

为河流把脉

—河流健康计分卡操作指南

世界自然基金会

成都城市河流研究会

编委会名单

主 编： 李 叶 田 军

编 委：（以姓氏笔划为序）

王 亮	王玲珍	马超德	朱春全
孙 辉	沈 尤	李 玫	杨 帆
陈 灿	张承昕	陈渭忠	段益生
凌 林	戴 强		

序

河流与人类文明的发展与进步息息相关，但是人类文明的进步却使我们的河流进入了“亚健康”状态——河水污染、河道干枯、生态系统退化。当全球面临水危机的时候，我们不禁要问：“河流怎么了？”

为回答这个问题，世界自然基金会提出了为河流进行健康体检的想法，并于 2008 年初将河流健康计分卡引入成都。经过两年的实践努力，结合长江上游流域特点，我们开创性地建立了一套适用于成都河流的河流健康计分卡体系。

河流健康计分卡是一个同时具有河流健康评价和公众环境教育功能的定量指标体系。这套评价体系通过对河流健康进行综合评价，以生动形象、通俗易懂的计分卡报告形式将河流的健康状况展现给流域内相关利益群体。它能帮助那些关心河流、管理河流的公众和机构了解河流的过去与现在，积累起河流健康信息的第一手宝贵资料，着手建立河流健康的档案，构架通往河流健康美好未来的桥梁。

河流健康计分卡的应用贵在因地制宜，持之以恒。为了充分展示河流健康计分卡的特点和优势，不断突破它的实际应用局限，世界自然基金会与合作伙伴共同编纂了本操作指南。本操作指南不仅是对两年工作实践的总结和提升，更是提供了一套科学使用河流健康计分卡的理论方法。星星之火可以燎原。我们诚挚的希望越来越多的人可以借鉴、学习和使用这本河流健康计分卡操作指南。

作为全球最大的用水企业，可口可乐公司深深地意识到，水不仅是其生产任一产品的重要原料，也是人类社会以及生态系统不可或缺的重要资源。2005

年，他们提出了全球范围内的“社区水伙伴（CWP）”计划，旨在保护全世界水资源。河流健康计分卡在成都的尝试，是世界自然基金会和可口可乐公司在全球七大流域合作的水资源保护项目的一部分。在此，特别感谢可口可乐公司的大力支持与积极参与。

感谢世界自然基金会美国分会 Jay Sherman 先生提供的技术支持，感谢成都城市河流研究会及所有参与该项目的专家的帮助和支持。

手捧一汪清水，衷心祝愿我们的河流母亲健康永驻！

朱春全博士

项目实施总监

世界自然基金会（瑞士）北京代表处

目 录

第一章 溯源：河流健康计分卡的由来.....	2
一、生命和文明的摇篮—河流.....	2
二、河流的生命—河流健康.....	3
三、为河流健康把脉—河流健康计分卡.....	3
第二章 方法论：河流健康计分卡指标体系与评价标准.....	5
一、河流的水量.....	6
（一）河流水量的主要指标.....	6
1. 河道（内）生态环境需水量.....	7
2. 河流的径污比.....	8
3. 河流的水资源开发利用率.....	8
（二）河流水量的评价标准.....	9
1. 河道（内）的生态环境需水量.....	9
2. 河流的径污比.....	10
3. 河流的水资源开发利用率.....	11
（三）河流水量状况的简易评价方法.....	11
二、河流的水质.....	12
（一）河流水质的主要指标.....	12
（二）河流水质的评价标准.....	13
（三）河流水质状况的简易评价方法.....	14
1. 水质化学指标快速测定法.....	14
2. 水质的感官评价法.....	16
3. 水质的生物观测法.....	17
三、河流形态结构.....	18

(一) 河流形态的主要指标	18
(二) 河流形态的评价标准	19
1. 河道连通性	19
2. 河道固化程度	19
(三) 河流形态结构的简易评价方法	20
四、河流的河岸带	21
(一) 河岸带的主要指标	21
(二) 河岸带的评价标准	22
五、河流的生物多样性	23
(一) 河流生物多样性的主要指标	24
(二) 河流生物多样性的评价标准	24
(三) 河流生物多样性状况的简易评价方法	24
六、河流健康状况的分项评价与综合评价	27
(一) 河流健康状况的分项评价	27
(二) 河流健康状况的综合评价	27
第三章 推广：河流健康计分卡的应用	29
案例分享	32
柏条河、府河河流健康计分卡	32
附图	47
常见水质评价生物	47
附表	52
河流健康计分卡野外调查纪录套表	52
后记	61

谁使用这本操作指南？

河流健康计分卡操作指南的使用者是多元化的。可以是关心河流健康的公众个体，可以是对水环境保护负有责任或感兴趣的企业，也可以是从事环保工作尤其是河流保护相关工作的各类非盈利性或民间社会机构，还可以是对水环境保护负有管理责任的水利、环保、农业及流域管理等政府部门。使用者可以利用该操作指南开展河流健康的公众调查和评价，通过该指南得到某一特定流域内河流健康的快速评价结果，作为相关科研机构开展河流研究的一项参考。

如何使用这本操作指南？

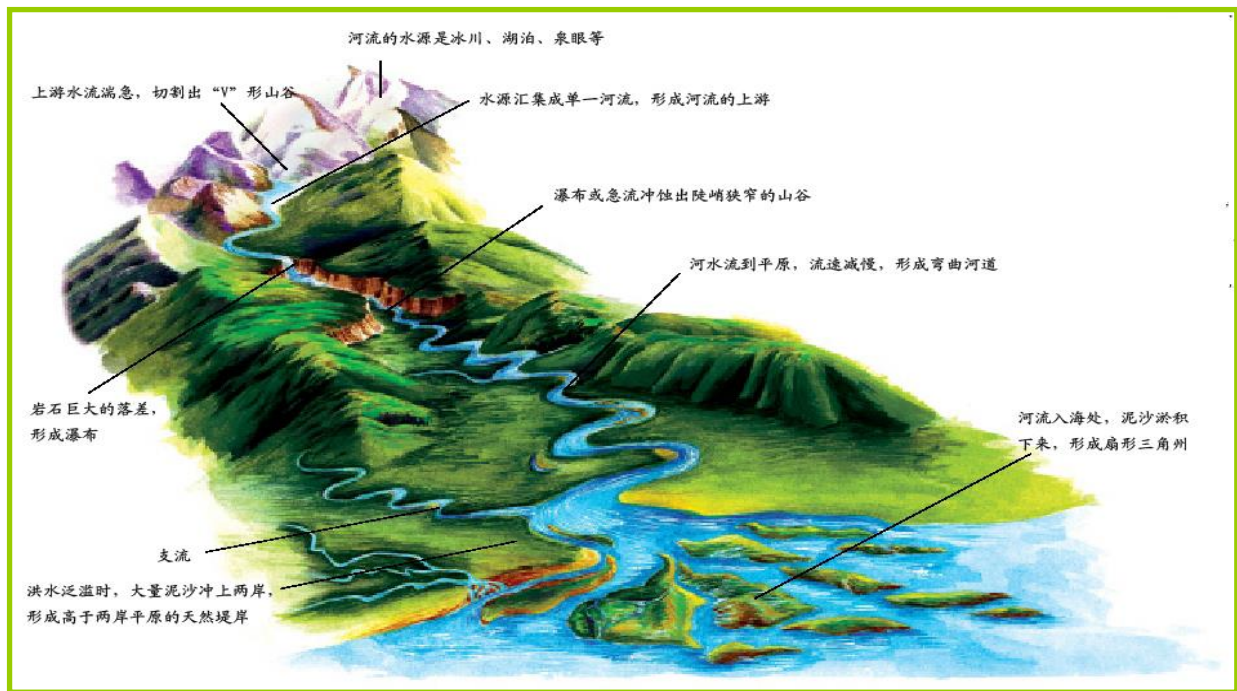
本指南中的河流健康计分卡识别了影响河流健康的水量、水质、河流形态结构、河岸带和生物多样性五大关键类别。搭建了以这五大类别为基础的完整指标体系，并对每个指标建立了相应的评价标准。为了便于公众理解和使用，本指南同时提供了一套河流综合调查快速评价方法和工具。建议使用者参照本指南进行河流健康的评价。此外，使用者也可因地制宜地根据所选河流的实际情况，如河流主要功能差异、数据获得难易程度、针对目标群体不同等进行调整后使用。最后，建议使用者可以通过参与相关的知识培训，实现本指南的最佳使用效果。

第一章 溯源：河流健康计分卡的由来

一、生命和文明的摇篮—河流

生命起源于水。总有一条河流象征着一个古国，总有一方水土养育着一时文明。回顾历史，第一座栖身的山洞，第一个氏族社会，第一个村寨，第一座城市，无不诞生于江边河畔。人类的第一首赞歌也是献给河流母亲的。

因河床的起伏、河岸的变化，河流呈现出各种不同的形态。时而缓、时而急；时而曲、时而直；时而惊涛骇浪、时而波光粼粼，千姿百态，充满了诗情画意。历朝历代的诗歌作品中，多情的诗人和歌者总是把河流比作慈爱的母亲，赞扬她无私地哺育着众多民族，浸润着人类的灵魂。



二、河流的生命—河流健康

与人类一样，河流具有生命。生命需要健康！然而，随着社会的快速发展，城市规模的不断扩大，对河流的干扰日益增加，筑坝、水电开发、调水、分流、排污、固化河岸、植被破坏.....，种种人类行为，已经影响到河流的健康及良性循环。“有河皆枯，有水皆污”的现象比比皆是，多少河流已经损害了健康，甚至失去了生命？

原水利部部长汪恕诚 2006 年在“长江论坛”的致辞中指出：“一条健康的河流，应该是流淌的，应该是清澈的，应该是鱼水相融的，应该是人水和谐的”。这四个“应该是”分别指的是水量、水质、水生态功能、水资源开发。

河流的健康，实际上就是河流的一种基准状态，在这种状态下，河流具有维护和维持生物群落平衡性、生态系统完整性以及对适度扰动的适应性能力。健康的河流应该表现为：

“水量充沛、水质良好、河流自然、水域生态、生物多样、人水和谐”。

三、为河流健康把脉—河流健康计分卡

如今，维护河流健康生命，修复受损河流生态系统，已经成为促进河流及流域可持续发展的首要任务。我们如何才能了解身边河流的健康状况？如何获得相关的信息？为恢复河流的健康生命，我们又该如何行动呢？

2008 年初，世界自然基金会（瑞士）北京代表处（以下简称 WWF）将河流健康计分卡引入成都，并在此基础上，与成都城市河流研究会合作，结合长江上游流域特点，开创性地建立了一套适用于本土河流的河流健康计分卡体系。这套评价体系通过对河流健康进行综合评价分析，以生动形象、通俗

易懂的计分卡报告形式展现给流域内相关利益群体。河流健康计分卡搭建了一个评价河流健康状况的信息平台，对引起河流环境恶化的各种影响因素进行识别和诊断，并针对性地提出改善河流健康状况的建议，从而进一步推动改善河流健康状况的积极行动。

那么，什么是河流健康计分卡呢？

“河流健康计分卡”是一个同时具有河流健康评价和公众环境教育功能的定量指标体系。针对河流生态系统，筛选出与河流健康息息相关的关键类别。以关键类别为基础，形成一个完整的指标体系。该指标体系可以通过字母或者分数来表示不同的等级，得出河流健康状况的综合评价结果。指标体系能帮助我们发现、识别和诊断出制约河流健康的因素，有效地找到河流健康问题的根源和解决方案。更重要的是，河流健康计分卡在选定河流的多年连续使用可以帮助我们认识和了解河流健康状况的变化趋势，累积有用的数据，建立河流健康的档案。

与其它评价体系不同的是，河流健康计分卡从开始的指标选择到最后的评价报告，都会考虑到公众（从普通老百姓到决策管理者）的非专业性和理解力。因此，河流健康计分卡虽然以科学性和真实性为基础，但是最后的评价结果却形象生动、通俗易懂，易于推广。

第二章 方法论：河流健康计分卡指标体系与评价标准

要确定河流健康与否，需要进行河流健康状况的诊断与评价，首先要做的就是识别河流健康状况的关键类别。在此基础上建立一个评价河流健康的指标体系，并提出每个指标相应的评价标准。通过实际调查结果和对应评价标准的比对，得到河流健康状况的综合评价结果。我们通常采用百分制或五分制进行评价，其中五分制主要应用于难以定量化指标的简易评价。

五大关键类别

本指南中河流健康计分卡涉及的五大关键类别：

- (1)水量
- (2)水质
- (3)形态结构
- (4)河岸带
- (5)生物多样性

指标选择的原则

- (1) 客观性原则。也称真实性原则，即选取能够反映河流真实现状的指标。
- (2) 简明性和可操作性原则。所选指标应概念明确，易于理解，便于采集和测定。
- (3) 可比性和规范化原则。所涉及指标的数据和资料应具有时间和空间可比性。
- (4) 代表性原则。指标的选择必须在充分研究指标体系与评价目标之间的相互关系，选取信息量大、综合性强、能代表河流生态系统主要现状的指标。

评价标准的制定方法

每一指标的评价标准可以结合所选河流的现状采用以下方法制定：查阅历史资料；实地考察；多区域河流对比分析（或称参照对比法）；借鉴国家标准与相关研究成果；公众参与；专家评判等。

一、河流的水量

水量状况是评价河流健康的首要指标。

中国科学院刘昌明院士指出，“维系河流健康生命的关键是水，如果没有水，或者水非常少，或者水流很不正常，河流的生命健康就要出现问题。”原水利部长江水利委员会水资源保护局局长翁立达教授也指出：“河流是有生命的，水是它的血液，没有水，河流就死亡了”。因此，一条河流，如果没有流淌的水，其河道将萎缩，其功能将退化，其生命将衰亡，这条河将成为有河无流的“死河”。

“水量”与评价河流健康的其它指标密切相关。没有必须的水量，河流就缺乏自净和稀释功能，水质就会受到影响；没有必须的水量，鱼类难以生存，鱼水无法相融，丰枯季节的水量无法正常转变，导致生物多样性降低。水量还可以直接反映水资源开发利用程度，开发适度，河道内就会保留必需的生态环境需水量；开发过度，河道内必需的生态环境需水量就会被侵占。

（一）河流水量的主要指标

河流健康计分卡中用于衡量水量状况的主要指标有：

- 河道（内）生态环境需水量

- 径污比
- 水资源开发利用率

水量数据获取

通常情况下，水文部门会在主要的河流及其支流设计水文监测站，观测及搜集水文、气象资料。因此，水量数据可尝试从水文监测站、河道管理处等政府部门获得。

1. 河道（内）生态环境需水量

河道（内）生态环境需水量曾有不同的名称和多种概念界定，最普遍的是河道的生态需水量和环境需水量。

河道生态需水量，是指维持水生生物正常生长及保护特种生物、珍稀物种生存所需要的水量。河道最小生态需水量是指为维系和保护河流的最基本生态功能不受破坏，所必须在河道内保留的最小水量，其理论上由河流的基流组成。河道最小生态需水量所要满足的生态功能主要是维持水生生物栖息地和维持河流生态系统平衡。

自然情况下，河流流量具有季节性丰枯变化，但由于水电开发、筑坝等人类开发活动，人为控制因素对河道流量的影响加大。有些河道流量在一年中的变化不再遵循自然规律，有时流量很大，有时几乎断流。此时，通过一年的平均流量很难评价河流流量的真实变化状况，因此提出最小生态需水量满足度指标，通过一年中满足最小生态需水量的天数来衡量。

与河道生态需水量略有差别，河道环境需水量是指为保护和改善河流水体水质，为维持河流水沙平衡、水盐平衡及河口地区生态环境平衡所需要的水量。河道最小环境需水量是指为维系和保护河流的最基本环境功能不受破

坏，所必须在河道内保留的最小水量；其理论上由河流的基流组成。河道最小环境需水量应当是常年流动的最小水量，它所要满足的环境功能主要是保持水体的自净能力和稀释能力。

2.径污比

由于河流所处的位置不同，流域内居住人口、经济状况、纳污能力各异。为保持水体的自净和稀释功能，所需的清洁水量也不一样，这就提出了衡量河流水量健康的另一个指标：径污比。

径污比是指在河道内流动的径流量与接纳的污水量的比例，即径流量为污水量的倍数。径污比的临界值表示径流量应为污水量的最低倍数。大于或等于临界值，河道就能保持自净和稀释功能；低于临界值，河道就不能保持自净和稀释功能。径污比的临界值与河流水功能区的划分、应达到的地表水环境质量标准、天然径流的水质等级、排入河道的污水状况等因素有关。可以通过分析计算或仿真实验确定。

维护河流的健康生命，就必须保持河道的自净和稀释能力，这已成为全世界的共识，许多国家已将其纳入水法，如前苏联、英国、日本、南非、以色列、哥伦比亚等国。《中华人民共和国水法》第三十条规定：“县级以上人民政府水行政主管部门、流域管理机构以及其他有关部门在制定水资源开发、利用规划和调度水资源时，应当注意维持江河的合理流量和湖泊、水库以及地下水的合理水位，维护水体的自然净化能力”。

3.水资源开发利用率

水资源开发利用率为流域或区域用水量占水资源总量的比率，体现的是

水资源开发利用的程度。国际上公认的河流水资源的合理开发利用率是 30%，极限开发利用率是 40%，超过 40%，就会出现生态或环境问题，构成对河流健康的威胁。

（二）河流水量的评价标准

1. 河道（内）生态环境需水量

河道基本环境流量的计算，通常采用 Tennant 法（表 1）和水利部水利水电规划设计总院（以下简称水规总院）水资源可利用量估算方法确定。

Tennant 法简单易行，便于操作。该法将河流状态分为 8 个等级，推荐的基流分为枯期和汛期，推荐的流量以年平均流量的百分比为标准。

表 1 Tennant 法推荐的河道基流应占年平均流量的百分比（单位：%）

河流状态	最大	最佳	很好	好	良好	一般（较差）	很差	极差
枯水期流量	200	60-100	40	30	20	10	10	0-10
丰水期流量	200	60-100	60	50	40	30	10	0-10

参照 Tennant 法的一般或较差标准，最小生态水量按河道的年平均流量百分比计，枯水期为 10%，丰水期为 30%。如河道的水量记录受到人为严重干扰，也可按上游控制断面的最小生态水量进行合理分配。

应用 Tennant 法计算河道基流，要注意以下几个问题：一是河道的年平均流量应当是自然状态下的流量，而不能是人工控制下的流量；二是控制断面的选择应当准确，具有代表性；三是枯水期与丰水期的划分，要根据各地情况确定，如成都市枯水期为 11 月-4 月、丰水期为 5 月-10 月；四是该法没有考虑污水、废水入河排放量的影响。

水规总院水资源可利用量估算方法中，河道生态需水量是指河道内不可以被利用水量或不允许被利用水量。以多年平均流量的百分数（北方取10-20%，南方地区一般取20-30%）作为最小生态需水量。有国家级重点保护生物的河流（河段）可适当提高百分比。

参考以上两种方法，提出如下河道生态需水量及最小生态需水量满足度评分标准（表2）。

表2 河道（内）最小生态需水量评价标准

河道实测流量占年平均流量（%）			最小生态需水量满足度（%）	评 分	
枯水期	丰水期	年平均		百分制	五分制
40-100	60-100	50-100	90%-100%	90—100	4—5
20-40	40-60	30-50	80%-90%	75—90	3—4
10-20	30-40	20-30	65%-80%	60—75	2—3
10	10	10	50%-65%	40—60	1—2
0—10	0—10	0—10	<50%	0—40	0—1

2. 径污比

根据河流径污比的相关研究表明，当径污比大于10时，河流的天然自净能力将得到有效发挥；当径污比小于10时，河流的自净能力将会受到不同程度的破坏，河流生态系统出现失衡。以成都城市河流研究会成都市水资源承载能力的研究为例：当锦江的径污比为7时，基本可以达到国家《水功能区划分标准》的要求（天然径流按II类水计）。我们参照已有的研究结果，制定径污比的评价标准（表3）

表3 河流径污比的评价标准

径污比	评 分	
	百分制	五分制

>9	90—100	4—5
7—9	75—90	3—4
5—7	60—75	2—3
3—5	40—60	1—2
<3	0—40	0—1

3. 水资源开发利用率

根据国际惯例,水资源的合理开发利用率约为 30%, 40%为警戒线(表 4)。

表 4 河流水资源开发利用率评价标准

水资源开发利用率	评分	
	百分制	五分制
水资源开发利用率 $\leq 5\%$	100	5
$5\% < \text{水资源开发利用率} \leq 10\%$	90—100	4-5
$10\% < \text{水资源开发利用率} \leq 30\%$	75—90	3-4
$30\% < \text{水资源开发利用率} \leq 40\%$	60—75	2-3
$40\% < \text{水资源开发利用率} \leq 60\%$	30—60	1-2
水资源开发利用率 $> 60\%$	< 30	0-1

(三) 河流水量状况的简易评价方法

按河道最小生态环境需水量界定河流健康状况的办法属水文学法,需要较长时间序列的水文资料。对一些流域面积较小,缺乏水文资料,河床未经固化的河流,可以采用现场测评的简易评价方法(表 5)。

表 5 河流水量的简易评价

河流水量状况	评 分	
	百分制	五分制
水流到达两岸,几乎没有底质裸露	80-100	4-5
水流覆盖约 75%,少部分底质裸露	60-80	3-4

水流覆盖约 50%，部分底质裸露	40-60	2-3
水流覆盖约 25%，浅滩大部分裸露	20-40	1-2
水量很少，几乎全部裸露	0-20	0-1

二、河流的水质

水质是直观反映河流健康状况的重要指标。它反映出水体的物理(如色度、浊度、臭味等)、化学(无机物和有机物的含量)和生物(细菌、微生物、浮游生物、底栖生物)的特性及其组成的状况。可以利用水质污染化学指标对其进行准确评价，但往往需要借助专业设备、或由具有水环境监测资质的机构进行水化学实验。如:各级环保局下属的监测站、污水处理厂实验室、大专院校及科研院所实验室等

水质数据获取

环境监测站的数据和测定结果非常有价值，且具有法律效力。按照国家环境保护总局颁发的《环境信息公开办法》的相关规定，环保部门应当在其职责权限范围内向社会主动公开规定的政府和企业环境信息，其中包括对环境质量状况和污染物控制的信息。因此，我们可以从环保部门及其公开网站无偿获得监测控制断面的水质数据。

(一) 河流水质的主要指标

- **酸碱度 (pH 值)** —pH 值也称氢离子浓度指数，是溶液酸碱程度的衡量标准。pH 值一般介于 0 和 14 之间。pH=7 的溶液为中性，越趋向于 0 酸性越强，越趋向于 14 碱性越强。
- **浑浊度 (NTU)** —浑浊是悬浮于水中的胶体颗粒产生的散射现象。水的浑浊程度叫浑浊度，主要由泥土、有机物、微生物等物质造成。

- **溶解氧 (DO)** —指溶解于水中的氧的量，以每升水中氧气的毫克数表示。
溶解氧是评价水体自净能力的指标。
- **化学需氧量(COD)** —指水体中能被氧化的物质在规定条件下进行化学氧化过程中所消耗氧化物质的量，是评价水体受有机物污染的指标。
- **氨氮 (NH₃-N)** —用来表征水中营养元素的多少，也反映水体有机污染程度。
- **总磷 (TP)** —是水样经消解后将各种形态的磷转变成正磷酸盐后测定的结果。磷过量是造成水体异臭，富营养化的主要原因。
- **重金属**—指含有重金属离子的污染物进入水体所造成的污染。水生生物、农作物中重金属离子的富集，能通过食物链对人体产生严重危害。
- **细菌总数**—是衡量水体微生物污染状况的重要指标，与水体的有机物污染程度呈正相关，细菌总数增多表示水体的污染状况恶化。

(二) 河流水质的评价标准

水质的评价标准可参考国家《地表水环境质量标准》、《生活饮用水水质标准》制定。以百分制为例，将水质数据满分设定为 100 分。达到地表水 I 类标准为 100 分，达到 II 类标准为 85 分，达到 III 类标准为 75 分，达到 IV 类标准为 60 分，达到 V 类标准为 40 分，评分采用插值法进行计算。

以高锰酸盐指数(COD_{Mn})为例说明水质的评价标准（表 6）。

表 6 水样高锰酸盐指数的评价标准

COD _{Mn}	评分	
	百分制	五分制
COD≤2mg/l	100	5

2mg/l<COD≤4mg/l	99—85	4-5
4mg/l<COD≤6mg/l	84—75	3-4
6mg/l<COD≤10mg/l	74—60	2-3
10mg/l<COD≤15mg/l	59—40	1-2
15mg/l<COD	<40	0-1

（三）河流水质状况的简易评价方法

作为普通公众，很难准确而完整地获得水质污染监测数据，那么有无一种简单易行的方法能大致判断水质健康状况呢？

在水质数据较难获得情况下，可以采用水质化学指标快速测定法进行简易评价，也可以通过水质感官指标、水质生物状况对其做出简单判断。

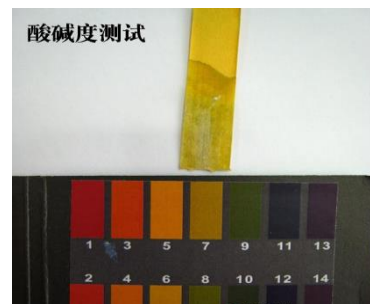
1. 水质化学指标快速测定法

（1） 水的酸碱性（pH）测试

不同的水体功能对水的酸碱度要求也不尽相同。河流 pH 值的快速测定法推荐使用 pH 试纸法。该方法简便易行，可在市场上购买试纸直接测定。

水质 pH 测定

将一小块试纸浸在测定水样中片刻，试纸变色，待变色稳定后对照标准比色卡，读出 pH 值的大小。需要注意的是取样时应尽量选用专门的水质取样容器，没有条件下也可用无污染的纯净水（非矿泉水）塑料瓶代替。



(2) 利用便携式水质测试工具进行水质快速测定

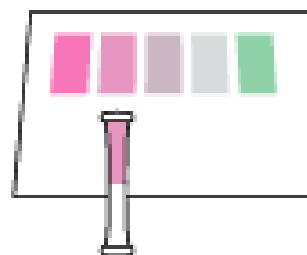
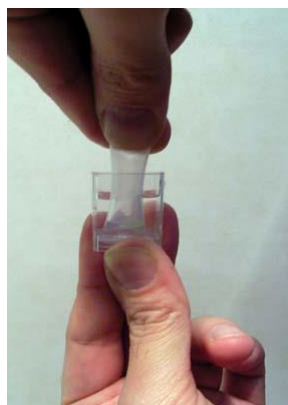
一些便携式水质测试工具能帮助我们简单快速地了解水质的大致状况。

例如，日本共立理化学研究所开发的便携式水质测试包（Pack test）。

利用便携式水质测试包时，采样时间和采样地点的控制对检测结果非常重要。一般选择采样前连续晴天，水质较稳定的日子进行采样。采样地点要尽量选择当地环保部门设置的采样断面，尽量靠近桥梁等标志性建筑，充分考虑到取水的方便程度和活动的安全性。

便携式水质测试包简介

该测试包将试剂封装在长度约为 7 公分的聚乙烯管中，内部装填一次测定所需用量的调制试药。使用时先将试管前端的预埋线拉出，再吸入欲测定的液体样本，待水溶液与试药反应发色后，在指定时间内比标准色卡，即可判读水样指标的浓度值。



2. 水质的感官评价法

利用感官指标衡量水质状况，很难准确定量地反映出水质差别及水污染程度，但可以直观快捷的对水质状况进行简单判断。

水质污染的感官指标主要包括：臭味、温度、色度、透明度等。

(1) 水质污染主要感官指标

① 臭味

臭味是判断水质优劣的感官指标之一。洁净的水没有气味，但受到污染后会产生各种臭味，如霉烂臭味、粪便臭味、汽油臭味、臭蛋味等。

② 温度

温度是水体的一项重要物理指标。热污染可能通过加快生物繁殖而导致水体产生生物性污染。水温通常用单位刻度为 0.1°C 的温度计现场测定，测深层水温时使用热敏电阻温度计或深水温度计。

③ 色度

清洁水在水层浅时为无色，水层深时为浅蓝绿色。由于水生生物，腐殖质以及工业污水等原因造成水体污染时，水体色度将发生改变。

④ 水体透明度

水体透明度表示水的清澈或浑浊程度，是衡量水质良好程度的重要指标之一。可通过“可目视水深”来衡量河流水体的透明度。

(2) 感官指标的评价标准（表 7）

表 7 河流感官指标的评价标准

评价内容	评分
河流的清澈度	清澈见底 5分 ☐ 4分 ☐ 3分 ☐ 2分 ☐ 1分 ☐ 污浊不堪 0分 ☐ 不知道 ☐
河水的气味	空气清新 5分 ☐ 4分 ☐ 3分 ☐ 2分 ☐ 1分 ☐ 臭气熏天 0分 ☐ 不知道 ☐

河面及周边垃圾 状况	非常干净 5分 ☐ 4分 ☐ 3分 ☐ 2分 ☐ 1分 ☐ 垃圾遍布0分 ☐ 不知道 ☐
-------------------	---

3. 水质的生物观测法

在河流中存在很多水生生物，如水生昆虫、贝类、水生蚯蚓、甲壳类等。根据生物与环境相适应原理，这些生物向我们传递着河流健康状况的信息。

所有淡水生物对环境污染的反应都不相同，据此，可以用水中生物的种类来判断河流的水质状况。



(1) 水质生物的分类

① 对水质污染反应敏感的生物

EPT 昆虫（蜉蝣目、襁翅目和毛翅目昆虫的合称）是重要的水生昆虫类群，对水质变化敏感，适用于评价水流湍急和石砾河床的河川的水质状况。当河流存在大量 EPT 时，可以判断水质状况较好。常见的 EPT 水生生物见附图中的洁净水质生物指标。

② 对水质污染反应一般的生物

对水质污染反应一般的生物包括蜻蜓的幼虫、半翅目、螺、贝、鞘翅目、广翅亚目昆虫等。该类常见水生生物见附图的一般水质生物指标。

③ 对水质污染反应不敏感的生物

对污染反应不敏感的生物包括双翅目（蚊科幼虫、苍蝇幼虫等）蚯蚓类、蚂蟥等，该类常见水生生物见附图的污水生物指标。

(2) 水质生物的评价标准（表 8）

表 8 河流水质生物的评价标准

评价指标	评分
水质生物	非常清洁的水： 存在三种 EPT 生物，数量和种类较丰富。其他的脊椎类生物也很多 5 分□
	清洁的水： 存在三种 EPT 生物，但种类都较少或者没有蜉蝣目。存在蜻蜓幼虫、甲壳类生物及少量的摇蚊幼虫。 4 分 □
	轻度污染的水： 不存在 EPT 生物或者 PT 存在但很少，甲壳类很少或不存在。存在大量的蜻蜓目稚虫和摇蚊幼虫。 3 分□
	中度污染的水： 不存在 EPT 生物和蜻蜓目稚虫。摇蚊幼虫、蚯蚓类大量存在。 2 分□
	较重污染的水： 不存在 EPT 生物以及蜻蜓目稚虫，摇蚊幼虫和苍蝇幼虫大量存在。 1 分□
	严重污染的水： 不存在任何底栖动物。0 分□

三、河流形态结构

河流形态结构是影响河流生态系统健康一个重要因素。良好的河流形态结构，有相对稳定的河床，能创造和提供良好的生境，满足不同河流生物的需要，保持畅通的物质循环、能量流动及物种流动。

（一）河流形态结构的主要指标

用于衡量河流形态结构的主要指标有：

- 河道连通性
- 河道弯曲状况
- 河道固化程度
- 河床稳定性

（二）河流形态结构的评价标准

河流形态结构的评价过程主要基于对河流改造历史的了解和实地调查。河道弯曲状况、河床稳定性指标较难定量衡量，故采用简易评价方法中的定性标准加以评价，本指南中未提供详细的定量评价标准。

1. 河道连通性

河道连通性是评判河道区域空间连续性的依据。高度连通性的河流对物质、能量的循环流动以及动植物的运动等非常重要。河道连通性可通过每百公里闸坝数量来衡量（表9）。

表9 河道连通性的评价标准

评价指标	评分	
每百公里闸坝个数	百分制	五分制
0~1	80-100	4-5
1~2	60-80	3-4
2~4	40-60	2-3
4~6	20-40	1-2
≥6	0-20	0-1

2. 河道固化程度

河道固化在取得防洪、灌溉、发电等效益的同时，对河流形态和生态环境产生负面影响。可以通过河岸固化率定量评价河道固化程度（表10），固化率越高，得分越低。

河道固化率 = (固化河岸长/河流全长) × 100% × 折减系数

其中，当河岸、河床都被人为固化（俗称“三面光”）时，折减系数为 1.0；当河岸用混凝土、石料浆砌（俗称“两面光”）时，折减系数为 0.9；当河岸用斜坡、卵石浆砌时，折减系数为 0.8。

表 10 河道固化程度的评价标准

评价指标	评分	
固化率	百分制	五分制
固化率 $\leq 20\%$	100	4-5
$20\% < \text{固化率} \leq 40\%$	75—100	3-4
$40\% < \text{固化率} \leq 60\%$	50—75	2-3
$60\% < \text{固化率} \leq 80\%$	25—50	1-2
$90\% < \text{固化率} \leq 80\%$	0-25	0-1
固化率 $> 90\%$	0	0

（三）河流形态结构的简易评价方法

表 11 河流形态结构的简易评价

评价指标	评 分				
	4-5	3-4	2-3	1-2	0-1
河道连通性	河道连通性较好，几乎没有水电站 □	河道连通性较好，水电站数量较少 □	河道连通性一般 有一些水电站 □	河道连通性不好，水电站数量较多 □	河道连通性极差，水电站数量非常多 □
河道弯曲状况	保存自然河道弯曲形态，几乎未经裁弯取直	河道弯曲形态较好，裁弯取直河段较少	河道弯曲形态保存一般，裁弯取直河段较为明显	河道弯曲形态保存较差，裁弯取直河段较多	河道弯曲形态很差，裁弯取直河段非常多

	☐	☐	☐	☐	☐
河道固化程度	河床、河岸几乎都未固化 ☐	河床未固化，河岸无明显固化 ☐	河床未固化，河岸部分固化并筑有堤坝 ☐	河床少量固化，河岸固化严重 ☐	河床、河岸固化严重 ☐
河岸稳定性	几乎未受侵蚀 ☐	侵蚀轻微 ☐	部分侵蚀 ☐	侵蚀严重 ☐	常有崩岸 ☐

四、河流的河岸带

广义河岸带是指靠近河边的植物群落，包括其组成、植物种类多度及土壤湿度等高低植被明显不同的地带；狭义指河水—陆地交界处的两边，直至河水影响消失为止的地带。河岸带具有众多功能，如削减面源污染、沟通地表和地下水、提供野生动物生境、改善河流生态环境等。

本节中，我们在简易评价方法基础上建立了河岸带主要指标的评价标准，所以对简易评价方法没有特别提及。

（一）河岸带的主要指标

1. 河岸植被带宽度

河岸植被带是河岸带的重要组成部分，不仅起到缓冲作用，还能削减污染，是河流生物重要的生境。在河岸带生态系统管理过程中，适宜的河岸植被带宽度是实现最优的河岸缓冲带生态服务功能的一个关键。

2. 河岸植被纵向连续性

植被纵向连续性是指河流两岸植被的连续性程度,即河岸植被是连续的、密布的,还是断裂的、分散的。植被的连续性在一定程度上影响河岸带的光照、营养物质、沉积物等物质能量输送及河流生物的移动。河流植被的纵向连续性,也是受城市化进程影响较为深刻的指标。

3. 河岸带景观

河岸带是能量、物质以及生物通过景观的重要通道,也是陆地区域与水生区域之间的生境和廊道。许多生物物种的生存均要有大面积的河岸自然生境,随着河岸带景观的破碎化和斑块面积的不断缩小,适于生物生存的河岸环境不断减少,直接影响物种的繁殖、扩散、迁移、保护。

(二) 河岸带的评价标准

1. 河岸植被带宽度

参照澳大利亚溪流状态指数 (ISC) 标准,结合我国河流实际状况,制定出河岸植被带宽度指标的评价标准 (表 12):

表 12 河岸植被带宽度的评价标准

评价指标	评分	
	百分制	五分制
河岸植被带宽度		
河宽的 1 倍 $\leq$ 河岸带宽度	100	5
河宽的 0.5 倍 $\leq$ 河岸带宽度 $<$ 河宽的 1 倍	85—100	4-5
河宽的 0.25 倍 $\leq$ 河岸带宽度 $<$ 河宽的 0.5 倍	75—85	3-4
河宽的 0.1 倍 $\leq$ 河岸带宽度 $<$ 河宽的 0.25 倍	60—75	2-3
河宽的 0.05 倍 $\leq$ 河岸带宽度 $<$ 河宽的 0.1 倍	40—60	1-2
河岸带宽度 $<$ 河宽的 0.05 倍	<40	0-1

2. 河岸植被纵向连续性

参照澳大利亚溪流状态指数 (ISC) 评价方法,以每公里出现明显不连续

区域个数评价河岸植被纵向连续性。将 10 米间隙定义为明显不连续。以百分制为例，每公里出现一个 10 米间隙扣 1 分，20 米间隙扣 2 分。

3. 河岸带景观

河岸带景观可以通过实地测量斑块类型面积、计算廊道密度指数进行评价，但操作过程复杂繁琐，并且必须具备一定的专业背景知识。所以，在此推荐使用以下的简易评价方法（表 13）。

表 13 河岸带景观的简易评价

评价指标	评 分				
河岸带景观	4-5	3-4	2-3	1-2	0-1
斑块面积	河边林地、灌丛或者草地面积大于 10000m ² （100m 长×100m 宽以上） ☐	河边林地、灌丛或者草地面积介于 1000~100000m ² ☐	河边林地与灌木或草地分散分布，各自面积多数不超过 1000 m ² ☐	林地、草地、灌木分散分布，各自面积多数介于 500~1000 m ² ☐	草地、灌木分散分布，各自面积多数小于 100m ² ☐
廊道密度	基本无便道、林荫道 ☐	分布有两三条便道、林荫道 ☐	便道、林荫道数量较多 ☐	便道、林荫道遍布 ☐	到处都是便道，并掺杂有硬化便道或小车道 ☐

（注：m²为面积单位，是平方米的缩写。）

五、河流的生物多样性

生物多样性指生物及其与环境形成的生态复合体以及与此相关的各种生态过程的总和，包括所有生物，即动物、植物、微生物，以及它们所拥有的基因和生存环境的多样性。意义重大的生物多样性体现在遗传多样性，物种多样性、生态系统多样性和景观多样性四个层次。

（一）河流生物多样性的主要指标

衡量河流生物多样性的主要指标分为动物多样性指标和植物多样性指标两类。动物多样性指标主要包括鱼类、大型水生无脊椎动物、两栖与水栖爬行动物、鸟类。可以利用多度、多样性指数、土著种比例、物种丰富度等衡量。植物多样性指标主要包括植物物种组成、植物多样性、河岸带景观。可以利用多度、密度、盖度、频度、物种丰富度指数、物种多样性指数、植物群落均匀性指数、斑块类型面积、景观斑块数量、廊道密度指数等衡量。

（二）河流生物多样性的评价标准

生物多样性数据很难直接获得。通常通过实地调查，与几乎未受人类活动干扰的理想河流生态环境进行对比后对其进行评价。如果历史数据缺乏，则可以选择同区域人类活动干扰很少、状况较好的类似河流作为参照，或者通过访查当地人获取历史近似数据。

生物多样性的科学评价，往往需要较强的专业背景和本底数据支持。针对普通公众，推荐采用如下生物多样性的简易评价方法，对河流生物多样性做出简单判断。

（三）河流生物多样性状况的简易评价方法

1. 动物多样性快速评估法

动物多样性主要指标的数据较难获得，可以采用下述快速评价方法进行简易评价（表 14）。

表 14 动物多样性的简易评价

评价 指标	评 分				
	4-5	3-4	2-3	1-2	0-1

物种多样性	在样线或样方内观察到的全部动物物种数量或某一类物种数量明显超过历史记录或某一最高记录河段参考值，可视为最好 □	在样线或样方内观察到的全部动物物种数量或某一类物种数量等于或略超过历史记录或某一最高记录河段参考值的，可视为良好 □	在样线或样方内观察到的全部动物物种数量或某一类物种数量等于或略小于历史记录或某一最高记录河段参考值的，可视为一般 □	在样线或样方内观察到的全部动物物种数量或某一类物种数量明显小于历史记录或某一最高记录河段参考值的，可视为较差 □	在样线或样方内很难见到动物或观察到的全部动物物种数量或某一类物种数量明显小于历史记录或某一最高记录河段参考值的，可视为很差 □
生态环境类型	在样线或样方内观察到的全部动物或某一类动物出现或主要活动的河流生态环境类型明显超过历史记录或某一最高记录河段参考值的，可视为最好 □	在样线或样方内观察到的全部动物或某一类动物出现或主要活动的河流生态环境类型略微超过或等于历史记录或某一最高记录河段参考值的，可视为良好 □	在样线或样方内观察到的全部动物或某一类动物出现或主要活动的河流生态环境类型等于或略微小于历史记录或某一最高记录河段参考值的，可视为一般 □	在样线或样方内观察到的全部动物或某一类动物出现或主要活动的河流生态环境类型明显小于历史记录或某一最高记录河段参考值的，可视为较差 □	在样线或样方内没有动物出现或观察到的全部动物或某一类动物出现或主要活动的河流生态环境类型很少或极为单一，可视为很差 □
行为改变	在样线或样方内环境指示性很高的动物或关键动物的活动行为与该动物习性高度一致的，可视为最好 □	在样线或样方内环境指示性很高的动物或关键动物的活动行为与该动物习性存在较小频率改变的，可视为良好 □	在样线或样方内环境指示性很高的动物或关键动物的活动行为与该动物习性存在较明显频率改变的，可视为一般 □	在样线或样方内环境指示性很高的动物或关键动物的活动行为与该动物习性存在非常明显频率改变的，可视为较差 □	在样线或样方内没有动物出现或环境指示性很高的动物或关键动物的活动行为与该动物习性存在严重频率改变的，可视为很差 □
注： 1.环境指示性很高的动物主要指两栖类、爬行类动物，以及食物唯一性突出的鸟类，如翠鸟、白鹡鸰、小鸊鷉、白眼潜鸭、绿头鸭等 2.关键动物指列入国际或国家保护名录的动物					

2. 植物多样性的简易评价法

植物多样性数据和资料也难以获得，可以采用以下简易评价方法，快速评价河流的植物多样性状况（表 15）。

表 15 植物多样性的简易评价

评价指标	评 分
------	-----

		4-5	3-4	2-3	1-2	0-1
物种多样性	(1) 物种数 (不包括农作物、经济作物和栽植树木)	100m×100m 范围内很容易地找到 30 种以上的不同植物 ☐	100m×100m 范围内可找到 20—30 种不同的植物 ☐	100m×100m 范围内可找到 10—20 种不同植物 ☐	100m×100m 范围内可找到 5-10 种不同的植物 ☐	100m×100m 范围内只能找到 5 种以下的不同植物 ☐
	(2)物种均匀度	所有植物都是随机分布 ☐	多数植物随机分布,个别植物聚集在一块儿 ☐	一些植物随机分布,一些植物聚集在一块儿 ☐	不同植物在不同的地块聚集 ☐	几乎所有植物都是均匀分布的,如同种植的庄稼 ☐
	(3)有毒有害植物扩散	很少看到牲畜不吃的杂草 ☐	牲畜不吃的杂草少量分布,但未影响其他有价值植物的生长(如牧草和食用药用植物) ☐	牲畜不吃的杂草较多分布,但未影响其他有价值植物的正常生长 ☐	牲畜不吃的杂草大量分布且生长旺盛,其他有价值植物勉强存活 ☐	到处都是牲畜不吃的杂草,其他植物种类很少 ☐
群落	(1)盖度	木本植物垂直投影没有覆盖的地表面积小于 20% ☐	木本植物垂直投影没有覆盖的地表面积介于 40~20% ☐	木本植物垂直投影没有覆盖的地表面积介于 40~60% ☐	木本植物垂直投影没有覆盖的地表面积介于 60~80%,但还是有野草 ☐	基本上都是野草覆盖,或者地表大部分都是裸露的 ☐

表 16 河流健康状况综合评价

分项指标	原始分值	折合成百分制分值	权重	权重×百分制分值	本项得分
水质状况					
水量状况					
河流形态状况					
河岸带状况					
生物多样性					
河流健康状况综合得分					

按照表 16 进行相关计算，最终得到河流健康的综合得分。根据这一分值的高低将河流健康状况分为五个等级（表 17）。

表 17 河流健康状况等级表（5 级）

河流健康状况综合得分	健康等级	标志
90 分-100 分	很健康	
75 分-90 分	健康	
60 分-75 分	亚健康	
40 分-60 分	病态	
0 分-40 分	病重	

在进行河流健康综合评价时，推荐制作河流综合纪录套表（见附表？），帮助我们全面了解、分析河流的综合情况。同时，建议充分利用相机、录像等辅助手段，协助建立全面的河流档案。

第三章 推广：河流健康计分卡的应用

河流健康计分卡操作指南的第二章主要讲述了河流健康状况评价过程中使用的理论方法和思路，即指标体系和评价标准。河流健康计分卡在选定河流的多年持续应用可以帮助我们了解河流健康的变化趋势，指导我们更好的开展河流保护和修复工作。

国家环境保护部副部长潘岳曾言：“当前中国环保形势仍然十分严峻，公众参与程度太低是重要原因之一。世界环保事业的最初推动力量来自于公众，没有公众参与，环保事业就变成少数人的事而最终一事无成。”在科技发达的今天，环境保护事业仅仅单纯依赖于先进的技术力量，而缺乏公众的广泛参与和管理层的合理决策，无法实现可持续发展的目标。作为淡水生态系统的关键组成部分，河流的健康保护更需要为公众和管理层提供良好的互动参与方式和机制，唤起“连锁式”的保护行动。因此，河流健康计分卡的应用，仅仅局限于讨论其自身的内容是远远不够的，只有不断推广，它才能最大程度地体现出应有的价值。

河流健康计分卡推广的有效性取决于多种因素，其中最重要的因素为发布对象、发布形式和发布渠道。这三种因素需要在计分卡形成过程中就进行相关的构思和设计，即：仔细考虑并锁定发布对象；选择恰当的发布形式向目标人群呈现计分卡内容；利用合适的发布渠道将计分卡散发到目标人群手中。

锁定发布对象

河流健康计分卡提供信息量的多少取决于它所面向的发布对象。在河流健康计分卡的推广中，发布对象决定并指导发布形式和发布渠道。发布对象一旦确定，我们就可以有的放矢地选择计分卡的展现内容，针对性地增强计

分卡的使用效果。

选择发布形式

针对不同的发布对象，我们必须选择合适的发布形式，加深发布对象对河流健康问题的认知和了解，从而最大程度地发挥计分卡的载体作用，提高发布对象的河流保护意识。一种有效的发布形式可以是一本详尽的河流健康评价报告，一套有关河流健康的环境教育折页，也可以是一份专门的计分卡操作手册，一组有用的河流健康评价信息等。

利用发布渠道

发布渠道是广而告之河流健康计分卡的途径。发布渠道的合理利用能够促进河流健康计分卡更快地传播，使其在最短时间内覆盖更广的人群，产生更大的影响。计分卡可以利用的发布渠道非常丰富，如网络、报纸、广播、电视等媒体手段，以及培训、座谈、分享、现场考察等交流手段。当然，仍有些渠道是需要我们发挥自身创造力深入挖掘的，如将计分卡转换成漫画或卡通形式进行发布。

如何将发布对象、发布形式和发布渠道在实际应用中有机结合呢？以“政府版”计分卡报告为例回答这个问题。政府是河流保护和流域管理的有力推动者，为了充分发挥政府在河流环境保护中的政策导向和积极参与，可以针对政府管理部门编制“政府版”计分卡报告。“政府版”计分卡报告在对河流健康状况进行评价分析基础上，着重强调河流环境问题存在的原因并提出相应的改善建议，为政府环境决策提供参考。

基于实践经验，河流健康计分卡的推广应用必须注意以下几个方面的问题。首先，在计分卡指标体系搭建过程中寻找并选择一些长期性的、前后关联性高的、容易得到数据的环境指标是非常必要的，这些指标可以帮助公众和管理层对所选河流在某段时期内的环境变化进行直观的评估和判断。其次，

计分卡展示的应该是自然条件、当前气候事件、流域管理特定因子等多重因素的相互关系，它提供的信息必须能够帮助人们将其自身所经历的实际事件与当前决策者的行为关联起来。只有与目标群体的切身利益相结合，激发目标群体对计分卡了解和使用的兴趣，计分卡的推广才能延续，价值才能得到最佳体现。第三，河流健康目标的实现最终取决于是否能够及时开展实际的保护行动，因此当计分卡发布和交流以后，需要跟进并制定一套指导和监督保护行动的管理机制和方案，实现环保意识与保护行动的有机对接。

案例分享

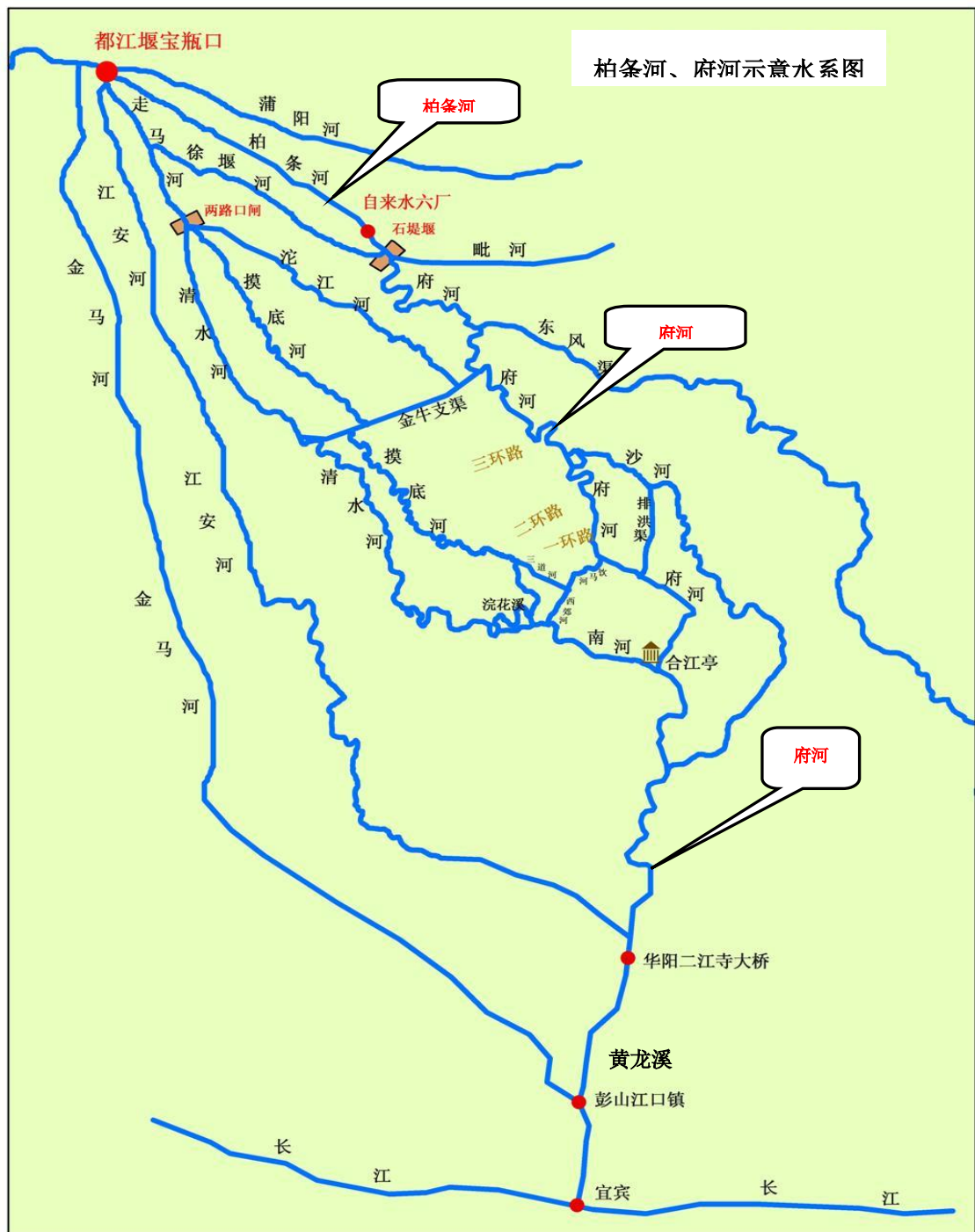
2008-2009 年，WWF 与成都城市河流研究会合作开展了柏条河、府河健康计分卡实践项目。基于两年的实践经验，我们着手编制了河流健康计分卡操作指南。本指南是从实践到理论的总结、整理和提升。柏条河、府河河流健康计分卡所使用的指标体系和评价标准当时还处于实践阶段，与本操作指南略有不同。特此附上，作为案例分享，供更多感兴趣的人和机构借鉴和参考。

成都市柏条河、府河河流健康计分卡

(一)柏条河、府河简介

柏条河是都江堰内江水系的四大河渠之一，是成都市饮用水源河流之一。柏条河起于都江堰市蒲柏闸，止于郫县石堤堰，全长 44.76 公里，至石堤堰与徐堰河汇合后分成二河，即府河、毗河。

府河是柏条河的重要支流，贯穿成都，被称为成都的母亲河。府河自石堤堰至江口，全长 115 公里。出成都城区后经双流县境，眉山市彭山县境，西南流至江口镇，最终汇入岷江左岸，



(二)柏条河、府河健康评价的主要指标

通过专家咨询，采用层次分析法确定各指标权重（附表 1）。

附表 1 柏条河、府河健康状况的主要指标及权重

柏条河、府河健康状况	五大类别	权重	主要指标	权重
	水量状况	0.22	河道基本流量满足度	0.50
			径污比	0.50
	水质状况 (数据评分占 80%, 公众评分占 20%)	0.46	高锰酸盐指数 (COD _{Mn})	0.49
			氨氮 (NH ₃ -N)	0.20
			总磷 (TP)	0.31
	河岸带状况	0.17	河岸固化程度	0.50
			河岸植被连续性	0.25
			河岸植被带宽度	0.25
	生物多样性状况	0.09	鸟类多样性	0.50
	水资源开发利用状况	0.06	植物多样性	0.50
			水资源开发利用率	1

(三)数据采集及分析

1. 水量状况评价

已有水量数据由成都市水务局河道管理处提供。未设置水文监测断面的河段则通过枯水期断面测定结合分期测量的方法获取所需水量数据。

(1) 最小生态需水量满足程度

经过查阅资料及相关水文历史数据,得到不同河段的平均历史流量。分别为:柏条河 1954-1979 年的平均历史流量为 38.9m³/s;府河洞子口、望江楼、南河河段 1942—1949 年的平均流量分别为为 22m³/s、49.2m³/s、27m³/s。黄龙溪 1939 -1941 年的平均流量约为 104m³/s。根据历史流量计算得到不同

河段的基流量，在此基础上分别计算枯水期和丰水期的最小生态需水量满足程度（附表 2，3）。

附表 2 河道最小生态需水量满足程度评价（枯水期）

河段名称	河道基流量 (m ³ /s)	枯水期总天数 (天)	低于基流量天数 (天)	满足率 (%)	得分 (分)
上游柏条河	8	181	15	92%	84
锦江府河 (洞子口)	4.5	181	23	87%	74
锦江南河 (龙爪堰)	5.5	181	65	64%	41
黄龙溪	21	181	181	100%	100

附表 3 河道最小生态需水量满足程度评价（丰水期）

河段名称	河道基流量 (m ³ /s)	丰水期总天数 (天)	低于基流量天数 (天)	满足率 (%)	得分 (分)
上游柏条河	12	182	0	100%	100
锦江府河（洞子 口）	7	182	21	89%	78
锦江南河（龙爪 堰）	8	182	67	63%	44
黄龙溪	31	182	0	100%	100

（注：流量数据来自成都市河道管理处）

（2）径污比

污水处理厂污染物排放标准与地表水环境质量标准相差甚远,计算径污比时,将未达到相应功能区地表水环境质量标准的排污量计入入河污水量。农村面源污染难以定量估计,未计入入河污水量。各河段枯水期和丰水期的径污比计算结果如附表 5, 6 所示。

附表 5 河道径污比评价(枯水期)

河段名称	枯水期平均径流量 (m^3/s)	入河污水量 (m^3/s)	径污比 (%)	得分 (分)
上游 (柏条河)	12	0.002	>10	100 分
中游 (石堤堰—华阳二江寺)	37 (注:望江楼流量加沙河流量)	12.2	3	30 分
下游 (华阳二江寺—江口)	56 (减去污水排入量)	21	3	30 分

注: m^3/s 为流量单位,表示每秒中通过的水量。

附表 6 河道径污比评价(丰水期)

河段名称	丰水期平均径流量 (m^3/s)	入河污水量 (m^3/s)	径污比 (%)	得分 (分)
上游 (柏条河)	12	0.002	>10	100 分
中游 (石堤堰—华阳二江寺)	34 (注:望江楼流量加沙河流量)	12.2	3	30 分
下游 (华阳二江寺—江口)	73 (减去污水排入量)	26	3	30 分

(3) 水量状况综合评价

附表 7 水量状况评价 (枯水期)

河段名称	监测断面	主要指标	数值	得分	权重	综合得分
上游 (柏条河)	北桥断面	河道基流满足度	92%	84	0.5	92

		径污比	>10	100	0.5	
中游 (石堤堰—华阳二江寺)	洞子口断面	河道基流满足度	87%	74	0.5	52
		径污比	3	30	0.5	
下游 (华阳二江寺—江口)	黄龙溪断面	河道基流满足度	100%	100	0.5	65
		径污比	3	30	0.5	

附表 8 水量状况评价（丰水期）

河段名称	监测断面	指标类别	数值	得分	权重	综合得分
上游 (柏条河)	北桥断面	河道基流满足度	100%	100	0.5	100
		径污比	>10	100	0.5	
中游 (石堤堰—华阳二江寺)	洞子口断面	河道基流满足度	89%	78	0.5	54
		径污比	3	30	0.5	
下游 (华阳二江寺—江口)	黄龙溪断面	河道基流满足度	100%	100	0.5	65
		径污比	3	30	0.5	

2. 水质状况评价

（1）公众评价

在丰水期、枯水期，通过网络、媒体等招募热爱河流、热爱环境的市民、村民、企业代表 20 名参与公众评分小组，实地评价河流透明度、气味、垃圾状况。公众评价占水质评价总比例的 20%。

（2）水质化学指标评价

水质化学指标的相关数据由成都市环境保护局监测中心站提供。

（3）水质状况综合评价

附表 9 2009 年柏条河、府河水质评价（枯水期）

河段名称	监测断面	指标类别	监测值 (mg/L)	水质类别	得分	
					数据得分	公众评分
上游 (柏条河)	金马断面	高锰酸盐 (COD _{Mn})	2.12	二类	94	79
		氨氮 (NH ₃ -N)	0.30			

		总磷（TP）	0.07		综合得分：91	
中游 (石堤堰—华阳二江寺)	永安大桥断面	高锰酸盐 (COD _{Mn})	2.55	劣五类	52	45
		氨氮 (NH3—N)	1.48			
		总磷（TP）	1.95		综合得分：49	
下游 (华阳二江寺—江口)	黄龙溪断面	高锰酸盐指 (COD _{Mn})	3.30	劣五类	33	48
		氨氮 (NH3—N)	3.54			
		总磷（TP）	0.55		综合得分：36	

附表 10 2009 年柏条河、府河水质评价 (丰水期)

河段名称	监测断面	指标类别	监测值 (mg/L)	水质类别	得分	
					数据 得分	公众 评分
上游 (柏条河)	金马断面	高锰酸盐 (COD _{Mn})	2.46	二类	96	79
		氨氮 (NH3－N)	0.19			
		总磷（TP）	0.06		综合得分：93	
中游 (石堤堰－华阳二江寺)	永安大桥断面	高锰酸盐 (COD _{Mn})	3.10	五类	70	45
		氨氮 (NH3－N)	1.46			
		总磷（TP）	0.32		综合得分：65	
下游 (华阳二江寺－江口)	黄龙溪断面	高锰酸盐指 (COD _{Mn})	3.60	劣五类	43	48
		氨氮 (NH3－N)	1.94			
		总磷（TP）	0.62		综合得分：44	

注: 计算时, 丰水期代表月份为 8 月, 枯水期代表月份为 3 月、11 月。

3. 河岸带状况评价

(1) 河岸固化程度评价

采用实地调查与漂流抽样调查相结合的方式。

附表 11 河道固化程度评价

河段名称	固化率 (%)	得分
上游	35%	81 分

(柏条河)		
中游 (石堤堰—华阳二江寺)	80%	25 分
下游 (华阳二江寺—江口)	14%	100 分

(2)河岸植被连续性评价

以每公里出现 10 米以上的间隙量为评分标准。经过调查发现，无植被覆盖区域多为渠化、工厂、农家乐、砂石破坏河段。

附表 12 植被连续性评价

河段名称	每公里不连续间隙 (>10m)	得分
上游 (柏条河)	6	94 分
中游 (石堤堰—华阳二江寺)	12	88 分
下游 (华阳二江寺—江口)	2	98 分

(3)河岸植被带宽度评价

附表 13 柏条河-府河河岸植被带宽度评价

河段名称	平均河宽 (m)	平均植被带宽度 (m)	得分
上游 (柏条河)	40m	10m	75
中游 (石堤堰—华阳二江寺)	45m	8m	68
下游 (华阳二江寺—江口)	105m	18m	67

(4)河岸带状况综合评价

附表 14 河岸带状况综合评价

河段名称	主要指标	数值	得分	权重	综合得分
------	------	----	----	----	------

上游 (柏条河)	河岸固化率	35%	81 分	0.50	83
	河岸植被连续性	6 个	94 分	0.25	
	河岸植被带宽度	10m	75 分	0.25	
中游 (石堤堰—华阳二江寺)	河岸固化率	80%	25 分	0.50	52
	河岸植被连续性	12 个	88 分	0.25	
	河岸植被带宽度	8m	68 分	0.25	
下游 (华阳二江寺—江口)	河岸固化率	14%	100 分	0.50	91
	河岸植被连续性	2	98 分	0.25	
	河岸植被带宽度	18m	67 分	0.25	

3. 生物多样性状况评价

由于衡量河流生物多样性的指标如鱼类、底栖大型无脊椎动物、浮游动物、浮游植物等缺乏本底资料，数据收集困难，故本次评价仅选取较易获得数据的鸟类多样性、河岸带植物多样性作为评价指标。

(1) 鸟类多样性评价

成都市平原地区鸟类多样性本底资料由专家咨询和文献查阅获得。成都市平原地区鸟类估计有 298 种，其中留鸟 64 种、夏候鸟 28 种、冬候鸟 93 种、旅鸟 113 种。根据栖息地对不同居留型鸟类的生态意义，对不同居留型鸟类物种数量进行加权计算。

附表 15 鸟类加权系数表

	冬春季调查	夏秋季调查
留鸟	1.00	1.00
夏候鸟	0.10	1.00

冬候鸟	1.00	0.10
-----	------	------

为进一步考察柏条河和府河的鸟类多样性，2009 年冬春季我们在该河段设置 12 条约 4 公里长的样线，进行鸟类调查。每条样线重复调查 2 次。

附表 16 鸟类多样性评价

河段名称	地点	物种数	物种加权值	得分
上游 (柏条河)	都江堰	24	19.5	33.4
	天马	29	23.9	41.0
	唐昌	33	28.1	48.2
	唐元	28	22.9	39.3
	三道堰	30	24.5	42.0
	石堤堰	32	27.5	47.2
	上游平均	29.3	-	42
中游 (石堤堰—华阳二江寺)	团结	26.0	20.9	35.8
	安靖	27.0	22.1	37.9
	九眼桥	13.0	10.2	17.5
	中游平均	22.0	-	30
下游 (华阳—江口)	华阳	25.0	20.2	34.6
	正兴	42.0	32.8	56.3
	黄龙溪	41.0	32.7	56.1
	下游平均	36.0	-	49 分

(2) 植物多样性评价

本次植物多样性调查由四川省林业科学研究院专家与四川大学生物学院志愿者共同完成。通过对上、中、下游 18km 抽样河段 9 个调查点的野外

调查记录、以及照片和实物标本与相关资料文献的比对，确认柏条河-府河评价河段共有维管植物 312 种，隶属 108 科 234 属，其中蕨类植物 8 科 10 属 17 种，裸子植物 5 科 8 属 8 种，被子植物 95 科 216 属 287 种。

附表 17 柏条河-府河植物多样性评价

评价类别	主要指标	第二层 指标 权重	第三层 指标 权重	上游		中游		下游	
				调查 结果	得分	调查 结果	得分	调查 结果	得 分
物种组成多样性	物种数: N	0.42	1	246	33.1	213	28.7	193	26.0
物种科属结构多样性	G-F 指数 DG-F	0.11	1	0.861	9.5	0.848	9.3	0.832	9.2
群落 Shannon-Wiener 多样性指数	乔木层: Hq'	0.39	0.16	1.0387	3.6	0.7476	2.6	0.5186	1.8
	灌木层: Hg'		0.40	0.7580	8.7	0.6979	8.0	0.6349	7.3
	草本层: Hc'		0.44	1.2756	11.8	0.6688	6.2	1.0537	9.7
群落 Pielou 均匀度指数	乔木层: Eq	0.08	0.16	0.9301	1.2	0.7283	0.9	0.7209	0.9
	灌木层: Eg		0.40	0.7539	2.4	0.6231	2.0	0.8266	2.6
	草本层: Ec		0.44	0.6793	2.4	0.3989	1.4	0.5254	1.8
合计		/		/	72		59	/	59

(3)河岸带生物多样性评价

附表 18 河岸带生物多样性状况评价

河段名称	主要指标	得分	权重	综合得分
上游 (柏条河)	鸟类多样性	42	0.50	57
	植物多样性	72	0.50	
中游 (石堤堰—华阳二江寺)	鸟类多样性	30	0.50	45
	植物多样性	59	0.50	
下游	鸟类多样性	49	0.50	54

	植物多样性	59	0.50	
--	-------	----	------	--

5.水资源开发利用评价

水资源开发利用程度指河道外用水量占河道总水量的比例。

(1) 上游柏条河水资源开发利用评价

柏条河的河道外用水主要包括柏条河直灌区农田灌溉用水和水六厂源水。忽略其他零星用水，柏条河河道外用水量为 0.78 亿 m^3 ，水资源开发强度约为 7%。

(2) 中游府河段水资源开发利用评价（石堤堰—华阳）

以府河入口石堤堰的水量为总进水量，2009 年的数据约为 19.8 亿 m^3 。河道外引水量为 14.52 亿 m^3 。若考虑沙河补充水量，则外引水量为 11.67 亿 m^3 。两种情况下，中游府河段的水资源开发利用率分别为 73%、58%。

(3) 下游府河段水资源开发利用评价（华阳—江口）

根据实际监测和查阅资料，下游府河段的总流量为 28.6 亿 m^3 ，河道外用水量约 0.2 亿 m^3 。水资源开发利用率约为 1%。

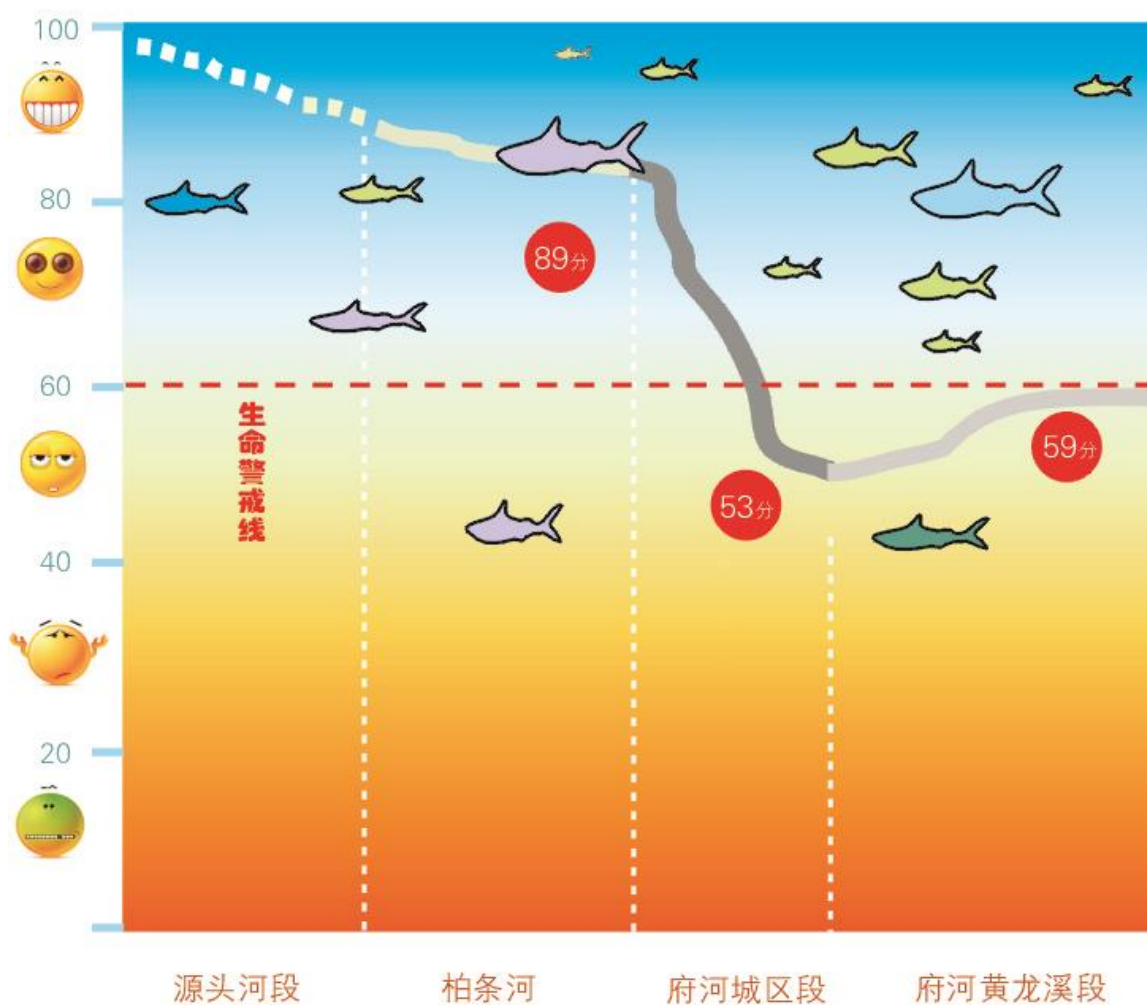
附表 19 水资源开发利用评价

河段名称	水资源开发利用率	得分
上游 (柏条河)	7%	96
中游（考虑沙河补充水量） (石堤堰—华阳二江寺)	58%	33
下游 (华阳二江寺—江口)	1%	100

(四) 柏条河、府河健康状况评价结果

附表 20 2009 年度柏条河—府河的健康状况

河段名称	评价类别	得分			健康状况
		枯水期	丰水期	全年	
上游 (柏条河)	水质状况	91	93	92	
	水量状况	92	100	96	
	河岸状况	83	83	83	
	生物多样性状况	57	57	57	
	水资源开发利用率	96	96	96	
	综合得分	87	90	89	
中游 (石堤堰—华阳二江寺)	水质状况	49	65	57	
	水量状况	52	54	53	
	河岸状况	52	52	52	
	生物多样性状况	45	45	45	
	水资源开发利用率	33	33	33	
	综合得分	49	57	53	
下游 (华阳二江寺—江口)	水质状况	36	44	40	
	水量状况	65	65	65	
	河岸状况	91	91	91	
	生物多样性状况	54	54	54	
	水资源开发利用率	100	100	100	
	综合得分	57	61	59	



（五）改善河流健康的建议

（1）改善上游柏条河健康的建议

上游柏条河基本健康，鸟类多样性较差。都江堰城区植被种类单调，城区外鸟类多样性增加但河流两岸固化较多，不利于水鸟栖息。因此，建议：

- 减少柏条河的固化河段，改善河岸生态。
- 充分利用河滩、河湾和支流河口地形，营造洪泛湿地。
- 适度恢复和重建河岸湿地和滩涂地。

(2) 改善中游府河段健康状况的建议（石堤堰—华阳二江寺）

中游府河段属于“病态”，水质状况较差，水资源开发利用率较高。出现这种状况的主要原因为：污水排放量太大，河道生态需水量严重缺乏，跨流域调水过多，城区河段固化程度较高。

为改善中游府河段健康状况，建议：

- 将河道基本流量归还河流，确保河道基本流量。
- 合理配置生产、生活、生态用水，保证河道基本流量，适当增加中游河段生态环境需水量。
- 谨慎进行跨流域调水，不以牺牲生态环境为代价。
- 加强控制污染源，提高污水处理厂排放标准。
- 加强流域水权管理
- 科学发展，充分考虑水资源的承载能力。

(3) 改善下游府河健康状况的建议（华阳二江寺—江口）

下游府河段属于“病态”，水质状况较差，枯水期时水质已属于“病重”状态。主要原因为：上游污水量太大，黄龙溪河段径污比小，农田干扰大，植被层次较为单一。

为改善下游府河健康状况，建议：

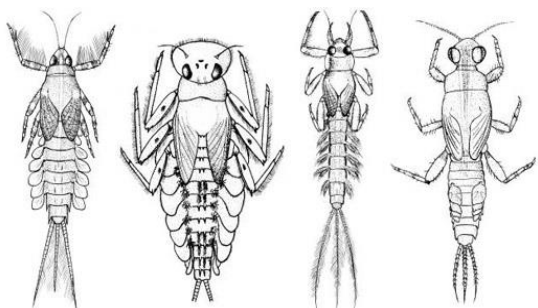
- 合理规划，保护自然河岸及滩涂湿地。
- 人为增加河岸植被带宽度，完善植被结构。
- 在黄龙溪河段打造“生态走廊”“绿色长廊”，建立健康河流示范。

附图

常见水质评价生物

洁净水质生物指标 (EPT, 对污染反应敏感)

a. 蜉蝣目 (Ephemeroptera)

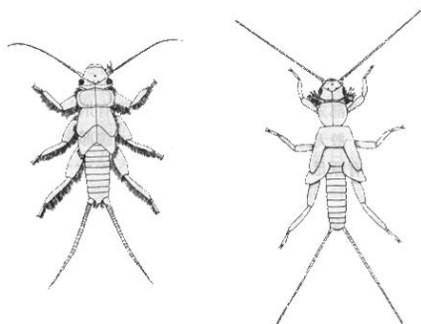


附图1 蜉蝣目幼虫



附图2 蜉蝣目成虫

b. 襁翅目 (Plecoptera, 俗称石蝇)



附图3 襁翅目幼虫



附图4 襁翅目成虫

c.毛翅目 (Trichoptera, 俗称石蛾)



附图5 毛翅目幼虫



附图6 毛翅目成虫

一般水质生物指标（对污染反应一般）

a. 蜻蜓目（Odonata，俗称蜻蜓、豆娘等）



附图7 蜻蜓目幼虫



附图8 蜻蜓目成虫

b. 半翅目（Hemiptera，俗称椿象或椿象）



附图9 半翅目（游泳椿）

c. 螺、贝类



附图10 螺类



附图11 贝类

d. 鞘翅目（甲虫类）



附图 12 甲虫类幼虫



附图 13 甲虫类成虫

e. 广翅目



附图 14 广翅目鱼蛉幼虫



附图 15 广翅目鱼蛉成虫

污水生物指标（对污染反应不敏感生物）

a. 蚊科类



附图 16 摇蚊幼虫



附图 17 摇蚊成虫

b. 蚯蚓类



附图 18 蚯蚓类

c. 水蛭（蚂蟥）



附图 19 水蛭

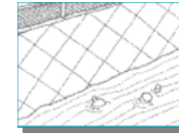
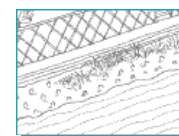
附表

河流健康计分卡野外调查纪录套表

河流综合调查纪录			
调查时间	年 月 日 时 分		
天气情况			
现地气温	(℃)	河流水温	(℃)
水量状况	水量状况： 水流到达两岸，几乎没有底质裸露 ☐ 水流覆盖约 75%，少部分底质裸露 ☐ 水流覆盖约 50%，部分底质裸露 ☐ 水流覆盖约 25%，浅滩大部分裸露 ☐ 水量很少，几乎全部裸露 ☐		
	照片		

水质状况	透明度 清澈见底 ☐ 有点浑浊 ☐ 十分浑浊 ☐ 污浊不堪 ☐
	气味 没有异味 ☐ 有点异味 ☐ 异味明显 ☐ 奇臭难忍 ☐ 臭味类型描述_____
	水体颜色 无色透明 ☐ 浅蓝色 ☐ 土黄色 ☐ 灰黑色 ☐ 其他_____
	河面垃圾状况 基本没有漂浮物 ☐ 有少量漂浮物 ☐ 漂浮物较多 ☐ 漂浮物类型_____
	河岸垃圾状况 基本没有垃圾 ☐ 有少量垃圾 ☐ 垃圾较多 ☐ 垃圾类型_____
	河中生物 非常清洁的水：存在三种 EPT 生物，数量和种类比较丰富，其他的脊椎类生物也有很多 ☐
	清洁的水：存在三种 EPT 生物，或者只存在 PT，而没有 E（蜉蝣目），且种类较少。存在蜻蜓幼虫、甲壳类生物和少量的摇蚊幼虫（红虫/水蚯蚓）。 ☐
	轻度污染的水：不存在 EPT 生物或者只有很少 PT 或甲壳类生物。蜻蜓目稚虫、摇蚊幼虫大量存在。 ☐
	中度污染的水：不存在 EPT 生物和蜻蜓目稚虫等生物。摇蚊幼虫等蚯蚓类生物大量存在。 ☐
	较重污染的水：不存在 EPT 以及蜻蜓目稚虫，存在大量摇蚊幼虫和苍蝇幼虫等。 ☐
严重污染的水：不存在任何底栖动物。 ☐	
照片	

形态结构	河流连通性： 河道连通性较好，百公里没有水电站，河水流动强。 ☐
	河道连通性较好，百公里水电站数量较少，河水流动较强 ☐
	河道连通性一般，流通受阻碍，河水流速一般 ☐
	河道连通性不好，阻碍较多，河水流动缓慢 ☐
	河道连通性极差，阻碍较强，河水几乎静止 ☐
	河道弯曲状况： 自然河道弯曲形态，几乎未经裁弯取直 ☐
	河道弯曲形态保存较好，裁弯取值段较少 ☐
	河道弯曲形态保存一般，人为改造较为明显 ☐
	河道弯曲形态保存较差，人为改造河段较多 ☐
	河道大部分经裁弯取直改造，自然河道弯曲形态几乎没有 ☐
	河道渠化程度： 几乎没有渠化（包括河床、河岸），河岸接近自然状态 ☐
	河岸无明显渠化（卵石堆砌），河床未渠化 ☐
	河岸部分渠化，两岸筑有混凝土堤坝，河床未渠化 ☐
	河岸、河床渠化严重 ☐
	其他 ☐
	几乎没有侵蚀 ☐ 侵蚀轻微 ☐
	有一些侵蚀 ☐
	侵蚀严重 ☐
	常有崩岸 ☐
	几乎没有侵蚀 ☐ 侵蚀轻微 ☐ 有一些侵蚀 ☐ 侵蚀严重 ☐ 常有崩岸 ☐
	几乎没有侵蚀 ☐ 侵蚀轻微 ☐
	有一些侵蚀 ☐
	侵蚀严重 ☐
	常有崩岸 ☐
	几乎没有侵蚀 ☐ 侵蚀轻微 ☐
	有一些侵蚀 ☐
	侵蚀严重 ☐
	常有崩岸 ☐



照片

河岸带状况	河岸植被带宽度：	
	河宽的 1 倍 ≤ 河岸带宽度	☐
	河宽的 0.5 倍 ≤ 河岸带宽度 < 河宽的 1 倍	☐
	河宽的 0.25 倍 ≤ 河岸带宽度 < 河宽的 0.5 倍	☐
	河宽的 0.1 倍 ≤ 河岸带宽度 < 河宽的 0.25 倍	☐
	河宽的 0.05 倍 ≤ 河岸带宽度 < 河宽的 0.1 倍	☐
	河岸带宽度 < 0.05 倍	☐
	河岸植被纵向连续性：	
	每公里出现_____个 10 米间隙	
	河岸带景观特征：	
	● 斑块面积	
	河边林地、灌丛或者草地面积多数大于 10000m ² （100m 长×100m 宽以上） ☐	
	河边林地、灌丛或者草地，面积多数介于 1000 ~100000m ² ☐	
	河边林地、灌木、草地分散分布，地块面积多数不超过 1000 m ² ☐	
	林地、草地、灌木分散分布，面积介于 500~ 1000 m ² 之间 ☐	
无林地，草地、灌木分散分布，面积多数不到 100m ² ☐		
● 廊道密度		
基本上无便道、林荫道 ☐		
分布有两三条便道、林荫道 ☐		
便道、林荫道数量较多 ☐		
便道、林荫道遍布 ☐		
到处都是便道，并掺杂有硬化便道或小车道 ☐		
照片		

生物多样性 状况	● 物种均匀度 - 所有植物随机分布 ☐ - 大多数植物随机分布，有些植物聚集在一块 ☐ - 不同植物聚集在不同地块 ☐ - 一些植物聚集在一起，一些植物均匀分布 ☐ - 几乎所有植物均匀分布 ☐
	照片

生物多样性 状况	● 有毒有害植物扩散 几乎不存在牲畜不吃的有毒有害杂草 ☐ 牲畜不吃的有毒有害杂草少量分布，但不影响其他原有植物的生长 ☐ 牲畜不吃的杂草分布较多，但是不影响其他有价值植物的正常生长 ☐ 牲畜不吃的杂草大量分布，生长茂盛，其他植物勉强存活 ☐ 到处都是杂草茂盛生长，其他植物种类已经很少 ☐ 照片
--------------------------------	--

后 记

时光荏苒，光阴似箭，经过两年多的研究与实践，今天的《河流健康环境计分卡操作指南》终于得以成型。欣喜之余，回首望去，诸多艰辛历历在目。期间不乏有识之士，鼎力相助，在此谨表诚挚的感谢。

水星没有水，海王星没有海；土星、木星表面虽是汪洋一片，但那不是水，是氢，寒寂，绝无生机。地球幸而有水，才有生物，才有生物进化和进化高端的我们人类。然而，当经济发展带来物质的充盈，河流枯竭、湖泊萎缩、水污染严峻，诸多水环境问题摆在我们面前，成为困扰我们的一大难题。我们每个人都是污染的受害者，同时也是污染的制造者。维护河流的健康生命，需要我们大家的共同努力和行动。

“路漫漫其修远兮，吾将上下而求索。”编写这本书对我们来说，只是水环境保护“万里长征”的第一步。我们深知，这只是一次不尽完美的尝试，必有许多不完善之处，旨在抛砖引玉，供大家探讨。敬请阅者不吝赐教，我们会不断努力，将这本指南不断完善，帮助大家更好地开展水环境保护工作。

最后，诚挚地感谢成都市环境保护局、成都市水务局、成都市科协提供的支持和指导！

感谢项目组全体成员、志愿者的辛勤劳动和不懈努力！

世界自然基金会（WWF）简介

世界自然基金会（WWF）是在全球享有盛誉的、最大的独立性非政府环境保护组织之一，自 1961 年成立以来，WWF 一直致力于环保事业，在全世界拥有将近 520 万支持者和一个在 100 多个国家活跃着的网络。

WWF 在中国的工作始于 1980 年的大熊猫及其栖息地的保护，是第一个受中国政府邀请来华开展保护工作的国际非政府组织。1996 年，WWF 正式成立北京办事处，此后陆续在全国八个城市建立了办公室。发展至今，共拥有 120 多名员工，项目领域也由大熊猫保护扩大到物种保护、淡水和海洋生态系统保护与可持续利用、森林保护与可持续经营、可持续发展教育、气候变化与能源、野生物贸易、科学发展与国际政策等领域。

WWF 的使命是遏止地球自然环境的恶化，创造人类与自然和谐相处的美好未来。为此我们致力于：

保护世界生物多样性；

确保可再生自然资源的可持续利用；

推动降低污染和减少浪费性消费的行动；

成都城市河流研究会简介

成都城市河流研究会成立于 2003 年 6 月 5 日，是一个由民政部门批准注册的民间公益环保组织。机构以府南河工程专家组为基础，建立了一批稳定的专家团队，同时建立起来自国际、国内和本土的大、中、小学生、退休人员等广泛参与的志愿者队伍。

如今，成都城市河流研究会已发展成一个拥有专、兼职工作人员 15 人的专业环保组织。工作领域包括：水环境专项课题研究、水环境保护与污染防治实践、环境教育与交流、为政府提供环境政策建议、为公众提供公共环境信息等。