

[美国水管理政策系列译丛]

# 美国TMDL计划 与典型案例实施

HANDBOOK FOR DEVELOPING TMDLs  
AND TYPICAL CASE STUDY

美国环境保护局

著

王 东 赵 越

王玉秋 徐 敏

巩 莹

等译

# 美国TMDL计划 与典型案例实施

HANDBOOK FOR DEVELOPING TMDLs  
AND TYPICAL CASE STUDY

美国环境保护局

著

王 东 赵 越

王玉秋 徐 敏

巩 莹

等译

## 图书在版编目 (CIP) 数据

美国 TMDL 计划与典型案例实施/美国环境保护局著;  
王东等译. —北京: 中国环境科学出版社, 2012.3  
ISBN 978-7-5111-0882-1

I. ①美… II. ①美… ②王… III. ①水质标准—  
美国 IV. ①X-651

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 015804 号

责任编辑 黄晓燕 陈雪云

责任校对 扣志红

封面设计 玄石至上

---

出版发行 中国环境科学出版社  
(100062 北京东城区广渠门内大街 16 号)  
网 址: <http://www.cesp.com.cn>  
电子邮箱: [bjgl@cesp.com.cn](mailto:bjgl@cesp.com.cn)  
联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)  
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)  
印装质量热线: 010-67113404

印 刷 北京市联华印刷厂  
经 销 各地新华书店  
版 次 2012 年 3 月第 1 版  
印 次 2012 年 3 月第 1 次印刷  
开 本 787×1092 1/16  
印 张 15.25 彩页 3  
字 数 346 千字  
定 价 45.00 元

---

【版权所有。未经许可, 请勿翻印、转载, 违者必究】

# 译者序

TMDL (Total Maximum Daily Loads) 即最大日负荷总量, 是在满足水质标准的条件下, 水体能够接受某种污染物的最大日负荷量, 具有季节变化性。针对受污染水体, 制定和实施 TMDL 计划, 从而在点源和非点源之间分配污染负荷是美国流域水污染防治中卓有成效的一项举措。美国环保局 (EPA) 早在 1972 年的《清洁水法》中就提出了实施 TMDL 计划的思想, 自 90 年代开始全面推行, 将 TMDL 计划同流域规划、国家污染物排放削减计划等相整合, 通过近 20 年的实施, 有效地改善了美国的水环境质量, 积累了较多的成果和经验。

我国的总量控制体系与美国的 TMDL 计划相似。自“九五”以来, 总量控制与水污染防治规划相结合, 其理论技术体系不断深化与拓展, 在我国水污染防治和水环境质量改善方面发挥了积极有效的作用。借鉴 TMDL 计划的先进管理理念及技术经验, 对进一步完善我国的总量控制体系具有重要意义。因此, 我们翻译出版了《美国 TMDL 计划与典型案例实施》, 旨在系统介绍 TMDL 计划制定实施的基本思路、方法以及典型案例, 为我国污染物总量控制的发展提供借鉴与参考。

本书详细阐述了美国 TMDL 计划的背景与框架、制定和实施的技术路线与方法, 并选择典型案例, 针对不同污染物及水体类型系统介绍了 TMDL 计划制定和实施的过程。

由于翻译人员水平有限, 对原文理解不够或有错误之处在所难免, 请读者不吝指正。

翻译组

2012 年 3 月

# 目 录

|                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------|-----|
| 1 TMDL 计划概述 .....                                              | 1   |
| 1.1 TMDL 计划的背景.....                                            | 1   |
| 1.2 TMDL 计划的发展进程及实施现状 .....                                    | 2   |
| 1.3 TMDL 计划的基本框架.....                                          | 4   |
| 2 TMDL 计划的制定与实施 .....                                          | 6   |
| 2.1 水质受限水体识别.....                                              | 6   |
| 2.2 确定制定实施 TMDL 计划的优先顺序 .....                                  | 7   |
| 2.3 TMDL 计划的制定.....                                            | 8   |
| 2.4 TMDL 计划的提交与审批 .....                                        | 33  |
| 2.5 TMDL 计划的实施.....                                            | 38  |
| 2.6 TMDL 计划的后续监测与评估 .....                                      | 40  |
| 2.7 TMDL 过程涉及的各方及其职责 .....                                     | 44  |
| 3 沉积物 TMDL 计划制定实施及案例评析 .....                                   | 50  |
| 3.1 沉积物水质分析的一般原则.....                                          | 50  |
| 3.2 沉积物 TMDL 的制定实施 .....                                       | 52  |
| 3.3 沉积物 TMDL 案例评析 .....                                        | 91  |
| 4 营养物 TMDL 计划制定实施及案例评析 .....                                   | 110 |
| 4.1 营养物与水质.....                                                | 110 |
| 4.2 营养物 TMDL 的制定实施 .....                                       | 114 |
| 4.3 营养物 TMDL 案例评析 .....                                        | 141 |
| 5 按水体类型分类的 TMDL 计划制定实施案例 .....                                 | 158 |
| 5.1 河流型水体 TMDL 案例——Beaver Creek 和 Grand Lake St. Marys 流域..... | 158 |
| 5.2 湖泊型水体的 TMDL 案例——沃伦波帕克湖 TMDL .....                          | 174 |
| 5.3 水库型水体的 TMDL 案例——派恩维尤水库 TMDL .....                          | 202 |
| 6 其他 TMDL 计划案例 .....                                           | 217 |
| 6.1 金属 TMDL 案例——泰格特河流域金属和 pH 的 TMDL .....                      | 217 |
| 6.2 粪大肠菌群 TMDL 案例——巴灵顿河的粪大肠菌群 TMDL .....                       | 225 |

# 1 TMDL 计划概述

TMDL (Total Maximum Daily Loads) 即最大日负荷总量, 指在满足水质标准的条件下, 水体能够容纳某种污染物的最大日负荷量。它包括污染负荷在点源和非点源之间的分配, 同时还要考虑安全临界值和季节性的变化。污染负荷量可以表示为单位时间的质量、毒性和其他可测量的指标。

TMDL 计划的总目标是识别具体污染区和土地利用状况, 通过对这些具体区域点源和非点源污染物浓度和数量提出控制措施, 从而引导整个流域执行最好的流域管理计划。

## 1.1 TMDL 计划的背景

1965 年, 美国国会通过一项名为《水质法》的《联邦水污染控制法》修正案。该修正案首次采用以水质标准为依据的水污染管理方法。美国当时对全国水质进行的大范围调查和评估的结果表明, 约有 40% 的水体水质没有达到州、领地和部族所规定的水质标准。这些水体包括河流的部分河段、湖泊以及河口等, 主要污染原因是沉积物、富营养化以及有毒微生物。一直以来, 国家和各州都希望找出影响环境水质标准的污染源, 并采取措施控制这些污染活动。然而, 通常流域中污染物都具有多重来源, 难以明确哪个污染源应该为其不达标负责。任何一个污染源都可以坚持说问题是由其他污染源的排放引起的, 或者说至少它们造成的影响不如其他的污染源明显。

20 世纪 60 年代末 70 年代初, 美国公众对环保事业的支持开始迅速增加, 1970 年美国 EPA 成立。为有效改善污染水体水质, 美国于 1972 年对《联邦水污染控制法》(FWPCA) 进行了修订, 采取基于控制点源污染以及废水排放的水质标准。国家的重点是使点源污染符合美国环保局制定批准的国家污染物排放削减体系 (NPDES) 许可。经过 NPDES 计划几十年的努力, 国家的湖泊、河流、水库、地下水和沿海水域水质得到提高, 水处理厂和工业排放废水 (点源) 水质也得到改善。

虽然 NPDES 计划取得了成功, 但也产生了一些不良后果。第一, 衡量和沟通水质成效的工作总是以排放许可证的条件为基础, 而不是基于水域条件。第二, 排放标准仅仅应用于所谓的点源而不是一种污染物的所有来源或其他多种形式的污染, 遗漏了大部分非点源的污染物 (来源于扩散和难以监测的污染源, 例如农业、造林和建筑等干扰土地的活动)。第三, 水质政策主要关注污水中可测得的化学污染物, 很少考虑环境条件下水体的物理和生物因素。全国水体状况虽得以改善, 但仍未达到国家要求的适合“游泳和钓鱼”的水质标准, 这主要是因为不规律的非点源污染没有得到很好地控制。目前, 《清洁水法》并没

有涉及营养物和沉积物的标准，这些污染物的非点源污染正在威胁水质，如破坏栖息地、改变水流状况、引进外来种。这一问题已经将水质管理的焦点从基于污水排放的水质标准转移到基于环境的水质标准上。

这是 EPA 必须实施 TMDL 计划的背景，目的是通过点源和非点源控制达到环境水质标准。虽然早在 1972 年的《清洁水法》第 303 条款中就提出了 TMDL 计划，将水体点源和非点源污染纳入统一管理范围，对各州、领地水域水体的水质标准和 TMDL 计划的制定和实施也都做了相应的具体规定。但是 TMDL 计划在 20 世纪 70 年代和 80 年代却被忽略。80—90 年代，一系列针对 EPA 和州未履行 TMDL 计划的公民诉讼及愈发严重的非点源污染迫使美国环保局重新关注 TMDL 计划，为其制定指导方针及具体实施办法，加速 TMDL 计划的实施与发展。

## 1.2 TMDL 计划的发展进程及实施现状

1972 年《清洁水法》中的 303 (d) 条款已规定各州、领地、部落要按照治理优先顺序列出受损水体的清单。清单的内容包括受污染和受污染威胁的水体名称、主要污染物、污染程度、污染范围等，并针对这些水体制定 TMDL 计划。1987 年修订的《清洁水法》要求，如果各州的不达标水体在实施基于技术和水质的控制措施条件后，仍未能满足相应的水质标准，那么 EPA 就要求州政府对这类水体制定并实施 TMDL 计划。EPA 于同年颁布了 TMDL 计划的具体细则，并于 1991 年出版了《基于水质的决策——TMDL 进程指南》，对 TMDL 的实施起到了很好的指导作用。1992 年 EPA 又对 TMDL 实施细则进行了修改。根据 1992 年制定的 TMDL 规则，EPA 要求各州将没有达到水质标准的河流列入清单。州必须确定每个受损水体水质达标时点源和非点源排放污染物的削减量。根据当时 305 (b) 报告，有将近 21 000 个河段、湖泊、河口受损，总计受损河长超过 30 万英里、受损湖面面积超过 500 万英亩<sup>①</sup>。这些受损河流需要实施的 TMDL 计划超过 4 万个。根据 1992 年 EPA 的政策，要求大部分州在 8~13 年完成 TMDL 计划。为更快实现水质达标及完善 TMDL 计划，EPA 于 1996 年开始依据《清洁水法》303 (d) 条款对各州 TMDL 的执行情况进行全面评价。针对此次评价中发现的 TMDL 计划的一些新问题，EPA 于 1997 年对 TMDL 计划进行了详细的指导性说明，并于同年 8 月出版了 TMDL 计划实施的技术指南，指南对当前完善 TMDL 计划所遇到的问题进行了分析。针对这些问题，EPA 在联邦顾问委员会法案授权下组成了一个委员会，这个委员会是由 20 个不同背景的委员组成，包括农业、森林、环境方面的专家和州、领地及部族的政府官员。根据委员会的建议，EPA 在 1999 年 8 月起草了新的 TMDL 法则。2000 年 3 月国家审计局 (GAO) 的报告明确指出各州在制定水质标准、确定受损河流并实施 TMDL 计划方面普遍缺少数据。对于这些困难，经过较长时间的讨论，EPA 于 2000 年 7 月 13 日颁布了新的 TMDL 计划法则。

随后，美国许多州为其州内受损水体制定了 TMDL 计划，2001 年和 2002 年，被批准或实施的 TMDL 计划超过 5 000 个，并在最近 10 年中每年都以稳定速度上升，仅 2005 年和 2006 年，每年被批准或实施的 TMDL 计划就超过 4 000 个。而 2008 年被批准或实施

<sup>①</sup> 1 英里 (mi) = 1.609 千米 (km); 1 英亩 = 6.072 亩。全书同——译者注。

的 TMDL 计划更是多达 9 000 个。而从污染物的分类上来看,美国已对水体的营养物、沉积物、病原菌等实施了 TMDL 计划,并对点源和非点源污染采取了有效的控制措施,从而极大地改善了受损水体的水质,保障了受污染的水体能够达到它的指定用途。截至 2010 年 2 月,美国各州制定的 TMDL 计划数量已达 40 000 多个(图 1-1)。虽然这个巨大的数字说明了各州和 EPA 已付出很多的努力,但各州的统计数据表明,在接下来的 8~13 年中,仍需制定实施约 70 000 个 TMDL 计划。这表明每年将要制定实施的 TMDL 计划为 5 300~8 700 个,为过去十年每年制定实施的 TMDL 计划平均数目的近两倍。而随着许多州努力完善和执行更全面的监测和评估战略,未来列入 303(d) 受损水体清单、需要 TMDL 计划的水体数量将继续增加。

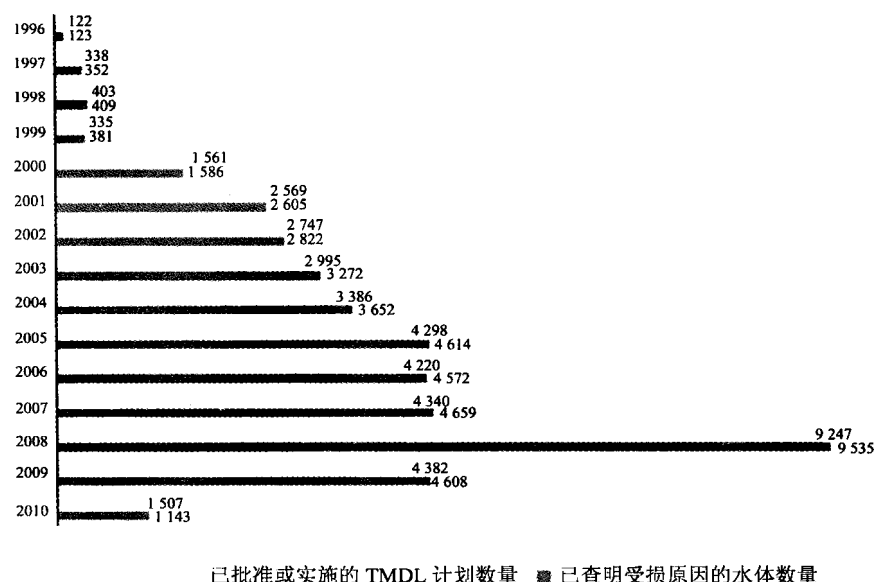


图 1-1 1996—2010 年美国制定的 TMDL 计划数量（截至 2010 年 2 月）

EPA 最近的一项区域 TMDL 计划调查指出,前些年工作主要侧重于那些较简单的 TMDL,而那些在水体类型和污染物动力学方面较复杂的 TMDL 仍有待完成(图 1-2)。20 世纪 90 年代末国家的大部分 TMDL 工作集中在单一区段的 TMDL,即许多点源受损水体的单一的废水负荷分配。21 世纪初,一些 TMDL 计划的工作开始使用/应用流域框架制定多个 TMDL 计划。

基于这种趋势,各州都面临着根据现有的 303(d) 清单制定实施 65 000 个 TMDL 计划的重大工作量和财政负担。而且,这其中的许多比已经制定实施的那 40 000 多个 TMDL 需要更复杂的分析。然而,随着 TMDL 制定实施的工作量和资金需求的不断增加,EPA 和各州所拥有的可用资源却在下降或维持现状。因此,各州必须加快使用更科学的方法有效地解决尽可能多的水体受损问题。随着 EPA 流域方法的不断发展,使用流域框架制定实施 TMDL 则是解决现今 TMDL 发展问题的一个良好策略。流域 TMDL 可以帮助各州减少其单独 TMDL 的成本,在给定资源的情况下可解决更多污染物与水体结合问题,同时具有一系列环保和计划的好处。

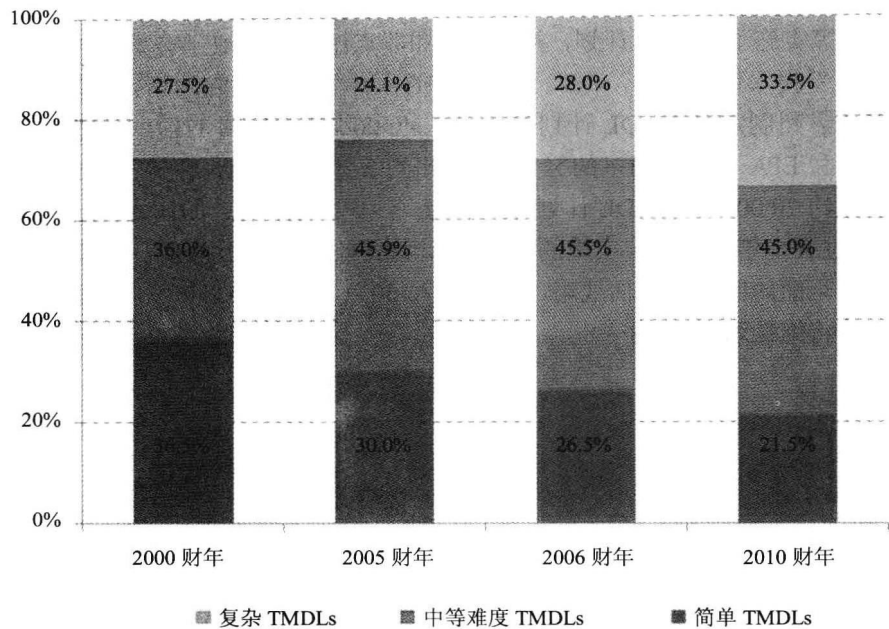


图 1-2 TMDL 制定实施复杂程度与财政支持关系

表 1-1 流域 TMDL 与单一区段 TMDL 的定义比较

| 流域 TMDL                                                                                                                                                                                           | 单一区段 TMDL                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 流域 TMDL 是同时制定实施多个具有水文联系的受损区段的 TMDL 的整体方法。流域 TMDL 将满足下列任一条件： <ul style="list-style-type: none"><li>● 多个区段拥有同一污染物（如粪大肠菌群）</li><li>● 多个区段拥有类似的污染物（如氮、磷）</li><li>● 多个区段拥有不同且无关的多种污染物（如铬和细菌）</li></ul> | 单一区段的 TMDL 即只针对单一受损水体，无论其是单一或是多重受损 |

1.3 TMDL 计划的基本框架

TMDL 计划应该包含所有会影响水质状况的应激源，包括污染物和污染源。既定规则可能使 TMDL 计划只能应用于被化学和物理污染的水体。对于应激源在克服污染造成的影响以及恢复水体有效的活动，如栖息地恢复和河道改良，在实施 TMDL 计划时也应将其考虑在内。

事实上，TMDL 和 303（d）清单制定过程都是使用基于水质方法，EPA 在 1991 年的指南中阐述了 TMDL 计划包含的要素，如下：

- 仍需 TMDL 的水质受限水体的鉴别
- 确定需要实施 TMDL 计划的水体的优先顺序
- 制定 TMDL
- 实施控制措施

- 评价基于水质的控制措施

EPA 在 1997 年发布的 TMDL 实施战略中又增加了如下 3 个要素：

- 建立合作关系，公众参与
- 监督一贯的国家表现
- 促进和支持创新

EPA1991 年发布的 TMDL 指南还简述了 TMDL 的制定与实施框架（图 1-3），本书的后续部分将对其作详细的介绍。

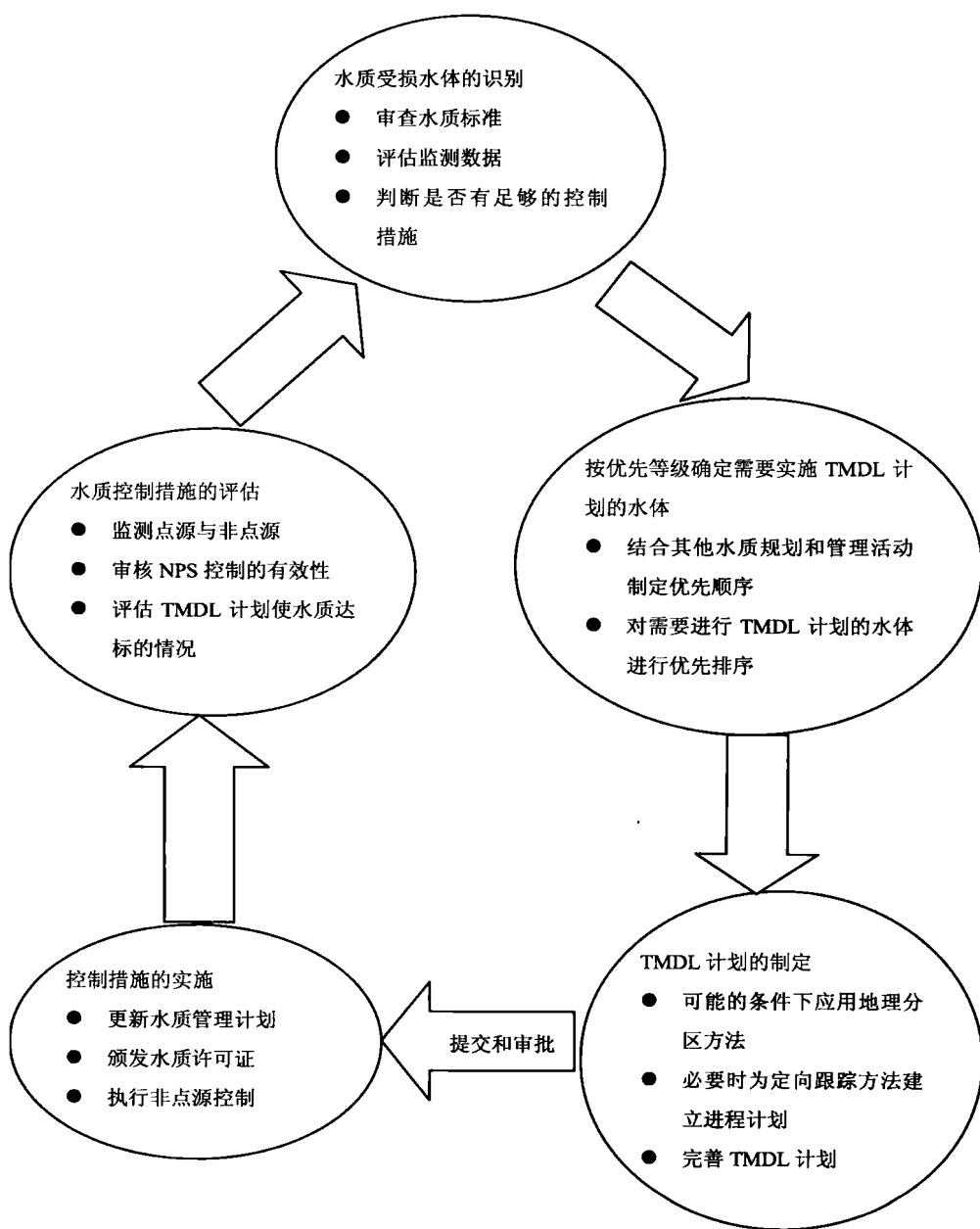


图 1-3 TMDL 计划的制定与实施

## 2 TMDL 计划的制定与实施

### 2.1 水质受限水体识别

基于水质的污染控制方法首先要鉴别问题水体。州水质标准是鉴别的基础，也是各州评价水体状态和实施所需控制措施的准绳。国家科学研究委员会在 TMDL 计划评估报告中指出，TMDL 计划在应用其水质标准时要注意：

- 生物学标准应该与物理与化学标准联合起来使用，确定水体是否满足指定用途。一般来说，与化学或物理方法相比，生物学标准和水体的指定用途联系更紧密。然而，应根据适合的模型结果制定满足生物指标达标的管理措施
- 所有的化学标准和一些生物学标准的制定应该考虑数量、频率和持续时间。频率分量应该用指定时间内允许的变化范围来表示。标准的这三个分量对于制定水质标准和进行 TMDL 计划是至关重要的
- 用合理的已有监测数据衡量水质标准。CWA 的 303(d) 条款要求各州鉴别仍需 TMDL 的水质受限水体。EPA 水质规划和管理规章制定了仍需 TMDL 的水质受限区段的鉴别步骤。当某些水体（区段）控制措施不足以使得水质达标时，需要实施 TMDL

#### 鉴别仍需 TMDL 的水体：40CFR130.7

B1：各州都应判断以下措施是否足以使得水体达标，从而鉴别其界内仍需 TMDL 的水体：

- (i) 301b、306、307 或 CWA 其他的条款所要求的基于技术的排放限制。
- (ii) CWA510 或联邦授权（如法律、规章或者条例）所支持的州或地方当局所需的更为严格的排放限制（包括禁令）。
- (iii) 当地政府、州级联邦所授权的其他污染控制要求（如 BMP）。

CWA301 和 306 要求的基于技术的排放限制是应用最为广泛的水污染控制措施。在某些情况下，州和当地政府可以制定超出基于技术控制的可行规定。比如，颁发更为严格的 NPDES 许可限制，保护珍贵水生资源或对特定的非点源污染进行管理。

若要使水质受限水体不必实施 TMDL 进程，则联邦、州和地方政府需根据 130.7b (i) (ii) 和 (iii) 制定和实施相关法律法规使得其控制措施的实施能够保证受纳水体达标。这

些规定要能解决某些具体水质问题，并且，如果不能马上实施，则要制定这些规定及实施的时间表。鉴别受威胁的优质水体是这个阶段的重要组成部分。各州要优先对那些新的点源或者非点源实施合适的控制措施，保持水体的现有用途。在鉴别受威胁的水体时，303(d) 进程通过考虑水质标准计划，确保实施州法律制定的反退化政策。通过鉴别受威胁的优质水体，各州在水质管理中将采取更为积极主动的污染预防方法。

### 污染预防优点

- 根据 40CFR130.7(c)(1)(ii) 要求的为所有妨碍或者预计妨碍水质达标的污染物制定 TMDL
- 鼓励各州维持和保护现有水质
- 长远来看，预防受损要比不断更新控制措施、清除污染问题更简单和花费少
- 符合 EPA 的目标，支持各州搜集受影响和受威胁的水体数据

## 2.2 确定制定实施 TMDL 计划的优先顺序

在鉴别需要采用额外控制措施的水体后，各州需要使用其已经制定的排序程序对清单水体进行优先排序，这种排序需考虑到州内所有污染控制措施。优先排序一向是由州自定义的，各州在其排序的复杂程度和设计上都有所不同。各州的优先排序应符合 CWA 的要求，并可有效使用其可用资源。

CWA 指出优先排序必须考虑到水体的受污染程度和水体用途。资源是制定 TMDL 优先顺序的主要考虑因素。很多情况下，州要在速度与技术严谨度间作出选择。EPA 和州应该制定多年计划，确定优先顺序和工作量及可用资源，通过优先处理最有价值和受威胁的资源及最严重的水质问题，获得环境利益的最大化。

确定制定 TMDL 计划的优先顺序是对州内水体相关价值和有益性的评估，在评估中还应考虑以下因素：

- 对人体健康和水生生物的风险
- 公众感兴趣和支持程度
- 特殊水体的娱乐、经济和美学价值
- 特殊水体作为水生栖息地的脆弱性和易损性
- 计划是否有迫切的程序需求，例如许可证超限排放需要更换或者修订，抑或是非点源负荷需要 BMP
- 在制定 304 长清单的过程中发现的水体和污染问题
- 与水质相关的法院命令和决定
- EPA 年度工作指南中所规定的国家政策和优先事项

各州要上交其优先顺序供 EPA 审查。为有效地对所有鉴别水体制定和实施 TMDL，各州应制定多年度的时间表，制定中要考虑到目标水体及时的 TMDL 和解决所有仍需 TMDL 的水质受限水体的长期规划。尽管各州可根据热点或者关键情况调整时间表，但是

长期的时间表还是有其诸多优点。

### 长期时间表的优点

- 提倡与许可证周期、水质标准修订和其他所需的水质管理行动相结合
- 允许长期的监测，评价控制措施
- 与制定 TMDL 相一致
- 为制定整体水质管理优先顺序建立基础
- 为目标水体制定 TMDL 提供地理学方法支持

州评价其水体有很多目的，包括为清污行动设立目标、评价潜在超级基金污染场地的污染程度、符合联邦授权的报告要求。尽管水质受限水体的鉴别对各州是一项很艰巨的任务，但是根据 1987 年《清洁水法修正案》的 305 (b)、304 (1)、314 (a) 和 319 (a) 的规定，许多工作都已开展或完成。303 (d) 要求各州每两年进行水体评估和向 EPA 提交报告，州需定期更新其水体清单（或者储存制备清单的信息数据库）。州的双年度 303 (d) 清单中须包括清单水体增减信息和上次报告的水体评估信息。而 305 (b) 要求各州每两年制备水质清单，记录评估的水体状态。304 (1) 则要求各州鉴别所有受点源和非点源的毒物（65 种混合物等）、常规污染物（BOD、TSS、大肠杆菌、石油类等）、非常规污染物（氨、Cl 和 Fe）不利影响的地表水体。314 (a) 要求各州制定一个包括因点源或非点源受损的公有湖泊清单。319 (a) 规定州评估报告鉴别那些受非点源不利影响的水体。为 305 (b)、304 (1)、314 (a) 和 319 (a) 所制备的清单对 303 (d) 清单的制备是非常有用的。

## 2.3 TMDL 计划的制定

### 2.3.1 流域框架法制定 TMDL

许多水体污染都涉及广大区域，由多个点源和多种污染物（具有潜在的协同或者拮抗作用）或是非点源引起的。大气沉降和地下水排放也是地表水污染的重要来源。因此，EPA 推荐州基于地理（如流域）制定 TMDL，以便有效管理地表水质。

TMDL 进程是个衡量竞争污染问题并制定点源和非点源综合污染削减策略的推理方法。TMDL 进程允许各州从河道条件入手全面了解其水质问题。虽然国家可以根据当前的规划定义其水体，但州也应在确定 TMDL 的地理区域时考虑污染问题的程度和来源。一般来说，制定 TMDL 地理方法支持健全的环境管理并有效地利用有限的水质计划资源。在制定流域尺度的 TMDL 时，州应考虑修订许可证周期以便在某一流域所有许可证都在同一时间内有效。

流域框架 TMDL 与单一区段 TMDL 制定的一般过程大体上是相同的，图 2-1 说明了制定 TMDL 的典型步骤，包括：

- 利益相关者和受影响群体的公众参与，给予意见，反馈和补充。这一进程应贯穿整个 TMDL 的制定（和实施）全程

- 识别流域特征，水体及受损情况；TMDL 目标；潜在污染源
- 联系分析计算负荷容量
- 分配分析、评估，对点源进行废水负荷分配（WLA），非点源进行负荷分配（LA）
- TMDL 报告和管理记录的编写及提交 EPA

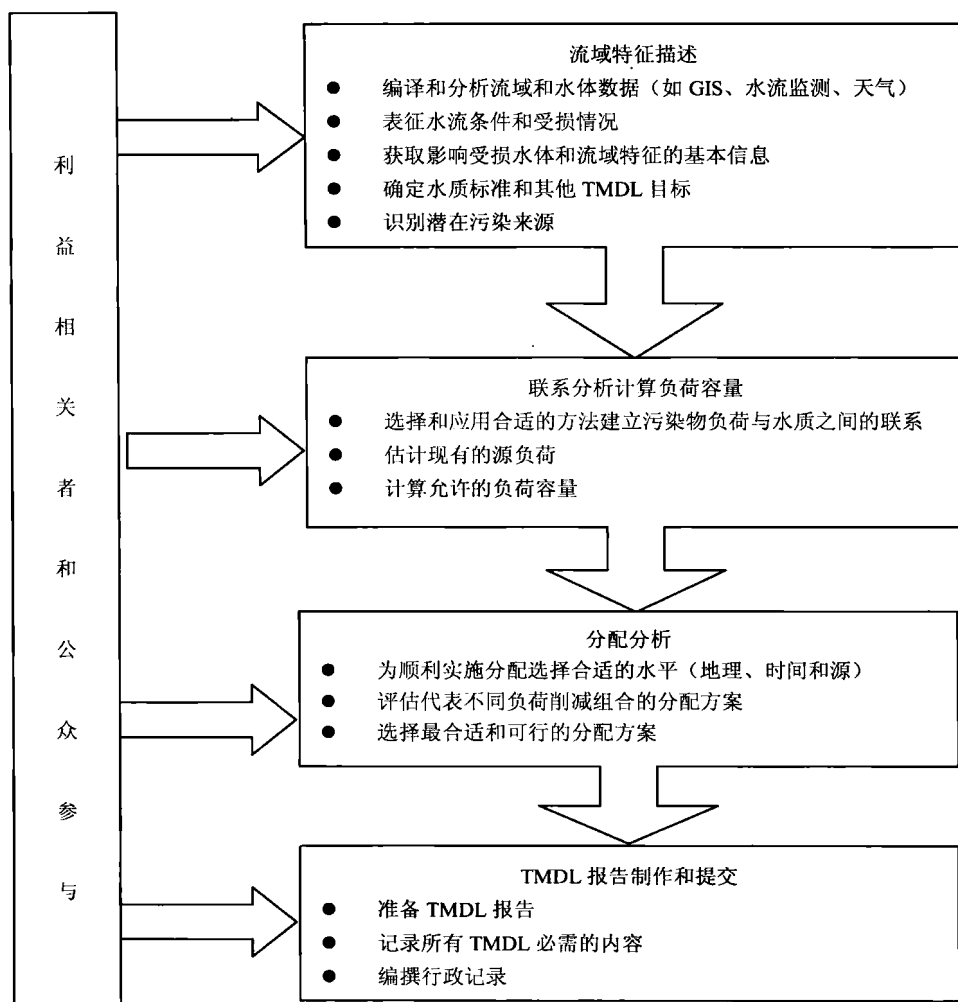


图 2-1 流域 TMDL 计划制定步骤

### 2.3.1.1 流域特征描述

TMDL 过程要求深入了解流域的特点、现有数据、受损原因、污染源、水质标准和潜在的 TMDL 目标。州 303 (d) 清单和水体评估文件可提供部分信息，但许多信息必须在完成 TMDL 的过程中收集和总结。这就是 TMDL 组成中的流域特征描述。流域特征描述是 TMDL 分析的基础，为所关注的受损、所需恢复的水平（如水质标准和 TMDL 目标）和受损原因提供基础信息。流域和水体特征、相关的受损及污染源可为确定 TMDL 使用的计算方法、详细程度及分析的关注点以及最终 TMDL 的实施提供必要的背景资料。流域特征描述的主要内容包括：

- 问题识别及数据分析
- 确定 TMDL 目标
- 潜在污染源的确定和评估

#### (1) 问题识别及数据分析

TMDL 进程中问题识别的目标是确定 TMDL 所需解决的污染本质。许多情况下,清单过程不足以代表问题识别过程。州或部落的 303 (d) 清单确定了受损水体和观测到的受损基本资料,通常包括水体特征(如名称、位置、尺寸)、所违反的水质标准、受关注的污染物及受损的疑似原因和来源。但是,TMDL 进程通常仍需其他的信息,例如,TMDL 实施者可能想知道:

- 现有的水质数据在空间和时间上的分布
- 流域的水质数据和受损之间的关联
- 303 (d) 是否正确识别水体受损的原因和污染源
- 最初的 303 (d) 清单过程后是否有新的数据,以及这些数据提供了什么额外信息

TMDL 的数据分析过程有助于回答这些问题,支持问题识别。它包括对 303 (d) 清单过程的回顾、流域环境和系统的彻底盘存,以及与水质损害相关的污染源空间分布的制图。通过初步描述水质问题和基本相互作用(问题出现的时间、地点和条件)及分析水流监测资料(如流量、水质、生物评估),确定关键问题。这些问题的答案有助于确定 TMDL 的很多技术问题,包括量化污染源、确定负荷分配,以及分析使用的时间和空间尺度。

因为一个流域 TMDL 可以包括多个子流域、受损区段、受关注的污染物受损的可能来源和影响受损的临界条件,识别问题阶段对有效地识别和分析解决关键问题并且最大化利用流域可用资源制定 TMDL 都是至关重要的。因此,重要的是要仔细分析可用的监测数据,以确定重要污染源、多重污染的联系,并且说明影响受损的临界条件或重要流域过程的模式或趋势。支持流域 TMDL 问题识别的数据分析的重要组成包括:

- 空间分析,确定水体和流域条件的空间变化,识别污染源及了解几个受损区段之间的关系
- 时序分析,评估受损、潜在源或其他造成受损情况的时序
- 分析多个参数或水流措施(如污染物浓度和流量)之间的关系,了解临界条件和识别潜在源

#### 空间分析

TMDL 工作者很多时候想知道整个流域的特征(如土地利用、水质、土壤/地质学)。这些特征的空间分析可为 TMDL 进程的多个步骤提供信息。例如,水质数据的空间分析可有助于确定污染物水平呈现增加的地区和分布。通过土地利用和其他水体信息的分析,TMDL 工作者可进一步理解分析潜在污染源和污染条件或可能加剧流域污染的过程。在完成流域 TMDL 制定时,空间分析更为重要,因流域土地面积更大,具有多支流,可能需要更仔细地评估多个污染源,充分认识污染源与水体受损之间的关系。例如,下游水体可能因上游支流和一些污染源而受损。可用水质数据的空间分析将有助于识别和定位污染源,包括任何潜在的不明来源,并为后续 TMDL 进程(如目标设定、源评估和负荷分配等步骤)提供信息。了解水质水平的空间变化也有助于随后的分析(如流域建模)中通过分离负荷增加的或有特点的区域而细分流域。

TMDL 的空间尺度与受损密切相关,可促进水体的清单过程以及对水体受损类型、用途受损的空间分布、沉积物源位置的相关评估和规划工作。TMDL 的空间尺度变化范围较大,包括具体的河流或流域,面积从几平方英里到超过 1 000 平方英里不等。

当为大流域或长流段制定 TMDL 时,应将流域划分为更小的分析单位。在子流域中,进一步按污染源分类分层(如农业、城市、河岸侵蚀)以根据每个源类别应用不同方法计算受损。使用任何水文解析有意义(如整个排水单位或支流)及易于分析(有可用来建立合理准确 TMDL 的方法)的尺度制定 TMDL。如果整个流域都有受损区段,那么建议以更小、更均匀的分析单位(子流域)进行分析。例如,具体的受损河段可能需要详细地针对具体来源的 TMDL。如果选择子流域方法,应注意在子流域和流域之间应用一致的方法,从而在评估较大的流域时可使用附加法。

如果指定用途受损的区段位于流域下游(如湖泊、河口或主干河流下游),使用数据密集性较小的筛选方法往往能一次有效地评估整个流域。为了有效地评估污染源,可将大型流域分为较小的单位进行负荷估计,再将其结果汇总到大流域尺度中。对于大型流域 TMDL 往往需要采用阶段性方法,后续监测可用来评估污染源负荷削减的成效,并评估 TMDL 联系污染源和影响的精度。如有必要,可以针对流域内具体的“热点”(有其当地问题的)进行更深入的分析。TMDL 尺度的选择可能涉及全面处理所有指定使用、关注来源以及分析准确性的问题。表 2-1 总结了使用大流域和小流域 TMDL 研究单元的优缺点。

表 2-1 不同 TMDL 流域分析尺度的优缺点

|    | 大尺度 TMDL 研究单元 (>50mi <sup>2</sup> )                                                                                                                           | 小尺度 TMDL 研究单元 (<50mi <sup>2</sup> )                                                                                                                |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 优点 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 可运行较大尺度的流域过程</li> <li>● 更有可能考虑积累效应</li> <li>● 避免对多个支流进行独立研究</li> </ul>                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 能更容易地辨别和确定细颗粒污染源及其影响之间的关系,以及需要的控制措施</li> <li>● 能够使用更加准确的、数据更多的方法</li> </ul>                               |
| 缺点 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 混杂变量模糊因果关系</li> <li>● 对于复杂的水体较难确定其数值目标</li> <li>● 地形的复杂使得污染源估算更加困难</li> <li>● 大尺度的分析可能会使 TMDL 遗漏小尺度的污染源影响</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 可能遗漏只有在大尺度水平上才能体现的因果效应(积累影响)</li> <li>● 覆盖同一个地区的流域可能需要进行许多独立的 TMDL 研究</li> <li>● 大型河流是小尺度研究的难题</li> </ul> |

### 时序分析

在任何 TMDL 中,评价水质数据的时间模式有助于了解污染源行为、天气模式,以及与污染相关的水体条件。水质数据的时间分析可以帮助确定季节性污染源和相关负荷(如放牧、季节性居民和娱乐用途),确定新污染源及比较污染前后的水质数据。虽然污染源活动可以影响水质时空变化,但其与环境条件(如天气)及由此产生的流量模式更为相关。评价水质、流量和季节之间的关系有多种方法,包括绘制各种技术数据的简单时间序列进行视觉比较、回归分析,或使用流动时间曲线等。因为某些类型的污染源排放通常是在特殊的流量条件下才能观察到的,评价流量和相应的水质可能是识别流域中潜在污染源,以及了解水体和受损条件、选择适当技术方法的有效工具。

多参数评估

许多引起整个流域受损的污染物可能来自于同一污染源。例如，营养物质和细菌往往来自相同类型的污染源，如缺乏化粪池系统、野生动物和农业牲畜养殖。评估多种污染物之间的关系可以帮助了解流域的污染源类型和更好地进行评估和分配。此外，一些污染物可能实际上依赖于其他污染物。例如，某些污染物（如营养物、金属等）可以通过吸附在沉积物颗粒上而被运送到受纳水域。规律施肥的农业区域，侵蚀较强的区域（如退化耕地、过度放牧地区、河道侵蚀的地区）其流域土壤会流失大量养分。同样，一些水体会经历污染物的长期积累，如重金属、农药等吸附在沉积物上而没有去除。这些可留在底泥中的污染物因流水体量增加或其他干扰而悬浮在水中。沉积物浓度的增加与其他污染物之间的关系，可以帮助查明这些情况，以更好地确定源评估的目标。

由于流域 TMDL 往往比单一区段的 TMDL 涉及的地理范围更广，最好有足够的数用来描述整个流域和关键地点（如支流汇流、主要汇流上游/下游）的水质和污染源。不可比的数据将会给有意义的统计或模型分析带来困难。然而，无论是单一区段还是流域，TMDL 都要面对数据局限性和多个数据库的差异问题。制定 TMDL 有时得不到足够的数据量、数据段和空间分布的支持。TMDL 指南指出，数据的有限性不足以构成不制定 TMDL 的理由，并推荐使用最佳可用数据制定 TMDL。当估算是基于有限的信息时，使用阶段性方法制定 TMDL 是适当的（2.3.2 节讨论）。如果 TMDL 必须在有限的数下制定，则在今后的需要补充数据和信息，修改 TMDL 负荷总量。

(2) 负荷总量目标识别

所有的 TMDL 都需要评估水体水质达标的目标或指标，确定指标和目标的步骤如图 2-2 所示。

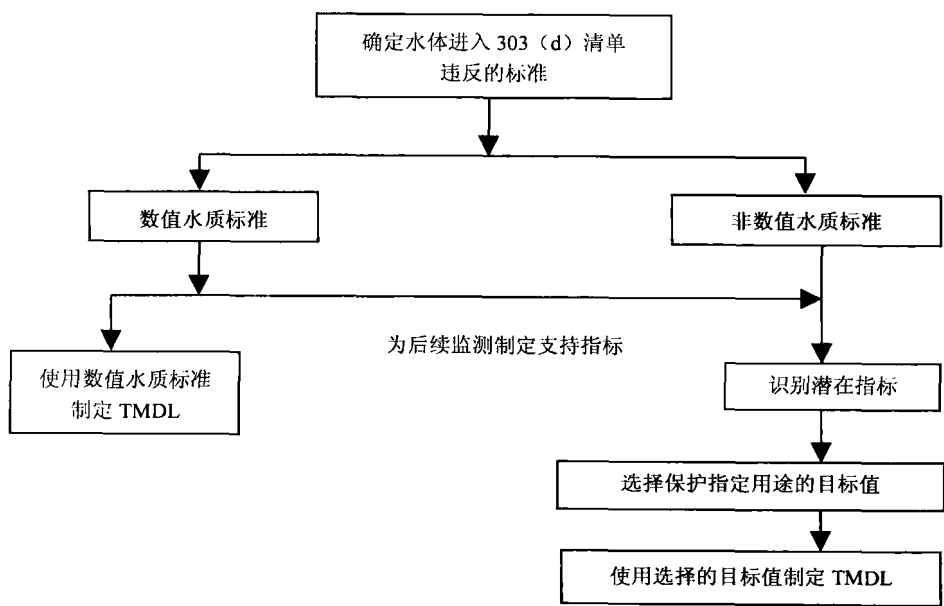


图 2-2 确定指标和终点因素