

# 陈堃铖: 我有幸参与告别铅与火的印刷革命

丛中笑<sup>1\*</sup>, 陈立翠<sup>2</sup>

1. 北京大学王选计算机研究所, 北京 100080

2. 《中国科学》杂志社, 北京 100717

\* 联系人, E-mail: [congzhongxiao@pku.edu.cn](mailto:congzhongxiao@pku.edu.cn)

## Chen Kunqiu: honored to participate in the printing revolution “farewell to lead and fire”

Zhongxiao Cong<sup>1\*</sup> & Licui Chen<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Wangxuan Institute of Computer Technology, Peking University, Beijing 100080, China

<sup>2</sup> Science China Press, Beijing 100717, China

\* Corresponding author, E-mail: [congzhongxiao@pku.edu.cn](mailto:congzhongxiao@pku.edu.cn)

doi: [10.1360/TB-2024-1363](https://doi.org/10.1360/TB-2024-1363)

汉字激光照排系统是20世纪80年代开始推广应用的新技术。它的产业化和应用, 废除了中国沿用数百年的铅字印刷, 使中文印刷业告别了“铅与火”, 大步跨进“光与电”的时代。

陈堃铖, 北京大学王选计算机研究所教授、博士生导师。1936年6月生, 1953~1957年就读于北京大学数学力学系, 毕业后留校, 在数学力学系计算数学教研室任教。1975年起, 与王选一道, 开始从事我国“汉字信息处理系统工程”(简称“748工程”)中“汉字激光照排系统”的研究, 是该系统大型软件的总负责人, 承担了早期软件的全部设计并负责实现。该系统的研制成功和产业化推广应用, 掀起了我国“告别铅与火、迎来光与电”的印刷技术革命, 成为自主创新和用高新技术改造传统行业的典范, 也为信息时代汉字和中华民族文化的传播与发展创造了条件。陈堃铖投身科学, 拼搏奉献, 曾罹患直肠癌, 长期带病坚持科研。两次获国家科学技术进步奖一等奖, 并获陈嘉庚科学奖技术科学奖、北京市科学技术进步奖特等奖、毕昇印刷奖、台湾地区印刷传播杰出成就奖、中国计算机事业60年杰出贡献特别奖、全国三八红旗手等多项荣誉。《科学通报》专访陈堃铖教授, 请她讲述参与发明激光照排技术的经历。



陈堃铖 教授

您是如何进入计算机技术这个领域的?

陈堃铖: 1953年, 我考入北京大学数学力学系。1956年, 国家号召“向科学进军”, 制订了十二年科学技术发展规划。系里为响应中央号召, 决定设立计算数学专门化, 我被计算机技术发展前景打动, 很有兴趣, 同时感到自己只有从事应用

引用格式: 丛中笑, 陈立翠. 陈堃铖: 我有幸参与告别铅与火的印刷革命. 科学通报, 2025, 70: 770-774

Cong Z, Chen L. Chen Kunqiu: honored to participate in the printing revolution “farewell to lead and fire” (in Chinese). Chin Sci Bull, 2025, 70: 770-774, doi: [10.1360/TB-2024-1363](https://doi.org/10.1360/TB-2024-1363)

技术的能力,就报了名,有幸被录取。1957年我毕业留校,在计算数学教研室任助教,担任计算方法、程序设计课的辅导,还在中国科学院计算技术研究所听苏联专家讲授程序设计。

## 挤进“748工程”

可以请您介绍一下“748工程”的由来,讲讲您和王选先生加入“748工程”的经过吗?

**陈堃铎:**1970年起,我担任程序设计课教学,后因常患头晕病而暂停。1974年,北大研制成6912计算机,校领导为了使学校各部门采用计算机管理,于1975年初成立调查组,教研室让半休状态的我参加。调查得知,我国有个“汉字信息处理系统工程”,是四机部、一机部、中国科学院、新华通讯社、国家出版局联名于1974年8月向国家计划委员会请示设立的,简称“748工程”。该工程设三个子项目:汉字通信、汉字情报检索和汉字精密照排。

当时,王选正在家中休养。他在大学毕业不久,因劳累过度曾患过重病,“文革”初期复发。这时他身体正在好转,但还不能上班,可以在家做些工作。我与他谈及“748工程”,他感到对于通信系统而言,汉字与西文没有多大差别,不会有什么特色;情报检索系统虽然价值大,从长远看有很大的发展前景,但情报检索需要有大容量的信息库,短期内并不具备;只有出版业采用计算机系统后,才能获得建库需要的信息。所以,精密照排不仅是淘汰铅字印刷业的技术,它更会带来汉字信息技术方面的革命,虽然难度很大,但其应用价值和前景不可估量,这就引起了他的科研的热情。于是他开始调研和设计,抱着病体到中国科学技术情报研究所查阅资料,了解到大部分照排系统用模拟方法存储字模,就是将字模放在圆筒或圆盘上供照排时选用,但字模的数字式存储是发展趋势,光学机械式的二代机没有前途,采用模拟存储方式的阴极射线管三代机也将被淘汰,所以决定采用数字式存储汉字字模。

数字式存储是将汉字的字形以点阵形式存在计算机中,也就是用计算机可以识别的0和1构成的信息形式表示,每个小点占计算机一位,一个小字(五号字)大约需要 $100\times 100$ 点,大字则需要 $1000\times 1000$ 点以上。汉字的字数比西文的字母多数百倍,算上各种字体以及大小十几种字号,总的存储量达数百亿位,大大超出了当时计算机的容量,这是很大的难题。所以,有人认为,“计算机时代是汉字的末日”“计算机是汉字的掘墓人”,要想实现信息化,必须实现汉语拼音化,朝鲜、韩国、越南等已经放弃汉字,走拼音化道路。面对这一难题,必须设计一种减少计算机存储量,且保证汉字质量的方法,所以设计一种不失真的汉字字形压缩方法是整个方案的关键。为此,我们不断讨论,尤其是王选,每天对印刷品上的字进行思考。经过苦思冥想,几经修改,我们终于设计成功“轮廓加参数”的信息压缩方法,也就是将横、竖、折笔画称为规则笔段,用长度、宽度、笔锋等参数表示;撇、捺、勾、点等为

不规则笔段,用折线轮廓表示。此后,我们设计完成将压缩信息快速复原为点阵的算法,后来又设计出紧凑的压缩信息格式,这就取得了完美结果。我以黑、宋、仿、楷四种字体、十几种字号点阵的总存储量与压缩后的存储量相比,压缩倍数达500多倍。

为了决定压缩信息还原为字模点阵的实现途径,我编写软件在主机DJS130计算机上运行,发现平均每秒只能还原1个字。有软硬件两方面功底的王选,决定用硬件来实现。1976年9月起,他设计微程序,通过微处理器实现字模生成和形成版面的照排控制器。后来,王选又从调研中得出结论:必须跳过日本流行的光学机械式二代机和欧美流行的阴极射线管式三代机,当时尚无商品的用激光输出的四代机是发展方向,于是决定研制激光照排系统。王选得知邮电部522厂研制成报纸传真机,请教物理系光学老师后,获知可以将其录影灯光源改为激光光源,因此可改装为激光照排机,由此确定了第四代激光照排方案。

10月底,北京市召开照排方案座谈会,我报告了字形点阵的压缩信息方案,并展示了用软件还原、打印机打出的“义”字,很多人都感兴趣,但北京市只支持二代机方案。

设在四机部的“748工程”办公室,由计算机局副局长郭平欣任主任。按照惯例,四机部已决定由部属单位负责总体设计,但该单位迟迟拿不出方案,郭局长很着急,听说我们的工作后,几次派人来了解。1976年初,郭局长派人组织报告会,让我们与该单位“打擂台”。因王选身体尚未恢复,会上我报告了方案,该单位没有报告,只对我们的方案提了几个问题,王选和我一一作答。此时,郭局长已中意我们的方案。为了实地考察,1976年5月4日,他指定11个不同结构的字,要我们在一个半月内用计算机将它们的压缩信息还原成点阵。于是,王选做每个字的压缩信息,我与同事一起编写将压缩信息还原为点阵的程序,6月11日在学校的6912计算机上调试完成后做了汇报,郭局长等都认为文字质量能满足出版要求。最终,9月8日,四机部刘寅副部长批准,将精密照排任务下达给北京大学。后来,郭局长说:“有心栽花花不开,无心插柳柳成荫”。看来我们是挤进去的。

正式加入“748工程”后,您主要参与了哪方面的工作?

**陈堃铎:**在“748工程”办公室的领导下,逐步落实了协作单位,包括:生产主机和王选设计的照排控制器的潍坊计算机厂、生产终端输入设备的无锡计算机厂、生产照排机的邮电部522厂、生产汉字输入键盘的天津红星厂等,既是发起单位又是第一用户的新华社派技术人员参加软硬件设计,并承担了部分字模制作。至此,开始了跨部门大协作。

在设计压缩信息及还原算法的同时,我开始设计书刊排版软件。因为对排版毫无了解,所以我首先学习排版知识,调查各种书刊的排版格式,了解到当时国外流行的是贴毛条排版方式,就是将文章排成长条,称为毛条,若是排书,将毛条

按一页书的长度,依次剪开,再贴上每页的页码、书眉;若是排报,按每栏的高度剪开,一条一条拼贴。我决定跳过这种做法,直接设计整页组版并在排书时自动形成书眉、页码的排版程序。

因为当时的计算机上只有DOS系统,无法设计“所见即所得”的交互式系统,所以我将各种排版要求,如字体、字号、表格、分栏等以标记形式(称为注解)插入正文中,称为排版语言(以后完善化为BD排版语言),并设计了包括每个字符的X、Y坐标等的排版结果信息数据结构(以后完善化为版面描述语言BDPDL)。

1977年,我设计完成排文科书籍及八开小报的排版语言,及其编译程序结构框图,同时按照第一用户新华社的要求,设计了可同时运行4道程序的分时操作系统,以及将编辑、排版、发排等分解为多个命令的命令系统,设计完成全部实现框图,与组里及协作单位同志一起编写程序和调试。此时,王选设计完成了将排版结果输出至照排机的照排控制器,由协作单位生产,与主机DJS130机组成原理性样机。

## 困难中前行

原理性样机调试过程顺利吗?遇到了哪些困难?

**陈堃铎:**1979年原理性样机开始连调,调试一张题为“汉字信息处理”的考验硬件的八开小报。由于国产元器件不可靠,机器很不稳定,所有设备此起彼伏地出现故障,原定1979年7月1日输出,直到27日才输出成功。

主机DJS130机没有高级语言,整个软件用汇编语言编写,总共14万行。调试这样的大型软件非常困难,用纸带输入程序和数,没有显示器显示结果,所以调试结果看不到汉字,打出的是字符的编码和坐标,分析后才能知道对错。最苦的还是硬件不可靠,主机、纸带输入机、打印机和照排控制机故障率很高,往往费了半天劲,仍得不出结果,其艰难程度在今天难以想象。幸而整个软件设计是正确的,没有造成返工,因此终于在1980年9月排出了讲述周总理当年惩治叛徒的小说《伍豪之剑》。周培源校长把书呈递给方毅副总理,并请他把书转送给各政治局委员。方毅同志于1980年10月20日在随书所附的信上写了一段热情洋溢的话:“这是可喜的成就,印刷术从火与铅的时代过渡到计算机与激光的时代,建议予以支持,请邓副主席批示。”邓小平同志于1980年10月25日作了“应加支持”的批示。此时正逢改革开放,国家拨给照排系统20万美金,于是1981年我们购买了国外的硬件设备,科研条件得到了很大改善。

有了资金支持和先进的硬件设备后,系统进行了几次升级改造?

**陈堃铎:**1981年我们进口了NOVA计算机作为主机,采用进口元器件将照排控制器等全部换代,组成新一代的II型系

统。我培训大家熟悉新机器,设计软件换代。然而此时,我患上了直肠癌,只得在交代完换代工作后住院治疗。幸而癌细胞没有扩散,但从此给我带来难以想象的麻烦。休息一年后,我上班主持新系统联调,并设计一些复杂版面作实用性考验。手术后身体虚弱,夏天在空调机房里待两小时会腹泻三四天。

1985年1月,II型系统交新华社使用,整页排出八开中文报纸——新华社内部旬报《前进报》和14万字的日刊《新华社新闻稿》。使用中照排机故障最多,抖动、漏光,甚至不能工作,还有变字、丢字、缺字模,因使用不当造成事故等,问题层出不穷,而随机性的变字更令人费解……那年春节,我们在忐忑不安中度过。经过大家的努力,系统终于有了很大改进,于1985年5月通过了由国家经济委员会主持的国家级鉴定和新华社验收。

为方便使用,需使系统小型化,但改用微机尚需时日,所以1984年王选决定用指令系统与130机相同的台式机DESK-TOP为主机,这就是过渡性的III型系统。

提供大报使用,是我们坚定不移的目标。日报时效性强,版面变化多,是对照排系统最严格的考验,过了这一关,大规模推广普及就有可能。而科技书籍的排版在当时效率极低,也是出版社的急需。所以,我们决定在III型系统上开发排报纸的报版软件和排科技书刊的科技版软件。

为此,我重新整理和改进了软件版本。旧系统是针对新华社的需求设计的,有许多新华社的专用部分,所以我修改设计,使之成为通用系统,1984年完成了普通文书版软件。此后,为使排版软件的基础部分支持科技版处理,我重新设计程序结构,并设计了可以插入其他软件排版结果的功能,以便插入图形等,使软件功能更强,使用更方便,同时安排两位学生分别设计数学公式排版和化学公式排版。1986年底,科技版软件与III型系统一起通过部级鉴定。

潍坊厂科研人员积极性很高,他们率先开发报版软件。1985年,《经济日报》社决定购买III型系统,1987年4月开始试用,5月22日排了全部4个版。尽管在潍坊人员软件设计过程中,我经常参与讨论,解决遇到的疑难问题,但他们毕竟基础较弱,所以使用过程中出现很多软件的问题,以致在发行的报纸中出现一些严重的错误,甚至延误出报。输出用的大样机和照排机也不稳定,出现上下胶片定位问题、扫描抖动等。报社每天接到许多读者的投诉,不得不多次向读者登报道歉。为此,报社领导警告:十天内解决不了,退回到铅排!如果退回,意味着系统很难用于日报,即系统失败。生死攸关之际,大家加倍努力,最终使得系统逐渐稳定。1987年12月2日,系统通过国家级验收,周培源老校长在会上热情赞扬道:“计算机能处理汉字,能排版了,意味着中华文化能够长久弘扬下去,其意义不亚于原子弹爆炸!”1988年7月,《经济日报》印刷厂卖掉了全部铅字,1988年下半年换装了IV型系统。因为协作单位研制的软件终究存有隐患,后来还出现重大事故,所以在1987年初,我们安排学生重做,他们不负众望,很快取得成功,1988年12月,IV型

系统在《深圳特区报》投入使用。

IV型系统是在紧张备战新华社的同时，由王选开始设计的，主机改用PC机。为使汉字复原速度加快、功能加强，他设计了两块专用芯片用于照排控制器中，使文字复原速度达到每秒710字，并有图形图像处理功能，还实现了勾边字、倾斜字、旋转字、立体字、空心字等铅排无法实现的文字变化功能，以及上百种花边和上千种网纹。更重要的是，实现了文字和图形、黑白照片的合一处理，甚至整个版面作90°、180°、270°的旋转时速度也基本不受影响。当时，这些功能都是闻所未闻，属于世界首创。所以IV型机实现了脱胎换骨的飞跃。

同时，必须重新设计IV型系统的软件，我修改、扩充了排版语言，并修改输出结果的数据结构，形成了后来用于远传的版面描述语言BDPDL。我与学生一起重新设计书版排版软件，除了保留III型系统的全部性能外，我设计了自动形成目录、排字典时自动抽取词条作书眉，以及排长表格时自动拆页并保留表头到下一页等功能，很受用户欢迎。

保证字模正确也是很重要的工作。初期因为计算机没有显示器，发现错字后，需要手工将压缩信息还原，再画在坐标纸上，找出是照排控制器问题，还是做字错误。因为每套字模都有几十个错字，所以非常费事。为此，在1987年高分辨率显示器出现之后，我设计软件将压缩信息还原，并在屏幕上显示字模，免去手工查对之苦。之后，又设计了屏幕做字程序，由其他同志具体完成，这就可以在做字时发现问题，从而提高效率。

1988年底，IV型系统开始在新闻出版、印刷业推广普及，由于性能优良、系统稳定、价格低廉，很快在全国推广，成为国产激光照排系统诞生以来大规模推广的里程碑。

## 反对声

虽然困难重重，但您和王选先生都努力克服了。在这个过程中，您觉得最大的挑战或者苦恼是什么？

**陈堃铎：**从我们设计方案开始，就有许多人对我们极不信任，特别是出版印刷界一直抱怀疑态度。他们说，中国的几个权威部门（清华大学、新华印刷厂、北京市出版局等）连二代机都还没有解决，忽然冒出北大的一个小助教用数学方法，绕过二代机的困难搞四代机，岂不是异想天开？有的说：“北大懂出版印刷吗？”有的说：“字模在哪里？是计算机算出来的！简直是天方夜谭！”“这是小助教在玩弄骗人的数学游戏！”有的讽刺说：“你要做第四代，我还要做第八代呢。”有的说：“北大想搞先进的系统，我看要先进到修正主义那里去了！”还有的说：“什么748，气死吧！”有关领导部门只主张引进，明确表示：“不准备推广北大系统”还说：“是北大系统干扰了引进！”1984年，美、英、日等国的产品纷纷在中国展示，有人说：“外国公司展览之日，就是北大系统垮台之时！”随后，有六家大报社和几十家出版社、印刷厂进口了国外系统，还有多

家单位要求与国外合作，有些报社的论证会几乎成为对北大系统的批判会。直到1988年还有公司在有关领导部门支持下，向潜在用户和业内人士发了几百封信，说北大系统“使中国拉大了与西方国家的差距，从而至少落后了十年”。这些情况有时使我们的同志噎得吃不下饭，甚至落泪。所以，王选说：“最大的苦恼是多数人不相信变革铅字的印刷革命能由中国人自己完成。”可见，我们是在骂声中成长的。

## 告别、告别、再告别

激光照排系统从开始使用到全面替代铅字印刷，有没有让您印象深刻的事情？

**陈堃铎：**1988年7月18日，《经济日报》印刷厂卖掉了占据整整一层楼的铅字，从此开始了“告别铅与火、迎来光与电”的日子。1990年，我国中央和省市级报纸除《西藏日报》外，全部采用了国产激光照排系统；1992年，《西藏日报》用藏、汉两种文字编排的激光照排系统也投入使用；1995年，全国1500多家报社全部采用了激光照排系统。

某家大报社购买了美国HTS系统，从1985~1988年，一直不能工作，每周出一次周三的文艺版都不行，没办法只得来求援。1988年9月底我们去调研时，感到机房里很凄凉，这套庞大的设备用布盖着，落满了灰尘。尽管他们的设备先进，但设计非常落后。10月中旬，报社领导正式提出购买我们的系统。王选认为，他们购买系统，我们很省事，但他们原来的这套系统是花费了国家大量的外汇买来的，应该充分利用这些硬件，所以决定对它进行改造。1989年3月31日，该报与北大签订合作协议，决定对HTS系统进行技术改造。1989年8月将HTS公司的设备改造完毕，该报社顺利出报。随后HTS公司老总说：“我回国后就辞职，今后地球上再也不会有HTS公司了。”因无力偿还银行贷款，这家公司不得不宣布破产。

接着发生的事是戏剧性的。HTS公司的溃败像是骤然推倒了多米诺骨牌，1989年底，来华研制和销售照排系统的外国公司全部退出中国市场。截至1993年，国内99%的报社和90%以上的黑白书刊出版社与印刷厂采用了国产激光照排系统，延续了上百年的中国传统出版印刷行业得到彻底改造，没有经历第二代、第三代照排机，从铅排直接跳到最先进的第四代激光照排。

听说之后您和王选先生又对激光照排系统进行了多次改进？

**陈堃铎：**此后，为了彻底改造出版印刷行业技术，继告别铅与火后，王选领导年轻一代又实现了四次告别：(1)告别报纸传真机。用卫星传输版面描述语言BDPDL替代报纸传真机，信息量约为传真方式的1/50，且毫不失真。1990年9月首先在《人民日报》使用。(2)告别电子分色机。研制彩色出版系统，在世界上首次实现彩色图片和中文的合一处理与输出。

1992年1月首先在《澳门日报》使用。(3)告别纸和笔。研制新闻采编流程计算机管理系统,记者的稿件被快速传入报社,编辑在计算机上直接组版。1994年1月被《深圳晚报》首家采用。(4)告别照排软片。研制直接制版系统,将版面直接输出在印刷版材上。1998年在羊城晚报社的《新快报》投入使用。这些技术的应用,使我国书刊平均出版周期由300天缩短到100天左右。这一重大改革被称为毕昇发明活字印刷术后中国印刷术的第二次革命,也被认为是用自主创新的高新技术改造传统行业的典范。

激光照排系统在海外市场的应用如何?曾收获过哪些重要评价呢?

**陈堃铍:**1993年香港《明报》进行国际招标,北大系统技压群芳,最终获胜,从此在海外大量推广,最终占据了90%的华文报业市场。同年,香港《大公报》以“王选发明 外国公司难于匹敌”为题,报道海外采用北大系统的盛况。文中道:“国外许多电脑公司已先后宣布:在汉字电子激光照排领域,我们放弃与中国人竞争。”1995年后,年轻一代开发的日文出版系统开始进入日本市场。到2010年,发行的报纸约300种,杂志近百种。20世纪90年代末,第七、八代出版系统出口美、英、法、德、加拿大等几十个国家和地区。2001年,中国工程院颁发了“二十世纪我国重大工程技术成就”评选结果,“汉字信息处理与印刷革命”为第二项,比第一项“两弹一星”差一票。2002年6月28日,原国务委员、国家经济委员会主任张劲夫在《人民日报》上发表《我国印刷技术的第二次革命》一文,写道:“汉字激光照排技术在改造我国传统的印刷业中发挥了巨大作用。如果说从雕版印刷到活字印刷是我国第一次印刷技术革命的话,那么从铅排铅印到照排胶印就是我国第二次印刷技术革命。”

## 感谢“748工程”,感谢北大

关于“748工程”,您还有什么想表达的?

**陈堃铍:**回顾此生,我庆幸参与了“748工程”,我的才能并不出众,是项目给了我锻炼能力与创造的机会。我感谢北大!感谢北大培养了王选和我,是北大奠定了我们一生的基础。感谢有关领导支持、爱护我们的事业,使我们这对因出身等问题而曾被列入另册的无名小卒有报效祖国的机会。

## 让年轻人出彩

您是如何看待青年人在科研工作中的能力和作用的?

**陈堃铍:**王选和我经常讨论按每个年轻人的特点安排合适的课题,以调动其创造性。后来开发新软件时,他说:“你年纪大了,拼也拼不动了,就让年轻人干,让他们出彩吧!”我觉得很对,就做改进老软件工作,还因为我熟悉整个系统,正好可以编一些虽不起眼但又急需的程序。90年代中期我彻底退出编程第一线,并将软件协调工作交给了其他同志,带领研究生研究新的课题。2003年我退休。我欣慰地看到我们的年轻一代不断出彩,他们不仅在告别铅与火中作出贡献,而且此后的四次告别都以他们为主力,日文出版系统和第七、八代出版系统也都是以年轻一代为骨干研发的。

对当今年轻的科研工作者,您有什么寄语?

**陈堃铍:**希望年轻人能关注学术前沿,从学术前沿思考问题,并且十分专注,一心只想科研一件事。当然要做到这一点,需要给年轻人有施展才华的机会,在评价机制上,不论资排辈,不抱门户之见,做到学术公平、公正,才能使优秀人才不断涌现。