

科技汉译著作中存在的问题

厚宇德 马国芳

(河北大学宋史研究中心, 保定 071002)

[摘要] 身处 21 世纪, 不同国家、不同民族之间科学技术与文化艺术互相学习与交流的必要性无需多言。对于多数中国人而言, 阅读汉译的外文著述, 过去是、在未来的很长时期内仍将是了解和借鉴其他国家先进科学技术与文化艺术的最主要的渠道。然而在当下的很多汉译著述中, 存在较多值得商榷的做法; 而更加令人费解的是, 在有些已经出版的汉译著述中, 竟然是错误与笑话层出不穷, 到了严重歪曲原著、严重误导读者的不可原谅的程度。本文以实际例子, 分析了翻译著述中存在的若干问题。希望引起广大读者、出版社, 尤其汉译者的充分注意与警惕。

[关键词] 科学技术 翻译标准 规范

[中图分类号] G2 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-8357 (2015) 04-0077-07

On The Problems in the Translation of Chinese Scientific and Technological Books

Hou Yude Ma Guofang

(The Center for Studies of Song History of Hebei University, Baoding 071002)

Abstract: In the 21th century, it is obviously clear that people from different counties and nations in the world need to learn from each other in such areas as science, technology, culture and art, etc., For Chinese people at large, reading Chinese translation books has always been the main way to learn advanced science, technology, culture and art, from foreign countries. But as far as many translated books are concerned, there are many questions needed to be discussed with respect to whether the translated method is right or wrong. In some already translated books, there exist a large number of errors in translation, where the readers cannot grasp the true meaning of the original works. The paper seeks to discuss some problems in translated books by using some examples, and it is better that it can offer some guidance and reference for readers, publishers, and especially the translators.

Keywords: science and technology; translation criterion; normalization

CLC Numbers: G2 **Document Code:** A **Article ID:** 1673-8357 (2015) 04-0077-07

收稿日期: 2015-05-12

基金项目: 国家自然科学基金面上项目 (11375050)。

作者简介: 厚宇德, 博士, 河北大学科学技术史教授、博导、中国科学技术史学会理事、中国工程史学会理事, 主要研究方向为物理学史与物理文化, Email: hyd630418@sina.com;
马国芳, 河北大学博物馆副教授, 研究方向为生物学史与科普, Email: 794104114@qq.com。

什么样的翻译才是上品？严复在《天演论》中曾提出三字准则：“译事三难：信、达、雅”^[1]。即好的翻译著述，要准确、不违背原文；要不拘泥原文的表达形式、符合汉语的表达习惯；还要做到文辞雅致。“信”、“达”、“雅”是翻译家难以完全达到、但应该孜孜以求的专业目标。

1 科技翻译工作中的楷模

我国不乏好的翻译家以及优秀的科技类翻译著述。限于科学技术史专业领域，好的翻译著作就比比皆是，如恩格斯的《自然辩证法》（人民出版社）、许良英等人编译的三卷本《爱因斯坦文集》（商务印书馆）、戈革独立翻译的十二卷《尼尔斯·玻尔集》（商务印书馆、科学出版社、华东师大出版社等）、李宝恒翻译的玻恩著作《我的一生和我的观点》（商务印书馆）、侯德彭、蒋贻安翻译的玻恩著作《我这一代的物理学》（商务印书馆）、秦克诚翻译的《量子力学的哲学》（商务印书馆）、王克迪翻译的牛顿的《自然哲学之数学原理》（武汉出版社）等等，不胜枚举。

这些翻译著作堪称汉译著作的范本。这些著作的翻译者在翻译的过程中，都精益求精，对专业词汇、常见人名与地名的翻译准确而又符合专业习惯。从而使原著与译著在语言变换的同时，基本达到了在思想与知识等方面信息量上没有损失和减少。对比阅读这些优秀汉译著作与外文原著，读者难以发现有翻译不合适的地方，相反会为翻译者对于一些结构复杂语句的精彩翻译而啧啧赞叹。这些著作的翻译者较好地做到了译文的信、达、雅。

这些翻译者之所以能奉献出这些堪称精品的翻译著作，除了他们严谨的翻译态度以及具有出色的语言天赋外，还和一个基本事实有关：许良英、戈革、侯德彭、秦克诚、王克迪等人都有物理学科专业背景，有的还是著名的物理学教授，而他们成功的翻译著作，没有跨行并且都属于物理类或泛物理类著作。这一点很重要，在很大程度上是译出好著作的决定性因素。与此相反，即使是一位语言大师，如果不采取

一些必要的手段（如向内行请教、自己认真学习等），就大胆跨专业去翻译自己不熟悉领域的著作，那么译著中出现问题是在所难免的。

2 科技翻译工作中的不规范、不专业与不严谨现象

人名、地名以及专业科学技术名词在汉语里一般都有固定的译法。这是专业翻译家自觉遵循的常识性规范。因为他们知道，对这些规范或习惯置之不理的翻译著作会给读者带来意想不到的麻烦。

威廉·亨利·布拉格（即老布拉格）的传记，是一本翻译得比较出色的著作。但是这本书中也存在瑕疵。如书里小布拉格写给老布拉格的一封信中有这样一句话：“你喜欢关于琼斯工作的介绍使我很高兴”^[2]。在本文作者所熟悉的物理学家名字中没有“琼斯”。于是当年在本文作者读这本书时，为了搞清此“琼斯”究竟是何许人也，只好想方设法去找这本书的英文原著。找到后发现原版中“琼斯”英文是“Jeans”^[3]。联系整封信的内容，这个“Jeans”应该就是在物理界与瑞利名字相关联的瑞利-金斯公式中的“金斯”。单纯从英语翻译名称的角度来看，将“Jeans”翻译为“琼斯”不是错误。但是在物理界将它译为“金斯”已经约定俗成。忽然将其译成另外一个名字，不做核实，就难以确定一个“新”译名究竟所指是何人了。这样的翻译，要求读者自己花费很多时间才能搞清楚真相。因此不符合某一领域通常习惯的翻译可以叫做瑕疵甚至错误。在当下的科技类翻译著述中，与此类似的例子非常多。我们建议翻译者在翻译与物理学有关的著述时，对于物理名词和物理学家的名字或者某一地名，一定要去翻阅和参考规范的物理学和地理学词典，或者请教相关专业人士。翻译其他学科的著述时道理也是一样。应该竭力做到翻译中的专业词汇符合相应专业的规范和习惯。

只有严谨认真的翻译者才能较好地避免一些错误。有时候翻译者一不留神，就会酿成翻译上的一个错误。在《费恩曼演讲录》一书中，有这样一句话：“在巴西，我住在里约

市。……那里的人们很穷，他们没有缝纫机，甚至连自来水也没有”^[4]。缝纫机与自来水相提并论有些奇怪，在任何国家的任何时期，都不是每户人家都要有台缝纫机。因此不能用一个家庭是否有缝纫机来判断这个家庭是贫困还是富有。一查原文才发现，费恩曼原来是这么说的：“In Brazil I lived in the city of Rio. ... the people are extremely poor. They have no sewers and no water”^[5]。译者翻译时一不留意，错将下水道（sewers）与缝纫机（sewing machines）混淆了。显然下水道和自来水相提并论是符合生活逻辑的。

3 科技翻译工作中的不忠实于原著现象

翻译文字，要争取做到“信”、“达”、“雅”。其中“信”是最基本的，也是必须达到的目标。“达”是为了更好地描述“信”的内容，而“雅”则是更加讲究的“达”，属于锦上添花的事。只有“信”不够完美；不顾“信”而一味追求“达”与“雅”的，一定不是好的翻译，甚至可能就算不上是翻译了。本文作者研究西方科学技术史，自然要阅读大量相关文献。早年获得外文原著与原文都比较困难，研究工作多是基于汉译著作。近些年借助于交流和网络等手段，获得外文资料相对容易了许多。因此有机会阅读较多英文原文原著。在阅读英文原文原著时，会时常觉得有的部分似乎与印象中的以前中译本有出入。两相对照结果有时令笔者十分讶异：怎么可以这样翻译呢？下面仅以几个例子对此予以说明。

马克斯·玻恩《我的一生》（My Life）这本书之尾，有古斯塔夫·玻恩撰写的后记。在后记的最后，古斯塔夫引用了他父亲的一段话^[6]，原文为：

I believe that ideas such as absolute certitude, absolute exactness, final truth, etc. are figments of the imagination which should not be admissible in any field of science. On the other hand, any assertion of probability is either right or wrong from the standpoint of the theory on which it is based. The loosening of thinking seems to me to be the great-

est blessing which modern science has given to us. For the belief in a single truth and in being the possessor thereof is the root cause of all evil in the world.

在汉译本^[7]中，这段话被译为：

“我相信那些如绝对确实、绝对正确、终极真理等等的概念，都是想象出来的虚构的东西。而在任何科学领域都是通不过的，另一方面，任何几乎判定是对或错，可从它所依据的理论的立足点来断定。我觉得这种‘思想上的解放’正是现代科学给予我们的最大恩惠。因为相信一个单一真理，并相信自己是这个真理的占有者，是世界上一切罪恶的根由。”

玻恩是量子力学的重要奠基人之一，他更是因为给出了波函数的几率（或概率、或统计）解释而荣获诺贝尔物理奖。英文原文中的几率（probability）一词，正是他的诠释波函数的核心词。然而这样关键的词语在译文中竟然没有正确译出，因而他要阐释的重要的几率思想在译文中丝毫没有体现出来，而完全被误译、误解了。第二句翻译文字表述的仍然是决定论的思想，失去了与决定论不同的几率（或概率、或统计）解释思想，接下来玻恩所说的给予人类“思想上的解放”，也就根本无从谈起。因此这段话里的关键翻译没能忠实于原著，译文没有达到“信”的基本要求。之所以出现这样的问题，关键还在于专业知识上，翻译者没能把握住玻恩的核心思想。

有的时候，可能是因为句子结构复杂，翻译者没有耐心自己去体味原作者究竟要说什么，就似是而非甚至完全按照自己的“会意”去“翻译”了。这种做法很容易造成与原文的要表达语义的很大的背离，达不到“信”的标准了。如，在《费曼手札》^[8]（The letters of Richard P. Feynman）中有费恩曼（Richard Phillips Feynman, 1918–1988，常译为费曼、费因曼等等，现在规范译作费恩曼）这样一段话：

Briefly, however, the only principle is that experiment and observation is the sole and ultimate judge of the truth of an idea. All other so called principles of the scientific method are by-products

of the above which depend on the nature of the material and what is found out. There are, furthermore, a number of tricks (like reasoning from analogy, or choosing the ‘apparently simplest’ explanation) which have been found to increase the ease with which we cook up new ideas to subject to the test of experience.

该书的中译本^[9]将这句话译为：

“简单地说，要判断某个想法是否正确，唯一的原则是实验和观察。这是仅有的，也是最绝对的依据。其他的所谓‘科学方法’的原则，都只是这项基本原则的副产品而已。这些推导出来的原则，和研究素材的本质及发现的方式有关。另外，有一些再往后推演出来的把戏（例如由分析而推论，或选择‘明显最简洁的解释’），只是我们在建构新想法时，简化情况的方法。有了新的想法之后，就可以再进行测试和实验，得到新的经验。”

对比原文和译文不难发现，译文没能忠实于原文，尤其最后一句，完全是翻译者的自话自说，根本没有考虑原著中的本来含义。因此这段译文仍然失之于“信”。这段话比较准确的译法应该是：

“简单地说，实验和观察作为仅有的原则，是判断一个想法正确与否的唯一的、最终的依据。所有其他称为‘科学方法’的原则，都是这一原则的副产品，它们依赖于所研究物质的（具体）属性以及要发现什么。还有一些进一步的把戏，诸如类比推理、选择‘显然最简单的’解释等，都是为了让我们的更轻松得出一些新想法，并使之经受经验的检验。”

有些特定的翻译内容，如果不恰当追求“达”与“雅”，也可能出现伤害“信”的后果。如，在《费恩曼演讲录》一书的汉译著作中，有这样几句翻译：

1) “对于今天的人们来说，真正的含义应当被理解为‘例外的情况来检验判断’。或换另一种说法，‘例外的情况来证明某个判断是错误的’。这就是科学的证伪原则。对于任何理论来说，如果有一个反例存在，并且能够通过观察实验来证实这种反例确实存在，这个理

论就是错误的”^{[4]13}。

2) “科学不能证伪上帝”^{[4]32}。

3) “我并不是在试图证伪上帝的存在”^{[4]35}。

这几句话引起笔者的注意是因为，作为一位物理学史研究者，本人深知费恩曼是从学生时期就是对于哲学和哲学家的做法多有微词的人。但是这几处翻译都提到了“证伪”一词。而“证伪”不折不扣是20世纪科学哲学的一个专有名词。难道费恩曼后期“皈依”哲学了不成？这很令本文作者疑惑。找到原文，发现与这几处汉译语句对应的原文^{[5]15-16}如下：

1) ... for people today the idea really should be translated as, “The exception tests the rule.” Or, put another way, “The exception proves that the rule is wrong.” That is principle of science. If there is an exception to any rule, and if it can be proved by observation, that rule is wrong.

2) science cannot disprove God.^{[5]36}

3) I am not trying to disprove the existence of God.^{[5]40}

显然这几例原文中，都没有出现哲学上的“证伪”一词。“证伪”一词在哲学上其动词原形为 falsify，名词为 falsification，而不是 disprove。其中第一例“特例可以否定一个命题”这一说法，的确符合科学哲学上“证伪”的精神。但是如果知道费恩曼一生蔑视哲学的态度，笔者认为用哲学上的专有名词“证伪”诠释费恩曼观点的做法，很值得商榷。而在第二、第三两种情形，则完全是翻译者自己的想法。对于费恩曼说出的这两句话，直接分别译为“科学不能否定上帝”，“我不想尝试证明上帝是不存在”更为合适。只要我们对于费恩曼有足够的了解，我们会相信，让他接受一些哲学概念，他一定会竭力反对的。因此，哪怕他的某一想法与哲学的某一概念的内涵很接近，也不应该用哲学的概念去诠释他的思想。用“证伪”一词翻译费恩曼的话语，意思没错，并且看起来也蛮时髦。但是容易使对他有所了解的人产生误解，以为他后来与哲学和解了，甚至“皈依”了哲学。而事实上不是这样。因此在“信、达、雅”中，“信”是最最

基本、最最核心的目标。没了“信”再好的“达”、再妙的“雅”都不可取，甚至可以说都一无是处。

4 科技翻译工作中的乱象

前面举例时所提到的都是相当优秀的翻译著作，其中存在的问题或是稍不留神的小瑕疵，或是值得商榷的做法。一本翻译著作，偶然出现这样的语句是可以理解和允许的。当下我国的科技翻译著作中，还存在让人难以容忍的乱象。下面仅举一例。



2015年4月的一天，北京大学的秦克诚教授发来邮件，说购买了一本书准备送给本文作者。这本书是由俄文翻译过来的，名为《世界100大科学家》^[10]。诸年来，笔者一直在研究玻恩，这一点秦克诚教授是很了解的。这也是他要把这本书送给笔者的原因：这本书里收录了玻恩，而在此前的类似书籍中，玻恩多难以入围。该书之中译本关于玻恩的介绍有5页（486–490页）。

因为不懂俄语，笔者对于这本书的俄文原作者毫不了解。但是显然这位作者是有眼光的，在486页对于玻恩的介绍中，第一句的定位就极为准确：“他和普朗克、爱因斯坦、玻尔、海森伯齐名。玻恩被认为是离子物理学的奠基人之一……”此句中的“离子物理学”疑为“量子物理学”（英语 quantum physics）或量子力学（quantum mechanic）之错译。

在浏览这5页文字过程中，本文作者多次瞠目结舌。这本书翻译者过于随意的漫不经心、对于物理学领域的极其无知，以及翻译之烂都

可谓登峰造极！虽然笔者不懂俄文，但是却很了解玻恩的一生，因此还是可以判断出翻译中存在的一些严重错误。略举几例如下：

486页把玻恩的出生地 Breslau 译为“布雷斯劳”是对的，但是到了487页，却又译为了“勃列斯拉乌”。显然这是 Breslau 的另外一种错误音译。该页还有一处将“希尔伯特”（Hilbert）错写为“希尔特伯”。

487页说玻恩1907年在哥廷根大学获得博士学位，这是对的；又说1909年被邀请回到哥廷根大学给闵可夫斯基做助手，这也是对的。但是接来说：“同年，他结束了相对论的理论研究，当上了哥廷根大学的校长。”这不仅违背事实，也更违背常识。1909年哥廷根大学已经有170多年历史的德国名校，一个刚刚毕业的博士在这里获得个教职都是难事，怎么可能一跃而成为如此一所著名大学的校长呢？事实上这一年玻恩很艰难地获得了该校的讲师资格。

还是在487页，译者说玻恩与哈伯合作，“创造了分析物理，即著名的玻恩—哈伯周期。”且不说“分析物理即著名的玻恩—哈伯周期”从语法上就是错的。笔者是物理学专业科班出身，并做过23年高校物理教师，但是我不知道物理学还有个叫做“分析物理”的领域，也不知道这个领域还是自己多年研究的物理学家玻恩创立的！真是让人“长见识”。而且在物理学与化学上中都没有什么“玻恩—哈伯周期”，有的是“玻恩—哈伯循环”（英语为 Born-Haber cycle）。

仍在487页，译者说：“1926年施辽丁格发展了波浪力学”，“波浪力学被视为像波的亚原子部分，描述为波功能。”“波浪力学”应该就是著名的“波动力学”（英语为 wave mechanics）的错译了，而波动力学的创立者 Schrödinger，在中国物理界早已有固定的统一译法——“薛定谔”。显然这本书的翻译者不知道这些习惯性的常识。而薛定谔创立波动方程描述波函数随时间与空间参量的变化关系，第二句中的“波功能”显然指的是波函数（英语中的 wave function）了。至于说“波浪力学被视

为像波的亚原子部分”，神啊，笔者无法理解翻译者要说什么，因此也无法对他的译文做出解释了。可以断定这样的翻译不仅在物理知识上是错的，也一定没有正确理解俄文原文。

487 页出现了一个词：“玻恩接近”。这应该是作为量子力学的基本方法的“玻恩近似”（英文为 Born approximation）的错译。

488 页说：“1925 年—1926 年冬季，玻恩应聘为马萨诸塞工学院院长。”1925 下半年至 1926 年上半年玻恩应邀在美国大约讲学半年。但是玻恩从来未曾有过做马萨诸塞工学院院长的经历。

489 页说：“玻恩作为量子力学的改革者而成为原子结构新图形的奠基人及物理航行的亟需发展者”，“物理航行”所指为何？天知道；“亟需发展者”，表达的是什么也不从揣测。

489 页还说：纳粹上台后“玻恩离开德国，辗转来到英国。他在那里当了三年剑桥的校长。”纳粹上台后 1933 年玻恩离开德国，来到了英国剑桥大学这是对的。但是玻恩在剑桥大学只获得了非长期的讲师任职资格，连个稳定的教授职位都未能获得，译者却说玻恩一举成了此时已经建校 700 多年的世界名校剑桥大学的校长，译文与事实相差不啻十万八千里！

薄薄的不足 5 页文字，明显翻译错误，还不是只有本文所提及这些！这本翻译著作，因为翻译得漫不经心为玻恩的人生创立了多个神话：获得博士学位不久，就成为了母校哥廷根大学的校长；到美国去讲学几个月就成为了马萨诸塞工学院院长；被纳粹迫害而来到剑桥，就成为了剑桥大学的校长……这是多么神奇的人生啊，可惜没有一件是事实。

难以想象如此不靠谱的几乎是信口开河的“翻译稿子”，是怎么通过审稿、校对等一道道程序的。当然，除了玻恩以外，这本书中还有其他 99 位著名的科学家，也许翻译者只是在翻译玻恩时才出现了这些严重的无法容忍的错误，其他翻译都很严谨。可是我们有什么理由相信会是这样？对于其他 99 位科学家，本文作者不是很熟悉，希望对其余科学家有过深入了解的其他有兴趣的读者去认真核实。

在该书的“译后记”中，译者说：“由于我们才疏学浅，能力有限，翻译中的错误和不当之处在所难免，恳切希望朋友们提出批评和指正”^{[10]586}。这是很多翻译著作的常见客气用语，但是笔者要对这两位译者说的是：大作的错误恐怕不仅仅是由于两位“才疏学浅、能力有限”啊！如果确实能力有限，为什么还要知不可为而为之？害了原作者，害了读者，也害了自己啊！

5 余论

本文中所提及的这些翻译著作或某些翻译著作中的部分内容，对于有的人而言都可以归入泛化的科普著作之类。一般而言科普作品的读者对象是相对广泛的。对于广大的中国读者而言，了解国外值得学习的科学技术与文化艺术等等的主要渠道，仍是翻译著作。因此把住翻译著作的质量关的重要性无需探讨与过多解释。有些翻译书籍，错误百出，如果没有很好知识积淀的读者阅读这样的书，不但不会被科普，相反会被书中的错误所误导，形成错误的知识和认识。有的翻译质量低劣的书籍，纯系知识与文化的垃圾，有还不如没有。因为错误知识与错误认识，有时远远比无知还可怕。低劣翻译著述的出现，除了翻译者本人有不可推脱的责任外，出版单位的编辑、审稿人员也难辞其咎。这样的译稿为什么还能堂而皇之地印刷出版？垃圾翻译作品的出现一定是某种名利场推动力在背后驱动的结果。虽然这类应该丢入废纸堆的翻译有诸多社会危害，但是翻译者可能因为出版了译著而升职、晋级、赚稿费。读者要问的是：出版与文化主管机构，对于这样的翻译著述能够得以发行的事实，是不是不应该视而不见，而应该有监督和惩处的责任？

最后，笔者对于那些刚刚步入学术研究门径的学子们进一言：如果在研究过程中必须阅读一些国外著述，千万不要随意引用这些著述的汉译文本；如果有可能一定要设法去寻找原著，然后至少将原著与汉译本做些对比阅读；现在的汉译著述，存在太多超越读者想象的不靠谱。

参考文献

- [1] 赫胥黎. 天演论[M]. 严复, 译. 北京: 商务印书馆, 1981, 译例言, xi.
- [2] G.M.卡洛埃. 人与科学——威廉·亨利·布拉格传[M]. 南昌: 江西教育出版社, 1999, 82.
- [3] G. M. Caroe. William Henry Bragg: man and scientist[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1979, 70.
- [4] 理查德·费恩曼. 费恩曼演讲录[M]. 张增一, 译. 上海: 上海科学技术出版社, 2001, 6.
- [5] Richard P. Feynman. The meaning of it all[M]. Allen Lane: The Penguin Press, 1999, 7-8.
- [6] Max Born. My life[M]. London: Taylor & Francis Ltd, 1978, 298-299.
- [7] 马克斯·玻恩. 我的一生[M]. 陆浩、蒋效东、杨鸿宾, 译. 上海: 东方出版中心, 1998, 418-419.
- [8] Michelle Feynman. The letters of Richard P. Feynman[M]. New York: Basic Books, 2005, 141.
- [9] R.P.费曼, 米雪·费曼. 费曼手札: 不休止的鼓声[M]. 叶伟文, 译. 长沙: 湖南科学技术出版社, 2008, 168.
- [10] Д. К. 萨明. 世界 100 大科学家[M]. 高昶、罗时智, 译. 北京: 东方出版社, 2006.
- (编辑 王奕琳)
-
- (上接第 70 页)
- location of Visitors' Time in Museum Exhibitions [J]. Curator: The Museum Journal, 1997, 40(2): 108-125.
- [11] Serrell, Beverly. Paying Attention: Visitors and Museum Exhibitions[M]. Washington, D.C.: American Association of Museums, 1998: 22.
- [12] 中华人民共和国财政部. 美国 1993 年政府绩效和成果法 (GPRA) [EB/OL]. [2015-03-10]. http://www.mof.gov.cn/pub/yusuan/zhengwuxinxi/guojijiejian/200909/t20090930_214505.html.
- [13] 张松龄. 对《海洋和它的居民》展览观众意见的调查和分析[J]. 中国博物馆, 1985 (1): 24-27.
- [14] 严建强. 博物馆观众研究述略[J]. 中国博物馆, 1987, (3): 17-22.
- [15] 吴卫国. 京津地区博物馆观众调查报告[J]. 中国博物馆, 1987(2): 28-44.
- [16] 李迎化, 周彤, 安长华. 长春地区部分博物馆观众动态分析[J]. 中国博物馆, 1990 (1): 75-78.
- [17] 吕军. 邯郸市博物馆观众调查的启示[J]. 文物春秋, 1997 (3): 66-70.
- [18] 吉林大学考古系. 辽宁省博物馆观众调查报告[J]. 中国博物馆, 1999 (2): 73-82.
- [19] 吉林大学考古系. 直隶总督署博物馆观众调查报告[J]. 文物春秋, 1999 (6): 37-48.
- [20] 廖红. 展品质量评估方法研究[J]. 科技馆, 2001(4): 21-27.
- [21] 中国科普研究所, 中国科技馆. 科技馆常设展览科普效果评估[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2006.
- [22] 张义芳. 科普评估理论初探与案例指南[M]. 北京: 科学技术文献出版社, 2004: 36.
- [23] Erik W. Robelen. National Science Foundation Deemed Leader in Informal Learning[J]. Education Week, 2011, 30 (27): 14-15.
- [24] National Science Foundation. Advancing Informal STEM Learning (AISL) PROGRAM SOLICITATION [EB/OL]. [2015-04-10]. <http://www.nsf.gov/pubs/2014/nsf14555/nsf14555.htm>.
- [25] Explanatory Guide to the NASA Science Mission Directorate Education & Public Outreach Evaluation Factors [EB/OL]. [2015-05-04]. http://science.nasa.gov/media/medialibrary/2010/12/01/SMD_MissionGuideV3_1_508.pdf.
- [26] Lesley University. NASA Space Science E/PO Summative Evaluation Report (2007) [EB/OL]. [2015-05-05]. <http://nasascience.nasa.gov/educators/program-evaluation/NASA2007SummativeReport.pdf>.
- [27] 中华人民共和国司法部. 博物馆条例全文[EB/OL]. [2015-04-30]. http://www.moj.gov.cn/index/content/2015-03/02/content_5983691.htm?node=73768.
- [28] 国家文物局. 博物馆管理办法[EB/OL]. [2015-05-01]. http://www.sach.gov.cn/art/2007/10/28/art_1035_6949.html.
- [29] 温超. 美国科技馆展览效果评估研究——以 AISL 项目为例[D]. 中国科学院大学. 2014.
- [30] The National Science Foundation. Framework for Evaluating Impacts of Informal Science Education Projects [R]. 2008.
- (编辑 王奕琳)