

受到物理系治学的严谨，也体会到系里老师对学生发自内心的关心。

我当年的同们有钱绍钧、邝宇平、管惟炎、王义遒、戴道生等，那时一个宿舍几个人，条件虽然比不上现在，但大家学习氛围很好，同学们都相处得很融洽。

1952年前后，国家号召选派留学生赴苏联学习。当时清华报名参加留苏考试的有差不多一百人。我们物理系报了7个，考取了6个。我和同学钱绍钧、管惟炎都在其中。我们被送到俄语专修学校学习，编在一个“清华班”。这次留学经历成为我人生的重要转折点。国家建设需要多方面人才，我们几个人后来转学了不同专业。我转去学通信，到了苏联列宁格勒电信工程学院。从学物理转向学通信，个人

学习时间因此延长了，但国家需要就是我们的选择。1958年，我毕业归国。后来有人问过我为何没有留在国外，我们那一代从未想过不回国。

清华有那么多好老师，他们的学识和风范深深影响了我。物理是自然科学的基础，物理研究的好坏决定了我们整个科学的水平。清华物理系为国家培养了大批栋梁之材，国际排名也非常靠前，这是几代人奋斗的结果。学习物理，兴趣是最好的老师，但要研究深、走得远并有所成就，就必须要有努力的加持。成功离不开天赋、机遇和努力三个要素，前两个不是个人能决定的，唯有努力可以自己把握。希望清华物理系继续弘扬优良传统，为国家的基础科学和前沿探索作出更大贡献。

## 我与金 22 班同学的缘分

○ 邓海金（1970 届冶金）

### 一、楔子

我1964年9月考入清华大学冶金系金属材料专业（金0班），1969年10月末从北京出发前往四川清华大学绵阳分校参加分校建设，并于1970年3月初毕业留校。1972年2月初我被调回北京本校，重返清华园，成为机械工程系金属材料教研组的一名“新工人”。

当年机械工程系自1970年起，共招收了金0、金2、金3、金4、金5和金6共6个年级的学生。我与这6个年级的学生均有交集。其中与金0班同学先是在一起参加金属材料实验室“东跨”的建设，后又与他们参与了在陈南平、刘英杰老师指导下

的“空气焊焊丝”和“国产手表表盘Cu合金”的研制工作。我与金2、金3和金4三个年级的同学则是在自1973年实行的“开门办学”中相识相知、共同成长，特别是与金2年级金22班的北京特殊钢厂实践小分队11名同学“同吃同住同劳动”近一年半之久。

2022年是1972年入校的金22班入学50周年，同学们因疫情无法到校庆祝，为此发起了云聚会，并邀请我参加。这也使我回忆起48年前与他们在北京特殊钢厂一起“开门办学”的难忘点滴。写作此文则是补充一些我与金22班同学的缘分以及难忘的回忆。

## 二、结缘

1973年4、5月份，我从“东跨”被抽调去参加由刘家濬老师带队的金属材料教研组“开门办学”点的调研。我们先后调研了北京钢厂、北京第二通用机械厂、北京特殊钢厂、北京机床厂、北京钢丝厂以及北京冶金试验厂等与金属材料及热处理专业相关的大中型国营企业。其中北京钢厂、北京特殊钢厂和北京冶金试验厂比较适合，还可安排“开门办学”同学的住宿。这三厂均具有金属材料的冶炼（电弧炉或感应炉）、加工（锻造及轧制）及比较完备的性能（金相及力学性能等）检验手段，有利于学生直接接触金属材料的生产及性能测试等实际生产各个阶段，这是当时“开门办学”选点的指导思想之一。

1973年9月初，我与七八位老师及职工（如金属材料教研组刘家濬、汪复兴，数学教研组李欧老师等）参加了刚入学进校的金31和金32两个班学员到北京特殊钢厂（以下简称“特钢”）的“开门办学”。



邓海金(右1)带领同学们向工人师傅学习。左起：工人师傅、李淑珍、申艳丽、廖建新

我由于在“东跨”参加过高频炉冶炼，因此被分配负责同学们在特钢的电弧炉炼钢车间实践，同时负责大家的安全，与同学们一起跟班向炉前的工人师傅学习。虽然我也没有学过电冶金，但在跟班学习的过程中，特别幸运地得到了炼钢车间技术科长李顺昌和炉长王仕仁等师傅们的真诚帮助和大力支持。

经过在电弧炉前一个多月的实际操作后，为了更快了解和熟悉电弧炉冶炼过程，我提出利用当时每炉需要记录的冶炼工艺单，让同学们从出钢后补炉开始，对一炉钢的冶炼整个过程如补炉、装料、熔化期、氧化期、还原期、合金化等至出钢后结束的各个工序按时间进行记录，同时也请有经验的炉长给学员们讲各个工艺环节的意义和作用。后来就在此基础上，甚至有经验的炉长为主编写了一本简易“教材”《炼钢实践-电弧炉炼钢原理及工艺》（简称《电弧炉炼钢》）。有了炉前工艺记录和《电弧炉炼钢》简易教材，

学员的学习热情和对电弧炉炼钢工艺的理解有了很大的提高。

金3班在特钢的“开门办学”直至1974年7月左右因放暑假而结束。经过近一年在特钢的“开门办学”，我对北京特殊钢厂的炼钢、轧钢等车间工艺、化学成分化验和性能检验等部门以及生产与技术管理部门都比较熟悉，并与他们建立了良好的关系。正因为有了这一段在特钢的经历，我与金22班“北京特钢开门办学实践小

分队”结缘。

### 三、显微镜到炼钢炉前

经过暑期的休整，1974年8月底左右，金属材料教研组通知我继续到特钢“开门办学”，这一次是与金22班“北京特钢开门办学实践小分队”一起，同时还有金属材料教研组陈南平教授（来特钢后不久，因工作需要返回系里）和校基础课物理教研组丁俊华老师。

金22班“开门办学”分为两个实践小分队，一个赴北京冶金试验厂，一个赴北京特钢。特钢小分队共有学员11名：韩洪礼、廖建新、申艳丽、袁大庆、李淑珍、董彦萍、张学溪、莫运松、张志新、杨顺治和吴林。负责人是韩洪礼同学，当时我负责小分队的教学与实践。接受任务后，我立即与特钢相关部门联系，由于有了金3班开门办学的基础和经验，很快就落实了学员住处在炼钢车间的实习等事项。

实际上我与小分队同学们年龄相差并不大，与他们在一起学习和生活，除在车间进行实习活动外，还经常在一起打篮球，真正是“同吃同住同劳动”。

金22班同学1972年5月入学，至开门办学前已经在校进行基础课及部分专业课（如金属学、金相检验等）的学习。有了金3班那个冶炼工艺的记录方法和《电弧炉炼钢》的简易教材，“边学边用、急用先学、活学活用”，为小分队同学们的炉前实践打下了很好的基础，同学们比较快就了解和熟悉了电弧炉冶炼的基本工艺。当然这也是与特钢炼钢车间技术科李顺昌科长及炉前工人师傅的大力支持分不开。



金相显微镜上炉台。杨顺治（左1）、董彦萍（左2）、张学溪（右2）和工人师傅们

一个多月后，同学们已与炉前工人师傅们互帮互学、打成一片，还经常去工人师傅家进行家访，相谈甚欢。在与师傅们的沟通交流中，聊到钢的成分控制对钢的性能影响，其中涉及钢的组织与性能的关系。这本来就是金属材料专业基础课“金属学”的主要内容，同学们提到钢的组织只有在金相显微镜下才能观察到。由此，有同学提出是否可以把金相显微镜带到炉前，让炉前师傅看看自己炼的钢的组织“长”什么样。

将显微镜搬到炉前，这是个好主意，得到了当时机械工程系领导的大力支持。系里指定由金属材料金相实验室陈慧芳老师和姜秀芳师傅负责将特钢生产的20#、45#、T8等碳素钢以及GCr15轴承钢制成金相样品，同时批准将一台金相显微镜带到特钢炼钢车间炉前。炉前的师傅们也是第一次看到自己亲手炼的钢在显微镜下呈现的组织，如铁素体、珠光体和碳化物，尤其是GCr15轴承钢中的夹杂物都清晰可见。此事在特钢一时传为美谈，炉前工人

师傅与同学们的关系更为融洽，同时对小分队后来进行的科研——改善50Ba钢沾透性试验帮助很大。

#### 四、50Ba钢冶炼工艺的改进

因为“显微镜到炉前”引起特钢技术科和生产科对小分队工作的重视，特钢技术科和生产科负责人找到我，希望小分队下一步能参与提高特钢的钢质量的工作，并具体提出希望降低轴承钢G15的钢中夹杂物和提高军工用钢50Ba沾透性稳定性两项工作。

经过初步的调研，同时考虑到试验工作的难度，我们觉得降低轴承钢G15的钢中夹杂物这个课题难度很大。因为当时最好的轴承钢是经过炉外脱气处理（真空脱气或炉外吹氩）来控制钢中夹杂物类型及级别，而当时国内尚未有相关的脱气设备。而军工用钢50Ba，实际上是在50#碳素钢的基础上加入硼（B），利用硼在钢组织中的间隙作用来提高50#钢的沾透性。当时特钢冶炼50Ba钢的成功率大约是10%，也就是说炼10炉保证1炉的沾透性是合格的，其他不合格的50Ba钢则处理为普通的50#钢。

提高50#钢的沾透性的关键是如何提高硼原子在组织中的间隙作用，这与钢在冶炼中如何控制好硼密切相关。这是当时最基本的思路，但当时对于硼在钢中的作用以及如何控制好钢中的硼也了解甚少。没办法，只有“走出去、请进来”。为

此，我专门请来了金属材料教研组的曹维涤老师给同学们上课，补充硼钢方面的有关知识。

根据冶金热力学，硼是极易氧化和氮化的元素，在钢冶炼过程中当脱氧脱氮不充分时，加入的硼大多会以硼的氧化物、氮化物即夹杂物的形式存在于钢中，而不能有效溶入钢中。因此，只有一定量有效溶入钢中的硼，即有效硼才能起到提高钢的沾透性的作用。有效硼在化学分析时称为酸溶硼。明白了这个道理，关键就在于如何控制电弧炉冶炼时的脱氧脱氮，也就是说，必须在硼钢冶炼操作时尽可能做好加硼前的脱氧脱氮，才能保证有效硼溶入钢中。

为此，在炼钢车间技术科长李顺昌的帮助下，我们设计制定了炼钢试验方案。即冶炼每一炉50Ba钢时，在做好基本脱氧的情况下分别先插不同量的铝后再插不同量的钛，最后加入相应量的硼铁。在加入



师生在金 22 班举行的“赛诗会”上。前排左起：吴林、李安珍、董彦萍、袁大庆；后排左起：张学溪、莫运松、邓海金、廖建新、杨顺治

铝、钛铁和硼铁后都分别在充分搅拌后取样，最后在出钢前再取样进行钢中铝、钛和酸溶硼含量的化验，同时在轧制成棒材后进行沾透性和其他力学性能测试。

数据出来后，又碰到如何处理数据的问题。这时来自特钢小分队的董彦萍同学提出可以请正在进行自耗炉冶炼GCr15去除夹杂物试验的北京钢铁学院毕业的高材生李士琦来给大家讲“数理统计”课。李士琦非常热情地给同学们讲课，同学们学到了不少数据处理相关知识并进行了大量数据处理。通过对插铝、插钛和插硼量对钢中酸溶硼含量影响进行一元回归分析，同时对酸溶硼含量对钢的沾透性等性能影响进行回归分析，基本确定了插铝量、插钛量和酸溶硼与50Ba钢沾透性的关系。

经过同学们的辛勤工作，同时确定了保硼的操作工艺方法，名曰“三加三搅”。于是在特钢炼钢车间正式采用改进工艺进行50Ba钢冶炼。开始时，为了保证军工用钢的及时交货，还是按照过去那样组织生产，即每10炉保1炉。后来同学们亲力亲为，在炉台上采用“三加三搅”工艺操作进行生产，经沾透性及其他性能测试，竟然炉炉合格，说明“三加三搅”新工艺取得了圆满成功。此后特钢正式采用了“三加三搅”工艺进行军工用钢50Ba的冶炼。

我和杨顺治同学一起将这一成果写成了论文《改善50Ba钢沾透性试验研究》，此文在1976年《金属材料研究》杂志上正式发表，论文署名为“清华大学机械工程系金22北京特殊钢厂实践小分队”，这是小分队集体努力奋斗的成果，也是我第一次将研究工作成果正式发表为论文，我们感到非常自豪。

## 五、在延庆县太平镇学农

我们小分队在特钢炼钢车间实践三个多月后，大概是1974年12月底或1975年的1月初，机械工程系安排金22班全体同学到北京延庆县永宁公社太平街大队（现在的延庆区永宁镇太平街村）学农，就是参加冬季农田水利工程建设。

学农其实是去当地附近的妫水河进行河道清淤，既能拓宽河道，又能把清出的淤泥作为肥料改造农田。尽管当时天寒地冻，但同学们在清淤的现场干得热火朝天。当时河里淤泥已经冻硬了，同学们用镐的用镐，用铲的用铲，抬筐的抬筐，我和同学们一样装淤泥、抬筐。幸好淤泥开始冻了，一天干下来只是身上出点汗，衣服和手脚倒都很干净，回到住处只洗洗就可以吃饭睡觉。当时安排住在老乡家，房东热情好客，给我和同学们让出最大的一间房，打扫得干干净净，我和大概七八位同学满满睡在一张炕上。干了一天的活，房东早早就把炕烧得热乎乎的，晚上睡下时真正体会到什么是“热炕头”了。

就在我们学农还没有多久，1975年1月5日，中共中央发出一号文件，任命邓小平为中共中央军委副主席兼中国人民解放军总参谋长。那时候，“文革”已经进入第九个年头，“文革”所引起的社会动乱使得全国人民生产和生活受到极大影响，人民群众普遍怨声载道。而在当时落实“干部解放”政策下，一大批领导干部被解放出来，重新走上工作岗位，进行了一定程度的“改革”，首先是要把国民经济搞上去，如铁路和钢铁工业等工业生产有了一定的起色。但老百姓期盼有更大的变化。因此，中央一号文件给历经内乱之苦的中国人民带来了新的希望。

既然中央作出了决定，老百姓很快就自发组织游行来庆祝邓小平同志的复出。我们在延庆学农的师生也行动起来，张学溪同学还根据中央文件精神，编写了一段朗朗上口的宣传说唱词，后又自编自导将其演变为一长段的山东柳琴戏到街头宣传演出，我与同学们一起参加了街头演出，收到非常好的效果。

后来这个节目竟然被选到县城正式舞台上演出。记得当时把那段山东柳琴戏命名为《六个老汉庆决定》，为了更好的演出效果，还借用了相应的服装和道具（如对襟上衣、旱烟杆和贴的胡须）。参加演出的6人中除我外，还有我们小分队的张学溪和吴林同学，另外可能还有韩洪礼、张志新、廖建新同学。这是我第一次以这样的形式与同学们一起参加演出，印象特别深刻。其实在这次演出之前，我还和小分队同学们参加过金22班举办的赛诗会。总之，与同学们在一起学农以及同台演出，让我们的情谊更上一层楼。

### 六、入党

我与金22班的最大缘分是1975年10月16日的金22班党支部大会。支部大会审查了我的入党申请，金22班张学溪同学和物理教研组的丁俊华老师作为我的入党介绍人介绍了我的情况，最后支部大会一致同意我加入中国共产党。这是我人生中最最重要的时刻，一辈子都难以忘记。

我第一次向党组织提交入党申请书，实际上还是1969年的事。我知道加入党组织不是一朝一夕的事，所以时时处处以一名党员的标准来严格要求自己。

正如我在向支部大会汇报中所说，当年“开门办学”过程对我在“以一名党员

标准来严格要求自己”方面的教育还是很深刻的，我所取得的思想上的每一个进步都与特钢工人师傅和同学们的帮助分不开。在与金22班11位同学一起“开门办学”的一年多时间里，我和同学们在共同劳动、共同学习、共同生活和共同战斗中结下了深厚的友谊，同学们的一言一行以及对我工作上的热情支持，特别是他们帮助我认识到自己的不足以及从思想上入党，这些都使我受益匪浅。

### 七、结语

除了以上这些事情，我与金22班同学还有许多往事，回忆起来同样令人回味无穷。我和同学们利用“开门办学”的空余时间到家在北京的小分队同学家中做客，如去过住在平安里、厂桥附近的姬玉华同学家，在她家第一次尝到了地道的、美味的北京炸酱面。

1975年4、5月份，利用等待试验的50Ba钢化验数据以及性能测试数据的间隙，小分队同学们返回学校由丁俊华老师上“X-衍射分析”课，同学们收获颇丰。

1975年末、1976年初金22班待分配时，国家正在号召去支援新疆、西藏和兰州边疆地区建设，金22班同学都积极报名。虽然我已经与金4班同学在特钢开始了新的“开门办学”，但还心系金22班的同学们。后来得知，特钢小分队的张学溪同学赴西藏工作，廖建新同学则赴格尔木青藏铁路工地报到，真为他们能为祖国的边疆建设作出贡献而高兴和自豪。与金22班同学们在一起的一年多时间，是我一生最难忘的时光。

2026年3月