



可压缩流动声干涉现象也具有迈克尔逊 莫雷效应

刘卫平¹,苏本庆²,席德科¹,杨新铁¹,

(¹西北工业大学 航空学院,西安 710072; ²新乡师范高等专科学校 物理系,新乡 453000)

刘卫平

摘要:流体力学的守恒方程组,有一种小扰动近似处理方法,可以写成协变不变的形式,并且可以写出广义相对论线元。误差量级不大于现有对相对论效应验证试验的精度。所以可压缩流动也具有回路声干涉条纹不随风速变化而变化的效应,本文从数值模拟实验和实际的声干涉实验两方面证明此现象确实是存在的。

关键词:可压缩流动;协变不变原理;波动方程;干涉;迈克尔逊 莫雷实验

中图分类号:O436

文献标识码:A

文章编号:1003-8728(2007)09-1144-03

Mackerson-Morei Experiment in Sound Interference of Compressible Fluid

Liu Weiping¹, Su Benqing², Xi Deke¹, Yang Xintie¹

(¹ School of Aeronautics, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710072;

²Department of Physics, Xinxiang Normal College, Xinxiang 453000)

Abstract: An approximate small disturbance method for the conservative equation of fluid mechanics can be written in the form of covariant invariability. And the metric invariant of extensional relativity in compressible fluid mechanics can also be given. The magnitude of error is not greater than the error of experiment for verification of relativity effect. Therefore, in compressible fluid there exists the phenomenon where the stripe of loop sound interference is invariant to the speed of wind. Numerical simulation and sound interference experiment all demonstrate that such a phenomenon does exist.

Key words: compressible fluid; covariant invariability; interference; Mackerson-Morei experiment

20世纪中期至今,自从 67年,美国物理学家 G Feinberg发表“超光速粒子的可能性”论文,Bohm在 Aspect实验后也提出,把相对论看成更广泛的某种学说的近似,以便在更深层次发现超光速。以后我国秦元勋,张操,倪光炯,曹盛林,黄志洵,杨文熊等教授分别给出了不同的数学描述。这些看法都强调实验所显示的物质性和数学方法上的非线性,凸显了学科间的交叉和借鉴的必要性。特别是重温迈克尔逊莫雷实验理论上争论的历史以后,就可以发现,当时对于洛伦兹提出的波动方程变化的解释并没有很好的给予回答。洛伦兹对于相对高速运动状态下建立了新的波动方程,即

$$(1 - \frac{v^2}{c^2}) \frac{\partial \phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \phi}{\partial y^2} = 0$$

此波动方程在当时的条件下被洛伦兹赋予了刚

体介质收缩的错误解释,而实质上此方程正是可压缩流动的小扰动方程,因此它理论上也应当满足回路声波干涉条纹不随风速移动的特性^[1]。时至今日,人们已经证明了从 NS方程可以推导出电动力学方程组的相同形式^[2],而且对于远低光速下的电磁波实验已经可以移植到水声池里面进行。那么对于相对有一定量值的相对运动坐标系内的电磁波动方程,洛伦兹给出的数学形式是否有其他学科领域可借鉴的原则^[3],我们想通过实验来说明这个问题。

为了避免不必要的疑惑,比如人们常识总认为光波速度非常高而声速较低,两种现象本质不同因而不具有可比性的问题。让我们研究无量纲方程。这样在数学模型上就只考虑相对量和一些无量纲量的组合^[4],以便探求复杂系统的深刻本质,只要数学模型是一样的,那么揭示的本质也是类似的。

1 从实验的基础上允许对相对论进行高阶修正

实践是检验真理的最高标准,相对论已经被迈克尔逊莫雷一类物理试验间接证明在空间上有(v/c)两阶的精度^[5]。但是确实的尺缩和时延至今还有待进一步实验验证。所以无论从试验角度,还是理论角度,为了把相对论都看成更广泛的某种学说的近似。这种新的理论偏离相对论理论的空间就应当是实验数据准确度所允许的范围。

而空气动力学方法恰恰可用于这样的试探^[6]。比如,回路声速干涉条纹也是在2阶精度的测量中可以看成是不随来流速度变化而移动的^[7],其变化的范围是 $v = 160 \text{ m/s}$ 。笔者为此作了数值试验。采用如下的回路声干涉的反射模型,初始声波由声源1发出,流动介质相对音速的比例为0.2,0.5等不同数值。采用线化的小扰动方程^[8],通过数值试验计算出两个声源1经过如图的反射后声波产生干涉条纹位置,从而观察他们是否得到和迈克尔逊莫

雷试验相同的结果^[9]。如果数值试验的条纹也不移动,那么迈克尔逊试验就有一个新结论。以传播介质是固体为前提得到的流体介质也不存在的思考方法是不对的。

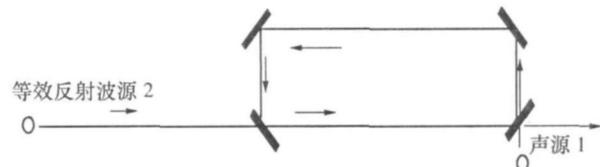


图1 反射声波原理图

为了便于和实验进行对比,采用声源频率 $n = 3.40 \text{ kHz}$,反射声波用等效反射源发出的声波来代替,如图1所示。两声源相距 $X = 2 \text{ m}$ 的距离,声速取海平面标准大气条件。本文实际所作的计算作了简化,其效果是一样的,下面是计算的干涉条纹结果如图2所示。

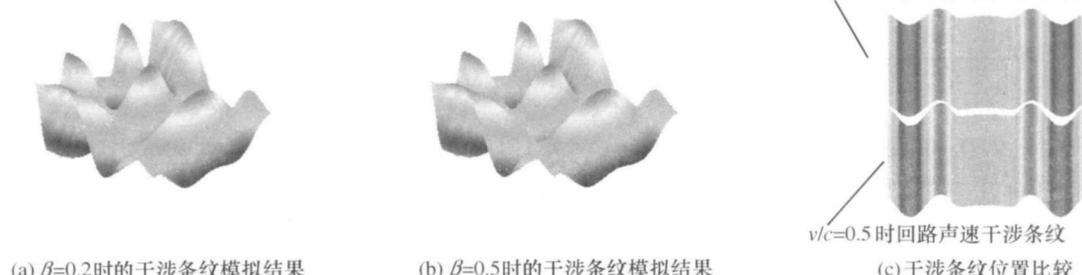


图2 干涉条纹位置模拟图

从图中明显看出条纹没有移动,声的回路干涉条纹也是不随介质的流动速度变化的,此原因是可压缩性效应抵消了携带声信号的移动勒效应^[10]。除此以外,德国工程师 Norbert Feist也在高速移动车辆上作了多普勒测速仪试验,得到的干涉条纹同样是不移动的^[11]。

2 试验实例

目前正在西北工业大学流体力学系进行实际的声波干涉条纹受风速影响试验,进一步验证声波传播中有迈克尔逊莫雷试验一样的原理。而从回路声速试验得到的声速协变不变原理的精度和迄今为止光学试验的空间精度一样都是2阶^[12]。这种试验结果的精度还说明,无论对声波还是光波的罗伦兹变换在空间上从2阶以上进行修正都不和现有实验结果矛盾的。具体实验装置如图3所示。

和数值计算一样,采取频率为3.4 kHz等效声源代替反射声音回波,声源间距2000 mm,风速 u 采

取15 m/s,60 m/s,100 m/s,160 m/s,以及负的相同速值,干涉波峰波谷测量位置精度0.3 mm,这样计算起来,正好相对于迈克尔逊实验的2阶误差极限情况,对应不同风速实验结果的干涉驻波波形如图4所示。

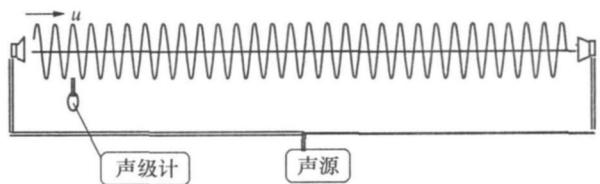


图3 装置示意图

实验结果看出,如果作为刚体假设,那么最大风速160 m/s时干涉条纹移动量应当为0,但是实际的移动量只有5 mm,这是一种3阶的移动量,需要更高的灵敏度才能测量出来。

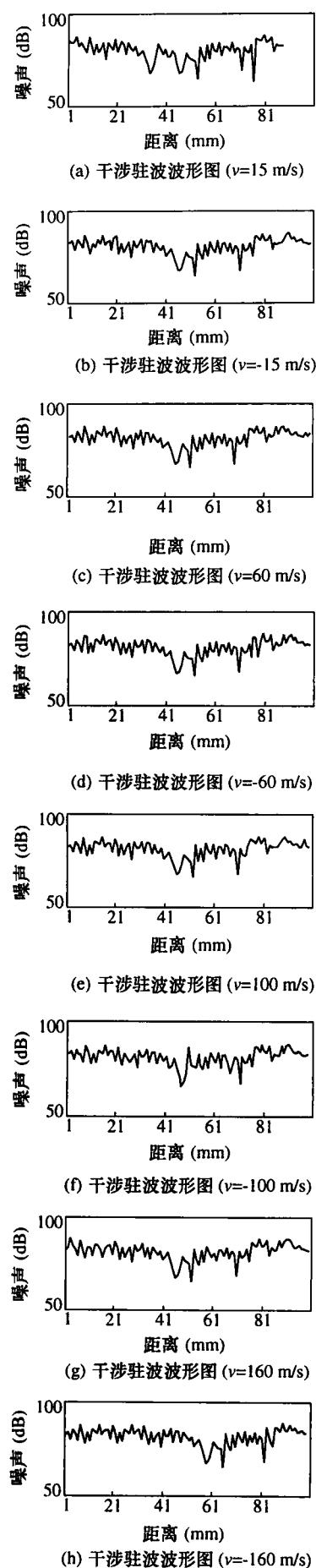


图 4 干涉驻波波形图

3 结束语

这个实验的结果也说明,尽管洛伦兹当时的刚体以太假设不合适,但是如果作为一种可流动的可压缩的介质方程,还是能够满足实验测量的结果的。当初否定洛伦兹给出波动方程的假设的理由是不充足的。空间介质理论从线化走向强非线性描述可以从空气动力学得到借鉴。即就数学描述上还会有出入。强非线性系统可以从椭圆形无奇点过渡到双曲型的规律也可以为我们突破光障的实验得到入门的线索。事实上,迈克尔逊 莫雷实验结果并不是完全没有干涉条纹移动,测量出来的移动量是 2 阶以上的,空气动力学的非线性处理方法可以作为这种移动量分析的一种借鉴,但空气动力学的非线性处理方法也不会是终极理论,它也有内在矛盾,我们交叉借鉴它们并通过实验检验它,学科的边界会越来越模糊,最后使这些理论都会进一步发展。

[参考文献]

- [1] 廖铭声.流体不变论 [M]. 上海科技出版社,1993
- [2] 杨新铁.麦克斯韦尔方程和连续介质方程的一致性 [J]. 力学,2000,25(8)
- [3] 杨文熊.粒子超(广义)非线性速度,时间的相对不对称效应和随体力学公式 [J]. 数学力学学报,1993,18,6
- [4] 杨文熊.高速粒子的质量守恒性 [J]. 数学力学学报,1993,18,7
- [5] Yang X T, et al. The application of aerodynamic method in the development of relativity [A]. WCCPA [C], Nanjing, China, 2001
- [6] Yang X T, et al. Lorentz time-space relation is only a transform from incompress flow to compress flow [A]. WCCPA [C], Nanjing, China, 2001
- [7] 杨新铁,赵双任.加速器中超光速粒子试验和检测方法探讨 [J].北京广播学院学报,2003,11(增刊)
- [8] 黄志洵.超光速研究新进展 [M].北京:国防工业出版社,2002
- [9] Mamanis H. Analogy between Navier-Stokes equations and Maxwell's equations: application to turbulence [J]. *Journal of Physics of Fluids*, 1998, 10(6): 1428~1437
- [10] 黄志洵. EPR思维研究中的若干问题 [J].北京广播学院学报,2003,11(增刊): 27~39
- [11] 黄志洵.超光速研究的量子力学基础 [J].中国工程科学,2004,6(4): 14~25
- [12] 杨新铁.可压缩流体的协变不变原理和广义相对论线元 [J].北京广播学院学报,2003,11(增刊)