



何勇群.基于逻辑的阴阳本体及对中西医结合的顶层设计[J].江西农业大学学报,2025,47(5):1161-1170.  
HE Y Q. Logic-based Yin-Yang ontology and top-level design for integrating traditional Chinese and Western medicine[J]. Acta agriculturae universitatis Jiangxiensis,2025,47(5):1161-1170.

江西农业大学百廿华诞专刊特约稿

# 基于逻辑的阴阳本体及对中西医结合的顶层设计

何 勇 群

(密西根大学 医学院,密西根 安娜堡 48109,美国)

**摘要:**【目的】阴阳五行理论是中国古代哲学的核心理论,也是传统中医学的基础。另一方面,源自西方哲学(特别是形而上学)的本体论被认为是“第一哲学”,而基于逻辑的本体论通常被视为科学的源头和根基。在哲学本体论的基础上,以人类和计算机都能理解的方式产生的信息学时代的本体论出现了,并对当代人工智能知识表达领域的发展起到了关键的引领作用。本研究旨在用基于逻辑的本体论来规范阴阳五行理论,并支持中西医学(包括中西兽医)的顶层集成,对中西(兽)医理论研究和应用具有指导意义。【方法】基本形式化本体(basic formal ontology, BFO)被作为主要的上层本体来设计“阴阳本体论”(Yin-Yang ontology, YYO),以表达阴阳五行理论中的关键术语,并进一步表达中医的基本理论。具体案例被开发以展示基于本体的中西医学集成的运作方式。【结果】与阴阳相关的实体可以被归类为本体意义上不同类型的实体,包括物质实体、过程及物质或过程实体所具有的特征(例如阴和阳)。中医中的五大部分(即心、肝、脾、肺、肾)被视为5种物质实体,分别具有5种阴阳属性(即太阳-火性-炎上性质、少阳-木性-生长性质、混沌-土性-融合性质、少阴-金性-敛聚性质、太阴-水性-浸润性质)。这些不同类型的实体及其子类在YYO中以逻辑方式被明确定义。此外,YYO还定义了阴阳五行理论中相生、相克、相乘及相侮的关系,如“生”(engenders)与“克”(counters)。通过这些定义,YYO被用来解释传统中医学的基本内容,并对传统中医学延伸出来的一些预测和应用作了说明。以中医的肾作为一个具体的例子,YYO被用来对传统中医学延伸出来的如何用补脾胃益肾治疗慢性肾病的方法做出本体理论层面上的论证和进一步的延伸。【结论】基于逻辑的本体论用来规范标准化阴阳五行理论和传统中医学,从而达到中西医结合的顶层设计。由此产生的阴阳本体论(YYO)本体化了阴阳五行和传统中医理论,并给出了以中医的肾及肾病的防治为实例以说明YYO对中西医顶层结合的可行性和应用。

关键词:本体;传统中医;西医;中西医结合;阴阳本体;五行;逻辑

中图分类号:R22;S853.1 文献标志码:A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



文章编号:1000-2286(2025)05-1161-10

CSTR:32399.14.aauj.2025099

收稿日期:2025-09-14 修回日期:2025-10-06

基金项目:Fund of Michigan Medicine – Peking University Health Science Center Joint Institute for Clinical and Translational Research(grant number U072807)和University of Michigan Global REACH

作者简介:何勇群,教授,博士,博士生导师,江西农业大学86级兽医学士、中国农业大学传染病与预防医学硕士、美国弗吉尼亚理工大学兽医微生物与免疫学博士及应用计算机学硕士;现为密西根大学医学院教授,海外华人微生物学会(Sino-Micro)董事会主席,兼任Frontier in Cellular and Infection Microbiology副主编、mlife编辑、Scientific Date编辑、Journal of Biomedical Semantics编辑等;开发了如VIOLIN疫苗知识库等多种生物医学数据与知识库体系;建立了首个基于反向疫苗学的疫苗设计网上平台;作为现代生物医学本体学的开拓者之一,领导研发了冠状病毒病本体、疫苗本体、不良反应本体、细胞系本体、及宿主-微生态相互作用本体等重要的生物医学本体,并开发了多种被广泛应用的本体学工具;帮助创建OntoChina项目推动了国内本体学的合作研发与应用;发表SCI论文200多篇;主要从事本体学微生物学、疫苗学、肾脏学和生物信息学研究,orcid.org/0000-0001-9189-9661,yongqunh@umich.edu。

©《江西农业大学学报》编辑部,开放获取CC BY-NC-ND协议

# Logic-based Yin-Yang ontology and top-level design for integrating traditional Chinese and Western medicine

HE Yongqun

(University of Michigan Medical School, Ann Arbor, MI 48109, USA)

**Abstract:** [Objective] The theory of Yin-Yang and the Five Elements is a core theory of ancient Chinese philosophy and forms the foundation of traditional Chinese medicine (TCM). Ontology, which originates from Western philosophy (particularly metaphysics), is considered “first philosophy,” and logic-based ontology is often regarded as the source and foundation of science. Proceeding from philosophical ontology, ontology in the informatics era is defined as a set of structured and controlled terms that represent the entities and relations among the entities in reality as a human- and computer-understandable way, which greatly supports contemporary knowledge representation in artificial intelligence. The purpose of this study is to use logic-based ontology to formalize the Yin-Yang and Five Elements theory and to support the top-level integration of Chinese and Western medicine (including veterinary medicine), which would guide more specific theoretic research and applications in the future. [Method] The Basic Formal Ontology (BFO) is used as the primary upper-level ontology to design the “Yin-Yang Ontology” (YYO), which expresses key terms in the Yin-Yang and Five Elements theory, as well as further expresses fundamental theories of TCM. Concrete case were developed to demonstrate how ontology-based integration of Chinese and Western medicine operates. [Result] Entities related to Yin-Yang can be categorized into different types of ontological entities, including material entities, processes, and Yin and Yang properties possessed by material or process entities. The five main parts in TCM (namely, Heart, Liver, Spleen, Lung, and Kidney) are regarded as five types of material entities, each having five Yin-Yang properties (namely, great Yang-Fire characteristic-Firing, young Yang-Wood characteristic-Growing, chaos-Earth-Fusing, young Yin-Gold characteristic-Infusing, and great Yin-Water characteristic-Infiltrating, respectively). These different types of entities and their subclasses are explicitly and logically defined in the YYO. Additionally, the YYO defines relationships in the Yin-Yang and Five Elements theory such as “engenders” (Sheng) and “counteracts” (Ke). Through these definitions, YYO is used to explain the fundamental TCM content as well as to illustrate certain predictions and applications that extend from traditional Chinese medicine. Taking the Kidney in TCM as an example, YYO is used to provide ontological-level arguments and further extensions for TCM-derived methods such as treating chronic kidney disease by strengthening the Spleen and Stomach to benefit the Kidney. [Conclusion] Logic-based ontology is used to standardize and formalize the Yin-Yang and Five Elements theory and traditional Chinese medicine (including veterinary medicine), thereby achieving a top-level design for the integration of Chinese and Western medicine. The Yin-Yang Ontology (YYO) ontologizes the Yin-Yang and Five Elements theory and traditional TCM theories, an example of the prevention and treatment of the kidney and kidney diseases in traditional Chinese medicine is given to illustrate the feasibility and application of YYO in the top-level integration of traditional Chinese and Western medicine.

**Keywords:** ontology; traditional Chinese medicine; Western medicine; traditional Chinese and Western medicine integration; Yin-Yang Ontology; five elements; logic

**【研究意义】**传统中医药学的源头是阴阳五行学说。西医的源头是基于逻辑的科学，而科学的源头是基于逻辑的形而上学(metaphysics)或本体论(ontology)。本研究论证如何用源自西方的基于逻辑的本体论(ontology)来对中国传统哲学的核心阴阳五行学说进行本体化(ontologization)，然后用本体化后的阴

阳本体(Yin-Yang ontology, YYO)来阐述阴阳五行学说的核心内容,从而达到中西医结合的顶层设计的主要目的。本研究对推进中医(包括中兽医)的逻辑现代化,并对中西(兽)医理论的进一步研究和各种实际应用具有重要的指导意义。【前人研究进展】中国传统哲学的核心是阴阳五行学说。老子《道德经》记载:“道生一,一生二,二生三,三生万物。万物负阴而抱阳,冲气以为和。”《周易·系辞上》记载:“一阴一阳之谓道。”阴阳五行学说以阴阳对立统一与五行(木、火、土、金、水)的相生相克关系为框架,解释各类事物的生成、演变及事物之间的相互联系。阴阳五行学说也是传统中医药的理论基础。但是,很多专家学者认为阴阳五行学说,甚至是传统中医药学,是玄学而不是科学。笔者认为阴阳五行学说是中国先哲基于各种现实社会现象的观察而总结出来的一套理论体系。它的价值对各种现象的总结、分析和预测具有重要的意义。为了更加深入地探讨和应用阴阳五行学说,学者们可以对这个理论用现代科学与技术进行理论的再创新。另一方面,西方的科学和从中衍生而来的西医体系是基于逻辑的形而上学和本体论<sup>[1]</sup>。古代希腊哲学家亚里士多德最先提出了形而上学(metaphysics)理论,而本体论是形而上学理论的核心。汉语“形而上学”一词来源于《易经·系辞上传》里的论述“形而上者谓之道,形而下者谓之器”<sup>[2]</sup>。在《易经》和儒家哲学中,“道”指的是宇宙的本原和形而上的本体,道是无形的或未成形体的东西,与表示有形的“形而下”的东西即“器”对立。在哲学层面,本体学是一门研究事物本源和规律的学说。Ontology(本体学)一词来源于Onto logia:其前缀“Onto-”的含义就是being和reality(存在),其后缀来自logos(意即理性和逻辑)。卡尔·林纳的物种分类表就是来源于哲学层面本体学研究<sup>[3]</sup>。在现代信息学的层面,Ontology或者本体表示的是一个人和机器都可以理解用来表达实体和实体之间关系的具有结构的控制性术语表(structured controlled vocabulary)。基因本体(gene ontology)<sup>[4]</sup>是一个当代具有代表性的生物学本体。信息学时代的本体论是人工智能中的知识表示和推理(knowledge representation and reasoning)领域的一个关键技术,对当今人工智能的发展,特别是生物医学领域的人工智能,起到关键作用<sup>[5-6]</sup>。

【本研究切入点】虽然如今中西医结合的相关研究很多,但对中西医(包括中西兽医)结合的顶层设计的研究成果有限。本研究探讨论证从中医和西医的哲学源头出发,如何实现中西医结合的逻辑终点。传统中医药学的源头是阴阳五行学说。西医的源头是基于逻辑的科学,而科学的源头是基于逻辑的形而上学(metaphysics)或本体论(ontology)。当代的本体论(ontology)又延伸到用信息学和人工智能的方法对事物本质的基于逻辑的人和机器都可以理解的形式进行重新构建。因此,本研究进一步用基于哲学和信息学的本体论对阴阳五行学说进行基于逻辑的本体化,并用它来进行中西医结合的顶层设计。【拟解决的关键问题】是否可以本体化阴阳五行学说并用本体化的阴阳五行学说来更好地解释和规范传统中医学,从而达到中西医真正在源头的结合和应用。

## 1 方法

### 1.1 阴阳本体自上而下和自下而上的建模方法

阴阳本体(YYO)系统地表示和整合阴阳本体学说中的各种实体及其组成部分之间的关系。阴阳本体的开发采用自上而下(top-down)和自下而上(bottom-up)相结合的方法。

自上而下的方法首先从现有可靠本体的最新版本开始,将它们的关键词、定义及语义关系引进,并在此框架下进行阴阳本体相关定义的拓展。基本形式化本体(basic formal ontology, BFO)<sup>[7]</sup>是阴阳本体使用的主要顶层本体。BFO已经是被国际标准化组织(international organization for standardization, ISO)批准的顶层本体(ISO/IEC 标准 21838)<sup>[8]</sup>。在中国 OntoChina 的推动下,BFO 也已经被翻译成了中文<sup>[9-10]</sup>。BFO 包含 2 个分支:‘continuant’(常体)和‘occurrent’(行体)<sup>[9]</sup>(图 2)。常体分支代表与时间无关的实体,例如材料实体;行体分支代表与时间相关的实体,例如‘process’(过程)<sup>[11]</sup>。BFO 已被 500 多个本体采用,已经在国内外广泛应用。使用 BFO 使学者们能够重用和集成这些本体,而不会出现以后 YYO 使用时的互操作性问题。YYO 还引入了其他现有可靠本体,如生物和生物医学核心本体(core ontology for biology and biomedicine, COB)和信息制品本体(information artifact ontology, IAO)<sup>[12]</sup>。

自下而上的方法主要是对具体的用例进行本体建模和分析。主要方向是用阴阳本体做中西医的顶

层结合。一个主要用例是考虑如何区分中医的肾与西医的肾,以及如何用阴阳本体和中医阴阳本体学说来指导肾病机制的分析和用中医药防治肾病的解构。

## 1.2 阴阳本体的具体构建

阴阳本体(YYO)的开发遵循开放生物医学本体(open biomedical ontology,OBO)工场倡导的开放性和协作性等本体开发原则。为了支持本体互操作性,YYO的开发也遵循可扩展本体开发(eXtensible ontology development,XOD)<sup>[13]</sup>策略。XOD包含四项原则:术语重用(term reuse)、语义对齐(semantic alignment)、使用本体设计模式添加新术语(new term addition using ontology design pattern),以及社区可扩展性(community extensibility)。包括Ontobee<sup>[14]</sup>和Ontofox<sup>[15]</sup>的Ontoanimal软件被用于支持基于XOD的YYO本体开发。

## 1.3 阴阳本体的网络主页、源代码和共享许可

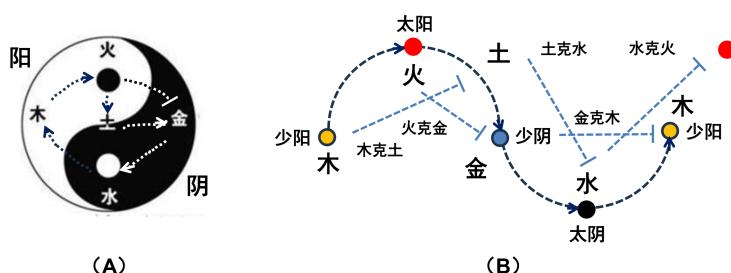
阴阳本体的网络主页为<https://github.com/yinyangontology/YYO>。阴阳本体的源代码的下载地址为<https://raw.githubusercontent.com/yinyangontology/YYO/refs/heads/master/src/ontology/yyo-merged.owl>。此源代码的开源许可证是知识共享许可协议(Creative Commons License)CC BY 4.0。

## 2 结果与分析

### 2.1 对阴阳五行学说主要实体及其关系的本体定义

《尚书·洪范》记载:“五行,一曰水,二曰火,三曰木,四曰金,五曰土。水曰润下,火曰炎上,木曰曲直,金曰从革,土爰稼穡。”水,具有寒冷、向下的特性。火,具有炎热,向上的特性。木,具有生气旺盛,生发、条达的特性。金,具有摧残杀伤作用,清静、收杀的特性。土,具有营养作用,长养、化育的特性。按照阴阳的分类,木为少阳,火为太阳(或老阳),土为混沌,金为少阴,水为太阴(或老阴)。

作为阴阳五行理论中最核心的部分,五行之间具有互相资生和互相助长的关系(图1)。这种“五行相生”关系包括木生火,火生土,土生金,金生水和水生木。同时五行之间具有相互制约、相互克服,相互阻抑的关系。这种“五行相克”关系包括木克土、土克水、水克火、火克金和金克木。五行之间存在相生相克的关系。区别于经典的“阴阳鱼”太极图标注(图1A),阴阳五行相生相克关系也可以用动态的运动波的方式表达(图1B)。这种以“运动波”的方式表达有助于使抽象的理论更加形象化,并能更直观地理解和分析各类阴阳五行类别之间的动态平衡与相互作用。当一实体向上运动(如木生火)时,它会同时阻止向下运动(如木克土)的趋势(图1B);当这实体向下运动(如土生金)时,它会阻止极速向下运动(如土克水)的趋势,这些可能是实体相生相克关系的来源。



(A)用经典的“阴阳鱼”太极图来标注的阴阳五行实体相生相克关系;(B)阴阳五行相生相克关系的运动波表达。

(A)The mutual generation and restriction relations among Yin-Yang and Five Elements entities illustrated using classic “Yin-Yang Fish” Taiji diagram.(B)A wave-like representation of the dynamic movements of mutual generation and restriction in the Yin-Yang and Five Elements system.

图1 阴阳五行理论核心中的相生相克关系

Fig.1 The relations of mutual generation and mutual restriction at the core of the Yin-Yang and Five Elements theory

阴阳本体(YYO)主要用基本形式化本体论(BFO)和生物和生物医学核心本体(COB)框架来定义阴阳五行学说的核心概念(图2)。本体的基本要素包括类别(class)、个体/实例(instance)、属性(property)、关系(relation)、公理/规则(axiom)、层次结构(hierarchy)等。这里先讨论类别(class)。BFO定义了一些非

常重要的类(class),而这些类别可以用来表示阴阳五行学说的概念。在YYO中,五行中的金、木、水、火、土被定义为BFO:material entity(BFO\_0000040,物质)。BFO的物质被定义为常体(continuant)的子类:“A material entity is an independent continuant that has some portion of matter as proper or improper continuant part.”中医里的心、肝、脾、肺、肾被定义为生命的器官,是物质(material entity)的子类。

如何定义“阴”和“阳”本身是一个具有挑战性的问题。在YYO中,“阴”和“阳”可以被定义为常体(continuant)下的物质(material entity)和表型(phenoype),行体(occurred)下的过程特征(process profile),甚至为一种时间概念(如春夏秋冬)。为了致性和简洁性,YYO把它们归置为COB:characteristic下面的类别(图2和图3)。“COB:characteristic”可以是“BFO:material entity”物质的一种表型(phenoype),BFO:process过程的一种有规律的状态“process profile”,甚至是BFO:temporal region时间的一种与阴和阳有关的状态(图2和图3)。比如,季节与时间BFO:temporal region有关,可以归为不同时间段的少阳(春),太阳(夏),混沌(长夏),少阴(秋)和太阴(冬)(图2)。

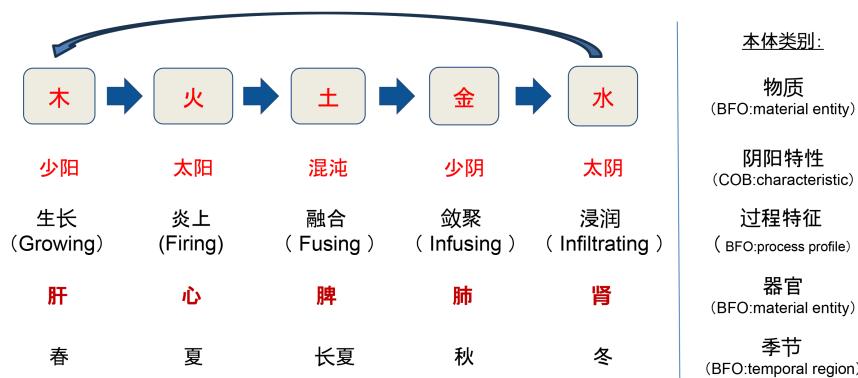


图2 不同的阴阳五行的类别可以用本体归类

Fig.2 Ontological classification of different categories of Yin-Yang and Five Elements

以上图2表示的是阴阳本体对阴阳五行学说中关键实体类别的分类。图3表示的是阴阳本体中关键术语的顶级层次分类。通过这些可以建立起一个总体把阴阳五行学说中的关键实体类别本体化的框架,达到逻辑和语义上的统一。

在YYO中,将金木水火土划为BFO意义上的物质,同时加上另一类COB(characteristic,特性或特征):金性(或金特征)、木性(或木特征)、水性(或水特征)、火性(或火特征)和土性(或土特征)。这些特性可以分别划在不同的阴阳属性之下,即:金性属于少阴、木性属于少阳、水性属于太阴、火性属于太阳、和土性属于混沌。同时可以建立起它们之间的联系,如:‘金性’realized\_in some金,或者金 realizes some ‘金性’。这里‘realized in’(BFO\_0000054)和‘realizes’(BFO\_0000055)是本体里面的对象属性(object property)可以把2种类别(class)在逻辑上关联起来。

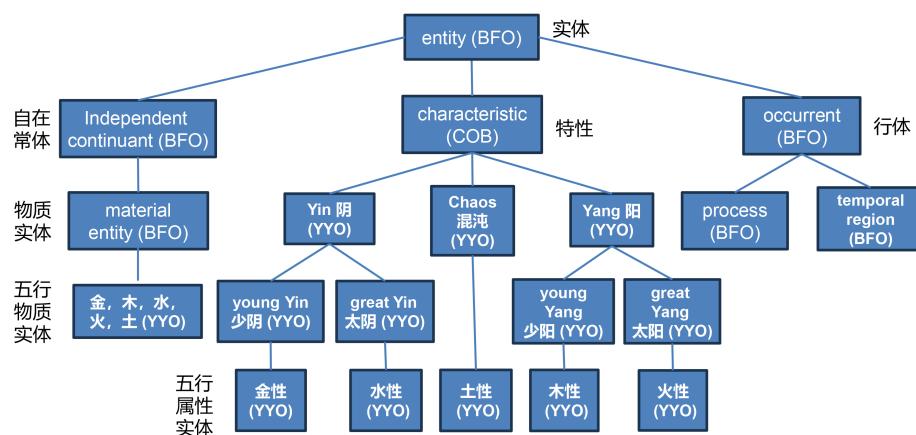


图3 阴阳本体中关键术语的顶级层次分类

Fig.3 Top level hierarchical classification of key terms in the Yin-Yang Ontology

YYO 分别用对象属性 ‘engenders’，‘counters’，‘over-restricts’，和 ‘over-counters’ 来表示五行之间相生、相克、相乘和相侮的关系(图1)。相克是指五行相互制约的关系(如水克火)，而相乘(如水乘火)是指被克制的一方过强，导致克制关系加剧，超出正常的制约范围。相克与相乘在同一方向。相侮指五行中一行对与其所不胜的反向制约和克制(如火侮水等)。比如以下这些 YYO 的公理(axiom)可以用来举例表达五行之间相生相克相乘相侮的各种关系：

木生火 被表示为: Wood engenders some Fire

火生土 被表示为: Fire engenders some Earth

金生水 被表示为: Gold engenders some Water

木克土 被表示为: Wood counters some Earth

水乘火 被表示为: Water over-restricts some Fire

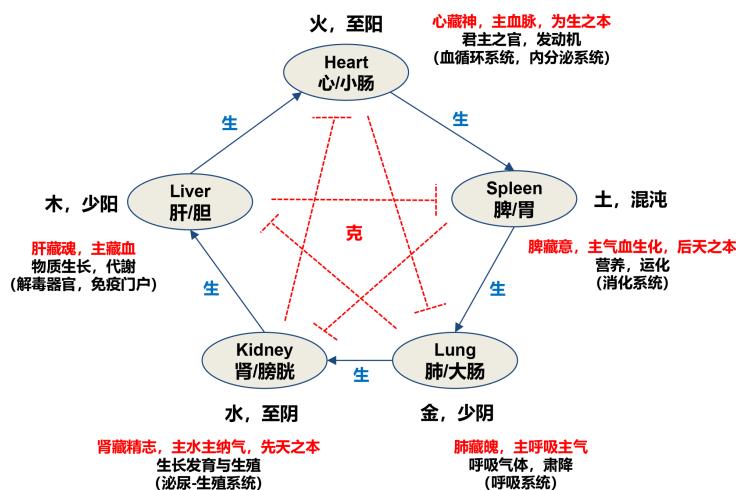
火侮水 被表示为: Water over-counters some Fire

以上本体的公理(axiom)表达用到的是 Manchester 格式。目前, GitHub 网页 (<https://github.com/yin-yangontology/YYO>) 已公开了更多的机器可读可理解的 YYO 本体代码。

## 2.2 基于阴阳五行学说的中医基础模型的本体化

自然界中的木、火、土、金、水之间会互相滋养、促进，而人体的五脏(肝、心、脾、肺、肾)也遵循同样的规律：肝属木，生心之火，肝能藏血、调畅气机，以养心血、助心行血；心属火，生脾之土，心阳的温暖促进脾胃运化，使饮食能被充分吸收；脾属土，生肺之金，脾运化的精气上输于肺，帮助肺气充足、呼吸有力；肺属金，生肾之水，肺的津液下行滋润肾精，肺气肃降也能助肾纳气；肾属水，生肝之木，肾藏精以滋养肝血，肾阴充足可防肝阳上亢。五脏之间就像一个互相支持的循环系统：肝→心→脾→肺→肾→肝，环环相生、生生不息，共同维持人体的平衡与健康。

以上基于阴阳五行学说的中医基础模型可以用阴阳本体 YYO 进行基于逻辑的本体化重构(图4)。这里笔者主要讨论阴阳五行派生出来的各种实体的定义和关系的构建。中医基础模型里面的各种实体可以参考图3进行层次分类。在这些实体层次分类的基础上，可以进一步用各种本体的 object property(对象属性)来表达各种阴阳五行实体之间的关系。具体而言，五脏之间的这些关系可以用上节介绍的 YYO 对象属性 ‘engenders’，‘counters’，‘over-restricts’ 和 ‘over-counters’ 来表示。比如，图4里面标出的五行之间相生相克的关系可以用 ‘engenders’ 和 ‘counters’ 来表示。为了避免逻辑的不严谨，这些关系要严格按逻辑规律定义。



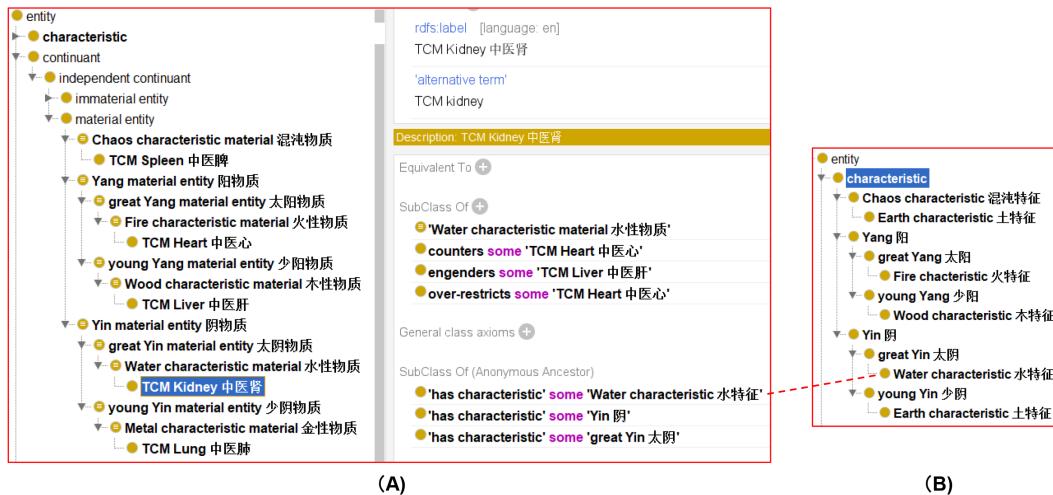
蓝色和红色箭头分别表示‘生’和‘克’，相对应地分别用 阴阳本体 YYO 里的‘engenders’ 和 ‘counters’ 2 种 object property 表示。

The blue and red arrows represent “generation” and “restriction,” respectively, which correspond to the two object properties ‘engenders’ and ‘counters’ in the Yin-Yang Ontology(YYO).

图4 基于阴阳五行学说的中医药基础模型

Fig.4 A foundational model of traditional Chinese medicine based on the Yin-Yang and Five Elements theory

图5进一步展示了阴阳本体YYO是怎样来用本体表示基于阴阳五行学说的中医基础模型的。这些展示与图3和图4等相匹配并给出了许多细节。中医的肾是五行水的一个子类,而水是具有太阴特征的一种物质(图5A)。常见的说法“肾属水”在YYO变成肾具有水特征(Water characteristic)(图5A),而后者是‘太阴’的一个子类(图5B)。这样就形成了物质与特征的两大分类,把阴阳与五行和中医理论的重要类别归到其中,并把各种类别之间的关系做了清晰的具有逻辑性的表达。读者也可以去下载YYO本体的代码并用Protégé OWL editor软件<sup>[16]</sup>打开查询。



(A)中医五行在YYO中的表达以及中医肾的5个公理(axioms)的展示;(B)基于Protégé OWL editor软件展示YYO中阴阳特征及其各层次的子类。

(A)Ontological representation of the Five Elements in traditional Chinese medicine (TCM).(B)Ontological representation of the Yin and Yang characteristics and their descendants in YYO.Protégé OWL editor is used for the YYO demonstration.

图5 阴阳本体YYO的本体表达展示

Fig.5 Demonstration of ontological representation of the Yin-Yang Ontology (YYO)

在中医里,“脏腑”不只是解剖学上的器官,而是一对对互相配合、表里相关的功能系统。为了以后对这些中医功能系统的更深入的本体构建,首先需要对这些功能系统建立总体性的理解。具体而言,“脏”(五脏:心、肝、脾、肺、肾)属阴、在里,主要负责储藏精气、维持生命活动;“腑”(六腑:小肠、大肠、胆、膀胱、胃和三焦)属阳、在表,主要负责受纳、传化、排泄等活动。具体而言,肝与胆相表里,肝主疏泄、藏血,胆主贮藏与排泄胆汁,二者协同以调畅气机、助消化;心与小肠相表里,心主血脉、藏神,小肠主受盛和化物,分清泌浊,心火过旺可传至小肠,引起口舌生疮或小便赤涩;脾与胃相表里,脾主运化水谷、升清,胃主受纳与腐熟,是“后天之本”,共同承担饮食的消化吸收;肺与大肠相表里,肺主气、司呼吸、宣发肃降,大肠主传导排泄,肺气下降则大肠通畅,肺气不降则易便秘;肾与膀胱相表里,肾主藏精、生长发育与水液代谢,膀胱主贮尿排尿,肾气化推动膀胱开合,维持排尿正常。此外,心包与三焦相表里,心包为心之护卫,三焦为“水道之官”,分上焦、中焦和下焦,主管气机通行和水液代谢,沟通脏腑、贯通内外。五脏六腑依五行相配,木为肝胆、火为心小肠、土为脾胃、金为肺大肠、水为肾膀胱,而相火对应心包与三焦。它们相互依存、互为表里,构成一个完整而动态平衡的生命系统。

以上脏腑互为表里的关系可以YYO本体里的“*interior-exteriorly related with*”表示,如:肝*interior-exteriorly related with*胆,心*interior-exteriorly related with*小肠,脾*interior-exteriorly related with*胃,等等。

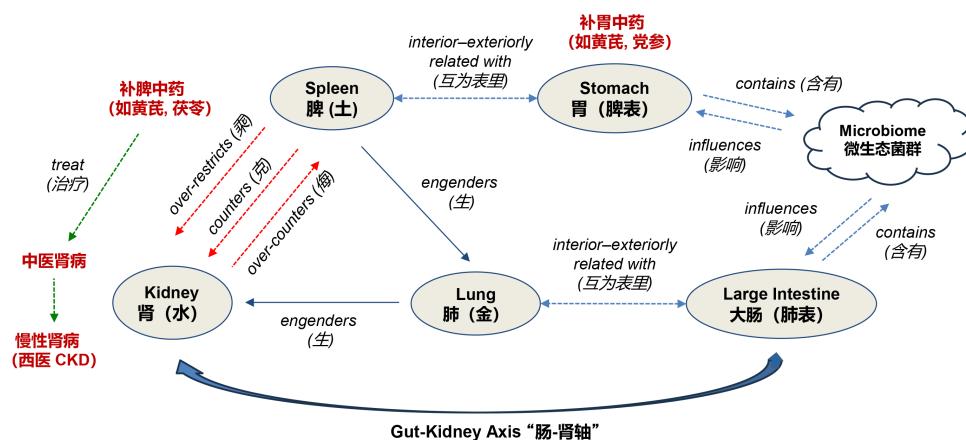
另外,中医里的“五脏”的“脏”本身就有“藏”的意思,表示它们是人体精气神的贮藏之所。心藏神(Shen, mind/spirit),肺藏魄(Po,mind/spirit),肝藏魂(Hun, ethereal soul),脾藏意(Yi, intellect/intent),肾藏志(Zhi, will),它们分别主宰着人的精神、情志与生命能量。心主血脉、藏神,维系人的精神与意识活动;肺主气、藏魄,关系到呼吸与本能反应;肝主疏泄、藏魂,使情志条达、精神舒畅;脾主运化、藏意,关系到思维与记忆;肾主藏精、藏志,维系意志与生命根本。五脏各司其职,又相互滋养、协调,共同贮藏和调节人体的精气,以维持生命活动的平衡与持续。在YYO本体,可以用一类关系“*stores*”表示:心*stores*神,肺*stores*魄,肝*stores*魂,脾*stores*意和肾*stores*志。

使用 YYO 阴阳本体框架,可以用基于逻辑的本体学方法将中医与西医在解剖实体、生理活动过程以及病理状态等方面进行精确的逻辑关联,明确两者在概念、结构与功能上的相同与不同。YYO 本体可以用来精确地定义、识别与归类中医与西医在概念、结构和功能上的相同之处,例如器官名称、组织构成和生理功能。同时,YYO 本体框架也能够用来明确区分两者在概念体系和医学理论上的差异,如中医的经络系统与西医的解剖结构、气血理论与血液循环机制,以及中医辨证论治与西医病理诊断方法的异同。通过这种方式,本体不仅帮助实现中西医知识的逻辑对应和互通,也为临床研究和信息化管理提供了可计算、可推理的知识框架。以下以肾和肾病为例做一些初步的探讨。

### 2.3 阴阳五行学说中医模型的本体化应用举例:从中西医的肾和肾病说起

中医和西医的肾和肾病是不一样的。西医的肾主要是从结构出发,是输尿管、膀胱、尿道等构成的泌尿系统。而中医的肾,主要从功能角度出发,涵盖了人体的生殖、泌尿、神经、骨骼等多个系统的组织和器官,主要发挥调节全身的功能,为生命活动提供“基本物质”和“原动力”,是谓肾为先天之本。西医中的“肾病”指肾脏器官发生病变,而肾虚是一个中医证名,是指整体功能的低下。多重疾病均可出现肾虚证,不仅包括西医的肾病,还包括心血管疾病、血液病等,或者根本无实质性疾病,仅表现为功能低下。

中医治疗慢性肾脏病以“补脾益肾”为原则,其理论基础在于脾肾同源,脾为“后天之本”,肾为“先天之本”,两者协同工作,维持人体的正常代谢功能。脾主运化,生成气血,为肾提供精微物质的来源;肾主水和封藏精气,反过来滋养脾气,维持气血和水液平衡。慢性肾脏病是肾的精气逐渐亏损的过程,导致固藏精气和排泄废物的功能下降。慢性肾脏病通常是脾肾两虚的病理状态。当脾虚导致水湿内停时,会加重肾脏负担;当肾虚导致排泄和固藏功能减弱时,也会影响脾的运化功能。所以慢性肾病常见脾虚加肾虚的循环,单补肾则效果不佳,易事倍功半。通过补脾益肾,既增强脾的运化功能、化解水湿、提供物质基础,又滋养肾精、改善水液代谢、减少蛋白尿,从而打破脾肾互损的恶性循环,延缓肾功能下降,维护全身气血津液和阴阳平衡。常见补脾益肾的中药有黄芪、茯苓等。这些中药有益于恢复中医的肾功能,同时有助于改善西医(解剖方面)的肾病理表现和临床症状(图 6)。



里面的各种关系用 阴阳本体 YYO 里的 object property 表示。

The various relations within the model are represented using object properties from the Yin-Yang Ontology (YYO).

图 6 基于中医阴阳五行学说的肾模型

Fig.6 A kidney model based on the Yin-Yang and Five Elements theory of traditional Chinese medicine

基于阴阳五行中医理论,阴阳本体(YYO)构建了3种脾与肾之间的逻辑关系:脾克肾(Spleen counteracts Kidney)、脾乘肾(Spleen over-restricts Kidney)以及肾侮脾(Kidney over-counters Spleen)(图 6)。这3种关系对应于五行中的土克水、土乘水和水侮土。在正常生理情况下,脾(土)对肾(水)具有适度的制约作用(相克),以维持水液代谢的平衡。当脾气过盛时,其制约作用增强,超过了正常范围(相乘);相反,当肾气过旺时,肾水反制脾土,形成反向制约(相侮)。这种基于五行相克、相乘、相侮的逻辑关系,不仅揭示了脾肾功能失衡的理论机制,也为中医辨证论治和药物配伍提供了理论指导。

中医的肺对肾的关系可以用 YYO ‘engenders’(生)来表示(图 6)。肺属金,肾属水,金生水,故肺肾关

系是金水相生或肺肾相生。金能生水,而水能润金。肺主呼气,为水上之源;肾为纳气,主水之脏。所以肺与肾的关系表现在呼吸运动和水液代谢2个方面,故“肺为气之主,肾为气之根”。五脏之中肾气是根本,故治疗肾病可以通过补肺气以生肾气的方法。同时,脾(土)生肺(金),所以脾对肾的影响也可以通过调节肺来完成。

另外,可以从消化系统的肠胃及在肠胃的微生物菌群(microbiome)出发看待它们与肾的关系(图6)。胃与脾互为表里,大肠与肺互为表里,肠胃的微生物菌群又深刻地影响了肠胃的功能。所有这些又反过来影响肾的功能(图6)。肠-肾轴(gut-kidney axis)是指肠道和肾脏之间相互作用、互相影响的生理通路。肠道菌群产生和代谢的物质会影响肾脏的功能,而肾脏疾病也可能导致肠道出现问题。因此,可以用补肠胃的方法来治疗肾病。

### 3 讨论与结论

本研究提出基于国际标准化组织(ISO)标准基本形式化本体(BFO)开发阴阳本体(YYO),并建议使用YYO来表示阴阳五行理论中的关键概念和关系。研究发现,YYO能够从语义和逻辑上定义阴阳五行和传统中医理论中的各种主题。YYO可以用来在语义上定义传统中医里的心、肝、脾、肺、肾的概念及其之间的相生、相克、相乘、相侮的关系。以中医和西医的肾为例,笔者阐明了如何用YYO区分和整合中医和西医的肾,并用中医的肾的概念来阐明如何支持肾病的研究和治疗,这些有助于推动中西医融合。

尽管学界与公众中存在较多观点认为阴阳五行理论并非科学理论,但笔者主张该理论应被视为具有科学性质的理论体系。判断一个理论是否属于科学理论,主要取决于其是否具备可证伪性和可检验性。此外,一个理论还应具有系统性、可预测性、可实践检验性和逻辑一致性。阴阳五行理论是经过数千年反复检验与验证,其在指导传统中医药学方面的作用是不容否认的。基于该理论所产生的预测与观察结果是可以检验且具有可证伪性,从而具有一定的科学特征。同时,该理论内部结构一致,能够为自然、医学及社会等多种现象提供可靠的理解框架。总体而言,阴阳五行理论虽非完美,但从科学哲学的视角来看,其基本特征符合科学理论的核心标准。其可能的不足之处主要在于逻辑形式化程度不足,而这正是本研究通过构建基于逻辑的本体论模型所尝试解决的问题。

通过基于逻辑的本体论方法,可以使阴阳五行理论的结构更加逻辑化,从而推动其进一步科学化。起源于西方哲学的本体学(ontology)研究客观事物存在的本质与基本范畴,而现代人工智能领域的本体论是基于逻辑学基础上发展而成的一套可被人和计算机共同理解的术语和关系体系,可用来表达科学世界中的实体及其相互关系。具体而言,现代本体的形式化基础是描述逻辑(description logic),而描述逻辑是基于对象的知识表示形式,属于一阶谓词逻辑(first-order logic,又称谓词逻辑)的一个子集。本研究从西方哲学的本体学出发,提出了阴阳本体(YYO),并探讨了与中西医结合相关的顶层设计问题。该研究对于促进中西哲学以及中西医在本体层面的深度融合,具有重要的理论与方法学意义。

虽然本研究着重提出的是人体的阴阳五行理论,本理论和阴阳本体对中兽医也同样适用。不同的动物各有特点,但阴阳五行的基本理论也可以用来指导动物疾病的预防和治疗。阴阳理论揭示了动物体内生理活动与外界环境之间的动态平衡规律,五行理论则阐明了动物脏腑、经络及生理功能之间相互制约与相互资生的关系。通过辨识动物体内阴阳失衡、五行生克异常所导致的病理变化,中兽医能够制定出相应的调理方案,如扶正祛邪、调和阴阳、疏通气血、平衡五脏功能等,从而实现防病于未然、治病求本的目标,同样可以用阴阳本体更深入理解和指导中兽医的动物健康养护、疾病诊治及整体调控。

阴阳本体(YYO)的提出只是对阴阳五行理论进行本体化的一个开始。很多内容(如怎样在本体层面上更好地区分中医的肾与西医的肾)还需要进一步研究。最近有越来越多的文章提出用本体化来模型化和科学化中医药,如基于本体的中药抗风湿药物的系统表达与分析<sup>[17]</sup>和基于社区的中医药本体的开发及其对中药特性综合表征的分析<sup>[18]</sup>,也有用本体论来支持中西医结合临床实践指南的结构化与应用<sup>[19]</sup>。阴阳本体(YYO)是从一个阴阳五行理论的基本层面对中西医结合的顶层设计做了研讨,同时可能对非中医领域的阴阳五行理论的探讨也有引领作用。有关更多的细节和应用需要大家的共同努力。

**致谢:**广州中医药大学刘清平教授、中国中医科学院中医药信息研究所彭苏元副研究员和朱彦副研究员、贵州省人民医院余红主任医师、北京协和医学院基础学院杨啸林副教授、哈尔滨医科大学程亮教授、重庆邮电大学谢汇安副教授、美

国密西根大学医学院郑捷博士、资深生物医学专家林郁博士、万灵博士和曾勇博士等对本研究给予了帮助,谨致谢意!

### 参考文献 References:

- [1] SMITH B.Biomedical ontologies[M]//ELKIN P L.Terminology, ontology and their implementations.Berlin:Springer,2023:125-169.
- [2] 徐才.关于“形而上者谓之道,形而下者谓之器”的再认识:兼论中国传统哲学的“心性”之路和精神结构[J].理论探讨,1998(1):54-57.  
XU C.A re-understanding of “what is above form is called the way, and what is below form is called the implement”; also a discussion on the path of “mind-nature” and the spiritual structure in traditional Chinese philosophy[J].Theoretical investigation, 1998(1):54-57.
- [3] MANKTELOW M.History of taxonomy[R].Lecture from Dept of Systematic Biology , Uppsala University , 2010:29.
- [4] ASHBURNER M, BALL C A, BLAKE J A, et al.Gene ontology: tool for the unification of biology[J].Nature genetics, 2000, 25(1):25-29.
- [5] 何勇群,余红,杨啸林,等.本体:生物医学大数据与精准医学研究的基础[J].生物信息学,2018,16(1):7-14.  
HE Y Q, YU H, YANG X L, et al.Ontology: foundation of biomedical big data and precision medicine research[J].Chinese journal of bioinformatics, 2018, 16(1):7-14.
- [6] 何勇群,谢江安,万灵,等.互操作性本体:智能精准医学的基础[J].中国医学伦理学,2021,34(3):265-279.  
HE Y Q, XIE J A, WAN L, et al.Interoperable ontologies: the foundation of intelligent precision medicine[J].Chinese journal of bioinformatics, 2021, 34(3):265-279.
- [7] ARP R, SMITH B, SPEAR A D.Building ontologies with basic formal ontology [M].Cambridge: MIT Press, 2015.
- [8] Information technology—top-level ontologies(TLO)—part 2: basic formal ontology(BFO): ISO/IEC.SO/IEC 21838-2:2021.[S/OL].[2025-09-06].<https://www.iso.org/standard/74572.html>.
- [9] 朱彦,何勇群,郑捷,等.基于基本形式化本体的本体构建[M].北京:人民卫生出版社,2020.  
ZHU Y, HE Y Q, ZHENG J, et al.Ontology construction based on basic formal ontology [M].Beijing: People's Health Press, 2020.
- [10] 朱彦,郑捷,李晓瑛,等.基本形式化本体及其中文版介绍[J].医学信息学杂志,2021,42(1):24-28.  
ZHU Y, ZHENG J, LI X Y, et al.Introduction to basic formal ontology and its Chinese version[J].Journal of medical informatics, 2021, 42(1):24-28.
- [11] GRENON P, SMITH B.SNAP and SPAN: towards dynamic spatial ontology[J].Spatial cognition and computation, 2004, 4 (1):69-103.
- [12] CEUSTERS W.An information artifact ontology perspective on data collections and associated representational artifacts[J].Studies in health technology and informatics, 2012, 180:68-72.
- [13] HE Y Q, XIANG Z, ZHENG J, et al.The Extensible ontology development(XOD)principles and tool implementation to support ontology interoperability[J].Journal of biomedical semantics, 2018, 9(1):3.
- [14] ONG E, XIANG Z, ZHAO B, et al.Ontobee:a linked ontology data server to support ontology term dereferencing, linkage, query and integration[J].Nucleic acids research, 2017, 45(1):347-352.
- [15] XIANG Z, COURTOT M, BRINKMAN R R, et al.OntoFox: web-based support for ontology reuse[J].BMC research notes, 2010, 3(1):175.
- [16] MUSEN M A.The protege project:a look back and a look forward[J].AI matters, 2015, 1(4):4-12.
- [17] LIU Q, WANG J, ZHU Y, et al.Ontology-based systematic representation and analysis of traditional Chinese drugs against rheumatism[J].BMC systems biology, 2017, 11(Sup 7):130.
- [18] ZHU Y, LIU L H, GAO B, et al.TCDO:a community-based ontology for integrative representation and analysis of traditional Chinese drugs and their properties[J].Evidence-based complementary and alternative medicine, 2021, 2021:1-15.
- [19] WANG Y, REN X, GAO K, et al.Ontology of clinical practice guidelines for Integrated Traditional Chinese and Western Medicine[J].Journal of evidence-based medicine, 2024, 17(3):604-614.

(责任编辑:刘玉香)