

ACADS—维设计和特性计算程序使用说明书

V1.0

目次

L1 一维程序.....	2
L2. 输入说明 (INPUT).....	2
L2. 1 输入数据准备.....	2
L2. 2 输入文件 DC1D. DAT.....	2
L2. 2. 1 主 (控制) 程序输入数据.....	2
L2. 2. 3 检查问题输入数据.....	8
L2. 2. 4 特性计算输入数据.....	11
L2. 2. 5 叶片展弦比计算的输入数据.....	14
L2. 3 输入文件 DGAZD. D.....	14
L3 输出说明.....	15
L3. 1 综合输出文件 C1D. LIS.....	15
L3. 2 生成的二维设计输入文件.....	16
L3. 3 在本目录生成的随机绘图数据文件.....	16

L1 一维程序

此一维程序使用了大量经验和统计数据及经验方法，在输入并不多的限制数据条件下，即可给出多达 30 级的压气机优化设计结果，包括流路及叶排布置，各叶排压比、效率、总压恢复等性能参数及总长度和重量以及特性、强度的计算结果。是高压压气机设计不可或缺的工具。

其经验数据依据多年前的早期压气机经验统计数据，因而压气机设计的先进性要受到一定的限制，如展弦比、马赫数等都与现代设计有一定的差距，使用这一程序时应考虑。本程序可作以下四种计算：

设计问题，以经验统计法作优化设计

检查问题，根据结构参数来检查气动参数

特性计算，根据 a、b 的几何来计算特性

展弦比计算，根据 a、b、c 的结果和要求的喘振裕度计算叶片的展弦比

本平台内的一维程序主要功能有：

根据一维的结果自动生成二维的流场和造型程序的输入文件，可作为二维设计的基础。

提供定制的特性计算结果和特性图。

L2. 输入说明（INPUT）

L2.1 输入数据准备

上述所有计算的输入数据在同一输入文件 DC1D.DAT 中准备。数据全部按自由格式书写。即：

依各读入语句的数据依序填写。每个浮点数必须有小数点。数间用逗号隔开，最好再加一个空格相隔，以清楚分辨。

可用一行或多行完成一个读入语句的输入，但新的读入语句必须换行。因而需注意本文注明的行标识和一行中数据的个数。

L2.2 输入文件 DC1D.DAT

L2.2.1 主（控制）程序输入数据

#1:IRE, NV

IRE—串列压气机的个数

NV—机组（一台压气机可分几个机组）个数，如 IRE>1 可写 0

#2:K—作业解题的类型

K=1 只作设计计算或检查计算

K=2 只作特性计算, 本版现未安排此项计算

K=3 设计（或检查）和特性全作

K=4 作特性（K=3）并确定叶片展弦比

#3:K12, IZI—如果 K=2 不输

K12—=1 解设计问题, =2 解检查问题

IZI—损失修正标志, =0 不修正, =1 修正

#4:ALN, ALW, PKN, PKW—IZI=0 不输

损失校正系数, 注意: $ALN(\lambda_{\min})$ 应大于 $ALW(\lambda_{\max})$, 否则停机

#5:IREG, IHAR—如 K=1 不输

IREG—=1 特性计算考虑静叶可调, 输入调节角度, =0 不考虑

IHAR—把两个特性画在一张图上, 无此功能, 写 0

#6:IZX, IDX, IPE, IFH, INZ—将一维结果转成二维输入数据文件的控制符

IZX—流路转换控制:

=0 不生成流场 FLOW 的输入文件 gazd. d

=1 保持一维的流路, 即叶排进出口站（子午面上）为竖直线

=2 按给定（在 DGAZD. D 文件中给出）的各叶排尖根轴向长度比修正流路, 尖根同变。此修正将使流路总长度加长。

=3 按给定（在 DGAZD. D 文件中给出）的各叶排尖根轴向长度比修正流路, 只变尖部。总长度不变, 但尖部弦长小, 负荷相对增大。

DGAZD. D 文件可由流场计算结果生成, 给出沿叶高大致等弦长的各叶排尖根轴向长度比值。如想变弦长, 可据此手工修改, 用于 IZX=2, 3 的情况。

IDX—叶排轴向长度（在一维计算的基础上）缩放控制:

=1 不缩放

=2 按 DGAZD.D 文件输入值缩放

IPE—性能参数（压比，效率，总压恢复等）径向分布修正控制：

=1 不修正，即径向等值分布

=2 分段（第一级，2—中间级，后面级）修正，根尖修正相对较小，因而负荷相对较轻。

=3 按 E3 压气机统计数据修正，但根尖人为减小了修正量，以免负荷过重。

=4 按 E3 压气机统计数据修正。

IFH—叶型参数径向分布修正控制：

=0 不生成各叶排造型输入文件 DROW**.D

=1 不修正，即沿叶高等值分布

=2 按 E3 压气机统计数据对 CMAX, I, DEV 等分布修正

INZ—各叶排内设计算站的控制：

=0 由程序自动在叶排内只设 1 站，不需在 DGAZD.D 文件输入。

=1 按 DGAZD.D 中输入的站数设站。

二维的 GAZD.D 和 DROW**.D 文件，当不作展弦比计算时在设计或检查问题计算结束后生成；如作展弦比计算则在展弦比计算后按其结果生成。

L2.2.2 设计问题输入数据

在输入下面的数据之前，应输入主控程序的输入数据。

#1: RPM, PR, G, P0, T0, EFF, KH, Istage, KPATH, KF, KC, SIG0, SIGV—13 个总参数

RPM—转速 (>800) (r/min), 或第一级转子叶尖切线速度 (m/s)

PR—总压比

G—流量 (kg/s)

P0—第一机组进口总压 (Pa), 后面机组写 0.0

T0—第一机组进口总温 (K), 后面机组写 0.0

EFF—总绝热效率，输入级数 Istage 时可写为 0.0，由程序定

KH—压比（功率）储备系数

Istage—级数，在下表 1~3 流路，且输入效率 EFF 时可写 0，由程序定

KPATH—流路形式标识:

=0, 输入等外、中、内径, 或给定进口或出口内外径

=1, 输入各级转子进口外径, 压气机出口外径

=2, 输入各级转子进口中径, 压气机出口中径

=3, 各级转子进口内径, 压气机出口内径

KF—采用叶型的标识, 如进口入 >0.85 , 程序自动选双圆弧叶型:

=1, BC10,

=2, C-4,

=3, NACA-65,

KC—压气机类型:

=1, 单压气机

=2, 单涵双轴压气机的低压压气机

=3, 单涵双轴压气机的高压压气机

=4, 双涵中的风扇

=5, 双涵中的增压级

=6, 三轴压气机的中压压气机, 或双涵双轴 (不带增压级) 的高压压气机

=7, 双涵中 (带增压级) 的高压压气机

=8, 三轴压气机的高压压气机

SIG0—进口段的总压恢复。处于后面的压气机 (KC=3, 6, 7, 8) 可写 0.0, 由程序计算; 如无进口段写 1.0

SIGV—进口导叶的总压恢复。如无进口导叶写 1.0

#2:DT1, D1, DH1, DTC, DMC, DHC, DTK, DFF, DHK—给定流路的 9 个直径值, KPATH=0 时按下表选定某种流路写入形式填写相应数据, 其余数据写 0.0; 当 KPATH=1, 2, 3 时全部写为 0.0

写入流路的 11 种形式, 表中: **写具体数值, 空格写 0.0

写入形式	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1 DT1				**				**		**	
2 D1	**	**	**			**	**		**		
3 DH1					**			**			**
4 DTC	1.0										

5	DMC			1.0								
6	DHC		1.0									
7	DTK						**			**	**	
8	DFF											
9	DHK							**	**			**

其中：（单位 m）

DT1—第一级转子进口叶尖直径

D1—第一级转子进口轮毂比

DH1—第一级转子进口根部直径

DTC—等外径写 1.0

DMC—等中径写 1.0

DHC—等内径写 1.0

DTK—压气机出口外径

DFF—0.0

DHK—压气机出口内径

#3A:DRT1 (1:ISTAGE), DCTK—KPATH=1 输入，否则不输

DRT1—各级转子进口外径

DCTK—压气机出口外径

#3B:DRM1 (1:ISTAGE), DCMK—KPATH=2 时输入，否则不输

DRM1—各级转子进口平均直径，m

DCMK—压气机出口平均直径，m

#3C:DRH1 (1:ISTAGE), DCHK, KPATH=3 输入，否则不输

DRH1—各级转子进口内径，m

DCHK—压气机出口内径，m

#6:VA1, VAM, VAC, ALF1, OMGN, DOMG, HZ1, HZM, HZK, KH1, DKH, KHMIN
—12 个气动参数

VA1—第一级转子前轴向速度，m/s，在 8 流路可写 0.0

VAM—压气机中段轴向速度，m/s

VAC—压气机出口轴向速度，m/s，在 9 流路可写 0.0

ALF1—第一级转子进口绝对气流角（额向）

OMGN—平均半径处第 n 级反力度，推荐值 0.5~0.6。按下表定：

总级数	3~4	5	6~9	≥ 10
N	2	3	4	5

DOMG—大于 n 的每一级反力度变化量，不大于 0.025

HZ1—第一级加功因子， $HZ=L_{\text{有效功}}/UT1^2$ ，UT1—转子尖切线速度

HZM—平均级加功因子，如已输入级数 ISTAGE 可写 0.0

HZK—最后级加功因子

KH1—第一级功率储备系数，推荐 1.0~0.98

DKH—沿流路每一级 KH 的递减量值，推荐 0.005~0.01

KHMIN—最小 KH 值，即达到此值不再递减，推荐 0.90

#7:KG, ASP1, ASPK, ABV, ABR, ABS, BTHV, ASPV, BTV, DH0, DT0, BTH1
—12 个几何参数

KG—流量校正系数，在设计或与试验校准时流量缩放系数

ASP1—第一级转子展弦比

ASPK—最后级转子展弦比

ABV—进口导叶最大挠度相对位置

ABR—转子叶片最大挠度相对位置

ABS—静子叶片最大挠度相对位置

BTHV—进口导叶（IGV）尖根弦长比，无 IGV 写 0.0

ASPV—进口导叶展弦比，无 IGV 写 0.0

BTV—进口导叶稠度，无 IGV 写 0.0

DH0—前面压气机（或机组，和转接段）出口内径

DT0—前面压气机（或机组，和转接段）出口外径，如无写 0.0

BTH1—当第一级转子入 1>0.85 时写其尖根弦长比，否则 1.0

#8:E1, DE, CMV, DENR, DENS, DENB, DRES, ALFK, PRO—9 个参数

E1—第一级相对轴向间隙

DE—最后级与第一级相对轴向间隙差

CMV—进口导叶最大相对厚度，无 IGV 写 0.0

DENR—转子（盘轴等）材料密度，kg/m³
DENS—静子（机匣等）材料密度，kg/m³
DENB—叶片（转静子）材料密度，kg/m³
DRES—转子叶片叶身根部许用应力，Mpa
ALFK—最后静子出口绝对气流角
PRO—本压气机（或机组）前已有压比
#9:HORDA—最小弦长，m

L2.2.3 检查问题输入数据

在输入下面的数据之前，应输入主程序的输入数据。

#1:RPM, PR, G, P0, T0, EFF, KH, ISTAGE, KPATH, KF, KC, SIG0, SIGV
—13 个总参数

RPM—转速(>800) (r/min), 或第一级转子叶尖切线速度 (m/s)

PR—总压比

G—流量 (kg/s)

P0—第一机组进口总压 (Pa), 后面机组写 0.0

T0—第一机组进口总温 (K), 后面机组写 0.0

EFF—总绝热效率，可写为 0.0，由程序定

KH—压比（功率）储备系数

ISTAGE—级数

KPATH—=0

KF—采用叶型的标识，如进口入>0.85，程序自动选双圆弧叶型：

=1, BC10,

=2, C-4,

=3, NACA-65,

KC—压气机类型：

=1, 单压气机

=2, 单涵双轴压气机的低压压气机

=3, 单涵双轴压气机的高压压气机

=4, 双涵中的风扇

=5, 双涵中的增压级

=6, 三轴压气机的中压压气机, 或双涵双轴 (不带增压级) 的高压压气机

=7, 双涵中 (带增压级) 的高压压气机

=8, 三轴压气机的高压压气机 SIG0—进口段的总压恢复。处于后面的压气机 (KC=3, 6, 7, 8) 可写 0.0, 由程序计算; 如无进口段写 1.0

SIGV—进口导叶的总压恢复。如无进口导叶写 1.0

#2:DT1(1:ISTAGE), DTK—外径, m

DT1—各级转子进口外径

DTK—压气机出口外径

#3:DH1(1:ISTAGE), DHK—内径, m

DH1—各级转子进口内径

DHK—压气机出口内径

#4:DT2(1:ISTAGE)—各级转子出口外径

#5:DH2(1:ISTAGE)—各级转子出口内径

#6:HZ(1:ISTAGE)—各级加功因子

#7:CMXR(1:ISTAGE)—各级转子叶片最大相对厚度, 如未知可写 0.0, 由程序定

#8:CMXS(1:ISTAGE)—各级静子叶片最大相对厚度, 如未知可写 0.0, 由程序定

#9:BTR(1:ISTAGE)—各级转子稠度, =0.0 由程序定

#10:BTS(1:ISTAGE)—各级静子稠度, =0.0 由程序定

#11:ALF(1:ISTAGE+1)—各级转子进口及压气机出口绝对气流角

#12:KGI(1:ISTAGE)—各级流量储备系数, 如各级为常值写 0.0

#13:IZR 或 ASPR(1:ISTAGE)—各级转子叶片数或展弦比

如前输稠度 BTR, 此处输叶片数; 如前写 BTR=0, 此处输展弦比。后者优选

#14:IZS 或 ASPS(1:ISTAGE)—各级静子叶片数或展弦比

如前输稠度 BTS, 此处输叶片数; 如前写 BTS=0, 此处输展弦比。后者优选

#15:ABR(1:ISTAGE)—各级转子叶片最大挠度相对位置, 如各级相同则写 0.0

#16:ABS (1:ISTAGE)—各级静子叶片最大挠度相对位置，如各级相同则写 0.0

#17:KHI (1:ISTAGE)—各级理论功储备系数，如沿流路各级递减量为常值则此值写 0.0

#18:ALF0—第一级转子前绝对气流角

#19:KH1, DKH, KHMIN—如已输入 KHI 值，此三量均写 0.0
 KH1—第一级理论功储备系数
 DKH—KH 值逐级递减的量值
 KHMIN—最小 KH 值，即达到此值不再递减，推荐 0.90

#20:KG, FF, FF, ABV, ABR, ABS, BTHV, ASPV, BTV, DH0, DT0, BTH1—12 个结构参数
 KG—流量校正系数，在设计或与试验校准时流量缩放系数
 FF—=0.0
 FF—=0.0
 ABV—进口导叶最大挠度相对位置
 ABR—转子叶片最大挠度相对位置
 ABS—静子叶片最大挠度相对位置
 BTHV—进口导叶（IGV）尖根弦长比，无 IGV 写 0.0
 ASPV—进口导叶展弦比，无 IGV 写 0.0
 BTV—进口导叶稠度，无 IGV 写 0.0
 DH0—前面压气机（或机组，和转接段）出口内径
 DT0—前面压气机（或机组，和转接段）出口外径，如无写 0.0
 BTH1—当第一级转子入 1>0.85 时写其尖根弦长比，否则 1.0

#21:E1, DE, CMV, DENR, DENS, DENB, DRES, ALFK, PRO—9 个参数
 E1—第一级相对轴向间隙
 DE—最后级与第一级相对轴向间隙差
 CMV—进口导叶最大相对厚度，无 IGV 写 0.0
 DENR—转子（盘轴等）材料密度，kg/m³
 DENS—静子（机匣等）材料密度，kg/m³

DENB—叶片（转静子）材料密度， kg/m^3

DRES—转子叶片叶身根部许用应力， Mpa

ALFK—最后静子出口绝对气流角

PRO—本压气机（或机组）前已有压比

#22:HORDA—最小弦长， m

L2.2.4 特性计算输入数据

下面数据应接在 2(设计) 或 3(检查) 输入数据之后。

#1:N—等转速线条数

#2:R, K, DQ, EQ, ESIG

R—单位气体常数， $\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$

K—绝热指数，写 0.0 由程序作变比热计算

DQ—特性线上状态点间的 $q(X)$ 间隔，推荐值 $0.01\sim 0.001$

EQ—作特性垂直段计算时， qU 值的误差判断精度， $\text{EQ}=\text{DQ}/10$

ESIG—作特性垂直段计算时总压系数的误差判断精度， $\text{ESIG}=\text{EQ}/5$

#3:KGKA—控制以下 6 组数据输入

=0 使用程序标准值，#4~#9 不再输入

=1 在下面自行输入，但全输 0.0 也采用程序中标准值

#4:DIR(1:ISTAGE)—各亚音转子攻角的修正值

#5:KPR(1:ISTAGE)—各级流量-压比特性线斜率变化系数

#6:FAIR(1:STAGE)—各级转子（失速）负荷判据，推荐 1.3-0.82

#7:DIS(1:ISTAGE)—各亚音静子攻角的修正值

#8:AGR(1:ISTAGE)—各级转子槽道喉部面积修正系数

#9:AGS(1:ISTAGE)—各级静子槽道喉部面积修正系数

#10:IGKA—控制以下 4 组数据输入

=0 使用程序标准值，#11~#14 不再输入

=1 在下面自行输入

#11:KD(1:ISTAGE)—各级落后角补偿系数

#12:KGB(1:ISTAGE)—各级流量堵塞系数

#13:KHS(1:ISTAGE)—各级理论功储备系数

#14:KEF(1:ISTAGE)—各级最大效率衰减系数

#15:IVAR1—控制相对转速和 $q(\lambda)$ 初值输入
 =0, 按程序设定 ($n=0.7, 0.8, 0.9, 1.0$)
 =1, 自行输入#16

#16:NR, QL(1:N)—各特性线相对转速和 $q(\lambda)$ 初值

#17:IQP, IZAP, LSR, KPAH1, KPAH2—5 个控制参数

IQP—特性线计算标识
 =0 计算全部特性,
 =1 按给定 $q(\lambda)$ 值计算一个状态点,
 =2 按给定压比 PR 计算垂直段上一状态点, 此时#16 的 QL 值应比 PR 对应的 $q(\lambda)$ 值稍大一些

IZAP—搜索共同工作线与特性线交点 (给定共同工作线时), 或搜索给定喘振裕度 SM 的工作点
 =0, 不搜索,
 =1, 搜索

LSR—共同工作线给定标识:
 =0, 不给定共同工作线
 =L, 给定 L 点组成的共同工作线

KPATH1—临界或失速状态信息输出到结果文件:
 =0, 不输出, =1, 输出

KPATH2—各级计算结果输出到结果文件
 =0, 不输出
 =1, 输出

#18:KG, DSIG, SM, EPR, PR2, PRB—6 个性能参数

KG—整个压气机 (或机组) 的流量储备系数

DSIG—总压恢复系数的步长, 推荐 0.01-0.005

SM—喘振裕度

EPR—压比收敛精度判据, $\geq |0.01|$

PR2—IQP=2 时给定特性线垂直段上一点的压比值, 否则写 0.0

PRB—特性线垂直段起点（由上向下看）压比与该段最小压比的比
 #19:NNS, NNF, IIS, IIF, QQS, QQF—6 个限定作部分特性计算的参数
 NNS—开始计算的等转速线序号
 NNF—结束计算的等转速线序号
 IIS—计算特性的起始级序号
 IIF—计算特性的终止级序号
 QQS— $q(\lambda)$ 限制值，小于此值的低转速特性线截掉
 QQF— $q(\lambda)$ 限制值，大于此值的高转速特性线截掉
 #20:LSR \neq 0 由低向高输入 L 点的共同工作线， $2 \leq L \leq 10$ 。LSR=0 不输。
 GCOR(1:L)—换算流量
 PRW(1:L)—压比
 #21:DALF(N, Istage+1)—主程序中 IREG=1 时输入静子调节角度。
 其中：Istage+1—各静子，包括进口导叶；
 N—各计算转速

L2.2.5 叶片展弦比计算的输入数据

本计算的输入数据与“设计+特性”联合计算时的输入数据基本相同，但应注意以下区别：

—在特性数据中应输入

IZAP=1—计算共同工作点（#17）

LSR=1—给定共同工作线（#17），并在#20 输入该共同工作线

—如计算的等转速线数大于 3，则只用前三条特性线作本计算

—在输入文件的最后，增加如下的输入：

#1:NCU—输入各转速喘振裕度 SM 的标识

=3，下面输入，

≠3，不输入，将把特性计算输入的#18 中的 SM 作为各转速喘振裕度使用。

#2:SMI (1:N)—各转速要求的喘振裕度

L2.3 输入文件 DGAZD.D

当 IZX=2 或 3 时，或 IDX=2 时，或 INZ=1 时需要准备此文件。

此文件也可由二维流场计算建立：采用 IZX=1 先作一维计算，对所生成的二维 GAZD.D 作流场计算（也可与造型迭代），在 FLOW 目录中生成此文件#1-#3 行。所载数据为各叶排大致等弦长时的尖根轴向长度比。如需变弦长可据此手工修改调整。

如 IDX=2，应在上数据后加添下述的轴向长度缩放系数#4-#6 行。

如 INZ=1，应在上数据后加添下述的各叶排内所设计算站数#7-#9 行。

- #1:DZR(1:ISTAGE)—各级转子叶排尖根轴向长度比
- #2:DZS(1:ISTAGE)—各级静子叶排尖根轴向长度比
- #3:DZV—进口导流叶片尖根轴向长度比
- #4:DXR(1:ISTAGE)—各级转子叶排轴向长度缩放系数，以一维计算值为基础，该系数为原长度的百分比。
- #5:DZS(1:ISTAGE)—各级静子叶排轴向长度缩放系数，以一维计算值为基础，该系数为原长度的百分比。
- #6:DZV—进口导流叶片轴向长度缩放系数，以一维计算值为基础，该系数为原长度的百分比。
- #7:NZR(1:ISTAGE)—各转子叶排内加设的计算站数，至少 1 排，不包括进出口站。
- #8:NZS(1:ISTAGE)—各静子叶排内加设的计算站数，至少 1 排，不包括进出口站。
- #9:NZV—进口导叶内加设的计算站数，至少 1 排，不包括进出口站。

L3 输出说明

L3.1 综合输出文件 C1D.LIS

此文件输出如下内容：

- 输入数据反输出；
- 设计（或检查）计算结果，包括流路，各叶排气动参数和结构参数，以及压气机长度、重量等；
- 展弦比计算结果，包括叶排长度的变化

—特性计算结果，包括搜索堵、喘点计算数据，及特性线数据

L3.2 生成的二维设计输入文件

向流场 FLOW 目录输出 GAZD.D 文件；

向造型 BLADE 目录输出各叶排 DROW**.D 文件。

L3.3 在本目录生成的随机绘图数据文件

—PCPGRA:用于绘制流路图的原码数据文件。执行 GRAPATH.EXE，该文件为输入文件，并按对话的提示语操作，即可绘制流路图。

—GRAF.DAT:用于绘制特性图的数据文件。执行 GRAPERF.EXE，该文件为输入文件，并按对话的提示语操作，即可绘制特性图

—PERF1.D:特性数据，可用其他绘图软件绘制特性图。