

Associating Bending Geometry to Bending Space-Time

Donghui Wang

Donghui Institute of Physics, Zhoushan, Zhejiang

Email: 1375800004@163.com

Received: Jun. 23th, 2019, published: Jun.26th, 2019

Abstract

First, a geometric transformation is introduced in this paper, which is to bend a fan-shaped ring-like copper sheet into a "3D arc" or "ring" shape. Then the physical mechanism and calculation formula of this geometric transformation are described. Next, by comparing the ring with water wave, the author found that there is general character between the shape and "formation principle of these two. Therefore, the "mathematical model for measuring bending force by using the bending degree of the 3D arc or ring" is applied to the calculation of the "energy of excited water wave by using the bending degree of water body in ideal environment". Afterwards, by means of further correlation, the author further applied this mathematical model to "the measurement of the energy of excited gravitational wave and the momentum of moving body by using the degree of space-time curvature". It is ultimately concluded that, in the future, according to the law of gravitational wave deformation in diffusion and by taking earth as the reference system, people can calculate the distance from the measuring point of gravitational wave to the wave center, the momentum of the moving body and the Gravity acceleration on the surface of the moving body.

Keywords

Space-Time Curvature, Gravitational Wave, Geometric Transformation, Gravity Acceleration

从折弯几何联系到折弯时空

王东辉

东辉物理研究所，舟山市，浙江

Email: 1375800004@163.com

收稿日期：2019年6月23日；发布日期：2019年6月26日

摘要

文章先是介绍了一种几何变换，这种几何变换就是将扇环状铜片折弯成一种“三维弧”或“环”的形状。

然后又介绍了这种几何变换的物理机制以及计算公式。接下来笔者又将“环”和水波作了比较，发现两者的形状以及形成原理存在共性。因此又将“通过三维弧或环的弯曲程度度量折弯力的数学模型”投射到“在理想环境下通过水体弯曲程度度量激起水波的能量”的计算应用上。随后笔者通过进一步联系又将这个数学模型投射到“通过时空弯曲程度度量激起引力波的能量和动体动量”的计算应用上来。文章最终得出的结论是：在将来，人们可以把地球作为参照系，结合引力波在扩散中的形变规律，计算出引力波测量点到引力波波心之间的距离，以及动体动量，动体表面重力加速度的计算。

关键词

时空曲率，引力波，几何变换，重力加速度

1. 引言

笔者曾从事古陶瓷修复工作，其中有一门工艺是对口沿破损的瓷器进行镶边。这门技术在我国五代就开始出现，流行在宋代时期。因其中的一些技术已经失传，导致当今的工艺落后于古代。笔者在破解古代的这项工艺时发现：将扇环状铜片从特定的弧路径折弯可以得到一个垂直剖面为八形状的“三维弧”或“环”。为了掌握精确的工艺，笔者通过不断的实验以及和网友的探讨，终于找到了从扇环变换成三维弧或环的计算公式。在经历了这个探索过程后，笔者又开始感到，这个几何变换公式不应只是为了服务瓷器的镶边而存在，肯定有着更重要的意义，在这种直觉的驱动下笔者又开始了新的探索。经过三年的努力，终于把零星的思考集成成了一篇有学术价值的论文。本文主要的贡献在于把自然界波的形变和力变等价了起来，从而推导出了一些在逻辑上比较契合实际的结论和公式。如果这些观点被证明正确，那么人类将拥有新的解释自然的工具。

2. 将扇环变换成“三维弧”或“环”的方法及规律总结

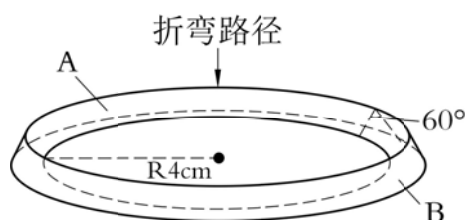


Figure 1. "Ring"
图 1. "环"

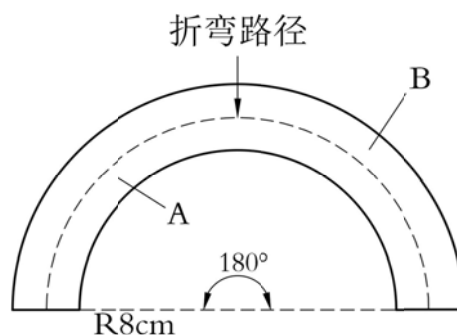


Figure 2. Fan ring
图 2. 扇环

本文先从几何变换的工艺流程说起，我们看图 1 的环，这是由图 2 的扇环变换过来的。变换的方法是：左手握住扇环的“B”部位，右手用平钳夹住扇环的“A”部位，沿着“折弯路径”相向折弯。在此过程中，扇环先会变成一个纵截面为八形状的三维弧，当三维弧两端的剖面相交时，又变成了一个纵截面为八形状的环，就是图 2 的样子。两个图的数据表明，当圆心角度为 180 度，半径为 8 厘米的扇环变换成一个纵截面角为 60 度的环时，环的横截面圆心角度变为 360 度，是扇环的 2 倍，而横截面半径却变为 4 厘米，只有扇环的 1/2。通过以上的数据比较，笔者认为，这种几何变换实际上就是扇环的圆心角与半径的交换过程，但其交换程度却可以通过三维弧或者环的纵截面角度反应出来。

那么这种几何变换会导致材料延展吗？或者说是不是需要通过延展材料才能变换成功呢？笔者认为，材料延展肯定是有的，因为原材料本身就存在厚度，在折弯时不可避免的会出现一些拉伸现象，特别在“折弯路径”部位。而在扇环变换环后，环的内侧面积与扇环面积在理论上仍是相等的，因此这也可以看作是一种定量不变的变换关系。

3. 分析扇形体变换成“三维弧”或“环”的物理机制

实际上我们很难想象一件钣金活会有特别的物理对应，这也是起初别人怀疑这种几何变换具有数学规律的原因。但笔者通过实验发现，只有扇形体才能变换成三维弧或环，如果形状偏离扇形体，那么折弯出的形状就不是严格意义上的弧了。为什么会这样呢？笔者总结经验后认为，如果要将平面几何体变换成三维弧或环，那么必须要满足一个条件，这个条件就是：平面几何体两侧边界线射影的相交点必须是“折弯路径”对应的圆心。而这个条件也正是为了满足平面几何体在变换过程中的物理要求，这个要求就是：当作用在平面几何体上折弯力的矢量指向同一个点时，平面几何体才会呈弧形弯曲。也就是说这种几何变换是一种物理原理的应用。那么在满足上述要求后，可以变换成三维弧或环的平面几何体形状又是无限的。请看下面的示意图：

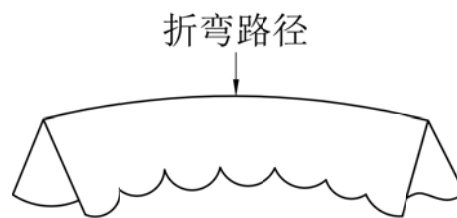


Figure 3. “3D Arc” changed from special fan ring
图 3. 由异形扇环变换成的“三维弧”

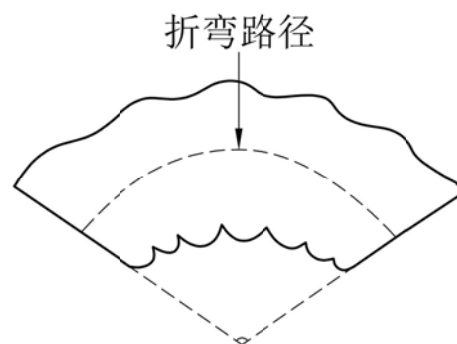


Figure 4. Special fan ring before change
图 4. 变换前的异形扇环

我们看，图 3 的三维弧是从图 4 的异形扇环变换过来的，图 4 虽然不是典型的扇环，但它的形状满足了“两侧边界线射影的相交点是‘折弯路径’圆心的要求”。那么这种形状实际上仍是在扇形体的框架下。也就是说只要在扇形体的框架下，不管折弯路径上下边界的形状如何，都不妨碍将它们变换成三维弧或环。当然扇形体的材质和厚度也必须均匀。

4. 扇形体变换成“三维弧”或“环”的公式推导

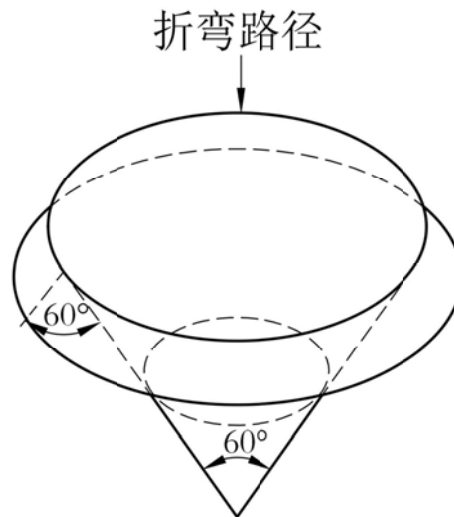


Figure 5. "Ring"
图 5. “环”

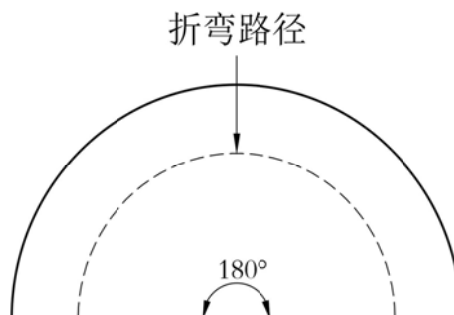


Figure 5. Auadrant
图 5. 扇形体

我们看图 5 的环，这是由图 6 的扇形体变换过来的。变换结果显示环的纵截面角度和它底部的圆锥顶角度是一样的。也就是说在几何变换过程中，当环的纵截面角度变化的同时，它底部的圆锥顶角度也在相应的变化。因此这种几何变换的数学原理实际上和扇形体变换成圆锥是一样的。

因此，如果我们要打算做一个三维弧或环，可以先将尺寸定下来。再通过正弦公式算出需要什么尺寸的扇形体才能变换出来。即：

$$\text{扇形体的圆心角度} = \text{三维弧或环的圆心角度} / \left\{ 1 / \sin \left(1/2 x^\circ \right) \right\}, \quad x \text{ 表示未知三维弧或环的纵截面角度}$$

$$\text{扇形体的各部位半径} = \text{三维弧或环的各部位横截面半径} \times \left\{ 1 / \sin \left(1/2 x^\circ \right) \right\}$$

5. 将扇形体折弯成“三维弧”或“环”需要多少压力的计算方法

如果说三维弧或环仅仅是用于瓷器镶口，那么大可不必去计算折弯它需要多少压力。但如果它可能跟某种力学原理有对应，那么去探索它的形变与力变的关系就变得有实际意义。

现在我们假设三维弧或环是一种工业产品而客户已经订了一批货，他要求把相同材质、面积、厚度、折弯路径的半径以及圆心角为 180 度的扇形体做成不同纵截面角度的三维弧或环，现在生产经理要求技术员计算出折弯每个三维弧或环分别需要多少压力？

那怎么算呢？我们知道，三维弧的横截面圆心角度能反映出扇形体被弯曲的程度。所以想要知道弯曲三维弧需要多少压力，就需要先知道每增加一个三维弧的圆心角度需要多少压力。因此我们就需要通过实验来确定这个值。具体方法是：先将客户指定的扇形体折弯成给定纵截面角度的三维弧，并计算出总共用了多少压力以及增加了多少圆心角度？然后用总压力/增加的圆心角度 = 每增加一个圆心角度所需要的压力。

根据上述逻辑，那么我们就可以例出计算公式了。为了直观说明，我们假设已经将一个扇形体折弯成了纵截面角为 62 度的三维弧，一共用了 10 公斤压力，那么每增加一个圆心角度所需要的压力就是：

$$10 / \left[\left(\frac{1}{\sin(1/2 \times 62^\circ)} \right) \times 180 - 180 \right] = 0.059 \text{ 公斤.}$$

这个公式的计算逻辑是：先是把三维弧的纵截面角度代入正弦公式，求出的结果就是三维弧的横截面圆心角度是扇形体的圆心角度多少倍。然后再将得出的倍率*180，结果就是：现在圆心角是多少度，接下来再减去 180 度，那么结果就是：三维弧从扇形体基础上增加了多少圆心角度。最后用 10 公斤压力/增加的圆心角度，结果就是三维弧的每增加一个横截面圆心角度所需要的压力，即：0.059 公斤。

接下来，如果要计算折弯出其它三维弧需要多少压力，只要算出那个三维弧比扇形体增加了多少个圆心角度，再乘以 0.059 公斤就可以了。譬如要算一个纵截面角为 65 度三维弧，那么这个关系式就是：

$$\left[\left(\frac{1}{\sin(1/2 \times 65^\circ)} \right) \times 180 - 180 \right] \times 0.059 \text{ 公斤} = 9.145 \text{ 公斤.}$$

接下来如果要计算更多相关数据，只要将三维弧或环的纵截面角度代入这个公式就可以了。

6. 从扇形体弯曲联系到水体弯曲

我们看上面的两张图，图 7 是水波纹，图 8 是环，这两个几何从外观上判断同是一种结构，只不过从性质上来说，波属于动态几何，而环属于静态几何。笔者通过进一步分析后认为这两种几何在形成的原理上也存在共性。

理由是：水波是冲击力作用于水体的结果，而环也是折弯力作用于扇形体的结果。而且笔者通过水



Figure 7. Water-wave structure
图 7. 水波结构



Figure 8. “Ring”
图 8. “环”

面投掷实验观察到，在动体与水体接触面积相同的情况下，冲击力越大，刚成形水波的峰值纵截面角度也越小[1]。而我们知道扇形体被折弯成环的过程中，折弯力越大，环的纵截面角度也越小。那么从力学上分析，折弯力和冲击力分别属于静压力和动压力，而这两种力在性质上是相近的。而且从理论上说如果我们用冲击的方式去将扇环折弯成环也是可以做到的。因此水波和环的形成过程其实都可以看作是力的冲击效应。

而且笔者还注意到，这两种几何的弯曲程度也都是根据力的大小决定的，站在扇形体的角度看，折弯力越大，扇形体就越被弯曲。而站在水体的角度看，冲击力越大，也能够映射出水体越被弯曲。那么从理论上来说通过环的纵截面角度去推算扇形体被弯曲了多少和通过水波的峰值纵截面角度去推算水体被弯曲了多少是同一种逻辑关系。因此，假设环是水波的静态形状，以及形成环和形成水波的力学原理是相同的。那么用三维弧或环的弯曲程度度量折弯力的方法也可以用于水体弯曲程度度量冲击力的计算。

所以，从水波峰值纵截面角度反应的水体弯曲程度可以用 $1/\sin(1/2n^\circ) - 1$ 公式来表达，其中的 n 代表任意的水波峰值纵截面角度。

那么这个公式的后部分为什么要-1呢？这是因为原先 $1/\sin(1/2n^\circ)$ 这个公式表达的是：环的横截面圆心角度是扇形体的多少倍。而水面可以看作是平面体，水波可以理解为从水平面上冒出来的，而实际上可能是水体被弯曲后的几何拓扑现象。因此这个公式-1后的结果就变成了：水体被弯曲了多少的对应值，根据其内涵，笔者将它简称为“水体曲率”。

7. 从动体冲击水体得出的几个关系式

7.1. 水波波长变长和能量稀释以及曲率变小等关系

笔者在河面做投掷实验时发现，刚成形时的水波，其峰值纵截面角相对是最小的，随着水波的扩散，峰值纵截面角度就会逐渐变大，而这意味着驱动水波的能量在逐渐衰弱，因此说水波的扩散过程(不考虑水面张力的情况下)，也可以看作是能量的稀释过程，或者说是水波曲率的变小过程。所以可以得出：

水波波长的变长倍率 = 水波曲率的变小倍率 = 激起水波能量的稀释倍率以及 = 水体曲率的变小倍率

7.2. 水波经过的质点离波心距离的计算方法

笔者通过观察水波扩散过程发现，水波波心和某个质点之间的距离，可以通过水波经过该质点时的曲率反应出来。也就是说水波通过某个质点时的曲率越小，说明该质点离波心的距离越远。因此要想知

道一个水波经过的质点离水波的波心有多远，可以把经过该质点的水波曲率换算成相应的圆半径，而圆半径就是该质点离波心的距离。即：

一个质点离水波波心的距离 = 经过该质点的水波曲率对应的圆半径。

7.3. 通过建立参照系来计算激起水波的能量以及给定波长下水体曲率的计算方法

现在，根据水波的形变规律(暂且忽略水面的张力)，那么如果我们想知道某个水波激起它的能量有多大或者某个能量激起的水波在某个波长下它的水体的曲率是多少？那怎么计算呢？

关于上述命题，笔者认为需要先建立起一个参照系，然后再通过被计算对象和参照系进行比较，就可以得出结果。

那么这个参照系可以这样建立：譬如给定一个能量，再通过实验获取被该能量激起的水波在某个波长下的水体曲率是多少。那么在这里我们先抛开实验不讲，先假定激起某个水波的能量为 20 焦耳，在波长 10 公分的时候，测量到它的峰值纵截面角为 170 度。我们把这三个数据作为一组参照系模型，通过对模型的运用，我们就能知道如何计算激起水波的能量和给定波长下水体曲率的方法了。

现在我们假设要计算一个被 30 焦耳能量激起的水波，在波长达到 40 公分的时候，求它对应的水体曲率是多少？

那么首先我们要把参照系的峰值纵截面角度先换算成水体曲率，即： $1/\sin(1/2 \times 170^\circ) - 1 = 0.003819837543$ 水体曲率，现在这组参照系就变为：20 焦耳能量激起的水波在 10 公分波长时，它的水体曲率为 0.003819837543。

接下来的计算步骤和逻辑是：先计算出“激起被计算水波的能量”是“激起参照系水波能量”的多少倍？再算出“激起被计算水波的能量”假设在参照系波长下，它对应的水体曲率会是多少？即：

$0.003819837543 \times (30/20) = 0.005729$ 水体曲率，接下来再将 $0.005729 \times (10/40) = 0.001432$ 水体曲率，

这里的计算逻辑就是：把“激起被计算水波的能量”假设在参照系波长下的水体曲率，再稀释 4 倍，也就是波长从 10 公分扩散到 40 公分后的水体曲率。

那么根据上述计算逻辑，这个关系式就是：

被计算水波对应的水体曲率 = {参照系水波对应的水体曲率 \times (激起被计算水波的能量/激起参照系水波的能量)} \times (参照系水波波长/被计算水波波长)

那么我们又如何通过某个质点的水波曲率和峰值纵截面角来计算激起它的能量呢？首先我们要做的是将水波曲率和它的峰值纵截面角度换算出对应的波长和水体曲率。这样我们就获得了两个和参考系直接比较的数值。

接下来的计算步骤和逻辑就是：

先用质点水波波长/参照系水波波长，得出的结果就是：质点水波波长是参照系的多少倍或几分之一，这个结果也能间接证明：质点水波对应的水体曲率假设在参照系波长下会是现在的几倍或几分之一。然后将这个倍率 \times 质点水波对应的水体曲率 = 质点的水波假设在参照系水波波长的情况下会出现的水体曲率。然后再将这个水体曲率/参照系水波对应的水体曲率 = 质点水波对应的水体曲率是参照系的多少倍或几分之一。由于水体曲率和能量是等价关系，所以这个结果实际上就是：激起质点水波的能量是激起参照系水波能量的多少倍或几分之一，因此再将这个倍率 \times 激起参照系水波的能量 = 激起质点水波的能量

那么根据上述计算逻辑，这个关系式就是：

激起质点水波的能量 = {质点水波对应的水体曲率 \times (质点水波波长/参照系水波波长)} / 参照系水波对应的水体曲率 \times 激起参照系水波的能量

8. 总结水波和引力波差异和共性后得出的结论

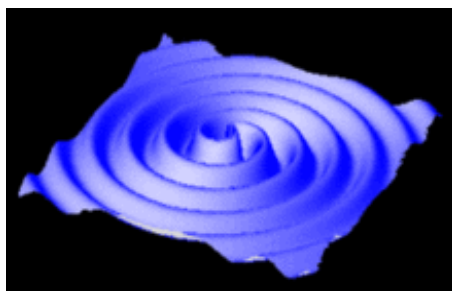


Figure 9. Structural diagram of gravitational wave (Cited from NSF materials)

图 9. 引力波结构图(引用自美国国家科学基金会资料)

笔者之所以会联系引力波，是因为在 2016 年看到美国国家科学基金会关于探测到引力波的一份公告，在这份公告中他们认为引力波的结构和水波类似，并贴有引力波的动态效果图(如图 9 所示)。笔者经过仔细对比后认为该基金会提供的引力波结构图和确实水波是同一类几何。出于对相关机构的信任，笔者姑且把水波和引力波当作共性几何对待，并在此基础上，找出了它们之间的三点差异；

1) 激起水波和激起引力波的力源区别：我们知道水波是由动体冲击水体后产生的，但这种冲击也可以被认为是物体或能量在水中运动的结果。因此笔者假设引力波也是物体或能量在空间运动的结果，那么从水波对应的能量来源判断，引力波对应的能量应该和动体的动量有关。具体到一个引力波的能量而言，笔者估算应该相当于动量 \times (激发一个引力波的时间/1 秒钟)。

2) 水面的水波呈圆形扩散，而引力波呈球面扩散。

3) 水波扩散过程中受到水面张力的影响，而引力波不受这种影响。

通过以上梳理，笔者认为假设引力波和水波在扩散过程中的形变规律高度相似，那么“利用水波形变规律计算相应能量的公式”也可以被用于“利用引力波形变规律计算相应能量”的应用上来，只要把原先公式中的波长替换成球面积，以及把水波改成引力波即可。此外，由于场的不同，水体曲率也需要改称为时空曲率。而公式仍然不变，即：求时空曲率的对应值的公式 $= 1/\sin(1/2n^\circ)-1$ ， n 表示引力波的任意纵截面角度。

因此由水波形变规律推导出的一些公式在引力波的应用上应修正为：

1) 引力波球面积变大和能量稀释以及球面曲率变小等关系

即：

引力波球面积的变大倍率 = 引力波球面曲率的缩小倍率 = 激起引力波能量的稀释倍率以及 = 时空曲率的缩小倍率

2) 引力波经过的质点与波心之间距离的计算方法

即：

质点离引力波波心的距离 = 经过质点的引力波曲率换算的半径

3) 如何计算引力波对应的时空曲率

这个关系式就是：

被计算引力波对应的时空曲率 = {参照系引力波对应的时空曲率 \times (激起被计算引力波的能量/激起

参照系引力波的能量} × (参照系引力波面积/被计算引力波面积)

4) 如何通过质点的引力波球面曲率和峰值纵截面角度来计算激起该引力波的能量?

这个方法就是：先把引力波球面曲率和峰值截面角度换算出对应球面积和时空曲率。

然后再将它们代入公式计算，即：

激起质点引力波的能量 = {质点引力波对应的时空曲率 × (质点引力波球面积/参照系引力波球面积)} / 参照系引力波对应的时空曲率 × 激起参照系引力波的能量

那么从上述公式的计算原理看，笔者认为由于激起引力波的能量和动体动量是正比关系，因此如果我们把能量替换成动量作为参照系，那么这个公式也可以用于计算引力波对应的动体动量的。即：

质点引力波对应的动量 = {质点引力波对应的时空曲率 × (质点引力波球面积/参照系引力波球面积)} / 参照系引力波对应的时空曲率 × 参照系引力波对应的动量

9. 重心性质的探讨

关于重心，笔者查到的资料是这样介绍的：重心，是在重力场中，物体处于任何方位时所有各组成支点的重力的合力都通过的那一点。规则而密度均匀物体的重心就是它的几何中心。不规则物体的重心，可以用悬挂法来确定。物体的重心，不一定在物体上，关于这个解释，笔者认为还不够完善，甚至是错误的。因为它没有把物体运动考虑进去，笔者认为只有物体在运动时才会具有重心，或者说重心是伴随着物体运动才出现的。我举个例子，假设一个物体在水中与地面保持相对静止，那么它就不会产生水波，而没有水波就显示不出这个物体在水中是独立的，那么如果不能确定一个物体是否独立从逻辑上说就不能确定它的重心在哪个位置。这不是说它就没有重心，而是笔者认为：在地面上，一个与地面保持相对静止的物体，它的重心是和地球上其它物质作为一个整体显现的。我举个例子来证明这个观点：如果有人把两个乒乓球粘住扔到水里，那么在同一时间内只会出现一个水波，而不会出现两个。也就是说两个乒乓球作为一个整体只能有一个重心。如果那两个乒乓球在水里浸泡后脱胶了，那么这时候两个乒乓球就成了两个运动体，它们分别有了各自的重心和水波。

那么动体的重心是在一个固定的点吗？我想这应该要看具体情况。我们可以设想一个装了液体的球或者是一个面团在运动，那么这类物质在运动时其形状或物质分布位置是会不断变动的，因此其重心的位置也在随时变化。

10. 论重心是否具有重力

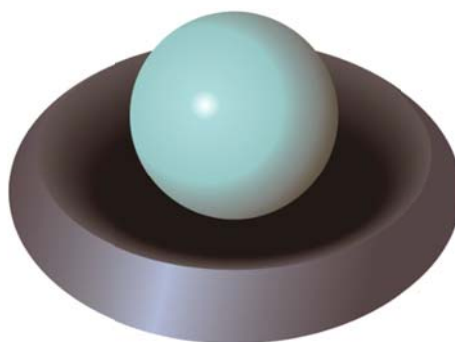


Figure 10. “Ring” simulated target body bended time-space

图 10. 用“环”模仿被动物体弯曲的时空

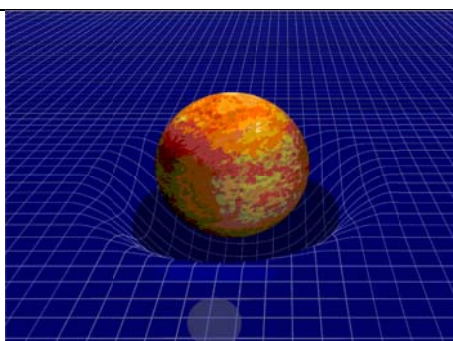


Figure 11. Target body bended time-space model

图 11. 动体弯曲时空的模型

目前主流的科学理论认为动体的重心并没有重力，笔者认为这可能不符合事实，并认为持这种观点是对重力原理认识的不足。而关于重力原理，笔者认为在近代物理学家中，爱因斯坦提出的观点可能是最为接近事实。他是这样说的：“重力是时空弯曲的几何效应。”是什么意思呢？物理学家们认为：爱因斯坦大概是把时空当成了类似蹦床的性质，也就是说如果把一个铁球掉落在这张床上，那么被球压到的区域就会凹陷，而与此同时在这个区域周边的一个物体就会顺势掉落下去。那么在这个模型中，如果我们把蹦床的床面看作是平坦的时空结构，把蹦床被铁球凹陷理解为平坦时空被动体弯曲，以及把物体往凹陷中掉落当作是引力作用，那么自然可以得出：“重力是时空弯曲的几何效应。”那么这个模型把重力原理说清楚了吗？我想应该反映出了一部分了，但多数人还是很难把这个模型和实际结合起来，因为这个模型没有直观的表达出重力效应。

那么现实中的重力是怎样体现的呢？科学家通过实验得出结论：一个物体越接近地球(重力场)的重心受到的重力就越大，这与上面举的蹦床的例子其实也是吻合的，因为在蹦床模型中也是凹陷中心的势能更强。当然这些实验都是在地面以上的空间做的。由于受到牛顿重力理论的影响，以及没有进行严格的地下实验，因此主流观点仍然认为地球最大的重力点在地球表面，而非地球内部的重心。他们甚至认为在地面以下，物体越靠近重心受到的重力只会越小。笔者认为这种思想是不符合实际的，因为我们从水波激起原理就可以推导出引力波也应该是伴随着重心才出现的，而基于重力和引力波的伴生关系，那么我们有理由相信重力和重心也是伴生关系。也就是说：没有重心便没有重力或者说没有重力便没有重心。那么这个关系也间接说明物体的重心有没有重力只跟物体是否运动有关，而跟物质如何分布无关。

此外，笔者的观点也得到了几何模型的支持，本文前面有介绍过几何的变换要求，其中提到：“当作用在平面几何体上折弯力的矢量指向同一个点时，平面几何体才会呈弧形弯曲。”这就是说，如果说折弯时空与折弯扇形体在力学原理上具有映射关系(参考图 10 和图 11 的比较)，那么相对于空间而言，重力的势能也必然会有一个集合点，如果推测成立，那么这个点的位置只能是动体的重心，因此笔者认为动体的重心是有重力的。

11. 由分布在环的力联系到分布在重力场的重力

如果说折弯几何和折弯时空在力学原理上具有映射关系，那么它们之间力的分布规律也应该存在共性。现在我们就分析一下它们的力都是怎样分布的。

笔者前面介绍过，扇形体之所以呈弧形弯曲是因为折弯力从折弯处往圆心方向传递的结果。而这种传递就像我们握住木棍的一头，另一头的重力会传递到手握住的那头一样。那么我们再分析环的形状，从环的顶点到折弯路径其实是一个漏斗形状。也就是说折弯力在传递过程中，越靠近环的顶点区域，传

递到的力越大，这是因为越靠近顶点受力面积相对更小，这样就会导致势能更加集中。因此从这个角度讲，环的顶点受到的折弯力等于任何环壁的质点绕环一周的所受的力。同时也说明环壁上的任何质点绕环壁一周的受力也都是相等的。因此如果要区分环壁上不同位置质点的受力程度，就可以根据质点绕环壁一周的长度来比较。因为在总受力相等的情况下，质点对应的周长越长，说明分摊到每个质点的折弯力越小。

根据这个逻辑，如果我们要区分环壁上两个不同的质点受力比值，就可以用，一个质点绕环壁一周的周长/另一个质点绕环壁一周的周长。

那么接下来我们再看看地球重力场的重力分布状况，笔者先前说过，科学家认为越靠近地球的重心，重力就越大，因此如果我们把地球上空的重力场想象成无数个球面的叠加，那么按照环的受力分布结构作为对应去理解，可以推导出地球上空球面空间越小的区域，重力就越大。而事实上上这种推测与目前的实验结果也是相吻合的。

接下来，如果我们将环的顶点映射到动体的重心，那么还可以推导出地球重心的重力是任何以它为球心的球面空间的重力总和。也就是说不管在地上还是地下，地球重力场的重力是以球面积为单位分布的，而且每个球面空间之间的总重力是相等的。

这就是说如果我们要比较引力场两个质点之间的重力大小，可以把，一个质点围绕重心的空间球面面积/另一个质点围绕重心的空间球面面积。

那么上述推导是不是正确呢？我们不妨做一下演示：以计算地球上空 1000 公里高度的重力加速度为例，看看会是什么结果？

计算方法：

首先我们把地面离地心的平均距离 6371 公里假想成地球球形状下的球半径，把地面平均重力加速度每二次方秒 9.80665 m 假想成地球球形状下的表面重力加速度，并把两个数值作为一组参照系。根据球面积计算公式： $S = 4\pi r^2$ ，那么地球上空重力加速度计算公式应该为： $4\pi x^2 / 4\pi y^2 \times 9.80665 \text{ m/s}^2$ 。其中 x 表示地球半径， y 表示地球上空质点对应的球半径。

计算步骤和结果：

我们先把地面离地球重心距离 6371 公里和质点离地球重心距离 7371 公里分别看成球半径代入公式，并计算出各自球面积为： $4 \times 3.1415 \times 6371^2 = 510049428.806$ 平方公里，和 $4 \times 3.1415 \times 7371^2 = 682731400.806$ 平方公里。接下来再将 $510049428.806 / 682731400.806 \times 9.80665 = 7.3262724185$ ，结果显示重力加速度为每二次方秒 7.3262724185 m。

那么我们用万引力公式也算一下这个结果会是多少？即：

$9.80665 \times 6371^2 / 7371^2 = 7.3262724185$ ，结果显示重力加速度也为每二次方秒 7.3262724185 m。

通过对计算结果的比较，我们可以看到虽然这两个计算公式有所不同，但结果是一致的。那么究竟是谁的计算逻辑更正确呢？笔者认为可以通过比较双方的推导过程谁更符合事实以及通过地下实验来验证。

12. 如何将地球作为参照系计算外星球的动量和表面重力加速度

在浩瀚的宇宙中，如果我们要计算其它星球的动量或表面重力加速度，那就必须要有一个参照系。而地球恰恰是作为参照系的理想对象，因为相对于其它星球，我们更容易从地球上获取相应数据。那么这组参照系数据就是：地球动量，地球面积，地球表面平均重力加速度。

现在假设我们通过其它途径获得了外星球表面积和重力加速度，那么如何通过这个参照系求出外星

球的动量呢？这个计算步骤和逻辑就是：

先用外星球面积/地球面积，得出的结果就是外星球面积是地球的几倍或几分之一，再用面积的倍率 \times 外星球表面平均引力加速度，得出的结果就是：假设在地球面积下外星球表面的平均重力加速度会是多少。然后再将该结果/地球表面的平均重力加速度，得出的结果就是：假设外星和地球在同样面积下，重力加速度会是地球的多少倍或几分之一，由于重力加速度和动体动量成正比，所以这个结果实际上就是两个星球动量之间的倍率。所以再用这个倍率乘地球的动量，得出的结果就是外星球的动量值。

那么这个关系式应该是：

外星球动量 = {外星球表面平均重力加速度 \times (外星球面积/地球面积)}/地面平均重力加速度 \times 地球动量。

那么现在假设我们通过其它途径获得了外星球的动量和表面积，怎么求出它的表面平均加速度呢？那么这个计算步骤和逻辑就是：

先用外星球面积/地球面积，结果就是外星面积是地球几倍或几分之一。然后再将地面平均重力加速度/这个倍率，结果就是假设外星球和地球面积一样大，那么它的表面平均重力加速度会是多少。然后再将外星球动量/地球动量，结果就是外星球动量是地球的几倍或几分之一。最后将“假设外星球和地球面积一样大情况下的平均重力加速度” \times “外星球和地球动量的倍率”，结果就是外星球表面的平均重力加速度。即：

外星球表面平均重力加速度 = {地面平均重力加速度/(外星球面积/地球面积)} \times (外星球动量/地球动量)

通过以上的关系式，我们不难发现：计算质点引力波对应的时空曲率及其动量和计算外星球表面平均加速度及其动量其实是同一个逻辑。那么从重心有重力的逻辑推广，我们也可以把地球面积和地面平均时空曲率看作是参照系引力波球面积和它对应的时空曲率，然后把地球动量作为参照系引力波对应的动体动量，这样就构成一组理想的参照系。即：

“地球动量-地球面积-地面平均时空曲率”对应“参照系引力波对应的动量-参照系引力波球面积-参照系引力波对应的时空曲率”

接下来我们就可以在这组参照系的基础上再通过其它星球引力波反映的信息来计算该引力波对应的动量以及表面的时空曲率了。最后再根据广义相对论思想，将计算出的外星球表面时空曲率通过等价原理换算出它对应的重力加速度。

这个换算方法就是：

外星球表面的平均重力加速度 = 外星球表面平均时空曲率/地面平均时空曲率 \times 地面平均重力加速度

13. 测量地面时空曲率的方法

关于这一命题因为笔者水平有限，不敢说已经找出了确切答案，所以只能把以下观点看作是一种猜想，以便将来作为科学家考虑的一种方案。我们知道，根据广义相对论的观点，地面重力场的空间应该是弯曲的。那么这种弯曲会通过什么途径体现呢？目前还没有权威答案。而依笔者的观点看，或许可以从光的行走速度找到线索，我们知道光是跟着空间的结构走的，如果是空间弯曲的，那么光的路径也是弯曲的，因此相对于平直空间而言，光的相对速度会因为空间弯曲而变慢。有资料表明，光在地面运动是处于波动状态，而在真空却没有这种现象，这说明光的波动是重力场的特有现象。而且科学家经过测量，光在真空中的速度要快于地面近万分之三，虽然他们认为光在地面速度变慢的原因是因为光在地面被大气偏折导致，而笔者认为这种偏折很可能和光的波动一样属于空间弯曲效应。

但不管怎样，实际上这些结论都说明光在地面行走的速度不是变慢了，而是在通过同样一段三维意

义上的直线距离时，光在地面行走的时间和路程要比在真空更长。根据这个结论，如果我们把光在真空中的速度或者平直路径当作一把尺子，那么我们就可以根据光经过某个重力空间的速度或者偏折率来计算该空间的弯曲程度了。

那么现在我们就根据已有的数据和这个猜想逻辑来计算一下地面的时空曲率是多少？

我们按照地面光线偏折率 1.000277%作为参考，这个数值也就相当于光在 10000 米的直线距离上走出了 10002.77 米的路程，那么这个路径的角度应该就像图 12 所示的为 177.30314627 度。

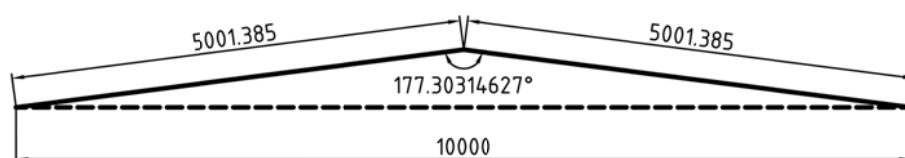


Figure 12. Hypothetical Path of Light on Ground

图 12. 光在地面的假想路径

我们将这个角度看作引力波的纵截面角度代入求时空曲率的公式，即： $1/\sin(1/2 \times 177.30314627^\circ) - 1 = 0.000277$ 时空曲率。从结果可以看出，实际上把光的偏折率去掉百分比再减去 1 的结果和时空曲率是相等的。因此得出：

光经过一个空间的偏折率去掉百分比 $- 1 =$ 该空间的时空曲率。

此外，如果怀疑这个观点，那么可以比较光在地球上空偏折率的递减趋势和地球重力加速度的递减趋势是否吻合，如果吻合，那就说明这个观点是正确的，否则就是错误的。因为上述观点正是基于两者的等价原理上。

14. 结语

把几何作为解释空间的工具古已有之，大科学家爱因斯坦在解释时空时也曾把黎曼几何作为工具。然后面对三维以上的空间，传统的几何应用变得力不从心，因此我认为相对于空间学而言，几何学的发展至关重要。本文介绍的几何变换与空间现象的对应联系，证明了自然界的力是有形的，也是可以通过几何原理解释的。反之人们也可以通过力作用在几何体的原理去理解力作用在空间的原理，因此可以说几何、空间和力是紧密联系不可分割的关系。如果说空间的大小性质等是力决定的，那么也就是说时间也是由力决定的，因此说相对于时空而言力处在一个更高的维度上。最后我想说的是这种几何变换的理论应用或许只是刚刚开始，也许还有更多的谜可以从它身上切入！

参考文献

- [1] 王东辉.扇环平面金属片变换成类黑洞形状及延伸思考.科学家,2016(14):8.