在 LI-6800 便携式光合测量系统上使用后台程序

针对 Bluestem OS™ 版本 1.4

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

目录

1 用前须知 5
1.1 术语和符号 5
1.2 Python 5
1.3 如果我们不懂 python 5
1.4 注意一些提示 6
1.5 如果了解 Python 9
1.6 考虑使用 VNC 10
2 综述 10
2.1 工作流程 11
2.2 创建 BP 速览 12
2.2.1 运行已有 BP 12
2.2.2 创建新 BP 14
3 示例程序 20
3.1 清晨测量 FoFm 20
3.2 Autolog 的变化 23
3.2.1 定时 23
3.2.2 记录数据直到日落 25
3.2.3 改变记录间隔 27
3.3 监控匹配模式 34
3.4 记录和重演时间序列 36
4. 响应曲线 38
4.1 基础响应曲线 39
4.2 多个控制项 42
4.3 更高的维度 45
4.3.1 可变的稳定等待时间 50
5 使用对话框 52
6 屏幕参考 56
6.1 打开/新建 56
6.2 build 屏幕 57
6.3 Building 区块内容 58
6.3.1 statements 区块 59
6.3.2 可以添加到 BP 的预设定 59
6.4 Set 屏幕 60
6.5 Start 屏幕 60
6.6 Monitor 屏幕 61
6.7 Set 屏幕界面工具介绍 62
6.7.1 简单对象 63
6.7.2 控制表格 65
6.7.3 数据字典 66
6.7.4 控制字典 66
6.7.5 状态字典 67

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

6.7.6 调试模式 67
6.8 目录信息 68
6.9 保存 BPs 69
7 步骤参考 70
7.1 注释 70
7.2 赋值 71
7.2.1 值或表达式 71
7.2.2 数据字典值 72
7.2.3 状态字典值 72
7.2.4 Topic 和 Key（高级） 73
7.2.5 XML 值（高级） 77
7.3 AUTOENV 77
7.4 BREAK 79
7.5 CALL 和 DEFINE 80
7.5.1 变量作用域 80
7.5.2 通过值或引用传递 80
7.6 对话框 81
7.6.1 网格条目 82
7.6.2 _dlg 变量 84
7.6.3 需要考虑的事情 85
7.7 EXEC 85
7.7.1 区域变量 VS 全局变量 86
7.8 GROUP 87
7.9 IF/ELSE IF/ELSE 87
7.10 LOG 88
7.10.1 打开文件 88
7.10.2 记录注释 89
7.10.3 记录数据 89
7.11 LOOP 90
7.11.1 记数 90
7.11.2 持续时间 91
7.11.3 列表 91
7.11.4 文件 92
7.12 PROPERTIES 93
7.13 RETURN 94
7.14 RUN 94
7.15 SETCONTROL 94
7.16 SHOW 95
7.17 TABLE 95
7.17.1 表格变量的结构 96
7.17.2 自定义执行 98
7.18 WAIT 99
7.18.1 Duration 99
7.18.2 Stability 100

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

7.18.3 Until 100
7.18.4 Event 102
7.19 WHILE 102
附录 A 103
附录 B 109
附录 C 114

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

1 用前须知

BP (Background Program) 是步骤（steps）的结合，他们将在 LI-6800 主机的后台运行以完成各种工作。这些步骤可以通过主机的用户界面提供的工具整合在一起。

尽管 BPs 和传统的 AutoPrograms 做相同的事情，但他们有三个明显的优势：

1. 我们可以制作我们独有的 BPs，
2. BP 可以完成事情的范围超过了 AutoPrograms，
3. 任意数量的 BPs 可以同时运行。

了解一定的背景信息有助于我们成功的使用 BPs。

1.1 术语和符号

我们使用了某些术语和一些高亮词汇，解释如下：

- AutoProgram：传统的 LI-6800 运行自动记录等的方法。
- BP：后台程序。本文档的主题。
- Open，New，Start 等，指界面的按钮。
- Open/new，Build，Set，Monitor 等指标签符号或者与屏幕相关的标签符号。
- LOOP、SETCONTROL，WAIT 等指 BP 的步骤。
- LOOP[Duration] 指 BP 步骤的特定的子类型。

1.2 Python

尽管 BPs 是 python 文件，我们可以不必成为 python 程序员来建立或者运行 BPs，因为 LI-6800 软件提供了一个图形用户界面来做这些工作。然而，了解少量的 python 语法有助于我们来设计自己的 BPs，并利用一些已有的、功能强大的选项的优势。BP 界面包含我们输入数值、表达式、变量名等的地方，即使我们没有成为程序员的意愿，一些基本的知识对我们也十分有帮助，例如相比输入一个列表的光强设置点，我们可通过输入例如 randomList（50, 2000, 15）的方式，该方法会在程序运行时产生一个随机的列表，包含 50 到 2000 之间的 15 个线性分布的数据点。如果我们不想或没时间成为程序员，请参考下一节的内容。

1.3 如果我们不懂 python

Python 由很多类型的对象组成，例如数值、字符、列表等等。我们可以通过将对象赋值给变量来建立和追踪对象。我们来看一下 Python 的简单赋值的例子。

- a = 10，将 a 指向一个整数。
- ByeBye = 'this is a string' ByeBye 指向一个字符。
- c66 = ["hello", 55, ByeBye] c66 指向一个包含字符、数值和字符的列表。
- dd = True dd 指向一个布尔值。
- e_xy = ByeBye + " and " + c66[0] e_xy 的值是字符 ‘this is a string and hello’。
- fff = 'file ' + str(a) fff 从数值中提取字符，结果为 ‘file 10’。
- hh = a >15 and dd hh 为 False，因为 a 小于 15。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

变量名应该以字符开始（a-z 或 A-Z），可以包含数字或下划线（_）。Python 对大小写敏感，另外 Python 有一些保留变量名，命名时应避免使用，如果意外使用，运行程序时会有错误提示，保留字符如图 1：

Keywords in Python programming language

False	class	finally	is	return
None	continue	for	lambda	try
True	def	from	nonlocal	while
and	del	global	not	with
as	elif	if	or	yield
assert	else	import	pass	
break	except	in	raise	

图 1: python 的保留变量名

相同的命名规则适用于函数。函数是命名的指令集合，可以通过使用函数名接 0 个或多个参数（传递给函数的信息）来激活。例如：

- doSomething(a, 5, c66) 调用函数 doSomething，传递给函数 3 个参数。
- tryThis() 运行函数 tryThis，没有任何参数。
- fff = 'file ' + str(a) str() 函数使字符转换为数值，因此 fff 的结果为‘file 10’，因为 a 为 10。

某些函数仅存在于某个特殊类型的对象，对于这些函数，我们使用一个点：例如 object.function()。例如，字符可以使用 replace(x,y) 来将字符内的 x 替换为 y。因此，因此，如果字符 fff 是‘file 10’，那么：

```
> gg = fff.replace('file', 'cabinet')
> print(gg)
 cabinet10
```

1.4 注意一些提示

BP 的界面在设置步骤时经常会包含一些提示，告诉我们它期望的设置。例如，BP 的 ASSIGN 步骤设置，作用是使我们创建一个变量并将其赋给表达式（或其它），它例如图 2:

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

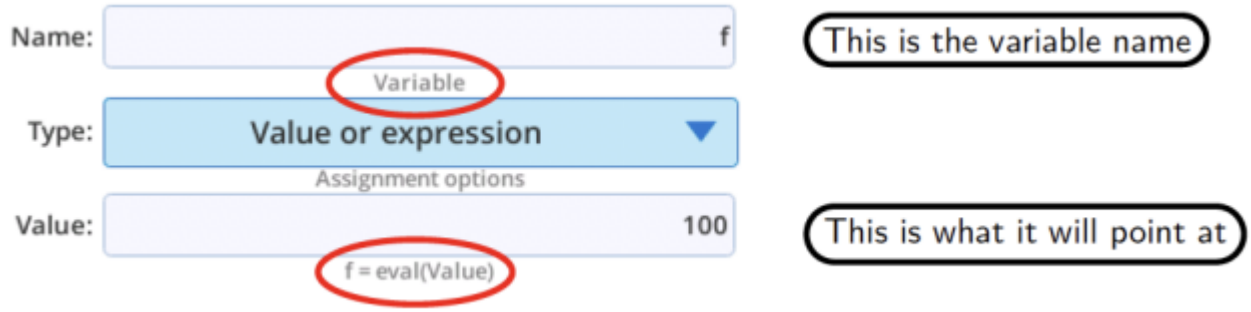


图 2: ASSIGN 的提示信息

当编辑对话框时出现 'eval()' 时，意味着输入的信息在程序运行时会传递给 Python 的 eval() 函数。这使得我们的输入要比直接输入一个数值要复杂。在上面的例子中，变量 f 将赋值给 eval() 输出的结果，无论对象的类型。在图 3 的例子中，需要一个特殊的类型，提示信息已经给出了结果，在第一个例子中，输入为 10。他可以是简单的表达式，例如 8+2 或（如果已经定义了变量 x 和 y）(x+y)/3.14159，或任何可以被求值的表达式。

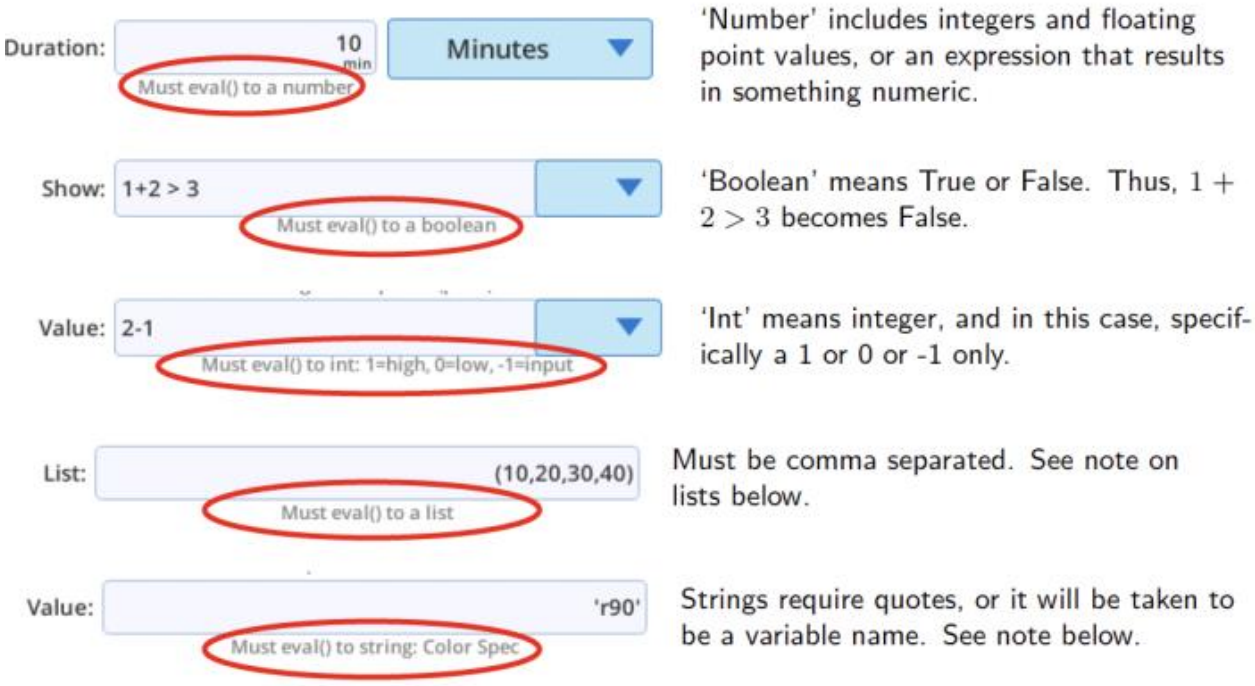


图 3: 具有 eval 提示信息的编辑对话框

List： "Must eval() to a list" 意思是输入一个由逗号分隔的序列，可以使用 []，或 ()，也可以只输入数值，下面三种输入方式都是合法的：

```
[1,2,3]
(1,2,3)
1,2,3
```

在 Python 中， [1,2,3] 是列表，可以被修改，否则，它是元组，是不可更改的列表。对于 BP 界面的列表，他们的差别通常并不重要。要进入单值列表，使用拖尾的逗号。

```
[1,]
(1,)
1,
```


基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

拖尾的逗号，如 (1,2,3,) 总是允许的，无论列表的大小。

Strings：注意上图的特殊例子。如果要求输入 string，例如颜色，或文件名，来传递给 eval()，如果输入：

```
/home/licor/myfile.txt
```

eval() 将被认为是变量名，并且我们会看到报错。为避免其发生，需要用单引号或双引号包裹它：

```
'/home/licor/myfile.txt'
# or
"/home/licor/myfile.txt"
```

原因为这是用于允许变量名。例如，我们可能需要在每个循环中程式化的命名一个文件，例如输入：

```
'/home/licor/' + str(count) + '.txt'
```

count 是定义的变量，每次都输入一个新的文件：

```
'/home/licor/myfile0.txt'
'/home/licor/myfile1.txt'
'/home/licor/myfile2.txt'
```

如果不按照提示通常会出现错误提示，如图 4

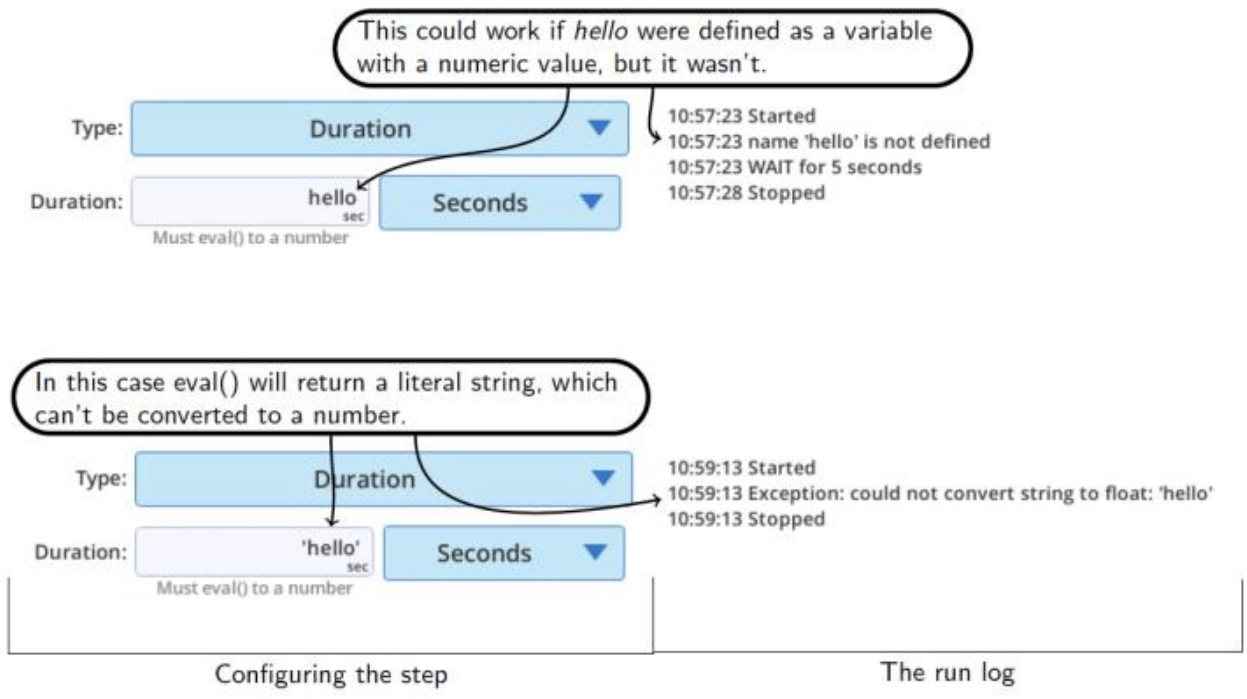


图 4: 不按提示信息操作的报错示例

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

1.5 如果了解 Python

bp 就是 .py 文件，下面的代码展示的是一个简单的例子：

```
from bpdefs import (
ASSIGN, LOOP, SETCONTROL, LOG, Nothing, CheckBox, Text, Button, DropDown, RadioBtns, EditBox
)

#import class

steps=[
# Assign a variable to an expression:
# ASSIGN('varname', exp="expression" [,dlg=Nothing()])

ASSIGN("logint", exp="lambda x: 30/(1+50*math.exp(-0.03*x))+0"),

# Assign a variable to an expression:
# ASSIGN('varname',exp="expression" [,dlg=Nothing()])

ASSIGN("test", exp="lambda x: x if x >= 1 else 0"),

# Loop through a list: LOOP(list=itemList [,var=varname][,mininc=''])
LOOP(list="1500,50,1500",
var="x",
steps=(
# Set a control:SETCONTROL('target', 'value', 'eval' [,opt_target=''])
SETCONTROL("Qin","x","float"),
# Loop for a duration:
#LOOP(dur="float"[,units='Seconds' Second|Minutes|Hours ] [,var=''] [,mininc=''])
LOOP(dur="15", units="Minutes", var="t", mininc="test(logint(t))",
# Log a data record:
# LOG([avg='Default'] [,match='Default] [,flr='Default'][flash='Default'])
steps=(LOG(avg="Off", match="Off", flr="0: Nothing"),)
),
)
),
]
```

一个 BP 文件包含一个列表 (list)，它总被命名为步骤 (steps)，步骤中的每一项使用一个构造器（constructor）创建，使用类（class）名如 ASSIGN, LOOP, LOG 等。上面对每个构造器进行了注释，展示了每个构造器的选项。

首先需要知道的事情是：运行 BP 并非是简单的运行 .py 文件，而是 .py 文件首先被编译（eval()）来获得一个程序的步骤列表。该线程实际的运行是当 BP 使用步骤作为数据时，因为它构建了它自己。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

第二件需要注意的事情是：因为我们刚刚是在列表中创建的数据，变量和表达式在该阶段的存在形式是字符，有时甚至是双引号字符。例如，ASSIGN 第一个参数是注定要成为 Python 变量的（但还没有），因而在该阶段，它是一个加引号的字符。相似的，将要被赋值给该变量的对象仍然开始时被作为字符。在上面例子中的两个 ASSIGN 中，被赋值的对象将变为匿名表达式（lambda expressions）。总之，我们必须记住我们写的代码将要被发送至 Python 的 eval() 或 exec() 语句两次：一次是创建步骤，然后是当步骤来处理他们的参数时。

因为 BP 是 .py 文件，他们可以在 LI-6800 主机之外使用任意的文本编辑器进行写作和编辑。理想的情况是使用 python 专用编辑器，以消除编辑过程中的语法错误。

1.6 考虑使用 VNC

LI-6800 的触摸屏键盘并不适合在创建 BP 过程中输入的长的表达式和名字。这样可以考虑连接 LI-6800 和 VNC viewer 客户端来进行 BP 的创建，该客户端适用于广泛的平台，可从 https://www.realvnc.com/en/connect/download/viewer/ 下载。

在电脑上使用 VNC 客户端，可以让我们使用电脑键盘来输入表达式和名字。图 5 给了我们一个示例。当 LI-6800 的键盘出现在该条目上时，VNC 客户端键盘并非立刻“激活”。要使用，必须在键盘输入区域点击输入条目最后一个字符的左侧区域（如果条目为空，那么我们必须先用 LI-6800 键盘输入几个字符后，再在最后一个字符的左侧点击）。

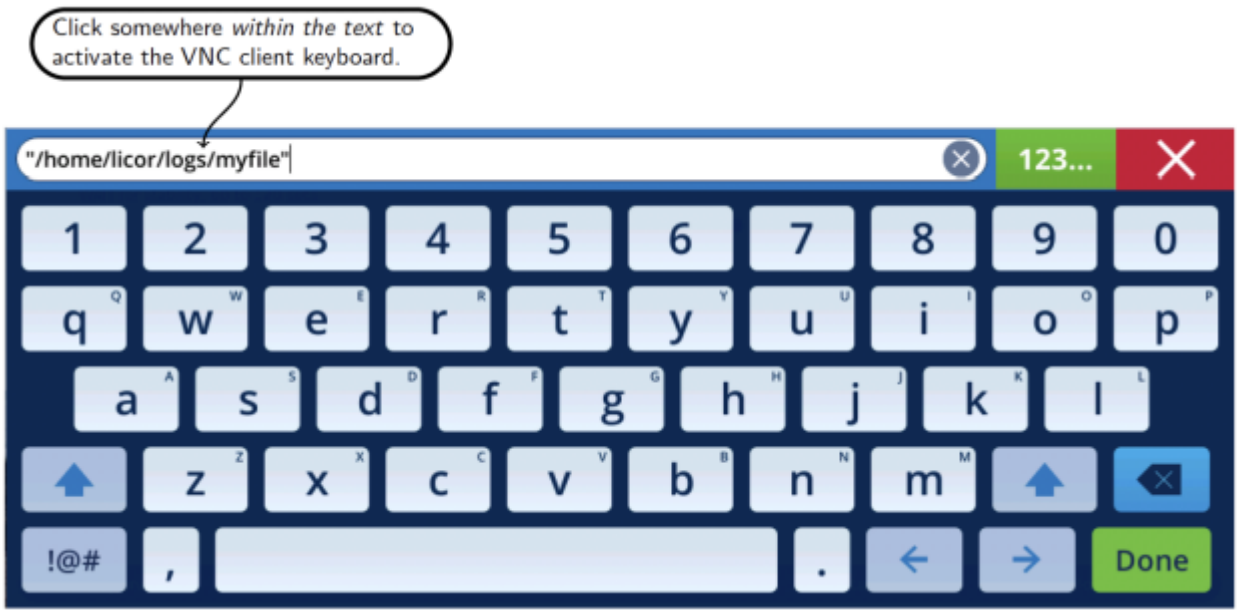


图 5: 点击字符激活 VNC 客户端的键盘

2 综述

我们已经提到，BP 是一系列的步骤，能够在 LI-6800 主机后台执行并完成各种任务的程序。这些步骤可以被用户使用主机提供的用户界面放在一起，图 6 演示了进入 BP 屏幕的方法。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

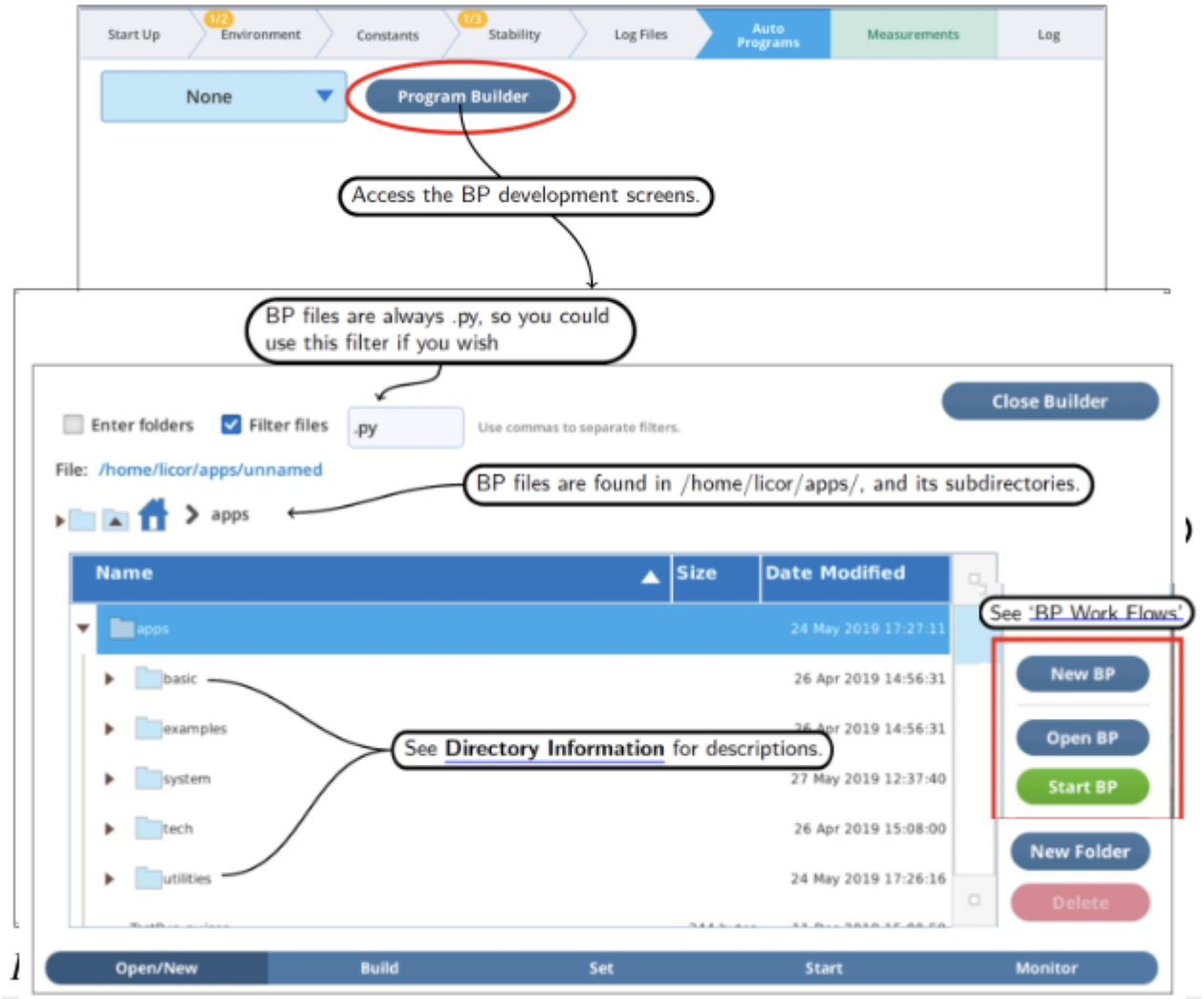


图 6: 如何进入 BP 程序

BP 底部有 5 个标签：

- Open/New - 从文件系统载入 BP 用于运行或编辑。
- Build - 从左侧的菜单整合一个程序步骤列表。程序可以重新调整顺序、移动等。
- Set - 每个程序步骤具有可以根据需要修改和调整的参数。
- Start - 在任何点上都可以试着运行所有的或部分程序。屏幕显示的是哪个步骤被执行、显示信息和 BP 运行时产生的输出。程序可以实时运行或按步骤运行。
- Monitor - 与开始屏幕相似，但是它针对的是所有运行的 BP。

2.1 工作流程

一个标准的 BP 创建流程如图 7，具体介绍请参考图 6。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

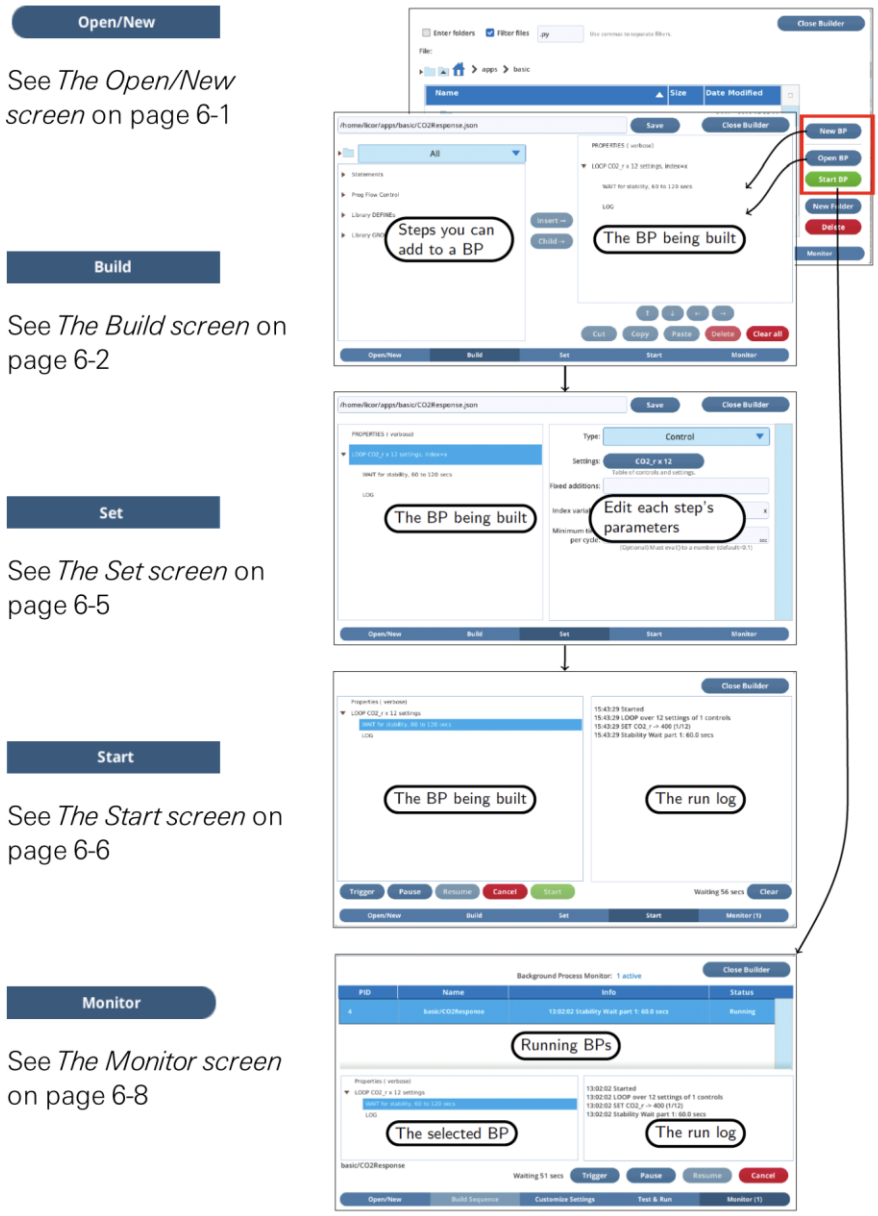


图 7: BP 程序流程图

2.2 创建 BP 速览

下面的内容，我们将要启动一个已有的 BP 并稍微观察一下，然后在第一个 BP 继续运行的时候，我们从头新建一个 BP 并运行它。

2.2.1 运行已有 BP

点击 AutoProgram 页面的 Program Builder，参考图 6，我们将进入 BP 屏幕，按照图 8 的步骤进行。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

图 8: 启动 CO_2 response BP

在 apps/basic 路径下的 BPs 均可以打开对话框，运行从默认选项更改设置。点击 Continue 然后我们可以从 Monitor 屏幕监控 BP 的运行过程，如图 9。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

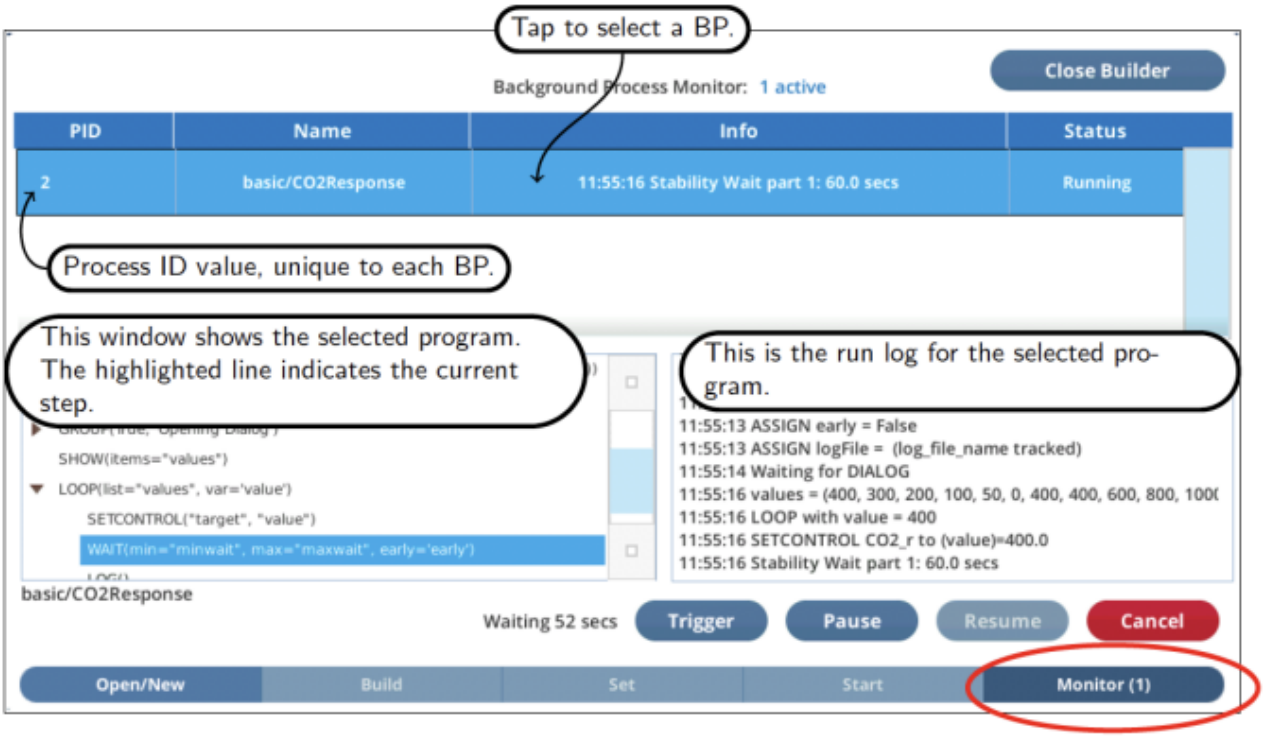


图 9: 监控 CO_2 response BP 的运行

使用 Trigger 跳过等待（WAIT），尝试使用 Pause 和 Resume。不要点击 Cancle – 我们将在这个介绍过程中保持 BP 运行，下面我们从头开始创建一个简单的 BP。

2.2.2 创建新 BP

让我们按照下面的顺序创建：

1. 打开叶室混合风扇，将其设置为 12000 rpm；
2. 等待 30 s；
3. 关闭叶室混合风扇。

1. 创建空程序

选择 Open/New（左下方），点击 New 标签（如图 10）

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

图 10: 准备从头创建 BP

2. 添加 4 个步骤（PEROPERTIES，SETCONTROL, WAIT, 和 SETCONTROL）到程序内。
要增加一个步骤，从左侧窗口选择，然后点击 Insert → 来将其复制到右侧窗口。要调整右侧窗口的步骤，使用右侧窗口的↑和↓来更改（图 11）。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

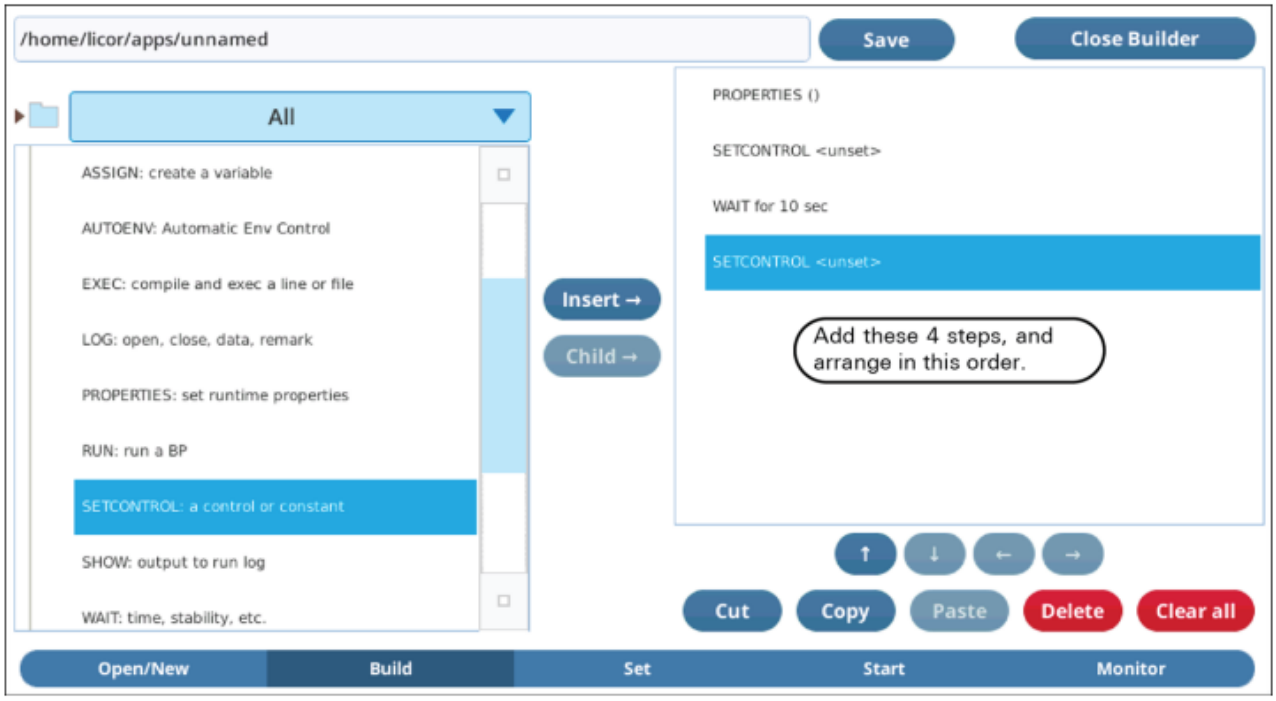


图 11: 创建一个简单的 BP

3. 点击 SET

该屏幕用于我们根据需要来设置步骤，我们 4 步骤的 BP 在左侧窗口，点击一个步骤来选择它，在右侧窗口我们看到了选择的 BP 的设置界面（如 12）。

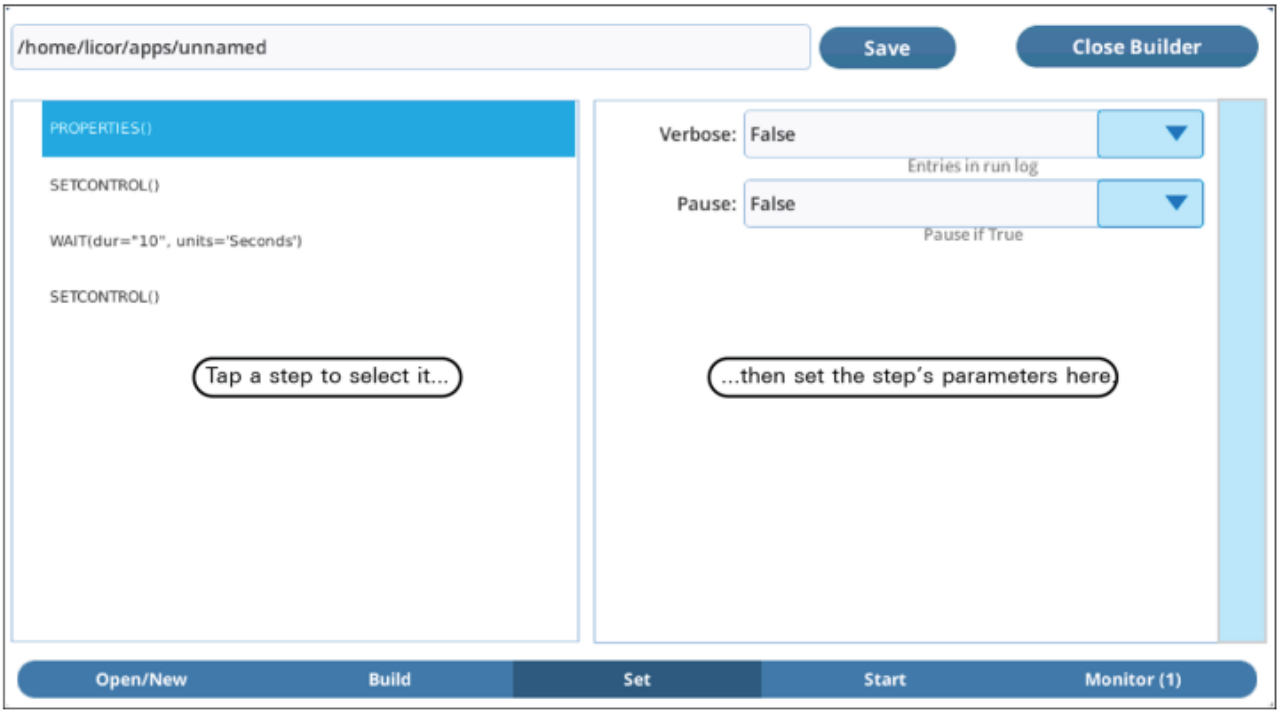


图 12: 设置一个简单的 BP

4. 依次点击每个步骤，如图 13

当我们在右侧编辑时，左侧的步骤概述会发生变化来响应这些更改。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

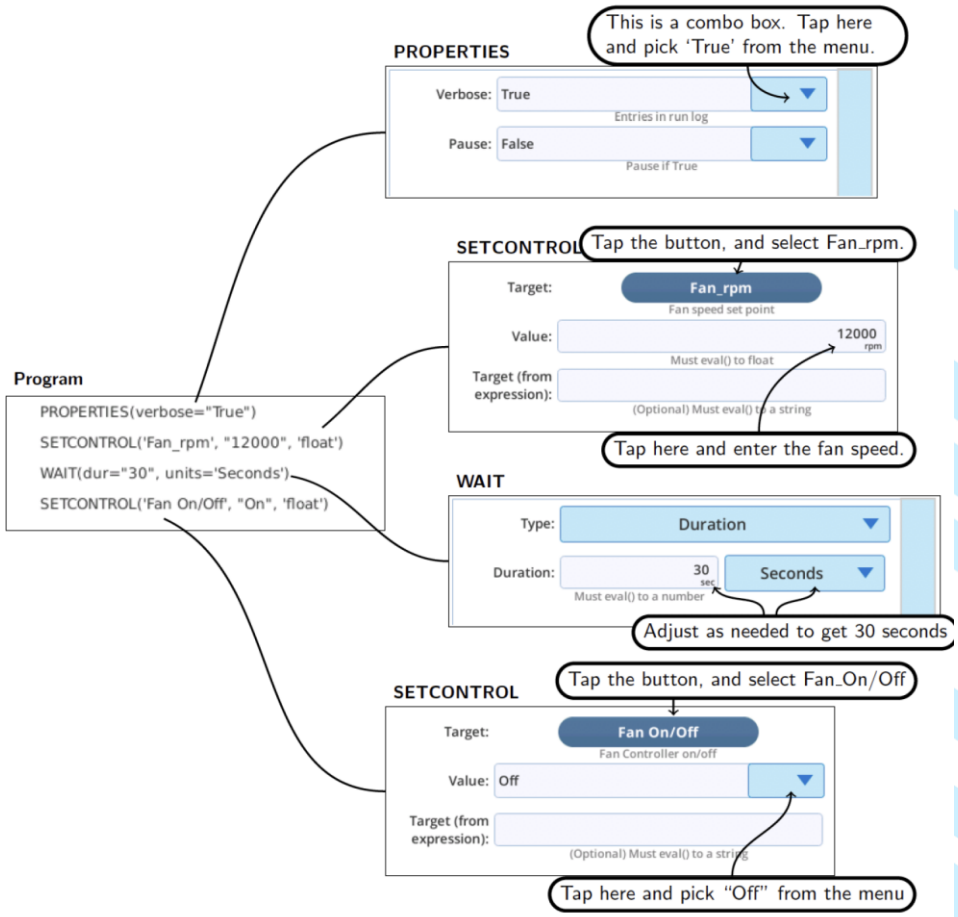


图 13: 设置 BP 程序每个步骤的参数

PROPERTERIS 步骤在此处，这样我们可以打开 "verbostity" 选项，意思是当我们运行它时我们可以在日志屏幕上产生某些输出。

5. 现在我们点击 Start 运行程序，如图 14。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

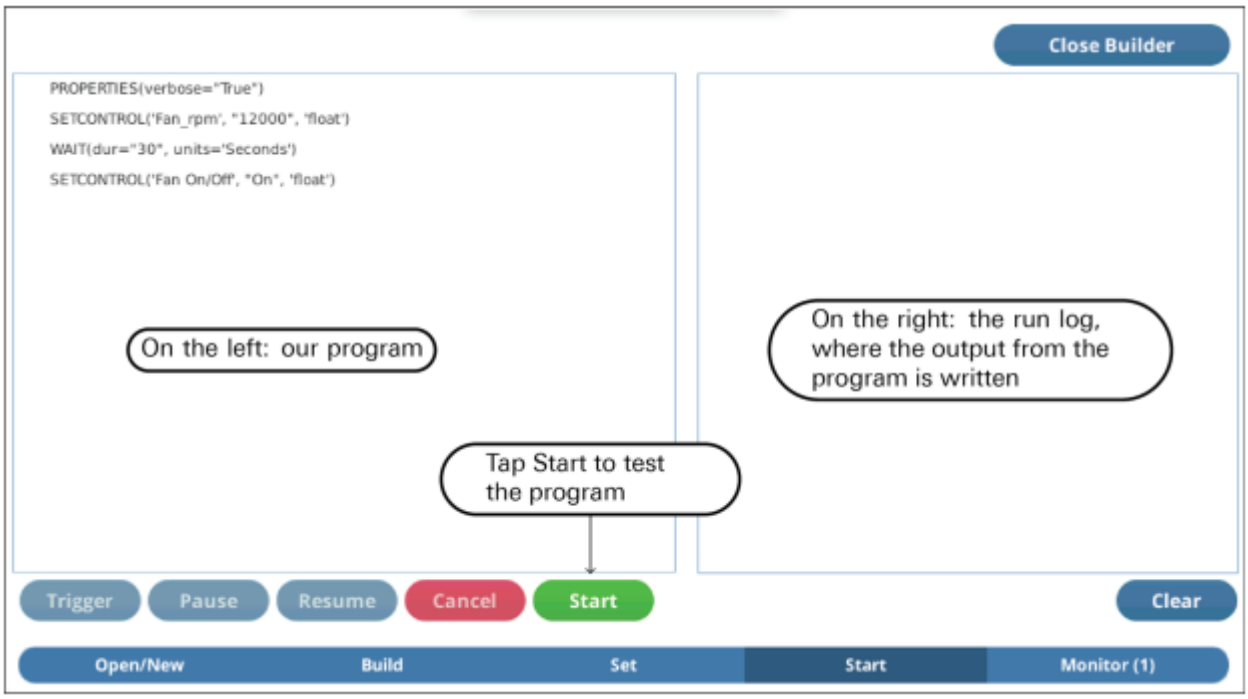


图 14: Start 屏幕允许我们测试程序

6. 现在我们点击 Start 运行程序，如图 15。

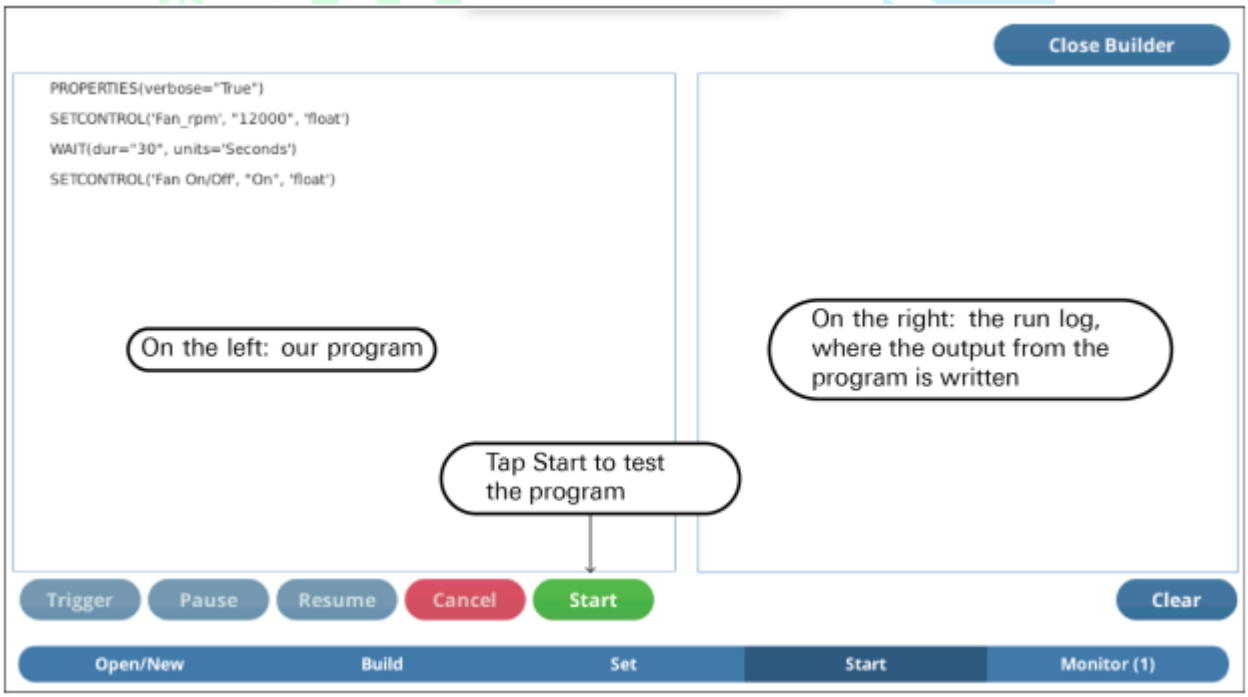


图 15: Start 屏幕允许我们测试程序

7. 当我们运行程序时（点击 Start），我们就会在右侧运行日志窗口看到某些东西输出，如图 16。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

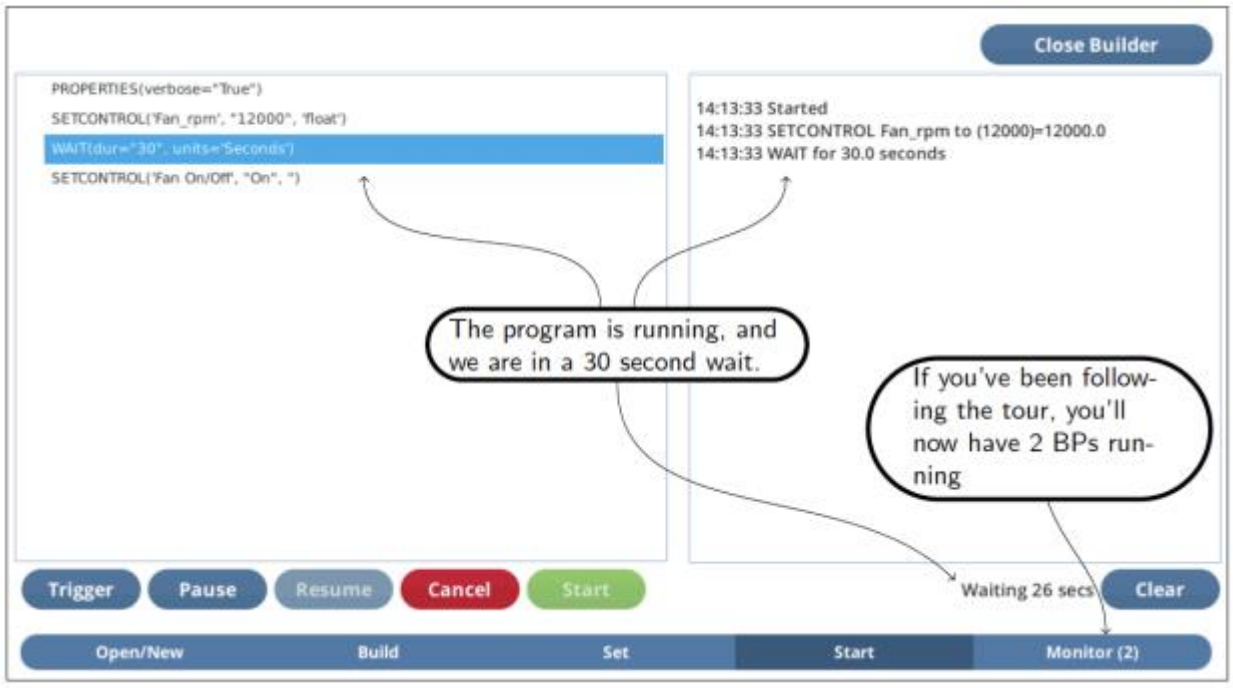


图 16: 当前运行的程序在左侧窗口被高亮

8. 点击 Monitor

在我们的演示中，我们有两个 BPs 在运行（至少是在 30 s 内风扇转动的时间），我们可以在 Monitor 屏幕查看他们 (图 17)

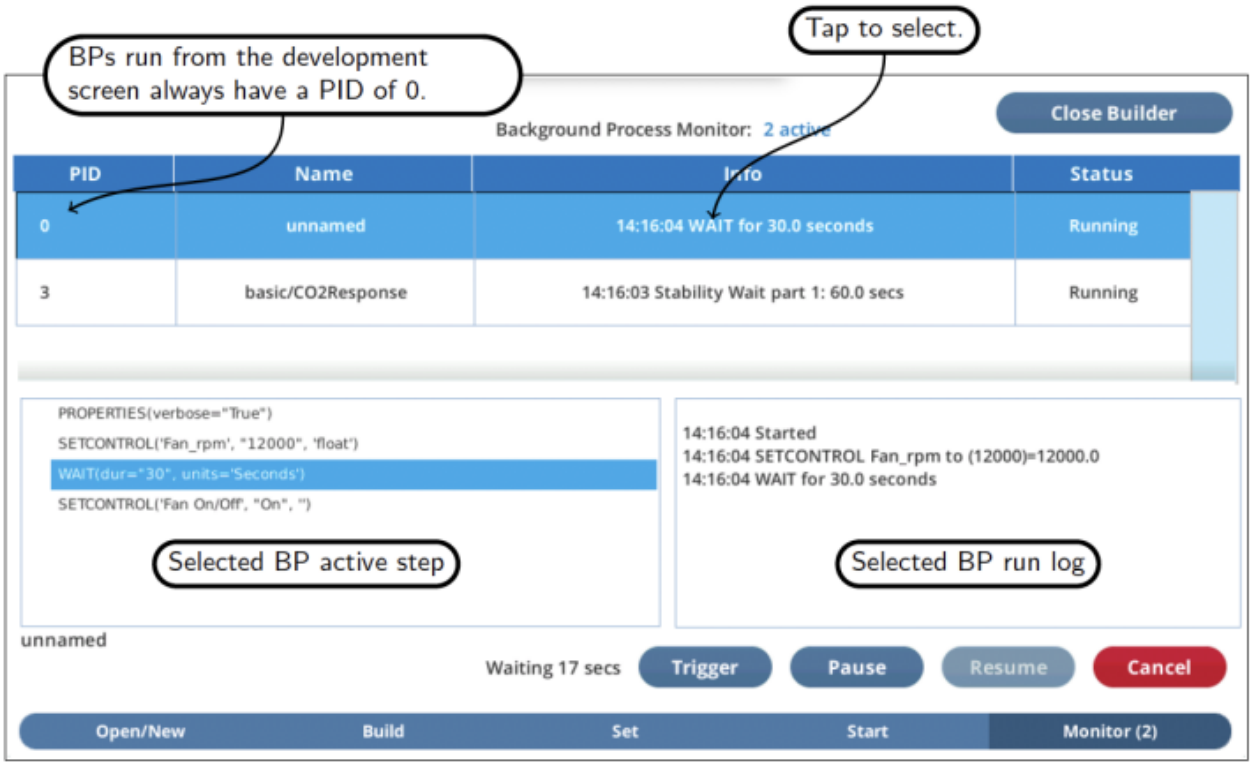


图 17: 监控多个 BP 程序运行

当一个程序终止时（正如我们的程序 30 s 后 PID=0），它将会从 Monitor 屏幕消失。如果选择的 BP 程序结束运行，我们仍然会看到它的运行日志，直到我们选择另一个进程来查看。

9. 现在我们点击最开始时我们运行的程序，我们从日志看到了他的运行操作 (图 18)。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

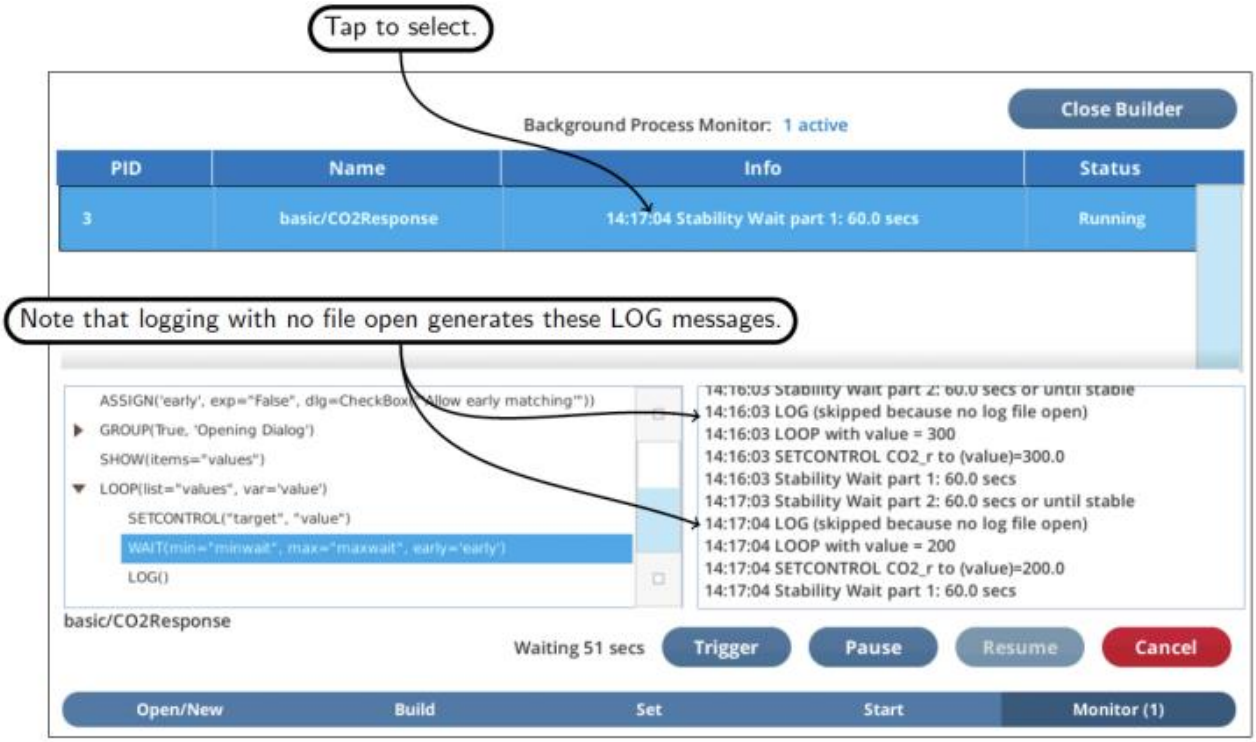


图 18: 监控多个 BP 程序运行

10. 点击 Cancel，来结束程序和我们本节的内容。

3 示例程序

在本章，我们用一些示例程序来展示使用 BP 的测量过程

3.1 清晨测量 FoFm

假设我们早上第一件事情是测量一个暗适应叶片的荧光，我们更希望提前启动 BP 程序并将仪器设置为休眠，让 BP 来在第二天早上完成测量。

（在 /home/licor/apps/examples/EarlyMorningFo.py 中有已经完成的程序），我们需要明确的让 BP 进行下面的操作步骤：

1 等到早上 5 点 （WAIT）
2 唤醒仪器（SETCONTROL）
3 继续等待几分钟完成预热（WAIT）
4 新建数据文件 （LOG）
5 记录 FoFm （LOG）
6 关闭数据文件（LOG）
7 继续休眠（SETCONTROL）

要在 BP 中整合上述步骤，需要做如下操作：

1. 点击 Open/New，然后再点击 New；这将引导我们到 Build 标签，有一个打开的空列表。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

2. 插入 PROPERTIES。在左侧窗口的 Steps 部分点击 PROPERTIES，然后点击 Insert→。
3. 在其下插入一个 WAIT（使右侧的 PROPERTIES 高亮，左侧的 WAIT 高亮，点击 Insert→），这将成为等待天亮的选项。
4. 继续直到右侧列表成为图 19 的样子。

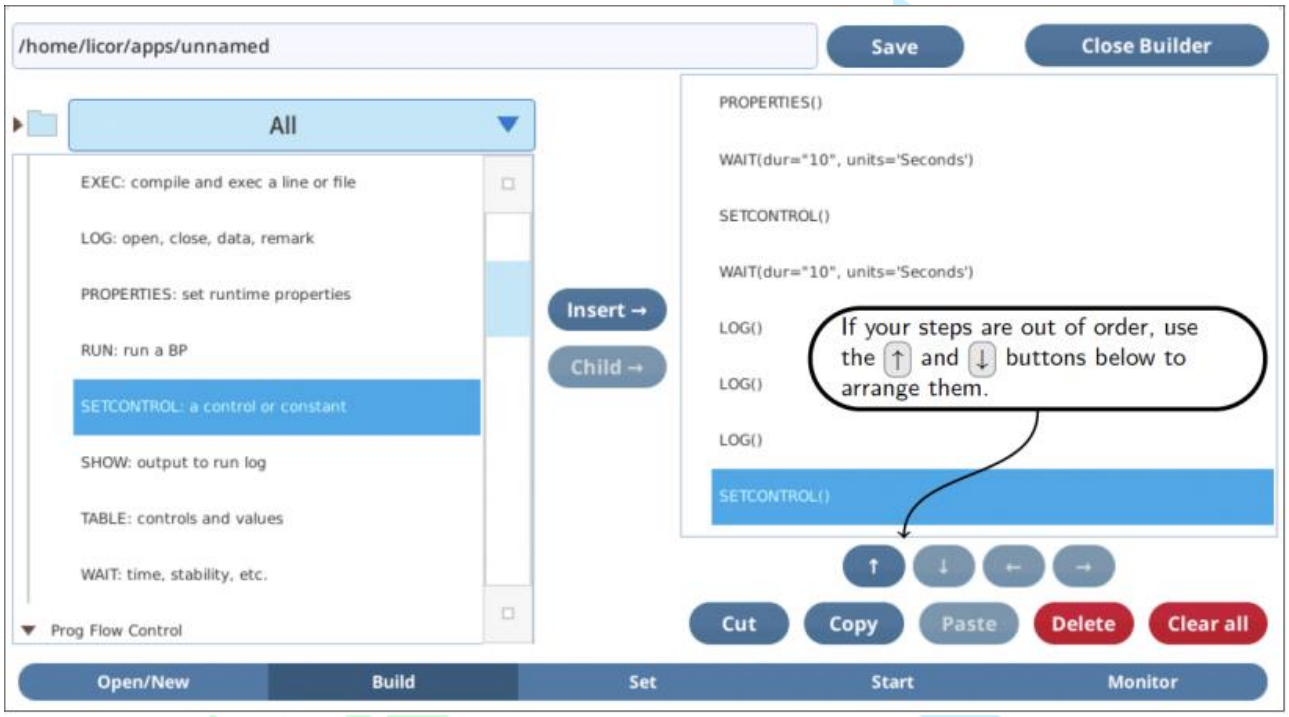
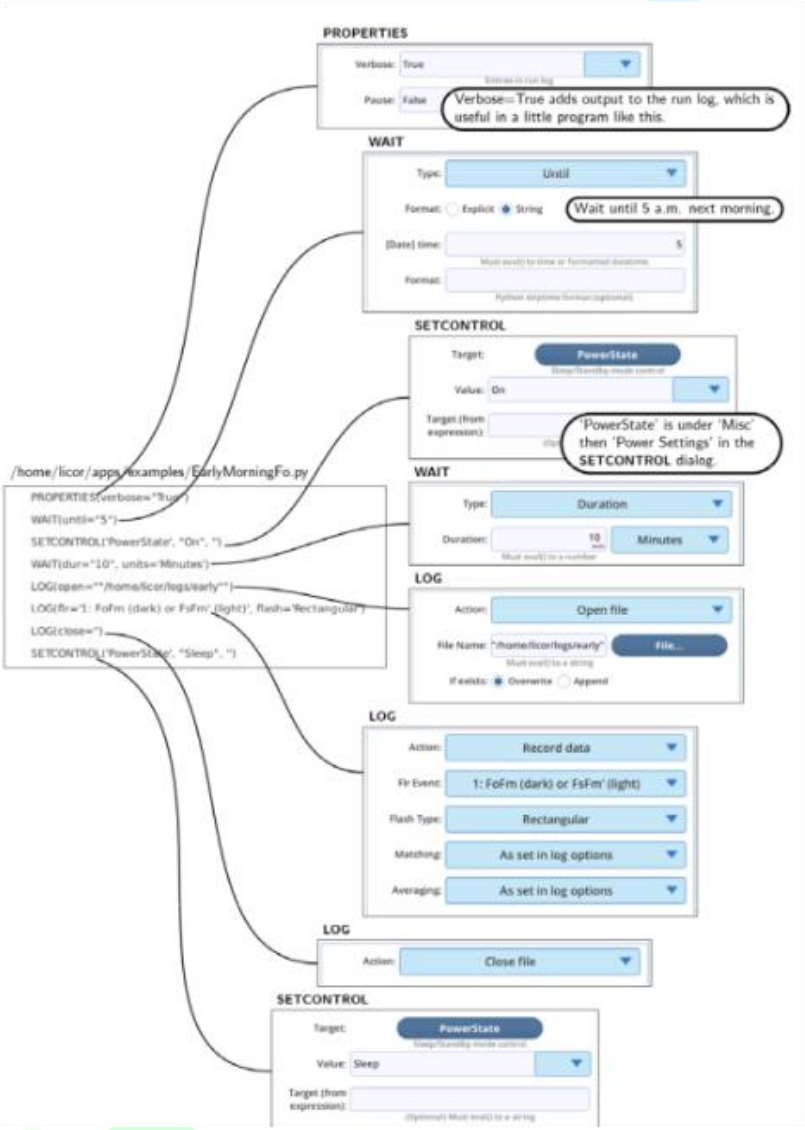


图 19: FoFm 实现过程 steps 的构架

5. 点击 Set 标签，按照图 20 来配置各个步骤。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn



基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

图 20: Set 屏幕给各个构造器赋值

需要注意的是，上面我们使用 LOG 做了三件不同的事情：打开、写入以及关闭文件。

通过点击 Start 标签，然后点击 Start 按钮。我们将立刻开始等待，直到第二天早上 5:00。如果不想等待那么久，点击 Trigger。具体步骤如图 21：

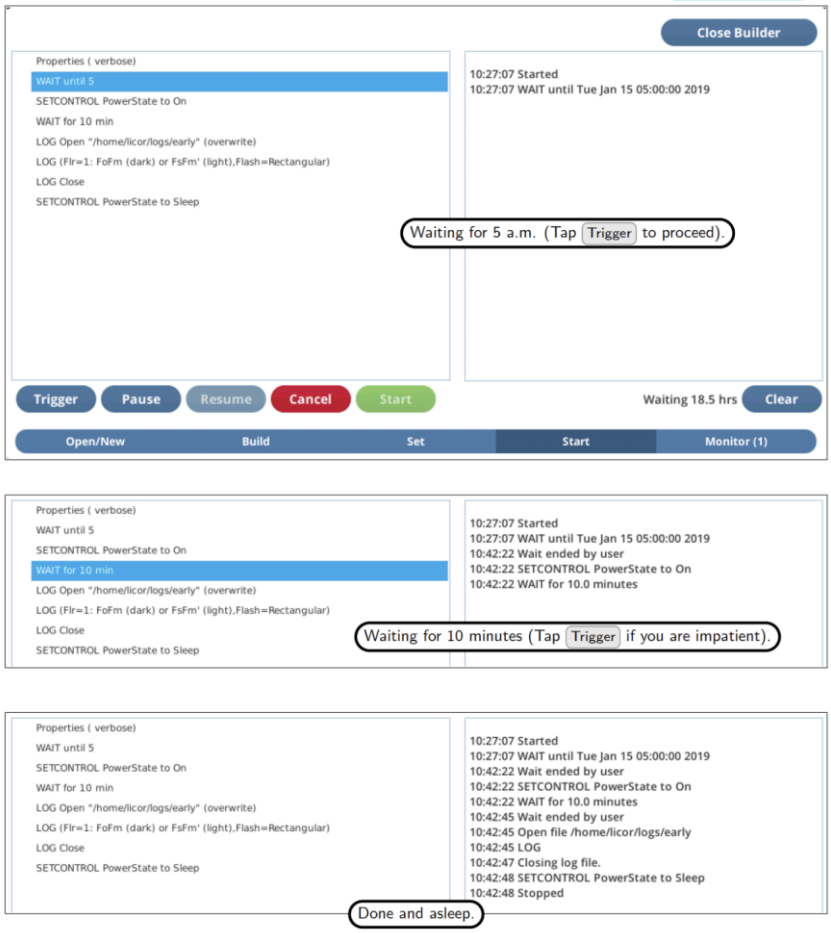


图 21: 测试程序的运行

3.2 Autolog 的变化

Auto logging（某个固定的时间段内在规律的时间间隔下记录数据）对 BP 来讲非常简单，但了解这个主题下很多有用的变化是非常好的，包括：

1. 记录时间可以采用变量的时间（匹配、荧光测定等），因此我们应该怎样得到精确的记录间隔？
2. 怎样让记录间隔随时间变化而变化？
3. 怎样让采集基于某些环境的变化而开始或停止，而不是仅仅依靠时钟？

3.2.1 定时

我们从基本的 Autolog 程序开始（图 22），它使用了一个持续十分钟的 LOOP 步骤（自动记录持续时间），LOOP 下包含一个 LOG 和一个 WAIT（记录间隔）。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

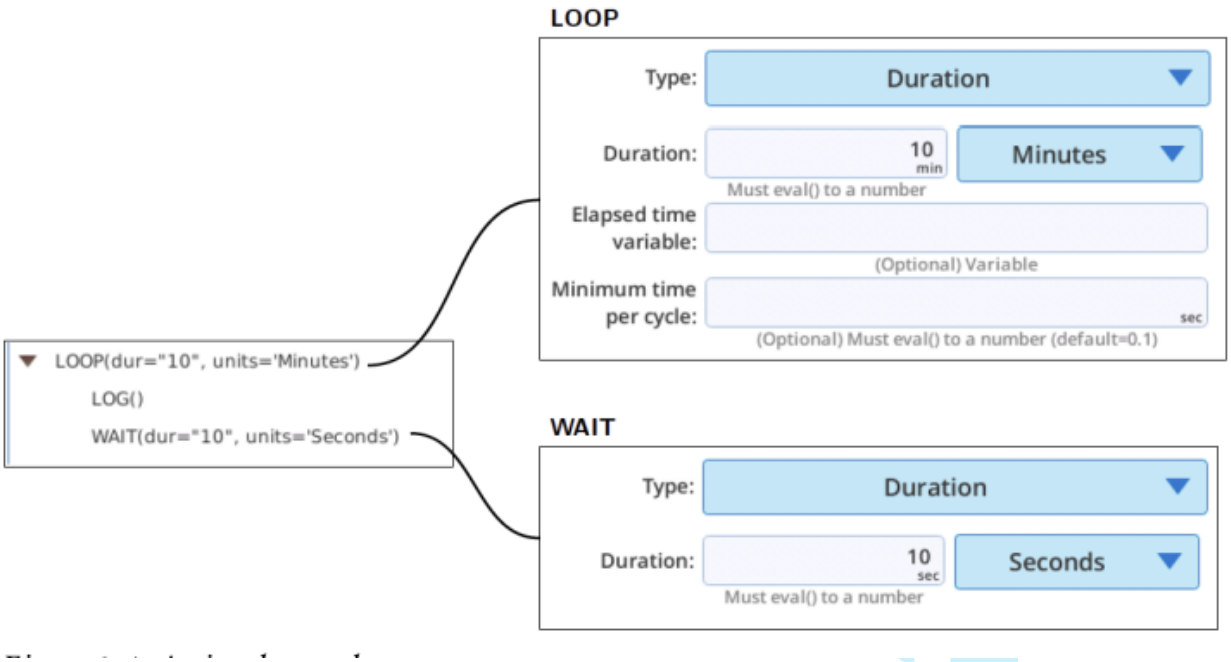


图 22: 使用 BP 实现简单的 autolog

上图程序一个潜在的缺点是它没有考虑 LOG 采集所需要的时间，该时间可能从半秒到若干秒，依赖于匹配、荧光仪操作等。如果我们希望每 1 s 或 2 s 来记录数据（**译者按：此处应表述为考虑记录的耗时，将时间间隔减去额外的记录耗时，保持记录的时钟一直按等差序列进行增加**），那么该程序将令人沮丧，因为记录的间隔经常会长于这个时间。我们可以明确的对程序的记录进行计时，并根据需要调整等待时间，LOOP 提供了一个十分简单的方法来实现，如图 23 所示：

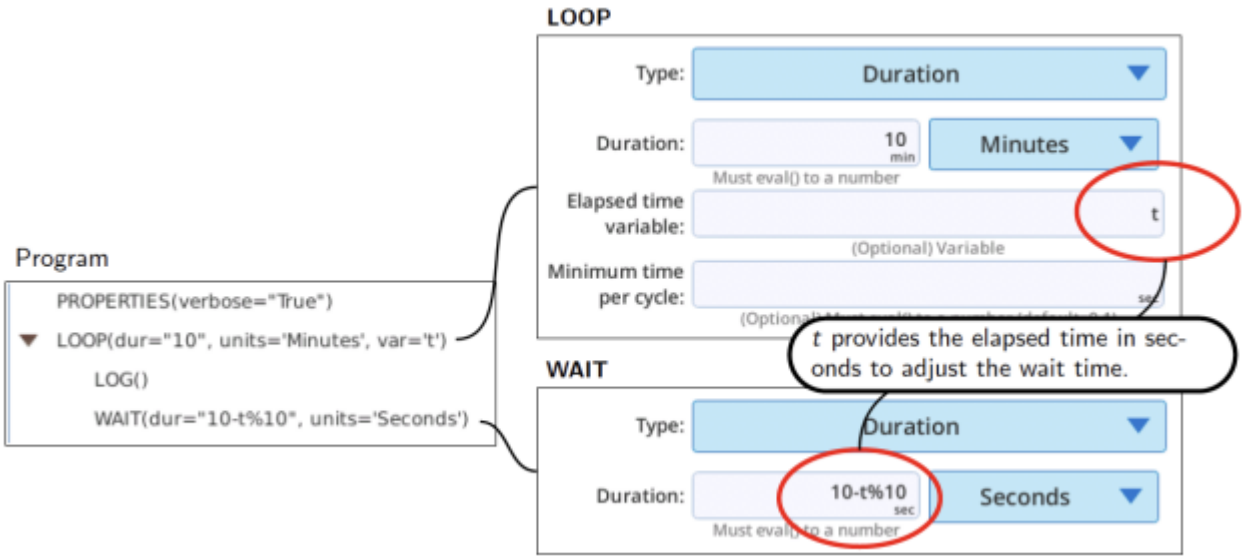


图 23: 使用 LOOP 内置时钟实现更精准的 Autolog

让我们看一下程序的运行，打开记录文件，并增加 PROPERTIES 语句，将获得发送到 WAIT 语句的实际时间，我们可以得到图 24。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

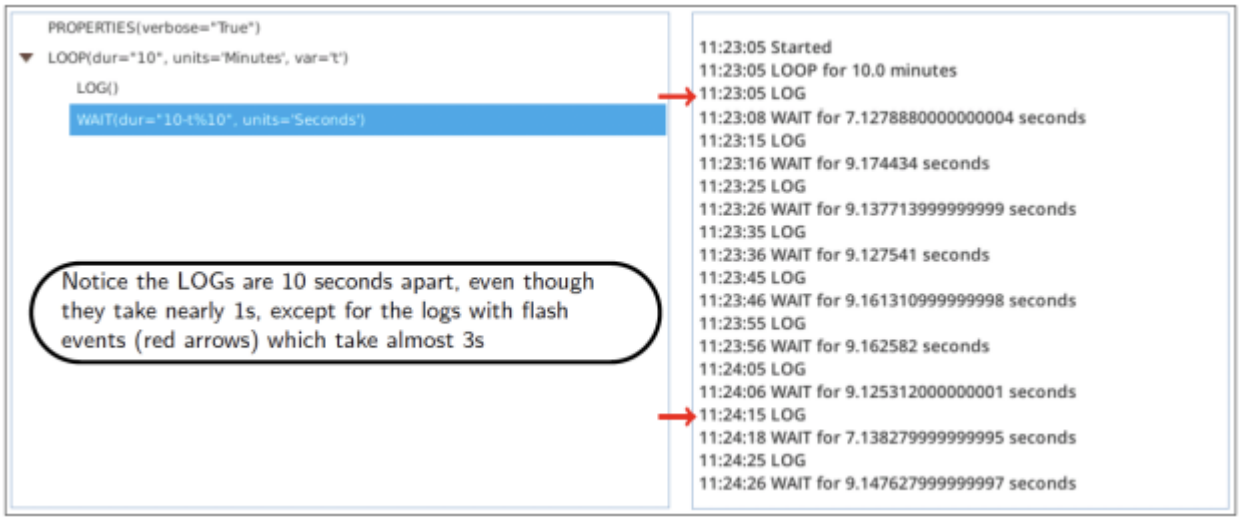


图 24: 测试调整的 autolog

译者按：

在时刻 0 时记录了数据，log 持续了约 3 s（为方便计算，我们假设是 2.8s），此时的 duration 为 10-2.8%10, 结果为 7.2，实际上就是 t + 10-10%t = 10，也就是实现了记录的间隔被控制在严格的 10 s 内，而非 12：23：08 是第二次计数间隔的计时开始时间，第二次计时不会发生在 12：23：18，而是 12：23：15。

当然，这里有更简单的方法，如图 25。LOOP（以及 WHILE）具有一个每次循环最小的时间选项，可以用于指定每个循环的重复频率。在循环的最后，如果有需要它将会有一个隐藏的等待过程，这样我们就可以避免使用我们的 WAIT 语句。

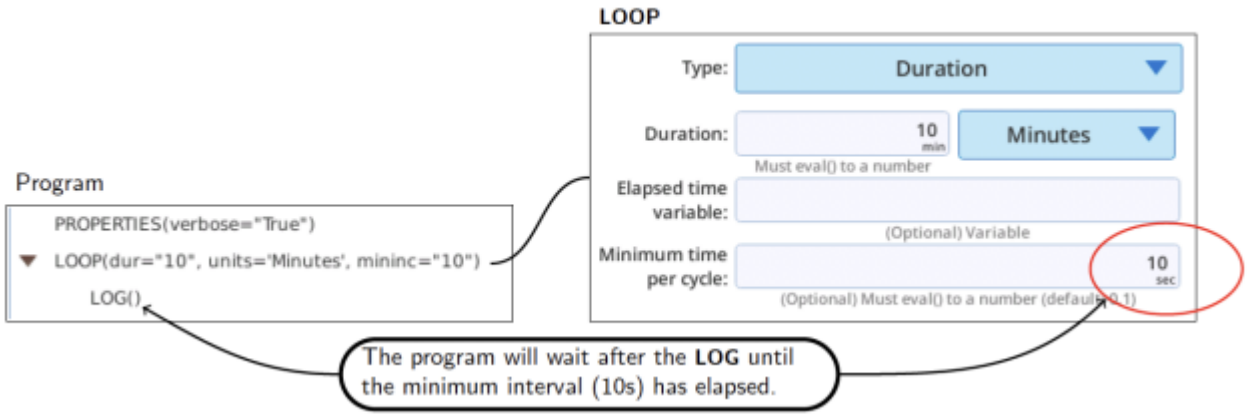


图 25: 通过指定最小等待时间来取代 WAIT 语句

3.2.2 记录数据直到日落

既然我们已经知道怎么进行一个自动记录程序，让我们进行另一个变化，这次我们调整持续时间，我们不是用一个固定的持续时间，而是使其一直记录直到某些环境条件得到满足。明确的说，我们将要编一个程序来每 10 mins 来记录一个数据，持续时间是从我们开始程序直到日落。我们假定使用外置光量子传感器来测量光强，并定义当 PAR 的读数小于 5 μ mol/m²/s 为日落（图 25）。

一个已经完成的程序放在： /home/licor/apps/examples/LogTilDark.py。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

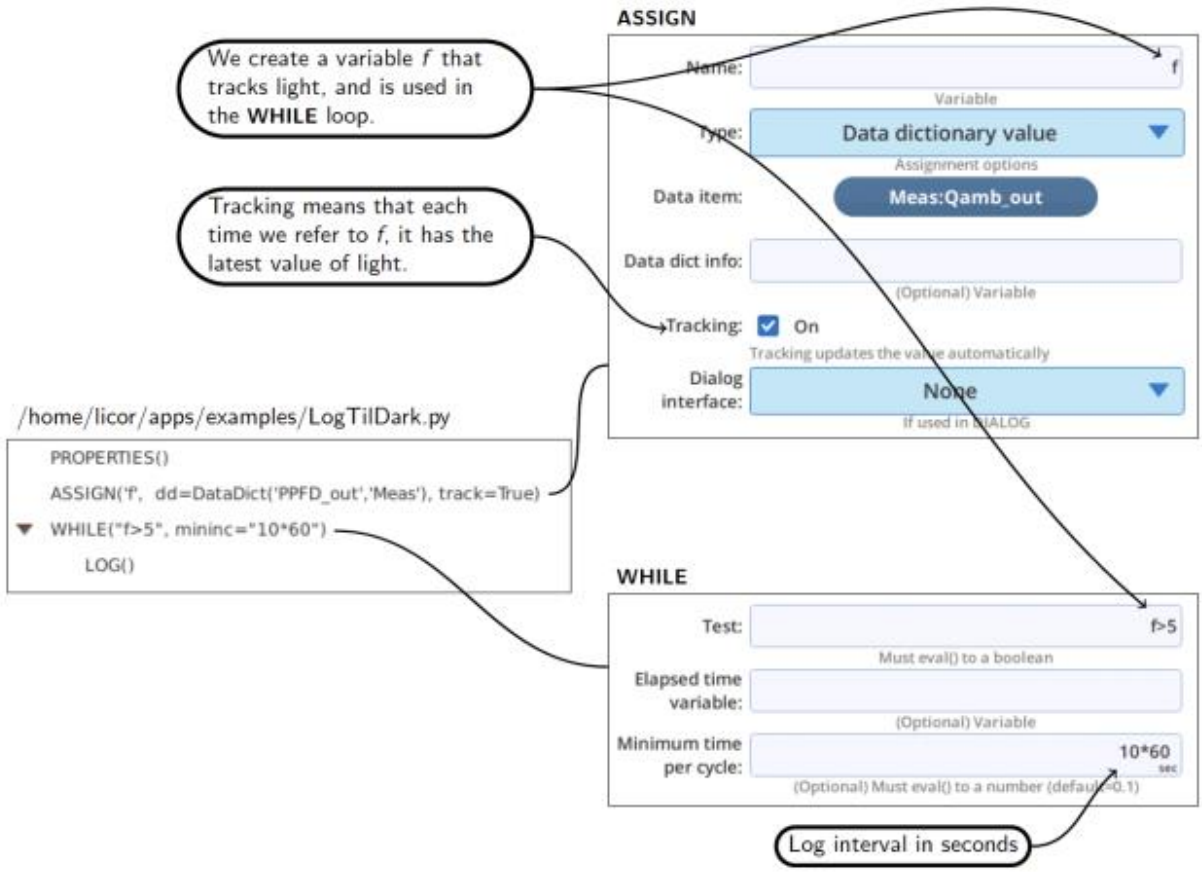


图 26: 设定程序记录直至天黑

现在我们来测试该程序（图 27），确保外置光量子传感器上现在有足够强的光照射，以使其表现的像是在白天。在测试一个循环或两个循环之后，可以盖上传感器来模拟日落。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

图 27: 配置 LogTilDark

使用 Verbose = False（在 PROPERTIES 步骤）将使得输出只有开始和结束信息，以及二者之间的记录事件。这就是一个类似的可重复的程序是怎样正常运行的。

3.2.3 改变记录间隔

当在记录一个遭受突然的环境变化的叶片时（例如光强），我们可能需要采集多个时间尺度，从非常快的变化（光合）到非常慢的变化（气孔导度）。尽管我们可以选择最快的记录间隔记录很长时间，但更高效的方式是开始记录频繁，随着时间的进行逐渐降低记录频率。

BP 提供多个方式来完成该任务。

方法一

方法一是聚合一系列的自动程序循环，每个程序都具有不同的持续时间和等待间隔，例如在 1 min 内每 1 秒记数，然后在 1 min 内每 5 s 记数，然后在 3 mins 内每 10 s 记数，然后在 10 mins 内每 60 s 记数。

让我们来聚合一个 BP 程序来完成这个工作，在这个过程中我们将学习一些关于 BP 的函数（CALL 和 DEFINE）：

1. 点击 Open/New 标签，然后点击 New，这会引导我们到 Build Sequence 标签，以及一个空的列表。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

2. 添加 CALL (左侧点击 CALL 高亮，然后点击 Insert→)。
3. 添加函数 DEFINE AutoLog（右侧高亮 CALL，左侧下滑直到 Library DEFINEs 部分，选择 DEFINE AutoLog，然后点击 Insert→）。

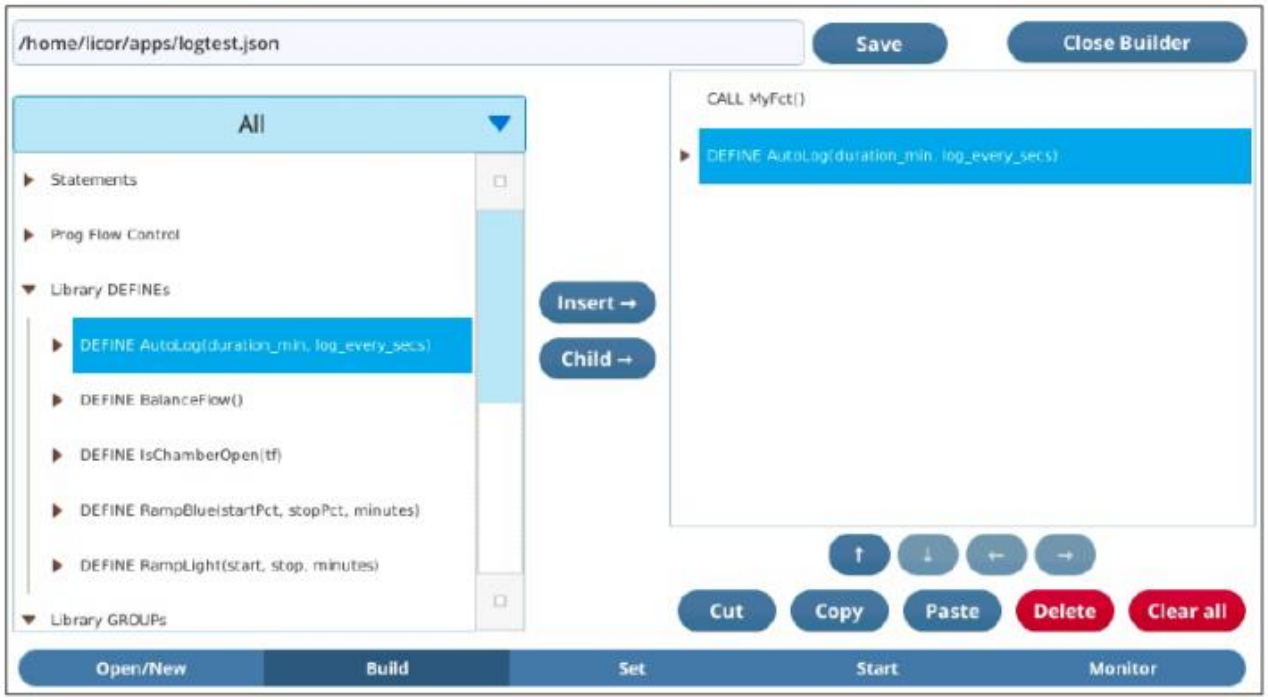


图 28: 创建 4 个 Autoprogram

4. 切换到 Set 屏幕，设置 CALL 来调用正确的子程序（图 29）

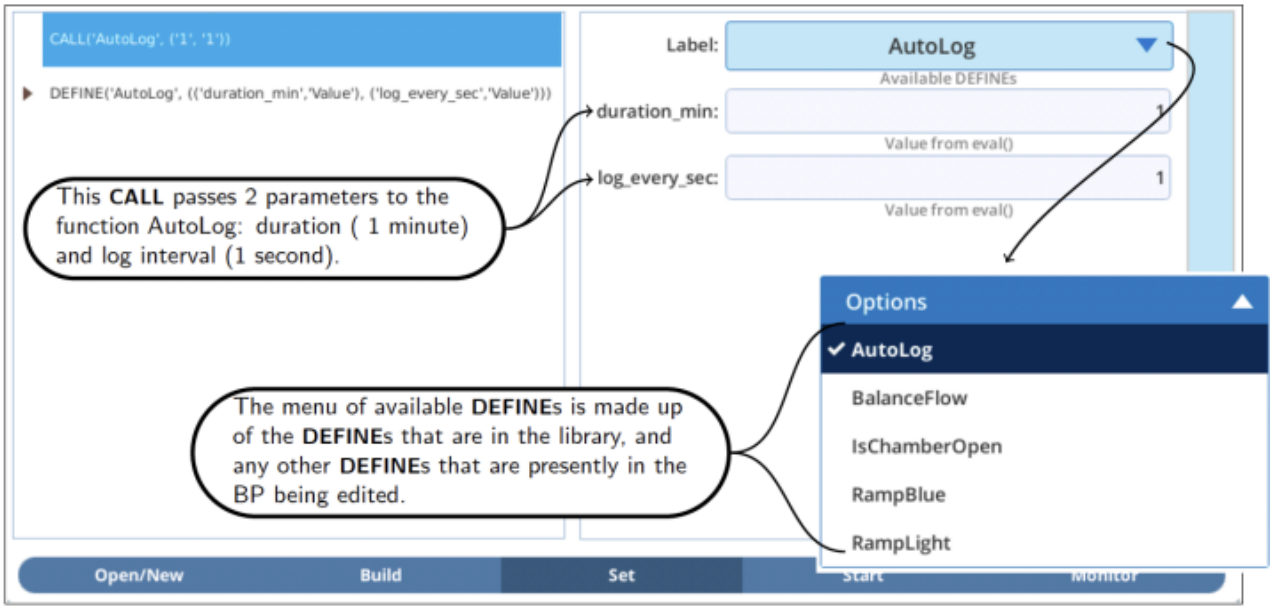


图 29: 配置第一个子程序

5. 返回 Build 屏幕，高亮右侧的 CALL AutoLog。点击 Copy，然后 Paste，Paste 和 Paste。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

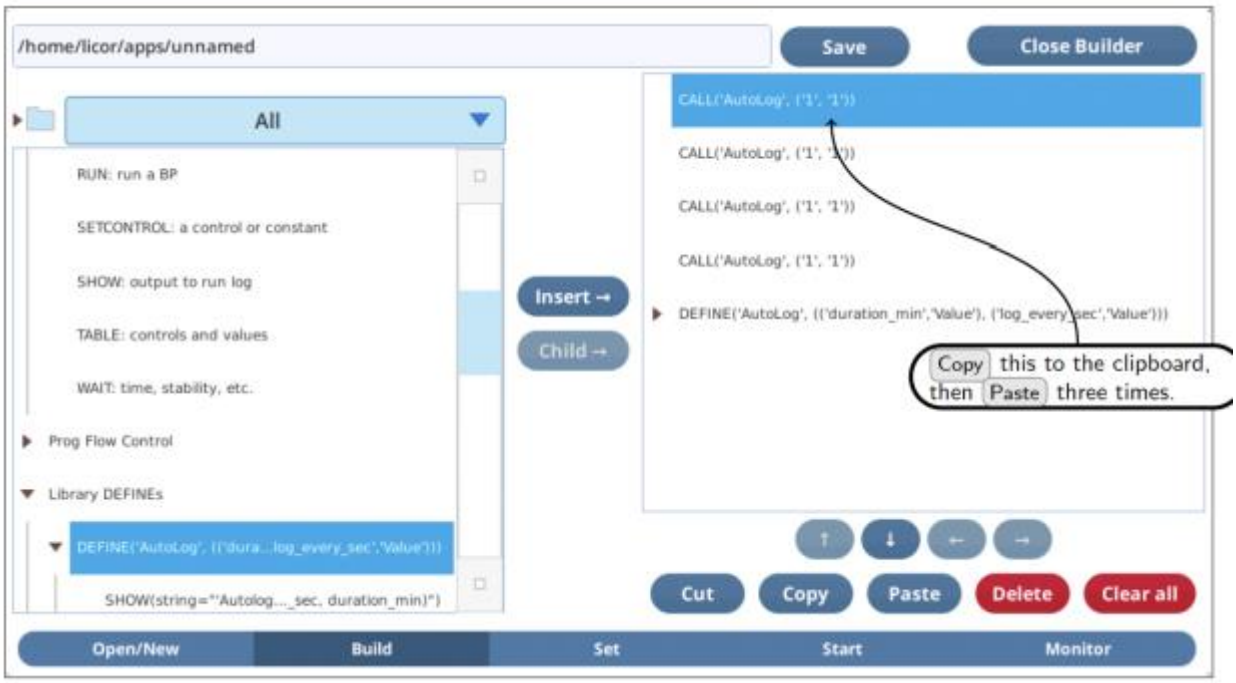


图 30: 复制三次 AutoLog

6. 然后返回 Set，调整新添加的三个 AutoLog CALLs 的配置。

到目前为止，我们还没有检查 DEFINE 在 BP 中的样子。那我们现在就开始，看一下 AutoLog 的 DEFINE 内部是什么样子的（图 31）。

DEFINE 的参数包括名称、参数的计数器、以及每个参数的名字。我们也可以指定每个参数是通过值传递还是引用传递。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

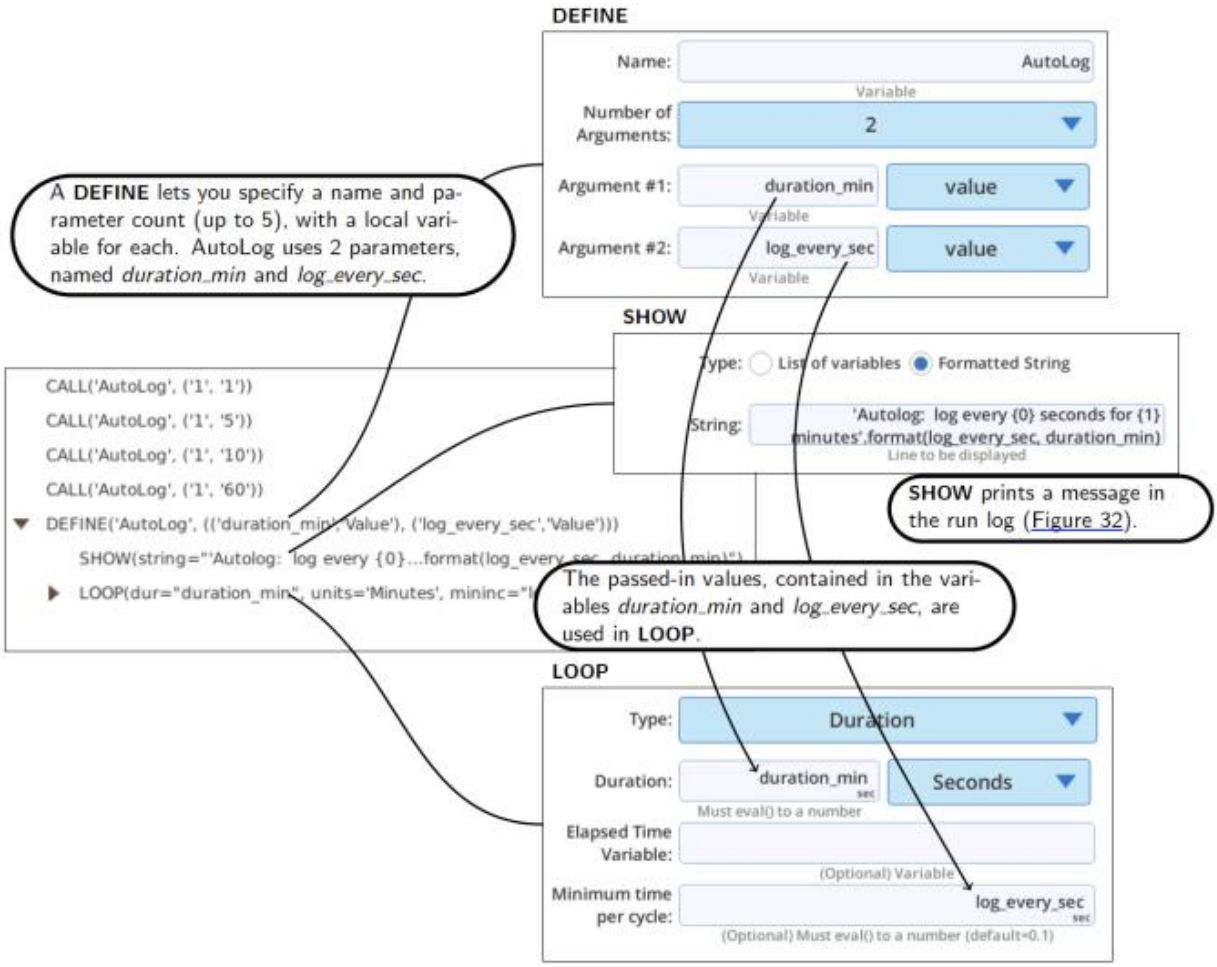


图 31: AutoLog 中 DEFINE 的配置

如果我们想知道 SHOW 是怎么打印日志信息的，可以参考图 32，它使用的是 Python 的内置函数 format() 来创建一个格式化的字符。

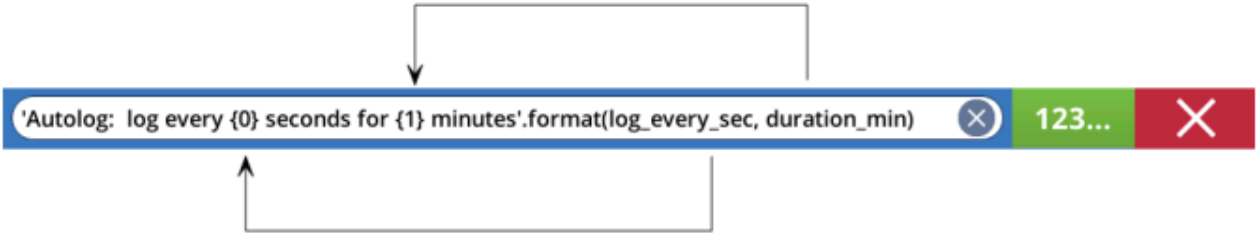


图 32: SHOW 的实现原理

因为该自动记录的 DEFINE 是在库里的，我们在复制到 BP 时没有更改任何内容，我们也不需要更改：我们可以直接将其从我们的 BP 删除，不影响 BP 工作（图 33 (**译者按：因为这里库里已有的函数，我们可以直接通过 CALL 输入需要的参数来调用**)。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

图 33: 4 个 AutoLog 的运行日志

方法二

另外一个方法是在一个事件之后改变记录间隔：创建一个函数并在一个事件发生之后通过时间的函数来改变记录间隔。假定我们需要一个如图 34 形状的函数，它由一个逻辑函数表达式提供：

$$f(t) = \frac{30}{1 + 50e^{-0.03t}}$$

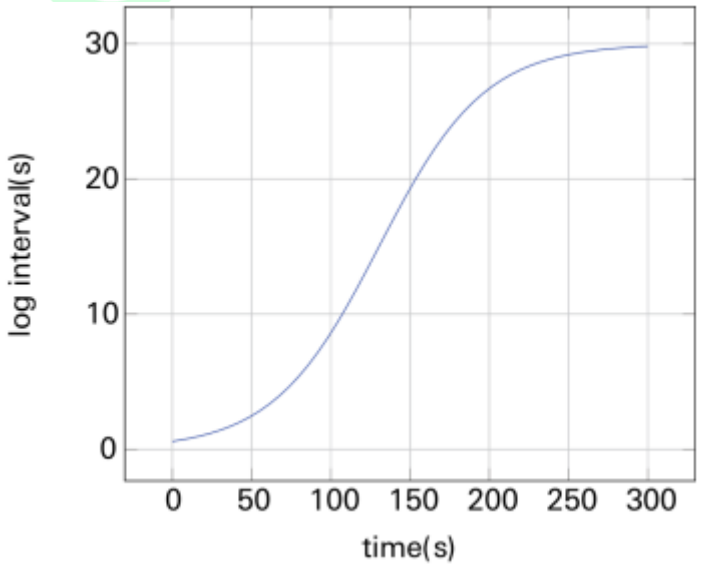


图 34: 实现 AUTOLOG 时间间隔的可变函数

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

在 BP 中使用这样一个函数非常简单（图 35），创建一个函数和对一个变量赋值一样简单，创建一个匿名函数 lambda x:（Python 的一个构造器），我们声明 logint 是一个单参数函数，x 是自变量。循环中唯一的事情就是 SHOW 语句来打印运行时间并且计算的循环触发间隔（格式为 3 位有效数字）。

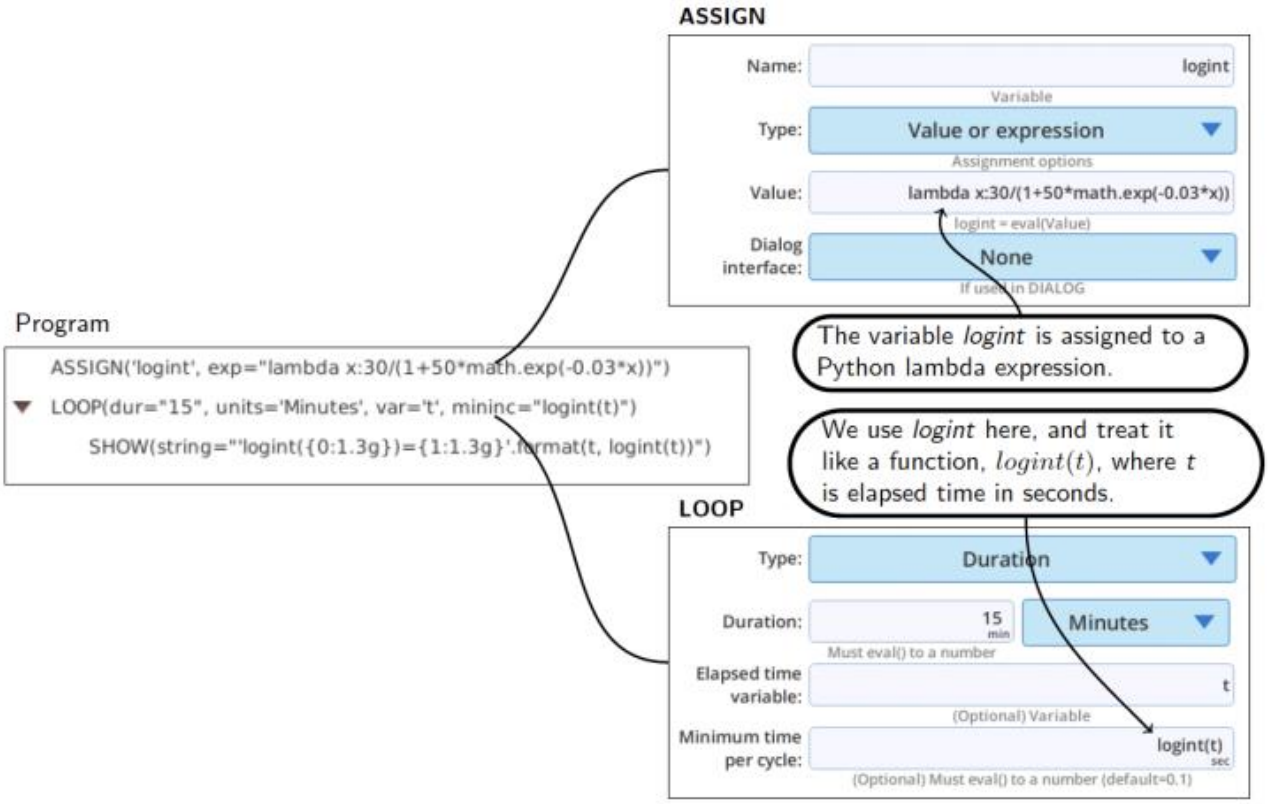


图 35: 通过多次调用函数来实现 autolog 的时间可变

当运行时，该程序的输出如图 36 所示，该循环开始时大约 0.5 s 记录一个数据，后面开始增加。

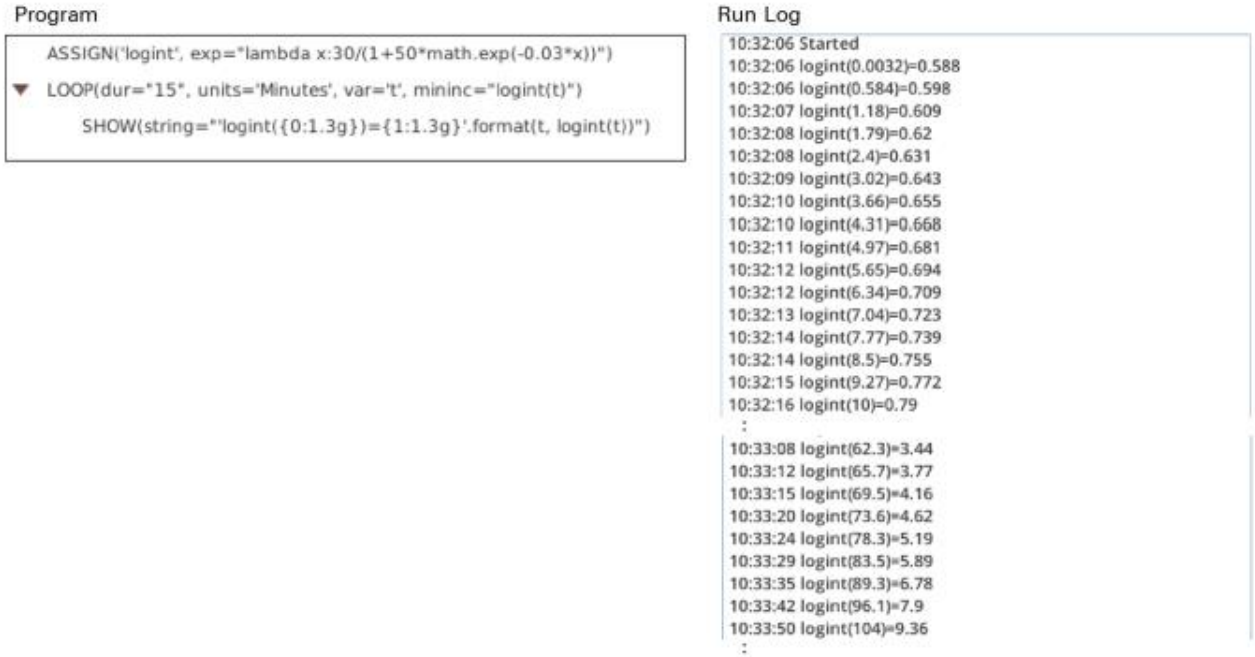


图 36: 逻辑方程的输出

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

在此刻，我们需要插入一点现实的情况：LI-6800 获得新数据的频率是 2 Hz，所以期望超过此频率更快的记录数据时无意义的，即使我们可以，我们也不希望记录两个相同的值。我们需要的是，当我们快速记录数据时，我们需要找到一个方法将记录间隔和何时数据可以获取相一致。

幸运的是，我们有方法来实现上述目标，这就是我们将 LOOP 里的 “minimum time per cycle” 设置为 0，这样就不是等待时钟来告诉机器何时启动另一个循环，而是等待新的数据集可以获得。

我们调整程序，使用 0 来替代任何的 logint(t) 计算值小于 1 s 的时间（图 37）

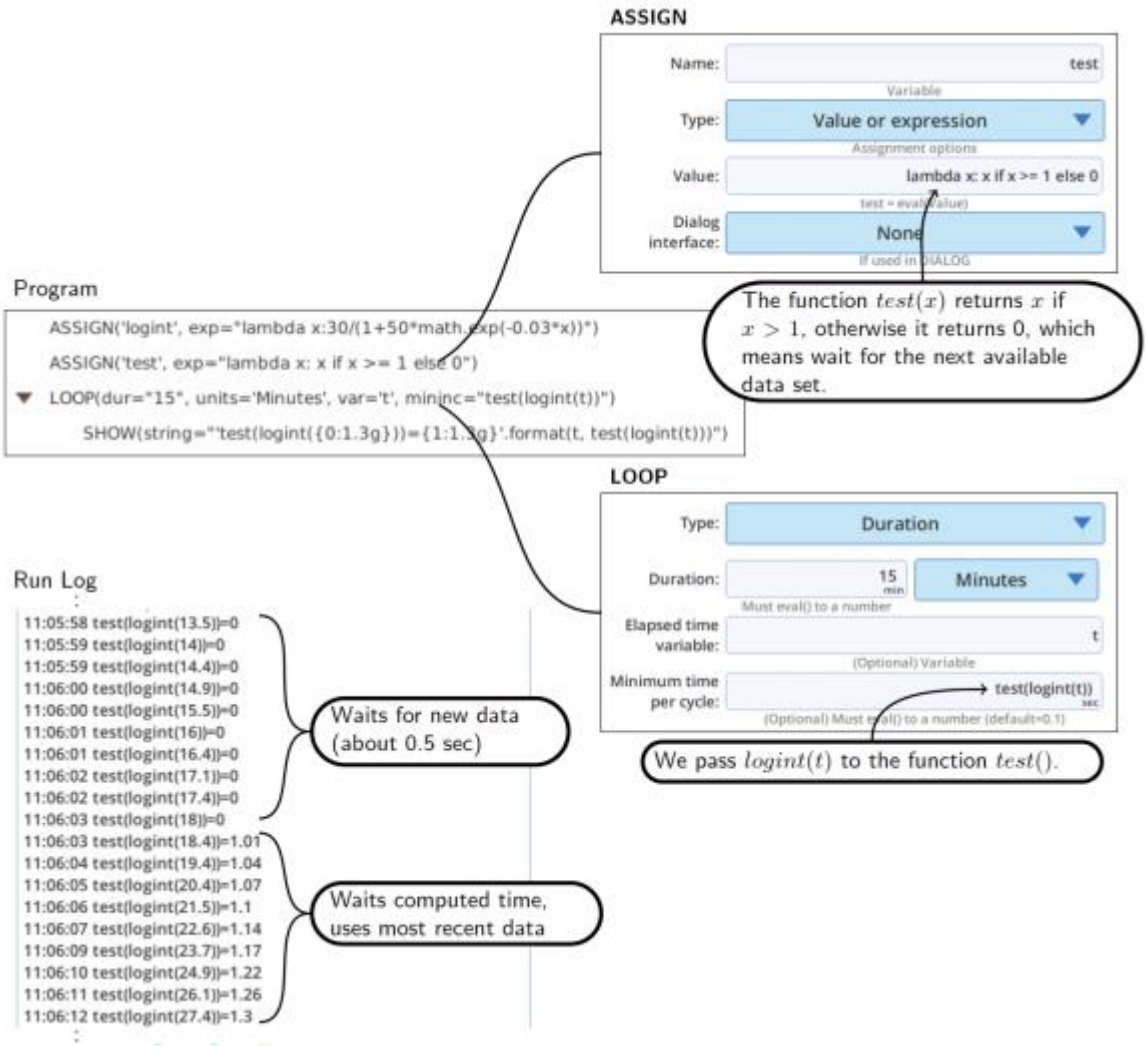


图 37: 等待有新的数据获得

我们进一步扩展这个程序，来增加几个大的光强的步骤的变化，使用这个时间函数来跟踪响应。程序如图 38，主机上文件的位置为 /home/licor/apps/examples/VariableLogInt.py。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

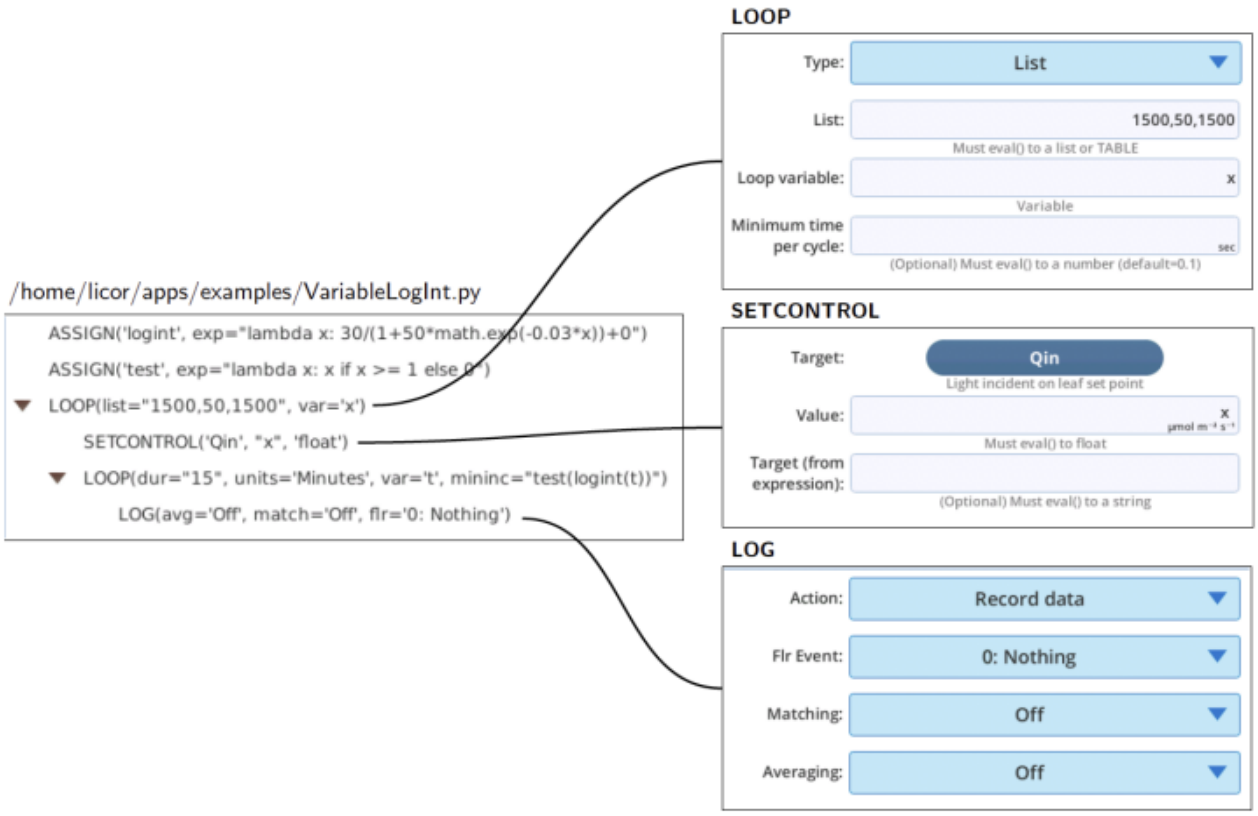


图 38: 突然的光强变化增加记录间隔

3.3 监控匹配模式

假设我们需要测量来自样品分析器气流的同位素。我们需要知道系统何时进入匹配模式，以便知道何时忽略测量（匹配模式导致测量的气体均来自参比气）。一个简单的 BP 可以监控系统，并将额外设定 DAC 通道，**当匹配模式活跃时发出信号**（译者按：容易理解的表述应为匹配时，DAC 输出电压信号 5 V，图 39 写 m<100 单位应为 mv，应该是允许一定噪音，防止出现意外，电压很难完全等于 0，有电压输出只能为 5 V，是 DAC 通道的设定）。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

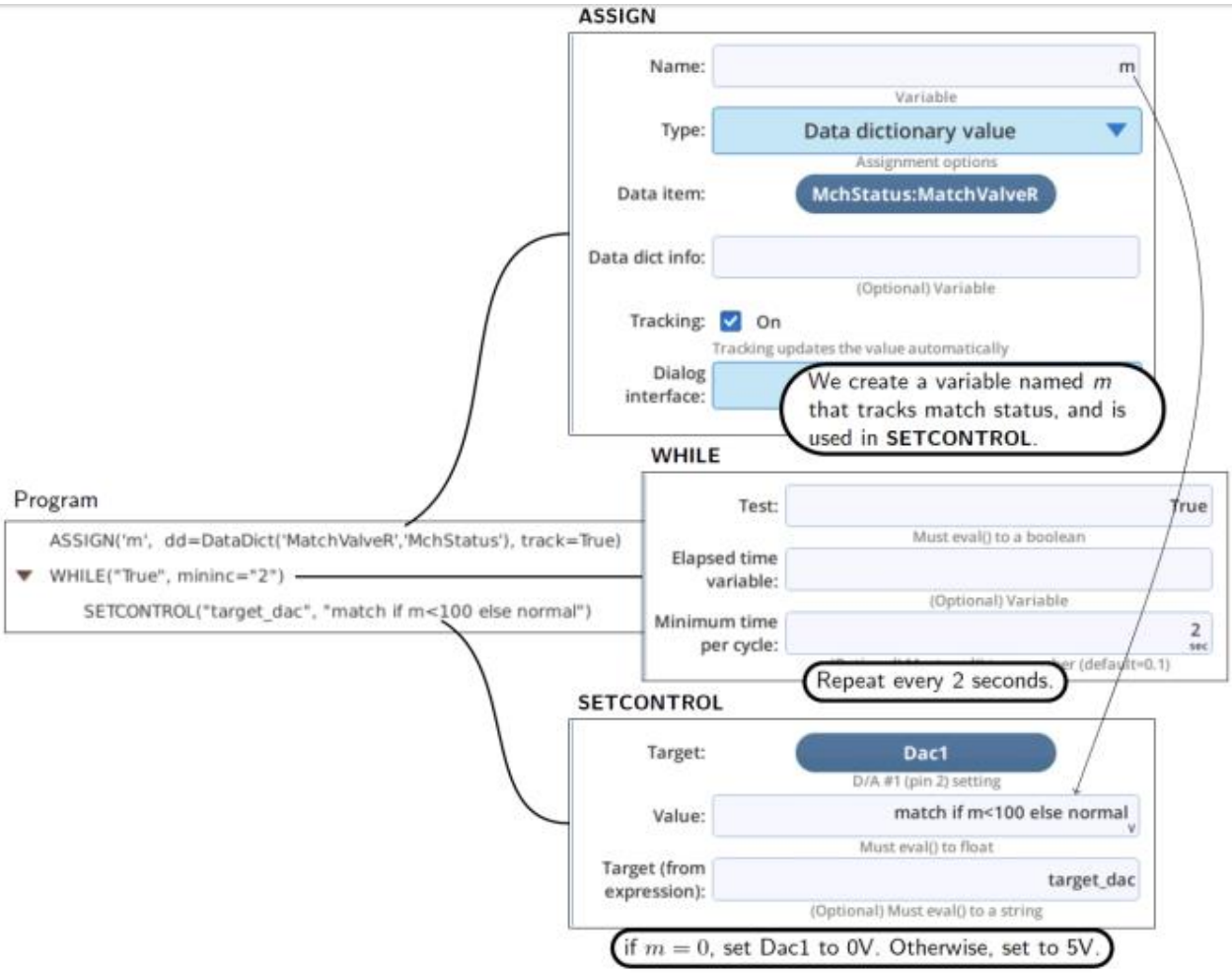


图 39: 监控 mactch 状态

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

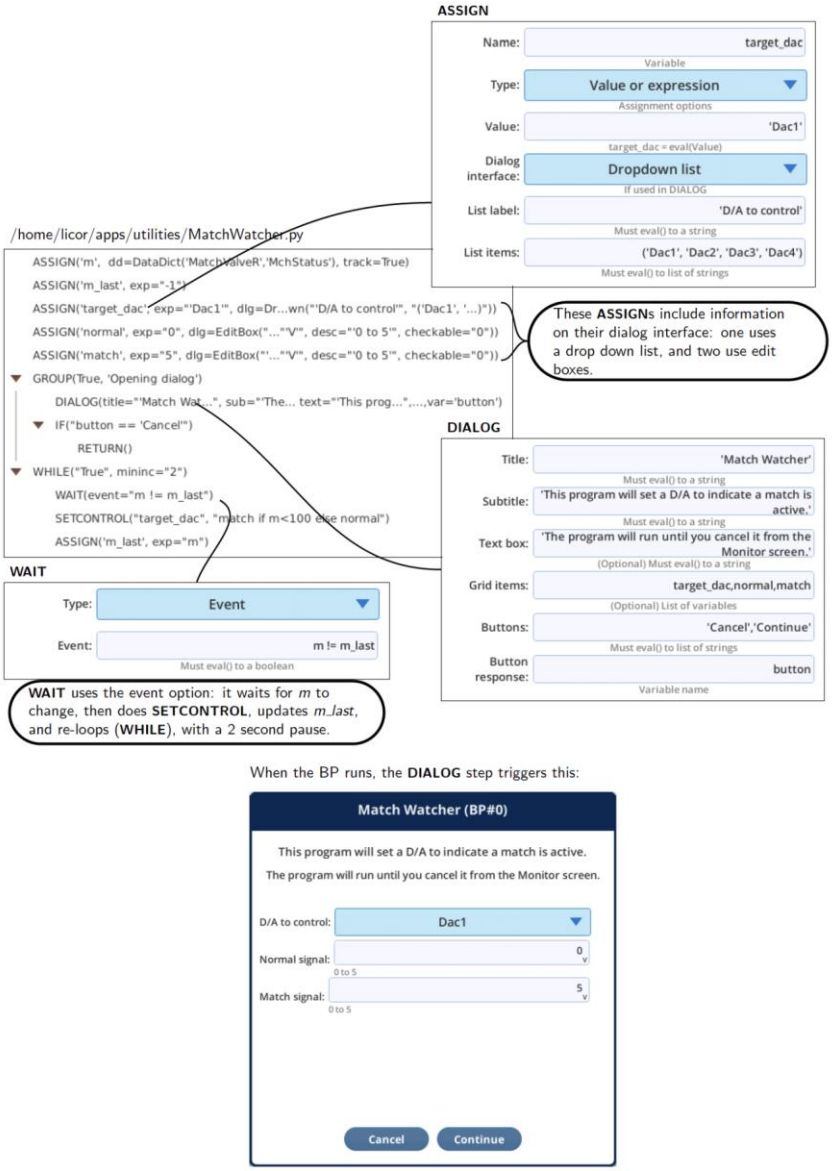


图 40: MatchWatcher 的代码

3.4 记录和重演时间序列

该例子分为两部分，第一部分的目标是记录一个光强变化的时间序列到文件。这是十分有用的，例如测量穿过林下叶层的光斑的光强变化。第二部分，使用上面记录的文件的数据和仪器光源重现上面的时间序列的光强。

对于数据记录部分，我们不使用常规的记录数据方式，因为我们仅仅需要一个时间戳和光量子传感器的值。BP 程序可以很容易实现该功能，图 41 展示的是一个测试版本，因为他输出到了日志，并且仅仅运行了 10 s。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

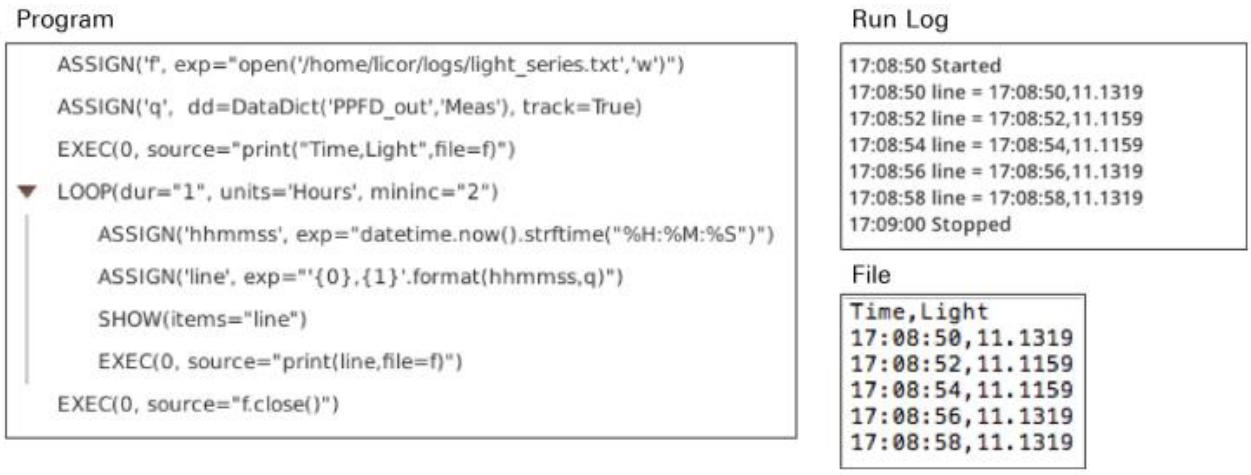


图 41: 记录一个时间序列的程序

程序的步骤讨论如下：

1. 使用 ASSIGN 打开一个文件（使用 python 表达式完成），将 f 分配给该对象。
2. 使用 ASSIGN 追踪外部光量子传感器读数并将变量 q 赋给该对象。
3. 写入表头（“Time，Light”）到该文件，在 EXEC 步骤中利用 Python 的 print 语句实现。
4. 使用 ASSIGN 来建立一个变量 hhmmss 并捕获系统时间，格式为 hh:mm:ss 格式（Python 的 datetime 模块可以使用）
5. 使用 ASSIGN 来创建文件的观测行，并将其赋给变量 line。
6. 使用 SHOW，将 line 变量显示在日志（严格的讲是 debugging - 最终我们将删除该行）。
7. 将 line 使用 print() 写入文件，并将其放在 EXEC 语句内。
8. 当循环结束后，在 EXEC 内关闭数据文件 f.clsoe()。

实际的程序在 /home/licor/apps/examples/GetTimeSeries.py，去除了 SHOW 语句，并设定运行 1 h。

变化：对于高速记录数据，设定系统的平均值时间为 0（在 LOOP 前添加 SETCONTROL，目标指向内部参数 SysConst:AvgTime，我们能够在 Control Dictionary 里的 Constants，然后 System 找到），然后让 LOOP 内 time/cycle 等于零（意味着只有当新数据出现时才能触发循环）。

第二部分是使用这个文件来设置 BP，所有的工作仅需要 2 个步骤（图 42），该程序放在了 /home/licor/apps/examples/Run-TimeSeries.py。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

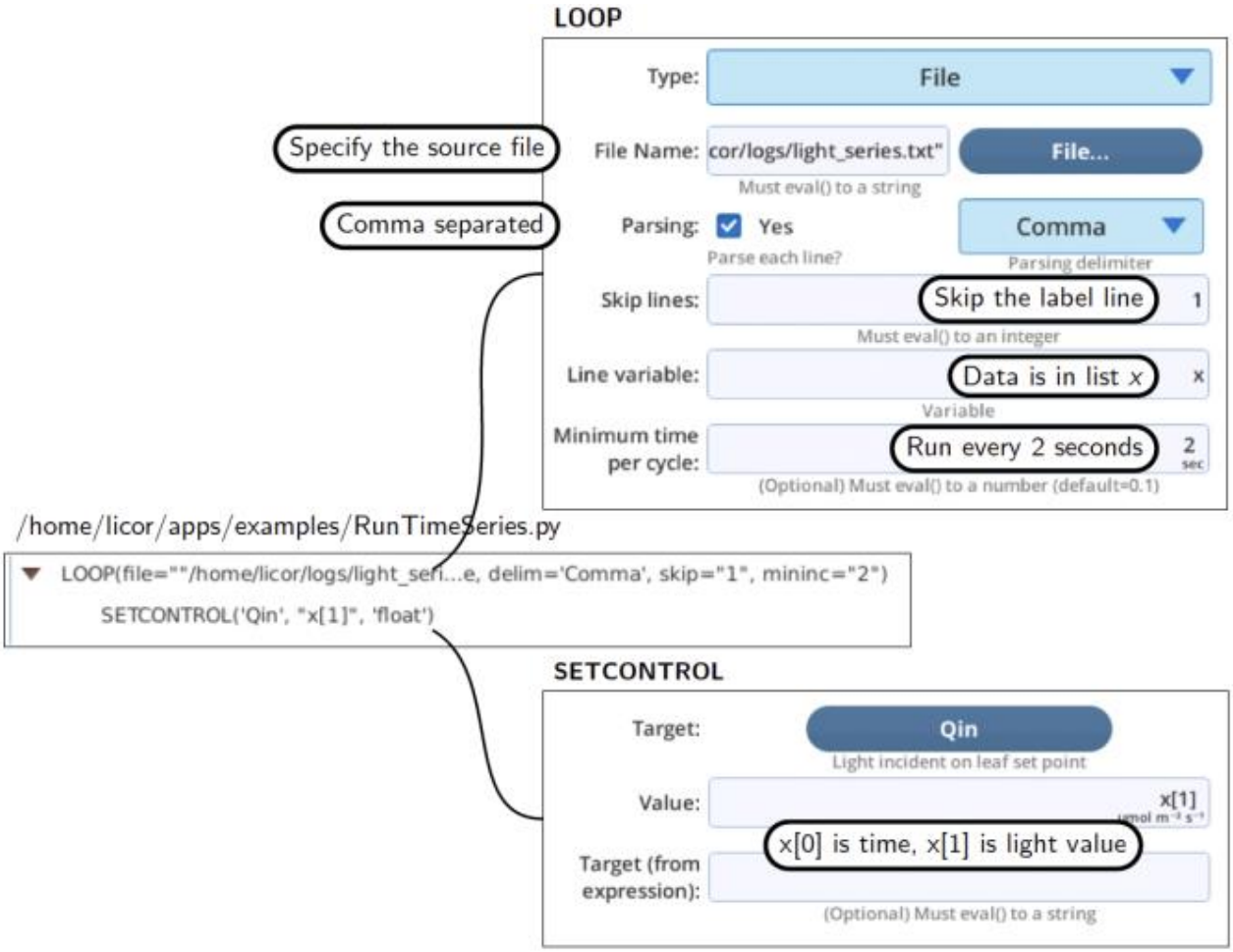


图 42: 根据文件内容来驱动光源

问题：当上述程序重现文件中的时间序列时，我们应该怎样修改程序，来记录叶片响应？

答案：不要这样尝试。相反的，运行这个程序来驱动光源，然后使用一个单独的，同向的程序（BP 或传统的 AutoProgram）来记录。尝试使用分开的程序一起运行十分简单，但是将他们合为一个程序则十分困难。这就是 BPs 的力量 – 我们可以将复杂的任务拆分为简单的，独立的部分。

该主题的变化：我们可以使用第三个 BP 来运行 autolog 和光强控制程序（使用 RUN 关键字以及程序的文件名），或者我们可以在光强变化的 BP 中运行 autolog，反之亦然。

这些练习留给读者们尝试。

4. 响应曲线

原则上创建一个响应曲线由以下可重复的模式组成：

1. 设定环境条件；
2. 等待稳定；
3. 记录数据。

BPs 为完成这些任务提供了非常多的灵活性：控制设置点可以手动输入，读取文件，从算法中产生等。等待的时间可以是固定的，或者随条件而改变。

下面的内容将要演示 BPs 中响应曲线的某些选项。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

4.1 基础响应曲线

在 Library GROUPS 的资源中有一个简单的 CO_2 响应曲线，如图 43，要更改设置点，编辑 LOOP 步骤，然后更改目标值，再编辑 SETCONTROL 步骤。

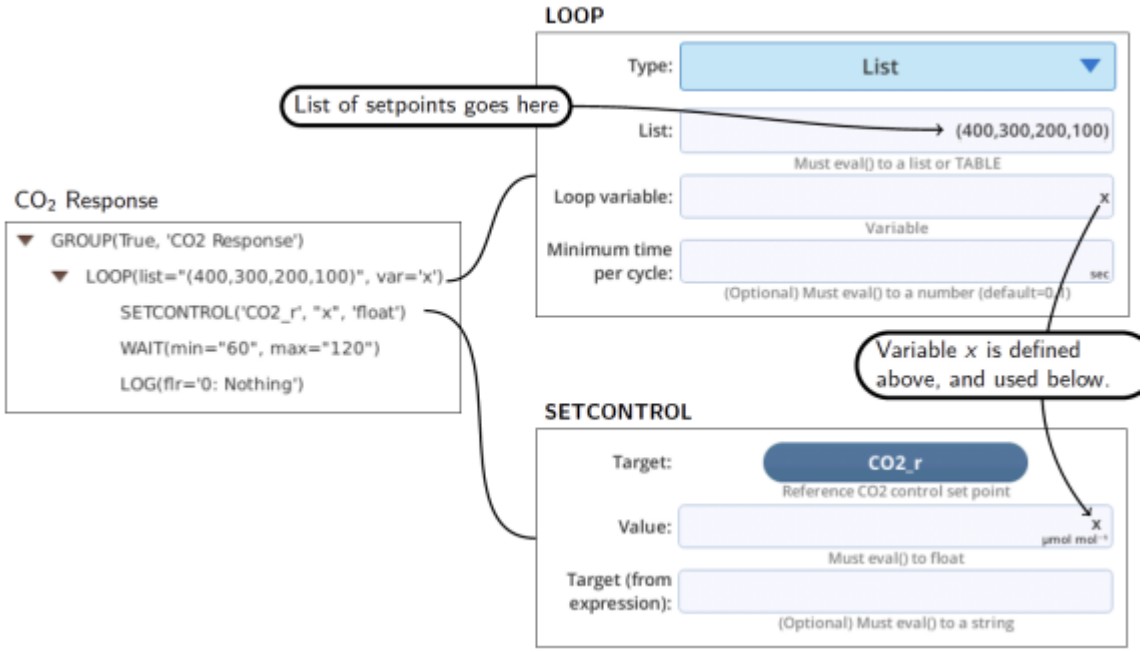


图 43: 使用 LOOP[list] 的单变量响应

因为 LOOP 的列表条目被调用，这里我们可以使用 Python 表达式。例如，如果我们希望从 100 到 1000 的变化范围，每 100 ppm 的整数设置点的增加，我们可以使用 range() 方法，他的参数为整数，分别为开始，结束，步长。

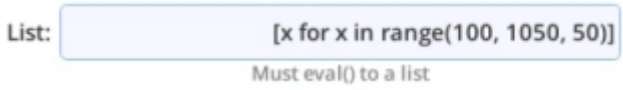


图 44: range() 生成数据点

相当于在运行时产生了数据点（译者按：相当于运行了 Python 列表解析（list comprehension），如下为实际运行的结果）：

```
In [1]: [x for x in range(100, 1050, 100)]
Out[1]: [100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000]
```

另一个选项如图 45 所示，我们增加了 EXEC 步骤，来使我们可以使用 list utility.py 模块来获得某些列表生成点的应用方法。我们使用上述模块生成了一个浮点设置列表，只需给定简单的起始值、结束值，以及需要的点的数量。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

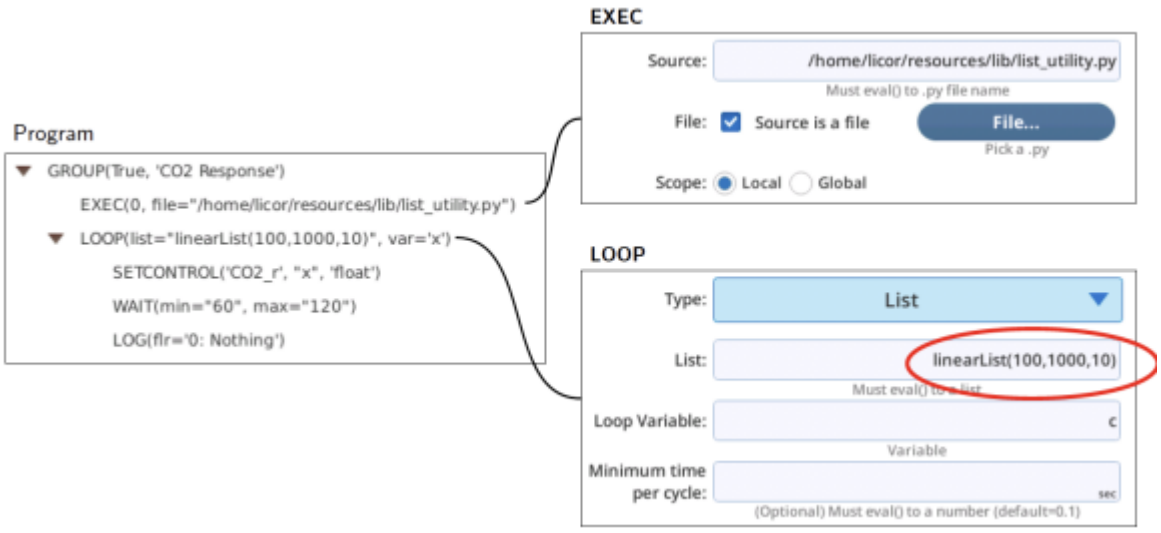


图 45: 添加 linearList 功能

如果我们希望用随机数的数值，使用 randomList() 来代替 linearList。

图 46: 使用 randomList 功能

linearList 和 randomList 的例子:

```
In [1]: linearList(1,10,4)
Out[1]: [1.0, 4.0, 7.0, 10.0]

In [2]: linearList(5, -5, 6)
Out[2]: [5.0, 3.0, 1.0, -3.0, -5.0]

In [3]: randomList(5, -5, 11)
Out[3]: [4.0, 3.0, -1.0, -3.0, 2.0, 1.0, -2.0, -4.0, -5.0, 0.0, 5.0]
```

示例程序 /home/licor/apps/basic/GenericResponse.py（图 47）展示了 TABLE 的使用，它使得搭配目标和设置点变得容易。Table 条目默认不传递至 eval()（或者说没有表达式和变量），因此设置点必须明确的输入。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

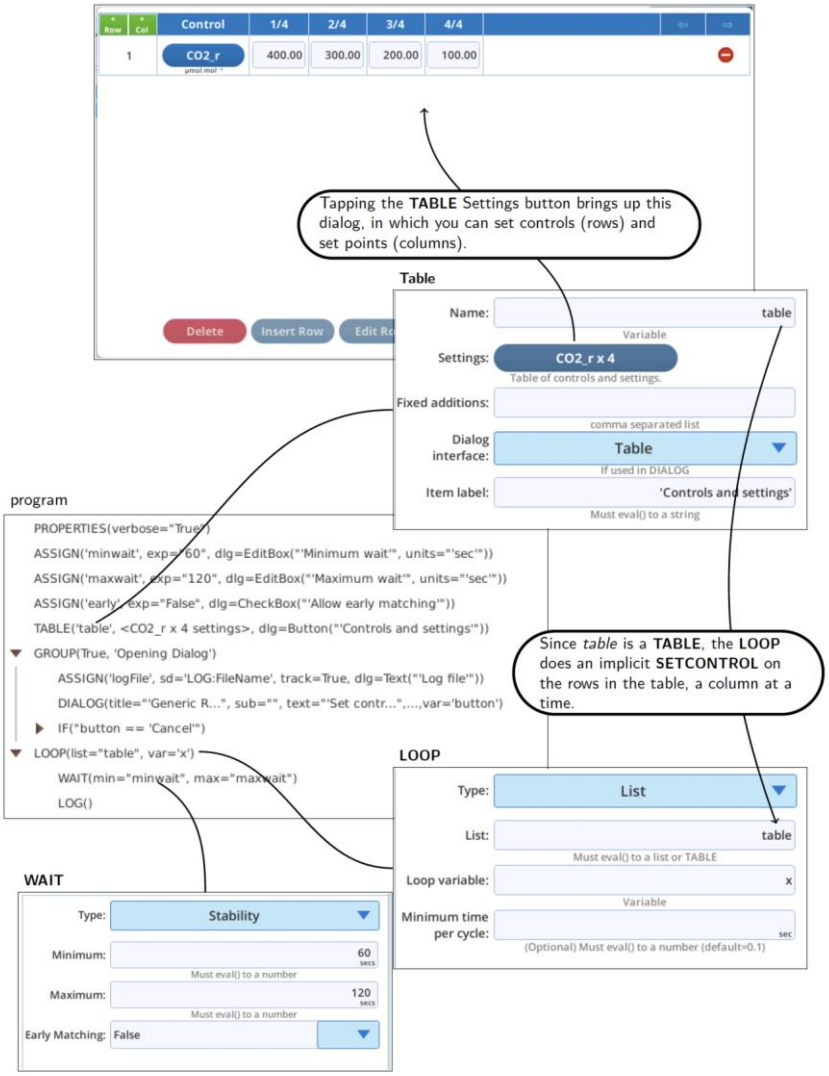


图 47: /home/licor/apps/basic/GenericResponse.py 程序

GenericResponse.py 程序支持打开对话框（图 48），从这里我们也可以编辑这个表格。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

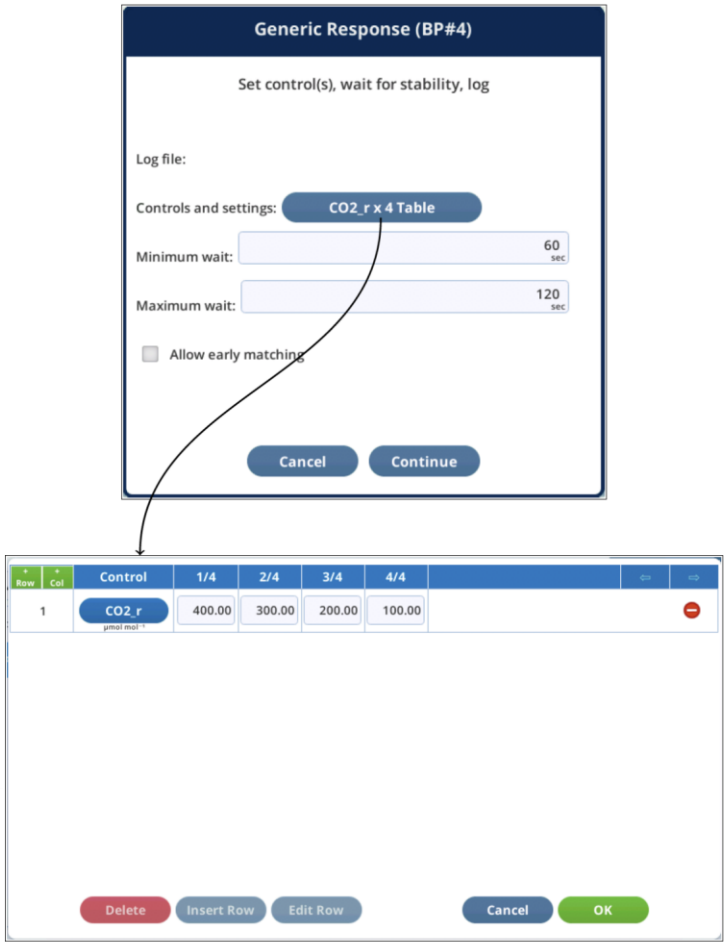


图 48: /home/licor/apps/basic/GenericResponse.py 的对话框

4.2 多个控制项

怎么在响应循环中改变多个控制项呢？例如，我们在光响应曲线测量时，怎么样随着光强的下降增加红光的比例呢？

一个方法是使用控制表格界面（正如使用 /home/licor/apps/basic/GenericResponse.py），并使得表格如图 49

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

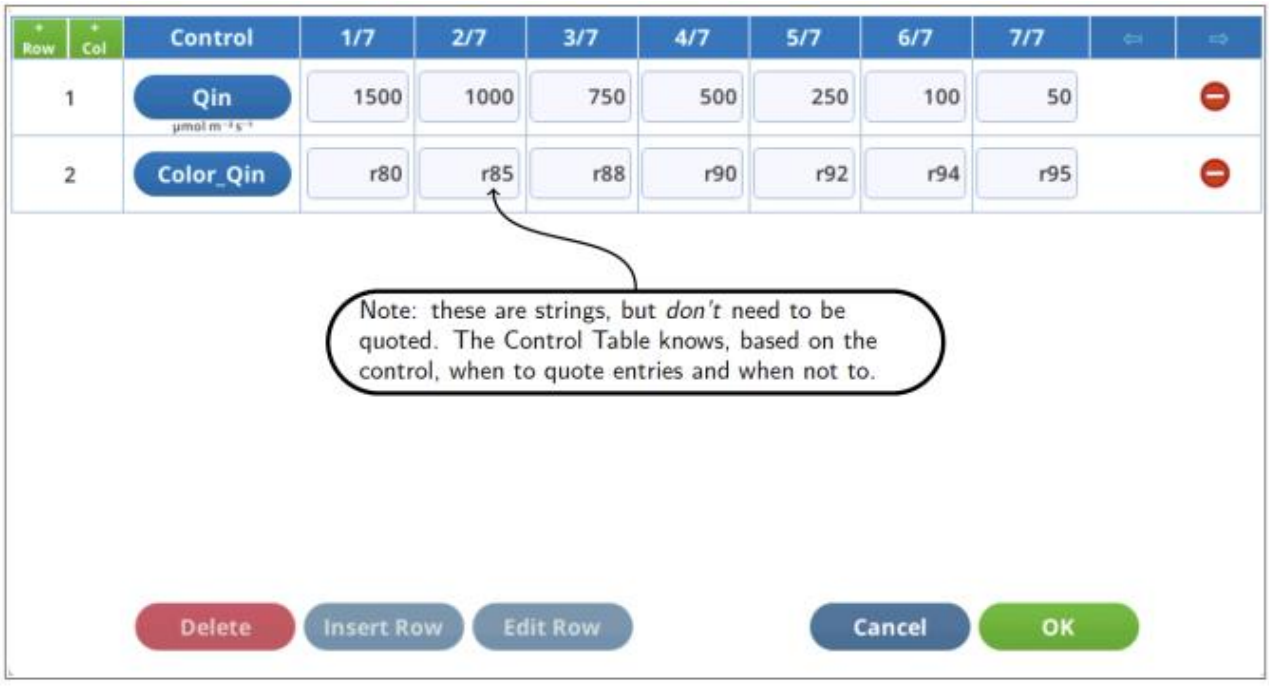


图 49: 红光比例增加的光响应曲线

另一个方法是 /home/licor/apps/examples/LightColorCurve.py 展示的程序（图 50），使用了程序化的方法来确定光强和颜色的设置点（译者按：注意 lambda 表达式为 lambda x: int(100-(x/1500.)*20) ， 1500 之后有小数点）。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

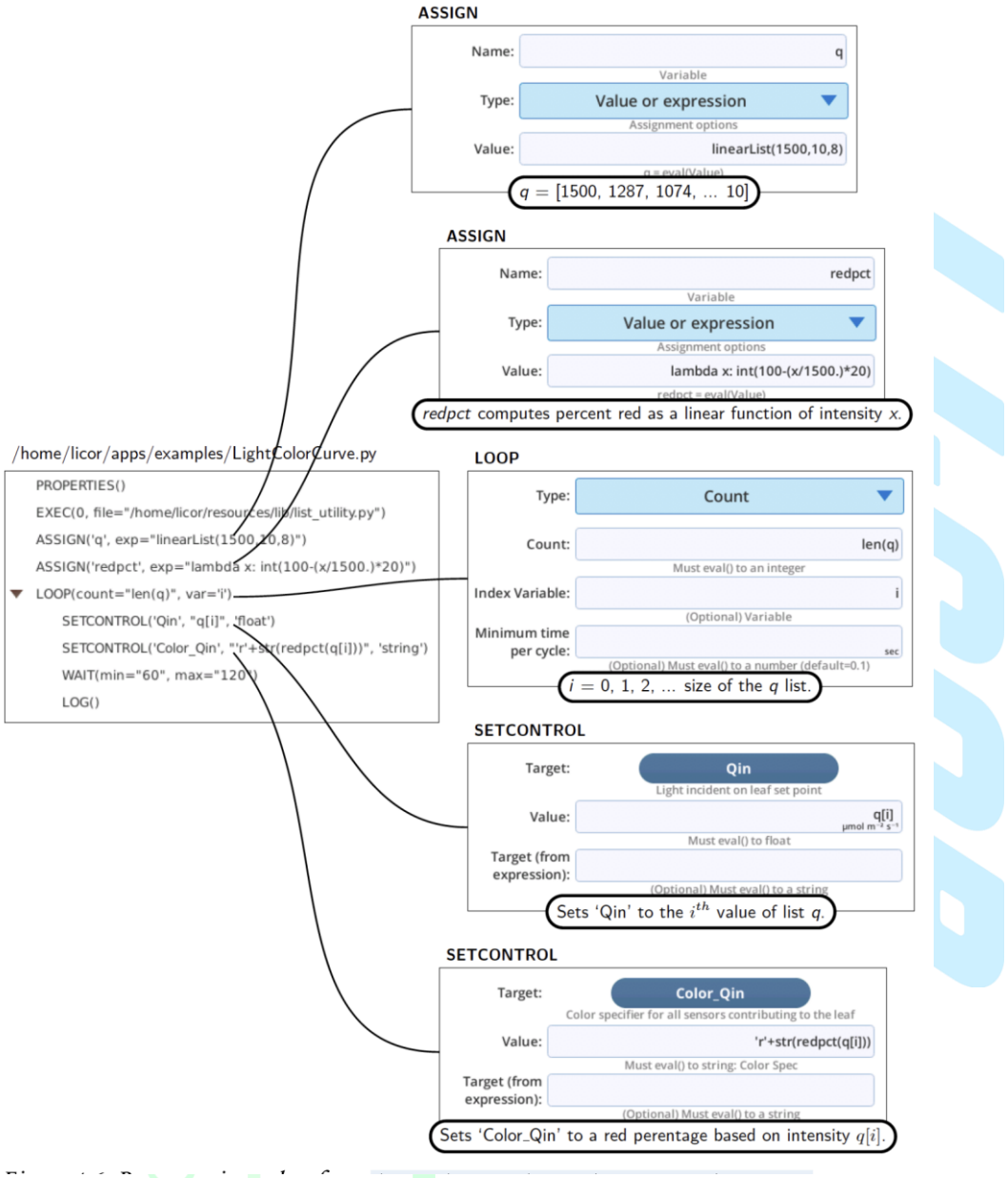


图 50: /home/licor/apps/examples/LightColorCurve.py 程序

如果我们在 verbose 模式下测试该程序，那么我们会看到每个设置点的取值（图 51）

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

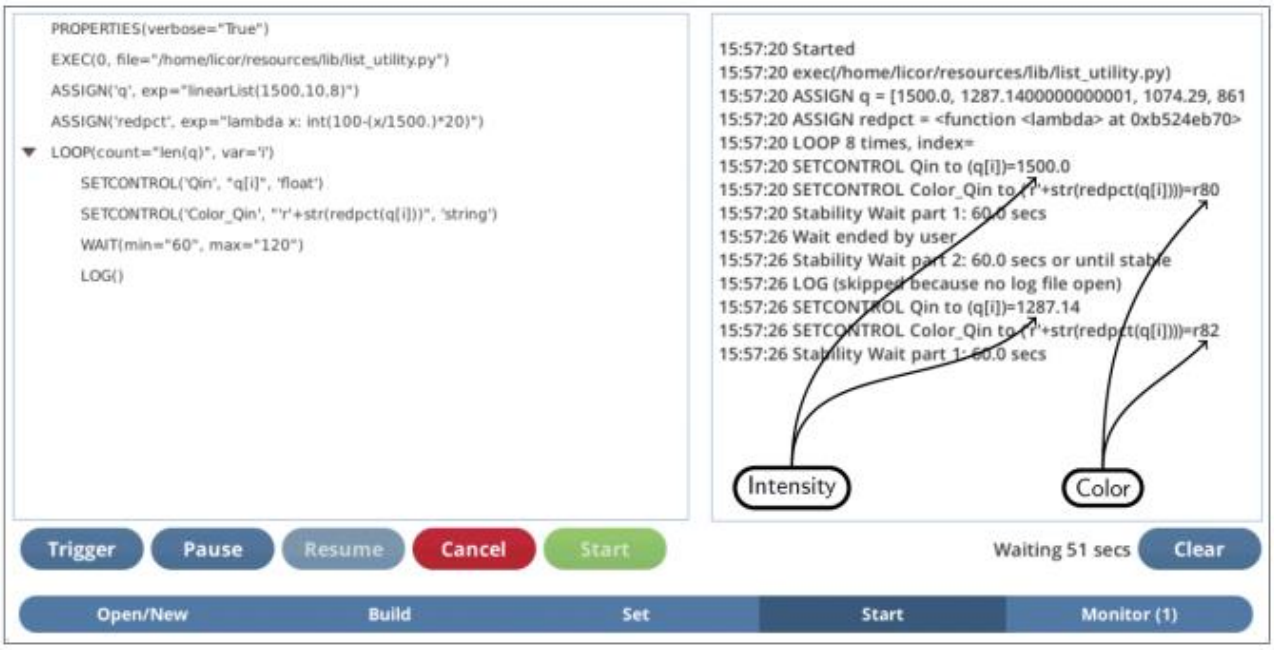


图 51: 运行 /home/licor/apps/examples/LightColorCurve.py 程序

4.3 更高的维度

假设我们需要测量一个响应面而不是曲线，我们应该怎么做？例如，光合、导度等作为光强和 CO_2 的函数。仅使用 2 个缩进的变量，我们就可以做巢式控制循环，正如 /home/licor/apps/basic/NestedResponse.py 所示，使用图 52 展示的策略，基本上我们在测量一个不同 CO_2 浓度下的光响应曲线（许多点）。

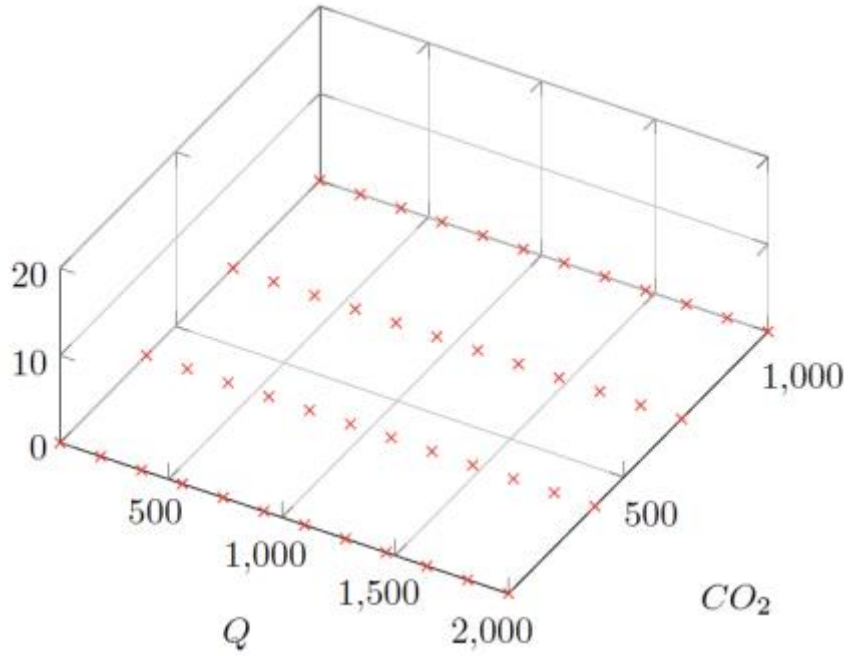


图 52: 测量 4 个 CO_2 浓度下的 12 个光强设置点的响应面，共 48 个点

这里总共有 4 个高分辨率的光响应曲线，12 个分辨率低的 CO_2 响应曲线。如果我们想要平衡二者的

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

分辨率，我们可以反推：我们总共要花多久完成这个测量（例如 2 h），除以每个平衡所需要花的平均时间（例如 5 mins）来获得 24 个点，对其开方（≈ 5）,那么我们只能得到 5 个光强和 5 个 CO_2 的值，这样的结果难以满足我们的目的。

那么，为什么不使用 12 个光强和 12 个 CO_2 的点，仅作一个循环，也就是每个测量一次，图 53 使用该方法，我们仅使用 $12 \times 5 = 60$ mins。

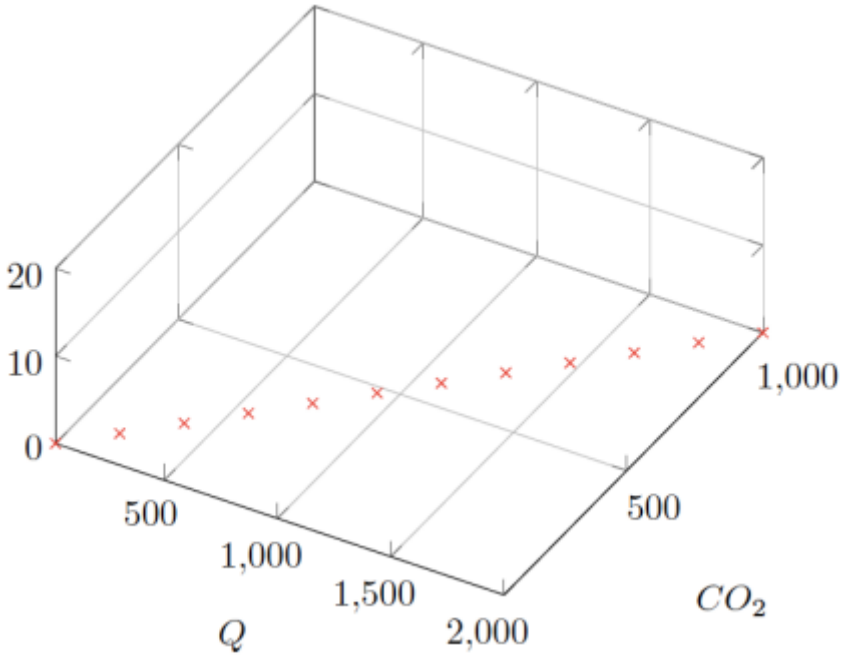
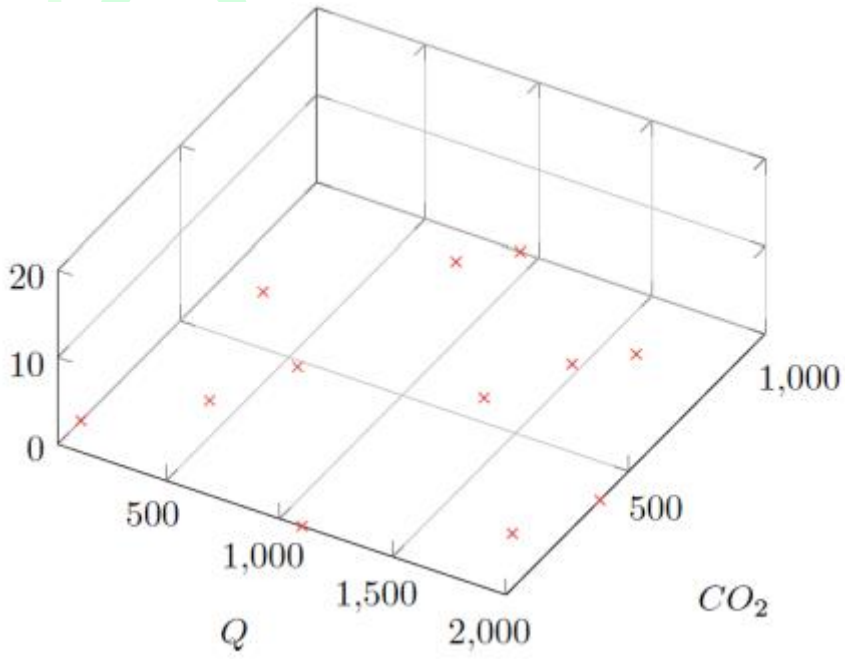


图 53: 对平面的采样非常差的联合响应曲线

图 53 很清晰的展示了该方法并不是很有帮助：我们测量的每个点都独自在一个光响应或者二氧化碳响应曲线，我们很难知道这个响应面是怎么变化的。

但是假设我们使用 12 对测量点，并将它们的顺序随机化，这样他们之间具有非常低的相关性（图 54）。



基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

图 54: 随机分布光强和二氧化碳的配对点降低了它们间的相关性，提升了我们测定响应面的几率

现在我们开始在光强-二氧化碳空间取样，并且我们有机会得到合理的对上述平面的估计。

使用 BP 实现该方法非常容易。让我们创建一个程序来实现（55）。我们需要在列表中增加 list_utility.py 模块（EXEC 步骤），然后生成两个具有 12 个空间上平均分布点的列表：q（光强）从 50 到 1500，c（CO_2）从 50 到 1000。另一个 EXEC 传递设置点列表到 makeOrtho() 来讲其置乱，返回一个列表的列表，随后我们将其放回原来的变量，我们使用 SHOW 来查看运行的值。

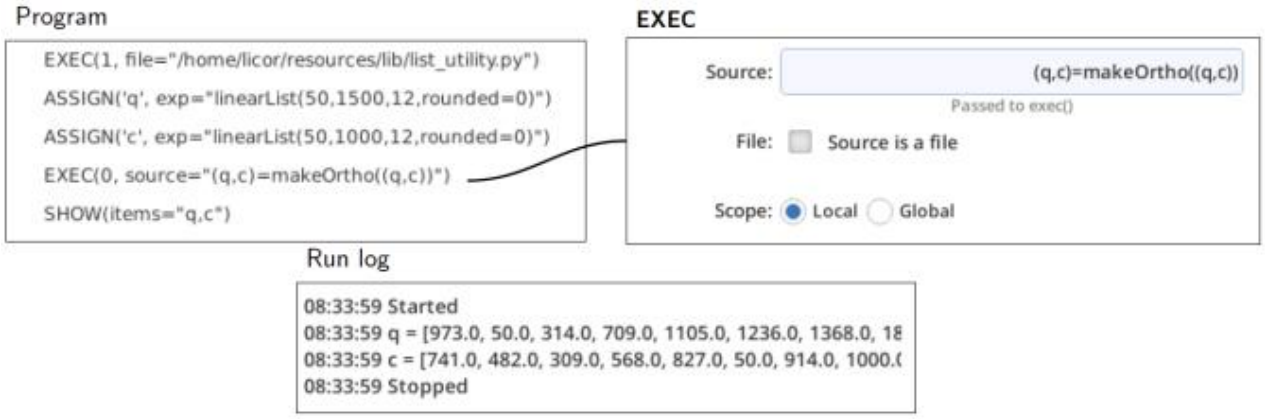


图 55: 使用 list_utility 模块的 makeOrtho() 方法来创建正交设置列表

现在我们需要做的就是添加具 SETCONTROLs、WAIT 和 LOG 的 LOOP，我们的程序放在了 /home/licor/apps/example/OthoLightCO2.py（图 56）。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

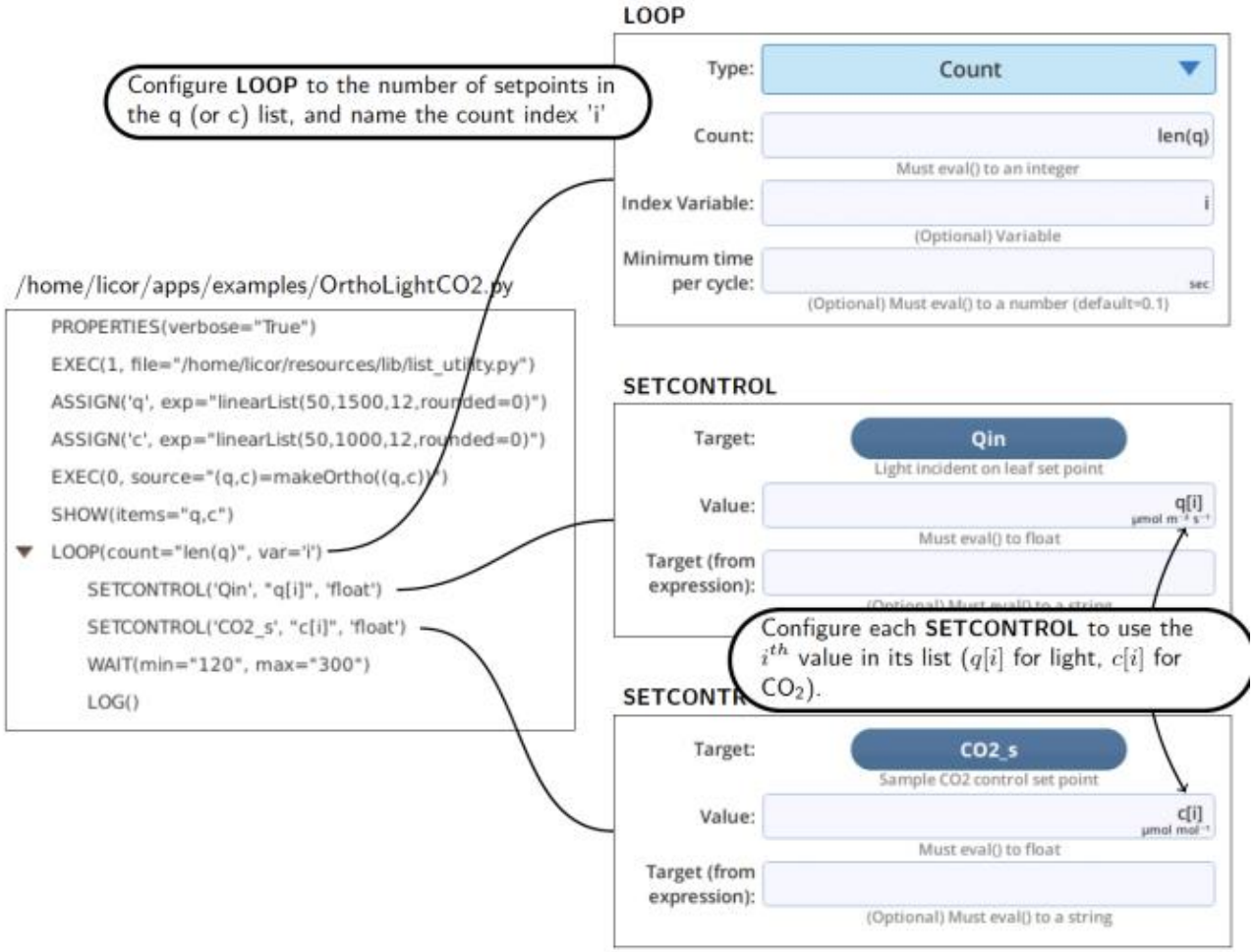


图 56: 使用 list_utility 模块的 makeOrtho() 方法来创建正交设置列表

makeOrtho() 有两个可选参数，通过下面的例子介绍。假设我们想要三个独立的变量：光强, CO_2 和 温度。光强或 CO_2 发生大的跳跃不是问题（除了较长的叶片平衡时间），但是对于温度，我们可能更喜欢尽可能的选择单调的变化来缩短系统的平衡时间。那我们怎样做呢？

在 /home/licor/apps/examples/OrthoTempLightCO2.py 有一个例子（图 57）

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

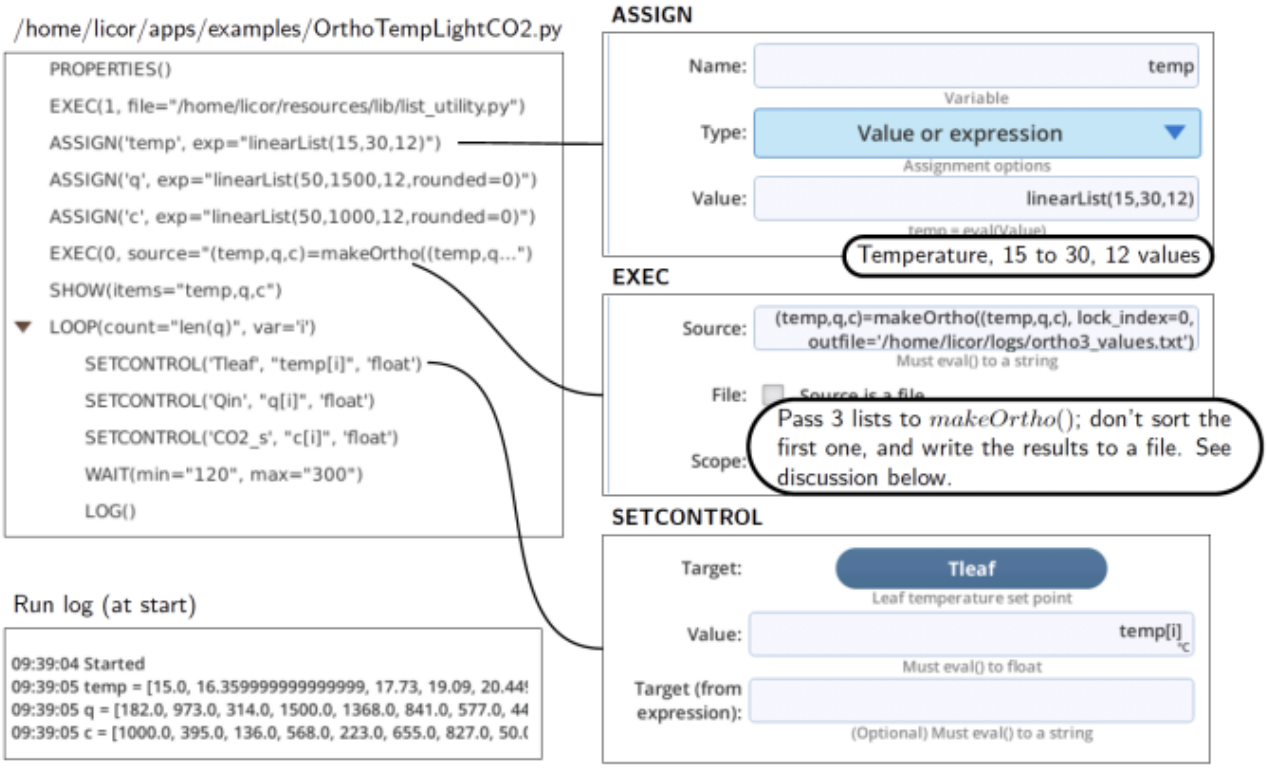


图 57: 使用正交设置点来测量温度、CO_2和光强的响应面程序

相比上个程序的改变有：

1. 第三行 ASSIGN，增加了一个变量（temp）来操持从 15 到 30 的 12 个温度设置点。
2. 第六行 EXEC，增加了 temp 和其他的可选参数来调用 makeOrtho()，使其像（译者按：原文代码有误）：

```
makeOrtho((temp,q,c), lock_index=0, outfile='/home/licor/logs/ortho3_values.txt')
```

lock_index=0 告诉 makeOrtho() 不要使第一个列表随机化（译者按：python 的起始为 0），它代表的是温度。

outfile='/home/licor/logs/ortho3_values.txt' 指示 makeOrtho() 来将结果输出至文件，这样我们后面可以查看或者使用相同的设置点（结果类似下面的表）。

```
corr_coeff= 0.076648340643
15.0 1105.0 568.0
16.36 182.0 827.0
17.73 1368.0 741.0
19.09 50.0 223.0
20.45 1500.0 309.0
21.82 314.0 482.0
23.18 445.0 136.0
24.55 973.0 1000.0
25.91 841.0 50.0
```


基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

```
27.27 709.0 655.0
28.64 577.0 914.0
30.0 1236.0 395.0
```

3. 第七行 SHOW，将 temp 加入其中。
4. 第九行 SETCONTROL，将温度值设置为第 i 个 temp。

4.3.1 可变的稳定等待时间

假设我们希望通过巢式循环来做一个不同 CO_2 浓度的光响应曲线，一个外循环来改变 CO_2 浓度，一个内循环用于改变光强（程序 /home/licor/apps/examples/Light_CO2_autofile.py，将每条曲线均放置于其自己的记录文件）。该方法需要重点考虑的方面是第一个点的等待时间要高于其他常规测量点，因为 CO_2 刚刚改变，并且光强从上一条曲线的最后一个值到现在的值也经历了大的变化，一个适合的程序如图 58 所示：

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

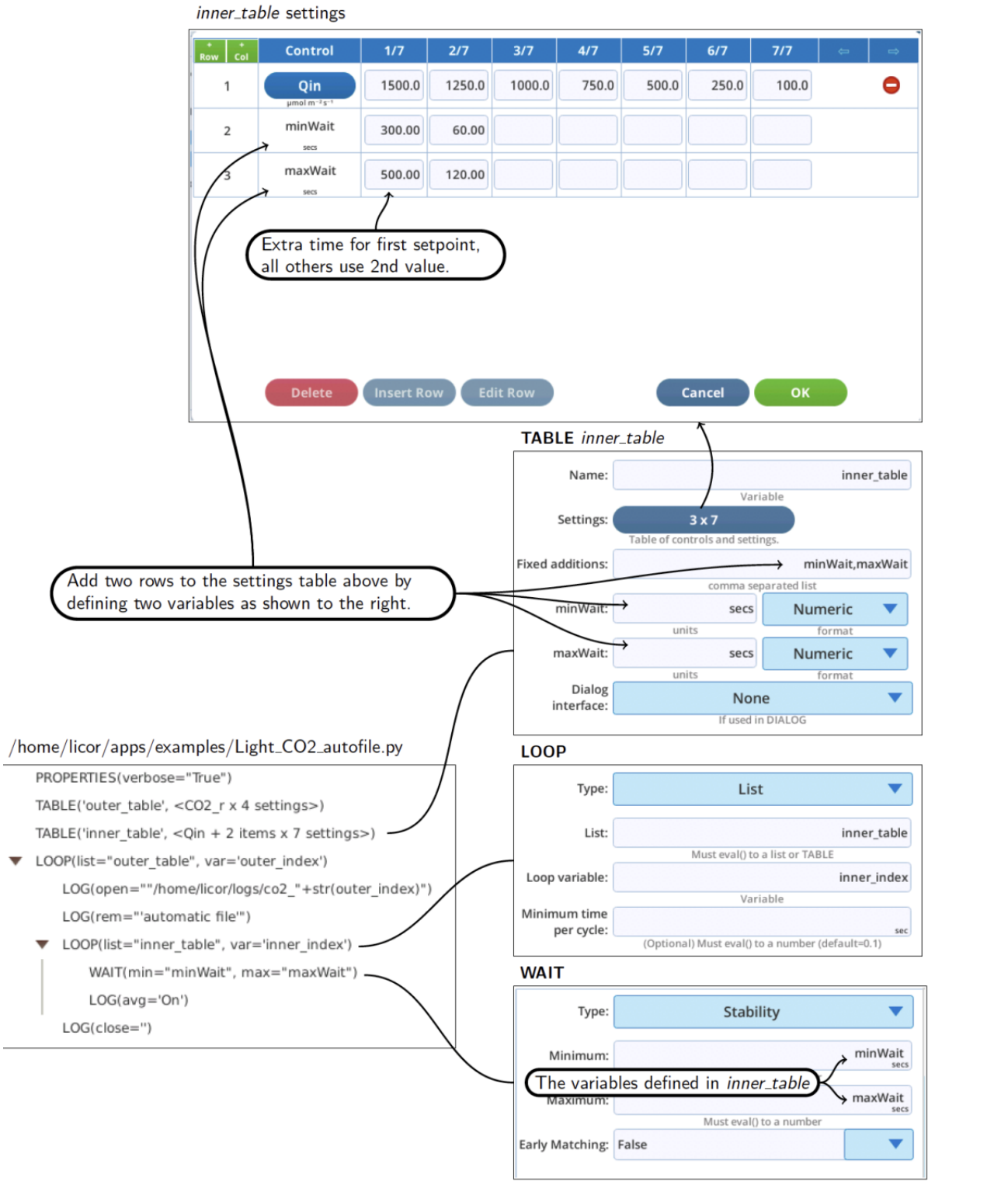


图 58: 向表格中添加 wait 变量

图 58 也可以通过图 59 展示的方式不使用 TABLE 实现。这里我们利用了容易生成设置点（linearList()）的优势。minWait 是正常的最小等待时间，firstWait 是每条光响应曲线完成后使用的等待时间。最大等待时间总是最小等待时间的 2 倍。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

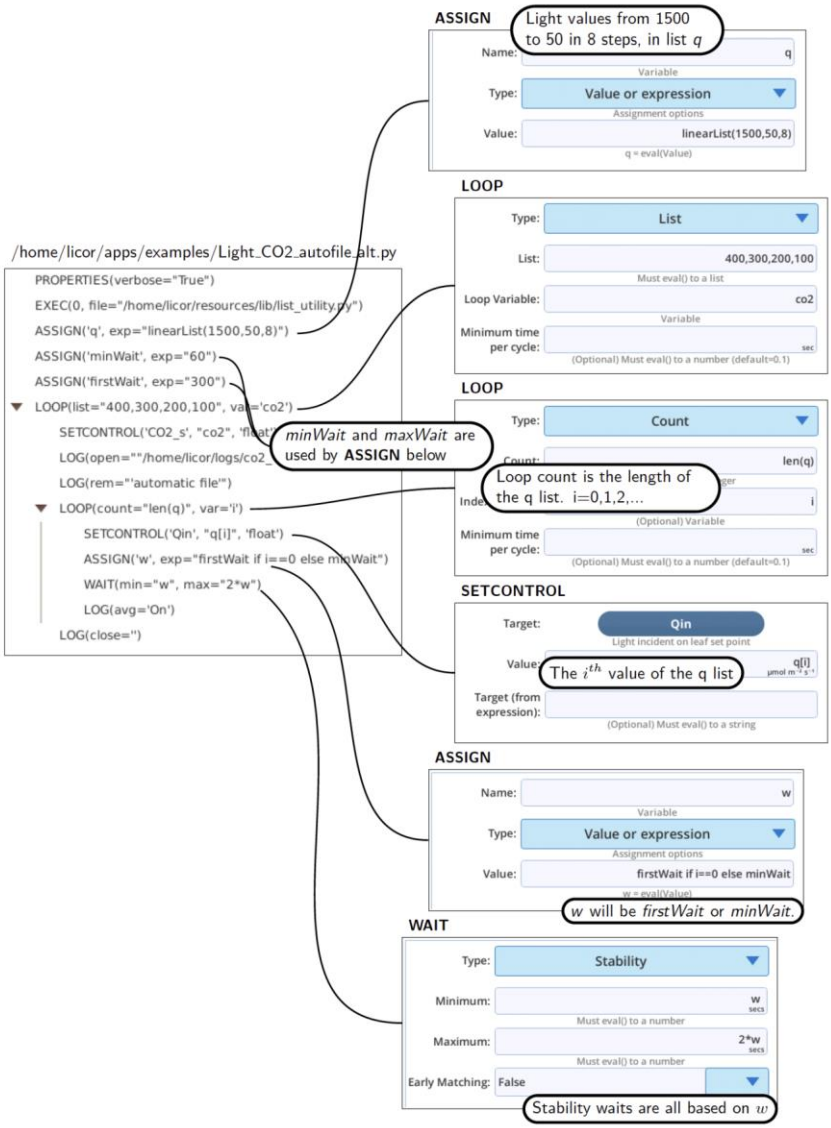


图 59: 向表格中添加 wait 变量

5 使用对话框

在 BP 中使用一个用户界面来引导用户是十分有用的，尤其是用户并不是程序设计者的时候。例如，一个简单的用于光响应曲线的程序（图 60）：

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

```
PROPERTIES(verbose="True")
EXEC(1, file="/home/licor/resources/lib/list_utility.py")
ASSIGN('start', exp="2000")
ASSIGN('stop', exp="10")
ASSIGN('count', exp="10")
ASSIGN('setpoints', exp="linearList(start,stop,count)")
LOOP(list="setpoints", var='x')
    SETCONTROL('Qin', "x", 'float')
    WAIT(min="60", max="120")
    LOG()
```

图 60: 无前端的光响应曲线 BP

该程序有三个参数（start、stop 和 count，分别是起始设置点，结束设置点以及增加量）。如果有人（不是设计者）希望使用这个程序，但是需要修改设置，他们必须在 BP 的编辑环境下进行，如果他们不知道将要做什么，那么他们可能无意的使程序不能工作。如果程序能够显示如图 61 的对话框则会更好。

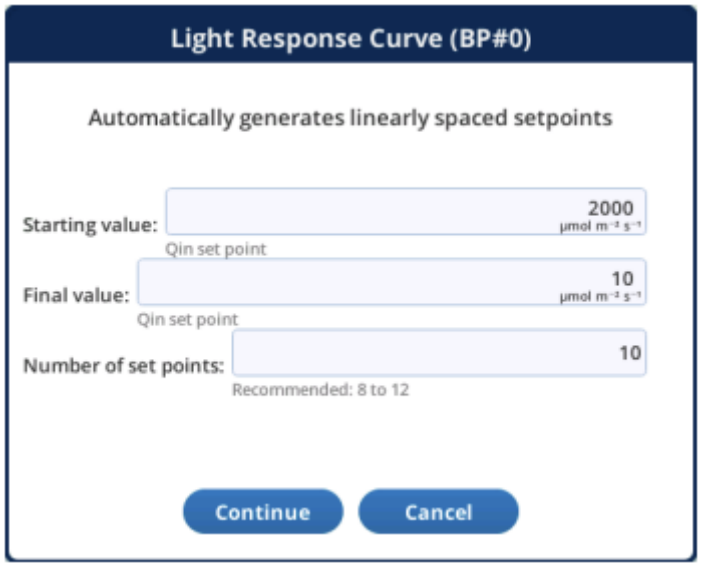


图 61: 一个有前端的光响应曲线

令人高兴的是，BP 中设计这个对话框十分简单。因为这里有一个 DIALOG 步骤来为我们做所有的工作。如果 BP 中有需要我们修改的变量，或者我们希望用户使用按钮或选择框来控制程序，则需要额外几行代码来处理。总的说来，总共需要三个基本步骤。

1. 在 BP 的运行流中我们想要对话框出现的合适位置插入 DIALOG 步骤；
2. 如果对话框允许编辑变量，再次访问这些变量定义的 ASSIGN 步骤，并补充对话框相关信息，用于我们选择的界面。
3. 如果程序流的去向取决于选择的按钮，或者编辑变量的状态，增加相关代码。

怎样使图 60 生成图 61 的对话框的方式参考图 62，增加的程序使用红色框标注。我们将 DIALOG 步

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

骤放于 count 变量之后，但在设置点计算之前，因为它使用可能编辑的值。我们也通过 IF 和 RETURN 来处理 Cancel 按钮。要使得 start、stop 以及 count 出现在对话框，他们必须是 a) 在 DIALOG 步骤的 Grid items 列出，并且 b) 在他们的 ASSIGN 语句中指定界面。

译者按：

因为图 62 空间有限，ASSIGN 代码显示并不完全，现在将其列出，方便查看。

```
ASSIGN("start",
   exp="2000",
   dlg=EditBox("'Starting value'", units="'µmol m⁻² s⁻¹'", desc="'Qin set point'")),
# Assign a variable to an expression: ASSIGN('varname', exp="expression" [,dlg=Nothing()])
ASSIGN("stop",
   exp="10",
   dlg=EditBox("'Final value'", units="'µmol m⁻² s⁻¹'", desc="'Qin set point'")),
# Assign a variable to an expression: ASSIGN('varname', exp="expression" [,dlg=Nothing()])
ASSIGN("count",
   exp="10",
   dlg=EditBox("'Number of set points'", desc="'Recommended: 8 to 12'")),
# Open a dialog: DIALOG(title=string [,sub=string] [,text=string] [,items=list_of_edit_items]
#[,buttons=list_of_buttons] [var=pressed_btn_name])
DIALOG(title="'Light Response Curve'",
   sub="'Automatically generates linearly spaced setpoints'",
   items="start,stop,count",
   buttons="'Cancel','Continue'",
   var="button"),
IF("button == 'Cancel'",
   steps=(
      RETURN(),
   )
),
```


基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

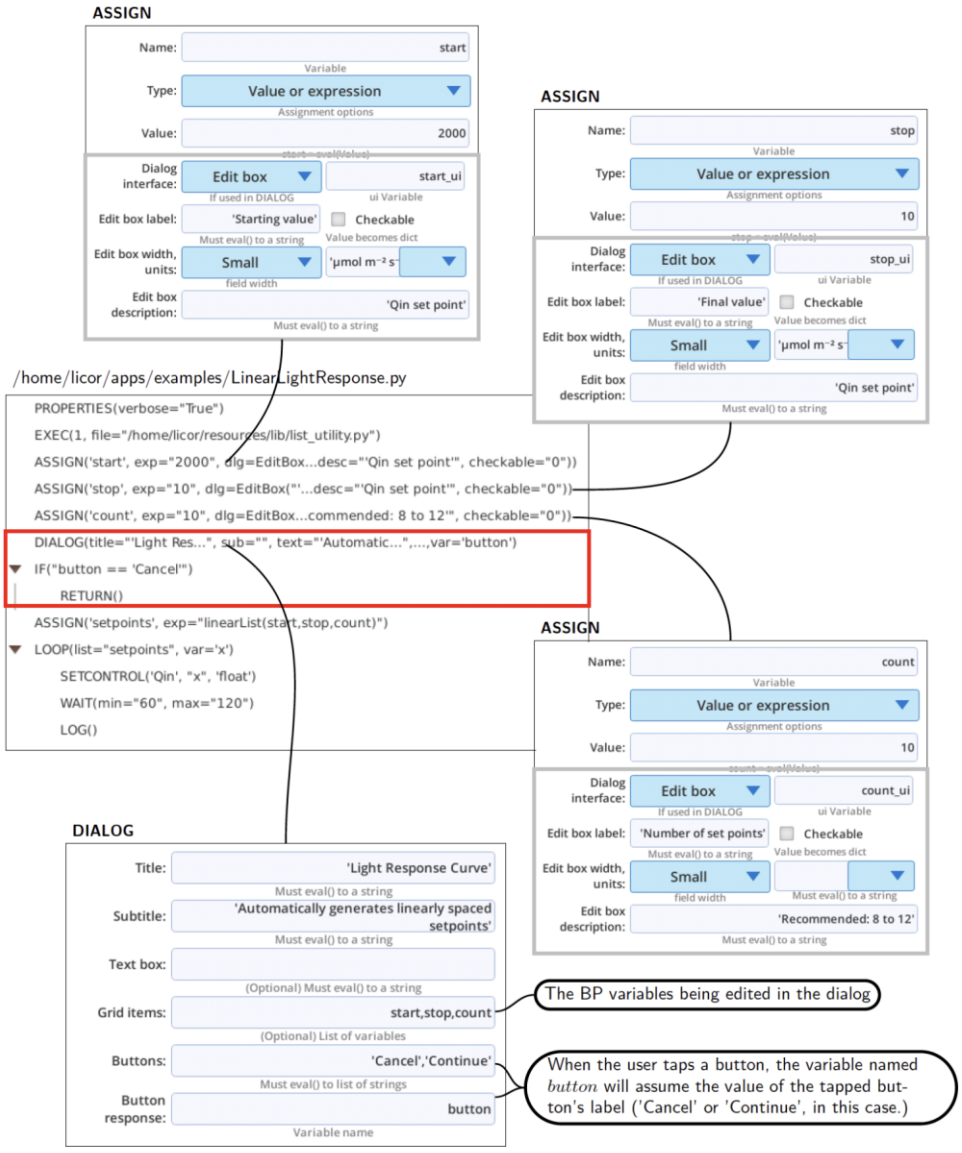


图 62: 使用对话框来配置的光响应曲线

一个练习，让我们在这个程序里增加一个暗适应选项。他是开/关类的程序，因此它非常适合使用对话框中的勾选框和程序中的布尔值变量。图 63 展示其实现方法。

1. 增加变量 dark（上部绿色框），并将其赋值为 False。将其设定为勾选对话框界面。
2. 将 dark 添加在对话框的可编辑条目。如果想让其出现在对话框边界的底部，将其添加在可编辑条目的最后。
3. 添加一些代码（底部的绿色框），当 dark 被设定为 True 时，来执行暗适应（此例我们忽略了 Dark Adapt GROUP 中的细节）。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

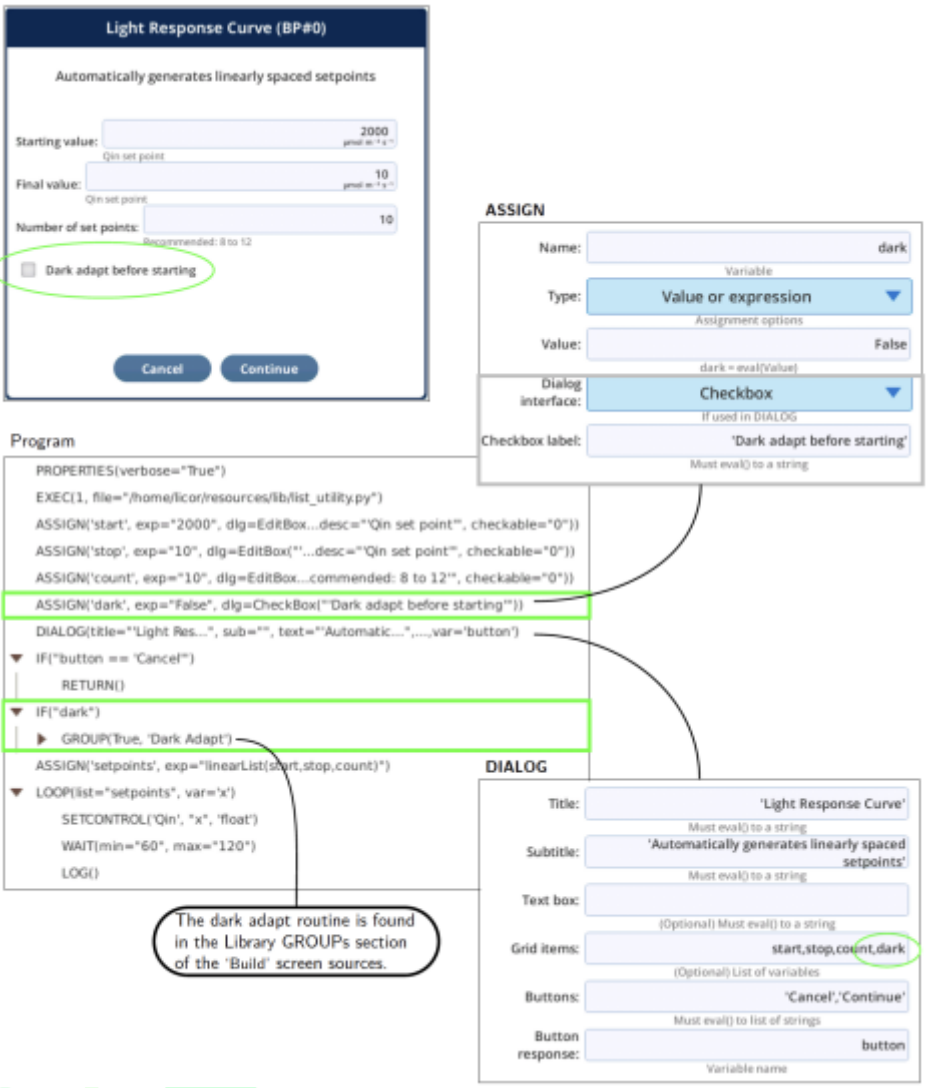


图 63: 增加暗适应选项

6 屏幕参考

6.1 打开/新建

LI-6800 的 Background Programs 通过 Auto Programs -> Program builder 打开，然后进入了打开/新建 BP 的屏幕，如图 64 所示，在此屏幕上，我们可以启动、加载、修改或者从头新建一个 BP。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

图 64: 打开或新建 BP 的屏幕

我们所需要掌握的操作为：

1. 所有的 BP 文件均为标准 python 文件，即以 .py 为结尾，故可以通过 Filter files 只选择该类型的文件查看。
2. BP 文件存放路径为 /home/licor/apps/，以及其子文件夹内。
3. New BP：清除 BP 步骤，然后跳转到 Build 屏幕。
4. Open BP：通过选择已有的 BP 文件，然后在 Build 屏幕展示其内容。
5. Start BP：启动选择的文件，如果要查看其运行过程，点击 Monitor 屏幕

6.2 build 屏幕

Build 屏幕是我们从左侧的列表中增加步骤，以及对它们进行排布，以完成程序的基本结构的屏幕。其基本的功能和屏幕如图 65 所示：

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

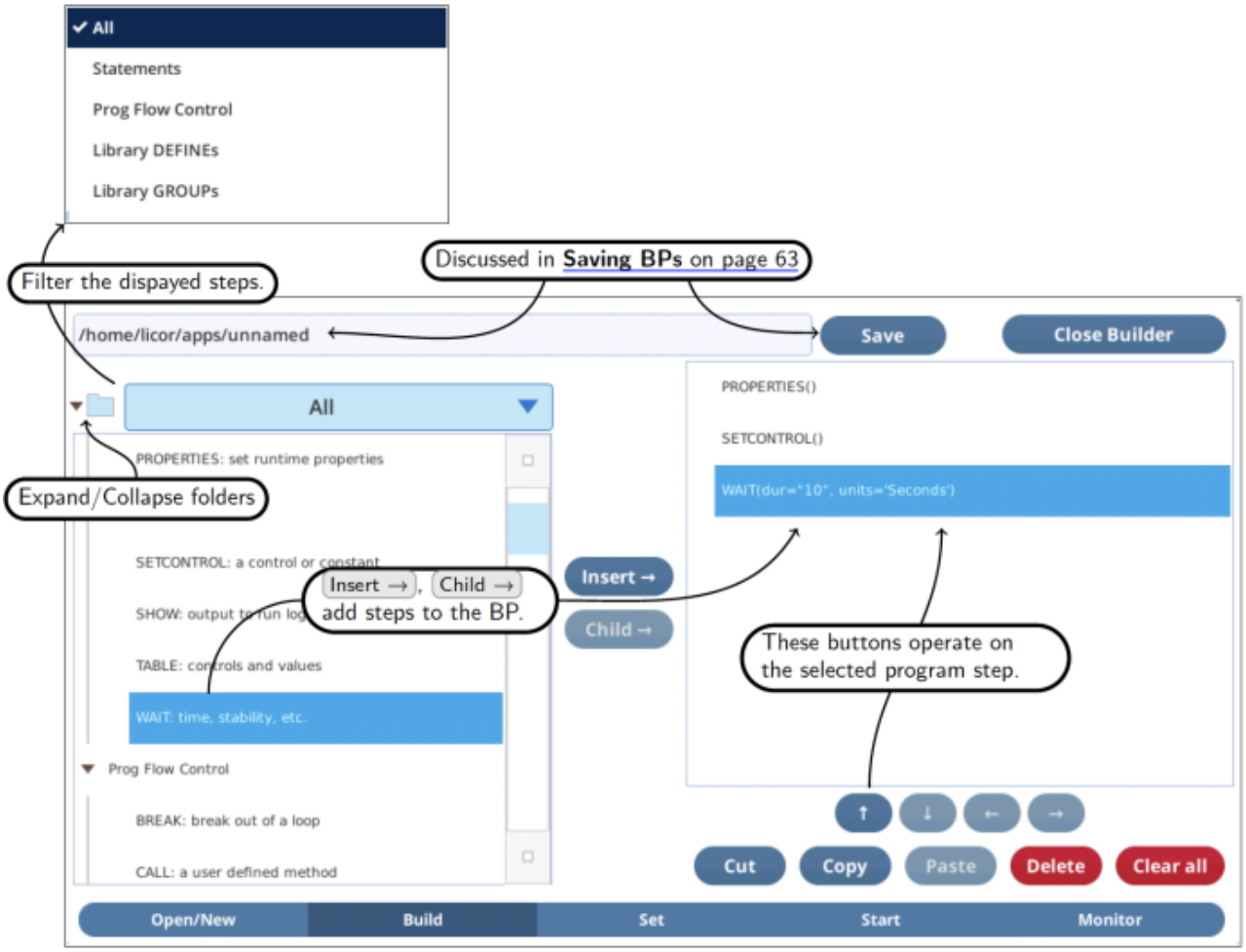


图 65: Build 屏幕及其基本的操作

各菜单的功能如下：

1. Insert →: 从左侧列表选择项目至右侧高亮项目之下。
2. Child→: 将左侧列表选择项移至右侧高亮项目之下并作为其子项。
3. ↑和↓：向下或向上移动所选项目（如果有子项则包含子项内容）。
4. →:将所选项目移至其父项之下。
5. ←: 将子项移出其父项并放置于父项之下。
6. Cut：删除选择项并将其放置于剪贴板。
7. Copy：复制选择项至剪贴板。
8. Paste：将剪贴板的内容复制到选择列表。
9. Delete：从程序列表中删除选择的步骤。
10. Clear all：删除程序列表中的所有内容，并将其命名为 /home/licor/apps/unnamed。

6.3 Building 区块内容

build 屏幕右侧的列表分为多个区块 (block)，按功能划分实现不同的需求，其中实现不同功能的方法我们称为步骤（step），本节主要内容是介绍各个步骤的功能。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

6.3.1 statements 区块

1. #： 注释符号，直接继承了 python 的注释符号，该符号之后的任何字符都不会被执行。
2. ASSIGN： 创建局部变量，可以是任意的 python 类型。
3. AUTOENV：提供了一个设置、开始、停止任意 6 个 AUTOENV 的方法。
4. EXEC: 运行 python exec()，调用这些字符，或者指定的文件名。
5. DIALOG: 在屏幕上显示一个对话框，用于和用户的交互。
6. LOG：记录文件控制，包括新建、关闭、添加数据或注释。
7. PROPERTIES：设置 verbosity（是否显示运行日志），暂停。其他属性将在后面添加。
8. SETCONTROL：设置一个控制或常数
9. SHOW：输出运行记录的信息。
10. TABLE：一个**控制**表格，列为设定点，行为控制项。
11. WAIT：等待的持续时间，或等待稳定，或者特定的时间和日期。
12. BREAK：退出 LOOP 或 WHILE
13. CALL：调用一个子程序（DEFINE）
14. DEFINE：定义一个子程序
15. GROUP：容纳一系列的步骤（steps）
16. IF：条件分支，具有 ELSE IF 或 ELSE 选项。
17. LOOP：在子程序步骤间循环。
18. RETURN：退出子程序或者主程序。
19. WHILE：当条件为 True 时进行循环。

6.3.2 可以添加到 BP 的预设定

LI-6800 预定义了一些库，可以供 BP 调用。

DEFINEs 库

1. AutoLog：对固定的持续时间，在有规律的间隔内记录数据。
2. BalanceFlow：对当前的泵速，调整流速直至 sample 和 reference 出气口流速平衡。
3. ChamberInfo：获取当前叶室的型号和序列号。
4. ChamberStatus：当样品室流速过低时，将传入的变量设定为 True （叶室打开）。
5. RampBlue：在一定时间内，将蓝光的比例设定为以两点之间的直线的斜率进行变化。
6. RampLight：在一定时间内，将光强设置为以两点之间直线的斜率进行变化。

GROUPs 库

1. AutoLog: 在有规律的时间间隔下记录一定的时间。
2. CO_2 Response：简单的 CO_2 响应循环。
3. Dark Adapt：如果使用了荧光叶室，进行典型的暗适应工作。
4. Dialog Example：使用对话框的模板。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

5. Dialog： Buttons only：简单的对话框模板。
6. Light Response：进行简单光响应曲线。
7. Time examples：有用的时间函数。
8. Trigger User Prompts：显示用户提示符页面。
9. Wake if sleeping：当有仪器在休眠或待机状态时唤醒。

6.4 Set 屏幕

每个程序的步骤都定义他们行为的属性，例如 WAIT，可以在一定的持续时间内暂停 BP 的操作，或者直到稳定状态达到，或者到达一定的时间点。Set 屏幕是与此相关的操作，屏幕如图 66

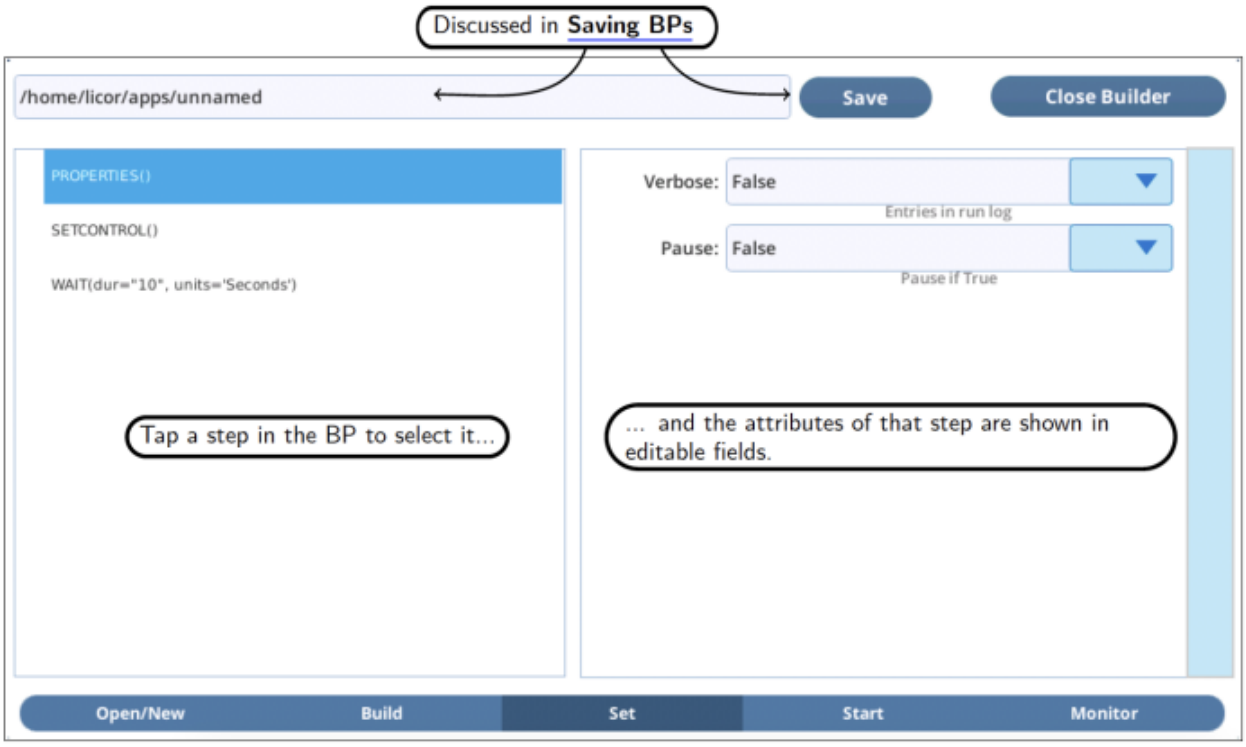


图 66: Set 屏幕设置单个程序

6.5 Start 屏幕

Start 屏幕就是运行 BP 程序的屏幕，如图 67:

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

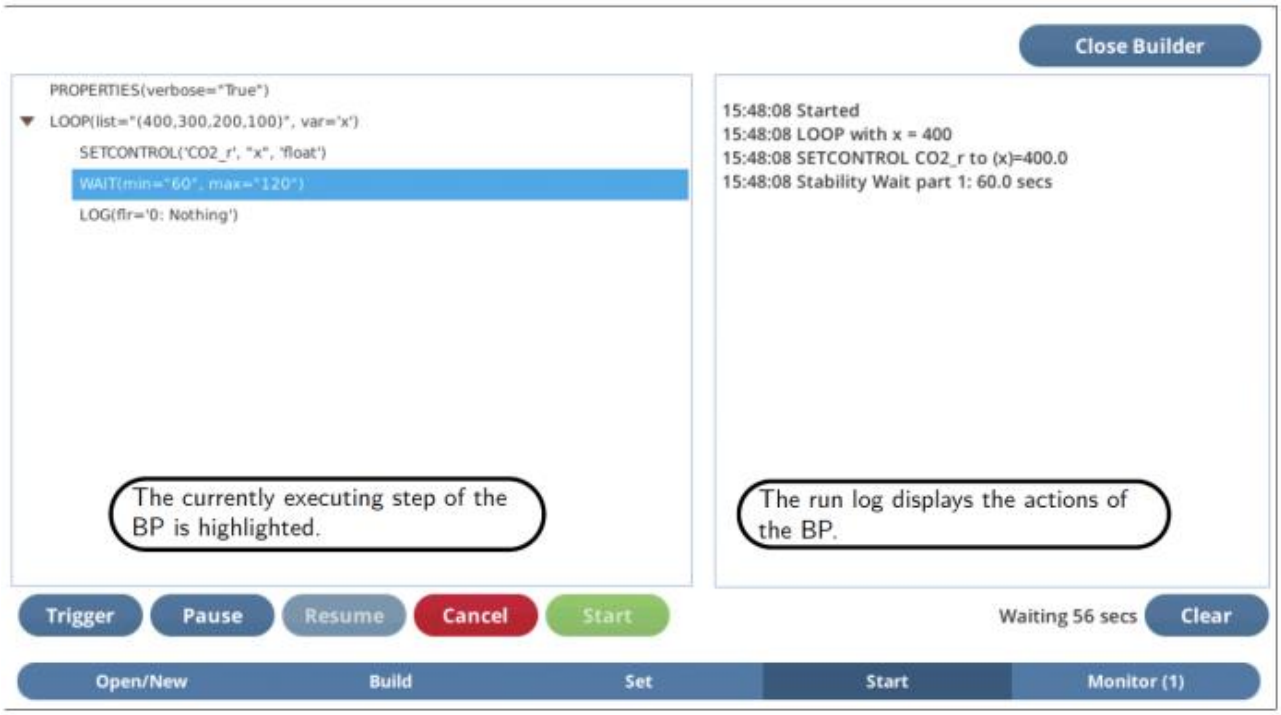


图 67: Start 屏幕运行 BP

1. Cancel 终止程序
2. Pause 暂停程序
3. Resume 恢复程序运行
4. Trigger 终止一个 WAIT，如果 Trigger 一个暂停的程序，程序仍然处于暂停状态，但是会跳到另一个步骤去。它也会输出关于该步骤的任何信息，即使 Verbosity 被设置为 False。
5. Clear 清除运行日志，但仍然可以通过 Monitor 屏幕查看该信息。
6. 即使程序在 Start 屏幕运行，我们仍然可以在 Set 屏幕和 Build 屏幕（如果可用） 屏幕编辑。而且我们可以通过点击 Open BP，加载一个不同的程序到 Set 屏幕和 Build 的屏幕。这些操作不影响正在运行的 BP。一旦 Start 运行结束，它将显示我们所做的任何改变。

6.6 Monitor 屏幕

我们可以通过 Monitor 屏幕查看所有运行的程序，选择性的查看进度，或者通过 Cancel 和 Pause 来取消或暂停程序。一个正在运行的 Monitor 屏幕如图 68 所示：

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

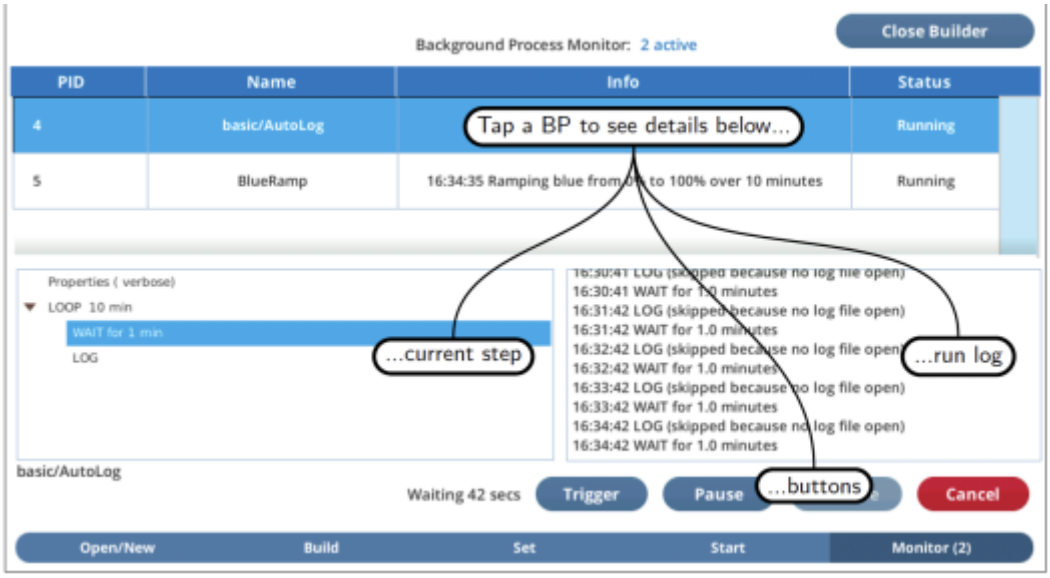


图 68: Monitor 屏幕正在运行的程序示例

另一个进入 Monitor 屏幕的方式如图 69

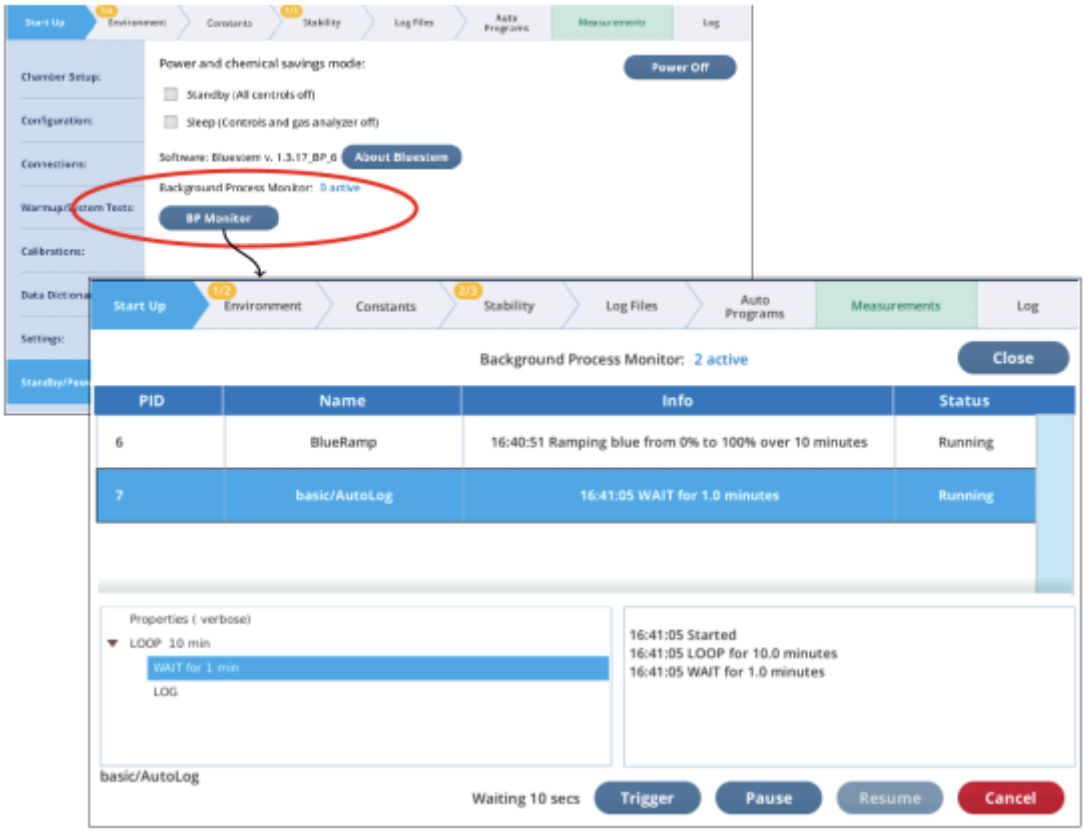


图 69: 通过 standby/sleep 菜单进入 Monitor 屏幕

6.7 Set 屏幕界面工具介绍

下面内容对设置界面的工具一一解释。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

6.7.1 简单对象

当我们点解下拉菜单时会显示固定长度的选项列表（图 70）。注意：有可能出现列表的条目多于图片展示的条目；我们不知道有多少除非一直滑动到底部（按住并拖拽）。

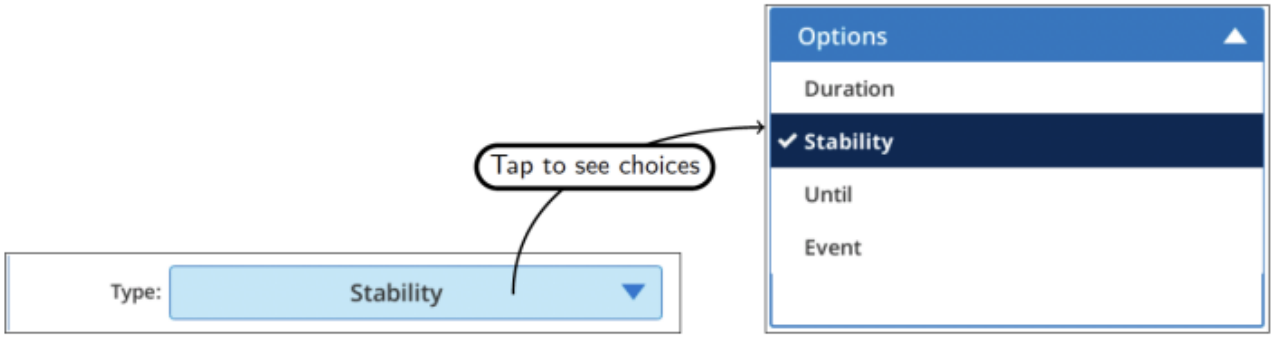


图 70: 固定选项长度的下拉菜单

点击编辑框会弹出键盘（如图 71）

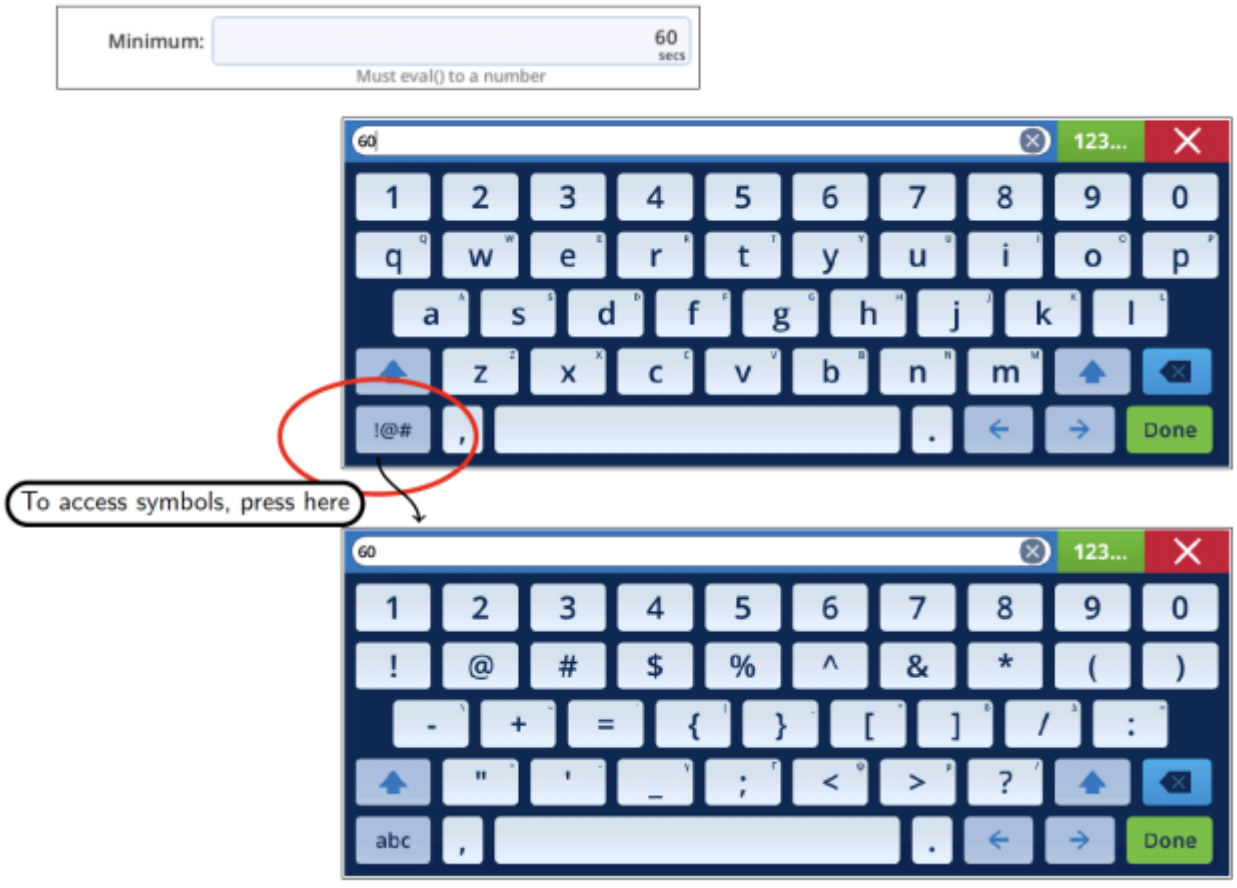


图 71: 编辑框使用全屏键盘

复选框是编辑框和菜单的复合体（如图 72）

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

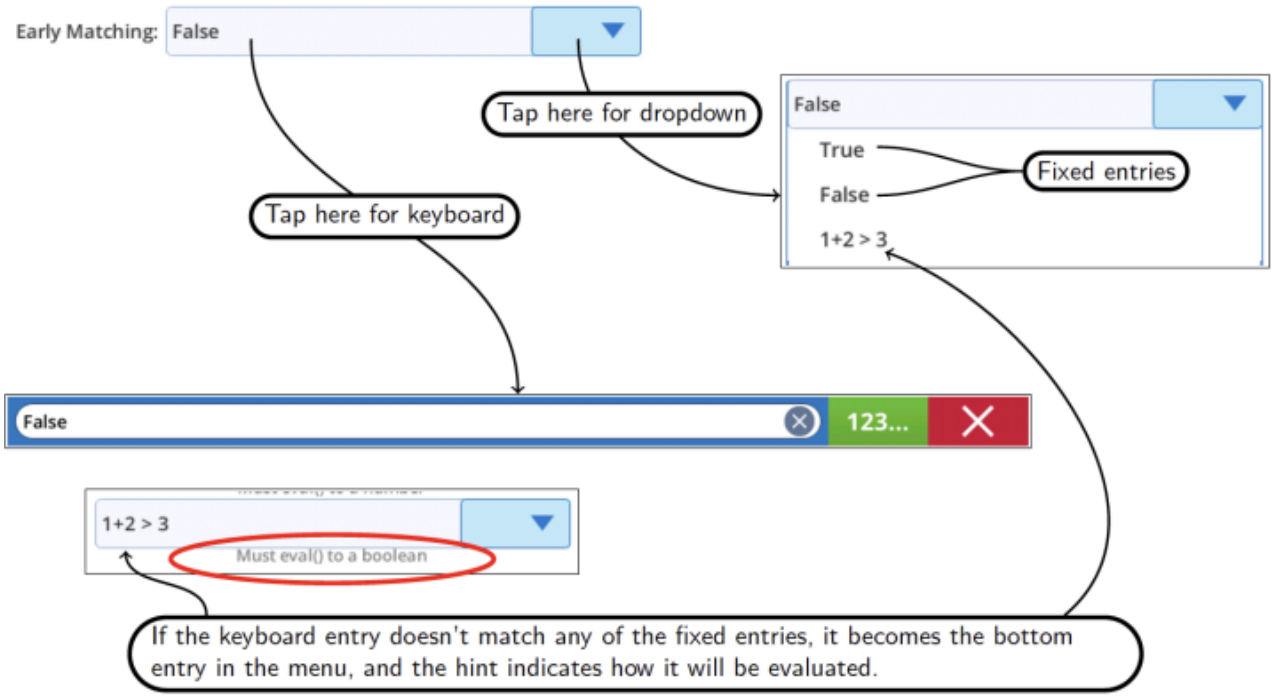


图 72: 复选框展示

按钮用于获取合适的支持对话框（73）

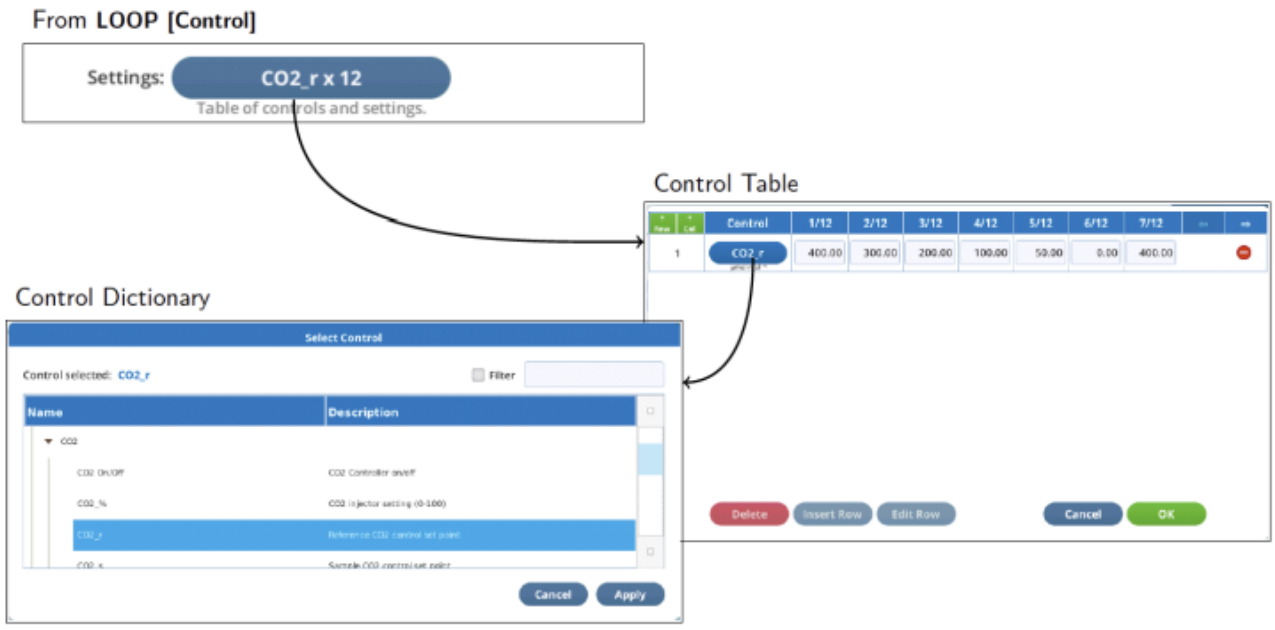


图 73: 当编辑 BP 时，通过 button 得到对话框

文件名有时通过按钮和编辑对话框指定（74）。不要忘记文字需要加引号。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

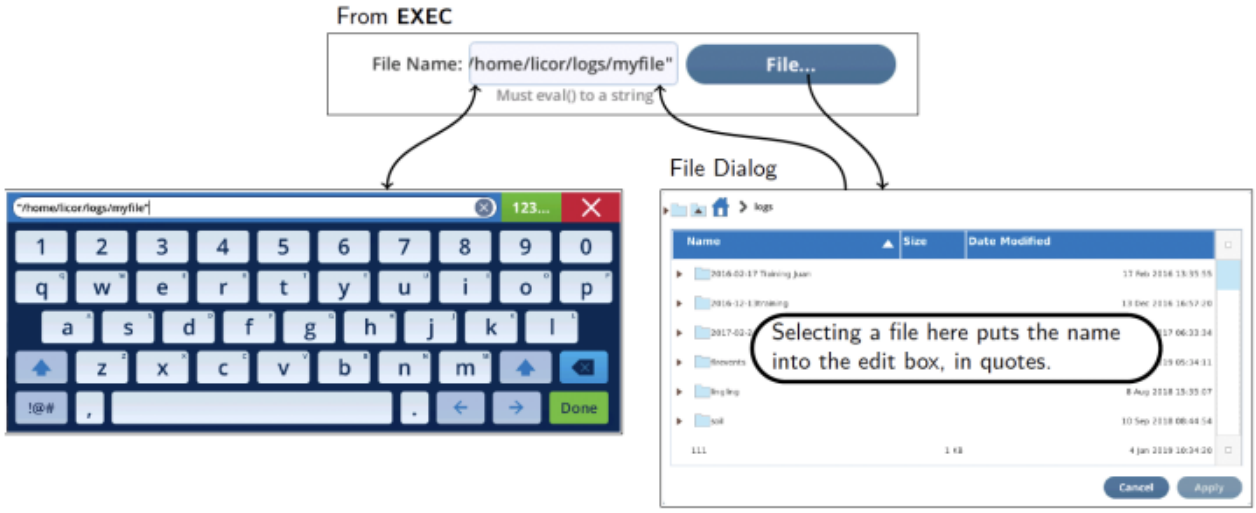


图 74: 可以通过输入或选择（如果文件名存在）或者二者的结合方式来选择文件名

6.7.2 控制表格

控制表格窗口用于 LOOP[Control] 的界面。它是行与控制相关，列与设置点相关的表格。因此，在下面的例子中，光强和风扇转速被设置为各 5 个控制点。

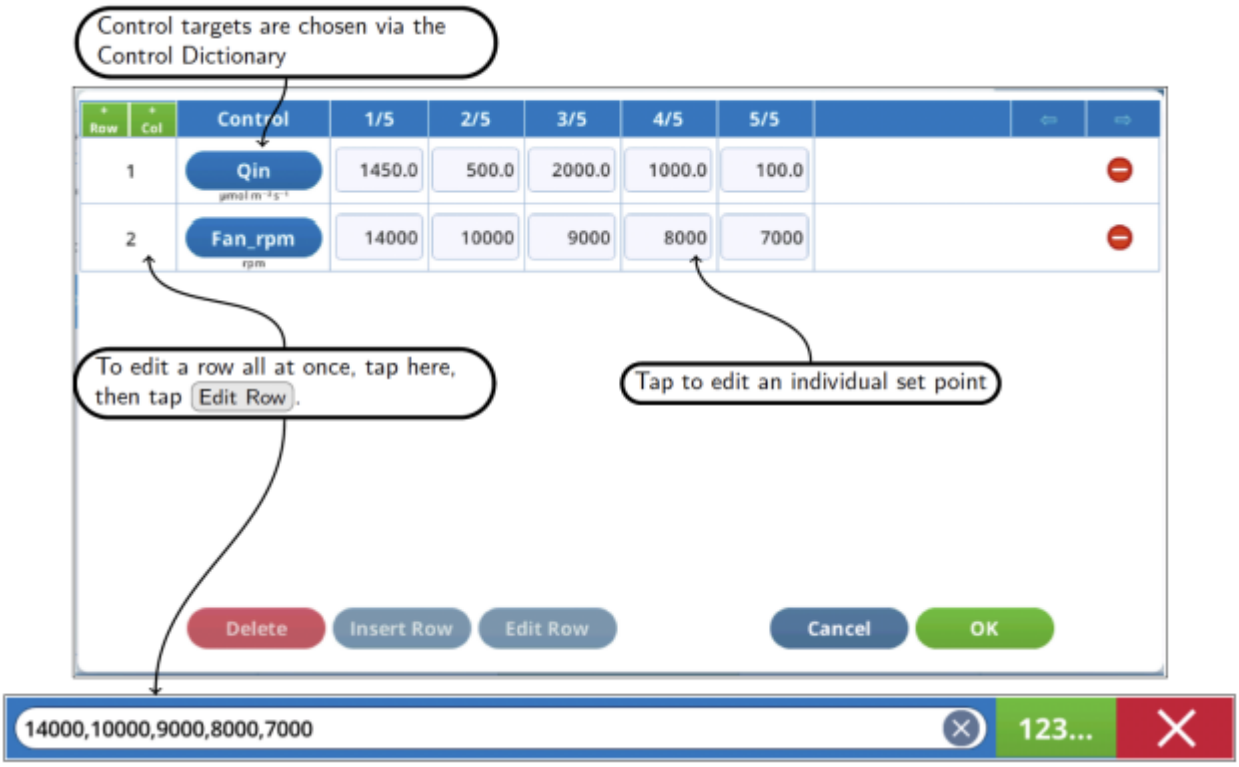


图 75: 控制表格对话框

我们可以在表格中输入稀疏的条目（76），即可以在单元格中不输入，也可以在输入行时仅仅输入连续的逗号。原则是，当没有一个合理的控制设置点条目时，表明不对其做更改。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

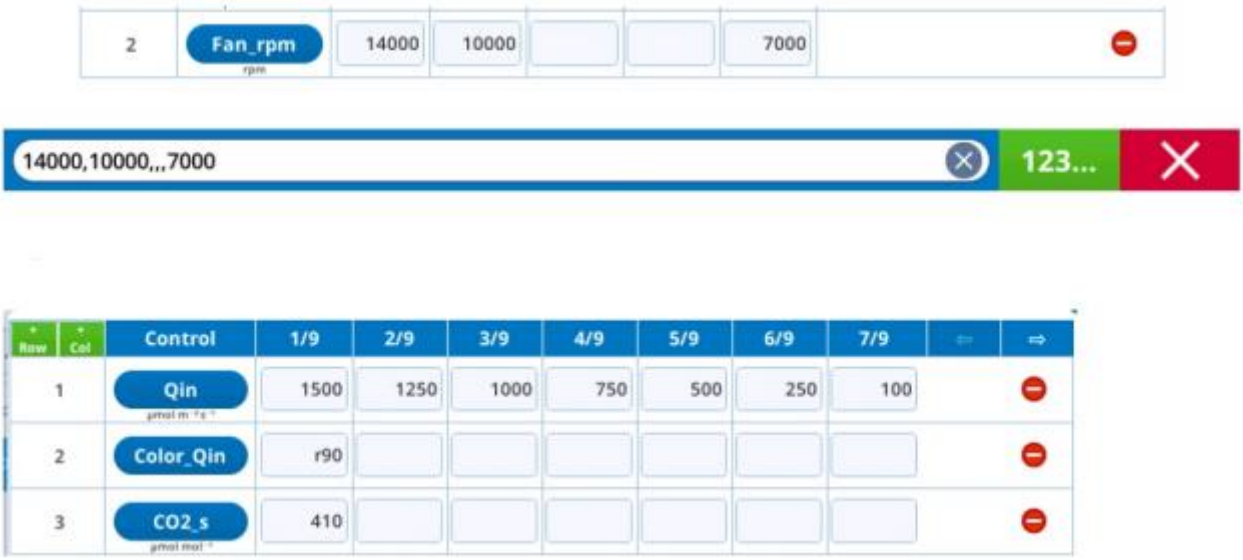


图 76: 在特定的 CO_2 浓度和颜色下的光响应曲线

注意：控制表格不会传递到 Python 的 eval()，因此我们不能在其内输入表达式或变量名。

6.7.3 数据字典

数据字典对话框用于在 ASSIGN 中给区域变量赋值。它是一个与 Startup 菜单中的数据字典相似的字典。条目通过分组来管理。

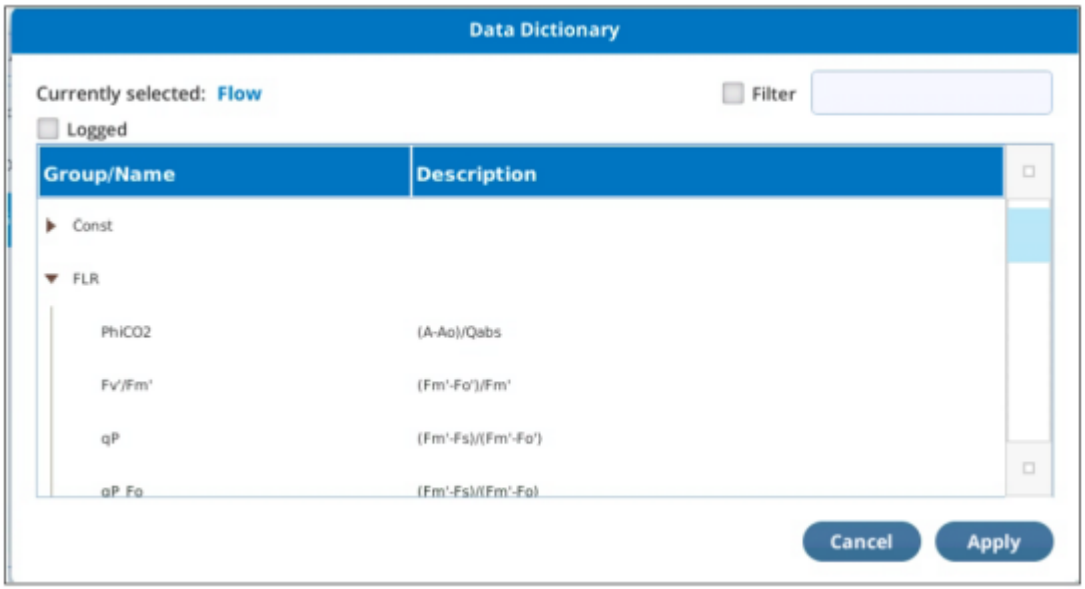


图 77: 数据字典对话框

6.7.4 控制字典

控制字典用于选择一个可以用于设定的控制或常数。SETCONTROL 和 AUTOENV[Define] 步骤使用它。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

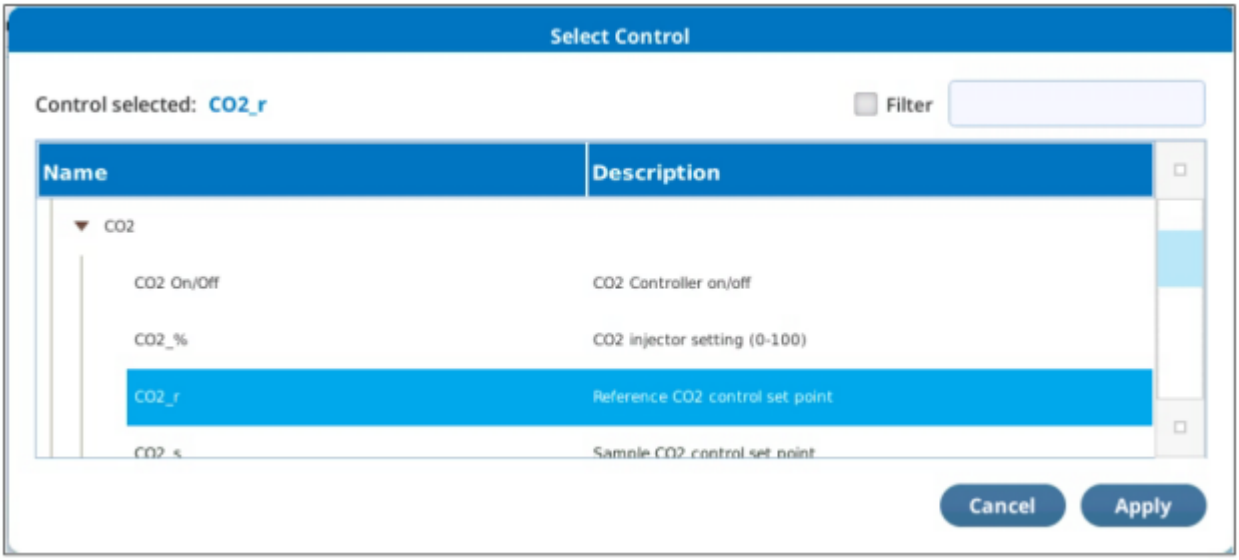


图 78: 控制字典对话框

6.7.5 状态字典

状态字典目的在选择用于 ASSIGN 步骤的一个被监控的系统值（不在数据字典内）。

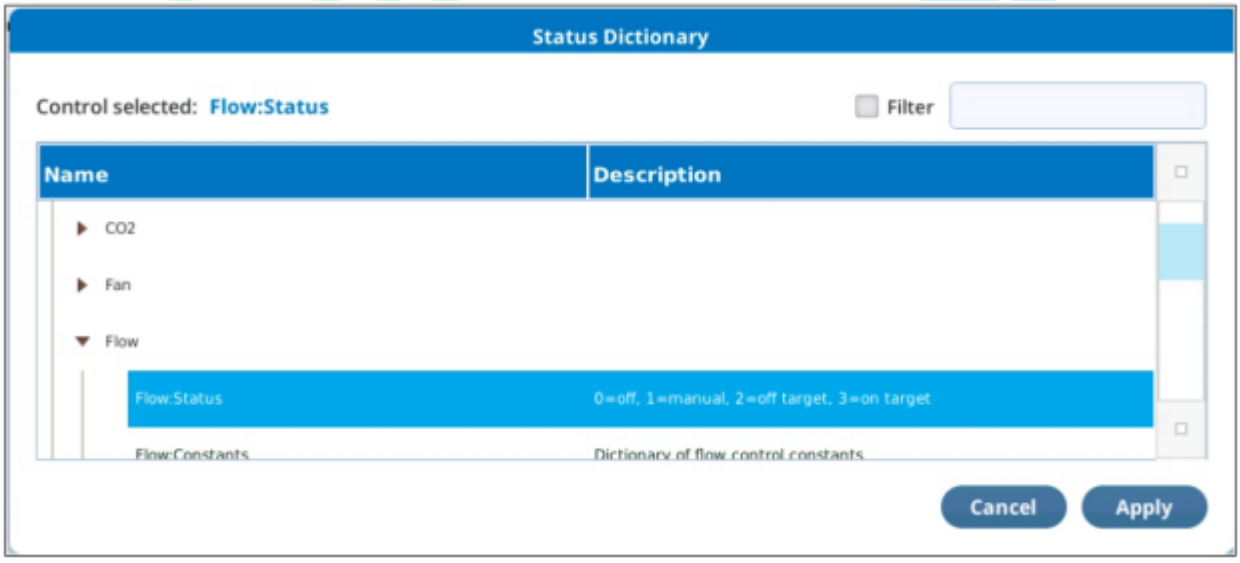


图 79: 状态字典对话框

6.7.6 调试模式

当程序在暂停状态时，Resume 可以使其重新运行。当 BP 暂停时，Trigger 仅仅会执行下一步，程序仍然处于暂停状态。这就使得我们可以使用自己的节奏慢慢的运行程序（Trigger，Trigger，Trigger…）。这就是调试模式。当处于该模式时，每一步在日志中都会输出，指示下一步将要发生什么，即使 Verbosity （PROPERTIES 步骤）被设置为 False。

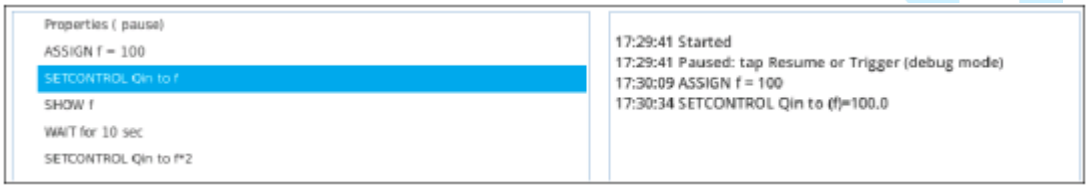
要使运行的程序进入暂停状态，点击 PAUSE。我们也可以通过插入一个 PROPERTIES 步骤，使其参数 Pause=True，来是程序到达此位置时暂停。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

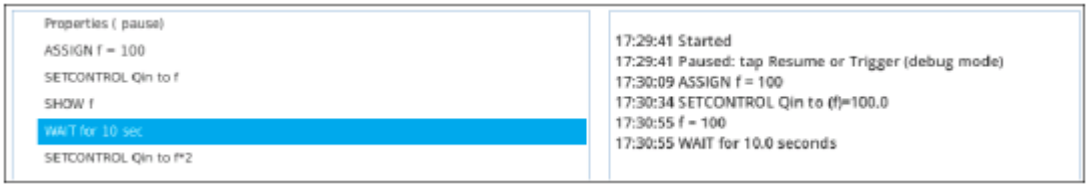
下面是一个运行在调试模式的程序的例子，注意第一步的 PROPERTIES Pause 的设置为 True。点击 Start 后 BP 立刻暂停，因为 PROPERTIES 步骤语句的参数 Pause=True。

点击 Trigger，运行日志提示其将要做一个 ASSIGN。注意常亮的行和运行日志的输出指示的是当我们点击 Trigger 时将要发生的。

点击 Trigger，运行日志提示它将要做一个 SETCONTROL，设置 Qin 为 f，其值为 100。



点击 Trigger，运行日志提示它将要做一个 WAIT，点击 Tigger 将要实际上开始 WAIT 语句。



点击 Trigger，运行日志提示它将要做一个 SETCONTROL，点击 Tigger 将要实际上开始 SETCONTROL 语句。

6.8 目录信息

BP 程序的根目录在 /home/licor/apps。我们可以自由的将 BPs 程序放置于此，或者我们自己建立的子文件夹。系统需要确保要有下面列表中的子文件存在，并且部分文件是写保护状态：我们不能向其中写入内容，但我们可以删除它们（如果我们不小心删除了文件，下次开机后它们会自己放置于此）。

1. /home/licor/apps/basic。包含基本的程序集。
2. /home/licor/apps/examples。本文中使用的示例程序。
3. /home/licor/apps/system。本文包含许多支持用户界面特征的程序。也包含一系列测试程序确保 BP

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

运行。

4. /home/licor/apps/tech。包含有用的技术 BPs，在某些情况下，我们可以根据指示完成其中的测试作为技术支持的或问题检查的一部分。
5. /home/licor/apps/utilities。可能有用的 BPs

有许多与 BP 相关的目录是由系统创建并维护的，每个都包含至少一个写保护的文件，如果我们理解这些文件是怎么使用的，我们可以自由向其中添加文件。

1. /home/licor/resources/defines。这些 BPs 包含一个 DEFINE。这些文件在资源列表的 Library Subroutines 内出现
2. /home/licor/resources/lib。包含我们期望通过 EXEC 步骤调用的 Python 模块（.py 文件）。

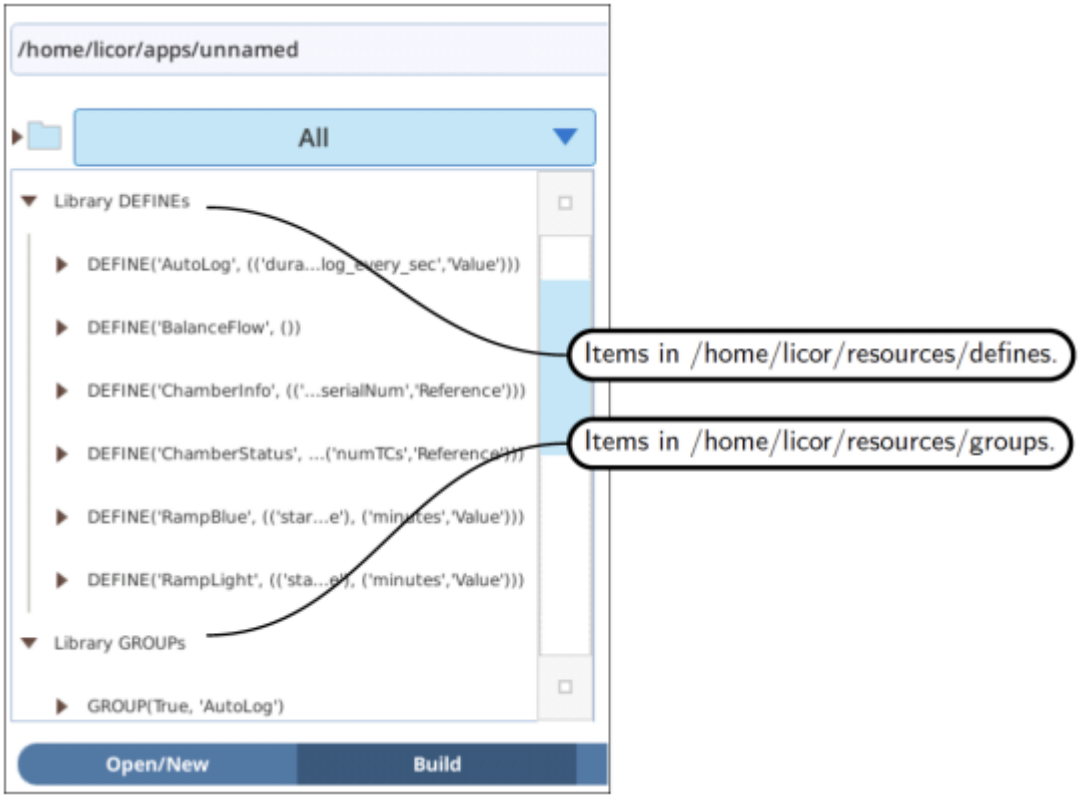


图 80: 向系统的模块和库所在目录添加的文件会显示在响应的 Build 屏幕位置上

6.9 保存 BPs

BPs 可以通过 Build 屏幕或者 Set 屏幕进行保存。

两个屏幕上的编辑对话框均显示了上次载入的或者保存的文件（如果我们在 Open/New 下的 Build 或 New 点击 Clear All，为 /home/licor/apps/unnamed）。因此如果我们点击 Save，那么该文件将被覆盖。一个提示覆盖的对话框将会出现。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

图 81: 当覆盖文件时会出现提示

出厂提供的 BPs 是写保护的，因此如果我们想更改并保存他们，我们会看到一个错误信息如图 82。相似的，我们将文件写入一个不存在的目录时，或者我们没有权限的目录时也会出现上述报错。

图 82: 保存 BP 时的报错信息

使用编辑对话框重新命名或/和改变存储位置。如果我们不确定在哪里存储 BP，按照 6 的例子操作：清除所有条目，输入名字，并点击。如果名字没有以 /home/licor/apps 开始，系统会自动添加。如果程序不以 .py 为结尾，系统也会自动添加。最终的名字总会返回报告（除非这里有错误）。

1. 点击编辑对话框，清除内容，输入一个新名字。

2. 输入完毕后，点击 save。

编辑对话框会报告完全的实际使用的名字。注意如果我们漏掉了基本的路径和/或 .py 后缀，系统会自动添加。

注意：这里不需要引号：这里并不需要在运行时处理，是实时的。

注意：我们必须点击 Save 按钮来保存。仅仅通过键盘输入名字并点击 Done，结果只是设定了文件名，并没有保存。

7 步骤参考

本部分内容提供了 BP 程序步骤的参考。

7.1 注释

注释就是 # 之后的内容会被程序忽略，是提供给用户的参考信息。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

图 83: 添加注释

7.2 赋值

ASSIGN 赋值，创建了程序使用的区域变量，是我们在命名域中添加的名字，他们有多个选项：

7.2.1 值或表达式

Value 条目由 Python 的 eval() 语句来求值，结果被赋给 Name 条目输入的变量名。 eval() 的结果决定了变量的 Python 类型（字符、浮点、整数、列表等）。赋给表达式的值在出现的对话框中有 5 个界面选项：

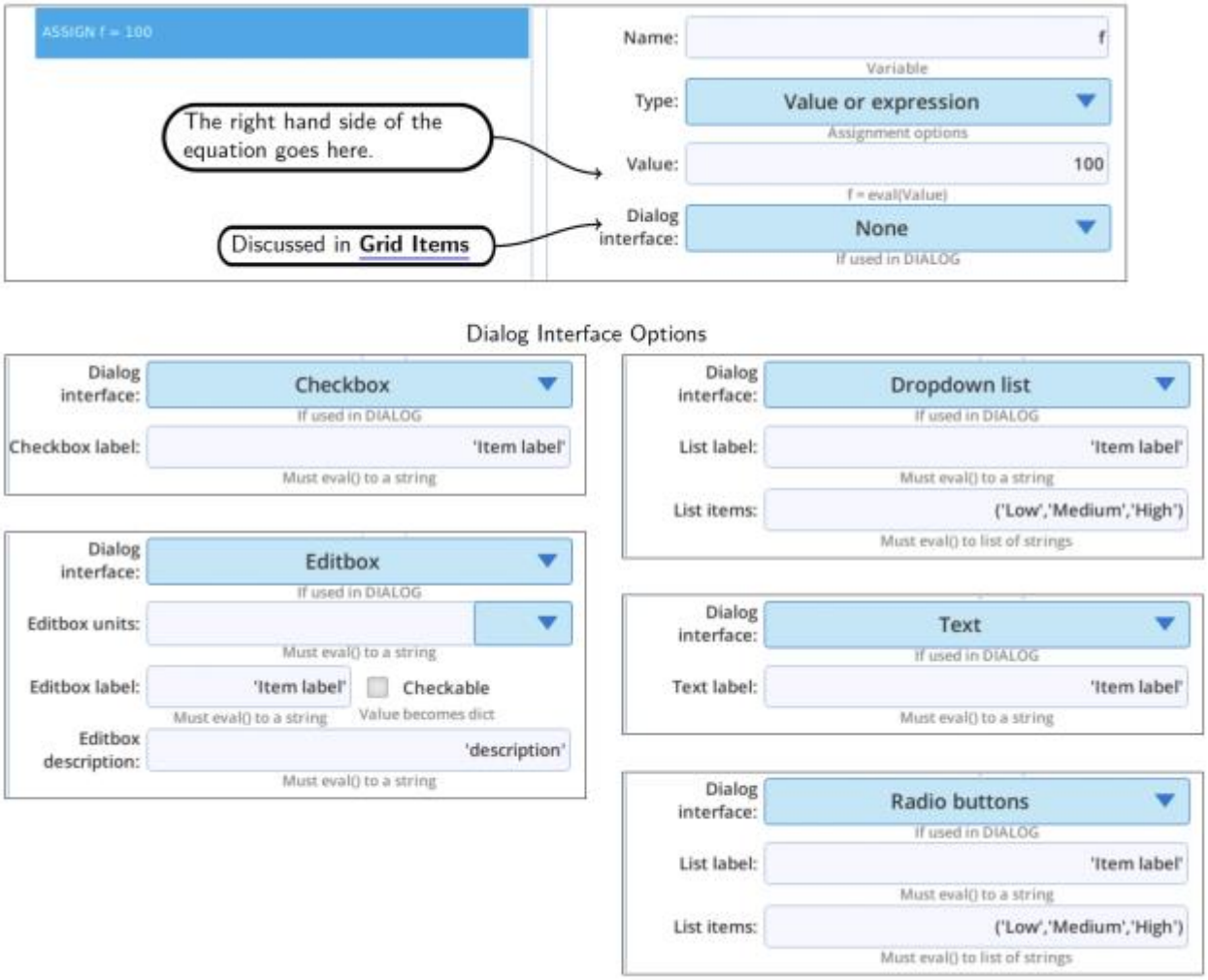


图 84: 添加注释

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

7.2.2 数据字典值

一个区域变量可以被赋给任意在 Data Dictionary（图 85）内的值。赋值可以为“快照”（捕获该值，并保持不变）或追踪（变量持续自动更新为最新值）。

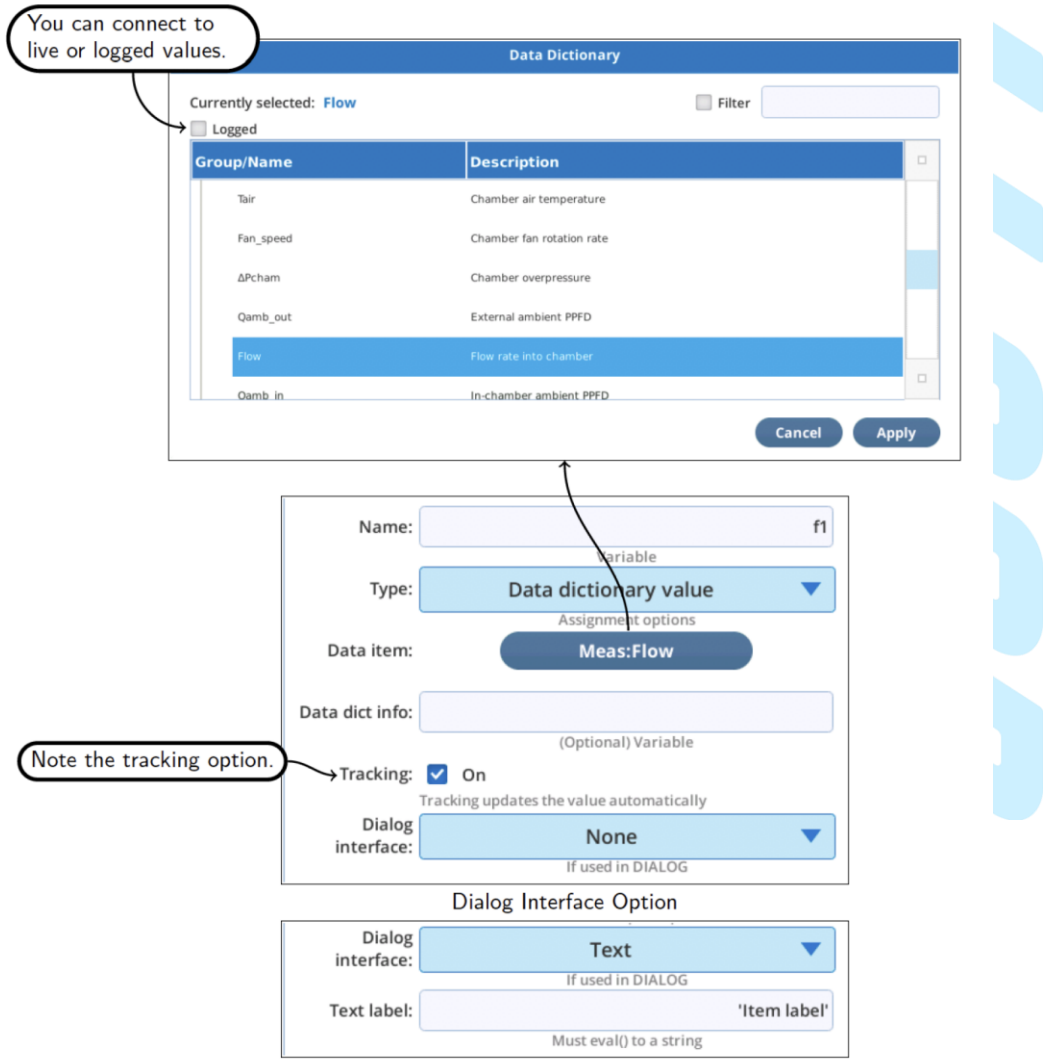


图 85: 将数据字典赋值给变量

7.2.3 状态字典值

一个区域变量可以被赋给任意在 Data Dictionary（图 86）内的值。赋值可以为“快照”（捕获该值，并保持不变）或追踪（变量持续自动更新为最新值）。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

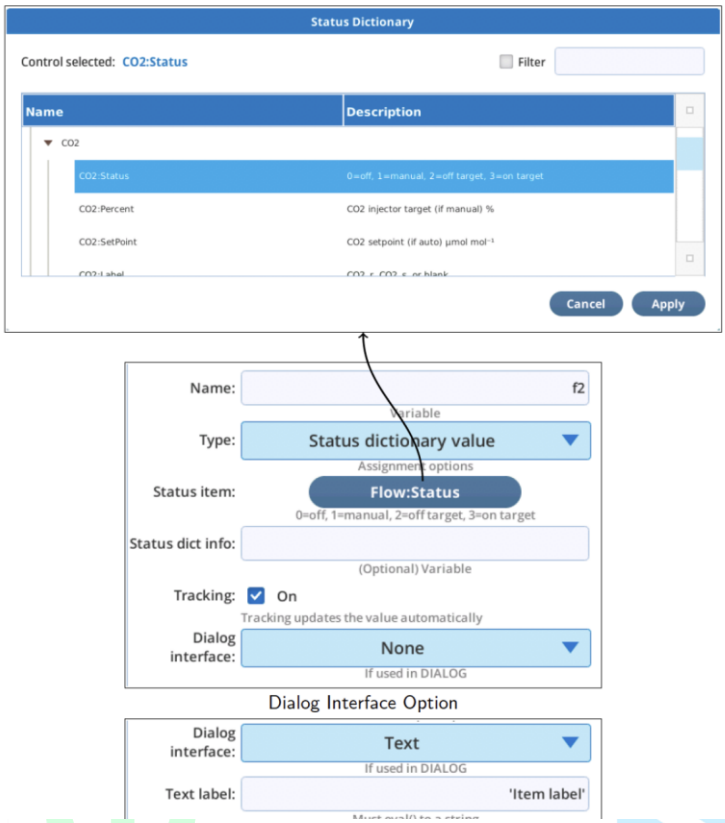
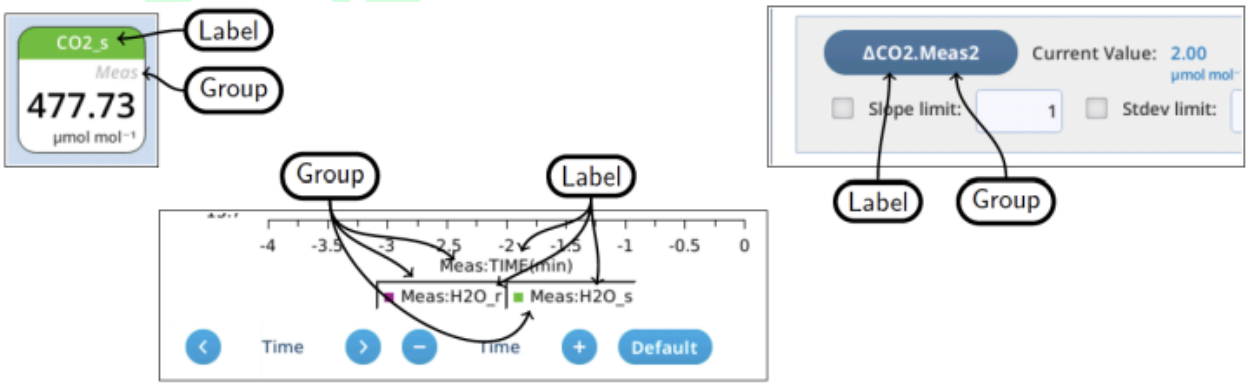


图 86: 将状态字典赋值给变量

7.2.4 Topic 和 Key（高级）

Topic 和 Key 选项提供了一个通用的方法来获取几乎任意条目（或条目组），即使他们不在数据或状态字典内。多数我们关注的值具有一个 topic 和 key（名字）。数据字典内的每一个条目也有一个分组和标签。系统的数据字典展示分组、标签、名称和 topic（图 87）

1. Topic：在 LI-6800 内部通讯中发表的条目在 topic 下。除了它在数据字典中的外观外，另外 topic 隐藏于用户界面。
2. Name：该条目独一无二的标示（对于该 topic）。
3. Group：一系列条目的集合。
4. Label：通常与 Name 相同，但也可以不同。
5. Group 和 Label 通常用作标识符（图 87）



基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

图 87: 分组与标签

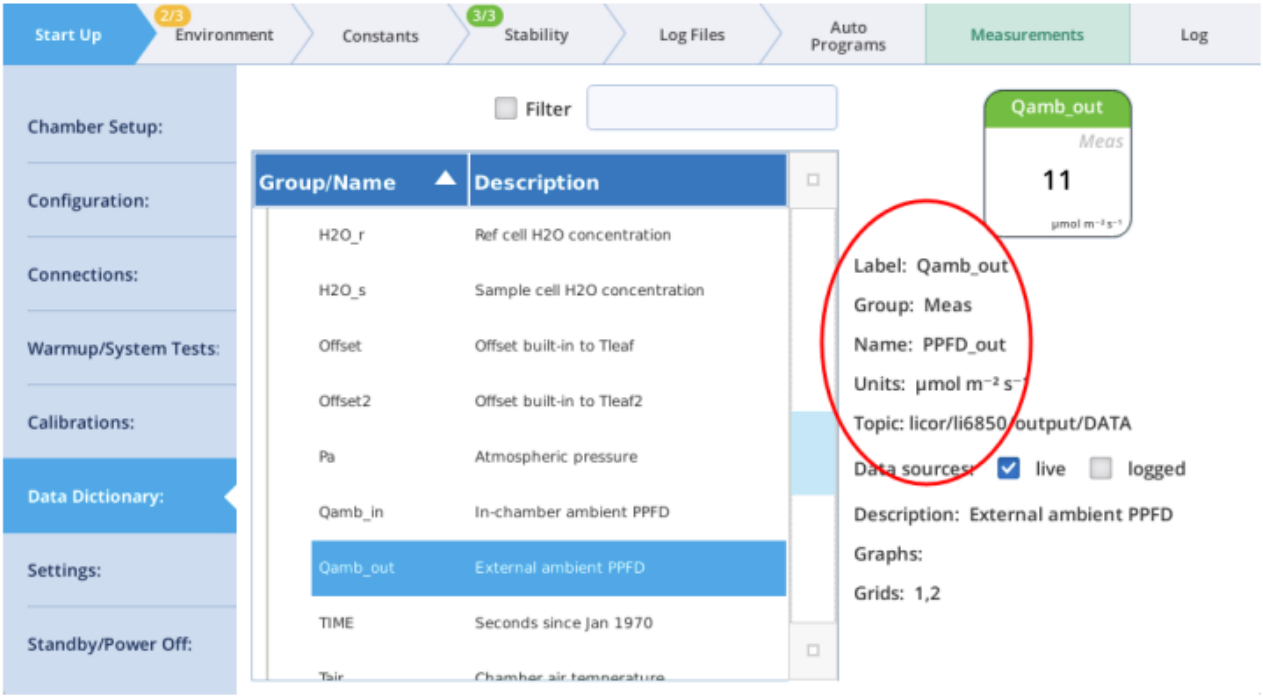


图 88: 名称、分组与 topic

在图 88 中，我们查看了 Qamb_out 条目，但是其只是一个屏幕标签，他真正的名字是 PPFD_out，并且我们可以通过 topic（licor/li6850/output/DATA），或者分组（Meas）获得。

图 89 展示了怎样使用 ASSIGN[Topic and Key] 来获取所有的 Meas 分组的条目集合：

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

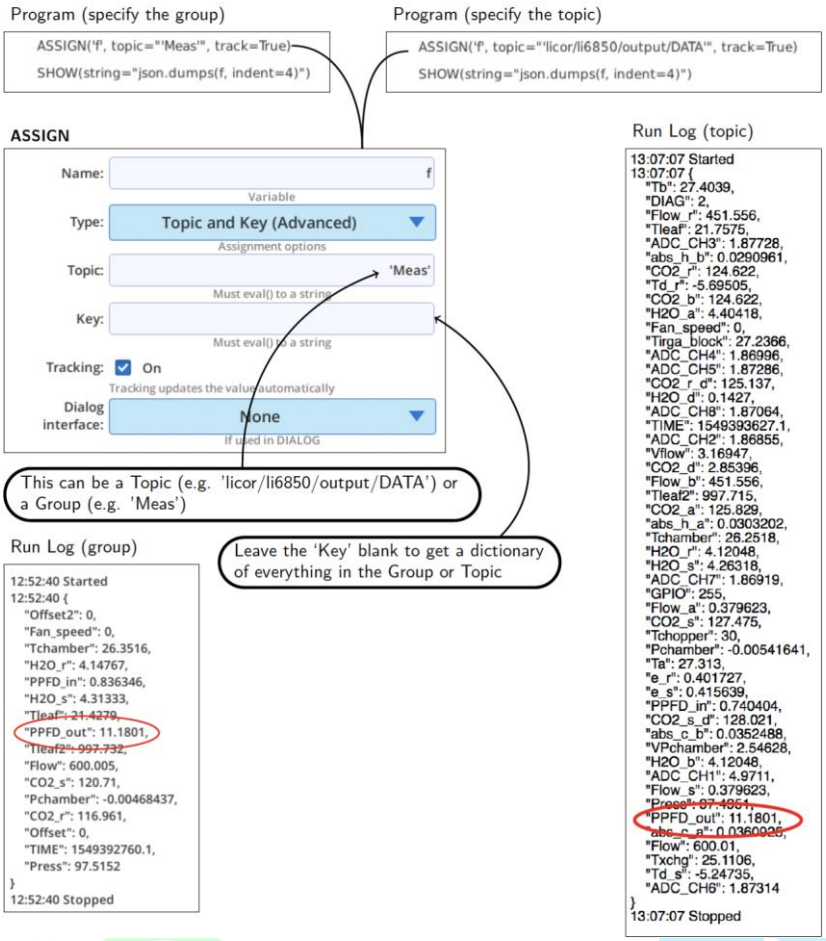


图 89: Key 值空白会返回分组或 Topic 内所有的内容

我们可以用这个来做什么呢？这里有一个例子，程序 /home/licor/apps/examples/LogMeas.py 演示了当有数据可获取时，怎么样记录 Meas 分组内的所有数据到一个单独的逗号分隔符文件，并记录运行时间。

/home/licor/apps/examples/LogMeas.py

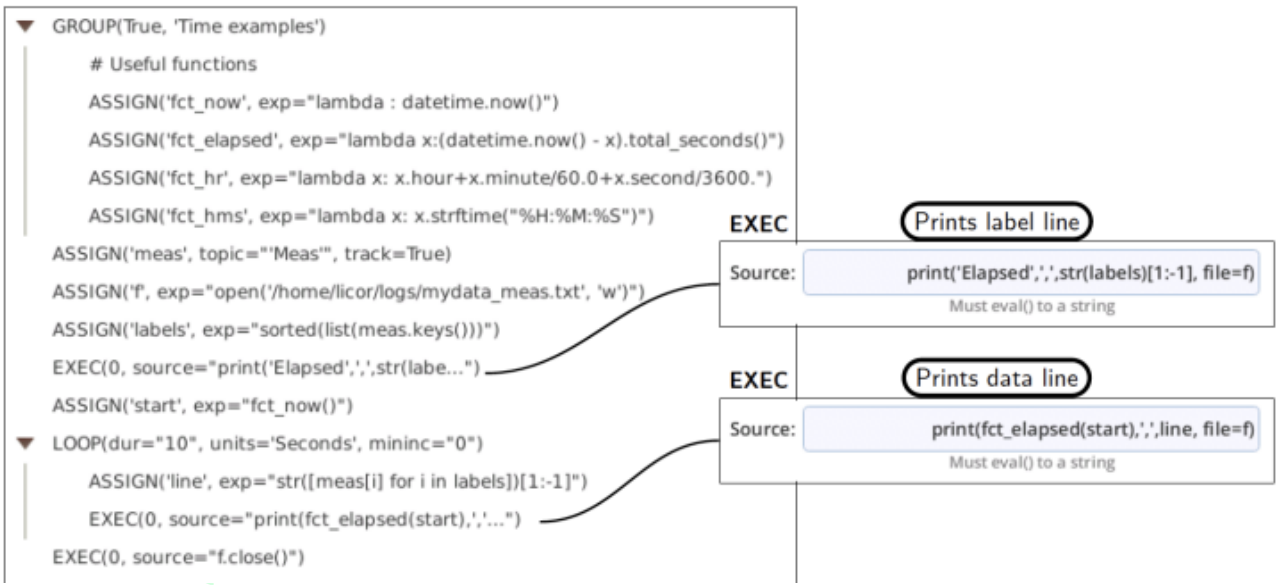


图 90: 记录 Meas 分组数据及时间

输出类似如下的结果：

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

Elapsed , 'CO2_r', 'CO2_s', 'Fan_speed', 'Flow', 'H2O_r', 'H2O_s', 'Offset',
'Offset2', 'PPFD_in', 'PPFD_out', 'Pchamber', 'Press', 'TIME', 'Tchamber',
'Tleaf', 'Tleaf2'
0.044217 , 162.356, 164.168, 0, 600.006, 4.26871, 4.24712, 0, 0, 0.811979,
11.1801, -0.00557787, 97.3788, 1549397993.6, 26.6202, 21.6749, 997.995
0.276225 , 162.335, 164.184, 0, 599.989, 4.26887, 4.247, 0, 0, 0.819595,
11.1801, -0.00569272, 97.3789, 1549397994.1, 26.6191, 21.686, 997.981
0.788974 , 162.331, 164.182, 0, 599.983, 4.26883, 4.24701, 0, 0, 0.830257,
11.1801, -0.00573881, 97.3794, 1549397994.6, 26.6181, 21.7068, 997.96
1.219423 , 162.33, 164.191, 0, 599.989, 4.26866, 4.24707, 0, 0, 0.853101,
11.1801, -0.00577292, 97.3796, 1549397995.1, 26.6173, 21.7342, 997.934
1.85875 , 162.337, 164.201, 0, 600.013, 4.26838, 4.24726, 0, 0, 0.869853,
11.1801, -0.00571798, 97.3801, 1549397995.6, 26.6169, 21.7587, 997.926
2.278488 , 162.359, 164.205, 0, 600.005, 4.26831, 4.24704, 0, 0, 0.86224,
11.1801, -0.0057185, 97.3801, 1549397996.1, 26.6169, 21.7815, 997.928
2.801033 , 162.367, 164.202, 0, 600.037, 4.26825, 4.24704, 0, 0, 0.854626,
11.1801, -0.00566928, 97.3802, 1549397996.6, 26.6169, 21.795, 997.928
3.281008 , 162.386, 164.218, 0, 600.009, 4.2684, 4.24721, 0, 0, 0.847013,
11.1801, -0.00566537, 97.3798, 1549397997.1, 26.6169, 21.8024, 997.926
3.809381 , 162.402, 164.22, 0, 600.015, 4.26823, 4.24701, 0, 0, 0.837876,
11.1801, -0.00561485, 97.3793, 1549397997.6, 26.6169, 21.7904, 997.924
4.261619 , 162.42, 164.214, 0, 600.008, 4.26816, 4.2471, 0, 0, 0.822646,
11.1801, -0.0055487, 97.3793, 1549397998.1, 26.6169, 21.7655, 997.922
4.794935 , 162.444, 164.221, 0, 600.03, 4.2682, 4.24693, 0, 0, 0.810461,
11.1801, -0.00549713, 97.3787, 1549397998.6, 26.6164, 21.7421, 997.929
5.244639 , 162.491, 164.239, 0, 600.011, 4.26834, 4.24663, 0, 0, 0.810461,
11.1801, -0.00545026, 97.3785, 1549397999.1, 26.6156, 21.7197, 997.943
5.888604 , 162.547, 164.228, 0, 600.003, 4.26827, 4.24641, 0, 0, 0.807415,
11.1801, -0.00548854, 97.3784, 1549397999.6, 26.6146, 21.6891, 997.945
6.246275 , 162.608, 164.239, 0, 599.998, 4.26845, 4.24642, 0, 0, 0.792185,
11.1801, -0.00545416, 97.3788, 1549398000.1, 26.6135, 21.6532, 997.938
6.887768 , 162.666, 164.233, 0, 599.985, 4.26856, 4.24679, 0, 0, 0.778478,
11.1801, -0.00550391, 97.3785, 1549398000.6, 26.6125, 21.6257, 997.939
7.343789 , 162.712, 164.229, 0, 600.01, 4.26845, 4.24664, 0, 0, 0.770865,
11.1801, -0.0055724, 97.3789, 1549398001.1, 26.6117, 21.6039, 997.946
7.768044 , 162.746, 164.234, 0, 600.008, 4.2684, 4.24698, 0, 0, 0.766297,
11.1801, -0.00558334, 97.3792, 1549398001.6, 26.6112, 21.5872, 997.95
8.230504 , 162.761, 164.235, 0, 599.988, 4.26836, 4.24708, 0, 0, 0.77391,
11.1801, -0.00564896, 97.3795, 1549398002.1, 26.6109, 21.574, 997.953
8.756039 , 162.752, 164.235, 0, 599.962, 4.26828, 4.24725, 0, 0, 0.780001,
11.1801, -0.00570001, 97.38, 1549398002.6, 26.6111, 21.5457, 997.95
9.268605 , 162.711, 164.223, 0, 599.997, 4.26825, 4.24755, 0, 0, 0.780001,
11.1801, -0.00577735, 97.3802, 1549398003.1, 26.6117, 21.5073, 997.944

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

9.797924 , 162.667, 164.235, 0, 600, 4.26832, 4.24757, 0, 0, 0.781524, 11.1801,
-0.00581069, 97.3799, 1549398003.6, 26.6126, 21.4895, 997.945

7.2.5 XML 值（高级）

有许多“低水平”的值来自与硬件（主机、分析器、荧光仪）的通讯。这其中许多值被重新打包并可以通过数据或状态字典获得，但并非全部。要获得这些值，需要使用 XML 界面。

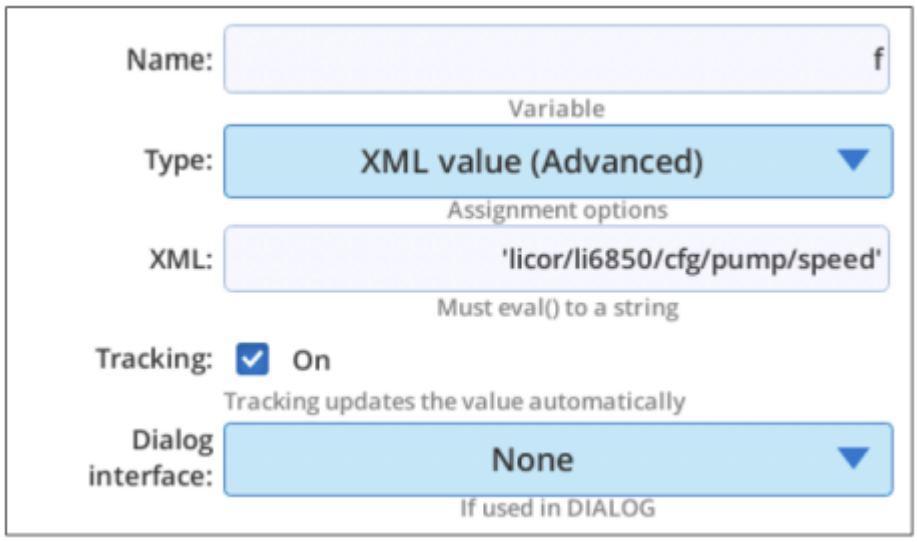


图 91: 记录 Meas 分组数据及时间

该 XML 条目 licor/li6850/cfg/pump/speed 是对于选择的 XML 值的缩写：

```
<licor><li6850><cfg><pump><speed>value</speed></pump></cfg></li6850></licor>
```

7.3 AUTOENV

AUTOENV 提供了一个 BP 可以设置和控制的 6 个自动控制。有四个子选项（Actions）用于 AUTOENV 步骤，通过下图来演示。

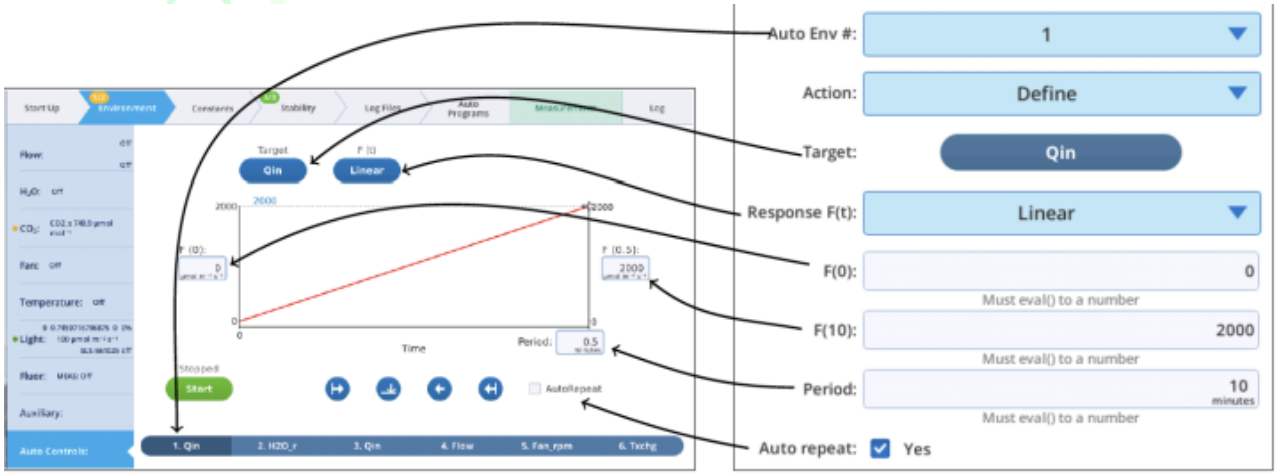


图 92: AUTOENV 与 auto controls 的映射

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

BP 可以用来设置和开始一个 AutoEnv，但是需要注意的是，如果一旦运行，AutoEnv 独立于启动它的 BP，即使 BP 结束，AutoEnv 仍然继续运行，除非 BP 停止它或者在关闭 AutoRepeat 关闭的情况下，AutoEnv 达到了结束值。

当 Action 设置为 Define（图 93）时，我们可以设置所有的与 Y 轴相关的内容。

当 Action 设置为 Set time & direction（图 94）时，我们可以设置时间轴上的方向和位置。

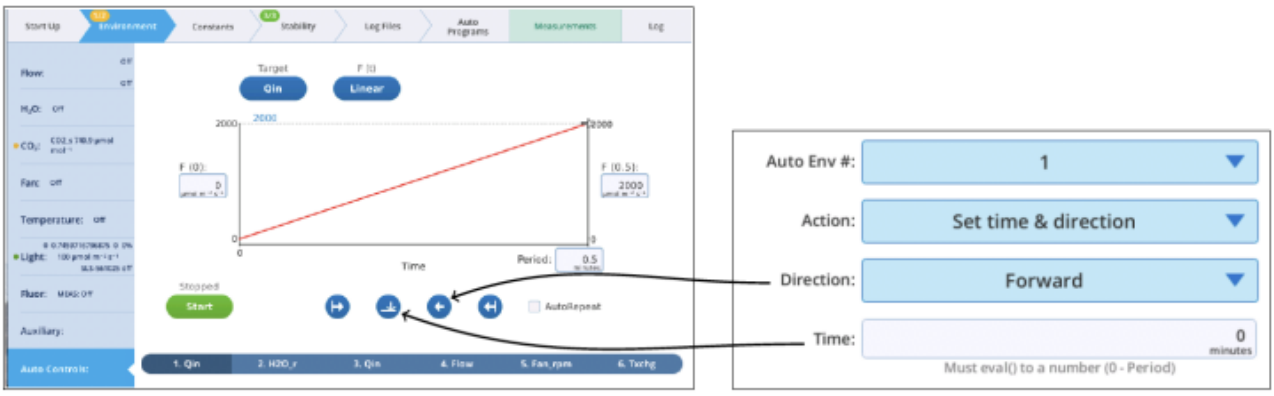


图 93: AUTOENV 设置控制的方向和位置

当 Action 设置为 Start 或 Stop（图 95）时，我们可以设置 AutoEnv 的开或关。

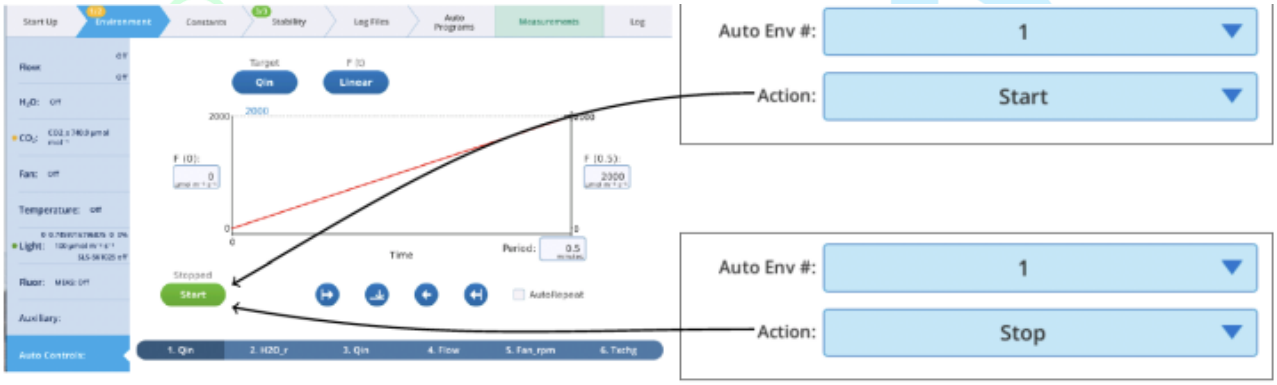


图 94: AUTOENV 设置控制的方向和位置

图 95 演示了怎么使用 AUTOENV。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

图 95: AUTOENV 设置控制的方向和位置

注意 AUTOENV 用户界面实际上不能捕获任何 AUTOENV 的当前状态；基本上它是只写的。但我们可以通过 ASSIGN[Topic and Key] 来获得 AUTOENV 设置信息的字典，使用 licor/li6850/scripts/autoenv/x/constants topic，其中 x 是 1，2，… 6。

7.4 BREAK

BREAK 提供了推出一个 LOOP 或 WHILE 的方法（图 @ref(fig:break-to-loop）

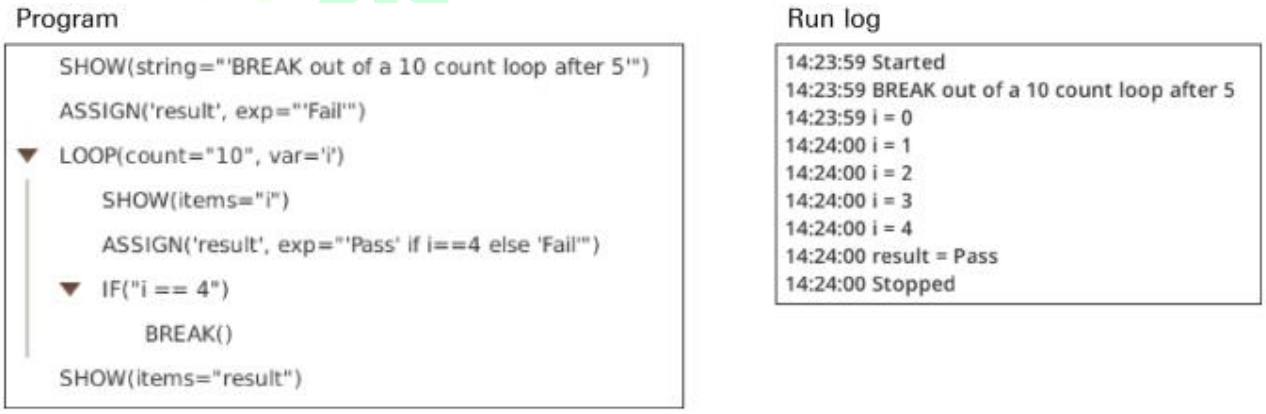


图 96: AUTOENV 设置控制的方向和位置

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

7.5 CALL 和 DEFINE

DEFINE 在 BP 中等效于子程序或函数。它定义了一系列的可以被从任何地方调用 (CALL)冰传递参数的 的程序步骤集合。

7.5.1 变量作用域

用户定义的变量对主程序或建立他们的 DEFINE 函数是区域变量（参考 EXEC 章节怎么将变量变为全局变量）。

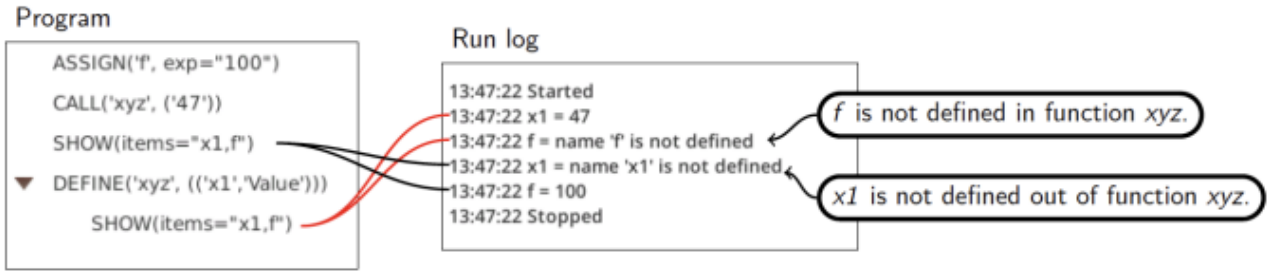
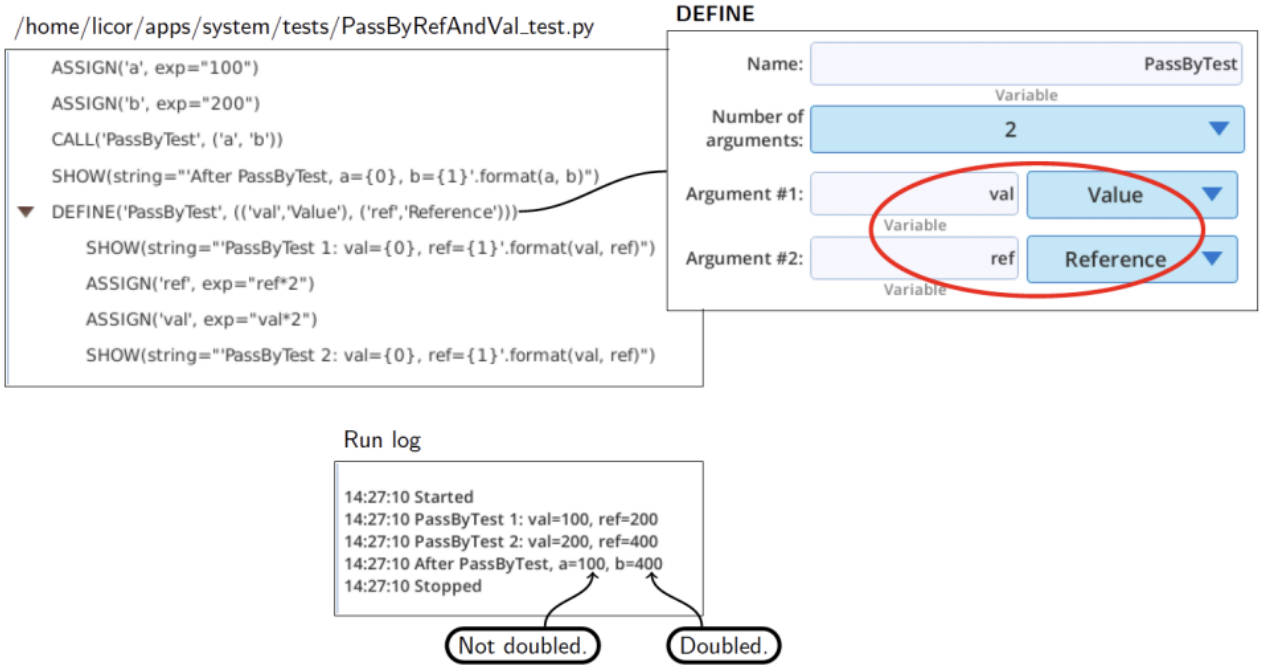


图 97: 介绍 BP 的区域变量作用域

7.5.2 通过值或引用传递

部分 DEFINE 的设计需要指定每个参数，不论它是否通过值或引用传递。

通常在传递时我们使用变量名，并且对该变量值的任何更改都传回调用上下文（calling context）。图 98 展示了该用法。DEFINE 定义的 PassByTest 有两个参数，val 是通过值传递（**译者按：也就是说 val = 100**），ref 是通过引用传递（**译者按：即 ref = b**），传入时函数将调用的值加倍，在调用的上下文，这不影响传入值的变量 a，但是影响 b，因此得到了最终的 ref 值。



基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

图 98: 通过引用和值传递的比较

因此，如果我们希望从 DEFINE 中得到反馈信息，传递引用是我们要选择的典型方法，而不是仅仅传递信息。

7.6 对话框

DIALOG 显示的是一个对话框，用于获取用户的输入（图 99）

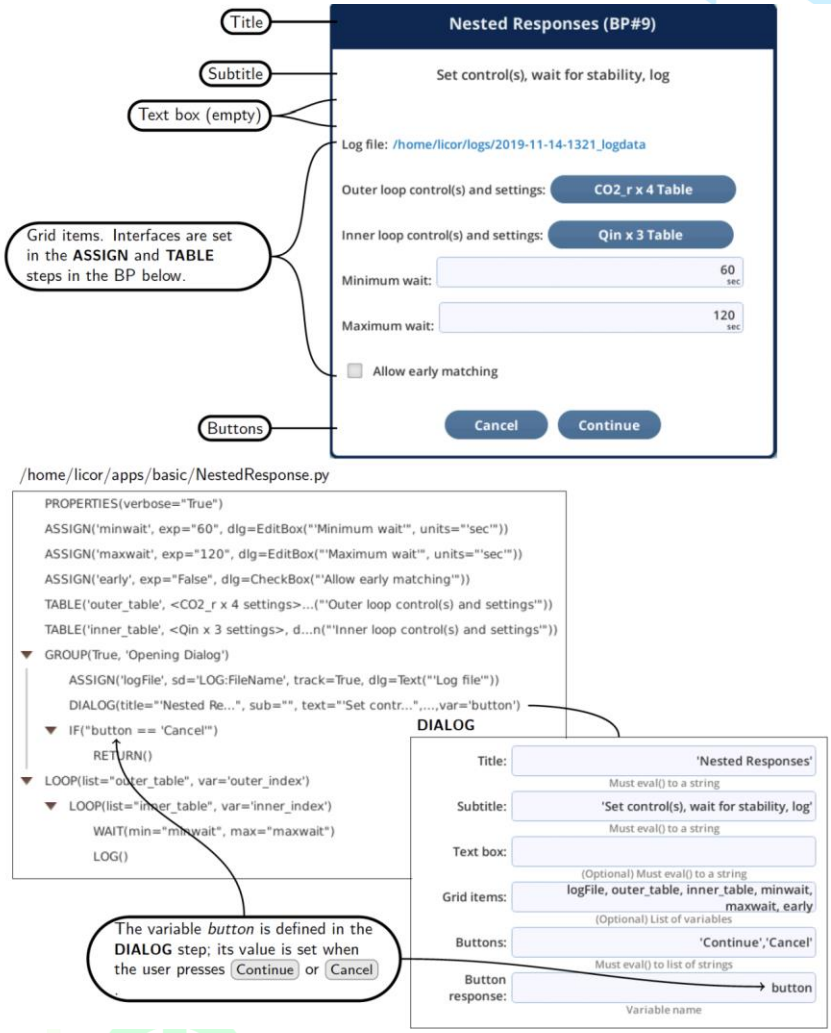


图 99: BP 对话框的部分以及他们是怎样在 DIALOG 中被设置的

在 DIALOG 的设置界面（图 99），我们可以指定对话框的参数。

1. Title （标题）应该为字符或字符型变量名。系统总会在其后加上 “(BP#n)”，其中 n 是 BP 的 PID 号。
2. Subtitle （副标题）应该为字符或字符变量名。
3. Text box（文本框）（可选）应为字符或字符变量名。为强制断行，包含一个 nn（即 \n）在字符内。
4. Grid items（网格条目）（可选）是一个变量列表，其值可以在对话框中编辑。
5. Buttons （按钮）是一个按钮标签列表。如果没有提供列表，则显示 “OK” 按钮。
6. Button result name（按钮结果名）。包含用户点击按钮（关闭对话框）的标签的 BP 变量。如果不存在，DIALOG 步骤将会生成这个变量。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

当对话框显示时，BP 处于等待状态，知道用户点击对话框的按钮。

7.6.1 网格条目

网格条目是一个用户界面，在对话框的设置中的网格条目列表中可以增加包含一个或多个变量名的对话框。每个名字用于访问变量的当前值，以及该变量在 ASSIGN 或 TABLE 步骤中的对话框界面信息。

选择对话框（图 100）是适合具有 True 或 False 值的变量界面。条目标签告诉我们这个选择对话框是怎样被标记的。

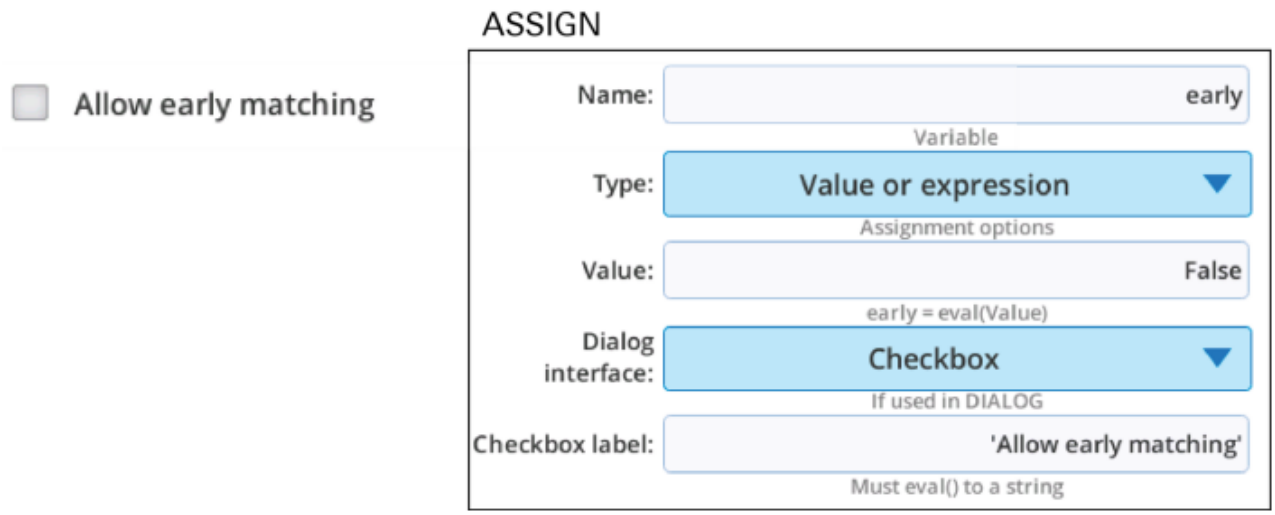


图 100: 选择对话框

下拉列表（图 101）适合让用户从滚动列表选择的变量。

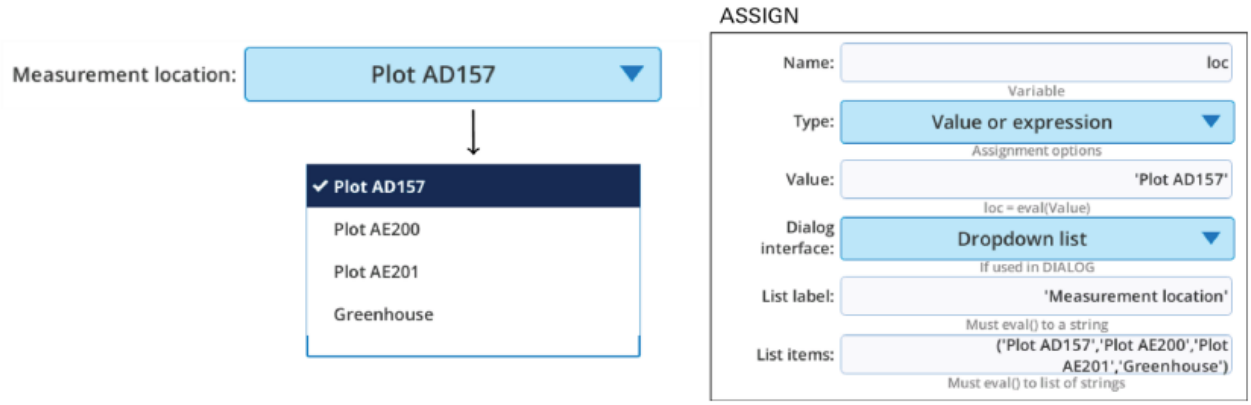


图 101: 选择对话框

编辑框（图 102）适合用于字符或数值。也有一个选择项

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

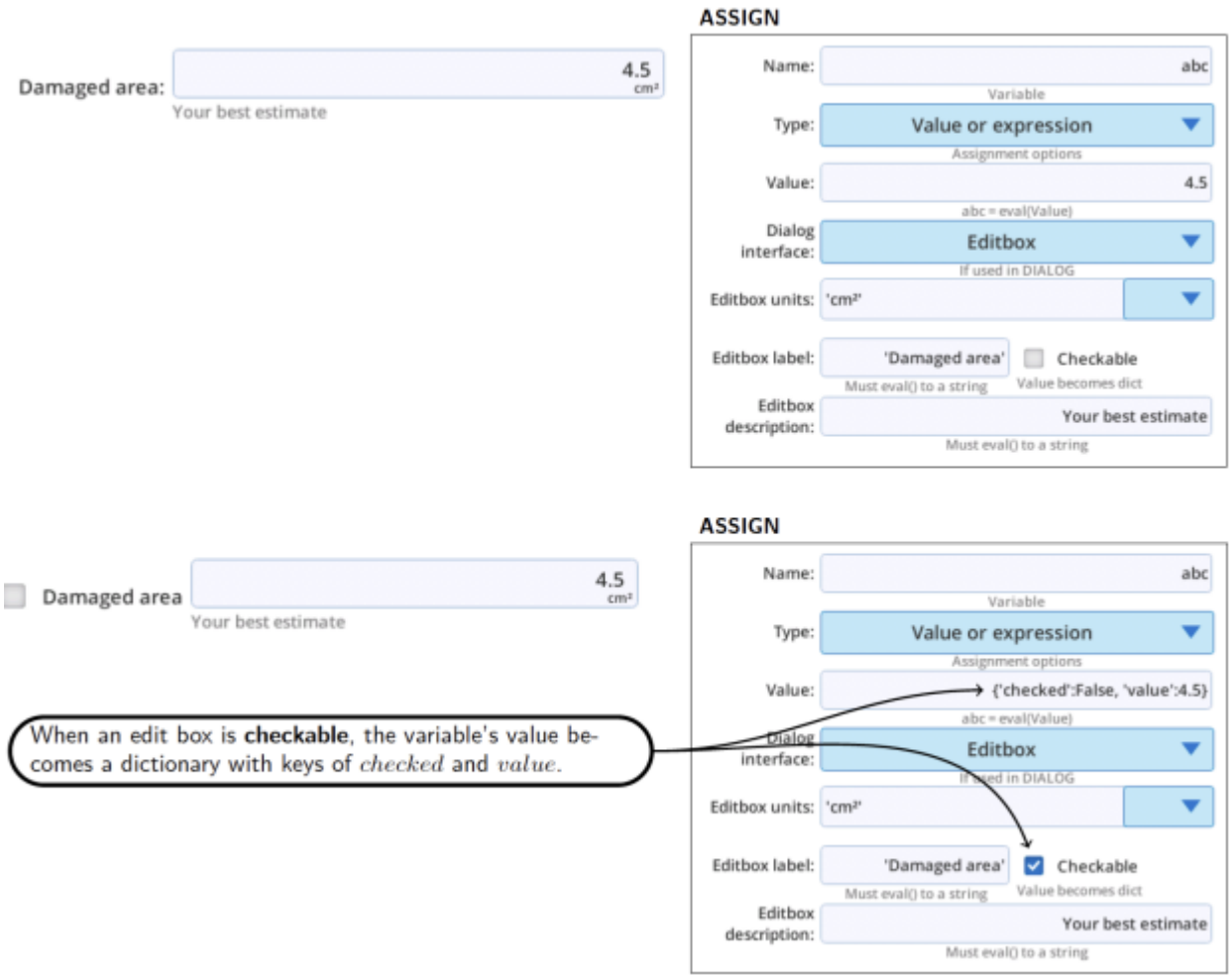


图 102: 选择对话框

单选按钮（图 103）适合让用户从少的选项中选择。如果标签和条目太长，我们将无法从对话框中看到。

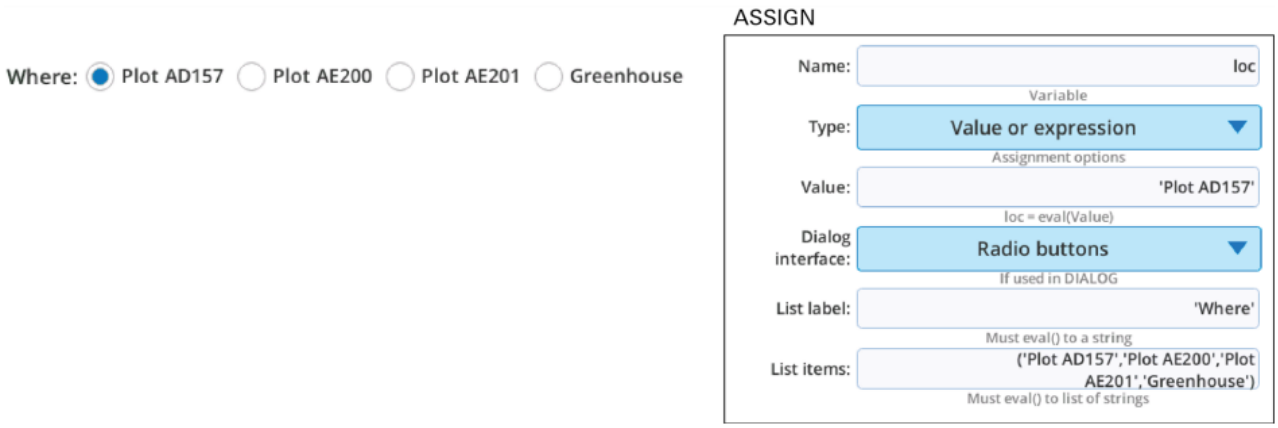


图 103: 单选按钮

文本对话框选项不可编辑（图 104，但对显示当前值十分有用，这是所有 ASSIGN 条目都具有的选项。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

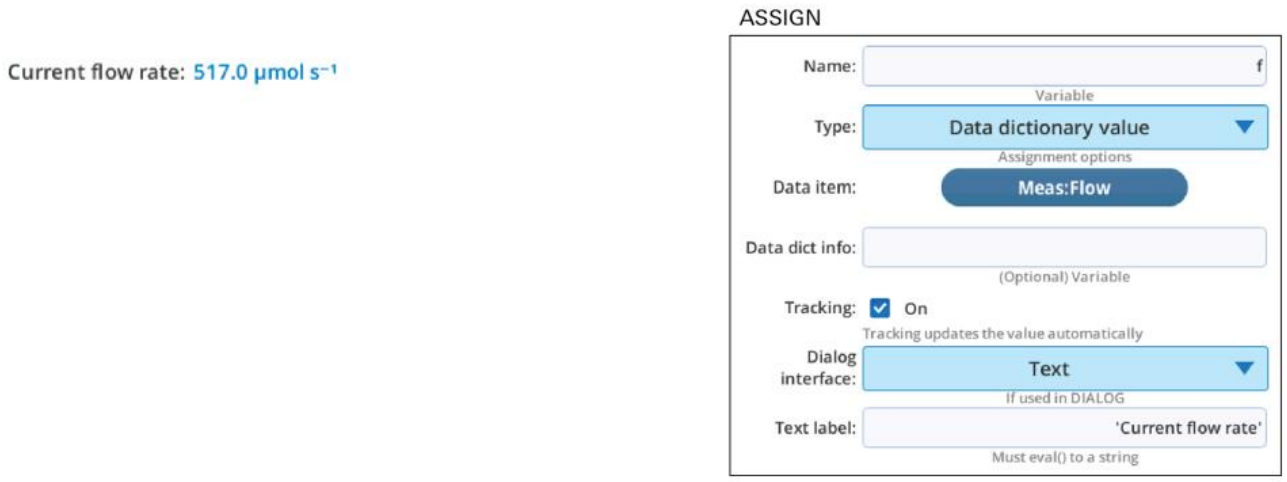


图 104: 当前值的文本标签

Table 和 Text summary 对话框（图 105 是赋给 TABLE 的变量使用的，一个可编辑，一个不可编辑。

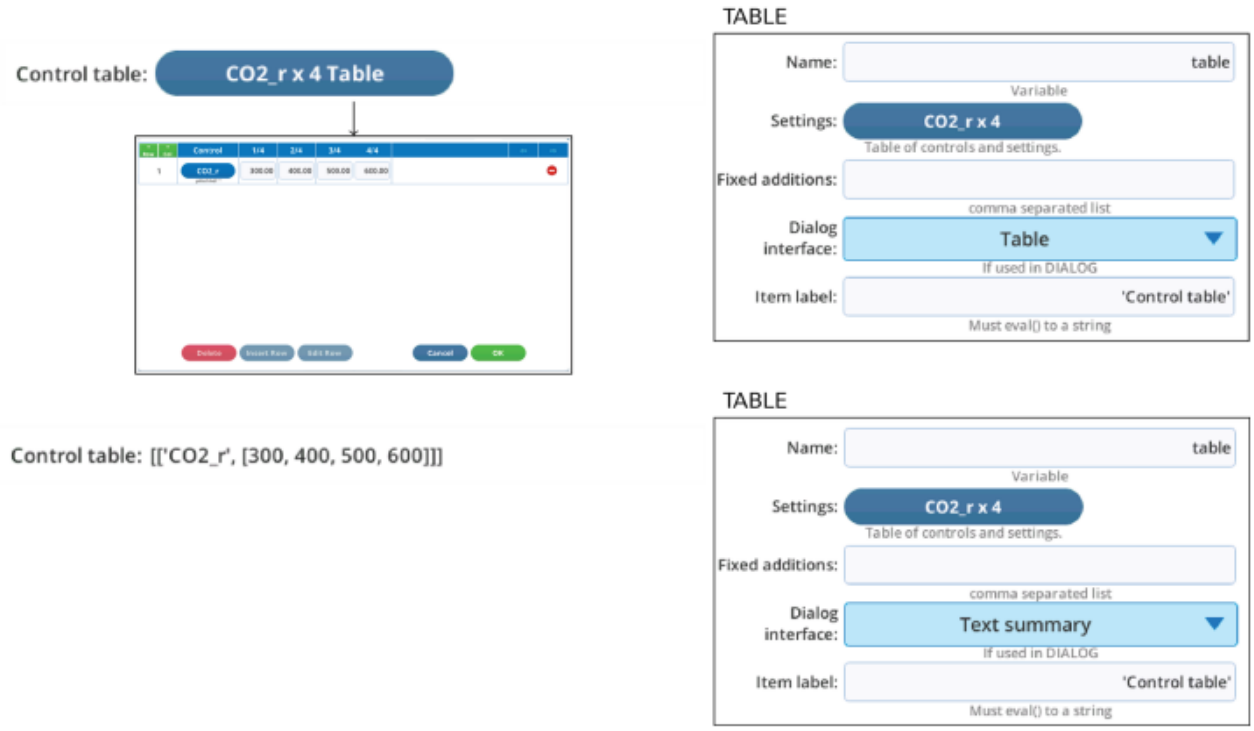


图 105: TABLE 的对话框选项

7.6.2 _dlg 变量

当我们在 ASSIGN 或 TABLE 步骤启用 Dialog interface 信息时，系统基于命名域创建了第二个 BP 变量。例如，在图 105 中，创建了一个名为 table 的变量指向了控制表格，但是因为这里有一个对话框界面信息启用了，第二个叫做 table_dlg 的变量被创建，并包含该信息。这个辅助变量总是被命名域命名，具有一个 _dlg 后缀。

_dlg 变量可以被访问或操作，同其他变量一样。我们可以在 SHOW 语句添加一个，例如，要了解它的结构。如果我们期望在对话框中包含一个不是由 ASSIGN 或 TABLE 创建的变量的信息，我们也可以明确的创建。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

作为举例，图 98 与图 100 等同于如下 Python 代码：

```
xyz = False
xyz_dlg = {'interface': 1, 'target': 'early', 'label': 'Allow early
matching'}
```

图 103 与图 99 等同于如下 Python 代码：

```
loc = 'Plot AD157'
loc = 'Plot AD157'
loc_dlg = {'interface': 3, 'values': ('Plot AD157', 'Plot AE200',
'Plot AE201', 'Greenhouse'),
'label': 'Measurement location', 'target': 'loc'}
```

图 104 与图 99 等同于如下 Python 代码：

```
abc = 4.5
abc_dlg = {'target': 'abc', 'description': 'Your best estimate',
'units': 'cm\u00b2',
'interface': 2, 'label': 'Damaged area', 'checkable': False,
'width': 0}
```

可选择的编辑对话框的版本为：

```
abc = {'value': 4.5, 'checked': False}
abc_dlg = {'target': 'abc', 'description': 'Your best estimate',
'units': 'cm\u00b2','interface': 2, 'label': 'Damaged area',
'checkable': True, 'width':
0}
```

图 101 与图 100 等同于如下 Python 代码：

```
loc = 'Plot AD157'
loc_dlg = {'interface': 8, 'values': ('Plot AD157', 'Plot AE200',
'Plot AE201', 'Greenhouse'),
'label': 'Where', 'target': 'loc'}
```

7.6.3 需要考虑的事情

1. 当 BP 中遇到 DIALOG 语句时，对话框将会出现。他会一直在屏幕上直到用户点击显示的按钮。如果没有指定任何按钮，默认会有一个 OK 按钮。
2. 当显示一个对话框时，BP 的执行仍然在 DIALOG 步骤，即使用户与可编辑条目进行交互（选择框、编辑框等）。
3. 当 DIALOG 编辑 BP 的可编辑变量时，其值将会更新。例如包含一个 Cancel 按钮，也不意味着点击 Cancel 会取消刚刚的编辑操作（我们当然可以支持该行为，但是我们必须在 DIALOG 步骤之外编程）。

7.7 EXEC

EXEC 使用 Python 的 exec() 函数运行在 “Source” 条目中的或者是文件内的文本。图 106 举例：我们使用 EXEC 定义了两个变量。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

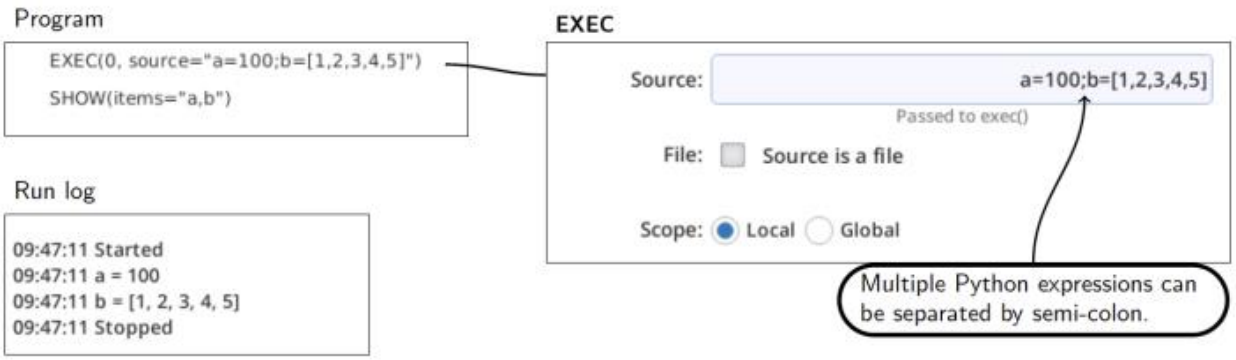


图 106: EXEC 定义两个变量

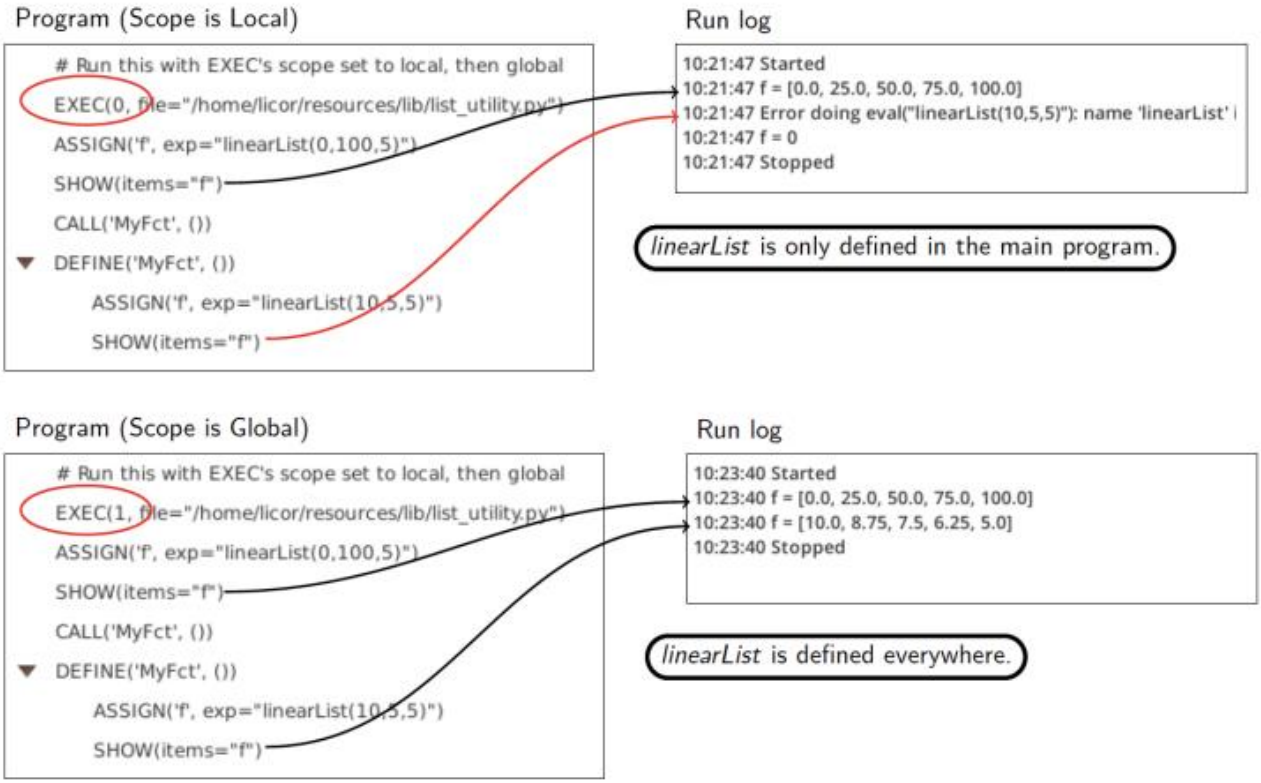
更复杂的代码可以放于一个文件内并通过 EXEC 引用，图 107 演示怎么使用 BP 的这个功能。

图 107: 通过 EXEC 拓展功能

7.7.1 区域变量 VS 全局变量

如果 EXEC 的作用域设置为区域变量，那么 EXEC 定义的变量只能在 EXEC 发生的上下文内可用。全局选项意味着 EXEC 内无论定义的什么在程序的其余部分任何地方都可用（例如在任何函数内），参考下图：

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn



7.8 GROUP

GROUP 是程序步骤的容器。他有一个 “Enabled” 属性来决定包含的步骤是否在运行时执行。因而，GROUP 提供了一个十分方便的方法来启用/禁用部分程序。

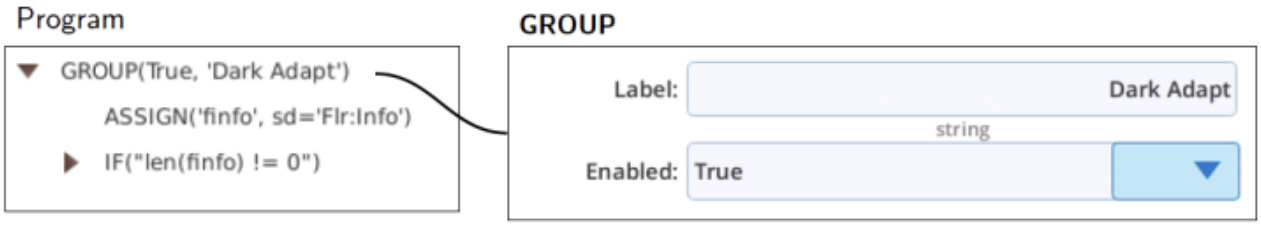


图 109: 关于 GROUP 结构的例子

7.9 IF/ELSE IF/ELSE

IF 步骤可以划分为三个类型：IF ELSE IF 和 ELSE。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

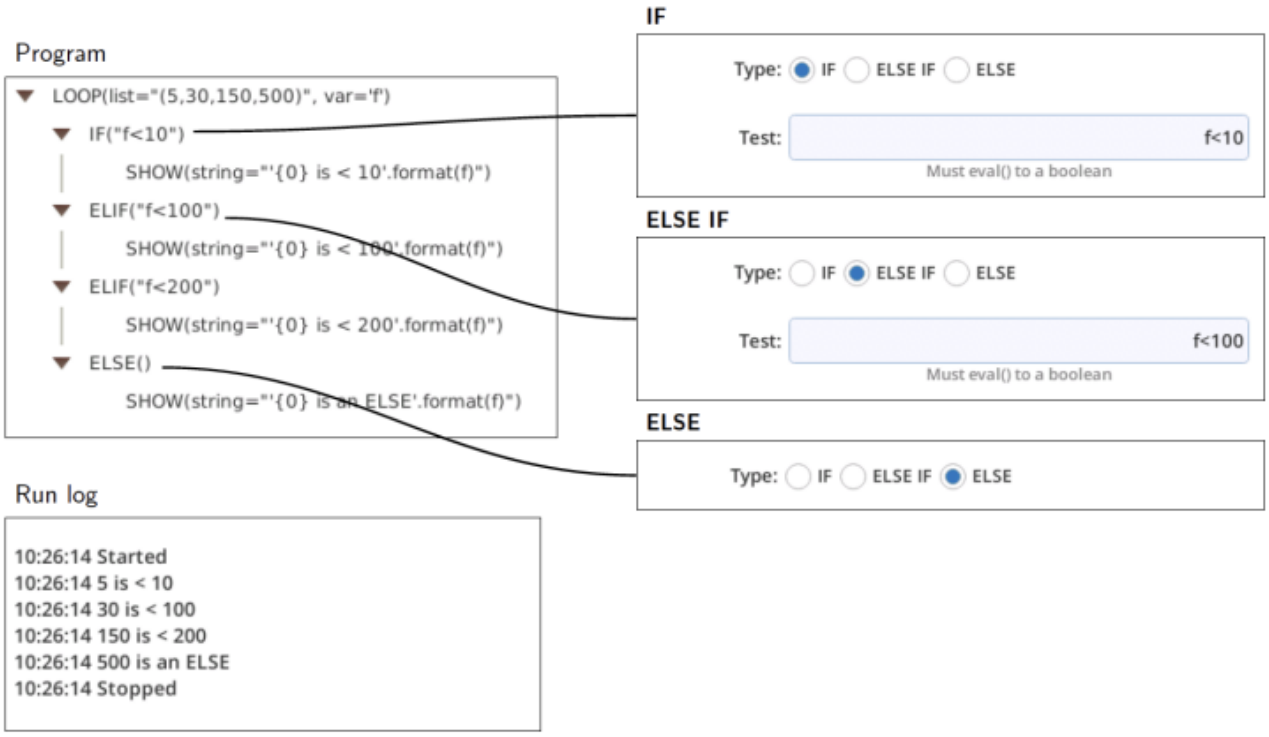
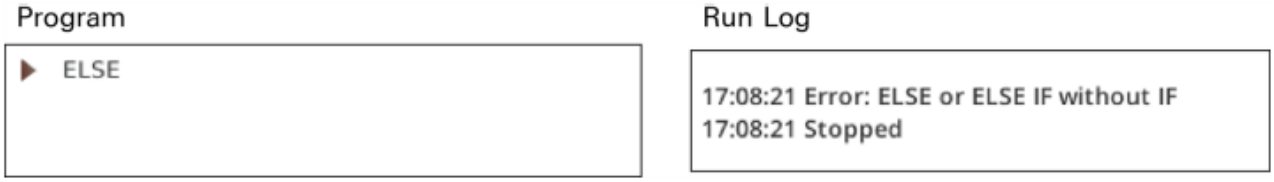


图 110: 关于 GROUP 结构的例子

当创建 BP 时，没有任何功能将任何的 IF 语句的变量结合在仪器，因此由我们自己决定对它们进行怎样的安排。

1. IF 总是在新的 IF 结构的开始。
2. IF 之后，根据我们的需要，可以有任意数量的 ELSE IF 语句。
3. ELSE 是可选的，仅只能有一个，并且只能出现在最后。

如果将 ELSE 或 ELSE IF 的位置放错，我们会收到错误信息：



7.10 LOG

LOG 语句覆盖了正常的 LI-6800 记录操作的所有方面；它可以打开记录文件，记录注释、记录数据或关闭文件。

7.10.1 打开文件

图 111 介绍了使用程序确定的名字打开一个记录文件。我们可以使用 File… 选择一个已存在的文件，也可以在编辑对话框中修改名字，或者只是在编辑框输入名字或表达式。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

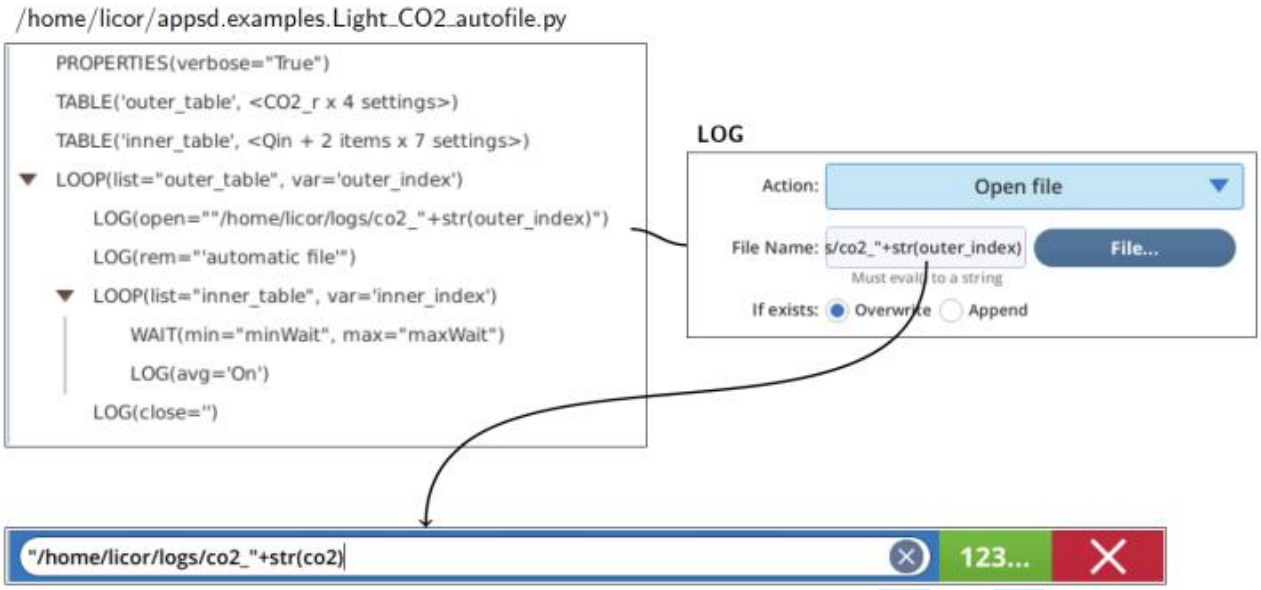


图 111: 打开使用程序命名的文件

当 LOG[Open file] 执行时，如果文件已经存在，那么这个文件将首先被关闭，然后再打开一个新的文件。

7.10.2 记录注释

记录一个注释字符到文件，如果没有文件打开此步骤将跳过。

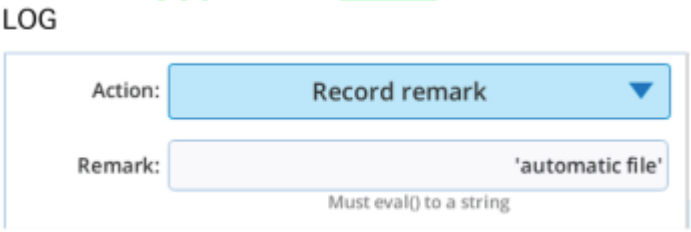


图 112: 记录一个注释

如果我们因为某些原因需要获取最新的记录的注释，可以通过状态字典中的 LOG:LastRem 获得。

7.10.3 记录数据

LOG[RecordData] 记录事件，如果没有数据文件打开，则直接跳过。我们可以选择暂时置换记录选项。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

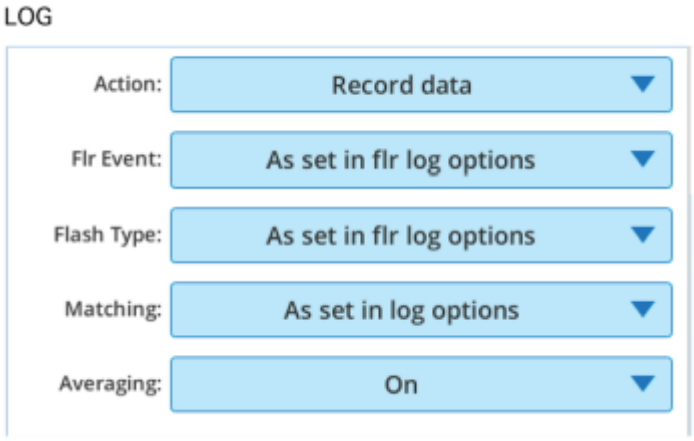


图 113: 记录一个注释

关闭数据文件

LOG[Close file] 选项没有任何参数。如果没有文件打开，那么该命令什么也不做。

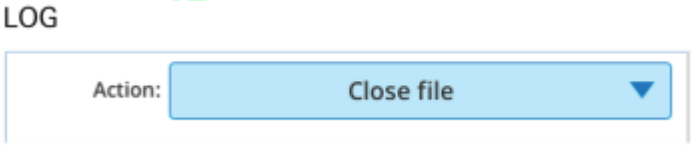


图 114: 关闭记录文件

7.11 LOOP

LOOP 包含重复运行的步骤。有 5 个类型：记数（Count），持续时间（Duration），控制（Control），列表和文件（List and File）。

7.11.1 记数

如果我们希望循环固定的次数，使用 LOOP[Count] 选项。我们可以定义一个变量来访问记数（0，1，…）。我们可以通过 “Minimum time per cycle” 来控制循环，否则它的时间限制为 0.1 s。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

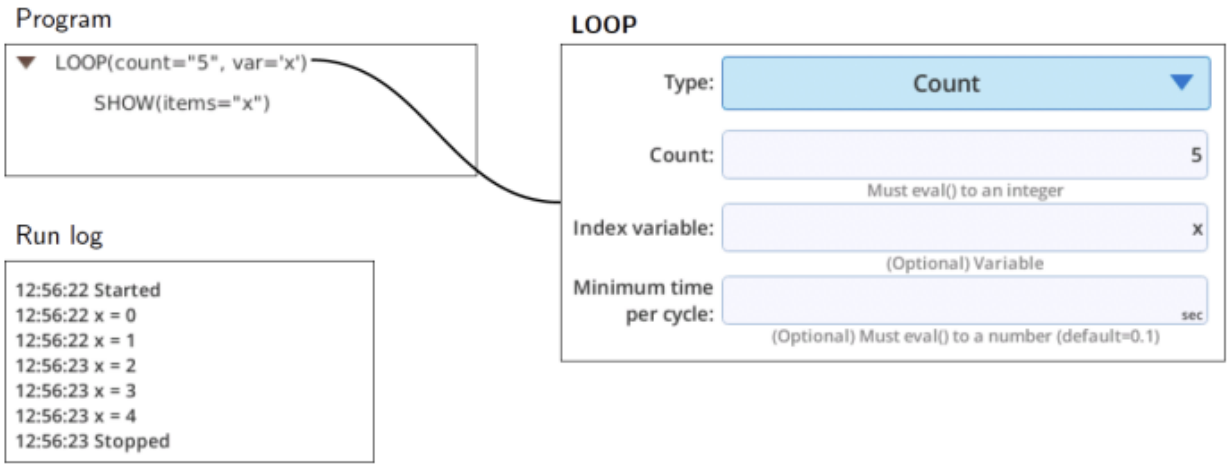


图 115: LOOP 记数，5 个循环，索引为 x，没有时间选项

7.11.2 持续时间

如果我们想在一定的时间内循环，使用 LOOP[Duration] 选项。我们可以定义一个变量，包含程序在这个循环里以 s 为单位的时间。

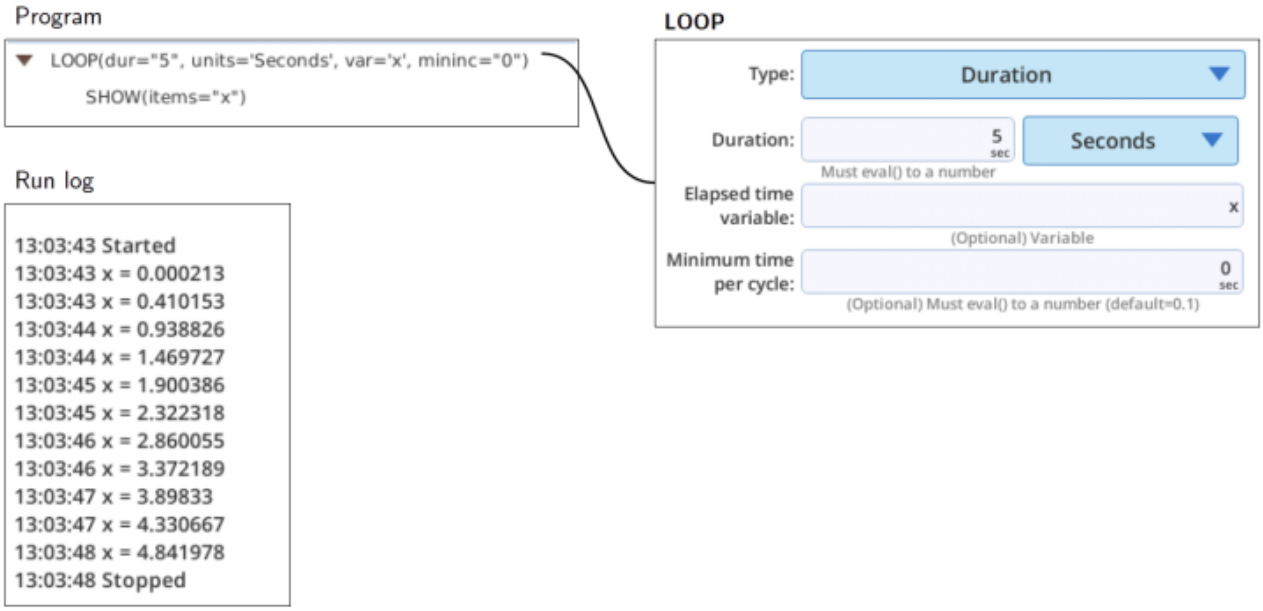


图 116: LOOP 持续时间，供 5 s，从有新数据开始计时（'Min time'=0）

7.11.3 列表

如果我们希望从任意类型的列表条目中循环，使用 LOOP[List]。在每次传递时，我们命名的变量被赋予了列表中一个条目的值。它也可以在 Table 变量中使用。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

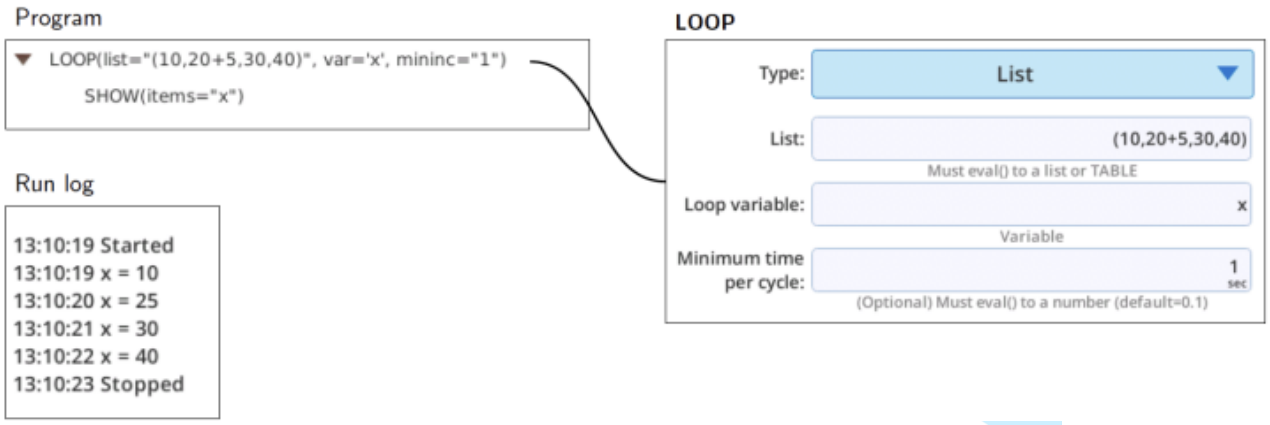


图 117: LOOP[List] 举例

7.11.4 文件

如果我们想要处理文件中的行，每次一行，那么我们使用 LOOP[File]。遍历一个文件，每次循环执行其中的一行。我们可以定义一个变量每次循环容纳文件的一行。如果我们希望，我们可以解析每行，此时变量将会是一个包含发现条目的列表。

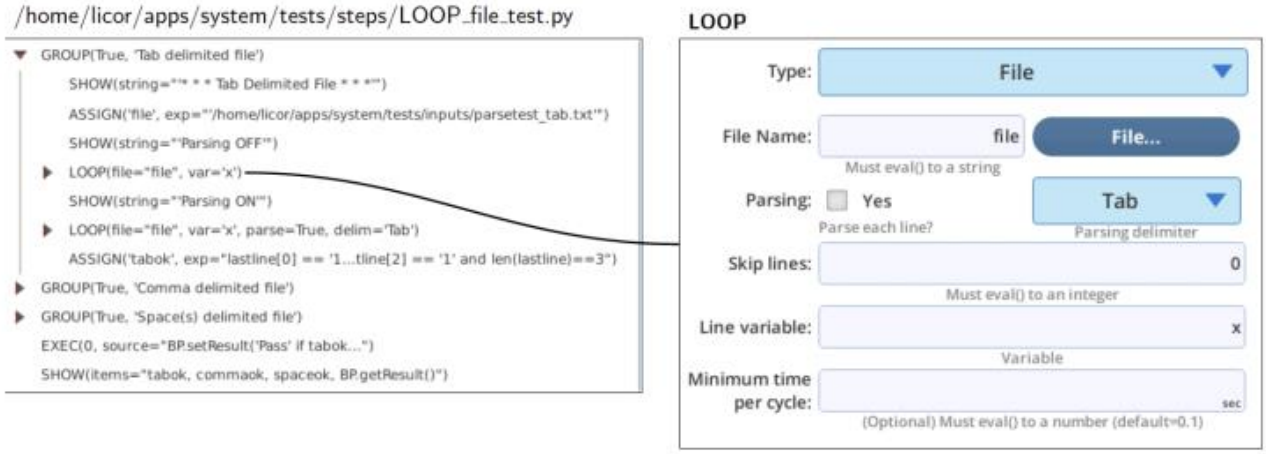


图 118: LOOP[List] 设置

参见 /home/licor/apps/system/tests/LOOP_file_test.py。该程序解析了三个样品输入文件，文件内容列出如下（在空格和 tab 文件内，空格和 tab 以可打印的字符显示）。文件在 /home/licor/apps/system/tests/inputs/。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

parsetest_comma.txt

```
100,20,5
1000,21,4
1500,22,3
200,23,2
100,24,1
```

parsetest_space.txt

```
100␣20␣5
1000␣␣21␣4
1500␣22␣3
␣␣␣200␣␣␣23␣␣␣2
␣100␣24␣1
```

parsetest_tab.txt

```
100	20	5
1000	21	4
1500	22	3
200	23	2
100	24	1
```

Run log

```
16:58:37 Started
16:58:37 * * * Comma delimited file * * *
16:58:37 Parsing OFF
16:58:37 x = 100,20,5
16:58:38 x = 1000,21,4
16:58:38 x = 1500,22,3
16:58:38 x = 200,23,2
16:58:38 x = 100,24,1
16:58:38 Parsing ON
16:58:38 x = ['100', '20', '5']
16:58:38 x = ['1000', '21', '4']
16:58:38 x = ['1500', '22', '3']
16:58:38 x = ['200', '23', '2']
16:58:38 x = ['100', '24', '1']
16:58:38 Stopped
```

Run log

```
16:59:36 Started
16:59:36 * * * Space(s) delimited file * * *
16:59:36 Parsing OFF
16:59:36 x = 100 20 5
16:59:36 x = 1000  21 4
16:59:36 x = 1500 22 3
16:59:36 x =   200  23  2
16:59:36 x =  100 24 1
16:59:36 Parsing ON
16:59:36 x = ['100', '20', '5']
16:59:36 x = ['1000', '21', '4']
16:59:36 x = ['1500', '22', '3']
16:59:36 x = ['200', '23', '2']
16:59:36 x = ['100', '24', '1']
16:59:36 Stopped
```

Run log

```
17:00:05 Started
17:00:05 * * * Tab Delimited File * * *
17:00:05 Parsing OFF
17:00:05 x = 100        20      5
17:00:05 x = 1000       21      4
17:00:05 x = 1500       22      3
17:00:06 x = 200        23      2
17:00:06 x = 100        24      1
17:00:06 Parsing ON
17:00:06 x = ['100', '20', '5']
17:00:06 x = ['1000', '21', '4']
17:00:06 x = ['1500', '22', '3']
17:00:06 x = ['200', '23', '2']
17:00:06 x = ['100', '24', '1']
17:00:06 Stopped
```

图 119: LOOP[file] 举例

注意在每个例子中，未解析的行总是一个字符，并且解析的每个部分也总是字符。将字符转换为数字是非常简单的（Python 的 float() 函数），但是我们并不需要。如果我们需要用这些值来进行一个控制，SETCONTROL 会为我们做这些转换。

7.12 PROPERTIES

PROPERTIES 能让我们程序化的暂停 BP，以及控制 BP 的 verbostity（运行日志输出）。

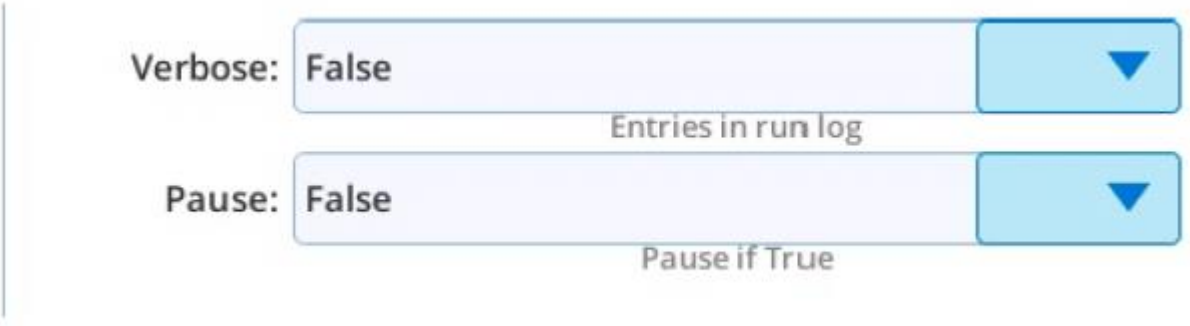


图 120: 使用 PROPERTY 来暂停程序

Verbose，默认关闭，控制运行日志里输出的量。使用 Verbose 设置为 False，运行日志里只会输出开始和结束信息、SHOW 的输出、以及警告和错误。 当 Verbose 设置为 True，几乎所有的步骤都会在运行日志里体现。

如果 Pause 属性为 True，BP 运行至该步骤时会暂停。这对调试的目的十分有用，或者无限停止程序直到用户希望其恢复运行。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

7.13 RETURN

TETURN 步骤退出 DEFINE，或者退出主程序。

RETURN 没有相关的参数。如果我们希望从 DEFINE 返回值，对传递的参数使用通过引用传递的功能。

7.14 RUN

RUN 是用于 BP 怎样去启动另一个 BP。

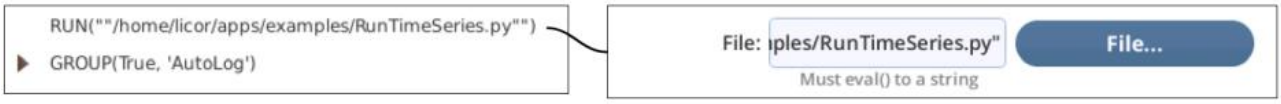


图 121: 使用 BP 来启动另外的 BP

7.15 SETCONTROL

SETCONTROL 运行我们设置控制项或系统常数。Target 行的按钮用于访问控制字典。Value 行会根据控制的项目不同而略有差异。

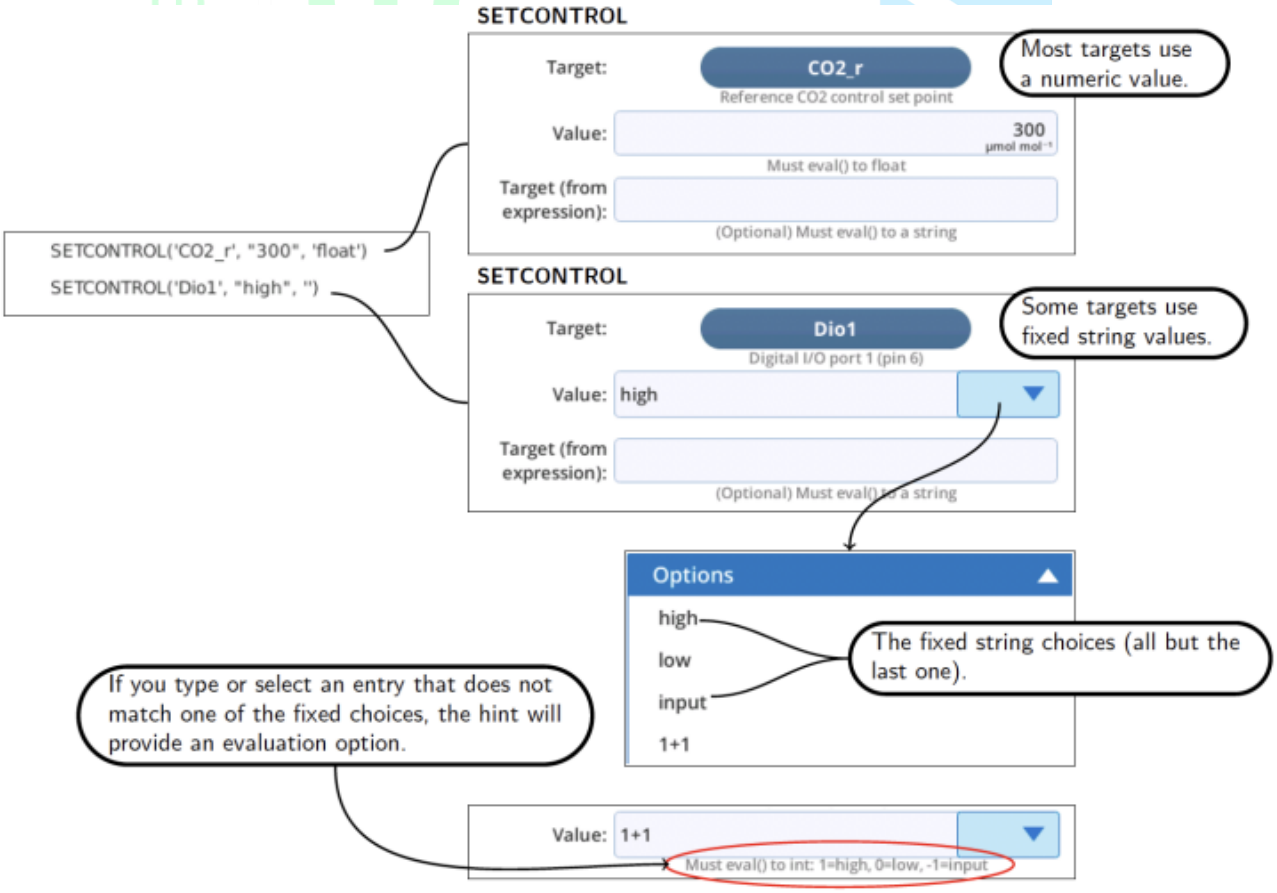


图 122: 不同目标的 SETCONTROL 界面

如果我们希望在运行时选择目标而不是设计程序时，我们使用 Target（来自表达式）域。这将会置换

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

任何按钮标签的内容，无论其内容是什么。例如，如果我们希望从文件中读取目标和值，我们可以将 SETCONTROL 放入循环中读取文件，假定 x 来保持解析行，每行有两个条目：target（字符）以及 value（数值或表达式），每次通过循环传递都将设置 Target 为 x[0] 并将 value 设置为 x[1]。

当 'Value' 为复选框时，如图 122 的 Dio1，未固定的条目允许我们在运行时选择条目，下表为 Dio1 的部分可选条目：

Typed in Value	Result
high	At design time, same as selecting high from the menu.
'high'	At run time, evaluates to a string, so becomes high.
0	At run time, sets Dio1 like you had picked low.
xxx	At run time, assuming you have defined xxx, and it evaluates to 'high', 'low', 'input', 1, 0, or -1, then this is fine.
'in'+'put'	At run time, evaluates to a string ('input'), so same as input.
99-100	At run time, evaluates to -1, so same as input.

7.16 SHOW

SHOW 打印到日志。可以指定一个变量列表，或者格式化的字符

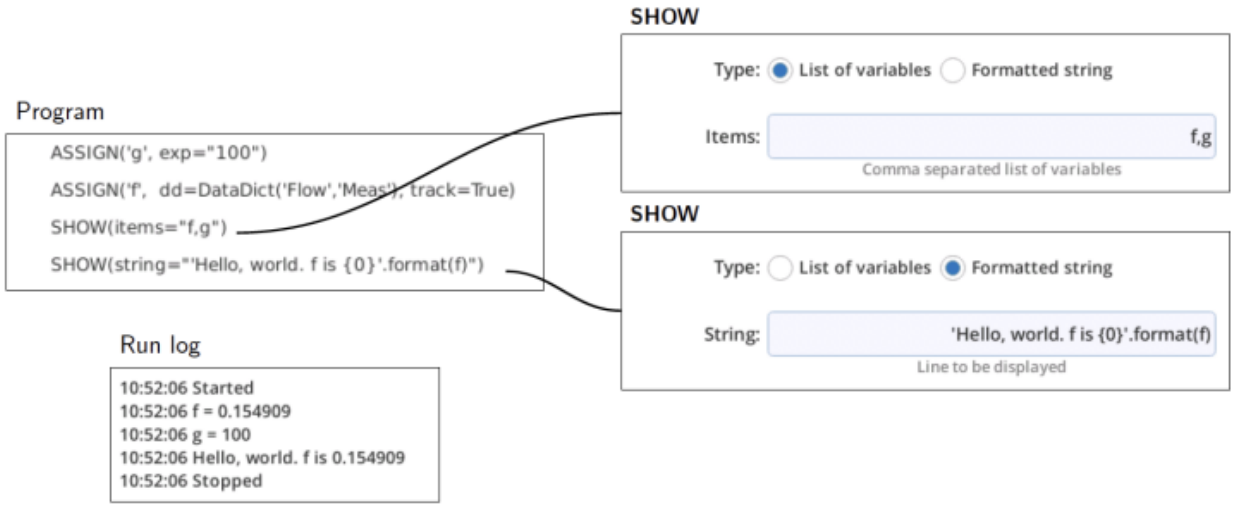


图 123: 使用 SHOW

7.17 TABLE

SHOW 打印到日志。可以指定一个变量列表，或者格式化的字符。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

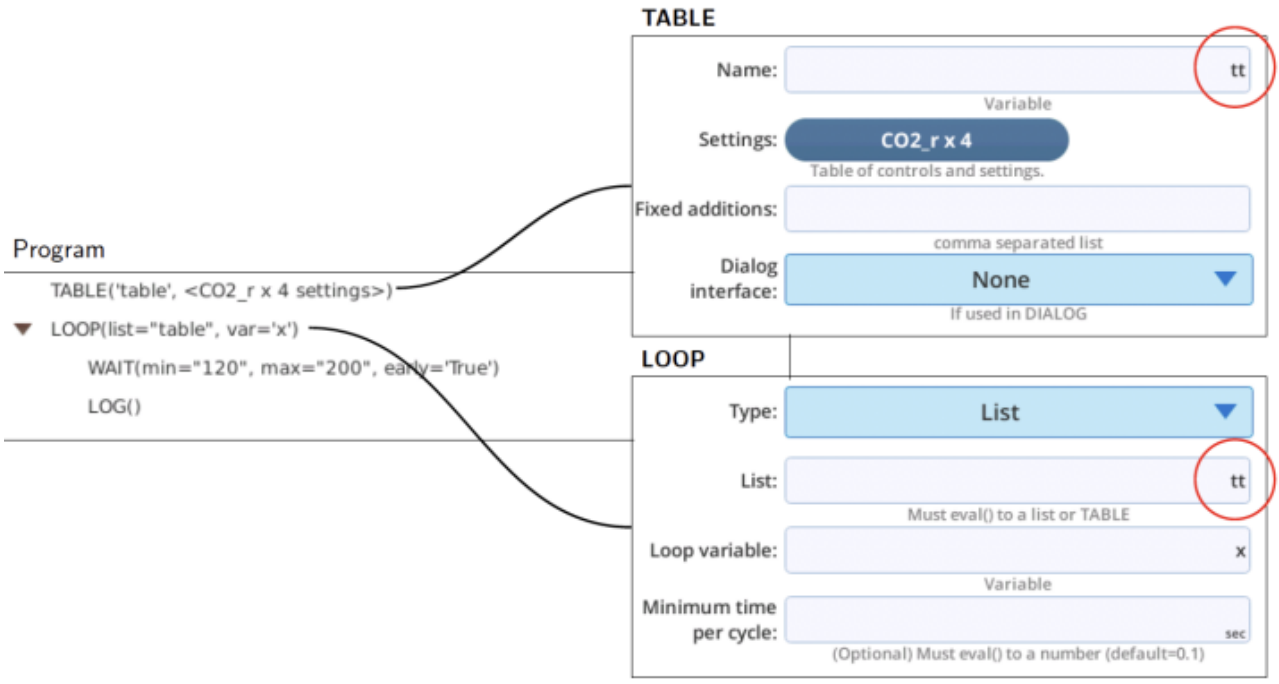


图 124: TABLE 在 LOOP[List] 执行

LOOP 将会循环执行在表格的首行中所有数量的设定。每一个传递过之后，它会设定表格的行目标（row targets）（从首至尾）为该行所有列的值。如果有空白的条目，他会跳过该目标。因此，如果表中特定行只有第一列有输入条目，该值仅被设定一次。

7.17.1 表格变量的结构

考虑一个有两个控制的 TABLE，一个为光强，另一个为颜色，一个辅助常数为等待时间（图 125）。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

图 125: 一个具有两个控制和辅助常数项的表格

一个变量表格是一个具有两个 key 的字典：

1. “values” 一个列表，每个条目是包含一个字符（目标）和列表（设置点列表）的元组。
2. “aux” 一个字典它的 key 与 “value” 列表中的字符（目标）相关。每个条目的 key 为：
   i. “control”：True or False
   ii. -“staticmeta”：True or False，如果为 True，会有关于 “units” 和 “format” 的 key。

具体如下面的代码例子(注释为译者注)：

```
{
# value 三个列表，分别是 qin， color_qin，wait
# 每个列表有两个条目，一个字符，另一个数值或控制
# 字符的列表
"values": [
[
"Qin",[1500,1000,500,100]
],
[
"Color_Qin",["r60","r70","r80","r90"]
],
[
```


基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

```
"wait",[2,3,4,5]
]
],
# staticmeta 为false，因此没有单位和格式
"aux": {
"Color_Qin": {
"control": True,
"staticmeta": False
},
# staticmeta 为true，单位和格式项需要填
"wait": {
"units": "mins",
"format": ["f",1,2],
"control": False,
"staticmeta": True
},
"Qin": {
"control": True,
"staticmeta": False
}
}
}
```

7.17.2 自定义执行

如果我们需要在运行时对 TABLE 进行自定义的操纵，那么我们应该使用图 126 演示的功能，它等同于 LOOP[List] 标准的过程。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

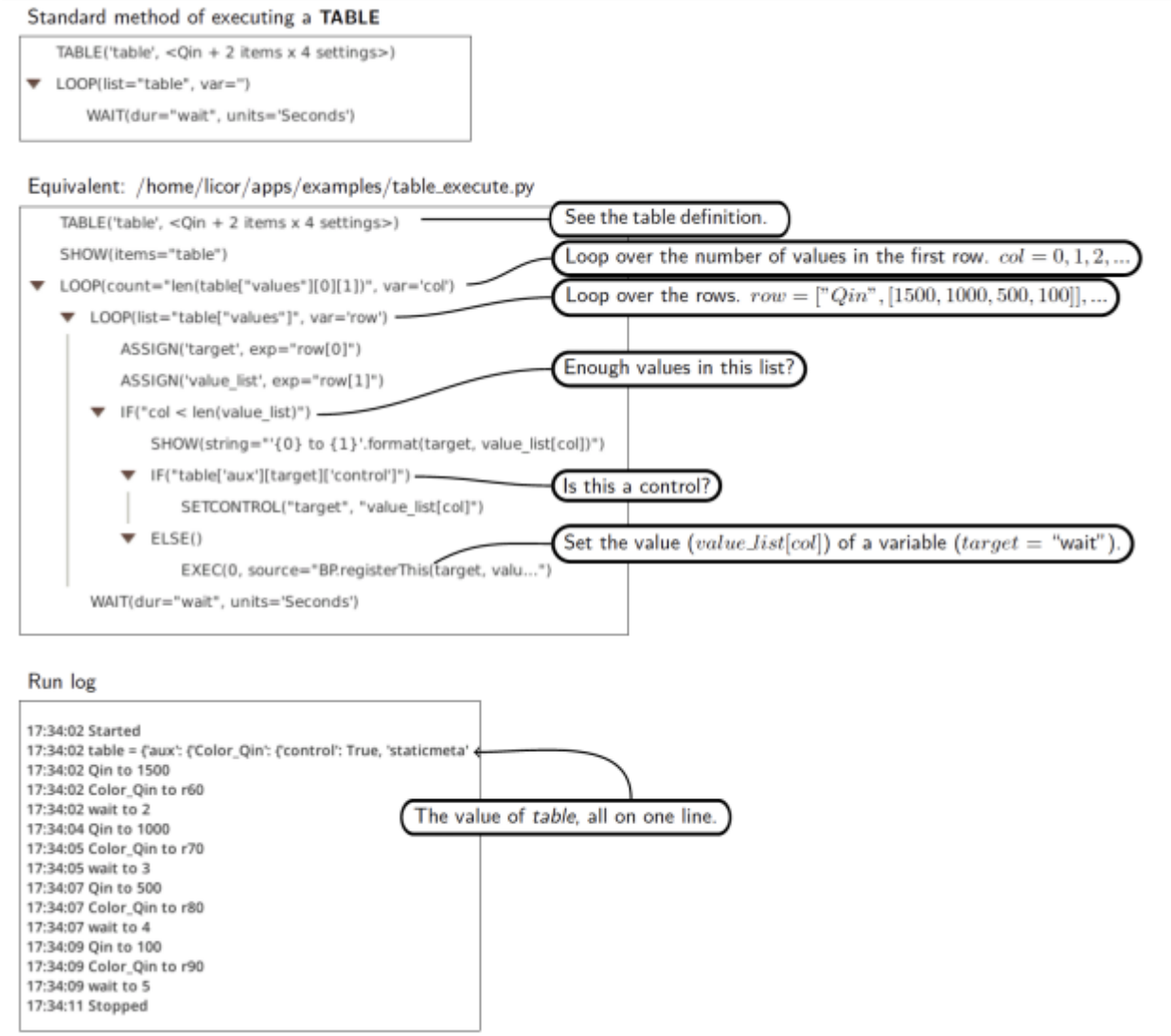


图 126: 一个明确怎样对表格执行的进行编程的模板

7.18 WAIT

WAIT 有三个类型：持续时间（Duration），稳定性（Stability），直到（Until）一天中的某个时间,以及事件或条件。除了最后一个类型，所有的等待过程将会在 Start 屏或/和 Monitor 屏（当选择时）有倒计时。

图 127: 倒计时

7.18.1 Duration

WAIT[Duration] 暂停执行直到指定的一段时间。

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

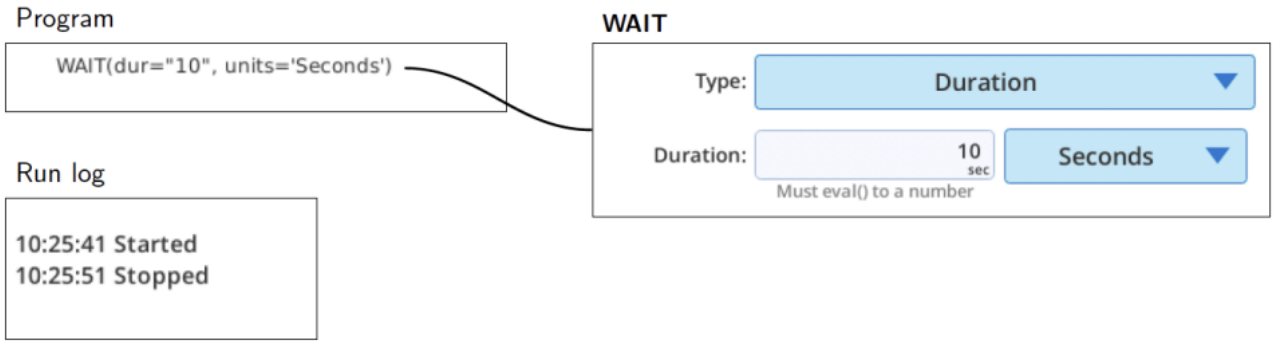


图 128: WAIT[Duration] 例子

7.18.2 Stability

WAIT[Stability] 有两部分。第一部分是最小时间。从它的最后到最大时间，如果当前的稳定性定义能够满足，等待将会终止。在开始等待 30 s 后以及在最大等待时间 60 s 之前，如果 Eearly match 为 True，并且如果参比分析器（Cr 与 Hs）满足下面的稳定性标准，那么将会进行匹配，

$$\left|\frac{\partial C_r}{\partial t}\right| < 1\frac{\mu mol/mol}{min}, \quad \left|\frac{\partial H_r}{\partial t}\right| < 0.1\frac{mmol/mol}{min}$$

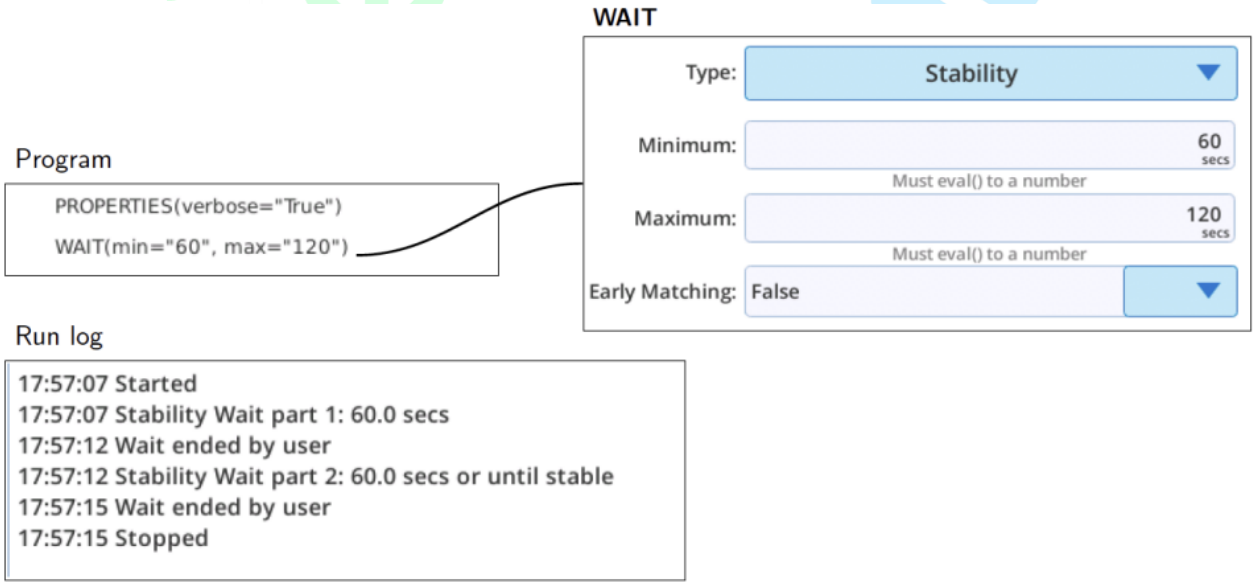


图 129: WAIT[Stability] 例子

7.18.3 Until

WAIT[Until] 等待一天中的某个时间。图 130 展示了实现同一件事情的不同方法：

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

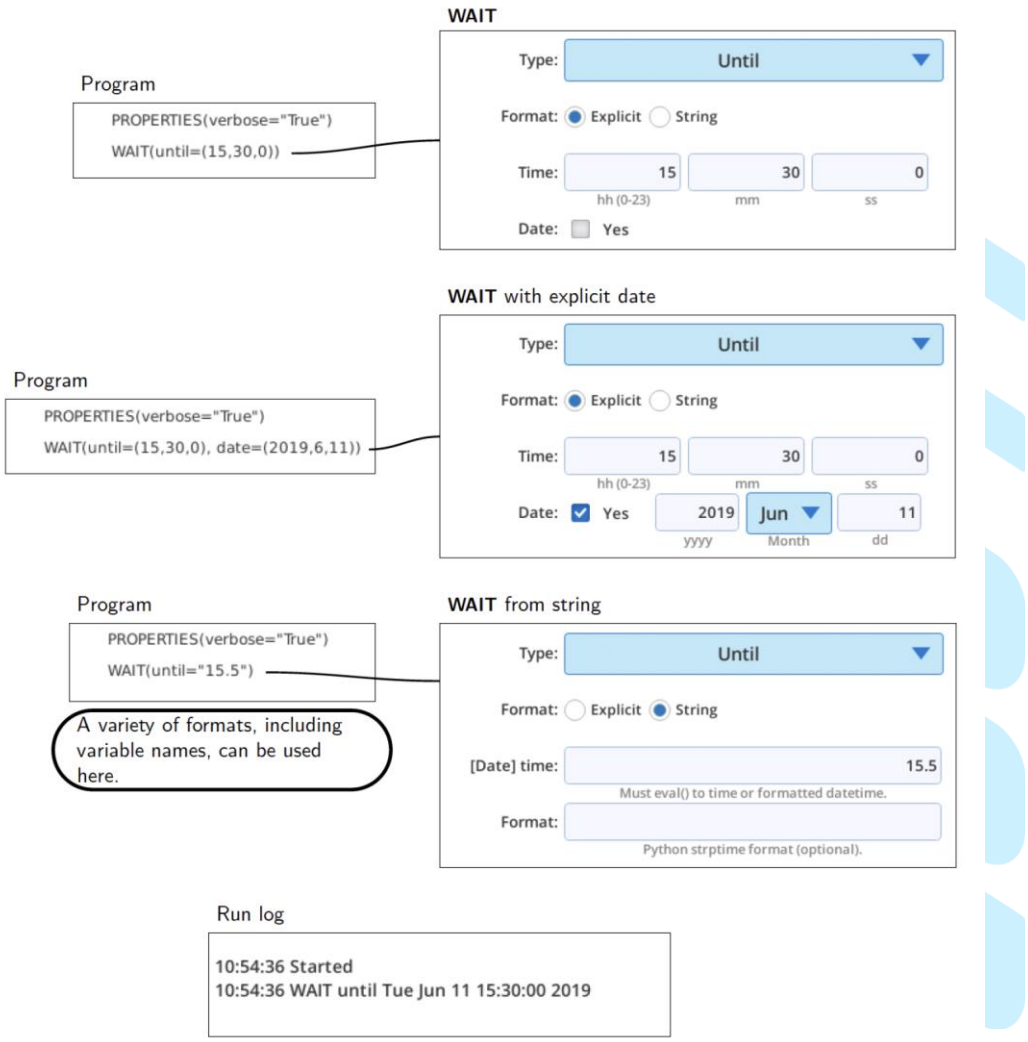


图 130: WAIT[Until] 不同的实现方法

如果没有指定日期和指定的时间已经过去，那么程序会一直等待知道第二天的时间。

“String” 格式 （图 130 左下方） 是指定时间日期的另一种可供选择的方法；优势是我们选择它可以编程来指定，要使用日期，在 Format 对话框中使用 srtptime 来指定格式。否则仅仅使用小数点来指定小时，或 hh:mmm。如下表：

表：一些指定时间和日期的例子，字符格式并非必须，除非我们希望指定时间和日期

[Date] time	Format	Interpreted as
10		10:00:00 am
5.5		05:30:00 am
14:22		14:22:00 pm
8:30:6		08:30:06 am
6 Dec 2019 12:33:45	%d %b %Y %H:%M:%S	6 Dec 2019 12:33:45

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

7.18.4 Event

WAIT[Event] 等待知道我们指定的检测为 True。下图的例子接近我们使用 LI-6800 来玩游戏了，它简单的对 LI-6800 的流速需要多久降低到 400 进行计时。

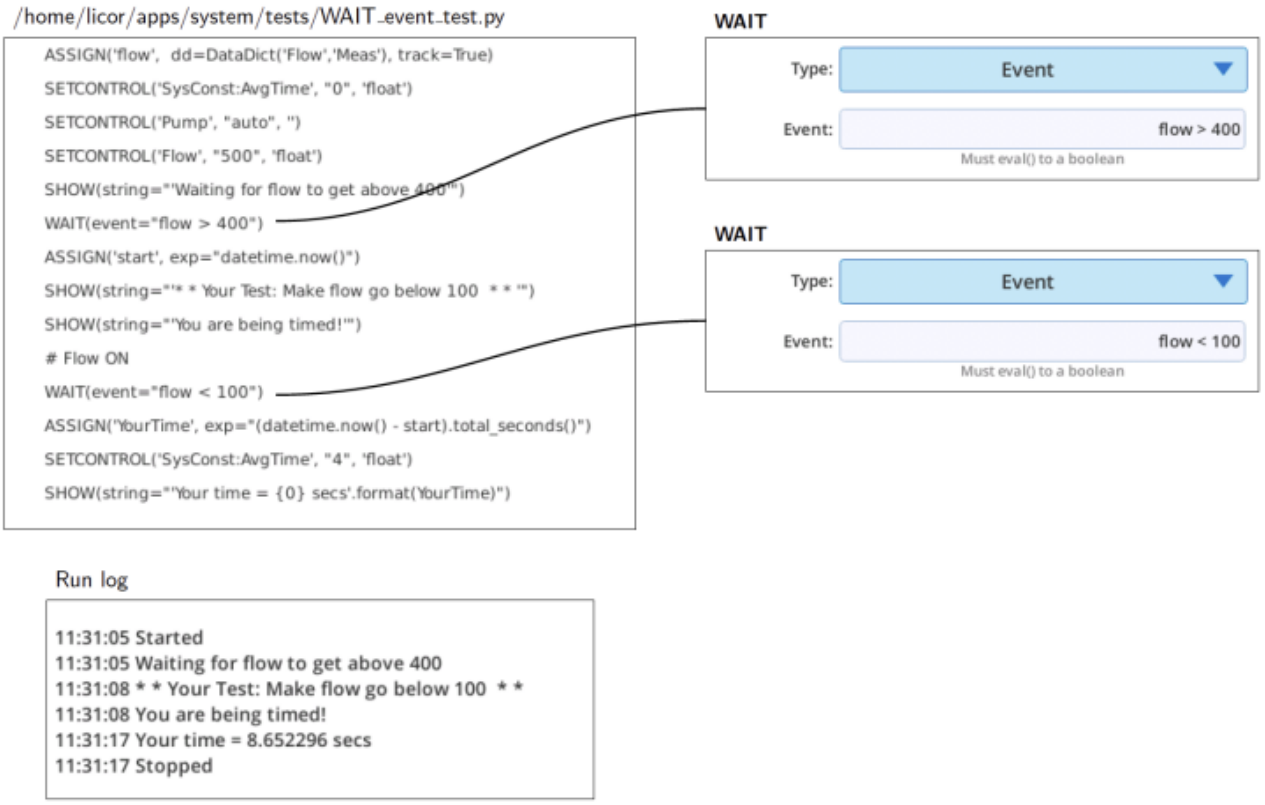
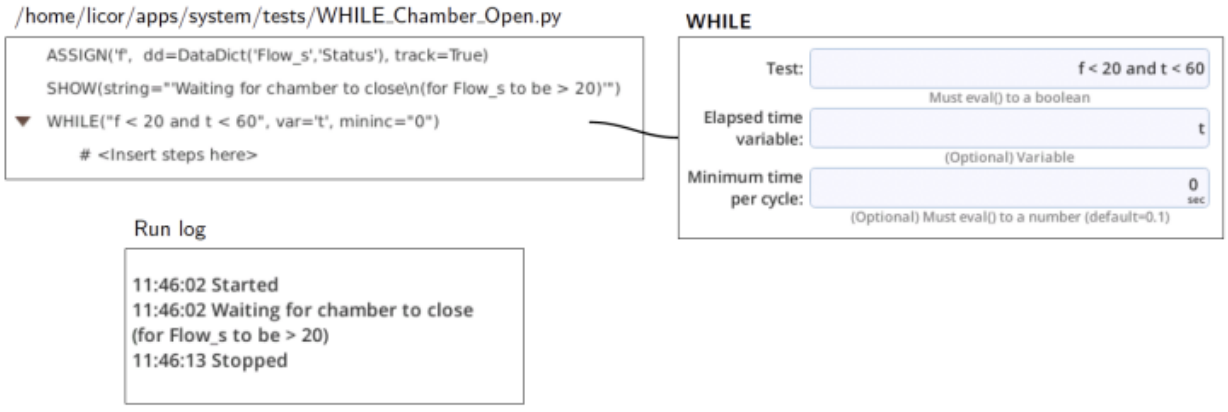


图 131: WAIT[Event] 举例

7.19 WHILE

当指定的条件为 True 时，WHILE 进行循环。“Minimum time per cycle” 指定了整个循环分隔每次循环的最小的时间间隔。默认为 0.1 s。设置为 0 意味着当下一组数据可以获取时进行循环（通常每 0.5 s）。

图 132 的例子将会一直循环直到样品室流速超过 20 $\mu mol/s$，如果我们在运行程序前将叶室关闭和泵打开，循环将一直进行，直到或者我们打开叶室，或者停止泵，又或者 1 min 的时间达到。



基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

图 132: WHILE 举例

附录 A

控制字典映射

可以使用 SETCONTROL 的控制

Type	Group	Name	Description
Auxiliary	Analog	AuxPwr	Voltage for the auxiliary power port in head
		Dac1	D/A #1 (pin 2) setting
		Dac2	D/A #2 (pin 3) setting
		Dac3	D/A #3 (pin 4) setting
		Dac4	D/A #4 (pin 5) setting
	Digital	ADC1Pullup	ADC Channel 1 pullup (pin 21)
		Dio1	Digital I/O port 1 (pin 6)
		Dio2	Digital I/O port 2 (pin 7).
		Dio3	Digital I/O port 3 (pin 8).
		Dio4	Digital I/O port 4 (pin 9).
		Dio5	Digital I/O port 5 (pin 10).
		Dio6	Digital I/O port 6 (pin 11).
		Dio7	Digital I/O port 7 (pin 12).
		Dio8	Digital I/O port 8 (pin 13).
		Excite5	5V Excitation (pin 25).
		Power12	12V Power (pin 23).
		Power5	5V Power (pin 14).

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

Type	Group	Name	Description
Constants	Fluorometry	FLR:Adark	Dark photosynthetic rate
		FLR:Fm	Value of dark adapted Fm
		FLR:Fo	Value of dark adapted Fo
		FLR:PS2/1	Photosystem distribution factor
	Gas Exchange	Const:Geometry	Leaf type
		Const:Custom	1-sided BLC for custom
		Const:K	Stomatal ratio
		Const:S	Leaf area
	Leaf Temp	LTConst:deltaTw	Wall temperature difference from air temp (for en- ergy baance)
		LTConst:fT1	Fractional contribution of leaf thermocouple T1
		LTConst:fT2	fractional contribution of leaf thermocouple T2
		LTConst:fTeb	Fractional contribution of leaf energy balance
	Soil	Soil:#Reps	Soil measurement rep count per measurement
		Soil:CircPump_%	Circulation pump speed
		Soil:Duration	Soil measurement duration
	System	SysConst:AvgTime	System average time
		SysConst:Oxygen	Oxygen concentration
	User Defined	User:myfirst	
		User:mysecond	

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

Type	Group	Name	Description
Env Controls	CO2	CO2 On/Off	CO_2 Controller on/off
		CO2_%	CO_2 injector setting (0-100)
		CO2_r	Reference CO_2 control set point
		CO2_s	Sample CO_2 control set point
	Color	Color_All	Color specifier for all sensors
		Color_Con	Color specifier for light source attached to console
		Color_Flr	Color specifier for fluorometer
		Color_Head	Color specifier for light source attached to head
		Color_Qin	Color specifier for all sensors contributing to the leaf
	Fan	Fan On/Off	Fan Controller on/off
		Fan_%	Fan speed power (0=off, 100=full)
		Fan_blc	Boundary layer conductance set point (controlled by fan speed)
		Fan_rpm	Fan speed set point
	Flow	Flow	Flow rate to chamber
		Flow On/Off	Flow Controller on/off
		Flow_%	Flow split setting (% to leaf chamber)
		Pump	Pump speed setting
	H2O	Desiccant_%	Direct control of desiccant tube (0=bypass, 100=full scrub)
		H2O_On/Off	H_2O Controller on/off
		H2O_%	Direct H_2O control from full dry (-100) to full humidity (100)
		H2O_r	H_2O Reference set point
		H2O_s	H_2O Sample set point
		Humidifier-%	Direct control of humidifier tube (0=bypass, 100=full wetting)
		RH_air	Chamber relative humidity set point
		SD_air	Saturation Deficit (air) set point
		VPD_leaf	Vapor Pressure Deficit (leaf) set point

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

Type	Group	Name	Description
	Light	Q_All	All light source(s) set point
		Q_Console	Light source attached to console set point
		Q_Flr	Fluorometer actinic set point
		Q_Head	Light source attached to head set point
		Qin	Light incident on leaf set point
	Pressure	Pressure	Chamber over-pressure pressure set point
		Pressure_On/Off	Pressure Controller on/off
		Pressure_%	Chamber over-pressure control setting
	Temp	Tair	Chamber air temperature set point
		Temp_On/Off	Temp Controller on/off
		Tleaf	Leaf temperature set point
		Txchg	Heat exchanger set point

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

Type	Group	Name	Description
Flr Settings	Dark	DARK:After	Far red off time after actinic off
		DARK:Before	Turn far red on time prior to actinic off
		DARK:Duration	Dark pulse duration
		DARK:FarRed target	Dark pulse far red target
	Induction	IND:Duration	Induction flash duration
		IND:Red target	Induction flash red target
	MPF	MPF:Phase 1	MPF phase 1 duration
		MPF:Phase 2	MPF phase 2 duration
		MPF:Phase 3	MPF phase 3 duration
		MPF:Ramp	MPF ramp control
		MPF:Red target	MPF red target value
	Measure	Meas:AverageTime	Averaging time for Fs and Fs'
		Meas:DarkModRate	Modulation rate for dark measurements
		Meas:FlashModRate	Modulation rate during flash events
		Meas:LightModRate	Modulation rate for light measurements
		Meas:Modulation	Modulation control:
		Meas:Recording	Turn flr recording on/off
	RF	RF:Duration	Rectangular flash duration
		RF:Red target	Rectangular flash red target value
Log Options	Flr	FlrOpt:Action	Fluorometer Action at Log
		FlrOpt:Auto	Threshold for Automatic MPF
		FlrOpt:FlashType	Fluorometer Flash Type
		FlrOpt:MinFlash	Minimum flash interval
	Match	MchOpt:CO2Change	Match if CO2_r changed >
		MchOpt:CO2Delta	Match if |CO2_r - CO2_s| <
		MchOpt:Choice	Match when logging?
		MchOpt:Elapsed	Match if elapsed time by
		MchOpt:H2ODelta	Match if |H2O_r - H2O_s| <
		MchOpt:H2OChange	Match if H2O_r changed >
	Std	LogOps:MakeExcel	Also create Excel log file
		LogOpts:AvgTime	Additional averaging time
		LogOpts:Beep	Beep on log

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

Type	Group	Name	Description
Misc	Match Mode	Mch:AvgTime	Auto match stats averaging time
		Mch:CO2 limit	CO_2 delta rate of change green light threshold
		Mch:H2O limit	H_2O delta rate of change green light threshold
		Mch:Mode	Match mode action
		Mch:Timeout	Auto mode timeout time
	Power Settings	PowerState	Sleep/Standby mode control

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

附录 B

状态字典映射

可以使用 ASSIGN 监控的状态字典：

Type	Group	Name	Description
Auxiliary	Analog	AuxPwr	Voltage for the auxiliary power port in head
		Dac1	D/A #1 (pin 2) setting
		Dac2	D/A #2 (pin 3) setting
		Dac3	D/A #3 (pin 4) setting
		Dac4	D/A #4 (pin 5) setting
	Digital	ADC1Pullup	ADC Chan1 pullup (pin 21)
		Dio1	Pin 6: low, high, input
		Dio2	Pin 7: low, high, input
		Dio3	Pin 8: low, high, input
		Dio4	Pin 9: low, high, input
		Dio5	Pin 10: low, high, input
		Dio6	Pin 11: low, high, input
		Dio7	Pin 12: low, high, input
		Dio8	Pin 13: low, high, input
		Excite5	5V excitation (pin 25)
		GPIO	State summary (pins 13-6)
		GPIOdir	Direction summary (pins 13-6)
		Power12	12V power (pin 23)
		Power5	5V power (pin 14)

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

Type	Group	Name	Description
Env Controls	CO2	CO2:Label	CO2_r, CO2_s, or blank
		CO2:Percent	CO_2 injector target (if manual) %
		CO2:Scrub	auto, on, off
		CO2:SetPoint	CO_2 setpoint (if auto) mol mol
		CO2:Status	0=off, 1=manual, 2=off target, 3=on target
	Fan	Fan:Percent	Manual set pointmol s
		Fan:SetPoint	Automatic target (target units)
		Fan:SetPoint_rpm	Automatic target (rpm)
		Fan:Status	0=off, 1=manual, 2=off target, 3=on target
		Fan:Target	(if auto) RPM or BLC
	Flow	Flow:Percent	Flow setpoint (if manual) mol s
		Flow:Pump	auto, high, medium, low, minimum, off
		Flow:SetPoint	Flow setpoint (if auto) mol s
		Flow:Status	0=off, 1=manual, 2=off target, 3=on target
	H2O	H2O:PercentD	% Desiccant (manual)
		H2O:PercentH	% Humidifier (manual)
		H2O:SetPoint	H2O setpoint (target units)
		H2O:Status	0=off, 1=manual, 2=off target, 3=on target
		H2O:Target	H2O_r, H2O_s, RH air, etc.
		H2O:Teff	Coolest temp in chamber
		H2O:TlowLab	Label of coolest chamber temp

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

Type	Group	Name	Description
Env Controls (continued)	Light	Con:ColorMix	Mix resulting from color spec
		Con:ColorSpec	Color specification
		Con:Control	off, setpoint, percent or test
		Con:Info	Console light source info
		Con:Percent	Manual %s: red blue farred
		Con:Setpoint	Actinic setpoint mol m s
		Con:Status	Con: 0=off, 1=manual, 2=off target, 3=on target
		Con:Trans	Transmittance
		Flr:ColorMix	Mix resulting from color spec
		Flr:ColorSpec	Color specification
		Flr:Control	off, setpoint, percent or test
		Flr:Info	Flr info
		Flr:Percent	Manual %s: red blue farred
		Flr:Setpoint	Actinic setpoint mol m s
		Flr:Status	Flr: 0=off, 1=manual, 2=off target, 3=on target
		Flr:Trans	Transmittance
		Head:ColorMix	Mix resulting from color spec
		Head:ColorSpec	Color specification
		Head:Control	off, setpoint, percent or test
		Head:Info	Head lightsource info
		Head:Percent	Manual %s: red blue farred
		Head:Setpoint	Actinic setpoint mol m s
		Head:Status	Head: 0=off, 1=manual, 2=off target, 3=on target
		Head:Trans	Transmittance

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

Type	Group	Name	Description
Env Controls (continued)	Pressure	Press:Percent	Press setpoint (if manual) mol s
		Press:SetPoint	Flow setpoint (if auto) mol s
		Press:Status	0=off, 1=manual, 2=off target, 3=on target
	Temp	Temp:Hold	Tleaf control suspended (chamber open)
		Temp:SetPoint	Automatic set point
		Temp:Status	0=off, 1=manual, 2=off target, 3=on target
		Temp:T2use	0=none or out, 1=in, 2=avg
		Temp:Target	Txchg, Tair, Tleaf
		Temp:TleafOp	Tleaf control option value
		Temp:TleafOpID	Tleaf control option ID
Log Options	Flr	FlrOpt:Action	0=None, 1=Flash, 2=Flash+Dark
		FlrOpt:Auto	Threshold for Automatic MPF
		FlrOpt:FlashType	0=Auto, 1=RF, 2=MPF, 3=Ind
		FlrOpt:MinFlash	Minimum flash interval
	Match	MchOpt:CO2Change	Match opt: CO2 changed >
		MchOpt:CO2Delta	Match opt: |CO2| <
		MchOpt:Choice	Never match / Always match / Only match if
		MchOpt:ChoiceNum	Match: 0=Never, 1=Always, 2=If
		MchOpt:Elapsed	Match opt: elapsed time >
		MchOpt:H2OChange	Match opt: H2O changed >
		MchOpt:H2ODelta	Match opt: |H2O| <
	Standard	LogOps:MakeExcel	Also create Excel log file
		LogOpts:AvgTime	Additional averaging time
		LogOpts:Beep	Beep on log

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

Type	Group	Name	Description
Matching	Auto Config	Mch:AvgTime	Auto match stats averaging time
		Mch:CO2 limit	CO_2 delta rate of change green light threshold
		Mch:H2O limit	H_2O delta rate of change green light threshold
		Mch:Timeout	Auto mode timeout time
	Status	Mch:AutoFrac	Fraction complete of an automatic match
		Mch:LogLabel	Match label (shown on log button)
		Mch:Message	Result of previous match
		Mch:State	0=inactive, 1=manual, 2=automatic
		Mch:ddCdt	CO_2 stability during match
		Mch:ddHdt	H_2O stability during match
Misc	Logging	LOG:FileName	Name of current log file
		LOG:FileTS	Timestamp of last opened log file
		LOG:IsFileOpen	Is a log file open?
		LOG:LastRem	Latest logged remark
		LOG:ObsCount	Observations logged
		LOG:State	Is a log event active?
	Power	PowerState	on, standby, sleep
		PowerValue	0=On, 1=Standby, 2=Sleep
	Stability	Stab:Stable	Number of items checked for stability
		Stab:State	Stability state: Stable/Total
		Stab:Total	Number of items stable

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

附录 C

list_utility 模块

```
#!/usr/bin/env python3
# -*- coding: utf-8 -*-
# Thanks to Ari Kornfeld @ akorn@carnegiescience.edu
import numpy as np
from random import sample
def linearList(vv1, vv2, nn, rounded=2):
# v1 - starting value,
# v2 - ending value
# n - number of values
v1 = float(vv1)
v2 = float(vv2)
n = int(nn)
v_range = [f for f in list(np.linspace(0, 1, num=n))]
setpoints = [v1 + f*(v2-v1) for f in v_range]
return list(np.around(setpoints, rounded))
def randomList(v1, v2, n, rounded=2):
return sample(linearList(v1, v2, n, rounded=rounded),n)
def makeOrtho(listOfLists, lock_index=-1, max_cor=0.1, outfile=''):
# listOfLists should contain 2 or more lists of setpoints. If
sizes not equal, smallest size is n
# returns listOfLists with setpoint sorted to provide maximum
orthogonality (minimum correltion)
# if you don't want one of the lists sorted, specify that index
as lock_index. 0 = first list, 1 = 2nd, etc.
listCount = len(listOfLists)
n = np.min([len(x) for x in listOfLists]) # n is smallest list
size
print(n)
iter = 0
if max_cor < 0.05:
max_cor = 0.05
orthogonal_enough = False
p = lambda i: sample(listOfLists[i], n) if i != lock_index else
listOfLists[i][0:n]
while not orthogonal_enough:
result = np.matrix([p(i) for i in range(listCount)])
#to test bad ortho: data.frame(T=T_range, C=C_range, Q = Q_
range)
# now check that the variables aren't too strongly
correlated
```


基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

```
cor1 = np.corrcoef(result);
np.fill_diagonal(cor1, 0.0) # we don't care about self
correlation
# print(cor1)
cc = np.max(np.abs(cor1))
# print("cc=", cc)
orthogonal_enough = (cc < max_cor)
iter += 1
if (iter > 500):
max_cor = 0.2 # safety valve
print(iter, "iterations, cc=", cc)
if outfile != '':
try:
file = open(outfile, 'w')
print('corr_coeff=', cc, file=file)
for i in range(n):
line = ''
for j in range(listCount):
line += str(result[j,:].tolist()[0][i])+' '
print(line, file=file)
except Exception as e:
print('Exception in makeOrtho:', str(e))
return [result[i,:].tolist()[0] for i in range(listCount)] #
return a list of lists
if __name__ == '__main__':
n=12
t = linearList(25, 15, 3) + linearList(17, 45, n-3) # make temp
efficient to work through - no big jumps, and start at ambient.
c = linearList(50, 1000, n, rounded=0) # test size mismatch
q = linearList(20, 2000, n, rounded=0)
(t,c,q) = makeOrtho((t,c,q), lock_index=0,
outfile="/Users/jon/out.txt")
print(t)
print(c)
print(q)
```


基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn

郑重声明：

1. 本手册翻译源于 LICOR 公司英文手册，请从厂家网站下载原文手册学习：

https://www.licor.com/documents/be4i41pnc010o1y5084na8ma2i6lzpw52

2. 鉴于翻译水平有限，此手册仅供参考.本公司不承担任何法律责任，感谢理解！

基因有限公司 农业环境科学部
Add.: 北京市西直门南大街 2 号成铭大厦 A 座 22F P.C.: 100035
Tel: 010-64093960 Fax: 010-66001652 Web Site: www.ecotek.com.cn E-mail: info@ecotek.com.cn