



中华人民共和国国家标准

GB/T 42190—2022

卫星遥感监测技术导则 霾

Technical guidelines for satellite monitoring—Haze

2022-12-30 发布

2023-04-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 监测数据 1

5 霾区判识 2

6 霾强度等级判识 4

附录 A（资料性） 霾监测常用卫星传感器的光谱通道参数 5

附录 B（规范性） 空气分子瑞利散射贡献计算方法 7

附录 C（规范性） 色彩空间转换方法 10

附录 D（规范性） 等经纬投影像元面积计算公式 11

附录 E（规范性） 卫星近地面气溶胶消光系数计算方法 12

参考文献 13

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国气象局提出。

本文件由全国卫星气象与空间天气标准化技术委员会(SAC/TC 347)归口。

本文件起草单位：国家卫星气象中心、生态环境部卫星环境应用中心、中国科学院空天信息创新研究院、国家气象中心。

本文件主要起草人：高玲、张兴赢、吴荣华、司一丹、厉青、李正强、王中挺、陈良富、张碧辉、田林、张倩倩、刘旭艳、陈林。



卫星遥感监测技术导则 霾

1 范围

本文件规定了卫星遥感霾监测数据的要求,描述了霾区判识及霾强度等级判识的技术方法。
本文件适用于利用卫星遥感技术开展晴空条件下霾的监测及其评估。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;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 36299 光学遥感辐射传输基本术语

GB/T 36542 霾的观测识别

3 术语和定义

GB/T 36542 和 GB/T 36299 界定的术语和定义适用于本文件。

3.1

消光系数 extinction coefficient

表征介质使电磁波衰减程度的物理量。

注:等于电磁波在介质中传播单位距离时,其强度由于吸收和散射作用而衰减的相对值,常用单位为负一次方米(m^{-1})、负一次方千米(km^{-1})。

[来源:GB/T 37467—2019,3.1.7.6,有修改]

3.2

气溶胶消光系数 aerosol extinction coefficient

表征单位距离大气气溶胶造成辐射能量衰减程度的物理量。

注:数值上等于气溶胶散射系数和吸收系数之和,常用单位为负一次方米(m^{-1})、负一次方千米(km^{-1})。

[来源:GB/T 31159—2014,4.10,有修改]

3.3

大气气溶胶光学厚度 atmospheric aerosol optical depth

从地面到大气上界垂直路径中气溶胶消光系数(3.2)的总和。

注:量纲为1。

[来源:GB/T 31159—2014,4.12,有修改]

3.4

表观反射率 apparent reflectance

大气层顶上行短波辐射通量与太阳入射辐射通量的比值。

4 监测数据

4.1 数据分类

霾监测数据分为卫星数据和气象数据,应选取下列一种或几种数据。

- a) 卫星数据：
 - 1) 光谱通道的表观反射率和亮温(霾监测常用卫星传感器的光谱通道参数见附录 A)；
 - 2) 像元经纬度、太阳入射角度、卫星观测角度等地理信息；
 - 3) 大气气溶胶光学厚度。
- b) 气象数据:近地面水平能见度或近地面气溶胶消光系数等。

4.2 数据选用

霾监测选用的卫星数据和气象数据符合下列要求：

- a) 卫星数据应经过定位、定标预处理；
- b) 卫星观测时的太阳天顶角不超过 72° ；
- c) 表观反射率应订正太阳天顶角的影响；
- d) 气象数据与卫星数据的观测时间差不大于 3 h。

5 霾区判识

5.1 卫星遥感监测霾区

真彩色图像是指利用红、绿、蓝三波段的光谱数据合成的彩色图像,合成图像的色彩与实际景物色彩一致或近似一致。在卫星监测的真彩色图像上,没有云、雾遮挡条时,均匀分布的色调为灰色/灰白色、造成地表特征模糊或不可见的区域为卫星遥感监测的霾区。

5.2 多通道判识

5.2.1 在卫星传感器具备所需判识通道时,应使用多通道的反射率和亮温数据判识霾区。应先排除云和冰雪像元,后判识霾像元。霾区按表 1 的阈值判断。

表 1 霾监测多通道判识参数阈值表

判识对象	判识参数	参数释义	阈值
云判识	$A_{0.47}$	中心波长在 $0.47\ \mu\text{m}$ 附近卫星通道表观反射率阈值	0.4
	$A_{\text{mstd},0.47}$	中心波长为 $0.47\ \mu\text{m}$ 附近卫星通道表观反射率在 3×3 邻域内加权平均标准差的阈值	0.002 5
	$A_{\text{std},0.47}$	中心波长为 $0.47\ \mu\text{m}$ 附近卫星通道表观反射率在 3×3 邻域内的标准差的阈值	0.007 5
	$A_{1.38}$	中心波长在 $1.38\ \mu\text{m}$ 附近卫星通道表观反射率阈值	0.03
	$A_{\text{std},1.38}$	中心波长为 $1.38\ \mu\text{m}$ 附近卫星通道表观反射率在 3×3 邻域内的标准差的阈值	0.025
冰雪判识	B_{NDSI}	冰雪指数阈值	0.05
	B_{11}	中心波长在 $11\ \mu\text{m}$ 附近卫星通道亮温的阈值	285
霾判识	$C_{0.47}$	中心波长在 $0.47\ \mu\text{m}$ 附近的卫星通道去除空气分子瑞利散射贡献后表观反射率的阈值	0.1
	C_{ratio}	中心波长在 $0.47\ \mu\text{m}$ 附近的卫星通道去除空气分子瑞利散射贡献后表观反射率与中心波长在 $2.1\ \mu\text{m}$ 附近卫星通道表观反射率比值对应的阈值	0.4
注：多通道判识参数阈值随卫星通道特性和监测区域的地表特性、季节变化等因素有所不同。			

5.2.2 满足公式(1)的像元被判识为云,满足公式(2)的像元被判识为冰雪。

$$\left\{ \begin{array}{l} R_{0.47} > A_{0.47} \\ \text{或 } R_{\text{std},0.47} \times \overline{R_{0.47}} \times \sqrt{n} > A_{\text{mstd},0.47} \text{ 且 } R_{\text{std},0.47} > A_{\text{std},0.47} \\ \text{或 } R_{1.38} > A_{1.38} \\ \text{或 } R_{\text{std},1.38} > A_{\text{std},1.38} \end{array} \right. \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- $R_{0.47}$ ——中心波长在 0.47 μm 附近卫星通道表观反射率;
 $A_{0.47}$ ——中心波长在 0.47 μm 附近卫星通道表观反射率阈值;
 $R_{\text{std},0.47}$ ——中心波长为 0.47 μm 附近卫星通道表观反射率在 3×3 邻域内的标准差;
 $\overline{R_{0.47}}$ ——中心波长为 0.47 μm 附近卫星通道表观反射率在 3×3 邻域内的均值;
 n ——中心波长为 0.47 μm 附近卫星通道表观反射率在 3×3 邻域内的有效像元个数;
 $A_{\text{mstd},0.47}$ ——中心波长为 0.47 μm 附近卫星通道表观反射率在 3×3 邻域内加权平均标准差的阈值;
 $A_{\text{std},0.47}$ ——中心波长为 0.47 μm 附近卫星通道表观反射率在 3×3 邻域内的标准差的阈值;
 $R_{1.38}$ ——中心波长在 1.38 μm 附近卫星通道表观反射率;
 $A_{1.38}$ ——中心波长在 1.38 μm 附近卫星通道表观反射率阈值;
 $R_{\text{std},1.38}$ ——中心波长为 1.38 μm 附近卫星通道表观反射率在 3×3 邻域内的标准差;
 $A_{\text{std},1.38}$ ——中心波长为 1.38 μm 附近卫星通道表观反射率在 3×3 邻域内的标准差的阈值。

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{R_{0.87} - R_{1.64}}{R_{0.87} + R_{1.64}} > B_{\text{NDSI}} \\ \text{且 } T_{11} < B_{11} \end{array} \right. \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- $R_{0.87}$ ——中心波长在 0.87 μm 附近卫星通道表观反射率;
 $R_{1.64}$ ——中心波长在 1.64 μm 附近卫星通道表观反射率;
 B_{NDSI} ——冰雪指数阈值;
 T_{11} ——中心波长在 11 μm 附近卫星通道亮温;
 B_{11} ——中心波长在 11 μm 附近卫星通道亮温的阈值。

5.2.3 排除云和冰雪像元、同时满足公式(3)和公式(4)的晴空像元被判识为霾,其中,空气分子瑞利散射贡献应按附录 B 计算。

$$R_{0.47}^* > C_{0.47} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

- $R_{0.47}^*$ ——中心波长在 0.47 μm 附近的卫星通道去除空气分子瑞利散射贡献后表观反射率;
 $C_{0.47}$ ——中心波长在 0.47 μm 附近的卫星通道去除空气分子瑞利散射贡献后表观反射率的阈值。

$$\frac{R_{0.47}^*}{R_{2.1}} > C_{\text{ratio}} \dots\dots\dots (4)$$

式中:

- $R_{0.47}^*$ ——中心波长在 0.47 μm 附近的卫星通道去除空气分子瑞利散射贡献后表观反射率;
 $R_{2.1}$ ——中心波长在 2.1 μm 附近卫星通道表观反射率;
 C_{ratio} —— $R_{0.47}^*$ 和 $R_{2.1}$ 比值对应的阈值。

5.3 图像判识

在卫星传感器不具备多通道判识所需通道时,应按下列要求进行霾区判识:

- a) 真彩色图像经大气订正后按附录 C 的方法将红、绿、蓝的色彩空间(RGB)转换为色调-饱和度-亮度(HSV)空间;

- b) 图像饱和度满足公式(5)的像元被判识为霾,阈值因卫星传感器光谱通道和观测区域的差异有所不同。

$$S_{\min} \leq S \leq S_{\max} \dots\dots\dots (5)$$

式中:
 $S_{\min}$ ——低端阈值,取 0.035;
 S ——图像饱和度;
 $S_{\max}$ ——高端阈值,取 0.25。

5.4 霾区面积计算

霾区面积为霾像元的覆盖面积总和,按公式(6)计算,其中,等经纬度投影时单个霾像元面积按附录 D 计算。

$$M = n \times M_{i,j} \dots\dots\dots (6)$$

式中:
 M ——霾区面积,单位为平方千米(km²);
 n ——霾区的像元总数;
 $M_{i,j}$ ——单个霾像元面积,单位为平方千米(km²)。

6 霾强度等级判识

6.1 强度等级

按卫星反演的 0.55 μm 波长的大气气溶胶光学厚度($\tau_{0.55}$)及近地面气溶胶消光系数($\beta_{\text{ex,aer},0.55}$),将霾强度划分为轻微、轻度、中度、重度四级。

6.2 阈值范围

霾强度等级的判识参数按表 2 的阈值范围划分霾强度等级,其中,卫星近地面气溶胶消光系数应按附录 E 的规定计算。

表 2 霾强度等级

等级	判识参数 I	判识参数 II
	0.55 μm 大气气溶胶光学厚度($\tau_{0.55}$)	0.55 μm 近地面气溶胶消光系数($\beta_{\text{ex,aer},0.55}$)/km ⁻¹
轻微	0.4< $\tau_{0.55}$	0.4≤ $\beta_{\text{ex,aer},0.55}$ <0.8
轻度		0.8≤ $\beta_{\text{ex,aer},0.55}$ <1.1
中度		1.1≤ $\beta_{\text{ex,aer},0.55}$ <1.6
重度	0.8< $\tau_{0.55}$	$\beta_{\text{ex,aer},0.55}$ ≥1.6
判识参数 I 和判识参数 II 应同时满足		

附 录 A

(资料性)

霾监测常用卫星传感器的光谱通道参数

表 A.1 给出了霾监测常用卫星传感器的光谱通道参数。

表 A.1 霾监测常用卫星传感器的光谱通道参数

卫星/仪器	通道	中心波长 μm	光谱带宽 nm	波段	星下点空间分辨率 m
风云三号 A 星	1	0.470	50	可见光, 蓝(visible, blue)	250
风云三号 B 星	2	0.550	50	可见光, 绿(visible, green)	250
风云三号 C 星	3	0.650	50	可见光, 红(visible, red)	250
风云三号 D 星	4	0.865	50	近红外(near infrared)	250
FY-3A、3B/MERSI-I	5	1.030	20	短波红外(short-wave infrared)	1 000
FY-3C、3D/MERSI-II	7	2.130	50	短波红外(short-wave infrared)	1 000
EOS-TERRA/MODIS EOS-AQUA/MODIS	1	0.645	50	可见光, 红(visible, red)	250
	2	0.858	35	近红外(near infrared)	250
	3	0.469	20	可见光, 蓝(visible, blue)	500
	4	0.555	20	可见光, 绿(visible, green)	500
	5	1.240	20	短波红外(short-wave infrared)	500
	7	2.130	50	短波红外(short-wave infrared)	500
Suomi-Npp/VIIRS JPSS/VIIRS	M3	0.488	20	可见光, 蓝(visible, blue)	750
	M4	0.555	20	可见光, 绿(visible, green)	750
	M5	0.672	20	可见光, 红(visible, red)	750
	M7	0.865	39	近红外(near infrared)	750
	M8	1.240	20	短波红外(short-wave infrared)	750
	M11	2.250	50	短波红外(short-wave infrared)	750
风云四号 A 星 FY-4A/AGRI	1	0.470	40	可见光, 蓝(visible, blue)	1 000
	2	0.650	200	可见光, 红(visible, red)	500
	3	0.825	150	近红外(near infrared)	1 000
	6	2.250	250	短波红外(short-wave infrared)	2 000
葵花-8 号、9 号卫星 Himawari8、9/AHI	1	0.455	50	可见光, 蓝(visible, blue)	1 000
	2	0.510	20	可见光, 绿(visible, green)	1 000
	3	0.645	30	可见光, 红(visible, red)	500
	4	0.860	20	近红外(near infrared)	1 000
	6	2.260	20	短波红外(short-wave infrared)	2 000

表 A.1 霾监测常用卫星传感器的光谱通道参数 (续)

卫星/仪器	通道	中心波长 μm	光谱带宽 nm	波段	星下点空间分辨率 m
环境卫星 HJ-1A、B/WVC	1	0.475	90	可见光, 蓝(visible, blue)	30
	2	0.560	80	可见光, 绿(visible, green)	30
	3	0.660	60	可见光, 红(visible, red)	30
	4	0.830	140	近红外(near infrared)	30
高分一号、高分二号 GF-1/2	2	0.485	70	可见光, 蓝(visible, blue)	GF-1:8,16 GF-2:4
	3	0.555	70	可见光, 绿(visible, green)	GF-1:8,16 GF-2:4
	4	0.660	60	可见光, 红(visible, red)	GF-1:8,16 GF-2:4
	5	0.830	120	近红外(near infrared)	GF-1:8,16 GF-2:4
高分四号 GF-4/VNIR	2	0.485	70	可见光, 蓝(visible, blue)	50
	3	0.560	80	可见光, 绿(visible, green)	50
	4	0.660	60	可见光, 红(visible, red)	50
	5	0.830	140	近红外(near infrared)	50
高分五号 GF-5/VIMI	1	0.485	70	可见光, 蓝(visible, blue)	20
	2	0.560	80	可见光, 绿(visible, green)	20
	3	0.650	60	可见光, 红(visible, red)	20
	4	0.810	100	近红外(near infrared)	20
	6	2.215	270	短波红外(short-wave infrared)	20
注: 卫星及星载仪器完整信息见世界气象组织(WMO)发布信息, 网址 http://www.wmo-sat.info/oscar/spacecapabilities 。					

附录 B

(规范性)

空气分子瑞利散射贡献计算方法

B.1 空气分子光学厚度

空气分子光学厚度按公式(B.1)计算:

$$\tau_{\lambda}^R = \int_0^{+\infty} \beta_{\lambda}^R(z) dz \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

 τ_{λ}^R ——空气分子光学厚度; $\beta_{\lambda}^R(z)$ ——空气分子在高度(z)处、波长(λ)处的消光系数,单位为负一次方米或者负一次方千米(m^{-1} 或 km^{-1}),按公式(B.2)计算:

$$\beta_{\lambda}^R(z) = \sigma_{\lambda} \times N_r(z) \times 10^5 \quad \dots\dots\dots (B.2)$$

式中:

 $\beta_{\lambda}^R(z)$ ——空气分子在高度(z)处、波长(λ)处的消光系数,单位为负一次方米或者负一次方千米(m^{-1} 或 km^{-1}); σ_{λ} ——单个空气分子的消光截面值,单位为平方厘米(cm^2),按公式(B.3)计算; $N_r(z)$ ——高度(z)处的空气分子数密度值,单位为个每立方厘米(个/ cm^3),按公式(B.4)计算。

$$\sigma_{\lambda} = \frac{24 \times \pi^2 \times (n_s^2 - 1)^2}{\lambda^4 \times N_s \times (n_s^2 + 2)^2} \times \frac{(6 + 3\delta)}{(6 - 7\delta)} \quad \dots\dots\dots (B.3)$$

式中:

 σ_{λ} ——单个空气分子的消光截面值,单位为平方厘米(cm^2); n_s ——空气分子在 1 013 hPa 大气压下,温度为 15 °C 时的折射指数值,按公式(B.5)计算; N_s ——标准大气压下,海平面处的空气分子数密度值,取 $2.547\ 43 \times 10^{19}$; δ ——退偏因子值,取 0.027 9。

$$N_r(z) = N_s \frac{P(z)}{1\ 013.25} \left[\frac{273.15}{T(z)} \right] \quad \dots\dots\dots (B.4)$$

式中:

 $N_r(z)$ ——高度(z)处的空气分子数密度值,单位为个每立方厘米(个/ cm^3); N_s ——标准大气压下,海平面处的空气分子数密度值,取 $2.547\ 43 \times 10^{19}$; $P(z)$ ——高度(z)处的大气压值,单位为百帕(hPa); $T(z)$ ——高度(z)处的大气温度值,单位为开尔文(K)。

$$(n_s - 1) \times 10^8 = 8\ 342.13 + \frac{2\ 406\ 030}{130 - \lambda^{-2}} + \frac{15\ 997}{38.9 - \lambda^{-2}} \quad \dots\dots\dots (B.5)$$

式中:

 n_s ——空气分子在 1 013 hPa 大气压下,温度为 15 °C 时的折射指数值; λ ——电磁波的频率值,单位为负一次方厘米(cm^{-1})。

B.2 空气分子反射率

各向同性散射介质的反射率为单次散射反射与多次散射贡献的叠加,按公式(B.6)计算,近似方法按公式(B.7)计算。

$$\rho^a(\theta_s, \theta_v, \varphi_v - \varphi_s) = \rho_1^a(\theta_s, \theta_v, \varphi_v - \varphi_s) + (1 - e^{-\tau_\lambda^R/\mu_s}) \times (1 - e^{-\tau_\lambda^R/\mu_v}) \Delta\tau \quad \dots\dots\dots (B.6)$$

式中:

$\rho^a(\theta_s, \theta_v, \varphi_v - \varphi_s)$ ——各向同性散射介质的反射率;

$\rho_1^a(\theta_s, \theta_v, \varphi_v - \varphi_s)$ ——单次散射贡献项;

θ_s ——太阳天顶角;

θ_v ——卫星天顶角;

φ_v ——卫星方位角;

φ_s ——太阳方位角;

τ_λ^R ——空气分子光学厚度;

μ_s ——太阳天顶角的余弦值;

μ_v ——卫星天顶角的余弦值。

$$\begin{aligned} \rho^a(\theta_s, \theta_v, \varphi_v - \varphi_s) = & \sum_{j=0}^2 (2 - \delta) \times \rho_1^a(\theta_s, \theta_v, \varphi_v - \varphi_s) \times \cos[j(\varphi_v - \varphi_s)] + \\ & (1 - e^{-\tau_\lambda^R/\mu_s}) \times (1 - e^{-\tau_\lambda^R/\mu_v}) \times \sum_{j=0}^2 (2 - \delta) \times \Delta^j(\tau) \times \\ & P^j(\mu_s, \mu_v) \times \cos[j(\varphi_v - \varphi_s)] \quad \dots\dots\dots (B.7) \end{aligned}$$

式中:

$\rho^a(\theta_s, \theta_v, \varphi_v - \varphi_s)$ ——各向同性散射介质的反射率;

θ_s ——太阳天顶角;

θ_v ——卫星天顶角;

φ_v ——卫星方位角;

φ_s ——太阳方位角;

j ——展开阶数,取值0,1,2,按公式(B.8)~公式(B.10)计算;

δ ——退偏因子值,取0.027 9;

$\rho_1^a(\theta_s, \theta_v, \varphi_v - \varphi_s)$ ——单次散射贡献项,按公式(B.11)计算;

τ_λ^R ——空气分子光学厚度;

μ_s ——太阳天顶角的余弦值;

μ_v ——卫星天顶角的余弦值;

$\Delta^j(\tau)$ —— j 阶光学厚度角度订正值;

$P^j(\mu_s, \mu_v)$ ——勒让德多项式。

当 $j=0$ 时:

$$\Delta^0(\tau) = a^0(\mu_s, \mu_v) + b^0(\mu_s, \mu_v) \log(\tau_\lambda^R) \quad \dots\dots\dots (B.8)$$

式中:

$\Delta^0(\tau)$ ——0阶光学厚度角度订正值;

$a^0(\mu_s, \mu_v)$ ——光学厚度角度订正值的截距项,按公式(B.9)计算;

$b^0(\mu_s, \mu_v)$ ——光学厚度角度订正值的斜率项,按公式(B.9)计算;

μ_s ——太阳天顶角的余弦值;

μ_v ——卫星天顶角的余弦值;

τ_λ^R ——空气分子光学厚度。

$$\begin{cases} a^0(\mu_s, \mu_v) = a_0^0 + a_1^0 \mu_s \mu_v + a_2^0 (\mu_s \mu_v)^2 + a_3^0 (\mu_s + \mu_v) + a_4^0 (\mu_s + \mu_v)^2 \\ b^0(\mu_s, \mu_v) = b_0^0 + b_1^0 \mu_s \mu_v + b_2^0 (\mu_s \mu_v)^2 + b_3^0 (\mu_s + \mu_v) + b_4^0 (\mu_s + \mu_v)^2 \end{cases} \quad \dots\dots\dots (B.9)$$

式中:

$a^0(\mu_s, \mu_v)$ ——光学厚度角度订正值的截距项;

$b^0(\mu_s, \mu_v)$ ——光学厚度角度订正值的斜率项;

- μ_s —— 太阳天顶角的余弦值；
 μ_v —— 卫星天顶角的余弦值；
 $a_{i=0,1,2,3,4}^0$ —— 光学厚度角度订正值的截距项的展开系数，按表 B.1 取值；
 $b_{i=0,1,2,3,4}^0$ —— 光学厚度角度订正值的斜率项的展开系数，按表 B.1 取值。

表 B.1 系数 $a_{i=0,1,2,3,4}^0$ 和 $b_{i=0,1,2,3,4}^0$ 对应值

i	a_i^0	b_i^0
$i=0$	0.332 438	$-6.777\ 1 \times 10^{-2}$
$i=1$	0.162 854	$1.577\ 0 \times 10^{-2}$
$i=2$	-0.309 248	$-1.240\ 9 \times 10^{-2}$
$i=3$	-0.103 244	$3.241\ 7 \times 10^{-2}$
$i=4$	0.114 933	$-3.503\ 7 \times 10^{-2}$

注： $a_{i=0,1,2,3,4}^0$ 和 $b_{i=0,1,2,3,4}^0$ 分别为光学厚度角度订正值截距项和斜率项的展开系数。

当 $j=1$ 或者 2 时：

$$\Delta^{j=1,2}(\tau) = a^{j=1,2} + b^{j=1,2} \log(\tau) \quad \dots\dots\dots (B.10)$$

式中：

- $\Delta^{j=1,2}(\tau)$ —— 1 阶或 2 阶光学厚度角度订正值；
 $a^{j=1,2}$ —— 光学厚度高阶订正系数的截距项，取值见表 B.2；
 $b^{j=1,2}$ —— 光学厚度高阶订正系数的斜率项，取值见表 B.2；
 τ —— 光学厚度。

$$\rho_1^a(\theta_s, \theta_v, \varphi_v - \varphi_s) = \frac{\omega}{4(\mu_s + \mu_v)} P^j(\mu_s, \mu_v) \left\{ 1 - \exp \left[-\tau_\lambda^R \left(\frac{1}{\mu_s} + \frac{1}{\mu_v} \right) \right] \right\} \quad \dots\dots\dots (B.11)$$

式中：

- $\rho_1^a(\theta_s, \theta_v, \varphi_v - \varphi_s)$ —— 单次散射贡献项；
 θ_s —— 太阳天顶角；
 θ_v —— 卫星天顶角；
 φ_v —— 卫星方位角；
 φ_s —— 太阳方位角；
 ω —— 空气分子的单次散射反照率；
 μ_s —— 太阳天顶角的余弦值；
 μ_v —— 卫星天顶角的余弦值；
 $P^j(\mu_s, \mu_v)$ —— 勒让德多项式；
 τ_λ^R —— 空气分子光学厚度。

表 B.2 系数 $a^{j=1,2}$ 和 $b^{j=1,2}$ 对应值

j	$j=1$	$j=2$
a^j	0.196 663	0.145 459
b^j	$-5.439\ 1 \times 10^{-2}$	$-2.910\ 8 \times 10^{-2}$

注： $a^{j=1,2}$ 和 $b^{j=1,2}$ 为光学厚度高阶订正系数的截距项和斜率项。

附录 C

(规范性)

色彩空间转换方法

RGB 色彩空间向 HSV 色彩空间转换按公式(C.1)~公式(C.3)计算。

$$V = \max(R, G, B) \quad \dots\dots\dots (C.1)$$

式中:

V ——彩色图像的亮度分量;

R ——彩色图像红色分量;

G ——彩色图像绿色分量;

B ——彩色图像蓝色分量。

$$S = \begin{cases} \frac{V - \min(R, G, B)}{V}, & \text{当 } V \neq 0 \\ 0, & \text{当 } V = 0 \end{cases} \quad \dots\dots\dots (C.2)$$

式中:

S ——彩色图像饱和度分量;

R ——彩色图像红色分量;

G ——彩色图像绿色分量;

B ——彩色图像蓝色分量。

$$H = \begin{cases} \frac{1}{6} \times \frac{(G - B)}{V - \min(R, G, B)}, & \text{当 } V = R \\ \frac{1}{3} + \frac{1}{6} \times \frac{(B - R)}{V - \min(R, G, B)}, & \text{当 } V = G \\ \frac{2}{3} + \frac{1}{6} \times \frac{(R - G)}{V - \min(R, G, B)}, & \text{当 } V = B \end{cases} \quad \dots\dots\dots (C.3)$$

式中:

H ——彩色图像色调分量,当 $H < 0$ 时, $H = H + 1$;

R ——彩色图像红色分量;

G ——彩色图像绿色分量;

B ——彩色图像蓝色分量。

附录 D

(规范性)

等经纬投影像元面积计算公式

等经纬度投影的单像元面积按公式(D.1)计算。

$$M_{i,j} = L_{\text{lon}} \times L_{\text{lat}} \quad \dots\dots\dots (\text{D.1})$$

式中:

$M_{i,j}$ ——等经纬度投影的单像元面积,单位为平方千米(km²);

L_{lon} ——经度方向的距离,单位为千米(km),按公式(D.2)计算;

L_{lat} ——纬度方向的距离,单位为千米(km),按公式(D.3)计算。

$$L_{\text{lon}} = D_{\text{lon}} \times \left[\frac{2\pi ac}{360} \sqrt{\frac{1}{c^2 + a^2 \times \text{tg}^2 \varphi}} \right] \quad \dots\dots\dots (\text{D.2})$$

式中:

L_{lon} ——经度方向的距离,单位为千米(km),按公式(D.2)计算;

D_{lon} ——经度方向的图像分辨率,单位为度(°);

a ——地球赤道半径,单位为千米(km),取值 6 378.164;

c ——地球极半径,单位为千米(km),取值 6 356.779;

φ ——像元所在纬度,单位为弧度(rad);

$\text{tg}\varphi$ ——像元所在纬度的正切函数。

$$L_{\text{lat}} = D_{\text{lat}} \times d \quad \dots\dots\dots (\text{D.3})$$

式中:

L_{lat} ——纬度方向的距离,单位为千米(km),按公式(D.3)计算;

D_{lat} ——纬度方向的图像分辨率,单位为度(°);

d ——地球赤道上纬度 1 度对应的实地距离,单位为千米每度[km/(°)],取值 111.13。

附录 E

(规范性)

卫星近地面气溶胶消光系数计算方法

E.1 气溶胶标高获取

E.1.1 地面气象观测站为近地面气溶胶消光系数观测,应匹配卫星反演的大气气溶胶光学厚度后计算标高,时间窗口为 0.5 h,空间窗口为经纬度 0.1° 。气溶胶消光系数垂直方向按指数递减时,按公式(E.1)计算地面气象观测站所在位置的标高。

$$H_{sh,g} = \frac{\tau_{s-g}}{\beta_g} \dots\dots\dots (E.1)$$

式中:

$H_{sh,g}$ ——地面站点数据计算的大气气溶胶层标高,单位为千米(km);

τ_{s-g} ——卫星反演的大气气溶胶光学厚度匹配至站点位置的数据;

β_g ——地面站点观测的近地面气溶胶消光系数,单位为负一次方千米(km^{-1})。

E.1.2 地面气象观测站为水平能见度观测,应匹配卫星反演的大气气溶胶光学厚度后计算标高,时间窗口为 0.5 h,空间窗口为经纬度 0.1° 。气溶胶消光系数垂直方向按指数递减时,按公式(E.2)计算地面气象观测站所在位置的标高。

$$H_{sh,g} = \frac{V_g \times \tau_{s-g}}{3.912} \dots\dots\dots (E.2)$$

式中:

$H_{sh,g}$ ——地面站点数据计算的大气气溶胶层标高,单位为千米(km);

V_g ——地面站点观测的能见度,单位为千米(km);

τ_{s-g} ——卫星反演的大气气溶胶光学厚度匹配至站点位置的数据。

E.2 卫星格点消光系数计算

离散站点标高插值为与卫星数据匹配的格点化的标高(H_s)后,按公式(E.3)计算消光系数格点数据。

$$\beta_s(x,y) = \frac{\tau_s(x,y)}{H_s(x,y)} \dots\dots\dots (E.3)$$

式中:

β_s ——卫星反演的近地面消光系数格点数据,单位为负一次方千米(km^{-1});

τ_s ——卫星反演的大气气溶胶光学厚度格点数据;

H_s ——大气气溶胶层高度或标高格点化数据,单位为千米(km);

x,y ——格点位置。

参 考 文 献

- [1] GB/T 31159—2014 大气气溶胶观测术语
 - [2] GB/T 35223—2017 地面气象观测规范 气象能见度
 - [3] GB/T 35226—2017 地面气象观测规范 空气温度和湿度
 - [4] GB/T 37467—2019 气象仪器术语
 - [5] QX/T 127—2011 气象卫星定量产品质量评价指标和评估报告要求
 - [6] QX/T 158—2012 气象卫星数据分级
 - [7] QX/T 306—2015 大气气溶胶散射系数观测 积分浊度法
 - [8] QX/T 327—2016 气象卫星数据分类与编码规范
 - [9] QX/T 412—2017 卫星遥感监测技术导则 霾
 - [10] 盛裴轩,等.大气物理学[M].北京:北京大学出版社,2003.
 - [11] A.Bucholtz.Rayleigh-scattering calculations for the terrestrial atmosphere[J].Applied Optics,1995,34(15):2765-2773.
 - [12] A.R.Smith.Color gamut transform pairs [J].Computer Graphics,1978,12(4):12-19.
 - [13] A.T.Young.Revised depolarization corrections for atmospheric extinction[J].Applied Optics,1980,19:3427-3428.
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
卫星遥感监测技术导则 霾
GB/T 42190—2022

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn
总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238
读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1.25 字数 28 千字
2022年12月第一版 2022年12月第一次印刷

*

书号: 155066·1-71737 定价 31.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



GB/T 42190—2022



码上扫一扫 正版服务到