

2.3. 桥梁结构背景知识

这里介绍三种主要桥梁类型，让您了解每种桥的工作原理。所要使用的桥梁类型取决于障碍的各种特征，其中关键特征在于所要跨越的障碍有多大。它的两侧距离有多远？这是决定桥梁类型的主要因素，当您读完这篇文章后，您就会知道其中的原因所在。

桥梁主要有三种类型：**梁桥、拱桥以及吊桥**

这三种类型最大的不同之处在于其单跨距的长度。跨距是两个桥梁支柱之间的距离，不管它们是桥柱、桥塔还是峡谷的峭壁。例如现代梁桥的跨距可以达到 60 米，而现代拱桥的跨距可以轻松达到 240 到 300 米。吊桥是桥梁技术的金字塔尖，它的跨距能够达到 2,100 米，这里的跨距指单跨跨距，当需要跨度更长时可以设计多跨结构的桥梁。

为什么拱桥的跨距能够比梁桥长得多？为什么吊桥的跨距能够达到拱桥的 7 倍？答案就在于各种桥梁如何处理两种力——压力和拉力：

- 压力是物体所作用的挤压或收缩力。
- 拉力是物体所作用的扩张或拉伸力。

弹簧是我们每天常见的有关压力和拉力的例子。下压弹簧或将弹簧的两端挤向一起的时候，即将其压缩。压力会让弹簧变短。上拉弹簧或者将其两端向外拉时，即将其拉伸。拉力会让弹簧伸长。

所有的桥梁都会受到压力和拉力，桥梁设计的任务就是妥善处理这些力而不会出现弯曲或拉断。当压力超过物体的承受能力时就会发生弯曲，当拉力超过物体的承受能力时就会造成拉断。处理这些力的最佳方式就是将其分散或转移。分散就是将其散布到更大的面积，避免出现某个点集中受力。转移就是将其从强度较弱的区域移到专门设计的受力区域。拱桥就是将力分散的很好的例子，而吊桥则是将力转移的范例。

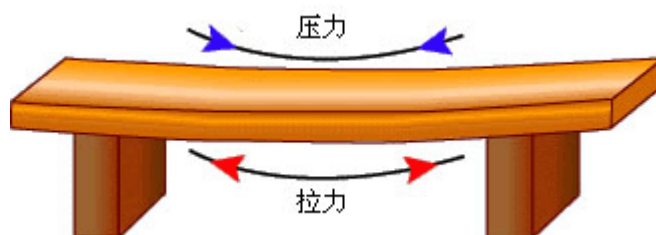
梁桥

梁桥基本上是一种坚固的水平结构，并支撑在两端的两个桥墩上。桥梁以及其上的所有承载物的重量直接由桥墩支撑。重量直接向下传递。

压力：压力显然是桥面（或路面）上承受的最大的力。这导致桥面的上面部分收缩。

拉力：由于桥面上面部分受压，导致桥面下面部分要承受拉力。这种拉力导致梁的下面部分拉伸。

示例：拿一条二四木材（宽 2 英寸长 4 英寸的标准木材）放在两个空牛奶箱上，即形成了一个简易的梁桥。现在放一个 25 公斤左右的东西在中间位置。注意二四木材的弯曲程度。上面受压，下面受拉。如果不断增加重量，二四木材最终会折断。实际上也就是，上面将弯曲而下面会拉断。



分散：公路上的很多天桥使用了混凝土或钢梁来承受载荷。梁的尺寸（特别是梁的高度）决定了梁的最大跨距。增加梁的高度，梁就有更多的材料来分散拉力。为了建造很高的梁，桥梁设计师为桥添加



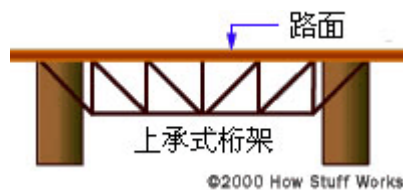
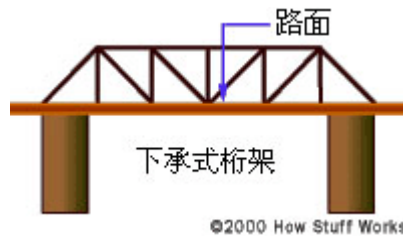
了支撑的栅格结构，又叫桁架。这种支撑桁架为现有的梁增加强度，大大提高了其分散压力和拉力的能力。当梁开始受压时，力量即通过桁架分散。

尽管使用了天才的桁架结构，梁桥的跨距仍然有限。随着跨距的增加，桁架的尺寸也要增大，直到桥的自身重量无法被桁架支撑。

梁桥有多种不同的类型，取决于桁架的设计、位置和材料。在工业革命刚开始时，美国的梁桥建筑发展得非常迅速。设计师提出了很多种不同的桁架设计和材料。木桥被纯铁或木铁混合结构取代。在这个时期里，不同的桁架风格也有重大的进步。早期的设计中有一种十分流行的样式叫做豪氏桁架。这种设计由威廉·豪于 1840 年获得了专利。



他的创新并不在于桁架的样式。它与已有的主梁型样式有点类似，不过在对角的木柱支撑之外，还使用了垂直的铁柱支撑。当今的很多梁桥仍然在桁架中使用豪氏样式。



单个梁不管跨距多大，都会同时承受压力和拉力。梁的顶部承受最大压力，而底部承受最大拉力。中部则承受很少的压力或拉力。

如果在梁的设计上顶部和底部使用较多材料，而中部使用较少材料，则可以更好地承受压力和拉力（因此，工字型梁比简单的矩形梁更坚固）。

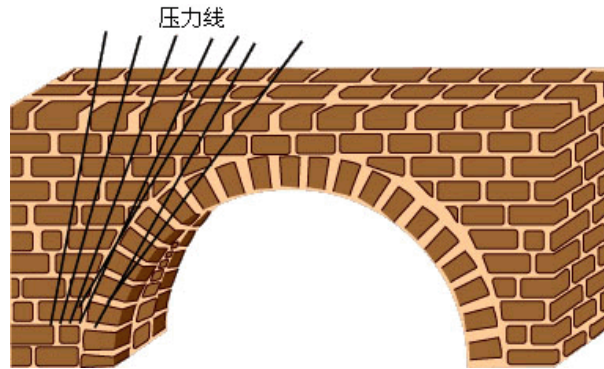
桁架结构将这种概念向前推进一步。桁架桥的一侧被看作单个梁。梁的中部由桁架的斜构件构成，而桁架的顶部和底部代表梁的顶部和底部。用这样的方式来观察桁架，我们会发现梁的顶部和底部比中部所用的材料更多（瓦楞纸板非常坚硬就是因为这种原因）。

除了上面提到的桁架结构效果以外，桁架比单个梁更坚固的原因还有一个：桁架能将载荷分散到桁架结构各处。桁架通常由各种不同的三角形构成，形成了非常坚固的结构，并且将载荷从一个单点转移到范围很大的区域。

拱桥

拱桥是一种半圆形结构，两端各有桥墩。拱形半圆形的设计自然地将桥面的重量转移到桥墩上。

压力：拱桥始终为受压状态。压力沿着拱形的弧面向外传递到桥墩上。



拉力：拱桥的拉力可以忽略。拱桥的自然弧线及其将力向外扩散的能力能够大大降低拱桥下侧所受拉力的影响。不过曲率半径越大，下侧所受的拉力影响就越大。

正如前面所提到的，拱桥本身的形状足以将重量从桥面中心向桥墩分散。和梁桥的情况相似，拱桥在尺寸上存在的限制最终会超过其自然强度。

分散：拱桥的种类不多，毕竟它就只是一种拱形结构。唯一真正的细分在于其装饰设计。例如有罗马式、巴洛克式和文艺复兴式，这些类型在建筑上不同，但在结构上都是一样的。

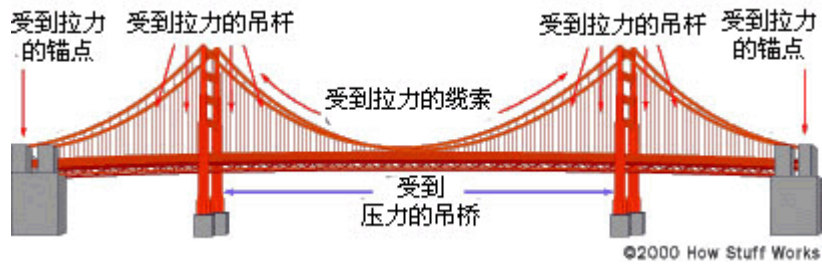
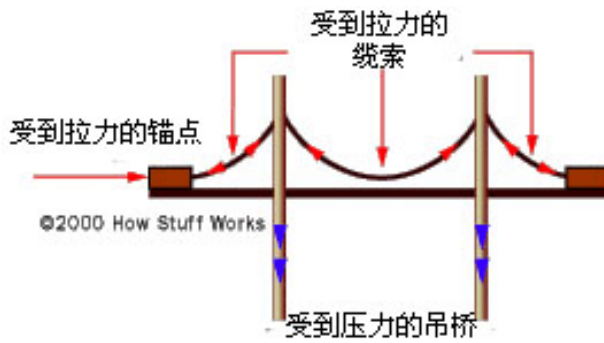
拱桥之所以迷人，是因为它是桥的真正自然形态。这种结构的造型赋予其力量。它不需要额外的支撑或缆索。实际上，石制的拱桥甚至不需要灰浆。古罗马时代建造的拱桥（以及引水渠）至今仍然屹立且结构坚固，是拱形具有桥梁结构天然优势的现成的证据。

吊桥：

吊桥是用缆索（或绳索、链条）拉起并跨越于河流之上（或者遇到的其他障碍物），而桥面则悬挂在这些缆索上。现代吊桥有两座用于固定缆索高塔。这样，桥塔就支撑了路面的绝大部分重量。

压力：压力向下挤压吊桥的桥面，但由于它是悬吊的路面，缆索会将压力转移到桥塔，桥塔再直接将压力分散到固定它的地面。

拉力：支撑的缆索系在两个锚点之间，是拉力的主要承受者。由于桥重量和穿行于锚点之间汽车的重量，缆索会被拉长。锚点也会承受拉力，不过由于它们与桥塔一样非常稳固地与地面连接，所受的拉力会被分散开来。

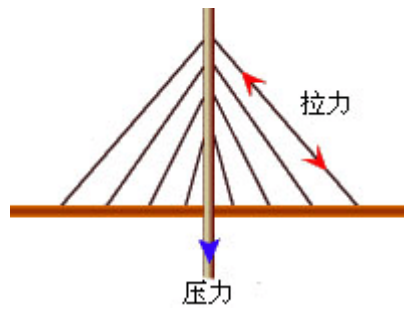


除了缆索以外，几乎所有的吊桥在桥面底下还有支撑的桁架结构（上承式桁架）。这可增加桥面强度，减弱路面摇摆和颠簸的倾向。



位于纽约的一座古典吊桥

吊桥主要有两种不同的设计：**悬索桥**，特点是像个拉长的 M 形；**斜拉桥**，这种桥不太常见，看上去更像是一个 A 形。斜拉桥不需要悬索桥那样的两座桥塔和四个锚点，而是由缆索从路面向上斜拉到单座桥塔上并固定。



斜拉桥的受力



位于美国乔治亚州撒凡纳市附近的一座斜拉桥

斜拉桥中的桥塔与悬索桥一样，负责吸收和分散桥面的压力。两种桥中的缆索都承受拉力。

当然桥的结构可以很复杂，不能简单划分为以上三类的一类，南京长江大桥就是是双孔双曲拱桥形式，其桥身采用拱桥与梁桥形式相结合，所以易笼统的称之为双孔双曲拱桥形式。