ) |
| 第一节 | 升火前的准备工作 .....           | ( 146 ) |
| 第二节 | 升火和升压 .....              | ( 147 ) |
| 第三节 | 正常运行中的安全管理 .....         | ( 150 ) |

|     |                                  |         |
|-----|----------------------------------|---------|
| 第四节 | 停炉 .....                         | ( 156 ) |
| 第五节 | 省煤器的运行 .....                     | ( 160 ) |
| 第六节 | 过热器的运行 .....                     | ( 161 ) |
| 第七节 | 交接班 .....                        | ( 162 ) |
| 第八节 | 锅炉的经济运行 .....                    | ( 164 ) |
| 第六章 | 事故和预防 .....                      | ( 169 ) |
| 第一节 | 缺水事故 .....                       | ( 169 ) |
| 第二节 | 满水事故 .....                       | ( 171 ) |
| 第三节 | 汽水共腾(炉水反)事故 .....                | ( 172 ) |
| 第四节 | 锅炉水管损坏事故 .....                   | ( 173 ) |
| 第五节 | 炉鸣(炉吼)事故 .....                   | ( 175 ) |
| 第六节 | 给水管道内发生水冲击事故 .....               | ( 176 ) |
| 第七节 | 水位表玻璃管爆破事故 .....                 | ( 177 ) |
| 第八节 | 省煤器管损坏事故 .....                   | ( 178 ) |
| 第九节 | 过热器损坏事故 .....                    | ( 180 ) |
| 第十节 | 超压事故 .....                       | ( 182 ) |
| 第七章 | 锅炉检修 .....                       | ( 184 ) |
| 第一节 | 锅炉检修的意义 .....                    | ( 184 ) |
| 第二节 | 锅炉检修的分类 .....                    | ( 184 ) |
| 第三节 | 锅炉定期检修和大检修前的主要准备工作               | ( 185 ) |
| 第四节 | 锅炉检验方法 .....                     | ( 186 ) |
| 第五节 | 检验锅炉时应注意事项 .....                 | ( 189 ) |
| 第六节 | 介绍本市较多使用的几种炉型损坏部位<br>及修理方法 ..... | ( 190 ) |
| 第七节 | 碱液煮炉法 .....                      | ( 198 ) |

|      |                                      |         |
|------|--------------------------------------|---------|
| 第八节  | 配制和使用水泥玻璃粉防腐剂方法·····                 | ( 199 ) |
| 附 录: |                                      |         |
|      | 中华人民共和国劳动部《蒸汽锅炉安全监<br>察规程》(节录) ····· | ( 200 ) |
|      | 《广州市低压蒸汽锅炉安全使用的规定》<br>·····          | ( 220 ) |

# 第一章 司炉工人的职责和任务

蒸汽锅炉是我国生产建设部门和群众生活福利部门广泛使用的一种重要设备。锅炉设备状态好不好，运行正常不正常，蒸汽供应得不够，是关系生产建设能否顺利进行和人民生活能否得到妥善安排的重大问题。如果搞不好，还可能发生事故，给国家财产和人身安全造成难以弥补的损失，政治影响也不好。我们司炉工人的光荣任务就是：烧好锅炉，做到安全、经济运行，防止发生事故，以保证生产建设的顺利发展和有利于人民生活的妥善安排。

在旧社会，工人阶级深受帝国主义、封建主义和官僚资本主义的压迫和剥削。司炉工人整天在闷热、潮湿、阴暗的锅炉房里做着笨重的劳动，工作时间极长，成年累月地过着牛马不如的生活。不少锅炉连起码的安全附件也没有，工人的生命安全和身体健康得不到保障。就拿广州市解放前的五仙门发电厂来说吧，这个发电厂曾被帝国主义、国民党反动派标榜为现代化的工厂，但是工人是怎样工作的呢？这个厂的官僚买办为了赚钱，不顾工人死活，工人毫无劳动保护，锅炉房内不少钢架生锈裂开，长期不修，排污管道烂穿也没有人管，滚烫的炉水直淋在司炉工人的身上，出煤渣时，头戴竹帽，身穿蓑衣，整天困在蒸笼般的锅炉房干活，烧得通红的煤渣刚从炉底出来，司炉工人就要一铲铲装进灰斗里运出去，皮肤被烤得干裂，经常被烫伤甚至烧死。这么繁重的高温劳动，一天要干十二个小时以上。到发工资时，司炉工人用血汗换来的一点工资却被资本家克扣了三分之一。司炉工人每天熬得精疲力尽，却连杂粮也吃不饱。

有些司炉工人饿得连走路的力气也没有，逼着向监工头借点债，今天借四角，明天就要还一元，还要拿自己的图章作抵押。到发工资那天，监工头拿着司炉工人的图章把工资冒领去，还要拖十多天，才

把剩下的一点钱给回司炉工人，那时候，国民党的伪币天天贬值，物价飞涨，拿到的工钱已经买不到几斤米了。司炉工人气得双手发抖，指着这些吸血鬼：“你们这不是明抢吗？！”狗工头还经常向司炉工人敲竹杠，说的是借你几块钱用，实际就是明抢，有些司炉工人就是拿到剩下一点点的工钱，便被这些家伙抢去了。司炉工人真是愤怒万分，恨不得把这些狗强盗一个个扔到炉膛里去！但是，旧社会，政权掌握在反动派手里，司炉工人能往那里说理呢？

日出东方满天红，来了救星毛泽东！一九四九年新中国诞生了，广州也解放了。在毛主席和中国共产党领导下，司炉工人和全体工人阶级当了国家的主人，劳动条件日益改善，锅炉的安全设施也在不断地改进，工人得到国家发给各种的防护用品，而且享受各种劳保待遇，生活水平不断提高。我们要永远记住伟大导师列宁这句话：“**忘记过去就意味着背叛**”。

在今天，一切工作都是为了革命。烧锅炉，同样也是社会主义革命和社会主义建设事业中不可缺少的一项重要工作。因此，我们司炉工人要认真学习马列的书和毛主席的书，努力提高阶级斗争和路线斗争觉悟，热爱自己的工作，为革命刻苦钻研技术，把锅炉烧好。

为了达到这个目的，每个司炉工人都必须明确自己在安全操作方面的职责和任务。

司炉工人的职责和任务主要有以下五条：

1、努力学习马列的书和毛主席的著作，不断提高阶级斗争和路线斗争觉悟，牢固地树立为革命而烧炉的思想。

2、加强组织纪律性，切实执行锅炉安全操作规程和其它安全制度，确保锅炉安全、经济运行。

3、认真做好锅炉经常性的维护保养和安全检查工作，搞好水质处理，延长锅炉使用寿命，充分发挥锅炉效率，并且多方设法节约燃料。

4、锅炉在运行中，如果发现事故先兆或一旦发生事故，应当采

取紧急措施，并且立即向领导报告。

5、注意总结自己的工作，虚心学习别人的先进经验，刻苦钻研技术，不断提高操作技术水平。

以上五条，是每个司炉工人都必须努力做到的。只有这样，才能在操作上切实保证锅炉安全、经济运行，更好地为生产建设和人民生活服务。

## 第二章 锅炉基本知识

### 第一节 蒸 汽

蒸汽是由水加热，温度不断升高，在大气压力下（760 毫米水银柱），到 $100^{\circ}\text{C}$ 时温度不再升高，所加入热量就被吸收，水就化为蒸汽，这个温度就叫沸点。每公斤沸点的水变成蒸汽要吸收热量 540 大卡（一大卡即一公斤的纯水从 $14.5^{\circ}\text{C}$ 加热到 $15.5^{\circ}\text{C}$ 时所需的热量为一大卡）。在大气压力下，水变蒸汽后体积膨胀1670倍。

水在密封容器内加热，所产生的蒸汽不能跑到外面，蒸汽不断增加，产生压力。水受到压力沸腾受到阻碍，所以温度要再升高水才能沸腾。压力越大，沸腾温度越高。此时产生的蒸汽是饱和蒸汽，如带水份的则称湿蒸汽，不带水份的称干蒸汽。如果将饱和蒸汽再加热（压力不升高），此时的蒸汽叫过热蒸汽。

饱和蒸汽性质

| 工作压力<br>公斤<br>公分 <sup>2</sup> | 饱和温度<br>°C | 水的比重<br>公斤<br>米 <sup>3</sup> | 蒸汽比重<br>公斤<br>米 <sup>3</sup> | 水含热量<br>大卡<br>公斤 | 蒸汽含热<br>量大卡<br>公斤 | 汽化热<br>大卡<br>公斤 |
|-------------------------------|------------|------------------------------|------------------------------|------------------|-------------------|-----------------|
| 0.5                           | 110.79     | 950.5                        | 0.8472                       | 110.92           | 642.8             | 531.9           |
| 1                             | 119.62     | 943.5                        | 1.109                        | 119.87           | 645.8             | 525.9           |
| 1.5                           | 126.79     | 937.6                        | 1.367                        | 127.2            | 648.3             | 521.1           |
| 2                             | 132.88     | 932.4                        | 1.622                        | 133.4            | 650.3             | 516.9           |
| 2.5                           | 138.19     | 927.6                        | 1.874                        | 138.8            | 651.9             | 513.1           |
| 3                             | 142.92     | 923.5                        | 2.125                        | 143.6            | 653.4             | 509.8           |

|     |        |       |       |       |       |       |
|-----|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 3.5 | 147.2  | 919.5 | 2.374 | 148   | 654.7 | 506.7 |
| 4   | 151.11 | 915.9 | 2.621 | 152.1 | 655.8 | 503.7 |
| 5   | 158.08 | 909.2 | 3.112 | 159.3 | 657.8 | 498.5 |
| 6   | 164.17 | 903.2 | 3.6   | 165.6 | 659.4 | 493.8 |
| 7   | 169.61 | 897.6 | 4.085 | 171.3 | 660.8 | 489.5 |
| 8   | 174.53 | 892.6 | 4.568 | 176.4 | 662   | 485.6 |
| 9   | 179.04 | 887.9 | 5.049 | 181.2 | 663   | 481.8 |
| 10  | 183.2  | 883.5 | 5.53  | 185.6 | 663.9 | 478.3 |
| 13  | 194.13 | 871.4 | 6.967 | 197.1 | 666   | 468.9 |
| 15  | 200.43 | 864.2 | 7.925 | 203.9 | 667.1 | 463.2 |
| 18  | 208.81 | 854.2 | 9.336 | 213   | 668.2 | 455.2 |

## 第二节 蒸发量与压力

蒸发：液体在表面上进行汽化的现象，叫蒸发。如湿衣服被晒干就是蒸发的缘故。沸腾是液体在内部进行汽化的现象，如水烧开时叫沸腾。

蒸发量是指锅炉每小时能够产生多少吨蒸汽。在锅炉设计时就已经决定了。但这个数字是制造厂根据假设所燃烧的煤质或重油的质量等来计算的，实际上每个单位使用的燃料及燃烧方法不一样，蒸发量是有上下波动的，如烧的燃料不好燃烧方法又不当，蒸发量往往达不到锅炉的额定蒸发量。

蒸发量的计算是根据蒸发率和锅炉受热面积相乘的得数来决定。各种炉型蒸发率不一样，蒸发率是指单位面积每小时内所产生蒸汽的数量。现我们改装锅炉加装前砌或下置炉膛，安装水冷壁管，这部分计算蒸发量时的蒸发率一般取100公斤/米<sup>2</sup>时，但此时，原有锅炉本身蒸发量就不能绝对按原有的蒸发量一并计算，因此时锅炉本体受温度不高的烟气冲刷，蒸发率降低了，蒸发量也相应减少，这个因素要

考虑进去，不能光是将锅炉原有的蒸发量加上前置炉的蒸发量就等于改造后的蒸发量。

以前曾将锅炉的出力（即蒸发量）称为多少匹马力，一匹锅炉马力是每小时产生蒸汽 $15\cdot65$ 公斤或每小时产生 $34\cdot5$ 磅蒸汽。

压力是作用在单位面积上的力，压力单位是公斤/平方公分。每一种锅炉最高使用工作压力不完全相同，这是锅炉设计时决定了的。旧锅炉不明工作压力的要经过强度计算来决定其最高允许使用压力。有些人误认为水压试验的压力是最高允许工作压力，水压试验实际上是超压水压试验，是锅炉发现问题或大检修时需要进行的一项工作（正常情况下锅炉每隔六年就要进行一次超压水压试验），这个试验是需要超过锅炉最高允许使用的工作压力的，为了防止试压时发生事故，故用压缩性极微的水来试压。水压试验不能决定锅炉的使用压力，因水压试验是在冷态下试验，锅炉受热后钢材的机械性能降低，耐压耐冲击等都大有下降。

压力的单位还有一种是英制的，用磅/平方吋表示。目前很少应用，只是一些旧锅炉仍使用磅表。

公制压力与英制压力的换算如下：

$$1 \text{ 公斤/平方公分} = 14\cdot22 \text{ 磅/平方吋}$$

$$1 \text{ 磅/平方吋} = 0\cdot07 \text{ 公斤/平方公分}$$

### 第三节 热的传递

两种不同温度的物体接近或接触时，会发生热的流动（温度高的物体的热量传到温度低的物体上）。这叫热的传递或叫热的传播。

锅炉传热方式有三种：

1. 传导——彼此接触时热的传递。如炉胆钢板与水接触，炉胆受热后将热量传给水。

2. 对流——依靠液体或气体流动来传热。如炉锅水加热后，热水

上升，冷水下降补充，如此循环，直到全部水加热到同等温度。又如烟道内的热量是靠气体流动（自然通风或机械通风）将热量从炉膛内带来的。

3. 辐射——直接以光线四射来传播热量的。如炉膛内水冷壁管其中一部分热量是靠辐射得来的。

各种不同物质热的传递尤其是热的传导是不一样的，如钢的传导率40卡/米·小时·°C，如果钢表面积有水垢则传导只有钢的二十到四十分一，如积有烟灰则热传导只有钢的二百分一。说明了水垢和烟灰的存在，大大增加了煤耗。

## 第四节 热胀冷缩

一般物体都有热胀冷缩情况，同样，锅炉也是受热后膨胀，冷却后收缩。所以锅炉从设计制造到安装使用都应注意这个问题，锅炉从冷态到正常运行膨胀是很可观的，如不留伸缩位很容易使锅炉损坏渗漏。所以升火或烘炉时升火速度不能太快，不然热膨胀不均匀炉墙容易裂，炉体易渗漏。

锅炉设计时对一些炉胆长的炉子，将炉胆分成多段，每段连接处采用波浪型连接环，这样胀缩有缓冲区。同样长的蒸汽管道也应安装有伸缩环。

我们进行锅炉改造时，要考虑到膨胀收缩问题，不应搞刚性结构（如管架式水管锅炉），要考虑有弹性有伸缩余地。

锅炉受热膨胀除长度伸长（线膨胀）外，还有体积方面也胀大，但比较长度变化来说不大明显。

线膨胀计算公式：

$$\Delta l = l_0 (1 + \alpha t)$$

式中：

$\Delta l$  表示温度升高  $t^{\circ}\text{C}$  时锅炉长度（公尺）

**Lo** 表示锅炉未加热时的长度（公尺）

**t** 表示升高的温度（°C）

**a** 表示钢材线膨胀系数（钢约0.000011）

如：有一台兰开夏锅炉长度10公尺，使用压力8公斤/平方公分，试问运行时锅炉长度方面膨胀多少？

假如该炉平时冷却时室内温度20°C，又在蒸汽性质表上查得8公斤/平方公分时蒸汽温度为174.53°C

$$Lt = 0.1 [1 + 0.000011 (174.53 - 20)] = 10 [1.00169983] = 10.00169983 \text{ 公尺}$$

即锅炉实际伸长了约17公厘

## 第五节 水质及水处理

### 一、水质

#### （一）概况

水是无色透明液体，纯水是由氢氧组成，化学分子式为  $H_2O$ ，它在温度4°C时密度最大，在0°C时密度反而减少，结冻时体积膨胀。

天然水质的好坏决定所含杂质的多少，按照杂质的分散程度，杂质可分为悬浮物，溶解物及胶体物三种。

悬浮物有微小沙粒、动植物有机体碎片，按照比重不同，有的是飘浮的、悬浮的或沉淀的，悬浮的主要是动植物有机体碎片。

溶解的胶体物质有铁、铝、硅的化合物以及动植物有机体分解产物、有机物。

溶解物质的特性是分散到成分子或离子的程度，其大小在0.001微米左右。

天然水中呈溶解状态的物质有气体、盐类及各种有机物质。

水中含有杂质，对产生水垢、气泡、汽水共腾、腐蚀金属等有很大影响。

## (二) 水质指标

水质的指标包括：硬度、碱度、含盐量、焙干残余物、悬浮物、溶解的氧和二氧化碳、含油量、氯根、PH值等。如硬度大易结水垢，碱度大易汽水共腾和苛性脆化，溶解氧多易腐蚀金属等。

1. 硬度——是表示水中钙、镁等含量多少的情况。凡含有钙、镁、氯化物等的水称为硬水。硬度单位常用的有：

(1) 德国硬度——每升水含有10毫克氧化钙 ( $\text{CaO}$ ) 称为一德国度

(2) P.P.m硬度 (万国制硬度)——每升水含有一毫克碳酸钙 ( $\text{CaCO}_3$ ) 称为一P.P.m硬度

(3) 毫克·当量/升硬度——每升水中含有钙 20.04 毫克或镁 12.16 毫克称为一毫克·当量/升硬度

各种硬度单位换算如下：

|         | P. P. m | 德 国 度 | 毫克·当量/升 |
|---------|---------|-------|---------|
| P. P. m | 1       | 0.056 | 0.02    |
| 德 国 度   | 17.9    | 1     | 0.35    |
| 毫克·当量/升 | 50.1    | 2.804 | 1       |

2. 碱度——是表示水中溶有的氢氧根

( $\text{OH}$ )、碳酸根 ( $\text{CO}_3$ ) 和重碳酸根 ( $\text{HCO}_3$ ) 的含量

常用碱度单位有：

(1) 碳酸钙P.P.m碱度——每升水含有一毫克碳酸钙称为一碳酸钙 P.P.m碱度

(2) 碳酸钠P.P.m碱度——每升水中含有一毫克碳酸钠称为一碳酸钠 P.P.m碱度