



a

## 光伏发电设备行业的行业分析

EVOTECHCAPITAL 旭富投资银行

# 中国光伏（PV）发电设备的行业分析

## 1. 中国光伏发电设备产业内的发展现状

根据关于中国光伏的发展及其产业前瞻性的报告，该产业正具备着很大的增长潜力。而且，最有前景的市场是位于沙漠的大型光能发电站。中国有包括沙漠、正在沙漠化和即将沙漠化的国土资源 250 万平方公里。如果其中的 1%被用于光伏发电，总功率就会达到总共 25 亿 kW（千瓦）、电量达到约 30, 000 亿 kWh（千瓦时/度），这与目前中国的总发电量相当。在此环境下，大型太阳能系统象征着大量的目光已聚焦在中国的光伏发电产业上。

中国政府曾于 2009 年对国内光伏发电市场发展提供进一步的推动。其中的核心领域就是大型太阳能系统。而发展大型太阳能系统的最大障碍是相关政策的不确定性。例如，固定电价制度被期望用来促进光伏发电的发展。此外，光伏发电产业的发展还面临着其他问题：尽管中国的中西部地区具有丰富的太阳能资源、较少的人口密度，还有被视为最为适合大规模系统的地理条件，但是中国的电力消费集中在东部地区。因此，大型太阳能系统的特殊位置的选择和相关输电/分布系统都是非常重要的。

2014 年，由于银行不愿贷款给电站运营商，光伏发电产业在中国正在进行的复苏表现缓慢。这意味着运营光伏电站的业务具有高风险。不完整的融资支持导致光伏电站的发展有一个巨大的资金缺口。

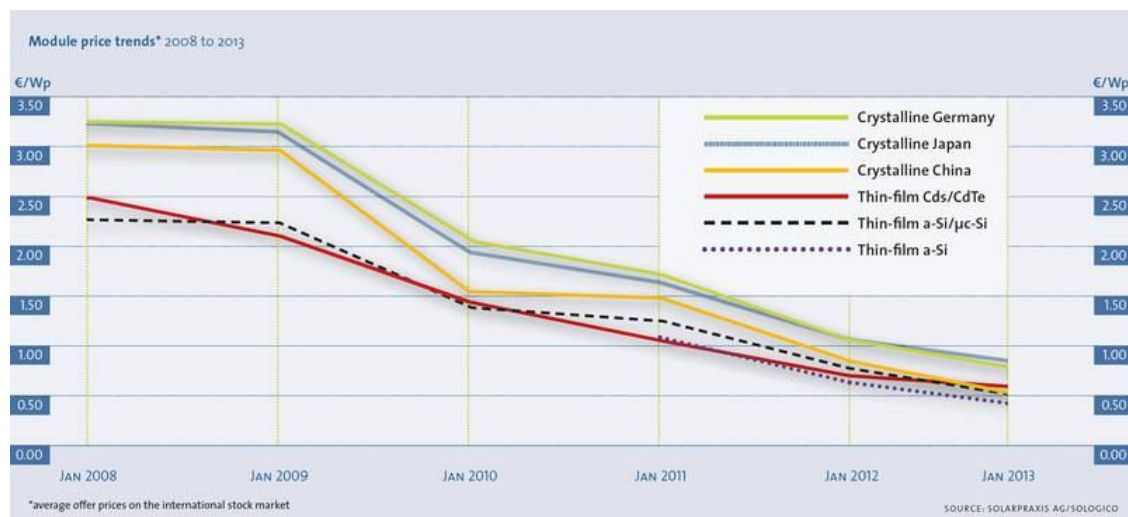
建设光伏电站的资金需求预计大约每年在 600 亿元(合 97.9 亿美元)左右,其中大部分不能被资本市场满足。尽管有强大的官方支持政策，援助滞后使公司在产业内部还面临着资金短缺。



因此大多数银行仍不愿放贷来建设光伏电站,尽管该行业正在复苏。到目前为止,国家开发银行,作为一家国有银行,主要专注于服务国家经济战略。根据政府的计划,从 2013 年到 2015 年,中国的年度光伏发电装置的功率停滞在大约 10 千兆瓦。同时,总量预计将在明年年底达到 35 千兆瓦。2013 年,大多数上市电池制造商有的已经在 2013 年的年度财务报告上公布利润,到目前为止有的在初步的报表中做出乐观的预测,这表明中国的光伏发电产业正在复苏。

光伏发电系统成本的减少和传统发电技术成本的飙升是全球光伏发电设备市场的驱动力。2013 年，即使系统成本较可能发生变化，太阳能模块的价格仍可以保持稳定（见图 1）。

图 1：2008 年至 2012 年的模块价格走势



欧洲光伏产业协会(EPIA)估计,属于可使用部分(2.5 MW 及以上)的光伏发电系统的价格将在接下来的十年里下降四分之一：从 2012 年的 1.22 欧元每瓦特(W)到 2022 年的 0.92 欧元每瓦特。

既然光伏发电变得越来越便宜，那么不愿意在中国投资光伏电站是令人困惑的。相比之下，传统的发电厂发电的价格在上升。这是使太阳能农场市场对于财力雄厚的投资者来说是日益有利可图的。此外如图 2 所示,当谈到加权平均资本成本(WACC)，相比风能、燃气轮机联合循环燃气轮机和液体之下，太阳能加权平均资本成本最低：只有 6%。正如图 3 所示，太阳能的主要缺点是所有能源中它的利用率最低。电站的利用率是发电站可以释放的平均输出功率与峰值功率的比值。主要能源可用性的波动和设备维护引起的中断导致利用率是从来没有达到 100%。事实上,对于可再生能源,利用率通常低于 50%。太阳能发电厂的利用率特别低。毕竟,太阳是只有一半的时间在地平线上。为了提供峰值利用率的电量，所有电器元件必须依大小排列,这样工厂在高利用率时运转才能更划算。想要利用率更高意味着波动要低。

图 2 太阳光伏、风能、混合循环天然气涡轮和液化天然气涡轮的加权平均资本成本

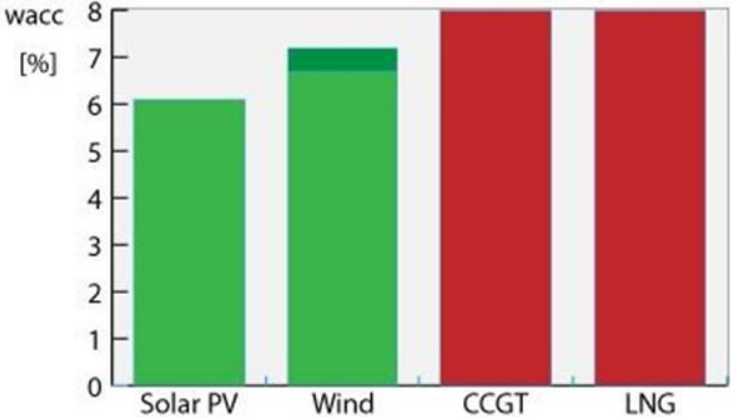
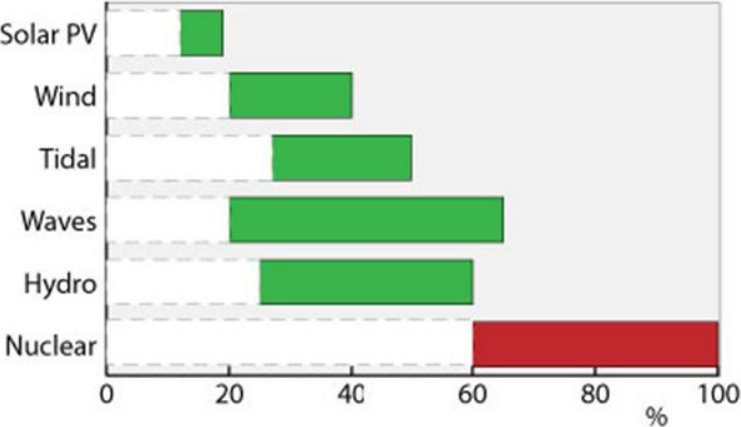


图 3：能源利用率



近年来光伏发电正在能源产业中获得越来越大的比重,因而光伏电站行业不得不用每千瓦时的成本价来衡量自己。这也意味着除了关注系统成本，实现太阳能项目的每一笔支出,运营成本和融资也都必须考虑在内。

图 4：光伏发电容量的增长情况

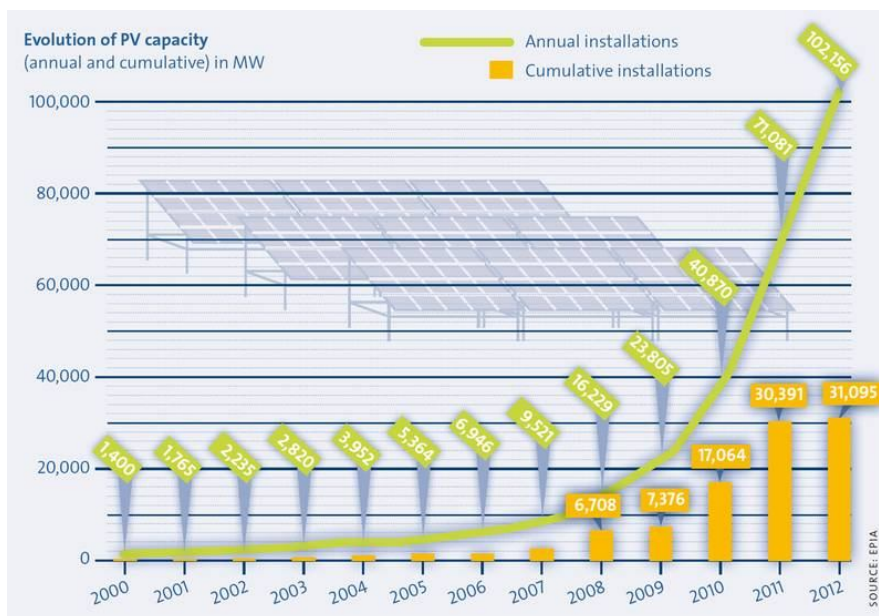


图 5：2012 年光伏发电系统的价格的走势



在光伏发电成本和质量方面存在者差异:薄膜工厂的投资成本在投资规模的底端,而拥有跟踪系统的单晶硅工业园在顶端。新模块(薄膜硅,铜铟硒或铜铟镓硒太阳能膜电池)现在也越来越被列为值得信任的技术,特别当它们以成熟的技术被混合利用在一个项目中,如晶体模块。

过去投资者,尤其是在欧洲,对于光伏电站的投资回报抱有不切实际的高期望。2008 年以来的经济衰退迫使投资者采取一个更实际的意见。与此同时,技术已经成熟,而且违约风险也较低。

光伏电站行业不存在可能会限制太阳能作为一个产业发展进一步生产的瓶颈,尤其是和太阳能工业园。现在必须考虑的关键因素是区域和增长率。运作光伏发电厂的吸引力引导光伏模块制造商像大型太阳能工业园的开发人员一样运营。

尽管它有着令人印象深刻的投资数量和稳定的增长率,但是目前中国太阳能光伏发电市场仍然相形见绌,因为欧洲重要市场的控制了超过全球太阳能光伏发电市场的总容量的75%。然而,鉴于欧洲现在处于不断的困难时期,而且欧洲正在转移重心于修复他们的国内金融危机,中国将给自己定位来填补这个明显有利可图的市场。欧盟国内金融危机也意味着光伏发电需求的减少,从而为中国维持这个行业的增长铺平了道路。

## 2. 控制能量成本

在光伏电能产业使用太阳能工业园的 NPV 净值时,控制能量成本是一个很重要的因素。LCOE 决定在太阳能发电时将产生什么样的成本。控制能量成本被规定用欧元或者美元每千瓦时的单位。重中之重的是,工厂自身的投资成本、操作和维护成本、还有在光伏发电系统整个使用期的其他可变成本都包含在在发电的总成本中。

EPIA 发布的一篇报告提到:资产成本作为加权平均资本成本(WACC),在 LCOE 中是个关键因素,因为资金成本比板块价格、日晒和工厂使用期对于 LCOE 的影响力更大。

## 3. 光伏发电厂产业的抵押物

近年来项目融资在商业领域太严格。因此投资者需要特定的抵押物,如光伏发电设备的所有权转让;项目合同的认股权的转移(交付合同、操作和维护合同,合同的使用和职业网站,保险合同),产权负担,运营商帐户抵押或股票业务的抵押。投资者也将严格要求使用现金流,从而导致减少了利润分配。

## 4. 中国政府关于太阳能的政策

许多国家采用不同的政策来支持太阳能发电的生产和分布。在欧洲使用的是法定的固定电价制。中国打算指定大的面积给具有几 GW(十亿瓦特)的发电能力的太阳能发电站使用,尽管到目前为止只对小规模装置引入固定电价制。这样,项目完全有国家控制并且通过审核来招标。大型国企在审核之前的控制引起为了试图掠夺市场份额而导致叫价意外偏低,近期这种控制不再被允许。幸亏还有有效规模装备的统一电力回购制,它一直以来稳定了中国太阳能行业并且创造更大的竞争力。固定电价制的目标是提供可再生能源生产商成本的补偿,并且提供价格确定性和长期帮助可再生能源投资的融资。在 2013 年 12 月,中国政府给予光伏发电分配电能每千瓦时 0.42 元的补贴。政府此前在项目投资基础上有补助过。2013 年 12 月以来有了新的标准还覆盖包括并没有出现在之前的政策中的单位。2013 年之前的电力回购制激励了太阳能工业园在阳光充足的中国西部的建立(如青海、甘肃、

宁夏、新疆和内蒙古)。尽管如此由于中国西部较少的人口导致较低的能源需求,在这些地区的安装面临着关于电网连接、传输和分配的问题。新的关于光伏发电项目的固定电价制政策把这个国家分成 3 个区域并且给每个区域提供不同的固定电价制。这个新的固定电价不仅超过在之前的草案中有提出的,还高于市场预期的。

统一的上网电价制度包括:

- I 地区,0.90 人民币每千瓦时,包括宁夏、青海省海西、嘉峪关、武威、张掖、酒泉敦煌,甘肃金昌,哈密,塔城、阿尔泰、克拉玛依新疆、内蒙古(除了赤峰,通辽市,兴安盟、呼伦贝尔);
- II 型地区 0.95 元每千瓦时包括北京、天津、黑龙江,吉林,辽宁,四川,云南,赤峰,通辽市,内蒙古的呼伦贝尔、承德、张家口、唐山、秦皇岛河北;大同,苏州、沂州山西省;玉林,陕西延安,第一类地区除了青海、甘肃和新疆以外的地方;
- 除了上述之外的第三种地区元每千瓦时

由各个地区的太阳辐射水平设定的新的固定电价会更合适。新电价提案旨在确保所有四个区域 IRR 超过 8%。对于分布式太阳能光伏发电项目,新的上网电价政策提出了在电价之上的一个额外的 0.42 元/千瓦时的上网电价,这是由电网公司向项目公司支付。这些额外电价通常会持续在 20 年时间内。然而,额外的固定电价金额和期限将取决于项目本身和特定的地区。在中国考虑到不同级别的零售电价,从 IRR 的角度来看,许多省份肯定会比其他的更有吸引力。另外中国可再生能源项目涉及一系列独特的风险。开发商和银行需要了解这些风险和地址,并且使他们的项目结构适合于相应的项目文件。上述这些挑战是不可估量的。

## 5. 基础设施薄弱

中国光伏发电行业的发展的最大威胁是不够充足的电网状态。有大约一半的中国大型太阳能发电厂在青海,大约 1 兆瓦的容量是在 2012 年新安装的,但只有 50%的是连接到电网的。最重要的是,没有用于 380 千伏输电线路(kV)足够的电压器。

## 6. 竞争对手

### 6.1 天合光能有限公司

成立于 1997 年,并于 2006 年在纽约证券交易所上市,天合光能有限公司专业制造晶体硅光伏模块和系统集成。天合光能有限公司不仅是中国光伏发电行业的先驱者,而且在太阳能模块,解决方案和服务的领域已经成为一个有影响力的全球太阳能产业的塑造者和领导者。

### 1.2 Poly Energy Holdings Ltd.

## 6.2 保利协鑫能源控股有限公司

保利协鑫能源控股有限公司是全球领先的多晶硅及硅片供应商，它为太阳能发电提供高质量和有成本效益的原材料。与此同时,保利协鑫是不仅是太阳能农场开发商和运营商，而且在提供太阳能农场解决方案方面是一个世界级的专家。保利协鑫在世界范围内拥有大量的太阳能农场，并且具有在开发,建设和运营的太阳能农场的大量经验。这意味着该公司相比 Yunkun 新能源公司来说显得相当多样化。

## 6.3 Hareon 太阳能

Hareon 太阳能是太阳能的一个先锋,在如今致力于地球的清洁、能源可再生的领域处于领先地位。公司是发展最快,世界上最大的光伏发电企业之一。它拥有着世界各地的生产设施，每年还提供生产超过 1.6 千瓦的太阳能电池和 1.1 瓦的模块,并已投入超过 700 兆瓦的太阳能发电厂项目。

## 6.4 中国 Suntech 能源公司

Suntech was 成立于 2001 年,是世界上最大的太阳能电池板生产商。它开发、生产和提供世界上最可靠和具有成本效益的太阳能解决方案。该公司给在 80 多个国家的超过一千的客户提供了超过 8 千瓦光伏板。

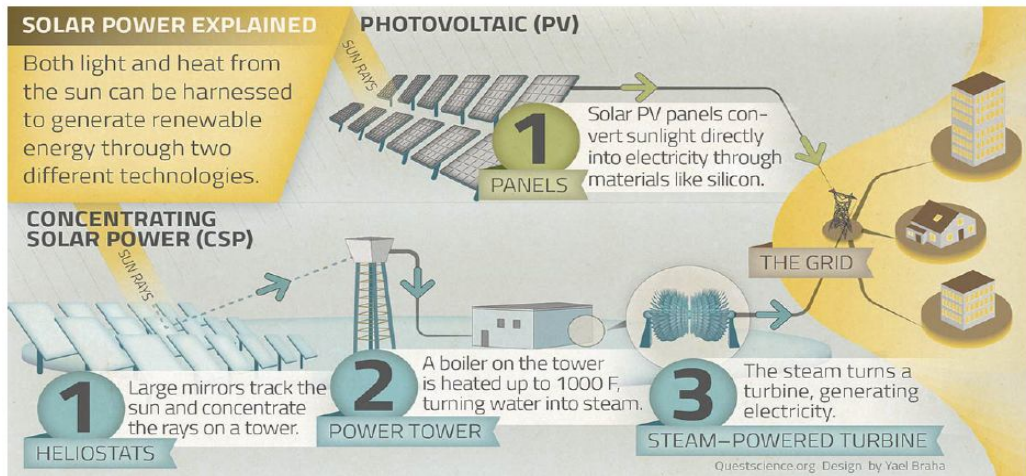
## 7. 关于 Hunaghe 格尔木市水电太阳能工业园的案例分析

### 7.1 总体概述

在中国的西部有一个发电能力 200 MWp（兆瓦）的 Goldmud 太阳能工业园。这个项目的建设时间从 2009 年 8 月持续至 2011 年 10 月。200 兆瓦的光伏发电站产电量 317.2GWH，其总成本是 5.3 亿美元。图 1 演示了太阳能如何由光伏聚光太阳能动力(CSP)产生。

图 1： 光伏发电和聚光太阳能动力技术





光伏发电的主要优势是,它直接将太阳光转换成电能而集中式太阳能到最终通过涡轮发电的过程需要更长的时间。

## 7.2 此项目的好处

项目的主要好处是,它很容易安装,并且使用寿命长。能尽量减少污染和有着可忽略不计的噪音,太阳能成为一种绿色能源技术。此项目的维护成本相当低(每年 850000 美元)。

## 7.3 项目相关问题

有两个问题必须解决。第一个问题是有关系统的设计缺陷。因为工厂的位置在沙漠中,所以存在地质问题,如腐蚀和高海拔。因为绝缘不符合要求,电缆发生爆炸,没有稳定控制装置;加之设计没有在这种地质环境中实施光伏发电的经验,导致头两个月发电量为零。解决问题的解决方案是建立防腐系统,并配合监管部门。其他在项目管理相关的问题就是向最后期限追赶。管理和监督很贫乏,如逆变器;还有建设问题。其解决方案就是坚持全程查看和建立和保持一个施工管理操作标准。然而由于施工策略严格,解决施工管理被设有障碍。环境问题也很重要,因为植被遭到破坏,主要是由于太阳能发电厂地区的水土流失。这个问题是由于混凝土结构引起的。光伏安装所需的开挖与充填破坏植被和侵蚀土壤。为了处理这个问题,螺旋桩派上了用场。螺旋桩的优点是容易去除,可回收利用,从而保护了生态环境。

### 1.4 Summary of case study

对于要在光伏发电工厂行业中取得成功,规划、建设和设计是非常重要的。Hunaghe 格尔木市水电太阳能工业园的案例研究强调了地球表面和环境问题中发挥非常重要的作用。这是因为这些问题的出现导致前两个月零发电量。

## 7. 中国核电能

在中国，核能发电的能源仍然是一个重要来源。中国大陆已经有 20 个核能反应堆操作,28 个在建,还有更多的即将开工建设。更多的反应堆在计划中,包括一些世界上最先进的,将会给核电产能增长了 3 倍以上,到 2020 年至少达到 58 GWe,然后在 2030 年达到大约 150 GWe,到 2050 年更多。就像在光伏发电产业一样,增加核电在中国的份额的动力增长源于燃煤发电厂的空气污染。在 2011 年 3 月福岛核灾难发生的时候,中国就已经计划在未来 20 年建造 100 座反应堆。事故带来了核电项目审批长达 20 个月的中止和对现有核电厂的安全检查。但是反应堆没有被关闭,建设也并没有暂停。禁令在去年 11 月解除,进一步的反应堆也获得了批准。根据国际原子能机构,中国现有 18 个正在运行的核反应堆在 7 个地方,另有 28 个核反应堆正在建设中。实践表明,除了无价的安全优势之外,可再生能源还有有一长串的其他优势。不像核能在中国还需要进口铀燃料,可再生能源用本地的巨大的未使用能源资源。用于可再生能源的技术远比核简单;还倾向于减少故障发生率,这意味着建设和维护所需的技能更少的需要从国外引进,而且还能得到更广泛的应用。可再生能源的建造时间是核能的所需时间的凤毛麟角,再者,风力发电厂可以在施工完成前就开始传递能量。在中国内陆,一旦结合风能发电和光伏发电,供水冷却作为一个重要的考量显得没有必要了。

## 9.项目分析

云南每年享受 2200 年平均日照时数,或者说每天 6 小时以上,而天津直辖市收到 2522 小时的明媚的阳光。伴随着太阳能在中国的广阔的增长,中国政府现在针对其总装备功率定下 2015 年达到 21GW 的目标和 2020 年达到 50GW 的目标。

这个修改后的目标展示了中国政府实现其总体可再生能源目标的决心,也标志中国政府坚信这个行业作为一个合适的可持续的投资平台,仍将保持增长。此外,为了大理 2 兆瓦项目,公司收到来自中央政府的财政补贴。天津-宁河 20MW 项目作为一个建筑-光伏发电项目有着固有的环境风险,相比而言,大理 2MW 作为一个光伏建筑一体化(BIPV)项目的风险就更小。天津-宁河 20MW 项目的固定电费每千瓦时只有 0.41 人民币。东川 20MW 和马龙 110MW 项目更有风险,受新的上网电费政策影响,它的固定电费是 0.95 人民币每千瓦时。应为云坤在安装和运行光伏太阳能工业园的专长,所以它的运行和装备风险更小。由于电费低,尤其第一年项目的收益只占总成本的 4.69%,这是所有项目中的最小值,所以投资大理 2MW 项目不是很有吸引力的。天津-宁河 20MW 项目在第一年有最高的收益成本比率 17%,紧随其后的是东川 20MW 项目和马龙 110MW 项目。

大规模太阳能项目也受到批评。大型光伏太阳能发电厂不存在规模经济,因为土地成本和其他软成本使得大工厂更加昂贵。multi-MW 太阳能光伏发电工厂最大的问题是经过一系列的电源变压器,它失去了 12 -昂贵的能量。在 400 v 三相光伏,太阳能逆变器发电。在大型工厂,这些能量通过几个变压器首先是飙升到 66 千伏或者以上,然后通过另一排变压器降低到 400 v 来满足消费者需求。此外,还有 5%到 7%的传播能量损失在电网中。为什么

会遭受可避免的 20%的昂贵的太阳能损失?在鲜明的对比中,更小的太阳能发电厂由于靠近他们的用户,所以在传输过程中不会产生能量损失。这意味着考虑到传输过程中的能力损失和建在屋顶上而拥有最低的运行风险时,大理 2 兆瓦是最有利的项目。根据图 6 中,太阳能也有最高的资本成本的可再生能源,但仍比核能更低的资本成本。根据图 6,太阳能在所有的可再生能源中有着最高的资产成本,其资产成本还是比核能的低。

根据内部投资回报率(IRR), IRR 为 11.89%的东川 20MW 是最有利可图的投资项目,其次是 IRR 为 11.41%的天津-宁河 20MW 项目。当考虑到它的项目投资回收期的年数(7.3 年),还有 feet-in-tariff 每千瓦时 0.95 元,东川 20 MW 也是投资项目的首选。表 1 总结了四个项目的最重要的特性。

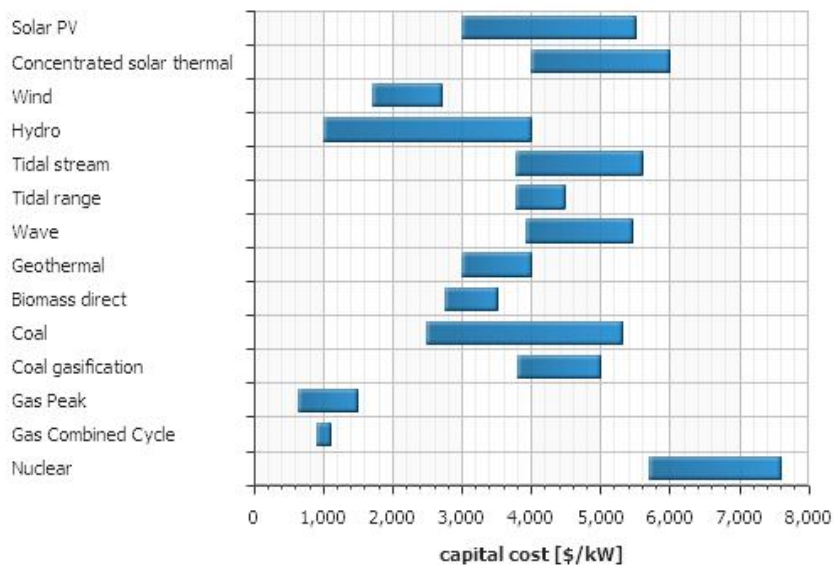
## 10.光伏产业的总结

如果行业能够克服其行径中的障碍,中国光伏发电产业就面临潜在的高增长率。例如该厂也有很大的资本需求来对项目进行融资。到目前为止,即使技术变得越来越成熟和关于太阳能项目回报率的不切实际的假设变成过去式了,投资者仍不愿借钱给融资太阳能工业园项目。由于一部分能量散失在从太阳能发电厂到电网的传输过程中,不幸地,太阳能并不是最有效的能源。该行业的驱动力是太阳能电池的低成本、中国政府的补、固定电价制度的引入。因此它是一个用来投资的令人关注的产业。

表 1: 个别项目及其特征

Projects	Malong 110 MW	Tianjin-Ninghe 20 MW	Dongchuan 20 MW	Dali 2 MW
1st year Power Generation	158,518,000	28,858,100	30,198,400	2,622,400
annual generation estimation	143,000,000	26,033,000	27,242,000	2,365,700
1st year Electricity Revenue	128,717,000	28,258,100	24,250,000	787,000
Total project cost	1,005,069,500	163,910,000	163,820,600	16,796,600
1st year revenue as % of total p	12.81%	17.24%	14.80%	4.69%
IRR	11.46%	11.41%	11.89%	8.70%
Payback Period in years	7.4	7.6	7.3	9.6
Feet-in-tariffs	0.95	0.41	0.95	0.3513
Typ of solar project	LSPV	LSPV	LSPV	BIPV
Energy loss during transmission	high	high	high	low

图 6: 能源成本的资本成本



## References:

### 参考资料:

- CPI Report (2011), Survey on Photovoltaic Industry and Policy in Germany and China.

-CPI 报告（2011），关于德国和中国光伏发电产业和政策调查

<http://climatepolicyinitiative.org/wp-content/uploads/2011/12/PV-Industry-Germany-and-China.pdf>

- Wiley Rein LLP (2010), 12th Five-year for the Solar Photovoltaic Industry.

-维利（2010），第12版，太阳光伏发电产业的五年

<http://www.americansolarmanufacturing.org/news-releases/chinas-five-year-plan-for-solar-translation.pdf>

-<http://www.pv-power-plants.com/industry/national-markets/>

-<http://www.pv-power-plants.com>

-ChinaDaily Europe (2014), China's PV plants hungry for financing

-中国日报 欧洲版（2014），中国光伏发电工厂渴求融资

[http://europe.chinadaily.com.cn/business/2014-03/17/content\\_17352404.htm](http://europe.chinadaily.com.cn/business/2014-03/17/content_17352404.htm)

- China's Largest Solar Power Farm Approved — To Be Built By GCL-Poly Energy, World's Largest PV Polysilicon Producer

-中国最大的太阳能发电厂获批准-世界最大的光伏发电公司 GCL-Poly 能源承建

<http://cleantechnica.com/2012/08/28/china-largest-solar-power-plant>

<http://www.kysq.org/teach/ECN482/Jessie.pdf>

<http://www.ecology.com/2013/03/15/solar-power-in-china/>

<http://www.greenrhinoenergy.com/renewable/context/economics.php>

State subsidy per kW: 0.40 to 1 RMB

规定的补贴: 0.40 到 1 元每千瓦

For private persons: 1 RMB per kW

个人补贴1元每千瓦