第一个微分方程(1.1)实际上是一个三合一的向量方程，一般称为**动量方程**。是牛顿方程的另一种变形。它告诉我们流体在外力的作用下是如何加速的。我们首先要将该方程分解，然后再研究二阶微分方程(1.2)——**不可压缩条件**。

首先想象一下我们使用粒子系统来模拟流体。每一个粒子代表一个流体微粒(a little blob of fluid)。其质量为，体积为，速度为。为了及时整合系统，我们只需要找出作用在每个粒子上的力是什么：告诉们粒子是如何加速的，从中获得它的运动。我们用稍微奇怪的符号重写粒子的加速度（稍后我们将它与动量方程关联）：

大写D的微分符号被称为物质导数(material derivative，后面将介绍)。牛顿定律表达为：

.

哪些力作用在物体上呢？除了最简单的重力外，流体之间也存在相互作用的力。那么粒子之间是如何交互的呢？

第一种流体力是**压力**，高压区域推向低压区域。注意我们真正关心的是作用在粒子上的合力：例如，当粒子各个方向上的压力相等时，合力为0，没有加速度。当压力不平衡时，我们才能看到对粒子的影响，例如粒子一侧的压力大于另一侧，结果是粒子受到一个从高压区域指向低压区域的合力。我们用来表示负压力梯度(negative gradient of pressure，负号表示从高压区域到低压区域)。我们需要对流体体积上求积分来获取压力值。一般乘以流体微粒体积来近似。

另一个流体力是**粘性力**(viscosity)。粘性流体试图抵制变形。稍后我们将更深入地推导出这一点，但我们可以直观地理解成：一个试图让粒子速度达到附近粒子平均速度的力，即试图最小化流体与附近位置之间的速度差异。我们使用微分算子——拉普拉斯来表示粘性程度。这将给我们提供粘性力，一旦我们在流体粒子上求积分得到了它。我们就可以使用**动态粘度系数**(dynamic viscosity coefficient)，用希腊字母来表示(动态意思是我们从中获取了一个力，运动粘度用来获取加速度)。流体表面附近的粘度是变化的，第十章将详细介绍。

将上述所有力整合在一起，得到流体微粒的运动：

显然，当我们用有限个粒子来近似流体时会产生误差。如果将粒子的数目改成无穷大的，粒子的半径则趋近于0，质量和体积也必须趋近于0。那么上面的公式则没有意义了。这可以通过在方程两边除以体积，然后求极限来修正。

其中

两边再除以密度，然后移相，得到

其中，该项被称为运动粘度