

晶体硅太阳能电池烧结温度调节方法

对于晶体硅太阳能电池来说，烧结是最后一个工艺。烧结本身并不能提升效率，只是将电池应该达到的效率发挥出来，最终电池效率如何，要在在烧结工艺全部完成时才能体现出来。

下面本人将结合实际经验发表个人对烧结的看法。

烧结曲线大家谈论较多的是陡坡式和平台式，陡坡式曲线上升缓慢，平台式在高温区会突然上升，使用哪种温度曲线，可能要结合不同的烧结炉和不同的工艺，工艺的前后匹配很重要。

烧结曲线需要借助烧结炉来完成。平台式曲线温度突然上升部分对快速升温 and 稳定性的要求较高，所以浅结高方阻结构跟平台式曲线相对比较匹配。在烧结炉硬件性能达不到标准要求的情况下，大家普遍选择的是陡坡式烧结曲线。一般来说，这种曲线在高温区稳定性好，对工艺的兼容性也很好。

二、烧结温度的调节方法

目前的太阳能电池使用的是正背共烧工艺，正面的烧结显得更加重要，因为银硅的欧姆接触相对较难，其接触电阻占串联电阻份额较大，因此铝浆、背银的设计应该去匹配正银的烧结条件。

1、温度调节的时机选择

正常情况下，为了不轻易打破烧结炉的热量交换，烧结温度不应做太大的调整。当电池的电性能和外观出现异常，这个时候才需要我们来调节烧结温度。

如果遇到重要的工艺调整，例如扩散方阻变化（比如高方阻），正面图形设计更改，浆料升级和更换，突然的工艺异常，电池外观异常等这些情况，这个时候可以对烧结温度做一些调整。调整时首先要做的就是对测试结果的观测和分析，先参考电性能，观察FF和串联电阻的变化，再观察并联电阻和反向电流是否异常。最后去参考外观，比如出现弓片，鼓包等外观异常。

2、烧结温度调节对温区的选择

生产用烧结炉有9个区，基本的设计分为前后两部分。前半部分的三个区为烘干区，主要完成浆料中有机物的烘干和燃烧；后半部分的6个区，主要完成背场和正面的烧结。

背场的烧结主要是铝浆到铝金属的转变和硅铝合金的形成，也可以说是硅铝欧姆接触的形成。正面的烧结是银浆到银和玻璃料混合固体的形成。烧结的关键是银硅的欧姆接触，因为银的功函数较高，和铝相比，较难以和硅形成欧姆接触。

所以当我们选择温区进行温度调节的时候，可按照下列步骤：

（1）如果串联电阻和FF出现异常，首先优选调节9区，8区做配合，可以理解为9区粗调，8区微调；

（2）如果是铝背场外观出现弓片、鼓包问题，在浆料工艺条件吻合的情况下，一般峰值温度已经偏高，这时优先降低8区和9区的温度，效率明显下降时适当回调，再结合5、6和7区配合调节。

调节时建议一次只变动一个温区，这样既可以保证效率，又保证外观正常。

3、烧结温度升降的选择

对于烧结温度调节来说，大家普遍关注的是实际的峰值温度。正银的烧结有一个最佳烧结点，温度过高，存在过烧；温度太低，存在欠烧。两种情况下都不能达到理想的烧结效果。怎么才能找到最佳烧结点，把握好温度的升降，是温度调节的关键。如何判断升温还是降温主要还是根据测试的结果。电性能参数是温度升降的一个重要依据，我们可以根据电性能参数初步判断是过烧还是欠烧。

过烧时，会消耗过多银，银硅的混合层（银硅并未形成合金）能起到阻挡载流子的作用，混合层会造成串联电阻偏大；欠烧时，银浆不能充分穿透氮化硅进入N型层，形成良好的欧姆接触，同样也会造成串联电阻偏大。所以仅凭串联电阻还不能判断出烧结的状态。

那么我们需要结合并联电阻或者反向电流来判断。过烧时，银浆中的成分进入结区的可能性大，会造成部分短路，并联电阻会偏小；欠烧时，并联电阻和反向电流相对理想。因此，结合并联电阻和反向电流可以帮助判断烧结的状态。

有时候在实际的操作过程中，仅凭这些参数的组合特征并不能显现出烧结状态，我们需要用尝试的方法来找出现过烧还是欠烧的状态。

当我们判断不了问题的出现究竟是过烧还是欠烧时，可以直接升高或者降低9区的温度找出大致调节的方向，然后再一步步调节温度。在调节过程中，我们可以参考背场外观情况，如果背场边缘开始出现鼓包，说明温度已经偏高，此时应该处于过烧状态，应该适当降低峰值温度接近最佳烧结点。

在对烧结温度调节之前还要做的一件事情就是查看烧结炉的每个加热灯管是不是在正常的情况下工作。观察点是各温区加热灯管输出功率的百分比，如果发现这个百分比偏大，或者是上下波动较大，那就需要让设备人员检查加热灯管的状态。

4、温度调节过程中异常情况处理

（1）弓片

弓片是一种常见的外观异常现象，薄片、铝浆和印刷湿重都可能引起弓片。当出现弓片时，最快捷最有效的方法是降低烧结区的温度。首先降低9区温度，以防效率出现严重下滑，同时8区可以配合调节，效率开始下降时建议停止降低温度，适当降低6区和7区的温度，减少硅片在577度以上的时间。但是，在保证效率的情况下，有时温度调节不能完全保证消除弓片，只是降低其严重性。

（2）鼓包和铝珠

鼓包现象是经常出现的外观问题，除了浆料本身的原因之外都可以通过调节烧结区的温度来解决。铝珠一般都是烧结区温度过高才会出现，一次烧结就出现铝珠很可能是过烧引起的（还有其他非烧结原因）。

由于硅片在烧结炉中是从边缘到中间逐渐完成烧结，最先出现鼓包和铝珠的往往是边缘。此时也可以判断，温度是过高的，采取的主要措施是直接降低烧结区的温度。铝珠跟镀膜方式和履带设计有很大关系，降低温度可以减少铝背场在高温的时间，也就是减少了液态的时间，进一步降低了鼓包和铝珠出现的可能性。

5、温度稳定性的干扰因素

对于烧结来说，最理想的状态就是温度稳定，片与片之间的效率波动在很小的范围内。影响温度稳定性的因素有很多，比如CDA，有机排风，灯管状态，8和9区灯管功率设定等等。炉腔的温度维持是靠加热灯管供热，而履带、硅片、CDA、有机排风和腔壁都是吸热的，因此需要综合考虑各种因素，才能维持温度的稳定。

（1）CDA和有机排风

烧结炉的温度调节功能和有机排气功能都不能离开CDA。对于炉腔来说，腔体的温度维护要靠CDA来完成。对于9区来说，如果CDA流量过大，单位时间内带走热量就越多，烧结炉温控系统就要靠加大功率来维持热量损失，这就增加了温度的不稳定性。因此，当温度不稳定时，要特别注意观察上下功率的波动情况，必要时适当对功率做出调整。

（2）上下灯管功率设置

由于大家对温度的调节过度关注，而使得对功率的调节较少。其实，功率的设置对温度的稳定也是非常重要的。相对正面，背场烧结需要更多的热量。因此，8区的下功率可适当设置大一些，以满足热量补偿的需要。而对于9区，下功率设置适当小一些。

但是也不能太小，太小的话需要上灯管贡献更多热量，这样让上功率更加自由的小范围内波动，满足正面烧结的需要，因为正面的烧结更加重要。

（3）灯管的影响

温度的稳定，首先要保证硬件正常。当温度异常时，也可以检查下高温区灯管的状况。一是使用钳流表检查两端电压是否正常，如果有明显异常的话，说明需要更换；二是查看灯管表面是否有物质覆盖，如果有的话，使用无尘布擦拭（根据说明书使用有机物擦拭）。这时也说明CDA或者有机排风异常，适当优化设置，正常情况下高温区有机物很少。

当我们调节温度的时候，要承认每个烧结炉的差异性，每个烧结炉的设定温度与实际烧结温度的差别也是不同的，工艺往往需要的是实际的烧结温度。一定程度上来说，我们可以认为温度设置是一种假象，不要以设置温度去判断烧结炉温度设置是否合理，应该站在拉温曲线的基础上去判断，这样可以才能更加科学的设置曲线，因为不同的烧结炉，热电偶安置的位置可能有所差异。烧结应坚持一项最基本的原则就是尽量在最低的温度下完成烧结，因为高温既会影响加热灯管的寿命，也会增加过烧的几率，给电池外观问题带来风险。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/21555.html>