

## 动手能力

两个楼之间埋在地下的水管坏掉了，你要怎么查？是哪个点坏掉了？

- 方法③是从第 1 个楼底下开始挖，一直挖到发现问题为止；
- 方法④是在两个楼中间挖下去，看看问题是出现在哪一端，然后以此类推。

你来猜一猜，哪一种方法更好呢？

这就是数学家华罗庚曾经说过一个优选法。

动手能力是我们早期“德智体美劳”全息化教育积累的功夫，跟我们的人生经验也有关系，小时候是不是做了一些家务，是不是做了一些劳动。整体而言，个人体验不够、劳动的欠缺是整个教育过程的一个积累，最后堆积到研究生这个阶段，会有一个集中的体现，就是我们的学生普遍动手能力偏弱

比如这道题：你用探针台测量硅片上一个电子器件的性能，发现没有信号，你怎么办？你会有三种对策：第 1 种就是问老师怎么做，第 2 种就是问问师兄，第 3 种就是有策略有方案，如果不够确定和自信，可以去找老师讨论和咨询。这第 3 种方法就是动手能力，有发现问题去解决问题的能力（答案见脚注<sup>1</sup>）。第 1 种和第 2 种不能随使用，求人不如求己，如果一定要问人家，自己的功课也要做足。

---

<sup>1</sup>把问题分成段，比如：①导线有没有问题？②接头有没有问题？③探针头有没有问题？④看针头硅片有没有接触上？⑤硅片上的器件有没有问题？问出问题之后，还想要办法去解决解决问题，比如第 1 项，导线有没有问题？你怎么检验呢？记得著名的数学家华罗庚曾经说过一个优选法，就是两个楼之间埋在地下的水管坏掉了，你要怎么查？是哪个点坏掉了？方法③是从第 1 个楼

所以做研究生导师并不容易，要从纪律层面、从动手轻重层面<sup>2</sup>、从安全层面等等来悉心培养研究生。有些事情呢，“过于安全”也不行，这样学生会畏手畏脚，甚至会小题大做。曾经有一个很有意思的故事，要测量一个射频 RF 器件，比如一个 5G 的天线，有同学说这个东西有电磁辐射，他不想做。如果这些 5G 的基本实验没有人做，那我们的手机是怎么来的呢？对于某些实验又要尤其注意安全，比如对于化学品的操作必须要经过事先的培训，在实践当中还要尤其留意学生，比如手不够稳、毛手毛脚，这样都容易出问题。

德智体美劳的教育是欠缺的，我们所谓的美就是会弹琴、会拉小提琴，更多的是一种艺术陶冶的能力、而不一定是动手能力，“美”不能代替“劳”。

### 仪器操作

研究生伊始有两项主要工作：实验室技能学习和培训，文献调研与开题。文献调研首先是根据导师或者自己感兴趣的领域制定相关的课题与研究目标，然后进行初步的文献调研，从而形成初步的实验方案。跟导师讨论后，再尝试有前途的方案。我们就可以将前段时间学习的仪器操作结合起来，开展实验工作。在实验的过程中，一定要关注实验细节，有可能现象就在一念之间。如果实验结果不尽人意，就要根据结果反馈给实验过程，修正自己的实验方案和实验参数。学习和践行仪器操作，就是工欲善其事必先利其器。学习仪器操作就是动手能力与默会知识，最好的办法就是传帮带，这里边导师要负起责任来，安排与协调好师兄（姐）带好学弟学妹。进入实验室后，师兄师姐们手把手的教他们熟悉各种仪器的操作，也可以采用帮师兄师姐做实验，在帮助的过程中达到熟悉仪器的目的，一箭双雕，一举两得。做实验时，我们要遵循“先原

---

底下开始挖，一直挖到发现问题为止；方法⑥是在两个楼中间挖下去，看看问题是出现在哪一端，然后以此类推。你来猜一猜，哪一种方法更好呢？

<sup>2</sup> 有些设备很贵重，学生操作的时候一旦损坏，其他人就做不了实验了，所以在正式做实验之前，必须要有一个培训和传帮带的过程。

理，后实操”的原则，先想清楚再动手。操作不当，轻则损坏样品，重则损坏仪器，伤及自身。

### 传帮带

教外有别传<sup>3</sup>，这里边我们引用这个词的意思在于：有些与体验有关的东西无法用文字来描述，也就是不能单靠读说明书就能够操作好一个仪器、完成一个实验过程，毛主席这样说，“要想知道梨子的滋味，就必须亲口尝一尝。”教外别传最好的“传”法，就是传帮带，传是教、帮是要让他亲自做、带是在一边看。在师兄师姐讲解操作时，第一是要学会多记录，在每次实验操作过程完毕之后、师兄示范之后，我们把操作记录下来，同时也可以记录自己在帮师兄师姐做实验时的一些想法，**建议采用录像**可以回看，把过程“全息的”记录下来。

#### 传帮带的步骤：

- 首先由师兄演示一遍，在演示的过程当中可以录像。
- 第二，就是让学生亲自再做一遍，在这个过程当中，师兄要在旁边看着，监测操作的每一个过程，在中间出现偏差的时候，马上予以纠正，尤其是在使用重要设备实验的时候，是不能出差错的。如果需要的话，需要重复一遍。
- 第三，在确保没有差错、操作错误的情形下，才是学生独立做下一次的实验，但是要保持密切的联系，学生中间有任何疑问，可以随时跟师兄进行沟通询问。

这个就是“传帮带”的具体过程。

---

<sup>3</sup>取自禅宗专有名词，教外别传，不设文字，其主旨在于道不能只靠文字来传播，也就是道可道，非常道。