

第3章 基于健康的目标

3.1 设立基于健康的目标的作用和目的

鉴于私人场所和总体卫生管理系统中饮用水的现状和趋势，同时考虑到饮用水对感染性疾病传播的影响及其对暴露于危害性化学物质的影响，饮用水的基于健康的目标（下称健康目标）必须纳入公共卫生总体政策。设定目标的出发点是为引导和记录在实现预定的健康目标和/或水安全目标中取得的进展而设立“里程碑”。为了确保有效地保障和促进健康，设定的目标应立足于现实，并充分顾及本地的情况（包括经济、环境、社会和文化）和财政、技术和机构设置等方面的资源。这通常意味着需要对优先事项和目标进行定期审核和更新；反过来，规范和标准也应根据上述因素及现有信息的改变而定期更新（见第2.3节）。

健康目标为水供应者提供了一个“基准线”。其提供的信息可用于评估现有的设施和政策是否适宜，协助确认检查和分析验证的水平和类型是否适合，并协助制定审核计划。健康目标为水安全计划

安全性（即特定环境下可容许的危险）的判断是涉及整个社会的问题。对于采纳任何一种健康目标是否会带来效益的最终判断将证明各国拟投入的相关费用是否正当。

（WSPs）的制定提供了依据，并可藉以检验WSPs是否得到了有效实施。健康计划应有助于改进公共卫生的结果。

健康目标应协助确定与输配安全的饮用水相适应的特定干预措施，包括水源防护和水处理等控制措施。

健康目标适用于处于不同发展水平的各个国家。不同类型的健康目标适用于不同目的，因此，在大多数国家，根据不同的目的可以有几种类型的健康目标。在制定目标时应致力于解决最易导致疾病的暴露因素，也应注意反映逐步改善的渐进式方法所具有的优点，而这常基于对公共卫生风险的分类（见4.1.2节）。

从本质来说，健康目标通常是由国家制定的。利用本准则中提及的信息和方法，国家主管部门应能制定本国的健康目标，保护和改进饮用水质量，进而保障人民健康；同时，根据本国（本地区）的具体情况实现对现有资源的最佳利用。

为了最大限度地减少疾病暴发的机率，需要特别注意保证在稳定状态、维护过程或短期水质恶化时期的饮水水质。因此，在制定健康目标时，应考虑发生短期事件时（如水源水质的变化，系统适应能力和水处理方面出现问题）饮用水系统的工作绩效。短期事件和灾难性事件都可导致一段时期内水源水质恶化和一系列水处理过程的效率急剧降低，所有这一切都正确合理地表明极有必

要实行早已制定的水安全“多重屏障原则”。

制定、实施和评估健康目标的方法有益于饮水水质的全面预防性管理，其效益简述于表3.1。

健康目标对于鼓励和衡量饮用水质量管理中的渐进式改善是很有用的工具。促成改进的因素可归结为：目标设定的科学基础；目标类型的渐进式演进（目标类型可更精确地反映健康保护目的）；健康目标应用于确定和促进渐进式改善的分类，尤其是对于现有的供水。水质管理者（包括供水者或立法者）都应致力于持续改进水质管理。第5.4节提出了一个分阶段改善的样例。改善的程度可以很大（如从初始阶段到中间阶段），也可以相对较小。

表3.1 健康目标的效益

目标制定	阶段效益
制订方面	深入了解人群健康 发现知识方面的缺陷 支持确定优先重点 增加卫生政策的透明性 促进国家卫生计划的一致性 引发讨论
实施方面	激励和动员有协作关系的主管部门采取措施 改进承诺 鼓励责任心 指导国家对资源的调配
评估方面	为渐进式改善设定“里程碑” 提供采取措施纠正缺陷和/或偏差的机会 确认资料需求和差异

在理想状况下，健康目标在设定时应采用量化的危险性评价，并应考虑到本地的具体情况和危害因素。然而，在实践中，健康目标可能来源于通过监督、干预研究或历史资料获得的水源性疾病流行病学证据，或者改编自国际规范和指导意见。

3.2 健康目标的类型

本文中健康目标的制定方法依据的是适用于所有危害类型和所有供水类型的一致性框架（见表3.2及下文）。这样做有助于在确定国家优先计划和支持风险-效益方法时更具有弹性。该框架包括不同类型的健康目标。制定和实施这些目标所需要的资源在数量上存在较大差异；此外，在可以有公共卫生效益的

风险管理行动的精确性方面差异也甚大。位于表3.2底部的目标类型基本不需要从业者在实施过程中做出阐释，但有赖于大量的假设。越接近表3.2顶部的目标越需要更坚实的科学和技术基础来满足假设的要求，因而这些目标能更精确地反映健康保护水平。这一框架是前瞻性的，因为目前尚无关键数据来支持下一阶段的目标设定，并且很显然需要收集更多的信息。

制定健康目标不仅应考虑“常态”下的情况，还应考虑短期突发事件（如，环境的水质改变、供水系统适应能力和水处理方面问题）对公共卫生造成明显危害的可能性。

对于微生物类病原体，健康目标的制定将主要针对几组经过选择的病原体，这些病原体从健康危害和其他相关资料的角度来说既对控制构成挑战又具备卫生学意义。在评价现有安全措施所面临的形形色色的挑战时，需要评估多种病原体。如果水源性微生物的疾病负担较高时，健康目标可设为当前社区疾病（如腹泻或霍乱）水平是否出现可测得的数量上的减少，以此来衡量饮用水的质量经公共卫生干预后是否获得了进一步改善。健康目标可表达为“对特定病原体的可容许暴露水平”，即水质量目标（WQTs），但在用于“总体人群暴露”时应加以注意，因为后者可能更关注短期内的情况；在对病原体开展直接监测时此类健康目标不适用。这些与出现水处理过程的效率短期下降的现象有关，从而也为实行长期建立起来的水安全“多重屏障原则”提供了依据。在制订健康目标时，还应考虑到饮用水供应系统的工作绩效和效率正常时疾病的发病率。

对于饮用水中的化学成分，在制定健康目标时可使用第8.5节列出的准则值。这些准则值是根据水中化学物质对健康的影响而确定的。根据这些准则值制定国家级饮用水标准(或健康目标)时，有必要把环境、社会、文化、经济、饮食等可对潜在的暴露产生影响的多种因素考虑在内。这可能会导致国家目标与准则值之间略有差异。

3.2.1 特定的技术目标

特定的技术目标最常用于小型社区的供水以及家用装置。这些技术目标以建议的形式出现，内容涉及在特定环境和/或授权计划中使用的技术，旨在限制对特定技术的获取或为其应用提供指导。

规模较小的市政和社区饮用水供应者所拥有的资源常很有限，也没有太大的能力制定单独的系统评估和/或管理计划。因此国家管理部门可直接规定要求或认可技术类型，其中包括提供：保护井栏的指导性文件、经批准的水处理方法（视水源类型而定）、在输配水过程中确保饮用水质量的要求等。

在某些情况下，国家级或区域级的主管部门可能会要求制定WSPs范本，供当地的水供应者直接使用或改编后使用。这对社区管理的供水尤为重要。在这些情况下，需要采取措施确保运营人员能得到充分的培训和支持，以克服管理中出现的问题；这种培训和支持的方法要比强迫遵守的做法效果更好。

表3.2 健康目标的性质、应用和评价

目标类型	目标性质	典型应用	评价
健康结果			
•基于流行病学 •基于危险性评价	检测到的疾病发病率和现患率的下降	有较高且可测量的疾病负担时的微生物或化学物危害，多数系水源性	公共卫生监督和分析流行病学
	饮用水中污染物的可容许水平，绝对值或作为所有暴露总负荷的一部分	疾病负担较低或无法直接测量时的微生物或化学物危害	定量危险性评价
水质			
	用于水质的准则值	水源水中发现的化学成分	定期测量重要的化学成分，评估与相应准则值的符合性（见第8.5节）
	材料和化学物检测过程中使用的准则值	化学添加剂和副产物	材料和化学物的检测程序，用于评估其在一定时间内对饮用水暴露的影响（见第8.5节）
工作绩效			
	清除微生物群的一般工作绩效目标	微生物性污染物	通过系统评估开展符合性评估（见第4.1节）和运行监测（见第4.2节）
	清除微生物群的特定工作绩效目标	微生物性污染物	由公共卫生主管部门逐一审核；然后开展如上所述评估
	用于评估水质的准则值	达到阈浓度并对健康有不同影响的化学物（如，硝酸盐和蓝绿藻毒素）	通过系统评估开展符合性评估（见第4.1节）和运行监测（见第4.2节）
特定的技术			
	国家主管部门特别规定的程序，以适当地处理可影响健康的成分（如针对未受保护的集水处使用通用的WSPs）	在小城市和社区供水中可影响健康的成分	通过系统评估开展符合性评估（见第4.1节）和运作监测（见第4.2节）

注：各目标类型列于表内，在不同目标类型间转换时，引入了假定（默认值）。这些假定使目标的应用变得更为简单，也减少了潜在的不一致性。

3.2.2 工作绩效目标

供水系统的工作绩效目标通常应用于控制自来水中不同规模的微生物危害。

如出现与公共卫生有关的短期暴露时，考虑到水质变化迅速或不可能检测到从生产到消费之间发生的危害，我们有必要确保控制措施到位并在最佳状态下运作，同时应验证其有效性以确保饮用水的安全性。

工作绩效目标有助于控制措施的遴选和使用，防止病原体突破水源保护、水处理和输配水系统中设置的各道屏障，以及防止病原体在输配水系统中的孳生。

工作绩效目标应规定与水源水质相关的要求，重点主要放在确保目标能在日常工作中得到落实的方法和规范。大多数情况下，在确定通过水处理过程清除病原体群组的目标时，只需要粗略考虑不同的水源水质或水源水类型；有少数情况，要考虑水源水质的特定情形。工作绩效目标的形成需要综合多个因素，如，可容许的疾病负担（可容许的危险性水平），包括疾病后果的严重程度和特定病原体的剂量-反应关系（目标微生物）（见7.3节）。

工作绩效目标应针对能代表病原体群组的目标微生物而制定，这些病原体既是对控制的挑战，又具有卫生意义。在实践中，通常需要确定一个以上的目标微生物，以正确反映安全措施的问题。工作绩效目标可根据暴露于特定微生物的情况制定，但需要注意把工作绩效目标同总体的人群暴露和危险性联系起来，因后者可在短期内集中发生。

病原体控制的工作绩效目标在实践中主要应用于评估饮用水处理的基础设施是否充分、适宜。要实现这一点，需要使用工作绩效目标的信息，其中既包括水处理工作绩效的特定信息，也包括有关病原体清除的不同技术类型工作绩效的假设。有关病原体的工作绩效目标和处理效能的样例参见第7章。

工作绩效要求对于认证饮用水处理以及用于防止病原体侵入的管网装置来说同样是非常重要的。有关装置和材料的认证参见其他章节（见1.2.9节）。

3.2.3 水质目标

长期或短期暴露于化学物可产生不良的健康后果。此外，饮用水中多数化学物的浓度通常不会在短期内发生大幅度波动。饮用水中的许多化学物对健康的影响来自于长期暴露；对这些化学物可通过对饮用水质量进行定期分析以及与WQTs(如，准则值)进行比较等手段进行管理。水质的预防性管理应适用于所有饮用水系统；各种化学物的准则值见第8.5节，这些准则值提供了饮用水中化学物的健康目标。

如已启动水处理方法来清除特定的化学物（见8.4节），应利用WQTs来确定适宜的处理要求。

重要的是，WQTs仅针对经严格评估后被确定为对人体健康有影响的或可能会影响饮用水对消费者的可接受性的化学物。如果某种化学物不太可能存在于供水系统中，或其浓度远低于准则值，或对人体健康或饮用水的可接受性没

有太大影响，则没有必要对其采取措施。

WQTs也用于证明那些在处理过程中出现在水里的化学物或来自与水接触的材料化学物。在此过程中，为了获得材料和化学物的标准，可做出一些假设应用于验证过程。一般来说，制定的允许值必须远远高于发现其在水中的含量。对于某些材料（如家庭供水管道），应预料到其安装后在短期内释放的部分物质会达到相对较高的浓度。

对于微生物危害，基于病原体的WQTs主要作为工作绩效目标制定过程中的一个步骤，没有直接的应用价值。但在某些情况下有必要制定微生物的水质目标，尤其是在大型设施中使用非常规的技术时。

3.2.4 健康结果目标

在某些情况下，尤其是当没有可测量到的水源性疾病的疾病负担时，有可能从定量减少疾病总体水平的角度出发制定健康目标。如果不良效应在暴露后迅速产生，并可随时、可靠地监测到，而且暴露的改变也可随时、可靠地监测到，则这种方法是最适用的。因此，这种类型的健康结果目标主要适用于微生物危害，在发达国家和发展中国家均可应用；也适用于主要由水引起的、可对健康产生明确影响的化学物危害（如氟化物）。

在其他情况下，健康目标可基于量化的危险性评价结果。在这些情况中，可基于暴露和剂量反应关系的信息来评价健康后果，其结果可直接用作确定水质目标的基础或为制定工作绩效目标提供基础。

当前用于微生物危险性定量评估（QMRA）的资料和模型存在局限性。水质的短期波动可对总体健康危险造成重大影响（包括那些与疾病一般水平和暴发有关的危险），且是QMRA推广应用中的一个焦点。在这些领域的进展将显著加强这一方法的适用性和有效性。

3.3 制定健康目标的总体考虑

虽然饮用水可能成为肠道病原体和有害化学物的主要来源，但它决不是唯一来源。在设定目标时，应考虑到危害的其他来源，如食物、空气和人与人之间的接触，此外还应考虑到环境卫生条件和个人卫生不佳所造成的影响。如果饮用水仅占有所有暴露源的一小部分，制定严格的化学物目标浓度就没有太大价值。实现这些目标所需的成本会不必要地挤占在其他项目上的资金投入，对卫生干预造成更大压力。这时，应考虑WHO提议的影响总体发病率的干预措施。对于某些病原体及其相关疾病，水质干预措施可能是无效的，因此没有理由继续开展。如果其他暴露途径在当地占主导地位，就更没有必要进行水质干预。而在另外一些地方，长期的经验表明对饮水供应和水质进行管理能收到良好效果（如伤寒和志贺菌引起的痢疾）。

同时，也应在更广泛的公共卫生政策背景下对总体的健康目标和水质改善计划进行审视，其中包括倡导改善环境卫生、废弃物处理、个人卫生以及公共教育的机制来减少个人暴露于危害因素和个人行为活动对水质的影响。改善公

共卫生、降低病原体携带和减轻人类活动对水资源的影响都有助于提高饮水安全性（见Howard et al, 2002）。

3.3.1 在安全饮用水的框架下开展危险性评估

在安全饮用水的框架下，危险性评估并不仅仅是为评估而评估，而是循环周期中的一部分，将危险性评估用于管理决策，这样做可以使饮水水质持续改善。就本准则的出发点而言，持续改进的重点在于健康。不过，在特定的环境中应用本准则时应考虑健康以外的因素，因其对成本和效益都会产生巨大影响。

3.3.2 危险性的参考水平

为了描述与水相关的“危险性的参考水平”，我们通常使用特定的健康结果来表达。如，腹泻性疾病的最多发生次数、癌症发病率、或由某种病原体引起的感染（但未必是疾病）的最多发生次数。

水相关疾病的严重程度各异，包括急性、迟发性和慢性的效应以及不同的发病率和死亡率。这些效应可能是多种多样的，如不良的出生状况、癌症、霍乱、传染性肝炎、氟骨症、伤寒和格林巴利综合征。

确定危险性的可容许程度是非常复杂的，需要考虑危险性本身的方方面面。除了某种效应的发生机率、严重程度和持续时间等“客观”方面因素，一些重要的环境、社会、文化、经济和政治等方面的因素对于决策过程同样具有重要影响。在这些过程中磋商起重要作用，其结果可因具体情况不同而差异甚大。虽然危险性的确定相当复杂，但仍有必要确定一个可容许危险的基础定义，以便制定指南，并以之作为特定情况下决策的出发点。

危险性的参考水平可用于水相关疾病的相互比较，并能作为持续一致的方法来处理各种危害。从本准则来看，危险性的参考水平被用于衡量有毒化学物保护水平和微生物病原体之间广泛的等效性。危险性的参考水平为每人每年 10^{-6} 失能调整寿命年（DALYs），约等于 10^{-5} 的终生癌症超额危险（即，每100,000人口终生摄入含有在该准则值水平物质的饮用水新增加一名癌症患者）（详见3.3.3节）。对于可引发水样腹泻但病例死亡率较低（如1:100,000）的病原体，危险性的参考水平可相当于每人每年1/1,000的疾病危险（终生疾病危险约为1/10）。危险性的参考水平应以危险-效益法为基础并结合本地实际情况而定。尤其应考虑疾病负担中与饮用水相关的特定疾病所占的比例。在确定公共卫生的优先顺序时，通常应优先考虑那些对公共卫生危害最大的因素，同时结合潜在干预措施的成本和影响。这也是相关标准逐步制订和应用时所应遵循的基本原理。在设定危险性的参考水平时应用DALYs是一种全新的、正在兴起的方法。其特定的挑战是确定暴露于非阈值化学物后对人体健康产生的影响。

3.3.3 失能调整寿命年（DALYs）

水中存在的多种危害因素与多种多样的不良健康结果存在关联。某些结果

是急性的（如腹泻、高铁血红蛋白血症），另外一些则长期存在（如癌症可存在多年，传染性肝炎可存在数周）；有些结果可能较严重（如癌症、不良出生状况、伤寒），另外一些则通常较轻微（腹泻和氟斑牙）；有些结果主要影响特定的年龄段，如见于年长成人的氟骨症主要源于孩提时代的暴露；戊型肝炎(HEV)在孕妇中死亡率非常高，而有些则对于某些脆弱的亚人群有非常特异性的影响，如隐孢子虫病对于大多数人群来说都较轻微并呈自限性，但在人类免疫缺陷病毒（HIV）检测呈阳性的人群中死亡率则较高。此外，任何一种危害都可引起多种效应（如，胃肠炎、格林巴利综合征、反应性关节炎、弯曲杆菌相关的死亡率）。

为了客观比较水相关危害因素及其所致的不同结果，需要有一种通用的“衡量标准”，该标准应能考虑到各种效应的不同机率、严重程度和持续时间。这种衡量标准同时也应可以适用于不同的危害类型，如微生物、化学和放射性危害。在《饮用水水质准则》中使用的衡量标准是DALY。WHO已经相当广泛地使用DALYs来评估公共卫生优先顺序和评价与环境暴露相关的疾病负担。

DALY的基本原则是对每一种疾病对健康所产生影响的严重程度，确定其权数，取值范围从0（正常、良好的健康）到1（死亡）划分。该权数乘以效应持续的时间——即疾病变得明显的这段时间（如结果是死亡、这段“时间”就是剩余的预期寿命），以及受到特定影响的人群数量。因而有可能是由同一特定的因素造成不同的健康后果的总和。

在这里，DALY是因早死所致的寿命损失年（YLL）和处于不完全健康状况下损失的健康寿命年（即失能健康寿命损失年，YLD）的总和。YLL和YLD通过表示严重程度权数予以标化。故：

$$DALY = YLL + YLD$$

使用DALYs的主要优点是它“综合”了不同的效应并把生命的质量和数量结合在一起。此外，由于采取这种方法需要对所作假设有一个清晰的认识，因此有可能需要讨论这些假设并评估其发生变化时所产生的影响。选用何种“衡量标准”需要着重注意现实存在的危害而不是潜在危害，并考虑其是否能促成公共卫生优先计划的合理制定。在DALYs使用过程中遇到的困难多数与资料的可获得性有关，例如，是否可获得关于暴露的资料和有关流行病学相关性的资料。

DALYs也可用于比较水中不同作用物对健康的影响。例如，臭氧作为化学消毒剂能生成一种副产物——溴酸盐。可使用DALYs来比较微小隐孢子虫和溴酸盐形成的危险，评估饮用水处理中使用臭氧的“净健康效益”。

在上一版本的《饮用水水质准则》以及许多国家级饮用水标准中，“可容许”的癌症危险已被用来生成非阈值化学物（如遗传毒性的致癌物质）的准则值。这样做很有必要，因为从理论上来说，无论是何种水平的暴露都存在一定危险。在本版和上一版《准则》中，我们都使用了 10^{-5} 作为上限终生癌症超额危险水平，但应承认这是一个比较保守的立场，几乎肯定会高估实际存在的危险。

不同癌症的严重程度不同，主要表现为不同的死亡率。一个典型的例子是

肾细胞癌，它与暴露于饮用水中的溴酸盐具有相关性。把平均病死率（0.6）和平均发病年龄（65岁）考虑在内，肾细胞癌理论上的疾病负担是11.4 DALYs/例 (Havelaar *et al.*, 2000)。这些数据可用于评估可容许的终身癌症危险和可容许的DALYs损失量。在这里，计算对致癌物质的终身暴露时，将可容许危险水平除以寿命（70岁），然后乘以每个病例的疾病负担，即 $(10^{-5} \text{ 癌症病例} / 70 \text{ 岁}) \times 11.4 \text{ DALYs/例} = 1.6 \times 10^{-6} \text{ DALYs/(人年)}$ ，亦即每百万人口每年的健康生命年可容许的损失是1.6（人年）。

为了编制准则，首选方案是定义可容许危险水平的上限，亦即对每一种危害因素（水中的污染物或成分）的暴露。如上所述，就本准则而言，我们使用的危险度参考水平是 $10^{-6} \text{ DALYs/(人年)}$ 。这大致等同于在本版和上一版准则中使用的 10^{-5} 的终生癌症超额危险，后者是用来确定遗传毒性致癌物质的准则值的。有些国家使用的是更为严格的可容许致癌物质危险水平（如 10^{-6} ）；对于这些国家来说，可容许损失将相应地也较低，如 $10^{-7} \text{ DALYs/(人年)}$ 。

有关使用DALYs来制定健康目标的进一步信息可参见支持性文件《WHO饮用水水质准则中公共卫生危险性的量化》（*Quantifying Public Health Risk in the WHO Guidelines for Drinking-water Quality: A Burden of Disease Approach*）（见1.3节）。