



中华人民共和国国家标准

GB/T 17966—2024

代替 GB/T 17966—2000

信息技术 微处理器系统 浮点运算

Information technology—Microprocessor systems—Floating-point arithmetic

(ISO/IEC 60559:2020, MOD)

2024-09-29 发布

2025-04-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
1.1 规定内容	1
1.2 实现目标	1
1.3 包含	1
1.4 不包含	1
1.5 编程环境考虑	1
2 规范性引用文件	2
3 术语、定义和缩略语	2
3.1 术语和定义	2
3.2 缩略语	6
4 浮点格式	7
4.1 通则	7
4.2 规范等级	7
4.3 浮点数据集	8
4.4 二进制交换格式编码	9
4.5 十进制交换格式编码	10
4.6 交换格式参数	12
4.7 扩展和可扩展精度	13
5 属性与舍入	14
5.1 属性规范	14
5.2 属性的动态模式	14
5.3 舍入方向的属性	15
6 操作	16
6.1 通则	16
6.2 十进制阶码计算	17
6.3 同构通用计算操作	17
6.4 通用计算操作的格式	19
6.5 静默计算操作	21
6.6 信号计算操作	21
6.7 非计算操作	22
6.8 浮点格式到整数格式转化的详细说明	24
6.9 将浮点数据舍入为整数值的细节	25
6.10 全序谓词的详细说明	25
6.11 对比谓词的详细说明	26

6.12 浮点数据和外部字符序列之间转换的详细说明	27
7 无穷、NaNs 和符号位	30
7.1 无穷运算	30
7.2 使用 NaN 操作	31
7.3 符号位	32
8 异常和默认异常的处理	32
8.1 通则:异常和旗标	32
8.2 无效操作	33
8.3 被零除	34
8.4 上溢	34
8.5 下溢	34
8.6 不精确	34
9 备用异常处理属性	35
9.1 通则	35
9.2 恢复备用异常处理属性	35
9.3 即时和延迟的备用异常处理属性	36
10 建议操作	36
10.1 通则	36
10.2 符合语言定义和实现定义的操作	37
10.3 附件的数学操作	43
10.4 动态模式操作	43
10.5 归约操作	43
10.6 增强算数操作	44
10.7 最小值和最大值操作	46
10.8 NaN 有效载荷操作	47
11 表达式评价	47
11.1 表达式评价规则	47
11.2 任务、参数和函数值	48
11.3 对于表达式求值的首选宽度属性	48
11.4 字面含义和值变化的优化	48
12 可复现的浮点运算结果	49
附录 A (资料性) 程序调试支持	51
附录 B (资料性) 操作列表	53
参考文献	55

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替 GB/T 17966—2000《微处理器系统的二进制浮点运算》。与 GB/T 17966—2000 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 增加了范围中对浮点运算编程环境注意事项的描述(见 1.5)；
- b) 增加了二进制与十进制的交换格式编码内容(见第 5 章)；
- c) 更改了舍入的具体规定，增加了舍入方向的属性描述以及舍入的动态属性(见 6.1、6.2、6.3)；
- d) 增加了浮点运算多种操作的规定，包括二进制与十进制的格式转化、阶码计算、静默计算、指令计算、非计算操作的内容(见 7.2、7.5、7.6、7.7)；
- e) 增加了常规异常处理中异常和旗标的描述(见 9.1)；
- f) 更改了对引发自陷的若干异常情况规定(见 9.2、9.3)；
- g) 增加了浮点运算的若干建议操作及表达式估值(见第 11 章、第 12 章)。

本文件修改采用 ISO/IEC 60559:2020《信息技术 微处理器系统 浮点运算》。

本文件与 ISO/IEC 60559:2020 相比，做了以下结构调整：

- 增加了“规范性引用文件”一章，后续章条编号同理顺延；
- 修改了 6.3、6.12、7.2、第 10 章、10.2 的悬置段；
- 附录 A、附录 B 分别对应 ISO/IEC 60559:2020 的附录 B、附录 C。

本文件与 ISO/IEC 60559:2020 的技术差异及其原因如下：

- 删除了 1.6“助动词的使用”，不适用我国国情。

本文件做了下列编辑性改动：

- 将附录 A(资料性)“参考文献”移至最后一个附录之后；
- 删除了资料性附录 D。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由全国信息技术标准化技术委员会(SAC/TC 28)提出并归口。

本文件起草单位：中国电子技术标准化研究院、山东省计算中心(国家超级计算济南中心)、华中科技大学、西北工业大学、浪潮电子信息产业股份有限公司、江苏中天科技股份有限公司、深圳市城市交通规划设计研究中心股份有限公司、上海市计量测试技术研究院、北京星辰天合科技技术股份有限公司、华为技术有限公司、重庆电子科技职业大学、山东省经济和信息化发展研究院、深圳市美高电子设备有限公司、特斯联科技集团有限公司、北京东土科技股份有限公司。

本文件主要起草人：孙伟、吴晓明、杨宏、郭雄、李刚、苏静茹、周鸣乐、孙金洋、冯丹、刘洋、葛永新、蔡廷晓、何传勇、张晓、张晓春、李雪生、赵向阳、鲁璐、谢书鸿、白欣璐、翟梦然、孟凡辉、周海、徐光磊、林涛、童世华、陈维杰、王豪迈、阚倩、吕磊、杨钰、姜瑞静、程远。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- 2000 年首次发布为 GB/T 17966—2000；
- 本次为第一次修订。

引 言

本文件提供了执行浮点运算的规则,其产生的结果与完成该操作的硬件、软件或软硬件组合无关。对于本文件规范部分规定的操作,数值结果和异常由输入数据、操作和目标的值唯一确定,均由用户控制。

本文件定义了一种可以系统商业化的二进制与十进制的浮点运算。其中本文件所满足的需求包括以下内容。

- a) 促进现有程序从其他类型的计算机以及部分符合本文件的计算机迁移到完全符合本文件的计算机。
- b) 增强在数值法方面非专业的用户和程序员在编写复杂的数值程序时的兼容性和安全性。
- c) 鼓励专家开发稳定和高效的数值程序,这些程序可以通过简单的编辑和重新编译的方式移植到任何符合本文件并具有足够容量的计算机上。结合语言控制,实现所有符合标准的系统上的程序产生相同结果。
- d) 为以下情况提供直接支持:
 - 1) 执行时间异常诊断;
 - 2) 更顺畅地处理异常;
 - 3) 以合理的成本执行区间算法。
- e) 为以下情况提供发展条件:
 - 1) 常见的基本函数,如 \exp 或 \cos ;
 - 2) 高精度(多字符)运算;
 - 3) 耦合数值和符号代数计算。
- f) 允许而不是排除进一步的优化和扩展。

在编程环境中,本文件也将成为数学界和编程语言设计者之间对话的基础。人们希望在未来几年能够推出可以控制表达式计算与异常结果的编程语言,以便可以编写运行在所有符合标准的系统上并产生相同结果的程序。然而,人们意识到,在编程语言中实用性和安全性有时是对立的,就像效率和可移植性也是如此。

因此,希望编程语言设计者将本文件框架所描述的全套操作、精度和异常控制,作为为程序员提供可移植地控制表达式和异常的能力的指南。同样也希望编程语言设计者能在本文件的框架下,以一种完全可移植的方式提供扩展。

附录 A 提出了用于调试支持的编程环境功能。

信息技术 微处理器系统 浮点运算

1 范围

1.1 规定内容

本文件规定了计算机系统浮点运算的格式和运行要求,定义了浮点运算的异常条件并规定了其处理要求。

本文件适用于采用浮点数进行运算和数据交换的计算机系统。

1.2 实现目标

本文件给出了一种使用浮点数进行计算的方法,该方法无论是在硬件、软件还是两者的组合中进行处理,都会产生相同的结果。其计算结果是基于同一输入数据,相同的,且与实现无关。不论实现的情况如何,运算处理中的错误和错误条件都将以一致的方式报告。

1.3 包含

本文件规定了计算机系统中浮点运算的格式和操作。本文件定义了异常条件并指定了对这些条件的处理。

本文件规定了:

- 用于运算和数据交换的二进制和十进制浮点数格式;
- 加、减、乘、除、开平方、求余数、比较及其他操作;
- 整数与浮点数之间的转换;
- 不同浮点格式之间的转换;
- 浮点格式与外部字符串之间的转换;
- 浮点异常及其处理,包括非数(NaN)的处理。

1.4 不包含

本文件不规定:

- 整数格式;
- 非数(NaN)符号和有效字段的解释。

1.5 编程环境考虑

本文件规定了二进制和十进制两种基数的浮点运算。编程环境符合其中任一或两者均符合。本文件未定义一致性编程环境的所有方面。这样的行为应由支持本文件的编程语言(如果可用)定义,或由具体实现进行定义。

语言定义的行为由支持本文件的编程语言标准定义。所有实现遵从于本文件以及与语言定义的行为一致的编程语言标准。相比于最大限度地提高平台性能,语言标准对准确地再现结果规定了更详尽的要求。

因为本文件对目前通用编程语言中没有的设施给出了要求,未修订的相关编程语言标准可能无法符合本文件的规定。如果语言可以通过函数库或类或包扩展提供一个一致的环境,那么该扩展宜定义