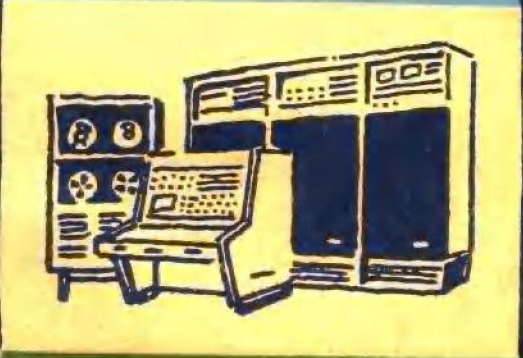


新技术普及丛书



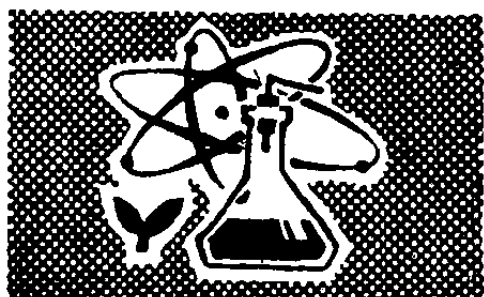
玻璃新世纪

沈菊云 陈学贤

上海科学技术出版社

81.58
238

新技术普及丛书



玻璃新世纪

沈菊云 陈学贤

31207/26

上海辞书出版社

新技术普及丛书

玻璃新世纪

沈菊云 陈学贤

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所发行 江苏泗阳印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 5.625 字数 121,000

1984年2月第1版 1984年2月第1次印刷

印数: 1—4,500

书号: 15119·2306 定价: 0.47元

前 言

玻璃，这种古老而又年轻的无机非晶态材料在近代科学技术和国计民生中有着相当重要的地位。

《玻璃新世纪》这本小册子将以科学性、实用性、趣味性和通俗性的特点把读者引入到当代玻璃世界的新天地之中。读了它，人们对诸如光导纤维、多孔玻璃、光色玻璃、半导性玻璃和微晶玻璃以及其他无机非晶态功能材料可以有一个概貌性的了解。这或许会对具有初中以上文化程度的工人、学生、干部、知识青年和专业人员有所裨益。他们从中可以领略到这一领域新发展的脉搏，起到增长知识，开阔眼界的作用。

本书共分九章。陈学贤同志编写了第三和第七两章，其余各章均由沈菊云同志完成。本书的编写得到了李家治教授的鼓励和帮助，他并对全稿作了审阅。在此，谨向他致以深切的谢意。本书由朱然同志绘图。

由于作者学疏才浅、经验不足，谬误之处在所难免，敬请广大读者予以赐教为盼。

作者 识于上海

一九八三年旦日

目 录

第一章 古今玻璃一席谈.....	(1)
不是职业偏见(1) 从腓尼基人的故事谈起(3) 火山遗物(6) 战国时代的琉璃珠(7) 玻璃“外史”(12) 近代世家(15)	
第二章 奇异性格的奥秘.....	(20)
“乱中有序”的原子堆积(21) 玻璃透明的秘密(24) 玻璃与电世界(28) 跟牛皮糖差不多(34) 比花岗岩还顽固(38)	
第三章 特殊的使命.....	(40)
光学仪器的心脏(40) 给玻璃“染色”(46) 能透过“热线”的玻璃(51) 来自玻璃的“死光”(52)	
第四章 玻璃中的叛逆者——微晶玻璃.....	(55)
这是玻璃的“共性”吗?(55) 偶然的发现(59) 巧夺天功的本领(65) 飞弹“面罩”(71) 窥测天象的新兵(74) 可与金属媲美(80)	
第五章 微孔玻璃的妙用.....	(83)
小得出奇,大得惊人!(83) 与“玻璃王”竞争(85) 摄影新灯(91) 奇怪的温度计(93) 玉米制糖的奥秘(96) 失去电阻的玻璃(99)	
第六章 见光色变的玻璃.....	(103)
从伪装之王说起(103) 照相的启示(105) 自动太阳镜(112) 玻璃宫的“光窗帘”(115) 反复可用的“照相纸”(118) 有希望的候选者(120)	

第七章 半导体队伍中的新伙伴..... (123)

传统观念的破灭(123) 电子计算机的“心脏”(124) 光子的力量(126) 向太阳要电(128)

第八章 奇妙的光导纤维..... (132)

外科医生的幻想(132) 丁达尔实验的价值(134) 光的“导线”(138) 与电通信比高低(146) 未来多美好(149)

第九章 玻璃的未来畅想曲..... (155)

陌生的新工艺(156) 引人瞩目的宠儿(160) 美妙的畅想曲(170)



第一章

古今玻璃 一席谈

不是职业偏见

大约在二三百万年以前，地球上已出现了人类的祖先——猿人。从此，人类便揭开了它的生存活动的历史序幕。后来的考古学家便把人类的历史划分为若干个时代——石器时代、铜器时代、铁器时代……。当然，每一个这样的时代都是十分漫长的，它们远远超过了几百年、几千年。电子技术、计算科学的研究和应用大大促进了当今的社会生产力，使之达到登峰造极的境地。载人宇宙飞船遨游太空，实现了登月计划；地球通讯卫星高悬在太平洋上空，电波信息加强了五大洲不同肤色人民之间的交往和联系；千里之外二军对垒，导弹取代了刀枪；数十万吨级的“海上大厦”游戈于大洋四海；电子计算机对工业生产自动化和经济管理一直到家庭琐事的处理，已越来越发挥其卓越的本领等等。这一切早已不是传奇和神话了。可以说，现在已是电子化的时代了。可是，又有了新的竞争者。轻金属、高分子材料和无机非金属材料已成为

近代社会物质世界的三个基本支柱。人类对这些新材料一年比一年更需要。很可能在历史发展的某一个时期，它们对于科学技术所起的作用比现有的钢铁还要大得多。当然，我们至今仍然不知道未来的科学家们怎样来称呼这个未来的新的时代。或许称之为轻金属时代，也许叫做高分子时代，更有可能把它叫做无机非金属材料时代，或者更大胆地称之为玻璃时代。这也不是没有道理的。因为在无机非金属材料这个大家庭中，除水泥用量巨大以外，晶体、陶瓷、珐琅和复合材料的种类和用量均远远不及玻璃。在现代，玻璃已涉及到每家每户每个人的生活和工作；玻璃也已大大渗入到国民经济的各个部门和社会细胞中去。它已与工农业生产、国防建设、科学研究、文教卫生、交通运输及人民日常生活息息相关。它对于现代社会文明的重要性是不言而喻的。我们可以毫不夸张地说，今日的世界，如果没有玻璃，那末，它将是黑暗、落后和愚昧的。这不是职业的偏见。

大家熟悉玻璃，在我们周围，玻璃随处可见。新颖别致、造型美观的大厦和宽大的工厂所用的门窗玻璃，给建筑物提供了完美的采光条件。在飞机、机车、汽车、轮船驾驶室内装上宽敞明亮的挡风玻璃，司机则可眼明手快，操作自如。各类光学玻璃构成了近代光学仪器的核心。“明察秋毫”的显微镜、“极目眺望”的望远镜以及“记录图像”的照相机就是发挥了玻璃奇才的产物。各类光源灯泡、管玻璃、聚光镜、反光镜玻璃给世界带来了光明，成为人类照明材料的主角。矫正人眼视力的远近视镜片、防眩光镜片及吸收X射线的防护玻璃，对保障人类健康作出了贡献。电视机心脏——显象管玻璃丰富了人们工余的娱乐生活。各种各样的五光十色的颜色玻璃传递了交通指挥人员的语言和命令。晶莹光亮的高级餐具和工艺

品玻璃加入了艺术珍品的行列。至于人们日常生活中颇为熟悉的杯、盘、碟、壶、瓶之类的器皿玻璃和装饰制品则更是花样繁多,琳琅满目。玻璃,它简直充满了人类生活中的每个角落。

近年来,随着科学技术的发展,特别是电子技术、激光技术和计算科学的发展,在这类古老而又重要的普通玻璃基础上发展了具有特殊性能和用途的种种特种玻璃。它已不再是结构材料和光学元件了,而且它已日益成为近代科学技术迫切需要的无机功能材料之一。人们对它需要一番新的认识、了解和应用。

玻璃进入了一个新的世纪。

人们熟悉玻璃,也会使用玻璃,同时也能畅想玻璃的未来。但是,人们也许要问,玻璃是什么?人类又是怎样发现玻璃?

从腓尼基人的故事谈起

大约在公元 77 年时候,罗马有一位当时世界闻名的学者。他的名字叫普林尼斯。他对于当时世界上许多科学都有



图 1-1 各种玻璃制品

研究。他是一位学识渊博、求知欲望极强的人。在他的一生中，花了许多年的功夫撰写了一本反映古代世界人类的各种知识的《自然史》。这是一本最古老的“大百科全书”。在这本自然史的大百科全书里，描写了天体的运动、动物和植物、岩石和金属及药品的制造等等，其中也包括了玻璃的发现。普林尼斯在描述玻璃的发现时曾给我们叙述了这样一个有趣的故事。

一艘腓尼基商船在大西洋中航行。突然，天不作美、风雨骤起，商船遭到了强烈飓风的袭击。为了安全，船长命令水手们驶到一个小港湾里抛锚避风。一群又饿又冻的水手都纷纷跑到沙滩上用他们船上装运的苏打块搭起了一个灶来烧东西吃。这个简易极了的炉灶做得意外地成功。水手们都狼吞虎咽地饱餐了一顿，就都去睡觉了。第二天早晨，风平浪静，火球似的太阳在海面冉冉升起，水手们准备起锚开航继续新的航程。他们中的一个冒失的水手不慎一脚踢翻了还飘散着烟灰的炉灶残骸。他朝脚下一看，突然发现在炉灰中有些什么小块块在阳光下闪闪发亮。这些发亮的小块既不象木炭，又不是金属；既不象泥块，又不是石头。这些奇怪的亮晶晶小块块到底是什么呢？！这些航行全球见多识广的腓尼基人可能也是有生以来头一次见到这类不相识的东西。

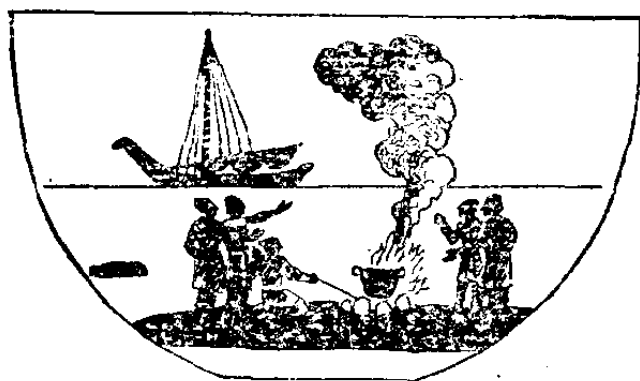


图 1-2 腓尼基人发现玻璃

腓尼基人所新发现的东西用现代人的话来说就是玻璃。它是由岸边的沙粒和苏打粉在火的作用下化合而成的东西。

这样的传说一直流传了很长很长时期，谁也不感觉到这个故事还有值得怀疑的地方。一直到了近代，有几位好奇的学者决定按腓尼基人的方法做一次有趣的实验。于是，这几位学者聚集到一起，他们照着几千年前的方法，离开城市，离开自己的实验室，跑到沙滩上，安置了几大块苏打，上面放了一锅水，烧起火来，学者们非常耐心地守候在炉灶旁边，毫不吝惜地向火中扔木柴。他们长时间地忙碌着。但是，几位学者的劳动却是徒劳的。火熄了后，余灰中没有找到任何一点细小的玻璃块影踪。这是什么原因呢？看来这种炉火所产生的温度是远远不足以使苏打和沙粒化合成玻璃，因而由普林尼斯所描述的玻璃的发现也许只是他毫无根据的推想而已。但是，在1945年的某一天，在美国西部地区尼华达州大沙漠上空，一架银燕在高空盘旋。忽然一声巨响，冲击波狂风吹毁地上一切，极其强烈的闪光和核辐射杀伤一切有机体，使它们顿时化为乌有，蘑菇云象一根擎天柱子把天地连接……。这就是美国首次试验原子弹的景象。事后，人们在爆炸中心的沙漠地上发现了一块相当大的玻璃。这就使二十世纪的家人们也去思索这样的问题：沙漠中玻璃是如何形成的呢？后来，科学家们才恍然大悟：原子爆炸时产生的巨大的瞬间温度可高达几千度。这样巨大的热量足以使沙漠中沙粒即刻熔化成玻璃。这才揭开了沙漠玻璃的秘密。

然而，自然界中日、月、星、辰的运动和变化也早已给人类留下了珍贵的礼物——天然玻璃。

火山遗物

在苏联外高加索的崇山峻岭之中，有一个美丽的喀克恰湖，湖岸旁边堆积着许多稀奇古怪的石块。这些石块看起来很象玻璃碎块，因为它们也是那么光辉眩目，而且也有着尖锐锋利的棱角。这些石块经过近代地质学家们的研究和鉴别，认定它是天然玻璃。顾名思义，天然玻璃是大自然赋予人类的礼物。它们中有一类是与火山喷发有关的酸性天然玻璃岩石。由于它的颜色呈黑绿色，所以地质学家们称之为黑曜岩。另一类是与天空中星星陨落有关的天然玻璃，叫做雷公石。

根据科学家们推测，这类天然玻璃大约在距今约二千万年以前，人类在地球上出现之前，早已存在在地球上了。我国古代劳动人民对于天然玻璃的认识和发现也是很早的。在公元十世纪中叶，在我国就已经发现一种漆黑坚硬的石头。当时就有人认为它是从太空飞落到人间的陨石。唐朝人刘恂称之为“雷公墨”。他所著的《岭表录异》中曾有这样的记载：“雷州骤雨后，人于野中得石如鹫石，谓之雷公石。扣之铮然，光莹可爱。”这是我国历史上有关雷公石的最早记载。在国外，公元1787年，著名进化论创立者达尔文在澳大利亚也发现了所谓“达尔文玻璃”的天然玻璃。雷公石天然玻璃的形成可能与太空中星球陨落有关。地质学认为，宇宙中巨大的陨石块冲击了地球表面的砂岩，瞬间的高温将岩石熔化而形成了玻璃。也有人认为宇宙中的陨石冲击了月球和其它星球表面的岩石，然后分裂、熔融再落到地球表面上形成了这类天然玻璃。不管怎样说，雷公石的形成同星际间陨石的坠落有着密切的关系。

上面提到的黑曜岩则是另一类天然玻璃。它又是怎样形

成的呢？根据地质学家们分析，认为它是一类火山遗物，同火山爆发有关。大家知道，地球是一个巨大的球体。在地表下面很深处地心周围，包藏着炽热的硅酸盐熔融液体，人们称之为岩浆。由于地质作用，岩浆喷出，形成火山爆发。当岩浆在喷射出地球表面时，由于温度急剧降低，岩浆变得十分粘稠，部分硅含量很高的岩浆来不及结晶便凝固成酸性玻璃质岩石。人们称之为天然玻璃或火山岩玻璃。由于它含有大量铁质，因而颜色是暗黑色的，所以称之为黑曜岩。根据地质学家推算，这种黑曜岩的天然玻璃降生到地球上已有二千五百万年到六千万年的漫长历史。地球上人类的祖先——原始人在石器时代就已学会了用坚硬锋利的黑曜岩天然玻璃制造石针、石棒、石刀，作为与野兽搏斗的武器。后来，原始人又学会了用它磨制石镜和石装饰品。

事物的发展就是如此。宇宙陨石、火山遗物、大自然使人类的祖先受到了启示。直到五千多年前，人类才开始学会人工制造玻璃的技术，开创了人类文明的时代。

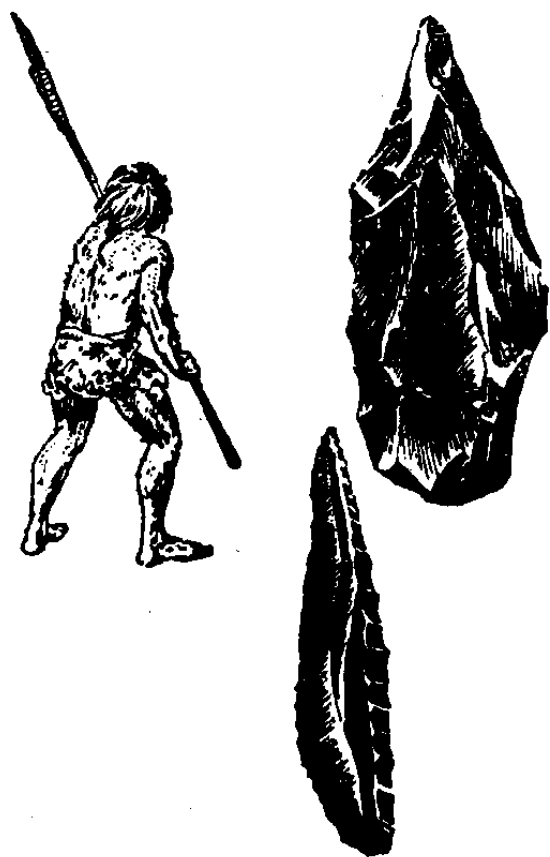


图 1-8 原始人用天然玻璃制造武器

战国时代的琉璃珠

不久前，在埃及的菲费城附近发现了一座古墓。人们从

墓葬品中找到一颗绿色的玻璃项珠。它虽不十分透明，但它的外形却象一滴水珠。经过考古学家验证，这粒项珠的年龄已有 5500 年了。在中东的美索不达米亚的幼发拉底河流域，这类玻璃样物质在当时也会制造了。那末，谁是世界上第一个人造玻璃的发明家呢？据说，古埃及的一位不知名的陶瓷匠是人工玻璃的发明人。这里还有一个有趣的故事。在几千年前的奴隶社会里，奴隶们已学会用粘土来塑制盛放食物和饮料的罐、钵、碗、盒、瓶之类的容器了。但它们是放在太阳下晒干变硬的，很易破碎。火的发明使人类祖先就把塑好的泥坯放在火中锻烧成陶器。但是，古埃及的陶器工人们无论怎样努力，他们烧制的各种容器的表面始终是粗糙而无光泽。显然，用这样的杯子来喝水既不太舒服又容易擦破嘴角。许多年代以来，古代的发明家们曾经花费过许多心血来避免这些不愉快的缺点，然而却都没有获得成功。一个偶然的机会却帮助他们。有位工匠在一个刚刚制好的泥坯上无意中沾粘



图 1-4 古代人制釉

了一层苏打粉和砂粒的混合物。当这个坯体在炉中烧好后，上面已穿上一层薄薄致密而又细滑有光泽的“外套”。这对当时的陶瓷匠们来说是多么惊奇的事呀！陶器的缺点似乎得到了克服。后来人们便把这层覆盖在陶器坯体表面上坚硬又有光泽的薄层叫做釉或瓷釉。事实上，釉也就是附在陶瓷表面上的玻璃。也许由于釉的启发，埃及人才逐渐学会了制造

真正的玻璃。后来，他们又在苏打和砂粒的混合物里掺进一些别的东西制成了各种色彩的釉，有灰色的、红色的、紫色的或是蓝色的。因此，当时埃及的亚历山大地区便成了彩釉和玻璃工艺的中心了。古埃及人还把这些小小的然而并不漂亮的玻璃做成项珠作为哈苏舍女王的珍贵墓葬品。

我国古代劳动人民在相近时期也已学会玻璃制造技术了。中国是世界文明古国之一。中华民族是一个具有优秀历史遗产的民族。历史上，我们的祖先有过许多重大的发明和创造，对人类文明和进步作出了宝贵的贡献。瓷器是中国先民的伟大创造。大约在 3500 年前的殷商时期，我国古代劳动人民已经会烧制光泽明莹的青釉瓷器了。除了在这时我们的祖先已发明了釉外，瓷器还有“素肌玉骨”之称。“玉骨”反映了瓷体中必须包含有相当数量的玻璃状物质。这才使瓷器具有较高的强度、光滑致密不吸水和良好的半透明特性。因此，瓷器的发明开始蕴育着中国古代玻璃的萌芽。在中国，古时候的玻璃也叫璆琳、琉璃、陆璃、颇璃等。它们之间没有本质上差别，仅是透明程度的不同而已。大抵凡不太透明而有光泽的玻璃饰件叫做料器；而呈半透明有玻璃光泽的饰件称为琉璃；透明度较高的器物叫做玻璃。从文物考古和史料记载来看，我国最晚在 3000 年前的西周时期已经掌握熔制琉璃管、珠之类的玻璃制造技术。到了 2500 年前的春秋战国时代，由于铁工具的广泛使用，生产有了多方面的进步和发展，出现了各种花纹精美、品质纯净的单色或彩色琉璃珠、璧之类的玻璃制品。湖北江陵县纪南城出土的公元前五世纪春秋时期越王勾践剑上，已用琉璃珠做装饰了；

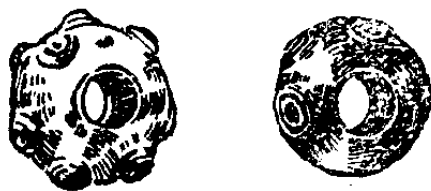


图 1-5 西周琉璃珠

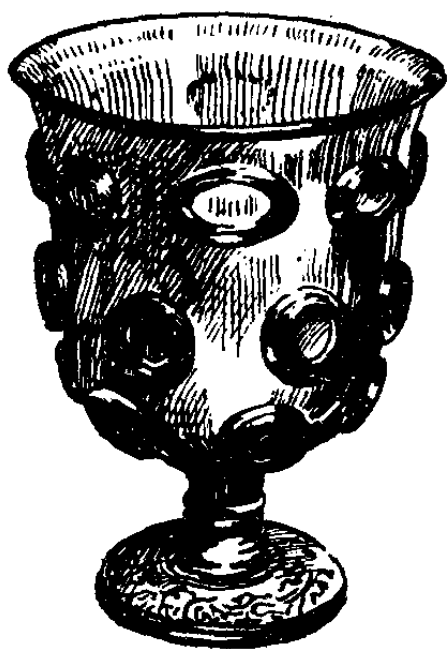


图 1-6 汉代碧琉璃杯

湖南长沙战国楚墓出土物中有琉璃壁、珠等。在这时期,中国制造玻璃的技术已由装饰品琉璃珠发展成仿玉器的平板片装饰品白色琉璃壁、环等。到了约 2100 年前的汉代,开始出现用玻璃制造的日用饮食器物。近年来在长沙汉墓中发掘出蓝琉璃碗、碧玻璃杯等日用器皿。由此可以反映当时玻璃制造的技术水平。这时,史籍中开始出现我国自己制造玻璃的记载。东汉王充在《论衡》中

说:“璆琳琅玕者,此则土地所生,真玉珠也。然而道人消烁五石,作五色之玉,比之真玉,光不殊别。兼鱼蚌之珠,与《禹贡》璆琳皆真玉珠也。然而,随侯以药作珠,精耀如真。”

由于我国北方游牧民族之间战争,玻璃制造技术曾一度失传。公元五世纪的北魏时期又能铸造五色琉璃。唐、宋时期,玻璃生产技术又有新的进展,玻璃艺人们也已掌握了吹制技术。透明的玻璃蛋、瓶、杯、管也能制作得很精巧。到了明、清时期,我国古代玻璃又有了新的发展。明代除了大量生产仿宝石玻璃珠远销南洋海外各地区和服饰以珠玉相配的应用之外,开始用半透明玻璃质涂在金属铜坯上烧制成闻名于世的景泰蓝珐琅器具。清王朝因顶戴、朝珠和首饰镶嵌的需要,颜色玻璃的制作技术甚为高超,特别是蓝玻璃可充当宝石和水晶。公元 1696 年康熙十五年已开始创办玻璃厂,制造了颜色多达 15 种以上的单色透明或不透明的玻璃。虽然小块的琉璃壁、环等平片状玻璃在战国时期已会制作,但到明、清时



图 1-7 景泰蓝器物

期,在西欧影响下,我国也开始制造用于镜子的平板玻璃。王侃在《江州笔谈》中曾十分形象而生动地描绘出当时生产景象:“炉炽,消冶石粉,挑起如汤,自管端吹,使微空。复挑复裹,视其加大如茄,手转口吹,渐长二尺余,既冷,赤色转绿,光明透澈,以金刚石划开,烘之,则渐展平,以作镜屏各物,随料取用。”

中国古代玻璃有着 3000 多年的光辉历史。漫长的封建社会阻碍了玻璃制造技术的发展。然而,我国古代玻璃的高超制作技艺和精巧的艺术特色,在世界玻璃的发展史上仍有其应有的地位。