

北航怎样选拔尖子生？

北京航空航天大学数学与系统科学学院

李尚志

为了培养优秀人才，北京航空航天大学创办了高等工程学院。从2002年开始，每年从录取的大学本科新生中选拔一部分有潜力的学生进入高等工程学院学习。今年的选拔考试刚刚结束。以下就是我们2007年选拔考试中的一幕。

(一名学生进入教室。)

老师：请坐。(学生就坐)

老师：你知道什么是圆锥曲线吗？

考生：圆，椭圆，抛物线，双曲线是圆锥曲线。(也有人回答：到一个定点和一条定直线距离之比为定值的点的轨迹称为圆锥曲线。)

老师：它们既然叫圆锥曲线，总应当与圆锥有关系吧。不然为什么叫做“圆锥”曲线而不叫“鸡蛋曲线”或者“正方体曲线”呢？比如，我国有个女子体操运动员吴佳妮，她首创了一套体操动作，这套动作就要以她来命名，叫做“佳妮腾越”，而不能叫做马拉多纳腾越或者叫别的名子。

考生：哦，……，想起来了，圆锥曲线可以由平面去截圆锥得出来。从不同的角度去截，分别得到圆，椭圆，抛物线，双曲线。

老师：你面前的桌子上有一个茶杯，里面有水。请观察，水面的边缘是什么形状？

考生：是圆。(心里也许在想，这个问题太简单了哟！)

老师：请把茶杯端起来，稍微倾斜，现在水面的边缘是什么形状？

考生：好像是椭圆。

老师：真是椭圆吗？请说明理由。

考生：这个杯子是圆柱形吗？

老师：请自己观察。杯子的上下是一样粗吗？

考生：不一样粗，而是上面粗下面细。不是圆柱，是圆台。……(思考)……因此，水面的边缘不应该是椭圆，应当

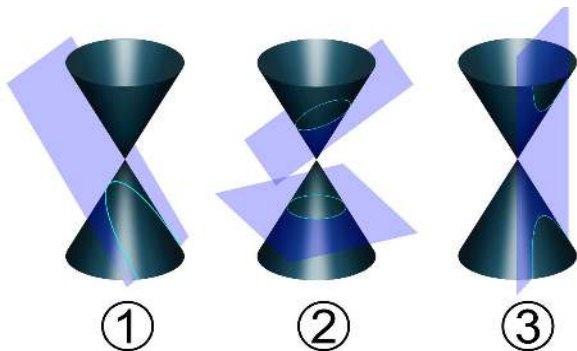
是一头尖一头平的曲线，像鸡蛋一样。……(感到奇怪)……但是看起来怎么还是像椭圆呢？

老师：只有上下一样粗的圆柱被平面截才能得到椭圆吗？你刚才不是说过椭圆也是圆锥曲线吗，能不能用平面截圆锥得到？

考生：(似有所悟)哦……将杯子侧面向下面延伸就是圆锥，所以水面边缘还是由平面截圆锥得到的，应当是椭圆。

老师：很好！谢谢。(以下问答别的问题，略去。)

圆锥曲线是数学中的重要概念。让学生叙述书本上的圆锥曲线的定义，是一道常规的数学考试题。但这并不是我们考试的重点，而只是将它作为一个引子，埋下的一个伏笔，暗示和引导考生在以后的问答中将现实生活中的例子与书本上的圆锥和平面联系起来。我们发现，大部分考生会背诵圆锥曲线的定义，但面对现实生活中茶杯中的水面，却将刚才所背的定义忘得干干净净，不知道茶杯壁可以看作圆锥侧面的一部分，水面可以看作平面，截出来的也是圆锥曲线。不能认为只有书本上、考试卷子上的平面和圆锥才是正宗的数学，生活中的水面和茶杯就不是数学，就都是左道旁门、歪门邪道。我们这样考学生，不仅是为了选拔，更是引导学生将眼光从书本和考卷的狭窄天地中解放出来，放眼到现实生活中去体会数学。当然，各个考生对我们所提的问题并不是都是像前面那样回答的。但前面所写的回答确实能够代表相当一部分考生。他们虽然在一开始有疑惑，没有得出正确的



圆锥曲线的内心：(1) 抛物线；(2) 圆和椭圆；(3) 双曲线

答案，但在考官的启发下能够很快醒悟过来，我们对这样的考生就很满意，决不因为开始的答案不对就扣他们的分。考生从疑惑到醒悟、从错误到正确的转变过程更能够令人信服地表现他们的思考能力，比起最后答案的对或错更加重要。



本文开始叙述的只是我所问问题的一个例子。另外一个例子是：将一张纸卷成圆柱形，用一个平面斜着去截，试画出截痕展开图的草图，通过观察猜想它是什么曲线？这个问题是中学数学中没有讲到的，难度相当大。我们不要求学生一开始就给出正确答案，而是引导他们经历试验、观察、思考、猜想以及不断纠正错误的过程去得出自己的答案，这实际上就是他们以后要进行的科学研究的过程。考官根据考生在这个过程的表现来判断考生自主学习的能力、思维能力、自己纠正自己的错误的能力，也就是判断他们从事科学研究的潜力。这个问题的答案其实是中学必学的内容，但中学考试涉及的不多，因此善于自主思考的学生不难猜测到正确的答案，而那些虽然经历过备战高考的题海战术训练却不会用自己的大脑思考的考生就只能茫然无措。当然我们还问了其他一些数学和物理的问题，这里就不一一列举了。

对考生进行口试，只是北航的选拔考试的一部分。在口试之前，已经出了数学、物理、英语的笔试题对考生全面掌握知识的情况进行了系统的考察。而口试由于时间较短（每位考生问答时间一般不能超过10分钟），不可能也没有必要再对掌握知识的情况再进行系统的考察，而只能着重考察他们的思维能力、发展潜力、学习态度等。从口试的情况看来，大多数考生在口试中的表现与笔试中的表现基本一致，也就是说：笔试分数高的学生在口试中表现也好一些。但也有一部分学生口试的情况与笔试的表现不一致，对这样的考生就要结合笔试和口试的情况综合考虑能否将他们选拔到尖子班。不但这次选拔尖子班学生是这样，在今年初招收保送生的时候也同样有笔试与口试。在那次口试中有这样一幕：

教师：你的笔试感觉怎么样？

考生：我觉得已经尽力了，发挥出了自己的水平。

教师：如果你现在发现在笔试中有哪道题目做错了，马上告诉我应当怎样纠正。如果在笔试中有哪道题目没做出来，现在想出来了，马上告诉我这道题目应当怎样做。只要你的纠正或补充是正确的，我马上给你加分。你要不要加分？

考生：我们中学教师告诉我们，考过了的题目就不要再去想，想了也没有用。因此我考了过后没有想。

这位考生说“想了也没有用了”是因为：既然已经考试过了，再去想也没有用了，想出来也不会加分了。因此当我承诺给他加分的时候他却无法利用这个机会。所谓加分，当然不是再去改动笔试分数，而是在口试中为他加分。在参加那次保送考试的几十名学生中，只有一名考生可以得到我的这个加分，不过他已经不需要这个加分，因为他的分数本来就很高了。这次选拔尖子生的考试，也采用了同样的方式，将某位学生笔试中不会做或者做错了的题目在口试中再问他，给他一个弥补自己错误的机会。这不仅是考他们的知识，更是考察他们的学习态度和对科学是否有兴趣。考生们在高考之前巴不得有人告诉他们高考将要考什么题，在考场上巴不得找一个人来教他高考题目怎样做，或者找一本书来寻找答案。

在我们的笔试之后，考生们有足够的时间去查书本、请教别人、自己重新思考，找到问题的答案并不困难。但是令人遗憾的是，大部分学生却没有这样去做，这说明他们学习的唯一目的就是考试分数，而对于所考的知识本身毫无兴趣。联想到有些人热衷于预测中国人什么时候能得诺贝尔奖，向诺贝尔奖的评委请教获奖秘诀，评委也将秘诀毫无保留的传授出来了：

“你们中国人为什么只想得奖，对科学本身不感兴趣？”确实，每个得诺贝尔奖的人都是热爱科学本身，并不是为得奖而研究科学，要想得诺贝尔奖，就应当向他们学习这个经验。但是，很多中国人对这个宝贵经验不感兴趣，对这个真传秘诀并不喜欢，仍然年复一年地预测何年何月中国人能得诺贝尔奖。如果搞科研的人都这样在离诺贝尔奖越来越远的方向上继续狂奔，诺贝尔奖的希望就只能

我们不要求学生一开始就给出正确答案，而是引导他们经历试验、观察、思考、猜想以及不断纠正错误的过程去得出自己的答案，这实际上就是他们以后要进行的科学研究的过程。

寄托在下一代的身上了。但如果我们的学生学习的唯一目的就是为分数而对科学本身没有一点兴趣,那么下一代也没有希望。所以我认为:对科学的兴趣,思维的能力,是从事科学研究的基本素质。考生如果具备这方面的素质,将来才有可能为国家做出大的贡献,现在才能学好大学的课程。我的指导思想就是希望将那些对科学有兴趣、不指望天上掉下馅饼而愿意自己认真思考的学生选拔出来,加以培养。

我们现在很多考试,在考场上考官和考生好像是一场战争的双方,互相敌对,相互提防。在笔试场上,为了保证考试的公平和真实性,这也是没有办法的事情。但在口试时学生的一切表现都在我们的观察之中,就没有必要搞得这么对立,更不能将口试变成对学生的审问。我们在口试中始终将考生作为朋友,平等相待,努力使口试以轻松的对话和聊天的方式来进行,在聊天之中观察他们对科学是否有兴趣、基础知识掌握得如何、是否能将所学的知识与现实生活结合起来。因此,一开始我们可能要说一些与数学物理无关的话来减轻学生的紧张情绪。比如有一个学生来自湖南汨罗,我就说那是屈原投江的地方吧。又比如在解释圆锥曲线与圆锥的关系时,举了体育运动中的“佳妮腾越”不能叫做“马拉多纳腾越”为例。这当然不是为了考察学生的历史知识或者体育知识,而是为了活跃气氛,启发学生。即使学生不知道屈原投江,不知道体操明星吴佳妮和足球明星马拉多纳,也不影响对他的录取。

我们的口试分为三组,考题并没有统一的规定,完全由各组的老师自由发挥。据说有某一组的考官问过一个脑筋急转弯的问题,引起某媒体记者极强的兴奋感,用了一个耸人听闻的标题“北京航空航天大学用脑筋急转弯选拔尖子生”来加以炒作,而且按照他们的职业习惯加以移花接木,

说成是我的主张。我所在的小组绝对没有问过这样的问题。即使某一组的老师问过这样的问题,至多也只是一种活跃气氛的笑料而已,在最后的录取中绝对没有将考生怎样回答作为考虑的因素。我本人认为,在口试中提出这样的问题不妥,容易使学生产生误会,以为这也是选拔考试题的一部分,担心自己的答案有错而产生紧张情绪。因此,在以后的考试中应当禁止这一类问题。某些媒体组织的选拔竞赛,喜欢将参赛选手像猫捉老鼠那样捉了又放,放了再捉,直到他们的眼泪再也控制不住而哗啦啦

流出来,再怀着欣赏的心情假惺惺说几句安慰话,以达到最大的煽情效果。我们是教师,不能像媒体对待选手那样来对待考生,我们是学生的朋友,一切应当从爱护学生出发。我们的选拔考试不但要尽量选出真正的好苗子,而且要有利于所有的考生(包括被选上的和被淘汰的考生)今后一辈子的成长和发展。有些考生是保送上北航的,在今年初曾经参加过我们的选拔考试,这次又来参加选拔进高等工程学院的考试。我发现这些学生看问题的方式比起没有参加过上次的考试的考生更灵活一些,眼界更开阔一些,这说明我们上次的考试对他们起到了好的作用,我为此感到十分欣慰。

作者简介

李尚志,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。

是我国自己培养的首批18名博士之一。1998年至2001年担任中国科技大学数学系主任。2004年至2008年任北京航空航天大学理学院院长。自1980年以来一直从事代数学领域,特别是群论方向的科学研究。在典型群的子群结构的研究中取得了受到国际同行瞩目的系统的成果。主持的课程《数学实验》,《线性代数(数学专业)》,《线性代数(非数学专业)》分别于2003年、2004年、2006年评为国家精品课程。

