

责任编辑：李天宇 俞卫平 吴庭芳 顾仁俭 章澄昌  
封面设计：系波工作室

中国科学院知识创新工程重要方向项目(ZKCX2-SW-210)  
亚洲季风区海-陆-气相互作用对我国气候变化的影响(第四卷)

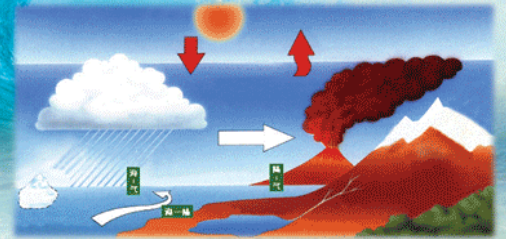
DAQI HUANLIU MOSHI SAMIL  
JIQI OUHE MOSHI FGOALS-S

第一卷：海-气相互作用对我国气候变化的影响  
第二卷：陆-气相互作用对我国气候变化的影响  
第三卷：海-陆热力差异对我国气候变化的影响  
第四卷：大气环流模式SAMIL及其耦合模式FGOALS-S

大气环流模式SAMIL及其耦合模式FGOALS-S

# 大气环流模式SAMIL 及其耦合模式FGOALS-S

■ 周天军 宇如聪 王在志 吴统文 等著



气象出版社

气象出版社

# 附录 A: R42 使用说明

## 目 录

A. 1 如何获取系统文件

A. 2 运行文件的形成

A. 3 模式运行

A. 4 运行输入参数及数据

A. 4. 1 namelist 参数

A. 4. 2 运行数据

A. 5 模式结果

A. 5. 1 模式输出结果

A. 5. 2 结果的处理

A. 6 异常情况处理

A. 6. 1 编译异常情况的处理

A. 6. 2 运行异常中断情况的处理

A. 6. 3 后处理中异常情况的处理

A. 7 源程序编写及流程

A. 7. 1 源程序编写规则

A. 7. 2 源程序流程

A. 8 宏参数和模式变量

A. 8. 1 宏参数

A. 8. 2 模式中的常用量

A. 9 常用软件

A. 9. 1 Fortran90

- A. 9. 2 NetCDF
- A. 9. 3 MPI
- A. 9. 4 OpenMP
- A. 9. 5 GrADS
- A. 9. 6 NCL
- A. 9. 7 NCAR 诊断包
- A. 9. 8 其他命令

# 附录 A: R42 使用说明

本部分内容从程序应用的角度对系统作介绍。A. 1 介绍如何获取系统文件及系统的主要结构。A. 2-A. 6 主要介绍模式的编译、运行及输入输出数据等方面的内容，目的是让用户能形成运行文件并能尽快运行该系统。A. 7、A. 8 两节对程序的编写规则、源程序结构及模式中的主要变量等做说明，便于用户进一步了解模式，并可以对系统作适当修改及增加新的方案。最后一节对系统中涉及的软件作必要的说明。

## A. 1 如何获取系统文件

从 LASG 气候模式主页 (<http://web.lasg.ac.cn/FGCM/index.htm>) 下载 R42 的源程序和运行所需的数据。下载的源程序文件为 R42.tar.gz，数据文件为 data.tar.gz。在 R42.tar.gz 中有模式的源程序、与运行平台有关的编译参数文件，及模式前处理、后处理程序，还包括模式的文档等；data.tar.gz 为模式运行所需的各种数据，如海温、海冰、海陆分布，以及臭氧、地面植被类型等。另外系统中还涉及一些通用软件，如 netCDF 等。将这些支撑软件形成 support.tar.gz。这些支撑软件也可以从相关网站下载（见 A. 9 节常用软件的说明）。这几个文件都是用 gzip 压缩形成，应用时需要解压：

```
% gunzip      R42.tar.gz
% gunzip      data.tar.gz
% gunzip      support.tar.gz
```

解压后得到三个打包文件：R42.tar，data.tar，support.tar。再对这三个文件解包：

```
% tar -xvf    R42.tar
% tar -xvf    data.tar
% tar -xvf    support.tar
```

经解包后生成以下文件和目录：

README:	模式基本情况及安装使用的简要说明；
src/:	模式源程序；
data/:	运行输入数据及气候场数据；
script/:	编译运行及模式结果处理的 cshell 脚本文件；
bld/:	gmake 文件及与运行平台有关的宏参数文件；
draw/:	处理运行结果；
support/:	支撑软件，如 netCDF 库等；
tools/:	其它处理程序，如模式初值形成、NCAR 诊断包等；
doc/:	存放文本文件，包括技术文档，模式不同版本的修改说明等。

系统的目录结构见图 A. 1. 1。

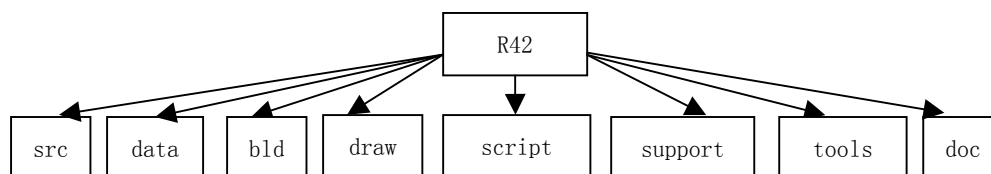


图 A. 1. 1 系统目录结构

在模式源程序目录 src/下, 按模式的计算功能划分子目录:

cloud/:	云处理方案;
control/:	控制模式运行流程, 及控制数据的输入、输出;
csmcpl/:	与耦合器的接口程序;
dynamics/:	动力过程, 时间积分等;
include/:	模式中包含的头文件;
mathutil/:	模式中用到的数学算法, 如付氏变换、矩阵运算等;
physics/:	边界层、对流调整等物理过程;
rad/:	辐射传输过程;
lsm/:	陆面过程模式。

系统编译、维护采用 gnumake tool, 自动生成 Makefile 文件。系统管理采用 CVS, 可对不同版本的文件进行管理, 也便于系统的开发升级。

## A. 2 运行文件的形成

采用 'cpp' 对系统进行预编译后, 在进行系统的编译、连接, 形成系统的运行文件。编译系统采用 'Fortran 90' 。

系统的编译指令与机器平台有关。为便于系统的移植, 形成了不同机器平台下的编译指令文件。这些文件存放在 bld/目录中, 包括:

makdep.c:	确定 Filepath 文件中源程序的依赖关系.
Makefile:	gnumake 文件.
Macros.AIX:	AIX (IBM SP2) 平台的编译指令文件.
Macros.OSF1:	OSF1 (Compaq) 平台的编译指令文件.
Macros.IRIX64:	IRIX64 (SGI Origin) 平台的编译指令文件.
Macros.Linux:	Linux 平台的编译指令文件.

系统使用的环境是 cshell, 在 .cshrc 文件中需设置有关的环境变量。图 A. 2. 1 给出了环境变量设置的例子。图中圆圈所示部分需要用户针对模式所在路径进行相应的改动。

```
# For R42L26
setenv RAD_DATA /export/home/qbao/data/lib
setenv CO2LIB $RAD
setenv OZDIR $

# For NCL
setenv /ort/home/qbao/bin/ncl
set path /ort/home/qbao/bin/ncl/bin $path
```

图 A. 2. 1 环境变量的设置

模式运行参数的设置、模式编译、连接和运行等整个过程都可通过脚本文件 setup.csh 实现，该脚本文件在 script/目录中。脚本的内容如下：

```
#!/bin/csh -f
#
# Land-Atmosphere coupled model (ALGCM)
#
# Version: 2.0.2
#
# Author: qbao
# Date: Jun 2004
#-----
# a. Set batch system options
#-----
##PBS -q ipcc
#PBS -l nodes=3:ppn=1

echo-----
echo b. Set case sensitive environment variables available to model setup scripts
echo-----

setenv CASE      run26          # case name
setenv LGCMROOT  /export/home/qbao/temp/R42
setenv DATADIR   $LGCMROOT/data # base dir for input data
setenv RUNDIR    $LGCMROOT/$CASE
setenv SRCDIR    $LGCMROOT/src
setenv NTASK     3             # Total process ; Must equal PBS nodes on LENOVO
setenv NSREST    0             # 0 startup ; 1 continue
setenv CASESTR   "Control run"

set ptrn = 42      # 42 R42 resolution ; 15 R15 resolution
set plon = 128     # 128                ; 48
set plat = 108     # 108                ; 40
set plev = 26     # 26 levels ; 18 levels ; 9 levels

setenv OS `uname -s` # operating system
# For UKMO RAD
setenv CO2LIB $DATADIR/lib
setenv OZDIR  $DATADIR/lib

if (! -e {$RUNDIR}) then
    mkdir $RUNDIR
```

```

ln -sf $DATADIR/R42/phis-pcmr42.nc $RUNDIR/phis.nc
ln -sf $DATADIR/R42/start.nc-R42L26 $RUNDIR/start.nc
ln -sf $DATADIR/R42/albenew.dat $RUNDIR/.
ln -sf $DATADIR/R42/albe.dat $RUNDIR/.
ln -sf $DATADIR/R42/1lnl/amipbc_sic_iap_clim.asc $RUNDIR/.
ln -sf $DATADIR/R42/1lnl/amipbc_sst_iap_clim.asc $RUNDIR/.
ln -sf $DATADIR/R42/vegmapr42.txt $RUNDIR/vegmap_r42.txt
ln -sf $DATADIR/R42/hsnocli_r42.dat $RUNDIR/.
ln -sf $DATADIR/R42/albecli_r42.nc $RUNDIR/.
ln -sf $DATADIR/R42/cloud_cli_r42.nc $RUNDIR/.
ln -sf $DATADIR/albf.dat $RUNDIR/.
ln -sf $DATADIR/ozone.dat $RUNDIR/.
ln -sf $DATADIR/vegf.dat $RUNDIR/.
ln -sf $DATADIR/rad.ct1 $RUNDIR/.
endif

```

```
cd $RUNDIR
```

```

if ($NSREST == 1) then
  cp -pf fort80.00530101 fort.80
  cp -pf fort81.00530101 fort.81
endif

```

```

cat >! atm.stdin << EOF
&ccmexp
caseid      = '$CASE'
ctitle      = '$CASE $CASESTR'
nsrest      = $NSREST
nmbdat      = 0010101
dtime       = 600
iradsw      = 18
iradlw      = 18
flxave      = .true.
&end
&record1
ktotal = 721  ! Time to be simulated(day) 5476
iend   = 1
&end
&record2
idumpr = 10
ireset = 10
iter   = 0
nostst = 1
itrunc = 0

```

```

&end
&record3
inrad = 1
ipnt = 1, 0, 1, 0
&end
&record4
amxlsq = 900.0, 900.0, 900.0, 900.0, 900.0, 900.0, 900.0, 0.0, 0.0
&end
&record5
cdwet1 = .25
cdwets = 1.0
salfac = 1.0
hci = 1.0
hozdif = 0.250e+06 ! Horizontal diffusion coefficient
vnu = 0.050e+00 ! Time filtering coefficient
&end
EOF

echo-----
echo c. Prepare the Filepath and head files
echo-----

setenv OBJDIR $RUNDIR/obj ; if !(-d $OBJDIR) mkdir -p $OBJDIR
cd $OBJDIR

#-----
# Filepath: List of source code directories (in order of importance).
# The cmp command will force a rebuild the old and new files are different
#-----
\cat >! .tmp << EOF; cmp -s .tmp Filepath || mv -f .tmp Filepath
$SRCDIR/csmcpl
$SRCDIR/dynamics
$SRCDIR/cloud
$SRCDIR/control
$SRCDIR/mathutil
$SRCDIR/physics
$SRCDIR/physics/ukmorad
$SRCDIR/physics/mgwr42
$SRCDIR/physics/conv
$SRCDIR/physics/conv_echam
$SRCDIR/physics/vdiff
$SRCDIR/lsm
$SRCDIR/rad
$SRCDIR/include

```



```

$SRCDIR
EOF

#-----
# build res.h      (update only if new or changed)
#-----

\cat >! .tmp << EOF; cmp -s .tmp res.h || mv -f .tmp res.h
!
! res.h, 2002.01.03
!
    integer ires          ! rhombical truncation parameter
    integer ix            ! number of longitudes
                          ! ix>=3*ires for rhombical truncation
    integer iy            ! number of latitudes
                          ! iy>=(5*ires+1)/2 for rhombical truncation
    integer kx            ! number of vertical levels
    integer kxm           ! kx-1
    integer kxp           ! kx+1
    integer pcnst         ! number of constituents (including water vapor)
!
    parameter (ires = $ptrn)
    parameter (ix = $plon )
    parameter (iy = $plat )
    parameter (kx = $plev )
    parameter (pcnst = 1 )
!
    parameter (kxm = kx-1, kxp = kx+1)
EOF

#-----
# build self0.h    (update only if new or changed)
#-----

\cat >! .tmp << EOF; cmp -s .tmp self0.h || mv -f .tmp self0.h
#define ICRUN
#undef PHISW
#define IGAUS
#undef IR15
#define IHYM
#define LNPS
#define CONV 2
#define RADN 1
#define ABL 1

```

```

#define REALTYP 0
#define KX26 1
#undef KX18
#undef CLDCLI
EOF

#-----
# build misc.h      (update only if new or changed)
#-----
if ($NTASK == 1) set SPMD = "#undef SPMD"
if ($NTASK > 1) set SPMD = "#define SPMD"

\cat >! .tmp << EOF; cmp -s .tmp misc.h || mv -f .tmp misc.h
#ifndef MISC_SET
#define MISC_SET
#undef COUP_CSM
#undef COUP_CSMLAND
$SPMD
#endif
EOF

echo-----
echo d. Build the model, the executable in RUNDIR/obj
echo-----
#--- run machine dependent commands (i.e. modules on SGI).

cc -o makdep $LGCMROOT/bld/makdep.c
gmake -j 1 -f $LGCMROOT/bld/Makefile MACFILE=$LGCMROOT/bld/Macros.$OS MODEL=R42
\
    VPFIL=Filepath EXEC=$RUNDIR/atm_R42 || exit 2

echo-----
echo e. Run the model, execute models simultaneously allocating CPUs
echo-----

cd $RUNDIR
if ( $OS == 'AIX' ) then
\cat >! run.cmd << EOF
#!/bin/sh
# POE job using ip over en0
#
#@ job_type=parallel
#@ environment = COPY_ALL; MP_TIMEOUT=1200
##@ initialdir =

```

```

#@ output = run.\$(jobid).\$(stepid).out
#@ error = run.\$(jobid).\$(stepid).err
#@ class = small
# checkpoint = interval
# @ checkpoint = no
#@ wall_clock_limit = 6000000
# total_tasks = $NTASK
# max_processors = 4
# node = 1
#@tasks_per_node = $NTASK
#@ resources = ConsumableCpus(1)
# network.mpi = en0, shared, ip
# requirements = (Arch == "R6000") && (OpSys == "AIX51")
#@ step_name = test
#@ executable = /bin/poe
#@ arguments = ./atm_R42
#@ queue
EOF
else if ( $OS == 'IRIX64') then
#setenv TRAP_FPE "UNDERFL=FLUSH_ZERO; OVERFL=ABORT, TRACE; DIVZERO=ABORT, TRACE"
#setenv OMP_DYNAMIC FALSE ; setenv MPC_GANG OFF; setenv _DSM_WAIT SPIN
#unsetenv _DSM_VERBOSE ; setenv _DSM_PLACEMENT ROUND_ROBIN
else if ( $OS == 'Linux') then
    $LGCMROOT/tools/setup-mpi.sh $NTASK
endif

if ( $OS == 'AIX') /usr/lpp/LoadL/so/bin/l1sub run.cmd
if ( $OS == 'IRIX64') mpirun -np $NTASK atm_R42
#if ( $OS == 'OSF1') prun -n $ NTASK csh -c prun.cmdfile
if ( $OS == 'Linux') then
    /bin/rm -f atm.stdout
    date
    /export/mpi/mpich-gm-ifc80/bin/mpirun.ch_gm -v \
        atm_dir=$RUNDIR/atm_R42 \
        atm_in=atm.stdin \
        atm_out=atm.stdout \
        LOGNAME=$LOGNAME \
        -pg pgfile $RUNDIR/atm_R42

    wait
    date
endif

echo "`date` -- CSM EXECUTION HAS FINISHED"

```

```

echo=====
echo f. end of main shell script
echo=====

```

文件头“#!/bin/csh -f”的含义是指明以下脚本将用 cshell 解释，-f 选项表示不加载.cshrc 中的定义，接下来用“#”开头的都是说明语句。脚本文件主要包括 (a) ~ (e) 5 个部分，现对各部分逐一说明如下。

(a) 设置作业系统参数

```

#PBS -q ipcc          提交作业到指定队列 ipcc
#PBS -l nodes=3:ppn=1 nodes :MPI 并行的进程数; ppn :并行的线程数

```

(b) 环境变量设置。变量的名称、赋值及说明在表 A. 2. 1 中。根据这些变量的设置，在运行目录中准备模式运行所需的数据文件和 namelist 文件。

表 A. 2. 1 脚本文件 setup.csh 中设置的环境变量

变量名称	变量值	变量说明
CASE	run26	试验名称
LGCMROOT	/export/home/qbao/temp/R42	系统 (R42) 根目录
SRCDIR	\$LICOMROOT/src	系统 (R42) 源程序目录
DATADIR	\$LGCMROOT/data	系统 (R42) 输入数据目录,
RUNDIR	\$LGCMROOT/\$CASE	系统 (R42) 运行目录
NTASK	3	MPI 并行的进程数
NSREST	0	模式运行方式
CASESTR	"Control run"	试验类型
ptrn	42	谱截断数
plon	128	纬向格点数
plat	108	经向格点数
plev	26	垂直层次
OS	Linux	模式运行平台(自动判断)
CO2LIB	\$DATADIR/lib	辐射方案需要的环境变量
OZDIR	\$DATADIR/lib	辐射方案需要的环境变量
OBJDIR	\$RUNDIR/obj	R42 编译连接目录

(c) 在程序目标块目录(\$RUNDIR/obj)下生成 Filepath 文件和有关头文件。其中 Filepath 文件指明源程序所在路径、res.h 文件控制模式分辨率、self0.h 控制模式中的不同方案选择，misc.h 文件是有关耦合和并行的宏参数。

(d) 模式编译和连接。通过 makdep 自动找源程序间的依赖关系，用 gmake 完成编译和连接 (gmake -j 4 表示用 4 个进程编译模式)。与平台有关的编译选项文件在 bld/目录中。编译连接后生成的运行文件为 \$RUNDIR/atm\_R42。

(e) 模式运行。根据运行平台提交作业，运行模式。下一节将给出模式运行的说明。

### A. 3 模式运行

模式可以通过提交脚本文件的方式运行。在不同运算平台上，作业提交方式将会有所差别。在脚本文件 setup.csh 中给出了不同平台的作业提交方式。如在 LENOVE1800 上，使用

qsub 命令提交作业。

```
%qsub setup.csh
```

在生成了运行文件 ‘atm\_R42’ 后，也可以直接运行该文件，这时需要事先设置一些环境变量。如采用 OpenMP 并行方式运行，则需设置环境变量：

```
%setenv OMP_NUM_THREADS ' n'
```

n 是设置的 CPU 数目。

不同平台的提交方式可参照脚本文件 setup.csh 中 (e) 部分。

## A. 4 运行输入参数及数据

模式运行输入参数主要通过 namelist 文件 ‘atm.stdin’ 读入，模式运行所需数据包括初始场、地形、海温、海冰等。

### A. 4.1 namelist 参数

namelist 文件 ‘atm.stdin’ 是通过运行 setup.csh 形成，在模式运行前也可对它修改。其中主要包括以下参数：

caseid:	试验名称
ctitle:	试验类型说明
nsrest:	0-起始积分方式；1-继续积分方式；3-分支积分方式
nnbdatt:	模式起始年
dtime:	积分时间步长（秒）
iradsw:	短波辐射计算间隔（积分步数）
iradlw:	长波辐射计算间隔（积分步数）
ktotal:	模式积分时间（天）
inrad:	1-有辐射过程，其他-无辐射过程
amx1sq:	垂直扩散系数
hozdif:	水平扩散系数
vnu:	时间滤波系数。
cdwetl:	陆面湿度
cdwets:	洋面湿度
hci:	控制对流过程的临界相对湿度

### A. 4.2 运行数据

模式运行所需的所有数据都存放在目录 data/下，包括初始场、外强迫资料等。运行脚本文件 setup.csh 时会将它们软连接到运行目录 \$RUNDIR /。下面介绍的是 R42 运行所需的数据。

- 1) 模式初始场文件 ‘start.nc’，按 CCM3 中的插值方法，将等压面数据插值到模式面、高斯格点上。插值程序在目录 tools/interp 下。
- 2) 模式海陆分布和地形数据 ‘phis.nc’。其中海陆分布由 PCMDI 提供，地形按 CCM3 中的插值方法由 10' × 10' 高分辨地形插值生成。插值程序在目录 tools/definesurf 下。
- 3) 月平均海温、海冰场由 PCMDI 提供。其中 amipbc\_sst\_iap\_clim.asc，

- amipbc\_sic\_iap\_clim.asc 为气候平均场；amipbc\_iap.nc 是具有年变化的海温、海冰数据。
- 4) 陆面模式中用到的 13 种植被类型数据为 vegmap\_r42.txt。与陆面植被类型有关的反照率等参数文件为：albf.dat, vegf.dat。
  - 5) 月平均表面反照率：albecli\_r42.nc
  - 6) 臭氧分布数据：ozone.dat。
  - 7) 气候云分布数据为 cloud\_cli\_r42.nc。
  - 8) 当运行为继续运行 (NSREST=1) 或分支运行 (NSREST=3) 方式时，需将模式输出的文件拷贝成 fort.80 和 fort.81，以代替读入的初始场。

## A.5 模式结果

对于用户而言，了解模式运行产生的数据，并对结果进行处理、诊断更为重要。这是本部分要说明的内容。

### A.5.1 模式输出结果

模式输出的结果有四种：模式运行信息、逐步全球平均诊断量、月/日平均量和模式重启所需的量。下面对各种输出结果加以说明：

#### 1) 模式运行信息

模式运行信息按标准方式输出，包括运行进程、模式诊断等结果。运行时可定向到文件中。模式运行的监控，可以检查模式运行输出信息，或查看运行时间文件 'runwhere'。

#### 2) 逐步全球平均诊断量

在模式每步积分中，对大气质量、能量，以及全球平均温度、通量等进行诊断。结果输出到文件 'diagyyyy.nc' 中，其中 yyyy 代表年份。

#### 3) 日/月平均量

模式产生日平均 (deyyyy.ddd) 结果、月平均 (meyyyy.mm) 结果。其中，yyyy 是四位数表示的年份，ddd 是三位数表示的日 (1-365)，mm 是两位数表示的月份。为节省空间，变量以谱系数形式存储，包括模式的基本变量 (涡度、散度、温度、比湿、地面气压)，及格点形式的降水、地面气温等。

模式还以 netCDF 格式输出高斯点上的其它结果。包括：

dw\_yyyy\_mm.nc: 日平均垂直速度  $\omega$  场及三维绝热加热场。

sh\_yyyy\_mm.nc: 日平均风应力、下垫面通量等变量场。

mw\_yyyy.nc: 同 dw\_yyyy\_mm.nc，但为月平均场。

re\_yyyy.nc: 云、辐射过程中的月平均结果，包括云量、长波辐射通量、短波辐射通量等。

注：模式缺省输出是月平均结果，如果需要产生日平均结果，需修改 src/control/stepon.F 文件相关部分 (图 A.5.1 中去掉相应 3 行的注释符)：



*pms*(海平面气压), *rh*(相对湿度), *ts*(地面温度), *prp*(降雨)

**prelvs:** 选择等压面层次, 最多可选 17 层等压面 (*hPa*):  
1000.0, 925.0, 850.0, 700.0, 600.0, 500.0,  
400.0, 300.0, 250.0, 200.0, 150.0, 100.0,  
70.0, 50.0, 30.0, 20.0, 10.0

也可以选取其它等压面值。

**mapsig:** 选择模式面层次。当选模式面时, 处理变量主要是模式的直接输出量。

下面给出处理 6001—6010 模式年结果时, 所用到 *draw.in* 中部分参数的说明。

例 1:

```
&record1
nfrfm = 10          ! Time to be averaged(year)
nsteps = 1          ! Averaging steps
ihir = 6001        ! Start year
idayst = 1         ! First month
idayse = 12        ! Last month
idayd = 1          ! Time interval to be averaged(month)
icontu = 0         ! icontu=1: for daily data 'de####.###'
                   ! icontu=0: for monthly data 'me####.###'
```

*nfrfm*=10, *nsteps*=1 表示用 10 年模式输出计算月平均值, 因此生成的数据时间维是 12, 对应 6001—6010 模式年输出 12 个月平均值。

*trme* 处理形成的结果为二进制格式文件 '*ppp.d*'。进一步可用 '*p2grds*' 将 '*ppp.d*' 转换成 GrADS 格式数据 '*all.grb*', 同时生成相关描述文件 '*all.ct1*'。

## 2) NCAR 诊断包的应用

应用 NCAR 诊断包可以方便地将模式结果与气候观测资料做比较以检验模式的性能。由于 NCAR 诊断包可识别 netCDF 格式数据, 因此要将 *trme* 处理生成的结果 '*ppp.d*' 通过 *p2nc* 转换成 netCDF 格式的文件 '*yyyy-mm.nc*'。

通过运行脚本文件 *test.csh* 可实现 NCAR 诊断包的功能。由于篇幅所限, 下面仅给出 *test.csh* 中通常须修改的选项说明。如需其它修改, 请参照 *test.csh* 中的说明语句。

```
setenv WKDIR /export/home/qbao/work/R42L26/draw/

set test_begin = 5106      # first year (must be >= 1)
set test_nyrs = 10        # number of yrs (must be >= 1)

set test_prefix = R42L26  # test case prefix

set test_prefix = R42L26  # test case prefix
```



```

#####

set CNTL = LASG_R42L26          # observed data (reanalysis etc)

#####
# Select the output file type and style for plots.

#set p_type = ps      # postscript plots
#set p_type = pdf     # portable document format (ncl ver 4.2.0.a028)
set p_type = eps      # encapsulated postscript
#set p_type = epsi    # encapsulated postscript with bitmap
#set p_type = ncfgm   # near computer graphics metadata

#-----
# Select the output color type for plots.

set c_type = COLOR      # color
#set c_type = MONO     # black and white

set custom_names = 0    # (0=ON,1=OFF)

# if needed set the names
set test_name = R42L26_ABL=0

set test_ANN_climo = 0    # (0=ON,1=OFF)  annual mean climo
set test_DJF_climo = 0    # (0=ON,1=OFF)  seasonal mean climo
set test_JJA_climo = 0    # (0=ON,1=OFF)  seasonal mean climo
set test_MON_climo = 0    # (0=ON,1=OFF)  monthly means climo

set plot_ANN_climo = 0    # (0=ON,1=OFF)  used by sets 1-7,11
set plot_DJF_climo = 0    # (0=ON,1=OFF)  used by sets 1,3-7,9,11
set plot_JJA_climo = 0    # (0=ON,1=OFF)  used by sets 1,3-7,9,11
set plot_MON_climo = 0    # (0=ON,1=OFF)  used by sets 8,10,11,12

set all_sets = 0 # (0=ON,1=OFF)  Do all the sets (1-13)

setenv DIAG_HOME /export/home/qbao/work/ncl/diag-ncl

```

上述选项主要是设置数据所在目录，并对处理时段、处理的要素、出图方式等作出选择。

## A. 6 异常情况处理

这部分将系统应用过程中常出现的异常情况的处理加以说明。

### A. 6.1 编译异常情况的处理

- 1) 检查 cshell 脚本中环境变量、路径和分辨率参数设置是否正确；
- 2) 检查系统 gmake 命令是否存在，有的系统需要安装或者把已安装好的 gmake 位置加入到 PATH 中；
- 3) 在 \$LGCMROOT/bld 目录下，检查文件 Macros 中的设置，特别是 netCDF 库的路径设置是否正确；
- 4) 有的系统平台装有多套编译器，请在 PATH 中指明所用编译器的路径。（在 lenovo1801 上使用 Intel 编译器 8.0 版本）
- 5) 如果编译时出错信息为：未发现 'mpif.h' 头文件，再次运行 Cshell 脚本即可通过。

### A. 6.2 运行异常中断情况的处理

- 1) 在运行目录 \$LGCMROOT/\$CASE，首先要检查初始场、海温、海冰等数据是否与模式分辨率匹配。
- 2) 如果选择继续运行，检查文件 'fort.80'、'fort.81' 是否与模式分辨率及初始场匹配。
- 3) 检查运行控制参数文件 (atm.stdin) 中参数的设置，特别是时间步长，扩散系数。
- 4) 检查辐射控制文件 (rad.ct1) 中参数的设置，特别是检查云的类型及所在层次，是否与模式的垂直分层匹配。
- 5) 检查是否有足够运行空间。
- 6) 检查计算节点是否正常运行，节点间的通讯是否正常。

### A. 6.3 后处理中异常情况的处理

- 1) 检查 draw.in 中参数是否与运行模式的分辨率匹配。
- 2) 涉及到二进制格式数据读写时，请注意二进制数据存取格式。也可以通过编译选项选择存取格式，请用 man 命令查看编译器的联机手册获取帮助信息，不同编译器编译选项不同。
- 3) 检查是否有足够空间生成数据。

## A. 7 源程序编写及流程

这里进一步介绍源程序的编写规则和源程序的调用结构，目的是让用户能深入了解系统，并能对系统进行修改，或增加处理方案。

### A. 7.1 源程序编写规则

气候系统的发展，在气候模式中不仅要考虑大气分量，也要考虑陆面、海洋、海冰等其它气候分量，这使得系统的开发成为庞大的工程，需许多人的协同工作。为了利于系统开发的顺利进行，同时使程序易于交流，提高可读性，程序编写的标准化日益重要。在现在提供的这个系统中，参考其它模式系统发展的经验，采取了一些简单的编程标准。主要有以下几方面：

- 1) 预处理 cpp 的应用

源程序文件的扩展名为 .F (或 .F90)，通过 cpp 对定义的宏参数 (#define) 进行解释后生成 .f (或 .f90) 文件，再对这些文件编译。

## 2) 书写格式

- 头文件通过' #include' 方式引入, 便于 cpp 在指定路径寻找文件。
- 循环语句采用' do ... enddo' 方式, 以代替标号循环。
- 对输入变量、输出变量及局地变量分段加以说明, 并用' !' 对变量含义作注释说明。注释行也用' !' 开始, 代替' C' 方式, 便于与 f90 的兼容。
  - 续行符采用' &' , 便于与 f90 的兼容。
  - 对循环语句和条件语句, 采用缩 3 的方式。
  - 减少 goto 语句的使用。取消' pause' 语句, 将' stop' 语句改成调用子程' endrun' , 便于模式的并行。
  - 增加子程序中虚参的使用, 减少公用块, 便于模式的并行。

## 3) 书写内容

- 每个程序段(包括函数、子程序等)要包含' implicit none' 语句, 这样保证对每个出现的变量进行说明, 并赋初值。
- 每个程序要有必要的注释。目的是对程序的用途作简要说明, 并说明使用的计算方法及注明必要的参考文献等, 同时给出程序在模式中的接入程序及包含的调用程序等。注释说明的格式如下:

```
!-----  
!  
! Purpose  
!  
! <Say what the routine does>  
!  
! Method  
!  
! <Describe the algorithm(s) used in the routine.>  
! <Also include any applicable external references.>  
!  
! Interface  
!  
! <Where this routine is called>  
!  
! Externals  
!  
! <The external routines called in this routine>  
!  
! Author: <Who is primarily responsible for the code>  
!  
!-----
```

## A. 7.2 源程序流程

模式源程序的主要流程见下面的图 A. 7. 1。根据模式的运行过程, 整个流程可分为启动和时间积分两部分。

### 1) 模式启动

首先是设置与模式运行参数无关的量 (preset), 如物理量常数, 与谱截断及水平格点有关的参数等。并由这些参数, 求高斯纬度、高斯权重、勒让德函数等 (initsf)。

其次是读入模式输入数据。包括模式运行参数、初始场、外强迫数据等 (datain)。

最后是根据输入数据及已设置的参数, 计算模式运行中与时间积分过程无关的参数, 或设置运行初值 (initial), 并求与模式参考大气有关的量 (tbarin)。

## 2) 时间积分

模式中时间积分过程的控制是通过程序 stepon 实现。在 stepon 中, 首先看模式是不是按‘继续积分’方式运行。若是, 则读入继续积分所需的两个文件 (fort.80, fort.81)。若不是则不读入文件。然后按时间积分步长循环, 积分到指定的时间, 完成模式的运行。

在时间循环中, 程序 gdata 计算模式日期 (从 1-365), 并计算时间变化的外强迫资料, 如海温、海冰、臭氧等。程序 physpkg 完成在高斯格点上的计算, 包括物理过程和动力部分的非线性项等。程序 linear 完成谱空间的计算, 主要是动力方程中的线性项。tstep 完成时间积分, 包括时间滤波、水平扩散、及散度、温度、地面气压方程的半隐式时间积分和涡度、水汽方程的显示积分。完成上述几个过程, 则完成一个时间积分步。

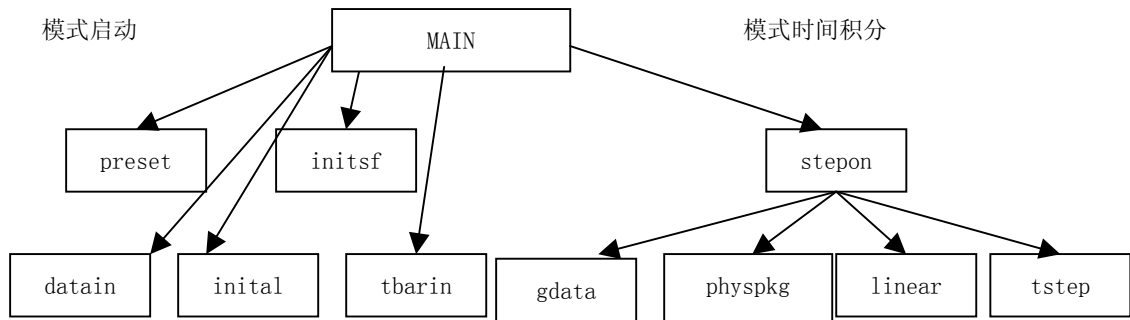


图 A. 7. 1 R42 源程序调用流程

在高斯网格上的计算 (physpkg), 是沿纬圈方向进行, 包括垂直扩散 (vrflux), 对流调整 (convad), 云方案 (cldinp), 辐射过程 (impt 或 raduk), 边界层方案 (vdintr), 地形重力波拖曳方案 (mgwintr), 动力方程非线性项 (vertig), 地表通量 (fluxes) 等过程的计算, 同时还嵌套陆面模式 (ssib) 的计算。具体的调用结构见后面的图 A. 7. 2。为了与耦合器相衔接, 这部分的计算可分为耦合前 (tphysbc)、与耦合器的耦合、耦合后 (tphysac) 三个部分。耦合前过程主要包括云辐射过程和对流过程, 以计算辐射通量和降水等耦合器所需要的量。耦合过程完成与耦合器之间通量和物理量的交换。当不耦合时, 模式所需的通量由自身的子程序计算, 包括海洋、海冰面的计算 (fluxes) 和陆面模式计算 (ssib)。耦合后过程主要包括边界层、地形重力波拖曳等过程的计算。后面的图给出了这些过程的计算流程。

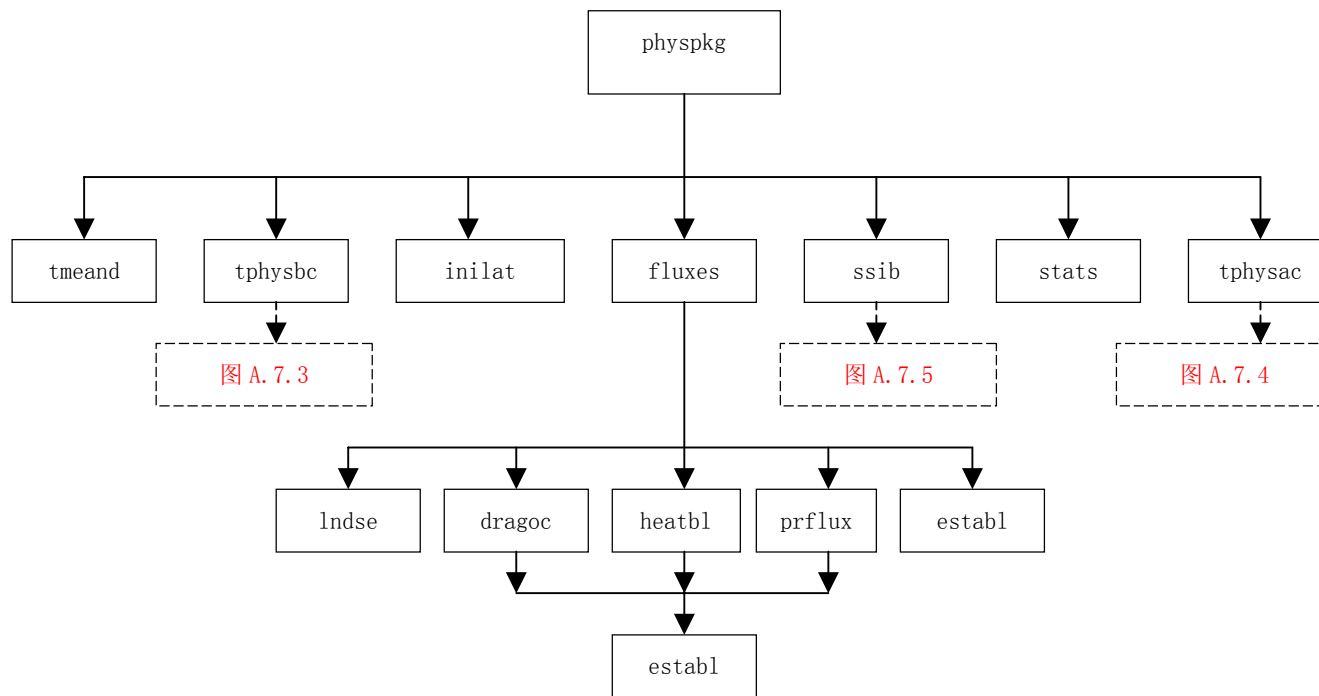


图 A. 7. 2 高斯格点非线性项计算 (physpkg) 流程

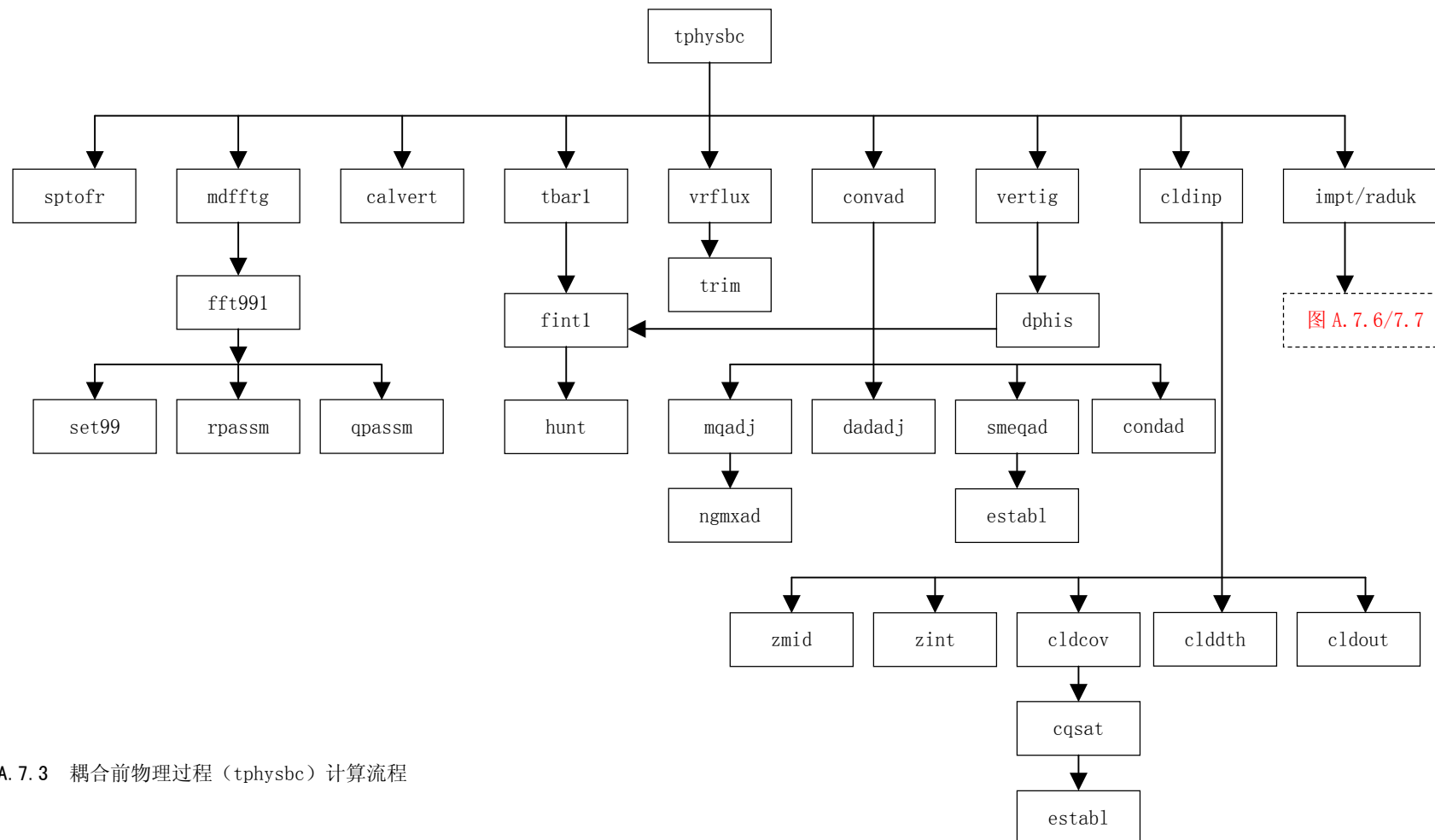


图 A. 7. 3 耦合前物理过程 (tphysbc) 计算流程

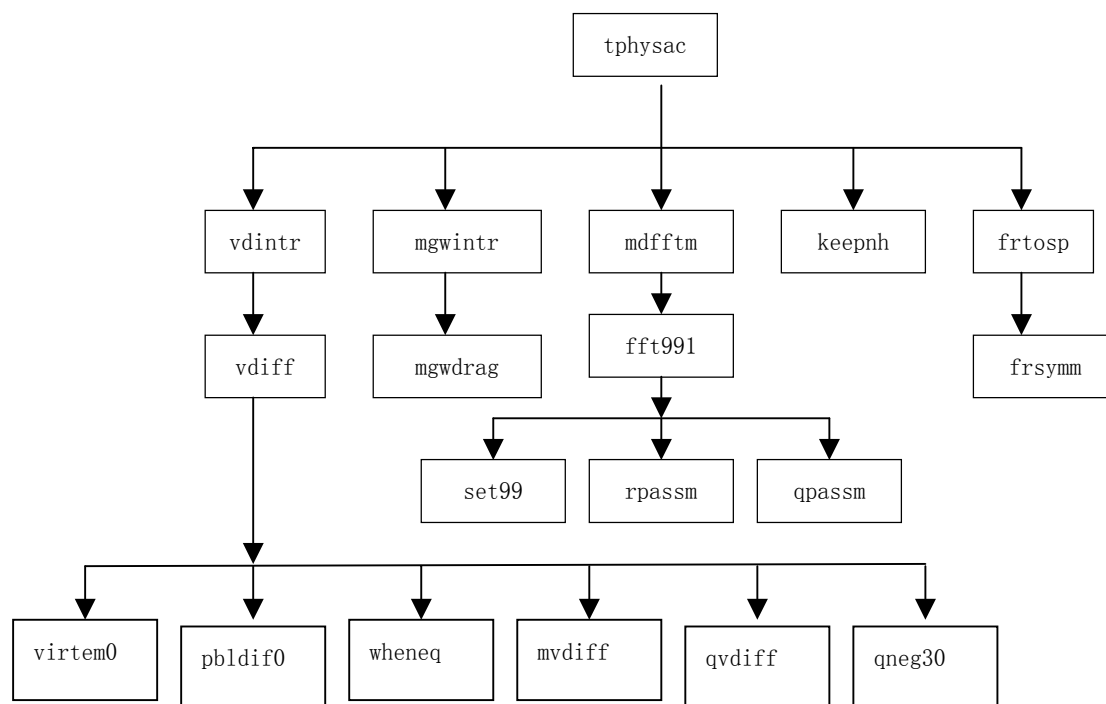


图 A. 7. 4 耦合后物理过程 (tphysac) 计算流程

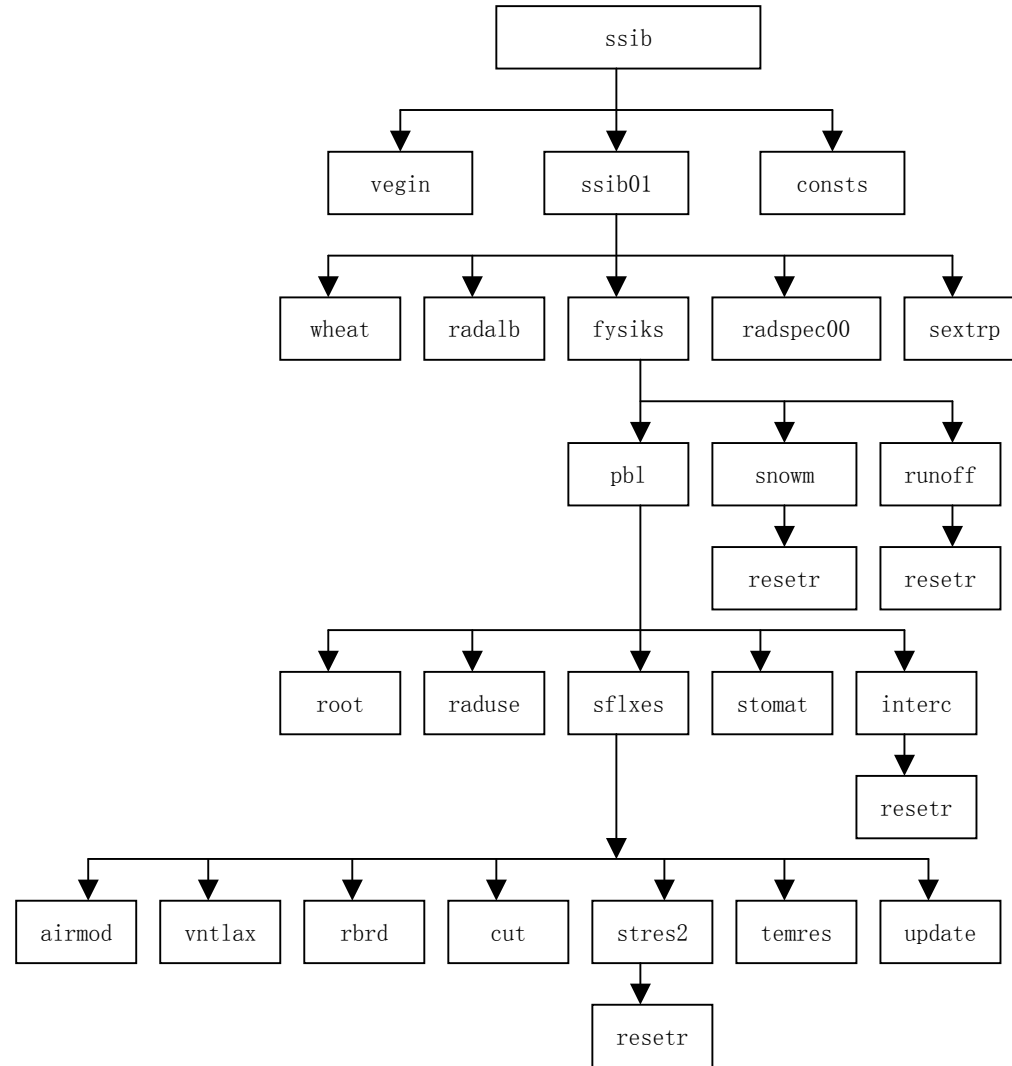


图 A. 7. 5 陆面模式 (ssib) 计算流程



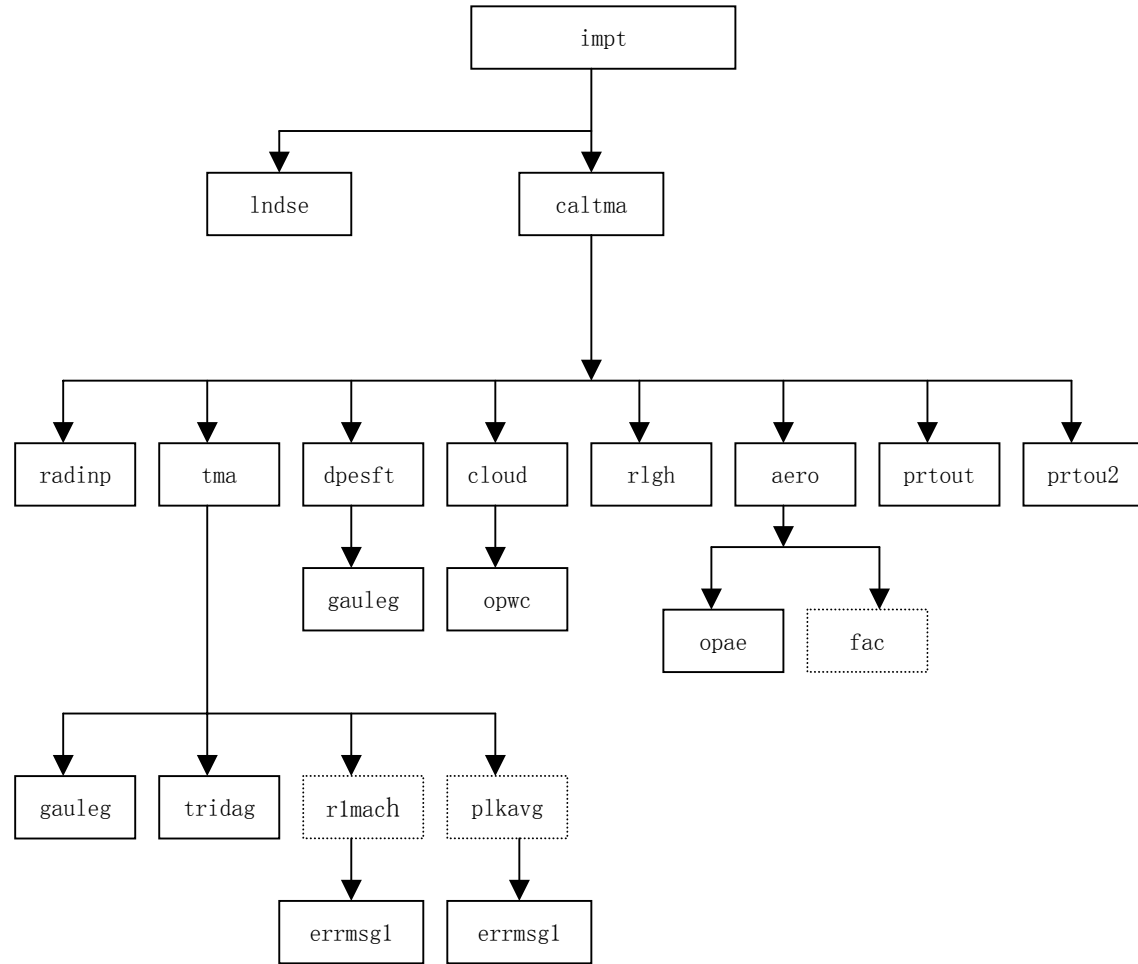


图 A. 7. 6  $k$ -分布辐射过程(impt)计算流程

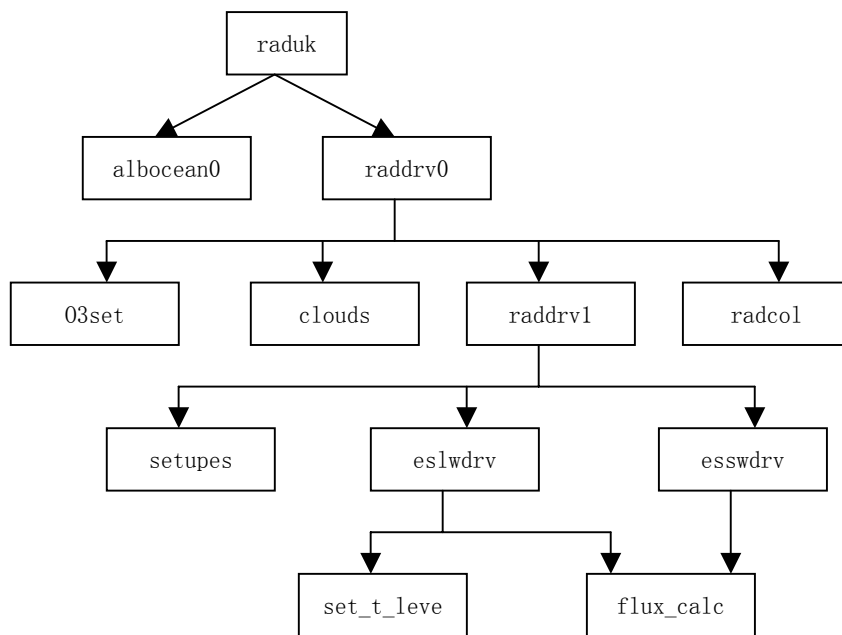


图 A. 7. 7 Ukmo 辐射方案(raduk)计算流程

---

## A. 8 宏参数和模式变量

这里介绍模式中定义的宏参数及主要的变量，目的是便于用户能对系统进行修改，或增加处理方案。

对于新方案的加入，建议在宏参数文件(`self0.h`)中定义参数，通过该参数来控制使用的方案。这样做的好处是可以保留原来的方案作为比较，也使方案的选取更为灵活。

如果增加新的目录，需要在 `Filepath` 文件（由脚本 `setup.csh` 生成）中添加新增目录路径。

### A. 8.1 宏参数

在宏参数文件中系统提供了一些宏参数，以对模式运行方式及不同方案可以作出选择。宏参数文件为 `misc.h` 和 `self0.h`，它们通过脚本文件 `setup.csh` 生成。本节对系统中的宏参数说明如下：

1) 'misc.h' 文件：

COUP\_CSM: 有定义时模式与耦合器耦合；未定义时不与耦合器耦合

COUP\_CSMLAND: 有定义且模式与耦合器耦合时，陆面通量由耦合器提供；否则由系统自身的陆面模式提供

SPMD: 有定义时采用 MPI 并行。

2) 'self0.h' 文件：

ICRUN: 有定义时，海温、海冰是气候平均；未定义时，海温、海冰是逐年月平均分布

IGAUS: 有定义时，温度在高斯点上输出；未定义时，温度以谱系数输出

IR15: 有定义时，是 R15 波截断；未定义时，是 R42 波截断

IHYM: 有定义时，采用混合坐标方案；未定义时，采用  $\sigma$ -坐标方案

LNPS: 有定义时，用  $\ln(P_s)$  为预报量；未定义时，用  $P_s$  为预报量

CONV: 定义为 0 时，采用 Manabe 湿对流调整方案；定义为 1 时，采用 G. J. Zhang 对流调整方案；定义为 2 时，采用 ECHAM 的 TIEDTKE 对流调整方案

RADN: 定义为 0 时，采用  $k$ -分布的辐射方案；定义为 1 时，采用 ukmo 辐射方案

ABL: 定义为 0 时，采用原来的垂直扩散方案；定义为 1 时，为 CCM3 大气边界层参数化方案

REALTYP: 定义为 0 时，模式变量为单精度；定义为 1 时，模式变量为双精度

CLDCLI: 有定义时，表示利用气候云强迫；未定义时，云量由模式诊断

### A. 8.2 模式中的常用量

1) 常量

$\pi$  = 3.14159.....,  $\pi$

$cp0$  = 1004.64  $Jkg^{-1}K^{-1}$ , 干空气定压比热

$cpwv$  = 1869.46  $Jkg^{-1}K^{-1}$ , 湿空气定压比热

$gravit$  = 9.80616  $ms^{-2}$ , 重力加速度

$latvap$	$= 2.5104 \times 10^6 Jkg^{-1}$ ,	蒸发潜热
$latice$	$= 3.336 \times 10^5 Jkg^{-1}$ ,	融化潜热
$rair$	$= 287.05 Jkg^{-1}K^{-1}$ ,	干空气气体常数
$rv$	$= 461.51 Jkg^{-1}K^{-1}$ ,	湿空气气体常数
$srasq$	$= 6371220m$ ,	地球半径
$stebol$	$= 5.6697 \times 10^{-8} Wm^{-2}K^{-4}$ ,	斯蒂芬-玻耳兹曼常数
$tmelt$	$= 273.16 K$ ,	冰点温度
$vokr$	$= 0.35$	冯卡曼常数
$ww$	$= 7.292 \times 10^{-5} s^{-1}$ ,	地球旋转角速度

## 2) 模式预报量

$p$	涡度
$c$	散度
$t$	扣除参考大气的温度偏差 ( $K$ )
$q$	比湿 ( $g g^{-1}$ )
$ps$	地面气压的对数
$pm, cm, tm, qm, psm$	$p, c, t, q, ps$ 前一时次值
$pt, ct, tt, qt, pst$	$p, c, t, q, ps$ 的时间变化

上述都是谱系数值。

## 3) 与参考大气有关的量

$TSBG$	参考大气地面温度 $\bar{T}_*$ ( $K$ )
$ALNPSBG$	参考大气地面气压的对数 $\bar{q}$ .
$TBGAL$	模式面参考大气的温度 $\bar{T}$ ( $K$ )
$TBS$	$\bar{T}$ 的谱系数.
$ALNPSBS$	$\bar{q}$ 的谱系数.
$TOB, PO$	$T_{00}, P_{00}$
$TBIN$	由观测得到的等压面参考大气温度 $\bar{T}(p)$ ( $K$ ).
$PIN$	观测参考大气所在的气压层 ( $Pa$ )

## 4) 模式输入量

$s$	预报面 $\sigma$ 值
$hyai$	混合坐标交界面等压参数 $h_a(\eta)$
$hybi$	混合坐标交界面 $\sigma$ 参数 $h_b(\eta)$
$hyam$	混合坐标中间层等压参数 $h_a(\eta)$

<i>hybm</i>	混合坐标中间层 $\sigma$ 参数 $h_b(\eta)$
<i>ps0</i>	$p_0$ (Pa)
<i>psr</i>	半隐式时间积分方案中的参考地面气压 (Pa)
<i>ucos</i>	$U$
<i>vcos</i>	$V$
<i>psg</i>	地面气压
<i>tstar</i>	地面温度
<i>msklnd</i>	海陆分布指数 (=1: 陆地, =0: 海洋)
<i>imask</i>	地表植被类型
<i>phisgb</i>	地形高度 (gpm)
<i>sgb</i>	次网格地形方差
<i>sstm</i>	海温场
<i>icem</i>	海冰分布

5) 模式输出量

<i>p9, c9, t9, q9, ps9</i>	$p, c, t, q, ps$ 的日平均
<i>p1, c1, t1, q1, ps1</i>	$p, c, t, q, ps$ 的月平均
<i>shfxa9, shfxa1</i>	日、月平均地表感热通量 ( $W m^{-2}$ )
<i>altna9, altna1</i>	日、月平均地表潜热通量 ( $W m^{-2}$ )
<i>pptg9, pptg1</i>	日、月平均累计降水 ( $mm d^{-1}$ )
<i>tstar9, tstar1</i>	日、月平均地表温度 (K)
<i>srbi9, srbi1</i>	日、月平均地面净短波辐射通量 ( $W m^{-2}$ )
<i>srti9, srti1</i>	日、月平均模式顶向下短波辐射通量 ( $W m^{-2}$ )
<i>srei9, srei1</i>	日、月平均模式顶向外短波辐射通量 ( $W m^{-2}$ )
<i>awui9, awui1</i>	日、月平均地面向上长波辐射通量 ( $W m^{-2}$ )
<i>awdi9, awdi1</i>	日、月平均地面向下长波辐射通量 ( $W m^{-2}$ )
<i>awti9, awti1</i>	日、月平均模式顶向外长波辐射通量 ( $W m^{-2}$ )

6) 其它变量

<i>ttrad</i>	辐射加热率 ( $K s^{-1}$ ) 谱系数
<i>PF, CF, TF, UF, VF, PSDLF, PSDPF</i>	高斯纬圈上涡度、散度等的傅氏系数
<i>PG, CG, TG, QG, PSG, UG, VG</i>	高斯纬圈上涡度、散度等
<i>VMODO</i>	地面风速, $m s^{-1}$
<i>cdmom</i>	地表拖曳系数
<i>PSDLG(PSDLF), PSDPG(PSDPF)</i>	地面气压的纬向、经向导数
<i>PUTG, PVTG, TUTG, TVTG, TTG, PSTG, EG</i>	纬圈计算的非线性项
<i>PUTF, PVTF, TUTF, TVTF, TTF, PSTF, EF</i>	纬圈非线性项傅氏系数
<i>PSTARG, PRESSF</i>	纬圈地面气压
<i>RADG</i>	纬圈辐射加热 ( $K s^{-1}$ )
<i>OMGA</i>	纬圈垂直速度 ( $Pa s^{-1}$ )
<i>PHISG</i>	纬圈非线性项中的高度场部分.
<i>PHISB</i>	PHISG 的谱系数.
<i>ALBLND</i>	地表反照率
<i>DLWBOT</i>	地面向下长波辐射通量 ( $W m^{-2}$ )

---

<i>SWIN</i>	地面向下短波辐射通量 ( $W m^{-2}$ )
<i>OUTSNW</i>	雪量
<i>PPLI</i>	对流降水
<i>PPCI</i>	大尺度降水
<i>sh</i>	交界面 $\sigma$ 值
<i>hypmx</i>	预报面气压 ( $Pa$ ).
<i>hypix</i>	交界面气压 ( $Pa$ ).
<i>dpm</i>	交界面气压差 ( $Pa$ )
<i>dpi</i>	预报面气压差 ( $Pa$ )
<i>delta</i>	余纬 ( $\pi/2 - \varphi$ )
<i>coa</i>	$\sin(\varphi)$
<i>sia</i>	$\cos(\varphi)$
<i>w</i>	高斯权重
<i>wocs</i>	$w / \cos^2(\varphi)$
<i>woix</i>	$w / ix$
<i>osiasq</i>	$1.0 / \cos^2(\varphi)$
<i>delt</i>	时间积分步长 ( $s$ )
<i>npv</i>	MPI 并行最少节点数

---

## A.9 常用软件

模式中除了物理和数学问题之外，还包括了大量的计算机技术问题，主要是计算机软件的使用。这里介绍的是系统涉及的一些计算软件，对它们的情况作简要说明。建议使用者更多地使用计算机系统的联机手册和互联网，查找软件的使用说明、解决遇到的技术问题。

### A.9.1 Fortran90

Fortran 语言在科学计算中被广泛的应用。当前国际著名的模式中，Fortran77 已经逐渐被 Fortran90 所替代。与 Fortran77 相比，Fortran90 增加了许多现代算法功能（如数组算法功能、超载概念等），也加强了程序的可读性和可维护性。此外，Fortran90 标准已经发布了十几年，各计算机厂家 Fortran90 编译器的发展也逐渐趋于成熟，各种系统也都提供 Fortran90 编译器，这些条件也是选择 Fortran90，而不是 Fortran95 或更高版本的原因。

### A.9.2 NetCDF

NetCDF (Network Common Data Form) 格式不依赖于计算机平台、自带定义，非常适合科学数据的网上交流，目前已被广泛应用。此格式及其程序库由 UNIDATA 开发，主页为 <http://www.unidata.ucar.edu/packages/netcdf/>。Fortran 语言用户可以参考主页上的《NetCDF User's Guide for FORTRAN》。

除了用 Fortran 语言调用 NetCDF 库函数对 NetCDF 格式文件进行操作外，许多绘图软件也都可以识别 NetCDF 格式，如 GrADS、Ferret 和 GMT 等。Matlab 和 IDL 等数据处理软件也都支持 NetCDF 格式。

### A.9.3 MPI

MPI (Message Passing Interface) 是现在比较流行的并行方式，可用于分布式和共享式内存的机器。在 <http://www-unix.mcs.anl.gov/mpi/> 网站上可以找到 MPI 标准、程序包、讨论区和工具软件等信息。

### A.9.4 OpenMP

OpenMP (Open specifications for Multi Processing) 是应用于共享内存系统的并行技术，由于程序设计简单、灵活，并行实现是在源程序中插入指导语句，不需对程序结构作调整，被广泛应用。OpenMP 的标准、教程以及其它信息可以在 <http://www.openmp.org/> 找到。

### A.9.5 GrADS

GrADS (Grid Analysis and Display System) 是大气、海洋研究中广泛应用的免费绘图软件。其特点是与地图结合较好，简单易学。主页地址为 <http://grads.iges.org/grads/grads.html>，内容包括参考手册、软件和讨论组。

### A.9.6 NCL

NCL (NCAR Command Language) 是 NCAR 针对数据读取、分析和绘图所发展的一门计算机语言，免费软件。其特点是集数据分析与绘图一身，是目前世界上流行的数据处理软件

---

之一，在线资源丰富，主页地址为 <http://ngwww.ucar.edu/ncl/>。

### A. 9. 7 NCAR 诊断包

NCAR 诊断包是 ccsrn 大气模式工作组开发的后处理软件包。其特点是，操作方便，很快的完成对模式输出结果的分析比较工作。主页地址为 <http://www.cgd.ucar.edu/cms/mstevens/diagnostics/index.html>，内容包括 NCAR 诊断包介绍，输出产品样图和做比较观测资料的介绍。

### A. 9. 8 其他命令

如 gmake、cpp、csh 等有关命令。这些命令的说明都可以从计算机的在线手册中找到。