

# 自来水微生物检测技术探讨

林城<sup>1</sup> 柳斌<sup>2</sup> 王腾杰<sup>3</sup> 李益男<sup>4</sup>

宁波城市供水水质监测站有限公司 浙江 宁波 315000

**摘要:** 本文对自来水中的微生物进行了概述,并探讨了自来水微生物检测的重要性以及各种检测技术,包括滤膜法技术、多管发酵法、PCR检测技术、酶底物法、平皿计数法、免疫学方法、基因探针等。这些技术各有优缺点,选择合适的方法对准确、快速地检测自来水中的微生物至关重要。通过综合分析,本文旨在为自来水微生物检测提供参考和建议,以确保饮用水的安全。

**关键词:** 自来水;微生物;检测技术

## 引言

随着工业化和城市化的快速发展,自来水作为日常生活和工业生产的重要资源,其安全性问题越来越受到人们的关注。微生物污染是自来水安全性的主要威胁之一,因此,准确、快速地检测自来水中的微生物对预防水源性疾病、保障公众健康具有重要意义。

### 1 自来水微生物检测的重要性

在的日常生活中,自来水是不可或缺的资源之一,用于饮用、洗涤、农业和工业等各种用途。然由于水源可能受到污染及水处理和传输过程中可能存在的问题,自来水中的微生物污染已成为重要的关注点。因此,自来水微生物检测是确保水质安全的关键环节。首先,某些致病菌和病毒能通过水体传播,引发各种疾病。例如,沙门氏菌和霍乱弧菌等常见的水源性疾病病原体,一旦进入人体,可能导致胃肠道疾病甚至危及生命。通过自来水微生物检测,能及时发现这些病原体,采取相应的处理措施,防止疫情爆发,保护公众健康。其次,许多工业和农业生产过程要使用大量的水,若自来水中存在微生物污染,将导致产品质量下降,甚至引发生产事故。例如,在食品加工行业,微生物污染可能导致食品变质,引发消费者投诉和经济损失。通过自来水微生物检测,能及时发现问题,采取防控措施,确保工业生产和农业生产的顺利。此外,自来水微生物检测还有助于环境保护和生态平衡。水体中的微生物群落是水生态系统的重要组成部分,一旦受到污染,将对整个生态系统造成破坏。通过检测自来水中的微生物种类和数量,能评估水体的生态状况,及时采取生态修复措施,保护水资源和水生态环境。

## 2 自来水微生物检测技术

### 2.1 滤膜法技术

滤膜法技术的原理是通过特定的滤膜截留水中的微

生物,随后在适宜的条件下培养并对微生物计数。这种技术既简单、快速,而且具有高度的灵敏度,因此被广泛应用于自来水的微生物检测中。理想的滤膜应该具有良好的过滤性能,能有效地截留水中的微生物,同时不影响微生物的活性。此外,滤膜的材质、孔径大小、亲水性等也是选择滤膜时要考虑的因素。例如,某些材质的滤膜可能对某些微生物具有吸附作用,从而影响计数的准确性。适宜的培养条件能确保被截留的微生物在培养过程中正常生长,从而得到准确的计数结果。培养条件包括温度、湿度、pH值、营养成分等,要根据目标微生物的特性优化<sup>[1]</sup>。例如,某些微生物可能要在特定的温度和pH值下才能正常生长,因此要提供相应的培养条件。在实际应用中,滤膜法技术还要结合其他分析方法,如显微镜观察、生物化学方法等,以实现微生物种类和数量的全面分析。此外,随着技术的进步,一些新型的滤膜和培养技术也在不断涌现,如纳米滤膜、高通量测序等,这些新技术为自来水微生物检测提供了更高的精度和效率。为提高检测的准确性和效率,未来的研究应更加关注滤膜材质的选择、培养条件的标准化以及新技术的应用。例如,研究人员能探索新型的生物相容性滤膜,这种滤膜既能高效截留微生物,还能保持微生物的活性,从而提高检测的准确性。同时,通过优化和培养条件的标准化,能减少实验误差,提高数据的一致性和可比性。而在新技术的应用方面,高通量测序技术能为微生物群落分析提供更详细的信息,有助于更全面地了解自来水中的微生物群落结构。

### 2.2 多管发酵法

在自来水微生物检测中,确保水质安全是至关重要的。多管发酵法凭借其简便的操作和适用于大规模样本处理的特性,在水质检测领域占有一席之地。多管发酵法的原理是基于微生物在特定条件下的发酵反应。当水

中存在某些特定的微生物时，它们会在给定的发酵液中迅速繁殖，并引发发酵反应。这种反应会产生气体或其他明显的发酵产物，从而提示微生物的存在。实际操作中，首先取多个试管，每个试管内加入相同的发酵液。再将待检测的自来水样本分别加入这些试管中。经过一定时间的培养，观察每个试管中的发酵情况。根据发酵的有无和程度，能初步推断出水中微生物的种类和大致数量。尽管多管发酵法具有操作简便的优点，但其准确性可能会受到多种因素的影响。若试管中存在残留物或污染，可能会导致误判。此外，发酵条件的一致性也是非常重要的。不同的温度、湿度和培养时间都可能影响微生物的发酵效果，从而影响检测结果。首先，确保试管的清洁度，每次使用前都应对试管严格的清洗和消毒。其次，尽量保持发酵条件的一致性，包括温度、湿度和培养时间。对大规模样本处理，能使用自动化设备以确保每个试管的条件都相同。多管发酵法作为自来水微生物检测的一种手段，具有其独特的优势<sup>[2]</sup>。但同时，也存在一些局限性。在使用该方法时，应充分考虑其可能受到的影响因素，并采取相应的措施，确保检测结果的准确性和可靠性。只有这样，才能更好地保障自来水的微生物安全，维护公众的健康利益。

### 2.3 PCR检测技术

PCR，全称为聚合酶链式反应（Polymerase Chain Reaction），是一种分子生物学技术。其基本原理是模仿生物体内的DNA复制过程，利用特定的引物和DNA聚合酶，将特定的DNA片段在短时间内进行大量扩增，以便于后续的检测和分析。PCR检测技术的流程大致分为三步：首先，将待检DNA样本与特定的引物、DNA聚合酶、dNTPs等PCR反应液混合；其次，将混合液置于PCR仪中进行循环扩增，一般的PCR反应包括预变性、变性、退火和延伸四个步骤，这些步骤会在PCR仪中循环进行数十次，以使目标DNA片段得到大量扩增；最后，通过对扩增产物进行检测和分析，可以确定样本中是否含有目标微生物。PCR检测技术具有高灵敏度、高特异性和快速等优点。它能够检测到极低浓度的微生物，这对于一些微量感染的诊断具有重要意义。同时，由于PCR可以针对特定的DNA片段进行扩增，因此其特异性也很高，可以有效避免非特异性反应的干扰。此外，PCR检测技术的操作相对简单，检测周期短，适合于大规模、高通量的微生物检测。尽管PCR检测技术具有诸多优点，但也存在一些局限性。首先，该方法对操作技术和设备要求较高，需要专业的技术人员和精密的PCR设备。其次，PCR检测可能受到PCR抑制剂的干扰，导致扩增失败或结果不

准确。此外，对于一些具有复杂细胞壁结构的微生物，PCR检测的灵敏度可能会受到影响。因此，在实际应用中，需要结合其他检测技术，以提高检测的准确性和可靠性。

### 2.4 酶底物法

自来水是日常生活中不可或缺的资源，确保其微生物质量至关重要。在微生物检测中，酶底物法被广泛应用，且颇具效果。酶底物法的原理基于某些微生物特有的酶活性。每种微生物都拥有独特的酶系统，这使它们能在特定环境下分解或转化某些物质。通过向水样中添加特定的底物，能观察到底物是否被分解，进而判断某种或某类微生物的存在。该方法在微生物检测中受到了广泛的欢迎，原因有几点<sup>[3]</sup>。首先，酶底物法相对快速，与传统的培养方法相比，它大大缩短了检测时间。在某些情况下，这能为及时应对微生物污染提供关键的信息。其次，该方法相对简便，不要复杂的设备或高超的技能，使它在基层和资源有限的环境中都能实施。不过，酶底物法也存在一些局限性。酶的活性可能会受到环境中多种因素的影响，如温度、pH值、存在的抑制剂或激活剂等。这可能导致酶活性增强或减弱，进而影响结果的准确性。此外，底物的选择性也是关键点。若底物不具有足够的选择性，可能会被环境中的非目标微生物分解，导致误判。为克服这些挑战，研究者们正在不断努力，寻找更为特异、稳定的酶底物组合，以提高该方法的准确性。同时，对酶活性的影响因素，也需更为深入的研究，以在实际应用中加以控制。

### 2.5 平皿计数法

在自来水的质量检测中，微生物检测占据着至关重要的地位。与化学污染不同，微生物污染往往不改变水的颜色和味道，但其对人体健康的潜在威胁不容忽视。因此，准确、迅速地检测出自来水中的微生物数量，对保障公众健康具有十分重要的意义。平皿计数法是微生物学中的经典方法。其基本原理是利用营养琼脂作为微生物的生长基质，将水样滴在琼脂平皿上，创造适宜的环境供微生物生长。经过一段时间的培养，水样中的微生物会在琼脂上形成可见的菌落。通过计数这些菌落的数量，能估算出水样中的微生物浓度。将营养琼脂倒入平皿中，使其均匀分布，再冷却备用。用无菌吸管吸取一定量的水样，滴加到琼脂平皿上。将平皿放入恒温恒湿的培养箱中，培养一定时间，使微生物能在琼脂上生长形成菌落。培养结束后，取出平皿，对琼脂上的菌落计数。平皿计数法的优点在于其直观性和易操作性。经过培养后，微生物在琼脂上形成的菌落能直接观察和计

数,不要复杂的仪器设备。同时,该方法对大多数常见的微生物都具有较好的检测效果。然而,平皿计数法也存在一些缺点。首先,它可能受到水样中其他物质的干扰。例如,水样中的某些化学物质可能抑制微生物在琼脂上的生长,导致计数结果偏低<sup>[4]</sup>。其次,对特殊种类的微生物,如厌氧菌或某些难以在常规琼脂上生长的微生物,平皿计数法可能无法准确估算其数量。在使用平皿计数法自来水微生物检测时,操作人员的技能和经验对结果的准确性具有关键性影响。此外,为确保结果的准确性,应定期对检测方法验证和优化。

## 2.6 免疫学方法

免疫学方法是自来水微生物检测中的重要技术手段。其基本原理是利用抗原与抗体的特异性结合反应来检测微生物。这种方法的优点在于其高灵敏度和高特异性,这意味着即使微生物的数量很少,也能被准确地检测出来,同时误报的可能性也相对较低。在免疫学方法中,酶联免疫吸附试验(ELISA)和荧光免疫分析是两种常用的技术。ELISA是一种灵敏度高、特异性强的检测方法,它利用酶标记的抗体与抗原的结合反应,通过底物的显色反应来判定抗原的存在。这种方法的优点在于操作简便、结果可视化,适用于大批量样本的快速检测。荧光免疫分析则是一种基于荧光共振能量转移(FRET)的检测方法。它利用荧光标记的抗体与抗原结合后,荧光信号的变化来检测抗原。这种方法的优点在于其极高的灵敏度和抗干扰能力,同时可以实现多通道、多目标的同时检测。然而,免疫学方法也存在一些局限性。首先,抗体的制备和保存相对复杂,需要一定的专业知识和设备支持。其次,由于微生物的抗原性可能存在交叉反应,即一种抗体可能与多种微生物发生反应,这可能导致检测结果的误判。总的来说,免疫学方法为自来水微生物检测提供了一种有效、快速的检测手段。

## 2.7 基因探针技术

基因探针技术为自来水微生物检测领域带来了革命性的变革。这种技术依赖于已知序列的核酸片段,这些片段被称为“探针”。这些探针与待测样本中的互补核酸序列进行杂交,从而实现了对特定微生物的检测。这种

杂交反应是高度特异性的,意味着只有与探针完全互补的序列才会发生杂交,这为检测提供了极高的准确性。在自来水中,微生物的存在可能是低浓度的,但基因探针技术的高灵敏度确保了这些微生物能够被准确检测出来。这对于确保自来水的微生物安全至关重要,因为即使是低浓度的微生物也可能对人体健康造成威胁。然而,基因探针技术并非没有挑战。其成功与否在很大程度上取决于探针的设计和选择。探针需要被精心设计,确保其只与目标微生物的核酸序列互补,而不与其他非目标微生物或自来水中的其他成分反应。此外,杂交条件的优化也是关键<sup>[5]</sup>。为了获得准确的检测结果,杂交反应的条件需要被严格控制。另一个潜在的挑战是样本中可能存在的抑制剂。这些抑制剂可能来源于自来水中的化学物质或其他成分,它们可能会干扰杂交反应,导致假阴性结果。因此,在使用基因探针技术对自来水进行微生物检测时,必须注意可能的抑制剂存在,并采取适当的措施来消除它们的干扰。

## 结束语

自来水微生物检测对确保饮用水安全具有重要意义,各种检测技术具有不同的优缺点,应根据实际情况选择合适的方法。未来,随着科学技术的不断发展,自来水微生物检测技术将越来越先进,准确性、敏感性和便捷性将得到进一步提高。应关注新技术的发展和应用,为保障饮用水安全作出更大的贡献。

## 参考文献

- [1]洪小婷.水污染处理中对微生物检测技术及应用实践研究[J].四川水泥,2019,269(01):155-155.
- [2]蒋志斌.浅谈自来水水质常规处理办法[J].城市建设理论研究(电子版),2019(08):175.
- [3]潘鑫.水污染处理中微生物检测技术的应用研究[J].科技风,2018,000(027):136.
- [4]李丽华,宋金娜,李丹丹.微生物快速检验技术的应用研究进展[J].首都食品与医药2021年28卷3期,13-14页,2021.
- [5]邢磊.浅析水污染处理中微生物检测技术的运用[J].商情,2020,000(007):210.