

HDF 分层数据格式和 IDL 交互式数据语言^{*}

摘要：HDF 是一种新型的、有别于传统数据文件格式的分层数据格式，它的数据结构更为复杂，因此可包含更为全面的数据及其数据各项属性的信息。除利用一般的程序读取语言外，IDL 交互式数据语言在读取 HDF 文件方面具有独到之处。本文介绍了 HDF 数据格式，比较了 HDF 与传统数据格式之间的区别，并举例说明如何用 IDL 语言程序说明读取 HDF 文件。

关键词：HDF, IDL, 数据格式, 程序语言

1 引言

美国国家航空和宇宙航行局 NASA (National Aeronautics and Space Administration) 地球观测系统 EOS (Earth Observation System) 中大部分卫星资料均采用分层式数据格式 HDF (Hierarchical Data Format)^[1]，例如搭载在 Terra 和 Aqua 卫星上的中分辨率成像光谱仪 MODIS (MODerate Resolution Imaging Spectroradiometer)^[2]，搭载在 Aqua 卫星上的大气红外探测仪 AIRS (Atmospheric InfraRed Sounder)，大气臭氧总量测绘光谱仪 TOMS (Total Ozone Mapping Spectrometer)、热带降雨测量卫星 TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) 等卫星资料产品。有别于以往常规资料所用到的二进制文件、ASCII 文件，HDF 是一种新型的分层式数据文件，这种文件中既可以包含不同维数的二维、多维数组，又可以包含图像等。

目前最为流行的读取 HDF 文件的语言是交互式数据语言 IDL (Interactive Data Language) 或创建复杂算法 (如矩阵运算和线性代数) 的 MATLAB 的语言。Fortran、C 等传统语言工具也可以读取 HDF 文件，但程序代码较为复杂。

2 HDF 文件

2.1 文件数据格式

科学数据有很多不同的存储形式和标准格式 (如 HDF、CEOS 超结构、天文学标准的图像传输格式 FITS、网络通用数据类型 NetCDF、CDF、二进制通用气象数据表示格式 BUFR、格点化的二进制文件 GRIB，等等)。常见的气象类数据文件格式有 ASCII 文件、二进制等文件、NetCDF 文件，及 BUFR、GRIB 等。

ASCII 文件又称 Text 文件、TXT 文件、纯文本文件，它可以用多种文字处理系统软件或编辑器进行读取，如 Window 平台下的记事本、Office Word、UltraEdit 等。打开 ASCII 文件即可直接看到有实际意义的内容。ASCII 文件有一定的格式，这里指文件所含参数、参数所占的字段长度、参数间的分隔方式等信息。

二进制、十六进制等文件不能像 ASCII 文件 (十进制) 直观显现每项参数实际数值，需要进行数字转换，但只要已知文件的数据格式就可以像 ASCII 码文件一样方便地读取。

NetCDF 是一种二进制的、自描述的独立于机器的用于保存科学数据的文件格式。它也是一个数据类库接口，这个数据类库包含了访问数组格式的功能。这种格式的接口和类库都支持产生、访问和共享科学数据。许多国家的组织和科学机构都采用 NetCDF 作为表示科学数据的标准方式。

HDF, Hierarchical Data Format, 分层数据格式，美国国家高级计算应用中心 NCSA (National Center for Supercomputing Applications) 为了满足各领域研究需求而研制的一种能

^{*}资助课题：国家科技部基础条件平台预研专项 (2005DKA31700)。

高效存储和分发科学数据的新型数据格式, 是一种分层式数据管理结构^[3], 被地球观测系统数据和信息系统核心系统所选用作为标准数据格式。它的表现形式是一种多目标的文件格式, 目的是为了在分布式环境中共享科学数据。

HDF 文件格式的优势在于: 可移植性强 (独立于操作平台); 属于超文本文件; 可以存储并处理大数据量; 一个文件集可以管理多种类型的数据结构; 具有可扩展性。由于 HDF 的诸多优点, 这种格式已经被广泛用于目前国外各种卫星传感器的标准数据格式^[4]。在影像数据库多源数据管理中, HDF 格式发挥了很好的作用, 利用 HDF 数据结构建立远程图象工程, 并与数据库进行交互; 可以进行远程图像处理; 远程影像解译, 统计分析; 影像运算、信息挖掘、影像分类; 综合处理影像、矢量、高程数据, 三维可视显示等。

2.2 HDF 的数据结构

HDF 数据结构综合管理 2D、3D、矢量、属性、文本等多种信息, 能够帮助人们摆脱不同数据格式之间相互转换的繁琐, 而将更多的时间和精力用于数据分析。HDF 能够存储不同种类的科学数据, 包括图像、多维数组、指针及文本数据。HDF 格式还提供命令方式, 分析现存 HDF 文件的结构, 并即时显示图像内容。科学家可以用这种标准数据格式快速熟悉文件结构, 并能立即着手对数据文件进行管理和分析。

HDF 文件有六种主要数据类型, 如图 1, 包括栅格图像 Raster Image, 调色板 Palette, 科学数据集 Scientific Data Set, Vdata, HDF 注释 Annotation 及 Vgroup。栅格图像: 数据模式提供一种灵活方式存储、描述栅格图像数据, 包括 8bit 栅格图像。调色板: 也叫作彩色查对表, 它提供图像的色谱。科学数据集: 用来存储和描述多维科学数据阵列。Vdata: 是一个框架, 用于存储和描述数据表。HDF 注释: 是文字串, 用来描述 HDF 文件或 HDF 数据目标。Vgroup: 是用来把相关数据目标联系起来。一个 Vgroup 可以含有其它 Vgroup, 以及数据目标。任一个 HDF 目标均可以包括进某个 Vgroup 中。

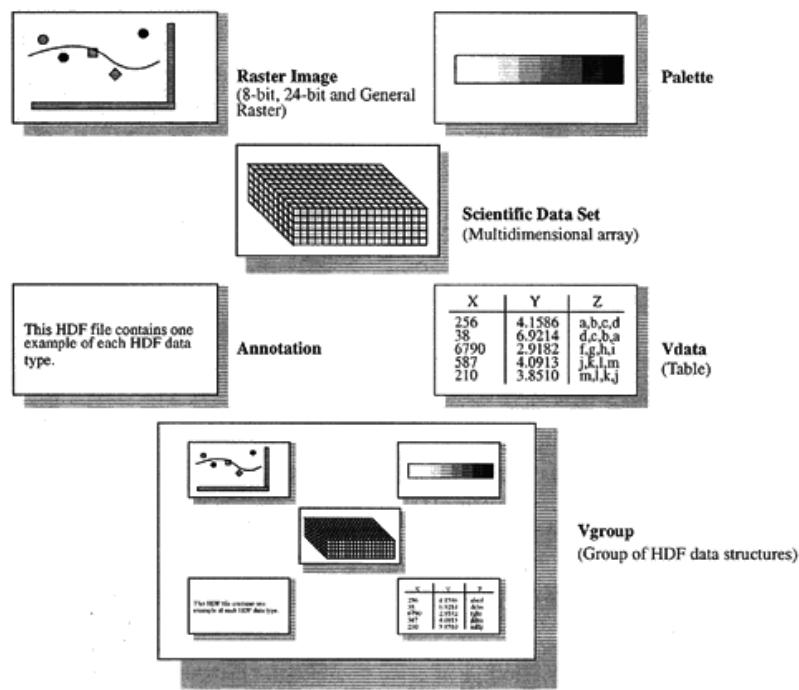


图 1 HDF 的六种主要数据类型

HDF 的数据结构是一种分层式数据管理结构, 如图 2。它将地理定位数据 (卫星视场 FOV 中每一像元的经、纬度)、数据及数据属性等统一到一起, 是一个综合的信息表达。

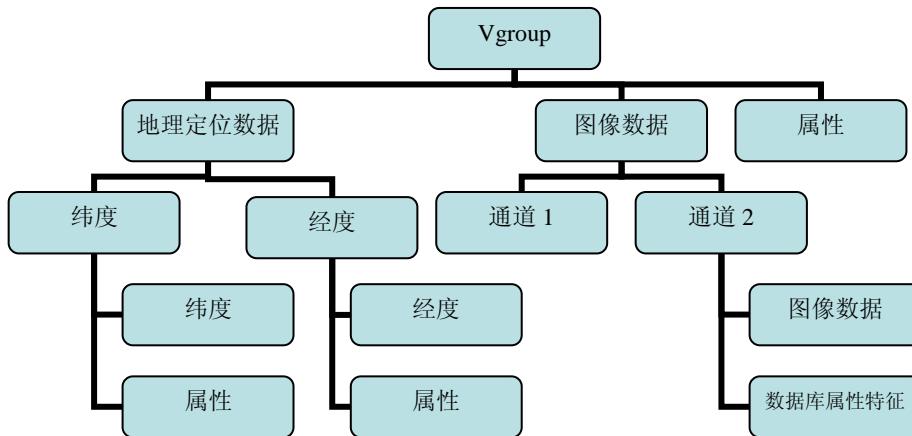


图 2 HDF 数据结构图

2.3 HDF 文件的读取

标准的读取 HDF 文件的语言为交互式数据语言 IDL, 另外, 也可用 MATLAB、Fortran、C、Java 等程序语言读取, Grads 软件也可以直接读取和显示 HDF 文件内容。

HDF 的官方网站是 <http://www.hdfgroup.org/>, 即美国伊利诺伊大学的国家高性能计算应用中心 NCSA 的网站, 现在的版本是 HDF 4 (即通常所说的 HDF) 和 HDF 5。各种常用的 HDF 源代码和编译后的程序库都可从 NCSA 得到。

为了消除 EOS 数据产品对文件格式的需要和 HDF 提供的功能间的差异, ECS (EOS 数据和信息系统核心系统, EOSDIS Core System) 项目开发了 HDF 扩展, 即 HDF-EOS, 提供了读写 EOS 数据的统一的方法。这些扩展使得网格 (grid)、点状 (point) 和带状 (swath) 数据结构的创建更为容易^[5]。所有能够读取标准 HDF 文件的工具都可以读取 HDF-EOS 文件。

目前 HDF-EOS 软件包有 UNIX 和 Windows 两个平台版本。

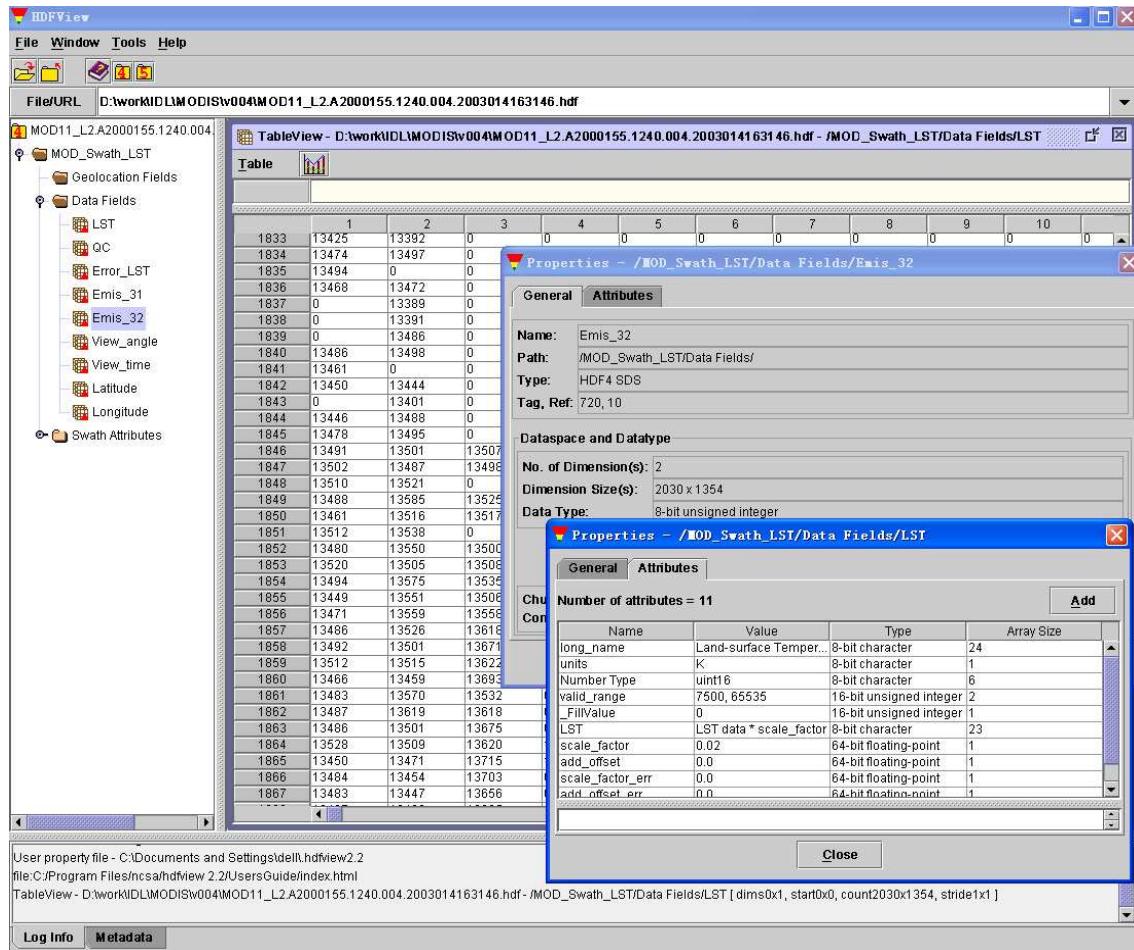


图 3 以 HDFview 显示 HDF 文件 (以 MODIS 陆地地表温度/地表发射率产品 MOD11_L2 为例)

HDF 常用应用程序库有以下三种。

- (1) **HDF Inspector**。Space Research Software 公司开发的专门用于读取和显示分层数据格式 HDF 文件的工具, 其主要功能是查看 HDF 文件属性、数据等内容, 并将数据以图标、图像方式显示给用户。另外, 还有其它公司开发的、基于 JAVA 语言、直接浏览和编辑 HDF 文件的、适应于不同平台如 Window、Macintosh、Unix 的软件 (部分 HDF 文件读取软件为免费产品), 如 HDFLook、HDFExplore、HDFView (自 <http://www.hdfgroup.org/hdf-javah/html/hdfview/> 下载, 版本 2.2) 等, 它们都以目录树形式来展开显示 HDF 文件中的分层数据。这些浏览和编辑 HDF 文件的软件可从 <http://www.hdfgroup.org/tools/> 下载。

通过 HDFview 软件可视化显示 MODIS 地表温度/地表发射率产品 (MOD11_L2, MODIS/Terra Land Surface Temperature/Emissivity L2 Swath 5-min V004) 的例子如图 3。

HDFview 软件与 HDFLook、HDFExplore 软件类似, 均是可以显示并编辑 NCSA HDF4 和 HDF5 格式文件的可视化软件^[6-9]。它可列出 HDF 文件在各层的细节内容, 能把 HDF 文件中一个或多个特定对象的数据、光栅图像和调色板转换为单个的 HDF 科学数据集。生成的科学数据集是一个三维数组, 宽和高与光栅图像的维数相等。因此, 序列光栅图像必须有相同的维数。数组的第三维, 或称长度, 由转换中所包含的图像总数确定。假如图像中包含调色板, 这个调色板必须在第一个 HDF 输入文件中。这些图像只能与一个调色板关联, 处理完第一个调色板后, 该实用工具将忽略它所遇到的任何其它别的调色板数据。HDFView 的主要功能有: 可以采用树状结构显示文件层次; 新建文件, 增

- 加和删除组和数据集；查看以及编辑数据集的内容；增加、删除以及编辑属性；显示表格、图像以及元数据。
- (2) **HDF C (FORTRAN) 库。**最新的HDF4、HDF5源代码和编译后的库可以从美国国家高性能计算应用中心NCSA的网站 (<ftp://ftp.hdfgroup.org/>) 免费下载，包括C和FORTRAN库文件、id文件、HDF命令行实用程序以及HDF文档。编译成的HDF库可用于Windows、Macintosh和Unix平台。
 - (3) **HDF IDL库。**在交互式数据语言IDL^[10]环境中提供的一套读写HDF文件的库函数，需要安装IDL语言运行环境，目前可得到许多免费的基于HDF IDL库的读取地球观测系统EOS系列卫星数据的应用程序。

3 IDL 语言

3.1 IDL 语言

美国 RSI 公司 (Research System Inc., www.rsinc.com/idl) 的 IDL (Interactive Data Language) 交互式数据语言^[10]是进行二维及多维数据分析、可视化表达与跨平台应用开发的理想软件工具。作为面向矩阵、语法简单的第四代计算机可视化语言，IDL 致力于科学数据的可视化和分析，IDL 拥有丰富的分析工具包、采用高速的图形显示技术，是集可视化、交互分析、大型商业开发为一体的完善、灵活、有效的高级开发环境^[11]。

IDL 语言面向矩阵的特性带来了快速分析超大规模数据的能力，它所具有的高级图像处理能力、交互式二维和三维图形技术、面向对象的编程方式、OpenGL 图形加速功能、集成数学分析与统计软件包、完善的信号处理和图像处理功能、灵活的数据输入输出方式、跨平台图形用户界面工具包、连接 ODBC 兼容数据库及多种外部程序连接工具使得该产品已经成为美国 RSI 公司的旗舰产品。2006 年 5 月 RSI 公司发布了最新的 IDL 版本 6.3 产品。

采用若干个标准格式将有利于 EOS 中数据的访问和交换。因此，NASA EOSDIS 项目采用 HDF-EOS 作为 EOS 科学数据产品和发布的标准格式。IDL 语言程序界面如图 4 所示。

IDL 使科学家无需写大量的传统程序就可直接研究数据。IDL 还被广泛应用于地球科学、医学影像、图像处理、软件开发、大学教学、实验室研究、测试技术、天文、信号处理、防御工程、数学分析、统计等诸多领域。其用户涵盖 NASA、欧空局 ESA (European Space Agency)、NOAA、Siemens、GE Medical、Army Corps of Engineers、MacDonald Dettwiler 等大公司及研究机构。早在 1982 年，美国航空航天局 NASA 还将其选用为进行火星飞越航空器研究的开发工具，并且，这一事件已被视为其四十年来技术发展的里程碑之一。

读取 HDF 文件常用的关键 IDL 命令有：HDF_SD_START、HDF_SA_NAMETOINDEX、HDF_SD_SELECT、HDF_SD_GETDATA、HDF_SD_ENDACCESS、HDF_SD_END 等。

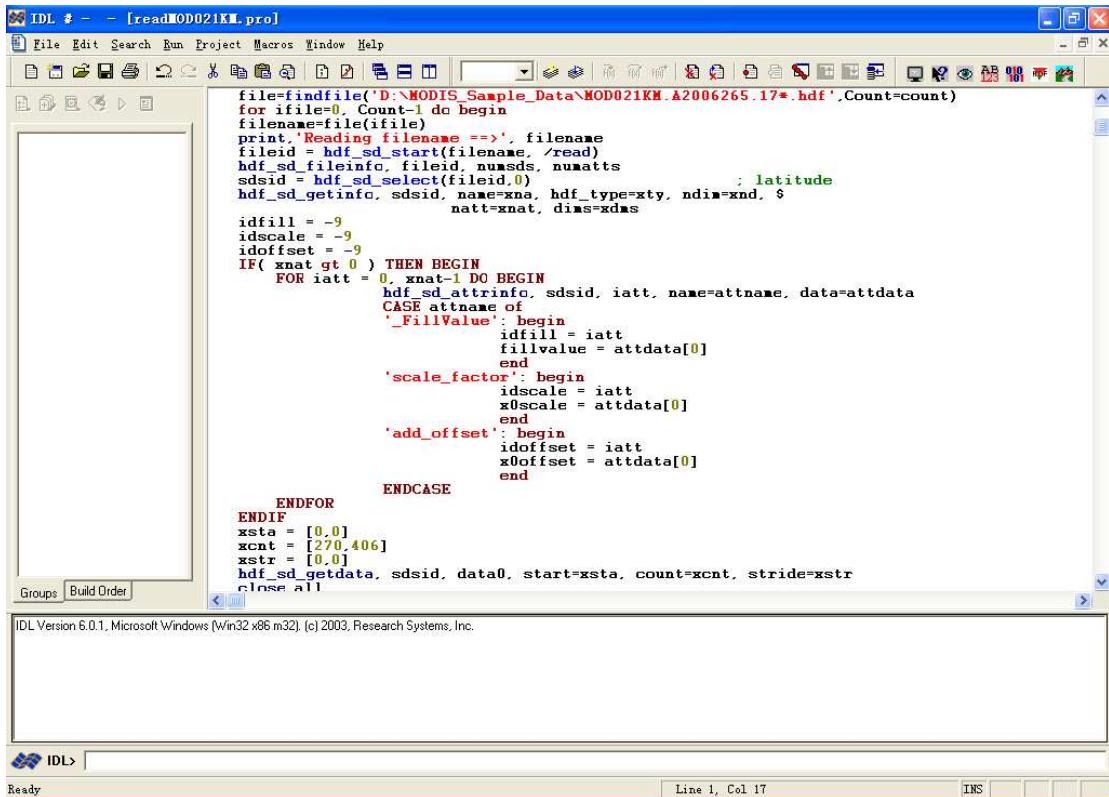


图 4 IDL 语言（版本 6.0.1）程序界面

3.2 产品解读和可视化显示技术

对于 ASCII 文件、二进制文件，在已知数据文件格式的情况下可用多种程序语言读取，如 Fortran、C、MATLAB 等。对于 HDF 文件的产品，已从相关网站下载到读取相应产品的 IDL、Fortran、MATLAB 语言的源程序。建议最好使用统一、标准的源程序进行数据读取，不仅可以节省编程时间、实现编程规范化，还能发现不同用户处理数据过程中出现的各类问题。

可视化显示技术这里仅指利用已有的可视化工具浏览和编辑数据文件。

对于 ASCII 文件，可利用 Office Excel、Origin、Surfer、Grads、MATLAB、IDL 等专业和非专业的绘图软件调入原始数据或进行统计计算后的数据进行绘图。而一般的二进制文件均可转为 ASCII 文件，再进行计算和绘图。

对于 HDF 文件，可利用 HDFLook、HDFInspector、HDFExplore、HDFView 等直接浏览和编辑 HDF 内容的软件进行数据的可视化显示，部分 HDF 文件中含图形数据，可在如 HDFView 软件中直接显示，而 HDF 文件中的数据则需利用如 ENVI (The Environment for Visualizing Images)、ERDARS (遥感图像处理软件)、PCI (地理咨询专业软件) 等专业遥感软件进行可视化显示。

ENVI 是一套功能齐全的遥感图像处理系统，是处理、分析并显示多光谱数据、高光谱数据和雷达数据的高级工具。ERDARS、PCI 等也具有与 ENVI 类似的一些功能，来处理专业遥感数据产品，如 Landsat7、IKONOS、SPOT、RADARSAT、NASA、NOAA、EROS 和 TERRA 等陆地资源卫星、气象卫星的产品。

4 应用实例

4.1 单个 Vgroup 结构的 HDF 文件

读取 MODIS 陆地地表温度/地表比辐射率二级产品 (MOD11_L2) HDF 文件的 IDL 源代码如下, **文件名需命名为 READMOD11_L2.pro**。这个 HDF 文件的数据结构如图 3 所示, 参数有 LST, QC, Error_LST, Emis_31, Emis_32, View_angle, View_time, Latitude, Longitude。HDF_SD_START 打开文件后, 利用 HDF_SD_NAMETOINDEX 和 HDF_SD_SELECT 建立科学数据集即 SD (Science Data Set) 的 ID 号和已在 HDF 文件结构中定义的地球物理参数名的关系, 然后读取数据 HDF_SD_GETDATA 到内存中, 关闭数据文件 HDF_SD_ENDACCESS, HDF_END。之后的代码是将内存中的数据输出到一个文件中, 若用户有需要, 可以以 ASCII 码的格式进行存储。示例代码中, 由于 MOD11_L2 产品的经纬度 SDS (科学数据集) 的空间分辨率是 5 公里, 而地表温度 SDS 的空间分辨率是 1 公里, 后期输出时进行了地表温度 5 公里 \times 5 公里的算术平均求取, 以对应每组经纬度值。

或者直接利用 IDL 继续进行科学计算、绘图输出, IDL 的强大功能完全可以满足绘图、动画等的需要。用户感兴趣最好自学 IDL 语言的其他功能。

PRO READMOD11_L2

```

FILENAME='MYD11_L2.A2008320.2355.005.2008322095245.hdf'
LST_NAME='LST'
LAT_NAME='Latitude'
LON_NAME='Longitude'
LST_SCALE_FACTOR=0.02

SD_ID=HDF_SD_START(FILENAME,/READ)
SDS_INDEX_LST=HDF_SD_NAMETOINDEX(SD_ID,LST_NAME)
SDS_INDEX_LAT=HDF_SD_NAMETOINDEX(SD_ID,LAT_NAME)
SDS_INDEX_LON=HDF_SD_NAMETOINDEX(SD_ID,LON_NAME)
SDS_ID_LST=HDF_SD_SELECT(SD_ID, SDS_INDEX_LST)
SDS_ID_LAT=HDF_SD_SELECT(SD_ID, SDS_INDEX_LAT)
SDS_ID_LON=HDF_SD_SELECT(SD_ID, SDS_INDEX_LON)
HDF_SD_GETDATA, SDS_ID_LST, DATA_LST
HDF_SD_GETDATA, SDS_ID_LAT, DATA_LAT
HDF_SD_GETDATA, SDS_ID_LON, DATA_LON
HDF_SD_ENDACCESS, SDS_ID_LST
HDF_SD_ENDACCESS, SDS_ID_LAT
HDF_SD_ENDACCESS, SDS_ID_LON
HDF_SD_END, SD_ID

PRINT,DATA_LST(1351,127),DATA_LAT(270,405),DATA_LON(270,405)
OPENW,LUN, 'LST_OUTPUT.dat', /GET_LUN      ;注意若不在此指定路径, 则文件输出到
File-Preferences-Path 指定的路径中, 默认为 C:\RSI\IDL60

;LST=FLTARR(1354,2030)
;FOR I=1,2030 DO BEGIN
;FOR J=1,1354 DO BEGIN
;LST(J-1,I-1)=DATA_LST(J-1,I-1)*LST_SCALE_FACTOR
;IF LST(J-1,I-1) NE 0 THEN PRINTF,LUN,J,I,LST(J-1,I-1)

```

```

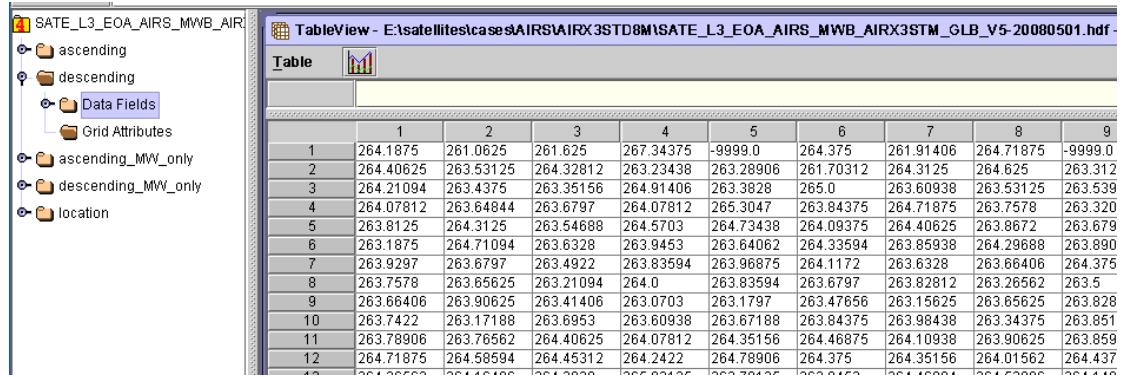
:ENDFOR
:ENDFOR

LST_LATLON=FLTARR(271,406)
FOR I=1,406-1 DO BEGIN
FOR J=1,271-1 DO BEGIN
L=0
FOR M=5*(I-1)+1,5*I DO BEGIN
FOR N=5*(J-1)+1,5*J DO BEGIN
IF DATA_LST(N-1,M-1) NE 0 THEN BEGIN
LST_LATLON(J-1,I-1)=LST_LATLON(J-1,I-1)+DATA_LST(N-1,M-1)*LST_SCALE_FACTOR
L=L+1
ENDIF
ENDFOR
ENDIF
:IF L NE 0 THEN PRINT,J,I,LAT_LATLON(J-1,I-1)
IF L NE 0 THEN
PRINTF,LUN,DATA_LON(J-1,I-1),DATA_LAT(J-1,I-1),L,LST_LATLON(J-1,I-1)/L
ENDIF
ENDIF
CLOSE,LUN
PRINT,PROGRAM END'
END

```

4.2 多个 Vgroup 结构的 HDF 文件

读取 AIRS 标准反演产品全球 $1^\circ \times 1^\circ$ 格点月值数据集 (V5) HDF 文件的 IDL 源代码如下, 这个 HDF 文件的数据结构如图 5 所示, 该 HDF 文件有 5 个 Vgroup, 包括上升段、下降段、微波波段上升段、微波波段下降段和地理位置。非微波波段的 2 个 Vgroup 各有 110 个参数, 微波波段的 2 个 Vgroup 各有 13 个参数。这种情况下用 HDF_SD_START、HDF_SD_NAMETOINDEX 、 HDF_SD_SELECT 、 HDF_SD_GETDATA 、 HDF_SD_ENDACCESS 、 HDF_SD_END 这一组命令就不是很合适, 最好使用 EOS_GD_OPEN 、 AORD 、 GRIDNAME 、 EOS_GD_ATTACH 、 EOS_GD_READFIELD 、 EOS_GD_ATTACH 、 EOS_GD_READFIELD 这一组命令就比较好。



The screenshot shows the HDFview interface with two main panes. The left pane is a tree view of the HDF file structure, showing the following nodes:

- SATE_L3_EOA_AIRS_MWB_AIR
- ascending
- descending
 - Data Fields
 - Grid Attributes
- ascending_MW_only
- descending_MW_only
- location

The right pane is a "TableView" showing a data table with 13 columns and 12 rows. The columns are labeled 1 through 9. The data is as follows:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	264.1875	261.0625	261.625	267.34375	-9999.0	264.375	261.91406	264.71875	-9999.0
2	264.40625	263.53125	264.32812	263.23438	263.28906	261.70312	264.3125	264.625	263.312
3	264.21094	263.4375	263.35156	264.91406	263.3828	265.0	263.60938	263.53125	263.539
4	264.07812	263.64844	263.6797	264.07812	265.3047	263.84375	264.71875	263.7578	263.320
5	263.8125	264.3125	263.54688	264.5703	264.73438	264.09375	264.40625	263.8672	263.679
6	263.1875	264.71094	263.6328	263.9453	263.84062	264.33594	263.85938	264.29688	263.890
7	263.9297	263.6797	263.4922	263.83594	263.96875	264.1172	263.8328	263.66406	264.375
8	263.7578	263.65625	263.21094	264.0	263.83594	263.6797	263.82812	263.26562	263.5
9	263.66406	263.90625	263.41406	263.0703	263.1797	263.47656	263.15625	263.65625	263.828
10	263.7422	263.17188	263.6953	263.60938	263.67188	263.84375	263.98438	263.34375	263.851
11	263.78906	263.76562	264.40625	264.07812	264.35156	264.46875	264.10938	263.90625	263.859
12	264.71875	264.58594	264.45312	264.4222	264.78906	264.35156	264.05162	264.437	
13	264.22656	264.14222	264.22656	264.22656	264.22656	264.22656	264.22656	264.22656	264.22656

图 5 以 HDFview 显示 HDF 文件 (以 AIRS 标准反演产品全球 $1^\circ \times 1^\circ$ 格点月值数据集 (V5) 为例)

```

FID=EOS_GD_OPEN(FILENAME,/READ)
AORD=[A',D']
GRIDNAME=['ASCENDING','DESCENDING','LOCATION']
GRID_ID = EOS_GD_ATTACH(FID,GRIDNAME[0]) ;ASCENDING
RET = EOS_GD_READFIELD(GRID_ID,"TEMPERATURE_A",T_A)
;24 LEVELS, 360*180*24
GRID_ID = EOS_GD_ATTACH(FID,GRIDNAME[2])
RET = EOS_GD_READFIELD(GRID_ID,"LATITUDE",LAT)
RET = EOS_GD_READFIELD(GRID_ID,"LONGITUDE",LON)

```

```

OPENW,LUN,'OUTPUT.TXT',/GET_LUN ;注意若不在此指定路径，则文件输出到
File-Preferences-Path指定的路径中，默认为C:\RSI\IDL60
FOR J=0,180-1 DO BEGIN
FOR I=0,360-1 DO BEGIN
IF T_A(I,J,K) NE -9999.0 THEN T_A(I,J,K)=T_A(I,J,K)-273.15
PRINTF,LUN,LAT(I,J),LON(I,J),T_A(I,J,16),FORMAT='(2(F6.2,2X),F9.3)'
ENDFOR
ENDFOR

```

4.3 批量进行 HDF 文件的输入

若需批量输入 HDF 文件，可借鉴以下代码。该代码目的为统计 TRMM 等卫星资料和其他资料合成降雨量 $0.25^{\circ} \times 0.25^{\circ}$ 格点月值数据集（3B42）1998 年—2007 年 7 月降水量 10 年累计值。这类 HDF 文件结构比较简单，只有一个 Vgroup，这个 Vgroup 中只有 2 个参数，降水量和降水量相对误差。

这里利用了 IDL 的 Dialog_Pickfile 命令，手动选择需进行批量导入的文件。或者也可不必使用 Dialog_Pickfile 命令，而是将需进行批量导入的文件名统一写入字符串数组，调用文件时再利用循环语句一一读取数据文件名。

```
PRO SATE_TRMM_3B43_CASE
```

```

FILENAME=Dialog_Pickfile(PATH='E:\',Filter='*07.HDF',/Read,/Multiple_files)
; SELECT 10 MONTHLY FILES OF TRMM 3B43 FROM 1998-2007
;FILENAME='E:\SATE_L3_TRM_MUTDS_MWB_3B43,GLB_V6-199907.HDF'
; SELECT ONE FILE TO TEST (COMPARE WITH SAMPLE IMAGE OF 199707)
K=N_ELEMENTS(FILENAME)
PRINT,K
;PRINT,FILENAME

```

```
DATA_PP=FLTARR(400,1440,11)
```

```

FOR I=0,K-1 DO BEGIN
SD_ID=HDF_SD_START(FILENAME(I),/READ)

```

```
P='precipitation'
```

```

; range:0-10, unit:mm hr-1 ; 1*1440(lon)*400(lat) 0.25deg*0.25deg, (50S-50N,0-360)
R='relativeError'
SDS_INDEX_P=HDF_SD_NAMETOINDEX(SD_ID,P)
SDS_INDEX_R=HDF_SD_NAMETOINDEX(SD_ID,R)
SDS_ID_P=HDF_SD_SELECT(SD_ID,SDS_INDEX_P)
SDS_ID_R=HDF_SD_SELECT(SD_ID,SDS_INDEX_R)
HDF_SD_GETDATA,SDS_ID_P,DATA_P
HDF_SD_GETDATA,SDS_ID_R,DATA_R
HDF_SD_ENDACCESS,SDS_ID_P
HDF_SD_ENDACCESS,SDS_ID_R
HDF_SD_END,SD_ID

;PRINT,SIZE(DATA_P) ; 2           400           1440           4           576000
PRINT,I,I+1998,DATA_P(1,0)

DATA_PP(*,*,I)=DATA_P
DATA_PP(*,*,10)=DATA_PP(*,*,10)+DATA_P

ENDFOR ; read

PRINT,DATA_PP(1,0,0),DATA_PP(1,0,1) ;0.0216832   0.0107767

OPENW,LUN,'E:\satellites\TRMM\read\1998_2007_July_output.txt','GET_LUN'
PRINT,K

FOR J=0,399 DO BEGIN ;140*281
FOR I=0,1439 DO BEGIN
;IF J ge 260 THEN BEGIN ; 15_50N (J from 260 to 400)
;IF I ge 1000 and I le 1280 THEN BEGIN ;0-180E (1440<I<720), Asia, Australia
70_140E(J from 1001 to 1281)
;10 years one month:lat, lon, precipitation
PRINTF,LUN,(J+1)/4.0-50.125,(I+1)/4.0-180.125,DATA_PP(J,I,0:K-1),DATA_PP(J,I,10),format=
'(f7.3,2x,f8.3,2x,11(f5.3,2x))'
;ENDIF
;ENDIF
;ENDIF ELSE BEGIN ; 180-360E --> -180~0, America
;PRINTF,LUN,-1.0*((J+1)/4.0-50),(I+1)/4.0,DATA_P(J,I,0), format='(2(f6.2,2x),f6.4,2x)'
;ENDELSE

;1-1440, I, --> 0.125-359.875, Longitude
;1-720 -> (Europea, America), 0.125-179.875W, Lon=I/4.0-180.125<0; 721-1440 -> (Asia,
Australia)0.125-179.875E, Lon=I/4.0-180.125<180

;1-400, J, -->49.875N-49.875S, Latitude

```

```
;1-200 ->Lat=J/4.0-50.125<0, 49.875S-0.125S; 201-400 -> Lat=J/4.0-50.125>0, 0.125N-49.875N
```

```
ENDFOR
```

```
ENDFOR
```

```
CLOSE,LUN
```

```
print,'end'
```

```
END
```

IDL 语言与 Fortran、C、MATLAB 等很多语言一样，进行数值运算离不开如变量（数据类型有整形、浮点型、复数、指针、对象等）、循环、条件语句、主程序—过程—函数等要素，需要特定的代码以进行文件输入输出操作、运用各类颜色模式绘制各类图形和进行图像处理等。

本文在此不便详述，用户可查阅使用说明书。相关材料可在正式出版社、书店购买。

5 结束语

HDF 格式文件通过“总体目录结构”的形式，将不同类型的数据源存于同一个文件中，便于数据的管理和传输，有利于数据的共享。作为一种公用的标准文件格式，HDF 也是对常用数据集的格式和描述进行标准化管理的理想工具。

近年来较为流行的 IDL 交互式数据语言由于可以方便地读取 HDF-EOS 数据格式的复杂文件，是进行大气、地表、海洋地球物理参数遥感反演研究的必备工具。随卫星资料产品的不断发展，天气预报、气候分析、遥感监测、防灾减灾等领域的卫星资料用户，有必要快速学习和掌握这些新型数据格式及相应的数据读取语言。

参考文献

- 1、 HDF5 User's Guide Release 1.8.0, 2006, Hierarchical Data Format (HDF) Group, National Center for Supercomputing Applications (NCSA), University of Illinois at Urbana – Champaign (UIUC)
- 2、 李登科。MODIS 1B 数据与物理量计算，气象科技，2006, 34 (4), 505-508
- 3、 HDF Reference Manual, HDF version 4.2 Release 1, March 2005, NCSA (National Center for Supercomputing Applications) workgroup, University of Illinois at Urbana – Champaign (UIUC)
- 4、 刘玉洁、杨忠东等。MODIS 遥感信息处理原理与算法。北京：气象出版社，2001 年 4 月
- 5、 王正兴，陈文波，邓芳萍等。EOS-MODIS 数据格式与应用，国家 EOS-MODIS 共享平台资源、标准、技术获取与应用培训班（第 1 期），2004 年 11 月，兰州
- 6、 Robert E. McGrath. Transition from HDF5 for HDF4 Users: status and goals, National Center for Supercomputing Applications, University of Illinois at Urbana-Champaign, December 5, 2002, 1-9
- 7、 H4toH5 Conversion Library User's Guide, Release 1.2, March 2005, Hierarchical Data Format (HDF) Group, National Center for Supercomputing Applications (NCSA), University of Illinois at Urbana Champaign (UIUC), 1-14
- 8、 H4toH5 Conversion Library, API Reference Manual, Release 1.2, March 2005Hierarchical Data Format (HDF) Group, National Center for Supercomputing Applications (NCSA), University of Illinois at Urbana – Champaign (UIUC), 1-54
- 9、 王玲，龚健雅。基于 HDF 文件的组织方式与影像提取。测绘通报，2003, 4, 35-38
- 10、 IDL Reference Guide, Version 5.4, September 2000, Research System, Incorporated , 1-2580
- 11、 闫殿武。IDL 可视化工具入门与提高。北京：机械工业出版社， 2003 年 6 月

HDF (Hierarchical Data Format) and IDL (Interactive Data Language)

(National Meteorological Information Center, Beijing, 100029)

Abstract: HDF is a new-model Hierarchical Data Format, different from the other traditional data formats. Due to more complicated data hierarchy, more comprehensive data and the information on their properties can be included in HDF files. Comparing with some other common languages to read HDF file, IDL (Interactive Data Language) is much more distinct. HDF format and the difference comparing with other traditional data format are described. A case to read HDF file with IDL code is also presented in this paper.

Keyword: HDF, IDL, data format, programming language

射 频 和 天 线 设 计 培 训 课 程 推 荐

易迪拓培训(www.edatop.com)由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立，致力并专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养；我们于 2006 年整合合并微波 EDA 网(www.mweda.com)，现已发展成为国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地，成功推出多套微波射频以及天线设计经典培训课程和 ADS、HFSS 等专业软件使用培训课程，广受客户好评；并先后与人民邮电出版社、电子工业出版社合作出版了多本专业图书，帮助数万名工程师提升了专业技术能力。客户遍布中兴通讯、研通高频、埃威航电、国人通信等多家国内知名公司，以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。

易迪拓培训课程列表：<http://www.edatop.com/peixun/rfe/129.html>



射频工程师养成培训课程套装

该套装精选了射频专业基础培训课程、射频仿真设计培训课程和射频电路测量培训课程三个类别共 30 门视频培训课程和 3 本图书教材；旨在引领学员全面学习一个射频工程师需要熟悉、理解和掌握的专业知识和研发设计能力。通过套装的学习，能够让学员完全达到和胜任一个合格的射频工程师的要求…

课程网址：<http://www.edatop.com/peixun/rfe/110.html>

ADS 学习培训课程套装

该套装是迄今国内最全面、最权威的 ADS 培训教程，共包含 10 门 ADS 学习培训课程。课程是由具有多年 ADS 使用经验的微波射频与通信系统设计领域资深专家讲解，并多结合设计实例，由浅入深、详细而又全面地讲解了 ADS 在微波射频电路设计、通信系统设计和电磁仿真设计方面的内容。能让您在最短的时间内学会使用 ADS，迅速提升个人技术能力，把 ADS 真正应用到实际研发工作中去，成为 ADS 设计专家…



课程网址：<http://www.edatop.com/peixun/ads/13.html>



HFSS 学习培训课程套装

该套课程套装包含了本站全部 HFSS 培训课程，是迄今国内最全面、最专业的 HFSS 培训教程套装，可以帮助您从零开始，全面深入学习 HFSS 的各项功能和在多个方面的工程应用。购买套装，更可超值赠送 3 个月免费学习答疑，随时解答您学习过程中遇到的棘手问题，让您的 HFSS 学习更加轻松顺畅…

课程网址：<http://www.edatop.com/peixun/hfss/11.html>

CST 学习培训课程套装

该培训套装由易迪拓培训联合微波 EDA 网共同推出, 是最全面、系统、专业的 CST 微波工作室培训课程套装, 所有课程都由经验丰富的专家授课, 视频教学, 可以帮助您从零开始, 全面系统地学习 CST 微波工作的各项功能及其在微波射频、天线设计等领域的设计应用。且购买该套装, 还可超值赠送 3 个月免费学习答疑…



课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/cst/24.html>



HFSS 天线设计培训课程套装

套装包含 6 门视频课程和 1 本图书, 课程从基础讲起, 内容由浅入深, 理论介绍和实际操作讲解相结合, 全面系统的讲解了 HFSS 天线设计的全过程。是国内最全面、最专业的 HFSS 天线设计课程, 可以帮助您快速学习掌握如何使用 HFSS 设计天线, 让天线设计不再难…

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/122.html>

13.56MHz NFC/RFID 线圈天线设计培训课程套装

套装包含 4 门视频培训课程, 培训将 13.56MHz 线圈天线设计原理和仿真设计实践相结合, 全面系统地讲解了 13.56MHz 线圈天线的工作原理、设计方法、设计考量以及使用 HFSS 和 CST 仿真分析线圈天线的具体操作, 同时还介绍了 13.56MHz 线圈天线匹配电路的设计和调试。通过该套课程的学习, 可以帮助您快速学习掌握 13.56MHz 线圈天线及其匹配电路的原理、设计和调试…



详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/116.html>

我们的课程优势:

- ※ 成立于 2004 年, 10 多年丰富的行业经验,
- ※ 一直致力并专注于微波射频和天线设计工程师的培养, 更了解该行业对人才的要求
- ※ 经验丰富的一线资深工程师讲授, 结合实际工程案例, 直观、实用、易学

联系我们:

- ※ 易迪拓培训官网: <http://www.edatop.com>
- ※ 微波 EDA 网: <http://www.mweda.com>
- ※ 官方淘宝店: <http://shop36920890.taobao.com>