# 20．矢量的合成与分解跟运动的合成与分解有什么不同？

任何一个矢量，都可以沿坐标轴方向进行分解，例如，力 ***F*** 可以沿空间直角坐标系 *O*–*xyz* 的三个坐标轴分解为三个分量 *Fx*、*Fy* 和 *Fz*。

运动的分解与合成，指的是把一个复杂的运动分解为两个（或几个）简单的运动，以达到化繁为简的目的。所谓简单的运动，是指其位置（或速度）随时间变化的规律是简单的函数关系。

运动的分解，由于位置、速度等都是矢量，因此可以按照矢量分解的方法进行分解，但也有另外的分解方法，例如变换参考系进行分解或按照初始条件和受力情况进行分解等。

矢量的合成与分解与运动的合成与分解，二者有联系，但却是两个不同的概念，不可混淆。

## 一、什么是矢量的合成与分解？

矢量是既有大小又有方向的物理量，矢量的分解与合成遵守平行四边形定则。常见的一种矢量分解，是把矢量沿空间直角坐标系的三个坐标轴进行分解。以某质点受到多个力为例，把各力都沿空间直角坐标系 *O*–*xyz* 的三个坐标轴进行分解，可分别得到它们的三个分量 *F*1*x*、*F*1*y*、*F*1*z*、*F*2*x*、*F*2*y*、*F*2*z* ……对于同一方向上的分量，可以求代数和进行合成，即 *Fx* = *F*1*x* + *F*2*x* + ……、*Fy* = *F*1*t* + *F*2*t* + ……、*Fz* = *F*1*z* + *F*2*z* + ……．最后把三个分量合成即得到合力，它的大小 *F* = 。

任何一个矢量都可以分解为两个或多个分矢量，但不是任何两个同种矢量都能合成为一个矢量，例如，作用线为异面直线的两个力，就不能合成一个力。

## 二、什么是运动的合成与分解？

仿照力的分解与合成，把一个运动分解为两个或几个分运动，就是运动的分解，反之，把一个物体同时参与的两个或几个运动合成一个运动，就是运动的合成。

所谓运动，广义地说指的是任何物质的变化过程，包括热运动、电磁运动、化学运动，等等。狭义的理解指的是机械运动，即宏观物体的位置变化过程，在力学范围内，所谓的运动一般指机械运动。所谓运动的规律，指运动中质点的位置矢量（位矢）、速度等物理量随时间变化的规律。

描述质点运动的物理量，例如，位矢、位移、速度、加速度等，都是矢量，它们遵守矢量分解与合成的规则，可以像力那样进行分解与合成。

但矢量的分解合成与运动的分解合成，终究是两个不同的概念。从分解来说，前者分解的是一个物理量，即把一个矢量分解为两个（或几个，下同）矢量。例如，把力 ***F*** 分解成两个力（***F*** = ***F***1 + ***F***2），合力 ***F*** 是力，它是改变物体运动状态的原因，分力 ***F***1 和 ***F***2 也是力，同样也是改变物体运动状态的原因，并且 ***F*** 单独作用与***F***1 和 ***F***2 共同作用，对物体运动状态的改变效果相同（这就是力的独立作用原理）。而后者分解的是一个过程，或者说是一个随时间变化的规律，即把一个过程分解成两个过程，或者把一个随时间变化的舰律分解成两个随时间变化的规律。例如，做平抛运动的物体的位矢随时间变化的规律是 ***r***(*t*)，把它分解为 ***r***1(*t*) = ***r***1(*t*) + ***r***2(*t*) = *v*0*t* ***i*** + *gt*2 ***j***，其中 ***r***1(*t*) 和 ***r***2(*t*) 分别表示沿水平方向的匀速直线运动和沿竖直方向的自由落体运动。

速度是矢量，把速度 ***v*** 分解为 ***v***1 和 ***v***2，即 ***v*** = ***v***1 + ***v***2，合速度 ***v*** 是表示物体运动快慢和方向的物理量，分速度 ***v***1 和 ***v***2 也同样是表示物体运动快慢和方向的物理量，这属于矢量的分解。速度了随时间变化的关系写作 ***v***(*t*)，把它分解为 ***v***(*t*) = ***v***1(*t*) + ***v***2(*t*)，这就是运动的分解，因为它分解的是速度矢量随时间变化的规律。

运动的分解更强调“化繁为简”，把一个复杂的运动分解为两个简单的运动，就是把一个复杂的问题分解为两个简单的问题，从而有利于问题的解决。如果越分解越复杂，那就失去了分解的意义。

所谓简单的运动，是指那些随时间变化具有简单规律的运动。中学阶段重点讨论的匀速直线运动、匀变速直线运动、匀速圆周运动、简谐运动等都是简单运动。简谐运动虽然其运动过程中位移、速度、加速度等都在随时间变化，但它们随时间变化的规律都遵循简单的正弦或余弦函数关系，因此也属于简单运动。

## 三、常见的几种运动分解的思路

下面以平抛运动为例来说明常见的几种运动分解的思路。平抛运动是位于一个平面（竖直平面）内的运动。

### （1）沿空间的不同方向进行分解

中学教科书上一般是通过实验描出平抛运动的轨迹，建立平面直角坐标系 *O*–*xy*，然后将物体的位移和速度分别分解为沿 *x* 方向和 *y* 方向的分量，再研究它们在 *x* 方向和 *y* 方向上的分量随时间变化的规律，从而得出其 *x* 方向（水平）的分运动是保持初速度 *v*0 不变的匀速直线运动，*y* 方向（竖直）的分运动是初速度为零，加速度为 *g* 的匀加速直线运动，即自由落体运动。

### （2）变换参考系

中学所讨论的运动，凡没有说明参考系的，都默认为以地面为参考系（参考系甲）。有些运动相对地面参考系而言是比较复杂的，但转换到另外一个参考系（参考系乙），往往就是较简单的运动。如果该参考系对地面参考系的运动规律已知，则该物体对地面的运动就可以看作它对参考系乙的运动与参考系乙对地面（甲）的运动的叠加，其速度关系为 ***v***绝对 = ***v***相对 + ***v***牵连，或写作 ***v***物对甲 = ***v***物对乙 + ***v***乙对甲。后面这种表述形式既好记忆又便于理解。说它好记忆，因为从形式上是把等号左迈的一项变为右边的两项，其脚码前后是不变的（最前面是“物”，最后面是“甲”），而在中间插入另外一个“乙”；说它便于理解，因为“甲”参考系一般指最常用的地面参考系，而后插入的“乙”参考系则是相对地面运动的参考系。

设物体以水平方向的速度 *v*0 抛出，不计空气阻力，它相对地面做平抛运动，而将参考系改换成相对于地面以水平速度 *v*0 匀速运动的参考系，它做的就是自由落体运动。对于从匀速飞行的飞机上释放的物体（不计空气阻力）的运动，用这种思路去分析很容易理解：以沿水平方向匀速飞行的飞机为参考系，释放的物体做自由落体运动，而飞机相对地面做匀速运动，那么这个从飞机上释放的物体相对地面来说就是水平抛出的物体，该抛体相对于地面的运动就是以上两种简单运动的叠加。

### （3）从初速度和受力情况入手进行分解

物体的运动情况由它的初条件和受力情况决定，初条件即物体的初位置和初速度，它表示初始运动状态，物体受到的外力决定了它的加速度，即运动状态的变化率。在物体的初位置确定的情况下，我们可以把初速度作为引起运动的一种“原因”（原因甲），作用力作为引起运动的另一种“原因”（原因乙）。如果只存在原因甲而原因乙不存在，物体将做某种运动；如杲只存在原因乙而原因甲不存在，物体将做另一种运动。这两种运动如果都是简单运动，并且相互独立而互不影响，原来的复杂运动就分解为两个简单的运动了。

平抛运动的物体也可以按这种思路进行分解：在初位置一定的情况下，物体的初速度 *v*0 和受到的重力作为两种“原因”存在。如果它只有初速度 *v*0 而不受力的作用，则它将做匀速直线运动；如果它只受重力作用但没有初速度，则它将做自由落体运动。现在这二者都存在，并且相互独立而互不影响，则它的运动就是这两种简单运动的叠加。

这种思路也可以应用到竖直上抛物体的运动：如果只有向上的初速度 *v*0 而不受重力的作用，物体将沿竖直方向向上做匀速直线运动；如果没有初速度而只受重力作用，物体将做自由落体运动。现在以上二者都存在，则它的运动就是这两种运动的叠加，用公式表示是 *h* = *v*0*t* − *gt*2，式中的两项分别表示两个分运动的位移：第一个分运动是沿竖直方向向上的匀速直线运动，它的位移 *h*1 = *v*0*t*，方向为正，即竖直向上；第二个分运动是自由落体运动，它的位移 *h*2 = − *gt*2，负号表示方向竖直向下。

斜抛物体的运动也可以如此处理，在初位置一定的条件下，把斜向初速度 *v*0 和受到的重力作为两种“原因”：如果它只有初速度 *v*0 而不受重力的作用，则它将沿 *v*0 的方向做匀速直线运动；如果它只受重力作用但没有初速度，则它将做自由落体运动，现在这二者都存在，则它的运动就是这两种简单运动的叠加，即可以把它分解为沿初速度 *v*0 方向的匀速直线运动以及竖直向下的自由落体运动。

斜抛物体的运动也可以进一步分解为三个分运动：沿水平方向的速度大小为 *v*0*x* = *v*0cos*θ* 的匀速直线运动、沿竖直向上方向的速度大小为 *v*0*y*= *v*0sin*θ* 的匀速直线运动、沿竖直向下的自由落体运动，它的位移用公式表示为（式中的 *θ* 是初速度 *v*0 与水平方向的夹角）：