

QLCP v2024.6 操作手册

0. 概述

QLCP (Quick Light Curve Pipeline) 为一个地基望远镜时域观测数据处理管线，输入观测原始数据所在目录，最终输出目标的光变曲线以及相关数据。该软件早期版本已经发表在《天文研究与技术》期刊2023年1期。当前版本为重构后版本。

1. 安装

```
1 | pip3 install qlcp-0.24.6-py3-none-any.whl
```

要求：Python版本至少为3.10。需要安装的其他软件包为： `numpy` , `scipy` , `matplotlib` , `astropy` , `PyAstronomy` , `qastutil` , `qmatch` , 正常情况下，pip3 (或pip) 会识别到这些依赖项目并进行自动安装。

未来计划发布到PyPI，则可以直接通过 `pip3 install qlcp` 进行安装。

2. 运行

以下为最简调用方式：

```
1 | import qlcp
2 |
3 | qlcp.run(
4 |     "path/to/raw/data",
5 |     "path/to/output",
6 | )
```

具体参数见下文。

3. 参数

原始数据路径（必选）

通常为整晚的观测数据的保存位置。程序将自动从其中识别出BIAS、FLAT、科学目标等。

```
raw_dir="raw/20240606_85/",
```

输出路径（必选）

如果不存在，程序将自动创建目录。本程序所有输出都在该路径内。

```
raw_dir="red/20240606_85_red/",
```

注意：请合理安排数据保存位置，尽量让原始数据和处理结果分离，避免误操作。

处理目标 `obj`

如果指定，只处理指定目标，可以为一个或多个。否则处理所有目标。

```
obj="UYUMa",
```

```
obj=[ "UYUMa", "ACAnd" ],
```

处理波段 `band`

如果指定，只处理指定波段，否则处理所有波段。

```
band="BVR",
```

替代本底 `use_bias` `alt_bias`

如果指定 `use_bias`，使用该本底，否则使用当天数据生成。如果当天本底缺失，使用 `alt_bias`。

```
use_bias="usethis/bias_85.fits/",
```

```
alt_bias="alt/bias_85.fits/",
```

替代平场 `use_flat` `alt_flat`

基本同bias，但平场必须和波段一一对应。

```
1 use_flat={
2     "B":"usethis/flat_B_85.fits/",
3     "V":"usethis/flat_V_85.fits/",
4     "R":"usethis/flat_R_85.fits/",
5 },
```

```
1 alt_flat={
2     "B":"alt/flat_B_85.fits/",
3     "V":"alt/flat_V_85.fits/",
4     "R":"alt/flat_R_85.fits/",
5 },
```

本底和平场的优先级都是：`usebias -- today_bias -- altbias`。

坐标 `alt_coord`

如果指定，使用该坐标，否则从fits头中读取 `RA` 和 `DEC` 两个字段。如果只给一对，则给所有目标。不同目标用字典形式，键为目标名，值是坐标。坐标用元组/列表形式，第一个为赤经，格式为hh:mm:ss.s，第二个为赤纬，格式为±dd:mm:ss.s，秒的小数位不限。

可以多给，每个目标只根据名字选择自己的。

```
alt_coord=("12:34:56", "+23:45:67.89"),
```

```
1 alt_coord={
2     "AAA": ("12:34:56", "+23:45:67.89"),
3     "BBB": ("23:56:34", "+56:12:34"),
4 }
```

基础图像 `base_img`

用于指定对齐时的图像，如果指定为整数，则从0开始计数，否则为文件名，如果非当日图像，必须是同一台望远镜的数据。默认为0，即当日该目标该波段第1幅图像。

```
base_img=10
```

```
base_img="base/AAA.fits"
```

关联性：后续的 `starxy` 参数是目标在本图像中坐标。

Source Extractor命令 `se_cmd`

考虑到不同系统、不同版本Source Extractor的命令可能不同，这里提供命令名称，默认为 `source-extractor`。

```
se_cmd="sex",
```

测光孔径 `aper`

本程序输出星等，除AUTO星等外，还根据指定的孔径输出不同星等。本参数可以是单个浮点数，或者浮点数组成的列表，最多可以支持9个孔径。默认为5个像素。

```
aper=8.0,
```

```
aper=(3, 6.0, 9),
```

星坐标 `starxy`

指定一个列表，每个元素是坐标，顺序为x, y。

如果缺失，程序将自动从图像中寻找，但是目前本功能尚未实现，因此**必须指定**，否则程序跑不下去。

```

1 | starxy=[
2 |     ( 927, 1018),      # target
3 |     ( 855,  920),      # ref1
4 |     (1255,  861),      # chk
5 |     (1107, 1349),      # ref2
6 |     (1161, 1434),      # ref3
7 |     (1220, 1289),      # ref4
8 |     ( 688, 1050),      # ref5
9 | ],

```

目标星、参考星、检验星 `ind_tgt` `ind_ref` `ind_chk`

给出目标、参考、检验星在列表中的索引，默认目标星是0号，参考星和检验星是1~n-1。

注意：和之前程序不同，本程序中目标星可以是多个。

```

1 | ind_tgt=0,
2 | ind_ref=[1,3,4,5,6],
3 | ind_chk=2,

```

文件存在模式 `mode`

如果输出文件存在，或者输入文件缺失，程序将根据此参数决定如何处理。

文件存在，处理模式有：

- `workmode.EXIST_SKIP` 跳过已经处理过的文件，记录一个警告，但是不报错。
- `workmode.EXIST_OVER` 覆盖已存在的文件。
- `workmode.EXIST_APPEND` 追加模式。针对列表处理时，处理过的文件跳过，未处理的文件正常处理，和SKIP相同；对于生成聚集型文件，如总星表、光变曲线时，和OVER相同，覆盖。（默认模式）
- `workmode.EXIST_ERROR` 报错，触发异常。

文件缺失，处理模式有：

- `workmode.MISS_SKIP` 跳过缺失的文件，记录一个警告，但是不报错，对于聚集文件，直接跳过整个步骤。（默认模式）
- `workmode.MISS_ERROR` 报错，触发异常。

```
mode=workmode(workmode.EXIST_APPEND+workmode.MISS_SKIP),
```

步骤 `steps`

本程序分为多个步骤，可以选择性执行，部分步骤顺序可以调整，部分步骤之间有依赖关系。

```
steps="lbf",
```

列表生成 `1`

根据原始数据生成列表。配置文件中指定了文件名识别的模板，可以识别文件名中的目标类型（本底、平场、科学目

标)，目标名称，波段，序列号或其他观测编号。并生成列表。

列表保存在 `{red}/lst/{obj}_{band}.lst` 文件中。

相关配置参数：

- `patterns` 文件名模板，列表形式，每个元素是正则表达式，匹配文件名，默认为以下几种
 - 减号分割模式 UYUMa-0003l.fit bias-0001.fits
`(?P<obj>[^_]*)-(?P<sn>[0-9]{3,6})(?P<band>[a-zA-Z]{0,1}).fit(s{0,1})`
 - 下划线分割模式 flat_R_003.fit TCrB_V_001.fits
`(?P<obj>[^_]*)(?P<band>[a-zA-Z]{0,1})(_{0,1})(?P<sn>[0-9]{3,6}).fit(s{0,1})`
 - 自动平场模式 flat_R_1_R_001.fit
`(?P<obj>flat)(?P<band>[a-zA-Z])(?P<sn>[0-9]{1,2})_{a-zA-Z}([0-9]{3,6}).fit(s{0,1})`

如果未指定执行本步骤，系统也会自动检索目录，确定要处理的目标和波段，但是不会更新列表文件。如果有特殊需求，可以手动指定列表。

本底合并 **b**

合并本底，保存为 `{red}/bias.fits`。

注意：本程序不处理暗场，特殊情况需要处理的，可以用暗场取代本底进行近似处理。如果确需高精度处理，那么可以自行完成 `bfi` 三步骤。

平场合并 **f**

合并平场，保存为 `{red}/flat_{band}.fits`。

相关配置参数：

- `flat_limit_low` = 5000 # 平场中值上下限，过高或者过低的会被丢弃
- `flat_limit_high` = 50000 # 如果当天实在没有高质量平场，不得不用，请修改

图像改正 **i**

图像改正，保存为 `{red}/{obj}_{band}/{rawname}.bf.fits`。

改正的同时，会对fits头进行修正和部分项目的计算，如观测时间 `JD`、`MJD`，根据目标坐标计算出 `HJD`、`BJD`，计算观测条件 `AZ`，`ALT`，`AIRMASS` 等。

实践中，我们发现许多图像边缘质量较差，因此本程序会进行边缘裁剪。

相关配置参数：

- `site_tz` 观测站时区，默认值为兴隆站，8
- `site_lon` 观测站经度 117.57722 (117.34.38)
- `site_lat` 观测站纬度 40.395833 (+40.23.45)
- `site_ele` 观测站海拔，960米
- `border_cut` 边缘裁剪像素个数，默认为10

本步骤部分处理调用 `astropy`、`pyastronomy`、`qastutil` 等包。

偏移 o

计算每张图像相对基准图像的偏移，保存为 `{red}/offset_{obj}_{band}.pkl/txt`。

pkl文件内容为4个变量，分别是JD、X偏移、Y偏移、文件名。最好根据文件名去匹配，避免顺序不同导致混乱。

文本文件为方便阅读版本，不作为后续数据处理使用。

相关配置参数：

- `offset_max_dis` 最大距离，单位为像素，默认为250像素，如果图像偏移超过这个值，并且确认图像可用，请加大。

本步骤调用 `qmatch` 包，算法见 `2024NewA..11002224Z`。

找星和测光 p

调用了 `Source Extractor`，对图像找星和测光，SE结果经过清洗，剔除边缘目标后，保存为 `{red}/{obj}_{band}/{rawname}.cat.fits`。包括位置、不同孔径的流量、星等。

如果希望自行配置 `default.sex` 文件，可以在当前路径下另存一份并进行配置，优先使用当前路径下的。输出字段文件 `default.param` 固定使用系统内置版本。

相关配置参数：

- `draw_phot` 是否为每幅图像都输出png图像并且标上找到的亮星。默认为 `False`
- `draw_phot_err` 误差比该值小的星才会显示在星图上 0.05

天体位置测量定标 w

对每一幅图像进行定标，尚未实现。

目标选择 k

在未指定目标时，自动选择目标。尚未实现，因此`starxy`参数必须指定。

星表 c

根据`starxy`参数，生成星表，从每张图中找出对应位置的星的星等和流量，汇总为总仪器星表：

`{red}/cata_{obj}_{band}.pkl`，内容为总星表、输入的星位置、孔径列表。同时还生成fits格式星表：
`{red}/cata_{obj}_{band}.fits`。

相关配置参数：

- `cali_max_dis` 匹配目标的最大距离，单位为像素，默认为10像素。

输出的 `xxx.pkl` 文件，可以用以下方式读取：

```
a, b, c = pickle.load(open("xxx.pkl", "rb"))
```

星表较差定标 **d**

利用指定的参考星，对目标星、进行定标。输出为定标后星表：`{red}/cali_{obj}_{band}.pk1`，内容为总星表（来自上一步），定标后星表（内容和总星表不重复，行数一致，需要联合使用），孔径列表，输入的星位置，目标星下标列表，参考星下标列表，检验星下标列表。

绘图 **g**

根据较差星表画图，输出为：`{red}/lc_{obj}_{band}.png/pdf`。

配置文件（必选）

如果为 `None` 则使用默认配置。指定方式可以为单个字符串，或者多个字符串组成的列表。

使用配置文件，相对在函数参数中加配置而言，具有持久性，方便多次使用以及追溯处理过程。

```
ini_file=["xl85.ini", "mac.ini"],
```

其他参数

其他参数一律作为配置文件。

可以通过多种渠道提供配置，优先级为：函数参数 - 配置文件 - 默认值。

输出路径结构

- `{red}/`
 - `log/` 日志文件夹
 - `{step}.log` 每个步骤的日志文件
 - `lst/` 列表文件夹
 - `{obj}_{band}.lst` 列表文件
 - `bias.fits` 本底
 - `flat_{band}.fits` 平场
 - `{obj}_{band}/` 目标文件夹
 - `{rawname}.bf.fits` 改正后的图像
 - `{rawname}.cat.fits` 找星结果（多种格式）
 - `off_{obj}_{band}.pk1` 偏移
 - `cata_{obj}_{band}.pk1` 总星表
 - `cali_{obj}_{band}.pk1` 定标后星表
 - `lc_{obj}_{band}.png/pdf` 光变曲线
 - `cali_{obj}_AP{aper}/` 较差结果保存
 - `{obj}_{band}_chk{k}_{refs}.txt` 检验星改正后结果

- `{obj}_{band}_vc{k}_{refs}.txt` 目标星改正后结果

附注

参数举例最后都有逗号，自行酌情保留或删除，建议哪怕最后一个参数也保留逗号。

除明确说明为整数的参数或者配置文件，否则均可以输入浮点数，使用浮点数时，输入整数也是可以的。必须使用整数的，通常是下标，或者图像切片参数。

本版本输出文件以pickle文件为主，fits文件为辅。txt文件仅用于人工阅读检查，不作为输入数据。