

NCEP FNL 全球分析资料的解码及其图形显示

邓伟^{1,2}, 陈海波^{1,2}, 马振升³, 田宏伟^{1,2}, 张永涛⁴, 申占营^{1,2}

(1. 河南省气象科学研究所, 郑州 450003; 2. 中国气象局农业气象保障与应用技术重点开放实验室, 郑州 450003;
3. 河南省气象培训中心, 郑州 450003; 4. 河南省气象局, 郑州 450003)

摘 要: 美国环境预报中心(NCEP)的 FNL 资料分辨率较高且融合了大量的观测资料及卫星反演资料, 被广泛用于数值模式及天气、气候的诊断分析研究中。本文对该类资料的解码程序及绘图时所需控制文件、索引文件生成方法进行介绍, 通过一系列批处理命令, 可以进行大量 FNL 资料的解码及绘图处理, 为科研工作者在资料内容提取和图形显示等方面的工作提供一定的参考。

关键词: NCEP; FNL 资料; GRIB1 码; wgrib 解码; GrADS 软件

中图分类号: P468.1

文献标识码: A

文章编号: 1673-7148(2009)03-0078-05

引 言

继美国国家环境预报中心(NCEP)/美国国家大气研究中心(NCAR)提供的全球再分析资料之后, NCEP 又为广大科研工作者提供了 FNL 全球分析资料(Final Operational Global Analysis, 以下简称“FNL 资料”)。当前发布的 FNL 资料由于比再分析资料具有更高的时间、空间分辨率而逐渐得到学者的更多关注。NCEP 认为: 由于充分同化了尽可能全面的观测资料, 与其他资料相比较, FNL 资料作为长期业务模式存档分析资料可能是最好的选择。

国内对 NCEP 再分析资料要素的分析、比较及可信度检验工作开展得较多^[1-4], 而对 FNL 资料的可信度研究相对较少。周青等^[5]利用 2005 年的 FNL 资料与中国 753 个台站观测的地表温度和地面 1.5 m 高气温从时次变化和空间变化等方面进行了对比分析, 结果表明: 除青藏高原、内蒙古东部、四川盆地外, 大部分地区的 FNL 资料较观测值偏低, 在东北、西北尤其是青藏高原和云贵高原、西南部地区 FNL 资料的误差相对较大; FNL 资料的气温值在我国东南地区与观测值比较接近, 大部分地区 FNL 的分析值低于观测值, 而且夏季的分析值比冬季的更

接近观测值。

与 NCEP 再分析资料相似, FNL 资料不仅可以为气象模式^[6]、气候模式提供初始场, 而且用于暴雨^[7-8]、暴雪^[9-10]和强寒潮^[11]等天气过程及气候^[12]的诊断分析研究。此外, 李戈等^[13]开展了沙尘天气中尺度动力机制分析, 苏爱芳等^[14]进行了增雨潜势分析研究。

由于篇幅所限, 本文仅介绍 FNL 资料的解码程序、图形显示技术, 为科研工作者在资料内容提取和图形显示等方面的工作提供一定的参考。

1 FNL 资料内容

FNL 资料编码采用世界气象组织推荐的二进制格点形式加工数据 GRIB 版本 1(以下简称 GRIB1 码)格式。

由于观测资料来源的限制, 不同时期 FNL 资料获取的同化资料是不同的。资料生成模式分辨率的不断改善, 导致不同时期 FNL 资料的时间、空间分辨率的不同, 可以将其划分为 3 个时段: 第一时段是 1976 年 7 月 1 日 0 时—1997 年 4 月 12 日 12 时, 该时段资料有 GRIB1 码和 ON84 码两种格式, 空间分辨率为 $2.5^\circ \times 2.5^\circ$, 时间间隔为 12 h, 累计有 12 个

收稿日期: 2009-05-05; 修订日期: 2009-06-03

基金项目: 河南省气象局项目“利用 CALPUFF 模式对我省电力规划大气污染影响的数值模拟研究”(Z200907)、“大气环境评价业务系统设计开发”(Z200304)资助

作者简介: 邓伟(1973-), 男, 河北兴隆人, 工程师, 硕士, 主要从事大气物理学与大气环境方面的研究。E-mail: threedeng@163.com

标准等压层(1000—50 hPa),南、北半球的数据是分
开存放的。第二时段是 1997 年 4 月 1 日 0 时—
2007 年 6 月 30 日 12 时,其资料分辨率、时次与第
一时段相同,编码格式为 GRIB1 码,累计有 16 个标
准等压层(1000—10 hPa),南、北半球的数据也是
分开存放的。第三时段是从 1999 年 7 月 30 日 18 时
至今,该时段的 FNL 资料是本文介绍的重点。

第三时段 FNL 资料是空间分辨率为 $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ 、时
间间隔为 6 h 的 GRIB1 码全球资料。该资料包含
了地表 26 个标准等压层(1000—10 hPa)、地表边界
层(部分为 σ 层)和对流层顶的要素信息。当前的

FNL 资料至少收集了过去 6 h 的观测资料,每天 4
次(世界时 0、6、12、18 时)做一个全球性的数据
分析。该资料是由 T254L64 谱模式获取的高分辨率
资料,同化了地面观测、无线电探空、探空气球、飞
机及卫星观测资料。仅参与同化的卫星资料就有热
带测雨卫星(TRMM)、NOAA 系列卫星、美国国防气
象卫星计划(DMSP)、Earth Probe 卫星和地球静止
轨道环境业务卫星(GOES)等卫星的成像光谱仪、
微波辐射计、臭氧总量测绘光谱仪等不同观测资
料。以文件名为“fnl_070701_06_00”的 FNL 资料
为例,对其控制文件输出的物理量(关键字)说明见
表 1。

表 1 FNL 资料输出的物理量及单位

缩写	参数名称	缩写	参数名称
no4LFTXsfc	近地表 4 层等压面的抬升指数 [K]	POTsig995	位温 ($\sigma = 0.995$) [K]
no5WAVAprs	500mb 等压面位势高度距平 [gpm]	PRE *	气压 [Pa]
no5WAVHprs	500mb 等压面位势高度 [gpm]	PWATclm	气柱的可降水量 [kg/m^2]
ABSVprs	26 个等压面的绝对涡度 [$1/\text{s}$]	RH *	相对湿度 [%]
CAPE *	对流有效位能 [J/kg]	SOILW *	土壤体积含水量
CIN *	对流抑制能 [J/kg]	SPFH *	比湿 [kg/kg]
CLWMRprs	21 个等压面的云水 [kg/kg]	TCDCcvt	对流云总云量 [%]
CWATclm	气柱云水 [kg/m^2]	TM *	温度 [K]
GPAprs	2 个等压面的位势高度距平 [gpm]	TOZNEclm	气柱总臭氧量 [Dobson]
HGT *	位势高度 [gpm]	UGRD *	u 分量 [m/s]
HPBLsfc	地表行星边界层高度 [m]	VGRD *	v 分量 [m/s]
ICECsfc	海冰密集度 (ice = 1; no ice = 0)	VVEL *	气压垂直速度 [Pa/s]
LANDsfc	陆地覆盖 (land = 1; sea = 0)	VWSH *	垂直风切变 [$1/\text{s}$]
LFTXsfc	地表抬升指数 [K]	WEASDsfc	地表累计雪量 [kg/m^2]
O3MRprs	6 个等压面的臭氧层混合比 [kg/kg]		

注:“*”表示为了节省篇幅仅给出其关键字,该类参数含有多个层次的值。

2 FNL 资料的解码及图形显示

FNL 资料的解码程序及图形显示软件 GrADS
(The Grid Analysis and Display System) 可以在
Linux、UNIX 和 Windows XP 等操作系统上运行。作
为一套使用方便的免费科学数据绘图软件包,
GrADS 软件以能够处理多种格式的数据、提供一
定的数据加工能力而被广泛应用。

本文以 Windows XP 系统的 DOS 环境、1.8SL11
版本的 GrADS 软件为例,对 FNL 资料的解码及图
形显示方法进行介绍。该版本的 GrADS 软件需要
X server 系统的支持,作者安装的是 Xmanager 软
件(版本号 2.1)。在运行 GrADS 软件绘图时,一
定要先运行 Xmanager 软件以提供背景支持。另
外,在 GrADS 软件的安装时注意安装路径不要有
空格,以避免软件运行时出现不必要的错误,安
装完成后需

要对操作系统的环境变量进行设置。

2.1 wgrib 解码程序^[1]

当前 wgrib 解码程序已经被植入到 GrADS 软
件中。该程序在“DOS”环境下是以命令行的形
式进行操作,输入“wgrib”命令即可看见该程
序的版本信息、主要命令参数及对应功能。wg
rib 程序不仅用于创建文件(格式为 GRIB1 码)
的目录,而且还可以对 GRIB1 码的源文件解码
并进行格式转换。

2.1.1 wgrib 基本命令及参数选项

wgrib 命令的格式如下:

wgrib [文件名] [参数选项]

常用的参数选项及相关说明如下:

- s/v 列出简要/详细的文件目录;
- V 对结果进行诊断输出;
- d 可以选择 n 或 all 两类参数:n 表示对第
n 个记录进行解码,all 是对所有记录进行解
码;

-p 对指定的字节进行解码;
 -i 按照目录列表进行数据操作;
 -text/ieee/grib/bin 指定输出文件的格式;
 -o 指定输出文件的(路径)文件名。该参数仅在进行数据解码操作时有效。如果不选择该项,解码后生成文件的默认文件名为“dump”。

在实际操作中,可以通过上述参数的组合生成对应的输出结果。

2.1.2 目录及诊断结果输出命令

在“DOS”环境下,输入目录生成命令:

```
wgrib fnl_070701_06_00 -v > v.txt
```

上述命令可将“fnl_070701_06_00”文件的详细目录输出到 v.txt 文本文件中(“>”为 DOS 系统下的输出重定向语句,下同)。如果省略“> v.txt”,则直接以屏幕显示的方式列出文件。以生成文件的第一行输出结果为例,输出结果如下:

```
1:0:D=2007070106;HGT:1000 mb;kpds=7,100,
    1000;anl:"Geopotential height[gpm]"
```

该输出结果以“:”为分隔符,共有 8 个参数。各参数的含义如下:

“1”为记录序号。

“0”为该记录的起始存贮位置。

“D = 2007070106”为时间信息,格式为年月日時。

“HGT”为物理量的缩写。

“1000 mb”为物理量所在的高度(或指定层)。

“kpds = 7,100,1000”中“7”为 GRIB1 码的参数代码,如参数 1 表示气压,参数 2 表示订正的海平面气压等;“100”为资料所在高度的代码,如参数 1 表示地表,参数 2 表示云底高度等;“1000”为资料所在高度(或指定层)物理量的层次代码。

“anl”表示分析(或再分析)数据,主要是与预报数据(代码为 fcst)相区别。

“Geopotential height [gpm]”是对物理量的详细说明及对应单位。

上述结果内容的含义为:2007 年 7 月 1 日 06 时次 FNL 资料中记录号为 1、起始存储位置为 0 开始存贮的物理量是 1000mb 的位势高度。

在“DOS”环境下,输入诊断输出命令:

```
wgrib fnl_070701_06_00 -V > V.txt
```

该命令生成记录号为 1 的诊断结果如下:

```
rec 1:0:date 2007070106 HGT kpds5 = 7 kpds6 = 100
kpds7 = 1000 levels = (3,232) grid = 3 1000 mb anl:
HGT = Geopotential height [gpm]
```

```
timerange 10 P1 0 P2 0 TimeU 1 nx 360 ny 181
GDS grid 0 num_in_ave 0 missing 0
center 7 subcenter 0 process 82 Table 2
latlon: lat 90.000000 to -90.000000 by 1.000000
nxny 65160
```

```
long 0.000000 to -1.000000 by 1.000000,
(360 × 181) scan 0 mode 128 bdsgrid 1
min/max data -417.4 390.4 num bits 13 BDS_
Ref -4174 DecScale 1 BinScale 0
```

该诊断结果主要给出了记录号为 1 的相关信息,如存贮的起始位置、资料时间、对应的物理量、层次信息、格点大小(360 × 181)、起始经纬度(经度范围为 0—359°、纬度范围为 -90—90°)及该数据的最小值、最大值(min/max data)等信息。

2.1.3 解码命令

在“DOS”环境下,输入解码命令:

```
wgrib fnl_070701_06_00 -d 1 -text
```

该命令可以将“fnl_070701_06_00”文件中记录号为 1 的数据解码、提取并转化成文本格式输出。此外,还可以利用参数“-p n”按照存贮位置(n)来进行数据解码。

通过带有参数“-s”(或“-v”)的 wgrib 命令可以获取相关物理量的缩写字母,从而可以对这些物理量进行数据解码、提取。

如:通过以下命令可将 fnl_070701_06_00 文件中 1000 mb 的位势高度结果输出到文本文件“out.txt”中:

```
wgrib -s fnl_070701_06_00 | find ":HGT:1000
mb:" | wgrib -i -text fnl_070701_06_00 -o out.txt
```

利用下面的命令建立一个批处理文件,运行该文件即可将“E:\FNL”文件夹下所有 FNL 文件中地表气压解码、提取出来,并以 GRIB1 码的形式分别存贮在该文件夹中:

```
for %%c in (E:\FNL\*) do wgrib -s %%c | find ":
PRES:sfc:" | wgrib -i -grib %%c -o %%c.c.grib
```

本例中 FNL 数据文件没有扩展名,故在输入文件时选择通配符“*.”,必要时可以增加文件的扩展名。生成文件以源文件名称命名,扩展名为“.grib”。

2.2 FNL 控制及索引文件的生成

GrADS 软件是通过描述文件来调用数据并实现对数据的访问及绘图。在利用 GrADS 软件绘制 FNL 资料图之前,需要生成对应的控制文件(扩展名为“.ctl”)和索引文件(扩展名为“.idx”)。

FNL 的控制文件可以通过“grib2ctl”软件生成,该软件可以从网上免费下载。将下载后的“grib2ctl”软件拷贝至 GrADS 安装目录下的“win32”文件夹中,即可实现以下的操作。对于较早版本“grib2ctl”软件运行后获取的控制文件,需要手动将控制文件中“ENDVARS”后的语句删除掉。利用“grib2ctl”软件生成单个 FNL 数据控制文件的命令如下:

grib2ctl FNL 数据文件名 > FNL 数据的控制文件名

FNL 的索引文件是通过 GrADS 软件中的“gribmap”程序生成,该程序已经嵌入在 GrADS 软件中,其生成单个 FNL 数据索引文件的命令如下:

gribmap FNL 数据文件名 > FNL 数据的索引文件名

利用下面命令建立一个批处理文件,运行后即可生成“E:\FNL”下所有 FNL 文件的控制文件和索引文件。

```
for %%c in (E:\FNL\*.*) do grib2ctl.exe %%c > %%c.ctl
```

```
for %%c in (E:\FNL\*.ctl) do gribmap -i %%c -0
```

2.3 GrADS 绘图

运行 GrADS 软件和 Xmanager 软件,在 GrADS 命令提示符下,键入以下命令(后面的文字为命令说明)即可查看 2007 年 7 月 1 日 06 时中国区域地表 2 m 高度的温度图(图 1)。

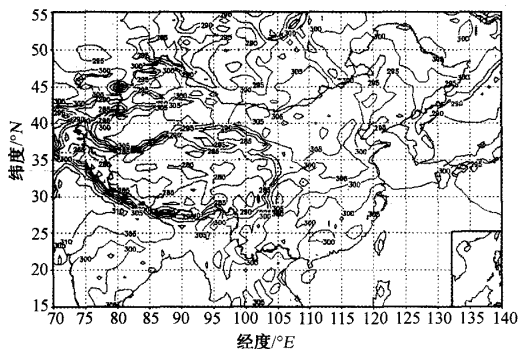


图 1 2007 年 7 月 1 日 06 时中国区域地表 2 m 高度温度图

```
open fnl_070701_06_00.ctl '打开 FNL 的控制文件
set lat 15 55 '设置图形显示的纬度范围
set lon 70 140 '设置图形显示的经度范围
set gxout contour '设置图形显示为等值线图
d TMP2m '显示物理量 TMP2m
```

(该参数从控制文件中获取)

china '调用中国地图(china.gs)

southchinesea '调用南中国海地图(southchinesea.gs)

3 小结

美国 NCEP 的 FNL 资料内容丰富、空间分辨率高,可以做数值模式的初值,也可以用来对天气、气候事件进行诊断分析,其应用越来越广泛。本文对 FNL 资料输出的主要物理量进行介绍,重点探讨了 wgrib 解码程序在实际工作中的应用,给出了 FNL 资料绘图时所需控制文件、索引文件生成方法,上述批处理文件均经过了计算机操作验证。

由于当前对 FNL 资料与实际观测资料的比较、验证工作还相对不足,需要科研工作者做更深入的比对研究,以使该资料发挥更大的作用。作者正在搜集相关台站的气象观测资料,拟在我国范围对 FNL 资料的可信度做进一步分析、验证。

致谢:感谢 UCAR 网站提供的数据及说明,感谢 Wesley Ebisuzaki 关于“wgrib”的用法说明和中国科学院大气物理研究所大气科学和地球流体力学数值模拟国家重点实验室提供的 GrADS 中文教程。此外,对中国气象局培训中心朱老师和动力论坛上提供帮助的网友一并表示谢意!

参考文献

- [1] 苏志侠,吕世华,罗四维. 美国 NCEP/NCAR 40 年全球再分析资料及其初步分析[J]. 高原气象,1999,18(2):209-218.
- [2] 徐影,丁一汇,赵宗慈. 美国 NCEP/NCAR 近 50 年全球再分析资料在我国气候变化研究中可信度的初步分析[J]. 应用气象学报,2001,12(3):337-347.
- [3] 赵天宝,艾丽坤,冯锦明. NCEP 再分析资料和中国站点观测资料的分析和比较[J]. 气候与环境研究,2004,9(2):278-294.
- [4] 施晓辉,徐祥德,谢立安. NCEP/NCAR 再分析风速、表面气温距平在中国区域气候变化研究中的可信度分析[J]. 气象学报,2006,64(6):709-722.
- [5] 周青,赵凤生,高文华. NCEP/NCAR 逐时分析与中国实测地表温度和地面气温对比分析[J]. 气象,2008,34(2):83-91.
- [6] 王金兰,寿绍文,刘泽军,等. 河南省一次大雾的数值模拟及生消机制分析[J]. 气象与环境科学,2008,31(1):39-44.
- [7] 王君,康雯瑛,张霞,等. 一次台风倒槽暴雨过程的螺旋度分析[J]. 气象与环境科学,2008,31(2):25-30.
- [8] 张广周,李戈,白家惠,等. 不同高度急流耦合在 2007 年 7 月中旬河南省区域暴雨中的作用[J]. 气象与环境科学,2008,31(2):7-12.
- [9] 鲁坦,乔春贵,谷秀杰,等. 河南省一次区域暴雪和雾凇天气分析[J]. 气象与环境科学,2007,30(增刊):86-89.
- [10] 闫淑莲,周淑玲,刘澈. 山东半岛一次区域性暴雪天气过程分析[J]. 气象与环境科学,2007,30(增刊):102-106.
- [11] 闫小利,余锦华,刘谦,等. 河南省一次强寒潮天气诊断分析

- [J]. 气象与环境科学, 2008, 31(1): 60 - 65.
- [12] 郑永光, 张春喜, 陈炯, 等. 用 NCEP 资料分析华北暖季对流性天气的气候背景[J]. 北京大学学报: 自然科学版, 2007, 43(5): 600 - 608.
- [13] 李戈, 寿绍文, 张广周, 等. 2006 年 4 月 11 ~ 12 日平顶山市沙尘天气中尺度动力机制分析[J]. 气象与环境科学, 2007, 30(1): 66 - 71.
- [14] 苏爱芳, 周毓荃, 吴葵, 等. 一次典型降水层状云的结构特征和增雨潜势分析[J]. 气象与环境科学, 2007, 30(1): 58 - 65.

Decoding and Graphic Display of the NCEP FNL Global Analysis Data

Deng Wei^{1,2}, Chen Haibo^{1,2}, Ma Zhensheng³, Tian Hongwei^{1,2},
Zhang Yongtao⁴, Shen Zhanying^{1,2}

(1. Henan Institute of Meteorological Sciences, Zhengzhou 450003, China;

2. Key Laboratory of Agrometeorological Safeguard and Applied Technique, CMA, Zhengzhou 450003, China;

3. Henan Meteorological Training Center, Zhengzhou 450003, China;

4. Henan Provincial Meteorological Bureau, Zhengzhou 450003, China)

Abstract: The FNL data of NCEP assimilated a large amount of observational data and satellite inverse data, has been widely used in numerical models and weather and climate research in the diagnostic analysis and research. This article introduced the decoding procedure and information required for graphics processing control files, index files when it was drawing in PC - GrADS software. Using a series of batch commands, we can conduct a large number of FNL data decoding and graphics processing, it can give some reference for the research in content extract and graphic display.

Key words: NCEP; FNL data; GRIB1 code; wgrib decoding; GrADS software

作者: [邓伟](#), [陈海波](#), [马振升](#), [田宏伟](#), [张永涛](#), [申占营](#), [Deng Wei](#), [Chen Haibo](#), [Ma Zhensheng](#), [Tian Hongwei](#), [Zhang Yongtao](#), [Shen Zhanying](#)

作者单位: [邓伟,陈海波,田宏伟,申占营,Deng Wei,Chen Haibo,Tian Hongwei,Shen Zhanying\(河南省气象科学研究所, 郑州, 450003;中国气象局农业气象保障与应用技术重点开放实验室, 郑州, 450003\)](#), [马振升, Ma Zhensheng\(河南省气象培训中心, 郑州, 450003\)](#), [张永涛, Zhang Yongtao\(河南省气象局, 郑州, 450003\)](#)

刊名: [气象与环境科学](#)

英文刊名: [METEOROLOGICAL AND ENVIRONMENTAL SCIENCES](#)

年, 卷(期): 2009, 32 (3)

参考文献(14条)

1. [徐影;丁一汇;赵宗慈](#) [美国NCEP/NCAR近50年全球再分析资料在我国气候变化研究中可信度的初步分析](#)[期刊论文]-[应用气象学报](#) 2001 (03)
2. [苏志侠;吕世华;罗四维](#) [美国NCEP/NCAR 40年全球再分析资料及其初步分析](#)[期刊论文]-[高原气象](#) 1999 (02)
3. [赵天宝;艾丽坤;冯锦明](#) [NCEP再分析资料和中国站点观测资料的分析和比较](#)[期刊论文]-[气候与环境研究](#) 2004 (02)
4. [苏爱芳;周毓荃;吴蓁](#) [一次典型降水层状云的结构特征和增雨潜势分析](#)[期刊论文]-[气象与环境科学](#) 2007 (01)
5. [李戈;寿绍文;张广周](#) [2006年4月11~12日平顶山市沙尘天气中尺度动力机制分析](#)[期刊论文]-[气象与环境科学](#) 2007 (01)
6. [郑永光;张春喜;陈炯](#) [用NCEP资料分析华北暖季对流性天气的气候背景](#)[期刊论文]-[北京大学学报\(自然科学版\)](#) 2007 (05)
7. [闫小利;余锦华;刘谦](#) [河南省一次强寒潮天气诊断分析](#)[期刊论文]-[气象与环境科学](#) 2008 (01)
8. [闫淑莲;周淑玲;刘澈](#) [山东半岛一次区域性暴雪天气过程分析](#)[期刊论文]-[气象与环境科学](#) 2007 (zk)
9. [鲁坦;乔春贵;谷秀杰](#) [河南省一次区域暴雪和雾凇天气分析](#)[期刊论文]-[气象与环境科学](#) 2007 (zk)
10. [张广周;李戈;白家惠](#) [不同高度急流耦合在2007年7月中旬河南省区域暴雨中的作用](#)[期刊论文]-[气象与环境科学](#) 2008 (02)
11. [王君;康雯瑛;张霞](#) [一次台风倒槽暴雨过程的螺旋度分析](#)[期刊论文]-[气象与环境科学](#) 2008 (02)
12. [王金兰;寿绍文;刘泽军](#) [河南省一次大雾的数值模拟及生消机制分析](#)[期刊论文]-[气象与环境科学](#) 2008 (01)
13. [周青;赵凤生;高文华](#) [NCEP/NCAR逐时分析与中国实测地表温度和地面气温对比分析](#)[期刊论文]-[气象](#) 2008 (02)
14. [施晓辉;徐祥德;谢立安](#) [NCEP/NCAR再分析风速、表面气温距平在中国区域气候变化研究中的可信度分析](#)[期刊论文]-[气象学报](#) 2006 (06)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_hnqx200903017.aspx