

# 有关新冠的科学漫谈

Scientific Talks on COVID-19 (I-V)

(未删节版)

Full Version

(单行本)

Offprint

删节版见于《北京纪事》2020年8-12月刊

Edited version on *Beijing Documents* (2020) Aug.-Dec.

## 作者简介

本科毕业于北京大学，美国麻省理工学院博士在读。研究复杂网络、动力系统领域一些问题的理论、算法和数学模型。2020 年 6 月于《欧洲物理快报》提出基于多层交通网络的流行病传播模型（EPL, 130 (2020) 48002）。

## （一）增长的秘密

1月21号，腊月二十七。上午，我在亲属群里连着发了几条消息，每一条都半页长，里面夹杂着好多惊叹号和表情符。

买口罩！买双黄连！买酒精！提高警惕！过年不要出门聚餐了！这次比非典严重得多！！

我也不知道家里人当时看到这疯狂轰炸的几条消息之后，心里怎么想的。他们大概率是觉着，年轻人，还是经历的少，容易大惊小怪。一百多个人确诊，死了几个人，确实得注意一些。但是主要是吃野味得的，咱们不吃，问题不大。而且东北离武汉远着呢，传不过来。

还有三天就年三十了，家里人已经做了很多过年的计划。串门，旅游，逛街，打麻将……北方人过年，正月十五之前的日子都得安排上。说到注意疫情还好，一说到取消这些计划，家长们脸就黑了。

不管怎么说，这个病再邪乎，还能比非典严重？

到了1月23号，确诊人数也只有五百多例，非典当年可是上千例啊。差着十倍呢。

1月22号，确诊是两百多，将近三百。你看，一天增长差不多两百，满打满算，要四十天，才能到非典的水平（2003年8月公布非典最终确诊数：8422例）。现在的医疗条件比非典的时候可进步多了，四十天的时间，疫情肯定控制住了。没必要过分紧张。

22号确诊两百多的数据出来之后，从23号早上五点，我就在不停地刷手机，几乎每隔十分钟刷一次。我跟父母说，23号的数儿，如果超过500，你们就必须取消原本打算下午出发去南方过年的行程。

差不多早上八点多，各地的数字陆陆续续公布，加起来慢慢超过五百，快到了六百。我跟父母说，坚决不能去了，退票。

本来，还有几个小时就该出发了；早就收拾好的几个旅行箱立在门口。很明显，我爸妈不是很高兴。他们不是完全不担心疫情，但是觉得问题不大，而且这次行程他们已经规划和期待了好长时间。我记得当时我讲了一大堆十分严肃和严重的话，大部分是超过我的身份和在家里的角色所应讲的。最终，他们气鼓鼓的没能成行。

500咋了？

6月16号。我在北京。几天前新发地爆发了新的疫情。原本几十天没有新增确诊、各项活动逐渐放松的北京，突然又紧张了起来。

群里一个朋友说，咱们定好的饭局取消吧，现在第二波疫情来了。13号和14号都新增36个，15号二十多个，今天又31个，北京都100多了！我去另一个朋友家，走的时候他说，疫情升级，小区门口要重新更换出入证了，就这两天办理，你赶紧去换一个吧，不然月底你再来的时候就进不来了。

我说我着急走，不用换，没事。到时候肯定就又松了。他说你这个熊孩子。你就是在美国呆的！

\*       \*       \*

为什么1月份的时候要卡五百这个数字，而到了6月份，新发地的疫情又没那么令人紧张？

这涉及到流行病学的-一个基本问题：某种传染病的传播是遵循什么样的增长模式？

一般来说，某件事物在人群中传播（这种事物不单单包括疾病，也包括信息、行为等），会沿照一定的增长规律。不同的事物，由于内在性质的不同（比如疾病的不同传染强度、信息的不同传播价值、行为的不同模仿难度），在人群中传播时会表现出不同的增长模式。我们考察它增长的快慢，看的不是每天的绝对数字，而是增长曲线的曲率。

在不同的曲率中，-一个重要的分界是线性：比如，如果一件事连续三天的数字是50，100，150，那么这件事就是线性增长，因为每天相对于前一天的增长量是相同的（都是50）。如果这三天的数字是50，80，100，则是低于线性的增长，因为第二个增量20小于第一个增量30。反过来，如果三天的数字是50，100，170，则是超线性增长。

为什么线性是一个重要的分界？原因是，只要一条增长曲线是低于线性的，那么它的总量就一定有一个最大值。在未来的某个时候，它的数字只能无限接近这个最大值，而没法超过它。所以，既然一定有一个最大值在等待着，低于线性的增长就不那么可怕。在流行病中，我们希望通过应对措施，把疾病的-增长压低到线性下，这样就一定能夺取抗疫的胜利。

当然，也可以通过群体免疫这种代价非常大的形式，让增长自然而然地降低到线性之下。原因也很通俗易懂：最坏的情况，所有人都得病，最后新增的病例慢慢就少了。但是，通过群体免疫实现增长停止时的确诊数最大值，几乎就是全体人数，这要远远高于采取积极抗疫措施后所达到的最大总量。

6 月份的北京，当连续几天的新增确诊数字为 36, 36, 27, 31，这条增长曲线很明显是低于线性的，所以不必要过分担心。更何况这里还没有考虑几天内检测数量的不断扩大：如果以新增确诊数/新增检测数的比例来看，这次新发地疫情的增长趋势更是远低于线性。

其实，即便增长曲线是稍稍高于线性的，甚至是二次的（比如 90, 160, 250, 360, 490；看上去是不是增长得很快），我们也可以不怎么担心。这样的增长趋势相对容易应对；只要采取恰当的措施，很快这条曲线就能够被压制到线性以下。

而真正可怕的增长，需要考虑线性之外、超线性区域内的另一个重要分界：指数增长。

其实我们早就懂什么是指数增长：“一传十，十传百”。这便是一条以 10 为底的指数增长。不过这样的增长速度在现实生活中太罕见了；假如每天如此，如果能够持续大约 60 天，那么地球上所有的分子都会被历数一遍。

而我们更熟悉的，是以 2 为底的指数增长。它更通俗的名字是“翻番”。比如那个著名童话，农民不要国王的丰厚报酬，只要国际象棋棋盘里的米粒儿：第一个格摆一粒，第二个格摆两粒，第三个格摆四粒，以此类推，每个格子都比前一个格子翻一番。那么到了第六十四个格子，就会有 100 亿吨米了。

我们知道，翻番是可怕的。虽然 1, 2, 4, 8 的序列前几个数字不起眼，但是很快就会有巨大的增量。

所以，当 1 月 23 日的确诊总数超过了 500，把 1 月 22 日的数字翻了一番；在尚无充分应对的情况下，那时的疫情形势真的非常严峻了。武汉封城也是在那样的形势下作出的关键决策。事实上，在当时的情况下，即使没有翻番，出现较高的超线性增长，就已经表示疫情形势很不容乐观了。

几个月来，很多人都听说过一个叫做  $R_0$  的数，中文名字是基本传染数。在复杂一点的流行病模型里， $R_0$  的值就是指指数增长的表征，它表示平均意义下，一个确诊患者要传染几个人。如果  $R_0$  比 1 大，说明一个患者要传染多于一个人；那么即便我们把第一个人治好了，疾病也会越传越多，我们治不过来。这便是指数增长的区域。而如果我们能够成功地把  $R_0$  控制在 1 之下（ $R_0$  是根据实际传染情况和应对效果动态变化的），一个患者平均传染的人数小于 1，那么平均意义下，我们把第一个人治好，再救治不到一个人便可以了。以此类推，我们的救治工作就会越来越从容。因此，当  $R_0$  小于 1，这样的增长就不再是指数增长，尽管它几乎仍旧是超线性增长（除非  $R_0$  已经特别小了）。

但是我们看到，只要不再是指数增长，医疗资源就大体上可以分配得过来；这就是前文所说，即便是超线性增长，施以积极应对，我们也可以不必过于担心。事实上，世界范围内各个国家，从流行病学的角度，也都把  $R_0$  被控制在 1 以内作为抗疫胜利的一个重要标志。当然，将病例全部清零后，我们才会获得彻底的抗疫胜利。

不过，我们知道，当新增数全部清零后，大家还不能马上宣告胜利；需要等新增为零的情况持续一段时间后，我们的抗疫才会大功告成。这个时间，对于新冠来说，14 天或 28 天，也许更长。这个数字，与新冠的“潜伏期”有关；新冠的潜伏期，以现在的研究表明，是比较长的。

而长潜伏期，对于传染病来说，是另一件非常可怕的事情。

关于不同的增长模式：线性增长、超线性增长、指数增长，还有特别值得注意的一点。那就是，不同的增长曲线，在其初期是极其容易混淆的。比如，1，2，4，8，16；1，4，9，16，25；1，8，15，22，29。如果没有对增长模式有足够的了解，乍一看这三组数，你也许会觉得，第三组的增长最可怕，第二组次之，而第一组的增长最慢：它到了第五天才达到 16，而第三组数在第三天就已经到了 15 了！

现在你知道，第一条曲线是指数增长、第二条是超线性（二次）增长，而五天就已经有了 29 的第三组，其实是最慢的线性增长。在第六天，三者的下一个数分别是 32，36，36；而第七天则将是 64，49 和 43。看，当斜率很大的时候，线性增长是很能迷惑人的。

不单单是疫情，我们对增长的理解作用在生活的很多方面。尤其是，当曲线还没有起飞的时候，正确分析增长趋势，从而判断增长模式，往往并不是件容易的事。所谓“见微知著”。

1 月底，正月被困在屋里、足不出户的家人热热闹闹地视频敬酒。疫情刚开始，在家里没几天，人人精神都还旺盛。酒酣胸胆，大家开始了新的计划：等出了正月，疫情过去了，我要把这顿酒加倍补回来！

我端起酒杯说，大伙儿做好这事儿到五一的准备啊，这潜伏期太长了。我干了。群里突然静悄悄的。

不管怎么说，潜伏期再长，还能到五一？

## （二）消失的方式

我爸问我，这个疫情，怎么算结束，这个病毒没了就结束了呗？

这个朴素的问题，回答起来不那么容易啊。

看我咧嘴笑了，他又自言自语：国家说结束了，那就结束了。等国家说。国家宣布摘口罩那一天，就结束了。

一瞬间，我有点同情美国人民。是啊，在世界上任何国家，绝大多数老百姓在疫情中都是惶惶不安的，他们唯一能做的事，就是听从政府的指挥。可是，跟中国政府比起来，美国政府这次在新冠面前简直是灾难级的表现。要知道，美国老百姓慌的不行呢，每天守着电视机，盼的就是总统告诉大家应该怎么做。结果特朗普今天鼓励注射消毒剂，明天推荐神药氯喹，还坚持好几个月不戴口罩，并且一直暗示大家新冠肺炎就是大号流感……领导人的话可是一字千金啊，可不是脱口秀脱口就来，尤其是在非常时期……

中国政府当然懂这个道理。所以政府关于疫情何时结束的发言非常谨慎：一定要百分百消除危险后，才能宣布抗疫胜利。上一次，03年非典的时候，经过几个月艰苦奋战，到了当年7月份，国家终于宣布战胜疫情，非典病毒被消灭，非典病例数被最终定格在8422例，疫情彻底结束。

可是这次，这个老百姓最关心的问题，回答起来，比十七年前困难得多。

\* \* \*

从科学的角度讲，这个问题的答案包含了几个层次。

理论上，一种病毒是可以彻底“消失”的，但是它的“消失”可能是一个动态的过程。

病毒与细菌不同，后者可以不借助其他生物的力量自己存活，而病毒在自然界的长期存活则必须依附在其他生物上，即，它需要一个“宿主”。视病毒种类的不同，这个宿主可以是人（比如冠状病毒），可以是动物（比如禽流感病毒）、植物（比如烟草花叶病毒），还可以是细菌（比如噬菌体）。除此之外，假如强人工智能在未来某一天真的被定义为一种新的“生物”形态，那么计算机病毒、数字病毒（还记得千年虫吗）便也能脱离修辞，真正加入“病毒”的家族。

当然，一种病毒一般来讲只有一种或少数几种宿主，比如人身上的病毒大多只在人群中传播，植物身上的病毒几乎不会传染到人身上。人类还没有发现一种超级病毒，强大到能够横跨所有生物物种进行传播：只要是活着的生

物，沾上了就能够被感染，而且它毒性极强，使任何生物都很难逃脱厄运。这样可怕的场景只能在科幻小说里出现。

为什么呢？

这是因为，只有依靠着宿主的新陈代谢，病毒才得以繁衍、传播。如果没有了合适的宿主，病毒暴露在无机界里，便将慢慢失去活性，最终不得不自行死亡。而自然界的规律告诉我们，同所有生物一样，病毒的愿望是努力地生存下去；因为它无法自生，所以它的目的便是与宿主共生。如果它们大肆侵染，并且毒性非常强，让它们的宿主大批死亡，那么它们自己到最后便也无法存活下去了。

因此，自然状态下，随着病毒的传播，在它们一代一代的繁衍中，为了更好地增加与宿主共生的能力，大多数情况下其毒性实际上是在慢慢减弱的（当然，严格意义上，这种减弱是一个被动的自然选择的过程）。经过许多次迭代，到最后，当它变得毫无毒性，也许就可以演变为宿主细胞里的一个长期存在的片段，获得“永生”。

这个时候，你说，这种病毒“消失”了吗？

它的确跟最初的自己不一样了，而且很可能二者已经大相径庭。但是蜕变后的它，还继续在这个世界上存在着，并将生存得更好。也就是说，它“消”去了，但没有“失”。

其实，不仅病毒，生物们都是如此：只要繁衍这件事可以不受干扰地进行下去，那么一切活着的事物，都不会真正地“消失”，而终将以另一种形式继续存在下去。绵延不绝，消而不失，这大概是自然界最核心的法则之一了。

所以啊，繁衍，努力繁衍，不畏一切困难地繁衍，是一件无比重要的事。

当然，对于新冠来讲，因为其巨大的危害，我们并不想让它以这样一种动态的形式慢慢消失：这需要太多的受害者和太长的时间以供它们演化。我们希望它快速地消失，并且让人群付出最小的代价。因此我们必须干预它的繁衍。

病毒太微不足道了，我们审视它的时候，会把它们作为一个整体来看待，而忽略了它们其实也有父母和儿女，甚至子子孙孙无穷匮。我们想要的“消失”，是彻底消灭它，让它所有亲代都无法繁衍，让它不再有贻害大众的子代。这样一讲，你会发现这是一件十分困难的任务。为了达到这个目的，必须长时间隔离所有病毒宿主，让病毒的亲代们无法接触新的生物体来繁衍子代。而已经受侵染的宿主们，通过治疗和体内免疫，或者死亡，让病毒失去适宜的生存环境，在自然状态下慢慢丧失繁殖能力，也就是“失活”。

是的，人类好残酷。没办法，物竞天择，这是自然界的另一个最核心的法则。



况且，对于新冠，很有可能，人类最终无法利用物种“优势”彻底消灭它，而不得不缴械投降，走上介于自然动态消灭和强力人工消灭之间的一条路：群体免疫。

这种方式的原理在于，通过病毒宿主与未感人群（潜在宿主）的积极接触，使病毒快速扩散，以大幅压缩其演化的代际周期数，让它在蜕变得能够与宿主永久共生之前，就已经没有合适的新宿主可以侵染了。此时，所有还存活的可能宿主都是旧宿主，因而都具备了能够抵抗病毒的能力（产生了抗体）。这样一来，病毒的生存空间就不复存在，它将以第三种方式消失在这个世界上。

当英国人最开始提出群体免疫的构想时，世界一片哗然。虽然不得不说，从生物进化的角度，这是一种还算积极的使病毒消失的方式（也是一种很“经济”的方式，如果生命成本被计算的很低的话；这也是为什么“理性”而“经济”的资本主义思维会提倡此模式）；但是，毫无疑问，从人类社会的角度，群体免疫将是代价巨大的。当美国政府在初期的积极应对后，实质上走上了践行消极的群体免疫的道路时，全世界其他国家的人民都感到有些如鲠在喉。

在中国，对于群体免疫，绝大多数人想都没有想过，并且在了解了这个模式后丝毫无法理解。中国，以及东亚文化圈里的几个国家，都采取了最积极的强力消灭的方式来驱赶病毒，并为之不惜巨大的经济代价。我们的生命观是很朴素的：只要有人，什么都无所谓。留的青山在，不怕没柴烧。

这是在蛮干吗？

美国放飞自我的抗疫之路，是不是更精明呢？

当然不。姑且不论政治、经济、社会各层面的复杂影响，单单从生物学和流行病学的角度，美国政府的抗疫行动也是愚蠢的。

因为，即使真的采取群体免疫的道路来应对疫情，那么我们不得不说，病毒在美国的扩散太慢了，根本无法取得群体免疫的效果。理想状态下的群体免疫，最好是病毒携带者能够快速接触到所有人，让所有人染病，走出一条指数曲线，进而尽快到达流行病 S 曲线的后半段。然而病毒在美国的增长，根本不是指数级的，并且由于美国地广人稀，也根本没法到达指数级。基于美国政府抗疫政策的犹豫，在“抗”还是“放”之间来回摇摆，加之不同颜色的州之间无法统一措施，再加上曾持续很长一段时间的暴乱等不可控因素，美国的疫情增长曲线快不起来，也慢不下去，尴尬地在最适合病毒繁衍传播的中速增长附近徘徊。在这样的增长模式下，新冠病毒的结局很可能就是最无奈的动态“消失”。这就是为什么许多美国流行病学者基本达成了共识：COVID-19 恐怕将“在这个星球永久存在下去”。

要么就彻底快速放开、群体免疫，要么就不惜一切代价、大力控制。美国的“中间路线”逐渐否定了这两种可能的使病毒消失的方式，而让新冠奔着“永生”的病毒终极使命，一路绝尘而去。

事实上，像中国这样人口密度巨大的国家，是最有可能实施群体免疫并收到效果的，可中国反而采取了经济代价大的强力抗疫模式。反过来，在人口分散的美国，只要把控好几个大城市，强力抗疫其实是很有希望的，可美国一再傲慢地延误时机，最终不得不走上不伦不类的半群体免疫之路。

美国的抗疫举措几乎彻底失败，还有一个重要的深层次原因：群体免疫有时从根本上就是行不通的。

群体免疫能够成功，有一个关键的前提：受到侵染后，病毒旧宿主体内产生的能够抵抗病毒的能力，不会衰减得很快，也就是说，病毒抗体在人体内有效力的时间要足够长。假如获得的抗体很快就失去效用，这个旧宿主在病毒再一次来袭时便依然无法抵抗，二次感染就会发生。此时的“旧宿主”就成了病毒的“新宿主”。在这种情况下，病毒便可以不断地繁衍传播，一遍一遍地感染宿主们。这太可怕了，它意味着宿主将反复得病，反复受折磨。当然，如果不考虑实际因素，这样的病毒最终也会“消失”；可这种震荡衰减式的“消失”对宿主种群会造成无比巨大的打击，最终的结果，也许不是病毒与宿主“共生”，而是“共同毁灭”。

如果某种人类病毒真的很可怕，其抗体活性衰减得非常快，那么我们的群体免疫之路就会失败，并将把人类带到上文描述的悲哀情景里。幸好，目前来看，新冠的二次感染还是非常罕见的个案，这说明新冠病毒的完全抗体应该是具有持续效用的。不过许多研究显示，开发中的新冠疫苗（非完全抗体），其有效期很可能真的不那么长。这也许违背了很多“打一次疫苗管用一辈子”的认知，可事实就是这样：尽管反复染病的最可怕的场景很难发生，但也许我们不得不长时间、定期接种疫苗来抵抗新冠。

没错，虽然国内的疫情很快控制住了，可我们依然需要疫苗。

因为，在这个联通的世界里，没有孤岛。

### （三）记忆的刻画

潜意识里，总觉着 17 年前的非典比今年的新冠要更严重。

这有点奇怪。无论从病例数、死亡数、传染范围等各个角度来看，新冠都远远超过非典，但 17 年前那场可歌可泣的抗疫行动，即便很多细节现在已经无法回想起来，却给人留下十分深刻的印象，甚至比尚未结束的新冠抗疫在潜意识里更加让人难忘。我不确定多少人有同样的感受，不过身边人中很多有类似的感觉：非典当时的情况更可怕一点。

远在东三省的家人似乎也这么想，要知道当年那里可是非典几乎未曾染指的地方。

仔细想了一下，发现这是件很有意思的事。遥远的记忆比新鲜的记忆触发了更深的感受，可从实打实的情况来看，这些普遍的主观印象似乎与客观数据相违背——

是的，这背后是一个并不简单的问题。它的产生有诸多原因，而且同时需要自然科学和社会学的解释。当试着把产生这种现象的原因一条一条慢慢梳理清楚后，也许你会加深一些对这个世界的理解。

人类的感受，其本质是认知层面的。就我而言，非典发生时，我在小学的最后一年。小孩子的生命观不够宽阔，因此当年非典的破坏性对我的认知造成了巨大的冲击，在尚无充分发展的大脑中留下了十分深刻的印象。很多人也是类似的情况：非典的时候比现在年轻许多，那时的记忆毫无疑问更刻骨铭心。

从更广的视角而言，事实上，非典发生之时是当代中国人第一次遭遇如此大规模、并被如此广泛宣传和讨论的流行病（早年的流脑发生在信息闭塞的时代、而乙肝不算是快速传播且高致死率的疾病），因此毫无疑问，它对于当年几乎所有人的认知都产生了不可磨灭的剧烈冲击。就像大多数“第一次”一样，当代中国第一次传染病的大规模快速流行，对于公众记忆的刻画是史无前例的。而相比之下，今年的新冠疫情，尽管其规模和破坏性较非典有过之而无不及，但我们有 17 年前的信息作参照，因此在新冠面前即便情绪再慌乱，大多数人的心里也毕竟有了一些“底子”。

以上的讨论一点都不深奥。对于很多人而言，根据对社会的观察和理解，可以不费力气地归纳出提到的这些因素：年轻时的记忆更深、第一次的记忆更深、第一次以后的记忆很难像第一次一样深刻。

生活中很多现象遵循同样的规律。比如，电视节目的第一季往往最令人记忆犹新，后继者几乎很难超越最初呈现的精彩；小孩子的语言能力比大人要强得多，而这种优势也许与记忆力的好坏有直接关系。

这些现象在人类社会中广泛存在（类似的现象在动物种群中也可以观察到，但是其原因与发生在人类身上的现象之原因略有一些不同。动物神经系统的复杂度要远逊于人类，另外，激素机制对于动物先天行为有很重要的影响）。如果想进一步探究这些关于认知的命题，我们要知道，它们并不只是停留在社会学层面的猜想，而有着客观和扎实的生物学基础。

随着人类对大脑的理解不断加深，关于记忆的形成、固化、印随和衍变，以及感受的触发、关联，脑科学领域正在逐渐形成完全唯物的解释。也就是说，从物质层面，如今我们已经几乎可以完整地回答，为什么年轻和第一次的记忆往往被刻画得更仔细、更持久，而重复的印象几乎很难达到最初的深刻程度。

脑是人接收到的外界信息被集中处理的地方，其生理本质是神经皮层（以及少数不属于皮层的脑区，如海马体，是重要的记忆处理区）。这些皮层极其细致纤薄，在脑体中形成了无数沟回。接近二维的皮质在三维空间中得到了充分堆叠，因此在有限的脑容量中蕴藏了巨大的物理面积（理论上，三维空间可以包含无限的二维面积，但皮质即便再薄，毕竟还有一定厚度。想象一下一张二维的纸折叠成三维空间只是一小块）。这些皮层就是脑神经细胞活动、组织和联络的场所。

人接收到的外界信息（文字、声音、图片、视频），进入大脑的时候都会被抽象和量化，被神经通过电信号（以及化学信号）进行传递。这些信号到达大脑后，就会在皮层上留下痕迹。不同的信息流由不同的脑区来处理：无数微小的神经元将信息编码在这一部分的大脑皮层上，将一部分物质形成特定的微结构（数学上，这些微结构是编码的载体，可能以空间构象、拓扑结构、联络方式、连接模式、概率分布等诸多形式存在）。不过这些结构太微小了，我们很难知道其具体编码形式，目前只能在核磁成像中，探测出这部分脑区是“活跃的”。

生物学最本质的道理之一是，结构与功能相适应。人脑皮层的这种高度进化、高度效用的结构，为其处理复杂信息提供了方便，也为其实实现复杂的生物学功能提供了物质基础。

比如记忆。人类的记忆能力远胜金鱼，便要感谢大脑中浩如烟海的微结构，以及它们之间精巧的关联。

了解了大脑的物理本质，解释上文的现象便水到渠成了。人年轻时期的大脑皮层十分活跃，里面等待编码的神经元数量巨大，但还未形成太多固定的微结构，因此是可塑性极强的；随着接受信息的不断增多，脑的结构便不断丰富，其之间的关联也不断复杂化。这个过程是动态的：信息会不断演化为神经突触之间（即微结构之间）一些新的联络。相同的信息要素会使已有的结构进一步加固，而接收到新信息时，大脑会归纳并寻找到相似的已有结构，对其进行修饰。

这些结构对应记忆的深刻与否，与其关联的神经冲动之电信号强度有关。一般来讲，我们第一次接触一件事的时候，皮层上往往需要形成一些新的结构。比起修饰已有的结构（比如“第二次”、“第三次”…），在生理层面这需要消耗更多的能量、使用更多的物质，而与之相关联的，此过程伴随的神经冲动就会相对而言更加强烈一些。类

似地，人年轻时候的大脑活跃程度比年老时充分得多，其动用的物质和触发的能量也多，因而人年轻时期的神经冲动也普遍地会更强烈一点。

这些强烈的神经活动（当然，还有一定的激素机制在起作用）以及其精细刻画的结构，便成为“深刻记忆”的诱导。若干时间后，即便记忆的内容也许已经模糊（也许微结构已经被进一步修饰），但当时达到的神经冲动强度仍在皮层上留有痕迹。正是由于这个原因，我们如今回想起非典时虽然已经模糊不清，但仍“心有余悸”。

不过，除了“第一次”和“年轻时期”产生的冲击之外，人们对非典记忆犹新，还有更进一步的原因。

人类毕竟是社会化的高等生物，其社会学本质丰富了人脑在认知和生物学层面的效应。毫无疑问，非典给全体中国人留下的巨大印象，还来源于许多不容忽略的社会学因素。

其中一个重要因素，正如很多人试着解释此现象时捕捉到的，在于，非典疫情时医护人员的伤亡比例，要大大高于今年的新冠疫情。当年，人们朴素地想，别说患者，医生自己都打不过这个病毒，在阵前一个接一个倒下，这个病毒简直太可怕！

因为，假如医生都倒了，后面手无寸铁的我们该怎么办？

潜意识里，这样的想法让 17 年前的中国人慌了。

不过你也许会发现，这种想法导致的慌乱会在成年人身上表现得更多一些，而在小孩子身上少一些。这是因为，它来源于一个比被动接受和处理信息更复杂一些的神经活动——推理。

推理，是作为自然界最高神经中枢的人脑的基本功能之一：人们基于习得的认知（在病毒面前医生比我们强得多），根据获取到的新信息（很多医生感染病毒牺牲了），来推演出未来可能出现的场景（我们也会被病毒打败），继而产生相应的感受（害怕、恐慌）。与上文描述的信息处理过程一样，推理过程的生物学本质也是神经微结构间的活动和关联。当习得的东西较多，我们脑区内皮层的结构化程度就会提高，结构之间的关联也会逐渐固化，脑的推理能力便会相应提升（或者更准确地说，推理能力未必“提升”，但推理行为会更加频繁）。当新的信息（以神经信号和神经物质为载体）到达脑区，我们将不自主地把它们在已经固化的神经结构中“过一遍”，广泛寻找到相似性，而在这个过程中，在修饰已有微结构的同时（宏观上，大概就是修饰我们的“三观”），可能的推演行为便完成了。继而，根据推演到的场景（同样以皮层微结构为载体），大脑就会触发相应的感受和情绪。

反过来，如果大脑习得的东西尚少、脑区结构化尚在较为初级的阶段（比如小孩子），其推理行为便不那么活跃，相关联的感受机制也常常没有充分建立。不过，在这种情况下，大脑会更容易形成新的、未曾接受过的认知和感受；而现在我们知道，这些新的冲动往往是十分强烈的。

这就是为什么“初生牛犊不怕虎”、“年少不知愁”却又“强说愁”，也是为什么“聪明反被聪明误”、“一朝被蛇咬，十年怕井绳”。归根到底，推理能力的逐渐建立使我们通过“习得”来获得更多的社会性、与文明社会更好地融洽；但任何收获都联系着相应的代价：我们更好适应社会的同时，也往往会因为强大的推理能力而徒增一些烦恼。

正是由于在战胜非典的过程中积累了许多宝贵经验，在这次的新冠之战中，中国的医护工作者更加从容，也更少伤亡。看到医护工作有序展开，医生、护士们没有像上次一样频繁倒下，国人的心情就安定了许多，少了很多当年非典时期的恐慌。这来源于一个新的推理：在病毒面前医生比我们强（同样的习得认知；尽管事实上这个认知未必准确，医护人员因为频繁接触病原并且超负荷工作，其实是高危人群），但是这一次，医生即便频繁接触病毒也很少伤亡（新信息），因此这个病毒不那么可怕，我们最终会战胜它（推论）。

除了医护人员较大的伤亡比例之外，还有其他的社会学因素导致了非典难以磨灭的公众印象。

2003年的时候，我们从外界接收信息的渠道，与今天相比，简直太单一了。那时我们没有微博微信，没有发达的互联网，信息流通的数量、速度、密度，都与今天有着天壤之别。在这样的背景下，央视当年对于非典全天候不间断的报道，牢牢占据了那段时期全体国人获取到的信息流。我们没有别的渠道来“分心”，几乎每个人都守着电视广播，一遍又一遍地接收着有关非典的消息。

而十七年后的今天，尽管年初以来新冠疫情的相关信息量绝对远远超过非典时期，但我们在发达的信息时代有了太多的备选消息源，也逐渐习惯了高密度、快速的信息流通。比起当年，疫情不再拥有我们几乎百分之百的“注意力”，因此，我们对它的印象也就不再像之前那样深刻了。

是的，正如经济学家们所告诫的，现代社会的唯一稀缺，便是注意力的稀缺。

人脑的注意力机制是脑科学家们目前正在探索的前沿话题。注意力是如何集中的；而在注意力集中的状态下，物质和结构是如何驱动神经电位的变化，让某些脑区更加活跃，而另一些脑区降低兴奋性，这些都是科学家们正在努力揭开的谜题。人们还发现，人脑存在敏捷和缓慢两种系统运行模式，而注意力机制则可能是驱动人脑活动在两种模式间转换的重要机制。

所以，less is more 也许不仅仅是一句睿智的处世之道，它里面可能蕴藏着人脑最神秘的规律呢。

当然，除了以上讨论的这几条之外，还有很多因素造就了非典无法被新冠逾越的群体印象，它们从诸多方面指向了社会学与生物学的交叉。比如人脑对于数字的敏感性变化、比如疫情在国内和国际的对比之有无、比如二十年间救治条件和医疗水平的变化及其引起的生理感受之变化……如开篇所述，这个话题是十分有趣，也十分重要的；从自然科学和社会学的两个角度，试着将它慢慢剖析后，我们会加深对于世界的理解。

最后，大脑的层状结构、信息的接收和处理方式、推理、注意力机制，这些话题如今已经不单单停留在脑科学的范畴，而成为神经网络、人工智能等计算机科学新兴领域的理论基础。通过模拟大脑的结构和运作机制，我们创造出来的计算机智能越来越接近于人类智能，而人类智能也在与机器智能协同进化。

机器能否最终实现媲美人类的高级智能（强人工智能）呢？这不好说，科学家们也有着不同的观点。不过，无论非典还是新冠，中国人民在大疫面前的表现，也许为其中一种反对意见提供了很好的佐证：理智的机器无法取代我们，是因为人类战胜巨大困难，需要的不仅仅是理性。正是无数国人将个人利益抛在脑后，不计得失、前赴后继地投入到抗疫事业中，中国才能非典和新冠的困境面前取得一个又一个艰难的、无私的、舍生取义的胜利。

而这，也许是机器永远也无法学会的东西。

【衷心感谢布兰迪斯大学心理系神经科学实验室的 Dr. Ding 对文章内容的审校】

## （四）联通的隐忧

十几年前，高中的时候，我跟着学校的队伍来北京参加一个比赛。虽然不是第一次来首都，可那时候几年也出不了一个远门，所以我很兴奋。

兴奋体现在，我会努力显得异常沉稳、成熟。作为我们省里最好高中的学生会主席，那可是老大的官儿了，怎么能像没来过北京的小孩儿似的！

从火车站下来，我们一团人上了大巴车。我组织大家坐好，然后自己不坐（我当然不能坐了），摆好一个十分老练的姿势，倚在司机和右手第一排座位之间的过道里。大概就是，两只胳膊张开，分别推着两边的悬杠，后背卡住司机这一侧的挡板，上身向前倾，略颌着头，两条腿叉开成斜三角形。

就是你能想到的最装 b 的姿势。

随着大巴车慢慢开上了环路，四周的高楼大厦徐徐展开。我透过宽阔的玻璃，面对着不断涌来的公路、摩天楼、立交桥。

然后，直到今天我也记得很清楚，我侧过头，跟坐在第一排的带队老师说（是的，其实我们是有带队老师的）：这就对了，首都就应该发达，跟咱们小城市就是不一样。你看这路，多平，大巴开在上面儿都没声音。

老师“哦”了一声。

虽然是十多年前，但就是今天“哦”的意思。

\* \* \*

2020 年，像当年的我那样，来到首都会无比激动、不知所措的小孩儿，肯定还有，但数量应该真的不多了。上一次我听到“我的梦想是去看一看天安门”，好像已经想不起来是什么时候。过去一二十年，从“千禧年”至今（这个词的年代感无敌），以任何角度观察，中国的发展都配得上“日新月异”四个字。小时候，坐一趟绿皮火车出省，简直需要一场仪式：提前一周准备行李，大包小包的车上吃食，家人竞相送站话别，以及必不可少的饺子。上车饺子下车面，走遍天下事好办。

大概两三年前，我妈终于在上火车之前不包饺子了。我认为这简直是一个普通中国老人，对近年来我国铁路事业高速发展的最大认可。



而她对于改革开放各项事业的综合认可，体现在，如今她看见外国人挤公交，会毫不犹豫跟着一起挤。

是的，毫无疑问，如今我们生活在一个快捷、方便、联通的国度。高铁、民航、公路等各项交通基础设施实现了翻天覆地的发展，让遥远的人们可以随时建立快速的连接，并因而有了建立丰富连接的理由。每个人都有了更多的伙伴，更广的视角和更丰富的体验。与此同时，不知不觉间，我们与世界的关系也更加紧密：越来越多的中国人走出国门，看到预期与未预期的景色；越来越多的外国人来到我们身边，带给我们想要和不想要的东西。

同样的高密度联络也以信息为载体呈现。如今，在网络上，人们可以随时随地找到自己希望寻找的人，并且随时随地分享他们的欢笑或愁容。借助虚拟世界的力量，我们与周遭生活建立了千丝万缕的联系，它们把每一个生活在局部的人紧紧地拴在完整的时代舞台。现在，仿佛世界上只有尚未结识的朋友，而不再有完全陌生的人。

然而，古老的训诫告诉我们，任何收获都要付出相应的代价。可今天的我们享受着联通世界的便利，不断地沟通、体验、开拓、充实，却好像并没有失去什么？

并不是这样的。当代生活的角落里，至少有两件重要的东西被我们悄悄失去了。

首先是充沛的情感：面对新世界的悸动、浓浓的乡愁、久别重逢的惊喜、此去经年的惆怅。对于很多人来说，这些美好的、浓郁的感受，如今都寡淡了很多。“距离产生美”；广泛而高速的联通让生活少了很多难忘的瞬间，让我们普遍地有些麻木。我们失去了许多可以为诗或为歌的东西，也慢慢不再喜欢读诗或高歌。

其次，当天南海北的人逐渐相连成一体，大家失去了另一个也许更宝贵的东西：对于传播的抵御。

我们没有意识到，今天，在与偌大世界紧密连结的过程中，对于凡是可以广泛传播的事物，我们与生俱来的抵御力都正在悄无声息地流失。

这些传播的“种子”包括生活方式、价值观、情绪和喜好……以及一个终于不那么抽象的东西：病毒。

2003年，非典发生的时候，我们看到疫情在几个月的时间里从广州发展到北京，再从首都慢慢扩散到华北各省。那时，举国上下齐心协力，在病毒进一步扩散之前将它牢牢锁住，没有让它造成更大范围的危害。而今年年初，当新冠爆发，尽管疫情中心武汉迅速封城，各省市的应急响应也要比十七年前迅疾、严格得多，我们却眼睁睁地看着与sars病毒几乎一模一样的covid病毒毫不费力地席卷整个中国，甚至连青藏高原也最终征服。

从时间轴上看，两次疫情都发生在春节前后；病毒初期在广州或武汉的爆发曲线也十分接近。甚至于，广州市和武汉市在全国的区位情况也很相似。可是为什么，新冠的感染人数要比非典的感染人数，整整高了十倍？

是的，这便是广泛联通给我们带来的隐患。随着经济社会的发展，十几年前中国的人口流动，与今天根本无法同日而语。近二十年间，越来越多的人离开家乡求学、就业、旅行、居住；从交通的角度来看，他们脱离了局部的交通网络（城市网络、乡镇网络），进入到全国的交通大网络（城际、省际网络）之中，成为无数网络节点中的一员。

连通网络最根本的性质之一是，网络的规模（以连接数目计）正比于节点数的平方。比如，假设你在一个 5 人的微信群里，而群里的每个人都想与群里的其他人加好友私聊。那么，你将多出来 4 个微信好友，也就是 4 个聊天渠道。每个人都这样做，那么这个五人的微信群将一共提供  $20/2=10$  条聊天渠道（你跟另一个人的私聊渠道在你们两边都算了一次，产生重复，所以要除以二）。现在，假设这个群的规模从 5 人扩大到 10 人，那么每个人会有 9 个渠道；可是，因为总人数也扩大了一倍，所以这个十人的网络将产生  $10*9/2 = 45$  条渠道。也就是说，当网络的节点数变为原来的二倍（5 到 10），网络的规模（连接数，即渠道数）变成了原来的四倍（10 到 45，以四倍计）。而当群规模继续扩大一倍，由 10 变成了 20，这时网络的规模将变为 190 条，在第二次的基础上又增长了四倍。

现在，回到病毒的情境里。假设每一对线上聊天的微信好友都相约线下喝咖啡，而每一次线下会面，每个人都有 10% 的概率感染病毒（也许他们都约在同一家咖啡馆聊天）。那么，一个 5 人群网络规模为 10，即有 10 次会面，平均下来（以数学期望计）会有一个人感染病毒（ $10 * 10\% = 1$ ）。一个 10 人群，便会有 4 名感染者（4.5 以 4 计）；而一个 20 人群，则会有 19 名感染者！

现在我们知道，为什么新冠的危害规模会达到非典的十倍。实际上，在二十年来城际联通和人口流动极大增长的背景下，如果没有举国上下快速强力的疫情响应，罹患新冠的人数甚至可能远超如今的数量。

当然，这里的数字很夸张。真实情况下，病毒的人际传播概率几乎不可能达到 10%，且传播方式没有如此简化；上文假设的网络（完全网络，每两节点之间都有联络）也在生活中几乎不存在。现实的社群网络大都是稀疏的，很多时候是星状结构：我们往往并没有兴趣把群里的所有人都添加一遍好友，除非我们是群的管理者。而这时，管理者便是这颗星形网络的中心，群内其他节点都只与它有一对一的连接。

然而，跳出病毒的话题，上述模拟的过程，其指示的原理是物理上普适而深刻的：当你更密切地接触这个世界，进入更大的社群网络，你对于传播的抵御力便更低。因为这个偌大网络里的每个人都会对你进行有意或无意的传播行为，而你将一遍又一遍地成为接受者。可以想象，在重复传播之下，很少有人能保持完整的抵御力，无论在生理上还是心理上。甚至于，生理上的变化还易于察觉，而观念、认知、情绪、情感、生活方式的传播往往悄无

声息，因此有时你并没有意识到自己已经成为传播的受体。相比之下，在较小的网络里，你将更容易保持自我、保持客观，因而降低被“同化”的概率。

“传播”本身是中性的。可是我们现在知道，传播在网络上有着天然的巨大威力，这个性质让它极容易催化一件影响广泛的坏事。所以，出于谨慎，也许我们应该把传播行为先入为主地看作一个危险，除非其来源有十分权威可靠的背书。

事实上，我们也都下意识地这样做了。只是常常做得还不那么彻底。当我们接到一通推销产品的电话，或是去拥挤的医院看病时，大多数人都会提高警惕，在生理或心理上做好防护、未雨绸缪；然而，当阅读微博的明星热搜，或是跟着主播下单爆款商品时，我们同样应该想起它们的传播本质，并提醒自己时刻保持独立思考。

没错，你现在在看的这篇文章，包括上述全部内容，其实也是如假包换的传播行为。

虽然这些内容有着杂志的背书、作者的背书，以及更深层次的，出版物管理机构的背书和数理科学的背书，它们让你看到的文字很可能完全正确、并几乎一定于你无害，但如果你依然愿意保持客观、怀疑、探索的精神和独立的思考来对待这些内容，那么毫无疑问，这些内容将获得它们最大的价值。

而那客观、怀疑、探索的精神和独立的思考，也许是我们在这个暗藏隐忧的联通世界里披荆斩棘时，最坚固的盔甲。

## （五）重现的否决

很快又要到制订新年计划的时候了。上一份计划完成了多少？

这个问题太苦了。

其实在即将过去的 2020 年，每个人都收获了不少。计划和心愿清单没有完成，但是在苦涩的一年里，我们练就了一些宝贵的内力，也对这个世界增加了深刻的理解。一年内获得的成长，也许抵得上以前几年的累计。在沉重的背景下，很多积弊终于有机会暴露，并由人们勇敢地面对。失去了时代惯性的营养，泡沫纷纷破裂，这让我们擦亮眼睛，也让踏实的事物终于开始绽放光芒。

人们不同程度地向传统价值回归。生命被更加强烈地敬畏、家庭的作用得到巩固、个人职业发展与制度结合更为紧密、生活方式越来越可持续、年轻人开始多聆听长辈的道理……其实，这些都是可贵的事。也许你感到日子不如以前那么舒适惬意了，但也许正是这些短暂的苦，会把人类从一条高速冲刺的不归路上拉回来。

是的，我们依旧熟悉新冠来临之前世界对于未来时代的描述：更安全、更快捷、更智能、更强力、更丰富、更方便；越来越多元的选择，越来越密切的沟通，越来越舒适的生活，一切都在高速发展。似乎许多年来，人类的未来图景都是这般。对于 90 后、甚至 80 后来说，难道“未来”并非本应如此，还会有别的模样吗？

然而就像很多人认同的那样，新冠的降临从根本上改变了人类社会的走向。其影响极其深远，甚至不亚于一场世界大战。因此我们必须重新撰写对未来的描述。2020 新冠元年之后的世界将通往何处？尽管太多事情是无法确定的，对于可能的图景，我们能否尝试着推演一些模糊的启示？

最直接地，我们想知道，新冠之后，是否还会有下一次如此大规模的流行病事件？灾难是否会重现？

坏消息是，几乎可以肯定地说，在未来，人类会继续、并且更加频繁地遭受病毒的侵袭。研究者们发现，随着气候变化，许多古老的病毒正在从青藏高原的冻土中“解冻”，并开始具有侵染能力。类似的潘多拉魔盒也正在世界各地渐暖的冻土层以及缓慢消融的冰川附近徐徐打开。这些病毒的寿命比人类历史长得多，它们曾经活跃的年代还没有人类的踪迹，因而其物质片段于我们来讲几乎是全新的。由此，在很大概率下，人体恐怕很难快速建立起有针对性的适应机制来抵抗它们的入侵。更重要的是，在侵犯人类社会之前，这些病毒会在低等生物界悄悄衍化、变异，与已经存在的病毒融合进化，这将大大增加它们的危险性。所以毫无疑问，大量古病毒的复现会为人类社会带来极大威胁。究其深层次原因，是地球的反馈机制在起作用：人类活动造成剧烈的气候变化，其灾难性后果正在开始显现。

好消息是，随着我们在与新冠旷日持久的搏斗中积累了丰富的经验，在未来，人类社会对于流行病传播的响应，会更加迅速、成熟和科学。这意味着，尽管越来越多的病毒正准备入侵，但它们一旦袭来，我们将有能力快速采取正确的应对措施，不让它们的侵袭发展成大规模的流行事件，从而避免下一场流行病灾难的发生。

毫无疑问，这将是新冠带给我们最宝贵的收获。能够建立起针对病毒侵染的广泛快速预警，将成为人类征服自然之旅上又一个巨大的飞跃。

事实上，今天很多我们已经习以为常的事，都是科学发展帮助人类一步步征服自然的重要里程碑。人类进化为高等生物之后，通过早期的技术习得（如火和工具的使用），在生物界已经没有了天敌（在此前不久，人类的祖先，比如智人阶段，实际上还是有天敌的。例如已灭绝的著名物种剑齿虎）。可是，大自然无机界的力量却远远超过了原始人类的驾驭能力，为人类创造绵延不绝的文明设置了重重阻碍。洪水、山火、风暴、闪电、地震、海啸、寒流、高温，甚至罕见却更为神秘的磁场、重力场异常……在自然界的洪荒之力面前，人类无比渺小。而几千年的历史长河中，正是科学和技术的进步，让我们突破了自然的一个又一个障碍，不断把“天灾”淡化出人类文明的视线。

首先，在很久以前，我们的祖先就发现了节律和节气（日出而作，日落而息；春种夏耘，秋收冬藏）。这些如今我们看来简直再平常不过的事情，其实是农耕文明、甚至整个人类文明最稳固的基础。在漫长的岁月里，随着技术和观测一点一滴的进步，我们了解了更多的气象规律，并逐步掌握了预报天气的能力，直到今天利用卫星网络能够以极高的精度来预测一块很小的区域上未来很长时间内天气变化。也许我们对于拿出手机看天气来决定是否出门已经习以为常，可它背后却真真正正蕴藏着人类科技发展艰苦卓绝的努力。

几百年前，随着电磁学的发展，人们开始对另一些天灾有了更好的掌控。避雷针被发明出来，让我们免于雷电灾害的困扰。今天，在雷雨天气能够安全地在城市里穿行，这无疑又是一件令人习以为常、却实难可贵的事。更有甚者，如今的我们不仅可以避免雷雨，还可以创造雨水来解决土地的干旱。事实上，在你的城市里，每年的人工降水量也许已达到几百亿吨。

近些年来，依靠着气象领域默默无闻却持之以恒的发展，我们对于水文、风暴、极端温度等事件的预报也越来越准确，这有效缓解了洪涝、海啸、台风、高温、严寒等灾害的破坏力（同时也让航路、铁路和水路的交通更加安全）。今年年中发生在长江流域的洪水实际上要比 98 年更迅猛，但正是基于准确的水文预报和灾害预警，这一次我们并没有遭受特别大的损失。类似地，2008 年冬春之交突如其来南方雪灾，如果放在今天，已经很难会令我们措手不及；同样，相比于几十年前台风袭来则如临大敌，我们如今可以清晰地抓住每一场台风的轨迹，依据它的实时动态来有条不紊地安排应对措施。这些不声不响的进步背后，都是气象科学、地球科学和计算科学的巨大贡献。

在种类繁多的天灾中，相对而言，地质灾害更为棘手；对于它们的认知和应对，人类如今仍处在不断探索的过程之中。不过，近年来大范围地震预警网络的建立让我们迈出了重要的一步。当震中发生地震事件，震中以外的人们可以在先于地震波来临之时接收到网络信号，从而获得宝贵的逃生时间。要知道，当大地震来袭，几秒的提前量就能挽救许多生命。随着震源研究的不断深入、人们对于地震能量释放过程的不断认知、以及地表观测的不断精进，我们最终彻底征服地质灾害的时刻，应该不会十分遥远。

为什么地震事件很难预报，而天气和水文预报相对更容易一些？首先是因为，不同灾害的时间和空间尺度不同：一般而言，灾害发生的特征时间越长，其灾害核（即引发灾害的物理实体，如洪峰、气旋、断层活动区等）的空间尺度越大，对它的预报就越容易；其中时间是比空间更关键的因素。水文和气象灾害的时间尺度，常常是以小时为单位的；这样的时间尺度下，人们可以有较为充分的准备时间来预警和应对灾难。而地质灾害（包括地震、滑坡、雪崩等）的时间尺度是以分钟、甚至以秒计。这时，作出灾害后的迅速反应就变得极为困难。其次，观测条件的限制导致我们无法准确知道地下发生的物理过程，而对于地表（水文事件）和近空（气象事件）的观测和追溯显然都更加容易。我们知道，近年来水文和气象预报的渐趋准确，正是拜观测精度不断提高所赐：我们有了更多的水文监测点、更密集的卫星网络，它们可以实时观测并分析灾害事件的进展，进而为政策响应提供实时参考。

上述二者（灾害自身的时空尺度、人类观测的精度）是决定灾害应对能力的重要因素。深入而言，这一理论基础不仅适用于水文、地质、气象等自然灾害，也同样适用于能够对人类社会造成群体性影响的其他灾害或潜在灾害事件。这一类别甚至包括核战争、不明飞行物、以及机器人入侵。不过上述事件于我们还有不小的距离，现在大家更关心的是流行病的潜在威胁。

基于以上两个因素分析，新冠之后，我们将绝对有能力防止类似的规模巨大的流行病灾害再次发生。第一，即便是几乎传染能力最强、因而传播时间尺度最短的流行病种类，呼吸道传染病（包括非典、新冠、流感、中东呼吸综合征）形成灾害的时间尺度也要远比无机界灾害的时间尺度长得多，至少以天或周为单位。这无疑为灾害响应争取了较为充足的时间：在流行病面前，我们不必过分“争分夺秒”，只要“有条不紊”，便有能力取得积极的胜利。第二，在新冠战役中，我们积累了丰富的经验来观测病毒的出现、发展和传播。通过网格化、智能化、实名化的全方位实时追踪，监测系统获得了极高的观察精度。这让我们有能力及时发现灾害源头、及时作出灾害性质判断，并随着疫情发展及时调整应对措施。毫无疑问，新冠之后，我国的流行病应急响应能力将继非典后又迈上一个新的台阶；通过科技、行政、公卫等部门（以及新成立的应急管理部）的协同努力，我们已经为建立永久长效的制度化流行病应急响应网络打下了坚实的硬件基础。

然而，我们知道，除上述两条关键因素外，与无机界的灾害不同，流行病灾害的应对效果还取决于另外一个重要因素：人群对于灾害响应的配合程度。流行病的传播归根结底是以人类活动、而不是自然活动为媒介的，因此，即使硬件设备再先进高效、应急措施再科学合理，如果人群不施予有效配合，灾害响应便很难达到预期效果。这

一点，在一年以来全球各国的抗疫行动中，我们有深刻的体会；而中国的新冠之战取得巨大成功，也正是全国人民密切配合，齐心协力的结果。

在未来的流行病灾害响应中，人群与政府间的配合协作，依然是决定抗疫能否成功的关键因素。中国民众对于政府的普遍信任、对于体系的坚决维护、对于社区的积极关注，以及勇于担当、舍生取义、互助互爱的精神，会让我们的灾害响应机制发挥最大的效用。然而，这同样要求政府在制定相关应对措施之时，要充分考虑到其在人群中的可行性、适用性、合理性，要考虑到心理学、经济学等诸多方面，要严谨、科学、并且尽可能方便。

是的，依据上面的讨论，我认为可以斩钉截铁地说，在未来，新冠这样的大疫，不会在中国重现了。2020 之后的世界充满着不确定，然而对于这一点，我们是有理由坚信的。

但是，我们必须清楚，世界正在快速进入一个多灾多难的时期，2020 也许仅仅是起点。新冠之外，森林大火、洪水、台风、高温、干旱、火山喷发……随着气候急剧变化而逐渐偏离稳态，种种天灾在地球的许多角落里毫不留情地上演。而天灾之下，伴随着经济社会和地缘政治的剧烈波动，人类自身的事故也像骨牌一样接二连三地发生。我们熟悉了几十年的、一直高速发展的美好生活图景，正在被重重击碎。

在试图破解玛雅文明达到极高的科技成就、却戛然而止地衰落之原因时，著名物理学家费曼说：也许，技术文明一定是短暂的。文明达到了高超的技术和智能水平，就不可避免地会自掘坟墓。

在漫长的历史长河里，人类正站在一个新的岔口。我们对于未来的选择，将决定我们最终能否到达那里。而这，与每一个人，与每时每刻的生活，都息息相关。

不要让新冠重现，更不要让玛雅人的悲剧重现。

把这一条写进新年计划里吧。