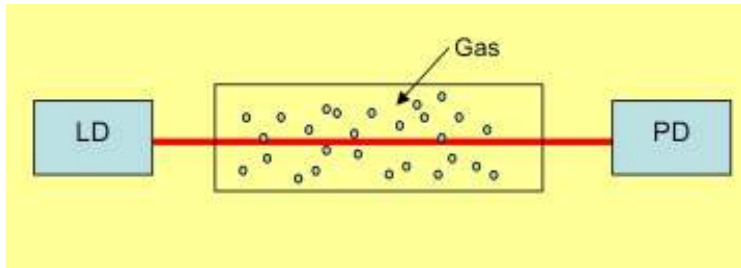


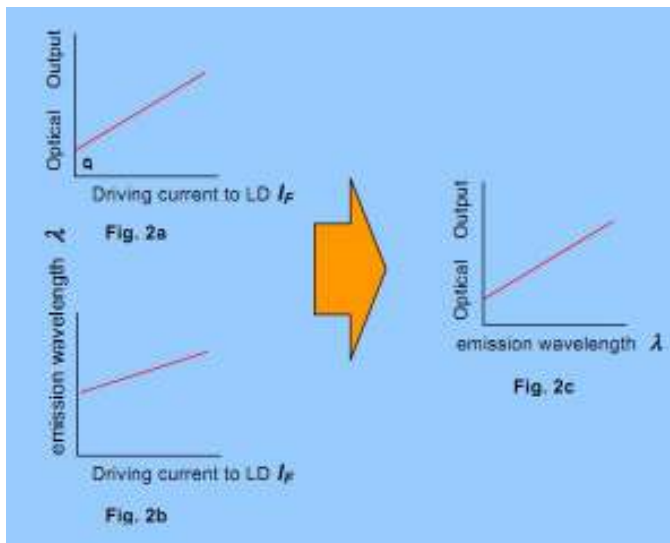
气体探测介绍

我们气体探测的原理是 TDLS (Tunable Diode Laser Spectroscopy), 如下图所示:

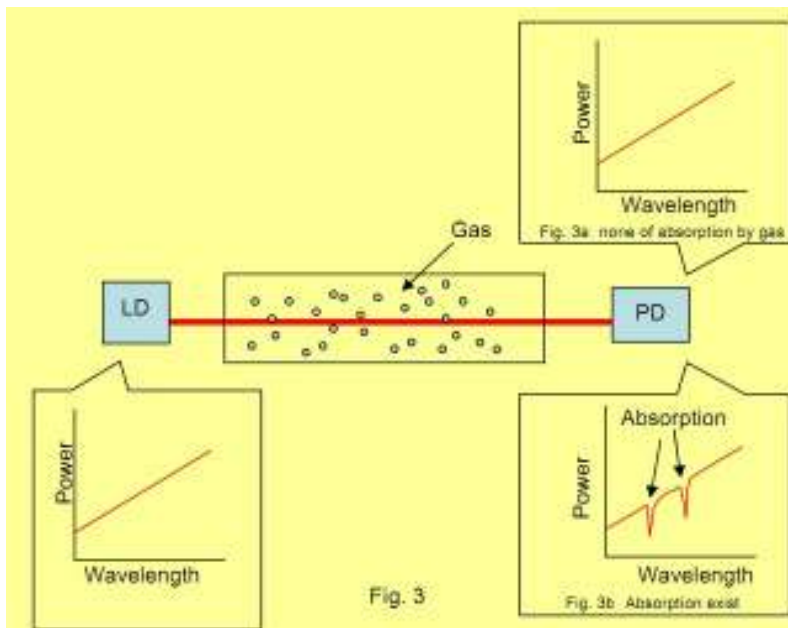


当 LD 出光通过气体腔, 用 PD 对 LD 的光功率进行接收。

当改变 LD 驱动电流是, 输出光功率将会随之改变, 出光波长也会有所改变, 因此我们可以推导出输出光功率和出光波长的变化关系, 查看下图:



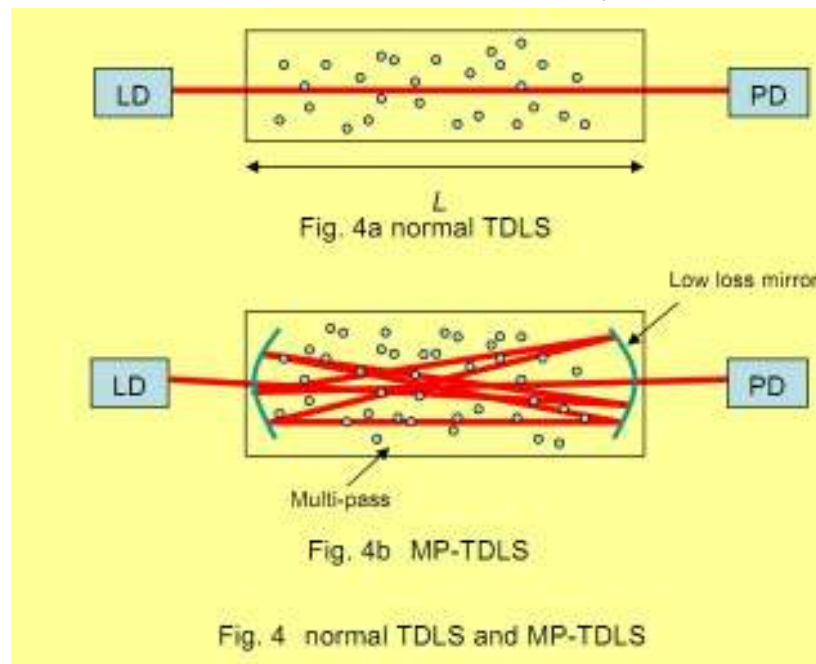
如果在波长扫频的范围内, 没有出现气体吸收线, 那么 PD 接收的光功率和 LD 输出的光功率应该是一样的。但是, 当我们在波长范围内发现吸收线是, 在光功率测试时会有凹陷, 查看下图。通过凹陷处的波长和深度, 可以判断该气体的种类和强度。这个是气体探测的基本原理。



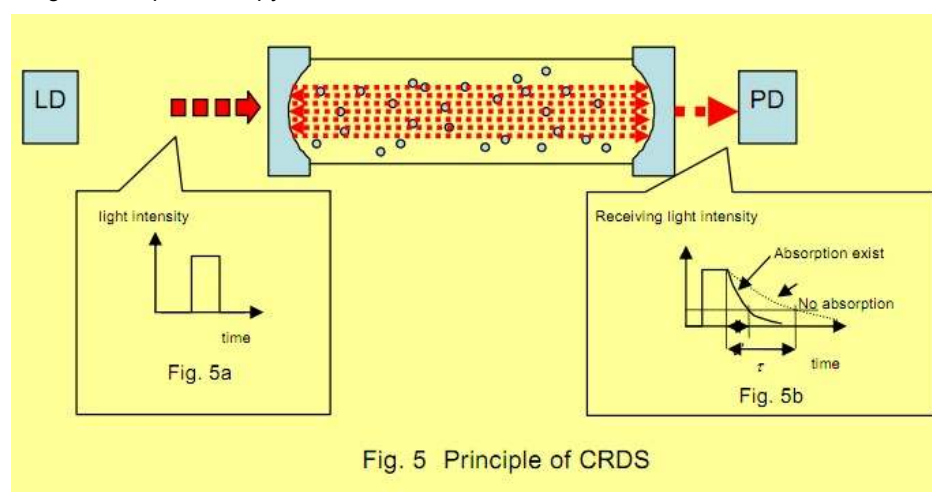
除了改变驱动电流之外，我们也可以通过改变激光器的工作温度，来达到波长扫描的目的。但是用改变工作温度的方式，比较慢，一般需要几秒钟，所以，通常情况下，我们会先用改变工作温度的方法调节波长的大致范围（包含相关气体的吸收线），然后通过改变驱动电流的方法来进行精确的调节，改变电流的扫描速度一般在 10Hz 到 10KHz。

为了提高气体吸收的高灵敏度，我们需要增长气体腔的长度，但是这将会使设备变得更加庞大，为了解决这个体积问题，我们可以在气体腔体两端加上特殊的镜片（低损耗的反射镜），他可以将激光器的出光在气体腔内来回的反射，这样光通过气体的距离就变长了，可以提高测试的高灵敏度，就算是很微弱的吸收线也可以完成良好的测试，原理查看下图：

MP-TDLS(Multi-pass Tunable Diode Laser Spectroscopy)原理：



假设，我们的发射光为脉冲光，进入气体腔之后，当打开激光的时候，输入光在反射镜上来回反射，有些光会被 PD 探测到；当关掉激光，PD 探测到的光功率随时间下降的很慢。假设，相关气体存在于气体腔内，将会对光功率进行吸收，那么光功率会下降的非常快。气体吸收越强，光功率下降就会加速，从此可以推断气体的浓度。因为反射镜使光程达到了数公里，使得该方法是最灵敏的方法。原理图如下：CRDS (Cavity Ring-Down Spectroscopy) 原理：

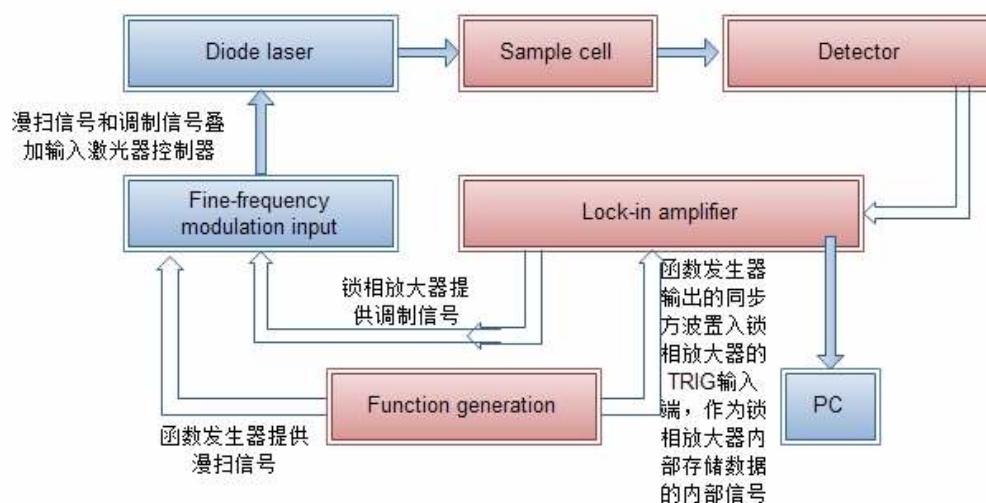


因为光要在气体腔内来回振荡，所以需要 LD 的线宽尽可能的窄

气体敏感波长如下：

Molecule		Mid-Infrared		Near-Infrared		Typical usage
		(ppb)	lambda (nm)	(ppb)	lambda (nm)	
water	H2O	2.0	5940	60	1390	Process Control Combustion system, Coal mine, Oxygen deficiency protection, Smog control,
carbon dioxide	CO2	0.13	4230	3000	1960	
carbon monoxide	CO	0.75	4600	30000	1570	
		**	**	500	2330	
nitric oxide	NO	5.8	5250	60000	1800	
		**	**	1000	2650	
nitrogen dioxide	NO2	3.0	6140	340	680	
nitrous oxide	N2O	0.44	4470	1000	2260	
sulfur dioxide	SO2	14	7280	**	**	
methane	CH4	1.7	3260	600	1650	
acetylene	C2H2	3.5	7400	80	1520	
hydrogen fluoride	HF	**	**	10	1310	Process Control
hydrogen chloride	HCl	0.83	3400	150	1790	Refinery
hydrogen bromide	HBr	7.2	3820	600	1960	
hydrogen iodide	HI	**	**	2100	1540	
hydrogen cyanide	HCN	12	6910	290	1540	Process Control
hydrogen sulfide	H2S	**	**	20000	1570	
ozone	O3	11	9500	**	**	air pollution measurement
ammonia	NH3	0.8	10300	800	1500	Cold storage Food manufacturing, processing and preservation Beverage production Ice rinks
formaldehyde	H2CO	8.4	3550	50000	1930	Process Control
phosphine	PH3	6.2	10100	1000	2150	
oxygen	O2	**	**	78000	760	Oxygen deficiency protection

这些是基本原理，在实际操作中会复杂很多。下面是操作结构图之一：

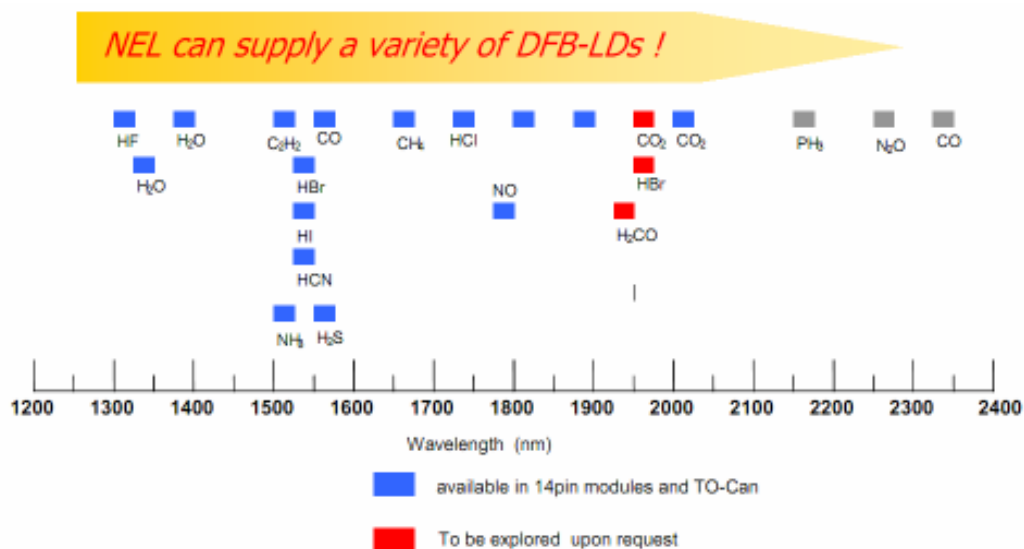


注：每个客户都有自己的实验原理，该原理图只是一种做法，不能代表所有。
 针对该结构图，东隆主要可以提供：激光器、激光器驱动、探测器和锁相放大器。

首先激光器部分，我们采用的是 ILX Lightwave 的驱动源再配上 NEL 的激光器。

驱动源大家很熟悉了，下面简单的介绍一下 NEL 的产品。

NEL 的产品主要涵盖的波长 VS 气体信息如下：



封装形式为：



相关型号和波长如下：

CW-DFB-LD (Telecomm. Wavelength)

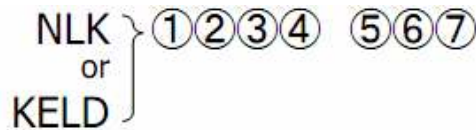
	Wavelength	Power	
		10 mW	20 mW
O-band	1260-1360 nm	NLK1B5EAAA	NLK1B5GAAA
E-band	1360-1460 nm	NLK1E5EAAA	NLK1E5GAAA
S-band	1460-1530 nm	NLK1S5EAAA	NLK1S5GAAA
C-band	1530-1565 nm	NLK1C5EAAA	NLK1C5GAAA
L-band	1565-1625 nm	NLK1L5EAAA	NLK1L5GAAA
U-band	1625-1675 nm	NLK1U5EAAA	(NLK1U5FAAA) (15mW)

CW-DFB-LD (Longer Wavelength)

Wavelength	Power	
	TO-Can	14-pin BF
1735-1780 nm	KELD1F5C2TA (10mW)	KELD1F5DAAA (5 mW)
1865-1890 nm	KELD1G5B2TA (5 mW)	KELD1G5BAAA (2 mW)
1995-2015 nm	KELD1G5B2TA (5 mW)	KELD1G5BAAA (2 mW)
near 2050 nm	KELD1G5A4TA-2050 (5 mW)	KELD1G5BAAA(2050) (2 mW)
near 2100 nm	KELD1G5A4TA-2100 (5 mW)	KELD1G5BAAA(2100) (2 mW)
near 2330 nm	Coming soon!	-

NEL 的命名规则如下，大家可以通过型号直接反应出该激光器的特性：

14-PIN 蝶形激光器的命名规则如下：



NLK	Commercial Products to pass reliability test	
KELD	Engineering Sample with no guarantee for reliability	
①	LD Type	1: conventional LD 3: EML, 5: DML
②	Wavelength	B: 1260-1360 nm (O-band) E: 1360-1460 nm (E-band) S: 1460-1530 nm (S-band) C: 1530-1565 nm (C-band) L: 1565-1625 nm (L-band) U: 1625-1705 nm F: 1705-1800 nm G: 1800 nm ~
③	Application	5: DFB-LD, 6: Narrow Linewidth DFB-LD (when ①=1)
④	Characteristics	B: ~2mW, D: ~5mW, E: ~10mW, G: ~20mW, H: ~30mW, J: ~40mW (when ①=1 and ③=5)
		B: <500kHz, D: <100kHz (when ①=1 and ③=6)
⑤⑥⑦	Package	AAA: Standard 14-pin BF PKG

TO-Can 的命名规则如下：

NLK } ①②③④ ⑤⑥⑦
 or
 KELD }

NLK	Commercial Products to pass reliability test	
KELD	Engineering Sample with no guarantee for reliability	
①	LD Type	1: conventional LD 3: EML, 5: DML
②	Wavelength	B: 1260-1360 nm (O-band) E: 1360-1460 nm (E-band) S: 1460-1530 nm (S-band) C: 1530-1565 nm (C-band) L: 1565-1625 nm (L-band) U: 1625-1705 nm F: 1705-1800 nm G: 1800 nm ~
③	Application	5: DFB-LD, 6: Narrow Linewidth DFB-LD (when ①=1)
④	Characteristics	A: Special, B: ~5mW, C: ~10mW, D: ~20mW, E: ~30mW, F: ~40mW, G: ~50mW (when ①=1 and ③=5) B: <500kHz, D: <100kHz (when ①=1 and ③=6)
⑤⑥⑦	Package	1TA, 2TA, 4TA: See Diagram

锁相放大器，我们提供的是 FEMTO 的产品，在实验初级阶段，我们建议客户购买 Femto 的设备：

Dual Phase Lock-In-Amplifier Module

Lock-In-Amplifier Module



具备一定能力之后，可以推荐如下锁相放大器：

Single-Board Dual Phase Lock-In-Amplifier

Lock-In-Amplifier Module



锁相放大器选择主要依据

对于探测器，我们一般提供的产品如下：

特点:

- ◆ 带前置放大
- ◆ 差分输出
- ◆ +3.3V 和+5V 工作电压
- ◆ 温度特性好
- ◆ TO46 封装

应用:

- 光纤通信
- 仪器仪表

性能:

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
灵敏度	Sens	BER=10 ¹⁰ @155M	-	-38	-36	dBm
饱和光功率	P	$\lambda = 1310\text{nm}$	-	-3	-	dBm
工作波长	λ	-	1100	-	1650	nm
带宽	BW	-	120	150	-	MHz
增益	G	$\lambda = 1310\text{nm}$	0.17	-	220	V/mW
电源	Vcc	-	3.0	-	5.5	V
差分输出电压	Vd	-	-	1	-	V
输出电阻	Rout	-	-	50	65	ohm

**特点:**

- ◆ 响应度高
- ◆ 暗电流小
- ◆ 线性度高
- ◆ 稳定性高
- ◆ TO46 或插拔式封装

应用:

- 光纤通信
- 仪器仪表

性能:

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
响应度@1310nm	R	V _R =-5V	0.8	0.85	-	A/W
暗电流	I _d	V _R =-5V	-	-	10	nA
工作波长	λ	-	800	-	1700	nm
线性范围	LR	V _R =-5V	-65	-	3	dBm
光敏面直径	ϕ	-	-	1000	-	um
响应时间	Tr/Tf	V _R =-5V	-	10	-	ns
结电容	C	V _R =-5V	-	100	150	pf



如果探测要求太高，建议采用滨松的探测器，建议客户自己购买。