

让古琴醒来

——由浙江省博物馆藏琴声音品质检测到传世古琴的保护

■李明忠 崔宪 李村 冯卓慧（执笔）

弹奏古琴历来被中国传统文人视作修养身心、抒发情怀的一种重要的形式。作为古琴艺术的载体，古琴也在琴人操弄下得以世代流传。在现今的传世古琴中，最早的大约可以追溯到唐代，其中著名者，如“九霄环佩”“大圣遗音”“枯木龙吟”“春雷”“松风自合”“飞泉”“独幽”“太古遗音”等，大多已成为博物馆的珍贵藏品。在过去的一千多年的时间里，这些古琴基本上没有脱离其固有的乐器属性，被视作实用器而有序的传承着。而在当下的博物馆中，古琴与一般漆木器一样，被保存在恒温恒湿的条件下。为了避免损坏，张弦与演奏基本上是被禁止的。尽管这样的保存条件可以从外观上对其进行保护，但其乐器性能是否也因此而得以保存目前尚无定论。

古琴的琴体是以木质为胎，施以灰、漆而成。木质的琴体自制成之日起，作为有机物，在氧化和微生物的作用下，就处在一个长期的衰败过程中。这一过程之所以能够被延缓，主要的原因来自于两个方面。首先，灰层和漆层

对木胎形成了有效的保护。传统斫琴工艺中使用的是天然大漆，干燥后的漆层化学性能极其稳定，可以历经千年而不朽。除非经外力的磨损，完好的漆面可以从外部起到恒定的隔离作用。第二，琴弦施以琴体的压力，对木质内在结构的稳固起到了关键作用。在这个约束力的作用下^①，木胎的物理性能得以长期保持。也正是因为这一力量的存在，由于漆面与木胎伸缩率的差异，不同时代的古琴形成了形态多样的漆面断纹。传世名琴就是在张与弛、衰与固、损耗与修葺之间找到了平衡，得以流传至今。每一张琴，除专供陈设的古琴以外，都在历代琴家的操弄与维护中延续着生命，其乐器应有的性能并没有因为时间的流逝的消亡，反而在积累着独特的个性。但是，从入藏于博物馆那一天起，古琴与琴人之间的依存关系被打破，琴历经千百年的外部环境改变了。

基于这样的思考，我们对浙江省博物馆收藏的三张古琴进行了检测分析。这项工作的基本想法是对长时间静置

与经过充分“唤醒”的古琴的声音品质进行比较分析，由此考察二者之间的差异所在。随着现代声学技术的发展，已有许多手段可以把抽象的声音转化为可视的图形、可量化的数据，此为该项分析工作的理论基础与技术路径。但仅有技术手段是不够的，工作的难点在于如何剥离主观和干扰因素，尽可能得出客观有效的测试结果。由此我们对以下环节进行了控制：

1. 古琴张弦后立即进行第一次测试，经过充分的弹奏后进行第二次测试；
2. 测试在相同的声学环境中进行；
3. 使用相同的采录与分析软硬件条件；
4. 同一位琴家采用相同的弹奏手法，相近的击弦位置、角度和力度；
5. 每张琴使用同一套琴弦；
6. 每张琴的两次测试均采用相同的定弦；
7. 每一次激励均在止音后进行；
8. 分析过程中尽可能选取振幅与延时相近的波形。

一、检测对象与检测方案

20世纪50年代，浙江省博物馆征集到14张九嶷琴派创始人杨宗稷的藏琴，其中大都可见于杨氏《琴学丛书》的著录。自2008年开始，浙江省博物馆开始着手对馆藏古琴进行修缮，邀请李明忠先生先后对三十余张古琴进行张弦和整修。在此基础上，择选其中音乐性能优异者举行音乐会，出版音像制品。为了进一步检验这批古琴的声学品质，2013年3月，浙江省博物馆邀请陕西省艺术研究所李明忠、西安音乐学院的李村、中国艺术研究院音乐研究所的崔宪、冯卓慧对三张古琴进行检测。由此，我们提出了对古琴在保存状态与经过充分演奏后声音品质的差异进行分析的工作方案。

总体而言，此项工作可以分为音频数据采集与检测分析两个阶段。

在数据采集阶段，对每件检测样本均进行了两遍数据采集，分别为从博物馆取出时的初始音频数据与古琴经过充分弹奏后的数据。每次弹奏分别使用了散音、按音与泛音三种奏法。演奏者均使用“勾”式指法，并尽可能保持相同的弹奏力度、速度与角度。根据频率的高低不同，每一次弹奏间隔3到8秒，以保证能够记录有效振动的全过程。在弹奏时，对前一音符均进行了止音处理，由此可以使得每一次激励都是在完全静止的状态下进行。每件古琴共采集1134个有效数据，每一遍弹奏包括21个散音，273

个按音，273个泛音。

在分析检测阶段，数据的选取与解读是关键所在。从声音品质的识别过程来看，稳态阶段最能反映古琴的声音特质，因而分析数据也基本出自于此。虽然起振阶段的非周期振动同样对声音品质起到一定影响，但由于目前的技术手段无法做到量化分析，所以这一部分暂不做检测。此外，共振峰分析也是一项重要的测试内容。从拨弦乐器的发声系统分析，激励体、振动体与共鸣体共同对其声音特质产生影响。在激励体与振动体不变的情况下，声音的变化更多的体现出了共鸣体的差异。从本检测来看，古琴声音的差异应主要与古琴的共鸣体，即琴体的变化有关。

检测地点位于浙江省杭州市浙江省博物馆。室内温度为18.1℃，湿度为52%，背景噪声小于22dB，混响时间约为0.5s。香港雨果唱片公司工程师郭锦全程录音。使用设备主要有：AKG C422立体声麦克风、AKG C401麦克风、SCHOPES CMC-5+MK6 麦克风、REVOX 6路调音台、ALESIS HD24数码录音机以及ALESIS FIREPORT火线接口。此外，检测团队还使用了M-Audio MicrotrackII与Tascam数码录音机进行了全程记录，以留存完整的工作信息。分析软件使用《Praat》《GMAS 2.0》《Acoustic Analyzing System 5E》以及《Wavelab》等。检测指标主要包括古琴的频谱分析与音频共振峰分析。

本次检测的古琴为“彩凤鸣岐”“疏影”与“秋鸿”。琴弦分别使用了黄树志先生制作的“中轻”“太古”与“加重”弦。

“彩凤鸣岐”琴，落霞式，遍髹朱漆。琴体较为宽大，通长125厘米（以下涉及琴体及部件长度皆以厘米为准）、有效弦长116、肩宽19、尾宽13、厚5。龙池、凤沼均为长方形，龙池22×2，凤沼11×2。该琴保存情况良好，琴面两侧可见细小牛毛断，背面遍布冰裂纹和流水断。龙池上方铭刻有“彩凤鸣岐”，龙池内有“大唐开元二年雷威制”题款。

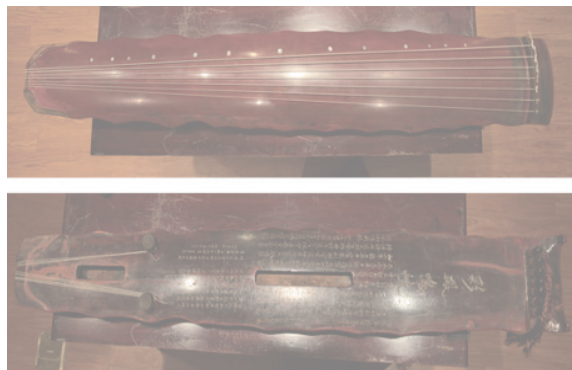


图1：“彩凤鸣岐”琴的正面与背面

“秋鸿”琴，仲尼式，保存情况完好。琴体扁平，长度偏小，琴体长109、有效弦长100、肩宽17、尾宽12、厚5。龙池凤沼均呈长方形，龙池上方刻有“秋鸿”二字。漆呈黑褐色，琴面遍布流水小蛇腹断，底呈冰裂断。从龙池凤沼处可见面板内部有小型木条拼接粘贴痕迹。浙江省博物馆曾对“秋鸿”进行过CT扫描，从扫描结果可以清晰地看到琴面存在小型木块拼接的情况，即文献所载“百衲琴”的特征。

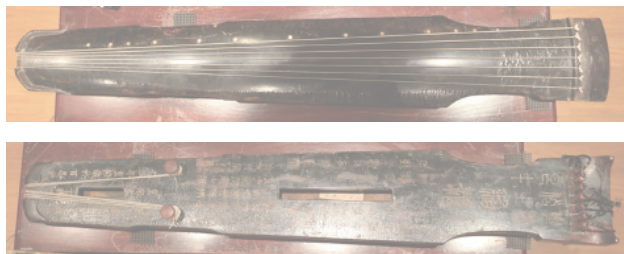


图2：“秋鸿”琴的正面与背面



图3：“秋鸿”琴琴头CT扫描图

“疏影”琴，保存完好。仲尼式，琴体宽大，棱角分明，岳山较高，琴体长125、有效弦长115、肩宽19、尾宽13、厚5。通体髹黑漆，以流水断为主，间有梅花点断。蚌徽，龙池凤沼均为长方形。龙池上方下方均有题刻。腹内木质褐色，腹腔内无题款。



图4：“疏影”琴的正面与背面

二、频谱分析

频谱分析是声音品质检测的重要角度之一，也是目前本项检测的重要手段。因为根据现有的声学认识，影响乐器的声音品质，特别是音色的主要因素就是乐音的频谱构成。根据傅里叶变换原理，所有的周期信号都可以理解为由不同频率和振幅的正弦信号组成。在音乐声学领域的应用价值表现为，可以将一个乐音转换为能量不同的多个频率。从理论上讲，在相同的声学环境下，声音品质相同的两个乐音，其频谱特征应该也是相同的，即在各个频率具有相同的能量。本项检测通过两次频谱分析的图示，以直观的方式展现两次弹奏的差异所在。以下将举例说明该项检测的结果。

散音相较于按音与泛音而言，人为的干扰与不可控因素介入较少，能够充分地展示琴弦与琴体在未经外力干扰时的振动状态，所以是本次检测的重点。图5是“彩凤鸣岐”一弦散音的频谱图。该图包含两个音频的检测数据，上方数据为初始状态的音频，下方为经过充分弹奏后的第二次采录音频（以下频谱图排列方式相同）。图片的横轴为频率域，纵轴为能量域，每一个尖锐凸起都表示着不同能量的频率，这些频率按照顺序排列就构成了最常见的频谱图。从图中以看到，一弦的两个检测结果差异明显。第一个音频包含有较多有非谐波频率，较高音区的一个频率能量最大，会对音色的圆润度造成影响。第二个音频可以看到明显的改善，能量最强的频率出现在下方八度，音色更加饱满，声音品质也没有了非周期频率造成的粗粝感。

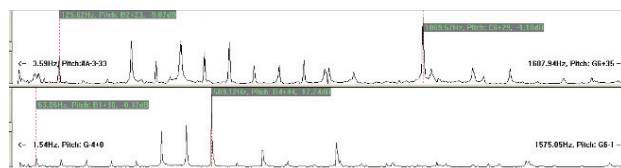


图5：“彩凤鸣岐”琴一弦散音

“秋鸿”琴二弦的两次检测结果差距较大。从基频的频率可以看到，第二次采集时，音高是略低于前次的，即弦的张力略低。在这样的情况下，琴弦的各个分段的振动应受到更小的阻碍，振幅也应因此而增强。在几乎相同外力的激励下，第二次的检测却出现除了第五谐音，其余均被抑制的现象。第一次检测中，中段的奇次谐音的能量均较强，从第七谐音开始，出现了渐强的趋势，势必会造成较不谐和的听感。而第二次检测中对其进行抑制，突出的第五谐音增加了整体音质的弹性。

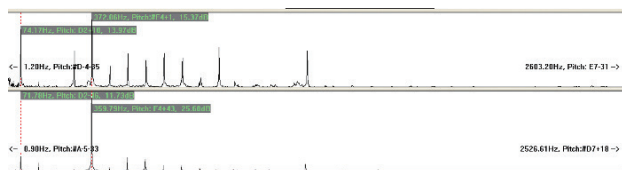


图6：“秋鸿”琴二弦散音

泛音奏法的声学基础来自于弦振动时各整数比的分段弦长也同时参与振动的原理。演奏泛音的触弦点，即是这些分段振动的节点。在古琴的琴面上，标有十三个徽位，其位置的确定就来自于振动节点。在演奏泛音时，由于琴弦与古琴腔体表面没有接触，只是通过岳山与龙龈进行传导。因而共鸣体没有受到其他外力的阻碍，比较清晰地反映了琴体的整体共鸣特征。“彩凤鸣岐”琴二弦7徽泛音的两次检测结果略有不同。从频谱图来看，第一次的音频中明显存在着低频噪音，这样的结果在其后的检测中大多可以见到，说明测样在初次弹奏时低频存在一定缺陷。当对其进行充分弹奏后，这一现象得到了改善。此外，第二次检测的中高频谐波也有所增强。

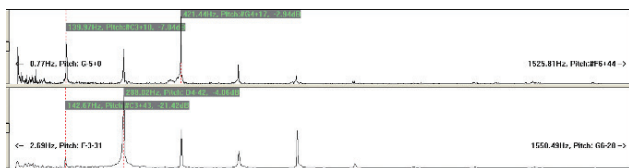


图7：“彩凤鸣岐”琴二弦7徽泛音

按音与散音相比较，增加了一个作为振动体的琴弦与作为共鸣体琴体的接触点，因而情况变得更加复杂。一方面，琴弦与琴体的接触点除了龙龈与岳山，又增加了琴面的触弦点，使得琴弦的振动更加有效地传递至琴体。而另一方面，由于按弦时在一定程度上阻碍了琴体的整体振动，进而会干扰到某些振动频率。“彩凤鸣岐”琴二弦7徽按音的两次检测差异较大。从第一次的频谱图上可以看出，存在大量的噪声频率。而第二次的检测结果则表现出较好的声音品质，但不足之处是中高频略显空洞。

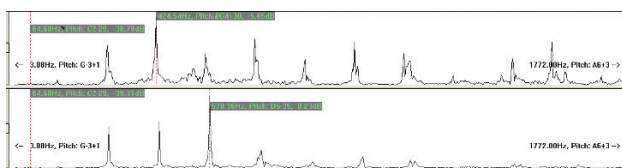


图8：“彩凤鸣岐”琴二弦7徽按音

“疏影”琴一弦7徽按音的第一次检测存在明显的非谐波频率，而第二次检测抑制较好。两次检测的基频都未能得到琴体的共鸣，说明此琴在低频存在一定的抑制情况。

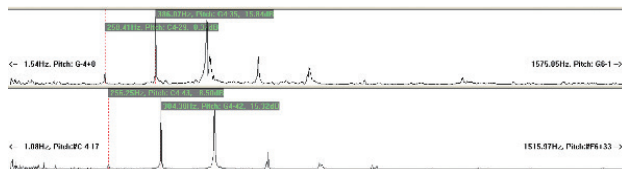


图9：“疏影”琴一弦7徽按音

从散音的检测结果整体分析。三张古琴的声音品质在经过充分弹奏后均有所改善，松散的低频和嘈杂的高频大多被琴体所抑制，并对中低音区的频率给予强化。如此，增加了声音的厚度与弹性，增强了听感的谐和度。

弦乐器的泛音是利用弦振动的特性，轻触分节振动的节点位置，以激发高次谐波的特殊奏法。经过对三张古琴的泛音检测，基本可以得出如下结论。首先，作为三种弹奏方法中最难以控制的一种，演奏者为了对其进行有效地激发，会有意识地控制弹奏力度和触弦的速度，因而检测结果会出现某些随机性差异的现象。但是从统计的结果来看，泛音还是能够反映出琴体共鸣的特性。而且泛音作为参考值，可以与相同音位的按音以及散音进行比较，作为两次弹奏音质差异的依据。其次，泛音的弹奏力度较散音与按音为弱，因此对琴体共鸣的激发能量也较为有限。当弦振动的动能基本相同的情况下，谐频数量的多寡，可以反映出琴体共鸣的敏感程度。因此，在中高频谐波数量较多的频谱中，基本可以视作是琴体共鸣的改善。再次，在弹奏泛音时，虽然琴体的共鸣特点表现得不及散音与按音显著，但仍能在一定程度对琴弦的振动予以共振。所以根据琴体的共振情况，泛音弹奏的难易程度，即是否能有效激发泛音，也是值得关注的指标之一。从以上检测中可以看到，经过充分弹奏后的古琴，在非谐波列频率的抑制方面是有所改善的。

总体分析按音的情况，可以看出各张琴两次检测的差异性远不如散音显著，这在其他徽位的按音检测中同样可以看到。其原因应与弹奏按音时，触弦指对琴体施以压力，在一定程度上抑制了琴体的共鸣有较大关系。在实际的演奏过程中，触弦的手指并不是如检测时始终在同一位置施以压力，而是通过吟、猱、绰、注等走手音形式加以变化，因而声音品质的变化较为明显，各家各派的风格差

异也与此相关。演奏者触弦位置的变化，正是改变振动弦长与共鸣状态的过程，是古琴最富特点的表现手法之一，也是具有其特殊音色形成的声学原理，但这样的演奏方法难以通过量化的手段给予分析。所以，只有采用目前固定于一个触弦位置直至振动结束的方式检测。尽管如此，还是可以看出与散音、泛音检测相似的结果。

三、共振峰分析

共振峰是声音在频域范围上比较集中的区域，通常是由共鸣体的共振特性决定的。共振峰研究常用于语音学领域，现代语音合成与声纹鉴定技术多是以此为基础的。本项工作引入这一分析手段，对古琴进行共振峰研究，可以在一定程度上体现出琴体的共振特点。当琴弦受到激励，并在不同的频段共同发声时，琴体会依据自身的共鸣特点给予各个频率不同程度的扬抑。不同的古琴会有不同的共振特点，而同一张琴在不同的状态下，也会有差异性表现。

共振峰分析与频谱分析的呈现方式不同，其横轴表示的是时间域，纵轴为频率域。以“彩凤鸣岐”琴六弦散音的两张图为例，分别显示的是前后两次的检测结果。图中清晰的黑色频带体现出的就是该琴彼时的共振特性。从图中的结果来看，第二次检测较前一次有较大改变。

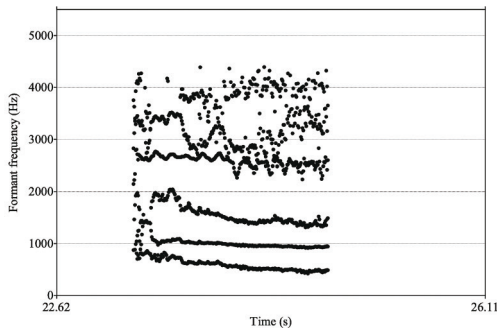


图10：“彩凤鸣岐”琴六弦散音第一次测试

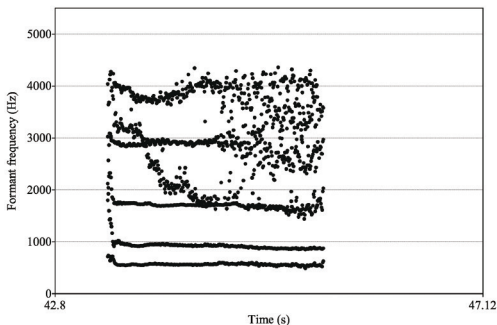


图11：“彩凤鸣岐”琴六弦散音第二次测试

在经过对各弦不同奏法的分析之后，基本可以得出以下结论。“彩凤鸣岐”两次检测的共振峰存在较大差别。首先，第一次的检测时，起振阶段的共振峰不如第二次清晰，说明经过弹奏后的琴体，其腔体的共鸣已较前敏感。第二，从第二次检测的结果来看，各弦在稳态阶段都有清晰的共振频带，对琴弦振动的共鸣较为有力。第三，在稳态的后半段至衰减阶段，第二次检测的结果都较前次有所改善，能够在较宽的频域范围内对各个频率形成共振。第四，从时域的角度分析，第二次检测的共振峰时长均大于第一次检测，说明琴体的共振延时有所增加。

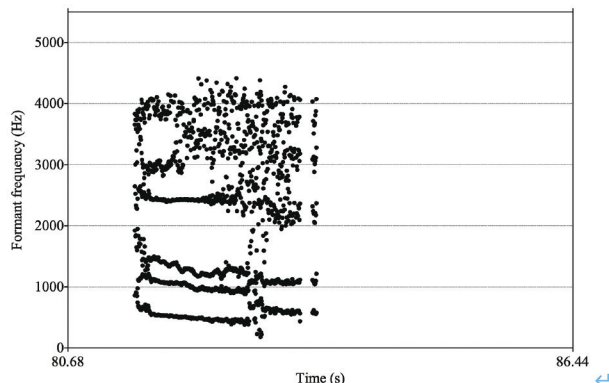


图12：“秋鸿”琴四弦散音第一次测试

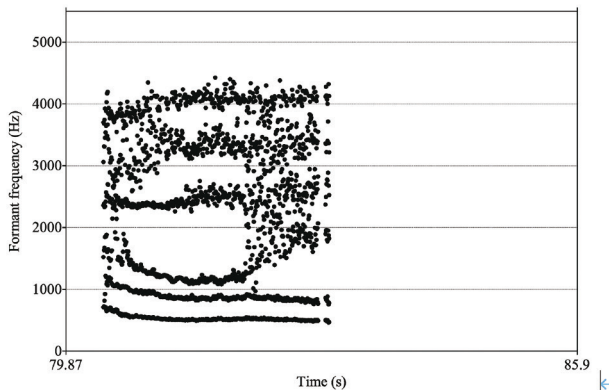


图13：“秋鸿”琴四弦散音第二次测试

从“秋鸿”琴两次的检测结果来看，经过充分弹奏后的琴体共振情况要明显好于第一次检测。从一弦开始直至七弦，第二次检测中均可以看到清晰的共振峰存在，而前次的共振峰却多见游移或散乱的情况。起振阶段的共振峰二者同样存在差异，第二次检测的共振峰形成较早，且大多能长时间保持稳定。在稳态后，共振峰相应范围也同时扩大，表现出第二次检测中琴体对各个频率的共鸣增加。此外，由于这张琴的共鸣腔较小，所以其共振峰频率也较其他测样的为高。

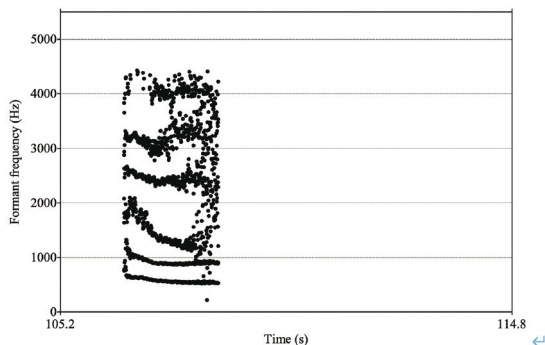


图14：“疏影”琴五弦散音第一次测试

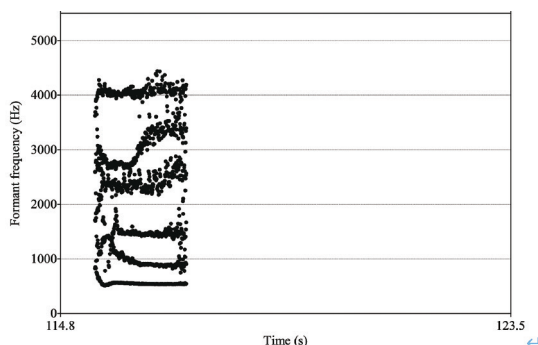


图15：“疏影”琴五弦散音第二次测试

“疏影”琴的共振峰存在一些特殊情况，其共振峰带宽要大于其他检测样本，特别是在2000Hz以上频率，共振峰大多在较大范围内相应琴弦的振动。从听感的角度来看，也能感受到由于谐音丰富而造成的较好音质，推测其原因，可能与琴体是由条状木块拼接而成相关。此外，其共振峰的稳态阶段较长，能够在相当长的时间呢内保持谐音频率的稳定性，也同样表明了检测样本在弹奏后共鸣的改善。

四、主观评价与检测结果

受篇幅所限，以上仅举例说明了该项测试的过程以及各项测试指标的结果。李明忠先生在测试结束后，从演奏的角度对每一张琴都做出了整体的评价。

他认为“彩凤鸣岐”琴第二遍较前空弦音表现出匀和沉的特点，泛音1—4弦特别匀、润，除了二弦的1、13徽略哑，5、6、7徽有点脆。按音的病音少很多，第一次很多音是支离不协调的，第二次很匀，病音也很少，而且有些音很透、圆。按音的10徽有点问题，如果继续醒琴还会有变化。

对于“秋鸿”琴，他认为该琴经过醒琴后，散、泛、按三种音色的感觉是要比刚取出来上弦时匀、透、润得多，厚重得多。刚取出时音声有些支离，不够协调，不统

一，有种忽重忽轻，忽强忽弱，忽明忽暗，忽圆忽涩的操弄感受。第二次测试时，感觉音声协调多了，有一两处音位感觉还没醒到。所以就此推测，此琴经过长期的弹奏后声音状态还应该更为可观。

“疏影”琴如其名，他认为其音声具有一种静、冷、清、洁的特点，与“秋鸿”“彩凤鸣岐”两琴特点截然不同，醒琴后声音状态感觉协调了一些，但没有上两张琴前后的差别大，总体感觉还是需要继续醒。其真实的音声状态还没有充分体现出来，原因应该是不张弦使用太久了，且此琴的音声特性属于较紧密的类型，所以要使其音声舒展开来会比另外两张琴所需的时日再多些才是。

依据传统的琴学理论，对古琴的声音评价有“九德”之说，即奇、古、透、润、静、圆、匀、清、芳。《太古遗音》中对古琴九德作如下阐述：

一曰奇，谓轻、松、脆、滑者乃可称奇。盖轻者，其材轻、快、松者，声音透彻，久年之材也。脆者，性紧而木声清长，裂文【纹】断断，老桐之材也。滑者，质泽声润，近水之材也。二曰古，谓淳淡中有金石韵，盖缘桐之所产得地而然也。有淳淡声而无金石韵，则近乎浊；有金石韵而无淳淡声，则止乎清。二者备，乃谓之古。三曰透，谓岁籥【月】绵远，胶膝干匱，发越响亮而不咽塞。四曰静，谓之无散戾以乱正声。五曰润，谓发声不躁，韵长不绝，清远可爱。六曰圆，谓声韵浑然而不破散。七曰清，谓发声犹风中之铎。八曰匀，谓七弦俱清圆，而无三实四虚之病。九曰芳，谓愈弹而声愈出，而无弹久声乏之病。^②

《太古遗音》是记载“九德”较早的一份文献，对后世依然影响深远。以现今的观点来看，文中在谈及音质标准的同时，夹杂了许多对材质与工艺问题的论述，并存在着指向不清晰、标准不够统一、没有解决艺术审美中的矛盾关系等问题。尽管如此，后世的琴学文献中关于琴之“九德”仍屡有提及，其观点也基本承袭了《太古遗音》之所述。但语焉不详之处却又将本来就难以讲清楚的声音评价问题，解释得更加玄虚和模糊。语言文字与音乐艺术的美比较起来，贫乏与苍白是显而易见的，无论多么精彩的描述，都难以企及艺术的丰富内涵。而且，二者之间也难以建立起直接和确定的对应关系。所以，相对模糊的表述也许正是对艺术美的最“准确”的表达。时至今日，古琴界依然使用着这样的评价方式。

2011年，工业和信息化部发布了《中华人民共和国轻工行业标准（QB/T4181—2011）》，这一标准对古琴的声音品质等级作出了如下划分：

我们可以看到，《标准》中对古琴在不同音区的发

等级	要求
高级品	高音区圆润、明亮、富有穿透力。中音区温润、饱满，低音区浑厚、低沉，余音绵长，七根弦音色过渡自然
中极品	高音区圆润、明亮，中音区温润、饱满，低音区浑厚、低沉、余音较绵长，七根弦音色过渡均匀
普及品	高音区圆润、明亮，中音区温润、饱满，低音区浑厚，低沉，余音绵长，七根弦音色过渡协调

音提出了要求，并作出高级品、中级品与普及品的等级划分。但三者中之间的最大差别也仅仅体现在“高音区是否富有穿透力”以及“七根弦音色过渡是否自然、均匀、协调”两个方面，而其余的各项标准却基本相同。自然、均匀、协调三者之间，我们既难以确指其中的差异所在，又难以与声音品质形成直接的对应关系。对于高级品和普及品，《标准》提出“余音绵长”，而对于中级品却认为应“余音较绵长”，其中的“较”字是明显的逻辑疏漏。抛开此《标准》是否合理与适用不谈，由此也可以印证对声音艺术进行主观评价是非常困难的。

无论何种音乐，其本质都是声音，都是由物体振动产生的一种机械波。作为一种客观存在的物理现象，应用现代的技术手段就能够在一定程度上给予解读和分析，这就是本项研究的出发点和立足点。

通过频谱与共振峰的检测分析，我们可以清晰地看出前后两次的差异存在。虽然不能简单地将这样的差异与主观评价进行对应，但可以明确的是，古琴在张弦后充分弹奏与长期静置的状态相比较，无论是在听感上，还是在声学数据方面，都有明显的改善。

从检测结果来看，检测样本都具有良好的声音品质。但是在长时间搁置后与充分弹奏后的数据，还是可以看出明显的差异。具体表现为：

1. 对不谐和频率的抑制；
2. 对谐和频率的共鸣加强；
3. 谐音数量的丰富；
4. 激发泛音更加有效；

5. 共振峰清晰稳定，能够在较宽的频带内对琴弦的振动给予共鸣。

总体而言，经过充分弹奏的检测样本较博物馆静置保存的状态在声音品质方面有较大改善。需要说明的是，本次检测仅是对这三张古琴的频谱特征与共振峰进行了分析，虽然在相当程度上可以反映出测样的声音品质。但是，决定古琴声音品质的因素不仅仅限于频谱与共振峰两个方面。因为到目前为止，对于声音品质的技术分析还不够完善，尚没有一种技术理论能够与声音品质、特别是音色形成直接的对应关系，这与声音的其他要素，如频率、

振幅、时长的检测过程中所反映出的线性对应关系截然不同。所以，本次检测仅是从一个角度分析了测样在不同状态下的声音特性，尽管可以证明差异的存在，体现声音品质的改善，但不能以此来反向模拟其本质特性，更不能与主观评价作简单对应。

该项工作能够顺利完成，是与时任中国艺术研究院音乐研究所所长的田青先生的指导与支持分不开的。为了弥补音乐研究所在这一领域人才流失后的缺憾，他专设了音乐科技研究室，并在设立之初就鼓励我们从事古琴声音品质的研究。其后，我们边学边做，先从私人藏琴入手，摸索出一条较为适合检测古琴的技术手段。恰逢浙江省博物馆提出检测需求，在范珮玲女士的帮助下，我们完成了这项工作。经过数年的准备，在经过充分的论证与测试之后，我们于2016年开始对中国艺术研究院院藏古琴进行全面摸底与修缮工作。田青先生与此同时提出“让古琴醒来”的宏大倡议，并得到国家文物局的积极响应。在国家艺术基金的支持下，以田青先生为负责人的项目组在2018—2019年完成了数场演出与演讲活动，演奏用琴皆为我院珍藏的唐琴、宋琴，以及宋元之际所制的传世名琴。这批珍藏于库房中的古琴，在经过“唤醒”之后，其声音品质的改善再一次印证了对浙博藏琴的测试结果。由此我们可以说，古琴作为一件乐器，张弦演奏、随时修缮是对其最好的保护手段。

①根据杨帆的研究，在古琴正调定弦的情况下，蚕丝质琴弦的总拉力平均值为411.9N，其反作用力施于琴体应与此相当。载杨帆《古琴的琴弦物理性能测量》，《演艺科技》2014年第9期。

②[宋]田芝翁《太古遗音》卷四，明精钞彩绘本，台北图书馆藏。

李明忠 陕西艺术研究院研究员
李 村 西安音乐学院教授
崔 宪 中国艺术研究院研究员
冯卓慧 中国艺术研究院副研究员

（责任编辑 荣英涛）