



中华人民共和国气象行业标准

QX/T 96—2020
代替 QX/T 96—2008

卫星遥感监测技术导则 积雪覆盖

Technical guidelines on monitoring by satellite remote sensing—Snow cover

2020-11-05 发布

2021-02-01 实施

中 国 气 象 局 发 布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 术语和定义	1
3 符号	2
4 数据准备	2
5 积雪覆盖监测方法	3
6 积雪覆盖监测处理流程	4
附录 A(资料性附录) 常用卫星有关通道的主要参数	6
参考文献	12

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 QX/T 96—2008《积雪遥感监测技术导则》。与 QX/T 96—2008 相比,除编辑性修改外主要技术内容变化如下:

- 将标准名称改为“卫星遥感监测技术导则 积雪覆盖”;
- 修改了本标准的范围(见第 1 章,2008 年版的第 1 章);
- 删除了规范性引用文件(2008 年版的第 2 章);
- 删除了以下术语及其定义:遥感制图(见 2008 年版的 3.1)、专题图(见 2008 年版的 3.2)、图像处理(见 2008 年版的 3.3)、积雪(见 2008 年版的 3.5)、雪水当量(见 2008 年版的 3.7)、数据质量控制(见 2008 年版的 3.15)、数字影像数据质量(见 2008 年版的 3.16)、路线验证(见 2008 年版的 3.17)、图斑验证(见 2008 年版的 3.18)、R1(见 2008 年版的 3.8)、R2(见 2008 年版的 3.9)、T3(见 2008 年版的 3.10)、T4(见 2008 年版的 3.11)、R6(见 2008 年版的 3.12);
- 增加了以下术语及其定义:地表反射率(见 2.1)、空间分辨率(见 2.2)、二值雪盖(见 2.5);
- 修改了以下术语及其定义:监测区域(见 2.3,2008 年版的 3.4)、雪盖(见 2.4,2008 年版的 3.6)、归一化差值积雪指数(见 2.6,2008 年版的 3.13)、归一化差值植被指数(见 2.8,2008 年版的 3.14);
- 增加了以下符号:AGRI(见第 3 章)、AVHRR(见第 3 章)、 $B_{0.55}$ (见第 3 章)、 $B_{0.66}$ (见第 3 章)、 $B_{0.86}$ (见第 3 章)、 $B_{1.65}$ 、EOS(见第 3 章)、FY(见第 3 章)、NOAA(见第 3 章)、NPP(见第 3 章)、MERSI(见第 3 章)、MERSI-II(见第 3 章)、MODIS(见第 3 章)、VIRR(见第 3 章)、VIIRS(见第 3 章)、VISSR(见第 3 章)、 R_{NIR} (见第 3 章)、 R_{RED} (见第 3 章)、 R_{SIR} (见第 3 章)、 T_{FIR} (见第 3 章)、 T_{MIR} (见第 3 章);
- 删除了“基本原则”(见 2008 年版的第 4 章)、增加了“数据准备”(见第 4 章);
- 修改了“积雪覆盖监测处理流程”(见第 6 章,2008 年版的第 5 章);
- 修改了“积雪覆盖监测方法”名称(见第 5 章,2008 年版的第 6 章)、“多光谱阈值法”(见 5.2,2008 年版的 6.1.1)和“归一化差值积雪指数(I_{NDS})法”(见 5.3,2008 年版的 6.1.2);
- 增加了“概述”(见 5.1)和“薄雪判识方法”(见 5.4);
- 删除了“气象卫星遥感监测”(见 2008 年版的 6.1)、“概率结合阈值的积雪判识方法”(见 2008 年版的 6.1.3)、“辅助判识方法”(见 2008 年版的 6.1.4)、“EOS/MODIS 遥感监测”(见 2008 年版的 6.2)、“资源卫星监测”(见 2008 年版的 6.3);
- 删除了“外业调查”(见 2008 年版的第 7 章)、“验证”(见 2008 年版的第 8 章)、“积雪监测产品制作”(见 2008 年版的第 9 章)、“质量控制”(见 2008 年版的第 10 章);
- 修改了“附录 A”(见附录 A 的表 A.1 至表 A.8,2008 年版的附录 A 至附录 E),删除了“附录 B”“附录 C”“附录 D”(见 2008 年版的附录 B—附录 D),删减了“附录 E”(见 2008 年版的附录 E);
- 增加了参考文献。

本标准由全国卫星气象与空间天气标准化技术委员会气象遥感应应用分技术委员会(SAC/TC 347/SC 2)提出并归口。

本标准起草单位:新疆维吾尔自治区气象局、国家卫星气象中心。

本标准主要起草人:肖继东、武胜利、刘诚、沙依然·外力、陈爱京、石玉、杨志华、镡拉提·阿布都热合曼、邢文渊、李聪、冯志敏、曹孟磊、梁凤超、马丽云、程红霞、崔宇。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- QX/T 96—2008。

卫星遥感监测技术导则 积雪覆盖

1 范围

本标准规定了卫星遥感积雪覆盖监测的数据准备、监测方法和监测处理流程等内容。
本标准适用于利用星载光学传感器的卫星遥感积雪覆盖监测处理。

2 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

2.1

地表反射率 land surface reflectance

陆地表面的反射能量与到达地物表面的入射能量的比值。

注:改写 GB/T 30115—2013,定义 3.9。

2.2

空间分辨率 spatial resolution

在扫描成像过程中一个光敏探测单元通过望远镜系列投射到地面上的直径或对应的视场角度。

注:改写 GB/T 14950—2009,定义 4.104。

2.3

监测区域 monitoring area

监测范围。分行政区域和非行政区域。

注:监测区域代码表参见 GB/T 2260—2007 中的表 1—表 35。

2.4

雪盖 snow cover

寒冷地区气温接近或低于 0℃时,大气固态降水在地面的覆盖。

2.5

二值雪盖 binary snow cover;BSC

以布尔型方式,记录像元是否为雪盖的标记方法。

注:在卫星遥感积雪覆盖监测结果中是否被积雪覆盖,0 表示无雪,1 表示有雪。

2.6

归一化差值积雪指数 normalized difference snow index

I_{NDS}

利用光谱中不同谱段数据的线性组合而形成的能反映积雪在可见光高反射和短波红外低反射特征的指数。

$$I_{\text{NDS}} = (R_{\text{RED}} - R_{\text{SIR}}) / (R_{\text{RED}} + R_{\text{SIR}})$$

2.7

归一化差值植被指数 normalized difference vegetation index

I_{NDV}

近红外波段与红光波段反射率之差和这两个波段反射率之和的比值。

$$I_{\text{NDV}} = (R_{\text{NIR}} - R_{\text{RED}}) / (R_{\text{NIR}} + R_{\text{RED}})$$

注 1:取值范围为[-1,1]。

注 2:改写 GB/T 34814—2017,定义 2.10。

3 符号

下列符号适用于本文件。

AGRI:多通道扫描成像辐射计。

AVHRR:改进的甚高分辨率扫描辐射计。

$B_{0.55}$:EOS/MODIS 第 4 通道、NPP/VIIRS 的 M4 通道、FY-3/VIRR 第 9 通道、FY-3D/MERSI-II 的第 2 通道的(绿光)波段的反射率,以百分比(%)表示。

$B_{0.66}$:EOS/MODIS 第 1 通道、NPP/VIIRS 的 I1(B)通道、FY-3/VIRR 第 1 通道、FY-3D/MERSI-II 第 3 通道的(红光)波段的反射率,以百分比(%)表示。

$B_{0.86}$:EOS/MODIS 第 2 通道、NPP/VIIRS 的 I2(G)通道、FY-3/VIRR 第 2 通道、FY-3/MERSI-II 的第 4 通道的(近红外)波段的反射率,以百分比(%)表示。

$B_{1.65}$:EOS/MODIS 第 6 通道、NPP/VIIRS 的 I3(R)通道、FY-3/VIRR 第 6 通道、FY-3/MERSI-II 的第 6 通道的(短波红外)波段的反射率,以百分比(%)表示。

EOS:地球观测极轨卫星。

FY:中国风云系列气象卫星。

NOAA:美国 NOAA 系列气象卫星。

NPP:美国 NPP 气象卫星。

MERSI:中分辨率光谱成像仪。

MERSI-II:中分辨率光谱成像仪 II 型。

MODIS:中分辨率成像光谱仪。

VIRR:可见光红外扫描辐射计。

VIIRS:可见光红外成像辐射仪。

VISSR:可见光红外自旋扫描辐射计。

R_{NIR} :0.84 μm ~0.875 μm (近红外)波段的地表反射率,以百分比(%)表示。

R_{RED} :0.62 μm ~0.67 μm (红光)波段的地表反射率,以百分比(%)表示。

R_{SIR} :1.62 μm ~1.65 μm (短波红外)波段的地表反射率,以百分比(%)表示。

T_{FIR} :10.3 μm ~11.3 μm (远红外)波段的地表亮度温度,以百分比(%)表示。

T_{MIR} :3.5 μm ~4.0 μm (中波红外)波段的地表亮度温度,以百分比(%)表示。

4 数据准备

4.1 数据源要求

积雪覆盖遥感监测主要以 FY 系列气象卫星、EOS/MODIS、NPP/VIIRS、NOAA/AVHRR 资料为主,资源卫星数据为辅。

用来反演地表雪盖的光学卫星遥感影像为地表反射率数据,所有数据需要预处理成为具有相同的空间分辨率。

卫星数据通道应覆盖短波红外、中波红外、远红外、近红外、可见光等波段。可用于积雪覆盖监测的常用卫星有关通道的主要参数参见附录 A。

4.2 数据前期处理要求

4.2.1 预处理

卫星原始数据应经过定位、定标、质量检查和太阳高度角订正等预处理。

4.2.2 局地数据文件的生成

用预处理后的数据投影生成图像大小不小于监测区域范围,并包含所有通道的局地数据文件。

4.2.3 定位精度

检查局域投影图像的定位精度,若定位不准确,应进行几何校正,精度误差应在1个像元以内。

5 积雪覆盖监测方法

5.1 概述

积雪覆盖光谱具有可见光波段高反射和短波红外波段低反射的特性,是卫星遥感判识雪盖、区分云及非积雪地物类型的基础特性。根据不同传感器通道数量和波长差异,宜使用以下几种积雪覆盖监测方法:

- 多光谱阈值法,主要用于对 NOAA 15 极轨气象卫星之前的 NOAA 系列 AVHRR 数据,以及 FY-2 系列数据等不具备 R_{SIR} 资料条件下的积雪覆盖判识;
- 归一化差值积雪指数法,主要用于对 FY-3 系列数据、NOAA 15 极轨气象卫星以后的 NOAA 系列 AVHRR 数据,以及 EOS/MODIS 中分辨率成像光谱仪、NPP/VIIRS、FY-4A 数据等具备 R_{SIR} 资料条件下的积雪覆盖判识;
- 薄雪判识方法,针对 MODIS、NPP/VIIRS、FY-3 系列极轨卫星使用归一化差值积雪指数法的补充,主要针对薄雪覆盖误判问题进行修正。

5.2 多光谱阈值法

当不具备 R_{SIR} 资料条件时,积雪判识使用多光谱阈值法。具体步骤如下:

a) 云判识:

$$R_{RED} > R_{REDth}, \text{且 } I_{NDVth} < I_{NDV} < I_{NDVmaxth}, \text{且 } D_{34} > D_{34th}, \text{且 } D_{34}/T_{FIR} > D_{34}/T_{FIRth} \text{ 或者 } \\ R_{RED} > R_{REDth}, \text{且 } I_{NDVth} < I_{NDV} < I_{NDVmaxth}, \text{且 } T_{FIR} < T_{FIRth}, \text{且 } D_{12} > D_{12th}。$$

式中:

$$D_{12} = R_{RED} - R_{NIR},$$

$$D_{34} = T_{MIR} - T_{FIR}。$$

b) 植被、水体、裸地等地物判识:

$$R_{REDth} < R_{RED} < R_{REDmaxth}, \text{且 } I_{NDV} > I_{NDVth} \text{ (植被判识)};$$

$$R_{REDth} < R_{RED} < R_{REDmaxth}, \text{且 } I_{NDV} < I_{NDVmaxth}, \text{且 } R_{NIR} < R_{NIRth}, \text{且 } T_{FIR} > T_{FIRth} \text{ (水体判识)};$$

$$R_{REDth} < R_{RED} < R_{REDmaxth}, \text{且 } I_{NDVth} < I_{NDV} < I_{NDVmaxth}, \text{且 } D_{34} > D_{34th}, \text{且 } T_{FIR} > T_{FIRth} \text{ (裸地判识)}。$$

c) 积雪判识:

$$D_{34} > D_{34th}, \text{且 } R_{RED} > R_{REDth}, \text{且 } T_{FIRmaxth} > T_{FIR} > T_{FIRth}。$$

其中,带下标_{th}的变量均为相应变量的判识阈值,带下标_{maxth}的变量均为相应变量极大值的判识阈值。

示例：

以冬季新疆北部地区 1 月份的 NOAA/AVHRR 12 极轨气象卫星资料为例：

a) 云判识：

$R_{RED} > 25\%$ ，且 $0.02 < I_{NDV} < 0.1$ ，且 $D_{34} > 15\text{ K}$ ，且 $D_{34}/T_{FIR} > 0.06$ 或者
 $R_{RED} > 25\%$ ，且 $0.02 < I_{NDV} < 0.1$ ，且 $T_{FIR} < 240\text{ K}$ 且 $D_{12} > 0$ 。

b) 植被、水体、裸地等地物的判识：

满足： $5\% < R_{RED} < 15\%$ ，且 $NDVI > 0.15$ ，判识为植被；
 满足： $0 < R_{RED} < 15\%$ ，且 $NDVI < 0.0$ ，且 $0 < R_{NIR} < 15\%$ ，且 $T_{FIR} > 271\text{ K}$ ，判识为水体；
 满足： $15\% < R_{RED} < 30\%$ ，且 $0.05 < NDVI < 0.15$ ，且 $D_{34} > 5\text{ K}$ ，且 $T_{FIR} > 250\text{ K}$ ，判识为裸地。

c) 积雪判识：

满足 $R_{RED} > 25\%$ ，且 $D_{34} < 15\text{ K}$ ，且 $275\text{ K} > T_{FIR} > 250\text{ K}$ ，且目标物未被判识为云、植被、水体、裸地时，判识为积雪。

5.3 归一化差值积雪指数 (I_{NDS}) 法

当具有 R_{SIR} 资料时的积雪监测可使用归一化差值积雪指数法。具体步骤如下：

a) 剔云方法：

$C_{11} < R_{NIR}/R_{RED} < C_{12}$ 且 $R_{RED} > C_{13}$ 。 C_{11} 、 C_{12} 、 C_{13} 均为阈值，参考值可取 $C_{11} = 0.85$ 、 $C_{12} = 1.15$ 、 $C_{13} = 0.3$ 。

b) 消除云阴影方法：

$R_{RED} < C_{21}$ 且 $R_{SIR} < C_{22}$ 并且 $R_{RED} > R_{NIR}$ 且 $R_{NIR} > R_{SIR}$ 。其中 C_{21} 、 C_{22} 均为经验阈值，参考值可取 $C_{21} = 0.205$ 、 $C_{22} = 0.05$ 。

c) 积雪判识方法：当满足以下条件时，则监测为积雪：

$I_{NDS} > I_{NDS_{th}}$ ，且 $R_{SIR} < R_{SIR_{th}}$ ，且 $R_{RED} > R_{RED_{th}}$ ，且 $T_{FIR} > T_{FIR_{th}}$ 。其中，带下标_{th}的变量为各变量的监测阈值，其参考值： $NDSI_{th} = 0.20$ 、 $R_{SIR_{th}} = 25\%$ 、 $R_{RED_{th}} = 10\%$ 、 $T_{FIR_{th}} = 244\text{ K}$ 。

5.4 薄雪判识方法

采用卫星 MODIS、NPP、FY-3 传感器的 $B_{0.55}$ 、 $B_{0.66}$ 、 $B_{0.86}$ 、 $B_{1.65}$ 波段反射率数据，用如下方法和模式对薄雪进行监测。

$$I_{DBV} = B_{0.66} - B_{1.65}$$

$$I_{NDS} = (B_{0.55} - B_{1.65}) / (B_{0.55} + B_{1.65})$$

当满足以下条件时，判识为薄雪：

$$((I_{DBV}) < f_1) \text{ 且 } ((I_{DBV}) > f_2) \text{ 且 } (B_{0.66} > f_3)$$

$$\text{且 } (I_{NDS} < f_4) \text{ 且 } (I_{NDS} > f_5) \text{ 且 } (B_{0.86} > f_6) \text{ 且 } (B_{0.55} > f_7)$$

其中， f_1 、 f_2 、 f_3 、 f_4 、 f_5 、 f_6 、 f_7 为阈值。其初始参考值如下：

$f_1 = 0.3$ 、 $f_2 = 0.08$ 、 $f_3 = 0.27$ 、 $f_4 = 0.54$ 、 $f_5 = 0.20$ 、 $f_6 = 0.27$ 、 $f_7 = 0.10$ 。

6 积雪覆盖监测处理流程

卫星遥感积雪覆盖监测处理流程：读入经预处理的局域图像及地理标记、行政边界、土地利用等辅助数据，逐像元读取数据，判识积雪（见图 1）。

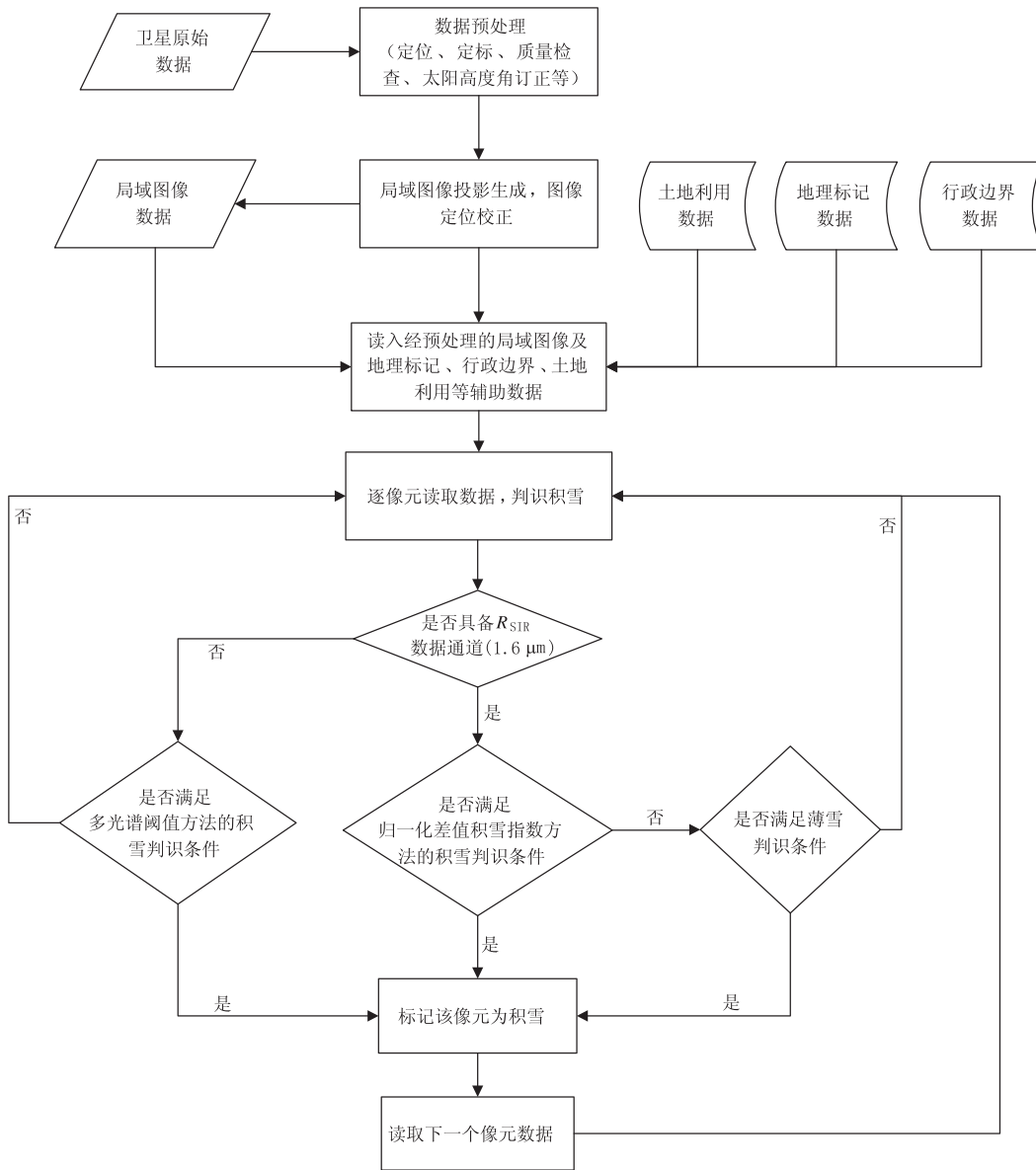


图 1 卫星遥感积雪监测处理流程

附 录 A
(资料性附录)

常用卫星有关通道的主要参数

表 A.1—表 A.8 列出了可用于积雪覆盖监测的常用卫星有关通道的主要参数。

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

通道	中心波长 μm	波长范围 μm	星下点分辨率 km
1	0.630	0.58~0.68	1.1
2	0.865	0.84~0.89	1.1
3	3.740	3.55~3.93	1.1
4	10.80	10.3~11.3	1.1
5	12.00	11.5~12.5	1.1
6	1.600	1.55~1.64	1.1
7	0.455	0.43~0.48	1.1
8	0.505	0.48~0.53	1.1
9	0.555	0.53~0.58	1.1
10	1.360	1.325~1.395	1.1

注:表中加粗字体的通道优先使用。

表 A.2 FY-3A/B/C 极轨气象卫星 MERSI(中分辨率光谱成像仪)通道参数

通道	中心波长	波段宽度	星下点分辨率 m
1	412 nm	20 nm	1000
2	443 nm	20 nm	1000
3	470 nm	50 nm	250
4	490 nm	20 nm	1000
5	520 nm	20 nm	1000
6	550 nm	50 nm	250
7	565 nm	20 nm	1000
8	650 nm	50 nm	250
9	650 nm	20 nm	1000
10	685 nm	20 nm	1000
11	765 nm	20 nm	1000
12	865 nm	20 nm	1000

表 A.2 FY-3A/B/C 极轨气象卫星 MERSI(中分辨率光谱成像仪)通道参数(续)

通道	中心波长	波段宽度	星下点分辨率 m
13	865 nm	50 nm	250
14	905 nm	20 nm	1000
15	940 nm	20 nm	1000
16	980 nm	20 nm	1000
17	1030 nm	20 nm	1000
18	1640 nm	50 nm	1000
19	2130 nm	50 nm	1000
20	11.5 μm	2.5 μm	250
注:表中加粗字体的通道优先使用。			

表 A.3 EOS/MODIS(中分辨率成像光谱仪)通道参数

通道	中心波长	波段宽度	星下点分辨率 km
1	645 nm	50 nm	0.25
2	858 nm	35 nm	0.25
3	469 nm	20 nm	0.5
4	555 nm	20 nm	0.5
5	1240 nm	20 nm	0.5
6	1640 nm	24 nm	0.5
7	2130 nm	50 nm	0.5
8	412 nm	15 nm	1
9	443 nm	10 nm	1
10	488 nm	10 nm	1
11	531 nm	10 nm	1
12	551 nm	10 nm	1
13	667 nm	10 nm	1
14	678 nm	10 nm	1
15	748 nm	10 nm	1
16	870 nm	15 nm	1
17	905 nm	30 nm	1
18	936 nm	10 nm	1
19	940 nm	50 nm	1

表 A.3 EOS/MODIS(中分辨率成像光谱仪)通道参数(续)

通道	中心波长	波段宽度	星下点分辨率 km
20	1375 nm	30 nm	1
21	3.750 μm	0.180 μm	1
22	3.959 μm	0.060 μm	1
23	3.959 μm	0.060 μm	1
24	4.050 μm	0.060 μm	1
25	4.515 μm	0.165 μm	1
26	4.515 μm	0.067 μm	1
27	6.715 μm	0.360 μm	1
28	7.325 μm	0.300 μm	1
29	8.550 μm	0.300 μm	1
30	9.730 μm	0.300 μm	1
31	11.030 μm	0.500 μm	1
32	12.020 μm	0.500 μm	1
33	13.335 μm	0.300 μm	1
34	13.635 μm	0.300 μm	1
35	13.935 μm	0.300 μm	1
36	14.235 μm	0.300 μm	1
注:表中加粗字体的通道优先使用。			

表 A.4 NOAA/AVHRR(改进的甚高分辨率扫描辐射计)通道参数

通道	中心波长 μm	波长范围 μm	星下点分辨率 km
1	0.630	0.58~0.68	1.1
2	0.862	0.725~1.00	1.1
3A	1.61	1.58~1.64	1.1
3B	3.74	3.55~3.93	1.1
4	10.80	10.3~11.3	1.1
5	12.00	11.5~12.5	1.1
注:表中加粗字体的通道优先使用。			

表 A.5 FY-3D 极轨气象卫星 MERSI-II (中分辨率光谱成像仪 II 型) 通道参数

通道	中心波长	波段宽度	星下点分辨率 km
1	470 nm	50 nm	0.25
2	550 nm	50 nm	0.25
3	650 nm	50 nm	0.25
4	865 nm	50 nm	0.25
5	1240 nm/1030 nm	20 nm	1
6	1640 nm	20 nm	1
7	2130 nm	20 nm	1
8	412 nm	20 nm	1
9	443 nm	20 nm	1
10	490 nm	20 nm	1
11	555 nm	20 nm	1
12	670 nm	20 nm	1
13	709 nm	20 nm	1
14	746 nm	20 nm	1
15	865 nm	20 nm	1
16	905 nm	20 nm	1
17	936 nm	20 nm	1
18	940 nm	50 nm	1
19	1380 nm	20 nm	1
20	3.80 μm	0.18 μm	1
21	4.05 μm	0.155 μm	1
22	7.20 μm	0.5 μm	1
23	8.55 μm	0.30 μm	1
24	10.8 μm	1 μm	0.25
25	12.0 μm	1 μm	0.25
注:表中加粗字体的通道优先使用。			

表 A.6 FY-2C/D/E/F/G/H 静止气象卫星 VISSR(可见光红外自旋扫描辐射计)通道参数

通道	波长范围 μm	星下点分辨率 km
1	0.55~0.99	1.25
2	10.3~11.3	5

表 A.6 FY-2C/D/E/F/G/H 静止气象卫星 VISSR(可见光红外自旋扫描辐射计)通道参数(续)

通道	波长范围 μm	星下点分辨率 km
3	11.5~12.5	5
4	3.50~4.00	5
5	6.30~7.60	5
注:表中加粗字体的通道优先使用。		

表 A.7 FY-4A 静止气象卫星 AGRI(多通道扫描成像辐射计)通道参数

通道	中心波长 μm	波长范围 μm	星下点分辨率 km
1	0.47	0.45~0.49	1
2	0.65	0.55~0.75	0.5
3	0.825	0.75~0.90	1
4	1.375	1.36~1.39	2
5	1.61	1.58~1.64	2
6	2.25	2.1~2.35	2
7	3.75	3.5~4.0	2
8	3.75	3.5~4.0	4
9	6.25	5.8~6.7	4
10	7.1	6.9~7.3	4
11	8.5	8.0~9.0	4
12	10.7	10.3~11.1	4
13	12.0	11.5~12.5	4
14	13.5	13.2~13.8	4
注:表中加粗字体的通道优先使用。			

表 A.8 NPP/VIIRS(可见光红外成像辐射仪)通道参数

通道	中心波长	波段宽度	星下点分辨率 km
1	412 nm	20 nm	0.75
2	445 nm	18 nm	0.75
3	488 nm	20 nm	0.75
4	555 nm	20 nm	0.75
5	672 nm	20 nm	0.75

表 A.8 NPP/VIIRS(可见光红外成像辐射仪)通道参数(续)

通道	中心波长	波段宽度	星下点分辨率 km
6	746 nm	15 nm	0.75
7	865 nm	39 nm	0.75
8	1240 nm	20 nm	0.75
9	1378 nm	15 nm	0.75
10	1610 nm	60 nm	0.75
11	2250 nm	50 nm	0.75
12	3.70 μm	0.18 μm	0.75
13	4.05 μm	0.155 μm	0.75
14	8.55 μm	0.30 μm	0.75
15	10.763 μm	1.00 μm	0.75
16	12.013 μm	0.95 μm	0.75
17	0.7 μm (day/night)	0.5 μm~0.9 μm	0.375
18	0.64 μm	0.60 μm~0.68 μm	0.375
19	0.865 μm	0.845 μm~0.884 μm	0.375
20	1.61 μm	1.58 μm~1.64 μm	0.375
21	3.74 μm	3.55 μm~3.93 μm	0.375
22	11.45 μm	10.5 μm~12.4 μm	0.375
注:表中加粗字体的通道优先使用。			

参 考 文 献

- [1] GB/T 2260—2007 中华人民共和国行政区划代码
- [2] GB/T 14950—2009 摄影测量与遥感术语
- [3] GB/T 30115—2013 卫星遥感影像植被指数产品规范
- [4] GB/T 34814—2017 草地气象监测评价方法
- [5] 陈述彭, 遥感大辞典[M]. 北京: 科学出版社, 1990
- [6] 蒋玲梅, 王培, 张立新, 等. FY3B-MWRI 中国区域雪深反演算法改进[J]. 中国科学: 地球科学, 2014(03): 531-547
- [7] 李三妹, 傅华, 黄镇, 等. 用 EOS/MODIS 资料反演积雪深度参量[J]. 干旱区地理, 2006, 29(5): 718-725
- [8] 傅华, 李三妹, 黄镇, 等. MODIS 雪深反演数学模型验证及分析[J]. 干旱区地理, 2007, 30(6): 907-914
- [9] 张旭, 杨志华, 杨昌军, 等. 基于 FY3/VIRR 数据的积雪遥感监测分析[J]. 沙漠与绿洲气象, 2016, 10(3): 83-88
- [10] 李三妹, 闫华, 刘诚. FY-2C 积雪判识方法研究[J]. 遥感学报, 2007, 11(3): 406-413
- [11] 李良序, 黄镇, 傅华. 新疆雪盖特征分析 [J]. 新疆气象, 2002, 6: 21-23
- [12] 魏文寿, 秦大河, 刘明哲. 中国西北地区季节性积雪的性质与结构[J]. 干旱区地理, 2001, 24(4): 310-313
- [13] 冯学智, 陈贤章. 雪冰遥感 20 年的进展与成果[J]. 冰川冻土, 1998, 20(3): 245-248
- [14] 冯学智, 李文君. 雪盖卫星遥感信息的提取方法探讨[J]. 中国图像图形学报, 2000, 5(10): 836-839
- [15] 刘玉浩, 袁秀卿, 张红. 用气象卫星监测积雪[J]. 环境遥感, 1991, 7(1): 24-31
- [16] 郑照军, 刘玉洁, 张病川. 中国地区冬季积雪遥感监测方法改进[J]. 应用气象学报, 2004, 15(增刊): 75-84
- [17] 黄镇, 崔彩霞. 基于 EOS/MODIS 的新疆积雪监测[J]. 冰川冻土, 2006, 28(3): 343-347
- [18] 延昊. NOAA16 卫星积雪识别和参数提取[J]. 冰川冻土, 2004, 26(3): 369-373
- [19] 延昊. 利用 MODIS 和 AMSR-E 进行积雪制图的分析[J]. 冰川冻土, 2005, 27(4): 515-519
- [20] 沙依然, 王茂新. 气象卫星遥感资料在积雪监测中的应用[J]. 气象, 30(4): 33-35
- [21] 沙依然. 基于新一代先进卫星遥感 AMSR2、VIIRS 数据融合积雪监测模型及应用研究[D]. 南京: 南京信息工程大学, 2017
- [22] 沙依然, 毛炜峰. 基于 AMSR2 被动微波积雪参量高精度反演方法研究[J]. 冰川冻土, 2016, 38(1): 145-158
- [23] 王建. 卫星遥感雪盖制图方法对比与分析[J]. 遥感技术与应用, 1999, 14(4): 29-36
- [24] Andersen, Tom. Operational snow mapping by satellites[J]. Hydrological Aspects of Alpine and High Mountain Areas. IAHS Publ, 1982: 138
- [25] Akyürek, Zuhâl, Sorman A ünâl. Monitoring snow-covered areas using NOAA-AVHRR data in the eastern part of Turkey[J]. Hydrological Sciences Journal-des Sciences Hydrologiques, 2002, 472(2): 243-252
- [26] Dozier J. Spectral signature of alpine snow cover from the Landsat Thematic Mapper[J]. Remote Sens Environ, 1989, 28: 9-22

[27] Hall, Dorothy K, George A Riggs, et al. Development of methods for mapping global snow cover using moderate resolution imaging spectroradiometer data[J]. Remote Sensing of Environment, 1995,54: 127-140

[28] Hall, Dorothy K, George A Riggs, et al. MODIS snow-cover products[J]. Remote Sensing of Environment, 2002,83: 181-194

[29] Klein, Andrew G, Dorothy K Hall, et al. Improving snow cover mapping in forests through the use of a canopy reflectance model[J]. Hydrological Processes,1998,12:1723-1744

中华人民共和国
气象行业标准
卫星遥感监测技术导则 积雪覆盖
QX/T 96—2020

*

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.qxcbs.com>
发行部:010-68408042
北京建宏印刷有限公司印刷

*

开本:880 mm×1230 mm 1/16 印张:1.25 字数:37.5千字
2020年11月第1版 2020年11月第1次印刷

*

书号:135029-6204 定价:30.00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