

# 复数行盲文点显示器设计方案分析

李扬, 曹歧平, 苏亮, 王飞, 关淼

(包头职业技术学院, 内蒙古 包头 014030)

**摘要** 盲文(点字)出版物对视觉障碍者来说是重要的信息获取方式,但点字出版物存在一些问题,如占用空间多、价格高昂。盲文点显示器可以解决这些问题,但目前盲文点显示器通常只能显示一行文字。对此,本文提出一种复数行盲文点显示器的实现方案,以满足视觉障碍者的触觉阅读需求。对比传统点显示器需要对于每一个点字点升降的控制,本方案采取了点显示器上平面沉降的方式,使得盲文点字点能够凸显在上平面上,实现盲文的显示。

**关键词** 复数行盲文点显示器;视觉障碍者;信息无障碍

**基金项目:** 包头职业技术学院科研资助项目,项目名称:可显示复数行的盲文点显示器的开发和制作,项目编号:KJ202004,主持人:李扬。

**中图分类号:** TP391.4

**文献标识码:** A

**文章编号:** 2097-3365(2024)01-0004-03

## 1 研究背景及意义

根据我国第七次人口普查的数据,我国视觉障碍者的数量超过1730万;根据世界卫生组织的统计,目前全世界大约有4000万到4500万视觉障碍者。在我国当前,视觉障碍者主要通过智能手机的语音功能实现获取信息,但对于传统的触觉获取盲文信息的“盲文阅读”仍然有较大的需求<sup>[1]</sup>。

视觉障碍者在使用传统的盲文点字书籍时存在以下问题:

1. 盲文出版物总数极为有限,满足不了视觉障碍者的基本需求。盲文出版社目前年出版盲文读物1000种5000万页,但根本无法与普通出版物对比。<sup>[2]</sup>

2. 普通书籍制作成盲文书籍后,体积增大数倍。以红楼梦为例,盲文红楼梦全卷共16册,且每册为普通书籍的三倍以上大小。无论存储还是购买,都给视觉障碍者带来了极大的困难。

目前有盲文点显示器作为视觉障碍者阅读的辅助设备,可以在一定程度上解决纸质盲文书籍的问题,但是其存在较大的缺陷:通常只能显示一行内容<sup>[3]</sup>。

对于视觉障碍者而言,使用听觉获取信息和通过触觉“盲文阅读”获取信息类似于常人的听觉和视觉的对比:

熟练的盲文阅读者可以在1秒读取8方的盲文点字,对于最常用的40方点显示器来说,只用5秒就可以阅读完全部显示内容。频繁的翻页非常不利于读者建立类似于常人视觉阅读的“盲文阅读”产生的二维“文章地图”结构。特别是复杂的文章中,可能需要读者反复阅读上线文,当前只有一行的点显示器难以给盲文

阅读者带来较好的体验<sup>[4]</sup>。

综上,对于广大视觉障碍者而言,有开发一款和阅读盲文书籍一样使用体验的、可以显示多行的点显示器的需求;且布莱叶盲文为国际通用。该课题可以极大地丰富视觉障碍者获取信息的手段,也符合《十四五规划》中《关于推进信息无障碍的指导意见》的政策方针。

## 2 国内外研究现状

目前主流的点显示器都采取了压电陶瓷执行器作为点字点控制单元。

视觉障碍者在阅读盲文的时候是通过手指按压去感知点字内容的,因此点显示器显示的盲文不应做得较大。为了方便视觉障碍者阅读,盲文点字点的直径通常在1.4毫米至1.5毫米,点与点的距离在2.2毫米至2.5毫米,因此完整的一方点字(6个或8个点构成一个完整点字)大约占4毫米宽,6毫米或8毫米长。使用压电陶瓷片控制点字点升降的点显示器,可以实现在如此小范围内控制8个点升降,但是因为其致动需要空间且8个点的空间堆叠,所以只能显示一行。并且由于其成本较高,也难以实现同时显示太多的电子内容。目前市场上主要以20方点字、40方点字(最主流)、80方点字的产品为主。此类点显示器的特点是响应时间快,显示效果好,价格较高(约2万元以上)。这类点显示器每增加一行,就要考虑设置压电陶瓷的问题,压电陶瓷需要较长的致动空间才能有效控制点字点的升降,因此这类点显示器最多可以显示两行。

此外还有与点显示器采用相同原理的点图器。与点显示器不同的是,采用了倾斜放置压电陶瓷片的布局,使得压电陶瓷执行器的布置不再增加点显示器的厚度,

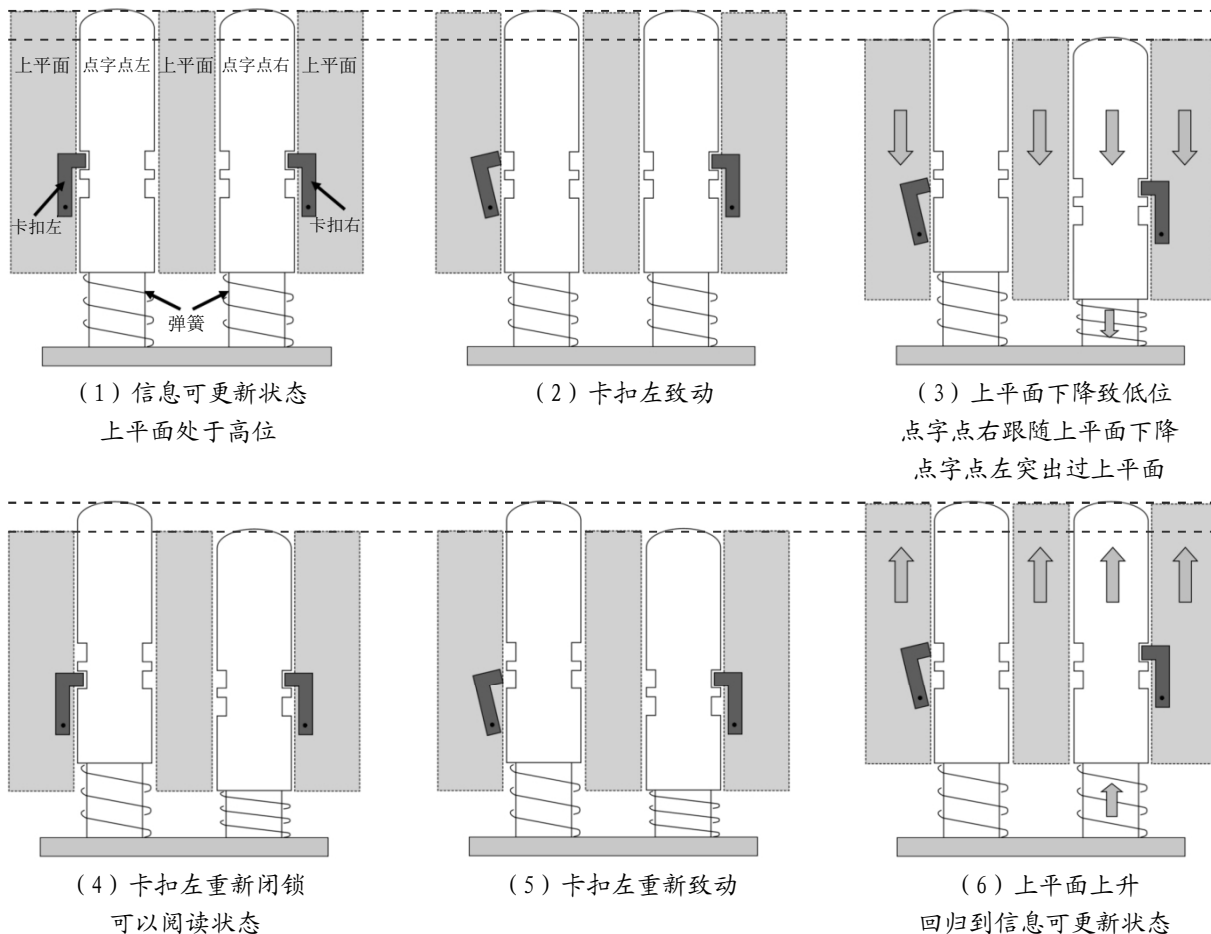


图 1

实现了盲文点图的显示。这类设备与点显器采用完全相同的原理，因此有着较高的响应速度和高昂的成本，更难以推广。而且使用者在尝试理解点字图的时候，做不到常人的“一目了然”，只能依靠触觉较慢的感知形成的点图。由此产生的效果是：这类点显器越能显示较多内容，其极快的响应速度就造成越多的“性能过剩”，对于视觉障碍者而言性价比进一步降低。

### 3 可显示复数行盲文点显器方案

现有的点显器控制其点字点升降，需要一定的空间来设置诸如压电陶瓷片的致动器，并分别控制点字的升降，因此实现复数行点显功能在结构上就相当困难<sup>[5]</sup>。为此，本设计采用了把点显器分层的方案，通过上平面下降的方式，让点字点自动突出于上平面，就可以实现点字点的突出；通过上平面下降，让不需要凸显出来的点字点随上平面下降，就可以选择出需要凸显的点字点，实现盲文点字的显示。

具体来说，在上平面上按照布莱叶盲文点对应的位置打好孔，在孔对应位置的下平面上设置盲文点字

点，在点字点上按照可以伸缩的弹簧，如果控制点字点不能通过开孔，则将点字点下压，否则点字点显示在上平面表面上。简单来讲，通过上平面的升降以及控制点字点能否通过上平面的孔，就能制作出结构简单、能够在有限空间中实现复数行盲文显示的点显器。

对于控制点字点能否通过上平面，本设计考虑并测试了使用压电陶瓷片竖直放置作为卡扣的方案、电磁力实现控制通过与否的方案、控制点字点旋转或形变控制通过与否的方案等。本文使用压电陶瓷片竖直放置作为卡扣的方案来进行复数行点显器原理说明。

具体点字显示过程：

1. 当点显器上平面抬起时，处于信息可更新的状态（见图 1（1））。
2. 在信息可更新的状态下，致动要突出的点字点的卡扣左（图 1（2）中为左侧）。不需要突出的点字点的卡扣右（图 1（2）中为右侧）保持闭锁状态（见图 1（2））。
3. 上平面下降。不需要突出的点字点右（图 1（3）中为右侧）会随着上平面一起下降。与此同时，要突

出的点字点左(图1(3)中为左侧)由于卡扣已经致动打开,会被弹簧支撑保持原位,从而突出到上平面以上(见图1(3))。

4. 当上平面下降时,重新闭锁之前致动的卡扣左,此时点字点右的突出状态得以维持,即便在点字点右施加向下的力,因为卡扣的支撑,仍然能够维持突出状态。此时是可以阅读的状态(见图1(4))。

5. 需要更新点显示器显示信息时,解开突出的点字点的卡扣左(见图1(5))。

6. 手动将上平面抬起,重新挂上解开的卡扣左,这样就回到了步骤1中的信息更新状态(见图1(6))。

综上,使用压电陶瓷片竖直放置作为卡扣来控制点字点是否通过上平面开孔的形式,可以有效控制需要的点字点突出到平面上,实现盲文的刷新功能。

## 4 可行性论证

### 4.1 压电陶瓷致动器致动行程论证

根据压电元件的规格书,压电陶瓷执行器具有0.7毫米的位移能力。通过实验测量结果,我们验证了能够稳定实现0.7毫米的位移,与规格书中的数值一致。

考虑到点字显示器顶面移动时,需要确保卡扣的爪子与点字点足够远离(见之前的步骤3和6),因此需要让卡扣的爪子移动的距离略大于0.45毫米。

正如前文所述,为了实现卡扣的控制,我们需要大约0.5毫米左右的位移。因此,在上面可移动和卡扣式点字显示器的设计中,用于控制卡扣的压电元件并不需要像点显示器中设置的压电元件那么长(35.8毫米),可以使用更短压电元件来实现卡扣功能。由于上面可移动和卡扣式点字显示器的结构,执行器可能需要竖直布置,其厚度大致预计将达到约30毫米左右。

### 4.2 盲文大小下本方案可行性论证

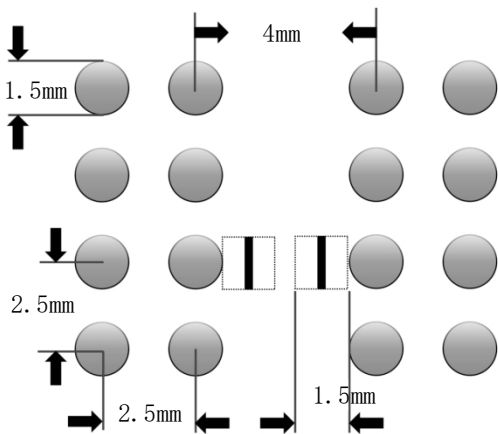


图2

如图2所示,我们取点字点直径为1.5mm,点与点

间距为2.5mm,每一方点字间距4mm,这应当是相对于视觉障碍者比较便于阅读的尺寸。视觉障碍者在阅读时通常需要较宽的行间距来准确读取每一行点字内容,因此行距不需要控制在太小的范围内。压电陶瓷执行器厚度约为1mm,宽度可以控制到与点字直径基本相同,其致动的范围是0.7mm,因此压电陶瓷片竖直放置作为卡扣的执行单元,完全可以在合理的点字间距中嵌入并执行卡扣的闭锁和致动。因此本方案在尺寸上完全具备可行性。

又因为本设计采用了上下分层的结构,所以控制压电陶瓷执行器所需要的200V电压的升压模块、通信模块、数据通信模块,都可以集成在下层的结构中,因此本方案有足够的空间容纳所需要的电子元件和机械结构。

并且,在盲文文字较多的情况下,并不需要过快地刷新点显示器显示的内容,一次更新点显示器的内容,使用者可能需要较长的时间来进行阅读,更新点显示器内容产生的时间也不会对使用者造成太多不良的使用体验。

因此本方案是一种可行且对于视觉障碍者使用体验较好的一种设计。

## 5 总结与未来规划

本文设计了一种通过点显示器上平面沉降,控制点字点能否通过上平面开孔的方式,实现盲文的显示,同时因为其控制单元和致动结构在毫米级别大小的空间仍然可行有效,所以验证出该方案可以应用在可以显示复数行的盲文点显示器。

未来,我们计划继续寻找较压电陶瓷执行器更为合适的执行器,进一步降低成本。在现有研究成果上添加点显示器的控制模块,可以根据汉字内容直接生成点字,完成文字信息在复数行点显示器上的显示。进一步通过视觉识别,直接把纸质书刊显示在复数行盲文点显示器上,帮助视觉障碍者实现阅读的信息无障碍。

## 参考文献:

- [1] 李娜. 盲文出版物的现状及趋势 [J]. 现代出版, 2016(05):30-33.
- [2] 侯耀东. 加强盲文出版专业人才培养研究 [J]. 残疾人研究, 2022(01):72-76.
- [3] 王品之. 中国盲文人机交互设备的设计与研究 [D]. 上海: 上海交通大学, 2020.
- [4] D.Kendrick. More than a line: What the future holds for refreshable braille [J/OL]. Accessworld Technology for Consumers with Visual Impairments, 2013, 14(02). <https://www.afb.org/aw/14/2/15838>.
- [5] 刘梦豪, 黄伟, 苗德仁, 等. 基于电磁铁的电子盲文点显示器 [J]. 模型世界, 2023(02):34-36.