

考研专业课之清华大学材料科学基础 - 物理化学 (1)

第一讲 清华大学材料系综合信息介绍

一．系专业信息

清华大学材料科学与工程系在全国学科排名前茅，研究生培养设有材料物理与化学、材料学（无机非金属材料、金属材料）、核燃料循环与材料等博士点和硕士点，并设有材料科学与工程博士后流动站。系中拥有一支学术造诣高，极富创造力而又为人师表的强大研究生导师队伍，关于各位导师的情况，在材料系主页 <http://www.mse.tsinghua.edu.cn/> 上有详细说明，有兴趣的同学不妨先了解一下。在硬件方面，材料系拥有各种先进的实验仪器设备，为进行材料的合成与加工、微观结构分析及性能特征研究创造了良好的条件。此外，与国际学术的交流频繁，为准备出国留学的有志之士提供了很好的机会。我想一个人在优越的平台中，可以极大的提高其能力。我相信材料系可以给大家提供这个平台，同样，这也将会是大家施展才能的大舞台。

二．历年报考录取情况

作为材料专业的本科生，大家应该都知道清华材料系在全国举足轻重的地位，也正因为他的实力，使其成为全国材料系考研的热门。

由于她的特殊性，校内保研直博的占了相当大一部分的名额，导致其对外招生名额相比于其他学校，可以用极少来形容。一般来说，报名人数：录取人数 10：1。录取人数上从 06 年的 18 个，到 07 年 15 个（最后录 14 个），再到 08 年 14 个（最后录 16 个），可以看出，官方公布的招生名额有递减的趋势，但最终录取人数可能会根据生源质量有所微调。比如 07 年由于数一难度较大，再加之专业课改革，使总体成绩偏低，成绩的偶然性偏大，生源质量有所降低，系里抱着清华研招宁缺毋滥的原则，从公布的 15 个减至 14 个。

招生人数少是少，但并不是没招。大家要报着必胜的信心去努力为自己的梦想拼搏。拥有自信，你就会是众多考研高手中的最强者。

订阅收藏考研专业课之清华大学材料科学基础 - 物理化学

三．出题老师情况

一个跨校的考研究生，在专业课方面难免都会有一些困惑，其中每年出题老师是哪位教授，可能也是大家最为关心的问题之一。经过了解和最终验证，材料科学基础和物理化学的出题老师已经几年未变。材料科学基础的命题老师是田民波教授，主讲大二秋季学期的《材料科学基础一》；物理化学部分（暂说是物理化学）的命题老师潘伟教授，主讲大三秋季学期的《材料化学》。这两门课程都是在准备考研的那个关键学期开课，有条件的同学不妨去清华免费旁听。没有条件的同学，我可以将我的经验在以后的讲课过程中与大家分享。

四．复试信息

初试结束后，大家就不用再想初试考的如何了，那些都已经成为过去时，而应该全力着手准备复试。下面就详细说一下08年的复试情况，让大家心里大体有个底，可以更好的安排09年的复习计划。

1．复试综合情况

3月12号下午，公布初试成绩。14号公布了学校的各学科基本分数线。17号公布系复试最低复试线：政治50；外语50；数学80；专业课80；总分358。面试共21人。25号上午资格审查后，10点即进行2个小时的专业笔试。中午休整2个小时后，下午2点开始面试，面试分英语面试和专业面试，也就是整个复试过程在1天内结束。所以要在复试之前就做好各项充分准备。最终的录取办法是：总成绩 = 初试总分（满分500分）+ 复试笔试成绩（满分100分）+ 英语面试成绩（满分50分）+ 专业面试成绩（满分350分），按总成绩择优录取。最终有386和几个成绩徘徊在分数线边缘的同学被刷。

2．专业笔试

招生目录上规定复试科目可从金属学、结晶化学和X光衍射技术基础中三选一。负责招生的老师也会在复试前跟考生电话确认复试科目。就考场情况看，有1个人选金属学，2个人选结晶化学，其余18人选X光。因为X光技术性强且对以后的实验研究具有实用性，所以大多数同学选其作为复试科目。

3．面试

08 年的考生面试顺序按初试排名进行。英语面试和专业面试安排在不同房间。首先是英语面试。英语面试由 2 个老师和考生进行问答，规定时间 5 分钟，听力和口语各占 25 分，没有英文自我介绍。老师主要是问一些常规问题，比如对清华材料系有什么了解；如果被录取了，以后的人生规划，等等。

总分 350 的专业面试是复试过程的重头戏。下面主要谈谈面试的流程，以及老师关心的一些主要问题。首先是自我介绍，可以谈谈自己本科的成绩，以及科研经历等。接着老师会对你自我介绍的内容进行提问。不论是应届或往届考生，毕设内容是必须要认真准备的，这是面试老师最关心。还有的就是针对自我介绍提些问题，以及本科某些课程的基础知识。

总之，清华的面试是相当公平的，整个面试过程也比较轻松的，只要大家态度端正，成功的概率是很大的。

五．内部辅导信息

现在高校内部都不开设辅导班，因此也就无所谓内部的辅导信息了，不过我还是想在这提下关于专业课的一些信息。在出题方面，上面提到，物理化学科目的命题老师是讲授《材料化学》的潘伟教授。可能这里大家会比较困惑。招生简章公布的是材料科学基础 + 物理化学 + 无机材料科学基础三本参考教材，怎么出题的老师是讲授《材料化学》？可以认为是清华本科课程的《材料化学》，就是招生简章上里考试科目中的物理化学。只是《材料化学》缺少考研中的一小部分考点，如名词解释、热力学证明、电化学等。在以后的重难点分析中，我们将一一分析。

第二讲 复习规划指导

一．往年考试科目分析

在 07 年以前，专业课是四选一（材料科学基础、物理化学、固体物理、无机化学）；07 年开始，专业课考试科目进行了改革，在材料科学基础 - 物理化学和材料科学基础 - 固体物理

中二选一。 难度有所加大，但同时也有有利的一面，因为两门课出在一份卷子上， 各自所占比例自然变少， 所以根据考查的主要内容， 出题范围的重点将更加突出， 这样我们复习时可以更加有的放矢。由于我的选考科目是材料科学基础 - 物理化学，将主要说明这两门课的复习规划。

二．历年考试难度分析及复习方向点拨

1. 材料科学基础（材料）

纵观历年考研真题， 可以较清晰的分析出考试的重点，主要是重复出现的考题、考点。 但是材料科学基础作为一门极其重要的材料专业基础课，考点多， 考题比较灵活， 比如位错， 相图等考点。 因此平时复习时要重点突出， 兼顾次重点。在讲义第三讲部分， 将详细讲解考试的重难点。

订阅收藏考研专业课之清华大学材料科学基础 - 物理化学

2. 物理化学（物理化学 + 无机材料科学基础）

单从近两年的考试来说， 物理化学占的比例不大， 但是其所含的基础知识却很重要。 从历年真题看， 物化部分重题率较高， 每年都有相当题目和往年试题重复或相近。 因此从中可以很容易得出考试的考查重点。

复习时可归纳一些常用的名词解释， 进行专项的理解记忆， 提高效率。 一些重要公式以及热力学方程的证明，一定自己多推，不要眼高手低， 否则考试的时候会吃大亏，此外电化学部分的计算， 动力学部分的反应级数、 平衡浓度等都要进行重点复习。 无机材料科学基础部分的缺陷化学、 固相反应动力学、 烧结、表面界面以及三元相图的析晶路径等都是常考知识点， 务必重视。

3. 复习方法与时间安排

考研复习过程中，效率至上，因此要努力寻找适合自己的学习方法来提高我们学习的效率。

下面就总体上的进度安排及复习方法给同学一点建议。

第一轮复习，应对参考教材进行一遍总体上的轮廓把握，便于第二轮的深入学习。本轮复习建议在 9 月前完成。

第二轮复习，结合考试重难点，对每个章节的学习进行不同程度的总结，将重要知识点精简记录，并进行深入学习。这样在再复习时便可提高效率，也方便记忆，同时将材料与物化的交叉考点进行有机的联系，可更透彻的理解知识点。本轮复习建议在 11 月之前完成，为最后的第三轮留下充足的时间。

第三轮复习，对历年真题进行详细的解答并总结。在解答真题的过程中，可以对考研的重点有更深地把握。然后不断进行真题的练习，并对辅导书中的典型例题进行分析。通过做题，可以更加扎实的掌握基础知识。

三．参考书目推荐

1. 材料科学基础

材料科学基础 清华大学出版社 潘金生等编；

材料科学基础学习辅导 机械工业出版社 范群成，田民波编；

材料科学基础考研试题汇编 2002-2006 机械工业出版社 范群成，田民波编；

材料科学基础全真试题及解析 化学工业出版社 陶杰等编著；

2. 物理化学

南大版物理化学以及含习题解答的教材配套辅导书（有一本即可）。

无机材料科学基础

第三讲 重难点分析

第一部分 材料科学基础

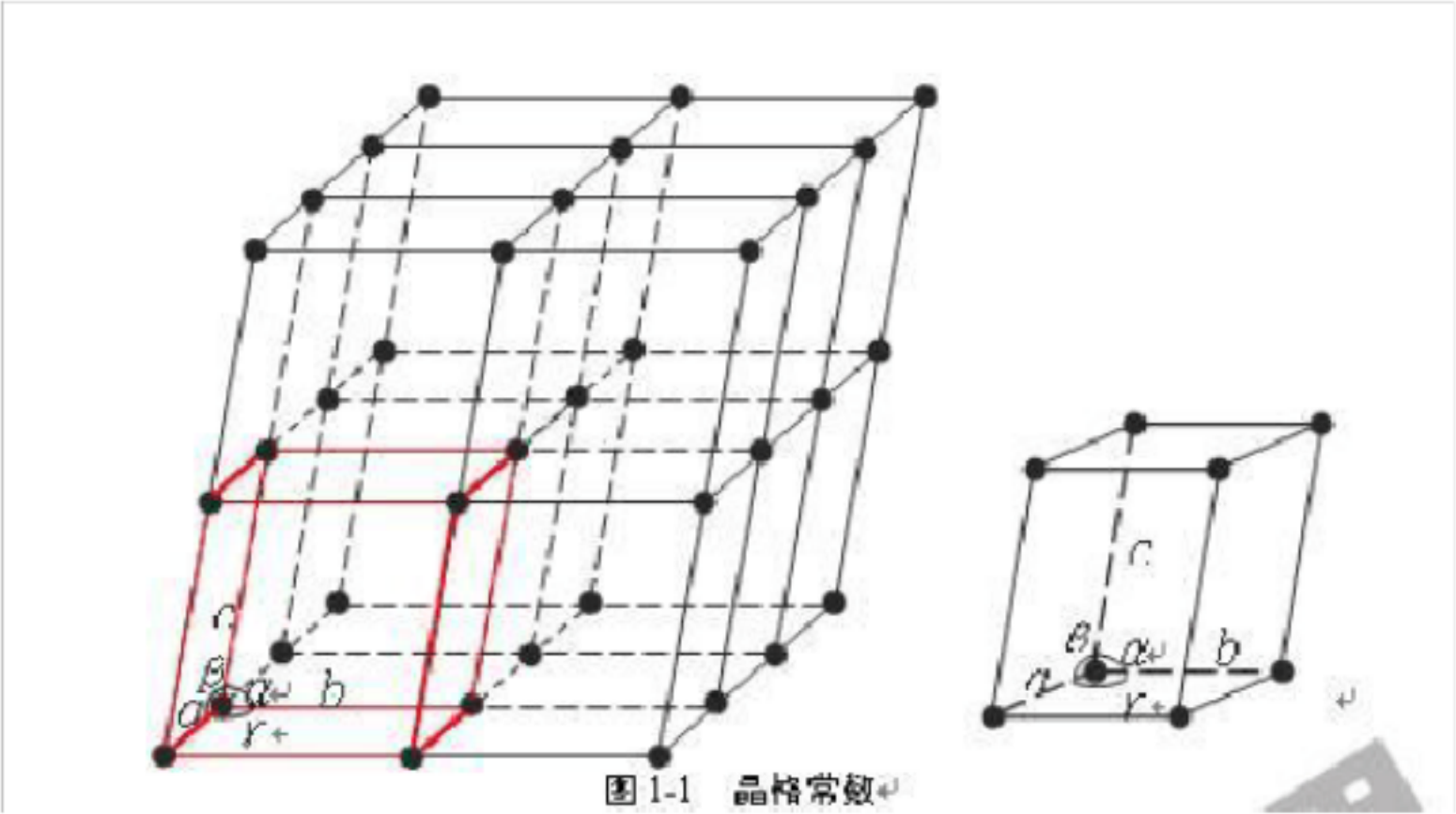
第一章 晶体学基础及晶体结构

1.1 要点扫描

1.1.1 空间点阵和晶胞

1. 空间点阵

代表晶体中原子、原子团或分子分布规律（周期性）的几何点的集合称为空间点阵。其中的几何点一般叫做结点（或阵点）。每个结点周围的环境都是相同的，即结点都是等同点。空间点阵利用这些周期性排列的结点描述了晶体中原子的排布规律。用假想的直线将这些结点连接起来，所构成的几何框架称为晶格。晶格的最小重复单元（平行六面体）称为晶胞（unit cell）。每个晶格的三条棱和三个夹角叫做晶格的晶格（点阵）常数，并以此刻画晶胞（从而是晶格）的大小和形状特点，如图 1-1 所示。



2. 晶系和点阵类型（ ）

根据
的晶
数，
将晶
为7
系，
1-1

晶系	点阵常数关系
三斜	$a \neq b \neq c, \alpha \neq \beta \neq \gamma$
单斜	$a \neq b \neq c, \alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$
斜方	$a \neq b \neq c, \alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$
正方	$a = b = c, \alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$
立方	$a = b = c, \alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$
六方	$a = b \neq c, \alpha = \beta = 90^\circ \neq \gamma = 120^\circ$
菱方	$a = b = c, \alpha = \beta = \gamma \neq 90^\circ$

晶体
格常
可以
体分
大晶
如表
所示。

3. 布拉菲点阵

由等同点构成的点阵叫做布拉菲点阵。但布拉菲点阵的结点反映的是晶体中原子或原子集团的分布规律，结点本身并不一定代表原子，即点阵和晶体结构并不一定相同。

4. 晶胞和原胞

晶格中能反映该晶格特征的最小重复单元称为晶胞。

选择晶胞时应遵循以下条件：

- 完全反应点阵的对称性；
- 体积尽可能小（但不一定是最小）。

体积最小，仅含一个结点的结构单元叫做原胞。由于原胞的选取只需遵循体积最小的原则，

因此，通过原胞往往不易看出晶体的对称性。

考研专业课之清华大学材料科学基础 - 物理化学 (4)

2008-11-24 | 阅读:1477 | 来源: 跨考网 [讨论区](#) [大中小][划词][收藏]

1.1.2 常见纯金属（ FCC、BCC、HCP ）的晶体结构（ 常考点 ）

1. 晶体结构

FCC（面心立方）： 贵金属、 Cu、Al、Ni、 -Fe 等；
BCC（体心立方）： 碱金属、难熔金属（V、Nb、Cr、Mo、Ta、W 等）、 -Fe 等；
HCP（密排六方）： Zn (c/a=1.86) 、Mg (1.62) 、Be (1.59) 、Ti、Zr、Hf (1.59) 、石墨(2.6) 等。重点记住 Zn 和 Mg。

订阅收藏考研专业课之清华大学材料科学基础 - 物理化学

2. 几何特性

每个晶胞中的原子数；
配位数（ C.N. ）：每一个原子周围最近邻的原子数；
堆积密度（ α ）：。
如表 1-2 所示，为立方晶系中，各晶体的几何特性及点阵常数和原子半径之间的关系。

3. 间隙

若在晶胞的空隙中放入刚性球，则能放入的球的最大半径为间隙半径。
两种主要间隙 -- 四面体间隙；八面体间隙。四面体间隙数为八面体间隙数的两倍。

表 1-2 各立方晶体的几何特性

结构	a_0 VS. r	原子数	配位数	堆积密	Examples
SC	$a_0 = 2r$	1	6	0.52	α -Mn
BCC	$a_0 = \frac{4}{\sqrt{3}}r$	2	8	0.68	α -Fe, 碱金属
FCC	$a_0 = \frac{4}{\sqrt{2}}r$	4	12	0.74	γ -Fe, Cu, Ni
HCP	$a_0 = 2r$ $c_0 \approx 1.633a_0$	2	12	0.74	Ti, Mg, Zn, Be, Co, Zr, Cd

四面体间隙包括：

BCC 中的四面体间隙，如图 1-2 所示。

FCC 中的四面体间隙，如图 1-3 所示

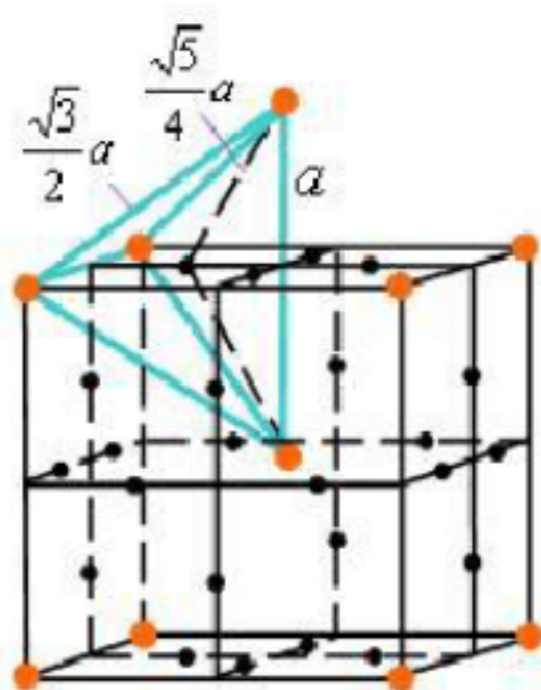


图 1-2 BCC 中的四面体间隙

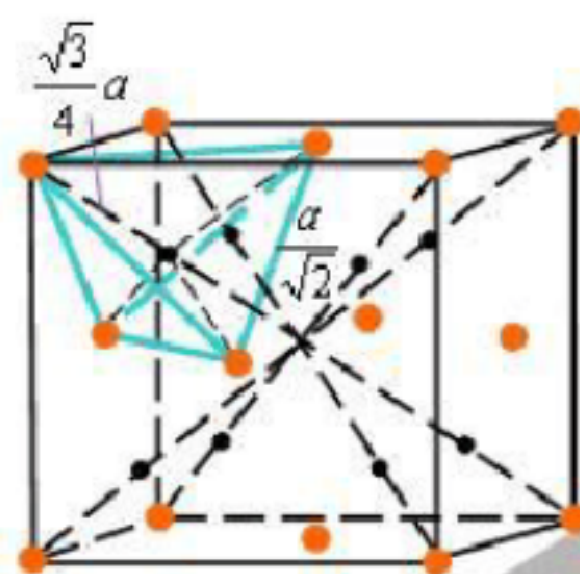


图 1-3 FCC 中的四面体间隙

- HCP 中的四面体间隙，如图 1-4 所示。

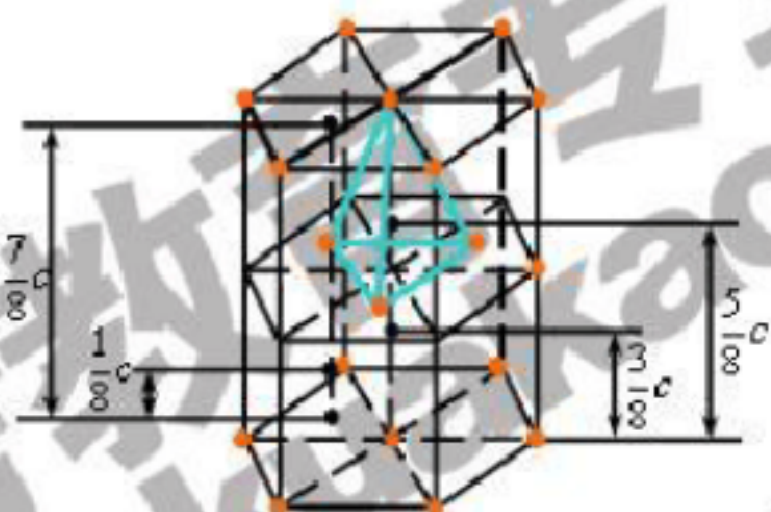


图 1-4 HCP 中的四面体间隙

八面体间隙包括：

- BCC 中的八面体间隙，如图 1-5 所示。
- FCC 中的八面体间隙，如图 1-6 所示。
- HCP 中的八面体间隙，如图 1-7 所示。

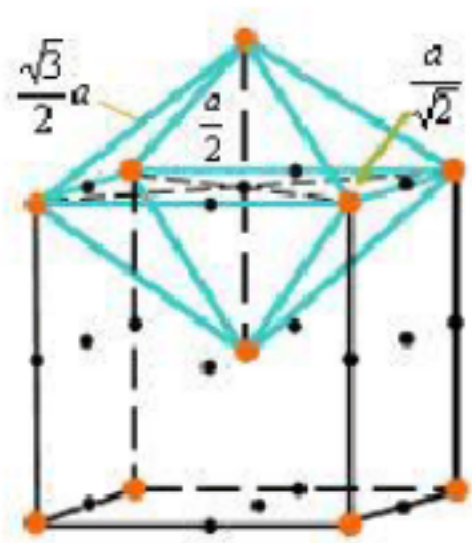


图 1-5 BCC 中的八面体间隙

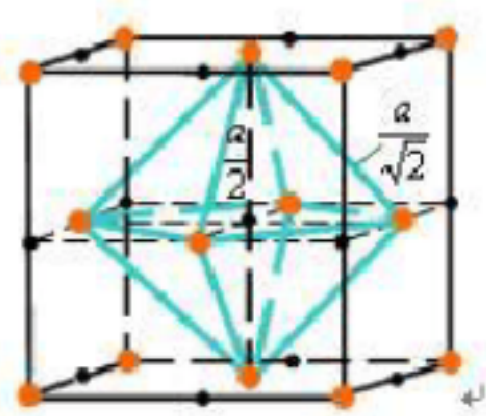


图 1-6 FCC 中的八面体间隙

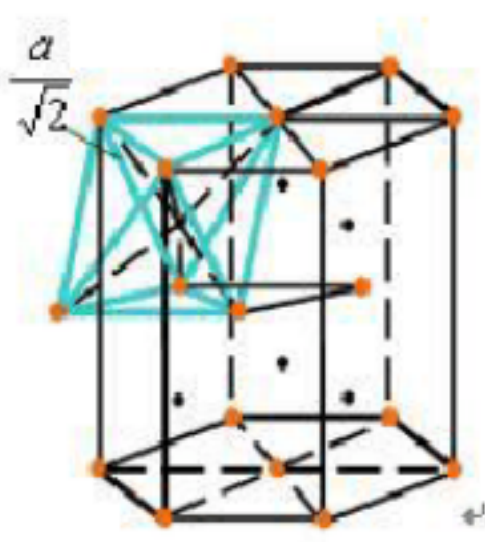


图 1-7 HCP 中的八面体间隙

立方晶系中堆积密度和间隙数等属性见表 1-3。

表 1-3 立方晶系中堆积密度和间隙等属性

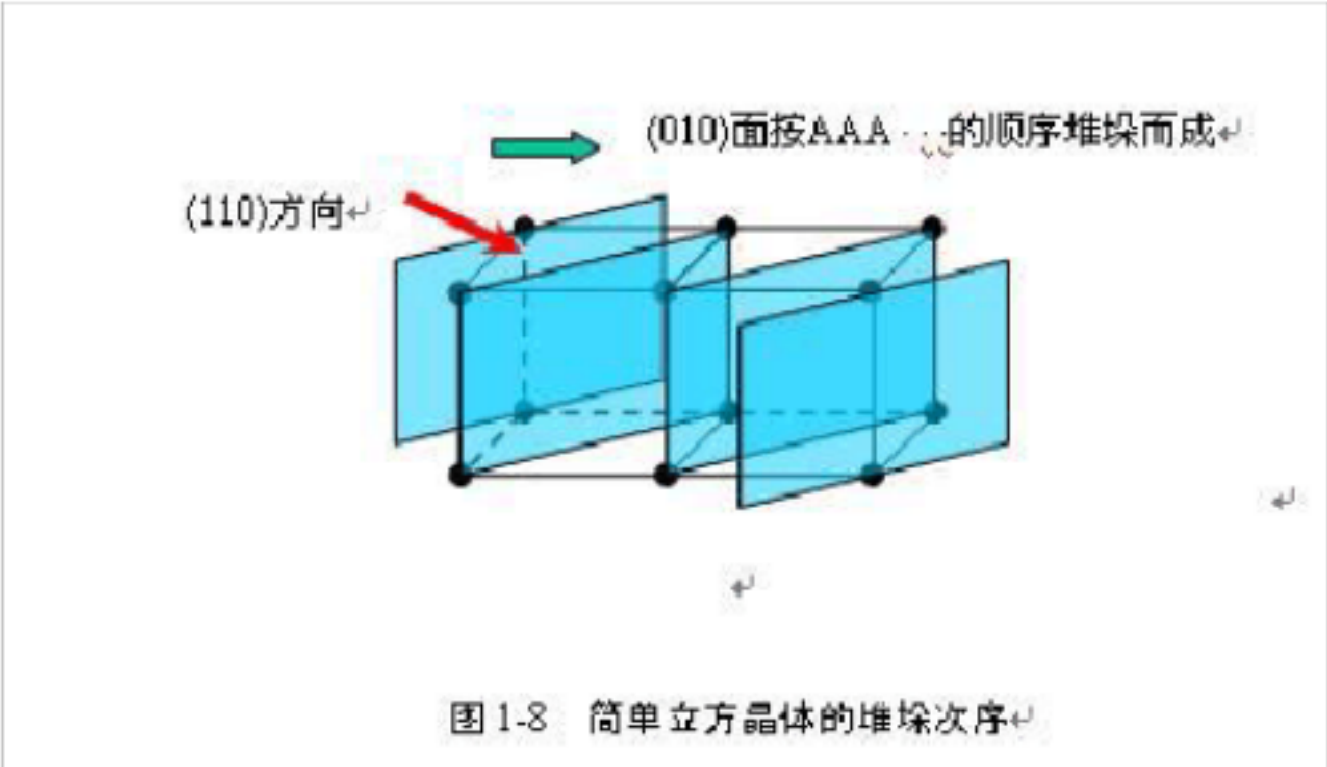
	n	CN	ξ	间隙				d_i/d_a	
				八面体		四面体		oct	tete
BCC	2	8	0.68	6	$6/2=3$	12	$12/2=6$	0.155	0.291
FCC	4	12	0.74	4	$4/4=1$	8	$8/4=2$	0.414	0.225
HCP	6	12	0.74	6	$6/6=1$	12	$12/6=2$	0.414	0.225

4. 堆积次序

在钢球模型的基础上，晶体可以看成是由某些晶面（或层）在空间按一定次序一个挨一个堆垛而成。该次序就称为堆垛次序。

对简单立方晶体来说， $\{100\}$ 面的堆垛次序为 AAA.....； $\{110\}$ 面的堆垛次序为 ABAB。

如图 1-8 所示。



考研专业课之清华大学材料科学基础 - 物理化学 (5)

2008-11-24 | 阅读:1580 | 来源: 跨考网 [讨论区](#) [大中小] [划词] [收藏]

1.1.3 晶面指数和晶向指数及其标注（一定要熟练掌握多做练习）

1. 晶面指数

晶体内的原子层面叫做晶体的晶面。

确定晶面指数的步骤如下：

- 建立一个空间直角坐标系，坐标轴分别为 a, b, c ；坐标原点不能在待标晶面上。
- 求出晶面在三个坐标轴上的截距 x, y, z ；
- 对所求截距取倒数得 $1/x, 1/y, 1/z$ ；
- 将它们按比例化成三个最小的整数 h, k, l ；
- 再将它们放在一个圆括号中即得该晶面的晶面指数（ hkl ）。

用三指数表示的晶面指数又叫米勒指数（Miller indices）。

对于高对称性的晶体来说，结晶学上等价的面具有相同的指数，这些结晶学上的等价面就构

成一个晶面族。

例如，立方晶系中：

2. 晶向指数

常用的标定晶向指数的方法一般有两种，分别是坐标法和行走法。

用坐标法确定晶向指数的步骤：

建立一个空间直角坐标系，并将坐标原点设在待测晶向上；

在该待测晶向上找到另一点，并求出该点的坐标 u, v, w ；

将坐标数按比例化为最小的整数，放在一个方括号中，就得到该晶向的晶向指数。

用行走法确定晶向指数的步骤：

建立一个空间直角坐标系，并将坐标原点设在待测晶向上；

从原点出发，分别沿各坐标轴方向行走，最后落在待测晶向上的另一点；

将沿三个坐标轴方向行走的距离化为最小的整数，放在方括号中，就得到该晶向的晶向指数。

对于高对称性的晶体来说，晶体学上等价的晶向具有相似的晶向指数。这些等价的晶向构成的集合，称为晶向族。

例如

立方晶系中的一些重要晶向：

$\langle 100 \rangle$ ：轴向； $\langle 110 \rangle$ ：面对角线

$\langle 111 \rangle$ ：体对角线 $\langle 112 \rangle$ ：顶点到面心方向

在立方晶系中，如果一个晶面指数与一个晶向指数数值相等，符号相同，则该晶面与晶向互相垂直。而在非立方晶系中，指数符号相同的晶面晶向不一定会垂直。

订阅收藏考研专业课之清华大学材料科学基础 - 物理化学

3. 六方指数

我们发现在使用三指数来表示六方晶胞的晶面时，晶体学上等价面的晶面指数不同。例如图

1-9 中的 A 面和 B 面是一对等价面，但是使用三指数方式标定时，所得的晶面指数不相同，分别为 和 。