

子的荧光猝灭是由  ${}^4F_{3/2} \rightarrow {}^4I_{15/2}$  和  ${}^4I_{9/2} \rightarrow {}^4I_{15/2}$  交叉弛豫造成的,具体地说,乃是  $R_2 \rightarrow W_{2,3}$ (发射  $200\text{cm}^{-1}$  的声子)  $\approx Z_{1,2} \rightarrow W_1$  的声子协助的过程。这与 NdPP 中的情况不同,因而表现了明显的温度效应。

由于 Nd-Nd 最小间距比较大 ( $5.64 \text{ \AA}$ ), 声子协助过程较共振过程来得弱,而且所涉及的跃迁  ${}^4F_{3/2} \rightarrow {}^4I_{15/2}$  的分支比本来就很小 ( $\approx 0$ ), 所以 Nd-Nd 偶极相互作用矩阵元很小,使得 LNP 具有相当小的猝灭率。当激发水平很高

时(强激发), (2) 式中的  $W_b(x)$  不能忽略,致使荧光寿命变短,猝灭特性也可能有些变更,不过那已超出本实验的范围。

本工作得到我所 LNP 晶体生长小组的支持,在此表示感谢。

### 参 考 文 献

- [1] И. А. Бондарь, К. Э., 4 (1977), 302.
- [2] S. Singh, J. Appl. Phys., 46 (1975), 1191.
- [3] D. Fay, Opt. Comm., 28 (1979), 117.
- [4] 大塚建樹等,研究实用化報告, 27 (1978), 1343.

## 液 体 压 缩 率 的 测 量\*

——水、四氯化碳的压缩曲线和相变

王积方 王汝菊 何寿安

(中国科学院物理研究所)

### 一、引 言

测定液体压缩率较精确的方法是波纹管法<sup>[1,2]</sup>,但多只限于 12 kbar 范围。超过此范围,许多液体凝固,有的甚至在更低的压力就凝固了。在固相区使用波纹管显然是不合适的。我们把测定固体压缩率的方法加以改进,以适应液体压缩率的测量。采用这个方法,既适应了较大压力范围内液体压缩率的测定,还可使液体在某一压力下凝固时,测定凝固压力及凝固后的固相压缩率、固相-固相转变压力和相变体积等,方法比较简便可靠。

### 二、方 法

#### 1. 测量系统

图 1 中 1 是传压圆筒, 6 是钢压头, 12 是碳化钨压头, 11 是碳化钨高压容器。11 和 12 的外圆带  $3^\circ$  锥角, 它们的保护压力均在 8kbar 左右。8, 9 是导向钢套。液体压缩量是用百分

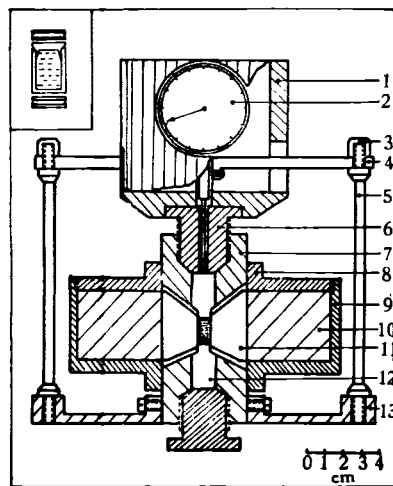


图 1 测量系统图

表 2 测量。3, 4, 5, 13 构成百分表的支架。

#### 2. 液体的密封<sup>[3]</sup>

密封方式见图 1 左上角的放大图。液体装在聚乙烯套中。套的上端有盖, 套口有  $45^\circ$  斜角, 伸进套内的部分做成极薄的、内侧有  $3^\circ$  斜角的碗状。此结构能随着压力的上升和下降自

\* 1979 年 3 月 24 日收到。

动起密封作用,操作方便。聚乙烯套的上、下端各有一层铅片和不锈钢封圈,以防止聚乙烯的挤流。

### 3. 测力

产生压力的力,是用经过校正的 20 吨测力环测量。

### 4. 升、降压时的摩擦消除<sup>[4]</sup>

图 2 是纯铁(光谱纯)升、降压的压缩迴路图。我们假定样品在受压和卸压时,高压容器中的摩擦是对称的,以升、降压时对应于同一位移的压力差的 1/2 做为消除了摩擦后样品受到的压力。

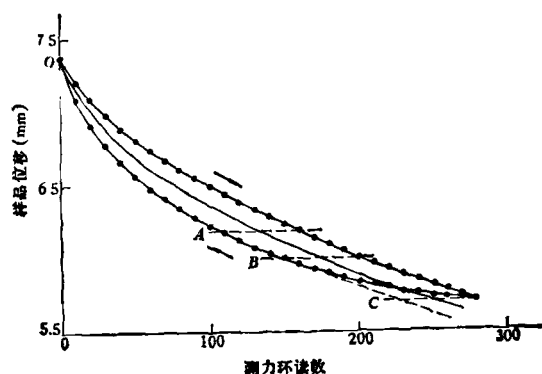


图 2 纯铁升、降压时的压缩迴路图

在压缩曲线高压端“靴形”部分,用外延法求平均。由于 A, B 范围内对应于各特定位移的升、降压缩线的压力差是常量,因此假定“靴形”部分仍为常量,作外延得 BC 线。然后以 OABC 作为降压线,与升压线求平均得无摩擦的真实压缩线。

### 5. 升、降压时变形的修正<sup>[4,5]</sup>

以 Bridgman 纯铁的压缩率作标准,采用“差减法”,消除高压系统升降压时的变形。步骤是:在同一容器中,分别测定纯铁和液体样品的压缩曲线,并使两次实验所用的聚乙烯套和密封圈等重量相当。把分别测定的这两条压缩线相减,消除压头和聚乙烯套等附加物的压缩量。然后加上已知的纯铁压缩值<sup>1)</sup>

$$-\frac{\Delta V}{V_0} = 6.098 \times 10^{-7}P - 1.29 \times 10^{-12}P^2,$$

物理

即可获得所测液体样品的压缩曲线。

在计算过程中略去了碳化钨容器的变形。根据 Bridgman 的结果,这部分变形很小,可略而不计。

### 6. 样品

我们用上述方法测定了水和四氯化碳的压缩率。水样品是经过离子交换处理的蒸馏水,四氯化碳是二级分析纯试剂。

液体的初始体积  $V_0$  由其重量与密度值换算获得。密度值应做温度因素的修正。

### 7. 误差

误差分两部分,即压力误差和体积误差。压力误差来源于升、降压时存在于容器中的摩擦和碳化钨压头截面积的变形。经过处理,摩擦力可予以忽略。碳化钨压头截面积变大,按 Bridgman 的估计<sup>[4]</sup>,在 30 kbar 时变大 0.8%,由此引起的最大压力差不超过 0.8%。

我们所用测力环最小感度是 50kg,属于零点漂移的误差最大值约  $\pm 25$ kg,故在 30kbar 时,由测力环引起的最大压力误差约 0.3%。因此总的压力测量最大误差为 1.1%。

体积误差一部分是与压力误差相关联的,其它则来源于容器的变形和样品的初始体积  $V_0$  偏离真值所引起的误差。如上所说,容器的变形可略而不计。样品初始体积  $V_0$  偏离真值的程度主要决定于样品重量的准确度。四氯化碳易挥发,压后套内有小气泡,引起的最大误差不超过 0.6%,水的则更小。

## 三、水和四氯化碳的压缩曲线及相变

水的相对体积变化与压力的关系见图 3 和表 1。测量温度是 14.5℃。

由图 3 和表 1 可见,水在本实验压力范围内有两次相变。第一次是液相(L)变为固相,固相是 VI 相。相变压力 9.36 kbar,体积跃变 7.41%。第二次相变是固相转变,压力 22.56

1) Bridgman 原来的纯铁压缩值是  $-\Delta V/V_0 = 5.941 \times 10^{-7}P - 0.83 \times 10^{-12}P^2$ 。本实验所用的是 C. A. RO-TTER 和 C. S. SMITH 的超声测量的修正值<sup>[6]</sup>。

表1 纯水的压缩实验数据(温度 14.5°C)

$P(\text{kbar})$	$-\Delta V/V_0$	$P(\text{kbar})$	$-\Delta V/V_0$	$P(\text{kbar})$	$-\Delta V/V_0$	$P(\text{kbar})$	$-\Delta V/V_0$
0	0	5.64	0.143	11.31	0.266	22.56	0.299
0.21	0.013	6.13	0.150	11.82	0.268		0.327
0.40	0.023	6.70	0.156	12.30	0.269		0.360
0.61	0.032	7.19	0.163	13.34	0.272	22.95	0.361
0.81	0.041	7.68	0.169	14.37	0.276	23.44	0.362
1.03	0.047	8.39	0.175	15.36	0.279	24.42	0.364
1.54	0.064	8.73	0.180	16.38	0.282	25.42	0.366
2.06	0.077	9.24	0.185	17.41	0.285	26.41	0.368
2.60	0.088	9.36	0.185	18.40	0.288	27.39	0.370
3.06	0.100		0.215	19.47	0.291	28.38	0.372
3.26	0.110		0.259	20.50	0.293	29.36	0.373
4.12	0.120	9.76	0.261	21.48	0.296	30.35	0.375
4.61	0.128	10.27	0.252	22.46	0.299		
5.12	0.135	10.81	0.264				

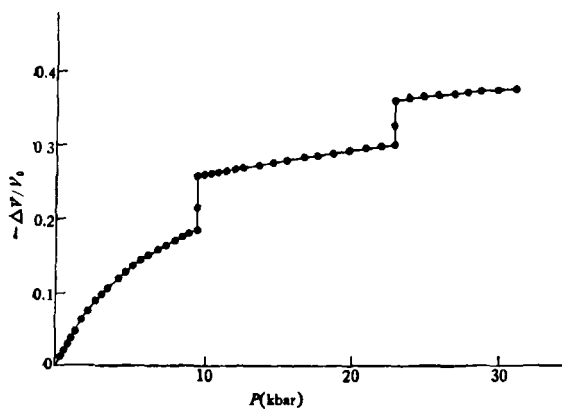


图3 纯水的相对体积变化  $\Delta V/V_0$  与压力  $P$  的关系

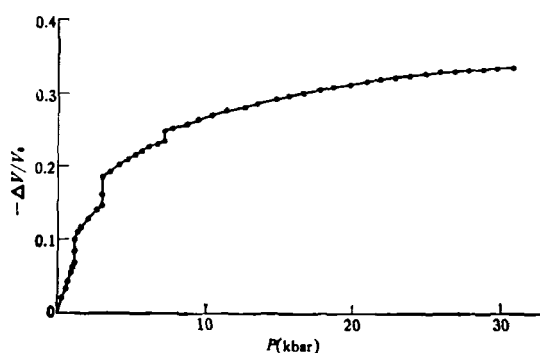


图4 四氯化碳的相对体积变化  $\Delta V/V_0$  与压力  $P$  的关系

表2 四氯化碳的压缩实验数据(温度 14°C)

$P(\text{kbar})$	$-\Delta V/V_0$	$P(\text{kbar})$	$-\Delta V/V_0$	$P(\text{kbar})$	$-\Delta V/V_0$	$P(\text{kbar})$	$-\Delta V/V_0$
0	0	2.96	0.150	7.68	0.252	20.50	0.315
0.21	0.022		0.165	8.39	0.256	21.48	0.318
0.40	0.036		0.186	8.73	0.260	22.46	0.320
0.61	0.047	3.06	0.188	9.24	0.264	23.44	0.322
0.81	0.058	3.55	0.197	10.27	0.270	24.42	0.324
1.03	0.067	4.12	0.205	11.31	0.276	25.42	0.326
1.16	0.071	4.61	0.211	12.30	0.282	26.41	0.327
	0.087	5.12	0.218	13.34	0.288	27.39	0.328
	0.101	5.64	0.223	14.37	0.292	28.38	0.329
1.33	0.111	6.13	0.228	15.36	0.296	29.36	0.330
1.54	0.118	6.70	0.233	16.38	0.301	30.35	0.331
2.06	0.130	7.19	0.237	17.41	0.305		
2.56	0.141	7.21	0.238	18.40	0.308		
			0.242	19.47	0.311		
			0.248				

kbar, 体积跃变 6.09%, 新相是 VII 相. L—VI 跃变非常迅速, VI—VII 转变较慢. 逆向转变时情况亦大致相同.

四氯化碳的实验结果见图 4 和表 2 所示. 它有三次相变. 第一次液相(L)变为固相(I), 压力 1.16 kbar, 体积跃变 3.02%. 第二次是固相(I)变为固相(II), 压力 2.96 kbar, 体积跃变 3.64%. 第三次也是固相转变(II—III), 压力 7.21 kbar, 体积跃变 1.08%. L—I 转变最迅速,

I—II 次之, II—III 转变最迟缓.

#### 四、讨 论

Bridgman 以 4.90 kbar 的数据作为起始值. 第一次相变在 9.61 kbar, 体积跃变 7.00%, 略小于本实验, 但压力值较本实验的值高. 第二次相变压力是 21.84 kbar, 小于本实验值 22.56 kbar, 体积跃变 5.7%, 也小于本实验值 6.09%.

表 3 Bridgman 在 25°C 测定的水数据<sup>[3]</sup>

压力 (kbar)	4.90	9.61	9.81	14.71	19.61	21.84	24.52	29.42
$\Delta V(\text{cm}^3/\text{g})$	0.0000	{0.057 0.127}	0.128	0.147	0.162	{0.169 0.226}	0.234	0.247

对于四氯化碳, 我们仅把 Bridgman 在不同室温测定的相变压力与体积跃变值<sup>[7]</sup>列于表 4.

表 4 四氯化碳的相变压力与体积跃变

	温度(°C)	相变压力 (kbar)	体积跃变量 ( $\text{cm}^3/\text{g}$ )
L—I	14.2	~0.98	2.006%
I—II	13.8	2.94	2.343%
II—III	21.8	6.86	0.562%

显然相变压力都较本实验低, 体积跃变量也较本实验为小.

由于水和四氯化碳的固相转变都很缓慢, 本实验的相变时间充分, 固相转变较完全, 故使

我们测得的体积跃变量都较 Bridgman 的高.

#### 参 考 文 献

- [1] P. W. Bridgman, *Proc. Am. Acad. Arts. Sci.*, **66** (1931), 185—233.
- [2] Г. П. Шаховский и др., *ПТЭ*, **1**(1962), 181.
- [3] S. D. Hamann et al., *Disc. Fara. Soc.*, **22** (1959), 119.
- [4] P. W. Bridgman, *Proc. Am. Acad. Arts. Sci.*, **74** (1940), 21—51.
- [5] P. W. Bridgman, *Proc. Am. Acad. Arts. Sci.*, **74** (1942), 399—424.
- [6] C. A. Rotter and C. S. Smith, *J. Phys. Chem. Solids*, **27** (1966), 267.
- [7] P. W. Bridgman, *Phys. Rev.*, **3** (1914), 126—141, 153—203.

## 激光聚爆玻璃球壳靶中氧的 X 射线谱 和各离化态的粒子数密度的分布\*

吴存恺 楼祺洪

(中国科学院上海光学精密机械研究所)

在用高 Z 材料做推进器的激光聚变靶中, 材料的离化态对流体热核燃烧过程有显著影响. 在文献 [1] 中, 我们计算了玻璃球壳靶中硅的 X 射线辐射谱和硅的五个高离化态的粒子数密度的分布. 计算表明把硅视为完全离化

的离子是很粗糙的近似. 本文基于文献 [1] 中的方法, 计算了氧的五个高离化态: OV, OVI, OVII, OVIII 和氧的全离化态的粒子数密度的分

\* 1980 年 3 月 17 日收到.