

*The Making and Restoring  
of  
the Violin Family*

提琴的制作与修复

陈元光 编著



上海教育出版社  
SHANGHAI EDUCATION PUBLISHING HOUSE



*The Making and Restoring*

提琴的制作与修复

*of*

陈元光 编著

*the Violin Family*



上海教育出版社  
SHANGHAI EDUCATION PUBLISHING HOUSE

图书在版编目 ( C I P ) 数据

提琴的制作与修复 / 陈元光编著. —上海: 上海教育出版社, 2005.5

ISBN 7-5444-0081-6

I. 提... II. 陈... III. 弓弦乐器—乐器制造  
IV. TS953.33

中国版本图书馆CIP数据核字 (2005) 第038267号

提琴的制作与修复

陈元光 编著

上海世纪出版集团 出版发行  
上海教育出版社

易文网: [www.ewen.cc](http://www.ewen.cc)

(上海永福路123号 邮编: 200031)

各地 新华书店 经销 上海市印刷十厂有限公司印刷

开本 787×1092 1/16 印张 19 插页 6 字数 360,000

2005年4月第1版 2005年4月第1次印刷

印数 1—5,000本

ISBN 7-5444-0081-6/T·0001 定价:(精装)38.00元



# 序

## Forward

非常高兴地看到由陈元光先生编著的《提琴的制作和修复》得以成书并出版。

小提琴制作在我国的历史并不长久。20世纪30年代,以谭抒真先生为代表的我国第一代小提琴制作家开始制作小提琴。到50年代后,逐渐发展成为一个重要的行业。其间制作、生产了大批符合标准的小提琴,使小提琴成为我国人民普遍喜爱并乐于演奏的一种乐器。正是因为有了琴——这一从事音乐演奏最基本的前提条件,才使我国的音乐事业得以发展,满足了人民对于文化的需求,并涌现出一大批优秀的小提琴家,驰誉世界。现在,我国已成为产量世界第一的小提琴制造大国。我国生产的小提琴大量出口,成为全世界人民喜爱的乐器。尽管如此,我们却非常缺乏小提琴制作方面的书籍资料。虽然有许多外文书籍、资料,但对于大多数人来说,还是更乐于见到中文的书籍。陈元光先生的工作,正好适应了人们的这个需求。

陈元光先生是个资深的科技工作者。1998年,到我们班上进修,学习小提琴制作。在这本书中,他运用学习到的小提琴制作的知识,并参照国外小提琴制作的专著,把小提琴制作、修理、修复的基本原理都作了详细的论述。相信凡是认真阅读此书的读者,都会从中受益。

小提琴诞生至今大约五百年。作为一件完全的人工制品,五百年来,基本保持原样,很少有根本的变化。当然在这期间,数不清有多少人做了多少试验,希望能改变小提琴。但是,人们还是普遍喜爱传统的小提琴。这种情况,在今后相当长的时间里,看来不会有太大的变化。这同时也表明,小提琴制作作为一种专门的技艺,有其长期的传统和严格的规范,不经过长期的学习和严格而规范的训练,很难得其要领。这就更需要从事这项工作的人认真学习和研究,需要更多这方面的书籍资料。当然书籍不能代替鲜活的手工艺,通读文字不等于学会了实际制作。但是如果一个制作者满足于手工操作,不去了解小提琴的历



史文化知识,不研究古今制作大师的作品,也很难达到很高的制作水平。把实际的制琴技艺转为文字,以及把文字描述转为实际的制琴技艺都不是一件容易的事。这都是我们需要做的事。忽视任一方面,都是不明智的。

目前我国是小提琴制造的大国,但并不是小提琴制造的强国。我们希望能提高我国小提琴制作的水平,期盼能制出更多高质量的小提琴。在这个过程中,陈元光先生的这本书,无疑是起了一个重要的促进作用。我们期盼有更多这样的书籍问世。

华天初

2004.4.28 于上海音乐学院



# 前言

## Preface

中国已是个制作提琴的大国,不仅国内市场的销售量与日俱增,而且外销的数量也在增加。从事这一行业的人愈来愈多,音乐和艺术院校也设立了相应的专业和课程,而且我国已有多位世界著名的提琴制作大师。随着我国音乐事业的发展,演奏提琴的人愈来愈多,对于提琴保养和调整方面知识的需求也随之增加。但与此不相适应的是有关的中文参考书籍甚少,对于提琴制作行业的整体水平提高,以及有关知识的普及甚为不利。因此尽可能地收集了一些有关文献,并结合本人有限的制作经验,尽最大努力编著了本书。另外,还着重介绍了提琴修理和修复的方法,虽然国内需要用修复技艺恢复的老琴可能甚少,但是国内老一辈的提琴制作大师,也有人已经作古,他们的佳作也已有近百年的历史,随时间的推移,修复提琴的技艺也将愈来愈受到人们的重视。希望本书能够起到抛砖引玉的作用,更希望诸位提琴制作和修复大师,能够提笔著书介绍毕生的经验,如此也就不枉本人的一番苦心了。

全书分为十二章,共有图片 56 幅,表格 35 个,共计 290 多页,近 27 万字。尽可能列出手头已有的有关资料和数据,而且尽力避免与国内已介绍过的中文资料相互重复。不过提琴制作的基本步骤已近乎标准化,还由于资料出处的同源化,初学做提琴的读者对此可能有些新鲜感,但提琴制作大师们可能会感到是老生常谈。书中第一、二和三章介绍提琴的发展史,古代著名的提琴制作家族,以及制作和修复提琴的基础知识。第四到第七章介绍样板和模具、琴体的制作步骤、面板和背板的修复方法。第八、九章是琴颈和旋首的画法和样板,各种配件的制作,以及嫁接和修复琴颈的方法。第十章介绍组装和调音的过程,关于音色的讨论,及克雷莫那学派的经典制琴方法。第十一章介绍常用工具和专用的工具。第十二章介绍各种各样的漆和刷漆的基本方法,仿



古沉淀染料和茜素颜料的制作及使用方法。

作者的提琴制作技艺,曾受到上海音乐学院华天初教授和华一志先生的亲切指导,以及张立女士的辅导。此外,曾得到蒋智坚、张新民、王建华和王密智等多位先生的帮助,特此一并致谢。

陈元光

2004.4 于上海寓所





# 目录

## Contents

|                            |    |
|----------------------------|----|
| <b>第一章 历史的回顾</b>           | 1  |
| 1.1 提琴发展的社会背景              | 1  |
| 1.2 提琴的发展过程                | 2  |
| 1.2.1 概述                   | 2  |
| 1.2.2 琵琶和古提琴               | 3  |
| 1.3 小提琴形状的剖析               | 4  |
| 1.3.1 概述                   | 4  |
| 1.3.2 以 $2/1$ 三角形为基础设计的内模具 | 5  |
| 1.3.3 以黄金分割为基础的提琴形状        | 5  |
| 1.3.4 斯特拉第瓦利的小提琴模具         | 7  |
| <b>第二章 制作和修复的基础知识</b>      | 10 |
| 2.1 概述                     | 10 |
| 2.1.1 制作                   | 10 |
| 2.1.2 修理                   | 11 |
| 2.1.3 修复                   | 11 |
| 2.2 木材的基本知识                | 12 |
| 2.2.1 木材的组织结构              | 12 |
| 1) 年轮                      | 12 |
| 2) 髓线                      | 13 |
| 3) 图纹                      | 13 |
| 2.2.2 木材的预处理               | 13 |
| 1) 采伐                      | 13 |
| 2) 选择                      | 13 |
| 3) 锯切                      | 14 |
| 4) 干燥                      | 15 |
| 2.2.3 制琴的木料                | 16 |
| 1) 面板                      | 16 |
| 2) 背板                      | 17 |



|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 3) 琴头和侧板 .....                 | 17 |
| 2.2.4 配件的木料 .....              | 17 |
| 1) 旋轴、指板、弦枕、尾枕、弦总 and 腮托 ..... | 17 |
| 2) 低音梁和音柱 .....                | 17 |
| 3) 支撑木块 .....                  | 18 |
| 4) 衬条 .....                    | 18 |
| 5) 嵌线 .....                    | 18 |
| 6) 码 .....                     | 18 |
| 2.2.5 修琴的木料 .....              | 18 |
| 1) 云杉 .....                    | 18 |
| 2) 枫木 .....                    | 19 |
| 3) 老化 .....                    | 19 |
| 4) 漂白 .....                    | 19 |
| 5) 润色 .....                    | 20 |
| 2.3 修琴前的准备工作 .....             | 20 |
| 2.3.1 概述 .....                 | 20 |
| 2.3.2 拆卸面板 .....               | 21 |
| 2.3.3 拆卸背板 .....               | 22 |
| 2.3.4 拆卸琴颈 .....               | 22 |
| 2.3.5 取下弦枕 .....               | 23 |
| 2.3.6 取下指板 .....               | 23 |
| 2.3.7 更换支撑木块 .....             | 24 |
| 2.3.8 去掉低音梁 .....              | 24 |

### 第三章 古代制琴大师 .....

|                      |    |
|----------------------|----|
| 3.1 布雷西亚学派 .....     | 26 |
| 3.2 克雷莫那学派 .....     | 27 |
| 3.2.1 阿玛蒂家族 .....    | 27 |
| 3.2.2 瓜内利家族 .....    | 29 |
| 1) 安德里埃·瓜内利 .....    | 29 |
| 2) 孟图阿的彼得罗 .....     | 29 |
| 3) 约瑟夫 .....         | 30 |
| 4) 瓜内利·台尔·杰苏 .....   | 30 |
| 5) 威尼斯的彼得罗 .....     | 33 |
| 3.2.3 斯特拉第瓦利家族 ..... | 34 |
| 1) 经历 .....          | 34 |
| 2) 漆 .....           | 40 |
| 3) 木料 .....          | 40 |
| 4) 中提琴 .....         | 41 |
| 5) 大提琴 .....         | 42 |
| 3.3 斯坦因纳 .....       | 43 |



|                     |    |
|---------------------|----|
| <b>第四章 提琴的形状和模具</b> | 44 |
| <b>4.1 模具</b>       | 44 |
| 4.1.1 不用模具          | 44 |
| 1) 在背板上制作           | 44 |
| 2) 在平板上做琴           | 45 |
| 3) 在面板上制琴           | 45 |
| 4.1.2 使用模具          | 45 |
| 1) 内模法              | 45 |
| 2) 外模法              | 45 |
| <b>4.2 样板的制作</b>    | 45 |
| 4.2.1 外形样板          | 46 |
| 4.2.2 模具样板          | 46 |
| <b>4.3 模具的制作</b>    | 47 |
| 4.3.1 小提琴和中提琴模具     | 47 |
| 1) 外模具              | 47 |
| 2) 内模具              | 48 |
| 4.3.2 大提琴模具         | 50 |
| <b>4.4 修琴用的模具</b>   | 53 |
| 4.4.1 石膏模           | 53 |
| 4.4.2 聚酯铸模          | 55 |
| 4.4.3 牙科填料铸模        | 56 |
| 4.4.4 木模            | 56 |
| <b>第五章 侧板框</b>      | 58 |
| <b>5.1 制作侧板框</b>    | 58 |
| 5.1.1 支撑木块          | 58 |
| 1) 材料               | 58 |
| 2) 尺寸               | 59 |
| 3) 粘贴               | 59 |
| 4) 加工               | 60 |
| 5.1.2 侧板            | 60 |
| 1) 材料               | 61 |
| 2) 尺寸               | 61 |
| 3) 制作               | 61 |
| 5.1.3 装配            | 62 |
| 1) 画侧板框轮廓           | 62 |
| 2) 修削上下木块           | 62 |
| 3) 修削角木块            | 63 |
| 4) 弯曲侧板             | 63 |
| 5) 粘侧板              | 64 |
| 6) 修整侧板框            | 65 |



|                            |    |
|----------------------------|----|
| 7) 大提琴侧板的加固 .....          | 66 |
| 5.1.4 衬条 .....             | 66 |
| 1) 制作 .....                | 66 |
| 2) 安装 .....                | 66 |
| 5.2 修理侧板框 .....            | 67 |
| 5.2.1 修侧板用的衬模 .....        | 68 |
| 5.2.2 修侧板裂缝 .....          | 68 |
| 1) 图纹裂缝 .....              | 69 |
| 2) 木纹裂缝 .....              | 69 |
| 5.2.3 嫁接侧板 .....           | 69 |
| 1) 先仔细观察整个琴有哪些部位需要修复 ..... | 70 |
| 2) 拆卸侧板 .....              | 70 |
| 3) 制作木模和修正挠屈 .....         | 70 |
| 4) 切割侧板 .....              | 70 |
| 5) 选择嫁接木料 .....            | 70 |
| 6) 对准嫁接部位 .....            | 71 |
| 7) 制作坡度 .....              | 71 |
| 8) 制作铰链 .....              | 71 |
| 9) 修改木模 .....              | 71 |
| 10) 粘合侧板 .....             | 71 |
| 11) 完成侧板 .....             | 72 |
| 12) 装到琴体上 .....            | 72 |
| 5.2.4 侧板加层 .....           | 72 |
| 1) 修理前的检查 .....            | 72 |
| 2) 卸下侧板 .....              | 73 |
| 3) 制作木模或聚酯模 .....          | 73 |
| 4) 制作加层 .....              | 73 |
| 5.2.5 加高侧板 .....           | 74 |
| 5.2.6 更换上、下木块 .....        | 75 |

## 第六章 背板 .....

|                   |    |
|-------------------|----|
| 6.1 背板的制作 .....   | 79 |
| 6.1.1 初步加工 .....  | 79 |
| 1) 备料 .....       | 79 |
| 2) 锯切 .....       | 79 |
| 3) 刨平 .....       | 79 |
| 4) 拼接 .....       | 80 |
| 5) 粘合 .....       | 80 |
| 6) 平整内面 .....     | 81 |
| 7) 描绘外形 .....     | 81 |
| 8) 锯切背板 .....     | 81 |
| 6.1.2 样板和托座 ..... | 82 |



|                     |            |
|---------------------|------------|
| 1) 拱的样板 .....       | 82         |
| 2) 衬垫托座 .....       | 85         |
| 6.1.3 准备制作拱 .....   | 86         |
| 1) 修整外形 .....       | 86         |
| 2) 拱的雏形 .....       | 86         |
| 3) 制作琴边 .....       | 86         |
| 4) 样板法 .....        | 87         |
| 5) 等高线法 .....       | 88         |
| 6) 装嵌线 .....        | 93         |
| 6.1.4 厚度分布 .....    | 94         |
| 1) 划分区域 .....       | 94         |
| 2) 控制厚度的方法 .....    | 96         |
| 3) 制作厚度 .....       | 97         |
| 6.1.5 钮 .....       | 99         |
| 6.2 背板的修复 .....     | 99         |
| 6.2.1 钮的修复 .....    | 99         |
| 1) 钮加层 .....        | 100        |
| 2) 嫁接钮 .....        | 100        |
| 3) 乌木冠 .....        | 101        |
| 6.2.2 重新粘合中缝 .....  | 103        |
| 1) 修正变形的拱 .....     | 103        |
| 2) 稳固琴板 .....       | 103        |
| 3) 刨平拼合面 .....      | 104        |
| 6.2.3 虫蛀损坏 .....    | 105        |
| 1) 制作衬模 .....       | 105        |
| 2) 取下侧板 .....       | 105        |
| 3) 外表面的预处理 .....    | 105        |
| 4) 内面的预处理 .....     | 106        |
| 5) 加固木皮 .....       | 106        |
| 6) 侧板加层 .....       | 106        |
| <b>第七章 面板 .....</b> | <b>107</b> |
| 7.1 面板的制作 .....     | 107        |
| 7.1.1 初步加工 .....    | 107        |
| 1) 选材 .....         | 108        |
| 2) 拼板 .....         | 108        |
| 3) 锐利的工具 .....      | 109        |
| 7.1.2 制作拱 .....     | 109        |
| 1) 样板 .....         | 110        |
| 2) 加工弧度 .....       | 112        |
| 3) 等高线 .....        | 113        |
| 4) 厚度分布 .....       | 113        |



|                     |     |
|---------------------|-----|
| 7.1.3 音孔 .....      | 117 |
| 1) 音孔结构 .....       | 117 |
| 2) 音孔位置 .....       | 118 |
| 3) 音孔样板 .....       | 119 |
| 4) 制作音孔 .....       | 120 |
| 5) 音孔的功能 .....      | 122 |
| 7.1.4 低音梁 .....     | 123 |
| 1) 功能 .....         | 123 |
| 2) 材料 .....         | 124 |
| 3) 位置 .....         | 124 |
| 4) 形状 .....         | 125 |
| 5) 匹配 .....         | 125 |
| 6) 精修 .....         | 127 |
| 7.2 面板的修复 .....     | 128 |
| 7.2.1 拱的修正 .....    | 128 |
| 1) 修复下沉的拱 .....     | 128 |
| 2) 修复凸起的拱 .....     | 130 |
| 3) 稳定矫正后的拱 .....    | 131 |
| 7.2.2 更换低音梁 .....   | 131 |
| 7.2.3 替换琴角 .....    | 132 |
| 7.2.4 修理裂缝 .....    | 134 |
| 1) 概述 .....         | 135 |
| 2) 修复新的裂缝 .....     | 135 |
| 3) 加固裂缝 .....       | 136 |
| 4) 填充裂缝 .....       | 137 |
| 5) 修复老裂缝 .....      | 138 |
| 6) 临时贴片 .....       | 139 |
| 7) 带空隙的裂缝 .....     | 139 |
| 8) 从音孔送入贴片 .....    | 139 |
| 7.2.5 琴边加层 .....    | 140 |
| 1) 加层前的准备工作 .....   | 140 |
| 2) 去掉琴边的下半边 .....   | 141 |
| 3) 制作加层木片 .....     | 141 |
| 4) 去掉受损的琴边和嵌线 ..... | 141 |
| 5) 确定加层片的内外界限 ..... | 142 |
| 6) 制作夹持用的衬垫 .....   | 142 |
| 7) 粘合加层 .....       | 142 |
| 8) 粘嵌线 .....        | 142 |
| 9) 更换琴边的上半边 .....   | 142 |
| 10) 修削新琴边 .....     | 143 |
| 11) 重建琴颈切口 .....    | 143 |
| 7.2.6 换琴边 .....     | 144 |



|                           |            |
|---------------------------|------------|
| 1) 直边的修复 .....            | 144        |
| 2) 弧形边的修复 .....           | 145        |
| 3) 更换中腰琴边 .....           | 146        |
| 4) 带衬底的琴边 .....           | 147        |
| 7.2.7 音孔间的补片 .....        | 149        |
| 7.2.8 加固面板两端 .....        | 151        |
| 7.2.9 音柱处的补片 .....        | 151        |
| 7.2.10 穿透面板的补片 .....      | 152        |
| <b>第八章 琴颈和旋首 .....</b>    | <b>155</b> |
| <b>8.1 琴颈和旋首的制作 .....</b> | <b>155</b> |
| 8.1.1 结构与功能 .....         | 155        |
| 8.1.2 材料和样板 .....         | 157        |
| 1) 材料 .....               | 157        |
| 2) 样板 .....               | 157        |
| 3) 毛坯 .....               | 161        |
| 8.1.3 旋首 .....            | 162        |
| 1) 旋首的基本画法 .....          | 163        |
| 2) 旋首的尺寸 .....            | 164        |
| 3) 旋首的制作 .....            | 165        |
| 8.1.4 旋轴盒 .....           | 167        |
| 8.1.5 琴颈 .....            | 169        |
| 8.1.6 指板 .....            | 170        |
| 1) 夹具 .....               | 170        |
| 2) 材料 .....               | 171        |
| 3) 小提琴和中提琴指板的制作 .....     | 171        |
| 4) 大提琴指板 .....            | 173        |
| 8.1.7 弦枕 .....            | 174        |
| <b>8.2 琴颈和旋首的修理 .....</b> | <b>175</b> |
| 8.2.1 修复旋轴孔 .....         | 176        |
| 1) 填塞材料 .....             | 176        |
| 2) 制作垫圈 .....             | 176        |
| 3) 钻新旋轴孔 .....            | 177        |
| 8.2.2 调整指板 .....          | 177        |
| 8.2.3 调整琴颈 .....          | 178        |
| 8.2.4 垫薄片 .....           | 178        |
| 1) 制作薄垫片 .....            | 178        |
| 2) 修整垫片 .....             | 179        |
| 8.2.5 拆卸琴颈 .....          | 179        |
| 1) 添加木料 .....             | 179        |
| 2) 重新安装琴颈 .....           | 181        |
| 8.2.6 嫁接颈 .....           | 185        |



|                        |            |
|------------------------|------------|
| 8.2.7 修复断颈 .....       | 191        |
| 8.2.8 加固旋轴盒壁 .....     | 192        |
| 1) 确定加固的范围 .....       | 192        |
| 2) 预处理旋轴盒 .....        | 193        |
| 3) 做纸样 .....           | 194        |
| 4) 制作面料 .....          | 194        |
| 5) 匹配面料 .....          | 194        |
| <b>第九章 附件 .....</b>    | <b>196</b> |
| <b>9.1 配件 .....</b>    | <b>196</b> |
| 9.1.1 码 .....          | 196        |
| 1) 选材 .....            | 197        |
| 2) 制作 .....            | 197        |
| 3) 形状和尺寸 .....         | 197        |
| 9.1.2 弦总 .....         | 201        |
| 1) 材料 .....            | 204        |
| 2) 制作 .....            | 204        |
| 3) 位置 .....            | 204        |
| 9.1.3 旋轴 .....         | 207        |
| 1) 材料 .....            | 207        |
| 2) 制作 .....            | 207        |
| 3) 匹配 .....            | 209        |
| 9.1.4 弦枕和尾枕 .....      | 211        |
| 1) 弦枕 .....            | 211        |
| 2) 尾枕 .....            | 211        |
| 9.1.5 尾钮和尾撑杆 .....     | 212        |
| 1) 尾钮 .....            | 212        |
| 2) 尾撑杆 .....           | 213        |
| 9.1.6 腮托 .....         | 213        |
| 1) 材料 .....            | 213        |
| 2) 种类 .....            | 213        |
| 3) 制作 .....            | 213        |
| 9.1.7 腮托螺丝 .....       | 215        |
| 9.1.8 微调音器 .....       | 215        |
| <b>9.2 琴弓 .....</b>    | <b>217</b> |
| <b>第十章 组装和调音 .....</b> | <b>218</b> |
| <b>10.1 组装琴体 .....</b> | <b>218</b> |
| 10.1.1 侧板框 .....       | 218        |
| 1) 检查 .....            | 218        |
| 2) 加工 .....            | 219        |
| 10.1.2 共鸣板 .....       | 220        |



|                             |            |
|-----------------------------|------------|
| 10.1.3 合琴 .....             | 221        |
| 1) 粘背板 .....                | 221        |
| 2) 粘标签 .....                | 222        |
| 3) 粘面板 .....                | 222        |
| 10.1.4 镶嵌琴颈 .....           | 222        |
| 10.1.5 钮 .....              | 225        |
| <b>10.2 调音 .....</b>        | <b>225</b> |
| 10.2.1 琴颈和指板 .....          | 226        |
| 1) 琴颈 .....                 | 226        |
| 2) 指板 .....                 | 226        |
| 10.2.2 弦和弦枕 .....           | 227        |
| 1) 弦 .....                  | 227        |
| 2) 弦枕 .....                 | 229        |
| 10.2.3 码 .....              | 229        |
| 1) 结构和原理 .....              | 230        |
| 2) 码的修削 .....               | 230        |
| 3) 调整位置 .....               | 233        |
| 4) 与琴匹配 .....               | 234        |
| 10.2.4 音柱 .....             | 235        |
| 10.2.5 不协调音 .....           | 237        |
| 10.2.6 杂音 .....             | 238        |
| <b>10.3 关于音色 .....</b>      | <b>239</b> |
| <b>10.4 克雷莫那学派的方法 .....</b> | <b>241</b> |
| 1) 模具 .....                 | 241        |
| 2) 侧板 .....                 | 242        |
| 3) 衬条 .....                 | 242        |
| 4) 背板和面板 .....              | 242        |
| 5) 琴颈 .....                 | 242        |
| 6) 制作拱和厚度 .....             | 242        |
| 7) 音孔和低音梁 .....             | 243        |
| 8) 嵌线和琴边 .....              | 243        |
| 9) 指板和钮 .....               | 244        |
| 10) 弦枕、尾枕和尾柱 .....          | 244        |
| 11) 音柱和腮托 .....             | 244        |
| <b>第十一章 工具 .....</b>        | <b>245</b> |
| <b>11.1 测量工具 .....</b>      | <b>245</b> |
| 11.1.1 度量工具 .....           | 245        |
| 1) 钢板直尺 .....               | 245        |
| 2) 钢卷尺 .....                | 246        |
| 3) 卡尺 .....                 | 246        |
| 4) 测微尺 .....                | 246        |



|                    |     |
|--------------------|-----|
| 5) 厚度规 .....       | 246 |
| 6) 角尺 .....        | 246 |
| 7) 量角器 .....       | 246 |
| 8) 绘图仪 .....       | 246 |
| 9) 厚薄规 .....       | 246 |
| 10) 螺纹规 .....      | 247 |
| 11) 公制秤 .....      | 247 |
| 12) 量筒和量杯 .....    | 247 |
| 13) 标准平板 .....     | 247 |
| 11.1.2 调音工具 .....  | 247 |
| 1) 定音叉 .....       | 247 |
| 2) 电子频率计 .....     | 247 |
| 11.2 切削工具 .....    | 247 |
| 11.2.1 刀 .....     | 247 |
| 11.2.2 凿 .....     | 248 |
| 1) 平口凿 .....       | 248 |
| 2) 斜口凿 .....       | 248 |
| 3) 半圆凿 .....       | 248 |
| 11.2.3 刨 .....     | 249 |
| 11.2.4 刮刀和刮片 ..... | 249 |
| 11.2.5 斧 .....     | 249 |
| 11.3 锯割工具 .....    | 250 |
| 1) 木工锯 .....       | 250 |
| 2) 美工锯 .....       | 250 |
| 3) 锯 .....         | 250 |
| 4) 阔背锯 .....       | 250 |
| 5) 钢板锯 .....       | 250 |
| 6) 镂空锯 .....       | 250 |
| 11.4 锉磨工具 .....    | 250 |
| 11.5 抛光工具 .....    | 251 |
| 11.6 磨刀 .....      | 251 |
| 11.6.1 方法 .....    | 252 |
| 11.6.2 工具 .....    | 252 |
| 1) 砂轮 .....        | 252 |
| 2) 磨刀石 .....       | 252 |
| 3) 电动环形砂布 .....    | 253 |
| 4) 钢制圆棍磨光器 .....   | 253 |
| 11.7 电动工具 .....    | 253 |
| 1) 电动台钻 .....      | 253 |
| 2) 手电钻 .....       | 253 |
| 3) 电动角向磨 .....     | 253 |
| 4) 圆盘电锯 .....      | 253 |