

浙江師範大學

ZHEJIANG NORMAL UNIVERSITY



科技论文写作

题 目：狭义相对论下的视觉效应（文献综述）

学 院：物电

专 业：物理

学生姓名：管可祺 学号：201730190219

完成时间：2020.9

狭义相对论下的视觉效应（文献综述）

管可祺

September 30, 2020

Abstract

爱因斯坦的相对论是现代物理学最优美的理论之一，它所描述的近光速运动的世界与我们日常生活所能见到的世界格格不入。当我们用日常生活的直觉思考时，就会出现与相对论有关的许多悖论和疑惑：例如梯子悖论，双生子悖论等等。狭义相对论提出后的很长时间，人们似乎都认为尺缩效应是肉眼可见的。Terrel和Penrose在1959首次正式提出了不同的观点。

1 引言

1905年，爱因斯坦发表了《论动体的电动力学》，创立了狭义相对论。相对论中的时空观与经典力学有很大的不同。当物体以接近光速的速度运动时，会出现种种违反我们日常生活直觉的现象。其中最著名的现象之一就是“尺缩效应”。当一根长度为 L 小棒以速度 v 相对于静止参考系运动时，在静止参考系下，该小棒的长度会缩短为 $L\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$ 。很长时间以来，人们似乎都认为尺缩效应是肉眼可见的。1922年，洛伦兹在一篇文章[2]中表示，洛伦兹收缩效应可以被实际拍摄到。1939年，Gamow在他的著名的科普书《The New World of Mr. Tompkins》[3]中描绘了一个相对论效应非常明显的想象世界，在这个世界中，洛伦兹收缩随处可见。大家都认为这就是相对论的世界。

2 讨论

但是到了1959年，Terrel在一篇论文[4]中第一次正式提出了一个不同观点：对于一个实际的观察者来说，洛伦兹收缩效应几乎无法被观察到。同年，Penrose也提出了相同的观点。当我们看到一个物体时，我们实际看到的时物体表面发出/反射出来的到达我们眼睛的光。在日常生活中，光的传播速度可以看成是无穷大的，物体的各个部分发出来的光都是同时到达我们的眼睛的。但当洛伦兹收缩效应明显的时候，物体的速度就会与光速相当，光速不能再被看成是无穷大的了。此时，肉眼看到的物体的形状并不是物体实际的形状，而是会有一个相当大的偏差。Terrel通过计算发现：这个偏差几乎正好抵消了洛伦兹收缩的效果，所以高速运动的物体不会有肉眼可见的收缩效果。Penrose对高速运动的球体进行研究，发现球体的表观形状虽然没有变化，但是会发生表观转动。一年后，Weinstein[6]对一根高速运动的小棒的视觉效果进行了分析，

发现在某些时候，小棒的长度甚至变得更长了。Thomas Müller和Sebastian Boblest在2014年[7]对一般物体在高速运动时的视觉效果做了详细分析，并给出了计算机作图的结果。

3 总结

在探讨物体的视觉形象时，不仅要考虑洛伦兹收缩效应，还要考虑到光速是有限的。这两个因素共同决定了我们所看到的视觉表象。

References

- [1] A. Einstein, “Zur Elektrodynamik bewegter Körper”. *Annalen der Physik*. 17: 891 (1905)
- [2] H. A. Lorentz, *Lectures on Theoretical Physics* (Macmillan and Company, Ltd., London, 1931)
- [3] G. Gamow, R. Stannard, “The New World of Mr. Tompkins”. Cambridge University Press. 2001 (revised and updated edition, related content first published in 1939)
- [4] J. Terrell. “Invisibility of the Lorentz Contraction”. *Phys. Rev.* 116 (4): 1041–1045. (1959)
- [5] R. Penrose. “The Apparent Shape of a Relativistically Moving Sphere”. *Proceedings of the Cambridge Philosophical Society*. 55 (01): 137–139. (1959)
- [6] R. Weinstein. Observation of Length by a Single Observer. *Am. J. Phys.*, 28:607–610, 1960.
- [7] Thomas Müller, Sebastian Boblest, Visual appearance of wireframe objects in special relativity, *European Journal of Physics* 35, 065025 (2014)