# 24．向心加速度是描述速度方向变化快慢的物理量吗？

加速度是速度矢量对时间的变化率，向心加速度是由于它的方向指向圆心而得名的，它仍然是加速度。对于做匀速圆周运动的质点，其速度的大小保持不变，改变的只是速度方向，但速度矢量的变化量（Δ***v***）与速度的大小（*v*）及速度方向的变化量（Δ*θ*）都有关，因此向心加速度不是“表示速度方向变化快慢的物理量”，表示速度方向变化快慢的物理量是角速度 *ω*。

有一种说法，质点做匀速圆周运动时，速度大小保持不变，只有速度方向改变，因此向心加速度是表示速度方向变化快慢的物理量。这种说法是不正确的。

## 一、变速圆周运动的加速度

做变速圆周运动的质点，它的加速度 ***a*** 一般不指向圆心，如图 1 所示。我们可以把这个加速度沿切线方向和法线方向分解，分别为切向加速度 *a*τ 和法向加速度 *a*n。

图 1 变速圆周运动的加速度的分解

*O*

P

*a*

*v*

*a*τ

*a*n

其中切向加速度 *a*τ 与速度 *v* 的方向在一条直线上，它起着改变速度大小的作用：如果 *a*τ 与 *v* 同向，则速度增大；如果 *a*τ 与 *v* 反向，则速度减小。具体关系是 *a*τ = ，式中的 *v* 是速率，因此，切向加速度是描述速度大小变化快慢的物理量。

法向加速度 *a*n 沿半径方向指向圆心，因此又称向心加速度。它的方向与速度 *v* 的方向垂直，其作用是改变速度的方问，而对改变速度的大小没有贡献。但是，不能说它是描述速度方向变化快慢的物理量！

## 二、向心加速度是描述什么的物理量？

加速度是描述速度矢量变化快慢和方向的物理量，用公式表示是：***a*** = = $\lim\_{∆t\to 0}\frac{∆v}{∆t}$ 。

一般来说，速度矢量的变化量与速度大小的变化及速度方向的变化都有关，图 2（a）表示速度由 *v*1 变为 *v*2，速度矢量的变化量为 Δ*v*。图 2（b）则把 Δ*v* 分解为 Δ*v*1 和 Δ*v*2，其中 Δ*v*1 是由于速度方向变化引起的速度矢量的变化，Δ*v*2 是由于速度大小变化引起的速度矢量的变化。这里 Δ*v*2 只与速度大小的变化有关，而与速度方向的变化无关，但 Δ*v*1 有所不同，它既与速度方向的变化有关，也与原来的速度大小有关。

图 2 速度矢量的变化

*v*1

*v*2

Δ*v*

Δ*v*1

Δ*v*2

Δ*v*

（a）

（b）

再看质点做匀速圆周运动的情况，它的速度大小没有变化，因此切向加速度为零，其加速度就是向心加速度。经过一段极短的时间，其速度矢量发生了变化，而这种变化完全是由于速度方向的变化引起的。以钟表的秒针为例，设 A 点是秒针上远端的一点，B 点是靠近转轴的一点，二者的速度大小不同，*v*A > *v*B。经过相同的时间 Δ*t*，二者的速度矢量都发生了变化，如图 3 所示。不难看出，它们的速度变化量不相等，Δ*v*A > Δ*v*B，其原因显然不是速度方向变化不同造成的，而是质点 A 的速度（线速度）大于质点 B 的速度，即 *v*A > *v*B 造成的。这段时间内，质点 A 与质点 B 的速度方向的变化量是相等的，在图中表现为二者速度矢量转过的角度相等。

图 3 速度方向变化引起的速度矢量变化

*v*A

*v*B

Δ*v*A

Δ*v*B

*v*Aʹ

*v*Bʹ

向心加速度与线速度及角速度间的数量关系是 *a*向心 = *ωv*，用矢量表示是 ***a***向心 = ***ω***×***v***。从这里可以更明显地看出，向心加速度的大小既与角速度的大小有关，也与线速度的大小有关，两个不同的质点都做匀速圆周运动，单纯比较向心加速度的大小，不能判定谁的运动方向变化更快。

## 三、描述运动方向变化快慢的物理量是角速度

如图 4 所示为质点 P 沿虚线所示的圆周运动。某段时间从图中的 P 点沿逆时针方向运动到 Pʹ 点，相应的角位置由 *θ*1 变到 *θ*2，角位移为 Δ*θ* = *θ*2 – *θ*1。速度则由 *v*1 变到 *v*2，运动方向的变化量即速度方向的变化量 Δ*θ*ʹ，由几何关系可知，Δ*θ* 与 Δ*θ*ʹ 大小相等。

图 4 运动方向变化与角速度

*x*

*O*

P

*v*1

*θ*1

*θ*2

Δ*θ*

Δ*θ*ʹ

*v*2

Pʹ

再来看方向，Δ*θ* 的方向由右手螺旋定则判定为垂直于纸面向外，而 Δ*θ*ʹ 的方向同样也是垂直于纸面向外，二者不但大小相等，而且方向相同。

角速度是角位置随时间的变化率，即 ***ω*** = ，角速度的方向与角位置的变化量在时间趋近于零时的极限值相同，即该质点的角速度的方向为垂直于纸面向外。角速度的大小和方向分别表示质点运动方向变化的快慢和方向，因此，角速度 ***ω*** 是描述质点做圆周运动时运动方向变化快慢和方向的物理量。