走出了84位院士的清华物理系

本刊记者 / 吴群慧

清华物理系有着辉煌的历史，早期培养出了众多自然科学方面的奠基人，为新中国核武器的研制做出了重大贡献。截至2009年，物理系已经培养了65位院士，在物理系学习和工作过的院士人数已多达84位。

清华学校大学部物理系全体教职工合影—1926年初夏摄于科学馆大门口

物理系成立于“清华学校”改制增添大学部的翌年——1926年。改制后的清华，教育方针从课程为学生留美而设置转为“为中国之社会建设造就专门人才”。

物理系是清华最早成立的系之一。早在1916年梅贻琦就是专任的物理教授。到了建系时他已是教务长，校务繁忙，遂由教授会推选叶企孙为首任系主任。

名师云集的初期

叶企孙是梅贻琦著名的“大师论”的真正践行者，上任后为物理系广揽人才，很快就拥有了当时国内最高水平的教授团。物理系的教授中一部分是“清华学校”留美归国的毕业生，如梅贻琦、叶企孙、萨本栋、周培源、任之恭等；一部分是东南大学（南京）物理系的教师和毕业生，如叶企孙、吴有训、郑衍芬（教师）；赵忠尧、施汝为、何增禄、霍秉权、余瑞璜、沙玉彦等（毕业生）。其中吴有训、郑衍芬、赵忠尧、施汝为、何增禄、霍秉权、余瑞璜等都是东南大学物理系创始人胡刚复的学生。胡刚复是清华学堂第一批留美学生，哈佛大学博士。

叶企孙曾对他的毕业生说：“我教书不好，对不住你们。可是有一点对得住你们的就是，我请来教你们的先生个个都比我强。”正是叶的博大胸怀、高尚品格使物理系乃至后来的理学院汇聚了大批的名师。他与吴有训之间“让贤”的故事，至今仍使后人传颂。梅贻琦校长的“学术自由”理念与“教授治校”制度，再加上清华充裕的研究经费也对教师们有着较大的吸引力。

物理系的教授阵容达到全盛时期是在西南联大时期（1937-1946），清华、北大、南开三校的精英人物聚汇于此。清华有叶企孙、吴有训、周培源、赵忠尧、任之恭、霍秉权、孟昭英、王竹溪等；北大有饶毓泰、朱物华、吴大猷、郑华炽、马仕俊等；南开有张文裕等。再加上三校的优秀毕业生来做教员、助教，如林家翘、陈芳允、葛庭燧、胡宁等。师资力量相当强劲，课程丰富多彩。

大师频出的摇篮

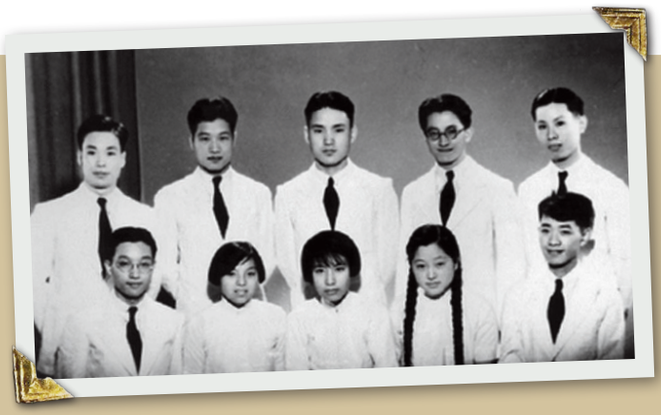
清华物理系建系只短短几年时间，就达到了国内顶尖水平。1929至1938年的十年间，物理系共毕业本科生69人，研究生1人。多人成为大师级人物。1938～1946年西南联大物理系共毕业194人（其中63人复校后转清华、北大学习），其中也产生出相当数量的大师。

吴有训曾在1929年的一次纪念大会上提到“以后我们希望在本校得几位大物理学家，同时还希望出无数其他大科学家。”这话绝不是随意言之的。那么当时的清华物理系拥有怎样的氛围，是如何成就这些大师的呢?

通识教育。梅贻琦不赞同当时教育部“只重专才”的教育方针，他在清华倡导的是全面的基础教育，大学第一年尚不分专业，广泛学习自然科学与社会科学知识，并打好语言文字基础。“学生自第二年以后，得选定专修学系以从事专门之研究，然各系规定课程，多不取严格的限制，在每专系必修课程之外，多予学生时间，使与教授商酌，得因其性之所近，业之所涉，以旁习他系之科目，盖求学固贵乎专精，然而狭隘之弊与宽泛同，故不可不防。”（梅贻琦《清华学校的教育方针》）因而当时清华学生虽已选择专业，仍然可以大量选修他系的课程学分。

梅贻琦还针对时弊提出著名的“从游论”：“学校犹水也，师生犹鱼也，其行动犹游泳也，大鱼前导，小鱼尾随，是从游也。从游既久，其濡染观摩之效自不求而至，不为而成，反观今日师生关系，直一奏技者与看客之关系耳，去从游之义不綦远哉！此则于大学之道，体认尚有未尽，实践尚有不力之第二端也。”

自主学习，自由发挥。当时的物理系，课堂教学不是很多，有大量的空余时间可供自修，学生可以阅读大量参考



清华大学物理系1936级毕业留影

书，根据自己的兴趣选修他系的课程。每个人根据自身条件进行自学，又有名师加以引导，学习效果极好。彭桓武在清华读书时就是主修物理、选修化学、旁听数学，他还对生物、天文、历史、地理、地质等感兴趣，涉猎了大量书籍，如先秦诸子、康德之流的大部头哲学著作等。

实验练就动手能力。在物理系学生不会得到好的仪器做实验，目的是要训练学生自己动手制作实验设备，完成毕业论文的能力。“实验物理的学习要从使用镙丝刀开始”（吴有训）。学生们不仅学习了物理知识，还学习了木工、金工、机械制图等知识。这种方式培养了他们极强的自己动手解决实际问题的能力。叶企孙即是它的创导者。

叶企孙、赵忠尧、吴有训、萨本栋、周培源等在进行各自最前沿问题的研究时，也都是使用自己设计制作的设备进行实验的。吴有训甚至利用国外学术休假的机会把“吹

清华物理系历年任教的院士(19位)

姓 名	头衔与清华相关信息	清华任教时间(年)
叶企孙	物理学家，清华学校学习	1926–1952
施汝为	物理学家	1925–1930
赵忠尧	原子核物理学家	1925；1931–1946
吴有训	物理学家	1928–1945
余瑞璜	金属物理、固体物理学家	1930–1935；1939–1952
周培源	理论物理学家，清华学校高等科毕业	1937–1946；1929–1936、1947–1952
饶毓泰	物理学家，西南联大任职	1938–1944，
孟昭英	电子学、物理学家	1938–1943；1947–1952；1982–退休
张文裕	核物理学家，西南联大任职	1939–1943
慈云桂	电子计算机学家	1946–1950
冯 康	数学家、计算数学家	1946–1950
金建中	真空物理与技术专家	1947–1950
洪朝生	物理学家	1951–1952
吴全德	电子物理学家	1947–1952
杨立铭	理论物理学家	1951–1952
李家明	原子分子理论专家	1997年至今
王崇愚	金属缺陷电子结构专家	1999年至今
陈难先	物理学家	2000年至今
李惕碚	天体物理学家，清华大学工物系毕业	2000年至今
薛其坤	材料物理学家	2005年至今

大师思想点滴

“你们明白自己的使命吗？一个国家，一个民族，为什么会挨打？为什么落后？你们明白吗？如果我们的国家有大唐帝国那般的强盛，在这个世界上谁敢欺辱我们？一个国家与一个人一样，弱肉强食是亘古不变的法则。要想我们的国家不遭受外国人的凌辱，就只有靠科学！科学，只有科学，才能拯救我们的民族！”

（1926年，叶企孙的学生，年仅23岁的韦杰三在三·一八惨案中被段祺瑞的军警枪杀，从游行示威中死里逃生的王淦昌来到叶师的家，叶企孙激动而严厉地说了这番话，之后泪流满面。这种科学救国的远见卓识后来深深影响了王淦昌。）

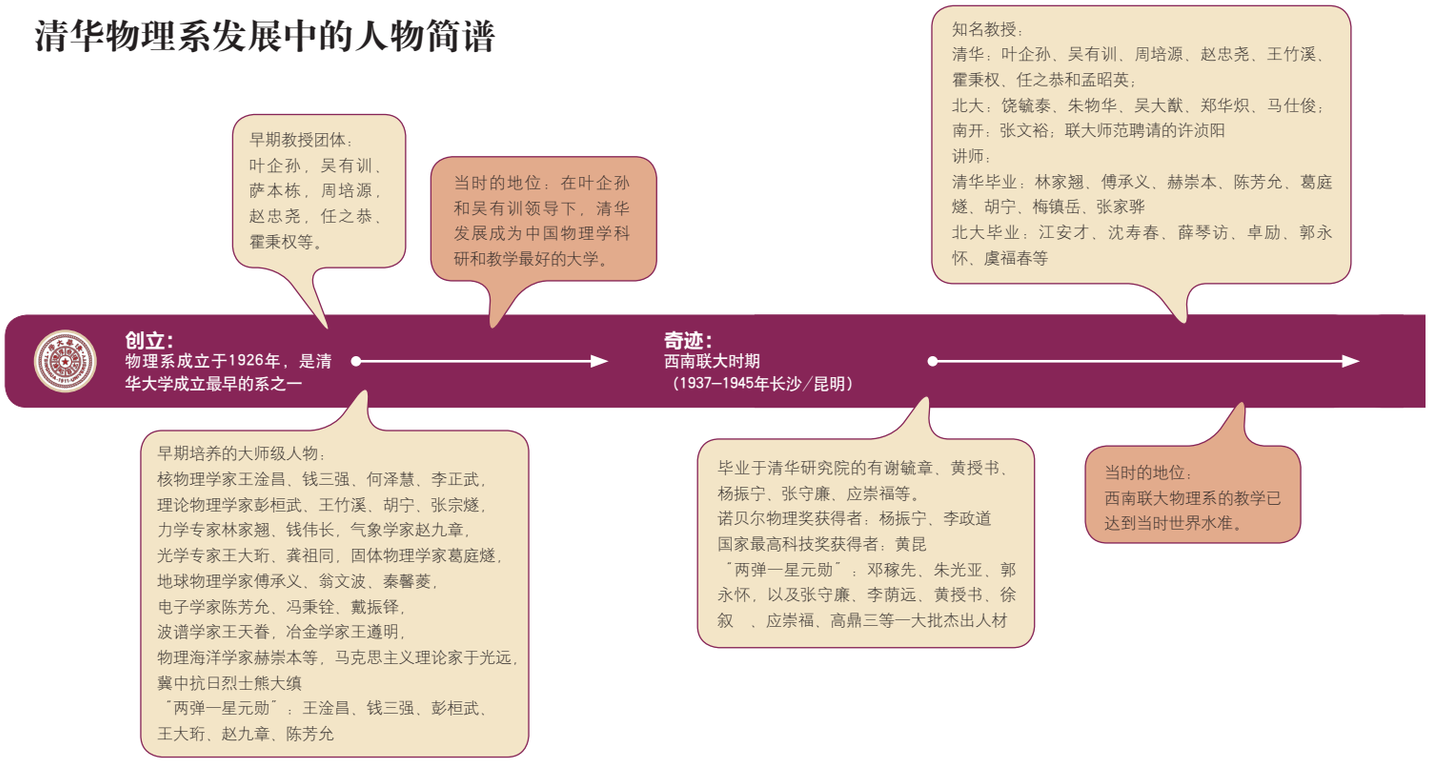
“物理学是一门很美的科学，大至宇宙，小至基本粒子都是她研究的对象。她寻求其中的规律，这是十分有趣味的，你们选择了一个很好的专业。”

（王淦昌在浙大当物理系主任时与刚入学的新生亲切交谈。）

叶先生曾经谈到怎样对待习题的问题，拿到习题先要理解要解决的问题，再经过考虑怎样去解就行了，不必做很多习题。我的理解也是如此，在生活中真正遇到的难题是实际科研中遇到的问题，这些问题可能需要一个月或半年才能获得解决。相比之下，教科书中的所谓难题，只不过是一种计算游戏而已。一个会考试或会做习题的人并不一定是一个好的物理学家。（《一代师表叶企孙》之胡宁院士的回忆）

王淦昌在暮年总结自己的思维经验时，归纳为4条：一是跟踪科学前沿，保持思维敏锐性。二是独立思考，大胆怀疑。三是实验为源，理论为本。四是锲而不舍，持之以恒。王老这些经验极其精辟、宝贵，是科研成功的必由之路。

清华物理系发展中的人物简谱



玻璃”的技术都带了回来，教给学生们。物理系的学生正犹如在大鱼身边从游的小鱼那样，不断耳濡目染，对以实验为基础的科学研究有了深刻的理解。

学术争论大胆而热烈。在叶、吴二师的鼓励下，当时的物理系“学术争论”盛行。“系内学术空气浓厚，师生打成一片，学术讨论无时不在也无地不在，有时为一学术问题从课堂上争到课堂下”。这同样在钱伟长的自述中也可得到印证“……和同学彭桓武、张宗燧、傅承义等经常为一个新问题争辩到半夜两三点钟，这样的条件可惜一辈子中只有六年，这是最不能忘怀的六年。” 这种氛围对于培养学生的主动钻研能力有着相当的促进作用。

即使在战时的联大，物质条件极差，学术争论的风气仍在，为探讨物理问题学生们激烈地进行争论。例子之一就是西南联大“三剑客”黄昆、杨振宁、张守廉的故事。他们总在“无休止地辩论着物理里面的种种题目”，经常到深夜。杨认为这种相互争论能让人独立并深入地思考问题，能培养人对科学的兴趣和对真理的追求。它的作用更甚于教学或自学。

国内无出其右的实验室。利用清华充裕的经费，在叶企孙领导下，物理系1930年即建成了普通物理、热学、光学、电学、近代物理五个实验室。还设有制造仪器的金木工间、吹玻璃车间、仪器修理室及蓄电池室。这些实验室及仪器工场不仅能满足普通物理实验课，还能进行专题科研。其先进程度为当时国内仅有。1934年，物理系全部实验室仪器价值超过11万元。

国际前沿的学术交流。英国著名物理学家狄拉克、法国学者朗之万、力学家冯·卡门等都曾在当时的清华讲过学，学生能接触到世界上科学发展最前沿的问题和观点。1935～1936年美国著名数学家、控制论创始人维纳应邀来清华担任一年的研究教授，维纳当时在世界科学界的地位极高，他的到来证明清华大学当年在国际学术界的地位。

意义深远的人才布局。叶企孙被后人尊称为“中国科技的基石”，是由于他的学生们大多成为中国科技方方面面的开创者和奠基人。清华学生出国留学该学些什么，到哪所大学，师从何人，叶都会同各方面专家仔细考虑。其中的成功案例有：

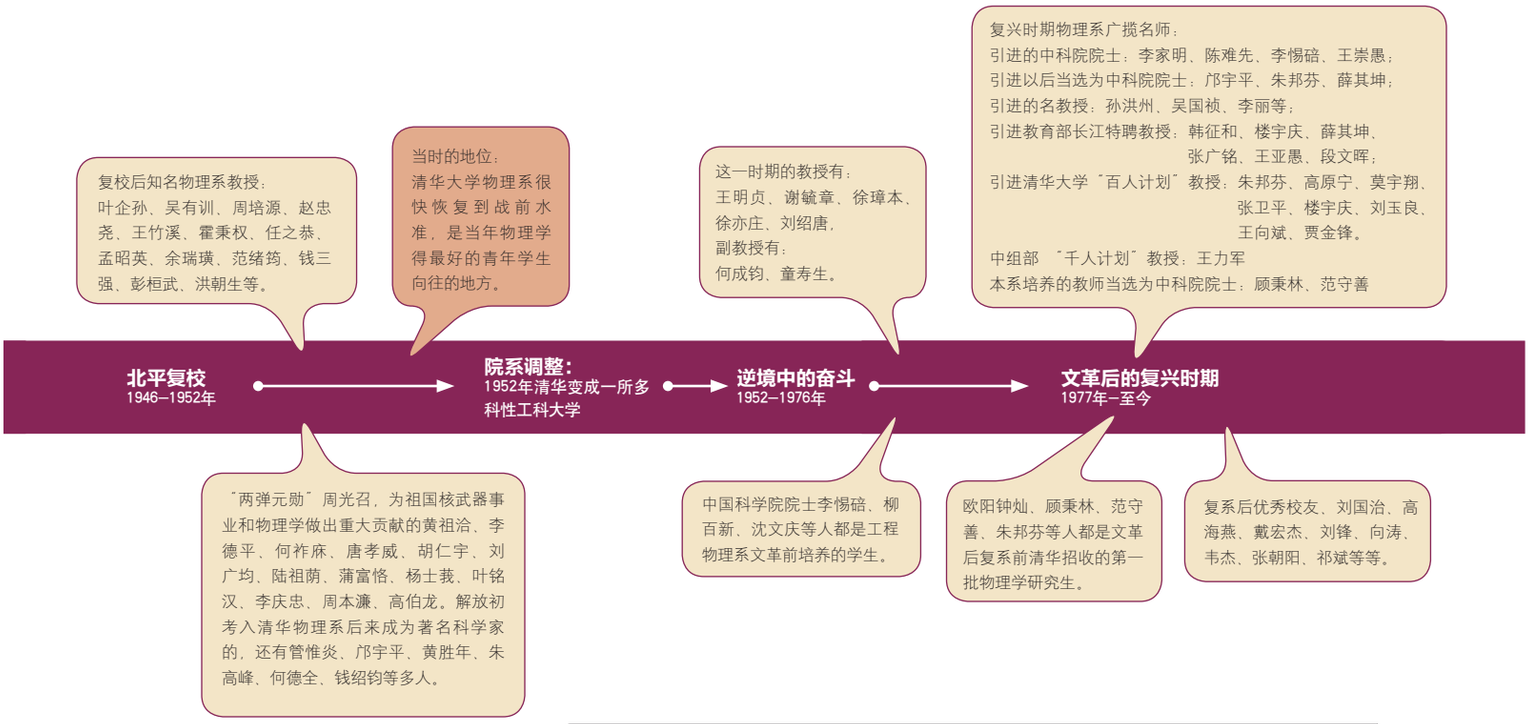
大弟子王淦昌被推荐到德国学习，后来成为世界著名的核物理学家，被称为 “中国的奥本海默”；

赵九章被推荐赴德国留学并改读气象，后来成为我国气象、地球物理、空间科学事业的开拓者和奠基人、“中国卫星第一功臣”；

彭桓武被推荐赴英国留学，成为扬名海内外的科学奇才。后来成为国内数一数二的理论物理学家，是中国核武器研制时理论研究的主要主持人之一；

钱三强被推荐到法国居里实验室，后来成为我国原子能事业的主要奠基人，被誉为“中国两弹之父”；

王大珩被推荐留学英国改读应用光学。后来成为国防光学技术及光学工程的开拓者和奠基人之一。王大珩曾回忆说“在设置留学生的专业和名额上，叶先生有深谋远虑。在抗战前中国的光学工业是零，而国防需要光学机械，为此



他设置了应用光学这个名额。”

西南联大时期李政道是从浙大转来，叶企孙欣赏其年少聪敏，与吴大猷商议以仅有的两个出国留学名额，推荐其赴美国芝加哥大学学习，师从诺贝尔奖获得者、“中子物理学之父”费米教授。后来与杨振宁合作获诺贝尔奖。

叶企孙不仅在教学上培养学生，学生毕业时还要“扶上马送一程”，为其择名师选方向。科学家与教育家严谨超前的态度从中可见一斑。

当年人才培养的成果集中显现在1955年，国家表彰的“两弹一星”23名功臣的名单中，人们发现其中有半数以上出自叶的师承谱系。中国科学院成立时，第一批数理化学部院士半数以上是叶企孙清华理学院的毕业生和教师。还有两位学生成为美国院士。1948年，美国编撰百年来科学大事记，入选的两位中国科学家彭桓武、王淦昌也是叶的弟子。

坎坷的复建之路

抗日战争结束，清华从西南联大迁

链接：

“两弹一星”元勋介绍

1999年，在庆祝中华人民共和国成立50周年之际，党中央、国务院、中央军委决定，对当年为研制“两弹一星”作出突出贡献的23位科技专家予以表彰。

序号	姓 名	毕业院校（本科）	与清华关系	主要贡献领域
1	于 敏	北京大学理论物理	研究生师从张宗燧和胡宁	原子弹、氢弹、核武器与核工业（填补了我国原子核理论的空白）
2	王大珩	清华大学物理系	两弹一星、	国防科技多重或综合贡献
3	王希季	西南联合大学机械工程系		火箭、导弹、人造卫星与航天技术
4	朱光亚	西南联大物理系		原子弹、氢弹、核武器与核工业
5	孙家栋	哈工大/莫斯科茹科夫斯基空军工程学院		火箭、导弹、人造卫星与航天技术
6	任新民	重庆兵工学校大学部毕业		火箭、导弹、人造卫星与航天技术
7	吴自良	天津北洋大学工学院航空工程系		原子弹、氢弹、核武器与核工业
8	陈芳允	清华大学物理系		原子弹、氢弹、核武器与核工业
9	陈能宽	唐山交通大学矿冶系		原子弹、氢弹、核武器与核工业
10	杨嘉墀	交通大学电机系		火箭、导弹、人造卫星与航天技术
11	周光召	清华大学物理系		原子弹、氢弹、核武器与核工业
12	钱学森	上海交通大学，	由叶企孙安排在清华补修航空专业一年	火箭、导弹、人造卫星与航天技术
13	屠守锷	西南联合大学		火箭、导弹、人造卫星与航天技术
14	黄纬禄	英国伦敦大学帝国学院		火箭、导弹、人造卫星与航天技术
15	程开甲	浙江大学物理系	王淦昌的学生	原子弹、氢弹、核武器与核工业
16	彭桓武	清华大学物理系		原子弹、氢弹、核武器与核工业
17	王淦昌	清华大学物理系		原子弹、氢弹、核武器与核工业
18	邓稼先	西南联大物理系		原子弹、氢弹、核武器与核工业
19	赵九章	清华大学物理系		火箭、导弹、人造卫星与航天技术
20	姚桐斌	上海交通大学		火箭、导弹、人造卫星与航天技术
21	钱 骥	中央大学师范学院	一直跟随赵九章工作，是赵最亲近的助手	火箭、导弹、人造卫星与航天技术
22	钱三强	清华大学物理系		原子弹、氢弹、核武器与核工业
23	郭永怀	南开大学/北京大学物理系	曾在西南联大读研，当助教	两弹一星、国防科技多重或综合贡献

注：标红色的为毕业于清华或西南联大

回原址后，校园已经满目疮痍，尽管叶企孙等人有将清华物理系恢复到战前水平的雄心，然内战的影响、人事的变迁，使得此愿景不可能再达到。随着蒋介石在内战中失败，退守台湾，梅校长也离开了为之奋斗一生的清华。1949年新中国成立后，即开始酝酿仿照苏联体制改造清华等一大批高校，以适应新中国经济建设的需要，文科院系首先进行了调整，之后没多久即开始进行大规模调整。高校要为社会建设快出“专才”成为当时所需。清华师生们历经一番艰难的思想斗争，院系调整才在1952年得以顺利施行。此后，清华从一所综合性大学变为多科性的工科大学，众多文科理科院系被分出了清华，并入他校。其中物理系被分到了北大，重新组合后成为新的北大物理系。

伴随着清华物理系的撤并，叶企孙等著名教授全部被分出清华，惟一留在清华的孟昭英教授也归在无线电系。只有一个按苏联体制设立的物理教研组来承继香火，为清华的工科大系讲授大学物理和实验。

1956年10月27日，清华工程物理系为新中国的原子能事业应运而生，何东昌为首届系主任。工物系成立后，即在科研上对国家有所贡献。之后的十年浩劫却使清华痛失诸位先贤，叶企孙、饶毓泰、赵九章、张宗燧、廖莹被迫害致死。1973年，清华在杨振宁的倡议下成立了固体物理、激光、物质结构、催化四个基础科学相关的研究班，虽因文革运动在1974年被迫停办，1978年复班，但它们的存在为日后理科的复兴积蓄了能量。在校长刘达与任之恭、黄葳等众多海内外校友的努力下，由邓小平决定，恢复清华物理系。1982年6月24日，中断了30年的物理系在物理教研组和工物系理论物理、固体物理、核物理教研组的基础上终于重建了。

（参考书籍：《清华物理80年》）

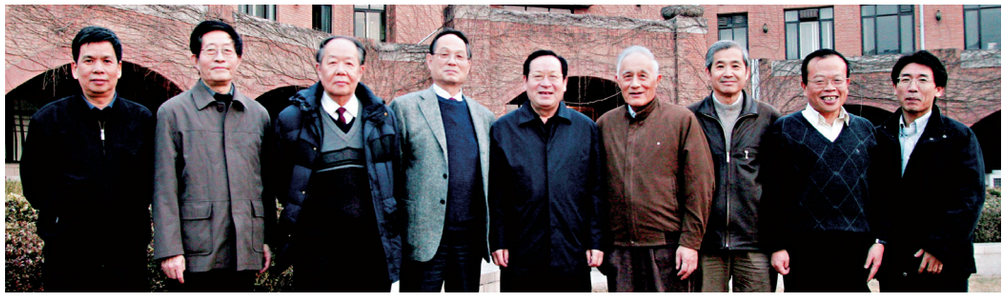
清华物理系历年来培养的院士（65位）

姓名	头 衔	清华时间（本/研）
王淦昌	核物理学家、中国核科学的奠基人和开拓者之一；物理系第一批毕业生之一	1929届
周同庆	物理学家,物理学系第一批毕业生之一	1929届
陆学善	物理学家，物理系培养的第一名研究生	1929级硕
胡乔木	原名胡鼎新,马克思主义理论家	1930级,肄业
龚祖同	光学家，中国光学玻璃、纤维光学与高速摄影的创始人，中国应用光学的开拓者之一	1930届/1932级硕
王竹溪	理论物理学家	1933届/1933级硕
赵九章	气象学家，地球物理学家，空间物理学家	1933届
傅承义	地球物理学家	1933届
翁文波	地球物理学家	1934届
张宗燧	理论物理学家,第一位在剑桥大学开课的中国人	1934届
彭桓武	理论物理学家，中国核武器研制时期理论研究的主要主持人之一	1935届/1935级硕
钱伟长	力学家、应用数学家、中国近代力学的奠基人之一	1935届/1935级硕
钱三强	原子核物理学家、中国原子能事业的开拓者和奠基人之一	1936届
何泽慧	女核物理学家，曾被欧洲称作“中国的居里夫人”	1936届
王大珩	光学家，中国光学事业的奠基人	1936届
于光远	经济学家	1936届
马大猷	物理学家，1936年考取清华大学公费留学生,学习一年	1936
池际尚	女,岩石学家，后改学地质	1936级,肄业
严志达	数学家,我国最早从事微分与积分几何研究的学者之一	1936级
林家翘	力学与应用数学家。中科院外籍院士,美国国家艺术和科学院院士,美国国家科学院院士	1937届
葛庭燧	金属物理学家	1937届
秦馨菱	地球物理学家	1937届
李正武	等离子体物力、核物理学家，西南联大物理系毕业	1938届
胡　宁	理论物理学家和物理教育家，1935年转学到清华物理系二年级	1938届
陈芳允	无线电电子学家，中国卫星测量、控制技术的奠基人之一，西南联大物理系毕业	1938届
张恩虬	电子管、阴极电子学家	1938届
郭永怀	力学家,1939—1940年西南联大物理系研究生	1940届
高鼎三	半导体物理与器件专家，西南联大物理系毕业	1941届
杨振宁	美籍华裔科学家、物理学大师、诺贝尔物理学奖获得者，西南联大物理系毕业	1942届/1944届硕
戴传曾	实验核物理与反应堆物理学家，西南联大物理系毕业	1942届
李荫远	理论物理、固体物理学家，西南联大物理系毕业	1943届
萧　健	宇宙线、高能物理学家，西南联大物理系毕业	1944届
应崇福	声学家，西南联大物理系毕业	1944届硕
黄　昆	固体物理、半导体物理学家，西南联大物理系毕业	1944届硕
邓稼先	核武器物理、理论物理学家，西南联大物理系毕业	1945届
朱光亚	核物理学家，西南联大物理系毕业	1945届
徐　叙	发光学家，西南联大物理系毕业	1945届
李政道	理论物理学家,中国科学院外籍院士，西南联大物理系毕业	1945—1946年肄业
李德平	辐射物理、辐射防护及安全学家	1948届
黄祖洽	理论物理学家	1948届/1950届硕
叶铭汉	实验物理学家，叔父为叶企孙	1949/1949—1950硕
何德全	信息技术专家	1950—1952
黄胜年	实验核物理学家	1950—1952
周光召	理论物理、粒子物理学家	1951届，1951—1952硕
高伯龙	理论物理学家、激光技术专家	1951届
杨士莪	声学家，水声工程专家	1947—1950
何祚庥	理论物理学家	1951届
管惟炎	物理学家	1951—1952
邝宇平	理论物理、粒子物理学家	1951—1952
朱高峰	电信与管理专家	1951—1952
钱绍钧	实验原子核物理学家,核试验及放化诊断技术专家	1951—1952
李庆忠	石油地球物理勘探专家	1952届
周本濂	材料物理学家	1952届
蒲富恪	理论物理学家	1952届
刘广均	同位素分离专家	1952届
胡仁宇	实验核物理学家	1952届
唐孝威	原子核物理及高能实验物理学家	1952届
赵文津	固体地球物理及物理勘探技术专家	1952届
欧阳钟灿	理论物理学家	1981届硕/1984届博
顾秉林	凝聚态物理与计算材料学家	1981届硕
朱邦芬	凝聚态物理学家	1981届硕
范守善	实验凝聚态物理学家	1981届硕
隋森芳	生物物理学家	1981届硕
刘国治	高功率微波专家,中国核试验基地研究员	1986届硕/1992届博

注：届为毕业年，级为入学年，1952年院系调整时期的在校学生按在读时间标记

今日物理系

◯ 文 / 吴群慧



复系后物理系院士合影

左起：
范守善、李惕碚、王崇愚、陈难先、顾秉林、邝宇平、李家明、朱邦芬、薛其坤

物理系复系后在校领导滕藤等努力下，聘请了好几位在国内物理界有影响的专职或兼职教授，包括院士多人。20世纪90年代以后，国家推出“211工程”和“985工程”，旨在面向21世纪重点建设100所高校和重点学科。乘着这股东风，物理系陆续规划发展了一些重点学科，如凝聚态物理、原子分子物理和天体物理。1997年在杨振宁教授提议下成立了高等研究中心。

复系20余年来，物理系院士人数增长到9人。教授人数现已达到50人，长江特聘教授6人，国家杰出青年基金获得者8人，师资队伍质量明显提升。现已拥有四个国家重点二级学科：凝聚态物理、粒子物理与核物理、原子分子物理、理论物理。2007年，物理学被评为一级学科国家重点学科。

目前的物理系在科研管理方面设三个研究所：凝聚态物理研究所、高能物理与核物理研究所、原子分子与光物理研究所；有一个跨二级学科重点实验室：原子分子纳米科学教育部重点实验室；有五个跨一级学科研究中心：原子分子纳米科学研究中心、应用超导研究中心、天体物理中心、清华富士康纳米科技中心和高能物理研究中心。

2008年，清华物理系以第一单位发表SCI论文193篇，清华物理系的科研水平已达国内领先水平。物理系在凝聚态物理、原子分子物理和光学、粒子物理和核物理、量子光学、天体物理等多个领域获得众多研究成果。

近年来，物理系的生源也越来越好，2008年公开招生的平均录取分数全校排在第八位，录取各省前十名考生共计19人。物理教学方面也已拥有了一批名师，如陈信义老师被评为国家级教学名师，朱鹤年老师的《基础物理实验》，庄鹏飞老师的《量子力学》被评为国家精品课。实验物理教学中心被评为国家示范物理教学中心。

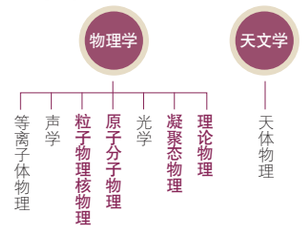
复系以来累计培养学生2203人，其中已涌现出一些优秀校友。高等研究中心主任聂华桐教授还曾提到两位优秀学生：“首届基科班的翟荟和二届的祁晓亮，都是对物理充满了热诚和爱好的同学，物理直感好、数学演绎力强，十分难得。从国外来访问的多位学者对他们二位都是赞不绝口。”1998级的翟荟现任职于清华大学高等研究院。 1999级的祁晓亮2009年获UCSB、斯坦福大学等美国名校教职，现任斯坦福大学物理系助理教授，年仅26岁。

2009年，在已有的各类拔尖创新人才培养实验班办学经验的基础上，清华推出了“清华学堂人才培养计划”。 清华学堂物理班成为该计划首批项目，目前已制订了严格的培养计划和方案，旨在培养更为杰出的物理人才。

学生培养状况

目前在读学生	本科生	硕士	博　士
	408	42	221
1984年至今已培养	本科生	硕士	博士
	2117	679	212

重点学科



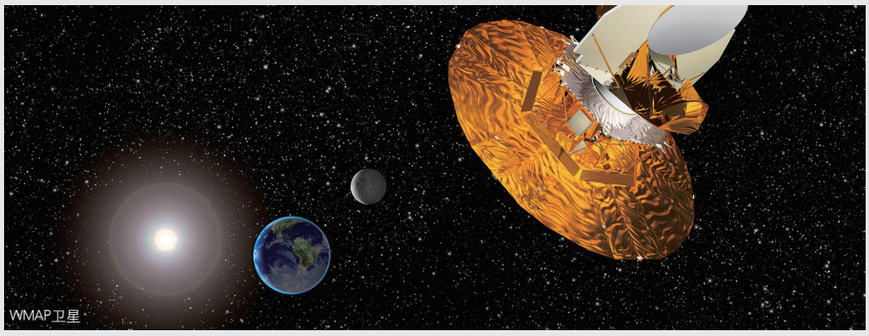
链接

数理基科班

1998年成立的数理基科班，在进入清华的本科生中，招收对物理、数学等基础学科有爱好和专长的学生，通过安排特殊的教学计划，把他们培养成为攀登世界科学高峰的登山队；十年磨一剑，期望从中走出国际公认的杰出人才。“择天下高士而师之，选天下良才而育之”为其主要特色。

至今已有8届学生839人毕业，其中277人在国内免试攻读硕士或博士学位，135人出国深造。许多同学在本科期间就在世界一流杂志上发表了多篇论文。数理基科班在出国留学方面在国外一流高校建立了很好的声誉，每年有很多著名大学的offer（全奖博士录取通知书）。

物理系教师及其前沿研究



宇宙学的重大争议

——天体物理中心李惕碚院士研究组

美国宇航局于2001年发射了威尔金森微波各向异性探测器WMAP卫星，WMAP测量在大爆炸30万年后宇宙温度的空间分布。WMAP组发布的微波背景温度图是现今宇宙学研究最重要的实测基础，它精确地决定了描述宇宙几何、构成和演化的宇宙学参数的数值，有力地支持了标准宇宙学模型—暴胀Λ冷暗物质模型，使宇宙学步入精确科学的新时代。

清华大学天体物理中心主任李惕碚院士领导的研究组发现，WMAP组发布的温度图存在着仪器和观测方式导致的系统误差，它会严重地影响现有宇宙学研究结果的可靠性。论文于2009年4月被英国皇家天文学会月刊(*MNRAS*)接受发表后，引起宇宙学界的强烈关注。

李惕碚院士和他的博士研究生刘浩（现为中科院高能所粒子天体物理中心博士后），进一步将温度图与原始观测数据比较，得到了WMAP组从观测数据产生温度图的计算程序存在严重错误的证据。他们独立于WMAP组建立了自己的分析软件包，验证了它的正确性，用它从原始数据出发产生出新的温度图（图1）。图2为WMAP组发布的的温度图与新图之差，显示WMAP组数据处理的错误导致其温度图的畸变。他们从新的温度图出发，计算出新的微波背景涨落功率谱，并更新了宇宙学参数。新参数值同WMAP官方发布值有重大的变化：宇宙组份显著改变，暗能量份额由原来的四分之三降低为三分之二，暗物质由四分之一提高到三分之一；作为结构形成初始条件的其它部分参数值也有显著改变，使得过去几年进行的关于宇宙大尺度结构的大量计算必须重新进行。

一个可能对基本物理科学更重要的结果是：新功率谱的四极矩为零。WMAP组发布的宇宙微波背景涨落的四极矩成份（图3），其方向很奇怪地与太阳系的取向现近，多年来令宇宙学者非常困惑。图3同图2很相似，表明WMAP组宣称测到的四极矩并非大尺度背景温度的真实涨落，而是其数据处理错误导致的温度畸变。去除这些畸变，干净温度图的四极矩成份显得很平滑（图4），表明宇宙背景在大尺度上几乎不存在涨落，与标准宇宙模型不同尺度原初密度涨落幅度相同的预期相左。这一测量不到大尺度涨落信号的负结果，却可能表明我们“看到了”一个很冷的刚性的宇宙，存在于原初密度涨落发生之前，在大爆炸后约秒非常靠近普朗克和大统一时期的一段时间中；就是说，人们有可能通过对大尺度背景涨落的观测，探索极早期宇宙的新物理。

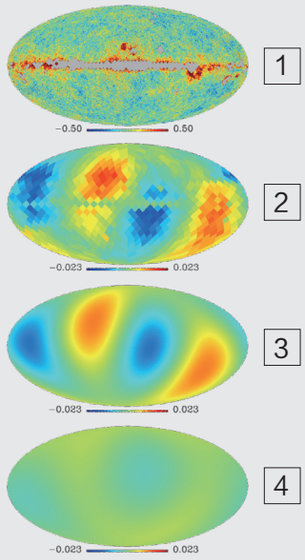


图1 从WMAP原始数据得出的宇宙微波背景的新温度图
图2 WMAP组发布的温度图与新温度图之差
图3 WMAP组发布的宇宙背景涨落四极矩成份
图4 新温度图的四极矩成份

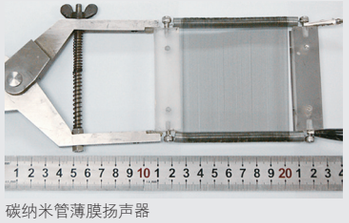
结果于2009年7月公布后，立即引起热烈反响。WMAP组坚持他们的结果。通过会议、论文、网络媒介和通信，激烈的论辩在持续地进行中。更多质疑WMAP官方结果以及支持新结果的独立的分析和观测工作结果陆续开始出现。以有关争议为主题的国际学术会议正在筹备中，2010年将分别在美国和欧洲举行。

纳米领域的新发现
——范守善院士研究组

范守善院士领导的研究组长期致力于碳纳米管方面的研究，包括研究碳纳米管的生长机理、可控生长技术、物理化学性质，开拓碳纳米管在宏观尺度的真正应用。

范守善院士

范守善院士的研究团队


碳纳米管薄膜扬声器

2007年底范守善院士领导的研究组与北京师范大学合作者研究发现，向非常薄的碳纳米管膜通过具有音频的电流时会发出大的声音。

基于此发现，研究人员制备出了碳纳米管薄膜扬声器，该扬声器只有纳米厚度，并且具有透明、柔性、延展性和无磁性的特点。这样一种单元件薄膜扬声器可以被裁剪成任意形状和尺寸，既可以制成独立器件，也可以附在任何绝缘表面上。因此在用于制作扬声器和其他声器件上具有广泛的应用前景。相关研究论文发表在2008年12月10日*Nano Letters*上，在国际上引起了一定的反响。

在1999年范守善院士就与美国斯坦福大学教授戴宏杰一起发展了在硅基底上合成自取向有序碳纳米管阵列的方法。在此基础上，范守善院士领导的研究组于2002年在国际上首次合成出超顺排碳纳米管阵列。

同普通碳纳米管阵列相比，超顺排碳纳米管阵列中的碳纳米管排列更加整齐有序，其最重要的特征是可以直接从超顺排碳纳米管阵列中抽取连续碳纳米管薄膜。该薄膜既透明又导电，由沿拉伸方向平行排列的碳纳米管组成。

初步研究表明，这种薄膜可以有众多的应用，例如偏振片、透明导电膜、偏振光源、高分辨电镜用碳纳米管微栅、锂离子电池电极、白炽光显示器等。如果进一步通过挥发性有机溶剂处理或机械加捻，这种薄膜可以转化为收缩的碳纳米管线。这种收缩的碳纳米管线具有高的拉伸强度和杨氏模量，可以用做电缆、热电子源和场发射电子源等。

夸克世界的新进展
——庄鹏飞教授研究组

庄鹏飞教授

粒子物理与核物理学科学术带头人。国家杰出青年基金获得者，国务院政府特殊津贴获得者，北京市教学名师

研究领域是高能核物理；研究方向是新的物质形态—夸克物质，这是最深层次的强相互作用物质

庄鹏飞教授与合作者一起发展了等时量子输运理论，建立了自洽的输运方程链和约束方程链，使得在高温高密媒质中研究量子离壳效应成为可能；他与合作者在夸克模型框架内得到了夸克－介子系统的热力学，指出了手征对称性恢复对强子行为的影响。

国际同行认为，这是第一次在夸克层次超出平均场解析研究热力学问题。近几年，他建立了相对论重离子碰撞中重味粒子的输运方程，指出美国相对论重离子碰撞机RHIC和欧洲大型强子对撞机LHC所产生的粒子行为的差别，研究成果得到多个大型国际合作实验组的高度重视，指导了实验工作。他还系统研究了夸克凝聚态物质中的玻色－爱因斯坦凝聚。

庄教授负责的《量子力学》已经成为国家精品课程。

薛其坤院士研究团队和STM技术

薛其坤、贾金锋和陈曦组成的研究团队成立于2006年。三年多来，他们先后建设了极低温强磁场扫描隧道显微镜（STM）、低温STM－角分辨光电子能谱－分子束外延系统和低温强磁场原子力显微镜等大型仪器系统。其中极低温强磁场STM在稳定性、噪音水平和能量分辨率上都达到了同类仪器的国际最好水平。他们还自主研发了一台低温STM－分子束外延系统，各项技术指标达到世界最好水平。这使得他们成为目前世界上少数的几个能够将STM技术发展到具有单自旋灵敏度的研究组之一。利用这些仪器，他们在单自旋探测、超导和拓扑绝缘量子态等研究方面取得了一系列创新性成果。

薛其坤院士研究团队在利用高能量分辨率的隧道谱技术研究两维超导方面取得重要突破，发现了单原子层金属薄膜的超导电性。单个原子层是超导薄膜的厚度极限，该发现对理解超导的机理具有重要意义。该工作将发表在2010年第一期的*Nature Physics*上面。

他们利用自旋翻转非弹性隧道谱技术，直接探测到了分子磁体的自旋态构型和超交换作用的路径。这种超交换作用是理解分子磁性材料磁学性质的基础。该工作提供了一种探测单原子、分子自旋态、分子磁体自旋构型和超交换作用的灵敏方法，为研究有机分子的磁性和基于分子磁体的自旋电子学开辟了一个新的途径。相关工作发表在*Phys. Rev. Lett.* 101, 197208 (2008)。

近藤效应是凝聚态物理的一个重要问题之一。他们利用金属薄膜的量子尺寸效应实现了对单分子自旋近藤效应的调控，并在国际上首次实现对单个分子塞曼效应的STM 测量。这为研究有机分子的磁性和分子自旋电子学开辟了一个新的途径。相关工作发表在*Phys. Rev. Lett.* 99, 256601 (2007)，该工作被选为*PRL* 的封面文章，并在*Nature China* 和*Nature Asia Materials* 上作为突出报道。

段文晖教授研究组与石墨烯

物理系博士研究生黄兵和导师段文晖教授、吴健教授、顾秉林教授以及美国犹他大学刘峰教授研究组共同完成的工作“Quantum Manifestations of Graphene Edge Stress and Edge Instability: A First-Principles Study”发表在4月24日的*Phys. Rev. Lett.*（102, 166404, 2009）上，并被选为当期的推荐文章。

石墨烯（graphene）的发现引起了科学界的极大关注。其独特的电子结构和可能的平面电子学器件应用，依赖于这种二维材料的结构稳定性。该项关于石墨烯边缘结构和应力的理论研究表明，边缘应力的存在会使得石墨烯的二维结构出现明显的褶皱。这种褶皱的两个重要特征（应力振荡和自旋效应）由体系的量子效应决定，不能从经典理论加以解释。而边缘吸附和重构可以释放应力从而稳定平面结构。该工作提供了一个新视角理解石墨烯的力学稳定性。

段文晖教授研究组主要从事凝聚态物理和材料科学交叉领域的计算模拟工作，对低维量子体系、纳米结构和器件中的电子态、输运行为和各种物理问题进行了深入研究。

段教授发表SCI收录论文130篇。1995年获国家教育部科技进步二等奖（第四完成人），2000年获国家自然科学奖二等奖（第三完成人）。2008年入选教育部长江学者特聘教授。

2008～2009年，段教授研究组共在*PRL*上发表论文5篇。在单层石墨纳米带的输运性质、半导体和金属表面的吸附问题、纳米管电子性质和输运的调制及其电子器件应用、纳米管的电子/自旋极化电子场发射、半导体低维量子结构的声子态、电声子散射和热输运、复杂氧化物功能材料的物理性质的计算模拟等方面取得了一定的研究进展。

（前沿研究资料由物理系相关教师提供）