



# PCR技术如何揪出水质中的微生物

◎ 中江县疾病预防控制中心 钟兰馨

水是生命之源，但其中含有许多肉眼不可见的微生物，这些微小的生命体可能成为威胁人类健康的“隐形杀手”。传统的水质检测方法往往耗时较长且灵敏度不足，而聚合酶链式反应（PCR）技术的出现，为快速、准确地检测水中微生物提供了有力工具。本文将带您了解PCR技术在水质检测中的应用及其重要性。

## 基本原理

PCR作为一种精妙的分子生物学技术，凭借精准的温度循环调控，能有效实现特定DNA片段的高效扩增。它在体外完美复刻了生物体内复杂的DNA复制机制，可将水中微乎其微的微生物DNA以指数形式急速增长。宛如一台超高效能的“分子复印机”，即便样本中仅存极少量目标微生物遗传物质，也能在短时间内被显著放大至易于检测的程度。

在正式开展检测工作时，首要任务是对采集而来的水样进行细致入微的预处理，仔细剔除其中各类杂质，从而成功提取出高纯度的微生物DNA。随后，将精心挑选设计的特定引物、具备高活性的酶以及足量的核苷酸等不可或缺的关键试剂添加到反应体系中，借助精密仪器精准调控温度变化，有条不紊地推进PCR扩增反应进程。最终，采用荧光检测或电泳分析等前沿技术手段，精准测定并鉴别扩增产物，进而准确判定水中微生物的具体种类与数量。

## 具体应用

1. 水源地水质预警。在水库、河流或湖泊这类重要水源地的水泵站，定期采用PCR技术检测源水中

特定微生物信号意义非凡。此技术犹如敏锐“哨兵”，能精准灵敏地捕捉潜在风险信号，使管理者可在隐患萌芽之际果断行动。像借助对指示菌的监测，能有效辅助评判水质卫生状况，据此及时调整优化处理工艺，从源头到龙头全方位加固供水安全屏障，切实守护广大民众的用水健康与安全。

2. 循环水系统的生物污染监控。在工业冷却循环系统以及建筑中央空调水系统这类关键场景里，水泵担当着水循环的动力中枢角色。因其相对封闭或半封闭的环境特性，极易成为细菌、藻类等各类微生物的滋生温床，进而产生生物粘泥，不仅降低换热效率，还可能侵蚀管道。借助PCR技术开展定期监测，能精准洞察系统内微生物群落动态，为科学制定杀菌灭藻策略提供有力支撑，杜绝化学品滥用现象。

## 优势与局限性

PCR技术在水质微生物检测领域优势格外显著。其拥有超高灵敏度，即便是常规培养法难以察觉的微量微生物，或是极难培育的种类，以及水中极为稀少的目标基因，都能被有效扩增并精准识别。检测效率极高，遵循标准化操作流程时，短短数小时内便能得出结

果，相较传统方法动辄数天的培养周期大幅提速。凭借精心设计的特异性引物，可准确辨别目标微生物与其近缘物种。此外，即便微生物已死亡但核酸尚未完全降解，该技术仍能检测到，为追溯历史污染状况提供有力支持，堪称现代水质监测的关键利器。

PCR技术虽优势突出，但应用时挑战不少。成本高昂，仪器、试剂耗材及人员培训费用不菲，制约其在资源匮乏地区的推广。它仅检测核酸片段，无法辨别微生物死活，在精准评估生物风险场景易引发困惑。复杂水样基质还会干扰核酸提取与反应，需优化前处理流程应对。使用时需权衡各类因素，保障检测结果精准可靠，充分发挥其效用。

PCR技术以其高灵敏度、高特异性和快速检测的特点，在水质微生物检测领域展现出巨大的潜力。它不仅能够及时发现水中的致病微生物，还能帮助我们更好地理解和管理水资源中的微观世界。然而，我们也应认识到这项技术的局限性，并不断探索如何将其与其他检测方法相结合，以提高水质监测的准确性和可靠性。通过科学的手段确保每一滴水的安全，是我们每个人共同的责任。◎