



硕士层次工程教育认证 标准体系探析

Research on the Criteria System of Engineering Education Accreditation of
Master's Level

清华大学教育研究院 王孙禺
2016年12月16日

目录

- 1 欧美典型硕士层次工程教育认证标准体系
- 2 硕士层次与本科层次认证标准的差异
- 3 硕士层次认证标准体系的设计原则
- 4 我国硕士层次工程教育认证通用标准设计



1、中国在2013年6月成为《华盛顿协议》预备成员国，并于2016年6月成为该协议正式成员国，这在一定意义上标志着我国已初步建立国际实质等效的本科层次工程教育专业认证体系。

2、《华盛顿协议》聚焦本科层次工程教育认证，随着工程从业人员受教育水平的普遍提高，各国工程教育认证开始向硕士层次延伸。

中国硕士层次工程教育规模居全球首位，开展硕士层次工程教育认证并实现与国际同类认证的实质等效，成为我国工程教育认证的发展趋势。



ABET与《华盛顿协议》

- ABET (Accreditation Board for Engineering and Technology) 有近80年的历史，是美国大学在应用科学、计算机、工程和技术**专业认证**领域最权威的认证机构
- ABET六项关于工程教育学历或从业资格互认的国际性协议
 - ◆ 高等工程教育学位（学历）互认协议
 - 《华盛顿协议》
 - 《悉尼协议》
 - 《都柏林协议》
 - ◆ 工程师专业资格互认协议
 - 《工程师流动论坛协议》
 - 《亚太工程师计划》
 - 《工程技术员流动论坛协议》

签署时间最早、缔约方最多的是《华盛顿协议》，也是世界范围知名度最高的工程教育国际认证协议。

		国家/地区	成员组织名称	加入年份
正式成员组织	1	澳大利亚	澳大利亚工程师学会	/1989
	2	美国	美国工程与技术认证委员会	/1989
	3	爱尔兰	爱尔兰工程师学会	/1989
	4	新西兰	新西兰专业工程师学会	/1989
	5	英国	英国工程委员会	/1989
	6	加拿大	加拿大专业工程师委员会工程认证委员会	/1989
	7	中国香港	香港工程师学会	/1995
	8	南非	南非工程委员会	1993/1999
	9	日本	日本工程教育认证委员会	/2005
	10	新加坡	新加坡工程师学会	2003/2006
	11	中国台湾	台湾工程教育学会	2005/2007
	12	韩国	韩国工程教育认证委员会	2005/2007
	13	马来西亚	马来西亚工程认证委员会	2003/2009
	14	土耳其	土耳其工程教育评估和认证协会	2010/2011
	15	俄罗斯	俄罗斯工程教育协会	2007/2012
	16	印度	全印度技术教育委员会国家认证委员会	2007/2014
	17	斯里兰卡	斯里兰卡工程师学会	2007/2014
		18	中国	中国科学技术协会
准成员组织	19	巴基斯坦	巴基斯坦工程委员会	2010/
	20	孟加拉国	孟加拉国工程和技术教育认证委员会	2010/
	21	菲律宾	菲律宾技术理事会	2013/
	22	秘鲁	秘鲁工程师协会	2013/
		德国	德国工程、信息科学、自然科学和数学专业认证机构ASIIN	2003/2013退出



认证组织

涉及硕士层次工程教育认证的典型组织：

- 1、欧洲工程教育认证网络（ENAAEE）
- 2、英国工程委员会（EngC）
- 3、德国工程、信息科学、自然科学和数学专业认证机构（ASIIN）
- 4、美国工程与技术认证委员会（ABET）

认证标准

硕士层次工程教育认证标准：

- ENAAEE 的EUR-ACE框架第二阶段学位标准
- EngC的综合型工程硕士学位项目和其他硕士学位项目学习产出标准
- ASIIN的硕士层次毕业生能力标准
- ABET的硕士层次通用标准





共同点

1、硕士和本科层次的工程教育认证标准在同一个标准体系内，硕士层次标准是本科层次的拓宽和提高

ENAAEE和英、美、德等工程教育强国的工程教育认证组织同时负责本科和硕士层次的专业认证，两个层次的认证程序规则、通用标准条目也基本一致，通用标准差别主要体现在学生成果产出上，硕士层次标准是本科层次的扩展和深入，两者可以实现很好的衔接。



2、以学生为中心，以学生成果产出为导向

各项标准紧密围绕项目产出的实现。考察ENAAE 的EUR-ACE框架标准、ABET的EC2000标准、EngC以及ASIIN的认证标准，发现其研究生层次标准包括培养目标、学生成果(项目产出)、课程体系、师资条件、设施资源、管理体系和持续改进等大项，其中以学生成果评价为核心，各项认证标准的要求紧密围绕学生成果的实现。

项目产出标准包括**知识和理解、分析和解决问题能力、工程设计能力、调查能力、工程实践能力、通用的交流沟通技能**（包括团队合作、信息技术能力等社会各行业通用能力）等内容。



3、以专业持续改进为目标

各标准体系将持续**改进**或对教育目标和**过程的评估**作为一项认证标准，促进认证专业用规范性的手段对教学目标、教学过程等进行自我评估，并加以完善和改进。

4、保证工程教育项目的多样性

各标准体系在强调项目产出的同时，对教育项目如何实现各项毕业生能力产出并没有作太细的规定，给各项目根据自身特点发展**留有足够余地**，保证了工程教育项目的多样性。



差异

从欧美典型的工程教育认证体系的经验来看，硕士层次和本科层次认证标准在同一个标准体系内，包含共同的几大项认证标准。两个层次标准的**差别主要体现在学生成果产出上，在培养要求的程度、内容上进行了区分**，比如知识和能力的深度、广度上的差别，以及在硕士层次标准提出了本科层次没有的能力要求。

这种差别除了在**通用标准**中有所体现外，在**行业领域标准**中更充分而具体地体现出来。



EUR-ACE框架标准

EUR-ACE五个条目的认证标准和第一条目中的六项成果产出全部适用于第一阶段（相当于本科）和第二阶段（相当于硕士）的项目中。但是，六项成果产出在两个层次上的要求有重要的区别，**第二阶段项目在每一项产出上的要求都相应高于第一阶段，如学分要求、能力要求的程度等。**在六项成果产出上对第二阶段毕业生的特殊要求分别为：

（1）知识和理解

对于他们的工程分支原理的深入的知识 and 理解；对他们的工程分支前沿的批判性认识。

（2）工程分析

解决不熟悉、不完全确认、具有互相矛盾的说明（specification）的问题的能力；阐述和解决他们的专业内新的和正在出现的领域中的问题的能力；使用他们的知识和理解概念化工程模型、系统和过程的能力；运用创新性的方法解决问题的能力。

（3）工程设计

使用他们的知识和理解设计解决不熟悉的问题的能力，可能涉及其他学科；使用创造性去发展新的和原创的想法和方法的能力；使用他们的工程判断处理复杂性、技术不确定性和不完整信息的能力。

（4）调查

确认、定位和获取要求的数据的能力；设计和实施分析的、模型的和实验的调查的能力；批判性地评估数据并得出结论的能力；调查在他们的工程分支中新的和正在出现的技术的应用的能力。

（5）工程实践

整合不同分支的知识，并掌控复杂性的能力；对可应用的技术和方法以及它们的局限的综合性的理解；关于工程的非技术影响的知识。

（6）可转移技能（沟通交流技能）

在第二阶段要求更高的水平上满足第一阶段毕业生的所有可转移技能要求；作为一个可能由不同学科和水平组成的团队的领导者，有效地发挥作用；在国内和国际背景下有效地工作和交流。



ABET工程专业认证委员会 (EAC) 标准

EAC的硕士层次通用标准的五项要求（学生和课程、项目质量、师资、设施和学校支持）涵盖了本科层次通用标准的学生成果、课程、师资和学校支持要求，并在**学生和课程、师资、设施方面**提出了进一步要求。

ABET的2016-2017年度工程教育项目认证标准提出：

硕士层次教育项目必须要求学生完成超出本科项目之上30个学时或与之等效的课程学习；

硕士层次工程教育项目必须要求每个学生熟练掌握与硕士项目名称一致的一个具体研究领域或专业实践领域，并在该领域达到超过本科层次项目要求的水平；

讲授研究生水平课程的教师必须具有适当的学历（educational qualifications），其学历可由接受教育或实践经验获得；

资源和设施必须代表该学科当前专业实践的水平。



ASIIN的专业领域具体标准

ASIIN根据研究生学位与本科学位培养目标的差异，在两者的学生成果标准的范围和强度上作了区分。两个层次学生成果认证标准的区分主要体现在各专业领域的具体标准中，如表中所示电子工程、信息技术专业领域部分具体标准。

培养目标	毕业生学生成果	
	本科学位	硕士学位
知识与理解	<p>获得本科学位的毕业生需具备：</p> <ul style="list-style-type: none">获得广泛而健全的数学、科学及工程相关知识，能够理解电子工程/信息技术专业特有的相关复杂现象；获得更广泛的工程科学相关多学科背景知识。	<p>获得硕士学位的毕业生需具备：</p> <ul style="list-style-type: none">对于数学、科学方面知识具备更广泛而深度的掌握；对于电子工程/信息技术学科的专业原理的熟练认知；对基于上述某一领域的专业原理而实现的技术应用有深层认知。
工程分析	<p>获得本科学位的毕业生需具备：</p> <ul style="list-style-type: none">选择与运用专业领域的有效方法以解决实际建模、运算及检验问题；根据既有问题进行技术文献查阅及其他来源的信息资料的收集研究的能力；在实验或计算机模拟情境下的设计、运算与阐释能力；对于数据库系统及信息使用的准则、导向（合理的行为导向）及安全规范有明确认识。	<p>获得硕士学位的毕业生需具备：</p> <ul style="list-style-type: none">能够对全新、复杂的建模、测量、设计及检验方法的相关性、有效性及效率进行评估，并具备独立开发全新方法的能力。



我国：设计原则 衔接原则 等效原则

设计原则：

借鉴国际工程教育认证发展趋势，考虑我国研究生层次工程教育实际情况，我们提出**研究生层次工程教育认证标准系统的五条设计原则。**

- 一是以学生为中心，以学生成果产出为导向；
- 二是以专业持续改进为目标；
- 三是定位清晰，体现研究生层次和本科层次的区别，突出不同学位类型的差异；
- 四是考虑与本科层次工程教育认证标准的衔接；
- 五是与国际标准的实质等效。



衔接原则：（本科与硕士衔接）

欧美涉及硕士层次工程教育认证的组织一般同时负责本科层次和硕士层次的专业认证，两个层次的通用标准条目一致（ABET除外），主要在学生成果产出上体现差别。硕士层次的标准是本科层次标准的扩展和深入，两者可以实现很好的衔接。

我国本科层次工程教育认证由中国工程教育认证协会负责，包括通用标准和行业补充标准，硕士层次工程教育认证还没有明确专门的机构。构建中国的研究生层次工程教育认证体系，需要考虑与本科层次工程教育认证体系的衔接。

从国际经验来看，衔接的方式有两种：

一种是ABET的做法，要求申请硕士层次认证的专业必须首先满足本科层次的全部标准，本科专业认证标准是硕士认证标准的基础；

另一种则在研究生层次通用标准的各大项设置上与本科层次相对应，重点在学生成果产出上体现两个层次的差别。

03 硕士层次认证标准体系的设计原则



等效原则：（国际等效）

ENAAEE正在快速发展，其包含硕士层次工程教育认证的EUR-ACE体系对欧洲工程教育强国的影响在不断扩大。构建中国硕士层次工程教育认证的标准系统，需要考虑与EUR-ACE体系的对照和实质等效问题。实质等效问题和与本科层次认证衔接问题也有关联。我国本科层次工程教育认证注重与华盛顿协议的ABET认证标准对应。

在我国研究生层次标准制定上既要考虑与EUR-ACE体系标准的实质等效，也要通过与本科层次的衔接考虑到与华盛顿协议特别是ABET标准的关系。

具体来说，在研究生层次标准大项的设置上与我国已有的本科层次标准对应，同时也实现了与华盛顿协议特别是ABET的EC2000标准相对应；

着重在学生成果产出项体现研究生层次的特点，同时在这些特点上考虑与EUR-ACE体系标准对研究生的要求等效。



标准体系：

通用标准

专业标准

行业领域标准

设计思路：（通用标准设计）

借鉴国际工程教育认证体系的研究生层次标准，考虑我国工程教育实际情况和已有的本科层次认证体系，考虑与国际认证标准的实质等效，本部分为我国硕士层次工程教育认证提出了通用标准设计方案。

通用标准：

- 1、学生
- 2、教育目标
- 3、学生成果产出
- 4、培养过程
- 5、师资队伍
- 6、持续改进
- 7、支持条件



1、学生

(1) 学位项目应制定适当的政策和措施吸收新生，并确保新生具有足够的知识基础和能力素质使其在规定的时间内达到学生成果产出的要求。

(2) 对学生的课程学习、课题研究和工程实践有到位指导，在职业规划、就业和身心健康方面对学生进行有效的辅导。

(3) 在整个培养过程中对学生跟踪评估，监督学生的发展促进他们达成学生成果产出，达到项目教育目标顺利毕业；记录学生在各个培养环节的表现和所有毕业生达成的所有毕业要求。

(4) 制定适当政策接收转专业学生和交换学生，认定他们的原有学分和在本项目学习获得的学分。

2、教育目标

(1) 学位项目应该有公开的、符合学校办学宗旨和所有利益相关者需求、和本标准体系相一致的教育目标。利益相关者包括学生、工业界、行业协会等；教育目标除了包括对研究生毕业的要求外，还应包括对硕士毕业若干年后职业发展的预期。

(2) 存在教育目标达成情况的定期评估制度，保证在所有利益相关者参与的情况下对教育目标完成情况进行检查和改进。



3、学生成果产出

学生成果产出和教育目标一致且符合认证要求；学生成果产出包括14项，加上项目所确立的其他成果产出。这14项要求较为完整地体现了国际工业界和工程教育界对工程硕士的知识、能力和综合素质要求，包括7项解决工程实际问题的“硬技能”和7项工程创新必备的“软技能”。

其中1-6项硬技能与EUR-ACE认证标准中的“知识和理解、工程分析、工程设计和工程实践能力”相当，第7项相当于“调查能力”，第8-14项软技能相当于“可迁移技能”。本标准中软技能比EUR-ACE的“可迁移技能”标准更为细化，可与我国本科层次工程教育认证标准和EC2000的相关标准相对应。

	知识、能力、素质要求
1	工程相关的数学与自然科学知识的学习与理解能力
2	本专业基础知识和技术应用知识的学习与理解能力
3	工程基础理论与技术研究能力
4	工程设计与开发能力
5	工程实际问题的识别和分析能力
6	在工程实践中应用适当的技术、技能和工具解决工程问题的能力
7	获取与应用信息的能力
8	组织管理能力
9	人际沟通与团队合作能力
10	国际视野与跨文化交流能力
11	知识更新与终身学习能力
12	技术革新意识与追求创新的态度
13	工程职业伦理与社会责任感
14	本专业领域技术标准，相关行业的政策、法律和法规的理解与应用能力



3、学生成果产出

在右表的基础上，对于研究生层次标准有进一步的要求。

- 1) 其中第二项、第三项要求对本专业知识、原理的深入理解和掌握，对本专业发展前沿具有批判性认识；
- 2) 第四项要求对本专业新出现的、涉及多个专业领域的、具有相互矛盾属性的复杂工程问题的识别和分析能力，对不熟悉的、尚无明确解决方案的问题具备原创性分析能力；
- 3) 第五项要求对于不熟悉的、含有不确定性、涉及多学科的复杂问题的设计解决能力，开发创新性解决方法的能力；
- 4) 第六项要求整合不同专业领域知识和对工程复杂性的掌控能力，综合理解工程实践中可应用的技术和方法的局限性，深入了解非技术性因素对工程问题的影响，在利益相关方意见不一致时沟通和解决问题的能力；
- 5) 第七项要求对于工程实践所需信息、专业前沿技术的调查获取能力，对数据信息的批判性评估并作出结论的能力；
- 6) 第九项、第十项要求在由不同学科背景、文化背景和能力水平个体组成的团队中发挥领导、协调作用的能力，在国际背景下有效交流和工作的能力。

	知识、能力、素质要求
1	工程相关的数学与自然科学知识的学习与理解能力
2	本专业基础知识和技术应用知识的学习与理解能力
3	工程基础理论与技术研究能力
4	工程设计与开发能力
5	工程实际问题的识别和分析能力
6	在工程实践中应用适当的技术、技能和工具解决工程问题的能力
7	获取与应用信息的能力
8	组织管理能力
9	人际沟通与团队合作能力
10	国际视野与跨文化交流能力
11	知识更新与终身学习能力
12	技术革新意识与追求创新的态度
13	工程职业伦理与社会责任感
14	本专业领域技术标准，相关行业的政策、法律和法规的理解与应用能力



4、培养过程

(1) 包括保证获得学生成果产出的课程体系和相关程序，课程体系、工程实践与学位论文等各培养环节必须符合项目教育目标，能保证学生成果产出的达成。

(2) 课程体系应包括与专业相关的学科领域，并且由该领域的工业界专家或行业协会专家参与设计；课程内容是本科层面内容的拓宽与深入。

(3) 在工程实践环节有明确的教学方案并保障学生有足够的实践时间，有完备的工程实践场所和管理体系，实践教学师资能够保证学生成果产出的达成。

(4) 对学位论文的选题、开题、论文工作和答辩环节有明确的要求和标准，质量保障措施到位，研究生导师对学生学位论文的指导充分，能够保证学生成果产出的达成。

(5) 在课程学习、工程实践和学位论文等各培养环节有适当的评估方法检查学生成果产出的达成程度。

(6) 教师必须确保在所负责课程和研究生培养的各个环节上投入足够的时间和精力。

5、师资队伍

(1) 教师队伍足以实现学生成果产出。教师数量能够满足课程教学和研究生指导的需要，组成合理，并有工业界专家作为兼职教师；教师有到工业界实习和接受培训的机会。

(2) 教师有足够的能力和专业水平承担课程教学和研究生指导，教师的工程经验应满足研究生培养的需要；教师应在教学和研究生指导上投入足够的时间和精力，并不断改善研究生培养工作。研究生导师的聘任和评估有严格的制度保障措施，导师数量和专业能力水平能够满足学生成果产出的要求。

(3) 教师应为学生提供学习指导、咨询和服务，为学生与工业界、本领域从业者和雇主的交流搭建桥梁，为学生职业发展规划作出足够的指导。

(4) 领导学位项目的教师应具备适当的学术资格和管理能力，不断完善项目的管理体系和成果产出。



6、持续改进

(1) 应有规范、系统的质量监控程序，定期对研究生培养的各环节进行评估，以确保实现学生成果产出。

(2) 对毕业生的职业发展进行持续跟踪，调查雇主机构和其他社会部门对毕业生表现的评价，检查教育目标的达成情况。

(3) 对课程体系、学生培养和毕业生发展的评估结果被用于学位项目的持续改进。

7、支持条件

(1) 教室、实验室、车间和相应的仪器设备足够支持学生成果的达成，计算机、网络、图书馆等设施和服务能满足研究生培养的需要。

(2) 技术和管理人员的数量、组成和能力能够有效支持学生成果的达成。

(3) 经费来源充足，能够满足学位项目运行和研究生培养的需要。

(4) 与工业界等校外部门的合作有助于实现学生成果产出。

(5) 学校提供学位项目所需的充足资源，包括有效的管理和服务、合格的新教师和学生等，以确保项目的培养质量和持续性。



总之：

- 1、考虑我国研究生层次与本科层次培养重点的差别，在“培养过程”中**强调“工程实践”和“毕业设计/学位论文”标准**，以体现研究生层次的特别要求。
- 2、本研究为我国工程教育认证的**通用标准设计**提出了建议，**专业标准和行业领域标准**由认证组织与大学院系、行业部门商议并委托相关行业协会制定，各行业协会可增加其他要求和更详细的规定，以适应所在领域的具体情况。在行业领域标准的学生成果产出部分会更具体地体现研究生层次与本科层次的差别。
- 3、我国硕士层次工程教育认证工作还处于起步阶段，关于硕士层次认证体系的**组织、标准、程序**问题需要继续深入细致研究。国际上，目前还没有一个全球性的硕士层次工程教育认证专门组织或体系，我国在稳步建设自身硕士层次认证体系的同时，**可以考虑与国际上主要的工程教育认证组织合作，在国际高水平工程教育认证领域进一步发挥主动。**

1911-2016



清华大学
Tsinghua University

自強不息

厚德載物

谢谢！