

水处理、储存和蒸汽锅炉排污

在讨论并理解锅炉排污之前，应定义水及其含有的杂质以及相关的项目如硬度、pH值等。

水是地球上最重要的原材料。它不仅是生命之源，也可用于输送和储存能量。它也称为“通用溶剂”。

纯水 (H₂O) 是无味、无嗅和无色的，但纯水不容易得到。所有自然的水都含有一定量的各种类型的杂质。好的饮用水不一定是好的锅炉给水。饮用水中的矿物质容易被人体吸收，而且对身体健康很重要。但是，锅炉却不行，这些同样的矿物质滞留在蒸汽锅炉里将造成破坏。

在全世界的储水量中，97%在大海，而且很大一部分被冰封存在两极，仅有0.65%可用于民用和工业。如果不是水的循环，这样小比例的水会很快被消耗 (见图3.9.1)。水蒸发后变成云，它们在飘动过程中部分会冷凝作为雨水落到地上。尽管如此，不能认为雨水是纯净的，在它降落到地面期间，将溶解杂质如碳酸盐、氮等，如果在工业区，还有二氧化硫。带着这些杂质，水被地表层过滤后进入地下水层，或流过地表溶解并聚集其它的杂质。

这些杂质可能在换热表面沉积：

- 造成金属腐蚀。
- 降低换热效率，导致过热并降低机械强度。

表3.9.1表示了技术上和常用的水中杂质名称，和它们的化学符号以及它们的作用。

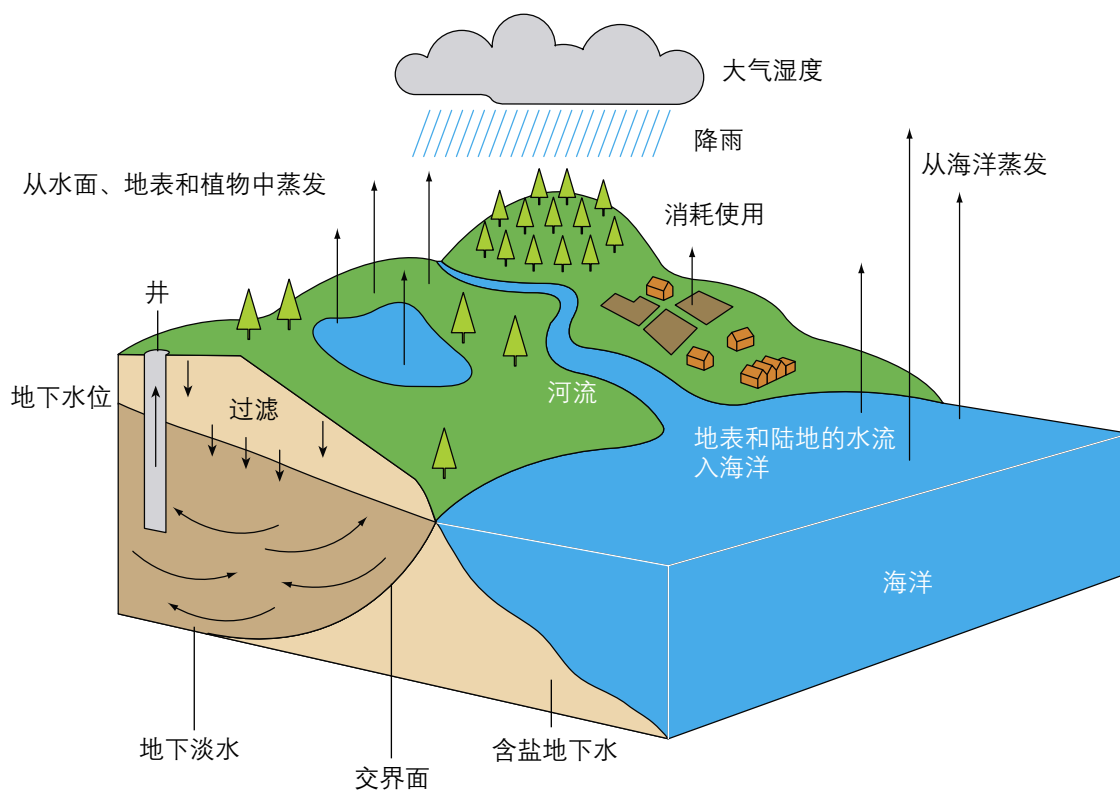


图3.9.1 典型的水循环

表3.9.1 水中的杂质

名称	符号	俗称	作用
碳酸钙	CaCO ₃	白垩、石灰	软水垢
碳酸氢钙	Ca(HCO ₃) ₂		软水垢 + CO ₂
硫酸钙	CaSO ₄	石膏、巴黎灰泥	硬水垢
氯化钙	CaCl ₂		腐蚀
碳酸镁	MgCO ₃	菱镁矿	软水垢
硫酸镁	MgSO ₄	明矾	腐蚀
碳酸氢镁	Mg(HCO ₃) ₂		水垢、腐蚀
氯化钠	NaCl	食盐	电解
碳酸钠	Na ₂ CO ₃	苏打、纯碱	碱度
碳酸氢钠	NaHCO ₃	小苏打	汽水共腾, 发泡
氢氧化钠	NaOH	苛性苏打	碱度、脆化
硫酸钠	Na ₂ SO ₄	芒硝	碱度
二氧化硅	SiO ₂	石英	硬水垢

生水质量和地区差异

一个区域与另一个区域之间的水质变化非常大，取决于水源和当地的矿物质(见图3.9.2)。表3.9.2提供了一个相对较小的国家如英国不同区域的一些典型的数字。

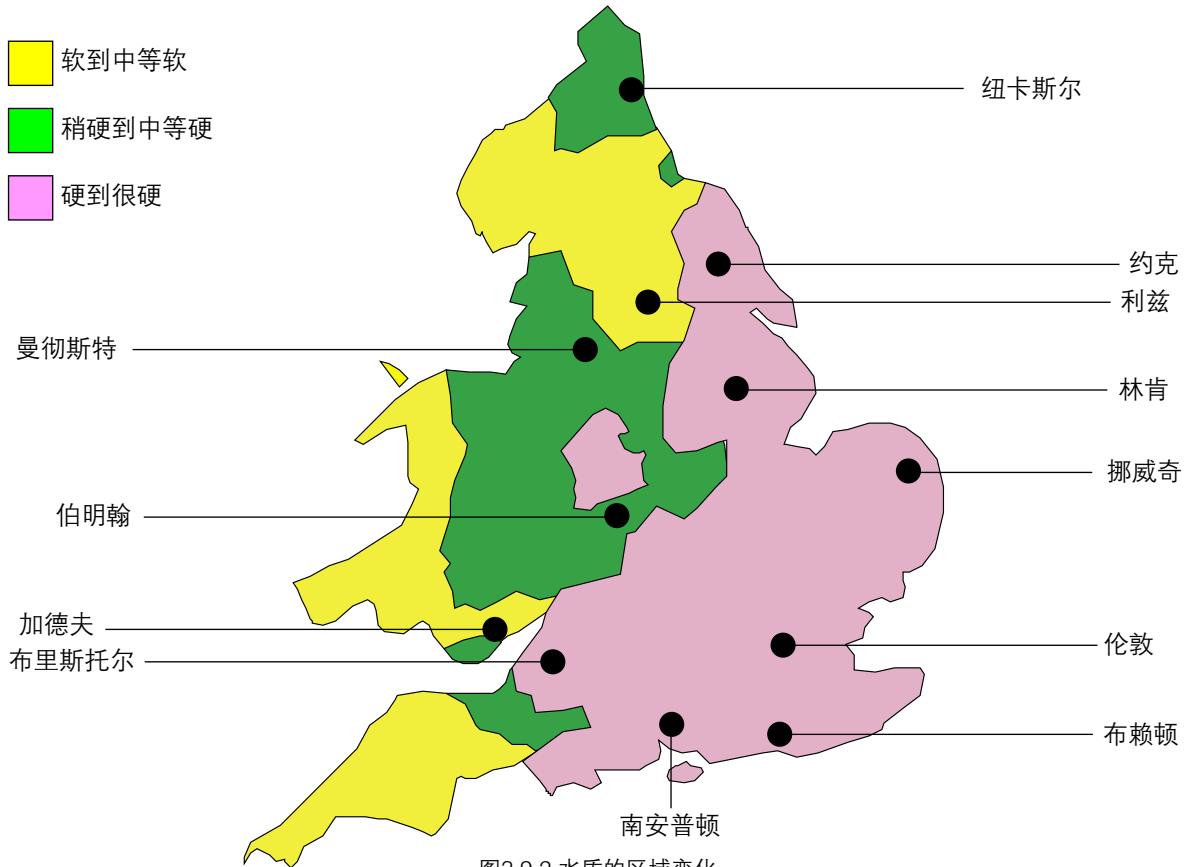


图3.9.2 水质的区域变化

表3.9.2 在英国水质的变化 - 所有杂质用mg/l/碳酸钙当量表示

地区	碱性硬度 (临时)	非碱性硬度 (永久)	总硬度	非硬度盐	总可溶固体 (TDS)
利兹	12	10	22	24	46
约克	156	92	248	62	310
伯明翰	28	72	100	130	230
伦敦	180	192	372	50	422

生水中普通杂质可分类如下:

□ 溶解固形物 - 所有溶于水的物质。

主要是钙和镁的碳酸盐和硫酸盐，加热时形成水垢。还有其它溶解固形物，是非水垢形成盐。实际上，在锅炉内形成水垢的盐能用化学方法改变，使之产生悬浮的固体或沉渣而不是垢层。

□ 悬浮物 - 以悬浮的颗粒存在于水中。

它们通常是矿物质或原始的有机物。这些物质一般不是问题因为它们可以过滤掉。

□ 溶解气体 - 氧气和二氧化碳容易溶解于水。

这些气体非常容易引发腐蚀。

□ 浮渣形成物质 - 主要是矿物杂质。

例如以碳酸盐，氯化物或硫酸盐形式存在的苏打。

杂质的量非常少，它们在水分析中通常用百万分之一 (ppm) 的重量来表示，或者毫克每升 (mg/l)。

下面介绍水的特性。

硬度

水有“软”和“硬”之分。硬水含有形成水垢的杂质，而软水很少或不含这些杂质。通过水对肥皂的效果就很容易分辨它们的差异。硬水比软水需要更多的肥皂才能起泡。钙和镁的盐类形成硬度，而且这些盐类促使形成水垢。有两种常用的硬度分类：

□ 碱性硬度 (也被称为临时硬度) - 钙和镁的重碳酸盐代表碱性硬度。这种盐溶解于水形成碱溶液。加热时，它分解释放出二氧化碳以及软垢和泥渣。

有时使用“临时硬度”这个名称，是因为一旦沸腾硬度就没有了。这个效果就是常常在在电水壶里见到的水垢。

见图3.9.3和3.9.4 - 后者描述的是锅炉内的情景。

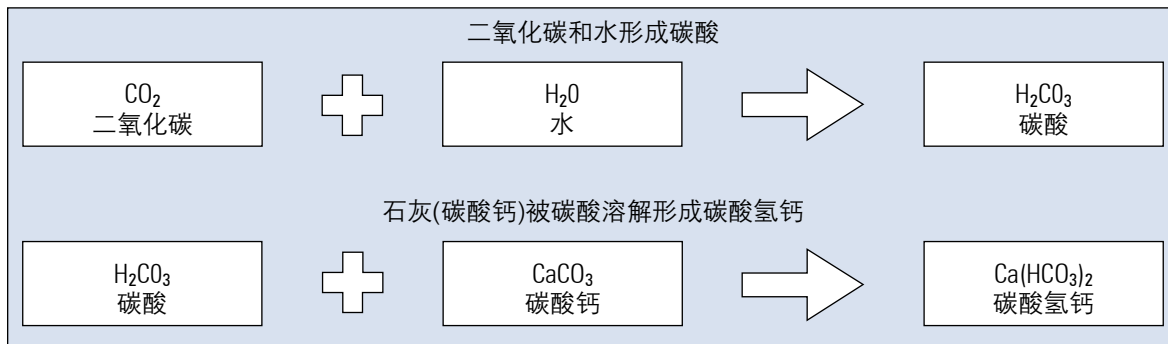


图3.9.3 碱性或临时硬度

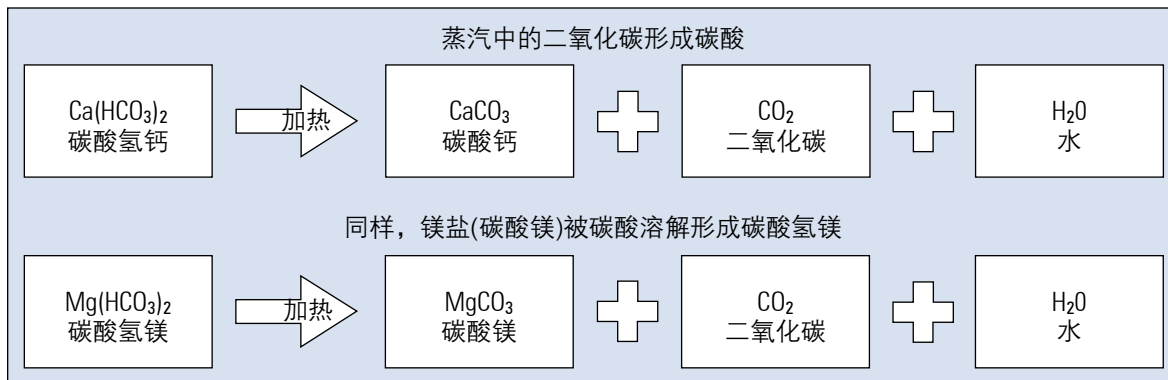


图3.9.4 非碱性或永久硬度 (垢 + 碳酸)

□ 非碱性硬度和碳酸盐 (也被称为永久硬度) - 这是由于钙和镁盐以硫酸盐和盐酸盐的形式出现。由于温度上升使溶解度减少使得这些盐类从溶液中沉淀出来，形成坚硬的水垢，很难去除。

另外，炉水中硅的出现也导致硬垢产生，它能与钙镁盐类起反应形成硅酸盐，它能严重的阻碍热传导，造成火管过热。

总硬度

总硬度不是一种硬度的分类形式，而是代表钙和镁离子的浓度总和，这时它们都用碳酸钙来表示。如果水是碱性的，一部分硬度数值上与总碱度相等，并表示为碳酸钙，被认为是碱性硬度，剩下部分为非碱性硬度。(见图 3.9.5)

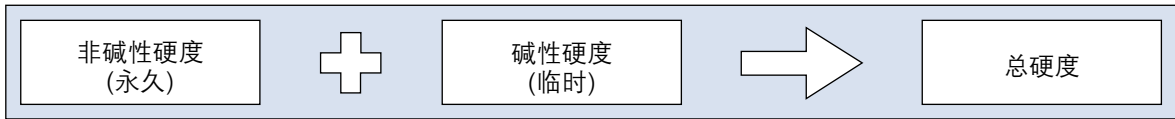


图3.9.5 总硬度

不形成水垢的盐类

非硬度盐类，如钠盐比钙和镁盐有溶解度高，一般不在锅炉换热表面形成水垢，见图3.9.6。

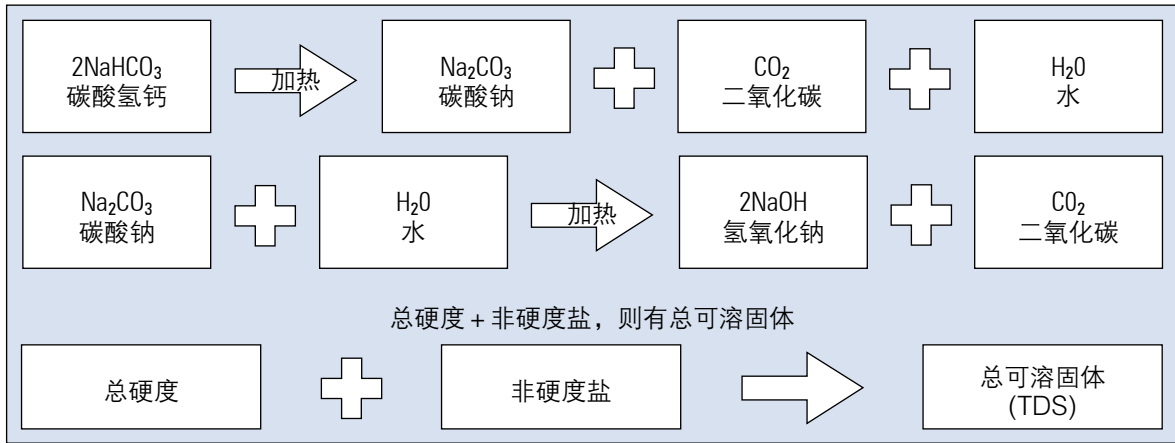


图3.9.6 加热的效果

当量

当盐溶于水后就形成带电的粒子称为离子。金属部分（钙、钠、镁）被称为阳离子，因为它们被阴极吸引并带正电荷。阴离子是非金属的并携带负电荷如重碳酸根，碳酸根，氯根，硫酸根被吸引到阳极。

由于碳酸钙的分子量为100，因此将每一种物质都表示为相应于碳酸钙的化学当量。

pH值

还有一个术语是pH值，它不是一种杂质或者成分而仅仅是一个数值，代表水中可能的氢的含量——这是一种水的酸碱性的测量方法。水有两种离子，氢离子(H+)和氢氧根离子(OH-)。

如果氢离子占主导成分，溶液为酸性，而且pH值在0到6之间。如果氢氧根离子占主导成分，溶液是碱性，其pH值在8到14之间。如果氢离子和氢氧根离子数量相等，溶液为中性，pH值为7。

酸和碱加在上述中性水样中可增加导电性。如，pH值为12水样的比pH值为7的水样有更高的导电性。

表 3.9.3 是 pH 图表，图 3.9.7 表示了pH值和常见物质的pH值。

图3.9.3 pH 数值范围

pH 值	氢离子浓度 H ⁺	氢氧离子浓度 OH ⁻	性质
0	10 ⁰	10 ⁻¹⁴	酸性
7	10 ⁻⁷	10 ⁻⁷	中性
14	10 ⁻¹⁴	10 ⁰	碱性

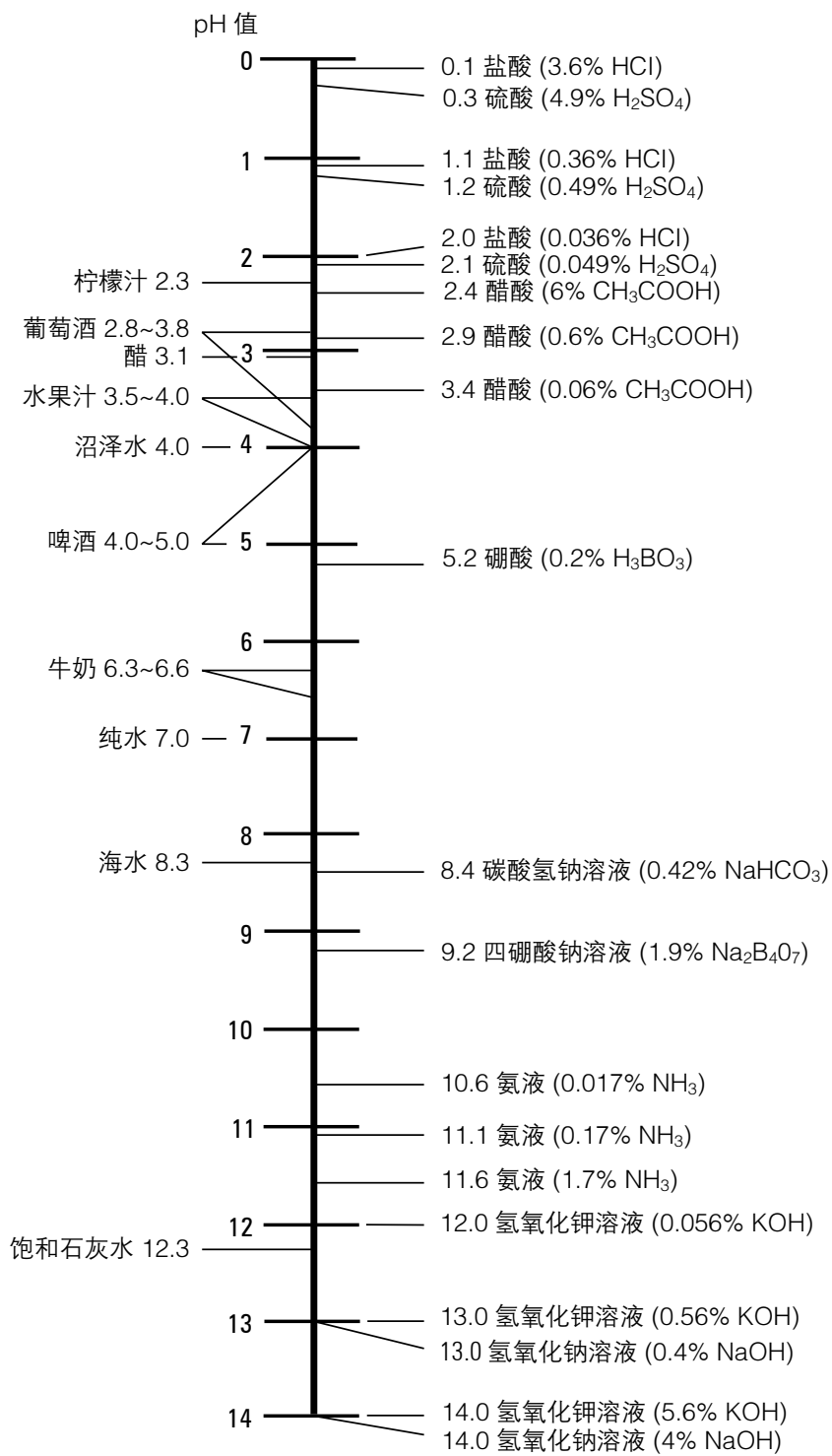


图3.9.7 pH图表

Questions

1. Temporary hardness salts are reduced by:
 - a| Raising the water temperature
 - b| Lowering the water temperature
 - c| Raising the pH value
 - d| Letting the water settle

2. What is the effect of CO₂ in a steam system?
 - a| The formation of scale
 - b| The formation of sludge
 - c| Corrosion
 - d| Acidity

3. Which of the following forms soft scale or sludge?
 - a| Magnesium sulphate
 - b| Sodium carbonate
 - c| Sodium bicarbonate
 - d| Calcium bicarbonate

4. Which of the following are principal dissolved solids that are scale forming?
 - a| Carbonates and sulphates of sodium
 - b| Calcium bicarbonate
 - c| Carbonates and sulphates of magnesium
 - d| Bicarbonate of sodium and magnesium

5. What is the effect of temperature on calcium and magnesium sulphates?
 - a| They separate out as soft scale and sludge
 - b| They precipitate out of solution and form hard scale
 - c| Foaming and carryover occurs
 - d| The TDS is increased

6. What is the treatment for scale forming salts in boiler feedwater?
 - a| They are chemically treated to modify the pH
 - b| The feedwater tank is raised to at least 85°C
 - c| They are chemically treated to produce suspended solids
 - d| They are removed by filtration means

Answers

1: a, 2: c, 3: d, 4: c, 5: b, 6: c