# 第 7 章 早期量子论和量子力学的准备

## 7.10 X 射线本性之争

X 射线的波动性是 1912 年德国人劳厄（M.V.Laue，1879—1960）用晶体衍射实验发现的。在此之前，人们对 X 射线的本性众说纷纭。伦琴声称 X 射线可能是以太中的某种纵波，斯托克斯认为 X 射线可能是横向的以太脉冲。由于 X 射线可以使气体分子电离，J.J.汤姆孙也认为它是一种脉冲波。

X 射线是波还是粒子？是纵波还是横波？最有力的判据是干涉和衍射这一类现象到底是否存在。1899 年哈加（H.Haga）和温德（C.H.Wind）用一个制作精良的三角形缝隙，放在 X 射线管面前，观察 X 射线在缝隙边缘是否形成衍射条纹。他们采用三角形缝隙的原因，一方面是出于无法预先知道产生衍射的条件，另一方面是因为在顶点附近便于测定像的展宽。他们从 X 射线的照片判断，如果 X 射线是波，其波长只能小于 10−9 厘米。这个实验后来经瓦尔特（B.Walter）和泡尔（R.W.Pohl）改进，得到的照片似乎有微弱的衍射图像。直到 1912 年，有人用光度计测量这一照片的光度分布，才看到真正的衍射现象。索末菲据此计算出 X 射线的有效波长大约为 4×10−9 厘米。

X射线还有一种效应颇引人注目。当它照射到物质上时，会产生二次辐射。这一效应是 1897 年由塞格纳克（G.Sagnac）发现的。塞格纳克注意到，这种二次辐射是漫反射，比入射的 X 射线更容易吸收。这一发现为以后研究 X 射线的性质作了准备。1906 年巴克拉在这个基础上判定 X 射线具有偏振性。巴克拉的实验原理如图 7 – 20。从 X 射线管发出的 X 射线以 45° 角辐照在散射物 A 上，从 A 发出的二次辐射又以 45° 角投向散射物 B，再从垂直于二次辐射的各个方向观察三次辐射，发现强度有很大变化。沿着既垂直于入射射线又垂直于二次辐射的方向强度最弱。由此巴克拉得出了 X 射线具有偏振性的结论。

图 7 – 20 巴克拉 X 射线二次辐射实验原理

A

B

X 射线管

但是偏振性还不足以判定 X 射线是波还是粒子。因为粒子也能解释这一现象，只要假设这种粒子具有旋转性就可以了。果然在 1907—1908 年间一场关于 X 射线是波还是粒子的争论在巴克拉和 W.H.布拉格之间展开了。W.H.布拉格根据 γ 射线能使原子电离，在电场和磁场中不受偏转以及穿透力极强等事实主张 γ 射线是由中性偶——电子和正电荷组成。后来他把中性偶假设用于 X 射线，解释了已知的各种 X 射线现象。巴克拉则坚持 X 射线的波动性。两人各持己见，在科学期刊上展开了辩论，双方都有一些实验事实支持。这场争论虽然没有得出明确结论，但还是给科学界留下了深刻印象。

1912 年劳厄发现 X 射线衍射，对波动说提供了最有力的证据。W.H.布拉格这时已不再坚持他的中性偶假说。不过，他总是直觉地认为，就像他自己说的那样，似乎问题“不在于（微粒和波动）哪一种理论对，而是要找到一种理论，能够将这两方面包蓄并容。”[[1]](#footnote-1)

W.H.布拉格的思想对后来的德布罗意有一定影响。

1. Bragg W H.Nature，1912（90）：360 [↑](#footnote-ref-1)