

加速老化条件下湿度对纸张性能的影响

田周玲, 易晓辉, 任珊珊, 龙 堃, 张 铭, 闫智培

(国家图书馆古籍保护科技文化部重点实验室, 北京 100034)

摘要: 将构皮纸、宣纸、新闻纸、打字纸和竹纸共 5 种纸样置于老化箱中在不同的湿度条件下进行加速老化试验, 通过对比老化前后 5 种纸样的各项理化性能, 分析纸张老化前后的状态变化以及不同湿度对纸张理化性能的影响, 探究相对湿度对于纸张耐久性和保存寿命的影响。

关键词: 加速老化, 纸张耐久性, 相对湿度

中图分类号: TS761 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-6309(2017)01-0018-06

从东汉时期蔡伦发明造纸技术以来, 纸张这一文字信息的优良载体便一直推动着中国乃至世界文明的传承和发展。时至今日, 全世界现存从古到今浩如烟海的纸质文献、书籍、档案、字画等等图文信息载体早已成为人类文明的一个重要组成部分^[1]。由于上世纪以来酸性造纸工艺以及大气环境污染等因素对于纸张保存的负面影响, 如何长期乃至永久性保存这些纸质文献成为全世界图书馆、档案馆和文博单位等纸质文献收藏部门非常关注的一项课题。

纸张的耐久性受多种因素影响, 其中环境湿度是影响纸张寿命的一个非常重要的外部因素。多年以来, 国内纸质文献保存部门常以 50% 的相对湿度作为纸张保存的最适湿度, 其理论依据主要是在此湿度下纸张具备最优的机械强度^[2, 3]。然而随着相关研究的深入, 这一理念逐渐显现出一定的局限性, 即对于

永久保存的纸质文献而言, 抑制纸张内部老化反应的活性和保持良好的物理强度都是延长纸张保存寿命的重要因素^[4]。

本实验即从这一角度出发, 利用加速老化的方式, 探究相对湿度对于纸张各项理化指标乃至耐久性能的影响。

1 材料与方法

1.1 实验材料

实验选用 5 种纸张样品, 分别为构皮纸、宣纸、新闻纸、打字纸和竹纸, 相关样品信息如表 1。

表1 五种纸样基本信息

样品名称	品牌规格	定量/(g·m ⁻²)	产地
构皮纸	丹寨古法构皮纸	21.8	贵州丹寨
宣纸	汪六吉净皮夹宣	41.2	安徽泾县
新闻纸	华泰45 g·m ⁻² 新闻纸	47.4	山东东营
打字纸	凤生30 g·m ⁻² 打字纸	30.6	四川乐山
竹纸	东东书保院古籍修复用竹纸	14.7	浙江宁波

根据老化箱的横截面面积, 将纸张裁成约 30 cm × 25 cm 的长方形, 裁纸过程中保持纸张的正反面和纵横向一致, 并进行标记。

1.2 实验设备

仪器设备 美国 Mast 温湿老化箱, Datacolor Elrepho 分光光度仪, TMI Elmendorf 撕裂度仪, TMI 卧式抗张强度仪, TMIMT 式耐折度仪, Sartorius AG pH 计, 中国制浆造纸研究院定制毛细管黏度计。

1.3 加速老化实验方法

将 5 种纸样各裁取 50 张, 每种取 10 张组成一组实验样品, 共计 5 组。每组包含构皮纸、宣纸、新闻纸、打字纸和竹纸各 10 张, 记为一个老化实验单元。参照 GB/T 22894-2008

《纸和纸板加速老化在 80 和 65% 相对湿度条件下的湿热处理》的温度

条件, 实验选定的老化温度为 (80 ± 0.5), 老化周期为 60 d。

将 5 组样品中的 4 组样品分别在相对湿度为 30%、40%、50% 和 60% 的老化环境中进

基金项目: 国家文化科技提升计划项目: 文献用纸保存寿命评估体系研究(项目编号 2015-实 01)。

作者简介: 田周玲女士(1978-) 硕士研究生, 副研究馆员, 古籍保护科技文化部重点实验室副主任, 国家图书馆文献保护组组长, 主要从事文献保护研究工作, 在纸张脱酸、加固、耐久性研究方面成果突出, 发表学术论文十余篇; Email: tianzhl@nlc.cn。

行一个周期的湿热老化。同时,5组样品中所剩1组作为未老化的平行样,于避光处保存。待所有老化实验结束后,5组样品同时进行纸张性能的检测。

1.4 纸张性能检测方法

分别测定5组纸样中每种纸样的返黄值、抗张指数、撕裂指数、耐折度、冷抽提pH值、聚合度和铜价。检测方法分别依据国家标准GB/T 7974-2013、GB/T 12914-2008、GB/T 455-2002、GB/T 457-2008、GB/T 1545-2008、GB/T 1548-2004和GB/T 5400-1998。

2 结果与讨论

2.1 纸张返黄值

纸张返黄值常作为判断纸张老化程度和耐老化能力的一项重要指标,一般认为同种纸张其返黄值越大,纸张的老化程度越高^[5]。而同一老化周期内返黄值越高,则代表纸张的老化速度更快,更不耐久^[6]。当然,纸张老化后的返黄情况还跟纸张的种类、漂白工艺、抄造工艺等密切相关。实验中的5种纸样在不同湿度老化条件下的返黄值变化情况如图1所示。

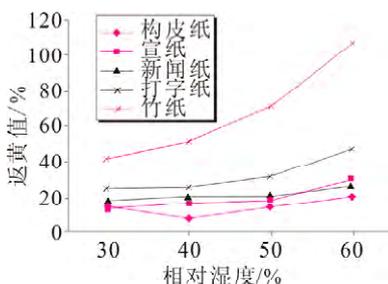


图1 相对湿度对老化后纸张返黄值的影响

经过60d的湿热老化之后,5种纸样都发生明显返黄,返黄

幅度依次为竹纸>打字纸>新闻纸>宣纸>构皮纸。一般而言,木素含量高的纸张白度稳定性会较差,在老化过程中返黄值会较高。由于竹子本身的木素含量较高,本实验所用手工竹纸为未经漂白的本色纸,老化后返黄值明显高于其他纸张。打字纸在老化后白度下降极为明显,直接由83%ISO降至40%ISO左右,返黄值仅次于竹纸,这可能跟纸浆所采用的漂白方式去除木素不够彻底以及纸浆质量较低有关。新闻纸的返黄值略低于打字纸,主要原因来自于高得率的机械浆当中的木素。宣纸和构皮纸的返黄值最低,这跟宣纸和构皮纸主要采用韧皮纤维为原料有关,韧皮纤维本身木素含量较低,纤维纯净,而且传统手工造纸工艺条件比较温和,纸张特性稳定,耐久性较好^[7]。但同时从实验数据中也可以看出,宣纸在60%湿度时返黄值较大,这可能跟本实验所用宣纸样品为现代工艺有关。目前安徽泾县所产宣纸很多都采用的是烧碱蒸煮加次氯酸盐漂白的现代工艺,仅有小部分采用石灰纯碱蒸煮加日光漂白的传统工艺。新工艺所制宣纸虽然缩短了生产流程,提高了纸张的白度和匀度,但却损失了宣纸的耐久性。构皮纸则由于采用的是较为传统的造纸工艺,以及构皮纤维优良的耐久性能,白度稳定性最好,返黄值最低。

在不同的相对湿度老化条件下,5种纸样的返黄值呈现比较一致的变化趋势,即随着老化湿度的升高,纸张老化后的返黄

值逐渐升高。表现最明显的为竹纸和打字纸,60%湿度条件下的返黄值都比30%湿度下整整高出一倍左右,这一结果表明纸张的老化速度跟环境湿度呈正相关。另一个比较明显的现象是老化湿度从30%到50%这一区间纸张返黄值尽管呈上升趋势,但幅度不大;而当湿度升高到60%时,所有纸样的返黄值都出现明显升高,表明在相对湿度超过50%以后,纸张内部的老化速度会明显提高,较高的湿度环境会加速纸张的老化进行,不利于纸质文献的耐久保存。

2.2 纸张物理强度

纸张老化的另一个外在表现便是物理强度的降低,由于纤维素不断降解,引起纸张内部纤维结构的断裂和破碎,严重时纸张呈脆化和粉化状态^[8]。纸张的物理强度通常采用抗张强度、耐折度和撕裂度来表征,本实验测定了5组纸样的抗张指数、耐折度和撕裂指数,分析老化过程中纸张物理强度的变化情况。

2.2.1 抗张指数

抗张指数表示纸张的抗拉伸性能,影响因素主要是纤维间结合力及纤维自身的强度,纸张老化造成纤维自身强度降低,从而引起纸张抗拉伸性能下降^[9]。

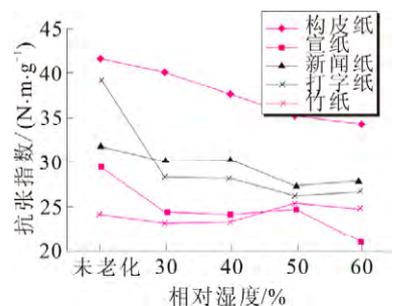


图2 相对湿度对老化后纸张抗张强度的影响

实验中5种纸样在老化之

后抗张指数都发生了一定程度的下降,其中下降幅度较大的是打字纸和宣纸。由于打字纸和宣纸的生产过程中均有专门的漂白工序,纤维原料受化学处理的程度较高;而新闻纸、构皮纸和竹纸的生产过程中一般没有专门的漂白过程。这种纤维自身性能的差异在老化之后纸张的强度上得以体现,受化学处理程度较轻的构皮纸和竹纸则能够在老化前后保持良好的强度稳定性。

相对湿度梯度老化实验的结果如图2,当老化湿度从30%上升到60%,纸张抗张指数呈缓慢下降趋势,尽管这一幅度比较平缓,但30%~40%的相对湿度环境下纸样的抗张指数要明显高于50%~60%环境下的纸样。表明在纸张内部老化降解的一系列化学反应过程当中,湿度的确是一个重要的影响因素,较高的湿度环境下化学反应的活性更强^[10],纤维素降解得更快,纤维自身的强度损失速率也随之更快,宏观的表现就是纸张抗张强度快速降低。

2.2.2 耐折度

耐折度表示纸张抗折叠的性能,纸张的耐折能力主要受纤维自身强度、柔韧性、纤维长度及纤维结合力的影响。由于耐折度被认为是纸张机械强度的一个综合性指标,文献保护领域常常以纸张的耐折能力来衡量纸张的耐久性^[11]。涉及到传统手工纸时,耐折度的测定常面临一系列问题,由于手工纸多较轻薄,紧度不高,耐折度一般较低,加之手工纸的均匀性较差及

帘纹的影响,纸张耐折度常有非常大的波动,给检测带来很大影响。本次耐折度检测实验中对构皮纸、宣纸、新闻纸和打字纸的纵向采用10 N的拉力,横向采用5 N的拉力。强度较低的竹纸纵向采用5 N的拉力,横向采用2 N的拉力,尽可能测出有效的数据,以对比其在不同老化状态下的耐折度变化。

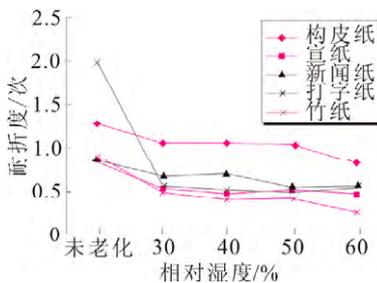


图3 相对湿度对老化后纸张耐折度的影响

5种纸样老化前后耐折度的变化情况如图3所示,对比老化前后各种纸样的耐折度变化情况,打字纸在老化之后耐折度下降最快,从最高的2左右下降到0.5左右,说明较高强度的化学处理过程损伤了纤维自身的强度,使成纸的耐久性能大打折扣。而宣纸老化后耐折度的降低则比打字纸要缓和许多,没有出现大幅度的下降。

不同老化湿度对耐折度的影响与其对抗张强度的影响类似,即随着老化环境相对湿度的升高,纸张的耐折度呈下降趋势。较高的湿度环境使得纸张内部老化降解反应的活性更强,而纤维自身的强度、韧性都会因为纤维素的降解反应而降低,进而造成纸张耐折性能的降低。整体而言,较低的老化湿度能够维持纸样具备更好的耐折性能。

需要指出的是,当相对湿度从50%提高到60%时,打字纸和新闻纸两种机制纸的耐折度没有太明显的变化,甚至从数据上看还略有提升。而构皮纸、竹纸和宣纸三种手工纸的耐折度则出现明显下降,这表明较高的老化湿度会造成手工纸耐折性能的快速下降,造成这一现象的原因可能跟机制纸抄造过程中添加了增强剂有关。

2.2.3 纸张撕裂指数

撕裂指数是耐撕裂性能的表现,主要受纤维长度和纸张空隙率的影响^[12]。本实验选取的5种纸样中,构皮纸具有最长的纤维长度,其次是含有青檀皮的宣纸,而构皮纸、宣纸和新闻纸同时又具备良好的松厚度,因此这5种纸样当中构皮纸的撕裂指数最好,其次为宣纸和新闻纸,而竹纸跟打字纸的撕裂指数较低(如图4所示)。

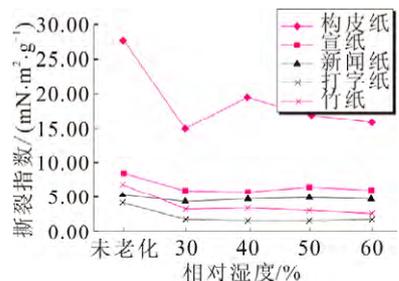


图4 相对湿度对老化后纸张撕裂指数的影响

相对湿度对于纸样撕裂指数的影响与其对抗张指数和耐折度的影响略有不同,每种纸样的曲线变化趋势各有所差异,从整体趋势上看,在30%相对湿度时5种纸样的整体撕裂指数偏低,而到40%和50%时又略有上扬,到60%相对湿度时又出现下降的趋势,尤其是比较松

厚的构皮纸、宣纸和新闻纸这一趋势更为明显。出现这一现象可能跟纸张撕裂度受环境湿度的影响有关,一般认为纸张的撕裂度会随着湿度的上升而上升^[13],也就是说较高的湿度能够维持纸张更好的撕裂度。尽管低湿度环境能有效降低纸张老化反应的化学活性,但可能也会对形成纸张撕裂度的某些特性造成损伤。因而在较低的湿度环境下,老化后纸张的撕裂指数出现较低值。在较低湿度会降低纸张撕裂指数和抑制老化反应活性两个因素的共同影响下,老化后纸张出现30%和60%湿度的撕裂指数较低,而中等湿度(40%~50%之间)的撕裂指数较高的情况。

2.3 纸张化学性质

从纸张耐久性的角度来看,纸张老化过程中比较重要的化学性质有纸张的酸碱度、纤维聚合度和铜价。本实验测定了5种纸样在老化前以及4个湿度环境下老化60d之后的三项化学性质,分析湿度对于纸张老化过程中化学性质的影响。

2.3.1 纸张酸碱度

纸张酸碱度是影响纸张耐久性的一项最为关键的因素,纸老化过程往往伴随着酸化过程。由于纤维素在酸性条件下容易发生酸性降解,酸性越强,纸张的酸化老化速度越快^[14,15],因此耐久性好的纸张一般需要保持弱碱性的状态,以延缓自身老化过程中酸性物质的积累,并能抵抗大气环境中酸性气体的侵蚀^[16]。本实验中,采用纸张的冷抽提pH值来表征纸张的酸碱度信

息。

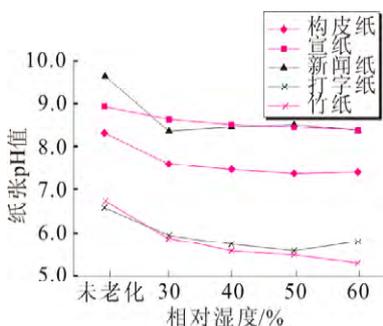


图5 相对湿度对老化后纸张pH值的影响

如图5所示,5种纸样经过老化之后的pH值都有一定程度的下降,其中下降幅度最大的是新闻纸,平均降幅在1.1左右,这跟新闻纸偏高的pH值以及其较高的木素含量有关。pH值降幅最小的是宣纸,平均降幅仅为0.4,宣纸的这一特性主要得益于其传统的碱法造纸工艺使纸张当中保留有一定量的碳酸钙,能够中和老化过程中产生的酸性物质,延缓纸张的酸化老化进程。

不同相对湿度对5种纸样老化过程的影响如图5所示,老化湿度从30%上升到60%,5种纸样整体的pH值呈缓慢下降的趋势,表明湿度的升高对于纸张的酸化进程有一定的促进作用。纸张的酸化老化过程包含一系列非常复杂的化学反应过程,包括木素、半纤维素和纤维素的降解过程,这些反应过程大都需要水分的参与,以充当反应的介质和离子交换的媒介,较高的湿度有利于提高这类反应的化学活性^[17]。而且水分的存在还会促进酸性物质的积累,在纸张内部形成酸性环境,进一步促进纸张的酸化老化。因此从提高纸张

耐久性的角度来看,较低的湿度能够抑制纸张内部酸化老化反应的活性,延缓纸张老化反应的进程。

2.3.2 纸张纤维聚合度

纸张纤维聚合度反映了纸张内部纤维素分子链的长短,在保存过程当中,由于纸张内部的酸化老化反应造成纤维素的降解,使纤维聚合度持续降低,当纤维聚合度降低到200以下时,纸张便基本失去物理强度,出现明显的脆化、粉化等现象^[18]。纸张纤维聚合度通过测定纸浆的黏度换算得出,通过分析老化前后纤维聚合度,可以直接反映纸张内部纤维素老化降解的情况。

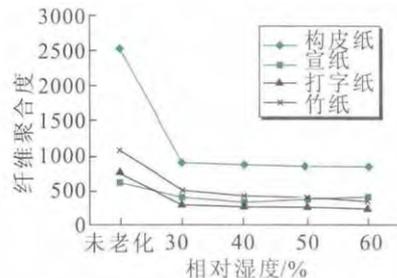


图6 相对湿度对老化后纸张纤维聚合度的影响

由于新闻纸的木素含量较高,无法采用铜乙二胺法进行纸浆黏度的测定,本实验只测定了构皮纸、宣纸、打字纸和竹纸4种纸样老化前后的聚合度。如图6所示,原纸聚合度由大到小依次为:构皮纸>竹纸>打字纸>宣纸,其中构皮纸聚合度高达2586,宣纸的初始聚合度最低,仅为651。经过老化之后,纸张纤维的聚合度都发生明显下降,且高聚合度的纸样在老化后的降幅也较大,同等情况的老化过程对于较高初始聚合度值的纸张影响更为明显。

而相对湿度在老化过程中对于纸张纤维聚合度的影响曲线比较平缓,如图6所示,相对湿度从30%上升到60% 4种纸样的纤维聚合度均出现了轻微的下降,当然这一结果跟本实验老化时间较短有关。即便如此,也可看出当湿度升高时纤维素的降解程度会增强,纸张内部纤维的聚合度降低,而较低的湿度则有利于抑制纸张内部纤维的降解。

2.3.3 纸张铜价

纸张的铜价表示纸张内部水解纤维素和氧化纤维素还原金属离子到低价态的能力,间接反映纸张内部纤维降解后产生还原性末端基的量,因此常用来表征纸张的老化程度^[19]。5种纸样在老化前后的铜价如图7所示。

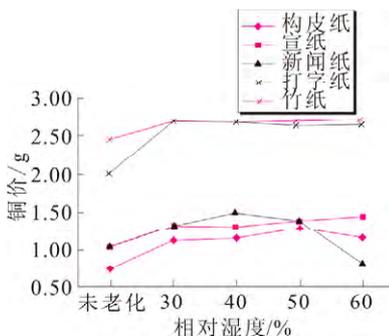


图7 相对湿度对老化后纸张铜价的影响

5种纸样在老化前铜价的大小顺序为竹纸>打字纸>宣纸>新闻纸>构皮纸,其中竹纸跟打字纸的初始铜价明显高于其他纸样,新闻纸由于pH值较高,初始铜价反而较低。老化之后5种纸样的铜价都出现明显上升,其中上升幅度较大的是易老化的打字纸,其他纸样上升的幅度都比较接近。

不同相对湿度条件下老化后纸张的铜价变化曲线如图7所示,随着湿度的上升,大部分纸样的铜价都缓慢提升,说明较高的湿度有利于纸张内部纤维的氧化和水解反应进行,能够生成更多的还原性末端基。唯一的不同是新闻纸在60%相对湿度下老化后铜价反而降低,这可能是实验误差造成的。

3 结论

本实验通过分析5种纸样在30%~60%的相对湿度条件下老化前后的理化性能,得出以下结论:

(1) 在低湿度环境下老化后的纸张,白度、抗张指数、耐折度、酸碱度、聚合度和铜价都优于高湿度环境下老化的纸张,仅有撕裂度在中湿度老化环境下降幅更小。

(2) 综合比较不同湿度条件下老化后纸样的各项理化指标,30%~40%的相对湿度更有利于抑制纸张内部酸化老化反应的活性,维持纸张更好的耐久性能,适宜于纸质文献的长期保存。

参考文献:

[1] 王欢欢,程爱民,王治涛,等.甘肃武威博物馆馆藏大藏经用纸的相关工艺研究[J].中国造纸学报,2014,29(2):33-37.

[2] 李景仁.对纸质文献储藏适宜温湿度的探讨[J].图书馆建设,1994(3):25-27.

[3] 奚三彩.纸质文物的修复与维护[M].台北:云林科技大学文化资产维护研究所,2000:18.

[4] 刘家真.文献遗产保护[M].北京:高等教育出版社,2005:58.

[5] 石淑兰,何望福.制浆造纸分析与检

测[M].北京:中国轻工业出版社,2004:127-128.

[6] 卢雪梅,任秋婷,高培基.关于返黄和返黄抑制效果评价方法的讨论[J].中国造纸学报,1998,13(S1):83-86.

[7] 刘仁庆.论宣纸——古纸研究之六[J].纸和造纸,2011,30(3):68-72.

[8] 刘江浩,高少红等.环境湿度对纸张含水量及纸张力学性能的影响[J].北京印刷学院学报,2013,21(4):5-8.

[9] 刘家真.古籍保护原理与方法[M].北京:国家图书馆出版社,2015:117.

[10] Kolar J, Strlic M. EUROCARE project EU 1681: Laser cleaning of paper and parchment. LACLEPA Workshop, 2000, January 10-11.

[11] 奚可桢.相对湿度变化对老化纸张耐折度的影响[J].东南文化,1995,107(1):107-110.

[12] 石淑兰,何望福.制浆造纸分析与检测[M].北京:中国轻工业出版社,2004:184.

[13] 卢谦和.造纸原理与工程[M].北京:中国轻工业出版社,2004:420.

[14] 张娟,祁赞鹏,霍一娇,等. Al³⁺对宣纸性能的影响研究[J].纸和造纸,2016,35(7):29-31.

[15] 祁赞鹏,张娟,葛洪,等.明胶对宣纸性能的影响[J].纸和造纸,2016,35(9):14-16.

[16] 馆藏纸质文献酸性和保存现状的调查与分析课题组.馆藏纸质文献酸性和保存现状的调查与分析.国家图书馆,2004.

[17] 周耀林.温湿度对纸张酸碱度的影响[J].浙江档案,1995,33(8):44.

[18] 张慧,陈步荣,朱庆贵.传统氧化去污材料对纸张纤维纤维素聚合度的影响[J].中国造纸,2014,33(2):30.

[19] 姚林,王静波.关于造纸干热加速老化方法的研究[J].中国造纸,1987,(2):33-38.

Effect of Relative Humidity on the Properties of Paper under the Condition of Accelerated Aging

TIAN Zhou-ling, YI Xiao-hui, REN Shan-shan, LONG Kun, ZHANG Ming, YAN Zhi-pei

(National Library of China, Key Laboratory of S & T for Ancient Book Preservation and Conservation, Ministry of Culture, Beijing 100034, China)

Abstract: Experiments on accelerated aging under different relative humidity for five type paper (mulberry paper, *Xuan* paper, newsprint bamboo paper, Typewriter paper) were conducted. By contrasting all physicochemical properties and state changes of the five paper before and after accelerated aging, and analyzing the effect of relative humidity on the physicochemical properties of paper, the influence of humidity on the durability and preservation life of paper was investigated.

Keywords: accelerated aging; durability of paper; relative humidity

收稿日期 2016-12-05

广州研发出全球首款石墨烯电子纸

据《南方日报》报道,广州市奥翼电子科技有限公司与重庆墨希科技有限公司在广州联合宣布成功研发出全球首款石墨烯电子纸。

此前的电子纸,采用的是传统的ITO材料(一种铟锡氧化物),这是一种无机材料,在大幅度弯折的时候容易出现裂缝,弯折的次数受到限制。而石墨烯强度很大,耐摔耐撞,能像纸一样卷曲,石墨烯材料的透光率高,将会使电子纸显示的亮度更好,非常适合应用于穿戴式电子设备以及物联网等需要超柔性显示屏的领域。

“柔性显示最大的应用是在物联网。”广州奥翼电子科技有限公司(下称奥翼电子)创始人陈宇说。低功耗、可变形状的柔性显示,为物联网提供了一个非常方便的人机交互界面。笔记本电脑、iPad等,都可以依托该技术变得轻薄、易折叠;一个杯子、一把椅子、一块地板,都可以“贴”上一层薄薄的显示屏,实现互联互通,甚至可以根据人的心情不断调节颜色,“电子纸是未来物联网系统最佳的显示界面,世界将进入一个万物显示、万物互联的时代”。

“物联网有各种各样的定义,但我认为它实际上就是把现有的物体人性化,像人一样可以思考交流,可以跟其他的物体相互通讯。”在陈宇看来,物联网有三个非常核心的要素:第一是芯片,相当于物体的大脑,可以进行数据处理、通讯;第二是传感器,它相当于人的感官,用于感知周围环境的变化,与之产生情景互动;第三是人机交互的显示器,否则物联网没有意义。

据悉,电子纸是未来物联网系统最佳的显示界面,各类电子阅读器(如电子书)、电子教材教辅产品(如电子书包)、手机、穿戴式电子设备(手表、手环等)、超市电子价格标签、智能卡、工业仪表等领域将得到应

用,市场容量正在迅速扩大。数据预测,2020年,利用电子纸显示技术的产品将达到250亿个,新增产值1.9万亿美元(Gartner公司预测数据),显示屏是其中的核心部件之一。

“恰好在柔性显示这个领域,中国企业不仅没有落后于国际上技术领先的欧美国家,相反,关键核心技术都掌握在中国公司手中。”陈宇说,国外在芯片技术领域跑马圈地并建立了很高的技术壁垒,但奥翼电子借助新材料技术方面的优势,在传感器和显示器方面占领技术高地,再反过来突破芯片技术,将有助于中国在物联网时代完成生态圈的构建。

目前,奥翼电子90%的新材料实现国产化,只有不到10%的化学材料还需要进口。陈宇坦言,与国外相比,部分材料性能还达不到稳定要求,材料领域还有较大提升空间。对此,奥翼电子不断弥补人才短板,其“朋友圈”已经囊括了普林斯顿大学、加州大学、剑桥大学等国外名校专家库资源,与中山大学的光电材料与技术国家重点实验室合作开发,与华工、天津大学等相继展开合作,还与国际上知名的显示应用公司展开合作。

除了与俄罗斯优特公司合作开发下一代双屏手机的电子纸显示屏外,2015年7月,奥翼电子柔性显示器制造基地项目落户成都,加快了在全球领域的布局。

目前,奥翼电子还在北京、深圳等城市设立营销点,积极开拓国内市场,同时,深圳也建立了研发团队。陈宇提出,建议广州市利用奥翼和其他企业的现有基础,大力发展柔性显示和传感器产业,把广州建成全球柔性显示和石墨烯的产业中心。

而广州市也积极回应,并表示将支持奥翼建立有机柔性显示和石墨烯产业的技术联盟和吸引世界级的专家落户广州。(伍安国)