

同心同德斗志昂扬迈入21世纪

对金工科研与技术开发工作的反思与前瞻

金工系列课程对培养学生创新思维和创新能力的探讨

Fostering Creative Thought and Creative Ability on Modern Industrial Training

Stressing on Training of Engineering Qualities on Modern Industrial Training

借国际会议和实验室达标评估东风 建设好工程实践教学示范中心

“创新思维报告”的提出及其实践

访美归来话工程训练

《工程材料及机械制造基础》系列课程改革现状与发展趋势

筹建清华大学工程训练中心的总体框架方案

建立高等教育教材的更新机制和教材选用的导向机制

在工程实践教学中分层次开展创新教育

探讨提高课堂教学效果的方法

数控线切割二维创新设计制作实验的研究与实践

积极倡导人文和社会学科学生参加工程实践教学

关于建设工程训练教学示范中心的若干思考

《制造工艺入门与提高》介绍

正确对待先进制造技术给认识上带来的几个误区

对大学本科学生开展创新实践教学的认识

深入挖掘工程实践教学中素质教育的内涵

试论现代教育技术与金工系列课程改革

坚持在教学全过程中对学生进行素质教育

从国外教材和亲身经历中领悟到的工艺技术

世行贷款项目对我校工程实践教学改革的重大促进

关于向全国人大常委会提出“企业接纳工程类学生参加工业实践”立法议案

对发展我国现代机械制造业的再认识

法国高等工程教育考察

创建有中国特色的工程实践教学体系

对本科技术基础课程实施双语教学的初步探讨

Probing into Developing Creative Practice Education in Engineering Training

Probing into Construction of Teacher Team for Engineering Training in China

对我国工程训练师资队伍建设的探讨

雄关漫道真如铁 而今迈步从头越

《机械制造实习》精品课程建设报告

重视教材建设 累积结出硕果

重视教材建设是清华的好传统

方向 勤奋 毅力 气度 方法 健康

发挥资源优势 创建系列课程

探究国际现代工业培训学术会议的沿革与发展趋向

指导《机械制造实习》要做好五到位

对我国工程实践教学的弊利分析与发展方向探讨

创建国内领先的工程训练教学示范中心

教育部工程材料及机械制造基础课程教学指导组工作总结

Exploration of Comprehensive Ability Cultivation for Undergraduate

对大学生综合能力培养探讨

Exploration of Substantial Problems under Construction of Comprehensive Engineering Training Center

对综合性工程训练中心建设实质性问题的探索

创建国内领先的工程训练教学示范中心

浅论机械工程教育与工程实践教学

## 序

《工程材料及机械制造基础》与《机械制造实习》系列课程是由原《金属工艺学》和《金工实习》课程历经沧桑，逐步演变发展起来的。长期的教学实践表明：这些课程及其赖以存在与发展的工程实践教学，在培养基础宽、能力强、素质高和富于创新精神的工程技术人才和管理人才中起着不可替代的作用。

傅水根教授于1970年毕业于清华大学并留校任教，1984年10月至1986年10月公派留学英国伯明翰大学，于1986年10月按期回国。近20年来，他利用清华大学提供的基础条件，借鉴国内外工程教育的成功经验，与全国金工同仁一起，以清华大学和兄弟院校的上述课程改革与工程实践教学基地建设为舞台，利用国家211工程、世界银行贷款、985规划等重大项目，在工程实践教育理念、素质教育、课程改革、教学管理、教材建设、创新实践教学、现代教育技术、师资队伍建设和科研成果向教学转化，以及工程实践教学基地建设等主要方面，深入地进行了实践、探索与总结。他在承继前人重视实践动手能力培养的基础上，提出了实践教育的新理念：实践是内容最丰富的教科书，实践是贯彻素质教育最好的课堂，实践是实现创新最重要的源泉，实践是心理自我调理的一剂良药，实践是完成简单到综合、知识到能力、聪明到智慧转化的催化剂；提出了实践的主要内涵：普通劳动实践，教学实验实践，研究项目实践，工程训练实践，工业训练实践和社会调研实践；提出并实践着“学习工艺知识，提高综合素质，增强工程实践能力，培养创新精神和创新能力”的新型课程教学目标；提出培养学生工程素质的内涵，即在工程实践的教学过程中，培养学生的责任意识、安全意识、质量意识、群体意识、环保意识、经济意识、管理意识、社会意识、市场意识、竞争意识、法律意识和创新意识等工程意识；提出工程实践教学是理工与人文社会学科交叉与融合的重要结合点，积极倡导和组织人文社会学科的学生参与工程实践教学，提高学生的工程技术素养；提出并组织学生写“创新思维报告”，拓展了工程实践教学的内涵，并以此为契机，向SRT（Student Research Training）项目和综合训练的方向发展。

傅水根带领教研室同仁，经多年实践与反复研究，将原金工实习改造为融机械、电子、信息和管理为一体的现代工程实践教学，使之建设成为集工程基础训练、先进技术训练、创新实践训练和综合素质训练为一体，以模块式选课为基本特征，服务清华、面向北京、辐射全国的综合性工程实践教学基地；带领团队，顽强拼搏，将金属工艺学实验室建成校级一级实验室，将原《金工实习》校级一类课程发展为《机械制造实习》校级精品课程，并于2004年被评为北京市级和国家级精品课程，成为我国高校首门工程实践类国家级精品课程；主持完成的教学成果“创建国内领先的工程实践教学示范中心”于2005年获北京市教学成果一等奖和国家级教学成果二等奖。

傅水根回国后，在确保教学质量的前提下，为改变教研室科研基础差的现状，利用留学期间累积的科研基础，带领教研室全体同志奋力攻关，主持完成国家自然科学基金项目、国家“七五”、“九五”科技攻关项目和横向技术合作项目10余项，研制成功数控旋转电加工机床、颅内血肿排空器、汽车离合器超速试验机、多功能木材力学试验机、十二工位数控激光淬火机床、游泳训练水上牵引系统、体质智能化测试系统，以及旋转超声波加工机床等一系列机电一体化设备。这些具有创新性的科研成果，有5项通过国家自然科学基金委或教育部组织的技术鉴

定，获发明专利 2 项，实用新型专利 2 项。其中于 2003 年获发明专利的体质智能化测试系统不仅实现了产业化，而且使我国该领域的产业方向由手动转变为自动，由单机转变为系统。在完成这批科研成果的过程中，不仅带出了一支教学、科研并重的高水平师资队伍，而且在三个科研方向上建立了博士研究生和硕士研究生的研究平台，为教研室的长远发展奠定了基础。更为难能可贵的是，傅水根从一开始就注重将科研成果转化，引入课堂教学、教学实验和教材建设中，用科研成果来促进教学改革与实验室建设。他主持完成的“数控旋转电加工机床及其应用技术”，以及“数控线切割二维创新设计与制作实验”先后获清华大学实验技术成果一等奖，他主编和参与导演的《特种加工—电、声、光部分》电教片获全国首届优秀音像出版物一等奖。在此基础上，他利用 211 工程的经费，引进了数控电火花加工机床和激光加工机床，主持研制了旋转超声波加工机床，建成了特种加工实验分室，不仅拥有崭新的实验手段，而且拓宽了学生的知识视野。

傅水根长期坚持一线教学，从 1970 年毕业至今，他讲授机械制图、机械制造工艺基础、特种加工、Manufacturing Engineering 和指导金工实习、机械制造实习等近 20 门课程。授课对象从技工培训、师资培训、本科生讲课，一直到研究生课程采用英语授课。开出这些课程和科研经历，使他有着比较扎实的工程理论基础；而清华大学毕业后作为新工人的特殊经历，使他掌握了车工、铣工、刨工和钳工技术，又有着比较深厚的工程实践基础。他所主持的研究项目获得成功，都与他所具有的理论基础，尤其是工程实践基础和善于团结协作分不开。为了节省经费、保证质量和加快速度，不少科研项目中的重要零件就是依靠他自己的双手加工出来的。他所组织的科研队伍中的主要成员既重理论，更重实践。他也从中领悟到创造不可能空穴来风，创造是社会需求的产物，是思维创新的产物，更是工程实践的产物。这使他更加致力于工程实践教学的研究与探索。

从 1992 年到 2003 年，傅水根在主持教研室工作的 11 年中，十分重视团队精神的培养，经常就教学改革中的重大问题，发动核心骨干，深入研讨，集思广益，形成统一意见，然后付诸实践。他遵循毛泽东同志实践—认识—再实践—再认识的教导，在实践的基础上，带头对教学改革的实践进行系统总结，撰写出近百篇高质量的教育教学研究论文。不仅如此，还积极倡导教师和实验技术人员进行教学研究和撰写相关论文，从而悟出新思路，探索新方向。本论文集不少成功的改革经验就是这样一步一个脚印开创出来的。傅水根深深感到，工程实践就像一座蕴藏着丰富宝藏的矿山，而他就希望成为这座矿山的不懈探索与挖掘者。

2000 年，傅水根的第一本论文集为我国机械制造基础系列课程改革与工程实践教学基地建设起了促进作用；今天，他的第二本论文集将进一步为该系列课程改革与基地建设推波助澜。实际上，集子中的每一篇论文，就是一次深层次的挖掘。我寄希望于他从工程实践教育中挖掘出更多的宝藏，取得更大的成功！

正如第一本论文集一样，傅水根在探索工程实践教育中确实花费了不少心血，取得了丰硕的成果，但创造事业的则不只是他本人和清华大学金工教研室这个团结奋进的集体，还包括了倾注大量勤劳、智慧与心血的全国金工同仁。

在《探索工程实践教育》论文集付印之前，清华大学基础工业训练中心请我作序，是为序。

## 自序

自己于1970年3月毕业于清华大学并留校任教,1984年10月至1986年10月被公派留学英国伯明翰大学,于1986年10月按期回国。回国后的第三年,即1988年10月就参加了在南京航空学院(现南京航空航天大学)举办的第二届国际现代工业培训学术会议。尽管那时的学术会议还不够成熟,但对教学研究可以实现国际交流,并推动本领域教学改革的发展留下了深刻的印象。1991年,在华中理工大学(现为华中科技大学)召开第三届国际现代工业培训学术会议,自己代表张万昌教授和李家枢教授在大会作主题报告。两位教授内容新颖的观点和自己比较流利的英语,受到与会代表的一致好评。这两次经历,使自己从专注于教学与科研,开始投入部分精力来进行教育教学研究。

真正使自己投入更大的精力,并自觉而乐此不疲地进行实践和总结,还是在1996-2000年期间担任教育部机械基础课程教学指导委员会副主任委员兼工程材料及机械制造基础课程教学指导小组组长之后。自己深感责任重大,必须投入更多的时间与精力来进行此项工作,才能对得起长期在实践教学一线艰苦奋斗的全国金工同仁,才能对得起参与工程实践教学的大量学生。

自己比较幸运,正好赶上我国高等教育处于百年难遇的高速发展期。国家对高等教育,尤其对实践教育的经费投入以从未有过的强度和速度稳步前进。世界银行贷款,在我国11所重点高校建立工程训练中心为工程实践教学的改革与发展提供了助推力。形势使我们有可能紧紧抓住一机遇,来发展工程实践教育的理念,并将改革理念转化为可以操作的教学方案,不断实践、探索、改进与总结。在这种改革大潮群体奋斗中的勤于实践、思考和总结,有力地推动着清华大学的机械制造基础系列课程改革和工程实践教学基地建设,同时为兄弟院校同领域的课程改革与基地建设提供了新鲜经验;反过来,自己也从兄弟院校工程实践教学的迅速发展汲取丰富的营养。

教育部、清华大学、兄弟院校领导和同仁,以及我在英国的导师,给了我在世界范围内进行考察与实践的机会。作为一名长期工作在最基层并以教学为主的教师,即使在清华,也很少有人有这种机会。1984-1986年由教育部以访问学者身份公派留学英国;留英期间,导师D.K.Aspinwall先生给我提供经费,在英国参观访问了牛津大学、剑桥大学、帝国理工学院、爱丁堡大学、曼彻斯特大学等近20所著名大学,访问了美国通用电气公司特种材料部在德国法兰克福的总部,参观了该公司的有关基础设施;1991年,应美国国家科学基金委员会邀请,随我国国家自然科学基金委员会组成的代表团访问美国,顺访了麻省理工学院、密执安大学、伊利诺依斯大学等9所著名大学;1997年至2001年间,先后应香港理工大学工业中心邀请,三次带队赴香港理工大学,顺访了香港科技大学、香港科技学院、香港摩利臣山工业学院,以及香港职业培训局下属的一些培训学校;2002年5月,随教育部机械基础课程教学指导分委员会全体成员一起,访问了位于海参崴的俄罗斯远东理工大学;2002年,受教育部委托,作为代表团团长率队访问法国。在我国驻法国使馆教育处的大力支持下,专访了法国物理化学生物高等工程师学校、里昂一大、马赛二大和巴黎理工大学。另外,应我国部分高等院校领导、同行的邀请,访问过几十所重点大学和应用型大学的实验室和工程训练中心。另外,还连续多届任清华大学实验室工作委员会的委员,对清华大学的实验室建设与管理有较深的认识。在参观访问与实践过程中,我将注意力主要

集中在实验教学与工程实践教学上，集中在工程人才的培养上。将国内外的所见所闻深入思考，对工程实践教学进行了长期而认真的探索。

在这 10 多年的时间里，自己在完成繁重的教学、科研和管理工作中，始终不敢忘记教育教学研究，由开始尝到研究成果的甜头，到逐步发展成一种兴趣。研究领域也随之向横向逐步拓宽，纵向逐步深入。2000 年 11 月，由张学政教授主编，《金工研究》和《金工动态》杂志编辑部印制的《傅水根教育教学研究论文集》第一集到全国部分同仁手中。该论文集收集了本人主笔发表的 44 篇论文，其中的不少观点在同行中得到较普遍认同并引用；该论文集还收集了作为教育部机械基础课程教学指导委员会副主任主持起草的“重点高等工科院校工程材料及机械制造基础系列课程改革指南”，成为本领域课程改革与基地建设的指导性文件之一。

一晃又是 5 年，本人的第二册教育教学研究论文集《探索工程实践教学》很快就要付印。该论文集不仅收集了《中国大学教学》、《清华大学教育研究》、《实验技术与管理》、《金工研究》、《常州信息职业技术学院学报》等刊物发表，以及第六、七、八届国际现代工业培训学术会议发表或已录用的 49 篇论文，而且收集了作为 2001-2005 年期间任教育部机械学科课程教学指导委员会委员兼机械基础课程教学指导分委员会副主任委员主持起草、修订的有关机械制造基础课程教学基本要求等六个文件。这六个文件，经过反复讨论、修改，最后定稿，凝聚了本课程指导组全体成员和全国同行一批专家、学者的心血。

值得高兴的是，论文所阐述的不少观点被全国同行广泛引用，为推进我国机械制造基础系列课程改革与工程实践教学基地建设起了一点作用。例如，2000 年 10 月在北京召开的第六届国际现代工业培训学术会议论文集（英文版）中，共收集国内外代表 120 篇论文，自己发表过的论文被他引的有 20 篇；2004 年 10 月在重庆召开的第七届国际现代工业培训学术会议论文集（英文版）中，共收集国内外代表 104 篇论文，自己发表过的论文被他引的有 19 篇。另外，全国同行杂志《金工研究》，甚至有的专著也比较多地引用本人论文中的观点。

此外，自己还应邀在教育部组织的全国性会议，各种国际学术会议，各省市或跨地区金工研究会学术年会，以及兄弟院校如华中科技大学、大连理工大学、北京航空航天大学、北京交通大学、中南大学、湖南大学等几十所大学作课程改革与基地建设学术报告，使自己有机会在较高的层面进行较系统的交流。

本人近 10 多年完成近百篇教育教学研究论文，以及 50 多次学术报告，一方面出于自己的努力，更重要的则来自教育部领导，清华大学领导、兄弟院校领导的支持与激励，来自清华大学同事和全国同行的支持与激励。没有这些支持与激励，不仅难以完成现有的教学改革实践，也就更难有这些论文与学术报告。借此机会向所有帮助过自己的国内外领导、同事与同行表示由衷的感谢。

也借此机会，感谢我校潘际銮院士在百忙之中为本论文集作序；感谢我校倪维斗院士、南京航空学院（现南京航空航天大学）院长余承业教授为论文集第一集题词；感谢我的老领导张万昌教授和李家枢教授为论文集第一集题词并作序。本论文集仍将这些宝贵的题词与序言收集于其中。

傅水根

2006 年 3 月 26 日

于清华园

无 私 奉 献  
忠 诚 合 作  
勇 于 创 新  
战 果 辉 煌

余承业

二〇〇〇年十月

南京航空航天大学前任校长

余承业教授题词

深化工程实践教学改革，  
培养学生综合素质和创  
新思维。

倪维斗  
2000.11.16.

中国工程院院士

原清华大学副校长 倪维斗教授题词

自強不息

勇于创新

为教改做贡献

张万昌

2000.11.

原教育部工程材料及机械制造基础课程指导小组组长、

原清华大学金工教研室主任 张万昌教授题词

願金工教改之花

更加絢麗

李家樞

二〇〇〇年十一月

原教育部工程材料及機械制造基礎課程指導小組秘書、  
原清華大學金工教研室主任 李家樞教授題詞

**实践是内容最丰富的教科书；**

**实践是贯彻素质教育最好的课堂；**

**实践是实现创新最重要的源泉；**

**实践是心理自我调理的一剂良药；**

**实践是完成简单到综合，知识到能力，  
聪明到智慧转化的催化剂。**

傅水根

2003年5月

目录  
序  
自序  
题词

|                                                                                     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 同心同德斗志昂扬迈入 21 世纪 .....                                                              | 1   |
| 对金工科研与技术开发工作的反思与前瞻 .....                                                            | 3   |
| 金工系列课程对培养学生创新思维和创新能力的探讨 .....                                                       | 7   |
| Fostering Creative Thought and Creative Ability on Modern Industrial Training ..... | 13  |
| Stressing on Training of Engineering Qualities on Modern Industrial Training .....  | 18  |
| 借国际会议和实验室达标评估东风 建设好工程实践教学示范中心 .....                                                 | 23  |
| “创新思维报告”的提出及其实践 .....                                                               | 25  |
| 访美归来话工程训练 .....                                                                     | 27  |
| 《工程材料及机械制造基础》系列课程改革现状与发展趋势 .....                                                    | 29  |
| 筹建清华大学工程训练中心的总体框架方案 .....                                                           | 39  |
| 建立高等教育教材的更新机制和教材选用的导向机制 .....                                                       | 44  |
| 在工程实践教学中分层次开展创新教育 .....                                                             | 48  |
| 探讨提高课堂教学效果的方法 .....                                                                 | 52  |
| 数控线切割二维创新设计制作实验的研究与实践 .....                                                         | 57  |
| 积极倡导人文和社会学科学生参加工程实践教学 .....                                                         | 60  |
| 关于建设工程训练教学示范中心的若干思考 .....                                                           | 64  |
| 《制造工艺入门与提高》介绍 .....                                                                 | 70  |
| 正确对待先进制造技术给认识上带来的几个误区 .....                                                         | 79  |
| 对大学本科学生开展创新实践教学的认识 .....                                                            | 82  |
| 深入挖掘工程实践教学中素质教育的内涵 .....                                                            | 87  |
| 试论现代教育技术与金工系列课程改革 .....                                                             | 89  |
| 坚持在教学全过程中对学生进行素质教育 .....                                                            | 93  |
| 从国外教材和亲身经历中领悟到的工艺技术 .....                                                           | 96  |
| 世行贷款项目对我校工程实践教学改革的重大促进 .....                                                        | 100 |
| 关于向全国人大常委会提出“企业接纳工程类学生参加工业实践”立法议案 .....                                             | 104 |
| 对发展我国现代机械制造业的再认识 .....                                                              | 107 |
| 法国高等工程教育考察 .....                                                                    | 113 |
| 创建有中国特色的工程实践教学体系 .....                                                              | 119 |
| 对本科技术基础课程实施双语教学的初步探讨 .....                                                          | 125 |
| Probing into Developing Creative Practice Education<br>in Engineering Training..... | 128 |
| Probing into Construction of Teacher Team for Engineering Training in China .....   | 132 |
| 对我国工程训练师资队伍建设的探讨 .....                                                              | 136 |
| 雄关漫道真如铁 而今迈步从头越 .....                                                               | 140 |
| 《机械制造实习》精品课程建设报告 .....                                                              | 143 |
| 重视教材建设 累积结出硕果 .....                                                                 | 152 |
| 重视教材建设是清华的好传统 .....                                                                 | 158 |
| 方向 勤奋 毅力 气度 方法 健康 .....                                                             | 163 |

|                                                                                                           |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 发挥资源优势 创建系列课程 .....                                                                                       | 189 |
| 探究国际现代工业培训学术会议沿革与发展趋向 .....                                                                               | 194 |
| 指导《机械制造实习》要做好五到位 .....                                                                                    | 201 |
| 对我国工程实践教学的利弊分析与发展方向探讨 .....                                                                               | 205 |
| 创建国内领先的工程训练教学示范中心 .....                                                                                   | 212 |
| 教育部工程材料及机械制造基础课程教学指导组工作总结 .....                                                                           | 219 |
| Exploration of Comprehensive Ability Cultivation for Undergraduate .....                                  | 228 |
| 对大学生综合能力培养探讨 .....                                                                                        | 233 |
| Exploration of Substantial Problems under Construction of Comprehensive Engineering Training Center ..... | 237 |
| 对综合性工程训练中心建设实质性问题的探索 .....                                                                                | 247 |
| 创建国内领先的工程训练教学示范中心 .....                                                                                   | 253 |
| 浅论机械工程教育与工程实践教学 .....                                                                                     | 257 |
| 附件                                                                                                        |     |
| 工程训练教学示范中心的建设规范与验收标准 .....                                                                                | 262 |
| 普通高校工程训练教学中心建设规范与验收标准 .....                                                                               | 266 |
| 重点高等工科院校工程材料及机械制造基础系列课程改革指南 .....                                                                         | 270 |
| 机械制造实习教学基本要求（机械类专业适用） .....                                                                               | 277 |
| 机械制造实习教学基本要求（非机械类专业适用） .....                                                                              | 281 |
| 工程材料及机械制造基础课程教学基本要求（机械类专业适用） .....                                                                        | 285 |

# 同心同德斗志昂扬迈入 21 世纪

——兼纪念《金工研究》新世纪发刊首期和总发刊 50 期

当昨天还谈论着面临 21 世纪，应该如何认真学习贯彻中共中央、国务院第三次全国工作会议和科技大会精神，全面主动推进金工系列课程深化改革的时候，今天金工同仁正沐浴着全国教育改革的璀璨阳光，带着改革的种种成果和对新世纪的期盼，同心同德、斗志昂扬地跨入了 21 世纪。与此同时，也正是《金工研究》出版新世纪第 1 期和总发刊第 50 期的时候。真是天赐其巧，机缘难求！

21 世纪既是一个创新的世纪，又是一个充满激烈竞争和合作机会的世纪。科技、产品、管理制度和管理体系的全面创新将带来一个充满蓬勃生机的知识经济社会和信息社会，带来一个我们长期倡导和殷切企盼的“以人为本”的社会。为了适应知识经济社会面临的全球性的科技大竞争，我国的初等、中等和高等教育正在告别应试教育中的不合理部分，向着培养创新人才的素质教育的正确方向阔步前进。《金工研究》也正是在这场前所未有的改革中，利用工程实践在贯彻素质教育中的特有优势，不断改进和调整刊物的内涵来适应素质教育的新要求。

“忆往昔，峥嵘岁月稠”。《金工研究》自 1988 年创刊以来，共收到稿件近 4000 件，由编辑们择优入选，至此共发刊 50 期。

这 50 期刊物，凝聚着多少作者的改革实践和勤思苦想！

这 50 期刊物，凝聚着多少编辑的不息奋斗和操劳奔波！

这 50 期刊物，记录着金工系列课程改革的辉煌历史！

这 50 期刊物，褒扬着两代金工同仁的追求、奋斗和探索！

这 50 期刊物，是对以韩老为代表的创业者的充分肯定和长长讴歌！

反观历史，这 50 期刊物，一页页地翻过去，一本本地翻过来，我们可以毫无愧色地说，这是一份健康的、朝气蓬勃的刊物，是一本顺应教育改革潮流，落实党的教育方针的好刊物。但我们也要清醒地看到，刊物的质量还需要进一步提高，刊物的内涵还需要进一步拓宽。要达到这个目的，金工教师必须要从较单一地传授知识逐步转化为传授知识和创造知识。实现这个过渡虽然很困难，但我们重任在肩，且责无旁贷。

历史毕竟成为过去，更重要的是开拓未来。事物是在不断的矛盾运动中向前发展的，金工系列课程也不例外。由于重视基础，拓宽专业和强化实践，金工课程改革就不能只专注于金工本身，而必须放到拓宽专业后培养创新人才的大格局中，去寻求新的定位、新的发展机遇和新的改革方向。制造工程本身是一个复杂的综合系统，它涉及材料、设计、工艺、管理和市场等五个大的方面，同时与电子、信息和网络技术相互沟通，紧密联系，彼此促进。由于注重对学生进行工程实践能力的培养，金工实习和金工实验正在拓宽其现有领域，向综合性的工程实践方向发展。全国将在 5 至 10 年内建成 20 个左右具有一定规模、运行良好和实现资源共享的工程实践训练中心，并以此为龙头，带动一系列其他类似中心的发展与建设，从而形成我国高等教育自己的特色。这样必将导致整个金工系列课程的内涵和教育教学功能发生极为深刻的变化，每个金工教师应该做好充分的思想准备。

从教学内容看，传统的车、铣、刨、磨、钳和铸、压、焊的实习内容和学时将适度压缩，而数控技术、特种加工技术以及其他新技术、新工艺的实习内容和学时将得到扩展；由于单机操作比先进的数控机床具有更良好的可训练性，因此

仍然是工程实践的重要内容，但制造系统、信息网络、管理工程和环境工程将随着教学基础设施的改善而进入工程实践；较单纯地学习工艺知识和训练操作技能将转向与经济、管理甚至市场营销的交叉与融合。这必然使得课程内容和体系正发生着重大的变化。从教育教学功能看，由学习工艺知识、提高动手能力和培养优良的思想作风正逐步转化为学习工艺知识、提高综合素质、增强工程实践能力和培养创新思维和创新精神。这就使金工系列课程在实现高等教育的整体教育目标中起着其他课程所难以替代的作用。

正是金工系列课程教学内涵和教育教学功能的拓宽，促使《金工研究》编委会审时度势，计划将《金工研究》更名为《制造工程实践与研究》。现已由东南大学牵头，向教育部高教司和科技司提出更换刊名和申请国家统一刊号的报告，并得到有关领导的大力支持。刊名将变，即意味着《金工研究》在新的世纪面临着发展的新机遇。它将奋力一跳，跳出金工原有的圈子，堂堂皇皇地步入无限广阔的制造工程领域。机遇虽在，但能否抓住，则取决于主客观条件。教育部高教司和科技司给以大力支持，但我们自己的主观努力也很关键。虽然目前新的刊名尚未正式批准，但稿件的内涵可以扩展。应从相对狭小的金工课程扩展到拥有大系统的制造工程实践。这不仅将给金工同仁提供更广阔的视野来施展自己的才华，而且将给从事制造工程的有关人员提供又一个新的学术舞台。从这里，我们看到了更换刊名后的《金工研究》的光辉未来。另外，我也欣喜地得知，《金工动态》即将扩版。这将给编辑和作者带来更多的繁忙，从而大大促进信息交流，同时也将给热爱它的读者带来新的寄托与希望。

面临着辉煌、憧憬、前进和挑战，我想以一首小诗作结：

艰苦创业十一年，翰墨铸就辉煌篇。昂首跨入新世纪，良驹仍须扬重鞭。

既然我们已经跨入，那就让我们同心同德，继续努力奋斗，无愧于这伟大的新世纪！

注：本文选自《金工研究》2000(1)：1-2.

# 对金工科研与技术开发工作的反思与前瞻

**摘要:** 借助于对清华金工近二十年科研与技术开发工作的回顾与反思, 论述了科研和技术开发工作的重要性, 分析了国内金工界存在的弱点和潜在优势, 梳理了清华金工由开始起步, 取得进展到由此产生的附加效应, 提出了在一个阶段内科研和技术开发的发展方向。

**关键词:** 科学研究 技术开发 反思 前瞻

面对 21 世纪知识经济社会的汹涌浪潮, 全世界的知识界正将他们的目标放在以当代科学技术为基础的知识创新和技术创新上。从纯理论研究、基础理论研究到应用技术研究, 从实用工业技术的发展到环境与生态保护, 从宇宙形成的持续讨论到生命奥秘的积极探索, 从大费马定理的证明到克隆技术的应用, 从硅片的初步开发到今天遍及全球的国际互联网络, 从海洋到陆地, 从宏观到微观, 人类对自然界和对人类自身探索的触角涉及方方面面, 并不断取得突破性进展。所有这些不懈的努力, 不只是为了展示人类的聪明和智慧, 也不只是为了人类眼前的利益, 同时也是为了人类的久远繁衍与发展。作为我国科技队伍组成之一的金工同行, 其主要任务是高质量地完成本科实习、实验和讲课三大项教学任务, 来实现大学培养高素质创造性人才的教育目标。但在目前科学技术迅猛发展, 教育和教学改革日升月异的今天, 我们金工同行应该有一种紧迫感和危机感。如果只是专注于教学工作, 而不设法尽早地跻身于知识创新和技术创新的行列, 我们不仅要大大落后于时代, 难以完成当前紧迫的教育教学改革的使命, 而且从长远看, 有可能被挤出局内。本文结合近二十年清华金工科研与技术开发工作的反思与前瞻, 进行抛砖引玉, 试图进一步明确我们今天和今后应该做什么和应该怎样做?

## 一、 探出科研与技术开发的触角

清华大学于 1978 年在全国率先恢复了金工教研室。恢复之初, 在总结以往经验和教训的基础上, 教研室提出了要向科研伸腿的初步战略设想, 以摆脱教研室只注重教学的单脚跳局面。与此同时, 教研室开始采取具体措施来实现这种设想。热加工教师凭借与机械系联系较密切的有利条件, 派中青年教师参加系里的纵向科研项目。当时系里横向的合作任务还很少, 主要参加国家 65 和 75 科技攻关项目。冷加工教师则自主搞一些切削加工工艺研究, 希望能逐步打开局面。记得当时几乎年年都要讨论教研室的科研发展方向, 但一直得不出结论性意见, 也缺乏所希望的重要进展, 可见闯路子的艰难。另一方面, 从 82 年开始, 为了实现战略性的长远发展, 教研室已制定计划派年轻教师出国深造, 并开始派我本人进行英语过关的准备与进修。这一阶段, 热加工教师参与了机械系有关焊接材料的国家 65 和 75 科技攻关的一些重要项目并取得重要成果。与此同时, 冷加工教师完成了与北京机电设备厂合作的难加工材料的切削加工工艺课题, 完成了机械厂和北京青年出版社合作的印刷包装机研制, 以及与精密仪器系合作的新型数控驱动装置脉冲油缸的研制。这一阶段, 虽然教研室自主性的科研成果较少, 但不管怎样, 教研室终于探出了科研与技术开发的触角, 迈出了可喜的一步, 并以此为基础不断向外延伸。

## 二、 克服弱点, 发挥优势, 拓宽方向, 积蓄力量

从面上和历史看,我国的金工教研室的确存在着一些致命的弱点,这就是科研基础差,对外联系面窄和缺乏学术带头人和。要在这样的基础上闯出科研和技术开发的路子,真是谈何容易!但是,如果只看到弱点,而看不到优势,更会一事无成。认真分析,金工教研室存在下列四方面的优势:

1. 学科综合性强。金工教师所涉及的专业和技术面宽,既有搞材料的,也有搞热加工和冷加工的,内部就可以形成一个良好的学术团体。但由于缺乏科研,就会缺乏深入和缺少累积,这种优势就难以综合体现出来。一旦形成气候,这种优势才能有机整合,充分发挥。

2. 基地条件好。金工教师的工作与工程实践教学基地紧密相连,基地的教学基础设施,如各种切削加工机床和综合技术条件,是科研尤其是技术开发必不可少的,这也正是系里教师普遍缺乏的条件。这个条件利用好了,就能提高科研和技术开发的效率和效益。

3. 管理能力强。一个好的金工教师,在长期从事实习、实验和讲课的过程中,既要组织实践教学和进行课堂教学,又要熟悉生产、技术和管理。如此复杂多变的教学条件使他们锻炼成为具有较强管理能力的复合型人才。

4. 一定的先进性。由于老教师的退休和青年教师的进入,金工教师队伍的知识结构和学位层次有了很大的变化。由原来一般只有本科生的教师队伍初步增加了硕士甚至博士的成分。这些年轻教师的加盟有力地改善了金工队伍的知识结构,使队伍的整体业务素质发生重大的变化。计算机技术、电子技术、新型材料技术和控制技术开始形成传统技术和先进技术优势互补的局面,从而易于实现与社会需要的科研和技术开发项目相衔接。然而,如果缺乏适度的引导和在一定的时间内不能及时介入科研工作,以继续深化他们的知识,发展他们的能力,这种有利条件就不能有效地发挥作用,甚至可能出现知识退化现象。这是要十分警惕的。

看清了自己的优势和劣势,还必须找准方向,才能组织队伍,攻关夺隘,取得成果。最初我们老在首先确定教研室的科研方向上打主意,结果往往事与愿违。对口太窄了,选择的余地和发展的空间就小了。事实上,金工教师科研和技术开发的领域很宽,既可以在常规领域,也可以在高技术领域;既可以在机械领域,也可以在与机械相关的临界领域。究竟干什么,不能凭主观想象,而要更多地考虑客观实际。首先应该根据社会的需求来确定我们的努力方向。服务面宽了,就有工作可做。事情做多了,就可以积累知识,积蓄力量,找出规律,就有可能从中抽出若干个值得发展的领域作为科研方向。跳出了这个框框,思路有了,路子也宽了。十多年来,不管教研室新老班子交替,老同志退休,还是青年教师更替,我们总是瞄准目标,不懈地进行着努力和探索,取得了一系列研究成果。这些成果不只是体现在科研和技术开发成果本身,而且推动形成了一系列实践教学和课堂教学改革的理念,大大促进了金工系列课程的教育教学改革。这些改革,不只是在清华,在北京,甚至对华北地区,乃至全国金工系列课程的教育教学改革,都起了一定的推动作用。反思一下,如果清华金工没有科研和技术开发做后盾,要取得今天教育教学改革的成绩是很困难的。

除了上述提到的成果外,我们还完成了国家自然科学基金项目中国内独创的DK6825 数控旋转电火花加工机床的研制;完成了小直径人造聚晶金刚石麻花钻头的研制;完成了QHCSJ-1型汽车离合器超速试验机的研制;完成了MCSYJ-1型多功能木材力学试验机的研制;完成了LHM-1型十二工位数控激光淬火机床的研制;完成了聚晶金刚石刀具加工花岗岩的工艺试验;完成了国家75攻关项

目中复合碳化硅陶瓷刀片的加工工艺研究；完成了国家重点乙烯工程扬程达 100 多米的多级式耐腐蚀泵的研制；完成了医疗用的颅内血肿排空器和洗板机的研制；完成了煤矿用液压阀和液压系统的研制；完成了公路用沥青延度仪的研制；完成了国家游泳队集训迫切需要的水上主动牵引式游泳训练设备的研制；完成了十二工位数控激光淬火机床的研制；完成了旋转式超声波加工机床的研制；完成了利用 3KW 的二氧化碳激光设备进行激光表面强化淬火工艺的探索并取得显著成果等。这一系列成果，体现的远远不只是一般意义上的机械领域，而是涉及材料、机械、工艺、电子、计算机、数字控制和伺服控制、液压、光学和系统等许多领域，是多学科知识和技术的综合与集成。在完成以上各种成果的过程中，青年教师和实验技术人员起了非常重要的作用。通过近二十年的不懈努力，我们挖掘了个人和集体的潜力，形成了一支善于组织，思路敏捷，不怕吃苦，协调配合和敢于攻坚的骨干技术队伍。

### 三、 科研和技术开发成果的附加效应

通过多年的努力，我们取得了较丰硕的科研和技术开发成果，并由此带来了一系列的良性附加效应。

1. 充分挖掘了教研室的人力和设备潜力，基本做到了人尽其才，物尽其用。目前教研室只有 17 名教师和实验技术人员，承担着学校巨大的教学任务和各方面的社会工作。在这样的条件下，我们充分利用晚上，双休日和节假日，加班加点，刻苦钻研，勤奋工作。尤其是教研室的骨干，一年到头，埋头苦干，无怨无悔。

2. 促进了教学改革，带动了教学研究。我们将科研成果进行二次开发，使其在教育教学中发挥作用。由于科研工作，使教师接触到更多的新知识、新技术和新工艺，有利于教师教学内容和体系改革思想的形成。此外，教研室新编写的教材，电教片和新添置的模型教具都吸收了科研和技术开发的成果。多项校、市级教学研究成果的取得都与科研工作有着密切的联系。数控旋转电火花加工机床及其应用技术曾获清华大学实验技术成果一等奖，近年完成的“在局域网络条件下的数控线切割二维创新设计制作实验的研究与实践”已经通过专家组的技术鉴定，正申报校级实验技术成果一等奖。

3. 成长和稳定了队伍，提高了教研室的整体学术水平和业务素质。由于科研工作的连续进行，使年青教师的业务水平得以提高，队伍得到稳定发展，凝聚力得到了加强，团队精神得到了发扬光大。在某些领域积累了一定的知识和经验，使教研室开始具备带研究生的能力。有了研究生，将进一步促进科研工作的发展和知识的累积。由于基础工业训练中心将属机械工程学院和校企业集团共管，这样就有了强大的学科背景，为今后学术的发展铺平了道路。

4. 摸索了一套科研工作的方法。目前的科研和技术开发工作基本走上了正轨。从立项开始，有计划、有步骤，目标明确，阶段清楚，分工具体，基本做到了有序进行。在研究工作中注重资料整理、论文撰写、专利申请和成果鉴定等工作。

5. 由于科研工作的进展、教学研究的深入和教学成果的取得，使金工教学日益受到学校领导的重视，从而增加了投资的机会。从 1998 年开始，211 工程，世界银行贷款和 985 规划都成为学校投资的重点，6 年内在基地改造和新设备投入方面总计超过千万元。这在中国的教育史上也很少有这样优越的机会。我们一定要抓住机遇，做好规划，认真实施，一定不辜负人民的重托，在深化教育教学