

巧过护城河

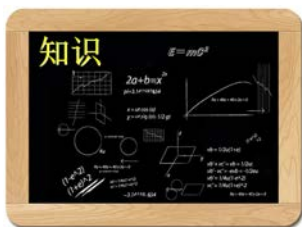
高云峰

明明邀请西西在周末去看“巧过护城河”的比赛。

“你知道吗？在江苏省常州市的淹城，有很多传说与越王勾践有关。”明明介绍说，“相传当年越王勾践曾经被囚禁在淹城，现在有两队大学生要穿越时空，想办法通过层层关卡，看谁能先救出越王勾践。”

“穿越时空？有意思。另外都有什么关卡呢？”西西问。

“穿越时空当然是虚设的，但是在勾践被囚的传说基础上，一场救援活动在两所大学的大学生中展开了。”明明介绍说，“救援活动首先要设计方案巧过护城河，然后还有翻越城墙、水炮对攻等环节，才可能把越王救出来。”



淹城的历史

淹城距常州市区约 7 km，是我国目前西周到春秋时期保存下来的最古老、最完整的古城池。它的特点是 3 城 3 河：3 条护城河 1 个套 1 个，从外到内围着 3 层古城（图 1）。淹城的总面积约 0.6 km²，在这小小的地方，却有着很多传说。

关于淹城的来历，一种说法是淹城曾是商末周初奄国的国都，奄君就是当时在山东曲阜之东的奄国君主。相传奄君与武庚勾结发动叛乱，被周成王所灭后，

带领残部从山东辗转逃到江南并在这里凿河为堑、堆土为城，仍称“奄”。因为古代的“淹”字与“奄”字通用，于是这里有“淹城”之名。另一种说法是春秋晚期吴国公子季札不满阖闾刺杀王僚夺取王位，决心与阖闾的强暴政治决裂，便在封地延陵筑城挖河，取名“淹城”。

当地还有一些未经考证的传说，例如，传说当年越王勾践曾经被囚禁在淹城。



“那你介绍一下比赛规则如何？”西西问道。

“每队 5 人，提供 4 块相同的木板，每块木板的尺寸是：长为 3.5 m，宽



图 1 淹城俯视图

用原理已经发明了各种扫描探针显微术，从而可以测量微小到百分之一纳米的原子分子层面的尺度，用以研究表面的原子结构等。再例如采用飞秒（ 10^{-15} s）激光技术的光学相干断层扫描可精确到 1 μm 。这些新技术已对或将物理、化学、材料、生物、医学等领域起到巨大的推动作用。

本文很不全面地列举了一些近年来的进展，旨在

抛砖引玉。希望能够进一步看到它们的发展和更多的高新技术，特别是与物理基础有联系的文章，使青年一代增加从事理工的兴趣，以能够促进我国在 21 世纪的物理学向更深层次发展并出现更多的高新技术。

最后，借此机会感谢陈泽民对编写本文的支持、所作的有益讨论和一些修改。

（中国科学院高能物理研究所 100049）



图2 西西设想的过河方法

30 cm，厚度 3 cm。比赛时选手和木板都在河的一侧，要求架一座桥到达 5 m 远的对岸。”明明说。

“2 块木板的长度就超过了河的宽度，应该很容易吧（图 2）？”西西问道。

“你别着急，规则还没有说完呢！”明明补充道：“在架桥过程中，没有任何工具。在架好桥后，木板不需要人压着，如果主持人能独自通过，才算成功。”



图3 选手踩在木板上向前延伸



图4 木桥可以过人了



图5 坐在不同椅子上的感觉

“没有工具？而且不需要人压着木板？”西西感到有点为难。

“我们还是先看看大学生们是如何操作的吧！”明明想边看边启发西西。

只见选手们把一块木板踩住后，再派体重轻的选手站在木板上把另一块木板向前伸（图 3）。这样很容易把木板架到对岸，并派部分选手到达对岸（图 4）。

虽然选手能通过木桥到达对岸，但是他们过桥时都需要其他人踩在木板上压着。

“为什么有人压着木板就可以过桥呢？”西西问道。



“这与物体平衡时重心的位置有关。”明明说着画了个示意图（图 5），“例如一个小孩坐在 4 条腿的椅子上，另一小孩坐在断了一条腿的椅子上，

他们的感觉会一样吗？”

“那当然不一样！坐在 4 条腿椅子上的小孩可以放心地手舞足蹈，而另一个小孩则会时刻担心椅子会翻倒，不敢往后靠。”西西凭着感觉说完，又追问了一句：“这和架桥有什么关系呢？”

“自然有关系！”明明说道，“上面的例子其实隐含了一个重要的道理：物体平衡时，其重心要落在支撑点所围成的区域内。”

“我明白了。”西西说，“如果我站在木板上，没有人踩着木板，我的重心落在岸的外面，我就会掉



图6 木板没人踩着时



图7 木板有人踩着时

到水里了！（图6）”

“对！如果我踩着木板，我们的总重心会移到岸上，你就可以平衡了！（图7）”明明说道。



西西看到大学生在尝试着用一块木板在岸上压着伸出的木板（图8），问：“这样行吗？”

“那可能不行。如果这样就可以的话，不是太容易了？”明明解释说：“由于木板比人的重量小很多，人仍不能走过桥去。”

“那到底怎么办呢？”西西也替选手们着急起来。

“关键就是：如何让木板形成某种结构，长度超过河的宽度。”明明说着拿出了事先准备好的4根小木条，让西西模拟架桥。

西西被难住了，把木棍翻来覆去，左移右换，总



图8 大学生尝试用木板压着木板



图9 竹席的联想

不能搭出一个稳定的结构。选手们也是这样。周围的拉拉队员们着急了，他们集思广益，终于想到了解决方案，但是又不能过去直接告诉选手，于是几个女生用手摆出了一个奇怪的姿势来暗示选手。

明明说：“你快看，啦啦队在暗示他们啦！”

“唉！选手还是有些紧张，即使看到暗示的手势，也没有很快领悟什么意思。”西西感慨道，“当然，我也没有完全明白！”



“我倒是从这个暗示想到了了一些什么。”明明整理了一下思路，说：“我想到了竹席，如果从竹席中剪下一小条，你会发现，每一小段竹片都很短，但是它们编在一起后就很长了（图9）。”

“哦，你的话提醒了我：他们应该把木板编成木席。”西西似乎明白了。

“不是直接用木板编席子，那当然不行。”明明已经有了主意：“我们要借鉴编席子的这种方法。”

“虽然话是这么说，可是我还是想不到如何编。”西西把小木条任意摆弄着。

“你注意最关键的地方：需要把1块木板卡在在其

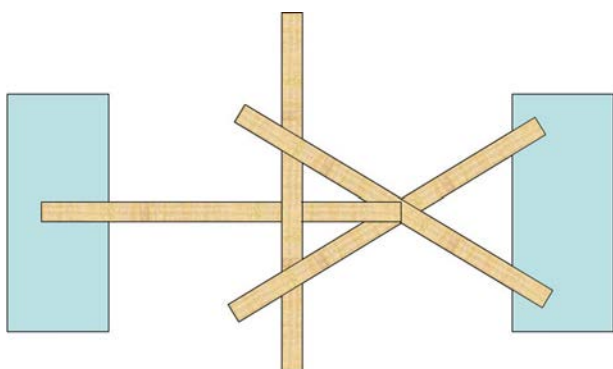


图 10 一种可行的方案（俯视图）



图 11 正在组装最关键的一块木板

他 3 块木板之间（图 10）。”明明说：“这样木板才能成为一个稳定的装置。”



当明明想出如何搭桥时，学生们也想到了。方案一旦正确，实施起来就很快了（图 11）。

最终，主持人可以不需要任何选手的帮忙，自己走过了这座来之不易的木桥（图 12）。

“你知道吗？当木板这样摆放的时候，由于木板之间的摩擦力，它会很结实，不会散开。”明明说：“虽然看到答案后你可能觉得很简单，但是要自己在短时间内想到，真是不容易。”

“对呀，我又学习到了很多！”西西再次感叹。

“好，为了看看你是否理解了这一问题，我现在提出新的问题：再多给一块木板，你能搭多长的桥？其他条件都不变。”明明微笑着说。

“啊，我可搬不动这些木板。”西西为难起来。

“我们主要来演示原理。”明明说：“你用 5 根



图 12 主持人可以自己过桥了



图 13 5 块木板如何搭出一座尽可能长的桥

小木条代替木板，木条长 20 cm，要求悬空架在两堆书之间。要求架好后可以在上面摆放一些重物（图 13）。”

这也是西西和明明向读者发出的挑战：你能否在 30 分钟内，搭出一座尽可能长的桥？其他条件不变。

（北京清华大学航天航空学院 100084）

