

自主演奏 创想未来

——清华大学航天航空学院郑钢铁教授谈 SRT

本刊记者 曾卓崑

2014 年初夏，清华大学航天航空学院学生节演出现场。

悦耳的木琴声响起，瞬间吸引了观众的视线。徐徐拉开的大幕背后却看不到演员，舞台上只有一架木琴。“快看，这架琴在自己演奏！”“看不到人，太神奇了。”观众们窃窃私语，颇为称奇。

这是钱学森力学班（简称“力学班”）学生 SRT 的项目成果。按照整体构思，本届学生的成果是一架木琴和一支萨克斯，今后还将陆续做出其他乐器，都是自动演奏。经过几年积累，学生们的 SRT 成果就可以组成一支乐队了。这个项目被称为“音乐工厂”，项目的指导老师是清华大学航天航空学院的郑钢铁教授和姚朝晖副教授。

SRT，Student Research Training，大学生研究训练，是针对本科生开展的科学研究训练项目。美国麻省理工学院有 UROP 计划（Undergraduate Research Opportunities Program），在国内，清华大学首先借鉴 UROP，从 1996 年开始实施 SRT，目前此训练已在众多国内高校中开展，其教学训练效果已经初显。在力学班实践 SRT 的过程中，郑老师有很多思考……

SRT 与情商培养

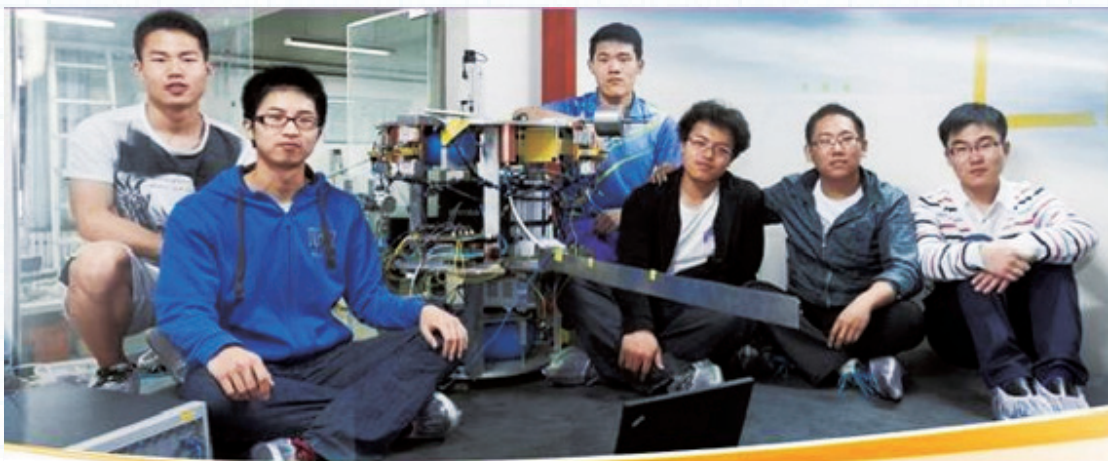
SRT 对于学生的训练很有益处。因为学生们即使到了大学也只是一起学习，这和一起做事不一样。SRT 训练中大家要做的是一个系统，需要互相帮助。这既要求一个人能看到别人的长处，会“利用”别人的长处，也要求自己要有长处，为人所需。如果你没有优势，可能就没有人找你合作。有人画画画得好，有人电路做得好……慢慢的，学生们自己的特点、特长就形成和被发掘了。这也算得上是社会工作



郑钢铁，清华大学航天航空学院飞行器设计研究所教授、博士生导师，主要从事飞行器设计方面的研究和教学工作



力1班的SRT训练项目成果之一：依靠电子技术实现自动演奏的水琴



力0班的SRT项目成果——卫星模拟器项目，获“挑战杯”一等奖。图为团队成员与他们所做的卫星模拟器合影

的提前演练。

合作项目的经历对学生的情商培养也有帮助：我们做卫星模拟器项目时，日本正好有个小型会议，我是组委会成员，不过一开始的经费只能负担两个人。在项目组开会时，我说了这个情况。一位同学当即表示他去过日本，要把机会留给别人；还有一位同学说自己曾得到过其他的机会，这个机会也该给别人，好处不能都被他占了。他们都是独生子女，我认为学习到了谦让并不容易。经过团队的训练，大家明白了人与人之间互相依存的关系，所以待人处世也有进步，懂得为别人着想了。

SRT 与领导力训练

SRT 培养学生的领导力，这也是项目设计的初衷之一。项目有一定难度，让同学们自己去解决问题。项目没有组长，人人都可以是组长。所有任务的分配都由他们自己决定，在磨合中形成自然的分工。团队合作锻炼一个人的组织能力，看你如何使别人的能力为你所用。现代社会中，除非有特别的发现，一个人凭一己之力所做的东西是有限的，需要做的事常常是系统性、项目性的。理解了这一点，就要学会发挥别人的长处。

如果学生希望将来在工业部门担任领导，

首先需要学习把人安排好，不然人家怎么为你做事；需要将自己的意志、想法变成别人的行动；需要清楚的指令……这些都是基本的训练，也是软实力。对于 SRT 项目几位同学之间的沟通，我完全放手。谁想做一件事情，自己去找同学说，如果别人不愿意，你如何动员，完全自己解决。这样才能练出基本功。我觉得如果推广力学班 SRT 模式，人人都可以成为领导者。郑泉水老师（编者注：钱学森力学班首席教授）要求力学班必修 SRT，我认为很有远见。

我们的很多宣传是空中楼阁似的宣传。志

存高远固然好，但任何事情都得从基层做起。胡锦涛是从水电站一个小技术员开始做的；习近平也是从县里种地开始干起的。我跟力学班的同学讲，不管你将来做什么、到什么单位，你首先得从零做起，从焊电路板、画图干起。你得把每一件小事干漂亮了，才能一步步往上走。没有人一进入社会就当官，就算是父母开的公司，为了不把公司干黄，父母也会让你从头做起。当大师、大家、领军人物，都需要老老实实干活儿，从基础做起。所以 SRT 训练中，学生们是从螺丝钉安装、电路连接一点点做到整架木琴在台上自动演奏。

SRT 是以学生为主体的课外科学研究活动，老师主要起指导作用。正因为学生充分自主，整个过程对学生的要求也非常高，他们既要有良好的基础，还要有快速并且持续的学习能力，能迅速补足项目需要而自己还未学习的功课。这使得 SRT 训练的难度大大增加。郑老师在学生选、退课的选择中，进一步思考了学分绩导向背后存在的问题……

学分绩虚高的忧虑

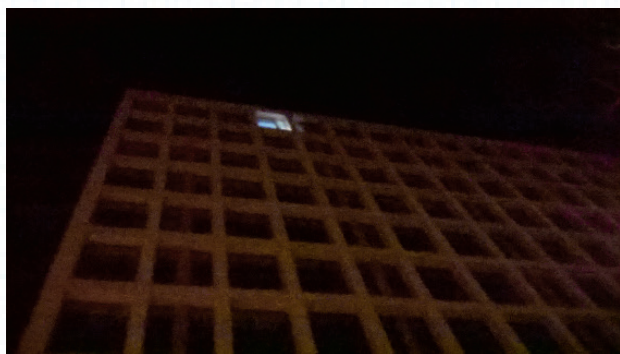
我以前指导普通班学生的 SRT，从 2012 年开始带力学班。以往 SRT 项目不少是草草结束，比较“水”，一个主要原因是学生们需要学分绩。学分绩作为衡量手段合理性肯定是有的，但有时也被误用。学生选课往往以修完课程、得到学分为首要目标，因此选课时常跳过难度较大的课程，先选容易通过的课程，从而更快地取得学分，这样的结果是忽略了课程的系统性和重要性，可能一个学生的整体学分已经达标，但某些基础而重要的课程却还从来没有学过。而要完成一个有难度和挑战性的 SRT 项目，则需要大量的时间投入，这显然和单纯追求学分绩形成了矛盾。

有一件事情对我和同事触动很大。在两、三年前的一次博士生面试中，我们发现清华的学生与外校的相比，在项目经验、待人处事、合作精神、语言表达等很多方面反倒不如外校学生，自信心方面也表现得比较弱。对此我们



SRT 训练中，学生们从螺丝钉安装和焊接电路板做起

“ 本来我们有很系统的教学计划，但为追求高学分绩，学生把难学的课放在保研或出国以后再选、再学，结果是学分成绩虚高，严格来说这样的学分绩算“钻空子”得来的，其结果是学分绩高的学生不一定是真正的好学生，而且存在知识体系支离破碎的问题。”



夜深人静之时，系馆只有 SRT 项目实验室的灯还亮着



能进行自动演奏的萨克斯在同学们的不努力下慢慢成型

开展了讨论，试图找到原因。

第一，不可否认，清华都是尖子学生。尖子学生往往独来独往，自主性很强；但当尖子学生到了都是尖子的地方，会感到失落，因为有时他跟不上了，很多人的自信心被打击了。第二，目前我们学分绩至上的导向产生了一些问题：本来我们有很系统的教学计划，但为追求高学分绩，学生把难学的课放在保研或出国以后再选、再学，结果是学分成绩虚高，严格来说这样的学分绩算“钻空子”得来的，其结果是学分绩高的学生不一定是真正的好学生，而且存在知识体系支离破碎的问题。

世上无难事 只要肯登攀

我第一次带学生做 SRT 时做的是一个卫星模拟器，获得了“挑战杯”一等奖。这个项目是从暑期小学期开始的，我当时带的有来自普通班和力学班的两拨学生。小学期结束时发现，力学班同学对问题的概括、总结和认识程度要好于普通班同学。其实不是普通班学生不好，他们实际上不够上心，精力和时间投入不够。普通班学生问我后面项目的难度，我告诉他们绝不简单，需要付出。因为他们的课很紧，怕影响学分绩，衡量之下普通班同学退出了，力学班同学则坚持下来了。我和姚朝晖老师设计的 SRT 项目难度很大，参与的同学经常一晚上、一晚上不睡觉。总结力学班学生可以坚持的原因，一是他们相对课程较少，有一些时间可以投入；另外，力学班强调自主学习；再有，力学班 SRT 是必修课，也就是没得选，人在没有退路的情况下，反倒是置之死地而后生的；力学班同学之间的交往也比多，有自己固定的教室，他们的团队合作有基础。

高教研究所一位研究人员做过情商与智商的关系调查，发现智商差不多的情况下，成功 80% 由情商决定。力学班在高考



清华大学校领导参观音乐工厂项目，左图中者为陈旭，右图左一为袁弼，左二为史宗恺，右一为郑钢铁



时属于自主招生，不过我认为人与人之间的差距并不是由那几分造成的，毅力和意志力起很大作用。我们有位老师教飞行器动力学控制，是飞机最基本的课程。有一年选他课的人挺多，有几十个。这位老师挺高兴，于是说，谁的课程大作业做得好，他奖励一千元，钱从他自己的工资中出。结果第二天，选课的学生跑了一半。他们以为课程会很难，被吓跑了。我们都叹息学生知难而退，缺乏挑战精神，更不要说毅力。

就像前面所说，普通班同学因为学分绩“知难而退”，在毅力方面缺少了磨炼。力学班的同学既因为 SRT 是必修课，又因为项目把同学们“捆”到一起，这些帮助他们坚持下来。我认为坚持下去的学生会比较具备竞争力。一位伟人曾说“世上无难事，只要肯登攀”。实际上任何事情都不是很难，只要你肯坚持。过程

中总有一段艰难，过了就好了，如果没过这个坎儿就交枪，那就“熊包”了！

力学班非常重视学生们动手能力和团队精神的培养，其首席教授郑泉水也非常重视情商训练。在郑泉水教授的邀请下，郑钢铁教授为力学班的指导教师组做了 SRT 目的和项目设置的报告。在近两年的教学研讨会上，航院将实践教学列为重要议题讨论。为了支持 SRT，力学班提供了绝大部分项目经费。航院还专门为音乐工厂辟出一间办公室。“音乐工厂”越做影响力越大，清华大学多位校领导都曾参观视察项目，提出了很多宝贵意见。目前，各方正在积极努力，争取早日将“音乐工厂”项目向清华大学的学生开放，为那些有志于将音乐与工程技术结合，创造未来音乐梦想的同学提供机会。📖