

关于对称性自发破缺和希格斯机制的理解

姓名：龙云飞

单位：北京大学物理学院

导师：冒亚军教授

专业：粒子物理与原子核物理（高能物理实验方向）

email：longyf@pku.edu.cn

本人是粒子物理实验专业的学生，听了杨金民老师的课程之后，感觉对粒子物理理论的理解更深了，于是我决定把自己对于对称性自发破缺和希格斯机制的理解写成一份报告，作为本届暑期学校的结业报告。

对称性自发破缺，简而言之，就是一个系统的运动方程（拉氏量）具有某种对称性，但是这个系统所呈现的物理状态并不具有这种对称性。具体可以看一下图，当粒子处于虚线的交点的时候，势能比较高，粒子会向势能较低的点跃迁。当粒子处于势能最低的点时（比如下图中粒子处的位置），它可以有两个激发的方向，一个是 ϕ_1 ，一个是 ϕ_2 。显然，粒子沿着 ϕ_2 激发，能量还是不变的，产生的粒子是无质量的粒子，通常被称作 Goldstone 玻色子，这种激发叫做零能激发。沿着 ϕ_1 方向激发，产生的粒子是有质量的，通常被称作希格斯玻色子，这种激发叫做物理激发。最开始的时候，规范玻色子，比如 W^\pm, Z^0 粒子，都是无质量的，在飞行的过程中，将无质量的 Goldstone 玻色子吃掉了，于是就获得了质量。而那个没有被吃掉的希格斯玻色子，就是后来 LHC 找到的重量大约为 125GeV 的玻色子。这样就可以解释规范玻色子质量的起源。至于费米子质量的起源，也跟希格斯粒子有关。费米子和希格斯场耦合获得质量，这个耦合通常被称作 Yukawa 耦合，具体是怎样耦合的我不理解。

希格斯粒子也因为可以解释质量的起源而被大家称作上帝粒子，虽然最开始莱德曼起这个名字的时候并不是这个意思。

