

Chapter 8_ Water

Chapter 8_ Water

Chapter 8: Water

酿造过程中一个明显的部分是对水的需求。本章仅介绍酿造过程中水的使用。虽然种植农作物需要水，制作麦芽也需要大量水，但本文仅介绍酿造过程中使用的水。

酿酒师为什么需要水，他们的水从哪里来？好吧，如果我们看看啤酒中有什么，无论是来自麦芽的所有化合物，还是来自啤酒花的苦味和香气化合物，以及酵母提供的酒精和其他化合物，啤酒中大部分都是水。是的，啤酒的酒精含量至少为 90%，即超过 50%。但这是例外，通常，为了生产这种高酒精啤酒，会去除已冷冻的水以浓缩酒精。

啤酒厂使用的水要么用作酿酒厂麦芽的添加水，要么用于清洁，后者通常高于前者。是的，啤酒厂使用大量的水进行清洁。一家好的啤酒厂每生产一公斤麦芽大约需要 2 升水，因此比例为 2:1。但他们使用的水量可能是酿造啤酒所用水量的三倍。尽管世界上最高效的啤酒厂声称他们的总用水量为 2.5:1，其中包括所有清洁用水和服务用水。效率较低的啤酒厂用水量要高出许多倍。因此，用水量是啤酒厂非常重要的短期和长期考虑因素。

与任何使用水来生产食品或饮料产品的行业一样，水的质量也很重要。水必须是安全的，并且不应该对加工和最终产品质量产生太大影响。

如果我们想一想，我们回到了人们第一次酿造啤酒的时期。他们的水来自哪里？是当地水流稳定的河流，还是他们在湖边找到了一个不错的区域，当雪融化时会有新鲜的径流？在那个时代，没有卫生设施，也就是说没有废水清理。因此，水中会有鱼类和其他生物。会有死亡和腐烂的植物、死亡的动物（包括我们这些两足动物）、倾倒的食物残渣，可能还有人类的排泄物。我知道我想在所有这些的上游。

流入小溪和河流的水会非常新鲜。当水流过地面或岩石时，它会从土壤和岩石中吸收矿物质。然后这些就会进入水中。快速流动的水吸收的矿物质较少，因为接触时间很短。然而，这就是水中含有各种矿物质的原因。

如果他们发现了地下水，那么他们会挖一口井，以某种方式把水抽出来。地下储存的水可能需要数周甚至数年才能过滤土壤和岩石，最终流入地下。但这种缓慢的过滤过程提供了与土壤和岩石的更多接触时间，因此其他元素可能会被溶解。因此，我们看到一些水源含有高浓度的重金属，包括钴或铀等危险元素。感谢上帝，如今城市使用处理设施去除了所有危险的生物和金属，然后水才进入我们家中或酿酒厂的水龙头。

我喜欢在课堂上用著名的斯诺医生的例子来说明水有多安全，以及为什么必须烧开水。20 世纪 50 年代，伦敦苏荷区爆发了霍乱。斯诺医生进行了挨家挨户的研究，记录了因霍乱而患病或死亡的人数。通过绘制他记录的数字，他绘制了靠近泵站的一片区域，人们在那里收集水用于饮用、烹饪和洗澡。最后，他

们决定关闭水泵，霍乱患者人数大幅下降。故事还说，在一人或多人当地酿酒厂工作并买啤酒回家给家人喝的那些房子里，有几个人生病了。这让你感到疑惑。

我认为人们很早就知道，无论如何使用，烧开水都是有益的，可以降低人们生病或死亡的风险。这种煮沸过程会杀死任何危险的生物，例如细菌。但它不会去除一些重金属（如果存在的话）。因此，喝带有金属味的啤酒需要全新的体验。我们将在第 12 章中进一步讨论啤酒的味道，包括金属味（但并非全部来自金属）。

啤酒酿造用水

我们可以确信，在实际酿造过程中使用的任何水都是安全的。然而，酿酒师知道他们需要的不仅仅是“干净”的水。酿造用水需要混合矿物质或盐来影响酿造和发酵过程，也可能影响啤酒的味道。

考虑水的最简单的方法是硬度。是的，水的硬度会有所不同，你可能已经体验过，只是你没有意识到硬水和软水的感觉。下次你用肥皂洗手时，就用普通肥皂，泡沫的多少表明水是软的还是硬的。水流过你的手，用力搓肥皂，产生大量泡沫，这表明水是软的。相比之下，用力搓肥皂，只产生少量泡沫，那么水可能更硬。

但事情变得更有趣了。硬度可能是暂时的，也可能是永久的。这些差异主要由钙的含量和形式控制。另一种矿物质镁也会影响硬度。

与一种岩石（石灰石）接触过的水中的碳酸氢钙含量将产生暂时的硬度。沸腾过程会使水进一步软化，因为热量会将碳酸氢盐分解成二氧化碳，二氧化碳会消失。剩下的氧化钙会沉淀下来，因为它的溶解性不强。您可能已经看到过钙沉积物附着在用来烧水泡茶或咖啡的水壶的加热元件上。

但是，如果您的水来自石膏含量较高的地区，那么硫酸钙含量就很高。这种形式的钙会使水永久变硬。如果您的水中硫酸钙含量很高，那么当您烧开水壶泡早茶时，硫酸钙就会被去除，剩下的水会更硬。这是永久硬度。

因此，钙和它存在的不同离子形式控制着水的硬度。世界上不同地区的钙和其他矿物质含量本来就不同。但随着啤酒酿造业成为大规模商业产业，水源可能已经影响了啤酒的加工和风味。一些例子包括现在捷克斯拉夫共和国的皮尔森啤酒，但以前的波西米亚（1842 年，皮尔森·乌尔克首次在波西米亚酿造这种风格的啤酒）的水非常软，各种形式的钙含量都很低。相反，在英格兰一个名叫伯顿的城市，那里酿造传统的英国麦芽啤酒，水非常硬，硫酸钙含量很高，因此水具有很高的永久硬度。但几十年来，特别是自从科学家研究并了解了水中的矿物质后，这些啤酒厂现在控制着钙和其他矿物质的含量，以保持这些啤酒厂刚开始使用时使用的旧水质。

然而，这并不局限于这些啤酒厂生产皮尔森啤酒或麦芽啤酒。许多啤酒厂酿造皮尔森风格的啤酒，这些啤酒厂也可能酿造麦芽啤酒。这些啤酒如何保持风格不变？关于水，啤酒厂可以向供水中注入正确数量的碳酸氢钙或硫酸钙。

啤酒厂如何知道水中钙、镁、氯化物或其他离子的现有含量？他们可以很容易地获得一份城市水报告。这些报告提供了啤酒中各种矿物质和金属的数据。它们还将根据需要提供 pH 值和溶解氧水平。现在，一旦酿酒商了解了进入啤酒厂的水质，他们就可以调整水质。大多数啤酒厂都有一种使用反渗透 (RO) 工艺去除水中存在的所有离子的工艺。图 1 显示了 RO 工艺，其中水被泵送通过一个非常小的膜，只回收实际

的水。因此，酿酒商有一个空白的水质概况，可以控制矿物质的添加。您可以在家中安装非常小型的 RO 系统来确保水质更软。

反渗透工艺

我们不再考虑水是硬的还是软的，以及水是否可以暂时变硬或永久变硬，一些离子，如钙和镁，可以控制水的 pH 值（悬停：需要弹出描述 pH 值的窗口），这些离子也可以影响糖化和发酵中的一些酶反应。图 2 显示了 pH 值的范围以及哪些食物和饮料具有一定的 pH 值。

理想情况下，在糖化水中添加矿物质后，麦芽汁中的 pH 值在 5.0 到 5.5 之间。我们可以添加碳酸钙来增加 pH 值，或者添加硫酸钙来降低 pH 值（但也会增加硬度）。硫酸镁也可以降低 pH 值，但硫酸盐可以帮助检测啤酒花的新鲜度。

盐氯化钙也可以降低 pH 值，但会给啤酒增加“咸味”。氯化物的量也会影响啤酒口感的饱满度。然而，过量的氯化物可能会让你的啤酒尝起来像游泳池的味道。

除了 pH 值或我们所说的钙和添加的其他一些离子的“缓冲能力”之外，钙是重要的离子之一，它是催化酶反应的辅助因子。主酶需要钙来将淀粉的长葡萄糖聚合物分解成短链。这种酶是 α -淀粉酶。这种反应并非麦芽和酿造行业所独有。

但是所有动物和植物种子都会产生 α -淀粉酶。唾液中含有这种酶，有助于将我们吃的淀粉类食物中的葡萄糖聚合物分解成更小、更易消化的糖。营养学家会鼓励我们少吃精制面粉类食物，如面包，或多吃全谷物，如部分碾磨的小麦、大米或玉米。完整的谷物含有大量淀粉聚合物，需要很长时间才能分解成糖。相反，一些高度加工的食物（如面包和小圆面包）含糖量非常高，非常易消化，增加了不健康的“糖分冲击”。

钙的含量有助于通过与麦芽中的草酸结合来减少啤酒石（草酸盐）的形成。钙还有助于酵母在发酵完成时絮凝（见第 9 章）。

在酿酒师可以在生产过程中或成品啤酒中测量的所有质量特征中，pH 值是其中之一。酿酒师应定期测量 pH 值，随着时间的推移，在酿造相同配方时，他们将了解添加到 pH 中的盐的概况，以及加工效率和最终啤酒的味道。

不同食品、饮料和其他产品的 pH 范围。

任何水中含有金属都是正常的。但如果可能，供水商会去除所有金属，因为我们知道金属，尤其是铅、铁或钴等重金属，会对我们的健康造成危害。但有些金属对酿造过程很重要。这里提供的两个例子是锌和铜。

锌是生命所必需的。缺锌会对人类产生负面影响，也会对酿造过程产生负面影响。锌是几种酶反应的另一种辅助因子，包括分解酒精的酶醇脱氢酶。在发酵过程中，锌会提高酵母的生长速度，从而提高酒精的生产速度。然而，高浓度的锌可能是有毒的，因为它会影响钾通过酵母细胞壁的渗透性，从而导致酵母生长减少。在成品啤酒中，锌的含量可以增强啤酒泡沫和泡沫对玻璃的附着力。锌可以在煮沸后期作为酵母营养混合物的一部分添加（见第 9 章）。

在非常古老的啤酒厂里，将水引入啤酒厂的管道可能是用铅制成的。在啤酒厂内部，铜管取代了铅管。但现在，由于铜的价格以及一些健康风险，人们开始使用惰性聚合物，这可以消除所有金属污染风险。我们都喜欢闪亮的铜酿酒厂的外观。但我们也知道，长期接触铜对我们是不安全的。因此，大多数啤酒厂只有一个铜壳覆盖不锈钢容器。很抱歉在这里揭开神秘的面纱。另一方面，我们的饮食中确实需要微量的铜来促进体内的一些酶反应，因此成品啤酒中含有微量的铜。酵母在发酵过程中也需要微量的铜来进行一些酶反应。但现在啤酒厂中的铜含量非常少。通常，啤酒厂会在管道中放一个小铜板，麦芽汁在转移到发酵罐时会经过这个铜板。麦芽汁会吸收少量的铜。

我们使用的谷物和啤酒花中含有许多钙或镁离子，甚至锌和铜等微量金属。大麦或啤酒花植物从其生长的土壤中吸收了这些元素。但不幸的是，业界没有一种简单、快速或经济有效的方法来测量这些微量金属。因此，对于谷物中的这些微量矿物质和金属，它们将在麦芽加工过程中留在谷物中，并留在成品麦芽中，然后在酿酒厂溶解到麦芽汁中。啤酒花吸收的微量元素也是如此。

请参阅表格，了解不同矿物质在酿造中的影响。

因此，世界各地的酿酒商都密切关注进入酿酒厂的水质，然后关注他们用于特定啤酒配方的水质。

清洁和废水

如本章前面所述，啤酒生产需要大量的水。一杯啤酒可能需要 3 到 10 杯水，酿酒厂可能需要更多水。在啤酒包装之前，清洁工作（尤其是水瓶或水桶）需要的水量最大。

但是，如果要考虑生产一杯啤酒所需的总用水量，那么这个数字可能接近 100。谷物和啤酒花作物的生产非常耗水，但这些作物通常使用自然降下的雨水。世界上一些地区可能使用灌溉，这需从城市取水。在世界上一些地区，农民可能拥有河岸权，因此农民可以从河中取水。或者农民可以使用地下水源。农业生产也会使用废水。农民会冲洗机器和硬表面以保持清洁的工作环境，并冒着机器之间交叉污染的风险。

麦芽制造过程也非常耗水。在浸泡过程中，根据所用谷物的吨数，会使用多种水量。一些水可能会喷洒在发芽床上，以保持谷物中的水分含量。浸泡阶段后，第一次浸泡的水中含有大量固体物质。通常，麦芽制造商应将这种水通过过滤系统以去除任何固体，否则城市将征收高额费用。浸泡、发芽和烘干阶段后，这些容器将被清洗以去除任何不需要的固体物质，并为下一批谷物提供干净的表面。

我们和学生们开玩笑说，大多数酿酒师都是薪水过低的清洁工，因为在员工有限的小型精酿啤酒厂，每个人都会参与清洁酿酒厂或一般的地板清洗等工作。移动容器的顶部会有喷嘴。这些喷嘴将确保清洁剂和水混合物在容器内的均匀分布。

所有这些清洁水都会进入正常的排水系统，最终流入城市水处理设施。当然，这样做是有成本的。城市还会跟踪水中的物质，因此啤酒厂必须密切关注他们使用的任何清洁剂以及已清洗过的东西。

最好的清洁化学品是氢氧化钠（腐蚀性），通常在高温下（接近沸腾）。这可以确保深层清洁并杀死任何潜在的微生物。但腐蚀性物质的 pH 值非常高（13），如果直接排入下水道，就会影响城市对它的处理方式，而这些是啤酒厂的额外成本）。因此，啤酒厂在冲洗容器和冲洗地板时通常会稀释腐蚀性物质。

腐蚀性物质对我们来说也非常危险。如果你愿意让你的皮肤溶解并冒着严重受伤或死亡的风险，那么当然，在你的手上涂一些腐蚀性物质。因此，腐蚀性的使用量很少，并且要求在清洁过程中使用它的人佩戴防护设备。

过氧乙酸是一种危险性较低但仍然有一定风险的化学品。顾名思义，过氧乙酸是一种酸。但酸性不如电池酸。过氧乙酸是每天在批次间进行的标准清洁时使用的。它很容易用水从容器中冲洗掉。

为了方便起见，大型啤酒厂会在现场设有废水处理设施。但这些设施的建造和运营将遵循严格的指导方针，以便任何送入城市进行水处理的水都不会影响来自城市的其他废水。

最高效的啤酒厂将以可回收的方式处理水，以便在浴室或花园中使用非饮用水。

酿酒业使用大量的水，但主要用于清洁。

水的质量会影响加工过程。

水会影响啤酒的味道。

进入酿酒厂的水通常由最近的城市供应。

但是，根据城市的水源，水质可能会有所不同。

在酿酒厂使用特定的盐添加物之前，大多数水已经去除了所有矿物质。

可以使用不同的盐来调整加工条件。

大多数水用于清洁。