

技术的本质

理解技术的本质需要我们理解技术是如何进化的，因为进化帮助我们摆脱依赖带有随机性质和神秘主义色彩的“自发创新”的概念，转而去思考技术是通过哪和以什么样的方式来发展的。

这里的进化不同于达尔文的优胜劣汰的进化。而是指某类事物的所有对象衍生于其以往对象的集合的过程，并且这一过程是依据类似“血统”这种纽带相关联的。

而这样的进化机制可以被描述如下：

1. 技术是某种组合
2. 组合自身也是微缩的技术
3. 所有技术都开发或利用某种效用或现象

这三个定理组合在一起有点像计算机科学中的divide and conquer，第三个定理构成了base case，而前两个定理则一起拼成了一个递归循环。而依据12组成的不断上升的循环，我们得以不断得到新的，更复杂的技术。

2 组合与结构

技术到底是什么呢？

技术在一般语境中有三个定义：

1. 技术是实现目的的手段，单数
2. 实践和元器件的集成，如电子技术，生物技术
3. 在某种文化中得以运用的装置和工程实践的集合，是最广义的技术

技术结构的形成

技术的最基本结构，包含一个用来执行基本功能的主集成和一套支持这一集成的次集成

why模块化

简化设计，预防变动，只有被多次单独使用才会被模块化

递归性

技术具有递归性：结构中包含某种程度的自相似组件，也就是说，技术是由不同等级的技术建构而成的。这也形成了技术几乎树状的层级结构。

3 现象

技术本质

技术是对现象有目的的编程

捕捉现象

现象是如何被发现和驾驭的呢

1. 理论与推理
2. 被忽视的被重新重视
3. 意外的副产品

像是被累积构建起来的，现象产生设备，设备又产生更多的现象

技术与科学

科学和技术不是两个分离的概念，二者在彼此之中建构，互相为彼此提供洞见

4 域

共享某个目标，or 现象群的技术集群被称为域
个体技术对于技术体来说就如同程序对于程序语言一样
域和技术一样，也存在次级域，次次级域等等。

域定

工程设计时选择一个或多个域当作“工具箱”，“调色盘”
重新域定意味着技术发生了颠覆性改变，因为开始以一套不同内容来表达目的
更重要的是提供了新的潜在可能性，甚至定义了一个风格，时代。

设计，语言表达

设计就是使用特定域的语言来进行表达，遵守对应的语法
这种语法并不能总是总结成用语言表达的规则，很多语法以潜经验的方式存在，成了一种思维方式，存在于共享文化。

技术的清晰表达需要相关域的深层知识，包括：所使用组件的词汇的流利程度；对标准模块、以前的设计、标准材料、相关技术的熟悉度；一种关于什么是自然的，什么会被该领域的文化所接受的“洞悉” (knowingness)；直观知识、横向沟通、感觉、曾经使用的经验、想象力、品位

多个世界

每种技术可以移动到不同的世界，或者说不同的域，从而以不同的方式呈现，延展。
每个世界有不同的限制，优势，受制于其自身的语法

5 工程 and 对应解决方法

一旦开始向内看，将技术看作具有内部结构的事物，会产生两个不同

1. 技术是流动的而非固定的。其生命周期伴随着不断地内部修正，发展
2. 技术不仅仅是完成了制定目标，还附带了一套词汇表，工具箱用以提供新的可能性。比如电脑具备根据代码编写更多应用程序的潜力。比如电脑

新技术如何产生？根本性创新or日常标准工程

标准工程

标准工程是执行一个新项目时，在已知可接受的原则下聚集方法和设备的过程，是对已有技术的新的计划、试制和集成过程。

大部分设计项目都是已知技术的新版本应用，使用已知的概念框架来和目的进行匹配，之后进行现实的集成。

组合与解决方案

一个解决方案就是完成给定任务的适当组合

一个解决方案是如何被建构的？

类似语言，先有了与目的相联系的想法，概念组合，再进行域定（语言），之后在现实中找到组件（词汇）。设计就是关于解决方案的选择。实践中的建构方式比理论上的要少，因为工程师倾向于重复使用以前曾经用过的解决方案——短语和表达，并且他们倾向于使用可获得的现成的组件。

标准工程就是认知过程

方案成为技术

如果被使用的次数足够多，一个解决方案，一个成功的组合就成为了一个模块。它会获得自己的名分，并因作为适用于标准用途的模块而具有包容性，同时它自己也成为一项技术

6 技术的起源

什么样的技术才算新技术？新技术如何产生的？

针对现有目的而采用一个新的或不同的原理来实现的技术。原理就是做某件事情的操作方法，使某事运作的基本方式

发明是将需求（目的）和一些现象链接起来，并能令人满意地满足那个需求的过程。得到了链条的两端，我们也就有了发明的两种模式，一种是从目的出发，另外一种则是开发已有的现象，逐步嵌入如何使用它的原理。

始于目的

目的不仅来自于外界，也来自于技术本身，产生需要克服限制或者满足其他需求的需求。

这时要寻找解决问题需要的基本概念，和达成理念需要的工具。

思考产生的选项进一步产生次生问题，使得待解决的问题被缩小，再定义。这时思想会在这个方案的可行性和其产生的衍生问题两个层级跳跃。

概念的物化

从概念转化到实际的过程充满困难，包括要不断的细节化，考虑不断出现的次生问题，甚至是商业方面的考虑。

始于现象

转译工作存在难度，因为新颖的现象难以理解往往，且伴随着相关的技术工具尚不存在。

发明的核心

发明的核心在于发现合适的可行性解决方案，即“看见”合适的工作原理。剩下的，夸张点讲，就是标准工程了。

心理联想很重要。发起者进入功能库中去想象，如果某些功能组合起来会发生什么。但有时联想直接来自于原理自身。但是想象力也是。发起者必须具备足够的想象力去理解问题，这是第一位重要的，然后才是预见它如何被解决、有多少种解决方式、必要的组分及结构是怎样的，以及如何解决随机出现的那些还不可见的次生问题

因果金字塔

发明可以被理解为建构在多个原理上的以因果的方式的金字塔。

科学，数学，发明

都是完成给定目的的组件系统

数学：原理组成证明

科学：连接可观察的给定问题和模糊原理

发明与新的构件

这个链接从需求自身出发，延伸到能够被驾驭的某个基本现象，再通过配套解决方案以及次级解决方案最终使需求得以满足，并且使其界定出了一个递归性的过程。这个过程不断进行类似的重复，直到每个次级问题消解到可以进行物理性解决的程度。最后，问题一定会被那些已经存在的片段、成分，或者那些由现存部分创造出来的片段所解决。发明是从已有之物中产生出来的

我们可以说，新技术的产生有三个可能的途径：作为标准工程的解决（阿姆斯特朗振荡器），自发的发明（货币制度），以及一般意义上的发明，即在全新的原理之下，全新的根本性解决（喷气式飞机发动机）

7结构深化

技术的两种发展机制：内部替换（internal replacement）和结构深化（structural deepening）。内部替换是指用更好的部件（子技术）更换某一形成阻碍的部件。结构深化是指寻找更好的部件、材料，加入新组件。

发展和创造并无清晰界限，很可能在创造的过程中就已经考虑发展了。

技术暗示了需要什么样的解决方案，之后人们从众多方案中选择淘汰。但并不是单纯的变异选择。

内部替换

遇到形成阻碍地次生技术时两个方法，一是更换设计，而是更换材料。

部分的改进要求我们考虑整体结构的平衡。因此变化往往是在设计的各个层级都可能出现的。此外，外部的变化也很重要，为内部替换提供了更多可能。

结构深化

为了突破限制，加入了更多次级系统，结构也因此得到加深，比如为了突破温度限制，保留原始结构，加入排风扇

一个技术还需要主动增加次级系统或次级模块以完成如下目的：（1）加强基本性能。（2）对改变或异常进行监视并作出反应。（3）去适应更广泛的范围。（4）增强安全性和可靠性。

这使得性能进一步靠近极限，而这靠近的过程又要求次次级系统产生。

这让我想到innovation带来的上限变化对经济体上限的影响，以及负反馈。

这又让我想到政治，为什么中国无法突破精致的农业社会

最后越来越接近硬化，目的系统越来越庞大，一些untechnology的系统则更加缺少根本改变的能力，继续不断增加小的分支

锁定与适应性延申

当调换部件和结构深化都不能再为提高性能做什么的时候，技术就成熟了
这时往往需要应用新原理的新技术，但这并不容易，因为：

1. 旧技术在经历了繁多的改进和精致化之后性能暂时超过新技术
2. 改变周围的支持性组织成本高
3. 心理上，新技术要求新的看待问题的方式，视角，因此往往让人难以看到其愿景，承诺
4. 抛弃旧的，造成认知失调，心理上的排斥

这让我想到了关于分手的决策哈哈哈哈哈

改变的阻扰：创新，新习惯和分手为何令人类如此抗拒

这四个力量是我们对旧技术产生一定程度上的锁定，因此在面对新的情况时本能的想去延申旧的技术

8颠覆性改变，重新域定

域实际上并不是单体技术的加和，它们是连贯的整体（coherent wholes），是关于设备、方法、实践的族群，它们的形成和发展具有与个体技术不同的特征

域的进化

其发展不是围绕核心技术联合而成，就是从一个现象家族里建构出来。

域的生命周期：

- 诞生。解决母域中的特定问题，在理解和实践中固化、发展。
- 青春期。解决发展中的阻碍，产生可行的技术并应用于市场。
- 成熟期。市场由狂热走向冷静，新的域以自己的方式深入地影响经济，进入稳定成长阶段。
- 晚年。鲜有重要理念产生，有些域会被取代，但大多数还得以存在并服务于人类。

经济的重新域定

一项新技术的到来会引起经济中的价格和生产网络在各行各业伸展、重塑。

经济的重新域定：已有产业去适应新的技术体，从中提取、选择它们所需要的内容，并将其中部分零部件和新领域中的部分零部件组合起来，有时还会创造次生产业。

这样的共变（mutual change）和共创（mutual creation）过程称为“颠覆性改变”。经济领域中的每个时代都是某种模式，是在商业、工业以及社会中能够达到逻辑自治的一套结构，这套结构是由在当时占有主导地位的域来确定的

经济的时间

从启动新域的技术开始建立到新域全面发挥影响，通常需要几十年的时间

这一进程需要耗用的时间，不取决于人们从开始注意到不同的做事方式到开始决定采用它的这个

过程，而取决于将既有的经济结构进行重构并适应新的域需要花费的时间

创新，国家竞争力

为什么科技的发展经常在一个区域集中发展

深奥的手艺不只是知识，它是一套认知体系：知道什么可能发挥作用，什么不可能；知道用什么方法、什么原理更容易成功；知道在给定的技术中用什么参数值；知道和谁对话可以使事情进行到底；知道如何挽救发生的问题；知道该忽略什么、留意什么。这种手艺性认知（craft-knowing）将科学、纯粹知识都视为理所当然。它整体地来自于某种信念的共有文化，蕴含着共同经历的某种无法言明的文化

9进化机制

主导技术发展的力量：组合与需求

组合

技术来源于旧的技术，一旦元素超过阈值，技术可能出现爆炸性增长

机会利基

组合提供了素材和潜力，但是需要opportunity niches 来召唤技术的产生。

机会利基的出现召唤新技术的诞生，绝大多数机会利基的产生缘于技术自身，这是因为以下三个原因：

- 每个技术通过它的存在建立了一个能够更经济或更有效地实现其目的的机会。
- 每项技术总是需要另外的支撑技术来制造它，这些支撑技术又需要它们自己的次级支撑技术。
- 技术经常引发间接性的问题，这会产生需要提供解决方案的需求或者机会。

核心机制

已有技术的组合提供了新技术的可能性：一种潜在的供应。而人类和技术的需要又创造出了无数的机会利基市场：一种需求。随着新技术的出现，需要进一步驾驭和组合的新机会持续出现着。所有这一切都自展式地前行。

1. 新技术作为新元素进入到活跃技术体当中，它就变成了活跃技术体中的一个新节点。
2. 新元素可能取代现有技术或现有技术的零部件。
3. 新元素为支撑技术和制度安排建立进一步的“需求”或机会利基。
4. 如果旧的、被替换了的技术逐渐退出技术体，它们的附件也要被丢弃。随其而来的机会利基也将和它们一起消失，填补了机会利基的元素也可能就此不再活跃。
5. 作为未来技术或未来元素的潜在元器件的新元素将活跃起来。

6. 社会经济（商品和服务的生产和消费模式）会进行重新调整以适应这些步骤。成本和价格（也因此成为刺激新技术产生的诱因）也会作出相应的变化

所带动的经济进化

经济从其技术中泛现，并不断从它的技术中创造自己，决定哪种新的技术将会进入其中。经济是技术的一种表达，并随这些技术的进化而进化。

技术构成了经济的框架，商业活动，交易，决策，物流等构成了神经和血液

技术集合在一起，然后创造一个结构，决策、活动、物流、服务流都发生在其中，由此创造了某种我们称之为“经济”的东西。经济以这种方式从它的技术中浮现出来。它不断地从它的技术中创造自己，并且决定哪种新技术将会进入其中。

经济不会停止发展，它提供了新技术产生的条件，而新技术又创造新的利基，以及随之而来的更多的问题，永恒变化。