### 波函数简介

2014/11/21

预备知识： [概率密度](#_概率密度_1)；[复变函数简介](#_复变函数简介_1)

量子力学中，描述粒子状态的是**波函数**．波函数是关于位置和时间的[复变函数](#_复变函数简介_1)，用表示．

在经典力学中，如果已知一个粒子的质量(以及电荷量等其他属性)，只需根据某时刻粒子的位置和动量(或速度)，就能确定粒子的状态，进而可以求出粒子的能量，角动量，预测粒子的轨迹等等．

而在量子力学中，即使粒子处在同一个状态(即具有同一个波函数)，也不可能一次性给出粒子的准确位置，动量，能量等．

那如何使用波函数呢? 波函数本身没有物理意义，其**模长平方**则给出粒子各个时刻在不同位置被可能测量到的[概率密度](#_概率密度_1)．这就是**波函数的统计诠释**．

为了方便起见，在初学波函数时一般介绍一维的波函数，即只考虑粒子在一个方向的运动而忽略与之垂的两个方向上的运动(而不是说粒子沿直线运动)．于是波函数记为．

例如，给出波函数



就可以求出时刻*t*时粒子在内的概率为



如何验证所求的概率呢? 找尽可能多的处在态的粒子，测量每个粒子的位置，把所有落在区间内的粒子数除以总粒子数，就可以得到*P*，且样本越大，越精确．

**归一化**

既然有了概率密度, 就要有归一化．归一化要求, 在整个空间内找到粒子的概率．大于1的概率没有意义, 小于1的概率说明粒子有可能凭空消失, 两种情况都是不也允许的．在一维的情况下, 归一化条件是



于是我们需要考虑一个更基本的问题： 如何求出某个粒子的波函数呢? 在牛顿力学中，只要知道粒子的质量电荷等性质以及周围的势能分布和初始状态，运用牛顿第二定律，即可求出接下来任何时间粒子的状态．在量子力学中，已知粒子性质和势能分布，利用[薛定谔方程](#_薛定谔方程)求解即可

除了位置以外，通过波函数还可以求出某时刻动量，动能，角动量等其他物理量的**统计规律**．事实上，测量一个粒子包括位置在内的任何物理量的统计规律，都可以由[测量理论](#_测量理论)求出．

总而言之，波函数是量子力学对粒子状态所能做出的最精确的描述，不可能获得更多信息(以后要学到的自旋状态不算)．不确定性是量子力学与经典力学的主要区别．