

王启明 刘胜利 编著



电子琴原理 与维修技术

科学出版社

电子琴原理与维修技术

王启明 刘胜利 编著

科学出版社

1994

(京)新登字 092 号

内 容 简 介

本书以近几年市场上畅销名牌电子琴为主,详细讲述了电子琴的功能电路、工作原理以及常见故障的维修技术,并介绍了电子琴的选购与使用技巧,还给大家家电维修人员提供了一些实用的最新型电子琴电路、方框图、各点测试波形、故障检修流程等,实为一本宝贵的维修技术资料。

本书可供电子琴爱好者、军地两用人材学习班、初级家电维修人员查阅,也可作为职高、技校及专业学习班的培训教材,也是电子琴用户必备的用书。

电子琴原理与维修技术

王启明 刘胜利 编著

责任编辑 徐一帆

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

北京市密云县印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1994年3月第一版 开本:787×1092 1/16

1994年3月第一次印刷 印张:9 插页:2

印数:1—4 300 字数:190 000

ISBN 7-03-003804-5/TN·153

定价:8.30元

目 录

第一章 电子琴的分类及技术要求	(1)
第一节 电子琴的产生与发展.....	(1)
第二节 我国电子琴的发展.....	(2)
第三节 电子琴的发展趋势.....	(2)
第四节 电子琴的分类.....	(3)
第五节 电子琴的主要技术要求.....	(4)
第六节 电子琴的主要功能.....	(4)
第二章 音乐与声学	(12)
第一节 物体振动与声音产生	(12)
第二节 乐器声源	(13)
第三节 音阶与音律	(13)
第四节 音色与音形	(15)
第五节 和弦、分解和弦及低音伴奏.....	(16)
第六节 节奏与节拍	(17)
第七节 电子琴声源	(18)
第三章 电子琴的功能电路	(20)
第一节 音阶产生电路	(20)
第二节 音色形成电路	(22)
第三节 自动打击乐节奏伴奏	(26)
第四节 自动和弦伴奏及自动低音伴奏	(31)
第五节 电子琴中的计算机技术	(34)
第六节 音量控制及前置放大电路	(37)
第七节 功放电路	(40)
第八节 电源电路	(42)
第九节 其它电路	(44)
第十节 主振电路	(46)
第十一节 数字接口(MIDI)	(49)
第四章 雅马哈 PSR-11 维修技术	(53)
第一节 工作原理	(54)
第二节 维修方法	(59)

第五章 卡西欧 CT-310 型电子琴的维修技术	(65)
第一节 电路工作原理	(66)
第二节 维修技术	(71)
第六章 卡西欧 CH-100 维修技术	(75)
第一节 电路原理	(75)
第二节 维修方法	(84)
第七章 意大利 MK-610 维修技术	(86)
第一节 使用方法	(86)
第二节 电路原理及调试	(88)
第三节 维修方法	(94)
第八章 香港韵律-2 维修技术	(97)
第一节 电路组成及原理	(97)
第二节 维修方法	(100)
第九章 电子琴的选购与使用	(101)
第一节 如何选购电子琴	(101)
第二节 电子琴的使用及注意事项	(103)
附录 1 电子琴英中文对照表	(108)
附录 2 卡西欧 CT-655,CT-670 维修手册	(109)

第一章 电子琴的分类及技术要求

电子琴是电子科学技术发展中的产物。随着电子技术的飞速发展,电子琴也在不断地更新换代。尤其是数字技术,大规模集成电路和计算机技术的高度发展,使电子琴不但在音域上超出钢琴、风琴、小提琴等传统乐音,而且在音色上,能模拟各种传统乐器的音色,还能产生种种独特的甚至是自然界根本没有的音响。如:哇哇音、滑稽音、宇宙音等。特别是在自动伴奏方面,更是传统乐器所无法比拟的。利用自动节奏、自动低音伴奏、自动和弦伴奏等演奏功能,一个人演奏,就可以获得一个小型乐队的演奏效果。另外,电子琴种类繁多,体积小,演奏携带方便,价格相对来说比较低廉。所以,深受广大音乐爱好者的喜欢。

电子琴是电子科学与乐器制造技术相结合的产物。电子琴不同于一般的电乐器。一般的电乐器只是在传统乐器上增加了传感器,放大器等电路,如:电吉它、电贝司等。电子琴是应用现代电子振荡技术和现代控制技术的电振荡乐器。电子琴与传统乐器的根本区别在于音源不同。传统乐器的音源是由机械振动产生的,如:弦的振动,空气柱的振动,膜的振动等。而电子琴的音源来自电振荡。

第一节 电子琴的产生与发展

电子琴产生于上个世纪末。当时有人试用小型交流发电机来产生乐音,就是将一系列的小型交流发电机的转速调准,使其产生的交流电频率与乐音的音高相对应。这就是音源。键盘是一系列开关,当按下某一琴键时,对应的电机就与扬声器接通。这样电机产生的交流电使扬声器发音。这种尝试,虽然与实用相距甚远,但却开辟了电子乐器的新纪元。

专家普遍认可的第一台电子乐器,是1906年美国人研制生产出的电子管风琴。之后,电子管风琴在美国和西欧开始上市。二次世界大战以后,美国生产的“海蒙德”牌和声电子风琴已销售到世界各地,主要用于大教堂和高级舞厅。这种电子风琴已经具备了兩排61键的手演键盘和一排32键的脚踏键盘,具备了20个预置音色,还具备了四组16次谐波频率调节器,每键能同时发出9个不同频率的和声。利用和声幅度的大小可以合成无穷音色。当时,好莱坞的有些电影就是用这种琴来配音的。在四五十年代,美国有二三十家生产电子琴的厂家。比较著名的有“海蒙德”牌、“CONN”牌、“COWREY”牌等。音源各有专利,音色各有风格。这时期生产电子琴的国家还有意大利、荷兰、德国等国家。

50年代至60年代是晶体管电子琴产生与发展的时期。这一时期,主要生产国家有美国、德国、意大利等。晶体管电子琴的出现使电子琴缩小了体积,降低了成本。这样,电子琴开始由教堂、舞厅进入学校、家庭。同时,电子琴的音色、节奏及其它功能都越来越丰富了。

从70年代开始,电子琴向集成电路方面发展。这时期发展速度最快的是日本。在60年代,日本生产的电子琴还寥寥无几,到70年代、80年代,日本电子琴的产量和出口量都居于世界领先地位了。目前,仅日本乐器制造株式会社(YAMAHA)一家公司,年产电子琴已达200—230万台。其中电子风琴的出口额占世界总额的60%左右。便携式电子琴出

口额占世界总额的一半,大部分销往美国。日本电子琴生产能迅速发展,其原因除了电子科学技术的发达、工业基础的厚实以外,日本比较容易接受新事物,不象西欧那样崇拜传统乐器,也是其重要原因之一。

第二节 我国电子琴的发展

我国电子琴的研制,起始于五十年代中期,并不比日本晚。1958年,北京邮电学院试制成功了我国第一台电子管单音风琴,为我国电子乐器的研制生产开创了先例。当时水平与日本不差上下。

1965年,上海国光口琴厂研制成功了我国第一台晶体管电子风琴,并很快进入国内市场。并向加拿大出口170台。不久后北京、营口等地也先后研制生产出了类似产品,取得了可喜的成果。之后,我国的电子琴研制和生产工作一度中止。

1979年以后,北京、上海、成都、天津、营口等地相继研制出不同性能、不同规格的电子琴。其中不乏高水平的。但是,这些成果大都是科研所搞出来的,没能很快转换成产品。有的虽转入批量生产,但由于成本太高,人们对电子乐器又缺乏认识,产品卖不出去,使这些项目先后纷纷停产。

从1983年开始,我国电子琴的研制和生产有了很大发展。尤其是从1984年下半年开始,发展更快。有代表性的是上海、常州、营口、南通、太原、如东等地,它们生产了大量的质量比较高的电子琴。在短短的两三年中,生产厂家由十几家上升到400多家,产量由原先的年产近千台,一下子突破年产400万台。大有蜂涌而起之势。在这期间,大体有两种方式。一种是组装进口琴。这类产品质量一般来说没什么问题,但价格较高,同时受到外商的制约,生产难以发展。另一种是研制生产低档琴。当时推出不少分立件、簧片式低价琴。这种琴的音准、音质,可靠性都很差。

从1986年下半年开始,电子琴的生产、销售处于下降趋势。在这期间,由于竞争淘汰,生产厂家已经减到近百家。那些劣质电子琴已经没有市场了,一些低价优质电子琴相继问世。同时,国家和电子部也制订出有关电子琴的生产和检验标准,使电子琴的研制、生产、销售走向正规化。

从1989年下半年到1992年,电子琴处于缓步回升阶段。这一时期生产的电子琴质量上升,价格下降,生产技术水平提高很快。

第三节 电子琴的发展趋势

电子琴今将朝着低价格的普及型琴和功能丰富的高档次琴两个方面发展。普及型电子琴在电气指标和音乐指标达到要求的情况下,应尽量降低售价,增加功能。高档琴要求功能齐全、音色逼真。在所用元器件方面将继续朝着大规模集成电路和超大规模集成电路方面发展。分立件电子琴将会被彻底淘汰。这样,所用元器件将越来越少,朝着轻便、结构简单、坚固耐用方向发展。同时,随着计算机技术的发展,计算机技术的普遍应用,电子琴与计算机的联络将越来越密切,电子琴的自动伴奏功能和其他自动功能将进一步发挥。在此基础上电子琴的普及率将进一步提高。电子琴的人均占有量将超过任何一种传统乐器。

电子琴增加合成器的功能已成为一种趋势。这类琴的特点是:除了具备普通电子琴具

有的主旋演奏、和弦伴奏、打击乐伴奏等功能外,一个特点是音色相当多,有几百种之多。除了能模拟传统乐器的音色外,还有滑稽音、宇宙音等特殊声音,以及女声合唱、男声合唱、著名人物的嗓音等。甚至可以利用语言合成技术进行现场采音。将某人的嗓音或某种特殊的声音记录到电子琴中去,然后就可以用这种声音演奏。另一个特点是在演奏过程中,音色和音高都是可变的。例如:可以从一个音色逐渐变为另一种音色。音高可以在某一个范围内上下滑动或者从一个音上滑或下滑到另一个音。另外,还具备音响功能。例如:可以模拟汽车起动、加速、行驶、刹车、鸣笛的音响,可以模拟赛马场上的音响。一匹马或几匹马由远处跑到近前,再跑远去的声音。再如:可以模拟树林中流水声、风声、虫鸣、鸟叫声,以及枪炮声、飞机、火车声、风雨雷电声……应有尽有。这些声音都可以迭加,而且每种声又可以单独控制强弱、快慢等变化。这些功能在话剧配音、电影配音、录音制作等方面是非常有用的。

第四节 电子琴的分类

电子琴种类繁多,式样、规格、用途各不相同,从不同角度出发,大致分类如下:

1. 按所使用的主要器件可以分为五代。即:电子管电子琴、晶体管电子琴、中、小规模集成电路电子琴,大规模集成电路电子琴,超大规模集成电路电子琴。这也是普通电子产品的分类方法。电子琴做为电子产品的一种,当然也同样经历了这五个不同的发展时期。目前,电子管电子琴已经被淘汰,晶体管电子琴也已不再生产,中、小规模集成电路电子琴也越来越少了。

2. 按电路原理可以分为模拟式电子琴,数字式电子琴,电脑(计算机)式电子琴。

3. 按琴体造型和体积大小,可以分为立式琴(又称落地琴,包括电子风琴和电子钢琴等),便携琴(也称台式琴,国外称电子键盘琴),玩具琴(又称儿童琴)。

4. 按键盘规格可以分为标准钢琴键盘电子琴;标准手风琴键盘电子琴,小型键盘电子琴(儿童电子琴)。

5. 按同时发音键数可分为单音电子琴和复音电子琴。单音电子琴同时按下几个琴键,只有一个琴键发音。这种琴不能演奏和弦;复音电子琴,按下几个琴键时几个琴键可以同时发音,这种琴可以演奏和弦。

6. 按琴键数目分,有 61 键、49 键、44 键、37 键、25 键等等。此外,立式琴又可以分为单键盘电子琴和多键盘电子琴。多键盘电子风琴有两层键盘、三层键盘(两层手键盘和一层脚踏键盘)、四层键盘(三层手键盘和一层脚键盘)。

7. 按照用途可以分为演奏型电子琴,教学用电子琴,娱乐用(家庭用)电子琴,玩具用电子琴。

8. 按照功能的多少,价格的高低,可以分为高档电子琴,中档电子琴,低档电子琴和玩具电子琴四个档次。国家标准(GB12105-89)中分别叫做高级品、中级品、普及品 A、普及品 B。目前我国各档次电子琴的销售价格大致如下:

玩具琴一般在 100 元左右;

低档琴在 100 元至 400 元左右;

高档琴在数千元以至数万元不等。

第五节 电子琴的主要技术要求

电子琴的主要技术要求有音准误差、音准稳定性、键盘规格、放声系统失真度、安全要求等。

根据国家标准规定,相邻两键的音准误差不大于4音分。全音域的音准误差,高级品不大于 ± 3 音分;中级品不大于 ± 5 音分;普及品A和普及品B分别不大于 ± 8 和 ± 10 音分。

音准稳定性要求连续通电两小时后,音高变化不大于 ± 2 音分。

键盘尺寸要求符合标准,运动时不相互摩擦,按键和离键时不得有明显的机械噪声和接触电噪声,琴键的反弹性要好。将琴键按下,下沉深度的 $1/3-2/3$ 时,电子琴开始发音。过早发音或按到底才发音都不符合要求。

放声系统失真(在500—5000Hz时),高级品要求不大于5%;中级品和普及品A要求不大于7%;普及品B要求不大于10%。

使用安全要求应符合安全用电标准。儿童玩具琴一般不使用交流电源,只用电池。

电子琴的主要技术要求及主要功能和键盘的规格分别见表1-1和表1-2。这两个表是根据“电子琴通用技术条件”(国家标准GB12105-89)绘制的。

第六节 电子琴的主要功能

电子琴的功能主要有音色选择、节奏型选择、控制功能、附加功能等。下面就几种常见功能加以说明。

1. 音色

电子琴的音色有预置音色、调制音色、预置加调制音色等。预制音色是将符合某种音色特征的物理量,如:波形、包络等,通过硬件或者软件事先制做在电子琴中。演奏时,原原本本地再现设计音色。这种音色基本上是固定的,不可以改变的。调制音色是通过电位器、波段开关或者按钮来改变电子琴音色的谐波成份,谐波的幅值或者包络的形状,以达到改变音色的目的。这类音色演奏时可以边调边听,达到满意时为止。预置加调制音色是以上两种音色的结合,是在预置音色的基础上附加调制功能,使预置音色在一定范围内有较大的灵活性。表1-3给出了常见音色的包络、波形、频谱,以供参考。另外,延音、颤音功能也属于音色范围内的功能。延音是在琴键抬起后,琴音并不马上停止,而是以逐渐衰减的方式延长一段时间。颤音功能是使电子琴发出的频率以某一音高的标准频率为中心,上下波动5—7赫兹。其效果类似小提琴的揉弦。

表 1-1 电子琴的主要技术要求及功能

主要指标	高级品	中级品	普及品	
			A	B
型式	立式	立式或便携式	便携式或其他型式	
键盘规格	A	A	A,B,C,D均可	

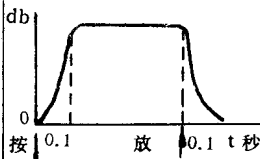
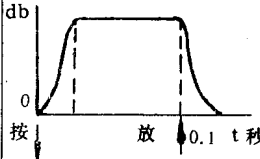
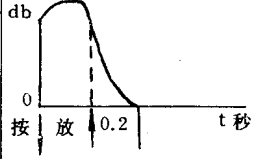
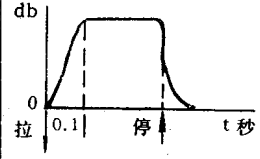
(续表 1-1)

琴键数	手键盘不少于两层,每层不少于 31/2 组;低音脚踏键不少于两组	手键盘不少于五组;设置低音脚踏键时不少于一组	手键盘不少于四组	手键盘不少于 15/6 组
音色	不少于十二种。模拟传统乐器逼真	不少于八种。模拟传统乐器较逼真	不少于四种。模拟管乐器风琴较逼真	—
自动演奏	应设置完备的自动低音和弦系统和自动节奏系统、分解和弦等。至少应有大三和弦、小三和弦、属七和弦、减七和弦。自动低音和弦系统启动后,旋律部分同时发音键不少于十二个	应设置自动低音和弦系统、自动节奏系统和分解和弦等。至少应有大三和弦、小三和弦、属七和弦、减七和弦。自动低音和弦系统启动后,旋律部分同时发音键不少于四个	一般应设置自动低音和弦系统、自动节奏系统。至少应有大三和弦、小三和弦。自动低音和弦系统启动后,旋律部分同时发音键不少于两个	—
感情踏瓣	应装有感情踏瓣	立式琴应装有感情踏瓣。便携式应设有感情踏瓣功能插孔		
全音域音准误差(音分)	± 3	± 5	± 8	± 10

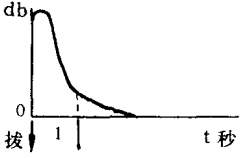
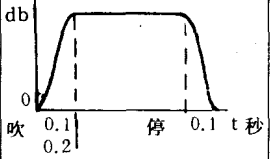
表 1-2 电子琴键盘规格

琴 键 下 沉 深 度					mm
手键盘型式代号		A	B	C	D
手键盘下沉深度	白键	8.5—11.5	6—10	3—8	
	黑键	4—7	3—6	2—5	
脚踏键盘白键下沉深度		15—20			
琴 键 误 差 范 围					mm
等级	相邻两白键高度误差	全键盘白键表面高度的最大误差			
		61 键以下		大于 61 键	
高级品	0.5	3		5	
中级品					
普及品	1				
琴 键 负 荷					N
琴键名称		琴键负荷			
手键盘	A 型键	0.539—0.931			
	B,C,D 型键	0.343—0.882			
脚踏键盘		0.98—1.47			

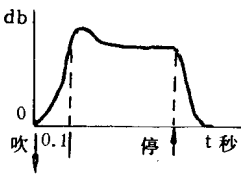
表 1-3 电子琴常见音色特性

乐器	音域	包络特性	音色的艺术描绘	颤音次数	英尺律	备注与其它
管风琴 PIPE ORGAN	C_2 16.35Hz 至 C^6 8372Hz		笛管所发之音类似木管乐器, 簧管所发之音类似铜管乐器, 目前最大的管风琴竟有一万余根之多。	5Hz 至 7Hz	16' 至 1'	目前最大的管风琴架在英、两国、一架在美国、一架在悉尼, 价值十万美元
手风琴 ACCORDION	G_1 48.999Hz 至 a^3 1760Hz		簧片发音谐波丰富, 音调和美	5Hz 至 7Hz	16' 8' 4' 2'	
钢琴 PIANO	A^2 27.5Hz 至 C^3 4186Hz		乐器之冠、音域宽广, 音色有否厂出品的质品高低而定			目前以美国斯坦惠牌为公认为世界公认
小提琴 VIOLIN	G_1 196.00Hz 至 C^4 2093Hz		乐器中之皇后, 发音优美, 表情动人, 音色华丽而明亮	调频 6Hz 延迟	4'	颤音延迟时间为 0.5 秒
中提琴 VIOLA	C_1 308.8Hz 至 C^3 1046.5Hz	同上	音色比小提琴柔软而浑厚, 不及小提琴华丽明亮, 两者相隔 5 度	调频 6Hz 延迟	8'	同上

(续表 1-3)

乐器	音域	包络特性	音色的艺术描绘	颤音次数	英尺律	备注与其它
大提琴 CELLO	C ₆₅ 406Hz 至 f ² 659.26Hz	同上	它比中提琴低八度, 音色壮丽, 拨弦或分散和弦时弹性浑厚丰满	调频 .6Hz 延迟	16'	有时不用延迟颤音
低音提琴 DOUBLE BASS	E ₁ 41.203Hz 至 b ₂ 46.94Hz		音低沉重	调频 5Hz 延迟	16' 32'	同上
长笛 FLUTE	C ₁ 261.63Hz 至 C ₄ 2093Hz		音域广阔、多彩, 有花腔女高音之称	6Hz	8'	
短笛 PICCOLO	d ² 587.33Hz 至 a ⁴ # 3729.3Hz	同上	尖锐而透明	7Hz	4' 或 2'	
双簧管 OBOE	b ^b 233.08Hz 至 f ³ 1396.9Hz	同上	低音部凄凉而粗野, 中间部哀愁而缠绵, 高音部有无可奈何之感, 常用来描写田园风光	6Hz	8'	双簧管有时也表现愉快的情绪, 有时用延迟颤音
英国管 ENGLISH HORN	f ¹ 164.81Hz 至 b ^{2b} 932.33Hz	同上	比双簧管低五度, 音色更富于田园色彩, 有一种高雅脱俗的气质, 为双簧管所不及	6Hz 或不加	8'	

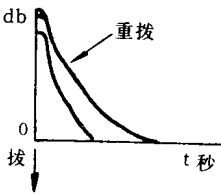
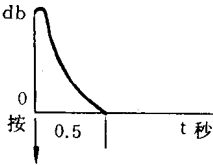
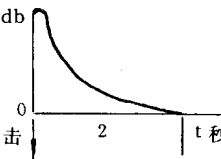
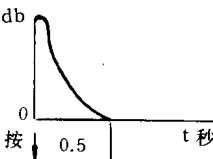
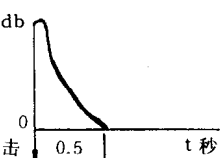
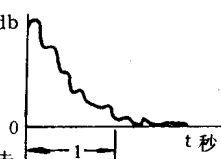
(续表 1-3)

乐器	音域	包络特性	音色的艺术描绘	颤音次数	英尺律	备注与其它
巴松 BASSOON	$B_1^b 58.27\text{Hz}$ 至 $f^b 622.25\text{Hz}$	同上	音域有三个八度以上,低音部阴沉而庄严,中间部温和而甘美,高音部富有戏剧性,乐队中有“小丑”之称	一般不加	16'	
倍低音管 DOUBLE BASSOON	$B_2^b 29.123\text{Hz}$ 至 $f^b 311.13\text{Hz}$	同上	单独吹奏时象怪物咆哮,缺乏表情,合奏时可使低音更浓厚,它是一种最低音的双簧木管乐器	无	16' 或 32'	
单簧管 CLARINET	$d 146.83\text{Hz}$ 至 $g^3 1568\text{Hz}$	同上	它的二次谐波落在 12 度上,不是八度,高音尖锐,狂野,中音部优美洒脱,低音神秘而阔空	一般可不加	8'	在乐队中有演说家之美名
低音单簧管 BASS CLARINET	$D 73.416\text{Hz}$ 至 $d^2 622.25\text{Hz}$	同上	音色暗淡、粗厚,最高音部及低音部不常使用	一般可不加	16'	装有铜质喇叭口的木管乐器
小号 TRUMPET	$f^{\#} 185.0\text{Hz}$ 至 $C^3 1046.0\text{Hz}$		音色慷慨而嘹亮,加上弱音时音色近似谐谑的意味	6Hz 可延 迟	8'	
短号 CORNET	$f^{\#} 185.0\text{Hz}$ 至 $C^3 1046.0\text{Hz}$	同上	音色不及小号庄严,故仅在军乐队中留用	6Hz	8'	

(续表 1-3)

乐器	音域	包络特性	音色的艺术描绘	颤音次数	英尺律	备注与其它
拉管 TROMBONE	C [#] 69.296Hz 至 g ¹ 392.00Hz	同上	音色宏大而庄严,但它一般只能吹奏顿音断音,与持续音以及滑奏(GLISSANDO)	一般不加	16'	
大号 TUBA	E ₁ 41.203Hz 至 b246.94Hz	同上	一般乐队中用的最低音铜管乐器,音色庄严雄厚	一般不加	16' 或 32'	
苏萨大号 SOUSAPHONE	E ₁ 41.203Hz 至 b246.94Hz	同上	它的音色比大号还低厚,荷在肩上喇叭口朝向听众为其特色	一般不加	16' 或 32'	
圆号 FRENCH HORN	B ₁ 61.735Hz 至 f ² 698.46Hz	同上	音色温和而高雅,且富神秘意味	一般不加	8' 或 16'	
高音萨克管 SOPRANO SAXOPHONE	g [#] 207.65Hz 至 f ^b 1244.5Hz	同上	音色轻快、柔软而甜蜜	6Hz	4' 或 8'	
低音萨克管 BASS SAXOPHONE	A ₁ b51.913Hz 至 d [#] ₁ 311.13Hz	同上	音色介于低音弦乐与大喇叭之间有第四活塞,因此音域开阔	6Hz	16' 或 32'	

(续表 1-3)

乐器	音域	包络特性	音色的艺术描绘	颤音次数	英尺律	备注与其它
竖琴 HARP	C ₁ 32.703Hz 至 g ₃ 136Hz		在滑音演奏时, 音色华丽而神秘, 有行云流水之效果, 用泛音演奏时音色清澈而透明			
古钢琴 HARPSICHORD	C ₁ 32.703Hz 至 C ³ 4186Hz		是钢琴的前身, 用羽管、皮革拨弦而发音, 音色不如钢琴响亮			
钟琴 CHIMES	f ₁ 174.61Hz 至 C ³ 1046Hz		是一种管状击乐乐器, 管子有多有少, 音色庄严而神秘		8'	
钟琴 CELESTA	F87.307 至 C ⁴ 2093Hz		是一种管片发音的键盘乐器, 音色清脆而透明	5Hz 至 8Hz		
钟琴 GLOCK- ENSPIEL	F87.307Hz 至 C ³ 1046Hz		音色明亮和透澈			
钟琴 VIBRAPHONE	F87.307Hz 至 C ⁴ 2093Hz		有调的钢板击乐器, 由于在共鸣管上加装电动转片, 音色除明亮透澈外, 还有回旋飘荡之感	5Hz 至 8Hz		

2. 节奏型

节奏型是根据不同的节奏乐谱,以一定的强弱拍节实现的自动伴奏方式。其中包括自动打击乐伴奏和自动和弦伴奏。和弦伴奏一般要求至少有大三和弦、小三和弦、属七和弦、减七和弦四种。另外,还要有自动低音和弦(BASS)和自动分解和弦(琶音)。

3. 控制功能

电子琴的控制功能是很多的,不同种类的电子琴控制功能也不相同。下面介绍几种常见的控制功能。

音量控制是各类电子琴都具备的功能。音量控制通常有总音量控制,和弦音量控制,低音(BASS)音量控制,分解和弦音量控制,打击乐伴奏音量控制等。感情控制踏板也是一种音量控制。演奏时需要将这些音量控制调节适度。

演奏方式控制功能包括和弦方式选择,如单指和弦、自动和弦、程序器和弦等。有的琴还有键盘分割功能(即一个键盘可以演奏出两种音色)和重音功能等特殊的功能。另外还有自动演奏内存器、记忆、录音等功能。

第二章 音乐与声学

为了更好地理解电子琴电路原理,掌握电子琴的工作过程,了解音乐信号在电子琴中是如何产生、如何处理的,必须了解有关的乐理知识、有关的物理概念。因此,本章首先介绍这方面的内容。

第一节 物体振动与声音产生

我们知道,物体(或者物体的一部分)在某一中心位置两侧所做的往复运动,就叫做机械振动,通常简称为振动。

描述振动的主要物理量有振幅、周期、频率等。

振动物体离开平衡位置的最大距离,叫做振动的振幅。它是表示振动强弱的物理量。

振动物体完成一次全振动所需的时间叫做振动的周期。周期一般用 T 来表示。

单位时间内完成全振动的次数,叫做振动的频率,频率一般用 f 来表示。周期和频率之间的关系是互为倒数。即 $f=1/T$ 。周期和频率都是用来表示物体振动快慢的物理量。

机械振动在媒质中的传播过程叫做机械波。

声音是怎样产生的呢?声音是由物体振动产生的。因此,各种振动着的发声物体,都是声源。那么,人们又是怎样听到声音的呢?原来,声源的振动使周围的空气产生疏密相间的变化,这就是声波。声源振动的能量通过声波传入人耳,使耳膜发生振动,人们就听到了声音。人耳能听到的振动频率是有一定范围的,这个范围大约在 20 赫兹到 20000 赫兹之间。低于 20 赫兹或者高于 20000 赫兹的振动,不能引起人类听觉器官的感觉。

声音有乐音和噪音之分。乐器发出的声音悦耳动听,我们把这种声音叫做乐音。机器、车辆等发出的声音嘈杂刺耳,我们把这种声音叫做噪音。进一步研究我们会知道,乐音是由周期性振动的音源发出来的,乐音的波形是周期性变化的曲线。而噪音是由非周期性振动的音源发出来的,它的波形是不规则变化的曲线。

同是乐音,但听起来却千差万别。主要差别在于音调(音阶)的高低,声强(或者响度)大小,音色(或者叫音品)好坏,音形变化等几个方面。

音调的高低就是音源振动频率的高低。音源振动频率越高,声音听起来越尖细,这就是音调高。音源振动频率越低,声音听起来越沉闷,这就是音调低。

声强大小是由振动物体的振幅大小决定的,也就是声波在一定时间内通过一定面积传播的振动能量多少决定的。响度是人们主观上感觉到的声音的强弱。响度与声强有着密切的关系。人耳对不同频率的声音反映灵敏程度是不一样的,因此,不同频率的声音,即使声强相同,响度也是不一样的。

音色不同是指音的风格特色不同。例如,钢琴音和小提琴音,即使音调和声强都一样,听起来仍然不同。音色是由波形决定的,而波形又是由谐波成份的多少、谐波幅度的大小决定的。

音形是指一个乐音在演奏过程中声强大小变化的形式。从波形上来看,就是每个波的