



中华人民共和国气象行业标准

QX/T 140—2011

卫星遥感洪涝监测技术导则

Technical directive on satellite remote sensing of flood monitoring

2011-08-16 发布

2012-03-01 实施

中国气象局 发布

中华人民共和国
气象行业标准
卫星遥感洪涝监测技术导则
QX/T 140—2011

*

气象出版社出版发行
北京市海淀区中关村南大街46号
邮政编码:100081
网址:<http://www.cmp.cma.gov.cn>
发行部:010-68409198
北京京科印刷有限公司印刷
各地新华书店经销

*

开本:880×1230 1/16 印张:1.25 字数:37.5千字
2011年12月第一版 2011年12月第一次印刷

*

书号:135029-5492 定价:10.00元

如有印装差错 由本社发行部调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68406301

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 术语和定义	1
3 符号	1
4 前期数据要求	2
5 监测方法	2
6 监测处理流程	4
附录 A (资料性附录) FY-1C/D 极轨气象卫星多光谱可见光红外扫描辐射计(MVISR)通道参数	5
附录 B (资料性附录) FY-3A/B 极轨气象卫星可见光红外扫描辐射计(VIRR)通道参数	6
附录 C (资料性附录) FY-3A/B 极轨气象卫星中分辨率光谱成像仪(MERSI)通道参数	7
附录 D (资料性附录) NOAA 极轨气象卫星(AVHRR)通道参数	8
附录 E (资料性附录) FY-2C/D/E 静止气象卫星扫描辐射计(VISSR)通道参数	9
附录 F (资料性附录) EOS 卫星中分辨率成像光谱仪(MODIS)通道参数	10
附录 G (资料性附录) 中巴资源一号卫星传感器的基本参数	12
附录 H (资料性附录) 水体面积计算公式	13

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国卫星气象与空间天气标准化技术委员会(SAC/TC 347)提出并归口。

本标准起草单位:国家卫星气象中心。

本标准主要起草人:刘诚、武胜利、张晔萍、李三妹、李亚君。

引 言

随着空间技术、计算机技术的迅速发展,卫星遥感洪涝监测的能力得到显著提高,气象卫星(如我国风云系列、美国 NOAA 系列等)、资源环境卫星(如中巴资源卫星(CBERS)、美国 EOS 环境卫星等)在洪涝监测中得到了广泛应用,气象系统内从事遥感工作的单位均开展了卫星遥感洪涝监测工作,为各级政府提供了大量洪涝监测信息,在防灾减灾决策中发挥了重要作用。

由于各从事遥感工作的单位在洪涝监测中大多独立进行研究和开发应用,所用数据处理系统有所不同,监测方法也没有统一的规范,这些都对卫星遥感洪涝监测的应用推广和技术交流造成不便。同时也由于新型卫星和新型探测仪器的出现及地理信息系统(GIS)等技术的不断发展,各从事遥感工作的单位对新探测资料和应用技术的使用程度有所差异,因而卫星遥感在对全国范围洪涝监测方面还有很大潜力,尚未充分发挥其作用。

为了更好地发挥卫星遥感在我国洪涝监测中的作用,促进卫星遥感洪涝监测规范化、标准化,加强各遥感部门的技术交流,特制定本标准。

卫星遥感洪涝监测技术导则

1 范围

本标准规定了卫星遥感洪涝监测所使用的前期数据要求、监测方法和处理流程。
本标准适用于卫星遥感水体信息提取与洪涝监测。

2 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

2.1

警戒水体数据 data of warning water body

用于判断异常增大水体(即洪涝水体)的背景水体数据。

2.2

监测区 monitoring area

监测分析洪涝的区域。

注:包括县级以上的监测区和小流域治理工程监测区。

2.3

洪涝监测图像 flood monitoring image

可直观显示洪涝水体、植被、裸土、云盖等地表特征的多通道合成卫星遥感图像。

2.4

洪涝监测专题图 thematic map of flood monitoring

以特殊颜色显示有关洪涝监测内容及其特征变化等要素的图件。

2.5

洪涝监测方法 method of flood monitoring

利用卫星图像等遥感资料监测洪涝的方法。

3 符号

下列符号适用于本文件。

P : 洪涝区边缘像元中水体面积占像元面积的百分比。

R_{NIR} : 指定星载仪器中近红外 $0.725\ \mu\text{m}\sim 1.25\ \mu\text{m}$ 波段的反射率。

R_{NIRL} : 洪涝区中纯陆地像元近红外 $0.725\ \mu\text{m}\sim 1.25\ \mu\text{m}$ 波段的反射率。

R_{NIRM} : 洪涝区边缘像元近红外 $0.725\ \mu\text{m}\sim 1.25\ \mu\text{m}$ 波段的反射率。

R_{NIRW} : 洪涝区中纯水像元近红外 $0.725\ \mu\text{m}\sim 1.25\ \mu\text{m}$ 波段的反射率。

R_{NIR_TH} : R_{NIR} 对应的阈值。

R_{VIS} : 指定星载仪器中可见光 $0.55\ \mu\text{m}\sim 0.68\ \mu\text{m}$ 波段的反射率。

R_{VIS_TH} : R_{VIS} 对应的阈值。

RD_{NV} : R_{NIR} 与 R_{VIS} 的差值。

RD_{NV_TH} : RD_{NV} 对应的阈值。

RR_{NV} : R_{NIR} 与 R_{VIS} 的比值。

RR_{NV_TH} : RR_{NV} 对应的阈值。

S : 洪涝区水体总面积。

T_{MIR} : 指定星载仪器中 $3.55\ \mu\text{m}\sim 3.95\ \mu\text{m}$ 中波红外波段的等效黑体辐射亮温,该波段中心波长在 $3.7\ \mu\text{m}$ 附近。

T_{MIR_TH} : T_{MIR} 对应的阈值。

T_{TIR} : 指定星载仪器中 $10.3\ \mu\text{m}\sim 11.3\ \mu\text{m}$ 热红外波段的等效黑体辐射亮温,该波段中心波长在 $11\ \mu\text{m}$ 附近。

T_{TIR_TH} : T_{TIR} 对应的阈值。

TD_{MT} : 中红外波段与远红外波段亮温差。

TD_{MT_TH} : TD_{MT} 对应的阈值。

ΔS : 洪涝区边缘单个像元面积。

ΔS_w : 洪涝区边缘单个像元的亚像元水体面积。

4 前期数据要求

4.1 数据源要求

数据应源自携带有可见光和红外波段探测仪器的气象卫星(包括 FY-1C/D、FY-3A/B、NOAA 极轨气象卫星和 FY-2C/D/E 静止气象卫星等)、美国 EOS 环境卫星、中巴资源卫星(CBERS)等观测平台。

其中, FY-1C/D/MVISR(多光谱可见光红外扫描辐射计)、FY-3A/B/VIRR(可见光红外扫描辐射计)和 EOS/MODIS(中分辨率光谱成像仪)资料中完全持有可见光、近红外、短波红外、中红外、热红外探测波段。

NOAA/AVHRR(改进的甚高分辨率扫描辐射计)、FY-2C/D/E/VISSR(可见光红外扫描辐射计)、FY-3A/B/MERSI(中分辨率成像光谱仪)、CBERS/CCD(电荷耦合装置)部分持有可见光、近红外、短波红外、中红外、热红外探测波段。

以上卫星探测仪器特性参数参见附录 A、附录 B、附录 C、附录 D、附录 E、附录 F 和附录 G。

4.2 前期数据处理

在洪涝监测处理前,卫星轨道数据应经过以下处理:

- 经过卫星原始数据预处理,所采用的卫星数据预处理技术应由相应标准或规范指定;
- 对预处理后的数据进行地图投影变换;
- 检查局域投影图像的的定位精度,如定位不准,应进行几何校正,且误差应在 1 个像元以内。

5 监测方法

5.1 水体信息提取方法

5.1.1 白天水体判识

白天主要是在晴空、薄云覆盖或水面覆盖雾等三种情况下获取观测资料。不同观测条件下获取的资料应分别采取下列水体识别方法:

- 晴空条件下的水体判识

$$R_{VIS} \leq R_{VIS_TH}, \text{ 且 } R_{NIR} \leq R_{NIR_TH}, RD_{NV} \leq RD_{NV_TH} \dots\dots\dots(1)$$

式中参考阈值为:

$$R_{VIS_TH} = 18\%;$$

$$R_{NIR_TH} = 10\%;$$

$$RD_{NV_TH} = 0。$$

由于各地地理条件和卫星过境时间的差异, 阈值在不同情况下有一定的差异, 一般在±5%左右。

b) 薄云条件下的水体判识

$$RR_{NV} \leq RR_{NV_TH} \dots\dots\dots(2)$$

注: RR_{NV_TH} 可取 0.7。

c) 水面覆盖有雾条件下的水体判识

$$TD_{MT} \geq TD_{MT_TH} \dots\dots\dots(3)$$

注: TD_{MT_TH} 可取 10 K。

5.1.2 夜间水体判识

$$T_{TIR} \geq T_{TIR_TH} \dots\dots\dots(4)$$

判识阈值根据不同季节、不同地区的地面温度变化加以确定, 该阈值宜利用人机交互方式选取。

5.2 洪涝水体监测方法

5.2.1 建立警戒水体数据集

可利用监测区域江河、湖泊流域处于警戒水位时期的卫星资料提取当时的水体边界范围, 生成警戒水体数据, 作为判定异常增大水体(如洪涝水体)的依据。

5.2.2 提取洪涝水体信息

洪涝水体监测基于对异常增大水体的判定。通过对不同时次水体监测数据进行比较, 区分水体的变化部分, 判断异常增大水体的范围及位置。洪涝水体信息提取包括下列内容:

a) 洪涝泛滥水体信息提取

用警戒水体作为背景, 洪涝发生后水体扩大部分为洪涝泛滥水体。

b) 退水区域信息提取

用洪涝严重时期监测的水体范围作为背景, 退水期间水体缩小部分为退水区域。

5.2.3 洪涝水体面积估算

5.2.3.1 洪涝水体面积估算即为计算所有判识为洪涝水体像元的面积, 并求和洪涝水体面积为 S , 则:

$$S = \sum_{i=1}^n \Delta S_i \dots\dots\dots(5)$$

式中:

i —— 洪涝区内像元序号;

n —— 洪涝区的像元总数。

根据局域投影文件中所用的地图投影方式, 利用洪涝水体二值数据和相应的面积计算公式(参见附录 H), 逐像元计算洪涝水体像元面积, 并对洪涝区域所包含的像元面积求和。

注: 遥感监测业务中普遍采用的地图投影方式有兰勃特投影、等经纬度投影和等面积投影。

5.2.3.2 对于洪涝水体边缘像元, 需使用洪涝区边缘像元水体面积估算方法

洪涝水体边缘像元的面积为 R_{NIRM} , 则:

$$R_{NIRM} = P \times R_{NIRW} + (1 - P) \times R_{NIRL} \quad \dots\dots\dots(6)$$

$$P = (R_{NIRL} - R_{NIRM}) / (R_{NIRL} - R_{NIRW}) \quad \dots\dots\dots(7)$$

$$\Delta S_w = \Delta S \times P \quad \dots\dots\dots(8)$$

6 监测处理流程

卫星遥感洪涝监测处理流程包括水体信息提取处理和洪涝信息处理流程：

a) 水体信息提取处理流程,具体步骤如下：

- 1) 读取经预处理的轨道数据、水体判识阈值数据集；
- 2) 生成区域投影图像(选取可见光、近红外、中红外、红外波段)；
- 3) 图像几何校正；
- 4) 选择监测区域、提取水体信息；
- 5) 人机交互验证判识效果；
- 6) 生成水体二值图文件。

b) 洪涝信息处理流程,具体步骤如下：

- 1) 读入当前水体二值数据和警戒水体数据；
- 2) 比较当前水体和警戒水体差异,提取异常扩大水体信息；
- 3) 计算洪涝水体面积；
- 4) 在三通道彩色合成图像上叠加洪涝水体信息,生成洪涝监测专题图；
- 5) 编制洪涝监测报告,说明有关卫星遥感洪涝监测信息,包括洪涝位置、范围、面积估算和所用卫星资料接收时间等,并附卫星遥感洪涝监测图像。

附 录 A
(资料性附录)

FY-1C/D 极轨气象卫星多光谱可见光红外扫描辐射计(MVISR)通道参数

表 A.1 给出了 FY-1C/D 极轨气象卫星多光谱可见光红外扫描辐射计(MVISR)通道参数。

表 A.1 FY-1C/D 极轨气象卫星多光谱可见光红外扫描辐射计(MVISR)通道参数

通道	波长/ μm	波段	星下点分辨率/m
1	0.58~0.68	可见光(Visible)	1100
2	0.84~0.89	近红外(Near Infrared)	1100
3	3.55~3.95	中波红外(Middle Infrared)	1100
4	10.3~11.3	远红外(Far Infrared)	1100
5	11.5~12.5	远红外(Far Infrared)	1100
6	1.58~1.64	短波红外(Short Infrared)	1100
7	0.43~0.48	可见光(Visible)	1100
8	0.48~0.53	可见光(Visible)	1100
9	0.53~0.58	可见光(Visible)	1100
10	0.9~0.985	近红外(Near Infrared)	1100

附录 B

(资料性附录)

FY-3A/B 极轨气象卫星可见光红外扫描辐射计(VIRR)通道参数

表 B.1 给出了 FY-3A/B 极轨气象卫星可见光红外扫描辐射计(VIRR)通道参数。

表 B.1 FY-3A/B 极轨气象卫星可见光红外扫描辐射计(VIRR)通道参数

通道	波长/ μm	波段	星下点分辨率/m
1	0.58~0.68	可见光(Visible)	1100
2	0.84~0.89	近红外(Near Infrared)	1100
3	3.55~3.95	中波红外(Middle Infrared)	1100
4	10.3~11.3	远红外(Far Infrared)	1100
5	11.5~12.5	远红外(Far Infrared)	1100
6	1.55~1.64	短波红外(Short Infrared)	1100
7	0.43~0.48	可见光(Visible)	1100
8	0.48~0.53	可见光(Visible)	1100
9	0.53~0.58	可见光(Visible)	1100
10	1.325~1.395	短波红外(Short Infrared)	1100

附 录 C
(资料性附录)

FY-3A/B 极轨气象卫星中分辨率光谱成像仪(MERSI)通道参数

表 C.1 给出了 FY-3A/B 极轨气象卫星中分辨率光谱成像仪(MERSI)通道参数。

表 C.1 FY-3A/B 极轨气象卫星中分辨率光谱成像仪(MERSI)通道参数

通道	波长/ μm	波段	星下点分辨率/m
1	0.445~0.495	可见光(Visible)	250
2	0.525~0.575	可见光(Visible)	250
3	0.625~0.675	可见光(Visible)	250
4	0.835~0.885	近红外(Near Infrared)	250
5	10.50~12.50	远红外(Far Infrared)	250
6	1.615~1.665	短波红外(Short Infrared)	1000
7	2.105~2.255	短波红外(Short Infrared)	1000
8	0.402~0.422	可见光(Visible)	1000
9	0.433~0.453	可见光(Visible)	1000
10	0.480~0.500	可见光(Visible)	1000
11	0.510~0.530	可见光(Visible)	1000
12	0.555~0.575	可见光(Visible)	1000
13	0.640~0.660	可见光(Visible)	1000
14	0.675~0.695	可见光(Visible)	1000
15	0.755~0.775	可见光(Visible)	1000
16	0.855~0.875	近红外(Near Infrared)	1000
17	0.895~0.915	近红外(Near Infrared)	1000
18	0.930~0.950	近红外(Near Infrared)	1000
19	0.970~0.990	近红外(Near Infrared)	1000
20	1.020~1.040	近红外(Near Infrared)	1000

附录 D

(资料性附录)

NOAA 极轨气象卫星(AVHRR)通道参数

表 D.1 给出了 NOAA 极轨气象(AVHRR)通道参数。

表 D.1 NOAA 极轨气象卫星(AVHRR)通道参数

通道	波长/ μm	波段	星下点分辨率/m
1	0.58~0.68	可见光(Visible)	1100
2	0.7~1.1	近红外(Near Infrared)	1100
3A	1.58~1.64	短波红外(Short Infrared)	1100
3B	3.55~3.95	中波红外(Middle Infrared)	1100
4	10.3~11.3	远红外(Far Infrared)	1100
5	11.5~12.5	远红外(Far Infrared)	1100

附 录 E
(资料性附录)

FY-2C/D/E 静止气象卫星扫描辐射计(VISSR)通道参数

表 E.1 给出了 FY-2C/D/E 静止气象卫星扫描辐射计(VISSR)通道参数。

表 E.1 FY-2C/D/E 静止气象卫星扫描辐射计(VISSR)通道参数

通道	波长/ μm	波段	星下点分辨率/m
1	0.50~0.75	可见光(Visible)	1250
2	10.3~11.3	远红外(Far Infrared)	5000
3	11.5~12.5	远红外(Far Infrared)	5000
4	3.5~4.0	中波红外(Middle Infrared)	5000
5	6.3~7.6	中波红外(Middle Infrared)	5000

附录 F

(资料性附录)

EOS 卫星中分辨率成像光谱仪(MODIS)通道参数

表 F.1 给出了 EOS 卫星中分辨率成像光谱仪(MODIS)通道参数。

表 F.1 EOS 卫星中分辨率成像光谱仪(MODIS)通道参数

通道	波长/ μm	波段	星下点分辨率/m
1	0.62~0.67	可见光(Visible)	250
2	0.841~0.876	近红外(Near Infrared)	250
3	0.459~0.479	可见光(Visible)	500
4	0.545~0.565	可见光(Visible)	500
5	1.230~1.250	近红外(Near Infrared)	500
6	1.628~1.652	短波红外(Short Infrared)	500
7	2.105~2.155	短波红外(Short Infrared)	500
8	0.405~0.420	可见光(Visible)	1000
9	0.438~0.448	可见光(Visible)	1000
10	0.483~0.493	可见光(Visible)	1000
11	0.526~0.536	可见光(Visible)	1000
12	0.546~0.556	可见光(Visible)	1000
13	0.662~0.672	可见光(Visible)	1000
14	0.673~0.683	可见光(Visible)	1000
15	0.743~0.753	可见光(Visible)	1000
16	0.862~0.877	近红外(Near Infrared)	1000
17	0.890~0.920	近红外(Near Infrared)	1000
18	0.931~0.941	近红外(Near Infrared)	1000
19	0.915~0.965	近红外(Near Infrared)	1000
20	3.660~3.840	中波红外(Middle Infrared)	1000
21	3.929~3.989	中波红外(Middle Infrared)	1000
22	3.929~3.989	中波红外(Middle Infrared)	1000
23	4.020~4.080	中波红外(Middle Infrared)	1000
24	4.433~4.498	中波红外(Middle Infrared)	1000
25	4.482~4.549	中波红外(Middle Infrared)	1000
26	1.360~1.390	短波红外(Short Infrared)	1000
27	6.535~6.895	中波红外(Middle Infrared)	1000
28	7.175~7.475	中波红外(Middle Infrared)	1000
29	8.400~8.700	远红外(Far Infrared)	1000

表 F.1 EOS 卫星中分辨率成像光谱仪(MODIS)通道参数(续)

通道	波长/ μm	波段	星下点分辨率/m
30	9.580~9.880	远红外(Far Infrared)	1000
31	10.780~11.280	远红外(Far Infrared)	1000
32	11.770~12.270	远红外(Far Infrared)	1000
33	13.185~13.485	远红外(Far Infrared)	1000
34	13.485~13.785	远红外(Far Infrared)	1000
35	13.785~14.085	远红外(Far Infrared)	1000
36	14.085~14.385	远红外(Far Infrared)	1000

附 录 G
(资料性附录)

中巴资源一号卫星传感器的基本参数

表 G.1 给出了中巴资源一号卫星传感器的基本参数。

表 G.1 中巴资源一号卫星传感器的基本参数

序号	传感器名称	CCD 相机	宽视场成像仪(WFI)	红外多光谱扫描(IRMSS)
1	传感器类型	推扫式	推扫式(分立相机)	振荡扫描式(前向和反向)
2	可见/近红外波段 μm	1:0.45~0.52 2:0.52~0.59 3:0.63~0.69 4:0.77~0.89 5:0.51~0.73	10:0.63~0.69 11:0.77~0.89	6:0.50~0.90
3	短波红外波段 μm	无	无	7:1.55~1.75 8:2.08~2.35
4	热红外波段 μm	无	无	9:10.4~12.5
5	辐射量化 bit	8	8	8
6	扫描带宽 km	113	890	119.5
7	每波段像元数 个	5812	3456	波段 6、7、8:1536 波段 9:768
8	星下点空间分辨率 m	19.5	258	波段 6、7、8:78 波段 9:156
9	是否具有侧视功能	有($-32^{\circ}\sim+32^{\circ}$)	无	无
10	视场角	8.32°	59.6°	8.80°

附录 H
(资料性附录)
水体面积计算公式

H.1 兰勃特投影的面积计算公式(东北半球)

$$h = \sqrt{[(\phi_2 - \phi_1) \times R]^2 - (R\cos\phi_1 - R\cos\phi_2)^2} \dots\dots\dots (H.1)$$

式中:

h —— 像元南界与北界纬度切割地球所成球台的厚度;

ϕ_1 —— 以弧度表示的像元南界纬度;

ϕ_2 —— 以弧度表示的像元北界纬度;

R —— 地球平均半径, 6371 km。

$$S_{I,J} = (\lambda_2 - \lambda_1) \times R \times h \dots\dots\dots (H.2)$$

式中:

$S_{I,J}$ —— 像元面积;

λ_1 —— 以弧度表示的像元西界经度;

λ_2 —— 以弧度表示的像元东界经度。

H.2 等经纬度投影的面积计算公式

$$Long = Res \times \frac{2\pi ac}{360} \sqrt{\frac{1}{c^2 + a^2 \times \tan^2\phi}} \dots\dots\dots (H.3)$$

式中:

$Long$ —— 经度方向的长度, 单位为千米(km);

Res —— 图像分辨率, 单位为千米(km);

a —— 6378.164, 单位为千米(km);

c —— 6356.779, 单位为千米(km);

ϕ —— 像元所在纬度, 单位为弧度(rad)。

$$Lat = Res \times 111.13 \dots\dots\dots (H.4)$$

式中:

Lat —— 纬度方向的长度, 单位为千米(km)。

像元面积为:

$$S_{I,J} = Long \times Lat \dots\dots\dots (H.5)$$