



中华人民共和国气象行业标准

QX/T 141—2011

卫星遥感沙尘暴天气监测技术导则

Technical guide on satellite remote sensing of sand and dust storm monitoring

2011-08-16 发布

2012-03-01 实施

中华人民共和国
气象行业标准
卫星遥感沙尘暴天气监测技术导则
QX/T 141—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:135029-5493 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 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 符号	1
5 要求	2
6 监测方法	2
7 沙尘暴信息处理	5
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...	6
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.....	7
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	8
附录 D (资料性附录) NOAA 极轨气象卫星改进的甚高分辨率扫描辐射计(AVHRR)通道参数 ...	9
附录 E (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 F (资料性附录) FY-2C/D/E 静止气象卫星可见光红外扫描辐射计(VISSR)通道参数	12
附录 G (资料性附录) 投影面积的计算方法	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:陆文杰、吴晓京、曹治强。

引 言

沙尘暴是一种灾害性天气,在我国多发生于北方的干旱季节,其发源地自然生态环境条件十分恶劣,气象观测台站稀少,常规的气象观测手段无法满足监测需求。卫星遥感具有范围广、时效快、精度高等突出特点,在沙尘暴天气监测中可以弥补常规气象观测的不足。利用卫星遥感方法监测沙尘暴天气的工作在气象行业内已普遍开展,气象卫星(如我国风云系列、美国 NOAA 系列等)和资源环境卫星(如美国 EOS 环境卫星等)遥感在沙尘暴天气监测中得到了广泛应用。

目前,沙尘暴天气卫星遥感监测以可见光、近红外、短波红外、中红外、热红外数据为主要应用资料,依据沙尘气溶胶光谱辐射特性和卫星遥感原理,兼顾数学、统计学和天气学的公式、参数、阈值提取沙尘暴信息。随着理论研究和技术的提升,卫星遥感沙尘暴天气监测方法还有很大的发展潜力。为更好地发挥卫星遥感在沙尘暴天气监测中的作用,突出这一工作的科学性、客观性和可操作性,使其服务产品具有代表性、准确性和可比性,从而满足防灾减灾、生态环境评价和气象公益服务的需求,编制组在现有遥感监测技术的基础上编制了本标准。

卫星遥感沙尘暴天气监测技术导则

1 范围

本标准规定了卫星遥感沙尘暴天气监测数据的要求及其监测方法和信息处理方法。

本标准适用于卫星遥感沙尘暴天气监测与沙尘遥感信息的提取。

本标准不适用于微波和紫外波段遥感信息的提取。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 20479—2006 沙尘暴天气监测规范

3 术语和定义

GB/T 20479—2006 中界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

沙尘暴信息 sand and dust storm information

以卫星遥感方法提取的沙尘天气信息。

3.2

沙尘暴二值图 true or false image for sand and dust storm

以 0 和非 0 数值分别表示判识出的非沙尘像元和沙尘像元。

3.3

多时次合成图 multi-temporal composite image

将具有相同投影方式、相同空间分辨率的不同时相的遥感观测图像按其对应的地理位置叠加,并按一定方式取值作为该像元的量值。

3.4

红外差异沙尘指数 infra-red difference dust index; IDDI

地表向上辐射及其通过沙尘气溶胶层后的热红外辐射差异(热红外通道亮温衰减)。

4 符号

下列符号适用于本文件。

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_{SIR} : 指定星载仪器中短波红外 $1.58 \mu\text{m} \sim 1.65 \mu\text{m}$ 波段的反射率。

$R_{\text{SIR_MIN}}$: R_{SIR} 对应的下限阈值。

$R_{\text{SIR_TH}}$: T_{SIR} 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。

$R_{\text{VIS_MAX}}$: R_{VIS} 对应的上限阈值。

$R_{\text{VIS_MIN}}$: R_{VIS} 对应的下限阈值。

T_{BB} : 卫星实时观测的沙尘气溶胶层黑体等效亮温。

T_{MIR} : 指定星载仪器中中波红外 $3.55 \mu\text{m} \sim 3.95 \mu\text{m}$ 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。

$T_{\text{MIR_TH}}$: T_{MIR} 对应的阈值。

T_{S} : 卫星观测的沙尘气溶胶遮盖下的地表面亮温。

T_{TIR} : 指定星载仪器中热(远)红外 $10.3 \mu\text{m} \sim 11.3 \mu\text{m}$ 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。

$T_{\text{TIR_MAX}}$: T_{TIR} 对应的上限阈值。

$T_{\text{TIR_MIN}}$: T_{TIR} 对应的下限阈值。

$TD_{\text{MIR-TIR}}$: $3.55 \mu\text{m} \sim 3.95 \mu\text{m}$ 波段与 $10.3 \mu\text{m} \sim 11.3 \mu\text{m}$ 波段亮温差。

$TD_{\text{MIR-TIR_TH}}$: $TD_{\text{MIR-TIR}}$ 对应的阈值。

5 要求

5.1 数据源

沙尘暴天气遥感监测数据应源自气象卫星(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)和环境卫星 EOS 等空间观测平台, 提供数据源的空间观测平台携带相应的探测仪器, 探测仪器上设置可见光、近红外、热红外、短波红外或中红外探测通道, 通道所涵盖的波长范围应全部或部分满足第 4 章所指定的波段设置。其中, FY-1C/D/MVISR(多光谱可见光红外扫描辐射计)和 FY-3A/B/VIRR(可见光红外扫描辐射计)、FY-3A/B/MERSI(中分辨率成像光谱仪)以及 EOS/MODIS(中分辨率光谱成像仪)完全持有可见光、近红外、短波红外、中红外和热红外探测通道; 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)部分持有可见光、近红外、短波红外、中红外、热红外探测通道。以上星载探测仪器通道参数分别参见附录 A、附录 B、附录 C、附录 D、附录 E 和附录 F。

5.2 数据预处理

5.2.1 卫星仪器接收的原始遥感数据应经过专门的中心资料处理系统进行预处理, 完成对原始数据的相应处理流程。

5.2.2 经预处理的卫星数据可直接用于沙尘暴信息提取, 也可经地图投影变换后再作沙尘暴信息提取运算及图像处理。

5.2.3 经预处理后的卫星轨道或投影数据存在定位不准的情况时, 应进行几何精校正。纠正后的影像数据地理位置偏差应在 1 个像元内。

6 监测方法

6.1 多光谱阈值法

6.1.1 判识算法

6.1.1.1 多通道光谱数据判识大气沙尘的算法可分为陆地和海洋两种算法, 它们均不适用于夜间观测。

6.1.1.2 陆地大气沙尘判识算法

$$R_{VIS_MIN} \leq R_{VIS} \leq R_{VIS_MAX} \dots\dots\dots(1)$$

$$T_{TIR_MIN} \leq T_{TIR} \leq T_{TIR_MAX} \dots\dots\dots(2)$$

$$R_{SIR} \geq R_{SIR_TH} \dots\dots\dots(3)$$

$$R_{SIR} > R_{NIR} \dots\dots\dots(4)$$

$$TD_{MIR-TIR} \geq TD_{MIR-TIR_TH} \dots\dots\dots(5)$$

由于不同卫星观测仪器设置的光谱通道不完全相同,可根据仪器设置完全采用以上判识条件,或采用式(1)、式(2)、式(3)和式(4);或采用式(1)、式(2)和式(5)。

6.1.1.3 海洋上大气沙尘判识算法

$$R_{VIS_MIN} \leq R_{VIS} \leq R_{VIS_MAX} \dots\dots\dots(6)$$

$$T_{TIR_MIN} \leq T_{TIR} \leq T_{TIR_MAX} \dots\dots\dots(7)$$

$$R_{SIR} \geq R_{SIR_TH} \dots\dots\dots(8)$$

$$R_{SIR} > R_{NIR} \dots\dots\dots(9)$$

$$R_{VIS} > R_{NIR} \dots\dots\dots(10)$$

$$TD_{MIR-TIR} \geq TD_{MIR-TIR_TH} \dots\dots\dots(11)$$

可根据卫星仪器的光谱通道设置,完全采用以上判识条件,或采用式(6)、式(7)、式(8)、式(9)和式(10);或采用式(6)、式(7)、式(10)和式(11)。

6.1.2 光谱阈值

6.1.2.1 不同探测仪器设置通道的波长范围有一定差异,不同仪器应选用相应的参考阈值。

6.1.2.2 陆地判识算法选用的参考阈值见表1。

表1 不同卫星仪器选用的陆地判识参考阈值

参考阈值	卫星仪器						
	VIRR	MVISR	MERSI	AVHRR ^a	AVHRR ^b	MODIS	VISSR
R_{VIS_MAX}	48%	78%	48%	48%	48%	48%	48%
R_{VIS_MIN}	18%	33%	18%	20%	18%	18%	20%
R_{SIR_MIN}	28%	35%	28%	—	28%	28%	—
T_{TIR_MAX}	293 K	293 K	293 K	293 K	293 K	293 K	293 K
T_{TIR_MIN}	250 K	250 K	250 K	250 K	250 K	250 K	250 K
T_{MIR_TH}	—	—	—	293 K	—	—	293 K
$TD_{MIR-TIR_TH}$	18 K	—	—	20 K	—	18 K	20 K
$R_{SIR} - (T_{TIR} - 250) \%$	$\geq 7.5 \%$	$\geq 7.5 \%$	$\geq 7.5 \%$	—	$\geq 7.5 \%$	$\geq 7.5 \%$	—

^a 表示 NOAA-16/18/AVHRR,含中波红外通道,不含短波红外通道。

^b 表示 NOAA-17/AVHRR,含短波红外通道,不含中波红外通道。

6.1.2.3 海洋上判识算法选用的参考阈值见表2。

表 2 不同卫星仪器选用的海洋判识参考阈值

参考阈值	卫星仪器						
	VIRR	MVISR	MERSI	AVHRR ^a	AVHRR ^b	MODIS	VISSR
R_{VIS_MAX}	26%	26%	26%	35%	26%	26%	35%
R_{VIS_MIN}	10%	10%	10%	11%	10%	10%	11%
R_{SIR_MIN}	10%	10%	10%	—	10%	10%	—
T_{TIR_MAX}	283 K	283 K	283 K	283 K	283 K	283 K	283 K
T_{TIR_MIN}	265 K	265 K	265 K	265 K	265 K	265 K	265 K
T_{MIR_TH}	—	—	—	280 K	—	—	280 K
$TD_{MIR-TIR_TH}$	15 K	—	—	18 K	—	15 K	18 K
$R_{SIR} - (T_{TIR} - 265) \%$	$\geq -5 \%$	$\geq -5 \%$	$\geq -5 \%$	—	$\geq -5 \%$	$\geq -5 \%$	—

^a 表示 NOAA-16/18/AVHRR, 含中波红外通道, 不含短波红外通道。
^b 表示 NOAA-17/AVHRR, 含短波红外通道, 不含中波红外通道。

6.1.3 多光谱阈值法的处理步骤

多光谱阈值法的处理步骤如下：

- a) 读取经预处理、投影变换及几何精校正后生成的多通道数据；
- b) 根据 6.1.1 和 6.1.2 给出的相应算法和参考阈值逐像元判识大气沙尘暴信息；
- c) 对判识出的沙尘像元给出掩码, 生成沙尘暴二值图。

6.2 红外差异沙尘指数 (IDDI)

6.2.1 计算见式 (12)

$$IDDI = T_{BB} - T_s \dots\dots\dots (12)$$

式中：

T_s 的获取, 一般以最近时段连续若干天作为合成时段, 采集该时段内卫星观测的日地表最大热红外亮温, 作为晴空大气下的地表面亮温, 近似替代沙尘气溶胶遮盖下的地表面亮温。

由 IDDI 的量值判识沙尘像元的参考阈值宜采用：

$$-30K < IDDI \leq -10K$$

IDDI 适用于静止气象卫星 (FY-2C/D/E 等) 相应探测仪器资料, 也可使用极轨卫星相应的探测仪器资料。

IDDI 可用于海洋上大气沙尘观测, 但不宜用于夜间观测。

6.2.2 处理步骤

红外差异沙尘指数处理步骤为：

- a) 建立晴空地表亮温图像。宜以 10 天作为合成时段, 由该时段内采集的逐像元 T_s 值合成。
- b) 按公式 (12) 获取亮温差值图像。
- c) 云检测处理。可直接使用气象遥感业务的云检测产品, 也可另行做云检测处理, 或结合使用这些云检测算法, 给出云检测掩码。
- d) 提取沙尘数据。滤除云的覆盖区域并排除本底气溶胶和水汽的影响后, 在阈值区间的 IDDI

值就可判识为沙尘气溶胶像元。对于较强的沙尘暴天气,可以忽略本底气溶胶和晴空大气水汽造成的地表亮温衰减量,以剔除云区后得到的符合参考阈值的 *IDD* 图像为沙尘暴二值图。

7 沙尘暴信息处理

7.1 沙尘区域的面积表示

对判识的沙尘区域可用面积单位(km^2)加以量化表示。估算沙尘覆盖面积应根据局域投影文件中所用的地图投影方式,采用相应的面积计算公式和沙尘暴二值图数据,逐像元计算沙尘像元面积,并对沙尘区域所包含的像元总数求和。投影方式可采用兰勃特投影、等面积投影和等经纬度投影。计算投影面积的方法参见附录 G。

7.2 多时次合成图

对同一时间周期(如旬、月、季等)监测区域内的沙尘暴信息,可采用多时次合成图的方式加以表示,即对同一时间周期监测区域内各时次的沙尘暴信息二值数据做叠加处理,根据合成内容可分为:

- a) 覆盖面积合成图。统计各个像元位置上是否有沙尘暴信息记录,同一像元位置上重复出现的沙尘记录只记 1 次,如区域内各时次二值图的像元均为 0,则覆盖面积合成图对应位置上的像元表示为无沙尘像元。覆盖面积合成图表示最大的沙尘暴天气发生面积。
- b) 发生频次合成图。统计各个像元位置上沙尘记录的出现次数。如区域内各时次二值图的像元均为 0,则发生频次合成图对应位置上的沙尘暴天气发生次数为 0。

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 极轨气象卫星改进的甚高分辨率扫描辐射计(AVHRR)通道参数

表 D.1 给出了 NOAA 极轨气象卫星改进的甚高分辨率扫描辐射计(AVHRR)通道参数。

表 D.1 NOAA 极轨气象卫星改进的甚高分辨率扫描辐射计(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)

EOS 卫星中分辨率成像光谱仪(MODIS)通道参数

表 E.1 给出了 EOS 卫星中分辨率成像光谱仪(MODIS)通道参数。

表 E.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 E.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 F
(资料性附录)

FY-2C/D/E 静止气象卫星可见光红外扫描辐射计(VISSR)通道参数

表 F.1 给出了 FY-2C/D/E 静止气象卫星可见光红外扫描辐射计(VISSR)通道参数。

表 F.1 FY-2C/D/E 静止气象卫星可见光红外扫描辐射计(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 G

(资料性附录)

投影面积的计算方法

G.1 兰勃特投影的面积计算公式(东北半球)

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

式中:

 h —— 像元南界与北界纬度切割地球所成球台的厚度; ϕ_2 —— 以弧度表示的像元北界纬度; ϕ_1 —— 以弧度表示的像元南界纬度; R —— 6371 km, 地球平均半径。

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

式中:

 $S_{I,J}$ —— 像元面积; λ_2 —— 以弧度表示的像元东界经度; λ_1 —— 以弧度表示的像元西界经度。

兰勃特投影的沙尘覆盖区面积可由上式计算出的各含沙尘像元面积累加获得。

G.2 等经纬度投影的面积计算公式

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

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)。

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

式中:

 Lat —— 纬度方向的长度, 单位为千米(km)。

像元面积为:

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

等经纬度投影的沙尘覆盖区面积可由计算出的逐含沙尘像元面积累加获得。

G.3 其他投影面积计算方法

其他投影面积计算方法有:

- 等面积投影的沙尘覆盖区面积计算可由含沙尘像元数与像元面积的数量积获得;
- 投影面积的计算也可采用相应的面积查算表进行计算。