

两种类型超导体的能隙*

刘福绥

(北京大学物理系)

吴杭生和吉光达的理论研究表明有效声子谱对 $\lambda < \lambda_0$ 和 $\lambda > \lambda_0$ 两种类型超导体 T_c 的影响是不同的. 提高 A 型超导体 ($\lambda < \lambda_0$) T_c 的最有效方法是增大 λ , 而提高 B 型超导体 ($\lambda > \lambda_0$) 的最有效方法是增大 $\lambda \langle \omega^2 \rangle^{[1]}$. 上述结论是很有意义的. 文献 [2] 曾就已有的 T_c 实验数据, 验证了文献 [1] 的结论. 这里自然提出一个问题: A 型和 B 型的分法在超导体的其它性质上是否也有反映? 本文分析了目前已算出收敛半径的超导体的实验数据, 发现两种类型超导体的能隙也有明显不同的规律.

表 1 和表 2 分别列出 A 型和 B 型超导体 $T = 0\text{K}$ 下的能隙 $\Delta_{(0)}$ 以及 $\lambda, \sqrt{\lambda \langle \omega^2 \rangle}$ 的实验数据 (数据来源见所引文献).

表 1 A 型超导体 $\Delta_{(0)}, \lambda, \sqrt{\lambda \langle \omega^2 \rangle}$

超导材料	$\Delta_{(0)}$ (meV)	λ	$\sqrt{\lambda \langle \omega^2 \rangle}$ (meV)
In (晶体)	0.55 ^[3]	0.81 ^[4]	6.86 ^[4]
Mo (晶体)	0.135 ^[5]	0.39 ^[4]	13.49 ^[4]
Zr (晶体)	0.081 ^[5]	0.45 ^[4]	10 ^[6]
W (晶体)	0.001 ^[5]	0.25 ^[4]	9.48 ^[4]
Sn (晶体)	0.52 ^[3]	0.72 ^[4]	8.83 ^[4]
Sn (晶体)	0.56 ^[7]	0.70 ^[7]	8.70 ^[7]
Sn (无序金属)	0.77 ^[7]	0.84 ^[7]	8.52 ^[7]
Ga (无序金属)	1.66 ^[11]	2.25 ^[4]	11.7 ^[11]
Tl (晶体)	0.38 ^[3]	0.795 ^[4]	4.87 ^[4]

能隙的实验值因测量方法不同而有约 10% 的差别. 本文为了统一起见, 除 Zr, Mo, W 外, 一律取由单粒子隧道方法测得的数据. Zr, Mo, W 的能隙很小, 目前尚无实验测定的数据. 我们根据文献 [9] 提供的由 r 和 H_0 求 $\Delta_{(0)}$ 的公式及文献 [5] 提供的 r, H_0 实验数据计算出 $\Delta_{(0)}$. 考虑到这三个材料的 $\Delta_{(0)}$ 很小, 所以即使其数值比隧道测量值相差 10% 也不会对下面图上的点分布有明显的影晌.

用表 1 和表 2 所列的数据, 分别作 $\Delta_{(0)}-\lambda, \Delta_{(0)}-\sqrt{\lambda \langle \omega^2 \rangle}$ 关系, 如图 1 至图 4 所示.

* 1978 年 6 月 13 日收到.

表 2 B 型超导体 $\Delta_{(0)}$, λ , $\sqrt{\lambda\langle\omega^2\rangle}$

超导材料	$\Delta_{(0)}$ (meV)	λ	$\sqrt{\lambda\langle\omega^2\rangle}$ (meV)
Nb ₃ Sn (晶体)	2.80 ^[8]	1.67 ^[4]	18.14 ^[4]
Pb _{0.45} Bi _{0.55} (晶体)	1.25 ^[4]	2.59 ^[4]	6.48 ^[4]
Pb (晶体)	1.34 ^[3]	1.55 ^[4]	6.93 ^[4]
Pb (晶体)	1.35 ^[7]	1.66 ^[7]	6.54 ^[7]
Pb+10%Cu(无序金属)	1.33 ^[7]	2.01 ^[7]	5.72 ^[7]
Sn+10%Cu(无序金属)	1.29 ^[7]	1.82 ^[7]	7.60 ^[7]
Bi(无序金属)	1.21 ^[11]	2.46 ^[11]	6.33 ^[11]

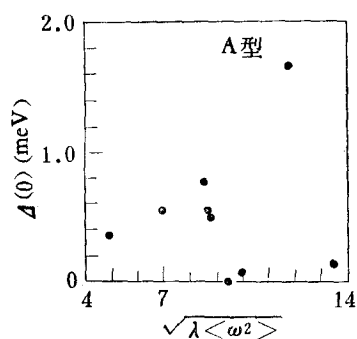


图 1

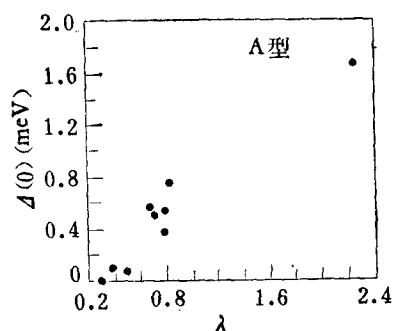


图 2

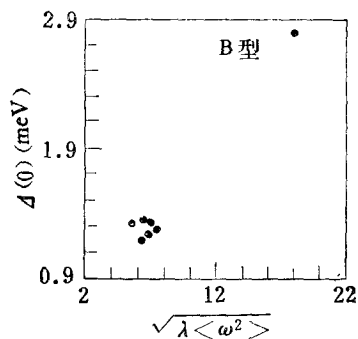


图 3

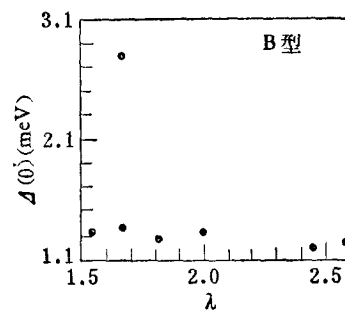


图 4

A 型超导体图 1 上的点 $(\sqrt{\lambda\langle\omega^2\rangle}, \Delta_{(0)})$ 很分散, 从中看不出有规律性联系, 但不难看出图 2 上的点 $(\lambda, \Delta_{(0)})$ 则近似呈递增的关系. B 型超导体的情形则与此相反, 如图 3, 4 所示. 对 $\Delta_{(0)}$ 实验数据的上述分析表明两种类型超导体的能隙也有不同的特点, 所以本文的工作支持存在两种类型超导体的看法, 由此推想如果对 Eliashberg 能隙方程作类似文献[10]的级数展开, 其收敛性应和 T_c 表达式相同.

参 考 文 献

- [1] 吴杭生、吉光达,本刊本期.
- [2] 吴杭生,本刊本期.
- [3] D. Douglass, L. Falikov, *Progress in Low Temperature Physics*, 4 (C. Gorter, ed.), (1964), 97.
- [4] P. Allen, R. Dynes, *Phys. Rev.*, B12 (1975), 905.
- [5] R. Roberts, *Jour. of Phys. and Chem. Ref. Data*, 5 (1976), 581.
- [6] W. Bulter, *Phys. Rev.*, B15 (1977), 5267.
- [7] K. Knor, N. Barth, *J. Low Tem. Phys.*, 4 (1971), 469.
- [8] L. Y. L. Shen, *Phys. Rev. Let.*, 29 (1972), 1082.
- [9] J. Bardeen, J. Schriffer, *Progress in Low Temperature Physics*, 3 (C. Gorter, ed.), (1961), 195.
- [10] 吴杭生等,物理学报, 26 (1977), 509.
- [11] T. T. Chen, J. T. Chen, J. D. Leslie, H. J. T. Smith, *Phys. Rev. Let.*, 22 (1969), 526.

THE ENERGY GAP OF TWO TYPES OF SUPERCONDUCTOR

LIU FU-SUI

(Department of Physics, Beijing University)

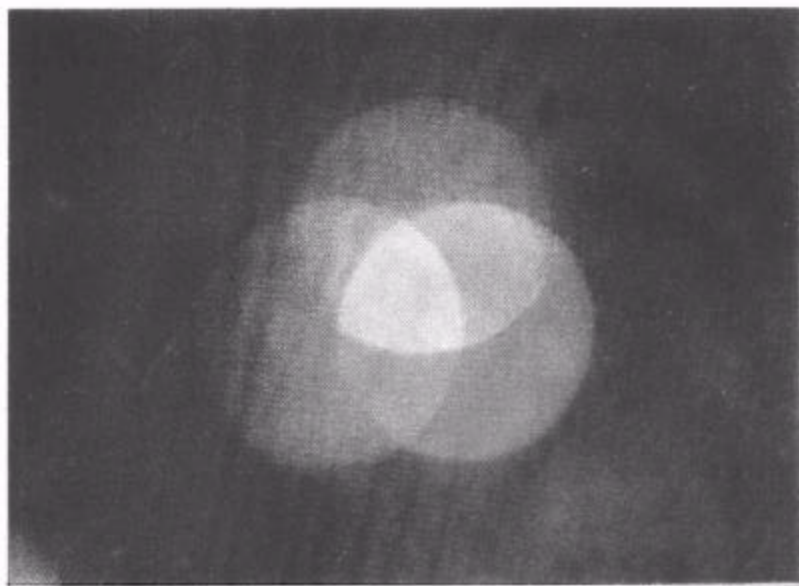
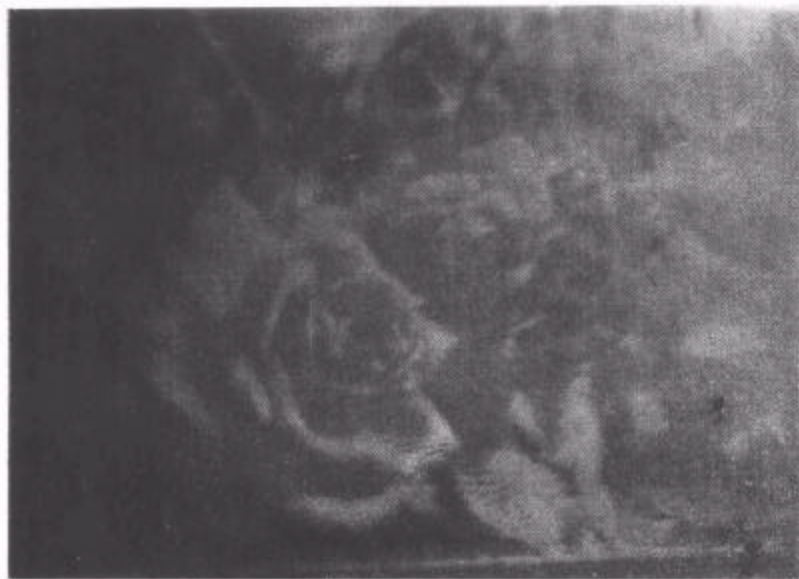


图7 再现彩色三色图象