好了，各位同学，今天是我们的最后一次课，两个任务，第一个任务呢，我们带领大家把课程做一个整体的回顾。第二个任务呢，我们第六章还有两节，当然这两节都是补充的内容，那么我已经提前把课件发给大家了。

我们如果还有时间的话，把最后两节呢，再给大家过一下，能讲多少讲多少。因为毕竟是补充的内容嘛，好先说一下，大家最关心的考试时间，大家都已经看到了，是下下周的周二。那我们在考前呢。

给大家安排一次线下的答疑吧，那么其实我觉得答疑最方便的是线上。就说大家在复习的时候呢，有什么问题，我们不是有QQ群吗？你单独找我私聊，直接问就可以了，我在QQ上给你回答。但是考虑到呢，有同学还是习惯上线下答疑。

线下答疑，因为我这儿也看不到大家其他的考试信息，所以说我们暂时把我们的线下答疑安排在。下周四的上午，不知道大家有没有考试？下周四的上午要没有的话，那就是下周四的上午地点呢？是我办公室就是ga三二幺杠幺，我回头如果没问题的话，我把这个时间和地点会发到群里。

大家如果需要线下答疑的话，可以在下周四的上午到那个我办公室，然后呢，我来给大家来进行解答，因为这个时间。安排的太早，不合适，太晚也不合适，我觉得周四是比较合适的好，那给大家说一下。

我们比较关心的考试。题型呢，有四种，那么给大家说一下，第一大类是简答题40分，六道题目里边有五分的，也有八分的，反正它每个分不一样吧，但是。最少五分儿。

最每每小题嘛，最多八分儿，第二道题呢是计算题，两道题目15分儿。15分那么第三大题呢？是证明题，两道题目是呃不对，计算题说错了，是三道题目说错了，三道题目25分。

然后呢？第三大题呢？是证明题，两道题目15分儿，最后一大题呢？是综合题，综合题就是考你那种综合类的，对算法的理解之类的吧？那么，两道题目20分。

所以说这是我们整个的这个题型分布，其实聪明的同学通过题型的分布，我们就大概知道我们考试的重点在哪啦，因为我们每一章。它哪一章涉及到证明，哪一章涉及到计算，哪些章涉及到比较容易出综合，你要这个比较熟悉的话，大家其实都已经能够猜出来了。先说一下我们的考试范围。

考试范围呢，就是第一章到第六章全部都涉及，再次强调一下我们这个考试不难。但是呢，它涉及的面儿比较广，就是每一章都有，尤其是中间的，就是从这个这个二三四五六，尤其是后四章涉及的分值是比较大的。所以说大家要特别的注意。

大家通过题型呢，也看出来了，因为我们现在学院要求呢，我们考试的时候呢，尽量不要出选择填空，这样的客观题。所以说呢，它题目的量不小，而且呢，它至少最小的一道题目。

它也得是占了五分，所以说大家复习的时候呢，要抓住重点。来进行复习，每一章都有涉及，但是呢，第一章稍微涉及的比较少一些，其次是第二章，然后呢，三四五六这四章涉及的基本差不多。

都是重中之重，大家复习的时候要特别的予以关注，然后呢，就是还有一点要说的呢，就是它不会直接让你考那种名词解释的概念。比如说不会问你什么是人工智能，什么是机器学习，但是呢，像一些基础的，比如说某某系统有哪些要素构成的。

那这样的概念大家还是得需要。知道的得需要理解的，这个我只能给大家呢来说这么多OK，那下边儿呢，我们今天的最主要的任务就是今天的第一个任务。我们呢，把前六章的内容带领大家呢，做一个整体的回顾时间关系呢，因为我们不没有像课上那么多的时间给大家来满屏放PPT了，我就采用缩略图的形式。

把每一章的关键点呢，带领大家呢来过一遍好，那我们首先来看一下第一章。第一章呢？介绍的呢？是一些基础性的东西，那么这一章呢？其实在整个考试所占的比重呢？不算太多，但是像。

像一些基础的概念，大家要掌握的，首先呢，关于智能和人工智能的概念，这个你不用死记硬背，但是大概的你得知道吧，那AI它大概是什么意思？你应该呢，大概的了解一下。那么。

真正的第一个重点呢？就是呢，我们在给大家讲人工智能发展过程中的图灵测试。你要深刻来理解图灵测试的概念，你不用就是那种死记硬背的理解，你只要知道我们现在所说的图灵测试指的是什么？把人和计算机放在两个不同的房间，然后呢？那么你通过一个程序，人和另外一个房间来聊天。

那么。那如果你聊了好长时间，不知道和你聊天的是机器还是人，那我们就认为他通过了图灵测试，这是早期的图灵测试的概念，但是现在呢，我们这个图灵测试呢往往。使用它的扩展的概念就是，如果计算机在某个领域，那么它所做的作品能够让人分辨不出来它是机器做的还是人做的。

那我们也认为它通过了广义的图灵测试，比如说。现在的大模型AI gc，它能够写出足以乱真的文章报道，包括诗歌，包括来计算机，来绘制画作，包括来作曲等等等。这些呢，都属于广义的图灵测试。

这是第一个大家要掌握的，第二个呢，就是这一章的真正的重点内容了。第三节三大学派，这是绝对大家要重点掌握的内容，三大学派呢，大家不用死记硬背，我们课上给大家说了。我们这门课很多概念，你不用花时间一字不差的。

那么背，你只要记住名称，你想想这个名称的含义，你就能够自然而。而然的把他们的特点呢给说出来，三大学派分别是符号主义，连接主义和行为主义，那么大家想想怎么理解？首先，符号主义。

符号主义是人工智能最古老的，也是发展历史最悠久的学派。可以说，人工智能发展的三次高峰中，前两次高峰。它都是符号主义所取得的丰硕的成果，那什么是符号主义？想想符号主义学派的特点是什么？智能源自于符号和符号的计算，智能的基本单元是符号。

那么我们只要定义了符号，定义了符号的运算，那我们就能够产生智能。那符号主义学派呢？其实为什么成为最古老的学派？因为现实中大部分的自然科学都采用的是符号主义，比如说数学使用符号表示的吧？物理是用符号表示的吧，化学是用符号表示的吧，那么人工智能在诞生初期的时候只能摸着石头过河没有？

可借鉴的其他的这种工具，那只能采用那种最传统的方式来发展这门学科，那当然，佛奥主义学派呢，就应运而生。其实我们现在把整个课程学完以后，你再回过头来看三大学派，尤其是符号主义，你会有着更深刻的理解。比如说我们第三章学推导的时候。

那我们如何让机器来完成定理的证明，那典型的符号主义我们先得用谓词来表示，我们的已知和要证明的结论。然后呢？我们呢？通过归结繁衍，把谓词给它符号化，然后给它转化成子，聚集在子聚集的基础上来进行归结，最后最后产生空节点。

整个证明的过程其实就是符号主义的体现，我们定义了符号，我们定义了符号的运算，我们在这个运算的基础上形成一套推演系统，最后通过大量的运算。大量的推演来证明，我们要证明的结论，这不就是符号主义吗？那我们第四章讲的搜索，我们给大家讲了一系列的搜索的算法。

我们给大家讲了一般图的搜索算法启发式。搜索算法，那么这所有的算法，它其实都是非常方便通过这种符号来进行表示的呀，那包括我们讲的两种博弈的算法。所以说呢，符号主义学派是三大学派中最经典的，也是最容易被我们理解的，这是第一个，第二个就是连接主义。

连接主义呢，也叫仿生学派。你想想这个名词儿，你就立刻能够知道这个学派的出发点了。他认为，大脑源这个智能源自于大脑，那我们要想让。整个的机器具有智能，那我先得模拟大脑，因此连接主义学派认为智能的基本单元就是神经元。

那么智能来自于神经元的连接。这就是连接主义最后一个呢？行为主义。行为主义是一个典型的行动派，它和前两大学派截然不同。他把智能体放在一个环境中，做对了给奖励，做错了给惩罚，那么让他逐渐的领悟相应的规则，那行为主义学派最典型的就是我们讲的re for cement learning。

强化学习。三大学派的理解，大家要深刻理解，这是我们这一部分的整个第一章的重点内容，至于呢，一点四节，一点四节呢，主要呢是给大家呢来。讲人工智能的各种应用，这个一般了解一下就可以了。

没有什么特别特殊的，因为我们也没有什么选择填空题，所以说也没有什么小题。所以这部分呢，一般的了解一下就可以了，好了，这儿呢是第一章，给大家要讲的内容，下边儿我们来看一下，第二章。

第二章呢，我们课本上呢，主要呢是给大家讲了四种知识表示法。然后呢，我们给大家补充了一个知识图谱，知识图谱不是不重要，非常重要，但是呢，因为是补充的内容，所以说我们考试中所有的补充内容。

我们就都不考，就是我们课本上没太有的。这种补充的内容，我们呢都不考，大家呢要注意，所以说我们呢重点呢，应该掌握焦距在前四种表示法中，在这前四种表示法中呢，最重要的就是我们在课上。给大家打星号的这两个。

一个是谓词，一个是语义网络，其实我们这门课重点非常的突出，凡是在课上给大家课件里边打星号的，我们课上重点讲的。我们课上让你练的，课后又让你练的那种反复练的题型，肯定是我们整个课程的重点啊，所以说这个课程重点是很突出的那大家。平时你只要认真的来上课。

来完成课上的练习，课后的练习，那基本上你对重点的掌握是没有问题的，所以说呢，整个这一章呢，我们虽然课本上讲的是四种。但真正大家要掌握的核心是第一种和第三种，就是谓词和语义网络OK，那我们呢？一个一个的来。

我们来看一下第一个谓词。谓词呢，它的前半部分呢，全是概念，就是给你讲什么是命题，什么是谓词，然后呢，有一大堆的概念，命题常量，命题边缘。

但是我们这个考试没有选择题，所以说这种小的概念呢，大家看一遍就OK了，大概的能够理解掌握怎么回事就可以了，为此呢，真正我们要掌握的重点和核心呢。是在于它的表示法上就是我给你几句话，就像我们课堂上包括课后作业，让大家练的，我给你几句话。

然后呢，让你把他的谓词写出来。那么注意了，这种写谓词呢？它有两种考法，第一种呢，就是我们给大家课上，包括这个这个作业的练习，就是我直接给你句子。让你来定义谓词。

那这样的话呢，它的答案其实不唯一，为什么因为同一句话嘛，那么不同的人的理解的侧重点不同，所以说呢？同一句话，我可以定义两个，也可以定义两三个谓词，只要能够反映出我这个句子的意思的话，那其实都是对的。

这个我们课上说了它的答案不为一。但是还有一种考法，就是我把定义好的谓词给你，事先定义好了，我给你一个句子，然后我告诉你了，怎么怎么定义谓词，让你把它的谓词表达式写出来。那对于这种考法的话，那它的答案就是固定的了。

你只能按照这个答案，只能按照句子的意思选择相应的连词，选择相应的量词，然后把它写出来那。那我们考试呢，采用的是第二种考法，就是我给你句子，然后把谓词定义好，然后让你把它连起来。那这种写谓词的时候呢。

他大家要特别注意理解或领会谓词中的那五个连词和两个量词的用法。那五个连词核取吸取蕴取非核取吸取蕴含等价，他们的意思还有他们之间的优先级那么。谁先谁后，如果你搞不定优先级的话，当然现在咱们再看应该很熟悉了，那如果你还搞不定的话，你可以适当的加括号，没有问题的，还有就是那两个量词全称量词。

存在量词，他们什么时候用全称什么时候用存在还有呢？就是写谓词的时候一些约定俗成的，比如说我们说大部分的情况下注意啊，不是100%，但是大部分的情况下是这样的。如果前边是全称量词的话，我后边呢多跟蕴含式，如果前边是存在量词的话，那么我多跟合取和吸取式还有一个呢。

就是变量和常量的用法，那我是用变量还是用常量？那其实句子中都给你明确的指出了，如果句子中指的是一个明确的个体，某个人，某个城市，某个地名，那他肯定得用这种常量，那如果句子指的就是一般性的这种统称。那它肯定是用变量。

所以说啊，对于这种写谓词其实不难，大家呢把？课上我们讲的练习，我们课上的例子，我们课上的练习，包括我们课后的作业给大家布置，那几次作业特别重要，大家再反复的做做OK就可以了，不会考大家那种特别偏的特别难的。

谓词其实他要想考你难的话，可以考的很偏，不会考你特别偏的，就是那种一般一般意义上的句子，大家能够掌握就OK了。好了，那么这儿呢？是关于谓词，大家要掌握的内容，下一个呢。

就是产生式表示法，产生式表示法呢，大家只要掌握产生式系统的构成就可以了。就是缠胜系统，就是我们俗称的专家系统嘛，注意了它的名字，虽然有系统两个字，但是它和我们真正意义上的软件上的管理信息系统以数据库为核心的miss是不一样的。那么，专家系统呢？

大家要掌握它的构成，其实就是这幅图了，大家要知道它是由哪三个部分构成的，也不用死记硬背。我们说我们这个课。很多概念不用去硬背的，你知道名称，你一想就能够想得出来，比如说专家系统规则库综合库推理机，那规则库是什么顾名思义？

所有规则的集合，所有产生式规则的集合，它是整个专家系统的核心，那么我们构建专家系统，如果能够合理的把规则库构建出来，那这个系统就成功了一大半了。综合库是什么？那我系统在推导的时候，我给出的初始问题，初始条件。

我推导的中间的结果，我推导出来的最终的结论，那么这个是综合库。在整个系统推导的过程中，综合库的内容是不断发生变化的，那推理机也叫控制系统，它的作用是什么？它是整个系统的总控中心。他负责把规则库中的规则和综合库中的事实相比较，来完成推理。

这很简单嘛，所以说你记住三个名称他。各自的作用，你通过名称就能够掌握出来OK，那么这个呢，是我们需要掌握的专家系统的构成。下一个呢，又是一个重点。语义网络。语义网络的画法那么大家一定要掌握语义网络呢。

大家注意了，我们给大家来讲的时候呢，首先你要搞清楚，不管多么复杂的语义网络。它一定由三个基本要素构成的节点，那么节点和节点之间的关系，弧和弧上的标签，那么呢，我们课上还给大家说了标签呢，它有固定的写法。

也有任意的写法。那么，我们课本或者是课件里边给大家总结了很多标签的固定的写法，但是我们不需要死记硬背，你只要记住最关键的四个就行了。分别是ako父类和子类的关系，一字哥类和对象的关系还有呢，就是have和看属性和能力的关系，记住这四个就OK了。那语义网络的画法呢？

大家注意了，我们课上呢，给大家讲了三个层次，第一个层次呢，就是一般性的语义网络，就是这类语义网络是最好画的。我给你几句话，然后呢，让你把它的语义网络完整的画出来，对于这类语义网络呢。

通常呢，我给你的句子呢，就是一些简单句。看似好像我给的这个内容很多，但大家画的时候呢，从第一句开始一句一句的画就可以了，那从第一句一直扩展到最后一句就OK，那么这是第一个。第二个层次呢，就是需要额外的增加节点的情况。

那么增加节点的情况呢，我们课本上或者是课件里边呢，又给大家分成三种情况，分别是。这个增加了情况节点，增加了动作节点，增加了事件节点，其实你不用去记得那么细你。你只要能够把我们给大家讲的这几个例子看明白，你只要知道需要你额外增加节点的时候。

你增加就OK了，这是第二种层次，第三种层次呢？其实是最简单的，就是哼提出的分块与网络，我们给大家说的依葫芦画瓢，大家把这个框架给记住，不管他怎么考你，你只需要把上面那三个框里边的词换一下。就OK了。

语义网络的画法也是我们课程的一个重点，大家呢，在学的时候呢，要特别的复习的时候要特别的予以关注。下一个呢，就是框架框架呢，我们要求不高，大家能够看明白就可以了啊，就是比如说给你个框架，那么你应该能够看出来这个框架中它有几个槽。

哪些是单槽，哪些是多槽？那如果是多槽的话，它又有几个侧面，每个侧面名和侧面值是什么？你能够看明白就OK了，这是对框架的要求。至于呢，我们课本上还有两节，就是一个是面向对象表示法。

一个是脚本，这个我们课上就没讲，课上没讲的，大家就不用看。即使课本上有，大家也不用看，还有呢，就是我们补充的这个内容了，我们给大家补充的知识图谱，知识图谱非常重要。

可以说，它才是我们当前知识表示的最重要的表示法。但是，我们课本上没有，所以说大家这个对于没有的补充的内容不是不重要，但是考试呢，我们就不涉及了。这个呢，是关于第二章，大家要关注的内容好了。

下边呢，开始三四五六。这四张是我们整个考试的重点之所在，因为大家看我们考试里边有专门的证明题。有专门的计算题，然后呢？有专门的综合题，综合题，它其实就考察你对算法的基本的认知呀，那么这些其实这些大题。

基本上都集中在后四章，所以说呢，这四章呢，所占的比重是我们整个考试里边所占的比重比较大的，比前两章要占的比重都大，那么这一点呢，大家要注意。好，那下边我们来看一下第三章，第三章呢？

名字叫确定性推理。但是呢，这一章的重点和核心只有一个，就是机器的自动证明，那么我们给你一个定理，你让机器采用符号主义学派的方法。把它证明出来，所以说整个这一章，它的所有的重点和核心呢，都是围绕着归结繁衍来展开的。

所以大家在。学习这一章的时候呢，一定要围绕着归结繁衍这一个中心点来展开，但是这一章呢，麻烦就麻烦在呢，围绕着归结繁衍呢。它有四个前脑知识，你要真正的把归结繁衍掌握的话，那么它的前脑知识呢，你都得掌握那么。

那好，首先前面的基本概念了解就可以了，比如说什么是确定性推理呀，推理的基本的这个方向呀，推理的分类呀，推理的控制策略呀。还有什么是自然演绎推理啊？这些基本了解就可以了，真正的核心大家应该把焦距放在这个机器的证明的过程中，那么我们来看一下它的几个前导知识。

第一个前导知识，我可以告诉你，必考的就是如何将合适公式给它标准化，给你一个合适公式化层次聚集，大家务必深入掌握，我直接告诉你，这是必考的。必考的那么直接，可能会考，然后呢。

在机器的证明的综合题中可能也会考，所以说这部分的内容大家要特别注意，那我们再次说一下。将合适公式标准化，不管多么复杂，大家严格的按照这几步走就可以了，那么我们课上也给大家练了。我们课后也给大家做了，然后我们讲题的时候，课上的习题也讲了。

课后的习题也给大家讲了，大家再认真的把我们这些课上课后的题再认真的多做几遍。把这个复杂的题目，尤其是多练练，那么你就能够掌握我们来看一下它的标准化过程，其实起点第一步就是消去蕴含式。那么第一步就是挺容易出错的，因为消去蕴含是我这个否定符号p蕴含q等价于非p和q去吸取我这个否定符号是加在谓词前。还是加在量词前，那么关键得看一下我这个。

如果这个p的前头有量词的话。那么，这个量词它是作用于整个的句子，还是只作用于我这个蕴含是左边的这个p的部分？如果它只作用于我蕴含是左边的这个p的部分，那么我这个否定符号就得加在量词前，但是如果我这个量词作用于整个句子，那么它会有一个括号，把整个句子给括起来。那么。

我这个否定符号就得加在谓词p的前头，所以说大家不要小看第一步就容易出错，容易出错，然后呢，下边消去消去，蕴含符号之后。下边那么那一否定符号，这里边反复的用到迪摩根定律双重否定，还有量词否定，然后下一步变量换名注意。

将谓词转化成子句集，需要两次变量换名，这是第一次变量换名，那么它的原则呢？是有多少个量词就得有多少个不同的变量？然后下一步关键步了，思科论变换，思科论变换呢，它又分成三种情况，全称量词。

在存在量词的辖域内。全程量词呃，存在量词在全程量词的狭域内存在量词在多个全程量词的狭域内存在量词在全程量词的狭域外。那么，我们分别用一元的死磕论函数，多元的死磕论函数和死磕论常量来消去，它但是需要。需要说明的是，不管是函数也好，还是常量也好。

用的都得是全新的。我们在整个词句中没有出现过的全新的符号，那么这是此刻轮变换。后两步呢，就比较简单了，全程量词前数化消去全程量词，我们可以合二为一，把它做在一起，最后一步呢，就是给它画成合曲范式。

合取范式画完了，那么画成子句集呢？非常简单，我们就在合取范式的基础上，把它最终合取符号去掉，转化成子句的集合的形式。但是不要忘了，这得需要第二次的变量换名。我们呢，要求是同一个变量。

不允许出现在两个或两个子句两个以上的子句内，那么这就是。格式公式转化成子句集的过程，这个大家务必掌握，那么大家再好好的把我们课上给大家讲的例子，把我们课上做的练习，包括我们课后的习题。再认真的多练练这部分就没有问题了，好了，那么这个呢是核实公式标准化。

那h域和海波轮定理呢，这主要是理论上的东西，大家呢了解一下就可以了，下一个归结原理，那当然。这是重点，因为我们整个的归结繁衍，它就是在归结原理的基础上来进行建立的，那大家要知道什么是归结，那怎么样来进行归结？

然后呢，如何利用归结原理产生归结原因数，产生空结点来证明我们的问题，下一个呢，就是置换和合一，这个很简单，因为我们对变量来进行归结的时候。我们需要用到变量的置换和合一，那么大家写的时候呢，要注意了。

千万千万不要写错，比如说让你画归结。归结演绎数的时候，那么遇到置换的话，你得把这个置换元素写在那个数的旁边，那这时候注意了，千万千万不要写错它的置换项，写在分子上。被置换的变量写在分母上，很多同学容易写电脑。

那你写电脑的话，那你这个就得稍微扣点分了，这一点大家要注意下边呢，就是这一章真正的重点和核心了。就是如何利用归结繁衍来完成机器的定理的自动证明，那么咱们也做了不少的例子了，大家要深刻掌握这种定理证明的基本原则。其实就是我们所说的三步走，第一步先将目标结论取反，以后那么加入到我们的。

当然，首先得就要把我们要证明的已知的问题和我们目标结论转化成一阶谓词，然后呢，第一步先将我们目标结论取反，以后那么加入到。整个的这个谓词集中第二步，把所有的这些谓词转化成词句集，形成一个大的词句集第三步，那么通过归结演绎。画那个归结原因证明书。

我建议大家呢，在做这种题目的时候呢，最好把证明书明确的画出来，当然了，你也可以用文字说，比如说我最后形成了六个子句，形成的子句集。你也可以用文字说，比如说几几号子句和几号子句归结得到了谁，然后再和谁归结。

但是文字说明呢，它毕竟不直观，所以我个人还是更建议大家。在做这种证明题的时候呢，你还是把老老实实把它的归结因数画出来，因为这个归结因数呢，它其实能够更加准确的来说明你证明的过程，那么大家要深刻掌握。整个证明的过程好了，这儿呢。

是第三章，大家注意整个第三章都是围绕着定理的证明展开的，大家复习的时候也应该围绕着这一个中心点来进行复习。好，那下边呢？我们来看一下第四章，第四章呢？是搜索这一章的核心词是算法。所以说大家在复习这一章的时候呢，也应该把重点和精力呢交聚在这些核心的算法上。

好，那我们来看一下。首先，那么这一章前边的基本的概念什么是搜索什么是盲目搜索什么是这个状态空间这个呢？大家基本的了解。状态空间表示，法呢，不要求大家画很复杂的图，这个不不要求大家画大家呢，只要能够把我们课上的经典的图看明白就可以了。

那我们。刻上前边。讲这个状态，空间搜索的时候，那最经典的两个就是两个过河问题嘛，一个传教士和野人的过河问题，还有一个呢，是这个农夫的过河问题，大家能够大致的把这两个看明白就可以了。很复杂的。

因为这个状态空间图也也可能让你给你一个非常复杂的系统，让你把它的图画出来，那有的时候一个图你半个小时就得画画，半个小时很复杂的图，我们不用管，大家把课上。讲的这这个最基础的两个呢，看明白就可以了，然后呢这一章呢，大家在学的时候呢。

焦距和重点仍然是。和算法，和算法相关的基础概念的理解上，那么这一章核心的算法有那个？学的算法有很多，但是核心的算法就那么几个，一个是一般图的搜索算法，只是这一张的算法的起点，然后呢，就是与之相关的。

这个盲目搜索那么宽度优先，深度优先，大家要深刻理解，然后呢，给大家这个相关的启发式搜索，那当然a star是整个这一章的重中之重，大家务必深入掌握的。然后呢？就是这个雨霍图的ao star，最后呢？

就是和博弈相关的两个算法，所以说这张小的算法虽多，但是大的核心的算法呢？就那么几块儿。大家呢，学的时候呢，要特别的注意，那么这一章的第一个重要的算法呢，就是一般图的搜索算法，对于这个算法呢。

大家要深刻理解这个算法中的两张表的作用就是。一张open表，一张close表，当然我们现在再来回过头来看，大家应该觉得非常简单了嘛。open表呢，是用来存放带扩展的节点的集合。close表呢，是用来存放已经扩展过的节点的集合，在算法的搜索过程中。

那么每一轮循环的时候，它所有产生的新的节点都会放入到open表中去。那么，在算法的行进过程中，那么每从open表中取出一个节点，扩展这个节点，就会立刻的从open表中给它移到close表中。那么，对于这个一般图的算法呢？大家。

重点因为这是我们这一章的基础算法嘛，大家重点要理解这个算法的过程，尤其是open表和close表的作用，那么一轮循环open表干什么的？close表干什么的？大家能够掌握到这种程度，那么这是第一个掌握的算法，下一个重点内容就是盲目搜索，盲目搜索呢？我们讲了四个算法。

但是其实基础算法就两个。一个是宽度优先，一个是深度优先，大家呢，要深刻理解这两个算法的关键点。关键点就是对于宽度优先而言，他把算法呢当成队列来使用，队列的特点呢，是先进先出。先进入队列的节点。

先出去，那么这个算法呢？整个的节点的扩展会沿着很广的方向来发展，而深度优先呢？是把。算法呢，当成堆栈来使用堆栈的特点呢，是后进先出或者说先进后出，那就使得我整个搜索呢，是沿着一条分支来走。

注意。我说的理解不是说让你字面上的知道哎，一个是队列，一个是站，而是你真正的能够理解这个过程，比如说大家。大家要掌握到什么程度呢？比如说哎，我给你一个图，然后呢。

你应该大概的能够模拟出来，比如说为什么它宽度优先是？是一层一层的沿着宽度来发展的，比如说我们在给大家讲的这个图，在这个图中。首先，进入open表的是这个根节点，然后根节点产生了三个子节点，那么这三个子节点进入到open秒钟之后，那再往后的时候。

比如说我们下下次选中二号节点。那么二号节点呢？这三个子节点再次进入open表中，但是由于对于宽度优先而言open表示队列，那么这个二号节点呢？这三个子节点那么五六七号节点？它一定是排在三号和四号之后的，换句话说，只有三号和四号扩展了之后，那么这个这个就是二号三呃五五号六号七号才能够扩展。

这就是队列的特点，所以说我要求大家的理解呢，就是你能够根据这个算法的过程来模拟它是怎么样一步一步进open表出open表怎么样一步一步的。来完成我这个算法的节点的扩展的过程的，你要能够理解到这种程度，那同样的对于深度优先也是一样，那么。除此之外呢，这一节呢，还有两个衍生算法。

这两个衍生算法呢，其实很简单，就是有界深度和迭代加深，你要能够理解了深度优先的话，那么有界深度和迭代加深的话，也很好理解。所谓有界深度呢，就是我们给它的深度加一个界限。所谓的迭代加深呢，就是我这个深度界限。

如果不好控制，不好判断的话，那么我们可以采用最笨的方法。先给它加零作为零，然后作为一，然后作为二，依次往后，那么这个呢，是迭代加深，那么这一章呢。

大家重点要理解深度优先和宽度优先本质的不同就是。一个是堆栈，一个是队列，还有呢，能够模拟我这个节点的扩展过程，比如说我们课上给大家最后这一章做的这些练习题。那么我给你一个图，然后让你找宽度优先，它的节点次序可能是什么深度优先，它的节点次序可能是什么。

大家要理解到这种程度。好了，那么这个呢？是四点三节，四点四节，我们绝对的重点内容，因为a4大算法是我们整个第四章。或者也可以说是我们整个课程中最重要的，最核心的算法之一，那我们来看一下启发式搜索s大S大算法呢。

大家第一个要重中之重要掌握的。就是评价函数的构成和意义，那么所谓的启发式搜索就是引入了启发式知识，然后指导我们搜索的行进。能够优化我们搜索的效率，那怎么样来体现启发式知识呢？关键的关键就是评价函数，大家要深刻理解评价函数的构成。fn=gn+hn，那么fn指的是什么？

指的是从初始状态节点经由当前节点到达目标节点估计的最小路径代价，为什么是估计的？很简单，因为fn的两个构成，一个是精确值，一个是估计值，那精确值加估计值，所以说它的和也是个估计值，那么其中前半部分。gn指的是什么？

指的是从根节点到当前节点，实际的路径代价为什么是实际的很简单？因为此时我这个搜索图的上半部分是知道的。那当然，我这个实际的路径代价很好算，我们通常就用节点深度来算，那么后半部分就是从当前节点到目标节点，估计的路径代价。为什么是估计的？因为此时后半部分不知道。

那我们只能具体问题具体分析，利用我的背景知识，通过设计启发式函数来进行评判。那么，这就是整个的评价函数的构成，大家要深刻理解，因为。你只有理解了评价函数，那么你才能够真正的深刻理解s大过程的s大算法的行进过程。好了。

那我们领会了评价函数之后。下边儿就要求大家深刻掌握s大算法的每一轮的详细的步骤，要求掌握到什么程度呢？就是给大家做到我们课堂练习或者说。课后练习的那种程度，比如说给你一个系统，像八数码问题，给你一个初始状态，给你一个目标状态，让你把它的整个所有图画出来。

然后呢，让你来说明它有几轮，它每一轮循环的时候open表和close表的变化情况是什么？让你给它的每个节点都要计算它的评价函数的值。对于这部分，大家务必要深入掌握，深入掌握。那么，我们课上呢？给大家举了一八十码问题评价函数。

怎么样来算？那我们举了两个评价函数，第一个呢？不是那么准确的，就是节点深度，然后呢？加上当前节点和目标节点相比，错位的棋牌哥说这是第一个。设定第二个设定呢，就是节点深度。

加上当前棋盘和目标棋盘相比，错位的棋盘走到正确位置的步数和那当然第二个评价函数呢，比第一个呢？更加的准确一些，那么大家要深刻掌握这个利用这个评价函数，然后完整的实现算法的流程，它经过几轮循环，它的节点是怎么生成的？它每一轮循环open表和close表的变化情况，这个我们课上练过。

课后又让大家做过作业，前不久才让大家做的作业，这部分内容大家务必深入的掌握。好了，那么这个呢？是a star，至于后边的关于a star的扩展算法迭代加深s star什么的，一般了解就可以了，然后呢？对于这个回溯法和爬山法也一般了解就可以了。

这部分呢？虽然我们的这个给大家讲作业的时候呢，有一个扩展的附加题，但是这毕竟是附加题，作为我们本身这个课程呢，其实。在这部分就是四点五节这部分呢，并没有很深入的要求好了，下边呢就是。这个四点六四点七四点六和四点七呢。

应该切合在一起来看就是呃，问题规约和与或图的搜索，那么与或图呢很它涉及到很多概念。这些概念呢，你不用死记硬背，你理解就好，比如说我们说在雨货途中，那么什么是开连接，什么是什么是？月结点。

终结点，什么是解图？等等等，这些概念呢，大家只要能够把我们课上给大家讲的这个过程呢，给看明白就OK了，下边呢就是ao star算法，ao star算法呢，大家注意了。不是不重要。

但是整个的l star算法呢？它实际上是一个动态的过程，它和我们前面的那个s star不一样。s star算法我们很很完整的把它的流程图给它。从第一个节点到作为一个节点，给它完整的画出来，但是lo star呢？它是一个完全动态的过程，所以说呢，对这方面呢。

大家要求呢，不像前面的IO star那么高。你只要能够把我们课上讲的这个例子给他看明白就可以了，就是我们课上讲这个例子，他怎么样来选择解图，然后怎么样一步步生成的把我们课上讲的例子看明白就可以了，至于其他的呢，我们要求并不高。下边儿呢，就是我们这一章的最重要的两个算法的比较了。

这是我特别打星号的，打掉深刻理解就是lo star和a star的，它们的异同点。首先，他们的相同点，他们都是启发式搜索，他们都用到了启发式知识来指导我。这个搜索朝着就这个就是离目标快速。呃呃，快速的方向。

行进的方向来进行，这是他们的相同点，他们的不同点呢，主要体现在四个不同点，这个给大家总结的非常的简洁，第一个他们的解不同。那么lo star呢？它的解是一个子图，我们叫解图，而ao star呢？

它的解呢？仅仅是一个解答路径，这是第一个不同，第二个不同呢？就是他们呢？选择的方式不同。lo star呢，选的是代价最小的解图加以扩展。在lo star中节点的选择不重要，图的选择才重要。

在s star中，我们是选择open表中。节点排那个排就是评价函数最小的节点来进行排序，第三个不同呢就是评价函数的构成不同l star的评价函数呢，没有前半部分只有。启发式函数后半部分，而s大的评价函数呢两部分都有hn，加上呃gn，加上hn最后一个呢，就是他们用到的核心的数据结构不同l star呢。

用的是lgs。用来存放待扩展的局部点图集，而s大呢？用的是两张表open表和close表，这个比较大家要掌握好了。那么下边儿就是这一章的最后一节了，给大家呢约束满足问题补充的内容，不讲不不不用管它，我们说了所有补充内容大家都不用管，那么下边儿呢。

就是这一章的最后一节了博弈。大家呢，要深刻的来理解这个博弈树的特点，博弈树呢，它是一棵特殊的雨或树，它的雨节点和祸节点呢，一定是逐层交替出现的。上一层是语节点，下一层是货节点，下一层又是语节点。

下一层又是货节点，每一层呢，都代表着一方的立场，那下边儿就是关于博弈的最重要的两个算法了。一个是极大极小过程，一个是减值算法，那么大家应该把重点和焦距放在极大极小过程上，因为这才是基础，那么你理解了极大极小过程之后呢？减值算法呢？

你就很容易理解了，那极大极小过程，要求大家深刻掌握它的评估的过程，它的搜索的过程，那么怎么样通过极大极小过程来完成相应的搜索呢？大家注意了，我们课上给大家说三步走，第一步我们画出规定深度内的所有的节点，那么并且计算出它们的评价函数。然后呢？

这是第一步，第二步呢？自下往上来进行倒推，我这个评估函数的值注意了，怎么倒推的？这是极大极小过程的关键，这部分是重中之重，大家务必掌握。在倒推的过程中，大家牢记原则就是所有的敌方节点。

也就是敌人做决策的节点。其实很好掌握呀，你不用死记硬背的。敌人做决策的，那么我们只能考虑最坏的情况，为什么？因为未来对方怎么走？我们没法把握，对吧？我们只能考虑到未来。

如果对方选择对我方最不利的那一步，我们该怎么样来选？所以说遇到敌方的这些节点，我们取最小值，那么遇到我方的节点，那怎么来选很简单？轮到我方来走了，选择权尽在我手，我肯定会选择。对我方最有利。

而对对方最不利的那一步，那我们肯定会选择最好的情况，所以说对于我方的节点呢，我们取最大值，所以说。极大极小过程，也就是最大最小过程，它就是这么来的，遇到从自下往上进行倒推敌方节点，取最小值我方节点。

取最大值。直到推出根结点的值，那根结点的值推出来了，那我整个的过程也就推出来了，这就是极大极小过程，这个我们课上有专门的练习，大家把我们课上的例子和练习都掌握了，那这部分呢，也没有问题了。至于减值算法呢。

我们大概的了解就可以了，你知道什么情况下做阿尔法减值，什么情况下做贝塔减值就可以了，好了，这是整个的第四章。第四章呢，是我们的一个重点章，这一章呢，重点和主要呢，焦距在算法上。

所以说呢，大家在学这一章的时候呢，重点是对算法核心的算法，像一般图的搜索算法。像盲目搜索，像启发式搜索，像博弈这些重心核心，这些重点核心的算法的理解以及相关概念的理解。这是我们这一章，大家在复习的时候呢。

要注把主要的精力放在这上面好了，这是第四章下边呢，我们来看一下第五章。第五章呢？名字叫不确定推理，但是我在第一次课就给大家说了这一章，虽然名字是推理，但是核心呢？却是计算两个字，所以说大家在复习这一章的时候呢？

应该把重点和焦距呢放在那几种不确定推理模型的计算上，那么我们这一章总共讲了三三大模型，所以说大家。在学的时候呢，应该把重点和精力焦距在三大模型的计算上，那么这一章的前边，比如说这个五点一节，五点二节。什么是不确定推理，然后不确定推理表示了一些基础问题。

什么语义问题，解释问题等等，还有不确定推理的分类，那么一般的了解就可以了，我们说了。重点和焦距放在我们三大模型上，这章呢，我们给大家讲了三大模型，分别是主观贝叶斯可信度和证据理论。首先来看一下主观贝叶斯。

主观毕业生呢，其实说白了，计算就是套公式记公式，那么整个这这部分呢，有三大公式，大家来看一下。其中最重要的公式就是这个三号公式和四号公式，就是我们总结的告诉你ls充分性因子ln必要性因子，然后呢来？衍生的怎么样来计算这个条件概率公式就是我们所谓的三号公式和四号公式。

那这部分的计算呢，其实非常简单了，比如说就是按照我们课后给大家做的例子，或者课上的。课上的练习我告诉你p规则告诉你pq的值告诉你ls和ln的值，然后呢，让你来算条件概率，这就是三号公式和四号公式。你只要记住这两个公式，并且呢。

你只要记住o和p的关系，就是几率和概率的关系，那么不管怎么考，你直接套公式就可以了。这是呢，第一个应用，第二个呢，就是我们给大家课上讲的最复杂的那个公式了，就是那个分段函数，如果。

如果我们。那个呃是形成了一个推理链p撇推出p推出q，然后呢，我要计算这个推理链的一头和一尾儿，一头和一尾儿的话，那么呢，让你计算分段函数怎么样来算？这个呢，按道理来说呢，这个式子是需要大家记的。

但是确实太难记了，那么给大家减轻一点负担吧，大家了解一下就可以了，如果考试考这样复杂的公式的话。那就直接把公式告诉你，如果不考的话，那就不考了，所以说这个公式不是不重要，但是确实挺难记的，大家呢。

大概的了解一下就可以了，最后一个呢，就是不确定的组合，不确定的组合呢，这个公式并不难记大家。最后这个公式呢，也是能够在这个基础上记住它的一头和一尾就OK了，所以说呢，对于整个的主干贝叶斯，大家重点还是它的基础公式那两个。

三号公式和四号公式以及相应的运算，这个大家要掌握下一个五点四节是我们这一章的重点内容，因为可信度。它呢，为什么说重要呢？它有两个原因，第一个原因呢？它用在了最成功的专家系统中，在后世的大量专家系统中，它都有非常广泛的应用。

这是它的第一个重要的原因，第二个原因呢，就是它的计算量是这三大模型中最简单的，所以说呢，关于这部分可信度的。计算呢，大家重点要掌握那么可信度的前半部分，就是可信度的定义，它怎么样来定义的？它的定义是这个我们呢一般的了解一下就可以了。

我们重点呢，要掌握这个可信度的核心的。计算什么是可信度的？核心的计算呢？就是那三大计算规则。第一个计算规则就是如果是合取或吸取的话，前提的可信度，它们的组合。如果是合取和吸取的话，怎么算？

那我们课上给大家说了牢记的原则是不管怎么组合，它的基础原则是合取取最小值。吸取取最大值，那既有合取又有吸取，根据他们的优先级，反正来优先级来算，该取最小的取最小，该取最大的取最大，这是第一个。第二个呢？

就是如果已经知道规则的可信度和前提的可信度，让你来证明结论的可信度，那么这个计算大家要掌握最后一个呢就是。多个不跳不做多个组合条件的合成算法，那么这个合成算法呢？大家要牢记它怎么算，如果同号怎么算，如果异号怎么算？如果那个都大于零同号都大于零都小于零，怎么算三种不同的情况的计算？

大家要掌握那关于这个可信度的计算呢？我们课上。有例例题课上有练习，课后还有练习，所以说大家只要把这些题目再认真的做一遍，那都掌握了，那这部分呢？也是没有问题了。这是可信度最后一个呢，就是ds证据理论证据理论呢。

大家注意了，它并不难，但是呢，它的计算呢？非常的复杂，它涉及到一个正交和的计算，我们课上说了，哪怕我这个集合只有两个元素来算，正交和都是一个非常。大的计算量。

所以说呢，对于证据理论呢，大家重点呢，放在它的三个核心函数的计算主要放在这前面的三个核心函数的计算就怎么计算信任函数？怎么计算自然函数？怎么计算类概率函数？尤其是中间的这个PL自然函数，它有两种计算方法，第一种呢，可以根据它的定义式来算。

第二种呢？可以呢，根据它的推理来算，那么推论来算，这两种大家都要掌握，所以说对于ds理论呢，大家呢重点。和精力呢，应该放在这个三个核心函数的计算上好了，这儿呢是整个的第五章。

再次强调第五章呢，虽然名字叫推理，但是重点。