

## 执行概要

关于气候变化，任何政府必须做出的最重要的决定是一项当务之急：相对于在其它问题上必须花费的努力，我们应该花费多少努力来应对气候变化。此次风险评估旨在为该决策提供依据。

## 风险评估的结论

气候变化的风险评估至少要考虑三个方面：未来的全球温室气体排放路径；全球温室气体排放给气候带来的直接风险；以及气候变化与复杂的人类系统相互作用而产生的风险。这三个方面都存在很大的不确定性。根据我们的评估，我们得出以下关于最重要风险的结论。

**排放：如果不做出政治承诺并加快技术创新，那么全球的排放量可能会遵循中等至高排放量路径：未来几十年持续增加，然后平稳下来，或逐渐减少。**

- 总体来说，目前主要国家和地区的政策和计划与中等至高排放量路径是一致的，即未来几十年排放量持续增加。
- 实现低排放量路径面临着巨大的技术挑战，目前也没有充分解决该问题。如果不加快能源技术和能源系统的创新——包括风能和太阳能蓄热、核能、生物燃料、不使用汽油的客运、碳储存和大规模节能技术——那么排放量迅速减少并在本世纪末接近于零的可能性就会非常低。
- 由于开采大量新的煤炭储备以及油页岩和甲烷水合物的潜力，我们不能排除高排放量路径（排放量在整个 21 世纪持续增加）的可能性。
- 气候会对累积排放量作出反应，因此未将排放量降至接近零的任何路径都将导致风险随时间持续增加。

**直接风险：气候变化的风险是非线性的。虽然平均环境可能逐步变化，但风险却可能迅速增加。在高排放量路径情景下，超过情况从“无法忽视”变成“无法忍受”的阈值的概率将随时间的推移而增加。**

- 对于任何排放量路径，有可能存在广泛的**全球气温上升幅度**。除了最低排放量路径之外，本世纪下半叶全球气温上升可能超过 2°C。在中等至高排放量路径情景（RCP6<sup>1</sup>）下，到 2150 年全球气温上升超过 4% 的可能性似乎达到 50%。在最高排放量路径情景（RCP8.5）下，本世纪末全球气温上升 7°C 的概率非常低，但在 22 世纪似乎超过 50%。我们不能排除未来几个世纪全球气温上升 10°C 的可能性。

---

<sup>1</sup> ‘RCP’ 表示“代表性浓度路径”。这里，我们参考了政府间气候变化专门委员会第五次评估报告使用的温室气体浓度情景所隐含的排放路径。

- 人类对**热应力**的忍耐力是有限的。在目前的气候条件下，炎热的国家经常出现短期内超过安全的工作气候条件的情况，而高温热浪也已经导致人员死亡。未来气候条件可能超过热应力的致命极限，甚至危害到在阴凉处休息的人们。全球气温上升约 5℃时，在印度北部、中国东南部和美国东南部等炎热地区，在特定的年份暴露于高温的人们遭受这种气候条件的概率开始变得很大；全球气温上升约 7℃时，这一概率可能超过 50%。
- **农作物**对高温的耐受性是有限的。一旦超过了临界阈值，产量可能大幅下降。对于美国中西部和玉米和中国南部的水稻这两个研究案例，全球气温上升超过 2℃时，在特定的年份超过此类阈值的概率与现在的接近 0%相比日益增加；全球气温上升约 4 至 5℃时，最坏情况下此概率分别约为 25%（玉米）和 75%（水稻）。对提高这些容许阈值程度的生物物理限制可能是适应的重要约束。这也是大幅度的气候变化可能对全球粮食安全造成巨大风险的原因之一。
- **水资源压力**的阈值在很大程度上是任意的，但是根据人均水资源可用量，“中度”、“长期”和“极端”缺水这些阈值得到了广泛应用。仅因人口增长这一因素，到本世纪中期，全球面临极端缺水的人数预计将翻一番。在某些地区，气候变化可能增加风险：例如，在高排放量路径情景下，底格里斯-幼发拉底河流域面临极端缺水的概率在 2030 年以后可能会出现极大的增加，到 2070 年可能接近 100%。
- 在南亚和东亚，气候变化反而会稍微抵消日益增长的水资源短缺风险，同时增加**洪水**的风险。在高排放量路径情景下，根据中间估值，目前“30 年一遇的洪水”，本世纪在黄河及印度河流域的发生概率会增加三倍，在恒河流域的发生概率增加六倍。在最坏情况下，到本世纪末该洪水在上述三个流域的发生概率将增加约 10 倍。
- 根据中间估值，在高排放量路径情景下，本世纪美国和南亚农田遭遇极端干旱的概率可能增加约 50%，全球翻一番，而非洲南部增至三倍。这些中间估值存在很大的不确定性：对于美国和南亚，在最好情况下，干旱发生率可能减半；在最坏情况下，干旱发生率可能增加三至四倍。
- **全球海平面上升 1 米**时，现在“100 年一遇的洪水事件”，在上海发生的概率会增加约 40 倍，在纽约会增加约 200 倍，在加尔各答会增加约 1000 倍。我们可以完善防洪设施以保持洪水的发生概率不变，但这样做需要高额的成本。而且，随着洪水的高度上涨，由洪灾引起的损失仍会加重。改造的阈值（超过该阈值，“撤离”沿海城市比进一步改善防洪设施更具有可行性）尚不明确，但是最重要的制约因素可能是社会政治而非经济或技术方面的。
- 气候模型表明，本世纪全球海平面上升不可能超过 1 米。可能出现的最坏情景将导致海平面到 22 世纪末上升数米。然而，由于气候系统的惯性原理，如果全球气温持续上升 2℃，随着冰盖逐渐融化，全球海平面必然会上升高达 10 至 15 米。但是该情况会在数百年还是数千年后出现，仍然存在很大的不确定性。
- 气候系统中的许多因素都能发生**突然或不可逆转的变化**。季风或海洋环流模式的变化、热带雨林的枯梢病、永久冻土层或海底甲烷水合物的碳排放都可能导致气候的大规模破坏。这些变化发生的概率仍然未知，但预计将随着全球气温的上升而增加。

**系统性的风险：**气候变化的风险是系统性的。最大的风险可能由气候与复杂的人类系统（例如全球粮食市场、国家内部的治理安排和国际安全）之间的相互作用引起。

- 随着气候变化增加极端天气事件发生的频率，初步分析表明，20世纪下半叶对全球粮食生产的“100年一遇”的冲击，到本世纪中期的发生概率可能增加三倍。如果政策和市场反应加剧而非缓解该冲击，现在可能的最坏情景是带来全球市场前所未有的价格上涨，受影响最严重的粮食价格与当前的价格水平相比增至三倍。
- 气候变化已增加了极端事件发生的概率，如2010年的俄罗斯高温热浪和2007年至2011年的叙利亚干旱。这些事件与粮食出口限制、现有的资源压力、治理不善和国家脆弱等其它因素相结合，都造成了动乱和冲突。在气候变化程度较低的情况下，此类风险最有可能进一步发生在这样的地区：气候变化已经减少了原本就紧张的资源，同时人口的高速增长也增加了对资源的需求量。
- 气候变化程度较高时，安全风险的程度似乎可能有所不同。极端的水资源短缺压力和肥沃土地的竞争可能成为冲突的来源。从一些地区迁移可能更加成为一种必要，而非选择；而且迁移的规模也可能是历史上前所未有的。国际社会提供人道主义支援的能力似乎有可能不堪重负。国家失败的风险可能大幅增加，同时影响很多国家，甚至威胁到那些目前被认为发达而稳定的国家。反之，不受统治的领土的扩张会增加恐怖主义的风险。国家或其它参与方将受到极大的诱惑，在应用地球工程学应对气候变化方面采取单边行动，而这也可能成为进一步的冲突来源。

**价值：**估计这些风险的价值本质上是一项具有主观性的行为。

- 对全球气候变化成本的标准经济估算对科学假设和人类生命价值的判断都非常敏感。由于这些估算往往忽略了一系列难以量化的影响，因此很可能低估风险而出现系统性的偏差。
- 即使经济成本可以准确估计，它们的总和却不能很好地衡量气候变化的风险。上个世纪的一些最悲惨的悲剧对全球GDP的影响却微不足道。同样，气候变化带来的一些最严重的风险也可能无法用金钱来衡量。
- 气候变化风险的任何估值都将涉及主观判断，最明显的是有关对后代福祉的重视。这些判断应该公开透明，人们还可以就此进行公开讨论。

### 继续风险评估的建议

在气候变化的风险评估方面，我们还有很大的提升空间。这是一个良机，可以为我们做出降低风险方面的决策提供依据。

**我们关于风险评估的建议是：遵循正确的原则；扩大人们在风险评估过程中的参与度；持续不断地向最高决策机构报告。**

**遵循正确的原则。**包括：

- 评估与目标和利益相关的风险。首先了解我们希望避免什么风险；然后评估其可能性。
- 识别最大的风险。关注发现更多关于长期变化和短期事件的最坏情景方面的信息。
- 考虑各种可能性。要记住，如果影响是灾难性的，那么很低的概率也可能导致非常高的风险。
- 使用最佳的可用信息，不管是经证明的科学真理，还是专家判断。最好的估计总不没有估计好。
- 从全局的角度看待问题。评估系统性的风险，以及直接风险。评估受相关决策影响的整个空间和时间内风险。
- 做出明确的价值判断。认识到这些判断本质上是具有主观性的，并确保公开透明，人们可以就此进行公开讨论。

**扩大人们在风险评估过程中的参与度。**不同的参与者在风险评估的不同阶段发挥重要作用。

- **确定目标：**领导和决策者在开始阶段发挥作用，确定风险评估的目标和相关利益。
- **信息收集：**科学家们在理解气候变化及其直接影响方面发挥带头作用。政治学、技术、经济学及其它学科的专家可以提供未来全球排放量以及气候变化与人类系统互动时带来的间接影响方面的信息。
- **风险评估：**人们收集信息时可能收集任何有用或有趣的信息，风险评估却是根据一系列特定的原则询问与设定目标有关的证据。将收集信息与风险评估这两项任务相分离可以提高工作效率。不仅仅科学家要参与气候变化的风险评估，风险专家也要参与其中，来自国防、情报、保险和公共卫生等领域的风险专家也要参与其中。

**持续不断地向最高决策机构报告。**风险评估旨在为决策者降低风险提供依据。评估气候变化的特定的、地方的或行业的风险，可能要针对承担特定的、地方的或行业职责的机构。气候变化风险的整体评估应直接向承担整体治理职责的机构报告。在国家层面，这意味着政府首脑、内阁或国家安全委员会。在全球层面，则意味着政府首脑会晤并做出决策的机构。我们需要定期地、持续地进行风险评估，这样在不确定的方面，随着时间推移专家判断的任何更改或趋势就会一目了然。

**风险降低：合理应对措施的重要组成部分**

风险评估的目的主要是为了进一步加深我们对所面临问题的了解；同时，风险评估还可能让我们进一步洞察解决方案的性质。

超过一定阈值时，气候变化的最大风险会出现：逐步的情况变为突然的情况；不可忽视的情况变为不可容忍的情况。同样，超过出现非线性变化的阈值时，最大程度的风险降低会出现。

政治领导可以是非线性变化的一个来源。在现有技术水平线，政治领导就有机会在短期内显著地改变任何一个国家排放量的趋势。

技术创新是非线性变化的天然来源。新技术可能慢慢出现，然后在跨过一些无形的门槛后突然迅速地取代旧的技术。就实现低碳转型的一系列技术而言，重要的是加快这一变化的速度，并提前跨过这些门槛。当务之急是技术进步和政策措施（如碳定价）双管齐下，以尽快跨过清洁能源变得比化石能源更便宜的门槛。

在经济方面，微小的规则变化可以产生很大的结果变化。调整法规，并采取激励措施将长期风险评估纳入财政体系，可以显著地增加技术投资，从而为我们的长期经济利益服务。

反馈作用会加剧气候变化的风险：气温上升使冰雪融合；冰雪融化后，海洋吸收更多热量；这样气温上升得更快。有效的风险降低措施也将利用积极的反馈作用。政治干预可以改变市场氛围，这样市场将在清洁能源技术方面加大投资，从而加快技术进步，然后新的政治干预又成为可能。

气候变化的风险分为即时风险和长期风险，因此我们也要分别针对这两种情况采取行动。对于随时间的推移而增加的风险，如果我们的视野是短期的，那么就无法成功地加以控制。最终，只有我们将全球温室气体的排放量降至接近零时，气候变化的风险才能得以控制。因此，现在我们必须尽最大的努力降低排放量，而且还必须沿着一条未来有更大的能力降低更多排放量的道路前进。

气候变化的风险可能比人们通常意识到的程度更高，我们应对气候变化的能力也是如此。实事求是的风险评估并不是宿命论的借口。如果我们克服惰性，发挥创造力，将反馈作用相匹配，找到并超过非线性变化的阈值，那么未来保持安全气候的目标就不是遥不可及的。