# 60．选无穷远为电势零点与选地面为电势零点等价吗？

严格地讲，二者并不等价，即如果选无穷远为电势零点，那么地面就不是电势零点。但我们更关注电势的变化，或两点电势的差值，而不是某点电势的数值，多数情况下选地面为电势零点在解决问题时会更为方便。

讨论有关电势和电势能的问题时，我们有时会选取无穷远处为电势零点，有时会选取地面为电势零点，本文对此做些讨论。

## 一、问题的提出

有人问道：“为什么计算导体的电势时，有时以无穷远处为电势零点，有时以地球表面为电势零点？二者所得的结果是否相同？”

对此，有一种解释：地球近似是个大导体，在任一地理位置上做实验时，地球上与该位置相距最远处可视为无穷远。若选无穷远为电势零点，地球上电势便处处为零，因此用导线将某导体与地接通，该导体电势便为零。（摘自《中学奥林匹克物理》舒幼生著第 411 页）

这段话无疑是正确的。但可能有人会产生误解，认为以地球表面为电势零点与以无穷远处为电势零点是完全相同的。其实上面这段话说的是“近似”，短短的几十个字中有两处说到了“近似”，一是开始“地球近似是个大导体”，二是后面“地球上与该位置相距最远处可视为无穷远”，“可视为”就包含近似的意思。

这种思考问题的方法使我们联想到讨论一个点电荷与一个**无穷大**平板导体间的电场分布问题时的思考过程：图 1 所示是正点电荷与一块无穷大平板导体间的电场线分布情况，平板导体本不带电，由于正点电荷的静电感应，平板的上表面带上负电，下表面带上正电（图中未画出下表面的正电荷），正点电荷与上表面的负电荷间形成非匀强电场，它的电场线分布情况与如图 2 所示的两等量异种点电荷的电场的左半部分相同。如图 2（a）所示，是两等量异种点电荷的电场线分布情况，垂直相交，是一个等势面，它延伸至无穷远处，由于无穷远处电势为零，因此整个中垂面电势都为零。如图 2（b）所示，我们假想在中央等势面的位置处放置一块无穷大的薄金属片，由于静电感应，金属片左侧表面会出现负电荷，右侧表面会出现等量的正电荷，它们的中垂面处处都与电场线它们对图 2（a）的电场在空间的分布没有影响，因此图 2（a）的左半边与图 1 的电场分布是完全相同的。

图 1 点电荷与平板导体的电场

图 2 两等量异种点电荷的电场

（a）电场线分布情况

（b）在中央加一块薄片导体

在地球表面的任何位置处导体与地球的关系与图 2（b）所示的情况还是有差别的：①如图 2（b）所示，薄金属板确实是延伸至无穷远的，而地球表面与地球表面附近的导体相距最远处只是“可视为无穷远”；②如图 2（b）所示，薄金属板是不带电荷的，即它的净电荷为零，而地球表面是带负电的，若以无穷远处为电势零点，地球表面的电势并不为零。

当我们“用导线将某导体与地接通，该导体电势便为零”，这是我们处理问题的一种很重要的方法。严格来说，把地球表面的电势与无穷远处的电势都认为是零，是一种近似，这给我们带来很大的方便，因为在实际问题中，我们更关心的是某导体的电势的变化，而不是该导体电势本身的具体数值，或者我们更关心的是两个导体间的电势差，而不是这两个导体的电势的具体数值，而电势的变化及两个导体的电势差都与电势零点的选取无关。

## 二、计算导体的电势时选哪里为电势零点较方便？

如果是孤立导体，一般以无穷远处为电势零点。如果不能看作孤立导体，那就要与另一个导体组成电容器了，地球就是一个大导体，任何一个导体与地球都能组成电容器。如果一个导体离地球表面足够远，地球对它的影响小到可以忽略，就可以将其看作孤立导体，计算其电势一般取无穷远处为电势零点，而如果导体离地球表面比较近，地球对它的影响不能忽略，那就不能将其看作孤立导体，这种情况下计算其电势，取地球表面处为电势零点更为方便。就是说，当我们选取无穷远处为电势零点时，是把导体当作“孤立导体”对待的，而当我们选取地球表面为电势零点时，是把这个导体与地球作为一个电容器对待的，二者的区别就在这里。

一个导体是孤立导体，就意味着它不受其他带电物体的影响，如果它与其他导体组成电容器，就要受到那个导体的影响。所谓影响，主要表现在它表面电荷的分布情况将发生改变，从而其周围的电场分布情况会发生改变，从无穷远处沿某条电场线的积分（*U* = − ）改变，同时电势也会改变。

对于我们用来做实验的导体而言，地球是庞然大物，要说完全不受地球的影响，是没有可能的，因此严格地说，在地球表面是没有“孤立导体”存在的可能的，我们所说的“孤立导体”都是近似的，即在绝缘导体与地球的距离远远大于该导体的线度的情况下，我们可以忽略地球对它的影响，把它近似看作孤立导体，从而以“无穷远处”作为电势零点计算它的电势。

我们在地球表面做很多静电实验，或要解决很多实际问题，常常是在某些特定时刻需要导体与地球直接相连，这种情况下以地球表面为电势零点讨论问题就是最方便的，举两个例子来说明。

**例 1** 用感应起电的方法使导体球带电，如图 3 所示。

（a）导体球发生静电感应

图 3 用感应起电方法使导体带电

（b）用手指接触与大地相连

（c）撤去手指与大地脱离

（d）移走带电体导体球带电

固定在绝缘支架上的导体球原来不带电。图 3（a）中带正电的玻璃棒靠近或接触导体球，使它发生静电感应，但整体并没有带电（由于玻璃棒是绝缘体，经与毛皮摩擦而带上的正电荷不能在玻璃棒上自由移动，因此棒与导体球接触——不在导体球上移动——不会把正电荷传给导体球，但能使导体发生静电感应）；图 3（b）用手指接触导体球，即把它通过人体与大地相连接，导体球上部分正电荷通过人体被中和掉；图 3（c）撤去手指使导体球与大地脱离，这时导体球仍与大地电势相等；图 3（d）移走带电体，导体球又可以近似看作孤立导体了，它通过感应起电的方法而带上的负电荷将均匀地分布在外表面。

 **例 2** 如图 4 所示，带正电的 A 球靠近不带电的枕形绝缘导体 B，试比较 A 与 B 电势的高低。

A

B

图 4 比较带电体 A 与不带电导体 B 电势的高低

本题的带电体 A 和不带电导体 B 靠得较近，不能算作孤立导体，但它们与大地没有发生紧密联系，故不用考虑大地的影响，只考虑它们之间的相互作用即可。由于静电感应，B 的左端将出现负电荷，而右端则出现等量的正电荷，周围空间的电场线分布情况的示意图如图 5 所示，其中从 A 出发的电场线一部分终止于 B 左端的负电荷，从 B 右端的正电荷处有相同数量的电场线发出，它们与从 A 发出的其他电场线一样都终止于无穷远处。以无穷远处为电势零点，不难看出，A、B 的电势都为正，且 A 的电势高于 B 的电势，即 *φ*A > *φ*B > 0。

图 5 A、B 附近电场线分布情况示意图

A

B