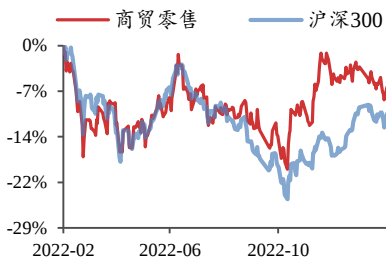


商贸零售

2023 年 02 月 20 日

投资评级：看好（维持）

行业走势图



数据来源：聚源

相关研究报告

《橘宜集团发布 2022 年业绩，关注彩妆行业复苏机会——行业周报》

-2023.2.19

《关注美妆龙头品牌近期推新，新增重点推荐中国黄金——行业周报》

-2023.2.12

《医美化妆品 1 月月报：美丽田园医疗健康成功登陆港股，关注 2023 年医美化妆品消费复苏——行业点评报告》

-2023.2.9

胶原蛋白：重组胶原有望助力供给突破，颜值经济

“胶”响曲即将迎来华彩篇章

——行业深度报告

黄泽鹏（分析师）

huangzepeng@kysec.cn

证书编号：S0790519110001

杨柏炜（联系人）

yangbowei@kysec.cn

证书编号：S0790122040052

● 胶原蛋白：潜力天然大分子材料，颜值经济高景气，驱动行业快速扩容

胶原蛋白是具备高潜力的天然大分子材料，在功效护肤、医用敷料、医疗美容等高景气颜值经济领域均具备良好适用性，应用场景繁多、市场空间广阔。受益于近年来美丽经济快速发展，胶原蛋白市场亦快速扩容，2021 年行业终端市场规模已达 288 亿元（对应 2017-2021 年 CAGR 为 31%）；长期看，重组胶原蛋白有望实现供给突破，推动行业步入供需共振的景气度加速上行阶段，预计 2027 年行业终端市场规模或突破 1700 亿元（对应 2022-2027 年 CAGR 为 34%）。

● 原料端：有望复制玻尿酸成功路径，看好重组胶原蛋白机会

胶原蛋白与玻尿酸均为生物大分子并同属细胞外基质成分，应用场景、技术发展路径高度类似，因此我们认为胶原蛋白行业有望复制玻尿酸“①供给稀缺→②需求旺盛倒逼供给创新→③供给快速放量刺激需求增长”这一供需相互催化的发展路径。但受限于种类繁多、结构复杂，胶原蛋白行业刚刚步入上述第二阶段，发展进程相对缓慢，未来供给突破有望推动行业步入供需共振发展的新阶段。当前动物源、重组胶原蛋白均已被广泛使用，原料端呈现出百家争鸣态势，我们认为重组胶原蛋白未来有望在竞争中脱颖而出：（1）重组胶原蛋白可实现更低免疫原性、更高生物相容性；（2）发酵法生产赋予其突破供给天花板的可能；（3）其更好的水溶性、热稳定性、组分单一性等特征，亦对大规模产业化更友好。

● 应用端：颜值经济领域大显身手，部分误解及难题亟待解决

作为体内维持肌肤年轻状态的重要物质，胶原蛋白在颜值经济领域被广泛应用：

（1）功效护肤：外用于健康皮肤时具有保湿、美白、抗氧化等功效；（2）医用敷料：用于破损皮肤时，可加速止血、促进伤口愈合、抑制黑色素生成，是一种理想的敷料材料；（3）医疗美容：注射进体内的胶原蛋白较玻尿酸具备更自然、抓附力好、不易吸水肿胀等优点。但目前行业仍存在部分误解及难题亟待解决：

（1）需求端方面，消费者对胶原蛋白认知不足，且早期“粗暴型”宣传令人反感，二者共同导致市场产生认知误区，阻碍了胶原蛋白产品渗透率提升；（2）供给端方面，胶原蛋白原料生产在提量、提质、降本等方面尚有较大改进空间，胶原蛋白终端产品也亟待优化，以便更好满足市场需求。

● 受益标的：华熙生物、巨子生物、丸美股份等

胶原蛋白行业尚处发展早期，未来供给突破后市场前景广阔，产业链中受益的标的主要包括：（1）布局重组胶原蛋白原料，拥有丰富发酵生产经验并持续拓展终端应用的领军企业，重点推荐华熙生物，受益标的巨子生物、锦波生物（拟北交所上市）等；（2）在高景气“颜值经济”领域积极开拓胶原蛋白终端应用的品牌方，受益标的丸美股份、江苏吴中等。

● 风险提示：技术进步不及预期、需求不及预期、监管超预期、新材料替代等。

目 录

1、 投资概要：胶原蛋白三问三答	5
2、 胶原蛋白：潜力天然大分子材料，空间广阔、备受关注	9
2.1、 胶原蛋白：人体内含量最多的蛋白质，种类繁多并发挥重要作用	9
2.2、 终端市场广阔且备受各方关注，行业规范化持续推进	13
3、 重组胶原蛋白：行业迈向更广阔天地的必经之路	15
3.1、 不同技术路径百家争鸣，头部企业各显其能	15
3.2、 以玻尿酸为镜：若实现供给突破，胶原蛋白有望迎来广阔前景	17
3.3、 重组胶原蛋白更具产业化优势，渗透率有望持续提升	19
4、 终端应用：颜值经济领域，胶原蛋白大显身手	21
4.1、 功效护肤：胶原蛋白护肤并非“智商税”，重组胶原蛋白更适合	21
4.2、 医用敷料：胶原蛋白优势显著，渗透率有望持续提升	25
4.3、 医疗美容：重组胶原蛋白植入剂仍是蓝海，交联技术是破局关键	27
5、 相关标的：华熙生物、巨子生物、锦波生物（拟上市）等	31
5.1、 华熙生物：动物源、重组双管齐下，透明质酸龙头进军胶原蛋白	31
5.2、 巨子生物：“原料端+应用端”两开花，重组胶原蛋白龙头持续发力	32
5.3、 锦波生物：重组人源化胶原蛋白领军企业，技术+产品赋能成长	33
5.4、 其他标的：丸美股份、江苏吴中等	34
6、 风险提示	35

图表目录

图 1： 根据作用层次深浅不同，胶原蛋白在美丽产业领域的应用可分为功效护肤、医用敷料、医疗美容三方面	5
图 2： 胶原蛋白行业有望复制玻尿酸成功路径，若实现供给突破则有望迎来广阔前景	6
图 3： 市场对胶原蛋白认知存在误区，一定程度上对消费者教育产生阻碍，影响胶原蛋白产品渗透率提升	7
图 4： 关注布局重组胶原蛋白原料、布局高景气“颜值经济”领域的企业	8
图 5： 胶原蛋白具有独特三螺旋结构	9
图 6： 胶原蛋白是细胞外基质的主要组分	9
图 7： 甘氨酸残基突变导致三螺旋结构不正常，可导致近 40 种疾病	10
图 8： 天然胶原蛋白生物合成过程较复杂	10
图 9： 工业化生产胶原蛋白根据制取技术路径差异，可进一步分为动物源、重组胶原蛋白两类	11
图 10： 胶原蛋白不同程度的水解可以得到不同分子量的产物	12
图 11： 我国胶原蛋白产品终端市场规模有望持续较快增长	13
图 12： 近年来胶原蛋白在资本市场备受关注	14
图 13： 胶原蛋白材料入选“先进化工材料关键技术丛书”	14
图 14： 动物源胶原蛋白和重组胶原蛋白从技术角度看各有优劣	15
图 15： 猪是较好的动物源胶原蛋白来源	16
图 16： 创尔生物通过自主研发专利技术减小免疫原风险	16
图 17： 锦波生物通过蛋白序列优化实现活性三螺旋结构	16
图 18： 巨子生物通过关键酶共表达实现胶原蛋白羟基化	16
图 19： 玻尿酸在人体中广泛存在	17
图 20： 玻尿酸也可应用于医疗健康、护肤、食品三领域	17
图 21： 华熙生物通过改进发酵法极大提高了玻尿酸生产效率，助力行业规模快速成长	18

图 22: 玻尿酸结构相对简单, 不同物种间没有差异.....	19
图 23: 胶原蛋白具备复杂的三螺旋结构	19
图 24: 重组胶原蛋白组分单一, 为规模化生产奠定基础.....	20
图 25: 可通过编辑序列生产功能更丰富的重组胶原蛋白	20
图 26: 我国胶原蛋白产品市场仍以动物源居多, 重组胶原渗透率有望持续提升	20
图 27: 人体的衰老过程伴随着胶原流失	21
图 28: 功效护肤品市场有望维持较快增速.....	21
图 29: 功效护肤市场中胶原蛋白渗透率预计持续提升	21
图 30: 胶原分子可与水分子水合, 起保湿作用.....	22
图 31: 黑色素源于酪氨酸酶的催化反应	22
图 32: 分子量 5800Da 的水解胶原蛋白亦能透皮吸收.....	22
图 33: 胶原蛋白肽可作为抗氧化剂对抗自由基.....	22
图 34: 重组胶原蛋白更适合作化妆品领域, 未来渗透率有望快速增长	24
图 35: 江苏创健重组 XVII 型胶原获头发头皮护理大奖	24
图 36: 头皮健康问题逐渐受到消费者关注.....	24
图 37: 医用敷料市场有望维持稳健增长态势.....	25
图 38: 胶原蛋白医用敷料渗透率有望持续提升	25
图 39: 胶原蛋白敷料优势显著, 重组胶原蛋白原料突破后渗透率有望迎来高增	26
图 40: 我国轻医美项目渗透率有望持续提升.....	27
图 41: 我国注射类医美市场有望维持较快增长.....	27
图 42: 胶原蛋白填充剂渗透率或受重组产品带动提升	27
图 43: 胶原蛋白抓附力强, 适合鼻唇沟等表情区域.....	29
图 44: 胶原蛋白对泪沟、黑眼圈治疗效果明显.....	29
图 45: 薇旖美注射后明显促进 III 型胶原蛋白再生.....	30
图 46: 薇旖美对动力性皱纹(鱼尾纹)改善明显.....	30
图 47: 华熙生物近年来营业收入高速增长.....	31
图 48: 华熙生物毛利率保持在较高水平	31
图 49: 益而康生物深耕胶原蛋白医疗终端产品多年.....	31
图 50: 胶原蛋白将成为华熙生物第二战略性生物活性物.....	31
图 51: 巨子生物近年来营收较快增长	32
图 52: 巨子生物近年毛利率维持较高水平.....	32
图 53: 巨子生物技术积淀深厚, 屡获重大荣誉.....	32
图 54: 巨子生物旗下可复美 2022 年双十一表现亮眼.....	32
图 55: 近年来锦波生物营收高速增长	33
图 56: 锦波生物保持较高毛利率水平	33
图 57: 锦波生物重组 III 型人源化胶原蛋白具有三大优势	33
图 58: 锦波生物打造重组胶原蛋白产品“薇旖美”.....	33
图 59: 丸美股份携手暨大打造“重组双胶原蛋白”.....	34
图 60: 丸美股份持续发力重组双胶原系列产品.....	34
图 61: 江苏吴中引进重组胶原蛋白技术	34
图 62: 江苏吴中推出重组胶原蛋白产品“婴芙源”.....	34

表 1: I、II、III、V、XI 等型是常见的胶原蛋白类型.....	9
表 2: 胶原、明胶、水解胶原蛋白性能与应用场景不同, 但生产生活中常被统称为“胶原蛋白”.....	12
表 3: 胶原蛋白应用场景遍布医疗健康、食品饮料和护肤品等多个领域.....	13

表 4: 为更好满足消费者需求并抓住商机, 各企业纷纷大力扩充自身产能	13
表 5: 胶原蛋白材料监管趋严, 规范化、标准化不断推进	14
表 6: 目前市场上胶原蛋白代表性产品的原料来源丰富多样	19
表 7: 多家知名胶原蛋白生产商和化妆品企业布局胶原蛋白功效护肤产品	23
表 8: 胶原蛋白具有诸多优良特性, 是理想的医用敷料材料	25
表 9: 主流医用敷料产品价格普遍高于妆字号面膜产品	26
表 10: 美国胶原蛋白填充剂问世较早, 但受市场需求走弱影响均于 2010 年左右停产	28
表 11: 我国获批胶原蛋白注射类产品较少, 根据适应症可大致分为两类	28
表 12: 国内企业纷纷加码重组胶原蛋白医疗器械布局	30
表 13: 胶原蛋白相关标的: 华熙生物、巨子生物、江苏吴中、丸美股份等	35

1、投资概要：胶原蛋白三问三答

近年来,“胶原蛋白”这一关键词频频现身资本市场,一级市场相关投融资事件频发,二级市场亦有行业头部企业成功登陆,此外还有部分上市公司通过股权投资、技术引进等方式强势进军赛道,一时间市场上涌现诸多优秀标的。本篇报告是我们胶原蛋白相关研究的开篇,通过梳理行业基本面纠正部分市场认知误区,进一步剖析行业竞争要素并展望未来趋势,以便更好把握产业投资机会。

问题一：为什么看好胶原蛋白行业的投资机会？

(1) 胶原蛋白应用场景多，市场空间广

胶原蛋白是一种极具潜力的天然大分子材料,应用场景遍布医疗健康、食品饮料和护肤品等领域,终端市场空间广阔。Frost&Sullivan 数据显示,2021 年我国胶原蛋白市场规模(终端产品口径)已达 288 亿元(对应 2017-2021 年 CAGR 为 31.3%),预计 2027 年行业终端市场规模有望突破 1700 亿元(对应 2022-2027 年 CAGR 为 34.3%)。

(2) 颜值经济时代，胶原蛋白需求风起

在人体内,胶原蛋白是维持肌肤年轻状态的重要物质;在“颜值经济”领域,根据应用场景不同,胶原蛋白的应用又可分为外用于健康皮肤(功效护肤)、外用于破损皮肤(医用敷料)和注射进入体内(医疗美容),对应作用层次由浅至深。Frost&Sullivan 数据显示,在功效护肤、医用敷料、医疗美容三个领域,胶原蛋白终端产品 2021 年市场规模分别为 62 亿元、73 亿元、37 亿元。

虽然目前各细分市场体量仍较小,但我们认为,胶原蛋白有望凭借保湿、美白、抗氧化、促修复等优良特性,在各颜值经济领域均能发挥自身独特价值。未来随着胶原蛋白原料制备技术升级以及消费者教育进一步深入,终端市场亦有望迎来较快增长,根据 Frost&Sullivan 预测,胶原蛋白在功效护肤、医用敷料、医疗美容三个领域 2022-2027 年 CAGR 有望分别达到 52.5%、28.3%、21.7%。

图1：根据作用层次深浅不同，胶原蛋白在美丽产业领域的应用可分为功效护肤、医用敷料、医疗美容三方面



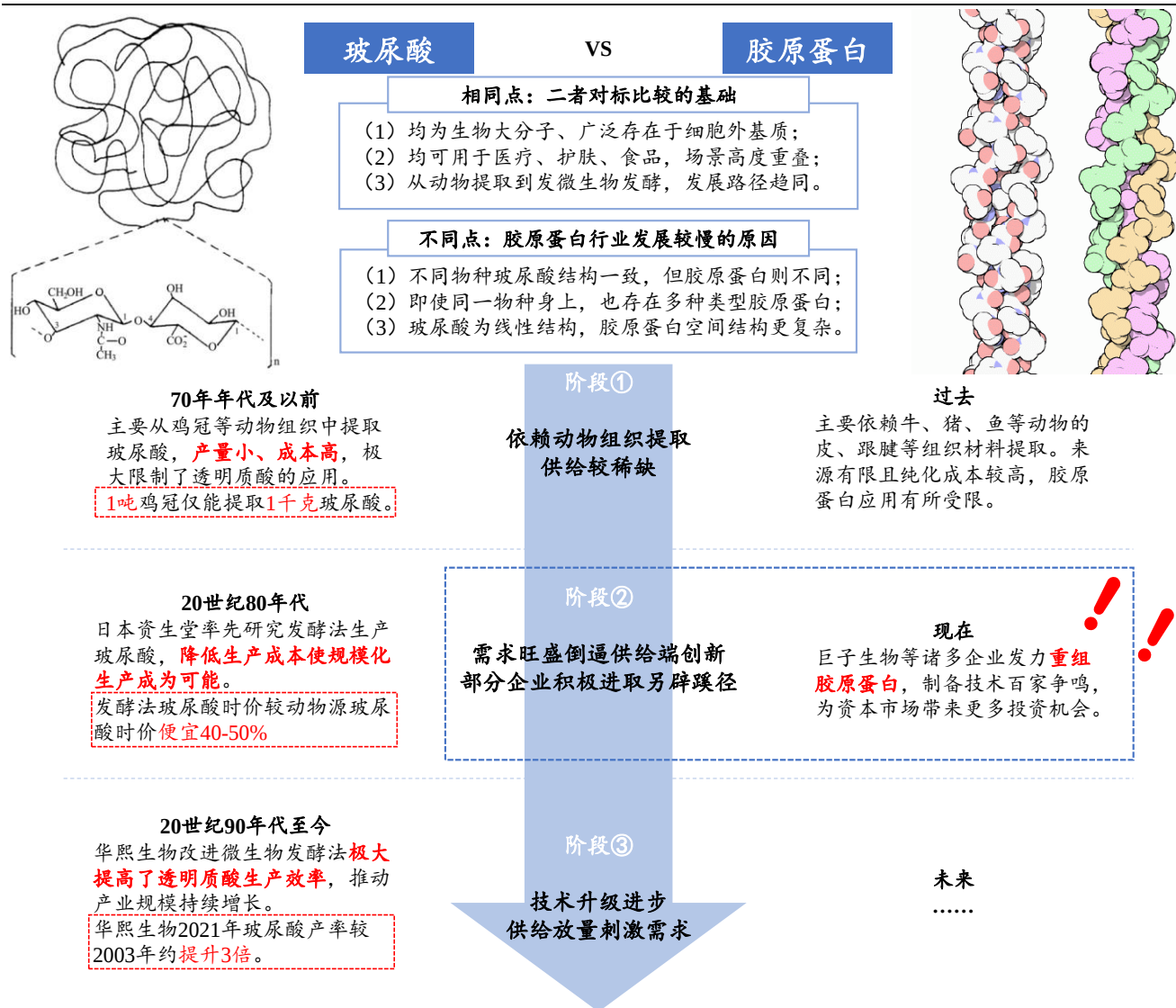
资料来源：Frost&Sullivan、医学解剖公众号、美妆网公众号、各品牌官网、开源证券研究所

(3) 胶原蛋白有望复制玻尿酸成功路径，我们更看好重组胶原蛋白

胶原蛋白与玻尿酸均为生物大分子并同属于细胞外基质成分，且应用场景、技术发展路径高度类似。通过复盘玻尿酸行业发展，我们认为胶原蛋白行业有望复制玻尿酸“①供给稀缺→②需求旺盛倒逼供给创新→③供给快速放量刺激需求增长”这一供需相互催化的发展路径。当前胶原蛋白行业刚刚迈入上述第二发展阶段——“需求旺盛倒逼供给创新”，未来胶原蛋白原料若实现供给突破，行业则有望迎来广阔前景。现阶段，为满足终端消费者对“量”和“质”的需求，众多企业各显其能，胶原蛋白制备技术百家争鸣，也为资本市场带来更多投资机会。

我们更看好重组胶原蛋白。原料端角度看，类比玻尿酸的“发酵法规模化生产”，我们认为，重组胶原蛋白不受原材料来源限制，将是行业打开原料供给天花板的必经之路；终端应用角度看，重组胶原蛋白在功效护肤、医用敷料、医疗美容这三个高景气细分赛道中的表现并不逊色于动物源胶原蛋白，而且其更好的水溶性、热稳定性、组分单一性等特征，也对大规模产业化更加友好。

图2：胶原蛋白行业有望复制玻尿酸成功路径，若实现供给突破则有望迎来广阔前景



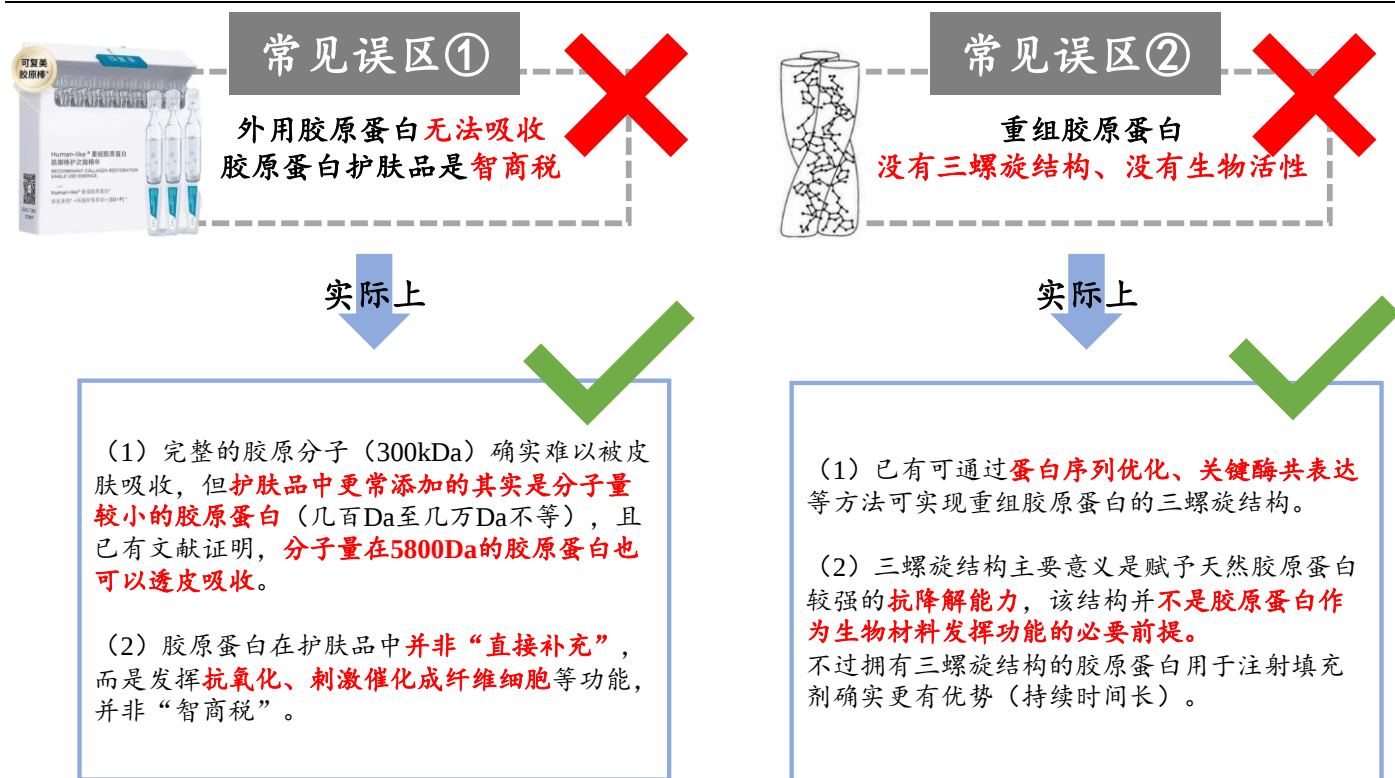
资料来源：宋磊《透明质酸的研究现状综述》、中国科普博览网、郭学平《透明质酸及其发酵生产概述》、郭学平《合成生物学：化妆品原料的创新驱动力》、华熙生物港股招股书（2008）、华熙生物招股书（2019）、开源证券研究所

问题二：当前制约胶原蛋白行业发展的主要问题是？

（1）需求端：消费者教育不足，市场对胶原蛋白认知存在误区

一方面，对多数消费者而言胶原蛋白是“既熟悉又陌生”的成分，熟悉源于它在生活中处处可见，陌生则源于对其作用机理缺乏清晰认知（胶原蛋白在人体内，以及作为生物材料在不同应用领域发挥的作用不尽相同）；另一方面，早期行业充斥着诸多“粗暴型”宣传（如“直接吸收、直接补充胶原蛋白”等），消费者在驳斥粗暴宣传的同时，容易对胶原蛋白产品产生负面印象。以上两点共同导致市场对胶原蛋白产生误解，并在一定程度上对消费者教育产生阻碍，影响胶原蛋白产品渗透率提升。

图3：市场对胶原蛋白认知存在误区，一定程度上对消费者教育产生阻碍，影响胶原蛋白产品渗透率提升



资料来源：可复美天猫旗舰店、樊建茹《天然生物材料材料的制备、性质与应用》、孙娅楠《二次谐波结合双光子荧光成像方法观察人源胶原蛋白透皮吸收情况》、开源证券研究所

（2）供给端：重组胶原蛋白原料生产、终端产品优化等难题亟待解决

原料端来看，①**量**：实验室的产出配比方案并不能直接同比例放大用于工业化生产，发酵过程存在较多难以把控的因素。②**质**：玻尿酸结构相对简单，因此通过发酵法生产攻克了“量”的问题之后，行业供给迅速扩大。但胶原蛋白结构较玻尿酸复杂许多（氨基酸排序多样、存在高级空间结构等），表达出高生物活性的原料存在较高门槛。③**成本**：分离纯化工艺复杂、成本较高也是限制重组胶原蛋白工业化发展的主要原因。

产品端来看：①**功效护肤产品**：难点一方面在于筛选出功效更好、具备差异化竞争优势的胶原蛋白原料；另一方面则是如何通过营销工作做好消费者教育，摆脱“智商税”误解。②**医美产品**：过敏问题业内已经有较成熟的解决方案，目前挑战主要集中于寻找安全、合适的交联方法，以便在保障安全的前提下，提高产品支撑效果、延长效果持续时间。

问题三：什么样的企业有望在竞争中脱颖而出？

行业尚处于发展阶段早期，胶原蛋白原料的“质”与“量”仍有待突破，因此相较于终端应用，我们认为当前应优先关注布局胶原蛋白原料的相关企业。

原料端，我们更看好重组胶原蛋白的潜力，预计未来重组胶原蛋白原料竞争将紧密围绕“功效”与“成本”展开：（1）功效方面，拥有较强科研水平、积累较多研发经验的企业更具备先发优势。（2）成本方面，原料发酵生产过程中，合适的基质、温度、发酵时间能有效提高生产效率从而降低单位成本，而这些参数需要在大量实践中积累；因此，具备较长发酵生产经验积累的企业，更有希望在竞争中获得成本优势。

应用端，建议关注布局高景气“颜值经济”领域，拥有较多终端产品研发经验，并且有能力通过消费者教育改进市场认知的企业。

技术突破是行业催化剂，更是头部企业护城河。参考玻尿酸行业经验，领军企业率先实现技术突破，助力行业迈入“供给放量刺激需求增长”的阶段之后，领军企业将凭借较强技术壁垒享受行业市场空间与自身市占率的同步提升，快速成长。

综上所述，我们重点推荐已布局重组胶原蛋白原料，且拥有丰富发酵生产经验和产业化能力的玻尿酸龙头**华熙生物**，受益标的包括**巨子生物**（重组胶原蛋白全产业链龙头，研发实力、生产经验均较强）、**锦波生物**（拟北交所上市，布局重组胶原蛋白原料，并拥有首款III类重组胶原蛋白植入剂产品“薇旎美”）、**丸美股份**（将“三螺旋结构重组双胶原蛋白”应用于主品牌的“双胶原”系列产品中）、**江苏吴中**（拥有重组胶原蛋白品牌“婴芙源”，并引入美国成熟重组胶原蛋白技术）等。

图4：关注布局重组胶原蛋白原料、布局高景气“颜值经济”领域的企业

公司	简介	原料端布局	应用端布局	优势
 华熙生物 BIOMASSE BIOTECH	玻尿酸产业龙头，欲将胶原蛋白打造成第二战略性生物活性物	动物源胶原蛋白 （通过益而康获得相关技术） 重组胶原蛋白 （自研自产）	胶原蛋白海绵、 人工骨等医疗属性产品	公司在玻尿酸领域有丰厚经验，且产业转化和市场转化能力较强，未来有望在重组胶原蛋白领域复制成功经验
 巨子生物 GIANT BIOGENE	重组胶原蛋白 护肤领军企业	重组胶原蛋白 （自研自产）	护肤品、敷料	公司深耕重组胶原蛋白多年，技术领先且当前重组胶原蛋白护肤品业务势头良好
 锦波生物	重组人源化 胶原蛋白领军企业	重组胶原蛋白 （自研自产）	护肤品、敷料、 医美用植入剂	拥有目前市面上唯一一款重组III型人源化胶原蛋白植入剂
 MARUBI 丸美	知名护肤品企业，携手暨南大学打造“三螺旋结构重组双胶原蛋白”	重组胶原蛋白 （携手暨大共同打造）	护肤品	公司深耕抗衰赛道多年，有望通过双胶原系列在消费者教育方面取得突破
 江苏吴中 JIANGSU WUZHONG	知名药企，积极布局医美，胶原蛋白为其医美版图的重要部分	重组胶原蛋白 （自美国公司引进相关技术）	敷料	-

资料来源：各公司官网、开源证券研究所

请务必参阅正文后面的信息披露和法律声明

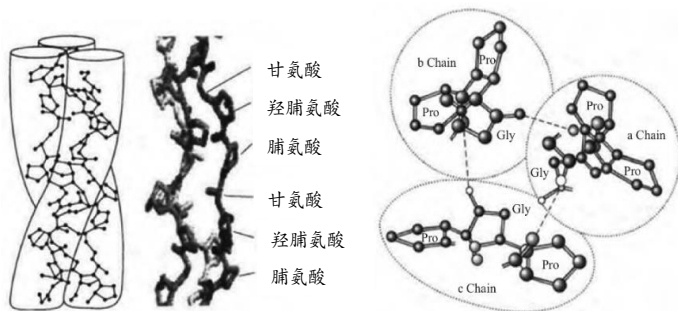
8 / 37

2、胶原蛋白：潜力天然大分子材料，空间广阔、备受关注

2.1、胶原蛋白：人体内含量最多的蛋白质，种类繁多并发挥重要作用

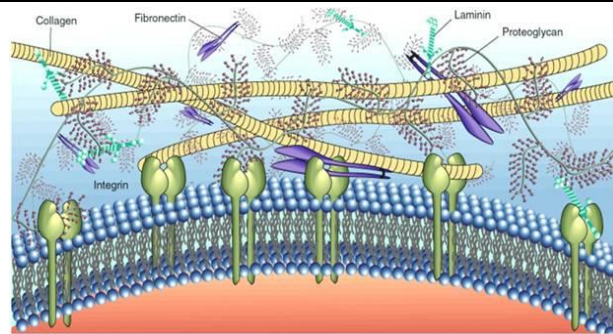
胶原蛋白是人体中含量最多的蛋白质，在组织重建过程中可发挥重要作用。狭义上，“胶原蛋白”是指由 3 条 α 肽链盘绕成三螺旋结构，且每条 α 肽链氨基酸排列均由 Gly-X-Y 周期重复序列构成（其中 Gly 代表甘氨酸，X 常为脯氨酸，Y 常为羟脯氨酸/羟赖氨酸），分子量在 300kDa 左右的一类蛋白质。它们广泛存在于骨、腱、软骨和皮肤及其它结缔组织中，是人体中含量最多的蛋白质，占体内蛋白质总量 25% 以上。胶原蛋白作为细胞外基质的主要组分，一方面作为物理支架结构，在保护皮肤、维持骨骼、连接肌肉等方面发挥重要作用；另一方面还通过细胞外基质受体分子与细胞间实现信号传递、参与调控细胞行为。此外，胶原蛋白在诸如止血及血栓形成、创面愈合、免疫系统调控、形态发生等组织重建过程中都起到重要作用。

图5：胶原蛋白具有独特三螺旋结构



资料来源：樊建茹《天然生物材料制备、性质与应用》

图6：胶原蛋白是细胞外基质的主要组分



资料来源：绍兴文理学院生物科学系《细胞生物学教程》

已有至少 29 种不同类型的胶原被鉴定出，I、II、III 等型为常见类型。I 型胶原是人体中含量最大的胶原蛋白，根据肽链组成不同可细分为两类，一类主要分布在骨、跟腱、真皮、牙中，另一类则主要分布在胎儿、发炎和肿瘤组织中。II 型胶原羟赖氨酸的羟基几乎全和糖结合，通常为直径较小的带状纤维，在透明软骨、玻璃体、神经视网膜、胚胎角膜中含量丰富；III 型胶原侧链含糖量少，在婴儿皮肤中含量较高，能维持皮肤的细腻、饱满，随着年龄增大，皮肤中 III 型胶原的比例会逐渐减小。

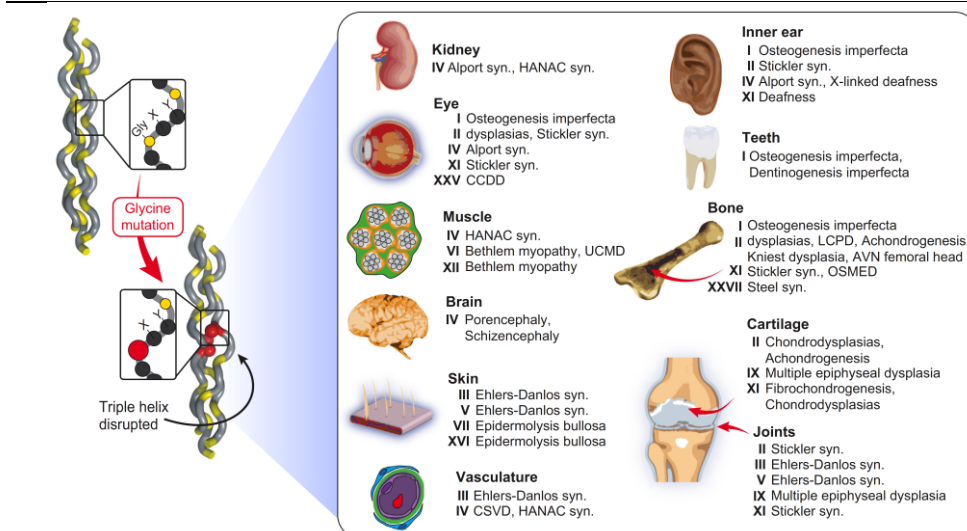
表1：I、II、III、V、XI 等型是常见的胶原蛋白类型

胶原类型	三股肽链组成	组织分布	其他主要特征
I	$[\alpha_1(I)]_2[\alpha_2(I)]$	真皮、腱、骨、牙	是人体中含量最大的胶原蛋白，两种 α 链均不含半胱氨酸，侧链含糖约 1%
	$[\alpha_1(I)]_3$	胎儿、发炎及肿瘤组织	
II	$[\alpha_1(II)]_3$	透明软骨、玻璃体、胚胎角膜、神经视网膜	羟赖氨酸的羟基几乎全和糖结合，含糖量约 10%，通常为直径较小的带状纤维
III	$[\alpha_1(III)]_3$	胚胎真皮、心血管、胃肠道、真皮、网状纤维	侧链含糖量少，含半胱氨酸和-S-S-交联，组氨酸亦多，活体呈强嗜银性
V	$[\alpha_1(V)][\alpha_2(IV)]_2$	胚胎绒毛膜、羊膜、肌、鞘、血旺细胞	富含羟赖氨酸，又称 V122
	$[\alpha_1(V)]_2[\alpha_2(V)]$	人烧伤后的颗粒组织	-
	$\alpha_1(V)\alpha_2(V)\alpha_3(V)$	培养肺泡上皮细胞分泌	又称 V123
XI	$\alpha_1(XI)\alpha_2(XI)\alpha_3(XI)$	透明软骨	量小，起调节胶原纤维直径的作用

资料来源：顾其胜《实用生物医用材料学》、开源证券研究所

三螺旋结构赋予天然胶原蛋白较强抗降解能力，是其在人体内正常发挥作用的基础。正常情况下，三条 α 肽链会通过氨基酸残基侧链的极性基团产生的离子键、氢键和范德华力等作用力紧密结合形成三螺旋结构，这赋予了天然胶原蛋白在人体内较强的抗降解能力，是其正常发挥生理作用的关键。若胶原蛋白无法形成正确的三螺旋结构则容易导致疾病，以坏血病为例，缺少维生素 C 时会导致细胞合成出三螺旋结构存在缺陷的胶原蛋白，这样的胶原蛋白会很快被酶降解，导致胞外基质中胶原持续丢失，进一步引发皮肤结节，血管脆弱及伤口愈合缓慢等相关患病症状。

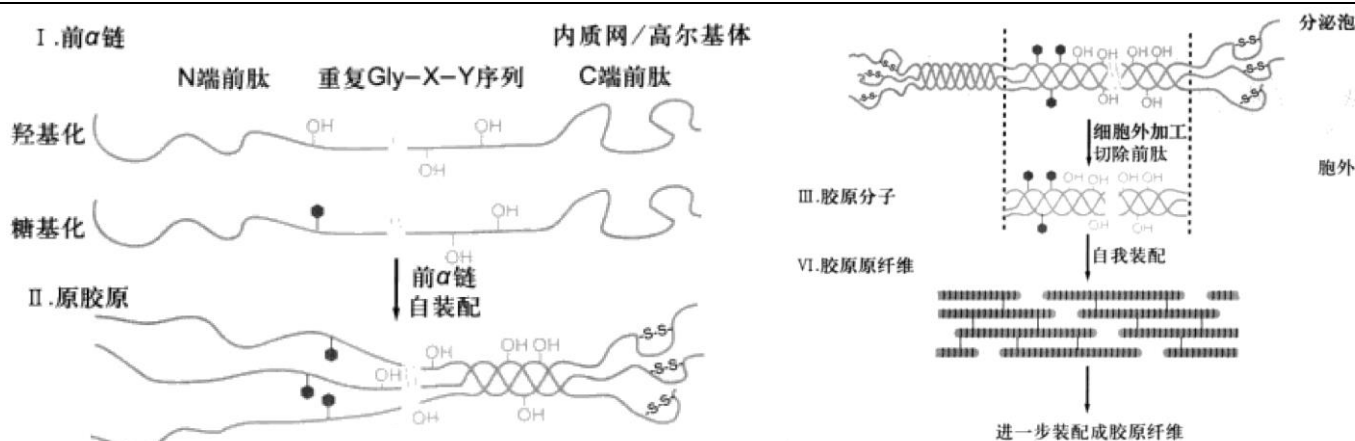
图7：甘氨酸残基突变导致三螺旋结构不正常，可导致近 40 种疾病



资料来源：Aaron 《The triple helix of collagens—an ancient protein structure that enabled animal multicellularity and tissue evolution》

天然胶原蛋白的体内生物合成过程较复杂。（1）细胞内：合成好的 α 肽链首先会进行羟基化修饰（羟化作用对三股螺旋的坚固性有重要作用，羟化不足的链在体温下不能形成坚固的三股螺旋），随后再进行糖基化修饰。经前两步修饰后的 α 肽链会形成具有三螺旋结构的“前胶原”并排出细胞外。（2）细胞外：分泌到细胞外的前胶原经内切酶作用，水解掉两端的附加肽链形成“原胶原”（约 300kDa，具备完整三螺旋结构，可认为是狭义上的“胶原蛋白/胶原”）。随后，原胶原分子借分子间各部分不同电荷的相互吸引自动聚合，并经共价交联成网进一步固定，形成“胶原纤维”。

图8：天然胶原蛋白生物合成过程较复杂

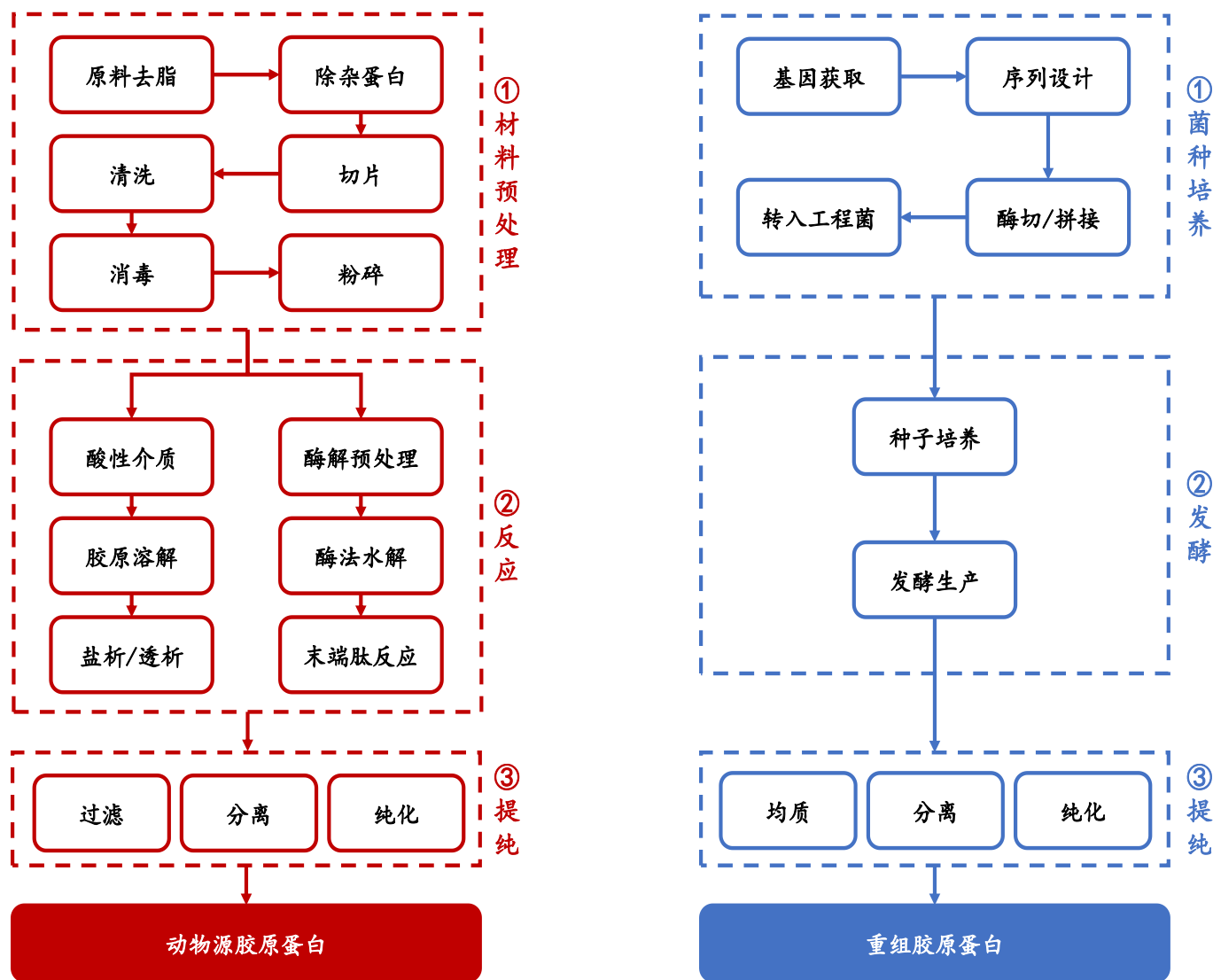


资料来源：翟中和《细胞生物学》

工业化生产胶原蛋白根据制取技术路径差异，可进一步分为动物源胶原蛋白、重组胶原蛋白两类：

- **动物源胶原蛋白**：是指利用猪皮、牛皮等动物组织，通过除杂、溶解、分离、纯化等步骤提取得到的胶原蛋白。根据提取方法的不同，又可进一步细分为酸法提取、酶法提取、碱法提取、盐法提取等，目前酸法、酶法均是常见工艺。
- **重组胶原蛋白**：是指利用基因工程、合成生物学等领域技术，将胶原蛋白相关基因进行特定序列设计、酶切和拼接、连接载体后转入不同宿主（可以是微生物、动物、植物，不过动植物体系难度大、成本高，因此目前商业化生产中微生物体系占据主导），进而通过发酵表达生产得到的一类胶原蛋白。

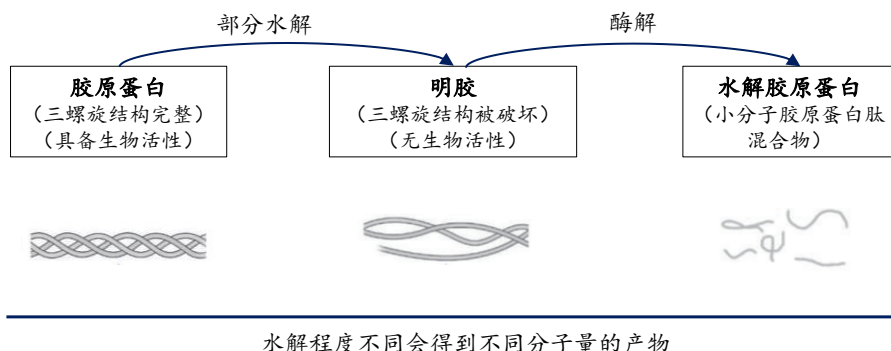
图9：工业化生产胶原蛋白根据制取技术路径差异，可进一步分为动物源、重组胶原蛋白两类



资料来源：头豹咨询《2021 年中国胶原蛋白行业：风口已起，胶原蛋白应用领域前瞻》、创尔生物招股书、锦波生物招股书、开源证券研究所

大分子胶原蛋白可进一步水解为明胶、水解胶原蛋白等不同分子量的产物。通过调整原材料在提取、分离时的方法和条件，可将胶原蛋白水解为不同分子量产物：胶原蛋白在强酸、强碱、酶或高温的作用下，盘绕成三螺旋结构的三条肽链会部分（或者完全）松开，三螺旋结构被破坏也意味着活性被破坏，这类产物被称为“明胶”，明胶分子量分布变宽、通常在几十 kDa 至几百 kDa 不等；若进一步使用相应的酶对明胶进行分解，则可以得到水解胶原蛋白，这是一种多肽混合物，包括多肽、寡肽，甚至氨基酸，分子量分布较宽，通常在几百 Da 到几万 Da 之间不等。

图10：胶原蛋白不同程度的水解可以得到不同分子量的产物



资料来源：化璟琳《胶原蛋白肽分析方法及透皮吸收特征》、开源证券研究所

胶原蛋白各阶段水解产物性能与应用场景各不相同。胶原蛋白水解后，由于其分子结构及分子量的变化，维持蛋白质结构的作用力得到了释放，其功能特性也会发生变化。三螺旋结构完整的胶原蛋白生物活性良好，具有再纤维性、促凝血、提供营养和支架等作用，在促修复方面应用广泛；三螺旋结构被初步破坏的明胶失去了再纤维性，但能溶于冷水且能被蛋白酶利用，多应用于食品、医疗保健等领域；水解胶原蛋白同样具有水溶性且分子量较小，具有抗氧化、诱导成纤维细胞趋化等作用，多应用于食品、美容、医疗保健等领域。

由于生活中常将添加了明胶、水解胶原蛋白、重组胶原蛋白等的产品也习惯性称为“胶原蛋白产品”，因此在后文中，本文采取广义的胶原蛋白定义，将不同来源、各类形态、不同分子量大小的胶原蛋白水解物均统称为“胶原蛋白”。

表2：胶原、明胶、水解胶原蛋白性能与应用场景不同，但生产生活中常被统称为“胶原蛋白”

	胶原	明胶	水解胶原蛋白
结构	三螺旋结构完整，三条肽链由共价键、氢键紧密联结在一起	三螺旋结构被破坏，基本不被共价键和氢键束缚，呈自由的肽链或肽段	三螺旋结构完全松开，为多肽混合物，包括小肽（胶原蛋白肽）
相对分子质量	约 300kDa	几十 kDa 至几百 kDa 不等	几百 Da 至几万 Da 不等
性能	不溶于水，不易被普通蛋白酶水解，生物活性好，有再纤维性及诱导作用	可溶于水，且能被蛋白酶利用，无生物活性、再纤维性	可溶于水，能被蛋白酶利用，具有抗氧化、延缓衰老、改善关节等功能

应用举例



胶原蛋白海绵：可充当腔隙填充物，适用于创面止血，促进创面愈合



食用明胶：食品工业中可用作胶凝剂、稳定剂、乳化剂、增稠剂等用途



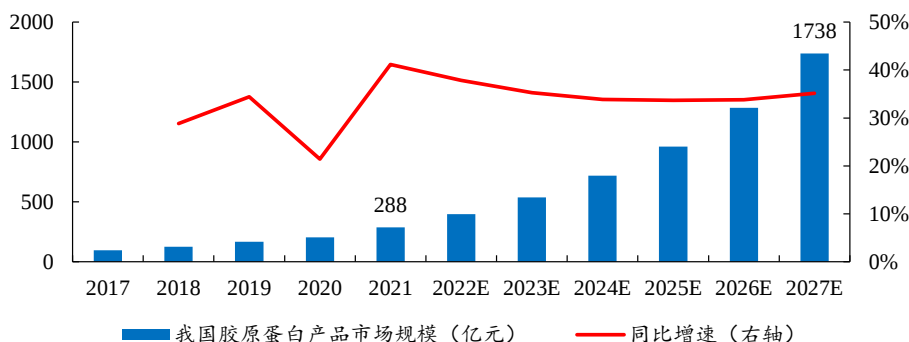
化妆品原料：添加至化妆品中可起保湿、抗氧化、抗衰等作用

资料来源：余小月《胶原蛋白的结构和消化吸收特性及营养价值评价进展》、博纳格科技官网、摄图网、开源证券研究所

2.2、终端市场广阔且备受各方关注，行业规范化持续推进

胶原蛋白应用场景遍布医疗健康、食品饮料和护肤品等领域，终端市场空间广阔。如前文所述，胶原蛋白应用场景广泛遍布于医药健康、皮肤护理和食品饮料等领域，较好的适用性推动胶原蛋白市场快速增长，根据 Frost&Sullivan 数据，2021 年我国胶原蛋白产品终端市场规模已达 288 亿元，2017-2021 年 CAGR 达 31.3%，且预计 2022-2027 年行业依旧维持较快增速，2027 年行业终端市场规模有望突破 1700 亿元。

图11：我国胶原蛋白产品终端市场规模有望持续较快增长



数据来源：Frost&Sullivan、开源证券研究所

表3：胶原蛋白应用场景遍布医疗健康、食品饮料和护肤品等多个领域

应用领域	细分领域	具体案例
医疗健康	医用敷料	皮肤修复、口腔修复、神经外科修复等
	止血材料	细胞组织器官（如肝或脾）的创伤止血、粘牙龈手术上颌等部位的止血、血管嫁接等
	注射填充材料	食管括约肌、声带的修复、牙周疾病等治疗案例；面部轮廓矫正、皱纹和瘢痕修复等医学美容案例
护肤	药物载体	眼科用的胶原罩、烧伤和创伤科用的胶原海绵、用于基因释放的微球以及透皮释放的控制材料等
	一般护肤&功效护肤	外用型胶原蛋白护肤原液、胶原蛋白面膜、胶原蛋白洁面乳和乳霜等
食品饮料	胶原肠衣	胶原肠衣等
	功能性食品	咀嚼片、运动员所需蛋白质粉和肠内营养制剂等
	食品添加剂	肉类、糖果和乳制品等食品的食用添加剂

资料来源：创尔生物招股书、开源证券研究所

行业发展势头良好，各企业大力扩充产能。随着消费者对胶原蛋白认知加深，行业关注度提升，终端需求逐渐活跃并呈现良好发展势头，各企业纷纷扩充自身产能：双美生物已迁至南科新厂，新厂胶原蛋白植入剂产能可达 200 万支/年，为 2020 年的十余倍；锦波生物在山西的人源化胶原蛋白产业园一期已开启试产，园内布置了年产能 300 万支的胶原蛋白冻干纤维生产线，正式投产后产能较 2021 年扩张近二十倍；巨子生物亦计划扩建西安的重组胶原蛋白发酵车间，预计完工后重组胶原蛋白年产量可达 212.5 吨，约为 2021 年产能的二十倍。

表4：为更好满足消费者需求并抓住商机，各企业纷纷大力扩充自身产能

公司	产品	原产能	现产能
双美生物	胶原蛋白植入剂	16 万支/年（2020 年）	200 万支/年（2022 年 12 月已迁新厂）
锦波生物	重组Ⅲ型人源化胶原蛋白冻干纤维	14.5 万支/年（2021 年）	300 万支/年（2022 年 9 月已试产）
巨子生物	重组胶原蛋白原料	10.88 吨/年（2021 年）	212.5 吨/年（原计划 2022 年下半年投产）

资料来源：钜亨网、锦波生物招股书、山西药监局、巨子生物招股书、开源证券研究所（注：此处仅展示产能数据前后可比的产品）

此外，胶原蛋白在资本市场、学术界亦备受关注。2022 年，资本市场上胶原蛋白相关投融资事件数不胜数，从重组人源化胶原蛋白护肤品牌“溯华”完成天使轮融资，到玻尿酸龙头华熙生物收购动物源胶原蛋白医疗器械企业益而康生物，再到重组胶原蛋白领军企业创健医疗完成 A 轮融资，以及重组胶原蛋白护肤龙头巨子生物港股敲钟上市等，均彰显胶原蛋白的“顶流地位”。此外，2022 年胶原蛋白材料还入选中国化工学会组织编写的“先进化工材料关键技术丛书”，该系列丛书共 15 册，编委会有多位院士坐镇，侧面反应出胶原蛋白在学术界亦备受瞩目。

图12：近年来胶原蛋白在资本市场备受关注

时间	事件
2021年年末	巨子生物完成73.3亿元Pre-IPO轮融资
2022年2月	溯华完成数千万人民币天使轮融资
2022年4月	华熙生物2.33亿元收购益而康51%股权
2022年8月	创健医疗完成近2亿元A轮融资
2022年10月	溯华完成数千万元战略融资
2022年10月	江苏吴中宣布引进重组胶原蛋白合成技术
2022年11月	巨子生物在港交所敲钟上市
2022年12月	洁雅股份拟与创健医疗共同投资设立公司

资料来源：青眼公众号、开源证券研究所

图13：胶原蛋白材料入选“先进化工材料关键技术丛书”



资料来源：中国化工学会公众号、开源证券研究所

相关文件持续出台，行业规范化、标准化不断推进。早在 2018 年，国家卫健委便发布针对胶原蛋白肽的食品安全国家标准，明确了胶原蛋白肽的定义且对原料从各个方面均提出了具体要求；2021 年后，有关胶原蛋白在医疗器械应用领域的文件出台愈发密集，国家药监局先后出台了《重组胶原蛋白生物材料命名指导原则》、《重组胶原蛋白类医疗产品分类界定原则》两份重要文件，规范了医疗器械领域重组胶原蛋白生物材料的命名和重组胶原蛋白类医疗产品管理；2022 年 1 月，《重组胶原蛋白》行业标准正式发布，进一步为行业提供规范指引，以推动相关领域高质量发展。

表5：胶原蛋白材料监管趋严，规范化、标准化不断推进

事件	时间	主导机构	主要内容
《食品安全国家标准——胶原蛋白肽》发布	2018 年 6 月	国家卫生健康委员会	规定了胶原蛋白肽的定义：为以富含胶原蛋白的新鲜动物组织（包括皮、骨等）为原料，经过提取、水解、精制生产的，相对分子质量低于一万的产品。
《重组胶原蛋白生物材料命名指导原则》发布	2021 年 3 月	国家药监局	规定重组胶原蛋白生物材料名称一律按“核心词 A+核心词 B+特征词-胶原蛋白型别”结构编制，并根据核心词分为 3 类。
《重组胶原蛋白类医疗产品分类界定原则》发布	2021 年 4 月	国家药监局	规定重组胶原蛋白类产品的管理类别应当不低于第二类；作为无源植入物应用时，应当按照第三类医疗器械管理；作为止血和防黏连材料应用时，若产品可部分或全部被人体吸收或者用于体内时按照第三类医疗器械管理，否则按照二类管理。
《重组胶原蛋白》行业标准发布	2022 年 1 月	国家药监局	规定了重组胶原蛋白的质量控制要求，检测指标及其检测方法等。（已于 2022 年 8 月正式实施）
《重组人源化胶原蛋白》医疗器械行业标准制修订项目立项	2022 年 4 月	国家药监局	批准《重组人源化胶原蛋白》医疗器械行业标准制修订项目立项。

资料来源：国家药品监督管理局官网、国家卫生健康委员会官网、开源证券研究所

3、重组胶原蛋白：行业迈向更广阔天地的必经之路

行业尚处于发展早期，胶原蛋白原料供给的“质”与“量”仍是当前行业关注的主要议题。我们认为，现阶段研究行业应当从原料端切入，通过剖析不同制备方法优劣以预判行业未来发展方向。

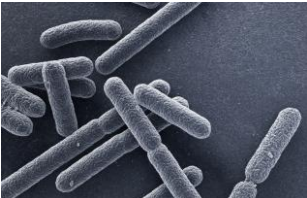
3.1、不同技术路径百家争鸣，头部企业各显其能

从胶原蛋白制备的角度看，动物组织提取法和基因工程法各有优劣：

动物组织提取法：产物生物活性较高，但存在免疫原及病毒风险。动物组织提取法主要优点在于：①技术发展时间较长、较成熟、成本较基因工程法更低；②能够最大程度保留天然胶原蛋白的三螺旋结构，所得产物生物活性较高。但由于该制备方法使用动物组织作为原材料，用于人体时可能存在一定隐患：①动物源胶原蛋白与人胶原蛋白并不完全相同，对人体而言可能导致排异反应；②动物组织提取法产物通常是混合物，未能完全清除的核酸、杂蛋白、多糖等物质亦属于免疫原范畴；③存在动物源病毒污染的风险。

基因工程法：较好克服了免疫原及病毒风险，但难形成活性三螺旋结构。重组胶原蛋白主要优点在于：①不使用动物源材料，可以避免动物源病毒污染风险；②可以使用人胶原蛋白编码序列以提高产物与人体生物相容性；③通过对功能区深入研究，还可以进一步优化氨基酸序列实现功能的强化。但基因工程法也存在比较明显的缺点：胶原蛋白组成中含有羟脯氨酸，这种氨基酸系由脯氨酸经羟脯氨酸羟化酶直接羟化而成；发酵工程中常用的大肠杆菌和酵母菌缺乏脯氨酸羟化酶，故无法生成羟脯氨酸，而羟脯氨酸的羟基正是胶原蛋白形成稳定三螺旋结构的关键，因此重组胶原蛋白在还原三螺旋结构方面存在一定困难。

图14：动物源胶原蛋白和重组胶原蛋白从技术角度看各有优劣

分类	主要技术路径	优点	缺点
 动物源胶原蛋白 179亿元（终端产品，2021年） 2017-2021年CAGR 21.8% 2022-2027年CAGR 25.3%	酸法提取	1.处理温度低 2.三螺旋结构完整、活性好 3.成纤维性能佳 4.成本较低，经济价值高	1.端肽区域保留，免疫原风险较高 2.不同温度、酸度条件下产物存在差异 3.提取时间长、产率较低
 重组胶原蛋白 108亿元（终端产品，2021年） 2017-2021年CAGR 63.0% 2022-2027年CAGR 42.4%	酶法提取	1.三螺旋结构完整、活性好 2.端肽被切割，免疫原风险小 3.反应时间较短 4.产物纯度高、理化性质较好	1.条件控制要求高，如温度、酶量、底物浓度、pH等 2.成本相对较高
	大肠杆菌体系	1.免疫原、病毒风险小 2.发酵周期较短、生产成本相对较低	1.纯化相对困难 2.内毒素含量高 3.不容易形成三螺旋结构
	毕赤酵母体系	1.免疫原、病毒风险小 2.易高细胞密度发酵，纯化方法简单	1.甲醇污染风险 2.不容易形成三螺旋结构

资料来源：Frost&Sullivan、创尔生物招股书、李阳《重组胶原蛋白的绿色生物制造及其应用》、摄图网、开源证券研究所

虽然两类方法都存在不足，但各自领域的头部企业均有独到的应对方法：

动物源胶原蛋白主要通过控制原料来源、优化制取流程避免免疫原及病毒风险。企业主要通过两种方法规避动物源胶原蛋白的免疫原及病毒风险：(1)控制原料来源。以双美生物为例，公司使用二代 SPF 猪（Specific Pathogen-Free，无特定病源），一方面可凭借 SPF 动物严苛的养殖条件以减小动物源病毒风险，另一方面，猪 I 型胶原蛋白性质与人胶原蛋白接近，辅以 ZDT 去端肽技术可以更好规避免疫原风险。(2)优化制取流程。以创尔生物为例，公司在制取过程中采用自主研发的免疫原性清除技术、病原及微生物控制技术等一系列专利技术，最大程度规避风险。

图15：猪是较好的动物源胶原蛋白来源

来源	动物源病毒	解离温度	提取部位	胶原类型及含量
鱼	深海鱼类 污染较少	18-20℃	软骨	II型 淡水鱼40% 深海鱼>80%
鸟	禽流感 或其他复杂病毒	41-42℃	小肠	I型、II型 30-40%
牛	疯牛症 (潜伏期20年)	37℃	肌腱	I型 70%
猪	口蹄疫 (非人畜共患)	37℃	皮肤	I型 70-80%

资料来源：双美生物年报、头豹咨询、摄图网、开源证券研究所

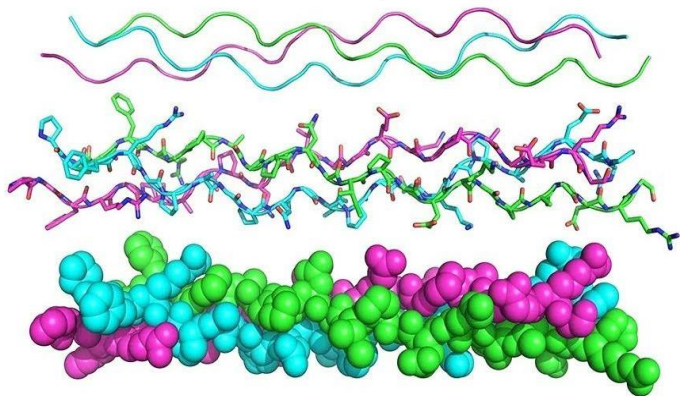
图16：创尔生物通过自主研发专利技术减小免疫原风险

技术类别	核心技术名称	相关专利
胶原提取、纯化与免疫原性清除技术	精细化酶法提取技术	一种高浓度胶原海绵保护剂及其制备方法（专利号：ZL201210472705.4） 一种定量检测胶原蛋白三螺旋结构含量的方法（专利号：ZL201810382218.6）
	高纯度胶原制备技术	一种高浓度胶原海绵保护剂及其制备方法（专利号：ZL201210472705.4）
病原及微生物控制技术	动物来源材料免疫原性清除技术	一种胶原原液及润眼液的制备方法（专利号：ZL201110116905.1）
	高效病毒灭活技术	一种胶原原液及润眼液的制备方法（专利号：ZL201110116905.1）
复合产品成型技术	产品最终灭菌技术	一种无菌胶原贴敷料及其制备方法（专利号：ZL201510121162.5）
		一种流体敷料及其制备方法（专利号：ZL201410225412.5） 一种胶原蛋白凝胶及其制备方法（专利号：ZL201010178793.8） 一种亲水性琼脂糖胶原敷料及其制备方法和应用（专利号：ZL201410203872.8）

资料来源：创尔生物招股书

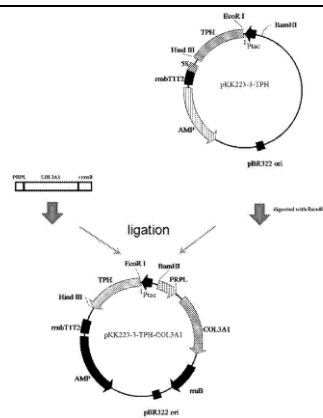
重组胶原蛋白可通过蛋白序列优化、关键酶共表达等方法实现活性三螺旋结构。前文提到，微生物发酵体系因缺乏脯氨酸羟化酶而难以形成活性三螺旋结构，目前主要解决办法有：(1)蛋白序列优化。锦波生物通过高通量筛选，优选了人III型胶原蛋白中亲水性、保水性强的核心功能区段，并通过生物合成制备出氨基酸序列重复单元与该功能区完全相同的产物。产物解析结果和实验结果显示，该区域能形成稳定三聚体结构，并呈现良好生物活性。(2)关键酶共表达。让编码胶原蛋白和脯氨酸羟化酶的基因一起在工程细胞中表达是一种更直观的解决思路，目前已经有大量文献做了相关探索。2018年，巨子生物的范代娣教授团队将来源于孢囊菌 RH1 的脯氨酸羟化酶与人源胶原蛋白基因共表达，从而实现胶原蛋白的羟基化。

图17：锦波生物通过蛋白序列优化实现活性三螺旋结构



资料来源：侯津刚《锦波生物：打造全球最大胶原蛋白产业重地》

图18：巨子生物通过关键酶共表达实现胶原蛋白羟基化

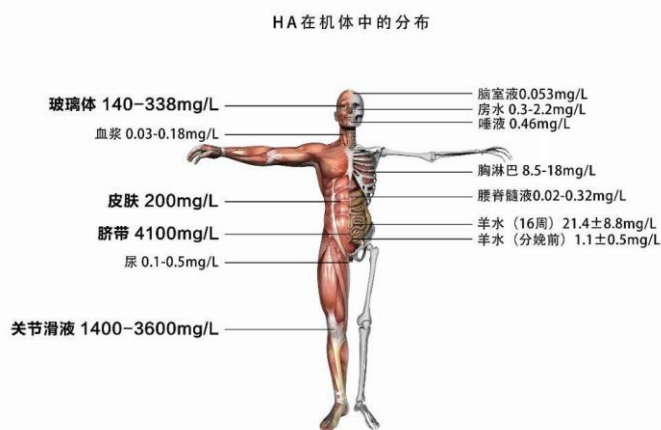


资料来源：范代娣《重组人源型胶原蛋白的羟基化方法》

3.2、以玻尿酸为镜：若实现供给突破，胶原蛋白有望迎来广阔前景

胶原蛋白与玻尿酸（HA）存在相似之处，复盘玻尿酸有助于理解胶原蛋白未来发展方向。（1）生物大分子：二者均为生物大分子并同属于细胞外基质成分，在动物体内广泛存在。（2）应用场景：作为两类被广泛使用的生物材料，二者均可应用于医疗健康、护肤、食品三大领域，应用场景高度重叠，且两类原料制成品存在一定程度的可替代关系。（3）技术路径发展：二者最早都是从动物组织中被提取发现，并在行业发展的早期阶段均使用动物组织提取法作为主要制备方法，但受成本、产能等因素限制，随后又都借助微生物发酵方法探索新发展路径。

图19：玻尿酸在人体中广泛存在



资料来源：华熙生物招股书（2019）

图20：玻尿酸也可应用于医疗健康、护肤、食品三领域



资料来源：华熙生物招股书（2019）

复盘玻尿酸可以发现，行业供给、需求相互催化，共同推动了行业发展：

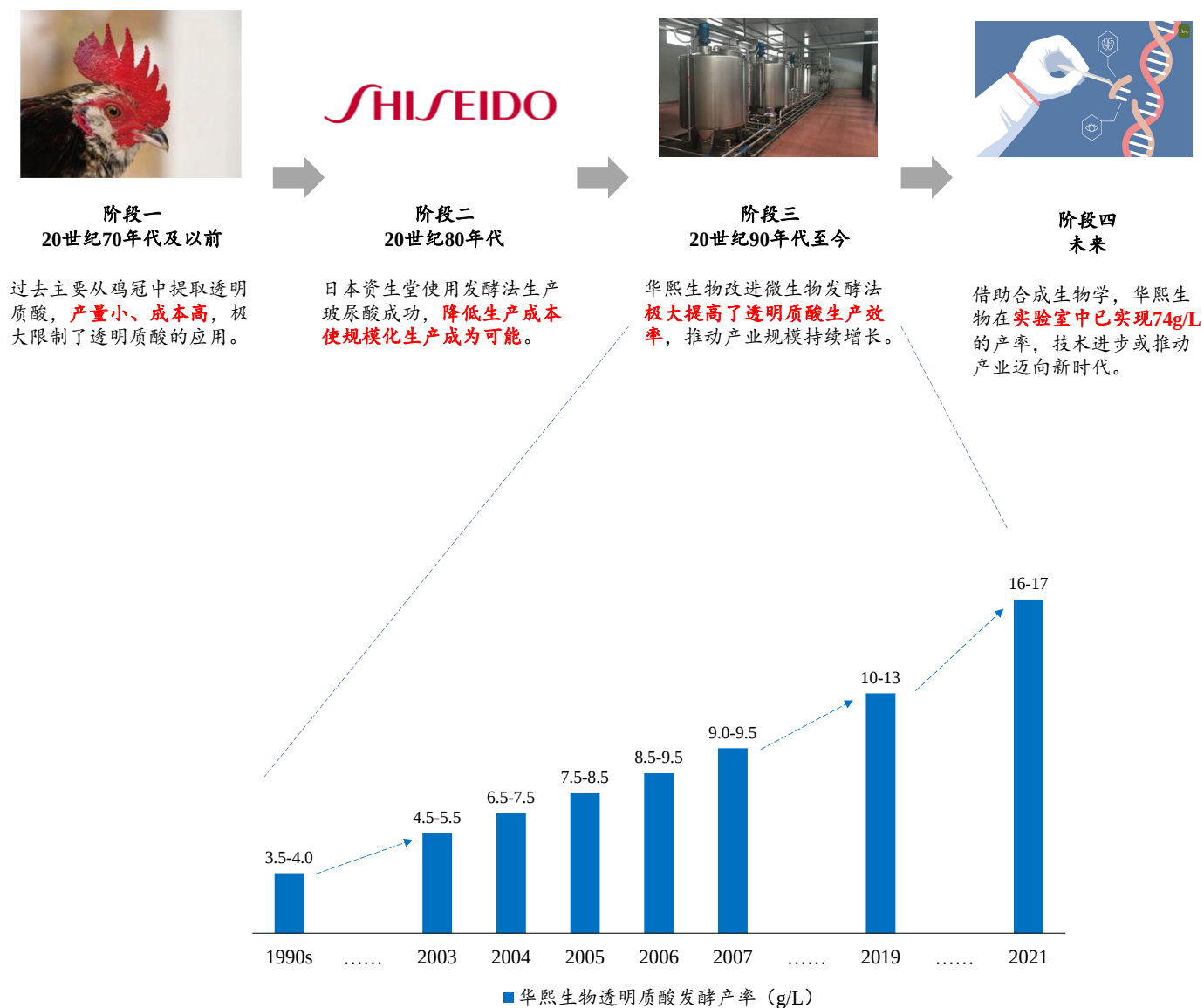
阶段一，早期玻尿酸供给难以满足需求：20世纪70年代，Endre Balazs 团队开发了一种从鸡冠和人脐带中分离纯化玻尿酸的工艺，并实现了玻尿酸在眼科黏弹剂的小范围使用，最初1吨鸡冠中仅能提取1千克透明质酸，产量较低。当时已有研究人员发现玻尿酸具有良好保湿效果，并认为其在化妆品方面极具发展前景。但由于动物组织原料来源有限、提纯成本较高，这个阶段玻尿酸在化妆品方面应用仍受限。

阶段二，面对日益高涨的需求，供给端开始思考创新破局之道：20世纪80年代，日本资生堂率先以大规模工业化生产玻尿酸为目的，开展了一系列玻尿酸发酵生产研究。80年代中期，日本企业成功生产出成本价约50-60万日元/kg（时价）的发酵法玻尿酸，价格较彼时动物提取法玻尿酸的成本（约100万日元/kg）大幅降低，使得玻尿酸成分在化妆品中被广泛应用成为可能。

阶段三，供给快速放量，进一步刺激需求端增长：20世纪90年代，借鉴日本经验，山东生物药物研究所张天民、凌沛学（现福瑞达医药董事长）、郭学平（现华熙生物首席科学家）等人也在国内开展了发酵法生产玻尿酸研究，之后发酵法被不断改进，生产效率持续提升。以玻尿酸产业龙头华熙生物为例，公司持续改进微生物发酵技术，2003年公司玻尿酸发酵产率约4.5-5.5g/L，2007年实现产率翻番，达9.0-9.5g/L。产率快速提升一方面助力华熙生物在2007年成为全球规模最大的玻尿酸生产商，另一方面玻尿酸因其良好特性广受欢迎，供给放量也使得玻尿酸作为医药、化妆品、食品原料得以普及，行业整体规模实现快速增长。Frost&Sullivan 数据显示，2018年全球玻尿酸原料市场销量已达500吨，较2014年已实现翻倍增长。

阶段四，未来合成生物学技术进步将继续推动生产效率快速提升：华熙生物首席科学家郭学平博士在论文中指出：2021年华熙生物发酵产率已达16-17g/L，较90年代已有较大进步；但若借助合成生物学技术，可以更进一步实现产率“质的突破”，目前华熙生物实验室中已实现高达74g/L的发酵产率。技术进步带来的生产效率提升有望推动玻尿酸行业进入新发展阶段。

图21：华熙生物通过改进发酵法极大提高了玻尿酸生产效率，助力行业规模快速成长

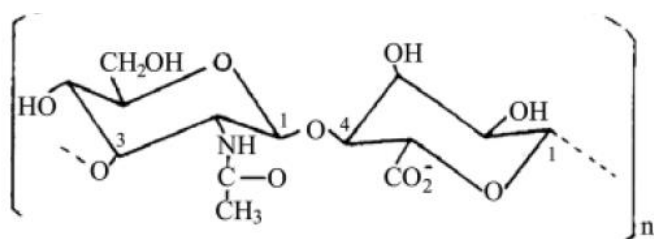


资料来源：郭学平《发酵法制备透明质酸》、华熙生物港股招股书（2008）、华熙生物招股书（2019）、郭学平《合成生物学：化妆品原料的创新驱动力》、资生堂官网、中国科学技术协会、开源证券研究所

胶原蛋白尚处第二阶段，未来供给突破有望推动行业步入供需共振阶段。近年来胶原蛋白敷料、胶原蛋白功效护肤市场需求旺盛，但目前高质量胶原蛋白原料在产能方面尚未放量，胶原蛋白原料成本仍较高。比照玻尿酸产业发展阶段，我们认为胶原蛋白行业刚迈入第二阶段，供给端正思考创新破局之道。未来胶原蛋白原料供给若实现突破，优质供给快速放量有望刺激需求端增长，推动行业步入供需共振的景气度加速上行阶段，市场前景广阔。

胶原蛋白结构较玻尿酸复杂许多，是牵制重组胶原蛋白技术发展的主要因素。玻尿酸结构相对简单：①不同动物体内的玻尿酸在化学本质及分子结构上是完全一致的，不存在差异；②不同分子量大小的玻尿酸分子之间理化性质跨度不大。胶原蛋白则属于蛋白质，结构上复杂许多：①不同物种身上的胶原蛋白氨基酸排列不同，具有显著区别；②同一物种身上也会存在 I、II、III 等多种类型的胶原蛋白；③胶原蛋白具备复杂的三螺旋结构；④不同分子量的（经历不同程度水解的）胶原蛋白表现的差异较大。我们认为，玻尿酸空间结构相对简单且统一，发酵法生产的玻尿酸与天然玻尿酸在“质”方面差异不大，因此在攻克了“量”的问题之后，玻尿酸行业供给便在较短时间内迅速扩大。反观胶原蛋白，复杂结构一定程度上限制了行业发展。

图22：玻尿酸结构相对简单，不同物种间没有差异



资料来源：宋磊《透明质酸的研究现状综述》

图23：胶原蛋白具备复杂的三螺旋结构



资料来源：中国科普博览网

3.3、重组胶原蛋白更具产业化优势，渗透率有望持续提升

从终端应用角度看，目前动物源、重组胶原蛋白均被广泛使用。动物源胶原蛋白的代表产品有使用了猪胶原的皮肤填充剂肤丽美/肤柔美（用于医美），以及使用牛胶原的创尔美胶原贴敷料（医用敷料）、创尔美胶原蛋白修护原液（用于功效护肤），以及瑞福人工骨（用于医药）等；重组胶原蛋白的代表产品则有薇旎美重组III型人源化胶原蛋白冻干纤维（用于医美）、可复美胶原棒（用于功效护肤）等。

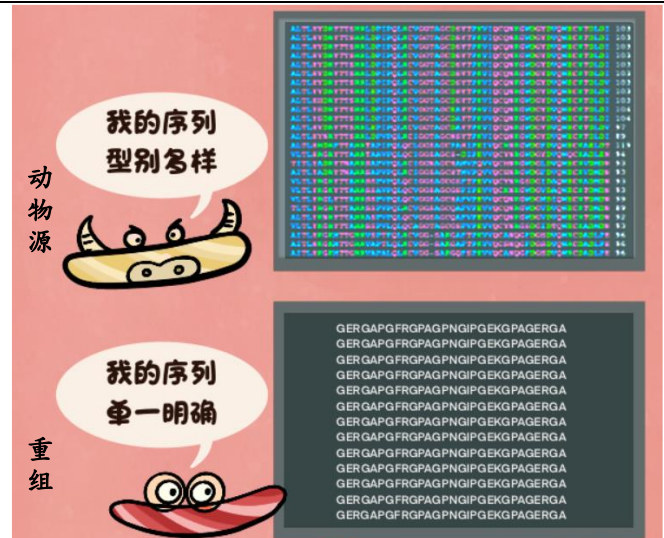
表6：目前市场上胶原蛋白代表性产品的原料来源丰富多样

分类	动物源胶原蛋白			重组胶原蛋白	
名称					
	肤丽美	肤柔美	胶原贴敷料	薇旎美	可复美类人胶原蛋白敷料
批号	国械注许 20173130007	国械注许 20193130064	国械注准 20163141290	国械注准 20213130488	陕械注准 20152640026
公司	双美生物	双美生物	创尔生物	锦波生物	巨子生物
来源	二代 SFP 猪皮	二代 SFP 猪皮	牛跟腱	重组胶原蛋白	重组胶原蛋白
成分	I 型胶原蛋白、磷酸生理食盐缓冲溶液	I 型胶原蛋白、磷酸生理食盐缓冲溶液	I 型胶原蛋白、纯水、防腐剂、非织造布	重组 III 型人源化胶原蛋白	类人胶原蛋白原液、无纺布
适用范围	用于面部真皮组织中深层注射以纠正鼻唇沟重力性皱纹	用于面部真皮组织填充以纠正额部动力性皱纹（如眉间纹等）	适用于皮肤过敏、激光、光子术后创面修复辅助治疗	用于面部真皮组织填充以纠正额部动力性皱纹	用于缓解敏感性肌肤、激光治疗后等原因引起的皮肤炎症，促进创面愈合

资料来源：双美等公司官网、NMPA、创尔生物招股书、开源证券研究所

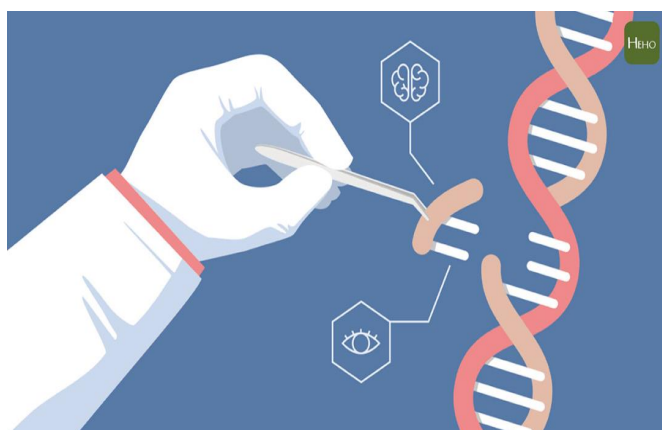
重组胶原蛋白在推动胶原蛋白产业化方面更具优势。除前文所提到的可避免动物源免疫原及病毒风险以外，相较于动物源胶原蛋白，重组胶原蛋白还具备水溶性更好、可加工性更强、制备过程可控、原材料不受限等特征，对大规模产业化更友好。更重要的是，动物源胶原蛋白往往是多种型别的混合物，而重组方法制备的胶原蛋白序列单一，型别明确，纯度较高，这些特性是规模化生产胶原蛋白相关产品的重要基础，因为组分单一的原料才能保证最终产品的品质可控。此外，通过编辑功能区序列，理论上重组胶原蛋白可实现较动物源胶原蛋白更丰富的功效。因此我们认为，虽然目前技术尚未完全成熟，但重组胶原蛋白将是未来胶原蛋白产业化的必经之路。

图24：重组胶原蛋白组分单一，为规模化生产奠定基础



资料来源：中国器审公众号、开源证券研究所

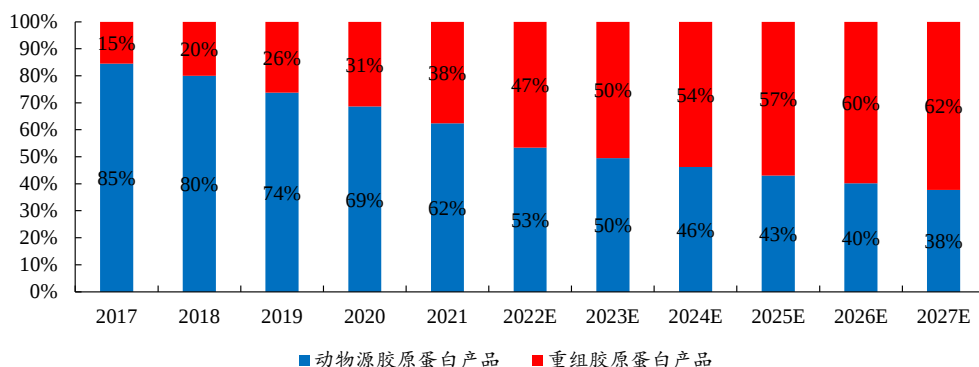
图25：可通过编辑序列生产功能更丰富的重组胶原蛋白



资料来源：中国科学技术协会

目前动物源产品仍占据市场主流，预计重组胶原蛋白产品渗透率有望持续提升。根据 Frost&Sullivan 数据，按终端零售额口径，2021 年我国动物源胶原蛋白产品市场规模为 179 亿元（占 62%），在市场份额中持续占据主导地位，而我国重组胶原蛋白产品 2021 年市场规模为 108 亿元（占 38%），占比稍小但近年来增长持续提速。我们认为，随着合成生物学技术的发展，重组胶原蛋白原料生产将趋于成熟，其相较于动物源胶原蛋白的优势也将逐渐显现，未来渗透率有望持续提升，根据 Frost&Sullivan 预测，2027 年重组胶原蛋白产品市场规模占比有望提升至 62%。

图26：我国胶原蛋白产品市场仍以动物源居多，重组胶原渗透率有望持续提升



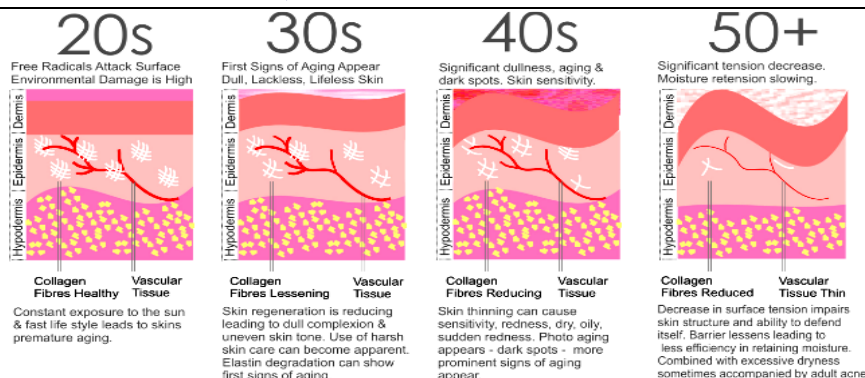
数据来源：Frost&Sullivan、开源证券研究所

4、终端应用：颜值经济领域，胶原蛋白大显身手

胶原蛋白在人体内是维持肌肤年轻状态的重要物质。胶原蛋白能够增强肌肤弹性、增强机体皮肤组织细胞储水能力，并具备保持皮肤细嫩、柔软等生理功能，皮肤衰老过程正是胶原蛋白持续流失的过程：从20岁起，人体内的胶原蛋白以每10年7%的速率开始流失，女性绝经后5年内流失胶原量约30%，之后每年还会流失1%。当体内胶原的生物合成发生反常或因其他原因引起变异时，胶原的流失速度更高；且当胶原不足时，人体的结缔组织和内脏器官也均会受到影响。

胶原蛋白凭借自身具备诸多优良特性，在“颜值经济”领域备受欢迎。后文我们将分别围绕功效护肤、医用敷料和医疗美容几个应用领域展开。

图27：人体的衰老过程伴随着胶原流失

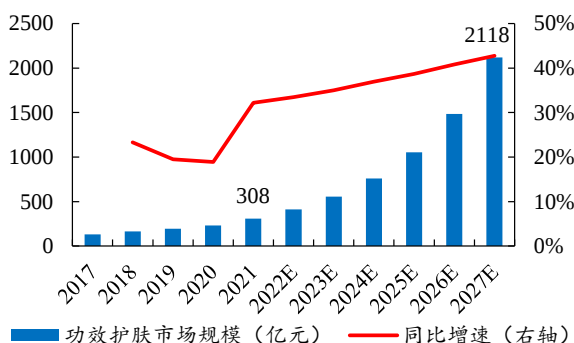


资料来源：创尔生物招股书

4.1、功效护肤：胶原蛋白护肤并非“智商税”，重组胶原蛋白更适合

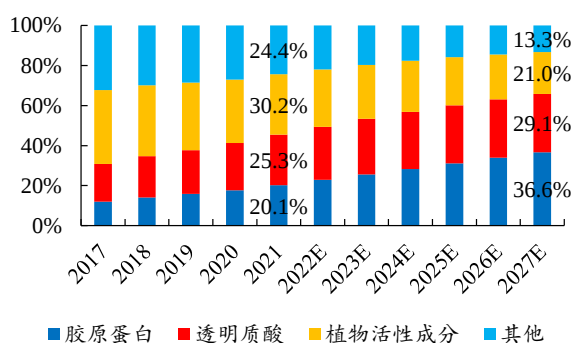
功效护肤市场快速扩容，胶原蛋白渗透率有望持续提升。功效性护肤品是介于普通护肤品与皮肤科药品之间，能够针对性解决皮肤问题的护肤品。随着消费者护肤意识提升及功效需求增加，功效性护肤品市场持续增长。根据 Frost&Sullivan 数据，2021 年我国功效护肤产品市场规模已达 308 亿元，预计未来行业增速将维持在较快水平（2022-2027 年 CAGR=38.8%）。外用时，胶原蛋白具备保湿、美白、抗氧化等优质特性，因此也在功效护肤原料中占据一席之地，2021 年胶原蛋白功效护肤产品终端规模为 62 亿元，预计 2022-2027 年 CAGR 将达 52.5%，增速明显高于功效护肤行业整体，预计 2027 年功效护肤产品中胶原蛋白材料渗透率将达 36.6%。

图28：功效护肤品市场有望维持较快增速



数据来源：Frost&Sullivan、开源证券研究所

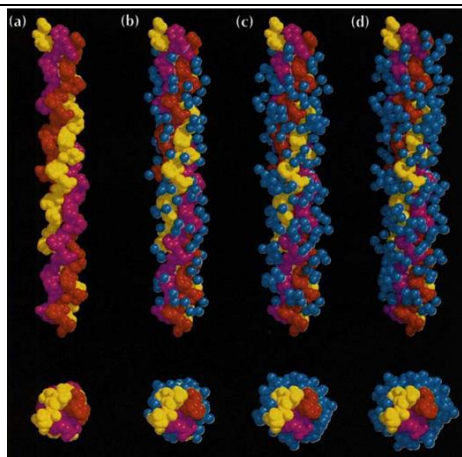
图29：功效护肤市场中胶原蛋白渗透率预计持续提升



数据来源：Frost&Sullivan、开源证券研究所

外用时，胶原蛋白具有保湿、美白等功效。(1) 保湿：胶原蛋白分子中存在大量甘氨酸、羟脯氨酸和羟赖氨酸残基，其分子外侧含有的大量羟基，可以结合较多水分子，从而起到良好的锁水保湿作用。(2) 美白：皮肤中的酪氨酸会被含铜的酪氨酸酶催化成多巴，多巴再通过重排或者氧化还原形成黑色素类物质，从而会导致皮肤颜色变深变暗（黑色素分布不均匀还会导致皮肤出现斑块）。而胶原可以通过酪氨酸残基螯合酪氨酸酶中的铜离子，使酪氨酸酶失活，进而减少多巴生成来抑制黑色素形成、沉积，从而达到美白的作用。

图30：胶原分子可与水分子水合，起保湿作用



资料来源：创尔生物招股书

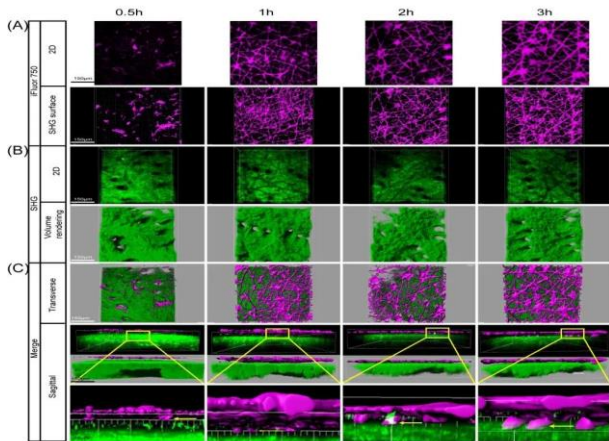
图31：黑色素源于酪氨酸酶的催化反应



资料来源：斯倍舒官方公众号

对市场误解的澄清：胶原蛋白护肤品并非“智商税”。长久以来，市场对胶原蛋白护肤品存在质疑，诸如“胶原蛋白分子量大于 500Da，无法被皮肤吸收，胶原蛋白护肤品是智商税”、“外用涂抹无法直接补充胶原蛋白”等。需要指出的是：(1) 完整的胶原分子（300kDa）确实难以被皮肤吸收，但其良好的水合能力使其能在皮肤表面成膜以防止角质层水分流失；(2) 护肤品中更常添加的其实是分子量较小的胶原蛋白（几百 Da 至几万 Da 不等），且有文献证明，分子量在 5800Da 的水解胶原蛋白亦有一定比例能穿透角质层到达真皮层；(3) 胶原蛋白在护肤品中发挥的作用并非“直接补充”，而是通过自身生化特性发挥作用，如通过疏水性氨基酸残基表现出较好的抗氧化性，以及刺激成纤维细胞分泌合成自体胶原蛋白以实现抗衰效果等。

图32：分子量 5800Da 的水解胶原蛋白亦能透皮吸收



资料来源：孙娅楠《二次谐波结合双光子荧光成像方法观察人源胶原蛋白透皮吸收情况》

图33：胶原蛋白肽可作为抗氧化剂对抗自由基



数据来源：香遇精油公众号

多家企业布局胶原蛋白相关概念功效护肤产品，重组胶原蛋白使用频次更高。基于胶原蛋白开发的护肤产品类型主要包括外用型胶原蛋白护肤原液、胶原蛋白面膜、胶原蛋白洁面乳和乳霜等。目前推出聚焦胶原蛋白概念护肤品牌的公司主要包括巨子生物、锦波生物、创尔生物、丸美股份等。其中，除了创尔生物采用动物源性胶原蛋白之外，其他公司品牌均采用重组胶原蛋白。

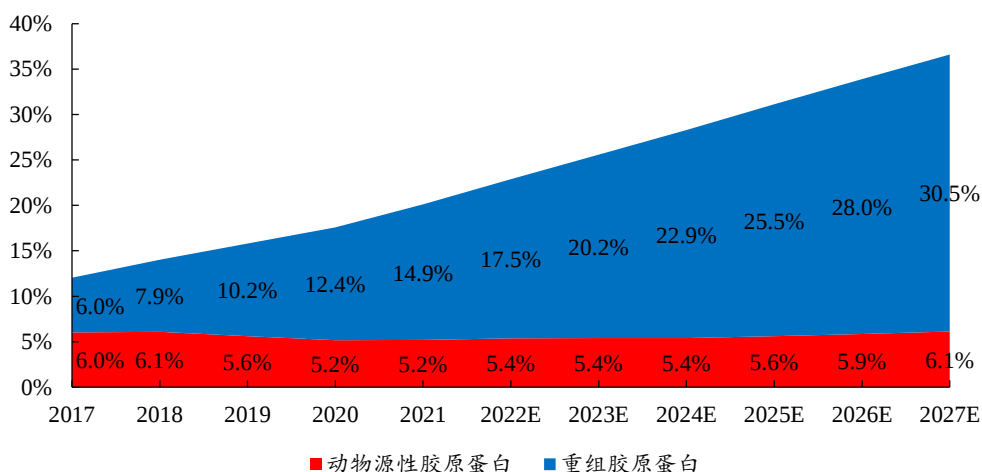
表7：多家知名胶原蛋白生产商和化妆品企业布局胶原蛋白功效护肤产品

公司	品牌	成立时间	主打胶原	品牌特色	明星产品	明星产品示意图
创尔生物	创尔美	2008	动物源胶原蛋白	专研活性胶原提取技术，保留完整三螺旋大分子结构，打造与人体相似性高达 98% 的科研级活性胶原	胶原多效修护面膜、胶原多效修护原液	
	可复美	2011	重组人源化胶原蛋白	专研胶原具有 5 大创新技术：保持肌肤酸碱平衡、易储存运输、低排异反应、无病毒隐患、无细胞毒性	胶原蛋白次抛精华、胶原蛋白敏感肌肤修护贴	
巨子生物	可丽金	2009	重组人源化胶原蛋白	2021 全新升级 Human-like 重组胶原蛋白仿生组合专利技术，采用已知市面最小分子胶原蛋白，分子量 217Da，直达肌底；结合维 A、玻色因成分，有效焕活肌肤	胶原蛋白健肤修护面膜、赋能珍萃紧致驻颜面膜	
	重源	2018	重组Ⅲ型人源化胶原蛋白	采用 4D 时光胶原，主打 100% 人体同源、1.9 倍活性易吸收和三螺旋稳定结构，使产品具有补水滋润、改善粗糙、增强肌肤弹性的功效	胶原蛋白精华液、胶原蛋白美肌面膜	
锦波生物	肌频	2018	重组Ⅲ型人源化胶原蛋白	采用 164.88° 肌频蛋白，主打 100% 人体同源、强活性、强亲水性、强粘附力、强修护力、强渗透性的特点，具有增强肌肤弹性、补水保湿、均匀肤色、紧致淡皱、修护肌肤的功效	胶原蛋白面部精华、胶原蛋白保湿喷雾	
	美丽法则	2021	重组人源化胶原蛋白	采用 I 型+Ⅲ型+C-pro 原创结构，胶原三螺旋结构稳定，与人体同源，小分子好吸收；同时添加活性修护成分	胶原蛋白焕颜精华面膜	

资料来源：各品牌官网、各品牌天猫旗舰店、开源证券研究所（此表仅列示各公司生产功效护肤产品的品牌、以及各品牌的妆字号胶原蛋白产品）

重组胶原蛋白更适合化妆品领域，未来渗透率有望快速增长。(1) 透皮性能：动物源胶原蛋白分子量太大难以透皮吸收，仅能在皮肤表面成膜以起到锁水作用；重组胶原蛋白则多为短链，分子量较小便于透皮吸收。(2) 生产友好：重组胶原蛋白热稳定性、水溶性都更好，对化妆品生产更加友好。(3) 产量：类比透明质酸历史经验，动物源胶原蛋白原料来源相对有限，对其在化妆品领域的应用形成一定桎梏。根据 Frost&Sullivan 数据，预计重组胶原蛋白 2027 年终端产品规模有望超过透明质酸，达功效护肤产品总规模的 30.5%。

图34：重组胶原蛋白更适合化妆品领域，未来渗透率有望快速增长



数据来源：Frost&Sullivan、开源证券研究所

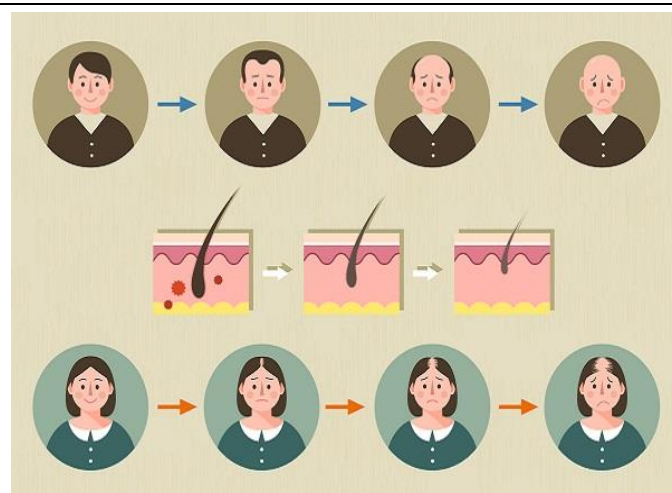
此外，胶原蛋白在头皮养护方面的应用亦值得关注。XVII 型胶原蛋白是一种跨膜型非成纤维胶原蛋白，能维持干细胞稳定以维持毛囊和皮肤的生理状态（生发、皮肤代谢），缺少 XVII 型胶原蛋白的毛囊将快速萎缩、脱发。江苏创健已实现重组 XVII 型胶原蛋白的规模化生产，并通过体外细胞和动物试验研究验证了重组 XVII 型胶原蛋白在皮肤组织修复和促进毛发生成方面的功效。根据卫健委数据，2019 年我国约 2.5 亿人存在脱发问题，头皮健康问题日益严峻，推动头皮护理市场快速增长。我们认为，头皮养护市场潜力较大，胶原蛋白在头皮养护方面的应用值得关注。

图35：江苏创健重组 XVII 型胶原获头发头皮护理大奖



资料来源：创健医疗公众号

图36：头皮健康问题逐渐受到消费者关注

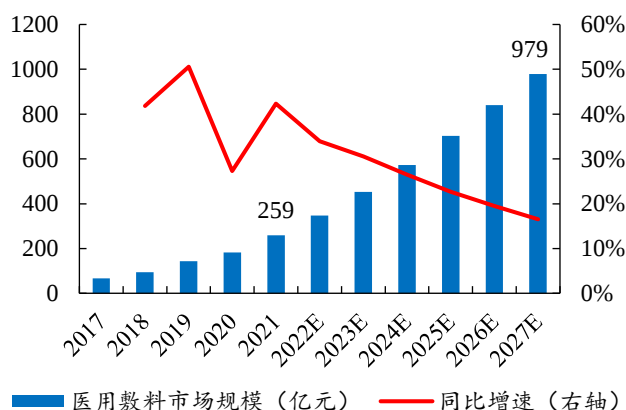


资料来源：创健医疗公众号

4.2、医用敷料：胶原蛋白优势显著，渗透率有望持续提升

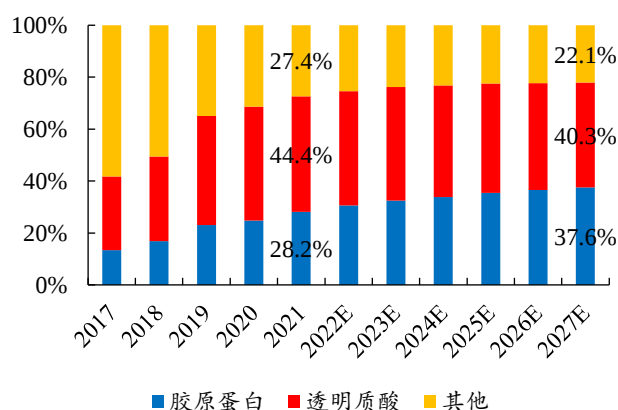
医用敷料市场较快增长，胶原蛋白占据一席之地。医用敷料是用于覆盖创面的医疗器械，可吸收体内渗出液、为创面提供更好的愈合环境。近年来，医美术后护理、敏感肌护理两大需求驱动行业较快增长。Frost&Sullivan 数据显示，2021 年我国医用敷料终端产品市场规模已达 259 亿元，预计未来行业规模将维持较快增长（2022-2027 年 CAGR=23.1%）。常见的医用敷料功效成分主要包括透明质酸、胶原蛋白等，其中透明质酸类敷料占比最大，2021 年终端规模为医用敷料市场的 44.4%；胶原蛋白类敷料 2021 年市场规模占比为 28.2%，在医用敷料市场占据一席之地。

图37：医用敷料市场有望维持稳健增长态势



数据来源：Frost&Sullivan、开源证券研究所

图38：胶原蛋白医用敷料渗透率有望持续提升



数据来源：Frost&Sullivan、开源证券研究所

胶原蛋白用于敷料时可发挥诸多优良特性。除保湿、吸收渗出液等基础功能以外，胶原蛋白作为医用敷料材料时，可以发挥诸多优良特性：（1）为凝血提供基质、吸引血小板聚集，从而促进内源性止血；（2）作为竞争性底物从而减少基质金属蛋白酶对新生组织的降解；（3）胶原蛋白分解产物对成纤维细胞具有趋化性刺激作用，有助于促进伤口愈合；（4）通过减少多巴生成进一步抑制黑色素形成，减少炎症后色素沉着与瘢痕形成的风险；（5）此外，其微酸环境还具有良好抑菌作用。

表8：胶原蛋白具有诸多优良特性，是理想的医用敷料材料

特性	具体原理
基本特性	（1）提供、维护伤口处湿润环境，透气且隔热；（2）作为保护屏障阻隔细菌等外界因素，降低感染风险；（3）更换敷料时，对伤口不会造成机械性损伤；（4）低抗原性。
吸收渗出液	胶原蛋白敷料具有良好的接触面及较强的毛细作用，能够吸收超过自身重量多倍的液体。
止血	（1）胶原蛋白敷料能够机械性阻碍血液流动，充当伤口填充物； （2）通过为凝血提供基质，吸引血小板聚集，促进血小板血栓形成和血液凝固，促进内源性止血。
作为竞争性底物	慢性伤口表面存在着大量的基质金属蛋白酶，会降解有利于组织修复的物质，如生长因子、胶原蛋白等。胶原蛋白敷料可充当“牺牲基质”，减少对新生组织的降解。
参与调控细胞行为	（1）胶原蛋白降解所得产物肽对成纤维细胞具有趋化性刺激作用，有利于伤口愈合； （2）胶原蛋白可以诱导成纤维细胞、巨噬细胞等细胞迁移至伤口区域，进一步发挥组织修复功能。
色素预防	通过酪氨酸残基竞争与酪氨酸酶的活性中心结合，减少多巴生成进一步抑制黑色素的形成，减轻炎症后色素沉着与瘢痕形成的风险。
降低 pH 值	可使伤口处于酸性环境，不仅能降低继发性细菌感染风险，还能抑制蛋白酶活性，有利于伤口愈合。

资料来源：纪倩《促创面修复胶原蛋白敷料的研究进展》、创尔生物招股书、开源证券研究所

主流医用敷料产品价格普遍高于妆字号面膜产品。由于医疗器械产品需严格按照国家医疗器械标准生产，不能添加任何激素、抗生素、重金属及其他易引起皮肤反应的化学制剂，在生产、贮存、功效成分等方面要求更加严格。我们统计各品牌天猫旗舰店产品价格后发现，医用敷料单价普遍高于同公司旗下主打类似成分的妆字号面膜产品，不论是主打胶原蛋白的可复美、创福康，还是主打透明质酸的敷尔佳等，每片医用敷料的价格均比同公司旗下类似成分的面膜产品贵约 8-11 元。

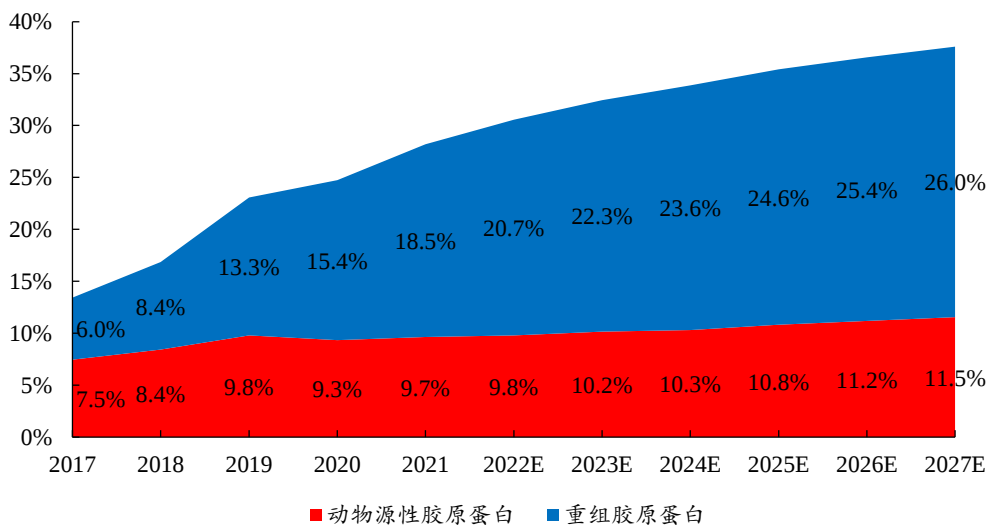
表9：主流医用敷料产品价格普遍高于妆字号面膜产品

公司	品牌	主打成分	医用敷料产品单价 (元/单位)	同品牌妆字号产品单价 (元/单位)	差价 (元)
巨子生物	可复美	重组胶原蛋白	36.6	25.4	11.2
创尔生物	创福康	动物源胶原蛋白	33.0	25.0	8.0
贝泰妮	薇诺娜	重组胶原蛋白 (针对敷料)	37.6	29.8	7.9
敷尔佳	敷尔佳	透明质酸	29.6	19.8	9.8

资料来源：可复美等品牌天猫旗舰店、开源证券研究所

重组胶原蛋白原料突破后，胶原蛋白敷料渗透率有望快速提升。虽然目前，胶原蛋白材料应用于医用敷料时优势显著，但目前整体单价偏高或是阻碍渗透率进一步提升的主要原因。我们认为，随着未来重组胶原蛋白原料产量持续爬坡，以重组胶原蛋白为主要成分的医用敷料产品价格有望降至更具备竞争优势的区间，届时重组胶原蛋白敷料渗透率有望快速提升。根据 Frost&Sullivan 预测，2022-2027 年期间，以透明质酸、动物源胶原蛋白为主要成分的医用敷料产品，终端市场规模 CAGR 将分别为 20.8%、27.2%，而以重组胶原蛋白为主要成分的医用敷料产品 CAGR 有望达 28.8%，预计 2027 年重组胶原蛋白渗透率将达 26.0%，极具潜力。

图39：胶原蛋白敷料优势显著，重组胶原蛋白原料突破后渗透率有望迎来高增

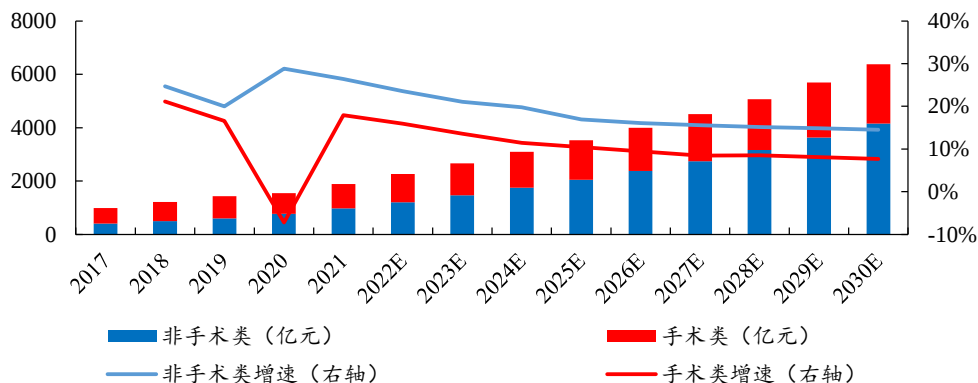


数据来源：Frost&Sullivan、开源证券研究所

4.3、医疗美容：重组胶原蛋白植入剂仍是蓝海，交联技术是破局关键

轻医美更受消费者欢迎，增长快于传统手术类项目。轻医美是一系列不依赖外科手术医疗美容服务项目的统称，又称“非手术项目”。一方面受益于价格低、风险小、项目耗时短、恢复快等特点，轻医美项目消费决策成本较低；另一方面疫情冲击背景下消费者出行受限，而可操作轻医美项目的机构覆盖范围相对较广，因此近年来轻医美项目表现出更强韧性、占比快速提升，根据 Frost&Sullivan 数据，2021 年轻医美市场规模已超越手术类项目，市场规模占比达 51.6%，且未来有望持续提升。

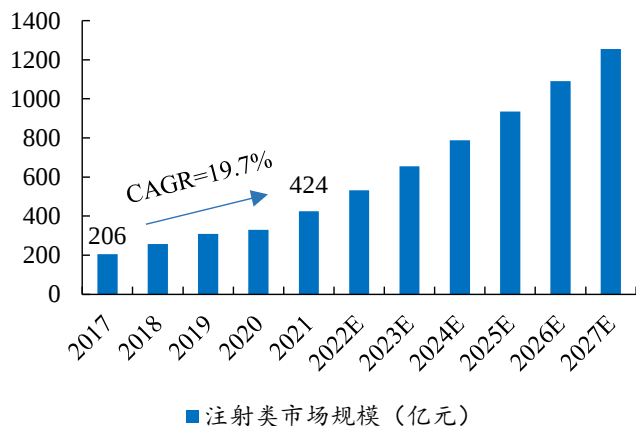
图40：我国轻医美项目渗透率有望持续提升



数据来源：Frost&Sullivan、开源证券研究所

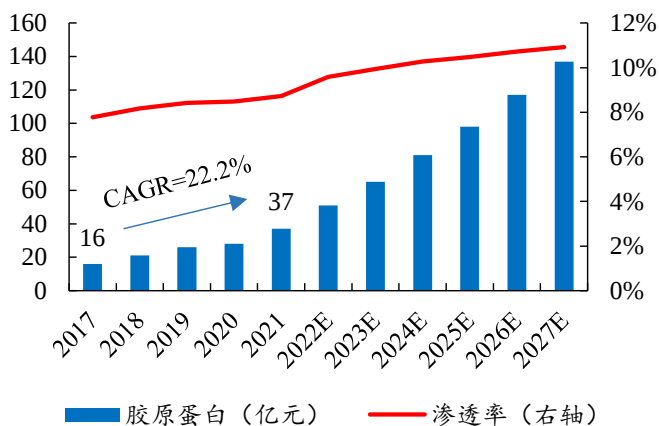
注射胶原蛋白是热门轻医美项目之一，未来渗透率有望进一步提升。依据操作手段的不同，轻医美项目大致可分为注射类和仪器类两大类，而根据使用材料/仪器的区别，注射类项目又可分为玻尿酸、肉毒素、胶原蛋白等类型，仪器类项目则包括光子嫩肤、热玛吉、冷冻溶脂等。根据 Frost&Sullivan 数据，注射类项目在 2017-2021 年间实现了市场规模的较快增长（CAGR=19.7%），其中胶原蛋白类项目增长速度较注射类项目更快（CAGR=22.2%）。过往国内胶原蛋白注射产品价格高昂且选择相对较少，因此渗透率增长较缓慢（2021 年渗透率为 8.7%）。2021 年锦波生物“重组Ⅲ型人源化胶原蛋白冻干纤维”获批，随着重组胶原类产品逐步推广，预计未来胶原蛋白注射产品渗透率有望进一步提升。

图41：我国注射类医美市场有望维持较快增长



数据来源：Frost&Sullivan、开源证券研究所

图42：胶原蛋白填充剂渗透率或受重组产品带动提升



数据来源：Frost&Sullivan、开源证券研究所

胶原蛋白填充剂问世更早，但在国外已逐步被玻尿酸替代。第一款胶原蛋白填充剂 Zyderm 于 1981 年在美国获批上市，其主要成分是牛源胶原蛋白，因存在较高致敏风险，注射前一个月需进行多次皮试。而第一款非动物源性玻尿酸填充剂 Restylane 于 1996 在欧洲获批上市并于 2003 年在美国获批，虽然玻尿酸填充剂上市进程较胶原蛋白类产品慢十余年，但随着玻尿酸发酵技术和交联技术的发展，微生物发酵来源的玻尿酸价格低、安全性高、持续时间长等优势逐渐凸显。玻尿酸填充剂快速发展并逐渐侵蚀胶原蛋白市场份额，根据 ASPS 数据，2010 年胶原蛋白填充疗程数较 2000 年同比下滑 72.8%，胶原蛋白填充疗程数占轻医美总疗程数的比例从 2000 年的 10.7% 下滑至 2010 年的 1.4%。受市场需求走弱影响，在 2010 年前后，各公司纷纷宣布旗下胶原蛋白填充剂产品停产。

表10：美国胶原蛋白填充剂问世较早，但受市场需求走弱影响均于 2010 年左右停产

产品	主要成分	交联剂	适用范围/适应症	维持时间	FDA 获批	FDA 撤销
Zyderm	牛源胶原蛋白	无	真皮层 鼻唇沟、痘疤	2-4 个月	1981 年	2011 年
Zyplast	牛源胶原蛋白	戊二醛交联	中、深层真皮 鼻唇沟、痘疤	4-6 个月	1985 年	2011 年
Cosmoderm	人胶原蛋白	无	浅层真皮 鼻唇沟、痘疤	3 个月	2003 年	2011 年
Cosmoplast	人胶原蛋白	戊二醛交联	浅层真皮 鼻唇沟、痘疤	4-7 个月	2003 年	2011 年
Evolence	猪源胶原蛋白	核糖交联	重度鼻唇沟	6-12 个月	2008 年	2010 年

资料来源：FDA、邱加恩《注射填充材料的应用》、Richard《Fillers From the Past to the Future》、玮沐科技公众号、开源证券研究所

我国获批胶原蛋白注射类产品较少，根据适应症可大致分为两类。截至 2023 年 2 月，我国共计有 6 种胶原蛋白注射类产品获批，数量远少于玻尿酸。根据医疗器械注册许可证上显示的适应症不同，可将上述产品分为两大类：一类是适用于纠正鼻唇沟皱纹的，这类产品通常填充塑形效果较好，包括双美生物的肤丽美、肤力原，长春博泰的弗缦（原名“肤美达”），以及汉福生物的爱贝芙；另一类则主要用于纠正额部的动力性皱纹（即动态纹，包括眉间纹、额头纹和鱼尾纹等），这类产品通常占位、塑形效果较弱，包括双美生物的肤柔美和锦波生物的薇旖美。

表11：我国获批胶原蛋白注射类产品较少，根据适应症可大致分为两类

公司	产品	注册证号	适用部位			主要成分	参考均价	效果持续	治疗周期
			鼻唇沟 皱纹	鼻骨段	额部动力 性皱纹				
汉福 生物	 爱贝芙	国械注进 20163132859	√	√		PMMA+牛胶 原蛋白+利卡 多因	13700 元	5-10 年	1-2 次，1 个月 后进行第二次
长春 博泰	 弗缦（肤美达）	国械注准 20163131609	√			牛胶原蛋白+ 盐酸利卡多 因	12800 元	3-6 个月	1-2 次，3 个月 后进行第二次
锦波 生物	 薇旖美	国械注准 20213130488			√	重组III型 人源化胶原 蛋白	6800 元	1-3 个月	3-6 次一疗程， 每次间隔 1 个 月

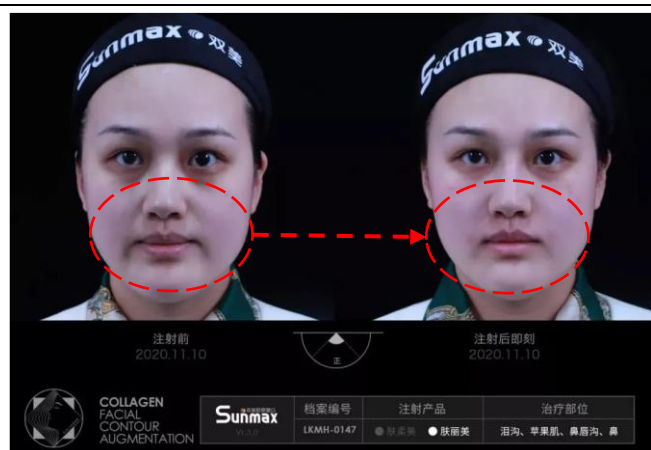
双美生物		国械注许 20193130064	√	I型猪胶原蛋白	5300 元	3 个月左右	1 月 1 次, 3 次 / 疗程
	肤柔美						
		国械注许 20173130007	√	交联I型猪胶原蛋白	13800 元	9 个月左右	单次, 可在 4-6 个月后进行叠加注射
	肤丽美						
		国械注许 20193130003	√	交联I型猪胶原蛋白+盐酸利多卡因	-	-	-
	肤力原						

资料来源：双美等公司官网、NMPA、新氧 APP、开源证券研究所

我们认为,可以从适应症角度出发,将胶原蛋白产品与其他类型注射类产品作比较:

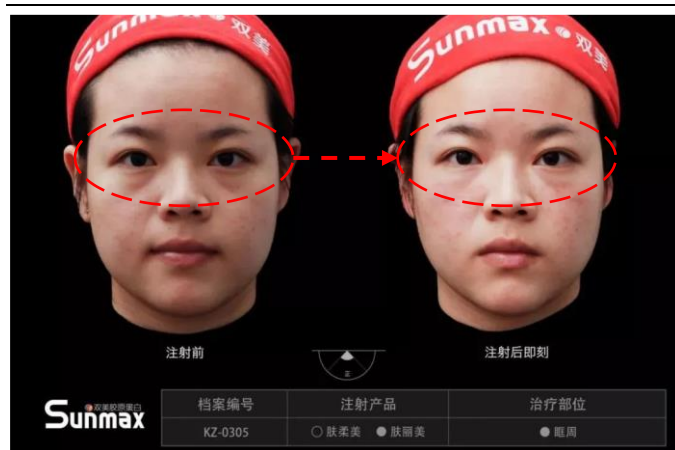
- **胶原蛋白 VS 玻尿酸填充剂:** 胶原蛋白具备更自然、抓附力更强等差异化优势。以肤丽美为例,双美生物使用了交联技术来减缓胶原蛋白产品在体内的代谢速率,一方面赋予了产品较好的占位、填充效果,另一方面也延长了占位效果的持续时间。因此肤丽美用于面部注射时可达到紧致提升、轮廓塑形的效果,我们认为这类产品应对标玻尿酸填充剂(如爱芙莱、乔雅登雅致等)。相较于这类玻尿酸填充剂,胶原蛋白具备自身独到优势:(1)胶原蛋白注入身体后,能诱导上皮细胞等的增殖分化、向注射物内迁移,并促使细胞进一步合成新生胶原,产生与宿主相同的新生组织,使无生命的胶原注射物逐步变为有生命的组织,使填充效果更自然;(2)胶原蛋白具有较好的抓附力,在鼻唇沟、苹果肌等肌肉运动幅度大的表情区域较玻尿酸更不容易产生位移;(3)胶原蛋白吸水肿胀率较玻尿酸低,注射区域不容易吸水肿胀,很大程度上避免了“玻尿酸脸”;(4)胶原蛋白本身为乳白色、不透光的质地,可起到即刻遮盖的效果并避免丁达尔现象;(5)胶原蛋白可有效抑制黑色素生产,具有美白效果,而我国女性传统观念以白为美。凭借上述差异化竞争优势,双美生物旗下肤丽美在市面上一众玻尿酸填充剂产品压力下,在市场上站稳脚跟。

图43: 胶原蛋白抓附力强, 适合鼻唇沟等表情区域



资料来源：双美生物官网、开源证券研究所

图44: 胶原蛋白对泪沟、黑眼圈治疗效果明显

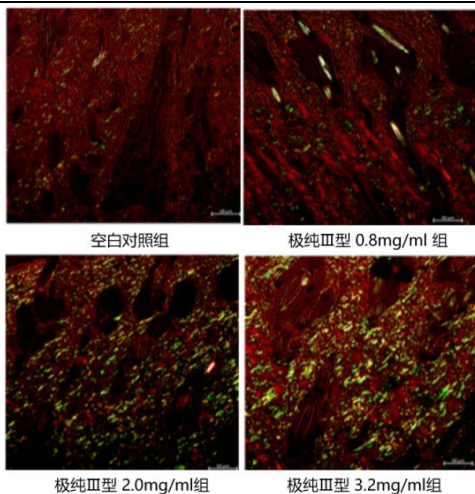


资料来源：双美生物官网、开源证券研究所

- **胶原蛋白 VS 肉毒素:** 可实现类似效果但原理不同,胶原蛋白可避免面部僵硬。NMPA 注册证资料显示,薇旖美可用于面部真皮组织填充以纠正额部动力性皱纹(包括眉间纹、额头纹和鱼尾纹),而肉毒素(如衡力、保妥适等)也是用于纠正动力性皱纹,因此我们将二者放在一起对比,虽然二者原理存在较大差异:

(1) 薇旖美的主要成分——重组人源化 III 型胶原蛋白，注射后可以形成胶原蛋白纤维网，该网状结构对细胞、组织起支撑作用，而且可以促进自体成纤维细胞分泌新胶原蛋白，使组织得到修复再生和物理填充，从而起到修复皱纹的作用；(2) 而肉毒素是通过抑制乙酰胆碱的释放从而阻断神经肌肉传导，导致肌肉松弛性麻痹、抑制肌肉的收缩，以达到去除皱纹的目的。可以认为，在解决“动力性皱纹”方面，薇旖美解决的是“皱纹”，而肉毒素解决的则是“动力”。正因为肉毒素解决的是肌肉张力的平衡问题，因此注射后可能出现代偿性皱纹，而且肉毒素在多次注射容易导致面部僵硬，而通过促进自体胶原再生起效的胶原蛋白产品则不会出现类似问题。

图45：薇旖美注射后明显促进 III 型胶原蛋白再生



资料来源：薇旖美公众号（I 型、III 型胶原蛋白分别为红、绿色）

图46：薇旖美对动力性皱纹（鱼尾纹）改善明显



资料来源：薇旖美公众号

医美用重组胶原蛋白植入剂赛道仍是蓝海，交联技术是当前破局关键。相较于玻尿酸植入剂，重组胶原蛋白植入剂仍处于起步阶段，竞争格局较好，国内企业纷纷加码布局。植入剂的持续时间是产品竞争力关键，由于人体内本身存在胶原蛋白相关酶，胶原蛋白植入剂在人体内代谢较快，而重组胶原蛋白通常缺乏紧密的三螺旋结构，代谢速度会更快。因此研发合适的交联技术，以强化支撑力、延长产品代谢时间，是重组胶原蛋白植入剂能否与玻尿酸植入剂一较高下，并进一步破局、提升渗透率的关键。

表12：国内企业纷纷加码重组胶原蛋白医疗器械布局

公司	在研产品	研发阶段	适应症	预计获批时间
锦波生物	医用胶原蛋白仿生纤维（I 型、III 型复配）	已立项	可以促进细胞增殖，被应用于创伤修复及整形美容等领域，具有广阔的应用前景	-
	重组胶原蛋白液体制剂	临床阶段	用于抗衰老的皮内及皮下恢复肌肤活力的产品（主要针对面部皮肤）	2024Q1
巨子生物	重组胶原蛋白固体制剂	临床阶段	用于抗衰老的皮内及皮下恢复肌肤活力的产品（主要针对面部皱纹，如抬头纹、鱼尾纹）	2024Q1
	重组胶原蛋白凝胶	产品开发	用于抗衰老的皮内及皮下恢复肌肤活力的产品（主要针对中度至重度的颈纹）	2025H1
	交联重组胶原蛋白凝胶	产品开发	用于抗衰老的皮内及皮下恢复肌肤活力的产品（主要针对中度至重度法令纹）	2025H1

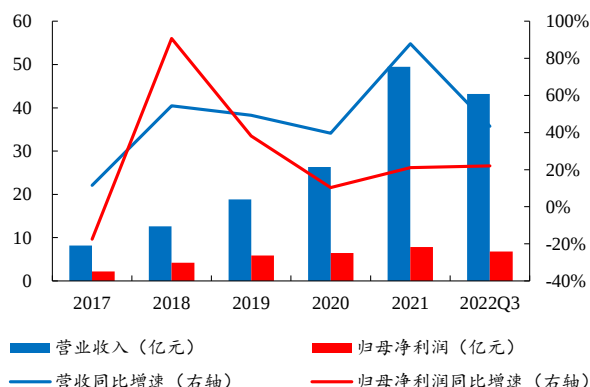
资料来源：锦波生物招股书、巨子生物招股书、开源证券研究所

5、相关标的：华熙生物、巨子生物、锦波生物（拟上市）等

5.1、华熙生物：动物源、重组双管齐下，透明质酸龙头进军胶原蛋白

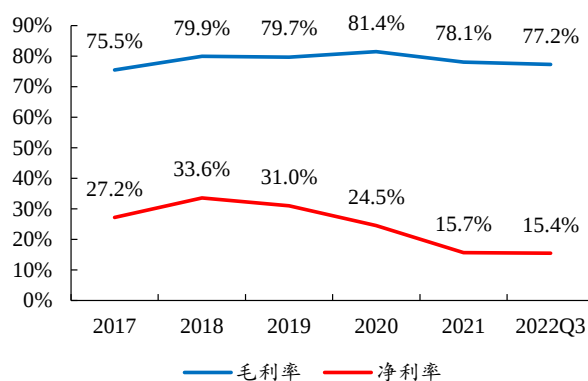
华熙生物是四轮驱动的透明质酸龙头，全产业链贯通经验丰富。公司是透明质酸产业龙头，立足于原料业务，通过强大的产业转换与市场转化能力，衍生出功能性护肤品、医疗终端和功能性食品等业务，全产业链布局优势突出，在透明质酸原料、终端应用方面拥有丰厚经验积累。2022Q1-Q3 公司实现营收 43.20 亿元（+43.4%）、归母净利润 6.77 亿元（+22.0%）；盈利能力方面，2022Q1-Q3 公司实现毛利率为 77.2%（-0.6pct），净利率 15.4%（-2.9pct）。

图47：华熙生物近年来营业收入高速增长



数据来源：Wind、开源证券研究所

图48：华熙生物毛利率保持在较高水平



数据来源：Wind、开源证券研究所

动物源、重组双管齐下，透明质酸龙头进军胶原蛋白产业。（1）动物源胶原蛋白：2022年4月15日，华熙生物宣布以2.33亿元收购北京益而康生物工程有限公司（以下简称“益而康生物”）51%股权，正式进军胶原蛋白产业。益而康生物深耕动物源胶原蛋白领域多年，旗下倍菱牌胶原蛋白海绵全国市场占有率约30%。（2）重组胶原蛋白：2022年8月30日，华熙生物发布了其重组人源胶原蛋白、水解胶原蛋白（肽）等胶原蛋白原料，并正式提出要“将胶原蛋白打造成继透明质酸以后，华熙生物的第二个战略性生物活性物”。我们认为，公司具备较强研发能力、产业转化和市场转化能力，又在微生物发酵生产领域拥有丰厚经验积累，未来有望在重组胶原蛋白赛道率先实现突破，并推进后续产品、市场转化。

图49：益而康生物深耕胶原蛋白医疗终端产品多年



资料来源：益而康生物官网

图50：胶原蛋白将成为华熙生物第二战略性生物活性物

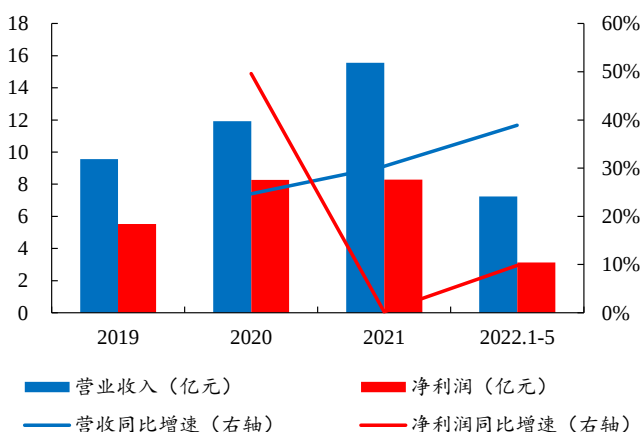


资料来源：华熙生物官方公众号

5.2、巨子生物：“原料端+应用端”两开花，重组胶原蛋白龙头持续发力

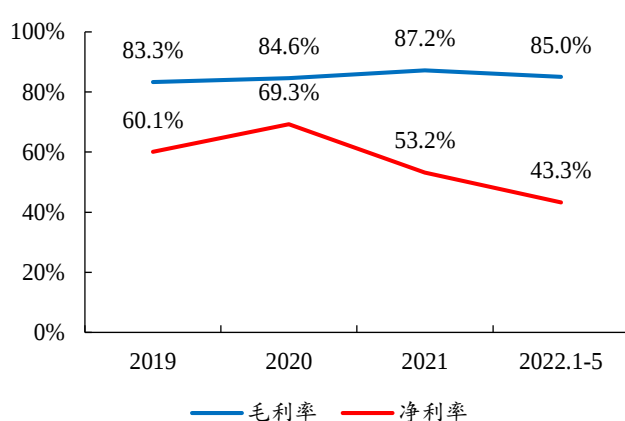
巨子生物是生物活性成分专业护肤领军者，深耕重组胶原蛋白多年技术积淀深厚。公司主要依托自主研发生产的重组胶原蛋白原料，开发多种专业皮肤护理产品。招股书显示，公司创始人范代娈博士深耕重组胶原蛋白多年，曾在相关领域获得诸多奖项并参与起草行业标准；受益于此，公司成为全球首家有能力量产重组胶原蛋白护肤品的企业。2022年1-5月公司实现营收7.25亿元（+38.9%）、净利润3.14亿元（+9.8%）；盈利能力方面，2022年1-5月公司实现毛利率为85.0%（-1.0pct），净利率43.3%（-11.4pct），主要系公司发力线上渠道，线上营销费用增长较快所致。

图51：巨子生物近年来营收较快增长



数据来源：Wind、开源证券研究所

图52：巨子生物近年毛利率维持较高水平



数据来源：Wind、开源证券研究所

“原料端+应用端”两开花，重组胶原蛋白龙头持续发力。（1）原料端：种类方面，公司现可生产诸多种类重组胶原蛋白，包括3种全长、25种功能强化型、5种功效片段；产能方面，截至2022年10月，公司拥有全球范围内最大的重组胶原蛋白产能，达10.88吨/年，并且公司重组大肠杆菌靶蛋白回收率高达90%，遥遥领先于行业；此外，公司还曾获得“国家技术发明奖二等奖”等多种荣誉。（2）应用端：当前公司旗下8大品牌涵盖功效性护肤品、医用敷料和保健食品三大领域，其中功效性护肤品业务是公司营收的主要组成部分；官方战报显示，公司旗下护肤品牌可复美2022年双十一全渠道GMV增长超130%，成长势头良好。

图53：巨子生物技术积淀深厚，屡获重大荣誉



资料来源：巨子生物官网

图54：巨子生物旗下可复美2022年双十一表现亮眼

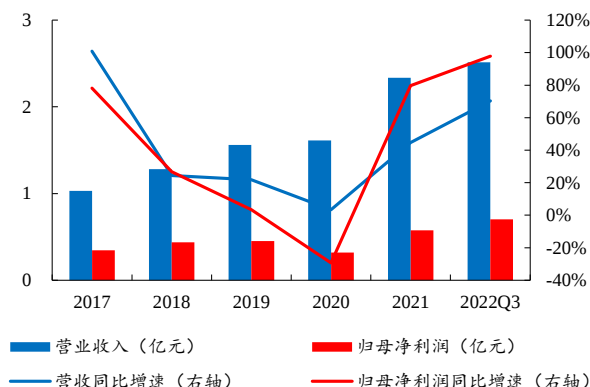


资料来源：可复美官方公众号

5.3、锦波生物：重组人源化胶原蛋白领军企业，技术+产品赋能成长

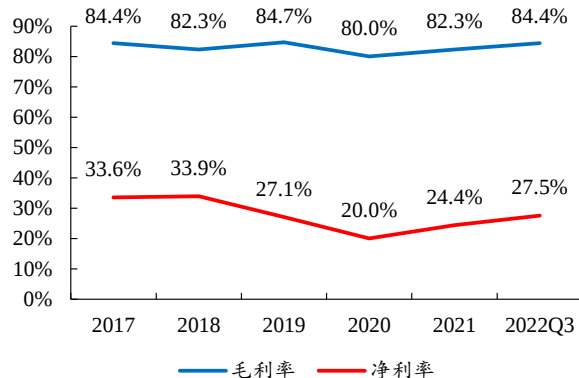
锦波生物是重组人源化胶原蛋白领军企业，营收实现高速增长。公司是国内领先的、具有代表性的已实现重组人源化胶原蛋白产业化的企业，以强大科研平台支撑人源化胶原蛋白产业科技创新，持续赋能业务增长。2022Q1-Q3 公司实现营收 2.51 亿元（+70.3%）、归母净利润 0.70 亿元（+97.8%），均呈现高速增长态势；盈利能力方面，2022Q1-Q3 公司实现毛利率 84.4%（+3.8pct），净利率为 27.5%（+3.8pct），均保持较高水平且有所提升。

图55：近年来锦波生物营收高速增长



数据来源：Wind、开源证券研究所

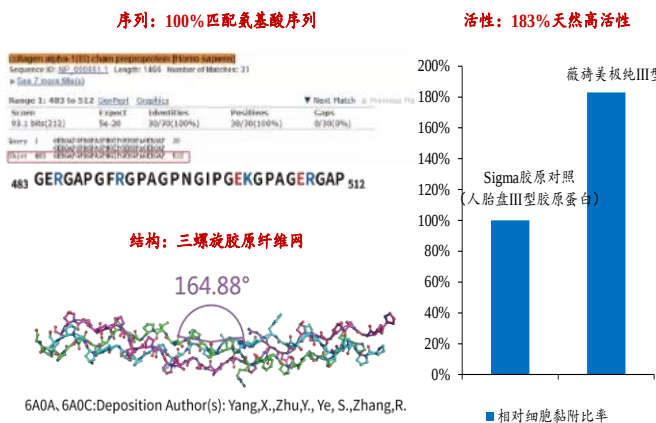
图56：锦波生物保持较高毛利率水平



数据来源：Wind、开源证券研究所

领先技术开拓人源化胶原蛋白全产业链服务，薇旖美占据先发优势。公司在人源化胶原蛋白领域取得了多项 0-1 的突破，完成了 6 项蛋白和 1 项多肽的原子结构解析，并被蛋白质结构数据库（PDB）验证、收录，重组胶原蛋白生产技术处于业界领先水平。公司所生产的重组人源化Ⅲ型胶原蛋白具有三大优势：（1）其功能区域具有 164.88° 柔性三螺旋结构；（2）与人体自身胶原蛋白氨基酸序列特定功能区 100% 一致，生物相容性好；（3）细胞黏附性是人体自身胶原蛋白的 183%，易形成网状纤维结构，具有良好的修复特性和刺激再生功能。2021 年 9 月，公司旗下产品薇旖美（目前市面上唯一一款重组Ⅲ型人源化胶原蛋白植入剂）上市，2021/2022Q1-Q3 销售额分别为 2842.2/7394.8 万元。未来公司基于旗下多个重量级科研机构和人源化胶原蛋白全产业链服务平台，有望持续打造优秀产品，在胶原蛋白行业保持领先地位。

图57：锦波生物重组Ⅲ型人源化胶原蛋白具有三大优势



资料来源：锦波生物官网、开源证券研究所

图58：锦波生物打造重组胶原蛋白产品“薇旖美”



资料来源：锦波生物官网

5.4、其他标的：丸美股份、江苏吴中等

丸美股份：携手暨南大学打造专利成分，发力重组双胶原系列拓展终端应用。（1）**原料端：**公司携手暨南大学基因工程药物国家工程研究中心，利用专利的“暂停翻译”及“I型+III型胶原蛋白 C-Pro 扣环”，研发出“三螺旋结构重组双胶原蛋白”，较好解决了胶原蛋白原料功效性、稳定性、透皮吸收性三大问题。（2）**应用端：**2021年公司首次发布双胶原系列（包括精华、眼精华、洁面乳等 SKU），2022 年公司又推出双胶原奶油霜、“胶原绵绵杯”面膜、“脆皮”冻干面膜等新品。受重组双胶原系列产品推动，2022Q1-Q3 公司毛利率水平有所提升。未来公司锚定抗衰，继续深耕重组胶原蛋白，有望为主品牌丸美不断注入新活力。

图59：丸美股份携手暨大打造“重组双胶原蛋白”



资料来源：丸美天猫旗舰店

图60：丸美股份持续发力重组双胶原系列产品



资料来源：丸美股份官方公众号

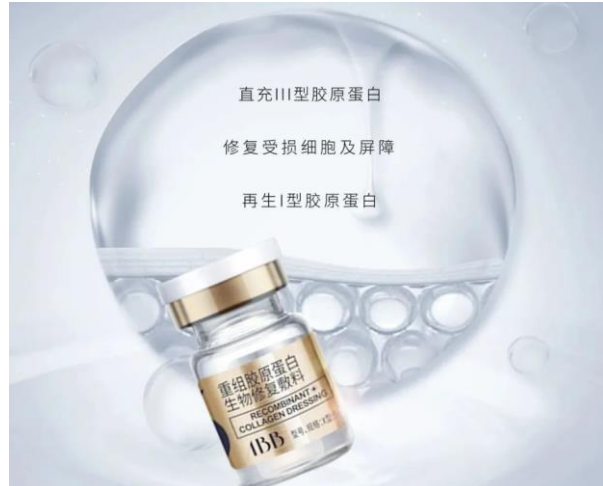
江苏吴中：重组胶原蛋白产品与技术双线推进，加速医美管线布局。（1）**原料端：**2022 年 7 月公司与浙江大学杭州国际科创中心共建“生物与分子智造研究院-吴中美学重组胶原蛋白联合实验室”，储备胶原蛋白原料；10 月又从美国湾区某新药研发公司引进具有三螺旋和三聚体结构的重组 III 型人胶原蛋白生物合成技术，加快重组胶原蛋白产业平台的落地。（2）**应用端：**2022 年 9 月，公司正式推出首款重组 III 型人源化胶原蛋白产品“婴芙源”，主攻修复受损细胞及屏障。未来公司将重点开发具备支撑塑形功能的胶原蛋白填充剂医疗器械产品，加速医美管线布局。

图61：江苏吴中引进重组胶原蛋白技术



资料来源：吴中美学公众号

图62：江苏吴中推出重组胶原蛋白产品“婴芙源”



资料来源：吴中美学公众号

表13：胶原蛋白相关标的：华熙生物、巨子生物、江苏吴中、丸美股份等

证券代码	股票简称	评级	总市值	收盘价	EPS			PE		
					2022E	2023E	2024E	2022E	2023E	2024E
688363.SH	华熙生物	买入	617	128.22	2.14	2.79	3.59	59.9	46.0	35.7
2367.HK	巨子生物	未评级	476	47.80	1.14	1.50	1.95	41.9	31.9	24.5
600200.SH	江苏吴中	买入	64	9.01	0.02	0.17	0.17	450.5	53.0	51.5
603983.SH	丸美股份	未评级	168	41.96	0.63	0.77	0.90	66.2	54.5	46.4

数据来源：Wind、开源证券研究所（注 1：收盘价日期为 2023 年 2 月 20 日；注 2：华熙生物、江苏吴中 EPS 为开源证券研究所预测数据，其他公司为 Wind 一致预期预测数据；注 3：巨子生物货币单位为 HKD，其余公司为 RMB）

6、风险提示

技术进步不及预期：重组胶原蛋白制备、胶原蛋白填充剂交联等关键技术进步情况不及预期，胶原蛋白原料供给短期无法突破、胶原蛋白产品难以满足消费者需求；

终端需求增长不及预期：下游消费者教育不达预期、宏观经济下行等因素影响胶原蛋白产品终端渗透率和需求增长；

监管力度超预期：监管部门执行超预期严格限制，相关企业合规成本大幅提升导致盈利能力下滑；

新材料替代风险：性能更优秀、价格更便宜的新材料面世，对胶原蛋白形成替代。

特别声明

《证券期货投资者适当性管理办法》、《证券经营机构投资者适当性管理实施指引（试行）》已于2017年7月1日起正式实施。根据上述规定，开源证券评定此研报的风险等级为R4（中高风险），因此通过公共平台推送的研报其适用的投资者类别仅限定为境内专业投资者及风险承受能力为C4、C5的普通投资者。若您并非境内专业投资者及风险承受能力为C4、C5的普通投资者，请取消阅读，请勿收藏、接收或使用本研报中的任何信息。因此受限于访问权限的设置，若给您造成不便，烦请见谅！感谢您给予的理解与配合。

分析师承诺

负责准备本报告以及撰写本报告的所有研究分析师或工作人员在此保证，本研究报告中关于任何发行商或证券所发表的观点均如实反映分析人员的个人观点。负责准备本报告的分析师获取报酬的评判因素包括研究的质量和准确性、客户的反馈、竞争性因素以及开源证券股份有限公司的整体收益。所有研究分析师或工作人员保证他们报酬的任何一部分不曾与，不与，也将不会与本报告中具体的推荐意见或观点有直接或间接的联系。

股票投资评级说明

	评级	说明
证券评级	买入（Buy）	预计相对强于市场表现 20%以上；
	增持（outperform）	预计相对强于市场表现 5%~20%；
	中性（Neutral）	预计相对市场表现在-5%~+5%之间波动；
	减持（underperform）	预计相对弱于市场表现 5%以下。
行业评级	看好（overweight）	预计行业超越整体市场表现；
	中性（Neutral）	预计行业与整体市场表现基本持平；
	看淡（underperform）	预计行业弱于整体市场表现。

备注：评级标准为以报告日后的 6~12 个月内，证券相对于市场基准指数的涨跌幅表现，其中 A 股基准指数为沪深 300 指数、港股基准指数为恒生指数、新三板基准指数为三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）、美股基准指数为标普 500 或纳斯达克综合指数。我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重建议；投资者买入或者卖出证券的决定取决于个人的实际情况，比如当前的持仓结构以及其他需要考虑的因素。投资者应阅读整篇报告，以获取比较完整的观点与信息，不应仅仅依靠投资评级来推断结论。

分析、估值方法的局限性说明

本报告所包含的分析基于各种假设，不同假设可能导致分析结果出现重大不同。本报告采用的各种估值方法及模型均有其局限性，估值结果不保证所涉及证券能够在该价格交易。

法律声明

开源证券股份有限公司是经中国证监会批准设立的证券经营机构，已具备证券投资咨询业务资格。

本报告仅供开源证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的机构或个人客户（以下简称“客户”）使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本报告是发送给开源证券客户的，属于商业秘密材料，只有开源证券客户才能参考或使用，如接收人并非开源证券客户，请及时退回并删除。

本报告是基于本公司认为可靠的已公开信息，但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并非作为或被视为出售或购买证券或其他金融工具的邀请或向人做出邀请。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。客户应当考虑到本公司可能存在可能影响本报告客观性的利益冲突，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。本公司未确保本报告充分考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。本公司建议客户应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及（若有必要）咨询独立投资顾问。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。若本报告的接收人非本公司的客户，应在基于本报告做出任何投资决定或就本报告要求任何解释前咨询独立投资顾问。

本报告可能附带其它网站的地址或超级链接，对于可能涉及的开源证券网站以外的地址或超级链接，开源证券不对其内容负责。本报告提供这些地址或超级链接的目的纯粹是为了客户使用方便，链接网站的内容不构成本报告的任何部分，客户需自行承担浏览这些网站的费用或风险。

开源证券在法律允许的情况下可参与、投资或持有本报告涉及的证券或进行证券交易，或向本报告涉及的公司提供或争取提供包括投资银行业务在内的服务或业务支持。开源证券可能与本报告涉及的公司之间存在业务关系，并无需事先或在获得业务关系后通知客户。

本报告的版权归本公司所有。本公司对本报告保留一切权利。除非另有书面显示，否则本报告中的所有材料的版权均属本公司。未经本公司事先书面授权，本报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。

开源证券研究所

上海

地址：上海市浦东新区世纪大道1788号陆家嘴金控广场1号楼10层
邮编：200120
邮箱：research@kysec.cn

北京

地址：北京市西城区西直门外大街18号金贸大厦C2座9层
邮编：100044
邮箱：research@kysec.cn

深圳

地址：深圳市福田区金田路2030号卓越世纪中心1号楼45层
邮编：518000
邮箱：research@kysec.cn

西安

地址：西安市高新区锦业路1号都市之门B座5层
邮编：710065
邮箱：research@kysec.cn