

---

# 排序指南

发布 3.10.13

Guido van Rossum  
and the Python development team

十一月 14, 2023

Python Software Foundation  
Email: docs@python.org

## Contents

1 基本排序	1
2 关键函数	2
3 <code>Operator</code> 模块函数	3
4 升序和降序	3
5 排序稳定性和排序复杂度	3
6 使用装饰-排序-去装饰的旧方法	4
7 使用 <code>cmp</code> 参数的旧方法	4
8 其它	5

---

作者 Andrew Dalke 和 Raymond Hettinger

发布版本 0.1

Python 列表有一个内置的 `list.sort()` 方法可以直接修改列表。还有一个 `sorted()` 内置函数，它会从一个可迭代对象构建一个新的排序列表。

在本文档中，我们将探索使用 Python 对数据进行排序的各种技术。

## 1 基本排序

简单的升序排序非常简单：只需调用 `sorted()` 函数。它返回一个新的排序后列表：

```
>>> sorted([5, 2, 3, 1, 4])  
[1, 2, 3, 4, 5]
```

你也可以使用 `list.sort()` 方法，它会直接修改原列表（并返回 `None` 以避免混淆），通常来说它不如 `sorted()` 方便——但如果你不需要原列表，它会更有效率。

```
>>> a = [5, 2, 3, 1, 4]
>>> a.sort()
>>> a
[1, 2, 3, 4, 5]
```

另外一个区别是，`list.sort()` 方法只是为列表定义的，而 `sorted()` 函数可以接受任何可迭代对象。

```
>>> sorted({1: 'D', 2: 'B', 3: 'B', 4: 'E', 5: 'A'})
[1, 2, 3, 4, 5]
```

## 2 关键函数

`list.sort()` 和 `sorted()` 都有一个 `key` 形参用来指定在进行比较前要在每个列表元素上调用的函数 (或其他可调用对象)。

例如，下面是一个不区分大小写的字符串比较：

```
>>> sorted("This is a test string from Andrew".split(), key=str.lower)
['a', 'Andrew', 'from', 'is', 'string', 'test', 'This']
```

`key` 形参的值应该是个函数 (或其他可调用对象)，它接受一个参数并返回一个用于排序的键。这种机制速度很快，因为对于每个输入记录只会调用一次键函数。

一种常见的模式是使用对象的一些索引作为键对复杂对象进行排序。例如：

```
>>> student_tuples = [
...     ('john', 'A', 15),
...     ('jane', 'B', 12),
...     ('dave', 'B', 10),
... ]
>>> sorted(student_tuples, key=lambda student: student[2])    # sort by age
[('dave', 'B', 10), ('jane', 'B', 12), ('john', 'A', 15)]
```

同样的技术也适用于具有命名属性的对象。例如：

```
>>> class Student:
...     def __init__(self, name, grade, age):
...         self.name = name
...         self.grade = grade
...         self.age = age
...     def __repr__(self):
...         return repr((self.name, self.grade, self.age))

>>> student_objects = [
...     Student('john', 'A', 15),
...     Student('jane', 'B', 12),
...     Student('dave', 'B', 10),
... ]
>>> sorted(student_objects, key=lambda student: student.age)    # sort by age
[('dave', 'B', 10), ('jane', 'B', 12), ('john', 'A', 15)]
```

## 3 Operator 模块函数

上面显示的键函数模式非常常见, 因此 Python 提供了便利功能, 使访问器功能更容易, 更快捷。operator 模块有 itemgetter()、attrgetter() 和 methodcaller() 函数。

使用这些函数, 上述示例变得更简单, 更快捷:

```
>>> from operator import itemgetter, attrgetter

>>> sorted(student_tuples, key=itemgetter(2))
[('dave', 'B', 10), ('jane', 'B', 12), ('john', 'A', 15)]

>>> sorted(student_objects, key=attrgetter('age'))
[('dave', 'B', 10), ('jane', 'B', 12), ('john', 'A', 15)]
```

Operator 模块功能允许多级排序。例如, 按 *grade* 排序, 然后按 *age* 排序:

```
>>> sorted(student_tuples, key=itemgetter(1,2))
[('john', 'A', 15), ('dave', 'B', 10), ('jane', 'B', 12)]

>>> sorted(student_objects, key=attrgetter('grade', 'age'))
[('john', 'A', 15), ('dave', 'B', 10), ('jane', 'B', 12)]
```

## 4 升序和降序

list.sort() 和 sorted() 接受布尔值的 *reverse* 参数。这用于标记降序排序。例如, 要以反向 *age* 顺序获取学生数据:

```
>>> sorted(student_tuples, key=itemgetter(2), reverse=True)
[('john', 'A', 15), ('jane', 'B', 12), ('dave', 'B', 10)]

>>> sorted(student_objects, key=attrgetter('age'), reverse=True)
[('john', 'A', 15), ('jane', 'B', 12), ('dave', 'B', 10)]
```

## 5 排序稳定性和排序复杂度

排序保证是 *稳定* 的。这意味着当多个记录具有相同的键值时, 将保留其原始顺序。

```
>>> data = [('red', 1), ('blue', 1), ('red', 2), ('blue', 2)]
>>> sorted(data, key=itemgetter(0))
[('blue', 1), ('blue', 2), ('red', 1), ('red', 2)]
```

注意 *blue* 的两个记录如何保留它们的原始顺序, 以便 ('blue', 1) 保证在 ('blue', 2) 之前。

这个美妙的属性允许你在一系列排序步骤中构建复杂的排序。例如, 要按 *grade* 降序然后 *age* 升序对学生数据进行排序, 请先 *age* 排序, 然后再使用 *grade* 排序:

```
>>> s = sorted(student_objects, key=attrgetter('age'))      # sort on secondary key
>>> sorted(s, key=attrgetter('grade'), reverse=True)      # now sort on primary
↪key, descending
[('dave', 'B', 10), ('jane', 'B', 12), ('john', 'A', 15)]
```

这可以被抽象为一个包装函数, 该函数能接受一个列表以及字段和顺序的元组, 以对它们进行多重排序。

```
>>> def multisort(xs, specs):
...     for key, reverse in reversed(specs):
...         xs.sort(key=attrgetter(key), reverse=reverse)
...     return xs

>>> multisort(list(student_objects), (('grade', True), ('age', False)))
[('dave', 'B', 10), ('jane', 'B', 12), ('john', 'A', 15)]
```

Python 中使用的 `Timsort` 算法可以有效地进行多种排序，因为它可以利用数据集中已存在的任何排序。

## 6 使用装饰-排序-去装饰的旧方法

这三个步骤被称为 Decorate-Sort-Undecorate：

- 首先，初始列表使用控制排序顺序的新值进行修饰。
- 然后，装饰列表已排序。
- 最后，删除装饰，创建一个仅包含新排序中初始值的列表。

例如，要使用 DSU 方法按 `grade` 对学生数据进行排序：

```
>>> decorated = [(student.grade, i, student) for i, student in enumerate(student_
↪objects)]
>>> decorated.sort()
>>> [student for grade, i, student in decorated] # undecorate
[('john', 'A', 15), ('jane', 'B', 12), ('dave', 'B', 10)]
```

这个方法有效是因为元组按字典顺序进行比较，先比较第一项；如果它们相同则比较第二个项目，依此类推。

不一定在所有情况下都要在装饰列表中包含索引 `i`，但包含它有两个好处：

- 排序是稳定的——如果两个项具有相同的键，它们的顺序将保留在排序列表中。
- 原始项目不必具有可比性，因为装饰元组的排序最多由前两项决定。因此，例如原始列表可能包含无法直接排序的复数。

这个方法的另一个名字是 Randal L. Schwartz 在 Perl 程序员中推广的 `Schwartzian transform`。

既然 Python 排序提供了键函数，那么通常不需要这种技术。

## 7 使用 `cmp` 参数的旧方法

本 HOWTO 中给出的许多结构都假定为 Python 2.4 或更高版本。在此之前，没有内置 `sorted()`，`list.sort()` 也没有关键字参数。相反，所有 Py2.x 版本都支持 `cmp` 参数来处理用户指定的比较函数。

在 Py3.0 中，`cmp` 参数被完全删除（作为简化和统一语言努力的一部分，消除了丰富的比较与 `__cmp__()` 魔术方法之间的冲突）。

在 Py2.x 中，`sort` 允许一个可选函数，可以调用它来进行比较。该函数应该采用两个参数进行比较，然后返回负值为小于，如果它们相等则返回零，或者返回大于大于的正值。例如，我们可以这样做：

```
>>> def numeric_compare(x, y):
...     return x - y
>>> sorted([5, 2, 4, 1, 3], cmp=numeric_compare)
[1, 2, 3, 4, 5]
```

或者你可反转比较的顺序：

```
>>> def reverse_numeric(x, y):
...     return y - x
>>> sorted([5, 2, 4, 1, 3], cmp=reverse_numeric)
[5, 4, 3, 2, 1]
```

在将代码从 Python 2.x 移植到 3.x 时，如果让用户提供比较函数并且需要将其转换为键函数则会出现这种情况。以下包装器使得做到这点变得很容易。

```
def cmp_to_key(mycmp):
    'Convert a cmp= function into a key= function'
    class K:
        def __init__(self, obj, *args):
            self.obj = obj
        def __lt__(self, other):
            return mycmp(self.obj, other.obj) < 0
        def __gt__(self, other):
            return mycmp(self.obj, other.obj) > 0
        def __eq__(self, other):
            return mycmp(self.obj, other.obj) == 0
        def __le__(self, other):
            return mycmp(self.obj, other.obj) <= 0
        def __ge__(self, other):
            return mycmp(self.obj, other.obj) >= 0
        def __ne__(self, other):
            return mycmp(self.obj, other.obj) != 0
    return K
```

要转换为键函数，只需包装旧的比较函数：

```
>>> sorted([5, 2, 4, 1, 3], key=cmp_to_key(reverse_numeric))
[5, 4, 3, 2, 1]
```

在 Python 3.2 中，`functools.cmp_to_key()` 函数被添加到标准库中的 `functools` 模块中。

## 8 其它

- 对于区域相关的排序，请使用 `locale.strxfrm()` 作为键函数，或者 `locale.strcoll()` 作为比较函数。
- `reverse` 参数仍然保持排序稳定性（因此具有相等键的记录保留原始顺序）。有趣的是，通过使用内置的 `reversed()` 函数两次，可以在没有参数的情况下模拟该效果：

```
>>> data = [('red', 1), ('blue', 1), ('red', 2), ('blue', 2)]
>>> standard_way = sorted(data, key=itemgetter(0), reverse=True)
>>> double_reversed = list(reversed(sorted(reversed(data), key=itemgetter(0))))
>>> assert standard_way == double_reversed
>>> standard_way
[('red', 1), ('red', 2), ('blue', 1), ('blue', 2)]
```

- 在对两个对象进行比较时，排序例程使用 `<`。因此，通过定义一个 `__lt__()` 方法，很容易为一个类添加一个标准的排序顺序。

```
>>> Student.__lt__ = lambda self, other: self.age < other.age
>>> sorted(student_objects)
[('dave', 'B', 10), ('jane', 'B', 12), ('john', 'A', 15)]
```

然而，请注意，如果 `__gt__()` 没有实现，`<` 可以退回到使用 `__lt__()`（见 `object.__lt__()`）。

- 键函数不需要直接依赖于被排序的对象。键函数还可以访问外部资源。例如，如果学生成绩存储在字典中，则可以使用它们对单独的学生姓名列表进行排序：

```
>>> students = ['dave', 'john', 'jane']
>>> newgrades = {'john': 'F', 'jane': 'A', 'dave': 'C'}
>>> sorted(students, key=newgrades.__getitem__)
['jane', 'dave', 'john']
```