

ICS 33.180.01
M 33



中华人民共和国通信行业标准

YD/T 3126.2-2016

集成可调谐光源模块 第 2 部分：软件协议

Integrable tunable laser assembly
Part 2: Software protocol

(OIF-ITLA-MSA-01.2, Optical Internetworking Forum Integrable
Tunable Laser Assembly Multi Source Agreement, NEQ)

2016-07-11 发布

2016-10-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 术语和定义	1
3 缩略语	1
4 通信流程	2
5 物理层	3
6 传输层	3
7 应用层	3
7.1 命令格式	3
7.2 命令分类	4
7.3 通用命令	6
7.4 模块状态命令	17
7.5 模块光信息配置命令	22
7.6 模块调谐能力命令	28
7.7 MSA命令	30
7.8 厂商扩展命令 (0x80—0xFE)	34
附录A (资料性附录) Bip4检验算法	35
附录B (规范性附录) 时间规范	36
附录C (规范性附录) 复位挂起规定	37
附录D (规范性附录) 告警要求	38

前 言

YD/T 3126《集成可调谐光源模块》分为以下两部分：

——第1部分：接口；

——第2部分：软件协议。

本部分是YD/T 3126的第2部分。

本部分按照GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。

本部分使用重新起草法参考OIF-ITLA-MSA-01.2《光互联网论坛集成可调谐光源模块多源协议01.2》编制，与OIF-ITLA-MSA-01.2的一致性程度为非等效。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本部分由中国通信标准化协会提出并归口。

本部分起草单位：华为技术有限公司、深圳新飞通光电技术有限公司、中兴通讯股份有限公司、武汉烽火科技集团有限公司。

本部分主要起草人：李杼泽、汪永忠、严雄武、陈 悦、武成宾、傅焰峰。

集成可调谐光源模块

第 2 部分：软件协议

1 范围

本部分规定了集成可调谐光源模块的软件协议要求，包括集成可调谐光源模块与主机的通信流程、物理层、传输层、应用层等要求。

本部分适用于集成可调谐光源模块（以下简称模块）。

2 术语和定义

下列术语和定义均适用于本文件。

2.1

主机 Host

与集成可调谐光源组件通信，发起命令的光收发模块。

2.2

空操作 Nop

用来查询挂起命令执行状态，模块就绪位及错误域。

2.3

主机发起的命令帧 In-Bound

主机下发给模块的命令帧，由 4 个字节组成。

2.4

模块响应主机的命令帧 Out-Bound

模块执行主机命令结果的响应帧，由 4 个字节组成。

3 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ADT	Alarm During Tuning Or Disable	波长调谐期间或关闭光输出时的告警
AEA	Automatic Extended Addressing	自动扩展地址
ALMT	Alarm Trigger	告警触发
AS	Application Software	应用软件
ASCII	American Standard Code for Information Interchange	美国信息互换标准代码
Bip4	Bit Interleaved Parity 4 Code	比特间插奇偶校验4位码
CIE	Command Ignored While Module's Optical Output Is Enabled	命令由于光输出使能被忽略
CII	Command Ignored While Module Is Initializing,Warming Up, Or Contains An Invalid Configuration	由于模块初始化，热启动或无效配置引起的命令忽略
CIP	Command Ignored Due To Pending Operation	由于挂起操作引起的命令忽略
CP	Command Pending	命令挂起
CRC	Cyclic Redundancy Check	循环冗余校验
DIS	Disable	禁止使能

YD/T 3126.2-2016

EA	Extended Address	扩展地址
EAC	Extended Address Configuration	扩展地址配置
EAR	Extended Address Access Register	扩展地址访问寄存器
ER	Extended Address Range Error	扩展地址错误
ERM	Extended Address Mode	扩展地址模式
ERO	Extended Address Is Read Only	扩展地址只读
EXF	Execution General Failure	执行失败
FW	Firmware	固件
HW	Hardware	硬件
INCR	Increment Register	自增寄存器
IVC	Invalid Configuration, Command Ignored	命令由于无效配置被忽略
LstRsp	Last Response	前一条响应帧
MRDY	Module Ready	模块就绪
PV	Protocol Version	协议版本
R	Read	读操作
RAI	Read Auto Increment	读地址自增
RNI	The Addressed Register Is Not Implemented	寄存器不可用
RNW	Register Not Write-able, Register Can Not Be Written	寄存器不可写
RVE	Register Value Range Error	参数错误
SDH	Synchronous Digital Hierarchy	同步数字体系
SDF	Shut Down Optical Output On Fatal Condition	致命告警关闭光输出
SRQ	Service Request	服务请求
TEC	Thermoelectric Cooler	热电制冷器
VSE	Vendor Specific Error	厂商自定义错误
W	Write	写操作
WAI	Write Auto Increment	写操作地址自增
XE	Execution Error	执行错误

4 通信流程

主机与模块通信命令的传输流程见图1。

主机与模块通信命令传输过程分为三层：应用层、传输层、物理层。

主机发启命令时,首先应用层组成28位比特命令帧，传输层添加校验和组成32位比特的命令帧，物理层将32位比特帧重组成40位比特帧发送给模块。

模块接收到数据包后，首先通过物理层解帧传送给传输层，传输层对数据进行校验,将28比特的数据帧传给应用层，最后应用层将28位比特的数据帧解帧，执行命令。

模块执行命令结束后，应用层组成26位比特的数据帧。传输层添加校验和及通信状态位,封装成32比特的数据帧，经过物理层封装成40位比特数据帧返回给主机。主机接收到后经物理层、传输层、应用层处理命令。

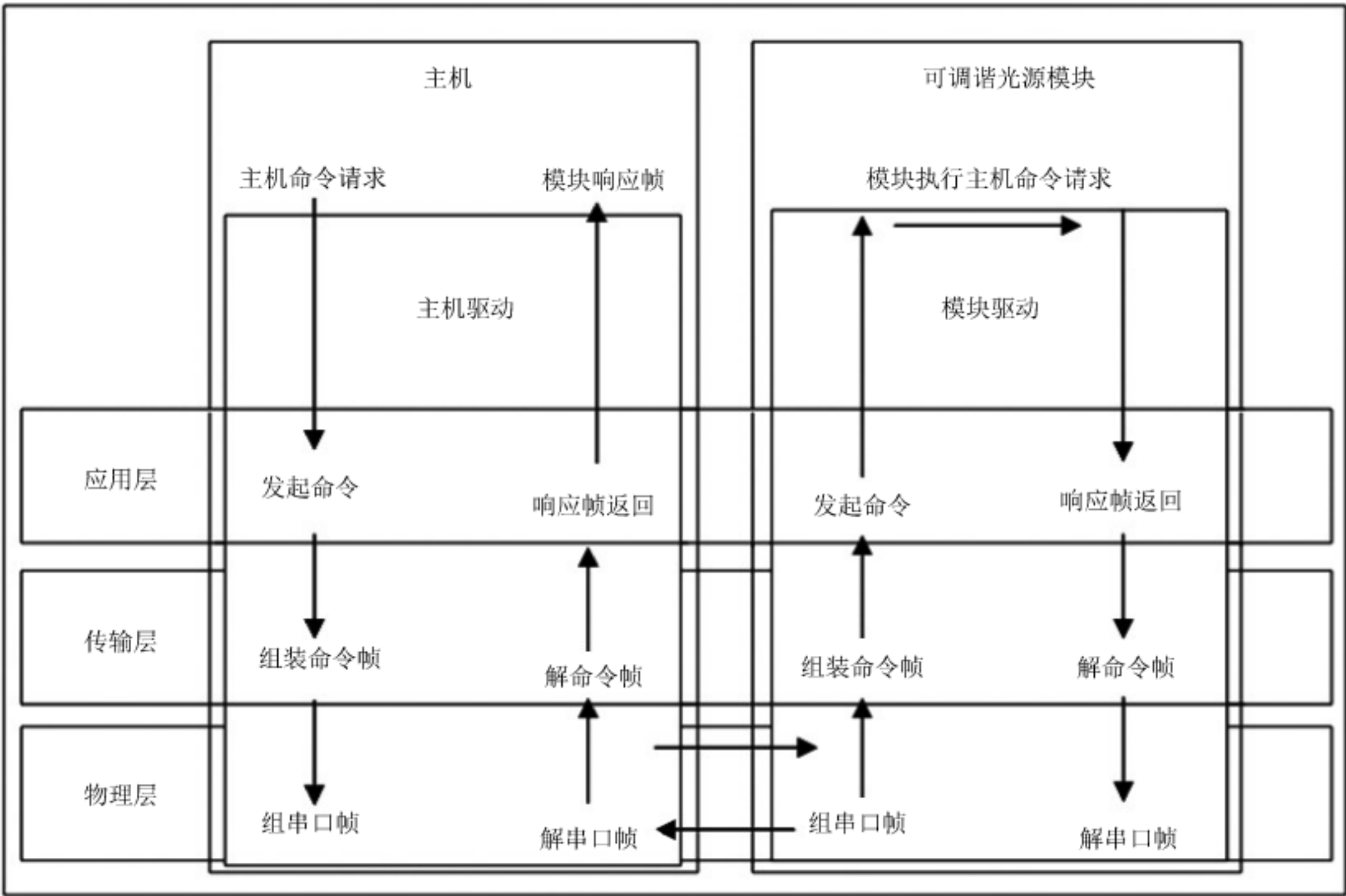


图 1 主机与模块通信命令的传输流程

5 物理层

本章描述与软件技术相关的物理层约束。传送32比特的命令帧时高字节低比特优先传输。

6 传输层

传输层负责解析、封装命令帧，最高权值比特是第31位。如图2所示，In-bound帧的比特31至比特28由传输层负责；如图3所示，Out-bound帧的比特31至比特26由传输层负责。

31	30	29	28	27	26:0
校验和				LsRsp	组帧

图 2 In-bound 帧

31	30	29	28	27	26	25:0
校验和				CE	1	解帧

图 3 Out-bound 帧

比特31:28校验和采用Bip4算法校验。校验和为通信传输提供了基本级别的一致性检查。Bip4校验算法参见附录A。

7 应用层

7.1 命令格式

7.1.1 In-bound主机发起的命令帧

命令帧由4字节组成，应用层负责低28个比特。各字节定义如下：

a) In-bound字节0定义见图4。

31	30	29	28	27	26	25	24
0x0（传输层定义）							读写位（0为读，1为写）

图 4 In-bound 字节 0

YD/T 3126.2-2016

b) In-bound字节1定义见图5。

23	22	21	20	19	18	17	16
寄存器序号							

图 5 In-bound 字节 1

c) In-bound字节2定义见图6。

15	14	13	12	11	10	9	8
数据15: 8							

图 6 In-bound 字节 2

d) In-bound字节3定义见图7。

7	6	5	4	3	2	1	0
数据7: 0							

图 7 In-bound 字节 3

7.1.2 Out-bound模块响应主机的命令帧

模块响应主机的命令帧由4字节组成，应用层完成低26比特数据的封装。各字节定义如下：

a) Out-bound字节0定义见图8。

31	30	29	28	27	26	25	24
0x0（传输层定义）						状态位	

图 8 Out-bound 字节 0

b) Out-bound字节1定义见图9。

23	22	21	20	19	18	17	16
寄存器序号							

图 9 Out-bound 字节 1

c) Out-bound字节2定义见图10。

15	14	13	12	11	10	9	8
数据15: 8							

图 10 Out-bound 字节 2

d) Out-bound字节3定义见图11。

7	6	5	4	3	2	1	0
数据7: 0							

图 11 Out-bound 字节 3

状态位取值含义见表1。

表 1 状态位取值含义

状态位取值（比特25:24）	含义
0x00	成功标志，无执行错误。
0x01	XE标志，表示命令执行错误。
0x02	AEA标志，表示要进行多字节传输
0x03	CP标志，表示命令挂起

7.2 命令分类

主机与模块通信命令分为六组，包括通用命令、模块状态命令、模块光信息配置命令、模块调谐能力命令、多源协议命令以及厂商扩展命令。命令列表见表2。

表 2 命令列表

寄存器序号	命令名称	读/写属性	AEA属性	非易失性	功能描述
0x00	nop	可读写	不具有	不具有	查询模块状态,挂起操作的执行状态和当前错误域的值
0x01	设备类型	只读	具有	不具有	查询设备类型
0x02	制造厂商	只读	具有	不具有	查询制造厂商
0x03	模块名称	只读	具有	不具有	查询模块名称
0x04	序列号	只读	具有	不具有	查询序列号
0x05	生产日期	只读	具有	不具有	查询生产日期
0x06	发行版本	只读	具有	不具有	查询发行版本
0x07	兼容版本	只读	具有	不具有	查询兼容版本
0x08	通用模块配置	可读写	不具有	不具有	保存具有非易失性的寄存器
0x09	AEA-EAC	可读写	不具有	不具有	自动扩展地址模式配置
0x0A	AEA-EA	只读	不具有	不具有	自动扩展地址
0x0B	AEA-EAR	可读写	不具有	不具有	自动扩展地址访问寄存器
0x0D	通信接口配置	可读写	不具有	具有	配置串口速率
0x0E	EAC	可读写	不具有	不具有	扩展地址模式配置
0x0F	EA	只读	不具有	不具有	扩展地址
0x10	EAR	可读写	不具有	不具有	扩展地址访问寄存器
0x12	前一次响应包	可读	不具有	不具有	读取上一次主机命令的模块的响应包
0x14	加载配置	可读写	不具有	不具有	加载配置寄存器
0x15	加载状态	可读写	不具有	不具有	加载状态机寄存器
0x20	致命告警寄存器	可读写	不具有	不具有	致命告警寄存器
0x21	一般告警寄存器	可读写	不具有	不具有	一般告警寄存器
0x22	光功率致命告警门限	可读写	不具有	具有	光功率致命告警门限,相对门限
0x23	光功率一般告警门限	可读写	不具有	具有	光功率一般告警门限,相对门限
0x24	光频率致命告警门限	可读写	不具有	具有	光频率致命告警门限,相对门限
0x25	光频率一般告警门限	可读写	不具有	具有	光功率一般告警门限,相对门限
0x26	管芯温度致命告警门限	可读写	不具有	具有	管芯温度致命告警门限,相对门限
0x27	管芯温度一般告警门限	可读写	不具有	具有	管芯温度一般告警门限,相对门限
0x28	SRQ*屏蔽寄存器	可读写	不具有	具有	SRQ*屏蔽寄存器,决定告警寄存器中SRQ告警位告警触发源
0x29	FatalT屏蔽寄存器	可读写	不具有	具有	FatalT 屏蔽寄存器,决定告警寄存器中FatalT告警位告警触发源
0x2A	ALMT屏蔽寄存器	可读写	不具有	具有	ALMT屏蔽寄存器,决定告警寄存器中ALMT告警位告警触发源
0x30	光通道号寄存器	可读写	不具有	具有	设置/读取光波长通道号
0x31	光功率寄存器	可读写	不具有	具有	设置/读取光功率
0x32	复位/使能激光器寄存器	可读写	不具有	具有	使能/禁止激光器光输出 软复位激光器
0x33	模块操作配置寄存器	可读写	不具有	具有	配置致命告警产生时是否禁止光输出标志,配置波长调谐/激光器开启阶段是否产生告警

YD/T 3126.2-2016

表 2（续）

寄存器序号	命令名称	读/写属性	AEA属性	非易失性	功能描述
0x34	通道间隔寄存器	可读写	不具有	具有	读写通道间隔寄存器
0x35	第一通道频率整数部分	可读写	不具有	具有	设置/读取第一通道频率的整数部分
0x36	第一通道频率小数部分	可读写	不具有	具有	设置/读取第一通道频率的小数部分
0x40	当前通道频率整数部分	只读	不具有	不具有	设置/读取当前通道频率的整数部分
0x41	当前通道频率小数部分	只读	不具有	不具有	设置/读取当前频率的小数部分
0x42	光功率上报寄存器	只读	不具有	不具有	读取实际光功率
0x43	控制温度上报寄存器	只读	不具有	不具有	读取模块实际控制温度
0x4F	光频率微调寄存器	可读写	不具有	不具有	设置/读取光频率微调值
0x50	可调最小光功率	只读	不具有	不具有	读取模块可配置的最小光功率
0x51	可调最大光功率	只读	不具有	不具有	读取模块可配置的最大光功率
0x52	可调最小光频率整数部分	只读	不具有	不具有	读取模块可调的最小光频率的整数部分
0x53	可调最小光频率小数部分	只读	不具有	不具有	读取模块可调的最小光频率的整数部分
0x54	可调最大光频率整数部分	只读	不具有	不具有	读取模块可调的最大光频率的整数部分
0x55	可调最大光频率小数部分	只读	不具有	不具有	读取模块可调的最大光频率的整数部分
0x56	最小通道间隔	只读	不具有	不具有	读取模块支持的最小通道间隔
0x57	电流组	只读	具有	不具有	读取模块的实际电流值
0x58	温度组	只读	具有	不具有	读取模块的实际温度值
0x59	扰动使能	可读写	不具有	具有	设置/读取扰动使能/禁止
0x5A	扰动速率	可读写	不具有	具有	设置/读取扰动速率
0x5B	扰动幅度	可读写	不具有	具有	设置/读取扰动幅度
0x5C	扰动频率	可续写	不具有	具有	设置/读取扰动频率
0x5D	壳温告警低门限	可读写	不具有	具有	设置/读取模块壳温告警低门限
0x5E	壳温告警高门限	可读写	不具有	具有	设置/读取模块壳温告警高门限
0x5F	寿命致命告警门限	可读写	不具有	具有	设置/读取寿命致命告警门限
0x60	寿命一般告警门限	可读写	不具有	具有	设置/读取一般告警门限
0x61	寿命寄存器	只读	不具有	不具有	读取当前模块寿命
0x62	微调频率寄存器	可读写	不具有	不具有	设置/读取模块微调
0x80-0xFE	厂商自定义	厂商自定义	厂商自定义	厂商自定义	厂商自定义

7.3 通用命令

7.3.1 nop状态(0x00)

nop寄存器用来查询模块状态、挂起操作的执行状态和上一条命令触发的错误码。如果对该寄存器执行写操作，不会改变寄存器的值。除非模块发生故障，否则nop寄存器任何时间都可以访问成功。

nop寄存器基本属性见表3，nop寄存器响应帧描述见表4，nop寄存器数据域参数见表5，nop寄存器错误域的取值含义见表6。

表 3 nop 寄存器基本属性

名称	寄存器序号	读/写	数据类型	响应时间	是否可挂起	非易失性	默认值
nop	0x00	读	无符号短整型	见附录B	否	不具有	0x00*0
		写	无符号短整型	见附录B	否	不具有	

表 4 nop 寄存器响应帧描述

	nop寄存器响应帧			
	读操作成功	写操作成功	读操作失败	写操作失败
状态位	成功	成功	不涉及	不涉及
错误域	成功	成功	不涉及	不涉及
数据域	模块实际结果	与接收参数相同	0x0000	0x0000
模块的影响	无	无	错误域被设置	错误域被设置
执行时间	见附录B	见附录B	见附录B	见附录B
挂起操作	否	否	否	否

表 5 nop 寄存器数据域参数

比特位	名称	功能约束
15:8	挂起状态标志	8个比特指示某一挂起操作是否正在执行中。当有挂起操作执行，其中某一位会被设置。主机可以周期性的轮询来判断挂起操作是否完成。0x0表示无挂起操作
7:5	保留位	保留位
4	模块就绪位	1表示模块做好光输出准备，0表示模块未做好光输出准备
3:0	错误域	通过读nop寄存器可以查询到上一条执行完成的命令的错误状态，读取nop寄存器后错误域会被置0x0

表 6 nop 寄存器错误域的取值含义

数值（比特3：0）	标识	含义
0x00	成功	无执行错误
0x01	RNI	寄存器不支持
0x02	RNW	只读不可写寄存器，或具有锁保护不可写
0x03	RVE	写寄存器参数错误，原寄存器参数不变
0x04	CIP	由于有挂起操作此条命令被忽略
0x05	CII	命令被忽略由于模块正在初始化，或包含无效配置
0x06	ERE	扩展地址错误
0x07	ERO	扩展地址是只读
0x08	EXF	执行失败
0x09	CIE	由于承载业务命令被忽略
0x0A	IVC	无效配置
0x0B-0x0C	保留	保留
0x0F	VSE	厂商自定义

7.3.2 设备类型(0x01)

该寄存器通过AEA机制返回模块的设备类型。对于所有使用本部分的可调光源，该寄存器字符串应是“CW ITLA\0”。主机可以通过设备类型寄存器区分不同类型的可调设备。如果对该寄存器执行写操作将返回执行错误。读该寄存器返回ASCII字符串的长度。

设备类型寄存器基本属性见表7，设备类型响应帧寄存器描述见表8。

表 7 设备类型寄存器基本属性

名称	寄存器序号	读/写	数据类型	响应时间	是否可挂起	非易失性	默认值
设备类型	0x01	读	AEA字符串	见附录B	否	不具有	CW ITLA\0
		写	不支持				

表 8 设备类型寄存器响应帧描述

	设备类型寄存器响应帧			
	读操作成功	写操作成功	读操作失败	写操作失败
状态位	成功	不支持	XE	不支持
错误域	成功		EXF或VSE	
数据域	0x0008		0x0000	
模块的影响	AEA相关寄存器配置就绪		错误域被设置	
执行时间	见附录B		见附录B	
挂起操作	否			

7.3.3 制造厂商(0x02)

通过AEA机制返回模块的制造商，并且是以‘\0’终止符结束的ASCII字符串。写该寄存器会返回执行错误。制造厂商返回字符串的长度包括终止符。

制造厂商寄存器基本属性见表9，制造厂商寄存器响应帧见表10。

表 9 制造厂商寄存器基本属性

名称	寄存器序号	读/写	数据类型	响应时间	是否可挂起	非易失性	默认值
制造厂商	0x02	读	AEA字符串	见附录B	否	否	0x00xx
		写	不支持				

表 10 制造厂商寄存器响应帧描述

	制造厂商寄存器响应帧			
	读操作成功	写操作成功	读操作失败	写操作失败
状态位	成功	不支持	XE	不支持
错误域	成功		EXF或VSE	
数据域	模块实际结果		0x0000	
状态位	成功		XE	
错误域	成功		EXF或VSE	
数据域	模块实际结果		0x0000	
模块影响	AEA相关寄存器配置就绪		错误域被设置	
执行时间	见附录B		见附录B	
挂起操作	否		否	

7.3.4 模块名称(0x03)

将通过AEA机制返回模块的名称，模块名称由各厂家自定义，但不能超过80个字节。是以‘\0’终止符结束的ASCII字符串。写该寄存器会返回执行错误。读该寄存器返回ASCII字符串的长度包括结束符。模块名称寄存器基本属性见表11，模块名称寄存器响应帧见表12。

表 11 模块名称寄存器基本属性

名称	寄存器序号	读/写	数据类型	响应时间	是否可挂起	非易失性	默认值
模块名称	0x03	读	AEA字符串	见附录B	否	不具有	0x00xx
		写	不支持				

表 12 模块名称寄存器响应帧描述

	模块名称寄存器响应帧			
	读操作成功	写操作成功	读操作失败	写操作失败
状态位	成功	不支持	XE	不支持
错误域	成功		EXF或VSE	
数据域	模块实际结果		0x0000	
模块影响	AEA相关寄存器配置就绪		错误域被设置	
执行时间	见附录B		见附录B	
挂起操作	否		否	

7.3.5 序列号 (0x0)

该寄存器通过AEA机制返回模块的序列号，序列号由各厂家自定义，但不能超过80个字节。是以‘\0’终止符结束的ASCII字符串。写该寄存器会返回执行错误，读该寄存器返回ASCII字符串的长度包括终止符。序列号寄存器基本属性见表13，序列号寄存器响应帧见表14。

表 13 序列号寄存器基本属性

名称	寄存器序号	读/写	数据类型	响应时间	是否可挂起	非易失性	默认值
序列号	0x04	读	AEA字符串	见附录B	否	不具有	0x00xx
		写	不支持				

表 14 序列号寄存器响应帧描述

	序列号寄存器响应帧			
	读操作成功	写操作成功	读操作失败	写操作失败
状态位	成功	不支持	XE	不支持
错误域	成功		EXF或VSE	
数据域	模块实际运行结果		0x0000	
模块影响	AEA相关寄存器配置就绪		错误域被设置	
执行时间	见附录B		见附录B	
挂起操作	否		否	

7.3.6 生产日期 (0x05)

该寄存器通过AEA机制返回模块的生产日期，生产日期是包含‘\0’终止符的12字节。格式为“DD-MON-YYYY”。DD段两字符，带前导零，代表一个月中的第几天；MON段3个字符，代表月份（月份使用英文3个字母缩写）；YYYY为4位数的年份。例如“04-APR-2001”。写该寄存器会返回执行错误。

生产日期寄存器基本属性见表15，生产日期寄存器响应帧描述见表16。

表 15 生产日期寄存器基本属性

名称	寄存器序号	读/写	数据类型	响应时间	是否可挂起	非易失性	默认值
生产日期	0x05	读	AEA字符串	见附录B	否	不具有	0x000C
		写	不支持				

表 16 生产日期寄存器响应帧描述

	生产日期寄存器响应帧描述			
	读操作成功	写操作成功	读操作失败	写操作失败
状态位	成功	不支持	XE	不支持
错误域	成功		EXF或VSE	
数据域	模块实际运行结果		0x0000	

表 16（续）

	生产日期寄存器响应帧描述			
	读操作成功	写操作成功	读操作失败	写操作失败
模块影响	AEA相关寄存器配置就绪	不支持	错误域被设置	不支持
执行时间	见附录B		见附录B	
挂起操作	否		否	

7.3.7 发行版本 (0x06)

该寄存器返回带‘\0’终止符的可打印ASCII字符串的长度（最大80字节）。模块可能有一次或多次的固件/硬件修改记录。“：”作为界限符。一个版本域由标识符、空格、发行版本组成。发行版本由3个10进制数字组成，格式为X.Y.Z。例如“<标识符><空格><X1.Y1.Z1>:<标识符><空格><X2.Y2.Z2>...”。写发行版本寄存器会导致执行错误。模块版本字符串应包含至少协议版本和固件/硬件版本。发行版本寄存器基本属性见表17,发行版本寄存器响应帧描述见表18,标识符类型及含义见表19，X.Y.Z取值及描述见表20。

表 17 发行版本寄存器基本属性

名称	寄存器序号	读/写	数据类型	响应时间	是否可挂起	非易失性	默认值
发行版本	0x06	读	AEA字符串	见附录B	否	否	0x00xx
		写	不支持				

表 18 发行版本寄存器响应帧描述

	发行版本寄存器响应帧描述			
	读操作成功	写操作成功	读操作失败	写操作失败
状态位	成功	不支持	XE	不支持
错误域	成功		EXF或VSE	
数据域	模块实际运行结果		0x0000	
模块影响	AEA相关寄存器配置就绪		错误域被设置	
执行时间	见附录B		见附录B	
挂起操作	否		否	

表 19 标识符类型及含义

标识符	描述
PV	协议版本
HW	硬件版本
FW	固件版本
AS	应用空间
其它	厂商自定义

表 20 X.Y.Z 取值及描述

域	值	描述
X	0: 255	主版本，如功能修改等
Y	0: 255	子版本，如功能改进
Z	0: 255	路径

要确保遵守：X、Y新版本号与旧版本号取值是递增的关系，Z新版号与旧版本号不必要连续。例如一个模块显示的固件版本和硬件版本的字符串，如“PV:1.2.3:FW 1.0.1:HW 3.2.1:AS A1”。

7.3.8 兼容版本 (0x07)

该寄存器通过AEA机制返回模块的发行版本字符串。模块发行版本信息是以‘\0’终结符终止，大小不超过80个字节。模块可以有一次或多次的固件/硬件修改记录。写该寄存器会导致执行错误。模块版本字符串应包含协议版本和固件/硬件版本。格式定义与8.3.7相同。举例：一个模块查询发行版本寄存器显示固件和硬件版本：“PV:1.0.1:FW 1.0.1:HW 3.2.1”，查询兼容版本字符串显示：“PV:1.0.1:FW 1.0.0:HW 3.2.1”，表示当前FW兼容为FW 1.0.0写的驱动，硬件和协议版本一致。

兼容版本寄存器基本属性见表21，兼容版本寄存器响应帧描述见表22。

表 21 兼容版本寄存器基本属性

名称	寄存器序号	读/写	数据类型	响应时间	是否可挂起	非易失性	默认值
兼容版本	0x07	读	AEA字符串	见附录B	否	不具有	0x00xx
		写	不支持				

表 22 兼容版本寄存器响应帧描述

	兼容版本寄存器响应帧描述			
	读操作成功	写操作成功	读操作失败	写操作失败
状态位	成功	不支持	XE	不支持
错误域	成功		EXF或VSE	
数据域	模块实际运行结果		0x0000	
模块影响	AEA相关寄存器配置就绪		设置错误域	
执行时间	见附录B		见附录B	
挂起操作	否		否	

7.3.9 通用模块配置 (0x08)

该寄存器用来保存模块具有非易性寄存器的配置。读该寄存器返回0，写该寄存器应在激光器不承载业务时进行。

通用模块配置寄存器基本属性见表23。

表 23 通用模块配置寄存器基本属性

名称	寄存器序号	读/写	数据类型	响应时间	是否可挂起	非易失性	默认值
通用模块配置	0x08	读	无符号短整型	见附录B	否	具有	比特0: (0x0)
		写	无符号短整型	见附录B	是		比特14:2 0x0000 比特 15: (0x0)

通用模块配置寄存器响应帧描述见表24，通用模块配置寄存器数据域参数见表25。

表 24 通用模块配置寄存器响应帧描述

	通用模块配置寄存器响应帧描述			
	读操作成功	写操作成功	读操作失败	写操作失败
状态位	成功	成功	XE	XE
错误域	成功	成功	CIP、CII、EXF或VSE	RNW、RVE、CIP、CII、EXF、CIE或VSE
数据域	任意值	与接收参数相同或返回挂起序号	0x0000	0x0000
模块影响	无	进行非易失性寄存器保存	设置错误域	设置错误域
执行时间	见附录B	见附录B	见附录B	见附录B
挂起操作	否	是	否	否

表 25 通用模块配置寄存器数据域参数

比特位	名称	功能约束
15	保存非易失性寄存器配置	读该寄存器此比特永远返回0。 设置为1，保存非易失性寄存器配置，此比特位是自清的，上电或硬复位时，模块载入这些配置。设置为0，无操作，默认值为0
14:0	保留位	保留位

7.3.10 通信接口配置 (0x0D)

该寄存器用来查询或设置串口速率、通信配置。当通信速率被重新配置时，访问该寄存器需先返回响应命令，再更改通信速率，等待下一道新命令。模块通信配置应在光源不承载业务时更改。该寄存器是非易失性寄存器。

通信接口配置寄存器基本属性见表26，通信接口配置响应帧描述见表27，通信接口配置寄存器数据域参数见表28。

表 26 通信接口配置寄存器基本属性

名称	寄存器序号	读/写	数据类型	响应时间	是否可挂起	非易失性	默认值
通信接口配置	0x0D	读	无符号短整型	见附录B	否	具有	—
		写	无符号短整型	见附录B	是		

表 27 通信接口配置寄存器响应帧描述

	通信接口配置响应帧描述			
	读操作成功	写操作成功	读操作失败	写操作失败
状态位	成功	成功	XE	XE
错误域	成功	成功	CIP、CH、EXF或VSE	RNW、RVE、CIP、CH、EXF、CIE或VSE
数据域	实际数据	与接收参数相同	0x0000	0x0000
模块影响	无	修改通信接口配置	设置错误域	设置错误域
执行时间	见附录B	见附录B	见附录B	见附录B
挂起操作	否	否	否	否

表 28 通信接口配置寄存器数据域参数

比特位	名称	功能约束
15:13	保留位	保留位
12	复位时的波特率配置	设置为0时发生通信复位时，波特率将重新被设置为0，清空输入缓冲区。设置为1时只清空输入缓冲区,不复位通信接口
11:8	保留位	保留位
7:4	当前的波特率	0x00 – 9600 0x01 – 19200 0x02 – 38400 0x03 – 57600 0x04 – 115200
3:0	支持的最大波特率	0x05 – 0x0F 未定义

7.3.11 扩展地址模式寄存器(0x09-0x0B, 0x0E-0x10)

扩展地址模式寄存器组分为两组，每组3个寄存器，每一个都用于扩展寻址。第一组在主机读取或写入一个寄存器时被模块预先配置成AEA模式。第二组在进行大规模传输时被预先配置，如固件上传或下载。如果在冗长的上传或下载期间需要访问一个AEA寄存器，这两组扩展地址寄存器都会使用。

扩展地址模式寄存器基本属性见表29，扩展地址模式寄存器响应帧描述见表30。

表 29 扩展地址模式寄存器基本属性

名称	寄存器序号	读/写	数据类型	响应时间	是否可挂起	非易失性	默认值
AEA-EAC	0x09	读	无符号短整型	见附录B	否	不具有	0x0000
		写			是	不具有	
AEA-EA	0x0A	读	无符号短整型	见附录B	否	不具有	0x0000
		写					
AEA-EAR	0x0B	读	由读取的内容 决定	见附录B	否	不具有	无
		写			是	不具有	
EAC	0x0E	读	无符号短整型	见附录B	否	不具有	0x0000
		写			是	不具有	
EA	0x0F	读	无符号短整型	见附录B	否	不具有	0x0000
		写					
EAR	0x10	读	由读取的内容 决定	见附录B	否	不具有	无
		写			是	不具有	

表 30 扩展地址模式寄存器响应帧描述

	扩展地址模式寄存器响应帧描述			
	读操作成功	写操作成功	读操作失败	写操作失败
状态位	成功	成功	XE	XE
错误域	成功	成功	CIP, CII, ERE, EXF或 VSE	RNW, RVE, CIP, CII, ERE, ERO, EXF或VSE
数据域	见表33	见表33	0x0000	0x0000
模块影响	EAC, EA无影响 EAR, EAC:EA自增减	EAC, EA被配置 EAR被写 EAC:EA自增减	错误域被设置	错误域被设置
执行时间	见附录B	见附录B	见附录B	见附录B
挂起操作	否	是	否	否

主机访问具有AEA特性的寄存器或当固件加载过程被初始化时，模块会自动进行配置AEA相关寄存器。读写某一具有AEA特性的寄存器时，模块会返回字节数，同时自动配置AEA-EAC和AEA-EA寄存器。接下来对AEA-EAR读写，将从相应的物理或虚拟内存中存储数据，写操作可能会触发一个挂起操作。设置某一具有AEA特性的寄存器时会返回可写入的最大字节数，但实际未写入数据,真正写操作需要再次访问AEA-EAR寄存器。

对具有AEA特性寄存器的访问举例见表31。

表 31 对具有 AEA 特性寄存器的访问举例

主机对具有AEA特性的寄存器（如制造厂商寄存器）执行的操作	主机发送的命令参数	模块返回的状态标志	对AEA相关寄存器的影响	模块返回的数据参数
读	0x0000	0x02（AEA）	AEA相关寄存器被配置	返回将会传输的字节长度
写	0x0000	0x00（成功）	AEA相关寄存器未被配置	返回可保存的最大字节数
	将要通过AEA机制传输的字节数	0x02（AEA）	AEA相关寄存器被配置	返回同发送

读写操作越界会触发执行错误。读写执行错误不会导致地址自增自减寄存器里的值改变。软复位将

中断扩展地址传输（固件上传或AEA传输）。通信复位不会中断扩展地址传输，只清空输入缓冲，根据通信配置可能重置波特率。

对EAR执行操作的应用举例见表32，AEA-EAC及EAC寄存器数据域见表33，AEA-EA及EA寄存器数据域见表34，AEA-EAR及EAR寄存器数据域见表35。

表 32 对 EAR 执行操作的应用举例

主机对EAR执行的操作	主机发送的命令参数	状态标志	对AEA相关寄存器的影响	模块返回的数据参数
读	0x0000	0x00	读操作后地址自动增减	如果成功，返回要读取的字节。如果失败，返回0x0000
写	写入参数	0x00或挂起	写后地址自动增减	返回内容同发送或挂起序号

表 33 AEA-EAC 及 EAC 寄存器数据域

比特位	名称	功能约束
15:14	RAI	0x0读操作地址无变化 0x1读操作地址自动增INCR配置的步径 0x2读操作地址自动减INCR配置的步径 0x3未定义
13:12	WAI	0x0写操作地址无变化 0x1写操作地址自动增INCR配置的步径 0x2写操作地址自动减INCR配置的步径 0x3未定义
11: 9	EAM	0x0 默认寄存器空间（0x00-0xF）
		0x1 物理数据空间1
		0x2 物理数据空间2
		0x3 物理代码空间1
		0x4 物理代码空间2
		0x5-0x7 厂商自定义
8:7	INCR	通过此寄存器来修改自动增减扩展寄存器地址的步径。对于寄存器地址空间，典型值是1。对于物理寄存器地址空间典型值是2。如果每次只读写1个字节，只有低字节有效
6	保留位	保留位
5:0	地址高六位	地址高6位与EA寄存器形成22位物理或虚拟内存地址

表 34 AEA-EA 及 EA 寄存器数据域

比特位	名称	功能约束
15:0	扩展地址(低16位地址)	该寄存器用来配置低16位地址。若EAM被设置为0，该寄存器地址对应到寄存器空间，扩展地址0x00到0xFF对应寄存器0x00到0xFF

表 35 AEA-EAR 及 EAR 寄存器数据域

比特位	名称	功能约束
15:0	扩展地址区对应的内容	读该寄存器会返回EAC: EA寄存器指定的地址区的内容。如果该地址区域可写，写该寄存器数值参数将被写入EAC: EA寄存器指定的地址区。只有当传入最后写入字节，才会触发挂起操作，真正执行写操作

7.3.12 前一次响应帧 (0x13)

读该寄存器会强制模块返回前一条命令的响应包。当主机检测到校验和错误时可读取该寄存器。通过In-bound帧第27比特设置为1使能该功能或设置为0禁用该功能。前一次响应帧寄存器基本属性见表36，前一响应包寄存器响应帧描述见表37，前一次响应帧应用举例见表38。

表 36 前一次响应帧寄存器基本属性

名称	寄存器序号	读/写	数据类型	响应时间	是否可挂起	非易失性	默认值
上一响应包	0x12	读	无符号短整型	见附录B	否	是	
		写	不支持				

表 37 前一响应包寄存器响应帧描述

	前一响应包寄存器响应帧描述			
	读操作成功	写操作成功	读操作失败	写操作失败
状态位	成功	不支持	XE	不支持
错误域	成功		CIP、CII、EXF或VSE	
数据域	前一响应包		0x0000	
模块影响	无		错误域被设置	
执行时间	见附录B		见附录B	
挂起操作	否		否	

表 38 应用举例

	命令包（主机到模块）			响应包（模块到主机）		
	操作	寄存器	参数	状态	寄存器	参数
1	读	0x00（nop）	0x0000	0x00	0xFF	0x0000
	该应用表示上面响应包没有返回正确的命令响应包					
2	读	0x13	0x0000	0x00	0x00(nop)	0x0100
	该应用表示读取该寄存器返回前一次通信本该返回的响应包					

7.3.13 加载配置 (0x14)

该寄存器可配置成主机到模块下载代码或数据，或配置成模块到主机上传代码或数据。当该寄存器被读，比特11：8值返回固件当前在模块中的运行值。该值掉电或复位将不会改变，其它字段返回默认值。

加载配置寄存器基本属性见表39，加载配置寄存器响应帧描述见表40，加载配置寄存器数据域见表41。

表 39 加载配置寄存器基本属性

名称	寄存器序号	读/写	数据类型	响应时间	是否可以挂起	非易失性	默认值
加载配置	0x14	读	无符号短整型	见附录B	否	不具有	0x0000
		写	无符号短整型		是	不具有	

表 40 加载配置寄存器响应帧描述

	加载配置寄存器响应帧描述			
	读操作成功	写操作成功	读操作失败	写操作失败
状态位	成功	成功	XE	XE
错误域	成功	成功	CIP、CII、EXF或VSE	RNW RVE、CIP、CII、EXF、CIE或VSE
数据域	设置加载相关配置被	接收参数或挂起序号	0x0000	0x0000
模块影响	无	配置生效	错误域被设置	错误域被设置
执行时间	见附录B	见附录B	见附录B	见附录B
挂起操作	否	可被挂起	否	否

表 41 加载配置寄存器数据域

比特位	名称	功能约束
15:14	传输的编码类型	0x0 无改变
		0x1 固件版本A1,不中断业务
		0x2 固件版本B1,不中断业务
		0x3 固件版本A2, 中断业务
		0x4固件版本B2, 中断业务
		0x5~0x8 保留
		0x9~0xE 产商自定义
11:8	指定运行版本	0x0 无改变
		0x1 主版本1, 不中断业务
		0x2 主版本2, 不中断业务
		0x3 主版本A, 中断业务
		0x4 主版本B, 中断业务
		0x5~0x8 保留
比特位	名称	功能约束
11:8	指定运行版本	0x9~0xFE 厂商自定义
		0xFF 保留
7:6	保留位	保留位
5	运行初始化	该比特为1时, 通知模块运行比特11: 8字段指定的片段。模块将发送响应包。该请求可能会触发挂起操作
4	初始化检查	该比特为1时, 通知模块对传输的编码类型字段指定的片段进行一致性检查, 可能触发挂起操作。根据检查情况, 0x15寄存器的VALID比特被置为“1”或“0”, 来指示片段是否有效。0 表示不发起一致性检查(默认), 1表示发起一致性检查(可能导致挂起操作)
3	初始化读	该比特通知模块准备上传, 可能触发挂起操作。与INIT_WRITE类似, 设置该比特模块需要预配置扩展地址寄存器(0x0E~0x0F), 0 表示尚未开始上传(默认), 1表示准备上传(可能导致悬挂操作)
2	完成	该比特通知模块传输完成, 可能触发挂起操作。0 表示传输未完成(默认), 1 表示传输完成(可能导致悬挂操作)
1	中止	该比特通知模块中止传输, 可能触发挂起操作。0表示不中止传输(默认), 1 表示中止传输(可能导致悬挂操作)
0	初始化写	该比特通知模块准备下载, 可能触发挂起操作。模块做好下载准备, 对扩展寄存器(0x0E~ 0x0F)进行预赋值。0 表示尚未开始下载(默认), 1 表示准备下载(可能导致悬挂操作)

7.3.14 加载状态 (0x15)

可通过该寄存器查询加载状态。加载状态寄存器基本属性见表42, 加载状态寄存器响应帧描述见表43, 寄存器数据域见表44。

表 42 加载状态寄存器基本属性

名称	寄存器序号	读/写	数据类型	响应时间	是否可以挂起	非易失性	默认值
加载状态	0x15	读	无符号短整型	见附录B	否	不具有	根据加载配置寄存器决定
		写	不支持				

表 43 加载状态寄存器响应帧描述

	加载状态寄存器响应帧描述			
	读操作成功	写操作成功	读操作失败	写操作失败
状态位	成功		XE	
错误域	成功		CIP、CII、EXF或VSE	
数据域	根据寄存器值决定		0x0000	
对模块的影响	无		设置错误域	
执行时间	见附录B		见附录B	
是否是挂起操作	否			

表 44 寄存器数据域

比特位	名称	功能约束
15:2	保留位	保留位
1	IN_USE	该比特指示DLConfig (0x14) “TYPE” 字段指定代码类型是否正在使用。 0 – 代表片段当前没有使用; 1 – 代表片段当前在使用
0	VALID	该比特指示模块在这个位置有一个有效代码类型。 0 – 代表模块在这个位置没有有效代码类型; 1 – 代表模块在这个位置有有效代码类型

7.4 模块状态命令

7.4.1 告警状态寄存器 (0x20, 0x21)

该组寄存器返回可调光源模块告警状态。0x20用来反应致命告警状态，0x21用来反应一般告警状态。一般告警和致命告警寄存器都包含锁存告警和实时告警。锁存告警位被设置后会一直保持锁存状态，进行写清操作才会被清除。0x20与0x21比特分布定义相同。告警触发条件见附录C告警约束。

比特15：8告警状态位是实时告警位表示模块当前的状态，不能够被写清，写0xFF00不会触发错误，但是不会生效。比特7：0告警状态位是锁存告警位表示模块的锁存告警状态，可以通过设置相应比特位为1进行清零。直到被写1清零，锁存标志才会清除，否则一旦触发锁存告警将一直存在。

告警状态寄存器基本属性见表45，告警状态响应帧见描述表46，寄存器数据域见表47。

表 45 告警状态寄存器基本属性

名称	寄存器序号	读/写	数据类型	响应时间	是否可以挂起	非易失性	默认值
致命告警寄存器	0x20	读	无符号短整型	见附录B	否	否	0x0000
		写	典型值0x00FF				
一般告警寄存器	0x21	读	无符号短整型	见附录B	否	否	0x0000
		写	典型值0x00FF	见附录B	否	否	

表 46 告警状态寄存器响应帧描述

	告警状态寄存器响应帧描述			
	读操作成功	写操作成功	读操作失败	写操作失败
状态位	成功	成功	XE	XE
错误域	成功	成功	CIP、CII、EXF或VSE	CIP、CII EXF或VSE
数据域	告警状态	同接收命令参数	0x0000	0x0000
对模块的影响	无	将设置为1的相应锁存告警位清0	置错误域	置错误域
执行时间	见附录B	见附录B	见附录B	见附录B
是否是挂起操作	否	否	否	否

表 47 寄存器数据域

比特位	名称	功能约束
15	SRQ	只读，默认0。该比特是只读位，反映模块SRQ*管脚状态,当SRQ*管脚被检测为低时，SRQ比特为1。触发SRQ的告警位的条件，与SRQ屏蔽寄存器0x28中定义相同
14	一般告警之和	只读，默认0。该比特是只读位，当检测到产生ALM*时，该比特将被设置为1，可通过配置ALM告警屏蔽寄存器来选择由哪些告警位触发
13	致命告警之和	只读，默认0。FATAL比特是只读比特，当检测到产生FATAL*时，该比特为1，可通过配置FATAL告警屏蔽寄存器来选择由哪些告警位触发
12	DIS	只读，默认0。该比特反映硬件DIS管脚状态，为1时表示硬件激光器开关为关。为0表示硬件激光器开关为开。当DIS*管脚被设拉低时，0x32寄存器的SENA比特也会自动清零。当DIS*管脚被拉高时，模块不会自动打开激光器，需要设置0x32寄存器的比特3为1才能打开激光器
11	厂商自定义告警实时位	只读，默认0。当检测到厂商自定义致命告警产生时，FVVSF比特为1。当检测到厂商自定义一般告警产生时，WVSF比特为1。当寿命告警超出寿命告警门限定义的范围时也会设置该标志
10	频率告警实时位	只读，默认0。当频率偏移超出频率致命告警寄存器定义门限时会将FFFREQ比特位置1，当频率偏移超出频率一般告警寄存器定义门限时会将WFFREQ比特位置1。当该2位标志为0时分别表示没有超出各自相应的告警门限
9	温度实时告警位	控制温度偏移超出控制温度致命告警寄存器定义门限时会将FFFREQ比特位置1，当控制温度偏移超出控制温度一般告警寄存器定义门限、壳体温度超过壳体温度门限时会将WFFREQ比特位置1。当标志为0时分别表示没有超出各自相应的告警门限
8	光功率实时告警位	只读，默认0。光功率偏移超出光功率致命告警寄存器定义门限时会将FPWR比特位置1，当光功率偏移超出光功率一般告警寄存器定义门限时会将WPWR比特位置1。当该2位标志为0时分别表示没有超出各自相应的告警门限
7	执行错误位	该标志位为1时表示普通命令执行失败或挂起令执行失败。该标志位是锁存位，若错误标志被置1将一直保持该状态，通过对该位写1可清除该标志。该标志为0时表示没有执行错误。默认只有挂起命令执行错误会
6	通信错误位	该标志位为1时表示发生通信错误。该标志位是锁存位，若错误标志被置1将一直保持该状态，通过对该位写1可清除该标志。该标志为0时表示没有执行错误
5	模块复位比特	当该标志为1时表示模块发生过硬复位，软复位，上电复位，RST复位等复位。该比特锁存位，若该位被置1将一直保持该状态，通过对该位写1可清除该标志
4	通信复位	该标志为1表示发生过通信复位。输入缓冲区被清空。当传输命令包超时该比特也会被置一。该比特锁存位，若该位被置1将一直保持该状态，通过对该位写1可清除该标志
3:0	锁存告警位	某一比特为1时表示发生过相应的告警，与实时告警位相对应，该告警可能仍然存在。为0时表示从上次写清到现在没有发生过相应告警

7.4.2 光功率告警门限 (0x22, 0x23)

0x22寄存器定义了光功率致命告警发生的最大偏离值。0x23定义光功率一般告警发生的最大偏离值。设置告警门限若超出可用范围会触发执行错误。默认值是厂商自定义，可通过非易失性寄存器保存修改默认配置。数据是无符号整数，单位0.01dB。一般告警门限应小于等于致命告警门限。光功率告警门限寄存器基本属性见表48。光功率寄存器响应帧描述见表49。

表 48 光功率告警门限寄存器基本属性

名称	寄存器序号	读/写	读写操作的数据类型	响应时间	是否可以挂起	是否具有非易失性	默认值
光功率致命告警门限	0x22	读	无符号短整型0.01dB	见附录B	否	是	厂商自定义
		写			否		
光功率一般告警门限	0x23	读	无符号短整型0.01dB	见附录B	否	是	厂商自定义
		写			否		

表 49 光功率寄存器响应帧描述

	光功率寄存器响应帧描述			
	读操作成功	写操作成功	读操作失败	写操作失败
状态位	成功	成功	XE	XE
错误域	成功	成功	CIP、CII、EXF或VSE	RNW、RVE、CIP、CII、EXF或VSE
数据域	模块实际门限	与接收参数相同	0x0000	0x0000
模块影响	无	新的告警门限值生效	置错误域	置错误域
执行时间	见附录B	见附录B	见附录B	见附录B
挂起操作	否	否	否	否

7.4.3 光频率告警门限 (0x24, 0x25)

0x24定义了光频率致命告警发生的最大偏离值。0x25定义了光频率一般告警发生的最大偏离值。设置告警门限若超出可用范围会触发执行错误。默认值是厂商自定义，但可通过非易失性寄存器保存修改默认配置。数据是无符号整数，单位0.1GHz。一般告警门限应小于等于致命告警门限。

光频率告警门限寄存器基本属性见表50。光频率告警门限寄存器响应帧见表51。

表 50 光频率告警门限寄存器基本属性

名称	寄存器序号	读/写	数据类型	响应时间	是否可以挂起	非易失性	默认值
光频率致命告警门限	0x24	读	无符号短整型	见附录B	否	是	厂商自定义
		写		见附录B	否		
光频率一般告警门限	0x25	读	无符号短整型	见附录B	否	是	厂商自定义
		写		见附录B	否		

表 51 光频率告警门限寄存器响应帧

	光频率告警门限寄存器响应帧			
	读操作成功	写操作成功	读操作失败	写操作失败
状态位	成功	成功	XE	XE
错误域	成功	成功	CIP、CII、EXF或VSE	RNW、RVE、CIP、CII、EXF或VSE
数据域	0.1GHz	与接收参数相同	0x0000	0x0000
模块影响	无	新的告警门限值生效	错误域会被设置	错误域会被设置
执行时间	见附录B	见附录B	见附录B	见附录B
挂起操作	否	否	否	否

7.4.4 管芯温度告警门限 (0x26, 0x27)

0x26定义了控制温度致命告警发生的最大偏离值。0x27定义控制温度一般告警发生的最大偏离值。默认值是厂商自定义，可通过非易失性寄存器保存命令修改默认配置。数据是无符号整数，单位0.01℃。一般告警门限应小于等于致命告警门限，设置告警门限超出可用范围会触发执行错误。

管芯温度告警门限寄存器基本属性见表52，管芯温度告警门限寄存器响应帧见表53。

表 52 管芯温度告警门限寄存器基本属性

名称	寄存器序号	读/写	数据类型	响应时间	是否可以挂起	是否具有非易失性	默认值
温度致命告警门限	0x26	读	无符号短整型	见附录B	否	是	厂商自定义
		写		见附录B	否		
温度一般告警门限	0x27	读	无符号短整型	见附录B	否	是	厂商自定义
		写		见附录B	否		

表 53 管芯温度告警门限寄存器响应帧

	管芯温度告警门限寄存器响应帧			
	读操作成功	写操作成功	读操作失败	写操作失败
状态位	成功	成功	XE	XE
错误域	成功	成功	CIP、CII、EXF或VSE	RVE、CIP、CII、EXF或VSE
数据域		返回同接收	0x0000	0x0000
模块影响	无	新的告警门限值生效	设置错误域	设置错误域
执行时间	见附录B	见附录B	见附录B	见附录B
挂起操作	否	否	否	否

7.4.5 SRQ*屏蔽寄存器 (0x28)

SRQ*屏蔽寄存器用于屏蔽告警状态寄存器（StatusF，StatusW）中的相应比特，这些比特能够触发SRQ。默认值是厂商自定义，但可通过非易失性寄存器保存修改默认配置。当激光器不在锁定状态时，光频率、控制温度、光功率不会触发SRQ。但壳体温度超过门限，并且没有被屏蔽可以触发SRQ。SRQ*屏蔽寄存器基本属性见表54，SRQ*屏蔽寄存器响应帧见表55，SRQ*屏蔽寄存器数据域见表56。

表 54 SRQ*屏蔽寄存器基本属性

名称	寄存器序号	读/写	数据类型	响应时间	是否可以挂起	非易失性	默认值
SRQT	0x28	读	无符号短整型	见附录B	否	具有	0x1FFF或 0x1FBF
		写		见附录B	否	具有	

表 55 SRQ*屏蔽寄存器响应帧

	SRQ*屏蔽寄存器响应帧			
	读操作成功	写操作成功	读操作失败	写操作失败
状态位	成功	成功	XE	XE
错误域	成功	成功	CIP、CII、EXF或VSE	RNW、CIP、CII、EXF或VSE
数据域	见表56	与接收参数相同	0x0000	0x0000
模块影响	无	新的告警屏蔽位生效	设置错误域	设置错误域
执行时间	见附件B	见附件B	见附件B	见附件B
挂起操作	否	否	否	否

表 56 SRQ*屏蔽寄存器数据域

比特位	名称	功能约束
15:13	保留位	保留位
12	DIS	“1”表示告警寄存器中的相应比特触发SRQ，“0”表示告警寄存器中的相应比特不触发SRQ。使用串口通信时，立即执行命令的执行错误和通信错误信息会由模块的响应包立即返回。挂起操作产生执行错误应通过告警状态寄存器的XEL标记来触发SRQ。更改该寄存器的标志位，或者清除告警状态寄存器（0x20，0x21）的锁存标志都可以取消触发SRQ
11	厂商自定义一般告警锁存	
10	频率一般告警锁存	
9	温度一般告警锁存	
8	功率一般告警锁存	
7	执行错误比特位	

表 56 (续)

比特位	名称	功能约束
6	通信错误比特位	“1”表示告警寄存器中的相应比特触发SRQ，“0”表示告警寄存器中的相应比特不触发SRQ。使用串口通信时，立即执行命令的执行错误和通信错误信息会由模块的响应包立即返回。挂起操作产生执行错误应通过告警状态寄存器的XEL标记来触发SRQ。更改该寄存器的标志位，或者清除告警状态寄存器（0x20，0x21）的锁存标志都可以取消触发SRQ
5	模块复位比特位	
4	通信复位比特位	
3	厂商自定义致命告警锁存	
2	频率致命告警锁存	
1	温度致命告警锁存	
0	功率致命告警锁存	

7.4.6 致命告警屏蔽寄存器 (0x29)

致命告警寄存器用于屏蔽告警状态寄存器0x20和0x21中的相应比特，这些比特能够触发告警状态寄存器中比特13。默认值是厂商自定义，但可通过非易失性寄存器保存修改默认配置。当激光器不在锁定状态时，光频率、控制温度、光功率不会触发告警状态寄存器比特13。

致命告警屏蔽寄存器基本属性见表57，FatalT屏蔽寄存器响应帧见表58，FatalT屏蔽寄存器数据域见表59。

表 57 致命告警寄存器屏蔽寄存器基本属性

名称	寄存器序号	读/写	数据类型	响应时间	是否可以挂起	非易失性	默认值
FatalT	0x29	读	无符号短整型	见附录B	否	具有	0x000F
		写		见附录B	否	具有	

表 58 FatalT 屏蔽寄存器响应帧

	响应帧			
	读操作成功	写操作成功	读操作失败	写操作失败
状态位	成功	成功	XE	XE
错误域	成功	成功	CIP、CII、EXF或VSE	RNW、CIP、CII、EXF或VSE
数据域	模块实际值	返回同接收	0x0000	0x0000
模块影响	无	新的告警屏蔽位生效	设置错误域	设置错误域
执行时间	见附录B	见附录B	见附录B	见附录B
挂起操作	否	否	否	否

表 59 FatalT 屏蔽寄存器数据域

比特位	名称	功能约束
15:12	保留位	保留位
11	厂商自定义一般告警锁存	“1”表示告警寄存器中的相应比特触发FatalT，“0”表示告警寄存器中的相应比特不触发FatalT。更改该寄存器的标志位，或者清除告警状态寄存器（0x20，0x21）的锁存标志都可以取消触发FatalT
10	频率一般告警锁存	
9	温度一般告警锁存	
8	功率一般告警锁存	
7:6	保留位	保留位
5	模块复位比特位	“1”表示告警寄存器中的相应比特触发FatalT，“0”表示告警寄存器中的相应比特不触发FatalT
4	保留位	保留位
3	厂商自定义致命告警锁存	“1”表示告警寄存器中的相应比特触发FatalT，“0”表示告警寄存器中的相应比特不触发FatalT。更改该寄存器的标志位，或者清除告警状态寄存器（0x20，0x21）的锁存标志都可以取消触发FatalT
2	频率致命告警锁存	
1	温度致命告警锁存	
0	功率致命告警锁存	

7.4.7 一般告警屏蔽寄存器 (0x2A)

一般告警屏蔽寄存器用于屏蔽告警状态寄存器0x20和0x21中的相应比特，这些比特可以触发告警状态寄存器中比特14。默认值是厂商自定义，可通过非易失性寄存器保存修改默认配置。该寄存器默认屏蔽配置可以触发0x20和0x21寄存器比特14标志位来指示激光器是否在稳定状态。

一般告警屏蔽寄存器基本属性见表60，一般告警屏蔽寄存器响应帧见表61，一般告警屏蔽寄存器数据域见表62。

表 60 ALMT 屏蔽寄存器基本属性

名称	寄存器序号	读/写	数据类型	响应时间	是否可以挂起	非易失性	默认值
一般告警屏蔽寄存器	0x2A	读	无符号短整型	见附录B	否	具有	0x0D0D
		写		见附录B	否		

表 61 ALMT 屏蔽寄存器响应帧

	ALMT屏蔽寄存器响应帧			
	读操作成功	写操作成功	读操作失败	写操作失败
状态位	成功	成功	XE	XE
错误域	成功	成功	CIP、CII、EXF或VSE	RNW、CIP、CII、EXF或VSE
数据域	如下描述	与接收参数相同	0x0000	0x0000
模块影响	无	新的告警屏蔽位生效	置错误域	置错误域
执行时间	见附录B	见附录B	见附录B	见附录B
挂起操作	否	否	否	否

表 62 ALMT 屏蔽寄存器数据域

比特位	名称	功能约束
15:12	保留位	保留位
11	厂商自定义一般告警锁存	1表示告警寄存器中的相应比特触发ALM，0表示告警寄存器中的相应比特不触发ALM。更改该寄存器的标志位。将该寄存器配置为0x0504同时0x33寄存器ADT比特位配置为1用来指示波长切换或激光器关闭时，激光器是否在稳定状态
10	频率一般告警锁存	
9	温度一般告警锁存	
8	功率一般告警锁存	
7:4	保留位	保留位
3	厂商自定义致命告警锁存	1表示告警寄存器中的相应比特会触发ALM，0表示不触发。将该寄存器配置为0x0504同时0x33寄存器ADT比特位配置为1用来指示波长切换或激光器关闭时，激光器是否在稳定状态
2	频率致命告警锁存	
1	温度致命告警锁存	
0	功率致命告警锁存	

7.5 模块光信息配置命令

7.5.1 光通道号寄存器 (0x30)

通过该寄存器查询、设置模块的通道号。默认值是厂商自定义，可通过非易失性寄存器保存修改默认配置。16位的数据表示期望的通道值。增大通道可能增大频率或减小频率，增大还是减小依赖于波长间隔（0x34）。通道0未定义。向该寄存器写入一个无效通道值不会改变寄存器的值，将产生执行错误，写入越界的通道值会产生执行错误。除了EXF之外的执行错误都不改变通道。挂起约束见附录C.1。

光通道号寄存器基本属性见表63，光通道号寄存器响应帧见表64。

表 63 光通道号寄存器基本属性

名称	寄存器序号	读/写	读写操作的数据类型	响应时间	是否可以挂起	是否具有非易失性	默认值
光通道号寄存器	0x30	读	无符号短整型	见附录B	否	具有	—
		写		见附录B	是	具有	—

表 64 光通道号寄存器响应帧

	光通道号寄存器响应帧			
	读操作成功	写操作成功	读操作失败	写操作失败
状态位	成功	成功	XE	XE
错误域	成功	成功	CIP、CII、EXF或VSE	CIP、CII、EXF或VSE
数据域	当前的通道号	与接收参数相同或挂起序号	0x0000	0x0000
模块影响	无符号的光通道	切换操作执行	设置错误域	设置错误域
执行时间	见附录B	见附录B	见附录B	见附录B
挂起操作	否	是	否	否

对某个通道的频率定义如下：

频率(GHz) = (通道号 - 1) × 通道间隔(0x34/10) + 第一通道频率(0x35,36)+细调频率 (0x62/1000)

如果模块的硬件管脚激光器开关和软件开关都为开，模块先将光输出不使能，待切换到指定通道后再使能光输出。如果比特3为 0，允许设置光通道号，但要直到比特3为 1且DIS* 为1光输出才使能。拉高DIS*管脚不会触发波长调谐，DIS*管脚被拉高后；比特3应置为1，才会触发。

在下面的条件下，光输出不使能：

((寄存器0x20&寄存器0x29) &&寄存器0x33比特2) | ~寄存器0x32比特3 | ~DIS

当波长无法切换到指定通道会触发执行错误，激光器保持关闭。

7.5.2 光功率寄存器 (0x31)

该寄存器设置光输出功率工作点，参数为有符号整数，单位是0.01dBm，例如：0x3E8代表10dBm。允许命令返回之后再实现设置。光功率设置寄存器寄存器基本属性见表65，光功率设置寄存器响应帧见表66。

表 65 光功率设置寄存器寄存器基本属性

名称	寄存器序号	读/写	数据类型	响应时间	是否可以挂起	非易失性	默认值
光功率设置	0x31	读	符号短整型	见附录B	否	具有	—
		写			否		—

表 66 光功率设置寄存器响应帧

	光功率设置寄存器响应帧			
	读操作成功	写操作成功	读操作失败	写操作失败
状态位	成功	成功	XE	XE
错误域	成功	成功	CIP、CII、EXF或VSE	CIP、CII、EXF或VSE
数据域	0.01dBm	与接收参数相同	0x0000	0x0000
模块影响	无	光功率被改变	置错误域	置错误域
执行时间	见附录B	见附录B	见附录B	见附录B

一般光功率的工作点先于通道设置命令（0x30），默认值由制造商指定，默认值是厂商自定义，但可通过非易失性寄存器保存修改默认配置。

当通道锁定，设置的光功率在可调范围之内，且能保证业务不中断，输出功率可以更改。如果设置的光功率超出范围，会产生执行错误。如果设置的功率在可调范围之内，但需要中断业务才能设为新的功率，会触发输出功率告警。

7.5.3 复位/使能激光器寄存器 (0x32)

可通过写该寄存器触发模块的软复位/硬复位，或软件控制光输出使能/不使能。

复位/使能激光器寄存器基本属性见表67，复位/使能激光器响应帧见表68。

表 67 复位/使能激光器寄存器基本属性

名称	寄存器序号	读/写	数据类型	响应时间	是否可以挂起	非易失性	默认值
复位/使能激光器寄存器	0x32	读	无符号短整型	见附录B	否	不具有	0x0000
		写		见附录B	是		—

表 68 复位/使能激光器寄存器响应帧

	复位/使能激光器寄存器响应帧			
	读操作成功	写操作成功	读操作失败	写操作失败
状态位	成功	成功	XE	XE
错误域	成功	成功	CIP、CII、EXF或VSE	CIP、CII、EXF或VSE
数据域	激光器状态	与接收参数相同	0x0000	0x0000
模块影响	无	参加数据域描述	置错误域	置错误域
执行时间	见附录B	见附录B	见附录B	见附录B
挂起命令	否	使能激光器会触发挂起操作	否	否

将比特3设置为1模块将在当前通道打开激光器。设置为0，光输出不使能。各厂家控制技术不同将比特3设置为1，如果需要进行通道调谐，会触发挂起操作。

软复位或硬复位均可选。两者同时选中时，硬件模块复位优先。复位规定见附录C.2。

软复位会复位通信接口，业务不中断，扩展地址寄存器也复位。硬复位会复位控制环，从而使业务中断。主机轮询通信接口，等待接收到指示接口通信就绪的响应包。注意，在复位执行之前，会先返回复位请求的响应包。寄存器比特域描述见表69。

表 69 寄存器比特域描述

比特位	名称	功能约束
15:4	保留位	保留位
3	光使能	“1”代表软件允许输出使能。“0”代表软件关断输出，或DIS*已置为0。 该比特与DIS*管脚相连，DIS* 为高电平且该比特为是1时光输出才会有信号产生
2	保留位	保留位
1	软复位	将该比特设置为1，模块将发生软复位。软复位不会影响光信号传输业务的能力。该比特是自清的
0	硬复位	当设置为1模块进行硬复位。对光信号的影响未定义。这个比特是自清的

7.5.4 模块操作配置寄存器 (0x33)

该寄存器用来配置模块行为。配置ADT为使能或禁止波长调谐期间的告警。通过配置SDF配置使能当fatal条件产生时自动关断光输出。默认值由制造商指定，但可通过非易失性寄存器保存修改默认配置。

模块操作配置寄存器基本属性见表70，模块操作配置响应帧见表71，寄存器数据域见表72。告警要求见附录D。

表 70 模块操作配置寄存器基本属性

名称	寄存器序号	读/写	数据类型	响应时间	是否可以挂起	非易失性	默认值
模块操作配置寄存器	0x33	读	无符号短整型	见附录B	否	具有	0x0002或
		写		见附录B	否		0x0012

表 71 模块操作配置响应帧

	响应帧			
	读操作成功	写操作成功	读操作失败	写操作失败
状态位	成功	成功	XE	XE
错误域	成功	成功	CIP、CII、EXF或VSE	RNW、RVE、CIP、CII、EXF、CIE或VSE
数据域	无符号短整型	与接收参数相同	0x0000	0x0000
模块影响	无	通道间隔被配置	置错误域	置错误域
执行时间	见附录B	见附录B	见附录B	见附录B

表 72 寄存器数据域

比特位	名称	功能约束
15:3	保留位	保留位
2	SDF	默认值为1允许在波长切换或激光器关闭期间产生ALM条件。设置为0x1时，波长调谐期间或输出关断时触发ALM*。默认ALM*状态可指示激光器是否在稳定状态。若完成这个功能，0x2A寄存器至少要配置称0x0504
1	ADT	默认值为0，产生致命告警条件时不会自动关断激光器。设置为1时，当致命告警产生且告警屏蔽寄存器未屏蔽触发FATAL告警之和时会自动关断激光器
0	保留位	保留位

7.5.5 通道间隔寄存器 (0x34)

该寄存器用来设置模块的通道间隔。通道间隔寄存器基本属性见表73，通道间隔响应帧见表74。

表 73 通道间隔寄存器基本属性

名称	寄存器序号	读/写	数据类型	响应时间	是否可以挂起	非易失性	默认值
通道间隔	0x34	读	有符号短整型	见附录B	否	具有	厂商自定义
		写		见附录B	否		

表 74 通道间隔响应帧

	响应帧			
	读操作成功	写操作成功	读操作失败	写操作失败
状态位	成功	成功	XE	XE
错误域	成功	成功	CIP、CII、EXF、或VSE	RNW、RVE、CIP、CII、EXF、CIE或VSE
数据域	模块实际参数	与接收参数相同	0x0000	0x0000
模块影响	无	通道间隔被配置,不会立即影响输出频率	置错误域	置错误域
执行时间	见附录B	见附录B	见附录B	见附录B
挂起操作	否	否	否	否

通道频率定义如下：

频率(GHz) = (通道号-1) × 通道间隔(0x34/10) + 第一通道频率(0x35,36) + 细调频率 (0x62/1000)。

该寄存器只有在光输出不使能时才能被更改。在光输出使能时改变会触发执行错误。该寄存器仅在

调谐输出频率时使用。默认值是厂商自定义，但可通过非易失性寄存器保存修改默认配置。该寄存器参数值是有符号短整型，允许的频率间隔最高±3.28 THz，最低0.1GHz。

7.5.6 模块第一通道频率寄存器(0x35-0x36)

可通过该组寄存器修改模块的第一通道频率。该组寄存器只有在光输出不使能时才能被更改。在光输出使能时改变会触发执行错误。该组寄存器参数是无符号数，现配置任一寄存器无影响。在输出光使能或进行非易失性保存时，应预先配置好该组寄存器。

模块第一通道频率寄存器基本属性见表75，模块第一通道频率寄存器响应帧见表76，第一通道频率配置举例见表77。

表 75 模块第一通道频率寄存器基本属性

名称	寄存器序号	读/写	数据类型	响应时间	是否可以挂起	非易失性	默认值
FCF1	0x35	读	无符号短整型	见附录B	否	具有	厂商自定义
		写			否		
FCF2	0x26	读	无符号短整型	见附录B	否	具有	厂商自定义
		写			否		

表 76 模块第一通道频率响应帧

	响应帧			
	读操作成功	写操作成功	读操作失败	写操作失败
状态位	成功	成功	XE	XE
错误域	成功	成功	CIP、CII、EXF或VSE	RNW、RVE、CIP、CII、EXF、CIE或VSE
数据域	无符号短整型	与接收参数相同	0x0000	0x0000
模块影响	无	第一通道频率被设置	置错误域	置错误域
执行时间	见附录B	见附录B	见附录B	见附录B

频率单位为GHz,通过该组寄存器表示成: $[0x35] \times 10^3 + [0x36] \times 10^{-1}$ 。例如需要将第一通道频率设置为194.175GHz，可按表77配置该组寄存器。

表 77 第一通道频率配置举例

寄存器	十六进制表示	十进制表示
0x35	0x00C2	194
0x36	0x06D6	1750

7.5.7 模块当前通道频率寄存器(0x40-0x41)

该组寄存器用于读取当前通道的频率。模块当前通道频率寄存器基本属性见表78，模块当前通道频率寄存器响应帧见表79，模块当前通道频率举例见表80。

表 78 模块当前通道频率寄存器基本属性

名称	寄存器序号	读/写	数据类型	响应时间	是否可以挂起	非易失性	默认值
LF1	0x40	读	无符号短整型	见附录B	否	不具有	厂商自定义
		写					
LF2	0x41	读	无符号短整型	见附录B	否	不具有	厂商自定义
		写					

表 79 模块当前通道频率寄存器响应帧

	模块当前通道频率寄存器响应帧			
	读操作成功	写操作成功	读操作失败	写操作失败
状态位	成功	不支持	XE	不支持
错误域	成功		CIP、CII、EXF、或VSE	
数据域	无符号短整型		0x0000	
模块影响	无		设置错误域	
执行时间	见附录B		见附录B	

当激光器关闭时仍然可通道该组寄存器来查询当前通道频率。当前通道频率由下面公式给出:

频率(GHz) = (通道号-1)× 通道间隔(0x34/10)+ 第一通道频率(0x35,36)+细调频率(0x62/1000)。0x40寄存器单位是THz, 0x41寄存器单位GHz×10频率的单位是GHz, 大小等于 $[0x40] \times 10^3 + [0x41] \times 10^{-1}$ 。

表 80 模块当前通道频率举例

寄存器	十六进制表示	十进制表示
0x40	0x00C2	194
0x41	0x06D6	1750

7.5.8 光功率上报寄存器(0x42)

该寄存器用来读取光功率实际值。该寄存器数据域是有符号短整型, 单位是0.01dBm。

光功率上报寄存器基本属性见表81, 光功率上报响应帧见表82。

表 81 光功率上报寄存器基本属性

名称	寄存器序号	读/写	数据类型	响应时间	是否可以挂起	非易失性	默认值
光功率上报	0x42	读	有符号短整型	见附录B	否	具有	
		写					

表 82 光功率上报响应帧

	响应帧			
	读操作成功	写操作成功	读操作失败	写操作失败
状态位	成功	不支持	XE	不支持
错误域	成功		CIP、CII、EXF或VSE	
数据域	有符号短整型		0x0000	
模块影响	无		置错误域	
执行时间	见附录B		见附录B	
挂起操作	否		否	

7.5.9 控制温度上报寄存器(0x43)

控制温度寄存器用于读取控制温度。该寄存器是整型值, 单位为0.01°C。部分控制温度由厂商指定。该寄存器的温度值用来判断控制温度致命告警是否产生。

控制温度上报寄存器基本属性见表83, 控制温度上报寄存器响应帧见表84。

表 83 控制温度上报寄存器基本属性

名称	寄存器序号	读/写	数据类型	响应时间	是否可以挂起	非易失性	默认值
控制温度	0x43	读	有符号短整型	见附录B	否	不具有	
		写					

表 84 控制温度上报寄存器响应帧

	响应帧			
	读操作成功	写操作成功	读操作失败	写操作失败
状态位	成功	不支持	XE	不支持
错误域	成功		CIP、CII、EXF或VSE	
数据域	有符号短整型		0x0000	
模块影响	无		设置错误域	
执行时间	见附录B		见附录B	

7.6 模块调谐能力命令

7.6.1 频率微调范围（0x4F）

该寄存器可用于查询细调频率的最大值和最小值，单位是MHz。举例：若该寄存器的值为5000，则说明该模块细调的能力是±5GHz。频率细调范围寄存器基本属性见表85，频率细调范围寄存器响应帧见表86。

表 85 频率细调范围寄存器基本属性

名称	寄存器序号	读/写	数据类型	响应时间	是否可以挂起	非易失性	默认值
频率细调范围	0x4F	读	无符号短整形	见附录B	否		
		写					

表 86 频率细调范围寄存器响应帧

	频率细调范围响应帧			
	读操作成功	写操作成功	读操作失败	写操作失败
状态位	成功	不支持	XE	不支持
错误域	成功		CIP、CII、EXF或VSE	
数据域	无符号短整形		0x0000	
模块影响	无		设置错误域	
执行时间	见附录B		见附录B	
挂起操作	否		否	

7.6.2 光功率可调范围寄存器（0x50, 0x51）

0x50寄存器用于读取模块允许设置的最小光功率，0x51寄存器用于读取模块允许设置的最大光功率。该组寄存器参数类型是有符号短整型，单位是0.01dBm。

可调光功率范围寄存器基本属性见表87，调光功率范围响应帧见表88。

表 87 可调光功率范围寄存器基本属性

名称	寄存器序号	读/写	数据类型	响应时间	是否可以挂起	非易失性	默认值
最小光功率	0x50	读	有符号短整型	见附录B	否	不具有	厂商自定义
		写					
最大光功率	0x51	读	有符号短整型	见附录B	否	不具有	
		写					

表 88 调光功率范围响应帧

	响应帧			
	读操作成功	写操作成功	读操作失败	写操作失败
状态位	成功	不支持	XE	不支持
错误域	成功		CIP、CII、EXF或VSE	
数据域	有符号短整型		0x0000	
模块影响	无		设置错误域	
执行时间	见附录B		见附录B	
挂起操作	否		否	

7.6.3 光频率可调范围寄存器(0x52-0x55) [R]

LFL1，LFL2用来返回模块支持的最低频率，单位分别是THz、GHz×10。LFH1，LFH2用来返回模块支持的最高频率，单位分别是THz、GHz×10。光源支持的最低频率的单位为GHz时，大小等于[0x52]×10³ + [0x53]×10⁻¹。当光源支持的最高频率的单位为GHz时，大小等于[0x54]×10³ + [0x55]×10⁻¹。

可调光频率范围寄存器基本属性见表89。

表 89 可调光频率范围寄存器基本属性

名称	寄存器序号	读/写	数据类型	响应时间	是否可以挂起	非易失性	默认值
LFL1	0x52	读	无符号短整型	见附录B	否	不具有	厂商自定义
		写					
LFL2	0x53	读	无符号短整型	见附录B	否	不具有	厂商自定义
		写					
LFH1	0x54	读	无符号短整型	见附录B	否	不具有	厂商自定义
		写					
LFH2	0x55	读	无符号短整型	见附录B	否	不具有	厂商自定义
		写					

可调光频率范围响应帧见表90。

表 90 可调光频率寄存器范围响应帧

	可调光频率寄存器响应帧			
	读操作成功	写操作成功	读操作失败	写操作失败
状态位	成功	不支持	XE	不支持
错误域	成功		CIP、CII、EXF或VSE	
数据域	无符号短整型		0x0000	
模块影响	无		设置错误域	
执行时间	见附录B		见附录B	

例如：光源支持的最低为192.1000，通过该组寄存器读取得到的频率单位为GHz时，大小为192×10³ + 1000×10⁻¹。

寄存器数据表示举例见表91。

表 91 寄存器数据表示举例

寄存器	十六进制表示	十进制表示
0x52	0x00C0	192
0x53	0x3E8	1000

7.6.4 光源支持的最小通道间隔(0x56)

通过该寄存器可返回光模块支持的最小通道间隔。该寄存器的数据参数是无符号数，单位是0.1GHz。
光源支持的最小通道间隔寄存器基本属性见表92。

表 92 光源支持的最小通道间隔寄存器基本属性

名称	寄存器序号	读/写	数据类型	响应时间	是否可以挂起	非易失性	默认值
最小通道间隔	0x56	读	无符号短整型	见附录B	否	不具有	厂商自定义
		写					

光源支持的最小通道间隔寄存器响应帧见表93。

表 93 光源支持的最小通道间隔寄存器响应帧

	光源支持的最小通道间隔寄存器响应帧			
	读操作成功	写操作成功	读操作失败	写操作失败
状态位	成功	不支持	XE	不支持
错误域	成功		CII、EXF或VSE	
数据域	无符号短整型		0x0000	
模块影响	无		设置错误域	
执行时间	见附录B		见附录B	

7.7 MSA 命令

7.7.1 模块电流组(0x57)

该寄存器返回一组电流。根据各厂家控制技术不同返回电流不同，这些电流可能包含偏置电流、制冷电流、其它控制电流。访问该寄存器时首先会返回电流组的字节数。同时AEA相关寄存器会被模块自动配置。最大可返回的电流字节数为20个字节。所有的厂家至少能报告前两个电流值。

模块电流组寄存器基本属性见表94，模块电流组寄存器响应帧见表95，应用举例见表96。

表 94 模块电流组寄存器基本属性

名称	寄存器序号	读/写	读写操作的数据类型	响应时间	是否可以挂起	非易失性	默认值
电流组	0x57	读	有符号数组	见附录B	否	不具有	返回电流组的长度
		写					

表 95 模块电流组寄存器响应帧

	模块电流组寄存器响应帧			
	读操作成功	写操作成功	读操作失败	写操作失败
状态位	成功	不支持	XE	不支持
错误域	成功		CIP、CII、EXF或VSE	
数据域	返回电流组的长度		0x0000	
模块影响	AEA相关寄存器被配置		设置错误域	
执行时间	见附录B		见附录B	
挂起操作	否		否	

表 96 应用举例

电流字节数	技术1	技术2	技术3
1:2	TEC电流	TEC电流	TEC电流
3:4	二极管电流	二极管电流1	自定义
5:6		二极管电流2	自定义
7:8		二极管电流3	自定义

表 96 (续)

电流字节数	技术1	技术2	技术3
9:10		二极管电流4	自定义
11:12		光放大区电流	自定义
13:14			自定义
15:16			自定义
17:18			自定义
19:20			自定义

7.7.2 模块温度组(0x58)

该寄存器返回一组温度。根据各厂家控制技术不同返温度不同，这些温度可能包含管芯温度，壳体温度。访问该寄存器时首先会返回温度组的字节数。同时AEA相关寄存器会被模块自动配置。最大可返回的温度字节数为20个字节。该寄存器的参数类型是有符号数，单位为0.01°C。模块温度组寄存器基本属性见表97，模块温度组寄存器响应帧见表98，所有的厂家至少能报告以下2个温度，但不会超过10个。应用举例见表99。

表 97 模块温度组寄存器基本属性

名称	寄存器序号	读/写	数据类型	响应时间	是否可以挂起	非易失性	默认值
温度组	0x58	读	有符号数组	见附录B	否	不具有	返回温度组的长度
		写					

表 98 模块温度组寄存器响应帧

	模块温度组寄存器响应帧			
	读操作成功	写操作成功	读操作失败	写操作失败
状态位	成功		XE	
错误域	成功		CIP、CII、EXF或VSE	
数据域	返回温度组的长度		0x0000	
模块影响	AEA相关寄存器被配置		设置错误域	
执行时间	见附录B		见附录B	

表 99 应用举例

温度字节数	技术1	技术2
1:2	管芯温度	管芯温度
3:4	壳体温度	壳体温度

7.7.3 扰动配置相关(0x59-0x5C)

该组寄存器用来配置光源扰动信号。默认值是厂商自定义，但可通过非易失性寄存器保存修改默认配置。扰动速率寄存器单位是kHz，扰动频率寄存器单位是GHz×10，扰动频率寄存器单位是%×10。扰动配置相关寄存器基本属性见表100，扰动配置寄存器响应帧见表101。

表 100 扰动配置相关寄存器基本属性

名称	寄存器序号	读/写	数据类型	响应时间	是否可以挂起	非易失性	默认值
扰动配置	0x59	读	无符号短整型	见附录B	否	具有	厂商自定义
		写			是		
扰动速率	0x5A	读	无符号短整	见附录B	否	具有	厂商自定义 (10K-200K)
		写			是		
扰动频率	0x5B	读	无符号短整型	见附录B	否	具有	厂商自定义
		写			否		
扰动幅度	0x5C	读	无符号短整型	见附录B	否	具有	厂商自定义
		写			否		

表 101 扰动配置寄存器响应帧

	扰动配置寄存器响应帧			
	读操作成功	写操作成功	读操作失败	写操作失败
状态位	成功	成功	XE	XE
错误域	成功	成功	CIP、CII、EXF或VSE	RNW、CIP、CII、EXF或VSE
数据域	无符号短整型	与接收参数相同或挂起序号	0x0000	0x0000
模块影响	无	新的扰动配置生效	置错误域	置错误域
执行时间	见附录B	见附录B	见附录B	见附录B
是否挂起操作	否	厂商定义	否	否

光源扰动的应用一般有两种，一种是抑制受激布里渊散射效应，一种是信号调整。两种应用可同时选择。抑制受激布里渊散射效应主要是与频偏相关，通常检测幅度信号监控频偏信号。信号调整一般使用正弦曲线或调制后的调幅信号。扰动频率寄存器用来设置频率偏移，扰动幅度寄存器用来设置幅度偏移。对于一个应用，可以单独配置扰动幅度寄存器或配置扰动频率寄存器，两个都配置会导致系统不正常。应用举例见表102。

表 102 应用举例

扰动应用场景	寄存器			
	扰动配置	扰动速率	扰动幅度	扰动频率
信号调整	0x0002正弦波	100kHz~200kHz	可配置（5%）	
受激布里渊散射抑制	0x0012三角波	10kHz~50kHz		0.1~1GHz
信号调整+受激布里渊散射抑制	0x0002正弦波	100kHz~200kHz	可配置（5%）	

扰动频率寄存器、扰动速率寄存器、扰动幅度寄存器只能在扰动不使能时修改，扰动使能时修改会触发一个执行错误。设置模块不支持的值也会返回执行错误。

扰动速率寄存器扰动速率，单位为kHz。扰动频率寄存器定义FM 峰-峰值频率，单位为0.1GHz。扰动幅度寄存器定义AM峰-峰值振幅偏移，单位是光功率的0.1%。扰动配置寄存器用来设置扰动波形。

扰动配置寄存器数据域见表103。

表 103 扰动配置寄存器数据域

比特位	名称	功能约束
15:6	保留位	保留位
5: 4	扰动波形	0x00—正弦波 0x01—三角波
3:2	保留位	保留位
1:0	扰动使能	0x00—扰动不使能 0x01—返回0 0x02—扰动使能 0x03—无效值，设置会触发一个执行错误

7.7.4 壳温度告警高低门限(0x5D, 0x5E)

0x5D用来设置壳体温度告警的低门限，0x5E用来设置壳体温度告警的高门限。默认值是厂商自定义，但可通过非易失性寄存器保存修改默认配置。当壳体温度超过该组寄存器定义范围至少5s，一般告警状态寄存器（0x21）温度比特会被置1。寄存器参数是数值类型为有符号数，单位为0.01°C，范围±327 °C。壳温度告警高低门限寄存器基本属性见表104。

表 104 壳温度告警高低门限寄存器基本属性

名称	寄存器序号	读/写	数据类型	响应时间	是否可以挂起	非易失性	默认值
壳温低门限	0x5D	读	有符号短整型	见附录B	否	具有	0xFE0C(−5° C)
		写			否		
壳温高门限	0x5E	读	有符号短整型	见附录B	否	具有	0x1B58 (+70° C)
		写			否		

壳温度告警高低门限寄存器响应帧见表105。

表 105 壳温度告警高低门限寄存器响应帧

	壳温度告警高低门限寄存器响应帧			
	读操作成功	写操作成功	读操作失败	写操作失败
状态位	成功	成功	XE	XE
错误域	成功	成功	CIP、CII、EXF或VSE	RNW、RVE、CIP、CII、EXF或VSE
数据域	有符号短整型	与接收参数相同	0x0000	0x0000
模块影响	无	新的配置生效	设置错误域	设置错误域
执行时间	见附录B	见附录B	见附录B	见附录B
是否挂起操作	否	否	否	否

7.7.5 寿命高低门限(0x5F, 0x60)

0x5F用来定义寿命致命告警门限，0x60用来定义寿命一般告警门限。默认值是厂商自定义，可通过非易失性寄存器保存修改默认配置。数据以百分比形式存储（0~100），设置寄存器值超出可用范围会触发执行错误。致命告警门限应 ≤ 100 ，一般告警门限应小于等于致命告警门限。寿命高低门限寄存器基本属性见表106。

表 106 寿命高低门限寄存器基本属性

名称	寄存器序号	读/写	数据类型	响应时间	是否可以挂起	具有非易失性	默认值
寿命致命告警门限	0x5F	读	无符号短整型	见附录B	否	是	自定义
		写			否		
寿命一般门限	0x60	读	无符号短整型	见附录B	否	是	自定义
		写			否		

寿命高低门限寄存器响应帧见表107。

表 107 寿命高低门限寄存器响应帧描述

	寿命高低门限寄存器响应帧			
	读操作成功	写操作成功	读操作失败	写操作失败
状态位	成功	成功	XE	XE
错误域	成功	成功	CIP、CII、EXF或VSE	RNW、RVE、CIP、CII、EXF或VSE
数据域	%	与接收参数相同	0x0000	0x0000
模块影响	无	新的配置生效	置错误域	置错误域
执行时间	见附录B	见附录B	见附录B	见附录B
挂起操作	否	否	否	否

7.7.6 寿命寄存器(0x61)

该寄存器用来查询激光器的寿命。取值范围是0~100。该寄存器可衡量表示各可调谐光源的寿命。寿命中止（即100%）的定义是无法满足相应通道的规格参数。生命周期开始寄存器为0，生命周期中止0x64。响应帧见表108。

表 108 寿命寄存器响应帧描述

	寿命寄存器响应帧			
	读操作成功	写操作成功	读操作失败	写操作失败
状态位	成功	不支持	XE	不支持
错误域	成功		CIP、CII、EXF或VSE	
数据域	%		0x0000	
模块影响	无		置错误域	
执行时间	见附录B		见附录B	

7.7.7 微调频率(0x62)

该寄存器用来微调频率，单位MHz。该调整将适用于所有通道。微调频率寄存器基本属性见表109，微调频率寄存器响应帧见表110。

表 109 微调频率寄存器基本属性

名称	寄存器序号	读/写	数据类型	响应时间	是否可以挂起	非易失性	默认值
细调频率	0x61	读	有符号短整形	见附件B	否	否	0x0
		写			否	否	

表 110 微调频率寄存器响应帧

	响应帧			
	读操作成功	写操作成功	读操作失败	写操作失败
状态位	成功	成功	XE	XE
错误域	成功	成功	CIP、RNI、CII、EXF或VSE	RNW、RNI、CIP、CII、EXF、VSE或RVE
数据域		与接收参数相同	0x0000	0x0000
模块影响		新的配置生效	置错误域	置错误域
执行时间	见附录B	见附录B	见附录B	见附录B
挂起操作	否	厂家自定义	否	否

细调频率典型应用激光器已经锁定。频率可以进行正负方向调整。当工作通道锁定时，设置该寄存器不会中断业务。激光器关闭时设置该寄存器，待激光器开启时会包括该寄存器的频率调整。激光器使能时，设置该寄存器会触发挂起操作。

7.8 厂商扩展命令（0x80-0xFE）

厂商自定义命令，本部分不做规定。

附 录 A
(资料性附录)
Bip4校验算法

Bip4校验算法实例如下:

```
unsigned char calcBIP4( unsigned char* data )
{
    int i;

    unsigned char bip8 = ( data[ 0 ] & 0x0f ) ^ data[ 1 ] ^ data[ 2 ] ^ data[ 3 ];
    unsigned char bip4 = ( ( bip8 & 0xf0 ) >> 4 ) ^ ( bip8 & 0x0f );
    return bip4;
}

#include <stdio.h>

int main( int argc, char** argv )
{
    int i, input_char;
    unsigned char data[ 4 ];
    unsigned char bip4;
    if ( argc != 5 )
    {
        fprintf( stderr, "Usage: ChkSum hexdata0 hexdata1 hexdata2 hexdata3\n" );
        fprintf( stderr, " Example:Usage: ChkSum 0x0d 0x0d 0x0d 0x0d\n" );
        exit( 1 );
    }
    for ( i = 1; i < 5; i++ )
    {
        sscanf( argv[ i ], "%x", &input_char );
        data[ i - 1 ] = ( unsigned char ) input_char;
    }
    bip4 = calcBIP4( data );
    printf( "Packet prior to checksum %2.2x %2.2x %2.2x %2.2x\n", data[ 0 ],
        data[ 1 ], data[ 2 ], data[ 3 ] );
    data[ 0 ] |= ( bip4 << 4 ); /* Add in the BIP-4 checksum */
    printf( "Bip-4 checksum value is %x\n", bip4 );
    printf( "Packet with checksum %2.2x %2.2x %2.2x %2.2x\n", data[ 0 ],
        data[ 1 ], data[ 2 ], data[ 3 ] );
}
```

附 录 B
(规范性附录)
时间规范

频率调谐时间和模块构建响应包的最大时间见表B.1。

表 B.1 时间约束

参数		标识	最大时间	单位
频率调谐时间	应用A (SDH保护)	T_{t1}	10	ms
	应用B (SDH恢复)	T_{t2}	1	S
	应用C (备份)	T_{t3}	30	S
模块构建响应包的最大时间	应用A (SDH保护)	T_{r1}	5	ms
	应用B (SDH恢复)	T_{r2}	50	ms
	应用C (备份)	T_{r3}	50	ms

附 录 C
(规范性附录)
复位挂起规定

C.1 挂起约束

当命令的执行时间超过构建响应命令包的最大时间，模块在规定时间内先返回挂起标志，参数的高字节同nop寄存器的挂起序号区域相同。模块返回响应包后，会继续执行此命令。主机可以通过查询nop寄存器挂起序号区域是否被清零，来查看挂起命令是否执行完成。

C.2 复位规定

各种复位规定对业务的影响见表C.1。

表 C.1 复位规定

触发复位条件		执行操作
硬件	当MS*由低电平到高电平变化时,产生通信复位	清空通信输入缓冲区,根据0x0D寄存器比特12若为0时将串口速率恢复为9600
	RST*为Low时会产生RST复位	中断业务,重启模块
软件	0x32 (比特1 = 1)	不中断业务，中止软件升级传输，中止AEA传输
	0x32 (比特0 = 1)	中断业务,重启模块

附 录 D
(规范性附录)
告警要求

D.1 致命告警要求

为了避免影响其它通道致命告警可配置为自动关断激光器。致命告警条件模块视软件控制技术不同而不同，但应包含以下情形：

- a) 控制温度主要影响光频率、光功率。部分控制温度由厂商自定义，控制门限可通过寄存器(0x26)定义。当控制温度超出门限范围时，会触发控制温度致命告警；
- b) 当光功率偏离，部分光功率超出寄存器 (0x22)定义的致命告警门限时,会触发控制温度致命告警。
- c) 当光频率偏离，部分光频率超出寄存器 (0x24)定义的光频率致命告警门限时，会触发光频率致命告警。

D.2 一般告警要求

一般告警会先于致命告警被触发。一般告警条件模块因软件控制技术不同而不同，下边仅列出可能的一般告警条件。

- a) 温度一般告警触发条件
 - 当壳体温度超过寄存器 (0x5D) 和(0x5E)定义的门限时会触发温度一般告警；
 - 当控制温度偏离超过寄存器(0x27)定义的门限时会触发温度一般告警。
- b) 功率一般告警触发告警条件：当光功率偏离超过寄存器 (0x23)定义的光功率一般告警门限时会触发光功率一般告警。
- c) 频率一般告警触发告警条件：当光频率偏离超过寄存器 (0x25)定义的光频率一般告警门限时会触发光频率一般告警。
- d) 厂商自定义一般告警条件：厂商自定义一般告警状态位和致命厂商自定义告警状态位的可能触发条件有：
 - 模块寿命告警，控制环路失败；
 - 锁存告警位通过将相应比特位写1进行清零；
 - 致命告警会抑制一般告警。