

从莺莺塔蛙鸣看古代仿生学

刘 荣 耀

在山西省永济县城附近有座佛教古刹——普救寺。寺内有一闻名中外的古塔，由于《西厢记》中张生戏莺莺的故事就发生在这里，所以人们叫它“莺莺塔”。为什么这一极普通的佛塔却闻名遐迩呢？其主要原因就是它那特殊的声学效应。中央电视台1992年1月21日的“神州风采”节目曾对此做过专门的报道。见过此塔的人都知道，每当人们在塔前拍手或击石，均可听到清晰、悦耳、宏亮的“咯哇、咯哇”的蛙叫声。有趣的是，在不同的地点敲击，听到的蛙声来自不同的地方，如在离塔面15米左右的地方拍手或击石，听到的蛙声好似从塔底传出，而当到离塔面20米以外的地方敲击，听到的蛙声则由上空传来，且能听到的蛙声空间较广，从离塔面4米的塔基台阶，到离塔面100多米的空间范围内，都可以听到蛙叫声，蛙声从地面一直延伸到空中。这种蛙声效应，在塔的四周围有，其中以塔南面的效果最明显。塔南22米处有一块大石头，人们用砖头或石块敲击，在坡下能听到由塔中传来的“巨蛙”声。由于长期敲击的结果，大石头上出现了一个很深的凹坑。

据历史记载，该塔初建于隋唐，1555年冬天毁于地震。现存这座塔是震后8年重修的。人们会问，这种蛙声效应是原来就有，还是后来重修时才有的呢？从目前人们所掌握的史料来看，震前该塔就有蛙声效应。那么人们是怎样使遭受地震损坏十分严重的莺莺塔，

仍然保持其特有的声学效应呢？原来重修此塔时，聘请了对该塔十分了解的一位老僧负责重修工作。老僧看到此塔虽然损坏十分严重，但其塔身基本完好，因此重修时，并没有将其全部推倒，而是尽量利用了原塔的残存塔身，使其保持原先的结构特点，使之仍能保持其特有的声学效应。

为什么该塔能有蛙声效应？这是人们感兴趣的问题。从现代物理学的角度去分析，莺莺塔的蛙声效应是由于多层塔檐反射造成的。这种塔檐必须具备如下两个条件，第一是塔檐应是内凹的弧形，对声波没有回聚作用；第二是每一层塔檐的角度和收缩情况，以及各处的曲率半径各不相同而又要科学的组合，从而使通过各层塔檐反射后的声波，能在较广阔的空间范围内的不同方向上的会聚传播。而且重修后的莺莺塔在保持原有唐代塔檐内凹的曲线状外，每一层塔檐的弯曲情况，各层塔檐之间的科学配合上又有特殊的结构，使之具有产生蛙音回声的特别效果。

修建于隋唐的莺莺塔，至今已有千年的历史。古代的工匠们，他们不可能学过现代的声学技术，但是他们利用自己的聪明才智，造出了这传世佳作——蛙声效应。从史料记载来看，这种声学效应是人们事先计划的，这就更加显示出其学术价值。它是我国现存的四大回音壁之一。我国古代劳动人民的聪明智慧、实在令后人折服。

○她用物理的情趣，引我们科苑揽胜；

○她用知识的力量，助我们奋起攀登！

欢迎订阅《现代物理知识》

◆《现代物理知识》创刊于1989年元月，是一份中、高级科普杂志，侧重于介绍现代物理知识、物理学前沿的最新成果与发展动态和有关物理学的新技术及其应用。

◆《现代物理知识》由中国科学院主管，中国科学院高能物理研究所主办，科学出版社出版。

◆《现代物理知识》，双月刊，国内邮发代号2-824，国外代号BM609，国内外发行，各地邮局均可订阅，

每期定价1.50元，全年9.00元，1995年定价不变。

◆本刊编辑部办理邮购：每期2.00元，全年11.00元，合订本20.00元，均含邮费、包装费。

◆编辑部地址：北京918信箱；邮政编码：100039，电话：821.3344-782

◆热烈欢迎各界朋友随时向本刊编辑部邮购《现代物理知识》！