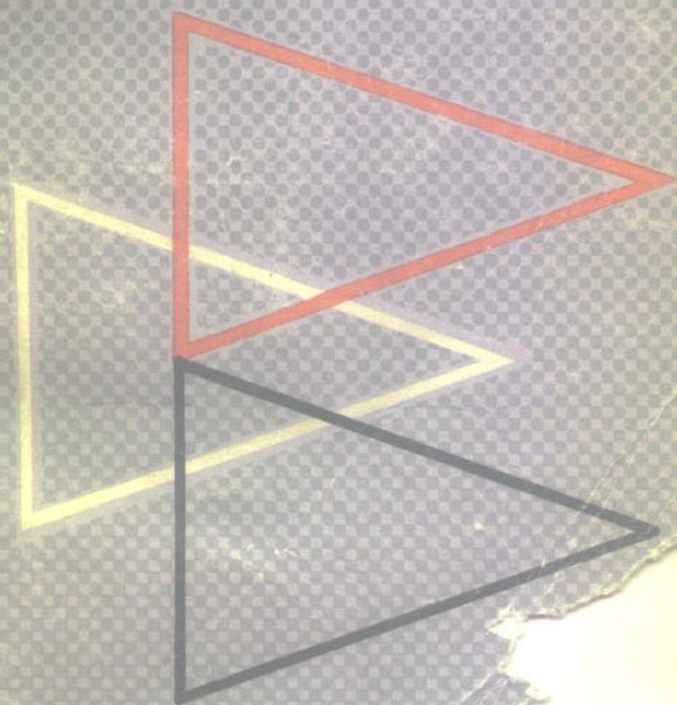


世界最新 集成运算放大器互换手册

——日、美、西德、荷兰、法和中国型号及其互换

陈清山 陈科燕 编译

王学维 曹国初副教授审校



中南工业大学出版社

R 73.7630/3

602

世界最新 集成运算放大器互换手册

——日、美、西德、荷兰、法和中国型号及其互换

陈清山 陈科燕 编译

王学维 曹国初副教授审校

中南工业大学出

8710

内 容 简 介

在集成电路家族中,运算放大器是应用最早、价格最便宜、互换性最好(不同国家的同类产品可以互换)、用途最广的典型线性集成电路。

它可作各类型的放大器、加減乘除及微积分模拟运算放大器、有源滤波器、稳压源、恒流源、检波器、转换器等等。它被广泛地应用于家庭电器、电声电视、照相摄影、自动控制、计算机、通讯、仪器仪表、航天和军事等领域。

本书以日本1985年出版的最新资料《半导体和混合集成运算放大器》为蓝本编译而成。它几乎囊括了世界主要工业国(日、美、西德、荷兰、法国等)的产品型号,介绍了每一型号的特长,详尽参数、外形、引脚接线图、典型电路,并介绍了定义、基础知识、分类、参数符号及其说明等等,还介绍了我国的常用集成运算放大器及其代换型号。我国未出版过同类书,它是电子专业读者不可多得的工具书。

本书可供无线电爱好者、电子产品的设计和生产及维修人员、自动控制装置和仪器仪表的设计与维修人员、电子元器件的研制和维修人员使用。

世界最新集成运算放大器互换手册

——日、美、西德、荷兰、法和中国型号及其互换

陈清山 陈科燕编译 王学维 曹国初副教授审核

责任编辑:田荣璋

*

中南工业大学出版社出版发行

湖南省地质测绘印刷厂印装

湖南省新华书店经销

*

开本: 850×1168 1/32 印张: 21.75 字数: 775 千字

1987年7月第1版

1987年7月第1次印刷

印数: 0001—6400

*

7-81020-083-6/TN·003

15442·030

定价: 5.90元

目 录

第一篇 半导体集成运算放大器	(①)
一、本篇的使用说明 (译)	(①)
二、集成运算放大器的基础知识 (编译)	(②)
三、参数及其定义 (译)	(⑤)
四、参数符号及其中文名称 (译)	(⑦)
五、选择和分类 (译)	(⑧)
六、公司 (厂商) 缩略语及其译名 (译)	(⑬)
七、本篇中的英文和中文缩略语 (译)	(⑬)
八、半导体集成运算放大器总索引 (一至二)	(7-9)
九、半导体集成运算放大器参数表	(11)
第二篇 混合集成运算放大器	(11)
一、公司缩略语	(12)
二、极限参数	(12)
三、电特性参数	(12)
四、漂移特性	(13)
五、测定条件	(13)
六、单位符号	(15)
七、外形和电路缩略语	(15)
八、厂商、公司询问地址	(17)
九、混合厚膜集成运算放大器总索引	(18)
十、混合厚膜集成运算放大器参数表	(19)
第三篇 外国集成运算放大器补充型号	(191)
一、公司缩略语及其译名	(191)
二、关于栏目及栏目中参数的说明	(192)
三、引脚排列图和外形图中的略语、英文和德文	(193)
四、型号、参数和互换表	(194)
五、引脚排列和实际尺寸外形图	(318)
1. 引脚排列图	(319)
2. 实际尺寸外形图	(352)

六、同类产品系列表.....	(·356·)
第四篇 中国集成运算放大器	(·378·)
一、国产集成运算放大器参数规范表.....	(·378·)
二、部分国产集成运算放大器的引脚排列、调零和补偿电路.....	(·380·)
三、部分国产集成运算放大器的型号对照、应用电路.....	(·382·)
四、部分国产集成运算放大器的内部电路和引脚排列.....	(·384·)
五、部分低增益通用集成运算放大器的主要参数.....	(·388·)
六、部分中增益通用集成运算放大器的主要参数.....	(·389·)
七、部分高增益通用集成运算放大器的主要参数.....	(·390·)
八、部分低功耗集成运算放大器的主要参数.....	(·392·)
九、部分高速集成运算放大器的主要参数.....	(·393·)
十、部分高精度、低漂移集成运算放大器的主要参数.....	(·394·)
十一、部分电压比较集成运算放大器的主要参数.....	(·395·)
十二、国外主要生产厂家的集成运算放大器典型产品型号表.....	(·396·)
十三、国内外集成运算放大器同类产品型号对照表.....	(·397·)
十四、国内外集成运算放大器同类产品型号互换表.....	(·398·)

第一篇 半导体集成运算放大器

一、本篇的使用说明 (译)

本参数表选载了国内外半导体厂商制造的单片集成运算放大器 (即半导体集成运算放大器——译者注), 这些集成运算放大器, 在日本国内均可买到手。

OP-Amp是Operational Amplifier (运算放大器) 的缩略语。它原来是模拟计算机进行加法、积分、乘法和正负变换运算所使用的电路。集成电路问世以前, 它是用电子管、晶体管等分立器件构成的, 然而, 当集成电路出现以后, 它本身相当于一种分立的器件, 而迅速地发展起来了。市场上最先出售的单片集成运算放大器是 $\mu A702$ 。集成度高的 $\mu A709$ 和内含相位补偿电路的 $\mu A741$ 相继被出售, 其需要量急剧地增加。初期生产的集成运算放大器的交流特性很差, 仅限于直流放大用; 而现在, 有的产品能在数MHz频率下工作。

集成运算放大器按制造工艺可分为单片集成运算放大器和混合集成运算放大器。前者又叫半导体集成运算放大器 (全部的元件和电路集成在一块单晶硅的芯片上), 后者又叫多片集成运算放大器 (在一个封装中, 包含有集成无源元件的绝缘基片, 以及数块单片集成电路)。其它, 虽然也有被称为集成运算放大器组件的产品, 但是, 与其说它是集成电路, 还不如说它是密封在一个插件中的电子电路, 因此, 本参数表系列中未介绍这样的产品。

在本手册的第一篇中只刊载了半导体集成运算放大器, 关于混合集成运算放大器, 请参考本手册的《混合集成运算放大器篇》(即本手册的第二篇)。

在本手册中刊载的集成运算放大器的资料, 是从生产厂商发行的产品手册中摘录出来的。因此, 只刊登了读者在选择运算放大器时所必需的信息, 而未介绍厂商发行的手册中的全部信息, 因此, 读者有必要考查详细的产品规格时, 请参看有关厂商发行的产品说明书及产品手册。

在本手册中的“同类产品”(即第二次来源产品或称复制品)是指某半导体厂商的产品被其他厂商按完全相同的设计要求生产出来的产品。关于“同

8710495

类产品”的制造似乎有两种情况：一种是得到开发厂商的许可而制造的；另一种是未得到开发厂商的许可而制造的。但是，厂商之间应该签订怎样的合同，还不很明确。

关于对“同类产品”的出售，有的厂商在产品说明书上直截了当地标明了是同类产品，而有的厂商未予以说明，是完全按另一种产品型号来介绍的。日本国内各厂商制造的集成运算放大器，虽然开发性产品（即第一次来源产品）几乎没有。但是，注明是“同类产品”的例子似乎也极少，然而，在最近，注明了与某型号是“同类产品”的情况也逐渐增加，并且，原产品（即开发性的产品——译者注）也开始被研制。

在本参数手册中，为了减少篇幅，对于十分明确的“同类产品”的型号，只介绍了它的“原产品”（即开发性的产品）的型号及参数，对于“同类产品”，只在相应的篇幅中标注了它的型号（即品名）及其生产厂商。这是因为，“开发性产品”与“同类产品”具有完全的互换性。

另外，虽然不是“同类产品”，但规格及特性大体相同的产品型号，本手册中注明为“类似品”。当不局限于运算放大器特性范围内使用时，“类似品”与“开发性产品”（或同类产品）之间可能互换。

其次，是封装问题。限于产业中应用的运算放大器，以往，其大多数产品的封装形式类似于晶体管，即所谓金属密封外壳封装；而现在，大多数产品的封装形式，是8脚或14脚的双列直插式封装（DIP）。并且，在国产的消费用产品中，为了提高装配密度，采用单列直插式封装和微型扁平式封装的形式正在不断增加。

二、集成运算放大器的基础知识（编译）

集成运算放大器（IC Operational amplifier）被简称为运算放大器。它是具有差分输入和直接耦合电路的高增益、宽频带的电压放大器。它是二十世纪六十年代被研制成功、且最早应用于实际的典型的线性集成电路。

相对于分立的器件（如晶体管）而言，运算放大器是集成电路，但是，在分析电路时，相对于电路中的功能单位而言，运算放大器也可以被看成是特殊的分立器件。

集成运算放大器与由分立元件组成的运算放大器相比，前者不但具有性能好、成本低、耗能低、体积小、重量轻、可靠性高等优点，而且能提高整机的生产效率（如：大幅度地缩短电路设计、元件的选配、组装和调整的时

间)。

集成运算放大器与其它集成电路相比较，它不但具有集成电路的共同优点，而且还具有特殊的优点：成本最低、用途最广泛、互换性最好（能与国际性的同类产品或类似品互换）。

当集成运算放大器外接不同的反馈网络之后，能实现多种电路功能：可用作放大器（如音频放大、交流放大、直流放大、微分放大和对数放大器等）；可作模拟运算（如加法器、减法器、积分器、微分器、换码器、系数器等）；可作有源滤波器（如低通滤波器、高通滤波器、带通滤波器、带阻滤波器等等）；可作振荡器（如正弦振荡器、多谐振荡器等）；可作恒定电源（如稳压源、恒流源等等）；可作转换器（如电流/电压转换器、频率/电压转换器、比较器、电压跟随器等）；可构成非线性电路（如理想检波器、限制器、高频检出器、对数转换器、乘法器等）。

实际运算放大器的型号虽然迭次更新，五花八门，但它们的发展方向是共同的，即向着理想运算放大器的方向发展。这是因为，理想运算放大器的特性是尽善尽美的，如：①增益为无穷大；②通频带无穷宽；③同相与反相输入端之间以及两输入端子与公共端——地之间的输入电阻为无穷大；④输出电流驱动容量为无限大；⑤输出阻抗为零；⑥输入失调电压为零；⑦输入电流为零；⑧只放大差模信号，能完全抑制共模信号；⑨以上八点在任何温度下成立。

但实际被使用的集成运算放大器的特性，目前还未能达到理想状态，其实际的特点是：①电压增益极高；②通频带相当宽；③能进行反相或同相差分放大；④输入电阻很大；⑤输出电阻很小；⑥直流失调可设计到最小；⑦可进行温度补偿；⑧可加深度负反馈，以改善高频特性；⑨输出级可输出最大额定的电流；⑩在差分输入状态下，共模信号的抑制能力好（即共模抑制比高）。

实际集成运算放大器的特性与理想集成运算放大器的特性有一定差异，其差异见表1-1。

当今，集成运算放大器已发展成为第四代产品。第一代具备中精度要求的技术参数；第二代以采用有源负载为标志；第三代以超 β 晶体管作为差分输入级为特点；第四代采用斩波器式的稳零方式。第四代集成运算放大器采用了中、大规模集成技术，其质量性能指标已接近理想集成运算放大器。

典型的集成运算放大器组成的放大电路，如图1-1所示。运算放大器的引出端有同相输入端、反相输入端、输出端、正电源端、负电源端、接地端、

表 1-1

特 性	理想集成运算放大器	实际集成运算放大器*
失调电压	0V	0.5~5mV
失调电流	0A	1nA~10μA
失调电压的温度漂移	0V/°C	1~50μV/°C
偏置电流	0A	1nA~100μA
输入电阻	$\infty\Omega$	10kΩ~1000MΩ
通频带	∞Hz	10kHz~2MHz
输出电流	为电源的容量	1~30mA
共模抑制比	∞dB	60~120dB
上升时间	0秒	10ns~10μs
转移速率	$\infty\text{V/s}$	0.1~100V/μs
电压增益	∞dB	$10^3\sim 10^6\text{dB}$
电源电流	0A	0.05~25mA

补偿端（如图中作频率补偿电路用）、偏置端、调零端等等。其中，前五种为主要引出端。

集成运算放大器的电路符号如图1-2所示。其中“+”代表同相输入端（即正输入端）、“-”代表反相输入端（即负输入端）、 v_o 处的端子为输出端。图中的 v_n 为反相输入电压、 v_p 为同相输入电压、 v_o 为交流输出电压。

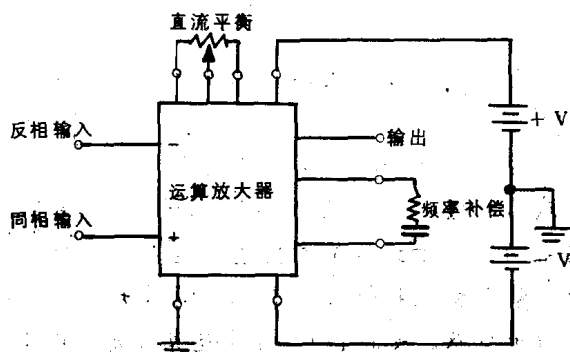


图 1-1 集成运算放大器组成的放大电路

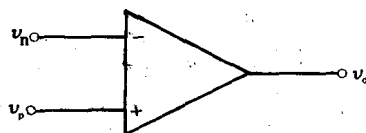


图 1-2 集成运算放大器的符号

三、参数及其定义 (译)

(一) 极限参数 (最大额定值)

所谓极限参数和最大额定值,是指为了保证运算放大器的寿命和性能,由厂商规定的绝对不能超过的值。运算放大器在使用中,如果超过厂商规定的极限参数中的任何一个参数,其运算放大器可能会永久性地破坏或性能变坏。

最近生产的运算放大器,因内含保护电路,即使稍微超过极限参数,也不会被破坏,但是,如果引起器件异常,厂商不负任何责任。因此,使用运算放大器时,请严格地遵守极限参数的规定。

(1) 电源电压——能够施加于运算放大器电源端子的最大直流电压值。厂商有两种表示方法:用正负两种电压表示,或正电压与负电压的差值表示。

(2) 差分输入电压——在运算放大器的正输入端和负输入端之间能够施加的最大输入电压。

(3) 输入电压 (输入共模电压、最大输入共模电压)——在保证运算放大器正常工作状态不被破坏的条件下,运算放大器的正或负输入端与地之间能够施加的最大的共模电压值。

(4) 允许功耗——又称允许总功耗。在不引起运算放大器热破坏的条件下,运算放大器所能够消耗的最大功率。

(5) 工作温度范围 (简称工作温度)——运算放大器能够正常工作的温度范围。但必须注意,在此温度范围内,不能使运算放大器的所有特性都能满足要求。一般来说,消费品 (即家庭电器) 用运算放大器,在 $0^{\circ}\text{C}\sim 70^{\circ}\text{C}$ 的范围内能正常工作,但日本国内厂商生产的产品,运算放大器能正常工作的温度范围是 $-25^{\circ}\text{C}\sim 75^{\circ}\text{C}$ 或 $-20^{\circ}\text{C}\sim 80^{\circ}\text{C}$ 。

(6) 贮存温度范围 (简称贮存温度)——运算放大器长期被保存而性能不发生变化的温度范围。它比工作温度范围要大得多。

(二) 电特性参数

输入失调电压 (V_{os})——在运算放大器的正、负输入端之间,不施加信号时,正、负输入端子之间所呈现的电压。换言之,运算放大器正、负输入端之间的输入信号为零时,输出电压一般不为零,这时的输出电压被

称为输出失调电压。若把输出失调电压除以开环电压增益 A_{o1} ,就得到输入失调电压 V_{os} 。 V_{os} 越小,器件质量越好。

输入失调电流(I_{os})——当运算放大器的输入信号为零时,运算放大器两输入端静态基极电流之差被称为输入失调电流,用 I_{os} 表示。

即: $I_{os} = |I_{B1} - I_{B2}|$ 。 I_{os} 越小,器件质量越好。

输入偏置电流 I_B (即输入基极电流 I_{iB})——当输入信号为零时,运算放大器两个输入端静态基极电流的平均值,被称为输入偏置电流(简称输入偏流)用 I_B (或 I_{iB})表示,即 $I_B = (I_{B1} + I_{B2})/2$ 。 I_B 越小,器件质量越好。

电压增益 A_v (开环电压增益 K_o)——运算放大器在不加反馈时的输出电压增量与输入差模电压增量之比,被称为电压增益或开环电压增益,

用 A_v 或 K_o 表示。即 $A_v = \frac{\Delta V_o}{\Delta V_{cm}} [V/V (V/mV)]$ 或 $A_v = 20 \log \frac{\Delta V_o}{\Delta V_{cm}} (dB)$,

A_v 是运算放大器重要参数之一,通常而言,越大越好。

共模信号抑制比 $CMRR$ ——差模增益(即开环电压增益)与共模增益之比,被称为共模抑制比,用 $CMRR$ 表示。即 $CMRR = \frac{A_v}{A_{cm}}$ 或 $CMRR = 20 \log \frac{A_v}{A_{cm}} (dB)$ 。

式中: A_{cm} 为共模增益。所谓共模增益,就是在正、负输入端同时对地加入相同的信号时,其输出不为零,有被放大的输出电压,共模输出电压的增量与共模输入电压的增量之比,称为共模增益。 $CMRR$ 越大,器件的质量越好。

电源电压抑制比 $PSRR$ (SVR)——运算放大器供电电源的单位电压变化量所引起的等效输入失调电压(或失调电流、偏置电流)的变化量叫电源电压抑制比,用符号 $PSRR$ 或 SVR 表示。 $PSRR$ 越小越好。

转换速率 $SR(S_r)$ ——在大信号条件下,把从最小输入电压向最大输入电压变化的阶跃输入,施加入正、负端子之间时,输出电压随时间的最大变化率被称为转换速率,用 SR 或 S_r 表示。

增益带宽积 GBW (开环带宽积)——开环增益下降到直流增益的 $-3dB$ 时所对应的输入信号频率称为增益带宽(即开环带宽),增益带宽与其增益的乘积,被称为增益带宽积,用 GBW 表示。

单位增益带宽 $f_T(GB)$ ——开环增益下降到直流增益的 $0dB$ 时所对应的输入频率被称为单位增益带宽,用 f_T 或 GB 表示。

建立时间 $t_s(T_s)$ ——当把运算放大器接成 $1:1$ 的全反馈组态,且在正、负输

入端施加大信号输入电压时，输出电压达到与规定的最终值相比的误差，在规定的误差范围内所需要的时间，被称为建立时间，用 t_s 或 T_s 表示。

输入噪声电压（输入换算噪声电压） e_n ——对运算放大器的正、负端施加某一频带的输入信号时，把在输出端出现的噪声电压，折算到输入端时的值，被称为输入噪声电压，常用 e_n 表示。其测定方法随着厂商的不同而异，因此，有必要注明测试条件。

输入电阻（差模输入电阻） $R_{IN}(R_i)$ ——运算放大器在开环状态时，正、负输入端之间的差模电压变化量与由它引起的输入电流变化量之比，叫差模输入电阻或输入电阻，用 R_{IN} 或 R_i 表示。

输入阻抗——输入阻抗一般包括输入电阻和输入电抗。但产品说明书中一般给出的输入阻抗，通常为差模输入电阻值。

对于用双极型晶体管作差分输入级的运算放大器，其差模输入电阻与输入偏流 I_B 有这样的关系： $R_{IN}=52mV/I_B$ ； I_B 越小， R_{IN} 越大。双极型运算放大器的输入电阻由几十千欧到几兆欧。

输出阻抗 Z_o ——在开环状态下，运算放大器的输出电压与输出电流之比，被称为输出阻抗，用 Z_o 表示。输出阻抗越小越好。

静态功耗（静功耗） P_w ——当输入信号为零，而输出端未加负载时，在额定的电源电压条件下，运算放大器本身消耗的正、负电源的总功率，被称为静态功耗，用 P_w 表示。一般运算放大器的静态功耗为数十至数百mW，低功耗运算放大器仅数mW。

零点漂移、温漂（温度漂移）、时漂（时间漂移）——运算放大器工作时，即将两输入端与地短路，输出电位也会随时间（或温度）变化，这种现象被称为零点漂移。其中，随温度变化的称为“温漂”，随时间变化的称为“时漂”。输入失调电压、输入失调电流、输入偏置电流均存在“温漂”和“时漂”的问题。

四、参数符号及其中文名称（译）

A ——电压增益

A_c ——交流

A_{cm} ——共模增益

A_{ol} ——开环增益

A_{fb} ——闭环增益

A_{fbl} ——低频闭环增益

A_l ——低频开环增益

A_v ——差模增益

C ——电容量
 C_C ——相位补偿电容量
 C_L ——负荷电容量
 $CMRR$ ——共模抑制比
 DC ——直流
 E ——误差电压
 E_i ——输入折算误差电压
 f ——频率
 f_1 ——转折(截止)频率
 i ——电流
 I_B ——偏置电流
 I_{ES} ——发射极-基极反向截止电流
 I_{OS} ——输入失调电流
 I_O ——输出电流
 I_S ——二极管反向截止电流
 K ——玻耳兹常数
 M_O —— M_{onth} (月)
 Q ——电荷
 R ——电阻
 R_C ——补偿电阻
 R_f ——反馈电阻
 R_L ——负荷电阻
 R_S ——信号源电阻
 R_i ——运算放大器输入电阻
 R_{if} ——闭环输入电阻
 R_l ——负荷(即负载)电阻
 R_O ——运算放大器的输出电阻

R_{of} ——闭环输出电阻
 S ——转移速率
 t ——时间
 T ——绝对温度
 THD ——高频谐波失真率
 T_a ——环境温度
 V_{BE} ——晶体管发射结正向电压
 V_{CC} ——正电源电压
 V_{CM} ——共模输入电压
 V_D ——二极管电压
 V_{EE} ——负电源端
 $V_{IN}(V_i)$ ——运算放大器直流差分输入电压
 v_i ——运算放大器交流差分输入电压
 v_n ——运算放大器交流反相输入电压
 v_o ——运算放大器交流输出电压
 V_O ——运算放大器直流输出电压
 V_{OS} ——输入失调电压
 v_P ——运算放大器同相输入电压
 V_S ——电源电压
 v_1 ——输入电压
 V_Z ——齐纳电压
 β_f ——反馈系数
 θ ——相位角

五、选择和分类(译)

当采用运算放大器设计电子电路时,为了选择能满足参数要求的运算放大器,有必要首先理解设计说明和理解产品说明书介绍的运算放大器参数的

含意，然后按照设计要求挑选运算放大器。而运算放大器的分类是选择运算放大器的基础。

（一）依据特性分类

可以认为，虽然运算放大器的种类有许多，但是，理想的运算放大器在理论上是最优良的运算放大器。因此，可以说，如果存在一种几乎接近于理想放大器的实际运算放大器，那么，其它运算放大器就全部没有必要了。

然而，虽然还不知道运算放大器将来怎样地发展，但是，截至目前为止，还不可能制造出在所有方面都是最佳的运算放大器，因此，目前只能根据比典型值更优良的特定参数，将运算放大器分类。下面，是根据其特性分类的实例。

1. 通用型运算放大器

虽然通用型的定义还不十分明确，但这种运算放大器具有价廉而应用范围广泛的特征。就客观的判断而言，具有怎样的性能才是通用型呢？还没有明确的基准，因此，似乎可以认为，在不要求有突出参数情况下使用的运算放大器是通用型。但是，由于运算放大器的性能被全面地提高了，似乎不一定能说，过去的通用型运算放大器和现在的通用型运算放大器具有相同的性能。

然而，习惯上把下列类型的运算放大器称为通用型：单电路（即在封装中只有一片运算放大器）类型中的 $\mu A709$ 、 $\mu A741$ 、LM301A；双电路（在封装中有两片运算放大器）类型中的LM358、RC4558；四电路（在封装中有四片运算放大器）类型中的LM324、MC3403等等。但是，最近， $\mu A709$ 、 $\mu A741$ 等已经不被使用，而可以把单电路类型中的TL081等称为通用型。

2. 特殊型（即高性能型）运算放大器

与通用型运算放大器相比较，部分性能优良的产品被称特殊型（或高性能型）运算放大器。它象通用型放大器那样，没有严格的区分标准。这样的例子似乎很多：同一厂商制造的运算放大器中，在划分类别时，按其厂商的分类标准划分为通用型或特殊型，并在产品说明书中作了说明。由于厂商不同，分类标准也不同，所以，在某厂商的产品中即使是特殊型的，当采用其他厂商的标准分类时，却变成了通用型。

在本手册的特征栏目中所记载的产品特征，是摘自厂商产品说明书中的

介绍, 因此, 未用同一标准来比较所有的运算放大器, 这一点请读者注意。因而, 利用《特征》这一栏目, 能比较同一厂商不同运算放大器的特点。而不同厂商的运算放大器的特征, 请读者利用《电特性参数》来比较。

对于特殊型运算放大器, 如果根据某一特性参数分类, 那么可分成为下列类型。

(1) 低输入偏流型

运算放大器的输入偏流为零时是理想的运算放大器。其输入偏流, 是用运算放大器的两个输入的基极电流的平均值来定义的, 因此, 其值越小, 性能越高。当环境温度 $T_a = 25^\circ\text{C}$ 时, 根据不同构造划分的下列类型的运算放大器, 其偏流值介绍如下:

双极型运算放大器: $25\text{nA} \sim 1\mu\text{A}$

场效应管输入型运算放大器: $1\text{pA} \sim 50\text{pA}$

MOS输入型运算放大器: 0.1pA

CMOS输入型运算放大器: 0.1pA

采用低偏流放大器的电路有: 小电流测定电路、需要高阻抗的电路, 即积分器、电流-电压转换器、高阻抗转换器等。

(2) 低输入失调电压型

无信号时, 运算放大器的正、负输入端子之间产生的电压被称为输入失调电压。显然, 其值为零时是理想的, 因此, 其值小的是性能优良的运算放大器。一般而言, 当环境温度处在 25°C 时, 输入失调电压若在 1mV 以下, 为低输入失调电压。

(3) 低漂移型

所谓漂移, 是指由于温度的变化和时间的延续, 运算放大器的某些特性发生变化。显然, 其变动小的是性能好的运算放大器。其特性随温度变化的被称为温度漂移; 其特性随时间变化的被称为时间漂移。输入失调电压的温度漂移是用每 1°C 的增量所引起输入失调电压的变化量来表示的; 而失调电压的时间漂移, 是用一个月 (或一年) 所引起的失调电压的变化量来表示的。虽然, 其它参数也有漂移, 也有稳定它的必要性, 但是, 其中以输入失调电压的漂移最关重要。一般而言, 在运算放大器的工作温度范围以内, 输入失调电压的最大温漂如果在 $5\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ 以下, 就可被称为是低漂移运算放大器。

(4) 高速型、宽频带型

高速型运算放大器, 是用对于输入端的变化, 输出端如何跟随来判定的。

为了判断输出端的跟随能力，常用转换速率 (slew rate) 的大小来确定。在大信号条件下，把阶跃输入 (从最小输入电压向最大输入电压变化)，施加于运算放大器的正、负端子之间时，输出电压随时间的最大变化率被称为转换速率。转换速率通常用单位 $V/\mu s$ 表示。通用型运算放大器的转换速率规定在 $5V/\mu s$ 以下，转换速率在 $5V/\mu s$ 以上者为高性能运算放大器。

宽频带型运算放大器，是用运算放大器的最高工作频率来定义的。工作频率越高，输入参数的变化量越大，显然，转换速率越大的，越可以认为是宽频带型放大器。

然而，根据运算放大器使用的目的，在小信号状态下或在大信号状态下，宽频带型的定义是不同的。在小信号条件下使用的运算放大器是用单位增益带宽 (在开环状态下工作时，其增益为1的频率) 来定义的；在大信号条件下工作的运算放大器是用最大输出带宽 (不失真的最大输出的频率) 或转换速率来定义的。

(5) 高精度型

高精度型运算放大器是指：为了在测量仪器中使用，在其工作温度范围内，运算放大器能够保证的输入失调电压、输入失调电流、输入偏流、共模信号抑制比、电源电压抑制比等一系列参数的最大值或最小值。

(6) 高输出电流型

一般半导体集成运算放大器的输出电流的范围为 $10 \sim 20mA$ ，其输出电流达到 $50mA$ 以上者，被称为高输出电流型。在混合集成运算放大器中，其输出电流也有达到 $1A$ 以上的产品。

(7) 高电源电压 (高电压) 型

普通运算放大器工作电源电压的典型值是 $\pm 15V$ ，而工作电源电压在 $\pm 20V$ 以上的运算放大器被称为高电源电压型 (简称为高电压型)。

(8) 低功耗型 (微功耗型)

一般运算放大器的静态功率在 $50mW$ 以上，而低功耗型的运算放大器，在电源电压为 $\pm 15V$ 的条件下工作时，其静态功耗在 $5mW$ 以下。并且，低功耗型运算放大器可能在低电源电压 ($\pm 3V$ 以下) 条件下工作，此时的静态功耗在 $1mW$ 以下，故又称为微功耗型。因此，这种运算放大器适用于在干电池的条件下工作。

(9) 单电源运算放大器

在正、负两电源下工作的运算放大器是普通的运算放大器。当与 $5V$ 的

逻辑电路同时使用时，因为用电池使逻辑电路工作，所以，运算放大器也有要用单电源的情况。

双电源型的运算放大器，虽然也能在单电源条件下工作，但是，当输入电压低时，有输入不工作电压分量存在，这一分量即使输入，输出也不正常。

单电源运算放大器是自0V起也能放大信号的运算放大器。

(10) 低噪型

一般运算放大器的输入换算噪声电压在 $10\mu\text{V}_{\text{P-P}}$ 以上，而称为低噪型运算放大器，其输入噪声电压在 $2\mu\text{V}_{\text{P-P}}$ 以下。

(11) 可编程序型

对这种运算放大器，通过调整控制端电流 I_{SET} ，使输入电压（最大共模输入电压）、输入偏置电流和静态功耗等参数能达到给定的值。本来是低功耗型的LM4250型运算放大器，也是有名的可编程序型。

(二) 依据构造分类

(1) 双极型运算放大器

最初的集成运算放大器是由双极型晶体管构成的。因而，大部分的集成运算放大器基本上可以被称为是双极型运算放大器，但随着技术的发达，采用结型场效应管和MOS型场效应管构造的运算放大器也增加起来。因此，现在的概念是，在集成电路的输入差分放大级采用双极型晶体管的运算放大器，一般被称为双极型运算放大器。

在其差分放大级中，既有采用NPN，也有采用PNP的产品。

(2) 结型场效应管输入运算放大器

这种运算放大器基本上是由双极型晶体管构成的，但是，只在输入差分放大级采用了结型场效应管。在输入级因为采用了场效应管，故输入阻抗变高，输入偏流也变小。但是，结型场效应管温度漂移大，温度每上升 10°C ，输入偏流约增加1倍。

(3) MOS型场效应管输入运算放大器

这种运算放大器，是在输入差分放大级采用了MOS型场效应管而制成的。因此，输入阻抗几乎可以说为无限大。其输入信号漏泄电流用 0.1pA 的数量级的微小值表示。

(4) CMOS型运算放大器