第 i 步（$i=1,2,\ldots,n$）随机行走带来的坐标变动可由矢量 $\vec{X}_i$ 描述；一般来说，它是一个多维随机变量。在此基础上，第 n 步时的坐标可表示为:

$$\vec{r}_n=\sum_{i=1}^{n}\vec{X}_i$$

注意到 $\vec{X}_i,\vec{X}_j$ 相互独立且分布一致，自然有 $\langle\vec{r}_n\rangle=n\langle\vec{X}_i\rangle$; 若 $\langle\vec{X}_i\rangle\neq 0$, 则 $\langle\vec{r}_n\rangle$ 随步数 n 线性增大。

类似地，

$$\begin{aligned}\left(\vec{r}_n-\langle\vec{r}_n\rangle\right)^2&=\left(\sum_{i=1}^{n}\vec{X}_i\right)\cdot\left(\sum_{j=1}^{n}\vec{X}_j\right)-2\vec{r}_n\cdot\langle\vec{r}_n\rangle+\langle\vec{r}_n\rangle^2\\&=\sum_{i,j}\vec{X}_i\cdot\vec{X}_j-2\vec{r}_n\cdot\langle\vec{r}_n\rangle+\langle\vec{r}_n\rangle^2\\&=\sum_{i=j}\vec{X}_i^2+\sum_{i\neq j}\vec{X}_i\cdot\vec{X}_j-2\vec{r}_n\cdot\langle\vec{r}_n\rangle+\langle\vec{r}_n\rangle^2,\end{aligned}$$

$$\sigma^2=\left\langle\left(\vec{r}_n-\langle\vec{r}_n\rangle\right)^2\right\rangle=n\langle X_i^2\rangle-\langle\vec{r}_n\rangle^2+\sum_{i\neq j}\langle\vec{X}_i\cdot\vec{X}_j\rangle$$

若概率分布关于原点对称（如，各项同性），则 $\sum_{i\neq j}\langle\vec{X}_i\cdot\vec{X}_j\rangle=0,\langle\vec{r}_n\rangle=0$, 相应有 $\sigma^2=n\langle X_i^2\rangle\propto n$. 注意，这一结论适用于任意维数的随机行走。

然而，即便步长固定为 1, 若概率分布关于原点不对称，则 $\sum_{i\neq j}\langle\vec{X}_i\cdot\vec{X}_j\rangle\neq 0,\langle\vec{r}_n\rangle\neq 0$, 特别地，对一维随机行走而言，若向右、向左概率分别为 p,q，$p+q=1$, 则:

$$\langle\vec{r}_n\rangle=n(p-q),\quad\langle\vec{X}_i\cdot\vec{X}_j\rangle=p^2+q^2-2pq=(p-q)^2,\quad\sum_{i\neq j}\langle\vec{X}_i\cdot\vec{X}_j\rangle=n(n-1)\,(p-q)^2,$$

$$\boxed{\therefore\ \ \sigma^2=n\left(1-(p-q)^2\right)=n\,\mathrm{Var}(\vec{X}_i)}$$

简单起见，这里规定行走的步长恒定为 1; 可见 σ^2 依然正比于 n, 但 $|p-q|$ 越大，比例系数越小。若 $p=1$ 或 $q=1$, 则 $\sigma^2=0$, 此时随机行走退化为单向规则运动。此外，若允许有呆着不走的概率，则 $\langle X_i^2\rangle<1$, 同样 $\sigma^2=n\langle X_i^2\rangle\propto n$, 且比例系数小于 1.