

戴念祖 著

# 朱载堉

## 明代的科学和艺术巨星

(修订本)

是以新法不用三分损益，不拘隔八相生，然而相生有序，循环无端，十二律吕一以贯之。此盖二千余年之所未有，自我圣朝始也，学者宜尽心焉。

——朱载堉(1536—1611)

人 民 出 版 社

# 朱载堉

明代的科学和艺术巨星

(修订本)

戴念祖 著



人民出版社

责任编辑:杨美艳  
装帧设计:曹 春  
版式设计:东昌文化  
责任校对:张杰利

**图书在版编目(CIP)数据**

朱载堉:明代的科学和艺术巨星/戴念祖 著.

-北京:人民出版社,2011.10 修订本.

ISBN 978-7-01-010223-8

I. ①朱… II. ①戴… III. ①朱载堉(1536~1611)-传记  
IV. ①K826.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 180018 号

**朱 载 堉**

ZHU ZAI YU

明代的科学和艺术巨星

(修订本)

戴念祖 著

**人民出版社** 出版发行

(100706 北京朝阳门内大街 166 号)

北京新华印刷有限公司印刷 新华书店经销

2011 年 10 月第 1 版 2011 年 10 月北京第 1 次印刷

开本:710 毫米×1000 毫米 1/16 印张:21.25

字数:330 千字 印数:0,001-3,000 册

ISBN 978-7-01-010223-8 定价:49.00 元

邮购地址 100706 北京朝阳门内大街 166 号

人民东方图书销售中心 电话 (010)65250042 65289539

## 修订版序

001

朱载堉是中国文化史上鲜有的杰出人物。他对于人类最重大的贡献是创建了十二等程律。它是一种对乐器调律的数学原理,也是一种非常实用的乐律体系。用它调律的乐器,可以满足任意转调或变调的需要,而不用临时在舞台上匆忙地更换乐器。现代音乐舞台上许多键盘乐器就是用它调律的,钢琴是其中之一。有了十二等程律,才有现代的音乐舞台。迄今,我们仍在享用他几百年前的贡献。

众所周知,钢琴是欧洲文明的产物,十二等程律就是它的灵魂。没有后者就没有前者。然而,令人难以置信的是,钢琴的形体结构虽是在西方起源发展的,它的灵魂却是由东方的王子载堉铸就的。本书就是叙说这么一个故事。

本书要紧之处在于阐述朱载堉如何用等比级数构建等程律,如何想到 $\sqrt[12]{2}$ 这个无理数,它的文化背景是什么。本书给读者提供了解这一历史事件的读本,也为今日在科学和艺术两方面从事创新工作者借鉴。

本书是1986年版(第一版)的修订本。第一版已充分发挥了它应有的知识与社会功效,引来了国内和国际上诸多学者起而研究朱载堉。第一版时经四分之一世纪,笔者又有了许多原始素材的积累与思考,并在2008年出版与此相关的一本著作《天潢真人朱载堉》。今年年初,人民出版社果断决定再版修订本,令笔者兴奋与忐忑交加。当先坦诚告知读者,虽然本书某些素材与文字源自拙著《天潢真人朱载堉》,然而,串联这些

原始素材的思路却为本书所有,也是第一版思路的补充。

今年是朱载堉诞辰 475 周年、辞世 400 周年,特以此书纪念之。

戴念祖

岁古稀于北京陋室

辛卯年清明之日

## 文化史的诗情<sup>\*</sup>

黄翔鹏

001

朱载堉是一个科学家、律历学家、音乐家。人们也许还不太知道,他同时又是一个愤世嫉俗的诗歌作家。科学家的冷静头脑和艺术家的入世激情在这位杰出人物的身上构成了一个不可思议的、相依并存的和谐同一体。

哪里有人类的创造活动,哪里就有诗。朱载堉不仅在文学领域中写了诗歌,他在天文历法、数学、乐律学的领域中同样为人类的文化史留下了余韵犹存的诗篇。

古稀之年的朱载堉为邢云路的《古今律历考》作序。读者在掩卷之余可以想见这一对老友夜深忘倦、两相携手,“散步中庭,仰窥玄象”的情景。老人为什么没有睡意?他们从灿烂星空之中看到了什么?

星空的美,本来对世人并无私惠,未有偏袒;但只有忘我的人,才得深入它的极致,发掘它的蕴蓄和奥秘,知道它的古今之变,从而得到启迪,进而憧憬,因而欣喜如醉。朱载堉的心中还有更多的“星空”。借以观察天体运行的只是这些星空之一。天上有他昼夜揣摩的世界,地上也有他探

---

<sup>\*</sup> 此为本书1986年初版时黄翔鹏先生所写的卷头语,此次修订再版时有改动。黄翔鹏(1927—1997),中国音乐学家、音乐史家。曾任中国艺术研究院音乐研究所所长,中国音乐家协会常务理事、民族音乐委员会主任。

究不尽的文化宝藏；他透过无垠空间，穷索“自然天成之理”，又超越时间，心追往古，寻找久被歪曲了的历史真实。许多学术部门，像相邻的银河系那样被他串联起来，他出没于其间的宏观、微观世界，寻得精诚所至、金石为开的结果。在他的时代中，他是一个东方的、文艺复兴式的文化巨人。从中国的古代史中数下来，也令人回想起春秋战国时期诸子蜂起、百家并出的那样一个群星丽天的巨人时代。

人类的文化史上曾经产生过多少巨星？朱载堉在仰望星斗的时候，他可曾想到过自己在文化史的众多星座中将有个什么位置？可曾指望过，自己会成为其中的哪一颗？他也许未曾这样设想，但他确实应该知道自己的位置。历史上任何一知识领域的先觉者，都是深知自己的历史使命的人物。

朱载堉是从他的时代中，根据音乐实践的需要，寻得自己的历史使命的；也是检视了中国乐律学史这条“银河”中的每一个星座，才寻得自己应予开拓的领空的。中国的乐律学在学术体系的严密完整方面，本来就在当日的世界上占有先进地位，无论是知识积累的厚富和创造性发现的众多，都有良好的基础。宋、元以来，音乐艺术的发展久已越出了与庄园经济并行的歌舞音乐阶段，戏曲音乐的发展与艺人走码头的活动要求全国性的统一音高标准与自由旋宫的可能性，历史的新契机在等待着平均律理论的出现，等待着“新法密率”的诞生。

创造性发展的主、客观条件为什么集中体现在朱载堉的学术活动之中？学术史上并不是所有的人都能充分运用固有文化宝库的丰厚积累，从而创造出新成果的。因为，知道遗产的丰富者，未必知道其中的各种历史遗留问题；知道这些遗留问题的人，未必就能根据新的历史条件以及客观现实的需要而善于处理这些问题。在文化上有所建树的人，根基在“学”，施展在“才”；作为才、学统率的关键则是“识”。引导并使朱载堉学有所用、才有所展的是他千思百虑而得的卓越见识——大师的洞察力。

然而，朱载堉只是一个意态谦和、目光冷峻、长于静观的观察者吗？是的，却不完全如此。

他毫不介意于郑王世子的地位和享用，在世态炎凉之中自甘淡泊，能

够十九年“席藁独处”，像个苦行僧；他弃之如敝履地放弃王位，博得“让国高风”的美名，像个温良恭俭的儒者。就像他在每一个静夜中默对星空一样，也许人们会认为他是一个心如止水的人物。

人们可曾想到：他事实上是一个热血沸腾、心潮激荡，不太能容忍鄙陋俗见与精神枷锁的革新家和叛逆者。他看待学术史问题从来不用腐儒的眼光。古来的律家或尊司马迁，或尊班固；或拘泥于《通典》，或坚信陈旸《乐书》；甚至狭隘到仅奉蔡元定为宗师的人物，都把乐律学史看成了铁板一块。他却能够“考其异同而折衷之”（朱载堉所说的“折衷”一词，不是现今的调和矛盾之意，实指取其精华、弃其糟粕、去短用长的意思）。采取科学态度而不取宗法定说、死守一派的成见。腐儒的眼光中，一般地把文化的积累看做层层叠压、凝固起来的高楼大厦。独有杰出者的真知灼见能看得出：文化遗产进入新的历史时期，一旦遇上点燃发火的引线，即可成为沸腾着的，各个层次在运动中搅杂翻滚、渗透穿插，可在激荡状态中产生新的升华、达到新的高度的一种事物。

人类文化史中众多星座的出没运行如此和谐有序，它们不断地推陈出新而抒写出伟大诗篇，这是响彻过去与未来之间的、激动着无数伟大心灵的交响乐诗。

这是一首欣赏不尽、写之不尽的、永无终端的诗。

朱载堉就是它的作者之一。

## 前 言<sup>\*</sup>

(1986 年版)

001

朱载堉(1536—1611)是我国明代杰出的自然科学家、艺术家。他的成就是明代自然科学和艺术科学的顶峰,也为中华民族史增添了光彩。他是明仁宗朱高炽的第六代孙,他的父亲朱厚烷被册封为“郑恭王”,“王子载堉”的名字早在几百年前就传遍了欧洲学术界。他学识渊博、多才多艺。研究中国科学技术史的专家李约瑟博士称颂他为“文艺复兴时代的人”。

朱载堉处在我国的资本主义萌芽时代,艺术的大发展要求他那个时代确立音乐上的旋宫理论和统一音高标准。朱载堉适应这个时代的需要,为了解决几千年来音乐理论上的难题,却攀上了一个又一个的科学高峰,涉足了自然科学和艺术科学的广泛领域。

在音乐理论上解决旋宫问题的必然的而且唯一的结果是发现十二等程律,朱载堉称它为“新法密率”。为了创建“新法密率”,他不得不同步解决一系列围绕着它的自然科学课题。首先,必须找到计算十二等程律的数学方法。为此,他在世界上最早解答了已知等比数列的首项、末项和项数,如何求解其他各项的方法;最早找到了不同进位制的小数换算方法;为了解决繁重的数学演算,他最早运用珠算——当时的一种商业用数

---

<sup>\*</sup> 修订再版时有改动。

学工具——进行开方计算。为了找到历史上的音高标准,他研究了计量学和物理学的某些问题,他的关于历代度量衡制变迁的深刻研究一直影响到今天;他提出了一个系统的管口校正方法及其计算公式;他精确地测定了水银密度,透彻地研究并实验了完全八度和纯五度等的和声问题。在我国传统的律历和谐观念的影响下,他又不得不去研究天文历法,从而精确地计算了回归年长度值,精确地测量了北京的地理纬度和地磁偏角。功到自然成,他所做的一切努力,终于使他在世界上第一个攀登上了十二等程律的理论高峰。

寻求十二等程律和统一音高标准不是一个纯粹的自然科学课题,提出并解决这个课题要有高深的音乐造诣,要考察并研究各种乐器及其古今变化。朱载堉在这方面的工作和他在自然科学方面一样博大精深。他谱写了大量的乐谱、操缦谱、旋宫谱,撰写了大量的充满激情的歌词,制造了许多乐器,探讨了不少乐器的发音规律和物理功能,研究了音乐史、乐器史。然而,在艺术科学,朱载堉远不止是一个音乐家、文学家、音乐史家和乐器史家,乐器制造家,他还是一个舞蹈设计家和理论家,并且还擅长白描画。他描绘了我国历史上最详尽的舞图和舞谱,是我国历史上舞谱的集大成者。

历史上任何一个伟大的科学理论奠基人,也必定要在哲学思想上作出这种或那种建树,朱载堉也不例外。他的著作充满了科学哲学和辩证思想的光辉。

朱载堉是我国古代社会末期和近代社会前夜的一颗科学和艺术巨星,是明代一位百科全书式的学者。如果我国在明末、清初能继续造成自然科学正常发展的土壤和环境的话,他无疑是我国近代科学和艺术的第一创始人。

作为一个科学家和艺术家,朱载堉是一个革新者。对待文化遗产,他不是因循守旧,而是批判继承;对待科学问题,他不是“格物穷理”,而是尊重实践、注重实验;对待艺术问题,他不是复古,而是创新,不是守旧,而是改造。不畏权威、不从古训、崇尚真知、追求真理,是朱载堉伟大、高尚的精神。

作为皇室嫡系子孙,朱载堉是一个叛逆者。青少年时期,他“席藁独处十九年”,自称“山阳酒狂仙客”;晚年,他执意让爵,簞食瓢饮,自号“道人”;他痛斥钱财“为富不仁”,诅咒权势“狗畜生”。他的思想和品质具有相当的人民性。和那种“两眼官势钱、一身奴才相”的人形成鲜明对比,他是封建社会中难得的天潢真人。

王子载堉首先是在欧洲学术界出名的。他和他的学术成就在我国长期受到不公正的待遇。近半个世纪,欧美学术界的某些人抱着“西方的科学思想比东方优越”的观点,拙劣地或巧妙地与朱载堉争优先权,在这方面,李约瑟博士的有关论述是公正的、有根据的。

contents  
| 目 录

修订版序/001

文化史的诗情/001

黄翔鹏

前言 (1986 年版) /001

一 家世/001

|           |     |
|-----------|-----|
| 宗藩 .....  | 001 |
| 父亲 .....  | 010 |
| 外舅祖 ..... | 018 |

二 生平和著作/023

|                  |     |
|------------------|-----|
| 青少年时期 .....      | 023 |
| 创新音乐理论的年代 .....  | 027 |
| 奏疏宗室子弟入学入仕 ..... | 032 |
| 七疏让国 .....       | 035 |
| 晚年 .....         | 041 |
| 著作 .....         | 045 |

三 创建十二等程律/054

|              |     |
|--------------|-----|
| 三种律制 .....   | 055 |
| 新法密率 .....   | 066 |
| 不拘“隔八” ..... | 075 |
| 文化背景 .....   | 081 |

#### 四 等程律的管弦乐器/088

|               |     |
|---------------|-----|
| 均准·····       | 089 |
| 管乐器的末端效应····· | 092 |
| 管口校正·····     | 097 |
| 乐器制造·····     | 104 |

#### 五 音乐实践/114

黄翔鹏

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 音乐人生·····               | 115 |
| 探索继承关系,恢复旋宫古法·····      | 126 |
| 歌曲、乐曲的初级教学体系和有量记谱法····· | 131 |
| 音列、音域与作曲问题·····         | 133 |
| 采录民间乐曲及其精确记谱·····       | 135 |

#### 六 文学、舞蹈与绘画/137

|          |     |
|----------|-----|
| 文学·····  | 137 |
| 舞蹈·····  | 148 |
| 白描画····· | 156 |

#### 七 数学和计量/160

|                   |     |
|-------------------|-----|
| 求圆周率·····         | 161 |
| 珠算开方·····         | 164 |
| 九进制和十进制的小数换算····· | 166 |
| 由四项组成的等比级数解·····  | 171 |
| 计量及其历史探索·····     | 175 |

#### 八 天文历法/183

陈美东

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 背景·····              | 184 |
| 黄钟历和圣寿万年历·····       | 188 |
| 对回归年长度及其古今变化的研究····· | 193 |

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 《黄钟历议》和《万年历备考》 .....   | 198 |
| 上进《历书》引发的风波 .....      | 208 |
| <b>九 新法密率在中国/220</b>   |     |
| 明朝宫廷的态度 .....          | 220 |
| 康熙帝的实用主义 .....         | 223 |
| 乾隆无理“辟识”朱载堉 .....      | 224 |
| 《律吕正义后编》的诬蔑之词 .....    | 228 |
| 明知而随俗的陈澧 .....         | 231 |
| “一见而屈服”的江永 .....       | 233 |
| <b>十 等程律向西传播/238</b>   |     |
| 西方“等程律音阶的起源是模糊的” ..... | 238 |
| 斯蒂芬和梅森的等程律 .....       | 241 |
| 从东向西传播 .....           | 246 |
| 历史回顾 .....             | 255 |
| <b>附 录/264</b>         |     |
| 一、“郑端清世子赐葬神道碑”注释 ..... | 264 |
| 二、朱载堉年谱简编 .....        | 278 |
| 三、参考文献 .....           | 298 |
| 后记 (1986 年版) .....     | 307 |
| 跋 (修订版) .....          | 310 |
| 专有名词索引 .....           | 313 |
| 人名索引 .....             | 315 |

朱载堉出身皇族,是明仁宗朱高炽的第六代孙。皇族出身令他一生跌宕起伏;皇族的丰厚生活,也使他有闲做学问。对于日益庞大的皇族,明朝廷制定了严格的“宗藩条例”予以约束、管制。朱载堉既是孝子贤孙,也是遵纪守法的典范。

## 宗 藩

封建帝王将其子弟分别封至各省、府、州为王,受封的皇族称为宗藩,也作宗蕃。藩有屏卫之意,宗藩受封之地,又称藩国。帝王将其子弟分封出京、远赴藩国,一则由子弟们保家卫国,尤其是护卫疆土,或谓“屏卫皇室”。在新朝刚立之时,边疆重镇,往往由皇族子弟防守,安全可靠;二则将子弟分别藩篱屏蔽于各地,免除子弟之间纷争闹事,更免除众多子弟对京城皇储之危,无夺宫谋逆之忧。受封的帝王子弟便是亲王。明代 276 年间,为确保这两个目的,御制宗藩条例,以严格约束、限制宗藩行止。

明太祖朱元璋有 26 子,嫡长子朱标(懿文太子)早卒,除两子夭殇外,其余 23 子皆得封王。由于嫡长子早卒,朱元璋将帝位传于长孙朱允炆,是为建文帝。

不几年,朱元璋第四子、燕王朱棣发起靖难之役,从其侄朱允炆座中

夺得帝位,是为明成祖。成祖朱棣4子,长子朱高炽继位,子高熾(xī)不详何故未封,得封者二王。仁宗朱高炽10子,长子朱瞻基(宣宗)继位,第四子瞻垠早卒,得封者八王。其中有第二子郑靖王瞻埈,第三子越靖王瞻墉等等。瞻埈就是朱载堉的上五世祖。其后,明代各帝王与诸藩均为成祖朱棣这一房族。200余年之皇朝更迭,子孙繁衍不胜数。

在“郑靖王”、“越靖王”这些王爵名称中,第一字是封邑,如“郑”、“越”;第二字是谥号,如“靖”;第三字是爵位。朱厚烷、朱载堉父子是郑靖王之后,朱厚烷称为“郑恭王”,朱载堉称为“郑端清世子”,其中,“郑”是封邑,“恭”与“端清”是谥号,“王”或“世子”是爵位。各王府对朝廷行文自称“×府”。郑恭王府称“郑府”,载堉也自称“郑府”。六部行文也称“郑府”。朱载堉生前为自己著作或奏疏落款为“郑世子(臣)载堉”。当他的名字传遍欧洲时,人们只知其为“王子载堉”,而不知其姓,也不知“郑”为何意。甚至有误“郑”为姓者。19世纪德国最伟大的科学家赫尔姆霍茨(H. von Helmholtz, 1821—1894)在其巨著《论音感》中曾说“在中国人中,据说有个名叫载堉的王子”云云<sup>①</sup>,竟不知其姓。

亲王在王府内每日常朝,亲王发放言语称裔旨。同城三司府、州、县及守御卫,分等级,每月初一、十五到王府拜望。出使官员或路经宗藩之国的官员,有朝见亲王礼,但不许亲王赏赐物件,以免有拉拢腐蚀京官之嫌。

明初,亲王间以庆贺入朝。靖难之变后,亲王有出藩国府城之禁。凡遇万寿圣节(天子生日)、正旦、冬至三大节,各宗藩只在其府内行遥祝礼。府内各官人等,按爵职尊卑,立班行礼。凡遇诏敕或庆贺等礼仪,亲王、郡王年老有疾,不能行礼者,先期奏请,由世子、世孙代行,而府中诸务,仍自行管理,不许世子世孙干预,以防起衅端。如确不能管府事之亲王,必先奏行、勘明,待敕下世子代行方可。

宗室为善者,皇上赐敕赐物,以示奖谕,但不许奏请建牌坊。敕建朱

<sup>①</sup> H. von Helmholtz, *On the Sensation of Tone as a Physiological Basis for the Theory of Music*. Trans. by A. J. Ellis, New York: Dover Pub., INC., 1954, pp. 548—549.

载堦“让国高风”牌坊，是明代宗藩条例之一特例。凡宗室有过犯，视轻重治罪，连同其党羽在内，重者高墙禁锢或闲宅禁之，子孙降为庶人。高墙、闲宅即今之监狱。除安徽凤阳有高墙、闲宅外，各省城也有闲宅。凡罪宗，其庶人只给口粮，男女婚嫁之事，一律免请。坐罪宗人，入高墙闲宅，可携家眷，除给名粮外，担柴挑水、洗衣煮饭，一律自食其力。对于天潢贵胄，这可是相当重的处罚了。

为防“藩王先后谋不轨，遂设为厉禁，所以钳制之者无不至”<sup>①</sup>。宗藩无诏，不得进京；宗藩之间，不得往来探视。甚而出城省墓，亦需奏请，二王不得相见。嘉靖四十五年（1566），禁宗室遣人久留京师<sup>②</sup>。弘治中，周太后思念其子崇王见泽，特召之。礼部尚书倪岳奏：自宣德以来，除襄王一人入朝外，无亲王朝见之事。最后，还是不允许周太后召见<sup>③</sup>。万历中，潞王翊（yì）鏊（liú）年少赴封地，他与神宗翊钧为亲兄弟，同为李太后所生。有一年，郑贵妃念其亲生儿子福王常洵，欲不使他赴藩，借口李太后将过万寿节，待过节后再就藩。此时，李太后亦说，吾儿潞王可否来京为吾过寿节？<sup>④</sup>

宣德四年（1429），梁王瞻埈就藩安陆。襄王瞻埈就藩长沙，正统元年（1436）又徙襄阳。他们是异母兄弟。在襄王自长沙徙襄阳路中，过梁王封地安陆，兄弟相见，“留连不忍去。濒别，瞻埈恸曰：‘兄弟不复更相见，奈何！’左右皆泣下”<sup>⑤</sup>。这次兄弟相见，大概瞒过了朝廷，而襄王瞻埈与郑简王祁鐭之相见就不同了。

正统十四年（1449），英宗北狩，太后召襄王瞻埈监国入京，路过郑简王封地。时朱祁鐭为郑王世子。当襄王“经新乡，祁鐭不请命，遣长史往迎。英宗闻之不悦，赐书责让”<sup>⑥</sup>。

① 赵翼：《廿二史劄记》卷三二，《明分封宗藩之制》。

② 谈迁：《国榷》卷六四，嘉靖四十五年十二月戊子。

③ 赵翼：《廿二史劄记》卷三二，《明分封宗藩之制》。

④ 赵翼：《廿二史劄记》卷三二，《明分封宗藩之制》。

⑤ 《明史》卷一一九，《诸王传四》。

⑥ 《明史》卷一一九，《诸王传四》。