

激光原理中高斯光束聚焦的探讨

杜戈果 深圳大学工程技术学院 深圳 518060

【摘要】针对激光原理教材中高斯光束聚焦这一节不易被学生理解的问题,提出了另外一种讨论高斯光束聚焦的方法,可得到与教材中一致的结论,但更易于为学生理解和接受,并在教学实践中证实了这一点。

【关键词】激光原理 高斯光束 聚焦 数学分析

Discussion of Focusing Gaussian Beam in Teaching the Course "Theorem of Laser"

Du Geguo

College of Engineering and Technology, Shenzhen University, Shenzhen Key Laboratory of Laser Engineering, Shenzhen, 518060

【Abstract】In course of teaching the course "theorem of laser", another analysis of focusing Gaussian beam was presented from the point of mathematic view because the method in the teaching material is hard to understand. This is helpful to college students' apprehension and is proved as a better way in teaching practice.

【Key words】theorem of laser; Gaussian beam; focus; mathematic analysis

笔者在从事激光原理教学中,采用的教材为国防工业出版社出版的周炳琨、高以智等人编著的“激光原理”(第4版)。书中第二章第十一节讲授“高斯光束的聚焦和准直”。教材是这样处理聚焦这个问题的。首先分两种情况讨论:第一种情况,透镜焦距 F 一定时,分析高斯光束经透镜变换后新的腰斑半径 ω_0' 随距离 l (变换前高斯光束的腰斑至透镜的距离)的变化关系;又分三种情况进行讨论:其一,当 $l < F$ 时;其二,当 $l > F$ 时;其三,当 $l = F$ 时。第二种情况,距离 l 一定时,分析 ω_0' 随透镜焦距 F 的变化关系,仅给出曲线,从图中得到结论为 $F < \frac{R(1)}{2}$ 时透镜起聚焦作用($R(1)$ 表示高斯光束到达透镜表面上的波面的曲率半径)。综合两种情况,书中给出结论:为使高斯光束获得良好聚焦,通常采用的方法是:用短焦距透镜;使高斯光束腰斑远离透镜焦点,从而满足条件, $l \gg f$, $l \gg F$; 取 $l=0$, 并设法满足条件 $f \gg F$ 。按这种方法讲解,学生普遍反映不利于记忆,知识点较散,不易理解和掌握,学习效果较差。笔者参阅了几本参考书^[1-3],均采取这种讲解方法。笔者认为教材中的这种讲解方法太分散,有点只见树木,不见森林。为此,笔者提出了下面的方法,并在教学中先按照教材的方法上课,然后按照笔者提出的方法上课,学生听后普遍反映后者言简意赅,易于理解和掌握。

基本问题

如何用适当的光学系统将高斯光束聚焦(只讨论单透镜的聚焦作用)。在前面课程中,已经得到高斯光束经透镜变换后像方高斯光束腰斑的大小 ω_0' 随物高斯光束的参数 ω_0 、 l 及透镜的焦距 F 而变化的情况,即 $\omega_0'^2 = \frac{F^2 \omega_0^2}{(F-1)^2 + (\frac{\pi \omega_0^2}{\lambda})^2}$ 。要想实现透镜对高斯光束的聚焦,就是通过合理选择参数 F 、 l 使 $\omega_0' < \omega_0$ 。

分析方法

我们先从数学的角度入手。欲使 $\omega_0' < \omega_0$, 则必须

$\frac{F^2}{(F-1)^2 + f^2} < 1$, 其中, $f = \frac{\pi \omega_0^2}{\lambda}$ 为变换前高斯光束的共焦参数。

第一种情况,透镜焦距 F 一定时,经过整理,得到一元二次不等式 $l^2 - 2Fl + f^2 > 0$, 其中 $\Delta = 4F^2 - 4f^2$ 。

(1) 当 $F > f$ 时, $\Delta > 0$, $l^2 - 2Fl + f^2 = 0$ 的解为 $l = F \pm \sqrt{F^2 - f^2}$, 说明当 $1 < F - \sqrt{F^2 - f^2}$ 或 $1 > F + \sqrt{F^2 - f^2}$ 时,不等式成立,即满足 $\omega_0' < \omega_0$ 。

(2) 当 $F < f$ 时, $\Delta < 0$, $l^2 - 2Fl + f^2 = 0$ 无解,说明任意 l 取值均满足不等式成立,即满足 $\omega_0' < \omega_0$ 。(当然,根据实际情况,应该 $l > 0$)

第二种情况,距离 l 一定时,得到一元一次不等式 $-2Fl + l^2 + f^2 > 0$, 求得 $F < \frac{l^2 + f^2}{2l}$, 而 $\frac{l^2 + f^2}{2l} = \frac{1}{2} l (1 + \frac{f^2}{l^2}) = \frac{R(1)}{2}$, 即 $F < \frac{R(1)}{2}$ 时,满足 $\omega_0' < \omega_0$ 。

在第一种情况下,如果结合数学图象,更有助于对问题的理解。先由等式 $\omega_0'^2 = \frac{F^2 \omega_0^2}{(F-1)^2 + (\frac{\pi \omega_0^2}{\lambda})^2}$ 画出 $\omega_0' \sim l$ 的曲线,如下图所示。

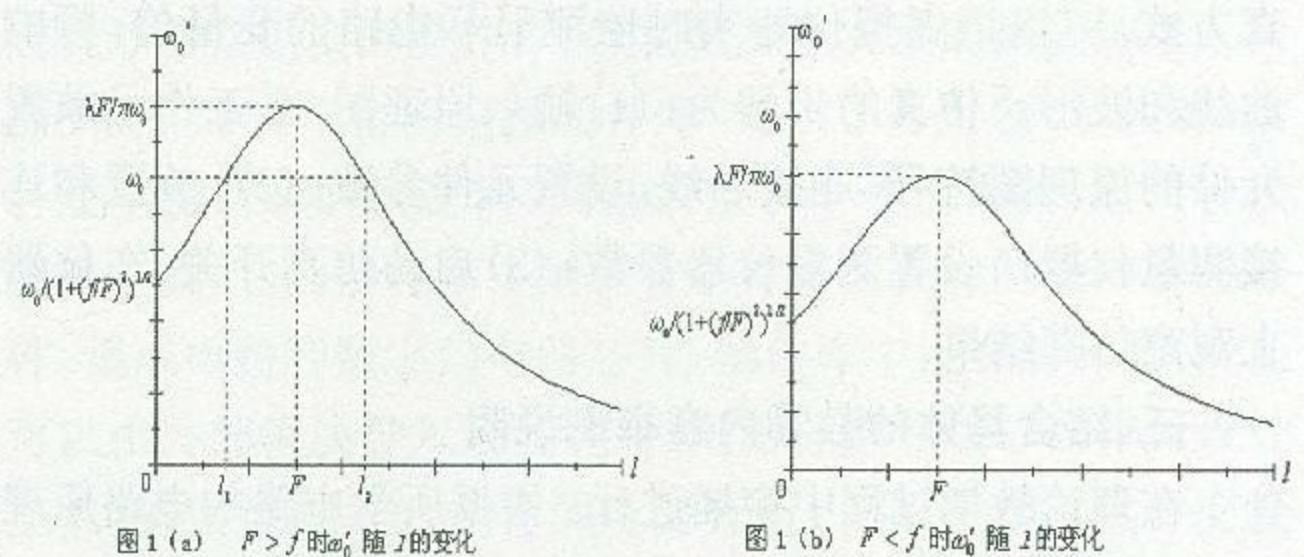


图1(a) $F > f$ 时 ω_0' 随 l 的变化

图1(b) $F < f$ 时 ω_0' 随 l 的变化

图1(a)、(b)分别对应 $F > f$ 和 $F < f$ 的情况。对图1(a), 曲线的最大值为 $\frac{\lambda F}{\pi \omega_0}$, 而且 $\frac{\lambda F}{\pi \omega_0} > \frac{\lambda f}{\pi \omega_0} = \frac{\lambda}{\pi \omega_0} \frac{\pi \omega_0^2}{\lambda} = \omega_0$,

故直线 $\omega_0' = \omega_0$ 与曲线相交得到两个交点, 分别对应于 $l_1 = F - \sqrt{F^2 - f^2}$ 和 $l_2 = F + \sqrt{F^2 - f^2}$ 。从图中可以看到, 当 $l < F$ 时, ω_0' 随 l 的减小而减小, 所以 l 取值满足 $l < l_1$ 时, 就可实现高斯光

束的聚焦;当 $l=0$ 时, $\omega'_0 = \frac{\omega_0}{\sqrt{1+(\frac{f}{F})^2}}$, 总是小于 ω_0 , 并且

$f \gg F$ 时, 聚焦效果越好;当 $l > F$ 时, ω'_0 随 l 的增加而减小, 所以 l 取值满足 $l > l_2$ 时, 可实现高斯光束的聚焦, 而且当 $l \gg F$ 时, 聚焦效果越好。对图 1(b), 曲线的最大值 $\frac{\lambda f}{\pi \omega_0}$ 小于 ω_0 ,

直线 $\omega'_0 = \omega_0$ 与曲线没有交点, 即任意 l 取值均满足 $\omega'_0 < \omega_0$ 。对 $l=F$ 的特殊情况, 此时曲线取极大值 $\frac{\lambda f}{\pi \omega_0}$, 仅当 F 小于

$f(\frac{\lambda f}{\pi \omega_0} < \frac{\lambda f}{\pi \omega_0} = \omega_0)$ 时, 透镜才有聚焦作用。在这样讨论的

基础上, 就可得到与书中相同的结论。

小结

通过从数学角度分析高斯光束的聚焦问题, 可以得到与教材中一样的结论, 但与教材中的分析方法不同, 更易于为学生接受。在教学实践中, 可以采取两种方法同时讲解或者讲解后者让学生自学前者的方法, 都可收到不错的教学效果。

参考文献

1. 李士杰, 张书练编著. 应用激光基础. 浙江大学出版社. 1994,
12. 陈钰清, 王静环编著. 激光原理. 浙江大学出版社. 1992, 5.
3. 李士杰, 姜亚南主编. 激光基础. 机械工业出版社.

电钢琴在钢琴集体课教学中的作用

刘萍¹ 陈震²

1、黄冈师范学院 湖北黄冈 438000 2、鄂州电信分公司 湖北鄂州 436000

【摘要】本文以高师钢琴集体课教学的教学设备——电钢琴为讨论对象, 通过电钢琴对集体课教学的重要性、教学法的学习、复调作品的训练、电脑音乐的制作四个方面展开论叙, 使更多的人了解电钢琴的作用。望本文对高师钢琴集体课教学有一定的帮助和借鉴作用。

【关键词】电钢琴 教学手段 教学相长 思考 复调 电脑音乐 中英文对照 翻译

【Abstract】This text canvass electro-piano which usually be used as a didactical equipments through collective piano teaching of high normal school. Show the use of electro——piano by discussing the essentiality of collective piano teaching, the studying of tuition fee, the training of composing, the incitement of music by computer. Hope this text could do good function while teaching the collective piano subject.

电钢琴是钢琴集体课的主要教学设备, 其多样变化的音色、节奏; 方便、快捷的使用方法以及能提供和学生面对面的交流方式使之成为钢琴集体课教学必不可少的教学手段, 深受广大师生的欢迎。结合教学经验, 谈谈电钢琴在集体课教学中的作用。

一、电钢琴教学的重要性

随着近年来扩招大气候的影响, 音乐教育专业招生人数大幅增加, 师生比偏小, 学生素质参差不齐等因素, 势必给教学带来一定的困难, 原来固有的一对一的教学模式, 口传心授的教学方法受到了较大的冲击。钢琴课的改革势在必行。随着小组课、集体课的出现, 电钢琴作为重要的教学手段应运而生。它既可以满足一对多的教学需要, 又可以适应不同程度学生学习的需要, 同时还能锻炼和培养学生的合作精神, 有助于在以后的实践中发挥作用。

二、电钢琴教学有助于教学法的学习

师范学院音乐系每年都有数量较多的毕业生走上教学岗位, 然而这远远不能满足各地对音乐师资以及蓬勃发展的少年儿童钢琴学习热的需要, 因此培养师范学生具有一定的钢琴教学能力是培养师资队伍的必要环节。

1、电钢琴集体课教学有助于教学相长。钢琴专业课在高等音乐师范教学中是一门必修课, 而目前每年招收的师范学

生除极少数是从小或连续学过几年钢琴以外, 其余的几乎都不具备钢琴基础。所以, 师范部的学生学习钢琴的过程与儿童学习钢琴的过程有所不同。

孩子学琴是以感性知识为主, 大多是知其然而不知其所以然, 在教师的管教下, 十几岁的孩子就能演奏一些技巧艰深的作品。但是, 他们对于学习钢琴的方法却知之甚少。而师范的学生大多属于成人, 他们在学习钢琴的过程中一般存在一些生理上的不利条件, 容易遇到困难。在电钢琴的教学过程中, 学生的问题在课堂上反映出来, 在解决这些问题时, 全体学生都开动脑筋想办法, 从而积累了比较丰富的理性知识, 能谈出道理来, 这样也就具备了利用所学知识从事普及音乐教育的能力。

2、电钢琴集体课教学有助于学生养成独立思考的习惯。师范专业的学生由于是成人, 他们的逻辑思维发达, 教师对他们讲解弹奏方法他们能接受, 会用脑子思考。能在学习中体会、理解。比方说: 学习跳音的弹奏方法, 具体说是“.”的弹奏时。在这个问题上, 教儿童时只能用比喻的方法如: “拍皮球”等。再进一步解释道理, 他就听不进去了。而师范专业的学生他们愿意听、能接受, 并能通过理解辨别比较来掌握“顿音”和“断连音”(Portamento)的弹法, 在这个过程中他们既学会了如何弹奏, 在同学的弹奏中找问题, 也就学会了