



作者介绍

李尚志，1947年6月29日出生于四川内江市。北京航空航天大学数学与系统科学学院学术委员会主任，教授，博士生导师。

1970年在中国科学技术大学数学系毕业。1982年获理学博士学位，是我国自己培养的首批18名博士之一。1999年获宝钢教育基金优秀教师特等奖，得票率在获得特等奖的所有获奖者中排名第一。2003年9月获教育部授予的“国家级教学名师奖”，是全国获该奖项的首届100名获奖者之一。曾应邀到全国150多所高校讲学介绍教学改革和精品课程建设的经验，产生了很大影响。

数学聊斋连载

峨眉山的佛光

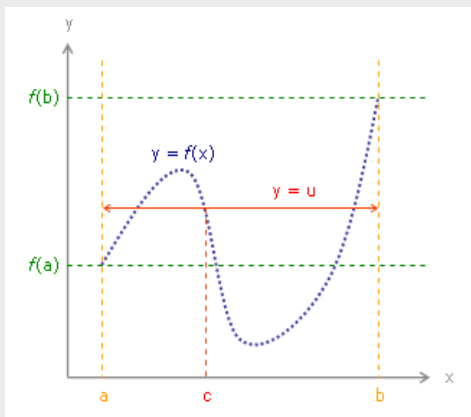
—— 连续函数介值定理

到峨眉山旅游，最重要的莫过于到舍身崖看佛光。1984年8月，我第一次上峨眉山。到达山顶时将近中午。安顿好住处就直奔舍身崖，希望能等着看佛光。天上艳阳高照，舍身崖下面是万丈深渊，山腰白云缭绕。如果云的高度合适，太阳以合适的角度照到云上，就会产生彩色光环，自己的人影还会投到光环中间，这就是佛光。那时舍身崖还没有什么游客，只有一名摄影师在那里等生意。我问摄影师：“今天能看到佛光吗？”摄影师答：“不能。已经有一个星期没有出现佛光了。”他还进一步解释道：“你看，山腰的云层太矮。所以今天不会有佛光。云如果太高，也不会有佛光。云的高度不高不矮正合适，才会有佛光。要想不高不矮正合适，这样的机会很难碰上。所以只有运气最好的人才能看到佛光。”我观察了一会儿，发现山腰的云层在一阵

一阵往上涌。就问摄影师：“你看：开始的时候云层太矮。但是云层在往上涌，越涌越高。会不会涌到后来又太高了呢？在太矮和太高之间总有一个时候的高度恰到好处吧，那个时候不是就应当出现佛光了吗？”摄影师没想到我发此怪问，无话可答。

他当然不知道，我在问这个问题的时候心里想的是高等数学中的连续函数介值定理：一个连续函数如果在某一点的值小于零，另一点的值大于零，从小于零到大于零过渡的过程中必然有一点的值等于零。我虽然靠这个定理把摄影师说得哑口无言，但心里也知道这个定理未必能让佛光出现，在悬崖边看了一会儿便打道回府，回住处去休息。

还没有走到住处，就听见舍身崖那边传来人群的叫喊声：“快来看佛光呀！”转身一看，舍身崖边已挤满了人。我赶快返回，好不容易挤到崖边。趴在地上将头伸到外边往悬崖下看。山底的云层往上涌，涌到一定高度时就出现了彩色光环——佛光。随着云层继续升高，佛光消失了。再升高，这一堆云便散去不见了。山底又涌起新的一团云，升到一定高度再出现佛光。这个过程循环往复，我们便一次又



连续函数介值定理示意图

一次看见佛光，好像是一次又一次观摩连续函数介值定理的教学片。一直观摩了三个多钟头，到下午四点左右才“下课”。

峨眉山云层的涌动是连续的，所以介值定理成立。黄山则不然：你刚才还看到山谷中充满了云雾，一瞬间云雾就消失得无影无踪，简直看不出有中间过程，接近于“阶梯函数”，这样的函数可以从大于零直接降到小于零而不必经过零值。



和介值定理相关的中值定理在北京珠市口的桥上

后记：坐飞机看佛光

以上文字在2002年写成文章发表在网。2004年暑假的一天早上，我坐飞机从南方飞往北京，正好坐在左边靠窗的座位。往窗外一看，飞机离云层不太高，飞机下高低不平的云朵，好象一座座山峰在飞机下移动。早晨的阳光从东方照过来，将飞机的影子投射在云层上，缓慢地向北移动。这时，我突然想起峨眉山的佛光。既然云层离飞机的高度随着飞机的移动不断变化，会不会在某个时刻云层离飞机的高度恰到好处，在云层上出现佛光呢？观察了一会儿，果然在云层上出现了一个不大的彩色光环，将飞机的影子围在中间。后来我与很多人谈起过佛光的事情，至少遇到三个人说他们坐飞机的时候看见过云层上的光环，但是他们都不知道峨眉山的佛光，因此也不知道飞机上看见的这个现象与峨眉山的佛光其实是同一回事。

《指鹿为马》之幼儿版

——纠错码

最近读到一则笑话：

某人向客人夸耀自己的儿子博比特别聪明：“他只有两岁，就认识所有的动物了。”并让儿子在客人面前表演。客人翻开一本动物画册，指着一张长颈鹿的画片问：“这是什么？”答：“马马。”又指了一张老虎的画片，又答：“猫咪。”然后指了狮子的照片，博比说：“狗狗。”又指了黑猩猩的画片，博比说：“爸爸。”

这则笑话的题目叫做《聪明的博比》。读了之后，发笑之余，你觉得博比聪明吗？假如你是考官，在这场辨认动物的考试中，你给博比多少分？

博比将所问的四种动物都答错了，按照我们通行的考试标准，只能得零分。但这只能说明他不认识这四种动物，却不能说明他不聪明。两岁的幼儿怎能认识所有的动物呢？他认识马、猫、狗、爸爸（人）这些在日常生活中常见的动物，不认识长颈鹿、老虎、狮子、猩猩这些在日常生活中少见的动物。他不认识长颈鹿，却能在认识的动物中找到一种最接近长颈鹿的，这就是马。对他不认识的老虎、狮子、猩猩，他也都能在认识的动物中分别找到最近的猫、狗、爸爸来作为答案。这难道不是很聪明的吗？

实际上，博比采用的就是现代纠错码的原理。我们现在常采用由0,1组成的序列来传递信息。但是，传递过程中可能出错，比如序列中某一位本来是0，传递过程中变成了1，整个信息就错了。问题是：接收信息的一方怎么能知道收到的序列是否有错？如果有错，怎样纠正？

假如序列中某一位本应是0，却变成了1，成为另一个序列。如果这个已经错了的序列代表了另一个信息，那么接收方就无法知道这个序列是否发生了错误，而会将它误译为另一个信息。可以假定错误是不多的，比如假定在10位中最多可能错一位。但必须让它错了一位之后就不代表任何信息，这才知道出现了错误。具体来说：由10位0,1数字总共可能组成 $2^{10}=1024$ 种不同的序列。如果将这1024个不同的序列全部用来传递信息，那就不能发现错误了。只能将其中一部分序列作为传递信息的合法序

列，其余的都是非法的序列。而且选择合法的序列使它们每两个之间至少有三位数字不相同。这样，如果接收到的序列不是合法序列，就可能断定是在传递过程中发生了错误。怎样进行纠正？向聪明的博比学习——将这个非法序列修改一位，纠正为一个与之最接近的合法序列！就好象博比将“非法动物”（他不认识的）长颈鹿纠正为“合法动物”（他所认识的）马。

不妨说：纠错码的原理就是“指鹿为马”。发出的信息只能是“马”而不能是“鹿”，如果你收到的是“鹿”，那就是错了，要将它纠正为“马”！

后记：吴文俊问聊斋

2003年下半年，在武汉大学开中国数学会全国代表大会。来到会场，看见吴文俊院士坐在会议厅外的一张沙发上，乐呵呵地接受一位又一位会议代表的问候。我也过去向吴老问好。他对我的问候没有马上反映，似乎在努力回忆什么事情。我想他大概记不起我是谁了，在努力回忆。我就将自己佩带的胸牌显示给他看，自我介绍说：“我是中国科大的李尚志。你到科大开会时是我陪你到西区参观加速器。”他又想了一会儿，突然冒出一句话来：“你有两篇文章我很喜欢，就是想不起是在哪里看见的了。”这个回答让我吃了一惊：吴老的记性可真好，不是想不起我，而是熟悉得很，连我写的文章都注意到了。我问他喜欢的是我的哪两篇文章。他说有一篇是“指鹿为马”。于是我知道他说的就是数学聊斋二则，其中第二则是《指鹿为马之幼儿版——纠错码》，是借用从《读者》上看来的一岁两岁小孩将长颈鹿指认为马的笑话来解释纠错码的原理。后来我上课讲编码理论，甚至讲抽象代数，都从这个笑话开始讲，学生在捧腹大笑之后自然而然就体会到了纠错码的基本想法。我很高兴自己写的这个小文章能够得到吴老的欣赏，不过也猜不出来吴老从哪里看到的这两篇文章。他说他不是从网上看来的，而是从书里看来的，记不清楚什么书了。我的这两篇文章在教学指导委员会办的《大学数学》发表过，后来我问了负责具体编辑这个刊物的老师，他告诉我，当时将这个刊物寄给很多知名数学家了，其中包括吴文俊。

在这里讲这个故事，并不是想说明我的文章如何好，



吴文俊和袁隆平获得第一届（2000年）国家最高科学技术奖

而是说明吴老如何平易近人。我第一次见吴老是办理通过百人计划引进胡森老师的事情。胡森以前是吴文俊的硕士生，他将吴文俊家的电话告诉我，我到吴老家去面谈。我第一次给吴老打电话，让他将他家的小区名称、楼号、房间号告诉我，约定好时间我去见他。他在电话里非常详细地讲如何到他家去：从哪里进小区，看见什么风景，到第几栋楼转弯，哪里再转弯，哪里上楼，第几间房间，……，详细得就好像编写计算机程序一样。我听见电话里有人对他说：“你讲这么多干什么嘛？”吴老回答说：“我不讲清楚人家怎么找得到嘛？”吴老是全国知名的大人物，以前也并不认识我，能为我想得这么周到，我当时心里特感动。其实，吴老这种态度并非针对我，而是对所有的人都一样的平等相待，一样地为他人着想。我按照他给的“程序”照章执行，毫不费力就找到了他住的小区，找到了他的房间，就是2008年过年胡锦涛去看望他的那个书房，柜子里、桌子上堆满了书的那个书房。我临走时他还一定要送我下楼，我坚持说你是老前辈，保重身体，不要下楼吧。（他住的是老式的房子，下楼还没有电梯）。

现在，如果有谁到我家来，我都要在电话里把我家的路线的“程序”详细告诉他，还将所编写的“程序”存到手机里，用手机短信发给来人。从来没有来过我家的，也大多能顺利地找到。最初有少数人走错了，我就将“程序”语句作了修改，以防类似的错误再次发生。有一位老同学还总结出我家那栋的坐标是(3,3)，我说不对，是从小区入口往西往南的，应当是(-3, -3)。

连载待续