

改造我们的学习

胡伟武

2004 年国庆节

龙芯课题组自从 2001 年初成立以来，已经走过了三年多的历程。在这短短的三年多中，我们的队伍从最初的十来个研究生发展到现在包含三十多员工在内的八十多人；工作场地从最初的一间五、六十平米的实验室到现在一个独立的芯片小楼；任务经费从最初的不到一百万到现在的几千万甚至上亿；我们设计的 CPU 水平越来越高，在短短的时期内实现了龙芯 1 号从 0 到 1，以及龙芯 2 号从 1 到 10 的飞跃。一句话，我们取得了很大的成绩。

但成绩的背后隐含着巨大的危机。我们没有彻底理顺任务和学科的关系，导致我们的研究工作和人才培养或者和任务严重脱节，或者绑在任务上没有足够的深度和广度。我们过分强调文化的建设，没有相应的制度把这些文化落到实处，导致整个课题组凝聚力不足乃至战斗力下降。我们对新进入课题组的研究生和员工没有很好的培训机制，导致有些人天天加班加点，而有些人却苦于找不到研究的内容。我们对龙芯的产业化缺乏强有力的技术支持，导致产业化困难重重，产业化人员和课题组人员互相抱怨。

如果说，设计龙芯 1 号时我们还是一个作坊，那么今天我们已经发展成为一个大作坊，而这种作坊式的组织管理方法已经成为我们继续前进的重大障碍。我们面临着从作坊工作模式到工业化工作模式的痛苦转变。过去和现在国内外很多优秀的队伍（包括一些计算所的队伍）就是没有能够完成这个转变，很遗憾地退出了竞争。

去年我们因为面临着类似的问题在云湖度假村开了一次研讨会。那次研讨会最大的成就是我们确定了课题组内部的组织形式。正是依靠那次会议确定的组织形式，我们在系统设计、结构设计、物理设计、验证、IP 化等方面都取得了很大的进展，完成了龙芯 2 号 0.18um 定型芯片的设计，龙芯 1 号的 IP 化工作也取得了重大进展。但举办云湖会议时，课题组的人数只有三、四十人左右，我们现在面临的问题还没有充分地暴露出来，我们的认识也还不够深入。因此当时确定的部分“生产关系”和“上层建筑”已经不适合我们目前“生产力”的发展需要。我们需要根据目前面临的新问题，重新确定或明确龙芯 CPU 课题组今后一段时间内的目标定位、组织形式以及工作方针。我们的方法还是发动全组在组内进行深入的讨论，这次讨论的重点是有关制度的建立以及执行机制。

1. “学”与“习”的关系

《论语》开篇的第一句“学而时习之，不亦悦乎”深刻地指出了学和习的内在关系。

按照以前中学语文老师的解释，“学而时习之，不亦悦乎”这句话的意思就是学完

以后要经常复习，经常练习，所学的知识才能牢固。如果孔子也同意这种解释的话，他是不配做圣人的。按照我们自己的经验，小时候为了考试硬着头皮复习和练习时，叫做学而时习之，不亦“苦”乎更为恰当一些。

“学而时习之，不亦悦乎”这句话的关键是对“学”、“习”、“时”的理解。即理论联系实践以及从认识到实践再从实践到认识的不断循环。结合我们目前的科研工作，就是如何把握国际前沿，如何完成我们承担的项目，以及如何使二者紧密结合互相促进。

首先是把握国际前沿。我们所做的创新工作是对人类现有知识的拓展，因此我们的创新必须基于对所研究领域国际同行工作的把握。这就需要阅读大量论文，了解本领域现有的工作基础和需要解决的关键问题，甚至了解国际同行工作的特点。应该达到这样的程度：在谈到所研究方向的情况时，能列举出在该方向国际上较有名的研究组以及他们的工作成果及最新进展。

值得注意的是，“了解国际前沿”和“把握国际前沿”是不一样的，前者是对别人工作的了解，后者则要成为自己的东西，要深刻得多。比如写一篇关于国际上关于某个研究领域的综述性文章，我们可以在大量阅读这方面有关的文章后，甲乙丙丁地罗列出不同研究组的工作及其特点。以片内并行处理为例，在读了1-2月的文章后，我们不难罗列出超标量、SMT、CMP、微线程、Trace Cache、PIM、IRAM等技术及其特点。但这只是了解国际前沿，大约有1到3个月的时间就够了。

把握国际前沿则需要了解国际前沿的基础上进行深入的思考，是一个认识不断加深的过程，需要经过几个阶段，并达到多次认识的提高和飞跃。开始是上述的了解国际前沿阶段。随着阅读文章的深入，尤其是在结合自己的工作后，慢慢地会产生一些问题和迷惑。一方面，对国际同行的工作有了较全面的认识，觉得要解决的问题很多；另一方面，觉得自己能想到的别人都想到了，别人没法解决的自己也没招。这时候再看别人的文章时，不仅要了解，而且要注意领会，对一些核心的文章，可能要反复地看，同时结合自己的迷惑和问题进行深入的思考。这样过了一段时间，终于会有豁然开朗的感觉，觉得自己接触到了一些问题的本质，了解了所研究问题的内在联系。这时再回头看别人的工作，就能够发现其中一些不足的地方或值得改进的地方。一般来说，对某个方向的国际前沿的把握，没有一两年的看文章功底是不行的，至少要看回到20年前的文章。

还是以片内并行处理为例。在对不同的技术进行深入的理解和思考后我们就可以从不同的角度对这些技术进行分析，找到隐藏在這些技术背后的内在联系。我们可以从指令级并行、数据级并行以及线程级并行来对不同的片内并行技术进行分析。我们也可以从共享硬盘、共享内存、共享寄存器来对不同的线程之间的同步和通信进行分析。我们还可以对不同技术的并行性提取窗口（如超标量技术只能在处理器指令窗口内的几十到几百条指令发掘并行性，而不同的多线程技术可以通过编译器甚至应用程序在上万条甚至更多的指令中发掘并行性）来对不同技术的性能进行分析。我们还可以从不同技术的

实现时模块间的耦合程度来分析物理实现的难度和时钟周期的延迟（CMP 容易实现，SMT 实现难度大得多）。

在对国际前沿有深刻的认识后，一定要结合自己的实践进行创新性的工作。不知从什么时候开始，我们已经很习惯于跟踪性的研究方法。即外国人在发现他们实践中的问题后提出了问题或者针对这个问题的部分解决方法，这个问题引起一定的重视后，我们也认为这是国际上重要的研究方向于是跟进进行研究。研究的结果往往也是千篇一律的，即理想的结果是一条直线，现有的外国人的方法的效果是一条曲线，我们提出的改进方法比别人的曲线直一点。利用这种研究方法，不大可能取得原始创新，即使有些具体实现方面的创新，也被限制在别人创新的工作内。这种研究解决的是别人的问题，是为了创新而创新，是为了论文而写论文，是没出息的研究。我们必须象当年共产党反对党八股一样反对它。

所以，理论联系实际，首先要明确我们所研究的问题来自哪里。是来自我们自己的实践，还是来自别人的实践。如果是来自别人的实践，这个问题有没有普遍性，能不能跟我们的实践结合起来。一句话，我们所研究的问题要来自我们自己的实践，或者结合自己的实践（比如说，怎样使 500MHz 的龙芯 2 号达到 2GHz 的 PIV 的性能就是这样一个问题）。

需要强调的是，我们的实践不是关起门来的实践，而是建立在对国际前沿有充分把握基础上的实践。我们基于我们的实践的创新，不是关起门来的创新，而是建立在对国际前沿有充分把握基础上的创新。这样的创新是有普遍性的，写成文章拿出去是能得到别人承认的。否则，可能我们自己认为了不起的创新其实别人早就提出来过或者已经实现了。

在结合工程任务的研究工作中，由于已经对别人的方法有了透彻的了解，很容易举一反三地把别人的方法和问题与自己的方法和问题结合并提出新的方法或对别人方法的改进。在实践中，要对实验或仿真得到的数据进行认真的思考和分析。尤其要善于通过一些简单的实践结果（如某程序在一个结构上的运行时间）分析其背后丰富的内涵（如 Cache 命中率、转移猜测命中率、每一级流水的 IPC 值、不同指令在不同流水级被阻塞的平均拍数等等），并善于抓到其中的主要因素（如对程序 A 转移猜测命中率是导致性能不高的主要因素，而对于程序 B Cache 命中率不高是导致性能不理想的主要因素）。在实验过程中，对于碰到的问题再去有针对性地阅读文章，这种有针对性的阅读会对别人工作的细微之处有更深入的了解。如此反复，不断经历从实践到认识，再用认识指导实践的过程，就能不断加深认识，发现问题，创新的火花也会从中迸发。从而对本研究方向的发展做出自己的贡献。

对研究生尤其是博士生来说，光看文章写文章是远远不够的，一定要参与到具体的

科研项目中并从中得到感性认识。否则不可能对所研究的问题有彻底的了解。所谓纸上得来终觉浅，绝知此事要躬行。没有足够的感性认识，我们的理性认识不可能得到很大的提高。

以计算机体系结构的研究为例，设计处理器的体系结构，就象古代带兵打仗的将领，要“上知天文，下知地理”，否则是要打败仗的。所谓“上知天文”，指的是在设计处理器结构的过程中要充分了解与处理器联系紧密的操作系统，编译器以及应用程序的原理和行为，以便在设计过程中在软硬件功能划分、硬件复杂度和性能之间做合理的权衡。所谓“下知地理”指的是在进行处理器结构设计时要充分考虑到所设计的模块和功能部件的电路结构，如可能的电路类型（静态 CMOS 电路、传输门电路、动态电路等），以便做到流水级之间的延迟平衡以及进行性能、设计复杂度、功耗等的取舍。现在国际上许多处理器体系结构的研究工作“look much better on paper than on silicon”主要就是这些研究人员没有机会或不愿意参与到具体的工程项目中去，以至于他们的研究成为“无本之木、无源之水”。

《百喻经》中有一个“三重楼喻”的故事。说古时有一人看见邻居家新盖的三层楼很漂亮，于是回家请了工匠也想盖一个。当工匠开始打地基时，他阻止工匠说，我不要盖下面一二层，我只要盖第三层。我们都觉得这个人很可笑，可是我们在科研工作中却经常犯类似的错误。我们的研究生刚进入课题组选择研究方向时总是希望进入结构小组，认为在结构小组最有可能取得创新的成果。不少的研究生在其他组做了一阵子工作后要求换到结构组，理由是希望研究处理器结构的核心技术如多发射、乱序执行之类；或者其他组的工作工程性太强，没有可以研究的东西。殊不知没有相应的系统软件和逻辑电路方面的功底到结构组就象不盖一层楼和二层楼而直接盖三层楼一样。更何况现在结构组已经有十几个博士，真要每个都做出能在芯片上工作而不光在纸上工作的创新工作，几乎是不可能的。关于研究生的培养和选题，以后还会有专门的讨论。

因此“学而时习之，不亦悦乎”中的“悦”，是建立在对问题本身以及解决问题的方法有深入了解，并通过自己的实践加以验证，再用实践的结果对理论和方法进行改进的基础之上的，是因为自己的追求得以达到，梦想得以实现，自己的工作对别人有贡献而产生的“悦”。就象我们自己在龙芯 1 号和龙芯 2 号联调成功后的喜悦，是任何其他喜悦所不能代替的。

2. 任务与学科的关系

上述学与习的关系指的是个人科研素质的培养。对于一个象龙芯 CPU 课题组这样一个集体来说，学与习的关系就体现为学科与任务的关系。

任务和学科是一个矛盾的两个方面。在象计算所这样的—一个研究所中，任务是主要方面，因此我们要坚持“以任务带学科”的方针不动摇。但次要方面并不是不重要，而

是强调学科的发展要服务于任务的需要。

任务和学科是矛盾的统一体，是互相蕴涵的，就象太极图的阴阳两极。我们要善于在任务中发现关键问题（如在物理设计条件受到限制的情况下，如何使低频的龙芯处理器达到国外高频处理器的性能），并通过学科的发展对这些关键问题进行研究并向任务提供解决这些关键问题的核心技术（如某种多线程技术）。在上述任务和学科的循环中，“关键问题”是属于学科的范围，却是在任务中发现的；“核心技术”是任务所需要的，却是学科研究的结果。

在处理任务和学科的关系时，我们要反对以下两种倾向。

一是反对把任务和学科对立起来。认为完成任务和学科的发展是对立的。在我们的工作中这种错误的一种突出表现是很多博士生抱怨平时工作太忙，没有时间做论文的研究；或者工程项目难以创新，不能出博士论文。这种错误的原因主要是不善于从平时的任务中发现问题，或者根本不了解国际前沿，因此也没有能力发现自己从事的工作中存在值得深入研究的问题。也有不少博士生，一天到晚看文章，没有时间或者根本不愿意在工程项目上花时间，自己认为做出了创新的工作，甚至部分论文被一些同样纸上谈兵的国内外同行录用了，就觉得自己很厉害。实际上这种纸上的工作大多是没有用的。

二是我们同样要反对过分地强调统一而否认任务和学科的差异。这种错误或者表现为过分强调任务的重要性，忽视了把握国际前沿，闭门造车。这种错误的结果必然导致任务的成果中缺乏核心技术，最后落到与企业死打乱缠的地步。过分地强调任务和学科统一的另外一种表现方式是过分强调学科的重要性，把写文章当作最重要的任务，尤其是把在所谓的著名刊物上发表文章作为自己工作的最终目标。《金刚经》中经常提到“如筏喻者”，指的是当坐船过了河后，不能因为这条船很有用或者又很漂亮，就在上岸后还扛着船走路，否则迟早会被这条“很有用又很漂亮”的船压死。论文就是这样一条船，它很有用（可以交流，可以作为晋级等的基础），但它不是我们的目的。在《三国演义》的“舌战群儒”中，有人问诸葛亮“治何经典”，就相当于我们现在的“发表了多少篇论文”。诸葛亮反问，兴周八百年的姜子牙、旺汉四百年的张子房等“治何经典”，并讥笑有些人“笔下虽有千言，胸中实无一策”。诸葛亮自己一辈子只发表了两篇论文，但这两篇论文在近两千年后的今天还被后人传诵，实在是我们的榜样。

上述过分强调任务和学科的对立或者过分强调统一其本质都是只重视一方而忽视了另一方，没有把学科和任务有机地联系起来。过分强调学科，把发表论文作为最终的标准，必然会犯教条主义的错误；而过分强调任务，忽视了把握国际前沿，必然会犯经验主义的错误。这些年来，这两种错误我们都犯过。总的来说，在前些年做 DSM 方面的工作的时候，我们确实是把发表论文作为目的，犯了教条主义的错误；在最近做 CPU 的时候，又过分强调完成任务，犯了经验主义的错误。

尤其是最近一段时间来，我们提出研究生的论文必须“从任务中来，到任务中去”

以及“源于任务，高于任务”的口号，使得多数的研究生在考虑科研方向时，心中只想着如何从任务中做论文，放弃了或淡化了对国际前沿的把握。这一点，在 2004 年毕业的研究生中已经得到充分的表现。

此外，我们过于强调任务忽视学科建设的做法还导致了另外一个严重的弊端，即科研人员主要按任务的需要来安排工作。因此有任务的时候就忙得天昏地暗，没有任务时就无所事事。因为我们每个人缺省是在“任务”的状态，没有任务时就空闲了，就玩游戏，看电影。

那么，正确的做法是什么呢？答案很简单，就是理论联系实际。既要重视理论，即对国际前沿的把握；又要重视实践，即完成我们承担的任务。这是我们根据我们自己前一阶段的工作的经验教训的总结，也是我们学习前人的经验的结果。在中国革命的历史上，什么时候马克思列宁主义和中国革命的实践结合得好了，中国革命就取得胜利；什么时候结合得不好了，犯左的或右的错误，中国革命就遭受挫折，这是铁的规律。我们的科研工作也一样。《毛泽东选集》第一至第四卷已经发到每个党员，其中毛主席在延安整风中的三篇文章（《改造我们的学习》《整顿党的作风》《反对党八股》）以及《实践论》和《矛盾论》大家都要看一看。

在我们的科研工作中，理论联系实际中的实践就是我们龙芯 CPU 设计和产业化的实践，理论除了计算机方面的基本理论以及在相关的领域（结构设计、物理设计、验证等）国际前沿的工作外，还包括指导我们科研工作的方法方面的理论（如李所长的关于科研要以产出为目标而不是以申请项目为目标的文章就是很好的方法性的理论）。理论和实践结合的关键是要“有的放矢”。其中“的”就是我们设计龙芯处理器的实践，“矢”就是相关的理论，尤其是相关领域的国际前沿的工作。我们所要找的“矢”，就是为了射设计龙芯 CPU 这个“的”。我们要从我们设计 CPU 的实际实际情况出发（如我们设计的 CPU 面向的应用，所使用的操作系统和编译器，我们在加工方面只能使用一般的 Foundry，我们的经费有限，我们的任务周期短，国内处理器产业化的产业链还很不完整尤其是缺少象微软这样的操作系统厂商等等），在充分借鉴国际前沿其他人的工作的基础上，从中引出固有的而不是臆造的规律性，找出各种因素的内在联系（如性能、面积、功耗、设计难度等之间的关系，又如在处理器的性能方面应用程序的行为、Cache 命中率、转移猜测命中率、访存延迟等分别对 IPC 的影响），并作为我们工作的指导。

在理论联系实际的过程中，人的加工作用很重要。真正能使“学”和“习”有机联系起来并使它们互相促进的是“思”。

为了理顺任务和学科的关系，我们需要对现在整个课题组的组织结构做必要的调整，从按任务进行分组改成主要按学科进行分组，或者任务和学科结合的方式划分小组。调整的目的是为了明确每个人缺省是在“学科”的研究状态，一旦有任务时就以任务为优先，任务完成后再回到缺省的学科状态，并建立相应的学科方面的考核方法。这样，

就不至于一旦暂时没有任务就玩游戏，看电影。当然，对员工和对学生的要求不能一样，对科研人员和工程人员的要求也不能一样。

3. 人才培养和研究生工作

人是学和习的主体，也是学科和任务的主体，人才培养和研究生工作是是龙芯 CPU 课题组的重要工作。

自从龙芯 CPU 课题组成立以来，我们在人才培养方面取得了很大成绩。一支稳定而有战斗力的骨干队伍已经形成。通过近几年的学习，课题组的每个成员的业务水平都得到了很大提高，管理水平也得到了相应的提高。尤其是在我们原来没有任何基础的物理设计和验证方面，通过这几年结合实践的学习我们进步很快。但我们在人才培养尤其是研究生培养方面存在的问题很严重。2004 年是龙芯 CPU 课题组研究生建制的第一年，在 2004 年毕业的研究生中暴露出来 CPU 课题组在研究生培养方面存在很大的问题。问题的根本还是我们在任务紧的情况下，对人才培养和研究生工作不够重视。

在龙芯课题组中，研究生占课题组总人数的一半以上，除了物理设计组外，其他组人员构成都是以研究生为主，有些组的组长也是由研究生担任。因此，研究生工作是龙芯 CPU 课题组在人才培养和队伍建设方面的主要工作。

我们都是要做学问的，因此要解决我们在人才培养方面的问题，我们要先搞清楚什么是“学问”。知道了什么叫学问，才能知道研究生在龙芯 CPU 课题组该学什么东西。

按照普通的说法，读书就是学问，知识渊博就是有学问。这种观点对于小学生、中学生、或者大学生也许是对的，但对于研究生培养来说，是错误的。《论语》中对什么是学问有很好的解释。例如孔子说：“弟子入则孝，出则弟，谨而信，泛爱众，而亲仁。行有余力，则以学文”。子夏说：“贤贤易色，事父母能竭其力，事君能竭其身，与朋友交而有信，虽曰未学，吾必谓之学矣”。孔子在回答鲁哀公“弟子孰为好学”的提问时说：“有颜回者好学，不迁怒，不贰过，不幸短命死矣。今也则亡，未闻好学者也”。这些话无不在告诉我们真正学问的精神首先是做人。做人好，做事对，哪怕不认识一个字也有学问。否则，即使知识再渊博，把图书馆都背下来也是没有学问，就象诸葛亮说的，“笔下虽有千言，胸中实无一策”。

有很多博士生，很善于读文章，自己的论文写得不错，可是在实际的工作中或者眼高手低，碰到问题就束手无策；或者工作被动，一碰到需要别人协作才能完成的事情就消极等待；或者空有远大抱负，天天嗟叹怀才不遇；或者一心只考虑自己的利益或荣誉，不考虑别人的感受，因而难以被别人接受。这样的博士文章写得再好，恐怕也不能称做学问好。学问是一种综合的素质，是人生修养的一种境界，是淡薄名利，是人情练达；是碰到挫折时的百折不挠，是正面攻不上时善于迂回包抄的机智；是一诺千金的诚实守信，是具体问题具体分析随机应变；是能够在复杂的情况下一下子就抓住问题的关键，

找到事物的内在联系的眼光；是一种体验，是理解后的体验，实践后的体验，体验后的提高。

我们在入组教育的报告《做人做事做学问》中强调了做学问的如下三个层次。

就象盖三层楼的房子必须从第一层盖起一样，做学问必须从做人做起。《大学》中说，做学问“壹是皆以修身为本。其本乱而末治者否矣；其所厚者薄，而其所薄者厚，未之有也”。怎么修身呢？“心正而后身修”。在龙芯 CPU 课题组中，以下四种心是很重要的。(1) 责任心：“国家兴亡，我的责任”，不是把责任推出去，而是把责任揽进来；慢进则退的忧患意识是责任心的重要源泉。(2) 自信心：包括对国家民族的“犯强汉者，虽远必诛”的信心，以及对我们所从事的事业的信心和“做给他看”的勇气。(3) 包容心：“人不知而不愠”的科研态度以及“吃亏就是占便宜”的人生态度。(4) 进取心：要敢于制定胆大包天的、明确而简单的、一句话就能说清楚的目标，并善于分解目标，使之可以执行。

做学问的第二层楼是做事情的态度。包括(1)“君子讷于言而敏于行”的求实的态度。首先目标不虚（如科研的目标不是为了申请项目，而是为了产出），态度上要先做后说，要有做给他看的勇气，方法上要善于从小事做起。(2)“劳其体肤、苦其心志”的艰苦奋斗的态度。就象《论语》中说的，“士志于道，而耻恶衣恶食者，未足与议也”，既然我们立志于振兴中国的信息产业，在生活中满足基本需求的条件下对物质的要求就不能太高。生活中对物质的要求越低，就越快乐，就越有更多的时间和精力能投入工作。所谓“无欲则刚”，否则就会被浮云遮住望眼，就会由于有求于人而影响自己在工作中的判断力乃至工作的方法和内容。同时在工作中还要吃得起苦，尤其要经得起挫折的考验。(3) 认真、专心的态度：世界上最怕认真二字。专心是认真的前提，一个人一辈子干好一件事情就不容易。不要试图得到所有好处因而分散精力。很多优秀的科研工作者就是因为又去当领导又去当 CEO 从而失去了在学问上进取的锐气以及进一步发展的机会，很是可惜。精益求精是科研人员的重要素质之一。

做学问的第三层楼是对某一个专业方向分析问题、抓住问题的本质和事物间的内在联系，进行总结和归纳，并提出解决问题的方法。首先对所研究的问题进行深入的分析。所谓“致知在格物”。分析是一个从简单到复杂的过程，是书越读越厚的过程。(1) 分析要有广度，要从多方面不同的角度分析问题。如 Godson-2 处理器 IPC 的分析，可以从应用程序行为的角度，分析不同应用程序的 IPC；可以从结构的角度分析不同流水级的 IPC；可以从编译器的角度，分析相同应用程序不同编译选项的 IPC；还可以从操作系统的角度，分析库函数调用和中断对 IPC 的影响。又如对于 CACHE 失效的访存操作，可以从被访问地址空间的角度去分析，得出堆栈部分的失效率高；可以从 Godson-2 结构的角度去分析，得出一级 CACHE 失效、二级 CACHE 失效、Victim CACHE 失效率；还可以从 CACHE 的结构分析体冲突、容量不够冲突引起的失效。(2) 分析问题还要有

深度，直到抓住问题的本质为止。如对于 IPC 较低的应用程序，把它分段，分析其每一段的 IPC，找到哪一段是核心循环和瓶颈，并分析瓶颈部分的指令序列，结合 Godson-2 的结构分析产生瓶颈的原因，包括转移猜测不准确以及访存的 CACHE 命中率不高等。对于转移猜测不准确，进一步分析是哪一类转移猜测不准确，并结合 BHT、BTB、和 RAS 结构分析其原因。对于访存的 CACHE 命中率不高，从被访问空间的角度去进一步分析是那一段的 CACHE 命中率比较低。(3) 分析问题要以事实为根据，要在把握国际前沿的基础上进行分析。

“物格而后知至”，在对问题进行广泛而深入分析的基础上，就能找到大量现象中最本质的东西，就能抓住事物之间的内在的而不是表面的联系。这就是一个去粗存精、去伪存真的总结和归纳的过程，是在书越读越厚的基础上的越读越薄的过程，是一个从复杂到简单的过程。在进行总结和归纳时，要善于把新的珍珠与原来的珍珠一起串成一条链。简单是进行总结和归纳的灵魂。简单是最复杂的创新，用简单的方法解决复杂的问题是最高的境界。现在有不少学生为了显得自己的论文有水平，非要把简单的事情复杂化。明明是几句话就能说清楚的事情，非要用一大堆符号、定义来描述。而自己的基本功又不够，符号系统或推理过程不够严谨，漏洞百出，甚至在进行一大堆复杂的定义后，连个象样的定理也没有，不知所云。

明白了什么是学问以后，我们就知道研究生尤其是博士生要完成的不仅仅是一篇拿得出手的论文，而是做人做事做学问的全面素质培养。

不少博士生一进入课题组就希望马上明确自己的研究方向，以为明确方向后，集中力量研究，必能出成果。在象计算机这样工学的学科中，这是很难的。博士生要达到的高度不是立杠的高度，而是山坡的高度。做博士论文研究就象把一堆沙子堆到一米高，不可能在地上堆出象竹竿一样的一米高的沙堆，只能堆出象山坡一样的沙堆。因此不要指望一进入课题就由导师指定明确的研究题目。给博士生明确指定题目的导师不是合格的导师，导师没有权利指定博士生的研究题目，只能给出大致的研究方向。研究题目的确定是对博士生来说是一个长期的磨练，是一个“劳其筋骨，苦其心志”的过程，是一个不断收敛的过程。博士中“博”的含义就在于此。一般来说，博士生在攻读学位的过程中，有两年的时间是在很大的压力下度过，在这两年中天天担心毕不了业，很郁闷、很苦恼，是正常现象。完成博士期间的研究是要脱一层皮，瘦几斤肉的。惟有经过这样的磨练，才称其为博士。没有这样一个过程，是培养不出人才的。入学时体重 140 斤，读书过程中心宽体胖，坦坦然过上上班族的日子了，毕业时体重变成 160 斤了，这样的博士生是成不了大器的。

但是，如果一个博士生入学三四年后还没有明确的方向，还担心毕不了业，恐怕是有问题的，导师和学生都要找找原因。导师是不是真的把学生当作廉价劳动力了，学生是不是没有努力或者不具备成为博士生的基本素质。

对于导师，尤其是博士导师，我们还要明确两个观念。第一，导师对学生是有责任的，招研究生的主要目的是为国家培养人才。不能完全以项目为出发点把学生当作廉价劳动力。夏培肃老师在每次介绍培养学生的经验时都说要站在学生的角度，为学生着想，是很值得我们学习的。十年树木，百年树人。培养人才比完成任务要难得多，意义也大的多。要把科技以人为本这句话落到实处。第二，如果把不合格的学生放到社会上去，主要是导师的责任；而学生毕不了业，主要是学生的责任。以后 CPU 课题组中有不少人都会成为导师。如果由于各种原因，把不合格的学送到社会上去，表面上看来导师容易，学生满意，领导也完成了每年培养多少研究生的任务，用人单位经过自己的面试选拔人才，似乎兼大欢喜；但仔细想一想，这样做的坏处很大，会直接影响我们国家的创新能力，影响我们的国力。这一点，CPU 课题组的每一个导师必须明白。

从目前的情况看，我们培养的研究生能力还可以，都能找到比较满意的工作。我们希望进一步提升我们在人才培养方面的品牌。我们希望，我们培养的研究生，即使跟国际上一流的大学如 Standford 或 MIT 比，也毫不逊色。事实上，我们现有的条件比它们还好一些。国际上很少有研究机构能够把研究的成果一直做到硅片上并做成可以运行的系统，大多数只能做做模拟而已，只能让他们的创新思想在纸上工作。

人才的培养要因人施教，不能进行过程管理。但有些方面还是有一定的共性的。例如我们根据王剑的提议提出的对研究生培养“三个一”的要求就是很好的。所谓三个一，指的是在研究生开题前要参与完成一个工程项目（如参与龙芯 2 号的系统设计、结构设计、物理设计、或验证工作）；完成一篇对某个国际前沿研究领域的综述报告（如前所述，不能是把别人的工作进行简单的罗列，而是基于对相关领域或方向国际前沿的把握基础之上）；以及参加一次会议（博士生要求参加国际会议）并争取在会议上宣读论文。

导师要本着对学生负责的态度，对学生研究的方向进行了解，最好是跟学生一起读几篇论文，认真帮助学生逐渐明确研究方向。那种安排一堆学生一起开题，每个学生只有 20 分钟，并不负责任地通过开题的导师是不合格的，不配做龙芯 CPU 组的导师。以后学生确定题目应该在组内进行充分讨论，并在讨论过程中使大家的认识都得到提高，可以多次不通过后再通过。此外，要尽量避免每个学生一个独立的方向，对重要的方向最好是硕士和博士进行合理搭配，每人从不同的角度进行研究，要在研究方向方面凝练目标，形成合力。

求实是创新的基础。如果这几年我们取得了一些成绩的话，主要原因是我们比较努力，比较求实。在目前国内比较浮躁的研究大环境下，这两点是我们取得成就的根本。在研究成果和论文的署名上我们更要求实。你的就是你的，我的就是我的。尤其是在论文署名方面，我们要继续发扬夏老师的传给我们的优良学风，研究生的论文原则上不得署导师的名字，除非导师在该论文中有实质性工作（如由导师提出想法并由学生实现，或导师对论文的工作有实质性的重大修改意见）。仅仅帮学生改改论文，提一些小的建

议是导师应尽的责任，不得算做实质性工作。

以上几点，以后要成为龙芯 CPU 课题组研究生培养工作的指导方针。

4. 文化建设与制度建设

自从龙芯课题组成立以来，我们一直强调课题组文化的建设并取得了一些成效。我们目前取得的成绩和课题组全体人员的奉献、求实、拼搏、合作是分不开的。这些都是我们优良的科研文化。我们强调研究所文化和企业文化的区别，即在课题组中没有老板和雇员的关系，大家都是为国家工作的同事，课题组的每个人都自觉地把龙芯的事业当作自己的事业，每个人都心情愉快地各尽所能。我们甚至经常说“要用毛泽东思想武装龙芯 CPU 课题组”。正是基于这样的想法，我们不愿意通过过多的制度对员工和学生的行为进行过多的约束。

但随着课题组规模的增大，原来的管理方法的弊端越来越明显。课题组的凝聚力不足以凝聚所有人员，课题组的战斗力没有随着规模的增大而明显增强。当然这和我们课题组规模增加得过快，新员工和新学生较多有关。但没有跟文化建设相适应的制度建设是导致目前状态的主要原因。

当课题组的规模不大，只有二、三十个人时，工作人员尤其是主要领导是文化的优良载体，过于细致的规定反而会降低工作效率。但当课题组的规模扩大到我们目前的 80 多人，而且我们的研究内容也较原来有较大的扩展时，就需要相应的制度来作为文化的载体。没有相应的制度建设，所谓的文化建设就难以落到实处。文化是纲，制度是网，光有纲没有网是捕不了鱼的。这是我们一年多来工作的深刻体会。

因此，在今后的工作中，我们要大力加强制度建设。在计算所科研文化和课题组科研文化的指导下，在计算所有关制度的框架内，在学术交流、研究生教育、人员考核、财务管理等方面建立初步的制度。

制度建设的关键是相应制度的执行以及与之配备的组织保障。比如我们以前就有过技术报告的制度，对技术报告的内容、类别、奖励等都作了明确的规定，但最终没有很好地执行。主要原因是课题组的管理人员本身都是业务骨干，一忙起来就什么都顾不得了。我们作为一个课题组不可能象计算所那样有专门的职能部门来落实和监督有关规章制度的执行。但我们需要逐渐配备相应的人员把有关制度的执行当作日常事务。

5. 结束语

在九五计划完成时，我们国家在通用处理器方面的成绩是零分，经过短短的几年，我们已经取得了很大的进展（目前 0.18um 定型的龙芯 2 号处理器的性能是龙芯 1 号的 10 倍，已经全面超过威盛处理器的性能，综合性能达到 PIII 的水平），而且根据科技部

和信息产业部的安排，到明年十五计划彻底完成时，我们还将取得更大的进展（综合性能达到中档 PIV 的水平）。我们自己的经历让我明白了两个道理。

第一，小事可以改变大局，我们的工作领导决策的基础。在计算所刚开始准备做通用 CPU 时，从领导到专家支持的人不多，认为中国应该主要做嵌入式的 CPU，而不应该大力发展通用 CPU。而现在，情况刚好反过来了，领导和专家都大力支持通用 CPU 的发展，反而我们自己在说“这个要求太高，十五期间难以做到”。所以我们的工作领导决策的基础，如果中国现在已经有了几个象 Intel 和 IBM 这样的企业，我想领导的决策还会不一样。因此我们不要妄自菲薄。在我们课题组内也一样，经常有学生问这样的问题，我做这样的研究行不行，以后会不会用到龙芯 CPU 中去？答案也是一样的，你的工作是龙芯 CPU 技术决策的基础，你做了很好的研究，我们为什么不用？反之，你的工作如果做得不好，即使是按照我的要求做的，也不能用。因此，你的工作决定龙芯 CPU 未来的发展。

第二，态度在很大程度上决定我们的事业是否成功。记得李所长在 1999 年开始就鼓吹我们在十五期间应该大力做通用 CPU，认为错过这五年以后就没有机会了。当时，我一直认为这不过是炒做而已，那时候的计算所是不可能做的。后来由于一个偶然的机会有开始做，也就做起来了。因此，所谓不可能，是因为我们没有去做。

各位同事，各位同学，“以天下兴亡为己任”是中国知识分子的优良传统。我们目前取得的成绩，只是“万里长征走完了第一步，如果这一步也值得骄傲，那是比较渺小的”。我们下面的任务还很重，让我们继续保持求实的态度，发扬拼搏的精神，为完成科技部和信息产业部交给我们的十五期间新的任务而努力奋斗，为振兴我国的信息产业而努力奋斗，为中华民族的伟大复兴而努力奋斗。