



# MIDI 全攻略

## 技术理论与实践

程伊兵 著

技术理论与实践

7.2

)

(5)

中音制作



## 序

以计算机为代表的高科技与音乐相结合，对以自然形态延续了数千年之久的音乐艺术无疑是一次革命。它正在深刻地改变着音乐创作的理念和技法，音乐的载体和传媒，以致音乐的听觉和审美等。可以说音乐的方方面面，概莫能外。

如果说，到目前为止，计算机音乐在我国的发展还远远滞后于世界水平的话，那么，在改革、开放之后的短短 20 年里，MIDI 音乐在我国的普及范围之广、速度之快，几乎与国际同步，则不能不说是一个奇迹。

然而，什么是 MIDI 音乐呢？它和常规音乐、和计算机音乐有什么异同呢？怎样才能最短的时间里迅速掌握 MIDI 音乐的真谛和制作的诀窍呢？《MIDI 全攻略——MIDI 技术理论与实践》这本书，将一层层拨开迷雾，引导读者进入这个美妙的音响世界。

MIDI 音乐的制作，既简单又复杂。说简单，它可以一个人在工作室里调动千军万马，无论是上百人的“交响乐队”还是色彩缤纷的电声乐队，都可以瞬间跃然耳边；说复杂，要做到这点需要很广泛的基础知识，诸如声学、电声学，等等。《MIDI 全攻略》以深入浅出的语言向你介绍了各相关学科的必备知识，为初学者铺平了通向 MIDI 的道路。

说它既简单又复杂，还指它最终的操作十分简单，但真要做到得心应手，还需要对极其复杂而又具有内在有机联系的设备系统，不仅知其然，还要知其所以然。这正是本书在进入实地操作前，之所以用了很长的篇幅详尽介绍各种设备的性能及其相互关系，甚至不惜将本书最重要的操作部分推迟到黄金分割之后的原因所在。

《MIDI 全攻略》的可贵之处还在于操作部分的高度个性化、目的化，且简单有效。从操作的第一个例题开始，就让学习者进入真正的 MIDI 制作本体，越过了把 MIDI 设备仅仅当作“高级电子琴”的常规音乐制作式的误区。

《MIDI 全攻略》的作者程伊兵，1991 年刚刚从中国音乐学院毕业的时候，我就请他到作曲系担任本科和研究生的“MIDI 技术理论与实践”以及计算机作曲主课的教学。此外，他还曾先后在四通集团公司电脑音乐事业部和正大国际音乐制作中心任技术推广工程师、音乐录音师和音乐制作人，从事过现代音乐、影视音乐及通俗音乐等领域的创作，有丰富的实践经验。《MIDI 全攻略》正是作者十年来的教学和实践经验的总结。因为该书逻辑系统严密，文字浅显、生动，既有很高的理论性，又有很强的可操作性，因此，是音乐学院的理想教材，也可供广大 MIDI 爱好者自学时参考。

我想，在当前 MIDI 课本还多半停留在入门阶段，开发和制作水平普遍不是很高的情况下，此书的问世，将有利于促进 MIDI 制作向个性化和专业化的方向发展。

李 西 安

2001 年 7 月 29 日于丝竹园

# 目 录

|                            |             |
|----------------------------|-------------|
| <b>第一章 认识MIDI .....</b>    | <b>1-8</b>  |
| <b>第一节 什么是MIDI .....</b>   | <b>1-3</b>  |
| 一、MIDI是什么 .....            | 1-2         |
| 1 传统的音乐演绎模式 .....          | 1           |
| A 传统模式：“人”的模式 .....        | 1           |
| B 沟通媒介 .....               | 1           |
| 2 MIDI的模式 .....            | 2           |
| A MIDI模式：“人 机”模式 .....     | 2           |
| B 沟通媒介 .....               | 2           |
| 3 MIDI是什么 .....            | 2           |
| 二、我们要做什么 .....             | 2-3         |
| 1 MIDI模式 .....             | 2           |
| 2 广义模式 .....               | 3           |
| 3 我们怎样做 .....              | 3           |
| <b>第二节 MIDI 简史 .....</b>   | <b>4-6</b>  |
| 一、电声乐器的分类及特点 .....         | 4-5         |
| 1 乐器分类 .....               | 4           |
| 2 电声乐器的特点 .....            | 4-5         |
| 二、电声乐器简史 .....             | 5-6         |
| 1 电子技术发展简史 .....           | 5           |
| 2 电声乐器发展简史 .....           | 5-6         |
| 三、MIDI的由来 .....            | 6           |
| 1 MIDI“迟到”的原因 .....        | 6           |
| 2 MIDI的诞生 .....            | 6           |
| <b>第三节 MIDI 系统 .....</b>   | <b>6-8</b>  |
| 一、MIDI系统的构成 .....          | 7-8         |
| 1 数字部分 .....               | 7           |
| A 录入器材 .....               | 7           |
| B 记录器材 .....               | 7           |
| C 发声器材 .....               | 7           |
| 2 模拟部分 .....               | 8           |
| A 声音处理器材 .....             | 8           |
| B 还声器材 .....               | 8           |
| 二、MIDI器材之间的关系 .....        | 8           |
| <b>第二章 计算机在“说”什么 .....</b> | <b>9-15</b> |
| <b>第一节 计算机的结构及原理 .....</b> | <b>9-13</b> |
| 一、计算机在做什么 .....            | 9-10        |
| 1 两个状态 .....               | 9           |
| 2 二进制 .....                | 9-10        |

|                               |              |
|-------------------------------|--------------|
| 3 基本单位 .....                  | 10           |
| 二、计算机的硬件结构 .....              | 10-12        |
| 1 工作单元 .....                  | 10           |
| 2 人机交互单元 .....                | 11           |
| A 输入设备 .....                  | 11           |
| B 输出设备 .....                  | 11           |
| 3 存储单元 .....                  | 11-12        |
| A 内存 .....                    | 11           |
| B 外存 .....                    | 11-12        |
| 三、计算机的软件结构 .....              | 12-13        |
| 1 开发软件 .....                  | 12-13        |
| A 低级语言 .....                  | 12           |
| B 中级语言 .....                  | 13           |
| C 高级语言 .....                  | 13           |
| 2 系统软件 .....                  | 13           |
| 3 应用软件 .....                  | 13           |
| <b>第二节 计算机的发展 .....</b>       | <b>13-15</b> |
| 一、计算机的发展 .....                | 13-14        |
| 1 硬件 .....                    | 13-14        |
| 2 软件 .....                    | 14           |
| 二、图形界面的PC环境 .....             | 14-15        |
| 1 运行模式 .....                  | 14-15        |
| A 图标的意义 .....                 | 14           |
| B 桌面 .....                    | 14-15        |
| 2 外存结构 .....                  | 15           |
| A 外存储介质——文件柜 .....            | 15           |
| B 目录 .....                    | 15           |
| 3 怎样存放工作成果 .....              | 15           |
| A 名称 .....                    | 15           |
| B 存放位置 .....                  | 15           |
| 三、电脑的专门化 .....                | 15           |
| <b>第三章 解剖MIDI .....</b>       | <b>16-33</b> |
| <b>第一节 MIDI的原则 .....</b>      | <b>16-20</b> |
| 一、“量”的原则 .....                | 16-17        |
| 1 “量”的概念 .....                | 16           |
| 2 “量化”的原则 .....               | 16-17        |
| 3 MIDI的原则 .....               | 17           |
| 二、硬件技术原则 .....                | 17-18        |
| 1 输入输出接口 .....                | 17-18        |
| 2 传输速率 .....                  | 18           |
| 3 MIDI线的长度 .....              | 18           |
| 三、软件数据原则 .....                | 18-19        |
| 1 通道信息(Channel Message) ..... | 18           |
| 2 数据类型(Data Type) .....       | 18           |

|                                                |       |
|------------------------------------------------|-------|
| 3 控制变换信息(Control Change) .....                 | 18-19 |
| 4 注册参量(RPN)、未注册参量(NRPN)及数值输入(Data Entry) ..... | 19    |
| 四、MIDI 信息的分类 .....                             | 19-20 |
| <b>第二节 基础 MIDI 信息</b> .....                    | 21-23 |
| 一、基本规定 .....                                   | 21-22 |
| 1 通道和端口(Channel & Port) .....                  | 21    |
| 2 MIDI 方式(MIDI Mode) .....                     | 21-22 |
| A 全通道接收开关(OMNI ON/OFF) .....                   | 21    |
| B 单音、复音接收(Mono、Poly) .....                     | 21    |
| C MIDI 方式 .....                                | 21-22 |
| 二、基本音乐信息 .....                                 | 22-23 |
| 1 音高(Pitch) 音符号(Note Number) .....             | 22    |
| 2 力度(Velocity) .....                           | 22-23 |
| 3 时值(Duration) .....                           | 23    |
| <b>第三节 音色选择信息</b> .....                        | 23-25 |
| 一、MIDI 乐器中音色的概念 .....                          | 23-24 |
| 二、程序变换(Program Change)的形式 .....                | 24    |
| 1 基本形式 .....                                   | 24    |
| 2 电脑中的程序变换信息 .....                             | 24    |
| 三、程序变换的标准化 .....                               | 24-25 |
| 1 GM标准 .....                                   | 24    |
| 2 GS、XG 标准中的库音色选择信息(Bank Select) .....         | 24-25 |
| A GS标准 .....                                   | 24-25 |
| B XG标准 .....                                   | 25    |
| 3 程序变换标准化的局限 .....                             | 25    |
| <b>第四节 声音控制、处理信息</b> .....                     | 25-28 |
| 一、声音控制信息 .....                                 | 25-27 |
| 1 弯音(Pitch Bend) .....                         | 25    |
| 2 调制(Modulation) .....                         | 25-26 |
| 3 触后(After Touch) .....                        | 26    |
| 4 滑音(Portament) .....                          | 26    |
| A 滑音踏板(Portament) .....                        | 26    |
| B 滑音时间(Portament Time) .....                   | 26    |
| C 滑音控制(Portament Control) .....                | 26    |
| 5 延音踏板(Sostenuto) .....                        | 26    |
| 6 保持踏板1(Hold 1) .....                          | 26    |
| 7 弱音踏板(Soft) .....                             | 26-27 |
| 8 表情踏板(Expression) .....                       | 27    |
| 9 呼吸控制(Breath Control) .....                   | 27    |
| 二、声音处理信息 .....                                 | 27-28 |
| 1 通道音量(Volume) .....                           | 27    |
| 2 打击乐音量(Drum Instrument Volume) .....          | 27    |
| 3 主音量(Master Volume) .....                     | 27    |
| 4 声象(Pan) .....                                | 27    |
| 5 打击乐声象(Drum Instrument Pan) .....             | 27    |
| 6 效果器(Effect) .....                            | 27    |

|                                                              |              |
|--------------------------------------------------------------|--------------|
| 7 打击乐效果(Drum Instrument Effect) .....                        | 27-28        |
| 三、声音编辑信息 .....                                               | 28           |
| 1 颤音(Vibrato)编辑信息 .....                                      | 28           |
| 2 滤波器(Filter)编辑信息 .....                                      | 28           |
| 3 包络(Envelope)编辑信息 .....                                     | 28           |
| <b>第五节 系统信息</b> .....                                        | <b>28-33</b> |
| 一、公用信息 .....                                                 | 28-29        |
| 1 乐曲位置指针(Song Position Pointer) .....                        | 28-29        |
| 2 乐曲选择(Song Select) .....                                    | 29           |
| 3 校音(Tune Request) .....                                     | 29           |
| 4 系统调律(Master Tune) .....                                    | 29           |
| 5 通道音律微调(Master Fine Tuning) .....                           | 29           |
| 6 通道转调(Master Coarse Tuning) .....                           | 29           |
| 二、实时信息 .....                                                 | 29           |
| 1 系统时钟(Timing Clock) .....                                   | 29           |
| 2 开始(Start)继续(Continue)停止(Stop) .....                        | 29           |
| 3 活动监测(Active Sensing) .....                                 | 29           |
| 4 系统初始化(System Rrest) .....                                  | 29           |
| 三、方式信息 .....                                                 | 29-30        |
| 1 本位开关(Local) .....                                          | 29-30        |
| 2 全部音符关(All Note OFF) .....                                  | 30           |
| 3 全通道接收关(OMNI OFF) .....                                     | 30           |
| 4 全通道接收开(OMNI ON) .....                                      | 30           |
| 5 单音方式开(Mono) .....                                          | 30           |
| 6 复音方式开(Poly) .....                                          | 30           |
| 7 全部声音关(All Sounds Off) .....                                | 30           |
| 8 初始化全部控制器(Reset All Controllers) .....                      | 30           |
| 四、系统专用信息(System Exclusive) .....                             | 30-33        |
| 1 综述 .....                                                   | 30-31        |
| 2 数据格式 .....                                                 | 31           |
| 3 数据类型 .....                                                 | 31-33        |
| A 通用系统专用信息(Universal System Exclusive) .....                 | 31-32        |
| a 通用实时系统专用信息(Universal Realtime System Exclusive) .....      | 31-32        |
| b 通用非实时系统专用信息(Universal Non-Realtime System Exclusive) ..... | 32           |
| 1 身份查询请求(Identity Request) .....                             | 32           |
| 2 身份查询回应(Identity Reply) .....                               | 32           |
| B 参数修改(Parameter Change) .....                               | 32-33        |
| C 成批传输(Bulk Dump) .....                                      | 33           |
| D 请求成批传输(Bulk Dump Request) .....                            | 33           |

## 第四章 声音世界的构成 ..... 34-45

### 第一节 声音是什么 ..... 34-41

|               |       |
|---------------|-------|
| 一、声音的本质 ..... | 34-35 |
| 1 振动和波 .....  | 34    |
| 2 音高 .....    | 34-35 |

|                                                |              |
|------------------------------------------------|--------------|
| 3 响度(Loudness) .....                           | 35           |
| 二、音色 .....                                     | 35-40        |
| 1 波型(Waveform) .....                           | 35-37        |
| 2 简单包络(Envelope)与 ADSR 包络 .....                | 37-38        |
| 3 泛音(Harmonic Partial)、声谱(Spectrum)与声谱包络 ..... | 38-40        |
| 4 共振峰(Formant Frequency) .....                 | 40           |
| 三、声音的传播特性 .....                                | 40-41        |
| 1 声音传播的衰减 .....                                | 40           |
| 2 反射、折射、绕射 .....                               | 40           |
| 3 自然声场 .....                                   | 40-41        |
| <b>第二节 电声</b> .....                            | <b>41-45</b> |
| 一、音箱声场 .....                                   | 41-43        |
| 1 立体声 .....                                    | 41           |
| A 双耳听觉效应 .....                                 | 41           |
| B 立体声 .....                                    | 41           |
| 2 电的手段 .....                                   | 41-43        |
| A 均衡器(Equalize) .....                          | 42           |
| B 效果器(Effector) .....                          | 42           |
| a 模拟自然声场 .....                                 | 42           |
| b 非自然声场 .....                                  | 42           |
| C 其它 .....                                     | 42-43        |
| a 噪声门(Noise Gate) .....                        | 42-43        |
| b 压限器(Limiter/Compressor) .....                | 43           |
| 3 电声指标 .....                                   | 43           |
| A 动态范围(Dynamic Range) .....                    | 43           |
| B 信噪比(S/N Rate) .....                          | 43           |
| C 频率响应(Frequency Response) .....               | 43           |
| 二、认识自己的声场 .....                                | 43-45        |
| 1 默认原则 .....                                   | 44-45        |
| A 还原自然声场 .....                                 | 44           |
| B 电声声场 .....                                   | 44-45        |
| a 频响的平衡 .....                                  | 44           |
| b 声音比例的平衡 .....                                | 44           |
| c 声音位置的平衡与清晰度 .....                            | 44-45        |
| 2 自己的原则 .....                                  | 45           |
| A 变化对比 .....                                   | 45           |
| B 创新 .....                                     | 45           |
| <b>第五章 构建MIDI系统</b> .....                      | <b>46-62</b> |
| <b>第一节 发声器材</b> .....                          | <b>46-53</b> |
| 一、简史 .....                                     | 46           |
| 1 单音色乐器和复音色乐器 .....                            | 46           |
| 2 多元化和标准化 .....                                | 46           |
| 二、技术背景常识 .....                                 | 46-49        |
| 1 VOICE、PATCH、MULTI和PART .....                 | 46-49        |

|                                                         |              |
|---------------------------------------------------------|--------------|
| 2 指标 .....                                              | 49           |
| 三、按器材形状分类 .....                                         | 49-52        |
| 1 合成器(Synthesizer) .....                                | 49-50        |
| A 普通合成器 .....                                           | 49           |
| B 工作站(Workstation)合成器 .....                             | 49-50        |
| 2 音源(Sound Module) .....                                | 50-51        |
| A 综合音源 .....                                            | 50-51        |
| B 专用音源 .....                                            | 51           |
| 3 声卡 .....                                              | 52           |
| 四、按发声原理分类 .....                                         | 52-53        |
| 1 合成 .....                                              | 52           |
| 2 采样 .....                                              | 53           |
| 3 其它 .....                                              | 53           |
| <b>第二节 录入器材、记录器材及其它 .....</b>                           | <b>53-58</b> |
| 一、录入器材 .....                                            | 53-55        |
| 1 主键盘(Master Keyboard) .....                            | 53-54        |
| 2 MIDI单簧管(MIDI Clarinet)/呼吸控制器(Breath Controller) ..... | 54           |
| 3 MIDI吉它(MIDI Guitar) .....                             | 54-55        |
| 4 MIDI打击乐(MIDI Drum) .....                              | 55           |
| 5 MIDI小提琴(MIDI Violin)与人声录入器(Voice Tracker) .....       | 55           |
| 二、记录器材 .....                                            | 56-57        |
| 1 音序器(Sequencer) .....                                  | 56           |
| 2 鼓机(Drum Machine) .....                                | 56           |
| 3 电脑/音序软件(Computer/Sequencer Software) .....            | 56           |
| 4 其它 .....                                              | 57           |
| A MIDI录音机(MIDI Recorder) .....                          | 57           |
| B 便携式作曲机(Pocket Composer) .....                         | 57           |
| C 舞曲编辑机(Groove Box) .....                               | 57           |
| 三、辅助器材 .....                                            | 57-59        |
| 1 MIDI接口(MIDI Interface) .....                          | 57           |
| 2 MIDI并行盒/跳线盘(MIDI ThruBox/Patchbay) .....              | 58           |
| 3 MIDI调音台(MIDI Control Box) .....                       | 58           |
| 4 MIDI踏板(MIDI Pedal) .....                              | 58           |
| 5 MIDI线(MIDI Cable) .....                               | 59           |
| <b>第三节 构建系统的原则 .....</b>                                | <b>59-62</b> |
| 一、常规原则 .....                                            | 59-61        |
| 1 简单系统 .....                                            | 59-60        |
| 2 复杂系统 .....                                            | 60-61        |
| 二、如何根据音乐需要构建系统 .....                                    | 61-62        |
| 1 音乐形式对MIDI器材的要求 .....                                  | 61           |
| 2 系统配置推荐 .....                                          | 61-62        |
| A 传统音乐 .....                                            | 61           |
| B 流行音乐 .....                                            | 61-62        |
| C 电子音乐 .....                                            | 62           |
| <b>第六章 操练MIDI .....</b>                                 | <b>63-99</b> |



|                                                |         |
|------------------------------------------------|---------|
| <b>第一节 盲点与误区</b> .....                         | 63-67   |
| 一、有关音色——声音观 .....                              | 63-64   |
| 二、有关音序 .....                                   | 64      |
| 三、有关声学加工 .....                                 | 64-65   |
| 四、其它 .....                                     | 65-67   |
| <b>第二节 实战前奏</b> .....                          | 68-72   |
| 一、一些基本概念 通道、端口、轨与声部 .....                      | 68-69   |
| 二、一般步骤 .....                                   | 69-72   |
| 1 音乐构架 .....                                   | 69      |
| 2 音色 .....                                     | 69-70   |
| A 选择乐器 .....                                   | 69      |
| B 音色加工 .....                                   | 70      |
| 3 录制与编辑 .....                                  | 70-71   |
| 4 声学加工 .....                                   | 71      |
| 5 同步 .....                                     | 71-72   |
| <b>第三节 操练 MIDI</b> .....                       | 72-99   |
| 例题 1: 音乐基本信息和音色选择(S01.WRK、S01.MID) .....       | 73      |
| 例题 2: 通道音量和表情踏板(S02.WRK 或 S02.MID) .....       | 74      |
| 例题 3: 通道象位(S03.WRK 或 S03.MID) .....            | 76      |
| 例题 4: 滑音(S04.WRK 或 S04.MID) .....              | 77      |
| 例题 5: 调制和触后(S05.WRK 或 S05.MID) .....           | 79      |
| 例题 6: 效果器(S06.WRK 或 S06.MID) .....             | 81      |
| 例题 7: 踏板(S07.WRK 或 S07.MID) .....              | 83      |
| 例题 8: 弯音(S08.WRK 或 S08.MID) .....              | 84      |
| 例题 9: 颤音(S09.WRK 或 S09.MID) .....              | 85      |
| 例题 10: 截止频率与共振(S10.WRK 或 S10.MID) .....        | 86      |
| 例题 11: 触发(S11.WRK 或 S11.MID) .....             | 88      |
| 例题 12: 延持(S12.WRK 或 S12.MID) .....             | 89      |
| 例题 13: 释放(S13.WRK 或 S13.MID) .....             | 92      |
| 例题 14: 与打击乐有关的NRPN(S14.WRK 或 S14.MID) .....    | 93      |
| 例题 15: 效果器类型和参数修改(S15.WRK 或 S15.MID) .....     | 95      |
| 例题 16: GS 初始化(S16.WRK 或 S16.MID) .....         | 96      |
| <b>附录</b> .....                                | 100-109 |
| 附录一: 二进制、十进制、十六进制数值对照表 .....                   | 100     |
| 附录二: MIDI 信息分类表 .....                          | 101     |
| 附录三: GM 音色、打击乐键位及控制变换信息 .....                  | 102-105 |
| 之一: GM 音色中英对照表 .....                           | 102-103 |
| 之二: GM 打击乐键位名称 .....                           | 104     |
| 之三: GM 控制变换信息名称 .....                          | 105     |
| 附录四: 常用系统专用信息及硬件制造商 ID .....                   | 105-107 |
| 附录五: MIDI 执行表(MIDI Implementation Chart) ..... | 108-109 |
| 附录六: 音名、音符号与频率对照表 .....                        | 109     |
| <b>词汇表</b> .....                               | 110-112 |

# MIDI 技术理论与实践

## 引言

大家对“傻瓜书”应该不陌生。现在有各种各样的傻瓜书——诸如“电脑傻瓜书”、“WINDOWS 傻瓜书”、“INTERNET 傻瓜书”等等。本书其实是一本关于 MIDI 的傻瓜书。它是面向广大音乐爱好者和专业音乐工作人员的 MIDI 教程。笔者以实用为目的、从自身学习 MIDI 的体会出发、结合经年的教学经验，以深入浅出的方式向大家介绍 MIDI 是什么、它都规定了些什么、MIDI 系统的架构、如何构建 MIDI 系统、如何“操练”MIDI 等问题。在开始“操练”之前，本书中还从应用的角度介绍了与 MIDI 有关的、笔者认为必不可少的声音世界(声学)和计算机的一些基本常识。除此之外还包括常用的专业英语词汇。希望《MIDI 技术理论与实践》能够帮助您步入 MIDI 音乐世界，为建筑您自己的音乐殿堂尽微薄之力。

## 第一章 认识 MIDI

本章中我们将介绍什么是 MIDI、MIDI 的由来、MIDI 系统的构成以及作为电子乐器的 MIDI 乐器的一些特点等相关知识。

### 第一节 什么是 MIDI

在本节中，我们将知道什么是 MIDI、我们应当做些什么以及怎样做。

#### 一. MIDI 是什么

MIDI 是什么？MIDI 做了什么？我们用 MIDI 又能做些什么呢？在回答这些问题之前还是让我们先看看过去我们在做什么——传统的音乐演绎模式是怎样的吧！

##### 1. 传统的音乐演绎模式

###### A. 传统模式：“人”的模式

这里所谓传统的演义模式是以西方音乐为例，其最常见的方式之一是指先由作曲家创作音乐，然后由指挥家指挥乐队，通过各种不同的乐器，最终由演奏家们完成声音再现的过程。如果用图来表示是这样的，见图 1.11。

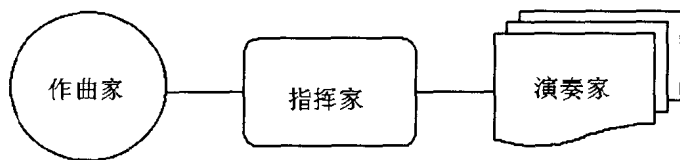


图 1.11 传统模式：“人”的模式

在传统的音乐演绎模式中，音乐的创作、指挥、演奏等环节都是由不同的音乐家来完成的，换言之就是由人来完成的。我们称传统的演绎模式为“人”的模式。

###### B. 沟通媒介

传统模式中，作曲家、指挥家、演奏家之间的沟通是通过自然语言和乐谱完成的。音乐家们通过乐谱知道要使用什么乐器，什么样的声音，在什么时间演奏什么样的音符；通过自然语言对演绎过程中的不足和偏差进行沟通商榷，以便修正。在传统模式中沟通的媒介是乐谱和自然语言。

## 2.MIDI 的模式

我们已经知道传统模式的结构，那么 MIDI 演绎音乐时的模式是怎样的呢？

### A.MIDI 的模式：“人——机”模式

在讨论 MIDI 模式之前，先让我们看看图示，见图 1.12：

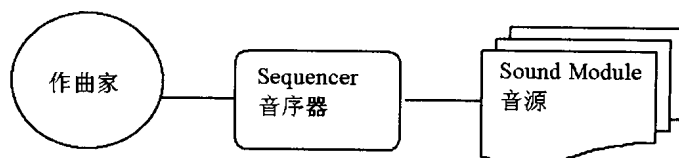


图 1.12 MIDI 模式：“人——机”模式

由图 1.12 可见 MIDI 模式与传统模式相比没有了指挥家和演奏家，取而代之的分别是音序器和音源。如图中所示：由音源来“演奏”——取代了演奏家；由音序器指挥音源用什么乐器、什么时间演奏什么音符——取代了指挥家的作用。那么，MIDI 模式是作曲家和机器设备（音序器、音源）的模式即“人——机”模式。

### B. 沟通媒介

作曲家需要象计算机的键盘、鼠标、显示器、打印机等设备一样的人机交互器材才能与音序器、音源等机器设备沟通。那么，音序器和音源之间呢？它们之间是否也有一种机器之间能“听”懂的音乐语言呢？

### 3.MIDI 是什么？

上文中的答案是肯定的。音序器和音源之间有专门的“音乐语言”，那就是 MIDI。

MIDI 是 Musical Instrument Digital Interface 的缩写，意为：乐器数字接口。“接口”是一个计算机术语，这里它并不是指硬件接口设备，而是指一种共同的规定、协议。MIDI 就是一种数字协议，它规定了在数字乐器中如何数字化地表示音乐。有了共同的规定，就相当于数字乐器之间有了共同的“语言”，它们之间就能互相“听”得懂了。那么，在 MIDI 模式中我们的角色是什么呢？

## 二．我们要做什么？

### 1.MIDI 模式

在 MIDI 模式中需要我们做些什么呢？我们即是图 1.12 “人——机模式”中的“人”。那么，在 MIDI 模式中“人”应该做些什么呢？

从表面上看，“人”只需要完成作曲的任务，其余的工作诸如指挥和演奏的任务都是由 MIDI 设备来完成的。其实不然。虽然音源是听从音序器的指挥演奏出各种声音的，但大家不要忘记，音序器中的命令来自哪里——来自“人”。“人”必须将这些命令逐条地告诉音序器，如：何时？怎样？用何声音演奏何音……。然后，通过音序器对这些信息进行编辑处理，再由音序器将这些命令逐条、自动地发送给音源。音序器的作用相当于一台“录音编辑机”，只不过它录制编辑的不是声音而是命令而已。那么，进一步的 MIDI 模式应该是如下所示：见图 1.13

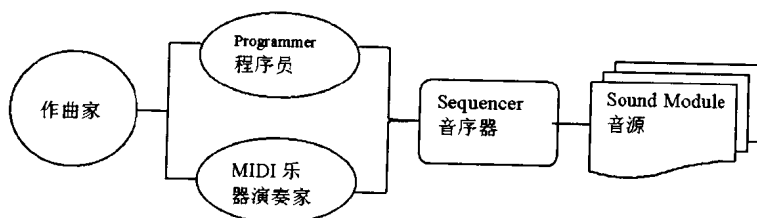


图 1.13 MIDI 模式

程序员的任务主要有两个：一个是根据作曲家的要求，制作、修改音源中的声音；另一个是与 MIDI 乐器演奏家相配合，控制、操作命令记录编辑器——音序器。演奏家的任务主要是按照作曲家的要求演奏那些经程序员制作、修改的声音。可见，没有作曲家作的曲、程序员制作编辑的声音以及 MIDI 乐器演奏家的演奏，音序器是起不了指挥家的作用的，因为它只是一台命令记录编辑设备。

在大部分 MIDI 模式中，没有程序员和 MIDI 乐器演奏家的参与，只有作曲家本人和 MIDI 设备打交道。由上我们得知，这样做实际上对作曲家的要求更高。因为作曲家除了作曲之外，还必须制作编辑声音以及演奏 MIDI 乐器，而且实际上起指挥家作用的即是作曲家本人。因此在这种模式中，作曲家不仅要具备作曲能力，还需要具备演奏、指挥的知识及技能；除次之外，还必须会制作编辑声音和操作使用音序器等 MIDI 设备。

## 2. 广义模式

所谓广义模式是指电声模式。制作电子音乐的手段有许多种，例如通过电气设备调制、通过计算机软件合成等。按照分类来说主要分为电气手段和电子手段。而我们上文中的 MIDI 是电子手段的一种。那么广义的电声音乐模式是什么样的呢？见图 1.14：

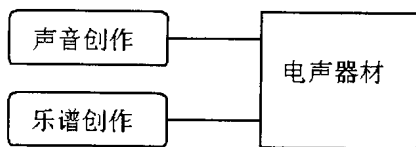


图 1.14 广义模式

广义模式的组成不外乎两个部分：其一，制造、编辑声音；其二，乐谱创作。而这两个部分都是通过电声设备完成的。当我们使用电声器材进行音乐创作时，与传统方式最大的不同就是：如果我们需要某种声音，我们可以通过电声设备将其制造出来，而传统方式只能利用自然乐器的声音作曲。MIDI 模式作为电子方式的一个重要分支，它所主要使用的工具——MIDI 乐器除了具备制造、编辑声音的能力外，还以硬件方式向作曲家们提供了许多预置的声音。这样，作曲家可以在那些预置声音的基础上略做编辑就可以方便地使用它们进行音乐创作。

## 3. 我们该怎样做？

我们可以通过 MIDI 从事任何风格的音乐创作。无论是在传统音乐还是现代音乐中，MIDI 都是我们创作这些音乐时可使用的强有力的工具。无论使用 MIDI 从事古典、通俗还是现代音乐的创作，有一个环节是必不可少而且是最为重要的，那就是制作、编辑声音。因为在现代电声音乐中，能否拥有令人耳目一新、风格独具的声音是衡量电声音乐艺术价值的最重要的标准，甚至也是衡量其商业价值的重要标准之一。即使我们使用 MIDI 从事古典音乐创作，我们的声音是否更象声学乐器，也是决定我们音乐成败的关键因素。因此，在利用 MIDI 从事音乐创作时要充分发挥 MIDI 在声音制作上的能力，创造出真正属于我们自己的声音；万不可偷闲，只使用 MIDI 乐器中那些预置的声音，这样做等于我们未曾“开战”已“先输一招”了。

另外一点值得提醒初学者注意：不要将眼光集中在古典和通俗音乐上。虽然经过特别精心的制作、非常复杂的控制可以通过 MIDI 将传统声学乐器模仿得惟妙惟肖。但是实践经验告诉我们，这样做其所花费的时间精力太多，是事倍功半之举。因为即使做得很好也不如请一位演奏家来真正演奏传统乐器的效果好。更何况模仿传统声学乐器不是 MIDI 唯一能做的事。试问，既然我们已经花费了大量时间精力来模仿传统乐器，为什么我们不用同样的时间精力创造出一种全新的声音呢？因为这样做不必受“象不象”的束缚，声音好坏的解释权完全在作曲家手里。我们可以用全新的声音创作全新的音乐，何乐而不为呢？因此请初学者注意，在利用 MIDI 从事音乐创作时要充分发挥 MIDI 乐器这种电子乐器在声音制作方面的长处，尝试多方面音乐的创作。

总言之通过 MIDI 从事音乐创作时，切记以声音为本，充分发挥 MIDI 在声音制作上的性能。在我们了解了什么是 MIDI 及我们该怎样做之后，让我们进一步认识 MIDI。在学习 MIDI 系统的结构之前，先让我们简单地了解一下 MIDI 的历史。

第二节 MIDI 简史

在本节中我们将了解 MIDI 的发展简史。谈到 MIDI 发展史离不开电声乐器的发展史。那么什么是电声乐器呢？哪些乐器属于电声乐器呢？让我们先看一看电声乐器的分类及其特点。

一．电声乐器的分类及特点

电声乐器是相对于原声乐器而得出的概念，要区分它们的差别我们需从乐器的分类入手。

1. 乐器分类

根据发声原理的不同，可以将乐器分为两大类：原声乐器和电声乐器。原声乐器亦称声学乐器或传统乐器。其声音无论是弦振动、膜振动或簧振动，都是机械振动引起的空气振动从而被我们的听觉器官所感知。声学乐器的发声原理如图 1.21 所示：

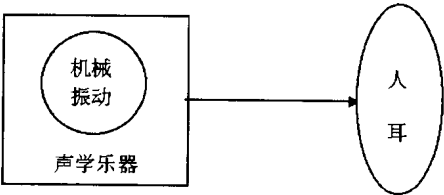


图 1.21：声学乐器发声原理

电声乐器亦称电声声学乐器。顾名思义其是以“电”的方式产生的声音。人是听不到“电”的，因此由“电”的方式产生的“声音”必须经过还声器材的还原、放大，最后通过音箱产生的空气振动才能被人耳感知。电声乐器的发声原理如图 1.22 所示：

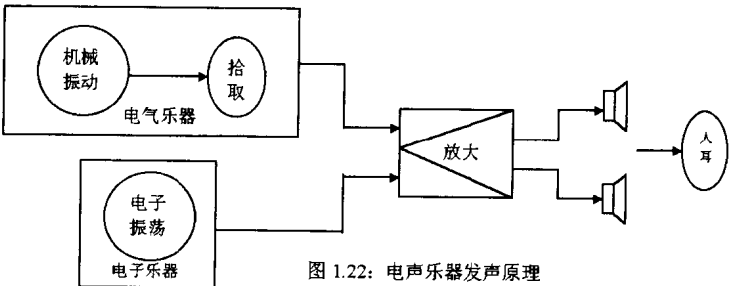


图 1.22：电声乐器发声原理

由上图可见“电”的方式又包括两种——电气方式和电子方式。它们的不同在于：电气方式是通过拾取，将机械振动变成电信号，再经放大、还原的方式；电子方式是直接将电子振荡产生的电信号放大、还原的方式。由此电声乐器又分电气乐器和电子乐器。其中，随着电子技术的发展，电子乐器又经历了模拟电子乐器阶段发展到现在的数字电子乐器阶段。本书中所涉及的 MIDI 乐器都是电声乐器发展到数字电子乐器阶段的产物，MIDI 乐器都是数字化的电子乐器。

2. 电声乐器的特点

我们知道了电声乐器的分类及其发声原理，那么相对原声乐器电声乐器有哪些特点呢？见表 1.21。

| 类别   |      | 乐器       | 音色数量 | 音色可变性 | 演奏与音色的关系 |
|------|------|----------|------|-------|----------|
| 声学乐器 |      | 钢琴、长笛    | 单一   | 无     | 一一对应     |
| 电声乐器 | 电气乐器 | 电吉他、电扬琴  | 单一   | 弱     | 一一对应     |
|      | 电子乐器 | MIDI 合成器 | 多样   | 强     | 脱离       |

表 1.21：声学乐器、电声乐器特点比较



声学乐器如钢琴、长笛，每种乐器只能发出一种声音。如钢琴只能发出钢琴音色，长笛只能演奏出长笛声音。我们忽略由于演奏法的不同带来的音色上细微的差别，声学乐器的音色是不可变的。如演奏钢琴时轻触键和重弹时音色上有细微的差别，但其还是钢琴声音。声学乐器的演奏法与音色之间的关系是一一对应的。如一般来说钢琴是弹奏的，长笛是吹奏的。

电气乐器如电吉他、电长笛，每种乐器的声音源也是唯一的。如电吉他只能发出电吉他声音，电长笛只能演奏出电长笛的声音。由于电气乐器采用了“电”的方式，所以通过调制可以对其声音进行改变、修饰。如通过不同的效果器我们可以得到“干净”的或者“失真”的吉他声音。但其不能从本质上进行变化。如无论怎样调制，电吉他也发不出电长笛的音色来。所以说电气乐器具有音色可变性，但比较微弱。由于电气乐器是通过机械振动的拾取产生的声音，所以其演奏方法与音色之间的关系也是一一对应的。如一般来说电吉他是弹奏的，电长笛是吹奏的。

电子乐器则与声学乐器和电气乐器不同，其音色数量不仅多而且类别多样化。电子乐器如电子合成器，其音色有几百甚至上千个，其中包括键盘乐器、拉弦乐器、吹奏乐器、打击乐器等诸多类别。由于电子乐器是采用电子振荡发声，所以理论上我们可以合成任何一种自然声音及自然界没有的声音——电子乐器的音色具有极强的可变性。另外，电子乐器演奏法与音色之间的关系是脱离的。如电子合成器中的任何种类的音色，无论是键盘、拉弦乐器还是吹奏、打击乐器，我们都可以通过键盘演奏出来。

由上可见：声学乐器、电气乐器与它们的音色之间的关系是一一对应的，不同的是电气乐器的音色具有一定的可变化性。但电子乐器与其音色之间的关系是完全脱离的，并且具有极强的可变性。正因为如此，其演奏方法与音色的关系也是脱离的。我们已经了解电声乐器的分类及特点，下面让我们看一看电声乐器的发展简史。

## 二. 电声乐器发展简史

电声乐器的发展与电子技术的发展是密不可分的，让我们先了解一下电子技术的发展简况。

### 1. 电子技术发展简史

电子技术的发展有很多方面，我们只关注其中的一个方面——无线电硬件技术的发展。无线电硬件技术的发展大致经历了五个阶段。见表 1.22：

| 阶段 | 名称         | 耗能 | 单位面积集成度     | 成本 |
|----|------------|----|-------------|----|
| 一  | 电子管时代      | 大  | ——          | 昂贵 |
| 二  | 晶体管时代      | 小  | ——          | 高  |
| 三  | 集成电路时代     | 微  | 几十至上千个晶体管   | 低  |
| 四  | 大规模集成电路时代  | 微  | 几千至几万个晶体管   | 低  |
| 五  | 超大规模集成电路时代 | 微  | 几十万至上千万个晶体管 | 低  |

表 1.22 无线电硬件技术发展的不同阶段

电子管体积大、耗能高、寿命短，早期以电子管为元件的电子设备同样具有体积庞大、耗电量巨大、性能差、使用寿命短、成本高等缺点。晶体管的应用是一次革命，它改变了这一现象。使用晶体管的电子器材体积大大缩小、耗电量大幅度下降、性能成倍地提高、寿命大大加长、成本显著降低。集成电路的发明是电子领域的又一次革命。它使得生产体积很小、耗能微弱、性能卓越、长寿命、成本低廉的电子器材成为可能。随着集成电路技术的发展，大规模集成电路和超大规模集成电路的出现，使得电子器材在上述指标上都得到了巨大幅度的提高。

伴随着无线电硬件技术的发展，电声乐器的队伍也随之发展、壮大。

### 2. 电声乐器发展简史

总体上看电声乐器的发展经历了电气时代和电子时代。其中电子时代又经历了模拟和数字阶段。见图 1.23（图中年代为近似值，只供参考）：

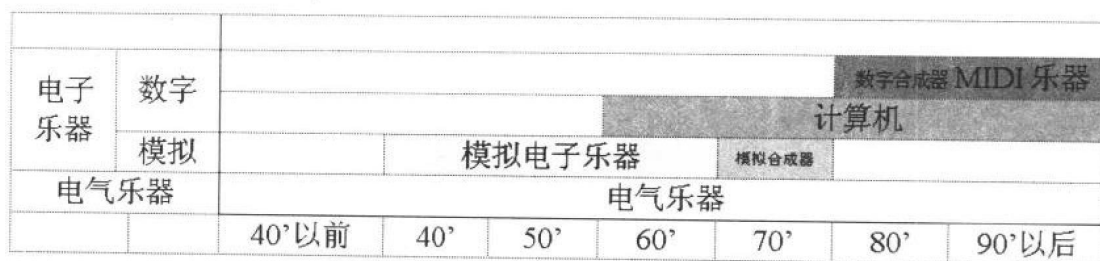


图 1.23: 电声乐器历史沿革简图

电气手段使用得较早。历史上第一台以电子管为元件的电子风琴（美国）标志着模拟电子乐器的诞生。随着计算机在音乐创作中的应用，揭开了电子乐器数字时代的序幕。从图 1.23 中我们可以看出，电气乐器自从产生一直沿用至今；主要以电子管为元件的模拟电子乐器其中包括以晶体管、小规模集成电路为主要元件的模拟合成器，随着以中、大规模集成电路为主要元件的数字电子乐器的应用而逐渐销声匿迹；早在模拟合成器、数字合成器和 MIDI 产生之前，计算机早就以数字电子乐器的身份参与到音乐生活中来了。

### 三. MIDI 的由来

计算机和 MIDI 乐器都是数字电子乐器。那么，为什么 80 年代才有了 MIDI？MIDI 又是为什么而产生的呢？

#### 1. MIDI “迟到” 的原因

我们已经知道 MIDI 是一种数字协议。制订某种数字协议的先决条件之一是：该种数字设备已经投入应用并且将拥有广泛的应用前景。那么，数字电子乐器的情况是怎样的呢？

计算机作为数字电子乐器率先参与了音乐创作，其采用的声音制作方法是软件方式。当计算机创造的声音逐渐被人们认可，并且希望能够方便地运用这些声音时，结合模拟电子合成器的技术、将软件方式的声音固化于硬件中的数字电子合成器诞生了。经历了模拟电子乐器、计算机，直至 70 年代末，模拟电子合成器已普遍应用这几个阶段后，数字电子合成器才开始发展。因此，直至 80 年代初期才有了 MIDI。这是 MIDI “迟到” 的原因。

#### 2. MIDI 的诞生

随着数字电子乐器越来越普遍地投入应用，人们认为数字电子乐器将拥有非常广泛的应用前景。为了更好地利用数字电子乐器，拓展其应用空间，使人们更好地共享这些资源，制订一个共同的数字标准已势在必行，MIDI 协议因此而诞生了。

首次提出 MIDI 协议是在 1981 年第二界国际音频工程学会上。经过 1982 年的修订，1983 年正式推出《MIDI STANDARD v1.0(MIDI 协议 1.0 版本)》。之后，经过多次补充，如 GM 标准的制订等使其进一步完善。目前，MIDI 是数字电子乐器中最普遍使用的标准。MIDI 协议的制定为在古典、通俗等传统音乐领域广泛地应用数字电子乐器提供了工业标准。

另外有一点大家应该注意：虽然 MIDI 已经相当普及，但这并不意味着其是万能的。MIDI 可被用于从事古典、通俗、现代等各种风格的音乐创作，但因为 MIDI 协议是基于“音符作曲”原则之上的标准，所以它更适合被应用于古典、通俗等传统音乐的创作中。当利用 MIDI 从事现代音乐创作，尤其是现代电子音乐创作时，MIDI 显得有些捉襟见肘、力不从心。因为它缺乏对音乐底层元素的控制能力。至于更新版本的 MIDI 协议能带给我们什么，那需要我们拭目以待。

现在我们知道了 MIDI 的历史，下面让我们继续第一节末提到的内容——了解 MIDI 系统及其构成。

### 第三节 MIDI 系统

在本节中，我们将学习了解 MIDI 系统的构成及各种 MIDI 器材之间的关系。

## 一. MIDI 系统的构成

MIDI 系统是指利用 MIDI 器材从事音乐创作时所利用的各种 MIDI 器材和其它电声器材的总和。我们通过这些器材完成作曲、演奏、指挥、声音处理、还声这五大步骤的工作。那么, 这些器材怎样连接在一起, 工作流程是怎样的呢? 一个相对完整的 MIDI 系统应该包括哪几部分? 各部分之中又包含哪些器材呢? 见图 1.31:

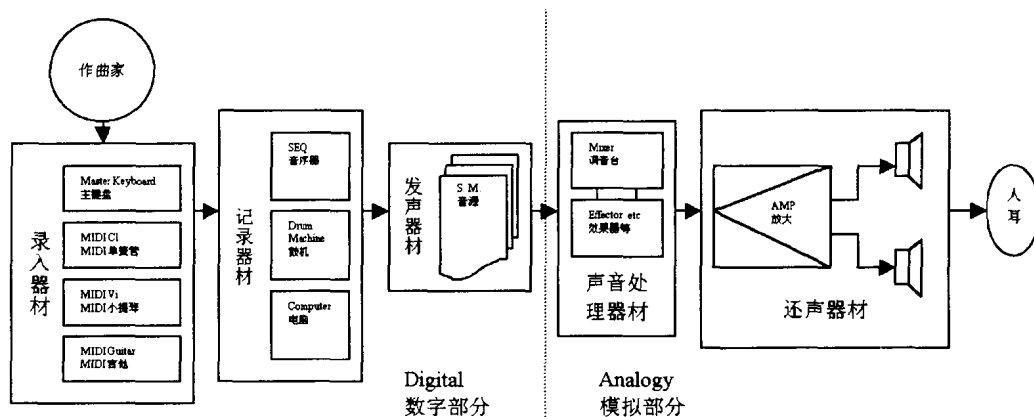


图 1.31 MIDI 系统简图

### 1. 数字部分

图 1.31 中虚线左边所示为 MIDI 系统的数字部分。所谓“数字”是指该部分器材中流动传导的数字 MIDI 信息, 它相对声音音频信号而言是数字的。作曲、指挥、演奏等任务主要通过这一部分来完成。MIDI 系统的数字部分包括录入器材、记录器材和发声器材三部分。

#### A. 录入器材

录入器材是作曲家和数字电子乐器之间的桥梁, 作曲家通过它们发出 MIDI 信息来演奏音源中的声音及提供音序器要录制编辑的命令。在本章第二节中我们介绍过, 电子乐器的演奏方法和其音色的关系是脱离的。因此, 使用图 1.31 中任何一种录入器材都可以演奏出音源中的所有声音。那么为什么还有这么多形式的录入设备呢? 因为录入器材是人机交互的桥梁, 其作用相当于计算机的键盘、鼠标器; 为了照顾不同作曲家的演奏习惯, 因此有诸多形式的录入器材。如主键盘是为了习惯钢琴键盘演奏的作曲家而制造; MIDI 小提琴是为了那些习惯弦乐器演奏的作曲家而制造的, 等等。除图中所示外, 还有许多其它不同形式的录入器材, 如呼吸控制器、MIDI 鼓、人声录入器等。

#### B. 记录器材

记录器材是用来记录、编辑那些作曲家通过录入器材产生的有关作曲、指挥、演奏等控制信息, 以便自动播放这些信息从而驱动音源发出声音的设备。音序器和鼓机是最早应用于 MIDI 系统中的记录编辑器材。随着电子技术、计算机技术的发展, 电子计算机成本的下降, 90 年代以来, 人们开始采用计算机作为 MIDI 系统数字部分的记录编辑器材。相对于传统的音序器而言, 计算机有许多优点。如方便的图形界面、容易升级、海量外存、更多可利用的外设等。但相对音序器其也存在一些缺陷, 如体积庞大、没有专门的指令键等。正因为使用计算机做记录设备是优略参半, 所以至今传统音序器、鼓机和计算机共同活跃于 MIDI 领域。

#### C. 发声器材

发声器材是 MIDI 系统中声音的载体, 它们的作用是接受记录编辑器材的命令, 按照作曲家的意图演奏出声音。除图 1.31 中所示的音源外, 还有如电钢琴、合成器等许多可以担当发声任务的器材。有关发声器材的分类及特点等问题在本节第二个问题和本书第五章第一节中将有更多的叙述。

现在我们已经对 MIDI 系统的数字部分有了一定的了解, 下面让我们看一看 MIDI 系统模拟部分的构成。

## 2. 模拟部分

图 1.31 中虚线右边所示为 MIDI 系统的模拟部分。所谓“模拟”是指该部分器材中流动传导的声音音频信号，相对 MIDI 信息而言其是模拟的，当然目前已经有许多记录声音信号本身的数字设备。MIDI 系统的模拟部分包括声音处理器材和还声器材两部分。通过它们完成声音加工处理、还原放大等任务。

### A. 声音处理器材

声音处理器材的主要任务是：对发声器材所发的声音进行处理或再处理，然后经混合后输出给还声器材。图 1.31 中列举的调音台和效果器就是声音处理器材。当然如果需要的话还有均衡器、压限器、激励器等许多声音处理设备，它们能完成对声音不同的调制、修饰等处理任务。目前生产的 MIDI 发声器材中包含一部分声音处理功能。如有的音源中包含均衡器、效果器的功能等。即使是这样，也可以通过模拟部分的声音处理器材对声音进行再处理。

### B. 还声器材

还声器材的任务是将声音处理后的音频信号放大，还原为机械振动。无论在任何形式的 MIDI 系统中，这一部分是必不可少的。因为没有还声器材，人耳是听不到以“电”的形式存在的声音的。当然，这部分器材可以简化，如仅仅是一副耳机即可。

由于电子技术的发展，目前许多声音处理和还声器材本身也都是数字的，如数字调音台、数字效果器、数字功放等。但这些器材中流动的数字音频信号与 MIDI 器材中的数字信号不同。声音处理、还声器材中流动的数字信号是声音的另一种存在形式，但它还是声音本身，而 MIDI 器材中的数字信号只是一些“命令”，是一些控制符，并不是声音本身或者声音的其它存在形式。从这个角度说我们仍然称声音处理和还声器材为“模拟部分”。

由上我们得知：MIDI 系统由数字和模拟两部分组成。数字部分包括录入器材、记录器材和发声器材；模拟部分包括声音处理和还声器材。通过这些器材完成作曲、演奏、指挥、声音处理、还声这五大步骤的工作。

## 二. MIDI 器材之间的关系

上文中在介绍 MIDI 系统数字部分的发声器材时曾提道：电钢琴、合成器等也都是发声器材。那么，既然与音源的功能相同，为什么不叫做音源呢？那是因为电钢琴、合成器除了具备发声功能外，还具备一些其它的功能。下面让我们看一看常见的 MIDI 器材都具有那些功能，它们之间的关系是什么？见表 1.31。

| 器材名称     | 相当于                 | 功能           | 备注          |
|----------|---------------------|--------------|-------------|
| 主键盘      | 主键盘                 | 录入           | 无发声功能       |
| 音序器      | 音序器                 | 记录、编辑        |             |
| MIDI 录音机 | 音序器                 | 纯记录          | 无编辑功能       |
| 音源       | 音源                  | 发声           | 无录入功能       |
| 打击乐音源    | 音源                  | 发声           | 多音频输出端口     |
| 鼓机       | 鼓录入键 + 鼓音序器 + 鼓音源   | 录入 + 记录 + 发声 | 专为通俗音乐而设    |
| 合成器      | 主键盘 + 音源            | 录入 + 发声      |             |
| 采样器      | 音源                  | 发声           | 具采样功能       |
| 采样合成器    | 主键盘 + 采样器           | 录入 + 发声      | 具采样功能       |
| 电钢琴      | 配重主键盘 + 键盘乐器音源      | 录入 + 发声      | 模拟钢琴手感      |
| MIDI 工作站 | 主键盘 + 音序器 + 鼓机 + 音源 | 录入 + 记录 + 发声 | 相当于 MIDI 系统 |

表 1.31 MIDI 器材的功能及器材之间的关系

由表 1.31 可见：许多 MIDI 器材具有相同的功能，但出于不同的需要，它们被赋予更专门化的或者其它的功能。有关 MIDI 器材的分类和如何利用这些器材构建 MIDI 系统等问题，我们将在本书第五章中讨论。