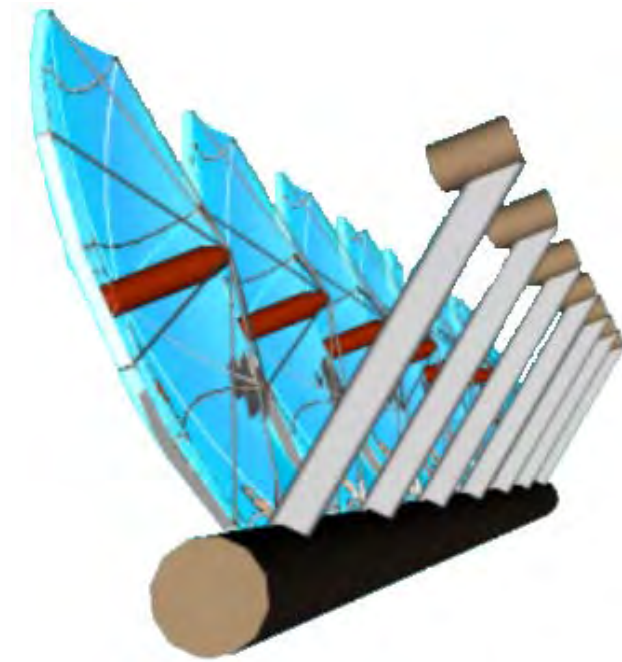


CENICOM™ 太阳能电站系统在中国应用的可行性研究



2005 年 8 月 23 日

西南电力设计院

中国电力顾问（集团）公司

CENICOM 太阳能有限责任公司

目 录

摘要	1
1. 中国太阳能发电市场研究	4
1.1 中国太阳能资源分布	4
1.2 中国可能发展太阳能发电的地区	6
2. 世界太阳能发电技术的发展和状况	8
2.1 光伏发电 (SPV)	8
2.2 光热发电 (CSP)	9
2.2.1 塔式系统	9
2.2.2 槽式系统	10
2.2.3 盘式系统	11
2.2.4 太阳池	11
2.2.5 太阳能热气流系统	12
2.3 几种光热技术的比较	12
2.4 太阳能热发电技术的前景	13
3. CENICOM™的特点	16
3.1 概述	16
3.2 CENICOM™简介	17
3.3 运用CENICOM™的理由	21
3.4 CENICOM™发电站的放大风险	21
3.5 CENICOM™的运用业绩	22
4. 案例研究	24
4.1 案例 1A: 运用CENICOM™单簇的西藏拉萨调峰电站	24
4.2 案例 1b: 运用 3 个CENICOM™簇的西藏拉萨调峰电站	33

4.3	在拉萨的 1 个CENICOM™和 1 个太阳能电池阵列的性能比较分析	37
4.4	案例 2a: 3 个CENICOM™向在北京的住宅区供热/制冷	39
4.5	同平板式集热器的比较	48
4.6	案例 2b: 在中国北京的楼房, 利用 1-CENICOM™作为紧急备用电源	49
4.7	初步投资估算	53
5.	制造生产和典型的现场装配	54
5.1	制造设备	54
5.2	主要设备列表	57
5.3	CENICOM™制造厂的扩大风险	58
5.4	现场安装	60
5.4.1	地点要求	60
5.4.2	现场准备	61
5.4.3	构造和分段运输 (每一个CENICOM™)	61
5.5	进度时间表	63
6.	执行计划	65
	附录A——经验和文件的档案	66
1.	经验和文件的档案	66
2.	OG抛物面碟盘	67
3.	实际执行经验	74
4.	历史照片廊	78
	附录B 敏感性分析	79

摘要

该可行性研究是为了确定CENINCOM™太阳能收集系统在中国的应用效果。这项研究开始于2004年下半年，于2005年五月完成了最终的研究报告，是由中国电力顾问（集团）公司（CPECC）和西南电力设计院(SWEPDI)联合参加的。中国电力顾问集团公司原副院长、国家设计大师汤蕴琳对该项研究的内容和范围进行了指导并提出建议。

来自西南电力设计院的机务处副主任工程师杨强先生、工程师刘燕女士、总工程师苑奇先生，以及来自中国电力顾问集团公司的工程师王中会先生从事了该研究。另外，CENINCOM™太阳能有限公司的总裁Ronald Derby先生、技术总裁Samuel Lazzara以及运营总裁William Dampier都参与了该项研究。

该项研究介绍了中国境内可利用的太阳能资源，同时指出了国内那些日照充足，太阳能资源可利用的地区。这些地区主要是在西北，东北，和西部。北方其它一些地区阳光也比较充足。

该研究还对那些利用太阳能发电的方法进行了比较。有些电厂使用线性聚焦槽发电，再经由天然气进一步扩大。随着时间的推移，这些方法逐渐显示其商业价值，但是近来天然气价格日益上涨，它们的应用前景也许会不乐观。太阳能电池因为其简单从而得到了广泛的运用。当使用太阳能电池的各个方面都被考虑的时，实际上它是把太阳能直接转化为电能，这意味对于那些小系统来说，将不得不使用那些会损耗的电池。而对大系统来说，就必须使用电网来储存电能。这种发电的形式是比较零散的，通常这意味着电网得随时待用，当太阳被云、雾遮住以及刚刚升起时，就得用传统的方式发电。这会减少太阳能发电带来的效益。风力发电系统和Stirling发电机系统来说也存在着这样的问题。回顾太阳能碟式系统，包括CENINCOM™和使用Stirling发电机单碟。CENINCOM™系统提供了热量存储装置从而可以连续发电，这样该系统既可以在独立电网中使用，也能用于并网电网中。与其它型式的太阳能发电系统相比，CENINCOM™ 每千瓦的价格是相当诱人的。CENINCOM™太阳能发电系统的效率也是较高的。

CENINCOM™系统使用直径三米的反射镜子来聚焦太阳能。在收集面积为 650 平方米的旋转平台上，总共有 88 个聚焦镜。聚焦镜都被连接在一起倾斜起来直接面向太阳。太阳方位角跟踪器通过旋转平台来完成，同时太阳高度角跟踪也及时让倾斜的镜子直面太阳。该系统精确的聚焦和封闭的碟形空间能让作为能量传送介质的空气拥有更高的温度。在最终把热能转化为电能的时候，温度越高就意味着能量贮存密度越大，这是我们非常期望得到的。空气的温度被控制在 1100°C。热空气通过管道被送到贮存罐，在此热量转移到固体惰性材料里储存起来。这样就使得能量的收集与发电分开。基于此，系统既可以单独使用也可以并网使用。在单独使用中，贮存系统可以提供一周每天 24 小时的用电量。在并网运用时，可以在电网最需要电能的时候供电。在没有阳光而又出现电量峰值的傍晚和夜间的时候，该系统特别有利。贮存罐的大小可以根据运用情况来确定。在工程运用中，

CENINCOM™可以使用一个或多个模块、或者一个或多个由 36 个CENINCOM™模块构成的簇

传热介质是空气。相比较塔式系统采用熔盐和槽式系统采用矿物油，采用空气更安全和更廉价。使用空气同样可以达到很高的温度。槽式系统需要使用天然气来提升蒸汽温度以满足汽轮机的效率，塔式系统需要使用化石燃料来加热熔盐以防止其凝固，而CENINCOM™系统真正作到不需要辅助燃料。

CENINCOM™发电是通过蒸汽轮发电机完成的。蒸汽轮发电机已经在发电厂可靠地应用了许多年。蒸汽轮发电机的容量可灵活地根据CENINCOM™电厂的规模来选配。这在中国是非常有利的。其它的盘式集热系统只用单反射镜给放置在其聚焦点的Stirling引擎供热。而Stirling引擎目前仍在研究阶段，目前可利用的引擎存在可靠性问题。对于使用该设备直接并网，引擎需要外部设备来启动，以便在太阳能较少时驱动引擎，科学家们已经提出了启动问题之一的同步化问题。

CENINCOM™系统用于收集太阳能的占地面积比其它的系统相比要小的多。原因是该系统拥有很高的发电效率。高温产生的效率使得此系统可以与其它太阳能加热装置相媲美。CENINCOM™系统放置于基座或者建筑物房顶上。当该系统的基座放在地面时，其 7.34 米以下有 93%的空间可以利用。

尽管设计的太阳能电池组（PV）最高效率非常接近CENINCOM™系统的效率，但是它的平均效率还是比CENINCOM™系统要低。这是因为PV的效率忽略了那部分被中途截取的大量的太阳光。这也就是说在一平方米吸收的自然光的所得最高效率是 1KW,而当有大气削弱自然光时，它的效率要低，每平方米只有 300w，而此种情况在像CENINCOM™的盘式聚焦系统中就不会出现。在一年之中，最强阳光能够直射在PV阵列上的只有为数不多的时间，在大多数时间里它获得的太阳能都比较少。这是由于PV阵列是固定的，很多时候无法直面太阳。

与其它已投入使用的太阳能发电系统相比，CENINCOM™系统的工程投资和电价都较低。所有的反射镜和系统的其它部分都可以在中国制造。发电设备可以在中国采购，工程设计、设备采购、安装和调试可以由中国工程公司承担，我们可以对培训运行人员和维护人员提供帮助。

CENINCOM™计划继续对系统进行精简，以使系统可以达到最优化的配置。有些方面的设计已经确定。其中之一就是空气传送，包括管道材料，膨胀接头，旋转接头以及为跟踪太阳用的旋转接头。另外是与汽机厂合作，采用小而高效的汽轮机以用于采用小型簇的电厂。

该研究包含两个案例：

案例一：

案例一是建在西藏拉萨的一个 6MW 的调峰电厂。配一个簇 (cluster) 的系统设计为调峰电厂, 可以将收集的太阳能存储在贮存罐中, 在尖峰负荷时发电供电。由于收集系统和发电系统的不匹配性, 所以称它为启动系统。为了与发电系统相匹配, 随后该启动系统又增加了另外两个簇。只有当能连续发电至少 4 小时此系统才运行。这是经过每一小时分析后发现 4 个小时是较好的。因为 CENINCOM™ 使用热能存储, 所以该间隔的调整范围是很宽广的。它的年能力系数是 0.2546。工程投资 136,020,732 元人民币。值得注意的是 CENINCOM™ 的一个簇 (cluster) 与 6MW 发电厂的匹配并不最适宜的。第二个方案是同样的 6MW 调峰电厂, 但使用三个 CENINCOM™ 簇来收集太阳能。它每天运行的最短时间是 8 小时。很多天它是 24 小时运行。如果贮存的能量不能保证运行 8 小时, 那么系统就不运行, 只收集能量。工程投资 291,042,196 元人民币。完成该案例后, 我们发现拉萨是仅次于撒哈拉沙漠的全世界日照最多的地区。考虑到太阳光系数的调整, 该案例电厂的年能力系数为 0.746。使用适用于西藏的贷款利率和特别所得税, 以及清洁发展机制 (CDM) 和优惠电价, 案例 1B 的电价是 0.634 元/kWh。

要输出与一个簇相同的电能, PV 太阳能电池阵列系统需要 61854 平方米的收集区, 而 CENINCOM™ 系统仅仅需要 23412 平方米。它还没有考虑安装或装设平台的 288,809,152 元人民币投资, 是同等 CENINCOM™ 系统投资的 2.91 倍。PV 系统没有热储存系统, 所以无法夜间的尖峰负荷。CENINCOM™ 系统有 25 年的寿命而 PV 太阳能电池阵列系统的寿命很短。

案例二:

此案例是针对在屋顶上放置 3 个 CENINCOM™ 模块, 可以给多少住户提供能量。重点是制热与制冷。给定的年工作方式是制热、制冷和发电。当太阳光最弱的时候, 季节性的热负荷是最高的。该案例研究表明, 在冬季可利用太阳能制热的空间总量是合适的。然而在夏季, CENINCOM™ 系统可很容易提供制冷所需的能量。此外, 在一年之中另外的时间, 可利用多余的能量发电向电网供电。在该案例中, 从经济性考虑, 如果加热量和制冷量能够合理的分配, 那么发电费用就是 0.8 元人民币/kWh。其中制热成本是 0.21 元人民币/kWh。这可与在冬季同样的日照强度条件下, 使用太阳能平板热水器的制热成本 0.28 元人民币/kWh 形成鲜明的对比。

单一的 CENINCOM™ 系统同样是研究的一部分。此系统在尖峰负荷时段发电向电网供电。该系统也设有储热装置, 可以作为发电系统的紧急备用。系统一年发电 314,000kWh, 在五月、六月、七月、八月、九月 (夏季奥林匹克月) 按比率算它一年可以发电 370,000kWh。该系统投资费是 3,270,000 元人民币。而一年发同样的电, PV 系统的投资将会是 8,825,000 元人民币。

结论:

CENINCOM™ 系统是一个无污染, 高峰值, 平均效率高的系统, 它提供了储存装置从而能够把太阳能收集和发电这两个过程分开。这使得系统运用非常的方便, 既可以运用于地方电网, 也可运用于区域电网。较低的投资使得该系统在中国阳光充足的地区能够加以

应用。提高发电率则系统的成本就会降低，参看附录 B 中的敏感性分析。在相当短的时间内系统就可以制造和安装。

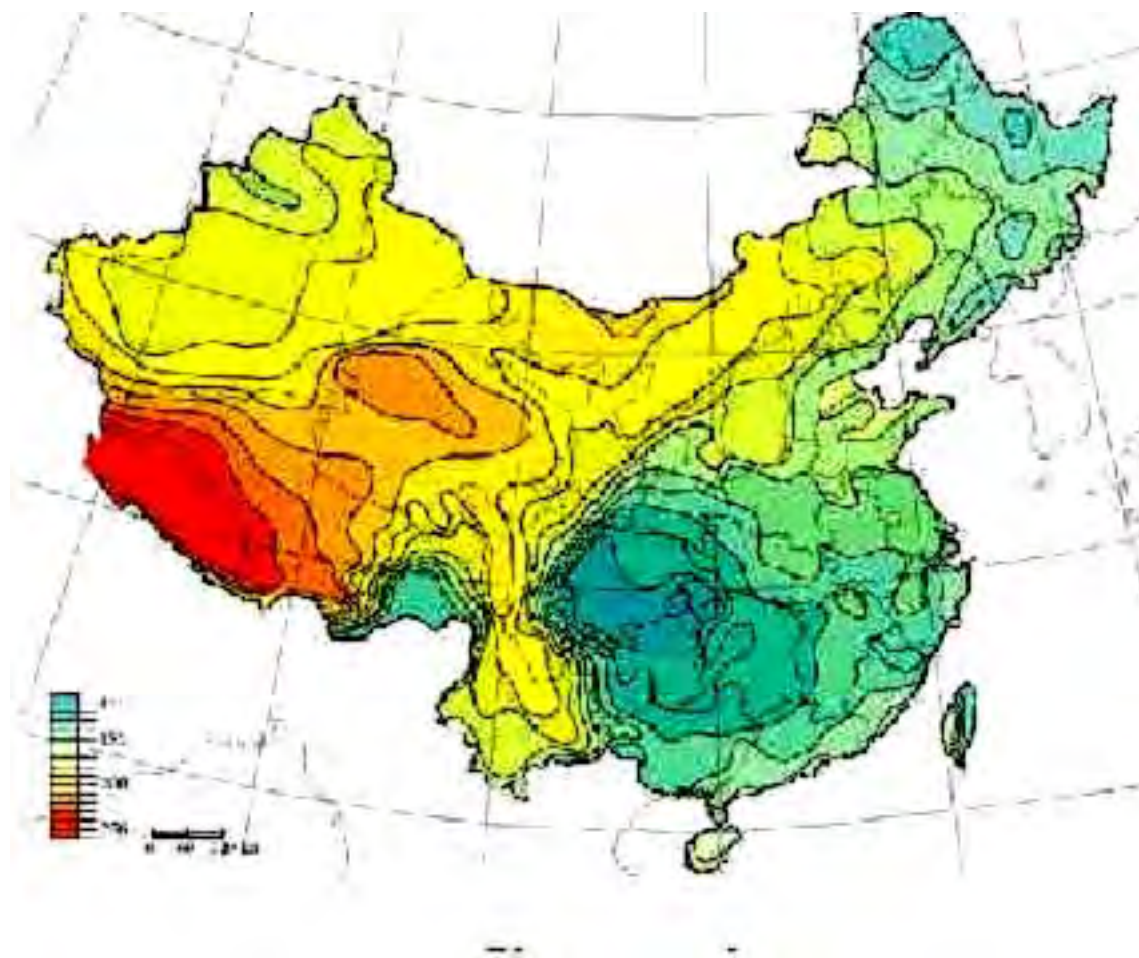
1. 中国太阳能发电市场研究

1.1 中国太阳能资源分布

我国幅员广大，有着十分丰富的太阳能资源。据估算，我国陆地表面每年接受的太阳辐射能约为 $50 \times 10^{18} \text{kJ}$ ，全国各地太阳年辐射总量达 $335 \sim 837 \text{kJ} / \text{cm}^2 \cdot \text{a}$ ，中值为 $586 \text{kJ} / \text{cm}^2 \cdot \text{a}$ 。从全国太阳年辐射总量的分布来看，西藏、青海、新疆、内蒙古南部、山西、陕西北部、河北、山东、辽宁、吉林西部、云南中部和西南部、广东东南部、福建东南部、海南岛东部和西部以及台湾省的西南部等广大地区的太阳辐射总量很大。尤其是青藏高原地区最大，那里平均海拔高度在 4000m 以上，大气层薄而清洁，透明度好，纬度低，日照时间长。例如被人们称为“日光城”的拉萨市，1961 年至 1970 年的平均值，年平均日照时间为 3005.7h ，相对日照为 68% ，年平均晴天为 108.5 天，阴天为 98.8 天，年平均云量为 4.8 ，太阳总辐射为 $816 \text{kJ} / \text{cm}^2 \cdot \text{a}$ ，比全国其它省区和同纬度的地区都高。在西部地区，一万平方公里的荒漠面积可提供 5.5 个三峡电站的电力。我国太阳能资源是风力资源的 1400 倍，是水力资源的 3300 倍。

我国太阳能资源分布的主要特点有：太阳能的高值中心和低值中心都处在北纬 $22^\circ \sim 35^\circ$ 这一带，青藏高原是高值中心，四川盆地是低值中心；太阳年辐射总量，西部地区高于东部地区，而且除西藏和新疆两个自治区外，基本上是南部低于北部；由于南方多数地区云雾雨多，在北纬 $30^\circ \sim 40^\circ$ 地区，太阳能的分布情况与一般的太阳能随纬度而变化的规律相反，太阳能不是随着纬度的增加而减少，而是随着纬度的增加而增长。

我国的太阳能资源分布如下图：



颜色	辐射等级	年辐射量 (MJ/m ²)	日辐射量 (KWh/m ²)
红	最好	≥ 6680	≥ 5.1
桔红	好	5850—6680	4.5—5.1
黄	一般1	5000—5850	3.8—4.5
浅蓝	较差	4200—5000	3.2—3.8
深蓝	很差	< 4200	< 3.2

按接受太阳能辐射量的大小，全国大致上可分为五类地区：

一类地区：全年日照时数为 3200~3300 小时，辐射量在 670~837x10⁴kJ / cm²·a。相当于 225~285kg 标准煤燃烧所发出的热量。主要包括青藏高原、甘肃北部、宁夏北部和新疆南部等地。这是我国太阳能资源最丰富的地区，与印度和巴基斯坦北部的太阳能资源相当。特别是西藏，地势高，太阳光的透明度也好，太阳辐射总量最高值达 921kJ / cm²·a，仅次于撒哈拉大沙漠，居世界第二位，其中拉萨是世界著名的阳光城。

二类地区：全年日照时数为 3000~3200 小时，辐射量在 586~670x10⁴kJ / cm²·a，相

当于 200~225kg 标准煤燃烧所发出的热量。主要包括河北西北部、山西北部、内蒙古南部、宁夏南部、甘肃中部、青海东部、西藏东南部和新疆南部等地。此区为我国太阳能资源较丰富区。

三类地区：全年日照时数为 2200~3000 小时，辐射量在 502~586x104kJ / cm²·a，相当于 170~200kg 标准煤燃烧所发出的热量。主要包括山东、河南、河北东南部、山西南部、新疆北部、吉林、辽宁、云南、陕西北部、甘肃东南部、广东南部、福建南部、江苏北部和安徽北部等地。

四类地区：全年日照时数为 1400~2200 小时，辐射量在 419~502x104kJ / cm²·a。相当于 140~170kg 标准煤燃烧所发出的热量。主要是长江中下游、福建、浙江和广东的一部分地区，春夏多阴雨，秋冬季太阳能资源还可以。

五类地区：全年日照时数约 1000~1400 小时，辐射量在 335~419x104kJ / cm²·a。相当于 115~140kg 标准煤燃烧所发出的热量。主要包括四川、贵州两省。此区是我国太阳能资源最少的地区。

一、二、三类地区，年日照时数大于 2000h，辐射总量高于 586kJ / cm²·a，是我国太阳能资源丰富或较丰富的地区，面积较大，约占全国总面积的 2 / 3 以上，具有利用太阳能的良好条件。四、五类地区虽然太阳能资源条件较差，但仍有一定的利用价值。

表 1.1-1 我国各地区的太阳能资源及分布表

类型	地区	年日照时数 (h)	年辐射总量 kJ/cm ² · a
1	西藏西部、新疆东南部、青海西部、甘肃西部	2800—3300	672—840
2	西藏东南部、新疆南部、青海东部、宁夏南部、甘肃中部、内蒙古、山西北部、河北西北部	3000—3200	586—672
3	新疆北部、甘肃东南部、山西南部、陕西北部、河北东南部、山东、河南、吉林、辽宁、云南、广东南部、福建南部、江苏北部、安徽北部	2200—3000	502—586
4	湖南、广西、江西、浙江、湖北、福建北部、广东北部、陕西南部、江苏南部、安徽南部、黑龙江	1400—2200	420—502
5	四川、贵州	1000—1400	335—420

1.2 中国可能发展太阳能发电的地区

适合于发展太阳能发电的地区的条件，主要有：1.，太阳能资源丰富但缺少化石能源或化石能源价格相对高的地区；2.将太阳能发电与其他可再生能源相结合，例如与水力资

源、或与风力资源互补，以增加可调电量；3.地区生态系统脆弱，环境保护任务重，不宜发展以化石燃料发电的地区；4.地广人稀，电网难以覆盖的地区。

从前述我国太阳能资源的分布可看出，我国太阳能资源丰富或较丰富的一、二、三类地区主要集中在西藏、新疆、内蒙古、青海、宁夏和甘肃，这些地区属于中国的西部地区，经济相对落后，能源短缺，尤其是西藏、青海，生态环境较脆弱，环境保护任务较重，不宜建设常规电站，同时，国家正在实施西部大开发，有一定的政策支持。因此，这些地区是目前中国最可能发展太阳能发电的地区。与此同时，也不排除在经济发达地区建设少数示范性的并网太阳能热电站，这些地区技术水平较高，财力支持容易解决，可以较快从示范工程中积累经验。

以下就可能发展太阳能发电的地区的情况简介如下：

1.西藏地区：

国民经济概况：2003年全区人口270万，全区面积，是我国人口密度最小的地区。2003年区内生产总值184.6亿元，人均6837元/年。

电源情况：水能、太阳能资源丰富，有一定的地热资源，而煤炭、油气等化石资源缺乏，2003年全区煤炭产量只2.2万吨。本地区电源以水电为主，2003年底装机总量380MW，其中水电296MW，地热电站30.2MW，其余为燃油电站，年用电量为7.11亿kWh，人均用电254.13kWh/年。全区未通电乡40个，通电率80.95%；未通电村716个，通电率58.68%；未通电户6万户，通电率70.55%。

电力存在主要问题：电厂设备陈旧，效率低；电网供电半径大，负荷密度低，网络投资大；电网结构薄弱，供电可靠性低；没有形成全区统一电网调供和管理。

2.青海地区：

国民经济概况：2003年全区人口534万，全区面积，人口密度除东部较大外，其余地区仍是地广人稀。2003年区内生产总值390.2亿元，人均7307元/年。

电源情况：2003年全省装机容量4250MW，其中水电发受电量150.16亿kWh，人均用电2812.03kWh/年，但用电中的%主要是高耗能的工业用电（因为水电比例高，电价水平较低），生活用电的水平仍然十分低下。2003年未通电乡有29个，通电率为93%；未通电村有626个，通电率为84.74%；为通电户有8万户，通电率为88.78%。

3.新疆南部地区：

国民经济概况：2003年全区人口1934万人，面积，2003年区内生产总值1849.8亿元，人均9565元/年。全区人口和工业都以北部地区比较发达，南部则有广大的塔克拉玛干大沙漠，地广人稀，有丰富的煤炭资源和石油、天然气资源。

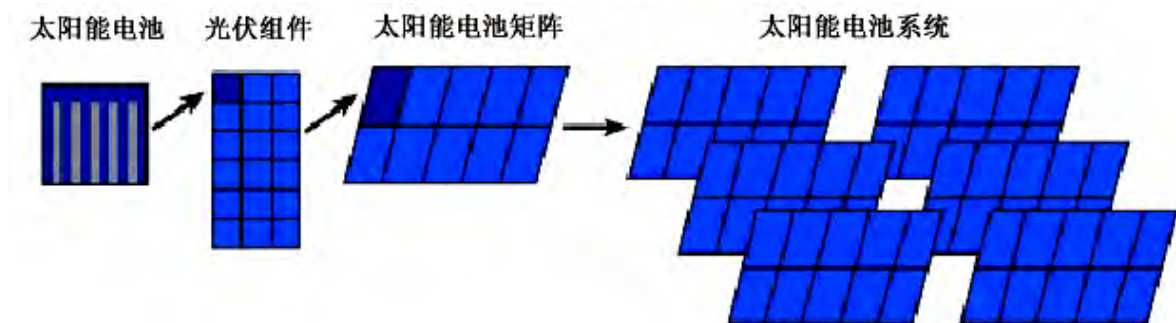
2. 世界太阳能发电技术的发展和状况

太阳能发电的方式有多种，主要有通过热过程的“聚热式太阳能热发电（CSP）”，包括塔式发电、抛物面聚光发电、太阳能烟囱发电、热离子发电、热光伏发电、温差发电等，和不通过热过程的“光伏发电（SPV）”、“光感应发电”、“光化学发电”及“光生物发电”等。但目前真正应用的是两大类：光伏发电和光热发电。光伏发电是将太阳能直接转化为电能；光热发电是利用太阳能加热工作介质，工作介质在发电机组中作功由发电机组产生电能。

2.1 光伏发电（SPV）

光伏发电是利用“光生伏打效应”，是目前最常用的太阳能发电技术之一。

太阳能光伏发电系统由两大部分组成：太阳能电池系统和配套系统。太阳能电池系统由太阳能电池方阵构成，太阳能电池方阵是由光伏组件（太阳能电池组件）串、并联组成的，而光伏组件是由单体太阳能电池串并联、封装后构成的。配套系统主要包括控制器、逆变器等。



光伏发电系统可分为两大类，独立光伏发电系统和并网光伏发电系统。独立光伏发电系统是指仅仅依靠太阳能电池供电的系统，或必要时可由其他电源作为补充。并网光伏发电系统，是指太阳能电池发出的直流电，先经过逆变器变换成交流，再同电网的交流电合起来使用。

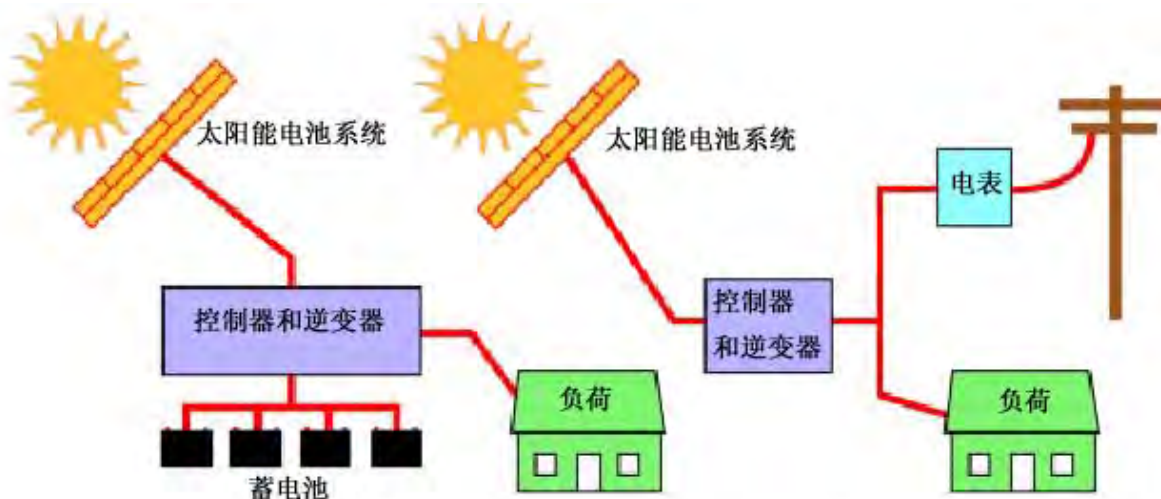


图 1：独立光伏发电系统

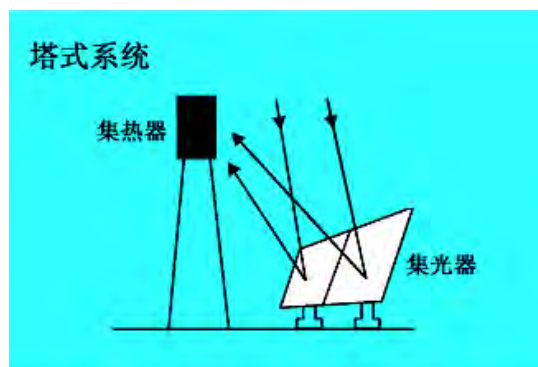
图 2：并网光伏发电系统

光伏发电的关键部件是太阳能电池，太阳能电池的特性也就决定了光伏发电的特点。主要优点是：1.结构简单，体积小且轻；2.易安装和运输，建设周期短；3.容易启动，维护简单，4.清洁、安全、无噪音；但缺点也是明显的，能量分散，占地面积大，间歇性大。

2.2 光热发电 (CSP)

光热发电主要包括五种型式：塔式发电（power tower system）、槽式发电（trough system）、盘式发电（dish system）、太阳池发电（basin system）和热气流发电。

2.2.1 塔式系统



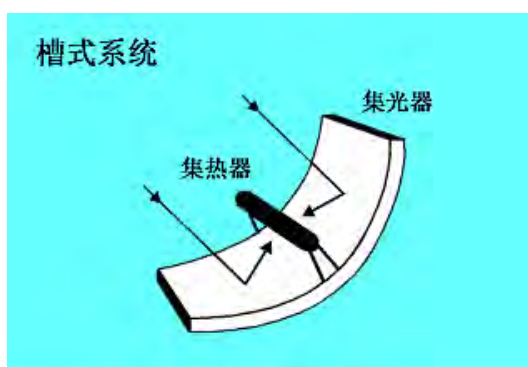
塔式太阳能热发电系统也称集中型太阳能热发电系统。它是利用众多的平面反射镜阵列，将太阳辐射反射到置于高塔顶部的太阳能接收器上，加热工质产生过热蒸汽，驱动汽轮机发电机组发电，从而将太阳能转化为电能。塔式太阳能热发电系统主要由 4 部分构成：聚光装置、集热装置、蓄热装置和汽轮发电装置。

全世界的塔式发电系统见表 2.1-1，最主要的是在美国的二座大型示范工程：“太阳能 1 号”和“太阳能 2 号”，容量均为 10MW。“太阳能 1 号”从 1982 年到 1988 年共生产 38000MWh 电能。“太阳能 2 号”为“太阳能 1 号”的改进型，在 1996 年投产，采用熔盐作为传热介质和热能贮存，可以在多云天气和晚上连续供电。“太阳能 2 号”的成功运行，引起国际上的较大兴趣，特别在西班牙、埃及、摩洛哥和意大利。已有一座 40MW 的塔式发电系统，采用热力贮存，可以一天 24 小时驱动 15MW 汽轮发电机，正在规划中。在美国东南部沙漠中，规划建设 30~50MW 塔式电站。第一座塔式电站投资在 1 亿美元左右，电价为 15 美分/kWh，在考虑规模效应和技术进步后，有可能降到 7 美分/kWh。

表 2.1-1 世界塔式发电系统

项目	国家	输出功率(MWe)	传热介质	存储介质	投运时间
SSPS	西班牙	0.5	液态钠	钠	1981
EURELIOS	意大利	1	蒸汽	硝酸盐/水	1981
SUNSHINE	日本	1	蒸汽	硝酸盐/水	1981
Solar One	美国	10	蒸汽	油/岩石	1982
CESA-1	西班牙	1	蒸汽	硝酸盐	1983
MSEE/Cat B	美国	1	熔硝酸盐	硝酸盐	1984
THEMIS	法国	2.5	高效盐	高效盐	1984
SPP-5	俄罗斯	5	蒸汽	水/蒸汽	1986
TSA	西班牙	1	空气	陶制品	1993
Solar Two	美国	10	熔硝酸盐	硝酸盐	1996

2.2.2 槽式系统



槽式太阳能热发电系统亦即槽式抛物面反射镜太阳能热发电系统，也称分散型太阳能热发电系统。它是将众多的槽型抛物面聚光集热器，经过串并联的排列，从而可以收集较高温度的热能，加热工质，产生过热蒸汽，驱动汽轮发电机组发电。槽式太阳能热发电站系统主要由4部分组成：聚光集热装置、辅助能源装置、蓄热装置和汽轮发电装置。

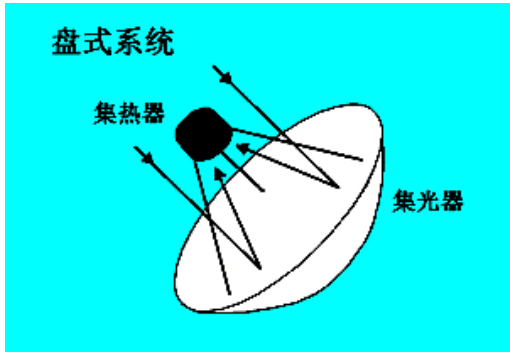
从1985年~1994年间，在美国加州沙漠地区相继建成9座槽式太阳能电站，总容量354MW。他们都需要25%的天然气能量的补充，以便提升太阳能产生的蒸汽的温度到汽轮机运行所需要的水平。它的聚能较低，温度和效率较低，例如：SEGS IX 太阳能并网发电系统，当使用燃料汽轮机时，其发电效率为19%，但当使用独立太阳能汽轮机是，其发电效率只有12.9%。但因其有十多年的运行经验和不断的技术改进，以及运行维护费的降低，从近期看，该系统造价有望降低。表2.1-2列出美国SEGS1至9的系统特性。

表 2.1-2

SEGS 电站	投运时间	净功率 (MW _e)	集热温度 (°C/°F)	集热器面积 (m ²)	太阳能发电效率(%)	天然气发电效率(%)	年净发电量 (MWh)	单独的太阳能发电至电网效率
I	1985	13.8	307/585	82,960	31.5		30,100	
II	1986	30	316/601	190,338	29.4	37.3	80,500	
III & IV	1987	30	349/660	230,300	30.6	37.4	92,780	
V	1988	30	349/660	250,500	30.6	37.4	91,820	
VI	1989	30	390/734	188,000	37.5	39.5	90,850	
VII	1989	30	390/734	194,280	37.5	39.5	92,646	

VIII	1990	80	390/734	464,340	37.6	37.6	252,750	
IX	1991	80	390/734	483,960	37.6	37.6	256,125	12.9%

2.2.3 盘式系统



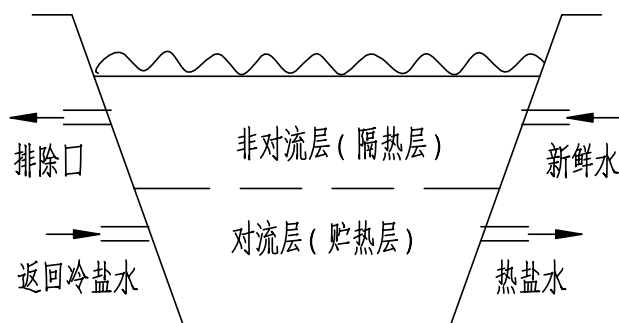
一种类型的盘式太阳能热发电系统，以单个旋转抛物面集热盘和位于其聚焦处的活塞式斯特林发电机 (stirling engine generator) 构成。每一个盘式太阳能热发电装置的单个功率较小，可以分散独立发电。它主要由 4 部分组成：a、旋转抛物面反射镜，用于将太阳光聚焦在一点上，即为聚焦点上；b、位于聚焦点处的接收器，用于加热工质（一般为氢或氦气）到较高温度；c、斯特林引擎；d、发电机。

该种盘式系统的特点是效率高。1980 年起，8 台由 MDA 开发使用 stirling 引擎出力 25kW 的盘式系统在美国产品化。但在目前，该系统是用于研究改进 stirling 发动机和接收器的热管。

在 1970 年后的十年间，该种 stirling 发电机式盘式系统表现出在阴天时，其无能力连续发电，这是因为该系统没有贮热能力。除了在沙漠和与较大型电网连接的地方，该系统的应用受到限制。

在同期，另一种盘式系统得到发展，该种盘式系统具有高温热贮存缓冲发电能力并利用蒸汽兰金 (Rankine) 循环。20 世纪 70 年代在美国发展的该系统，早在 1979 年就利用美国能源部的能源债券在喷气发动机实验室的沙漠试验场进行过评估。该种系统的发展导致可构成容量为 6MW 和更大的可调度的太阳能发电站，即使是在太阳日照零星的地区。

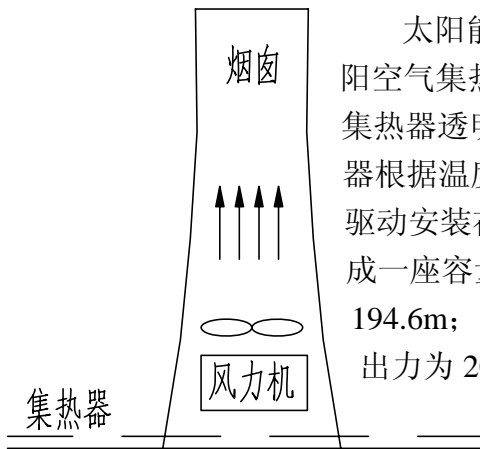
2.2.4 太阳池



太阳池实质上是一个含盐量具有一定浓度的盐水池，盐池里的水在垂直方向具有一定的盐度梯度，上部是新鲜水，底部是较重的盐水，太阳光透过盐池上部的水到达底部，加热底部的盐水，然后在不扰乱破坏太阳池水主体、维持池内所需密度梯度的情况下，用泵从池底抽出已被加热的盐水，通过热交换器换热后，再送回池底。太阳池热发电即是应用太阳池的特性，将天然盐水湖建成太阳池，即是一个巨大的平板太阳集热器，利用它吸收太阳能，在通过热交换器加热低沸点工质产生过热蒸汽，驱动汽轮发电机组发电。以色列于 1975 年在死海边建造了世界上第一座太

阳池发电站，容量为 150kW，又于 1983 年在死海建造了一座容量为 5MW 的太阳池电站。

2.2.5 太阳能热气流系统



太阳能热气流发电是在以大地为吸热材料的巨大蓬式地面太阳空气集热器的中央，建造高大的竖直烟囱，烟囱的底部在空气集热器透明盖板的下面开吸风口，上面安装风轮，地面空气集热器根据温度效应产生热空气，从吸风口进入烟囱，形成热气流，驱动安装在烟囱内的风轮带动发电机发电。西班牙于 1982 年建成一座容量为 50kW 的太阳能热气流示范电站，其烟囱高度为 194.6m；澳大利亚正计划建设一座高 1000m 烟囱，占地 8mil²，出力为 200MW 的太阳能热气流发电站，投资估计约 7 亿美元。

2.3 几种光热技术的比较

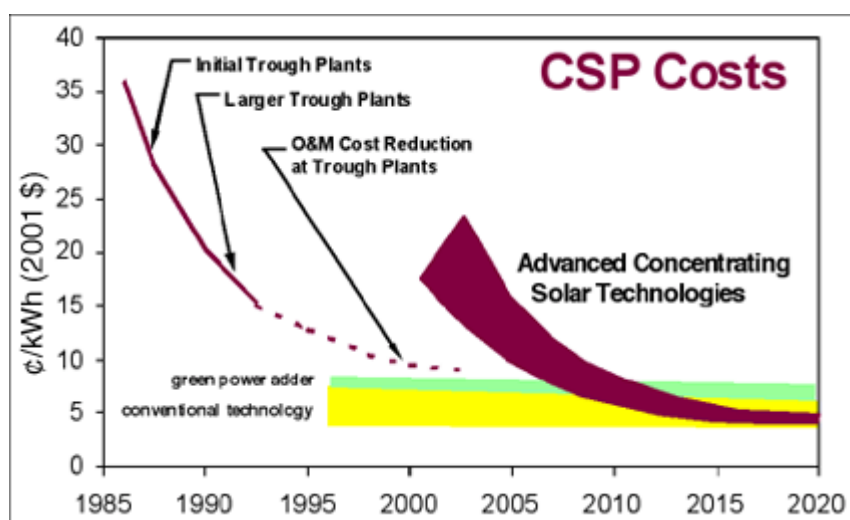
前述 6 种太阳能热发电系统又可按太阳能收集方式分为两类：一是聚光式太阳能热发电系统，也是高温太阳能热发电系统，塔式、槽式和两种盘式即属此类；二是非聚光式太阳能热发电系统，也是低温太阳能热发电系统，太阳池和热气流即属此类。

根据多年来国内外对太阳能热发电技术的研究，这 5 种太阳能热发电系统的性能和技术特点比较如下：

型式	聚光聚热方式	工作温度(℃)	合适商用电站容量(MW)	年平均电站效率(%)	单位投资(美元/kW)	技术特点评估	应用范围
塔式发电	聚光高温	560	10~200 *	7~20 *	4400~2500 *	1.跟踪复杂，难度大 2.能量收集代价高 3.已进入中间试验阶段	大容量并网发电
槽式发电	聚光中温	400,用化石燃料提升	30~320 *	11~16 *	4000~2700 *	1.跟踪较简单 2.能量收集代价较低 3.已进入商用发电阶段	中等容量并网发电
多盘式 Rankine 发电	聚光高温	1150	132kW~75MW *	19~27*	1050~2000 *	1.较简单的阵列跟踪 2.能量收集代价较低 3.能量贮存代价较低 4.处于开发示范应用阶	容量可小可大，并有较长时间的能量贮存

						段	
盘式 stirling 发电	聚光 高温	650	5~25kW *	12~25 *	12600~1300 *	1.跟踪复杂 2.能量收集代价高 3.处于试验阶段	小容量分散发电,无能量贮存,需要与大型电网连接
太阳池发电	非聚光 低温	80	300~1000			1.不需要跟踪 2.能量收集代价低 3.环海大规模开发 4.开发利用受地域限制 5.处于开发示范应用阶段	大容量规模并网发电
热气流发电	非聚光 低温	50	5~20			1.不需要跟踪 2.能量收集代价低 3.技术较简单 5.处于原理性试验阶段	中小容量并网发电

注：“*”指1997~2030年期间值



太阳能热发电成本随电站规模的加大和技术进步不断下降。目前大约为9~12美分/kWh。随着太阳能发电与化石燃料的联合,其电价可以降到8美分/kWh以下。在技术进步和开发高效贮能装置后,今后数十年电价可能将到4~5美分/kWh, 见附图。

2.4 太阳能热发电技术的前景

太阳能热发电技术同其他太阳能技术一样,在不断完善和发展,但其商业化程度还未达到光伏发电的水平。1980-1985年LuZ公司在美国加州安装了354兆瓦商业化槽式线聚

焦发电系统。90年代以来美国能源部通过“热发电计划”对这种系统进行考查、分析，确定系统运行、维修优化方案，对分系统自动化、集热器的对准和净化、可靠性、分系统效率等进行分析。分析考查证明运行、维修成本可以降低30%。但十几年来这种系统没有扩大和推广，可以认为只是一种大型的商业化示范系统。

美国能源部1996年制定“太阳能热发电”计划积极推动热发电技术的商业化进程。该计划包括：1.太阳能热发电系统和部件的研究开发；2.与太阳能电力工业合作，开发适用于现在和未来的热发电技术；3.对未来的用户开展教育，使之认识到该技术的意义。计划重点是帮助太阳能工业界开发商业化产品，改进现有技术使之进入近期的市场。“热发电计划”的另一个内容是工业发展计划，以推动近期热发电成本的降低。

欧洲也制定了太阳能热发电计划，内容包括：1.开发100—200MW具有成本效率的抛物面槽式系统和塔式接收器系统；建立1—5MW太阳/燃油混合碟式系统；2.开展太阳热发电厂系统优化设计；3.在欧洲南部、北非、建立示范装置；4.制定系统和部件的研究开发计划，包括部件和系统优化设计；5.新系统的试验和改进；6.开发30MW级的工业系统；7.开发市场。

从世界范围看，太阳能利用技术和产业已经由技术开拓期步入发展时代。从美国和欧洲的热发电现状和计划可看出，这些工业发达国家正处在太阳能热发电商业化前夕，政府和工业界联合积极推动商业化进程。例如：国际能源署（IEA）下设太阳能和化学能协会（SolarPACES）即是一个专门发展聚热式太阳能技术为目标的机构，目前有美、英、瑞典、西班牙、南非、墨西哥、以色列、德、法、埃及、巴西、澳大利亚、阿尔及利亚等十三国参加。在2002年制订了聚热太阳能全球市场开发计划，计划在今后十余年内，在全球建设5GW的聚热式太阳能发电装置。目前在欧洲有“欧洲太阳能热电工业协会（ESTIA）”，支持沿地中海欧洲和北非国家的太阳能热电开发；美国有“太阳能发电工业协会（SEIA）”，支持美国和墨西哥的太阳能热电开发；德国复兴银行（kfw）赞助印度 Mathania 的太阳能热电项目；联合国工发组织（UNIDO）和全球环境署（GEF）赞助埃及、印度、墨西哥、摩洛哥四个商业化太阳能电站项目。

1996年美国能源部的“太阳能热电发展战略规划”，其发展目标为：

时间	全世界装机总量	塔式	盘式	槽式	美国装机总量
2005年	2GW	35%	30%	35%	0.8GW
2010年	5GW	30%	40%	30%	1GW
2015年	10GW	30%	50%	20%	2GW
2020年	20GW	35%	50%	15%	4GW

德国和英国在2002年先后制订了“可再生能源电力供应法”，对上网电价作出优惠，并对可再生能源的发电容量规定了一定的比例。

可以预期，随着国民经济的发展、可持续发展规划的实施和环境保护的日益重视，在中国也将进入一个利用太阳能发电的发展时期。

3. CENICOM™的特点

3.1 概述

CENICOM™系统的理念就是将收集太阳能很方便的储存，在需要的时候将其转化为电能，同时对系统进一步优化设计，使其能以最小的模块让朗肯（Rankine）蒸汽循环更有效地将热能转换为电能。一个CENICOM™由 88 个直径为 3 米的太阳能集热镜组成，收集的热能被传送到一个公用的高温储热材料，热量慢慢的积聚，当需要电能的时候就将热量转化为电能。在阳光直射好的地区，年发电量近 371,000kWh。热量以极高的温度储存起来，这样就可以产生高品质的蒸汽。就使得单一的CENICOM™能够高效发电。在CENICOM™系统的整个发电过程中没有燃用任何化石燃料。

大多数电能运用都是量非常的大。CENICOM™可集合为簇来满足那些量大的运用。我们定义一个簇由 36 个CENICOM™收集单元、36 个贮热罐以及 36 个锅炉组成，这 36 个锅炉产生的蒸汽被集中起来推动一个大的蒸汽透平。在太阳光线充足的地区一簇每年可以收集和转化 13,380,000kWh的电能。单个或多个簇常常配一对蒸汽透平。两个透平是非常必要的，因为一个提供基本负荷，另外一个在夏天就可以使用多余的热量发电。双透平配置可提供备用，即在一个透平发电系统维修的时候可以使用另外一个继续发电。

可采用多簇的发电厂。但由于增加蒸汽管线导致的热损失将大于由于采用大型透平发电机而提高效率。如果簇丛按南北方向布置，相邻簇之间就不会遮挡太阳光。把发电设备布置在簇丛的中心线附近，可把蒸汽管线的热损失降低到最小。理论上配一对透平机发电机的簇数量是没有限制的。但是考虑到实际运用是管道和现场预装等情况，簇的数目限制在了 12 到 14 个。

一个单CENICOM™需要 2,469 平方米的面积，基础仅有 105 平方米，每个CENICOM™的 7.34 米以下有 2,364 平方米的空间可利用。

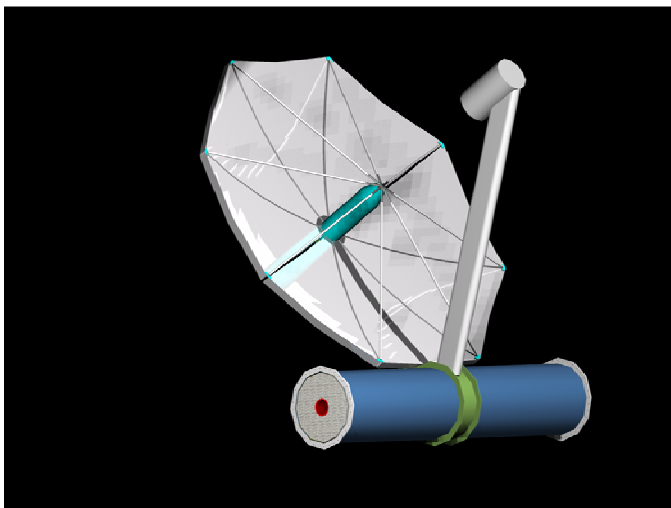
在所有的这些构造配置中，CENICOM™的概念从几个方面与那些大光电转换装置，如太阳能电池阵列、太阳能塔式系统、太阳能槽式聚焦系统，和Stirling盘式系统等区分开来。首先而且最重要的是，收集、传送和储在惰性固体材料的热能温度高达 2,000F（1,093°C）。高温可产生到高焓值蒸汽。太阳能电池阵列和Stirling盘式系统都无法储存能量，槽式系统的温度被限制在 6000F（316°C），塔式系统的温度限制在 1,100F（593°C）并使用熔盐作为工质。塔式系统和槽式系统都燃用化石燃料作为太阳能的补充。CENICOM™是唯一能够按需供电并且效率较高，整个过程无需补充燃用化石燃料的系统。

在太阳光直射很好的地区的可提供如下表的能量：

电厂规模	年发电量 kWh/年	需要的地面积 m ²	7.34 米高以下可利用 的面积 m ²	太阳辐射接 受区域 m ²

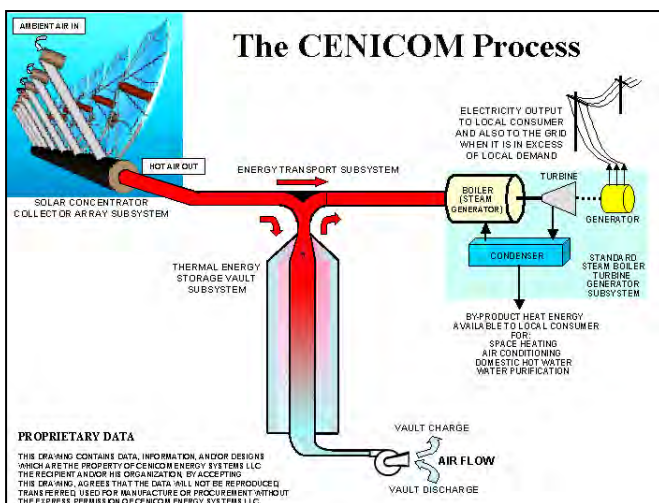
1 个CENICOM™	371,000	2,469	2,364	650
6 个CENICOM™	2,230,000	14,815	14,183	3,900
1 个簇	13,380,000	91,362	85,098	23,400
2 个簇	26,760,000	182,724	170,196	46,800
6 个簇	73,800,000	548,171	510,589	140,400
8 个簇	107,040,000	730,894	680,785	187,200

3.2 CENICOM™简介



由于空气进入集热筒内的换热器的入口很小，故热损失很少。为减小由辐射、对流和传导引起的热损失，集热筒内的换热器是保温绝热的。换热器总的热损失最大为 3.56%。

CENICOM™使用抛物面聚焦镜将太阳能汇聚于一点。在聚焦点处集热筒的直径是 6.31cm。当镜面上的辐射强度为 $0.10\text{W}/\text{cm}^2$ 时，集热筒的峰值能量密度是 $217\text{W}/\text{cm}^2$ 。这样就能使系统产生高达 2500°F (1371°C) 的热能。周围外部空气进入集热筒被加热到设定的温度 2000°F (1093°C) 之后被导出。当太阳能能量密度为 $1000\text{W}/\text{m}^2$ 时，集热筒进口处空气的最大流量为 $15.70\text{Nm}^3/\text{h}$ (9.25SCFM)。由于空气进入集热筒内的换热器

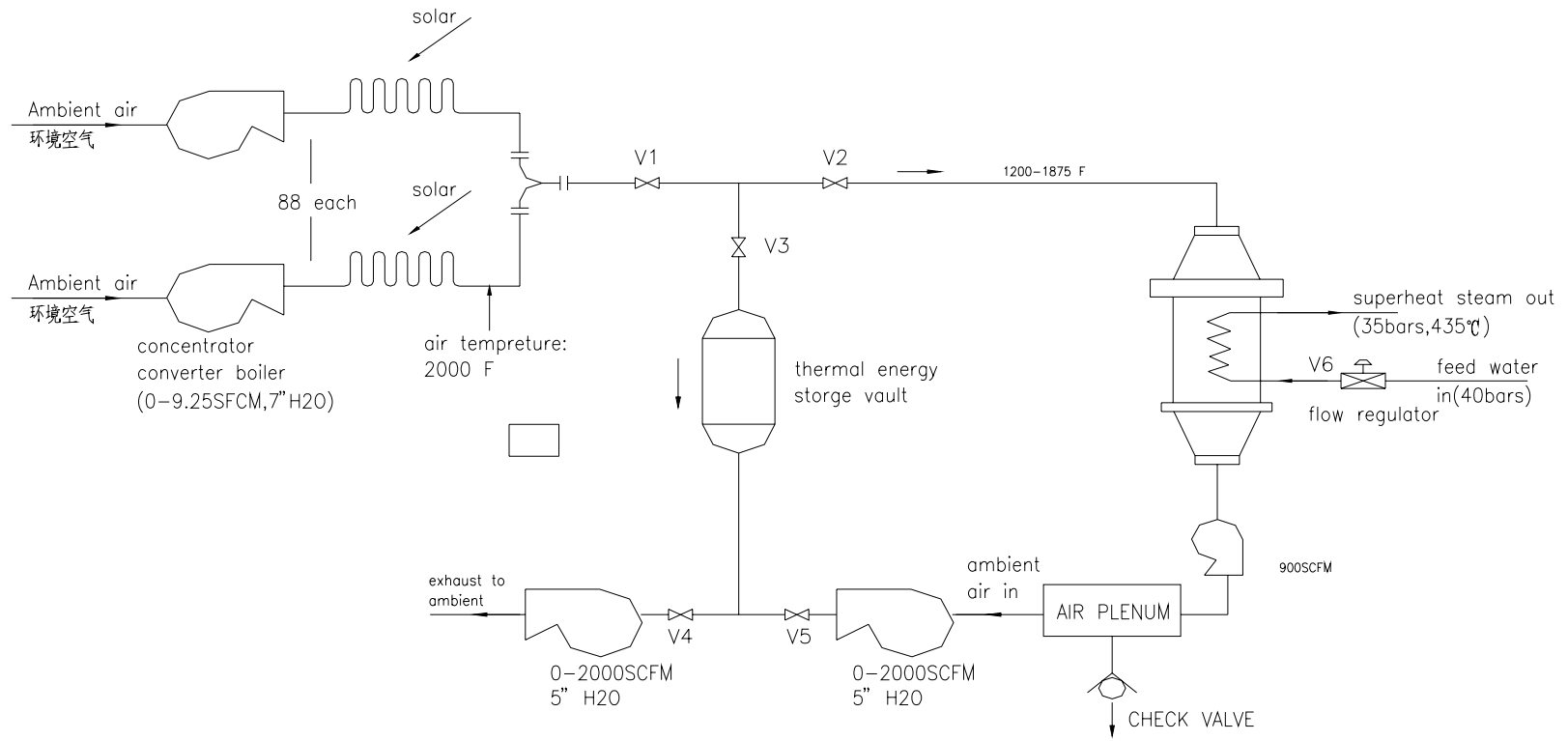


供汽轮发电机组发电。太阳能的收集和存储过程与发电和送电是独立分开的。根据需要的

CENICOM™是由 88 个抛物面集热镜紧凑的连接在一起，并安置在同一基座上，然后用收集的太阳能将空气加热到 2000°F (1093°C) 送到贮热罐中以备后用。热能由空气来传送，通过一系列经过保温的管线和其上的旋转接头，最后汇聚在一根管道后进入贮热罐。集热系统是经过很好的保温，使得能量在传输过程中的损失最小。加热后的空气进入贮热罐，在此热量传给贮热罐内的惰性蓄能材料。当电厂需要发电的时候，就从贮热罐中提取热能

电量，空气再把热量从贮热罐带到锅炉中。

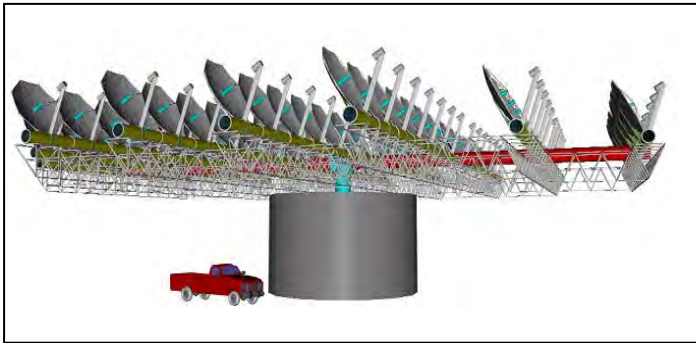
以下是一个CENINCOM™的空气流程图。系统中每个阀门的不同状态表示了系统在不同操作条件下的状态。其中锅炉是简单的单流程蒸汽锅炉。空气在贮热罐中被加热（热能从蓄热体传到空气），然后空气将把热量带入锅炉。空气是种非常安全的传输介质，所以用它来带走贮热罐内的热量。即使在高温，空气也不具有燃烧性和腐蚀性，因此是相当安全的。



	during sunlight	V1	V2	V3	V4	V5	V6
1	No demand for steam/ electric	open	close	open	open	close	close
2	medium demand	open	partial open	partial open	close	open	partial open
3	high demand	open	open	open	close	open	open
	during no-sun periods						
1	No demand	close	close	close	close	close	close
2	demand	close	open	open	close	open	open

scfm=0.0283 m³/h
 =standard cubic foot per minute 标准立方英尺/分钟

AIR FLOW DIAGRAM



CENINCOM™系统可以通过方位角和高度角的控制，使这 88 台聚光镜能直面太阳。因为所有的聚光镜都布置在同一基座上，旋转基座上的大支架的就可以调整方位角。对于高度角跟踪，所有聚光镜是分行排列，并且所有行公用一个机械装置和一个驱动马达。

这种阵列可以方位角调整超过 300 度，高度角可以从 -10 度到 +100 度调整。

这种在一个共用基座上的紧凑式设计，完全是因为使用空气作为传输能量的介质。与水蒸气相比，空气的密度比较低，所以在长距离的传输过程中热损失较大。

对于单一 CENINCOM™ 的来说，中心塔中布置有贮热罐、锅炉、透平发电机，电网接口和控制室。而对于簇丛，透平发电机、电网接口则布置在簇丛中心位置。

通过调整贮热罐容量和外界负荷对透平的，运用单个的 CENINCOM™ 和 CENINCOM™ 簇丛可满足多种应用需要，如下表所示。

应用情况	电网	贮存要求	太阳光最少的时期	太阳光最充足的时期	规模范围
24/7 电力 (自用优先方式)	自用	夏季的 3 到 4 晴天	无需外部电能	额外的电力需求: : - 季节性产业 - 水质净化 - 制冰 - 向另一电网供电	从 1 个 CENINCOM™ 到 1 个簇
一般的需求	自用和另外的电网	夏季的 2 到 4 晴天	从另外的电网取电约 10%	给另外的电网供电约 10%	从 1 个 CENINCOM™ 到 6 个簇
调峰(区域电网优先方式)	自用或区域电网	夏季的 2 到 3 晴天	在峰值负荷时提供所有储存的能量	在峰值负荷时提供所接受到的能量和储存的能量	1 个簇到 14 个簇

3.3 运用CENICOM™的理由

无污染发电的需要：

对环境的关注使无污染发电受到关注。收集太阳能用于发电不会产生任何形式的空气、水和土壤污染。这就是选择太阳能—蒸汽发电的主要原因。

无需化石燃料的发电系统的需要：

许多混合系统都使用化石燃料来提高蒸汽的品质。在那些槽式线性聚焦发电厂中，有近 25% 的电能是由燃料提供的。这种方式带来了污染和有温室效应。其它系统使用化石燃料以便在没有阳光的时候保持能量的传输介质（盐）的熔融状态。这种加热需要同样带来了污染和温室效应。在加利福尼亚 Daggett 的塔式发电系统中就存在这样的问题。

高温和其相关高聚焦率的需求：

考虑能运用于电厂的热循环，其循环效率与循环内在的温度差有关。我们的目的就是获得高温。旋转抛物面可聚焦直射的太阳光，那么可获得高温来提高储存效率和发电效率。

只有配有贮存系统才能满足能量收集和发电相互独立的需要：

从再生资源中提供连续不间断能量的关键是能量收集和能量生产相互独立。对于用消耗性资源来生产能量这也是一样的。例如，先将煤开采出来并运输到厂（能量的收集），之后在需要的时候再燃烧发电。

使用贮热罐就可以将能量收集和发电分开来，贮热罐储存能量直到有发电需要。风力发电和太阳能电池通常都是提供零星的电力资源，因为不管是否需要电能它们都是收集能量与发电同时进行的。

清洁发电相对于间歇发电的需要以及间歇发电在电网中控制的问题：

万一没有风或没有阳光，此时就要使用备用电源，这项隐藏费用是没有考虑在内的。事实上，如果没有相等数量的调峰电源备用，当风力发电或其它间歇性资源发电占有很大比例时，使得在电网快速失控时保持电网的稳定变得很困难，这在丹麦的乡村曾发生过。

太阳能发电合理电价的需求：

电厂投资在电价计算中占主要份额。给定年发电量，太阳能电池发电厂的投资就非常高。对于无需化石燃料来提供辅助能量的太阳能电站，燃料费用为零，在电价计算中的其它费用包括检修维护费。在日照相当充足的地方，像西藏拉萨，一个CENICOM™簇的年发电量为 12,300,000kWh。

3.4 CENICOM™发电站的放大风险

收集太阳能是较容易放大的。要获得多的能量就要相应地增加收集面积。放大透平、

发电机和其它设备后带来较少利益，与此相关放大收集面积是较少的。太阳能发电站的缩放比例本质上是线性的。如果要获得 4 倍的发电量，那么收集面积就要扩大四倍。增大太阳能发电站的规模本质上是没风险的。

3.5 CENICOM™的运用业绩

历史提供了足够的证据来怀疑任何太阳能电站的盈利问题。我们相信太阳能在社会中有其合适的角色。那些成功和失败的实例提供了避免以前缺陷的措施。这使得新一代可再生能源发电在合理的风险内，性能和经济性都超过预期。

从 1973 起，CENICOM™太阳能有限公司的创始人就在太阳能热技术中使用点聚焦抛物面碟式集热器。其主要负责人是该专利的唯一所有者，并将其商业秘密作为合伙组织 OMNIUM-G 的股东。在二十世纪七十年代中期，他们不断的改进，生产制造单碟式太阳能发电系统并销售给世界各地的私人企业，大学，政府机关和一些个体用户。



制造技术的全面内在发展保证了坚固的专利知识基础。这就可理解制作过程在外部加工难获得无差错的产品设计规范。加利福尼亚的阿纳海姆，40 位专家在 16,000 平方英尺的加工车间（外加 8000 平方英尺的测试区域）制造早期的单碟式系统，生产率是每月一套系统。

这一时期，商业和客户都得到政府赞助太阳能基金的支助和推动¹。当赞助不再可用时，国内国际的商业活动都于 1982 年停止。当然，全部的单位在提议取消前的很长一段时间都完成了一些基础的研究。这部分概要列在附录 A 中。

在赞助期间，负责人逐步意识到太阳能如果想获得成功，只有把单收集系统放大。系统大小的设计任务于 1989 年开始。工程任务包括对每片部件的平衡分析和设计，这已经完成相当数量的制造加工工程设计也已经完成。结果是对太阳能发电系统最优化大小的重新设计，称之为 CENICOM™（一种能量中立的工业复合体理念）。

重新设计是基于在二十世纪七十年代使用单集热系统所获得的经验教训。这部分资料列在附录 A 中。这些重要的历史经验指出了制造关键部件的方法，而这些关键部件的制造是其他竞争厂家很难满足的。这些可让产品可以有 30 年的使用寿命。而对于竞争公司技术要想在市场中占有一定的份额，就得投资相应的人力资源用于那些特别的制造过程（可制造性，可运输性，可靠性以及可维护性）。这些导入市场后将确保其在市场中的位置和优势。

所有的系统设计和部件制造设计的目的是为了建立一套最优的工序：制造，调试，包

¹ Grant 钱币，一些小的借贷组织，或者消费者纳税信贷

装，运输以及现场装配。剩余的设计主要是：更新图纸，程序，以及从当前市场中选择材料，价格和可用率。

4. 案例研究

CENICOM™配置变化是多种多样的，在一些案例中这些配置是独特的。站在电厂的立场上看一下关键工业运行和医院的用电，白天高峰期用电比较贵，而在夜间比较便宜，CENICOM™能储存能量，在需要时能发电，这与风力发电是不同的。无需燃料就可将空气加热到很高的温度，这样可以多种方式应用于补充燃料电池技术以及其它工业过程中。

另外，加热到高温的空气，再加上CENICOM™配置的多样性，创造了一种独特的生产过程，开启了安全环保，洁净生态应用的可能，这仅有一些的工程能够得到如此相当的定位。例如，系统可以有各种应用，如补充燃料电池氢生产，增强石油的软化，废物消毒，土壤净化，除盐，以及混合燃料补给站。

这份报告包括了CENICOM™系统在应用于中国的两个工程的四个案例，分别在北京和西藏拉萨。下表中列出了这些案例研究的概要。多功能CENICOM™的特别优点在这些案例研究中有插图说明。其中之一是它可以配置成簇群用于大规模能量系统，不管是发电还是蒸汽应用。每个簇由36个CENICOM™系统连接而成，产生的蒸汽供中心位置处的汽轮发电机发电。案例1A配置一个簇（包含36个CENICOM™系统）和一台6MW的汽轮发电机。这个电厂可以增加两个簇，以增大集热面积，这样就可以将年能力系数从0.2546提高到0.764。三个簇的规模分析见实例1B。

案例	地点	优先使用	大小		年能力系数	可设计的	年输出热量(kWh)	年发电量(MWhrs)
			CENICOM™	簇				
1A	拉萨	电能	36	1	0.2546	一天	0	13,380
1B	拉萨	电能	108	3	0.764	一天	0	40,151
2A	北京	加热/制冷	3	0	N/A	季节性	1,110,000	0.708
2B	北京	上网加上应急备用	1	0	0.29	固定	N/A	0.312

4.1 案例 1A：运用CENICOM™单簇的西藏拉萨调峰电站

利用测量得到的直射太阳光数据，使用计算机对全年每一小时电站的运行进行模拟，从而可获得CENICOM™单簇电站的性能评估。电站假定在西藏拉萨。由于没有该地区以

小时计的数据，故使用与拉萨条件相似的地区的数据来代替。最初我们选择了亚利桑那州的Flagstaff，因为它们的纬度和海拔高度都很相似。两个地区都有年 3000 小时的日照时间。后来决定选择加利福尼亚的Daggett，因为该地方更有代表性。该电厂计划采用调峰运行模式。在这种运行模式下，集热器阵列收集太阳光把空气加热到 2,000F度（1093℃），然后把这部分热能传送到中心位置的蓄能装置，一直存储到外界需要能量的时候，通常是一天用电的高峰期。在那时，储存的能量被提取出来，加热水产生温度为 435℃、压力为 35bar、总流量为 28,619kg/h（92,961Lbs/Hr）的蒸汽来驱动 6000kW的蒸汽轮动发电机发电。发电机以满负荷持续运转，直到用电高峰期结束或者储存的能量耗尽。在分析中，用电的高峰期设定为从下午 5 点到晚上 12 点。因为这个循环每天都重复，所以贮热罐的大小设计为储存两个晴天所能吸收的热量。要达到 5 天的储存量也是可以的。然而，对于该案例，2 天的蓄热量是足够的。

下表汇总了模拟计算的一些重要结果。更形象地显示每小时的情形，参见“CENINCOM™ Cluster Power plant Performance during One Sunny Day（CENINCOM™簇电站在一个晴天的性能）”图。这是显示一天内太阳光，汽轮机，蓄热库每小时不同状态的例子。下面的两个图表显示了一年内其余 60 天的变化情况。注意在无阳光和有阳光期间贮热罐里的能量积累和损耗情况。

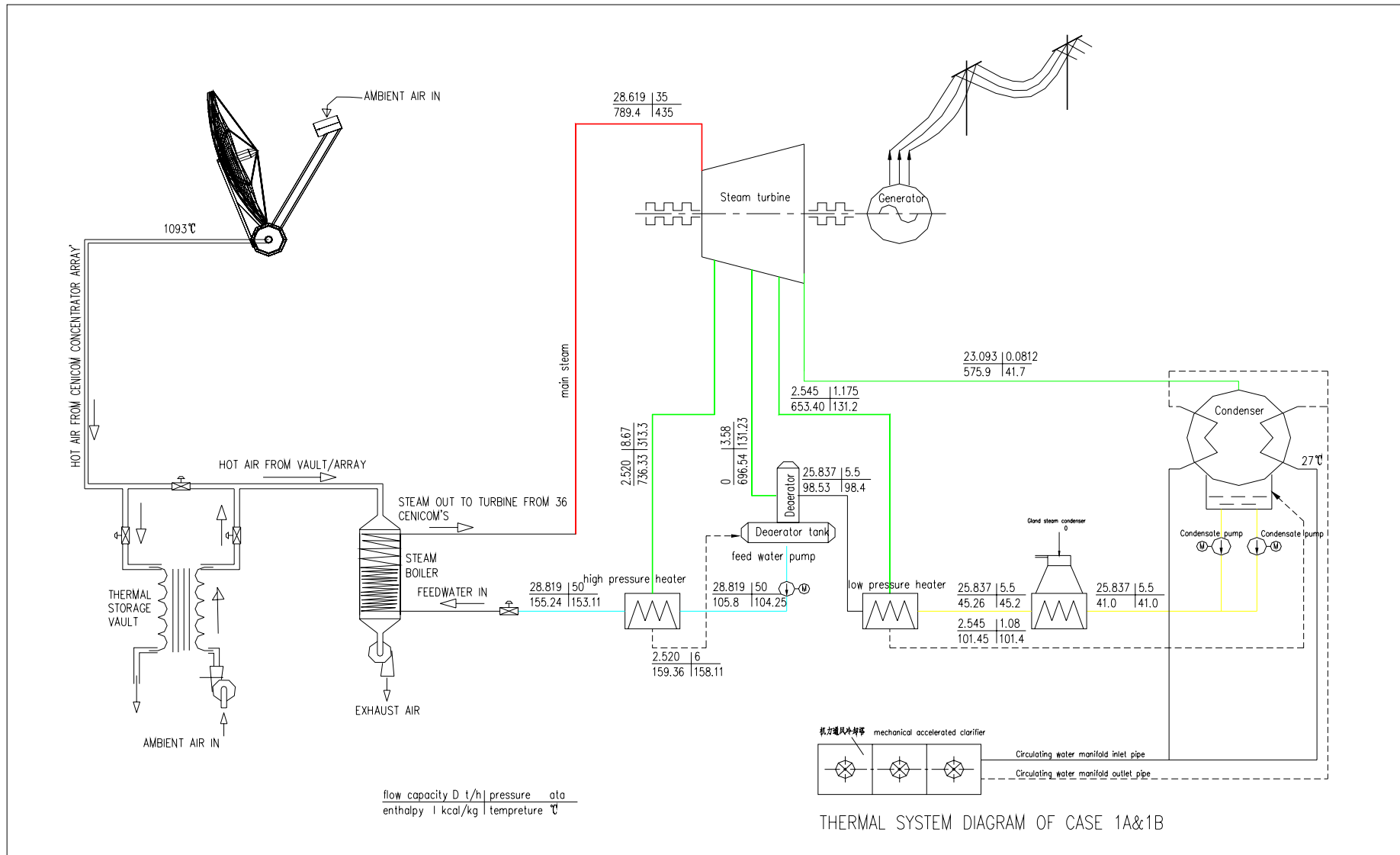
最后一张图表汇总了一年当中汽轮机每天运行 1, 2, 3.....，一直到 8 小时的情况。分析这些结果可看，通过让汽轮机在一段时期内少运行 2 或 3 小时，可让性能有小的调整。有了贮热罐，对应于最小运行时间设定在 1 到 8 小时，使在一天中的任意时刻启动成为可能

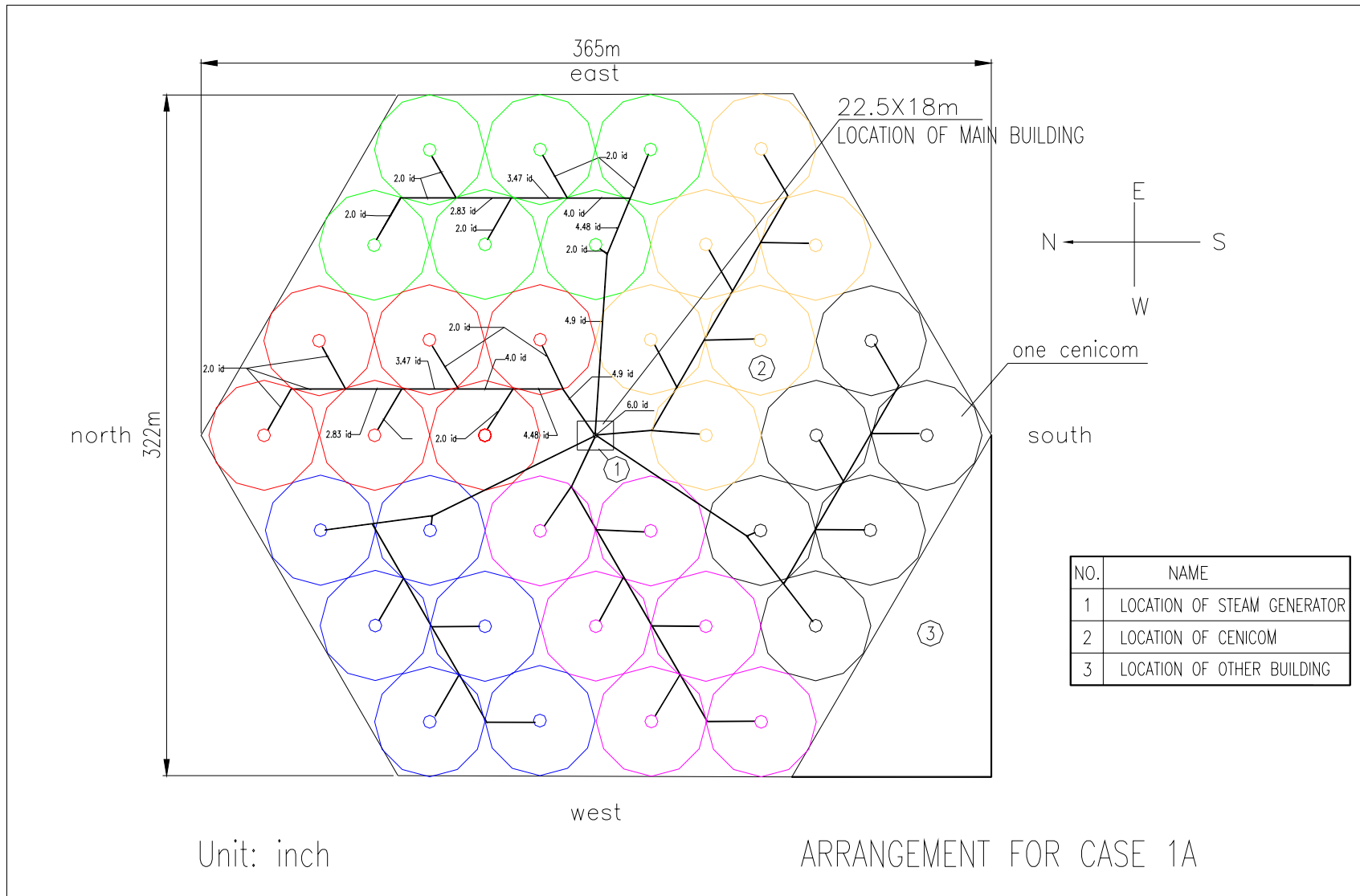
该案例中的调峰电站配置有一个簇（36 个CENINCOM™），一台 6MW的蒸汽轮发电机，其年能力系数为 0.2546。对该配置加以扩展为 3 个簇（108 个CENINCOM™），产生的蒸汽带动同样的一台 6MW蒸汽轮发电机，这样可将年能力系数提高到 0.764。

特性，效率，损耗表

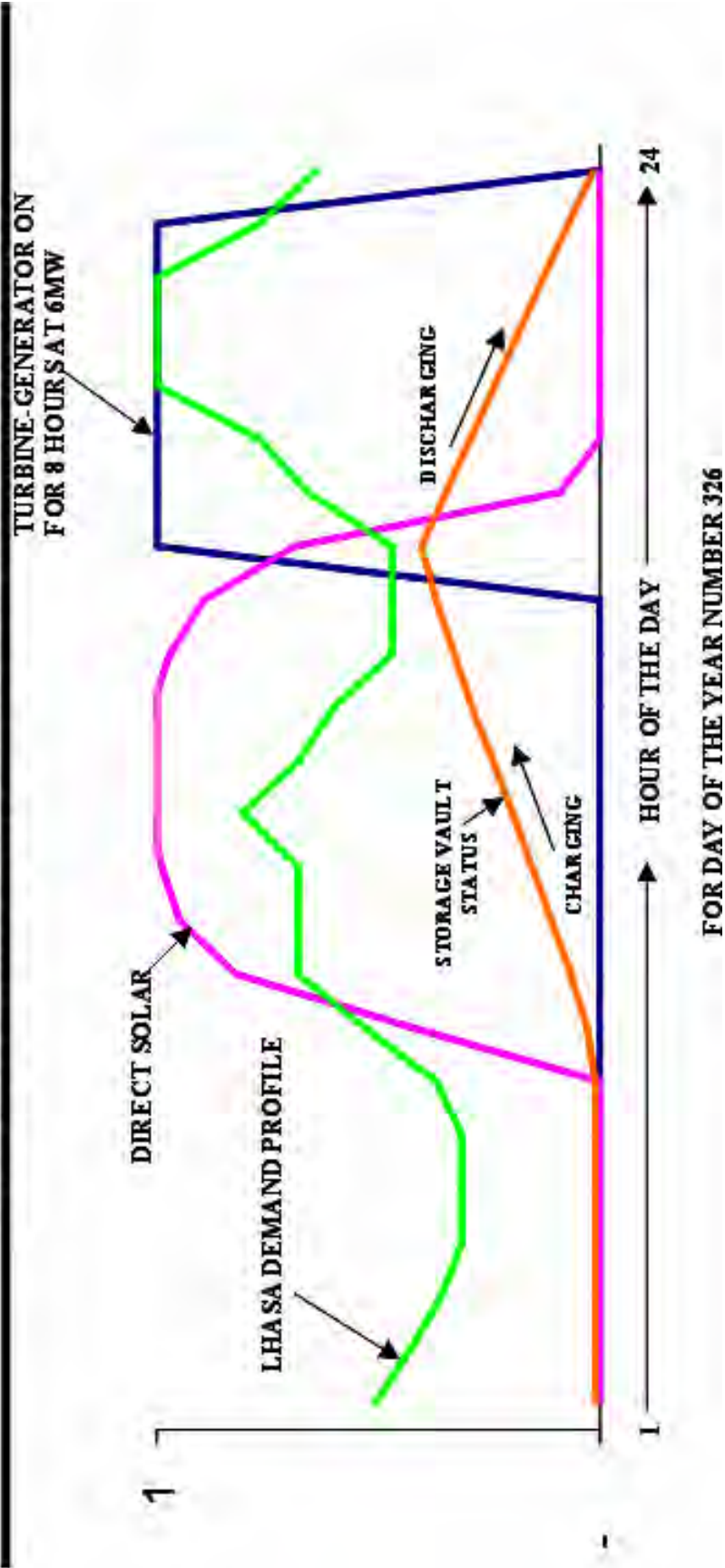
原始分析是使用 Flagstaff 的数据，新数据年输出量为 12,300 MWHrs/yr.

项目	数值	单位
年直射阳光量	2,798	kWh/m ²
总集热面积	23,412	m ²
排与排之间的遮挡损失	0—5.5%	取决于地点
年中途截取的直射太阳光量	65,504,239	kWh
镜面反射率	91.0%	
换热器孔口传送率	98.5%	
换热器几何获得量	99%	
换热器热效率	98.9%	
换热器出口空气温度	1,093	°C
下降管损失	4.73%	
各支管道和主管道损失	8.42%	
贮热罐效率	99.88%	
锅炉效率	95%	
从锅炉至汽机的管道效率	98.8%	
锅炉出口蒸汽压力	35	bar
锅炉出口蒸汽温度	435	°C
汽机容量	6,000	kW
进汽量	28,619	t/h
太阳能区厂用电率	2.19%	
太阳能到汽机间的能量传输效率	70.21%	
年发电量	13,380,000	kWh
汽轮发电机年运行时间	2,231	h/年
年能力系数	0.2546	
设定的起始时间	17:00	
设定的终止时间	24:00	
阳光到电网的年效率	20.43%	
簇占地面积	91,362	m ²
单个CENINCOM™贮热罐容量	3,000	kWh (等同)

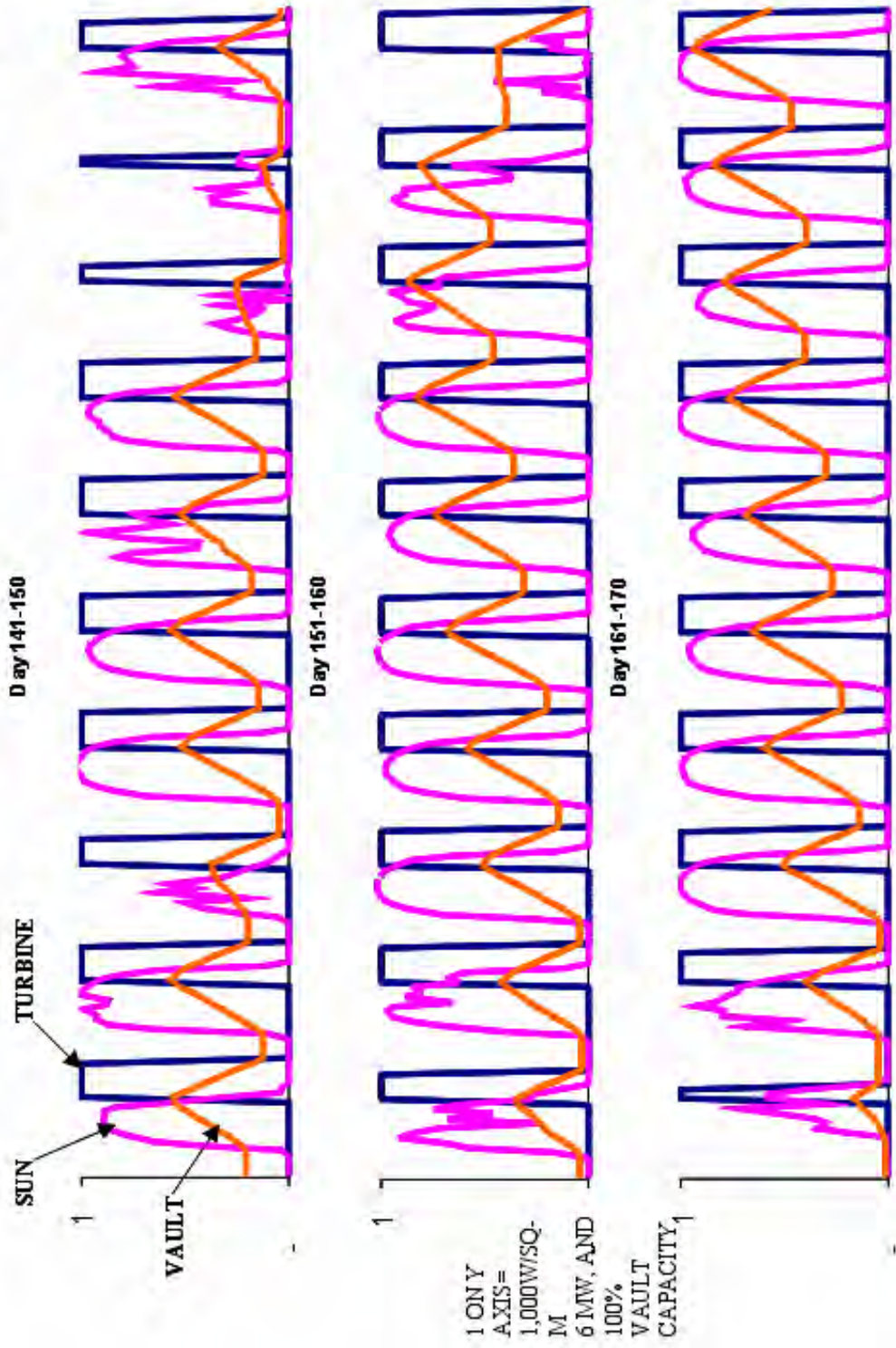




**CENINCOM CLUSTER
POWER PLANT PERFORMANCE
DURING ONE SUNNY DAY IN NOVEMBER**

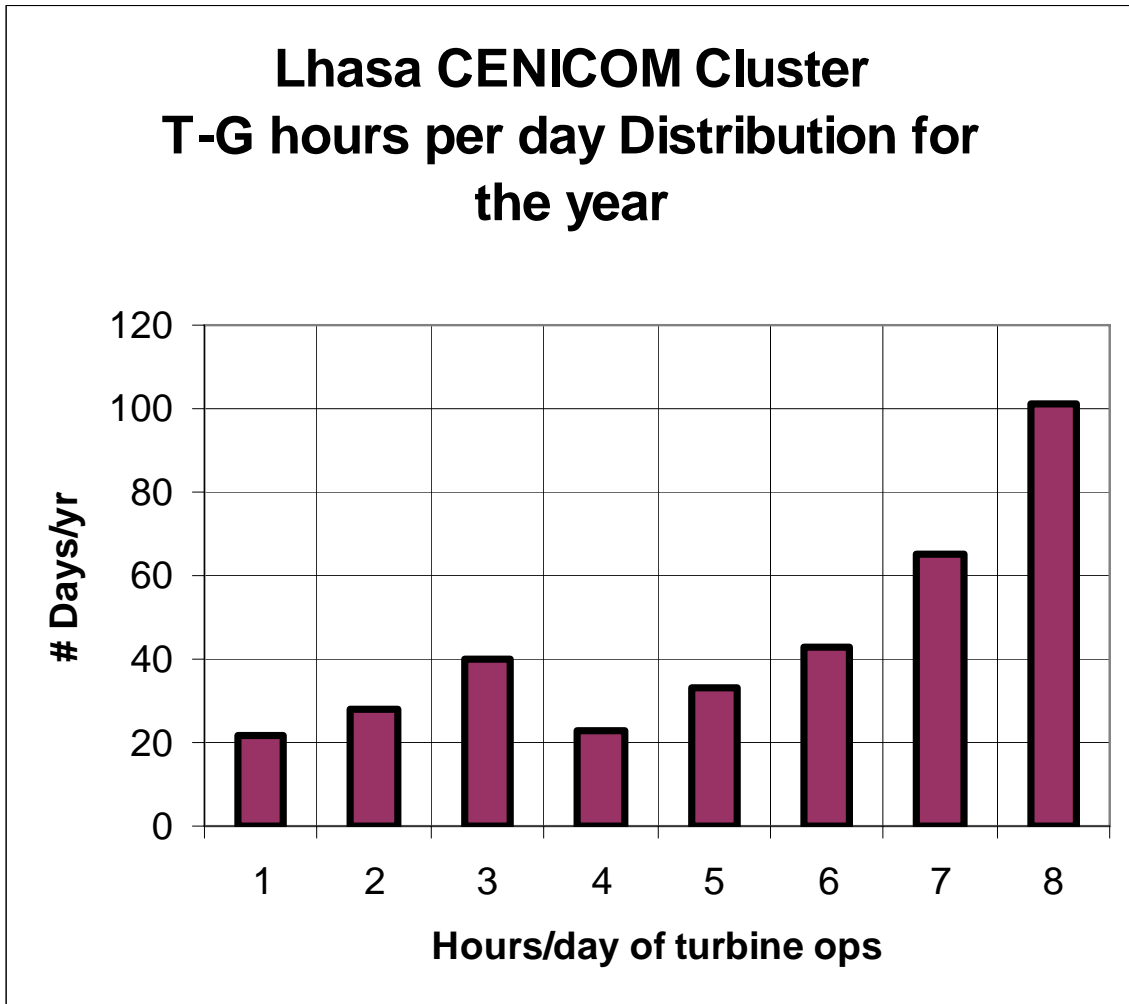


SHOWN HERE IS THE ACTIVITY OF THE SUN, THE THERMAL STORAGE VAULT, AND THE TURBINE-GENERATOR DURING 30 CONTIGUOUS DAYS OF THE YEAR.



DURING THIS 30 DAY PERIOD, THE VAULT IS SEEN TO REACH MAXIMUM STORAGE, AND THEN DISCHARGE SLOWLY DURING THE NEXT SEVERAL LOW-SUNLIGHT DAYS





4.2 案例 1b：运用 3 个 CENINCOM™ 簇的西藏拉萨调峰电站

将案例 1A 的配置改为 3 个簇(108 台 CENINCOM™)配 6MW 汽轮机发电机，电站的年发电量和年能力系数呈线性增长。这是因为增加集热面积而微小增大的蒸汽管道损失被减少的汽轮机平均损失抵消。年能力系数从 0.234 增加到 0.703，导致日运行时间变长，故平均损失减少（例如：启动和停运时的损失减少）。

基于太阳能利用的季节性变化，3 个簇匹配一台 6MW 汽轮机发电机的配置是适当的。CENINCOM™ 的贮热罐提供了日到日甚至周到周的缓冲能量用于不间断的发电，但是不能平衡季节之间的能量。因此，太阳能电站的原动力必须设置为可处理在夏季可获取的能量。任何太阳能电站不可能实现年能力系数为 1.00，这是因为没有解决季节间的能量储存问题。

下表仅包括了案例 1a 中需改变的项

3 簇电站

特性，效率，损耗表

原始分析是使用 Flagstaff 的数据，新数据年输出量为 36,900 MWh/yr.

项目	数值	单位	备注
电站容量	6	MW	
总集热面积	70,234	m ²	
年中途截取的直射太阳光量	196,512	MWh	
年发电量	40,151	MWh	加上年末结余的 118MWh
汽轮机发电机总运行时间	6,691	h/年	出力为 6MW
年能力系数	0.764		
汽轮机发电机运行时间	8（最小）	h	最大 24h
阳光到电网的年效率	20.5%		
占地面积	274,086	m ²	
太阳能区厂用电率	2.0%		

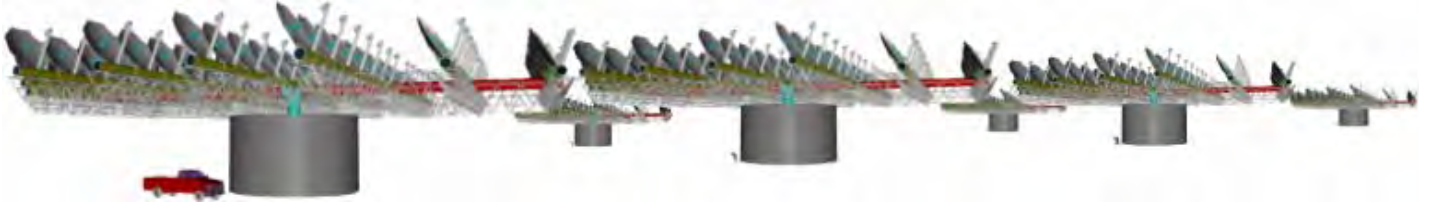
3 个簇的排列见第 35 页的图。南北尺寸为 967 米。请注意，这种定位可使日出日落的阴影损失减少到最小。汽轮机发电机房位于中间簇的中心。请注意，每个循环描述了 1 个 CENINCOM™（包括了贮热罐和锅炉），同样的蒸汽管道连接。

每一个 CENINCOM™ 的运行绝大部分在它自身控制之下，一些与蒸汽条件有关的需要管理控制。空气通道温度、贮热罐控制、排列指示和故障监视都在每个单元完成。这种独立性可使 108 中的每个 CENINCOM™ 在任何需要的时候解列检修，而不会中断供向汽轮发

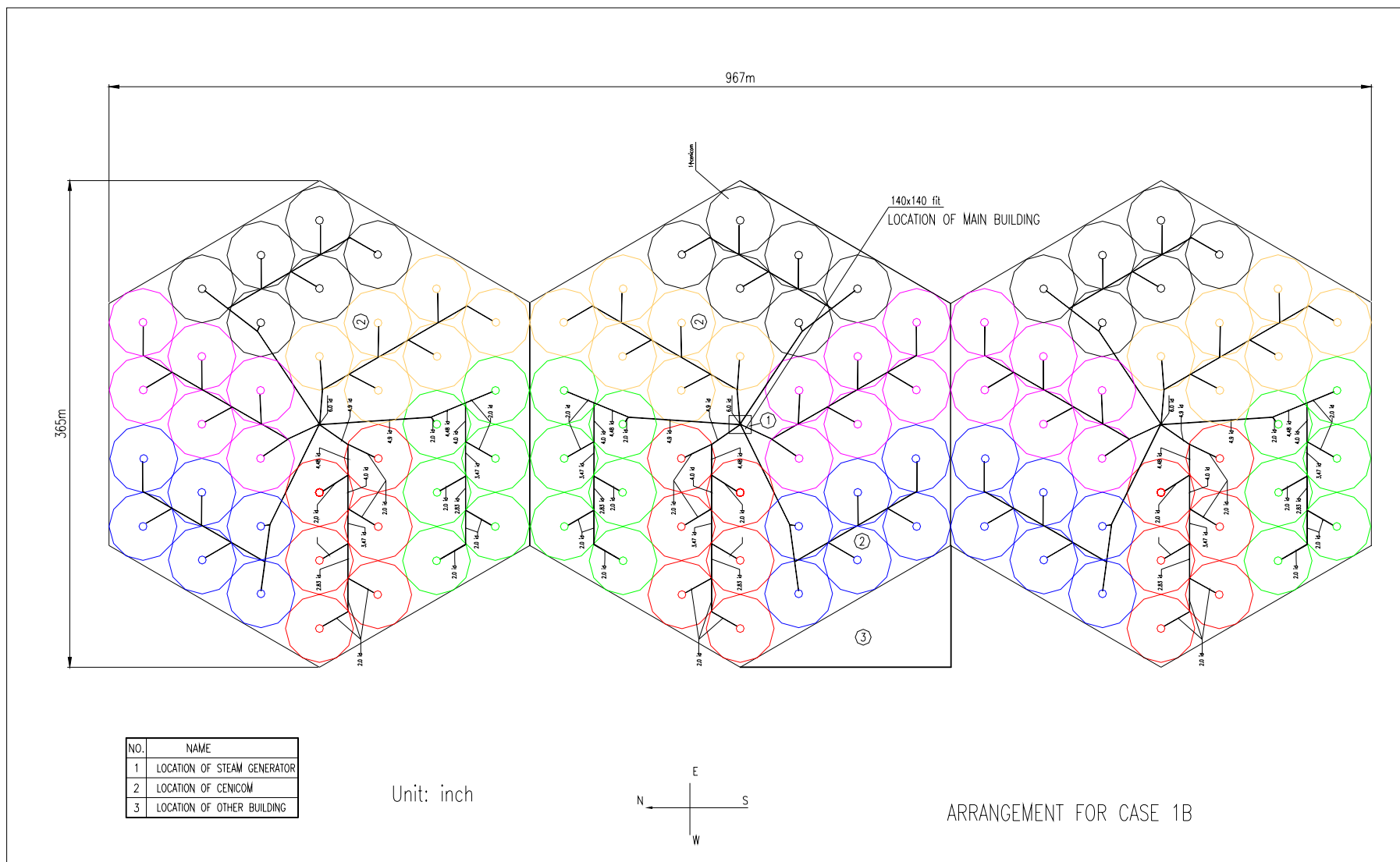
电机的总蒸汽量。全部面积每年可产生温度 435°C、压力 35bar、总量 191,496 吨的蒸汽。

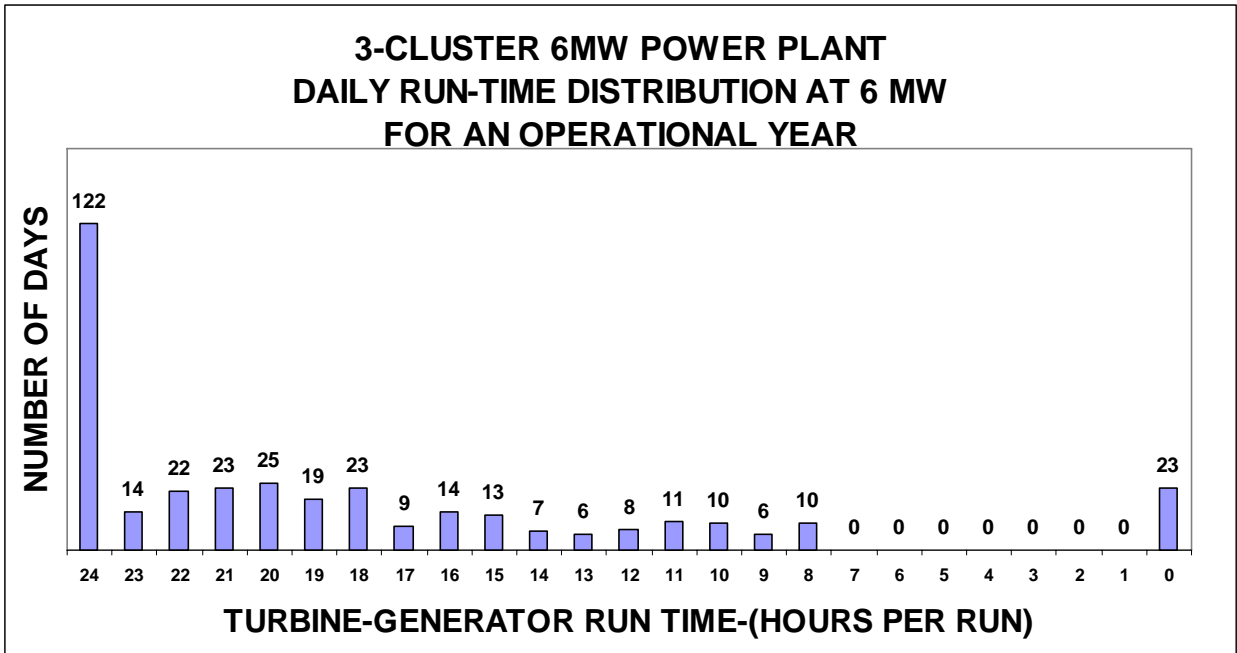
尽管整个太阳能区占地 274,086 m²，但在每一排列下的大部分区域可用他用，从下图可看出该点

VIEW OF A PART OF A CLUSTER FIELD
SHOWING SPACE UNDER THE ARRAYS

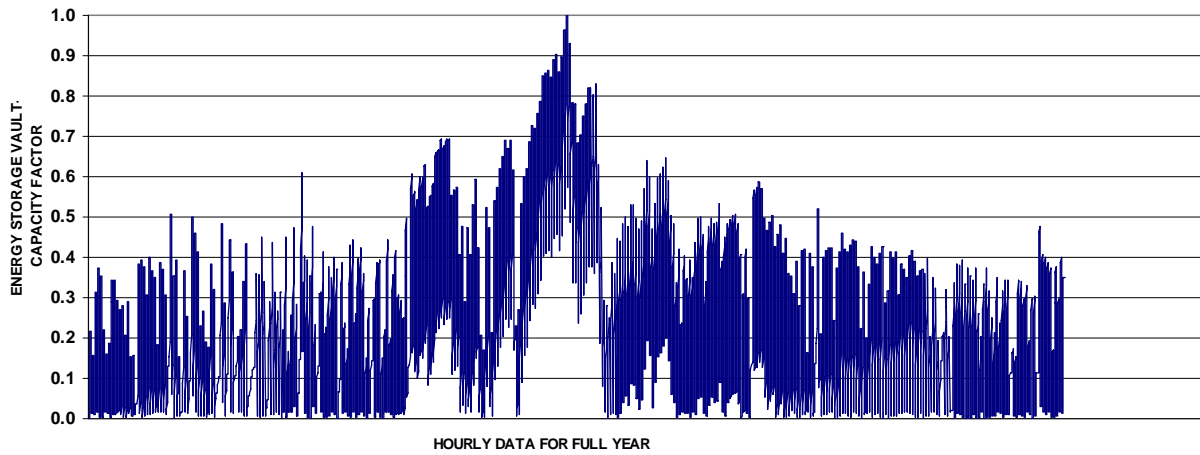


使用同样的每小时的直射光数据来和用于案例 1a 的模拟来评估 3 个簇的电站的性能。在该模拟中，汽轮发电机的最少运行时间设定为 8h。年结果列于表格中。一年里 122 天（主要在夏季）汽轮机每天 24 小时不间断运行。仅仅只有 10 天运行了最短 8 小时，表明最少运行时间是可以增加的。





3-CLUSTER 6 MW CENICOM POWER PLANT
Thermal Energy Storage Vault Capacity Factor



上述图显示了贯穿全年的从 1 月到 12 月贮热罐每小时状态。由于系统每天的集热、存储和放空循环，一年中大部分时间，贮热罐里的残余容量小于 50%。在一年的中间有较短时期贮热罐超过 100% 的容量(在 5% 的范围内浮动)。这是在贮热罐的安全范围内的。如果增大汽轮发电机的容量，年能力系数将降低。

4.3 在拉萨的 1 个CENINCOM™和 1 个太阳能电池阵列的性能比较分析

运用计算机模拟来确定拉萨CENINCOM™簇电站的每小时运行性能。模拟使用的数据是来自某地的实际测量值，该地的情况被认为与拉萨相似。测量的数据包括，1990 年在亚利桑拿州Flagstaff每小时测得的直射光以及综合光（总直射光加上反射光）测量值。在评估时，直射光数据运用于CENINCOM™的评估，综合光数据运用于太阳能电池（PV）阵列的评估。

比较方式是，计算出在调峰运行模式下的CENINCOM™的总输出量，亦即在日尖峰负荷期间向拉萨电网的供电量。根据该电量，确定出产生相同电量而需要的太阳能电池阵列的大小。一旦太阳能电池阵列的面积数被确定，就可利用太阳能电池设备供货商实际公布每平方米价格，来估计出太阳能电池电站的投资。

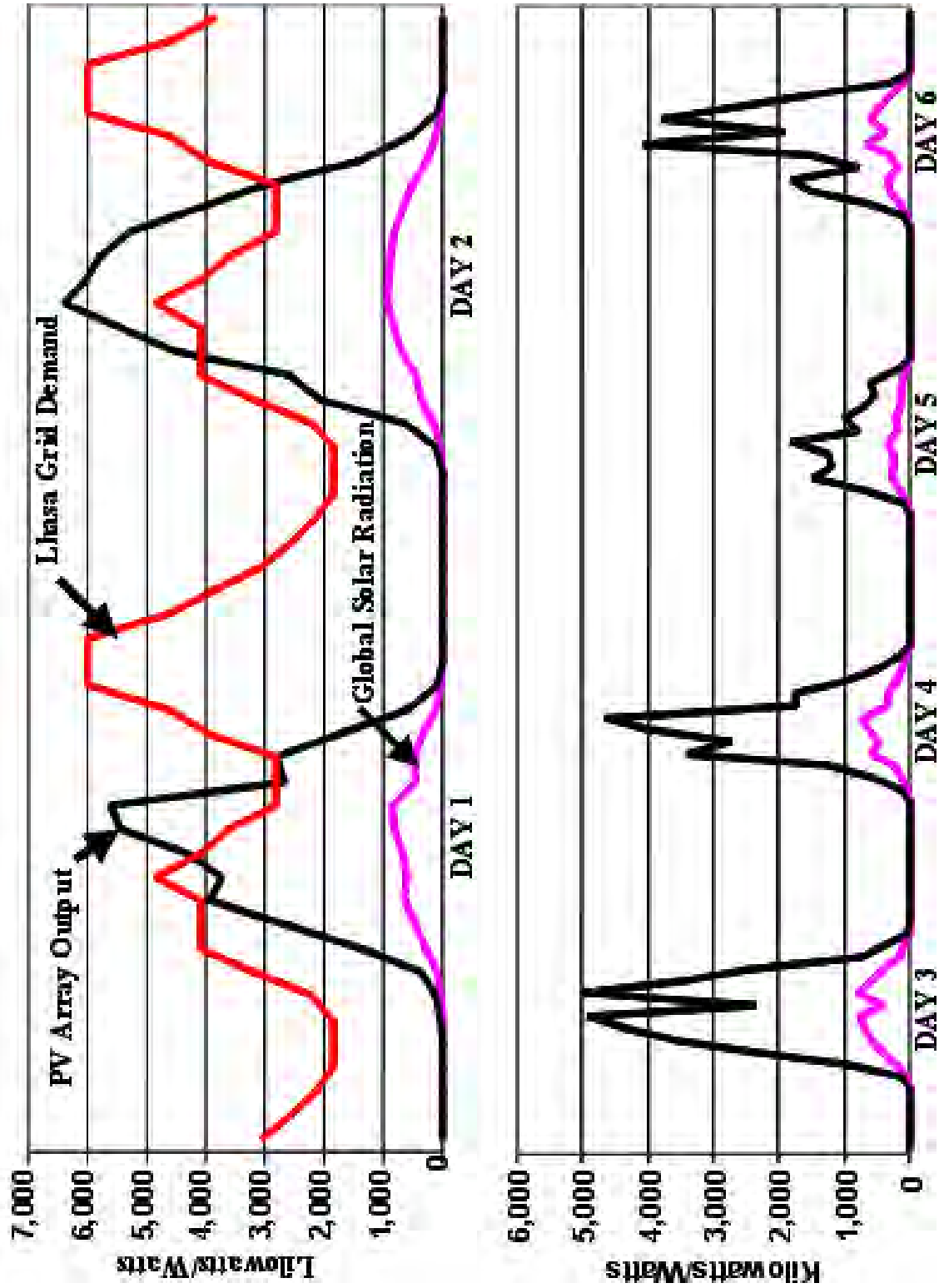
CENINCOM™的模拟结果显示了其年发电量为 13,380,000kWh。作为技术上的典型例子，选择西门子制造的太阳能电池板。电池板是单晶体式（高效），并拥有类似于CENINCOM™的长的保证使用寿命。在分析中使用的面板效率是太阳能流量密度的函数，是按一年的每一小时计算的。总效率包括面板效率（产生直流电），互连损耗和D.C（直流）转化A.C.（交流）的转换效率。对使用西门子PV面板排列的评估表明，其向电网供电的年输出量为 215.99 kWh/m²

PV阵列必需含有 61,854 平方米的面板，才能生产与CENINCOM™簇电站可生产的相等电量。公布的电池板价格为每平米 4,384 RMB。等效于CENINCOM™簇电站的一个完整太阳能电池电站的投资为 271,167,936 RMB，不包括安装费。

太阳能电池电站有一些不利因素，只能当有光照时才能发电。它在时刻、持续时间和规模上是零星的，不像CENINCOM™电站，有储存能量的能力，可在设定的时间、以固定的比率发电向电网供电。

PV Array Performance

(During 6 days using Flagstaff Global radiation)



4.4 案例 2a : 3 个CENINCOM™向在北京的住宅区供热/制冷

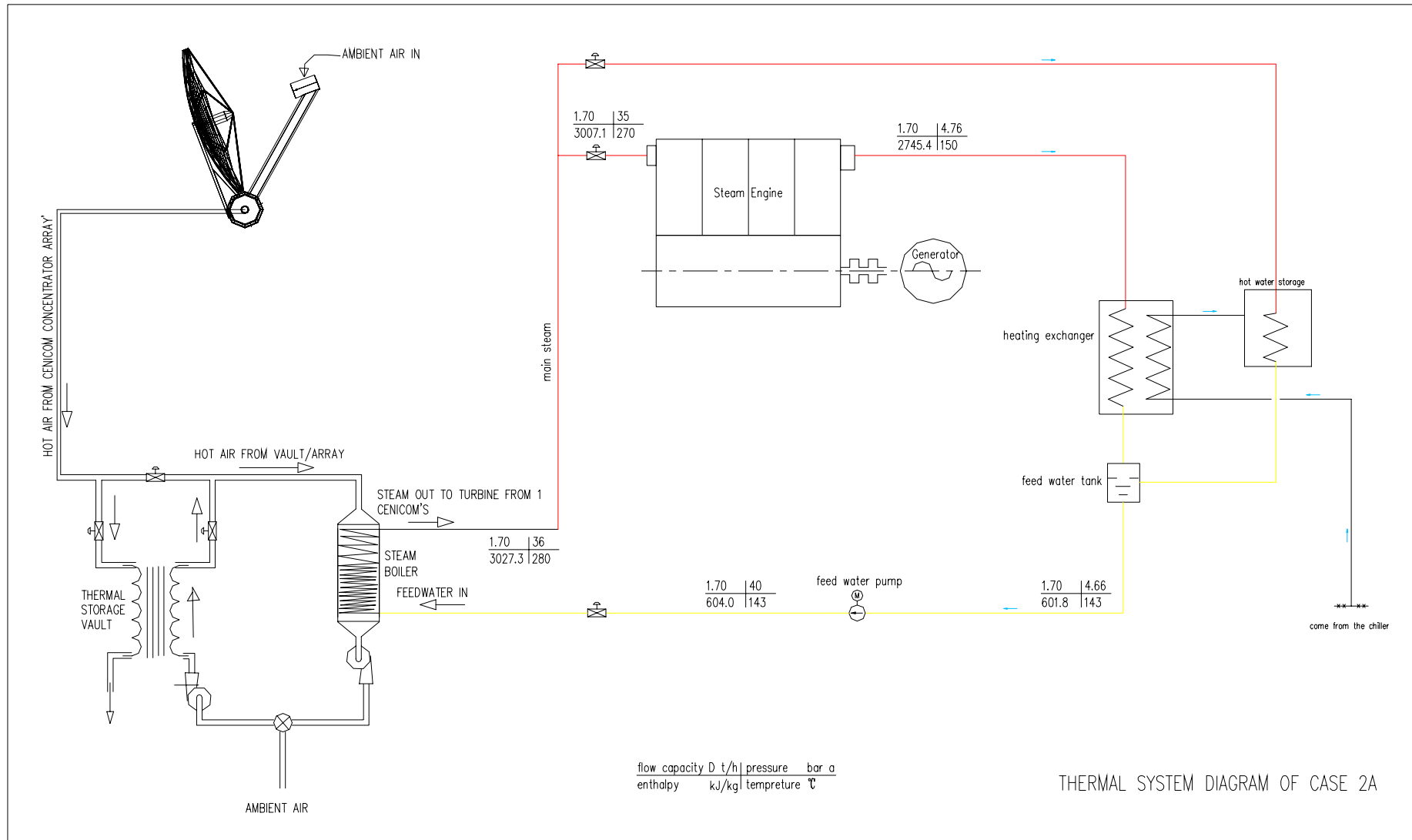
该案例包含有 3 台CENINCOM™，向位于北京的一个住宅区提供能量。在该配置中，供热和制冷优先考虑，其次才是发电。在供热季节期间，由于长时间的光照少而供热需求较大，因此高温热能的贮存显得非常重要。

我们使用全年每小时测量的直射光照数据来进行计算机模拟。由于没有获得北京的这种测量，用年光照和气候与北京相似的一个城市的数据替代。对年每小时以及住宅每平方米的，供热、制冷和供电的需求是设定的。其他不定因素，如发电机日最小量运行时间、低温储存限度、贮水箱温度和压力，可通过调整来实现最优组合。

系统图如下页。每个锅炉（蒸汽发生器）产生的蒸汽汇集到单管然后供向兰金循环机。在该应用中，计划采用 130 kW 的蒸汽引擎发电机。锅炉（蒸汽发生器）可以产生温度 435 °C、压力 40 bar 的蒸汽，但是蒸汽机的设计要求最大 270°C 和 40 bar。寻找更好匹配的原动力的工作人在继续。蒸汽引擎排汽中的热能被回收，储存在绝热水箱中，作为住宅区供热和制冷的主要热能来源。一年中冬季的日照量非常少而持续时间长。在这期间，将从高温贮热罐中直接提取热量以补充引擎排汽的热量，从而满足供热需要。

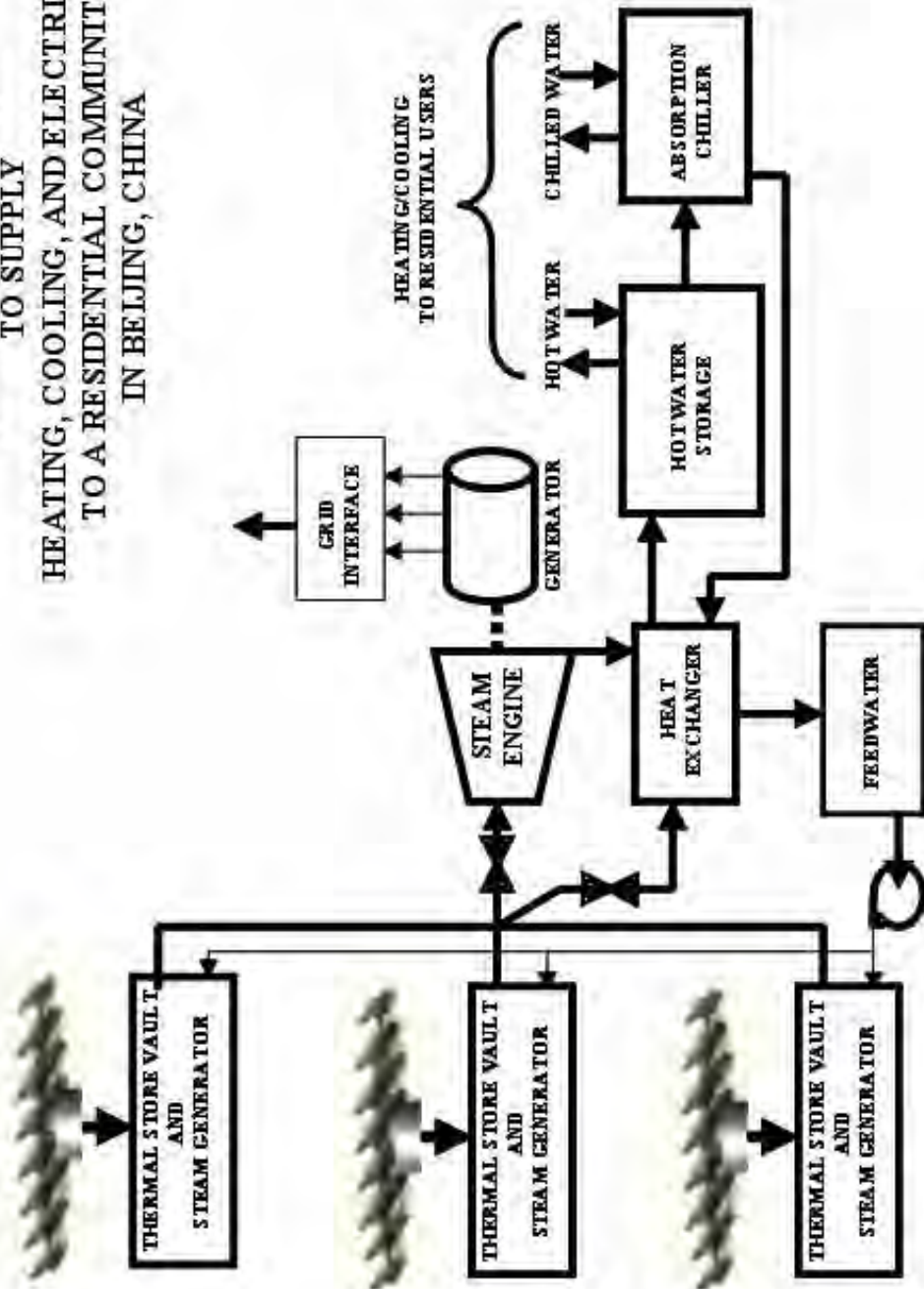
在该分析中，选择吸热式制冷机向居民区供冷。这种制冷机主要由热水提供能量，只需要少部分电能。350kW的制冷机需要 5kW的输入电和大量补给冷水来维持溴化锂制冷机运行。这种制冷机使用的替代是，在这些时间（特别是在需要制冷的季节）将CENINCOM™供向电网的多余电量用作不同的用途，以及利用这些电能，而不是将能量提供给每个房间的单个制冷机。

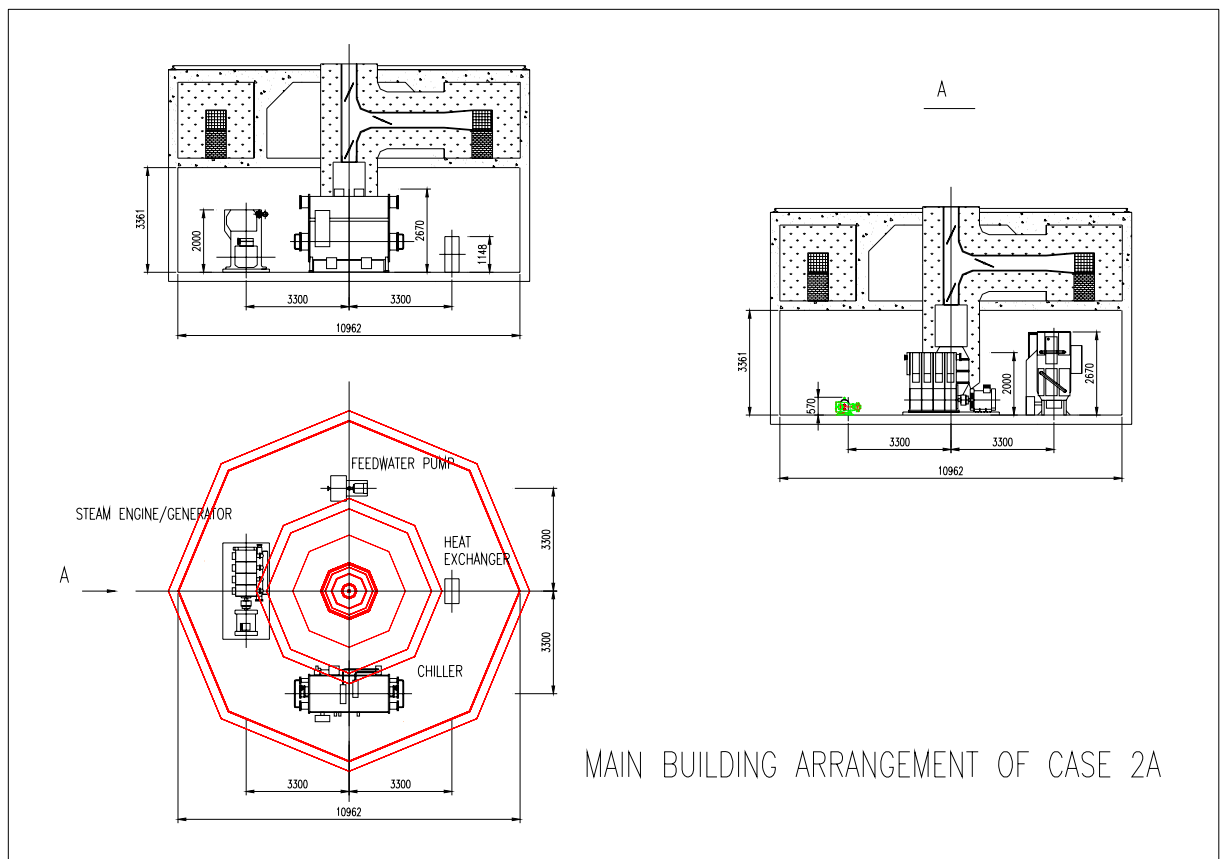
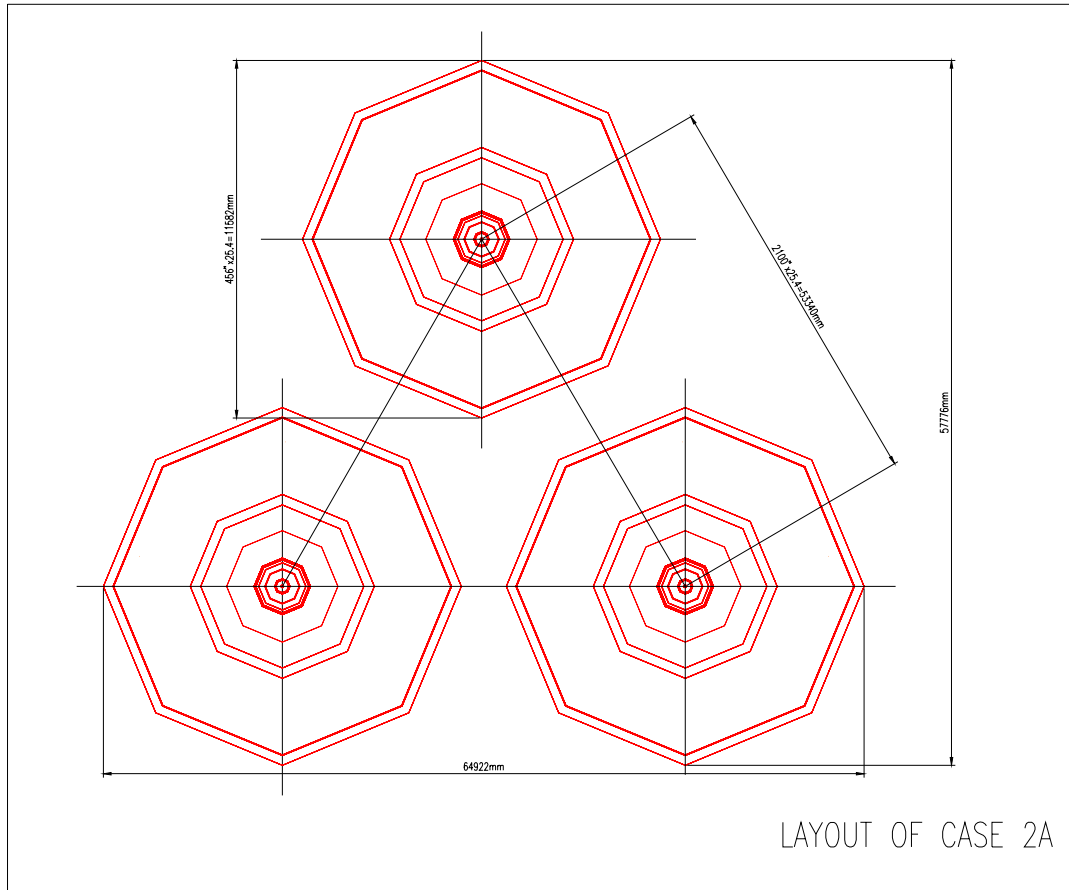
全年模拟结果汇总在以下的系统特征表中。请留意，对设定的住宅面积的制冷要求是 100% 满足的。电负荷也是满足的，且多余的电供给电网。供热需要是主要需求。对相同的区域，在整个供热季节，可满足 90.5% 的需求。很明显，使用低温部件的不同贮热罐可提供剩余的 10% 能量。



THERMAL SYSTEM DIAGRAM OF CASE 2A

CENINCOM CONFIGURED
TO SUPPLY
HEATING, COOLING, AND ELECTRICITY
TO A RESIDENTIAL COMMUNITY
IN BEIJING, CHINA

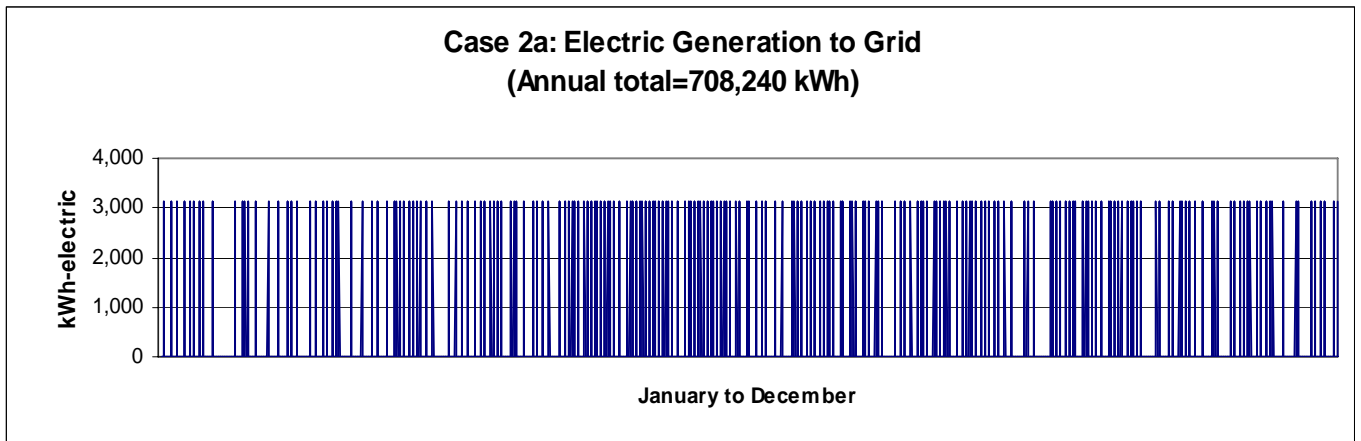




案例 2A:系统特点

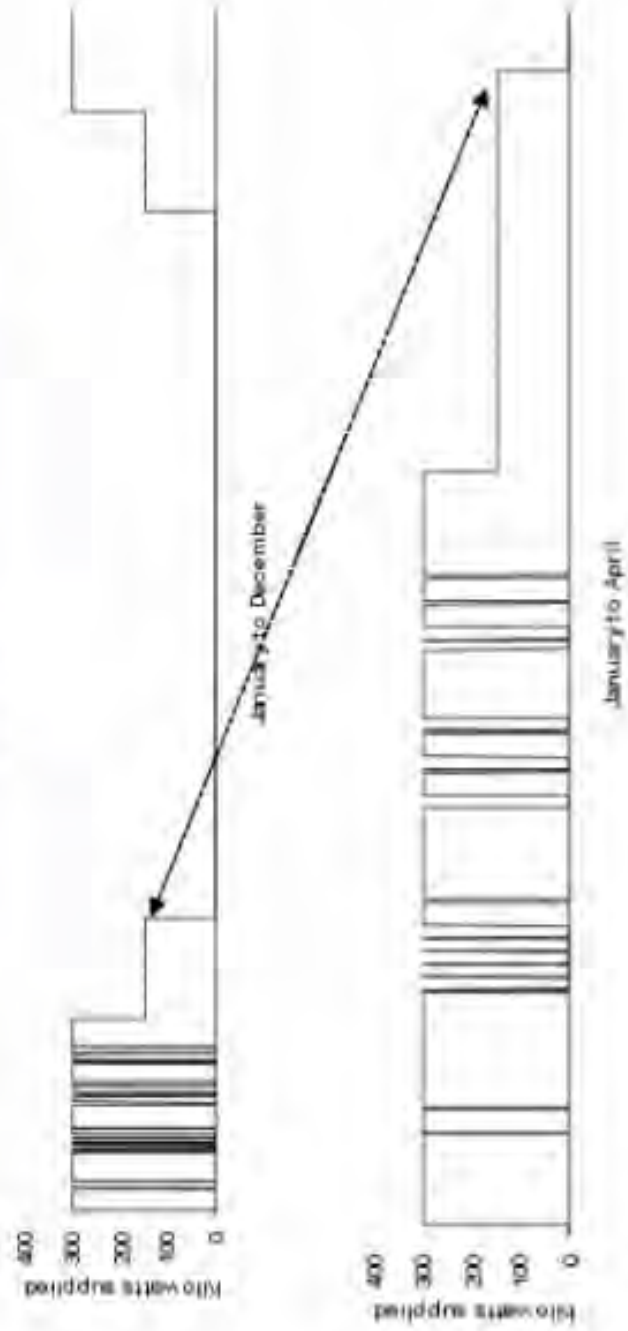
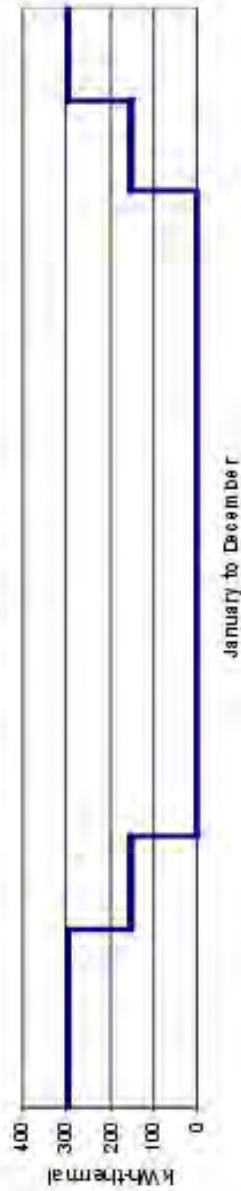
项目	数值	单位
电站地址	北京	
总的碟式收集面积	1,951	m ²
获取的直射光总量	4,750,314	kWh
年发电量	708,240	kWh
用于供热/制冷的年热能	1,110,142	kWh
电站产生的年总能量	1,818,212	kWh
服务的住宅面积	4,980	m ²
供热季节对太阳能的需求	90.5%	
制冷季节对太阳能的需求	100%	
全年电量对太阳能的需求	100%	
售给电网的多余电量	607,903	kWh
兰金引擎发电机的容量	130	kW
吸热式制冷机的最大容量	350	kW
高温热能储存器的容量	90,000	kWh
低温热能储存器的容量	30,000	kWh

下面的图表显示了一年中电能生产的分布情况。每一条线代表了引擎发电机二十四小时连续工作的情况。这种运行只有在这些条件满足时才允许，即供热负荷已满足，而且储存有满足二十四小时连续运行所需的能量。请注意冬季和夏季月份发电日频率的不同。



在模拟分析中，年供热需求模型显示在下页图表中的最上面的图。中间的图显示了满足年 90.5% 需求的小时数。最下面的图是对冬季期间的扩展，显示没有向住宅区供热的期间。这种分析是一小时一小时的。

Case 2a: Hourly Demand for Heating Energy
 (Annual Total for 4,980 sq-m=864,130 kWh)

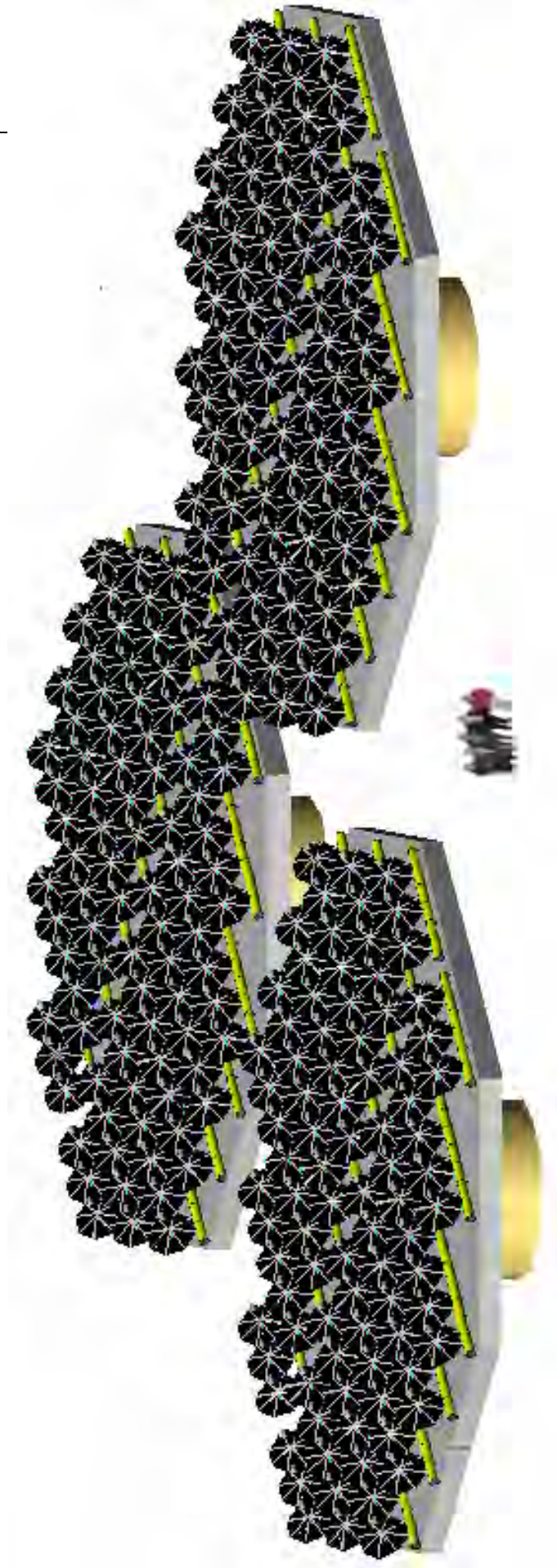


Case 2a: Hourly Energy Supplied to meet the Demand for Heating Energy
 (Annual Total for 4,980 sq-m=780,167 kWh
 (90.3% of Demand is supplied))

该 3-CENINCOM™ 系统非常适合布置在 L 型或 T 型楼房的房顶上。如果有空的面积，这样的 3-CENINCOM™ 系统也可布置在停车场区域，或者将集热器阵列下方空间作为停车场。下图是一个示例。在中空的支撑基础柱内部包括了高温热能贮存罐，锅炉，蒸汽引擎，中央空调，热水储存箱和控制室。

下图显示了这样一种楼房是如何在城市规划中出现的。





4.5 同平板式集热器的比较

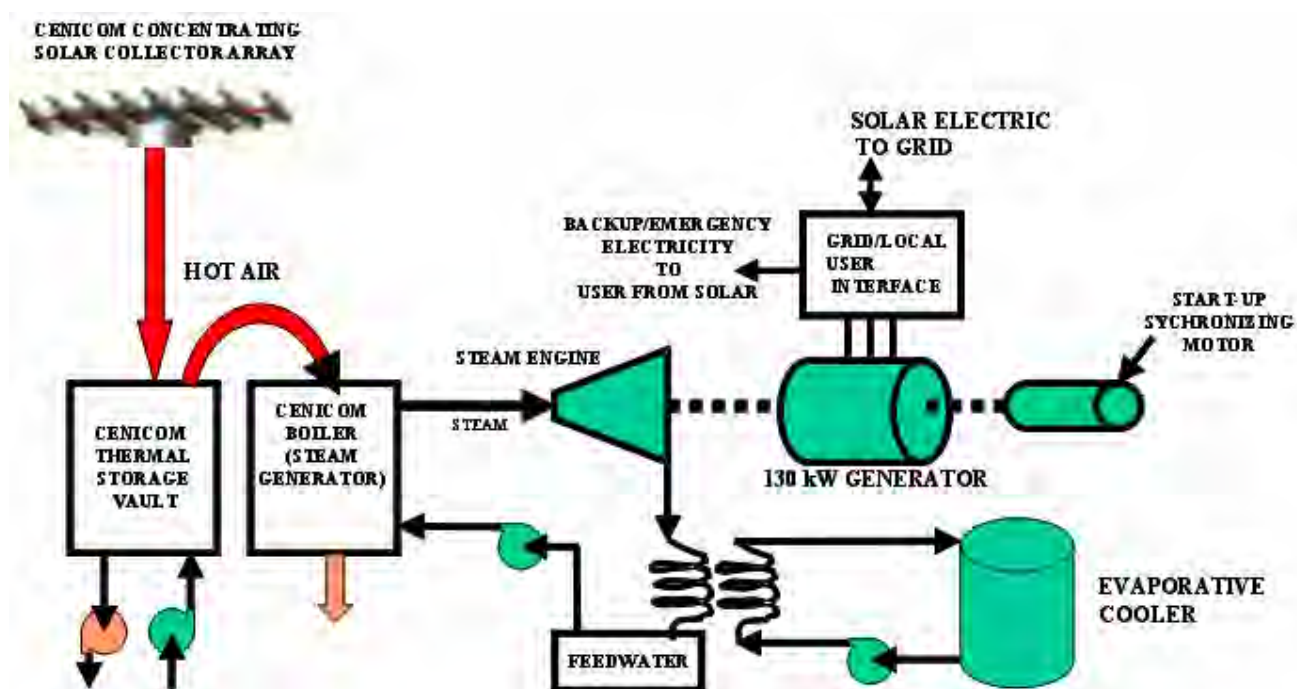
下表将CENINCOM™和平板式集热器的单位热（kWh）费用进行了比较。这两个系统的热能费用相当，但CENINCOM™的单位能量费用低约 1/3。

	3 个CENINCOM™		平板集热器
平板的等级	1 平方米的吸收器 / 5 平方米的空间		
额定的供给百分比			40%
100%情况下需要的面积			2,250
平板的费用 1000 RMB / 平方米			2,250,000
泵和管道 (RMB)			112,500
总计(RMB)			2,362,500
在 8%利率下的 30 年分期付款(RMB)			209,855
平板的维护费 (RMB)			9,042
泵电耗费用(RMB)			864
CENINCOM™ 系统费用	7,511,470		
在 8%利率下的 25 年分期付款 (RMB)	703,665		
CENINCOM™ 维护费(RMB)	18,085		
原动机维护费 (RMB)	39,787		
每年总和 (RMB)	761,537		219,761
	系数	数值	
电能的价值 (RMB)	0.668	508,577	
热能的价值(RMB)	0.213	161,906	219,761
制冷的价值 (RMB)	0.120	91,054	
加热的数量(kWHr)		780,167	780,167
加热的费用 (RMB / KWHr 热 I)		0.208	0.282

4.6 案例 2b：在中国北京的楼房，利用 1-CENINCOM™ 作为紧急备用电源

该 CENINCOM™ 的这种运用包括一个单 CENINCOM™ 单元组，用于在一天中尖峰负荷段向电网供应最大电量。此外，在电网供电中断的情况下，它储备有足够多的热能可以发电 2,500 kWh 从而作为紧急电源提供给当地用户。

下面的图表描述出了该配置的主要组成部分。同案例 2a 的主要不同就是没有储存或输送低品质的热能给用户。主要的原动力是配置一个输出最大功率的兰金蒸汽引擎。

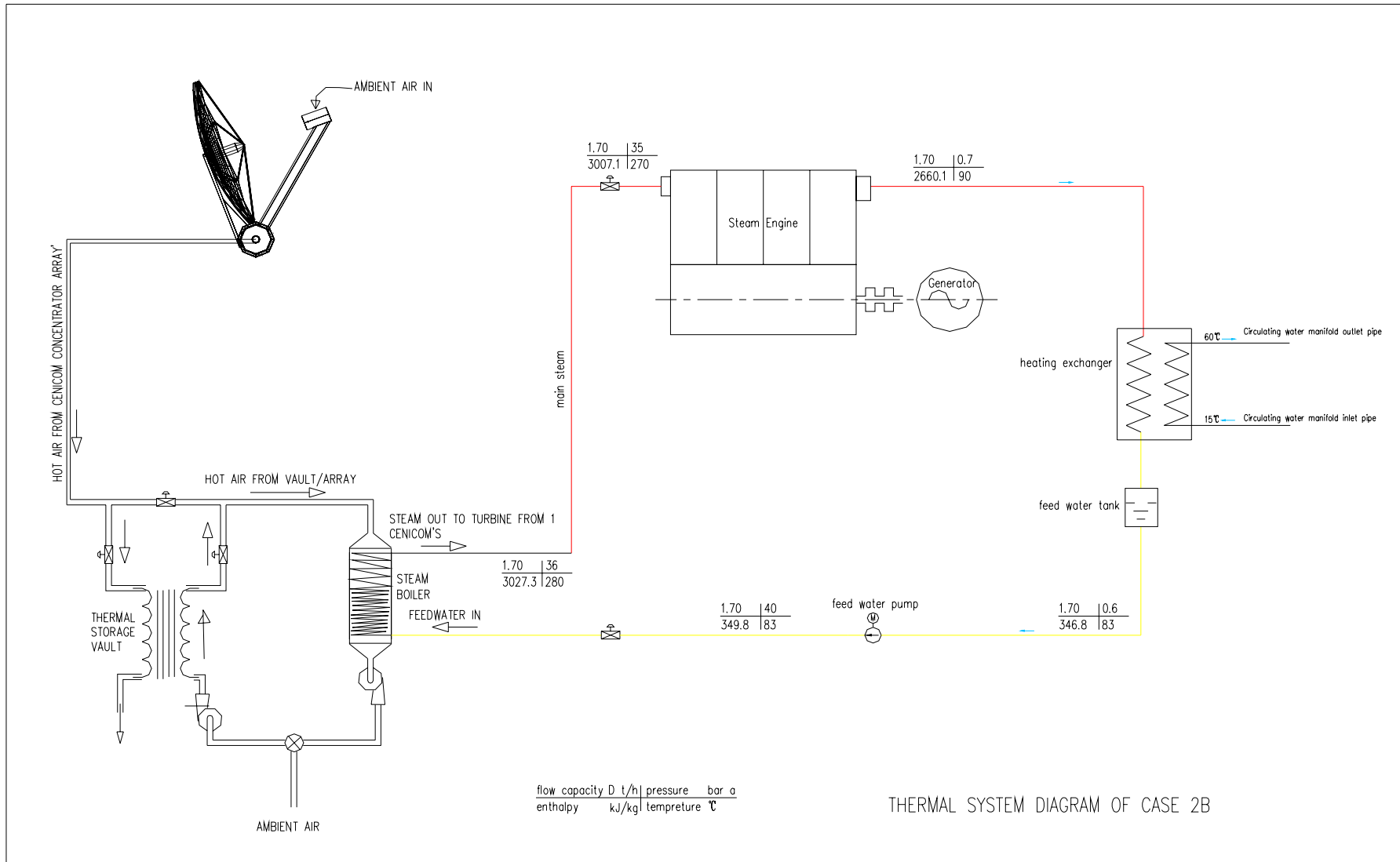


将一年中实际的太阳光直射数据进行一小时一小时的模拟计算，显示出每年输入电网的电量是 311,759 kWh。下表列出了该案例性能分析的结果。如果将紧急储备用在电网供电中断时，该热能储备可在阳光充足的两天后被充满。这不是唯一为贮存罐再充装能量的方法。利用夜间电网上的电能产生热空气为贮存罐充装能量是完全可行的。

项目	数值	单位
每年输入电网的电量	311,759	KWH*
储存能量 (可用的 24/7)	2,500	KWH
紧急情况下发送电	130	KW
供电时间	20	最小的小时数
贮存罐在紧急情况下作为备用能源后的恢复时间	2 个晴天	
一年中太阳能转化为电能总的效率	19.7%	

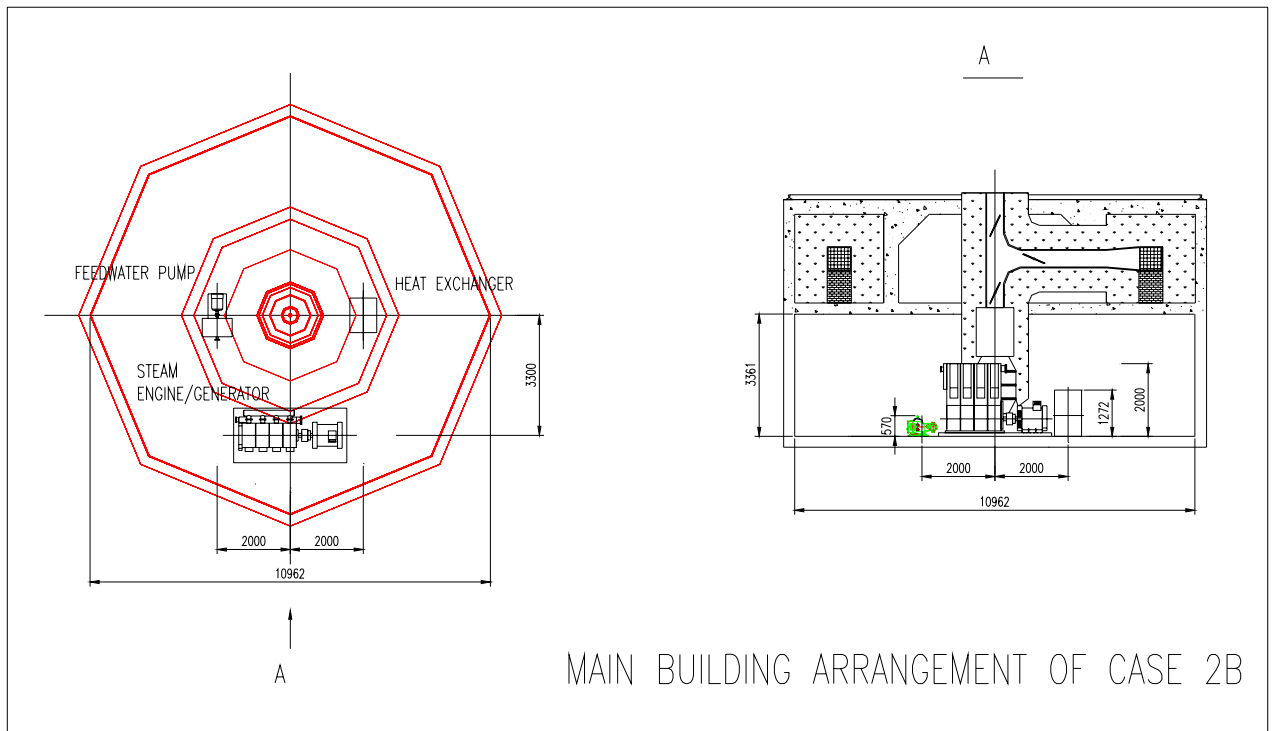
* 确切的每小时计量用的直接的阳光

下图示例了该种CENINCOM™的实际运用。它表示可在几个楼房的顶部安装了这种装置，用它来当后备电源，在电网断电时用来带动电梯、用于医院的紧急房间，用于食物的冰藏存储等等。



THERMAL SYSTEM DIAGRAM OF CASE 2B

将CENINCOM™发电装置作为调峰和电网断电时的紧急电源的北京楼房



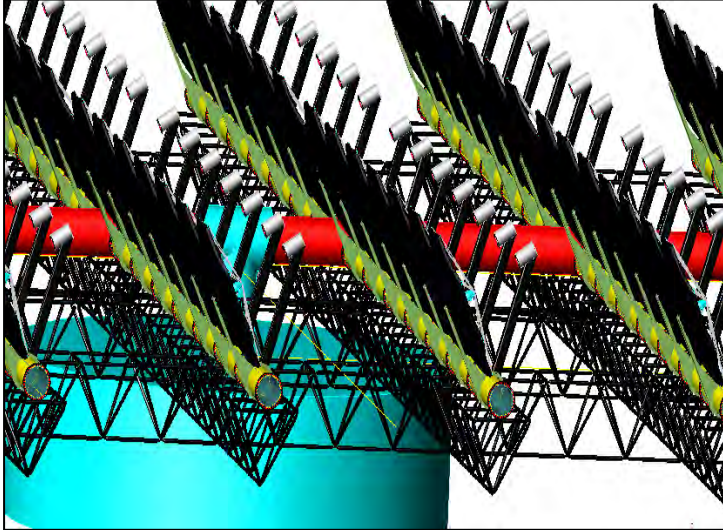
4.7 初步投资估算

单位：RMB

案例 1a 和案例 1b	1 簇		3 簇
	1a		1b
年电输出量 KWhr	13,380,000		40,146,000
CENINCOM™ 制造成本	65,884,122		197,652,366
15%的利润	11,626,610		34,879,830
CENINCOM™ 成本	77,510,732		232,532,196
蒸汽发电机和其它	58,510,000		58,510,000
总静态投资	136,020,732		291,042,196
单位成本 (RMB/kW)	22,670		48,506
总计划资金	139,510,000		298,390,000
电价(RMB/MWH)			
考虑西藏地区的因素	1,046		634
案例 2a 和案例 2b	3 台CENINCOM™		1 台CENINCOM™
	2a		2b
每年加热/制冷的输出(相当的 KWHrs 热能 = 0.289 冷能 = 0.384)	1,060,510		
每年电能输出 KWhr – 电能	708,240		314,259
CENINCOM™制造成本	5,623,542		1,874,514
15%的利润	992,390		330,797
CENINCOM™成本	6,615,932		2,205,311
蒸汽引擎发电机	1,000,000		1,000,000
其它	360,000		65,000
总的静态投资	7,975,932		3,270,311
单位投资(RMB/kW)	61,353		25,153
总计划资金	8,178,000		3,351,000
电价(RMB/MWH) (使用的热能单价 RMB/GJ)	(38)	(64.25)	/
没有所得税	853	706	934
减少了所得税	952	805	1,018
没有减税	1,250	1,109	1,306
注：案例 2a 和案例 2b 不包括针对太阳能电站的特殊贷款利率，CDM 和电价优惠			

5. 制造生产和典型的现场装配

5.1 制造设备



要求工厂能制造模具和将要被安装的部件，并且在现场安装。制作过程中一些部件必须是在大的车间里彼此独立的环境下制造出来的。为了满足这种环境要求，总的制造理念是将工厂车间分布在有雇用工人需要的地方。这种多重车间的方法强调尽可能快地制作出零部件然后运到成品库。这种将零件分散下去的方法可满足装配进度要求。

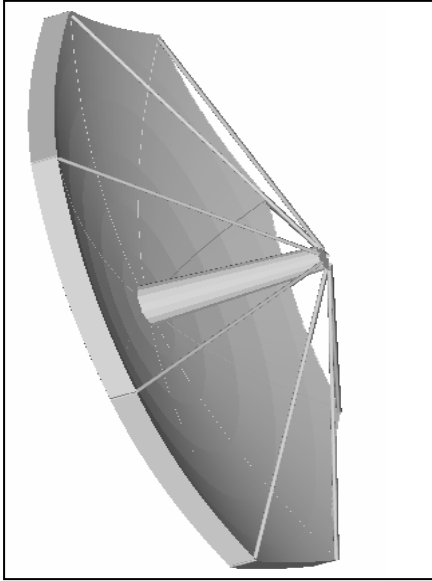
最初的工厂最少需要三个分开的、总面积为 4,890 m²的室内场地另加一个 5,000 m²室外预装配场地，用来测试部件、子系统和现场安装程序。之后，工厂通过直线性比例增加场地、工具和人员来扩大生产规模，且风险很小。

最初的案例研究显示，就劳动力、原材料、组成部件和设备来说在中国生产 CENINCOM™ 电厂是可行的。

最初的工厂被分为五个区域：

- 反射镜
- 能量转换器
- 空气传送部件
- 支撑结构件
- 塔式装置(由被认可的分包商在现场安装)

反射镜车间：反射车间由一个结构工作站组成，该站是在收尾工作站分离出来的区域内。反射镜的制造者将镜子的结构部分浇铸而成。重要的是，在反射镜子制造车间里面不允许其它任何活动进行，因而制造设施的组成原理中就包含三个分开的厂房。安全程序和用在生产诸如屋顶，电冰箱，汽车，轮船等的绝缘工业是一样的。这些活动可以在一个大的车间或者位于有充足劳动力地方的、很多小的分散的车间里完成。结构制造车间需要用于切割、钻孔和磨制标准的工具，压缩空气，以及相对便宜的专用工具和装置(衬底窗体，真空滤袋等)。需要一个最少 500 m²空间、可控制湿度的房子用作加工过程的储存室。



精密的反射镜片对CENINCOM™系统的运行是至关重要的，制作过程包括复杂的工序和衬底。这种工序没有在公众领域被公开，并且受商业保护。为了保护这种工序，每个雇工都将被培训并授予一个“需要知道”证书、且只到该雇工负责的部分。每个雇工被要求签订一个保密协议，不向外界透露任何保密信息。文件被严密保管并且个人必须签署一个收据承认财产的转让。这个程序和美国国防部处理秘密材料的方法很像。这种方法已经使我们的工艺过程保持完整未受侵害超过 25 年之久。

需要一个在清洁环境中的收尾工作站，用于反射片和结构底座配合来完成反射镜。该车间也可以在一个大的被分开的车间里或者是在小的分布式车间。收尾车间需要相对低成本金属片工具，诊断测量设备，压缩空气和真空

源。

典型的反射镜车间的设备如下：

- | | |
|-------|-------------|
| 铸造模具 | 修整工具 |
| 装配模型 | 精密剪切器, 7 英尺 |
| 空气压缩机 | 镜面诊断设备 |



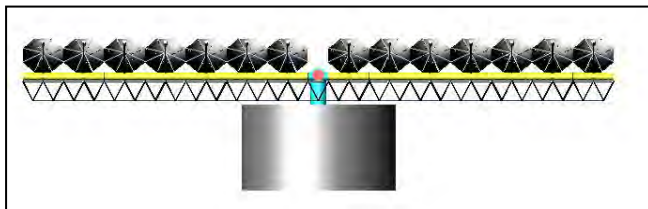
能量转换器车间：转换器车间由一个焊接制造工作站和一个装配工作站组成。这个焊接制造工作站将生产转换器的金属部分和支撑臂结构。这个活动将会是很大区域的一部分。它需要低成本的工作夹具和标准的金属制作和焊接设备。

装配车间将把陶瓷部分和金属部分和绝热层合为一体制造转换器模型和支撑臂结构。

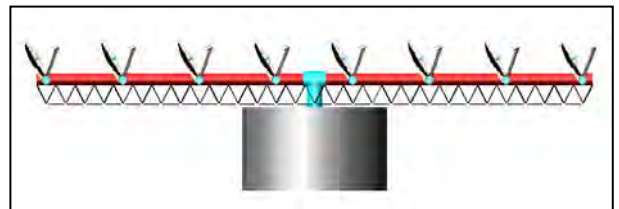
典型的转换器车间的设备如下：

- 电子控制焊接机 等离子电弧切割机
- 自动给料锯 双头钻孔装置
- 剪切机, 6 ft, 18 GA 六角车床, 12” x 20”

空气传送部件车间：空气传送部件车间由焊接工作站和一个装配工作站组成。焊接工作站将制造空气传送管线上带法兰连接的部分。它要求低成本的工作液夹具和标准的金属制作和焊接设备，以及过顶提升装置。



支线



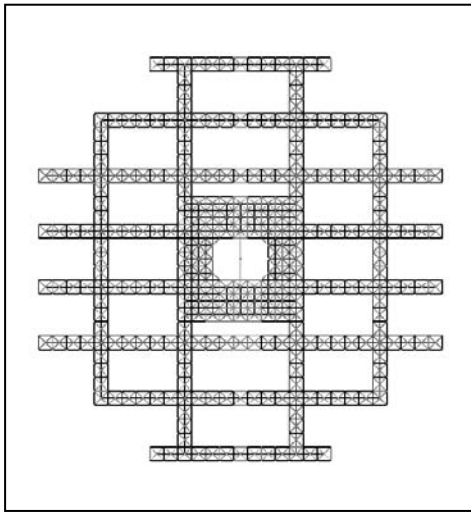
干线

装配车间将制造出完整的空气传送管线的干线和支线。

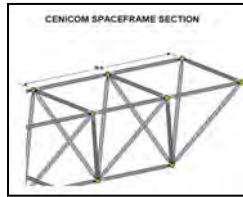
空气传送部件车间的典型设备如下：

- 过顶提升机 自动给料 MIG 焊接机 环形切割机
- 带式研磨器 自动给料锯 四头钻孔器
- 水平带锯, 36” 立式带锯, 24” 喷漆系统
- 合格的研磨机 水压挤压机, 50T 普通车床, 17” x 60”
- 冲床, 10T 剪切机, 10 ft, 10 GA

支撑结构件车间：支撑结构由焊接制造车间和一个装配工作车间组成。焊接制造车间会将生产出碟型支撑装配件，方位角的轨道和驱动小车，高度角的驱动连接臂和定子支撑结构。基本的支撑结构由在竞标中取胜的承包商制造。



装配车间制造出完整的碟式支撑塔，法兰，金属板，支撑管和在现场最后安装需要的方位角和高度角部件。



支撑结构件车间的典型设备如下：

TIG 焊接机	过顶提升机
自动给料切割锯	双头钻孔机
四角烙铁	立式带锯, 24”
电焊机	压弯成形机, 4 ft, 10 GA
滚轴, 4 ft, 18 GA	剪切机 6ft, 18 GA
磨机	空气压缩机, 15 Hp

5.2 主要设备列表

研究的结果确认了在中国的所有原材料和组成部分都可以用来制造CENINCOM™，有两种另外的设备有可能要在国外购买。这两种设备是克来顿蒸汽锅炉和小Spilling蒸汽引擎。我们相信经过更多的调查这两种设备也可能在中国找到。

项目	种类	数量		供应商信息
		CENICOM™	簇	
1	转换器送风机	88	3168	9.25 SCFM, 7 INCHES Water Column, Motor Power =14 Watts DC, Suitable for Variable Speed Control, Weather Protected
2	高度角齿轮马达	2	72	DC Drive , Output Speed = 1 Rev/Hour Max, 18,000 FT-LB Torque
4	方位角齿轮马达	24	864	1/2 HP DC, 500 FT-LB Torque, 10 RPM, 2,000 LB Overhang Load, Weather Protected
5	换向阀齿轮马达	3	108	1/8 HP DC, 10 RPM, 1 FT-LB Torque
6	贮存罐排风机	2	72	Centrifugal, 2,000 SCFM, 500 Watt DC Motor, 5 Inches Water Column Delta P
7	蒸汽发生器引风机	1	36	Centrifugal, 900 SCFM, 1KW DC Motor
8	蒸汽锅炉	1	36	CLAYTON INDUSTRIES, Model ECO-100 Waste Heat Boiler
9	汽轮机, 6000 kW	0	1	Selected by SWEPTI
10	汽轮发电机, 6000kW	3	0	SPILLING, Model not selected, Power 130KW Gen, 35 bar/g pressure, 435 C Temperature
11	吸热式制冷机350 KW	3	0	SHUANGLIANG, 2-Stage, Lithum Bromide, Hot Water Operated

5.3 CENICOM™制造厂的扩大风险

扩大CENICOM™制造厂伴随着一些小的风险，如下：

- 雇用并培训工厂工人。
- 寻找将部件运往电站现场进行安装的最终分段运输方法。
- 对所有工人进行持续不断的培训以保证质量。
- 附加的设备资本的可靠性。
- 找到营运资本的来源。

雇用和培训

这个过程和任务涉及生产集热器，热空气输送管线，和独特的CENICOM™贮存罐，以及需要更广泛的培训和监控来达到更容易和可靠地制造电厂。

运输

发电厂的组装部件都是体积很大的而且形状使它们不容易被包装和运输。安装电厂的特殊设备也要被运输到电厂的现场。有可能需要特殊的载运和特殊的运输装置。

持续不断的培训

CENINCOM™ 电厂是由精密的反射镜，特殊的热空气传输管道和相关的控制机构组装而成的。为了达到建立一个理想的电厂需要高质量的建造。这就需要有一个计划来培养员工的团体精神和能力从而达到预期目的。

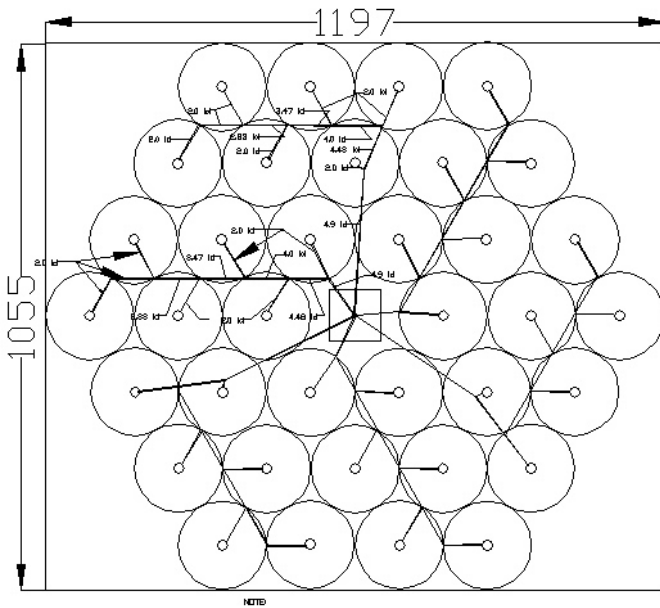
用于扩大制造工厂的股票

扩大制造工厂的生产能力意味着在每个工厂区域增加工作站的数量。特殊的工具必须被制造而且必须购买支撑设备。产量可以通过增加对现存工具的轮换利用来实现。这些工具曾经被三班轮换的被利用，这时附加的工具被用来增加产量。制造工厂的扩建费用可以通过股票，借贷或者两者皆有的方法来筹集。

运行资本来源的寻找

电厂的建设需要一个相当长的时间。将需要相当大数量的工作资本。工作资本将从前期付款，施工分期付款，建造贷款，一系列信誉贷款，厂商的贷款，保留的收入和股票中来。公司的模式表明所有的资金来源都需要电厂达到预期的营业额。一般来说，增大生产规模意味着扩大运营资本。

5.4 现场安装



占地面积：36个 CENINCOM™模块被聚集在一个六角型样式的范围里，从东到西为 1,055 英尺 (321.6 米)、从南到北为 1,197 英尺(364.9 米) 的位置，在居中为一个发电机房。关断阀后的六组蒸汽管线被连接到一根管线，然后进入一个进入中心设备房里汽轮发电机。

现场准备包括测量每个模块的位置，挖掘蒸汽管道沟渠，和建造中心设备房。最初的装配区域，包括工具和装置器是在正在安装的 6 组模块附近装配。这些装配过程在每 6 组模块装配时都要被移动。

在CENINCOM™簇电厂安装以后，占地面积的 93.15%、高度 7.34 米的区域可用作诸如住房，商店，制造和医疗等的用途。

5.4.1 地点要求

选址选择包括对地形和土壤状况的确定，以及地基处理。

1. 区域面积	91,362 M ²
2. 地形	地平线的西北方位
3. 土壤	地基
4. 地址	西藏拉萨

5.4.2 现场准备

分包商被保留对每个CENINCOM™塔，蒸汽管道的挖沟样式和中心发电机以及控制设施的调查。将对整个现场进行清理和挖掘、平整、并将废弃物运到废物丢弃区域。准备好正确的通道和运输停放区，包括好的路基平整和斜面坡度。挖掘出的沟槽用于安放蒸汽和给水管线，塔的稳定梁和系统电缆。中心房屋的板层将被搬空并被铺上混凝土地基。

任务	必需的行动
1.地质探测	由认证被的机构执行
2.清理和挖掘	清除土壤和植被，平整场地并且将废弃物运往废弃物堆放区域
3.簇的进入公路 (包括好的路基平整和斜面坡度)	(a) 准备可通行的表面 (b) 安装路基，用 3/4”的碎石且 18”深，包括承台。 (c) 安装 13”厚的路缘 (d) 安装 1 ½”厚的磨损层
4.运停车场 (包括好的路基平整和斜面坡度)	(a) 清理和挖掘 25000 SF (平方英尺) (b) 安装 9”深的基层 (c) 安装 3”厚的路缘 (d) 安装 1/1/2”厚的道路
5.蒸汽和给水管线和电沟	挖掘 36 个沟渠 x 541.5’长 x 3.0’深 x 1.5’宽
6. 中心的混凝土路面	挖掘 & 铺设混凝土路面 30’x 30’x 6”厚

5.4.3 构造和分段运输 (每一个CENINCOM™)

现场应构造一个高架的提升系统来起吊每个塔模块顶部集热器支撑结构。这个装置也用来将安装用的其它部件和组合件起吊至结构的顶部。移动式起重机将会沿着地表面从一个塔到另一个塔来完成起吊和装配过程。之后，便携式起吊设备可仍然留在现场或者被拆除并运往其它安装地方。

集热器支撑结构(空间构架)

项目描述	装配方法	安装
1. 空间构架	底层装配架和支架 装配在塔外部很近的地方	按计划好的顺序将空间构架起吊至塔上
2.方位角驱动装置	检查外形、配合和功能以及空间装配架和支架	为升降机立标杆，缚上空间构架至方位角转向器装配
3.高度角底座和高度角驱动装置	检查外形、配合和功能以及空间装配架和支架	为升降机立标杆，缚上高度角底座至高度角驱动装置
4.干线	检查外形、配合和功能以及空间装配架和支架	为升降机立标杆，安放 16 根断面 20 英尺的干线至空间构架
5. 支线旋转接头	检查外形、配合和功能以及空间装配架和支架	支线、主线安放立标杆，装配在定子/转子的旋转接头

集热器组

项目描述	装配方法	安装
1. 收集器的组成 (小于的碟盘装配)	检查 1 个装配的外形、配合、功能以及空间装配架及支架	为升降机立标，安放断面为 10' 的 88 根支管至空间构架
2. 碟盘装配	检查 1 个装配的外形、配合、功能以及空间装配架及支架	为升降机立标杆，安放 704 个碟盘至 88 根支管
3. 转换器和支撑臂	检查 1 个装配的外形、配合、功能以及空间装配架及支架	为升降机立标杆，连接 88 个转换器和支撑臂至 88 根支管

塔和贮存罐

项目描述	装配方法	安装
1. 地基	在现场用原材料的构造，包括钢筋混凝土，钢材、窗体和附件	(a) 挖掘& 回填 36 混凝土 38 英尺外径 x6.5' 厚 (b) 充满 243 立方码的钢筋混凝土和钢筋 150 lb/cy (c) 移走废弃物，灌注
2. 房屋围墙	在现场用原材料的构造，包括钢筋混凝土，钢材、窗体和附件	(a)形成并灌入增强混凝土壳层并在里面分割开

✚ 高架起重升降机

1.高架升降系统	用小型起重机在现场装配升降系统	<p>(a). 在前六个塔将要安装的附近开始装配升降机</p> <p>(b) 在塔顶的框架安装区域进行空间提升移动</p> <p>(c)吊起空间构架，在塔顶上方移动升降机将其放入在安装位置</p>
----------	-----------------	--

5.5 进度时间表

案例研究考虑了制造、测试、包装、运输和现场安装整个系统的工程设计和制造设计全过程。下面用数据在图表中说明进度表。

案例研究描述了CENICOM™簇示范系统是如何应用到特定项目中。一个簇由 36 个 CENICOM™的模块组成，聚集在一个 91.362 平方米的六边形区域内，中间是发电控制系统。将对整个现场进行清理和挖掘、平整、并将废弃物运到废物丢弃区域。准备好正确的通道和运输停放区，包括好的路基平整和斜面坡度。挖掘出的沟槽用于安放蒸汽和给水管，塔的稳定梁和系统电缆。

将测量确定每个 CENICOM™ 塔、蒸汽管线沟、中央发电和控制设备的位置。将开挖塔基础和厂房基础，并用混凝土铺设。

需要临时的现场施工装配场，用于堆放原材料、部件、装配和设备。该观念是工厂装配最大化和现场安装最小化。但是某些大质量的部件需要在现场用原材料构造，这些原材料诸如混凝土、钢材、窗体、加工和固定工具。例如，CENICOM™塔需要 60 立方码的混凝土，贮存罐中心有 245 立方英尺、重 84,451 磅，以及 3,240 立方英尺、35,590 磅的保温绝热。

其他一些现场装配的主要部件：

- 集热器支撑结构
- 主干线（16 区）
- 支线（88 区）
- 碟盘装配（88 面反射镜）
- 簇的蒸汽管线（6,240 英尺，1,902 米）
- 中央设备房
- 系统基础（电缆，传感器，控制器）

空间框架是构架支撑机构，用于支撑CENICOM™集热器和空气传输线。装配方法是在安装塔顶 15,281 磅的塔顶设备之前，在塔附近的地水准平面起吊固定设备。在现场需要

一个 300 吨.米的塔吊来将完成的空间构架运往每个塔顶。

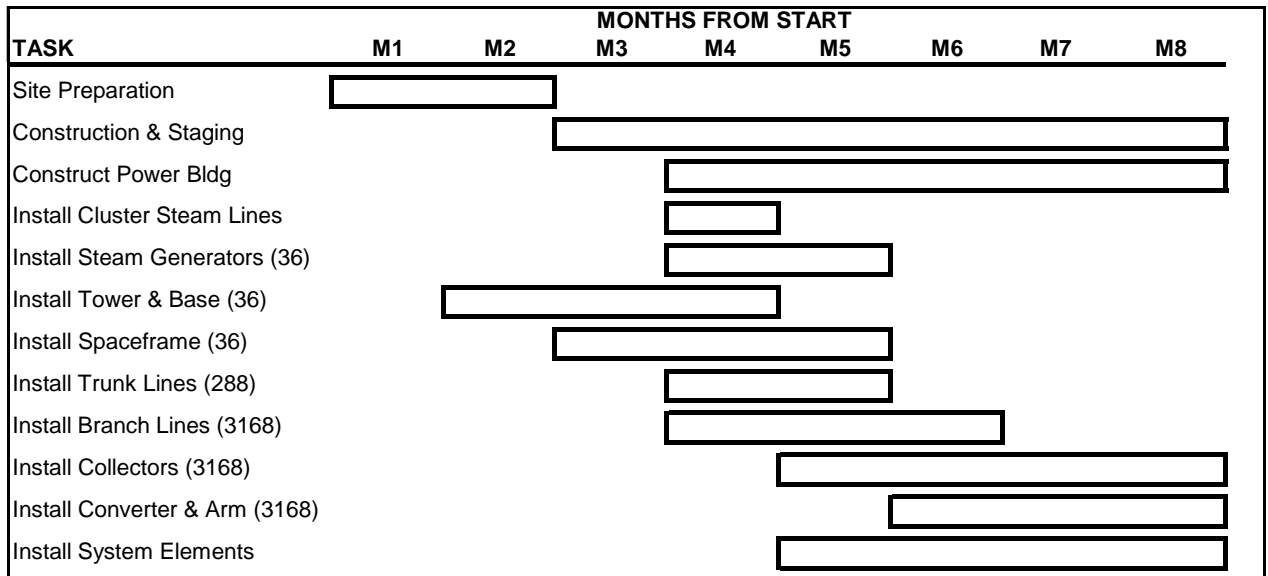
在起吊空间框架前，将 24 个方位角驱动小车安装在构架底部特定的节点上。随着空间框架在塔顶的位置的确定，随着空间框架的就位，这些驱动小车也就位于埋设在塔顶的方位角轨道。

一旦空间构架被安全地安装在塔上，16 根空气输送主管被提升并连接在一起，起点为贮存罐的旋转节点，然后从中心向两侧外延伸。88 根空截面 20 英尺气输送支管道被提升并连接在一起，起点为主管线，然后向每一排外延伸。

在支管被安装后，将转换器和支撑臂与每一个支管相连接。必须注意确定转换器排与高度角编号一致。

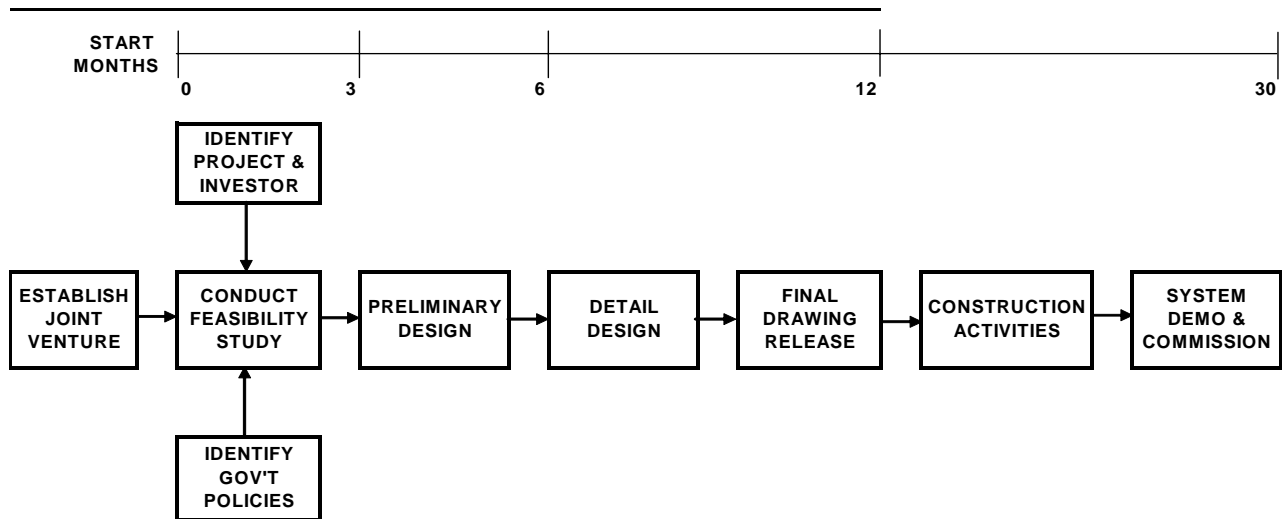
接下来，将 88 个碟盘起吊并连接就位于在每个支管。

在CENICOM™模块、发电机和控制装置之间的蒸汽管道和给水管道可以早在现场准备完成后就进行安装。



6. 执行计划

CENINCOM™ 现在正在寻找经过验证的中国制造厂家作为投资者/投资合伙人来制造 CENINCOM™ 系统的部件，例如，反射镜，太阳光—热空气转换器，热空气传送管道和贮存罐部件。主要的如锅炉、发电机等标准部件将在中国国内购买。一旦这个新的公司确定，该制造合资厂将寻找项目投资合作伙伴以及电力工程公司，并帮助准备工程可行性研究，提供主要技术设计资源，并帮助获得政府批文，以便在太阳能丰富的地区间建造 CENINCOM™ 电厂。在拉萨的这个示范项目是工程合资的一个例子。



拉萨工程预期大约 30 个月，如上图表所示。

附录 A——经验和文件的档案

1. 经验和文件的档案

摘要摘自于一些已正式发表报告，会议录，建议和研究工程的参考书录，这些书通过 OMNIUM-G 提供了真实的历史性实际执行经验。同样也包含了几乎 20 多个覆盖全世界的各种体系，其中一些显示在历史照片廊中。

公司领导者从 1973~1982 在世界范围内设计、生产、运输、安装了单一聚焦系统。自 1973 年国家石油禁运以来，他们已经直接参与有关太阳能理论在蝶形卫星盘上聚焦的应用。在 1973 年，公司因那年的一个对国家最有影响的产品而获得了声望很高的 IR-100 奖项。我们比喻说太阳能收集器是美国能源部门 (DOE) 在科罗拉多州的第一个户外测试设备。在 1978 年 5 月，它提供了卡特总统奉献于太阳能研究协会 (SERI) (现在国家再利用能源实验室-NREL) 并建立了第一个国家太阳日伟大背景的照片。在 1979 年为了商业评估，O&M 经验和成本资料的获得，第一个商用、聚焦碟形盘系统在 JPL 实验室进行 PDTS 测试。文件的存档包含在下列文中。

在以后的几年中，在太阳能转化为热能的过程以最经济且能实际执行的方向不断的改善。单个聚焦系统被提供给综合大学以便提高他们的研究学习，提供给发展中国家和其他国家以便评估郊区利用率和村庄能源体系，最后提供给象太阳能研究协会和加利福尼亚理工学院这样的研究机构。进行了面向市场私营部门的一次尝试。

这些在高能转化过程中的先驱研究和发展项目以及在世界范围内的 8 个国家的许多郊区和城市特定位置导致了 CENICOM 过程。为了整个地区最有效的能源转化甚至是在美国市区工学设计和统计性能计算被完善。

CENICOM™ 过程起源于 30 多年前谈论的收集太阳能来更方便的储存和转化太阳能为热能以便在需要时转化为电能输送。

2. OG 抛物面碟盘

贝弗里奇，布赖恩“抛面聚焦器设计和概念”。Pasadena, CA: 喷气推进实验室; JPL400-98;1980年12月。

“在 JPL 的由美国能源部 (DOE) 主办的太阳能热力系统工程在开发具有经济性，能为热力和电力应用软件所应用的标准太阳能系统模式时接受了私营企业的帮助。

12-13 页: OMNIUM-G 碟盘在经历系统标准测试时的照片，并有集中器中心凹面，支柱结构，机械装置，控制系统，接受器和热力传送的实际运行描述。



Dish under evaluation at JPL test site

HTC 跟踪集中器

Zelinger, S. H. 1980 年。“OMNIUM-G 的 HTC-25 在集中器的分布”。第一个关于分布式接收系统计划评论的半年度会议。会议在德克萨斯州的 Lubbock 于 1980 年的 1 月 22-24 号举行。JPL 出版物 80-10。

23-24 页：“----- 这些碟盘的功率测验和评价在 JPL 的沙漠测试地点进行并显示在表格 7 中。早期的碟盘硬件的评价已经在这个地点进行了。一个直径 6 米的碟盘模块从阿纳海姆的 OMNIUM-G 进行了商业上的购买，自 1979 年早期以来，CA 公司已经在测试地点进行评估-----”

53-57 页：“---- 文章特别论述了 OMNIUM-G 模型 HTC-25 追踪集中器最初的问题和后来的解决方案。这些解决方案保了不断的成功减少集中器的成本费用以便延伸到更大的领域进行应用，可能现在认识到这些方案的经济性和高度可靠性---”



Omniium-G



Callorimeter



Flux Mapper

OG 集中器的测试结果

Patzold, J. D. 于 1980 年。“OMNIUM-G 集中器测试结果”。第一个关于分布式接收系统计划评论的半年度会议。会议在德克萨斯州的 Lubbock 于 1980 年的 1 月 22-24 号举行。JPL 出版物 80-10。

125-131 页：“---- OMNIUM-G 公司对一种制造的商用太阳能聚焦器进行了性能赋值---”。

OG-7500 生产成本分析

(1) Fortgang, H. R. 1980 年。“系统 7500 花费”。第一个关于分布式接收系统计划评论的半年度会议。会议在德克萨斯州的 Lubbock 于 1980 年的 1 月 22-24 号举行。JPL 出版物 80-10。

139-144 页 “----一个完整的 OMNIUM-G 系统 7500 被用来分析每年 25 至 10000 范围内的年产值。

部件和组件受到严格的审查以便确定最佳制造过程和确定是对原料与小件物品的制造或购买。在人力和原料花费大量减少时产量增加，分析系统的重新设计可以导致更少的成本而年产量增加接近 100000/年----”

(2) Blake, C A. 1980 年。“OMNIUM-G 系统 7500 在年产量里的成本分析”。太阳的热能系统工程所做的汇报 1980 年 5 月。Pasadena, CA 公司：喷气推进实验室；DOE/JPL 5105-23。

太阳热能技术

(1) 太阳热力能量系统。“年度技术性发展情况报告 FY 1980”；戈尔登：太阳能研究协会 DOE/CS/1012-2。

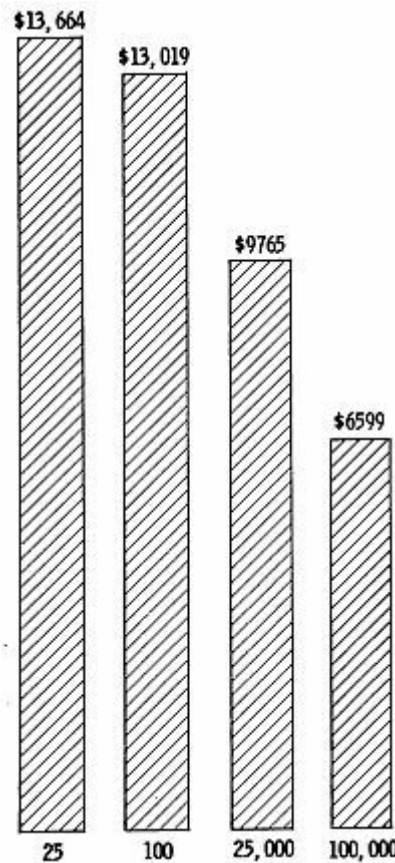
20 页：“---- 1 个至 10 个人的载人工作室太阳能系统的成本研究，包括对碟盘，槽体，聚焦器的组件，球体和中心接收器的研究完成了，得出的数据在表格 I-17 中给出。相似的研究是 SERI 和 Battelle Pacific Northwest 实验室共同完成的。虽然一些系统数据的顺序位置有些不同，但得出的结论是非常相似的。JPL 的研究从整体上总结了聚焦系统并详细地总结了碟盘系统，得到最低的转化能量成本 ----”

“OMNIUM-G 模式[3]的热力能量输出测试结果在表 I-18 给出”。

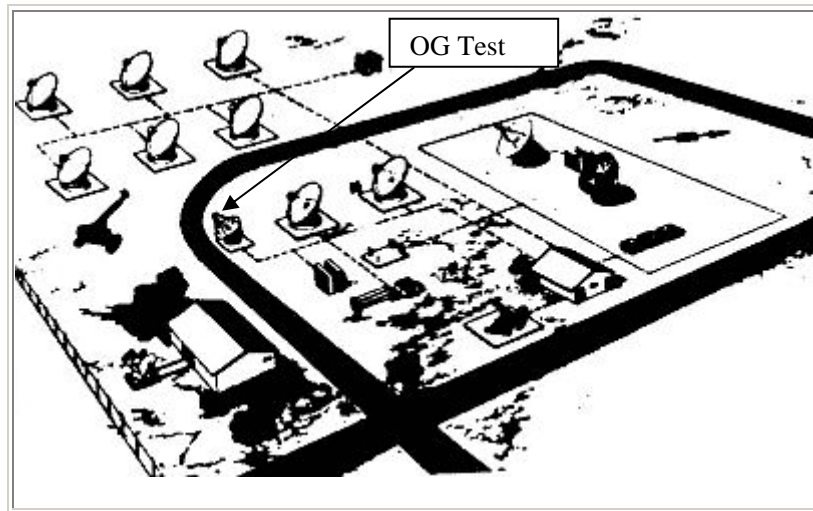
21 页：“----在 OMNIUM-G 模式上大量的 24 小时测试是为了收集运行和维修数据。热力性能通过把 OMNIUM-G 直径 20.3 厘米的缝隙转换器（接收机）作为一个冷水热量计进行估价”。

22 页：“----太阳能聚焦测试试验地点（PDTs）在加利福尼亚莫哈韦沙漠的爱德华兹试验基地建立来进行对聚焦系统和为 DOE 的相关硬件测试”。

“站点占约 600 英亩爱德华兹试验基地的 10 英亩（表 I-19 表示了 OMNIUM-G 的直径 6 米的抛面碟盘）”。



质量与成本



JPL test site at Edwards AFB

32 页：“----南方新英国电话公司花费 100,000 美元在 Bethany，CT 建造了一个抛物面碟盘系统来提供能量和作为一个小型的空间转换器而从 DOE 中获益 44,000 美元”。“-----电话公司与阿纳海姆的 CA 的 OMNIUM-G 为碟盘模式签订合同-----”。“-----安装早在 FY 1980 就完成了，随后用来系统付帐和人员培训”。

103 页：“-----在 SERI 的高级组分研究设备机构的目的是提供可行试验发展高级构件与聚焦太阳



New Haven, CT Installation

能集中器的关系“。“-----在最近的 FY 1979 和连续的 FY 1980 中，两个 6 米直径的碟盘（从 OMNIUM-G 公司商业购买的）被改造来进行灵敏度测试串联来提供倩文跳到过的性能测试。朝北的碟盘被改造为一个可获得冷却剂流速，压力以及温度来测试在各种条件下运行的接收器的高温热力测试回路。朝南的盘子被转换了光学测试设备伴随几项测试技术包括实际时间流量表，光学连接技术（反射反映方法）以及冷水热量计的发展。这些设备（包括 OMNIUM-G 碟盘），在表格 4-10 中，从流量表的出的结论在表 4-11 中”。



(2) Jaffe, L. D. 1982。 “太阳能热力动能的碟盘为的热膨胀：状态和技术发展”。由太阳热力能量系统工程报道，1982 年 1 月。Pasadena, CA：喷气推进研究所；JPL 出版物 81-43。

8 页：“----表 1（第 8 页）是一些当今美国的碟盘聚集器的主要特性的概念；聚集器在表 1 至表 27（14 页至 40）”。注意：OMNIUM-G 是第一个碟盘聚集器被评估，并在表 1，第 14 叶。

10-12 页：太阳能集中器的光学原料。“----金属薄条有易被双倍弯曲的可成行性的优点，被磨光的铝条，一般地作阳极端的表面磨光，用来做碟盘集中器（表 1 OMNIUM-G 集中器）。” “-----光学元件自身能被以各种方法维持。镜子也许被放到连续的金属结构背面，隔热隔音玻璃，聚合物材料的加固物（表 1 OMNIUM-G 集中器），或木材”。“太阳能集中器碟盘大多数通常使用（“az-el”）方位角-高度装备（表 1 OMNIUM-G 集中器”。

14 页：OMNIUM-G 集中器完全运行时的性能评估照片在 JPL 测试地点

(3) 太阳热力技术。“年度技术进展项目报告 FY1981；卷册 1；执行摘要”。Pasadena, CA:太阳能研究机构 DOE/JPL-1060-53。

5 页：“---- 重大进步发生在抛面碟盘的两个主要领域在 FY81。第一个抛面碟盘太阳能的设备接近完成；设备的成功进行会为潜在的工业用户提供一个模式。

(4) 太阳热力技术。“年度技术进展项目报告 FY1981；卷册 1；执行摘要”。Pasadena, CA:太阳能研究机构 DOE/JPL-1060-53。

3-11 页：“-----（7）OMNIUM-G 集中器的完全通测示意图。测试 OMNIUM-G 了使用 TBC-1 的蒸汽发动机。布置排列好新的集中器碟瓣。

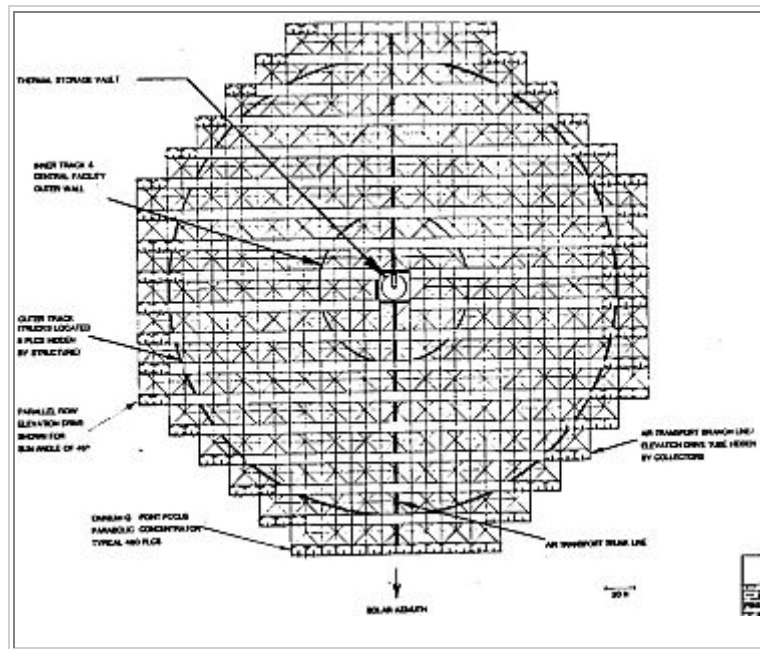


OG-7500 Concentrator
at Jet Propulsion
Laboratory (JPL),
Edwards AFB

41-49 页: III 部分集中器性能和成本, 51-54 页: IV 部分技术发展
57 页: VI 部分 摘要

Chemehuevi Solar Electric Facility

为 CERT 由能量转化协会, Proposal May 1986, San Diego, CA.提供的 30 单位的载人工作室太阳能设备。



Top view of standard 1 MWe power module

ABSTRACT: 为位于印度部落Lake Havasu,提供的 30 兆瓦特的太阳能设备建筑。这个工程发展作为工程CENICOM™ 提供, CENICOM™ 工程使用了抛面碟盘技术和唯一的装配和控制大量丛生的集中器的方法。结果是发电厂转化和有效利用土地以及比其他可得

到的能转化为太阳能的形式电生产花费高。为了实现目标，集中器丛被提供了一个一般的结构，在这种情况下，结构内似于许多轮胎和木片防在一侧而被旋转作为一个跟随太阳的单元件。

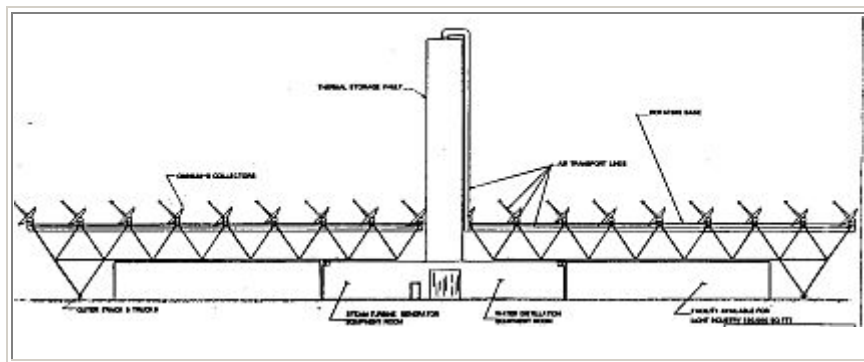
因此，CENINCOM™ 已经提出一个目标倘若这个技术相对传统来源可作为一个主要可供选择的能源。当执行这个新的中性能源概念时，比起其他的现在可用的全部太阳装置将会产生超过所有的改变和工作机会。安装费比刚开始时少，但是考虑到设备的几次蒸汽进入---从共同产生到创造有用空间---真正的成本明显减少。

太阳热力共同产生设备

1 单位的载人工作室和更高的太阳电子设备的安装在事先挑选的地方美国西南部进行。由能量转化协会提出，1986 年 8 月，San Diego, CA.

ABSTRACT: 太阳能抛面集中器经过科学家，工程师，众多协会小组成员的努力已经发展更精致的状态。经过多年的发展，长期的测试，评估，经验已经证明了设备的可行性，实际可造性以及与其他能源源泉的经济竞争性。它是一个潜力巨大的市场完善的能源。

因此，能量转化协会和它的被证实的工程伙伴阿纳海姆的CENINCOM™ 已经提出一个目标倘若这个技术相对传统来源可作为一个主要可供选择的能源。



Standard 1 MWe power module used in clusters to provide 30 MWe power to the grid.

先进的太阳能共同产生系统

标准的 1 单位载人工作室的太阳能电子设备在 Borego Springs, CA.。“先进的太阳能共同产生系统” 由能量转化协会提出，1986 年 3 月，San Diego, CA.

ABSTRACT: 系统设计是考虑到一种“标准设备”，很好的适合在全世界使用。它被设计来实现几个功能。它将产生 1000 千瓦的电能，淡化地下水和为各种农业，商业或家居使用的提供余热。设备所有的产品都被完全利用；即使是从水净化剩下的相当少的残渣都将会被作为化肥的原料卖掉。

这个设备就好象是集中器的太阳热力技术，一个充分证实了的基于普通热力学，机械学，电子和物质工程学定律的过程。

非洲乡村发展项目

为发展中国家民族的标准的 1 单位载人工作室能量束。“非洲乡村太阳能装置发展项目”。由能量转化协会提出，1986 年 9 月，San Diego, CA.

ABSTRACT: 利用证实过的抛面碟盘集中器设备接成 1 兆或更高的排列，在离地下水源最近的区域，本地居民可能净化和散布大量的水来进行农业，家畜或者生活用水储存。电能和浪费的热量同样也是可以直接用来打泵，照明，加热，制冷或者其他一些乡村或地区开发所需要的基本功能。

这个系统是有标准模式的，根据需要是可以扩大的。设备能量的输出可能是转换成不同模式的产品，如条件指令。在这些能量从中可能发展其他的设备和工程。整体目标，这个行动最有可能的结果是实际本地自我满足与水源，食品产品，营养和经济发展。

3. 实际执行经验

完成和突破

通过 30 年，经过连续的改进进入了最低成本和太阳热力过程的实际执行情况。从科学实验到全部形成利益和财富和社会福利分享的观念它是一个很长且沉闷的路程。

使用周期考虑事项

30 年使用寿命

很好的把铝覆盖玻璃集中器

建筑技术

简化照明设计的分量和镜子设计的耐用性

常规的框架原料和制作方法

制造过程

标准商业工具，原料，人员

精确和细致的已协调的“培训”方法

安全

涉及到在建筑物里的环境，人员和动物的安全性

<p>执行和利用——没有环境危险</p> <p>可维护性</p> <p>环境保护部分要求仅是预防性</p> <p>维护和清洗以便确保长的使用年限</p> <p>可靠性</p> <p>险恶的气候抵抗力和耐用的常规能源</p> <p>具有局部移动最小限制的构件</p> <p>遭受</p> <p>创新技术来保护潜在的高风速和风中夹带颗粒的破坏</p> <p>成本/效率</p> <p>客观的增大能源有效利用的最大值</p>

安装

产品是为可以空运和海运经过任何地方，海中或者空中运输而设计的。在任何世界范围内的目的地，产品在一地点被重新组合在一起然后被人员用工具和其重设备安装。安装步骤是：

描述	客户	合同	日期
化学制品储存系统	U.of Houston, Houston, TX	HOU-8-4837-S	1977.12
温室给水泵	El Marj, Libya	PO-9552	1978.1
激光 & 卫星能量系统	U.of Washington, Seattle, WA	None Assigned	1978.5
卡特总统贡献	SERI, Golden, CO	AB-8-0914-1	1978.5
工业过程的评估	SERI, Golden, CO	AB-8-0914-1	1978.5
处理余热的评估	JPL, Edwards AFB, CA	KH-692900	1978.9
郊区利用率的评估	U.of Queensland, Brisbane, A	174051	1978.11
美国民主党设备	Tangallie, Sri Lanka	78/11597	1978.12

乡村能量系统的评估	Hyderabad, India	4671-01	1978.12
热机的发展	Martin-Marietta, Marietta, GA	727709	1979.2
渔岛的评估	Kaeya Island, Korea	796001	1979.5
电话开关的按件 能量/热力	New Haven, CT	None assigned	1979.6
火箭引擎喷嘴的评估	RPL, Edwards AFB, CA	FO470079c0095	1979.9
雇员食具箱能量	FIAT, Brindisi, Italy	300.004/8	1979.11
大门泵	TexasTech Univ, Lubbock, TX	TTU-0-1684-H	1979.11
冲洗泵	TexasTech Univ, Lubbock, TX	TTU-0-1684-H	1979.11
小能量系统的评估	JPL, Edwards AFB, CA	955845	1980.8
住宅供热单元	Monument, CO	Retail sale	1980.9
住宅区供热单元	Clementon, NJ	Retail Sale	1980.10
工业过程热量评估	Anaheim, CA	None assigned	1980.12
铋萨饼烤箱单元	Elgin, IL	Retail sale	1981.2
化学制品公司过程	C.Itoh, Kawasaki, Japan	56-1001	1981.5

工程

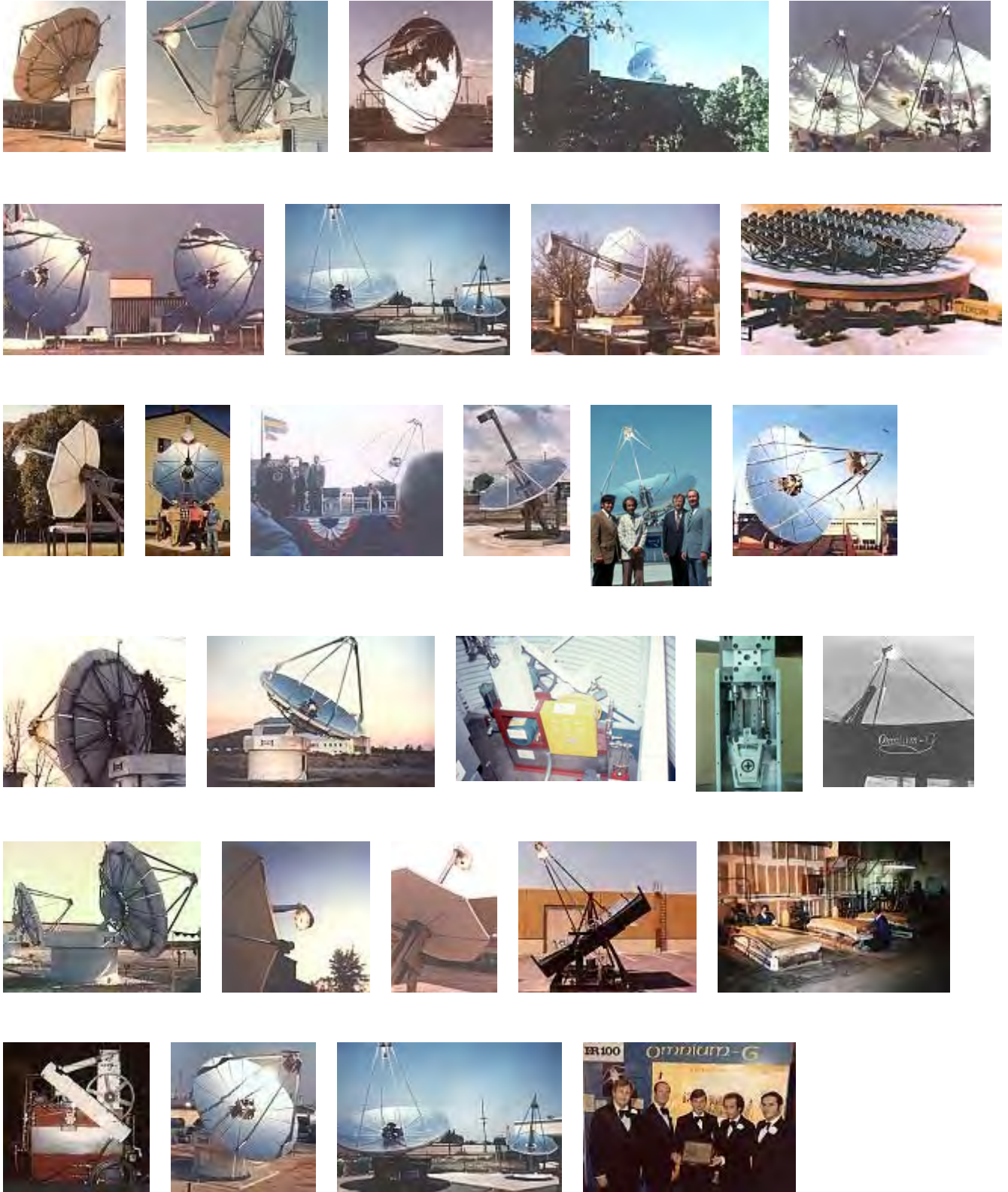
根据那些提议，安装和计划，许多运行和维护现场数据已经被有证明文件：

非洲乡村发展	CAE, San Diego, CA
太阳热力增强了石油恢复	EXXON, Pittsburgh, PA
抛面碟盘太阳热能共同产生	CAE, San Diego, CA
太阳能热力设备, 30 mWe	Chemehuevi Indian Reserve
太阳能热力设备	Borrego Springs, CA
焊接制造过程	Litton, Anaheim, CA

炸土豆片过程

Laura Scuddar, Anaheim, CA

4. 历史照片廊



附录 B

CENINCOM™ 簇的生产成本的敏感性分析

所用的方法是将生产制造CENINCOM™簇的 8 个主要部分的劳动成本和原料成本分开并绘制曲线图表方法来分析。

在 2004 年 NASA 指南里“学习曲线，有时涉及到改进的曲线或者程序功能，都是基于一个概念，即随着单元产品总量的增加，生产每个额外单元的费用将减少。当涉及到个体或组织的性能时就要采用学习曲线图表。如果这个分析包括了一个组织的所有构成，那么就被认为是一种进步特性或进步曲线。”

“学习曲线的概念主要是用来不间断的生产和装配作业，具有很高的反复性和劳动强度。学习曲线的主要的前提是，通过确定预先数量资源的百分数，每次产品数量翻倍，而需要的资源（原料和/或劳动成本）减少。这个百分比涉及到曲线坡度。简单规定，如果曲线坡度是 90% 并且花了 100 小时去生产第一件单位个体，然后，将花 90 小时去生产第二件。因为数量加倍了（从 1 到 2）资源需求减少了从 100 到 90（ $100 \times 90\%$ ）。学习曲线的两种类型是单位曲线和累计平均曲线。这两个方法的主要不同正如其名称，累计平均曲线是为整个曲线计算了平均单位价值达到一个设置点，而单位曲线为一个特殊数量点进行计算单位价值。

手动劳动力占高的比例。

不间断的生产。

综合项目的生产。

没有主要技术改变并且连续的紧迫的改善。

CENINCOM™ 的产品包含了上面所有条列。因此，学习曲线是被用于将来CENINCOM™簇的工程投资计算。单位曲线图表方法，也被称为Crawford方法，被用于该研究。

8 个任务的分配是：

CENINCOM™ 集热器

空气输送

贮存罐

蒸汽的产生

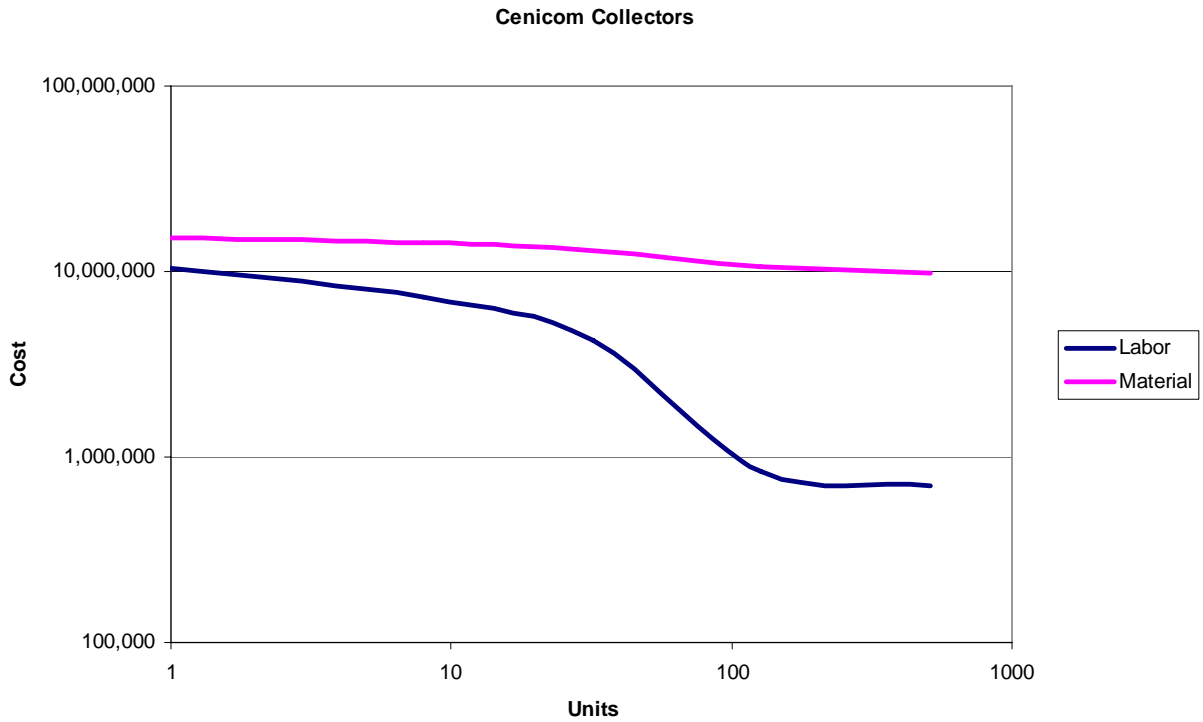
集热器的支持构件

塔 & 地基

系统部件

现场装配

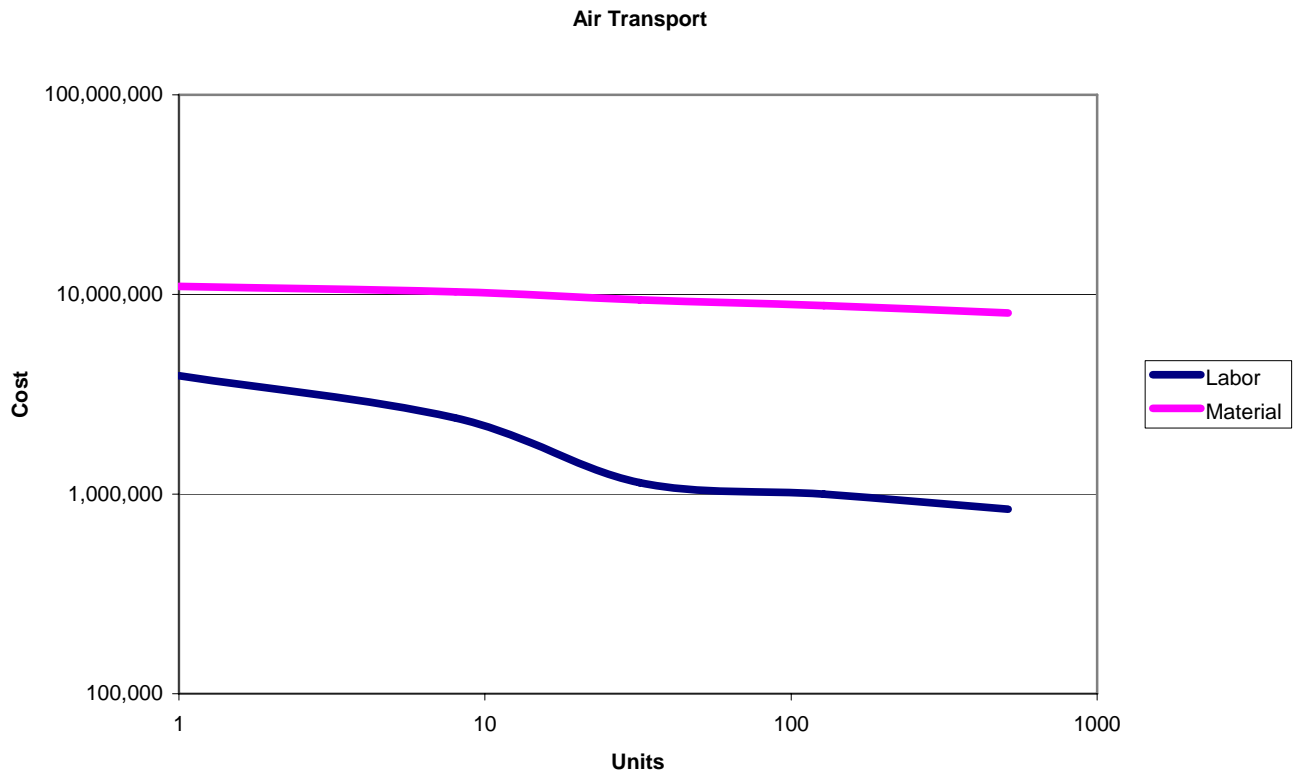
CENINCOM™ 集热器



反射镜生产将有一个适度的原料学习曲线。这可通过在铝镜表面处理过程中垂直综合而得到改进。这个曲线不能被预见，因此综合而言原料曲线斜面在开始增大时是非常保守的 98%。在自动化进入后它占到 98%。当连续生产时，曲线定于 99%。这是对最高产量组件的原料成本的非常保守估计。

制造镜面必须的劳动力，在镜面支持结构的生产改进介入前将有一个 89% 的学习曲线斜坡，在自动操作改进后是 99%。在曲线中有坡度在自动化介绍期间 78% 的学习率的结果。

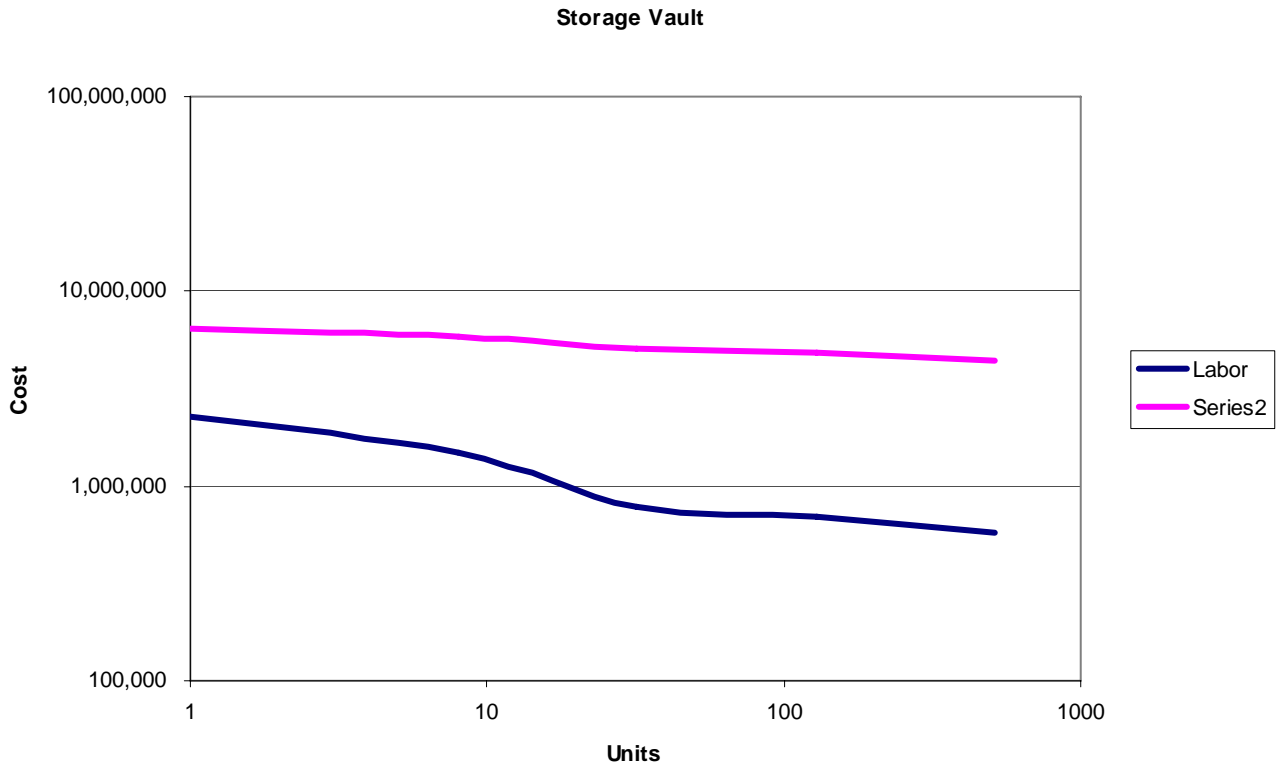
空气输送



空气输送管线路有两个分支，即高度角调节轴和输送热空气至贮存罐的主干线。空气输送管是陶制的并且保温以限制热损失。管线的外壳是大直径的钢管。估计在建造初期原料成本将沿着 98% 的曲线，在更高的等级将恒定于 99% 的曲线。陶制管道和相关装置是定制的，因此原料成本是一条非常浅的曲线。

外壳的生产和管线部件的装配是劳动密集型的。它一开始就在 85% 曲线以外，当新的装配工的培训少了整个学习效率，就减少到 98% 曲线。

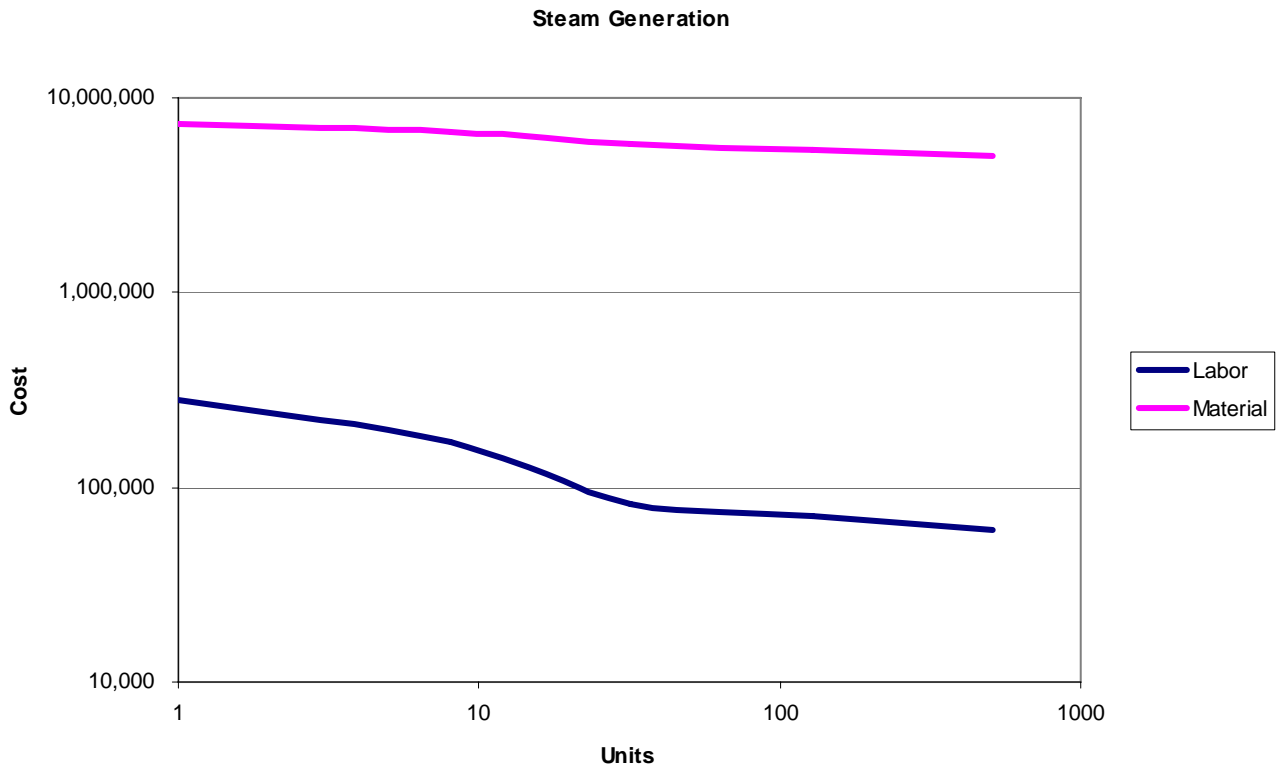
贮存罐



贮存罐是一个高度隔热的空腔，里面包含了用于热量储存的固体惰性材料。材料被运输到现场并安放进系统塔。这些材料是散装材料。材料成本学习曲线开始在 97%，大批量生产时定于 99%。

劳动学习曲线开始因相对量少而定于 87%，然后当越来越多的安装员工被培训后改变到 98%。

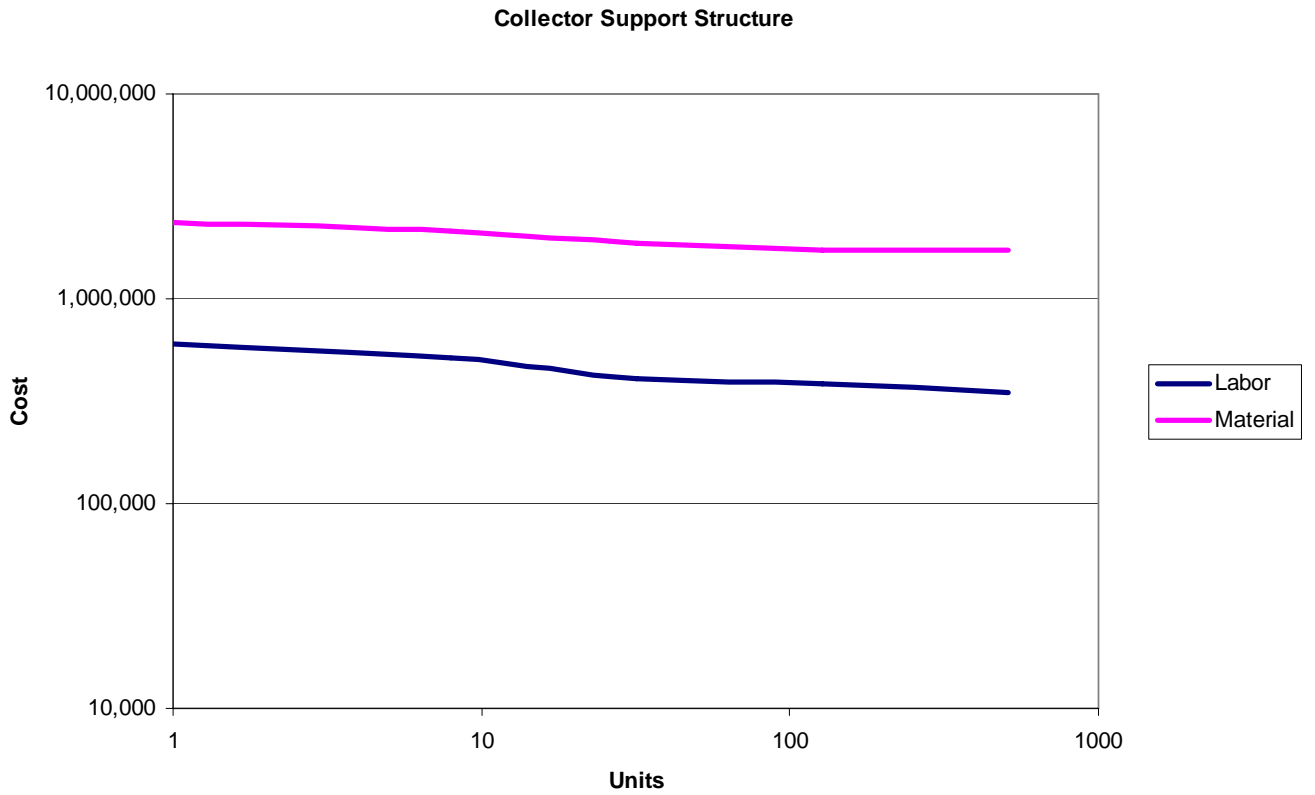
蒸汽的生成



蒸汽产生系统包括一个商业锅炉、给水系统和蒸汽目管。来自贮存罐的热空气直接进入锅炉的燃烧室。材料学习开始于 97%，因锅炉和购买其他设备而定于 99%。

劳动学习曲线因早期安装开始于 85%，然后当允许在工厂预制铅管品后趋平于 98%。

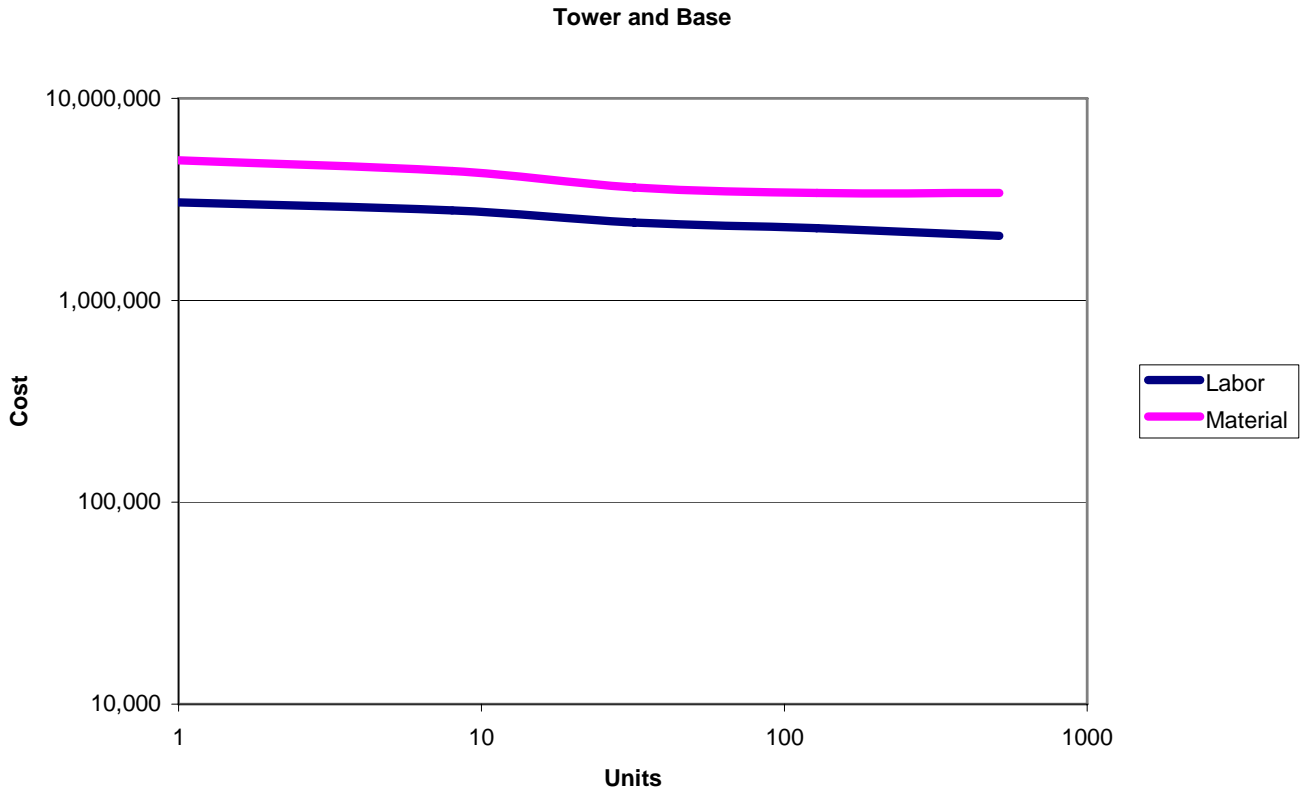
集热器的支架结构



集热器的支架结构或“空间构架”将以适当的产量进行生产。材料的学习曲线开始于 97%，因大量的生产而增加到 100%，这是由于因为大量生产而有其他客户。

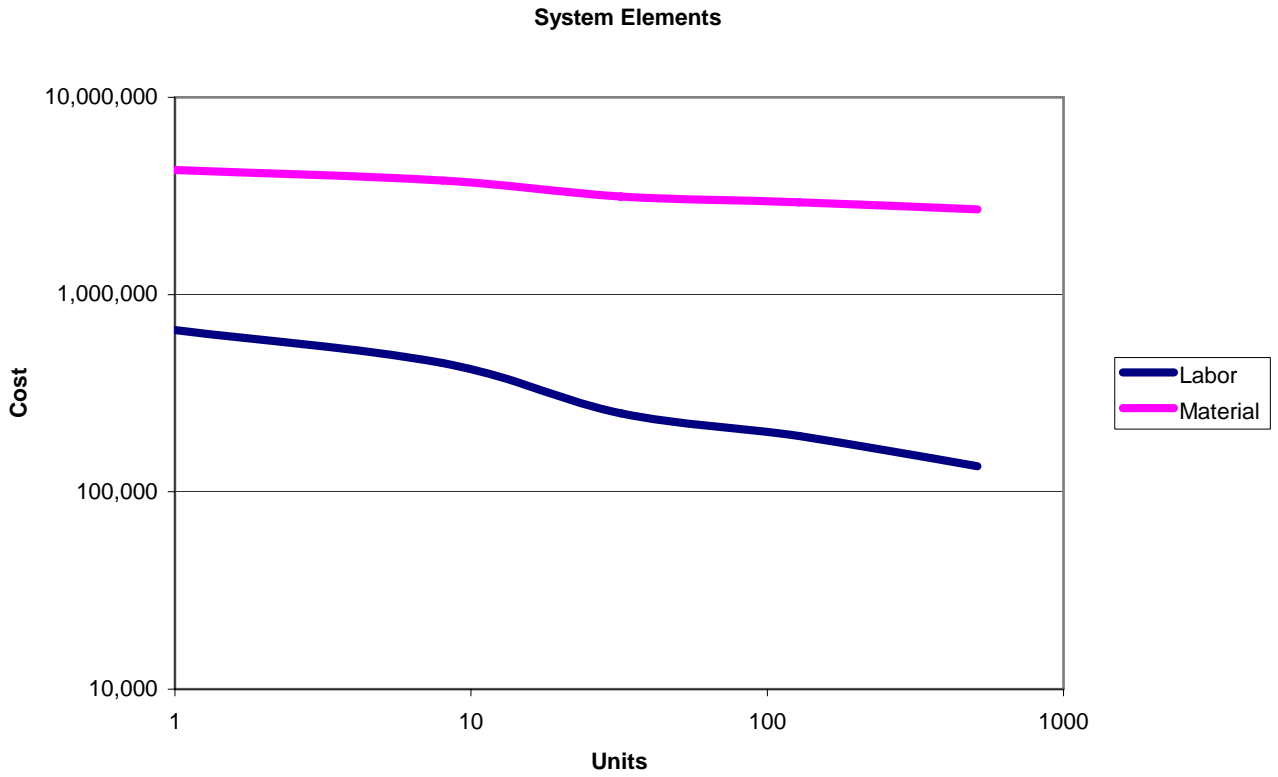
劳动学习曲线也是非常浅，开始在 95% 然后定于 99%。因空间构架供应商有构架的组装经验，故没有大的改善空间。

塔和地基



塔是钢筋混凝土的。因为混凝土结构是成熟的，故没有材料或劳动力的的多的改善空间。材料学习曲线开始于 97%定于 100%。这个意思是在材料成本随额外量没有减少。因是有经验的工人做这种结构，故劳动学习曲线也是浅的。学习曲线开始于 97%定于 99%。

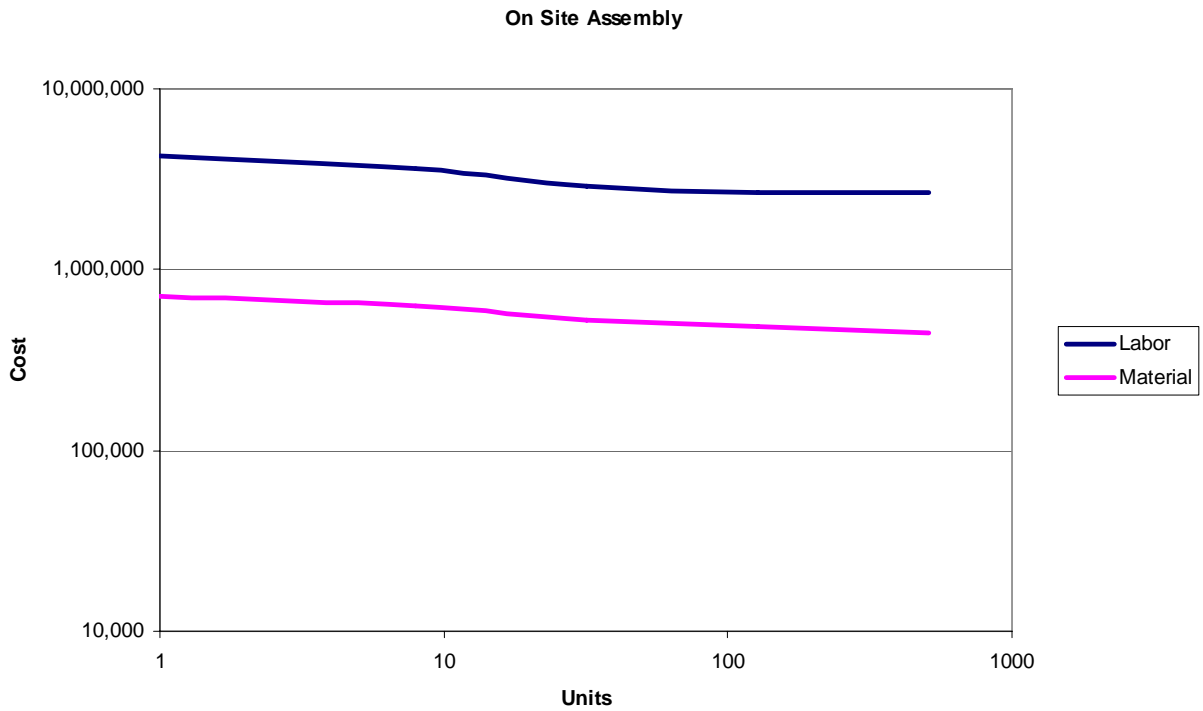
系统部件



系统部件是传感器、伺服系统控制、监控电脑、配线以及管理软件的安装。这些组件的材料学习曲线始于 96%，定于 99%。所用部件是大批量生产的标准部件，因此，材料学习曲线将是适度的。

由于使用工厂配线和其他预制件，劳动学习曲线开始于 88%，定于 96%。

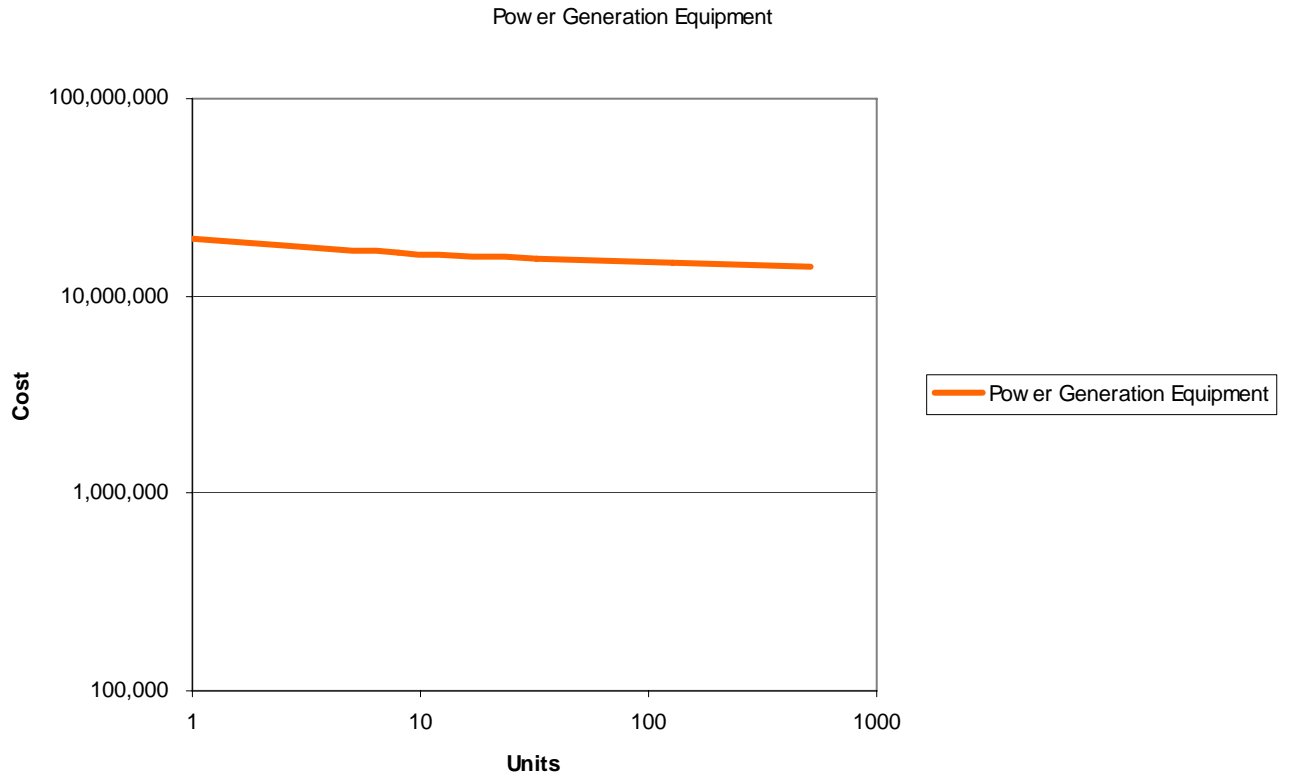
现场装配



现场装配包含了在塔中确定位置放置支持结构，起吊镜面和空气输送管线配件就位，所有部件的配线，以及完成所有的给水和蒸汽管道。这个过程所必须的材料是购买的部件、标准配线以及道制品。材料曲线起于 95%，定于 99%。

劳动曲线是十分浅的。由于是雇佣大量当地劳动力进行安装，故不太可能出陡的曲线。安装管理可照搬一些学习经验。曲线起于 95%，定于 99%。

发电



发电配套设备有引擎，发电机，冷凝器，给水泵，净水设备。这些设备的费用的减少主要取决于安装的更大的系统。当系统容量增大，则分配给单个CENINCOM™簇的数量将减少，这是因为大系统的每兆瓦花费更低。这导致曲线始于 94.6%，定于 99.5%。

学习百分比通常是通过通过对相似产品的实际成本数据进行统计分析来确定的。不足之处可使用以下的指南，来自“成本分析的参考手册”由 Rodney Stewart 编写：

75% 人工装配/25% 加工 = 80% 学习

50%人工装配/50%加工= 85%

25%人工装配/75%加工= 90%

或

航空宇宙 85%

造船 80-85%

用于新方法的复杂机械工具 75-85%

反复的电子制造业 90-95%

原材料 93-96%

采购件 85-88%

以上的指南是在一开始时挑选出的学习系数。尽管如此，由于实际上我们预期产品曲线具有极端的上升坡度，学习因素的使用比以上指南说的要保守的多。

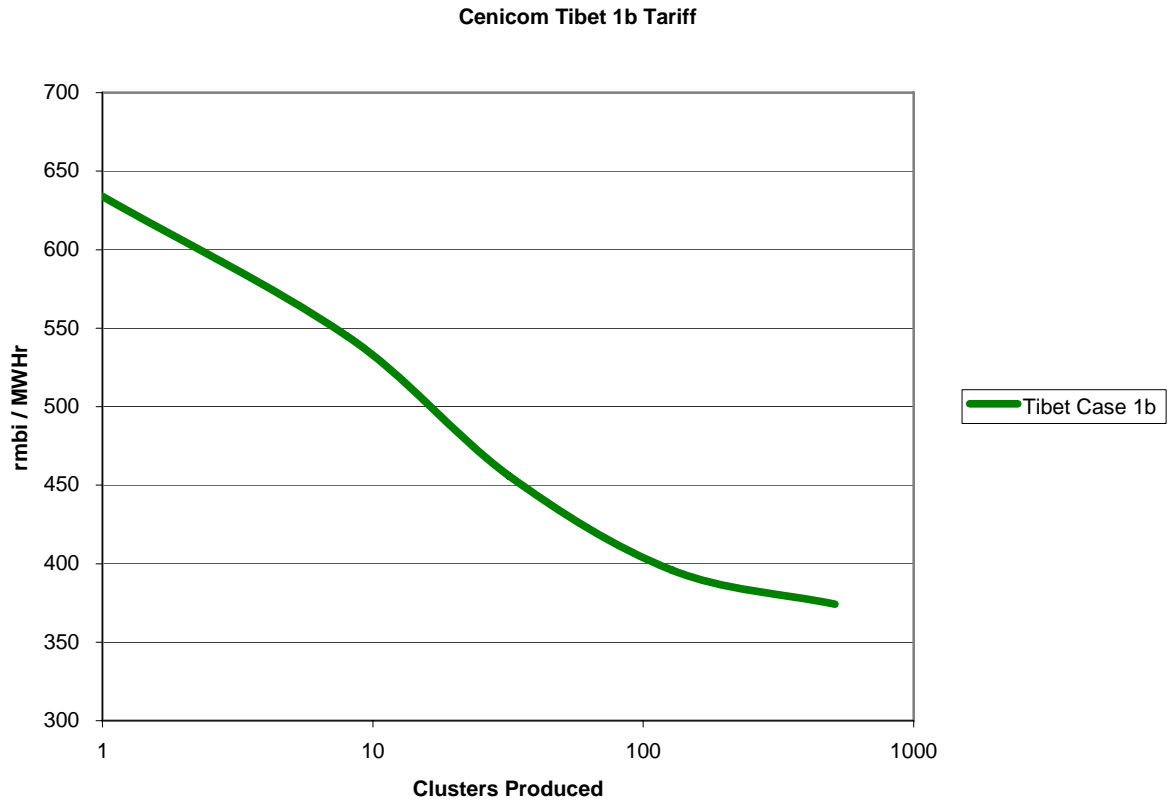
产量调整

现在我们认为拉萨的阳光比我们在案例中的要好。案例中是用亚利桑那州的代替。它并不是最高等级区。在文献中拉萨被列入只比撒哈拉沙漠低的第二等级。该提法曾报道于2005年6月15号的中国南方早报上的由北京的黄卡瑞写的“北京开始预防能量短缺”一文。

这即意味拉萨的阳光几乎是世界上最好的。我们使用 Daggett CA 的剖面来产生接近近似我们期望的输出。意思是单个簇的年输出将从 11,113,333 千瓦时/年增加到 13,380,000 千瓦时/年。电价计算与年输出成反比。

电价形式	Flagstaff 数据	Daggett 数据
西藏案例 1a	1257RMBI/MWHr	1046 RMBI/MWHr
西藏案例 1b	762RMBI/MWHr	634 RMBI /MWHr

正式计算的电价实际上与设备成本成线性关系。从学习曲线研究中用 Daggett 的数据作为西藏案例 1b 电价和工程造价的起点，工程的未来电价如下曲线所示：



新的CENICOM™ 太阳能电站的电价将指向减少的西藏案例 1b曲线。该曲线给出最初的系统，电价为 634RMBI / MWhr，第 32 台安装将会有 456RMBI /MWhr的电价。