



中华人民共和国国家标准

GB/T 42444—2023/ISO 18458:2015

仿生学 术语、概念与方法论

Biomimetics—Terminology, concepts and methodology

(ISO 18458:2015, IDT)

2023-03-17 发布

2023-10-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	I
引言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 仿生学的内涵	3
4.1 仿生学的本质	3
4.2 与相关科学的界限和交叉领域	4
4.3 仿生产品及仿生流程	4
5 使用仿生学方法的需求与概况	5
5.1 仿生学的可行性、性能和成功要素	5
5.2 仿生学和可持续性	6
5.3 仿生学的局限性	6
5.4 仿生学交流过程	7
6 工程仿生过程	7
6.1 概述	7
6.2 新思想的开发	8
6.3 抽象和类比	10
6.4 从计划阶段到发明阶段	12
7 仿生学创新方法的实施	12
附录 A (资料性) 示例	14
A.1 计算机辅助优化	14
A.2 仿生蜘蛛丝	15
A.3 进化算法	16
A.4 鳍条	16
A.5 荷叶效应	17
A.6 自锐刀具	18
A.7 新艺术风格	18
A.8 斐波纳契序列	19
A.9 奥林匹亚屋顶	19
A.10 钢筋混凝土	19
A.11 皂膜类比	19
参考文献	21

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件等同采用 ISO 18458:2015《仿生学 术语、概念与方法论》。

本文件增加了“规范性引用文件”一章。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国机械工业联合会提出并归口。

本文件起草单位：北京机械工业自动化研究所有限公司、吉林大学、奥精医疗科技股份有限公司。

本文件主要起草人：秦修功、张志辉、江月、于征磊、王书鹏、张宝玉、尹作重、高雪芹、邵艳龙、林志斌、任露泉、姜江、孙逊、唐聪、杜已超、聂子临、仇志焯。

引 言

仿生学被认为是面向实际应用效益的研究与开发方法,通过分析从生物系统中所获取的知识,寻找解决问题的方案、创造新的发明创新,并将这些知识转化到技术系统。这种将生物学原理转化到技术领域的思想是仿生学的核心内容(见第4章仿生学的内涵)。

将生物学解决方案转化到技术应用,其背后的最基本动机是源于生物结构可以根据它们的需要进行优化,并由此成为重要且令人信服的应用的灵感源泉。到目前为止,已有超过二百五十万种物种及其具体的特征在一定程度上被鉴定和描述。因此,对于仿生学而言,有大量的可供解决实际问题的参照。

纵观历史,仿生学的发展可分为以下几个阶段^[1]:约在20世纪50年代,以模型为基础的仿生学被首次引入,主要用于飞机、车辆、船舶的设计和建造,通过基于相似理论推导出的建模规则,将生物系统的原理转化到技术设计中。20世纪60年代左右,由于受到控制论的影响,仿生学的两大支柱(生物学和技术)首次在语言学上结合,并建立了共同的语言学和方法论基础。这一基础为仿生学领域的核心要素——知识的转化奠定了重要基础。自1980年以来,仿生学已经延伸至微米和纳米尺度(例如荷叶效应的内容)^[2]。测量和制造技术新方法的出现是实现这些拓展的关键。特别是20世纪90年代以来,由于计算机科学、纳米技术、机电一体化和生物技术等相关领域的迅速发展,仿生学得到了进一步的推动。在许多情况下,正是这些领域的新发展使复杂生物系统的转化成为可能^[3]。

如今,仿生学日益被视为是一门已在产品与技术方面取得了众多创新的科学学科。这种高度跨学科的合作特点,汇集了来自生物学、工程科学和众多其他学科领域的专家,具有极大的创新潜力^[4]。由此,仿生学现已成为许多大学和校外研究机构研究和教学的对象。同时,制造企业也越来越多地转向采用仿生学方法开发新产品或优化现有产品。尽管越来越多的研究人员和用户活跃在仿生学领域,从生物学领域到技术领域的知识转化仍是一个复杂的过程,因而对相关人员提出了很高的要求。

大自然中有许多“巧妙的解决办法”,通常可以凭直觉理解;然而,要解释其潜在的机制,特别是解释它们如何应用于技术却并非易事。这种差异是它们与当前和未来仿生学领域持续相关的原因之一,并将在未来几十年持续存在^[5]。

仿生学 术语、概念与方法论

1 范围

本文件对仿生学领域进行了分类和定义,对许多仿生学术语进行了描述,为科学、产业和教育界的仿生学术语提供了框架。同时,给出了从新思想开发到将仿生学方法应用到仿生产品过程的描述。本文件还阐述了仿生学作为一种创新方法或可持续发展策略的潜力和局限性。此外,本文件概述了仿生学在不同领域的应用,并描述了仿生学研发方法与经典研发形式的区别。如果一个技术系统是按照本文件进行开发的,那么它可以被称为“仿生”系统。

本文件为仿生应用提供了合理的框架,旨在为仿生学领域工作的科学家和工程师提供一种通用的语言,为想要了解仿生学开发过程,并希望将仿生学方法应用到工作中的开发、设计人员和用户提供指导和支持。任何与自然界创造的生物学系统足够相似,并可用于其技术等价物开发的目标技术系统,均适用于本文件。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

抽象 abstraction

根据对某个特定对象的观察得出一般性结论的归纳过程。

注:在仿生学中,这个结论是描述生物学系统潜在功能和运行原则的理想物理环境。

3.2

类比 analogy

用于描述两个不同系统相关参数之间关系的相似性。

注1:对相关参数的规范是**抽象**(3.1)的对象。从其在**仿生学**(3.9)领域的定义来看,两个系统其中之一为**生物系统**(3.6),另一个系统为技术目标系统。

注2:在生物学中,“类比”一词是指不同生物体之间功能特征的相似性,这种相似性是由于适应的需要,而不是由于生物体之间有某种联系。相反,基于依赖关系的相似性,因而基于遗传信息的相似性,被称为同源性。在生物学中,“类比”一词已被动态地理解,尤其强调的是两种进化发展起点之间的差异。

3.3

分析 analysis

采用适当的方法将生物或技术系统分解成各个组成部分,然后对各个部分进行组合和评价的系统检查。

注:就“分解成各个部分”这一方面而言,与分析相反的概念被称为合成(重组)。

3.4

生物工程 bioengineering

工程知识在医学或生物学领域的应用。