

宏观视点

2021年2月14日

面对毒株变异，复苏仍将如期而至 无需恐慌，但要科学防备

进入2021年，具有更高传染性和致死率的新冠变异毒株已在多国蔓延，个别毒株甚至还降低了现有疫苗的有效性。但面对变异毒株，我们无需过虑，提前做好准备，全球复苏也不会迟到。一方面，各国可以积极进行病毒基因测序，及时发现和跟踪变异毒株的传播；另一方面，一旦发现变异病毒免疫逃逸，利用新技术可以快速制备有效疫苗版本。大规模疫苗接种初期，各大疫苗厂商的生产难免遇到瓶颈，欧盟国家也因“押错宝”而面临疫苗获取难的困境，但这些问题预计在2季度后将会好转。海外大规模接种疫苗的有效性已有初步数据支持，全球疫苗接种路径符合预期，高收入国家预计2021年夏季完成大规模接种，中低收入国家则较慢。中国疫苗填补了部分发展中国家的疫苗缺口，但下半年需加大国际合作，推进疫苗接种步伐，防止出现“免疫落差”。

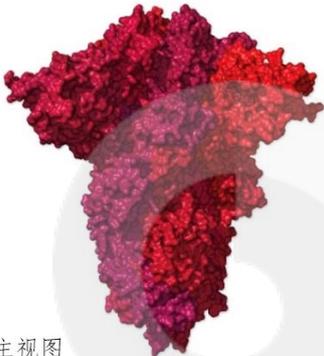
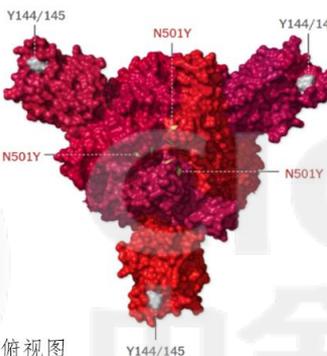
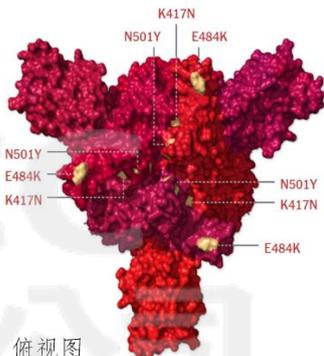
关键词 | 病毒变异 新冠疫苗 科学应对 经济复苏

研究员 | 周子彭

新冠变异毒株可能降低现有疫苗保护率，拉响全球防疫警报。但面对病毒变异，利用现有技术，人类可以将新冠病毒变异的冲击控制在较小范围内。尽管前期遭遇各种阻碍，但高收入国家2021年秋季前完成大规模接种，中低收入国家则要推迟到2022年的大趋势没有发生变动。全球疫苗的总产能将在2021年下半年快速上升，而现有疫苗的实际有效性得到初步验证。中国需加大国际合作，推动中国疫苗接种速度，防止出现“免疫落差”影响经济增长。

一、应对病毒变异，无需恐慌但应做好准备

图1: 新冠病毒原始毒株和B.1.1.7、B.1.351变异毒株基本信息对比

 <p>主视图</p>	 <p>俯视图</p>	 <p>俯视图</p>
<ul style="list-style-type: none"> 名称: 2019新型冠状病毒(原始毒株) 死亡率(全球): 2.19% 疫苗有效性: 辉瑞疫苗有效性约95% <ul style="list-style-type: none"> Moderna疫苗有效性约94.1% 阿斯利康疫苗有效性约82.4% Gamaleya疫苗有效性约91.6% 国药集团疫苗有效性约79.34% 传播国家: 221个国家和地区 	<ul style="list-style-type: none"> 名称: B.1.1.7/ 501Y.V1(英国毒株) 刺突蛋白基因突变数量: 8个 关键突变: N501Y 传染性: 比原始毒株高出50%以上¹ 致死率: 比原始毒株高出约35%² 疫苗有效性: 阿斯利康有效性70-80%³ 辉瑞能有效对抗B.1.1.7⁴ 传播国家: 70个以上 	<ul style="list-style-type: none"> 名称: B.1.351/ 501Y.V2(南非毒株) 刺突蛋白基因变异数量: 9个 关键突变: N501Y、K417N、E484K 疫苗有效性: 阿斯利康疫苗有效性约10% 辉瑞疫苗中和效价下降6.5倍 Moderna中和效价下降6倍 强生疫苗有效性约57% 传播国家: 32个以上

资料来源: The New York Times, Nature, Science, medRxiv, WorldOMeters, Our World in Data, 中金研究院整理

过去几个月里, 新冠病毒变异毒株在世界多地相继出现。多国跟踪表明⁵,

¹ <https://www.nytimes.com/interactive/2021/health/coronavirus-variant-tracker.html>

² Davies, N. et al. Preprint at medRxiv <https://doi.org/10.1101/2021.02.01.21250959> (2021).

³ <https://www.bioworld.com/articles/503277-positive-news-astrazeneca-vaccine-still-effective-in-b117-sars-cov-2-variant>

⁴ Muik A, Wallisch A K, S änger B, et al. Neutralization of SARS-CoV-2 lineage B. 1. 1. 7 pseudovirus by BNT162b2 vaccine-elicited human sera[J]. Science, 2021.

截至2021年2月5日，全球已经发现了3,863个变异毒株，其中造成较大影响的主要有两个，分别是在英国发现的B.1.1.7变异毒株和在南非发现的B.1.351变异毒株。与原始病毒相比，这些变异毒株具有更强的传染性，更高的致死风险，以及导致现有疫苗的保护效力减弱（图表1）。

但面对新冠病毒变异，人们无需过度恐惧，现有的科学技术条件可以保证人类将新冠变异毒株造成的冲击控制在很小的范围内，但前提是人类要科学地做好准备。

首先，新冠病毒基因测序可以协助人们及时识别和跟踪新的变异毒株。新冠病毒基因测序是指通过对新冠病毒样本进行分析，来判断病毒基因组是否发生了突变，以及这些突变对于病毒传染性、患病严重程度以及逃避免疫系统攻击能力等多方面的影响。新冠疫情发生以来，各国研究人员持续跟踪新冠病毒基因组的变化，据全球共享流感数据倡议组织（GISAID）统计，截至2021年2月9日，全球已对505,036个新冠病毒样本进行了测序。然而各国在基因测序的重视程度方面存在差异，英国共测序了257,456个序列，占英国新冠确诊病例的6.5%；中国测序了2088个，占确诊病例的2%；而特朗普政府下的美国测序比例较低，仅对2,770万确诊病例中的99,142例（占0.36%）进行了基因测序⁶。英国有效的基因测序源自于政府对基因测序的重视和投入。早在2020年3月，英国政府就投资2,000万英镑成立了COG-UK联盟（COVID-19 Genomics UK Consortium）来提高基因测序的规模和效率，这帮助英国在同年9月及时发现英格兰东南部地区传播的B.1.1.7毒株。随着新冠病毒变异毒株发现的频率越来越高，世卫组织（WHO）流行病学家Maria Van Kerkhove在2021年1月呼吁各国进一步加强对基因组的监测，以提升应对疫情的能力⁷。拜登政府近期试图弥补美国在基因测序方面的缺陷，其计划推出的1.9万亿美元刺激法案中将包含4,150万美元用于增加对新冠病毒监测项目的投入⁸。

⁵ <https://nextstrain.org/ncov/global>

⁶ <https://www.gisaid.org/>

⁷ <https://www.nature.com/articles/d41586-021-00065-4>

⁸ <https://www.statnews.com/2021/01/14/biden-request-covid-19-response/>

其次，在获取病毒基因序列后，厂商能够在短期内调整疫苗以更好抵御变异毒株。目前被大规模接种的辉瑞和Moderna疫苗都基于mRNA技术进行研发，而mRNA技术的一大优点就是可以被快速研发制备，病毒变异后，只需调整有效抗原的RNA序列即可重制出疫苗。辉瑞和Moderna公司的发言人都表示，他们将根据需要对疫苗进行更新，而这一过程可能会在短短6周内完成⁹。以腺病毒载体为技术路线的阿斯利康公司也宣布正在和牛津大学合作研发下一代疫苗，且最早有望在今年秋季推出¹⁰。此外，如同流感疫苗每年为抵御新毒株而进行更新，却无需再经过广泛的批准程序一样¹¹，调整后的新冠疫苗上市前同样不必像原始版本那样经过严格的审查以及广泛的临床试验，这将会缩短新疫苗从研发到投入使用的时间。

最后，与其他RNA病毒相比，新冠病毒的变异速度相对较慢。病毒发生基因突变是正常现象，而新冠病毒作为一种RNA病毒，相对于DNA病毒变异的几率也更大。病毒入侵人体后，通常会在细胞中自我复制数百万甚至数十亿次，这个复制的过程很可能会出现错误，例如基因链上的一个碱基被不同碱基取代，从而导致基因突变。以RNA作为遗传物质的病毒，如SARS-CoV-2，更容易发生突变，因为RNA分子比DNA更不稳定，在复制RNA的过程中也更容易出错。但根据2020年9月Nature杂志发表的研究¹²，新冠病毒的“校对酶”机制能够修正可能的复制错误，一个典型新冠病毒基因组在一个月内只会积累一到两个单碱基突变，这个变异速度是其他RNA病毒，比如普通流感病毒的一半。此外，许多病毒变异并不会对人体造成新的影响。分子流行病学家Emma Hodcroft指出：“通常来讲，一个或几个复制上的错误并不会改变病毒的特性，甚至还可能会对病毒造成伤害。”¹³但在极少数情况下，某些突变也可能会给病毒带来优势，比如让病毒更容易感染细胞或更快地在人群中传播，并使得这

⁹ <https://www.nytimes.com/live/2021/02/04/world/covid-19-coronavirus#the-fda-prepares-plan-if-vaccines-prove-less-effective-against-new-variants>

¹⁰ <https://www.aljazeera.com/economy/2021/2/3/the-race-for-next-generation-covid-vaccines-is-heating-up>

¹¹ <https://www.nytimes.com/2021/01/25/health/coronavirus-moderna-vaccine-variant.html>

¹² Callaway, Ewen. (2020). The coronavirus is mutating — does it matter?. Nature. 585. 174-177. 10.1038/d41586-020-02544-6.

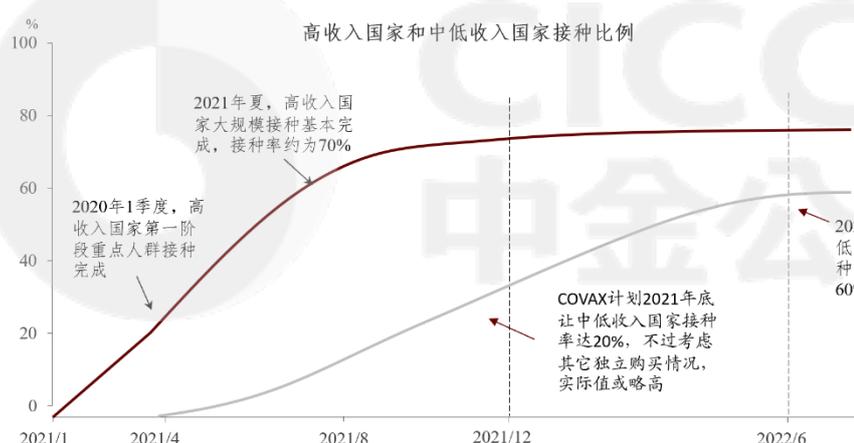
¹³ <https://www.vox.com/science-and-health/22192061/mutant-coronavirus-covid-19-uk-mutation-vaccine>

些突变株在种群中占主导地位。

二、全球疫苗接种路径基本符合预期

我们在2020年12月6日的报告¹⁴中刻画了全球新冠疫苗接种的时间路径（图表2），认为高收入国家将在2021年夏完成大规模接种，中低收入国家完成大规模接种将延至2021年后。从近期各国政府公布的接种计划以及实际接种速度来看，疫苗接种路径的主要趋势与此前预测相比没有发生大的变化，但细节更加清晰。全球复苏仍将如期而至。

图表2：高收入国家将在大致在2021夏完成接种，中低收入国家将较慢



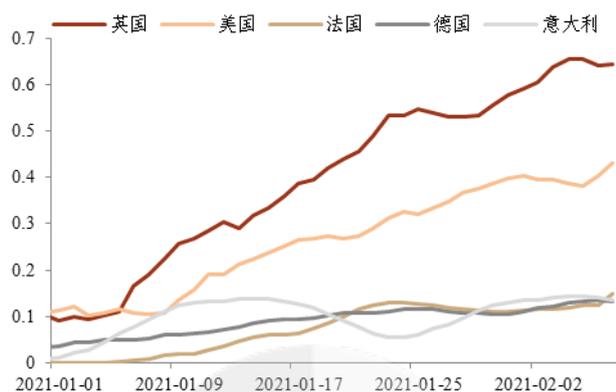
资料来源：中金研究院，2020年12月估算。

高收入国家接种进展存在差距，美英接种速度快于欧盟国家。新冠疫苗阻碍病毒传播的关键在于通过足够比例人群接种进而实现群体免疫。因此尽管美国、中国和英国是目前接种疫苗数量最多的3个国家，但由于各国人口基数存在差异，以色列的接种比例却遥遥领先，人群接种率高达64.26%（截至2021年2月9日），有望成为首个实现群体免疫的国家。因此在进行国家间比较时，我们将各国每日新冠疫苗接种数量除以人口数量得到单位人口每日新冠疫苗

¹⁴ 《疫苗之后，经济何时重回“正轨”？——全球不同步的时间线》，中金研究院，2020年12月6日。

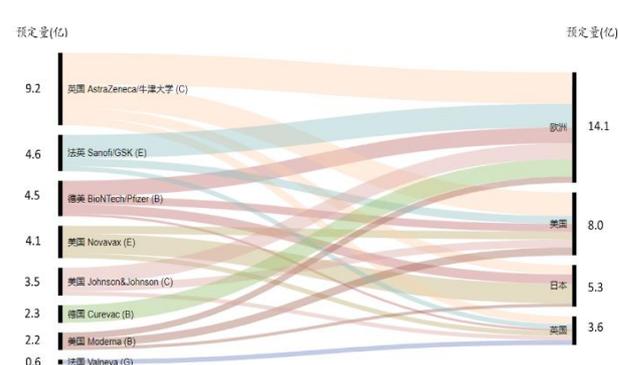
接种量，并以此作为各国疫苗接种速度的衡量。从图表3来看，欧盟主要国家德国、法国和意大利接种速度相近，都远远落后于美国和英国。

图表 3: 每百人每日新冠疫苗接种数量 (7 日移动平均)



资料来源: Our World in Data, 中金研究院 注: 数据截至2021年2月7日

图表 4: 欧洲疫苗预定来源主要为阿斯利康和 Sanofi/GSK



资料来源: 阿斯利康, Moderna, 辉瑞等, 中金研究院 注: 数据截至2020年12月2日

疫苗短缺是造成欧盟国家接种进度严重滞后的主要原因。图表4列出了部分发达国家和地区截至2020年12月的疫苗预定量及预定来源，其中欧洲在预定过程中“押错宝”，订购疫苗的主要来源是阿斯利康和 Sanofi/GSK。然而 Sanofi/GSK 的临床试验显示其研发的疫苗对50岁以上人群不能引起有效的免疫反应，导致其疫苗发行时间可能延后至2021年末¹⁵。而其他厂商则相继出现疫苗交付量减少的情况，2021年1月，疫苗厂商辉瑞、阿斯利康和Moderna先后向欧盟表示将减量交付新冠疫苗。1月15日，辉瑞公司发表声明称，为提高2季度交付量，其位于比利时的生产基地需要对生产流程进行调整，而这将影响到未来3-4周对欧盟国家的新冠疫苗交付量。1月22日，阿斯利康发言人声明，原定于1季度向欧洲交付8,000万支疫苗，但由于工厂产能下降，交付量将削减到3,100万，只有原计划的40%。1月29日，Moderna公司表示，由于产能调整，公司向美国以外地区交付的新冠疫苗将暂时减量，在2月初只能向意大利供应13.2

¹⁵ <https://www.fiercebiotech.com/biotech/weak-clinical-data-force-sanofi-gsk-to-delay-covid-19-vaccine>

万剂疫苗，比原计划少20%；在2月份向法国交付60万剂，低于预期的80万剂。

从已有的进度看，美国将于**2021年1季度前完成重点人群接种**。根据美国疾病预防控制中心（CDC）2020年12月公布的疫苗接种计划，疫苗分配将按如下顺序进行：阶段1a疫苗将优先分配给医护人员（约2,100万）和长期护理机构中的老年人（约300万）；阶段1b疫苗将分配给一线工人（约3,000万）和剩余75岁以上的老年人（约1,900万），共计约7,300万人；此后再扩展至其他阶段的人群。为加快疫苗接种进度，2月2日，美国政府宣布，未来3周向各州分配的疫苗数量将增加50万剂，达到每周1,050万剂。此外，联邦零售药房计划的第1阶段即将启动，2月11日起，政府将向全国约6,500家零售药房（Walgreens、CVS、Rite Aid等）每周分发100万剂新冠疫苗¹⁶，若进展顺利，最终可能扩展至4万家药房。从接种速度来看，美国2021年2月上旬平均每日接种疫苗达到145万剂，接近此前拜登总统提出的每日150万剂的目标¹⁷，较1月初的每日30万剂更是上升了接近4倍（图表5）。而随着疫苗分发数量的提升，美国疫苗接种速度有望进一步加快，未来每日平均接种量可能达到200万剂以上，预计美国在2月底或3月初就能完成1阶段重点人群的接种工作。

英国接种速度稳步提升，预计3月底半数民众将获得接种。英国政府计划在2月中旬前向1,500万人提供疫苗，主要包括一线医护工作者以及70岁以上的老年人，在3月底之前将疫苗接种范围扩大至所有50岁以上的人群，共计约3,200万人，占英国总人口的接近50%。据估计，这些高危人群占迄今为止新冠病毒死亡人数的90-99%¹⁸。而从实际接种进度来看，截至2月7日，英国累计接种1,280万剂，近1周内平均每天接种数量超40万，且呈现稳步上升的态势（图表6）。英国公共卫生部（NHS）日前表示2月中旬接种1,500万人的目标很有可能达到，并且英国某些地区已经开始通知60多岁的老人进行疫苗接种，计划在2月底前完成这部分人群的接种工作。英国疫苗接种进展符合政府预期，预计到3月底，将有一半的英国民众能够对新冠病毒获得免疫力。

¹⁶ <https://www.cnn.com/2021/02/04/us/covid-19-vaccine-drug-stores/index.html>

¹⁷ <https://www.cnn.com/2021/01/25/politics/biden-vaccine-distribution/index.html>

¹⁸ <https://www.bbc.com/news/health-55274833>

图表 5: 美国接种速度较 1 月初快近 4 倍



资料来源: CDC, 中金研究院 注: 数据截至2021年2月8日

图表 6: 英国日均接种数量超 40 万剂



资料来源: GOV.UK, 中金研究院 注: 数据截至2021年2月7日

欧盟国家预计仍将在2021年夏末基本完成大规模接种。1月19日，欧盟委员会呼吁成员国加快疫苗推广工作，计划到2021年3月底前对至少80%的医护人员和80岁以上老年人接种疫苗（约2,200万人），到2021年夏季结束前（9月22日），欧盟成员国应至少接种全部成年人口的70%（约2.5亿人）。受制于疫苗供应短缺，目前欧盟国家接种进度远远滞后于英国和美国，但随着疫苗厂商产能瓶颈的突破，以及美、英预计在1季度完成重点人群的接种，欧盟疫苗短缺问题有望在2季度得到解决。发达国家疫苗运输与分发速度快，提供终端注射服务能力强，因此随着疫苗数量逐渐充裕，欧盟疫苗接种速度在2季度将出现大幅加速，夏季结束时疫苗接种率有望达到70%左右。

对于中低收入国家而言，2021年2季度新冠疫苗接种率约为3%，4季度预计达到20%-25%，但大规模接种完成或延至2022年。目前中低收入国家主要通过COVAX项目获取疫苗，该项目计划到2021年底向中低收入国家提供20亿剂疫苗，使20%的人口得到接种。COVAX项目首轮将发放超过3.3亿剂疫苗（包括3.36亿剂阿斯利康疫苗和120万剂辉瑞疫苗），覆盖145个参与国家总人口的3.3%（图表7）。这些疫苗绝大部分将在今年上半年度分发，其中辉瑞疫苗已获得WHO紧急使用许可，120万剂辉瑞疫苗预计于1季度分发，而阿斯利康疫苗目前正接受WHO的评估，若满足所有要求，预计阿斯利康疫苗的交付将

于2月下旬开始。但由于阿斯利康公司近期出现了产能问题，人们对阿斯利康疫苗能否按时交付存在担忧。COVAX项目临时分配计划显示，3.36亿剂阿斯利康疫苗由2部分构成：印度血清研究所生产的2.4亿剂和阿斯利康公司生产的9,600万剂，且阿斯利康公司在1季度仅需交付总量的15%（约1,440万剂），因此阿斯利康疫苗交付预计能得到保证。若COVAX项目进展顺利，预计中低收入国家在2021年2季度前接种率约为3%，年底接种率达到20%-25%。而从2022年开始，随着高收入国家接种完成，以及全球疫苗产量变得更为充裕，中低收入国家接种速度有望加快，但由于中低收入国家疫苗接种体系相对落后，接种速度可能慢于高收入国家，新冠疫苗接种率到2022年中或达到50-60%。

图表7: COVAX项目临时分配计划

疫苗厂商	储存条件	接种剂量	2021Q1	2021Q2
辉瑞/BioNTech	-70℃	2剂	120万	/
阿斯利康/Oxford	2-8℃	2剂	约1亿	约2.1亿

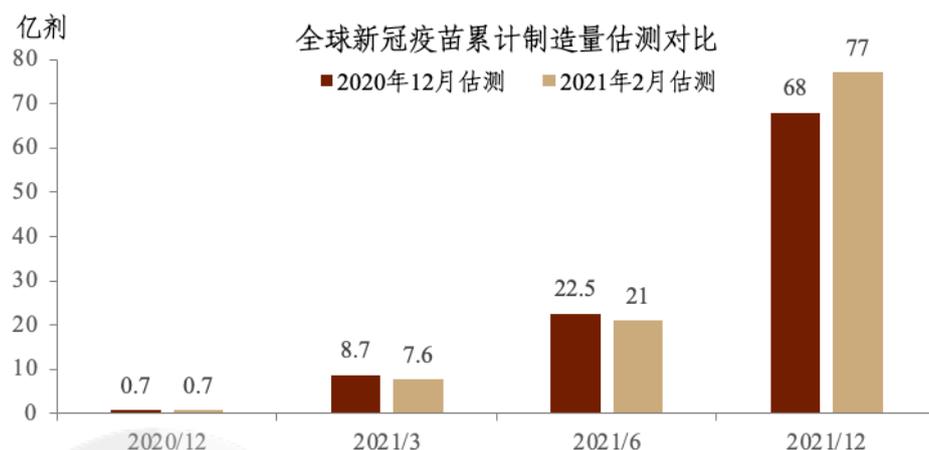
资料来源: WHO, 中金研究院整理 注: 阿斯利康/Oxford疫苗包括印度血清研究所生产的2.4亿剂和阿斯利康生产的9600万剂, 印度血清研究所生产的预计一季度分发35-40%, 二季度分发60-65%, 阿斯利康生产的预计一季度分发15%, 二季度分发56%, 剩余的将于下半年分发。

三、全球疫苗1、2季度产能略低于早前预测，但下半年产量将高于预期

新冠疫苗正式进入大规模生产阶段后，部分厂商面临生产环节上的困难，一定程度上影响了2021年1季度的疫苗产量，而另一部分厂商则对此前疫苗的产能规划进行了调整。如阿斯利康、强生由于出现生产问题，目前产量已经落后于先前的预计水平；但辉瑞则在已有规划产能的基础上额外增加了2021年的产能。根据目前的公开信息，我们更新了海外五大医药厂商（辉瑞、Moderna、阿斯利康、强生、Novavax）在2021年的累计产量路线图（图表8）。与我们12月6日报告的估测相比，2021年全球疫苗1、2季度累计产量略低，但全年变高。我们现在预计2021年1季度新冠疫苗产量将达到约7.6亿剂，略低于早前报告估

测的8.7亿剂；2季度产量约21亿剂，低于先前22.5亿支预期；而全年产能或达77亿剂，高于12月预测的68亿剂。

图表8: 与2020年末预测值相比，2020上半年产量略低，但下半年产量增加



资料来源: AstraZeneca, Moderna, Pfizer, J&J, Novavax, CNBC, Reuters, The Economic Times, Financial Times, New York Times, LA Times, Washington Post, NPR., 中金研究院 注: 2021年2月估测数据截至2021年2月6日, 2020年12月估测数据截至2020年12月2日

从各个厂商公布的信息来看，辉瑞在1月11日宣布将全年产能从先前的13亿剂提高至20亿剂¹⁹，且1季度能额外为美国提供2000万剂疫苗（原定1季度提供1亿剂，现共计提供1.2亿剂）²⁰，增加产量中的7500万剂也将在上半年额外提供给欧盟²¹，1月27日法国制药商赛诺菲表示将与辉瑞公司的德国合作伙伴BioNTech合作，帮助制造辉瑞疫苗。这将有助于加快疫苗剂量向欧洲国家的交付。但由于需要进行生产线改造以及培训工人，该计划将于7月开始，第一批疫苗将在8月交付，到今年年底，赛诺菲能向欧盟提供超过1亿剂辉瑞疫苗。Moderna在1月份宣布将全年产能提高至6亿剂²²，增加了1亿产能，同时公司已向FDA申请，允许其在每个疫苗瓶内添加更多的剂量，提高疫苗生产效率。阿斯利康目前由于工厂产能下降，产量远低于预期，在1月31日宣布1季度仅能向

¹⁹ <https://www.ft.com/content/338fa31b-6b4d-4184-b41b-98388652a943>

²⁰ <https://www.npr.org/sections/health-shots/2021/02/01/962954518/moderna-increases-covid-19-vaccine-shipments-while-pfizer-lags-behind>

²¹ <https://www.latimes.com/world-nation/story/2021-02-01/astrazeneca-deliver-more-covid-vaccine-doses-europe>

²² <https://www.washingtonpost.com/health/2021/01/14/covid-vaccine-supply/>

欧盟提供4000万剂疫苗²³，为原定提供量的50%，但目前阿斯利康没有透露其年产量是否会有变动。强生同样由于生产问题，目前产量已落后原定目标2个月进度，预计到4月才能恢复至原计划水平²⁴，官方表示年产量仍能达到10亿剂目标，但产能将在年内逐渐上升，1季度的具体产量暂时无法估测²⁵。Novavax则与先前消息基本一致，预计在2021年5-6月左右才能投入全部产能，每月达到约1.5亿剂的产量²⁶。

在估算累计制造量的过程中，我们将辉瑞及Moderna的年产量平均到每月进行估算；强生原定在2月提供1200万剂、6月提供1亿剂，但目前进度落后2个月的水平，因此我们预计1季度末或能达到1000万剂，2季度末则有可能恢复原计划水平；阿斯利康由于没有确切数据支撑，我们则依据其1季度向欧盟提供原定数量的一半来推测上半年产量仅达到原估测的50%；Novavax则与先前估算一致（图表9）。

图表9：疫苗累计制造量估算细节对比（标红部分为2021年2月估测值）

时间点	2020/12		2021/3		2021/6		2021/12	
	2020/12	2021/2	2020/12	2021/2	2020/12	2021/2	2020/12	2021/2
Pfizer	0.5	0.5	3	5	6	10	13	21
Moderna	0.2	0.2	1.2	1.5	2.6	3	5	6
J&J	0	0	2.5	0.1	5	1	10	10
AstraZeneca	0	0	2	1	4	2	20	20
Novavax	0	0	0	0	5	5	20	20
累计产量	0.7	0.7	8.7	7.6	22.5	21	68	77

资料来源：AstraZeneca, Moderna, Pfizer, J&J, Novavax, CNBC, Reuters, The Economic Times, Financial Times, New York Times, LA Times, Washington Post, NPR., 中金研究院 注：2021年2月估测数据截至2021年2月6日，2020年12月估测数据截至2020年12月2日

与去年年底的产量预测相比，2021年上半年的产量比原计划略低，其原因

²³ <https://www.latimes.com/world-nation/story/2021-02-01/astrazeneca-deliver-more-covid-vaccine-doses-europe>

²⁴ <https://www.nytimes.com/2021/01/13/health/covid-vaccine-johnson-johnson.html>

²⁵ <https://www.reuters.com/article/us-health-coronavirus-johnson-johnson-idUSKBN29I2GS>

²⁶ <https://www.reuters.com/article/us-health-coronavirus-vaccine-novavax/novavax-expects-to-produce-150-million-vaccine-doses-per-month-as-early-as-may-ceo-idUSKBN29Y2WP>

主要是疫苗在初期生产过程中面临几方面制约因素。以目前已上市新冠疫苗情况来看，首要问题是原材料储备不足使大规模生产受到限制。辉瑞和Moderna都是采用mRNA疫苗，而mRNA的化学性质不稳定，需要通过脂质纳米颗粒将其包裹再进行递送。尽管mRNA疫苗此前已经研究了数十年，但此前人类并未大规模使用mRNA疫苗，因此脂质纳米颗粒去年才开始批量生产，欧洲仅有2家规模较大的脂质纳米颗粒生产商，短期内无法满足大规模生产需求。辉瑞此前表示“某些早期批次的原料不符合标准”导致其生产延误²⁷。阿斯利康在生产初期同样面临生产线材料及设备不足的问题，由于疫苗生产过程中需要精细的环境控制，因此对疫苗物质原料、提纯过滤器等生产材料及设备都提出了严格要求，导致初期设备条件无法满足生产需求²⁸。另一方面的问题是工厂生产能力不足，而产能提升需要时间。尽管公司已经全力生产，然而产量无法突破自身产能极限。因此，要进一步提升产能就需要对生产线进行改进，这一过程中同样可能面临困难。辉瑞公司1月发表声明称，为提高2季度交付量，其位于比利时的生产基地需要对生产流程进行调整，而这将影响3-4周对欧盟国家的新冠疫苗交付量。阿斯利康同样面临工厂产能下降的问题，欧盟已经对其在比利时的生产基地展开调查。俄罗斯的Gamaleya疫苗日前也发表声明称将延缓其在拉美国家的供应速度，原因是需要对俄国以外地区的生产地区进行设备升级，提升2季度的疫苗产量²⁹。

²⁷ <https://www.statnews.com/2021/01/14/businesses-across-the-supply-chain-must-work-together-to-produce-covid-19-vaccines/>

²⁸ <https://latestnews-live.com/behind-astrazenecas-covid-19-vaccine-stumble/>

²⁹ <https://www.reuters.com/article/us-health-coronavirus-vaccine-latam/russia-warns-of-delays-in-sputnik-v-vaccine-supply-to-latin-america-idUSKBN29W2N2>

图表10: 部分已上市疫苗生产现状与挑战及未来解决方案

	当前疫苗生产现状或挑战	未来可能的解决措施
辉瑞/BioNTech	mRNA原材料产量有限且可能不达标（包括脂质纳米颗粒、核苷酸） 目前生产情况良好	试剂瓶中疫苗数量由5剂增加至6剂 新公布德国生产基地 与赛诺菲合作生产
Moderna	mRNA原材料产量有限且可能不达标（包括脂质纳米颗粒、核苷酸） 试剂瓶产量不足	向FDA申请在每个试剂瓶中增加至15剂疫苗，提高生产及运送效率
阿斯利康	各批次细胞培养产生的疫苗有效物质数量不同，向欧盟提供疫苗的基地产量仅有原定量的三分之一 比利时基地产量不足是疫苗物质生产下游过滤方面的问题导致	比利时生产基地已在解决过滤技术问题 全球生产点每月共计1亿产能
其他	大批量生产压力较大 生产速度需攀升，前期产量可能不达预期	设备升级、增设生产基地

资料来源: AstraZeneca, Moderna, Pfizer, CNBC, Reuters, The Economic Times, Financial Times, New York Times, LA Times, Washington Post, NPR, Repubblica, The Guardian, Pharmaceutical Technology, Statnews., 中金研究院整理

尽管目前已上市疫苗面临产量不达预期的问题，我们注意到仍然有厂商提高了2021全年疫苗产量，一定程度上说明当前的产量问题能够得到解决。辉瑞/BioNTech的疫苗产量问题通过试剂瓶中新提取额外一剂疫苗得到一定缓解³⁰，且近期在德国新公布了一个生产基地，年产能达到7.5亿剂，最快2月末就能投产³¹，极大地提高了未来产能。而Moderna则在2月初增加了对美国的疫苗供应量，周供应量达到580万剂，较先前的430万剂提高了约35%³²，同时Moderna也已向FDA申请，允许其在每个疫苗瓶内从10剂添加至15剂疫苗，这将进一步提高Moderna的生产效率及能达到的产量。目前各厂商正在通过设备更新、增加生产基地、扩大容器存量等多种手段解决产量不足的问题，因此可以预期2

³⁰ <https://www.npr.org/sections/health-shots/2021/02/01/962954518/moderna-increases-covid-19-vaccine-shipments-while-pfizer-lags-behind>

³¹ <https://www.voanews.com/covid-19-pandemic/pfizer-biontech-boost-supply-vaccine-doses-500k>

³² <https://www.npr.org/sections/health-shots/2021/02/01/962954518/moderna-increases-covid-19-vaccine-shipments-while-pfizer-lags-behind>

季度疫苗产能不及预期的问题可能将得到缓解（图表10）。

不过即便疫苗产能扩大，欧美等国家抢先锁定了海外主要厂商的大部分产量，并没有改变发展中国家的疫苗获得量及获得时间都将落后于发达国家的预期。以辉瑞为例，截至去年年底，美国、英国、欧洲、加拿大及日本共计预定了11亿剂辉瑞疫苗³³，占比达到当时预计产能的80%以上。而在辉瑞宣布增加年产量后，美国在1月26日宣布加购1亿剂辉瑞疫苗，欧盟也将在上半年额外得到增加产量中的7500万剂。还未上市的疫苗如强生，其主要订单同样来自于发达国家。强生目前需要生产美国订购的1亿剂疫苗、欧盟订购的2亿剂疫苗，以及通过Gavi向发展中国家提供的1亿剂疫苗，其官方公布的计划是在2021年上半年完成美国的1亿剂订单，全年完成欧盟的2亿剂订单³⁴。

相比之下，发展中国家目前主要通过COVAX项目来获取疫苗，该项目计划到2021年底向中低收入国家提供20亿剂疫苗，而这相较发展中国家近50亿的人口来说仍然非常有限。另一方面，大部分发展中国家通过COVAX项目获取疫苗、开展大范围接种的时间同样要晚于发达国家。根据COVAX在2月3日公布的接种计划，2021年上半年的首轮分发仅能覆盖参与国家人口的3.3%，其余人口则仍需等待下一阶段的派发。除了COVAX项目，部分国家也已订购了中国生产的新冠疫苗。如印尼、巴西等国家已紧急批准了我国科兴疫苗的使用权，开始进行大范围接种³⁵；菲律宾也已订购2500万科兴疫苗，最早一批疫苗将在二月份交付³⁶。但依据目前公布的信息，发展中国家短期内能获得的疫苗量仍然远低于发达国家，且疫苗获取周期要长于发达国家，导致其完成大规模接种所需时间增加。

³³ <https://www.npr.org/sections/goatsandsoda/2020/11/11/933942711/why-poorer-countries-arent-likely-to-get-the-pfizer-vaccine-any-time-soon>

³⁴ <https://www.fiercepharma.com/pharma/j-j-ahead-phase-3-covid-19-vaccine-data-release-comfortable-meeting-its-delivery-commitments>

³⁵ <https://www.reuters.com/article/us-health-coronavirus-indonesia/indonesia-approves-chinas-sinovac-vaccine-as-infections-surge-idUSKBN29GORP>

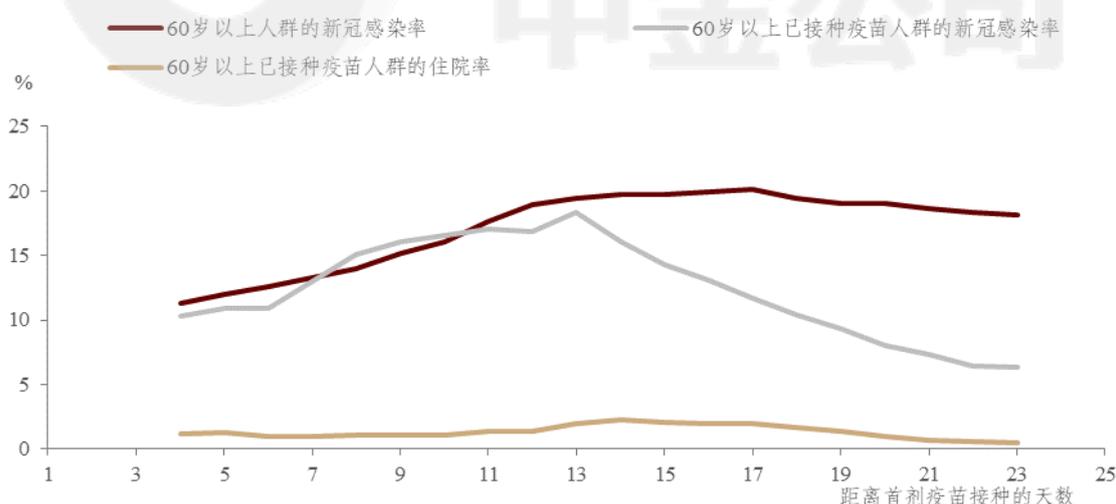
³⁶ <https://www.nytimes.com/2021/01/11/world/indonesia-gives-emergency-approval-to-a-vaccine-from-a-chinese-company.html>

四、海外大规模推广疫苗有效性初步得到数据验证

疫苗在实际接种中有效性是否会低于临床试验？这是疫苗接种前人们普遍关心的问题。而从海外大规模接种后的数据分析来看，海外现有上市疫苗的有效性基本符合预期。

以全球接种率第一的以色列为例，根据以色列接种初步结果，新冠疫苗在降低感染率方面充满希望。以色列大型医疗机构Maccabi Health Services于1月22日发布的研究结果显示³⁷，通过对5万余名60岁以上分别在12月底和1月中旬接种疫苗的人群的分析，在第二次注射疫苗两天后，新增感染人数和住院人数都比峰值下降了约60%，而出现转折点的时间发生在从第一剂接种后的14天左右（图表11）。随后，Maccabi又于2月4日发布报告称³⁸，在接种疫苗的416,900人中，只有254人在第二次接种后一周感染新冠，且所有的病例都是轻微的。与未接种疫苗的人群相比，研究人员估计疫苗的有效性在91%左右。

图表11：以色列大型医疗机构Maccabi的分析显示新冠疫苗显著减少感染率



资料来源：Maccabi Research and Innovation Center，中金研究院，注：统计数据为7天移动平均值

³⁷ <https://www.dailymail.co.uk/news/article-9179677/Israeli-healthcare-group-says-coronavirus-infections-plunged-vaccinated-60s.html>

³⁸ <https://www.jpost.com/health-science/covid-just-006-percent-israelis-sick-after-two-shots-no-one-serious-study-657871>

疫苗的高有效性在其他机构的一系列研究中同样得到了验证。根据《自然》(Nature)于2月3日发布的报道³⁹，以色列茨曼科学研究所(Weizmann Institute of Science)的研究团队对以色列卫生部数据进行分析后发现⁴⁰，从1月中旬到2月初，对于接种首剂疫苗比例近90%的60岁以上人群，其确诊新冠的人数下降了41%，住院人数下降了31%；相比之下，接种率仅超过30%的59岁及以下群体新增病例数仅下降了12%，住院率则下降了5%。这些数据是基于对大约25万人的群体的分析得出的。《自然》将这一结果称为“以色列是第一个看到疫苗在如此庞大的人群中发挥直接作用的国家。”2月5日，以色列理工学院(Technion-Israel Institute of Technology)的生物学教授Dvir Aran发表的研究表明⁴¹，美国辉瑞的疫苗在实际应用中预防感染新冠的有效性为66%-85%，而预防由新冠导致严重疾病的有效性为87%-96%。

英国的疫苗大规模接种工作也初步显示出感染率不断降低的迹象。《泰晤士报》于1月30日报道称⁴²，大规模接种在英国已经初见成效，有效减缓了病毒的传播(图表12、13)。同时，英国疫苗接种和免疫接种联合委员会(JCVI)副主席Anthony Harnden表示，有研究初步表明第一剂疫苗有助于保护年轻人和80岁以上的人，而且这种保护效果似乎会随着时间的推移而增加。2月3日，伦敦国王学院的遗传流行病学家Tim Spector在网络研讨会上介绍了其团队的初步研究成果，该分析基于大约13,000名接种疫苗者和大约33,000名未接种疫苗者，结果显示接种过疫苗的医护人员在第一次接种疫苗12天后感染新冠的可能性比未接种的医护人员降低了53%⁴³。

³⁹ <https://www.nature.com/articles/d41586-021-00316-4>

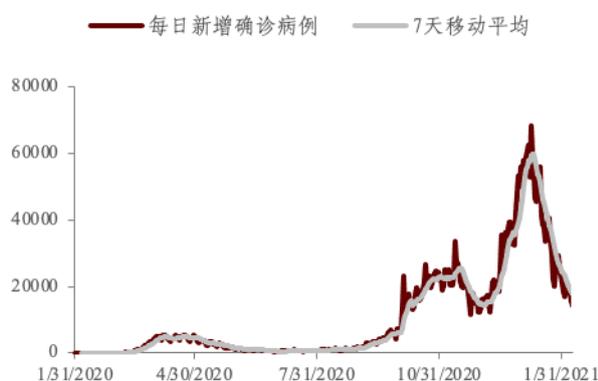
⁴⁰ <https://github.com/hrossman/Patterns-of-covid-19-pandemic-dynamics-following-deployment-of-a-broad-national-immunization-program/blob/main/2021-02-03%20-%20Patterns%20of%20covid-19%20pandemic%20dynamics%20following%20deployment%20of%20a%20broad%20national%20immunization%20program.pdf>

⁴¹ https://github.com/dviraran/covid_analyses/blob/master/Aran_letter.pdf

⁴² <https://www.thetimes.co.uk/article/covid-vaccines-are-slowing-spread-of-virus-already-early-study-shows-lbwwgsvrh>

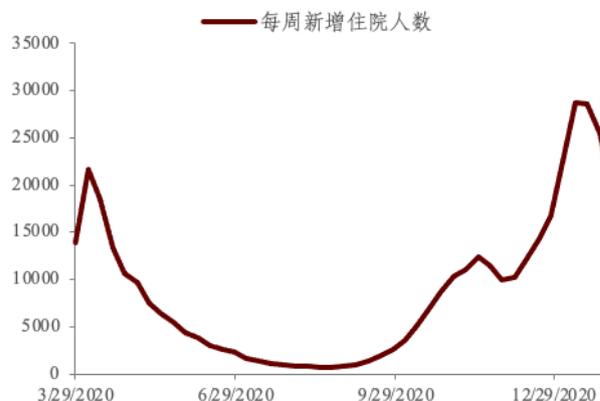
⁴³ <https://www.nature.com/articles/d41586-021-00316-4>

图表 12: 英国每日新增确诊人数降低



资料来源: Our World in Data, 中金研究院 注: 数据截至2021年2月8日

图表 13: 英国每周新增住院人数显著降低



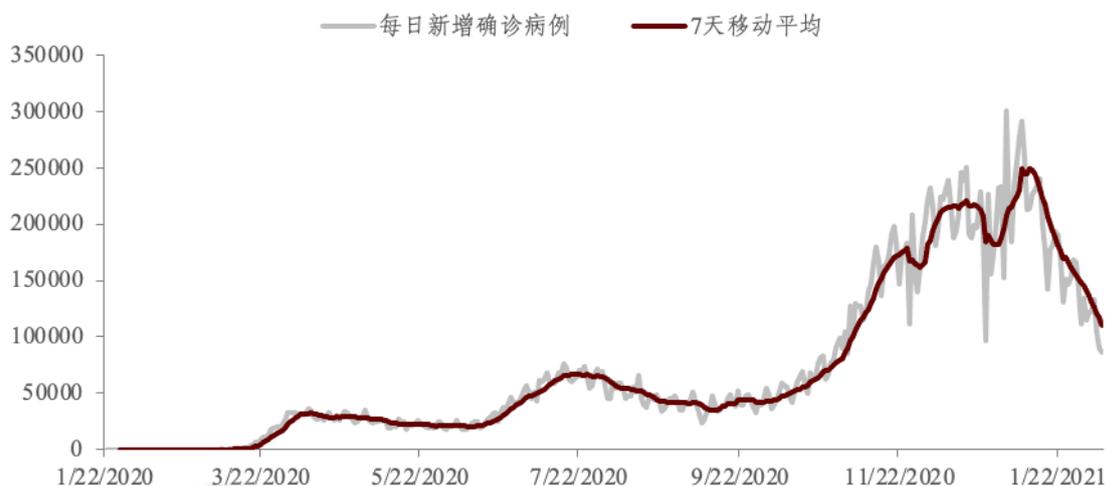
资料来源: Our World in Data, 中金研究院 注: 数据截至2021年1月31日

尽管美国当前尚未公布有关疫苗大规模接种效果的数据, 但仍有初步迹象表明美国的疫情也得到了一定程度控制。自1月初以来, 随着接种疫苗的人数不断增长, 美国的每日新增病例连续4周呈现出稳定下降趋势, 截至2月7日, 7天平均新增病例为11.7万, 相比1月8日近25万的峰值下降了约50% (图表14)。而最先接种疫苗的疗养院弱势人群下降趋势尤为明显。美国联邦医疗保险和医疗补助服务中心 (Centers for Medicare and Medicaid Services) 的最新数据显示⁴⁴, 截至1月24日那一周, 养老院人群新增确诊15,154例, 连续第5周下降, 且这一趋势很可能持续下去。而在去年12月中旬, 感染人数连续2周超过3.3万人。东北大学紧急疫情实验室 (Emergent Epidemics Lab) 主任Samuel Scarpino指出, “在某些领域, 包括长期护理, 有非常令人信服的间接证据表明, 疫苗的好处正在显现。” 而美国卫生保健协会 (American Health Care Association) 研究部门的一项研究也发现了一些疫苗正在发挥作用的迹象。该研究通过对12月18日至12月27日开展首次疫苗接种的797家养老院的数据分析后发现, 3周后新住院病例下降了48%。与此同时, 在尚未开始接种疫苗的地区, 约1,700个家庭的住院病例同期仅下降了21%。报告指出, 这表明在接种第一剂疫苗3周后, 传播可

⁴⁴ <https://www.wsj.com/livecoverage/covid-2021-02-05/card/ECI3eFwzvbgdN62TEXHN>

能会减少。

图表14: 美国每日新增新冠确诊人数显著降低



资料来源: Our World in Data, 中金研究院 注: 数据截至2021年2月8日

五、中国疫苗接种与社交隔离并进，但需避免下半年出现“免疫落差”

与欧美国家不同，中国疫情蔓延初期就采取了严格的社交隔离措施，在2020年春季取得了抗疫的阶段胜利。中国的疫苗研发也齐头并进，主要采取灭活和腺病毒载体的技术路线。中国目前通过临床III期试验的新冠疫苗接种，制备方法较为成熟和安全，但在技术上跟最先进的疫苗制备技术比还有差距。中国疫苗的出现，缓解了部分发展中国家无法从发达国家获得先进疫苗的困境。展望下半年，中国除了加大自身的疫苗推广以外，更要加大与其他国家的疫苗合作，广开疫苗进口渠道，共同推进中国2021年的疫苗接种，避免下半年出现“免疫落差”，减少对年末经济的扰动。

图表15: 中国疫苗的临床试验III期试验数据

公司	技术路线	接种方式	临床III期试验数据	使用状况
国药集团 /北京生物研究所	灭活	2剂间隔3周	2020年12月30日，国药集团公布III期临床试验期中分析数据结果显示：该疫苗针对由新冠病毒感染引起的疾病的保护效力为79.34%。	已批准： 巴林、中国、阿联酋 紧急使用： 埃及、匈牙利、伊拉克、约旦、巴基斯坦 限制性使用： 塞尔维亚、塞舌尔
科兴	灭活	2剂间隔2周	2021年1月12日，巴西政府公布III期临床结果显示：该疫苗对新冠重症和住院的保护效力为100%，对需要医疗救治的轻症保护效力为77.96%，总体保护效力达50.4%。	已批准： 中国 紧急使用： 阿塞拜疆、巴西，智利、哥伦比亚、印度尼西亚、老挝、土耳其、乌拉圭、墨西哥
康希诺	腺病毒载体	1剂	2021年2月8日，巴基斯坦官员公布III期临床试验中期分析结果显示：单针接种疫苗28天后，对重症新冠肺炎的保护效力为100%，总体保护效力为74.8%。	紧急使用： 墨西哥 限制性使用： 中国

资料来源: New York Times, 国药集团, 中金研究院整理

截至2021年2月11日，已有3支中国疫苗公布了临床III期试验数据，结果显示3支疫苗针对新冠病毒的总体保护效力在50-80%之间（图表15）。其中国药集团和中国科兴采取传统的灭活技术路线，这类疫苗技术发展成熟，但有效性相对较低；康希诺采取了非复制型腺病毒载体的技术路线，巴基斯坦的数据显示⁴⁵单针接种有效性约74.8%，与采取相同技术路线的阿斯利康（接种2剂后有效性82.4%）和强生疫苗（接种1剂后有效性72%）的保护效力相近。

⁴⁵ 不同国家预存免疫程度不同。康希诺的载体技术跟俄罗斯、阿斯利康和强生疫苗比也有不同。

图表16: 中国疫苗部分海外订单及运送情况

国家	订单信息	目前进展及运送情况
墨西哥	2020年12月宣布订购1000万至3500万剂康希诺疫苗	2021年3月底前提供800万剂康希诺疫苗
巴西	订购1亿剂科兴疫苗,但大部分将在本土生产	600万剂科兴疫苗已到位(中国进口) 2021年1月17日批准科兴疫苗紧急使用权,18日开启大规模接种
智利	订购6000万剂科兴疫苗	2021年1月已交付200万剂
印度尼西亚	共计订购1.25亿剂科兴疫苗	2020年12月6日已运送120万剂,12月共运送300万剂 2021年1月12日提供1500万剂疫苗原料,将在印尼国营生物制药公司加工包装成疫苗
土耳其	订购5000万剂科兴疫苗	至2020年12月30日已运送300万剂
埃及	订购4000万剂国药疫苗	2020年12月运送首批5万剂,近期将运送30万剂
阿联酋	订购300万剂国药疫苗	至2021年1月6日已运送300万剂
摩洛哥	订购4000万剂国药疫苗	2021年1月27日运送50万剂
菲律宾	订购2500万剂科兴疫苗	最早将于2月份交付首批疫苗

资料来源: Reuters, Week, Financial Times, Quartz, The Guardian, CBS News, DailynewsEgypt, The Africa News, Washington Post, NY Times, CGTN, Duke Health Innovation Center., 中金研究院整理 注: 时间截至2021年2月11日。

中国生产的新冠疫苗填补了很多发展中国家疫苗获取的缺口。首批面向印尼的疫苗,早在2020年12月份就已开始交付。截至目前,中国生产的新冠疫苗已经在10多个国家批准上市,全球订单达到10亿剂⁴⁶。图表16列出了部分海外订单以及当前的运送情况。此外,中国将通过COVAX项目向发展中国家提供1,000万剂新冠疫苗⁴⁷,帮助解决其面临的疫苗订购量不足的问题。

除了中国自主研发的3种主要疫苗,复星医药与BioNTech合作研发的mRNA新冠疫苗BNT162b2也已在香港上市,目前正在积极推动其在内地的使用。2020年3月16日,上海复星医药与BioNTech达成战略合作,基于BioNTech

⁴⁶ <https://news.ifeng.com/c/83aTzNj0Y1v>

⁴⁷ <https://abcnews.go.com/Health/wireStory/china-send-10-million-coronavirus-vaccine-doses-abroad-75652772>

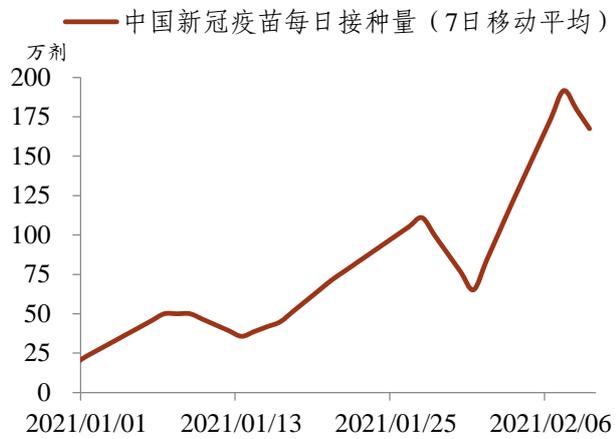
的mRNA技术平台共同研发新冠疫苗，同年12月签订供货协议，将在2021年为中国提供至少1亿剂的mRNA疫苗⁴⁸。2021年1月25日，BNT162b2获香港特别行政区食物及卫生局批准在香港紧急使用，首批100万剂将在2月下旬提供，香港共计将获得750万剂BNT162b2疫苗⁴⁹。

不过当前中国应该广开国际疫苗合作渠道，争取下半年利用海外富余产能，加速推进中国的疫苗接种进程，避免出现“免疫落差”，影响中国经济增长。截至2月9日，中国近1周内日均疫苗接种量在160万剂左右，累计接种数量为4,052万剂（图表17、18）。尽管在总量上位列全球第二，然而考虑到我国庞大的人口基数，人群接种比例仅为2.82%，与英国的19.39%和美国的12.92%相比，差距较大。疫苗接种是决定何时摆脱疫情影响、回归正常生活的重要变量。根据我们的估算，高收入国家预计在2021年夏完成大规模接种。进入秋冬季，欧美大概率达到群体免疫，预计经济将快速反弹，同时疫苗产能将获得极大提升。然而按照当前接种速度，预计2021年内，中国难以达到群体免疫。如果与发达经济间出现“免疫落差”，中国的经济活动和社会生活可能会持续冲击。比如如果航空业无法开放，不仅正常生活无法恢复，还限制了中国与发达国家的人员交流活动，将会冲击商业复苏的步伐；此外，国内无法群体免疫，服务行业就无法完全恢复，影响国内就业。因此，一个好的策略就是争取下半年利用海外富余产能，加速推进中国的疫苗接种进程，避免“免疫落差”对经济产生负面影响。

⁴⁸ <https://www.fiercepharma.com/pharma/biontech-and-fosun-lock-down-100m-covid-19-vaccine-doses-for-china>

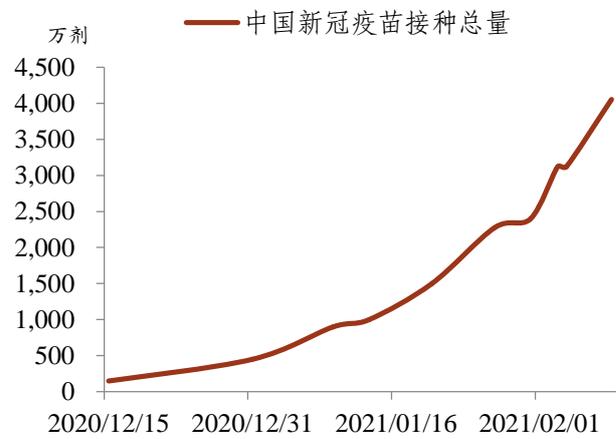
⁴⁹ <https://www.spglobal.com/marketintelligence/en/news-insights/latest-news-headlines/fosun-biontech-ready-for-covid-19-vaccine-distribution-in-hong-kong-62306509>

图表 17: 中国日均接种数量达 160 万剂



资料来源: 万得资讯, 中金研究院 注: 数据截至 2021年2月9日

图表 18: 中国疫苗接种总量超 4000 万剂



资料来源: 万得资讯, 中金研究院 注: 数据截至 2021年2月9日



CICCC
中金公司

法律声明

本文章由中金研究院基于公开信息及/或中国国际金融股份有限公司已发布的研究报告（以下简称“研究报告”）制作而成。中国国际金融股份有限公司及其关联机构（以下合称“中金公司”）对这些信息及观点的真实性、准确性、时效性及完整性不作任何保证。

本文章中的信息、意见等均仅供贵方参考之用，其中的信息或观点不构成对买卖任何证券或其他金融工具的出价或征价或提供任何投资决策建议的服务。该等信息、意见在任何时候均不构成对任何人的具有针对性的、指导具体投资的操作意见。贵方如使用本文章，须寻求专业顾问的指导及解读。贵方应当对本文章中的信息和意见进行评估，根据自身情况自主做出决策并自行承担风险。对依据或者使用本文章所造成的任何后果及风险，中金公司及/或其关联人员均不承担任何责任。

本文章所载意见、评估及预测为本文章出具日的观点和判断。该等意见、评估及预测无需通知即可随时更改。在不同时期，中金公司研究部可能会发出与本文章所载意见、评估及预测不一致的研究报告。中金公司的销售人员、交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本文章意见不一致的市场评论和/或观点。

本文章不构成任何合同或承诺的基础，中金公司不因任何单纯接收、阅读本文章的行为而将接收人视为中金公司的客户。

本文章的版权仅为中金公司所有，未经书面许可任何机构和个人不得以任何形式转发、转载、翻版、复制、刊登、发表、修改、仿制或引用。