

# 北大物理教育发展报告

郭九苓、朱守华

**摘要：**本文基于北京大学物理学院的教育教学传统，特别是近二三十年教学体系改革与建设成果，以及与当前一线教师的座谈意见，经过综合、整理、提炼而成，其中也融合了作者本人对教育的思考。这一工作试图对北大物理学院既有的优秀教学传统、先进的教育思想、灵活高效的教学管理制度、成熟可靠的教学方法与模式等，进行一个总结，希望能对我校物理人才的培养以及物理学科的发展有所裨益，也可供广大物理教育工作者及学习者参考。

## 一、前言

---

现代大学教育是一个系统性的工作，由紧密关联三大部分组成，教学管理及制度、教师、学生。国家教育政策及社会大环境对教育也有很大影响，但本文不作讨论。对一所大学来说，教育发展也就是什么样的教学管理制度有利于教育，教师应该怎样教学生，学生应该怎样学习三大问题。教育系统三大因素互相制约，同时也会相互促进，好的教学管理会提升教与学的积极性，反过来优秀的教师队伍和积极向上的学生也会相互提高，并推动教育制度的完善。下面的内容将从制度、教师、学生三个角度探讨物理学科的人才培养问题。

我们认为，我校物理教育有两个层次的目的：

- 1)、培养高级科研人才；
- 2)、培养具备扎实的物理知识和逻辑思考能力，能够分析问题和解决问题的合格大学毕业生；

北京大学是研究型大学，物理学院既是教学单位也是科研单位，教学与科研不能成为互相割裂的两项工作，而教学与科研发生矛盾的时候，教育与人才培养质量首先会受到严重影响，而后也必然伤害到科研的发展。

要考虑到毕业后最终从事物理研究工作的学生毕竟是少数，物理教育应该着眼于培养具有物理学思想，善于分析、判断，能够解决问题、具有广泛的学科与工作领域适应能力的人。物理教育事实上也能训练人的全面认知能力，也就是常说的科学方法、科学素养。

另外，任何专业，任何院系，都应该通过教育让学生更加热爱生活，善于交往与表达，尊重生命，遵守法律与秩序，成为合格的社会公民。

现代社会对人的能力与素质有全方面的要求。物理、化学、生物、信息、社会、经济、法律、管理、文学、历史、艺术、体育等各个门类的知识与技能都很重要，都需要了解和掌握，本专业的学习更要系统、深入，这对教育提出了极高的要求。然而一个人接受各个阶段教育的时间并没有延长，记忆消化吸收知识的能力也不可能显著增长，这个矛盾如何解决？一个聪明的方法是在大学打下终生学习的基础。物理学作为基础学科之一，可以有所作为。

古希腊思想家、教育家苏格拉底说过，“教育是点燃一支火把，而非灌输一个容器”。教与学的过程中，最重要的是激发起老师与学生的工作与学习热情，有热情的人才能胜任第一流的工作，才会有无穷的创造力，这正是教育与学术工作最需要的。中国古代也有著名的教育格言，“授之以鱼，不如授之以渔”。热情与专业的引导相辅相成，达到自主学习、自我生长的境界，那么教育的问题就可以迎刃而解。

作为教育管理者来说，监督、服务、引导工作，以及各种规章制度、奖惩措施、资源配置都应该有助于在广大师生中产生并保持教与学的热情，解决具体问题的方式方法自然会由老师与学生发现或创造出来。

## 二、课程体系建设与改革成果[1]

---

北京大学物理学院(系)一直有优良的教学传统,为国家培养了一大批优秀的物理人才。进入 20 世纪 90 年代之后,随着科学技术的进步以及社会经济的发展,原有的教学、科研制度以及课程、实验体系,已不能适应新时代对人才培养和科研工作的要求。为了适应物理学科整体发展和学校建设世界一流大学的需要,经过充分酝酿和精心准备,2001 年 5 月 18 日,北京大学物理学院正式成立。之后,在老教师的支持与倡导下,学院组织全体教师对教育理念、培养目标、教学体制、课程体系和培养方案等进行了深入研讨,在国际国内进行了广泛的调研,召开了若干次教学研讨会和全体教师参加的教学大会,经过反复研究和争论,形成了改革共识:采用多样化和个性化的培养模式和模块化的课程体系,实行教学计划和导师指导下的完全学分制,给学生以充分的自主选择空间。具体的说,就是对课程体系(包括必修基础课)做模块化重组,每个学生都按个人兴趣、能力、时间等情况自由选课。

新的课程设置适应了不同学生的需求,刺激了学生自主选择和安排的积极性,但同时也给课程内容的模块化组织、平行开课与排课、教室安排、教师工作量等带来了全面的挑战。经过一年多的准备,学院于 2003 年正式推出了模块化的课程体系,编排出全新的《北京大学物理学院本科生教学手册》。2003 级新生入学时,除了人手一本《手册》外,学院更组织

了由十几位教师组成的“本科生业务指导委员会”向学生讲解新的课程体系并现场指导学生选课。随后学院的排课和学分管理、教师承担教学任务的要求、本科生综合指导课、学生工作等陆续跟进，保障了新培养模式一步到位地全面实施。教学内容和教材的建设以及教学方法的改进等，亦取得很大成绩。

在全体师生的共同努力下，新的教学制度平稳运行多年，收到了良好的教学效果。基于这项改革和后续调整，“物理学人才培养基地人才培养模式与课程体系改革”与“多措施并举，把科研优势转化为教学优势，培养优秀创新型人才”分别获得 2005 年和 2018 年国家级教学成果二等奖。在教育部的历次评估中，北大物理学科的学科声誉和人才培养质量两项指标均稳居第一。物理学院的本科教学体系也在 2018 年底进行的国际评估中，被国际专家认定达到世界一流水平。

物理学院当前的教学体系主要有如下特点：

## 1、以科研引领教学

物理学院建设有高质量模块化的课程体系，实施多模式的培养方案，学生可以完全根据自己的兴趣在纯粹物理、应用物理及宽基础（交叉学科）等不同方面自主选择发展方向，学院提供充分的自由发展空间，并以普通物理（五门）、理论物理（四门）和数理方法等主要课程都设深度、难度、广度明显不同两类且每学期滚动开课提供自由发展的保障。过去很多课程一年只开一次，教学改革后一门课春季和秋季都开，而且并行教学要求不同的班级。以量子力学为例，秋季有 4 学分课程，在春季还会有一门 3 学分、一门 4 学分的课程。学生可以根据自己的情况提前或推后修课，也可以选择要求相对比较低的 3 学分课程。

新培养方案旨在“将科研优势转化为教学优势”，充分发挥研究型大学的科研实力，借助科研实力来实现人才培养。课程改革的关键还是要想办法把老师的积极性调动起来，激励老师花一些实在的精力搞好教学，慢慢地老师就找到“教学相长”的感觉了。新的课程体系，需要很多的老师来开课，所以学院对教师教学工作进行了要求，促进了一批中青年学术骨干走向基础课教学的第一线，他们在教学中得到了锻炼，更加热爱教学，关心学生成长，在课程体系建设、人才培养等方面做出了更大贡献，也对教学管理制度提出了更多建设性意见。

## 2、鼓励学生参与科研

物理学院为本科生进入实验室参与科研工作提供了便利条件和经费保障，学生在低年级

即可见习或参与科学研究，从而在实践中培养提高学生的创新精神和创新能力。学院设有钟盛标学术论坛、兴诚学术论坛和小型项目研究与成果展示等交流平台训练和培养同学们展示成果、交流合作的能力。

通过教学跟学生相互了解，吸引优秀生源未来跟随自己从事研究，这也是各个老师乐于教学的原因之一。有了选课自由以后，有的学生想做科研工作，只用两三年时间就可以把四年的全部课程学习完毕，然后把主要精力放在课题研究上。

### 3、小班课教学

2012年秋季开始，物理学院进行了“量子力学”小班课教学试点，每个班级学生数限制在15人左右。小班课教学内容增加了挑战性，学生提高了学习主动性，教学不再仅是老师教、学生学的问题，同时要求学生和老师一起研讨。一个小班十几个人，学生可以充分参与互动学习，一些课程内容、专题也可以自己讲，老师和同学们参与讨论。在课堂上表达自己的想法，贡献自己的观点，成为学生的一种义务。学生不但要善于表达自己，也要培养善于倾听别人的习惯。小班课还明确了老师坐班制，一周至少提供两个小时到半天时间由学生上门问问题。小班课大大增加了师生的交流，带给了学生思路、眼界、能力上的全面进步。

大课上老师很难知道一些学生有没有真听懂，没办法照顾到个体差异，只能靠最后考试的成绩来判定，学生在学习中如果出现比较大的问题是没办法补救的。小班课显然更利于因材施教，利于培养学生自主学习的能力。

### 4、导师制

物理学院设有选课和综合指导委员会，并为每位学生配备导师，针对学生的个性差异，为学生自主选择提供咨询和综合指导，做到真正的“因材施教”。一般课上的师生交流往往局限于部分比较活跃的学生，对困难更需要指导的学生反而顾及不到。而通常固化师生关系的本科生导师制，也有使学生接受影响过分狭隘的弊端。为了建立起一个能够覆盖到所有学生、同时又提供灵活选择的全员育人机制，经过长时间酝酿，学院于2008年9月发布《关于实施综合指导课、改进本科生导师制的通知》：以记必修课程学分的方式，要求全体学生每学期主动约请老师谈话；同时要求凡是从事教学的教师都参加综合指导课，公布若干段可用时间，经师生双方网上预约安排谈话。谈话内容包括但不限于了解学生选课的情况，指导学生调整选课方式，并对学生的双学位、课外科研、未来职业发展等提出建议；鼓励学有余

力的学生参与科研工作，激发学生进一步深入学习的潜力和热情；指导学生妥善处理出国、就业等问题，引导学生报效国家，服务社会；帮助学生建立社会责任感、道德感和价值观，提高心理素质和适应能力等等。我们要帮助没有梦想的同学找到梦想，帮助有梦想的同学去实现梦想，最成功的人往往就是那些做了最适合自己的事情的人。

## 5、重视实验、实践能力培养

物理学院重视学生实验实践能力的培养，为本科生设置了多层次的实验及实践课程，帮助学生了解利用实验方法进行科学研究的基本思路、方法和过程等，提高学生的实验技能和实践经验，为将来开展科学研究和高新技术开发奠定良好的基础。学院改变了过去传统实验课定位，将之分为演示与展示、基础物理、近代物理、综合物理、创新平台及前沿物理五个级次，优化了实验课程体系，以适应创新能力培养的需要。新的教学模式改变了思维方式，提升了创新能力。

物理学院基础物理实验教学中心于 1999 年底成立后，就把四年本科教学中的各门物理实验课程进行了重组、融合，建立了新的课程体系。在普通物理实验中坚持淘汰已过时的内容、方法和手段，及时补充在物理学科中有代表性、有应用价值的先进物理内容、现代物理实验方法和手段，把近代物理和科学研究的成果融入了实验课教学，并将应用现代实验技术和仪器设备与重视加强基本功训练和实验动手能力的培养有机结合起来，把“基础”定位在较高水准上。近代物理实验课中原有 1/3 实验是获诺贝尔物理学奖、在前沿物理学起里程碑作用的重要实验，1/3 是结合我校科研选取的在实验方法和技术上有代表性的实验，1/3 是我们教师的科研成果、在全国首次排出的实验。对物理类专业，除了在“普通物理实验”和“近代物理实验”中分别增加设计性实验和研究型实验模块外，还在三年级上学期和四年级上学期分别增加了两个层次的“研究型综合物理实验”选修课，大大加强了对学生创新能力培养的力。

物理学院的本科生实验教学已形成一个“强基础、高起点、多层次、综合性和研究性”的课程体系，它包含“普通物理实验”、“近代物理实验”和“研究型综合物理实验选修”三大门类共七种实验课程：面向非物理专业的基础物理实验，面向物理类专业的普通物理实验 I 和 II 及近代物理实验 I 和 II，面向优秀学生的研究型综合物理实验 I（普物）和 II（近代）。

“综合物理实验”采用开放性实验题目，兼顾丰富的物理内容和先进的实验技术，让学

生自主思考，动脑去解决问题。比如“综合物理实验”中有一个空间滤波的实验，可以把阿贝成像原理、空间滤波设计到光学傅里叶变换等一系列内容综合到一起。学生需要通过做实验搭建光学系统，观察各种各样的衍射，再用光学傅里叶变换的方法进行数值模拟计算，从而解释里面的很多现象。这是信息光学里一项综合性很强的任务，也是与前沿相关的问题。虽然很多课题在操作和物理原理上都相当复杂，但通过实验，学生对相关的现象和比较前沿的物理问题会有很多想法，学生有了自己的思考，实验教学的目的就达到了。

老师在指导实验时也采用探究的教学方式，希望学生通过自己动手做实验，分析得出正确的结论，要让学生学会怎么用实验的手段来研究物理现象和规律。“综合物理实验”还会有期中、期末两次口头报告形式的考核，气氛往往很热烈。另外学生还要提交中期末的论文，要求按科研论文的规范来撰写。这样的实验设计和教学方式，会使学生得到全方位的科研能力训练。

“前沿物理实验”一般是各系所教研组的老师正在关注和研究的问题。程序上，老师先要公布题目，由学生自由选择，然后学生要与老师进行沟通，确定研究计划。开题之后，在实验过程中，老师要负责指导和讨论问题，最后给出成绩。这种模式下，同学们会有更多的收获，对老师的科研课题而言也有好处，这是双赢的模式。

将科研优势转化成教学优势，实验教学是很重要的一个方面。科研人员搞实验教学还有一个好处，他们可把科研仪器、科研项目转化为教学内容，这对学生培养来说是非常有利的，也利于老师自己的工作 and 选拔学生。通过设计教学体系，让学生通过实验课程经受科研训练，因为拔尖人才培养一定要走科研之路。

## 6、研究生教育

研究生选拔是科研人才培养的首要问题。一些学生很擅长考试，但并不具备真正的科研素质，所以面试是入学资格考查很重要的环节。对一般性的问题，学生往往会经过充分的准备，一二十钟的对话往往很难看出一个学生的学术潜力、研究兴趣。一些院所会提前一天给学生看 Nature、Science、PRL 等上的论文，第二天进行面试，谈对文章的理解。这是没办法作弊的，即使有人给他讲了文章，也经不起专业人员的追问，这种方法非常能考察学生的真实能力。北大物理学院还增加了独特的笔试环节，主要考察学生对物理概念的理解，也有助于选出有清晰物理思想的学生。

学院制定了研究生导师工作管理条例，规范和督促导师的工作。各专业都制定了研究生

培养方案，对修读学分、学位论文、科研成果等做出了具体规定。2005年起，研究生管理从按年级分班改为按学科分班，有利于调动学科的积极性和开展学术交流活动。部分专业(理论所)实行研究生入学一年后再选择导师的制度，要求学生必须到所里各个老师的组里去参加他们的组会，不单了解科研课题，也对工作氛围有一个直观的感受。一年内学生要通过资格考试，如果没有通过，就不能再读博士了，只能退学或者转成硕士，而通过了考试的学生再根据自己的兴趣、特长等与导师进行双向选择。

物理学院各个科研小组基本都形成了“本科生-研究生(博士生)-博士后-教授”的梯队结构，具有良好的科研氛围和交流、协作精神，科研工作与人才培养都走上了良性发展的道路。

## 7、教学研讨会

多年实践表明，经常性的课程组和小型教学交流会，特别是非正式的教学研讨会，因为讨论充分、畅所欲言，是保障教学质量有效举措。物理学院有多层次教学经验交流会，这个制度在教师间教学内容和经验交流，提高教学质量，培养青年教师等方面具有不可替代的作用。教学研究也是属于研究的一种，需要相互启发，相互学习。

## 三、物理教学论[2]

---

教学工作的根本目的是培养人，应该也必然以学生为本，但教师才是教育工作的主导者，教师教什么，怎么教，直接决定教学与人才培养质量。物理学发展到现在，知识体系已相当庞大复杂，逻辑系统极为艰深，物理研究的方法与实验手段都非常专业化，决不是仅靠自学就能理解和掌握的。因此，现在虽然是信息时代，通过网络可以随时获得各种知识，但对物理教育来说，老师的作用相应会变化，即教育要在知识传授和能力培养方面并重，教师的作用不是下降而是更重要了。

成功的物理教学要使学生在三个方面得到提高：掌握一门课的基本知识与物理概念、物理原理，激发出学习物理和科学探索的兴趣，建立物理学思维、掌握物理学研究方法。要达到这样的教学目的，首先老师本人要有扎实的学术水平，对课程内容、对物理学本身、对科研工作都有深入的思考；第二，教学工作所涉及的各个环节经过精心设计与准备；第三，经过一定时间教学经验的积累与磨合，形成了比较成熟的教学模式和教学风格。

卓越的教学工作一定是专业知识、思想理念、方法技巧、责任热情的高度统一，名师也

都有一个成长过程，所以学习其他老师的教学思想、方法，可以比较快地进入到教学领域，减少自己摸索的时间。特别是前辈老师认真的工作态度，严谨的治学精神，有潜移默化的作用。我们常说教学是一门艺术，教学风格和治学精神不是某种方法和技巧，很多时候并不能用语言文字表达清楚，要听课、交流才有切身体会。

下面将根据一些在物理教育方面卓有建树的老师的经验、心得体会，对物理教学所涉及的一些重要问题进行比较系统的梳理，试图提炼出教好物理课、培养优秀人才的一般原则和规律。其实教学所涉及因素比较多，方法和策略也可以多种多样，老师没必要也不太可能面面俱到，但优秀的老师一定是在某些方面做得非常出色，能给学生以深刻的印象，能把学生学习的积极性调动起来，这才是教学质量的根本保证。

## 1、备课

优秀的老师都会花很多时间在备课上，哪怕是讲过很多次的基础性课程。讲义有简有繁，但内容、逻辑、措辞肯定经过精心设计，并随着科技、时代、学生的发展变化而有所调整。这不仅是负责任的表现，也有助于老师保持教学的热情和新鲜感。

讲义或教案与教材不同。事实上，经过改革开放后几十年的发展，各个专业，特别是基础课程都已具备了比较成熟的教材。但由于出版物自身的特点，教材或其它参考书一般只是描述一个知识体系，学科的思想方法、科研素养更主要地是靠老师的引导，学习中遇到的困惑和疑难也只能通过交流特别是老师的指导才能解决。而且教材总有相对的稳定性和规范性，不可能象讲课那么灵活。从纯技术的角度来讲，授课也不能照搬教材，否则学生的注意力不可能在你讲的内容上。所以，对一门课程，作为老师要进行精心的准备，对专业知识讲出自己的理解与经验，以更高、更广的眼光看待教学内容，并按照认知规律和同学们的实际情况设计教学内容、教学策略与教学逻辑。

老师要在广度与深度方面下大力气，“给学生一碗水，自己要有一桶水”。研究通常都是解决一个具体的问题，而教学则是一个完整的知识体系，很多课程内容其实也并不是教师所熟悉的。而且教学不能只是一般性了解，要钻研和掌握，每一部分内容往往要看很多参考书与文献。教学也不能满足于成熟的知识或理论，教师要了解前沿问题及其与基础知识的内在联系，与基础知识有机地融合到一起，才能给学生讲明白，教学才更有吸引力也更能引起学生的思考与探索的欲望。

备课时要善于站在学习者的角度考虑问题。学生的知识基础、学习习惯、对课程的期待

等对课程设计都有影响。人的认知规律是类似的，老师自己的学习过程，比如想知道什么，怎么学会的，怎么才更有效率，可以结合自己的学习体会讲出来。

充分的准备会使老师在讲台上充满自信，精神饱满，时有灵感，表达自如。如果下功夫不够，课备得不熟，要经常去看讲稿或回忆教案的话，就没有多余的精力去关注学生，也不可能有很精彩的即兴发挥，这样讲课就觉得不那么流畅，效果也不那么好。

## 2、教案的内容与逻辑

专业教学不是科普性介绍，需要把一个问题的来龙去脉讲得非常清楚，每一步的过程也要详细地进行解释。比较低的要求是让学生都能听懂，概念清楚、逻辑简明；更高的要求则是满足一部分希望学到更多知识的人，比如结合这个领域最前沿的问题，让一些学生了解前沿领域进展，激发他们的兴趣，使他们有一定的学术思考。教学要重视物理知识之间的联系与传承关系，比如经典与现代、基础与前沿、理论与实验。建立起有机统一的学科知识体系，建立起“大物理”的概念。

**基础物理要延伸到现代物理的发展与前沿。**比如在热学里面，除了麦克斯韦分布之外，应该讲一些费米、狄拉克分布和玻色分布的统计，因为如果没有这些基本概念的话，学生对现代物理可能是完全糊涂的，这样他就无法理解很多基本的物理现象。物理学发展到现在，现代物理学的一些原理、实验现象已经不是高深的知识了，而是真正经常碰到的物理问题。从更深层次的理论出发，会使学生更清楚地理解经典内容，也会产生进一步探索的兴趣。经典物理在概念和数学方法上与现代物理有所不同，毕竟还是基础物理课，所以老师要想一些办法，定性、半定量地把一些现代物理中重要的问题说清楚。

**现代物理教学要借助普通物理的概念、方法。**比如量子力学波函数演化规律与波动力学和波动光学之间的关系就非常密切，过去学过的波的性质和波的处理方法，像惠更斯原理以及波的折射、反射、透射、衍射、绕射等，这些现象量子力学里面都大量存在。通过类比，同学们对物质波的理解就会容易很多，会更深入思考物质波为什么有反射、透射、衍射？它和经典的波之间有什么区别？再比如讨论氢原子的时候，也可以让学生想一想，哪些经典的电动力学、电磁学知识可以拿过来在量子力学中用，哪些不能，界限又在哪里。更大的层面上，经典力学、分析力学和量子力学之间的界限在哪里，又有哪些相似性，量子力学是否真的完全脱离于经典力学和分析力学，它们之间是否有着深刻的联系等等。如果引导学生从这些角度多想一想的话，学生对现代物理的概念就不会完全陌生，有助于学习和掌握。学生对

整个学科的全貌，对主干课之间的联系也会有更深入的了解。

**重视物理学史的作用。**任何一个重大的科学发现都不像教科书所写的那么顺利，往往中间道路是非常曲折的，科学理论要经过很多错误才会成为一个个简洁优美的公式、定律。结合物理学史，按照完整的认知过程做教学，再现物理规律的发现过程，会使物理课堂变得生动有趣，并有助于学生理解物理概念和科学研究的本质。历史是建构起来的，人类的知识也是逐渐积累的，如果不理解建构的过程，就很难理解其逻辑关系，也就谈不上真正掌握和再创造。从物理学史中还可以学到前辈思考问题的方法，这也是一种传承。科学发现的曲折过程和逸闻趣事，会使那些有志于科学研究的同学更有信心。

物理学史用于物理教学，不能简单着眼于科学家的传奇故事，而要真正把科学发现的过程，其中的科学思想和科学方法讲清楚。由于现代科学发源于西方，我国的科学文化还没有足够的积累，物理学史的研究也比较薄弱。很多时候老师要查阅原始资料与历史文献，至少是专业人员的原版著作。

### 3、课堂讲授

只要是授课，任何课程、任何教学模式与方法，老师的讲授水平都是决定教学效果的关键因素，也是一项教学的基本功。

**绪论。**每门课程开始都有绪论部分，要对课程的知识结构、历史发展、学科前沿进行总体的概括与介绍。学生在学习具体的理论、定律时，其学科地位，相互关系就有了比较明确的图像，逐渐就可把零散的知识融会贯通，建立起物理学的整体思路。任何一门基础学科背后都是一个大框架中的一小部分，如果不把具体的知识安到一个大的结构中，很快这些零散的知识就遗忘消失了，因为人的记忆依赖的是知识之间的相互联系与逻辑关系。在一个大的物理学背景中，也更容易理解概念的本质。

从中小学开始的，分门别类的传统教育方式，学生会习惯地认为学科是孤立的，而同一学科比如物理中的力学、热学、电磁学又是互不相关的。这种观念对以后的学习与发展是不利的，与大学物理的教学目标相差也比较大。绪论能对物理学思维、物理概念的认识、物理学习的方法等进行提升，打开学生眼界。当然，绪论的学科思想也应体现到具体各章节的教学中。

**注意力。**注意力是课堂教学最为关键的问题。提问是老师普遍采用和行之有效的教学方法，可以从日常生活中引出一些能引起思考的物理问题，把学生引入研究的情境，也能提高

兴趣与注意力。光是老师讲的话，学生注意力很难一直集中，也很难跟上老师的思路。往往是一提问，所有同学精神都振奋起来了，注意力也集中了，可以达到很好的教学效果。另外教学要留有余地，给学生一些能够举一反三的提示，也有利于下次课内容与思路的衔接。

课堂可以有适当的趣味性与故事性来活跃课堂气氛，提高学生注意力，但内容与时机应该适当，不能偏离物理教学的轨道。所有的物理理论都可以结合生活中的物理现象、社会热点问题，从中找出一些有趣的例子来解释物理概念和物理原理。

**公式推导。**物理学课程都会涉及公式推导，物理规律最终也都是以公式的形式显现出来。公式推导和计算是每个物理专业学生需要掌握的基本能力。不通过公式和定量的计算，就无法真正建立物理思维。物理教学如果适当使用黑板展示推导过程，有利于学生掌握其中的数学技巧，实践证明也有不错的教学效果。

公式推导是一项辛苦且耗时事情，而且老师面对黑板的时间也不宜太长，所以应该重点讲解，有粗有细，讲太多了课堂会比较沉闷和枯燥，学生也掌握不了要领。重点讲的地方讲深讲透，使学生对物理概念、物理规律及数学处理有真正的认识。

**精神面貌。**老师充满热情地教学，往往会收到非常好的教学效果。老师的精神面貌，包括着装、语气、措词，都要让学生感受到老师对专业和教学工作的热爱与重视，这会感染学生，并产生潜移默化的作用，往往比讲很多道理更有效。老师讲课充满激情，学生听起来才会津津有味。赵凯华先生认为：每一个好教师的讲课都各有一些风格和特色，这一点特别像舞台上的演员。说话时吐字要清楚，尤其是上大班课，关键的字你要送到每个人的耳朵里头，这也是演员的特征。老师一旦上了讲台，就像一个演员进入了角色，要把自己融到这个环境里面。用激情去感染听众，让他感觉被吸引，跟着你一起来学习、考虑问题。

好的演员会把观众变成整个演出的一部分，而且善于利用群体效应来营造气氛。老师也一样，善于观察关注学生的反应，调动学生的情绪。如果学生没有预期的反应，就说明他们没有跟上老师的思路，授课内容就应当有所调整。

#### 4、答疑

答疑是教学的重要环节。如果学生听课没有什么问题，说明他们的思路没有打开，也没有真正的收获。有经验的老师答疑时一般并不给出正确答案，而是带有启发性的交流。比如一个问题是因为学生物理概念或物理图像不清晰，老师可以顺着他的思路一直提问下去，把他引到一个他自己都认为荒唐的境地，这样他自己就明白了。假设或反问式答疑，这是非

常重要的一种答疑方法。

另外，一些学生可能由于不懂的内容太多，信心不足，性格内向、不善言辞等原因，很少主动问问题，这时老师可以采用质询式答疑，即让学生对某些物理概念向老师作出解释。学生在额外的关注和压力之下，学习的主动性和积极性肯定会有所提高。

还有，有时学生不只是某些具体问题的困惑，会有关于学习以及人生选择方面的困难，老师也应该帮助其分析，帮助学生认识自己，认清努力方向，找到生活的热情。

## 5、作业与考试

传统的作业是布置一些习题，通过做题可以巩固教学内容，理解和运用物理规律。这种作业形式并不利于培养研究生人才，国外研究型大学早就采用任务型作业，我校很多课程和很多老师也采用了这种作业形式。老师会提出一些有意思，又跟教学内容密切相关的研究任务让学生选择，也鼓励同学自己提出课题。学生可以自愿组成任务小组，分工协作，要查阅文献，计算甚至编程模拟，撰写论文和 PPT，然后课堂报告。这种作业可以充分调动学生的主动性，也能产生成就感，并使学生受到全方位的学术训练。

大课学生多，采用这种作业形式时间不好安排，对老师也是很大的教学压力，所以可以选拔一些兴趣深厚的优秀学生来做，其他学生也能从中学到很多东西，实践证明也有不错的教学效果。教学不能简单以学生是否听懂为目标，给他们以充分的信任和任务型的压力，才能把学生的潜力激发出来，非常有助于创造性思维的培养，也让学生意识到自己以前知识和方法的不足，从而自觉地提升自己。

考试不仅仅是验收，也是教学工作的重要组成部分。现在老师都很重视期中考试，可以及早发现问题，这样期末的时候学习情况就会有明显改善。平时的作业、报告、问答都可以是最后总成绩的一部分，这样就避免了期末考前突击的不良学习习惯。大部分老师都主张大学教育应当高标准严要求，对各种作弊现象零容忍，这样才能逐步建立起良好的学风，对整个学校的教育发展也是非常重要的。

## 6. 助教

大学课程，尤其是上课人数多的课程，教师一般没有时间关注每个学生的具体学习情况，因为学生知识基础与兴趣上的差异，有些深入的内容亦不好展开。发挥助教的积极性，不仅能够缓解大课教师的教学压力，也可以改善教学效果。现在很多学生，也更愿意跟他们年龄

相近的助教进行交流。所以选拔、培养优秀助教，也是教学工作中需要重视的方面。

助教的能力与积极性是做好助教工作的关键，因此要进行必要的选拔和培训。老师要向候选者客观描述课程助教的工作强度和难度，并让其进行试讲，考查表达能力及对物理概念的理解能力。像科研工作一样，包括助教的课程组也应该定期讨论教学问题，让助教总结汇报，提出问题和设想。助教的成长也像学生一样，要不断设定比较高但又不是遥不可及的工作目标，他们的潜力就会被充分激发出来。所以为了取得更好的教学效果，以及助教本身的成长考虑，教学工作中都应该充分相信助教，让他们有发挥的空间，对其工作提出比较高的要求，不能只是简单的收作业、改作业、批改试卷之类。

助教工作本身是很好的经历。学生毕业后，不管是工作还是继续深造，都会有很多做报告的机会。如何在报告中与听众问答、讨论、如何打动他们，都是非常重要的技能。对未来的科研人员来说，做助教更是很有意义的锻炼机会。

## 7、小班教学

一个合理的物理专业毕业生，要有发现问题、分析问题和解决问题的能力，要有自学意识，有科研探索精神，批判性和创新性思维，沟通和表达能力，组织能力和科研协作精神。这些能力很难在老师的讲授中获得，除了科研工作外，小班课教学可能是训练学生综合素质最好的教学方式，也更符合因材施教的要求。小班课不只是人数少，教学设计、课堂组织形式、教学方法和考核方式也有很大区别。小班课不仅可以培养学生，还可以锻炼老师，这方面的长处是大课所不及的。

小班课上老师不是什么都讲，最重要地是让学生思考起来、行动起来，发挥出主观能动性。小班课有让学生带着问题自学的内容，或者让学生各自负责某一章做主讲，大家一起讨论学习，老师则是从旁指导。每个学生负责的不同的专题或内容，也有难易程度的差别，这就照顾到了不同的兴趣与基础。

小班课大多会要求学生做一些研究性报告。基于课程内容探讨一些专题性课题，和前沿研究往往密切相关。利用学到的物理知识去解释甚至研究最前沿课题，很有挑战性，也会激发出学生的兴趣。小班教学老师讲得少，但教学压力其实很大，每一个选题难度如何，有没有研究价值，研究思路是否合理，文献是否全面、质量如何，研究中遇到了什么困难、如何解决，论文或报告如何撰写，PPT和表达是否清晰等等，老师都要把握。

小班课学生参与度高，一般也采用学生互评的形式。一个同学发言，老师和其他同学都

会有提问、评价、打分，这样学生更关注自己课题以外的内容，也可以学习别人的研究思路及表达方式。广泛而深入的交流方式，是小班课有比较好教学效果的重要原因。

另外，小班课终归还是一门课，要完成一门课程的教学任务，老师要传授一些系统的知识，不能变成闲聊，这也是小班课要避免的另一种偏差。

## 8、研究生培养

在研究生指导方面，很多老师都注重过程化和精细化的管理，鼓励同学们要有阶段性的目标、要善于讨论与合作。以教研组为单位，一般每周都会有大组会。导师不希望研究生一开始就做一个很窄的方向，很具体的问题，学生的文献阅读和学术讨论能力是所有导师重视并严格要求的。有的学生怕累，只关注自己的研究工作结合紧密的文章，面比较窄，导师就会要求他们多读文章。每周组会上，通常每个同学轮流担任主讲，讲一个领域的历史发展、研究现状、有什么重要结果等等。这样的交流就包括了多方面能力的提高，文献阅读、汇报工作以及下一阶段设想、学术讨论等等。

我们培养的是具有广阔视野的研究者，而不是某一个环节的技术工人。物理是实验与理论并重的学科，以实验为主的研究不能只停留于现象描述和定性分析，还要有理论分析与计算能力，这样以后才有可能做出开创性的工作。同样，以理论计算为主的研究，也要对实验设计、仪器手段、实验结果等有比较深入的了解，理论能解释实验或有被检验的可行性才会被同行重视。

一个研究会会有很多个科研方向和科研课题，一般导师会倾向于学生根据自己的兴趣和初步研究结果来选择。对一些没有明确兴趣，主动性不强的学生也会指定一些比较简单的题目去做。导师希望学生能够自己提出初步的研究计划，带着问题去做研究工作。对于每个研究生具体的课题和研究方向，导师也会每周单独讨论，了解其工作的进展、面临的问题，并给出下一步的工作建议或者推荐一些参考资料。

另外，现在科研大多是系统性工作，经常要向别人学习，得到别人的支持，要求研究者善于交流，有团队合作与协作能力，所以导师都很注重组内科研气氛和团队精神的营造，注重对外交流。大家一定要互相帮助，形成团结起来一起发展的风气，也有利于克服功利主义思想。

在此可以参考一下著名物理学家朗道培养学生的方式：

朗道的学生要参加讨论班，一周一次，必须参加。讨论班偶尔会进行原始论文的报告，

但更为经常的是评述权威科学杂志上的文章。朗道喜爱属于物理学的一切东西，他的研究兴趣不局限于物理学的任何专门领域。朗道浏览杂志，标出他觉得特别感兴趣的文章，关注的论文几乎涉及所有领域，从固态物理到广义相对论等。

学生在讨论班作报告并不是一件简单的任务。不仅准备非常花时间，而且需要广阔的背景，要求在完全理解题目基础上概括所挑选论文的内容，没有一个人可以因为题目陌生而拒绝报告。朗道立足于理论物理的所有领域，要求他的学生和同事同样如此。在报告过程中，朗道和助手们不停地提问，而且问题涉及各个角度，直到把文章讨论透彻。如果朗道认为某一问题学生应该答出来而未答出来，或者报告本身逻辑含糊，拖拖拉拉，就会被朗道当场从讲台上赶下来，严厉训斥，并且以一个月不准作报告作为惩罚。尽管朗道的学生常常花费很多时间准备报告，但大部分学生都有被赶下台的经验。他们回忆说，开始作报告是一件极为困难的事情，过了一段时间才会逐渐适应，同时会感到朗道当时的批评和训斥是多么可贵。

朗道十分重视学术讨论和交流，但他自己不喜欢阅读论文，希望学生把论文看了以后给他讲，然后一起讨论，这是他培养学生的方法。朗道也非常喜欢教学，他认为讲课是一种整理思路和进行交流的有效方式，朗道的很多成果就是与学生交流中获得灵感的。朗道虽然严厉，但他的办公室对任何人都开放，无论是不是他的学生，只要能引起他感兴趣的物理问题，都可以与他讨论。

可以看到，虽然科学是不断发展的，技术更是日新月异，但科学教育与人才成长的基本规律却有穿越时空的意义。

## 9、教学与科研的关系

不言而喻，因为人才培养、学术发展、社会责任的要求，以及大学可持续发展的客观规律，北京大学应该始终坚持教学与科研并重的道路。教授必须搞好教学，不然他只是一个科研人员，不能称其为教授；同时，没有科研只有教学也不行，自己没有从事创新的科研实践，怎能培养具有创新精神的学生？

北大物理学院的老师，应该都是认同教育与科研有同样价值的学者，否则应该到纯粹的科研机构任职。教育更能影响别人，特别是年轻人，传播知识、思想，乃至品德，这是一项伟大的工作，“为人师表”其实也是一种乐趣。而且老师对基本问题的理解会在教学实践中不断深入，教学对研究也是有益的。在课堂讲授和讨论课里，很多以前理解得不够透彻的问题，可能会经过多次的思考和反复的讨论而理解得更好，这对老师和同学而言是一样的。老

师也曾经是学生，在当学生的时候可能也没有时间仔细想一些问题，教学可以使得老师的知识网络更丰富多彩，每教一次总有新的理解和体会。

但客观来讲，科研、教学要做好，都需要巨大的精力投入，时间上会有矛盾。一方面要呼吁管理者在政策、待遇上使教学与科研更加平衡，另一方面也需要老师自己想办法协调。年轻老师教学经验少，科研压力大，可以更多发挥学生的能力和主动性，对自己做好教学与科研工作都会有积极的作用。

#### 四、物理学习论

---

教育的根本目的和是否成功的检验标准，还是要让学生自己认识到为什么要学，要学什么，怎么学，获得主动学习和探索未知的动力。

**为什么要学物理。**著名物理学家和物理教育家费恩曼总结学习物理学的五个理由：第一是学会测量和计算及其在各方面的应用；第二是成为研究者，贡献于人类知识的进步；第三是认识自然的美妙，感受世界的稳定和实在；第四是掌握由已知到未知的科学方法；第五是通过尝试和纠错，学会有普遍意义的自由探索的创造精神。后面三条理由，应该是每个完整意义的人，-不只是未来的物理学工作者，-学习物理学的真正理由。

一旦你能够把物理这个相对来说比较艰深的学科学下来，那么便经过了非常多的综合训练，包括最重要的概念、规律、逻辑、结果与检验这一个系统，以后遇到任何事情都不会感到无所适从。理性思维，基本的科学素质，对自然规律和知识的敬重，是作为一个现代人所必须具备的修养。

**物理学什么。**就物理本身而言，需要打好宽厚的知识基础，培养好综合能力和素质：如果要从物理研究，现代物理基础是一定要夯实的；数学是描述自然的逻辑符号，是不可或缺的；做物理需要数值模拟或者数据处理，计算机技术和编程能力是要具备的；做研究需要写文章、做报告，与同行交流，故书面表达和口头沟通能力是必备的；甚至美学知识也要有一定训练，关系到如何把物理以漂亮的图像、曲线、字体呈现出来。另外，乐观豁达和幽默感，会让你的生活和研究处处充满乐趣。

不光是科研，螺丝钉式的工作方式已无法适应现代社会的要求，大学生无论将来要从事什么职业，当前都应当把主要精力放在学习和锻炼上，培养好自己的综合素质。例如，任何工作，都需要具有搜集情报、综合研判、沟通表达、以及文字功底等能力。因此，无论是大学四年，还是研究生的三到五年的学习期间，最重要的是你能够为你的人生目标持之以恒、

踏踏实实地把每件事情用心做好。在这个过程中，你的学习和研究能力、信念和耐心、时间管理艺术、以及处理人际关系的能力等等，都能得到很好的训练。

**物理怎么学。**相信每位来到北大物理学院的学生对物理都是有很大兴趣的，但如果学习遇到困难，也会想要放弃。低年级学生应该认识到，大学物理与中学物理在学习方式和学习要求上是有很大差异的。大学老师讲授的内容很多而且只讲一遍，一学期讲过去一门课就结束了，没有多少时间复习，靠大量做题巩固提高和加深对内容的理解根本就不可能。注重理解那些基本概念，有题目卡住了就先把这个甩掉，再接着往下听。但有的同学就是不适应，他喜欢把什么都搞得明明白白的，这其实是很多学生进了大学以后不能够适应大学教学的一个很重要的因素。

大学要重视课堂学习。大学讲课不同于中学，讲课是讲课，教材是教材，老师阐述的思想方法，跟科研和生活紧密相关的物理原理，往往是教材上没有的，认真上课对大多数同学来说是事半功倍。大学里课程繁多，不可能每门课都能靠自学弄得那么通透，而老师授课的体系是多年建立起来的，他们的经验、思路或者思考方式等会让同学们少走很多弯路。

学生要有正确的自我认知和成长参照物。习惯用学习成绩衡量自己，基于分数的信心是靠不住的。中学一直考分很高的学生，到了大学突然考得不太好了，信心会受到严重的打击。到了大学有一个重新定位问题，不要老看别人，要自己跟自己比，是否有进步，课程内容是否真的理解了，是否融会贯通。只要能安下心来，坚持下去，一般都不会有太大问题。要保持兴趣，也就是要常有成就感。想通一个疑问，或解决一个问题，你会有成就感。站得越高，越来越自豪、愉快，兴趣也越来越浓。那么怎么判断一个物理问题是否真正学懂了？有一个简单的判断标准可供参考：比如一个公式需要记忆的话，就说明你还没有完全理解这个公式所代表的物理规律。很多不同领域的概念、方法论，其实内在逻辑结构都一样，找到共同点，你就比较轻松了，学习也就有了明确的方向。

所以大学学习一定要用功，并多思考。成绩是干出来的，看不到进步也不会有真正的乐趣。做事首先要投入，最基本的就是时间的投入。无论做实验还是做理论，都要专心去学，用心去学，最后变成自己的本事。用功也要避免不顾自身兴趣和时间精力，跟风式的超前学习、选课。一味在学习进度上你追我赶，对于很多同学来说可能得不偿失。把自己感兴趣或跟未来工作相关的课程重点学好、学深是最重要的，因为研究工作主要的还是思想与方法的问题，课本知识很少能直接用到实际工作中。另外，作为大学生也应该有多方面的兴趣与爱好、活动、交流。

学习和研究方面，最重要的一点是要有浓厚的兴趣和强烈的自主性。人能主动学习，就

一定会有自主思考，会形成非常深刻的印象。真正的学习，不光是为了有答案，而是为了有思维。一定要有所喜欢、所追求的的东西，热情洋溢的、健康充实地去度过自己人生的每一天。天赋极高的人，没有明确的兴趣和努力方向，也不会有什么创造力，北大这样的事例很多。

逐渐审视自己，明晰自己想要干什么。北大学科齐全又鼓励“通识教育”，不少同学不是没有兴趣，而是兴趣太多了，反而失去了目标。患得患失，总觉得什么东西都应该拥有，不舍得丢，最后反而不理想。要知道专深才能广博，专深才能形成逻辑自洽的思维方法，用之于其它方面才能触类旁通。学一大堆零散的知识，看似什么都懂，其实是什么都不懂。

**重视交流与合作。**每个人都有其专长，如果可以与不同的人讨论、交叉学习，便可以为问题的解决提供不同的视角和方法。逻辑和事实有没有问题，表达出来往往就清楚了，所以交流本身更主要地是促进自己的思考。

不光是科学研究，现代社会所有的工作都重视合作。大学生的人生道路刚刚开始，目标和眼光要远大，合作不要有太强的功利心，不能斤斤计较，要形成一个不计眼前利益，不急于求成的环境，这才是做学问，学问才做得好。个人再聪明，也需要团队的支持，现在科研早已不是单打独斗的时代了。既要学会独立思考和学习，又要学会与人讨论、听取建议，以及团队协作，要有广泛而活跃的学术交流。合作需要严谨求实、谦虚谨慎的态度，要善于倾听和理解别人的观点，了解他人的需求，共赢才是合作之道。

**什么是物理学思维。**物理教育是否成功，是否受到了真正的物理训练，关键要看是否具备了物理学思维或科学思维。有了物理学思维，才能真正体会到世界之美，也才会痴迷于科学研究。简洁的物理公式，巧妙的实验设计，解决问题的奇思妙想，都极具理性的魅力。有物理学思维的人有共同的交流基础，都认同科学的逻辑，对充分、必要、假设、完备、自洽、唯一性等概念能够自学遵守与运用，比较容易达到共识。社会上经常有一些问题争论不休，一个重要的原因是大家没有共同的逻辑基础。

物理思维一定要追问问题的本质，从所谓第一性原理出发，不需要假设和先验的真理。推理的基础是没有任何例外的事实和定律，并对思考的边界有明确的界定，比如在有可靠的理论和实验验证之前，不能简单地肯定或否定万有引力定律是否适用于极微观和极宏观的尺度。有了坚实的基础，物理学思维的第二步是对假设与近似的恰当应用。近似是一个非常重要的能力，很多时候会做近似才能发现物理规律的本质，而且几乎任何实际问题都是不能严格求解的，需要引入假设与近似。举个简单的例子，人造卫星绕地球运动是一个经典的力学问题，其轨道计算就包含了非常多的近似。比如地球并不是严格的球形，潮汐作用也使其引

力场时刻处于变化之中，还有太阳系内外无数天体的引力叠加，以及全波段电磁场的干扰。如果不做近似，你会发现这个看似简单的问题其实是完全无法求解的。这还没考虑空间膨胀与时间变慢等相对论效应。第三，物理学思维遵循可证伪的原则，结果是否正确要以科学的、可重复的实验或观测为检验标准，个人的体验不能成为论据。从人造卫星的例子可以看出，如果不遵守这个原则的话，就会一切都有可能，一切解释都是合理的，物理问题就会变成没有意义的哲学争论。

所以，物理学思维一定要与出色的数学和计算能力相结合，才能解决复杂的实际问题。物理学思维要有清晰的物理概念，这样才会对问题有本质的理解，对所用的近似、假设、数学技巧是否合理才有正确的判断。物理学思维还有模型意识，即解决的是一类问题，从具体问题中抽象出理论模型，探索更普遍的规律。另外，物理思维欢迎质疑，但质疑也要遵循物理思维，而不是基于某种立场或观念的无理攻击。

**科研工作。**选择专业、研究方向和导师是决定未来发展的大事，一定要深思熟虑。要综合考虑自己的性格特点、兴趣、特长、专业特点与发展前景等。理论与实验及不同领域，比如凝聚态、光学、粒子物理、天文、大气等及专业内部的研究方向之间还是有比较大差异的，不同导师的课题与研究风格也不一样。需要多了解，多参考他人，尤其老师的意见，然后作出自己的判断和选择。

如果确实有志于科学研究的话，应该去主流的研究组做主流研究。环境很重要，如果把一个很有天赋的人放在一个根本不懂科学的环境中，那么他即使再有天赋，也不可能成为好的科学家。因为不能指望他把以前的人没想通的事完全想通，一个人也很容易犯低级错误。科研很重要的一点就是主流，这在很大程度上决定了你会做得怎么样。

**重视体育与艺术。**锻炼带来的心理上的、身体上的正面影响，被科学研究和体育爱好者广泛证实。研究表明，经常从事体育锻炼的人，产生精神类问题以及智力衰退的比例都明显低于一般人。体育锻炼大多是集体项目，即使是跑步，往往也有很多人参与。运动过程中的互相鼓励、协作，会让你形成良好的人际交往习惯，这也是生活幸福、工作顺利的一个要素。体育最重要之处在于育人——培养优秀卓越的领导力，坚韧的意志品质和团队协作的能力，以及自我控制和修行的能力。蔡元培校长明确提出，“完全人格，首在体育”，可以说是洞察了体育教育的本质。体育不是教育的辅助和点缀，体育就是教育的主体之一。现代人面临很多压力，容易处于精神亚健康状态，体育锻炼也是最有效、最安全的应对方法。

也有大量的事例和研究表明，艺术在人的成长中有非常重要的作用，特别是想象力和品味的提升。艺术修养也更容易让人发现科学之美，很多著名的科学家都有艺术方面的天赋与

特长。艺术修养是一个很大的话题，在此不再赘述。

## 五、讨论与建议

---

### 1、关于教学评估

根据我们对物理学院各专业老师的调研，可以认为，学院的学术工作已基本走上正轨，科研人才、工作环境、仪器设备等各方面都普遍得到极大改善并还在稳步提升中，大家的工作热情和对未来的发展也相当积极和乐观。这一方面是科研制度与人才机制的作用，另一方面也是科研工作本身的特点所决定的。所有的激励方面，追求、乐趣、荣誉、成就、奖励、传承等等，科研工作都是具备的。

相比之下，学院的教学体系虽然也相当完善，但在人才储备、教师教学积极性等方面还存在一定隐忧。与科研不同，教学工作很大程度上是个“良心活”，若要从管理的角度进行激励，就要有一个可靠公正的教学评价标准，而这又是一个世界性的难题。

引导教师在教学工作更多地投入，不断扩展所授课程知识的广度与深度，钻研教学方式方法，与学生们有更多的交流与互动，进而在学生中激发更多的学习热情，这会形成教学相长的良性循环。我们认为，要达到这种理想的教学效果，从教学管理和服务的角度是可以推动和有所作为的，在一定程度上可以借鉴和模拟科研管理的成功经验。

**改善教学评价机制。**教学工作有与科研工作不同的特殊性，成就感不容易量化，所以激励重点要放在责任感和荣誉感上，而且事实上过于利益化可能反而不利于卓越教学。科研有一定的学术规范，但具体怎么做主要由科研人员自己把握，教学工作也一样，不同学科认知规律不一样，理论物理与实验物理在教学方式上必然有极大的差异，同一门课不同教师也有不同风格，所以做好教学工作不能靠统一的规范与要求，要遵循相信老师依靠老师的基本原则。教学的规范与模式应该是老师在教学工作中逐渐生长、提炼、成熟起来的，管理者的工作主要应该是适当的监督和恰当的评价。现有的教学管理和评价体系也已运作多年，基本保证了学院正常的教学秩序，不需要大改，所需要的是进一步激发教学工作本身的活力，使教学成为一个能自我生长、自我纠错的机制，所有的困难和问题都会迎刃而解。

目前教学评价可分为以学评教和同行评议两部分。我们认为这两部分还应该进一步补充和完善，另外应该增加校友评价部分，因为一定的社会阅历和工作经验会使人更客观公正地评价大学所学内容的意义。在高效公正的评价体系之下，再仿照科研工作设立教学荣誉称号

制度，将是一个有活力和激励效果的教学管理机制的重要组成部分。

不评价胜于乱评价。不管那种评价方式，错误的结果都将是对正常教学工作的伤害，所以要尽可能避免调研中常见的人情、随意、灌水等弊端。比如学评教的环节，在调查设计上，除了客观选项之外，还应该设置主观答题，让学生具体讲述所学课程和任课老师教学中的利弊得失，为什么好，不足之处的原因又是什么，等等。这样的评价会是真实可靠的，也能真正使老师认识到教学中的问题是什么，什么是改进的方向，学生本人也会得到一次总结提高的机会。

与科研类似，同行评价也应该是教学评价里最重要的依据，应该完善和加强。除特殊情况外，这倒不必请校外或海外专家评价，重点应放在院系内部的教学研讨和相互听课制度的建设上，必要时可邀请其它院系的老师参加。听课和研讨可以互相交流学习、取长补短、加深工作理解，意义远远超过评价本身。而且此项工作若不以制度形式保障下来，即使有听课学习意愿的老师也会有很多顾忌，影响教学的正常交流。

像科研一样，教学评价也应该包括一份由教师本人撰写的，对自己教学的思想理念方式方法优缺点等各方面的一个详细总结。这个总结本身一方面可以促进教师本人对教育教学问题的思考、提炼，另一方面也是教学经验交流的宝贵资料。参考科研业绩，每位老师也应该在年终时对教学工作有一份总结汇报，以具体方法、实际事例和心得体会为主，强调实质内容。教学总结报告以制度形式固定下来，会逐渐形成教学经验交流的风气。

**自愿试点，逐步推广。**老师都不希望教学受到过多的干涉，对各种行政事务、填表汇报也不胜其烦。在目前教学工作已经比较平稳的情况下，改革与调整应当尽量不采用硬性的规定和惩罚措施，而以激励为主，并坚持自觉自愿的原则，吸引教师更积极地开展教学工作。给教学成果卓著的老师更多的宣传、荣誉，以及物质奖励，覆盖要大，长期化、制度化，不仅仅是几个教学奖。时间长了，自然会有更多的老师自觉地提高自己的教学水平。功利意识与教育思想很多地方是矛盾的，荣誉与尊重可能比利益分配更为重要。

教学工作的评价也可以像科研体系一样设置晋级或认证制度，划分等级，并且有名额限制。原则上也应由教师本人申请，准备材料，由院系按程序评价和申报。

## 2、给院系更多的自主权

科研与教学都事关大学的发展，不可偏废。然而，在科学技术与经济飞速发展的现代社会，研究型大学的教学工作在一定程度上受到挤压也是一个相当普遍的现象，已引起世界各

地高等教育工作者的重视。这个问题不可能在学校层面解决，因为不同院系、专业、课程实际情况都不一样，统一的管理模式只会限制教学工作的活力，打击老师的积极性。

解决的办法应该是把更多的人事安排和薪酬制度的权力下放到院系。因为院系最知道我需要谁，教学放多少人、科研放多少人。将核心的资源分配放到院系，这才可能真正使教学与科研工作同步发展。物理学院有非常好的教学与学术传统，老师们意见的出发点都是为了人才培养与科研发展考虑，更多的资源与自主权会发挥更积极的作用，对可能的不正之风也会有自我净化能力。院系没有足够的权力，时间长了，也使院系管理者丧失管理上的创造性，不再去考虑制度层面的问题。

根据物理学院自身的情况，大多数老师都主张要保留少量纯教学人员，加强而不是削弱普通物理教学中心的作用。比如物理学院在中学生物理竞赛的培训和组织上一直投入非常大的精力，这对人才选拔和培养来说是非常重要的。普通物理教学中心老师们的努力与成果是有目共睹的，在待遇和荣誉上应该得到承认，评职和上升渠道也应该主要由院里采用更符合工作要求的评价标准。只有解决了老师的待遇、声誉和职称问题，才能让使他们一心一意地做好教学工作。

还有像实验教学中存在的问题，也需要院系有更大的自主权才能解决。我们有很好的仪器设备，但使用、管理、维护方面缺少专业和专门人员，仪器功能不能充分发挥出来。实验环境很重要，你有好的 idea、好的实验思路，但没有实验技术的支持，科研的结果可能会完全不同。好的实验技术人员是很难得的，对聪明才智和工作作风的要求不亚于科学研究，但他们在荣誉和物质利益上却没有办法与科研人员相比，这样就很难招到优秀人才，招来也很难保证他们可以专注于实验技术的工作。

仪器研发是物理学院的优良传统，取得了辉煌的成绩，“多快好省”一直都是我们的优良传统。比如在超高真空、拉曼技术方面，打下了很好基础。长期以来，我们不是没有能力做好仪器，而是心理和政策上的障碍使得我们难有突破。比如对科研仪器研发，我们缺少合理的评价与激励机制。做仪器缺少文章上的显示度，仪器达到了国际先进水平也难发高影响因子的文章，而且周期很长，不像论文一样短平快。如果一个学者专心做仪器的话，发文章和提职称怎么办呢？衡量实验技术成果也是比较难的，需要特殊的评价体系，具体的评价标准要和单位的实际相结合。

### 3、关于教学传承

教学理念有一个形成过程，教学方式与技巧也需要时间来磨合。所有的优秀教师刚开始教学工作时也都会紧张，他们都有一个向前辈学习，向他人请教，不断调整，逐步形成自己教学风格的过程。北大物理学院名师辈出，优良的教风、学风能一直保持下来，一个很重要的原因是过去教学梯队中“传、帮、带”的传统。教学工作具有明显的文化和艺术特征，耳濡目染，言传身教的作用是不可替代的。有传承才有凝聚力，大家也会更重视集体的荣誉。

不可否认，现在大学的教育体系对传统的师徒模式是一种削弱，这对教育工作的长期影响不可忽视。现在重点课程有课程组和主持人的设置，对新入职教师也有教学培训环节，一般也要求新老师先从助教开始，这些制度或措施对教学交流和传承有一定的补救作用，但和过去老先生能对年轻教师在教学各个环节严格把关的情况相比有很大差异。

现代大学的教学科研环境，工作要求，人才机制等与过去有了很大差别，完全回到过去的传统是不太现实的，但管理、制度建设、奖惩机制设置时，应该吸收传统中有价值的思想和方法。北大的老先生对北大是非常有感情的，对年轻人的成长是非常关心的，而且来自长辈甚至是过去老师的意见也更容易被接受，能够很坦诚、很融洽地交流问题，而一般的同事就不容易做到这一点。要多听听老先生的意见，制度上也应该给老先生发挥余热的空间。让大学的教育工作成为一项可追溯、有传承、能预期，奔流不息的长江大河。

#### 参考文献：

---

[1] 北京大学物理百年（第二版），沈克琦 赵凯华 主编，2014年3月，内部资料

[2] 物无止境，理有恒时，郭九苓 朱守华 谢宁 主编，北京大学出版社，2020年4月

\*注：本文已经发表在《大学物理》上，2020年6月