



教育部 文化部  
高等学校动漫类规划教材

# 声音设计与制作

## — CG影像与动画

> 付龙 张岳 编著



 高等教育出版社  
HIGHER EDUCATION PRESS



教育部 文化部  
高等学校动漫类规划教材

# 声音设计与制作 ——CG影像与动画

SHENGYIN SHEJI YU ZHIZUO CG YINGXIANG YU DONGHUA

> 付龙 张岳 编著



 高等教育出版社·北京  
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

## 内容提要

本书立足于影视声音创作的传统理论和当前的数字制作平台,针对数字媒体、动画及游戏专业的教学实践,重点对CG影像与动画创作中的声音创作理论进行总结和梳理,并结合实际的案例分析。主要内容由三个单元构成,各单元再分为若干章节:1. 影视声音创作理论基础。内容包括影视声音的构成,各要素的功能及特点,艺术构思与实现等。2. 数字音频制作实践。内容包括声音的基本属性,声音的录制及数字化,数字音频制作的软硬件平台等。3. 电脑音乐制作实践。内容包括音乐的各个要素及在CG影像和动画影片中的表现手段,电脑音乐制作的软硬件平台等。

本书可作为高等院校、职业院校影视相关专业学生的授课教材使用,也可作为自学者及社会相关培训班的参考教材。

---

## 图书在版编目(CIP)数据

声音设计与制作——CG影像与动画 / 付龙, 张岳著. -- 北京: 高等教育出版社, 2012.5  
ISBN 978-7-04-033476-0

I. ①声… II. ①付… ②张… III. ①动画片—声音处理—高等学校—教材 IV. ①J954

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第179446号

---

## > 声音设计与制作——CG影像与动画

付龙 张岳 著

策划编辑..... 忻 蓓  
责任编辑..... 忻 蓓  
特约编辑..... 胡镜寰  
书籍设计..... 张申申  
责任校对..... 胡晓琪  
责任印制..... 朱学忠

出版发行 / 高等教育出版社  
社 址 / 北京市西城区德外大街4号  
邮政编码 / 100120  
印 刷 / 北京信彩瑞禾印刷厂  
开 本 / 787mm×1092mm 1/16  
印 张 / 21.25  
字 数 / 434千字  
购书热线 / 010-58581118

咨询电话 / 400-810-0598  
网 址 / <http://www.hep.edu.cn>  
<http://www.hep.com.cn>  
网上订购 / <http://www.landraco.com>  
<http://www.landraco.com.cn>  
版 次 / 2012年5月第1版  
印 次 / 2012年5月第1次印刷  
定 价 / 55.00元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物 料 号 3 3 4 7 6 - 0 0

文化是一个民族的灵魂，而动漫这种特殊的文化载体，以其视听传播的直观性，更容易跨越文化、民族的边界而产生长远的影响。好的动漫作品、动漫形象，伴随一代又一代人的成长，历久而弥新。

进入新世纪以来，我国动漫、新媒体产业发展迅速，成为文化产业最重要的组成部分之一。国家“十二五”规划提出要推动文化产业成为国民经济支柱性产业，大力发展动漫等重要产业。动漫产业繁荣发展的根本是创新，而创新则要求我们建设一支适应时代要求、富有开拓精神、善于创新创造的文化人才队伍。

为了进一步推动我国动漫人才建设，教育部、文化部于2009年成立了高等学校动漫类教材建设专家委员会，旨在进一步加强高校动画、新媒体学科理论建设和人才培养，组织高水平教材的编写工作。本套系列教材即是过去两年来的重要工作成果之一。

今年是“十二五”规划的开局之年，也是我国文化改革发展加速推进的关键一年。这套教材在这个关键时期推出，将进一步规范和提高国内高等院校的动漫类专业教学水平，从而对我国动漫产业的人才培养和可持续发展产生积极深远的影响。

国以才兴，业以才立。中国动漫、新媒体产业的希望和未来在于人才，特别是全国高校动漫类专业学生身上。我们希望，这套教材能对你们的成长有所裨益，我们也期待，你们能够创作更多更好的优秀中国动漫作品。

是为序。

文化部党组副书记、副部长  
扶持动漫产业发展部际联席会议成员、办公室主任

欧阳坚

2011年6月

影视艺术是视听结合的艺术，只有将画面和声音这两大基本艺术元素完美统一，才能使影视作品的艺术性得以充分体现。

随着数字技术的飞速发展，影视声音的制作领域也正在发生着巨大的变革。与真人实拍影视作品的声音制作略有不同，CG影像与动画作品往往没有所谓的同期声，其声音的获取是一个完全独立的过程，往往在录音棚、拟音棚和一些外场条件下完成，所以，前期的设计对作品风格的确立显得非常重要，为了完成作品的声音创作与实现，必须形成正确、完整的声音结构构思。

在CG影像与动画作品的创作过程中，越来越多的创作者意识到声音创作的重要性，但由于受到资金的限制，原创音乐、拟音、专业的配音演员等关键的声音要素实现往往得不到保证，东拼西凑的情况也时有发生。然而随着计算机软硬件技术的发展，在目前的条件下，数字音频技术可以把声音信号数字化，并在数字状态下进行记录、加工处理，特别是具有了强大的特效功能，这使我们可以利用小型的工作室进行作品声音部分的制作，甚至创作音乐。利用声音软件的强大功能，往往可以制作出CG影像与动画作品所需要的风格化的声音效果。需要指出的是，本书内容涵盖了Audition、Cubase、Nuendo、Pro Tools等主流音频软件，但主要是以讲解理念为主，如需深入学习、掌握，还需要去系统地学习相关的教程。

本书立足于影视声音创作的传统理论和当前的数字制作平台，是针对数字媒体、动画及游戏等相关专业教学实践的专业教材。其重点是对CG影像与动画作品创作中声音的创作理论进行总结和梳理，并结合实际的案例进行分析，力求使学生对声音设计及制作领域的知识加以掌握，并且尽量能够上手实践。

本书主要内容由三个单元构成，各单元再分为若干章节，三个单元分别为：

第一单元——声音设计基础。本单元是理论基础部分，在实际教学中为专业必修课，内容包括影视声音的发展历程、声音制作的技术基础以及影视声音构成等，其中声音各要素的功能及特点、艺术构思与实现等方面也通过一些优秀CG影像与动画作品给予剖析。

第二单元——CG影像与动画的声音设计实践。本单元是声音设计实践课，在实际教学中为专业选修课，内容包括录音棚实践、声音的后期制作技巧以及实例解析等，其中实例解析选取了在国内外获得奖项的CG影像及动画类学生作品，对声音的设计和制作过程进行了

详细的讲解，供大家交流和探讨。

第三单元——CG 影像与动画的配乐实践。本单元是配乐实践课，在实际教学中为专业选修课，内容包括电脑音乐系统的介绍和实践、音乐的表现要素以及 CG 影像与动画配乐实例分析等，影像的配乐不同于纯音乐的表现，对 CG 影像与动画作品来说，可以从短片音乐风格对作品整体风格的影响以及长片的主题音乐设计这两个方面来一窥配乐的奥妙。

本书第一、三单元由付龙撰写，第二单元由张岳撰写。

我所在的中国传媒大学动画与数字艺术学院已经走过了十个年头，本书能够最终完成也得益于多年来数字声音教研室同仁们教学心得的汇聚，特别是在一届又一届的学生毕业作品中不断地得以修正和检验。

由于作者水平有限，加之时间仓促，书中不妥之处敬请批评和指正。

随着数字艺术产业越来越受到重视，对数字艺术作品创作理论的研究及相关教育方法的探索也提上了日程。愿这本书能够为专业教育添砖加瓦！也期待看到更多的我国学生创作的 CG 影像与动画作品在国际上崭露头角！

付 龙

2011 年 8 月

---

## 第一单元

# 声音设计基础

/001/

---

### 第1章

#### 影视声音的发展历程 ...../003/

##### 1.1 声音的记录 ...../005/

###### 1.1.1 机械时代 ...../005/

###### 1.1.2 电声时代 ...../008/

###### 1.1.3 数字时代 ...../010/

##### 1.2 声画结合 ...../012/

###### 1.2.1 从画面到声音的电影 ...../012/

###### 1.2.2 从声音到画面的电视 ...../018/

### 第2章

#### 影视声音制作 ...../023/

##### 2.1 制作概况 ...../024/

###### 2.1.1 制作分工与流程 ...../024/

###### 2.1.2 制作设备 ...../029/

##### 2.2 声音的特性 ...../034/

###### 2.2.1 振幅和响度 ...../035/

###### 2.2.2 频率和音调 ...../039/

###### 2.2.3 波的叠加和音色 ...../042/

###### 2.2.4 空间感 ...../045/

###### 2.2.5 运动感 ...../047/

##### 2.3 数字化的创作平台 ...../048/

###### 2.3.1 数字化 ...../049/

###### 2.3.2 声音的数字化 ...../054/

###### 2.3.3 多轨音频编辑软件 ...../061/

### 第3章

#### CG影像与动画的声音构成 ...../073/

##### 3.1 人声 ...../076/

###### 3.1.1 概念及功能 ...../076/

###### 3.1.2 真实与假定 ...../079/

###### 3.1.3 配音演员的沟通 ...../081/

##### 3.2 音乐 ...../086/

###### 3.2.1 影视中的音乐 ...../086/

###### 3.2.2 有声源与无声源 ...../089/

###### 3.2.3 风格化的配乐 ...../091/

##### 3.3 音效 ...../097/

###### 3.3.1 制作的划分 ...../097/

###### 3.3.2 环境的构建 ...../099/

###### 3.3.3 动作的渲染 ...../100/

### 第4章

#### 声音设计的要素 ...../105/

##### 4.1 声音的基调 ...../106/

##### 4.2 时空的确立 ...../108/

##### 4.3 情绪的引导 ...../111/

##### 4.4 角色塑造 ...../114/

---

## 第二单元

# CG影像与动画的 声音设计实践

/119/

---

### 第5章

#### 录音棚实践 ...../121/

##### 5.1 麦克风和音频连接 ...../123/

###### 5.1.1 麦克风的电子特性 ...../123/

###### 5.1.2 麦克风的操作特性 ...../127/

###### 5.1.3 音频连接 ...../133/

##### 5.2 数字音频工作站 ...../136/

##### 5.3 软件操作流程 ...../139/

###### 5.3.1 Pro Tools 流程 ...../140/

###### 5.3.2 Nuendo 流程 ...../148/

第6章	
声音的后期制作技巧 .....	155/
6.1 声音的剪辑 .....	156/
6.1.1 剪辑的概念 .....	156/
6.1.2 声画关系的表现 .....	158/
6.1.3 Pro Tools 中的剪辑操作 .....	159/
6.2 声音的处理及特效 .....	160/
6.2.1 混响器 .....	161/
6.2.2 均衡器 .....	163/
6.2.3 降噪器 .....	164/
6.2.4 激励器 .....	166/
6.2.5 变调及变速 .....	167/
6.2.6 反转 .....	168/
6.3 声音的综合处理 .....	169/
6.3.1 音量控制 .....	170/
6.3.2 声像处理 .....	172/
第7章	
实例解析 .....	175/
7.1 《Time of Gene》(时间基因) .....	176/
7.2 《Aniwow2009 年度宣传片》 .....	186/
7.3 《糖果的诱惑》 .....	191/

---

### 第三单元

## CG 影像与动画的 配乐实践

---

/199/

第8章	
电脑音乐系统 .....	201/
8.1 鼠标音乐家 .....	204/
8.1.1 自动化演奏 .....	204/
8.1.2 钢琴卷帘窗 .....	206/
8.1.3 数字化乐谱——MIDI 文件 .....	209/

8.2 软音源配乐实践 .....	219/
8.2.1 软音源插件 .....	220/
8.2.2 CG 短片配乐实例 .....	224/
8.2.3 拓展 .....	243/

### 第9章

#### 音乐的表现要素 ..... 251/ |

9.1 影像音乐 .....	253/
9.1.1 音乐风格的变迁 .....	253/
9.1.2 音乐的功能 .....	257/
9.2 音色 .....	261/
9.2.1 4 个乐器组 .....	262/
9.2.2 电子乐器 .....	265/
9.2.3 互动操作 .....	266/
9.3 节奏 .....	270/
9.3.1 节拍“二进制” .....	271/
9.3.2 重音的强调 .....	274/
9.4 旋律 .....	277/
9.4.1 音高的起伏 .....	277/
9.4.2 调式的中心 .....	280/
9.5 综合效果 .....	284/

### 第10章

#### CG 影像与动画配乐实例分析 ..... 293/ |

10.1 短片的音乐风格 .....	295/
10.2 长片的主题音乐及布局 .....	301/
10.2.1 关于主题音乐 .....	301/
10.2.2 主题的层层推进—— 《飞屋环游记》分析 .....	302/
10.2.3 主题的渗透及并置的对照—— 《僵尸新娘》分析 .....	306/
10.3 先期音乐的采用 .....	310/
10.3.1 音乐的演绎 .....	310/
10.3.2 音乐的引用 .....	312/
10.3.3 音乐动画 .....	314/



**附录一** ...../321/

General MIDI 乐器分配表 ...../321/

**附录二** ...../323/

《飞屋环游记》音乐拉片单 ...../323/

**附录三** ...../325/

《僵尸新娘》音乐拉片单 ...../325/



Unit  
第一单元 one

# 语音设计 基础

(32 学时)

针对数字媒体艺术、动画、游戏及各新媒体相关专业的特点，本单元主要内容由三部分构成：

1. 影视声音的发展历程。(参考教学课时为 4 学时)

重点为电影从默片到有声这一阶段的变化，声画结合特点开始凸显，另外关于声音记录手段的科技革新进程，如有兴趣也可以多着眼于其创新思路的继承性。

2. 声音制作的技术基础。(参考教学课时为 12 学时，含录音棚观摩和实操)

重点是声音的物理属性和艺术上的可塑性。另外声音数字化参数及多轨录音和编辑的概念也非常重要，这是声音制作的基础性知识。

3. 影视声音构成。(参考教学课时为 16 学时)

重点为三大要素的特点及在作品中的综合体现，特别是声画结合特点部分，要在典型片例中贯穿启发性的原则。

## 第 1 章

# > 影视声音的发展历程



不知你是否有过这样的经历，在超市购物或餐厅用餐时，突然发现用作音乐的居然是不断重复的某一首歌曲。当你意识到这个现象时，其实意味着对这个声音产生了排斥感，哪怕是再动听的旋律、再流行的音乐，也会使人审美疲劳。当然，我们并不去探究这些深层的问题，只是有两个建议必须提出

- > 1.1 声音的记录
- > 1.2 声画结合

首先，如果你选择了读这本书，意味着你想成为一名影视制作的从业人员，或者至少是很有趣的。那么，对于一段影像或一段声音重复再重复地观看或聆听将成为将来的你所必须面对的基本学习手段之一，因为任何人都不可能在一次观看或聆听中洞悉其中所有的奥妙。这是想成为专业人员所必须经历的，特别是你的耳朵，更要在重复聆听中发现和寻找各种细节！

其次，要知道，正是人类在一百多年前找到了对影像和声音重复再重复的再现手段，才有了电影、电视节目、音乐 CD、DVD 视盘、MP3 随身听、KTV 等等为关键词的被我们称作的视听娱乐产业，如果想成为在这个产业工作的一份子，怎能不对这个“重复再重复”的“壮举”怀有一份敬畏之情呢？

对于一个生活在两百多年前欧洲的贵族来说，也许他会有一个梦想：“都说莫扎特的音乐美妙极了！可什么时候才能亲耳聆听呢？最好尽快派人约他尽快到我的城堡里来演奏吧！”因为那个时代所谓的古典音乐并不是对大众演奏的，只是在富有及有权势的贵族家里为私人演奏。王公贵族们往往家里都养着数量不等的音乐匠人，这样，无论什么时候想听音乐，就能招之即来，得到音乐方面的享受。这种现象我们在大量反映王公贵族生活的影视作品中可以看到，无论中外，不过更多的是看到“大王”突然面露不悦，对音乐仆人“挥之即去”！但两者本质是一致的——音乐家是只被当作提供音乐这种娱乐方式的工具。

而现在，几乎每个家庭都不缺乏私人的视听设备，大学生们更是个个都装备了 MP3、MP4……耳机也成为必备之物，几十 GB 乃至上百 GB 的音乐存贮，想听什么样的音乐，显然招之即来！音乐重现这种现象，已经成为我们生活的一部分，几乎习以为常了。

在过去，在缺乏有效的影音记录手段的年代，唯一可以大致不走样记录下声音的，只有乐谱！当然，乐谱不会自己发出声音，只有通过乐手对乐器的演奏，获得对音乐“再现”的体验和享受。因为音乐毕竟是比较“规范”的声音，如果乐谱准确的话，我们现在通过乐手的演奏，依稀可以揣测孔子当年用古琴演奏《文王操》的大致模样，但我们却几乎不可能从《论语》中的“孔子曰”里听到孔子是用什么口音、什么语气说的话，虽然通过文字记载我们知道他说的内容。

但是生活在影音时代的伟人们就不同了，我们可以从马丁·路德·金“I have a dream”的演说里感受他的带给人们的勇气 and 希望，也可以从毛主席在天安门城楼上宣告新中国的成立的话语中唤起强烈的民族自豪感！这，就是“影音再现”的魅力！

电影的诞生是由于人们找到了记录下活动的画面的方法，实现了动态影像的再现，当然在此之前，照相技术的进步是必要的基础。其实另一方面，由于人们同样渴望实现对声音的记录和重现，在电影没有诞生的时候，人们就开始了对声音课题的不懈研究。

# 1.1

## 声音的记录

声音是由物体的振动而产生的，人们很早就知道这一点。在 19 世纪后期，世界上有好几位杰出的科学家不约而同地致力于研制一种新型的机械装置，一方面能记录下声音，也就是物体振动的现象，另一方面又能够将物体振动还原成可听见的声音。

接下来的内容是有关声音记录技术发展的历史，如果稍加阅读，你会找到以下几个有趣问题的答案：

问题一：为什么我们都喜欢听的流行歌曲都只有 3 ~ 4 分钟的长度？

问题二：为什么录音磁带成功地取代了胶盘唱片？

问题三：CD 音乐光盘标准的确立跟贝多芬有什么关系？

### 1.1.1 机械时代

想留住声音，把声音保存下来，应该说一直是人们的愿望，但是真正把把这个愿望变成现实的人，是美国发明家托马斯·阿尔瓦·爱迪生 (Thomas Alva Edison)。1877 年，30 岁的爱迪生发明了一种录音装置。它可以将声波变换成金属针的震动，然后将波形刻录在圆筒形转鼓的锡箔上。当针再一次沿着锡箔上刻录的轨迹行进时，便可以重新使当初留下的痕迹发出声音。这个装置录下爱迪生当时朗读的《玛丽有只小羊》的歌词：“玛丽抱着羊羔，羊羔的毛像雪一样白。”当时录下的声音只有 8 秒钟，这 8 秒钟的声音已成为世界录音史上的第一声。

其实，爱迪生当时发明的留声机是一个非常简陋的机械装置，如图 1-1 所示。在这个装置上，大致上来说是一个横着摆放的圆柱，上面包裹着锡箔，这个圆柱实际上是一个手摇转鼓，上面有一根与号筒式喇叭膜片相连的刻纹针。当使用者用手均匀地转动圆柱形转鼓上的摇把时，刻纹针就能在转鼓上顺序移动，这样在这个锡箔纸上就会划出一条螺旋状的纹。此时，如

果有人对着喇叭口大声喊叫，就能在转鼓的锡箔上，压刻出由声音所调制的连续的螺旋波纹，实际上就是把声音转化为这种波纹记录在锡箔纸上，这是最原始的声音录制过程。

当录音完成以后，把刻纹针放到转鼓的起始位置，然后以录音时候同样的速度用手均匀地摇动圆柱形转鼓上的摇把，重现刚才的过程，随着刻纹针在转鼓上的移动，螺旋波纹便能使号筒式喇叭重放出刚才所录制的声音。当然，这种留声机有很大的声音失真现象，尤其是在录音和放音的转动速度不一致时，但却能够辨识出重放出的原来的声音，因为声音的振动已经通过螺纹深度的顺序变化留在了圆柱形手摇转鼓的锡箔上。

然而，锡箔只能使用若干次，一旦从留声机上拆下就得作废，这就使留声机仅仅止步在了展示作用上。后来锡箔被替换成了蜡质的圆筒，如图 1-2 所示。蜡筒可以反复使用，而且可以单独地向公众出售。虽然爱迪生发明留声机的初衷是记录下人类说话的声音，但公众的趣味决定了留声机真正的命运，人们更愿意用它来播放音乐。理论上讲，通过更换蜡筒，就可以方便地在各种风格流派的音乐中进行个性化的选择，也许从蜡筒上，我们已经看到了唱片业的第一缕曙光。

但是蜡筒的问题在于很难批量制作，只能通过在录音间里放置多个留声机，乐队需要花一整天时间不厌其烦地、一遍又一遍地对着留声机演奏同一首曲目，才能获得可以出售的两百个“拷贝”，这显然是极为麻烦和不够经济的。

图 1-1 爱迪生的圆筒留声机

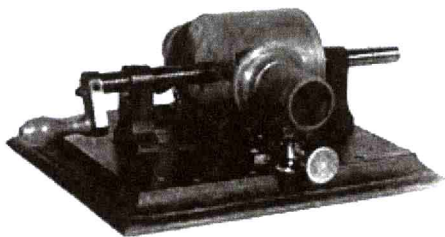
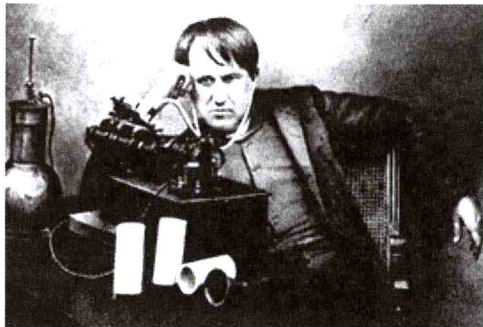


图 1-2 带着如听诊器一般的耳机的爱迪生和蜡筒留声机



## 关于爱迪生

爱迪生 8 岁上学，但仅仅读了 3 个月，就被赶出校门，再没有回去过。因为他总是提出一些老师认为很奇怪的问题，老师认为他是个白痴，还说他的脑子是无药可救的，所以他的母亲不得不亲自教育他。幸运的是，爱迪生老师的判断完全错了。他其实是一位创造性的天才，一生共有约两千项创造发明，成为举世闻名的美国电学家和发明家，为人类的文明和进步做出了巨大的贡献，其中包括电报、电话、麦克风、电灯泡和神奇的记录声音的机器——留声机。

但爱迪生的故事并不能成为逃离课堂、成绩差的理由，就算富于创新的天才们课堂成绩都很差，但成绩很差的人都是天才吗？

1887 年，36 岁的旅美德国人埃米尔·伯利纳 (Emil Berliner) 获得了一项圆盘留声机的专利，如图 1-3 所示。他设计出一种用一块扁平的圆蜡盘来代替蜡质圆筒，从里到外的刻制“声音波纹”的方法。因为在当时的刻纹过程当中，圆蜡盘会产生很多的废屑，它堆积在刻纹针的内侧和刻纹槽中，会影响录音的质量，而从里到外刻纹，废屑就不会堵住刻纹针的走向。更重要的是，圆盘留声机使先录制母盘、然后再无限复制子盘的做法成为可能。

以下是一系列快速切换的大事记：

1891 年，伯利纳研制成功以虫胶为原料的唱片，发明了制作永久唱片从而大量复制的方法。

1895 年，爱迪生成立国家留声机公司 (National Phonograph Company)，生产、销售用发条驱动的留声机。

1901 年，胜利留声机公司 (the Vector Talking Machine Company) 成立，雇佣了伯利纳，出售 7 英寸唱片，能播放 2 分钟的时间。

1903 年之后，胜利公司开始发售不同大小的唱片：8 英寸、10 英寸和 12 英寸，播放时间可以延长到 3 ~ 4 分钟。

图 1-3 伯利纳的圆盘留声机





1908年，爱迪生推出用蓝色赛璐珞塑料制成的增强型录音筒，能播放4分钟时间。

1912年，圆筒式录音机被淘汰。

……

其实想想也是，如果家里买一台圆筒式录音机，它的“唱片”放在旁边就像是一排排的罐头，而平板式留声机的唱片易于保存和携带，显然要方便很多。不过圆筒式录音机被抛弃还有一个鲜为人知的原因，这就是爱迪生的商业头脑完全被夸张的自我崇拜所冲昏——爱迪生更喜欢看到自己的名字和形象印在出版的唱片上（完美音质的象征），而不是艺术家。看看现在身边大批年轻的追星族的表现就知道了，哪怕追的歌星音准欠佳，哪怕追的影星根本没什么演技，谁会去关心幕后的技术人员呢？这会动摇你要成为一名制作人员的决心吗？

现在可以回答前面提出的第一个问题了。

**问题一的解答：**自从爱迪生发明留声机，为了提高录音的质量和延长播放的时间，转速、新尺寸、新材料都是竞争的制作公司要考虑的元素。但在30年的发展历程里，由于唱片材质的强度等原因，连续播放的长度也没能超过4分钟的时间，所以在相当长的一段时间里，唱片公司都硬性规定录制内容必须限制在3分钟长度以内，众多音乐作品都被节选、缩短后才能录制。这就是说，技术决定了我们听什么以及如何去听，所以早期的录音设备决定了流行歌曲3~4分钟紧凑的时长，而这个长度也逐渐成为了流行音乐爱好者的欣赏习惯被保留下来。反过来，既然时间这么有限，好的流行歌曲必须做到朗朗上口。

1925年，世界上第一架电唱机诞生，录音工作室也开始使用电子麦克风，录音的机械时代结束了！

## 1.1.2 电声时代

早在1898年，丹麦工程师普尔森就有了电磁录音机的构想，如图1-4所示。

他根据磁性原理，将一根长1.5米的钢丝线和一块电磁铁紧密接触，电磁铁上的励磁线圈与电话机的电池组和碳粒受话器连在一起。当对着受话器讲话的时候，移动的钢丝就会受到磁化，其磁化特性与语言波形相对应。声音回放时，当已经磁化的钢丝在特定的区域内移动时，就会有微弱的电流流入励磁线圈。由于励磁线圈与受话器连接在一起，因此在受话器内就能听到刚刚录制的讲话的声音。由于缺乏有效的信号放大手段，当时的录音只能借助受话器播放，声音非常小。