

各位好，我是海集能的一位技术老兵。今天我们不聊锂电，不谈液流，我们聊点“接地气”的——沙子。对，就是那种在沙滩上随处可见，在沙漠里无穷无尽的沙子。你或许会想，这和我们今天要探讨的能源未来有什么关系？别急，这正是我想分享的，一种正在从实验室走向现实，极具潜力的储能新思路。

## 沙子储能系统工作原理图解

各位好，我是海集能的一位技术老兵。今天我们不聊锂电，不谈液流，我们聊点“接地气”的——沙子。对，就是那种在沙滩上随处可见，在沙漠里无穷无尽的沙子。你或许会想，这和我们今天要探讨的能源未来有什么关系？别急，这正是我想分享的，一种正在从实验室走向现实，极具潜力的储能新思路。

### 一、从“废热”到“热宝”：一个物理现象的再发现

现象是这样的：全球的工业体系，特别是钢铁、玻璃、水泥等行业，每天都在产生巨量的中低温废热。这些热量通常被视为负担，被直接排放到大气或水体中。与此同时，我们的电网正随着风能、太阳能的普及，面临着越来越严峻的间歇性挑战——阳光灿烂时电用不完，阴雨连绵时又不够用。数据会说话。根据国际能源署的报告，工业部门贡献了全球约三分之一的最终能源消耗，其中相当一部分以废热形式损失。如果能将这部分能量，或者将间歇性可再生能源产生的富余电能，以某种形式大规模、长时间地储存起来，那将彻底改变游戏规则。

这时，沙子登场了。它的储热原理，本质上是对一个古老物理定律的巧妙应用：比热容。沙子，主要成分是二氧化硅，具有相当高的比热容和良好的热稳定性。这意味着，它能够吸收并储存大量的热能，并在需要时缓慢释放。这个过程的能效可以非常高，因为核心只是热量的储存与转移，不涉及复杂的化学变化。

### 二、沙子储能系统是如何工作的？

让我们把这个系统拆解开来，看看它的核心工作原理。一个完整的沙子储能系统，通常由以下几个关键部分构成：

**储热罐：**这是一个巨大的绝缘容器，里面装满了沙子。它是系统的“能量银行”。

**加热/充能系统：**当有富余的电力（如中午过剩的光伏发电）或需要处理的工业废热时，系统会启动。通过电阻加热器或热交换器，将电能或废热转化为热空气，吹入储热罐底部。

**热交换与取能系统：**当需要能量时，冷空气从罐顶注入，流经被加热至数百摄氏度的热沙层，被加热成高温空气。这股热空气可以用来驱动蒸汽轮机发电，或直接用于区域供暖、工业流程。

整个过程，我们可以用一个简单的表格来概括其能量流：

阶段  
能量输入  
系统状态  
能量输出

充能（储能）

富余电能 / 工业废热

沙子被加热至500-1000 °C

无（能量被储存）

放能（释能）

常温空气

热沙加热流经的空气

高温热风（用于发电或供热）

这个系统的美妙之处在于其极简和耐久。沙子不会降解，系统可以循环成千上万次。它就像一个巨型的、高效的“热力电池”，只不过存储介质成本极低，且几乎取之不尽。

看到这里，你可能会想，这理念很棒，但它是纸上谈兵吗？完全不是。实际上，类似的物理储热理念，在更聚焦、更要求可靠性的场景中，已经有了成熟的应用。比如在我们海集能深耕的站点能源领域。

海集能的实践：从理念到可靠的解决方案

我们海集能（HighJoule）近二十年来，一直在做一件事：把前沿的能源技术，变成客户手中稳定、高效、绿色的解决方案。阿拉在上海和江苏的基地，一个侧重前沿定制，一个专注规模制造，为的就是这个目标。

在面向通信基站、边防哨所、海岛微网的站点能源解决方案中，我们大量运用了类似“储热”的物理储能思维，只不过介质是更成熟的锂电池。我们集成的光储柴一体化能源柜，其核心逻辑与沙子储能异曲同工：将间歇性的光伏能量“捕获”并储存起来，在需要时精准释放，确保关键站点7x24小时不间断供电。

特别是在无电弱网地区，我们的站点电池柜和光伏微站，就是靠这套“捕获-储存-释放”的逻辑，替代了昂贵且不环保的柴油发电机，解决了供电难题。这种对“储能”本质的深刻理解——无论储存的是电子还是热量——让我们能够为全球客户提供真正“交钥匙”的一站式服务。

三、潜力与挑战：沙子的未来之路

那么，沙子储能的前景如何？它的优势是压倒性的：

成本极低：储热介质（沙子）几乎是免费的。

寿命极长：没有化学循环衰减，系统寿命可达数十年。

安全环保：无爆炸风险，材料环境友好。

规模巨大：非常适合建造吉瓦时级别的储能电站，用于电网级调峰。

当然，挑战同样存在。系统的能量密度低于锂电池，这意味着需要更大的空间。其最终输出的是热能而非直接电力，在发电环节存在转换效率损失。此外，大型系统的工程化、保温技术、热管理都是需要攻克的专业课题。

但我想说，在追求能源转型的道路上，我们需要的正是这种“百花齐放”。锂电池解决了高功率、快速响应的需求；抽水蓄能提供了巨大的容量；而像沙子储能这样的技术，则为我们提供了长期、大规模、低成本储热（电）的另一种可能。它可能不是所有问题的答案，但它无疑是答案中非常重要的一块拼图。

能源的未来，注定是一个多元化的、智能协同的生态系统。无论是沙子储存的热能，还是锂电池储存的化学能，其最终目的，都是让能源的利用更高效、更可靠、更绿色。这也是海集能作为数字能源解决方案服务商，始终在思考和推动的方向——我们不仅提供产品，更致力于构建面向未来的能源管理逻辑。

所以，我的最后一个是：当沙子这种最平凡的物质被赋予“储能”的使命，它启发我们，在您所处的行业或生活中，是否也存在那些被忽略的“平凡之物”，正等待着一次全新的、颠覆性的技术解读呢？

---

来源: <https://www.hjaiot.com>