

略论工程师和工程师精神

王楠, 李伯聪*

中国科学院大学 人文学院, 北京 100049

摘要:“工程师”和“工程师精神”是非常重要的课题,可是,长期以来却一直受到严重忽视,急需用跨学科方法进行研究。从语言学视角看,“工程师”概念的出现远远晚于“工程师”职业的“事实性存在”,需要从“名实关系”的角度研究“工程师”的历史演化发展过程。同时还需要从经济学和社会学视角来审视现代工程师的职业化进程,由此可以得出几个结论:(1)第一次工业革命进程和工厂制度的形成过程中,工匠阶层的分化使得现代工程师出现;(2)工程师阶层出现和形成后,他们谋求像医生和律师那样的职业主义的身份和社会地位,从而建立了工程师职业社团,建立了国家工程院;(3)中世纪出现“高等教育学校”但没有“高等工程教育学校”;中世纪的工匠通过学徒制培养;而现代工程师需要先接受现代高等工程教育,然后在工程实践中锻炼成长,这就是工程师培养成长的两个阶段,二者相互联系、相互促进;(4)要注意研究工程师的分类、分层问题,要特别注重对行业或国家的工程发展发挥了战略指导和战略引领作用的工程师——“战略工程师”——的研究;(5)在工程师的经济、技术、社会作用 and 功能的定位问题上,工程师没有取得与其贡献相当的社会声望。本文最后简要概括了工程师精神:追求卓越和创新的精神、保障工程安全和效益的精神,沟通和团队合作的精神,真善美统一的精神,为用户、社会和人类负责任谋福祉的精神。

关键词: 工程师; 工程师精神; 职业责任; 职业社团

中图分类号: N031

文献标识码: A

文章编号: 1674-4969(XXXX)XX-0001-10

引言

“工程师”和“工程师精神”是重要而复杂的课题,内容丰富,意义重大,涉及许多重要的历史问题、现实问题、理论问题。可是,长期以来,二者却未能受到应有的重视,甚至可以说受到了严重忽视。

本文谈一些初步认识,就教于各界同仁和大方之家。由于涉及的问题太多而不能全部展开分析和讨论,这就使本文带有了某种程度的“研究提纲”的色彩。

在经济学和社会学研究领域,经济学家和社会学家对“工人”和“资本家”的理论研究论著无论在数量方面还是在理论广度和深度方面都可谓成果丰硕;

收稿日期: 2024-05-28; 修回日期: 2024-06-25

基金项目: 中国工程院战略研究与咨询项目“工程生态论的理论体系和实践研究”

作者简介: 王楠(1979—),女,博士,教授,研究方向为工程哲学、工程社会学。

*李伯聪(1941—),男,硕士,教授,研究方向为工程哲学。E-mail: libocong@ucas.ac.cn(通讯作者)

引用格式: 王楠,李伯聪.略论工程师和工程师精神[J].工程研究——跨学科视野中的工程,DOI:10.3724/j.issn.1674-4969.20240066.

Wang Nan, Li Bocong. On Engineers and the Spirit of Engineers[J]. Journal of Engineering Studies, DOI: 10.3724/j.issn.1674-4969.20240066.

相形之下，学者们对工程师的研究在广度和深度上都逊色很多，严重地相形见绌了。曾经担任4S学会主席的盖瑞·唐尼(Gary Downeyis)曾经直言不讳地指出：“STS持续忽视将工程和工程师作为主题”^[1]，这种状况是到了必须改变的时候了。

1 从研究方法和名实关系谈起

1.1 跨学科研究理论和方法

在分析和研究“工程师”与“工程师精神”时，研究方法是一个首要问题。不但需要运用哲学、历史学、社会学、经济学、语言学等不同学科的理论和方法，更需要运用不同学科交叉和综合的理论和方法。本文在研究方法上就着重采用了跨学科研究的理论和方法。

1.2 名实关系问题

在研究工程师和工程师精神时有一个应该特别注意的名实关系问题。

中国传统哲学特别关注名实关系问题。不但战国时期的儒家、道家、法家，特别是名家，都关注了这个问题，而且魏晋和后世的许多学者也关注了这个问题。在现代西方哲学传入中国后，我们更应该结合现代西方哲学的有关理论、观点和方法研究多种多样的名实关系问题。对于本文来说，焦点是有关工程师和工程师精神的名实关系问题。

从理论上说，认识名实关系的基本原则应该是“名实一致”“依实定名”“循名责实”“与时俱进”，可是由于多种多样的原因——包括认识论和社会学的原因——名实关系中出现“错位”“变形”“模糊”，乃至“张冠李戴”“南辕北辙”的现象和情况也是屡见不鲜的。如果再考虑到不同语言的翻译中所出现的名实关系的复杂现象，那就更是常常令人“难索其情”和“难解其妙”了。

在认识和处理名实关系时，不但常常出现“同名异实”和“同实异名”现象，而且常常出现“名”与“实”都不断演化的现象。在语言学、词典学上，“同实异名”现象就是同义词或近义词现象，而“同名异

实”现象就是多义词现象。“同实异名”、“同名异实”和“名实演变”三者又常常相互交叉和重叠，这就使学者们在研究某些对象和概念时不得不面对十分困难和复杂的局面和问题。例如，中国和欧美的一些国家在许多新闻传媒报道中，把发射卫星等航天工程项目及其成就“定性”为科学家的工作和科学家的成就，可是，从“名实关系”和“名实一致”的角度看，必须把这些工作和成就定性和归类到“工程活动”和“工程师的成就”。

对于汉语的“工程”和“工程师”，英语的engineering和engineer，已有学者对其语义和词源学问题进行了具体考证和研究^[2-3]，此不复述。

《工程师史——一种延续六千年的职业》是一本影响很大的著作。这本书一方面在书名中明确肯定工程师是“一种延续六千年的职业”，另一方面又在书中承认古代时期还不存在“工程师”这个“称谓”^[4]。从“咬文嚼字”的角度看，这里显然出现了某些矛盾之处；但从另外一个角度看，这里又蕴含和表现着复杂的“名实关系”的历史演化线索和内容。这个历史演化发展过程，牵涉政治、经济、文化、制度、社会心理、社会阶层变迁等复杂内容，以下仅聚焦“现代工程师的形成”这个主题进行一些简要的分析。

2 现代工程师形成过程的经济学和社会学分析

2.1 现代工程师形成过程的经济学分析：第一次工业革命进程和工厂制度的形成

在科学技术史、工程史、社会史和经济史上，第一次工业革命是一件大事。虽然科学史纪年告诉人们，在第一次工业革命之前，哥白尼(Nicolaus Copernicus)、伽利略(Galileo Galilei)、牛顿(Isaac Newton)已经迈出了现代科学革命(现代天文学革命和物理学革命)的决定性步伐，可是，真正推动第一次工业革命的现实动力却不是科学家阶层而是工匠(首先是纺织行业的工匠)阶层^[4-5]。那时的科学家都是“业余科学家”(哥白尼和牛顿都另有“谋生职

业”,搞科学研究只是“业余爱好”),“职业工程师”尚不存在,工匠就成为了发明新技术、推动生产力发展的主力军。

第一次工业革命不但是技术革命的进程,同时也是生产力、生产方式变革的过程。在这个过程中,形成了“新型的”使用现代蒸汽机动力的工厂制度。在第一次工业革命进程中,阿克赖特(Richard Arkwright)在1771年创立了第一个现代工厂^[5],其后,现代工厂制度逐步取代中世纪的手工业作坊(手工业工场)制度,成为了现代工业生产的主导性制度方式。

2.2 现代工程师形成过程的社会学分析:工业革命进程中工匠阶层的分化和现代工程师的出现

中世纪的手工业作坊之所以发展演化为现代的工厂,其中的一个关键条件和要素是二者运行和运用的生产资料有了革命性的变化——手工业作坊的工人使用“手工工具”进行生产,而现代工厂中运行和运用“由工具机、动力机、传动机组成的机器”进行生产。

应该着重指出的是,由于在第一次产业革命开始时,在手工业作坊和手工业生产方式中,工匠的实际功能是融合“投资人”“技术人”“工作人”的“三位一体”的身份和功能,工匠也就“责无旁贷”和“理所当然”地成为了第一次工业革命的推动者。可是,在第一次工业革命进程中,当现代工厂制度形成、工厂中运用和使用了在技术复杂性和专业性上都大大超越手工工具的大机器之后,工厂中的“分工”势必要进入一个“新阶段”。如果说,在亚当·斯密(Adam Smith)时代,经济学家关注的主要还只是“体力劳动者之间”的分工(例如《国富论》中谈到的扣针制造中的“工人的分工”)^[6],那么,在手工业作坊演化为工厂制度之后,工厂化生产制度中的“职业分工”势必也要进入一个新阶段。在这个新时期和新阶段中,随着大机器的广泛运用,原先的融合“投资人”“技术人”“劳动者”的“三位一体”的“工匠”,逐步分化为“企业家”“工程师”和“现代(工厂制度中的)工人”这三个阶层。

3 现代工程师:职业、岗位、责任和职业

① 莱顿是《工程师的反叛:社会责任与美国工程职业》^[8]的作者。

社团

3.1 职业主义视野中的现代工程师:职业、岗位、责任

从欧洲历史角度看,医学界和法律界人士最早被社会认可了他们特有的专业能力和职业地位。当工程师阶层出现和形成后,他们也谋求像医生和律师那样的职业主义(professionalism)的身份和社会地位。祖斯曼(Robert Zussman)认为工程师拥有与普通工人不同的专业地位并享有与古老的更受尊敬的医生和律师同样的职业声望:“在这个意义上,在科层制度中的职业化在很大程度上应该被理解为一种意识形态”^[7]²⁷。职业主义理想的基础是奥秘知识(只有工程师才有的特殊知识)、社会服务和莱顿(Edwin T. Layton)^①确认的这个意识形态的三个主题。主题一,工程师被确认为技术变迁的能动者(agent),在人类进步中绝对必要。主题二,工程师被认为是‘无偏见的逻辑思考者’,因而在各个阶级中能够发挥领导和仲裁作用。主题三,工程师被认为对进步和技术变化的善行担负社会责任^[8]。

在莱顿谈到的工程师职业的三个主题中,对于主题一可谓有普遍的社会共识。可是对于主题二和主题三,无论在“工程师内部”还是就“整个社会”而言(特别是对“政治家”和“资本家”而言),都有意见分歧,争论——乃至政治“斗争”——极其激烈了。不但上文谈到的莱顿的《工程师的反叛:社会责任和美国工程职业》^[8]和哈耶克(Friedrich A. Hayek)的《科学的反革命:理性滥用之研究》^[9]涉及了上述的主题二和主题三,美国和苏联的“专家治国论”思潮和人物则更深、更激进——乃至更悲剧性地——卷入了上述的主题二和主题三。

本文无意具体分析有关主题二和主题三的各种观点,这里只限于指出:工程经济、工程技术、工程政治、工程文化发展的历史进程告诉工程师和社会各界,在具有深刻政治、经济、文化、伦理意义和影响的工程活动中,虽然工程师常常不是“第一责任人”,但工程师常常是非常重要的责任人,工程师必

须有自身的严肃责任和义务担当。工程师具有雇员身份，自然应该肩负“向雇主负责”的责任；可是，当雇主利益与社会利益发生冲突时，工程师绝不能对社会利益置若罔闻。在这个问题上——更一般地说是在工程师的全部职业和岗位责任问题上——工程伦理学已经进行了许多研究，得出许多令人警醒的观点和结论，此不赘言。

3.2 现代工程师职业社团和国家工程院的建立

随着工程师人数的增加和工程师的社会作用和影响的增大，工程师的职业自觉和国家对工程活动和工程师社会作用意义的认识都进入了新阶段。于是，工程师职业社团和国家工程院也就应运而生了。

3.2.1 现代工程师职业社团 工程师社团是工程师职业自觉和职业自治的主要表现之一。

虽然从某个角度看，工程师的职业社团与中世纪的基尔特制^①和现代工会制度有某些相似之处，但仔细分析之下，它们还是有很大差别的。

作为最早发生和实现工业革命的国家，最早的工程师社团也出现在英国。（英国）土木工程师学会成立于1818年，机械工程师学会成立于1847年，皇家海军建筑学会成立于1960年，直至19世纪末，英国共成立了10个不同职业的工程师学会^[10]。随着工程师职业类型的不断增加，在20世纪又不断有新职业的工程师社团新建。

另一方面，其他国家也随着本国工业化进程的发展和工程师队伍的成长，成立了本国的工程师社团。比如，1852年美国土木工程师学会（American Society of Civil Engineers, ASCE）成立，1880年美国机械工程师学会（American Society of Mechanical Engineers, ASME）成立，1856年德国工程师协会（Verein Deutscher Ingenieure, VDI）成立等等^[11-13]。

总之，随着工业化的全球扩散和各国对工程技术人才需求的增加，工程师社团在各国得到了广泛的发展。这些社团不仅为工程师提供了交流与合作的平台，还通过制定行业标准、推动技术创新等方式促进了工程技术的进步与应用。

3.2.2 国家工程院的建立 虽然工程活动的历史远远长于科学研究活动——工程史和人类历史一样悠久而科学只有数千年的历史。可是，由于多种多样的深刻原因，现代社会中，国家体制中工程院的成立却晚于科学院的成立。

英国皇家学会（The Royal Society）成立于1660年，在英国起着全国科学院的作用。而英国皇家工程院（The Royal Academy of Engineering）成立于1976年，比英国皇家学会的成立晚了三百多年。俄罗斯科学院（Российская академия наук）成立于1724年，而俄罗斯工程院（Российская инженерная академия）成立于1990年，比俄罗斯科学院的成立晚了二百多年。美国国家科学院（National Academy of Sciences）成立于1863年，而美国工程院（National Academy of Engineering）成立于1964年，比美国科学院的成立晚了一百零一年^[14-19]。从以上各国工程院的创立都晚于本国科学院的创立这件事中可以看出，无论是工程师自身的职业自觉还是国家和社会对工程师的社会功能和影响的认知都更加滞后，更加复杂。这是一个重要而微妙的社会事实和社会现象，值得学者们——包括社会学学者——进行深入的社会剖析。

4 工程师的培养、成长、分类分层和社会声望

4.1 工程师的培养和成长

工程师是一种现代职业。“工程师‘职业’概念中包含了两个方面的内容：一是专业技术知识，二是职业伦理；而现代赋予工程师‘职业’以更多的内涵，‘诸如组织、准入标准，还包括品德和所受的训练以及除技术外的行为标准’。”^[20]在工程师职业的准入标准中，要求必须接受过高等工程专业教育是一个首要条件，如果不能满足这个条件，就必须进行额外的考试审查，实际上是“变相”地要求申请者满足“具有高等工程教育院校毕业生程度的知识水平和知识储备”这个条件。因此，许多人说，高等工程院校

① 中世纪的基尔特制是一种由职业相同者组成的团体，旨在互助与救济，是中世纪欧洲特有的社会组织形式，也是人寿保险的雏形。

是工程师的“摇篮”，也有人说，高等工程院校的任务就是培养工程师的“毛坯”。这就是说，职业工程师要经过两个阶段的“发育”：第一阶段是高等工程院校的教育，第二阶段是工程实践中的锻炼和成长。

中世纪工匠的培养和成长过程也要经过两个阶段：第一阶段是学徒制的教育阶段，第二阶段是“（学徒）出师”后的行业实践发展阶段。在中世纪的欧洲，已经创立了作为高等教育的“大学制度”，可是中世纪“大学”的教育内容中排斥了“工程知识”的教育；那时也有“普通学校”，可是“正规学校制度”不培养工匠。中世纪的工匠都是经过“非正规学校”方式的学徒制培养出来的。

工业革命之后，随着工程活动所需要的工程知识达到“空前”的“专业化”和“高级化”的程度以及工程科学（例如投影几何学）有了新发展，高等工程院校横空出世，高等工程教育的规模愈来愈大，高等工程教育的门类也愈来愈多。在高等教育体系中，高等工程教育已经成为重要的组成部分之一。

工程师培养成长的两个阶段——高等工程院校教育阶段和工程实践锻炼成长阶段——各有特点又相互联系、相互促进。目前，对前一阶段的研究较多而对后一阶段的研究较少，今后不但应该进一步加强对前一阶段的各种问题的研究，而且应该更加强化对后一阶段的各种问题的研究。

4.2 工程师的横向分类、职能细分和纵向分层

4.2.1 工程师的横向分类 正像科学和科学家有分类一样，工程和工程师也要分类。这里出现的主要区别在于：科学和科学家主要按照和依据“学科”进行分类——例如物理和物理学家、化学和化学家等；而工程和工程师主要按照和依据“行业”进行分类——例如机械工程和机械工程师、航天工程和航天工程师等。科学学科分类的标准是自然界事物的不同的存在和运动方式，而工程分类的标准是在国民经济和社会现实中不同行业的区分和划分。与工程活动横向分类一致，工程师也有了横向分类——机械工程师、电气工程师、水利工程师等等。

4.2.2 工程师的职能细分 工程师的职能包括了许多方面的内容。随着现代工程活动愈来愈复杂和规模愈

来愈大，工程师的职能也势所必然地有了更细的划分，当前已经形成了规划和设计工程师、研究和发明工程师、施工和监理工程师、运行和维护工程师、安全和生态工程师等细分的工程师岗位。由于工程师主导了“发明—设计—建造—运营—退役”的工程生命周期全过程，特别是由于工程师是技术发明和工程设计的灵魂人物，这就使工程师往往成为了现代工程 and 产业发展的关键角色。

4.2.3 工程师的纵向分层 正像许多社会阶层都有更具体的层级分化和划分一样，工程师也有不同的技术和社会分层。众所熟知的就是助理工程师、工程师、高级工程师、正高级工程师这四级划分。过去人们常常把“正高级工程师”称为“教授级高级工程师”。由于这种“命名”中暗含着“教授”才是“最高级”的“知识拥有者”的含义，从而有意无意地暗含着工程师类型的知识“低于”科学家类型的知识的含义，所以“教授级高级工程师”是一个“不适当”的命名，而“正高级工程师”才是一个更恰切的“命名”。

从制度设计上看，工程院院士是工程师社会分层的最高层级。但以上所说都是“职称”角度的分层。同样“职称”的工程师可能在实际能力和实际社会功能上有很大差距。而如果着眼于实际的社会作用和影响，我们可以把“战略工程师”——对行业或国家的工程发展发挥了战略指导和战略引领作用的工程师——看作工程师领域最高阶层的人物。

战略工程师是产业发展和国家人才队伍中的关键人才。20世纪美苏航天竞赛中，苏联在发射人造卫星的“第一回合”中领先，然后在作为“第二回合”的载人航天中使加加林（Юрий Алексеевич Гагарин）首先进入太空，从而继续领先；可是，美国在作为“第三回合”的登月竞赛中反超苏联，取得扭转形势的胜利。虽然必须承认导致这“三个回合”美苏竞赛形势变化的因果关系很复杂，但许多人都认为应该承认在这“三个回合”的苏美航天竞赛中，两位战略工程师——科罗廖夫（Сергей Пáвлович Королёв）和布劳恩（Wernher von Braun）——发挥了关键作用。

4.2.4 需要深入研究有关工程师的分类分层的诸多理论问题 虽然工程师的分类和分层是一个众所周知的

社会事实，可是，这里内蕴的许多理论问题仍然缺乏深入的探讨和分析。最近时期，不同行业的特殊的工程伦理问题得到了较多分析和关注，这是令人欣慰的。学界应该由此作为一个新起点进一步探讨和分析有关工程和工程师横向分类和纵向分层的诸多理论问题。

4.3 工程师的社会形象、社会定位悖论和社会声望

4.3.1 工程师的社会形象 对于工程师的社会形象，国外尚有某些研究，但国内学者很少关注且鲜见认真深入的学术性研究。

在《新工程师：变化世界中的管理和职业责任》一书中，有专题的“小标题”介绍和评论“工程师的公众形象（public image）”^[7]。

澳大利亚工程师学会（Institution of Engineers Australia, IEAust）20世纪90年代初进行的一项调查发现人们对工程师既有“正面感知”又有“负面感知”。前者包括可信任、善于担负重大责任、可以使目标成为现实、是构思和技术的来源、是管理者和工人的桥梁、忠于政府和大公司。后者包括保守、卖弄技术、冷漠、过分理论性缺少实用机能、倾向于严格的、过时的管理风格、与工人的交往沟通存在问题、不是高级管理人才的料^{[6]xiii}。虽然对于这个调查的结果不必过于拘泥（因为不同国家、不同时期人们对工程师的社会形象有不同的认识，而且这些认识又是会不断变化的），但必须承认这个结果具有重要参考价值。

工程师社会形象的塑造和形成必然要受到许多方面（政治、经济、技术、文化等）的深刻影响。在这里，一个重要事例是在中国的“文革”时期，工程师被定性为“资产阶级知识分子”，被看作是“思想改造的对象”，这就使得工程师的社会形象带有了严重的负面色彩。改革开放后，科学技术被视为第一生产力，工程师的社会形象在中国也发生了根本性的变化。

4.3.2 工程师的社会定位悖论 在对工程师的分析和研究——包括工程师的“自我认知”和对工程师的“社会认知”——中，在应该如何认识工程师的经济、技术、社会作用 and 功能的定位问题上出现了复杂的情

况。“工程师的位置，一方面是作为劳动者，另一方面是作为管理者；谢帕德（Herbert Shepard）因此把工程师称为边缘人（marginal men），工程师的占位一方面是科学家另外一方面是实业家（businessmen），他们与这两个阵营都有共享的价值和意识形态。”^{[7]25} 如果与工人和实业家相比，无论从理论上还是从社会现实看，工人和实业家的自我定位、社会认知和利益所在都是比较明晰的，可是工程师由于其“雇员”身份与工人有了共同点。另外，工程师由于具有管理职能，又与实业家有了共同点，于是工程师就成为了“边缘人”，这种情况可以说是带有“悖论”性的。工程师社会定位的这种悖论性特征具有重要的现实意义和理论意义。虽然已经有学者关注了这个悖论性的问题，但这里仍然有许多问题需要进一步深入研究。

4.3.3 工程师的社会声望 许多社会学家关注了对不同职业群体的社会声望问题的研究。一些欧美学者和工程师都抱怨欧美的工程师没有取得与其贡献相当的社会声望。中国的情况也基本相同。

应该注意，工程师的“社会声望”绝不仅仅是个人或阶层的“心理满足”或“单纯声誉”问题，而是一个有重要社会内涵和深远社会影响的问题。吴启迪在《中国工程师史》的前言中说：“长期以来，工程师社会作用和地位在我国一直不太受重视，工程师这一职业对广大青少年的吸引力在下降。这需要创新工程教育和宣传的方式方法，让工程师的价值得到社会的充分认同，让工程师成为千千万万优秀年轻人向往的职业。”^{[21]14-15}

5 工程师精神及其内涵

5.1 工程师精神概念的提出

在我国当前的理论研究、政策研究和传媒报道中，科学家精神、企业家精神、工匠精神都广受重视，可工程师精神却鲜有论及。但工程师精神意义重大，影响深远，是绝不可轻视和忽视的。

2021年5月24日，中国航天科技集团第一研究院第一设计部在《科技日报》发表文章《弘扬工程师精神，建设科技强国》，文章明确提出了“工程师精

神”这个概念, 并对其内容和意义做了简要的阐述。文章指出, 国际百年未有之大变局形势和我国改革攻坚的任务都要求我们大力弘扬工程师精神; 工程师精神是促进自主创新能力提升、解决“卡脖子”问题、实现科技自立自强的关键; 工程师精神是建设科技工作者精神体系、增强文化自信的关键^[22]。文中对于工程师精神的具体内涵也有简要的概括。文章发表之后, 似乎没有引起人们的特别重视。2024年1月, “国家工程师奖”表彰大会在人民大会堂举行后, 影响巨大, 反响强烈。在众多的报道中, 开始有人初步关注从弘扬工程师精神这个角度解读“国家工程师奖”的理论意义和现实意义。可以预期, 今后一定会有愈来愈多的各界人士在愈来愈深入的程度上认识、解读和弘扬“工程师精神”。

在我国当前的理论研究、政策研究和传媒报道中, 科学家精神、企业家精神、工匠精神都已广受重视, 工程师精神也亟待受到新的关注。

5.2 工程师精神的基本内涵和表现

工程师精神的基本内涵和表现, 可以简要地概括为以下五点。

(1) 追求卓越和创新的精神。科学家以追求“科学真理”为目的, 而工程师以实现“卓越工程”为目的。科学活动的求真精神和工程活动“追求卓越”的精神既有内在联系, 同时又有根本性的区别。必须注意, “追求卓越”的内容和标准不但都很复杂, 而且要“与时俱进”“水涨船高”, 这就使达到“卓越水准”有了很大的难度。对于创新这个概念, 虽然它最初是由经济学家熊彼特提出的一个经济学概念, 但随着创新理论和创新实践的发展, 人们对创新的认识也日益深化。虽然创新理论、政策和实践中, 人们对创新的内容内涵的理解日益丰富, 但无人否认创新活动中, 科技创新是重要内容之一, 人们愈来愈深刻认识到工程创新是创新活动的主战场^[23]。在这种形势下, 工程师不但是科技和工程创新的主力军, 而且在市场创新、管理创新、文化创新等领域也发挥着重要作用。

(2) 保障工程安全和效益的精神。工程活动要讲求效益——不但包括经济效益、社会效益、文化效

益、政治效益, 而且包括环保和生态效益。同时, 工程还要确保安全, 不但包括工程活动本身的安全, 而且包括广义的、外部影响含义的社会安全。虽然在一般意义上, 人们会承认“工程安全”是一个“永恒的主题”, 但也要看到现代社会中对工程安全的认识和安全的标准都今非昔比, 有关认识和要求都达到了新的高度, 现代工程师承担的保障工程安全和效益的任务也今非昔比了。

(3) 沟通和团队合作的精神。工程活动不是孤立的个人的活动, 而是集体的、社会性的活动。工程师必须善于搞好“工程共同体内部”的各种沟通和合作关系, 同时必须善于搞好有关的各种“外部关系”, 例如企业与政府、本企业与其他企业、企业与用户、企业与社会等方面的关系。

(4) 真善美统一的精神。工程活动既受制于自然界的客观规律, 又要合乎人类的实践目的, 努力达到真善美统一基础上的主体与客体、感性与理性的和谐自由状态。工程活动必须是真理性原则、功利性原则和审美性原则的统一, 即真、善、美的协调和统一。

(5) 为用户、社会和人类负责任、谋福祉的精神。工程师的职责之一是利用相关技术和资源, 合理、有效、优化地达到用户和雇主所设定的目标。工程师作为技术领域的专业人士, 其行为和工作直接影响着社会、环境和人类的福祉, 这就要求工程师在开展工程活动时必须把公众的安全、健康和社会福祉置于职业责任的首位。

6 结论

“工程师”和“工程师精神”是重要而复杂的主题, 然而却长期受到学术界的忽视。本文认为, 需要运用不同学科交叉和综合的理论和方法研究工程师和工程师精神。

回顾工程师的历史演化进程, 可以看到其中蕴含着深刻的“名实关系”问题, 牵涉到政治、经济、文化、制度、社会心理、社会阶层变迁等复杂内容。

第一次工业革命进程和工厂制度形成时, 工匠阶层出现了分化, 形成了现代工程师。工程师阶层出现后, 他们会谋求像医生和律师一样的职业身份和社会

地位。随着工程师人数的增加及其社会作用和影响的增大, 工程师职业社团和国家工程院应运而生。然而, 在应该如何认识工程师的经济-技术-社会作用和功能的定位问题上, 工程师没有取得与其贡献相当的社会声望。

在我国当前的理论研究、政策研究和传媒中, 科

学家精神、企业家精神、工匠精神都已广受重视, 工程师精神也亟待受到关注。可以预期, 今后会有愈来愈多的学者从不同方面——特别是运用跨学科理论和方法——研究工程师和工程师精神, 社会各界对工程师和工程师精神的认识也会达到新的程度和高度。

参考文献

- [1] 盖瑞·唐尼, 张志会. 非线性 STS, 工程研究和工程形塑的主导性意象: 对盖瑞·唐尼教授的访谈[J]. 工程研究——跨学科视野中的工程, 2015, 7(4): 332-348.
Downey G L, Zhang Z H. Nonlinear STS, engineering studies and dominant images of engineering formation: An interview with professor Gary Downey[J]. Journal of Engineering Studies, 2015, 7(4): 332-348.
- [2] 陈悦, 孙烈. "工程" 与"工程师" 词源考略[J]. 工程研究——跨学科视野中的工程, 2013, 5(1): 53-57.
Chen Y, Sun L. An etymological research on Chinese terms "engineering" and "engineer"[J]. Journal of Engineering Studies, 2013, 5(1): 53-57.
- [3] Carl M. Thinking through Technology: The Path between Engineering and Philosophy[M]. Chicago: University of Chicago Press, 1994.
- [4] 瓦尔特·凯泽, 沃尔夫冈·科尼希. 工程师史: 一种延续六千年的职业[M]. 顾士渊, 译. 北京: 高等教育出版社, 2008.
Kaiser W, König W. Geschichte des Ingenieurs: Ein Beruf in sechs Jahrtausenden[M]. Munich: Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG, 2006.
- [5] 保尔·芒图. 十八世纪产业革命: 英国近代大工业初期的概况[M]. 杨人梗, 译. 北京: 商务印书馆, 1983.
Mantoux P. La révolution Industrielle au X V III Siecle(1780—1880)[M]. Wentworth Press, 1971.
- [6] 亚当·斯密. 国富论[M]. 南京: 译林出版社, 2016.
Smith A. An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations[M]. London: Strahan and Cadell, 1776.
- [7] Sharon B. The New Engineer: Management and Professional Responsibility in a Changing World[M]. South Yarra: Macmillan Education Australia, 1998.
- [8] 爱德温·T. 莱顿. 工程师的反叛: 社会责任与美国工程职业[M]. 丛杭青, 沈琪, 叶芬斌译. 杭州: 浙江大学出版社, 2018: 64.
Layton E T. JR. The Revolt of the Engineers: Social Responsibility and the American Engineering Profession[M]. Hangzhou: Zhejiang University Press, 2018: 64.
- [9] 弗里德里希·A. 哈耶克. 科学的反革命: 理性滥用之研究[M]. 冯克利, 译. 南京: 译林出版社, 2003.
Hayek F A. The Counter-Revolution of Science: Studies on the Abuse of Reason[M]. Carmel: Liberty Fund Inc., 1980.
- [10] Stephen C, Ghey J, Mills G. The Professional Engineering in Society[M]. London: Jessica Kingsley Publishers, 1989: 276.
- [11] The American Society of Civil Engineers. About ASCE[EB/OL]. [2024-07-16]. <https://www.asce.org/about-asce>
- [12] The American Society of Mechanical Engineers. About ASME[EB/OL]. [2024-07-16]. <https://www.asme.org/about-asme>
- [13] 德国工程师协会(VDI): 世界工程组织联合会会员介绍之一[J]. 科技导报, 2010, 28(1): 125.
VDI. Introduction to scientific community[J]. Science & Technology Review, 2010, 28(1): 125.
- [14] The Royal Society. About us[EB/OL]. [2024-07-16]. <https://royalsociety.org/about-us/who-we-are/history/>
- [15] The Royal Academy of Engineering. The history of the Royal Academy of Engineering[EB/OL]. [2024-07-16]. <https://raeng.org.uk/about-us/history>
- [16] Russian Academy of Sciences[EB/OL]. [2024-07-16]. <https://new.ras.ru/cn/>
- [17] Russian Academy of Engineering[EB/OL]. [2024-07-16]. <https://info-rae.ru/>
- [18] National Academy of Sciences. History[EB/OL]. [2024-07-16]. <https://www.nasonline.org/about-the-nas/history/>
- [19] National Academy of Engineering. About the National Academy of Engineering (NAE) [EB/OL]. [2024-07-16]. <https://www.nae.edu/19580/About>

- [20] 李正风, 丛杭青, 王前, 等. 工程伦理[M]. 2版. 北京: 清华大学出版社, 2019: 110.
Li Z F, Cong H Q, Wang Q. Engineering Ethics[M]. 2nd ed. Beijing: Tsinghua University Press, 2019: 110.
- [21] 吴启迪. 中国工程师史[M]. 上海: 同济大学出版社, 2017: 11-17.
Wu Q D. The History of Chinese Engineers [M]. Shanghai: Tongji University Press, 2017: 11-17.
- [22] 李勇. 弘扬工程师精神,建设科技强国[N]. 科技日报,2021-05-24.
Li Y. Promote the spirit of engineers and build a strong country in science and technology [N]. Science and Technology Daily, 2021-05-24.
- [23] 李伯聪. 工程创新是创新的主战场[J]. 中国科技论坛, 2006(2): 33-37.
Li B C. Engineering innovation is the main battlefield of innovation[J]. Forum on Science and Technology in China, 2006(2): 33-37.

On Engineers and the Spirit of Engineers

Wang Nan, Li Bocong*

School of Humanities, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100086

Abstract: "Engineers" and "the spirit of engineers" are important and complex issues that have been seriously overlooked for a long time. This article argues that it is necessary to apply interdisciplinary and comprehensive theories and methods to study engineers and the spirit of engineers. From a linguistic perspective, the phenomenon that the concept of "engineer" emerged much later than the existence of the "engineer" profession explores a complex historical evolution and development process of the "name-reality relationship". When understanding and dealing with the relationship between name and reality, not only does the phenomenon of "same name but different reality" and "same reality but different name" often occur, but also the phenomenon of "name" and "reality" constantly evolving. In linguistics and lexicography, the phenomenon of "same name but different reality" refers to synonymous or nearly synonymous words, while the phenomenon of "same name but different reality" refers to polysemous words. The concepts of "same reality but different names", "same name but different reality", and "name reality evolution" often intersect and overlap with each other, which makes it very difficult and complex for scholars to face when studying certain objects and concepts. For example, in many news media reports, China and some European and American countries classify space engineering projects such as satellite launches and their achievements as the work and achievements of scientists. However, from the perspective of "name reality relationship" and "name reality consistency", these works and achievements must be classified and categorized as "engineering activities" and "engineer achievements". From the perspectives of economics and sociology, examining the professionalization process of modern engineers, several conclusions can be drawn: (1) Due to the fact that at the beginning of the first industrial revolution, the actual function of craftsmen in handicraft workshops and production methods was to integrate the identity and function of the "trinity" of "investors," "technicians," and "workers," craftsmen became the driving force of the first industrial revolution with an "unshirkable" and "natural" responsibility. However, in the process of the first industrial revolution, when the modern factory system was formed and large machines that greatly surpassed manual tools in terms of technical complexity and specialization were applied and used in factories, the "division of labor" in factories was bound to enter a "new stage". In this new era and stage, with the widespread use of large machines, the "craftsman" who originally integrated "investors," "technicians," and "workers" into the "entrepreneur," "engineer," and "modern (factory system) worker" three classes have gradually differentiated. (2) From a European historical perspective, medical and legal professionals were the first to be recognized by society for their unique professional abilities and professional status. After the emergence and formation of the engineering class, they also sought a professional identity and social status like doctors and lawyers. The historical process of the development of engineering economy, engineering technology, engineering politics, and engineering culture tells engineers and all sectors of society that in engineering activities with profound political, economic, cultural, and ethical significance and influence, although engineers are often not the "first responsible person", they are often very important responsible persons, and engineers must have their own serious responsibilities and obligations to take on. Engineers, as employees, should naturally take the responsibility of being accountable to their employers; However, when the interests of employers conflict with those of society, engineers must never ignore the interests of society. (3) The cultivation and growth process of medieval craftsmen also went through two stages: the first stage was the education stage of apprenticeship, and the second stage was the industry practice and development stage after "apprenticeship". In medieval Europe, a "university system" had already been established as a form of higher education, but the educational content of medieval "universities" excluded education on "engineering knowledge"; At that time, there were also 'ordinary schools', but the 'formal school system

'did not cultivate craftsmen. The craftsmen of the Middle Ages were trained through the apprenticeship system of "informal schools". After the Industrial Revolution, with the unprecedented level of "specialization" and "advancement" of engineering knowledge required for engineering activities, as well as new developments in engineering science (such as projection geometry), higher engineering colleges emerged, and the scale and types of higher engineering education became larger and larger. In the higher education system, higher engineering education has become an important component. The two stages of engineer training and growth - the education stage of higher engineering colleges and the training and growth stage of engineering practice - each have their own characteristics and are interrelated and mutually reinforcing.(4) In the classification research of engineers, special attention should be paid to the research of engineers, namely "strategic engineers", who have played a strategic guiding and leading role in the development of industries or countries. Strategic engineers are key talents in industrial development and the national talent pool. In the 20th century space race between the United States and the Soviet Union, the Soviet Union took the lead in the "first round" of launching artificial satellites, and then allowed Yuri Alekseyevich Gagarin to enter space first in the "second round" of manned spaceflight, thus continuing to lead; However, the United States surpassed the Soviet Union in the third round of the lunar race and achieved a turning point victory. Although it must be acknowledged that the causal relationship that led to the changes in the situation of the "three rounds" of the US Soviet space competition is complex, many people believe that it should be acknowledged that two strategic engineers - Sergei Pavlovich Korolev and Wernher von Braun - played a key role in these "three rounds" of the competition.(5) Engineers have not achieved a social reputation comparable to their contributions in understanding the economic, technological, and social roles and functions of engineers. Compared with workers and industrialists, both theoretically and socially, the self positioning, social cognition, and interests of workers and industrialists are relatively clear. However, engineers have similarities with workers due to their "employee" status, and also have similarities with industrialists due to their management functions. Therefore, engineers become "marginalized people", which can be said to be paradoxical. The paradoxical feature of engineers' social positioning has important practical and theoretical significance. Finally, this article summarizes the spirit of engineers as follows: the spirit of pursuing excellence and innovation, the spirit of ensuring engineering safety and efficiency, the spirit of communication and teamwork, the spirit of unity of truth, goodness, and beauty, and the spirit of taking responsibility for the well-being of users, society, and humanity.

Keywords: engineer; spirit of engineers; professional responsibility; institute of engineers