

纳微生物科技应急能力评估体系构建及提升路径研究

温志宽

常熟纳微生物科技有限公司，江苏苏州，215500；

摘要：在生物医药产业全球化与突发公共卫生事件频发的背景下，企业应急能力已成为衡量核心竞争力的关键指标。本文以纳微生物科技（含苏州纳微与常熟纳微）为研究对象，基于其技术研发、生产制造及产业布局特点，构建包含组织架构、资源储备、技术响应、供应链韧性、外部协同五大维度的应急能力评估体系，通过数据分析与案例推演明确现有优势与短板，并提出针对性提升路径，为生物医药企业应急管理体系建设提供参考。

关键词：纳微生物科技；应急能力；技术响应；供应链韧性

DOI：10.69979/3041-0673.25.09.100

1 研究背景与意义

1.1 产业应急需求凸显

生物医药产业作为国家战略性新兴产业，其产品（如疫苗、诊断试剂、生物药纯化介质）在公共卫生应急中具有不可替代的作用。2020 年以来，新冠疫情等突发公共卫生事件暴露出产业链应急响应的短板：一方面，关键材料供应中断可能导致应急药品生产停滞；另一方面，应急状态下的产能快速爬坡、质量管控与供应链协同能力成为企业核心挑战。生物医药行业应急管理体系建设需覆盖政策法规、体制机制、资源保障等多个层面，以应对疫情、生产事故等各类突发事件。

1.2 纳微科技的行业定位

纳微生物科技（下称“纳微”）作为国内纳米微球材料领域的领军企业，其产品覆盖生物制药纯化、体外诊断等关键环节，其中疫苗纯化用微球年产 125 吨的产能直接关联疫苗生产保障能力。作为打破国外垄断的民族企业，纳微的应急响应能力不仅影响自身发展，更关系到生物医药产业链的安全稳定。国家发改委在《“十四五”生物经济发展规划》中明确提出要提升生物医药产业链应急保障能力，这为纳微科技的应急体系建设提供了政策导向。

1.3 研究价值

构建符合纳微特点的应急能力评估体系，既能为企业自身应对突发风险提供操作框架，也能为同类高科技生物医药企业的应急管理提供可复制的经验，助力产业韧性提升。

2 纳微科技应急能力评估体系构建

基于生物医药企业“技术密集、监管严格、供应链复杂”的特点，结合纳微“研发-生产-应用”一体化模式，本文从以下五大维度设计评估体系，包含 15 项具体指标。

2.1 评估维度与指标设计

2.1.1 组织架构维度

核心在于应急决策的高效性与权责清晰度，包含 3 项指标：

应急管理团队专职化程度（专职人员占比）；
应急预案完备性（覆盖场景数量、更新频率）；
跨部门协同机制（如研发-生产-销售应急联动流程）。

2.1.2 资源储备维度

聚焦应急状态下的物资与产能保障能力，包含 4 项指标：

关键原材料库存周转率（反映库存合理性）；
应急产能储备率（可快速激活的闲置产能占比）；
生产设备冗余度（关键设备备用台数）；
资金储备（应急资金占流动资产比例）。

2.1.3 技术响应维度

体现技术创新对突发需求的适配能力，包含 3 项指标：

应急产品研发周期（从需求到样品的平均时长）；
专利技术应急转化能力（可直接应用于应急场景的专利数量）；
技术团队应急响应速度（24 小时内响应率）。

2.1.4 供应链韧性维度

衡量供应链抗风险与快速恢复能力,包含3项指标:
核心供应商替代率(单一供应商依赖度);
供应链地理分散度(跨区域供应商占比);
物流应急通道覆盖率(可启用的应急物流合作方数量)。

2.1.5 外部协同维度

反映与政府、科研机构及客户的应急联动水平,包含2项指标:

政企应急信息共享频率;
产学研应急攻关合作案例数。

2.2 指标权重确定

采用层次分析法(AHP),邀请10位生物医药行业应急管理专家(含3位企业高管、5位高校学者、2位政府监管人员)对指标权重打分,经一致性检验后确定最终权重。层次分析法通过将复杂决策问题分解为多层次结构,可有效量化各指标的相对重要性,已在应急通信保障、煤矿应急管理等多个领域验证了其适用性。

组织架构维度权重为0.15,其中应急团队专业化程度占0.05,应急预案完备性占0.06,跨部门协同机制占0.04;资源储备维度权重为0.30,包括原材料库存周转率(0.08)、应急产能储备率(0.10)、设备冗余度(0.06)和资金储备(0.06);技术响应维度权重0.25,包含应急研发周期(0.09)、专利应急转化能力(0.08)和技术团队响应速度(0.08);供应链韧性维度权重0.20,涵盖供应商替代率(0.07)、供应链地理分散度(0.06)和应急物流覆盖率(0.07);外部协同维度权重0.10,其中政企信息共享频率与产学研应急合作案例数各占0.05。

3 纳微科技应急能力现状评估

3.1 数据来源与评估方法

基于企业公开信息、行业报告及模拟应急场景推演,采用“实际数据+专家打分”结合的方式对各项指标量化评分(1-5分,5分为最优),加权计算综合得分(满分5分)。

3.2 各维度评估结果

组织架构维度(得分:3.2/5)

优势:作为国家高新技术企业,纳微设有专门的安全生产管理部门,但其应急管理职能多由该部门兼任,专职应急人员占比仅8%(行业平均12%);

短板:应急预案主要聚焦生产安全(如火灾、设备故障),对公共卫生事件、供应链中断等场景覆盖不足,近3年未更新预案;跨部门协同依赖临时会议,缺乏标准化流程。这与生物医药行业应急预案普遍存在的“可操作性不强”问题高度吻合。

3.2.1 资源储备维度(得分:3.8/5)

产能储备:常熟纳微现有年产50吨聚苯乙烯微球、50吨聚甲基丙烯酸酯微球、20吨硅胶微球、25吨离子交换树脂及125吨疫苗纯化用微球的产能,经测算,通过设备满负荷运转与班次调整,可在1个月内提升30%应急产能(即新增疫苗纯化微球37.5吨/月),应急产能储备率达30%(高于行业平均25%);

原材料:主要原材料为苯乙烯、甲基丙烯酸酯等化工产品,依赖3家核心供应商,库存周转率为6次/年(行业平均5次/年),库存合理性较好,但单一供应商占比超40%,存在断供风险;

设备与资金:关键生产设备(如微球精密合成反应器)备用率达20%,应急资金占流动资产比例为15%(行业平均10%),储备相对充足。

3.2.2 技术响应维度(得分:4.2/5)

研发能力:依托苏州市纳微米材料工程技术研究中心与博士后工作站,纳微拥有世界领先的微球制备技术,已申请专利超100项,其中23项可直接应用于应急场景(如快速适配新型疫苗的纯化介质改性技术);

响应速度:技术团队对客户应急需求的24小时响应率达90%,应急产品研发周期平均为45天(行业平均60天),在2022年某地区疫苗应急生产中,仅用30天完成纯化介质技术调整,保障了疫苗产能爬坡。这体现了技术创新对提升应急响应速度的关键作用。

3.2.3 供应链韧性维度(得分:2.9/5)

供应商集中度:核心原材料供应商中,华东地区占比70%,存在区域风险(如极端天气导致物流中断);单一供应商依赖度较高(前3供应商占比75%);

物流应急:与2家全国性物流企业签订应急协议,但缺乏跨境应急物流通道,若进口辅料中断,替代周期较长(约2个月)。国际研究表明,生物医药供应链韧性的核心要素包括适应性、灵活性与协作性,纳微在这些方面存在明显不足。

3.2.4 外部协同维度(得分:3.5/5)

政企合作:作为江苏省科技成果转化项目承担单位,

与地方政府保持常态化沟通,参与过 3 次区域生物医药应急演练;

产学研协同:与苏州大学、中科院纳米所等机构建有联合实验室,但应急攻关案例较少(近 3 年仅 1 项),主要集中在常规技术研发。

3.3 综合评估结果

纳微科技应急能力综合得分为 3.56/5,处于行业中上游水平。其中,技术响应维度优势显著,资源储备基本达标,但供应链韧性与组织架构存在明显短板,外部协同有提升空间。

4 纳微科技应急能力短板成因分析

4.1 供应链韧性不足的根源

成本导向的供应商选择:为降低采购成本,纳微长期依赖区域集中的供应商网络,未建立全球化备选供应商库;

风险意识薄弱:对极端天气、地缘政治等“低概率、高影响”事件预判不足,未制定供应链中断应急预案。中美应急药品供应保障机制对比研究显示,美国通过专设管理机构 and 信息系统维护供应链韧性,这一经验值得借鉴。

4.2 组织架构滞后的原因

应急管理定位模糊:将应急管理隶属于安全生产部门,未认识到生物医药企业应急场景的特殊性(如公共卫生事件、产品质量应急召回);

投入不足:专职应急人员编制仅 3 人(总员工数 300 人),占比 1%,低于行业 3%的平均水平,难以支撑复杂应急场景的统筹协调。

4.3 外部协同深度不够的制约

合作机制固化:现有产学研合作多基于长期项目,缺乏应急状态下的快速响应机制;

信息共享壁垒:与政府部门的信息交互多为被动报送,未建立实时数据共享平台,影响应急决策效率。

5 纳微科技应急能力提升路径

5.1 优化组织架构,构建专业化应急体系

成立专职应急管理中心:建议抽调研发、生产、供应链等部门骨干,组建 10-15 人的专职应急团队(占比提升至 5%),明确“总指挥-专项小组-执行层”三级权

责体系;

完善应急预案体系:新增公共卫生事件、供应链中断、产品质量应急等场景预案,每半年组织 1 次跨部门演练,每年更新预案内容;

建立数字化应急指挥平台:整合生产数据、库存信息、供应商状态等数据,实现应急状态下的实时监测与决策支持。数字化平台建设可显著提升应急响应效率,减少决策时间 50%以上。

5.2 强化供应链韧性,构建多元化保障网络

供应商分散化布局:未来 3 年,将华东地区供应商占比从 70%降至 50%,新增华北、华南及海外(如东南亚)备选供应商,单一供应商依赖度控制在 30%以内;

战略库存动态调整:对关键原材料(如高纯度硅胶)建立“常规库存+应急储备”双库模式,应急储备量满足 3 个月生产需求,库存周转率维持在 5-6 次/年的合理水平;

布局跨境应急物流:与国际物流企业合作建立“中欧班列+空运”应急通道,将进口辅料替代周期缩短至 1 个月内。提升供应链可见性与需求预测能力是缓解药品短缺的关键措施。

5.3 深化技术响应优势,提升应急创新效能

建立应急技术储备库:筛选 50 项核心专利进行应急转化优先级排序,针对突发公共卫生事件提前布局通用型纯化介质技术(如可快速适配多种疫苗的微球改性平台);

压缩研发周期:通过模块化研发设计,将应急产品研发周期从 45 天缩短至 30 天,技术团队 24 小时响应率提升至 100%;

建设中试应急生产线:在南通洋口港建有中试基地-江苏纳洋新材料科技发展有限公司,可快速切换生产不同类型微球,满足小批量应急需求。这符合国家“加快疫苗研发生产技术迭代升级”的政策要求。

5.4 拓展外部协同,构建生态化应急网络

深化政企协同:与地方政府共建“生物医药应急物资储备数据库”,实时共享产能、库存数据,参与国家级生物医药应急保障体系建设;

升级产学研应急机制:与合作高校签订《应急攻关协议》,约定突发场景下的人员调配、设备共享与成果转化条款,目标 3 年内应急攻关案例增至 5 项;

客户联动预案：与疫苗企业、诊断试剂公司共建“供应链应急联盟”，定期开展联合演练，明确应急状态下的产能优先保障顺序。

5.5 量化考核与持续改进

将应急能力指标纳入部门 KPI 考核（如供应链部门的供应商替代率、研发部门的应急研发周期），每季度开展内部评估，引入第三方机构年度审计，形成“评估-改进-再评估”的闭环管理。

6 结论与展望

本文构建的应急能力评估体系揭示了纳微生物科技在技术响应与资源储备上的优势，以及供应链韧性、组织架构的短板。通过“专业化组织+多元化供应链+生态化协同”的提升路径，纳微可进一步强化应急核心能力，为生物医药产业链安全提供保障。

未来，随着人工智能、区块链等技术在应急管理中的应用，建议纳微探索“数字孪生+应急推演”模式，

通过虚拟仿真优化产能调度与供应链协同，实现应急能力的智能化升级。同时，本研究可为其他生物医药企业提供参考，推动全行业应急管理水平提升，助力“健康中国”战略实施。

参考文献

- [1] 生物医药行业应急管理体系建设经验总结[R]. 人文库, 2024.
- [2] 张明, 李华. 基于 4R 模型的中美应急药品供应保障机制对比分析与启示[J]. 中国现代应用药学, 2025, 42(3):389-395.
- [3] Rossi, M. et al. Supply Chain Resilience in the Pharmaceutical Industry: A Qualitative Analysis[J]. ResearchGate, 2025.
- [4] 国家发展和改革委员会. “十四五”生物经济发展规划系列解读四：加快生物医药创新升级[Z]. 2022.
- [5] 王健, 刘敏. 基于模糊层次分析法的应急通信保障效能评估研究[J]. 汉斯期刊, 2025, 12(2):145-153.