中国第一代全球大气和陆面再分析产品（CRA）

用户手册

国家气象信息中心

2021 年 5 月

目 录

1. 产品概述 1

2. 下载说明 4

3. 应用代码示例 8

3.1 NCL 数据处理与可视化 8

3.2 python 数据处理与可视化 10

3.3 Panoply 数据可视化 14

4. 产品清单 17

4.1 大气再分析产品变量清单 17

4.2 陆面再分析产品变量清单 36

1. 产品概述

大气再分析是利用气象观测资料、数值模式和资料同化技术对过去大气状况的重现，在天气、气候、海洋和水文等领域具有广泛应用。从 20 世纪 90 年代中期开始，美国、欧盟和日本等先后组织和实施了一系列全球大气资料再分析计划。目前，已经完成了 4 代全球大气资料再分析。第一代再分析主要包括：美国国家环境预报中心（NCEP）和国家大气研究中心（NCAR）的 50 年（1948 年至今）NCEP/NCAR 全球大气再分析，欧洲中期数值预报中心（ECMWF）的 15 年（1979-1993 年）全球大气再分析（ERA-15），以及 NASA 资料同化局（DAO）的 15 年再分析。第二代再分析主要包括：NCEP/DOE 再分析(1979 年至今)，ECMWF 的 ERA-40（1958-2001 年)以及日本气象厅（JMA）和电力中央研究所（CRIEP）联合组织实施的 JRA-25（1979 年至今）。第三代再分析主要包括：ECMWF 的 ERA-Interim(1979 至 2019 年)、NCEP 的 CFSR(1979 年至今)、NASA 的 MERRA(1979 年至今)，以及 JMA 的 JRA-55(1958-2012 年)。其中 JRA-55 还包括两个额外的版本：JRA-55C(1972-2012 年，只同化常规观测)和 JRA-55AMIP(1958－2012 年，不同化观测，相当于气候模拟)。最近，ECMWF 发布的最新一代再分析（ERA5），与前几代不同的是引入集合信息来表征“流依赖”的背景误差协方差矩阵。

从表 1 可以看出，国际再分析发展趋势有如下特点：时间上向后追溯到更早期如 19 世纪；分析数据集的空间分辨率逐渐提高，同化的观测资料（尤其卫星资料）越来越多；同化方法越来越先进(OI -> 3DVAR -> 4DVAR－>混合变分与集合同化方法)；再分析完成后，系统通常会连续向前业务运行成为“气候资料同化系统”；耦合大气与其它过程（气溶胶，大气化学，海洋，陆面）的再分析。

国外这些大气再分析计划生成的再分析产品使用率和获得的应用效益已远远超过观测资料本身。大气再分析涉及数值模式、资料同化和资料处理技术，被认为是一个国家气象综合实力的体现。但我国还没有自主研制的大气再分析产品，相关业务和科研工作严重依赖国外，而国外相关产品无论从数据质量还是在时效上都很难完全满足我国气象业务和科研需求。全球大气再分析领域的空白不仅与我国气象大国地位不符，也严重制约了我国气象工作现代化发展水平，阻碍了气

象观测资料应用效益的充分发挥。

表 1 国际上全球再分析数据集基本情况

	再分析产品	生产机构	产品时段	分辨率	同化方法
第一代	NASA/DAO	NASA/DAO	1980-1995	2×2.5L20	3S-OI+IAU
	NCEP/NCAR	NCEP+NCAR	1948-	T62L28	3DVAR SSI
	ERA-15	ECMWF	1979-1993	T106L31	3D-OI
第二代	NCEP/DOE	NCEP+DOE	1979-	T62L28	3DVAR SSI
	ERA-40	ECMWF	1957.9-2002.8	TL159L60	3DVAR
	JRA-25	JMA-CRIEPI	1979-	T106L40	3DVAR
	ERA-Interim	ECMWF	1979.1-2019.8	TL255L60	4DVAR
	CFSR	NCEP	1979-	T382L64	3DVAR GSI
	MERRA	NASA	1979-	1/2×2/3L72	3DVAR GSI
	JRA-55	JMA	1957.12-2012	TL319L60	4DVAR
其它	20CR	NOAA-CIRES	1871-2008	T62L28	EnKF w/ Psfc
	MERRA-AERO	NASA	2000-	50kmL72	Aerosol DA
	MACC	ECMWF	2003-	TL255L60	4DVAR w/ Chemistry
第四代	ERA5	ECMWF	1950-	TL639L137	Ensemble of 4DVAR

2013 年 11 月，中国气象局启动了全球大气再分析计划，总体目标是建成我国第一代全球大气再分析业务系统，并研制 1979 年以来全球大气再分析数据集，质量超过国际第二代、在中国区域接近或达到国际第三代大气再分析水平。依托国家气象科技创新重大核心攻关任务“气象资料质量控制及多源数据融合与再分析”和公益性行业（气象）科研专项“全球大气再分析技术研究与数据集研制”，由国家气象信息中心牵头，多部门、多单位参与协同创新，瞄准国际上前沿的同化方案，有层次地开展了多组全球大气再分析试验，解决了中国实时气象业务资料和长序列历史资料中的诸多隐蔽性问题，提升了中国基础气象资料质量及同化效果，探明了我国大气再分析发展技术路径，成功研制出 1979 年以来全球大气再分析产品（简称 CRA，时间分辨率 6 小时，空间分辨率 34km，垂直层次 64 层，模式层顶 0.27hPa）。

为了获取更高质量的陆面产品，许多国际主流的全球大气再分析产品都基于离线的陆面模式研制一套配套的陆面再分析数据集。参照国际惯例，国家气象信

息中心建立了配套的全球陆面再分析系统，并研制出 1979 以来年全球陆面再分析产品（简称 CRA/Land，时间分辨率 3 小时，空间分辨率 34km，垂直层次 4 层）。

以ERA5为基准,评估显示CRA与国际第三代全球大气再分析产品质量相当:

(1)从天气学看，CRA 的三维大气温度场、湿度场、风场，总体上优于国际第一、二代全球大气再分析产品，与国际第三代全球大气再分析产品质量相当，如 CRA 500hPa 位势高度均方根误差（6.2gpm）明显小于 NCEP1（11.85 gpm）、NCEP2（12.68gpm），与 JRA-55（7.17gpm）、CFSR（5.56gpm）、MERRA（6.15gpm）等再分析相当。

(2)从气候学看，CRA 在海平面气压、温度、位势高度等变量各关键层次变量的气候指标上优于 JRA-55，在大气涛动指数、遥相关指数和季风指数的表现上，总体上与 JRA-55 接近，优于 CFSR、NCEP1 和 NCEP2。

(3)从近地面要素看，CRA 在中国区域的降水、2m 气温、相对湿度、10m 风明显优于 CFSR 产品。

(4)以独立观测资料对陆面要素评估显示：CRA/Land 土壤湿度（0-10cm）产品在中国区域质量优于 GLDAS 和 CFSR-Land，地表温度和各层土壤温度精度优于 CFSR-Land。

2. 下载说明

中国第一代全球大气和陆面再分析产品（CRA）可以通过中国气象数据网检索下载（http://data.cma.cn/CRA）。现以“中国全球大气再分析 40 年产品（CRA）-逐日产品”为例介绍下载步骤。

1.注册账户。想要下载 CRA 相关产品，需要具有教育科研实名注册用户的下载权限。在注册页面（如图 1）中，点击教育科研实名注册用户下方的立即注册，填写相关信息，即可提交注册申请。等待用户状态变成“通过审核”（如图 2），即可开始下载数据。



图 1 中国气象数据网会员注册界面



图 2 用户注册结果信息页面

2.进入数据介绍页面（如图 3），点击数据检索。



图 3 中国全球大气再分析 40 年产品（CRA）-逐日产品数据介绍页面

3. 选择所需数据的时间段和变量（可通过右侧要素/层次筛选框进行搜索筛选，如图 4），点击数据检索。



图 4 中国全球大气再分析 40 年产品（CRA）-逐日产品数据检索页面

4. 勾选所需文件（如图 5），点击“加入我的数据筐”。



图 5 查询条件描述页面

5. 添加完成后，进入我的数据筐（如图 6），点击生成订单。

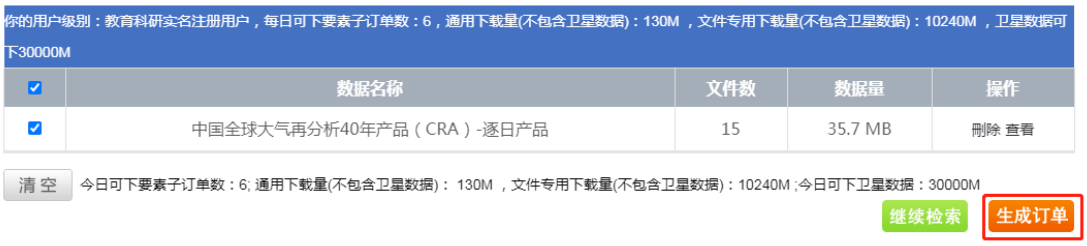

图 6 我的数据筐页面

6. 订单完成后（如图 7），点击下载，即可下载带有所需文件链接的文本文件。可直接通过浏览器访问链接地址，开始下载。



图 7 订单及下载链接页面

下载过程中遇到问题，可致电中国气象局气象数据服务支持电话（01068407499）咨询。

3. 应用代码示例

3.1 NCL 数据处理与可视化

NCL(The NCAR Command Language)是一种专门为科学数据处理以及数据可视化设计的高级语言，很适合用在气象数据的处理和可视化上。NCL 主要包括以下三个方面的功能：首先是文件 I/O 功能。NCL 有独特的语法，可以访问数据文件中的变量。也可以访问变量的其他信息(元数据 metadata)，比如网格坐标信息、单位、缺测值等。第二是 NCL 的数据处理功能，NCL 包含许多面向气象的内置函数和过程用来处理数据，其中包括统计函数、插值、EOF 分析、波谱分析等。

```
; 本程序需要 NCL V6.2.0 以上版本
begin
  a=addfile("CRA40_TEM_2020100918_GLB_34KM_HOUR_V1_0_0.grib2","r")
  b=addfile("CRA40_GPH_2020100918_GLB_34KM_HOUR_V1_0_0.grib2","r")
  tmp     = a->TMP_P0_L100_GLL0(26,:,:)
  gph     = b->HGT_P0_L100_GLL0(26,:,:)
; 设置图的类型及文件名
  wks = gsn_open_wks("png","overlay")
; 底图及温度填色图形设置
  res = True
  res@mpFillOn            = False
  res@mpOutlineOn         = True
  res@gsnDraw             =  False
  res@gsnFrame            =  False
  res@cnLevelSelectionMode = "ManualLevels"
  res@cnLineLabelsOn      = False
  res@cnFillOn            = True
  res@cnLinesOn           = False
  res@cnFillPalette       = "BlueDarkRed18"
```

```
  res@tiMainString      = "TMP/GPH @500hPa"
; 位势高度等值线图形设置
  hres                  = True
  hres@gsnDraw          = False
  hres@gsnFrame         = False
  hres@cnLevelSelectionMode = "ManualLevels"
; 绘制温度填色图
  plot    = gsn_csm_contour_map(wks,tmp,res)
; 绘制位势高度等值线图
  plot_oh = gsn_csm_contour(wks,gph,hres)
; 温度填色图叠加位势高度等值线图
  overlay(plot,plot_oh)
  draw(plot)
  frame(wks)
end
```

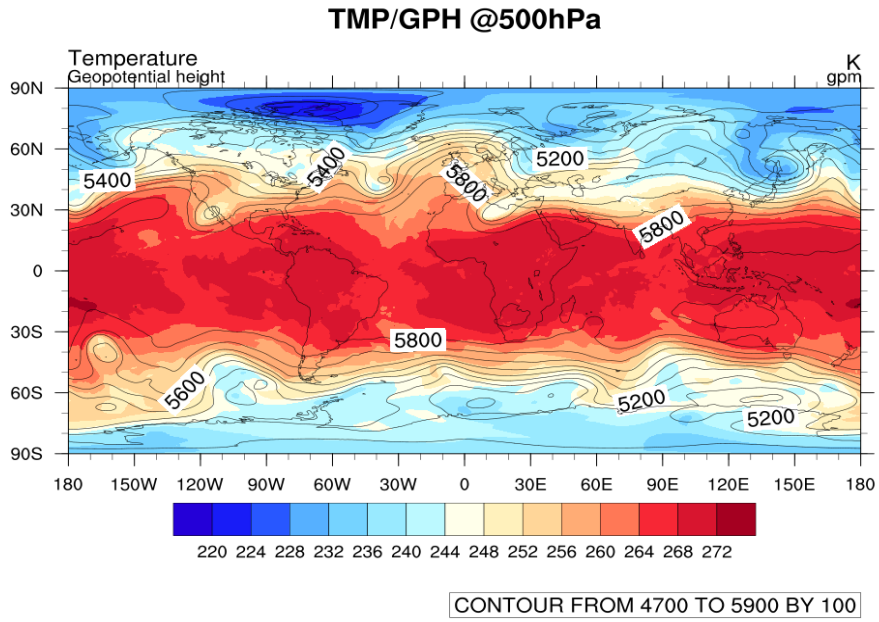

图 8 NCL 数据可视化示例图

3.2 python 数据处理与可视化

python 是一门有条理的和强大的面向对象的程序设计语言，基于 python 及其丰富的第三方库，可以快速的实现对气象数据的处理和可视化。本示例基于 python 读取 2018 年 7 月月平均 500hPa 位势高度场数据并绘图，利用 Nio 库读取 grib2 数据，利用 cartopy 库设定投影并利用 matplotlib 库绘图。

```
#本程序需要预装 Nio、numpy、matplotlib、cartopy 等 python 库。
import Nio
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import cartopy.crs as ccrs
from cartopy.mpl.ticker import LongitudeFormatter, LatitudeFormatter
import os

def CRA40(var,lev,yyyy,mm,solution="0P25",timeScale="MONTH"):
"""
    读取数据
        注意：
        1）数据的格式为 grib2
        2）数据的绝对路径如下格式：
${rootPath}/${YYYY}/${YYYYMM}/CRA40_${varName}_${YYYYMM}_GLB_${solution}
_${timeScale}_V1_0_0.grib2
"""
    rootPath = "/g9/cra_xp/CRA/CRA/MONTHLY"

    if var == 'HGT':
        varName = "GPH"
    elif var == 'T':
        varName = "TEM"
    elif var == 'U':
```

```
        varName = "WIU"
    elif var == 'V':
        varName = "WIV"
    elif var == 'W':
        varName = "VVP"
    elif var == 'RH':
        varName = "RHU"
    elif var == 'Q':
        varName = "SHU"

infile=os.path.join(rootPath,"%04d"%(yyyy),"%04d%02d"%(yyyy,mm),"CRA40_%
s_%04d%02d_GLB_%s_%s_V1_0_0.grib2"%(varName,yyyy,mm,solution,timeScale))

    if os.path.exists(infile):
        fopen=Nio.open_file(infile)
        levs = fopen.variables['lv_ISBL0'].get_value()/100
        ilev, = np.where(levs==lev)[0]

        lats =  fopen.variables['lat_0'].get_value()
        lons = fopen.variables['lon_0'].get_value()

        data = fopen.variables['HGT_P0_L100_GLL0'].get_value()[ilev,:,:]
        return lons,lats,data

    return None

def SetGlobal(ax):
"""
    设置全球海岸线
"""
    ax.coastlines(resolution='110m')
```

```
    ax.set_global()

def SetYaxis(ax,axis_visible=True):
"""
    设置纬度格式
"""
    if axis_visible:
        ax.set_yticks([-90,-60,-30,0,30,60,90], crs=ccrs.PlateCarree())
        lat_formatter = LatitudeFormatter()
        ax.yaxis.set_major_formatter(lat_formatter)
        ax.tick_params(axis='y',labelsize=20)
    else:
        ax.get_yaxis().set_visible(False)

def SetXaxis(ax,axis_visible=True):
"""
    设置经度格式
"""
    if axis_visible:
        ax.set_xticks([0,60,120,180,240,300,360], crs=ccrs.PlateCarree())
        lon_formatter = LongitudeFormatter(zero_direction_label=False)
        ax.xaxis.set_major_formatter(lon_formatter)
        ax.tick_params(axis='x',labelsize=20)
    else:
        ax.get_xaxis().set_visible(False)

def Plot(lons,lats,data):
"""
    绘图
"""
    fig=plt.figure(figsize=(16,16))
```

```
    myproj = ccrs.PlateCarree(central_longitude=180)
    ax = fig.add_axes([0.1, 0.3, 0.8, 0.4],projection=myproj)
    SetGlobal(ax)
    SetXaxis(ax)
    SetYaxis(ax)
    levels=np.arange(4800,6100,40)
cf=ax.contourf(lons,lats,data,levels,cmap="jet",transform=ccrs.PlateCarr
ee())
    plt.colorbar(cf,cax=fig.add_axes([0.1, 0.24, 0.8, 0.03]),
ticks=levels,orientation='horizontal')
    plt.savefig("example.png")
    plt.show()

lons,lats,hgt500=CRA40("HGT",500,2018,7)
Plot(lons,lats,hgt500)
```

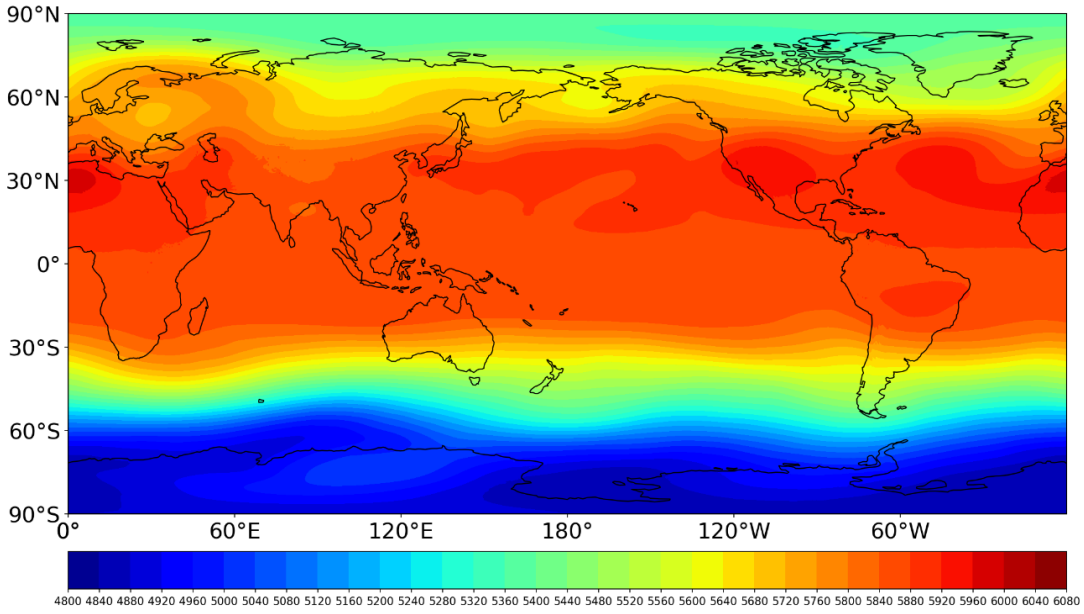

图 9 python 数据处理和可视化示例样图

3.3 Panoply 数据可视化

Panoply 是 NOAA 开发的，可以绘制 NetCDF，HDF，GRIB 等格式的数据文件，可在 Macintosh，Windows，Linux 和其他台式计算机上运行的跨平台应用的程序。Panoply 的当前版本是 4.12.4，发布日期 2021-02-28。

使用 Panoply 4，可以完成以下操作：

（1）从较大的多维变量中切片并绘制地理参考的纬度-经度，纬度-垂直，经度-垂直，时间-纬度或时间-垂直数组。

（2）从较大的多维变量中切片并绘制“通用” 2D 数组。

（3）从较大的多维变量中切片一维数组并创建折线图。

（4）通过求和或求平均值，在一个图中组合两个地理参考数组。

（5）使用 100 多个地图投影中的任何一个在全球或区域地图上绘制纬度数据，或绘制区域平均线图。

（6）在经纬度地图上覆盖大陆轮廓或掩码。

（7）使用众多颜色表中的任意一个作为比例尺颜色栏，或应用您自己的自定义 ACT，CPT 或 RGB 颜色表。

（8）将图保存到磁盘 GIF，JPEG，PNG 或 TIFF 位图图像中，或者保存为 PDF 或 PostScript 图形文件。

（9）以 KMZ 格式导出 lon-lat 地图图。

（10）将动画导出为 MP4 视频或单个帧图像的集合。

（11）可以远程查阅 THREDDS 和 OpenDAP 目录，并打开数据文件。

示例：打开 CRA40_GPH_2020123018_GLB_34KM_HOUR_V1_0_0.grib2 ，绘制 500hP 位势高度场。

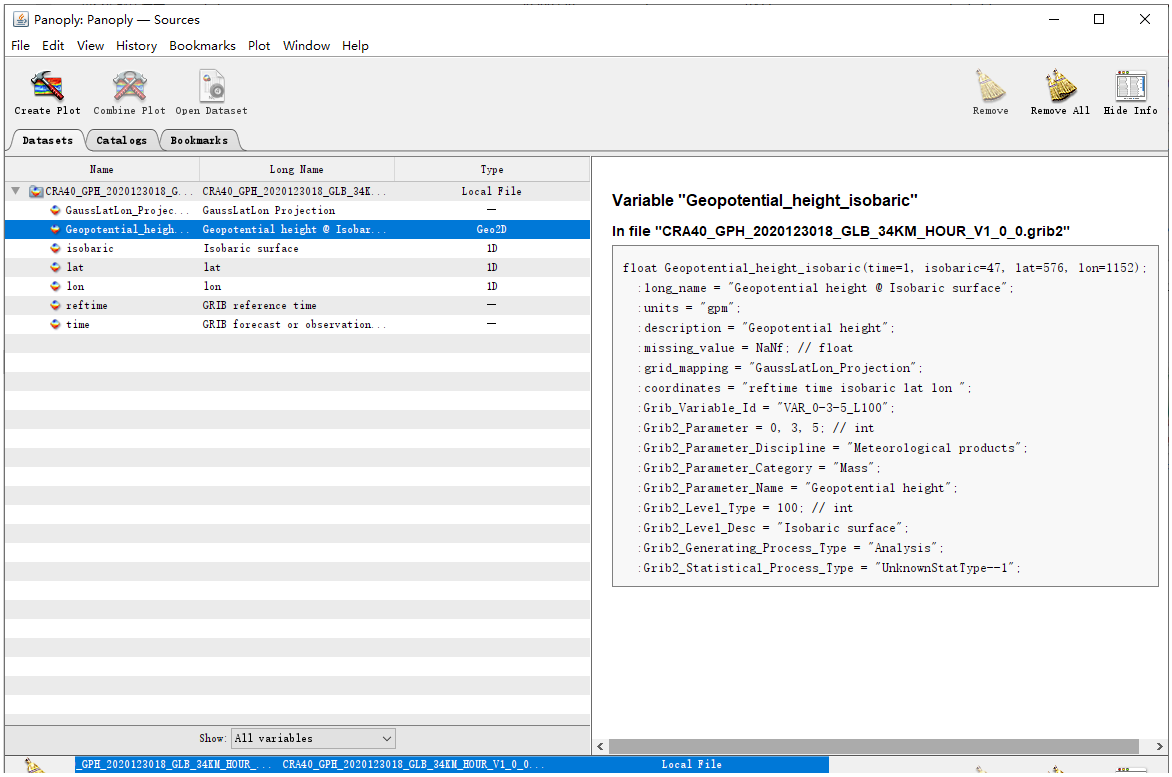

图 10 Panoply 数据变量列表界面

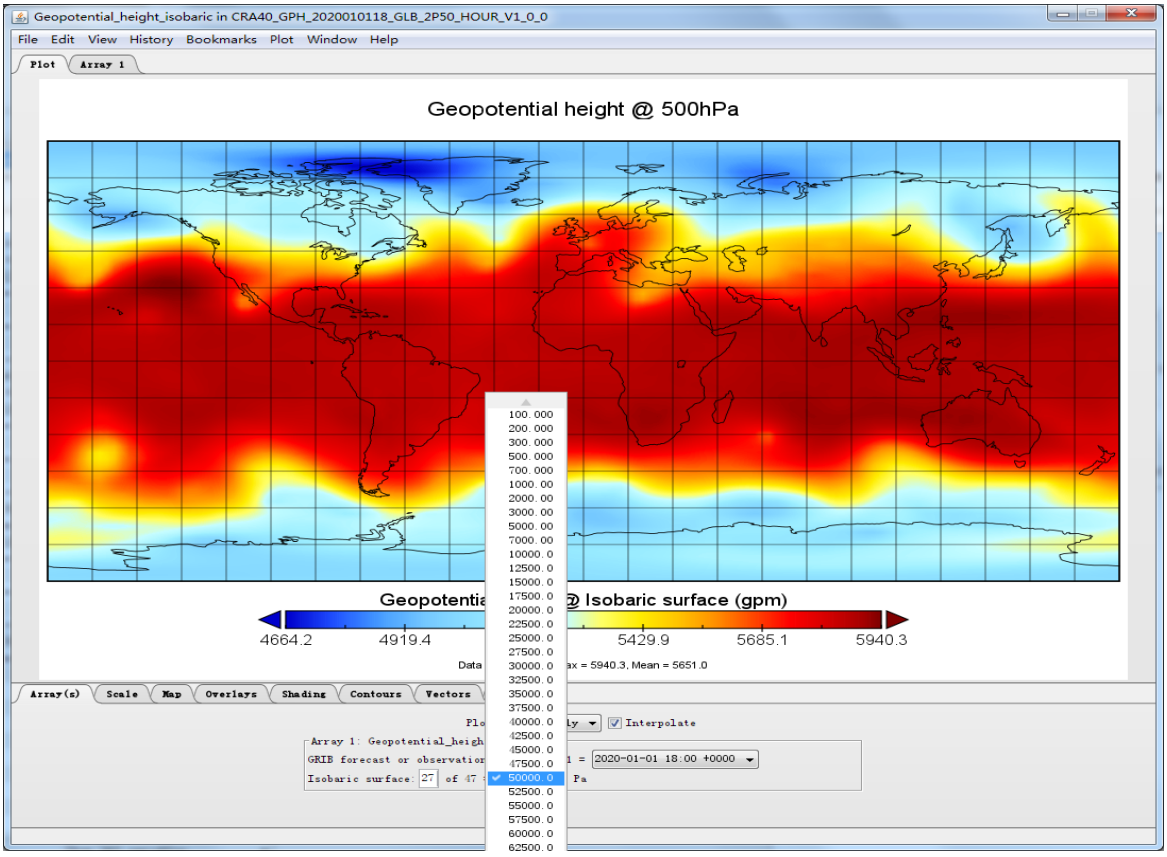

图 11 Panoply 数据可视化界面

4. 产品清单

中国第一代全球大气和陆面再分析产品包括全球大气再分析产品（CRA）和全球陆面再分析产品（CRA/Land）两种产品，每种产品又分为逐 6/3 小时产品、逐日产品、逐月产品和气候态产品。以下两个表分别提供了 CRA 产品变量清单、CRA/Land 产品变量清单。

4.1 大气再分析产品变量清单

表 2 大气再分析产品变量清单

文件编号	产品层次类型	文件标识	变量简名	变量中文名	变量英文名	层次	产品数据量(GB)
1	等压面大气产品	AVO	ABSV	绝对涡度 (1/s)	Absolute Vorticity (1/s)	等压面 (47 层，hPa)	1680
2		CIC	CICE	云冰	Cloud Ice（kg/m^2）	等压面 (37 层，hPa)	587
3		CMRA	CLWMR	云混合比(kg/kg)	Cloud Mixing Ratio (kg/kg)	等压面 (37 层，hPa)	1067
4		GPH	HGT	位势高度(gpm)	Geopotential Height (gpm)	等压面 (47 层，hPa)	2036
5		ICPE	ICIP	结冰率 (%)	Icing (%)	等压面 (37 层，hPa)	642
6		ICSEV	ICSEV	结冰程度	Icing Severity	等压面 (37 层，hPa)	645
7		OMRA	O3MR	臭氧混合比(kg/kg)	Ozone Mixing Ratio (kg/kg)	等压面 (18 层，hPa)	678
8		RHU	RH	相对湿度 (%)	Relative Humidity (%)	等压面 (41 层，hPa)	1432
9		SHU	SPFH	比湿 (kg/kg)	Specific Humidity (kg/kg)	等压面 (37 层，hPa)	1469
10		TEM	TMP	温度 (K)	Temperature (K)	等压面 (47 层，hPa)	966
11		VVP	VVEL	垂直速度 (Pa/s)	Vertical Velocity (pressure) (Pa/s)	等压面 (37 层，hPa)	2049

12		WIU	UGRD	纬向风速 (m/s)	u-component of wind (m/s)	等压面 (47 层，hPa)	1606
13		WIV	VGRD	经向风速 (m/s)	v-component of wind (m/s)	等压面 (47 层，hPa)	1643
14	单层分析产品	SINGLE	4LFTX	4 层最佳抬升指数 (K)	Best (4 layer) Lifted Index (K)	地表或水表	5387
			5WAVH	5 波位势高度(gpm)	5-Wave Geopotential Height (gpm)	等压面 (1 层):500hPa	
			CAPE	对流有效位能 (J/kg)	Convective available potential energy (J/kg)	地表或水表	
			CAPE	对流有效位能 (J/kg)	Convective available potential energy (J/kg)	距地面特定压力差层（2 层）：180-0hPa, 250-0hPa	
			CIN	对流抑制能（J/kg）	Convective inhibition （J/kg）	地表或水表	
			CIN	对流抑制能（J/kg）	Convective inhibition （J/kg）	距地面特定压力差层（2 层）：180-0hPa, 250-0hPa	
			CWAT	云水质量 (kg/m^2)	Cloud water (kg/m^2)	大气层	
			GUST	风速（阵风） (m/s)	Wind speed (gust) (m/s)	地表或水表	
			HGT	位势高度 (gpm)	Geopotential height (gpm)	0 摄氏度等温层	
			HGT	位势高度 (gpm)	Geopotential height (gpm)	位势涡度层(8 层,E-06 K·m^2/kg/s）：-2.00, -1.50, -1.00, -0.5, 0.5, 1.00, 1.50, 2.00	
			HGT	位势高度 (gpm)	Geopotential height (gpm)	地表或水表	

			HGT	位势高度 (gpm)	Geopotential height (gpm)	对流层顶	
			HGT	位势高度 (gpm)	Geopotential height (gpm)	最大风层	
			HGT	位势高度 (gpm)	Geopotential height (gpm)	最高对流冻结高度层	
			ICAHT	ICAO 标准大气参考高度 (m)	ICAO Standard Atmosphere Reference Height (m)	对流层顶	
			ICAHT	ICAO 标准大气参考高度 (m)	ICAO Standard Atmosphere Reference Height (m)	最大风层	
			LFTX	地面抬升指数 (K)	Surface Lifted Index (K)	地表或水表	
			MNTSF	蒙哥马利流函数 (m^2/s^2)	Montgomery stream function (m^2/s^2)	等熵层（1 层）：320 K	
			MSLET	平均海平面气压 (Eta 模式还原) (Pa)	MSLP (Eta model reduction) (Pa)	平均海平面	
			PLPL	抬升层气压 (Pa)	Pressure of level from which parcel was lifted (Pa)	距地面特定压力差层（1 层）：255-0hPa	
			POT	位温 (K)	Potential temperature (K)	Sigma 层：0.995	
			PRES	气压 (Pa)	Pressure (Pa)	位势涡度层(8 层,E-06 $K·m^2/kg/s$）：-2.00, -1.50, -1.00, -0.5, 0.5, 1.00, 1.50, 2.00	
			PRES	气压 (Pa)	Pressure (Pa)	地表或水表	
			PRES	气压 (Pa)	Pressure (Pa)	地面以上特定高度层	

						（1 层）：80m	
			PRES	气压 (Pa)	Pressure (Pa)	对流层顶	
			PRES	气压 (Pa)	Pressure (Pa)	平均海平面	
			PRES	气压 (Pa)	Pressure (Pa)	最大风层	
			PRMSL	平均海平面气压 (Pa)	Pressure reduced to MSL (Pa)	平均海平面	
			PVORT	位势涡度 ($K·m^2/kg/s$)	Potential vorticity ($K·m^2/kg/s$)	等熵层（1 层）：320 K	
			PWAT	可降水量 (kg/m^2)	Precipitable water (kg/m^2)	大气层	
			RH	相对湿度 (%)	Relative humidity (%)	距地面特定压力差层（6 层）：30-0hPa, 60-30hPa, 90-60hPa, 120-90hPa, 150-120hPa,180-150hPa	
			RH	相对湿度 (%)	Relative humidity (%)	0 摄氏度等温层	
			RH	相对湿度 (%)	Relative humidity (%)	Sigma 层：0.33-1, 0.44-1,0.72-0.94, 0.44-0.72	
			RH	相对湿度 (%)	Relative humidity (%)	Sigma 层：0.995	
			RH	相对湿度 (%)	Relative humidity (%)	大气层	
			RH	相对湿度 (%)	Relative humidity (%)	最高对流冻结高度层	

			SPFH	比湿 (kg/kg)	Specific humidity (kg/kg)	地面以上特定高度层（1 层）：80m	
			SPFH	比湿 (kg/kg)	Specific humidity (kg/kg)	距地面特定压力差层（6 层）：30-0hPa, 60-30hPa,90-60hPa, 120-90hPa,150-120hPa,180-150hPa	
			TMP	温度 (K)	Temperature (K)	距地面特定压力差层（6 层）：30-0hPa, 60-30hPa, 90-60hPa, 120-90hPa,150-120hPa,180-150hPa	
			TMP	温度 (K)	Temperature (K)	Sigma 层：0.995	
			TMP	温度 (K)	Temperature (K)	位势涡度层(8 层,E-06 $K\cdot m^2/kg/s$）：-2.00, -1.50, -1.00, -0.5, 0.5, 1.00, 1.50, 2.00	
			TMP	温度 (K)	Temperature (K)	地面以上特定高度层（2 层）：80m, 100m	
			TMP	温度 (K)	Temperature (K)	对流层顶	
			TMP	温度 (K)	Temperature (K)	平均海平面以上特定	

						海拔高度层 （8 层）：305m, 457m, 610m, 914m, 1829m, 2743m, 3658m, 4572m	
			TMP	温度 (K)	Temperature (K)	最大风层	
			TMP	温度 (K)	Temperature (K)	等熵层（1 层）：320 K	
			TOZNE	臭氧总量 (DU)	Total ozone (DU)	大气层	
			UGRD	纬向风速 (m/s)	u-component of wind (m/s)	距地面特定压力差层（6 层）：30-0hPa, 60-30hPa, 90-60hPa, 120-90hPa,150-120hPa,180-150hPa	
			UGRD	纬向风速 (m/s)	u-component of wind (m/s)	Sigma 层：0.995	
			UGRD	纬向风速 (m/s)	u-component of wind (m/s)	位势涡度层(8 层,E-06 $K \cdot m^2/kg/s$）：-2.00, -1.50, -1.00, -0.5, 0.5, 1.00, 1.50, 2.00	
			UGRD	纬向风速 (m/s)	u-component of wind (m/s)	地面以上特定高度层（2 层）：80m, 100m	
			UGRD	纬向风速 (m/s)	u-component of wind (m/s)	对流层顶	
			UGRD	纬向风速 (m/s)	u-component of wind (m/s)	平均海平面以上特定海拔高度层 （8 层）：	

						305m, 457m, 610m, 914m, 1829m, 2743m, 3658m, 4572m	
			UGRD	纬向风速 (m/s)	u-component of wind (m/s)	最大风层	
			UGRD	纬向风速 (m/s)	u-component of wind (m/s)	等熵层（1 层）：320 K	
			VGRD	经向风速 (m/s)	v-component of wind (m/s)	Sigma 层：0.995	
			VGRD	经向风速 (m/s)	v-component of wind (m/s)	位势涡度层(8 层,E-06 K·m^2/kg/s）：-2.00, -1.50, -1.00, -0.5, 0.5, 1.00, 1.50, 2.00	
			VGRD	经向风速 (m/s)	v-component of wind (m/s)	地面以上特定高度层（2 层）：80m, 100m	
			VGRD	经向风速 (m/s)	v-component of wind (m/s)	对流层顶	
			VGRD	经向风速 (m/s)	v-component of wind (m/s)	平均海平面以上特定海拔高度层 （8 层）：305m, 457m, 610m, 914m, 1829m, 2743m, 3658m, 4572m	
			VGRD	经向风速 (m/s)	v-component of wind (m/s)	最大风层	
			VGRD	经向风速 (m/s)	v-component of wind (m/s)	等熵层（1 层）：320 K	
			VGRD	经向风速 (m/s)	v-component of wind (m/s)	距地面特定压力差层（6 层）：30-0hPa,	

						60-30 hPa, 90-60hPa, 120-90hPa, 150-120hPa,180-150hPa	
			VVEL	垂直速度 (Pa/s)	Vertical velocity (pressure) (Pa/s)	Sigma 层：0.995	
			VWSH	垂直速度切变 (1/s)	Vertical Speed Shear (1/s)	位势涡度层(8 层,E-06 K·m^2/kg/s）：-2.00, -1.50, -1.00, -0.5, 0.5, 1.00, 1.50, 2.00	
			VWSH	垂直速度切变 (1/s)	Vertical Speed Shear (1/s)	对流层顶	
15	单层模式诊断产品	SINGLE A	ACOND	空气动力导度	Aerodynamic conductance (m/s)	地表或水表	2906
			ALBDO	反照率 (%)	Albedo (%)	地表或水表	
			APTMP	体感温度 (K)	Apparent temperature (K)	地面以上特定高度层（1 层）：2m	
			BRTMP	亮温 (K)	Brightness temperature (K)	大气层顶	
			CDUVB	晴空 UV-B 下行太阳辐射通量 (W/m^2)	Clear sky UV-B Downward Solar Flux (6_Hour Average) (W/m^2)	地表或水表	
			CNWAT	植被冠层水分 (kg/m^2)	Plant Canopy Surface Water (kg/m^2)	地表或水表	
			CPOFP	固态降水百分比(%)	Percent frozen precipitation (%)	地表或水表	

			CPRAT	对流降水率 ($kg/m^2/s$)	Convective Precipitation Rate ($kg/m^2/s$)	地表或水表	
			CSDLF	地表晴空下行长波辐射	Clear Sky Downward Long Wave Flux (W/m^2)	地表或水表	
			CSDSF	地表晴空下行太阳辐射	Clear Sky Downward Solar Flux (W/m^2)	地表或水表	
			CSULF	地表晴空上行长波辐射	Clear Sky Upward Long Wave Flux (W/m^2)	地表或水表	
			CSUSF	地表晴空上行短波辐射	Clear Sky Upward Solar Flux (W/m^2)	地表或水表	
			CSUSF	大气层顶晴空太阳辐射	Clear Sky Upward Solar Flux (W/m^2)	大气层顶	
			CWORK	云功函数	Cloud Work Function (J/kg)	大气层	
			DLWRF	下行长波辐射通量 (W/m^2)	Downward Long Wave Radiation Flux (W/m^2)	地表或水表	
			DPT	露点温度 (K)	Dewpoint temperature (K)	地面以上特定高度层（1层）：2m	
			DPT	露点温度 (K)	Dewpoint temperature (K)	距地面特定压力差层（1层）：30-0hPa	
			DSWRF	下行短波辐射通量 (W/m^2)	Downward Short Wave Radiation Flux (W/m^2)	地表或水表	
			DSWRF	下行短波辐射通量 (W/m^2)	Downward Short Wave Radiation Flux (W/m^2)	大气层顶	

			DUVB	UV-B 下行太阳辐射通量	UV-B Downward Solar Flux (W/m^2)	地表或水表	
			EVBS	裸土直接蒸发率	Direct Evaporation from Bare Soil	地表或水表	
			EVCW	冠层水蒸发	Canopy water evaporation (W/m^2)	地表或水表	
			FLDCP	田间持水量	Field Capacity	地表或水表	
			FRICV	摩擦速度 (m/s)	Frictional Velocity (m/s)	地表或水表	
			GFLUX	地表热通量 (W/m^2)	Ground Heat Flux (W/m^2)	地表或水表	
			HGT	位势高度	Geopotential height (gpm)	1 hybrid level	
			HINDEX	海恩斯指数	Haines index	地表或水表	
			HLCY	风暴相对螺旋度 (J/kg)	Storm relative helicity (J/kg)	地面以上特定高度层（1 层）: 3000-0 m	
			HPBL	行星边界层高度 (m)	Planetary Boundary Layer Height (m)	地表或水表	
			ICEC	冰盖	Ice cover	地表或水表	
			ICETK	冰厚 (m)	Ice thickness (m)	地表或水表	
			LAND	陆地覆盖	Land cover	地表或水表	
			LHTFL	潜热净通量 (W/m^2)	Latent heat net flux (W/m^2)	地表或水表	
			NBDSF	近红外光束下行短波辐射	Near IR Beam Downward Solar Flux (W/m^2)	地表或水表	
			NDDSF	近红外散射下行短波辐射	Near IR Diffuse Downward Solar Flux (W/m^2)	地表或水表	
			PEVPR	潜在蒸发率 (W/m^2)	Potential Evaporation Rate (W/m^2)	地表或水表	
			PLI	抬升指数 (K)	Parcel lifted index (K)	距地面特定压力差层	

						（1 层）：30-0hPa	
			PRATE	降水率 （kg/m^2/s）	Precipitation rate （kg/m^2/s）	地表或水表	
			PRES	气压	Pressure (Pa)	中云云底	
			PRES	气压	Pressure (Pa)	中云云顶	
			PRES	气压	Pressure (Pa)	低云云底	
			PRES	气压	Pressure (Pa)	低云云顶	
			PRES	气压	Pressure (Pa)	高云云底	
			PRES	气压	Pressure (Pa)	高云云顶	
			PWAT	可降水量 (kg/m^2)	Precipitable water (kg/m^2)	距地面特定压力差层（1 层）：30-0hPa	
			RH	相对湿度 (%)	Relative humidity (%)	地面以上特定高度层（1 层）：2m	
			SBSNO	升华（雪蒸发）(W/m^2)	Sublimation (evaporation from snow) (W/m^2)	地表或水表	
			SFCR	表面粗糙度 (m)	Surface roughness (m)	地表或水表	
			SFEXC	交换系数	Exchange Coefficient [(kg/m^3)(m/s)]	地表或水表	
			SHTFL	感热净通量 (W/m^2)	Sensible Heat Net Flux (W/m^2)	地表或水表	
			SLTYP	地表坡度类型	Surface Slope Type (Index)	地表或水表	
			SNOD	雪深 (m)	Snow depth (m)	地表或水表	
			SNOHF	雪相变热通量	Snow Phase Change Heat Flux (W/m^2)	地表或水表	
			SNOWC	雪覆盖	Snow Cover (%)	地表或水表	

			SOILL	土壤液态体积水含量	Liquid Volumetric Soil Moisture (non Frozen)	地面以下特定深度层（4层）:0-0.1 m, 0.1-0.4 m, 0.4-1 m, 1-2 m	
			SOILM	土壤含水量	Soil Moisture Content (kg/m^2)	地面以下0-2米	
			SOILW	土壤体积水含量	Volumetric Soil Moisture Content	地面以下特定深度层（4层）:0-0.1 m, 0.1-0.4 m, 0.4-1 m, 1-2 m	
			SOTYP	土壤类型	Soil Type (-)	地表或水表	
			SPFH	比湿 (kg/kg)	Specific humidity (kg/kg)	地面以上特定高度层（1层）: 2m	
			SPFH	比湿 (kg/kg)	Specific humidity (kg/kg)	混合动力层	
			SUNSD	日照时数 (s)	Sunshine Duration (s)	地表或水表	
			TCDC	总云量 (%)	Total cloud cover (%)	中云	
			TCDC	总云量 (%)	Total cloud cover (%)	低云	
			TCDC	总云量 (%)	Total cloud cover (%)	对流层内	
			TCDC	总云量 (%)	Total cloud cover (%)	高云	
			TCDC	总云量 (%)	Total cloud cover (%)	等压面 (1层):475hPa	
			TCDC	总云量 (%)	Total cloud cover (%)	边界层云层	
			TCDC	总云量 (%)	Total cloud cover (%)	高云	
			TMP	温度 (K)	Temperature (K)	中云云顶	
			TMP	温度 (K)	Temperature (K)	低云云顶	

			TMP	温度 (K)	Temperature (K)	地表或水表	
			TMP	温度 (K)	Temperature (K)	地面以上特定高度层（1 层）: 2m	
			TMP	温度 (K)	Temperature (K)	混合动力层	
			TMP	温度 (K)	Temperature (K)	高云云顶	
			TRANS	蒸散发 (W/m^2)	Transpiration (W/m^2)	地表或水表	
			TSOIL	土壤温度 (K)	Soil temperature (K)	地面以下特定深度层（4 层）:0-0.1 m, 0.1-0.4 m, 0.4-1 m, 1-2 m	
			U-GWD	重力波应力纬向通量(N/m^2)	Zonal Flux of Gravity Wave Stress (N/m^2)	地表或水表	
			UFLX	纬向动量通量 (N/m^2)	Momentum flux, u-component (N/m^2)	地表或水表	
			UGRD	纬向风速 (m/s)	u-component of wind (m/s)	地面以上特定高度层（1 层）: 10m	
			UGRD	纬向风速 (m/s)	u-component of wind (m/s)	混合动力层	
			UGRD	纬向风速 (m/s)	u-component of wind (m/s)	行星边界层	
			ULWRF	向上长波辐射通量	Upward Long Wave Radiation Flux (W/m^2)	地表或水表	
			ULWRF	向上长波辐射通量	Upward Long Wave Radiation Flux (W/m^2)	大气层顶	

			USTM	纬向风速 (m/s)	U-Component Storm Motion (m/s)	地面以上特定高度层（1 层）: 6000-0m	
			USWRF	纬向风速 (m/s)	Upward Short Wave Radiation Flux (W/m^2)	地表或水表	
			USWRF	向上短波辐射通量	Upward Short Wave Radiation Flux (W/m^2)	大气层顶	
			V-GWD	重力波应力经向通量(N/m^2)	Meridional Flux of Gravity Wave Stress (N/m^2)	地表或水表	
			VBDSF	可见光束下行太阳辐射通量	Visible Beam Downward Solar Flux (W/m^2)	地表或水表	
			VDDSF	可见光散射下行太阳辐射通量	Visible Diffuse Downward Solar Flux (W/m^2)	地表或水表	
			VEG	植被覆盖率	Vegetation (%)	地表或水表	
			VFLX	经向动量通量 (N/m^2)	Momentum flux, v-component (N/m^2)	地表或水表	
			VGRD	纬向风速 (m/s)	v-component of wind (m/s)	动力混合层	
			VGRD	纬向风速 (m/s)	v-component of wind (m/s)	地面以上特定高度层（1 层）: 10m	
			VGRD	纬向风速 (m/s)	v-component of wind (m/s)	行星边界层	
			VGTYP	植被类型	Vegetation Type [Integer(0-13)]	地表或水表	
			VIS	能见度 (m)	Visibility (m)	地表或水表	
			VRATE	通气速率 (m2/s)	Ventilation Rate (m2/s)	行星边界层	
			VSTM	经向风暴运动	V-Component Storm Motion (m/s)	地面以上特定高度层	

				(m/s)		（1 层）: 6000-0m	
			WEASD	雪水当量 (kg/m^2)	Water equivalent of accumulated snow depth (kg/m^2)	地表或水表	
			WILT	萎蔫点	Wilting Point	地表或水表	
16	单层 6 小时累积产品	SINGLE F	ACPCP	对流性降水（kg/m^2）	Convective precipitation （kg/m^2）	地表或水表	1749
			ALBDO	反照率 (%)	Albedo (%)	地表或水表	
			APCP	总降水率 (kg/m^2)	Total precipitation (kg/m^2)	地表或水表	
			CDUVB	晴空 UV-B 下行太阳辐射通量 (W/m^2)	Clear sky UV-B Downward Solar Flux (6_Hour Average) (W/m^2)	地表或水表	
			CFRZR	冻雨类别	Categorical Freezing Rain	地表或水表	
			CICEP	冰球类别	Categorical Ice Pellets	地表或水表	
			CPRAT	对流降水率 (kg/m^2/s)	Convective Precipitation Rate (kg/m^2/s)	地表或水表	
			CRAIN	降水类别	Categorical Rain	地表或水表	
			CSDLF	地表晴空下行长波辐射	Clear Sky Downward Long Wave Flux (W/m^2)	地表或水表	
			CSDSF	地表晴空下行太阳辐射	Clear Sky Downward Solar Flux (W/m^2)	地表或水表	
			CSNOW	降雪类别	Categorical Snow	地表或水表	
			CSULF	地表晴空上行长波辐射	Clear Sky Upward Long Wave Flux (W/m^2)	地表或水表	
			CSUSF	地表晴空上行短波	Clear Sky Upward Solar Flux (W/m^2)	地表或水表	

				辐射			
			CSUSF	大气层顶晴空太阳辐射	Clear Sky Upward Solar Flux (W/m^2)	大气层顶	
			CWORK	云功函数	Cloud Work Function (J/kg)	大气层	
			DLWRF	下行长波辐射通量 (W/m^2)	Downward Long Wave Radiation Flux (W/m^2)	地表或水表	
			DSWRF	下行短波辐射通量 (W/m^2)	Downward Short Wave Radiation Flux (W/m^2)	地表或水表	
			DSWRF	下行短波辐射通量 (W/m^2)	Downward Short Wave Radiation Flux (W/m^2)	大气层顶	
			DUVB	UV-B 下行太阳辐射通量	UV-B Downward Solar Flux (6_Hour Average) (W/m^2)	地表或水表	
			EVBS	裸土直接蒸发率	Direct Evaporation from Bare Soil	地表或水表	
			EVCW	冠层水蒸发	Canopy water evaporation (W/m^2)	地表或水表	
			GFLUX	地表热通量 (W/m^2)	Ground Heat Flux (W/m^2)	地表或水表	
			LHTFL	潜热净通量 (W/m^2)	Latent Heat Net Flux (W/m^2)	地表或水表	
			NBDSF	近红外光束下行短波辐射	Near IR Beam Downward Solar Flux (W/m^2)	地表或水表	
			NCPCP	大尺度（非对流性）降水 (kg/m^2)	Large-scale precipitation (kg/m^2)	地表或水表	
			NDDSF	近红外散射下行短波辐射	Near IR Diffuse Downward Solar Flux (W/m^2)	地表或水表	
			PEVPR	潜在蒸发率 (W/m^2)	Potential Evaporation Rate (W/m^2)	地表或水表	

			PRATE	降水率（kg/m^2/s）	Precipitation rate（kg/m^2/s）	地表或水表	
			PRES	气压 (Pa)	Pressure (Pa)	中云底层	
			PRES	气压 (Pa)	Pressure (Pa)	中云顶层	
			PRES	气压 (Pa)	Pressure (Pa)	低云底层	
			PRES	气压 (Pa)	Pressure (Pa)	低云顶层	
			PRES	气压 (Pa)	Pressure (Pa)	对流云底层	
			PRES	气压 (Pa)	Pressure (Pa)	对流云顶层	
			PRES	气压 (Pa)	Pressure (Pa)	高云底层	
			PRES	气压 (Pa)	Pressure (Pa)	高云顶层	
			QMAX	2 米最大比湿	Maximum specific humidity at 2m (kg/kg)	地面以上特定高度层（1 层）: 2m	
			QMIN	2 米最小比湿	Minimum specific humidity at 2m (kg/kg)	地面以上特定高度层（1 层）: 2m	
			SBSNO	升华（雪蒸发） (W/m^2)	Sublimation (evaporation from snow) (W/m^2)	地表或水表	
			SHTFL	感热净通量 (W/m^2)	Sensible heat net flux (W/m^2)	地表或水表	
			SNOHF	雪相变热通量	Snow Phase Change Heat Flux (W/m^2)	地表或水表	
			SNOWC	雪覆盖	Snow Cover (%)	地表或水表	
			SSRUN	暴雨地表径流	Storm Surface Runoff (kg/m^2)	地表或水表	
			TCDC	总云量 (%)	Total cloud cover (%)	中云层	
			TCDC	总云量 (%)	Total cloud cover (%)	低云层	
			TCDC	总云量 (%)	Total cloud cover (%)	整个大气圈	
			TCDC	总云量 (%)	Total cloud cover (%)	边界层云层	

			TCDC	总云量 (%)	Total cloud cover (%)	高云层	
			TMAX	6 小时最高温 (K)	Maximum temperature (K)	地面以上特定高度层（1 层）: 2m	
			TMIN	6 小时最低温 (K)	Minimum temperature (K)	地面以上特定高度层（1 层）: 2m	
			TMP	温度 (K)	Temperature (K)	中云顶层	
			TMP	温度 (K)	Temperature (K)	低云顶层	
			TMP	温度 (K)	Temperature (K)	高云顶层	
			TRANS	蒸散发 (W/m^2)	Transpiration (W/m^2)	地表或水表	
			U-GWD	重力波应力纬向通量(N/m^2)	Zonal Flux of Gravity Wave Stress (N/m^2)	地表或水表	
			UFLX	纬向动量通量 (N/m^2)	Momentum flux, u-component (N/m^2)	地表或水表	
			ULWRF	向上长波辐射通量	Upward Long Wave Radiation Flux (W/m^2)	地表或水表	
			ULWRF	向上长波辐射通量	Upward Long Wave Radiation Flux (W/m^2)	大气层顶	
			USWRF	向上短波辐射通量	Upward Short Wave Radiation Flux (W/m^2)	地表或水表	
			USWRF	向上短波辐射通量	Upward Short Wave Radiation Flux (W/m^2)	大气层顶	
			V-GWD	重力波应力经向通量(N/m^2)	Meridional Flux of Gravity Wave Stress (N/m^2)	地表或水表	

			VBDSF	可见光束下行太阳辐射通量	Visible Beam Downward Solar Flux (W/m^2)	地表或水表	
			VDDSF	可见光散射下行太阳辐射通量	Visible Diffuse Downward Solar Flux (W/m^2)	地表或水表	
			VFLX	经向动量通量 (N/m^2)	Momentum flux, v-component (N/m^2)	地表或水表	
			WATR	地表径流 (kg/m^2)	Water runoff (kg/m^2)	地表或水表	

注：

等压面（47层，hPa）:1, 2, 3, 5, 7, 10, 20, 30, 50, 70, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 275, 300, 325, 350, 375, 400, 425, 450, 475, 500, 525, 550, 575, 600, 625, 650, 675, 700, 725, 750, 775, 800, 825, 850, 875, 900, 925, 950, 975, 1000

等压面（37层，hPa)：100, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 275, 300, 325, 350, 375, 400, 425, 450, 475, 500, 525, 550, 575, 600, 625, 650, 675, 700, 725, 750, 775, 800, 825, 850, 875, 900, 925, 950, 975, 1000

等压面（18层，hPa)：1, 2, 3, 5, 7, 10, 20, 30, 50, 70, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350, 400

等压面（41层，hPa）:10, 30, 50, 70, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 275, 300, 325, 350, 375, 400, 425, 450, 475, 500, 525, 550, 575, 600, 625, 650, 675, 700, 725, 750, 775, 800, 825, 850, 875, 900, 925, 950, 975, 1000

4.2 陆面再分析产品变量清单

表 3 陆面再分析产品变量清单

文件编号	产品层次类型	文件标识	变量简名	变量中文名	变量英文名	层次	产品数据量(GB)
1	近地面大气驱动分析产品	SURFACE	2t	2 米气温(K)	2m temperature (K)	地面以上特定高度层（1 层）：2m	515
			q	2 米比湿(kg/kg)	Specific humidity (kg/kg)	地面以上特定高度层（1 层）：2m	
			10u	10 米纬向风速(m/s)	10m U wind component (m/s)	地面以上特定高度层（1 层）：10m	
			10v	10 米经向风速(m/s)	10m V wind component (m/s)	地面以上特定高度层（1 层）：10m	
2	陆面产品	LAND	Tair_f_inst	2 米气温(K)	air temperature (K)	地面以上特定高度层（1 层）：2m	3705
			Qair_f_inst	2 米比湿(kg/kg)	specific humidity (kg/kg)	地面以上特定高度层（1 层）：2m	
			Psurf_f_inst	表面气压(Pa)	surface pressure (Pa)	地表	

			Wind_f_inst	10 米风速(m/s)	wind speed (m/s)	地面以上特定高度层（1 层）：10m	
			Rainf_tavg	降水率(kg/m^2/s)	precipitation rate (kg/m^2/s)	地表	
			TotalPrecip_tavg	总降水量(kg/m^2/s)	precipitation amount (kg/m^2/s)	地表	
			SWdown_f_inst	地表向下短波辐射(W/m^2)	surface downward shortwave radiation (W/m^2)	地表	
			Swnet_tavg	地表向下净短波辐射(W/m^2)	net downward shortwave radiation (W/m^2)	地表	
			LWdown_f_inst	地表下行长波辐射(W/m^2)	surface downward longwave radiation (W/m^2)	地表	
			Lwnet_tavg	地表下行净长波辐射(W/m^2)	net downward longwave radiation (W/m^2)	地表	
			AvgSurfT_inst	地表温度 (K)	surface temperature (K)	地表	
			RadT_inst	地表辐射温度 (K)	surface radiative temperature (K)	地表	

			SoilTemp_inst	土壤温度 (K)	soil temperature (K)	地面以下特定深度层（4层，m）：0.1, 0.4, 1.0, 2.0	
			SmLiqFrac_inst	土壤液态含水量 (m^3/m^3)	average layer fraction of liquid moisture (m^3/m^3)(m^3 m-3)	地面以下特定深度层（4层，m）：0.1, 0.4, 1.0, 2.0	
			SoilMoist_inst	土壤含水量(m^3/m^3)	soil moisture content (m^3/m^3)	地面以下特定深度层（4层，m）：0.1, 0.4, 1.0, 2.0	
			SoilWet_inst	土壤总含水量	total soil wetness	地面以下特定深度层（1层）：2.0m	
			Qg_tavg	土壤热通量 (W/m^2)	soil heat flux (W/m^2)	地表	
			Qh_tavg	感热通量 (W/m^2)	sensible heat flux (W/m^2)	地表	
			Qle_tavg	潜热通量 (W/m^2)	latent heat flux (W/m^2)	地表	
			SnowCover_tavg	积雪覆盖率	snow cover	地表	
			SnowDepth_tavg	雪深 (m)	snow depth (m)	地表	

			SWE_inst	雪水当量(kg/m^2)	snow water equivalent (kg/m^2)	地表	
			Qs_tavg	地表径流(kg/m^2/s)	surface runoff(kg/m^2/s)	地表	
			Albedo_tavg	地表反照率	surface albedo	地表	
			CanopInt_inst	冠层总蓄水量(kg/m^2)	total canopy water storage (kg/m^2)	地表	
			ESoil_tavg	裸土蒸发率(kg/m^2/s)	bare soil evaporation (kg/m^2/s)	地表	
			Evap_tavg	总蒸散发(kg/m^2/s)	total evapotranspiration (kg/m^2/s)	地表	
			PotEvap_tavg	潜在蒸散发(kg/m^2/s)	Potential evapotranspiration (kg/m^2/s)	地表	
			Landcover_inst	地表植被覆盖类型	Landcover	地表	
			Soiltype_inst	地表土壤类型	soiltype	地表	