## 面向COVID-19的传播动力学建模

### 传播动力学方程

经典SIR模型[1]将群体状态分成三类：易感者（S）、感染者（I）、康复者（R），其中易感者是指没有被感染但缺乏免疫能力并且容易被感染者传染的群体；感染者是指已经被感染并且能够将病毒传染给易感者的群体；痊愈者是指已经隔离或者对病毒具有免疫能力的群体。这三类群体的的状态按照一定的转换率互相转换，转移图如图1所示，构建对应的SIR模型的传播动力学方程式（1）。



图1 经典SIR模型的状态转移图

(1)

式中S(t)、I(t)、R(t)分别是t时刻的易感者、感染者与康复者的人数；N为人口总数；β表示接触传染率；γ表示感染者的治愈率。

但针对COVID-19这种疾病，该模型并不能够反映实际的传播特点，结合COVID-19具有一定的潜伏期的问题，并引入人口的流入流出，来体现疾病的扩散风险。在此基础上我们使用改进的SEIR模型，该模型引入了潜伏期的个体类型，并将人口的流入流出情况纳入考虑，改进后的SEIR模型如图2所示

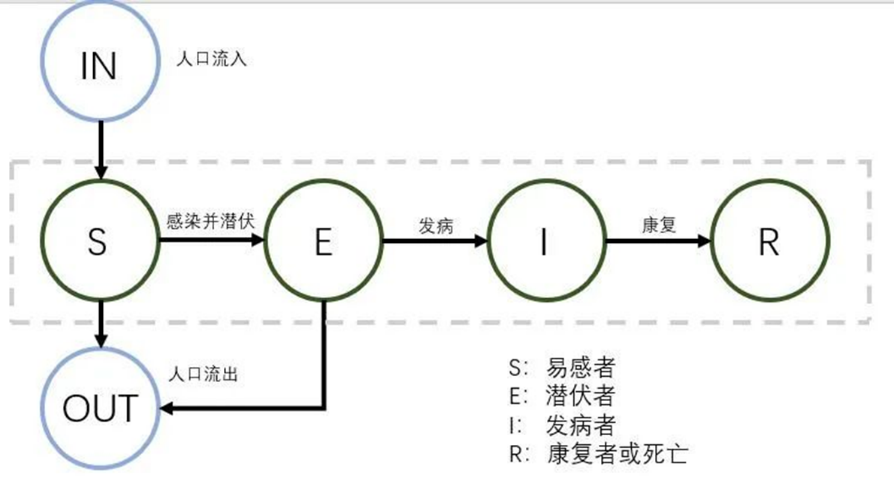


图2 引入人口流动的SEIR模型

由于人口的流动与传染病的各个状态的相关性较弱，因此我们将IN与 OUT设定为外部量，考虑到IN与OUT都是在离散时间上的变量吗，我们可以得到引入人口流动的SEIR模型的传播动力学的差分方程

(2)

[1]. Dietz K. The first epidemic model: a historical note on PD En'ko[J]. Australian Journal of Statistics, 1988, 30(1): 56-65.