

# 人类基因编辑技术的伦理风险之维

## The Dimension of Ethical Risk of Human Gene Editing Technology

陈龙 / CHEN Long

(浙江大学光华法学院, 浙江杭州, 310008)  
(Guanghua Law School, Zhejiang University, Hangzhou, Zhejiang, 310008)

**摘要:** 人类正处于“基因治疗”“基因预防”的后基因组时代, 人类基因编辑的应用和推广是其前沿和核心领域。人类基因编辑技术是对人体基因组序列的定点“修饰”和“替换”, 由于主体的有限理性、技术工具的缺陷、失灵以及客体复杂的功能性特征, 它在临床、社会实践领域存有潜在的未知风险, 涉及到人的重塑、责任归属、基因隐私权保护、社会基因歧视等一系列伦理、法律问题。人类基因编辑技术的发展挑战了生命伦理的内在要求, 并且在临床上呈现不可逆的技术后果。合理且正当的措施是将其技术限定于体细胞基因治疗边界之内, 以实现社会公益和私益保护的均衡。

**关键词:** 基因编辑 责任归属 基因隐私权 基因歧视

**Abstract:** Human beings are in the post-genomic era of “gene therapy” and “gene prevention”. The application and promotion of human genetic editing is its frontier and core area. Human gene editing technology is the “modification” and “replacement” of the human genome sequence. Due to the bounded rationality of the subject, the defects of the technical tools, the failure, and the complex functional characteristics of the object, It has potentially unknown risks in clinical and social practice, Which involves a series of ethical and legal issues such as human reshaping, responsibility attribution, genetic privacy protection, and social genetic discrimination. The development of human genetic editing technology challenges the inherent requirements of bioethics, and presenting clinically irreversible technical consequences. Reasonable and justifiable measure is to limit its technology to the boundaries of somatic gene therapy, to achieve a balance between public welfare and private benefits protection.

**Key Words:** Gene editing; Responsibility attribution; Gene privacy; Gene discrimination

中图分类号: N07 文献标识码: A DOI: 10.15994/j.1000-0763.2021.08.012

二十世纪是世界科技大发展大繁荣时期, 在生命科学领域, 基因的发现及其实践技术的应用和推广, 为人类了解自然有机界打开了一个微型窗口, 透过这个窗口, 人们可以在生物分子水平了解有机体及细胞的生物学特性和演化规律, 并对人类性状、行为、疾病甚至命运等生物分子运行机制做出识别、判断、干预以及指导。作为遗传与生物信息最小单元—基因, 其功能如同物质基本粒子“原子”及数字信息基本单元“字节”推动20世纪现代物理学、化学、计算机信息科学等基础应用学科发展一样,

以基因为基点的遗传分子生物学研究和探索, 实现了生物学领域的伟大革命, 其行为及后果已渗透到人们的日常生活, 对政治、经济、文化、社会以及生态产生了深刻的印象, 并将人类历史领入一个崭新的发展阶段。<sup>[1]</sup>

### 一、问题的提出

由于CRISPR/Cas9基因编辑技术的成熟和推广, 基因治疗(是指在DNA水平上对异常基因进

收稿日期: 2019年6月19日

作者简介: 陈 龙 (1995-) 男, 湖北十堰人, 浙江大学光华法学院博士研究生, 研究方向为科技法学等。Email: 1354651449@qq.com

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

行调整以达到纠正基因缺陷目的的一系列生物科学技术手段)大量应用于临床实践,在体细胞基因治疗以及单基因遗传病的预防和治疗上起到了良好成效。<sup>[2]</sup>基因关系到人类遗传的性状,关系到种族、血统以及人类遗传资源的多样性,关系到生命伦理以及人格尊严,所以在临床实践上,即使基因干预有利于实现个体健康以及社会福祉的最大公约数,契合经济学上标准成本效益评估,但各国对此项技术都采取的是谨慎的态度。<sup>[3]</sup>1992年,国际生命伦理学学会在荷兰阿姆斯特丹举行,大会围绕遗传学伦理展开了激烈讨论。<sup>[4]</sup>2015年,在华盛顿召开的第一届国际人类基因编辑高峰会议,来自医学界、伦理学界、法学界、生物学界等诸多业内专家、学者组建了“人类基因编辑:科学、医学和伦理委员会”,该委员会于2017年起草的报告《人类基因组编辑:科学、伦理学和治理》也着重申明:对生殖系细胞的编辑要严格限制在现有的伦理规范和管理体系框架内,并且对该实验的临床研究和实践设定了严格的管理标准。<sup>[5]</sup>2018年在香港举行的“第二届国际基因编辑峰会”,与会者讨论的主题之一就是包括可遗传基因组编辑的科学、伦理和治理问题。<sup>[6]</sup>但在法律约束薄弱、社会监管松软、商业利益纵深的灰色地带,在缺少必要的内心道德律令的约束下,个人行为经常会被私益、非法目的所驱使,以至于触碰道德的底线,法律的红线。在到2018年11月26日,南方科技大学贺建奎团队宣布世界上首例“免疫艾滋病病毒基因编辑婴儿”诞生,<sup>[7]</sup>人类基因编辑技术已经走得太远,仿佛断了线的风筝、脱了绳的烈马,已不受人类伦理、法律之手的控制,让人不由得对基因技术的疆域和目的产生追问,对基因技术的后果产生反思。

## 二、人类基因编辑伦理风险背后的滥觞

### 1. 人类基因编辑技术的应用及实践

人类基因编辑技术在临床实践领域具体分为基因治疗和基因增强两大类,<sup>[8]</sup>而人体细胞有体细胞和生殖细胞之分,针对人体不同细胞的基因干预,人类基因编辑技术具体可划分为体细胞基因治疗、生殖细胞基因治疗、体细胞基因增强、生殖细胞基因增强。基因治疗是出于医学目的,即是为了治疗和预防疾病而在DNA水平上对人体缺陷基因进行调整以达到生命体生命活动所需要的正常基因

水平,以实现个体化的精准医疗。人类基因编辑技术正是基于基因治疗背后所释放出的最大程度的增加人类集体福祉的信号而在社会中获得正当性地位和备受认同的,基因治疗在临床上广泛应用于遗传病的前期诊断和后期治疗、康复上,但由于目前基因治疗技术只实现了定点单个基因靶位点的识别、判断和替换,所以在临床实践过程中能够成熟应用并成功实践的只是对单基因遗传性疾病的预防和治疗,如我们常见的色盲、镰状红细胞贫血等。<sup>[9]</sup>可遗憾的是,人们生活中常见的遗传性疾病,如高血压、糖尿病、癌症、阿尔茨海默病等,大多数是因多基因突变而导致的,但截至目前,临床上基因治疗多基因遗传性疾病的效果并不明显。<sup>[10]</sup>此外,根据治疗基因导入人体受体细胞种类的不同,基因治疗可分为体细胞基因治疗和生殖细胞基因治疗,由于生殖细胞的基因治疗是对精子/卵子、受精卵、早期胚胎细胞基因的定点修饰,这会导致遗传因子发生改变,其技术改变的结果将镶嵌入“有性生殖”的根节点,故而治疗不只涉及到患者或实验个人,还会涉及到后代、种族、甚至人类整个“基因池”。<sup>[11]</sup>所以,为了降低临床基因治疗所带来的未来潜在的不可知的巨大风险,为了保存人类生命体遗传资源的丰富多样性,目前国内外通行的做法是只允许体细胞基因编辑,对于生殖细胞的基因治疗,世界大多数国家都以法律的形式明令禁止,与此同时,世界各国也共同努力尝试以召开共识会议,发布宣言、公约等形式来最大范围的约束各国有关临床实践,以达致最低限度的思想、行动共识。如阿西洛马会议、华盛顿峰会,<sup>[12]</sup>国际社会1999年通过的《联合国教科文组织世界人类基因组与人权宣言》等,<sup>[13]</sup>都明确禁止生殖细胞基因编辑技术。基因增强不是以治疗为目的,其着眼于完善或增强人类的性状和能力,它是通过将非治疗性的目标基因导入人体的受体细胞,使其表达于特定的蛋白质,从而实现增强人类表观性状和能力的愿景。<sup>[14]</sup>同时临床上根据目标基因受体细胞种类的不同,分为体细胞基因增强和生殖细胞基因增强。基因增强是源于人类对自身现有状态的不满,渴望实现“完美无疵”的人生及美好生活的愿景。目前,学界关于基因增强表现出截然不同的两种观点,一方是自由派代表的典型立场,其主张:人人都是他自己身体、精神的主体,是其唯一的权利支配者,享有自主权利,而自主权利其中的一项就应该包括选择是否使

用基因增强,若基因增强的使用增加了个人和集体福利,而个人和社会又可自愿承受此技术风险,那么在价值多元的自由主义社会里就该对此持包容和理解的态度。<sup>[15]</sup>另一方是生物保守派代表的立场,他们出于对人自然本性的保护,对基因增强持怀疑甚至否定的态度,其中以法兰西斯·福山与于尔根·哈贝马斯为主要代表。<sup>[16]</sup>笔者认为,鉴于目前基因编辑技术并不完善,而基因增强涉及到个体同一性的重塑、人自然本性的改造、社会公共资源的供给和分配及其背后所涉及的伦理、道德、政治等争议问题,在现今中国有限的医疗卫生资源供给下,基因治疗的需求比基因增强的现实更加迫切,基因增强的临床实践应持谨慎、负责任态度。

## 2. 人类基因编辑伦理风险背后的滥觞

技术的发展永远是一把“双刃剑”,它就如同古罗马神话中的双面神亚努斯一样,有着一副双面性的面孔,伴随着解决问题和引起问题共生现象。在“基因诊断”“基因治疗”“基因预防”等揭示人类生命奥秘、种系发展的后基因组时代,人类对细胞分子生物学研究不断深入,遗传物质——基因的本来面目也日益显露在人们面前,人类可以在更深层次的知识、理性框架结构中对基因进行调控,基因编辑的理想时代已经到来。随着基因编辑技术对人体切入程度的加深,一方面,它有利于实现个体化的精准医疗,但与此同时也伴随着生物技术、伦理、道德、法律风险同比例的增加,其背后的主要原因有:

### (1) 主体的有限理性

在人类遗传学发展的过程中,基因的发现虽然解开了困扰在人们心中几千年“剪不断、理还乱”的纤绳,卸下了那些虚无缥缈的鬼神学说压在人们心中的重担,戳穿了传道士、布道者满口仁义的谎言。人类基因组精准测序取得的成功更是推动着临床上“基因治疗”时代的到来,人们可以在细胞分子水平上了解疾病发生的机理,在根源上治疗某些单基因突变而引起的遗传性疾病,如亨廷顿舞蹈症等。但在人类走向胜利、迈向美好生活的征程中,人类逐渐满足并陶醉于自身“普罗米修斯”的一面,却试图无视甚至忘却自身无可躲避的“埃庇米修斯”的印象。根据认识论可知,具体时空下的人类要始终对自己“无知”及“我们的知识昏聩”保有理性、客观的认识,任何盲目自大,将自我视为无所不晓的“上帝”的冲动

只存在于虚妄的脑回路中。就人类基因研究和探索而言,人类先前积累的知识和实践经验还不足以支撑人类永远走在正确的康庄大道上,对人类基因的真理性的认识还存在于明天,未来,也就不可避免呈现出具体时空下的人类基因编辑伦理、法律风险认识和实践难题。

### (2) 技术工具的缺陷、失灵

2018年年末,世界上首例“免疫艾滋病病毒基因编辑婴儿”在中国宣布诞生,迅速在世界范围内引起轰动,让世人震惊。此次人类基因编辑是对孕体胚胎细胞CCR5基因进行的定点修饰,以敲除癌变基因靶位点,阻断艾滋病病毒的生存受体,让身患HIV感染的父母能够生下一个健康、快乐的宝宝。“基因编辑婴儿”的成功得益于CRISPR/Cas9基因编辑技术的成熟和推广,其使定点识别、敲除、替换人体基因在临床实践中变得简单易行。但根据业内专家分析认为,此项技术自身存在着极大的风险,一方面,CRISPR/Cas9基因编辑技术并未想象中的那样安全有效,人体仍然面临着CCR5基因脱靶的风险。此外,艾滋病病毒受体除了寄生于人体CCR5基因外,还包括CXCR4或CRR5和CXCR4联用作为辅助受体,若只对CRR5基因进行编辑,其实并未完全切断艾滋病病毒的传播,并且还会适得其反,人体还要额外承受免疫细胞中CCR5缺失易导致的CRR5-Δ32的突变对人体所带来的危害。<sup>[17]</sup>在另一方面,目前临床实践技术已成功的实现无需基因编辑胚胎就可以阻断艾滋病的母婴传播,即不需要进行CRR5基因编辑,在临床上通过高效抗病毒药物、安全助产和科学喂养等技术的综合实施就可以实现健康生育的目的。<sup>[18]</sup>针对临床上存有更安全、高效的替代方案的选择,对人体胚胎细胞基因定点修饰以实现免疫艾滋病病毒的目的其实是多此一举。“基因编辑婴儿”是对人体胚胎细胞基因的定点干预和改良而诞生的产物,然而此项生物医学技术早在之前已受到国际法、国内法的明令禁止,同时也违反基因编辑生命伦理在世界范围内所达成的共识。由此可见,人类基因技术并不是我们想象的那样会沿着我们既定的理性框架去运行,技术发展的广度和深度在具体的时空节点上会实现“惊险的一跃”,而这一跃往往在人类理性可控制之外,它可能出于盲目、无知、私益的驱使,而技术在不断地发展过程中其不可避免存在人为、环境因



素的约束,在具体的时空下,知识、技术的片面性和缺陷也是不可避免的。

### (3) 客体复杂的功能性特征

由于人体是复杂的生命系统,生命活动的发生以及组织的新陈代谢是由人体内亿万个异彩缤纷的细胞或细胞种群互动、影响、合力的结果,人体的生命体征以及与外界环境的反应、刺激、产出也是以整体、系统的方式呈现。当人体对外界的环境干预产生不适时,如生活常见的头疼脑热现象,其发生的机理并不是生物体单个细胞病变导致的结果,而是细胞群、系统合力的产物。人类基因编辑技术是对人体单个细胞的定点修饰和更改,在还未弄清人体各个细胞的生命机制、功能形态下;在还未弄清人体各个细胞相互作用影响下;在还未弄清细胞与外界环境的互动交换下,此技术的安全性便得不到切实的保障,技术的后果便面临着极大的未知风险考验。根据唯物辩证法可知,整体和部分辩证统一的关系,两者相互作用,相互影响,休戚与共,彼此和谐推动着事物的向前发展。基因编辑技术是对人体部分细胞的改变,其结果必然会影响到整体,若任意的割裂两者之间的联系或置之不顾,都将会产生不利的后果。

## 三、人类基因编辑技术的伦理风险问题

人类基因编辑存有主体、技术工具、客体要素方面的制约,在基因诊断、基因治疗、基因预防的后基因组时代,随着人类基因编辑技术在临床、社会领域的大量应用和推广,其技术自身及其后果所导致的伦理、法律问题日益突出。本文尝试以整体、系统论的视角出发,出发点并不是以真理“代言人”的角色宣称和否却人类基因编辑技术的发展所释放出的社会福利,而是在一个放大的时空维度下,让道德、理性参与其中,相互博弈、碰撞,以负责任的态度回应道德上的良知,以达到和实现反思中的平衡和人类实践中的和谐。反思人类基因编辑技术可能产生的伦理风险和法律问题,其具体表现形式如下:

### 1. 人的重塑风险

科学创新、技术改造逐渐沦为人类一种统治欲的表达,导致外在和内在自然地异化。科技使人类变得优越的同时也产生了不可避免而又愈演愈烈的技术“反噬”,如人类普遍成为“科技病人”,对

现代技术的希冀已变成了一种威胁,“存在”已不复存在,大自然被人造的空间所吞噬。作为一个在视觉、听觉以及行动上有所局限的生灵,人类需要技术的手段来弥补自己的缺陷,以保障在生存的搏斗中得以幸存。科技作为一种塑造力量,它给予人生以意义和价值,是良好生活的组成部分。当科技逐渐把人类从繁重的体力劳动解放出来给予自由的同时,亚里士多德笔下有灵魂的工具——手,也正将趋向于成为梦魇。科技由曾经的希望承载者和受尊敬的增长、福利、和平及面向未来的保证人,演变为效用程度崇拜主义的简单执行者。现代文明的科技网在某种程度上早已使人成为机器人,以及受控制的生物体。人类基因编辑技术尝试改变人类的遗传因子——基因,而基因关系到人类种群的多样性,关系到个体的身高、肤色等表现性状的生成、发育机制,任何人为干预基因的行为都会扰动生物群属、生命个体的自身存在的“内平衡”,尤其是打破有性生殖的遗传法则,而后波及到生物链的内在和谐、稳定特性,导致生物体处于未来不可知的潜在风险之中。在我们的脑海中,根深蒂固的观念是我们的身高、鼻梁、肤色等外在特征都是父母赋予给我们的,它们是不能改变的,这也本能地构成了独立的自我、自由的自我、完善的自我,使我与他划定了永久的界限,此也是独一无二的我的本质,而人类基因编辑技术的出现,打破了这种观念,使人类产生自我定义危机。人类基因编辑技术在某种程度上使人类掌握了统治、改变自我的权力,而这种权力在西方基督教的世界里曾经属于上帝,而当人类角色突然转换,由弱小、低能的生命个体摇身转变为掌控一切、无所不能的上帝时,人类应该怎样理性、客观的审视自己?是在生命面前尽量保持着敬畏、节制与冷静,抑或是乐观、盲目与自大,便成为摆在人类前进路上的不同导图,同时也是截然不同的赋予人类以生命意义的存在性评价,人类应该怎样做出选择,以实现自我的蜕变和重塑,已成为生物时代人类都要面对的现实境遇,对上述问题的追问和尝试性的解答已成为人类生活、社会实践必不可少的一部分。

### 2. 责任归属的风险

一般认为,行为是在人的动机支配下而从事的社会活动,在法学的世界里,法律人称其为“民事行为能力”或认识、意志的控制能力,正应如此,行为人获得了法律上应受谴责性的责难,此也构

成了追究行为人法律责任的正当性基础。司法审判中法律论证、推理的逻辑前提是行为人在思想和行为上是一个完全独立、自主的个体,其可以自由选择内心的意思表示以及社会实践的方式,而不受他人意思、行为的干扰而被迫保持屈从和沉默。与此同时,法律也为此种受他人思想、行为的支配下而被迫形成于内,表露于外的意思表示设立了免责条款、排除犯罪的正当性事由,以及获得从轻量刑的机会,如民法中的行为人在“重大误解”、“欺诈”、“胁迫”下享有的合同撤销权,“不可抗力”下的合同法定解除权,“格式条款”“霸王条款”的当然无效,刑法中的“正当防卫”“紧急避险”,共同犯罪中的“间接正犯”制度以及胁从犯较之主犯从轻、减轻处罚制度等。在应用人类基因编辑技术的现实情境中,当外来技术、手段介入到行为人身体之中,其是否会影响个体独立意识、行为方式之自由形成和表达,外在因素的存在是否会切断追究行为人法律责任的因果性链条,如果基因治疗抑或基因增强已改变了行为人意思及行为的识别、判断、选择的能力,那么法律上对行为人的“非难”,苛求其在现实情境中做出正确、合法的选择,是否会有失偏颇?在这种情况下,追究行为人的法律责任是否正当?是否实现了法律维护社会公平正义的初衷?此番追问便造就了法律责任归属上的难题及风险。

### 3. 基因隐私保护

我们每个人都享有神圣不可侵犯的个体自由和专属于自己生活的空间区域,其构成了独立的“我”的核心要素,它不允许外界非法打扰、干预,这也成为现代主义个体情境下法律权利产生的基础和根源,其中法律世界中的隐私权就是捍卫这种独立的“我”的典型产物。遗传学研究发现,人类不同种群、个体之间共享着99.9%的相似基因,而剩下0.1%的基因的不同造就了仅凭肉眼看上去大相径庭而又色斑斑斓的人类社会,其实人与人之间的差别并没有我们想象中的那么大。<sup>[19]</sup>当人们用基因的视角来保存天然、独立的“我”的权利时,这0.1%的基因信息便是我们最核心的隐私了。但是,随着现代生物医学的进步尤其是人类基因工程的发展,现实生活中仅需一滴血亦或是一根头发就可以完全得到个体的全部遗传密码,这便导致个体基因信息暴露在现实的巨大风险之中,由于基因信息存在着天然的内隐性、自

在性、排他性等特征,其属于个人隐私的典型范畴,自然应该纳入到国家隐私权的保护范围之内。

<sup>[20]</sup>自人类基因组研究计划启动之初,科学家就特别关注个人基因信息的隐私问题,为此,还专门设立了人类基因信息利用的伦理、法律和社会影响规划,作为人类基因组计划的一部分,并着重保护基因的隐私权和解释基因的公正性问题。<sup>[21]</sup>基因研究的目的是探索人类遗传的自然法则,尝试给人类的基因序列画一幅“肖像”,在DNA生物大分子水平上解释某些疾病的发生机制,以实现临床上某些遗传性疾病的早期预防和个体化精准医疗。然而,如果个体的基因隐私权得不到切实的重视和保障,那么基因信息就可能被某些别有用心的人拿来滥用,作为追逐商业利润的工具,作为侵害他人人身、财产利益的载体,更有甚者,当雇主、保险公司把基因信息作为个体劳动就业、投保的筹码来否却劳动者、投保人相应的正当权利时,便会带来基因歧视,导致社会的基因分层,加剧社会的不平等和分化。

### 4. 基因社会歧视

自从人类发现基因控制人类性状的秘密,人们便已不满足遗传学只是停留在揭示生命遗传现象水平,而是要在此基础上更进一步,在充分认识基因的生命机制下,调控甚至改造基因,以实现自己内心的美好愿望。一般认为,科学无止境的探索以及对真理矢志不渝的追求自来就是科学家身上最宝贵的品质之一,如果科学认识的加深和思想的转变契合着世界范围内的主流价值观,在增进人类集体福祉收益上考量,应在道德、实践中得到认可和肯定。但随着人类基因组计划全面启动,人类基因组草图绘制成功,基因编辑技术的更新换代使临床上基因重组和改良变得简单易行,人们尝试以基因改造的方式达致超常的帕累托改进,来实现个体的“净化”和人性的超越。如社会中出现的“性别选择”“父母打造定制的孩子”“生化运动员”“未来计划”等现象,向人类不停地传递出淘汰“劣质基因”保留“优势基因”的信号,加剧了基因的社会歧视,更导致基因的社会分层。<sup>[22]</sup>上个世纪初以道尔顿为代表发起的“优生学”运动以及发展到中叶以希特勒为首在社会上血腥推行的“纳粹主义”实践,在当今生物医学技术进步下由空想变为现实。我们不由得在心里会感到害怕,也在心里默问基因技术是否会



被社会上掌握着得天独厚优势资源的一部分人或者心怀叵测的恶人拿来当做工具去打压、欺负另一部分处在社会底层弱势地位以及善良的人,使他们的处境更加处于社会的边缘,加剧社会的不平等。

## 结 论

科技走过了一个从旧时期作为生存的工具和手段到新时期全面支配自然、社会的历程。人类由自然面前的“弱者”变成“强者”,科技在此过程中帮助人类实现了艰难的蜕变和华丽的转身,科学技术在推动人类社会进步,促进个体健康幸福方面发挥着不可替代的作用。孟德尔豌豆杂交实验开创遗传学学科,其初衷只是为了揭示不同生命体表观遗传性状之谜,但随着生物医学技术的进步以及科学知识的积累,人类可以在生物器官、组织最基本单位——细胞内探索生命活动过程及规律,基因作为藏匿于微小细胞核中的生物小分子DNA遗传化学物质也逐渐显山露水,进入人们的视野之内,人类的野心便早已不满足于揭示生命遗传活动、治疗疾病的基因研究、实践目标,尤其是基因编辑技术的更新换代,人类对自然基因的征服能力加强,渴望在更大范围内更深程度上改造基因,以契合人类的“私人订制”,让人类干预生命的起点提前,以满足自身征服欲的膨胀,实现改造自然、生命的内心欲求。但人类基因编辑技术尝试改变人体自然基因组序列以契合自身内在的需要,其自身及其后果在临床、社会实践领域存有潜在的伦理及法律风险,涉及到人的重塑、责任归属、基因隐私权保护、社会基因歧视等一系列伦理、法律问题。人类基因编辑技术的发展挑战了生命伦理的内在要求,并且在临床上呈现不可逆的技术后果,合理且正当的措施是将其技术限定于体细胞基因治疗边界之内,以实现社会公益和私益保护的均衡。

## 【参考文献】

- [1] 张成岗. 新兴技术发展与伦理规约[J]. 中国科技论坛, 2019, (1): 1-3.
- [2] 刘玉彪、许馨、曹山虎、孙绍光. 基因编辑技术最新研究进展[J]. 生物技术通报, 2017, 33(6): 39-44.
- [3] 郑戈. 迈向生命宪制——法律如何回应基因编辑技术应用中的风险[J]. 法商研究, 2019, 36(2): 3-15.
- [4] 邱仁宗. 国际生命伦理学学会成立大会[J]. 自然辩证法研究, 1993, 9(1): 69-72.
- [5] 丁陈君.《人类基因组编辑:科学、伦理和监管》报告为基因组编辑建言献策[J]. 世界科技研究与发展, 2017, 39(2): 158.
- [6] 邱仁宗、翟晓梅、雷瑞鹏. 可遗传基因组编辑引起的伦理和治理挑战[J]. 医学与哲学, 2019, 40(2): 1-6.
- [7] 冀朋、雷瑞鹏. 生命伦理学对生物医学的重要性——论“基因编辑婴儿”事件[J]. 科学, 2019, 71(1): 24-26.
- [8] 马云青、常兴. 基因编辑与基因治疗[J]. 生命的化学, 2019, 39(1): 21-27.
- [9] 朱佩琪、蒋伟东、周诺. CRISPR/Cas9 基因编辑系统的发展及其在医学研究领域的应用[J]. 中国比较医学杂志, 2019, 29(2): 116-123.
- [10] Baltimore, D. 'A Prudent Path Forward for Genomic Engineering and Germline Gene Modification'[J]. *Science*, 2015, 34(6230): 36-38.
- [11] 王康. 人类基因编辑实验的法律规制——兼论胚胎植入前基因诊断的法律议题[J]. 东方法学, 2019, (1): 5-20.
- [12] 高璐. 从阿西洛马会议到华盛顿峰会:专家预警在生物技术治理中的角色与局限[J]. 山东科技大学学报(社会科学版), 2018, 20(6): 28-35.
- [13] 联合国教科文组织(UNESCO)国际人类基因数据宣言[J]. 中国医学伦理学, 2010, 23(5): 125-128.
- [14] 张君. 人类基因增强技术的政策规制[J]. 中国科技论坛, 2019, (1): 9-11.
- [15] 马明、陈凡. 人类基因增强伦理价值判断的人性论困境与超越[J]. 自然辩证法研究, 2017, 33(12): 21-27.
- [16] 阿明·格伦瓦尔德. 技术伦理学手册[M]. 吴宁译, 北京: 社会科学文献出版社, 2017, 502-505.
- [17] 卢光琇. 通过编辑人类胚胎CCR5基因预防艾滋病事件的反思[J]. 医学与哲学, 2019, 40(2): 7-11.
- [18] 史宣玲、张林琦. “免疫艾滋病基因编辑婴儿”的问题与危害[J]. 医学与哲学, 2019, 40(2): 12-15.
- [19] 道尔顿·康利、詹森·弗莱彻. 基因不平等的遗传[M]. 王磊译, 北京: 中信出版社, 2018, 113.
- [20] 汤晓江. 基因科技的法治化解析与未来法律制度架构——以基因信息权利的研究为基点而展开[J]. 学术探索, 2016, (1): 85-91.
- [21] 王康. 基因权的私法规范:背景、原则与体系[J]. 法律科学(西北政法大學学报), 2013, 31(6): 59-70.
- [22] 桑德尔. 反对完美:科技与人性的正义之战[M]. 黄慧慧译, 北京: 中信出版社, 2013, 18-22.

【责任编辑 李斌】