

背·知识树·思维力

我们大脑当中的知识有两类，就是短期的知识和长期的知识，对于知识的掌握包含“背”和“查”。“背”的部分相当于计算机的内存 SRAM，查的部分相当于计算机的硬盘 HD。“背”就是把知识存储在大脑的单元里，“查”指书本或其他存储单元，是“背”的延伸。“查”则需要索引，需要把知识构成知识树，便于查找，每个人的知识树的构造方式各有不同，各有特色，关键是要实用有效

【背】

我们在思考的时候，需要触类旁通，需要把很多的数据联想起来，因为我们思考的速度很快，所以我们需要很快取用这些数据。这有点像计算机的操作原理，离中央处理器 CPU 最近的是内存，中央处理器和这些数据的互动非常频繁，在 CPU 处理数据的时候需要很快的拿到它们。而距离中央处理器比较远的就是硬盘了，其取用速度就要慢很多。在 CPU 进行高速处理的时候，需要在内存中有足够量的急需数据。类比过来，这些内存中的数据就是我们背的储量。背是进行聚焦思考所需要的，好比盖一座大厦地基很是重要。这个地基是什么呢？就是背。

举一个比较容易理解的例子：我们小学和初中的时候，要求把九九表背下来，用来做乘法，试想一下，如果每个位数相乘的时候都需要查九九表，速度会很慢，在实际操作中一来是时间可能不够用（比如高考的场合），二来是人的集中力有效期时间有限。类似于这样的操作，我们必须要用背的方式。

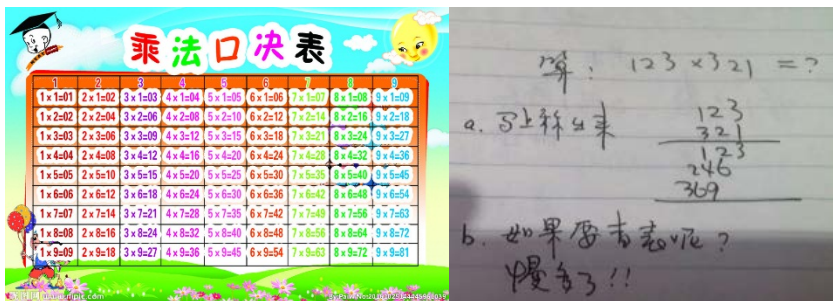


图 3-3 用 99 表算乘法来解释背的含义：比如计算 123×321 ，解 1 是背下来的 99 表直接往上填数字不用想的；解 2 是查表，一个一个看，体验一下速度的差别。

关于背的原理，钱学森¹这样解释：

……要能做到这一步，我们必须首先做一些预备工作，收集有关研究题目的资料，特别是实验数据和现场观察的数据，把这些资料印入脑中，记住它，为做下一阶段工作的准备，下一个阶段就是真正创造的工作了。

创造的过程是：运用自然科学的规律为摸索道路的指南针，在资料的森林里，找出一条道路来，这条道路代表了我们对所研究的问题的认识，对现象机理的了解，也正如在密林中找道路一样，道路决难顺利地一找就找到，中间很可能要被不对头的踪迹所误，引入迷途，常常要走回头路。

¹钱学森. 论技术科学[J]. 科学通报, 1957, 02(3):290-300.

因为这个工作是最紧张的，需要集中全部思考力，所以最好不要为了查资料而打断了思考过程，最好能把全部有关资料记在脑中。

这就是钱学森理解的“背”的含义：把足够的提供思考的内容背下来，相当于计算机里边的 SRAM，提高离计算机计算中心最近的存储器的存储量。大脑进行思考的时候，触突激发需要调动大量的神经元，速度要快、效率要高，就是我们常说的“作文儿要有词儿”，所以我们在思考的时候一定要有足够的内存容量，来提高思考的速度。而为什么思考速度要快呢？因为人的专心能力、注意力集中的能力有限。比如有人统计，视频课程最佳长度为 6-10 分钟，超过这个时间，人的大脑的效率会降低，集中力也会变差。此外，有些场合是有时间限制的，像高考。对付高考其中的一项练习就是刷题，因为有 60% 的题都是照抄记忆，这个抄写的过程越快，留给其它难题的思考时间就越长，否则可能会时间不够做不完所有的题，因为高考的时间是有限制的。背与思考的关系原理也请参考下节“大脑操作原理”。

我们真的背下来了吗？我们注意到，在阅读英文文章的时候，遇到某些英文单词，有时要想一下才能知道它的含义，读的速度是在这些点上被耽误的。所以，频度 1-3 级的（2000 单词左右）单词，要多次的、反复的看、抄，才可以形成一看就知而不用想的境界，这样，阅读速度会飞速的提高，这就是秘诀了。都觉得读中文比读英文快，为什么？就是这个道理：不用想！每个单词的含义变成了潜意识，这才是“背下来了”的真正含义。这个事例给我们的启示是“背”和潜意识的关系，与需要通过联想和思考才能够想起来的记忆是不一样的，比如记忆技巧这方面的书籍很多，但是有些记忆方式用到了大脑的 CPU 功能（具体请参考下节“大脑操作原理”），比如联想记忆实际上用到了大脑的思考功能，这里面的记忆体不是纯粹的 SRAM，而是你联想方式作出的索引，以这种方式记忆的东西和要背的内容不是一回事，要背的内容实际就是死记硬背，背的诀窍就是重复，包含变相的重复，联想似的重复，眼耳手口并用的重复，最后变成一种直觉。

【知识树】

知识树是为了长期记忆，是长期记忆与索引的方法，也就是怎样学习、怎样做知识索引。长期的记忆是为了将来的查找，所谓“查”隐含了一部分“背”的含义，只不过不需要背的那么多而已：只需要背下来“去哪里查、查什么东西”就可以了，这个索引的过程就是知识树，就是整体性的学习方式。通过整体性学习能够很快地整合新知识，尤其重要的是，这样学到的知识很牢靠，是真正地“获得”了知识，对知识的理解也更为深远，而不仅限于书本。举一个例子，这是 2016 年 IC Technology（集成电路工程学）课程学生作业的例子，把 IC technology 这门课本身的内容也画成一

棵简单的树的结构，如下图所示。

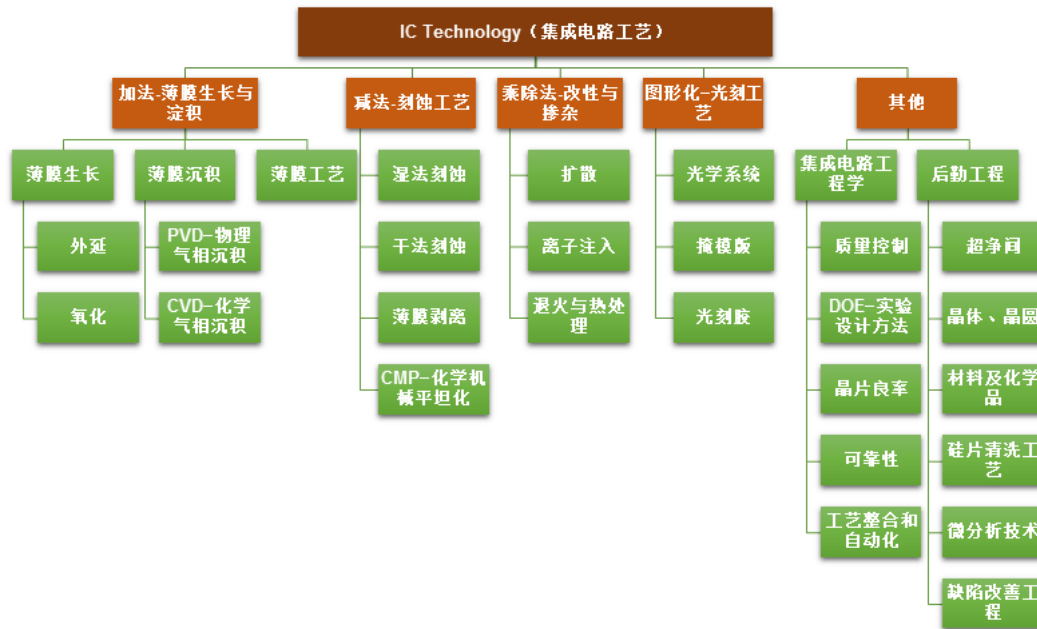


图 3-6 把集成电路工程技术这门课讲授的知识画成树状结构。把散碎的工艺过程和技术整合为“光刻、薄膜（加法）及刻蚀（减法）和掺杂（乘法），把其它内容整合集成电路工程学及后勤工程与集成电路产业等等，这棵树的根是集成电路的一些基本理论和应用的背景。

这与以往的教学方式和教科书的编排不同：树状结构把散碎的知识系统化，有利于把所学习的知识记得更牢固，也便于未来的联想思考和思维创新。知识树的理念也贯穿在整个教学过程中，有利于同学培育知识树的意识，并把它用于其他方面。

[思维力]

思考的过程是一个系统化的重新组合的过程。在积累了大量的信息之后，在经历了头脑风暴之后（本书最后一章节），就要对信息进行有目的的、有程序的、有系统的整理。这里介绍一个图解思考法²，如何用树状的结构来整理散乱的信息流。请大家比较一下以下的两种表达方式：

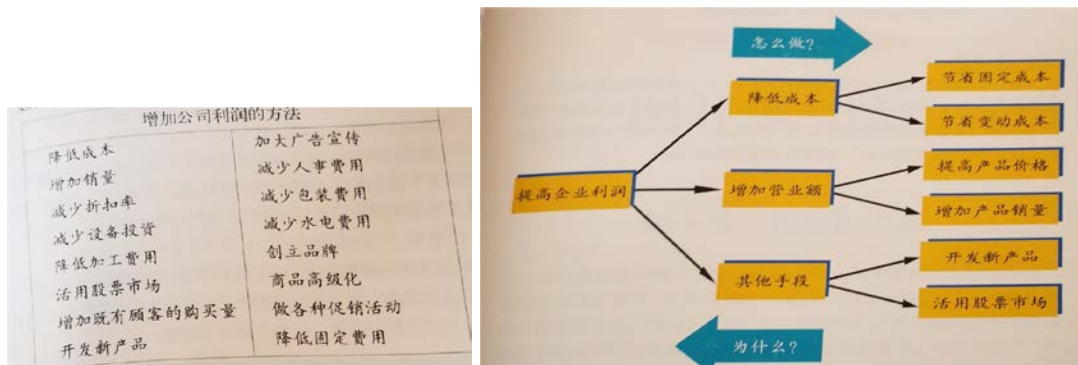


图 3-7 两种信息组合的方式（取自脚注的图书）

²翟文明, 楚淑慧, 《图解思考法》, 黑龙江科学技术出版社 2009

这就是一个思考的过程,

知识树

知识树是为了长期记忆，是长期记忆与索引的方法，也就是怎样学习、怎样做知识索引。长期的记忆是为了将来的查找，所谓“查”隐含了一部分“背”的含义，只不过不需要背的那么多而已：只需要背下来“去哪里查、查什么东西”就可以了，这个索引的过程就是知识树，就是整体性的学习方式。通过整体性学习能够很快地整合新知识，尤其重要的是，这样学到的知识很牢靠，是真正地“获得”了知识，对知识的理解也更为深远，而不仅限于书本。以背诵英语单词为例来说明一下知识树。其实从儿时开始，我们就开始了树状记忆的雏形，比如说记忆人的脸和人的四肢的单词（如图所示）。

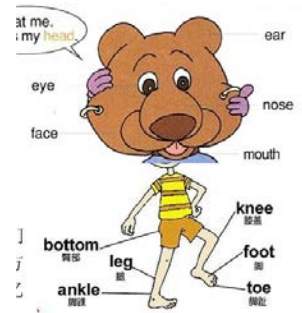


FIGURE 1 英语单词的记忆树：幼儿园

到了大学研究生的阶段，我们又画出一颗英语单词树。这棵树的树根指的是人的内在或是精神层面的一些词汇（心理、灵性、态度、思维方式、情商……），三根主干概括了人的三大部位（身体的外边、身体的里面和头），在这个基础上继续长它的枝叶。所以从小学中学到大学，整个的词汇就是一颗有机的、关于人的单词树。单词树不仅使单词记得牢固，而且有一种美。

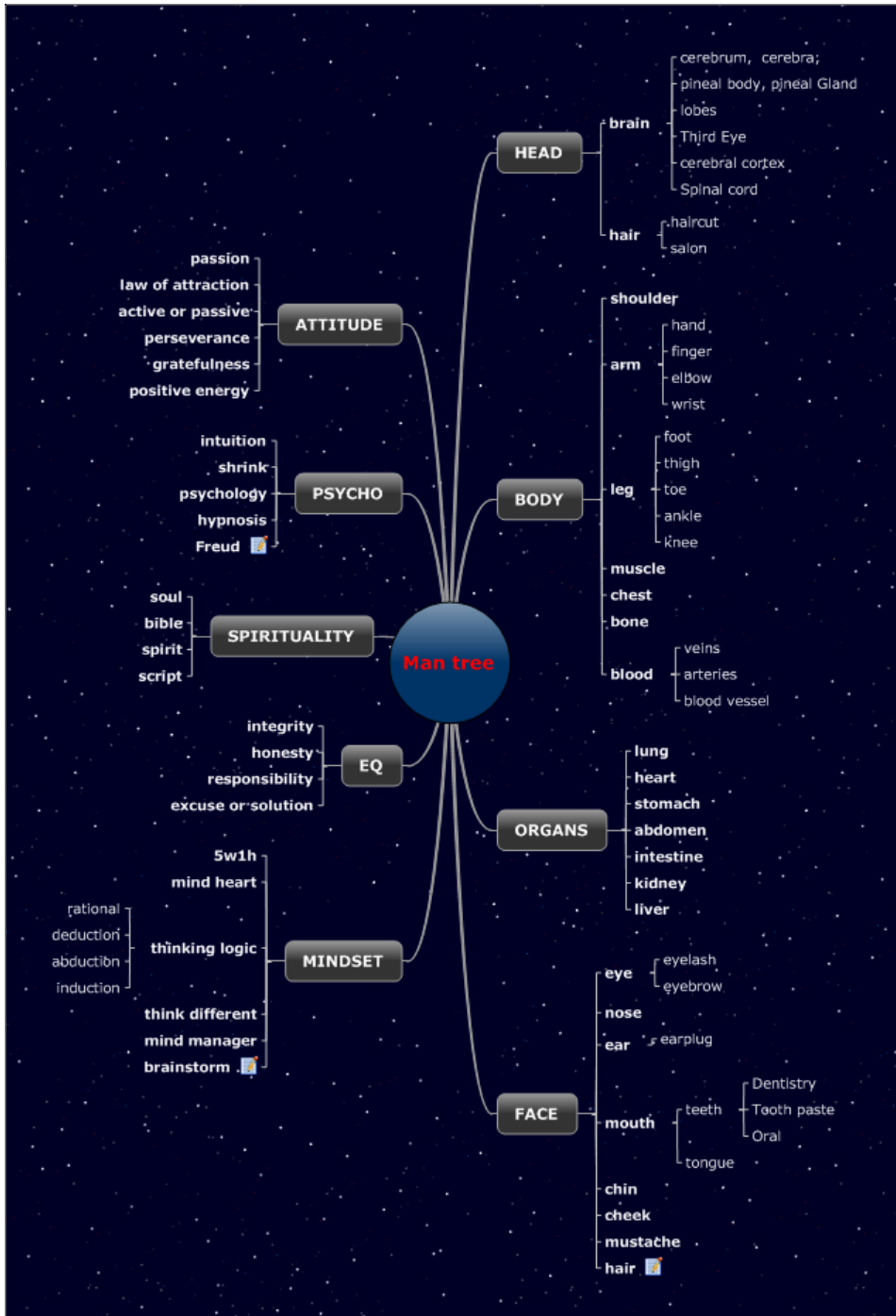


图 3-5 大学阶段关于人的英语单词树

知识树学习方法就是利用上面的过程来理解与学习，所有的知识。再举一个例子，这是 2016 年 IC Technology（集成电路工程学）课程学生作业的例子，把 IC technology 这门课本身的内容也画成一棵简单的树的结构，如下图所示。

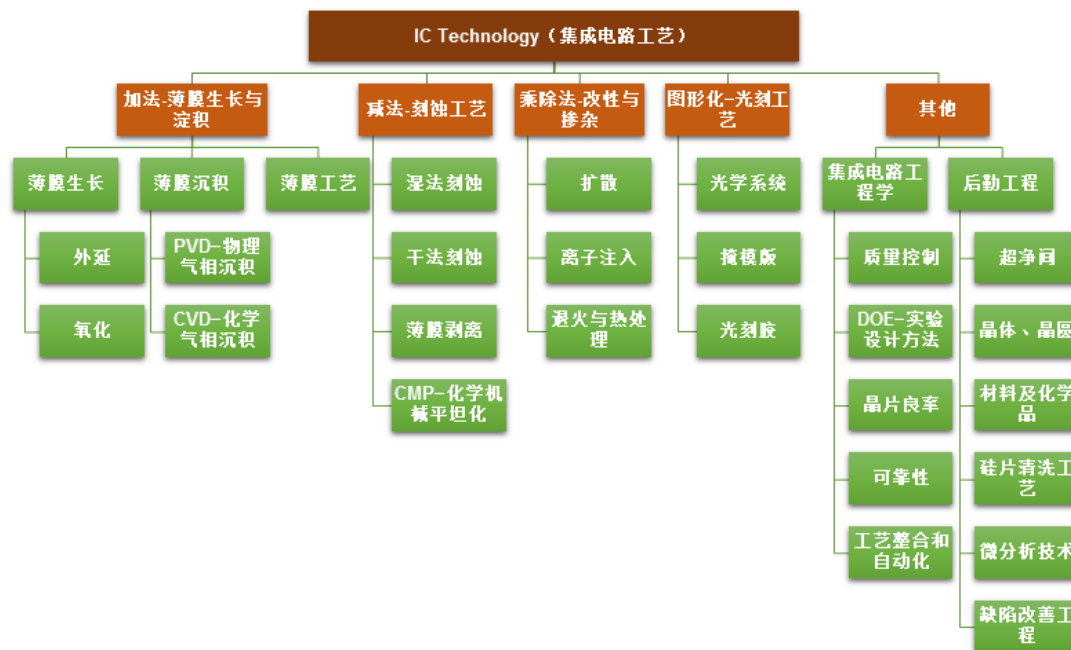


图 3-6 把集成电路工程技术这门课讲授的知识画成树状结构。

这与以往的教学方式和教科书的编排不同，这本书曾经有好几种写法，大家可以对比一下这些写法的不同，下图截图所示的是其中一本比较有影响力的传统的教科书的目录方式，它是按时间及其集成电路过程的方式来编撰此书，可以把它看作是一种编年史的编写方式，他的目录比较冗长，内容比较繁杂，而本书的目录的特点，第一是归类，第二是突出重点，因为有些集成电路的工艺，比如说晶体生长工艺，已经不是现在工艺的重点了，虽然在集成电路的初期发展当中，它是重要的技术节点，但是在新的教科书编写当中，把它放在最前边似乎就不合适了。

目 录

第1章 引言	1
1.1 半导体材料	1
1.2 半导体器件	2
1.3 半导体工艺技术	5
1.3.1 一些关键的半导体技术	5
1.3.2 半导体技术发展趋势	9
1.4 基本工艺步骤	11
1.4.1 氧化	11
1.4.2 光刻和刻蚀	11
1.4.3 扩散和离子注入	13
1.4.4 金属化	13
1.5 总结	13
参考文献	13
第2章 晶体生长	16
2.1 从熔融硅中生长单晶硅	16
2.1.1 原材料	16
2.1.2 Czochralski 法(直拉法)	17
2.1.3 掺杂分布	18
2.1.4 有效分凝系数	20
2.2 硅的区熔(float-zone)法单晶生长工艺	21
2.3 砷化镓晶体的生长技术	24
2.3.1 原材料	24
2.3.2 晶体生长技术	26
2.4 材料特性	27
2.4.1 晶片成形	27
2.4.2 晶体特性	29
2.5 总结	33
习题	33

FIGURE 2 以前旧的教科书的一种目录编转方式

对比起来新的目录和边转方式利用树状结构把散碎的知识系统化, 有利于把所学习的知识记得更牢固, 也便于未来的联想思考和思维创新。把散碎的工艺过程和技术整合为“光刻、薄膜(加法)及刻蚀(减法)和掺杂(乘除

法)，把其它内容整合集成电路工程学及后勤工程与集成电路产业等等，这棵树的根是集成电路的一些基本理论和应用的背景。

知识树的理念也贯穿在整个教学过程中，有利于同学培育知识树意识，并把它用于其他方面。

5W1H

5W1H 是下面六个单词每个字母的头一个：

- 原因 (WHY)、
- 对象 (WHAT)、
- 地点 (WHERE)、
- 时间 (WHEN)、
- 人员 (WHO)、
- 方法 (HOW)

5W1H 分析法是指世界上的任何一种“存在”，产品也好，方法也好，问题也好，都可以从上边六个角度提问和思考，5W1H 可以整理我们思考问题的思路，使思考的内容更全面，更科学化、系统化。比如林肯曾经说过：

你可以一时欺骗所有人，也可以永远欺骗某些人，但不可能永远欺骗所有的人。

讲的就是 5W1H 里的 when 和 where，“欺骗”是不全面的，因为它不是事实，经不起 5W1H 的推敲，欺骗过的“事实”必须和当时的场景和情景上下对接，又要对接人的心理和动机，满足“天时地利与人和”的无缝创作实在很难。

5W1H 与天时地利人和

两者有异曲同工之处，是中西合璧，是外文和中文及两种文化的对接。When 指天时、是时间维，Where 指地利、空间维、Who 指人和，这些都是外在条件。另外三个 why, what, how 都是 who (我) 的内功，是我们里边应该已经做好的功课。常听人说：“机会是给那些有准备的人的”就是这一层含义。哈佛送给学生这样的座右铭：

“当机会来临的时候，你已经准备好了。”

里边的内功+外界的条件，这个就是 5W1H 的真正含义和中文对接。中国的古人是非常聪明的，西方人也是一样的，只不过中国人的侧重点在天地人，西方人的特点在于逻辑与严谨。

5W1H 举例：航空发动机工程

这是 2017 年《工导》课程实践张越同学以 5W1H 归类方法画出的航空发动机工程思维导图（是用 xmind 等思维导图软件画的¹）。可以看到，用 5W1H 的方式可以对某一个领域的工程学有一个比较全面与明晰的了解，有利于帮助研究者进入一个新的领域，把握所研究具体课题在整体中的位置。而要有这样一个全面的印象，对于大一本科的学生是有一定难度的。可以充分利用图书馆的图书，综合几本书的内容才能画出一个全面的工程学领域的 5W1H 导图。

¹“百度中搜寻”思维导图软件 “

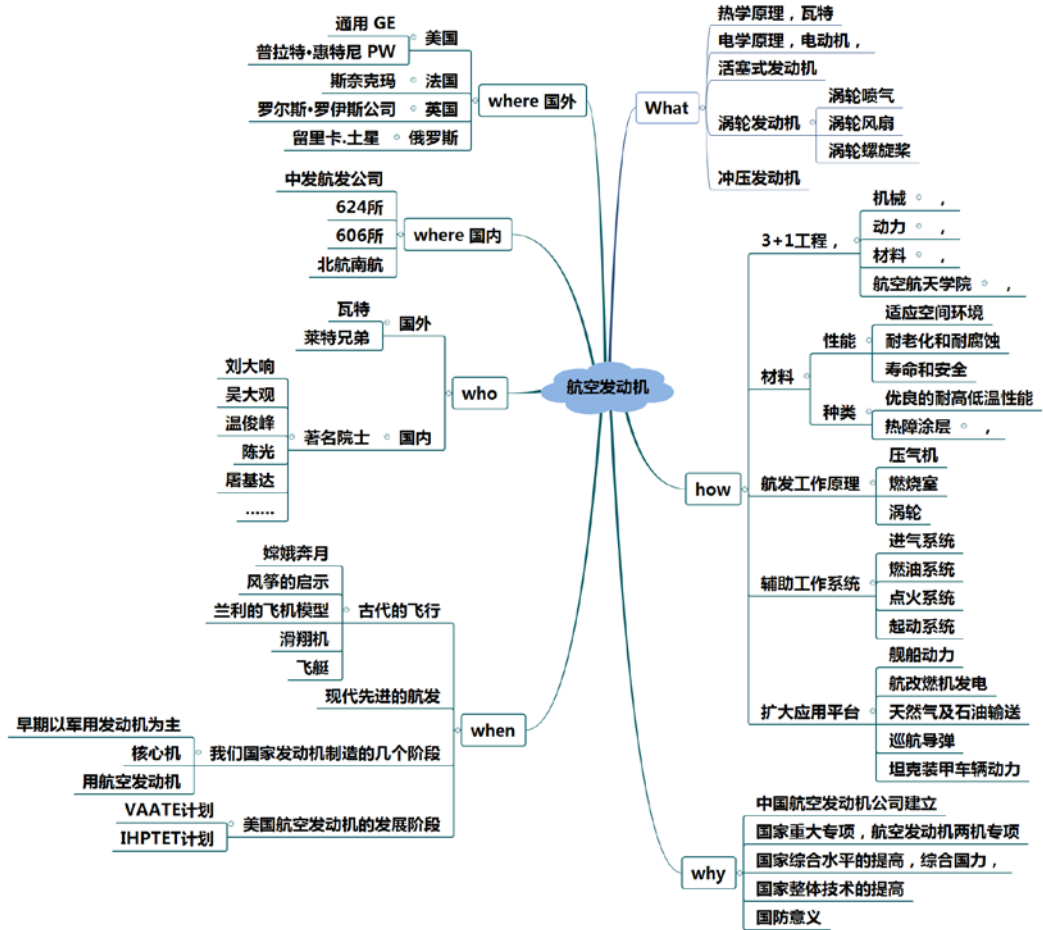


图 6-6 航空发动机工程的 5W1H 多轴图