

太阳能光热发电已低于光伏发电成本——太阳能冷、热、电三联供及雪山公园可行性报告

前言

太阳能是最环保的洁净能源，是取之不尽用之不竭的可再生能源，它分布面广，在地球表面的任何位置都有太阳能，只是强度有些区别。太阳能一天辐射的能量可供人类一年的消耗，普及应用太阳能可彻底解决节能、环保、全球变暖这几大世界性难题。国家对太阳能的应用已非常重视，特别是对光伏发电的支持，在光伏发电行业国家的补贴累计已上千亿了，我国的光伏行业在国家重点扶持下已成为了全世界最先进的国家。然而，能源行业是一个巨大的行业，是数十万亿的大行业，完全靠政府的补贴来发展是不可行的。目前的上网电价是0.42元KW.H，而政府补贴到1元KW.H，按电网收购价算补贴量达138%，按价格占比算达58%。光热发电的补贴更高，目前的案例补贴价是1.2元KW.H，按电网收购价算补贴量达186%，按价格占比算达65%。如此高的补贴无疑是不可能大量发展的，国家也没有那么大的能力来补贴。

太阳能在如此巨大的补贴下还是没有得到全面发展，是因为太阳能的能量密度低，光电转化率很低，导致成本太高。要解决这个问题要从多个方面入手。

一、从多方面来增加太阳能的利用，在多方面来创造收入，达到太阳能高效利用的目的。

二、提高光电转化效率，目前光伏晶硅的光电转化效率约18%，逆变成交流电和自身消耗后得15%左右。有80%多的太阳能损失了，没有得到利用，80%是巨大的数字，提高光电效率是直接降低成本的主要手段。在光热发电中，由于太阳能难于产生较高的温度，又因光密度低很难大功率运行，因此，无法使用高效率的汽轮机，导致发电效率低。特别是300 以下的低温段，小型的有机朗肯发动机热效率只有15%左右，中型的汽轮机也只有20%左右。还不到理论效率（卡诺循环）的1/3，提高低温发动机的热效率是极为重要的，也是完全可行的。

三、从部件的成本上，尽量降低成本。

本项目就是从上述多个方面入手来实现太阳能高效利用的，由于我们发明了一种新型的低温型发动机，不仅在300 以下的工作温度能使发动机的热效率比现在的发动机提高70%以上，更重要的是它的废气排气温度达100 以上，可用于余热来制冷、制热，实现冷、热、电三联供，更有趣的是它产生的冷气在冬天是多余的，可将它用于建设雪山公园，供人游乐、观赏和锻炼身体，起废物再利用的作用，因此，它有多方面的收费收入。在部件成本上我们采用水做蓄热工质，大幅度降低了蓄热系统的成本。在发电效率中，由于本发动机在低温处的热效率有巨大的提高，发电收入也大幅度提高。总体收入成倍提高，这样就可以不依靠国家的补贴来发展太阳能发电了。

更大的优点在于它可以在市内分布式应用太阳能、地热、温泉发电，这样一来世界各地都可以全面应用太阳能、地热、温泉发电，如果得到全面普及，极大部分地区的电力就可以就地解决了，可完全取消特高压电网的建设。

为能更清楚的对比光伏发电、现在的光热发电、采用我们的发动机的光热发电、地热、温泉发电、本项目的太阳能冷热电三联供及雪山公园，在本可行性报告中有对它们作了对比，便于了解本项目的价值。

在中国古代有四大发明，近代袁隆平的杂交水稻解决了人类吃的问题，为全人类作出了巨大贡献。本项目可在任何地方应用太阳能、地热发电，可彻底取代化石类污染能源，彻底解决能源、环保、全球变暖问题，解决了能源和环保问题就是解决了人类的生存问题。如果说袁隆平的杂交水稻解决了人类饱的问题，是中国的第五大发明，我们的发动机解决了人类生存问题，那就是中国的第六大发明。

第一章、项目总论

1.1、项目概况

1.1.1、项目名称

《太阳能冷、热、电三联供及雪山公园》

1.1.2、项目实施单位

宇能电力有限公司：

1.1.1、项目名称

《太阳能冷、热、电三联供及雪山公园》

1.1.2、项目实施单位

宇能电力有限公司：宇能电力有限公司是正在拟建的公司，现正在选址，哪里给第一个太阳能冷、热、电三联供或中型太阳能光热发电项目建设，公司的地址就定在那里。公司属下的聚光器厂、发动机厂、制冷机厂也在这里建设。

公司计划投资人民币壹亿元，具有太阳能聚光器生产能力，低温型发动机生产能力和余热制冷机生产能力。

宇能电力有限公司：致力于走科技兴业、科学管理之路，建设太阳能冷、热、电三联供及雪山公园和地热、温泉电站及设备的研发、生产。公司秉承“诚信、感恩、创新、求精”的企业精神，始终坚持节约能源、保护环境、节能减排、服务企业的社会责任，企业在追求个人和企业共同发展的同时，不断回报公众，以感恩之心造福社会。

1.1.3、项目负责人

雷衍章

1.2、项目简介

冷、热、电三联供及雪山公园是指用热能先发电，将发电后的余热用于余热制冷、制热，产生的热能和冷能用于供热和供冷，实现冷、热、电三联供，雪山公园指的是用雪和冰建成的游乐园。冷、热、电三联供属节能环保项目，是全世界的重点科研项目，而雪山公园是游乐场，是用人造的冰和雪建成的乐园，是消耗能源的项目，是与节能相反的项目为什么会与冷、热、电三联供捆绑在一起呢？其实这里人造冰和雪不是特意消耗能源来制造的，而是冷、热、电三联供的附产物提供的，是本项目冬季产生的冷气没有地方消耗才用于建设雪山公园的，实际上是废热再利用。

所有的制冷实际上都是热分离，用比喻来说，1kg25 的水可以说是由0.5kg0 的冷水和0.5kg50 的水混合而成的，而制冷设备可将1kg25 的水又分离成0.5kg0 的冷水和0.5kg50 的热水，总能量不变，即0.5kg0 的冷水加0.5kg50 的热水的能量之和还是等于1kg25 水的能量。现有的民用空调就是（所有制冷设备都是）这样的，它将室内的空气分离成冷气和热气，在夏天将冷气排在室内，对室内制冷，而热气则排在室外，冬天相反，是将热气排在室内，冷气排在室外。也就是说无论任何时候空调的制冷或制热，冷气和热气都是同时存在的，只是我们习惯需要冷气时叫制冷，需要热气时叫制热。

在现实生活中冷和热的需求量不是相等的，并且是随季节的不同而改变的，而制冷机所分离的冷量和热量是相同的，是同时产生的，这样有的季节热气用不完，有的季节冷气用不完，如夏天需要的是冷气，热气是多余的，冬天需要的是热气供暖，冷气是多余的。

本项目的雪山公园就是利用冬天制热时，同时产生的冷气用不完，在少用冷气的季节用冷、热、电三联供多余的冷能来人造冰和雪来建设雪山公园，用于滑冰和滑雪来锻炼身体，同时制造像哈尔滨一样的冰灯展，供游客游玩和展览，起废物再利用的作用。夏季的制冷则用于室内供冷，此时雪山公园停止用冷、热、电三联供的冷能来制造冰和雪。

1.3、项目内容、规模

1.3.1、项目内容

前期

1、向供电公司提供电力；

2、向市、县、镇区内的单位、企业和所有民众提供冷气、热气和热水，还可湿度调节，实现夏天供冷，冬天供热，长期有热水，达到室内四季如春的恒温恒湿目的。取消氟利昂空调制冷，消除对大气臭氧层的破坏。

3、向市民提供一个可滑冰和滑雪锻炼身体的场所，向市民及游客提供一个观光游玩的冰灯、雪山游玩公园，达到美化城市的目的。

4、向市民及企业提供-10℃保鲜冷源，代替冰箱制冷，取消氟利昂制冷，消除对大气臭氧层的破坏。（注：现在的空调和冰箱制冷还是使用氟利昂制冷剂，只是现在的氟利昂制冷剂它对大气臭氧层的破坏比过去小很多，但还是有较大的破坏，特别是冰箱制冷剂的破坏还很严重，国际公约是在2020年取消这些制冷剂的使用）。

5、向市民及企业提供烘干热源：现在的城市房屋面积都很小，为了晾晒衣物都需要一个阳台，尽管如此在冬天及阴雨天有时要很多天衣服才能晾干。在工业方面有很多工厂需要烘干热源，如食品加工厂。有了烘干热源就可以不用阳台来晾衣服了，阳台可做其它用途，有些阳台大的甚至可以做卧室，这样二房一厅的房屋就可变成三房一厅了，增大了房屋的利用率。工业方面有了烘干热源工厂烘干产品就不需要消耗电能了。

后期：

太阳能的能量分布是不均等的，与地区有关还与季节有关，夏季的光照强度远大于冬季，而冬季不仅光照强度低，每天的光照时长也短，阴雨天也多，更重要的是冬天所需的热能比夏天所需的冷能更多。显然冬天的太阳能会不足，需补充能源。

采用蓄能的方式来解决这个问题，实现全年全部应用环保再生能源。可在西部荒漠地区建设太阳能电站和风力发电，地热、温泉丰富的地区建设地热、温泉电站，用电解水产生氢气的方式来蓄能，由于本发动机的热效率很高，可大幅度降低蓄能成本。

运输工具如汽车、飞机等都可以使用氢气为燃料，彻底取代化石类能源，彻底解决能源、环保、全球变暖这三大问题。

1.3.2、项目规模

以达到全市（县）的单位、企业和所有民众实现冷、热三联供为规模（偏远地方管道架设费太高的除外）。分四步进行，首期建设一个用天然气为燃料10MW的示范工程；二期加装太阳能为主能源的工程，采用蓄热方式实现24小时太阳能发电，实现环保能源的应用；三期，进行可行性论证，在得到可行性认可后进行全市的规模化建设，先建设以天然气或地热为燃料工程；四期，完成以天然气为燃料的工程后再加装太阳能为主能源工程，最后完成雪山公园的建设，实现四季如春的冷、热、电三联供及雪山公园游乐场。

第二章、项目背景、必要性与可行性

2.1 现有技术背景

冷、热、电三联供是能源梯级应用模式，即高品质能源用于发电（高温部分），低品质能源用于（低温部分）制冷、制热，由于它的能源利用率高，除了传热损失、机械损失外，热能得到全部利用，没有余热排出，能源利用率最高，利用率达85%以上，因此，受到了全世界的高度重视。

冷、热、电三联供从名字的意义来说，只有同时能提供冷、热、电三种能源就是冷、热、电三联供。的确，现在企业内部就有多种冷、热、电三联供形式，有些是由发电机发出来的电再带动中央空调（压缩机制冷）来实现冷、热、电三联供，有些为了节能是将发动机的机械功直接带动压缩机制冷，这样可省去先发电再用电来驱动电机产生的损失。再一种就是将发动机的排气余热去带动吸收式制冷、制热机。前两种要消耗高品质的电能或机械能，后则是消耗废气余热，是最节能环保的做法，所以全世界都非常重视后面这种冷、热、电三联供，我们就是采用这种方式来实现冷、热、电三联供的。这样好的项目为什么在全世界没有得到推广利用呢？原因就出在发动机上。

余热吸收式制冷原则上说只要60℃以上的热源就行了，实际上100℃以下的热源虽然能制冷，但能效比（COP）很低约0.4。采用余热来制冷，余热温度要达到150℃左右，能效比才高，否则没有太大的价值。特别是现在采用三效、四效的吸收式制冷，工作温度达250多度。那么现在是否有废气余热达150℃左右的发动机呢？

发动机：现在的发动机基本上使用两种循环，朗肯循环和布雷顿循环。朗肯循环就是蒸汽机循环，它工作在汽、液两相；布雷顿循环完全工作在气相，两者的性能有较大的区别。

朗肯循环：朗肯循环最大的优点是工作温度低，是外燃式可使用任何燃料，目前多数是使用最廉价的煤炭。为了能应用更低的热源，又有人在研究有机朗肯，用更低沸点的有机工质来代替水水质，使工作温度更低。朗肯循环的排气温度是由冷却源的温度决定的，是可改变的。但是朗肯循环的排气温度对热效率影响最大，朗肯循环的排气温度越低，它的排气压力就越低，做功就越完全，反之，排气温度越高排气压力就越高，工质做功不尽，热效率就越低。如将汽轮机的排气温度提高到150℃，排气压力达0.5MPa，而常温冷却时的排气压力通常在0.006MPa左右，排气压力提高了80多倍，显然热效率将急剧下降，不仅如此，排气压力上升后，无法进行再热循环，这样它的热效率将会更低，因此，将朗肯循环的排气温度提高来用于余热吸收式制冷是完全不行的，只能是将它排出的低温余热直接供暖，现在的热、电联供就是这样的，已普及应用。

布雷顿循环：布雷顿循环是将发动机膨胀做功工质压缩后再加热（燃烧）来膨胀做功的，由于做功工质要进行先压缩，而压缩后工质的温度就会大幅度上升，在这基础上再加热（燃烧）最后的温度就会很高，如斯特林发动机达800℃以上，燃气轮机的温度达1600℃。斯特林发动机有回热装置又是接近等温压缩，因此它的排气温度不高，不宜用于余热吸收式制热、制冷。燃气轮发动机的排气温度很高达600℃左右，非常适合吸收式余热制热、制冷，但是它受燃料的限制，不能使用太阳能做热源（太阳能达不到这样高的温度），也不能使用廉价的煤炭，只能使用天然气或燃油做燃料，这样就提高了应用成本。由于燃气轮发电的成本很高，目前的燃气轮机发电主要用于调峰发电。

燃气轮排出的余热温度很高，属高品位热能，还有很好的利用价值，现在都是将它接入锅炉产生蒸汽再朗肯循环发电，比用于制热、制冷更合算。供暖的价格是以燃煤的价格来作参考的，燃煤的成本很低，而天然气发电的价格很高，多数地区是0.8元一度的电。虽然发电的热利用率没有冷、热、电三联供高，但是它产生的是高价值的电，总的价值还是高些，所以发电比制热、制冷更合算。由燃气轮发电后排出的余热再朗肯循环发电叫联合循环，是目前发电效率最高的循环，热效率达60%。通过再发电后排出的废汽温度就已接近常温，不可以用于吸收式制热、制冷了。

由上可知，现在冷、热、电三联供没有商业市场化的原因是没有合适的发动机，没有排出的废气温度在150℃左右的发动机。150℃左右的余热用于再发电已没有太大价值，基本属于废热，用于吸收式制热、制冷就完全是废热再利用。

2.2、本项目技术背景

我们的技术创新主要在于发明了一种新型的低温型发动机，这种发动机它不是朗肯循环也不是布雷顿循环，是我们发明的一种新的循环模式。它不仅热效率高，低温特性特别好，在200多度的工作温度的热效率能达25%，350多度的工作温度的热效率能达40%，非常适合太阳能光热发电（光热的温度低）。温度越高热效率越高，在较高的温度时最高热效率可达60%。更大的优点在于它的排气温度高达130℃以上，非常适合余热制冷，因此，它的高温部分用于发电，发电排出的余热可用于制热、制冷，达到能源梯级利用，实现高效的冷、热、电三联供。

太阳能聚光可在城市屋顶应用的只能是微塔式、槽式和菲涅尔式，而槽式和菲涅尔式的输出温度很低，国外可达400℃，国内只有300多度，300多度的小型汽轮机的热效率只15%左右，大型的可达20%多，而我们的发动机在350多度时可达40%。在相同的工作温度我们的发动机热效率要高很多，因此，它非常适合市区太阳能发电。

余热制冷：

制冷循环有些与发动机的循环是相似的，我们的余热制冷就用到了发动机里的一些技术，所以工作温度也很低，在130℃的工作温度制冷能效比（COP）可达1.4，制冷温度可低至-10℃，与现在的吸收式制冷原理不同。现在的吸收式制冷COP最高的是1.6，国内在1.2左右，采用溴化锂制冷，制冷温度最低只能低到5℃，不能用于冰箱的保鲜，也不能制冰和制雪，多余的冷量不能用于建设雪山游乐园。如采用氨、水吸收制冷，制取-10℃的冷水，能效比会大幅度降低，成本也会大幅度上升，没有经济效益。

2.3项目必要性和可行性

供暖属温饱问题，古时候将温暖和吃的两大问题定为民生最主要的问题，叫温饱。在过去没有发现煤炭、石油、天然气这些化石类能源时，人们的温暖都是靠山上的柴火来供暖。古时温饱这两项中温比饱更重要，因为，人可以1周不吃不渴而不会死，而在低温环境中一天不温暖就会冻死，所以古人的温饱两项是将温写在先饱写在后，叫温饱。从人们生活中也经常提到的柴、米、油、盐也是柴排在最前面，这都说明在旧时“柴火”是民生中最重要的。旧时一个普通农家的生活有1/3以上的时间是上山砍柴火，现在自从发现煤炭、石油、天然气这些化石类能源后，人们对柴火已经完全陌生了。

现在对于温暖就真的不重要了吗？随着人们对煤炭、石油、天然气这些化石类能源的依赖，并且大量的消耗，以及人口的大量增长能源消耗巨大。不仅需要供暖能源，现在的地球表面温度已明显上升，由于地球表面的温度上升很多地方没有制冷空调已无法生存，还需要制冷消耗能源。由于人类的智慧，发明了发动机，生产劳动已逐步依赖机械，这要消耗更多的能源。可是煤炭、石油、天然气这些化石类能源是消耗品，用完了就没有了，据统计煤炭约100多年、石油约60多年、天然气约80多年就没有了，这是祖宗留下来的资源，是子孙后代共享用的资源，可就给我们这几代人用完了，这是罪孽啊。特别是石油对以后的影响，石油不仅是用于燃烧提供能源，在石油中我们还提取了很多生活中常用的有机物质，如塑料等很多化工原料都是在石油中提取，将来石油没有了，这些生活物质不知再用什么来代替。

问题更严重的是这些化石能源就快用完了，还是没有解决代替的能源，没有能源人类的生存就会成为大问题。再上山砍柴火已不行了，现在的人口增加了数十倍，特别是工业生产需要能源。现在的人出门就是坐车，能用上机械的都是机械代替人工，大部分的产品都是机械生产，交通和工业生产这些能源的需求量已远大于供暖所需的能源了。山上的柴火是不能满足也不适用了，使用核能理论上是可以，可是核电站使用的放射性元素铀发电后的余物是放射性元素钷，钷不能用于再发电，目前的用途只有做原子弹。也就是说大量使用核能发电，将会产生大量的无法处理的放射性垃圾，如果这些放射性元素被恐怖分子掌握，这对地球将会是毁灭性破坏。

环境污染方面：化石类能源燃烧后会产生大量的二氧化碳这种温室气体，使全球变暖，以及大量的PM2.5雾霾污染环境。在制冷方面是以压缩机制冷为主，压缩机制冷现在还是使用氟利昂制冷剂来制冷的，虽然对大气臭氧层破坏最严重的氟利昂R11已经停用，但现在的氟利昂制冷剂还是存在对大气臭氧层的破坏，特别是冰箱中使用的R12对大气臭氧层破坏还很严重，国际公约要在2020年取消氟利昂制冷剂。

全球变暖方面：化石类能源燃烧后会产生大量二氧化碳，它不仅是温室气体阻止地球表面热量散发使全球变暖，它自身还有很高的温度，这些高温废气直接给地球加热，使地球表面直接升温加速全球变暖。而太阳能、地热、温泉这些能源也是给地球表面加热的，但是，本发动机将它们消耗去用于发电，就直接减少全球变暖。

用太阳能余热来制造冷能和热能用于供冷和供暖不仅增大收入，它还可大幅度的降低电网负荷，民用及机关单位的用电量70%是用于供暖或制冷，特别是政府机关单位的用电几乎都是用于空调（冬天制热、夏天制冷），采用发电后的余热来制冷和制热用于供暖和供冷就大大减少了空调用电量，大幅度降低电网的负荷，据统计空调的用电量占总发电量的1/3。

目前能源已到了非常时刻，环境污染更是到了人类难于生存的地步了，全球变暖使我们的陆地面积越来越小。所以，全世界已将能源、环保、全球变暖定为全世界头等大事。

由此可见，本项目是全世界迫切期待的项目，是彻底解决节能、环保、全球变暖的项目，它的实现具有重大意义。

第三章、项目产品市场分析

3.1、项目现状与发展前景

目前以经营模式向企业或民间市场化提供冷、热、电三联供的公司全球还没有，只有部份企业自建冷、热、电三联供自用系统，因此，没有完全相同的项目对比。为了对比本项目的优势，这里对比与冷、热、电三联供接近的项目，从而了解行业的现状及本项目的发展前景。

自用式冷、热、电三联供：自用式冷、热、电三联供是企业自己建设，产生的冷、热、电供自己企业内部使用的，它不存在交易，没有营业税不会给国家创造税收。由于它的成本较高无法市场化以商品形式来盈利，只是比消耗电能来获取的成本低些，所以不仅不能商品化，就是自用的用户也极少，因为，

它还要较大的建设费用。

热、电联供：热、电联供的市场量目前最大，在北方供暖地区已普及化，它的优点是能源利用率高达85%以上，并且燃烧的是廉价的煤炭。但是它不能制冷，也不能制热（制热相当于生产热），是将发电后的余热直接供暖的。由于燃煤发电的都是汽轮机，汽轮机的排汽温度很低，不能用于制冷、制热，没有能源放大利用，能效比不高，COP小于1,即:电能+热能<燃料能量。

太阳能发电：目前的太阳能发电分两种，光伏发电和光热发电。非聚光光伏发电没有热量排出，因此，不存在余热

再利用。即使是聚光光伏，只是散热排出余热，但是光伏电池不能承受太高的温度，因此，排出的余热温度不能太高，不可以用于余热制冷、制热，最多只能是热、电联供。现在的光热发电，由聚光器的类型来决定发动机，碟式只能使用斯特林发动机，功率太小，排出的热量不集中，温度也不高，不能用于余热来制冷、制热。其它类型的聚光器目前都是使用汽轮机，汽轮机的排汽温度很低，只能直接供暖，不能用于制冷、制热。再则，现在的光热发电都是建设在西部边远的荒漠地区，要将余热引入市区，需架设很长的管道，有较大的传热损失，热水还没到市区就已经冷了，热、电联供就难于实现。

本项目：本项目是太阳能冷、热、电三联供，由于我们发明的新型低温型发动机可在200 的工作温度达到较高的发电效率，因此可采用槽式或菲涅尔式聚光器分布式安装在市内屋顶平台上，通过管道相互连接，集中送至发电厂，可以实现大规模的太阳能发电。由于我们的发动机在200 的工作温度的排气温度可达130 左右，可将发动机排出的余热用于制冷、制热，达到冷、热、电三联供的目的。通过制冷、制热后，能源的利用得到了放大，因此总体COP可大于1。

可以来计算这种模式它的综合能效比（COP），综合能效比=发电效率+制冷效率+制热效率。假如发电效率是30%，制冷COP1.6，制热COP2.6来计算。

发电效率：发电效率是30%，即0.3。

制冷效率：制冷和制热是发动机的余热来制取的，按发电机有15%的传热损失和机械损失，因此，排出的余热=1-0.3-0.15=0.55。即发电机发电后还排出55%的余热，是这55%的余热来制冷和制热的，因此，制冷和制热占总能耗的效率是：

制冷效率=1.6（制冷COP）×0.55=0.88；

制热效率=2.6（制热COP）×0.55=1.43；

综合能效比（综合COP）=0.3+0.88+1.43=2.61

这里特别说明,能效比(COP)在数值上等于效率,由于能量守恒定律中明确提出任何设备的效率都不可能大于或等于1,而制冷效率及制热效率就超过1,明显与能量守恒定律矛盾。但是它的能量产生方式有特殊性,如完整的计算并不违反能量守恒定律。为了使它与效率在含意上的区分,物理学将它命名为能效比(COP)。这里的制冷、制热COP是将能量放大了,能量放大简单的说就是消耗1KW的能量可产生大于1KW的能量。这种情况在现有科学中好像只有制冷系统(制冷包含了制热)有,在制冷、热泵(热泵也是制冷)行业的人员才应用到这一专业名词。

为不误认为违反能量守恒定律,这里介绍一下COP的计算。

制冷实际上就是热分离,如用100 的热水做吸收式制冷机的热源(这个能源相当于压缩机),通过吸收式制冷机将20 的水分离成0 的冷水和40 的热水,期间发生了2MJ的热量变化,即一部分20 的水被吸走2MJ热量变成-2MJ、0 的冷水;另一部分水吸收了这2MJ热量,由20 的水变成了40 的

热水,在此过程中消耗了1MJ、100 的热水。即消耗了1MJ、100的 的热水制取了2MJ的热水和-2MJ的冷水。

能量平衡式:1MJ(消耗100 的热水)=-2MJ(冷水)+2MJ(热水)+1MJ(由100 的热水变成了40 的热水)=1MJ(40 的热水)

结果就是冷水和热水的能量相互抵消,由1MJ(100 的热水)最后变成了1MJ(40 的热水),它们的能量值相等都是1MJ,没有违反能量守恒定律。

所消耗的100 高温热水变成了相等能量值40 的热水,它的机理必须是高温热源制取低温热能,不可以由低温热源制取高温热能。

从上面的能量平衡式看是完全符合能量守恒定律的,但是用1MJ的热能分离出大于1MJ甚至是数MJ的冷水和热水,在物理学里没有很好的解释。但是已经得到了普遍应用,家庭里使用的空调就是这样的,如冬天在家开一台800W的电炉来烤火供暖,它只是局部加热,而开启一台1P(750W)的空调,整个房间都会暖起来。是因为空调的制热有放大能力,它可放大几倍的能量,如制热COP是3.5,那么它产生的热能就是750W×3.5=2625W,显然,750W的空调它

产生的热量要比800W的电炉高很多。

在实际应用中，已经分离成的热水和冷水，各自有作用，热水可用于供暖和生活中的洗浴等用途，冷水可用于制冷空调和制冷保鲜等用途，是一箭双雕多种用途，这时的制冷就不能说是负能量了，不能将它们混合相互抵消了。由于不能将它们抵消，所以将这种效率叫能效比（COP）。如上面的计算，1MJ、100 的高温热能制冷、制热后变成了1 MJ、40 的热水，同时又制取了2MJ、40 的热水，就有3MJ、40 的热水了（消耗的1MJ热能也混在制热里了），而消耗的能量是1MJ。

即：制热能效比（COP）=产出/消耗量=3MJ÷1MJ=3

制冷能效比（COP）=产出/消耗量2MJ÷1MJ=2

由于制冷和制热的能量值是相同的，但是所消耗的热能（或机械能）已转化成与制取的热能相同的温度，混在制热里了，因此，制热COP总是比制冷COP大1。

如果冷能和热能都能全部得到应用，它的总COP就是两者之和，如上例中的总COP或叫综合能效比（COP）=3+2=5在实际中，产生的冷能和热能得到全部利用是不可能的，它的季节性很强，如冬季需要的是热能用于供暖，在民用中冷能除了保鲜外基本没有其它作用，就会出现冷能过剩。在本项目中可将多余的冷能用于建设雪山公园，供人游乐、观赏和锻炼身体，冷能多余的时间较长，一年需供冷的时间最多是4个月，因此会有8个多月的时间冷能用于供雪山公园。在夏季的热能是多余的，没有太多的作用，所以实际综合COP是不能直接相加的。

由于发动机排出的余热得到多方面的应用，这样一来它就有了多个收费项目，多方面的收入：

- 1、发电收入；
- 2、供暖、供热水收入；
- 3、供冷收入；
- 4、雪山公园游乐场收入。

由上可知，采用本发动机排出的余热用于制冷机来制取热能和冷能，可比将余热直接供暖的利用率要高数倍，它不仅比直接供暖多出了几倍的热能，同时还产生了价值更高的冷能。可见本项目的价值巨大，能源利用率最高，发展前景巨大。

3.2、项目地区自然条件与优势

能源是任何人都要消耗的，而太阳能是地球表面的任何位置都有的，因此，它的地区自然条件在任何地方都好，都适用。由于本项目能将太阳能聚光器安装在屋顶阳台上，特别适合人口密度大的市区，可集中供应冷、热、电，降低管道建设成本。它不仅适用我国的城镇，同样适合世界各地的城镇，具有非常好的自然地理优势。

第四章、项目建设内容和方案

4.1、项目总投资

项目总投资为：自筹资金1亿人民币，根据太阳能的政府扶持政策，建设太阳能电站国营企业自筹资金20%，可政策贷款80%，民营企业自筹资金30%，可政策贷款70%。我们是民营企业，现自筹资金1亿，因此可政策贷款2.3333亿，本项目只需贷款2.3亿，总投资3.3亿元人民币。

4.2、项目资金构成

4.2.1、固定资产投资

项目固定资产投资为：30284万元。

主要用于：建设场地工程资金；控制系统的购置；与用户相连的管道建设资金；发电机、输送电器等电器设备的购置；太阳能聚光系统的材料及加工费；生产发动机的材料及加工费；生产制冷机的材料及加工费；蓄热器及蓄热材料的购置；检测检验仪器购置等。

4.2.2、流动资金投资

项目流动资金为：2716万元。

主要用于：补助燃料的采购（如天然气）、工资、财务费用、办公费等。

4.3、固定资产

4.3.1、固定资产估算表

序号	投入结构名称	投入(百万元人民币)	
1	场地建设		
3	土地等基建	7.5	建设厂房和办公室
4	其它基建	2.5	
6	施工费用	2.5	
7			
8	聚光、集热设备支出		
9	反光镜	30	
10	集热器	35	
11	钢材	50	
12	驾线塔	3	
14	跟踪系统	5	
16	传热系统(管道、泵等)	10.5	
17	导热水	0	采用水做蓄热工质,可将水直接用泵入集热器,省去了导热水
18	电气、控制系统等	6.5	
19	安装调试费	17	
20	储热系统		
21	熔盐	0	采用水做蓄热工质,水费可忽略不计
22	储热罐	12	
23	隔热材料	0.85	
24	换热器	0	采用水做蓄热工质,可省去导热水与矿物质盐的热交换器
25	泵	0.45	水泵比熔盐泵的价格要低很多
27	工程费	1.34	采用水做蓄热工质,少了很多部件工程费少很多
28	发电系统		
29	发电机	45	
30	电厂辅助设施	10.5	
31	电网接入设施	2.5	按 1KM 设计
32	工程费	4	
33			
34	制冷、制热系统		
35	制冷机	30	
36	管道(供暖管道、供冷管道、太阳能热量收结管道)	20.2	
37	工程费	6.5	
39	总计	302.84	

表 1

以上投资计算是按24小时蓄热连续发电，采用水蓄热，工作温度200℃，蓄热压力1.55Mpa。由于10MW的示范项目太小，制冷量不足，无法供应雪山公园的制冰、制雪，上述固定设备中没有雪山公园的投资。

蓄热压力1.55Mpa。由于10MW的示范项目太小，制冷量不足，无法供应雪山公园的制冰、制雪，上述固定设备中没有雪山公园的投资。

总造价30284万元，每千瓦的造价是3.03万/KW，还包括了供暖和供冷，这个造价是非常的低，它比8小时熔盐蓄热的单独太阳能发电成本还低。

如果是单独太阳能光热发电与太阳能冷、热、电三联供的投资成本对比，就是少了制冷机组费用3000万元、用户相连的保温管道2020万元及建设资金650万元，共相差5670万元。

4.3.2、主要建设内容

4.3.2、1、建筑物：

包括：厂房1栋，建筑面积2000m²；办公室及其它1000m²；

4.3.2、2、公用工程：

包括：给排水、供电、防雷措施、通信报警、采暖通风。

（一）、公用工程方案

1、给排水

（一）、公用工程方案

1、给排水

、设计依据：

《建筑给排水设计规范》（GB50015-2003）；

《建筑设计防火规范》（GB50016-2006）

、水源：

项目厂区供水水源为市政自来水。

、给水系统：

项目用水主要包括生产用水（用于供热用水，供冷用盐水，循环使用）；

生活用水和消防用水。发动机冷却采用风冷，不消耗水。

、排水系统：

本项目生产过程无污水。供热、供冷水循环使用。

排水系统主要来自生活废水（办公楼和其他建筑物卫生间的厕所冲水，粪便污水经化粪池处理），可直接排到厂门前的市政污水沟；

雨水采用地面自然排水，先流入厂区雨水干道，最后流入园区雨水管道。

（二）、供电

、电源：

电源由园区10KV架空线引至厂区，由电缆引入厂区变电室，供电和输电共用。电压有220V、380V自用电和10KV上网电压。

、用电负荷：

本项目自身就能发电向外供应，不用考虑自用电负荷。

（三）、防雷措施

项目建筑物按三类防雷考虑。

低压配电系统的接地型式采用TN-C系统，厂房内所有的金属管道、机架、金属设备外壳和电气设备在正常情况下不带电的金属外壳均应按上述系统做接零保护。

各屋面应设避雷网，引下线暗设。防雷接地电阻不应大于10 Ω ，所有建筑物电源入户处均应做重复接地，接地电阻不应大于4 Ω 。

（四）、通信报警设施

本工程弱电设计内容包括：电话通讯、火灾自动报警及联动控制系统。厂区的办公楼内安置内线、外线分别行至单体建筑电话组线箱，然后敷设到各需要岗位。

根据《建筑设计防火规范》、《火灾自动报警系统设计规范》有关规定，在建筑物内的重要部位设防火区，按防火分区安装烟温探头，在走道入口设报警按钮、警笛、当火警信号送至消防控制室，发出灭火指令信号，切除有关非消防电源，鸣警笛，消火栓按钮启动消防泵。

消防控制室还设有与区消防队的直通电话。

（五）、制冷、采暖通风

、设计依据

《采暖通风与空气调节设计规范》(GB50019 - 2003)

《工业企业设计卫生标准》(GBZ1 - 2002)

、设计基础资料

冬季采暖室外计算温度 - 15

冬季通风室外计算温度 - 10

夏季通风室外计算温度30

、制冷与采暖

办公、发电车间、仓库的制冷和采暖，由我们自己的冷、热联供自供。

、通风

生产车间工序每个工位须安装排风或空气过滤装置。

4.3.2、3、聚光、集热系统

本项目是采用水做蓄热工质的，由于水做蓄热工质会产生压力，受压力的限制很难提高蓄热温度，发电系统的工作温度与蓄热温度是相关联的。由于本项目的工作温度低，只有200℃，可采用成本最低的非涅尔式聚光器，采用平面反射镜。现在的菲涅尔式聚光器为了提高输出温度，基本上是采用微弧反射镜的，只要反射镜进行了弧形加工，所产生的费用（成本）基本上是相同的，而弧面镜是平面镜的二倍以上价格。菲涅尔式聚光器所用的钢材也是最少的，线性菲涅尔是单轴跟踪，跟踪器的成本也是最低的。因此，这种聚光器比现在的菲涅尔式聚光器的成本还低属成本最低的聚光器。也可采用小开口的槽式聚光器，槽式聚光器的成本主要与开口大小有关，开口大聚光比高，输出的温度也高，但是所用的钢材越粗壮，成本就越高，本项目的输出温度要求不高，可采用小开口低成本的槽式聚光器。

采用水做蓄热工质，由于受压力的限制从而限制了它的工作温度，既然工作温度和压力都不能太高，可以直接用水做加热工质，这样可省去导热水及导热水与矿物盐之间的热交换器，使成本大幅度降低。

这种冷、热、电三联供建设在城市里，聚光器只能安装在市区里机关、单位、企业及公寓的屋顶来台上，而这平台是别人的，需付租金才有使用权，这里可按每平方米/每月2元的租金来租用平台。

4.3.2、4、蓄热系统

采用水做蓄热工质，蓄热部分仅仅只增加了蓄热罐和水泵，由于水蓄热会产生压力，这里从安全角度考虑，压力控制在1.55Mpa（对应的温度是200℃）是比较容易做到安全运行的，由于这里的蓄热罐有压力，属压力容器，这里按压力容器的标准来生产。

蓄热罐属钢制压力容器，按“GB150-1998，《钢制压力容器》”标准设计，并请有专业压力容器制造资质的厂家制造。

压力水泵是成熟商品，按标准购买。

降低蓄热温度会大幅度的降低发动机热效率，采用水蓄热是牺牲热效率来降低成本的做法，至于是否合算后面会有更详细的对比。采用水做蓄热工质，蓄热部分仅仅只增加了蓄热罐和水泵两个部件，蓄热工质（水）的费用可以忽略不计。更重要的是可靠性好，采用水做导热工质可省去导热水、矿物盐、导热油与矿物盐之间的换热器。省去的部件越多，结构就越简单，结构越简单性能就越可靠，再则用水蓄热是非常成熟的技术。如采用矿物盐蓄热，要考虑导热油的变质，导热油用的时间长了会变稠，流动性变差，会增大运行功耗，同时还会降低传热系数，热交换性能变差；矿物盐也是如此，用的时间长了也是会变稠、流动性差、增大运行功耗、降低换热性能，如更换则增加营运成本。

矿物盐的凝固温度较高，在常温下是固体，因此需要很好的保温，甚至是加热来防止凝固堵塞管道，增加营运成本。更严重的是矿物盐里含有氯离子，对金属有较强的腐蚀性，需采用非常好的不锈钢来制造与它相接触的部件，可靠性是质疑。

4.3.2、5、发电系统

发电系统包括发动机、发电机、电厂辅助设施、电网接入设施；

发动机包括换热器、压力气体产生器、膨胀做功器、冷却器四大部分；

发电机只是单独发电机；电厂辅助设施包括变压器、高低压配电、电缆等；

电网接入设施是电站到到高压电网这一段的高压电路。

由集热器采集到压力1.55Mpa、温度200℃的水工质还是液体，不能直接进入发动机去膨胀做功，即使是1.55Mpa、200℃是蒸汽直接进入汽轮机，它的参数太低热效率也非常的低。本发动机不是采用水做发电工质的，需进入换热器换热。

本发动机是一种新型的发动机，还没有生产标准，但它们都是压力容器或压力器件，可按压力容器的标准来生产。

换热器按“按GB151-1999，《管壳式换热器》”标准设计，并请有专业压力容器制造资质的厂家制造。

压力气体产生器、膨胀做功器，按“GB150-1998，《钢制压力容器》”标准设计，并请有专业压力容器制造资质的厂家制造部件，自己组装。

发电机、电厂辅助设施、电网接入设施按配套标准采购，请供电公司安装。

4.3.2、6、制冷机、供热、供冷系统

本项目的制冷机也是我们发明的新产品，它主要由换热器、制冷机组成，还没有制定标准，它跟发动机一样也属压力容器范畴，可按压力容器的标准来生产。

换热器按“按GB151-1999，《管壳式换热器》”标准设计，并请有专业压力容器制造资质的厂家制造。

制冷机按“GB150-1998，《钢制压力容器》”标准设计，并请有专业压力容器制造资质的厂家加工部件，自己组装。

供热、供冷全是管道工程，按“供热管网设计规范CJJ34-2010”标准设计，保温管按GB/T8175-1987标准设计，蓄热工质管按汽轮机管道标准D600B-000107ASM设计，并请有专业资质的企业制造和安装。

4.4、成本对比：

4.4、1、水蓄热与矿物盐蓄热成本对比

采用水来做蓄热发电的工质，在行业中还没有规模化运行的先例，这里对采用我们的发动机水蓄热和现在的发动机矿物盐蓄热的成本进行对比。

槽式或非涅尔式聚光器的输出温度很低，国外可达400℃，国内350℃都困难，而400℃的工作温度发动机的热效率在25-30%之间，大型的才能达到30%的热效率，由于太阳能的能量密度较低，很难达到大型电站规模，热效率通常在25%左右。用水做蓄热工质使工作温度降低到200℃（如压力容器的成本降低和安全性提高可再提高水的蓄热温度），采用现在的发动机的热效率只有15%左右了。这样同样的输出功率聚光面积要增多70%左右，显然，这是不可行的，而从发动机的低温性能解决了这一问题，使200℃的工作温度也能达到现在发动机400℃的热效率，在同样的输出功率它并不需要增加聚光面积，以下进行成本对比。

太阳能光热发电在我国还是起步阶段，可对比的数据极少，这里用西班牙Andasol一个50MW的投资数据来对比分析。

序号	投入结构	A Andasol (百万美元)	B 50MW 无矿 物盐蓄热	C 50MW3 倍矿 物盐蓄热	D 50MW 无水蓄热	E 50MW2 倍 水蓄热	F 50MW3 倍 水蓄热
1	劳动力支出						
2	集热场	11.3	5.65	16.95	5.65	11.30	16.95
3	土地等基建	21.2	21.20	21.20	21.20	21.20	21.2
4	钢结构	9.1	4.55	13.65	4.55	9.10	13.65
5	管道建设	6.4	3.20	9.60	3.20	6.40	9.6
6	电气安装	14.4	7.20	21.60	7.20	14.40	21.6
8	设备支出						
9	反光镜	23.1	11.55	34.65	9.30	18.60	27.89
10	集热器	25.9	12.95	38.85	10.42	20.85	31.27
11	钢材	39	19.50	58.50	15.70	31.40	47.09
12	驾线塔	3.9	1.95	5.85	1.57	3.14	4.71
13	基建	7.8	3.90	11.70	3.14	6.28	9.42
14	跟踪系统	1.6	0.80	2.40	0.64	1.29	1.93
15	旋转接头	2.6	1.30	3.90	0.00	0.00	0.00
16	传热系统(管道、换热器、泵等)	19.5	9.75	29.25	5.00	10.00	15.00
17	传热介质(导热油)	7.8	3.90	11.70	0.00	0.00	0.00
18	电气、控制系统等	9.1	4.55	13.65	3.66	7.33	10.99
20	储热系统						
21	熔盐	18.6	0.00	37.20	0.00	0.00	0
22	储热罐	6.6	0.00	13.20	0.00	6.60	13.2
23	隔热材料	0.7	0.00	1.40	0.00	0.7	1.4
24	换热器	5.1	0.00	10.20	0.00	0.00	0
25	泵	1.6	0.00	3.20	0.00	0.50	1
26	平衡系统	3.5	0.00	7.00	0.00	0.00	0
28	发电系统						
29	发电机	20.8	20.80	20.80	41.60	41.6	41.6
30	电厂辅助设施	20.7	20.70	20.70	20.70	20.7	20.7
31	电网接入设施	10.5	10.50	10.50	10.50	10.5	10.5
33	其它						
34	项目开发	10.5	10.50	10.50	10.50	10.5	10.5
35	EPC	28.1	28.10	28.10	28.10	28.1	28.1
36	融资	21.8	21.80	21.80	21.80	21.8	21.8
37	其它支出(津贴等)	10.5	10.50	10.50	10.50	10.5	10.5
38	总成本	364	234.85	488.55	234.94	312.77	390.61
39	相当于不蓄热的 KW 成本(万美元)	0.364	0.47	0.3257	0.47	0.31	0.26

表 2

A栏：表2中A栏数据是西班牙Andasol一个50MW网上公布的投资数据，Andasol它50MW的投资是3.64亿美元，折算人民币约22.75亿人民币，蓄热7.5小时。一个没有蓄热的电站一天的满负荷发电时间大约也是7.5小时，蓄热7.5小时相当于又一个没有蓄热的电站，因此，这里Andasol公司50MW蓄热7.5小时就相当于2倍（或两个）无蓄热的50MW电站。

B栏：要对比成本得从没有蓄热开始，这里将A栏中与蓄热相关的不用，就没有蓄热投资了。B栏就是没有蓄热的成本，序号3是厂房基建，它与是否蓄热无关，所以它不变。蓄热发电是在没有阳光的时候发电，所以，发电系统的序号29、30、31也不变。序号34、35、36、37这些其它项目变化不大，这里也视为不变。聚光、集热系统是A栏的一半，因为聚光、集热系统有一半是白天发电用的，有一半是蓄热用的。序号“21、22、23、24、25、26”全部是为蓄热而增加的，现在不蓄热这些都是0。

C栏：C栏是3倍蓄热，它相当于3倍无蓄热50MW的电站。在C栏中，同B栏一样，序号3、29、30、31、34、35、36、37这些无论是否蓄热都必须有的，并且它们与蓄热大小无关，所以也不变。而聚光、集热系统是随蓄热倍数增加的，这里是3倍蓄热，所以它是无蓄热B栏聚光、集热系统的3倍。C栏的蓄热时间是15小时，是A栏的两倍，所以序号“21、22、23、24、25、26”是A栏的两倍。

D栏：D栏是采用本项目的高效率发动机用水做蓄热工质的成本，它是参考B栏得来的，这里以B栏为基础更能说明问题，只要与B栏相同的产品就以B栏为准，避免成本差异。我们的高效率发动机成本要比现在的发动机高很多，所以序号“29”的值增加了很多；我们是采用菲涅尔式聚光器的，这种聚光器的成本要比Andasol使用的槽式低约30%，但是，菲涅尔式的聚光有较大的余弦损失，损失达15%左右。因此，聚光、集热系统从序号9-18是按B栏对应的值 $\times 0.7$ (降低的成本) $\times 1.15$ (增大的余弦损失)得来的。菲涅尔式没有旋转接头，序号15为0，采用水做蓄热工质不用导热油，序号17为0；发电系统除发电机外其它是相同的；劳动支出和其它支出也是相同的。

E栏：E栏是2倍水蓄热的成本，同B栏一样，序号3、29、30、31、34、35、36、37这些无论是否蓄热都必须有的，并且它们与蓄热大小无关，所以也不变。而聚光、集热系统是随蓄热倍数增加的，这里是2倍蓄热，所以它是无蓄热D栏聚光、集热系统的2倍。蓄热部分与A栏相同，但这里的蓄热工质水可不计成本，也不需要换热器和平衡系统，所以序号21、24、26为0。

F栏：F栏3倍水蓄热的成本，同E栏一样，序号3、29、30、31、34、35、36、37这些无论是否蓄热都必须有的不变。而聚光、集热系统是3倍蓄热，所以它是无蓄热D栏聚光、集热系统的3倍。蓄热部分是E栏的两倍，这里的蓄热工质水也不计成本，也不需要换热器和平衡系统，所以序号21、24、26也是0。

对比B与D这两个没有蓄热的成本，虽然本项目的发动机热效率高，但是，为了能利用水来蓄热降低了工作温度，从而降低了热效率，所以两者对比并没有提高热效率。采用本项目的发动机的成本要高很多，但因工作温度要求不高，采用了低成本菲涅尔聚光器使聚光成本降低了，综合起来两者的成本基本相同。

采用蓄热后成本发生了巨大变化，用水蓄热的总体成本比矿物盐蓄热的总体成本增加少很多，见C栏与F栏的对比。

蓄热后的成本在上升，但发电时长增加，发电量在成倍增加，“2*50MW矿物盐蓄热”的发电时间是没有蓄热50MW的2倍，发电量也是2倍；“3*50MW矿物盐蓄热”的发电时间是没有蓄热50MW的3倍，发电量也是3倍。序号39是将2倍（或3倍）换成 $2 \times 50\text{MW} = 100\text{MW}$ 来计算每KW成本的。可见，蓄热时间越长，发出来的度电成本就越低。

由此可见，蓄热发电不仅发电质量高，还可做调峰发电，并且可大幅度降低发电成本。

值得说明：从本项目的固定资产投资表1与表2对比，本项目的投资费用要比按西班牙Andasol公司的成本低很多。有三大原因：其一、Andasol公司的成本全属进口产品；其二、表2中Andasol的投资成本是早期的，现在的成本也下降了；其三、在Andasol的投资中其它项目我们很多不用开支或少开支；

所以两者相差较大，总体成本要低很多。

4.4、2、都采用我们的高效发动机对比水与矿物盐蓄热的成本

都采用我们的高效发动机对比水与矿物盐蓄热的成本，这里按3*50MW的蓄热来对比更明显。

序号	投入结构	A 50MW3 倍水蓄 热	B 50MW3 倍矿物 盐蓄热	C 采用高效率发动机 3 倍矿物盐蓄热
1	劳动力支出			
2	集热场	16.95	16.95	10.17
3	土地等基建	21.2	21.20	21.20
4	钢结构	13.65	13.65	8.19
5	管道建设	9.6	9.60	5.76
6	电气安装	21.6	21.60	12.96
7	设备支出			0.00
8	反光镜	27.89	34.65	20.79
9	集热器	31.27	38.85	23.31
10	钢材	47.09	58.50	35.10
11	驾线塔	4.71	5.85	3.51
12	基建	9.42	11.70	7.02
13	跟踪系统	1.93	2.40	1.44
14	旋转接头	0.00	3.90	2.34
15	传热系统(管道、换热器、泵等)	15.00	29.25	17.55
16	传热介质(导热油)		11.70	7.02
17	电气、控制系统等	10.99	13.65	8.19
18	储热系统			0.00
19	熔盐	0	37.20	22.32
20	储热罐	13.2	13.20	7.92
21	隔热材料	1.4	1.40	0.84
22	换热器	0	10.20	6.12
23	泵	1	3.20	1.92
24	平衡系统	0	7.00	4.20
25	发电系统			
26	发电机	41.6	20.80	41.60
27	电厂辅助设施	20.7	20.70	20.70
28	电网接入设施	10.5	10.50	10.50
29	其它		0.00	0.00
30	项目开发	10.5	10.50	10.50
31	EPC	28.1	28.10	28.10
32	融资	21.8	21.80	21.80
33	其它支出(津贴等)	10.5	10.50	10.50
34	总成本	390.60	488.55	371.57

表 3

从表3中可看出C栏比A栏的总成本要低些，A栏是用水蓄热的成本，C栏是采用矿物盐蓄热的成本。这里的C栏与B栏都是采用矿物盐蓄热，但它们采用的发动机不同，C栏采用高效率发动机后发电效率由25%增大到40%，可减少聚光、集热系统和蓄热系统60%的成本，虽然，高效率发动机的成本也增加了，但总体成本还是采用高温矿物盐蓄热发电的成本低些。

显然，对于单独太阳能发电来说采用水蓄热来降低蓄热成本，会大幅度降低发电效率，虽然采用矿物盐的蓄热成本大，但是它的工作温度高发电效率高，成本低些，也就是说对于单独太阳能发电用水蓄热还是不行的。但是，对于冷、热、电三联供来说，排出的余热也产生了较大的价值，两者就差不多了，而水蓄热的可靠性、稳定性已得到认可，并且有大量的应用，这里是从可靠性、稳定性、安全性来决定采用水蓄热的，再说将来的维护费用也要低很多。

第五章、产品介绍和工作流程

5.1、产品介绍

5.1.1、太阳能冷、热、电三联供原理

太阳能冷、热、电三联供的原理是：通过反射镜将太阳光汇聚到太阳能集热装置，这个集热装置叫集热器（集热管），利用太阳能集热器加热高温传热介质，将已被太阳能加热的高温传热介质引入到蓄热器中，再从蓄热中引入到蒸发器中，蒸发器加热发动机工质带动发动机发电，发电后的废气再进入制冷机中制热和制冷。

5.1.2、太阳能光热发电形式

一般来说，太阳能光热发电形式有碟式、塔式（包含微塔式）、槽式、菲涅尔式四种系统。

1、碟式系统：碟式太阳能热发电系统是世界上最早出现的太阳能动力系统。

碟式的集热温度最高，可达1000℃以上，并且所配用的是高效率的斯特林发动机，是目前太阳能发电系统中光电效率最高的系统，但它的成本很高。它不能用于大型化，也不宜安装在屋顶平台上，不能使用我们的发动机，不适合本项目的应用。

如图一：碟式光热发电



2、塔式系统：

塔式系统可以输出很高的温度，所以它的发电效率较高，次于碟式。它不能安装在屋顶平台上，需较大的聚光场地，只能安装在荒漠上。它可以使用我们的发动机，可以输出冷、热、电三种能源，但它不能在市区内使用，不能安装在屋顶平台上，如安装在郊外输送管道会很长，成本较高。

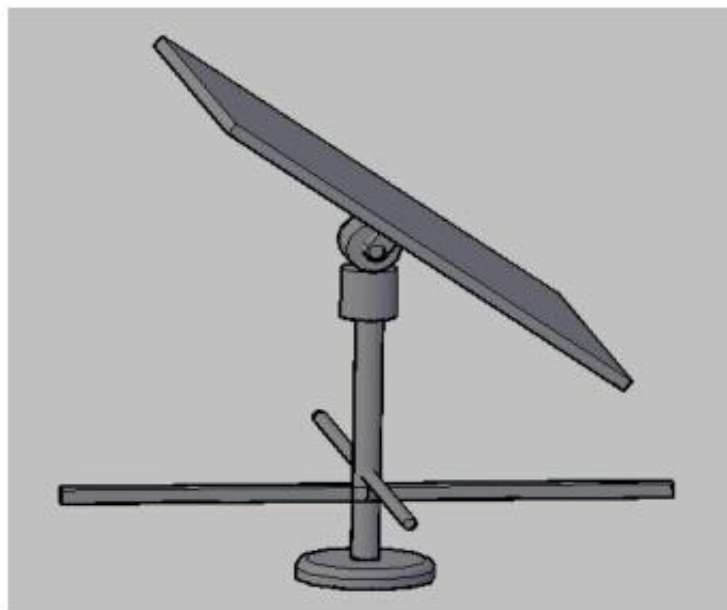
如图二：塔式光热发电



3、微塔式系统：

微塔式是我们发明的产品，它具有塔式的全部优点，由于它可以小型化可以安装在屋顶平台上，可以分布式利用，适合本项目的应用。

如图三：微塔式聚光器



4、槽式系统：

槽式太阳能热发电系统全称为槽式抛物面反射镜太阳能热发电系统。

是将多个槽型抛物面聚光集热器经过串并联的排列，加热工质，产生高温蒸汽，驱动汽轮机发电机组发电。它的优点是成本低，可安装在屋顶平台上，能很好的与我们的发动机配合使用，很适合本项目实现冷、热、电三联供。缺点是输出的温度不高，国外达400℃，国内约350℃左右。但本项目只要求200℃的工作温度，完全满足本项目的要求，并且还可以做小开口来降低成本，因为开口越大钢材也粗壮，钢材用量就越多，但开口越大输出的温度就越高，本项目并不要求那高的温度，因此可从经济方面考虑降低开口尺寸来降低成本。

如图四：槽式光热发电



5、菲涅尔式系统：

菲涅尔式系统与槽式的性能差不多，可以安装在屋顶平台上分布式使用，能很好的与我们的发动机配合使用，很适合本项目实现冷、热、电三联供，成本最低，本项目主选这种聚光器。缺点也是输出的温度不高，国外达400℃，国内约320℃左右。但本项目的温度要求不高，很适合这种聚光器。

如图五：菲涅尔式光热发电



5.1.3、太阳能冷、热、电三联供的组成

太阳能冷、热、电三联供由六个系统组成：

1、太阳能聚光集热系统（是本项目投资最大的系统）：

该系统包括：太阳能高温集热器（管）、反射镜面、反射镜支架、阳光跟踪系统、控制系统；

2、蓄热系统：

该系统包括：高温热传导介质、蓄热介质、热交换系统；蓄热发电是太阳能光热发电最大的优点，它可以将有阳光时所采集到的热能蓄存下来，用于在没有阳光的时候（夜间）再发电。它不仅可取调峰作用，更大的优点可大幅度降低发电成本。没有蓄热发电，一天只能发8小时，如光伏发电就是有阳光就发电，没有阳光就不能发电，有蓄热系统后可24小时连续发电，它可增加其它系统的利用率，降低每度电的发电成本。

3、发电系统：

该系统包括：发动机、发电机、热交换器等；

4、制冷系统；

制冷机、热交换器等。

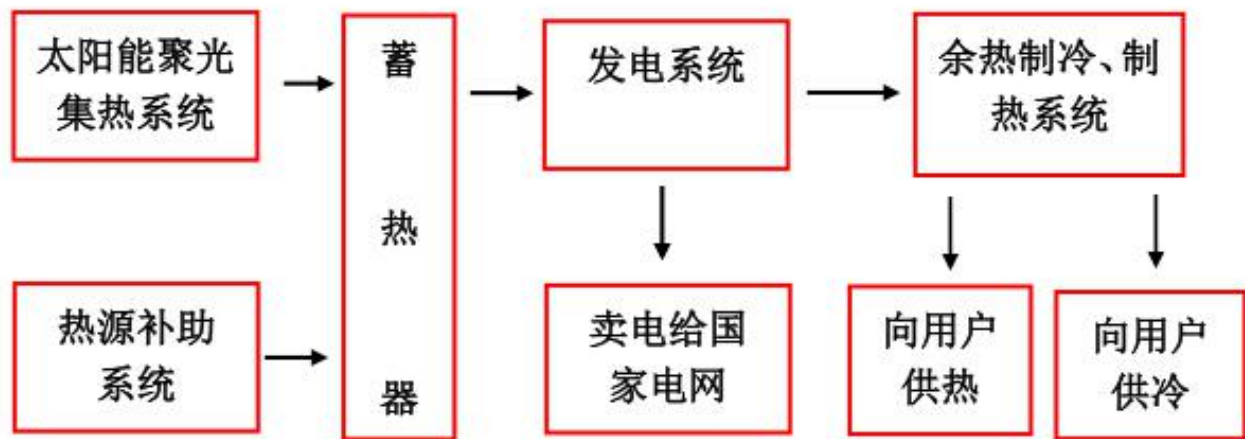
5、输送电系统：

输送电系统包括变压器、电缆、高、低压配电、控制台；

6、供暖、供冷系统。

供暖、供冷主要是热水和冷水管道系统。

5.2、冷、热、电三联供项目的流程



白天太阳能聚光集热系统采集的热能送到蓄热器中，再从蓄热器送入发电系统，在晚上没有阳光的时候由蓄热器里储蓄的热能来发电。如果遇到一天以上，或阳光不足时由天然气补充热源来发电。发出来的电卖给国家电网或供电公司，发电后产生的余热送入制冷机，在制冷机里产生热能和冷能，热能用于供暖和供热水，冷能供用户代替空调制冷和冰箱制冷。在夏天供冷期过后，多余的冷量用于人造冰、雪来建设雪山乐园供游客游玩。

工作原理：

供热、蓄热部分：将集热系统分布安装在各企业、单位、花园公寓的屋顶平台上和专用的集热场上，白天由聚光、集热系统将太阳能热量聚集起来，在集热器中产生高加热集热器里的蓄热水，蓄热水从集热器中加热后变成高温蓄热水，经高温管道进入蓄热器；蓄热器由高温蓄热罐和低温蓄热罐及水泵组成，被加热的高温水进入高温蓄热罐蓄存起来，在高温蓄热罐蓄有一出口，高温蓄热罐蓄的高温水经此进入发动机的换热器去加热发动机工质，热交换后的高温水变成了低温水，这低温水不能做废水排出，它还有一定的温度得循环使用，所以设计有低温蓄热罐将发动机换热器排出的低温水蓄存起，白天这些低温水经水泵泵入太阳能集热系统去加热，反复循环达到提供太阳能发电能源目的。如果连续2天没有阳光（蓄热容量是1天）或阴雨天太阳能不足，就要启动天然气加热系统来补充热能。

发电、制冷系统：发动机从热交热器获得热能后产生动力来带动发电机发电，由于发动机无法将吸收到的热量全部转化成动能，因此，它还有较大的余热排出。由于排出的余热温度较高还有一百多度，这些余热还可以带动我们的余热制冷系统，在制冷系统中会同同时产生45 左右的热水和-10 的冷盐水，-10 冷盐水可以叫冰水，后面叫它冰水。

三联供系统：从发电机发出来的电经高压电网并网，卖电给国家电网或供电公司。制冷系统产生的热水和冰水，分别经热水管道和冰水管道向单位、企业、所有民众供应热水和冰水，保证一年四季同时供应热水和冰水。用户可根据用途来使用这些热水和冰水，如冬天：热水可用于室内供暖、洗浴、烘干衣物等；冬天的冰水可供冰箱保鲜。夏天：热水可用于洗浴、烘干衣物等；冰水则主要用于室内制冷，做制冷空调使用，同时还要供冰箱保鲜使用。

在冰水的冷能用不完的季节，可用于建设雪山游乐园供游玩和锻炼身体。

由于一年四季都有冷源和热源，供暖和供冷则由用户自己控制，还可以进行温度调节。

5.3、原材物料采购

5.3.1、原材料采购

聚光系统、发动机、制冷机这三大部件都是我们自己生产，我们的原材料就主要是钢材和玻璃反射镜，这些供应商也已落实，并且他们都想入股本项目共同发展。在部件方面还有发电机、变压器、控制电器等电器设备的供应商也已落实。发动机和制冷机的精密部件外发加工，加工厂商也已落实。

5.3.2、主要燃料采购

主要是天然气，由燃气公司提供，并接有天然气管道直接通入发电基地。

第六章、项目环保、节能与劳动安全防护

6.1、项目环境保护

本项目在建设过程没有任何污染物排放，在运行过程更没有污染物排放，是取代污染能源的环保项目。

6.2、项目节能

本项目在建设过程的耗电量并不大，建设后可提供冷、热、电三种环保能源，使用的能源以环保的可再生能源太阳能为主，是重大节能项目。

6.3、项目劳动安全防护

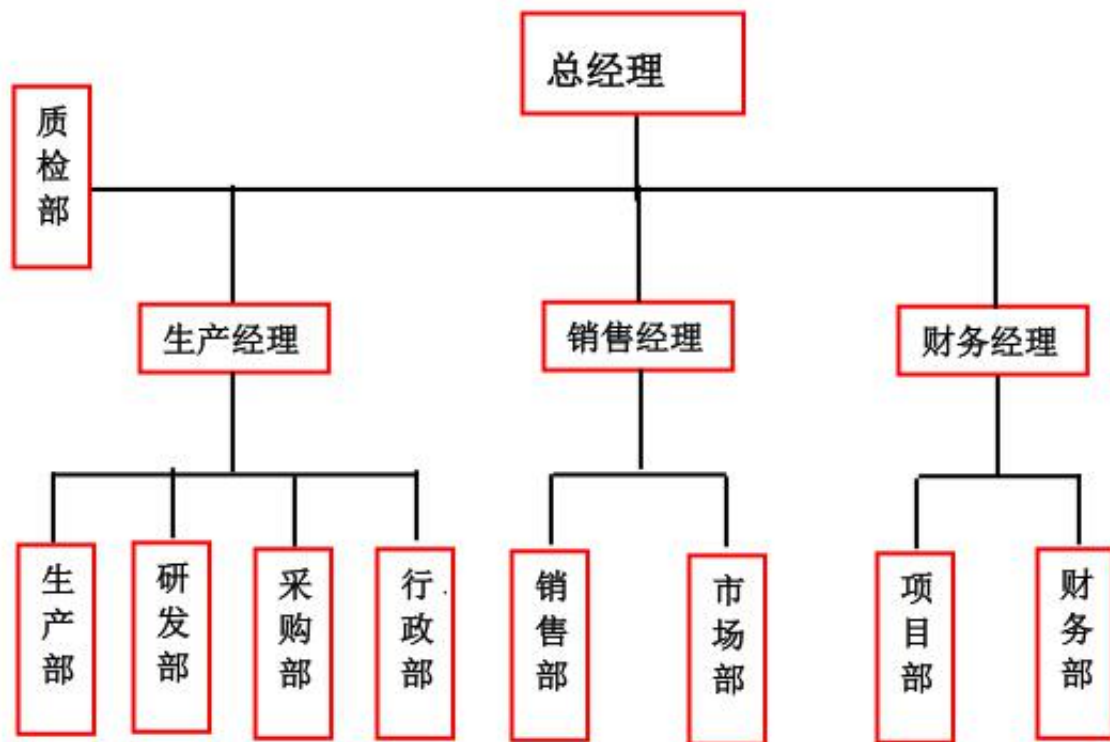
本项目没有影响人身健康的因素。

第七章、项目组织、人力资源配置

7.1、项目组织

宇能电力有限公司具备完善的现代企业管理系统。

项目在建设及生产期间由总经理负责管理，负责该项目的实施以及项目建成投产后的经营管理。



项目分建设期和运行期，本项目在建设期人员较多，项目完全建设好后，客户是固定的，不再需要销售部，建设人员也会撤走，换成发电技术人员和清洗人员，建设人员再建设其它项目。

7.2、人力资源配置

本项目的建设期只有数月，建设好后的经营管理模式完全不同，而本项目的投资计划是提供冷、热、电三种能源，不是建设冷、热、电三联供的建设工程项目。由于它的主要收入是发电，这里叫它电站吧，这里的人力资源配置按建设好后的电站来配置人员。

项目建设好正常运行后，它是提供冷、热、电三种能源，不生产产品，不存在生产部，没有产品就不需要质检部，也不开发产品，不存在研发部，它是固定客户也不需要销售部。因此，结构非常简单，只需发电技术人员、维护技术人员和聚光器清洗人员即可，人力资源配置是：

管理人员2人，经理1名，负责全部电站的管理，技术主管一名，管技术人员；

技术人员8人，负责发电和线路、管路的维护。三班作业，二人一班，周六和周日轮休。

清洗人员4人，只上白班，周六和周日休息。

采购1人，负责维护部件的采购，只上白班，周六和周日休息。

收费员1人，负责供热、供冷用户的收费，只上白班，周六和周日休息。

财务1人，负责冷、热、电三联供电站的全部财务，只上白班，周六和周日休息。

冷、热、电三联供电站共17人。

7.3、管理理念

公司狠抓内部管理，按照现代化企业制度的要求，建立健全公司管理机制。

公司采用直线式组织结构，使责任清楚，决定迅速，指挥统一灵活。规定清晰的岗位职责，防止越权指挥和权责不明。

公司制定有严格的财务审查制度，定期审查财务执行情况，调整不合适条款，保证所有支出符合规章制度。

实行全面安全管理，从公司的实际情况出发，提高标准化、系列化、规范化能力，全过程进行受控管理。

本项目只是一个很小的示范性太阳能冷、热、电三联供电站，随着企业规模的不断扩大，将建设全面完整的聚光器厂、发动机厂、制冷机厂、冷热电三联供建设工程公司，形成宇能电力集团公司。总公司管理将逐步实现“以人为本、企业立法”的现代化管理机制，逐步实现制度化、规范化、精细化、科学化管理模式。

第八章、项目实施进度与计划

8.1、项目建设工期

根据建设单位的意见以及该项目设计的具体内容，参考本地区的自然条件和类似工程项目的建设进度，如2015年4月完成申请报告批复工作，项目建设期为7个月。项目分二期完成，第一期预计2015年8月份可进入天然气发电的安装、调试；第二期2015年10月完成太阳能聚光集热发电。

8.2、项目第一期实施进度安排

项目第一期实施进度表

序号	项 目	年-月份						
		15-4	15-5	15-6	15-7	15-8	15-9	15-10
1	申请报告审批	—						
2	初步设计审批		—					
3	设备采购定货		—	—				
4	施工图设计		—	—				
5	土建工程		—	—	—			
6	设备制造		—	—	—			
6	设备安装				—	—		
7	职工培训					—	—	
8	正式发电上网 及冷、热联供							—

表 4

第九章、经济技术效益分析

9.1、项目总收入

9.1.1、发电收入

不同的能源所发出来的电其电价大不相同，如用太阳能、天然气、煤炭发出来的电价有巨大的差距。太阳能的电价最高，有政府补贴，天然气多数是用于调峰发电，价格也很高，煤炭发电的价格在火力发电中是最低的。本项目有太阳能发电和天然气补助发电，这里将它们的发电收入区分计算。太阳能光伏的电价已有政策价格，是补足1元1KW.H（1度），光热的电价政府还没有正式出台，现已建设好的光热电价是按1.2元1KW.H补贴，光热的性能比光伏好很多，成本也高，正式出台补贴价只是比光伏高，不会比光伏低，这里按光伏的1元1KW.H价格来计算。天然气发电通常都是在用电高峰来调峰，这样的价格会高很多，各地的价格有些不同，通常在0.8元1KW.H左右。

1、太阳能发电收入：

这里的太阳能发电采用了蓄热发电，发电时间较长可24小时连续发电，考虑不同季节的光照强度不同，这里按累计一年260天（一年按260天计属偏低的）24小时连续太阳能发电，其余时间为天然气发电。

即：太阳能发电年收入=260天×4小时×元1KW.H×0000KW=6240万元

2、天然气发电收入：

由于天然气价格的波动较大，难于准确计算，这里的天然气发电不计收入，只赚取它的排气余热，发电收入与开支持平。天然气发电收入用于支付天然气发电成本只会多不会少，因为现在不少用天然气发电后的余热是直接排废了，没有废热利用，它还有利润，所以会多不会少。

9.1.2、供热、供冷收入：

冷气还没有市场化，没有价格标准，但是我们可以参考民用空调制冷的成本来参考定价。民用空调是用电制冷的，电费有的地方高些，有些地方低些，这里按含电损1元1KW.H来计算。空调制冷的能量是增值的，现在常用的5级节能空调的COP是2.5，即消耗1KW的电量可制出2.5KW的冷量。

冷量成本费=1元1KW.H的电费÷2.5（COP）=0.4元KW.H

0.4元KW.H的冷量费是现在使用电制冷空调的成本费，但现在大部分的家庭及机关单位和企业都已安装好空调，想要他们改用冷、热、电三联供的冷气，必须比原来的应用成本低，用户才能接受，即使本项目是取代氟利昂的环保能源，又是节能产品，就是有政府的大力支持，也不可以强行百姓接受，只有降低用户使用成本，用户才会自愿接收。这里将冷能费定为0.3元KW.H，给了用户较大的优惠，用户自然会接受了。热能的COP比制冷高约30%，正好符合供暖能量大于冷量的市场需求，而热能的价格比冷能低，若将热能的价格定在比冷能低30%作热能价，就与现在的供暖价格基本相同。这样热能的价格比冷能低30%但产量高30%，两者的收入相同了，就可以全部按冷量的价格来计算了。

供需时长：

供暖和供冷都是季节性的，不是产多少就能销售多少，有些地区供暖时间长，有些地区供冷时间长，但是两者加起来基本上都有6个月以上（海南省、广东省不需供暖例外），因此供暖与供冷的总时长为6个月。另6个月是春天和秋天，这时即不用供暖也不用供冷（不同地区有区别），此时的冷能和热能基本没作用大多浪费了（此时的冷能可用于建设雪山游乐场）。冰箱保鲜所用的冷能和洗浴用的热水是一年四季都需要，这里按它占总量的20%来计算。

制冷量：

由发电效率得：25%的发电效率+废热排量+15%各种损失=1（总加热量）

即：废热排量=60%（总加热量）

是发电量的50%÷25%=2倍，而发电量是10MW，即用于制冷的余热是2×10MW=20MW。

制冷COP是1.4；因此，制冷量就是20MW×1.4=28MW；（制热的价值与制冷相同，按制冷计算）

供暖、供冷期的年收入=182天（6个月）×24小时×28MW×0.3元=3669万元；（按供热与供冷同收入，时间相加共6月）

还有半年非供暖、供冷期的冰箱保鲜所用的冷能和洗浴用的热水收入=3669万元×20%=733.8万元；

冷、热联供的收入是：3669万元+733.8万元=4402.8万元。

9.1.3、冷、热、电销售收入

冷、热、电销售收入总收入：

毛收入=发电收入+供暖、供冷收入+冰箱保鲜和洗浴热水

=6240万元+3669万元+733.8万元=10642.8万元。

上述收入属含税应收账款，实际主营业务收入还要去掉税收部分，即：

主营业务收入=10642.8万元÷1.17=9096.41万元。

9.2、项目开支

9.2.1、工资

1、一般职员工资（清洗人员、采购、收费员、财务）

一般职员按每人年工资6.00万元估算，一般职员数量为7人。

年工资=7人×6.00万元/年人=42.00万元

2、管理

管理人员按每人年工资12.00万元估算，管理人员数量为2人。

年工资=2人×12.00万元/年人=24.00万元

3、技术人员工资

技术人员按每人年工资8.00万元估算，技术人员为8人。

年工资=8人×8.00万元/年人=48.00万元。

4、工资合计：42万元+24万元+48万元=114.00万元。

5、员工总数为17人。

9.2.2、折旧费用

折旧按10年算可减少前期的所得税，有利于还贷款。固定资产总额是30284

万元，折旧费用=30284万元÷10=3028.4万元

9.2.3、维修维护费

现在的维修维护费都是按年平均来计算的,这样既与实际不符,又不利于还贷款。实际上前期设备是新的,维修与维护都很少,特别是第一年供应商的保质期,维修与维护都是全免费的,后期设备老化维修维护费多,按平均的维修维护费已不足。在财务方面正好是前期需要更多的资金还贷款,后期还贷完后有足够的资金来维修维护设备,因此,按接近实际的维修维护费的财务计算有利于还贷款。这里以折旧费为基础,每年按折旧费的5%递增,即第一年为0、第二年为折旧费的5%、第三年为折旧费的10%、第四年为折旧费的15%类推,到第二十一年的维修维护费就是100%折旧费,见下表。

年份	维修、维护费比例 (%)	维修、维护费 (万元)	年份	维修、维护费比例 (%)	维修、维护费 (万元)	年份	维修、维护费比例 (%)	维修、维护费 (万元)
1	0	0	8	35	1059.94	15	70	2119.88
2	5	151.42	9	40	1211.36	16	75	2271.3
3	10	302.84	10	45	1362.78	17	80	2422.72
4	15	454.26	11	50	1514.2	18	85	2574.14
5	20	605.68	12	55	1665.62	19	90	2725.56
6	25	757.1	13	60	1817.04	20	95	2876.98
7	30	908.52	14	65	1968.46	21	100	3028.4

上表的维修维护费才非常接近现实，现实中的设备是使用年度越长，维修维护费用就越多，不仅如此，由于维修维护过程会影响生产（有些维修要停产）而导致营业收入降低，所以设备老化到一定程度后会出现维修维护费接近收入，此时就要报废。

9.2.4、管理费用

日常开支费用预计每年100.00万元。

9.2.5、财务费用

总投资32000.00万元人民币，贷款22000万元人民币按年利息8%计。

年利息为： $22000 \text{ 万元} \times 8\% = 1760 \text{ 万元}$ ；

这是第一年的财务费用，如每年还贷7000万，每年的财务费用会逐步降低，

正好与维修维护费相反，有利于前期多还贷款。

9.3、销售税金及其它

9.3.1、增值税：

税收各地有区别，有些地方为了招商引资争取投资者，给出优惠的税收政策，这里按最大交税计算。前期有设备增值税抵扣，但抵扣额度不能超过所交税费低于3%的普通国税，这里前期按最少交税3%计算，后期设备税抵扣完后，按全额交税。

增值税 = (主营业务收入 - 进项抵扣) \times 17%

前期有足额进项抵扣增值税，但不能低于3%的交税额，即：

增值税 = (9096.41万元 - 进项抵扣) \times 0.17 = 9096.41万元 \times 0.03 = 272.89万元

求得：进项抵扣 = 主营业务收入 - 增值税 / 17%

= 9096.41万元 - 272.89万元 / 0.17 = 7491.17万元

即每年最多只能低扣7491.17万元的进项票，30284万元的固定资产需要：

$30284 \text{ 万元} \div 1.17 \div 7491.17 \text{ 万元/年} = 3.455 \text{ 年}$ 全部抵扣完。

抵扣完后每年的增值税= $9096.41 \text{ 万元} \times 0.17 = 1546.39 \text{ 万元}$

9.3.2、教育、城市建设税（10%）：

前期有抵扣时的附加税= $272.89 \text{ 万元} \times 10\% = 27.29 \text{ 万元}$

后期抵扣完后的附加税= $1546.39 \text{ 万元} \times 10\% = 154.64 \text{ 万元}$ 。

9.3.3、运营成本

运营成本=工资+管理费+维修维护费+财务费用+教育、城建税；

由于维修维护费、财务费用、（教育、城建税）每年不同，不便于做报表，这里的运营成本=工资+管理费，其它独立立项。

运营成本= $114.00 \text{ 万元} \text{（工资）} + 100.00 \text{ 万元} \text{（管理费）} = 214 \text{ 万元}$

9.3.4、所得税：按税率25%交纳。

所得税与折旧费有较大关系，折旧年限越短折旧费用越多，前期的所得税交得越少，有利于还贷，但是设备贬值越快。折旧年限越长折旧费用越少，前期的所得税交得越多，不利于还贷，但是设备贬值越慢。所以折旧要根据自己的需求来决定，如将来需要用此电站做抵押贷款，则折旧年限长些有利于电站的估值，如只为了减少成本折旧年限短些，可减少银行利息。这里为提早还清贷款按10年快速折旧。

所得税= $\text{年利润额} \times 25\% = (\text{主营业务收入} - \text{工资} - \text{管理费} - \text{维修维护费} - \text{财务费用} - \text{教育、城建税} - \text{折旧费用}) \times 25\%$ ；

每年的支出不同，这里给出一个计算公式（下面有报表）。

9.3.5、现金流入。

原则上说前期除了开支外的收入尽量全部用于还贷，可减少银行利息，可是财务预算通常不可能达到100%的准确，再则银行的还贷是有计划的不是收入多就多还些，收入少就少还些，而是合同规定还多少就多少。因此，在财务预算时就要考虑最多能还多少贷款，通常开支外的收入要大于还贷款的费用，就会有多余部分流入公司账户，多余部分就是现金流入。将每年的现金流入累计起来就是累计现金流入。

9.4、项目利润估算

9.4.1、项目利润表

年	毛收入	运营成本	附加税	维修维护	折旧费	财务	贷款本金	增值税	所得税	现金流入	累计现金流入
1	10642.8	214	27.29	0	3028.4	1760	22000	272.89	1403.3	238.23	238.2
2	10642.8	214	27.29	151.4	3028.4	1200	15000	272.89	1505.4	544.67	782.9
3	10642.8	214	27.29	302.8	3028.4	640	8000	272.89	1607.6	851.10	1634.0
4	10642.8	214	149.2	454.3	3028.4	80	1000	1491.6	1679.2	7066.1	8700.1
5	10642.8	214	154.6	605.7	3028.4	0	0	1546.4	1660.0	8008.5	16709
6	10642.8	214	154.6	757.1	3028.4	0	0	1546.4	1622.2	7894.9	24604
7	10642.8	214	154.6	908.5	3028.4	0	0	1546.39	1584.3	7781.3	32385
8	10642.8	214	154.6	1060	3028.4	0	0	1546.4	1546.5	7667.8	40053
9	10642.8	214	154.6	1211	3028.4	0	0	1546.4	1508.6	7554.2	47607
10	10642.8	214	154.6	1363	3028.4	0	0	1546.4	1470.6	7440.6	55047

表 6

从表上可看出每年还贷款 7000 万，3.14 年时间就把贷款还清了，并且还有 1634 万元现金流入，也就是说 3 年时间就能完全还清贷款。到第四年不仅还清了全部贷款，还累计了 8700.1 万元的现金流入，4.16 年的时间就还清全部贷款和自己投资的 1 亿资金。

年回报率=1/4.16年=24%。

4.16 年的回报期是非常短了，年回报率达 24% 也是非常高的。

9.4.2、每度电的发电成本

现在的太阳能发电，发出的每度电成本通常是按下式“史博士定理”求得：

$$T_{cost} = C_p(1/Per + R_{op} + R_{loan} * R_{intr} - i_{sub}) / H_{fp}$$

式中 T_{cost} 是每度电成本上升、 C_p 是装机成本、 Per 是投资回收期、 R_{op} 是运营费占比、 R_{loan} 是贷款占比、 R_{intr} 是利息、 i_{sub} 是其它补贴、 H_{fp} 是等效满负荷发电小时数。

这里 C_p 是 30284 元/KW、 Per 是 0.05 (按 20 年回收期)、 R_{loan} 是 70%、 R_{intr}

是 7%、 i_{sub} 其它补贴是 0；这时里的回收期与折旧期有区别，回收期指设备能

使用多少年，折旧主要针对银行利息，并不是说十年折旧后设备就不能用了。

$Rop=1011.28$ (是按10年累计平均的值) \div 30284万元=3.3%

这里Hfp要将供热和供冷的收入也要转化成发电时间，因为这里只计算一种收入，其它的收入要转化成同种收入。

即： $Hfp=260$ 天 \times 24小时+ $(3669$ 万元+ 733.8 万元)/ $(10MW \times 1$ 元/KW小时) (是将供热和供冷的收入转化成发电时间)
= $10642.8H$ (小时)。

$Tcost=30284$ 元/KW $(0.05+3.3\%+70\% \times 0.07-0)/10642.8H=0.376$ 元/KW.H；

0.376元/KW.H的发电成本已接近燃煤发电的成本,基本可以平价上网了。

第十章、其它能源的利用对比

本项目中的发动机特别适合各种低品味热能（温度较低的热能）的发电及三联供，低品味热能除太阳能外还有工厂排出的废热、地热、温泉等。前面所述的太阳能冷、热、电三联供，这种太阳能冷、热、电三联供只适用城镇人口密度大的地区，在一些偏远的地区没有什么用户使用冷和热，特别是西部地区，阳光充裕但人口稀少，像这样的地方只能是单独太阳能发电。有的地方有废热、地热、温泉等资源。这里来对比本项目中的发动机用在这些场地的利益差别。

10.1、冷、热、电三联供与太阳能单独光热发电对比

从本项目投资表1的可知，本项目的冷、热联供在设备投资方面只多了制冷机，管道及安装费共计5670万元，总投资30284万元的18.7%，其它设备属于太阳能光热发电的必需品。而产生的冷、热联供收入是4402.8万元，占总收入10642.8万元的41.37%。显然按投资比例来说冷、热、电三联供的收入大得多，冷、热、电三联供比单独太阳能发电的收益高很多。按“史博士定理”算得本项目单独发电的度电成本是0.51元/KW.H，而冷、热、电三联供的度电成本相当于0.376元/KW.H，明显单独太阳能发电比太阳能冷、热、电三联供的成本高很多。

10.2、冷、热、电三联供与太阳能光伏发电对比

下图表是网上公开的某电力公司在青海省的一个光伏电站财务表截图：

表2-3青海某地10MW光伏电站运营财务状况表（上网电价：1元/度）

年	电价收入	CDM	运营费用	财务费用	贷款本金	增值税	报表利润	所得税	现金流入	累计现金流入
1	1500	125	180	600	8000	0	(331)	0	(55)	(55)
2	1500	125	180	533	7100	0	(264)	0	13	(43)
3	1500	125	180	465	6200	0	(196)	0	80	38
4	1500	125	180	398	5300	0	(129)	0	148	185
5	1500	125	180	330	4400	0	(61)	0	215	400
6	1500	125	180	263	3500	0	7	0	283	683
7	1500	125	180	195	2600	0	74	0	350	1033
8	1500	125	180	128	1700	0	142	0	418	1450
9	1500	125	180	60	800	0	209	0	585	2035
10	1500	125	180	0	0	152	269	0	1545	3580
11	1500	125	180	0	0	246	1445	291	1154	4734
12	1500	125	180	0	0	246	1445	361	1084	5818
13	1500	125	180	0	0	246	1445	361	1084	6901
14	1500	125	180	0	0	246	1445	361	1084	7985
15	1500	125	180	0	0	246	1445	361	1084	9069

此项目是按11160万/KW成本建设的，电价是按1元/KW.H的补贴价上网的，贷款70%利息7%，满负荷发电时间只有1538小时。按“史博士定理”算得每度电的成本是0.898元/KW.H，如将成本降到现在最低的光伏发电成本8000万/KW，算得每度电的成本是0.702元/KW.H。这里的增值税是否享受了优惠政策，前期为0。

按目前最低的光伏发电成本0.702元/KW.H与本项目的冷、热、电三联供0.376元/KW.H相比高1.866倍，与本项目的单独发电0.51元/KW.H相比也要高1.376倍。可见，采用本项目中的发动机单独太阳能光热发电的成本已大大低于光伏发电成本，是光伏发电成本的72.7%，并且电的品质好很多。

为什么这里光热发电每KW的成本比光伏发电高很多，而每度电的成本反而要低很多？

其一：光伏发电的标称功率是虚的，是以1KW/M2的标准光源来定功率的，实际上很少地方能达到这样的光照强度，如某地的最大光照强度是0.8KW/M2，它的最大输出功率就只有标称功率的80%。

其二：低价格的光伏发电都是没有阳光跟踪系统的，由于大部分时间的阳光没有垂直照射在电池板上，功率又要少30%左右。

所以光伏发电以累计满负荷时间来计算，在青海省阳光是较好的地方，平均每天的累计满负荷发电时间约5小时，上述光伏列表就是按每天5小时的满负荷时间计算的，1538小时的累计时间，每年的光照日1538小时÷5=307天。

这里的光热发电累计时间是6240小时，还是按260天计算的，是光伏的约4倍，因为光热可蓄热每天24小时发电，是按实际来计算的蓄热量的。再则光热发电都有阳光跟踪系统，光照损失小。本项目的发动机比现在的发动机在低温段的热效率高70%以上，再加上廉价的蓄热发电，所以采用本项目中的发动机加低成本蓄热发电成本已低于光伏。

现在的光热发电的开发商，都以光热发电可以蓄热发电，发出来的电品质好，不需要调峰发电来补助，以高品质的电向政府叫板，希望政府给出更高的补贴。实际上，蓄热发电不仅可提高电的品质，还能大幅度降低每度电的发电成本，是一举两得的事，是得了好处还要卖乖。本项目就是采用最廉价的蓄热方法，使成本大幅度降低。

10.3、冷、热、电三联供与工厂废热发电对比

本项目中的发动机特别适合废热发电，但是，本项目的冷、热、电三联供若在各市县推广应用，可将各工厂的废热收购集中管理来发电的利用更高，成本更低、价值更大，更有利于负荷调节，更有利于集中建设，更有利于集中管理。因此，这里不论述工厂废热发电的价值，避免独立应用造成资源浪费，营运成本增加。

10.4、冷、热、电三联供与地热发电对比

我们的地球球心是一个火球，中心温度极高，是被地球表面这层外壳包起来的，所以地球上的任何位置都有地热，只是温度高低和深度不同而已。地热发电的难度在于技术，现在最大的难度在于发动机和换热器等设备的腐蚀和水结垢问题。我们的发动机不是直接将地热水进入发动机发电的，发动机的耐腐蚀不存在问题，但是我们需要换热器将地热水的热量传给发动机的发电工质，换热器的腐蚀和水结垢同样是问题，所以我们也不能说解决了地热发电问题。但有一点是肯定的，我们的发动机比现在的地热发动机要好很多。现在的地热发动机不仅热效率低，如果采用汽轮机叶轮的腐蚀和水结垢问题难于解决，停机来维护不仅要维护成本，还要停止发电减少发电收入。螺杆发动机可以解决这

一问题，但螺杆发动机的功率很小，目前单机最大只有3000KW，难于大型化建设电站，再则，螺杆发动机的热效率只有我们的一半，并且它也要用到换热器，换热器的腐蚀和水结垢问题也是难于解决。

综上所述，我们不能说解决了地热发电问题，只能说我们的发动机用在地热发电的效果更好，它可大幅度提高发电效率，我们的发动机最大的特点在低温段的热效率，可比现在的低温发动机热效率高2倍以上，可大幅度降低发电成本。

10.5、冷、热、电三联供与温泉发电对比

温泉是地热流入到地球表面的热源，它以经流出来了，不需要再开采，当然再开采可提高流量增加能量，开采用费很低。温泉发电的优点是腐蚀和水结垢问题较轻，由于温泉的温度比地热温度低很多，水中溶解的腐蚀物要少很多，因此温泉发电的腐蚀和水结垢不是大问题。但是温泉的温度较低，发电效率很低，很难发出电来。

温泉发电的成本完全由温泉的温度来决定，由于温泉是热水，水在常压下的温度不会超过100℃，所以温泉的温度都不高。现在的发动机在100℃的工作温度，发电效率只有5%左右，热效率很低，发电效率越低，换热器的容量及附属设备就越大，成本就越高，并且还需要大量的冷却水，没有配套的冷却水资源（小规模可风冷），有温泉也无法发电。所以现在的温泉发电站极少，70℃左右的温泉发出来的电自身消耗后几乎没有电向外输出。所以没有什么人愿意研究低温型的温泉发电，多数是深层200℃左右的地热发电，这种高温地热的发电效率高很多，整体成本低。我国在西藏羊八井的地热设计井深度1500米，温度240℃，多数人是去开发温度较高的地热发电。

我们的发动机可达理论效率的60%左右，发动机的最大理论是按卡诺循环来确定的，卡诺循环（最大理论效率） $=1 - T_1/T_2 = 1 - \text{最低冷却温度}/\text{最高加热温度}$ 。如70℃的温泉，30℃冷却水温，最大理论热效率 $=1 - (30+273)/(70+273) = 11.66\%$ ，实际热效率如能达理论效率的60%，得7%的热效率。

在实际中要用换热器将温泉的热量去加热发电工质，这里会有传热温差而降低工作温度 T_2 ，在冷却时也要换热器来冷却发电工质又要提高 T_1 ，如换热器的传热温差是10℃，就变成了60℃的工作温度，40℃冷却温度，最大理论热效率 $=1 - (40+273)/(60+273) = 6\%$ ，最大理论效率只有6%了，如发动机能达到

60%的卡诺循环效率还有3.6%的热效。可增大换热面积来减少换热温差来提高热效率，但要增大很多成本。实际上还有很大的自耗电，发出来的电基本上只能供自己消耗，没有什么电能输出，所以现在没有人去开发70℃左右的温泉发电。

我们的发动机低温热效率很高，70℃的温泉水热效率可达5%，因此可以用于温泉发电，由于温泉的开采难度低，温泉水对设备的腐蚀性又小，设备的使用年限长，维护费用低，发电成本就低，我们的发动机就可以用于温泉发电。

第十一章、项目可行性研究结论

节能减排是我国乃至世界各国的基本国策和战略方针，低碳生活是当今社会发展的潮流，本项目利用环保的可再生能源太阳能来转化成其它能源，符合节能减排这一潮流，在节能减排这一战略方针的实施中起积极作用。

通过以上分析，用水做蓄热工质可大幅度降低发电成本，但必须有高效率的低温型发动机。本项目经过多方面严格认证，其经济效益、社会效益都相当突出，所研发的发动机技术成熟，设备先进，科技含量高，并且是国家最提倡和鼓励的项目，直接解决目前世界上最大的难题节能、环保、全球变暖这三大国际难题，具有显著的效果。由于它的低成本，可不需要国家补贴来发展太阳能、地热、温泉来发电，而太阳能和地热是世界各地都有的，不受地区限制，因此，可在任何地方发展太阳能、地热发电，并且资源丰富，进而它可彻底替代化石类能源，达到彻底节能环保，解决人类最大的能源、环保、全球变暖问题，非常肯定是历史以来全世界最有价值和最大贡献的项目。

综上所述，本项目效益好，抗风险能力强，满足地方政府提出的经济效益、社会效益、环境效益同步增长的要求，在技术上和经济上都有十分必要的和完全可行的，应大力支持，加快实施，尽快发挥其显著的经济效益和社会效益。

负责人：雷衍章

13712645178

E-mail:yzlei2005@163.com

欢迎各投资公司及电力公司来合作发展

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/75212.html>