# 67．静电场与恒定磁场有什么异同？

静电场是静止电荷产生的，分布在电荷的周围。恒定磁场是恒定电流或静止磁体产生的，分布在电流或磁体周围。它们的共同点是场在空间的分布不随时间变化。

静电场是有源场，而恒定磁场是涡旋场，前者电场线有头有尾，后者磁感线是封闭曲线。静电场是保守力场，存在着由位置决定的电势。磁场没有势。

静电场对静止或运动的电荷都有作用力，该作用力的方向沿电场线方向，称为纵向力。磁场对静止电荷没有作用力，但对运动电荷以及通电导体有作用力，该作用力与磁感线方向垂直，称为横向力。

静止电荷周围有静电场，静止的磁体或恒定电流周围有恒定磁场，它们的共同点是场在空间的分布不随时间变化，但它们仍有诸多不同。

## 一、产生的原因不同

静电场是静止电荷产生的，分布在电荷周围，与电荷不可分。磁体周围或电流周围有磁场，静止的磁体或恒定电流周围的磁场称为恒定磁场，可以说恒定磁场是由静止的磁体或恒定电流产生的。

安培提出磁体磁场起源的假说，揭示了磁现象的电本质，他认为磁体内部存在着分子电流，磁体周围的磁场实质上也是由电流产生的，而电流是电荷定向运动形成的，因此可以说磁场是由运动的电荷产生的。

一个电荷是静止的还是运动的．与选择的参考系有关，如果某电荷在地面参考系中是静止的，转换到另一个相对地面做匀速运动的参考系中，它就是匀速运动的电荷，而运动的电荷周围也有电场存在，但这个电场不是静电场，而是变化的电场，变化的电场周围就要产生磁场。匀速运动的电荷周围的电场是均匀变化的，它产生的磁场是恒定磁场。因此可以说，匀速运动的电荷周围产生恒定磁场。

## 二、基本性质不同

电场的基本性质是对其中的电荷有作用力，称为静电力，它的方向与电场方向在一条直线上，如果是正电荷，则电场力方向与电场方向一致，如果是负电荷，则电场力方向与电场方向相反。一般把这种力称为纵向力。电场对电荷的作用力与电荷的运动状态无关，不论该电荷是静止的还是运动的，也不论电荷运动速度的方向和大小，电场对它的作用力都是 *F* = *qE*。

磁场的基本性质是对其中的不与磁场方向在一条直线上的运动的电荷有力的作用，这个力称为洛伦兹力，它的方向与磁场方向垂直，属于横向力，其作用力方向可用左手定则判定。磁场对电荷的作用力与电荷的运动状态有关，磁场对静止电荷及沿与磁场方向平行的方向运动的电荷没有力的作用，当电荷的速度 *v* 的方向与磁场方向夹角为 *θ* 时，作用力大小为 *f* = *qBv*sin*θ*。

电场强度 *E* 定义为电荷受到的作用力 *F* 与电荷量 *q* 的比值，即 *E* = ，其方向与正电荷在该点的受力方向相同，与负电荷的受力方向相反。

表示磁场的强弱的物理量是磁感应强度 *B*，它定义为沿垂直于磁场方向以速度 *v* 运动的电荷受到的磁场力 *f* 与电荷 *q* 及速度 *v* 乘积的比值，即 *B* = ，方向垂直于 *v* 也垂直于 *f*，用左手定则判定。

磁场还对其中的载流导体有作用力，称为安培力，如果导体中的电流为 *I*，方向与磁场方向垂直，长度为 Δ*l*，受到的磁场力为 *F*，则定义磁感应强度 *B* 为 *F* 与 *I*Δ*l* 的比值，即 *B* = ，方向垂直于 *I*Δ*l* 也垂直于 *F*，用左手定则判定。

两种磁感应强度的定义是从不同角度说的，都正确，只是利用载流导体受到的安培力来定义时会限于匀强磁场，对于非匀强磁场，由于各处的磁感应强度不相同，必须取 Δ*l*→0 时的极限才是该点的磁感应强度，即 *B* = 。

## 三、场在空间的分布情况不同

电场和磁场可以分别用电场线和磁感线直观形象地描述，电场线和磁感线各点的切线方向即为场的方向，线的疏密则表示场的强弱。静电场和恒定磁场都是物质，具有能量，电场线的疏密表示场强的大小，也反映电场能量密度的大小。同样，磁感线的疏密表示磁感应强度的大小，也反映磁场能量密度的大小。

但二者有一点不同：静电场的电场线是由正电荷出发而终止于负电荷（也可能由正电荷出发而终止于无穷远，或者由无穷远出发而终止于负电荷），正、负电荷称为它的源头，因此静电场称为有源场。而磁场的磁感线则是闭合曲线，称为涡旋场。

要屏蔽外界电场的影响，只要用一个金属外壳或者金铁壳属网罩就可以实现，因为金属外壳在静电场中会发生静电感应而把电场线都隔离在外部，内部不会受到外部电场的影响，从而实现了静电屏蔽。有时也需要进行磁屏蔽，可以用一个铁制外壳把需要屏蔽的设备罩起来，如图 1 所示。由于铁的磁导率很大，可以把外界磁场的磁感线尽可能地集中到铁壳壁内，而铁壳内部的磁感线会大大减少，但效果比起静电屏蔽来要差不少，因此常常需要在外面套多层铁壳。

图 1 用铁壳进行磁屏蔽

对于平行板电容器，两极板带上等量异种电荷后，如果不计边缘效应，可以认为电场线都在两极板之间的区域，电场的能量也都集中在这个区域内，其外部，特别是两极板的外侧，没有电场存在。螺线管中通有恒定电流时，周围有恒定磁场，所有的磁感线都从它的内部穿过，因此内部的磁场能量密度最大，但由于所有的磁感线都是闭合曲线因此外部空间也存在磁感线，磁场的能量也分布在整个空间。

静电场是保守场，把电荷在静电场中沿任意路径移动一周，回到原出发位置，电场力做功为零，因此存在着由位置决定的势，即电势，这样静电场在空间有确定分布的物理量有两个，即电场强度和电势。而磁场不是保守场，没有势的概念，这是磁场与电场很重要的不同点。

## 四、导体中通有振荡电流的情况

导体中的电流如果不是恒定电流，而是振荡电流，即高频交流电，导体内的自由电荷做着往复振荡，电荷周围存在着电场，这个电场不是静电场，而是变化的电场，并且是不均匀变化的电场，它要在周围产生磁场，并且产生的磁场也是不均匀变化的，又要产生电场，从而变化的电场和变化的磁场交替产生并向外传播，形成电磁波。电磁波是电磁场在空间的传播，它们脱离了最初产生电场或磁场的运动电荷，独立地传播，变化的电场和变化的磁场都是电磁场的组成部分，它们不可分，但它们已经不再是静电场和恒定磁场了，它们在空间的分布随时间变化。