

文理大师顾毓琇的工程教育贡献

——纪念顾毓琇诞辰 110 周年暨逝世 10 周年

李福春 李良方

【摘要】 顾毓琇是一位享誉国际的科学家、教育家、电机工程学家。他一生与工程事业结缘，终身服务工程教育，为国内工程教育发展作出了重大的贡献；其贡献主要体现在四个方面：推行工程国本化，注重基本训练，凸显实验、实习，用实践诠释工程的服务精神。

【关键词】 顾毓琇 工程教育 贡献

【收稿日期】 2013 年 1 月

【作者简介】 李福春，济南大学教育与心理科学学院讲师，博士；李良方，山东英才学院学前教育学院讲师。

2012 年是顾毓琇诞辰 110 周年暨逝世 10 周年。顾毓琇，江苏无锡人，被北美《世界日报》（1995 年 10 月 8 日）誉为 20 世纪的中国文理大师，是一位集科学家、教育家、文学艺术家称号于一身的全面发展式传奇人物。顾毓琇是国际公认的电机权威和控制论领域的先驱，年仅 23 岁便发明“四次方程通解法”，现代计算机所用程序便是以此方法为根据的。顾毓琇 26 岁时提出“顾氏变数”。鉴于 20 世纪 50 年代航空事业的快速发展，50 岁的他又开始了对自动控制理论的研究，曾获得过国际上素有电机与电子领域“诺贝尔”奖之誉的“蓝姆”金质奖章（Lamme Medel）、美国电气和电子工程师协会（Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE）金禧奖章（Millennium Jubilee Medal）和千禧奖章（Millennium Medal）、中国电机工程学会（Chinese Society for Electrical Engineering, CSEE）金质奖章。2006 年，中国电机工程学会与美国电气和电子工程师学会共同发起创设的顾毓琇电机工程奖（Yu-Hsiu Ku Electrical Engineering Award），是国内第一个国际性的电机奖。2002 年，刘延东在“致顾毓琇百年诞辰纪念大会暨学术研讨会的贺信贺电”中说：“顾老学贯东西，建树卓著，道德文章，世人尊崇，堪称当代科坛巨擘、教坛耆宿、文坛翘楚，是集科学家、教育家、文学家、戏剧家、诗人、音乐家和佛学家于一身的大学者。”^[1] 纵观顾毓琇的百岁人生，他终生服务工程教育，所作出的系列探索实践，意义重大，效果显著，影响久远，与时俱进，紧扣当代工程教育实践发展的脉络，至今仍是一笔宝贵财

富。

一、推行“工程国本化”

1927 年南京国民政府成立，历经连年战争，导致国内经济窘迫。鉴于客观要求和维护政权的主观愿望，国民政府大力发展实业，提倡国内工业化建设，推行“注重实科”的教育政策。1929 年留美学成归国后，顾毓琇任职浙江大学工学院，1931 年他又受邀出任中央大学工学院院长。1932 年之前，清华大学没有独立的工学院，因此，1928 年在接到母校清华大学的任教邀请时，志在以工程为业的顾毓琇，便婉言谢绝了此次邀请。1932 年初，鉴于当时国内实业及工业化迅速发展，而当时清华大学土木工程系因附属于理学院，没有独立出来，无法满足当时工程教育发展的实际需求，以梅贻琦为首的清华大学，在原有土木工程学系的基础上，添设机械工程学系及电机工程学系，三个科系合组而成清华大学工学院。1932 年夏，清华大学理学院院长叶企孙亲赴南京面邀顾毓琇回母校筹办工学院，顾毓琇感到义不容辞，于 1932 年 8 月出任清华大学电机系主任，1933 年 1 月继任工学院院长，开始了在清华大学长达 5 年的工程教育实践与改革探索。

在顾毓琇看来，“在中国办水利工程，要晓得中国的水利情形；在中国造械器，亦要晓得中国的原料，工人，市场等等。”^[2] 易言之，工程活动的开展必须兼顾当时此地，适应国情，工程学术应与国家问题相关联，此即顾毓琇所提出的“工程国本化”。工程国本化决定了工程教育也应以工程国本化为教育方针^[3]。工程是求实用的，其目的在

于借助工程技术及相关设施造福人类、服务民生,所以说,工程教育必须培养技术实用型人才。同时,教育方针与教育培养目标直接相关,二者具有一致性。国本化的工程教育方针,亦要求工程教育所培养出的人必须懂得中国实情,适合国内社会发展趋势。所以,顾毓琇认为,办工程教育的人要懂得适应国情,中国工程教育应以“训练适合时势的工程人才”为培养目标^[4]。可见,“适合时势”的工程人才观要求培养出的工程人才应该对中国的政治、经济、文化、地质等国情有充分的了解,即培养“国本化”的工程人才。

顾毓琇审时度势,明辩轻重缓急,全力以赴培养“国本化”的工程人才。当时外敌入侵、国难危机,国防问题是中国当局最棘手的问题之一。鉴于现实情况的紧急需求,顾毓琇非常重视航空事业的发展,特于1936年在《独立评论》上发表《航空建设的途径》一文,从理论上探讨航空事业的发展。顾毓琇在文章中指出,当时国内航空建设需要从经费、设备、人才三方面着手,其中航空人才培养是最为关键的。在他看来,航空人才包括飞行人员和技术人员两种,当时中国最为缺乏的是技术人员。航空人才的培养需要工程教育的发展,尤其是航空专业的发展。事实上,在此之前,顾毓琇便开始了航空人才培养的实践探索。1935年清华大学工学院筹备航空机械学校,以留美公费招生的方式,招收专科起点的学生专习航空,仅钱学森一人当选。对于钱学森的培养方式,以顾毓琇为首的清华大学工学院作出这样的安排和计划:先在国内进行为期一年的基础理论和技能学习,实行导师制,为出国接受进一步学习做足准备;一年之后派送钱学森到麻省理工学院,进行航空专业研究生阶段的培养教育。在国内学习过程中,钱学森师从工学院航空组的“二王”——王助、王士倬两位导师。王助(1893~1965),曾任职美国波音公司第一任总工程师,其间因成功设计出B&W-C型水上飞机而被誉为“波音之父”,是中国近代航空工业主要奠基人之一,中国首家正规飞机制造厂创办人;王士倬(1905~1991),曾获美国麻省理工学院航空工程硕士学位,是中国航空事业的标志性人物,为中国航空工业的创建、起步、发展做出了巨大贡献。两位导师的学识、人品俱佳,无论是对钱学森航空专业知识、技能操作等方面,还是敬业航空、爱国报国等人格情操方面均有深远的影响:钱学森把王助列为对自己产生重

大影响的17位前辈之一,认为王助老师的指导,使自己掌握了扎实的工程技术实践和飞机制造工艺;而王士倬老师课堂上所讲的航空史料,历代中国人对航空事业的孜孜追求和不倦探索,令自己终生难忘。考虑到钱学森之前所学为铁道工程专业,而非航空专业,工学院航空组特安排钱学森到杭州、南京、南昌等地飞机厂实习,其中到杭州笕州飞机厂跟随王助实习的时间最长。正是得益于出国前一年工学院航空组给予的科学、细致的培养,再加上天资、勤奋,钱学森赴美后仅用一年时间便顺利通过了航空专业研究生课程的要求,继而又辗转美国加州理工学院师从航空之父冯·卡门(Theodore von Kármán)攻读博士学位。清华大学工学院对于钱学森的特殊培养方式,缩短了人才培养周期,适应了当时航空人才短缺的紧急情况,不仅为国家而且为世界培养出了一位航空工程权威。

同时,在当时经费短缺、办学条件极为艰苦的情况下,顾毓琇还带头鼓励大家开展自主研究。为谋清华航空专业的长足发展,顾毓琇于1936年在南昌空军根据地组建清华大学航空研究所,亲自担任所长,并由庄前鼎任副所长。在顾毓琇卓有成效的带领下,在冯·卡门、华敦德(Frank Wattendorf)、庄前鼎、王士倬等的具体指导下,经过航空专业全体师生的共同努力,清华大学航空研究所成功建造了直径为15英尺的大风洞,成为当时世界上最大的风洞之一,比冯·卡门所在的加州理工学院的风洞还要大50%,开创了国内自行研制航空设备的先河,亦开创了当时国际工程设计的先河。值得一提的是,在清华大学航空研究所建造航空风洞期间,参与风洞设计的人员,还发表了大量以风洞研究为主题的高标准学术论文,提升了清华大学航空研究的国际声誉。

二、注重学生的基本训练

“国本化”的教育方针和理念廓清了工程人才培养活动的性质与发展方向,“适合时势”的培养目标指明了工程人才培养活动方向。理念、方针、目标的实现离不开人才培养过程的施行,因为培养过程是贯彻教育理念的中间环节,是培养目标的具体展开,意义重大。对于工程人才的培养,在顾毓琇看来,“在未毕业前,基本科学同专门知识都是偏于学术方面的。学校课程无论如何注重实验,总不外乎基本的训练。”^[5]顾毓琇所主张的注重基本训练的培养过程,主要体现在以下两个方

面:

第一,工学院学生课程的编排。高素质的工程人才,不仅应该掌握扎实的专业基础理论知识和技能,还需要具备宽厚的基础知识与理论,包括一定的自然、社会、人文科学基础理论知识。所以,如何在学校教育学时有限的情况下,既拓宽工程专业学生的知识面,又提高其专业能力,使两者趋于平衡、和谐发展,是工程教育的关键问题。考察当时清华大学工学院土木工程系课程设置概况,尤其是机械工程系课程总则和课程表,依据当时就读清华大学工学院的学生回忆,工学院的学生第一年所学课程以清华大学基本课程为主,包括英文、国文、物理、算学、几何、经济概论等,自然科学居半;第二年为工学院的基本课程,包括力学、机件学、热机学、测量等,侧重工程学基本训练;第三年为各系的基本课程,如机械工程系有热力工程、机械设计原理、机动力学等课程,电机工程系有直流电机、交电流机等;第四年为各组的基本课程。如机械工程系下设航空工程组、原动力工程组、机械制造工程组,其中航空工程组开设理论空气力学、飞机工程、飞机机架设计、飞机结构学等课程,注重学生飞机制造、发动机装卸等基本训练;原动力工程组设有工厂设计、工业管理、汽车工程、制冶工程、柴油机课程,以训练学生发电厂筹备、设计、试验为主;机械制造工程组主要有内燃机设计、高等机械设计、自动机械、制造方法、机械制造等课程,侧重学生机械创作、制造步骤、实际操作方面训练。由此得知,顾毓琇所主持的工学院在学生培养过程中侧重学生基本学识的训练。实际问题的解决需要多种知识的综合运用,学生一旦掌握了基本学识,那些零碎的、个别的问题便可以迎刃而解。

第二,专业基础课程的筹建。学生专业素质的培养,必须以系统的专业课程学习为依托。为了培养学生扎实的专业基础素养,顾毓琇首先从专业课程教材的建设着手。鉴于国内当时电机中文教材的缺乏,为便于国内工程专业师生阅读,顾毓琇组织学生翻译白煦(Vannevar Bush)、丁弼(William H. Timbie)两人合著的《电工原理》(The Principles of Electrical Engineering)。该教材是电机工程基本原理的经典读本,说理清晰,例证详尽,对初学者极为受用。自1930年,顾毓琇任职浙江大学工学院期间开始组织翻译此书,期间历经反复修订、校对、完善,历时五六年之久,

直到1935年才得以完成,交予商务印书馆付印出版,被选入商务印书馆出版的“大学丛书”。其次,顾毓琇还致力于清华大学工学院工程基础设施建设。工程教育的发展离不开工程设备的完善,任职工学院期间,顾毓琇先后主持兴建了电机工程馆、水利工程馆、机械工程馆等,这些新建的工程馆设施较为齐全,配有教室、实验室、教研室、图书室等,有效保障了师生教学工作的顺利开展。

同时,顾毓琇还重视工程类专业学科的发展与完善,尤其是航空专业的建设与发展。为发展国家急需的航空专业,顾毓琇在机械系设立航空组,在经费拮据、资源有限的情况下,下魄力主持兴建航空工程馆,充分整合利用国内外航空资源,与航空委员会协商,获赠双翼教练机一架;联合航空委员会、国防设计委员会与清华大学工学院航空组合作建立航空讲座,延聘航空界泰斗冯·卡门为航空组顾问。在冯·卡门教授指导下,学生对空气动力学以及理论实验,都有很好造诣。其后,工学院航空组又邀请华敦德担任航空讲座教授。1936年1月,华敦德到清华亲自任课,给予航空专业学生更具体和深入的指导。华敦德到清华的当天,便投入到工作中。为改变中国学生重理论轻实践的严重现状,华敦德取消了航空机械工程系学生的毕业考试,改为带领这些学生参与航空风洞建设研究。在风洞设计的实战中,学生之前那种理论脱离实践的学习与研究模式大为改观。华敦德为人忠诚周道,肯吃苦耐劳,又有组织能力,无洋人架子,实事求是,绝不装腔作势,全副精神,用在研究,^[6]使学生受益良多。在这两位航空专家的影响下,很多清华航空专业的学生迅速成长为既有理论素养又有实践动手能力的新型航空专家。

三、凸显工程教育的实验和实习

顾毓琇在学生培养过程中置实验、实习以特别突出的地位。学习工程科学与学习其它科学的人的根本差别在于,学习其它科学或许只要知道就行,而学习工程科学光知道远远不行,还需要学以致用。知道仅是学习工程科学的第一步。如果不知道应用,就是白知道。若工程科学应用错了,也许数千数万乃至更多的人会因这种错误观点死去。可见,单纯会应用工程科学仍然不妥,还应做到正确的应用。但是这还不算圆满,如果工程科学真行的话,还需要快。职是之故,学工程的意义,包括知、用、对、快。对于工程专业的学生

而言,其中的“用”则需要借助于实验、实习,在顾毓琇看来,“没有实验,不会有科学理论,科学定律”,“没有实验,理论便没有根据”,“有了理论,仍要靠实验去证实”^[7],“实验实习的次数愈多,成就愈大。”^[8]

在任职清华大学工学院期间,为学生提供更充分的实验机会,顾毓琇十分重视实验室的建设工作,工学院下辖土木、机械、电机三系共有14个实验室。这些实验室中的仪器设备多为当时最新式的。其中,土木系的水力实验室,是仿照德国同类实验室建造而成,其水力机械设备,与当时美国一般大学相比,亦有过之而无不及。机械系的热力工程实验室,其基础设备相当齐全,与欧美大学的机械实验室设备不相上下,堪称当时国内最完备的机械实验室。就物质条件而论,这些实验室不仅能满足一般的教学需要,还可以供某些前沿课题的技术机理研究所用^[9]。

更为难能可贵的是,任清华大学工学院电机工程系主任之际,顾毓琇在主持兴建电机工程馆时,便融入了利于学生实验实习的理念。如,电机工程馆内安装了当时较为先进的升降电梯,其控制器和发动机安装在电机工程馆的一层,以方便学生观摩学习。电机工程馆中的大讲堂,安装有直流电和交流电各一副,供课堂上随时进行相关学理试验,以利于学生对课堂知识的理解和掌握。可以说,电机工程馆的建造设计体现了电气化的特征,突显了电机专业的特色所在,其本身便是学生观摩学习的最好素材。

实习是工程人才培养过程中不可或缺的一环,是工程教育的题中应有之义。深谙于此的顾毓琇,为能够给学生创造尽可能多的学校实习机会而不辞辛苦。在主持清华大学电机系之际,顾毓琇带领师生共同自制各种直流交流电机,为学生提供实地练习机会;同时,电机工程系还自建发电厂,发电厂不仅配有各种实验设备,还装有当时最新式的透平机和发电机,便利了学生的实地实习。除了学校实习机会外,顾毓琇还四处奔波,以提供学生更多的社会实习机会。在学生社会实习问题上,顾毓琇大力呼吁政府和实业界提供支持帮助,主张学校与工厂企业合作。早在就任浙江大学工学院电机系主任时,顾毓琇便尝试过这种办法,并亲自带领学生赴日本工厂参观实习。进一步讲,实习机会的多寡与社会实业发展状况密不可分。试想,如果“国内没有新式的电厂,我

们的电机毕业生,便没有实习的机会。国内没有新造的铁路,我们的土木毕业生,便没有实习的机会。”^[10]所以说,“工程学生的出路,全靠国内建设的发达和实业的进展。”^[11]因此,唯有中国实业、工程事业真正发展了,才能从根本上解决工程学生的实习问题,促进工程教育的长足发展。此即顾毓琇所说的“中国工程教育的前途,乃在于中国工程事业的发展。工程事业发达了,工程教育便有了出路”。^[12]

四、实践诠释工程的服务精神

顾毓琇认为,工程学科的本质在于造福人类。这决定了工程教育的职能在于服务社会。1930年春,应杭州现代文化讲座之邀,顾毓琇作了题为“工程与现代文化”的公开演讲。在演讲中,他指出,“工程是利用科学以造福于人类的,工程的精神乃是服务社会的精神。”^[13]而精神的表达需要行动的物化,为此他呼吁工程活动实施者,尤其是工程师的奉献服务精神,倡导他们把这种服务精神付诸于工程实践中,利用工程知识和方法来解决国家实际问题。在他看来,这就是工程师的天职所在。^[14]顾毓琇在其自传《百龄自述》中写道,“工程师们从不退休,他们将永远延续。”^[15]究其实质,工程师们延续的是一种服务人类的工程文化。因此,顾毓琇在致力学校工程教育、未来工程师(即在校工程专业学生)服务精神的培养的同时,还热心社会工程事业,为国内社会工程团体专业化发展而鞠躬尽瘁,以自身践行生动诠释了工程师的社会服务品质。

1930年5月,顾毓琇联合赵曾珏等知名工程人士,在杭州创办了以“提倡电机建设,研究电工学术”为宗旨的《电工》杂志社,顾毓琇亲任该杂志主编,为中国电机工程界学术交流创建了良好的平台。1933年2月,顾毓琇在《电工》杂志发表《中国电工学会的发起》一文,首倡组织电机工程界的学会。1934年7月,顾毓琇与李熙谋等45人,联署刊出《中国电机工程师学会缘起》,倡议国内电机工程同行组织一个学术团体,进行学术理论和技术领域的研究。此次倡议在国内电机工程界引起了很大反响。数月后的同年10月,清华大学电机工程学会、留美电工学学会及留德机械电工学学会联合大会在上海召开,由此中国电机工程师学会诞生。中国电机工程师学会在“联合电工同志,研究电工学术,协力发展中国电工事业”宗旨引导下,切实开展了一系列有利于中国电机工程

事业发展的学术、技术活动。作为电机学会主要发起人之一,顾毓琇多次当选为该学会董事会成员,并任第二任会长及第四届董事会会长。其间,顾毓琇还当选为中国电机工程师学会电工名词审查委员会委员,参与电工名词审定工作,在一定程度上统一了国内电工名词,为电工、电信事业发展奠定了基础。

1931年8月,顾毓琇还促成了中华工程师学会和中国工程师学会的合并,使中国工程师学会从此走上了专业化发展的道路。走上专业化发展道路的中国工程师学会,利用自身人才优势,开展了系列社会服务工作。1934年春,顾毓琇参加了中国工程师学会赴四川实地考察活动,负责对四川电力事业进行考察,并撰写四川电力考察报告。其后,中国工程师学会将顾毓琇等此次考察团成员考察的结果付印成册,成为抗战初期后方建设的蓝本。1935年夏,顾毓琇又受广西政府邀请,组织工程界数人,赴广西考察。作为中国工程师学会广西考察团筹备主任及中国广西考察团团长,顾毓琇带领恽震、赵曾珏、庄前鼎、张洪沅、胡博渊、沈乃菁、何之泰、贺闾、庄效震、方颐朴等10人对广西地区的矿业、化学工业、交通、电力、电讯、机械、水利、桐油、公路桥梁、市政工程、土地测量方面进行了较为全面的实地考察。

关于考察团成员,顾毓琇作了这样的安排:恽震(1901~1994),负责广西电力事业考察;毕业于上海交通大学电机工程系,后赴美国威斯康星大学攻读电机硕士,时任国家建设委员会委员,曾任纽约鲁宾逊公司电厂设计员、建设委员会无线电管理处副处长;1932年恽震组织长江三峡水力勘察队,沿江进行选勘测量并选定葛洲坝和三斗坪两个坝址,1933年发表初步开发报告,并草拟“中国电力标准频率和电压等级条例”。赵曾珏(1901~2001),负责考察广西电讯事业,时任浙江省电话局总工程师,获哈佛大学电信工程硕士学位,曾就职于浙江大学工学院,交通部邮电司司长、东南电信局长、上海市公用局局长,美洲中国工程学会首任会长。庄前鼎(1902~1962),负责广西机械方面考察;机械工程专家、机械工程教育家,时任清华大学工学院机械系主任;张洪沅(1902~1992),负责考察广西化学工业;时就职于南开大学化工系,获麻省理工学院博士学位,中国化学工程学会创始人之一,我国化学工程教育奠基人之一,主编出版了国内第一本《化工原理》教材。胡

博渊(1888~1964),负责广西矿业考察;时就职于民国实业部,毕业于麻省理工学院矿业专业,中国矿冶现代化的开拓者。沈乃菁,与胡博渊共同负责广西矿业考察、采矿地质专家,时任职于北洋大学工学院,曾任四川油矿勘探处秘书兼天然气制品厂主任。何之泰(1902~1970),负责广西水利事业考察;时就职于全国经济委员会,获美国爱荷华大学水利博士学位。贺闾,负责广西桐油考察;时任职于民国实业部,师从放射化学之父摩西·格姆伯格(Moses Gomberg),并获硕士学位,曾与刘瑚合编《世界桐油文献》。庄效震(1898~1992),负责广西公路桥梁考察;毕业于爱吾华州立大学道路工程系,获硕士学位,时任江苏省建设厅公路总工程师,曾就职于南京中央大学土木工程系。方颐朴,负责广西土地测量考察;获博士学位,测量专家,时任职北洋工学院,曾任唐山开滦矿测量处处长,著有《地形测量学》、《大地测量学》等专著。可见,顾毓琇的人选安排充分考虑到了各人的专长及专业经历,安排科学合理,有力保障了此次考察的科学性和有效性。

中国工程师学会将广西考察团成员各人的考察结果,以“广西考察团报告”为名结集出版。该报告书中首先由顾毓琇叙述此次考察筹备经过及考察行程,从总体上论述此次考察,继而刊登十位成员的十项专题报告,最后由顾毓琇对此次考察进行总结。其中,赵曾珏所撰写的电讯报告,以“考察广西电讯报告及该省长途电话网改造计划”为题刊登在“电工”1936年第七卷第一期上;何之泰所撰写的水利报告被《国立北洋工学院工科研究所研究丛刊》1936年9月第11号以“考察广西水利报告”为题全文转载。时任中国工程师学会会长的曾养甫在《广西考察团报告》序中指出,此次考察所得不仅对广西省实业建设有重要指导意义,而且对中央及其他地方发展均有参考价值。

1946年,为纪念中国工程师学会成立30周年,该学会联合工程界同仁,汇编出版了《三十年来之中国工程》。该书分为工程篇、事业篇、行政篇、技术篇四部分。各篇专题均由当时工程界领军人物所撰写,如茅以升撰写了《三十年来中国之桥梁工程》,吴承洛撰写了《三十年来中国之化学工程》,庄前鼎和刘仙洲共同撰写了《三十年来中国之机械工程》,其中亦有顾毓琇所撰写的《三十年来中国之电机工程》。该纪念刊长达1238页,全面、翔实记录了1910年到1940年间,中国早期

工业化的发展历程,具有较高的学术和历史研究价值。著名学者翁文灏在此书序中,称赞该书为民国初期工程史,赞扬工程师学会能够在 20 世纪 40 年代动荡的抗战环境下,组织工程界人士编著此书,这种精神尤为可贵。

顾毓琇对工程教育的贡献离不开他对工程本质的深刻洞见。他认为,工程有益于人类的幸福,在于工程能促进物质的进步、社会的发展;工程与现代文化紧密相连,工程是推进文化的,是文化的使者。^[16]顾毓琇的工程教育贡献在活动中彰显,无疑是工程教育行为文化的创新性表达。创新不仅是一种概念化过程,而且是一种实践性变革的结果。在此意义上,创新可分为理论与实践两个层面的创新。如同人类的基因,理论创新与实践创新共同构成人类创新的双螺旋结构链条,任何一种或者一环创新的缺失,都会导致整个创新链条的断裂。顾毓琇的工程教育贡献是对上述创新蕴义的绝佳诠释,至今仍有重大影响。

参 考 文 献

[1] 刘延东:《致顾毓琇百年诞辰纪念大会暨学术研讨会的贺信

- 贺电》,《江南大学学报(人文社会科学版)》2003 年第 1 期。
[2][3][14] 顾毓琇:《工程教育与中国》,《清华周刊》1933 年第 10 期。
[4][12] 顾毓琇:《中国工程教育的前途》,《教育杂志》1935 年第 10 期。
[5][10] 顾毓琇:《专门人才的培养》,《独立评论》1933 年第 76 号。
[6] 张捷迁:《回忆清华开创航空研究》,《清华校友通讯》(新竹) 1986 年第 95 期。
[7] 顾毓琇:《顾毓琇全集·卷 8》,辽宁教育出版社 2000 年版,第 250~251 页。
[8] 顾毓琇:《今后的理工教育》,《科学与技术》1943 年第 2 期。
[9] 清华大学校史编写组:《清华大学校史稿》,中华书局 1981 年版,第 144 页。
[11] 顾毓琇:《怎样提倡工程教育》,《时代公论》1932 年第 14 期。
[13][16] 顾毓琇:《工程与现代文化》,《申报月刊》1932 年第 5 号。
[15] 顾毓琇:《百龄自述》,江苏文艺出版社 2000 年版,第 141 页。

The Master of Arts and Science, Gu Yuxiu's Contributions to Engineering Education

Li Fuchun, Li Liangfang

Gu Yuxiu is a scientist, educator and electrical engineer who enjoys an international fame. He has been attached to engineering throughout his life. He has sacrificed for the education of engineering and has made great contributions to national education of engineering; his contribution is chiefly embodied in four aspects: carrying out the nationalization of engineering and laying emphasis on basic training, highlighting experiment and internship and defining the spirit of service in practice.