

## 智能制造名词术语浅析

张霖 北京航空航天大学自动化科学与电气工程学院

**摘要：**一个快速发展且尚未成熟的领域，会出现大量新的名词术语，对这些名词术语的理解和使用往往出现分歧。智能制造就是这样的一个领域，有时一个术语有多个不同的解释，有时多个不同的术语却有着相同或类似的含义，甚至有的术语本身就含义模糊、语焉不详。这为该领域的从业者和学习者带来很大困扰。这里选择几组常见且容易混淆的术语，尝试进行简单的分析。一家之言，以抛砖引玉。

### 1. 大制造与制造

大制造的提法从20世纪80年代就有了，最早应该是来自CIMS，即计算机集成制造系统。CIMS强调的是消除企业的信息孤岛，每个孤岛代表从需求分析、设计、生产、实验、销售、维护、报废等一个产品的全生命周期里的某个环节，集成就是要把这些环节整合起来形成一个完整的制造系统，所以这里面的“制造”包含所有环节。而传统意义上的“制造”主要是指生产加工环节。因此CIMS里面的“制造”比传统意义上的“制造”范围更大、含义更广，也就是所谓的“大制造”。

但有意思的是，在正式的文献里，几乎找不到“大制造”这个词，“大制造”主要出现在专家的PPT或讲稿里，似乎更像是一个学术俚语。正式的学术文章、技术报告或官方文件里，统统都用“制造”，比如“智能制造”，“先进制

造”、“制造大国”，“中国制造2025”，这些词里面的“制造”其实指的都是“大制造”。而当看到“设计与制造”，“制造执行系统”这样的表述时，里面的“制造”就是传统意义上的“小制造”了。

因此到底是“大制造”还是“小制造”，只有根据上下文的意思去理解了。但在某个行当里呆久了，难免会有些思维惯性，因此不同领域的人在一起交流时，有时总是说不到一起去，最后发现各自讲的“制造”其实不是一个概念。这种时候，大家最好还是先自报家门的好。

### 2. 智能与智慧

在业界，将smart翻译成智慧，而将 intelligent 翻译成智能已成为客观事实。但关于这两个词的含义和用法却常常让人一头雾水，比如智慧城市、智能城市、智能家居、智慧家电、智能交通、智慧交通、智能制造、智慧制造。什么时候

该是智能，什么时候该是智慧？智能和智慧到底区别在哪？这些问题很难找到一个统一的说法。

有人认为智慧比智能更聪明更有境界，而又有人认为智能的意思是不仅聪明而且还能干，所以智能的意思包含智慧，而且更接地气。看来是公说公有理，婆说婆有理。

其实将intelligent翻译成智能基本没有什么异议，而将smart翻译成智慧确实有点问题。在中文里，智慧代表着深邃的思想和对世界万物的大彻大悟，只有人群中极少数智者才配得上这个词。而在英文里，smart却没有这么高的境界，用“聪明”这个中文词倒是更能贴切地反映其含义，英汉字典里也是这么解释的。而智慧一词对应的英文应该是wisdom，在中国人写的英文文章里，也确实有这么用的。有一次参加国际会议，甚至见到外国人也提到wisdom city，不知是不是受到了中国人的影响。

与其他术语中文翻译虽然混乱、但对应的英文词却没有歧义不同，智慧与智能所对应的smart和intelligent，在英文世界里也是用的让人眼花缭乱，比如smart manufacturing和intelligent manufacturing就同时存在。关于这两个词的含义，我请教过一些欧美的业内人士，但他们的理解居然也莫衷一是。看来关于智慧还是智能的问题是个世界性难题。

### 3. 智能制造，智能产品

一种流行的说法是，智能制造必须包含几个要素：智能产品、智能生产、智能装备、智能服务等，缺一不可。

有的专家更是特别强调智能产品，认为不生产智能产品就不能算智能制造。但实际上，并不是每种产品都需要智能，比如，流程行业的产品大多是没有智能的，像酱油、汽油，啤酒等。即使在其他行业，也有一些产品，至少在现阶段对

智能化的需求也不是那么迫切。但这些产品仍然需要通过生产过程的智能化提高生产效率，改进产品质量。其实智能产品、智能生产、智能装备、智能服务只要满足一条就可以成为智能制造了。而事实上，任何一条都不是那么容易做到的。

### 4. 数字双胞胎，数字孪生，数字模型

digital twin这个词的中文翻译到现在也没有完全统一，当前可以查到的叫法有数字双胞胎、数字化双胞胎、数字孪生、数字孪生体等，在文献里出现最多的是数字双胞胎和数字孪生。其实怎么翻译并不是很重要，因为原来的这个英文词digital twin就不是很准确。

Digital twin的本意是用数字化技术为物理实体创建一个模型，这个模型和物理对象非常的像，因此就可以通过研究这个模型来分析物理实体的特性，并进而对物理实体进行改进或优化。

按照词典的解释，twin是指双胞胎中的一个。大家都知道，人类的双胞胎长相可以很相似，但性格却可以大相径庭。而在制造技术里面，为物理实体构建的模型，既追求形似，更追求神似。如果只是看起来很像，内部的特性却不像，这样的twin是没有意义的。而按照我们实际想要表达的意思，叫digital copy似乎更合适些。

正如前面所说，digital win本质上就是个数字模型。那为什么守着现成的词不用，非要舍近求远呢？一般认为digital win和普通模型是有区别的，digital twin和物理实体之间可以交换数据，并可以随着时间的推移不断演化，不断逼近物理实体。

那是不是digital twin出现之前，模型和实体之间都是脱节的呢？其实不然，学过控制的人都知道，自适应控制就是通过物理系统的输入输出数据不断地完善对应的数学模型，而这种思想在

控制界已经存在五十多年。而在仿真领域，嵌入式仿真技术也已经存在了很多年。所以说模型很早以前就已经和物理实体进行交互了。

另外，需要特别说明的是，模型和实体之间的相似与否是与需求密切相关的，如果不考虑建模的目的和需求，而要建立一个和物理实体完全一样的模型是不现实的，也是没有意义的。而digital twin有时会误导人们过度追求表面的“逼真”而忽视了实际的需求，这是在研究和应用digital twin时需要特别注意的。

Digital twin之所以能够流行更多的还是因为听起来比较形象，行内行外都容易懂。因为英文本身就不是很严谨，所以中文的翻译也不必咬文嚼字。不过不管叫什么，只要在追求名词创新的同时，别忘了它的本质就行了。这也算是不忘初心吧。

## 5. 云，雾，边

云计算刚出来的时候，很多人还感觉是云里雾里，常有人调侃：说不定什么时候再出来个“雾计算”。可没过几年，就真的弄出个雾计算，大概意思是：数据以及对数据的处理和应用程序集中在网络边缘的设备中，而不是几乎全部保存在云中，是云计算的延伸。

雾计算提出也有几年了，但一直不温不火，倒是边缘计算异军突起。雾计算和边缘计算都是针对有物理系统存在的场景，但仔细分析关于它们的各种定义和描述，实在看不出什么实质性的区别，基本意思都是要弥补云计算高高在上、实时性不强的弱点，尽量把计算或存储放在距离终端设备较近的地方。如果非要区别，单从名词本身倒是更容易说得清楚，云在天上，边在地上，而雾则是从天到地的一片。三者合一，就成了天网恢恢疏而不漏。

其实这也不是什么新鲜事，计算机的计算模

式一直以来就是在服务器、客户端之间移来移去，一会儿胖客户端，一会儿瘦客户端，谁胖谁瘦考虑的都是计算和存储能力以及网络的传输能力，其核心思想无非是把计算放到最合适的位置。

最后再说说“边缘”这个词，就其含义讲，歧义不大，指的是靠近执行端或数据源头的地方，但有时候会产生一种被边缘化的感觉。其实Edge这个词既有边缘的意思，也有刀刃的意思。参照上面提到的计算模式演变的规律，把edge computing理解为“把最合适的计算放在最合适的位置，即好钢用在刀刃上”似乎更合理些。这样的话，edge computing翻译成“边沿计算”是不是更好些呢？

## 6. 云，云端，云+端

在IT领域，云已经不是一个新鲜词了，对于云计算而言，云指的是计算的基础设施及相关资源。容易搞混的是“端”。

云端是指云上或云中，这里的“端”代表的是一个方位，没有太多实际的含义，有时使用云端一词是为了遣词造句的通顺。

云+端里的“端”则指客户端或应用端，云 and 端各司其职、相互配合，这是一种比较现实的应用架构。

如果在一个文档里同时出现“云端”和“端”，就得格外注意，不小心用错了或看错了，意思就变了。

## 7. 上云，云化

对制造业而言，资源上云正在成为一种潮流，但上云不等于云化，一个软件部署到云平台上，可以远程使用，或者一台设备通过网络接到云平台上，从而可以采集数据，这就可以说是上云了。但要真正发挥云模式的优势，简单的上云

是不够的，这就需要进行真正的云化。对于软件而言，云化基本上是要按照新的架构和模式重新开发。而对于物理设备，则是要在云端建立可动态演化的数字模型，并能通过对模型的仿真实现对物理设备的管理和优化。

实现制造资源和能力的云化是个漫长的过程。

## 8. 云制造，制造云，工业云，工业互联网

云制造在2009年刚提出来的时候，还没有工业互联网的概念。云制造描绘的是未来制造业的一张大图，虽然强调的是云，但其基础是基于物联网技术的制造资源（设备）的接入，云制造的架构里就包含感知接入层和虚拟资源层。因为没有这两层，就没有了制造，所谓云制造就只是云计算了。

云制造描述的是理念和模式，制造云则是个具体的系统。因此用制造云去和工业互联网对应，可能更合适些。按照标准的定义，制造云是为满足一定的制造应用需求而构建的一类云制造服务系统。这个系统里包含了云服务平台和与之相连的各类硬软件资源和能力。而事实上，很多人更愿意从字面上去理解制造云，即将制造云理解为一个服务于制造的云平台。这其实也不算错，毕竟目前阶段关于制造云的研究和开发也确实更注重平台及平台里面的各种服务。这样也使得制造云和工业互联网的关系可以更清晰些。工业互联网作为基础设施，可以为制造云提供数据和底层设备的各种信息，并且执行从云中传来的各种指令和操作。

还有一个概念，叫工业云。工业云应该是和制造云对应的概念。这两者的区别并不大，如果非要说区别，那就是工业和制造的区别，工业的范围更广些。

最后总结一下，制造云（或工业云）和工业

工业互联网的关系，其实可以理解为云计算和工业互联网的关系，当然，现在工业互联网的概念被逐步放大，成了工业和互联网融合的代名词，就另当别论了。

## 9. 制造资源，制造能力

广义的制造资源既包含硬资源（如设备、材料等）、软资源（软件、模型、数据、知识等）、人力资源，也包含能力（即由硬资源、软资源和人力资源形成的一种综合素质和做事的水平）。

而将“能力”与“资源”并列时，比如出现“制造资源/能力”或“制造资源和能力”这类表述时，这里的“制造资源”就不再是广义的，而是只包含那些可以实时在线接入并使用的资源（设备、软件或数据等），“能力”是无法或不允许在线实时接入的，只能通过某种方式加以描述，对“能力”的使用是在线下完成的。

## 10. 复杂系统，复合系统，体系

这几个词都是对应同一个英文词组，即 *system of systems*。关于这个词组的中文翻译不止这些，比如还有体系系统，成体系系统，或直接译为系统的系统，等等。

“体系”目前是共识度较高的一种翻译，但在中文语境下，体系其实还有更多的含义和用法，比如社会体系、技术体系、法律体系，而在计算机领域，将 *architecture* 则翻译成体系结构，这些都给“体系”这个术语的使用带来一定的困扰。

在没有更好的词汇之前，读者也只能通过上下文来理解“体系”的真正含义了。而如果使用这个词的作者能同时把英文原文附上，就不会引起歧义了。这也算是对读者的体谅吧。

## 11. Cyberspace

Cyberspace这个词的翻译是对汉语的一大挑战，让中国人伤透了脑筋。

Cyber这个来源于古希腊的词，在现代社会被赋予了太多的内涵，它同时包含虚拟、信息、网络、控制、通信等含义。这么多的含义，要想用一个中文词汇表达出来，实在不是一件容易的事。

Cyberspace目前有多种翻译，下面列举几个：

信息空间。将cyber和信息划等号实在有点勉强。而且这样翻译的话，information的中文该叫什么呢？有时为了强调和一般信息空间的区别，特意加上“多维”二字，即多维信息空间，但意思好像也对不上。

仙境空间。有一股仙气，含义同样很丰富。但和网络、通信之类的技术不容易直接联系起来，似乎不太接地气，叫起来也不太上口，因此传播不是很广。

网电。这个翻译最出人意料，大概是想把网络和电子的含义都包含进去吧，但很难和原文直接联系起来。

赛博空间。这是最省心的翻译，直接用音译。近来，“赛博”这个词时常出现，指的基本就是cyber。说不定哪天也像“幽默”一样深入人心。

不过在现阶段，还是建议行文者在中文之后同时把英文单词放在括号里，省得让读者纠结。

## 12. 仿真，建模仿真，M&S

仿真是基于模型的活动，仿真的概念本身包含建模。但有时为了突出模型的重要性，国际上常将建模与仿真并称为“建模仿真（Modeling and Simulation，缩写为M&S）”。一般情况下，“仿真”和“建模仿真”具有相同的含义。



【作者简介】张霖，北京航空航天大学教授、博士生导师。研究方向包括智能制造、云制造、复杂系统建模仿真、智能物联系统、服务网络等。

曾任国际建模仿真学会（SCS）主席，中国系统仿真学会副理事长，中国人工智能学会理事，国家863/CIMS主题办公室主任，北航自动化学院副院长等。现为SCS Fellow, ASIASIM Fellow, 中国仿真学会会士，国家863主题项目首席专家，复杂产品先进制造系统经营部工程研究中心主任，北京市云制造平台与服务工程中心学术委员会主任，复杂产品智能制造系统技术国家重点实验室学术委员会委员。任多个国际期刊编辑及编委，发表论文200余篇，合作专著（章节）10余部，获国家发明专利10余项。曾获国家863十五周年先进个人和全国优秀科技工作者称号。