

# 通过半衰期理论测算，新增确诊归零之路漫长

宝城期货金融研究所 程小勇

摘要：

1.3月下旬至4月中旬，全球风险类资产出现强势反弹，反弹的逻辑在于：一方面全球主要央行前所未有的货币宽松和各国大规模财政救济，避免了信用塌陷和流动性危机；另一方面，随着主要疫情国家新增确诊病例自峰值回落，市场对于疫情前景相对乐观。

2.我们认为疫情对经济的冲击已经从中美等国家经济指标得到验证，未来市场的风险来源于疫情对实体经济的冲击，体现在失业率攀升和企业盈利大幅度下滑。而各国救济措施第一目的已经达到，即保障居民的生活和让企业得以生存，但是不能逆转企业盈利下降和居民收入下降。

3.各国央行救济措施实际上就是债务货币化，正在催生新的过度投机。央行日渐成为公司债市场最大和最后的买家，考虑到高收益债的信用评级比较低，买入此类债券会给央行的资产负债表带来较大的风险。但考虑到当前经济遇到冲击的程度，美联储看来准备将这些风险当作是为防止美国经济受到永久性伤害而付出的代价。

4.最重要的是对于新冠疫情未来的发展，目前医学界并没有一致的、确定性结论，例如未来是否会出现反复，是否会与人类长期共存等。笔者通过半衰期理论测算，要让主要国家或者经济体新增确诊病例归零，可能到年内都不大可能实现，这就意味着隔离措施可能间歇性的强化，全球居民生活和经济会遭遇到极大的干扰。换句话说，各国救济措施带来的庞大的流动性使得金融机构在保留大规模现金流动性不现实的情况下，抄底风险类资产尤其是高收益债的风险是很大的。

对于疫情的发展有多种预测的方法，例如SIR，SEIR等模型，但这些模型在不同参数假设下变化会非常大。而在S（易感者）E（暴露者）I（感染者）R（康复者）四个参数中，有些参数如E（暴露者）很难准确估计。另外各个参数也需要太多实测数据的支持，如果数据收集稍有不完善，就会导致最终结果较大的误差。

我们可以运用物理学半衰期理论来测算全球主要经济体新增确诊病例归零的时间节点。半衰期理论不需要知道新增确诊病例的具体函数是怎么样的，在感染率 $R_0$ 大于1时，新增确诊为S性向上的指数增长曲线；在 $R_0$ 小于1时，大概率是一条指数衰减的曲线。我们只要知道新增确诊病例从峰值下降到一半的时候所花费的时间，就可以算出某一国家或者地区的半衰期是多少。由于中国武汉新增确诊已经归零，有一个半衰期作为参照，我们只要测算出某一国或地区的半衰期是中国湖北的半衰期的多少倍，就可以测算出这一国家或地区从新增确诊回落到中国武汉新增确诊病例峰值后到归零的时间。

## 新增确诊病例与指数增长、指数衰减

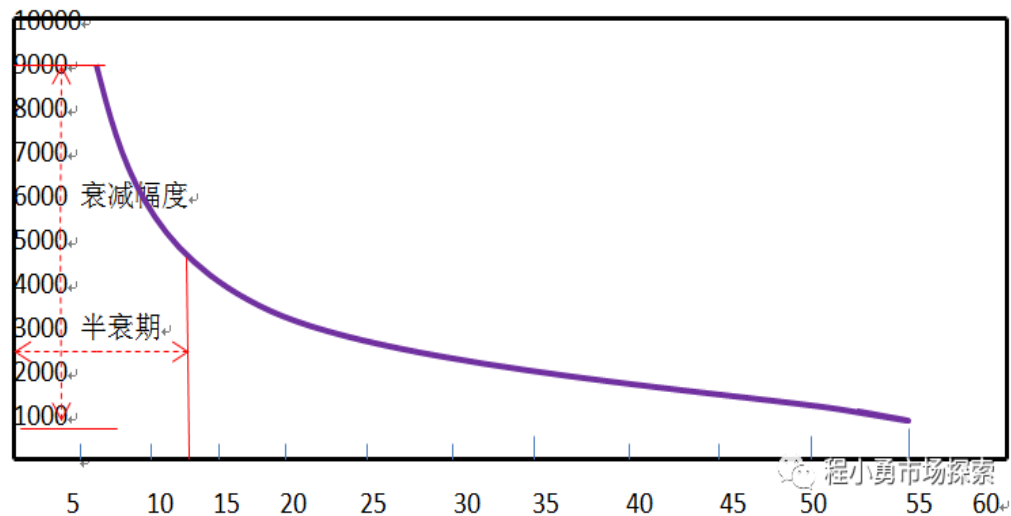
如果函数变化率与函数值成正比则该函数就是一个指数函数，其外在表现为指数形式的增长或衰退。举个例子，细菌数量越多其生长率就越高；相反，放射性物质的衰变率会随着其质量的减少而变缓。但无论是增长还是衰退其都与函数值成正比。

我们认为新冠病毒肺炎新增确诊病例也是一种指数增长和衰减的问题，影响它们的因素无论有多少，最终都可以体现为单一的参数，就是指数的大小。在流行病学里，病毒传播的指数大小是用 $R_0$ （感染率）来表达的。如果 $R_0 > 1$ ，就会体现为指数增长；如果人为干预，如隔离措施， $R_0 < 1$ ，那么体现为指数衰减。如果没有人干预， $R_0 = 1$ ，那么其发展规律会是一条水平线，就是在现有水平上维持，一直发展到总感染人数达到60%-80%时为止，持续时间会很长。

目前各国或者经济体都接受了中国严格隔离措施的做法，因此大多数国家或者经济体新

增确诊人数都呈现向下的衰减曲线。

图 1：新增确诊病例衰减曲线



半衰期理论预测新增确诊病例的优势在于：不用准确地计算衰减函数，而是建立不同对象之间精确的对应关系，通过精确测量其中一个对象，从而精确获得另一个对象的信息。运用半衰期理论的一个前提就是中国湖北新增确诊病例已经归零，有一个现成的、已经完成衰减的对应对象。有一个参照的指数衰减过程作基准后，并且获得了它的精确测量值，只要评估出两者间发展速度差异的倍数，两者相乘就可很精确地估算出以同样初始值发展过程的时间长度。

#### 湖北疫情发展的半衰期和精确时长

湖北是从 2020 年 1 月 23 日开始封城的，此后新增确诊一直不断增长，到 2 月 9 日达到峰值，用了 19 天。中间有一次确诊标准发生变化，2 月 12 日新增了约 1.38 万人（极端数据）。这个事实上是过去很多天就有，但在一天内释放出来的。我们用等差数列将 1.37 万人分配到 2 月 4 日至 11 日的新增确诊数值上，可以测算出 2 月 9 日，湖北峰值时新增确诊为 4418 人。

在湖北全面隔离之前， $R_0$  是远大于 1 的，具体是多少完全不重要，新增确诊病例是指数增长。而在湖北“封城”之后，使  $R_0$  降低到低于 1，具体比 1 低多少也不重要，从而新增确诊病例在“封城”后 14-28 天之内进入指数衰减。

为什么在湖北“封城”之后，新增确诊还在持续增长呢？一是“封城”措施开始实施， $R_0$  并不是马上下降到低于 1 的，由于原先没有应收尽收，很多人没有进行相关检测， $R_0$  甚至有可能在这个短暂的混乱期反而上升；另外一个原因是病毒有一个 14 天的潜伏期，在“封城”之前就已经传染的人，会在这个 28 天内逐步表现出来。而 14-28 天之内，新增变化就是体现在封城之后的  $R_0$  值影响。

#### 运用半衰期理论预测当前疫情较为严重国家疫情发展

##### 1. 意大利

意大利 2020 年 3 月 10 号开始封城（意大利从 3 月 10 日起进入全国“封城”状态），26 号达到峰值，用了 16 天。

截止 4 月 19 日，湖北累计确诊为 6.8 万人，意大利累计确诊 17.6 万人，意大利累计确诊人数约为湖北的 2.6 倍。意大利新增确诊从峰值回落到中国湖北新增确诊峰值（4600 人）大约用了 16 天（4 月 11 日）。

图 2：意大利新增确诊病例



数据来源：Wind 宝城期货金融研究所

湖北新增确诊人数从2月9日峰值降至2400人（半衰期）用了5天；意大利新增确诊人数从3月26日峰值开始算起，4月15日一度降至3100人用了18天，这可以粗略测算意大利新增确诊人数的半衰期为湖北的3.6倍。

湖北新增确诊从峰值降至0用了38天，按照意大利新增确诊人数的半衰期为湖北的3.6倍，那么以4月11日意大利新增确诊人数为即期，归零可能需要137天（ $38 \times 3.6$ 倍），即到8月27日才有可能归零。【19（4月）+31（5月）+30（6月）+31（7月）+27（8月）】

当然，要保证这个半衰期时间的前提是：意大利要持续保持严格的疫情防控措施，一旦因社会和经济原因受不了“封城”而放松“封城”措施，导致R0反弹，那么就会重新进入爆炸性增长的阶段。

意大利现在的新增确诊人数还远超新增治愈加死亡，累计确诊人数还在以每天2-3千多人的数量在增长。截止4月18日，意大利新增确诊人数为3491人，新增死亡人数和治愈人数分别为482人和2200人，这意味着存量确诊人数还在增长，医疗资源还很紧张。

意大利的“封城”措施将持续到5月3日，并且意大利疫情应急委员会特别专员阿尔库里4月18日指出，保障民众健康与恢复经济之间“不存在冲突”，在逐步放松疫情管制措施的同时，意大利政府将尽最大可能保障民众的健康和安全。这意味着管制措施放松可能带来半衰期指数可能发生变化，新增确诊归零的时间可能比预期要晚。

## 2. 西班牙

4月13日凌晨起，西班牙政府开始放宽因新冠疫情而实施的“全面封锁”政策，允许工业企业、建筑业、家政业等需要员工离家上班的行业复工。但西班牙疫情蔓延的态势并没有明显缓和，西班牙是欧洲确诊病例最多的国家，在全球范围内仅次于美国。此外，西班牙死亡病例累计20639例，病死率超过10.6%，居欧洲第二，仅次于意大利（13.2%）。

2020年3月14号西班牙宣布国家紧急状态，但没有同步实施最严厉的全面封锁措施，直到3月30日才宣布暂停全境工商业活动，并停止一切非必要的出行和公共聚集。

目前，西班牙已经对约百万人进行了核酸检测，但还没有进行大规模的血清调查。4月17日，卫生部紧急事务中心主任西蒙坦言，西班牙的政治体制导致各地方政府对新冠病例的统计方法不同，每日的统计“异常混乱”，真正的感染数据依然很难知道。

截止4月18日，西班牙累计确诊病例为19.4万人，是中国湖北累计确诊病例的2.9倍。从3月14日宣布国家紧急状态到4月1日新增确诊病例峰值（8195人）用时18天。从4月1日新增确诊病例峰值8195人到4100人以下（4月18日）的半衰期为17天，这可以粗略测算西班牙新增确诊人数的半衰期为湖北的3.4倍。

进一步测算，西班牙新增确诊病例从峰值（4月1日的8195人）降至中国湖北新增确诊病例峰值（2月9日调整后的4418）用时17天，相当于一个半衰期。以西班牙半衰期为

中国湖北半衰期的 3.4 倍测算，那么西班牙从 4 月 18 日的新增确诊人数 3577 人到归零，那么需要 129 天（ $38 \times 3.4$  倍），那么意味着需要到 8 月 25 日西班牙新增确诊病例才有可能归零。【13（4 月）+31（5 月）+30（6 月）+31（7 月）+25（8 月）】

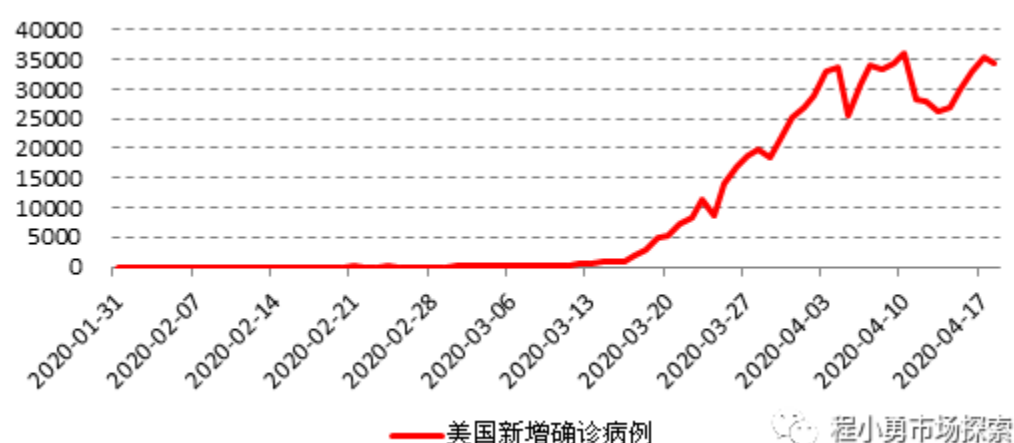
当然通过半衰期预测的新增确诊病例归零的时间还是建立在西班牙继续实施严格的管控措施前提条件下，从当前西班牙当局来看，它们似乎不能仍受严格的“全面封锁”政策，这意味着西班牙新增确诊病例归零时间可能要长于预期。尤其是西班牙还没有进行大规模的血清调查，在不知道有多少人受到感染或无症状的情况下盲目复工，疫情的安全等级将会急速降级。

### 3. 美国

据美国约翰斯·霍普金斯大学发布的全球新冠肺炎数据实时统计系统，截至美国东部时间 4 月 19 日早 6 时，全美共报告新冠肺炎确诊 741866 例，死亡 39115 例。在过去 24 小时，全美新增确诊 34476 例，新增死亡 1943 例，目前全美确诊上万例的州有 16 个。

截止 4 月 19 日早 6 点，美国累计确诊病例为 741866 例，为中国湖北累计确诊病例的 11.1 倍。而美国新增确诊病例峰值发生在 4 月 10 日，达到 35938 例。美国 2020 年 3 月 22 号开始“封城”，到新增确诊病例出现峰值用时 19 天，目前并不排除新增确诊病例还会出现高峰的可能。

图 3：美国新增确诊病例



数据来源：Wind 宝城期货金融研究所

由于目前美国新增确诊病例尚没有回落至中国湖北新增确诊病例峰值，因此新增确诊比例初始值不同导致的半衰期可能比预期的要长的多。美国新增确诊病例要降至 13000 例才可以算进入半衰期，因此我们认为目前美国新增确诊人数还属于指数增长或者还处于高位盘整阶段， $R_0$  还是大于 1。

以美国累计确诊病例是中国湖北累计确诊病例的 11.1 倍简单测算一下，那么美国新增确诊病例从峰值到归零，那么可能需要 422 天（ $38 \times 11.1$  倍），意味着到明年 4 月份之后才可能归零。

### 4. 法国、德国和英国

截止 4 月 18 日，法国累计确诊病例达到 15.3 万人，约为中国湖北累计确诊病例的 2.2 倍。而法国新增确诊病例峰值在 4 月 3 日，达到 16531 例。其中 4 月 15 日和 16 日又出现大规模反弹。法国 3 月 18 日开始“封城”，从“封城”到新增确诊峰值用时 17 天。

从 4 月 3 日的新增 16531 例的峰值回落到中国武汉新增确诊病例的峰值（4418 例）用时 12 天（4 月 15 日）。而从 16531 这个峰值回落到 8200 例及以下，用时 10 天，相当于半衰期为 14 天，而中国湖北新增确诊半衰期为 5 天，那么意味着法国新增确诊半衰期为中国

湖北的 2.8 倍。

因此，可以测算从 4 月 15 日法国新增确诊病例的 3391 例到归零，那么按照法国新增确诊半衰期为中国湖北 2.8 倍计算，那么需要 106 天，即需要到 7 月 30 日法国新增确诊病例才会归零。

【15（4 月）+30（5 月）+31（6 月）+30（7 月）】

截止 4 月 18 日，德国累计确诊病例达到 14.4 万人，约为中国湖北累计确诊病例的 2.1 倍。而德国新增确诊病例峰值在 3 月 25 日，达到 7839 例。

从 3 月 25 日的新增 7839 例的峰值回落到中国武汉新增确诊病例的峰值（4418 例）用时 16 天（4 月 10 日）。德国 3 月 18 日“封城”，从“封城”到新增确诊病例峰值用时 7 天。而从 3 月 25 日的新增 7839 例的峰值降至 3900 例这个半衰期用时 17 天，而中国湖北新增病例半衰期为 5 天，这意味着德国新增确诊病例半衰期为中国湖北的 3.4 倍。由此可以推算，从 4 月 10 日开始新增确诊病例归零需要花费 129 天，这意味着德国新增确诊病例需要到 8 月 18 日才能归零

【20（4 月）+31（5 月）+30（6 月）+31（7 月）+18（8 月）】

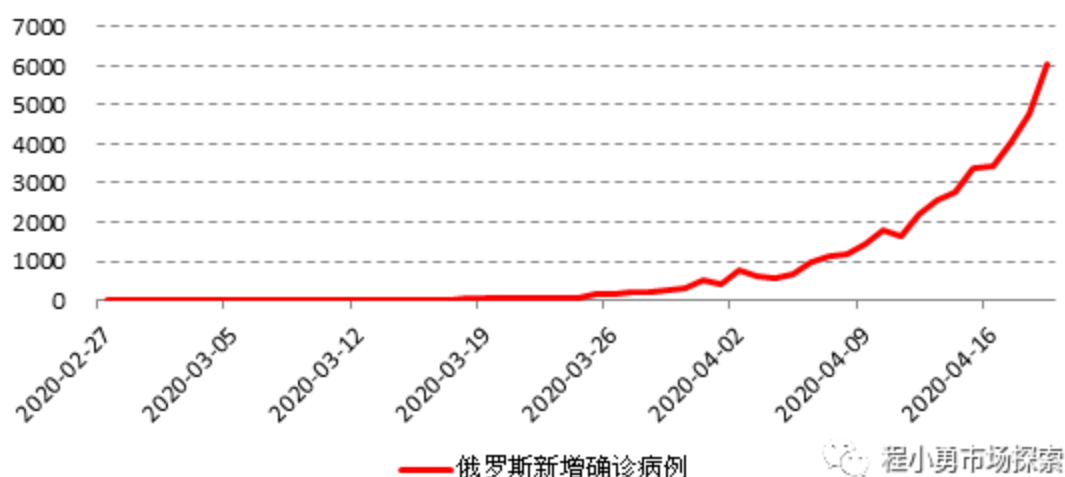
英国的新冠病毒感染病例增长速度是欧洲其他国家的四倍。截止 4 月 18 日，英国新增确诊病例依旧高达 5545 人，较 4 月 5 日 5961 例的峰值仅仅是略微回落，并英国确诊病例再创新高的可能。世卫组织（WHO）也指出英国的疫情并没有出现下降趋势，主要是英国在疫情防控方面比较被动，一开始还奉行“全面免疫计划”，在疫情不受控及过高的死亡率的威胁下才开始实施隔离措施。为限制新冠病毒的传播，英国政府 3 月 23 日发布封锁令，为期三周，要求民众留在家中，禁止非必要外出以及非共同生活的两人及以上人员聚集。

### 第三批疫情快速增长的国家或地区

从数据来看意大利、德国、西班牙可能已有新增拐点，或已处于顶部平台期，但是俄罗斯、南亚、拉美和非洲国家为代表的第三批国家进入典型加速期，即还处于指数增长阶段。

俄罗斯方面，截至莫斯科时间 4 月 19 日上午 11 点，俄罗斯境内 78 个地区新增 6060 例新冠肺炎确诊病例，其中莫斯科新增确诊病例 3570 例。俄罗斯累计确诊病例 42853 例，累计治愈病例 3291 人，累计死亡 361 人。

图 4：俄罗斯新增确诊病例



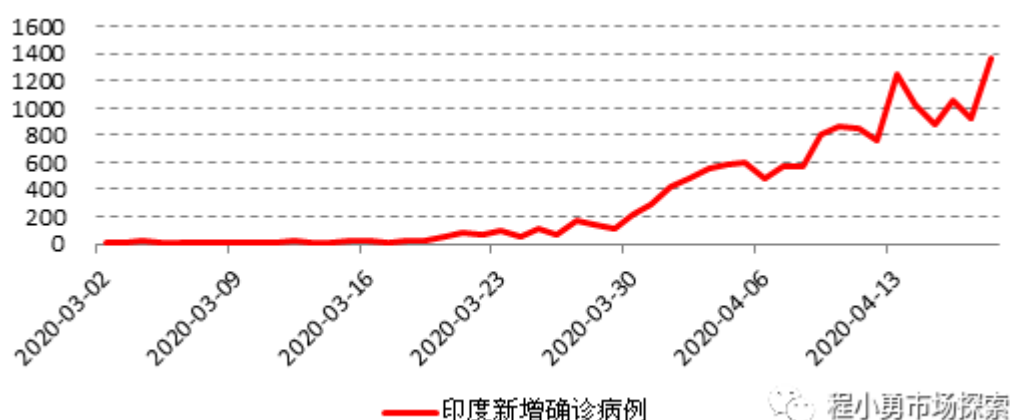
数据来源：Wind 宝城期货金融研究所

据印度卫生部最新数据显示，截至当地时间 4 月 18 日 17 时，印度全国累计确诊病例 16365 例，累计治愈 2463 例，累计死亡 521 例。其中印度首都新德里地区累计确诊新冠肺



炎感染病例 1707 例，死亡 42 例。另外印度孟买市政部门 4 月 18 日宣布，位于孟买的塔拉维贫民窟新冠确诊病例增至 117 例，其中死亡病例 10 例。塔拉维贫民窟是印度最大的贫民聚居区，人口密集，空间狭窄，卫生状况堪忧。

图 5：印度新增确诊病例



数据来源：Wind 宝城期货金融研究所

印度 3 月 25 日零时起，政府将针对全国所有邦、联邦属地（包括国家首都辖区和若干中央直辖区）约 13 亿人口，实施为期 21 天的全国性封锁至 4 月 14 日结束，以防止新型冠状病毒的传播。然而，截止 4 月 16 日，印度新增确诊病例依旧在攀升，并在 4 月 18 日创下新高，达到 1369 例。主要原因市场印度社会分裂，上层社会和底层社会相当于两个世界，底层社会根本就是缺乏隔离空间。另外，印度缺乏检测试剂，实际新增确诊人数远大于公布的数据。

4 月 15 日，在平衡防疫和经济之后，印度公布了封城 2.0 版。印度政府计划从 20 日起，放松对非重点地区内农业、银行业和公共工程的限制，以期恢复供应链和降低疫情对于经济的冲击。但是在全国范围内，交通运输仍会停滞，大多数企业仍将关闭，直到 5 月 3 日。印度总理莫迪 14 日宣布，印度将继续实施 18 天的全国封城，以进一步夯实抗疫取得的成果，印度由此进入封城第二阶段。

新冠疫情在拉美地区继续扩散，截至 4 月 17 日，该地区累计确诊病例达 89979 例。拉美各国继续维持紧急状态，多地延长隔离政策期限。巴西圣保罗州 17 日宣布将民众居家隔离政策延长到 5 月 10 日，在此期间只有物流、食品、卫生和安保业务保持运行。截止 4 月 19 日，巴西累计确诊病例达到 36925 例，新增确诊病例 3243 例，累计死亡病例和累计治愈病例分别为 2372 例和 14026 例。数据显示，新增确诊病例还处于上升平台，这意味着还新增确诊病例未进入半衰期。

秘鲁政府已将全国紧急状态期限延长至 4 月 26 日以后，在此期间不遵守社会隔离规定的将被罚款。智利政府颁布法案允许社会危险性较低的犯人出狱在家中服刑，以减少监狱人员聚集扩大感染风险。

除了中国之外，其他国家的隔离措施严格程度大多都不如中国。在理想状态下，隔离之后的 14 天，新增确诊就应该立即归零。但为什么还是延续那么长时间？就是隔离的措施不完全理想，还是存在传染。措施越严格，半衰期就越短。严格的隔离越早，所需要的半衰期就越少。

### 低新增确诊病例陷阱现象

除了中国以外，现在还极少其他国家或地区证明本地新增最终能够归零的，还有很多低新增确诊病例的国家或地区，但是迟迟不见清零，就像日本和韩国一样。

据美国约翰斯·霍普金斯大学发布的全球新冠肺炎数据实时统计系统，截止 4 月 19 日，

日本新增确诊病例 314 例，累计确诊病例升至 11460 例，累计死亡病例和治愈病例分别为 246 例和 1803 例。作为最早发现新冠肺炎疫情的国家，日本一直以来的低新增确诊病例一度给其他国家视为榜样，但是日本新增确诊病例在 4 月 11 日才出现峰值，并稍后出现几次反弹。

目前医学界对新冠肺炎疫情的判断有两种：一是具备季节性，在夏季来临后会缓和甚至消失，新冠病毒不耐高温；另一种看法是新冠病毒可能很难被消灭，不具备季节性，并与人类长期共存。如果是前一种情况，那么对于疫情的前景是乐观的。然而，目前种种迹象表明，非洲、南亚和拉美新冠疫情在快速蔓延，这意味着新冠病毒不耐高温的判断可能被证伪，病毒可能会与人类长期共存。

在这种情况下，很多国家或地区陷入“低新增确诊病例陷阱”，新增确诊病例在很长时间不能归零。然而，人类是否可以和新冠肺炎共存呢？我们认为不大可能。原因在于新冠疫情高传染性，高死亡率，从历史上看，传染病毒和人类共存的有两种情况：一是不会影响正常社会生活，会需要付出太大的代价，就可以使它保持在一个较低的水平，例如霍乱、鼠疫、狂犬病等；另一种情况是疫苗被研发出来，使得确诊新冠肺炎的人群呈现非常低的死亡率，人类可以接受，例如流感。

因此在新增确诊长时间不能归零的情况下，各国经济和社会生活都会受到影响，部分地区隔离措施可能会长期存在，或者严格的隔离措施会伴随新增确诊人数的增加而间歇性的实施。目前部分国家或者地区已经部分放松管控措施，或者分阶段放开社交隔离，那么意味着一旦新增确诊人数不能归零，就存在 RO 重新回到 1 以上的可能，新增确诊人数再次出现大幅攀升的情况。

而如果不放松管控，不复工复产，那么经济和居民生活可能难以承受隔离之重，企业破产、居民失业和防疫紧缺导致疫情可能再次失控。从目前欧洲和美国等国家或者地区来看，长时间社交隔离或者管控，会与西方主流社会人权和自由的价值观冲突加剧，甚至会发生政治动乱。

如果部分国家政府放松管控甚至不欢迎隔离措施，甚至推崇“全面免疫”，例如巴西和 4 月前的英国，那么就回给新冠病毒蔓延留下管控死角，就算本国新增确诊病例归零，那么很多国家还面临“输入性确诊病例”的风险，目前中国就面临这种情况。

新冠肺炎还存在无症状感染者，这也意味着新增确诊病例归零面临诸多困难。无症状感染者如果不通过专业检验是很难判断出来的，也就很难对其进行实施隔离措施，这意味着就算显性症状的新冠肺炎感染者清零，那么新增确诊病例也可能因无症状感染者的传染性而出现间歇性回升。

最后，各国政府和居民都寄希望新冠肺炎疫苗研发成果，但是疫苗研发往往需要时间的，尤其是临床试验。而且部分传染病如霍乱和鼠疫等依然长期与人类共存，它们的疫苗保护性依旧是有限的，甚至现有的鼠疫疫苗尚未证实它是一种可有效预防鼠疫的做法。

因此，我们通过半衰期测算，尽管包括意大利、西班牙、伊朗等第一批疫情爆发国家或地区新增确诊病例已经进入指数衰减期，但是新增确诊病例归零还需要较长时间，最迟都要到 7 月份，

包括美国、俄罗斯和印度等国际疫情还处于指数增长长期或者高位平台盘整区，意味着目前全球新增确诊病例整体上没有进入指数衰减期，这意味新增确诊病例进入衰减期的国家或地区管控措施并不能完全取消，因输入性病症和无症状感染者，最终导致三季度经济大规模复苏的可能性很小。我们需要关注的一种可能性新冠病毒和人类长期共存，这意味着隔离措施不会全面撤销。