

QUALITY REQUIREMENTS OF THE QUALIFICATION OF REGISTERED ENGINEER IN THE UNITED STATES

美国注册工程师资格的质量定位

——国际工程人才质量保证系列之二——

同济大学 毕家驹

美国专业工程师注册制度规定的工程师注册条件，主要包括：教育要求，经验要求，和考试要求三个方面。其中有关工程学位教育的质量保证已在本系列之一中作了全面论述[1]。本文的主题在于论述上述第二、三方面的质量定位。这主要体现在各州的专业工程师注册局和全国工程与测量考试委员会（NCEES）的工作中。

美国的专业工程师注册是各州分权的。各州分别制定本州的工程师注册法规，并授权州的工程师注册局执行法规，实施注册事宜。

各州的注册局又以会员制组织形式，共同组建了全国工程与测量考试委员会，为各注册局承担一些有必要统一和协调的工作，其中主要的就是专业工程师资格考试工作。

本文一方面将围绕 NCEES 资格考试的台前幕后，论述其为保证工程师质量所做的实践与研究；另一方面将阐述各州注册局对注册资格的质量把关，以及对注册工程师执业质量的管理。读者藉此可以全面了解美国专业工程师资格的环境质量保证，从而引起对我国相关问题的思索。

美国的注册专业工程师（registered professional engineer）一词，有时简称为注册工程师，或专业工程师，或工程师。

一 从 NCEES 工程师资格考试看质量定位

NCEES 是以美国 50 个州及其它行政区的 70 多个专业工程师和测量师注册局为团体会员而组成的全国性组织。

NCEES 负责为各州注册局主持的专业工程师资格考试服务。这包括组织命题、阅卷、评分和确定合格分数线等。NCEES 还负责制定有关工程师的注册标准和程序、执业标准、资格验证办法、和职业道德条例等文件的范本，推荐给各注册局参考使用。

资格考试是一种合格水平考试。其目的是鉴别应考人是否具备专业工程师的基本能力，足以在专业工作中确保公众的健康、安全和利益。资格考试的特点是难度适中、量大面广、时间紧凑，要求对考题中的概念正误、量级大小、工程设计和工程问题等很快作出定性判断或定量分析。资格考试分为两个步骤进行。首先是工程基础考试，简称 FE 考试。应考人主要是高校四年级学生或刚从本科毕业不久的工程人员。FE 考试着重考核应考人所受的高等教育，鉴别其是否达到见习工程师的合格水平。它的具体要求与工程与技术鉴定委员会下属工程鉴定委员会（ABET-EAC）规定的专业鉴定标准相呼应。然后是工程原理和实践考试，简称 PE 考试。应考人一般应已具有 4 年或 4 年以上的专业工作经验。PE 考试着重考核应考人的专业工作经验，检验其是否达到专业工程师的合格执业水平。

近年来，为了使注册专业工程师具有更高的教育和执业水准，NCEES 展开

了新一轮的考试改革。主要是提高了考试难度，要求 FE 考试更全面地检验学士学位教育在知识、能力和素质等方面的产出质量；并要求 PE 考试更严格地考核应考人的执业能力。具体来说，以前 FE 考试的内容只含大学一、二年级的教学内容，而自 1995 年 10 月开始，其内容改为覆盖大学一至四年级的全部教学内容。以前的 PE 考试，由各学科分别出题 12-24 道不等，但只要求从中选做 8 道。这样，应考人就有可能避开自己不熟悉的题目。自 1993 年开始，各学科正陆续改为只出 8 道题，道道要做，无可回避。

(一) 考试内容和要求[2]

1 FE 考试

FE 考试为 8 小时。上午 4 小时，共 120 道多答选择题。考试内容包括 12 个科目，覆盖大学一、二年级的课程。这些科目是：化学（9%），计算机（5%），动力学（8%），电工线路（10%），工程经济（4%），职业规范（4%），流体力学（7%），材料科学/物质结构（7%），数学（20%），材料力学（7%），静力学（10%），热力学（9%）。

下午也是 4 小时。考卷分为六大类，即化工，土木，电气，工业管理，机械，和综合类。应试人可从中选一类参加。若应试人的专业不泛属上述前五类，则可选综合类。各类考试的科目，从 11 到 20 门不等。考题共有 60 道多答选择题，内容覆盖大学三、四年级的课程。以土木类为例，其考试科目为：

计算机与数值方法（10%），施工管理（5%），环境工程（10%），水力学与水文系统（10%），职业法规（5%），土力学与地基基础（10%），结构分析（10%），结构设计（10%），测量（10%），交通运输设备（10%），水的净化与处理（10%）。

FE 考试是闭卷考试，考试时只允许使用一本随考卷发下的参考手册。

2 PE 考试

PE 考试是按各工程学科分别进行的，工程学科总共划分为 2 组 16 种如下：第一组 化学工程，土木工程，电气工程，环境工程，机械工程，结构（I），结构（II）。

第二组 航空与航天工程，农业工程，控制系统，防火工程，工业管理工程，制造工程，冶金工程，采矿与冶矿工程，核工程，石油工程。应考人选择其中的一种参加。

PE 考试也是 8 小时。上午 4 小时，下午 4 小时，共做 8 道问答题。以结构（I）为例，PE 考试的科目是：

房屋结构-钢筋混凝土（1 题），基础或挡土结构（1），房屋结构-钢（1），桥梁结构（1），房屋结构-木（1），横向力（1），房屋结构-砖石（1），特殊问题（1）

PE 考试是开卷考试，考试时一般可以使用自己的教科书、手册或其它装订成册的参考资料。

稍加分析即可发现，不论是 FE 考试，还是 PE 考试，其考试科目大概都不是我国行之多年的任何单个窄口径工程专业的教学内容所能覆盖。

(二) 考试的管理[3,4]

NCEES 具有关于考试管理的多年经验，制定了比较完备的规章制度，以严格保证工作的秩序和质量。其中包括：考试委员会的组织，考试方案，考题设计、审查和评分，考卷发放，考场规则，保密和安全，及格分数确定原则，成绩发布办法，考试不及格者查阅考卷的规定，出版物版权，以及跨国服务等。

1 考题设计

NCEES 规定每一个考题设计人都必须是注册专业工程师，并熟悉所设计考题的相关学科内容；并不加限制地向所有的注册专业工程师广泛征集考题。NCEES 收到的每一道题都要由两个工程师试做，选出其中合适的题目存入题库。

每一次考试用的试卷，要在两年以前就拟定。先由命题委员会委员根据考试大纲的要求，从题库中选题，形成试卷；再交命题委员会审核并作修改；然后将经审定的试卷试印出来，再次经过两位命题委员复审；复审通过以后的试卷，方可正式印制，供考试使用。

NCEES 编制了一本考题编写指南，严格规定了考题格式、书写要求；并详尽说明了编写方法、注意事项，还列举了编得较好的和较差的考题，供考题设计人参考。

为了使考题的深广度能如实反映专业工作所要求的最低合格水平，NCEES 连续多年作了大量的调查和研究，并相应地对考试的内容和形式作了调整。

2 评分标准

试题中的多答选择题都是用计算机阅卷的。例如 FE 考试，上午 120 道题，每题权数相等，答对的每题 1 分。下午 60 道题，每题权数也相等，答对的每题 2 分。答错的均不扣分。计算机在阅卷的同时，在每一道题的 4 个可能的答案中统计出应考人选择最多的一个。阅卷监控人将之与原拟定的正确答案一起进行比较分析。必要时，对原定答案进行调整。然后按调整后的结果，让计算机重新阅卷记分。

但是，NCEES 最后发布的 FE 考试成绩并不是这种按 0-240 分制计算的分数，而是根据最低合格分数线（MPS），经过换算所得，按 0-100 分制计算的分数。因此首先要确定 MPS。

每当 FE 考试的内容和形式有重大改变时，NCEES 就要召集一个由一些专业工程师组成的特别委员会。由这个委员会来评价这一新的试卷，估计作为一个起码合格的见习工程师，至少应在这份试卷上做对多少道题，得多少分。他们所估出的这个分数就是 MPS。接着把 0-240 分制中的 MPS 值视作 0-100 分制中的 70 分。随之，0-240 分制中的其它分数值就都可以用线性插值的办法换算为 0-100 分制中的某一个分数值。这个分数值正是应考人所获得的成绩。

在此以后，每次考试的 MPS 值都要用统计方法来确定，使之与上述 MPS 值所反映的标准相一致。这就是说，每次考试题目的难易程度总难免有些上下，因此按 0-240 分制估算的 MPS 值也会略有不同，但其所反映的合格标准则力求做到是相同的。

每个应考人在 PE 考试中共做 8 道题。每题满分为 10 分。得 10 分为特佳，得 8 分为甚佳，6 分为及格，4 分低于及格，2 分略具基本知识，0 分完全不对。8 道题满分为 80 分。规定的及格线是 48 分，但允许按具体情况，在上下 5 分的范围内调节及格分数线。

为了使每次考试的 MPS 能稳定、公平地反映相同的合格水平，NCEES 对如何合理地确定最低合格分数线作了许多探索和研究。

3 复习指导

NCEES 出版各种书面资料和音像材料帮助应考人了解和准备考试。资料大体上可分为三种。第一种是手册类的，例如 FE 考试的参考手册，这是允许应考人在考场内使用的唯一参考资料。它的内容覆盖考试大纲范围内的、不要求应考人记住的、主要的参考材料，诸如常用单位、换算关系、基本常数、文字符号、定

义、公式、数值表、曲线和图形等。另一种是样题类的。FE 和 PE 考试的机、电、土、化等类均有单本样题。样题保持试卷原型，但篇幅减半，并附有正确解答。第三种是复习指导类的。这通常是包括复习指南、参考资料和例题等的综合性指导书，可辅导应考人进行考试准备。

二 从专业工程师注册过程看质量定位

美国的专业工程师注册是各州分权的。每个州的议会就本州的专业工程师注册和工程业务等问题立法，并成立州的专业工程师注册局负责执行有关法规。注册局成员（board member）由州长任命。成员中的多数是专业工程师，少数是公众代表。前者必须是美国公民，本州长期居民，本州注册专业工程师，具有较长的工程业务经历；而后者必须过去和现在都不是工程师。各州的组织情况因地制宜，所以并不完全相同。

各州专业工程师注册局的主要任务是依法执行专业工程师注册事宜，并对工程业务进行管理。此外，注册局还向工程师提供有关注册咨询、专业进修和专业信息等方面的服务。

各州专业工程师的注册标准，都包括教育、经验、考试三个方面。各州的具体要求略有差别，但总体水准大体相当。

（一）注册资格审查[5,6]

1 教育要求

审查申请人是否具有经 ABET-EAC 鉴定过的 4 年制工程学士学位；或其它经注册局评估认可的 4 年或 4 年以上的有关学位。这包括审查由校方直接递交注册局的申请人成绩单。

2 经验要求

审查申请人在取得 ABET-EAC 鉴定过的学位后，是否具有 4 年的专业工作经验。对于其他申请人，在取得经注册局评估认可的 4 年或 4 年以上的有关学位后，所要求的专业工作年限，要根据他们所受教育的质量好坏来决定。学历的质量保证越差，则对之要求的专业工作年限越长，例如 6 年、8 年、12 年、以至 20 年等。

在审查申请人的专业工作经验时，注册局要考虑下列因素，以确定申请人所从事的专业工作是否足以可靠地衡量申请人的工程执业能力。

- （1）在一位注册工程师指导下从事工程专业工作；
- （2）工作性质是循序渐进的，对申请人的工作质量要求不断提高，工作责任逐步加重；
- （3）能显示出申请人在工程数学，自然科学与应用科学，材料特性以及工程设计基本原理方面的知识状况；
- （4）能显示出申请人在深入解决工程实际问题方面，运用工程原理的能力；
- （5）至少有 2 年应用规范和熟悉美国惯用做法的经验。

此外，注册局还要求获得 5 份推荐书，以证明申请人的专业经验和能力，品质和名声。这 5 位推荐人应对申请人有充分的了解，其中至少应有 3 人是注册工程师。

3 考试要求

审查申请人是否通过了 FE 考试和 PE 考试。

对于获得 ABET-EAC 鉴定的工程学士学位的申请人，允许他们在大学 4 年

级

时或毕业后，参加 FE 考试；并在取得 4 年专业工作经验后再参加 PE 考试。

对于其他申请人，则视其教育质量和专业工作质量的情况，而对报考提出更为苛刻的专业工作年限限制。

此外，注册专业工程师资格每年都要重新办一次注册手续。其目的是再次证实申请人继续保持专业工程师的执业能力和水平，其中包括完成 15 小时的专业进修计划。进修内容可以是：选修大学课程或继续教育课程；参加函授、电视、录象或其它短期课程；参加各种学术会议；在上述各项目中讲课或作报告；撰写并出版论文、文章、图书等；积极参与专业或技术学会活动；以及申请专利等。有的注册局规定必须进行专业进修，而另一些注册局则采取鼓励的方式。

(二) 工程执业管理^[5,6]

1 授权

注册局依法授权注册工程师从事专业工程服务。

专业工程服务 (professional engineering services) 指的是那些必须由注册工程师从事的，或在注册工程师指导下进行的，需要运用工程原理和理解工程数据的工作。它包括咨询、规划、设计、建造、房地产改造和维修等。它所涉及的对象可能是公共的或私人的结构、房屋、机械、装备、公共事业设备、工艺过程等的工程项目。专业工程人员在其中进行调查，研究，勘测，试验，设计，审图，制定计划和明细表，项目管理，评估，从事价值工程等。

注册局给每个注册工程师颁发一份注册证明书和一枚印章，并授权注册工程师在，并只能在，他们本人完成或在他们管辖下完成的各种技术文件上签名盖章，以承担责任。

任何其他人员冒用注册工程师名义，或擅自行使注册工程师职权均属非法。

任何组织机构在没有本州注册工程师执业的情况下开展专业工程业务，均属非法。

公共事业中，任何涉及公众健康、福利和安全的专业工程都必须由注册专业工程师制定规划、规格和预算，并在注册工程师指导下进行工程施工，否则均属非法。

2 职业规范

注册局要求注册工程师自律其职业行为。

注册工程师本人不应从事，也不应签章包庇他人从事危及公众财产、生命、安全、健康和福利的任何工程活动。

当注册工程师的私人利益很可能会影响其对某项工程问题的正确判断、决策和实施时，该工程师不应接受此项工程任务。

注册工程师不应为同一工程项目私下索取或接受来自任何第三方面，包括材料和设备供应商或工程承包商等，的好处。

注册工程师不应争取或接受政府部门的雇佣或工程合同，如果该工程师的组织机构中的负责人同时也是该政府部门的成员或雇员。

作为政府部门成员或雇员的注册工程师，不应参与策划或实施由他本人、或他的合伙人、或他的组织机构向该政府部门提供的工程服务；也不应利用该政府部门的资产、公用事业设备及其所提供的服务为他可能介入的私人利益服务。

作为私人开业或私人雇佣的注册工程师，不应利用客户或雇主的资产、公用事业设备及其所提供的服务他自己的利益服务。

注册工程师，就他的学历和经验来说，不应接受他不能胜任的雇佣或工程任

务；也不应签章他无能力作出可靠判断的任何工程文件。

注册工程师不应故意泄露雇主或客户的私人信息或机密，除非是获得了雇主或客户的同意，或者是出于执行有关法律的需要。注册工程师更不应利用此类信息去损害他们的利益，或为第三者谋利。

注册工程师不应以金钱、礼品、政治捐款、或其他恩惠为诱饵，去争夺工程项目。

注册工程师不应以虚假或误导的广告骗取专业雇佣。

注册工程师不应就他的、或他的合伙人的、或他的组织机构的专业资格，包括工程教育、经验、特长或其它工程资格等，作误导的陈述。

3 纪律

注册局对确认为违反本州工程执业法规及其它有关规章条例的注册工程师将予以罚款，惩戒，暂停或吊销执照，以及拒绝重新注册等纪律处置。

三 国际公认的工程师注册框架

美国的专业工程师注册制度，是国际上现有的相对成熟的工程师注册制度之一。结合考虑英国等其它国家的工程师注册制度的特点，可以概括出一个国际惯用的工程师注册体系的框架[7]，供读者参考。

（一）工程师注册工作框架

1 确定哪些学科的工程师有必要注册。

2 工程师注册制度应以工程学士学位教育体系以及全国性的工程专业鉴定制度为其前提和基础。而工程教育及其专业鉴定必须考虑注册专业工程师应具备怎样的知识、能力、和素质。从而考虑调整工程专业设置，修订教学计划，制订或修订鉴定准则。

3 制定有关工程师注册和工程执业管理的法律。

4 工程师注册的典型标准应包括教育要求、经验要求、以及考试或考核要求三个方面。教育要求应不低于经过鉴定的4年制工程学士学位教育；经验要求应不低于逐步趋向注册工程师水平的4年专业工作培训和实践；关于考试或考核，或者可采用美国方式的FE和PE考试，或者可采用英国方式的书写专业工作报告，再加面试考核的方法。

5 对于其他通过非典型途径接受教育和获得专业工作经验的申请人，应另外制定各种相当的教育要求和经验要求。

6 严格规定注册程序，严格规定工程师的工作权限、职业规范和纪律。严格区分注册工程师和非注册工程师的职责界限。

（二）工程师注册组织框架

1 依法建立一个政府性质的工程师注册机构，或者依法委托一个非政府性质的全国工程组织，来负责全国各有关工程学科的工程师注册和工程执业管理。根据我国实情，从目前情况来看，应以前者为宜。

2 专业鉴定机构和工程师注册机构，可以是一个统一机构内的两个部门；也可以是两个独立的机构，彼此协调配合。工程专业鉴定机构的专业鉴定结论，为工程师注册机构所承认。合与分，两种机构形式，各有利弊。

（三）国际相互承认框架

1 必须建立全国性的工程专业鉴定体系。工程学士学位教育及其专业鉴定的标准与国际公认的水准相当，其工作程序和方法接近国际惯例，并为国际同行

所了解。

2 必须建立全国性的工程师注册体系。注册标准与国际公认的水准相当，其工作程序和方法接近国际惯例，并为国际同行所了解。

3 与有关国际工程组织建立联系，加强相互交流与了解，为相互承认创造条件。

四 抓住机遇 迎头赶上

如果将工程师与建筑师区别开来的话，那么中国大陆工程师注册制度的第一例是即将正式推出的结构工程师注册制度。建设部的战略眼光给中国工程界带来这一可喜的开端。但是，建设部的工作只能局限在它所涉及的少数几个专业范围内。至于覆盖全国各工程专业的统一的工程师注册制度，远还没有走上筹建的正轨。这需要政府加强领导，统一规划，立法建制。工程界和工程教育界也应责无旁贷地去探索、研究，促进其建立和发展，推动它与国际接轨。

华盛顿协议各签约组织正委托其成员之一的香港工程师学会牵头，筹备有关正工程师的国际相互承认问题，并将起草一份可能叫做“香港协议”的新文件。参加研讨这一问题的工程组织，主要是签署华盛顿协议的 8 个国家的工程组织，此外，还吸收了覆盖 27 国的欧洲国家工程协会联合会，以及日本咨询工程师协会参加。如果这三十几个国家达成了某种协议。这意味着这些国家的注册工程师将可能在某种程度上获准进入彼此国家的专业服务市场；在这些国家之间的专业服务贸易将进入一个更为畅通的新阶段。这无疑是一个严峻的挑战，但如果充分把握住它，也完全可能成为一个机遇。

参 考 文 献

- [1] 毕家驹，“美国工程学位教育的质量保证”，《同济教育研究》，1997，第 4 期。
- [2] National Council of Examiners for Engineering and Surveying (NCEES), USA,
Web site: <http://www.ncees.org>, up to 1997.
- [3] NCEES, “Item Writing Guide of Fundamentals of Engineering Examination”, 1995.
- [4] NCEES, “Procedures Used to Set a Minimum Passing Score on the October 1993 Fundamentals of Engineering Examination”, 1994.
- [5] NCEES, “Model Rules and Regulations for Registration Boards”, 1995.
- [6] Texas Board of Registration for Professional Engineers, “Law and Rules Concerning The Practice of Engineering and Professional Engineering Registration”, 1994.
- [7] 毕家驹，“中国工程学位与工程师资格通行世界的必由之路”，《中国高等教育评估》，1998，第 1 期。