# 52．什么是场？

一个量在空间（或空间的一部分）有确定的分布，或者说，在空间的每一个点都有确定的量与之对应，则称在空间有一个确定的场。如果这个量是标量，则称为标量场；如果这个量是矢量，则称为矢量场。场还有另一层意思，即它是物质存在的另一种形态，如电场、磁场、引力场，等等。

高中学生在学习电学时，会遇到“场”的概念，首先是静电场，后来还有磁场、涡旋电场，等等。那么到底什么是场呢？

## 一、场的两种含义

场本是数学概念，任何一个量在空间的某个部分有确定的分布，就说这部分空间存在一个确定的场。例如，冬天的房间里生有一个火炉，在房间这个空间里各处的温度并不相同，靠近火炉处温度较高，而靠近窗户处温度较低，在稳定的状态下，房间各处都对应着一个确定的温度值，我们就说房间里有一个确定的温度场。

场还有另一层意思，即它是物质存在的另一种形态。说它是另一种形态，是相对于由实物粒子组成的物质而言的。由原子、分子等实物粒子组成的物质，有一定的质量，占有空间一定的体积。由实物粒子组成的物体，按照尺度的大小可分为宏观物体和微观粒子，物理学中的力学主要研究由实物粒子组成的宏观物体的运动及相互作用等问题，而物理学中的原子物理、原子核韧理以及粒子物理则完全深入微观领域。场这种物质与实物粒子构成的物质有所不同，它弥散在空间中，不占有空间的体积。因此，在空间的相同位置，可以同时存在若干不同的场。场这种物质不能用质量这个物理量描述，同时场也不能作为参考系。

电磁场确实是一种物质，现代的科学实验和生产实践都证明了电磁场可以脱离电荷和电流而独立存在，它具有自己的运动规律，具有能量、动量等物质属性。电场和磁场都是电磁场的一部分，是物质存在的一种形态。

## 二、中学教学中接触到的几种场

1．**电场**。在高中物理教科书中最早出现的场是静电场，它存在于静止电荷的周围，静电场与静止的电荷紧密联系，不能脱离电荷而单独存在，在空间的分布不随时间变化，呈稳定状态。

还有另一种电场，由变化的磁场产生，称为感应电场。它与静电场有所不同：静电场的电场线从正电荷出发（或来自无穷远）而终止于负电荷（或伸向无穷远），有头有尾，不闭合，称为有源场，而感应电场的电场线是闭合曲线，称为涡旋电场。静电场是保守场，存在着由位置决定的势，而感应电场不是保守场。

这两种电场都是物质场，它们的基本性质是对位于电场中的电荷有作用力。物质场又称相互作用场。力是物质间的相互作用，场是物质，它本身谈不上力，或者说，作为物质场，在空间分布的是物质，而不是力，它与其他物质相互作用才有力。我们知道，电场力 *F* = *Eq*，其中 *E* 是场的性质，或者说是场的物质性的表现，而 *q* 是放在电场中的其他电荷，电场对位于其中的电荷 *q* 的作用称为电场力，电场力 *F* 的大小和方向既与电场这种物质（体现在 *E* 的大小和方向）有关，又与另一个电荷（体现为 *q* 的电荷量与正负）有关，可以说，*F* = *Eq* 正好说明了为什么物质场又称相互作用扬。

2．**磁场**。在初中教学中，磁场一词就已经出现。存在于静止的磁体周围及恒定电流周围的磁场（磁体周围的磁场，本质上也是电流产生的），是稳定的磁场，它在空间的分布不随时间变化。还有一种磁场是由变化的电场产生的，称为感应磁场。从产生原因来说，两种磁场与两种电场类似，但与电场不同的是：这两种磁场都是涡旋场，即所有磁场的磁感线都是闭合的曲线，不是保守场。

磁场也是物质场，即相互作用场，磁场的基本性质是对位于其中的通电导线或者运动电荷有力的作用，用公式表示分别是 *f* = *BIL*sin*θ* 及 *f* = *Bqv*sin*θ*，式中的 *B* 是场的性质，是场的物质性的表现。磁场必须与其他物质相互作用才有力，*I* 和 *l* 分别是载流导体中的电流和通电导体的长度，*q* 和 *v* 分别是电荷量和运动速度，它们都代表着与磁场相互作用的其他物质。

3．**电磁场**。这是变化的电场和变化的磁场的统称，它们相互联系，并且在空间以波动的形式传播，它可以脱离电荷或电流而存在，其物质性尤为明显。电场和磁场都是电磁场的组成部分，但静电场和恒定磁场在空间的分布都不随时间变化，并且不能脱离电荷或电流而独立存在。

4．**引力场**。引力场也是物质场，或者称相互作用场，空间有确定分布的不是引力，而是引力场强度，它与其他质点相互作用才有引力，引力 *F* = *E*引力场·*m*，其中引力场强度 *E*引力场是引力场物质性的表现，而 *m* 是另一个质点的质量，可见，引力的大小和方向既与引力场有关，又与另一个质点有关。

质点的引力场是有心力场，其引力场强度的大小 *E*引力场 = *G* ，式中 *M* 为产生引力场的质点的质量，*r* 为与该质点的距离，其方向指向该质点，即指向引力场的中心，它的引力场线为三维空间中的均匀分布的放射线。符合平方反比关系的场称为有心力场，静止点电荷的电场也是有心力场，其场强 *E*点电荷 = *k* ，式中 *Q* 为产生电场的电荷量，*r* 为与该点电荷的距离，只是点电荷分为正、负两种，孤立的正点电荷的电场场强方向为从球心向外，而孤立的负点电荷的电场场强方向为向里指向球心。

5．**重力场**。重力场是匀强场，即各点的场强都相同，大小为 *g*，方向竖直向下，重力场线是一组间距相等的平行线。重力场是不是物质场，这取决于重力的定义：如果把重力近似看作地面附近小范围内的地球引力，则重力场就是地球引力场在地球表面小范围的一种近似，由于地球很大，在地面附近小范围内的有心力场就可以近似认为是匀强场。但如果强调重力不是地球引力，而是随地球自转的非惯性系中的地球引力与转动惯性力的合力，那么重力就没有反作用力，地面参考系也不是惯性系，重力场就不好说是物质场了。

6．**弹性力场**。在讨论弹簧振予的振动问题时，可以认为在振子振动的一维空间存在着弹性力场，即弹力在空间中有确定的分布，其大小 *F* = *k*·Δ*x*，方向指向弹簧恢复原长的方向。如果把图 1 所示的与弹簧相连接的重球向下拉动一段距离，并且使重球获得与纸面成一定角度的初速度，则重球将在三维空间里做复杂的曲线运动，这时可以认为在三维空间里存在着弹性力场。

图 1 弹簧连

接的重球

弹性力场是真正的“力”场，即在空间有确定分布的是“弹性力”。弹性力场不是物质场，即不是相互作用场，因为不管与弹簧相互作用的是什么，弹力都与它无关，因此它与电场、磁场、引力场不同，只是一种数学场。

最后笔者认为：引力场、重力场有点名不符实，听起来好像它们是“力”场，但其实它们都是相互作用场。而静电场的名字起得就非常确切，它不叫“静电力场”而叫“静电场”，准确而不会引起混淆。当然，引力场、重力场都已经叫习惯了，不必更正，但必须正确理解。