无论是否真的接触过量子力学，很多人都会用“遇事不决，量子力学”这句话，对一些难以解决的问题插科打诨一番。其实在真正的量子力学里，也有一些“不决”，比如大家可能听说过的“测不准原理”。

不过，“测不准原理”是个不正确的名字，**并且会造成对这个原理本质的误解，它真正的名字叫做“不确定性原理”。**

**对原理的建议解释**

不确定性原理的意思是说：粒子的位置和动量不可能同时确定。它的位置越清楚，就越不确定它跑得到底有多快。反之亦然，它的快慢越确定，位置就越模糊。

并且，这种不确定性是个量化了的具体值，并非一个拍脑袋的哲学概念。

刚才我们说过，“测不准原理”这个名字不对。

但是，从这个错误名字的含义入手，来了解不确定性原理，**是许多科普书籍（包括霍金的著作）以及大学物理基础教学的迅速简易的方法，甚至是海森堡本人最初的理解。**

我们不妨也从这里开说。想象我们测量一个粒子的状态，测量之前，我们对它一无所知——就像黑屋子里有只黑猫，我们得拿灯照着，才知道它在哪里。

可是，如果这只猫弱不禁风，一开灯它就被灯光撞飞了。那么，我们就无法判断它本来就在飞，还是被灯光撞飞的。所以我们得把灯光的能量调低一些，别干扰我们的观测对象。

灯光的能量不是由亮度决定的，而是它的频率。

在可见光的波段，就表现为光的颜色：紫光比绿光的能量高，绿光比红光的能量高。

这一点可能有点反直觉，不过大家想想X射线胸透：用来胸透的 X 射线其实很微弱，但是 X 射线频率很高，比紫外线还厉害，每个光子的能量都是电离辐射的级别，照得多了足以出健康问题。

回到正题上来，调低能量的意思就是降低光的频率。比如本来用紫光照明的，就改成红光照明，这只弱不禁风的小黑猫就不会被撞得太狠，我们就知道它本来的运动状态了。

可是，改成红光之后又出了个新问题：红光的波长太长，超过了黑猫的尺寸，从它身上绕过去了。

或者，即使发生反射，我们所探知的位置，取值范围也在一个波长以内，误差挺大的。

所以，要么我们看不清黑猫在哪里，要么我们不知道黑猫的运动状态。

一个精度上去了，另一个精度就会下来，“测不准原理”也就出现了。

这个解释虽然比较易懂，给大家的感觉却是：人类的科技能力不够，假如我们找到新方法，或许可以在不打扰观测对象的情况下获取它的状态。

实际上的不确定性原理说的则是：不确定性是粒子的内在属性，不管你测不测量，它的位置和动量都不可能同时确定。

要注意，是“不可能同时确定”，不是“不可能同时被确定”。

**两个简易推论和其他影响**

大家曾经以为，假如我们能测量一切粒子的状态，那么根据一组物理定律，就可以推演它们的未来状态，那么世界的未来演化也就了然于胸了。这甚至包括我们的思想，因为思维的物质基础也是神经元的电脉冲呀。

但不确定性原理则直接否定了整个前提，粒子的状态本身都不确定，再多物理定律也没什么用了。

量子力学的发展揭示了更多事实，比如状态本身并非“非黑即白只是我们不知道它是黑还是白”的不确定，发展到后来“既是黑又是白只有看一眼才勉为其难给你一个黑白”的叠加态（量子态测量随机性），就更是把科学决定论逼上了绝路。

热力学第三定律从纯经典的角度来说：绝对零度无法到达。而从不确定性原理来说，也是一个直截了当的推论：所谓绝对零度，就是组成物质的分子原子位置确定，并且不再移动。

这样就同时确定了每个粒子的位置和运动状态，和不确定性原理相违，所以是不能达到的。

不确定性原理的提出，更是引发了更多著名事件，例如爱因斯坦和玻尔在索尔维会议上的论战、“薛定谔的猫”、EPR佯谬、暗戳戳拉偏架支持爱因斯坦的的贝尔不等式、以及贝尔不等式被证实不成立。2022 年的诺贝尔物理学奖颁给了三位实验推翻贝尔不等式的科学家，就是这一系列的余波。

2022诺贝尔物理学奖，以纠缠光子验证贝尔不等式不成立。

**对物理热词的误解**

量子力学揭示的物质世界基础，和宏观世界的表现太不相同，非常反直觉，所以遭到种种质疑和误解。这一点很正常，作为量子力学的奠基者，连爱因斯坦和薛定谔都疑虑重重，大家有什么不可置疑的呢？

不过，对爱因斯坦和薛定谔的质疑，大家也是有很多误解的。很多人以为他们两位反对量子力学，其实他们并不反对量子力学本身，而是反对海森堡所在的哥本哈根学派对量子现象的诠释。也就是说，如何用宏观世界的语言来解释量子力学研究中看到的现象。

正如上面的不确定性原理一样，如果解释“测不准原理”，大家都比较容易接受，而如果说粒子本身就不确定，就需要用数学来表达，在宏观世界里找不到可以类比的具体东西。

另一个误解就是认为量子力学就是“这也不确定，那也不确定”，其实并不是这样。即使不确定性原理否定了精准测量粒子状态的可能性，粒子状态的概率分布及其演化过程却可由薛定谔方程精密确定。该有粒子的地方就可能会有，不该有的地方就绝不会有，一点都不含糊，只是当你去观察测量它时，它会按确定的概率分布，随机地给你一个结果。

正是因为量子力学非常反直觉，它被包括爱因斯坦在内的物理大神们狠狠检视过，是史上被审核得最严厉的学说，但是（目前）实在挑不出错，它所作出的预言也被实验一一证实，而“这也不确定，那也不确定”的打哈哈理论是不可能有什么预言的。

举两个关乎我们生活的量子力学的实例：第一是半导体理论。半导体的能带概念是量子力学延伸出来的。

**如果量子力学不成立或者无法做出精确预言，那么半导体物理也不可能成立，咱们用来看这篇文章的手机、电脑就不会存在。**

第二是太阳发光。爱因斯坦的质能方程只揭示了一个方面，而太阳的温度太低，远远达不到氢核聚变所需要的温度，如果没有薛定谔方程所揭示的隧道效应，太阳是不可能发光的；

或者，即使达到了核聚变所需温度，聚变反应也会是氢弹爆炸式的，整颗恒星瞬间灰飞烟灭，而不是现在这样，既能发生反应，又保证反应率极低，像个堆肥一样稳定产能。

还有一个误解，是量子力学就是“这也量子，那也量子”，什么都是一份一份给的，是个不连续的数字世界，进而脑补“我们都是程序，生活在一个巨大的操作系统中”。其实看似不连续的量子世界是由各种连续的方程算出来的，被概率分布的波峰波谷约束的看似不连续而已。

许多媒体提起量子力学里的概念时，喜欢用“双缝实验有多恐怖？”“智子通信要实现了吗？”“掌握量子纠缠，你也能瞬移！”这样一惊一乍的标题。

我们对量子力学要以平常心来看待，微观世界是整个世界的物质基础，量子力学预言的范围也覆盖了宏观世界，我们不妨认定它的奇妙表现是世界本来该有的样子，再好好反思一下：

“数学计算出来这么自然而然的东西，为什么宏观世界却这么不好打比方呢？”