

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）。

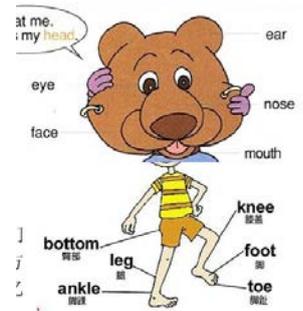


FIGURE 1 英语单词的记忆树：幼儿园

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。

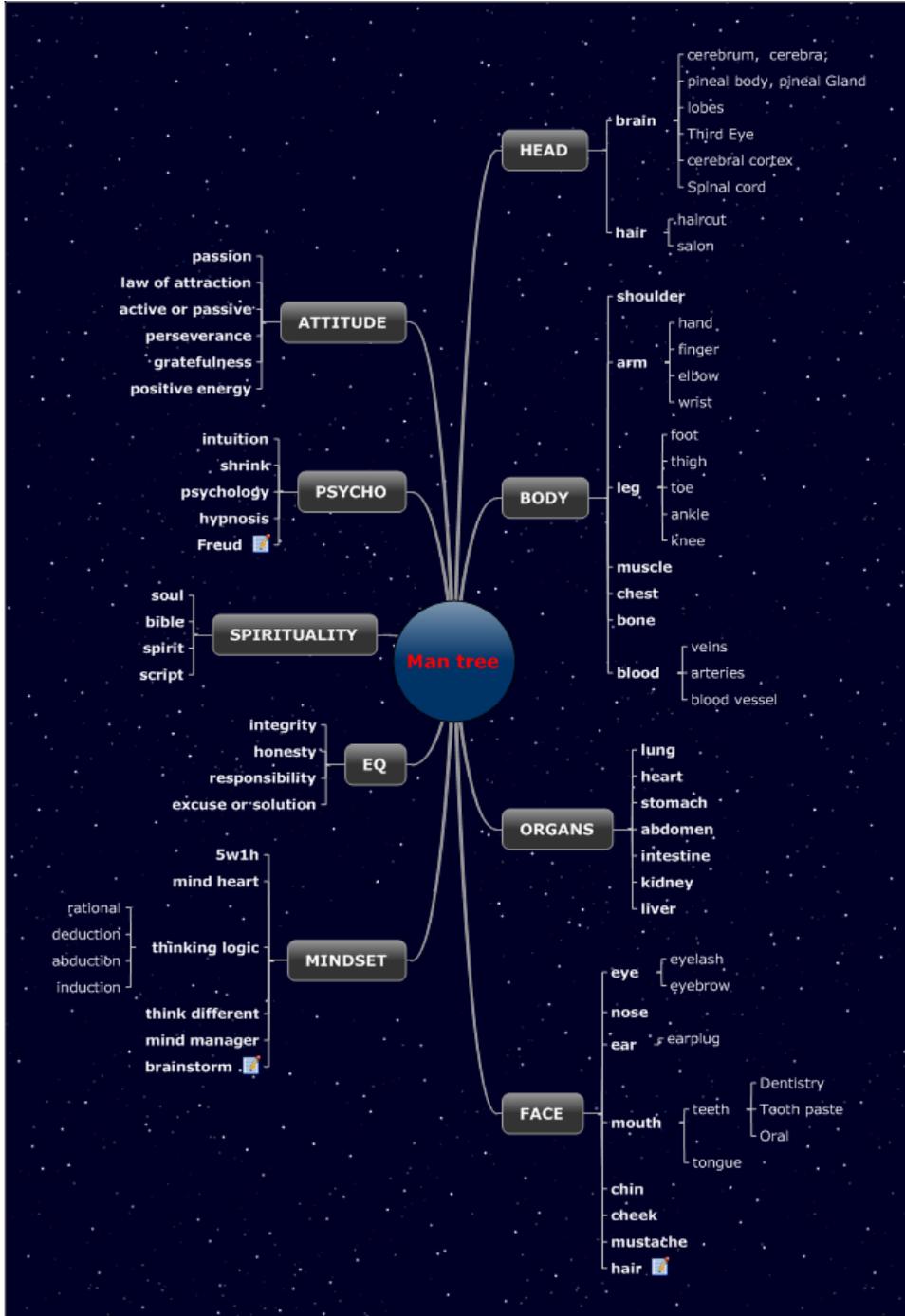


图 3-5 大学阶段关于人的英语单词树

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。

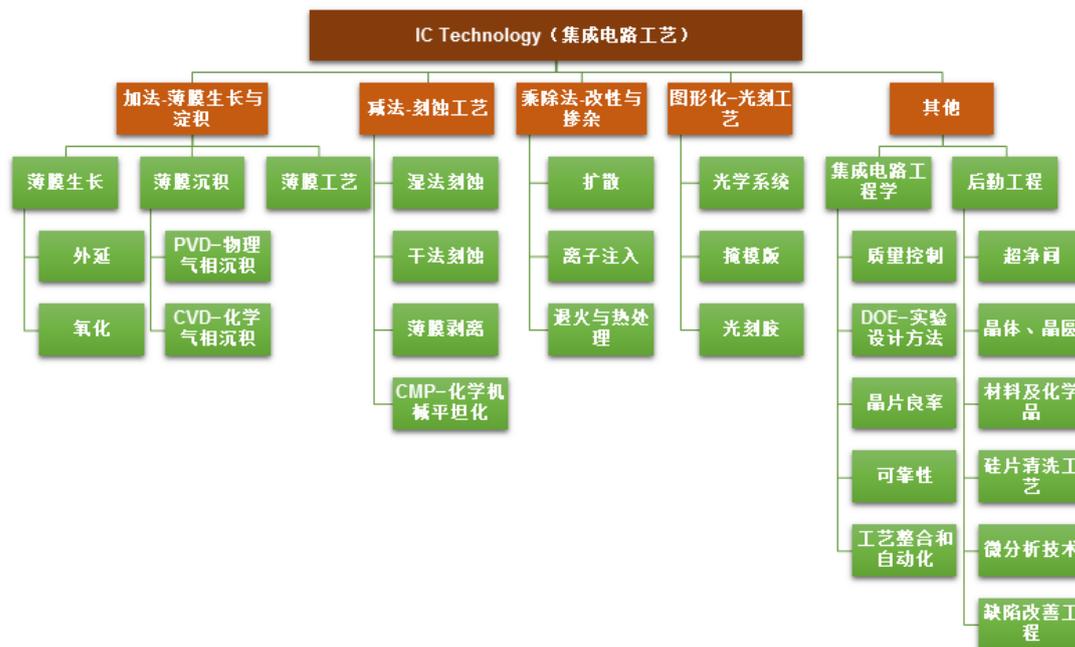


图 3-6 把集成电路工程技术这门课讲授的知识画成树状结构。

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，它是以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 “

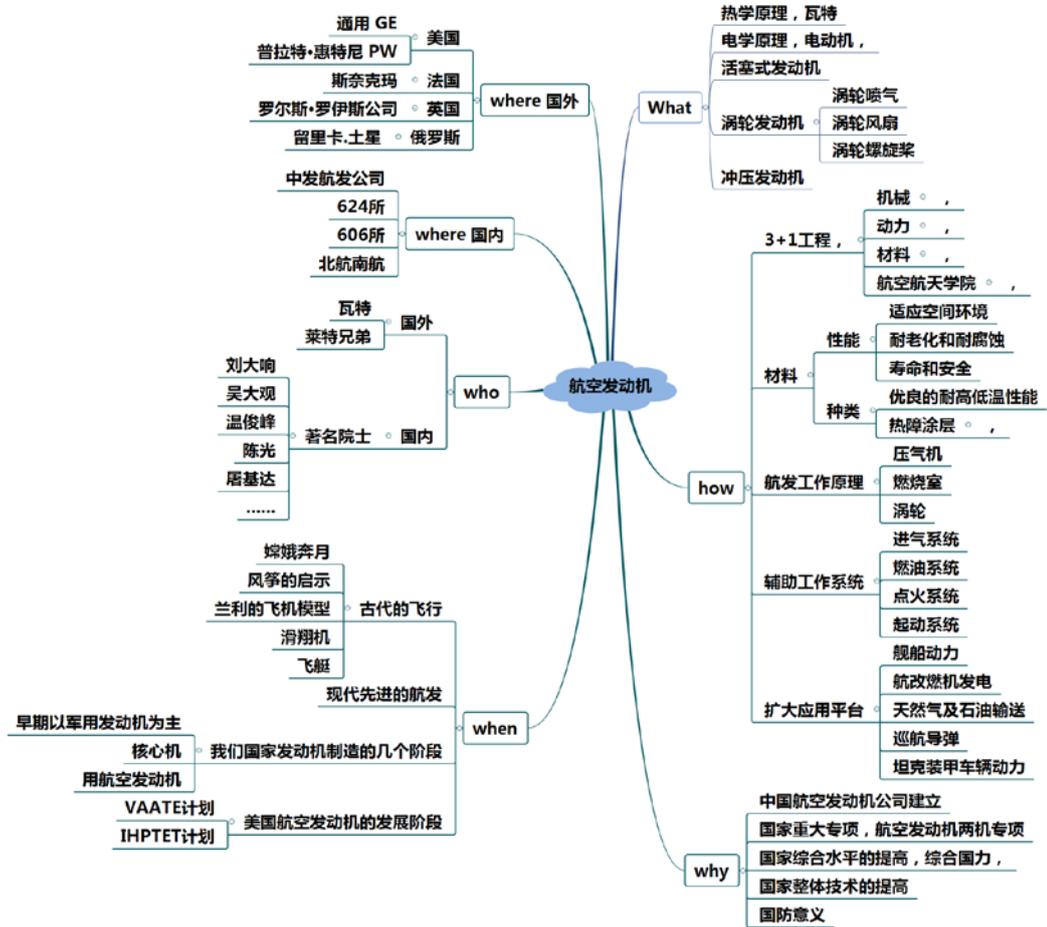


图 6-6 航空发动机工程的 5W1H 多轴图