



Views & Comments

通过竞争的协调：一种更广泛适用的方法？

Robin Batterham

Kernot Professor of Engineering, the University of Melbourne

针对如何组织科学与技术(S&T)，李静海在本期《工程》中[1]推介了一种新的方法论，以应对我们当前挑战多于解决方案的现状。鉴于还原论方法导致各学科被分割成更紧密的分组，该文表达了一种观点，希望采用跨学科的方法解决现实世界中的复杂挑战。多年的实践证明，其通过考虑介尺度来关联微尺度与宏尺度的途径是成功的。

务实的工程界人士认为他的介尺度方法值得人们认真思考，并应该得到更普遍的应用。或许《工程》的读者会进行相应的思考，并关注相关的实例：其中的介尺度涉及了不同的机制(两个或多个)，每个机制都主导一种极值趋势，从而在实际状态中会出现不同机制“通过竞争的协调”[2]。这就是李博士使用的多尺度建模方法。如果发现这一原理更具有普遍性，则其本身如李博士所提倡的那样，将自然成为解决科学技术问题的一种新方法。

李博士及其团队利用他们的方法在理解跨越很宽尺度的复杂系统时取得了非凡的成功。这些成功大部分体现在化工系统。其中，微尺度利用经典的化学、物理学和生物学手段完成建模，宏尺度则采用合适的唯象模型来建模，这些唯象模型受作用于整个系统的边界条件的约束，而其重大的创新就在于对中间的介尺度的处理。起初，他们的成功在于在介尺度上应用能量最小。后来，他们对这一假设进行提炼，并进一步发展成为确定介尺度上主导机制的一种原理，此时往往存在两种机制的竞争，因此有了“通过竞争的协调”的概念。这已成为一种富有成效的方法。

在呼吁更广泛地应用这种方法论的同时，也应注意到目前现实的困难。与微尺度和系统层次相比，现有文献中针对介尺度的研究很少。同样重要的是一个焦点问题——介尺度是否总涉及竞争？如果是这样，是否总是在两个主导机制之间？我认为要想在更大范围内改变科学界的观点，还需要在这一领域做更多工作。

在微尺度层面，李博士的方法有还原论的属性——采用了基于化学、物理学和生物学的“基本”表述。自16世纪Kepler的工作以来，还原论方法造就了诸多深刻的见解。即便如此，还原论的局限性与希望应用更多微尺度手段的呼吁是否相符，仍然是个有争议的问题。作为工程师，我们直觉上会将复杂的事物考虑成由多个独立的实体组成，其中每一个都能够被描述。这一观点意味着实体的可分性。但是，复杂系统内部的相互作用很重要，比如鸟群、城市或生态系统的行为。可以说，了解规则和初始条件并不足以先验地预测随后的行为，即“计算的不可还原性”问题。引用Heylighen等的观点[3]：“研究复杂系统需要观察多个尺度的现象，同时不能忽视相互作用。”这与李博士在介尺度上建立相互作用模型的实用方法十分一致。

在更加理论的层面上，Edmonds很早以前就曾指出[4]“抽象的还原论者的论点本身在科学上既没有可测试性，也不易于还原到其他更简单的问题”。另外，还有更多实用方面的局限性：所有模型都必须是有限的，因此永远不可能具有完全的预测性。此外，还有明显的计算方面的限制。进一步引用Edmonds的话：“量子力学限制了一克物质在每秒钟内可以计算的信息量。因此即使

穷极宇宙的质量和宇宙热寂前的全部时间，计算仍然有一个有限的限制。”因此，为将合适层次的还原论模型与整体论考虑相结合，需要一种实用的方法——这就是李博士提出的方法的核心。

因此，从几方面来看，我们都会发现李博士的方法是值得重视的。接下来的挑战是，从广泛的问题中找到更多的实例，其中的介尺度涉及“通过竞争的协调”。我们很可能发现，存在一种跨学科的原理，其跨学科的方式可以改变我们从事科学技术工作的模式。

References

- [1] Li JH. Exploring the logic and landscape of the knowledge system: multilevel structures, each multiscaled with complexity at the mesoscale. *Engineering* 2016;2(3). In press. doi: 10.1016/J.ENG.2016.03.001.
- [2] Li JH, Ge W, Wang W, Yang N, Huang WL. Focussing on mesoscales: from the energy-minimization multiscale model to mesoscience. *Curr Opin Chem Eng* 2016;13:10–23.
- [3] Heylighen F, Cilliers P, Gershenson C. Complexity and philosophy. In: Bogg J, Geyer R, editors *Complexity, science and society*. Oxford: Radcliffe Publishing; 2007.
- [4] Edmonds B. Pragmatic holism (or pragmatic reductionism). *Found Sci* 1999;4(1):57–82.