

Determination of Glass Samples by Ultraviolet Spectrophotometry

Xiao Zhou, Jie Dong, Rong Sun, Jiao Xue, Dingjun Wang, Yahong Zhou*

Department of Criminal Science and Technology, Jiangsu Police Institute, Nanjing Jiangsu
Email: zhouyahong@jspi.cn

Received: Jul. 5th, 2017; accepted: Jul. 31st, 2017; published: Aug. 3rd, 2017

Abstract

The method of direct determination of glass samples was established by UV-Vis spectrophotometry. 36 samples of glass were measured by ultraviolet and visible segments spectra. The results showed that the method was simple and concise and of high precision, and could effectively identify glass samples of different kinds and different thicknesses. This paper has created a new type of inspection method for the inspection of glass samples in criminal cases, and provided strong evidence for the practice of judicial practice.

Keywords

Glass, Ultraviolet Spectrophotometry, Absorption Curve, Absorbance

紫外分光光度法测定玻璃样品

周 筱, 董 杰, 孙 榕, 薛 蛟, 王鼎钧, 周亚红*

江苏警官学院刑事科学技术系, 江苏 南京
Email: zhouyahong@jspi.cn

收稿日期: 2017年7月5日; 录用日期: 2017年7月31日; 发布日期: 2017年8月3日

摘 要

利用紫外可见分光光度法建立了直接测定玻璃样品的分析方法。通过紫外可见分段光谱测定36种玻璃样品, 并考察该方法的精度, 实验结果表明, 该方法方便简洁, 精度高, 可以有效的鉴定不同种类和不同厚度的玻璃样品, 从而为刑事案件现场玻璃样品检验创建了新型检验方法, 为司法实践工作提供有力证据。

*通讯作者。

关键词

玻璃, 紫外分光光度法, 吸收曲线, 吸光度

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 前言

玻璃碎片是刑事案件现场常见的一种物证。在刑事案件现场, 例如在发生交通事故肇事逃逸案的时候, 肇事车辆可能会在现场留下车灯、后视镜或挡风玻璃的碎片; 入室盗窃或行凶杀人案件中被打碎的门窗等玻璃碎片可能会附着在作案者的衣服、手套、鞋袜以及头发上; 在某些案件中玻璃瓶或其他玻璃制品也可能被用作凶器等[1]。因此, 通过对刑事案件现场的玻璃检材的分析研究, 可以缩小侦察范围, 指出侦察方向, 为侦查破案提供线索, 澄清并明确案件事实, 为诉讼和审判提供证据[1] [2] [3]。

文献资料表明, 对于玻璃的检验方法有很多种, 如对颜色、厚度、外观形态等表面可见的属性进行初步的检验; 利用偏光显微镜区分玻璃和其他物质; 利用原子发射光谱、原子吸收光谱、X 射线荧光、带有能谱仪的扫描电镜等方法对玻璃的某些元素进行分析测定。常用的方法有原子发射光谱和扫描电镜[1] [4] [5]。而光谱法测定刑事案件现场的玻璃样品在国内外的研究较少, 现行研究大多基于红外光谱法对于刑事现场玻璃碎片的分析, 紫外可见光谱分析则在此基础上加以拓展, 减少红外光谱分析的缺陷, 可以观测到红外光谱以外的紫外可见光谱区域。

本实验创新的建立了紫外-可见分光光度法直接测定固体玻璃样品, 并通过分波段对玻璃样品进行检测, 寻找不同玻璃样品之间的差异, 在此基础上, 建立了玻璃种类认定判别依据, 得到精确的判别认定刑事案件现场的玻璃碎片的种类认定和比对分析方法。

2. 实验部分

2.1. 仪器设备

紫外-可见分光光度计(美国 PE 公司, Lambda25), 实验条件: 在 200~400 nm 的近紫外区, 400~760 nm 的可见光区, 分别测定玻璃样品的吸收光谱曲线。

2.2. 实验样品

通过收集市场上各种玻璃样品, 根据其材质、产地、厚度以及用途, 用玻璃刀将所收集到的样品玻璃切成小块样品并清洗表面, 玻璃样品种类见表 1。

2.3. 实验内容

空白检测: 用空气空白样品作检测, 一般要检测两次, 以减小空气中运动着的微粒对实验结果的影响, 从而减小实验误差。

样品检测: 将清洗干净的玻璃样品裁剪成 1 cm^2 大小, 放入检测卡槽中, 将需要检测的部位对准卡槽中部, 使透过光束透过, 进行紫外可见光谱检测, 记录其吸收曲线。

Table 1. Sample collection

表 1. 收集样品种类

编号	样品名称	颜色	生产厂家	用途	备注
1	透明有机玻璃	无色	亚克力有机玻璃加工	—	1 mm
2	透明有机玻璃	无色	亚克力有机玻璃加工亚克力有机玻璃加工	—	2 mm
3	透明有机玻璃	无色	亚克力有机玻璃加工	—	3 mm
4	透明有机玻璃	无色	亚克力有机玻璃加工	—	4 mm
5	透明有机玻璃	无色	亚克力有机玻璃加工	—	5 mm
6	透明有机玻璃	无色	亚克力有机玻璃加工	—	6 mm
7	透明有机玻璃	无色	亚克力有机玻璃加工	—	8 mm (1)
8	透明有机玻璃	无色	亚克力有机玻璃加工	—	8 mm (2)
9	磨砂透明有机玻璃	无色	亚克力有机玻璃加工	—	3 mm
10	磨砂透明有机玻璃	无色	亚克力有机玻璃加工	—	5 mm (1)
11	磨砂透明有机玻璃	无色	亚克力有机玻璃加工	—	5 mm (2)
12	茶色透明有机玻璃	茶色	亚克力有机玻璃加工	—	3 mm
13	茶色透明有机玻璃	茶色	亚克力有机玻璃加工	—	5 mm
14	蓝色透明玻璃杯	蓝色	宜家	器皿	表面有弧度
15	绿色透明玻璃杯	绿色	宜家	器皿	表面有弧度
16	红色透明玻璃杯	红色	宜家	器皿	表面有弧度
17	绿色透明玻璃碗	绿色		器皿	表面花纹凹凸不平整
18	载玻片	无色		实验	1 mm
19	家用窗玻璃	无色	关氏玻璃超市	家用	5 mm
20	单面磨砂窗玻璃	无色	关氏玻璃超市	家用	4 mm
21	钢化窗玻璃	无色		家用	4 mm
22	汽车挡风玻璃	无色		车用	5 mm
23	灯白色亚克力有机玻璃	灯白色	亚克力有机玻璃加工	—	2 mm
24	灯白色亚克力有机玻璃	灯白色	亚克力有机玻璃加工	—	3 mm
25	灯白色亚克力有机玻璃	灯白色	亚克力有机玻璃加工	—	5 mm
26	灯白色亚克力有机玻璃	灯白色	亚克力有机玻璃加工	—	7 mm
27	瓷白色亚克力有机玻璃	瓷白色	亚克力有机玻璃加工	—	2 mm
28	瓷白色亚克力有机玻璃	瓷白色	亚克力有机玻璃加工	—	3 mm
29	瓷白色亚克力有机玻璃	瓷白色	亚克力有机玻璃加工	—	5 mm
30	瓷白色亚克力有机玻璃	瓷白色	亚克力有机玻璃加工	—	8 mm
31	黄色亚克力有机玻璃	黄色	亚克力有机玻璃加工	—	3 mm
32	黄色亚克力有机玻璃	黄色	亚克力有机玻璃加工	—	5 mm
33	深蓝色亚克力有机玻璃	深蓝色	亚克力有机玻璃加工	—	3 mm
34	深蓝色亚克力有机玻璃	深蓝色	亚克力有机玻璃加工	—	4 mm
35	黑色亚克力有机玻璃	黑色	亚克力有机玻璃加工	—	3 mm
36	黑色亚克力有机玻璃	黑色	亚克力有机玻璃加工	—	5 mm

注：用途栏中“—”指多种用途。

3. 实验结果与讨论

实验中分别以 200~400 nm 和 400~700 nm 两波段测定各种玻璃样品的吸收光谱曲线。

3.1. 玻璃的紫外光吸收曲线

3.1.1. 无机玻璃的紫外吸收曲线

利用 200~400 nm 的紫外区直接测定无机玻璃, 不同种类的玻璃呈现不同的吸收曲线。

图 1 为 18 号载玻片, 在 200~300 nm 间均匀吸收, 而在 300~400 nm 却呈现从左至右, 由上而下的下滑趋势。

图 2 为 20 号样品, 即无机磨砂玻璃在 200~400 nm 波段的图谱, 前面 200~310 nm 有波动, 后面呈现下滑曲线, 因此其在紫外区并无甚突出峰。

图 3 为 21 号样品, 即钢化玻璃在 200~400 nm 波段的图谱, 钢化玻璃对紫外线吸收, 类似与磨砂玻璃。

图 4 为车前窗玻璃(即挡风玻璃)在 200~400 nm 图谱, 其吸收图谱与图 3 不同, 这是由于玻璃本身依然是透明无机玻璃, 且为夹层玻璃, 中间夹有一层墨绿色胶, 因此, 图谱的波动由这层有色胶引起。据了解, 汽车的挡风玻璃多为钢化玻璃, 若在刑事案件现场所取玻璃物证碎片, 并对其同款样品作图谱比对, 即可判断其是否相同种类。

由以上无机玻璃对紫外光吸收曲线来看, 无机玻璃在紫外区没有明显的吸收峰。

3.1.2. 有机玻璃的紫外光吸收曲线

实验采用的是有色亚克力和无色亚克力有机玻璃, 包括灯白色、瓷白色、黄色、蓝色、黑色、茶色以及透明亚克力。通过部分有机样对比可以发现, 在 325~385 nm 波段会出现一个“U”形, 即在 325 nm 及 385 nm 处有突出峰。

如图 5 所示, 此为 24 号灯白色 3 mm 玻璃样品在紫外区的吸收曲线。

如图 6 所示, 此为 28 号瓷白色 3 mm 玻璃样品在紫外区的吸收曲线。

如图 7 所示, 此为 31 号黄色 3 mm 玻璃样品在紫外区的吸收曲线。

如图 8 所示, 此为 33 号蓝色 3 mm 玻璃样品在紫外区的吸收曲线。

如图 9 所示, 此为 35 号黑色 3 mm 玻璃样品在紫外区的吸收曲线。

瓷白色有单独的突出峰, 灯白色与黄色还有瓷白色亚克力的图谱较为相像, 都存在类似“U”形, 说明它们可能存在相同或类似成分; 而蓝色亚克力和黑色亚克力则对紫外光强烈吸收。

3.2. 玻璃的可见光吸收曲线

3.2.1. 无机玻璃的可见光吸收曲线

利用 400~760 nm 可见光直接测量样品 17 号无机玻璃, 如图 10 所示, 在 450 nm 波段跟 650 nm 波段处有较大的吸收峰。

同样条件下测定 15 号绿色透明玻璃, 所得吸收曲线见图 11。

15 和 17 号样品均为绿色, 因此, 具有相似的吸收曲线, 在 450 nm 和 650 nm 附近有吸收峰, 但由于 17 号样品表面花纹凹凸不平整, 所以其吸收曲线不光滑。

利用 400~760 nm 波段可见光照射 16 号红色透明玻璃, 所得吸收曲线见图 12。

16 号红色透明玻璃的最大吸收峰在 500 nm 附近。

利用 400~760 nm 波段可见光照射 14 号蓝色透明玻璃, 所得吸收曲线见图 13。

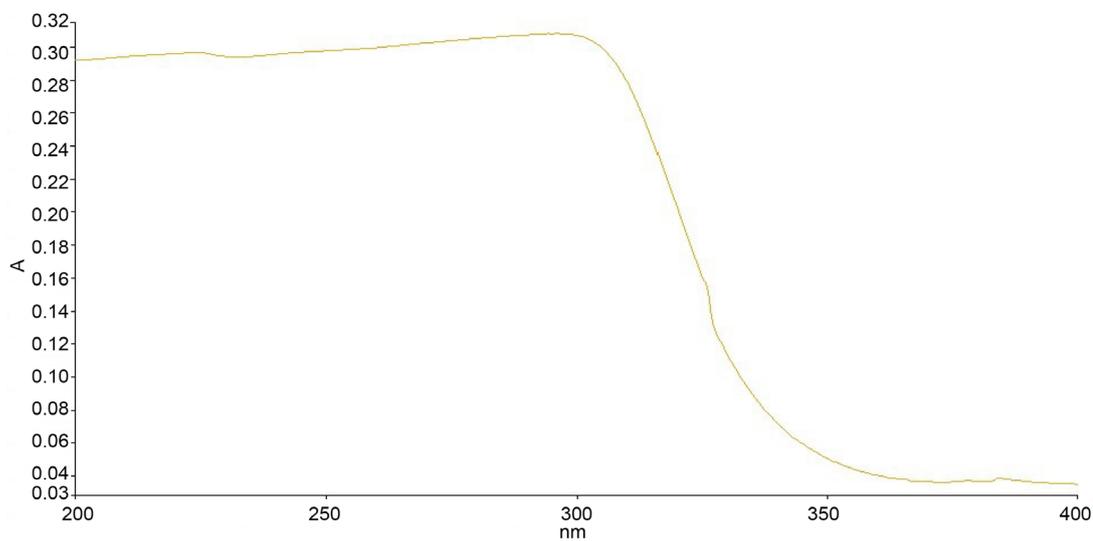


Figure 1. Ultraviolet light absorption curve of sample 18

图 1. 样品 18 号紫外光吸收曲线

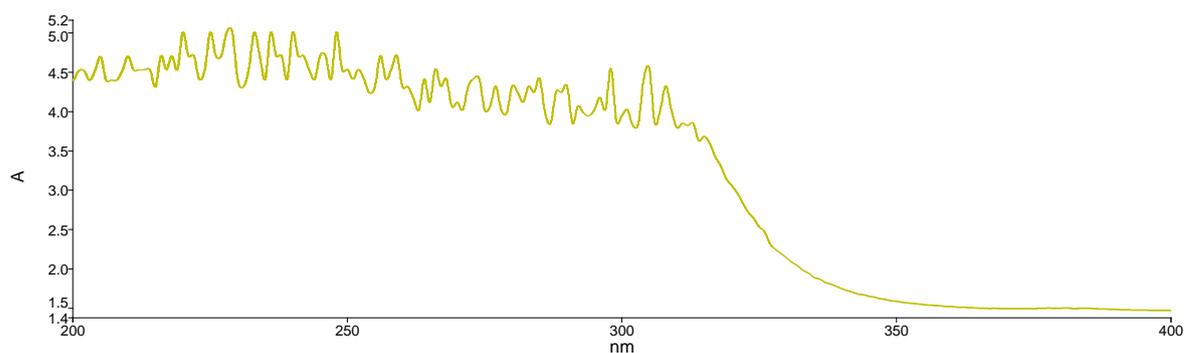


Figure 2. Ultraviolet light absorption curve of sample 20

图 2. 样品 20 号紫外光吸收曲线

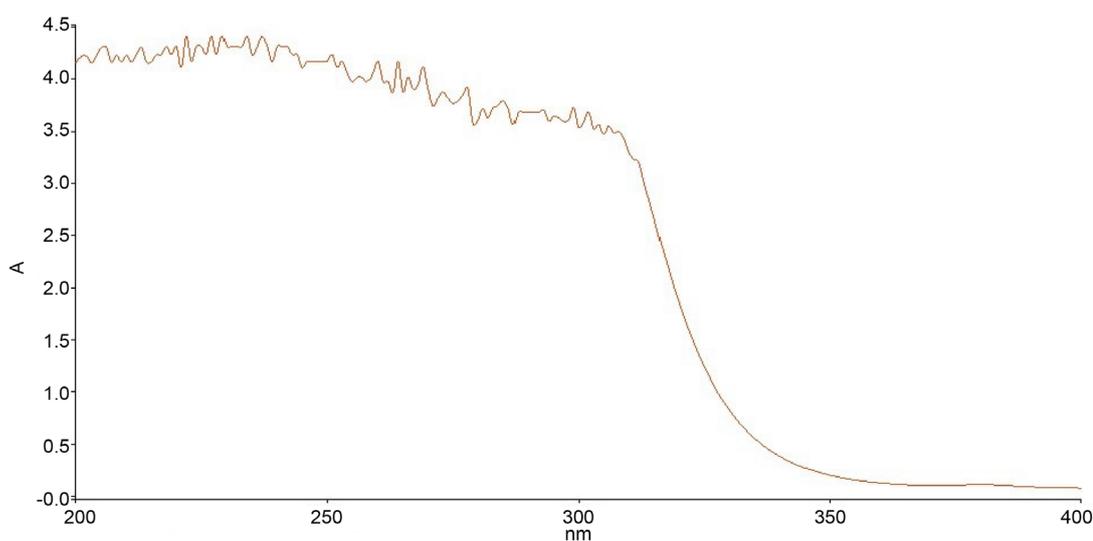


Figure 3. Ultraviolet light absorption curve of sample 21

图 3. 样品 21 号紫外光吸收曲线

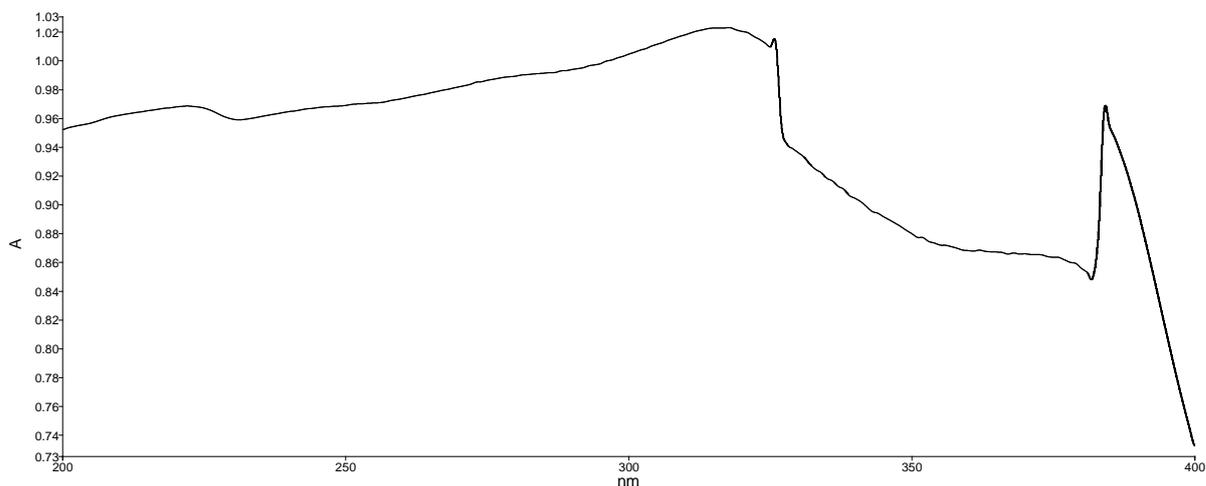


Figure 4. Ultraviolet light absorption curve of sample 22

图 4. 样品 22 号紫外光吸收曲线

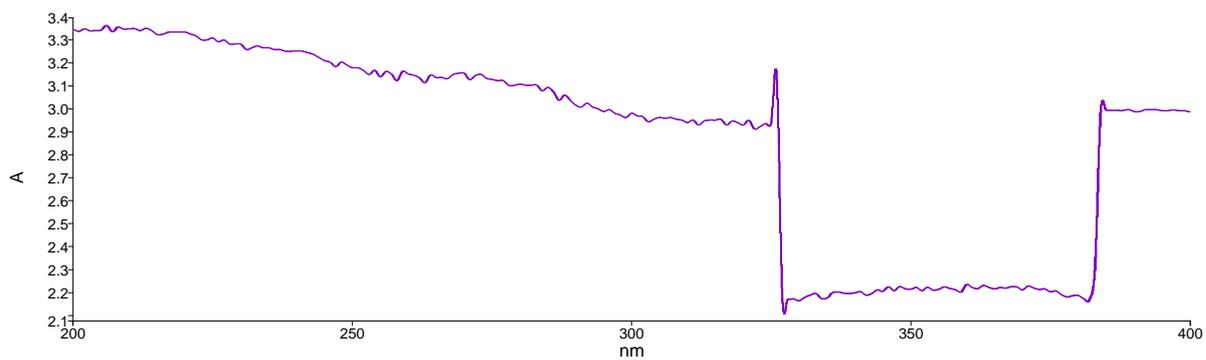


Figure 5. Ultraviolet light absorption curve of sample 24

图 5. 样品 24 号紫外光吸收曲线

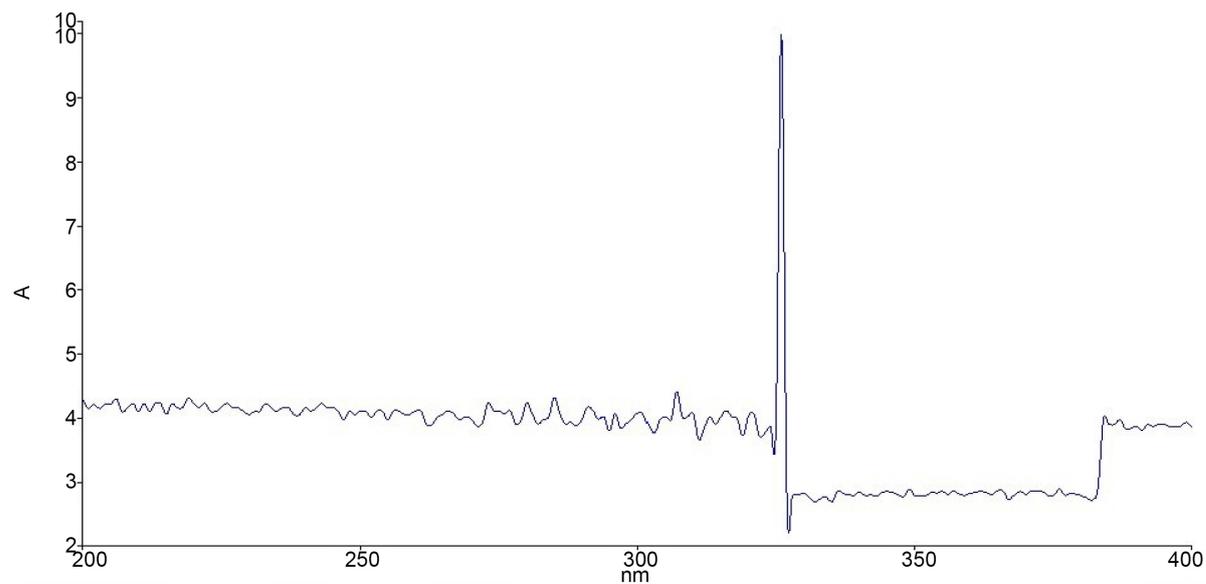


Figure 6. Ultraviolet light absorption curve of sample 28

图 6. 样品 28 号紫外光吸收曲线

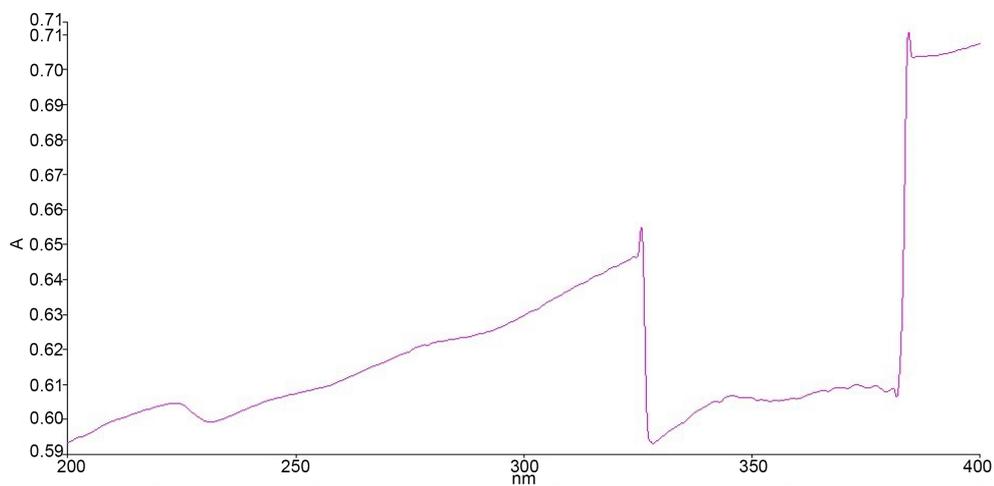


Figure 7. Ultraviolet light absorption curve of sample 31

图 7. 样品 31 号紫外光吸收曲线

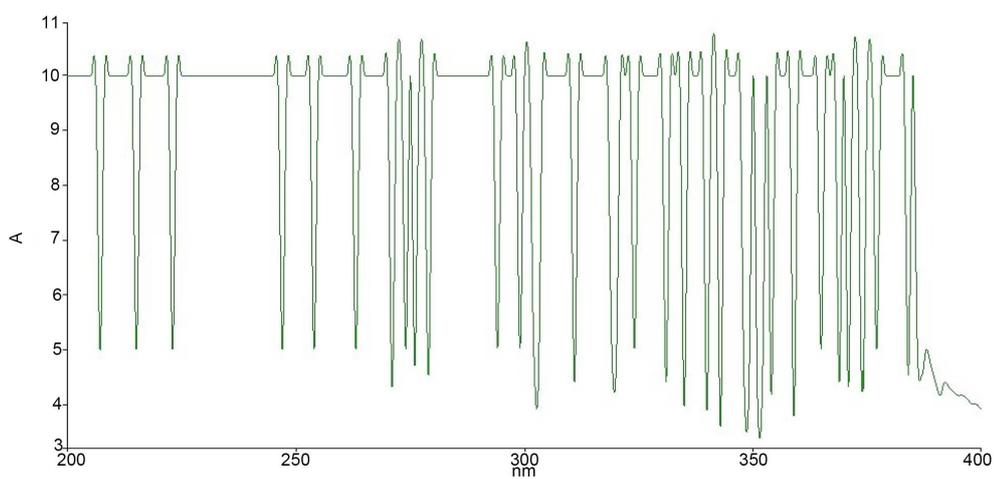


Figure 8. Ultraviolet light absorption curve of sample 33

图 8. 样品 33 号紫外光吸收曲线

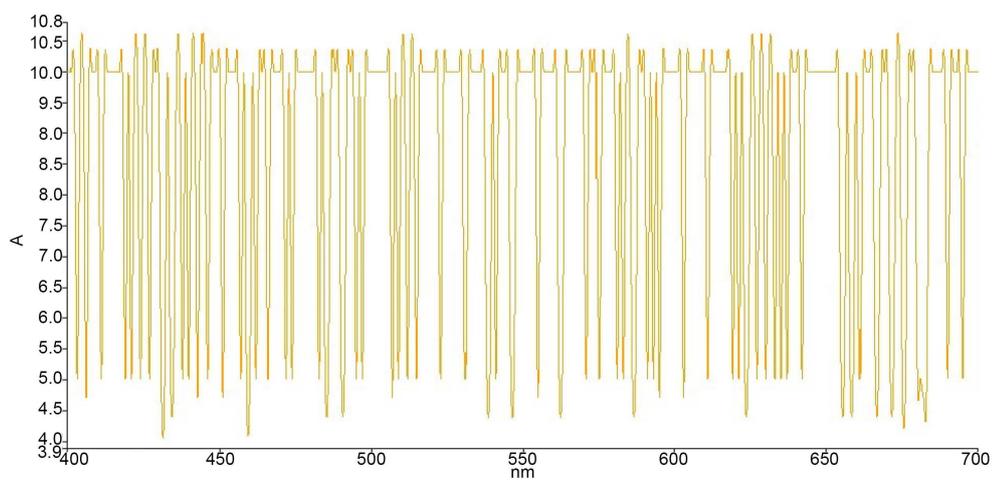


Figure 9. Ultraviolet light absorption curve of sample 35

图 9. 样品 35 号紫外光吸收曲线

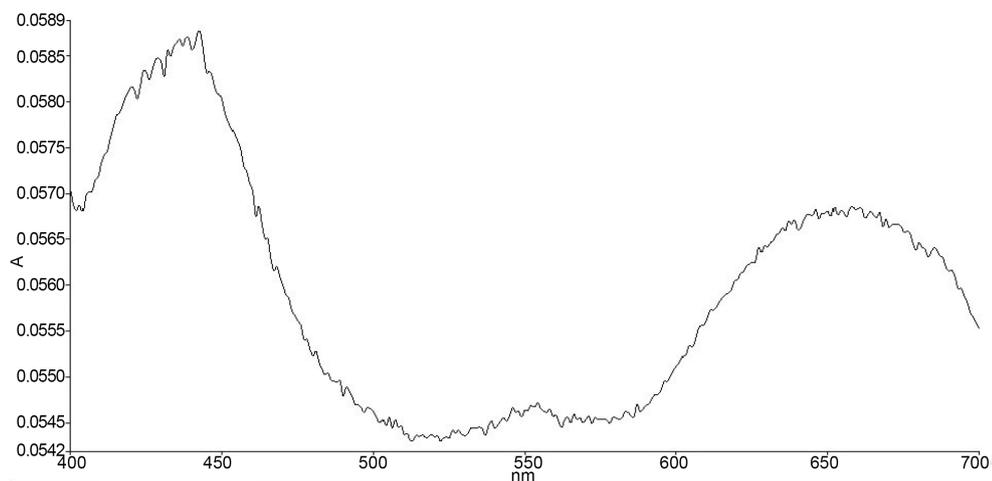


Figure 10. Visible light absorption curve of sample 17

图 10. 样品 17 号可见光吸收曲线

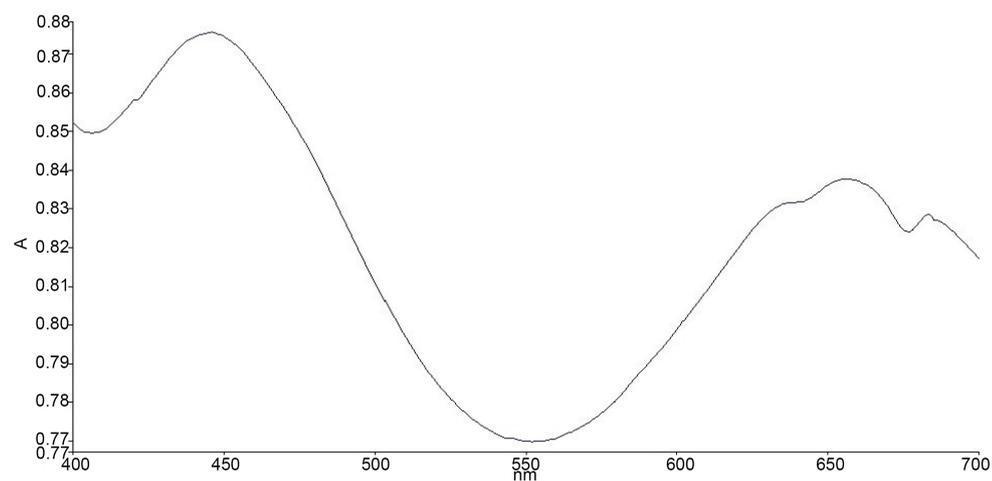


Figure 11. Visible light absorption curve of sample 15

图 11. 样品 15 号绿色透明玻璃的可见光吸收曲线

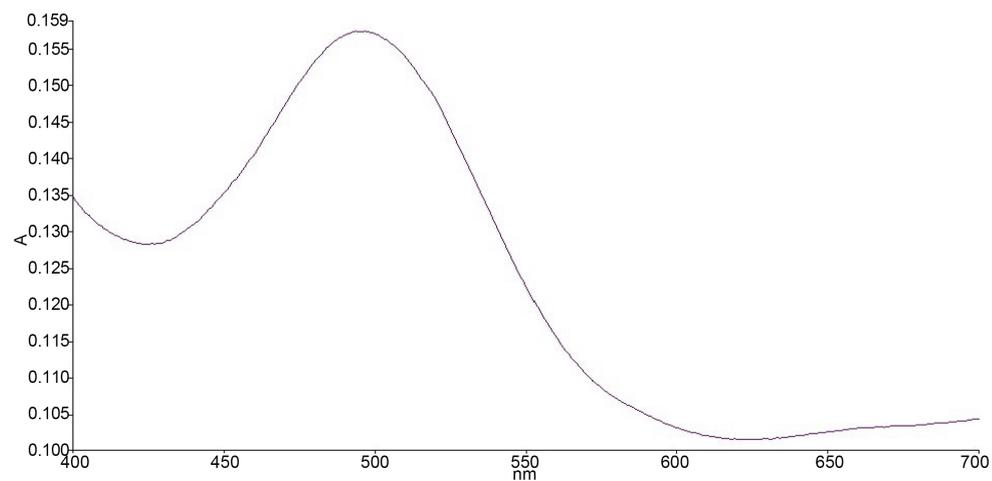


Figure 12. Visible light absorption curve of sample 16

图 12. 样品 16 号红色透明玻璃的可见光吸收曲线

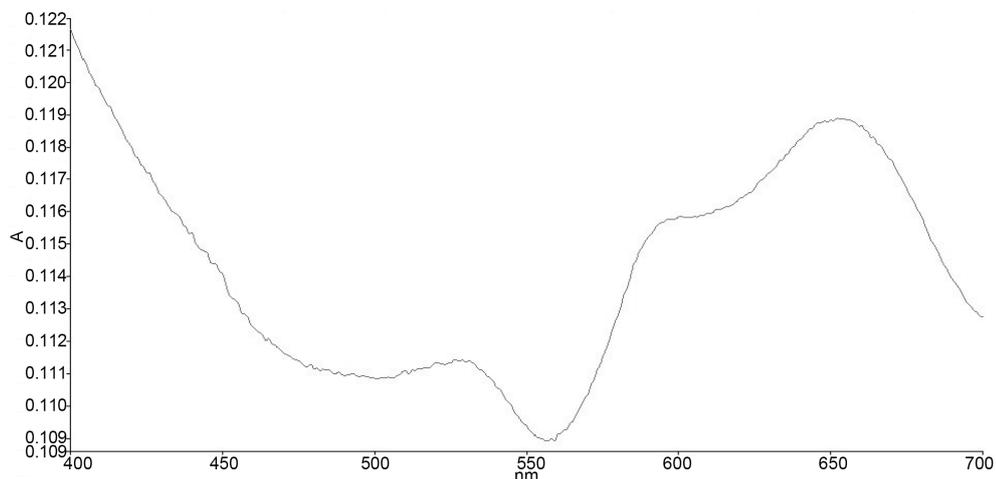


Figure 13. Visible light absorption curve of sample 14
图 13. 样品 14 号蓝色透明玻璃的可见光吸收曲线

14 号蓝色透明玻璃分别在 530、600 和 650 nm 附近有吸收峰。

利用 400~760 nm 波段可见光照射 20 号单面磨砂玻璃时, 没有明显的吸收峰, 见图 14。

利用 400~760 nm 波段可见光照射 21 号钢化玻璃时, 没有明显的突出峰, 见图 15。

20 和 21 号样品虽为无色玻璃, 但由于其成分和制作工艺等差异, 使得其吸收曲线差异较为明显, 前者在 400 附近有较高的吸光度, 后者在 760 附近有较高的吸光度。

利用 400~760 nm 波段可见光照射 22 号挡风玻璃时, 没有明显的突出峰, 见图 16。

综上实验结果表明, 不同颜色的透明无机玻璃对可见光具有不同的吸收曲线, 颜色相同的吸收曲线的形态基本相同; 挡风玻璃与所贴的膜有关, 呈现一定的吸收曲线; 而钢化玻璃虽然是无色, 但在可见光区不同于普通玻璃, 仍具有其特征的吸收曲线,

3.2.2. 有机玻璃的可见光吸收曲线

利用 400~760 可见光直接测量样品 12、13 号茶色透明有机玻璃, 在 425 和 450 出现两个吸收峰, 而后逐渐下降, 除了黑色和蓝色亚克力依然是倒峰外, 如图 17。

同样条件下测定 23~26 灯白色亚克力有机玻璃, 从 400 至 760 nm 均呈不规则渐渐上升吸收曲线, 见图 18。

样品 27~30 号瓷白色亚克力的可见光区的吸收曲线与灯白色亚克力相似, 见图 19。

样品 31 和 32 号黄色亚克力时, 在 660 nm 波段处有明显的吸收峰, 图谱与灯白色以及瓷白色亚克力相似之处, 但在 580 nm 附近有较好的吸收峰, 见图 20。

当可见光照射 33、34 号蓝色亚克力玻璃时, 在 550 之前吸收较弱, 在 550 nm 到 680 nm 波段处出现强烈吸收, 见图 21。

而可见光照射 36 号黑色亚克力样品时, 在整个可见光区有明显的强烈吸收峰, 见图 22。

实验结果表明, 深色有机玻璃如深蓝色和黑色亚克力玻璃, 对可见光强烈吸收, 茶色透明有机玻璃在可见区有特定的吸收曲线, 而瓷白色亚克力、灯白色亚克力与黄色亚克力的可见光区的吸收曲线相似, 只是黄色亚克力在 580 nm 附近吸收峰较为明显。

3.3. 同种类不同厚度玻璃对吸收曲线的影响

实验考察了同种类不同厚度玻璃对紫外可见光的吸收曲线的影响。见表 2。

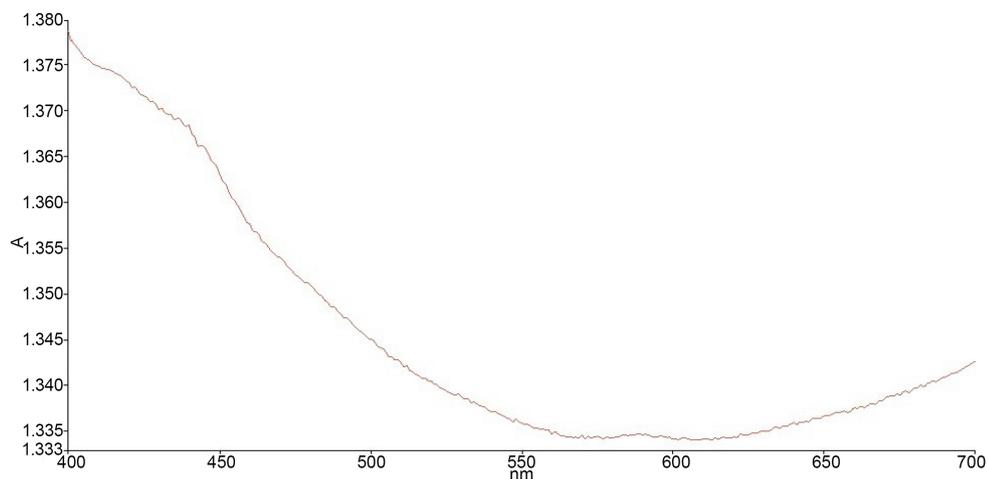


Figure 14. Visible light absorption curve of sample 20
图 14. 样品 20 号单面磨砂玻璃的可见光吸收曲线

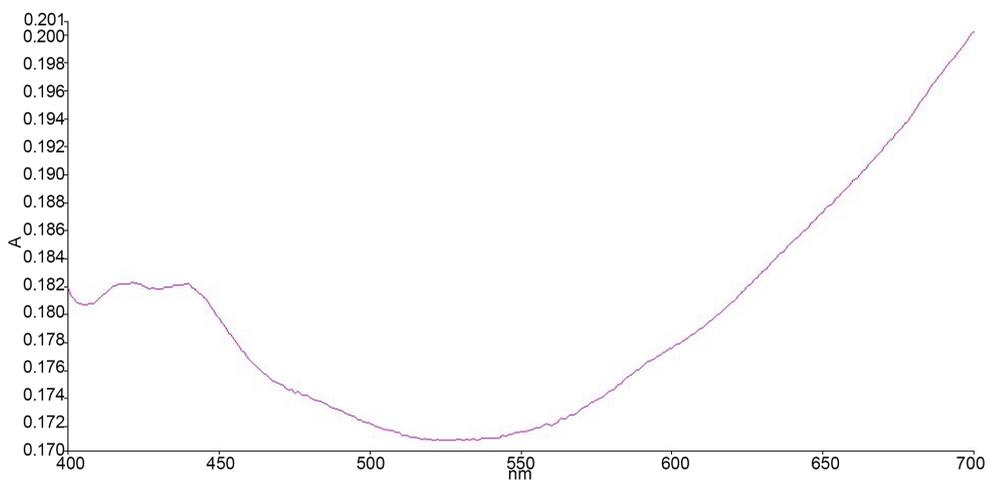


Figure 15. Visible light absorption curve of sample 21
图 15. 样品 21 钢化玻璃的可见光吸收曲线

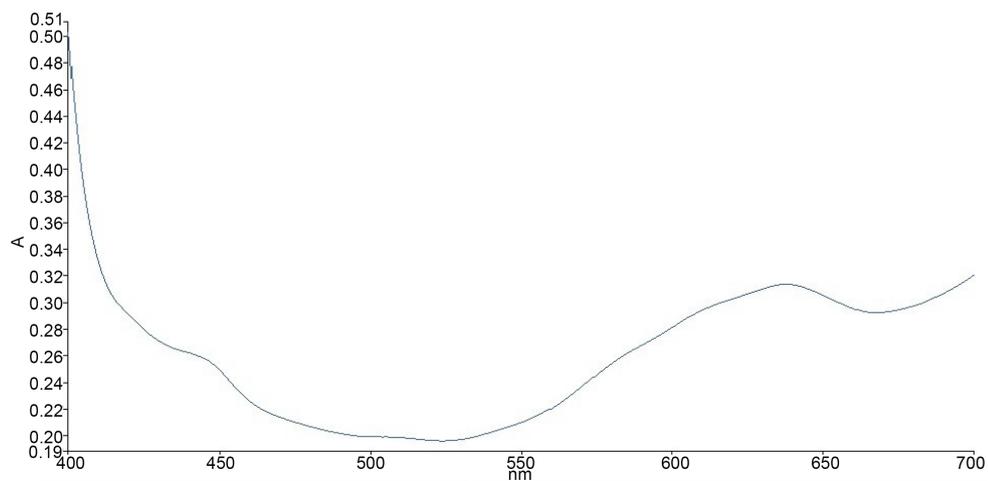


Figure 16. Visible light absorption curve of sample 22
图 16. 样品 22 号挡风玻璃的可见光吸收曲线

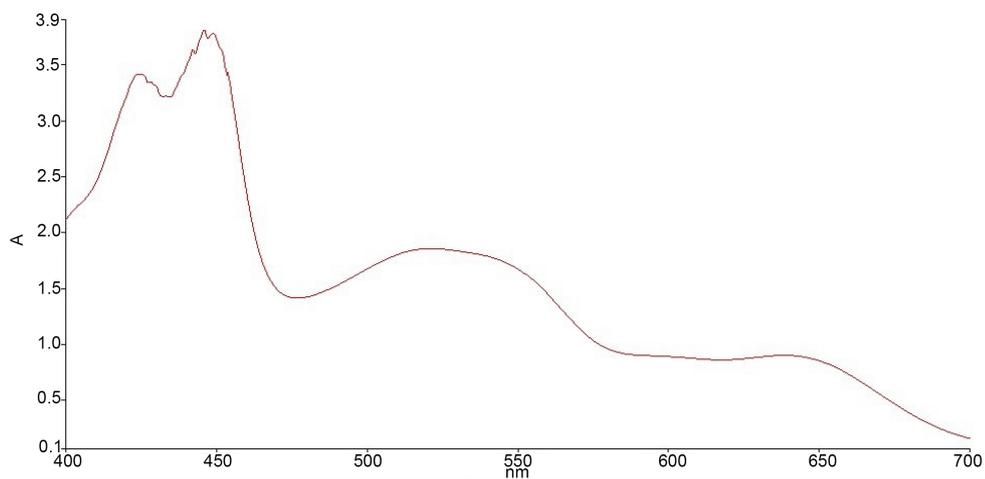


Figure 17. Visible light absorption curve of sample 12, 13

图 17. 样品 12、13 茶色透明玻璃的可见光吸收曲线

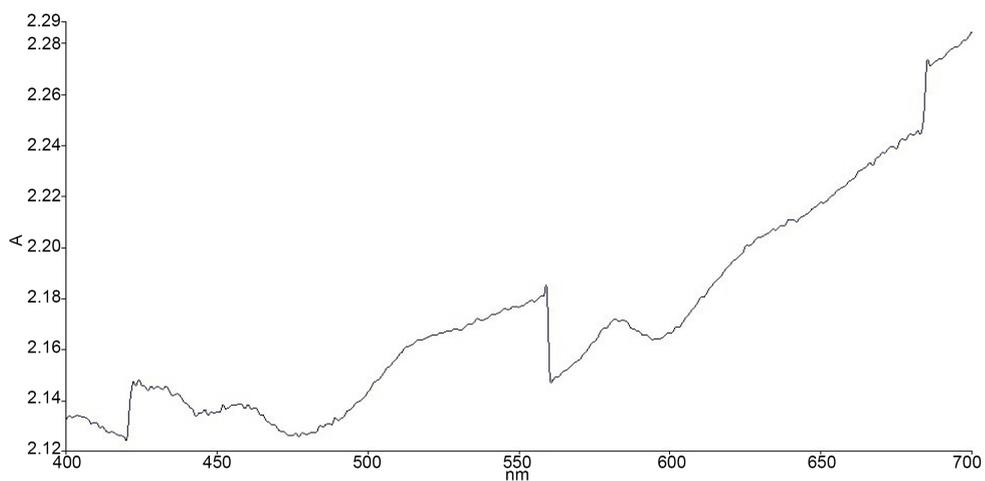


Figure 18. Visible light absorption curve of sample 23-26

图 18. 样品 23~26 号灯白色亚克力的可见光吸收曲线

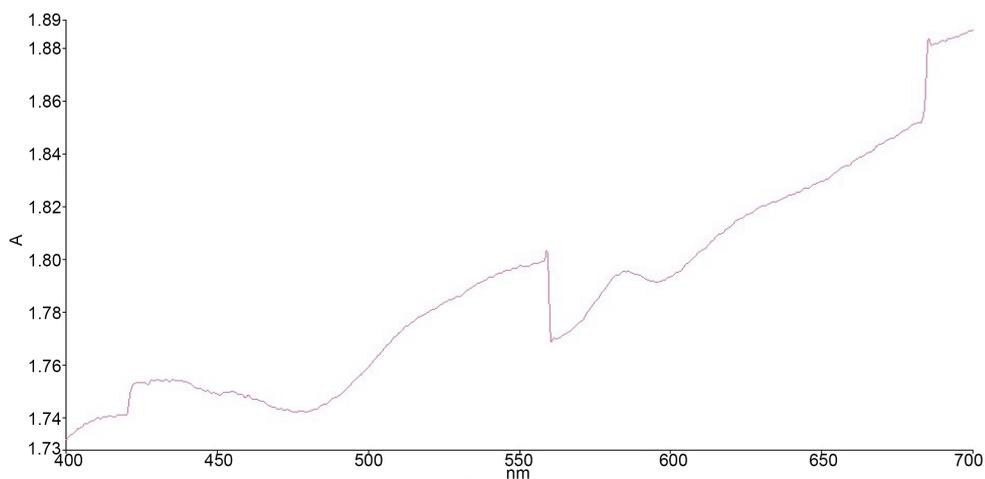


Figure 19. Visible light absorption curve of sample 27-30

图 19. 样品 27~30 瓷白色亚克力的可见光吸收曲线

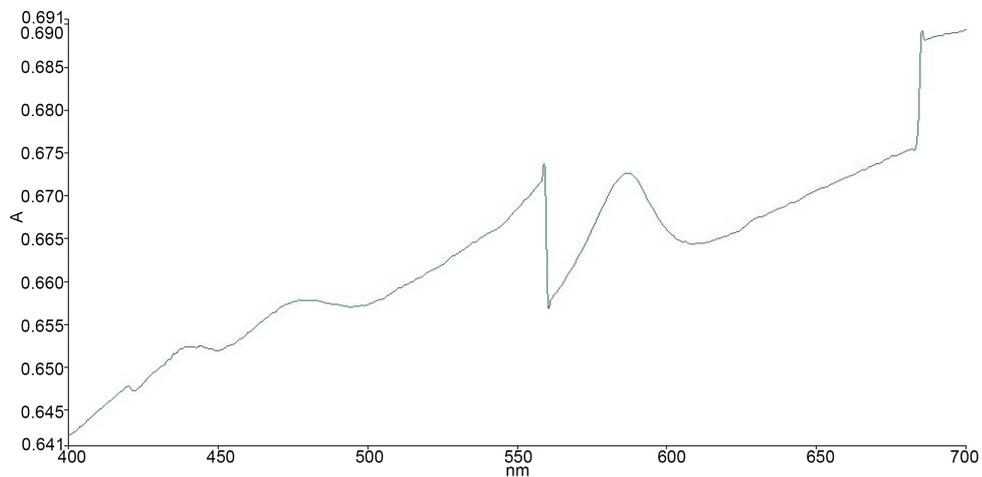


Figure 20. Visible light absorption curve of sample 31, 32
图 20. 样品 31、32 黄色亚克力的可见光吸收曲线

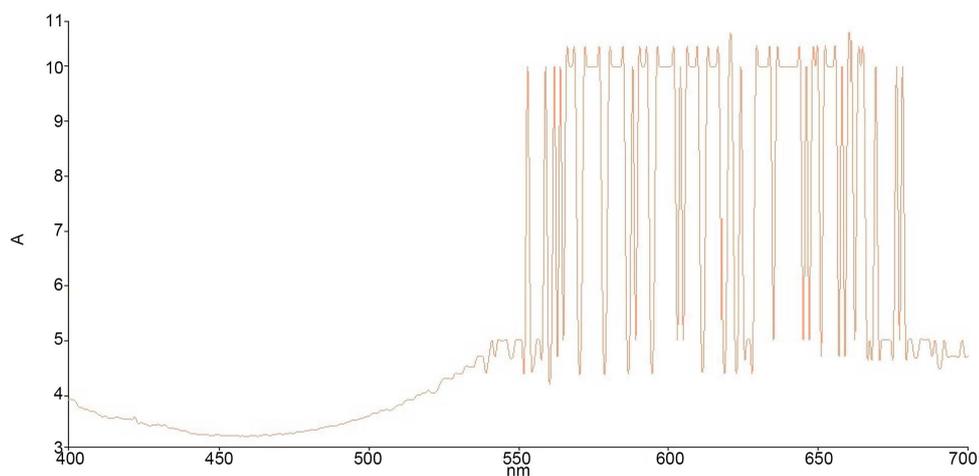


Figure 21. Visible light absorption curve of sample 33, 34
图 21. 样品 33、34 蓝色亚克力的可见光吸收曲线

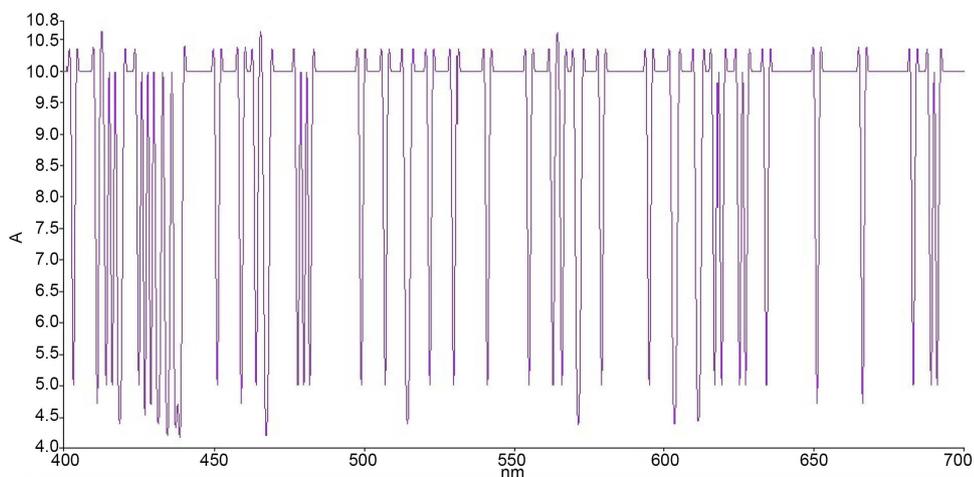


Figure 22. Visible light absorption curve of sample 36
图 22. 样品 36 号黑色亚克力的可见光吸收曲线

Table 2. Part of 200-400 nm wavelength interval mapping data
表 2. 200~400 nm 波段图谱部分数据

样品号	样品名	厚度(mm)	最大吸收波长 1 (nm/A)	最大吸收波长 2 (nm/A)
1	透明有机玻璃	1	231.10/2.90	500.00/0.052
2	透明有机玻璃	2	231.10/2.92	500.00/0.055
3	透明有机玻璃	3	231.10/3.01	500.00/0.059
4	透明有机玻璃	4	231.10/3.07	500.00/0.060
5	透明有机玻璃	5	231.10/3.09	500.00/0.065
6	透明有机玻璃	6	231.10/3.11	500.00/0.066
8	透明有机玻璃	8	231.10/3.22	500.00/0.070
9	磨砂透明有机玻璃	3	256.28/4.10	500.00/0.790
10	磨砂透明有机玻璃	5	256.28/4.23	500.00/0.820
12	透明茶色玻璃	3	292.40/10.01	449.00/3.740
13	透明茶色玻璃	5	292.40/10.40	449.00/3.790
23	灯白色亚克力	2	384.19/2.03	558.44/2.36
24	灯白色亚克力	3	384.19/3.13	558.44/2.72
25	灯白色亚克力	4	384.19/3.35	558.44/2.83
28	瓷白色亚克力	3	384.02/10.01	401.00/4.02
29	瓷白色亚克力	5	384.02/10.07	401.00/4.32
31	黄色亚克力	3	391.50/10.50	572.83/4.86
32	黄色亚克力	5	391.50/10.62	572.83/5.02
33	蓝色亚克力	3	242.60/10.65	609.95/10.00
34	蓝色亚克力	5	242.60/10.69	609.95/10.12
35	黑色亚克力	3	384.42/10.30	633.50/10.64
36	黑色亚克力	5	384.42/10.45	633.50/10.65

实验结果表明,无论是紫外区还是可见区,相同材质不同厚度的吸收曲线形状相同,但吸光度随玻璃厚度的增加而增加。因此,通过吸光度的测定可以推断的玻璃厚度。

3.4. 影响测定精度的因素

经过所涉玻璃样品的不同部位进行三次重复测量,所得图谱最大吸收波长,计算其吸光度的相对标准偏差 RSD, 所得结果见表 3。

由表 3 可见,利用紫外可见光谱直接测定玻璃样品,精度较高,最大 RSD 为 3.667,最小 RSD 为 0.094,满足分析鉴定的要求。

4. 结论

所建立的直接测定固体玻璃样品的紫外可见光法,可以对不同种类的玻璃进行鉴定。不同种类、不同颜色的玻璃样品具有不同的吸收曲线;厚度不同,曲线相似,吸光度不一样,根据玻璃吸光度可以测定玻璃厚度。因此,实验所得数据为建立玻璃数据库打下基础,也为司法实践工作提供有力的证据证明。

Table 3. Sample accuracy
表 3. 样品测量精度

编号	样品名	A ₁	A ₂	A ₃	RSD
1	透明有机玻璃	4.54	4.52	4.55	0.337
2	透明有机玻璃	1.10	1.08	1.11	1.393
3	透明有机玻璃	0.78	0.77	0.79	1.282
4	透明有机玻璃	1.48	1.43	1.47	1.812
5	透明有机玻璃	0.52	0.55	0.53	2.864
6	透明有机玻璃	0.57	0.55	0.56	1.786
8	透明有机玻璃	1.45	1.46	1.47	0.685
9	磨砂透明有机玻璃	0.54	0.56	0.57	2.744
10	磨砂透明有机玻璃	0.40	0.42	0.43	3.667
12	透明茶色玻璃	4.31	4.33	4.31	0.268
13	透明茶色玻璃	10.00	10.01	10.12	0.663
23	灯白色亚克力	2.36	2.34	2.40	1.291
24	灯白色亚克力	3.13	3.11	3.15	0.639
25	灯白色亚克力	3.35	3.29	3.34	0.966
28	瓷白色亚克力	10.01	10.03	10.10	0.493
29	瓷白色亚克力	10.00	10.02	9.58	2.332
31	黄色亚克力	10.59	10.58	10.49	1.650
32	黄色亚克力	10.62	10.70	10.68	0.390
33	蓝色亚克力	10.65	10.66	10.64	0.094
34	蓝色亚克力	10.62	10.64	10.66	0.188
35	黑色亚克力	10.66	10.64	10.59	0.479
36	黑色亚克力	10.65	10.64	10.58	0.356

基金项目

江苏警官学院学生科学研究项目：项目编号：zd201603；江苏警官学院《物证分析新技术》创新团队 2015SJYTZ02；江苏省“十三五”一级学科省重点建设学科资助项目。

参考文献 (References)

- [1] 姜红. 刑事案件现场中微量玻璃的检验及应用[J]. 中国人民公安大学学报(自然科学版), 2005, 33(1): 8-10.
- [2] 张雪霜. 手印痕迹检验刑事科学技术探究[J]. 硅谷, 2009(6): 117.
- [3] 刘金升, 高镇北, 王双. 利用血手套上的微量物证破案 1 例[J]. 刑事技术, 2008(4): 6.
- [4] 房建昌. 道路交通事故现场勘查与分析再现及责任认定全书[M]. 吉林: 吉林摄影出版社, 2002.
- [5] 冯小平. 基于高光谱成像技术的血迹形态特征检测研究[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 重庆理工大学, 2013.
- [6] 邓芹英, 刘岚, 邓慧敏. 波谱分析教程[M]. 北京: 科学出版社, 2007.
- [7] 朱明华, 胡坪. 仪器分析[M]. 南京: 高等教育出版社, 2008.

期刊投稿者将享受如下服务：

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：aac@hanspub.org