

太阳能利用论文集

一卷

B. A. 巴烏姆 主編

科学出版社

清华大学图书馆

图书分类号

太阳能利用论文集

—— 卷

编 刘 国 强 主编



清华大学出版社

5822

5/7724

269249

太阳能利用论文集

— 卷

B. A. 巴烏姆 主編

金 华 王 竹 王震华 譯

科 学 出 版 社

1960

В. А. БАУМ
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ
СБОРНИК 1
АН СССР 1957

內 容 簡 介

本論文集由苏联科学院动力研究所日光技术實驗室編輯的，論文共二十篇。主要介紹苏联关于利用太阳能所进行的一些工作，以及其他国家經过实验所得出的有关太阳能利用可能性的結論。内容包括利用太阳能的方法、設計和改进現有各种用途的太阳能利用器以及拟制太阳能利用器的計算方法等等。

本书对于研究太阳能的科学工作者以及工程技术人員，具有极为重要的参考价值和指导意义。

太 阳 能 利 用 论 文 集 (一 卷)

В. А. 巴烏姆 主編
金 华 等 譯

*

科 学 出 版 社 出 版 (北京朝陽門大街 117 号)

北京市书刊出版业营业許可證出字第 061 号

中国科学院印刷厂印刷 新华书店总經售

*

1960 年 2 月第 一 版	书号：2087 字数：244,000
1960 年 2 月第一次印刷	开本：850×1168 1/32
(京) 0001—5,000	印张：8 5/16 插圖：19

定价：1.90 元

为中譯本写的序言

現在已經知道有許多种太阳能利用器能够滿足地球上某些地区的农村居民对于許多常用能的需要。

太阳能利用器可用来进行水的加热、煮沸和蒸餾,煮燒食物,干燥水果和蔬菜。特别是若能以工业方法大量生产太阳能利用器时尤为經濟合算。

在少燃料和无其他能源的地区,太阳能利用器可改善当地居民的生活条件。这些由学者們創造出来的太阳能利用器应轉給优秀的設計师,让他们与生产人員一起把現有的一些模型制造成为最簡單及使用方便,和价格便宜的各种太阳能利用器。

由于半导体材料在物理方面和技术方面的成就,因此可以期待,在不久的将来就能經濟合算的使用太阳能轉为电能的設備,解决小型用戶供电的任务。这里,在学者、工程师和生产人員面前还有一个重大的工作,那就是首先須找到适宜普遍推广且能实际可行的設備。

使用工业太阳能利用器是否适宜的問題,它取决于許多条件。首先是:1)太阳能利用器在一年間的可能运行小时数;2)太阳能利用器的单位生产能力;3)造价和使用消耗。前二种指标基本上取决于:1)太阳气候——一年的太阳輻射能收获量和日光照射的时續,以及2)太阳能利用器的效率。造价和使用消耗則視材料价格和劳动力而定。

《中华人民共和国許多地区的日光照射时續和太阳輻射能总数,与苏联太阳光最強烈地区相似。因此,我們认为利用太阳輻射能是适宜的(請參閱附图所示的日光照射年小时数图)。

欲知各种太阳能利用器的效率,可根据实验或根据目前具有相当实践精确度的計算。因此在每一种具体情况下,可以根据一

个与使用其他能源的适宜性計算时所得近似的精确度，确定使用太阳能是否适宜的問題。

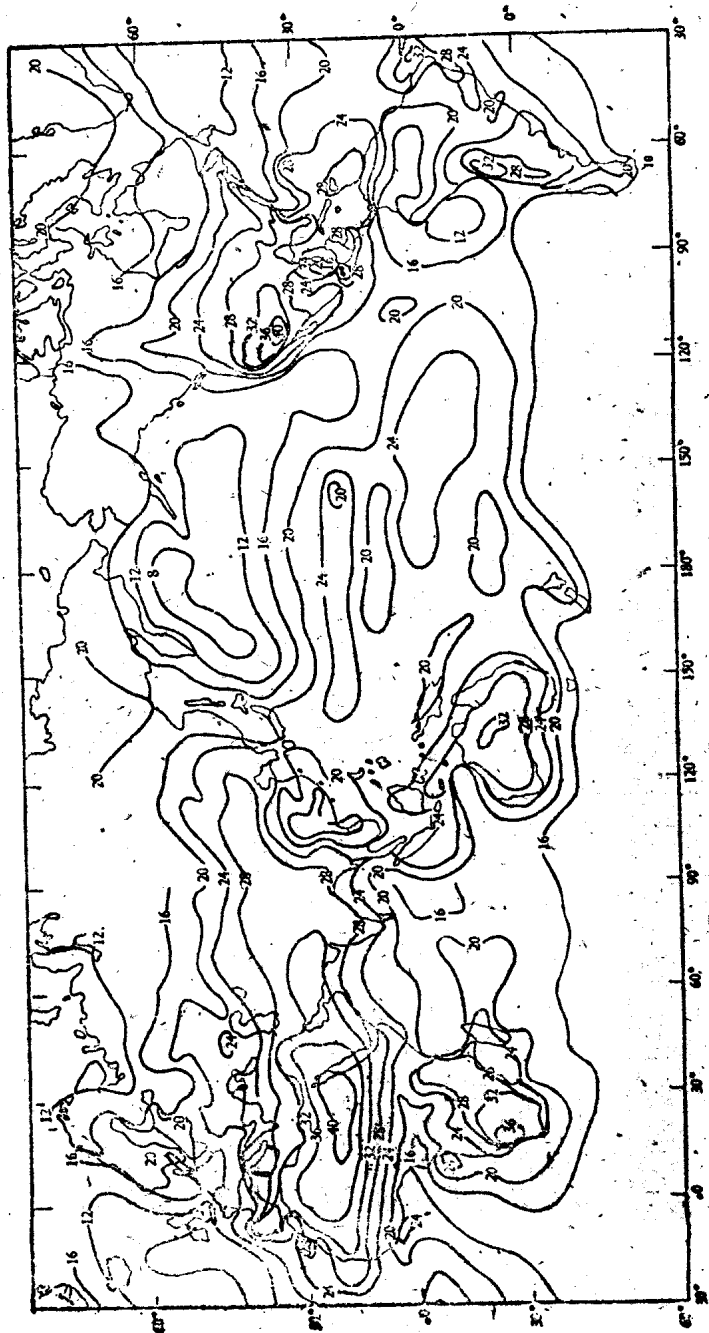
本論文集基本上是在 1955 年由苏联科学院动力研究所日光技术实验室的全体人員編著的。本书旨在向讀者介紹我們实验室所进行的一些工作、太阳能利用的一般概念以及经过我国和国外实验所得出的有关太阳能利用可能性的結論。

最近三、四年来，許多国家对太阳能利用問題进行了許多新的工作。可是还未获得任何原則上新的結論，以致要求我們大量修改本书所述的一般概念、以及利用各种方法可能性和解决問題途径的結論。本书所述的有关某些太阳能利用器的实验結果、构造和改进途径介紹，以及計算方法等資料現在仍有意义。因此，尽管本书存在着若干缺点，但它对太阳能利用問題感到兴趣的我們的中国同志仍然是有用的。全体作者高兴的知道了本书譯成中文的消息。我們对本书的个别論文进行了某些补充和修改。

B. A. 巴烏姆

(金華譯)

附 图



原 著 序 言

近年来,太阳能利用問題已引起許多国家日益注意。为了进行这方面的科学研究工作,拨出了大量資金和組織了許多专门实验室。现在有許多不同科学和技术部門的专家正在从事此項工作,并經常在科学研究和学术机关組織的学术性會議上討論这些研究工作的結果。太阳能利用的理論和实践問題的論文和論文集开始出現了。

太阳能直接利用的科学研究工作,在苏联自 1926 年起已开始有系統的进行。研究太阳的調查記錄与創造和实验太阳热水器、蒸馏器、水果干燥器、制取高温装置以及其他太阳能利用器等。后来又开始研究利用光电元件将太阳能轉为电能,以及开展了热电元件的研究工作。

几年来,苏联科学院 Г. М. 克尔捷柴諾符斯基动力研究所的日光实验室,对太阳輻射能利用問題进行了系列研究。这些研究工作是遵循下列几个方向进行的: 1. 研究不同地区的太阳輻射能,以便說明在国民經济中綜合利用太阳能的可能性; 2. 拟制利用太阳能的方法; 3. 設計新的和改进現有各种用途的太阳能利用器; 4. 拟制太阳能利用器的計算方法; 5. 实验确定太阳能利用器的运行技术指标和技术-經济指标。

日光实验室所进行的研究指出,太阳能利用不仅是将来的重要問題之一,而且在苏联某些地区現已适宜作某种用途使用。改善太阳輻射能的利用方法和降低太阳能利用器制造成本的途径,就是改进太阳能利用器的結構和成批生产各种型式的太阳能利用器,这样就能提高居民福利、节省大量燃料。

制取蒸汽用于不要求有准确蒸汽供应曲綫表的某些工艺过程、生活和生产用水的加热及煮沸、煮沸食物、水的蒸馏、制冰、夏

季室内制造冷气、冬天室内取暖、利用太阳炉制取高温——所有这些，已由动力研究所的日光实验室在实验装置上进行过实际试验。经过几次研究，使我们明确了某些太阳能利用器的理想运行条件，其技术和技术-经济特性，查明了缺点，并拟定了改进方法。可是研究结果只有少数人知道，因为我们很少发表这些著作。

本论文集第一次企图蒐集有关此问题的现有资料，向读者介绍整个问题情况，发展日光技术的可能途径和前景。本论文集介绍了某些太阳能利用器，其研究结果、经济见解或经济估价。

B. A. 巴乌姆所写的论文“利用太阳能的可能性”，向读者介绍实际利用太阳能的情况及其可能的发展前景。

И. Н. 耶洛斯拉符采夫的论文“论塔什干各个时间天空和太阳辐射能总热量的波动和这些辐射能量的分布”，B. Б. 凡依培尔克的“利用接收器吸收圆筒抛物面和抛物面镜的反射辐射能时的收集系数”和“太阳辐射能接受器的光谱特性”，B. A. 卡尔夫等人的“太阳能利用器反射表面研究”和 B. A. 卡尔夫的论文“活动式太阳能利用器的转动机械”分析了与任何一种具体太阳能利用器或太阳能利用系统有关的某些一般性的问题。

P. P. 阿巴里西等所写的论文“大功率太阳能利用器”提供了制造合算的大功率太阳热站的研究结果。叙述动力研究所日光实验室设计的热站系统，在锅炉表面上的可能热压、建筑结构和机械的计算结果以及期待的经济特性。

在 Г. И. 玛尔柯夫的“日光装置的钢筋砼抛物面镜反射器的制造工艺特性，及其一些运行指标”，B. K. 高兹洛夫等写的“太阳蒸汽锅炉的热工研究”和 П. M. 白尔特利克的“太阳制冷机的实验”的论文中，介绍了镜面直径为 10 米的抛物面太阳能利用器（此装置于 1947 年建造在塔什干苏联科学院动力研究所的实验场）的制造和安装。确定了钢筋砼抛物面镜反射器的主要技术特性，叙述了这装置的蒸汽锅炉的实验方法和实验结果，介绍了吸收式制冷机及其实验结果（此制冷机系利用此抛物面太阳能利用器所生产的蒸汽能而运行的）。

Д. М. 舍哥列夫的“太阳能室内取暖”和 П. М. 白尔特利克的“太阳能蒸馏器的实验和计算”的两篇论文，叙述了利用太阳能进行室内取暖和蒸馏矿物水的可能性。

Р. Р. 阿巴里西的论文“制取高温的实验装置”介绍了直径为 2.05 米，镜面铸造准确的抛物面型太阳能利用器的结构，并列有计算不同形状聚光器焦点面上热压分布的理论公式和实验数据。

在 В. А. 卡尔夫等所写的“生产能力为 40 升开水/小时的圆筒抛物面太阳能利用器”和“小型太阳能炊事器”论文中，载有这些太阳能利用器的说明、计算和实验结果。

В. В. 毕都霍夫所写的“太阳热水器的计算方法”，Г. И. 玛尔柯夫和 Н. Б. 雷梗特两人合写的“太阳热水器的实验”和 Г. И. 玛尔柯夫的“由日光接受器玻璃窗扇而引起的太阳直接辐射能的阴影系数和投射在接受器上的太阳直接辐射能量”叙述了“热箱”型太阳能利用器的简易计算方法和某些类似装置的实验结果。

С. Г. 巴耶尔柯夫所写的论文“各种太阳能利用器的技术-经济指标”分析了水的加热，蒸馏、制冰和生产电能用的各种太阳能利用器的技术经济指标。并将这些指标与燃烧褐煤的燃料锅炉的类似指标进行了比较。

由于这些论文的作者，除了 В. В. 凡依培尔克和 Н. Н. 耶洛斯拉符采夫以外，都是苏联科学院动力研究所日光实验室的工作人员，他们常常使用同样的实验装置进行自己的研究，因此论文中可能有重复之处。有些重复我们没有删除，这是为了使读者不读全部论文集就能了解每一篇论文的概念。

全体作者欢迎和考虑对本论文集所提出的意见和希望。来信请写：莫斯科，Б. 卡露兹斯卡雅，19，苏联科学院克尔捷柴诺夫斯基动力研究所。

(金 華譯)

目 录

为中譯本写的序言.....	B. A. 巴烏姆	(i)
原著序言.....		(iv)
一、太阳能利用的可能性.....	B. A. 巴烏姆	(1)
二、論塔什干各个時間太阳和天空輻射能总热量的波 动以及輻射能量的分布.....	И. Н. 耶洛斯拉符采夫	(21)
三、利用接受器吸收圓筒抛物面鏡和抛物面鏡的反射 輻射能时的收集系数.....	B. Б. 凡依培尔克	(31)
四、太阳輻射能接受器的光譜特性.....	B. Б. 凡依培尔克	(42)
五、太阳能利用器的反射面研究.....		
.....Б. А. 卡尔夫 М. С. 鮑洛茲靜謐 Н. Б. 雷便特		(31)
六、活动式太阳能利用器的轉动机械.....	Б. А. 卡尔夫	(66)
七、大功率太阳能利用器.....		
.....Р. Р. 阿巴里西 В. А. 巴烏姆 В. А. 卡尔夫		(95)
八、日光裝置的鋼筋混凝土抛物面鏡反射器制造工艺 特性及其一些运行指标.....	Г. И. 瑪尔柯夫	(113)
九、制取蒸汽用的抛物面太阳能利用器的热工研究	Б. К. 高茲魯夫 Ф. Ф. 鮑格達諾夫 Я. Г. 高洛斯 Г. И. 瑪尔柯夫	(125)
十、太阳制冷器的实验.....	П. М. 白尔特利克	(134)
十一、利用太阳能作为建筑物采暖之用.....		
.....Д. М. 舍哥列夫		(141)
十二、太阳能蒸餾器的实验和計算.....	П. М. 白尔特利克	(156)
十三、制取高温的实验裝置.....	Р. Р. 阿巴里西	(174)
十四、小型太阳能炊事器.....	В. А. 卡尔夫	(189)
十五、生产能力为 40 升开水/小时的圓筒抛物面太阳		

- 能利用器..... Б. А. 卡尔夫 P. K. 富撒利亞 (201)
- 十六、太阳热水器的计算方法..... Б. Б. 毕都霍夫 (207)
- 十七、1952—1953年在塔什干实验太阳热水器.....
..... Г. И. 瑞尔柯夫 Н. Б. 雷梗特 (237)
- 十八、由日光接受器玻璃窗扇而引起的太阳直接辐射能的
阴影系数和投射在接受器上的太阳直接辐射能量
..... Г. И. 瑞尔柯夫 (247)
- 十九、各种太阳能利用器的技术经济指标.....
..... С. Г. 巴耶尔柯夫 (252)
- 二十、利用太阳能干燥水果和蔬菜的可能性.....
..... А. А. 伊可瑞依洛娃 (272)

太阳能利用的可能性

B. A. 巴烏姆

1. 需要尋求补充的能源

国家經濟增长和人民物質福利改善的必需条件之一，就是发展动力。目前世界上能的需要量已达相当巨大的数值。表1载着有关取自不同能源的能量和各个用戶利用各种能的最近研究数据^[1,2]。

根据同上資料^[1,2]，自1860至1913年世界上能生产量的增长每年計为4.5%左右。自1913至1953年，世界上能生产量的增长不很均匀，平均每年不到2%。如在第一次和第二次世界大战以及經濟危机期間，許多国家的能生产量增长很緩慢，甚至停止增长；但在順利期間，能生产量增长額达5—5.5%。

可以推测，世界上能生产量今后一定会增加。但目前很难预料在长时期内能的生产量和需要量增长的精确数字，因为在能的生产可能性和需要方面出現了新的质量特性。原則上新的能源——核子能的出現，对能生产量的增长非常有利。走上独立发展本国經濟道路的許多国家，毫無疑問，需要迅速增加能的需要量。可以認為，在最近几年能生产量的每年增长額将不低于5—7%。

目前，礦物燃料是主要能源；这种能源不能再生。燃烧礦物燃料所获得的能量約占全世界能需要量的82%，其中煤、石油和泥煤占72.4%和天然煤气—9.3%。将能的需要量、需要量的增长数字，以及已探查清楚的世界燃料儲存量的数值进行比較后得知，如果今后仅依靠礦物燃料繼續发展力能，則不到100年，这些燃料儲存量将全部用尽。如果燃料需要量停留在現代水平上，而能的生

表 1

取自不同能源的能量			有效利用能量		能量损失		
能源	十亿 兆瓦 小时	%	能的用户	十亿 兆瓦 小时	%	损失种类	十亿 兆瓦 小时
煤炭	12.0	41.4	工业	5.8	20.0	家庭用途	5.1
石油和其他液体燃料	7.7	26.6	包括: a) 机械能和电能	0.6	—	在火力发电中心	4.4
植物燃料	4.6	15.8	c) 热能	5.2	—	在工业中利用时	4.3
天然瓦斯	2.7	9.3	家庭用途	3.3	11.0	不作为燃料利用和燃料在进行 加工时; 能浪费时	3.6
褐煤和泥煤	1.3	4.5	包括: a) 机械能和电能	0.4	—	农业中利用时	0.2
水能	0.4	1.4	6) 热能	2.9	—	在输送道路上	0.1
动物能	0.3	1.0	运输	0.8	2.8	没有估计到的损失和浪费	1.1
	29.0	100.0	农业(机械能和电能)	0.3	1.0		18.8
				10.2	34.8		65.2

产量增长額由其他能源保証的話，則燃料儲存量足夠用 3000 年。

由于地球上礦物燃料儲存量的分布和消耗是不均勻的，目前某些國家已面臨着需要尋找新能源利用方法的問題。

因此，最近幾年需要大大的注意太陽輻射能直接利用問題，以便滿足國民經濟動力用戶的需要。太陽可以被當作是一種能源，它對於發展地球上某些地區，特別是干旱地區的經濟起着相當大的作用。例如，在沙漠地區開辟和擴大綠洲的問題，在某些場合下，可以通過利用太陽能水泵抽升地下水而進行解決。

此外，還可使用太陽能利用器蒸餾礦物水以滿足民用和工業用水需要。在這方面利用太陽能的經濟意義，可根據下列情況判斷，例如目前沙漠綠洲所提供的棉花約占世界產量 25%。

太陽能源取之不尽，用之不竭，地球上所得到的輻射能源的功率非常大，故太陽能利用問題非常吸引人心。

地球從太陽一年能獲得相當於 $58 \cdot 10^{16}$ 瓩-小時的能量，要比目前人們利用的各種能源所生產的全部能量大 20000 倍。隨着時間的增長，以及根據不可再生的動力原料的消耗和太陽能利用器的研究情況，太陽能的作用在世界動力平衡中將會增加。

目前已有 27 個國家以不同的規模進行着有關此問題的工作。

2. 蘇聯在利用太陽能方面所進行的某些工作

直接利用太陽輻射能的工作，在蘇聯自 1926 年起，已開始系統研究蘇聯某些地區的太陽調查記錄，設計和研究了各種不同用途的太陽能利用器（干燥器、溫室、熱水器、蒸餾器、沸水器、蒸汽鍋爐、炊事器、制冷器、太陽電池、太陽熱電發生器等）。研究蘇聯南部地區太陽能室內采暖，以及溫床和溫室使用太陽能采暖的可能性問題；同時還研究借太陽熱水或蒸汽鍋爐運轉的制冷器進行室內制冷等問題。曾擬制了數種有關太陽能利用器綜合利用的方案，並研究了可能使用這些裝置的地區^[3-7]。許多研究所對於利用太陽能的某些問題，進行了專題研究；如光合作用、電池和熱電池等^[8,9]。

目前綜合利用太陽能的工作，基本上是在蘇聯科學院 Г. М. 克爾捷柴諾符斯基動力研究所進行的；該研究所還與其他研究所在這方面進行配合研究，以及總結他們的工作成就。

現在，我們來談一談動力研究所日光技術實驗室和其他一些機關，在進行某些工作中所獲得的成就；因為這些對於利用太陽能的實際可能性的評價，具有重大意義。

“熱箱”式太陽能利用器之應用

利用“熱箱”式太陽熱水器能把水加熱到 $50—60^{\circ}$ （較周圍介質溫度高 $30—40^{\circ}$ ）。有關詳細介紹可參閱 Б. П. 畢都霍夫所著一書^[10]和本書所選載的 Г. И. 瑪爾柯夫和 Н. Б. 雷梗特合寫的一篇論文（圖 1）。這樣的熱水可用於浴室和洗衣房等。

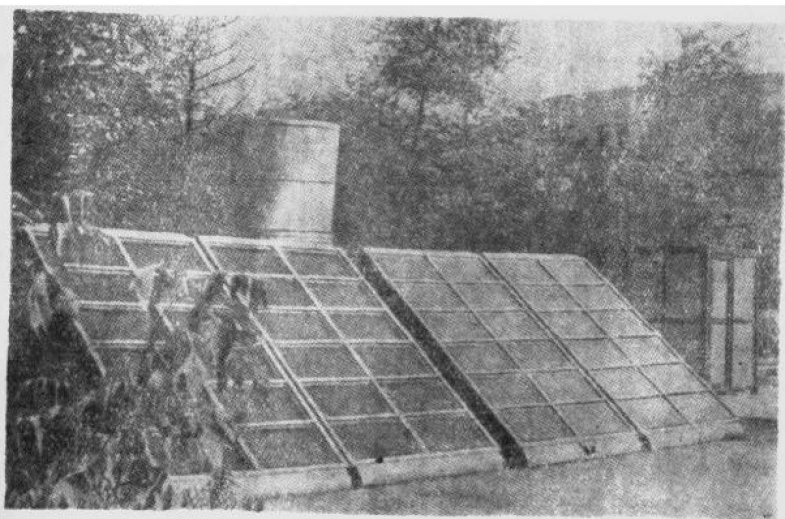


圖 1 活動式太陽熱水器，日產熱水達 1000 升，熱水溫度 60° ，
熱水器的表面為 15 平方米

在夏季太陽日，當室外溫度為 $25—35^{\circ}$ ，而水溫須從 $10—15^{\circ}$ 加熱到 $50—55^{\circ}$ 時，此種型式熱水器每一平方米表面的生產能力約為 50—60 升水。

在实验“热箱”式热水器时曾经确定，为了避免热水器的效率显著降低，接受辐射能的表面温度不应超过 $50-60^{\circ}$ ；因为在温度增高时，箱的热损失（主要是通过其玻璃壁的热损失）会急剧增加。保护玻璃数量的增加能减少这种损失，但同时，由于这些玻璃部分反射和吸收投射在太阳能利用器上的光线能量，故亦增加损失，而且利用器的造价会增加。Г. И. 瑪尔柯夫和 С. Г. 巴耶尔柯夫二人在夏季，于运行条件下实验了一种管式太阳热水器。实验指出，每一平方米热水器所生产的热水量，当水温自 15° 加热到 50° 时约为 60 升，加热到 60° 时为 35 升，而当加热到 70° 时只有 15 升。进行此种实验时，空气初温约为 30° ，水温约 15° 。

若把太阳能利用器的构造改进一下，它的生产能力还可能有些提高。在塔什干和阿什哈巴德地区，每年约有 7—8 个月的时间可使用热水器。按节约的燃料计算，大约使用 $2\frac{1}{2}$ —3 年后，太阳能利用器的成本就可以收回。几年来这种热水装置已顺利地使用于阿什哈巴德、塔什干和梯比里斯以及其他地区。

“热箱”式太阳能利用器除了能加热水以外，还能用于蒸馏矿水。此时在箱底上放置一个金属盘，盘中装满预备蒸馏的水；箱的上部盖有几块倾斜放置的玻璃，形成了一块单坡的盖板。水被太阳光线加热后蒸发成汽体，以后在玻璃上冷凝，并顺着玻璃流到槽里。根据 И. М. 白尔特利克和 Л. М. 舍哥列夫两氏的实验，这种蒸馏器的生产能力在夏季每昼夜约为 $2-2.5$ 升/米²；一年的生产能力平均约为 320 升/米²。可是不久前经过我们计算证明，用同样材料制成的蒸馏器，当其构造正确时，在相同气候条件下，其生产能力可提高 1.5—2 倍以上。因此蒸馏器应建造成这样，使盛碱水的金属盘不要被任何不透明的壁部遮住，而底部要隔热良好。蒸馏器的效率在这种情况下，可达投射在蒸馏器所占面积上的辐射能量 70—75%。

栽种蔬菜的温室同样也利用“热箱”式的原理。甚至在早春月份，天气晴朗的白天，温室一般还会发生过热现象，因而要打开玻璃窗进行冷却；而在夜间感到热量不足，要用蒸汽、热水或电能加