

目 录

第一章：YLS-xxx 高功率激光器安装准备.....	2
第二章 运行模式及连线方式.....	7
2.1. 操作模式.....	7
2.2 各种模式接线图.....	7
2.2.1 模式“TEST”.....	7
2.2.2 模式“ROBOT”.....	9
第三章 操作步骤.....	11
3.1 开启激光前提.....	11
3.2 手动操作.....	13
3.3 手动模式使用激光编程.....	14
3.4 外部调制模式.....	15
3.5 模拟量控制模式.....	17
3.6 硬线模式.....	19
第四章 在应用中应注意的问题.....	28
4.1 应用注意事项.....	28
第五章 高功率光纤激光器的维护流程.....	30
5.1 客户维护内容.....	30
5.2. IPG 维护内容 Requested maintenance and service at IPG side.....	31
第六章 故障处置.....	33
6.1 YLS-xxx 高功率激光器故障处置.....	33
附录 1：接口定义.....	35
1.1 控制接口.....	35
1.2 安全接口.....	40
附录 2 激光程序.....	42
附录 3 光纤清洁.....	47

第一章：YLS-xxx 高功率激光器安装准备

YLS 系列高功率激光器的安装在场地、电源、冷却水等方面均有严格要求。以下按不同激光功率分别描述。

1kW 激光器

场地要求：激光器四周都必须留出 1 米的维修空间。

激光器最大尺寸：宽 856mm，深 806mm，高 1186mm。

因配置不同，尺寸会有所变化，但最大不超过以上尺寸。

电源要求：

最大耗电量：3.3kW，启动电流：18A，电压：360 - 440V 三相交流电，接地线（不需要零线）；电源线截面积：2.5 平方毫米铜线。

冷却水要求：同时需要两路冷却水：

1. 自来水（水质达到饮用水标准，颗粒尺寸不超过 500 微米），最佳流量 10 升/分钟，温度控制在 20-22℃之间。
2. 去离子水，电导率小于 10 微西门子，最佳流量 1.0 升/分钟，温度控制在 28-30℃之间。

2kW 激光器

场地要求：激光器四周都必须留出 1 米的维修空间。

激光器最大尺寸：宽 856mm，深 806mm，高 1186mm。

因配置不同，尺寸会有所变化，但最大不超过以上尺寸。

电源要求：

最大耗电量：8.0kW，启动电流：18A，电压：360 - 440V 三相交流电，接地线（不需要零线）；电源线截面积：2.5 平方毫米铜线。

冷却水要求：同时需要两路冷却水：

3. 自来水（水质达到饮用水标准，颗粒尺寸不超过 500 微米），最佳流量 15 升/分钟，温度控制在 20-22℃之间。▲

4. 去离子水,电导率小于 10 微西门子,最佳流量 1.5 升/分钟,温度控制在 28-30℃之间。

3kW 激光器

场地要求: 激光器四周都必须留出 1 米的维修空间。

激光器最大尺寸: 宽 1480mm, 深 806mm, 高 1482mm。

因配置不同, 尺寸会有所变化, 但最大不超过以上尺寸。

电源要求:

最大耗电量: 12.0kW, 启动电流: 32A, 电压: 360 - 440V 三相交流电, 接地线(不需要零线); 电源线截面积: 6.0 平方毫米铜线。

冷却水要求: 同时需要两路冷却水:

5. 自来水(水质达到饮用水标准, 颗粒尺寸不超过 500 微米), 最佳流量 20 升/分钟, 温度控制在 20-22℃之间。
6. 去离子水,电导率小于 10 微西门子,最佳流量 1.5 升/分钟,温度控制在 28-30℃之间。

4kW 激光器

场地要求: 激光器四周都必须留出 1 米的维修空间。

激光器最大尺寸: 宽 1480mm, 深 806mm, 高 1482mm。

因配置不同, 尺寸会有所变化, 但最大不超过以上尺寸。

电源要求:

最大耗电量: 16.0kW, 启动电流: 63A, 电压: 360 - 440V 三相交流电, 接地线(不需要零线); 电源线截面积: 10 平方毫米铜线。

冷却水要求: 同时需要两路冷却水:

7. 自来水(水质达到饮用水标准, 颗粒尺寸不超过 500 微米), 最佳流量 30 升/分钟, 温度控制在 20-22℃之间。
8. 去离子水,电导率小于 10 微西门子,最佳流量 1.5 升/分钟,温度控制在 28-30℃之间。

5kW 激光器

场地要求：激光器四周都必须留出 1 米的维修空间。

激光器最大尺寸：宽 1480mm，深 806mm，高 1482mm。

因配置不同，尺寸会有所变化，但最大不超过以上尺寸。

电源要求：

最大耗电量：20.0kW，启动电流：63A，电压：360 - 440V 三相交流电，接地线（不需要零线）；电源线截面积：10 平方毫米铜线。

冷却水要求：同时需要两路冷却水：

9. 自来水（水质达到饮用水标准，颗粒尺寸不超过 500 微米），最佳流量 30 升/分钟，温度控制在 20-22℃之间。
10. 去离子水，电导率小于 10 微西门子，最佳流量 1.5 升/分钟，温度控制在 28-30℃之间。

6kW 激光器

场地要求：激光器四周都必须留出 1 米的维修空间。

激光器最大尺寸：宽 1480mm，深 806mm，高 1482mm。

因配置不同，尺寸会有所变化，但最大不超过以上尺寸。

电源要求：

最大耗电量：24.0kW，启动电流：63A，电压：360 - 440V 三相交流电，接地线（不需要零线）；电源线截面积：10 平方毫米铜线。

冷却水要求：同时需要两路冷却水：

11. 自来水（水质达到饮用水标准，颗粒尺寸不超过 500 微米），最佳流量 35 升/分钟，温度控制在 20-22℃之间。
12. 去离子水，电导率小于 10 微西门子，最佳流量 1.5 升/分钟，温度控制在 28-30℃之间。

8kW 激光器

场地要求：激光器四周都必须留出 1 米的维修空间。

激光器最大尺寸：宽 1480mm，深 806mm，高 1482mm。

因配置不同，尺寸会有所变化，但最大不超过以上尺寸。

电源要求：

最大耗电量：29.0kW，启动电流：80A，电压：360 - 440V 三相交流电，接地线（不需要零线）；电源线截面积：16 平方毫米铜线。

冷却水要求：同时需要两路冷却水：

13. 自来水（水质达到饮用水标准，颗粒尺寸不超过 500 微米），最佳流量 40 升/分钟，温度控制在 20-22℃之间。

14. 去离子水，电导率小于 10 微西门子，最佳流量 1.5 升/分钟，温度控制在 28-30℃之间。

10kW 激光器

场地要求：激光器四周都必须留出 1 米的维修空间。

激光器最大尺寸：宽 1480mm，深 806mm，高 1482mm。

因配置不同，尺寸会有所变化，但最大不超过以上尺寸。

电源要求：

最大耗电量：36.0kW，启动电流：83A，电压：360 - 440V 三相交流电，接地线（不需要零线）；电源线截面积：16 平方毫米铜线。

冷却水要求：同时需要两路冷却水：

15. 自来水（水质达到饮用水标准，颗粒尺寸不超过 500 微米），最佳流量 50 升/分钟，温度控制在 20-22℃之间。

16. 去离子水，电导率小于 10 微西门子，最佳流量 1.5 升/分钟，温度控制在 28-30℃之间。

20kW 激光器

场地要求：激光器四周都必须留出 1 米的维修空间。

激光器最大尺寸：宽 1480mm，深 806mm，高 1482mm。

因配置不同，尺寸会有所变化，但最大不超过以上尺寸。

电源要求:

最大耗电量: 72.0kW, 启动电流: 168A, 电压: 360 - 440V 三相交流电, 接地线 (不需要零线); 电源线截面积: 38 平方毫米铜线。

冷却水要求: 同时需要两路冷却水:

17. 自来水 (水质达到饮用水标准, 颗粒尺寸不超过 500 微米), 最佳流量 80 升/分钟, 温度控制在 20-22℃ 之间。
18. 去离子水, 电导率小于 10 微西门子, 最佳流量 1.5 升/分钟, 温度控制在 28-30℃ 之间。

20kW 以上激光器具体要求请与 IPG 服务部门联系。

除了上述场地、电源、冷却水要求, 还需要准备一台电脑, 用于监控、操作激光器; 需要准备光学头, 与光纤连接。

更多详细信息, 请联系 IPG 服务部门获取。

第二章 运行模式及连线方式

2.1. 操作模式

模式类型	操作模式	外部信号接口
TEST	手动操作	网络接口 XP5
	激光编程	网络接口 XP5
	外部调制	网络接口 XP5 安全接口 XP2
	模拟量控制方式	网络接口 XP5 安全接口 XP2 模拟量接口 XP4
ROBOT	模拟量控制	硬线接口 XP1 模拟量接口 XP4
	内部控制	硬线接口 XP1 网络接口 XP5
	激光编程	硬线接口 XP1 网络接口 XP5

2.2 各种模式接线图

2.2.1 模式“TEST”

1 手动操作连线



图 1 手动操作模式连线图

该接口为网络接口所用交叉线，若使用 HUB，请使用直连线，然后使用软件 LaserNet 控制激光器。

2 激光编程

激光编程连线方式与手动操作相同见图 1，只是软件 LaserNet 选择使用激光程序控制功能。

3 外部调制



图 2 外部调制连线图

用户使用软件 LaserNet 选择外控，然后单击 LaserNet 中“发射”按钮后，若用户如图送入 24V 信号，则出激光，给入 0V，则关光。

4 模拟量控制方式



图 3—模拟量控制连线图

模拟量控制方式，首先使用 PC 连接激光器，启动软件 LaserNet，选择模拟量控制方式，然后按照手动操作流程启动，并选择模拟量控制方式。然后外部设置 0—10V 模拟电压设置功率，XP2 接口 24V 电压控制激光开关光。

2.2.2 模式“ROBOT”

1 模拟量控制

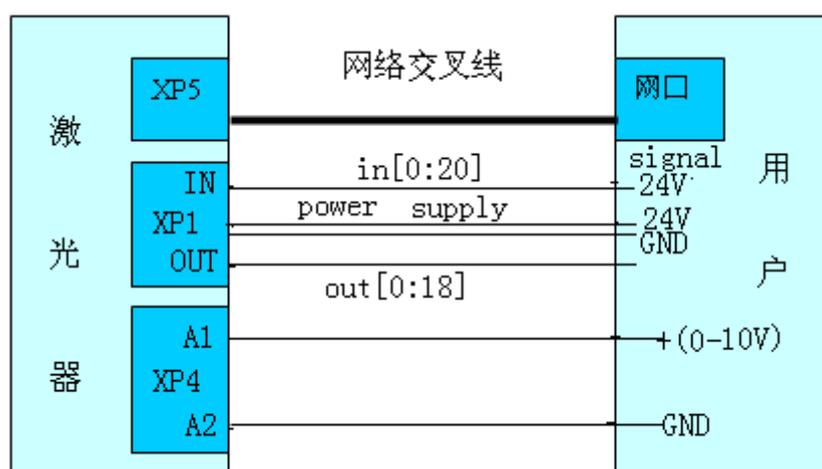


图 4 硬线接口模拟量控制

软件 LaserNet 在此模式下，只能监视硬线控制的输入输出信号。激光器硬线控制方法请参见说明书。其中用户须提供 24V 电源 (B15—24V, B16—GND)，和 21 路 24V 数字输入信号，另外应能接收激光器输出的 19 路 24V 数字信号。同时，用户须提供 0-10V 可调的模拟量输入电源。

2 内部控制

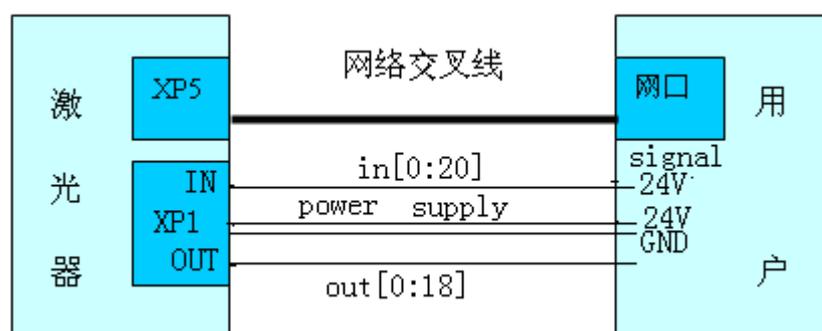


图 5 硬线接口内部控制模式

用户须提供 24V (DC) (B15—24V, B16-0V) 硬线接口。用户使用此模式时通过硬线接口设置内部控制，可使用 LaserNet 可设置激光功率。

3 激光编程

激光编程模式连线图 5 相同，不同之处在于硬线控制接口信号控制时序。

第三章 操作步骤

3.1 开启激光前提

- 打开主电源到 ON 位置；
- 若有外部水冷机，打开外部水冷机的主电源到 ON 位置。并且请确保所有阀门连通。如果是水—水冷机，请确认外部供水正常。
- 若有外部光路机柜，请将主开关打到 ON 位置
- 将外部水冷机操作开关从 0 打到 1。
- 请依据应用将钥匙开关打到 test 或者 robot 位置。

在工作完成后，请按如下流程关闭激光器：

- 关闭激光发射
- 关闭激光主电源



注意：

若激光器位于严寒霜冻区域，请不要按上述操作
请确认所有的阀门打开。温水可以避免系统受霜冻破坏系统

- 钥匙开关到 OFF 位置
- 将外部水冷机操作开关从 1 打到 0
- 将激光器主开关打到 OFF 位置
- 将外部光路机柜（若存在）开关打到 OFF 位置
- 将水冷机主（若存在）开关打到 OFF 位置



注意：

请确保激光器（水冷机）处于非霜冻区域
如果不能保证，激光器长期未使用或不能制暖，则须排除
所有的水（激光器，外部光路，水冷机）。

激光器可以通过钥匙开关选择不同的操作模式：

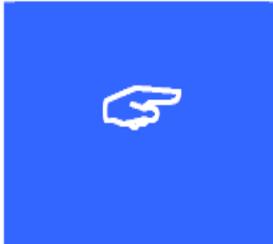
- TEST—LaserNet 控制

- ROBOT—外部设备控制



注意:

若开关从“TEST”到“ROBOT”，开关在 OFF 位置至少停留 5 秒。反之，同样。若切换过快，激光器操作可能被干扰或激光器内部设置被删除。



注意:

激光控制器打开（开关打到“TEST”或“” ROBOT），它需要两分钟启动激光器内部电脑

激光器可以通过多种方式控制，下列方式有：

- 手动模式（TEST）
- 外部调制模式（TEST）
- 模拟控制方式（TEST/ROBOT）
- 硬线控制方式（ROBOT）[^]
- fieldbus 总线控制模式（ROBOT）



注意:

请确认操作中激光器电流在 10—100%。小于 10% 操作超出指定范围，IPG 也不允许。若想功率小于 10%，请使用单个模块。但是同样设置功率不能低于 10%。

当使用缓慢上升或下降可以不遵循该规则



3.2 手动操作

在该模式下，PC 通过网口控制激光器。

在手动模式，通过使用 LaserNet 软件控制激光器。LaserNet 使用请参照说明书，并请熟悉 LaserNet 软件描述章节。

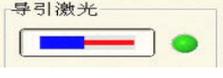


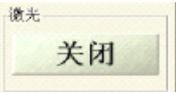
注意：

LaserNet 中按钮状态指示当前激光器的实际状态，点击该按钮，其状态会改变

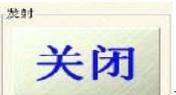
手动模式操作流程如下：

1. 连接 PC 和激光器。将激光器钥匙开关打到“TEST”位置。启动 LaserNet 软件。LaserNet 和激光器两分钟建立连接后，将会显示激光器的状态和参数。

2. 首先，使用按钮  开启引导激光。并且通过引导激光校正其目标位置和边界。并且 LaserNet 将会显示引导激光已开启。

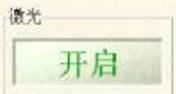
3. 点击  按钮，激光主电源打开。如果其他条件满足，激光电源打开  和激光准备  信号激活。激光器顶部指示灯点亮。

4. 使用 LaserNet 滑动条设置激光功率或泵浦电流，LaserNet 显示出光激光功率或电流。

5. 点击  按钮。激光开始发射激光，并且 LaserNet 将会显示出光功率。并且激光器指示灯将会点亮。

6. 若已发射，则输出功率可调节范围为 10%—100%。

7. 点击  关闭激光发射。

8. 点击  ，关闭激光主电源。

3.3 手动模式使用激光编程

手动模式可以使用激光编程。如何编写激光程序请参照 LaserNet 软件编程描述章节。

激光编程使用如下：

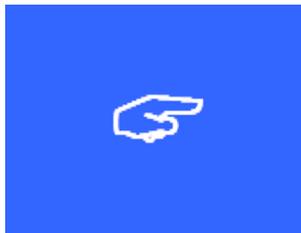
1. 连接 PC 和激光器。将激光器钥匙开关打到“TEST”位置。启动 LaserNet 软件。LaserNet 和激光器两分钟建立连接后，将会显示激光器的状态和参数。

2. 首先，使用按钮  开启引导激光。并且通过引导激光校正其目标位置和边界。并且 LaserNet 将会显示引导激光已开启。

3. 点击  按钮，激光主电源打开。如果其他条件满足，激光电源打开  **激光开启** 和激光准备  **激光预备发射** 信号激活。激光器顶部指示灯点亮。

4. 在  设置其程序号。

5. 请勿用“发射”开启激光。点击运行  激活激光程序，并且该按钮改变为“停止” 。若激光程序激活“程序启动”信号发出，其指示灯点亮。若程序结束，“程序启动”信号输出低电平，“程序结束”输出高电平，并且指示灯点亮。当程序执行过程中异常中断，“程序中断”输出高电平，并且指示灯点亮。更多信息请参考软件 LaserNet “事件”。



注意：

正在执行的程序可以点击按钮“停止”



6. 若程序执行完成，点击  关闭主电源。

3.4 外部调制模式

若工作于外部调制模式，软件 LaserNet 和外部“+4-25V”直流电压信号必须提供。

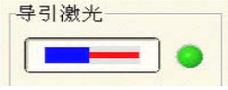
高电平—出光，低电平—关光。

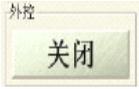
外部调制模式除了外部电压信号，与手动模式基本相同。

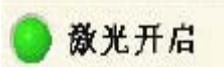
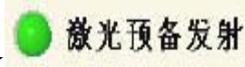
外部调制模式只有钥匙开关处于“TEST”位置有效。

如下外部调制操作流程：

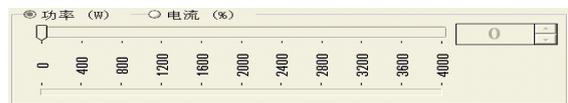
1. 连接 PC 和激光器。将激光器钥匙开关打到“TEST”位置。启动 LaserNet 软件。LaserNet 和激光器两分钟建立连接后，将会显示激光器的状态和参数。
2. 连接外部 24V 直流电压到激光器安全接口 XP2（正—A1，负—A2）。并且确认当前没有提供电压。
3. 打开软件 LaserNet 中“控制”选项。

4. 首先，使用按钮  开启引导激光。并且通过引导激光校正其目标位置和边界。并且 LaserNet 将会显示引导激光已开启。

5. 点击按钮“外控”  使能外部控制，该按钮状态改为打开。

6. 点击  按钮，激光主电源打开。如果其他条件满足，激光电源打开  和激光准备  信号激活。激光器顶部指示灯点亮。

7. 使用 LaserNet 滑动条设置激光功率或泵浦电流，LaserNet 显示出光激光功率或电流。



8. 点击  按钮，按钮状态改为打开。激光器顶部指示灯闪烁。激光出光须等待外部提供高电平。



9. 设置外部电压为高电平，激光器将依据预设功率出光。

10. 激光功率可调节范围为 10%—100%。



注意:

“外控”输入同样可以用于激光输出的外部调制。连接外部方波产生器 (0, +4-25V) 调制输入。其输出功率最大可调制频率为 5KHz。

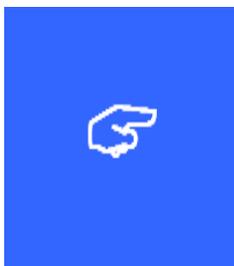
11. 若关闭激光，设置外部电压为低电平即可。

12. 在所有的的工作结束后，点击按钮  关闭激光主电源。



注意:

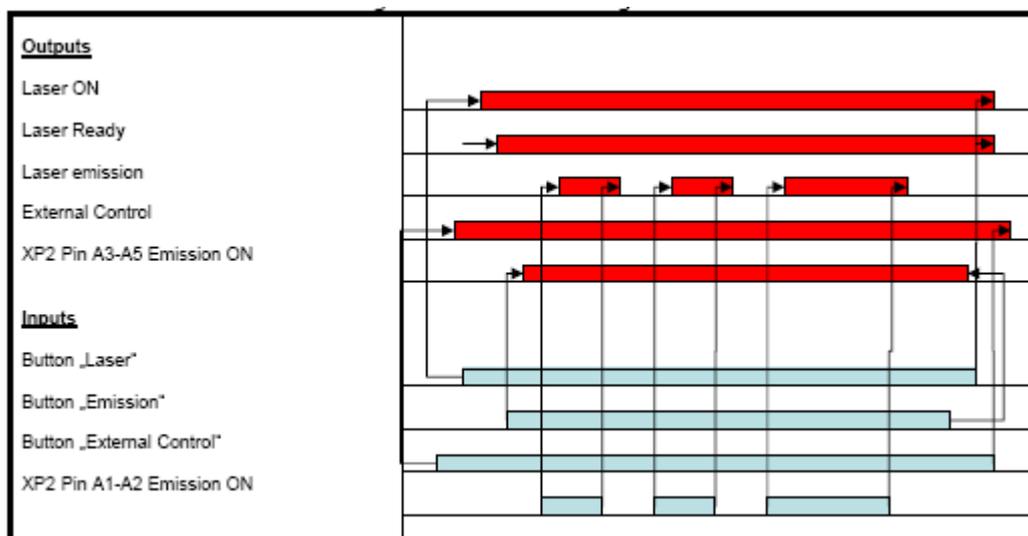
当使用外部控制模式时，缓慢时间不能使用。



注意:

下列功能如需使用，须由 IPG 服务工程师在安装时开通：
使用外部信号作为激光器的开关条件可以增加激光器的安全性。在这种情况下，不需要点击“外控”按钮。
若是增加该信号作为开关的条件，则其它模式都需使用该信号。

如下使用外部调制时序图，使用外部控制信号控制激光的开关，并可调制。



3.5 模拟量控制模式

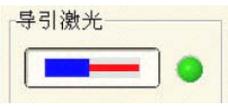
模拟量控制模式，“TEST”和“ROBOT”都可以使用。

模拟量控制模式与外部控制模式类似，只是功率调节由 XP4 接口控制，而不能使用 LaserNet 控制。

在模拟量控制模式下，外部调制信号和模拟信号都必须提供。模拟量用于设置输出功率：0VDC 对应于 0W，10VDC 对应于标称功率。

下面在“TEST”模式下使用模拟量控制模式：

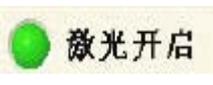
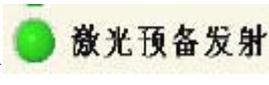
1. 连接 PC 和激光器。将激光器钥匙开关打到“TEST”位置。启动 LaserNet 软件。LaserNet 和激光器两分钟建立连接后，将会显示激光器的状态和参数。
2. 连接外部 24V 直流电压到激光器安全接口 XP2（正-A1，负-A2）。并且确认当前没有提供电压。
3. 连接外部模拟电压到 XP4 模拟量接口（A1-正，A2-负）。

4. 首先，使用按钮  开启引导激光。并且通过引导激光校正其目标位置和边界。并且 LaserNet 将会显示引导激光已开启。

5. 点击“模拟控制”按钮使能模拟控制和外部控制。并且按钮状态转为打开状态。外部控制自动变化为打开状态。



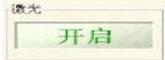
6. 通过 XP4 模拟量设置激光功率。

7. 点击  按钮，激光主电源打开。如果其他条件满足，激光电源打开  和激光准备  信号激活。激光器顶部指示灯点亮。

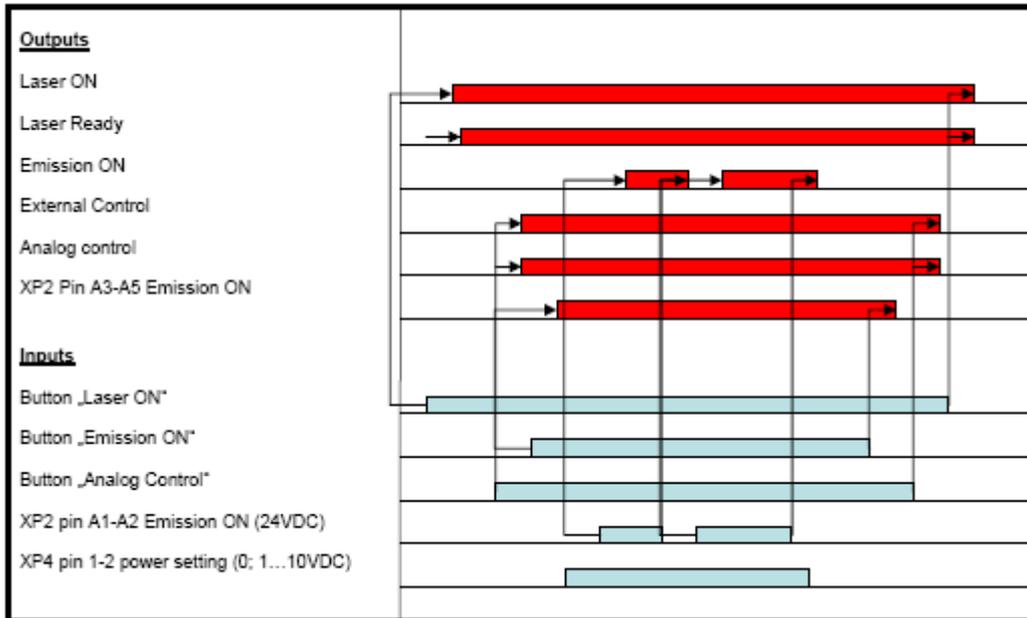
8. 点击  按钮，按钮状态改为打开。激光器顶部指示灯闪烁。激光出光须等待外部提供高电平。



9. 设置外部电压为高电平，激光器将依据模拟量发射激光。
10. 若关闭激光，设置外部电压为低电平即可。

11. 在所有的工作结束后，点击按钮  关闭激光主电源。

如下实例使用模拟量设置激光功率。外控信号可用于激光开关光数字调制，并且该信号为激光安全操作提供了更高的可靠性。



3.6 硬线模式

XP1 硬线接口是工业专用的控制接口。

依据硬线接口定义（参考控制安全接口），连接机器人控制器。

XP1 硬线接口只有在“ROBOT”下有效。

LaserNet 软件在该模式下具有监控功能，没有激光器的控制功能。



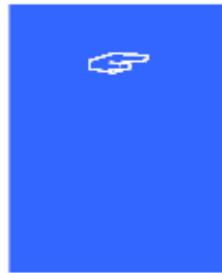
重要提示:

外部必须提供+24V电压（+24V（B15），GND（B16）），端口 **B** 和 **D** 才能输出高电平。



重要提示:

对具有光闸的激光器，我们强烈推荐：
若激光器或控制器在程序执行时中断，在程序重启前清除除“**Laser Request**”以外的所有信号并处理所有错误。



重要提示:

对具有光闸的激光器，我们强烈推荐：
若激光程序结束，在打开激光器机柜前请将光闸回到原点。
若激光器光闸没有回到原点位置，打开激光器机柜被认为违反激光器安全操作，激光器进入紧急停止（**E-Stop**）。



重要提示:

激光器和控制器必须使用通信“握手”规则。设置输入命令为高电平，并且等待应答信号。
同时设置多个信号可能导致程序执行中出现不可预料的问题。

使用硬线接口出激光，必须首先激活软件 LaserNet。只有如此，它才能在后续的流程中区分程序号 0 和程序 1-50。

程序号 0

如果没有选择程序号，则程序号 0 激活。当 A2—program start 设置为高电平，激光将会出光。当 A3—Internal Control 激活时，功率通过 LaserNet 设置。若 A6—Analog Control 激活，功率由模拟量控制。

程序号 1—50

首先必须通过软件 LaserNet 激光程序编辑器编写激光程序，并且该程序必须存储于激光器中。

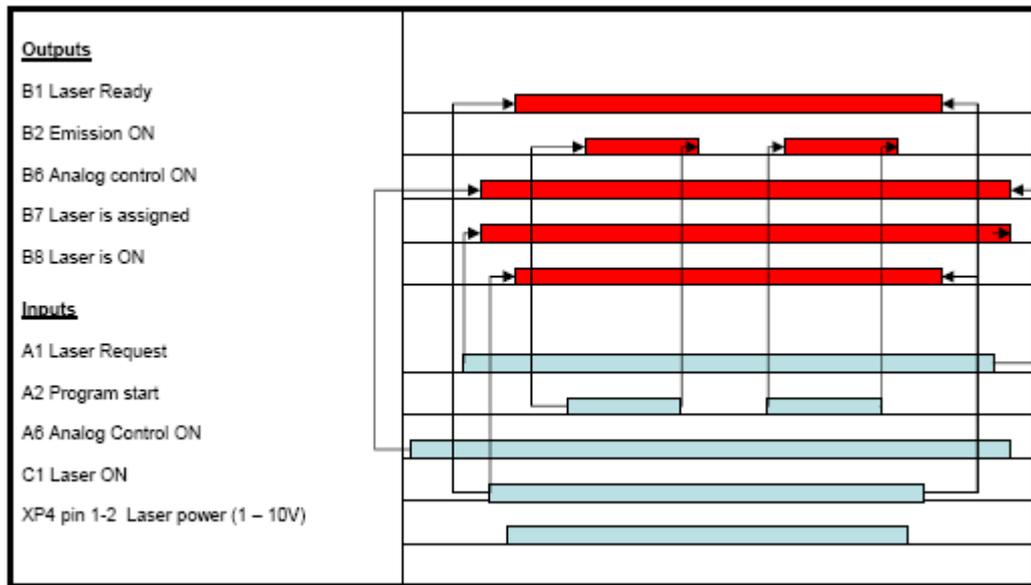
控制器通过设置激光程序位 A8—A14 (LSB—MSB) 为高电平，选择激光程序。若 “A2—Program Start” 设置为高，则激光程序启动，并且该电平在激光程序的执行过程中必须维持为高电平。若在程序执行的过程中，“A2—program start” 设置为低电平，则程序被中断，并且 “B11—program interrupt” 输出高电平。若程序结束，“B9—program active” 输出低电平，“B10—end of program” 输出高电平。

如下实例示意激光器和控制器如何协调工作。

程序号 0—使用“模拟量控制方式”

若使用程序号 0，激光功率可由模拟量或软件 LaserNet 设置。

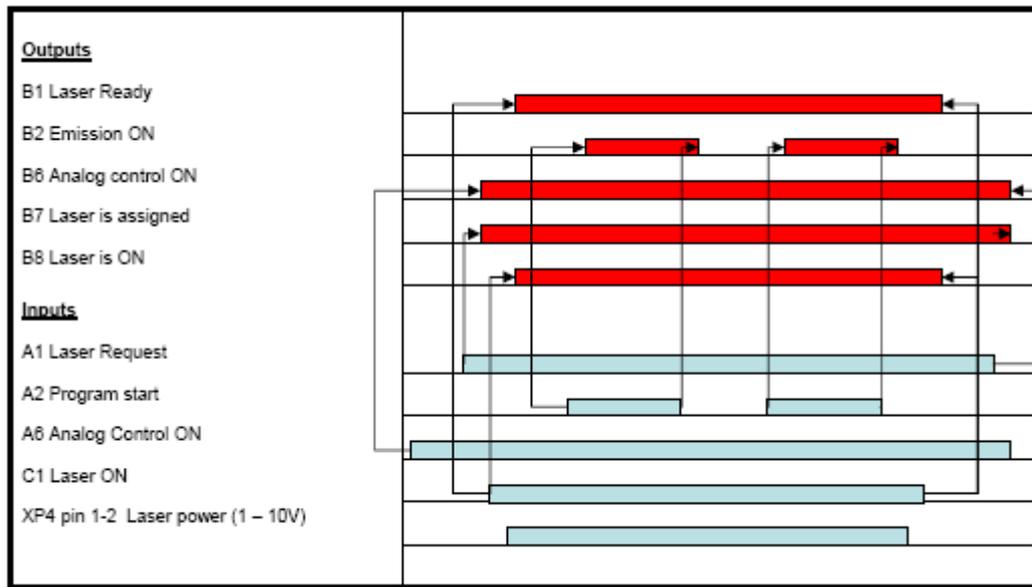
如下实例是如何使用程序号 0-模拟量控制方式。



只有“A1—laser request”被置位，其它的输入才会被执行。若“A1—Laser request”未置位，则所有的输入都不会被执行，也不会有任何输出。

程序号 0—使用“内部控制”模式

如下实例显示程序号 0 如何使用内部控制模式工作。

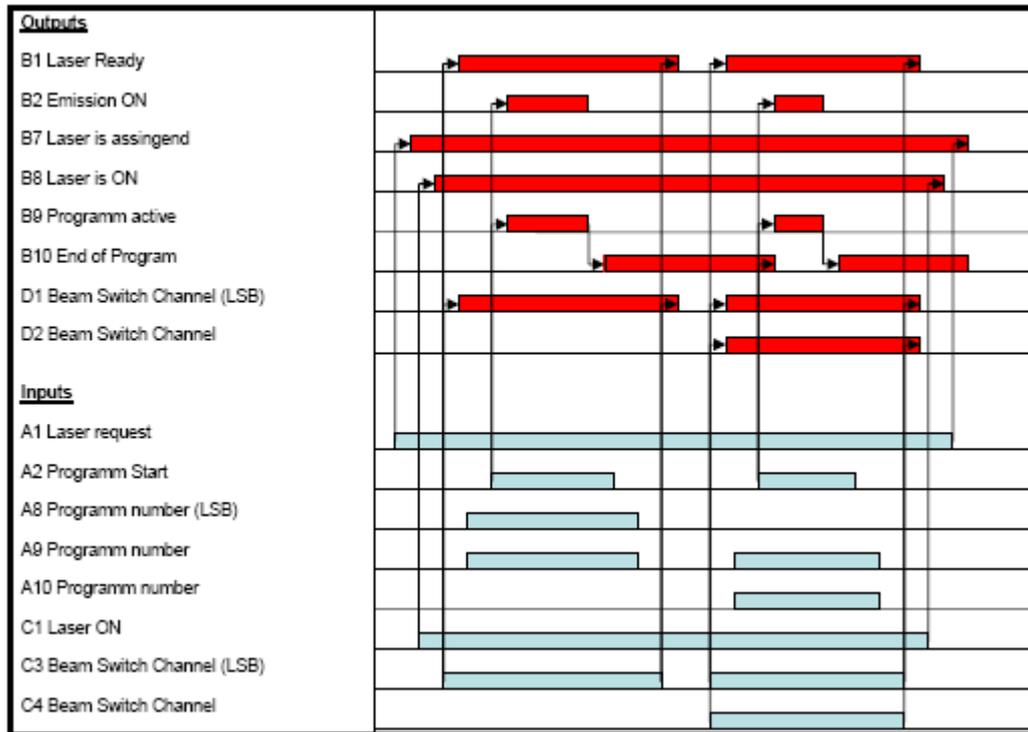


只有“A1—laser request”被置位，其它的输入才会被执行。若“A1—Laser request”未置位，则所有的输入都不会被执行，也不会有任何输出。

若使用软件 LaserNet 中功率调节设置功率（“Robot”模式下，该功能禁用），则须置位“A3—Enable Internal Control”。

程序号 1-50——使用光闸

如下实例，激光器具具有 4 路光闸。在该实例中，不同的程序号和光闸被选择。程序号和光闸均为二进制编码。



在上例中，光闸 1 和程序 3 被选择，在其执行结束后，光闸 3 和程序 6 被选择。

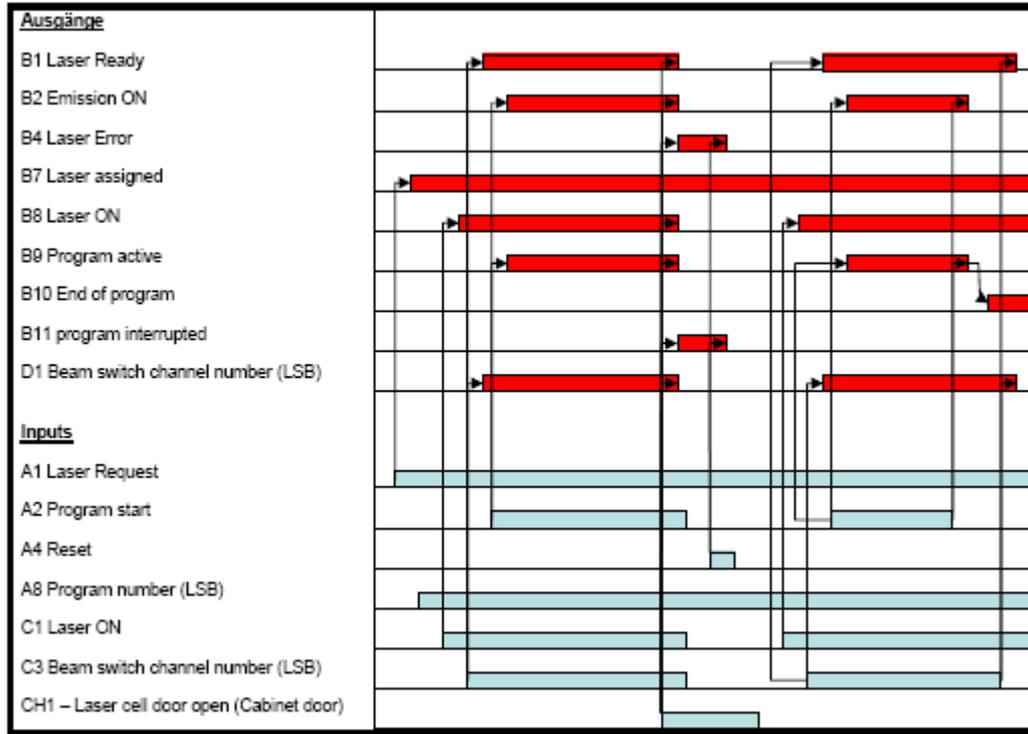
激光电源该过程中，保持打开状态。若光闸处于原点位置，“Laser Ready”信号输出为低。

光闸通道也可以在激光程序中通过激光编程选择。

程序执行过程并且光闸激活时—打开激光器机柜

如下实例示意在程序执行中打开激光器机柜。

在通道 1 被激活时打开激光器机柜违反激光器安全操作，导致程序执行中断（紧急停止 Emergency stop）。



若激光器产生错误，激光器复位必须执行。置位“**A4—Reset**”，可以清除“**B11—program interrupt**”和“**B4—laser error**”。

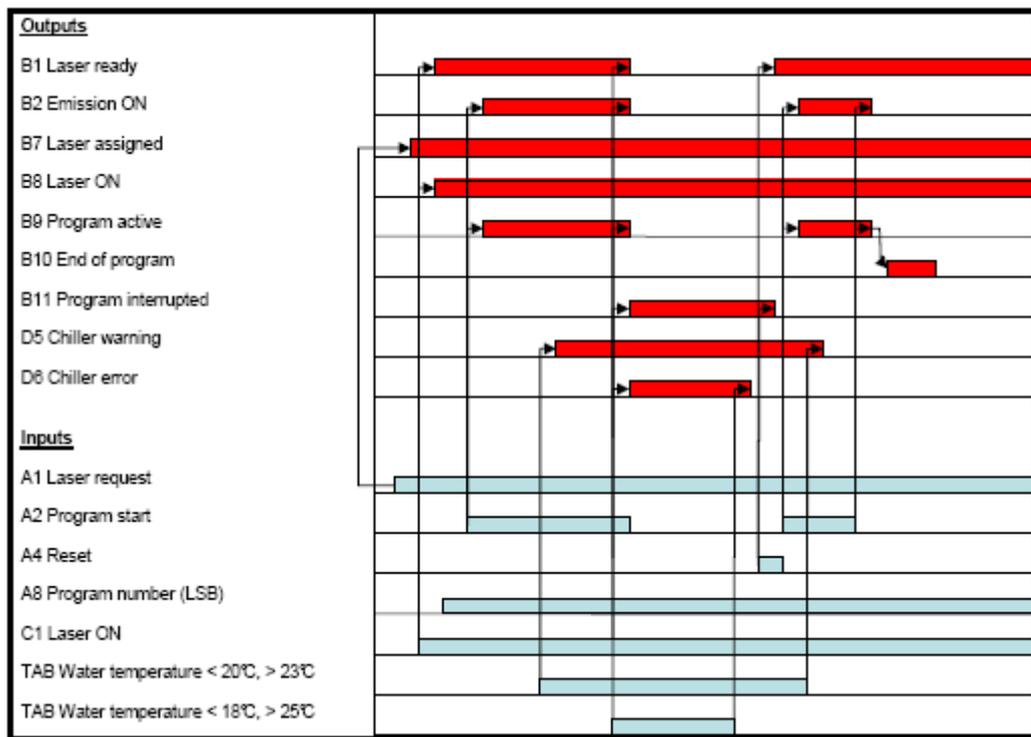
输入信号“**C1—Laser ON**”，“**A2—program start**”必须清除。若重新启动程序，则需依次置位。

程序执行中水冷机警告和错误

激光器分配控制权给控制器，打开激光器主电源，并且选择程序号。通过置位“ A2—program start” 执行激光程序。

在程序执行过程中，水冷温度超出了推荐范围，“D5—chiller warning” 输出高电平。但是水冷机警告并不影响程序执行。

若超出了指定的范围，“D6—chiller error” 输出高电平，“B1—laser ready” 输出低电平，并且执行程序中断。



首先，“B11—program interrupt” 必须复位，“B1—laser ready” 输出高电平。

只有冷却水温度位于指定范围内时，“B1—laser ready” 才会输出高电平。



重要提示:

信号“*D5-chiller warning*”和“*D6-chiller error*”将在软件 *LaserNet* 中水冷机选项中累加。自来水温度，去离子水温度，导电率在 *LaserNet* 单独界面显示。



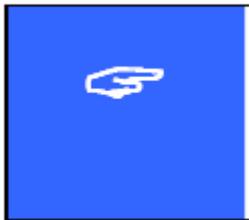
重要提示:

在不同的激光器配置中，其水温度可以与上例不同。



重要提示:

信号“*D5-Chiller warning*”不影响激光程序。

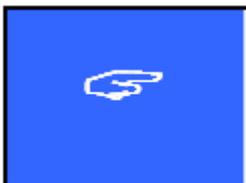
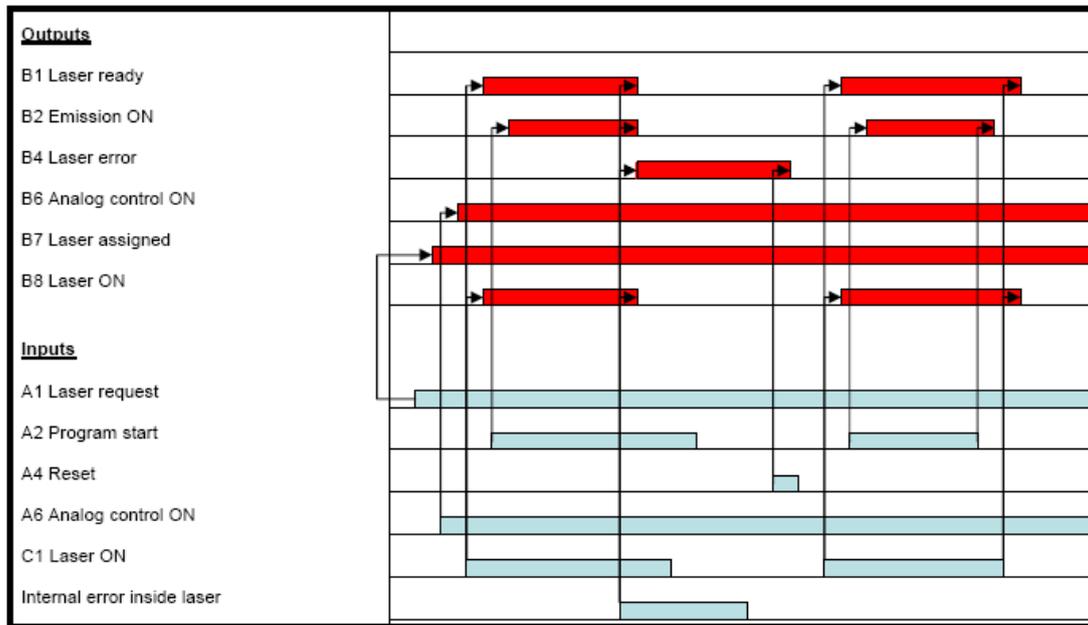


重要提示:

当“*D6-chiller error*”输出高电平时，“*B1-laser ready*”输出低电平，“*B8-Laser ON*”输出高电平不变。若“*B1-laser ready*”输出低电平，激光不可能出光。

程序执行中发生内部错误

在使用模拟量控制方式执行程序时，激光内部产生错误，将会关闭激光器主电源，并且“B4-laser error”输出高电平。可以使用 LaserNet 分析激光器内部错误原因，并清除错误。然后置位“A4-Reset”清除输出错误信号。



重要提示:

如果你不能清除该错误，请联系 **IPG** 工程师。

第四章 在应用中应注意的问题

4.1 应用注意事项

结合高功率光纤激光器的销售和使用情况，以及维修记录数据的统计，我们的结论是 80%的机器故障是用户原因引起的。为更好使用光纤激光器，保障其有效稳定的运行，有以下几个问题需要用户予以关注并正确处置：

- 当天气炎热并湿度较大时，应在激光电源开启前，让机器附带的空调运行 30 分钟以上，从而有效去除机箱内的湿气并控制机箱内小环境的温度，保证机箱内的部件的不会由于温湿度造成故障。
- 一旦光纤输出端头接触到外界空气，在重新将其插入加工头之前，一定要用专用的显微镜和清洁工具按照标准的步骤清洁光纤输出端面，确认输出端面洁净度达到标准后，方可将其与加工头连接。
- 在将光纤输出端头拔出或插入加工头时，需避免灰尘及其它脏物污染镜片，建议将加工头水平方式放置，在与光纤连接好后，再将加工头回复至正常位置。
- 经常检查保护片的洁净程度。在激光加工过程中，保护片不可避免的会受到粉尘或飞溅物的污染，一旦污染严重，不仅会使到达工件表面的能量发生衰减，光束质量劣化，同时还可能损害激光器的安全。所以应及时更换。
- 在配备外光路系统时，需考虑镜头的通光孔径，冷却方式，所能承受的最大功率等因素。一旦选择出现大的偏差，就可能导致外部光学系统的损坏，甚至危害及光纤和激光器的安全。
- 在激光加工过程中，还需注意各辅助气体的状态，确保镜头不会应为时序，缺氧等因素导致保护片，镜头乃至光纤或激光器的损坏。
- 一旦设备出现报警时，应根据报警项对相关可能的因素进行排查，待引起报

警的因素排除后，方可继续开机运行。禁止在出现报警后，在未查到原因的情况下，多次重置并强行启动设备。

- 保障光纤激光器的运行条件。例如高功率光纤激光器的运行电压是 360V 至 440V，如果电网供电波动较大，需配备稳压装置。

第五章 高功率光纤激光器的维护流程

5.1 客户维护内容

维护内容 Instructions list	频率 Time Interval	预计时间 Estimated Work Time	维护人 People in charge	费用 Cost
检查自来水及去离子水的水位是否在刻度 MIN 和 MAX 之间 Checking water level of the DI-Water- and Tap water level indication.	每周一次 Once a week	15 分钟（包括注水） 15 minutes including water refilling	客户 customer	无 No
检查制冷机上空气过滤网是否清洁 Checking air filter at chiller side.	每周一次 Once a week	5 分钟； 30 分钟（如需更换） 5 minutes visual control; 30 minutes for filter exchange	客户 customer	无 No
检查水质（包括自来水及去离子水） Checking water quality of both cooling circuits including DI- and Tap water.	每季度一次 quarterly	15 分钟 15 minutes	客户 customer	无 No
检查激光器及外部光学器件柜的清洁 Checking dirt and dust on laser and external	每季度一次 quarterly	15 分钟 15 minutes visual control	客户 customer	无 No

optic cabinets.				
换水 Water exchange.	每年一次 once a year	30 分钟 30 minutes	客户 customer	无 No
更换水过滤器 Water filter exchange.	每年一次 once a year	30 分钟 30 minutes	客户 customer	无 No
更换离子交换树脂桶 DI- water- conductance exchange.	如需要 if it is required	30 分钟 30 minutes	客户 customer	

5.2. IPG 维护内容 Requested maintenance and service at IPG side

维护内容 Instructions list	频率 Time Interval	预计时间 Estimated Work Time	维护人 People in charge	费用 Cost
功率测试 Power measurement	每年一次 once a year	每通道 60 分钟 60 minutes per optical channel	IPG	
FFBD 信号测试 FFBD Signal testing	每年一次 once a year	10 分钟 10 minutes	IPG	

3. IPG 维修内容 Requested maintenance and service at IPG side

维护内容 Instructions list	频率 Time Interval	预计时间 Estimated Work Time	维护人 People in charge	费用 Cost
---------------------------	---------------------	--------------------------------	----------------------------	------------

激光器内部漏水（不含制冷机） Check the location of the water leakages (chiller is not included)	如损坏 in the event of damage	30 分钟 30 minutes	IPG	
更换漏水探测器 exchange of the water leakage sensor	如损坏 in the event of damage	30 分钟每通道 30 minutes per optical channel	IPG	
更换操作光纤 Exchange of the process fiber	如损坏 in the event of damage	60 分钟 60 minutes	IPG	
更换激光模块 Exchange of Laser module	如损坏 in the event of damage	3 小时 3 hours	IPG	
更换传导光纤 Exchange of the feeding fiber	如损坏 in the event of damage	4 小时 4 hours	IPG	

第六章 故障处置

6.1 YLS-xxx 高功率激光器故障处置

当激光器发生故障时，请与 IPG 服务部门联系，请按以下步骤将事件文件和日志文件发送给 IPG。

1. 保存事件文件

在 LaserNet 软件中，选择“事件”窗口，出现如下界面：



在事件列表窗口中，点击鼠标右键，选择“将事件信息保存到文件...”，选择文件类型为 .txt 格式。把保存好的文件发送给 IPG 服务部门。

2. 下载日志文件

在 LaserNet 软件中，选择“日志文件”窗口，出现如下界面：



1. 在下拉框中选择或输入日期（选择激光器出现故障的日期）。
2. 在左边的复选框中打勾，选择需要的文件。如果要选择或者消除选择所有文件，则在文件列表中点击鼠标右键，再点击“选择所有文件”或“清除选择”。
3. 按下“加载”按钮，所选的文件就会保存在<LaserNet工作文件夹>\<激光器名称>\<日期>目录下。首先要确认你电脑上的LaserNet软件装在哪个目录下。
例如 C:\Program Files\IPG Laser GmbH\LaserNet
2.71.2\Laser\01.09.09\ 目录，表示我的LaserNet软件装在C盘program Files目录下，我要下载的文件是2009年9月1日的。
4. 将该日期文件夹中的所有文件，发送给IPG服务部门。

附录 1：接口定义

1.1 控制接口

序号	接口名称	功能	说明
1	模拟量	控制和调制激光器泵浦电流	连接头：7 针母口， 引脚 1：模拟电压正级 引脚 2：模拟电压地 外部模拟电压输入：0-10V 输出功率控制电压外部控制模式 0—10V 对应 0%—100%泵浦电流 静态精度：+/-2% 响应时间：<=50us
2	工业网口	外部 PC 通信控制	连接头：网线交叉 JR45 通信速率：100Mbit
3	激光开关	数字激光调制	25 针接口：A1/A2 0V—激光关，24V—激光开 最高可调制频率 5Khz
4	硬线接口	激光控制 Robot 模式	64 针母口：所有输入开路，高电平有效 如下是信号功能分布： A1—LaserRequest：高电平有效。激光器通过此信号指定激光器受外部一台控制器控制。任何控制器若想取得激光器控制，都首先必须发送此信号，并且激光器会反馈状态信号（B7—高电平）表示激光器受其控制。在此之前的其它信号输出，都不会有任何输出。

		<p>A2—Program Start: 高电平有效。此信号控制激光程序的开始与停止。若为高电平，则程序开始执行；当输入信号变为低电平或程序执行完时，程序停止。每次控制，程序只执行一次。程序号由 A8~A14 定义。如果程序号为 0000000，且 A6 为高电平，则激光功率由模拟输入控制。如果程序号为 0000000，而 A6 为低电平，A3 为高电平时则功率由以太网程序控制。在开始执行程序前，B1 输出高电平。程序开始后，B9 输出高电平，表示程序已激活。程序执行完后，B9 输出低电平，且 B10 输出高电平，表示程序结束。当 A2 输入低电平后，B10 输出低电平（程序号为 0000000 时无效）</p> <p>A3—Enable Internal Control: 高电平有效。利用此信号，可以从以太网程序实现部分控制功能。</p> <p>A4—Reset: 高电平有效。此信号用于复位激光系统的所有信息，及"Laser Error"、"Program is interrupted"、"Warning"等输出位。此输入信号至少要持续 1ms。</p> <p>A5—Guide Laser ON: 高电平有效。此信号用于开启引导激光。</p> <p>A6—Analog Control ON: 高电平有效。当</p>
--	--	--

		<p>程序号为 0000000 时，此信号可以激活模拟控制模式。</p> <p>A7—Program Stop: 高电平有效。此信号可以使在执行的程序马上停止。如果此信号在程序结束前出现，B11 输出高电平，B9 输出低电平，而 B10 为低电平不变。</p> <p>A8-A14 — Program Num: A8 为最低位 (LSB)，A14 为最高位(MSB)。直到 A2 从下一个低电平到高电平的跳变前，任何程序号的变化都会被忽略。</p> <p>A15 — Synchronization Input: 同步输入，用于激光程序（等待高或低）</p> <p>A16—Common pin: 公共地</p> <p>C1—Laser ON: 高电平有效。此信号用于开启/关闭激光器的主电源。如果激光器主电源不能开启 (E-STOP 开路)，B13 信号则无变化。此时，若想重新再开启主电源，需要先将 C1 置低再置高。主电源启动后，B8 会返回高电平。</p> <p>C2—C10: Spare Input 备用输入</p> <p>B1—Laser Ready: 高电平有效。如果此信号输出高电平，就可以利用 A2 开始执行</p>
--	--	---

		<p>激光程序了。Laser is not Ready 可能由以下原因引起：Chiller Failure, Front Door opened, Rear Door opened, Top Cover opened, Out of the Temperature Range for the Water of the Laser, Out of the Temperature Range for the DI Water of the Optics, Main power supply is OFF。</p> <p>B2—Emission is ON: 高电平有效。表示激光正在发射。</p> <p>B3—Internal Control is Enabled: 高电平有效。表示允许由以太网程序控制部分功能。</p> <p>B4—Laser Error: 高电平有效。表示监测到激光器内部有以下异常, 造成操作停止: Module Overheat ($t > 35^{\circ} C$), Module Unconnected, Module Failure, Laser Fiber Interlock, Beam Switch Failure, High FFBD light, High scattered light, Water in Laser, Water in Beam Switch, Low water flow in process fiber connectors, Low water flow in feeding fiber connector, Power Supply Failure, Low Water Flow Laser, Unexpected Pump Current, Unexpected Ground Leakage, High Back Reflection.</p> <p>B5—Guide Laser is ON: 高电平有效。表</p>
--	--	---

		<p>示引导光已开启</p> <p>B6—Analog Control ON: 高电平有效。表示激光功率由模拟输入控制。</p> <p>B7—Laser is assigned: 高电平有效。此为 A1 信号的应答位，如果此信号为低电平，所有控制输入信号会被忽略。</p> <p>B8—Laser is ON: 高电平有效。确认激光器主电源已开启。</p> <p>B9—Program Active: 高电平有效。表示激光器正在执行激光程序。</p> <p>B10-End of Program: 高电平有效。表示激光程序已执行完，当 A2 变为低电平后 B10 信号输出低电平。</p> <p>B11—Program is interrupt: 高电平有效。表示激光程序已经中断，需要用 A4 将此位复位。</p> <p>B12—Synchronization Output: 高电平有效。可用于激光程序（设为高或低）。</p> <p>B13—Warning Output: 检测到激光器内部有如下状态：failed operation of the bit Laser ON, Warning Lamp Failure,</p>
--	--	---

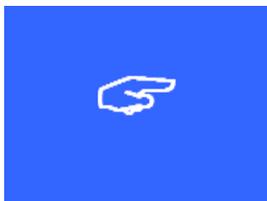
		<p>Module Warning Overheat ($t \geq 33^{\circ} \text{C}$)。此情况下，操作仍可进行。如果此输出为低电平，则表明系统一切正常。</p> <p>B14—Spare Output: 保留</p> <p>B15/B16: 24V/0V 用户提供</p> <p>D1—D4: Spare Output: 保留</p> <p>D5—Chiller Warning: 高电平有效。满足以下条件时出现此信号: DI 水电导率 $\geq 15\mu\text{S}$, $T_{th1}-2^{\circ} \text{C} \leq \text{自来水水温} \leq T_{th2}+2^{\circ} \text{C}$, $T_{th3}-2^{\circ} \text{C} \leq \text{DI 水水温} \leq T_{th4}+2^{\circ} \text{C}$</p> <p>D6—Chiller Error: 高电平有效。满足以下条件时出现此信号: DI 水电导率 $\geq 25\mu\text{S}$, $T_{th1} \leq \text{自来水水温} \leq T_{th2}$, $T_{th3} \leq \text{DI 水水温} \leq T_{th4}$, Chiller 故障。</p> <p>D7—D8:保留。</p>
--	--	--

1.2 安全接口

接口类型: Han® 25D 母口。

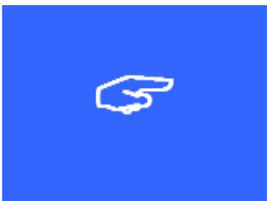
NN	功能	描述
A1	Emission ON	开路输入, 若A1/A2之间存在+24V, 激光开; 若为0V, 则激光关。若Hardwiring接口激活, 此输入无效。
A2	Emission ON	
A3	Emission ON	开路输出, A3与A5闭合(短路)表示正在出激光。

A5	Emission ON	
B3	E-Stop OUT	
B4	E-Stop OUT	2通道开路输出，B3与B6为通道1，B4与B5为通道2。
B5	E-Stop OUT	当内部E-Stop按钮开路时，通道1和通道2也开路。
B6	E-Stop OUT	
B7	SC Status	开路输出。B7与B8闭合（短路）表示安全回路启动。
B8	SC Status	
C1	E-Stop IN	2通道外部E-Stop输入，C1与C4为通道1，C2与C3为通道2。此2通道只能与自由电位输入触点连接。
C2	E-Stop IN	
C3	E-Stop IN	
C4	E-Stop IN	
C5	SC Reset	安全回路复位输入。C5与C6之间只能连接自由电位触点。
C6	SC Reset	



注意：

两路外部光路急停输入设置遵循 **EN954-1** 类型 **3** 标准。两路通道都必须具有紧急停止。

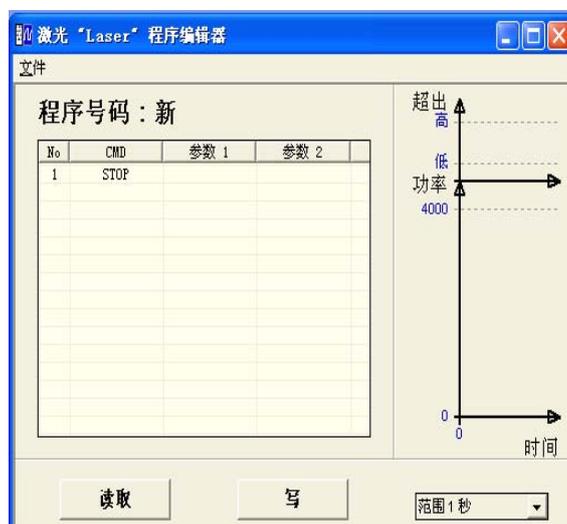


注意：

主电源安装 **EMI** 抗干扰器件遵循 **CE** 标准。在安装 **EMI** 抗干扰器件时 **400V** 漏电电流时 **100mA**。由于在电源连接时使用了对地短路探测器，激光器启动时避免产生瞬时漏电流

附录 2 激光程序

激光程序编辑器



该界面允许用户新建或打开已存在的激光程序 (*.lnp)。在主程序界面菜单栏“工具”中选择“程序编辑器”即可。

在对话框中表格中可以加载或编辑激光程序。每一行在“CMD”中插入命令控制字，其命令参数可在“参数 1”和“参数 2”中设置。通过点击相应区域，可以选择相应的命令或参数，也可由用户自己输入相应的命令或参数。点击表格未使用区域则增加一行新的命令，其默认为“STOP”。在已存在的命令中点击鼠标右键，并在出现的菜单中选择插入行，则会在其上插入一条新的命令，其默认为“STOP”。

若已编辑的命令中单击右键，在出现的菜单栏中选择删除行，即可删除当前命令。若程序中只有一条命令，则不能被删除。

若要将程序保存在激光器中，单击“写”按钮，在弹出的对话框中输入保存的程序号（1—50 有效）。若没有和激光器连接，则会显示警告信息。

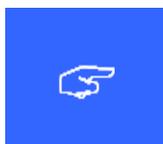
若要读取激光器中程序，单击“读取”按钮，并选择读取的程序号（1-50）。读取完程序后，程序号将在对话框中表格标题处显示，程序则显示在表格中。若未和激光器练级，则显示警告信息。

在对话框中菜单“文件栏”选择“保存”可将激光程序已输入的名称，后缀名.lnp 保存到选择的路径中，该文件可以用标准的“TEST”文件编辑器打开。在对话框中菜单“文件”选择“加载”，可以加载保存在 PC 机的激光程序。

IPG 激光编程

激光程序结构 (LP)

每一个激光程序由散列的表格组成。第一列表示命令字，二三列命令参数。程序最长为 100 行（由激光器内部存储器所决定）。程序编号最大为 50。



注意:

激光程序 0 的使用参考“操作/硬线接口”章节

激光程序命令描述:

1. STOP

停止出光，模拟使能，激光程序。并且“B10—End of program”输出高电平。

2. SPT—固定功率变化时间

（两点之间线性插值），命令的第二个参数表示激光功率（瓦），第一个参数表示其功率变化时间（ms）。初始功率为程序前一次设置治，若程序前未使用，则为零，若前一次和当前设置相同，则该功率维持第一个参数设定的时间。若在此之前使用模拟量控制，此命令则关闭模拟量使能。

此命令参数选项可以选择设置固定值(FIXED)或(FBUS)值。

在“FBUS”下:

- 功率值为 Fieldbus 协议中功率字或软件 LaserNet 处于“TEST”模式或 Fieldbus 使能外部软件控制时设置值。
- 时间参数为 Fieldbus 中变化时间设定值。

3. SPR—功率变化速度

此命令类似于前命令 SPT，只是第一个参数不同，其指定功率变化速率。其所有的参数可以使用固定（FIXED）或（FBUS）。

在“FBUS”下:

- 功率值为 Fieldbus 协议中功率字数值或软件 LaserNet 处于“TEST”模式或 Fieldbus 使能外部软件控制时设置值。
- 时间参数为 Fieldbus 协议中功率变化速率设定值。

4. WAIT—等待事件

等待下列事件之一：

- 同步输入（电平下降边沿）
- 同步输入（电平上升边沿）
- 同步输入低电平
- 同步输入高电平
- 时间。该时间可以是固定值（FIXED）或（FBUS）值。

若为 FBUS，该值为 fieldbus 中字“变化时间 ramping time”。

第一个参数设置事件类型为同步输入或时间，第二个参数设定时间类型或时间值。

5. GOTO—跳转到另一命令行

该命令第一个参数指定要跳转的行号，第二个参数指定跳转条件。若第二个参数为 counter 计数，若初始值为 0，则无条件跳转，若初始值不为零，则每跳转一次，该值减 1，若为 0，则不跳转。第二个参数也可以为下列事件跳转：

- 同步输入低电平
- 同步输入高电平

只要第二个参数被满足，程序跳转则执行。

6. OUT—设置同步输出信号

设置同步输出高或低电平。第一个参数指定同步输出，第二个参数表示输出电平。

7. EXTPWR—切换到外部控制

此命令执行后，输出功率从外部接口读取。第一个参数指定外部接口类型。此命令停止，可使用命令 1, 2, 3 或 7（重新指定不同的外控）。

若为“FBUS”，功率值为 Fieldbus 协议中功率字数值或激光器处于

“TEST”模式或 Fieldbus 使能外部软件控制时 LaserNet 设置值。

8. SETCHAN—选择光闸

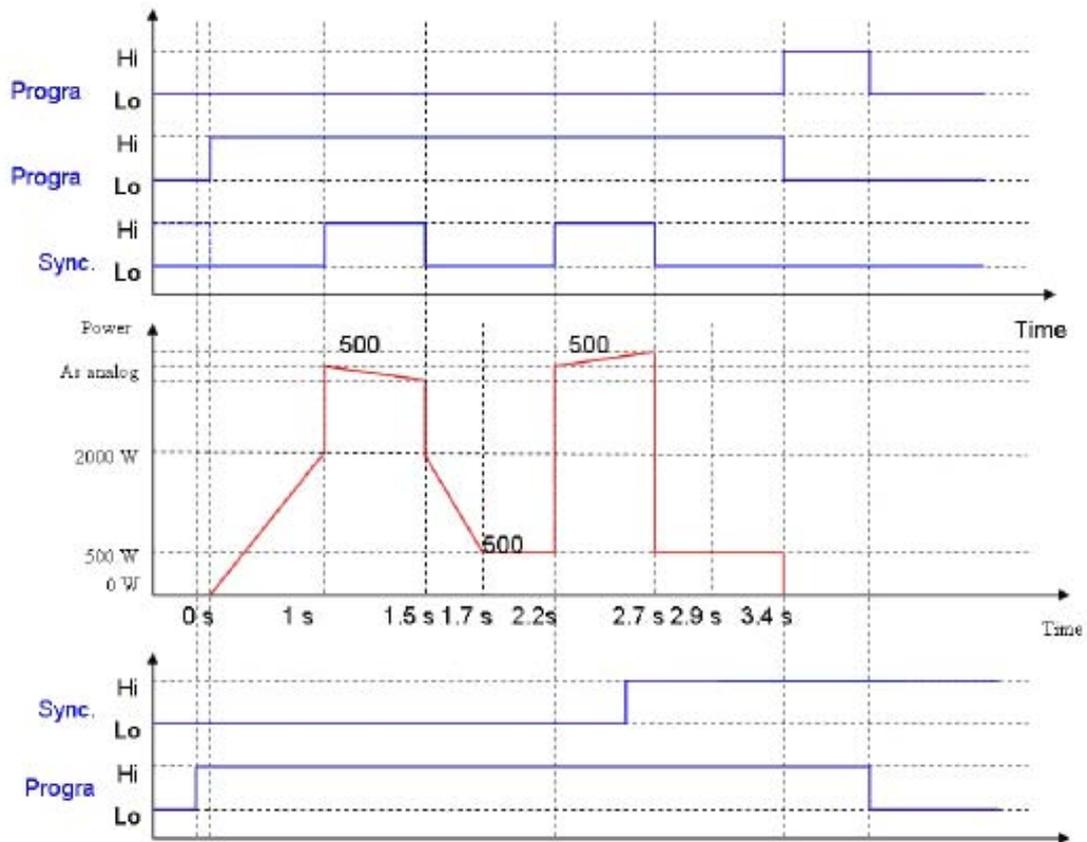
第一个参数设置所要使用的光闸通道。只对具有光闸的激光器有效。

激光编程命令表

命令字		参数 1	参数 2	描述
#	名称			
1	STOP	—	—	无参数
2	SPT	0—5000 Or FBUS	0—max power Or FBUS	参数 1: 时间 (ms) 参数 2: 功率 (W)
3	SPR	0—5000 Or FBUS	0—max power Or FBUS	参数 1: 功率变化速率 (W/ms) 参数 2: 功率 (W)
4	WAIT	SI	LOW	等待同步输入低电平
		SI	HIGH	等待同步输入高电平
		SI	LH	等待同步输入上升沿
		SI	HL	等待同步输入下降沿
		Time	0—65534 Or FBUS	延时 (ms)
5	GOTO	Line 0—99	SI LOW	如果探测到同步输入低电平, 跳转指定行
		Line 0—99	SI HIGH	如果探测到同步输入高电平, 跳转指定行
		Line 0—99	0—32767	计数跳转次数
6	OUT	SO	LOW	同步输出低电平
		SO	HIGH	同步输出高电平
7	EXTPWR	ANALOG	—	切换到模拟控制接口
		FBUS	—	切换到 FieldBus 接口
8	SETCHAN	通道 1—N	—	选择光学通道(必须具备光闸)

激光编程实例

Line	命令字	参数 1	参数 2	描述
1	OUT	SO	LOW	设置同步输出低电平
2	SPT	1000	2000	激光功率到达 2000w 时间为 1 秒
3	EXTPWR	ANALOG	—	切换到模拟量控制
4	OUT	SO	HI	设置同步输出高电平
5	WAIT	TIME	500	延时 500 毫秒
6	OUT	SO	LOW	设置同步输出低电平
7	SPT	200	500	激光功率到达 500w 时间为 0.2 秒
8	WAIT	TIME	500	延时 500 毫秒
9	GOTO	LINE 3	SI LOW	同步输入低电平跳转到行 3
10	STOP	—	—	程序结束



附录 3 光纤清洁

在将光纤接头连接到光学头或耦合器前，最关键的是每次都要检查其表面是否有灰尘或污垢。



注意：冒险尝试会损坏激光器

激光经过光纤接口的灰尘和未清理干净的地方后会形成污染。
只能参考本手册中的指导进行光纤接口清洁！

清洁光纤接口前，您需要准备如下材料：

1. 柯达镜头清洁纸
2. 光学清洁棒
3. 异丙醇（无水）
4. 丙酮（无水）
5. 压缩空气（无水无油）
6. 显微镜（IPG）
7. 手电筒



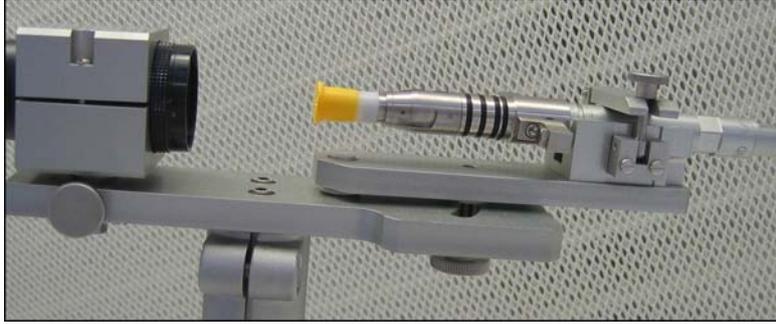
柯达镜头清洁纸



IPG 显微镜

必须按照以下步骤进行光纤接口清洁：

1. 将显微镜置于一个平面上；
2. 向光纤接头喷一些异丙醇，再用压缩空气将其吹走；
3. 将光纤接头固定在显微镜的固定架上，如下图所示；



光纤接头固定在显微镜固定架上



注意：灰尘和污垢会堆积在保护盖内

保护盖内积存的灰尘和污垢会污染石英块。所以，要始终将保护盖口朝下放置，以避免积存灰尘和污垢。



保护盖口朝下放置

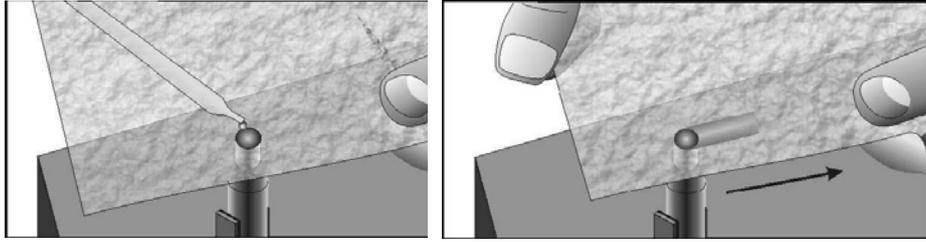
4. 调整显微镜的焦点，使其正好在接头的表面上；



重要提示：

接头的表面与显微镜间稍微有一些角度，这样更清晰。

5. 通过显微镜查看接头表面，如果光线进入到了接头内部，而不是表面，则需要用一个外部光源。将手电筒固定到显微镜支架上，并调整，使其光线正好经接头的表面反射进显微镜内；
6. 仔细地检查表面，确认石英表面是否有可见的污物，必要时请清洁：
 - 6.1. 试着用压缩空气从侧面将灰尘赶走；
 - 6.2. 在柯达镜头清洁纸上滴一滴异丙醇，用湿的部分从接头的侧面横向擦拭（如下图所示），直到清洁纸变干。



注意：用脏纸擦拭会造成石英块污染

用脏的清洁纸接触石英块可能会造成污染，会造成激光器或光纤严重损坏。绝对不要用你摸过的地方去擦拭石英块。

6.3. 在清洁棒上喷一点异丙醇，然后按环状运动，擦拭石英块，不要造成刮伤。



注意：

绝对不要用手指触摸清洁棒的顶端，每个清洁棒只能用一次。



6.4. 用丙酮代替异丙醇，并重复 6.3 动作。如果已经达到要求就可以停止清洁了；

6.5. 用丙酮清洁完后，建议用异丙醇再清洁一下。



注意：有损坏光纤接头的风险

过度清洁、错误清洁及沾到铅都可能会造成光纤接头损坏。因此造成的损坏不再保修范围内。

只能按照本手册中提及的内容对光纤接头进行操作。允许使用的清洁材料和清洁方法在相应的小节中已作说明。

7. 将清洁好的接头安装在光学头或光闸上，并锁紧；
8. 如果暂时不安装到配套的光学部件上，要先将保护盖盖上。不要忘记盖之前先清洁保护盖。