

# 不同视觉状态的书写设备对电子签名笔迹的影响研究

涂 舜

(西南政法大学,重庆 401120)

**摘 要** 司法实践中对电子签名笔迹的研究具有迫切的现实需要,明确不同视觉状态的书写设备对电子签名笔迹的影响,有助于增强检验结论的准确性与可靠性。通过比较可视状态下与不可视状态下所书写的电子签名笔迹间笔迹特征的异同,探索同一人在不同视觉状态的书写设备上签名时,不易变化和容易变化的笔迹特征方面,从而为电子签名笔迹检验提供实践依据。

**关键词** 电子签名笔迹; 可视与不可视; 电子设备; 笔迹特征异同

中图分类号 D918.92

## 0 引言

随着电子信息技术的不断发展,电子设备填满了我们生活的各个方面,给人们带来便利的同时,也增添了许多新的问题,电子签名笔迹的鉴定便是其中之一。电子签名笔迹是书写人使用手写笔直接在电子设备上书写形成的电子化笔迹,可与电子文件合为一体,解决普通签名笔迹电子化的难题,为电子文件签署人的身份验证提供了极大便利。这种简单、高效的电子签名方式,得到了电子商务、电子政务、医疗保健、金融保险等诸多领域的青睐。然而,国内外日益涌现的由电子签名笔迹引发的法律问题,迫切要求文件检验者们对其真实性进行检验。但一个多世纪以来,文件检验者都只是对普通签名笔迹的书写人身份进行研究<sup>[1]</sup>,电子签名的鉴定无疑是一个新课题。电子签名笔迹毕竟不同于普通签名笔迹,虽然在形成机理上都是书写人书写运动的结果,但二者在书写工具、书写载体等方面都存在极大差异,由此形成的笔迹也会存在差异。而我国目前对电子签名笔迹的研究,主要集中于电子签名笔迹的检验方法,以及比较电子签名笔迹与普通签名笔迹间的笔迹特征异同<sup>[2-13]</sup>。但就书写设备对电子签名笔迹的影响,特别是对可视与不可视的书写设备对笔迹特征的影响,研究尚显不足。

基于此,笔者将对可视的电子设备与不可视的电子设备上书写形成的签名笔迹进行比较,以明确该因素对笔迹特征的影响,从而为电子签名笔迹检验提供有益参考。

用于获取电子签名笔迹的电子设备本身,有多种不同的型号及功能。最初用于获取电子签名笔迹的电子设备,都是未配备显示屏的书写板或签名板。在该种书写板上书写时,无法有效呈现及时的视觉反馈,即书写人无法直接在书写板上看见自己书写的字迹,只能凭感觉进行书写。而后随着信息技术的发展,为了在书写时得到及时的视觉反馈,研发公司将显示屏加入供书写的电子设备中,形成电子触控屏或触摸屏。在其上书写时,就可以一边书写一边看到自己所写的字迹笔画。而在两种不同视觉反馈的电子设备上书写时,形成的电子签名笔迹会在部分笔迹特征方面发生变化。为了探究笔迹中不易变化和容易变化的特征方面,笔者进行了相关实验,以期在综合评断时,能够正确判断差异点的性质,明确是不同视觉反馈下的非本质差异,还是不同书写人的本质性差异,从而为电子签名笔迹检验提供实践依据。

**基金项目** 国家重点研究计划项目“全流程管控的精细化执行技术及装备研究”(2018YFC0830400);江苏省高等学校哲学社会科学研究项目“数字手写签名笔迹鉴定问题研究”(2019SJA0508)阶段性研究成果。

**作者简介** 涂舜(1989—),女,重庆巴南人,博士,讲师。研究方向为笔迹学、物证技术学、司法鉴定学。

## 1 实验

### 1.1 实验设计

#### 1.1.1 实验对象及实验内容

实验邀请了某大学本科生 63 人为实验样本收集对象,<sup>①</sup>这些同学年龄在 18~22 岁之间,已形成了稳定的书写习惯,且都是学习、适应能力强的年轻人,对电子设备比较了解,熟悉这种新型书写方式,书写速度快,操作起来较为顺畅。实验内容是让实验者分别在可视状态与不可视状态下的两种电子设备上书写自己的签名,电子设备式样有简单有复杂。

#### 1.1.2 实验设备

实验选择了两种电子设备,蒙恬电子纸笔(见图 1)与巨星小蒙恬(见图 2)。蒙恬电子纸笔是一种具备液晶显示屏的手写板,该设备采用的是电阻式触控技术,当书写人使用手写笔在触控屏上书写时,即可在触控屏上显示出书写运动的轨迹,由此形成电子签名笔迹。该设备参数是:硬件外形尺寸为 136×125×16.7 mm,手写区域为 113×64 mm;系统要求为 Windows、apple 等。而巨星小蒙恬是一种未配备显示屏的签名手写板,该设备也采用的电阻式触控技术,当书写人使用手写笔在书写板上书写时,该设备可精确辨识书写轨迹,由此在电脑上呈现电子化的签名笔迹。该设备的参数是:硬件外形尺寸:136×125×16.7 mm,手写区域 113×64 mm;系统要求:Windows 等。由于两种设备的视觉反馈不同,蒙恬电子纸笔可直接在电子屏幕上显示书写轨迹,而巨星小蒙恬无法在书写板上显示书写轨迹,但二者在触控技术、书写框大小等其他方面均相似,因此选取这两种设备作为实验设备。



图 1 蒙恬电子纸笔(可视)

### 1.2 实验步骤

#### 1.2.1 实验过程

首先,为了使书写人能够自然稳定发挥,应营造良好的实验环境,告知实验者按照平时的书写习惯



图 2 巨星小蒙恬(不可视)

自然书写即可。同时,在进行正式的实验前,先让实验者熟悉电子设备的使用方法,并自主练习,尽量减少因不适应书写工具及书写设备而造成的影响。其次,让实验者分别在蒙恬电子纸笔(可视)和巨星小蒙恬(不可视)上书写自己的签名,由工作人员提取笔迹的电子图像,<sup>②</sup>并做相应保存(JPEG 格式)。然后将提取的电子图像制作成特征比对表,以便对二者进行比较分析。

#### 1.2.2 分析笔迹特征

检验前,观察同一人在同种设备上书写的电子签名字迹,观察是否在笔迹特征上出现明显差异,如果有,应及时记录。检验时,首先分别对同一人在两种设备上书写的电子签名笔迹进行分析,明确各自的笔迹特征;其次将同一人在两种电子设备上书写的电子签名笔迹进行比较检验;最后分析二者在笔迹特征上的相同点和不同点。

#### 1.2.3 得出实验结果

根据笔迹特征的记录和分析,总结归纳同一人在两种不同视觉反馈的电子设备上,书写形成的电子签名笔迹,在笔迹特征上的相同点与不同点。从而确定不同视觉反馈的书写设备对笔迹特征的影响,确定不易受该因素影响的笔迹特征、容易受到影响而发生变化的笔迹特征,进而为电子签名笔迹检验提供实践依据。

## 2 检验与分析

### 2.1 书写风貌特征

通过检验由两种电子设备采集的电子签名笔迹,发现二者在书写风貌特征上没有明显差异。无

<sup>①</sup> 本实验得到南京森林警察学院周桂雪老师及顾雨醇等同学帮助。

<sup>②</sup> 由于这两种电子设备均无法提供电子数据信息,故只能提取电子图像进行笔迹特征分析。

论是在书写人的书写水平特征,还是签名字迹的整体形态、结构等方面,都较为接近。如图3、4所示,二者在整体书写风格、书写水平、签名的形态结构方面,差异不大。但由于电子设备是通过感应方式呈现笔迹,若未达到感应程度,可能会出现笔画缺失;若提笔时仍处感应范围,则可能将意连笔画呈现出来,故二者在笔画上不尽相同。以本实验所采用的电子设备为例,两种设备均采用电阻式触控技术,其工作原理是通过压力感应来实现触控操作,若压力不够,则无法显示笔画轨迹,这在电子签名笔迹中较为常见,如图3、4中“肖”字、“同”字、“华”字都出现了不同程度的笔画缺失。若提笔时仍有压力,则会显示出意连笔画,如图6中“福”字的连笔位置,均显示出实连笔画。

图3 可视状态下的电子签名笔迹

图4 不可视状态下的电子签名笔迹

图5 可视状态下的电子签名笔迹

图6 不可视状态下的电子签名笔迹

## 2.2 布局特征

检验发现二者在布局特征上有些不同,主要表现为签名笔迹整体及各单字间的距离远近、组合形态、倾斜程度等方面。如图7、8所示,签名中单字间的距离发生了改变,图7距离宽,图8距离窄。而图9、10中两个签名的组合形态发生了改变,图9基本为平直型,图10为倾斜型。

图7 可视状态下的电子签名笔迹

图8 不可视状态下的电子签名笔迹

图9 可视状态下的电子签名笔迹

图10 不可视状态下的电子签名笔迹

## 2.3 字体特征

检验发现二者在字体特征上没有明显的差异,虽然书写形式不是完全一模一样,但基本的字体未发生改变。且两种签名是同一天书写,故字体特征差异相对较小。如图11、12所示,虽然二者存在一定差异,但字体特征是一致的。

## 2.4 字形特征

通过比较检验发现,字形特征的不同在两种笔



图 11 可视状态下的电子签名笔迹



图 12 不可视状态下的电子签名笔迹

迹间表现非常明显,也就是说二者外部轮廓的基本形态有所差异。相较于可视状态下书写的电子签名笔迹而言,不可视状态下书写的电子签名笔迹,大部分在字迹轮廓上都有变长的表现。如图 13、14 所示,在“泳”“栋”二字上,字形变化特别明显,而“赵”字变化相对较小。

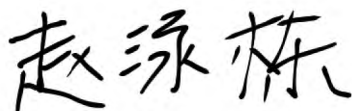


图 13 可视状态下的电子签名笔迹

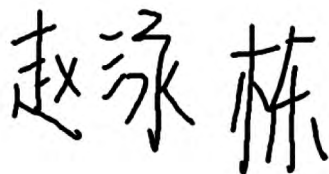


图 14 不可视状态下的电子签名笔迹

## 2.5 字的大小特征

签名字迹是一个特殊组合,各单字大小并非一致,有些设计签名为了艺术效果,可能会增大或减小个别单字。而此处字的大小特征,是指签名中单字的整体大小。经检验,相较于可视状态下书写的电子签名笔迹而言,不可视状态下书写的电子签名笔迹,在单字上都有所增大,并非个别现象。如图 15、16 所示,不可视状态下的字迹更大。但应特别强调的是:电子签名笔迹是以图像格式保存,其大小可进行更改,检验时应根据原始图像来检验。

## 2.6 字的结构、搭配比例特征

主要指单字部件间、笔画间的搭配、比例等特征。通过比较发现:两种字迹在字的结构形式上变

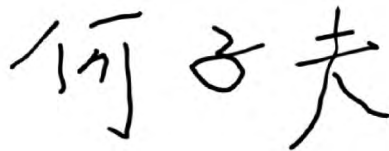


图 15 可视状态下的电子签名笔迹

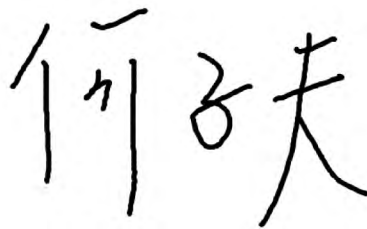


图 16 不可视状态下的电子签名笔迹

化较小,但不可视状态下书写的电子签名笔迹,字的结构明显松散,笔画交叉位置、笔画间的距离等特征有所改变,如“许”字“讠”部与“午”部间的交叉位置、距离。同时笔画的长短比例、宽窄比例也有一定变化,如“婷”字部件间的搭配比例,如图 17、18 所示。



图 17 可视状态下的电子签名笔迹



图 18 不可视状态下的电子签名笔迹

## 2.7 运笔特征

运笔特征主要包括起笔、行笔和收笔 3 个方面。仅有电子图像的电子签名笔迹,其运笔特征没有普通签名笔迹那样明显,因为后者可通过笔痕特征来推断,但电子签名笔迹没有笔痕特征,只能根据笔画形态来判断。经检验,二者的运笔特征变化较小,如图 19、20 中,“夏”字的起笔、收笔特征非常明显。图 21、22 中“于”字横划的行笔方向特征较为突出。

## 2.8 笔顺特征

经检验,两种签名字迹的笔顺特征基本一致,未检出明显差异。对于连笔较多且完整的签名字迹,



图 19 可视状态下的电子签名笔迹



图 25 可视状态下的电子签名笔迹

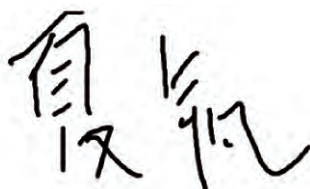


图 20 不可视状态下的电子签名笔迹



图 26 不可视状态下的电子签名笔迹



图 21 可视状态下的电子签名笔迹



图 22 不可视状态下的电子签名笔迹

笔顺容易判断,如图 23、24 所示。若某些单字出现笔画缺失,则判断笔画顺序时应根据照应关系仔细分辨,如图 25 中,对“文”字、“娟”字的笔顺应仔细辨别。



图 23 可视状态下的电子签名笔迹

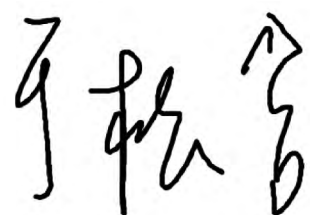


图 24 不可视状态下的电子签名笔迹

## 2.9 写法特征

经检验,两种签名字迹的写法特征基本未发生

改变。同一人在同一天书写的签名字迹,无论是在签名的特殊形式还是单字的具体写法方面,大部分都未发现明显变化,但也有个别例外。如图 27、28 中“熊”字“灬”部的写法、“余”字“人”部的连笔形态等有变化。



图 27 可视状态下的电子签名笔迹



图 28 不可视状态下的电子签名笔迹

## 3 实验结果

对可视状态及不可视状态两种电子设备上获取的电子签名字迹(电子图像),进行逐一分析后发现:不同视觉状态的电子设备,对电子签名笔迹的笔迹特征有一定影响,主要表现在以下几方面:

### 3.1 字间组合改变

签名对于书写人来讲,是一个相对固定的组合形式,字间的距离、组合形态、倾斜程度等都是相对稳定的。但在不可视的电子设备上书写时,书写人

无法看到所书写的字迹笔画,缺少视觉系统的实时反馈,对距离远近、位置高低等空间位置的判断有所偏差。因此相对于可视状态而言,不可视状态下所书写的签名字迹会在字间组合上发生改变,主要有字间、部件间出现连接错位、不协调等。在连笔较少的签名中,这种变化更加明显。

### 3.2 字形变长

相较于可视状态而言,不可视状态下书写的电子签名笔迹,在字形特征上普遍出现字形变长的情况。可能是由于书写人纵向的活动幅度较大,且更为顺手,而横向活动受到了限制。

### 3.3 字迹变大、字的结构松散

在不可视状态下书写时,由于书写人无法即时看到字迹笔画,只有通过感觉来感知,书写人有时为了使字迹更加清晰、更容易辨认,会将笔画间的距离增大,从而导致字迹变大,字的结构松散。另外,书写人在两种电子设备上书写时使用的是手写笔,其笔尖与普通签字笔的笔尖有所不同,不仅笔尖较粗,且与书写设备的摩擦力变小,故该种笔书写起来手感不同。在可视状态下,书写人可及时调整字的大小、结构,但在不可视状态下,书写人无法进行调整,只有尽可能扩大字迹,才能使笔迹能够清楚分辨。

### 3.4 笔画的交叉、连接错位

同样,由于缺乏视觉系统的反馈,在不可视的电子设备上书写时,笔画间的交叉、连接等动作,很可能因感知上的偏差而出现错位,使笔画交叉及连接位置发生改变,特别是在连笔较少的签名中,尤为明显。而在可视状态下书写的电子签名笔迹,则与普通签名字迹接近,基本不会出现上述情形。

### 3.5 连笔增多、运笔紊乱

在不可视的电子设备上书写时,由于无法实时看到所书写的字迹,很难准确衡量笔画之间的空间位置关系,因此部分书写人为了降低不可视带来的影响,会增加连笔,而连笔一旦增多,则可能出现运笔紊乱的现象,特别是在字迹笔画特别复杂时,表现得尤为明显。而可视状态下书写的电子签名笔迹,则较少出现这一情形。

在实验中,虽然上述特征都有出现,但各自出现的概率不同,分别统计各种笔迹特征变化的出现率,具体结果见表1。

综上所述,通过实验分析发现:相对于可视状态而言,不可视状态下书写的电子签名笔迹,在字形特征、字的大小、字的结构方面存在较大的变化,主要

表1 不可视签名笔迹与可视签名笔迹的笔迹特征比较

笔迹特征 种类	不可视电子签名笔迹 VS 可视电子签名笔迹		
	签名字迹形态特征 变化	数量 (共63个)	所占 比例/%
布局特征	字间组合改变	22	34.9
字形特征	字形变长形	45	71.4
字的大小	字体变大	51	80.9
字的结构特征	字的结构松散	47	74.6
搭配比例特征	笔画交叉、连接错位	40	63.4
	连笔增多	27	42.9
运笔特征	运笔紊乱	14	22.2

表现为字形变长、字体变大、字的结构松散,部分笔画之间搭配位置、比例、衔接关系出现错位等。在签名布局、连笔以及运笔方面有少量变化,主要体现为签名布局松散,连笔增多以及运笔紊乱等现象。而在笔迹的书写风貌特征、字体、单字的基本写法、笔顺等方面,几乎没有什么变化,是不易变化的笔迹特征。但是,分析过程应注意两个问题:第一,部分单字出现笔画缺失、丢笔少画现象,其原因除了书写人的因素以外,更为主要的是电子设备的原因。因为本次实验所采用的都是电阻式的电子设备,该种设备是通过压力感应原理形成笔迹。也就是说,书写力要能达到一定的感应值,才能显示出笔迹。若部分笔画书写力较轻,则很有可能无法显示出来,进而出现缺笔少画现象,分析时应加以注意。第二,两种方式形成的电子签名笔迹中,部分签名字迹出现笔画弯曲的现象,一方面可能是由于书写人不习惯在电子设备上书写,或者是书写人心理状态的原因导致;另一方面,可能是由于两种设备均为电阻式触控屏幕,感应等级不高,所以会出现这种情况。

## 4 结语

从上述结论可知,不同视觉状态的书写设备,会对电子签名笔迹的笔迹特征造成影响。而可视与不可视只是众多书写设备配置差异中的一种,还有书写屏幕的软硬程度,摩擦力大小,分辨率、采样率大小,书写框大小,触控技术的不同,等等。这些配置差异都会影响电子签名笔迹的笔迹特征,从而给电子签名笔迹检验带来障碍,甚至影响检验结论。但在司法实务中,不可能保证所有电子签名笔迹检材与样本都是由同种书写设备形成,这就要求检验人员在对电子签名笔迹的真实性进行检验前,需充分

了解待检笔迹的书写设备,掌握不同书写设备对笔迹特征的影响,尽量选取不易变化的笔迹特征方面进行检验,对容易受影响而发生变化的笔迹特征方面应慎重考虑。特别是在综合评断过程中,对笔迹特征的差异点是由不同书写设备所致的非本质性差异,还是由不同人书写造成的本质性差异,应进行客观评断。当然,若有条件,应尽可能使用与检材笔迹同一型号的书写设备进行样本笔迹的提取,以减小书写设备对笔迹特征的影响,从而增强检验结论的准确性与可靠性。

### 参 考 文 献

- [1] HUBER R A, HEADRICK A M. Handwriting identification: facts and fundamentals [M]. New York: CRC Press, 1999: 56 - 58.
- [2] 王玲, 沙万中. 对原笔迹手写字迹与纸张上字迹进行鉴定的探讨[J]. 湖北警官学院学报, 2014(12): 191 - 192.
- [3] 闫龙飞. 数字手写笔迹的特点及其检验研究[J]. 北京警察学院学报, 2015(3): 95 - 105.
- [4] 闫龙飞, 王立梅. 数字手写签名笔迹检验实验研究[J]. 中国司法鉴定, 2016(4): 25 - 29.
- [5] 郝艳丽. 浅析 POS 机数字手写签名笔迹[J]. 法制与社会, 2017(6): 297 - 298.
- [6] 郝艳丽, 陈艺娟. 浅析 POS 机数字手写签名笔迹与其他类型手写签名笔迹的异同[J]. 法制博览, 2017(8): 267 - 269.
- [7] 于彬, 杜英杰, 班智慧. 电子触控笔签名与正常签名笔迹特征比较的实验研究[J]. 中国刑警学院学报, 2017(4): 72 - 74.
- [8] 陈维娜. 电子签名笔迹量化检验的可行性探究[J]. 刑事技术, 2018(4): 323 - 326.
- [9] 周桂雪, 潘自勤. 数字手写签名的认证功能分析及应用建议[J]. 中国人民公安大学学报(自然科学版), 2018(4): 13 - 17.
- [10] 周桂雪, 段海惠, 潘自勤. 数字化静态手写签名笔迹失真度研究[J]. 中国刑警学院学报, 2019(4): 96 - 103.
- [11] 涂舜. 电子签名笔迹中电子数据的 Excel 表格分析法[J]. 中国刑警学院学报, 2018(5): 105 - 110.
- [12] 涂舜. 电子签名笔迹的动态特征: 种类、价值及其运用[J]. 证据科学, 2019(2): 242 - 255.
- [13] 涂舜. 电子签名笔迹与普通签名笔迹的笔迹特征比较分析[J]. 中国刑警学院学报, 2019(4): 89 - 95.

(责任编辑 于瑞华)