

# Oxymax/CLAMS 实验动物监测系统

——用于大鼠小鼠

## 测量参数/特征:

- **活动**  
X, Y, Z 轴监测
- **喂食**  
消耗量监测
- **饮水**  
体积监测
- **体重**  
精度为 0.1g
- **跑轮**  
转数监测
- **睡眠探测**  
时刻和时间监测
- **尿液收集**  
尿液量监测及冷却
- **进食控制**  
进食量及次数监控
- **环境控制**  
温度和照明
- **热量评估**  
通过 Oxymax
- **环境监控**  
温度, 湿度监测
- **体温及心率**  
遥感探测



12 道小鼠代谢监测系统, 带热量、活动、喂食和饮水监测

哥伦布公司 (Coulumbus Instruments) 的综合的实验动物监测系统 (CLAMS) 是同类产品中的佼佼者。CLAMS 集合各个子系统而成, 系统可以根据需要组合。系统可以在设定条件下进行开路热量, 活动, 体重, 喂食, 饮水, 食物控制, 跑轮, 尿液收集, 睡眠, 体温, 心率等测定: Oxymax/CLAMS 是一个“一步测试解决方法 (one-test solution)”, 可同时进行 1 到 32 个动物的多个参数的监测评估。

Oxymax/CLAMS 系统是根据研究者的需要来定制的。任何一个系统可以随时通过增加代谢笼或/和测量参数来进行功能扩展。

Oxymax/CLAMS 系统的操作和数据收集是通过集成程序来实现的。数据结果可以输出为 CSV 文件, 并且提供 Oxymax/CLAMS 系统和你现有的数据分析工具之间的链接。辅助数据删减工具能够很容易的对参数图表中的参数进行分组比较分析。在采集过程中所有的数据可以实时以数值和图表方式进行回顾。

Oxymax/CLAMS 能够全自动运行 3 天。食物和水可以在过程中补充, 而不需要重新启动系统。系统允许研究者对任意一个子系统进行 24 小时的全自动地, 非侵入性地同时收集实验动物的多个生理学、行为学参数。



## C o l u m b u s I n s t r u m e n t s

Toll Free [US]: (800) 669-5011  
Tel: (614) 276-0861  
Fax: (614) 276-0529  
Email: Ken\_Kober@colinst.com  
WebSite: www.colinst.com

上海科端生物科技有限公司 (中国代理)  
免费电话: 800-820-0526  
电话: 021-54488091  
传真: 021-54488095  
Email: business@kenreal.com.cn  
www.kenreal.com.cn

## 通过 Oxymax 评估热量测定

哥伦布公司 Oxymax 系统是全球领先的对实验动物进行开路间接卡路里测量的系统。通过计算代谢过程中的氧-二氧化碳交换量来评估产生的热量。通过消耗的气体量(氧气)和产生的代谢物(二氧化碳)之间的关系揭示实验动物所用食物的能量含量。这个“产热值”通过气体交换量再来计算热量。Oxymax 可选安装甲烷传感器，以用于反刍动物的研究。修正的公式可用于热量计算。

$$1] VO_2 = ViO_{2i} - VoO_{2o}$$

$$2] VCO_2 = VoCO_{2o} - ViCO_{2i}$$

$$3] RER = VCO_2 / VO_2$$

这儿：

Vi = 单位时间输入代谢笼的空气量

Vo = 单位时间输出代谢笼的空气量

O<sub>2i</sub> = Vi 中的氧气含量百分比

CO<sub>2i</sub> = Vi 中的二氧化碳含量百分比

O<sub>2o</sub> = Vo 中氧气含量的百分比

CO<sub>2o</sub> = Vo 中二氧化碳含量的百分比

Oxymax 只测试一个流量：Vi 或 Vo。因 N<sub>2</sub>(氮气)不参与呼吸中的气体交换，输入和输出的氮气是相等的，所以未测试的流量可以计算出来：

(假设 Vi 作为测试流量)

$$N_{2i} = 1 - O_{2i} - CO_{2i}$$

$$N_{2o} = 1 - O_{2o} - CO_{2o}$$

$$ViN_{2i} = VoN_{2o}$$

$$Vo = ViN_{2i} / N_{2o}$$

带入方程式: 1] & 2]:

$$4] VO_2 = ViO_{2i} - [ViN_{2i} / N_{2o}] O_{2o}$$

$$5] VCO_2 = [ViN_{2i} / N_{2o}] CO_{2o} - ViCO_{2i}$$

通过食物代谢的产热值来计算热量。产热值与 RER 相关，其关系由 Lusk(1928)列成表格。RER 可接受的范围为 (0.707 到 1.0)，可获得的热量是 4.686 到 5.047 卡/升氧气。在 RER 范围内，Oxymax 用线性插值求出产热值(Cv)。产热值被用来计算氧消耗产生的热量。

$$6] Heat = Cv \cdot VO_2$$

用户也可把自己的计算公式输入到 Oxymax/CLAMS 中来计算热量。



**Columbus Instruments**

上海科端生物科技有限公司 (中国代理)  
免费电话: 800-820-0526 电话: 021-54488091 传真: 021-54488095  
Email: business@kenreal.com.cn www.kenreal.com.cn

## Oxymax 的技术

---

Oxymax 是一个间接测量的系统，依赖于气体浓度和流量的精确测量。通过质量测量技术测出气体流量数据归一化到标准大气压 STP (760 mmHg 和 0°C)条件下。它测的是质量而不是体积。Oxymax 可以在不同的大气条件下运行，不需要考虑环境压力和温度。

氧气的测量可以运用下列三种技术中的任意一种：

- 电化学电极  
检测范围：5-22%，价格较低
- 顺磁性传感器  
提供全范围测试 0-100%
- 氧化锆高速传感器  
提供全范围测试 0-100%，高速响应

单光束无弥散红外 (NDIR) 可以用于测量二氧化碳和甲烷。二氧化碳的测量可以选择标准的传感器或高速传感器来实现的。

组合氧化锆氧气传感器和高速单光束 NDIR 二氧化碳传感器能够在 45-60 秒内测试完一个代谢笼。所有其他组合的标准传感器的响应时间为 2 分钟。

去除水汽是通过所使用材料的吸湿特性来完成的，可以避免样品气体直接与干燥剂接触。这样可以防止样本的可能变质，并且减小了气体干燥体积。干燥器内减少了体积提高了响应时间和气体组成测量的精度。

Oxymax 支持正压（吹）和负压（吸）气流方法。系统可以选配一个或多个流量计。Oxymax/CLAMS 支持同时进行多种流量计和任何一种的吹/吸通气方法。在适当的系统设置下，混合动物种类的测试或体重有很大差异的动物测试可以同时进行。

Oxymax 给市场提供了灵活的可扩展的平台，从基本的间接热量测量到复杂的客户自定义的应用范围，从小鼠到马都可以满足。



**Columbus Instruments**

上海科端生物科技有限公司（中国代理）

免费电话：800-820-0526 电话：021-54488091 传真：021-54488095  
Email: business@kenreal.com.cn www.kenreal.com.cn



## Oxymax/CLAMS (16道系统中1道数据样本)

Int	Ch	Date	VO2	O2 In	O2 Out	ΔO2	O2 Acc	VCO2	CO2 In	CO2 Out	ΔCO2	CO2 Acc	RER	Heat	Vi
#	#	Time	ml/kg/h	%	%	%	ml	ml/kg/h	%	%	%	ml		Cal/h	L/m
19	01	7/19/06 16:00	4810	20.94	20.66	0.28	535.4	3239	0.043	0.281	0.237	422.3	0.816	0.5	0.597
20	01	7/19/06 16:18	4695	20.94	20.67	0.27	565.4	3804	0.043	0.273	0.230	446.7	0.810	0.5	0.597
21	01	7/19/06 16:35	4342	20.94	20.69	0.25	594.0	3483	0.043	0.253	0.210	469.7	0.802	0.5	0.597
22	01	7/19/06 16:53	4753	20.94	20.66	0.28	622.7	3918	0.043	0.280	0.237	493.1	0.824	0.5	0.597
23	01	7/19/06 17:10	4564	20.94	20.68	0.26	652.1	3592	0.043	0.260	0.217	516.8	0.787	0.5	0.597
24	01	7/19/06 17:28	3316	20.94	20.75	0.19	676.9	2852	0.043	0.215	0.172	537.1	0.860	0.3	0.597
25	01	7/19/06 17:45	3605	20.94	20.73	0.21	698.8	3130	0.044	0.233	0.189	556.0	0.868	0.4	0.597
26	01	7/19/06 18:03	5539	20.94	20.62	0.32	727.7	4736	0.044	0.330	0.287	580.8	0.655	0.6	0.597
27	01	7/19/06 18:20	4956	20.94	20.65	0.29	760.8	4301	0.044	0.304	0.260	609.3	0.868	0.5	0.597
28	01	7/19/06 18:38	4936	20.94	20.65	0.29	792.0	4466	0.044	0.314	0.270	637.0	0.905	0.5	0.597
29	01	7/19/06 18:55	5186	20.94	20.63	0.31	823.9	4645	0.046	0.326	0.281	665.8	0.896	0.6	0.597
30	01	7/19/06 19:13	5077	20.94	20.64	0.30	856.3	4795	0.045	0.335	0.290	695.6	0.944	0.5	0.597
31	01	7/19/06 19:30	5003	20.94	20.64	0.30	888.1	4654	0.047	0.328	0.281	725.4	0.930	0.5	0.597
32	01	7/19/06 19:48	5232	20.94	20.63	0.31	920.4	4958	0.047	0.346	0.299	755.7	0.948	0.6	0.597
33	01	7/19/06 20:05	5058	20.94	20.64	0.30	952.9	4802	0.047	0.337	0.290	786.5	0.949	0.5	0.597

### 各栏抬头 (左页)

Int-间隔数

Ch- 代谢笼编号

Date/Time-样品日期和时间

VO2-氧气消耗率[vol/mas/time]

O2 In- 代谢笼进口的氧浓度

O2 Out-代谢笼出口的氧浓度

Δ O2-氧浓度差[O2 进-O2 出]

O2 Acc-氧累计消耗量

VCO2-二氧化碳产生率[vol/mas/time]

CO2 In-代谢笼进口的二氧化碳浓度

CO2 Out-代谢笼出口的二氧化碳浓度

Δ CO2-二氧化碳浓度差[CO2 out-CO2 in]

CO2 Acc-二氧化碳累计产生量

RER-呼吸交换量[VCO2/VO2]

Heat-热量产生比率

Vi-代谢笼输入新鲜空气质量

### 各栏抬头 (右页)

Feed Status-动态: 动物正在喂食, 静态: 读数获得

Feed-间期内的食物消耗量

Feed Acc- 食物累积消耗量

VDM- 间期内的水消耗量

VDMAcc-水累积消耗量

X-Tot- X 轴红外光束中断总计

X-Amb- 活动的 X 轴红外光束中断

Y-Tot- Y 轴红外光束中断总计

Y-Amb- 活动的 Y 轴红外光束中断

Z-Tot-垂直活动(喂食)计数

Wheel-跑轮转数

Core Temp- 身体体温(遥测)

Heart Rate-心率(遥测)



## Columbus Instruments

上海科端生物科技有限公司 (中国代理)

免费电话: 800-820-0526 电话: 021-54488091 传真: 021-54488095

Email: business@kenreal.com.cn www.kenreal.com.cn

## Oxymax/CLAMS (16道系统中1道数据样本)

Int	Ch	Date	Feedl Status	Feedl	Feedl Acc	VDMI	VDMI Acc	X-Tot	X-Amb	Y-Tot	Y-Amb	Z-Tot	Wheel	Core Temp	Heart Rate
#	#	Time		g	g	ul	ml	Count	Count	Count	Count	Count	Count	°C	BPM
19	01	7/19/06 16:00	Dynamic	0.00	0.09	0	00.36	1255	458	826	280	24	0	36.6	492
20	01	7/19/06 16:18	Dynamic	0.00	0.09	0	00.36	584	318	329	138	25	0	36.5	413
21	01	7/19/06 16:35	Stable	0.02	0.11	0	00.36	934	287	499	154	7	0	36.5	480
22	01	7/19/06 16:53	Stable	0.00	0.11	0	00.36	576	289	383	137	25	0	36.5	487
23	01	7/19/06 17:10	Stable	0.00	0.11	0	00.36	744	185	589	104	0	0	36.5	445
24	01	7/19/06 17:28	Stable	0.00	0.11	0	00.36	216	207	177	69	1	0	36.5	422
25	01	7/19/06 17:45	Dynamic	0.00	0.11	0	00.36	165	94	108	43	0	0	36.5	396
26	01	7/19/06 18:03	Stable	0.00	0.11	0	00.36	629	372	431	198	64	0	36.5	440
27	01	7/19/06 18:20	Stable	0.00	0.11	0	00.36	1455	608	954	336	43	0	36.6	465
28	01	7/19/06 18:38	Dynamic	0.00	0.11	0	00.36	1476	825	1022	475	99	0	36.6	484
29	01	7/19/06 18:55	Dynamic	0.00	0.11	60	00.42	1764	1058	1299	704	114	15	36.7	545
30	01	7/19/06 19:13	Stable	0.02	0.13	120	00.54	1730	969	1234	615	170	0	36.7	552
31	01	7/19/06 19:30	Stable	0.00	0.13	80	00.62	1896	1237	1282	687	221	45	36.7	560
32	01	7/19/06 19:48	Stable	0.00	0.13	40	0.68	1933	1146	1278	619	149	87	36.8	565
33	01	7/19/06 20:05	Dynamic	0.00	0.13	40	0.72	2060	1254	1337	719	102	10	36.8	538

### 次级活动测试

除了上述数据外, Oxymax/CLAMS 还可产生一个次级活动记录文件, 记录间隔很短(用户可定义)。这个二级文件提供非常高的动物活动测试的实时解析度。次级活动文件的典型存储时间为 10-30 秒之间。

### 次级饮食测试

Oxymax/CLAMS 按照事件创建一个次级饮食活动文件。不像时间间隔文件, 事件文件根据每次动物光顾喂食器创建一个数据点。文件的每次登录记录了事件的发生时间和消耗的食物质量。用这种方法, Oxymax/CLAMS 对每个饮食过程进行评估。此外, 操作者可以根据时间窗口按餐数分组。在这期间发生的新餐会被分组到先前的一组。

### Oxymax/CLAMS 额外的测试

没有在上述数据中列出, 但是可以在 Oxymax/CLAMS 系统中获得:

- 尿液量(每个间隔和累积)
- 代谢笼温度(°C)
- 实验室/箱温度(°C)
- 实验室/箱湿度[%RH 和露点]
- 实验室/箱亮度(光亮/暗)
- 气体样品湿度[%RH 和露点]

### Oxymax/CLAMS 数字资料格式

Oxymax/CLAMS 是根据感应器的精确度来运行计算的。数据的表现架构由用户设定。如上所述的数据表中 O2 数据和热量以低的精度表示, 而其他参数以更高的精度来表示。这里的精度指的是小数点后的位数。



**Columbus Instruments**

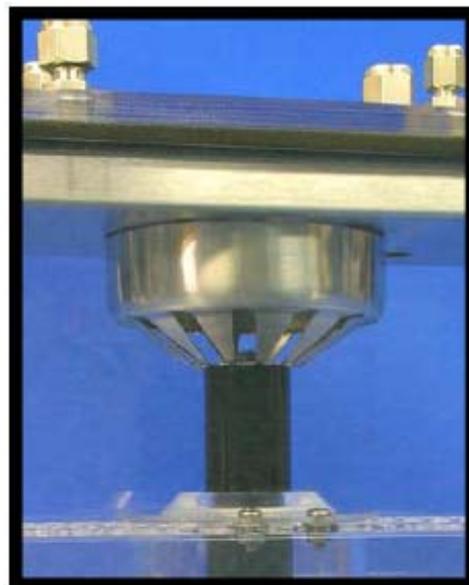
上海科端生物科技有限公司(中国代理)  
 免费电话: 800-820-0526 电话: 021-54488091 传真: 021-54488095  
 Email: business@kenreal.com.cn www.kenreal.com.cn

### 食物递送概念和方法

Oxymax/CLAMS 可以通过三种方法来递送食物。每一种方法适合于某种特殊需要。

#### 头顶喂食器 (Overhead Feeder):

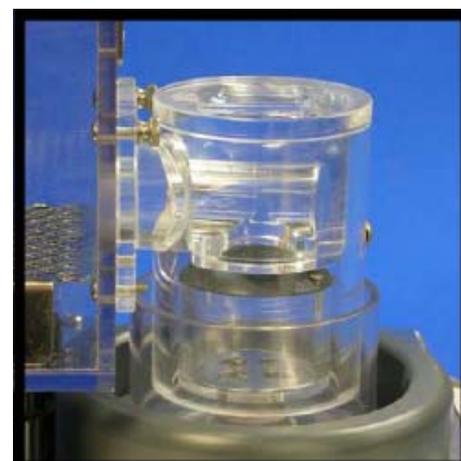
大多数的笼内喂养动物适合随意地在头顶得到食物。Oxymax/CLAMS 使用头顶喂食器提供这种最常用的食物递送方法。这种方法没有次级装置可以精确地计量散落的食物和允许搜寻食物。然而,它提供了一种动物熟悉的食物递送和监测环境。



Oxymax/CLAMS 头顶喂食器

#### 端侧喂食器 (End-Side Feeder):

研究者习惯使用市场上多年已有的标准代谢笼,认为它是一个经典的设计。用一中短的走廊的方法把喂食器固定在笼的一侧。动物的头放到此固定物上就可以得到放在漏斗状容器上的食物。作为 Oxymax/CLAMS 的喂食器,两个同心的漏斗状容器消除了食物的散落。整个喂食器装置放在一个可测量装置上,此装置可保留散落出来的食物,测算动物所消耗的食物量。按照测试动物制作一定大小的走廊只允许动物的头进入到喂食器中,使得搜寻最小化。



Oxymax/CLAMS 端侧喂食器

#### 中央喂食器 (Center Feeder):

类似于端侧喂食器的设计,中央喂食器系统也提供两个同心漏斗状容器,使用相同的测试原理。外面的漏斗较大,能够防止里面漏斗放置的食物散落出来。不像端侧喂食器,中央喂食器递送食物实通过一个弹簧装置的平板来进行的。当食物被消耗时,平板会抬升剩下的食物到一个高度以方便动物继续得到食物。研究人员了解肥胖型动物的"教练山芋(coach potato)"的特点,会明白一个概念,这保持了近轻而易举地获取食物。

#### 食物消耗量测量:

不管哪种递送机制, Oxymax/CLAMS 可监测从上述任何一种喂食器中取走食物,并精确测量,精确度为 0.01 克。Oxymax/CLAMS 使用梅特勒特制的电子天平。这些天平根据哥伦布公司的要求能够在网络环境中操作,而没有削减任何梅特勒产品的表现,如精度,可靠性,稳定性和飘移。



Oxymax/CLAMS 中央喂食器



Columbus Instruments

上海科端生物科技有限公司 (中国代理)  
免费电话: 800-820-0526 电话: 021-54488091 传真: 021-54488095  
Email: business@kenreal.com.cn www.kenreal.com.cn

### 喂食探测和评价

Oxymax/CLAMS 持续监测动物的进食活动。在探测打扰那一刻，Oxymax/CLAMS 开始一个启动，但没有得到确定，登入一个日志文件确定一个潜在进餐的开始。从天平上得到的最近一次的有效质量读数被记录。经过一段时间后，天平将回到稳定的状态，标志着动物已经从喂食器离开。天平趋于稳定时的当前的质量读数被记录在日志文件里。Oxymax / CLAMS 比较两次质量读数的差异就能测出食物的消耗量。显示出来的差异量超出使用者设置的阈值，通常此阈值为-0.01g 或-0.02ge，确证了进食和作为有效的事件将会被记录到日志文件中；如果此差异没有超过设定的阈值，则此事件将会从日志中除去，没有进餐记录。

### 多种食物台

在通用环境下，Oxymax/CLAMS 支持监测多种食物台。这样就可以应用于动物的食物偏好研究，或不同成分的饮食的选择对测试过程中动物行为的影响以及能量利用的研究。

### 食物组成

所有Oxymax/CLAMS的食物台适合于现在研究所使用的食物。高脂食物同样可以提供给动物，可以是颗粒或粉末状。许多的液体食物可以使用我们的VDM（Volumetric Drinking Monitor）向动物供食和监测。



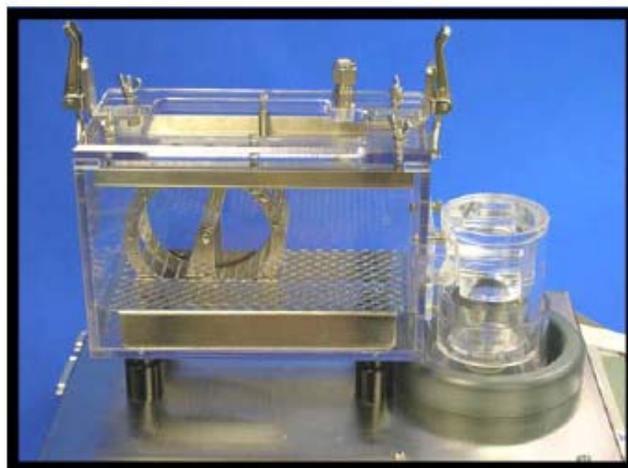
用于高脂食物的 Teflon 中央喂食器



笼内中央喂食器视图



装有两个中央喂食器的笼



Oxymax/CLAMS 端侧喂食器视图



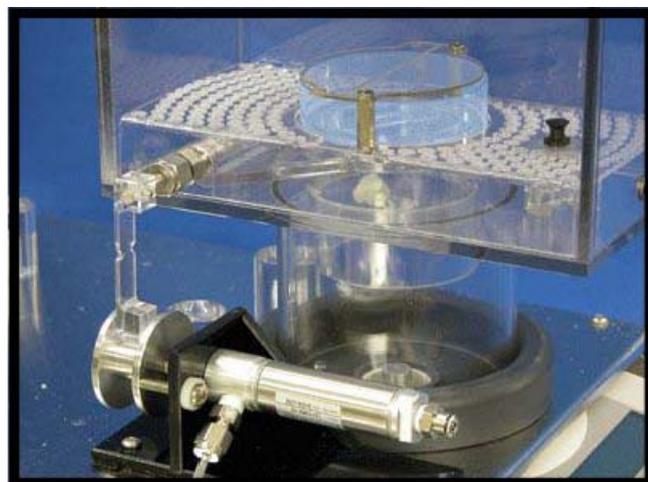
Columbus Instruments

上海科端生物科技有限公司（中国代理）  
免费电话：800-820-0526 电话：021-54488091 传真：021-54488095  
Email: business@kenreal.com.cn www.kenreal.com.cn

## Oxymax/CLAMS食物获取控制特征



小鼠笼的自动中央喂食器的控制（开）



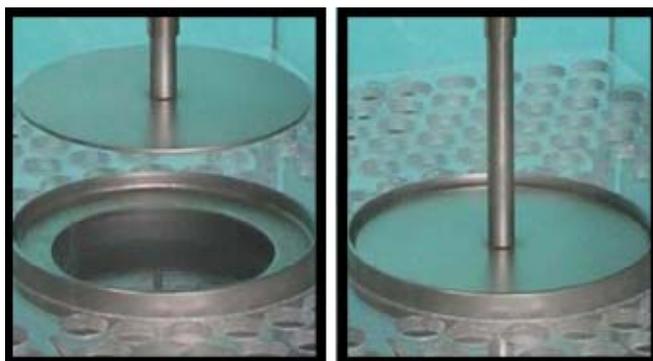
小鼠笼的自动的中央喂食器的控制（关闭）



客户订制的大鼠自动中央喂食器控制



手动控制食物台  
(左：开启；右：关闭)



自动控制食物台  
(左：开启；右：关闭)



# Columbus Instruments

上海科端生物科技有限公司（中国代理）  
免费电话：800-820-0526 电话：021-54488091 传真：021-54488095  
Email: business@kenreal.com.cn www.kenreal.com.cn

## Oxymax/CLAMS 进食控制特征 (con't)

### 食物台摄食控制

Oxymax/CLAMS 的食物台装有一个可移动的挡片阻止动物的进食。这个挡片可通过手动或通过电脑控制自动操作。当通过电脑控制时，这个挡片可按照预先设定的时间程序或根据质量热量限定程序的消耗阈值来启动。

### 时间控制摄食

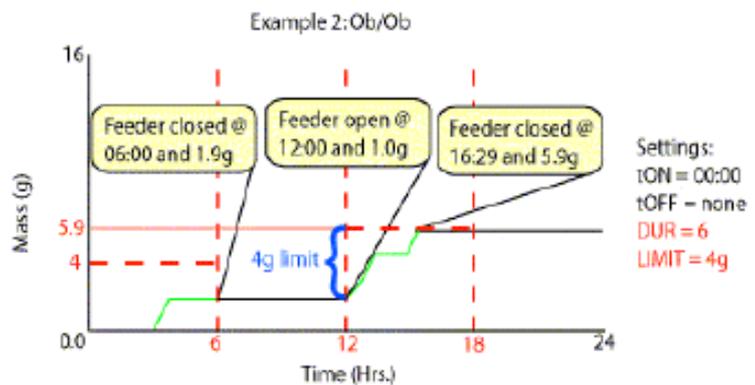
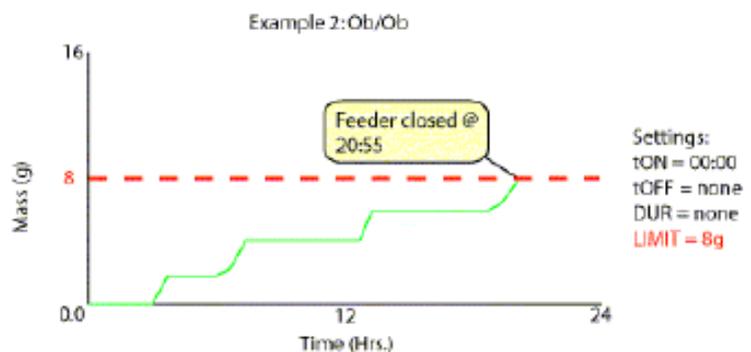
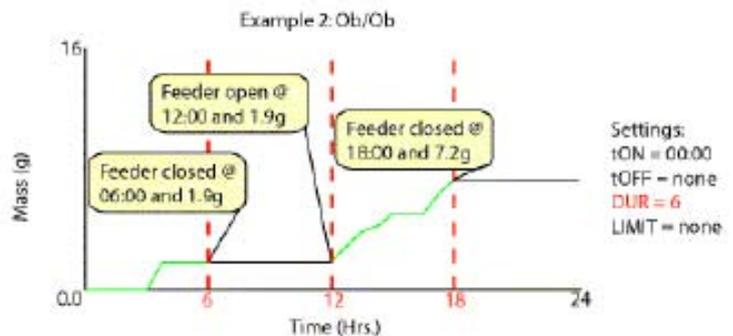
左边最上面显示的图表表述了最基本的 Oxymax/CLAMS 食物台摄食控制。这个例子，到食物台摄食的准予/禁止周期为 12 小时。在第一个 6 小时允许摄食，在第二个 6 小时则谢绝摄食。期间内重复这个实验过程。这个例子中显示动物在第一个期间消耗了 1.9g，在第二个期间内累计消耗了 7.2g。

### 摄食量控制

左图描述了 OXYMAX/ CLAMS 基于食物消耗控制食物台摄食的运行记录图表。在此例中，在实验的开始阶段允许到食物台摄食。将近到 20 小时，动物进行了四次进餐，在第四次进餐期间进食量达到 8g 的质量限制（操作者设定），在实验的后续阶段摄食被禁止了。Oxymax/CLAMS 并具有根据用户先设定一个摄食禁止期后重新摄食的功能。

### 时间和摄食量结合的摄食控制

食物台摄食可根据以上的基本控制机制来组合进行复杂的摄食控制。左图中，操作员设定 12 小时为一个周期（6 小时允许，6 小时拒绝），并且设定了 4g 食物消耗限制。在 12-18 小时之间，动物消耗的食物量超过 4g，进一步的进餐被拒绝了。结果在 24 小时内消耗总量为 5.9g。



Columbus Instruments

上海科端生物科技有限公司（中国代理）  
免费电话：800-820-0526 电话：021-54488091 传真：021-54488095  
Email: business@kenreal.com.cn www.kenreal.com.cn

## Oxymax/CLAMS 活动监测特征

### 多轴测试

Oxymax/CLAMS 可以通过红外 (IR) 光电池技术进行一维、二维和三维监测动物的活动。红外光束的一次打断计数一次 (count)。把 IR 光电管放置在 X 或 XY 方向可以覆盖一个平面。这些光束高度与动物的活动面垂直交叉。IR 光电管放置在高于动物的高度上可以监测动物的站立或跳跃 (Z 轴)。系统可以提供 X, XY, XZ 或 XYZ 的配置。

### 活动评价

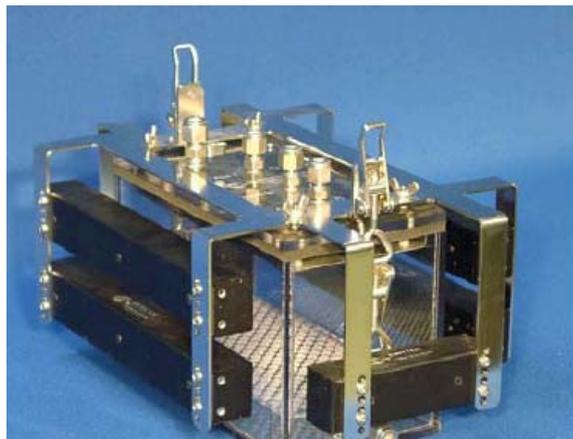
Oxymax/CLAMS 系统使用哥伦布公司 Opto-M3 活动监测仪和拥有专利技术的处理技术获得与走动有关的活动计数表格。当动物在笼内穿行, 会顺次打断一系列的 IR 光束, 这方法把活动计数记为走动 (Ambulation) 活动。同一 IR 光束的重复多次打断不会记入步行记分中。所有打断光束的次数合计入总活动量。从总计数中减去走动计数就是那些固定动作 (如抓、挠等) 的计数。

Oxymax/CLAMS 系统把活动数据根据两个时间间隔制成数据表格。第一个间隔是跟热量测量相伴所发生的。这个间隔较长, 根据笼的数目而决定的。第二个间隔较短, 提供很高解析度的动物行为的瞬时测量。这个过程典型的记录时间是 10-30 秒。高解析度的结果可以从第二个活动数据表产生。

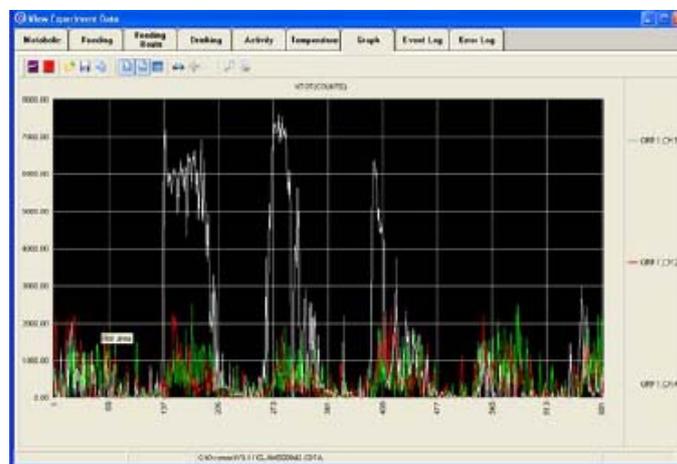
Oxymax/CLAMS 表格显示每个轴的总的和步行计数数据, 以及独立的第二个高解析度的瞬时数据表。

### 活动传感器的大小

Oxymax/CLAMS 为小鼠系统配备的红外光电池传感器的光束间距为: 1/2" (1.27cm)。在 X 轴和 Z 轴方向整个代谢笼为 16 条 IR 光束横断分布。Y 轴方向有 8 条红外光束进行监视。Oxymax/CLAMS 为大鼠系统配置的红外光电池传感器的光束间距为: 1" (2.54cm)。在 X 轴和 Z 轴方向整个代谢笼为 12 条 IR 光束横断分布。Y 轴方向有 8 条红外光束进行监视。如果是要适用这两种动物, Oxymax/CLAMS 可以同时提供 1/2" 和 1" 两种 IR 光电池或全部为 1" IR 光电池分布为这两种应用所共同使用。后一种安排则为用户提供了一种较为经济的解决方案: 既可作小鼠, 又可以做大鼠。



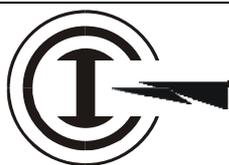
XYZ IR 光电池的小鼠代谢笼



Oxymax/CLAMS 活动监测显示窗口



XZ IR 光电池的小鼠代谢笼



Columbus Instruments

上海科端生物科技有限公司 (中国代理)  
免费电话: 800-820-0526 电话: 021-54488091 传真: 021-54488095  
Email: business@kenreal.com.cn www.kenreal.com.cn

## Oxymax/CLAMS 饮水量测定监测特征

### 饮水量监测方法

液体消耗监测在全面评估动物的代谢表现上很关键。Oxymax/CLAMS 提供两种液体消耗的监测机制：“舔”和“体积”。

### 舔舐监视

舔舐探测是利用标准导电率的原理进行的，一个微小的或者察觉不到的电流通过动物从吸管传到导体表面。每次对吸管的接触产生一个计数。Oxymax/CLAMS 对每次测试列表间隔记录。

### 体积监测

饮水体积监测是哥伦布公司的专利技术 (Volumetric Drinking Monitor, VDM)。在这个设计中，外表看起来是条标准的吸管。管子内部是一个二级电隔离的水传输管。连接内部和外部管路的是一小滴水，接近于吸管的开口处。一个微小交流电传导通过水滴预示水到了动物口中。水滴顺着内部传输管路而舔舐流出。这个“开路”使饮水控制器启动精确地微量泵补充水。这个泵的每次启动提供 20ul 的液体来重建这个连接小滴。计算泵的启动数目就可以得到消耗的液体体积，精度为 20ul。

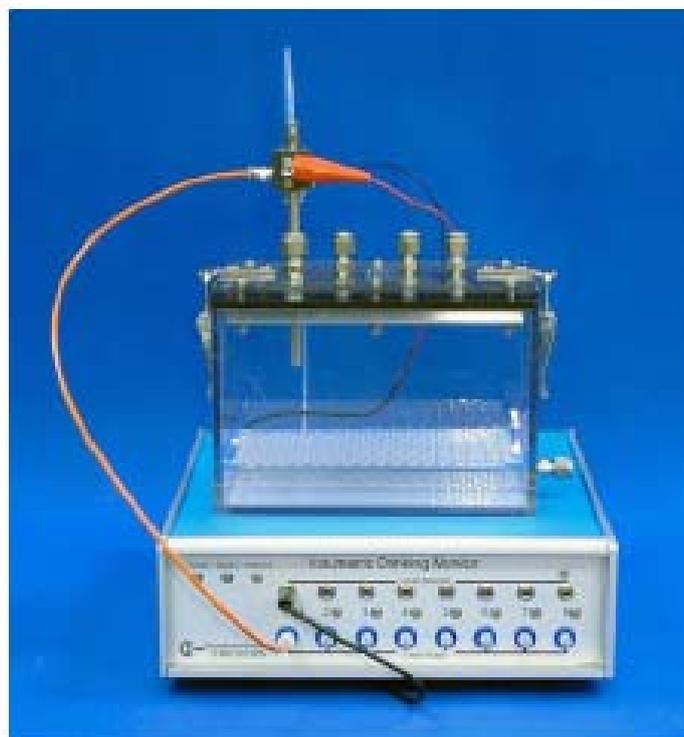
多重 VDM 吸管可以对动物进行偏向性试验或输送药剂。Oxymax/ CLAMS 软件允许用户指定代谢笼的吸管，确定每个管路里传输的液体。使用标准的吸管不需要对动物进行训练以适应唯一的饮水环境。VDM 可以承受粘性物质。这样可以使用这个装置传输流质食物。

### 舔舐和流量监视器

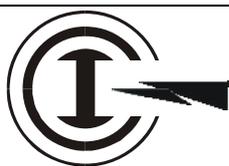
组合这两种饮水量监测技术是可以的。如果你需要，请与我们联系。



Oxymax/CLAMS 系统吸水管



Oxymax/CLAMS 的 VDM



**Columbus Instruments**

上海科端生物科技有限公司 (中国代理)  
免费电话: 800-820-0526 电话: 021-54488091 传真: 021-54488095  
Email: business@kenreal.com.cn www.kenreal.com.cn

## Oxymax/CLAMS 尿液收集, 冷冻和监测特征

### 尿液收集

尿液的收集对客户来说很容易, 每个笼有一系列的子地板。动物行走在打孔的地板上, 可以让尿液和粪便流过。第二层的子地板提供一精细的网状防湿表面允许尿液的流过, 而阻留了粪便。尿液通过这两层地板被涂有固体石蜡的管道收集。尿液随后被收集到一个合适的玻璃器皿中。在实验进行也可以移走玻璃收集器, 可以随时对尿液进行分析而不用打扰动物或中断实验的进行。

### 尿液量监测

除收集之外, Oxymax/CLAMS 还可以对收集的尿液量进行监测。在这个系统中, 可以把玻璃收集器放到一个天平上。Oxymax/CLAMS 可以对天平读数 and 报告尿液量的变化。

### 尿液冷冻

Oxymax/CLAMS 提供备选的冷冻尿液装置。尿液玻璃收集器可以处于低温, 典型的是+5 到-5°C。这个设计使得实验人员可在实验过程中取走尿液收集器, 可以随时对尿液进行分析而不用打扰动物或中断实验的进行。



尿液监测部分



尿液冷冻部分  
(开启和关闭)



Oxymax/CLAMS 8 道系统(带尿液检测)



**Columbus Instruments**

上海科端生物科技有限公司 (中国代理)  
免费电话: 800-820-0526 电话: 021-54488091 传真: 021-54488095  
Email: [business@kenreal.com.cn](mailto:business@kenreal.com.cn) [www.kenreal.com.cn](http://www.kenreal.com.cn)

## **Oxymax/CLAMS 遥感探测特征**

### **遥感探测器**

Oxymax/CLAMS 系统可以通过植入传感器监测体内温度和心率，适用于小鼠和大鼠。传感器尺寸：

温度传感器: 15.5 x 6.5 mm , 1.1 克

温度和心率传感器: 26 x 6.5mm , 1.5 克

电磁发射器不需要内部电源。通过一个天线系统产生的外部场，可以即时对发射器充电。发射器维持很短时间的有电状态。当有电时，发射器传达数据到天线。发射以后，发射器处于休眠状态等待下一个的充电/发射循环。在 Oxymax/CLAMS 系统中这个过程每 4 秒钟进行一次。

外部驱动发射器就不需要额外的电池和相应的空间重量，以及定期的电池更换。此外，连续的激励循环保证了可重复的表现，不会因为电池电量随时间而减少影响发射器的表现。



**温度发射器**



**温度和心率发射器**



**Oxymax/CLAMS 探测天线**  
(为了看清，所有其他的部分取掉了)



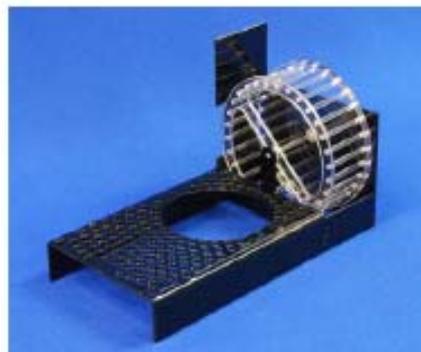
**Columbus Instruments**

上海科端生物科技有限公司（中国代理）  
免费电话: 800-820-0526 电话: 021-54488091 传真: 021-54488095  
Email: business@kenreal.com.cn www.kenreal.com.cn

## Oxymax/CLAMS 跑轮测试系统特征

### 小鼠跑轮

Oxymax/CLAMS 可以安装带有旋转监视的跑轮。小鼠跑轮的大小正好适合于标准的小鼠笼。它直径 100mm，33mm 宽度。转轮的周边按有磁条，提供一个可探测的磁场给感受器，进而向 Oxymax/CLAMS 系统提供转动信息。跑轮放在笼内不会阻碍鼠饮食或饮水。



10cm 小鼠跑轮轴 型号 1

### 大鼠跑轮

大鼠跑轮太大不能安放到标准的代谢笼内，它有 30cm 和 35cm 直径的。它们各自的宽度是 10cm 和 15cm。跑轮可以放置在大鼠笼的末端，两个室之间有一个洞连接允许大鼠从中穿行。与小鼠转轮上的磁条一样，大鼠转轮上的磁体也提供一个磁场给探测器获得转轮信息。跑轮的安置不会干扰大鼠的进食或饮水。



10cm 小鼠跑轮轴 型号 2



Oxymax/CLAMS 8 道带跑轮的大鼠系统



30cm 大鼠跑轮带的转动检测接口



35cm 大鼠跑轮



**Columbus Instruments**

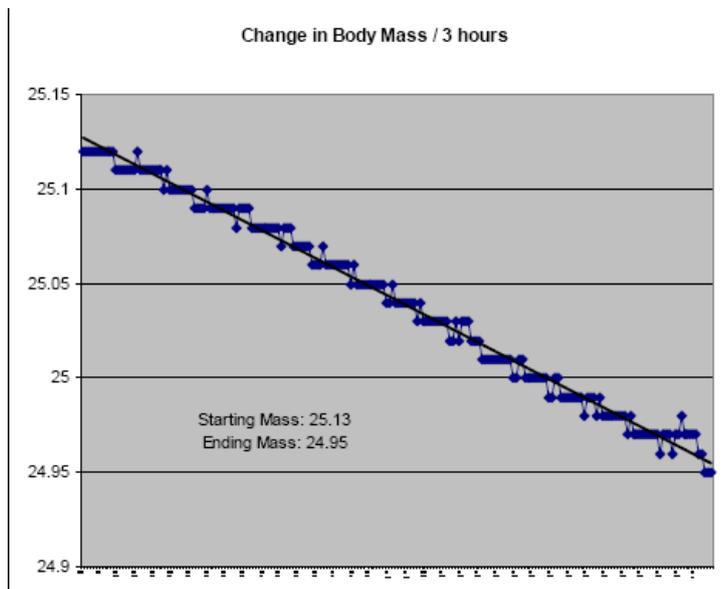
上海科端生物科技有限公司（中国代理）  
免费电话：800-820-0526 电话：021-54488091 传真：021-54488095  
Email: business@kenreal.com.cn www.kenreal.com.cn

## Oxymax/CLAMS 体重监测特征

### 体重监测

Oxymax/CLAMS 可以定期监测体重。这个工作同样使用高质量的梅特勒电子天平来完成的。这个配置中，有一个半透明管制成的有一个洞的管状小房间 (cubby-hole) 提供给动物。这个管光线较暗，提供了一个安静的环境。这个小房间通过一个机械装置支持固定连接到电子天平。当动物进入小房间安顿下来，Oxymax/CLAMS 可以监测记录动物的体重。

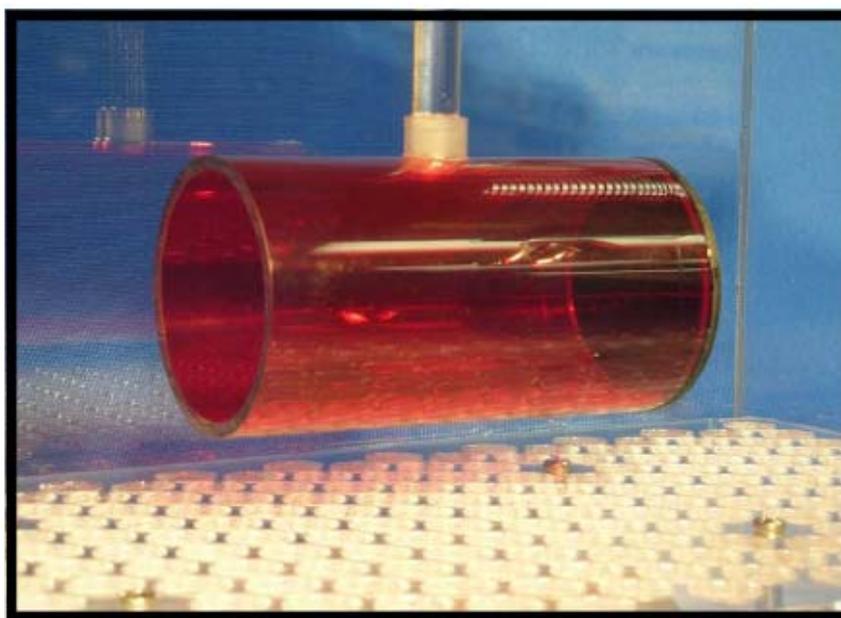
因为受制于动物，体重的监测不能按照预先排定的程序进行。



这个特征也丰富了测试环境和测试内容....



Cubby-Hole 1



Cubby-Hole 2



**Columbus Instruments**

上海科端生物科技有限公司 (中国代理)  
免费电话: 800-820-0526 电话: 021-54488091 传真: 021-54488095  
Email: business@kenreal.com.cn www.kenreal.com.cn

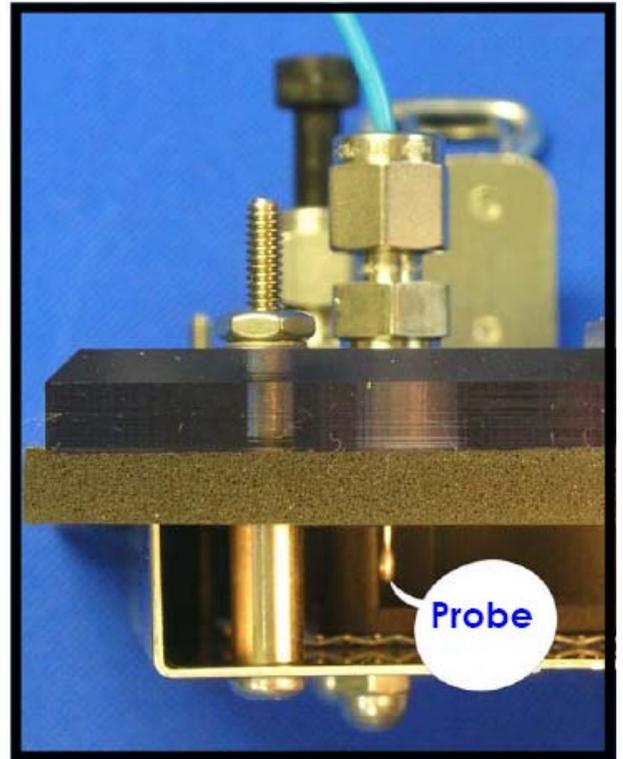
## Oxymax/CLAMS 动物笼温度监测特征

### 动物笼温度

Oxymax/CLAMS 可以提供多通道温度计检测动物笼内温度，精确度可以达到 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 。“Iso-Thermex”支持 T 型热电偶探针，安装在动物笼的盖子上。温度测试与其他参数一起记录，是数据表的一部分。



16 通道热电偶界面



温度探针所在位置

## Oxymax/CLAMS 热量计确认亚系统特征

### 间接的热量计确认

你能可靠地比较去年和上个星期得到的数据吗？从 2 号笼得到的数据又能和 23 号笼得到的数据进行比较吗？是否因为气体校准变化而有系统误差使得你现在的数据有问题？OxyVal 可以检查和确认间接热量计，它是通过非常精确地和等量的输送稀释气体到 8 笼的每个当中，得到的  $\text{VO}_2$ ， $\text{VCO}_2$  和 RER 数据笼之间和/或按照时间进行对比，确认间接热量计的一贯表现。为任何一个多通道开路间接热量计提供一个高稳定的参考系，整个系统满足 GLP 要求。OxyVal 提供了可记录的证据使得你的 Oxymax/CLAMS 提供可靠的和可重现的热量数据。



OxyVal 间接开路确认单元



Columbus Instruments

上海科端生物科技有限公司（中国代理）  
免费电话：800-820-0526 电话：021-54488091 传真：021-54488095  
Email: business@kenreal.com.cn www.kenreal.com.cn

## Oxymax/CLAMS 环境监测系统的特点

### 为什么监测环境?

实验中的环境条件会影响动物的表现。理想的是环境是可控的和不变的。环境可以引起未知的条件变化而影响数据的正确诠释。如果条件变化是可知的，在如此环境下重新获得有意义的的数据是可能的。Oxymax/CLAMS 系统的室传感器 (Room Sensor) 能检测多个环境参数和存储这些信息以备后用。室传感器可以作为一个独立装置，或连接到电脑 (具有 Windows 系统) 作为一个外围设备运行。室传感器检测环境温度，大气压力，相对湿度和光照。室传感器与其他的哥伦布公司的 Oxymax/CLAMS 产品一起使用时，它可以提供扩展性能，包括三个附加通道的相对湿度传感来评估样品气体干燥效果。相对湿度读数超过设定的阈值时会发出声音警报。一个内置的实时时钟对每个数据点实时标记。

### 室传感器监控测的参数:

- 温度: -30 到+85°C,  $\pm 0.4^\circ\text{C}$
- 大气压: 0 到 776mmHg,  $\pm 3.9\text{mmHg}$
- 室相对湿度: 0 到 100%,  $\pm 2\%\text{RH}$
- #1 干燥剂相对湿度: 0 到 100%,  $\pm 2\%\text{RH}$
- #2 干燥剂相对湿度: 0 到 100%,  $\pm 2\%\text{RH}$
- 干燥剂净化空气相对湿度: 0 到 100%,  $\pm 2\%\text{RH}$
- 室光照度: 照明灯开/关

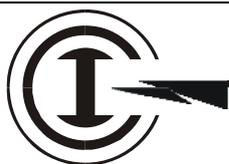
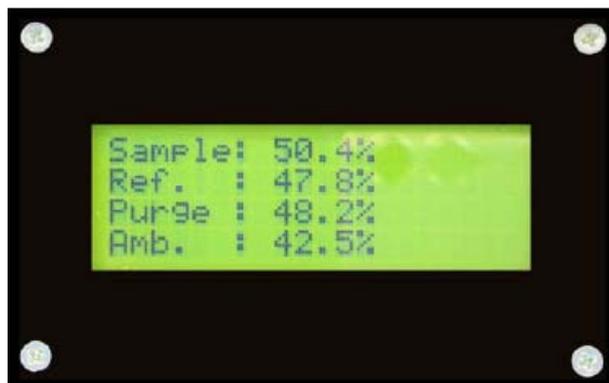
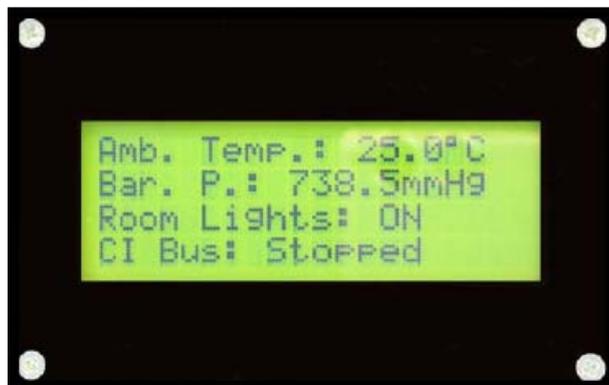
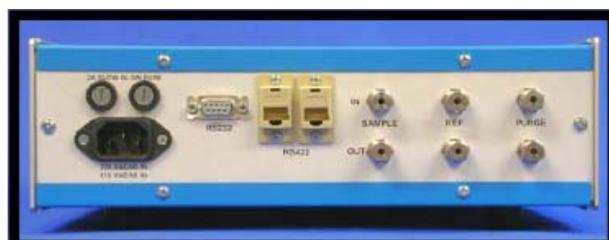
对于用来评估样品气体干燥剂表现的每一个相对湿度传感器，使用者可以自行调节设置相对湿度传感器的报警阈值上下限，范围为 0-100%RH。操作者可以解除超过阈值而发出的声音警报。

### 原始数据存储

内置室传感器每五分钟记录一次数据。其数据存储容量可以存储 11 天的数据。每个记录的数据点都是通过一个内置时钟进行实时标记。在数据记录满前两小时，室传感器会发出一个声音警报提醒以前的数据如果不上传至电脑将被覆盖掉。

### 实时的监控

当室传感器作为一个独立装置使用时，它固定设置为每 5 分钟记录一次。当连接到 PC 时，它可以任何适合环境的时间间隔进行记录。从室传感器上传的数据以标准的 CSV 格式存储以方便客户端数据的输入。



Columbus Instruments

上海科端生物科技有限公司 (中国代理)  
免费电话: 800-820-0526 电话: 021-54488091 传真: 021-54488095  
Email: business@kenreal.com.cn www.kenreal.com.cn

The screenshot displays the Oxymax Sleep Detection software interface. It features a main data table with columns for Interval, Cage, Count, Start Time, End Time, Duration, Epochs, and Light/Dark. To the right, there are control panels for Detection Parameters (Activity Source, Sleep Threshold, Activity threshold), Light/Dark Cycle (START, DURATION), and Analysis Window (Day, START TIME, DURATION). A large 'ALL cages' button is prominent. Below the main table, there is a 'Statistics ALL' section with fields for Experiment Start/End Time, Elapsed Time, Epochs, and Analysis Window Elapsed Time. At the bottom, a summary table provides data for sleeping and dark periods.

Interval	Cage	Count	Start Time	End Time	Duration	Epochs	Light/Dark
3	0106	1	5/8/07 10:14:07	5/8/07 10:14:47	00:00:40	4	Light
4	0105	2	5/8/07 10:27:57	5/8/07 10:28:37	00:00:40	4	Light
5	0106	3	5/8/07 10:33:17	5/8/07 10:34:07	00:00:50	5	Light
5	0105	1	5/8/07 10:36:27	5/8/07 10:37:07	00:00:40	4	Light
5	0105	2	5/8/07 10:37:27	5/8/07 10:38:07	00:00:40	4	Light
5	0106	4	5/8/07 10:34:37	5/8/07 10:38:47	00:04:10	25	Light
5	0105	3	5/8/07 10:39:47	5/8/07 10:40:27	00:00:40	4	Light
5	0106	5	5/8/07 10:38:57	5/8/07 10:41:07	00:02:10	13	Light
6	0105	4	5/8/07 10:40:37	5/8/07 10:45:57	00:05:20	32	Light
6	0106	6	5/8/07 10:41:27	5/8/07 10:50:47	00:09:20	56	Light
6	0106	7	5/8/07 10:51:07	5/8/07 10:52:27	00:01:20	8	Light
7	0105	5	5/8/07 10:46:27	5/8/07 10:58:47	00:12:20	74	Light
7	0106	8	5/8/07 10:52:37	5/8/07 10:59:57	00:07:20	44	Light
7	0105	6	5/8/07 10:59:17	5/8/07 11:00:37	00:01:20	8	Light
7	0105	7	5/8/07 11:01:07	5/8/07 11:02:17	00:01:10	7	Light
7	0105	8	5/8/07 11:02:27	5/8/07 11:06:07	00:03:40	22	Light
7	0106	9	5/8/07 11:02:37	5/8/07 11:06:07	00:03:30	21	Light
7	0106	10	5/8/07 11:07:07	5/8/07 11:07:47	00:00:40	4	Light
8	0105	9	5/8/07 11:06:27	5/8/07 11:13:27	00:07:00	42	Light
8	0106	11	5/8/07 11:09:47	5/8/07 11:14:27	00:04:40	28	Light
8	0108	1	5/8/07 11:13:57	5/8/07 11:15:17	00:01:20	8	Light
8	0105	10	5/8/07 11:13:37	5/8/07 11:15:27	00:01:50	11	Light

	sleeping	Avg. bout duration	Min. bout duration	Max. bout duration	Total sleep time	% sleeping
	hours	epochs	hh:mm:ss	epochs	hh:mm:ss	
Light	1714	20.591	00:03:26	489	01:21:30	35275 97:59:10
Dark	1078	17.868	00:02:59	120	00:36:40	19262 53:30:20
Total	2792	19.533	00:03:15		54537	151:29:30

## 睡眠探测

睡眠探测是 Oxymax/CLAMS 本身就有的一项功能。在这个应用中，操作者可以基于活动和时间标准设立睡眠事件开始的判断阈值。通过传统的 IR 光束方法判断活动。光束中断记分为“counts”。高记分表示动物活动程度高，反之则活动程度低。零记分表示动物在各这个 IR 监测的空间解析里无活动。Oxymax/CLAMS 睡眠探测功能按照时间段“epochs”进行。操作者可以设定睡眠探测法则。睡眠法则可以设定为连续几个 epochs 记为睡眠，每个 epochs 中活动量等于或低于用户定义的活动阈值。Oxymax/CLAMS 然后标记这个事件和记录睡眠事件到用户定义的分析视窗。低于阈值的持续活动表示了一个持续的睡眠回合。

## 睡眠分析

睡眠分析可以针对单个或用户分组动物的数据进行。在用户定义的分析视窗下对数据表格进行亚分类成任一发生的亮的（light）和暗的（dark）。分析的数据结果包括：

- 睡眠回合数
- 平均睡眠长度，用 Epochs&时间形式
- 最小睡眠长度，用 Epochs&时间形式
- 最大睡眠长度，用 Epochs&时间形式
- 总睡眠时间，用 Epochs&时间形式
- 在分析视窗下现在睡眠时间

一旦表格化，结果分析报告可以从 Oxymax/CLAMS 输出成 CSV 文件，用其他的程序进行再分析或展示。



**Columbus Instruments**

上海科端生物科技有限公司（中国代理）  
 免费电话：800-820-0526 电话：021-54488091 传真：021-54488095  
 Email: business@kenreal.com.cn www.kenreal.com.cn

# Oxymax/CLAMS 数据分析模块: CLAX

## 数据管理

Oxymax/CLAMS 能够产生丰富的数据。CLAX 能帮助组织揭示有意义的信息。CLAX 允许在一个实验里按照处理方式把动物分成组,并提供工具进行数据微调除去动物适应环境时收集的数据信息。数据也可以再次分组成亮和暗组。微调的数据和再组织的数据可以通过 CLAX 进一步分析。

## 描述统计

CLAX 主要的一个特征是能够提供基本的统计数据,这些数据按照动物,参数或组合和亮/暗分组。这些基本统计包括:

- 算术平均 (Arithmetic Mean / Median)
- 标准误差 (Standard Deviation / Error)
- 最小&最大值 (Minimum & Maximum)
- 第 1 次和第 3 次四分位数 (1st and 3rd Quartiles)

结果统计可以输出到表格中,以进一步分析处理或发布

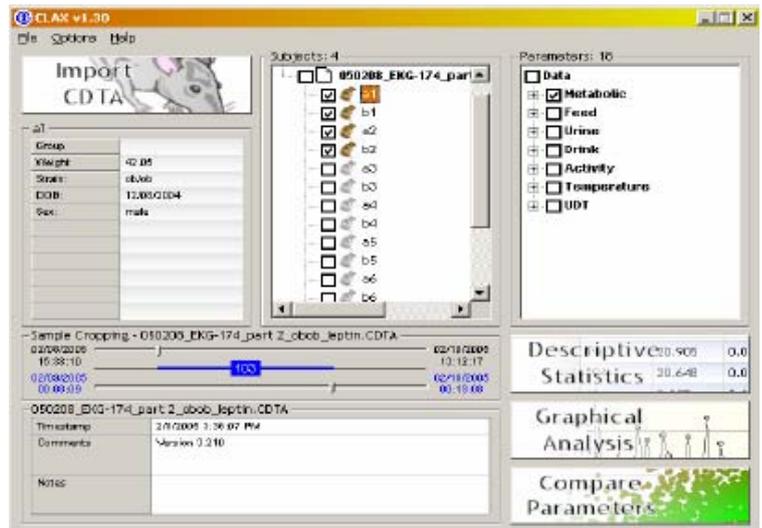
## 图形分析

图形格式呈现数据经常能够揭示潜在的或相关联的信息,这些在表格数据里是不能轻易发现的。CLAX 提供基本的工具呈现时间-数据图,也以 Box-Whisker 格式对比分组数据的平均值和误差。可以使用移动平均值和 Savitzky-Golay 过滤方法帮助减少短期的误差,这个误差也许掩盖了一个更有意义的趋势。

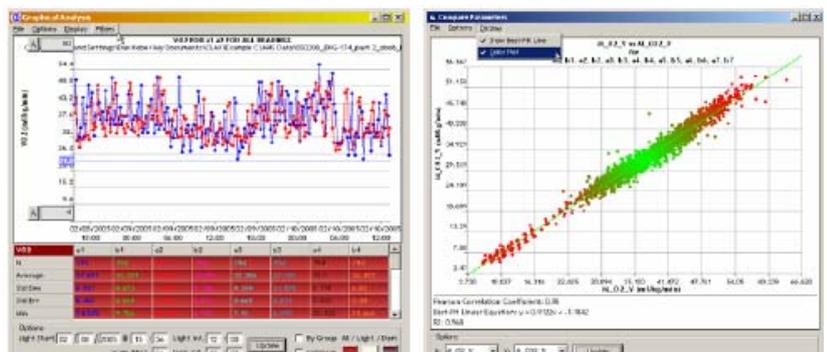
除了参数对应时间格式,CLAX 支持参数对应参数图。在这个模式下,工具包括最佳线性回归和相关  $r^2$  值。CLAX 也提供两个比较参数的 Pearson 相关系数。

## 数据呈现

所有图形可以 BMP 格式文件存储。



Grp	Average	Std Dev	Std Err	Min	First Q	Median	Third Q	Max	Units
a1	27.915	11.579	0.821	6.597	21.094	30.633	35.768	52.709	ml/kg/min
b1	194	20.905	0.0	0.0	20.905	20.905	20.905	20.905	%
a2	194	20.699	0.006	0.006	20.52	20.641	20.670	20.753	%
b2	194	0.206	0.068	0.006	0.043	0.156	0.229	0.265	0.385
a3	194	0.018	0.007	0.001	0.0	0.015	0.021	0.023	0.004
b3	194	24.316	10.526	0.756	-4.929	19.329	26.718	31.251	43.194
a4	194	0.85	0.003	0.0	0.045	0.048	0.049	0.051	0.062
b4	194	0.207	0.061	0.006	0.089	0.259	0.294	0.302	%
AL_CO2_IN	194	0.168	0.061	0.006	0.038	0.149	0.207	0.241	0.303
AL_CO2_OUT	194	0.016	0.007	0.0	0.0	0.012	0.018	0.021	0.027
AL_CO2_D	194	0.854	0.071	0.005	0.568	0.843	0.873	0.894	1.124
AL_CO2_AC	194	0.161	0.056	0.008	0.01	0.09	0.15	0.24	0.52
AL_FER	51	0.152	0.059	0.008	0.0	0.065	0.145	0.22	0.52
F_WT_1	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
F_WT_2	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
F_ACCUM	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
F_WT	51	0.161	0.056	0.008	0.01	0.09	0.15	0.24	0.52
F_ACCUM	54	0.152	0.059	0.008	0.0	0.065	0.145	0.22	0.52
D_WT_1	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
D_ACCUM	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

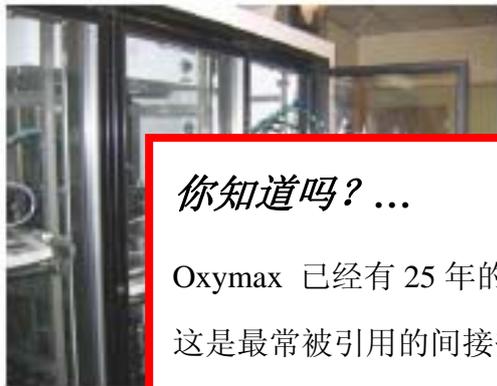


# Columbus Instruments

上海科端生物科技有限公司 (中国代理)  
免费电话: 800-820-0526 电话: 021-54488091 传真: 021-54488095  
Email: business@kenreal.com.cn www.kenreal.com.cn

## 用户定制: 我们可以给你定制一个 Oxyman/CLAMS 系统吗?

没有单个 Oxyman/CLAMS 系统的配置能满足每个人的研究需要。为每个用户定制是 Oxyman/CLAMS 系统满足你应用的关键。配置 1 到 32 个代谢笼是可能的。在任何时候能够升级更多的特性和扩展更多的代谢笼。



### 你知道吗? ...

Oxyman 已经有 25 年的发展历史了。

这是最常被引用的间接热量计。

到 07 年的 11 月, 已有 400 多套系统被安装使用。



### 其中一封感谢信...

*"We wanted to send a letter to express our satisfaction with the delivery of the CLAMS system. Ron and Herb were fantastic to work with. They were excellent and patient teachers; competent and knowledgeable technicians. From our perspective, the entire process, from designing the configuration with Ken to the delivery and installation with Ron and Herb was conducted with a professionalism that was much appreciated. I'm certain we'll continue to be in touch as we work with the system, but I wanted to share our initial enthusiasm."*

*Sincerely,  
T.R.*



## Columbus Instruments

上海科端生物科技有限公司 (中国代理)  
免费电话: 800-820-0526 电话: 021-54488091 传真: 021-54488095  
Email: [business@kenreal.com.cn](mailto:business@kenreal.com.cn) [www.kenreal.com.cn](http://www.kenreal.com.cn)