



氢元素

原子序数	1	1.008	原子质量单位
符号	H	120 pm	原子半径
英文名	Hydrogen		
电子构型	1s ¹	[1]	电子排列

○ 氢元素是元素周期表中的第一号元素，化学符号为 H，其原子仅包含 1 个质子和 1 个电子（供图 / 苗淼）

氢作为化学元素周期表的首位“选手”，对人类具有非凡的意义，其产生的化学能——氢能，被誉为“终极能源”。氢气中蕴含着哪些奥秘？让我们通过氢气“万花筒”，看看其中的缤纷世界吧。



氢气“万花筒”

撰文 / 苗淼（中国地质调查局油气资源调查中心）

🔍 氢元素——宇宙的“元老”

对于宇宙的起源，目前学界普遍认同“大爆炸宇宙论”，即 137 亿年前，一个致密炽热的奇点在一次大爆炸中膨胀形成宇宙。那时，宇宙中只有氢元素和氦元素，其他元素均还没有形成。从这个意义上说，氢元素可谓整个宇宙的“元老”。即使后来宇宙中又产生了其他众多元素，氢元素依然举足轻重——它广泛存在于宇宙的各个角落，其原子总数量占宇宙的 90%、总质量占宇宙的 75%。

不过，氢元素的化学结构过于单一，这使它成了“爱交朋友”的元素。单质形态的氢几乎仅在大气中存在，其余的氢往往与其他元素相结合，以化合物形式存在，例如水（ H_2O ）。

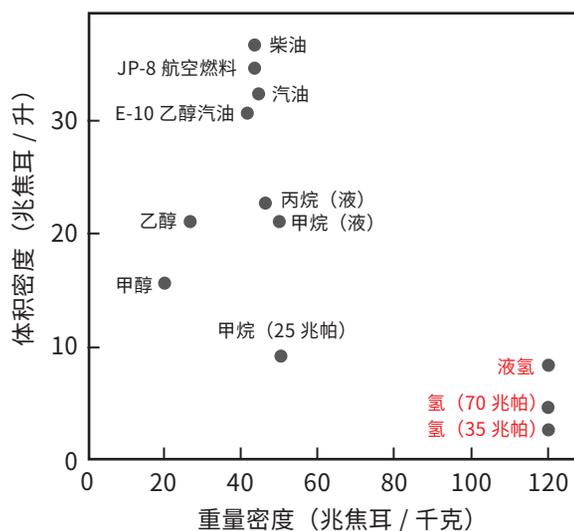
🔍 氢能——新能源的热门选手

氢气无色无味、极易燃烧。在化学课上，你可能学过氢气燃烧的化学方程式：



通过上面这个化学方程式，我们可以看出，氢气的燃烧产物只有水。燃烧过程中还会释放巨大的能量——这种能量便是氢能。也就是说，氢能是通过氢气与氧气燃烧获得的，在这个过程中不会产生大气污染物，因此，氢能是一种零排

为了稳定存在，氢原子要和另一个氢原子“成双成对”。氢气是氢元素的单质形态，其化学式为 H_2 ，即一个氢气分子中有两个氢原子（供图 / 苗淼）



▶ 氢气与其他燃料能量密度对比。从质量上，氢的能量含量几乎是汽油的 3 倍：氢气为 120 兆焦耳 / 千克，汽油为 44 兆焦耳 / 千克。然而，从体积上正好相反：液氢的能量含量为 8 兆焦耳 / 升，而汽油则为 32 兆焦耳 / 升（供图 / 苗淼）



长征五号 B 运载火箭是目前中国近地轨道运载能力最大的运载火箭，液氢就是其推进剂成分之一

氢燃料电池汽车的应用也越来越广。在 2022 年北京冬奥会、2023 年杭州亚运会上，一辆辆氢燃料大巴大显身手

▶ 绘图 / 闫丽萍

放的清洁能源。

氢原子是水分子的主要构成部分。地球的水资源丰富，由此可知，氢在地球上的分布非常广。据估计，如果海水中的氢被全部提取出来（关于电解海水制氢，详见《知识就是力量》2023 年 6 月刊），其燃烧产生的总热量将是地球上所有化石燃料释放热量的 9000 倍。燃烧热值高、可持续性强、储量丰富、零污染——这些优势，使氢能成为新能源中的“热门选手”。



知识拓展

氢能发展史

氢能虽然是一种新能源，但人类对它的认识、利用已有数百年时间。人类对氢能的认识与人类科技史同步成长，主要可分为概念认知、探索应用和市场推广三大阶段。

1520 年，瑞士炼金术士帕拉赛尔苏斯发现了氢；1783 年，法国工程师雅克·查尔斯利用氢气首次实现了无人氢气球飞行，这中间相隔了 263 年。



▶ 全球氢能发展利用历程（供图 / 苗淼）

进入了 21 世纪后，科学技术的迅速发展带动了氢能利用的巨大进步，人类对氢能的利用进入了市场推广阶段。氢能的地位逐渐上升，世界上的许多国家均将氢能视为能源转型的重要战略选择。

在中国，氢能产业逐渐走上“快车道”，氢能已被明确为未来中国能源体系的重要组成部分，中国成了全球最大的制氢国。氢气的资源潜力和研究价值将进一步提升，对支撑中国“双碳”目标实现具有关键意义。

谱系	● 黑氢	● 棕氢	● 灰氢	○ 白氢	● 蓝氢	● 红氢	● 粉氢	● 橙氢	● 绿松石氢	● 黄氢	● 绿氢
原料 / 生产方法	硬煤	褐煤	煤 / 天然气蒸汽热解	天然氢	天然气蒸汽重整	核热解水	核电解水	生物质 / 有机质	甲烷裂解	太阳能发电电解水	可再生能源发电电解水
优势	成本低，技术简单			无污染	碳排放经过处理，达到碳中和	零碳排放		碳排放极低	产生固体碳	零排放	零排放
劣势	依赖化石燃料，产生碳排放			压裂生产技术影响环境，利用技术不成熟	依赖化石燃料	消耗铀原料，产生放射性废弃物		不适合大规模生产	尚处于试验阶段	技术不成熟，成本高	
占比	95%				5%						
环境污染	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: space-between;"> 高  低 </div>										

► 氢能家族谱系图（供图 / 苗淼）

🔍 “五彩缤纷”的氢能家族

要实现“氢能自由”，首先要实现“氢气自由”。目前，人类使用的氢气大多需要人工制备，即从含氢化合物中获取氢气，包括化石燃料制氢、电解水制氢、含氢尾气副产氢回收、高温分解制氢等方式。

根据生产氢能的技术路线和碳排放情况，工业界用颜色对各种类型的氢能进行命名，用以区分。从黑氢到绿氢，氢能制备方法对环境造成的污染依次降低。

🔍 矿石产氢的魔法

天然氢气的形成主要包括生物成因（例如有机物的分解和发酵）和非生物成因（例如水-岩反应、水的辐射分解），其中非生物成因具有重要优势。

水是地球内部各圈层物质交换的载体。科学家发现，水-岩反应会改变岩石的化学成分和外观。蛇纹石化是地球上最重要的水-岩反应之一，它是指在某种温度、

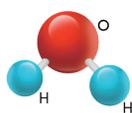
压力条件下，地幔中的橄榄石或辉石等镁铁质矿物与水相互作用，发生水热蚀变，进而产生蛇纹石等矿物的热液变质作用。氢气是橄榄石或辉石蛇纹石化反应的副产品，因此，蛇纹石化是天然氢气的主要来源之一。

利用这种产氢原理，人们可以人为让矿物发生蛇纹石化，从而获得氢气。目前，已经有科研团队尝试将水泵入地下，让水与富含镁铁质的矿物相互作用，引起蛇纹石化，产生氢气。

作为一种清洁能源，氢能向我们描绘出一幅绿色的未来图景。你能想到氢能的哪些利用方式呢？欢迎扫码告诉知力君！



扫描二维码参与互动
有机会获得
《知识就是力量》精美礼品
(责任编辑 / 代竹蕊 美术编辑 / 周游)



橄榄石、辉石 + 水 → 蛇纹石 + 氢气 + 甲烷 + 热量

► 蛇纹石化作用示意图（供图 / 苗淼）