

在站点能源和工商业储能的现场，工程师们常常面临一个看似微小却至关重要的连接问题。上周，我在连云港的标准化生产基地，就听到一位年轻的工程师在讨论户外储能柜的壳体组装。他拿着一个不锈钢螺钉和一块铝制散热板，有点苦恼地讲：“理论上讲，这两种金属直接连接，日后怕是会有电化学腐蚀，阿拉上海话讲，就是‘吃药’了。但假使用储能焊接螺钉呢？它真能焊牢铝板吗？”

这个问题提得相当好，它触及了储能设备结构可靠性中一个非常实际，却又容易被忽略的层面。

## 储能焊接螺钉能否牢固焊接铝板

在站点能源和工商业储能的现场，工程师们常常面临一个看似微小却至关重要的连接问题。上周，我在连云港的标准化生产基地，就听到一位年轻的工程师在讨论户外储能柜的壳体组装。他拿着一个不锈钢螺钉和一块铝制散热板，有点苦恼地讲：“理论上讲，这两种金属直接连接，日后怕是会有电化学腐蚀，阿拉上海话讲，就是‘吃药’了。但假使用储能焊接螺钉呢？它真能焊牢铝板吗？”

这个问题提得相当好，它触及了储能设备结构可靠性中一个非常实际，却又容易被忽略的层面。

让我们先厘清一个普遍现象。在储能系统，尤其是我们海集能为通信基站、安防监控站点定制的能源柜中，大量使用铝合金材料。铝的轻量化、良好的散热性和一定的耐腐蚀性，使其成为机箱、散热片和部分结构件的理想选择。然而，当需要将其他部件，比如接线铜排、钢制支架或传感器，固定到铝材上时，传统的机械连接（如钻孔攻丝后拧螺丝）就会暴露出弱点。铝相对较软，螺纹容易滑牙；更重要的是，异种金属接触在潮湿、盐雾等复杂环境下，会形成原电池，加速腐蚀，导致连接点松动、电阻增大，甚至引发发热失控风险。这可不是危言耸听，在追求25年以上使用寿命的储能系统中，每一个连接点的长期稳定性都至关重要。

那么，数据怎么说？根据美国焊接学会（AWS）的相关指南，铝的焊接本身是一门成熟的工艺，但其难点在于铝表面致密的氧化膜（ $Al_2O_3$ ）熔点高达约 $2050^{\circ}C$ ，远高于铝本身约 $660^{\circ}C$ 的熔点。这层氧化膜会阻碍金属熔合。因此，传统的电弧焊需要特殊的交流电源和焊剂来破除这层膜。而“储能焊接”，更专业的叫法是“电容放电焊接”或“冲击焊接”，它走的是另一条技术路径。这种工艺并不熔化母材，而是通过瞬间释放电容器中储存的高密度电能，在极短时间内（通常1-10毫秒）产生巨大的电流脉冲，通过接触电阻热使金属界面局部达到塑性或熔融状态，并在压力下实现冶金结合。关键在于，这个过程时间极短，热影响区极小，几乎不会对铝材的整体性能造成损害。

回到最初的问题：储能焊接螺钉能焊接铝板吗？答案是肯定的，但有严格的前提。它通常能成功焊接铝与铝，或者铝与铜这类导电性好的金属。但对于铝和钢的直接焊接，由于两者物理性能（熔点、导电率、热膨胀系数）差异巨大，直接储能焊接非常困难，通常需要在钢表面镀一层镍或铜作为过渡层。所以，那位工程师手里的不锈钢螺钉，如果想直接储能焊到铝板上，成功率很低。更可行的方案是使用专门设计的、带可焊镀层的螺钉，或者改变连接设计，例如在铝板上预埋一个可焊接的钢制嵌件。在我们海集能南通基地的定制化产线上，处理这类异种材料连接时，工程师们会进行严格的工艺验证和拉力剪切测试，确保每一个焊接点都满足甚至超过设计标准。毕竟，站点能源设备可能部署在漠北的严寒或东南亚的湿热环境中，基础的机械连接可靠性，是系统长期稳定运行的基石。

我想到一个具体的案例。去年，我们为非洲某偏远地区的离网通信基站部署了一套光储柴一体化能

源柜。该站点地处沿海，高盐高湿，对金属结构件的耐腐蚀要求极高。柜体的主要框架是铝合金，但需要固定一些由镀锌钢板制成的内部加强件和外部安装支架。如果采用传统的螺栓连接，即使使用绝缘垫片，也无法完全杜绝腐蚀通道。最终，我们的设计团队采用了复合方案：在铝框架的特定位置，预埋了通过储能焊接工艺牢固结合的钢制螺纹嵌件。这样，后续的钢制部件就可以通过螺栓与这些嵌件可靠连接，而异种金属接触的问题被限制在了预埋嵌件这个经过特殊工艺处理和验证的“安全岛”内。项目交付至今已稳定运行超过18个月，经历了当地雨季的考验，未报告任何因连接点腐蚀导致的故障。这个案例的数据或许不那么惊天动地，但它实实在在地证明了，在储能系统这个高度集成的产品里，从电芯、PCS到一颗小小的螺钉的连接方式，都需要基于深刻的材料学和工程学原理进行审慎选择。

所以，我的见解是，在储能乃至更广阔的能源基础设施领域，我们看待技术问题，不能停留在“能不能”的层面，更要深入到“如何能”以及“为何要如此”的层面。储能焊接是一项精妙的连接技术，但它只是工具箱中的一件工具。作为一家像海集能这样，从电芯到系统集成全链条布局，并致力于提供“交钥匙”解决方案的公司，我们的价值不仅在于拥有这些工具，更在于我们懂得在什么场景下，为了满足怎样的长期可靠性目标，去选择并正确使用哪一件工具。这背后是近20年技术沉淀所赋予的工程判断力。当我们在上海总部讨论一个站点能源柜的设计方案时，争论的焦点常常就是这些细节：这个连接点未来二十年的退化模型是怎样的？有没有更优的、全生命周期成本更低的解决方案？这种对细节的执着，正是为了确保交付到全球客户手中的，无论是标准化产品还是定制化系统，都是经得起时间考验的、高效、智能、绿色的能源解决方案。

那么，下次当你在设计或评估一个储能项目时，除了关注电池容量和逆变效率，是否会愿意花上十分钟，仔细审视一下那些沉默的机械连接点呢？

---

来源: <https://hj-mobile.com>