

专业论坛

中德合作,探索建筑 设备工程教育的新形式

同济大学 龙惟定 潘毅群 黄治锺

摘要 简要介绍了中德两国政府间教育合作项目——同济大学中德工程学院的背景和进展。该学院借鉴德国应用科技大学的有益经验,强调教学的学术性与实践性相结合,突出教学过程中的校企联手。“建筑设施智能技术”专业主要培养具有工业实践能力的建筑设备高级工程技术人员和管理人才,为我国本科院校建筑环境与设备工程专业的工程师培养探索一套新的办学体制和运作模式。

关键词 中德合作 建筑设备工程 工程教育

Sino-German collaboration: exploring new system
in education of building services engineering

By Long Weiding, Pan Yiqun and Huang Zhizhong

Abstract Briefly presents the background and evolvement of an intergovernmental collaborative education project—the College of Applied Sciences (CDHAW), Tongji University. Referred to beneficial experiences of the universities of applied sciences in Germany, the CDHAW emphasizes combination of technicality and practice and gives prominence to the cooperative relations between the university and enterprises. The course of Building Services Engineering in CDHAW is for educating professionals in the field and exploring a new system and operation model for training of building services engineers with Bachelor degrees in China.

Keywords Sino-German collaboration, building services engineering, engineering education

Tongji University, Shanghai, China

1 背景

2003年9月,中国教育部长周济教授访问德国,与德国联邦教育与研究部长布尔曼签署合作备忘录,共同倡议并确立国家级的教育合作项目,在中国按德国应用科技大学的办学模式兴办一所应用科技学院(College of Applied Sciences),由同济大学和德国多所应用科技大学具体实施。2004年7月,同济大学中德工程学院正式挂牌成立,并在2004年高考中,招收了首届本科生。

中德工程学院在借鉴德国应用科技大学应用型工程教育成功经验的基础上,由中德双方专家联合培养学生。经过四年本科学习,使学生在本专业领域具有一定专门知识,拥有解决问题的实践能

力,并能用德语和英语进行跨国交流。学生有机会赴德国学习、实习,在满足合作高校相关条件的前提下,可获得双方颁发的学士学位证书。学历获中德双方认可。

学院首批招生的专业有机械电子工程、汽车服务工程和建筑设施智能技术三个四年制本科专业。笔者在其中负责“建筑设施智能技术”专业的学科建设。“建筑设施智能技术”专业被列入我国教育

龙惟定,男,1946年11月生,教授,博士生导师,专业协调人

200070 上海市中山北路727号同济大学中德工程学院
(021) 66056017

E-mail: weidinglong@em.tongji.edu.cn

收稿日期:2005-03-03

部的本科专业目录。在德国高校它被称为“Versorgungstechnik”,简称为VT,直译过来应该是“供应工程”。而在英文中它就是“building services engineering”,直译过来应该是“建筑设备工程”或“建筑服务工程”。

在参与项目一年半时间里,笔者深切感受到我国高等工程教育确实有许多地方可以向德国应用科技教育学习。同时,我国高等工程教育过去的一些好的传统也应该在新的形势下恢复起来。中国已经成为世界上最大的暖通空调和建筑设备市场,全世界每年一半以上的新建建筑面积出现在中国,但在产品制造、工程设计、施工安装和设施管理等所有领域,中国还远不能算是一个暖通空调和建筑设备的强国。这其中,人才培养的不适应是关键因素之一。因此,笔者拟将办学中的体会和思考通过本文与关心工程教育的暖通界同行交流、为正在从事教学改革和学科建设的高校同事们提供参考。

2 为什么要办应用科技教育?

进入新世纪,我国高等教育中最令人印象深刻的关键词大概就是“扩招”。2004年高等学校在校生突破2000万人,其中普通高校本专科在校生1108万人,成为世界上规模最大的高等教育。1998年,中国高等教育招生数是108万人,而2004年的普通高等教育招生数已经超过420万人,毛入学率达到17%以上,开始步入高等教育大众化阶段。

“扩招”为高校带来滚滚财源。尽管教育主管部门一再否认,但实际上在很多人心目中高等教育是一个朝阳产业,可以带来很高的回报。

有了钱,便有了新的期望。许多高校提出“创办世界一流大学”的口号。争院士名额,争博士、硕士点,争重点学科和重点实验室,成了许多高校的重要业务。“研究型”大学成为许多高校的办学方向。但与此同时,本科生的培养质量不断下降。出现了这样的怪现象:一方面,高校毕业生就业十分困难;另一方面,企业在抱怨招收不到满意的人才。

在兰州召开的2004年全国暖通空调制冷学术年会上,给笔者留下深刻印象的是在总工论坛上,多位著名设计院的老总,几乎异口同声地对现在的毕业生质量提出诟病和质疑,使笔者汗颜。

培养人才,是不是同造汽车一样有所谓“规模效益”?前几年的“并校”浪潮,将学校规模越搞越

大,这样就能造就“世界一流大学”吗?并校风将一些有特色的专业院校一风吹了,大家都是“一流”,其实也就没有“一流”了。高考的独木桥越走越窄,可能进不了“重点”就得落到“民办”。而近几年大量兴办的民办高校,由于强烈的功利目的,设置的多是一些“短平快”专业。进一步造成外语、计算机、管理、房地产等专业毕业生的大量过剩,而需要较多实验条件和实习条件的制造业、服务业专业人才短缺。高等职业教育从一开始就没有准确定位:究竟是培养高级蓝领还是灰领?而这两种培养目标在教育收费特别是高收费的环境下由于其回报前景并不明朗(普通本科生收费比高职生低,但就业后工资水平比高职生高),所以很难吸引考生。最终是全国的大学都在“克隆”和“拷贝”清华、北大,都在向“一流”大学和“研究型”大学努力。

这种现状,社会不满、我们教育界在反思,新一届教育部领导也清醒地意识到了。学习德国应用科技大学的办学模式便是改变现状的举措之一。

中国已经成为世界制造业大国,而许多技术服务业又是制造业的延伸和学科交叉的产物。理工科高校理应为这些行业培养需要的工程技术和管理人员。但是,相对于金融、保险、信用服务等第三产业而言,工程师的地位比以前有所下降,工程专业的学生人数在减少,我国普通高校工科学生为369.34万人,只占在校生总数的33.33%。引进德国应用科技大学的工程师教育模式,无疑具有重振我国高校工科教育的传统优势、提高我国企业核心竞争力的重要意义。同时,随着全球经济一体化进程,中国也日益融入国际经济和产业分工之中。高校培养的国际化人才,并不仅仅是学好外语就行了,而是应该理解国际通行的标准、规范,有机会亲身体验国外企业的工作流程和管理,甚至对国外的文化也能有一定的了解。与德国大学合作教学、学生能到德国学校就学和在德国企业实习,无疑是培养国际化人才的捷径之一。

3 德国的应用科技大学

德国的应用科技大学(英文全称为University of Applied Sciences,德文为Fachhochschule,以下简称FH),是20世纪70年代在德国建立起来的新型高等教育机构,被誉为“现代工业社会的高等学府”。过去30多年间德国应用科技大学获得蓬勃发展,主要是由于企业界对其毕业生的高度肯定

以及德国联邦政府和州政府的积极扶持。现在,德国共有 152 所 FH,在校学生约 40 万名。

尽管我国有不少专业从事高等教育研究的人士考察过德国教育,但一直没有将德国应用科技大学的真正功能和地位搞清楚,以至于长期以来将 FH 当成大专。FH 的直译是“专科学校”,即“专业化学院”,类似我国以前很多的“建工学院”、“机械学院”、“理工学院”等等。只不过如今中国的学院都变成了“大学”,而且最好是理工农医文法俱全的综合性大学,叫“科技大学”、“理工大学”似乎都有点不够档次。

首先,FH 不是大专。与德国普通大学一样,FH 开设了学士及硕士学位课程。学士学位修读时间最少 3 年,最长 4 年,硕士学位修读时间为 1~2 年,学士与硕士的总共修业时间不得超过 5 年。而 FH 与普通大学的不同之处在于 FH 不得颁授博士学位。成绩优良的 FH 毕业生可以直接进入大学攻读博士学位,而无须先获得大学的毕业学位。

FH 与普通大学所不同的特色在于:

a) 学科专业设置紧密结合社会需求,以工科专业为主,重视学科交叉。例如,在笔者访问过的十多所 FH 的 VT 专业中,就有多个方向,分别涉及环境工程、暖通空调、建筑设备工程、供配电、设施管理,甚至还有一个特色鲜明的“休闲体育设施管理”方向。

b) 目前,德国大多数 FH 的学制都是 4 年制,其中包含 1~2 个实习学期。学生在入学前,通常必须在企业完成几个月的学前实习。现在,学制正逐步过渡到“3+2”(3 年学士+2 年硕士)或“4+1”(4 年学士+1 年硕士),但到企业实习的特色仍然保留。许多学生最后一学期的毕业实习环节已经接受企业的工程项目或研究课题,做真刀真枪的毕业设计和毕业论文。这些学生不但能得到企业给予的一定的实习津贴,而且还能坐稳实习的位子,毕业后有就业的保障。

c) 与一般大学学生可以自由选课不同,FH 继承以前德国大学的传统,采用严格而密集的课程结构。学生每周的上课时数平均达到 30 小时。课程内容与一般大学的相关专业不同,以跨学科和解决问题为主,而理论分析则退居其次。以 VT 专业为例,德国 FH 的基础课(如数理化和计算机)和专业

基础课(如流体力学、热力学、电工学和电子学等)学时数一点不比我国本科少,甚至如数理方程等我国研究生阶段的基础课也都在本科阶段完成;而专业课学时数和门数均远远多于我国的本科。

d) 从广义上,FH 学生的实习既包括在校外企业中的实习,也包括在学校实验室、计算机房和任何一个地方学习研究方法和工作技术。所以在德国 FH 的每一个工科专业都有自己的有特色的实验室。一般都可以给学生提供自己设计实验和从事应用型科研的条件。

其次,FH 也完全不同于我国的高等职业教育。它与高职教育的重要区别在于:

a) FH 是本科层次的工程教育,高职是专科(大专)层次的技术教育。前者侧重培养应用型和技术管理型人才;后者侧重培养操作型和实务型工程技术人才,对职业需求和岗位群的要求有更强的针对性。

b) FH 的实践环节一点不逊色于高职,但它的理论基础却远强于高职。高职的实践环节强调实训,即训练学生的动手能力和操作能力;而 FH 的实践环节除了让学生动手外,更重要的是培养学生动脑,即分析问题、解决问题的创新能力,特别是鼓励学生早期介入科研活动。而这正是我们国家最需要的。

c) FH 的办学指导思想 and 功能定位有 4 点:第一,学校从事应用性而非基础性的科研;第二,学校开展技术转让和技术服务,实行产学研一体;第三,学校开展教学、培养学生;第四,促进国际(特别是欧洲国家之间)高等教育的合作与交流。这里的第三点是 FH 与普通高校和高职的共通之处,而第一点和第二点,则是 FH 既有别于普通高校、又有别于高职的特色。

与普通大学一样,FH 的教学工作由教授负责。FH 聘任的教授必须具备以下资格:有大学毕业(德国大学毕业即为研究生毕业)学历;具有能从事学术工作能力的证明(一般系指具有博士学位);具备教学资格(有教学经历或曾接受过教育学方面的培训);5 年以上的职业实务经验,其中至少 3 年为非大专院校的工作经历。

可见,如果严格按德国的师资要求,我国高校中恐怕大半教师是不合格的。事实上,只有教师的专业职业经验与其学术能力相结合,才能确保 FH

的教学质量。FH 教师一般每周上课达到 16 个小时,同时还要完成科研和技术服务工作,工作量相当饱满。

所有 FH 的 VT 专业都有很好的实验室。给人留下深刻印象的是:

a) 有非常敬业的实验室工程师。一般实验室技术人员与教师的比例在 1:2 到 1:1 之间。实验室的工程师都是有实践经验的专家,与国内高校不同的是他们非常安心自己的岗位,不断改进和提高实验装置。由于德国大学的学生很少,往往一个班级只有十来名学生,因此有条件人人动手,并利用实验装置做一些小的科研。

b) 重视传统和经典的实验,例如管网水力平衡、风机压力、空气处理过程、锅炉燃烧等,基本所有学校都有。

c) 不断引进新技术,例如空调自控、置换通风、外遮阳控制、热电联产等,使各学校形成自己的特色。特别是德国东部的一些 FH,其实验装置非常先进。这也是两德合并以后,联邦政府加大对东部投入的结果。

d) 与产业紧密结合,例如,著名的蔡司公司总部所在地的耶拿应用科技大学(FH Jena),它的光学机械实验室就是蔡司公司的研究所。再如,大众汽车总部所在的沃尔芬比特尔应用科技大学(FH Wolfenbuettel)的 VT 专业实验室有汽车空调的实验台。各学校都有部分有特色的实验装置是企业赠送的。

在德国企业中,有 2/3 的工程师和 50% 的计算机及企管人员来自 FH,显示出 FH 在德国高教体系和产业界中的特殊重要性,也是德国技术和产品在世界上始终保持最高的质量信誉的重要原因。最近,德国的奔驰、宝马等著名企业都要进入中国市场。今后,如果你在这些公司的车间现场遇到一位正在指导设备安装调试的德国工程师,不用怀疑,他一定是 FH 的毕业生;而如果你在这些公司的研发设计部门遇到一位从事研发的工程师,那么他可能来自大学,也可能来自 FH。

4 中德合作探索建筑设备工程教育新形式

根据人才需求,中德工程学院的建筑设施智能技术专业的培养目标为:学生掌握机械、电工电子、热工和计算机应用方面的基本理论知识,以及建筑环境、节能、楼宇设备、管理和建筑智能化方面的专

业知识,受到良好的建筑设备工程专业技术的综合训练,有一定实际工作能力和创新意识,以工程技术为依托、以建筑智能化系统为平台,从事智能建筑及大型现代化物业中设施管理的应用型高级技术管理人才。这一培养目标得到德国方面的认同,并按此目标设计教学计划和课程。

中德工程学院的 3 个专业,分别对应多所德国的应用科技大学。VT 专业对应的是艾尔福特、埃斯林根和米特韦达等 3 所应用科技大学。德国的 152 所 FH 中,有 18 所设有 VT 专业。除上述 3 所学校外,柏林、慕尼黑等地的 FH 也愿意合作。德方将由埃斯林根应用科技大学牵头,建立一个大学集团,与同济的 3 个专业合作。对我们来说,可以充分利用德国众多学校的优质教学资源。

学生要去德国学习和实习,先决条件是通过德国的 TestDaf 语言考试,必须经过 1200 个学时的德语课程学习。而作为国际化的人才,除了德语,学生还必须掌握英语。学制仍然是 4 年(包括赴德 1 年)。学生的基础课并不比普通本科生少,专业课却比现在的“建筑环境与设备工程”专业多。按照德国的教学体系,VT 专业是偏机械的,学生还必须接受 13 周的金工和电工实习。特别是电工实习,在我国高校中,即使是电气类专业也没有安排。总体上,学生的学习压力是比较大的,周学时基本在 28 学时左右。为了减轻学生负担,学校免去了“应试”体育课,改为学生自觉锻炼;学校还精简了政治理论课程。

在教学计划安排中,充分考虑了利用同济大学的基础课平台。中国大学的基础课教学无论是内容还是课时数都与德国相近,这样可以充分利用同济的教学资源,也为学生获得中国学位创造了条件。而专业课的设置则充分考虑利用德国资源,同时结合中国国情。例如,众所周知德国的供热技术、自控技术、可再生能源技术的先进性在国际上也是数一数二的,因此,相关课程就尽量安排请德国教授来授课或安排学生到德国去学习。德方则考虑到中国是最大的空调市场,因此希望我们首先建设空调实验室。

实验室的建设是对我们的挑战。德方对实验室非常重视,认为这是培养工程师的关键。德方在参观同济的有关实验室之后,认为我们的专业实验室太偏重研究,而我们的高职实训室又太偏重操

作。按照德方的要求,实验室应该介于二者之间,既为教学服务、又能为教师和学生开展研究服务。而且,实验室建设必须严格按照有关的规范和标准,不允许有“反正是用于教学实验和演示,可以马虎一点”的思想。比如,德国教授指出,实验室的电机如果都不接地,你怎么对学生讲用电安全?

另外,实验室需要巨大的财力投入。德国所有 FH 的 VT 实验室,价值都在数百万欧元以上。尽管同济大学准备对中德工程学院有较大投入,但毕竟还是杯水车薪。实验室建设还要靠企业的支持。中德工程学院准备建立一个咨询委员会,各专业也将聘请企业咨询专家和兼职教授,让企业真正参与到学科建设过程中来。这些企业,不仅限于德资企业,因为中德工程学院除了为德资企业培养人才,也要为其他跨国企业和我国民族工业培养应用型和国际化的人才。

5 几点体会

通过一年半筹建、招生和教学步入正轨的过程,笔者全面而深入地领会了德国应用科技大学的教学特色,有以下的一些体会,与同行交流。

a) 从 FH 的培养目标看,它的教学模式应该更适合我国大量专业性工科院校。我国现有建筑环境与设备工程专业的本科院校据说已达到 108 所,大家都在往“研究型”方向发展。尽管很多院校宣称自己是“应用型”的,但因为没有一个具体的教学模式的样板,全国所有院校学士学位授予条件又都是趋同的,所以实际上都是在走研究型培养模式的路子。笔者认为,建筑环境与设备工程专业的研究型大学,有十来所就足够了。比如,我国设暖通空调专业最早的“老八校”,除个别外都有条件向研究型发展。这些学校应扩大研究生(包括博士生)招生比例,建设国家级或地方的重点实验室。而大量其他院校,应向应用型(本科)和实务型(高职)发展。所谓“一流大学”,并不仅限于研究型大学。所有类型的院校,都有可能办出特色,办成这一类学校中的一流。

b) 原来的暖通空调专业一直有究竟是侧重机械还是侧重建筑的争论。德国的 VT 专业是不折不扣的机械类专业,其许多课程,如“产品开发与设计”和“制造工艺”等完全是机械类的专业基础课。德国的课程设置,很大程度上是根据德国的国情:制造业发达,相对而言,建筑业的市場不大。当然,

它也设有“建筑学”和“建筑物理”等课程。按笔者的观点,在我国,暖通空调(建筑环境与设备工程)专业应该侧重建筑。中国每年竣工建筑面积是全世界的一半,作为“建筑服务工程”当然要为建筑“服好务”。但是,现在按德国模式,侧重“机”和“电”,成为“建筑机电工程”,在笔者看来也是一种很好的尝试。我国是建筑设备的大国,但不是一个强国,很大程度上与我国建筑设备制造业的水平不高有关。学生掌握了比较多的机械知识,对他们今后从事系统安装、调试、诊断、维修、改造是十分有益的。各学校应该根据自己的传统和优势来决定专业的取向,关键是要符合市场对人才的需求、满足一个现代工程师必备的知识结构。

b) 中德工程学院的课程安排比较多,按现在流行的教育观来看,学生负担重,似乎不大符合“素质教育”的要求。

笔者认为,其实德国的 FH 与我们五六十年代工科大学很相像:基础扎实、专业课的面广且课时多、有较多的实习。这也很好理解:中国的高等教育本来就是学习苏联的,而前苏联的高等教育又在很大程度上秉承了德国的教育传统。只不过人家在 70 年代形成了体系,而我们则抛弃掉传统,重新学习美国的教育体系,强调本科阶段只打基础,可以不分专业。但正是我国五六十年代培养的工科学生,造就了现在的导弹、卫星工业,形成我国作为制造业大国的基础。事实证明,这一套教育模式是成功的。

美国是一个完全市场经济国家,它的人才市场是完全开放的,一个大学生毕业后的发展和职业定位会有许许多多的可能和许许多多的机会。因此,学生只要掌握一定的学科基础,在本科阶段只是“入门”,“修行”和“造化”还在以后。中国则不同,扩招之后,每年各级政府都要为大学生就业问题头疼。如果学生没有一点真本事,可能谋生都困难。尤其是从非重点大学毕业的学生,他(她)面对的是企业挑剔的目光和众多同专业毕业生的竞争,而不是国外大学的招生。能够尽快“上手”、尽快适应企业的岗位需要,这才是他(她)最急需需要的。因此,在学校里充分利用资源,多学一点,没有什么不好。

中德工程学院学生要经历比普通本科生更

(下转第 51 页)

付出比正常情况更高的代价(更小的围护结构传热系数),显然,这样的建筑已超过或远远超过 50% 的节能总体目标,从而使这些地区的开发商不知不觉地“蒙冤”,这将有损标准的权威性及公正性。

上述问题在很大程度上制约了建筑节能工作的推进效果,产生这类问题的原因是否与本文所探讨的问题有关,目前难下定论。由于问题的复杂性及实验证实的困难性,目前仍然有许多问题还有待于深入探讨^[9-10]。

4 结论

4.1 全年空调供暖能耗可以分为太阳辐射为 0 各时刻能耗和太阳辐射大于 0 各时刻的能耗,把它们从总能耗中解析出来,有利于更加深刻认识遮阳系数对全年空调供暖能耗及节能率的影响。

4.2 在福州,由于冬季有太阳辐射各时刻供暖能耗相对于 $I=0$ 各时刻能耗比例很小,故遮阳措施对供暖总能耗的影响不显著,从而证明 DOE-2 关于冬季遮阳系数对供暖节能率的结论是值得商榷的。

4.3 在福州,由于夏季有太阳辐射各时刻空调能耗远大于 $I=0$ 各时刻空调能耗,故遮阳措施对空调总能耗及节能率的影响非常显著,DOE-2 与特征温度法的结果是一致的。

4.4 通过对福州全年各时刻空调供暖能耗、建筑负荷及节能率解析发现,尽管各时刻能耗及节能效果孤立看很分散,但总体上仍然遵循某些基本规律,本文揭示了其规律性,供同行参考。

参考文献

- 1 彦启森,赵庆珠,合编. 建筑热过程. 北京:中国建筑工业出版社,1986

- 2 Long Enshen. General descriptions of research method, buildings, analysis object, assumptions and weather conditions of background cities. *Building and Environment*, 2005, 40 (4): 443-450
- 3 Winkelmann F C, Birdsall B E, Buhl W F, et al. DOE-2 BDL Summary. Version 2.1E, Energy and environment division, Lawrence Berkeley National Laboratory, University of California, 1993
- 4 Long Enshen, Chen Jinhua. Are the annual relative variation rates of energy consumption approximate in different cities with the same shading coefficient? *Building and Environment*, 2005, 40 (4): 507-515
- 5 JGJ 134-2001 夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准
- 6 Long Enshen, Zhou Jie. Classified identifications: the annual relative variation rates (RVRs) of energy consumption are approximate in different cities with the same shading coefficient. *Building and Environment*, 2005, 40 (4): 517-528
- 7 Long Enshen, Zang Zixuan. Hourly classified identifications: the annual relative variation rates (RVRs) are approximate in different cities for the same building under the same shading coefficient. *Building and Environment*, 2005, 40 (4): 529-536
- 8 卜震,陆善后,范宏武,等. 关于居住建筑节能评估方法的探讨. 见:2004 年全国空调模拟分析学组学术交流会议论文集. 2004. 13-18
- 9 龙恩深,付祥钊. 外保温节能个性与共性的研究. *中国建设报*, 2004-08-03
- 10 Long Enshen, Zang Zixuan, Ma Xiaofei. Are the energy conservation rates (RVRs) approximate in different cities for the same building with the same outer-wall thermal insulation measures? *Building and Environment*, 2005, 40(4): 537-544

(上接第 42 页)

多的实习和实践,这本身就是最好的素质教育。所谓素质教育,一度被曲解为唱歌、跳舞、文学、艺术,而且被量化为一门门必选的选修课学分。须知人的艺术修养不是靠上几门课程就能熏陶出来的。如果一个工科学生,会唱歌跳舞,却不会使锉刀、接电线,你能说这样的教育是成功的吗?

6 结语

尽管国内已有多所高校与德国 FH 进行校际合作,但作为政府间合作的国家级项目,特别是建筑设备专业进入合作,还是一件新事物。FH 在德

国相当成功,它能否适应中国国情、能否在中国取得成功并得到推广、能否起到推动我国暖通空调和建筑设备事业发展的作用,还需要时间检验,更需要笔者的努力。期望更多的业内人士关心教育、关心人才培养、关注我们的教学实践。

参考文献

- 1 德国的专科学院简介. <http://www.edu-fair.com>
- 2 同济大学中德工程学院项目报告. 2004
- 3 龙惟定. 中国能成为世界空调制造中心吗?——三论面对 WTO 的中国暖通空调业. *暖通空调*, 2003, 33 (4): 58-63