

用茶叶实现经络可视化

Visualizing Human Meridians with Tea Drinks

中国 上海 复旦大学现代人类学教育部重点实验室 李辉

科学不断拓展人类的认知，也不断提出人类认知中最前沿的重大科学问题。2021年4月8日，上海交通大学联合 *Science*（《科学》）期刊发布了最新的125个科学问题，其中医学与健康领域的11个问题中就包括“中医的经络系统有科学依据吗？”。

经络，是中医理论中最核心，却又最神秘的事物。中国的传统医学实践，大多基于经络理论。但是在现代解剖学的研究中，经络却一直看不见摸不着。所以大部分科学家不认可经络是客观存在的结构，甚至因此否定中医疗效的客观性。然而，2020年4月13日的 *Research Square*（《研究方阵》）上，在线刊登了我们复旦大学研究团队的论文《茶叶激发的人体红外影像显现经络系统》^[1]，首次公布符合人体经络传统描述的系统性影像，让我们“看见经络”。

一、经络理论的起源

最早描述经络的文本是《黄帝内经》，据说记录了五千多年前轩辕黄帝与岐伯之间关于养生和医疗的各种问题的讨论。很多人并不相信《黄帝内经》的历史有这么悠久，



因为这本书的“出版”是在春秋战国时代。但是在诸子百家之前中国文化中并没有成熟的出版行为，而成书出版之前的文本流传，东亚民族的习俗往往是专职背书人的口头背诵。这在中国的一些少数民族中非常普遍，比如藏族背诵的《格萨尔王传》。所以，从人类学的角度，无法排除这种可能性：《黄帝内经》是自五千年前的历代医家背诵到了春秋时期再落笔成书的。如果是这样，文本会不断受到口语演变的影响，也会不断得到医学实践的补充或者修正。因此，就像甲骨文经历了千多年的发展到了商代已经是成熟的文字，《黄帝内经》体现出极其严密的逻辑性和圆融性，已经是一整套非常完善的医学理论体系。

《黄帝内经》重点描述了人体内分布的六条正脉的位置和功能，特别在《灵枢》的经脉和经别两章中详细描述了正脉的概念。中医理论中，把人体内的经络分为贯穿脏腑的正脉（十二正经）和不贯穿脏腑的奇脉（奇经八脉）。正脉因为贯穿脏腑，所以其功能就更为明确，对其研究也就更早。《黄帝内经》中把六条正脉分为三阴三阳。其中，阳脉的主干走向是从手到头，再从头到足；阴脉的走向是从足到胸，再从胸到手。整体上讲，如果把手举起来看，阳脉的流向是下沉，阴脉的流向是上浮。阴脉和阳脉根据《素问·三部九候论》又各分为天人地三脉，阳脉分别称为太阳脉、阳明脉、少阳脉，阴脉分别称为太阴脉、厥阴脉、少阴脉。每一条正脉的两端又以连接手或足，划分为手经和足经。这样经络就划分成了十二条，《内经》中除了心主经没有明言阴阳，其余经络都明确了性质。心主经就是厥阴的心包络，十二条经络整整齐齐地划分如下。

	阴	阳
天	手·太阴·肺经	手·太阳·小肠经
	足·太阴·脾经	足·太阳·膀胱经
人	手·厥阴·心包经	手·阳明·大肠经
	足·厥阴·肝经	足·阳明·胃经
地	手·少阴·心经	手·少阳·三焦经
	足·少阴·肾经	足·少阳·胆经

这十二条经络，每一条都穿过一个至数个脏腑，从而保障了脏腑的正常运行。根据天地阴阳冷暖的变化，经络也相应地改变运行方式。维护经络的正常运行，就能保障人体的整体健康。这就是中医理论的核心基础。中医实践发现十二条经络在一昼夜内依次活跃流动，每两小时轮换一条经络，并将这一规律称为“子午流注”。有趣的是，无论东西方，都把一昼夜的时间以12为基数来等分，这是不是说明古人对人体自身的节律可能都是有感觉的，十二经络的“子午流注”是一个客观存在的现象。

二、不见经络不甘心

在中医数千年的实践中，经络理论是明显有效的。经络的医疗实践主要有两个方面，对经络穴位的针灸，以及根据经络对应的属性配备药剂。用现代科学的各种实验和分析证实，这两方面的各种实践都有显著效果。对各种穴位的针灸方案有显著治疗相关疾病的功效。而草本药物所含化合物成分对应的经络归属，也完全符合特定的数学模型，因此归经属性是可以化学分析来预测的。基于各种实践经验和科学研究，国内外一直有很多人相信经络的存在。

但是，在过去的解剖学研究中，却从来没有发现符合经络模型的结构。这说明经络如果有解剖结构，也肯定不是血管或神经那样肉眼可见的管线状结构。于是国内外很多团队试图通过各种物理和化学的方式找到经络存在的证据。20世纪50年代，上海第一医学院的团队通过解剖尸体，发现穴位的位置上都有密集的神分布，因此推测经络现象是神经系统的一种功能表现^[2]。此后也有很多学者提出各种经络与神经系统对应的假说。但是神经系统的分布无法与经络线路吻合，也无法解释经络按照节律开合的现象，因此这一假说无法自圆其说。因为在尸体上寻找经络没有结果，1970年，法国军事医学院的J.F.Borsarello提出应该用远红外线来观察活体的经络活动^[3]，但是在此后数十年的各种实验都没取得可信的结果。

对于中国人来说，承认经络是祖先虚构的事物，中华文化中的一大特色完全子虚乌有，这是很难接受的。更何况很多人对经络是有直观的感知的。19世纪80年代的大量实验研究也往往揭示经络穴位部位的各种性质与其他部位不同，特别是电导性和热导性。因此，中国在“八五”“九五”科技计划中设立了国家攀登计划来研究经络。复旦大学化学系的费伦教授、力学系的丁光宏教授联合一大批相关专家，从物理化学的角度，深入研究了经络和穴位部位的组织特异性。1998年，费伦等教授在《科学通报》上公布了课题组的三大成果^[4]：①经络穴位是有物质基础的，是结缔组织中的胶原纤维。具体结构是由三条胶原纤维构成纤维条，再由五条纤维条卷成一束，数量繁多的这种线束结

成片状。分子层面是由数种不同蛋白质分子构成的一种生物液晶态的物质。胶原纤维连带其中的血管、神经丛和淋巴管等交织成经络的复杂体系，称为结缔组织结构。②穴位对应的深层结缔组织结构中，富集有钙、磷、钾、铁、锌、锰、铬元素。特别是钙，较经络之外区域高100~200倍。③经络结构中的液晶态胶原纤维具有高效率传输红外光的特征波段。实验证明此种胶原纤维对9-20微米的远红外线在径向方面具有近100%的透光率，横向方面则几乎完全不透光，具有光纤维的物理特性。2000年，丁光宏等教授又发表论文展示了人体穴位的红外辐射有稳定而特异的频谱特性，并不仅仅是热量导致的^[5]。这一系列重大项目进展，为经络的物质基础研究打下了最坚实的基础。

在这些研究工作的基础上，中医科学的研究者提出了各种经络结构的假说，除了最早提出的神经传导说以外，还有体液循环说、生物电场说、甚至综合各种组织形成的结缔组织间隙说^[6]。实际上，后面的三种假说并不是相互排斥的观点。以胶原纤维束为基础，其间隙中会流动大量的体液，带动大量的大分子物质和带电离子，必然会产生生物电场，产生热辐射和特殊的红外辐射。所以经络活动所产生的多种多样的反应，是经络活动的结果，并不是经络本身。经络本身可能就是费伦教授提出的胶原纤维束。这种结构最早其实是1954年由匈牙利科学家Foldi等发现，并发表在《匈牙利科学院医学学报》上，称为“细胞间质”，是体液和大分子流动的通道^[7]。但是这一结构很少受到学界关注，对其功能的认知也很少有进展，国外更不可能将其与经络联系起来。2018年，纽约西奈山医学院的团队在《科学报道》上发表显微核磁共振观察细胞间质的结果^[8]，发现身体各个部位都存在这种结构，在胶原纤维束的外围还包裹着特殊的细胞层，就像光纤外面的塑料皮层一样。这些间质通道也并不是整体连通的，而是分段链接的。这一成果公布以后，中国部分媒体立即报道说国外发现了经络的解剖结构。实际上，到此为止还是不能完全证明细胞间质通道就是经络。虽然人体内存在这些体液和大分子通道，但是目前的研究都是看到局部的显微结构，无法确定这就是经络。只有宏观地看到人体中这些通道的整体分布规律，证明这些通道的分布规律与中医经络的线路完全吻合，才可能确认这些是经络。因此，复旦大学的团队一直在努力探索，不见经络不甘心。

三、让经络自己现形

在细胞间质通道的具体结构被公布以后，中国针灸研究所的张维波团队立即跟进做了非常重要的实验。如何宏观地看到经络？以往通过针灸的方法，因为经络中并没有特殊的成分流动，是无法让经络显形的。于是，他们在鼠和猪的身上做实验，在特定的穴位上注射进荧光素钠，再

扫描荧光信号的分布，果然发现这些液体顺着细胞间质流动了起来，看到了一段段平行的线条^[9,10]。这是向经络的宏观可视化又迈进了一大步。可惜的是，这些线条在下一个穴位的位置就停止了，只能显示一小段，距离显示整条经络非常遥远，更不能证明经络穿过了相应的脏腑。而显示整条经络以及贯穿脏腑，是证明经络系统结构的关键。更完美的方法是把所有十二条经络都显影出来。

如何才能让整条经络活跃起来，让经络自己现形呢？针灸或推拿只能促进施治部位的经络的流动，很难让整条经络活跃起来。而经络的活动，根据中医原理有两种促因：一是按照子午流注的自动开放，那种效应比较微弱；二是服用归经的药食，效应有时候会很强。所以改变思路，通过有效的药食归经来让经络自己现形，应该是可以尝试的方案。我们的团队一直尝试从无数的本草中选择出最有效最安全的归经药食来。很多草本草药食，服用以后相应的经络和脏腑部位会有明显的内源性发热或酥麻感，但是一般这种感觉并不明显，也很难拍摄出影像。2012年，在试验了几百种药食以后，我们发现归经感受最强的，还是茶叶。特别是各种好茶，喝了不同茶叶以后身体的不同部位会迅速发热，甚至大量流汗，汗液的大量水分是流动的体液供应的。看来这很可能就是茶叶成为饮料之王的奥秘。我爱茶，是本科时候受到了谈家桢先生（中国的摩尔根）的影响。为了证明这种归经感受是客观可重复的，我们不仅在初步测试中个体双盲重复喝茶来报告感受，还召集了24位体感通透的志愿者来参与试验。大家在不被告知茶种的情况下，一同饮用同样的茶种，并各自记录下来自己发热的部位。在饮用68种茶以后，我们做了一个结果统计，所有志愿者报告的一致性达到了96%。不同的茶叶对应的归经有着极其明显的规律。中国的六大类茶叶，绿茶对应太阳脉，青

茶对应阳明脉，红茶对应少阳脉，白茶对应太阴脉，黑茶对应厥阴脉，只有黄茶并不清晰，似乎对应少阴脉。这一初步的实验，我总结成了后来很受欢迎的《茶道经》的初稿，揭示茶叶与人体经络的奥秘。但是因为黄茶的实验效果太不明确，整个经络体系的数据不完整，所以论文和专著都不敢发表。直到2016年，研究有了新的进展。

因为我国扶贫攻坚的大战略，浦东干部学院负责对口扶贫贵州江口县，该县处于梵净山自然保护区的腹地，自然环境极其好，但是经济资源也极其匮乏。全县最重要的资源就是茶叶，却一直只能做低附加值的粗制绿茶，在市场上没有竞争力，茶产业是入不敷出的。扶贫挂职领导找到我求助，却正中我下怀。梵净山是武陵山脉的主峰，而武陵山脉特别是其尾端的君山是唐代黄茶的主产地，如果能够在这里做出市场稀缺的高品质黄茶，扶贫的任务不就解决了吗？我想把茶叶归经的最后一脉实践出来，这就是一个绝好的机会。我研究了很多唐代黄茶的记录，包括关于黄茶的唐诗，发现唐代黄茶的很多奥秘，与现在流传的明法黄茶完全不一样。特别是齐己称颂黄茶的诗句：“还是诗心苦，堪消蜡面香。碾声通一室，烹色带残阳。”说明黄茶的苦能通心，香能让面色红润，这是手少阴心经疏通的效果。黄茶需要煮了喝，汤色像夕阳一样。很多线索指向唐代黄茶富含黄酮类物质，这是一个重要的尝试方向。而黄酮是需要通过茶叶里的黄酮醇类物质脱氢反应生成的，这就需要用到梵净山全国最高浓度的负氧离子。一切都是最好的选择！2017年，我们找到了含有黄酮醇最高的茶树种，确定了最好的生长周期和采摘方式，研发了一系列严格的杀青、揉捻、闷黄的技术指标，甚至用了电磁技术来传导负氧离子促进脱氢效率，终于做出了与唐诗描述一样的黄茶。第一次试喝，大家都觉得心脏的下尖一股热气涨开，

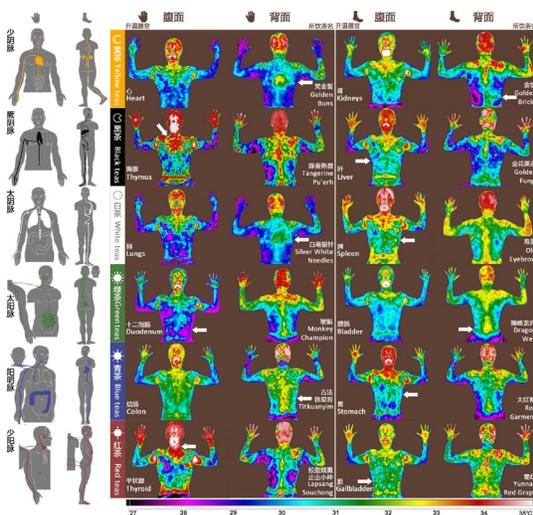


图1 十二种茶激发的红外辐射图像与十二经络模型基本吻合

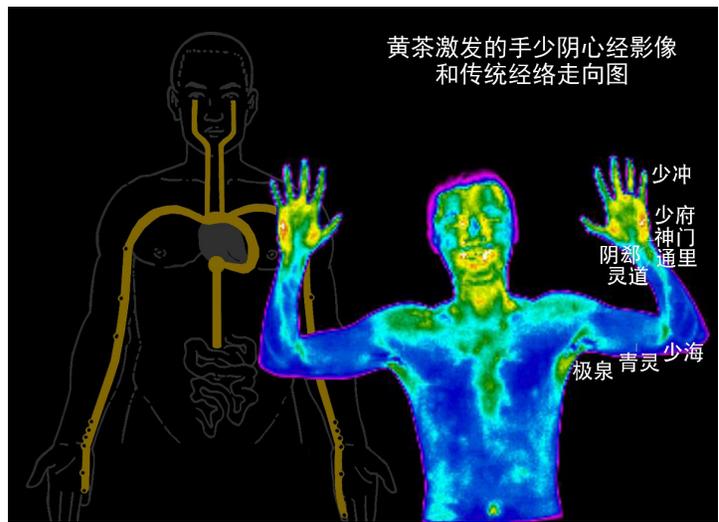


图2 黄茶激发的手少阴心经红外辐射影像与手少阴心经模式图

延伸到四白穴、小鱼际、胰腺，后背心直冒汗。少阴脉打通了！随后我们对新制黄茶做了各种研究分析，居然发现有高效的降糖作用，获得食品安全许可和伦理许可以后，我们让数百名糖尿病的志愿者喝这款黄茶，居然对二型糖尿病有彻底逆转的功效，甚至晚期患者下肢腐烂到骨骼的，都治愈了。2018年，我们又在杨浦区对口扶贫的贵州遵义正安县研发出了肾经黄茶，我是第一个受益者，受了十年肾结石的苦，常常腰痛难忍，喝了一个月肾经黄茶以后，10毫米的肾结石彻底融化了。这些都是后话，但是中医的机理太神奇了！

因为这些基础，上海自然博物馆的顾建生副馆长特地来访，提供了上海自然而然中医药发展基金，希望把经络的影像拍出来，最后的攻坚开始了。相对于其他本草，茶叶的内含物质清晰可控，各种茶的对比相对容易，但是要找出合适的茶也不容易。作为预实验，我先在自己身上做研究，每天喝各种各样的茶，观察红外辐射发生的时间和方式。因为不能有衣物遮挡红外辐射，所以只能在家中检测，我夫人来拍摄我的身体反应。我们两人研究了从中国南方各省以及印度、斯里兰卡、日本、美国、新西兰等国收集到的512种茶的反应。结果发现很多茶不但口感差，喝了很不舒适，而且没有任何经络反应，而另一些茶喝了以后又舒适又有强烈的经络流动感，仪器检测发现红外辐射会使体表产生5-8°C的温差，核磁共振也看到细胞间质中大量液体流动。这就是好茶和差茶的显著区别。总结出最有效的茶叶激发的身体红外辐射影像，结果与我们2012年测试的结果完全一样，绿茶激发太阳脉，青茶（大多是乌龙茶）激发阳明脉……每一类茶又大致分成两种，分别激发手经和足经。在分析中我们还发现，这种红外辐射在喝茶以后的几秒钟内就会激发，但往往不会整条经络同时激发，而是分段地显现。只有极其特殊的情况下，归经效应特别强的茶种，才能让整条经络几乎同时发出红外辐射。不管怎么样，我们已经让经络自己现形了。

最欢迎我们的研究工作的，是全国各个制作名优茶种的龙头企业。2018年，受福建福鼎绿雪芽白茶庄园的邀请，我们又组织了42名来自全国各地的志愿者到太姥山上参与重复试验。大家通过调节饮食排除其他食物对经络的干扰，每天都只喝一种茶来激发特定经络以免相互干扰。结果多样本重复试验完全证明了茶叶与经络激发的对应关系。喝了心经黄茶，心脏和相连的心经会发出红外辐射；喝了肾经黄茶，肾脏和肾经会红外辐射，在背上呈现一个十字形；喝了绿茶龙井，背上的膀胱经会呈现像瀑布一样的热流，而腹部则是凉凉的；喝了绿茶猴魁则相反，腹部十二指肠是热的，背上却是凉的；喝了黑茶熟普，胸腺和心包经滚烫；喝了红茶正山小种，甲状腺和三焦经又热了起来……我们可能真的看到了经络，而且可能看到了中国哲学中真正的

奥秘。

有中医界的朋友提出，能否拍摄出子午流注的反应。这实在太困难，因为日常饮食的干扰往往会屏蔽子午流注的人体自动辐射信号。再长期饮用好茶使得经络非常通畅以后，我尝试在辟谷期间拍摄子午流注的效应，每个时辰扫描身体反应。在一周的时间内重复试验三次，果然发现每个时辰的身体红外辐射基本符合子午流注规则，每进入下一个时辰，身体的影像几乎会瞬间转变，误差不会超过8分钟。

四、国学怎么与科学打通

如果仅仅停留在“看见经络”上，这个研究的意义还是有限的。经络应该是人体循环系统、消化系统、神经系统等九大系统之外的第十大系统，是人体表型组研究中不可缺的一部分。我的导师金力院士发起了国际大科学计划人类表型组计划，就把中医表型列为其中的重要部分。研究清楚经络，可能就了解了占人体体重70%的液体主要是如何更新，如何清洗脏腑和其中的细胞，以保持人体健康的。

如果进一步分析茶叶的成分和功效，或许就可以从茶叶中找到激发经络反应的“钥匙”，那一定是某几类特殊的生物有机分子。再找到经络链接处细胞膜上的“锁”，经络的奥秘或许就打开了，如何让药物精准地到达特定靶向脏腑，很可能可以有一种新思路。当然这一切目前都只是假说，需要大量的实验去推进。在本次发表的研究完成之后，我们立即着手进行各种有效茶叶的成分质谱分析，结果非常令人惊喜：有的成分在六大类茶叶之间差异显著，与茶叶的主治功能有关；有的成分在各类茶叶之间的分布则完全与归经的性质相关。这必然是我们下一步研究的重点。而观察各大茶类成分的显著差异，我们发现与以往用未经品质鉴选的茶叶做的分析不同，各大茶类的关键成分非常有规律。绿茶主要含有各种简单酚类，青茶含有丰富的有机酸，红茶的胺类成分尤其富集，白茶有各种大分子的酯类，黑茶中有高浓度的茶皂苷，而黄茶中的黄酮丰富度出乎意料的高。这些成分，正是对应经络所贯穿的脏腑最需要的物质。

再研究茶叶的制造工艺，我们就发现六大类茶的显著差异成分，是由完全不同的加工发酵工艺进行完全不同的化学反应所生成的。而这些不同的加工工艺，去繁就简地分析，有着非常明显的规律。加工工艺中很多步骤是各大茶类之间类似的非特异性步骤，例如摊晾走水、揉捻破壁、最后的烘干定型，基本没有化学变化，所以在分类上没有差异性的规律。另外一些发生化学变化的步骤就特别关键。其中有一步是所有茶都要经历的，那就是通过高温或者干燥来杀灭茶叶细胞的生物活性，一般叫做杀青，红茶加工中叫做过红锅。以杀青为界，纵向规律明显，差异性成分

有的在杀青之前生成，例如绿茶、青茶、红茶，有的在杀青后生成，例如白茶、黑茶、黄茶。所以前三者是茶叶活着的时候做的，生为阳，故可称阳茶；而后三者是茶叶死了以后做的，死为阴，故可称阴茶。三阴三阳的差异性成分生成的步骤，也有明显的横向规律。绿茶的酚类成分来自生长中的光合作用，白茶的酯类成分来自日晒化合，能量都来自“天”；青茶的有机酸来自人力摇青致使的细胞破裂多酚氧化，黑茶的皂苷来自人力捣揉致使的碳水化合物大分子断裂与多酚化合，能量都来自“人”；红茶的胺类来自湿堆发酵时的氨基酸脱氢，黄茶的黄酮类来自湿堆包闷时的黄酮醇脱氢，能量都来自“地”。这种阴阳乘以三才的哲学规律，正是《易传·系辞》中讲的“有天道焉，有人道焉，有地道焉，兼三才而两之，故六。六者非它也，三才之道也。”其中道就是一阴一阳，阴阳的平衡。真正落到科学实践上，国学哲理的意义是不可低估的。

科学性体现在“奥卡姆剃刀原理”——科学拒绝多余的假设，也就是我们常说的“大道至简”。能否用阴阳三才的假设来贯通茶叶分类产生的所有特性，不需要任何多余的假设？一试便知。茶从加工以后分类，无非四方面性质，1. 加工工艺，2. 储存方法，3. 烹调方法，4. 健康功效。先说阴阳的纵向性质：加工上阳茶先转化再杀青是活着做，阴茶是先杀青再转化是死了做；存储上，阳气外泄阳茶越陈越淡会过期，阴气内收阴茶越陈越浓追求年份；烹调上，阳性活跃易变阳茶一煮就产生毒素，阴性迟钝阴茶越煮越甜；最重要的功效上，阳茶调动阳脉，按照《内经》的描述整体是让体液下沉的，阴茶调动阴脉让液上浮。阴阳性质概括所有步骤。再说天人地三才的横向性质：天性的绿茶白茶通过阳光转化，绿茶存储要天阴冰雪，白茶存储要天阳日晒，烹调上绿茶要天阴雨滴法，白茶要天阳暑闷法，功效上绿茶入太阳脉，入小肠经（脑肠轴）可醒脑，入膀胱经可利尿，白茶入太阴脉，入肺经可润肺，入脾经（淋巴系统）可免疫；人性的青茶黑茶通过人力转化，青茶存储要人阴放在丹田水平以下，黑茶存储要人阳放在鼻息水平以上，烹调上青茶要人阴压滤法，黑茶要人阳蒸淋法，功效上青茶入阳明脉，入大肠经可清肠，入胃经可舒胃，黑茶入厥阴脉，入心包经（胸腺-松果体）可安神，入肝经可去脂；地性的红茶黄茶通过堆积转化，红茶存储最好用地阴泥陶罐密封，黄茶存储最好用地阳金属罐密封，烹调上红茶要用地阴黑陶壶泡，黄茶要用地阳金属壶煮，功效上红茶入少阳脉，入三焦经（脑垂体-甲状腺-肾上腺，实验新发现，作用区分别在胸中、胃中、膀胱口）可娱情，入胆经可利胆，黄茶入少阴脉，入心经可清血，入肾经可洗肾。这是一个严密周全的科学逻辑体系，又经得起科学实验的反复验证。而里面的理论，则是中国最经典的《易经》和《内经》的核心思想。不仅如此，茶叶与佐料的配合，



图3 实验中选出的归经效应最强的六大类十二种茶叶

也需要符合《神农本草经》的阴阳配合原则才有利健康，中国最古典的三经的原理是可以完全贯通并且科学实践的。

有些人研究科学，往往会“食洋不化”，研究国学，又往往“食古不化”。在我的理想中，中华传统一定要现代化，国学一定要科学化。这就在认真研读国学的基础上不断推进相关的科学研究。

科学研究最重要的是总结知识建立科学假说，开展实验检验科学假说。实验检验的结果，我们一步一步发表科研论文在学术界探讨，而更综合更系统的假说和知识总结则可写成科普专著来向大众传播。所以，我在《茶道经》的基础上，加上了详细地解说注释，出版了《茶道经译》注，讲述茶的生物学、医学、化学、物理学、农学、地理学、历史学、气候学等等知识，以茶为案例，全面解析中国最传统的哲学与现代最前沿的科学是如何打通的。很多人在这本书的指导下，通过严谨的科学饮茶，解决了自身的健康问题，也通过实践认知到经络及其背后的真理。

在当前的国学研究包括中医研究中，存在很多“因果倒置”和“体用分离”的误区，使得国学与科学出现错位。就像经络的各种效应，只是经络的“果”，而不是经络结构的“因”，所以不能把效应当作经络本身。中医说的脏腑，其功能太复杂，例如肾主骨，以前无法科学解释肾脏

怎么对骨骼健康起作用，现在发现维生素D转化促进骨钙沉积的很多酶都是肾脏生产的，这就有了科学依据。所以从前因为“体用”不合而说的“中医的肾不是解剖学的肾”只能算是权宜之言。人体无数的奥秘，在不断地研究中不断地解开，我们要用最包容最谦逊的心态去探索学习。我听过少数“科普”人士说国学在中国从没有任何实际的科学应用，而中医却用国学护佑了中国人民数千年的健康。当代的中国科学家，应该做的是从国学中取其精华去其糟粕，把国学与科学打通，转化出更好的科学技术，让中国的智慧造福国人，造福全人类，我们应该有这个文化自信。 **SPU**

【致谢】

本文研究工作，得到国家重点研发计划(2020YFE0201600)和上海自然然而中医药发展基金的支持。

【参考文献】

[1] Jin WL, Tao YC, Wang C, Wang LF, Ao X, Su MJ, Hu BW, Ouyang YX, Liu JX, Li H (2021) Infrared imageries of human body activated by teas indicate the existence of meridian system. Quantitative Biology, <https://doi.org/10.15302/J-QB-021-0239>.
 [2] 上海第一医学院解剖教研室 (1959) 关于针灸经穴形态基础研究的初步报告. 全国中医经络针灸学术座谈会资料选编. 北京: 人民卫生出版社, 213.

[3] Borsarello JF (1970) La cartographie isotherme est-elle un moyen de mettre en evidence les meridien de l'acupuncture chinoise? Meridiens, 11(12),91-96.
 [4] 费伦, 承煊生, 蔡德亨, 杨世坝, 许建荣, 陈尔瑜, 党瑞山, 丁光宏, 沈雪勇, 唐颀 (1998) 经络物质基础及其功能性特征的实验探索和研究展望. 科学通报, 43(6):658-672.
 [5] 丁光宏, 姚伟, 褚君浩, 沈雪勇, 黄志明, 刘辉, 王盛章, 杨静, 魏翔, 费伦 (2000) 人体手臂几个穴位与非穴位区红外辐射光谱特征. 科学通报, 45(23):2530-2535.
 [6] 华萍, 吕虎, 原林, 唐雷 (2006) 经络研究的四大主流学派及其分析. 中国针灸, 26(6):407-413.
 [7] Foldi M, Yusznyak I, Szabo G, Magyar Z (1954) Studies on the function of lymph capillaries; the spread of the fluid and macromolecules in interstitium. Acta Medica Academiae Scientiarum Hungaricae, 6(3-4):229-54.
 [8] Benias PC, Wells RG, Sackey-Aboagye B, Klavan H, Reidy J, Buonocore D, Miranda M, Kornacki S, Wayne M, Carr-Locke DL, Theise ND (2018) Structure and Distribution of an Unrecognized Interstitium in Human Tissues. Scientific Reports, 8:4947.
 [9] 顾鑫, 王燕平, 王广军, 宋晓晶, 贾术永, 李宏彦, 叶丰瑶, 熊枫, 张维波 (2020) 荧光照相法对大鼠任脉低流阻通道的活体显示. 针刺研究, 45(3):227-232.
 [10] 熊枫, 宋晓晶, 贾术永, 王广军, 李宏彦, 顾鑫, 王泽, 张维波 (2020) 小型猪四肢荧光素钠循径迁移的初步观察. 中国科学: 生命科学, 50(12):1453-1463.

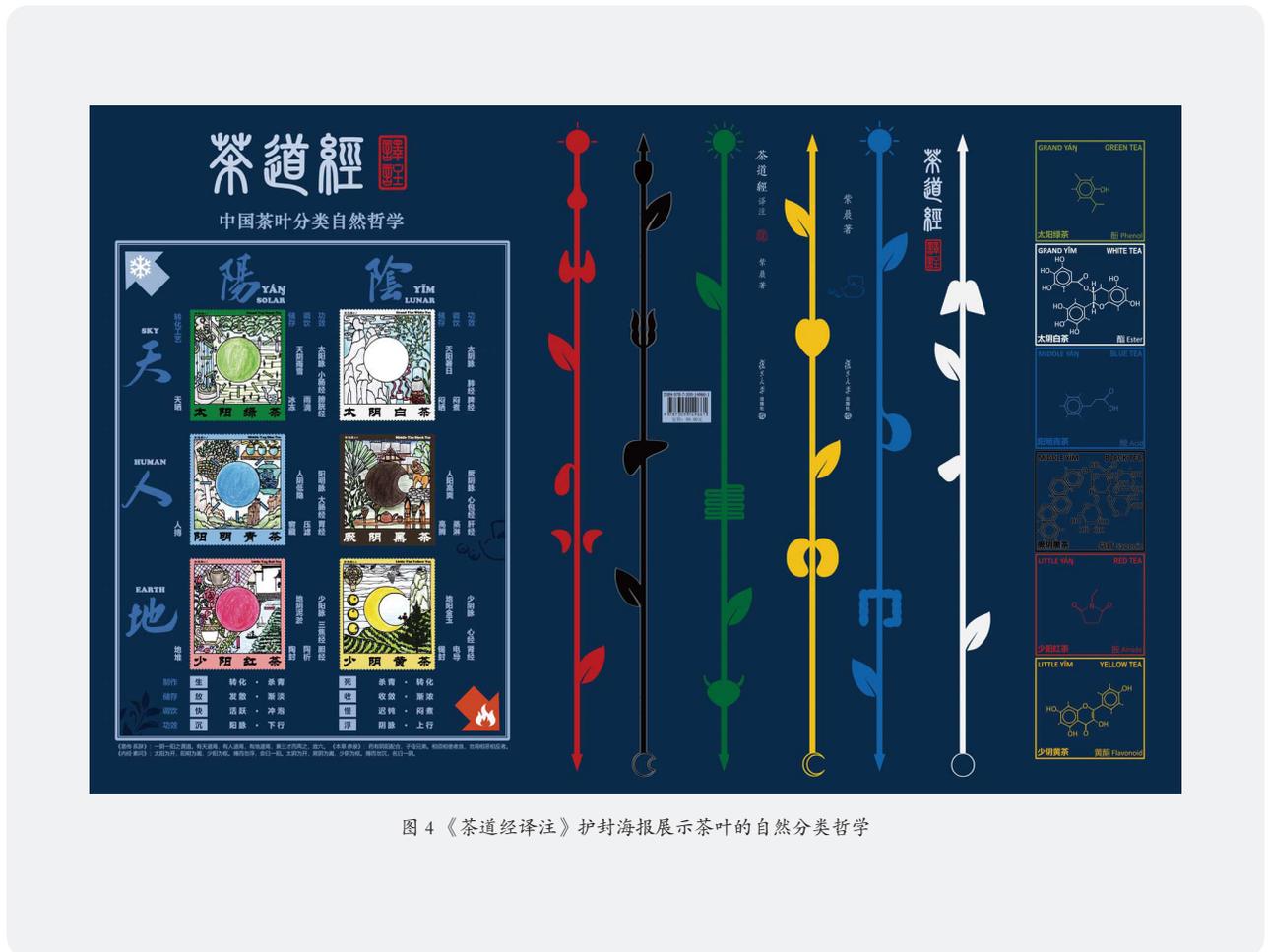


图4 《茶道经译注》护封海报展示茶叶的自然分类哲学

责任编辑: 龚俊