

第十一届国际玻璃会议论文集

玻璃生产展望

轻工业出版社



玻璃生产展望

(第十一届国际玻璃会议论文集)

张朝宗 等合译

轻工业出版社

Guest Editor

J. GÖTZ

GLASS 1977

Proceedings of the **XIth international congress on glass**
volume I

North-Holland Publishing Company-Amsterdam
New York, Oxford

(本书根据荷兰阿姆斯特丹北荷兰出版公司1977年版译出)

玻璃生产展望

(第十一届国际玻璃会议论文集)

张朝宗 等合译

*

轻工业出版社出版

(北京阜成路3号)

八九九二〇部队印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

*

787 × 1092毫米1/32印张, 13 16/32字数, 298千字

1984年3月 第一版第一次印刷

印数: 1-2,500 定价: ~~3.50~~元

统一书号: 15042·1802

2.80

前 言

由于精深的研究和新的工艺变革，玻璃正成为更重要的材料。二三十年以前，人们只知道玻璃瓶，玻璃透镜，晶质玻璃和窗玻璃；而如今高精尖的材料象光导纤维，生物玻璃，半导体玻璃和各种类型的微晶玻璃已成为广泛需要的材料。因此由国际玻璃会议所组织的传统的年会越来越增加多学科性，对一个会议参加者将玻璃领域作一全局的通览是很为困难的。为了克服这个困难，我们邀请了大家最感兴趣的玻璃科技领域里的著名专家提供综述性的报告。这些报告叙述了各自领域内在最近十年里所发生的全部重大发展，并提出近期展望。我们的邀请已被许多著名人士所理解和接受，我们感到非常高兴。由于他们的努力，报导当代玻璃科学技术成就的“77年玻璃”才有可能出版并把它献给我们尊敬的来宾——布拉格十一届国际玻璃会议的参加者。

在非常短促的时间内筹备出版两卷的“77年玻璃”是件不简易的事。我对所有作者们的友好和极为有益的合作表示感谢。尽管作者们已提供了出色的论文，但仍必须加上一些解释说明。我们还对许多协作者表示谢意，特别是依丽绍娃 (Elišková) 夫人，瓦赛柯 Voseckó 夫人，莱米克 (Remek) 先生，米卡列克 (Michálek) 先生和吉宾 (Gibiň) 先生。最后但不是最不重要的，我还需要提及有关达纳特高娃 (Vlasta Janatková) 夫人，鲁道尔夫·瓦革特 (Rudolf Vogt) 先生，久利柯凡道瓦 (Julie Kovandova) 先生和

维·柯勒 (V·Koller) torā 夫人们的非常有能力和耐心的工作，没有他们的协助“77年玻璃”是难以出版的。

Jiří odtz

科学规划委员会主席

1977年7月于布拉格

目 录

1. 2000年时的玻璃····· (1)
2. 玻璃的新用途····· (9)
3. 玻璃生物活性材料····· (28)
4. 构件玻璃····· (42)
5. 光导纤维超纯玻璃的制备····· (89)
6. 玻璃工业的控制和自动化····· (128)
7. 玻璃制造过程的数学模型和物理模型····· (160)
8. 空气污染与玻璃工业····· (176)
9. 玻璃耐火材料的进展····· (215)
10. 玻璃原料与配合料的制备····· (247)
11. 玻璃熔融发展动向····· (299)
12. 成型机械····· (312)
13. 成形过程····· (339)
14. 玻璃熔化过程中的传热····· (359)
15. 玻璃熔窑的改进与展望····· (368)

1. 2000年时的玻璃

引言

严谨的科学家是不愿采用推论方法的。因此金色城市——布拉格的东道主就给我出个题目叫“2000年时的玻璃”。要求我大胆地假定和设想，并以简明而象梦想般的语言来叙述。

人们可能会认为在这些假想的描述中，还有些现实主义。许多比今天我们大胆设想更为出奇的发展，势必会在2000年时影响我们对所喜爱的玻璃材料的理解、制造和使用。

我们的叙述将根据玻璃的生产和管理以及玻璃在建筑、家用、工业、运输通讯等方面的实用性能，作一些简单的设想，并顺便谈一下对艺术和工艺问题的看法。

设想

性能的产生，以及它对使用方面的适合性，是和(基本)观念与研究工作的关系十分密切的。目前对非结晶固体材料的知识，以及对这些材料的主体及表面结构能做精确分析的仪表工具已愈趋完善。玻璃工艺师和学生们都要求我们能象六十年代、七十年代生物化学家对待脱氧核糖核酸、病毒那样提供详尽的玻璃结构资料。

例如：特殊的微晶玻璃的前身是什么样的？有什么作用？又如激光诱发器的主要外界媒介是什么样的？有什么作用？

答案可能是一些立体的、计算机生成的图象，它们是从许多部分的新奇的光谱学（包括微粒）中，并配合计算机模拟设计而得出来的。在第二例中，我们希望获得所有组成元素在配位作用中的位置，以及从一个规定水平到另一个规定水平之间，所有的组合转变。

同样情况，我们希望设计能与设想的形成相结合，并反馈为光、电、磁、生物等材料。金属玻璃现在正在由一种奇怪的物质变为一种有重要用途的东西，必须对其迷人的那些详细内容予以研究和了解。当现在熔铸工艺已获成功之时，虽然玻璃将不是激光最基本的材料，但在缺少知识和组件的条件下，仍将有助于研制的进行。利德培特（Leadbettes）曾经在他那即席创作的喜剧中，描写他将在1990年与“比热”作长期不懈的斗争的故事。古柏（Coopes）也曾说过，到了那时他才能理解什么叫“传递”，但是我们如要了解更多更好的东西，还须到2000年。

生产和管理

概况：2000年时的玻璃生产将服从于多能源和多物质社会的极度需要。

大量的金钱将集中在能源和材料上，这些结果将产生如下趋向：

- (1) 强调科学管理；
- (2) 控制原材料的储存；
- (3) 装有反馈装置的热检验，可大大减少终端检验（热区光电控制）；
- (4) 高熔化率，新型的耐火材料；
- (5) 反对维护和修理，快速调换零件；

- (6)除熔炉外,所用动力均利用余热;
- (7)玻璃生产主线、供料机区域的专业化;
- (8)自动换模和取瓶。

举 例

瓶 罐

- (1)同上各条;
- (2)重量减轻50%;
- (3)最低生产率每分钟1000只;
- (4)连续化学增固处理并结合退火,不另加涂膜;
- (5)快速调换玻璃型号和模具。

“空间”——2000年第一次玻璃“空间作业”将会出现。

很可能取得新的合成物或合成材料,即超级质量玻璃。

性 能

我们玻璃科学家可能是拙劣预言家,但我们是乐观主义者,真正的乐观主义者,我们想到公元2000年时玻璃在许多用途方面的性能将大大超过极大多数材料的性能,这里附有希思(Heathes)的相对比率(瓶罐用),有“十”记号者说明大有进步。

性能	玻璃	塑料	金属
抗阻	1	9	4
美观	1	4	7
可见性	1	8	11
成形	1	1	9
伸缩性	11	1	9
密闭性	1	3	1

密封性	1	6	10
耐压	3+	6	1
再利用	1	8	11
开裂	10+	3	1
损伤	10+	3	6
回炉	1	9	4
重量	7+	1	4
价格	3	9	6

斯华兹 (Swasts) 已总结所有我们乐观估计的玻璃现实情况:

玻璃在受压下不会弯曲;

玻璃不会疲劳;

玻璃比极大多数材料耐腐蚀;

玻璃生产相对地有取之不尽的原料。

建 筑

2000年时建筑和家用方面的能源消费将减少70%。隔热材料的需要将几倍于现有玻璃纤维,每个单位面积上需要较高密度的玻纤。太阳能收集器将消耗以英亩计的平板玻璃和玻纤板。玻纤将加强水泥型的建筑构件而用于低成本的建筑以及亚热带、热带和特殊房屋建筑方面。反射玻璃控制着光和热。从七十年代开始的涂膜可作为廉价的抗外界腐蚀的材料。

新建的房屋可能有所改变,看来如象窑洞,厚厚的玻纤隔热墙,只有稀稀拉拉少量的窗户,恐怕要用电视机来看窗外风景!

比窗户和增强材料改变得更多的是一种可与钢材竞争的

玻璃结构材料，其工程强度将达到每平方英寸十万磅，约两倍于钢的强度。我们知道其内在强度可超过每平方英寸一百万磅。

圆屋顶：能承受大压力的玻璃屋顶覆盖房屋结构，甚至可覆盖整个居住区和第一座水下地质、农业、科学的研究院，以及建在大陆架上的家庭和旅店。在这些建筑物中人们可享受安静隐居的生活，以及温度均匀和瞬息万变的海底景色。象现在老式教堂的窗户一样，历史建筑物的全部表面都用玻璃罩起来以挽救时间对它造成的损失，对于这种建筑物的评价，美学价值将是优先考虑：这是一种既可悲又可喜的观点。

在测量用的建筑物中，木材和钢材已被取消，粘接剂替代了钉子；在这些抗腐、防火、抗曲的掩护所里，墙壁控制着热和光。

住 宅

自从1975年厨房大改革以来，到处出现玻璃炉灶，所有微波和其他烹调方法都可透过玻璃看到，并由按钮板直接控制。只见家庭主妇或主人手拿着美味的食品正在从这边可见的食品贮藏箱走到那边可见的菜桌忙个不停——到那时除非新鲜的食品完全没有，否则还是很受欢迎的——并可同时回答所有按钮提问的家人和外面的人。

客厅的照明和其他房间一样都采用场致发光的玻璃外墙。当需要的时候（如谈情说爱时），人们能满意地找到开关的位置。

如采用窗户的房子，为了控制室温和采光，窗子也都采用电导的涂层。

灯泡将变成老古董，一般较保守的年青人才把它们珍藏在壁柜里。

其他工业

一切工业的变化远远超过保守者的要求。例如我们看到玻璃作为池炉的一个重要组成部分，如微晶玻璃炉衬，它能耐热冲击，并具有高温稳定性，能红外传导，表面清洁可供外界辐射处理。

在电子冰箱和电子空调设备中（取代机械方法）玻璃将是一种关键的材料。

玻璃部件将用在黑暗中看物用的电子增光器中。

电子录音器也需用玻璃部件，到那时这种电子录音器能优美地录下音乐和谈话等声音。

导电玻璃和玻璃电极将用于数字钟、计算机等的显示器上。

磁性用具 由玻璃合金生产出各式各样的磁性用具可获得不可思议的财富。

生物、医药、营养方面

涂膜的多孔玻璃将广泛应用在生物分离和酶的固相化等工艺方面，正如现在梅新（messing）和维道耳（Weetall）所首先试验的一样。其他工业领域方面如木瓜水解、氨基酸生产、糖或淀粉转换、尿素去除、乳酪制造等等也将应用该种玻璃。

组织移植将增加微晶玻璃（Heneh）的使用，既可替代金属又可代替金属镀层。这不仅是耐腐蚀问题，而且微晶玻璃含有氧化钙能与体液接触产生磷酸骨质材料而与生物环境起反应作用。

内窥镜：目前已不属于新鲜的事物，但是体内照明看来将可进一步深入人体不易达到的地方。

农业：地面和海洋上各种问题的处理将会以惊人的规模使用玻璃。

运输和通讯

公共交通运输到2000年时将大大增加，车体和引擎周围绝缘将非常重要，金属将大为减少，由玻璃纤维增固的车辆和引擎外壳将大为增多。飞机、小汽车、单轨火车等躯壳将用玻璃增强材料制成。

玻璃带 将部分代替玻璃纤维，它那更准确的外形定位将使结构方面得到完全的控制。

玻璃路轨 现已用玻璃制造路轨。也可建造玻璃桥墩。

电话线路 玻璃制成的线路，每根纤维可负载十万个光信息录象电话，可减少短距离旅行和出访。玻璃丝可输送图纸、面貌、人体和实况（或假象）的形象。电缆电视现在已开始使用玻璃线路。

艺术和工艺

艺术家可说成是一个犯错误的天才或者是个需要反省的笨蛋，他们远较其他人更难以捉摸。在这里我对此没有倾向性的预见。

但是，在本世纪中叶前后，由于一种超机质性的心理负担的结果，我们有希望撇开标准化而得到个人对爱好问题的反映。人们依然懒惰如昔。被动地依靠着高度工业化，廉价提供的交通运输、匣式录音的娱乐，以及光、热、电能等等，他们将要求占有日益增多的个人服饰、食物、家俱，并要求这些东西能一件件地加工或一件件地进行交易。玻璃吹泡工

或任何玻璃工艺家的人数将不断地扩大并受到人们的欢迎，
从而我们也将能享受这古老而最不可思议的美丽材料——玻
璃。

〔美〕克莱特尔博士原作 张朝宗 译
 金永祚 校

2. 玻璃的新用途

引言

在以往的十年中，人们已找到了许多不同种类玻璃的有趣而重要的用途。由于篇幅有限，不可能有条理地详细论述这些用途。幸而，在本届国际会议上，其它的与会者业已涉及了一些材料，这包括光导纤维玻璃、建筑用玻璃以及作为生物活性材料的玻璃。即使如此，剩下的新用途一览表仍然非常之长，因此难免要对本文论述作一些删节。下述一些有关玻璃用途的实例早已为人周知。比如，一些产品实际上在市场上可以得到。其它的一些正处在发展的初期阶段，不久将来它们在工业上将成为重要的产品。

在能源方面的用途

寻求代用能源，以便最终摆脱对矿物燃料的依赖，这个问题在以往的十年中已经迅速成为公众关注的主题。玻璃无论是用作能量发生系统的组件还是作为必要研究的工具，均起重要的作用。

(1) 太阳能利用

倘若要把太阳能大规模用于民用建筑的采暖和通风，就得发展高效、耐用而价廉的平板太阳能收集器，在普通的平板太阳能收集器中，黑色吸收板和透明玻璃盖板之间采用一空气间隔。为了减少对流损耗，可采用双层玻璃板。1974年，

由美国国家科学基金会发起的研究表明，到公元2000年，太阳能收集器盖板用的平板玻璃至少需要八千万平方英尺。假如有些收集器采用双层玻璃的话，这个数目显然还要大些。因此，为了改进太阳能收集器的效能，降低成本，近年来进行了大量的研究和发展工作。造成效率降低的原因在于：平板玻璃内含铁的物质吸收太阳辐射能，玻璃表面的反射，收集器上方的空气对流，以及收集器红外线的再反射。因此，毫无疑问，降低普通平板玻璃的含铁量并研制新的防反射涂层或者低反射表面材料，就能改进这种收集器的效能。1976年，在美国安装的平板太阳能收集器的成本大约为每平方英尺 11.00 美元。这种收集器若要具有竞争力，必须大幅度降低成本。因此，其效能的改进至关重要。而减少对流和辐射损耗的办法之一系在盖板和吸收器之间置入一种透明玻璃的薄壁蜂窝结构。图 1 系采用波纹形薄玻璃板层组合的简便设计示意图。

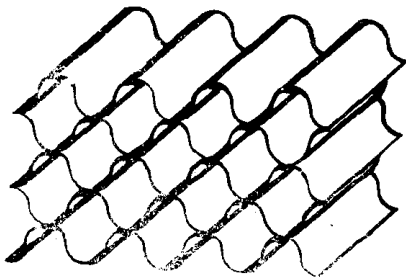


图 1 由薄壁波纹形玻璃板组装的透明蜂窝

设计示意图。典型的设计尺寸为：管道直径 $3/8$ 英寸，长度 $2\frac{1}{2}$ 英寸，壁厚 0.008 英寸。表 1 提供了试验带有玻璃管蜂窝结构与不带玻璃管蜂窝结构平板太阳能收集器的效能比较。玻璃蜂窝的有效性显而易见，在高温下尤属如此。

积极地探索玻璃在太阳能利用的另一个领域是高温收集器系统。在此系统中，太阳能通过大量的聚光镜被集中到可加热到 500°C 左右耐高温的液体。据估计，一个年发电量为 7×10^5

兆瓦/小时的电厂需要一个具有16,000个聚光镜的系统。而每个聚光镜的表面积就有25平方米。

表 1 带有玻璃管蜂窝结构和不带玻璃管蜂窝结构的平板玻璃太阳能收集器的效能比较

平均液体 温度(°F)	效		能%	比率	
	单层玻璃 (1)	双层玻璃 (2)	蜂窝+单层 (3)	(3)(1)	(3)(2)
100	73.2	68.1	73.4	1.01	1.08
125	55.2	54.2	63.0	1.14	1.16
150	37.2	40.4	52.6	1.41	1.30
175	19.3	26.6	42.3	2.19	1.59
200	1.3	12.7	31.9	24.54	2.51

(2) 激光诱发聚变

近来，激光诱发聚变结合磁控聚变已成为产生可控热核能的主要途径。激光诱发聚变的概念系使用激光器光束按各向同性将氘和氚混合固体微球产生爆聚，使之致密，其密度是液体时密度的10,000倍左右。在1972年就得出这样的结论：从理论上来说，通过计算机模拟计算，采用 $10^5 \sim 10^6$ 焦耳的瞬时脉冲激光器的输入能量，释出的聚变能量是输入能量的100倍。这还要通过实验来证实理论上的计算。在过去的十年中，玻璃在这类试验中起着两种重要的作用，第一种作用是用于高功率钕玻璃激光器，第二种作用是用作氘-氚混合物容器的空心玻璃微球。

1974年，加利福尼亚的劳伦斯·利弗莫尔实验室(Lawrence Livermore Lab.)成功地将钕硅酸盐玻璃激光器用