

科学家首次在常温常压下稳定固态氨！这意味着储氢技术的重大突破

通常在-78 °C以下形成的固体形式的氨，在世界上第一次成功地在室温下稳定下来。这种无味的氨固体形式，由于其蒸气压低，有望成为一种安全的“奇迹”储氢材料。在一项开创性的研究中，日本兵库大学(Hyogo University)的一个研究小组成功地将氨稳定在固体形态，这一壮举是通过将氨包裹在硼酸的聚集体中完成的。这一突破尤其重要，因为氨被广泛认为是一种有前途的储氢方法，是下一代能源解决方案的关键组成部分。然而，其有毒性质在安全处理和运输方面提出了重大挑战。

概述：

为了减少二氧化碳的排放，正在推广使用太阳能和风能等可再生能源。然而，这些可再生能源依赖天气，因此很难根据需求提供电力。因此，有必要开发能够随时使用可再生能源的储能技术。一种很有前途的储能技术是将水电解产生的氢储存为氨。然而，在室温下，氨是一种剧毒气体。在这项研究中，研究人员首次成功地在室温下稳定了氨的固体形式，固态氨通常在-78 °C以下形成。这是通过将氨-硼酸溶液在-196 °C的液氮中冷冻，并使用冷冻干燥方法(通常用于食品保存)将固体氨封装为硼酸玻璃基质中的细颗粒来实现的。值得注意的是，这些氨颗粒即使在加热到52 °C时仍保持其固体形态，而不会蒸发。这类似于即使把冰扔进100 °C的沸水中也不会融化，这是一个真正神奇的发现。这种无味的氨固体形式，由于其蒸气压低，有望成为一种安全的、革命性的储氢材料。

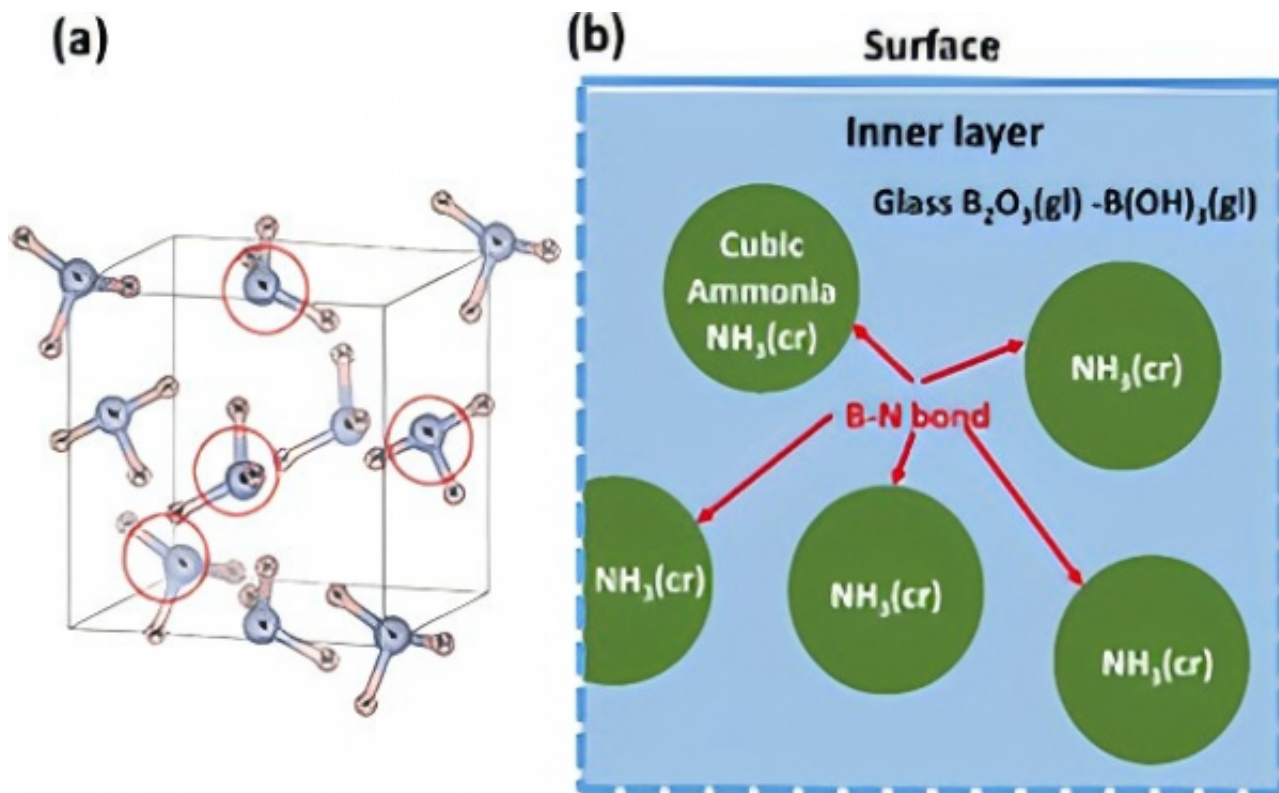


背景：

在其他可再生能源中，太阳能和风能有其固有的局限性。由于这些可再生能源产生的电力取决于天气，因此根据需求供应能源是一项挑战。因此，开发储能技术，在需要时使用可再生能源是至关重要的。水电解制氢被认为是一种很有前途的储能技术。氢可以通过燃料电池转化为电能，也可以通过燃烧直接使用。然而，由于体积较大，气态氢的能量密度非常低，仅为汽油的1/3000。为了确保与汽油车相当的行驶里程，需要在1000个大气压以上压缩56000升氢气并将其填充到储罐中。另外，能量密度更高的液氢需要冷却并储存在-253 °C以下，这是相当具有挑战性的。

氨是一种有效的储氢材料。利用可再生能源中的绿色氢和空气中的氮合成绿色氨是可能的。相反，使用Ru或Ni等催化剂，氨可以重新转化为氢和氮，氨可以使用V合金等透膜分离和回收。此外，氨可以直接燃烧并用作发电和发动机的能源。此外，在室温下，氨在约8个大气压下变成液体，允许它在室温下作为液体储存在钢瓶中。然而，无论是气态还是液态，氨都是一种有害物质。如果储存液氨的钢瓶在拖车或罐车运输过程中损坏，氨气会立即蒸发并释放出有毒气体，可能造成致命事故。因此，要推广氨作为一种能源，必须开发安全的储存和运输方法。

氨在 -78°C 以下凝固成立方晶体，每个晶体包含4个氨分子(NH_3)，排列成立方体。固体氨的升华蒸汽压低，无味且安全。这项研究旨在稳定固体氨，即使在室温下，固体氨通常也会在 -78°C 以下形成。从这个角度来看，这就像发现即使在 100°C 的沸水中也不会融化的冰一样。



研究内容与成果：

1、在室温和常压下稳定固体氨：如果氨固体颗粒($\text{NH}_3(\text{cr})$)可以被捕获在硼酸玻璃基体($\text{B}_2\text{O}_3(\text{gl}) - \text{B}(\text{OH})_3(\text{gl})$)中，则可以在硼(B)和氮(N)之间的界面形成强B-N键，即使在室温下通常为气态的固体也可能稳定。为了将氨固体封装在这种玻璃基体中，采用了通常用于食品保存的冷冻干燥方法。最初，氧化硼(B_2O_3)溶解在氨溶液中，使氨转化为铵离子，氧化硼转化为硼酸盐离子。然后将该溶液冷冻在液氮(-196°C)中，抽真空以浓缩这些离子，将氨固体颗粒捕获在硼酸玻璃基体中。这种冷冻氨在 52°C 时保持稳定，保持其固体形态。换句话说，我们成功地将氨气的升华温度提高了 130°C 。x射线衍射和拉曼光谱证实，被困在玻璃基体中的氨颗粒在室温下仍保持固体状态。

2、固体氨在室温常压下的热稳定性：用热重法测定封装在硼酸玻璃基体中的固体氨的热稳定性。在 52°C 以下未观察到失重，表明固体氨在此温度下保持稳定。超过 52°C ，由于热分解开始失重，只有玻璃基体能够保持在 52°C 以上的温度中。

未来发展：

在氨中储存氢后，必要时必须将其还原为氢，例如用于燃料电池。从氨中生成氢通常需要使用Ru或Ni等催化剂加热到 400°C 以上。从能源消耗的角度来看，降低氨制氢所需的温度至关重要。包裹在玻璃中的固体氨可能在 80°C 至 200°C 的较低温度下解离成氢和氮，因为氨分子在升华时可能很难通过玻璃基质而不解离。目前，研究团队正在探索从固体氨中分离和回收氢的方法。

(素材来自：Hyogo University 全球氢能网、新能源网综合)

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/214747.html>