《青海湖刚毛藻遥感监测技术规范》

编制说明

（报批稿）

标准名称：	**青海湖刚毛藻遥感监测技术规范**
项目编号：	
制、修订类型：	**制定**
主要起草单位：	**青海省生态环境监测中心、中国科学院空天信息创新研究院、国家环境保护青藏高原生态环境监测与评估重点实验室、青海省生态环境监测与评估重点实验室**
归口单位：	**青海省生态环境厅**
起草时间：	**2023年4月---2024年3月**

目 录

一、工作简况.....1

（一）任务来源.....1

（二）起草单位.....1

（三）主要起草人及其所做的工作.....1

二、制定标准的必要性和意义.....2

三、主要起草过程.....4

（一）前期研究工作.....4

（二）主要起草过程.....5

1、成立编制组.....5

2、收集相关文献、标准和法规.....5

四、制定标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系.....12

（一）编制原则和依据.....12

1、编制原则.....12

2、编制依据.....12

（二）与现行法律、法规、标准的关系.....13

五、主要条款的说明.....13

（一）技术路线.....13

（二）原理.....14

（三）主要条款的说明.....14
1、卫星遥感影像选取.....14
2、卫星遥感影像处理.....15
3、刚毛藻遥感判别.....16
4、专题图制作与统计分析.....17
5、地面核查.....18
6、质量控制.....20
7、监测成果及报告编制.....22
六、重大意见分歧的处理依据和结果.....22
七、贯彻实施标准的要求、措施等建议.....24
（一）组织实施.....24
（二）技术措施.....24
八、预期的社会、经济、生态效益.....24
九、其他应说明的事项.....25
（一）已开展的工作基础.....25
参考文献.....28
附表 1 地方标准征求意见汇总处理表.....30
附表 2 预审意见汇总处理表.....34

一、工作简况

（一）任务来源

2023 年 5 月，由青海省生态环境监测中心、中国科学院空天信息创新研究院等单位申请地方标准的立项，根据青海省生态环境厅办公室《关于印发 2023 年度青海省地方生态环境标准制修订项目计划的通知》（青生办（2023）28 号），批准《青海湖刚毛藻遥感监测技术规范》（以下简称“规范”）地方标准的制定。

（二）起草单位

起草单位：青海省生态环境监测中心、中国科学院空天信息创新研究院、国家环境保护青藏高原生态环境监测与评估重点实验室、青海省生态环境监测与评估重点实验室。

（三）主要起草人及其所做的工作

本文件主要起草人见表 1。

表 1 起草小组成员及工作一览表

姓名	性别	职务/职称	工作单位	任务分工
窦筱艳	女	正高级工程师	青海省生态环境监测中心	标准负责人
张志军	男	高级工程师	青海省生态环境监测中心	标准撰写
申 茜	女	副研究员	中国科学院空天信息创新研究院	标准撰写
高海鹏	女	高级工程师	青海省生态环境监测中心	文本校核

徐雯婷	女	博士	中国科学院空天信息创新研究院	遥感解译
都成妍	女	工程师	青海省生态环境监测中心	数据处理
姚 月	女	工程师	中国科学院空天信息创新研究院	数据质检
鲁子豫	男	高级工程师	青海省生态环境监测中心	现场验证
张妹婷	女	高级工程师	青海省生态环境监测中心	文本修改
保善磊	男	工程师	青海省生态环境监测中心	现场核查
殷万玲	女	工程师	青海省生态环境监测中心	专题制图
徐 珣	男	工程师	青海省生态环境监测中心	现场验证
陈 珂	女	工程师	青海省生态环境监测中心	现场验证
钟丹丹	女	工程师	青海省生态环境监测中心	现场验证
张紫萍	女	工程师	青海省生态环境监测中心	数据处理
周明星	男	工程师	青海省生态环境监测中心	现场核查
李正科	男	工程师	青海省生态环境监测中心	现场核查
刘维明	男	助理工程师	青海省生态环境监测中心	现场核查
吕晨瑶	女	助理工程师	青海省生态环境监测中心	现场核查
温海桂	女	助理工程师	青海省生态环境监测中心	现场核查

二、制定标准的必要性和意义

2021 年 12 月、2022 年 2 月以及 2022 年 3 月青海省人民政府先后印发《青海省“十四五”生态环境保护规划》、《青海湖流域生态环境保护条例》以及《青海国家公园示范省建设三年行动计划（2020-2022 年）》等文件，强调了实施“清洁青海湖”建设行动，强化湖区及入湖河流生态保护修复，加强青海湖青海刚毛藻治理。青海湖作为我国最大的湖泊和正在建设中的国家公园，在全省范围内有着

较大的影响力和代表性。青海湖地处青藏高原特殊生态区域，其湖泊生态系统对气候变化表现出高度敏感性。刚毛藻在青海湖频繁暴发是一种气候变化等因素所引起的自然现象。通过藻类分类和物种鉴定，青海湖刚毛藻是咸水湖刚毛藻属的特有种，2021年才被科学命名为“青海刚毛藻”。目前青海刚毛藻主要在青海湖中被发现。**下文中所提及的“刚毛藻”均代指青海湖的“青海刚毛藻”。**

刚毛藻分布范围广，通过传统航测、实地调查等方法难以及时全面地获取有效数据。而卫星遥感技术具有覆盖范围广、获取数据快捷、无损检测等优势，可以提高监测效率和准确率。卫星遥感监测不仅及时报告刚毛藻异常增长情况，还可以追溯历史上刚毛藻的时空分布特征，分析和解释刚毛藻暴发的原因，从而提出有效措施控制刚毛藻暴发，保障水源的安全性和水生态环境的稳定性。

刚毛藻是水生生态系统中的初级生产力，在环境中既有益又有害。刚毛藻在环境中有益的方面是为浮游动物和底栖生物提供了重要的能量来源和良好的栖息环境。有害的方面是刚毛藻大量繁殖并形成堆积后，对青海湖流域的生态环境以及旅游业等造成了一定的影响。

在 web of science 总数据库中搜索，以太湖遥感监测藻类为研究对象的文献数量达 81 篇，以青海湖遥感监测藻类为研究对象的文献数量仅 4 篇。相比于太湖，青海湖刚毛藻

遥感监测方法研究还远远不够。已有的4篇文献都是关于漂浮态青海湖刚毛藻遥感监测。因此，需要推动和吸引众多科学家和环境管理者更多地关注青海湖刚毛藻。

目前，现有的刚毛藻遥感监测方法中缺乏针对不同形态刚毛藻的方法，缺乏面向青海湖刚毛藻的遥感监测方法，还缺乏具备一致性、稳定性、有效性的业务化监测技术方法，导致监测数据质量参差不齐、无法比对，从而影响了对青海湖刚毛藻空间分布的准确把握。地方标准《青海湖刚毛藻遥感监测技术规范》的制定，明确了监测要求，面向两种不同形态刚毛藻，针对开源的卫星遥感影像数据源，构建了青海湖刚毛藻分步骤、标准化的处理方法，从而提高了监测结果的可靠性、可比性。

三、主要起草过程

（一）前期研究工作

标准编制组在2021年1月至2023年12月期间连续三年承担了青海湖水环境遥感监测项目，其中一个重要任务是进行青海湖刚毛藻遥感监测。发现由于青海湖湖水清澈，遥感不仅可以观测到漂浮态刚毛藻，还可以观测到附着态刚毛藻。团队首次以两种形态刚毛藻为监测对象，于2023年成功构建了一套包含两种不同形态刚毛藻的遥感解译标志库。在此基础上，团队采用卫星遥感影像数据，获得水

体中疑似漂浮态和疑似附着态刚毛藻的空间分布位置，计算分布面积，开展业务化监测。

团队一方面在地面收集了很多刚毛藻实地调查数据，一方面批处理多源遥感影像，获取了刚毛藻遥感监测结果，同时将监测结果与地面实测数据和更高分辨率影像监测结果进行比对，验证了刚毛藻的监测精度大于80%。

研究成果通过了专家评审，并且获得立项，专家认为本文件编制可以解决本省生态环境发展和管理中的难点问题。

（二）主要起草过程

1、成立编制组

标准计划任务下达后，本文件承担单位和负责人成立了由青海省生态环境监测中心、中国科学院空天信息创新研究院、国家环境保护青藏高原生态环境监测与评估重点实验室、青海省生态环境监测与评估重点实验室等不同研究领域的科研人员组成的标准编制组，制定了相关工作计划，明确项目成员的分工。

2、收集相关文献、标准和法规

针对规范编制的需求，编制组收集了卫星遥感器、摄影测量与遥感 [1-2]、水华遥感与地面监测评价技术相关的标准规范[3]、国家基本比例尺地图图式[4]、国家基本比例尺地形图分幅和编号[5]、遥感影像平面图制作规范[6]、基

于地形图标准分幅的遥感影像产品规范[7]、卫星遥感产品图布局规范[8]等相关技术标准与规范。同时收集了不同形态刚毛藻分布及成因的国内外相关科技文献[9-15]等，综述了青海湖刚毛藻概述及遥感监测青海湖刚毛藻国内外研究现状和存在问题。

（1）规范性引用文件

本文件引用了下列文件或其中的条款。凡是注明日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是未注明日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 13989	国家基本比例尺地形图分幅和编号
GB/T14950	摄影测量与遥感术语
GB/T 15968	遥感影像平面图制作规范
GB/T 20257（所有部分）	国家基本比例尺地图图式
QX/T 460	卫星遥感产品图布局规范

（2）术语和定义

青海刚毛藻

刚毛藻属于绿藻门石莼纲刚毛藻目刚毛藻科。刚毛藻被分为海洋刚毛藻属、咸水湖刚毛藻属和淡水刚毛藻属。青海湖刚毛藻是咸水湖刚毛藻属的特有种，2021 年被命名为“青海刚毛藻”，目前青海刚毛藻主要在青海湖中被发现。本文件下文中所提及的“刚毛藻”均代指青海湖的“青海刚毛藻”。

漂浮态和附着态刚毛藻

刚毛藻一般以漂浮态和附着态两种状态存在。漂浮态刚毛藻包含漂浮在水面的，和受湖浪作用或水位变化影响滞留于陆地的刚毛藻。附着态刚毛藻是指附着于湖底的，或与湖底水生植被共生的刚毛藻。

疑似漂浮态和疑似附着态刚毛藻

未经地面核查、直接由遥感手段获得的漂浮态和附着态刚毛藻，分别被称为疑似漂浮态和疑似附着态刚毛藻。其中，当疑似漂浮态和疑似附着态刚毛藻位于同一垂直剖面时，认定疑似漂浮态刚毛藻下方仍然存在有疑似附着态刚毛藻。

刚毛藻分布面积

刚毛藻分布指刚毛藻的占有范围。遥感提取的刚毛藻用面状图斑表示，刚毛藻分布面积等于面状图斑占有的像元数目乘以每个像元的地面面积。刚毛藻分布面积的计量单位是平方公里（km^2）。

目视判读

参见 GB/T14950-2009 摄影测量与遥感术语编制说明

像元

参见 GB/T14950-2009 摄影测量与遥感术语编制说明

空间分辨率

参见 GB/T14950-2009 摄影测量与遥感术语编制说明

几何校正

参见 GB/T14950-2009 摄影测量与遥感术语编制说明

图像增强

参见 GB/T14950-2009 摄影测量与遥感术语编制说明

彩色合成

参见 GB/T14950-2009 摄影测量与遥感术语编制说明

（3）缩略语

GIS: 地理信息系统;

6S: 一种大气辐射传输模型;

FLAASH: 一种大气辐射传输模型。

（4）与相关指南标准的对比

本文件与同类标准（标准名称:《水华遥感与地面监测评价技术规范》、标准编号：HJ 1098-2020、发布单位：生态环境部）相比，主要存在以下几点区别:

监测对象形态不同。《水华遥感与地面监测评价技术规范》通常关注的是漂浮水面水华，而本文件则注重对附着态、漂浮态两种形态刚毛藻的空间分布和分布面积等情况。

遥感数据选择不同。《水华遥感与地面监测评价技术规范》选取遥感数据主要取决于监测水体面积大小。监测水体面积越小，空间分辨率要求越高，相反，监测水体面积越大，空间分辨率要求越低。然而，涉及到具体案例——

青海湖，属中国第一大内陆淡水湖泊，本文件选取遥感数据源则更具有针对性，选取空间分辨率在 10-20 m 左右的遥感影像。这主要是高于 10 m 空间分辨率的遥感数据源，影像细节较多，刚毛藻分布破碎化，工作效率低。低于 20 m 空间分辨率的遥感数据源，影像粗糙，难以区分不同形态刚毛藻。

数据处理流程不同。尽管两者都是基于遥感数据的监测方法，但《水华遥感与地面监测评价技术规范》处理算法更加复杂，需要核查数据准确性和去除误差干扰等因素，而《青海湖刚毛藻遥感监测技术规范》方法地方适用性强，且易上手操作，监测结果具有可靠性和比较性。

（5）青海湖刚毛藻概述及遥感监测青海湖刚毛藻研究综述

通过文献调研，发现青海湖刚毛藻的研究由来已久。通过对这些研究的整理，将青海湖刚毛藻的研究和认知过程划分为三个阶段：青海湖刚毛藻初探阶段（1959 年）、青海湖刚毛藻定量调查阶段（1961 年、1975 年、2011 年以及 2020-2021 年）、青海湖刚毛藻种属确定（2021 年）。

青海湖刚毛藻初探阶段。青海湖刚毛藻最早的文献记载可以追溯到 20 世纪 50 年代，黎尚豪（1959）首次对青海湖中刚毛藻进行描述：“在青海湖二郎剑、黑马河等湖湾中有大量漂浮的刚毛藻混杂一些根枝藻堆积成‘绿色的堤岸’，厚达 0.5m 以上，宽度至 1m，长达 100m 以上”。这一发现

标志着青海湖刚毛藻研究初探阶段的开始。

青海湖刚毛藻定量调查阶段。1961 年 7 月，由国家科委和中国科学院组织了兰州地质研究所、水生生物研究所、微生物研究所和南京地质古生物研究所的有关人员，共同成立青海湖综合考察队，进行了两年野外考察。资料特地对青海湖刚毛藻问题进行描述："青海湖中刚毛藻的生活力很强，在夏季几乎遍布整个湖泊，不仅在浅水区生长得很茂盛，甚至在水深达 22 米的湖区(布哈河入湖口附近)也生长得很好。在冬季和春季，它们似乎不是漂浮性的，这是因为所有采集浮游植物的样品中都没有看到刚毛藻，但在同时采集的沉积样品中出现了刚毛藻。"; "在青海湖的西部靠近布哈河口的鸟岛和西北部靠近哈达湾沿岸，刚毛藻的'绿色堤岸'现象尤为显著。"（中国科学院兰州地质研究院 et al.,1979）。 20 世纪 90 年代，青海省水产研究所（1975）在对青海湖底栖生物及其生产力分析显示，青海湖底栖生物中藻类的种类和数量相对丰富，尤其是个别种类在数量上形成绝对优势，蕴量十分巨大，如刚毛藻。2006~2010 年，西南大学及青海省裸鲤救护中心对青海湖浮游植物进行了连续五年的调查研究(姚维志 等., 2011)，研究发现刚毛藻在青海湖浮游植物样品中已极少出现，同时进行的底栖生物采样中也很少发现刚毛藻，与上世纪 60-90 年代相比，刚毛藻在青海湖的分布范围已明显缩小。近年观测（Zhu H et al.

2020；赵志娟 等.,2021；Duan, H et al., 2022），在青海湖的西北侧，尤其是主要河流入湖口附近和沿岸区域，刚毛藻再次出现了大规模的暴发现象。最大的刚毛藻生物量可达每平方米 2000 到 3000 克，在水陆交界处甚至可能更高。

青海湖刚毛藻种属确定。刚毛藻是一类分布广泛的典型大型丝状着生绿藻，其在生长后期会从基质上脱落，漂浮于水中，随风浪集聚成藻垫。刚毛藻一般以附着态和漂浮态两种形态存在。按照刚毛藻所处的生境，可以被分为海洋刚毛藻属、淡水刚毛藻属、以及处于两者之间过渡位置的咸水湖刚毛藻属。

通过藻类分类和物种鉴定，确定青海湖刚毛藻是咸水湖刚毛藻属特有种。虽然青海湖刚毛藻存在已久，但 2021 年才被科学命名为“青海刚毛藻”（赵志娟 等, 2021）。

在青海湖刚毛藻遥感监测相关研究成果中王天慈（2020）和 Duan, H（2022）主要使用空间分辨率在 30-60m 的 Landsat 系列遥感数据，分析漂浮态刚毛藻的分布特征和成因分析。在其他青海湖刚毛藻研究中，Zhu H（2020）和郝美玉（2020）已提出刚毛藻存在附着态和漂浮态两种形态，但是尚未开展遥感手段监测附着态刚毛藻的研究。

在此研究基础上，编制组前期对两种不同形态刚毛藻遥感监测案例进行了分析，按照标准编制的要求，开展了《青海湖刚毛藻遥感监测技术规范》的编制。

四、制定标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系

（一）编制原则和依据

1、编制原则

针对性原则：调查对象具有典型性和代表性。

可操作性原则：内容明确，方法简单，可操作性强。

科学性原则：先进性、实用性、可靠性。

2、编制依据

标准在编制过程中，综合参考不同状态刚毛藻遥感监测等领域最新研究成果，依据卫星遥感器、摄影测量与遥感、水华遥感与地面监测评价技术相关的标准规范、国家基本比例尺地图图式、国家基本比例尺地形图分幅和编号、遥感影像平面图制作规范、基于地形图标准分幅的遥感影像产品规范以及卫星遥感产品图布局规范等相关技术标准与规范，对青海湖刚毛藻遥感监测技术规范所涉及的术语与定义进行了科学规定，形成完善的技术标准，使其在保持先进性的同时，具有一定的可操作性和科学性。

参考的卫星遥感器的标准规范、政策主要包括：国防科学技术工业委员会《卫星遥感器术语》（GJB 2700）、全国地理信息标准化技术委员会《摄影测量与遥感术语》（GB/T14950）、生态环境部《水华遥感与地面监测评价技术规范（试行）》（HJ 1098）、全国地理信息标准化技术委员

会《国家基本比例尺地图图式》（所有部分）、全国地理信息标准化技术委员会《国家基本比例尺地形图分幅和编号》、全国地理信息标准化技术委员会《遥感影像平面图制作规范》、全国遥感技术标准化技术委员会《基于地形图标准分幅的遥感影像产品规范》以及中国气象局《卫星遥感产品图布局规范》等。

（二）与现行法律、法规、标准的关系

经过查阅相关的现行法律、法规和标准，并与本文件进行对比分析，本文件与现行法律、法规和强制性标准无相互矛盾和抵触的条款冲突，不仅可为相应法律法规的实施提供技术支撑，而且可作为相关推荐性标准的补充进行推广。

五、主要条款的说明

（一）技术路线

本文件采用的技术路线是：首先，卫星遥感影像选择，确定影像时相范围、影像空间分辨率、影像覆盖范围和波段；第二，开展卫星遥感影像处理，包括几何校正、图像增强和镶嵌等工作；第三，根据实际情况选取较为合适的方法，对刚毛藻进行遥感判别；第四，获得疑似漂浮态刚毛藻和疑似附着态刚毛藻监测结果，实现专题图制作与统计分析；第五，地面核查，进一步完善遥感监测结果；第

六，质量控制，以保证青海湖刚毛藻遥感解译结果的可靠性。第七，监测成果及报告编制，包含矢量数据、表格、专题图等监测成果及报告编制。

（二）原理

在真彩色合成遥感影像上，漂浮态和附着态刚毛藻的颜色、纹理等特征存在明显差异，详细见规范附录 A，采用合适的监测方法，获取漂浮态和附着态刚毛藻的空间分布。

（三）主要条款的说明

本文件规定了面向青海湖刚毛藻的卫星遥感影像选择、影像处理、刚毛藻遥感判别、专题图制作与统计分析、地面核查、质量检查及报告编制等技术内容。

1、卫星遥感影像选取

影像时相范围：考虑到湖泊冬季结冰对刚毛藻监测结果有较大影响，选取青海湖非冰期每年 4-10 月进行刚毛藻遥感监测。

影像空间分辨率选取：2021-2023 年，标准编制组在青海湖开展了多源遥感影像监测刚毛藻，发现空间分辨率在 10-20m 的卫星遥感影像更合适。当采用空间分辨率优于 10m 的卫星遥感影像，细节较多，刚毛藻分布破碎化，工作量太大。当采用空间分辨率低于 20 m 的卫星遥感影像，

影像纹理粗糙，难以区分不同形态刚毛藻。综合考虑工作效率和结果精度，推荐选择空间分辨率在 10-20m 的卫星遥感影像。可参考的卫星遥感影像见表 2。

表 2 可参考的空间分辨率 10-20m 的卫星遥感影像

卫星遥感影像	传感器
Landsat 8（融合后 15 米）	Operational Land Imager (OLI)
Landsat 9（融合后 15 米）	Operational Land Imager 2 (OLI-2)
CBERS-4 (China–Brazil Earth Resources Satellite)	Multispectral Camera (MUX)
Sentinel-2A 和 Sentinel-2B	MultiSpectral Instrument (MSI)
Gaofen-1 和 Gaofen-6	Wide Field View，（WFV）

影像覆盖范围：选取的影像覆盖青海湖面积至少 90%以上。如果受其他因素影响，可仅选取覆盖刚毛藻易发区域（青海湖浅水水域等）的影像，覆盖面积至少 90%以上。

影像波段：根据真彩色合成原理，主要采用遥感图像的红、绿、蓝的波段组合。但不限于这三个波段，也可以选择近红外波段等。波段组合可选用自然色或近似自然色组合，也可根据使用者的要求，选用伪彩色组合。

2、卫星遥感影像处理

卫星遥感影像步骤主要包括：几何校正、图像增强、镶嵌等。

几何校正可以保证监测范围内、不同时相卫星影像数据的几何一致性。通过选取地面控制点（GCP）的方法对影像进行几何精校正。首先对照已校准的高空间分辨率卫星

遥感影像均匀选取30个具有典型特征的地面控制点，对影像进行几何校正，误差需控制在1个像元以内。

图像增强可以通过一些图像处理方法，通过直接改变图像像元的灰度值以改变图像的对比度、亮度等，或采用大气校正物理模型等处理方法，提升影像的视觉效果，从而可以从图像中更易于提取不同形态的刚毛藻。在专业人员具备较好的专业素质前提下，可以选择完成大气校正。但是，如果有些专业人员不熟悉大气校正模型，可以仅完成图像的对比度或亮度增强处理即可。

镶嵌是采用同一时相的多幅图像覆盖监测区域，将空间位置上相邻有重叠部分的多幅图像镶嵌在一起成为一个无重叠的新图像，以完全覆盖整个监测范围。需要符合以下镶嵌规则:

（1）对齐。确保镶嵌的多幅图像在空间位置上对齐，保证图像和图像之间的位置和方向准确匹配，相邻影像的接边误差需控制在1个像元以内。

（2）重叠度。图像和图像之间的重叠区域不小于30%，以确保镶嵌后的图像没有间隙。

3、刚毛藻遥感判别

参照附录A表A.1，采用目视判读的方法；也可采用计算机自动化识别方法；或以上两种方法交互使用，以获得

疑似漂浮态刚毛藻和疑似附着态刚毛藻分布结果。

（1）目视判读

通过不同形态刚毛藻在遥感影像中的颜色、纹理、阴影、形状和空间分布位置等解译标志信息，参照刚毛藻遥感解译标志库，采用目视判读的方法，获取青海湖刚毛藻遥感空间分布结果。

解译图斑最小提取面积要求需参考遥感影像的遥感空间分辨率，为 3 × 3 个像元，即 10m 影像可识别的刚毛藻面积应大于 900m^2，20m 影像可识别的水生植被面积应大于 3600 m^2。

（2）计算机自动识别方法

参照漂浮型刚毛藻和附着型刚毛藻在遥感影像上的特征（参照规范的附录 A 表 A.1），采用监督分类，非监督分类，决策树分类，缨帽变换等传统自动化方法，还有利用支持向量机、随机森林等机器学习模型，和深度学习模型等智能方法，对两种形态刚毛藻进行监测，并对结果进行人工检查，最终获得青海湖刚毛藻的遥感空间分布结果。

4、专题图制作与统计分析

监测结果包括：矢量数据、空间分布专题图和分布面积统计表格。

遥感监测的疑似漂浮态刚毛藻和疑似附着态刚毛藻以面状矢量表示。矢量数据属性结构见表 3。

表 3 青海湖刚毛藻遥感监测矢量数据属性结构表

序号	字段名称	字段说明	字段类型	字段长度	小数位数	备注
1	TIME	监测时间	SJ			
2	WZSM	位置说明	Char	30		
3	TBBH	图斑编号	Char	10		
4	XZB	中心经度	Double	15	6	
5	YZB	中心维度	Double	15	6	
6	YSAC	疑似附着态刚毛藻面积	Double	15	2	
7	YSFC	疑似漂浮态刚毛藻面积	Double	15	2	
8	BZ	备注	Char	100		

利用矢量数据，制作空间分布专题图，要素包括图名、图例、比例尺、指北针、刚毛藻矢量数据等基本地图要素。其中，基本地图要素制作符合国家标准 GB/T 20257 国家基本比例尺地图图式；空间分布专题图的平面布局规精度按行业标准 QX/T460 卫星遥感产品图布局规范执行。比例尺按 GB/T 13989-2012 国家基本比例尺地图图式要求执行。专题图的表示形式见规范附录 B 图 B.1。

利用 GIS 软件或其他统计工具，对矢量数据进行统计分析，生成分布面积统计表格。统计表格包括湖泊名称、刚毛藻状态、对应不同时相影像的刚毛藻分布面积等，参见规范附录 B 表 B.2。

5、地面核查

为进一步核查疑似刚毛藻、尤其是疑似附着态刚毛藻，

获取详细、准确的刚毛藻实地数据，包括位置、形态等。本文件明确了核查方法，主要包括地面核查工具、确定核查区域、确定核查时间，设计核查点位、现场核查和结果修订。

地面核查工具包括定位设备、相机、指南针、核查记录表等工具。

核查区域主要依据卫星遥感影像监测刚毛藻的空间分布位置、可达性等基础地理特征确定。

地面核查时间应在遥感监测刚毛藻之后尽可能邻近的时间范围内开展，时间间隔≤15 天。

核查点位设计需要考虑：在刚毛藻分布的区域上筛选核查点位，如果遥感监测图斑数量少于 10 个，核查点位应涉及全部图斑，每个图斑应布设不少于 1 个核查点位；如果遥感监测图斑数量大于 10 个，核查点位总数应不少于 10 个，并在刚毛藻监测范围内均匀布设。

现场核查方法需要 2 名以上（含 2 名）相关从业人员进行刚毛藻现场核查，以确保操作流程的规范及避免不同人员地面核查产生较大误差。

具体核查方法：外业人员利用定位设备导航依次到达核查点位，拍照并记录该点位刚毛藻的颜色、形态（漂浮态、附着态）；并以该核查点位为中心，在 10 m * 10 m 的样方内，估测刚毛藻是否覆盖：当估测覆盖度≥50%，认为

是覆盖的；当覆盖度<50%则认为不覆盖。若现场调查时发现只有水生植被没有附着刚毛藻分布的区域，可确定分布面积并从疑似附着态刚毛藻分布面积中予以扣除。同时，根据规范附录C表C.1，按要求填写点位名称、经度、纬度、颜色、形态、是否覆盖、只有水生植被没有附着刚毛藻分布的面积（单位：km^2）等信息。

结合地面核查结果，内业人员对存在问题的疑似刚毛藻结果进行修订，手动改正图斑矢量的位置，重新生成青海湖刚毛藻监测结果。侧重于针对只有水生植被没有附着刚毛藻分布的区域，修改完善遥感监测的刚毛藻结果。

6、质量控制

质量控制包含以下内容:

（1）遥感图像应符合GB 15968中图像选择的相关规定:

①相邻各帧（张）图像之间应有不小于图像宽度4%的重叠（或重复），特殊情况下重叠（或重复）可小于上述指标。

②应选择时相较新、倾角较小的全色或多光谱卫星影像，影像获取时间应尽可能一致或接近，并要求影像层次丰富、图像清晰、色调均匀、反差适中。

③为保证遥感影像平面图清晰，图像分辨率应高于表4的要求。

表 4 图像分辨率要求

单位：米

成图比例尺	1：10 万	1：25 万	1：50 万	1：100 万
分辨率	10	30	50	250

④一般应选择不少于 3 个波段的多光谱影像，各波段影像的配准误差不大于 0.2 mm，图像套合误差不大于 0.3 mm。

⑤影像中云层覆盖应少于 5%，且不能覆盖重要地物。分散的云层，其总和不应超过 15%。可根据用户需要适当放宽云量要求。

（2）选择卫星遥感影像数据时需检查影像数据无条带，无数据缺失现象，保证用于监测刚毛藻的遥感影像原始数据质量。

（3）选取的影像至少覆盖监测水体 90%以上的面积。同时，水面区域内太阳耀光覆盖率小于 5%。也可根据用户需要适当放宽水体覆盖和太阳耀光覆盖要求。

（4）采用最接近卫星过境时刻发布的辐射定标系数完成辐射定标。

（5）几何校正的精度控制在 1 个像元之内。

（6）以目视判读结果为真值，对比目视判读或计算机自动识别的结果，计算总体分类精度和 Kappa 系数，应保证总体分类精度≥80%，Kappa 系数≥0.8。其中，基于目视判读方法监测结果的质量控制至少应有两名作业人员对同

一幅拼接影像重复解译，并进行互检，以其中一人的结果作为真值，进行验证。

总体分类精度（Overall Accuracy）:分类正确的样本个数占所有样本个数的比例。

$$p_o = \sum_{k=1}^{n} \frac{p_{kk}}{p} \tag{1}$$

式中，P_{kk}表示预测分类数据中第 k 类和真实数据第 k 类所占的组成成分；n 为总的类别数。

Kappa 系数是一个用于一致性检验的指标，也可以用于衡量分类的效果。

$$\mathbf{Kappa} = \frac{P_o - P_e}{1 - P_e} \tag{2}$$

式中，P_e表示所有类别分别对应的“真实与预测数量的乘积”总和，除以“样本总数的平方”。

7、监测成果及报告编制

监测成果包括：矢量、表格、专题图，并根据监测成果，编制监测报告。监测报告包括监测卫星/传感器、时间、空间分辨率、范围以及监测结果等基本信息描述，以及专题图，表格。报告的表示形式见规范附录 D。

六、重大意见分歧的处理依据和结果

已送审情况如下:

《青海湖刚毛藻遥感监测技术规范》（征求意见稿）于 2023 年 11 月 30 日已分别送至省自然资源厅、省水利厅、

省农业农村厅、省林业和草原局、三江源国家公园管理局、青海湖景区保护利用管理局、省气象局7家行业单位，省生态环境保护督察办公室，厅法规与标准处、科技与财务处、自然生态保护处、水生态环境处、生态环境监测处，省生态环境保护综合行政执法监督局、省生态环境规划和环保技术中心等22个省生态环境厅系统处室单位征求意见。共收到反馈意见27条，工作组认真分析了每一条意见，共采纳意见22条，部分采纳意见2条，未采纳意见3条。

《青海湖刚毛藻遥感监测技术规范》（征求意见稿）于2024年1月11日在西宁召开预审会，向中国科学院西北高原生物研究所杜岩功研究员、中国科学院烟台海岸带研究所邢前国研究员、中国科学院水生生物研究所熊雄副研究员、青海省水文地质工程地质环境地质调查院周蔚高级工程师、青海省自然资源遥感中心辛兵厂高级工程师、青海师范大学张乐乐副教授、青海大学李燕婷副教授等7位专家征求意见。共收到反馈意见27条，工作组认真分析了每一条意见，共采纳意见24条，部分采纳意见0条，未采纳意见3条。

《青海湖刚毛藻遥感监测技术规范》（送审稿）于2024年2月28日在西宁召开评审会，向中国科学院西北高原生物所周华坤研究员、青海省气象科学研究所李晓东正高级工程师、中国科学院水生生物研究所虞功亮研究员、中国

科学院南京地理与湖泊研究所罗菊花副研究员、青海大学赵健赟副教授、青海师范大学张乐乐副教授、青海省自然资源遥感中心辛兵厂高级工程师等7位专家征求意见。共收到反馈意见18条，工作组认真分析了每一条意见，共采纳意见18条，部分采纳意见0条，未采纳意见0条。

以上所有的处理依据和结果见附表1、附表2和审查会专家意见汇总处理表，无重大意见分歧。评审意见已被采纳并形成了当前版本的《青海湖刚毛藻遥感监测技术规范》。

七、贯彻实施标准的要求、措施等建议

（一）组织实施

由青海省生态环境监测中心组织相关行业管理部门和专家对该标准进行讲解和培训，由各市（州）生态环境监测行业管理部门组织辖区内的有关企事业进行培训学习，达到标准的尽快落实和应用，扩大其影响力、执行力。

（二）技术措施

在实施过程中对所发现的问题应及时反馈，以利于规程的继续完善。

八、预期的社会、经济、生态效益

本文件的制定，明确了监测要求，推荐合适空间分辨率的卫星遥感影像，提出遥感影像分步骤、较成熟的处理

方法，根据实际情况选取较为合适的监测方法，获得青海湖刚毛藻遥感解译空间分布图和统计表格，以显示疑似漂浮态和疑似附着态刚毛藻在地理底图上的分布特征。具有一定的示范效应，可为其他水体大型绿藻遥感监测的相关行业政策、规划和技术规范制定提供很好的参考和借鉴。

九、其他应说明的事项

（一）已开展的工作基础

团队于 2022 年 6 月 15 日基于 GF WFV（空间分辨率 16 m）遥感影像，目视判读青海湖及周围水体疑似附着态刚毛藻和疑似漂浮态刚毛藻，根据解译疑似刚毛藻空间分布位置，设计 10 个点位为地面核查点位。同时，团队于 2022 年 6 月 16 日在青海湖及周围水体对遥感解译疑似刚毛藻结果进行地面核查，并记录与刚毛藻相关的颜色、形态（漂浮态、附着态）、及是否覆盖、只有水生植被分布，没有附着刚毛藻面积等表征描述。

核查成果表明：10 个地面核查点位中有 8 个地面核查点位均有不同形态刚毛藻大面积分布；仅有 2 个点位被误判，识别精度等于 80%。具体见表 5 所示，在布哈河入湖口、铁布卡湾以及一郎剑子湖的实测点位（采样点 bhh01、bhh02、tbkw1、ylj3、ylj4、ylj5 以及 ylj6），都发现明显的附着态刚毛藻和漂浮态刚毛藻。洱海（采样点 erhai1）可能

以刚毛藻为主，同时还伴有其他藻类存在。刚毛藻和其他不同种类藻类处于同一生态位时，相互缠绕交织，蔓延至整个湖泊中。尕海（采样点 gh3、gh4）未发现刚毛藻，是被水淹没的草地。

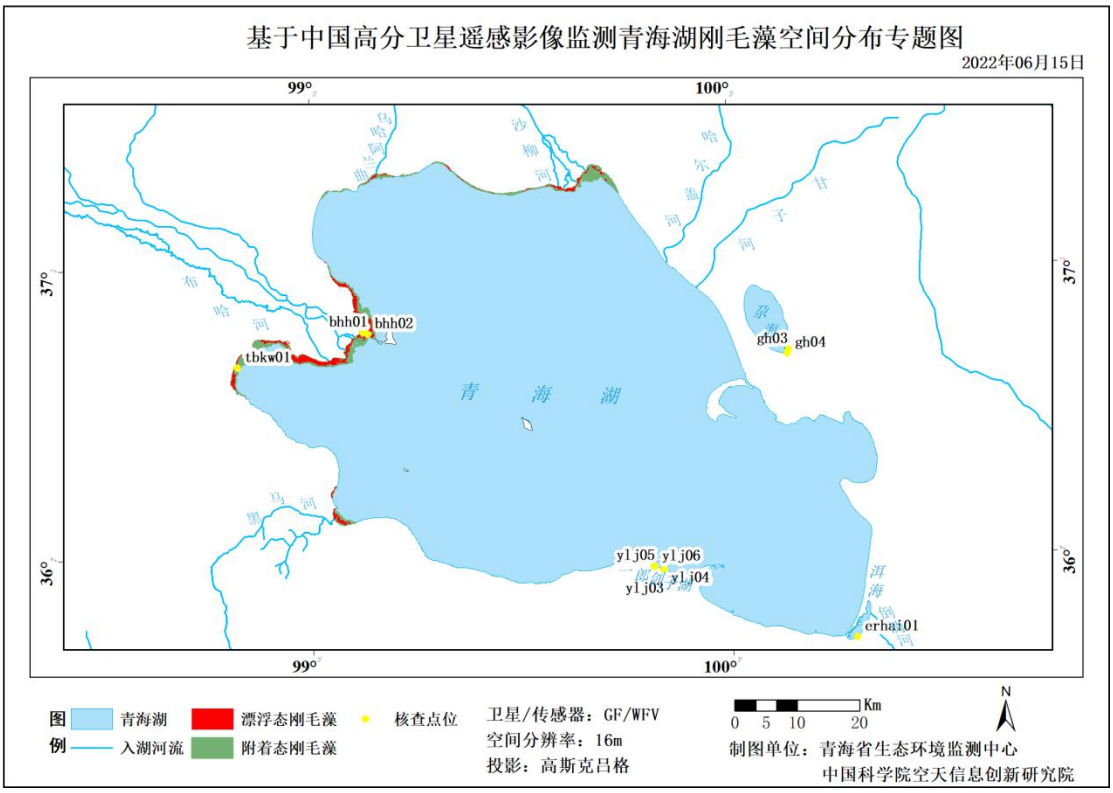

图 1 2022 年 6 月 15 日基于 GF WFV 遥感影像解译刚毛藻地面核查点位图

表 5 地面核查遥感解译刚毛藻记录表格

序号	经度（°）	纬度（°）	颜色	形态	是否覆盖	只有水生植被分布，没有附着刚毛藻面积（单位：km^2）
bhh01	99.84	36.99	绿黄色、翠绿色	漂浮态、附着态	两种形态刚毛藻都存在	0
bhh02	99.85	36.99	绿黄色、翠绿色	漂浮态、附着态	两种形态刚毛藻都存在	0
tbkw1	99.62	36.94	绿黄色、翠绿色	漂浮态、附着态	两种形态刚毛藻都存在	0
ylj03	100.38	36.65	绿黄色、翠绿色	漂浮态、附着态	两种形态刚毛藻都存在	0
ylj04	100.38	36.65	绿黄色、翠绿色	漂浮态、附着态	两种形态刚毛藻都存在	0
ylj05	100.36	36.65	绿黄色、翠绿色	漂浮态、附着态	两种形态刚毛藻都存在	0
ylj06	100.36	36.65	绿黄色、翠绿色	漂浮态、附着态	两种形态刚毛藻都存在	0
erhai1	100.72	36.55	灰白色、翠绿色	漂浮态、附着态	两种形态刚毛藻都存在，附着态刚毛藻比漂浮态刚毛藻覆盖范围大	0
gh03	100.61	36.96	枯叶黄色	被水淹没的草地	被水淹没的草地覆盖范围为主	0
gh04	100.60	36.96	枯叶黄色	被水淹没的草地	被水淹没的草地覆盖范围为主	0

《青海湖刚毛藻遥感监测技术规范》标准起草小组

二〇二四年三月十五日

参考文献

[1]《国家基本比例尺地形图分幅和编号》，GB/T 13989-2012

[2]《摄影测量与遥感》, GB/T 14950-94 ,2015.

[3]《遥感影像平面图制作规范》，GB/T 15968-2008

[4]《国家基本比例尺地图图式》，GB/T 20257（所有部分）

[5]《水华遥感与地面监测评价技术规范》, HJ 1098-2020,2020

[6]《卫星遥感产品图布局规范》，QX/T 460-2018

[7]黎尚豪. 青海湖的类型, 演变及其生物生产力的初步研究[C].太平洋西部渔业研究委员会第二次全体会议论文集.科学出版社.1959,97-105.

[8]姚维志,史建全,祁洪芳,杨建新,贾砾,普炯.2006—2010 年夏季青海湖浮游植物研究[J].淡水渔业,2011,41(03):22-28.

[9]赵志娟,朱欢,熊雄,何玉邦,敖鸿毅,吴辰熙,胡愈炘,刘国祥.采自青海湖的刚毛藻属一新种——青海刚毛藻[J].水生生物学报,2021,45(03):663-669.

[10] 中国科学院兰州地质研究所. 青海湖综合考察报告 [M]. 北京: 科学出版社, 1979: 15-22.

[11] 郝美玉,朱欢,熊雄, 等.青海湖刚毛藻分布形态变化及成因分析 [J]. 水生生物学报 ,2020,44(05):1152-1158.

DOI:10.7541/2020.133.

[12] Duan, H.; Yao, X.; Zhang, D.; Jin, H.; Wei, Q. Long-Term Temporal and Spatial Monitoring of Cladophora Blooms in Qinghai Lake Based on Multi-Source Remote Sensing Images[J]. Remote Sens. 2022, 14, 853. https://doi.org/10.3390/rs14040853

[13] Zhu H, Xiong X, Ao H, et al. Cladophora reblooming after half a century: effect of climate change-induced increases in the water level of the largest lake in Tibetan Plateau[J]. Environmental Science and Pollution Research, 2020, 27(33): 42175-42181.

附表 1 地方标准征求意见汇总处理表

序号	标准的章、条编号	意见内容	提出单位（人员）	处理意见及理由
1	题目	标准的范围中描述“本标准适用于青海省咸水湖青海刚毛藻遥感监测”，建议标准名称为“青海刚毛藻遥感监测技术规范”。	青海省生态环境厅水生态环境处	未采纳。本文件题目的修改需征得地标立项主管部门的同意。
2		建议该技术规范修改为“青海咸水湖藻类水花遥感与地面监测评价技术规范”。	青海省生态环境规划和环保技术中心	未采纳。本文件题目的修改需征得地标立项主管部门的同意。
3	1.范围	“3.2 青海刚毛藻”中指出“青海湖刚毛藻为刚毛藻属青海湖特有种，并科学命名为‘青海刚毛藻’”。因此本规范是否能够适用于青海省范围的咸水湖？建议明确。	青海省自然资源厅	采纳。在 1.范围里添加了“其他水体大型绿藻遥感监测可参考使用本文件。”
4		“第一节 范围”中指出“本标准适用于青海省咸水湖青海刚毛藻遥感监测、核查与管理”。但在《青海刚毛藻遥感监测技术规范编制说明》中，对于刚毛藻的前期研究和工作范围仅提及了青海湖，对于青海省其它区域的咸水湖并未提及。建议增加青海省其它区域前期工作开展情况，能够支撑该规范可在全省范围内实施。	青海省自然资源厅	未采纳。本文件题目的修改需征得地标立项主管部门的同意，因此仍然沿用了立项时的题目《青海湖刚毛藻遥感监测技术规范》，为确保标准范围和题目的一致性，因此前期研究和工作范围只提及青海湖。
5	2.规范性引用文件	经对《征求意见稿》进行研阅，建议意见如下:P1 中“GB/T 14950-94 摄影测量与遥感术语”已过期现行有效标准号为 GB/T 14950-2009，建议核实文本中类似问题，确保所使用的标准现行有效。	青海省水文水资源测报中心	采纳。已在标准文件中“2.规范性引用文件”修改。
6	3.术语和定义	建议对术语定义 3.2“青海刚毛藻”重新规范。	青海省生态环境规划和环保技术中心	采纳。在规范和编制说明中都重新规范和简化。“青海湖刚毛藻是咸水湖刚毛藻属的特有种，2021 年被命名为“青海刚毛藻”，目前青海刚毛藻主要在青海湖中被发现。”

7		标准未明确“青海刚毛藻”是对青海湖新发现刚毛藻的命名，建议增加对青海刚毛藻的科学介绍和相关内容。	青海湖保护区管理局	采纳。在编制说明里添加了对青海刚毛藻的科学介绍和相关内容。
8	4.青海刚毛藻遥感监测	征求意见稿中“常规监测”指代不明，建议明确“4.3 监测频次”中常规监测的具体范畴和频次，将监测频次调整为“≤1 次/5 天”。	青海湖保护区管理局	部分采纳。 在术语中有“常规监测”。明确“4.3 监测频次”中常规监测的具体范畴和频次，综合考虑10m—20m 分辨率的影像重访周期，以及受云和耀斑影响，将监测频次调整为“≤1 次/15 天”；除此而外，考虑到湖泊冬季结冰对刚毛藻监测结果有较大影响，选取在青海湖非冰期 4-10 月进行刚毛藻遥感监测。
9		“4.3 监测频次”中建议考虑10m—20m 分辨率的影像回访周期以及冬季结冰等季节因素，是否能够支撑每天开展常规监测。	青海省自然资源厅	
10		建议细化 4.2、4.3 中监测指标、频次等要求，以便于操作。	青海省生态环境规划和环保技术中心	采纳。细化了 4.4、4.6 中监测对象、频次等要求。
11		针对监测原理中以目视解译的方法获得遥感解译空间分布图及覆盖面积遥感解译统计表格，以显示地理底图上的分布特征我厅建议辅以 GIS 进行分析，以取得更精确的数据。	青海省农业农村厅	采纳。在 4.8.3 小节 监测方法选取中做了相应补充。
12		“4.5.5 目视解译”的表述较为片面，建议改为“监测方式”并增加计算机目标识别等相关方法。	青海省自然资源厅	采纳。已改为“4.8.3 监测方法选取”。并增加了计算机自动识别等相关方法。
13		建议在“附录 A”中给出一些定量指标，或者完善“4.5.5 目视解译”内容，增加学习方法，以避免工作人员经验不足导致的数据准确性不够。	青海湖保护区管理局	
14		“4.6.2 刚毛藻覆盖面积”中没有说明面积是如何计算的。	青海省自然资源厅	采纳。在术语“刚毛藻分布面积”中增加了说明“遥感提取的刚毛藻用面状图斑表示，刚毛藻分布面积等于面状图斑占有的像元数目乘以每个像元的地面面积。”并在 4.8.3 中添加了说

				明，“利用 GIS 软件或其他统计工具，对矢量数据进行统计分析，生成分布面积统计表格。”。
15		建议在“4.5.1 遥感数据选取”中以“卫星名称+传感器”方式列出可参考的遥感影像卫星名称。	青海湖保护区管理局	采纳。在编制说明里已详细列出可参考的卫星遥感影像名称。
16		2.针对附着湖底刚毛藻，我厅认为现有遥感技术及征求意见稿中设定的 10-20m 左右的空间分辨率难以对水面下的藻类和植被进行准确的辨别。	青海省农业农村厅	采纳。利用遥感手段监测，的确难以辨别水下刚毛藻和水下植物，会将除了刚毛藻以外的其他水下植物也一并监测出来，因此这里将“附着刚毛藻分布区”改为“疑似附着态刚毛藻分布区”。同时，本文件根据建议将区分附着态刚毛藻和水下植物的监测工作放在了地面核查中，如果确实有多提的情况，可以利用实地核查结果从总面积中扣除只有水下植物而没有附着刚毛藻的面积。
17		附着刚毛藻提取范围理论上是水下植物分布区，可能与附着态刚毛藻实际空间分布范围并不一致（编制说明中的点位数量过少，应该至少包含浅水区和深水区的水下刚毛藻调查结果），建议将“附着刚毛藻分布区”改为“潜在附着刚毛藻发育区”。	青海湖保护区管理局	
18		技术规范 4.青海刚毛藻遥感监测中 4.1 及 4.2 重复编号。	青海省农业农村厅	采纳。已修改。
19		“4.5.4 镶嵌”中建议描述清楚什么时候需要进行镶嵌以及镶嵌规则。	青海省自然资源厅	采纳。已添加在编制说明中。
20		“4.6.1 空间分布专题图”缺少图幅大小进行说明。缺少湖泊颜色、经纬度表示等相关描述，且对每类要素的线型、粗细、颜色色值、注记等都缺少说明。	青海省自然资源厅	采纳。已添加在编制说明中。
21	附录 B	除漂浮态和附着态两种类型外，受湖浪作用或水位变化影响，部分刚毛藻会滞留于陆地上，建议将此类型命名并加入到监测内容中。同时，将新加入的监测内容，调整到表 B.1-2 的统计范围内。	青海湖保护区管理局	采纳。专家提到的陆地上的刚毛藻，与漂浮态刚毛藻在遥感影像上的特征及光谱信息是一致的。本标准原本已包含该类型的刚毛藻，但是表述上没有做详细说明，现在补充了此类型刚毛藻，并对名称进行了修改，将“漂浮水面刚毛藻”修改为“疑似漂浮态刚毛藻”。并调整

				了表 B.3。
22	青海刚毛藻遥感监测技术规范编制说明	P2 提到“根据青海省市场监督管理局下达的《关于印发 2023 年度青海省地方生态环境标准制修订项目计划的通知》(青生办〔2023〕28 号)”。《关于印发 2023 年度青海省地方生态环境标准制修订项目计划的通知》(青生办〔2023〕28 号)是否为青海省市场监督管理局下发。	青海省生态环境规划和环保技术中心	采纳。错误已被修改为：“根据青海省生态环境厅印发《关于印发 2023 年度青海省地方生态环境标准制修订项目计划的通知》(青生办（2023）28 号)” 参见《青海湖刚毛藻遥感监测技术规范编制说明》。
23		P4 提到“截至今日，刚毛藻暴发已成为一种常态化的生态灾害，对青海湖流域的生态环境、水产养殖以及旅游业等造成了严重危害与巨大的损失。每年刚毛藻暴发给青海省沿岸州、县带来严重的经济损失和社会影响，政府需要投入大量的人力、物力、财力进行刚毛藻水华的打捞和防控工作。”此段关于刚毛藻危害的表述与实际不符，建议重新梳理。	青海省生态环境规划和环保技术中心	采纳。已删除提及的内容，并将说法修改为“刚毛藻是水生生态系统中的初级生产力，在环境中既有益又有害。刚毛藻在环境中有益的方面是为浮游动物和底栖生物提供了重要的能量来源和良好的栖息环境。有害的方面是刚毛藻大量繁殖并形成堆积后，对青海湖流域的生态环境以及旅游业等造成了一定危害。” 参见《青海湖刚毛藻遥感监测技术规范编制说明》P4。
24		基于前期研究成果，青海湖刚毛藻的是否有危害及对生态系统的影响还未有明确结论，建议删除《编制说明》第 1 页“近年来，刚毛藻异常增殖对青海湖水生态环境和人体健康都有一定影响”和第 3 页“刚毛藻是一种机会型生长机会型生长的大型形状绿藻，具有一定的毒性，可引起动物的中毒和死亡……政府需要投入大量的人力、物力、财力进行刚毛藻水华的打捞和防控工作”。	青海省生态环境厅水生态环境处	
25	其他	对该技术规范无具体修改意见。	三江源国家公园管理局	采纳。
26		经认真研究，我局无修改意见。	青海省林业和草原局	采纳。
27		经认真研究，我局无修改意见。	青海省气象局	采纳。

附表 2 预审意见汇总处理表

序号	标准条款	意见内容	提出意见专家	处理意见和理由
1	1.范围	适用范围明确。	青海省水文地质工程地质环境地质调查院周蔚高级工程师	采纳。本标准文件适用范围明确说明“本标准适用于青海湖刚毛藻遥感监测、核查与管理。其他水体大型绿藻遥感监测可参考使用本标准。”
2		进一步明确标准名称与适用范围的对应。	中国科学院水生生物研究所熊雄副研究员	采纳。已对标准文件的“题目和范围”重新修改，范围修改为“本文件适用于青海湖刚毛藻遥感监测”。
3	2.规范性引用文件	规范性引用文件中增加; GB/T 20257-2017 国家基本比例尺地图图式; GB/T 13989-2012 国家基本比例尺地形图分幅和编号。	青海大学李燕婷副教授	采纳。已在标准文件中“2.规范性引用文件”添加。
4	3.术语和定义	建议对术语定义 3.2“青海刚毛藻”重新规范。	青海省生态环境规划和环保技术中心	采纳。在规范和编制说明中都重新规范和简化。“青海湖刚毛藻是咸水湖刚毛藻属的特有种，2021 年被命名为“青海刚毛藻”，目前青海刚毛藻主要在青海湖中被发现。”
5		3.2 节，青海刚毛藻的定义需要简化。	青海师范大学张乐乐副教授	
6		青海刚毛藻应只在青海湖有分布。	中国科学院水生生物研究所熊雄副研究员	
7		建议监测结果“覆盖面积”术语进一步完善。	中国科学院烟台海岸带研究所邢前国研究员	采纳。已将标准文件和编制说明文件中“覆盖面积”全部变更为“分布面积”。并增加了术语“刚毛藻分布面积”。
8		所采用的设备技术要求：如第 4 页 4.7.1 中空间分辨率用≥10m 的卫星遥感影像。	青海省水文地质工程地质环境地质调查院周蔚高级工程师	未采纳。综合考虑工作效率与结果精度，空间分辨率 10~20m 的遥感数据，监测青海湖刚毛藻效果最好。

9		4.7.3 节“深度学习”方法很多，更推荐那种方法，需要说明。	青海师范大学张乐乐副教授	未采纳。本规范的主要推荐目视判读方法，适当地增加了计算机自动识别方法，但是模型很多，这里不宜一一列举。
10		监测方法进一步修改完善。	中国科学院烟台海岸带研究所邢前国研究员	采纳。将“大气校正”修改为“图像增强”，将“深度学习方法”修改为“计算机自动识别方法”。
11		完善解译数据的数学基础,面积统计计量单位。	青海省自然资源遥感中心辛兵厂高级工程师	采纳。在文件中添加了 4.3 数学基础。并统一了计量单位为平方公里。
12		遥感影像选取中补充光学影像使用的波段信息。	青海大学李燕婷副教授	采纳。在文件“4.8.1 卫星遥感影像选取”添加了卫星遥感影像颜色要求:“根据彩色合成原理，主要采用遥感图像的蓝、绿、红波段。但不限于这三个波段，也可以选择近红外波段等。”
13		覆盖率表述再清晰，更有可操作性。	青海省水文地质工程地质环境地质调查院周蔚高级工程师	采纳。将“覆盖率”修改为“影像覆盖范围”，明确说明影像覆盖范围是:“选取的影像覆盖青海湖面积至少 90%以上。如果受其他因素影响，可仅选取覆盖刚毛藻易发区域（青海湖浅水水域等）的影像，覆盖面积至少 90%以上。”
14		4.7.1 节中“刚毛藻易发区”需准确指明。	青海师范大学张乐乐副教授	
15		技术流程中增加质量控制环节。	青海省自然资源遥感中心辛兵厂高级工程师	采纳。在“4.7 监测技术流程”添加了“质量控制”图框。
16		优化现场核查内容。	中国科学院水生生物研究所熊雄副研究员	采纳。本文件已优化地面核查相关内容。

17		补充使用数据的空间基准信息（平面坐标系，高程基准，投影系统）。	青海大学李燕婷副教授	采纳。本文件 4.3 数学基础中明确说明了“大地基准：2000 国家大地坐标系(CGCS2000)；高程基准：1985 国家高程基准； 投影方式：按照 GB/T 15968—2008 中 3.2.1 数学基础执行。”
18		术语定义中补充，高斯—克吕格投影。	青海大学李燕婷副教授	
19	附录 A	标志库进一步优化制图。	中国科学院烟台海岸带研究所邢前国研究员	采纳。采用了高清的图片替换。
20	附录 A 和附录 B	附录 A 和 B.1 作为地方标准可能不适合采用青海湖影像资料。	中国科学院西北高原生物研究所杜岩功研究员	未采纳。原先是想将标准适用范围扩大到咸水湖，这应该是专家提出疑问的原因。后来发现不符合本标准的题目，因此目前将内容仅限于青海湖。将附录 A 和 B.2 中“咸水湖”修改为“青海湖”，入湖河流也都写明具体名称，将青海湖周围子湖的监测结果也都删去了。
21	规范编制说明	明确一些意义。	中国科学院水生生物研究所熊雄副研究员	采纳。已删除提及的内容，并将说法修改为“刚毛藻是水生生态系统中的初级生产力，在环境中既有益又有害。刚毛藻在环境中有益的方面是为浮游动物和底栖生物提供了重要的能量来源和良好的栖息环境。有害的方面是刚毛藻大量繁殖并形成堆积后，对青海湖流域的生态环境以及旅游业等造成了一定危害。” 参见《青海湖刚毛藻遥感监测技术规范编制说明》。

22		在编制说明部分补充已有的青海刚毛藻分布面积与格局结果作为其他区域监测结果的参考值。	中国科学院西北高原生物研究所杜岩功研究员	采纳。在“已开展的工作基础”中，补充添加了 2022 年 6 月 15 日基于 GF WFV 遥感影像监测的疑似刚毛藻分布面积与分布结果。
23		完善质量控制中影像分辨率与成图比例尺一致性。	青海省自然资源遥感中心辛兵厂高级工程师	采纳。在编制说明中质量控制中明确说明了影像分辨率与成图比例尺一致性。
24		调整编制说明 P20 中图幅大小与表格中比例尺关系。	青海大学李燕婷副教授	
25		对规范中“建议”删除。	青海省水文地质工程地质环境地质调查院周蔚高级工程师	采纳。已删除标准和编制说明中“建议”字样。
26		完善相关文字与格式（参照地方标准编制模板）。	青海省自然资源遥感中心辛兵厂高级工程师	采纳。已按照地方标准编制模板对文件进行修改。
27		3.3 节中存在中英文标志符号存在混用。	青海师范大学张乐乐副教授	采纳。已订正文件中 3.3 节中英文标注符号。