

电脑学习机上机指导系列丛书之七

# 电脑作曲

于春 张新莲 编著



电子工业出版社

电脑学习机上机指导系列丛书之七

# 电脑作曲

于 春 张新莲 编著

電子工業出版社  
Publishing House of Electronics Industry

## 内 容 提 要

本书是电脑学习机上机指导系列丛书(共十册)的第七册。重点介绍了键控电脑作曲, BASIC 程序作曲、6527CPU 发声机理、机器语言程序作曲, 游戏音乐详析等。

书 名: 电脑作曲

著 者: 于春 张新莲

责任编辑: 施玉新

特约编辑: 董 玲

印 刷 者: 北京市顺义李史山胶印厂印刷

出版发行: 电子工业出版社出版、发行 URL: <http://www.phei.co.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036 发行部电话: 68214070

经 销: 各地新华书店经销

开 本: 787×1092 1/32 印张: 7.5 字数: 162 千字

版 次: 1997 年 5 月第 1 版 1997 年 5 月第 1 次印刷

印 数: 4000 册

书 号: ISBN 7-5053-3531-6  
TP·1427

定 价: 10 元

凡购买电子工业出版社的图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换

版权所有·翻印必究

## 前 言

家庭电视游戏业的发展,突飞猛进、一日千里。随着游戏机的普及,各种以任天堂系列 8 位游戏机为主机、配备键盘而构成的“普及型家庭电脑学习机”也迅速推出。目前生产厂已有三十余家,产品品种近百个。较有名的品牌有:中山小霸王、兰州金字塔、北京裕兴以及深、广一带的金钥匙、和声、科达、科特、美猴王、宏源、智源等,产品档次也已拉开了低、中、高三个级别。有关资料表明,目前我国电脑学习机的拥有量已逾 800 万台。

现在,学习机的功能日趋完善,实用性越来越强。除小霸王还继续维持其寓教于乐的游戏特点以外,各大生产厂家都向提高学习机的实用性进军。其工作系统已由从日本引进时的单一的 F BASIC(整数)语言发展到中文 BASIC(浮点)语言、LOGO 语言,汇编语言、中文编辑、文字处理等系统。就硬件来说,94 年初裕兴率先在其 YX4 型机上推出标准微机 101 键盘,随后和声、科达、金钥匙等立即推出了仿 101 键盘的产品,小霸王、金字塔也于 10 月份推出了仿 101 键盘的 586 和 9588 产品;金字塔在 94 年率先推出了外接中华机 140K 容量的 5·25 英寸软盘驱动器之后,95 年新春伊始裕兴又推出了与微机完全兼容的 3·5 英寸标准软驱。从应用软件来看,发展更加迅速,已推出了小学、中学乃至高中的各年级辅助教学软件,特别是裕兴推出的仿“金山北大 WPS6·0”的“裕兴 WPS 文字处理系统”,不仅操作与微机一致,而且文件可与微机相互交流。从而,使学习机的档次又升一级而迈进了电脑阶

层，使它变成了名符其实的“家庭电脑”(Family Computer)，完全可以充当现代家庭管理、办公自动化管理的廉价微机。

为了使电脑初学者能够迅速入门，进而登堂入室。我们依据循序渐进的原则，编写了这一套丛书。本套丛书分：

**操作入门**

**文字处理**

**游戏 BASIC 语言**

**中文 BASIC 语言**

**LOGO 语言**

**汇编语言**

**电脑作曲**

**电脑绘图**

**BASIC 语言程序集**

**硬件与维修**

共十册。

本书是丛书的第七册。为满足不同读者层次的需要，本书首先从乐器声学原理出发，介绍了乐器声学的一般常识，继而系统地阐述了 6527CPU 的发声工作机理，介绍了 PSG 音源发生器和各个发声工作参数的设置、使用。其次，分别从键控电脑作曲、BASIC 程序作曲、机器语言作曲三个层次，讨论了电脑作曲的一般方法、步骤。并通过较多的示范实例，演示了各种作曲方法的具体操作。第三，以任天堂经典游戏《大赛车》的音乐演奏程序为例，进行了详细地分析讨论。最后，完整地移植了日本动画片《铁臂阿童木》的主题歌《阿童木之歌》到《大赛车》游戏中，作为比赛背景音乐伴奏。

相信通过展现原汁原味的任天堂游戏音乐程序和完整的音乐旋律移植操作，必然有助于读者对任天堂游戏音乐编程

奥密的探索,有助于读者进一步掌握 6527 机器语言的知识,有助于提高读者编写任天堂游戏的技能。

推动祖国的游戏事业发展,是每一个业内同仁义不容辞的责任;普及电脑知识教育,更是全民族的神圣职责。若能为这伟大的事业添一砖一瓦,则作者幸甚!读者幸甚!

本书由苏子栋教授审定,在编写过程中,韩玉文、李观勇、于勇、于腾潇等同志作了大量的工作,在此一并表示感谢。

编 者

## 丛书学习说明

本丛书是面向电脑初学者的科学普及读物。丛书的编写结构安排,从初学者最易接受的角度开始,顺着初学者的学习兴趣循序渐进、逐步深入,引导初学者在不觉中步入电脑的殿堂。

丛书的前五册为基础篇,重点介绍了电脑基础知识、电脑学习机的选购常识以及键盘、软盘驱动器、打印机等微机外设的基础知识;常用汉字输入法和中文文字处理操作方法;F BASIC、中文 BASIC、LOGO 三种计算机语言的指令及编程方法。

丛书的后五册为提高篇,重点讨论了 6527CPU 工作系统的特点、汇编语言的指令及编程方法;音乐板、PLAY 指令、机器语言三种电脑作曲方法;键控、BASIC 指令、机器语言三种绘图方法;精选了 60 个 F BASIC、中文 BASIC 语言程序;最后讨论了电脑学习机的硬件结构原理和基本维修方法。

整套丛书内容连贯,但又独立成章。十本书读者可依序学习,也可在学习了丛书之一《操作入门》后,根据自己的兴趣和爱好挑选学习。如需要进行文字处理的用户,只要再学习丛书之二就可胜任。爱好音乐的朋友可继续学习丛书之七,就可令电脑演奏音乐。若要进一步提高品位,还须学习丛书之五,使用机器语言编程才能演奏美妙的旋律;电脑绘图爱好者,则要在丛书之三、之八上下功夫。许多朋友在学习了游戏 BASIC 语言后,想自己动手编写任天堂游戏程序及各种实用程序,那么丛书之九提供了各种类型的程序范例供你参考。

本丛书的撰写宗旨就是辅导读者掌握电脑的基础知识，有深造要求的朋友，请继续参阅任天堂游戏理论书籍《F BAISC 语言与编程技巧》、《电脑游戏机硬件与编程特技》、《任天堂游戏编程探密》。



# 目 录

第一章	乐器声学概述	(1)
第一节	声音、语音、乐音和噪音	(1)
第二节	音名、音组、音区与音程	(4)
第三节	音律与和弦	(10)
第四节	乐音的特性和形成	(16)
第五节	音符、调号与节拍	(22)
第二章	键控电脑作曲	(26)
第一节	F BASIC 的音乐板	(26)
第二节	按键、输入音符与发音的对应关系	(28)
第三节	谱曲与演奏操作	(29)
第四节	谱曲示范	(33)
第三章	BASIC 程序作曲	(35)
第一节	PLAY 指令	(35)
第二节	演奏程序的编写	(40)
第三节	名曲欣赏	(48)
第四节	谱曲练习	(57)
第四章	6527CPU 发声机理	(61)
第一节	可编程音响发生器	(61)
第二节	PSG 音源的控制参数	(62)

第五章	机器语言程序作曲 .....	(71)
第一节	BASIC 发声控制程序简介 .....	(71)
第二节	效果音响数据与发声工作单元 .....	(87)
第三节	\$FC 单元控制发声过程分析 .....	(89)
第四节	\$FE 单元控制发声过程分析 .....	(101)
第五节	\$FF 单元控制发声过程分析 .....	(107)
第六节	系统发声工作过程小结 .....	(112)
第七节	系统效果音响的调用 .....	(115)
第八节	系统背景音乐的调用 .....	(119)
第九节	音乐旋律演奏程序的编写 .....	(121)
第六章	任天堂游戏音乐详析 .....	(131)
第一节	《大赛车》的音响及演奏程序 .....	(131)
第二节	《大赛车》音响处理程序简介 .....	(153)
第三节	发声准备处理程序分析 .....	(153)
第四节	发声种类控制程序分析 .....	(154)
第五节	发声赋值程序分析 .....	(155)
第六节	旋律一的发声数据采集和旋律结构 .....	(175)
第七节	旋律二的发声数据采集与旋律结构 .....	(192)
第八节	旋律三的发声数据采集与旋律结构 .....	(195)
第九节	效果音响一~六的发声数据采集与旋律结构 .....	(199)
第十节	《大赛车》旋律演奏方法的应用 .....	(211)

# 第一章 乐器声学概述

一讨论“作曲”，就要涉及到“乐器声学”中的许多概念，如：音名、音程、音调、音律、音色、音形等术语。只有了解它们、熟悉它们，讨论作曲才有共同语言，才能简化表述、方便理解。

本章将分五节简单介绍声音、语音、乐音、噪音、音名、音组、音区、音程、音律、和弦、音高、音值、音量、音色、音形、音符、调号、节拍等乐器声学中的基本概念。这些内容是后面各章节讨论的基础，请予以高度重视。

## 第一节 声音、语音、乐音和噪音

### 一、声音与语音

什么叫声音？

这似乎是一个非常简单的问题，可能许多朋友会脱口而出：“耳朵听到的一切就是声音”。

这样回答固然不错，但嫌笼统。它并没有说明白声音的特点和本质。

那么，究竟什么是“声音”呢？

有人给它下了这样一个定义：“有调的声”谓之“音”，“无调的音”谓之“声”。

这决不是作文字游戏。上面两句话道出了“声音是由有

调、无调两个因素构成的”本质。

语音分析学认为：声音是由无调的“子音”(辅音)和有调的“母音”(元音)组成的。子音是气流摩擦受阻或受冲击而产生的，它没有可供辨别的音高，属于非周期性振动，很难持续(即使持续也不悦耳)；母音是由声带振动、口腔共鸣而产生的，它是一种规律性很强的周期性持续振动，给人以悦耳的感觉。

在实际的语言现象中，子音和母音都是必不可少的因素。子音的运用决定了语言的个性特点和清晰度，没有子音，任何语言都不可能清晰流畅地表述。母音的运用则决定了语音的实际强度，表达着讲话者的内心情感。

## 二、乐音与噪音

绝大多数的子音是由“噪音”构成的，而所有的母音都是由“乐音”构成的。以上，之所以涉及语音学，主要原因有两个：第一，任何器乐的演奏都是对人类歌唱的模拟和艺术再造；第二，歌唱性“语言”中包含了比任何乐器更为丰富的音乐“材料”或“素材”。因此，音乐也是由噪音和乐音构成的。

物体的有规则、周期性振动所发出的音就是“乐音”，如钢琴、笛子、小提琴等乐器发出的声音。因为乐音有明确的音高，所以能构成各种曲调、和声等音乐表现。

物体的无规则、非周期性振动所发出的音就是“噪音”，如锣、钹、梆子等打击乐器所发出的声音。由于噪音没有明确的音高，不能用于构成曲调、和声等音乐表现，所以通常用于加强节奏力度、丰富音色变化、制造烘托气氛等场合。

因此，在器乐演奏中，噪音和乐音是相辅相成的两个重要因素。

### 三、音频与音域

声音是由于物体的振动而产生的，物体在每秒钟振动的重复次数就是声音的频率，单位为“周/秒”，用符号“c/s”或“Hz”表示。

人耳能听到的频率范围约在 16~20000Hz 之间，通常把这一频率范围叫做“音频”。高于音频范围的振动频率称为“超声”；低于音频范围的振动频率则称为“次声”。超声和次声都是人耳感觉不到的声音。

音乐中所使用的频率范围有个专用名词叫作“音域”，音域一般取 16~7000Hz。较常用的音域约为 27.5~4186Hz，相当于现代钢琴的全部音域。而最常用到的、最富有表现力的一段音域约在 65~1046Hz 左右。各种传统乐器的音域范围如图 1-1 所示。

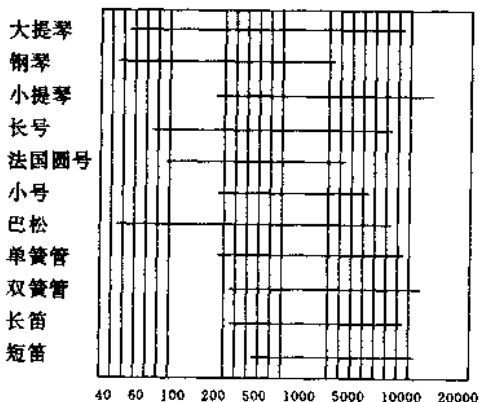


图 1-1 各种传统乐器的音域范围示意图

## 第二节 音名、音组、音区和音程

### 一、音名

顾名思义，“音名”就是音的名称。

基本音名只有7个，称为基本“音级”，分别用“C、D、E、F、G、A、B”表示，每个符号表示着各自的固定音高。键盘乐器上的白键就是基本音级，其分布如图1-2所示。

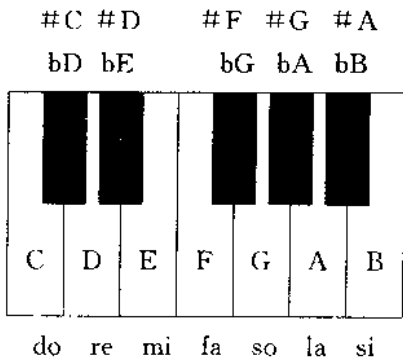


图 1-2 七个基本音级排列图

将基本音级升高半音后得到的音称为“升音”，用升音记号“#”表示。七个升音符号分别为“#C、#D、#E、#F、#G、#A、#B”(见图1-2)。

将基本音级降低半音后得到的音称为“降音”，用降音记号“b”表示。七个降音符号分别为“bC、bD、bE、bF、bG、bA、bB”(见图1-2)。

基本音级升高或降低后的音叫做变化音级。键盘乐器上的黑键都是变化音级。

音乐中,音和音之间的最小音高单位是“半音”。键盘乐器中相邻两个琴键之间构成半音关系(包括黑键),如图1-2中“C-#C、E-F、B-C”等。两个半音构成的音叫全音,也就是键盘乐器上隔开一个琴键的两个按键,如“C-D、F-G、bA-bB”等。因此,基本音“C”的升音“#C”也可以作为基本音“D”的降音“bD”;基本音“A”的升音“#A”也可以作为基本音“B”的降音“bB”,两种音名的音高是一样的。

为便于叙述,对每一个基本音名都安排了“唱名”,分别用“do、re、mi、fa、so、la、si”表示(对应关系见图1-2)。但要注意,唱名和基本音级之间的关系不是固定不变的。当把唱名“do”对应基本音“C”时,是C调的乐曲;当唱名“do”对应基本音“D”时,将变为D调乐曲。因此唱名所对应的基本音是由音调决定的。

## 二、音的分组

音乐中所使用的、具有固定音高的全部音级将构成一个体系,一般叫做“乐音体系”。

乐音体系中的音,按照上行或下行的次序排列起来,称为“音列”。

现代钢琴一般包括88个不同音高的音,即包括了乐音体系中所有的音,除此以外的音一般不用。

乐音体系中所有的音具有固定音高并按次序排列,这么多高低不同的音,仅用七个音名表示,显然将重复循环使用这七个基本音级名称。为了区分这些音名相同而音高不同的各个音级,人们将音列分成许多组,这就是音的分组,一般称为“音组”。

键盘乐器上琴键的排列总是以 5 个黑键、7 个白键共 12 个按键作重复的,故把它们作为一组。因此,键盘上将同时存在多个音组,每个音组中都有“C、#C、D、……、B”键。为了区别各组中相同的音名,人们又对每个音组进行了命名,图 1-3 示出了 88 键钢琴键盘的分组及命名情况。

由图 1-3 可见,88 键钢琴键盘中有 7 个完整的音组、再加上高音端一个键、低音端 3 个键,共涉及 9 个音组。人们把位于音列中央的一组称为“小字一组”,标记是:小写字母、在其右上方加数字“1”表示,如“c1、d1、……”等。

比小字一组高的一组,定名为“小字二组”,也是以小写字母、在其右上方加数字“2”表示,如“c2、d2、……”等。这样依次排下去,最后一个键为“小字五组”,用“c5”表示。

比小字一组低的各组,分别定名为“小字组”、“大字组”、“大字一组”、“大字二组”。相应地大字组也以大写字母、在其右上方加数字表示,如“C1、D1、……”等。

### 三、音阶与音区

由图 1-3 可见,键盘上各个按键的音高都是从左至右、从大字二组至小字五组逐渐升高的,它们犹如 88 级的台阶,一个阶梯比一个阶梯高,所以通常又把它们称为“音阶”。

我们知道,音的区域即为音域,它是指人声或乐器在整个乐音体系中所能达到的范围。如 88 键钢琴的最低音是大字组“A2”、最高音是小字组“c5”,其音域就可表示为“A2—c5”。

“音区”是音域中的一部分,一般按频率的高低划分为高音、中音、低音三个区。在 88 键钢琴中的音域中,一般把大字组、大字一组、大字二组划分为“低音区”;把小字组、小字一组、小字二组划分为“中音区”;把小字三组、小字四组、小字五



组划分为“高音区”。

在音乐演奏中,不同的音区有着不同的表现特征,如高音区清脆、明亮;低音区雄厚、深沉;中音区的效果则介于两者之间。

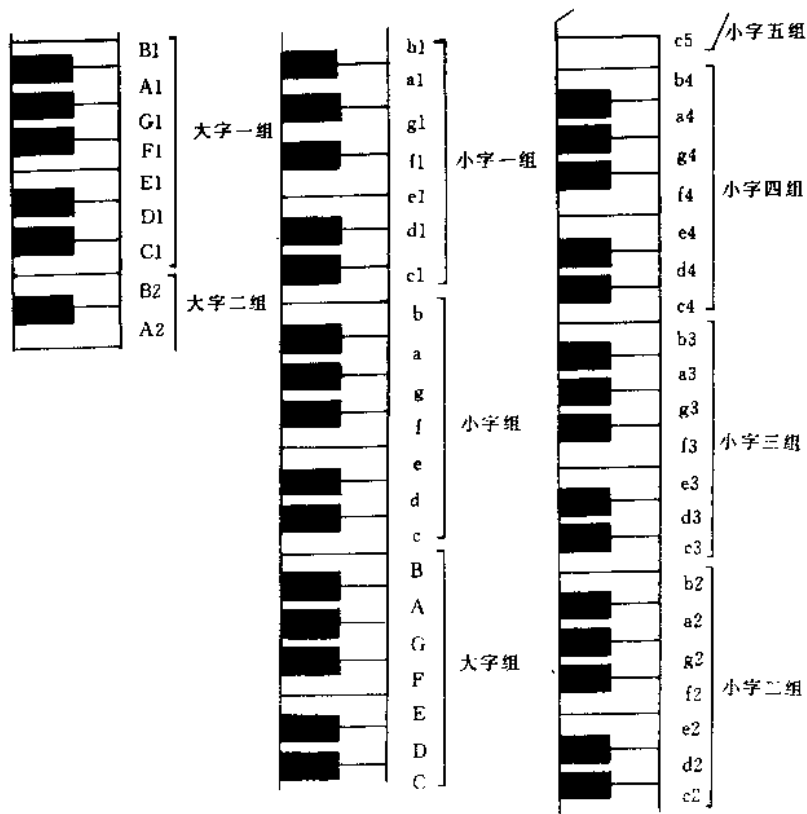


图 1-3 88 键钢琴键盘音名分组情况