

玻璃工艺学绪论教学研究

俞心刚,曾康燕,罗诗松

(重庆大学 材料科学与工程学院,重庆 400045)

摘要:对玻璃定义的讲解方法进行了探讨,提出要重视对玻璃广义定义的讲解建议,并提供了该内容的部分教学方法;对玻璃的起源、压延工艺和平拉工艺发展史进行了介绍,提出讲解重点,并简明扼要地予以分析,借此培养学生的观察能力及独立分析、解决问题的能力。

关键词:玻璃工艺学;教学研究;平板玻璃

中图分类号:TQ171.6+3

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2010)05-0097-04

无机材料工艺学(或无机非金属材料工艺学)是设有无机材料专业的院校最重要的专业课之一,也是每个无机材料专业学科建设中重点建设的教学课程之一,对培养具有高素质专业人才有着举足轻重的作用。

玻璃工艺学是无机材料工艺学的三大组成部分之一,课程内容主要包括绪论、玻璃工艺原理、玻璃的原材料、玻璃制备工艺、玻璃的性能几大部分。其中绪论部分尤其重要,讲解好坏,直接影响学生对玻璃工艺学的兴趣、热情、求知欲望。但是,有些教师,尤其是青年教师,对绪论部分不太重视,认为该部分内容理论性不强,考试也很少涉及,就简单的介绍一下,并没有着重讲解。这种做法是否合适值得探讨。绪论部分的讲解是一门课程的开始,犹如人与人第一次接触,第一印象的好坏,是很难在短时间里得到改变的,特别是在每门课的学时数少,平时教师与学生之间的交流也不多的情况下,绪论更值得特别关注。学生学得好与坏,其实直接与学生对所学的课程感兴趣密切相关。对于专业课,只要有兴趣,肯学习,绝大部分学生是能学好并可以取得好成绩的,因此,建议教师在讲解绪论部分时要下功夫准备,精心策划、安排讲解的内容。

在玻璃工艺学绪论中,需要重点讲明的知识点主要包括:玻璃的定义、起源、发展历程、今后发展的方向及展望;学习的目的及意义;学习方法、参考书、参考文献和学完这部分后要求达到的目标几部分。文章就玻璃定义、起源、压延和平拉工艺部分进行了探讨。

一、玻璃的定义

玻璃最早的定义即传统对玻璃的定义,是将通过熔融、冷却、固化得到的非结晶(在特定条件下也可能成为晶态)无机物称为玻璃。

大多数教科书只介绍玻璃传统的定义而没有提及玻璃的另外一个

收稿日期:2010-08-12

作者简介:俞心刚(1964-),男,重庆大学材料科学与工程学院副教授,主要从事建筑材料的研究,(E-mail) yu_xin_gang@163.com。

定义,也就是广义的定义(多数情况下都把这个广义的定义当成玻璃的通性或特性来讲)。笔者认为如果讲课时也按这些教科书那样只介绍传统的玻璃定义是不合适的,因为这样容易误导学生认为只有通过熔融的方法才能得到透明的玻璃,而事实上现在很多玻璃都可以不通过高温熔融的方法得到,如用溶胶-凝胶法制备的块状石英玻璃以及玻璃薄膜等。因此,不仅应该提及玻璃的另外一个广义的定义,而且还有必要较详细的在课堂上进行讲解。

玻璃广义的定义,即将凡具有各向同性、无固定熔点、亚稳性、变化的可逆性(指从熔融状态或相反加热过程中,物理化学性质产生逐渐的变化,且变化是可逆的)、可变性(指性质在一定范围内随成分发生连续和逐渐的变化)的物质都称为玻璃。之所以称之为广义的定义,是因为它是根据玻璃的通性(或特性)来定义的,其包括的范围比传统的定义更加广泛,不仅包括通过熔融的方法得到的,而且包括通过其它的制备方法得到的,甚至是天然的材料只要具备玻璃通性的,都属于玻璃。

广义的玻璃定义的起源于1971年,德国 Dislich H 教授用溶胶-凝胶法制备出块状的具有玻璃一切通性的材料,而这种材料是在远远低于熔融温度的环境下制备出来的,与原有的玻璃定义截然不同。当然通过这种溶胶-凝胶法低温制备玻璃是受益于纳米材料的尺寸效应等特性,一般的原材料难以达到,这点也需要在课堂上讲清楚。可在这里穿插一些有关纳米材料的知识,比如陶瓷弹簧(见图1)等,也是用纳米材料来制备的。这样可以顺便将高科技产品介绍给学生,开阔学生的视野,增强学生对该课程的兴趣。应用多媒体教学,还可以在幻灯片周围配备相应的玻璃图片(如图2),使枯燥的教学通过欣赏图片,变得丰富生动,使学生印象更加深刻,理解更加透彻,更快地消化和吸收这部分内容。

通过对这个定义的讲解,不仅让学生掌握了玻璃的定义,而且还加深了学生们对玻璃通性(或特性)的认识。

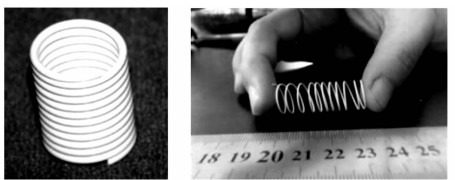


图1 陶瓷弹簧

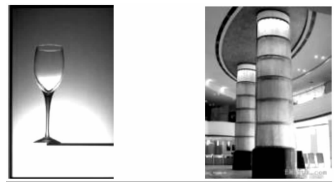


图2 玻璃杯及玻璃装潢

讲解玻璃的定义时,教师可以提出一些问题供学生思考,强化对玻璃的认识,还可以布置作业的形式,让学生课后查阅资料来回答提出的问题,以培养学生的独立思考问题能力和提高学生借助各种工具如书籍、网络等来分析、解决问题的能力,提高学生的综合素质。提出的问题可以是:为什么有传统的定义和广义的定义;透明的无机物是否一定为玻璃;玻璃是透明的,反之,透明的也是玻璃对不对;透明性是玻璃的最重要的性质之一,定义中为何没有特别指出玻璃的透明性是玻璃的通性;材料透明的条件有哪些等等。

二、玻璃的起源

玻璃的起源与其它很多发明一样是偶然发现的,我们可以通过传说故事,既把玻璃的发明过程讲清楚,又使一些基本的知识得到进一步的巩固。玻璃发明的传说故事主要有两个。其中最为人们接受的是腓尼基人的秘密传说。

3000多年以前,地中海沿岸的贝鲁斯河口旁,有一块美丽的沙洲。一艘大商船满载着大块的天然苏打(碳酸钠)经过这里,由于海水落潮,大商船在河口沙滩上搁浅了。没办法,船员们只好等着海水涨潮以后再启程。中午,大家从船上搬来大锅,又扛了几块天然苏打支着锅做饭。吃过饭,准备回船时,一个船员突然惊讶地发现一块闪闪发光的物体。

这东西玲珑剔透,晶莹剔透,谁都没见过。原来,这沙滩上都是石英砂,在船员们烧火做饭的时候,支着锅的天然苏打在高温下和石英砂发生了化学反应,变成了“玻璃”。

腓尼基人无意中发现了这个秘密,就开始生产玻璃。用特制的炉子,把石英砂和苏打一起熔化,炼出玻璃液。最初,他们把玻璃液制成大大小小的玻璃球、玻璃珠子,运往世界各地。由于人们从来没见过这样透亮的珠子,都把这些玻璃珠看成宝贝,用黄金或珠宝来换,腓尼基人因此发了大财。

这个传说比较合情合理,又有趣,是最为广泛流传的玻璃起源传说。但在讲解这个传说故事时,教师应重点突出船上装载的是什么东西。假如不是装

载的苏打而是金属材料,名贵的玛瑙材料或华丽的大理石等物质能否发现玻璃。可以用提问的方式让学生思考,在适当的时机也提示一下需要用上硅酸盐物理化学和物理化学中学的相图方面的知识,并将专业基础课学的理论知识应用到实际的工作中,指导实践工作,实现理论与实践相结合。

用多媒体教学时,可插上几张在海上航行的船只、用苏打支着锅做饭以及锅下面有亮晶晶的玻璃的图片,这样更直观,通俗易懂。

三、平板玻璃工艺发展史

了解玻璃工艺的发展历程对于学习玻璃工艺学具有启发意义。对于建材行业的学生,主要讲解建筑玻璃即平板玻璃或窗玻璃成型工艺的发展史。

平板玻璃制备的最古老的成型工艺之一是吹制工艺,包括三个阶段:(1)将玻璃吹制成一定形状的玻璃泡(图3左);(2)切开玻璃泡底部,玻璃加热前泡切割部向后卷起(图3中);(3)重新加热玻璃泡,玻璃泡由吹管向外旋转展平,形成一个圆形玻璃板,并在玻璃板的中心留下一个由吹管形成的“牛眼”(图3右)。

在吹制法平板玻璃成型工艺之后发展起来的是浇注法平板玻璃成型工艺。直到1922年左右,美国和欧洲一直使用坩埚浇注法来生产平板玻璃,每块玻璃板都需要单独熔化、压延、退火、研磨和抛光。1939年皮尔金顿成功地开发了自己的双面研磨和抛光工艺,从而用双面研磨和抛光机器代替了旧的研磨和抛光操作台,大大提高了平板玻璃的生产效率并大幅度降低了成本。

建筑业、汽车工业对玻璃需求的持续增长和夹层安全玻璃市场的发展,促进了对平板玻璃生产工艺改进的研究。老式的台面浇注法后来被改进的间歇浇注法和连续浇注法所代替。

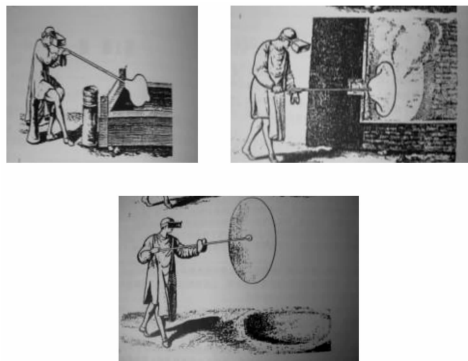


图3 冕法玻璃成型工艺(即小片玻璃成型工艺)

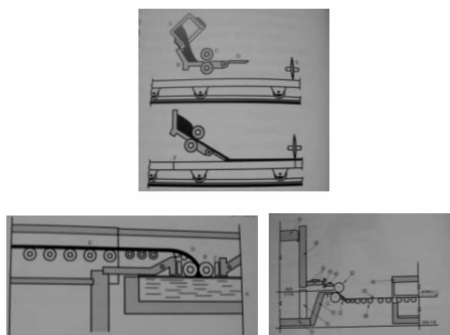


图4 比切罗斯半连续粗糙平板玻璃压延机(上);
里贝-欧文斯公司改进了科尔伯的垂直压延机(左);
连续水平压延工艺(右)

比切罗斯(Bicheroux)和舍尔斯(Showers)对半连续平板玻璃成型工艺做了重要的改进。比切罗斯工艺采用了两根直径相同的辊子(如图4上),将玻璃倒入金属接料器或导料勺内,当这种机构翘起时,接料器将玻璃熔体以适当的速度倒入成型对辊之间,分节的浇注台承接压延好的玻璃板,然后按照压延机的圆周速度将玻璃板带着,通过切割设备,玻璃板在各承接台之间的结合点被切割成块,再立即传送到退火窑,并与浇注方向成适当角度定位。讲解时,要注意提醒学生特别注意切割工艺,即比切罗斯工艺的切割方式和切割部位所处的位置上与目前的切割工艺是大不相同的。比切罗斯法平板玻璃切割是在玻璃退火之前,而现在平板玻璃的切割是在玻璃退火之后,即在硬化的平板玻璃表面划一道浅浅的细口子。讲解时还要阐述导致两种切割工艺的原因,即:以前技术落后,没有很好的切割刀具,以及精密的自动化控制设备,而硬化以后的玻璃不仅需要硬度很高的刀具如金刚石刀具等,还需要在切割时用力均匀,要求有精密的自动控制设备。

比切罗斯半连续浇注工艺之后又经历了连续浇注平板玻璃成型工艺和科尔伯平板玻璃平拉成型工艺。之后,里贝-欧文斯玻璃公司在1925年改进了平拉机用来生产粗糙平拉玻璃毛坯以满足汽车市场对玻璃的空前需要。为了克服厚玻璃拉引速度较慢的问题,带有花纹凸边的成对水冷压延辊被应用到生产中来(见图4左)。这种辊子可将玻璃带向上推而不致滑落,从而极大地提高了普通拉引速度。

垂直压延成型工艺填补了平板玻璃生产的空白,是对高速水平压延成型工艺的补充,因此使用了很多年。但是,这种平板玻璃成型工艺也存在明显的不足,需要在授课时重点讲解,以便提高学生今后发明创造时综合分析问题能力,以及提出创造性问

题的能力。这个平板玻璃成型工艺致命的缺陷是成型在拉引窑或拉引池里面,成型辅助设施多,常处于高温之中,对辅助设施所用的材料要求高,成本高,并且寿命不长,难于更换。因此,后来出现了平板玻璃连续水平压延成型工艺(见图4右)。该工艺最大的优势是除偶尔更换辊子和磨砖等设备外,机器可以每天24小时不间断生产。对平板玻璃连续水平压延成型工艺,授课时要特别讲解的是压延机的水冷辊,它是影响该工艺制备出的产品质量的最关键的设备之一。水冷辊表面质量好坏直接影响玻璃表面的质量,水冷辊之间的间歇大小控制玻璃板的厚度,水冷辊之间各部位的间歇公差、水冷辊温度均匀性及温度稳定性直接影响玻璃板厚度公差等。

浮法和垂直引上法玻璃生产工艺是目前常用的平板玻璃生产工艺。特别是浮法玻璃生产工艺,是目前最先进的平板玻璃生产工艺,是平板玻璃生产工艺发展的必然趋势。

四、结语

(1)教师应重视绪论部分资料收集、提炼,力求将绪论部分讲解得精彩、生动、活泼、富有吸引力,使学生对所讲课程产生浓厚的兴趣,从而提高教学质量。

(2)对广义的玻璃定义要进行介绍,以免误导学生认为只有通过高温熔融才能制备出透明的玻璃。

(3)讲授玻璃起源传说时,要特别突出支撑锅的

苏打的作用,引导学生将物理化学或硅酸盐物理化学所学的有关相图知识与具体问题联系起来,活学活用。

(4)平板玻璃(吹制、压延、平拉)工艺发展史部分应讲清楚以往玻璃的切割工艺和现在玻璃切割工艺的不同及导致切割工艺不同的主要原因;讲清里贝-欧文斯连续压延工艺的缺陷及如今的连续水平压延工艺的优越性。

参考文献:

- [1] 西北轻工业学院. 玻璃工艺学[M]. 中国轻工业出版社, 1982.
- [2] 王琦. 无机非金属材料工艺学[M]. 中国建材工业出版社, 2005.
- [3] 姜建华. 无机非金属材料工艺原理[M]. 化学工业出版社教材出版中心, 2005.
- [4] 符芳. 建筑材料[M]. 东南大学出版社, 1995.
- [5] Dislich H. New Routes to Multicomponent Oxide Glasse[J]. *Angewandte Chemie Int Ed*, 1971, 10:364-370.
- [6] 陶瓷弹簧. [EB/OL]. [2007-11-14]. <http://image.51hejia.com/UserFiles/Image/news/20071114/guofuyi/6.jpg>
- [7] 陶瓷弹簧. [EB/OL]. [2009-07-26]. <http://www.sciencenet.cn/upload/blog/images/2009/7/2009726112254523.jpg>
- [8] [美] Joseph S. Amstock. 建筑玻璃实用手册[M]. 王铁华, 李勇, 译. 清华大学出版社, 2004.

Teaching research on prolegomenon of glass technology

YU Xin-gang, ZENG Kang-yan, LUO Shi-song

(College of Materials Science and Engineering, Chongqing University, Chongqing 400045, P. R. China)

Abstract: We discussed the teaching method of glass definition, and proposed suggestions of paying attention to generalized definition of glass. The origin of glass and development history of flat glass molding process were also introduced, and the teaching content was put forward in detail. It will cultivate students' observation ability and ability of analyzing and solving problems.

Keywords: glass technology; teaching research; flat glass

(编辑 周虹冰)