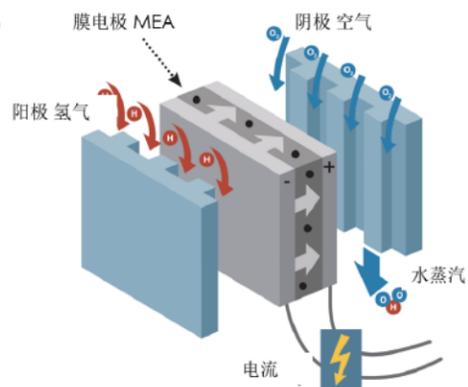


## 氢燃料电池：氢气到电动航空的桥梁

较为成熟的低温PEM氢燃料电池是一种清洁的电化学发电装置。内部并不燃烧，堆芯温度一般在40°C~65°C之间。很少的机械运动件，低维护成本，高可靠性。

氢气通过阳极板流道输送到电堆内部，再通过扩散层均匀渗透到催化层和质子交换膜。在铂金催化剂的作用下，质子被带到质子交换膜另一侧与阴极的氧原子结合，形成水。电子通过回路经过负载回到阴极形成电流。

极板的面积决定电流大小。极板的堆叠层数决定电压大小。单片电池的开路电压约1V，工作电压0.65V左右。实践中转换效率已高达到55%，45%以热的形式放出。



## 无人机上的氢动力系统

无人机上的氢动力系统由氢燃料电池、控制器和氢气瓶组成。氢电的IV曲线比锂电池陡峭，氢燃料电池开路电压1V，额定工作电压0.65V，氢燃料电池由多节堆叠而成，所以常被称为“电堆”。

## 氢动力系统定制服务

氢航科技核心业务是燃料电池系统研发，并非氢动力无人机公司。我们以氢动力无人机开发为氢燃料电池在航空上的应用探路。氢航愿意助力业内广大合作伙伴一起开发氢动力无人机和载人机。

我们为伙伴提供免费参数设计、项目预评估。还可以为伙伴提供燃料电池系统、储氢系统、电源管理系统、电驱系统等多方位的支持。

## 氢的安全性：氢气物性

1. 氢气爆炸混合比约4~75%之间，作为对比，汽油约1.4%，天然气4.7%以上混合比都可以爆炸。
2. 氢气密度只有空气1/14，向上扩散迅速，约20m/s，不易积聚，难以形成爆炸混合气条件。
3. 在可燃气体中，虽然比质量热值最高，同样条件下，比体积热值最低，只有天然气的1/3。氢气燃烧爆炸是个缩比反应，2个氢气分子和1个氧分子形成2个水分子，所以爆炸能远远低于天然气和汽油。
4. 氢气点火能低，但也需要574°C的明火才能点燃。
5. 发电和储能分开，不会像锂电池发生热失控，控制逻辑切断电磁阀反应即停止。
6. 容易被探测到，目前ppm级可燃气体报警器即可探测，十分普及。

如果汽油和天然气都能普遍使用，氢气也终将普及应用。

## 氢瓶的安全性

1. 三型、四型碳纤维气瓶，铝合金或高密度聚合物内胆，外围碳纤维缠绕，主要承压结构为碳纤维本身。GB/T35544-2017，对车用碳纤维气瓶做了详细的技术要求和测试规范。
2. 气瓶要经过枪击、火烧、跌落都不能爆炸。
3. 枪击时气瓶呈鸟巢状破裂，高纯氢气快速释放，不燃烧不爆炸。
4. 火烧时110°C左右过温快速泄放，不蔓延不爆炸。
5. 100m跌落试验，车辆碾压、氢瓶不爆炸，不破裂。内压每平方厘米约350kg，在几十平方厘米接触面上，外部撞击力/压力相比于内压可以忽略不计。
6. 阀杆跌断，高纯氢泄漏，气瓶不飞走，不燃烧。断点孔径面积只有1mm<sup>2</sup>左右，推力约0.7kg，不足以把4kg的气瓶发射上天，高纯氢气瞬间泄漏。
7. 氢动力无人机上所使用的氢气瓶是由一家央企中材科技生产的符合国家压力容器标准GB/T15385-2022和企标Q/ZCCD107-2019的三型碳纤维气瓶。该企业已获得国家质量监督检验检疫总局颁发的特种设备(压力容器)制造许可证。储存氢气的三型碳纤维气瓶，内胆为铝合金材料，外面缠绕高强度碳纤维，其安全性已通过多种实验得到验证。