**浅谈太阳能电池**

引言：太阳能电池在获取能源方面具有重要意义。区别于传统化石能源，太阳能是绿色能源，不会产生碳排放与有害气体。本文对太阳能电池的原理、发展历史与现状、制约因素与解决方案作出了粗略阐述，同时引用了太阳能电池的应用实例。

关键词：太阳能电池 光伏技术

正文：地球上的一切都源自于太阳。因为有了太阳，地球才得以形成，生命才得以萌芽。太阳是太阳系中最大的能量源，它无时无刻不在氢核聚变中，辐射量达3.78×1026 J/s。尽管地球只能接收到其中的22亿分之一的能量，但对于人类来说也是一笔庞大的财富。太阳能电池就是接收并运用此能量的一种重要组件。

1太阳能电池原理

早在1839年，法国科学家贝克雷尔(Becqurel)就发现，光照能够使得半导体材料的不同部位之间产生电位差。这种现象后来被称为“光生伏特效应”，简称“光伏效应”。它是光能转化为电能的过程和形成电压过程的叠加。因此太阳能电池在回路中能产生电流，起到电源供电的作用。

太阳能电池的基本组成单元是PN结。N型半导体为掺入少量杂质磷元素（或锑元素）的硅晶体（或锗晶体），由于半导体原子（如硅原子）被杂质原子取代，磷原子外层的五个外层电子的其中四个与周围的半导体原子形成共价键，多出的一个电子几乎不受束缚，较为容易地成为自由电子。P型半导体为掺入少量杂质硼元素（或铟元素）的硅晶体（或锗晶体），由于半导体原子（如硅原子）被杂质原子取代，硼原子外层的三个外层电子与周围的半导体原子形成共价键的时候，会产生一个“空穴”，这个空穴可能吸引束缚电子来“填充”，使得硼原子成为带负电的离子。

P型半导体和N型半导体接触时会产生PN结, 又称为空间电荷区、势垒区等, 这些空间电荷在结区形成了一个从N区指向P区的电场, 称为内建电场。PN结开路时 (零偏状态) , 在热平衡下, 由于浓度梯度而产生的扩散电流与由于内电场作用而产生的漂移电流相互抵消, 总电流为零, 也就是说没有净电流流过PN结。这时如果有光辐射到半导体上, 且E>Eg, 光子将被吸收, 光子流强度随着深入半导体材料的距离指数衰减。光辐射到半导体时, 入射光子流与价电子相互作用, 把电子激发到导带, 在价带里产生空穴, 形成电子―空穴对, 称为非平衡载流子或过剩少子, 其产生率与光强有关。有光照时半导体表面薄层内产生了大量的过剩载流子, 光辐射越强, 过剩少子数目越多 (与入射光强成正比) , 并且随着距离的深入迅速衰减。这样, 半导体材料的表面和体内就形成了浓度梯度, 自然会引起扩散。在P区, 光生电子向体内扩散, 如果P区厚度小于电子扩散长度, 那么大部分光生电子将能穿过P区到达PN结 (少部分被复合) 。一旦进入PN结, 将在内建电场作用下被迅速扫到N区;同样, 在N区, 光生空穴向体内扩散到PN结, 也因电场力作用被迅速扫到P区。这样, 光生电子―空穴对就被内建电场分开, 空穴集中在P区, 电子集中在N区, 半导体两端就会产生P区正N区负的开路电压, 如果将P区和N区短接, 就会有反向电流流过PN结。这种光照PN结产生开路电压的现象就称为光伏效应。[[[1]](#endnote-0)]

将各PN结串联，外接电路，太阳能电池就能在光照下产生电流，将光能转化为电能。

此外，除单质结类太阳能电池外，还存在着异质结类太阳能电池、染料敏化类太阳能电池，这里不多展开关于原理的叙述。

2太阳能电池的发展历史与现状

2.1发展历史

1839年，光生伏特效应第一次由法国物理学家A.E.Becquerel发现。

1883年，第一块太阳电池由Charles Fritts制备成功。Charles用硒半导体上覆上一层极薄的金层形成半导体金属结，器件只有1%的效率。

20世纪50年代，随着半导体物性被逐渐了解，以及加工技术的进步，当美国的贝尔实验室在用半导体做实验发现在硅中掺入一定量的杂质后对光更加敏感这一现象后，第一个太阳能电池在1954年诞生在贝尔实验室。太阳电池技术的时代到来。

1959年Hoffman电子实现可商业化单晶硅电池效率达到10%,并通过用网栅电极来减少光伏电池串联电阻。

1973年10月，四次中东战争爆发引发石油危机，让世界各国察觉到对石油过度依赖的弊端，纷纷开发、支持新的能源利用方式。太阳能清洁无污染，并且可以突破资源的限制，只要有阳光的地方就可以开发利用，因此受到了世界各国的重视，光伏发电一步步朝着商业化的目标前进。

1977年，Carlson等研制成功了能量转换效率达5.5%的非晶硅肖特基势垒电池。

1990年，日本Sanyo（三阳）公司生产的非晶硅太阳能电池，转换效率15.8%。

1994年，日本出现了采用PECVD方法制备的Back Surface Field结构的非晶硅电池，转换效率达18.9%。[[[2]](#endnote-1)]

2003年徳国FraunhoferlSE的LFC (Laserf ired-contact)晶体硅太阳能电池效率达到20%。

2.2发展现状

2016年3月, 国家发改委与国家能源局联合发布《能源技术革命创新行动计划 (2016—2030年) 》, 提出“新型高效太阳能电池产业化关键技术”创新行动。行动要求“研发铁电-半导体耦合电池、钙钛矿电池及钙钛矿/晶体硅叠层电池产业化的关键技术、工艺及设备, 建立电池组件生产及应用示范线, 建成产能≥2MWp的中试生产线, 组件平均效率各为≥14%、≥15%、≥21%。探索新型高效太阳能电池技术, 探索研发更高效、更低成本的铁电-半导体耦合电池、铁电-半导体耦合/晶体硅叠层电池、钙钛矿电池、染料敏化电池、有机电池、量子点电池、新型叠层电池、硒化锑电池、铜锌锡硫电池和三五 (III-V) 族纳米线电池等电池技术, 实现至少一种电池达到世界最高效率。”[[[3]](#endnote-2)]

根据2018年12月25日发布的第53版《太阳能电池效率纪录表》, 钙钛矿太阳能电池的认证纪录为20.9%, 来自韩国化学技术研究所。中科院半导体研究所创造的23.7%没有被认证为纪录, 但以“显著例外” (notable exception) 的形式也记录在列。钙钛矿/硅、钙钛矿/铜铟镓硒串联电池的光电转换效率也分别达到27.3%和22.4%。在钙钛矿太阳能电池实用化方面, 中国和日本分别取得了小模块和大模块光电效率纪录。[[[4]](#endnote-3)]

截止到目前, 太阳能电池已研发出了晶硅电池、砷化镓电池、铜铟镓硒薄膜电池、碲化镉薄膜电池、染料敏化电池、钙钛矿电池等类型。同时，在新品种太阳能电池，如无铅钙钛矿太阳能电池，多酸基卟啉化合物染料敏化太阳能电池，新型GeSe无机薄膜太阳能电池等方向均有不错的进展。

经过不断发展，钙钛矿太阳能电池因高光电转换效率、高稳定性和易于大面积规模化生产三个条件而倍受青睐，相关方面拥有着相当高的《Nature》论文数（2021年度目前已发表9篇）。

3发展制约因素与解决方案

3.1发展过程中的问题

发展太阳能电池在过去所遇到的阻力比现在大得多。发电效率低下，制造成本高，是太阳能电池应用的硬伤。但是在目前全球变暖问题亟待解决，环境污染加剧的今天，太阳能电池的绿色无污染特点受到重视。同时由于科技的进步，太阳能电池的硬伤基本解决，因此太阳能电池发展拥有广阔的前景。

但是，目前太阳能电池在发展上仍然存在一些难以解决的问题，如受天气与气候影响大，回收方面存在的污染，覆盖率不高，发电时间存在限制，研究经费较少等，需要相关领域的学者与国家配合共同解决。

3.2解决方案

从技术上说，太阳能电池的瓶颈主要在于材料。只有研发出更加优秀的电池材料，才能够更好地提升光电转换效率，降低材料的毒性，在领域内取得更大的突破。

但是从应用层面上说，太阳能电池的实际发展不需追求转换效率的极限，而应在保证标准规定的转换效率的前提下尽量减少太阳能电池的成本，增加电池的便携性，共存性。同时，为解决3.1中阐述的问题，相关部门也应在太阳能电池生产，研发，普及与投入使用各环节加强投入与监管，使太阳能电池发挥出更大的经济生态效益。

4太阳能电池的应用实例

光伏建筑一体化技术将光伏发电与建筑相结合，既为建筑物提供了清洁能源，也降低了化石类能源消耗以及相应的温室气体排放。光伏与建筑的结合方式主要分为光伏组件与建筑相结合和光伏器件与建筑相结合两种，前者是将光伏组件安装在建筑物的屋顶或阳台上，是两者相结合的初级形式, 后者则是采用特殊的材料和工艺手段, 使光伏组件可以直接作为建材使用，即光伏建筑一体化 (Building Integrated Photovoltaic, BIPV)，既能作为建材又可通过发电进一步降低发电成本。光伏建筑不需要单独占用土地, 并且可以就地供电, 避免了远距离电力传输所需的输配电设备以及线路损耗等。鉴于BIPV的诸多独特优势, 在20世纪70年代国外就开始将光伏组件应用于建筑上, 并于90年代实现了BIPV产品的商业化。[[[5]](#endnote-4)]

能够应用于建筑的光伏组件, 应兼具发电和建材的双重功能。现代的光伏建筑一体化技术以太阳能电池技术为基础，辅以具备各项安全指标的建筑材料基底，同时使用计算机辅助设计出安装地理位置、海拔高度、朝向、倾角、排列方式、表面灰尘清理情况以及周围建筑或树木等在电池表面形成的阴影大小等，真正做到了最大化能源材料利用率，实现光伏建筑“一体化”。

同时，光伏建筑可以很好地适应主动与被动相结合的建筑物空气温度调节系统，可大大减少保持“冬暖夏凉”所需的能量。被动采暖与降温的意义在于使建筑本身能量负荷大大降低（节能率约70%），使其所要求主动供能装置提供的能量大大降低。主动供能的意义在于保障建筑室内的舒适性增加。在主动与被动供能相互配合组成供能系统的情况下，整套建筑供能系统的设备性能将会提高，而尺寸和造价将会降低。

结语：在能源关系日渐紧张，环保意识急剧增强的时代，太阳能电池技术拥有广阔的发展前景。我相信现阶段出现的困难只是太阳能电池发展过程中的小插曲，光伏产业必将迎来光明的未来。

参考文献

1. [] 余长青，光伏效应的产生机理及应用[J]，黔南民族师范学院学报,2006,03:21-22+43. [↑](#endnote-ref-0)
2. [] 伍沛亮，王红林，陈砺. 叠层太阳能电池研究进展和发展趋势[J].科技导报,2009,27(3): 95-98. [↑](#endnote-ref-1)
3. [] 国家发展改革委，国家能源局.能源技术革命创新行动计划 (2016-2030年) [R].北京:发改委，能源局, 2016. [↑](#endnote-ref-2)
4. [] 边文越，李国鹏，周秋菊，钙钛矿太阳能电池国际战略规划及发展态势分析[J].世界科技研究与发展,2019,41(02) [↑](#endnote-ref-3)
5. [] 张增光,赵笑昆,王新宇.光伏建筑一体化技术发展现状及存在的问题[J].建材技术与应用,2018,(06):9-12. [↑](#endnote-ref-4)