

澜沧江 - 湄公河合作专项基金支持项目



澜湄国家水质提升能力建设研究



生态环境部对外合作与交流中心
Foreign Environmental Cooperation Center



澜沧江 - 湄公河环境合作中心
Lancang-Mekong Environmental Cooperation Center



中国 - 东盟环境保护合作中心
China-ASEAN Environmental Cooperation Center

目 录

第一章 前言	4
1.1 澜湄流域地理与生态环境	4
1.2 澜湄合作机制的建立	7
1.3 澜湄流域水资源利用与水环境保护问题	7
1.4 澜湄流域的合作与发展	8
第二章 澜湄流域各国水质现状分析	9
2.1 澜湄流域水质监测数据来源	9
2.2 澜湄各站点水质状况	11
第三章 澜湄流域各国水质需求研究	12
3.1 澜湄流域各国水资源需求分析	12
3.2 澜湄各国水环境管理法规比较及建议	15
3.3 澜湄各国水污染处理设施分析及建议	16
第四章 澜湄流域水质管理技术研究	19
4.1 澜湄流域水污染负荷管理	19
4.2 水环境容量分析	20
第五章 澜湄流域水质提升途径研究	21
5.1 水环境管理信息系统建设	21
5.2 在现有湄委会基础上扩展成澜湄委员会	23
第六章 结论	26

第一章 前言

1.1 澜湄流域地理与生态环境

1、地理概况

澜沧江－湄公河（以下简称澜湄）发源于中国青海省唐古拉山脉岗果日峰的扎曲，流至昌都后始称澜沧江。流至云南省南腊河口出境，出境后改称湄公河。自北向南流经中国青海、西藏、云南三省区和缅甸、老挝、泰国、柬埔寨、越南五国，于越南胡志明市附近湄公河三角洲注入中国南海，是亚洲一条重要的国际河流。澜湄全长约 4900km，流域总面积 81 万 km²，以长度计为世界第六大河流，澜湄流域见图 1-1。



图 1-1 澜湄流经区域

澜湄在中国境内呈北南走向，特殊的地质条件、复杂的地形地貌造就了丰富而独特的生物多样性，同时涵盖了寒带、温带、热带三大气候，具有雪山冰川、高原草甸、深山峡谷、浅山丘陵、冲积平原和河口三角洲等多种地理地貌。流域从青藏高原一直延伸到南海。在亚洲江河中，仅长江与恒河的径流量大于湄公河。

根据河谷地形情况，澜湄可以分为上下两个部分。上游为狭长谷地，切穿横断山脉和云贵高原，约占流域总面积的 1/4。下游流经泰国的呵叻高原（Khorat Plateau），老挝和越南的安南山脉（The Annan Mountains）西坡以及泰国、柬埔寨和越南，最后通过越南的三角洲汉河汇入中国南海。按照地形差异，下游的湄公河可分为 5 个区：北部高原、安南山脉（长山脉）、南部高地、呵叻（Kele）高原和湄公河平原。北部高原包括老挝北部，泰国的黎府（Lei）和清莱省（Chiang Rai），

山高谷深，海拔 1500~2800m。安南山脉从西北向东南延伸 800km，北部和中部的山坡较陡，南部为丘陵地区。南坡和西坡受西南季风的影响，雨量较大，而中部河谷较干旱。南部高地包括柬埔寨的豆蔻山脉(Cardamom Mountains)，东面为绵延山地，西南为丘陵地。呵叻高原包括泰国东北部和老挝的一部分，为长宽各约 500km 的蝶状山间盆地，支流蒙河(Mun River)流经该地。湄公河平原为大片低地，包括三角洲地区。在金边以下，湄公河分为两条支流：湄公河自身与巴塞河。三角洲自此一直伸展到海岸，三角洲总面积约为 64,750km²。

2、主要水系

在中国境内的澜沧江干流长 2161km。下游湄公河在老挝境内径流长 1987km，在泰国境内径流长 976km，在柬埔寨境内径流 501km，在缅甸境内径流 265km，在越南境内径流 229km，其中多国共同拥有河流边界。澜湄流域水资源丰富，多年平均径流量 4765 亿方（见表 1-1、1-2）。

表 1-1 澜沧江 - 湄公河基本情况表

河段	河长 /km (占总河长的比例)	流域面积 /10 ⁴ km ² (占全流域)	年径流量 / 亿方 (占全流域)	产水量 m ³ /s (占全流域)
澜沧江	2161 (44.3%)	16.44 (20.2%)	761 (16%)	2140 (16%)
湄公河	2719 (55.7%)	64.66 (79.8%)	4004 (84%)	12650 (84%)
澜湄流域	4880 (100%)	81.10 (100%)	4765 (100%)	15060 (100%)

表 1-2 澜沧江 - 湄公河流域各国所占水资源

国家	径流里程 /km	产水量 m ³ /s (占全流域)	湄公河流域面积 /10 ⁴ km ²	占流域总面积的比 例 (%)	流域面积占领土面 积的比例 (%)
缅甸	265	300 (2%)	2.40	3.80	3.60
老挝	1987	5270 (35%)	20.20	31.24	85.34
泰国	976	2560 (18%)	18.40	28.45	35.87
柬埔寨	501	2860 (18%)	16.17	25.00	89.34
越南	229	1660 (21%)	6.50	10.05	19.70

中国境内澜沧江支流众多，较大支流有泘江、漾濞江、威远江、补远江等。上中游河道从青藏高原穿行在横断山脉间，河流深切，形成两岸高山对峙，坡陡险峻的V形峡谷。下游沿河多河谷平坝，河道中险滩急流较多。

湄公河干流河谷较宽，多弯道，经老挝境内的孔（Khone）瀑布进入低地，到柬埔寨金边（Phnom Penh）与洞里萨（Tonle Sap）河交汇后，进入越南三角洲。湄公河在金边下游分成两条汉河，分别为湄公河和巴塞河（PaSak River）。在河口附近，湄公河又分成3条汉河入海。湄公河最大支流是泰国境内的蒙河，该河发源于呵叻府，河流先向东北流，然后转向东流，最后注入湄公河，河流全长550km，流域面积15.4万km²，多年平均流量720m³/s，其最大支流是锡河。湄公河另一条较大支流是洞里萨河，该河发源于柬泰边境，河流向东南流，最后在金边注入湄公河。金边附近分成前江与后江，三角洲上再分六支，经九个河口入海，故入海河段又名“九龙江”。湄公河涨水时，水注入洞里萨湖，湖面积由2590km²增加到7700km²，而在冬季，湄公河水消退后，水从洞里萨河流入湄公河，洞里萨湖和洞里萨河可以通航。



图 1-2 澜沧江 - 湄公河流域水系图

1.2 澜湄合作机制的建立

澜沧江-湄公河作为一条天然纽带，将六国紧密相连。从历史渊源而言，中国与湄公河流域国家是好邻居，彼此山水相连、人文相通。从现实条件而论，中国与湄公河五国都建立了全面战略合作伙伴关系，政治上相互信任；边境线、河流线、水陆空交通线犹如血脉，将六方主要经济区、发展资源紧密连接，开展合作优势突出。正是基于彼此存在广泛的利益交集，因而才需要高瞻远瞩的构想与谋划，努力使次区域成为真正的命运共同体，澜湄合作机制也应运而生。中国国务院总理李克强在2014年11月第17次中国-东盟领导人会议上率先提出在中国-东盟（10+1）框架下探讨建立澜沧江-湄公河对话合作机制。并于2015年11月在云南景洪召开了澜沧江-湄公河合作首次外长会议，对澜湄合作框架与领域进行探讨，达成合作共识，并为澜湄合作首次领导人会议奠定了基础。2016年3月23日，澜湄流域国家首次领导人会议正式在中国海南三亚召开，会议标志着澜湄合作机制正式建立。

1.3 澜湄流域水资源利用与水环境保护问题

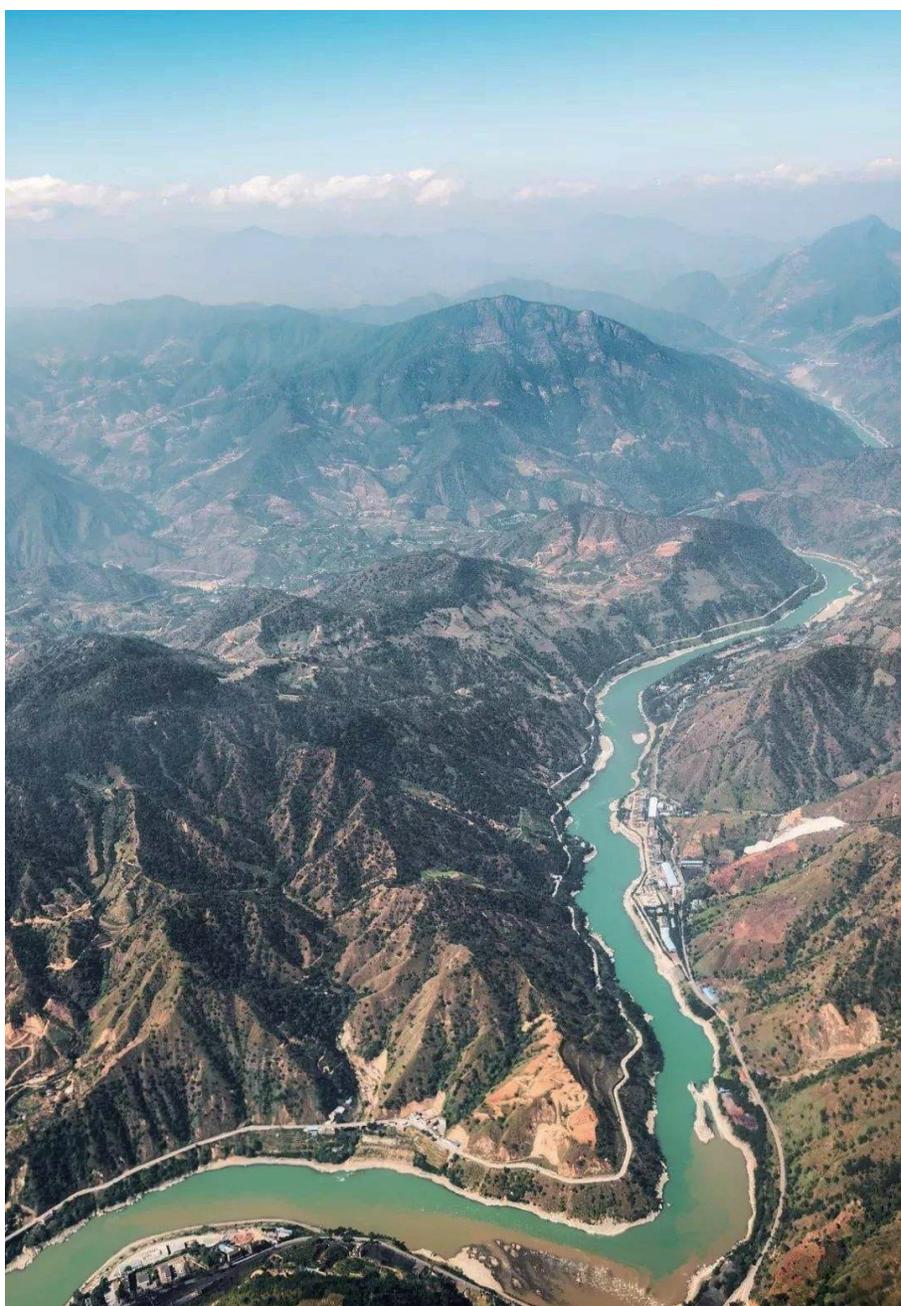
在澜沧江-湄公河的管理和合作开发过程中，由于沿岸各国所处的上下游地理位置不同，社会经济发展水平差异，水资源开发目标和水环境保护措施也各不相同。上游国家（如中国、老挝）地势陡峭，水电开发潜力大，而下游国家（如柬埔寨、越南）地势平坦，注重灌溉和渔业。由于国际河流常常造就不对称的上下游关系，下游国家面对上游国家往往处于弱势地位。下游国家担心上游的水质污染、调水蓄水、水电开发和航道清理会破坏河流的自然生态系统，影响下游水量水质，并可能使作为国民经济重要组成部分的渔业和农业减产。

目前，澜湄流域开发存在四个主要矛盾：一是中国在上游澜沧江的梯级水电开发计划，引发下游国家的焦虑；二是泰国一直计划实施大型干流引水项目，在泰国廊开和老挝万象之间的湄公河上引水，经过一条200km长的水渠调至泰国乌汶府附近的湄公河支流栖河（Chi River）和蒙河（Mun River），解决其东北部土地在干季的灌溉问题，此举引发下游国家越南和柬埔寨的不安；三是老挝近年来开始实施湄公河干流开发计划，正在建造的沙耶武里水电站和栋沙宏水电站引起越南和柬埔寨的强烈反对；四是越南和柬埔寨纷纷在共享的湄公河支流桑河（Se San）、斯雷伯克河（Sre Pok）和公河（Se Kong）上兴建梯级水电站，也引发关于水电开发跨境影响的争端。

此外，湄公河委员会与中国对澜沧江的治理制度也存在差异。由于湄公河的保护主体众多，存在保护不到位等多方面问题，包括：湄公河委员会达成的协定无法真正落实，无法实现统筹规划；各国各自为政、过度保护本国利益，缺乏全流域整体环境保护意识；非政府组织缺少权威性和强制性，不能解决环境保护的根本性问题。

尽管澜湄流域国家水资源合作是大势所趋，但如何建立有效的合作机制是流域国家面前的难题。2009年，联合国环境规划署和亚洲理工学院联合发布了《东南亚淡水危机：环境改变下的淡水资源脆弱性评估（湄公河流域）》。报告称：“湄公河流域水资源属于中等脆弱……湄公河流域丰富的可用水资源和水资源管理缺失形成了鲜明的对比，这种对比要求在资源开发和维护生态健康之间取得一种平衡。目前迫切需要通过加强流域国家之间正在进行的合作，就水资源公平利用和管理达成一致。”

2018年11月，首届澜湄水资源合作论坛在云南昆明开幕，这是落实澜湄合作领导人第二次会议成果的重要活动，以“水伙伴合作，促永续发展”为主题，打造水资源政策对话、技术交流和经验分享平台。在会议上，湄公河五国代表均发言就支持推进澜湄水资源合作交流共赢达成一致共识。2019年3月，水资源领域“澜湄周”活动暨澜湄水资源合作青年论坛活动在南京成功举办，中国水利部大力推动六国加强水资源领域高层沟通协调，积极开展一系列水利技术交流与人才培养和务实合作项目，澜湄六国共同制定了《澜湄水资源合作五年行动计划》，谋划六国水资源合作发展蓝图。澜湄流域的合作是流域各国结合实际情况与共同需求自发形成的新型次区域合作机制，是流域国家共商、共建、共享、共赢的合作平台。



第二章 澜湄流域各国水质现状分析

2.1 澜湄流域水质监测数据来源

为掌握湄公河的水质情况，湄公河委员会在湄公河流域建立了 22 个常规水质监测站，见表 2-1 和图 2-1。作为基础监测站可以提供较为详细的水质监测数据。缅甸的水质监测站点暂时没有对外开放，其数据主要来自于文献调查。中国的水质数据主要来自青海省生态环境厅和云南省生态环境厅每年的环境状况公报。

表 2-1 湄公河流域 22 个水质监测站点位置

编号	检测站名称	河流	国家	纬度	经度
1	Houa Khong	湄公河	老挝	21.5471	101.1598
2	ChiangSaen	湄公河	泰国	20.2674	100.0908
3	LuangPrabang	湄公河	老挝	19.9000	102.0000
4	Vientiane	湄公河	老挝	17.9281	102.6200
5	NakhonPhanom	湄公河	泰国	17.4250	104.7744
6	Savannakhet	湄公河	老挝	16.5583	104.7522
7	KhongChiam	湄公河	泰国	15.3255	105.4937
8	Pakse	湄公河	老挝	15.1206	105.7837
9	StungTreng	湄公河	柬埔寨	13.5450	106.0164
10	Kratie	湄公河	柬埔寨	12.4777	106.0150
11	KampongCham	湄公河	柬埔寨	11.9942	105.4667
12	ChrouyChangvar	湄公河	柬埔寨	11.5861	104.9407
13	NeakLoung	湄公河	柬埔寨	11.2580	105.2793
14	KaormSamnor	湄公河	柬埔寨	11.0679	105.2086
15	TanChau	湄公河	越南	10.9079	105.1835
16	MyThuan	湄公河	越南	10.2725	105.9100
17	MyTho	湄公河	越南	10.3430	106.3505
18	Takhmao	湄公河	柬埔寨	11.4785	104.9530
19	KohKhel	湄公河	柬埔寨	11.2676	105.0292
20	KohThom	湄公河	柬埔寨	11.1054	105.0678
21	ChauDoc	湄公河	越南	10.9552	105.0867
22	CanTho	湄公河	越南	10.0580	105.7977

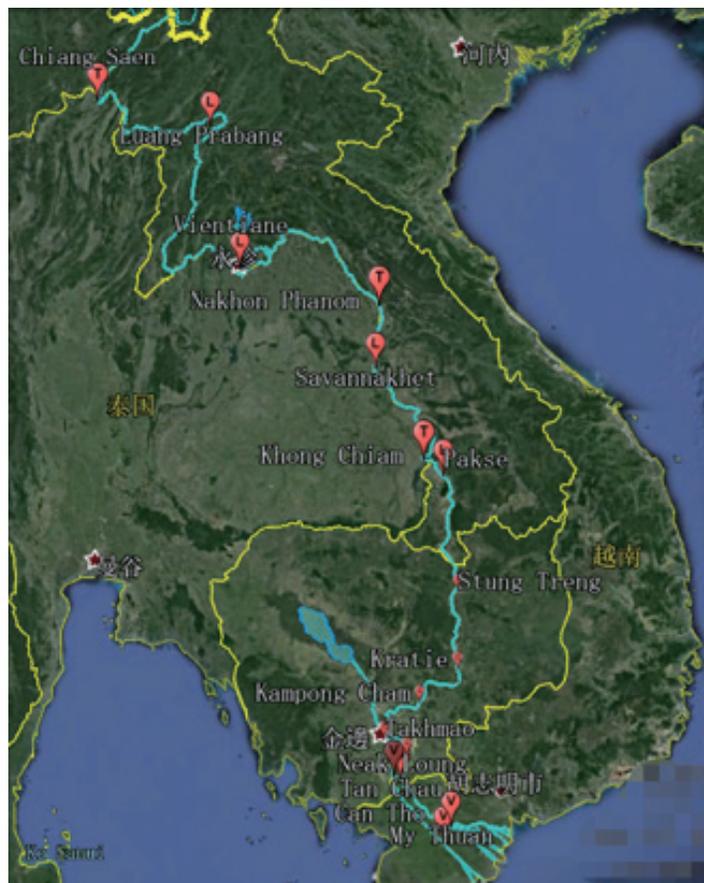


图 2-1 湄公河流域 22 个水质监测站点位置

以中国地表水水质标准为参考，分析澜湄流域各国水质监测站点的水质状况，对于中国地表水水质标准中没有规定的监测指标，参考湄公河委员会制定的监测指标标准。

表 2-2 MRC 水质监测 8 项指标的中国地表水水质标准

监测指标	单位	中国地表水水质标准				
		I 类	II 类	III 类	IV 类	V 类
高锰酸盐指数 (COD _{Mn})	mg/L	15	15	20	30	40
溶解氧 (DO)	mg/L	7.5	6	5	3	2
电导率 (EC)	mS/m			—		
氨氮 (NH ₃ -N)	mg/L	0.15	0.5	1	1.5	2
硝酸盐 (NO ₃ ⁻)	mg/L			<10		
pH	/			6 到 9		
总磷 (TP)	mg/L	0.02	0.1	0.2	0.3	0.4
总悬浮物 (TSS)	mg/L			—		

第三章 澜湄流域各国水质需求研究

3.1 澜湄流域各国水资源需求分析

澜湄流域各国水资源都较丰富，都完全能够满足各国的年淡水需求量。其中，缅甸的水资源量最高，但是用水需求很少，用水需求占总淡水资源总量的 3.31%。

中国境内青海、西藏、云南三省区对澜沧江流域地表水资源的需求量比例相对最大，原因是澜沧江流域下游云南人口密度大，经济发展需求强烈。泰国对湄公河流域地表水资源量的需求量比例也很高，泰国境内的湄公河流域面积较大，地表水资源总量也相对较多，在能满足该国境内地表水资源用水需求的同时，泰国的经济发展也给该段河流带来更多的污染负荷。澜湄流域各国水资源总量与用水需求比见图 3-1。

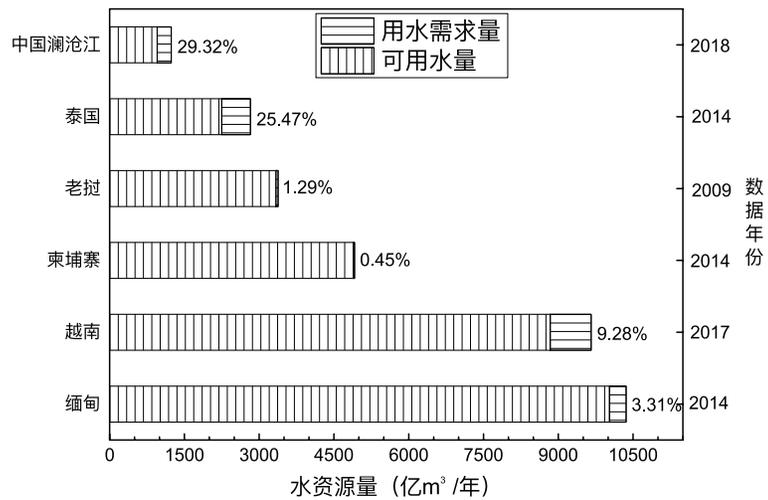


图 3-1 澜湄流域各国水资源总量与用水需求比（数据来源 WEPA 2018）

在淡水资源利用结构方面，农业用水占比都很高，平均值为 90.5%，其中越南在农业用水上的占用比例最高，而中国澜沧江流域农业用水的占用比例最低。见表 3-1 和图 3-2。



表 3-1 澜湄流域各国农业用水需求量

	用水需求量 (亿方 / 年)	农业用水比例 (%)	农业用水需求量 (亿方 / 年)
越南	820	94.8	777.36
泰国	573	90	515.7
缅甸	332	89	295.48
中国澜沧江	280	82	229.6
老挝	43	93	39.99
柬埔寨	22	94	20.68

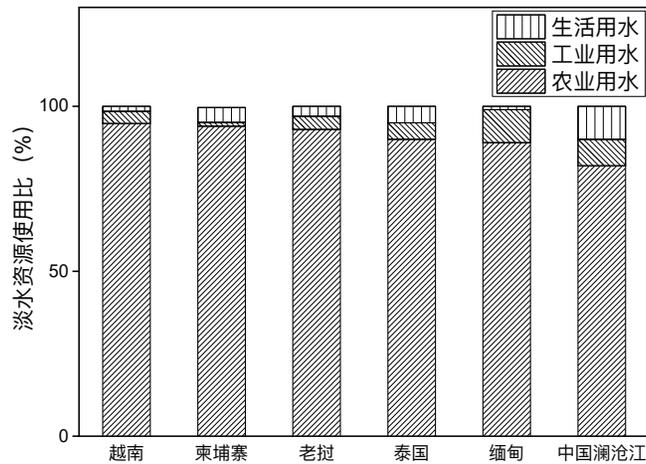


图 3-2 澜湄流域各国淡水资源使用对比

农业用水占比高反映了澜湄流域国家（中国为西南方省份）经济发展的状况，相对工业来说，农业生产对河流的污染要小很多，不会轻易导致恶性水污染事件发生。但是农业污染属于面源污染，农药残留的有害物质更加难以管理，只能通过发展生态农业逐步解决，如尽量采用生物制剂杀虫；控制农药和化肥的使用量，提高农药花费利用效率等。

在工业用水方面，各国工业用水比例均值为 5.3%。在澜湄流域用水需求最高的国家为缅甸和越南，其次是泰国。虽然越南和泰国比中国澜沧江流域和老挝在工业用水比例低，但是越南和泰国的工业用水量是位居第二以及第三的。越南在工业用水的需求量上位居第一，泰国位居第二。

表 3-2 澜湄流域各国工业用水需求量

	用水需求量 (亿方 / 年)	工业用水比例 (%)	工业用水需求量 (亿方 / 年)
缅甸	332	10	33.2
越南	820	3.7	30.34
泰国	573	5	28.65
中国澜沧江	280	8	22.4
老挝	43	4	1.72
柬埔寨	22	1.15	0.253

在生活用水方面，占用比例平均为 4.2%，中国澜沧江流域的生活用水使用比例最高，远超出其他几个国家，缅甸的生活用水使用比例最低。但是泰国的生活用水使用量最高，中国澜沧江流域生活用水使用比例排第二。越南的用水需求量虽然最高，但是其生活用水需求比例却很低，只占其总用水需求量的 1.5%。越南在湄公河流域各国中，人口居首，但是用水需求量却只排到了第三。泰国人口位居第二，生活用水需求却排第一。

表 3-3 澜湄流域各国生活用水需求量

	用水需求量 (亿方 / 年)	生活用水比例 (%)	生活用水需求量 (亿方 / 年)
泰国	573	5	28.65
中国澜沧江	280	10	28
越南	820	1.5	12.3
缅甸	332	1	3.32
老挝	43	3	1.29
柬埔寨	22	4.48	0.9856

3.2 澜湄各国水环境管理法规比较及建议

澜湄流域各国水环境管理法规见表 3-4。

经过对澜湄流域各国水环境管理法规分析对比，发现：

缅甸尚未建立水环境管理法规体系，相较于湄澜流域其他国家还是落后不少。目前仅有《水资源与河流保护法》，在 2012 年出台了《环境保护法》，是缅甸环保事业一大飞跃。

柬埔寨涉水法律法规主要是 1996 年通过的《环境保护与自然资源管理法》，重点是对境内的自然资源实行开发与保护相结合的制度，尚未构成体系。

越南关于环境保护的法律和规定主要由一些较为核心的法规组成，覆盖了国家关于环境保护方面的重要领域。在 1993 年颁布《环境保护法》，1998 年颁布了《水资源法》。

老挝已经初步形成了环境保护法律制度体系，在环境法律体制的约束下，老挝的环境保护已取得了一定的成效，但环境保护的执法力度和监督体制仍然不够完善。

泰国没有专门的环境影响评价法，该制度主要在《环境质量法》中规定。

澜湄流域各国都制定过相关的水环境管理法律法规，但各国的标准与完善程度不同，更加要求澜湄流域各国增强在水环境管理法律法规方面的合作，相互借鉴补充，逐渐形成完善统一的澜湄流域的水环境管理法律法规。

表 3-4 澜湄流域各国水环境保护相关法律

国家	主要法律法规名称
中国	《中华人民共和国水污染防治法》、《环境保护法》、《中华人民共和国水法》、《中华人民共和国水土保持法》、《中华人民共和国防洪法》、《环境影响评价法》
柬埔寨	《环境保护和自然资源管理法》、《水污染控制法》、《饮用水标准》、《水资源管理法》
老挝	《水与水资源法》、《水与水资源政策》、《环境保护法》、《国家环境标准协议》
缅甸	《杀虫剂法》、《水资源与河流保护法》
泰国	《环境保护法》、《地下水法案》、《国家环境保护与促进法》
越南	《水资源法》、《国家水资源战略》、《环境保护法》

3.3 澜湄各国水污染处理设施分析及建议

澜湄流域中下游国家经济发展相对落后，各国在水污染治理上工作很大层面上受到财政经费的掣肘。通过调查研究，分析了澜湄流域各国水处理技术工艺如表 3-5 所示。

表 3-5 澜湄流域各国污水处理技术

国家	污水处理设施现状	污水处理工艺
老挝	没有相应的污水收集、处理系统	污水直排
缅甸	目前还没有一套完整的水环境防治法律法规； 没有相应的污水收集、处理系统	污水直排
泰国	建设污水处理厂	稳定池、曝气氧化池、活性污泥系统
柬埔寨	修建污水渠，将污水集中收集处理	污水集中处理
越南	修建中央运营污水处理厂，但是污水收集设施欠缺	污水集中处理系统
中国	城市污水处理技术正在革新完善，但是处理方法相对保守； 农村污水处理缺少规模效应以及标准建构； 农村污水排放标准缺失，评价指标体系不完善。	传统污泥法； 连续循环曝气系统的 CCAS 反应池工艺法； 生物处理技术、生态处理技术以及组合处理技术； An/O 及其改良工艺、氧化沟类工艺和 SBR 类工艺。

从上表可以看出，老挝和缅甸基本上没有污水处理设施，尤其是缅甸，长期处于战乱的状态下，基础设施极为缺乏。泰国相对于柬埔寨和越南来说，具有基本的污水处理设施，运用了最基本的污水处理工艺。中国相对澜湄流域中下游国家来说，污水处理技术相对成熟，见表 3-6。各国污水处理设施都不能实现全覆盖，特别是对于农村污水的收集处理更为困难。

表 3-6 中国城镇污水处理工艺情况

工艺分类	污水处理厂数量 / 占比 %	总设计处理能力 / 万 m ³ /d	平均设计处理能力 / 万 m ³ /d	最大处理能力 / 万 m ³ /d	最小处理能力 / 万 m ³ /d	工艺类型
活性污泥法工艺	10/0.7	299.5	29.95	170	0.5	* 传统活性污泥法等
An/O 及其改良工艺	541/39.5	4587.76	8.48	280	0.25	*A/O、A ² /O、倒置 A ² /O、A ² /O+MBR、UCT 及 MUCT、巴顿弗、多段多级 A/O、OCO 工艺等
氧化沟类 工艺	390/28.4	1467.23	3.76	30	0.3	* 卡鲁塞尔 (2000)、DE、奥贝尔及其改进形式、一体化氧化沟
SBR 工艺	242/17.7	995.22	4.11	50	0.13	* 传统 SBR、CASS 及其改进、CAST、IC TANK 及其改进、DAT-IAT、AICS、CTECH、ZT 廊道交替池工艺等
百乐克工艺	37/3.0	107.7	2.91	10.6	1	* 百乐克及改良百乐克、悬挂链曝气等
人工湿地类工艺	22/2.7	56.05	2.55	25	0.1	* (强化)人工湿地、ETS 生态处理、高效复合塘+人工湿地、人工快渗等
生物膜工艺	52/3.8	218.53	4.2	40	0.025	* 曝气生物滤池、移动床生物膜反应器、生物接触氧化、生物流化床、浮动生物床等
MBR 及其改良	12/0.9	94.15	7.42	16	0.3	*AB 法、硅胶土类、MBR 及其改良、富氧曝气、部分复合工艺、一期与二期采用不同工艺等
其他类处理工艺	64/4.7	507.3	7.93	35	0.5	*AB 法、硅胶土类、富氧曝气、部分复合工艺、一期与二期采用不同工艺等

在中国城镇污水处理系统的工艺中，平均运行负荷率值为 77.3%，平均单位电耗量 0.33 千瓦时每立方米污水，其中氧化沟类工艺类运行负荷率最高，为 83.5%，单位耗电量低于均值，百乐克工艺运行负荷率最低，为 70.5%，单位耗电量高于均值。总体上，相对于澜湄流域其他几个国家，中国污水处理技术水平最高。特别是云南大部分地区作为旅游城市，当地政府肯定很重视水污染防治的问题。

对于污水处理厂以及污水处理工艺的选择要考虑多方面的综合因素，除了要考虑污水处理厂的污水处理效率以外，还要考虑政府单位经费或工厂经济效益问题。不同的水质排放要求对污水的处理要求不同，因此应根据当地污水处理排放或者污水处理再应用的需求选择相应的污水处理工艺，建立污水处理厂或者改善当地现有的污水处理系统。在此基础上，考虑经费支持以及效益最大化，在保护水环境的同时，保证当地经济发展不因为环境保护受到掣肘，达到人与环境和谐发展的目的。此外，对于污水厂排放标准的设定，并不是越严格的排放标准越好，为到达人与自然和谐共存发展的目的，在考虑保护环境的同时，也要兼顾排放标准对当地经济的反作用影响。在各国制定污水排放标准的时候，应该考虑实际情况，对于某些经济欠发达、污水处理技术水平较低的地区，严格的排放标准将极大限制地区总体污水处理能力。对于不同环境容量和环境承载力的区域，如果不考虑上述影响因素，而一刀切采用完全统一的污水排放标准，并不能有效的治理好水体环境。因此，国家在制定水污染排放标准时，应综合考虑区域适用性和科学性。各地方应因地制宜，综合考虑当地的环境承载能力、处理技术发展及经济水平等方面对于污水处理行业的影响。

从上面分析可以看到，中国环境工程企业可以走出去，帮助湄公河下游国家完善水处理基础设施。这些环保企业在流域可持续发展方面将大有作为。



第四章 澜湄流域水质管理技术研究

4.1 澜湄流域水污染负荷管理

湄公河委员会在湄公河流域对外公开水环境污染指标监测数据的监测站点有 22 个。这 22 个监测站点大部分建立在人口聚集地，但是从相邻两个站点之间的距离来看，部分站点之间距离较大，而部分站点分布密集。在柬埔寨境内湄公河流域主要分为主流以及洞里萨湖侧流，流域两岸主要发展农业，人口居住密集，水质监测站点分布较密集。靠近洞里萨湖的监测站点能监测金边排出的城市污水水质。

通过上述监测站点的数据，可以估算澜湄各河段的污染负荷，其中 2017 年个河段 COD 污染负荷见图 4-1。

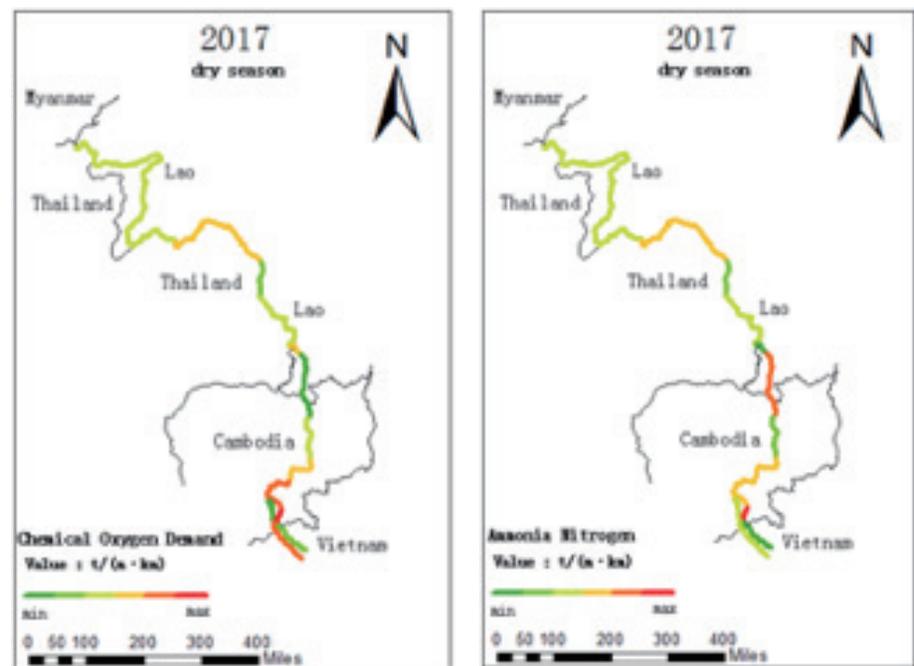


图 4-1 澜湄流域 2017 年旱季 COD_{Mn} 和氨氮的污染负荷

根据计算结果发现整体上澜湄河流的污染负荷较小，主要原因是澜湄流域工业生产能力还没有得到充分发展，其中 COD 最大污染负荷出现在老挝和泰国中段，以及柬埔寨与越南交界处河段。氨氮污染负荷较大河段在老挝和柬埔寨交界处。随着未来澜湄流域经济快速发展，湄公河水污染负荷将有增加趋势，因此需要各国政府部门对河流水环境进行合理的管理，提前制定水环境流域规划。

4.2 水环境容量分析

为进一步分析澜湄各河段未来可以容纳的污染负荷，基于中国地表水三类水质标准，估算澜湄各河段的水环境容量，见图 4-2。

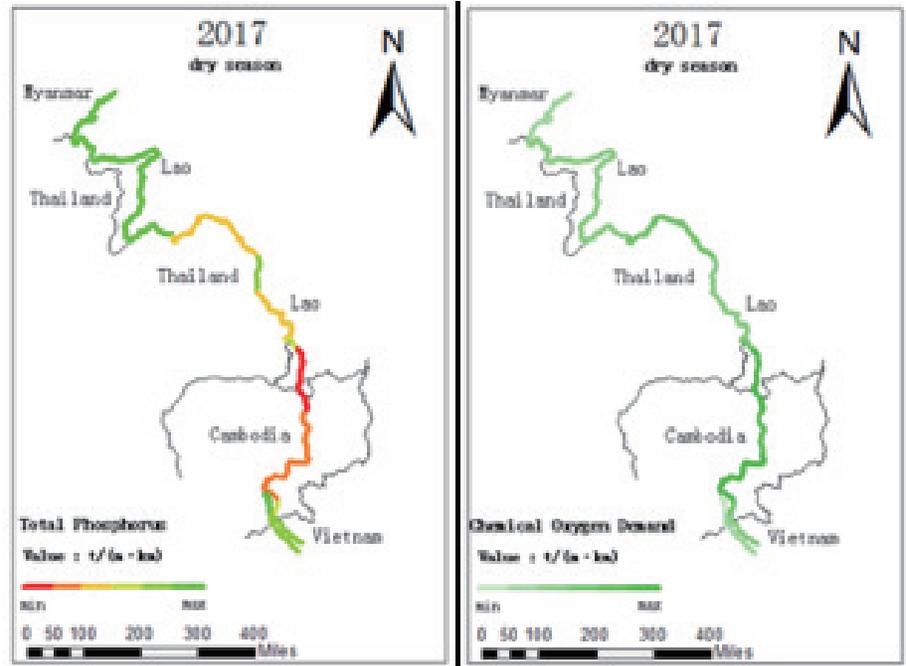


图 4-2 澜湄流域 2017 年旱季总磷和 COD 的环境容量

通过分析发现，澜湄河流的 COD 环境容量整体上较大。总磷环境容量较小的地区主要为老挝上游进入泰国的河段以及老挝下游进入柬埔寨境内的河段，柬埔寨和越南境内流域的环境容量显著超标，该段人均居住密集，农业生产发达，总磷的环境容量超标，其他指标均显现出良好状态。当地政府应该采取一些政策，细化落实到具体生产实践中去，减少在湄公河环境容量相对较小的时候的污染负担。



第五章 澜湄流域水质提升途径研究

5.1 水环境管理信息系统建设

1、建立统一水质监测标准

建立统一的水质标准是进行国际河流水质管理的基础。综合各国的地表水水质标准，按照从严保护澜湄流域水环境的原则，建议建立一套《澜湄流域水环境指标体系和标准值体系》，详见表 5-1。

序号	指标	I类	II类	III类	IV类	V类	方法	指标来源	
1	水温 (°C)	人为造成的环境水温变化应限制在: 周平均最大温升≤1 周平均最大温降≤2						现场	中国
2	pH	6~9						现场	泰国
3	DO ≥	7.5	6	5	3	2	现场	中国	
4	COD _{Mn} ≤	2	4	6	10	15	GB11892-89	中国	
5	COD ≤	5	10	30	40	50	GB11914-89	越南	
6	BOD ₅ ≤	1.5	2	4	6	10	HJ505-2009	泰国	
7	NH ₃ -N ≤	0.15	0.5	1.0	1.5	2.0	HJ535-2009	中国	
8	NO ₃ -N	1	2	5	10	15	液离子色谱法	越南	
9	NO ₂ -N	0.05	0.1	0.2	0.4	0.5	液离子色谱法	越南	
10	TP ≤	0.02	0.1	0.2	0.3	0.4	GB11893-89	中国	
11	TN ≤	0.2	0.5	1.0	105	2.0	HJ636-2012	中国	
12	铜 ≤	0.01	0.1	0.2	0.4	0.5	HJ700-2014	越南	
13	锌 ≤	0.05	1.0	1.0	2.0	2.0	HJ700-2014	中国	
14	砷 ≤	0.05	0.05	0.05	0.1	0.1	HJ700-2014	中国	
15	汞 ≤	0.00005	0.00005	0.0001	0.001	0.001	HJ694-2014	中国	
16	镉 ≤	0.001	0.005	0.005	0.005	0.01	HJ700-2014	中国	
17	铬 (+6) ≤	0.01	0.05	0.05	0.05	0.1		中国	
18	铅 ≤	0.01	0.01	0.05	0.05	0.1	HJ700-2014	中国	
19	氰化物 ≤	0.005	0.05	0.2	0.2	0.2	HJ484-2009	越南	
20	粪大肠菌群 (个/L) ≤	200	2000	10000	20000	40000	HJ/T347-2007	中国	
21	DDT	0.001	0.005	0.01	0.015	0.02	液-液萃取后气相色谱法	越南	
22	狄氏剂	0.01	0.05	0.10	0.13	0.15		越南	

按照从严制定的原则,其中 DO、COD_{Mn}、NH₃-N、TP、TN、锌、砷、汞、镉、铬(+6)、铅、粪大肠杆菌采用中国地表水水质标准;COD、NO₃-N、NO₂-N、铜、氰化物、DDT、狄氏剂采用越南地表水水质标准;BOD₅采用泰国地表水水质标准。

鉴于目前澜湄六国建立起《污染物排放标准》的国家较少,经验严重不足,可结合湄公河委员会建立的污染物排放标准以及中华人民共和国的污水综合排放标准综合考虑,最终标准需要进一步协商完善。

2、建设水质监测站点和信息实时传输网络

由于澜湄流域的水资源综合开发与水环境管理涉及多个国家、多个领域,其目标和要求不同,需要多目标协调,为此,需要建设流域水质监测站点和信息实时传输网络,加强信息共享。通过数据资料的共享,可为流域各国综合管理提供决策支持。

根据流域水环境管理的要求,建议在澜湄流域沿线建立标准的水质监测站,大约每隔 100 公里建立一个标准水质监测站,约 50 个左右,部分监测站可在现有站基础上改造提标。这些标准水质监测站通过先进手段实现水质自动实时监测和人工应急监测,监测数据及时通过网络共享。

在信息共享系统、综合信息库和决策系统的基础上,把澜湄流域作为一个整体的生态系统,在该系统中结合不同国家水资源与水环境管理目标和标准的分析,通过信息分析和水质预测模型推算当前的水质状况与水环境管理目标的差距,评估实际的化学性、物理性和生物性变化对于水体生态环境的影响,再采取相应的措施减缓水环境的破坏程度,最大程度保障各国的利益。

为了实现信息的公开透明化,不仅需要建立不同国家的信息共享平台,同时也要加强不同行政区域内的信息共享,以减少国际争端和地区争端,同时可以促进跨界河流的合作以及澜湄流域一体化的进程。

3、基于 TMDL 建立澜湄流域水环境管理机制

对澜湄流域基于 TMDL 建立澜湄流域水环境管理机制,实行精细化准确化管理。首先,基于 ArcGIS 建立流域水环境管理系统,采集水质监测站的实时数据,形成包括各河段水功能管理目标与空间信息、监测水位、水量和多水质指标的数据库。在此基础上,精细估算各河段水污染负荷和水环境容量。结合个河段水质目标,采取污染负荷动态分配措施,实现水质目标。如图 5-1 所示。



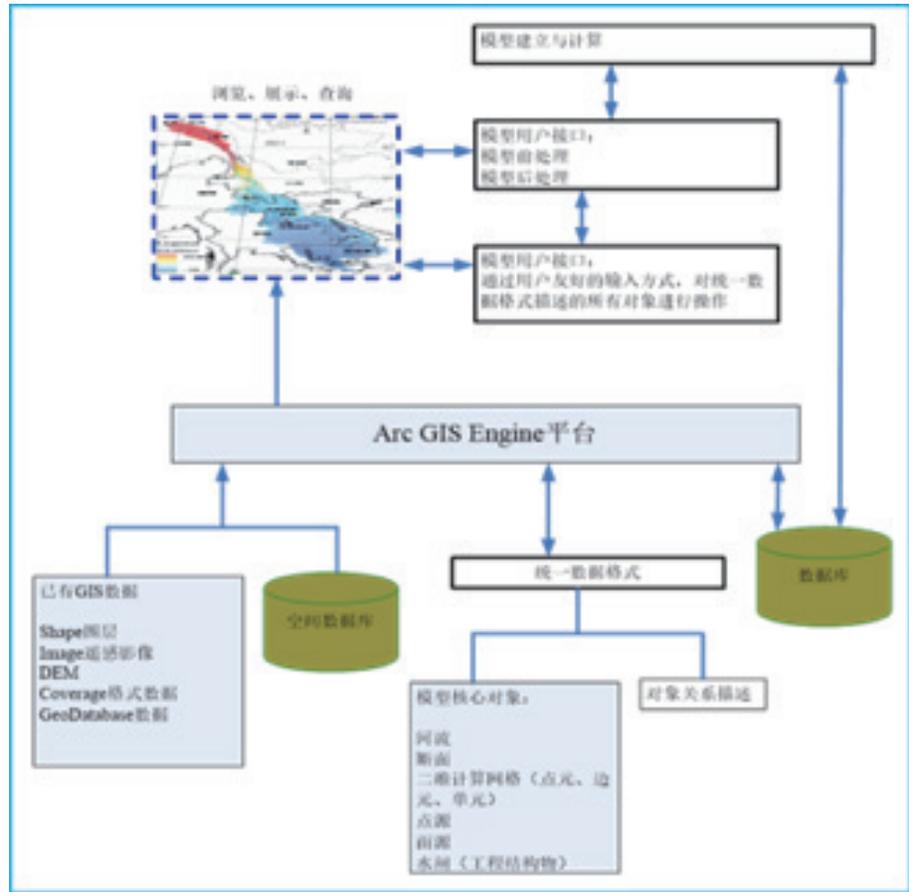


图 5-1 ArcGIS 水环境管理信息平台

澜湄流域整体水质最低功能应该达到中国地表水水质 III 类标准。对主要污染物的主要污染源在水域功能进行划分的基础上进行分析，建立“污染源 - 入河排污口 - 水质”的总量控制体系，对于相关主要污染物制定相应的污染物排放标准，实行总量控制与污染物削减标准结合的模式，以实现水环境管理目标。同时将澜湄流域的生物多样性变化也纳入水环境管理范围之内，使各河段的水体污染防治工作能够得到具体落实，流域各国的经济发展在整体的生态环境保护目标下统一协调。

5.2 在现有湄委会基础上扩展成澜湄委员会

1、建立澜湄委员会 4+2 合作模式

借鉴莱茵河、多瑙河等国际河流的先进管理经验，建议澜湄六国基于湄公河委员会，成立澜湄委员会，形成 4+2 的合作模式。澜湄委员会的目标是推动平等的可持续的水资源管理。委员会为持续利用水资源和综合水资源的管理提供一个平台，因此需要各国都积极参与到委员会工作中。澜湄流域水环境保护国际委员会在保证水量水质、控制污染源、改善多物种的生态环境、保护流域免受污染等方面作出努力。并且采取多方参与的方式，与各国组织、国际组织、非政府组织和科研团体合作，确保澜湄流

域水资源的管理是多方面的综合决策。

根据澜湄流域实际需求，该委员会则可下设 6 个部门，分别是：

(1) 澜湄流域协调办公室，主要负责审定并投票下属部门的水环境规划、公约拟定等，根据投票通过的决议、规划来协调澜湄流域六国的统一行动；(2) 水资源管理部，主要负责制定和实施水资源规划，满足澜湄流域六国可持续发展的用水需求；(3) 水环境管理部，主要负责与水环境事宜，例如制定澜湄流域地表水质标准、排污标准、监测澜湄流域水质、撰写水质报告、水环境保护监督与执法、控制点源、面源污染物排放，另外尤其是生态补偿核算；(4) 水上航运管理部，主要负责澜沧江 - 湄公河的航运许可及相关航运规则，航道建设；(5) 流域灾害应急管理部，主要负责预测洪涝、干旱灾害，减少灾害造成的经济损失，发展可持续的防洪、防旱规划；减少突发事故危险的策略和规划，执行事故预警系统，制定突发事故应急预案；(6) 流域可持续发展部，主要负责澜湄流域六国可持续发展方面的经济合作，以保护澜湄流域的水生态环境免受经济发展带来的污染。

澜湄流域水环境保护国际委员会具体组织架构与职能详见图 5-2。



图 5-2 澜湄流域水环境保护国际委员会组织架构

澜湄委员会拥有对流域进行统一管理，规划统一的水环境管理的权利，通过六国签订国际流域公约，规定澜湄流域水环境保护国际委员会的地位、组成、权利等，赋予澜湄流域水环境保护国际委员会超越于国家之上的跨境和跨部门管理澜湄流域的职权。

2、合作机制应该确立的流域法律体系

法律体系是建立高效管理制度的基础。由于澜湄流域各国的水文地理、自然环境和社会经济发展水平存在极大的差异，因此，需要依照澜湄流域本身实际情况制定适应澜湄流域各国国情的流域管理法规，以便澜湄流域水资源调节和管理更具有实践性。目前，澜湄流域六国在流域立法方面也处于滞后状态，缺乏国际流域具体问题和综合性规划方面的法规，没有针对国际流域的水域污染防治规划。

澜湄流域涉及到六个国家，近 5 亿人口的切身利益，仅靠各国或者部分国家的合作是无法解决问题的，因此需要制定国际流域级别的法律体系。如莱茵河流域就建立起了以《莱茵河保护公约》为基础，辅以水域污染防治的相关法律法规和流域生态环境规划，通过全面的综合性流域管理立法实现莱茵河的保护和管理。多瑙河流域也同样通过制定《多瑙河公约》和相关的环境行动规划来实现流域水污染防治和流域的综合管理工作的，因此完善澜湄流域管理法律法规体系，制定综合性流域环境管理法规和水域污染防治条例是水域污染防治的重要保证。

澜湄流域环境管理法规应该体现以澜湄流域自然属性为单位进行综合管理的原则，明确规定澜湄流域综合管理机构的权限和组织机构，制定澜湄流域水环境全面管理的规划，规定流域水资源开发利用制度，规定流域水资源争端和水域污染事故的解决等内容。在流域各国水污染防治和环境标准的基础上制定澜湄流域环境质量和污染物排放标准，确定基于流域多样性水域功能而制定的水域污染防治原则和目标，建立以流域水质监测系统为主的流域监测体系，规定具体的生产建设规划要求，实施水域污染赔偿责任制度。

3、澜湄委员会设置的职责目标

借鉴国际莱茵河委员会的组建经验，将澜湄委员会分为澜湄国际保护委员会、澜湄航行中央委员会以及澜湄国际水文委员会，将此三大机构作为澜湄水域管理的基础。澜湄国际保护委员会负责污染源、污染物输送和沉淀调查为沿岸国家政府提供建议负责保护莱茵河合同的起草政府协议的制定防洪行动规划。澜湄航行中央委员会负责沿岸国家的航运合作，航道维护和制定标准化技术和政策指南。澜湄国际水文委员会负责促进澜湄流域的水文机构合作和数据信息交流收集和整理澜湄流域文献开展和促进澜湄流域的科研工作建立澜湄水文地理信息系统等。

在此基础上，参考多瑙河保护国际委员会设立各职能部门分别为防洪部、生态部、排放部、事故控制和防御部、水质部以及流域管理部，细化各部门工作职责。

结合 TMDL 精细化管理理念，将各国流域水环境保护数据信息收集起来，在目前湄公河委员会已有的基础上完善建设覆盖整个流域的事故预警系统，不仅要在流域的主干上面建立监测站点，还要在人均分布较为密集的支流上建立监测站点，不仅要公开洪水预警信息，还要增设水质污染预警信息。系统数据库不仅包括各支流的水力特性值，而且包括各支流的排污源排放量，排放量的水质标准和水质监测的动态数据，水质可能影响的范围，传播的速度，预采取的措施等。已达标的监测站、不符合水质标准的监测站及预期整改的进度都清晰地反映在整个系统中。该系统将为多瑙河国家带来可观的生态和社会效益。当然，实现这些的前提是要兼顾各国利益，综合考虑澜湄流域可持续发展。

第六章 结论

- 1、澜湄各河段水质基本达到中国地表水水质 III 类标准，个别河段部分水质指标超标。
- 2、在澜湄流域各国中，中国污水处理技术相对成熟，其他国家水处理设施较为滞后，特别是缅甸和老挝。中国环境保护企业可以帮助其他国家建设水处理设施，实现流域的可持续发展。
- 3、澜湄流域大部分河段的水污染负荷较轻，最大污染负荷出现在老挝和泰国南段以及柬埔寨境内河流。澜湄流域环境容量较小的地区主要为老挝上游出水口进入泰国流域的河段以及老挝下游出水口进入柬埔寨境内的河段，柬埔寨和越南境内流域的环境容量显著超标。
- 4、建议在湄公河委员会的基础上，增加缅甸和中国，成立澜湄委员会，形成 4+2 的合作模式，建设动态水质监测系统和信息网络共享平台，确立流域水环境管理法律体系，对流域各河段实现精细化 TMDL 管理，促进澜湄流域可持续发展。





联系我们

澜沧江—湄公河环境合作中心
中国—东盟环境保护合作中心
生态环境部对外合作与交流中心
北京市西城区后英房胡同 5 号
邮编: 100035
电话: +86-010-82268221
电子邮箱: li.xia@fecomee.org.cn
网址: <http://www.mepfecoo.org.cn>



澜沧江 - 湄公河环境合作中心: 澜沧江 - 湄公河环境合作中心是李克强总理在 2016 年 3 月召开的澜沧江 - 湄公河合作首次领导人会议上提出的倡议。2017 年 11 月澜沧江 - 湄公河环境合作中心在北京正式成立。中心旨在推动澜湄国家生态环境保护合作, 为澜湄国家提供环境与发展对话平台, 提升区域环境管理能力, 推进区域环保产业合作, 共同推动区域可持续发展。