许秀来：单量子体系的多场调控及其在腔量子电动力学中的应用

许在衬底上随机生长的量子点，并不知道量子点的位置和个数，所以通过控制绝缘层孔的位置和大小，来控制单量子点的发光和收集。

针对量子点的发光，如果用一束激光打在量子点的基态上，如果能够拿掉电子或者空穴，通过测量光电流，就可以观察到暗量子点光谱，所以比较简单，只需要拿激光照上去即可。

第一个难点在于单量子点的电流强度很弱，只有10几个pA，原因就是他们是单个的点。比如若用82MHz钛宝石激光去泵浦，只能得到12个pA的光电流光谱强度。

第二个难点在于激光的波长，必须与量子点的能级严格匹配，不匹配的话可能会激发不同尺寸的量子点。

同时，电子与空穴的自旋和势垒也不一样，走得慢的载流子，比如空穴的寿命有1~10个ns，而电子只有3个ps，相差3个数量级，这样就可以在3个ps的时间范围内，把电子拿掉，在这个时间尺度之后，对于电子是空态，而空穴要在10个ns后才被激发走，所以可以看到单个的空穴，所以他们这个体系可以做单空穴的初始化。

单个量子点，如果用圆极化光激发，则由于角动量守恒，还可以初始化空穴的自旋的几率。于是就可以用第二束激光来检验该空穴的自旋。由于泡利不相容原理，第二束激光必须与这个空穴的自旋相反，如果相同则不会被吸收，这样就可以检验空穴，即带电激子的自旋。

并且他们发现，带电激子，不受弱光电流的影响。因为每一个入射光子被吸收，都会产生一个电子空穴对，电子跑掉后，空穴留下来，电子形成光电流，而总有一个空穴留下来，复合后，下一个空穴又留下来了，因此可以重复利用，所以探测到的光电流与留下来的空穴互不影响。，并且下一个空穴对第一个空穴有库伦排斥，所以空穴的寿命可以到140ps，小了一个数量级 ，但仍比电子的寿命长，所以仍然比电子跑得慢，但探测到的空穴的光电流强度就会增加很多。

所以这可以用于做先放进去一个电子或空穴的量子点太阳能电池，会提高太阳能电池的效率。