

第27章 数学函数

标准函数库还包括一些数学函数，这些函数的分类如下：

- 三角函数
- 双曲线函数
- 指数与对数函数
- 杂项函数

所有数学函数都需要头文件`<cmath>`（C程序必须使用`math.h`头文件）。除声明数学函数外，该头文件还定义了称为 `HUGE_VAL` 的宏。此外，数学函数还使用称为 `EDOM` 和 `ERANGE` 的宏，这些宏在头文件`<errno>`（或头文件`errno.h`）中定义。如果某个数学函数的参数不在定义它的域中，则返回一个实现定义的值并将内置的全局整型变量 `errno` 设置为 `EDOM`。如果一个例程产生的结果太大以至于不能表示，则会发生溢出。这会使例程返回 `HUGE_VAL`，而且 `errno` 将被设置为 `ERANGE` 以表示出现了一个范围错误。如果出现了下溢，函数将返回 0 并将 `errno` 设置为 `ERANGE`。

这里，所有的角都以弧度为单位。

数学函数最初被指定为对 `double` 类型的值进行操作，但是标准 C++ 添加了重载版本以适应 `float` 和 `long double` 类型，函数的操作保持不变。

27.1 acos 函数

```
#include <cmath>
float acos(float arg);
double acos(double arg);
long double acos(long double arg);
```

`acos()` 函数返回 `arg` 的弧余弦（arc cosine）。`acos()` 的参数必须在 $-1 \sim 1$ 的范围内，否则将发生一个域错误。

与 `acos()` 相关的函数有 `asin()`，`atan()`，`atan2()`，`sin()`，`cos()`，`tan()`，`sinh()`，`cosh()` 和 `tanh()`。

27.2 asin 函数

```
#include <cmath>
float asin(float arg);
double asin(double arg);
long double asin(long double arg);
```

`asin()` 函数返回 `arg` 的弧正弦（arc sine）。`asin()` 的参数必须在 $-1 \sim 1$ 的范围内，否则将发生一个域错误。

与 `asin()` 相关的函数有 `acos()`，`atan()`，`atan2()`，`sin()`，`cos()`，`tan()`，`sinh()`，`cosh()` 和 `tanh()`。

27.3 atan 函数

```
#include <cmath>
float atan(float arg);
double atan(double arg);
long double atan(long double arg);
```

atan()函数返回 arg 的弧正切 (arc tangent)。

与 atan()相关的函数有 asin(), acos(), atan2(), tan(), cos(), sin(), sinh(), cosh()和 tanh()。

27.4 atan2 函数

```
#include <cmath>
float atan2(float y, float x);
double atan2(double y, double x);
long double atan2(long double y, long double x);
```

atan2()函数返回 y/x 的弧正切 (arc tangent)。它利用参数的符号计算返回值的象限。

与 atan2()相关的函数有 asin(), acos(), atan(), tan(), cos(), sin(), sinh(), cosh()和 tanh()。

27.5 ceil 函数

```
#include <cmath>
float ceil(float num);
double ceil(double num);
long double ceil(long double num);
```

ceil()函数返回不小于 num 的最小整数 (表示为浮点值)。例如, 假设 num 为 1.02, ceil()将返回 2.0; 假设 num 为 -1.02, ceil()将返回 -1。

与 ceil()相关的函数有 floor()和 fmod()。

27.6 cos 函数

```
#include <cmath>
float cos(float arg);
double cos(double arg);
long double cos(long double arg);
```

cos()函数返回 arg 的余弦, arg 必须是弧度值。

与 cos()相关的函数有 asin(), acos(), atan2(), atan(), tan(), sin(), sinh(), cosh()和 tanh()。

27.7 cosh 函数

```
#include <cmath>
float cosh(float arg);
double cosh(double arg);
long double cosh(long double arg);
```

cosh()返回 arg 的双曲余弦。

与 `cosh()` 相关的函数有 `asin()`, `acos()`, `atan2()`, `atan()`, `tan()`, `sin()`, `cosh()` 和 `tanh()`。

27.8 exp 函数

```
#include <cmath>
float exp(float arg);
double exp(double arg);
long double exp(long double arg);
```

`exp()` 函数返回自然对数的底 e 的 `arg` 次幂。

与 `exp()` 相关的函数有 `log()`。

27.9 fabs 函数

```
#include <cmath>
float fabs(float num);
double fabs(double num);
long double fabs(long double num);
```

`fabs()` 函数返回 `num` 的绝对值。

与 `fabs()` 相关的函数有 `abs()`。

27.10 floor 函数

```
#include <cmath>
float floor(float num);
double floor(double num);
long double floor(long double num);
```

`floor()` 函数返回不大于 `num` 的最大整数（表示为浮点值）。例如，假设 `num` 为 1.02，`floor()` 将返回 1.0；假设 `num` 为 -1.02，`floor()` 将返回 -2.0。

与 `floor()` 相关的函数有 `fceil()` 和 `fmod()`。

27.11 fmod 函数

```
#include <cmath>
float fmod(float x, float y);
double fmod(double x, double y);
long double fmod(long double x, long double y);
```

`fmod()` 函数返回 x/y 的余数。

与 `fmod()` 相关的函数有 `ceil()`, `floor()` 和 `fabs()`。

27.12 frexp 函数

```
#include <cmath>
float frexp(float num, int *exp);
double frexp(double num, int *exp);
long double frexp(long double num, int *exp);
```

`frexp()`函数将 `num` 分解为范围在 $0.5 \sim 1$ (不包括1) 之间的一个尾数和一个整型指数, 从而使得 $num = mantissa * 2^{exp}$, 其中, 尾数被函数返回, 指数被存储到 `exp` 所指的变量中。

与 `frexp()` 相关的函数是 `ldexp()`。

27.13 ldexp 函数

```
#include <cmath>
float ldexp(float num, int exp);
double ldexp(double num, int exp);
long double ldexp(long double num, int exp);
```

`ldexp()` 返回 $num * 2^{exp}$ 的值。如果发生溢出, 则返回 `HUGE_VAL`。

与 `ldexp()` 相关的函数有 `frexp()` 和 `modf()`。

27.14 log 函数

```
#include <cmath>
float log(float num);
double log(double num);
long double log(long double num);
```

`log()` 函数返回 `num` 的自然对数。如果 `num` 是负数, 则发生一个域错误; 如果 `num` 为 0, 则发生一个范围错误。

与 `log()` 相关的函数是 `log10()`。

27.15 log10 函数

```
#include <cmath>
float log10(float num);
double log10(double num);
long double log10(long double num);
```

`log10()` 函数返回以 10 为底的 `num` 的对数。如果 `num` 是负数, 则发生一个域错误; 如果 `num` 为 0, 则发生一个范围错误。

与 `log10()` 相关的函数是 `log()`。

27.16 modf 函数

```
#include <cmath>
float modf(float num, float *i);
double modf(double num, double *i);
long double modf(long double num, long double *i);
```

`modf()` 函数将 `num` 分解为整数和小数部分。该函数返回小数部分并将整数部分放入 `i` 所指的变量中。

与 `modf()` 相关的函数有 `frexp()` 和 `ldexp()`。

27.17 pow 函数

```
#include <cmath>
float pow(float base, float exp);
float pow(float base, int exp);
double pow(double base, double exp);
double pow(double base, int exp);
long double pow(long double base, long double exp);
long double pow(long double base, int exp);
```

`pow()` 函数返回 base^{exp} 的基 `base`。如果 `base` 为 0 且 `exp` 小于或等于 0，则可能发生一个域错误；如果 `base` 为负数并且 `exp` 不是整数，也将发生一个域错误。溢出将产生一个范围错误。

与 `pow()` 相关的函数有 `exp()`、`log()` 和 `sqrt()`。

27.18 sin 函数

```
#include <cmath>
float sin(float arg);
double sin(double arg);
long double sin(long double arg);
```

`sin()` 函数返回 `arg` 的正弦，`arg` 必须是弧度值。

与 `sin()` 相关的函数有 `asin()`、`acos()`、`atan2()`、`atan()`、`tan()`、`cos()`、`sinh()`、`cosh()` 和 `tanh()`。

27.19 sinh 函数

```
#include <cmath>
float sinh(float arg);
double sinh(double arg);
long double sinh(long double arg);
```

`sinh()` 函数返回 `arg` 的双曲正弦。

与 `sinh()` 相关的函数有 `asin()`、`acos()`、`atan2()`、`atan()`、`tan()`、`cos()`、`tanh()`、`cosh()` 和 `sin()`。

27.20 sqrt 函数

```
#include <cmath>
float sqrt(float num);
double sqrt(double num);
long double sqrt(long double num);
```

`sqrt()` 函数返回 `num` 的平方根。如果 `num` 是负数，那么将发生一个域错误。

与 `sqrt()` 相关的函数有 `exp()`、`log()` 和 `pow()`。

27.21 tan 函数

```
#include <cmath>
float tan(float arg);
double tan(double arg);
```

```
long double tan(long double arg);
```

`tan()`函数返回 `arg` 的正切, `arg` 必须是弧度值。

与 `tan()` 相关的函数有 `acos()`, `asin()`, `atan()`, `atan2()`, `cos()`, `sin()`, `sinh()`, `cosh()` 和 `tanh()`。

27.22 tanh 函数

```
#include <cmath>
float tanh(float arg);
double tanh(double arg);
long double tanh(long double arg);
```

`tanh()`函数返回 `arg` 的双曲正切。

与 `tanh()` 相关的函数有 `acos()`, `asin()`, `atan()`, `atan2()`, `cos()`, `sin()`, `cosh()`, `sinh()` 和 `tan()`。