
What's New in Python

發行 3.11.13

A. M. Kuchling

7 月 08, 2025

Python Software Foundation
Email: docs@python.org

Contents

1	發布重點摘要	3
2	新增特性	4
2.1	PEP 657: 回溯 (traceback) 中更細的錯誤位置	4
2.2	PEP 654: 例外群組與 <code>except*</code>	5
2.3	PEP 678: 運用例外解使其更加詳盡	5
2.4	Windows <code>py.exe</code> 動程式 (launcher) 的改進	5
3	型提示相關的新特性	5
3.1	PEP 646: 可變參數泛型 (variadic generics)	6
3.2	PEP 655: 標記獨立 <code>TypedDict</code> 項目必要或不必要	6
3.3	PEP 673: <code>Self</code> 型	6
3.4	PEP 675: 任意的文本字串型 (Arbitrary literal string type)	7
3.5	PEP 681: 資料類轉 (Data class transforms)	7
3.6	PEP 563 可能不是未來	8
4	其他語言更動	8
5	其他 CPython 實作更動	9
6	新增模組	9
7	模組改進	9
7.1	<code>asyncio</code>	9
7.2	<code>contextlib</code>	10
7.3	<code>dataclasses</code>	10
7.4	<code>datetime</code>	10
7.5	<code>enum</code>	10
7.6	<code>fcntl</code>	11
7.7	<code>fractions</code>	11
7.8	<code>functools</code>	11
7.9	<code>gzip</code>	12
7.10	<code>hashlib</code>	12
7.11	IDLE 與 <code>idlelib</code>	12

7.12	inspect	12
7.13	locale	13
7.14	logging	13
7.15	math	13
7.16	operator	13
7.17	os	13
7.18	pathlib	13
7.19	re	14
7.20	shutil	14
7.21	socket	14
7.22	sqlite3	14
7.23	string	15
7.24	sys	15
7.25	sysconfig	15
7.26	tempfile	15
7.27	threading	15
7.28	time	16
7.29	tkinter	16
7.30	traceback	16
7.31	typing	16
7.32	unicodedata	17
7.33	unittest	17
7.34	venv	17
7.35	warnings	17
7.36	zipfile	17
8	最佳化	18
9	更快的 CPython	18
9.1	更快的啟動	18
9.2	更快的運行程式	19
9.3	雜項	20
9.4	FAQ	21
9.5	關於	21
10	CPython 位元組碼 (bytecode) 變更	21
10.1	新增 opcode	21
10.2	被取代的操作碼 (opcode)	22
10.3	有更動/被移除的 opcode	22
11	已用	23
11.1	語言/建置	23
11.2	模組	23
11.3	標準函式庫	23
12	Python 3.12 中待議的移除項目	25
13	已移除	26
14	移植至 Python 3.11	27
15	建置變更	28
16	C API 變更	29
16.1	新增特性	29

16.2	移植至 Python 3.11	30
16.3	已用	34
16.4	Python 3.12 中待議的移除項目	35
16.5	已移除	35
17	3.11.4 中值得注意的變更	37
17.1	tarfile	37
18	3.11.5 中的重要變化	37
18.1	OpenSSL	37
19	Notable changes in 3.11.10	37
19.1	ipaddress	37
19.2	email	37
20	Notable changes in 3.11.13	37
20.1	os.path	37
20.2	tarfile	38
	索引	39

編輯者

Pablo Galindo Salgado

這篇文章介紹了 Python 3.11 相比 3.10 增加的新特性。Python 3.11 發布於 2022 年 10 月 24 日。要了解更詳細的信息，可參閱 [更新日志](#)。

1 發布重點摘要

- Python 3.11 比 Python 3.10 快了 10-60%。我們使用了標準基準量測套裝軟體 (benchmark suite) 測得平均加速了 1.25x。細節請見 [更快的 CPython](#)。

新增語法特性：

- [PEP 654](#)：例外群組與 `except*`

新增型建特性：

- [PEP 678](#)：運用例外解使其更加詳盡

新增標準函式庫模組：

- [PEP 680](#)：tomllib — 在標準函式庫中支援 TOML 檔案的剖析

直譯器的改進：

- [PEP 657](#)：回溯 (traceback) 中更細的錯誤位置
- 新增 `-P` 命令列選項和 `PYTHONSAFEPATH` 環境變數以停用自動於 `sys.path` 的開頭加上一個有在安全問題的路徑

新增型特性：

- [PEP 646](#)：可變參數泛型 (variadic generics)
- [PEP 655](#)：標記獨立 `TypedDict` 項目必要或不必要
- [PEP 673](#)：Self 型

- **PEP 675**: 任意的文本字串型 `ℱ` (*Arbitrary literal string type*)
- **PEP 681**: 資料類 `ℱ` 轉 `ℱ` (*Data class transforms*)

重要的 `ℱ` 用、移除與限制:

- **PEP 594**: 許多標準函式庫中的遺留模組已被 `ℱ` 用且將於 Python 3.13 移除
- **PEP 624**: `Py_UNICODE` 編碼器 API 已被移除
- **PEP 670**: 轉 `ℱℱℱ` 態行 `ℱ` 函式的巨集

2 新增特性

2.1 PEP 657: 回溯 (traceback) 中更細 `ℱ` 的錯誤位置

當要印出回溯，直譯器現在會指出造成錯誤的確切運算式，而非只 `ℱ` 明是哪一行。例如:

```
Traceback (most recent call last):
  File "distance.py", line 11, in <module>
    print(manhattan_distance(p1, p2))
    ^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^
  File "distance.py", line 6, in manhattan_distance
    return abs(point_1.x - point_2.x) + abs(point_1.y - point_2.y)
           ^^^^^^^^^
AttributeError: 'NoneType' object has no attribute 'x'
```

前一版本的直譯器只會標明是哪一行，無法辨認哪一個物件是 `None`。當處理多層的巢狀 `dict` 物件和多個函式呼叫時，這種 `ℱ` 化錯誤提示也可能非常有用:

```
Traceback (most recent call last):
  File "query.py", line 37, in <module>
    magic_arithmetic('foo')
  File "query.py", line 18, in magic_arithmetic
    return add_counts(x) / 25
           ^^^^^^^^^^^^^
  File "query.py", line 24, in add_counts
    return 25 + query_user(user1) + query_user(user2)
           ^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^
  File "query.py", line 32, in query_user
    return 1 + query_count(db, response['a']['b']['c']['user'], retry=True)
                                   ~~~~~~^~~~~
TypeError: 'NoneType' object is not subscriptable
```

在 `ℱ` 雜的計算運算式中也是:

```
Traceback (most recent call last):
  File "calculation.py", line 54, in <module>
    result = (x / y / z) * (a / b / c)
             ~~~~~^~~~
ZeroDivisionError: division by zero
```

此外，`ℱ` 化回溯特性所使用的資訊可以透過一般的 API 來取得，以用來使 `bytecode` 指示 (`instruction`) 與原始碼位置相互關聯。此項資訊可以用以下方式取得:

- Python 中的 `codeobject.co_positions()` 方法。
- C API 中的 `PyCode_Addr2Location()` 函式。

詳情請見 [PEP 657](#)。(由 Pablo Galindo、Batuhan Taskaya 與 Ammar Askar 於 [bpo-43950](#) 中所貢獻。)

備註：這個特性必須要將欄的位置 (column position) 儲存於 codeobjects，這可能會導致直譯器用於編譯 Python 檔案的記憶體使用量與硬碟使用量增加。為了避免儲存多余的資訊且停用印出多余的回溯資訊，請用 `-X no_debug_ranges` 命令列選項或是 `PYTHONNODEBUGRANGES` 環境變數。

2.2 PEP 654：例外群組與 `except*`

PEP 654 引入了新的語言特性，可讓程式同時引發一個處理多個相互無關的例外。新類型 `ExceptionGroup` 和 `BaseExceptionGroup` 使得程式可將多個例外組成群組同時引發，新的 `except*` 語法也將 `except` 泛用化、能比對例外群組的子群組。

詳情請見 [PEP 654](#)。

(由 Irit Katriel 於 [bpo-45292](#) 中所貢獻。PEP 由 Irit Katriel、Yury Selivanov 與 Guido van Rossum 撰寫。)

2.3 PEP 678：運用例外解使其更加詳盡

新增 `add_note()` 方法到 `BaseException`。當上下文資訊在例外被引發時無法被取得，這個方法就可以用來例外添加更多資訊。被添加的解會在預設回溯中出現。

詳情請見 [PEP 678](#)。

(由 Irit Katriel 於 [bpo-45607](#) 中所貢獻。PEP 由 Zac Hatfield-Dodds 所撰寫)

2.4 Windows `py.exe` 啟動程式 (launcher) 的改進

包括在 Python 3.11 中的 launcher 的副本已進行了重大更新。現在它支持 [PEP 514](#) 所定義的 `company/tag` 語法即使用 `-V:<company>/<tag>` 參數代替受限的 `-<major>.<minor>`。這允許啟動托管在 [python.org](#) 上的 PythonCore 以外的其他發行版。

使用 `-V:` 選擇器時，可以省略公司或標，但會搜索所有安裝。例如，`-V:OtherPython/` 將選擇 OtherPython 的「最佳」標，而 `-V:3.11` 或 `-V:/3.11` 將選擇帶有 3.11 標的「最佳」發行版。

在使用舊式的 `-<major>`、`-<major>.<minor>`、`-<major>-<bitness>` 或 `-<major>.<minor>-<bitness>` 參數時，應保留過去版本的所有已有行為，並只選擇從 PythonCore 發布的版本。不過，`-64` 後綴現在表示“非 32 位”（不一定是 x86-64），因為有多種受支持的 64 位平台。32 位運行時是通過檢查運行時的標籤是否有 `-32` 後綴來檢測的。自 Python 3.5 以來的所有版本都在其 32 位編譯中包括了這個後綴。

3 型提示相關的新特性

這個部分涵蓋影響 [PEP 484](#) 型提示 (type hints) 與 `typing` 模組的重大變更。

3.1 PEP 646: 可變參數泛型 (variadic generics)

PEP 484 先前引入了 `TypeVar`，開闢了帶有單一型別的泛型參數化。**PEP 646** 新增 `TypeVarTuple`，開闢了帶有任意數量型別的參數化 (parameterisation)。句話說，`TypeVarTuple` 是可變的型別變數，用了可變的泛型。

這使其有非常多用例，特別是它允許了像是 `NumPy` 和 `Tensorflow` 的數值運算函式庫中類似陣列結構的型別可用 `shape` 陣列來被參數化。態型別檢查工具現在也能使用這些函式庫的程式捕捉到維度相關的錯誤。

詳情請見 **PEP 646**。

(由 Matthew Rahtz 於 [bpo-43224](#) 中所貢獻，由 Serhiy Storchaka 與 Jelle Zijlstra 協助。PEP 由 Mark Mendoza、Matthew Rahtz、Pradeep Kumar Srinivasan 與 Vincent Siles 所撰寫)

3.2 PEP 655: 標記獨立 `TypedDict` 項目必要或不必要

`Required` 與 `NotRequired` 提供了標記一個獨立項目在 `TypedDict` 中是否必須存在的直覺方法。在這之前，這只有透過繼承才有可能做得到。

所有欄位都預設是必要的，除非 `total` 參數有被設為 `False`，那所有欄位就會是非必要的。例如，這個範例指定了要有一個必要鍵與一個非必要鍵的 `TypedDict`：

```
class Movie(TypedDict):
    title: str
    year: NotRequired[int]

m1: Movie = {"title": "Black Panther", "year": 2018} # OK
m2: Movie = {"title": "Star Wars"} # OK (year is not required)
m3: Movie = {"year": 2022} # ERROR (missing required field title)
```

以下定義等同於：

```
class Movie(TypedDict, total=False):
    title: Required[str]
    year: int
```

詳情請見 **PEP 655**。

(由 David Foster 與 Jelle Zijlstra 於 [bpo-47087](#) 中所貢獻。PEP 由 David Foster 所撰寫)

3.3 PEP 673: `Self` 型別

新的 `Self` 標記提供了一種簡單直觀的方法來標記那些會回傳其類別實例的方法。這與 **PEP 484** 中指定的基於 `TypeVar` 的方法相同，但更簡潔且更易於遵循。

常見用例包括作 `classmethod` 的替代建構函式和會回傳 `self` 的 `__enter__()` 方法：

```
class MyLock:
    def __enter__(self) -> Self:
        self.lock()
        return self

    ...

class MyInt:
    @classmethod
```

(繼續下一頁)

(繼續上一頁)

```
def fromhex(cls, s: str) -> Self:
    return cls(int(s, 16))

...
```

Self 也可用於標^[1]與其封閉類類^[2] (enclosing class) 相同的方法參數或屬性。

詳情請見 [PEP 673](#)。

(由 James Hilton-Balfe 於 [bpo-46534](#) 中所貢獻。PEP 由 Pradeep Kumar Srinivasan 與 James Hilton-Balfe 所撰寫)

3.4 PEP 675: 任意的文本字串型^[1] (Arbitrary literal string type)

新的 LiteralString 標^[1]可用於標示一個函式參數可^[2]任何文本字串型^[3] (literal string type)。這允許函式接受任意的文本字串型^[4]，以及從其他文本字串創建的字串。型^[5]檢查器就可以^[6]制需審慎處理的函式（例如會執行 SQL 陳述式或 shell 命令的函式）僅會以^[7]態引數呼叫，從而提供針對注入攻擊的保護。

例如一個 SQL 查詢函式 (query function) 可以被標^[8]：

```
def run_query(sql: LiteralString) -> ...
    ...

def caller(
    arbitrary_string: str,
    query_string: LiteralString,
    table_name: LiteralString,
) -> None:
    run_query("SELECT * FROM students")           # ok
    run_query(query_string)                       # ok
    run_query("SELECT * FROM " + table_name)      # ok
    run_query(arbitrary_string)                  # type checker error
    run_query(
        f"SELECT * FROM students WHERE name = {arbitrary_string}"
    )
```

詳情請見 [PEP 675](#)。

(由 Jelle Zijlstra 於 [bpo-47088](#) 中所貢獻。PEP 由 Pradeep Kumar Srinivasan 與 Graham Bleaney 所撰寫)

3.5 PEP 681: 資料類^[1]轉^[2] (Data class transforms)

dataclass_transform 可以用來裝飾一個類^[3]、元類^[4] (metaclass)、或是一個本身就是裝飾器的函式。[@dataclass_transform\(\)](#) 的存在會讓一個^[5]態型^[6]檢查器知道被裝飾物件會在運程式做出轉^[7]類^[8]的「魔法」，賦予其類似 dataclass 的行^[9]。

舉例來^[10]：

```
# The create_model decorator is defined by a library.
@typing.dataclass_transform()
def create_model(cls: Type[T]) -> Type[T]:
    cls.__init__ = ...
    cls.__eq__ = ...
    cls.__ne__ = ...
    return cls
```

(繼續下一頁)

```
# The create_model decorator can now be used to create new model classes:
@create_model
class CustomerModel:
    id: int
    name: str

c = CustomerModel(id=327, name="Eric Idle")
```

詳情請見 **PEP 681**。

(由 Jelle Zijlstra 於 [gh-91860](#) 中所貢獻。PEP 由 Erik De Bonte 與 Eric Traut 所撰寫)

3.6 PEP 563 可能不是未來

PEP 563 標註的推遲求值 (Postponed Evaluation of Annotations) (`from __future__ import annotations` 陳述式) 最初計劃在 Python 3.10 中發布，但已被無限期擱置。請參閱來自指導委員會 (Steering Council) 的訊息以獲得更多資訊。

4 其他語言更動

- 星號拆解 (starred unpacking) 運算式現在可以在 `for` 陳述式中使用。(詳情請見 [bpo-46725](#)。)
- 非同步綜合運算 (comprehension) 現在允許在非同步函式中的內部綜合運算 (inside comprehension)。在這種情況下，外部綜合運算 (outer comprehension) 隱晦地變成了非同步的了。(由 Serhiy Storchaka 在 [bpo-33346](#) 中貢獻。)
- 現在在不支援 context manager 協議的物件上使用 `with` 陳述式和 `contextlib.ExitStack.enter_context()` 或在不支援 asynchronous context manager 協議的物件上使用 `async with` 陳述式和 `contextlib.AsyncExitStack.enter_async_context()`，會引發 `TypeError` 而不是 `AttributeError`。(由 Serhiy Storchaka 在 [bpo-12022](#) 和 [bpo-44471](#) 中貢獻。)
- 增加了 `object.__getstate__()`，它提供 `__getstate__()` 方法的默认实现。copy 并 pickle 内置类型 `bytearray`, `set`, `frozenset`, `collections.OrderedDict`, `collections.deque`, `weakref.WeakSet` 和 `datetime.tzinfo` 的子类的实例现在将会拷贝并封存被实现为槽位的实例属性。此项改变有一个意外的附带影响：它将扰乱少数不使用 `object.__getstate__()` 的现有 Python 项目。请参阅 [gh-70766](#) 上近期的评论了解有关此类代码所需处理的讨论。(由 Serhiy Storchaka 在 [bpo-26579](#) 中贡献。)
- 新增了一個 `-P` 命令列選項和一個 `PYTHONSAFEPATH` 環境變數，它們禁用了當使用 `-c` 和 `-m` 以在運行本或當前目錄時自動添加到本目錄的 `sys.path`。這確保只有 `stdlib` 和已安裝的模組會被 `import` 取用，以避免不小心或被惡意地將模組與本地（通常是使用者可寫入的）目錄中的模組重疊。(由 Victor Stinner 在 [gh-57684](#) 中貢獻。)
- `"z"` 選項被新增到 `formatspec`，它會迫使負的 0 在進位到格式精度後成正的。更多詳情請見 **PEP 682**。(由 John Belmonte 於 [gh-90153](#) 中貢獻。)
- `sys.path` 不再接受位元組。支援已在 Python 3.2 和 3.6 之間的某個時間停止，直到 Python 3.10.0 發布後才引起人們的注意。此外，由於混合使用 `str` 和 `bytes` 鍵時 `-b` 和 `sys.path_importer_cache` 會出現的交互作用，恢復這項支援會出現問題。(由 Thomas Grainger 在 [gh-91181](#) 中貢獻。)

5 其他 CPython 實作更動

- 實現了用於 `complex` 的 `__complex__()` 和用於 `bytes` 的 `__bytes__()` 特殊方法以支持 `typing.SupportsComplex` 和 `typing.SupportsBytes` 協議。(由 Mark Dickinson 和 Donghee Na 在 [bpo-24234](#) 中貢獻。)
- 新增 `siphash13` 以作 `FF` 部的雜 `F` 演算法，它有與 `siphash24` 相似的安全特性，但是在處理較長的輸入時會更快一些。現在是 `str`、`bytes` 和一些其他型 `F` 的 `hash()` 預設演算法。**PEP 552** 基於雜 `F` 的 `.pyc` 檔案現在也使用 `siphash13`。(由 Inada Naoki 於 [bpo-29410](#) 中貢獻。)
- 當一個仍有效的例外被 `raise` 陳述式在 `F` 有參數的情 `F` 下重新引發，被附於該例外的追 `F` 資訊現在都會是 `sys.exc_info()[1].__traceback__`。這代表對於當前 `except` 子句的追 `F` 上做的改動會反映在被重 `F` 引發的例外上。(由 Irit Katriel 於 [bpo-45711](#) 中貢獻。)
- 有被處理的例外在直譯器狀態的表示（也就是 `exc_info` 或 `_PyErr_StackItem`）現在只會有 `exc_value` 欄位；`exc_type` 和 `exc_traceback` 已被移除，現在只能透過 `exc_value` 來取得它們。(由 Irit Katriel 於 [bpo-45711](#) 中貢獻。)
- 新增命令列選項 `AppendPath`，已增加於 Windows 安裝程式。它的行 `F` 類似於 `PrependPath`，但在安裝和 `F` 本目 `F` 後面附加而非新增於它們前面。(由 Bastian Neuburger 在 [bpo-44934](#) 中貢獻。)
- 初始化中若是要用 `PyConfig.module_search_paths` 來初始化 `sys.path`，則現在 `PyConfig.module_search_paths_set` 必須被設 `F` 1。否則，初始化會重新計算路徑 `F` 取代所有被加到 `module_search_paths` 的值。
- `--help` 選項的輸出現在會在 50 列、80 欄的大小之 `F`，Python 環境變數和 `-x` 選項的資訊現在能 `F` 分 `F` 透過 `--help-env` 和 `--help-xoptions` 旗標與 `--help-all` 一起使用來取得。(由 Éric Araujo 於 [bpo-46142](#) 中貢獻。)
- 在除 2 (binary、二進制)、4、8 (octal、八進制)、16 (hexadecimal、十六進制) 或 32 以外的基數中，例如以 10 (decimal、十進制) `F` 基數，進行 `int` 和 `str` 之間的轉 `F` 且字串形式的位數超過限制，現在會引發 `ValueError`，以避免由於演算法 `F` 雜性而導致的 `F` 在阻斷服務攻擊 (denial of service attacks)。這是針對 [CVE-2020-10735](#) 的緩解措施，可以透過環境變數、命令列旗標或 `sys` API 來設定或禁用此限制。請參 `F` 整數字串轉 `F` 長度限制文件。預設限制 `F` 字串形式的 4300 位數字。

6 新增模組

- `tomllib`：用於剖析 **TOML**。詳情請見 **PEP 680**。(由 Taneli Hukkinen 於 [bpo-40059](#) 中所貢獻。)
- `wsgiref.types`：**WSGI** 限定型 `F`，用於 `F` 態型 `F` 檢查。(Sebastian Rittau 於 [bpo-42012](#) 中所貢獻。)

7 模組改進

7.1 asyncio

- 添加了 `TaskGroup` 類 `F`，`F` 一個會持有任務群組 `F` 在退出時等待全部完成的非同步情境管理器 (asynchronous context manager)。對於新程式碼，建議直接使用 `create_task()` 和 `gather()`。(由 Yury Selivanov 和其他人在 [gh-90908](#) 中貢獻。)
- 新增 `timeout()`，是一個用來 `F` 一個非同步操作設置超時的非同步情境管理器，新的程式建議直接使用它以取代 `wait_for()`。(由 Andrew Svetlov 於 [gh-90927](#) 貢獻。)
- 新增 `Runner` 類 `F`，它會對外公布了 `run()` 的使用機制。(由 Andrew Svetlov 於 [gh-91218](#) 貢獻。)

- 於 `asyncio` 函式庫的同步化原始物件中新增 `Barrier` 類別與和其相關的 `BrokenBarrierError` 例外。(由 Yves Duprat 和 Andrew Svetlov 在 [gh-87518](#) 貢獻。)
- 在 `asyncio.loop.create_connection()` 新增關鍵字引數 `all_errors`，這樣多個連接錯誤就可以一起用一個 `ExceptionGroup` 來引發。
- 新增 `asyncio.StreamWriter.start_tls()` 方法，用來將已存在的串流連升級至 TLS。(由 Ian Good 於 [bpo-34975](#) 中貢獻。)
- 在事件圈增加原始資料元 (raw datagram) `socket` 函式：`sock_sendto()`、`sock_recvfrom()` 和 `sock_recvfrom_into()`。以上在 `SelectorEventLoop` 和 `ProactorEventLoop` 中都有實作。(由 Alex Grönholm 在 [bpo-46805](#) 中貢獻。)
- 於 `Task` 新增 `cancelling()` 和 `uncancel()` 方法。這些預期是只用於圈部，尤其是 `TaskGroup`。

7.2 contextlib

- 添加了非平行安全的 `chdir()` 情境管理器來更改當前工作目錄，然後在退出時恢復它。`chdir()` 的簡單包裝器。(由 Filipe Láins 在 [bpo-25625](#) 中貢獻)

7.3 dataclasses

- 更改欄位預設的可變性檢查 (mutability check)，僅允許預設值是 `hashable` 而不是任何非 `dict`、`list` 或 `set` 實例的物件。(由 Eric V. Smith 在 [bpo-44674](#) 中貢獻。)

7.4 datetime

- 增加了 `datetime.UTC`，是 `datetime.timezone.utc` 的便捷別名。(由 Kabir Kwatra 在 [gh-91973](#) 中貢獻。)
- `datetime.date.fromisoformat()`、`datetime.time.fromisoformat()` 和 `datetime.datetime.fromisoformat()` 現在可以用來剖析大部分的 ISO 8601 格式 (除了那些支援分數形式的小時與分鐘)。(由 Paul Ganssle 於 [gh-80010](#) 中所貢獻。)

7.5 enum

- `EnumMeta` 更名 `EnumType` (`EnumMeta` 保留舊名)。
- 增加 `StrEnum`，列舉 (enum) 的成員必須是字串。
- 新增 `ReprEnum`，它只修改成員的 `__repr__()`，同時回傳成員的文本值 (literal value) (而不是名稱)，以用於 (`str()`、`format()` 和 `f-string` 所使用的) `__str__()` 和 `__format__()`。
- 修改了 `Enum.__format__()` (為 `format()`、`str.format()` 和 `f-string` 的默认值) 以便始终产生于 `Enum.__str__()` 相同的结果：对于继承自 `ReprEnum` 的枚举它将成为其成员的值；对于所有其他枚举它将为枚举和成员名称 (例如 `Color.RED`)。
- 新增 `boundary` 類別參數與其選項到 `Flag` 列舉和 `FlagBoundary` 列舉以控制處理超出範圍旗標數值的方法。
- 新增了 `verify()` 列舉裝飾器和 `EnumCheck` 列舉及其選項，以根據幾個特定限制檢查列舉類別。
- 新增 `member()` 與 `nonmember()` 裝飾器以確保被裝飾的物件會/不會被轉成一個列舉成員。
- 新增 `property()` 裝飾器，它的作用類似 `property()` 但是是用於列舉，用以替代 `types.DynamicClassAttribute()`。

- 增加了 `global_enum()` 枚举装饰器，它会调整 `__repr__()` 和 `__str__()` 以将值显示为其模块的成员而不是枚举类的成员。例如，`'re.ASCII'` 是 `re.RegexFlag` 的 `ASCII` 成员而不是 `'RegexFlag.ASCII'`。
- 国际化 `Flag` 以支援使用 `len()`、迭代 (iteration) 和 `in/not in` 於其成員。例如，以下程式現在能運作了：`len(AFlag(3)) == 2` and `list(AFlag(3)) == (AFlag.ONE, AFlag.TWO)`
- 更改了 `Enum` 和 `Flag` 以在呼叫 `__init_subclass__()` 之前就定義成員；`dir()` 現在包括來自混合資料型別的方法。
- 更改 `Flag` 以僅考慮主要值 (2 的次方) 規範，而合值 (3、6、10 等) 被視為名稱；倒置旗標 (inverted flags) 會被限制轉為正等價的值。

7.6 fcntl

- FreeBSD 上，`F_DUP2FD` 和 `F_DUP2FD_CLOEXEC` 旗標分有被支援，前者等同於 `dup2` 用法，而後者設定了 `FD_CLOEXEC` 旗標。

7.7 fractions

- 支援有 [PEP 515](#) 風格的 `Fraction` 以字串初始化。(Sergey B Kirpichev 於 [bpo-44258](#) 中所貢獻。)
- `Fraction` 現在有實作了一個 `__int__` 方法，因此 `isinstance(some_fraction, typing.SupportsInt)` 的檢查會通過。(由 Mark Dickinson 在 [bpo-44547](#) 中貢獻。)

7.8 functools

- `functools.singledispatch()` 現在支援 `types.UnionType` 和 `typing.Union` 作為調度 (dispatch) 引數的標。

```
>>> from functools import singledispatch
>>> @singledispatch
... def fun(arg, verbose=False):
...     if verbose:
...         print("Let me just say,", end=" ")
...         print(arg)
...
>>> @fun.register
... def _(arg: int | float, verbose=False):
...     if verbose:
...         print("Strength in numbers, eh?", end=" ")
...         print(arg)
...
>>> from typing import Union
>>> @fun.register
... def _(arg: Union[list, set], verbose=False):
...     if verbose:
...         print("Enumerate this:")
...         for i, elem in enumerate(arg):
...             print(i, elem)
...
>>>
```

(由 Yurii Karabas 於 [bpo-46014](#) 中所貢獻。)

7.9 gzip

- 现在 `gzip.compress()` 函数当传入 `mtime=0` 参数时会更快速因为它把压缩任务完全委托给单独的 `zlib.compress()` 操作。此项改变有一个附带影响：`gzip` 文件标头将在其标头中包含一个“OS”字节。在传统上它总是会被 `gzip` 模块设为代表“unknown”的值 255。现在，当使用 `compress()` 并传入 `mtime=0` 时，它可以被 Python 所链接的下层 `zlib` C 库设为不同的值。（请参阅 [gh-112346](#) 了解此附带影响的详情。）

7.10 hashlib

- `hashlib.blake2b()` 與 `hashlib.blake2s()` 現在偏好使用 `libb2` 多於 Python 自發行版的 `libb2`。（由 Christian Heimes 於 [bpo-47095](#) 中所貢獻。）
- 帶有 SHA3 和 SHAKE 演算法的 `_sha3` 模組現在使用 `tiny_sha3` 而不是 `Keccak` 程式碼套件來減少程式碼和二進位檔案大小。`hashlib` 模組更喜歡來自 OpenSSL 的 SHA3 和 SHAKE 最佳化實作。此更改僅影響有 OpenSSL 支援的安裝。（由 Christian Heimes 在 [bpo-47098](#) 中貢獻。）
- 新增 `hashlib.file_digest()`，是個能對檔案或類檔案物件做高效率雜湊的幫助函式。（由 Christian Heimes 於 [gh-89313](#) 中貢獻。）

7.11 IDLE 與 idlelib

- 在 `.pyi` 檔案施用語法突顯 (syntax highlight)。（由 Alex Waygood 與 Terry Jan Reedy 於 [bpo-45447](#) 中所貢獻。）
- 當帶有輸入與輸出地儲存 Shell 時，也會包含提示字元。（由 Terry Jan Reedy 於 [gh-95191](#) 中所貢獻。）

7.12 inspect

- 添加 `getmembers_static()` 以回傳所有成員，而不會通過描述器協議 (descriptor protocol) 觸發動態查找。（由 Weipeng Hong 在 [bpo-30533](#) 中貢獻。）
- 新增 `inspect.ismethodwrapper()`，用來檢查一個物件的型別是否為 `MethodWrapperType`。（由 Hakan Çelik 於 [bpo-29418](#) 中所貢獻。）
- 更改 `inspect` 模組中與幀相關的函式以回傳新的 `FrameInfo` 和 `Traceback` 類別實例（向後相容之前類似於 `named tuple` 的介面），包括擴充的 [PEP 657](#) 位置資訊（結束行號、欄和結束欄）。受影響的功能是：

```
- inspect.getframeinfo()
- inspect.getouterframes()
- inspect.getinnerframes(),
- inspect.stack()
- inspect.trace()
```

（由 Pablo Galindo 於 [gh-88116](#) 中所貢獻。）

7.13 locale

- 新增 `locale.getencoding()` 以取得當前的區域編碼 (locale encoding)。和 `locale.getpreferredencoding(False)` 類似但不考慮 Python UTF-8 模式。

7.14 logging

- 新增 `getLevelNamesMapping()` 以回傳一個日誌級別名稱 (例如 'CRITICAL') 指到對應的 levels 數值 (例如, 預設 50) 的映射。(由 Andrei Kulakovin 於 [gh-88024](#) 中貢獻。)
- 添加了一個 `createSocket()` 方法到 `SysLogHandler`, 以匹配 `SocketHandler.createSocket()`。如果已有已用的 socket, 它會在處理程式初始化期間和發出一個事件時自動呼叫。(由 Kirill Pinchuk 在 [gh-88457](#) 中貢獻。)

7.15 math

- 新增 `math.exp2()`: 回傳 2 的 x 次方。(由 Gideon Mitchell 於 [bpo-45917](#) 中所貢獻。)
- 新增 `math.cbrt()`: 回傳 x 的立方根。(由 Ajith Ramachandran 於 [bpo-44357](#) 中所貢獻。)
- 為了與 IEEE 754 規範保持一致, 更改了兩個 `math.pow()` 邊角案例 (corner case) 的行爲。`math.pow(0.0, -math.inf)` 和 `math.pow(-0.0, -math.inf)` 現在回傳 `inf`, 之前它們會引發 `ValueError`。(由 Mark Dickinson 在 [bpo-44339](#) 中貢獻。)
- `math.nan` 現隨時可用。(由 Victor Stinner 於 [bpo-46917](#) 中所貢獻。)

7.16 operator

- 新增 `operator.call` 函式, 使得 `operator.call(obj, *args, **kwargs) == obj(*args, **kwargs)`。(由 Antony Lee 於 [bpo-44019](#) 中所貢獻。)

7.17 os

- 在 Windows 上, `os.urandom()` 現在將使用 `BCryptGenRandom()`, 而不是已被弃用的 `CryptGenRandom()`。(由 Donghee Na 在 [bpo-44611](#) 中貢獻。)
- As of 3.11.10, `os.mkdir()` and `os.makedirs()` on Windows now support passing a *mode* value of `0o700` to apply access control to the new directory. This implicitly affects `tempfile.mkdtemp()` and is a mitigation for CVE-2024-4030. Other values for *mode* continue to be ignored. (Contributed by Steve Dower in [gh-118486](#).)

7.18 pathlib

- 如果 *pattern* 以路徑名稱元件分隔符號 `sep` 或 `altsep` 結尾, `glob()` 和 `rglob()` 只回傳目錄。(由 Eisuke Kawasima 於 [bpo-22276](#) 與 [bpo-33392](#) 中所貢獻。)

7.19 re

- 現在規則運算式 (regular expression) 是有支援原子性群組 (atomic grouping) (`(?>...)`) 和佔有性量詞 (possessive quantifier) (`*+, ++, ?+, {m, n}+`) 的。(由 Jeffrey C. Jacobs 和 Serhiy Storchaka 在 [bpo-433030](#) 中貢獻。)

7.20 shutil

- 新增 `shutil.rmtree()` 的可選參數 `dir_fd`。(由 Serhiy Storchaka 於 [bpo-46245](#) 中所貢獻。)

7.21 socket

- 新增 NetBSD 對於 CAN Socket 的支援。(由 Thomas Klausner 於 [bpo-30512](#) 中所貢獻。)
- 當連接失敗時, `create_connection()` 有個選項可以引發一個包含所有錯誤的 `ExceptionGroup`, 而非只引發最後一個錯誤。(由 Irit Katriel 於 [bpo-29980](#) 中貢獻。)

7.22 sqlite3

- 現在可以透過將 `None` 傳遞給 `set_authorizer()` 來停用 `authorizer`。(由 Erlend E. Aasland 於 [bpo-44491](#) 中貢獻。)
- 定序 (collation) 名稱 `create_collation()` 現在可以包含任何 Unicode 字元。帶有無效字元的定序名稱現在會引發 `UnicodeEncodeError` 而不是 `sqlite3.ProgrammingError`。(由 Erlend E. Aasland 在 [bpo-44688](#) 中貢獻。)
- `sqlite3` 例外現在包含 SQLite 擴充錯誤碼和 SQLite 錯誤名稱 (分別 `sqlite_errorcode` 和 `sqlite_errormsg`)。(由 Aviv Palivoda、Daniel Shahaf 和 Erlend E. Aasland 在 [bpo-16379](#) 和 [bpo-24139](#) 中貢獻。)
- 將 `setlimit()` 和 `getlimit()` 新增到 `sqlite3.Connection` 以根據連接到來設定和取得 SQLite 限制。(由 Erlend E. Aasland 在 [bpo-45243](#) 中貢獻。)
- `sqlite3` 現在會基於底層 SQLite 函式庫編譯時所使用的預設執行緒模式來設定 `sqlite3.threadafety`。(由 Erlend E. Aasland 在 [bpo-45613](#) 中貢獻。)
- `sqlite3` 如果啟用回呼回溯 (callback traceback), C 回呼現在使用無法被引發的例外。使用者現在可以註冊一個無法被引發的 Python 鉤處理程式 (unraisable hook handler) 來改善他們的除錯體驗。(由 Erlend E. Aasland 在 [bpo-45828](#) 中貢獻。)
- 跨越不同回呼 (rollback) 的拿取動作不再引發 `InterfaceError`, 我們將其留給 SQLite 函式庫來處理這些情況。(由 Erlend E. Aasland 在 [bpo-44092](#) 中貢獻。)
- 將 `serialize()` 和 `deserialize()` 新增到 `sqlite3.Connection` 以用於序列化和反序列化資料庫。(由 Erlend E. Aasland 在 [bpo-41930](#) 中貢獻。)
- 於 `sqlite3.Connection` 加入 `create_window_function()` 已建立聚合視窗函式 (aggregate window function)。(由 Erlend E. Aasland 於 [bpo-34916](#) 中貢獻。)
- 在 `sqlite3.Connection` 新增 `blobopen()`。`sqlite3.Blob` 允許對 `blob` 進行增量 I/O 操作 (incremental I/O operations)。(由 Aviv Palivoda 和 Erlend E. Aasland 在 [bpo-24905](#) 中貢獻。)

7.23 string

- 新增 `get_identifiers()` 和 `is_valid()` 於 `string.Template`, 分`別`能`回傳`所有合格的預留位置 (placeholder) 與是否有任何不合格的預留位置存在。(由 Ben Kehoe 於 [gh-90465](#) 中貢獻。)

7.24 sys

- `sys.exc_info()` 現在從 value (例外實例) 衍生出 type 和 traceback 欄位, 因此當例外在處理過程中被修改時, 變更會反映在 `exc_info()` 後續呼叫的結果中。(由 Irit Katriel 在 [bpo-45711](#) 中貢獻。)
- 新增會回傳活躍例外實例 (active exception instance) 的 `sys.exception()` (等價於 `sys.exc_info()[1]`)。(由 Irit Katriel 於 [bpo-46328](#) 中所貢獻。)
- 新增 `sys.flags.safe_path` 旗標。(由 Victor Stinner 於 [gh-57684](#) 中所貢獻。)

7.25 sysconfig

- 新增了三個安裝方案 (`posix_venv`、`nt_venv` 和 `venv`), 它們在 Python 建立新的`擬環境`或在`擬環境`中執行環境使用。前兩個方案 (`posix_venv` 和 `nt_venv`) 是非 Windows 和 Windows 作業系統所特有的, `venv` 本質上會根據 Python 運行的操作系統來做`其中之一的`命名。這對修改 `sysconfig.get_preferred_scheme()` 的下游發布者很有用。建立新`擬環境`的第三方案碼應該使用新的 `venv` 安裝方案來確定路徑, 就像 `venv` 一樣。(由 Miro Hrončok 在 [bpo-45413](#) 中貢獻。)

7.26 tempfile

- `SpooledTemporaryFile` 物件現在完整實作了 `io.BufferedIOBase` 或 `io.TextIOBase` 的方法 (取`於`檔案模式), 這使它們能`正確地`使用需要類檔案物件的 API, 例如壓縮模組。(由 Carey Metcalfe 在 [gh-70363](#) 中貢獻。)
- As of 3.11.10 on Windows, the default mode `0o700` used by `tempfile.mkdtemp()` now limits access to the new directory due to changes to `os.mkdir()`. This is a mitigation for CVE-2024-4030. (Contributed by Steve Dower in [gh-118486](#).)

7.27 threading

- 在 Unix 上, 如果 `sem_clockwait()` 函数存在于 C 库中 (即 glibc 2.30 及更新的版本), 则 `threading.Lock.acquire()` 方法现在将使用单调时钟 (`time.CLOCK_MONOTONIC`) 来计算超时, 而不使用系统时钟 (`time.CLOCK_REALTIME`), 以不受系统时钟修改的影响。(由 Victor Stinner 在 [bpo-41710](#) 中贡献。)

7.28 time

- 在 Unix 上，如果可用的話，`time.sleep()` 現在會使用 `clock_nanosleep()` 或 `nanosleep()` 函式，其解析度為 1 納秒 (10^{-9} 秒)，而不是使用解析度為 1 微秒 (10^{-6} 秒) 的 `select()`。(由 Benjamin Szőke 和 Victor Stinner 在 [bpo-21302](#) 中貢獻。)
- 在 Windows 8.1 或更新版本上，現在 `time.sleep()` 會使用一個基於高精度計時器的可等待計時器，其精度為 100 納秒 (10^{-7} 秒)。在之前版本中，其精度為 1 毫秒 (10^{-3} 秒)。(由 Benjamin Szőke, Donghee Na, Eryk Sun 和 Victor Stinner 在 [bpo-21302](#) 和 [bpo-45429](#) 中貢獻。)

7.29 tkinter

- 新增了 `info_patchlevel()` 方法，它會回傳 Tcl 函式庫的確切版本以作類似於 `sys.version_info` 的附名元組。(由 Serhiy Storchaka 在 [gh-91827](#) 中貢獻。)

7.30 traceback

- 新增 `traceback.StackSummary.format_frame_summary()` 以允許使用者覆蓋回溯中出現的幀及它們的格式。(由 Ammar Askar 在 [bpo-44569](#) 中貢獻。)
- 新增 `traceback.TracebackException.print()`，它會印出格式化的 `TracebackException` 實例至一個檔案。(由 Irit Katriel 在 [bpo-33809](#) 中貢獻。)

7.31 typing

重大變更請見 [Type Hints](#) 提示相關的新特性。

- 新增 `typing.assert_never()` 和 `typing.Never`。`typing.assert_never()` 可用於要型檢查器確認某行程式碼是否不可觸及。在執行環境，它會引發 `AssertionError`。(由 Jelle Zijlstra 在 [gh-90633](#) 中貢獻。)
- 新增 `typing.reveal_type()`，這可用於請求型檢查器給定運算式推斷出什麼型。在執行環境它會印出接收到的值的型。(由 Jelle Zijlstra 在 [gh-90572](#) 中貢獻。)
- 新增 `typing.assert_type()`，這可用於要型檢查器確認它給定運算式推斷的型是否與給定型相符。在執行環境，它只會回傳接收到的值。(由 Jelle Zijlstra 在 [gh-90638](#) 中貢獻。)
- `typing.TypedDict` 型現可泛型。(由 Samodya Abeysiriwardane 於 [gh-89026](#) 中所貢獻。)
- `NamedTuple` 型現可泛型。(由 Serhiy Storchaka 於 [bpo-43923](#) 中所貢獻。)
- 允許繼承 `typing.Any`，這能有效避免與高度動態類 (例如 `mock`) 相關的型檢查器錯誤。(由 Shantanu Jain 在 [gh-91154](#) 中貢獻。)
- `typing.final()` 裝飾器現在會在被裝飾的物件上設定 `__final__` 屬性。(由 Serhiy Storchaka 於 [gh-90500](#) 中所貢獻。)
- `typing.get_overloads()` 函式可用於自我檢查 (introspect) 一個函式的過載 (overload)。`typing.clear_overloads()` 可用於清除一個函式的所有已定義過載。(由 Jelle Zijlstra 在 [gh-89263](#) 中貢獻。)
- `Protocol` 子類的 `__init__()` 方法現在被保留。(由 Adrian Garcia Badarasco 在 [gh-88970](#) 中貢獻。)
- 空元組型 (`Tuple[()]`) 的表示法得到簡化，這會影響自我檢查 (introspection)，例如 `get_args(Tuple[()])` 的求值現在會是 `()` 而不是 `((),)`。(由 Serhiy Storchaka 在 [gh-91137](#) 中貢獻。)

- 通過 `typing._type_check` 函式中的可呼叫檢查，放寬型標的執行環境要求。(由 Gregory Beauregard 在 [gh-90802](#) 中貢獻。)
- 作 PEP 585 泛化名中的前向參照，`typing.get_type_hints()` 現支援了字串求值 (evaluate)。(由 Niklas Rosenstein 在 [gh-85542](#) 中貢獻。)
- `typing.get_type_hints()` 不再將 `Optional` 新增到預設 `None` 的參數中。(由 Nikita Sobolev 在 [gh-90353](#) 中貢獻。)
- `typing.get_type_hints()` 現在支援無修飾 (bare) 字串化 (stringified) 的 `ClassVar` 標來求值。(由 Gregory Beauregard 在 [gh-90711](#) 中貢獻。)
- `typing.no_type_check()` 不再修改外部類和函式。它現在也正確地將類方法標記不需進行型檢查。(由 Nikita Sobolev 在 [gh-90729](#) 中貢獻。)

7.32 unicodedata

- Unicode 資料庫被更新 14.0.0 版本。(Benjamin Peterson 於 [bpo-45190](#) 中所貢獻。)

7.33 unittest

- 新增 `TestCase` 類的 `enterContext()` 與 `enterClassContext()` 方法、`IsolatedAsyncioTestCase` 類的 `enterAsyncContext()` 方法、`unittest.enterModuleContext()` 函式。(由 Serhiy Storchaka 於 [bpo-45046](#) 貢獻。)

7.34 venv

- 建立新的 Python 擬環境時，`venv sysconfig` 安裝方案會被用於確定環境的路徑。當 Python 在擬環境中運行時，預設使用相同的安裝方案。這意味著下游發布者可以在不改變擬環境行的情況下更改預設的 `sysconfig` 安裝方案。建立新擬環境的第三方程式碼也應該這樣做。(由 Miro Hrončok 在 [bpo-45413](#) 中貢獻。)

7.35 warnings

- `warnings.catch_warnings()` 現在接受 `warnings.simplefilter()` 的引數，提供了一種更簡潔的方法來在本地端忽略警告或將它們轉為錯誤。(由 Zac Hatfield-Dodds 在 [bpo-47074](#) 中貢獻。)

7.36 zipfile

- 新增了對指定成員名稱編碼的支援，以便在 `ZipFile` 的目錄和檔案標頭中讀取元資料 (metadata)。(由 Stephen J. Turnbull 和 Serhiy Storchaka 在 [bpo-28080](#) 中貢獻。)
- 新增 `ZipFile.mkdir()` 以在 ZIP 歸檔中建立新的目錄。(由 Sam Ezeh 於 [gh-49083](#) 貢獻。)
- 於 `zipfile.Path` 新增 `stem`、`suffix` 和 `suffixes`。(由 Miguel Brito 於 [gh-88261](#) 貢獻。)

8 最佳化

這個部分會涵蓋到特定的最佳化，但獨立於擁有自己一個更明的更快的 CPython 計畫。

- 編譯器現在對僅包含格式程式碼 %s、%r 和 %a 的字串文本 (string literal) 進行簡單的 printf 風格 % 格式化 (printf-style % formatting) 最佳化，使其與相應的 f-string 運算式一樣快。(由 Serhiy Storchaka 在 [bpo-28307](#) 中貢獻。)
- 整數除法 (/) 了編譯器最佳化而被調校過。現在將 int 除以小於 2**30 的值時，在 x86-64 上快了大約 20%。(由 Gregory P. Smith 和 Tim Peters 在 [gh-90564](#) 中貢獻。)
- 針對小於 2**30 的整數，sum() 現在快了將近 30%。(由 Stefan Behnel 於 [gh-68264](#) 中所貢獻。)
- 調整 list 大小在常見情況下增進了效能，list.append() 加快了約 15% 簡單的 list comprehension 加快了高達 20-30% (由 Dennis Sweeney 在 [gh-91165](#) 中貢獻。)
- 當所有鍵都是 Unicode 物件時，字典不存儲雜值，少了 dict 的大小。例如，sys.getsizeof(dict.fromkeys("abcdefg")) 在 64-bit 平台上從 352 位元組少到 272 位元組 (少 23%)。(由 Inada Naoki 在 [bpo-46845](#) 中貢獻。)
- 使用 asyncio.DatagramProtocol 以透過 UDP 傳輸大文件時，現在速度提高了幾個數量級，傳輸 ≈60 MiB 檔案的速度提高了 100 多倍。(由 msxzw 在 [gh-91487](#) 中貢獻。)
- math 函式 comb() 和 perm() 針對較大引數現在快了 ≈10 倍 (對於更大的 k 有更大的加速)。(由 Serhiy Storchaka 在 [bpo-37295](#) 中貢獻。)
- statistics 函式 mean()、variance() 和 stdev() 現在會一次性的消耗代器，而不是先將它們轉成 list，這讓速度提升兩倍可以節省大量記憶體空間。(由 Raymond Hettinger 在 [gh-90415](#) 中貢獻。)
- 現在 unicodedata.normalize() 將在固定時間內正規化純 ASCII 字符串。(由 Donghee Na 在 [bpo-44987](#) 中貢獻。)

9 更快的 CPython

當使用基準量測套裝軟體 `pyperformance` 量測以 GCC 於 Ubuntu Linux 上編譯，Python 3.11 平均比 Python 3.10 快了 25%。根據程式工作量可能有所不同，整體加速程度可達 10-60%。

此計畫專注在 Python 的更動和更快的運程式。不在此專案的最佳化被獨立列出在最佳化。

9.1 更快的

凍結引入 (Frozen imports) / 態程式碼物件 (Static code objects)

Python 將位元組碼於 `__pycache__` 目錄中存快取來加速模組的載入。

在先前的 3.10 中，執行 Python 模組會像是這樣：

```
Read __pycache__ -> Unmarshal -> Heap allocated code object -> Evaluate
```

在 Python 3.11 中，核心模組在 Python 動時必須被「凍結」，這意味著它們的程式碼物件 (和位元組碼) 是由直譯器態分配的。這將模組執行過程中的步驟少：

```
Statically allocated code object -> Evaluate
```

在 Python 3.11 中直譯器執行速度快了 10-15%。這對於使用 Python 所撰寫的短暫程式有著巨大影響。

(由 Eric Snow、Guido van Rossum 與 Kumar Aditya 於多個 issue 中貢獻。)

9.2 更快的運行程式

所需資源更少 (cheaper) 且惰性的 (lazy) Python 幀 (frame)

每當 Python 呼叫 Python 函式時，就會建立保存執行資訊的 Python 幀。以下是針對幀而做的新最佳化：

- 使幀的建立過程更有效率。
- 在 C 堆 (stack) 中盡量重用幀的空間來避免記憶體分配。
- 讓局部幀結構只包含必要資訊，使其更加精簡。在過去，幀必須帶有額外的偵錯與記憶體管理的資訊。

舊式幀物件現在僅在除錯器或 Python 自我檢查函式 (例如 `sys._getframe()` 或 `inspect.currentframe()`) 請求時才建立。對於大多數使用者程式碼，根本不會建立任何幀物件。結果幾乎所有 Python 函式呼叫都顯著加速。我們以 `pyperformance` 測得了 3-7% 的加速。

(由 Mark Shannon 於 [bpo-44590](#) 中所貢獻。)

行 Python 函式呼叫

在 Python 函式呼叫期間，Python 將呼叫一個正在求值的 C 函式來直譯該函式的程式碼，這有效地將純 Python 遞進限制在對 C 堆的安全範圍內。

在 3.11 中，當 CPython 檢測到 Python 程式碼呼叫另一個 Python 函式時，它會設立一個新框架 (frame)，「跳轉」到新框架的新程式碼，這避免了呼叫整個 C 直譯函式。

現在大多數 Python 函式的呼叫因不會用 C 堆空間而被加速。在斐波那契 (fibonacci) 或階乘等簡單遞進函式中，觀察到 1.7 倍的加速。這也意味著遞進函式可以遞進得更深 (如果使用者有增加遞進限制)。我們在 `pyperformance` 測得 1-3% 的改進。

(由 Pablo Galindo 與 Mark Shannon 於 [bpo-45256](#) 中所貢獻。)

PEP 659: 特化的適應性直譯器

PEP 659 是加速 CPython 專案的關鍵部分之一。一般的想法是，雖然 Python 是一種動態語言，但大多數程式碼都有物件和型很少去更改的區域。這個概念被稱為型穩定 (*type stability*)。

在執行環境，Python 將嘗試在執行中的程式碼尋找常用模式和型穩定，然後 Python 將用更特化的操作替當前操作。這種特化操作運用了僅適用於那些用例/型的快速路徑，這通常優於它們的泛用對應 (generic counterparts)。這也引入了另一個稱為行快取 (*inline caching*) 的概念，其中 Python 將繁重操作的結果直接快取在位元組碼中。

特化程式 (specializer) 還將某些常用指示 (common instruction) 組合成一個超級指示 (superinstruction)，這少了執行期間的開銷。

Python 只會在看到「熱」(被多次執行的) 程式碼時特化，這可以防止 Python 將時間浪費在只運行一次的程式碼上。當程式碼過於動態或用途發生變化時，Python 也可以去特化 (de-specialize)。特化會定期被嘗試執行，而嘗試的成本也不會太高，這讓特化得以適應新的環境。

(PEP 由 Mark Shannon 撰寫、概念發自 Stefan Brunthaler。詳情請見 **PEP 659**。由 Mark Shannon 和 Brandt Bucher 實作，Irit Katriel 和 Dennis Sweeney 亦提供了額外的幫助。)

操作	形式	特化	操作加速程度 (上限)	貢獻者
二元操作	<code>x + x</code> <code>x - x</code> <code>x * x</code>	常見型別如 <code>int</code> 、 <code>float</code> 與 <code>str</code> 的二元加法、乘法與位元法，底層型別取了特化的快速路徑。	10%	Mark Shannon, Donghee Na, Brandt Bucher, Dennis Sweeney
下標	<code>a[i]</code>	下標容器型別如 <code>list</code> 、 <code>tuple</code> 和 <code>dict</code> 直接索引底層的資料結構。下標自定義 <code>__getitem__()</code> 也是行內函式的，類似於行內 <code>Python</code> 函式呼叫。	10-25%	Irit Katriel, Mark Shannon
儲存下標	<code>a[i] = z</code>	類似於上面的下標特化。	10-25%	Dennis Sweeney
呼叫	<code>f(arg)</code> <code>C(arg)</code>	常見 C 函式和型別的呼叫，例如 <code>len()</code> 和 <code>str</code> ，會直接呼叫它們的 C 版本底層，這避免了通過 C 部呼叫的慣例。	20%	Mark Shannon, Ken Jin
載入全域變數	<code>print len</code>	全域/型別之命名空間的物件索引被快取起來。載入全域與 C 變數不需要任何命名空間的查找。	¹	Mark Shannon
載入屬性	<code>o.attr</code>	和載入全域變數類似，類/物件之命名空間的屬性索引被快取起來。在大部分情況下，載入屬性不需要任何命名空間的查找。	²	Mark Shannon
載入要呼叫的方法	<code>o.meth()</code>	方法的真實記憶體地址被快取 (cache) 起來，方法的載入現在不需要命名空間的查找 -- 即便有很長繼承鏈結的類也是。	10-20%	Ken Jin, Mark Shannon
儲存屬性	<code>o.attr = z</code>	和載入屬性的最佳化相似。	2% 於 <code>pyperformance</code> 中	Mark Shannon
拆解 (unpack) 序列	<code>*seq</code>	像是 <code>list</code> 和 <code>tuple</code> 的常見容器所特化，避免了 C 部呼叫慣例。	8%	Brandt Bucher

9.3 雜項

- 物件現在因使用了惰性建立的物件命名空間所以需要更少的記憶體。它們的命名空間字典現在也更自由地共享鍵。(由 Mark Shannon 於 [bpo-45340](#) 和 [bpo-40116](#) 貢獻。)
- 實作了「無代價 (Zero-cost)」的例外，消除了在有例外被引發時的 `try` 陳述式開銷。(由 Mark Shannon 於 [bpo-40222](#) 貢獻。)
- 在直譯器使用更簡潔的例外表示法將捕獲一個例外所需的時間少了大約 10%。由 Irit Katriel 在 [bpo-45711](#) 中貢獻。)
- `re` 的正則表達式比對引擎部分被重構，且現在會有支援的平台上使用 `computed gotos` (或者「執行緒程式碼 (threaded code)」)，因此 Python 3.11 在執行 `pyperformance` 正則表達式基準量測的表現上比起 Python 3.10 快了 10%。(由 Brandt Bucher 於 [gh-91404](#) 中貢獻。)

¹ 類似的最佳化自從 Python 3.8 就存在。3.11 特化處理了更多形式減少效能開銷 (overhead)。

² 類似的最佳化自從 Python 3.10 就存在。3.11 特化處理了更多形式。此外，所有屬性載入也被 [bpo-45947](#) 所加速。

9.4 FAQ

我該如何在程式碼中獲取這些加速？

撰寫符合 Python 風格 (Pythonic) 且依循常見最佳實踐的程式碼就好，你不需要改變你的程式碼。CPython 加速計畫中，我們所觀察到的常見程式編寫模式來做最佳化。

Python 3.11 會不會使用更多記憶體？

也許不會。我們預期不會有超出 3.10 20% 的記憶體使用量。這數字會和上述物件與物件字典的記憶體最佳化而有所偏差。

我在我的程式當中感覺到任何加速，是什麼？

某些程式中不會有顯著的好處。如果你的程式花了大部分的時間在 I/O 操作上，或已經將大部分計算用像是 numpy 的 C 擴充函式庫處理，那就不會有明顯的加速。這個計畫是對純 Python 的工作負荷最有幫助。

此外，pyperformance 數值一個幾何平均數 (geometric mean)。即便在 pyperformance 基準量測中，某些測試稍微慢了一些，但其他加快了將近兩倍！

有用到 JIT 編譯器嗎？

有，我們還在探索其他最佳化方式。

9.5 關於

CPython 加速計畫探索了各種 CPython 最佳化的可能性。主要團隊由微軟 (microsoft) 所資助以全職發展該計畫，Pablo Galindo Salgado 亦由彭博有限合夥企業 (Bloomberg LP) 資助來兼職開發，更有許許多多來自社群的自發性貢獻者。

10 CPython 位元組碼 (bytecode) 變更

位元組碼現在包含行快取條目，它們用新添加的 CACHE 指示的形式。許多操作碼預期後面要有確切數量的快取，指示直譯器在執行環境跳過它們。傳遞的 (populated) 快取看起來像任意指示，因此在讀取或修改包含加速資料的原始且適應 (adaptive) 位元組碼時應格外小心。

10.1 新增 opcode

- ASYNC_GEN_WRAP、RETURN_GENERATOR 和 SEND 被用於生成器與協程。
- COPY_FREE_VARS，避免了閉包 (closure) 而生的特殊呼叫方 (caller-side) 程式碼的需求。
- JUMP_BACKWARD_NO_INTERRUPT，用於某些不需要處理中斷的循環。
- MAKE_CELL 被用於建立 cell-objects。
- CHECK_EG_MATCH 和 PREP_RERAISE_STAR，處理 PEP 654 所加入的新增例外群組和 *except**。
- PUSH_EXC_INFO 被用於例外處理函式。
- RESUME，無操作 (no-po)，用於局部追查、除錯和最佳化檢查。

10.2 被取代的操作碼 (opcode)

被取代的操作碼	新的操作碼	☞記
BINARY_* INPLACE_*	BINARY_OP	以單一一個操作碼來取代所有數值的、二進位/原位 (in-place) 操作碼
CALL_FUNCTION CALL_FUNCTION_KW CALL_METHOD	CALL KW_NAMES PRECALL PUSH_NULL	將方法的引數搬移 (argument shifting) 與關鍵字引數的處理分離開來；允許更好的呼叫特化
DUP_TOP DUP_TOP_TWO ROT_TWO ROT_THREE ROT_FOUR ROT_N	COPY SWAP	堆☞操作指示
JUMP_IF_NOT_EXC_MATCH	CHECK_EXC_MATCH	現在執行檢查但不跳位 (jump)
JUMP_ABSOLUTE POP_JUMP_IF_FALSE POP_JUMP_IF_TRUE	JUMP_BACKWARD POP_JUMP_BACKWARD_IF_* POP_JUMP_FORWARD_IF_*	參見 ³ ；每個方向的 TRUE、FALSE、NONE 和 NOT_NONE 變體
SETUP_WITH SETUP_ASYNC_WITH	BEFORE_WITH	with 區塊設置

10.3 有更動/被移除的 opcode

- 更改了 MATCH_CLASS 和 MATCH_KEYS，不再推送一個額外的布林值來表示成功/失敗。取而代之的是會在失敗時推送 None，而非一個包含提取值的元組。
- 更改了運作於例外的操作碼以反映它們現在在堆☞中的表示☞一項而不是三項（請參☞ [gh-89874](#)）。
- ☞除 COPY_DICT_WITHOUT_KEYS、GEN_START、POP_BLOCK、SETUP_FINALLY 和 YIELD_FROM。

³ 所有跳位操作碼 (jump opcode) 現在都是相對的，包括現有的 JUMP_IF_TRUE_OR_POP 和 JUMP_IF_FALSE_OR_POP。該引數現在是當前指示 (instruction) 的偏移量而不是☞對位置。

11 已廢用

這個部分列出了在 Python 3.11 中廢用的 Python API。

被廢用的 C API 被獨立列出。

11.1 語言/廢建

- 鏈接 `classmethod` 描述器（在 [bpo-19072](#) 中引入）現已廢用。它不能再用於包裝其他描述器，例如 `property`。此功能的核心設計存在缺陷，導致了許多下游問題。要「傳遞通過 (pass-through)」`classmethod`，請考慮使用 Python 3.10 中添加的 `__wrapped__` 屬性。（由 Raymond Hettinger 在 [gh-89519](#) 中貢獻。）
- 值大於 0o377（十進位 255）的字串和位元組文本值 (bytes literal) 中的八進位跳 (octal escape) 現在會產生 `DeprecationWarning`。在未來的 Python 版本中，他們將引發一個 `SyntaxWarning` 最終引發一個 `SyntaxError`。（由 Serhiy Storchaka 在 [gh-81548](#) 中貢獻。）
- `int()` 到 `__trunc__()` 的授權 (delegation) 現已廢用。當 `type(a)` 有實作 `__trunc__()` 但沒有 `__int__()` 或 `__index__()`，呼叫 `int(a)` 現在會引發一個 `DeprecationWarning`。（由 Zackery Spytz 在 [bpo-44977](#) 中貢獻。）

11.2 模組

- PEP 594** 引領下列模組的廢用，已排訂於 Python 3.13 移除：

aifc	chunk	msilib	pipes	telnetlib
audioop	crypt	nis	sndhdr	uu
cgi	imghdr	nntplib	spwd	xdrlib
cgitb	mailcap	ossaudiodev	sunau	

（由 Brett Cannon 和 Victor Stinner 分於 [bpo-47061](#) 與 [gh-68966](#) 中所貢獻。）

- `asynchat`、`asyncore` 和 `smtplib` 至少在 Python 3.6 以前就被廢用，它們的文件與廢用警告現在已被更新國會提示它們即將於 Python 3.12 中移除。（由 Hugo van Kemenade 於 [bpo-47022](#) 中貢獻。）
- `lib2to3` 套件和 `2to3` 工具現已廢用，可能無法剖析 Python 3.10 或更新版本。有關詳細資訊請參 [PEP 617](#)，它引入了新的 PEG 剖析器。（由 Victor Stinner 在 [bpo-40360](#) 中貢獻。）
- 未被記於文件中的 `sre_compile`、`sre_constants` 和 `sre_parse` 模組現在已被廢用。（由 Serhiy Storchaka 在 [bpo-47152](#) 中貢獻。）

11.3 標準函式庫

- 以下 `configparser` 相關項目已在 Python 3.2 中廢用，它們的廢用警告現在會提示它們即將於 Python 3.12 中移除：
 - `configparser.SafeConfigParser` 類
 - `configparser.ParsingError.filename` 屬性
 - `configparser.RawConfigParser.readfp()` 方法（由 Hugo van Kemenade 於 [bpo-45173](#) 中所貢獻。）

- `configparser.LegacyInterpolation` 自 Python 3.2 起已在文件字串中ⓧ用，ⓧ且未在 `configparser` 文檔中列出。它現在會發出一個 `DeprecationWarning` ⓧ將在 Python 3.13 中ⓧ除。請改用 `configparser.BasicInterpolation` 或 `configparser.ExtendedInterpolation`。(由 Hugo van Kemenade 在 [bpo-46607](#) 中貢獻。)

- 舊的 `importlib.resources` 函式集因ⓧ不支援定位套件子目ⓧ中的資源而被ⓧ用、ⓧ將在未來的 Python 版本中ⓧ除，取而代之的是在 Python 3.9 中添加的替代方案：

```
- importlib.resources.contents()
- importlib.resources.is_resource()
- importlib.resources.open_binary()
- importlib.resources.open_text()
- importlib.resources.read_binary()
- importlib.resources.read_text()
- importlib.resources.path()
```

- `locale.getdefaultlocale()` 函数已被弃用并将在 Python 3.15 中移除。请改用 `locale.setlocale()`、`locale.getpreferredencoding(False)` 和 `locale.getlocale()` 函数。(由 Victor Stinner 在 [gh-90817](#) 中贡献。)

- `locale.resetlocale()` 函式已ⓧ用ⓧ將於 Python 3.13 中移除，請改用 `locale.setlocale(locale.LC_ALL, "")`。(由 Victor Stinner 於 [gh-90817](#) 中所貢獻。)

- 現在將對規則運算式中的數值群組參照 (numerical group references) 和群組名稱套用更嚴格的規則。現在只接受 ASCII 數字序列作ⓧ數值參照，ⓧ且 bytes 模式 (pattern) 的群組名稱和替ⓧ字串中只能包含 ASCII 字母、數字和底ⓧ。目前，會針對違反這些規則的語法發出ⓧ用警告。(由 Serhiy Storchaka 在 [gh-91760](#) 中貢獻。)

- 在 `re` 模組中，`re.template()` 函数和相应的 `re.TEMPLATE` 和 `re.T` 旗标已被弃用，因为它们未被写入文档并缺少明显的目的。它们将在 Python 3.13 中移除。(由 Serhiy Storchaka 和 Miro Hrončok 在 [gh-92728](#) 由贡献。)

- `turtle.settiltangle()` 自 Python 3.1 以來已被ⓧ用；它現在會發出ⓧ用警告，ⓧ將在 Python 3.13 中ⓧ除。請改用 `turtle.tiltangle()` (它之前被錯誤地標記ⓧ已ⓧ用，其文件字串現在已更正)。(由 Hugo van Kemenade 在 [bpo-45837](#) 中貢獻。)

- 僅用於支援 Python 2 和 Python 3 程式碼間相容性的 `typing.Text` 現已ⓧ用。目前未計劃ⓧ除它，但鼓勵用ⓧ盡可能使用 `str` 代替。(由 Alex Waygood 在 [gh-92332](#) 中貢獻。)

- 用於建構 `typing.TypedDict` 型ⓧ的關鍵字引數語法現已ⓧ用。將在 Python 3.13 中停止支援。(由 Jingchen Ye 在 [gh-90224](#) 中貢獻。)

- `webbrowser.MacOSX` 已被弃用并将在 Python 3.13 中移除。它未经测试，未写入文档，也未被 `webbrowser` 本身所使用。(由 Donghee Na 在 [bpo-42255](#) 中贡献。)

- 回傳從 `TestCase` 和 `IsolatedAsyncioTestCase` 測試方法 (預設的 `None` 值除外) 給定值的行ⓧ現已ⓧ用。

- ⓧ用以下ⓧⓧ有正式紀ⓧ於文件中的 `unittest` 函式，ⓧ預計於 Python 3.13 中移除：

```
- unittest.findTestCases()
- unittest.makeSuite()
- unittest.getTestCaseNames()
```

改用 `TestLoader` 方法：

```
- unittest.TestLoader.loadTestsFromModule()
```


- `unittest.TestLoader.loadTestsFromTestCase()`
- `unittest.TestLoader.getTestCaseNames()`

(由 Erlend E. Aasland 於 [bpo-5846](#) 中所貢獻。)

- `unittest.TestProgram.usageExit()` 被标记为已弃用，将在 3.13 中被移除。(由 Carlos Damázio 在 [gh-67048](#) 中贡献。)

12 Python 3.12 中待🗑️議的移除項目

下列 API 已在先前的 Python 發布版本中🗑️用，🗑️將於 Python 3.12 中移除。

待定的 C API 移除項目🗑️獨立列出的。

- `asynchat` 模組
- `asyncore` 模組
- 整個 `distutils` 套件
- `imp` 模組
- `typing.io` 命名空間
- `typing.re` 命名空間
- `cgi.log()`
- `importlib.find_loader()`
- `importlib.abc.Loader.module_repr()`
- `importlib.abc.MetaPathFinder.find_module()`
- `importlib.abc.PathEntryFinder.find_loader()`
- `importlib.abc.PathEntryFinder.find_module()`
- `importlib.machinery.BuiltinImporter.find_module()`
- `importlib.machinery.BuiltinLoader.module_repr()`
- `importlib.machinery.FileFinder.find_loader()`
- `importlib.machinery.FileFinder.find_module()`
- `importlib.machinery.FrozenImporter.find_module()`
- `importlib.machinery.FrozenLoader.module_repr()`
- `importlib.machinery.PathFinder.find_module()`
- `importlib.machinery.WindowsRegistryFinder.find_module()`
- `importlib.util.module_for_loader()`
- `importlib.util.set_loader_wrapper()`
- `importlib.util.set_package_wrapper()`
- `pkgutil.ImpImporter`
- `pkgutil.ImpLoader`
- `pathlib.Path.link_to()`

- `sqlite3.enable_shared_cache()`
- `sqlite3.OptimizedUnicode()`
- `PYTHONTHREADDEBUG` 環境變數
- `unittest` 中被 `fail` 用的 `fail` 名:

已 <code>fail</code> 用的 <code>fail</code> 名	方法名	<code>fail</code> 用於
<code>failUnless</code>	<code>assertTrue()</code>	3.1
<code>failIf</code>	<code>assertFalse()</code>	3.1
<code>failUnlessEqual</code>	<code>assertEqual()</code>	3.1
<code>failIfEqual</code>	<code>assertNotEqual()</code>	3.1
<code>failUnlessAlmostEqual</code>	<code>assertAlmostEqual()</code>	3.1
<code>failIfAlmostEqual</code>	<code>assertNotAlmostEqual()</code>	3.1
<code>failUnlessRaises</code>	<code>assertRaises()</code>	3.1
<code>assert_</code>	<code>assertTrue()</code>	3.2
<code>assertEquals</code>	<code>assertEqual()</code>	3.2
<code>assertNotEquals</code>	<code>assertNotEqual()</code>	3.2
<code>assertAlmostEquals</code>	<code>assertAlmostEqual()</code>	3.2
<code>assertNotAlmostEquals</code>	<code>assertNotAlmostEqual()</code>	3.2
<code>assertRegexpMatches</code>	<code>assertRegex()</code>	3.2
<code>assertRaisesRegexp</code>	<code>assertRaisesRegex()</code>	3.2
<code>assertNotRegexpMatches</code>	<code>assertNotRegex()</code>	3.5

13 已移除

此部分列出 Python 3.11 中移除的 Python API。

被移除的 C API 被獨立列出。

- `fail` 除了 `@asyncio.coroutine()` decorator 使遺留的基於生成器的協程 (generator-based coroutine) 與 `async/await` 程式碼相容。該函式自 Python 3.8 起已被 `fail` 用，計劃於 Python 3.10 `fail` 除。請改用 `async def`。(由 Illia Volochii 於 [bpo-43216](#) 中貢獻。)
- 移除除錯模式中用於包裝遺留基於 `fail` 生器之協程物件的 `asyncio.coroutines.CoroWrapper`。(由 Illia Volochii 於 [bpo-43216](#) 中貢獻。)
- 因 `fail` 有重大的安全性考量，Python 3.9 中停用的 `asyncio.loop.create_datagram_endpoint()` 之 `reuse_address` 參數目前已經移除。這是因 `fail` UDP socket 選項 `SO_REUSEADDR` 的行 `fail` 所致。(由 Hugo van Kemenade 於 [bpo-45129](#) 中貢獻。)
- 移除 Python 3.9 中 `fail` 用的 `binhex` 模組，與其相關且相似的 `binascii` 函式也一 `fail` 被移除：
 - `binascii.a2b_hqx()`
 - `binascii.b2a_hqx()`
 - `binascii.rlecode_hqx()`
 - `binascii.rldecode_hqx()``binascii.crc_hqx()` 維持可用。
(由 Victor Stinner 於 [bpo-45085](#) 中所貢獻。)
- 移除 Python 3.9 中 `fail` 用的 `distutils.bdist_msi` 命令。請改用 `bdist_wheel` (wheel 套件)。(由 Hugo van Kemenade 於 [bpo-45124](#) 中貢獻。)

- 將 `xml.dom.pulldom.DOMEventStream`、`wsgiref.util.FileWrapper` 和 `fileinput.FileInput` 自 Python 3.9 中刪除的 `__getitem__()` 方法移除。(由 Hugo van Kemenade 在 [bpo-45132](#) 中貢獻。)
- 移除了已弃用的 `gettext` 函数 `lgettext()`、`ldgettext()`、`lngettext()` 和 `ldngettext()`。并移除了 `bind_textdomain_codeset()` 函数、`NullTranslations.output_charset()` 和 `NullTranslations.set_output_charset()` 方法，以及 `translation()` 和 `install()` 的 *codeset* 形参，因为它们仅被用于 `l*gettext()` 函数。(由 Donghee Na 和 Serhiy Storchaka 在 [bpo-44235](#) 中贡献。)
- 於 `inspect` 模組中移除：
 - Python 3.0 中刪除的 `getargspec()`；改用 `inspect.signature()` 或 `inspect.getfullargspec()`。
 - Python 3.5 中刪除的 `formatargspec()` 函式；請直接用 `inspect.signature()` 函式或 `inspect.Signature` 物件。
 - Python 3.5 中停用且已有被紀錄於文件上的 `Signature.from_builtin()` 和 `Signature.from_function()` 方法；改用 `Signature.from_callable()` 方法。
 (由 Hugo van Kemenade 於 [bpo-45320](#) 中所貢獻。)
- 自 `pathlib.PurePath` 中刪除 `__class_getitem__()` 方法，因為它是前一版本中誤加且被使用。(由 Nikita Sobolev 於 [bpo-46483](#) 中所貢獻。)
- 移除了 `smtpd` 模块中的 `MailmanProxy` 类，因为它在没有外部 `mailman` 包时是无法使用的。(由 Donghee Na 在 [bpo-35800](#) 中贡献。)
- 移除 `_tkinter.TkappType` 已被刪除的 `split()` 方法。(由 Erlend E. Aasland 於 [bpo-38371](#) 貢獻。)
- 從 `unittest` 中刪除命名空間套件支援。它在 Python 3.4 中引入，但自 Python 3.7 以來已無法運作。(由 Inada Naoki 在 [bpo-23882](#) 中貢獻。)
- 將未被記錄於文件中的私有方法 `float.__set_format__()` 移除，它過去是 Python 3.7 中的 `float.__setformat__()`。它的文件字串 (*docstring*) 寫到：「你大概不會想要使用這個函式，它只為了讓 Python 測試系列套件 (*suite*) 使用而存在。」(由 Victor Stinner 於 [bpo-46852](#) 中貢獻。)
- 移除 `--experimental-isolated-subinterpreters` 配置旗標 (與對應的 `EXPERIMENTAL_ISOLATED_SUBINTERPRETERS` 巨集)。
- `Pynche` --- Python 風格的自然色彩與色調編輯器 --- 已被移出 `Tools/scripts`，獨立開發於 Python 原始碼之外。

14 移植至 Python 3.11

本部分列出了之前描述的 Python API 中可能需要你去更改 Python 程式碼的變更和其他錯誤修復。

C API 的移植被獨立列出。

- `open()`、`io.open()`、`codecs.open()` 和 `fileinput.FileInput` 不再接受 `'U'` (“universal newline”，通用行符) 文件模式。在 Python 3 中，每當以文本模式 (*text mode*) 打開檔案時，預設情況下會使用「通用行符」模式，且自 Python 3.3 以來就不推薦使用 `'U'` 旗標。這些函式的 `newline` 參數控制了通用行符的作用方式。(由 Victor Stinner 在 [bpo-37330](#) 中貢獻。)
- `ast.AST` 節點位置現在會在提供給 `compile()` 和其他相關函式時被驗證。如果檢測到無效位置，則會引發 `ValueError`。(由 Pablo Galindo 在 [gh-93351](#) 中貢獻)
- 在 Python 3.8 中啟用後，禁止將非 `concurrent.futures.ThreadPoolExecutor` 執行器傳遞給 `asyncio.loop.set_default_executor()`。(由 Illia Volochii 在 [bpo-43234](#) 中貢獻。)

- `calendar`: `calendar.LocaleTextCalendar` 和 `calendar.LocaleHTMLCalendar` 類如果沒有指定語言環境，現在會使用 `locale.getlocale()` 而非 `locale.getdefaultlocale()`。(由 Victor Stinner 在 [bpo-46659](#) 中貢獻。)
- `pdb` 模組現在會讀取 'UTF-8' 編碼的 `.pdbrc` 配置檔案。(Srinivas Reddy Thatiparthi ([??????????](#)) 於 [bpo-41137](#) 貢獻。)
- `random.sample()` 的 *population* 參數必須是一個序列，不再支援 set 到 list 的自動轉。此外，如果抽樣大小大於總體大小，則會引發 `ValueError`。(由 Raymond Hettinger 在 [bpo-40465](#) 中貢獻。)
- 除了 `random.shuffle()` 的 *random* 可選參數。它以前是用於隨機排列 (`shuffle`) 的任意隨機函式；現在都會使用 `random.random()` (這是它以前的預設值)。
- 在 `re` `re-syntax` 中，全域行旗標 (例如 `(?i)`) 現在只能在規則運算式的開頭使用。自 Python 3.6 以來，在其他地方使用它們已被禁用。(由 Serhiy Storchaka 在 [bpo-47066](#) 中貢獻。)
- 在 `re` 模組中修復了幾個長期存在的錯誤，在極少數情況下，這些錯誤可能會導致捕獲群組 (`capture group`) 得到錯誤的結果。因此，這可能會在這些情況下更改捕獲的輸出。(Ma Lin 在 [bpo-35859](#) 中貢獻。)

15 建置變更

- CPython 現在有 **PEP 11 Tier 3** 支援 以用於交叉編譯至 WebAssembly 平台 Emscripten (`wasm32-unknown-emsripten`，即瀏覽器中的 Python) 和 WebAssembly 系統介面 (WASI) (`wasm32-unknown-wasi`)。這個靈感來自過往的貢獻，例如 [Pyodide](#)。這些平台提供了有限的 POSIX API 子集；Python 標準函式庫功能和與網路、行程、執行緒、訊號、`mmap`、用群組相關的模組不開放使用或無法正常使用。(Emscripten 由 Christian Heimes 和 Ethan Smith 在 [gh-84461](#) 貢獻，WASI 由 Christian Heimes 在 [gh-90473](#) 貢獻；平台在 [gh-95085](#) 中推廣)
- 建置 CPython 現在必須要有：
 - C11 編譯器與標準函式庫。可選的 C11 特性 非必要。(由 Victor Stinner 於 [bpo-46656](#)、[bpo-45440](#) 和 [bpo-46640](#) 中貢獻。)
 - 對 IEEE 754 浮點數的支援 (由 Victor Stinner 於 [bpo-46917](#) 中所貢獻。)
- `Py_NO_NAN` 巨集已被移除。因 CPython 現在需要 IEEE 754 浮點數，NaN 數值皆 可得的。(由 Victor Stinner 在 [bpo-46656](#) 中貢獻。)
- `tkinter` 套件現在必須要有 Tcl/Tk 8.5.12 或更新的版本。(由 Serhiy Storchaka 於 [bpo-46996](#) 中所貢獻。)
- 大多數 `stdlib` 擴充模組的依賴套件、編譯器旗標 (`compiler flag`) 和鏈接器旗標 (`linker flags`) 現在可以透過 **configure** 檢測出來。(當可用時) `pkg-config` 會檢測出 `libffi`、`libnsl`、`libsqlite3`、`zlib`、`bzip2`、`liblzma`、`libcrypt`、Tcl/Tk 和 `uuid` 旗標。`tkinter` 現在需要一個 `pkg-config` 命令來檢測 Tcl/Tk 標頭檔和函式庫的開發設定。(由 Christian Heimes 和 Erlend Egeberg Aasland 在 [bpo-45847](#)、[bpo-45747](#) 和 [bpo-45763](#) 中貢獻。)
- `libpython` 不再鏈接到 `libcrypt`。(由 Mike Gilbert 在 [bpo-45433](#) 中貢獻。)
- 現在 CPython 可以通過向 `--with-lto` 傳入 `thin`，即 `--with-lto=thin` 在編譯時啟用 **ThinLTO** 選項。(由 Donghee Na 和 Brett Holman 在 [bpo-44340](#) 中貢獻。)
- 物件結構的空列表現在可被禁用。一個新的 **configure** 選項 `--without-freelists` 可用於禁用除空元組單例之外的所有空列表。(由 Christian Heimes 在 [bpo-45522](#) 中貢獻。)
- `Modules/Setup` 和 `Modules/makesetup` 已得到改進和綁定。現在可以通過 `makesetup` 建置擴充模組。除了一些測試模組外，所有模組都可以態鏈接到主要的二進制文件或函式庫中。(由 Brett Cannon 和 Christian Heimes 在 [bpo-45548](#)、[bpo-45570](#)、[bpo-45571](#) 和 [bpo-43974](#) 中貢獻。)

備註：使用環境變數 `TCLTK_CFLAGS` 和 `TCLTK_LIBS` 以手動指定 Tcl/Tk 標頭檔和函式庫的位置。`configure` 選項 `--with-tcltk-includes` 和 `--with-tcltk-libs` 已被刪除。

RHEL 7 和 CentOS 7 上的開發套件無提供 `tcl.pc` 和 `tk.pc`；要使用 `TCLTK_LIBS="-ltk8.5 -ltkstub8.5 -ltcl8.5"`。目錄 `Misc/rhel7` 包含 `.pc` 檔案與如何使用 RHEL 7 和 CentOS 7 的 Tcl/Tk 與 OpenSSL 建置 Python 的指示。

- CPython 現在預設使用 30-bit 數字來實作 Python `int`。以前，在 `sizeof_void_p >= 8` 的平台上預設使用 30-bit 數字，否則使用 15-bit 數字，但仍能通過配置本機的 `--enable-big-digits` 選項或（於 Windows）`PC/pyconfig.h` 中的 `PYLONG_BITS_IN_DIGIT` 變數來明確請求使用 15-bit 數字，但此選項可能會在將來的某個時候被刪除。（由 Mark Dickinson 在 [bpo-45569](#) 中貢獻。）

16 C API 變更

16.1 新增特性

- 新增 `PyType_GetName()` 函式來取得型別的短名。（由 Hai Shi 於 [bpo-42035](#) 中所貢獻。）
- 新增 `PyType_GetQualName()` 函式來取得型別的合格名稱 (qualified name)。（由 Hai Shi 於 [bpo-42035](#) 中所貢獻。）
- 在受限 C API (limited C API) 中新增 `PyThreadState_EnterTracing()` 和 `PyThreadState_LeaveTracing()` 函式來中止和繼續追蹤 (tracing) 和性能分析 (profiling)。（由 Victor Stinner 於 [bpo-43760](#) 中貢獻。）
- 添加了 `Py_Version` 常數，其值與 `PY_VERSION_HEX` 相同。（由 Gabriele N. Toretta 在 [bpo-43931](#) 中貢獻。）
- `Py_buffer` 與 API 目前是受限 API 與穩定 ABI 中的一部分：
 - `PyObject_CheckBuffer()`
 - `PyObject_GetBuffer()`
 - `PyBuffer_GetPointer()`
 - `PyBuffer_SizeFromFormat()`
 - `PyBuffer_ToContiguous()`
 - `PyBuffer_FromContiguous()`
 - `PyObject_CopyData()`
 - `PyBuffer_IsContiguous()`
 - `PyBuffer_FillContiguousStrides()`
 - `PyBuffer_FillInfo()`
 - `PyBuffer_Release()`
 - `PyMemoryView_FromBuffer()`
 - `bf_getbuffer` 與 `bf_releasebuffer` 型別插槽 (type slot)（由 Christian Heimes 於 [bpo-45459](#) 中所貢獻。）
- 增加了 `PyType_GetModuleByDef()` 函数，用于在无法直接获取信息的情况下 (通过 `PyCMethod` 获取方法定义所在的模块)。（由 Petr Viktorin 在 [bpo-46613](#) 中贡献。）

- 新增函式以打包 (pack) 和取出 (unpack) C double (序列化和反序列化)：PyFloat_Pack2()、PyFloat_Pack4()、PyFloat_Pack8()、PyFloat_Unpack2()、PyFloat_Unpack4() 和 PyFloat_Unpack8()。(由 Victor Stinner 在 [bpo-46906](#) 中貢獻。)
- 新增取得幀物件屬性的函式：PyFrame_GetBuiltins()、PyFrame_GetGenerator()、PyFrame_GetGlobals()、PyFrame_GetLasti()。
- 添加了兩個新函式來獲得和設置仍在作用的例外實例：PyErr_GetHandledException() 和 PyErr_SetHandledException()。這些是 PyErr_SetExcInfo() 和 PyErr_GetExcInfo() 的替代品，它們與例外的遺留三元組表示法一起作用。(由 Irit Katriel 在 [bpo-46343](#) 中貢獻。)
- 新增 PyConfig.safe_path 成員。(由 Victor Stinner 於 [gh-57684](#) 中所貢獻。)

16.2 移植至 Python 3.11

- 一些巨集已轉為行態函式以避免巨集陷阱 (macro pitfalls)。這種變化對用戶來應該是透明的，因替函式會將它們的引數轉為預期的型，以避免由於態型檢查而生的編譯器警告。但是，當受限 C API 設置 `>=3.11` 時，這些轉不會完成，使用者需要將引數轉為他們期望的型。有關更多詳細資訊，請參 [PEP 670](#)。(由 Victor Stinner 和 Erlend E. Aasland 在 [gh-89653](#) 中貢獻。)
- PyErr_SetExcInfo() 不再使用 type 和 traceback 引數，直譯器現在從例外實例 (value 引數) 中獲得這些值。該函式仍會偷用這三個引數的參照。(由 Irit Katriel 在 [bpo-45711](#) 中貢獻。)
- PyErr_GetExcInfo() 現在從例外實例的結果 (value 欄位) 中導出 type 和 traceback 欄位。(由 Irit Katriel 在 [bpo-45711](#) 中貢獻。)
- _frozen 有一個新的 is_package 欄位來表示凍結模組是否一個套件。以前 size 欄位中的負值是指標，現在只有非負值可用於 size。(由 Kumar Aditya 在 [bpo-46608](#) 中貢獻。)
- _PyFrameEvalFunction() 現在將 _PyInterpreterFrame* 作其第二個參數，而不是 PyFrameObject*。有關如何使用此函式指標型的更多詳細資訊，請參 [PEP 523](#)。
- PyCode_New() 和 PyCode_NewWithPosOnlyArgs() 現在用額外的 exception_table 引數。如果可能的話應該避免使用這些函式。要獲取自定義程式碼物件，使用編譯器建立一個程式碼物件，然後使用 replace 方法來得到修改後的版本。
- PyCodeObject 不再會有 co_code、co_varnames、co_cellvars 和 co_freevars 欄位。分被改透過 C API 的 PyCode_GetCode()、PyCode_GetVarNames()、PyCode_GetCellvars() 和 PyCode_GetFreevars() 來存取。(由 Brandt Bucher 在 [bpo-46841](#)、Ken Jin 在 [gh-92154](#) 與 [gh-94936](#) 中貢獻。)
- 舊的回收筒巨集 (trashcan macro) (Py_TRASHCAN_SAFE_BEGIN/Py_TRASHCAN_SAFE_END) 現在已經被用，它們應被新的巨集 Py_TRASHCAN_BEGIN 和 Py_TRASHCAN_END 所取代。

一個用到老舊巨集的 tp_dealloc 函式，像是：

```
static void
mytype_dealloc(mytype *p)
{
    PyObject_GC_UnTrack(p);
    Py_TRASHCAN_SAFE_BEGIN(p);
    ...
    Py_TRASHCAN_SAFE_END
}
```

應該要搬遷到新的巨集，如下所示：


```
static void
mytype_dealloc(mytype *p)
{
    PyObject_GC_UnTrack(p);
    Py_TRASHCAN_BEGIN(p, mytype_dealloc)
    ...
    Py_TRASHCAN_END
}
```

請注意 `Py_TRASHCAN_BEGIN` 有第二個引數，它應該是它所在的釋放函式 (deallocation function)。

☐ 支援舊版 Python 在同一份程式碼中，你可以定義以下巨集☐在程式碼中使用它們（要歸功於 `mypy` 程式碼，這些是從那邊☐☐過來的）：

```
#if PY_VERSION_HEX >= 0x03080000
# define CPy_TRASHCAN_BEGIN(op, dealloc) Py_TRASHCAN_BEGIN(op, dealloc)
# define CPy_TRASHCAN_END(op) Py_TRASHCAN_END
#else
# define CPy_TRASHCAN_BEGIN(op, dealloc) Py_TRASHCAN_SAFE_BEGIN(op)
# define CPy_TRASHCAN_END(op) Py_TRASHCAN_SAFE_END(op)
#endif
```

- 現在如果一個類型定義了 `Py_TPFLAGS_HAVE_GC` 旗標但沒有遍歷函數 (`PyTypeObject.tp_traverse`) 則 `PyType_Ready()` 函數將引發一個錯誤。（由 Victor Stinner 在 [bpo-44263](#) 中貢獻。）
- 帶有 `Py_TPFLAGS_IMMUTABLETYPE` 旗標的堆類型現在可以繼承 **PEP 590** `vectorcall` 協議。在之前版本中，這只適用於靜態類型。（由 Erlend E. Aasland 在 [bpo-43908](#) 中貢獻。）
- 由於 `Py_TYPE()` 更改☐行☐☐態函式 (inline static function)，因此 `Py_TYPE(obj) = new_type` 必須替☐☐ `Py_SET_TYPE(obj, new_type)`：參見 `Py_SET_TYPE()` 函式（自 Python 3.9 起可用）。☐了向後相容，可以使用這個巨集：

```
#if PY_VERSION_HEX < 0x030900A4 && !defined(Py_SET_TYPE)
static inline void _Py_SET_TYPE(PyObject *ob, PyTypeObject *type)
{ ob->ob_type = type; }
#define Py_SET_TYPE(ob, type) _Py_SET_TYPE((PyObject*)(ob), type)
#endif
```

（由 Victor Stinner 於 [bpo-39573](#) 中所貢獻。）

- 由於 `Py_SIZE()` 更改☐行☐☐態函式，因此 `Py_SIZE(obj) = new_size` 必須替☐☐ `Py_SET_SIZE(obj, new_size)`：參見 `Py_SET_SIZE()` 函式（自 Python 3.9 起可用）。☐了向後相容，可以使用這個巨集：

```
#if PY_VERSION_HEX < 0x030900A4 && !defined(Py_SET_SIZE)
static inline void _Py_SET_SIZE(PyVarObject *ob, Py_ssize_t size)
{ ob->ob_size = size; }
#define Py_SET_SIZE(ob, size) _Py_SET_SIZE((PyVarObject*)(ob), size)
#endif
```

（由 Victor Stinner 於 [bpo-39573](#) 中所貢獻。）

- 當 `Py_LIMITED_API` 巨集被設定☐ `0x030b0000` (Python 3.11) 或以上，`<Python.h>` 不再會包含標頭檔 `<stdlib.h>`、`<stdio.h>`、`<errno.h>` 和 `<string.h>`。C 擴充程式應該要清楚的在 `#include <Python.h>` 之後引入標頭檔案。（由 Victor Stinner 於 [bpo-45434](#) 中貢獻。）
- 非受限 API (non-limited API) 檔案 `cellobject.h`、`classobject.h`、`code.h`、`context.h`、`funcobject.h`、`genobject.h` 和 `longintrepr.h` 已移至 `Include/cpython` 目錄☐。此外，

eval.h 標頭檔已被刪除。不能直接引入這些文件，因為它們已被包含在 Python.h 中：引入檔案。如果它們已被直接引入，請考慮改用引入 Python.h。（由 Victor Stinner 在 [bpo-35134](#) 中貢獻。）

- PyUnicode_CHECK_INTERNED() 巨集已從受限 C API 中移出，它從來沒辦法被使用，因為它使用了受限 C API 不提供的內部結構。（由 Victor Stinner 於 [bpo-46007](#) 中所貢獻。）
- 以下用於幀 (frame) 的函式與型別現在可直接透過 #include <Python.h> 來使用，不必再加上 #include <frameobject.h>:

- PyFrame_Check()
- PyFrame_GetBack()
- PyFrame_GetBuiltins()
- PyFrame_GetGenerator()
- PyFrame_GetGlobals()
- PyFrame_GetLasti()
- PyFrame_GetLocals()
- PyFrame_Type

(由 Victor Stinner 於 [gh-93937](#) 中所貢獻。)

- PyFrameObject 結構成員已經從公開的 C API 中移除。

雖然文件指出 PyFrameObject 欄位隨時可能發生變化，但它們已經穩定了很長時間，被用於幾個流行的擴充套件中。

Python 3.11 中，幀的結構被重新編制來做性能最佳化，有些作舊版實作細節的欄位被整個移除。

PyFrameObject 欄位：

- f_back: 使用 PyFrame_GetBack()。
- f_blockstack: 已移除。
- f_builtins: 使用 PyFrame_GetBuiltins()。
- f_code: 使用 PyFrame_GetCode()。
- f_gen: 使用 PyFrame_GetGenerator()。
- f_globals: 使用 PyFrame_GetGlobals()。
- f_iblock: 已移除。
- f_lasti: 使用 PyFrame_GetLasti()。程式碼中 f_lasti 有與 PyCode_Addr2Line() 同時使用的部分應該改用 PyFrame_GetLineNumber(); 它可能會更快。
- f_lineno: 使用 PyFrame_GetLineNumber()
- f_locals: 使用 PyFrame_GetLocals()。
- f_stackdepth: 已移除。
- f_state: 無公開 API (重新命名為 f_frame.f_state)。
- f_trace: 無公開 API。
- f_trace_lines: 使用 PyObject_GetAttrString((PyObject*) frame, "f_trace_lines")。
- f_trace_opcodes: 使用 PyObject_GetAttrString((PyObject*) frame, "f_trace_opcodes")。

- f_localsplus: 無公開 API (重新命名為 f_frame.localsplus)。
- f_valuestack: 已移除。

現在 Python 幀對象是惰性地創建的。一個附帶影響是 f_back 成員不可被直接訪問，因為現在它的值也是惰性地計算的。必須改為調用 PyFrame_GetBack() 函數。

直接訪問 f_locals 的調試器必須改為調用 PyFrame_GetLocals()。它們不再需要調用 PyFrame_FastToLocalsWithError() 或 PyFrame_LocalsToFast()，實際上它們不應調用這些函數。現在幀所需要的更新將由虚拟机來管理。

PyFrame_GetCode() 在 Python 3.8 以前的程式定義：

```
#if PY_VERSION_HEX < 0x030900B1
static inline PyCodeObject* PyFrame_GetCode(PyFrameObject *frame)
{
    Py_INCREF(frame->f_code);
    return frame->f_code;
}
#endif
```

PyFrame_GetBack() 在 Python 3.8 以前的程式定義：

```
#if PY_VERSION_HEX < 0x030900B1
static inline PyFrameObject* PyFrame_GetBack(PyFrameObject *frame)
{
    Py_XINCRREF(frame->f_back);
    return frame->f_back;
}
#endif
```

或是使用 `pythoncap_compat` 計畫來在舊版 Python 函式中取得這兩個函式。

- PyThreadState 結構成員的改動：
 - frame: 已移除，改用 PyThreadState_GetFrame() ([bpo-40429](#) 於 Python 3.9 新增的函式)。警告：會回傳 strong reference 的函式必須呼叫 Py_XDECREF()。
 - tracing: 已變更，改用 PyThreadState_EnterTracing() 和 PyThreadState_LeaveTracing() ([bpo-43760](#) 於 Python 3.11 中新增的函式)。
 - recursion_depth: 已移除，請改用 (tstate->recursion_limit - tstate->recursion_remaining)。
 - stackcheck_counter: 已移除。

PyThreadState_GetFrame() 在 Python 3.8 以前的程式定義：

```
#if PY_VERSION_HEX < 0x030900B1
static inline PyFrameObject* PyThreadState_GetFrame(PyThreadState *tstate)
{
    Py_XINCRREF(tstate->frame);
    return tstate->frame;
}
#endif
```

PyThreadState_EnterTracing() 與 PyThreadState_LeaveTracing() 在 Python 3.10 以前的程式定義：

```
#if PY_VERSION_HEX < 0x030B00A2
static inline void PyThreadState_EnterTracing(PyThreadState *tstate)
```

(繼續下一頁)

```

{
    tstate->tracing++;
    #if PY_VERSION_HEX >= 0x030A00A1
        tstate->cframe->use_tracing = 0;
    #else
        tstate->use_tracing = 0;
    #endif
}

static inline void PyThreadState_LeaveTracing(PyThreadState *tstate)
{
    int use_tracing = (tstate->c_tracefunc != NULL || tstate->c_profilefunc !=
↳NULL);
    tstate->tracing--;
    #if PY_VERSION_HEX >= 0x030A00A1
        tstate->cframe->use_tracing = use_tracing;
    #else
        tstate->use_tracing = use_tracing;
    #endif
}
#endif

```

或是使用 `pythoncap-compat` 計畫來在舊版 Python 函式中取得它們。

- 鼓勵發布者們使用最佳化過的 Blake2 函式庫 `libb2` 來建置 Python。
- 初始化中若是要用 `PyConfig.module_search_paths` 來初始化 `sys.path`，則現在 `PyConfig.module_search_paths_set` 必須被設 `1`。否則，初始化會重新計算路徑 `1` 取代所有被加到 `module_search_paths` 的值。
- `PyConfig_Read()` 不再計算初始搜索路徑，`1` 且不會將任何值填充到 `PyConfig.module_search_paths` 中。若要計算預設路徑然後修改它們，完成初始化 `1` 使用 `PySys_GetObject()` 以取得 `sys.path` 作 `1` Python 列表物件 `1` 直接修改它。

16.3 已 `1` 用

- `1` 用以下用來配置 Python 初始化的函式：
 - `PySys_AddWarnOptionUnicode()`
 - `PySys_AddWarnOption()`
 - `PySys_AddXOption()`
 - `PySys_HasWarnOptions()`
 - `PySys_SetArgvEx()`
 - `PySys_SetArgv()`
 - `PySys_SetPath()`
 - `Py_SetPath()`
 - `Py_SetProgramName()`
 - `Py_SetPythonHome()`
 - `Py_SetStandardStreamEncoding()`
 - `_Py_SetProgramFullPath()`

請改用 Python 初始化配置中新的 PyConfig API。(由 Victor Stinner 於 [gh-88279](#) 中所貢獻。)

- 改用 PyBytesObject 中的 ob_shash 成員。請改用 PyObject_Hash()。(由 Inada Naoki 於 [bpo-46864](#) 中所貢獻。)

16.4 Python 3.12 中待廢止的移除項目

以下 C API 已於先前 Python 發布版本中廢止，將於 Python 3.12 中移除。

- PyUnicode_AS_DATA()
- PyUnicode_AS_UNICODE()
- PyUnicode_AsUnicodeAndSize()
- PyUnicode_AsUnicode()
- PyUnicode_FromUnicode()
- PyUnicode_GET_DATA_SIZE()
- PyUnicode_GET_SIZE()
- PyUnicode_GetSize()
- PyUnicode_IS_COMPACT()
- PyUnicode_IS_READY()
- PyUnicode_READY()
- PyUnicode_WSTR_LENGTH()
- _PyUnicode_AsUnicode()
- PyUnicode_WCHAR_KIND
- PyUnicodeObject
- PyUnicode_InternImmortal()

16.5 已移除

- PyFrame_BlockSetup() 和 PyFrame_BlockPop() 已被移除。(由 Mark Shannon 在 [bpo-40222](#) 中貢獻。)
- 移除以下使用到 errno 變數的數學巨集：
 - Py_ADJUST_ERANGE1()
 - Py_ADJUST_ERANGE2()
 - Py_OVERFLOWED()
 - Py_SET_ERANGE_IF_OVERFLOW()
 - Py_SET_ERRNO_ON_MATH_ERROR()(由 Victor Stinner 於 [bpo-45412](#) 中所貢獻。)
- 移除在 Python 3.3 中廢止的 Py_UNICODE_COPY() 和 Py_UNICODE_FILL()。請改用 PyUnicode_CopyCharacters() 或 memcpy() (wchar_t* 字串) 和 PyUnicode_Fill() 函式。(由 Victor Stinner 於 [bpo-41123](#) 中所貢獻。)

- 移除 `pystrrhex.h` 標頭檔案。它只有包含私有函式。C 的擴充應該只要引入主要的 `<Python.h>` 標頭檔案。(由 Victor Stinner 於 [bpo-45434](#) 中所貢獻。)
- 移除 `Py_FORCE_DOUBLE()` 巨集。它先前被用於 `Py_IS_INFINITY()` 巨集。(由 Victor Stinner 於 [bpo-45440](#) 中所貢獻。)
- 當 `Py_LIMITED_API` 有被定義時，以下項目將無法被取得：
 - `PyMarshal_WriteLongToFile()`
 - `PyMarshal_WriteObjectToFile()`
 - `PyMarshal_ReadObjectFromString()`
 - `PyMarshal_WriteObjectToString()`
 - `Py_MARSHAL_VERSION` 巨集

這些不是受限 API 的組成部分。

(由 Victor Stinner 於 [bpo-45474](#) 中所貢獻。)

- 將 `PyWeakref_GET_OBJECT()` 排除在受限 C API 之外。由於 `PyWeakReference` 結構體在受限 C API 中被屏蔽因此它從未發揮作用。(由 Victor Stinner 在 [bpo-35134](#) 中貢獻。)
- 移除 `PyHeapType_GET_MEMBERS()` 巨集，它是不小心才被放到公開的 C API 中，應該只能被 Python 內部所使用。請改用 `PyTypeObject.tp_members`。(由 Victor Stinner 於 [bpo-40170](#) 中所貢獻。)
- 移除 `HAVE_PY_SET_53BIT_PRECISION` 巨集（移動至內部 C API）。(由 Victor Stinner 於 [bpo-45412](#) 中所貢獻。)
- 移除 `Py_UNICODE` 編碼器 API，它們自從 Python 3.3 就被禁用，非常少用且和推薦的替代方案已無太大關聯。

被移除的函式：

- `PyUnicode_Encode()`
- `PyUnicode_EncodeASCII()`
- `PyUnicode_EncodeLatin1()`
- `PyUnicode_EncodeUTF7()`
- `PyUnicode_EncodeUTF8()`
- `PyUnicode_EncodeUTF16()`
- `PyUnicode_EncodeUTF32()`
- `PyUnicode_EncodeUnicodeEscape()`
- `PyUnicode_EncodeRawUnicodeEscape()`
- `PyUnicode_EncodeCharmap()`
- `PyUnicode_TranslateCharmap()`
- `PyUnicode_EncodeDecimal()`
- `PyUnicode_TransformDecimalToASCII()`

詳情請見 [PEP 624](#) 與 [搬遷指南](#)。(由 Inada Naoki 於 [bpo-44029](#) 中所貢獻。)

17 3.11.4 中值得注意的變更

17.1 tarfile

- `tarfile` 和 `shutil.unpack_archive()` 中的提取方法有一個新的 *filter* 引數，它僅允許有限的 `tar` 功能、停用一些危險的功能，例如在目標目錄之外建立檔案。詳細資訊請參閱 [tarfile-extraction-filter](#)。在 Python 3.12 中，不帶 *filter* 引數使用將顯示 `DeprecationWarning`。在 Python 3.14 中會將預設切斷 `'data'`。（由 Petr Viktorin 在 [PEP 706](#) 中貢獻。）

18 3.11.5 中的重要变化

18.1 OpenSSL

- 来自 `python.org` 的 Windows 版本和 macOS 安装程序现在使用 OpenSSL 3.0。

19 Notable changes in 3.11.10

19.1 ipaddress

- 修正了 `IPv4Address`, `IPv6Address`, `IPv4Network` 和 `IPv6Network` 中的 `is_global` 和 `is_private` 行为。

19.2 email

- 帶有嵌入的換行符的標頭現在輸出時會加引號。
現在 `generator` 會拒絕序列化（寫入）不正確地摺疊或分隔的標頭，例如將被解析為多個標頭或與相鄰數據合併的標頭等。如果你需要禁用此安全特性，請設置 `verify_generated_headers`。（由 Bas Bloemsaat 和 Petr Viktorin 在 [gh-121650](#) 中貢獻。）
- `email.utils.getaddresses()` and `email.utils.parseaddr()` now return `(' ', '')` 2-tuples in more situations where invalid email addresses are encountered, instead of potentially inaccurate values. An optional *strict* parameter was added to these two functions: use `strict=False` to get the old behavior, accepting malformed inputs. `getattr(email.utils, 'supports_strict_parsing', False)` can be used to check if the *strict* parameter is available. (Contributed by Thomas Dwyer and Victor Stinner for [gh-102988](#) to improve the CVE-2023-27043 fix.)

20 Notable changes in 3.11.13

20.1 os.path

- The *strict* parameter to `os.path.realpath()` accepts a new value, `os.path.ALLOW_MISSING`. If used, errors other than `FileNotFoundError` will be re-raised; the resulting path can be missing but it will be free of symlinks. (Contributed by Petr Viktorin for CVE 2025-4517.)

20.2 tarfile

- `data_filter()` now normalizes symbolic link targets in order to avoid path traversal attacks. (Contributed by Petr Viktorin in [gh-127987](#) and CVE 2025-4138.)
- `extractall()` now skips fixing up directory attributes when a directory was removed or replaced by another kind of file. (Contributed by Petr Viktorin in [gh-127987](#) and CVE 2024-12718.)
- `extract()` and `extractall()` now (re-)apply the extraction filter when substituting a link (hard or symbolic) with a copy of another archive member, and when fixing up directory attributes. The former raises a new exception, `LinkFallbackError`. (Contributed by Petr Viktorin for CVE 2025-4330 and CVE 2024-12718.)
- `extract()` and `extractall()` no longer extract rejected members when `errorlevel()` is zero. (Contributed by Matt Prodan and Petr Viktorin in [gh-112887](#) and CVE 2025-4435.)

索引

非依字母順序

環境變數

PYTHONNODEBUGRANGES, 5
PYTHONSAFEPATH, 3, 8
PYTHONTHREADDEBUG, 26

P

Python Enhancement Proposals

PEP 11, 28
PEP 11#tier-3, 28
PEP 484, 5, 6
PEP 484#annotating-instance-and-class-methods, 6
PEP 514, 5
PEP 515, 11
PEP 523, 30
PEP 552, 9
PEP 563, 8
PEP 590, 31
PEP 594, 4, 23
PEP 617, 23
PEP 624, 4, 36
PEP 624#alternative-apis, 36
PEP 646, 6
PEP 654, 5, 21
PEP 655, 6
PEP 657, 5, 12
PEP 659, 19
PEP 670, 4, 30
PEP 673, 7
PEP 675, 7
PEP 678, 5
PEP 680, 3, 9
PEP 681, 8
PEP 682, 8
PEP 706, 37
PEP 3333, 9

PYTHONNODEBUGRANGES, 5
PYTHONSAFEPATH, 3, 8
PYTHONTHREADDEBUG, 26