

NovaSeq™ X 和 NovaSeq X Plus 测序系统

非比寻常的通量、开创性的成本效益，以及更胜以往的可持续性

- 利用卓越的通量和准确性来进行更大规模的研究、更宏大的项目，并运用数据密集度更高的方法
- 通过化学技术和信息学方面的突破性创新、操作简易性和简化的工作流程来降低总拥有成本
- 使用冻干试剂大幅减小或减少包装尺寸、重量、塑料用量和废弃物，从而最大限度地降低对环境的影响

illumina®

仅供科研使用，不可用于诊断程序。



简介

基因组学的先锋人士正在不断拓宽新一代测序 (NGS) 的应用范围。解决最复杂的生物学问题需要通过更大规模的研究和更深入的测序来识别罕见的遗传事件，从而提高统计能力。要想获得更全面的视图，也需要更广泛的测序方法和多组学。NovaSeq X 和 NovaSeq X Plus 测序系统 (NovaSeq X 系列) 内置的技术进步实现了超高通量和生产力提升，每年能够对多达数十万个基因组进行测序。测序技术在经济学意义上的这些变革将使基因组科学家们能够切实开展曾经力所不及的项目 (图 1)。

Illumina 凭借 NovaSeq X 系列再一次树立起新的准确性和可用性标准。化学技术、光学系统和软件方面的突破性进步相结合，提供了卓越的运行速度、数据质量和可持续性。用户不仅可以利用灵活、简化且易于使用的工作流程，还可以实现出色的通量和可扩展性。

以卓越的准确性推动大规模基因组学的创新

NovaSeq X 和 NovaSeq X Plus 系统的超高通量和准确性能够支持更多数据密集型应用，提供大量有意义的见解。NovaSeq X 系列性能出众，与 NovaSeq 6000 系统相比，每千兆碱基 (Gb) 的成本可降低多达 60%。¹ NovaSeq X Plus 是我们最强大的测序系统，每次流动槽运行可产生高达 16 万亿碱基 (Tb) 的输出 (或高达 520 亿个单端片段)。NovaSeq X 系统采用单流动槽配置，每次运行的输出范围为 165 千兆碱基至 8 万亿碱基 (或高达 260 亿个单端片段) (图 2、图 3、表 1)。^{*}

^{*} 为了确保未来的可扩展性，购买 NovaSeq X 系统的客户可以根据需求的变化完全升级到 NovaSeq X Plus 系统以获得双流动槽功能。



图 1: NovaSeq X 和 NovaSeq X Plus 测序系统 — Illumina 的创新不断拓宽高通量基因组学的应用范围，推动产生新的科学见解。

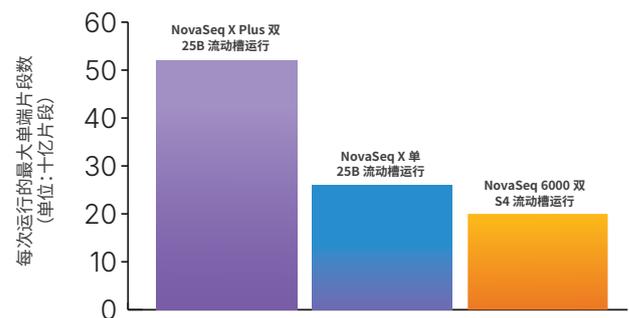


图 2: NovaSeq X Plus 系统的测序输出量最大 — NovaSeq X Plus 系统 (双 25B 流动槽运行)、NovaSeq X 系统 (单 25B 流动槽运行) 与 NovaSeq 6000 系统 (双 S4 流动槽运行) 单次运行最大输出的比较 (以十亿个片段为单位)。¹

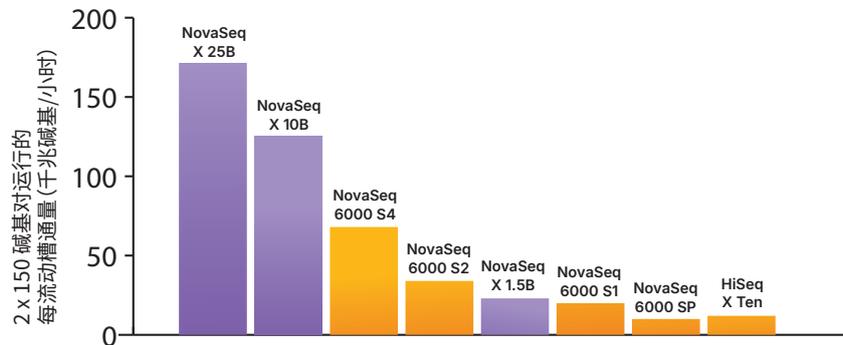


图 3: NovaSeq X 系列提供最大测序通量 — NovaSeq X 系列 1.5B、10B、25B 流动槽和 NovaSeq 6000 SP、S1、S2、S4 流动槽¹ 以及 HiSeq X Ten² 每个单流动槽每小时输出的比较。从一开始每个基因组 1000 美元到今天, Illumina 不断改变高通量测序的经济性。

三种流动槽类型支持多种通量, 每次双流动槽运行能够处理超过 128 个人类基因组 (以 30 倍覆盖率)、最多 1500 个外显子组或超过 1000 个转录组 (表 2)。这一新水平测序的实现有赖于众多技术创新:

- 超高密度图案化流动槽, 固定位置有数百亿个纳米井, 每个流动槽最多支持 260 亿个单端片段 (520 亿个双端片段)
- 用于超高分辨率成像的高数值孔径、自定义高速相机和蓝绿光学器件, 能最大限度提高通量和数据质量
- 先进的碱基检出算法和集成的 DRAGEN™ 二级分析 (机载或云端提供) 的准确性和速度屡获奖项^{3,4}

NovaSeq X 系列由 Illumina XLEAP-SBS™ 化学技术提供支持, 是我们迄今为止速度最快、质量最高且最稳健的边合成边测序 (SBS) 化学技术。XLEAP-SBS 化学技术以得到广泛采用的成熟的 SBS 化学技术为基础, 可显著提高性能。XLEAP-SBS 核苷酸使用新型染料、连接子和构成单元, 它们更耐热, 在溶液中的稳定性提高了 50 倍, 在冻干状态下的稳定性提高了 500 倍。水解减少 50 倍, 单元切割速度加快 3 倍, 可通过减少定相和预定相大大提高准确性。新型 XLEAP-SBS 聚合酶经过精心设计, 可比以往更快、更保真地掺入核苷酸。在这些创新的共同作用下, 循环次数和准确性分别比标准 SBS 提高了 2 倍和 3 倍。⁵

经过验证的准确性

XLEAP-SBS 化学技术使用可逆终止子核苷酸进行真正的逐碱基测序, 大大减少了与重复核苷酸序列 (均聚物) 相关的错误和漏检。⁶ XLEAP-SBS 化学技术还与双端测序兼容, 有助于检测基因组重排、重复的序列元素、基因融合和新转录本。作为片段对比对的序列可以实现更准确的片段比对, 并且能够检测插入缺失 (indel) 变异, 这在使用单端片段数据时要更加困难。⁷

提供大量有意义的见解

凭借无与伦比的应用广度和突破性的性能, NovaSeq X 系列重新定义了高通量测序的极限, 推动基因组学研究向前发展。更快的运行时间意味着更快从关键样品中获得答案。更高的通量能让项目更加高效地完成。科学家们可以通过更广泛的研究设计和更大的样品群组来提高统计能力。实验室可以在不同条件或时间点研究更多样品, 以揭示细胞和生物系统的动态特性。单细胞、空间、蛋白质组学或其他多组学研究可以扩大范围以包括更多细胞和更多种模式, 并获得更高的分辨率。用户可以最大化片段数量并增加测序深度, 以通过分辨率更高的视图来检测低频信号和变异。

表 1: NovaSeq X 系列性能参数^a

流动槽类型	1.5B	10B	25B
每次单流动槽运行的输出 ^a			
2 × 50 bp	约 165 Gb	1 Tb	2.6 Tb
2 × 100 bp	330 Gb	2 Tb	5.3 Tb
2 × 150 bp	500 Gb	3 Tb	8 Tb
每次双流动槽运行的输出 ^{a, b}			
2 × 50 bp	约 330 GB	2 Tb	5.3 Tb
2 × 100 bp	660 Gb	4 Tb	10.6 Tb
2 × 150 bp	1 Tb	6 Tb	16 Tb
每个流动槽通过过滤的片段数 ^a			
单端片段	16 亿	100 亿	260 亿
双端片段	32 亿	200 亿	520 亿
仪器运行时间 ^{a, c}			
2 × 50 bp	约 17 小时	约 18 小时	约 25 小时
2 × 100 bp	约 20 小时	约 22 小时	约 38 小时
2 × 150 bp	约 23 小时	约 25 小时	约 48 小时
质量分值 ^{a, d}			
2 × 50 bp	90% 及以上的碱基高于 Q30		
2 × 100 bp	85% 及以上的碱基高于 Q30		
2 × 150 bp	85% 及以上的碱基高于 Q30		

a. 规格基于 Illumina PhiX 对照品文库或 TruSeq™ DNA 文库，使用人类参考 DNA (Coriell, 目录号 NA12878) 在支持的簇密度下创建。性能可能因文库类型和质量、插入片段大小、上样浓度和其他实验因素而异。性能指标可能会发生变化。

b. 双流动槽运行仅适用于 NovaSeq X Plus 系统。

c. 运行时间包括自动机载簇生成、测序、自动运行后清洗和碱基检出。

d. 质量分值 (Q-score) 是对碱基检出中的错误概率的一种预测。碱基 ≥ Q30 的百分比取整个运行期间的平均值。

开创性的成本效益和大幅生产力提升

NovaSeq X 系列为高通量测序提供了最具成本效益的模式。除了显著降低每千兆碱基的成本之外，NovaSeq X 系列还在整个工作流程中融入了成本效益，包括操作简便性、集成数据分析、可持续性方面的进步和世界一流的支持 (图 4)。

极致的用户体验

NovaSeq X 系列工作流程的各个方面都经过优化，可最大程度地减少完成项目所需的时间和人力。NovaSeq X 和 NovaSeq X Plus 系统融合了经过深思熟虑的人体工程学设计和可用性创新，例如：

- 超大 4K 触摸屏，可一目了然地查看运行进度或读取仪器上具体的测序性能指标 (图 5)
- 带有“解冻窗口”的即装即用型试剂夹盒，可目测试剂是否已完全解冻
- 可单独寻址的流动槽泳道，具有自动机载独立泳道上样功能，可轻松将项目和样品拆分到多达八个泳道
- 文库输入需求降低 4 倍，[†]可对珍贵样品进行超深度测序，将高难度样品类型应用到新的用途
- 自动机载簇生成和运行后自动清洗，可简化测序工作流程
- 灵活的运行规划选项可为关键应用设置非接触式二级分析 (图 6)
- 易于操作的轻便试剂、缓冲液夹盒和废液容器
- 可伸缩键盘和耗材抽屉上用于引导上样的灯光提示

 要进行虚拟导览，请访问 illumina.com/TourNovaSeqX

[†] 与 NovaSeq 6000 系统机载工作流程相比。

表 2: 关键应用的预计样品通量^a

流动槽类型	每次单流动槽运行			每次双流动槽运行 ^b		
	1.5B	10B	25B	1.5B	10B	25B
人类基因组	约 4	约 24	约 64	约 8	约 48	约 128
外显子组	约 41	约 250	约 750	约 82	约 500	约 1500
转录组	约 30	约 200	约 520	约 60	约 400	约 1040

a. 所有样品通量均为估计值。人类基因组估计值假设每个样品的数据大于 120 Gb 时才能实现 30 倍的覆盖率。外显子组估计值假设每个样品的数据约 8 Gb 时才能实现 100 倍的覆盖率。转录组估计值假设不少于 50M 片段。通量可能因所使用的文库制备试剂盒而异。性能指标可能会发生变化。
 b. 双流动槽运行仅适用于 NovaSeq X Plus 系统。

精简而全面的信息学

机载 DRAGEN 芯片可加快计算速度，并内置无损数据压缩算法。DRAGEN ORA (原始读取存档) 可以自动将 FASTQ (fastq.gz) 文件压缩高达 5 倍，以实现更快的数据传输和更轻松的数据管理。减少数据占用空间还可以降低存储和能源消耗成本。

DRAGEN 二级分析利用并行计算结构，使用多基因组 (图形) 定位程序和机器学习来系统地提高准确性。^{3,4} 由于已集成到 NovaSeq X 系列中，DRAGEN 平台可以在仪器上或云端并行运行多个二级分析流程。

在单次运行中，每个流动槽最多可以同时执行四个应用。自动化二级分析流程包括：

- 用于全基因组测序的 DRAGEN Germline
- 用于全基因组测序的 DRAGEN Somatic
- 用于全外显子组测序的 DRAGEN Enrichment
- 用于全转录组测序的 DRAGEN RNA
- 用于甲基化测序的 DRAGEN Methylation

这些关键应用都采用全面的文库到分析工作流程 (表 3)。



图 4: 直观且经优化的高通量测序工作流程 — NovaSeq X 和 NovaSeq X Plus 测序系统提供全面的工作流程，包括用户友好的运行设置、多种兼容的文库制备试剂盒以及集成的二级分析，而且还会主动监控仪器性能。



图 5: 操作简单 — NovaSeq X 和 NovaSeq X Plus 系统为简化测序工作流程提供了许多功能, 包括高分辨率触摸屏界面和包含即用型试剂的试剂夹盒 (可即装即用)。

突破性的可持续性创新

NovaSeq X 和 NovaSeq X Plus 系统经过专门设计, 旨在减少对环境影响。XLEAP-SBS 试剂的稳健性和稳定性都得到了改进, 可以冻干形式运输和存储。这项关键创新在可持续性和用户体验方面带来了显著的好处:

- 试剂盒在常温下运输 (不含干冰和冰袋), 可以减少浪费和拆包时间
- 收到的耗材能够立即 (如果之前存储过, 则在解冻后) 在测序运行中使用, 最大限度缩短了手动操作时间, 简化了操作过程
- 夹盒体积减少 50% 以上[‡], 能够更好地利用冰柜和存储空间
- 每个试剂盒的重量减少约 90%[‡], 更易于搬运 (总共仅 10 磅, 装在一个盒子中运输)
- 轻松处置耗材 — 其中的可回收组件无需特殊工具即可拆卸, 并减少约 90% 的包装废弃物[‡]
- 使用可回收塑料和植物生物聚合物 (96% 为甘蔗) 制成缓冲液夹盒, 塑料用量减少超过 50%[‡]

[‡]与 NovaSeq 6000 试剂盒相比。



图 6: 灵活的信息学套件 — NextSeq X 和 NextSeq X Plus 系统提供了本地 (紫色) 和云端 (橙色) 的运行设置、运行管理和数据分析选项, 可让用户按自己的方式运行测序。

表 3: NovaSeq X 系列上高强度测序应用的文库到分析工作流程示例

应用	制备文库	测序	分析数据
全基因组测序	Illumina DNA PCR-Free Prep	NovaSeq X 1.5B、10B 或 25B 流动槽， 300 次循环试剂盒	DRAGEN Germline DRAGEN Somatic
全外显子组测序	Illumina DNA Prep with Exome 2.5 Enrichment	NovaSeq X 1.5B、10B 或 25B 流动槽 200 次循环试剂盒	DRAGEN Enrichment
转录组测序	Illumina Stranded Total RNA Prep Illumina Stranded mRNA Prep Illumina RNA Prep with Enrichment	NovaSeq X 1.5B、10B 或 25B 流动槽 200 次循环试剂盒	DRAGEN RNA

值得信赖的技术，值得信赖的合作伙伴

作为首选 NGS 平台提供商，Illumina 已在全球发货超过 20,000 个测序系统。Illumina NGS 技术在超过 300,000 份同行评审的出版物中被提及，是所有其他 NGS 技术总和的 5 倍。⁸ 凭借数十年的专业知识，Illumina 坚持不懈地致力于创新和构建未来 NGS 功能和应用（图 3）。NovaSeq X 系列展示了我们在基因组学技术方面持续的领先地位。

致力于帮助客户取得成功

为了给您的投资提供信心，实现超高性能，并最大限度地减少中断，Illumina 配备了世界一流的支持团队，他们由经验丰富的科学家组成，是文库制备、测序和分析方面的专家。您可以每周五天通过电话获得技术支持，也可以在全球范围内获得全天候的多语言在线支持，并且在大多数主要城市都能得到快速响应。Illumina 具有成熟的全球制造基础设施，能够提供卓越的产品一致性，保证供货和质量。

总结

NovaSeq X 和 NovaSeq X Plus 测序系统提供非凡的测序能力，可为全基因组测序、单细胞测序和多组学等数据密集型应用提供支持。包括 XLEAP-SBS 化学技术和机载 DRAGEN 二级分析在内的众多技术创新，为基因组科学家们提供了更高的通量和准确性。NovaSeq X 和 NovaSeq X Plus 系统带来的开创性的成本效益将推动人们对基因组学的认识进入新时代，进而改善人类健康。

了解详情

[NovaSeq X 和 NovaSeq X Plus 测序系统](#)

[DRAGEN 二级分析](#)

NovaSeq X 系列仪器规格

参数	规格
仪器配置	电脑和 4K 触摸屏显示器 安装设置和配件 数据采集和分析软件
仪器控制计算机	基本装置: 配备 AMD V1605b CPU 的 iEi 定制单板计算机 内存: 2 个 16 GB DDR4 SODIMM 硬盘驱动器: 无 固态硬盘: 480GB M.2 操作系统: Oracle 8
仪器计算引擎	基本装置: 配备 AMD 7552 CPU 的 iEi 定制单板计算机 内存: 8 个 64 GB + 8 个 128 GB DDR4 RDIMM 硬盘驱动器: 无 固态硬盘: 480GB M.2 + 5 个 12.8 TB U.2 操作系统: Oracle 8
操作环境	温度: 15°C-30°C, 每小时变化 <2°C 湿度: 20%-65% 相对湿度 (非冷凝) 海拔: 2000 米 (6500 英尺) 以下 通风: 仪器的最大热输出为 9200 BTU/小时, 平均热输出为 7507 BTU/小时 仅供室内使用
激光	1 类激光产品 532 纳米 (最大功率 4.5 瓦)、457 纳米 (最大功率 6 瓦)
RFID	工作频率 13.56 兆赫, 输出功率 200 兆瓦
尺寸	宽 × 深 × 高: 86.4 厘米 × 93.3 厘米 × 158.8 厘米 干重 (不包括 UPS): 1171 磅 干重 (包括 UPS): 1253 磅 含箱重量: 1591 磅 (722 千克) 配件架重量: 525 磅 (238 千克)
电源要求	200-240 伏交流电, 50/60 赫兹, 15 安培, 单相 Illumina 提供适用于特定地区的不间断电源 (UPS) 最小安培数要求可能取决于当地电压
网络连接	仪器和数据管理系统之间采用专用的 10 GBE 连接 (10GBASE-T, 使用仪器的 RJ-45 端口); 可以是直接连接, 也可以通过网络连接
网络连接带宽	初级分析数据: 对于本地网络上载, 每台仪器为 800 Mb/秒 对于 BaseSpace Sequence Hub/Illumina Connected Analytics 上传, 每台仪器为 800 Mb/秒 对于仪器操作数据上传, 每台仪器为 15 Mb/秒 初级和二级分析数据: 对于本地网络上载, 每台仪器为 3.2 Gb/秒 对于 BaseSpace Sequence Hub/Illumina Connected Analytics 上传, 每台仪器为 3.2 Gb/秒 对于仪器操作数据上传, 每台仪器为 15 Mb/秒

订购信息

系统	商品目录号
NovaSeq X 测序系统	20084803
NovaSeq X Plus 测序系统	20084804
测序试剂盒	商品目录号
NovaSeq X 系列 1.5B 试剂盒 (100 次循环)	20104703
NovaSeq X 系列 1.5B 试剂盒 (200 次循环)	20104704
NovaSeq X 系列 1.5B 试剂盒 (300 次循环)	20104705
NovaSeq X 系列 10B 试剂盒 (100 次循环)	20085596
NovaSeq X 系列 10B 试剂盒 (200 次循环)	20085595
NovaSeq X 系列 10B 试剂盒 (300 次循环)	20085594
NovaSeq X 系列 25B 试剂盒 (100 次循环)	20125967
NovaSeq X 系列 25B 试剂盒 (200 次循环)	20125968
NovaSeq X 系列 25B 试剂盒 (300 次循环)	20104706

参考资料

1. Illumina. NovaSeq 6000 系统规格表。 [Illumina.com/content/dam/Illumina/gcs/assembled-assets/marketing-literature/novaseq-6000-spec-sheet-m-gl-00271/novaseq-6000-spec-sheet-m-gl-00271.pdf](https://illumina.com/content/dam/Illumina/gcs/assembled-assets/marketing-literature/novaseq-6000-spec-sheet-m-gl-00271/novaseq-6000-spec-sheet-m-gl-00271.pdf)。2017 年发布。2022 年更新。2022 年 6 月 1 日查阅。
2. Illumina. HiSeq X Ten 系列测序系统规格表。 [Illumina.com/content/dam/Illumina-marketing/documents/products/datasheets/datasheet-hiseq-x-ten.pdf](https://illumina.com/content/dam/Illumina-marketing/documents/products/datasheets/datasheet-hiseq-x-ten.pdf)。2014 年发布。2016 年更新。2024 年 11 月 6 日查阅。
3. Mehio R, Ruehle M, Catreux S, et al. DRAGEN Wins at PrecisionFDA Truth Challenge V2 Showcase Accuracy Gains from Alt-aware Mapping and Graph Reference Genomes. illumina.com/science/genomics-research/articles/dragen-wins-precisionfda-challenge-accuracy-gains.html。2020 年 11 月 9 日发布。2024 年 11 月 6 日查阅。
4. Illumina. DRAGEN Bio-IT 平台数据表。 [Illumina.com/content/dam/Illumina/gcs/assembled-assets/marketing-literature/dragen-bio-it-data-sheet-m-gl-00680/dragen-bio-it-data-sheet-m-gl-00680.pdf](https://illumina.com/content/dam/Illumina/gcs/assembled-assets/marketing-literature/dragen-bio-it-data-sheet-m-gl-00680/dragen-bio-it-data-sheet-m-gl-00680.pdf)。2018 年发布。2022 年更新。2022 年 6 月 1 日查阅。
5. Illumina. 在摩根大通医疗保健会议上的演讲; 2022 年 1 月; 加利福尼亚州圣地亚哥。
6. Bentley DR, Balasubramanian S, Swerdlow HP, et al. [Accurate whole human genome sequencing using reversible terminator chemistry](https://doi.org/10.1038/nature07517). Nature. 2008;456(7218):53–59. doi:10.1038/nature07517
7. Nakazato T, Ohta T, Bono H. [Experimental design-based functional mining and characterization of high-throughput sequencing data in the sequence read archive](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0077910). PLoS One. 2013;8(10):e77910. doi:10.1371/journal.pone.0077910
8. 记录在案的数据计算, Illumina, Inc.2022。



1.800.809.4566 (美国免费电话) | +1.858.202.4566 (电话)

techsupport@illumina.com | www.illumina.com

© 2024 Illumina, Inc. 保留所有权利。所有商标均为 Illumina, Inc.

或其各自所有者的财产。有关特定的商标信息, 请参见

www.illumina.com/company/legal.html。

M-US-00197 CHS v5.0