

21世纪数字印刷专业教材

特种数字印刷

TEZHONG
SHUZI YINSHUA



姚海根 孔玲君 谷继军◎编著



印刷工业出版社

21世纪数字印刷专业教材

特种数字印刷

姚海根 孔玲君 谷继军 编 著

印刷工业出版社

内容提要

除静电照相和喷墨印刷外,其他数字印刷技术也正在发挥各自的作用,即使最早作为计算机硬拷贝输出技术的撞击打印技术也不例外,这些技术构成第一章的主要内容。热成像的独特“个性”导致这种数字印刷方法特别适合于某些应用,已发展成仅次于静电照相和喷墨印刷的技术,由于内容众多,从第二章到第五章都属于热成像数字印刷的范围,分成热成像原理与热打印头、直接热打印、热转移印刷和染料扩散热转移印刷四章展开讨论。第六章和第七章分别介绍磁成像数字印刷和离子成像数字印刷,以使用固体墨粉和需要显影、转移和熔化过程为共同特征,与静电照相数字印刷多少有些类似,两者彼此的区别以及与静电照相数字印刷的差异仅在于成像方法。除热成像、磁成像和离子成像数字印刷外,其他数字印刷技术也值得讨论,已经成熟并成功地实现了商业化的技术有直接成像、照相成像和视频打印等;某些数字印刷技术虽然尚未实现商业化,但有可能成长为重要的技术;所有已经成熟和正在出现的技术都包含在本书的第八章内,其中的某些技术适合于特殊的应用。

本书尽可能收集除静电照相和喷墨印刷外的其他数字印刷方法,为那些对数字印刷感兴趣的读者提供尽可能全面的知识。读者在使用本书时应该以第二章到第七章及第八章的前半部分为重点,可供各院校数字印刷和图文信息处理专业学生使用,也可作为印刷工程、包装工程、数字(电子)出版和办公自动化等专业的教学参考书。此外,本书可供数字印刷、商业印刷和数字出版等相关领域的专业人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

特种数字印刷/姚海根,孔玲君,谷继军编著. —北京:印刷工业出版社,2013.7

21世纪数字印刷专业教材

ISBN 978-7-5142-0859-7

I.特… II.①姚…②孔…③谷… III.数字印刷—教材 IV.TS805.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第097949号

特种数字印刷

编 著:姚海根 孔玲君 谷继军

责任编辑:张宇华

责任校对:郭平

责任印制:张利君

责任设计:张羽

出版发行:印刷工业出版社(北京市翠微路2号 邮编:100036)

网 址:www.keyin.cn pprint.keyin.cn

网 店://pprint.taobao.com

经 销:各地新华书店

印 刷:河北省高碑店市鑫宏源印刷包装有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

字 数:325千字

印 张:13.75

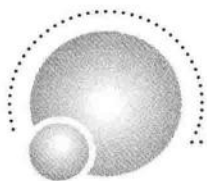
印 数:1~2000

印 次:2013年7月第1版 2013年7月第1次印刷

定 价:39.00元

I S B N : 978-7-5142-0859-7

◆ 如发现印装质量问题请与我社发行部联系 直销电话:010-88275811



前 言

尽管各种数字印刷技术都有自己的起源和发展历史，但就整体的发展而言，各种技术最终都必须走到由计算机控制输出的阶段，否则就称不上数字印刷。例如，静电照相技术发明于20世纪30年代末期，因缺乏数字控制特征而只能称之为静电复印，仅当作计算机外围设备使用的激光打印机等出现后，才真正迎来了静电照相数字印刷时代。就计算机外围设备或硬拷贝输出设备而论，由于点阵打印机和行式打印机出现得最早，撞击式打印视为数字印刷的源头技术是理所当然的。正因为如此，本书才专设一章讨论这种技术，更何况点阵打印和行式打印技术符合数字印刷无须印版和复制信息可变的基本特征，且目前仍在某些领域使用着，例如需要输出多联表格的领域。

显然，热成像依赖于热量作用实现图文复制的工作原理，通过不同的热量分布可形成与页面图文的直接对应关系，无须喷墨印刷那样通过转换过程形成墨滴，比起静电照相必须经过充电、曝光和显影过程形成墨粉图像来要简单得多。从电能转换成热能最为直接，电加热元件容易加工成集成电路的形式，由于热成像印刷是对于热量的直接利用，因而以集成电路形式出现的热打印头体积比热喷墨打印头更小，原因在于热打印头无须热喷墨打印头加热墨水形成气泡并转换成墨滴的机制。染料扩散热转移（俗称热升华）印刷因复制质量很高而得名连续调印刷，特别适用于要求输出高质量彩色图像的应用领域，例如包含照片的护照和身份证卡片等小规格印刷品。热转移印刷以油墨的集群转移为主要特征，对印刷品的规格没有限制，大到足以覆盖车体的广告，目前以标签和条形码印刷为主。热打印头的体积可以制作得很小，适合于现场应用的便携式设备，例如信用卡终端的打印装置和移动打印机。随着热打印头分辨率的进一步提高和应用的扩展，热成像有可能发展成第三种主流数字印刷技术。考虑到热成像印刷的现状和发展趋势，本书以四章的篇幅介绍这种技术。

磁成像数字印刷基于磁记录技术，因具有永久记忆能力而区别于其他方法，目前主要受磁性墨粉纯度较低的限制。离子成像数字印刷与静电照相数字印刷多少有点类似，区别在于离子成像数字印刷通过有控制的离子流生成电荷潜像。这两种数字印刷方法都使用固体墨粉，除成像方法与静电照相不同外，显影、转移和熔化过程不存在原则差异。由于磁成像数字印刷和离子成像数字印刷均已实现了商业化，且印刷速度和输出规格与商业印刷要求接近，故分别专设一章讨论。对于那些已经有商业产品（例如直接成像和照相成像数字印刷）或正在出现的应用范围狭窄的技术，读者可以从第八章

找到有关的信息。

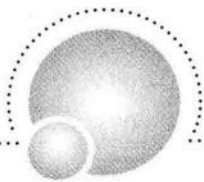
本书以《特种数字印刷》的名称出版，其实并不在于讨论的技术有多特殊，而是因为这些技术的应用面较窄，不能归入主流数字印刷之列。因此，所谓的特种数字印刷指目前尚不属于主流技术的所有方法，若称之为非主流数字印刷也并无不当。

本书的出版得到教育部图文信息处理国家级教学团队建设经费的支持，编写的主要理由是图文处理结果需要更多的输出通道。本书的编写得到作者所在上海出版印刷高等专科学校领导和教师的关心和支持，与兄弟院校教师的讨论也使作者受益匪浅，在此深表感谢。

由于作者理论知识和实践经验的局限性，本书不足和疏漏之处在所难免，希望广大使用本书的读者和教师予以指正，作者在此预先对他们表示诚挚的谢意。

姚海报

2013年3月



目 录

第一章 数字印刷的源头技术	001
1.1 从打字机到撞击打印机	001
1.1.1 打字机的出现	001
1.1.2 电动打字机	002
1.1.3 打字机与打印机组合	003
1.1.4 技术交替与打字机时代的终结	004
1.2 撞击打印技术	005
1.2.1 两种配置	005
1.2.2 全形字符打印	006
1.2.3 撞针打印	006
1.2.4 打印锤装置	007
1.2.5 纸张处理系统	007
1.2.6 色带/输墨系统	008
1.2.7 打字部件	008
1.2.8 撞击打印技术的现代应用	009
1.3 行式打印机	010
1.3.1 结构类型	010
1.3.2 全形字符行式打印机	011
1.3.3 走纸与撞击动作的配合	012
1.3.4 印刷质量与打印锤动作的关系	013
1.3.5 打印锤技术	014
1.3.6 其他问题	014
1.4 点阵打印机	015
1.4.1 早期点阵打印机	015
1.4.2 两种打印头结构	016
1.4.3 点阵串行打印机	017
1.4.4 点阵行式打印机	018
1.4.5 走纸	019
1.4.6 点阵打印机的打印锤技术	020
1.4.7 某些结构细节	020
1.4.8 彩色打印	021

第二章 热成像原理与热打印头	022
2.1 通用知识	022
2.1.1 技术分类	022
2.1.2 热印刷技术变革	023
2.1.3 热印刷的工艺属性	024
2.1.4 驱动机制	025
2.1.5 典型配置	026
2.1.6 油墨载体和色带通用结构	027
2.1.7 应用现状	027
2.2 系统结构与打印头	028
2.2.1 彩色打印机的基本结构与速度提升	028
2.2.2 行式结构及记录过程	029
2.2.3 平直型打印头	030
2.2.4 边缘型打印头	031
2.2.5 分块结构打印头	032
2.2.6 打印头角度调整	032
2.2.7 介质接触条件	033
2.2.8 边缘型打印头的理想表面形状	034
2.3 加热器	035
2.3.1 三种典型加热器	035
2.3.2 薄膜和厚膜加热器结构	036
2.3.3 电阻器	036
2.3.4 加热器的U形排列	037
2.3.5 切口加热器	038
2.3.6 激光加热	039
2.3.7 自动热敏加热器间隙与角度	039
2.3.8 加热元件的能效	040
2.3.9 分辨率	041
2.4 热能转换的结构要求	042
2.4.1 基底材料与隔热层	042
2.4.2 薄釉面技术	043
2.4.3 两种典型釉结构件	043
2.4.4 釉面波动的改善措施	044
2.4.5 釉面结构的角窗口	045
2.4.6 色带褶皱与釉结构件关系	046
2.5 热量传递与热响应能力	047
2.5.1 热传导分析	047
2.5.2 智能热技术	048
2.5.3 打印头的热响应能力	049
2.5.4 激光加热温度分布	049

2.5.5	热脉冲时间与耐久性	050
2.5.6	历史控制	051
第三章	直接热打印	053
3.1	技术基础	053
3.1.1	热色变现象	053
3.1.2	热敏纸	054
3.1.3	定影概念	055
3.1.4	彩色直接热打印	055
3.1.5	直接热打印应用提示	056
3.1.6	打印速度与分辨率的关系	057
3.2	可擦除直接热打印技术	058
3.2.1	市场需求	058
3.2.2	隐色染料的可逆颜色反应	059
3.2.3	最佳擦除范围	059
3.2.4	材料基础	060
3.2.5	擦除头结构	060
3.2.6	关于加热元件磨损	061
3.2.7	擦除头结构改进的例子	062
3.2.8	温度监测与控制	063
3.3	提高热敏图像耐久性的措施	063
3.3.1	直接热打印技术的特殊性	063
3.3.2	准可定影热敏纸	064
3.3.3	特殊热敏纸的结构与性能	065
3.3.4	定影效果	066
3.4	自动热色敏技术	066
3.4.1	概述	066
3.4.2	记录原理	067
3.4.3	自动热色敏纸的光敏特性	068
3.4.4	暗环境稳定性	069
3.4.5	自动热色敏纸的光稳定性	069
3.4.6	热响应微胶囊	070
3.4.7	自动热色敏打印机	070
第四章	热转移印刷	072
4.1	技术与应用特点	072
4.1.1	概述	072
4.1.2	工艺基础	073
4.1.3	热转移与喷墨印刷比较	074

4.1.4	承印材料适应性	074
4.1.5	印刷图像耐久性	075
4.1.6	热转移印刷的未来	076
4.2	打印机市场的热转移设备	076
4.2.1	油墨转移原理	077
4.2.2	主要特点和发展趋势	077
4.2.3	两种典型加热器结构	078
4.2.4	标签与条形码打印机	078
4.2.5	票证热转移打印机	079
4.2.6	温度控制	080
4.2.7	驱动频率对记录点的影响	080
4.2.8	提高热转移印刷速度的约束条件	081
4.3	热转移色带	082
4.3.1	典型热转移色带结构	082
4.3.2	色带选择准则	083
4.3.3	记录介质与色带性能匹配问题	084
4.3.4	三种色带的性能归纳	084
4.3.5	彩色热转移色带	085
4.3.6	色带残留物的安全性问题	086
4.4	油墨转移与缺陷分析	087
4.4.1	油墨温度的空间与时间分布	087
4.4.2	热转移印刷油墨的黏性效应	088
4.4.3	油墨黏性评价	088
4.4.4	色带油墨不完整转移缺陷举例	089
4.4.5	油墨分离缺陷	090
4.4.6	油墨转移模型	090
4.4.7	色带结构和打印机制对油墨分离缺陷的影响	091
4.5	可变记录点热转移技术	091
4.5.1	阶调复制	092
4.5.2	固定与可变记录点热转移	092
4.5.3	可变记录点热转移优点归纳	093
4.5.4	热转移时间控制	094

第五章 染料扩散热转移印刷

5.1	发展和应用现状	095
5.1.1	发展历史概述	095
5.1.2	热升华印刷诞生的时代背景	096
5.1.3	染料扩散热转移印刷的发展之路	096
5.1.4	关于印刷图像的耐久性问题	097
5.1.5	热升华印刷用途的多样性	098

5.1.6	易用性优势	098
5.1.7	打印成本	099
5.1.8	彩色打样应用	100
5.2	染料扩散热转移印刷的工艺基础	100
5.2.1	记录点生成原理	101
5.2.2	两种热打印头	102
5.2.3	染料扩散转移类型	102
5.2.4	中间转移介质热升华印刷	103
5.2.5	染料扩散的定量分析	104
5.3	色带与接受印张	104
5.3.1	染料色带与接受体系统	105
5.3.2	空白点接受体	105
5.3.3	干滑动层	106
5.3.4	耐热滑动层	107
5.3.5	材料性能对转移效果的影响	108
5.3.6	打印头与滑动层间的摩擦力	109
5.4	染料扩散热转移打印机	109
5.4.1	热升华打印机典型配置	110
5.4.2	一次通过系统的结构要素	110
5.4.3	两种直通联接结构比较	110
5.4.4	打印头结构优化	112
5.4.5	热打印头的耐久性	112
5.4.6	中间转移热升华打印机	113
5.5	复制质量与后处理技术	114
5.5.1	热升华图像复制质量	114
5.5.2	条形码复制精度	115
5.5.3	覆膜	116
5.5.4	亚光整饰基础	116
5.5.5	印刷品表面微结构	117
第六章	磁成像数字印刷	119
6.1	技术基础与磁成像数字印刷简介	119
6.1.1	磁现象与磁记录技术	119
6.1.2	磁成像数字印刷的出现	120
6.1.3	发展轨迹	121
6.1.4	磁成像印刷过程概述	122
6.1.5	可集成的磁成像数字印刷模块	123
6.1.6	发展趋势与挑战	123
6.2	磁成像数字印刷系统	124
6.2.1	系统结构	125

6.2.2	工作原理	125
6.2.3	磁潜图像	126
6.2.4	磁成像结果的擦除	127
6.2.5	墨粉与显影原理	128
6.2.6	显影效果评价	129
6.2.7	转移过程	129
6.3	背景显影墨粉的磁性作用机理	130
6.3.1	机械因素的影响	130
6.3.2	背景显影模式	131
6.3.3	数值计算结果	132
6.3.4	实验数据	132
6.4	磁性作用力	133
6.4.1	过渡区域的磁化函数	133
6.4.2	磁场与磁性力分布	134
6.4.3	像素密度与磁性力的关系	135
6.4.4	矫顽力对磁性力的影响	136
6.4.5	模拟实际印刷条件的墨粉排列模型	137
6.4.6	白色和黑色图像区域的墨粉磁性力	138
6.4.7	放大模型	139
6.4.8	实验测量结果	139
6.4.9	墨粉桥模拟	140
第七章 离子成像数字印刷		142
7.1	技术起源与发展	142
7.1.1	早期离子成像记录装置	142
7.1.2	离子成像的早期工程模型	143
7.1.3	商业化努力	143
7.1.4	远程离子源打印机开发	144
7.1.5	面向标签印刷的开发活动	145
7.1.6	整机产品发展概述	146
7.1.7	发展现状	146
7.2	离子成像数字印刷的物理与技术基础	147
7.2.1	汤森自持放电条件	147
7.2.2	离子增长的乘法规律	148
7.2.3	离子发生过程分析	149
7.2.4	离子化过程控制	149
7.2.5	离子流的集聚效应	150
7.2.6	电晕放电差异	151
7.3	离子成像打印头	152
7.3.1	离子沉积引擎	152

7.3.2	针孔阵列离子打印头	154
7.3.3	页面宽度离子写入头	154
7.3.4	介质阻挡放电离子打印头	155
7.3.5	惠普小记录点离子打印头	155
7.3.6	介质阻挡放电离子打印头的电荷输出特点	156
7.3.7	离子打印头的带压操作	157
7.3.8	离子头特征化	158
7.3.9	离子流优化	159
7.3.10	放电电极设计	160
7.3.11	丝网电极几何条件优化	160
7.4	复制质量影响因素	161
7.4.1	介质阻挡放电的等离子属性	161
7.4.2	记录点尺寸波动	162
7.4.3	电流稳定性	163
7.4.4	小孔位置对离子成像结果的影响	163
7.4.5	离子成像“开花”效应	164
7.4.6	不同充电阶段的电场线分布	165
7.4.7	分辨率影响因素	165
第八章	其他数字印刷技术	167
8.1	直接成像数字印刷	167
8.1.1	直接成像的技术源头	167
8.1.2	信息记录载体	168
8.1.3	显影与转移	169
8.1.4	墨粉覆盖效率	170
8.1.5	经典色彩混合与半色调网屏	170
8.1.6	印刷单元与七色印刷的实现	171
8.1.7	动态色彩混合	172
8.1.8	在机灰度等级标定	173
8.2	视频打印机	174
8.2.1	数字微镜器件曝光系统	174
8.2.2	光导纤维曝光系统	175
8.2.3	彩色视频打印机例子	176
8.2.4	视频打印机的光谱特征	177
8.3	照相成像数字印刷	178
8.3.1	照相成像数字印刷原理	178
8.3.2	曝光技术	179
8.3.3	热显影扩散转移照片复制	180
8.3.4	光敏材料	181
8.3.5	热显影扩散转移型打印机	182

8.3.6	照相成像数字印刷机	183
8.4	接触静电照相	184
8.4.1	工作原理概述	184
8.4.2	打印机结构	185
8.4.3	优点与挑战	186
8.5	墨粉喷射	187
8.5.1	墨粉喷射概念的出现	187
8.5.2	工作机制	188
8.5.3	墨粉转移原理	188
8.5.4	墨粉的行为特征	189
8.5.5	记录点偏转控制	190
8.5.6	密度控制	191
8.6	固体油墨声发射印刷	192
8.6.1	技术概述	192
8.6.2	声发射墨滴喷射过程	192
8.6.3	墨滴喷射器	193
8.6.4	打印方法	194
8.6.5	面临的技术挑战	195
8.7	阶调喷射印刷	195
8.7.1	包装印刷面临数字技术的推动和挑战	196
8.7.2	成本比较	196
8.7.3	印刷过程	197
8.7.4	技术特点	197
8.7.5	阶调喷射油墨	198
8.7.6	记录点的连续控制	199
8.7.7	阶调喷射应用例子	199
8.8	墨粉云束数字印刷	200
8.8.1	墨粉印刷技术回顾	200
8.8.2	记录点成形机制	200
8.8.3	带电墨粉行为的约束	201
8.9	铁电印刷	202
8.9.1	铁电性和铁电体	202
8.9.2	铁电印刷概述	202
8.9.3	印刷单元	203
	参考文献	204

各种数字印刷都有自己的技术源头和发展轨迹，大多经历了从模拟工作方式到数字控制的演变。尽管如此，从所有数字印刷方法整体发展的角度看，在各种技术原理上建立起来的设备首先都作为计算机外围设备使用，由市场来决定某种方法能否发展到足以称之为数字印刷的技术。撞击打印机首先成为计算机外围设备，由于在撞击打印机与打字机之间又存在密切的继承关系，非撞击打印机则出现在撞击打印机之后，从而有理由认为打字机是数字印刷的源头技术，但不能否认各种数字印刷方法都有自己的技术源头。

1.1 从打字机到撞击打印机

虽然打字机的出现与数字印刷并无直接关系，但打字机无须复杂的转换机制直接在页面上产生记录结果的工作方式却与数字印刷的基本能力不谋而合。1878年，美国速记员和技术开发者 James Clephane 潜心研究打字机和莱诺整行铸排机，打算架通横在人类思想与印刷页面间的桥梁。到20世纪80年代时出现了桌面出版系统这一重要概念，建立在页面拼版和硬拷贝输出两种对数字印刷至关重要的基本能力的基础上。后来，打字机逐步演变成普通消费使用的产品，而莱诺铸排机则发展成面向印刷工业的专业设备。两条不同发展道路的最终结果由市场决定，由于数字印刷机的出现而交汇到一起。

1.1.1 打字机的出现

打字机是带有键盘的机械或电动机械设备，当击打键盘时，就在记录介质上形成与键盘上对应的字符，通常以纸张为记录介质。在20世纪相当长的时间内，打字机是许多专业作家和商业办公领域不可缺少的工具。20世纪80年代末，个人计算机上运行的字处理软件应用逐步流行起来，以至于取代了大多数以前由打字机承担的任务。打字机以按一次键盘在纸张上建立一个字符为典型工作方式，油墨转移到纸张的原理与活字印刷相似。

1714年，英国人 Henry Mill 获得专利授权，他发明的设备类似于后来的打字机。早期打字机真正的发明者应该是意大利人 Pellegrino Turri，他在1808年发明了打字机，也发明了复写纸，为打字机提供油墨。许多早期打字机是针对盲人而开发，包括 Turri 打字机。

到了1829年，美国人 William Austin Burt 取得称为 Typographer 设备的专利授权，这种设备连同其他早期的类似设备一起，被公认为世界上第一批打字机。英国当时的“科学博物馆”仅将这些设备描述为第一种书写机器，或许还称不上机器，因为即使由发明者自己来使用，速度也比不上手写。由于这一原因，发明者和他的助手从未找到专利的买主，当然也不可能投入商业生产。这种“打字机”使用拨盘选择字符，以至于更应该称之为转位打字机 (Index Typewriter)，并非后来大行其道的键盘式打字机。

19世纪中期，由于商业通讯的发展步伐加快，产生了对于书写机械的需求。那时，速

记员和电报员每分钟能记录或发送 130 个单词的信息，而作家用笔书写的速度每分钟最多只能书写 30 个，两者的差距如此之大，电报员的高速度处理尤其引人关注。

键盘打字机的发明可追溯到 19 世纪 40 年代美国人 Charles Thurber 取得的多个专利，他于 1845 年发明了帮助盲人书写的 Chirographer（书法家）打字机。真正的键盘打字机原型出现在 1855 年，由意大利人 Giuseppe Ravizza 发明，实现了用键盘书写。

1865 年，丹麦人 Rev. Rasmus Malling-Hansen 发明汉森书写球（Hansen Writing Ball），于 1870 年进入商业化生产，成为第一批开展商业销售的打字机。这种键盘打字机在欧洲取得了很大的成功，据说在英国伦敦的办公室一直用到 1909 年。经过训练的使用者击打键盘的速度相当快，使汉森书写球成为第一款速度比手写快的文本输出设备。

大约 1910 年时，手工的或机械的打字机达到可以标准化的程度。虽然那时仍然有少量的打字机由于制造商的不同而存在差异，但大多数打字机制造商遵循每一个键与打字杆连接的概念，在“铅字”与键盘的每一个键之间建立一一对应关系。键盘受到手指快速而有力的击打作用时，与打字杆连接的“铅字”撞击色带，在纸张上产生字符标记。色带通常由着墨的纤维材料制成，纸张则绕在卷筒上。打字时托板从左到右地移动，每打完一个字符就自动地水平移动到下一打字位置；打完一行文字后，由回车杠杆带动纸张沿垂直方向移动一小段距离。以上描述的工作过程后来成为打字机结构的基础，图 1-1 是 1910 年生产的键盘打字机主要部件照片，按半圆形排列字符，用于加拿大 Saskatoon 的一家报社。



图 1-1 半圆形键盘打字机

1.1.2 电动打字机

机械打字机发明后大约 100 年的时间内，电动打字机没有广泛地流行。一直到 1870 年，爱迪生发明通用股票价格收报机（Universal Stock Ticker）后，才奠定了电动打字机的框架结构基础。爱迪生发明的股票价格收报机可以在远程打印出字母和数字，堪称在电话线另一端的特殊打字机，收到的信息作为打字机的输入，打印在纸条上。

世界上第一台电动打字机（电传打字机）由位于美国康涅狄格州 Stamford 市的布里斯德福制造公司生产于 1902 年。类似于手动操作的布里斯德福打字机那样，电动布里斯德福打字机以圆柱形的活字轮（Typewheel）代替活字杆。然而，这种电动打字机并未在商业上获得成功，主要原因是推出该打字机的时机，因为那时的电气系统尚未标准化，美国的城市与城市间使用不同的电压。时间进入 1910 年，电动打字机迎来了快速发展的良好机遇，Charles 和 Howard Krum 首次获得电传打字机（Teletypewriter）的专利授权，他们制造的机器被命名为 Morkrum 印字电报（Morkrum Printing Telegraph）机，成为在连接波士顿和纽约两个城市的电话线上使用的商业电传打字机系统。

1914 年，美国人 James Fields Smathers 的发明被认为是世界上第一款以电能运转的打字机，他于 1920 年从军队退伍后成功地制造了一台模型，并在 1923 年将他的模型交给罗彻斯特市的东北电力公司，旨在做进一步的开发。这家电力公司对他们的电动机和 Smathers 设计的进一步开发相结合很有兴趣，希望为两者找到新的市场。从 1925 年开始，打字机制造商 Remington 生产的电动打字机由东北电力公司提供电动机。

在生产了大约 2500 台电动打字机后，东北电力公司要求与 Remington 签订下一批打字

机的商业合同，但那时的 Remington 公司深陷合并的传言，以至于没有一位行政官员愿意承担确认客户订单的任务，导致东北电力公司决定进入打字机领域，并于 1929 年自己生产出第一批电气自动方式打字机，得到 Electromatic Typewriter 的专门称呼。

1928 年，通用电气公司的 Delco 分公司购买了东北电力公司，将打字机业务从东北电力公司剥离出来，并于 1933 年被 IBM 公司接收，耗资 100 万美元在 Electromatic Typewriter 的重新设计上，其结果便是 1935 年发布的 IBM 电动打字机。

电动打字机设计取消了键盘与击打纸张用零件直接机械连接。注意，电动打字机和电子打字机是两种不同的设备，电动打字机仅仅包含单一的电气部件，那就是电动机。更重要的是，机械式打字机击打键盘的动作由打字杆直接移动，发展到电动打字机后改成机械杠杆驱动，从电动机获得机械动力后转换成驱动打字杆的作用力。

IBM 公司于 1941 年发布了型号为 Electromatic Model 04 的电动打字机，引入革命性的比例间隔概念。通过指定（分配）变化的而非均匀的间隔于不同尺寸的字符，这种电动打字机能够重新建立打字页面的外观，加上新的打字机色带的发明，电动打字机的能力进一步得到加强，可以在页面上形成清晰的文字。时间进入 1961 年，IBM 公司的 Selectric 打字机（参阅如图 1-2 所示的外形）问世，新的电动打字机以球形零件代替“活字”杆或打字杆，活字球（Typeball）甚至比高尔夫球还要轻一些。

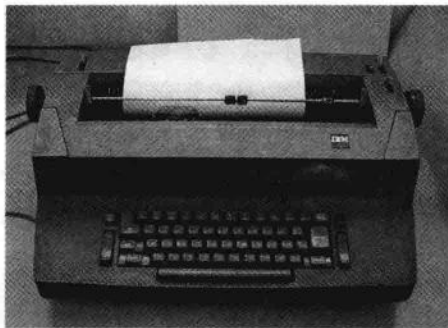


图 1-2 活字球与键盘组合电动打字机外形

Selectric 打字机采用弹簧锁、金属带和滑轮系统，其中滑轮由电机驱动，使活字球旋转到正确的位置，再击打色带和压板组合。活字球在纸张的正面（前面）做侧向运动，代替以前由拖板带动纸张移动通过静止打字位置的结构。

IBM 在 Selectric 电动打字机商业领域取得了巨大的成功，以至于控制办公打字机市场长达 20 年之久。到 20 世纪 70 年代时，IBM 成功地以 Selectric 电动打字机建立了工业标准，在中等和高端办公应用领域占支配地位。

1.1.3 打字机与打印机组合

20 世纪 70 年代，打字机终于走到了商业普及的尽头，大量组合打印机特征的复合结构设备开始进入了打字机市场。不要忘记复合结构出现的时代背景，那时点阵打印机已经诞生，因而打字机与打印机复合结构完全有条件将两者组合起来，打印机的键盘从当时现成的打字机键盘继承而来，打印工作机制则来自点阵打印机。之所以没有采用电传打字机的撞击打印引擎，是因为这种结构与复合结构硬拷贝设备的输出质量要求不能匹配，于是标签热打印机的热转移技术便成为替代技术，对新一代复合结构打字机更合适。

IBM 公司生产了一系列被称为 Thermotronic 的打字机，打字质量与活字印刷质量相当，但几乎不发出噪声。美国的 Brother 公司推出与 IBM 类似的设备，延长了该公司打字机生产线的技术寿命，在此期间 DEC 也推出了类似的产品 DECWriter。这些以专有技术为标志的打字引擎针对独特的市场，通过电子和软件技术的组合发展生产线。虽然这些技术变革降低了产品价格，大大改善了打字机使用的方便性，但字处理软件及其应用的快速崛起使得这些技术的寿命很短，局限于低端市场。为了走出困境，电动打字机的制造商们纷纷投资开发新技术，终于诞生了打字机与打印机相结合的产品。

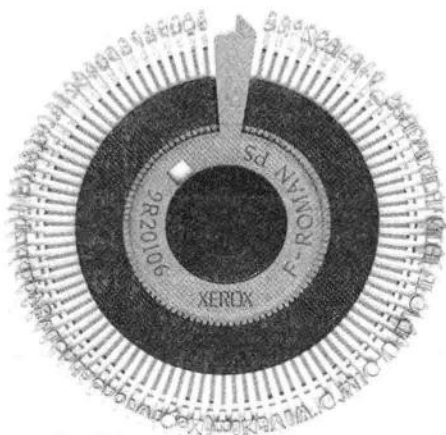


图 1-3 金属菊花轮

产品曾一度取得成功。塑料菊花轮的主要问题之一是不耐磨，为此又改成更耐磨的金属菊花轮，成本当然比塑料菊花轮略高些。

大多数电子打字机基本上与字处理软件配合使用，即电子打字机内置字处理功能，配备单线或多线液晶显示器，文字编辑软件置入只读存储器内。不仅如此，这些电子打字机



图 1-4 电子打字机

无论机械打字机或电动打字机，这些设备的最终归属是电子打字机，而新的电子打字机也是所有打字机技术最后的主要发展成果了。大多数电子打字机以塑料或金属菊花轮机构代替活字球，所谓的菊花轮是“花瓣”的外边缘分布字母的圆盘，如图 1-3 所示。

菊花轮概念首先出现在 Diablo 系统公司 20 世纪 70 年代开发的打印机上，施乐于 1981 年收购了该公司，引进电子打字机生产线，将金属菊花轮改成了塑料材质的。由于塑料菊花轮比金属活字球简单和便宜得多，且电子存储器和显示器让用户容易发现输入错误，在实际打印前及时纠正发现的错误，因而这些产

品还提供拼写和语法检查功能，以及几千字节的内部读写存储器和可选的磁卡或外部存储软盘等辅助设施，用于保存文本，甚至文件格式。文本可以按行或段落输入，在显示器和内置软件工具的支持下编辑，再记录到纸张。从图 1-4 可看到电子打字机的外貌，由 Brother 公司生产，左上角和右上角分别为小尺寸的液晶显示屏和软盘驱动器。

与 IBM 公司的 Selectric 电动打字机不同，这些打字机确实是电子的，依赖于集成电路和多种电动机机械部件。有时，电子打字机也称为显示器打字机，因为这种产品是考虑字处理软件功能与输出需求结合的产物，离不开显示设备的支持。

1.1.4 技术交替与打字机时代的终结

整个 20 世纪 70 年代末期和 80 年代的早期是打字机到字处理器的过渡时间。那时的大多数小型商业办公室仍然停留在“古老”的办公风格，但大公司和政府部门已经蜕变成全新的风格了。改变的步伐如此之大，变化的速度如此之快，以至于办公人员和政府机构的秘书们不得不每隔几年就得学习使用新的系统。从今天的角度看，快速的变化已习以为常，但并非世界上的一切都如此，比如打字技术到 20 世纪 90 年代初期时变化仍然很小。

打字机时代的终结悄然来临，由于销售业绩不良，或许也预测到了打字机未来的命运，导致 IBM 公司将其打字机部门出售给利盟。

然而，打字机毕竟具有价格优势，即使在发展中的时代对某些应用仍具有足够的力量，例如一直到 2009 年，美国的某些政府部门及代理机构仍在使用着打字机。据报道，纽约市在 2008 年曾经购买过几千台打字机，大多数由纽约的警察部门使用，代价当然很低，仅仅消耗了政府 98 万美元。为了维修打字机，纽约到 2009 年还支付了将近 10 万美元。

电子打字机和打印机的技术交替出现在 20 世纪 70 年代末到 80 年代中期，那时撞击