

图解场与力的关系及对场本质误读的原因分析(修改)

作者：彭晓韬

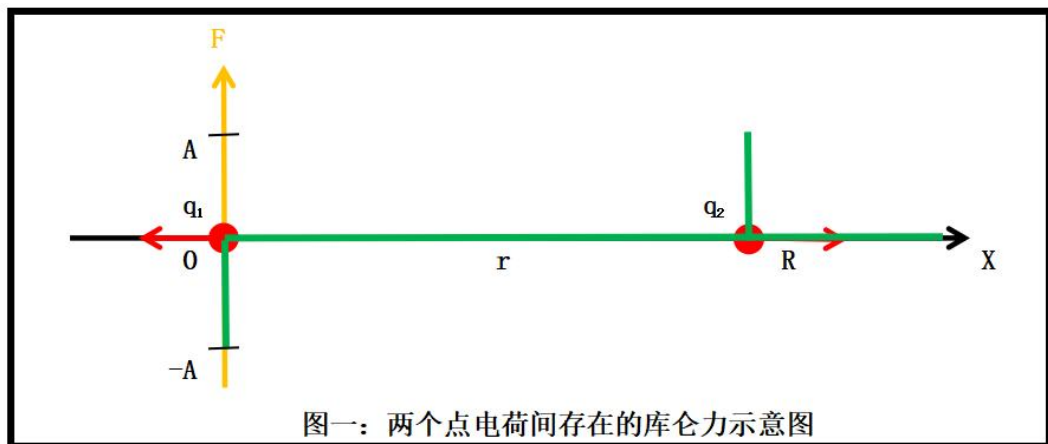
日期：2022.07.18

[文章摘要]：场（万有引力场、电场和磁场）的定义中隐含了一个假设：假设观测点 P 点上存在一个单位的点场源（单位点质量或单位正点电荷），它所受到的力（万有引力、库仑力和磁力）的大小与方向即为该点上的场的强度的大小与方向。当将场进一步拓展为在时空中为连续可导的函数时，则上述隐含的假设被进一步扩充为：时空中所有的空间位置上均存在一个一个单位的点场源。而客观实际情况是：场源在时空中的分布并非连续，也非稳定不变的。由此导致了诸多以场和场论为基础的物理学理论、定理和定律就不可能与客观事实相符了。如：电磁感应定律、高斯定律、哈勃定律、麦克斯韦方程组、相对论、量子力学和宇宙大爆炸论等。本文以图解的方式对场与力的关系进行一些探讨，并在此基础上指出目前大多数人对场的本质存在误读的原因进行一些分析、探讨与认证，希望有兴趣的朋友们多提宝贵意见与建议。

为更简洁地叙述问题，我们只以电场与库仑力为主要探讨对象，并仅以一维条件下仅存在 2 个点电荷的情形进行相应的分析与研究。而对万有引力与万有引力场、磁力与磁场间的关系，以及多电荷（质量）情况下的情形暂不作深入探讨。

一、电场和库仑力的定义图解

1、库仑力图解



上图一中有两个电荷量分析为 q_1 、 q_2 的点电荷分别位于 X 轴上的 O 点和 R 点，两点间的距离为 r 。则按照库仑定律，两个点电荷受到的库仑力均为 F （暂记为 A ），可由下面的库仑定律计算出具体的数值：

库仑定律的数学表达式：

$$\vec{F} = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \vec{e}_r \quad (\text{公式 1})$$

其中 r 为两者之间的距离； \vec{e}_r 为从 q_1 到 q_2 方向的矢径； k 为库仑常数（静电力常量）。

如果我们沿 X 轴正向对每个点上的库仑力进行计算并将计算结果标注于图一中，则有：沿 X 轴正向的电荷分布函数 $q(x)$ 为：

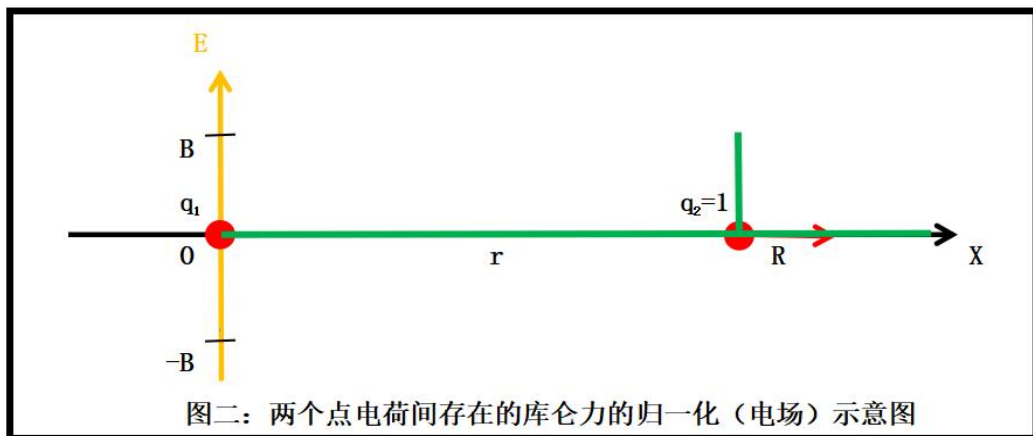
$$\begin{cases} x=0, q(0) = q_1 \\ x=(0, r), q(x) = 0 \\ x=r, q(r) = q_2 \\ x>r, q(x) \equiv 0 \end{cases} \quad (\text{公式 1-1})$$

因此有：除 $x=0$ 点的库仑力为 $-A$ （力的方向沿 X 轴反向）、 $x=R$ 点的库仑力为 A （力的方向沿 X 轴正向）外，其余各点 ($x \neq 0$ 和 $x \neq r$) 上的库仑力均等于 0 （也就是说：没有电荷（电荷量为 0 ）的空间位置上的库仑力均为 0 ，也就是没有库仑力存在），结果如图中绿色实线所示。亦可用数学公式表达如下：

$$\begin{cases} x=0, F(0) = -A \\ x=(0, r), F(0, r) = 0 \\ x=r, F(r) = A \\ x>r, F(x) \equiv 0 \end{cases} \quad (\text{公式 1-2})$$

由以上（公式 1-1）和（公式 1-2）可知：电荷分布函数和库仑力函数在空间上均为非连续可导函数。

2、电场的定义图解



按照电场的定义有：假设（公式 1）中的点电荷 $q_2=1$ ，即对以上的库仑力进行归一化，就是电场强度表达式。也就是假设电荷 q_2 的电荷量为 1 且其所在的空间位置为观测点，则该点上的电场强度的大小与方向与该电荷所受到的库仑力的大小与方向相同，暂记作 B 。如下式示：

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_2} = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \vec{e}_r = k \frac{q_1}{r^2} \vec{e} \quad (\text{公式 2})$$

如果我们沿 X 轴正向对每个点上的库仑力进行归一化并将计算结果标注于图二中，则有：除 0 点 ($r=0$) 无法计算、 R 点为 B （力的方向沿 X 轴正向）外，其余各点上的库仑力归一化均等于 0 （也就是说：没有电荷（电荷量为 0 ）的空间位置上的电场均为 0 ，也就是没有电场存在）。如图中绿色实线所示。亦可用数学公式表达如下：

$$\begin{cases} x=0, E(0) = \infty \\ x=(0,r), E(0,r) = 0 \\ x=r, E(r) = B \\ x>r, E(x) = 0 \end{cases} \quad (\text{公式 2-1})$$

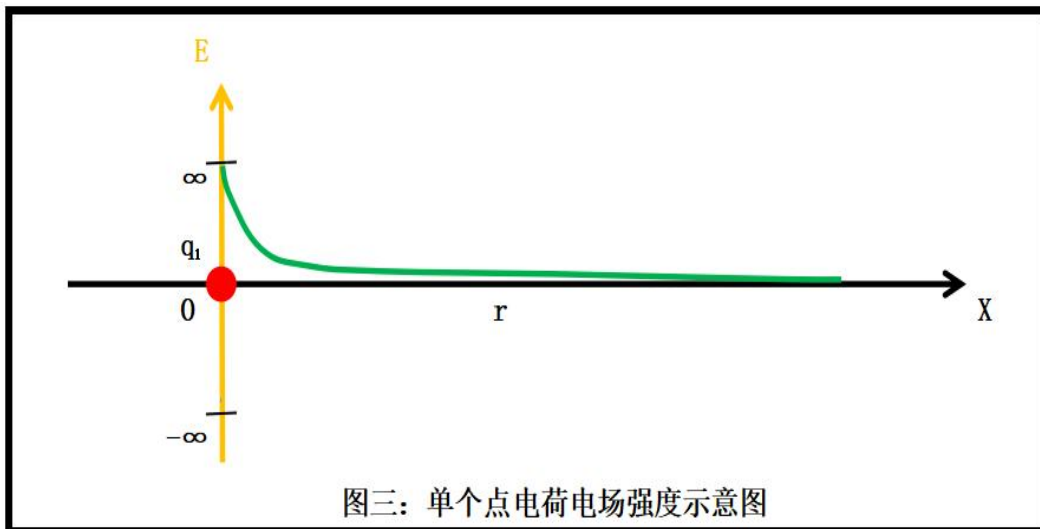
由（公式 2-1）可知：电场强度在空间上为非连续可导函数。

3、电场的本质

从以上图解可知：电场只是电荷之间才存在的库仑力的归一化。没有电荷存在的空间区域范围内是不可能存在电场的。由此决定了电场强度在空间上是非连续可导函数。同时，如果电荷在空间上的分布会随时间变化时，则电荷分布函数和电场强度在时空上都是非连续可导函数。

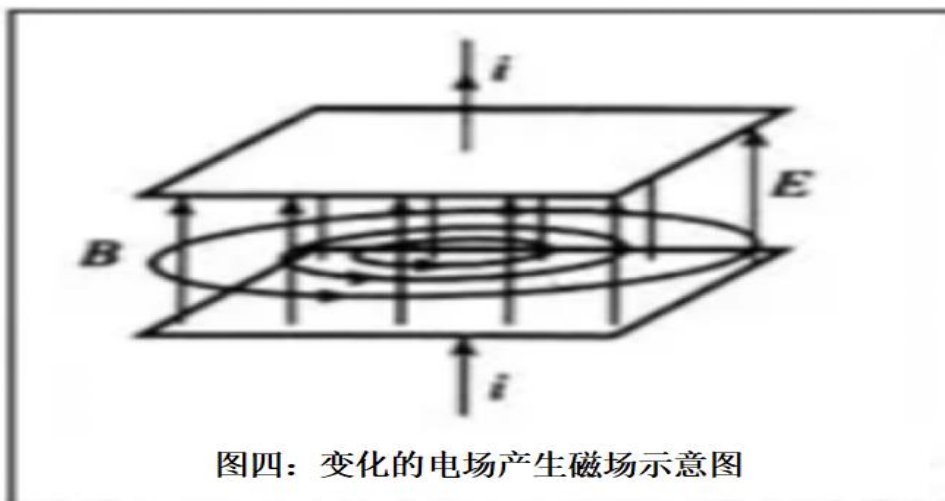
二、对电场本质的误读

1、认为单个电荷就可以产生电场



图三：单个点电荷电场强度示意图

2、认为电场可以脱离电荷而单独存在且变化的电场可以产生磁场



图四：变化的电场产生磁场示意图

3、认为电场具有能量

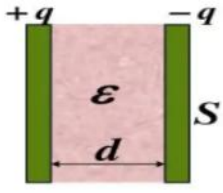
$$W_e = \frac{1}{2} CU^2 \quad \text{对平行板电容器}$$

$$W_e = \frac{1}{2} \left(\frac{\epsilon S}{d}\right) (Ed)^2$$

$$= \frac{1}{2} \epsilon E^2 (Sd) = \frac{1}{2} \epsilon E^2 V$$

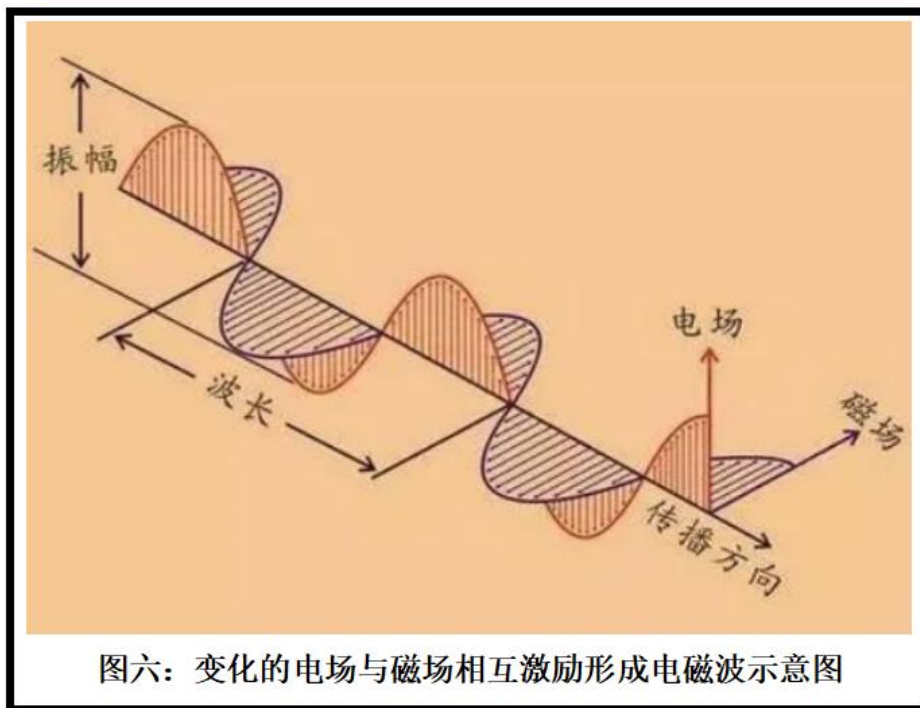
电场的空间体积

电场能量密度 $w_e = \frac{W_e}{V} = \frac{1}{2} \epsilon E^2$



图五：静电场的能量和能量密度

4、认为变化的电场和变化的磁场能相互激励形成电磁波



5、认为电场在时空上是连续可导函数

从以上叙述可知：当电荷在时空中的分布为非连续函数（客观世界只能是非连续的，不可能为连续函数）时，电场强度在时空中也是非连续可导函数。

总之，以上各种对电场的解读出错的原因在于对电场的定义和本质认识不足，没有认识到电场的定义与本质是：电场的定义是库仑力的归一化，电场的本质是库仑力，是一种只存在于两个或两个以上电荷之间的相互作用力的表达方式之一。从力的本质可知：力是成对出现的，有力就有反作用力，不可能只存在力。这是否定单个电荷就能产生电场的最有力证据。同时，力是不可能脱离力源而独立存在的，因为没有力源的空间位置上不可能存在力。因此，不可能会出现变化的力产生新的力的可能性。当然更不可能出现变化的力相互激励形成波动的力并向各个方向传递的现象。