

龙芯架构 ELF psABI 规范

龙芯中科技术股份有限公司

Version 2.01

目录

- 寄存器使用约定..... 1
 - 返回值寄存器的别名写法..... 1
- C 语言数据类型规格..... 3
- ELF 目标文件..... 4
 - EL_CLASS: ELF 文件格式..... 4
 - e_machine: 体系结构 ID..... 4
 - e_flags: ABI 类型和版本 ID..... 4
- 重定位类型..... 6
- 动态链接器路径..... 12
- 附录：版本修订历史..... 13

寄存器使用约定

Table 1. 通用寄存器使用约定

名称	别名	用途	在调用中是否保留
<code>\$r0</code>	<code>\$zero</code>	常数 0	(常数)
<code>\$r1</code>	<code>\$ra</code>	返回地址	否
<code>\$r2</code>	<code>\$tp</code>	线程指针	(不可分配)
<code>\$r3</code>	<code>\$sp</code>	栈指针	是
<code>\$r4 - \$r5</code>	<code>\$a0 - \$a1</code>	传参寄存器、返回值寄存器	否
<code>\$r6 - \$r11</code>	<code>\$a2 - \$a7</code>	传参寄存器	否
<code>\$r12 - \$r20</code>	<code>\$t0 - \$t8</code>	临时寄存器	否
<code>\$r21</code>		保留	(不可分配)
<code>\$r22</code>	<code>\$fp / \$s9</code>	栈帧指针 / 静态寄存器	是
<code>\$r23 - \$r31</code>	<code>\$s0 - \$s8</code>	静态寄存器	是

Table 2. 浮点寄存器使用约定

名称	别名	用途	在调用中是否保留
<code>\$f0 - \$f1</code>	<code>\$fa0 - \$fa1</code>	传参寄存器、返回值寄存器	否
<code>\$f2 - \$f7</code>	<code>\$fa2 - \$fa7</code>	传参寄存器	否
<code>\$f8 - \$f23</code>	<code>\$ft0 - \$ft15</code>	临时寄存器	否
<code>\$f24 - \$f31</code>	<code>\$fs0 - \$fs7</code>	静态寄存器	是

临时寄存器也被称为调用者保存寄存器。静态寄存器也被称为被调用者保存寄存器。

返回值寄存器的别名写法

在一些早期的 LoongArch 汇编代码中，您可能会见到形如 `$v0 $v1 $fv0 $fv1` 的寄存器写法：这些名字分别等价于 `$a0 $a1 $fa0 $fa1`。这些别名最初是仿照 MIPS 的分立传参、返回值寄存器写法而设计的。由于 LoongArch 实际并没有专门的返回值寄存器，这种写法反而会造成误解，因而不建议使用。

由于各下游项目的实现细节差异，给一个寄存器赋予多个 ABI 名字并不一定是简单的事情。新写作的处理 LoongArch 汇编语言的程序不应当实现该套别名。可移植的 LoongArch 汇编代码不应当使用该套别名。

NOTE

对于龙芯公司提供的工具链组件，迁移流程为：

设本规范生效时相应组件的当前版本为 N，

- 在版本 N 及其稳定分支（补丁版本）保留支持，
- 在版本 N+1 对该用法进行警告，
- 在版本 N+2 删除该用法的支持。

对于这些组件相应的上游项目，已进入上游的那部分如果存在对该用法的支持，则按上述流程进行，“版本 N”理解为第一次加入 LoongArch 支持的那个正式发布版本。对于暂未进入上

游，且不与预期必须使用该用法的其他组件交互的组件，上游版本将自始不支持该用法。

C 语言数据类型规格

Table 3. LP64 数据模型（对应基础 ABI 类型：lp64d lp64f lp64s）

标量类型	大小（字节）	对齐（字节）
bool / _Bool	1	1
unsigned char / char	1	1
unsigned short / short	2	2
unsigned int / int	4	4
unsigned long / long	8	8
unsigned long long / long long	8	8
指针类型	8	8
float	4	4
double	8	8
long double	16	16

Table 4. ILP32 数据模型（对应基础 ABI 类型：ilp32d ilp32f ilp32s）

标量类型	大小（字节）	对齐（字节）
bool / _Bool	1	1
unsigned char / char	1	1
unsigned short / short	2	2
unsigned int / int	4	4
unsigned long / long	4	4
unsigned long long / long long	8	8
指针类型	4	4
float	4	4
double	8	8
long double	16	16

对于任何基础 ABI 类型，char 默认是有符号类型。

ELF 目标文件

本节内容中关于 ELF 目标文件的通用格式定义 均参考 最新版本的 SysV gABI。

EI_CLASS: ELF 文件格式

Table 5. ELF 文件格式

EI_CLASS	枚举值	含义
ELFCLASS32	1	32 位 ELF 格式 (ELF32)
ELFCLASS64	2	64 位 ELF 格式 (ELF64)

e_machine: 体系结构 ID

LoongArch (258)

e_flags: ABI 类型和版本 ID

Table 6. e_flags 中的 ABI 相关位

[31:8] 位	[7:6] 位	[5:3] 位	[2:0] 位
(保留)	ABI 版本	ABI 扩展特性	基础 ABI 修饰符

EI_CLASS 和 e_flags[7:0] 完整确定了 ELF 目标文件使用的 ABI 类型。

其中，基础 ABI 类型由 EI_CLASS 和 e_flags[2:0] 共同标记，前者唯一确定了 C 语言整数和指针类型的表示（数据模型）和传参方式，后者则在此基础上表示其他基础 ABI 性质，如浮点类型传参方式，称为基础 ABI 修饰符。

因此，龙芯架构的 ELF64 / ELF32 目标文件分别仅用于编码 lp64* / ilp32* ABI 的程序。

0x0 0x4 0x5 0x6 0x7 为 e_flags[2:0] 的保留值。

Table 7. 基础 ABI 类型

基础 ABI 名称	EI_CLASS	基础 ABI 修饰符 (e_flags[2:0])	含义
lp64s	ELFCLASS64	0x1	使用 64 位通用寄存器和栈传参，数据模型为 LP64（long 和指针类型宽度为 64 位，int 为 32 位）
lp64f	ELFCLASS64	0x2	使用 64 位通用寄存器，32 位浮点寄存器和栈传参，数据模型为 LP64（long 和指针类型宽度为 64 位，int 为 32 位）
lp64d	ELFCLASS64	0x3	使用 64 位通用寄存器，64 位浮点寄存器和栈传参，数据模型为 LP64（long 和指针类型宽度为 64 位，int 为 32 位）

基础 ABI 名称	ELFCLASS	基础 ABI 修饰符 (<code>e_flags[2:0]</code>)	含义
<code>ilp32s</code>	ELFCLASS32	<code>0x1</code>	使用 32 位通用寄存器和栈传参，数据模型为 ILP32 (<code>int</code> , <code>long</code> 和指针类型宽度为 32 位)
<code>ilp32f</code>	ELFCLASS32	<code>0x2</code>	使用 32 位通用寄存器，32 位浮点寄存器和栈传参，数据模型为 ILP32 (<code>int</code> , <code>long</code> 和指针类型宽度为 32 位)
<code>ilp32d</code>	ELFCLASS32	<code>0x3</code>	使用 32 位通用寄存器，64 位浮点寄存器和栈传参，数据模型为 ILP32 (<code>int</code> , <code>long</code> 和指针类型宽度为 32 位)

`e_flags[5:3]` 标记了 ABI 扩展特性。

Table 8. ABI 扩展特性类型

ABI 扩展特性名称	<code>e_flags[5:3]</code>	含义
<code>base</code>	<code>0x0</code>	默认，无扩展特性
	<code>0x1 - 0x7</code>	保留值

`e_flags[7:6]` 标记了 ELF 目标文件使用的 ABI 版本。

Table 9. ABI 版本

ABI 版本	枚举值	描述
<code>v0</code>	<code>0x0</code>	支持具有栈操作语义的重定位类型
<code>v1</code>	<code>0x1</code>	支持指令立即数域语义的重定位类型，可以不兼容v0单独实现。
	<code>0x2 0x3</code>	保留值

重定位类型

Table 10. ELF 重定位类型

枚举值	名称	描述	语义
0	R_LARCH_NONE		
1	R_LARCH_32	动态符号地址解析	<code>*(int32_t *) PC = RtAddr + A</code>
2	R_LARCH_64	动态符号地址解析	<code>*(int64_t *) PC = RtAddr + A</code>
3	R_LARCH_RELATIVE	模块动态加载地址修正	<code>*(void **) PC = B + A</code>
4	R_LARCH_COPY	可执行映像数据动态填充	<code>memcpy (PC, RtAddr, sizeof (sym))</code>
5	R_LARCH_JMP_SLOT	PLT 跳转支持	由具体实现定义
6	R_LARCH_TLS_DTPMOD32	TLS-GD 动态重定位支持	<code>*(int32_t *) PC = ID of module defining sym</code>
7	R_LARCH_TLS_DTPMOD64	TLS-GD 动态重定位支持	<code>*(int64_t *) PC = ID of module defining sym</code>
8	R_LARCH_TLS_DTPREL32	TLS-GD 动态重定位支持	<code>*(int32_t *) PC = DTV-relative offset for sym</code>
9	R_LARCH_TLS_DTPREL64	TLS-GD 动态重定位支持	<code>*(int64_t *) PC = DTV-relative offset for sym</code>
10	R_LARCH_TLS_TPREL32	TLS-IE 动态重定位支持	<code>*(int32_t *) PC = T</code>
11	R_LARCH_TLS_TPREL64	TLS-IE 动态重定位支持	<code>*(int64_t *) PC = T</code>
12	R_LARCH_IRELATIVE	本地间接跳转解析	<code>*(void **) PC = (((void *) (*)()) (B + A)) ()</code>
... 动态链接器保留项			
20	R_LARCH_MARK_LA	标记 la.abs 宏指令	静态填充符号绝对地址
21	R_LARCH_MARK_PCREL	标记外部标签跳转	静态填充符号地址偏移量
22	R_LARCH_SOP_PUSH_PCREL	将符号相对地址压栈	<code>push (S - PC + A)</code>
23	R_LARCH_SOP_PUSH_ABSOLUTE	将常数或绝对地址压栈	<code>push (S + A)</code>
24	R_LARCH_SOP_PUSH_DUP	复制栈顶元素	<code>opr1 = pop (), push (opr1), push (opr1)</code>

枚举值	名称	描述	语义
25	R_LARCH_SOP_PUSH_GPREL	将符号的 GOT 表项偏移量压栈	push (G)
26	R_LARCH_SOP_PUSH_TLS_TPREL	将 TLS-LE 偏移量压栈	push (T)
27	R_LARCH_SOP_PUSH_TLS_GOT	将 TLS-IE 偏移量压栈	push (IE)
28	R_LARCH_SOP_PUSH_TLS_GD	将 TLS-GD 偏移量压栈	push (GD)
29	R_LARCH_SOP_PUSH_PLT_PCREL	将符号 PLT stub 的地址偏移量压栈	push (PLT - PC)
30	R_LARCH_SOP_ASSERT	断言栈顶元素为真	assert (pop ())
31	R_LARCH_SOP_NOT	栈顶运算	push (!pop ())
32	R_LARCH_SOP_SUB	栈顶运算	opr2 = pop (), opr1 = pop (), push (opr1 - opr2)
33	R_LARCH_SOP_SL	栈顶运算	opr2 = pop (), opr1 = pop (), push (opr1 << opr2)
34	R_LARCH_SOP_SR	栈顶运算	opr2 = pop (), opr1 = pop (), push (opr1 >> opr2)
35	R_LARCH_SOP_ADD	栈顶运算	opr2 = pop (), opr1 = pop (), push (opr1 + opr2)
36	R_LARCH_SOP_AND	栈顶运算	opr2 = pop (), opr1 = pop (), push (opr1 & opr2)
37	R_LARCH_SOP_IF_ELSE	栈顶运算	opr3 = pop (), opr2 = pop (), opr1 = pop (), push (opr1 ? opr2 : opr3)
38	R_LARCH_SOP_POP_32_S_10_5	指令立即数重定位	opr1 = pop (), (*(uint32_t *) PC) [14 ... 10] = opr1 [4 ... 0] 带 5 位有符号数溢出检测功能
39	R_LARCH_SOP_POP_32_U_10_12	指令立即数重定位	opr1 = pop (), (*(uint32_t *) PC) [21 ... 10] = opr1 [11 ... 0] 带 12 位无符号数溢出检测功能

枚举值	名称	描述	语义
40	R_LARCH_SOP_POP_32_S_1_0_12	指令立即数重定位	<pre>opr1 = pop (), (*(uint32_t *) PC) [21 ... 10] = opr1 [11 ... 0]</pre> <p>带 12 位有符号数溢出检测功能</p>
41	R_LARCH_SOP_POP_32_S_1_0_16	指令立即数重定位	<pre>opr1 = pop (), (*(uint32_t *) PC) [25 ... 10] = opr1 [15 ... 0]</pre> <p>带 16 位有符号数溢出检测功能</p>
42	R_LARCH_SOP_POP_32_S_1_0_16_S2	指令立即数重定位	<pre>opr1 = pop (), (*(uint32_t *) PC) [25 ... 10] = opr1 [17 ... 2]</pre> <p>带 18 位有符号数溢出和4字节对齐检测功能</p>
43	R_LARCH_SOP_POP_32_S_5_20	指令立即数重定位	<pre>opr1 = pop (), (*(uint32_t *) PC) [24 ... 5] = opr1 [19 ... 0]</pre> <p>带 20 位有符号数溢出检测功能</p>
44	R_LARCH_SOP_POP_32_S_0_5_10_16_S2	指令立即数重定位	<pre>opr1 = pop (), (*(uint32_t *) PC) [4 ... 0] = opr1 [22 ... 18],</pre> <pre>(*(uint32_t *) PC) [25 ... 10] = opr1 [17 ... 2]</pre> <p>带 23 位有符号数溢出和4字节对齐检测功能</p>
45	R_LARCH_SOP_POP_32_S_0_10_10_16_S2	指令立即数重定位	<pre>opr1 = pop (), (*(uint32_t *) PC) [9 ... 0] = opr1 [27 ... 18],</pre> <pre>(*(uint32_t *) PC) [25 ... 10] = opr1 [17 ... 2]</pre> <p>带 28 位有符号数溢出和4字节对齐检测功能</p>
46	R_LARCH_SOP_POP_32_U	指令修正	<pre>(*(uint32_t *) PC) = pop ()</pre> <p>带 32 位无符号数溢出检测功能</p>
47	R_LARCH_ADD_8	8 位原地加法	<pre>*(int8_t *) PC += S + A</pre>
48	R_LARCH_ADD_16	16 位原地加法	<pre>*(int16_t *) PC += S + A</pre>

枚举值	名称	描述	语义
49	R_LARCH_ADD 24	24 位原地加法	$*(\text{int}24_t *) \text{PC} += \text{S} + \text{A}$
50	R_LARCH_ADD 32	32 位原地加法	$*(\text{int}32_t *) \text{PC} += \text{S} + \text{A}$
51	R_LARCH_ADD 64	64 位原地加法	$*(\text{int}64_t *) \text{PC} += \text{S} + \text{A}$
52	R_LARCH_SUB 8	8 位原地减法	$*(\text{int}8_t *) \text{PC} -= \text{S} + \text{A}$
53	R_LARCH_SUB 16	16 位原地减法	$*(\text{int}16_t *) \text{PC} -= \text{S} + \text{A}$
54	R_LARCH_SUB 24	24 位原地减法	$*(\text{int}24_t *) \text{PC} -= \text{S} + \text{A}$
55	R_LARCH_SUB 32	32 位原地减法	$*(\text{int}32_t *) \text{PC} -= \text{S} + \text{A}$
56	R_LARCH_SUB 64	64 位原地减法	$*(\text{int}64_t *) \text{PC} -= \text{S} + \text{A}$
57	R_LARCH_GNU _VTINHERIT	GNU C++ vtable 支持	
58	R_LARCH_GNU _VTENTRY	GNU C++ vtable 支持	
... 保留项			
64	R_LARCH_B16	18 位相对 PC 跳转	$*(\text{uint}32_t *) \text{PC} [25 \dots 10] = (\text{S} + \text{A} - \text{PC}) [17 \dots 2]$ <p>带 18 位有符号数溢出和 4 字节对齐检测功能</p>
65	R_LARCH_B21	23 位相对 PC 跳转	$*(\text{uint}32_t *) \text{PC} [4 \dots 0] = (\text{S} + \text{A} - \text{PC}) [22 \dots 18],$ $*(\text{uint}32_t *) \text{PC} [25 \dots 10] = (\text{S} + \text{A} - \text{PC}) [17 \dots 2]$ <p>带 23 位有符号数溢出和 4 字节对齐检测功能</p>
66	R_LARCH_B26	28 位相对 PC 跳转	$*(\text{uint}32_t *) \text{PC} [9 \dots 0] = (\text{S} + \text{A} - \text{PC}) [27 \dots 18],$ $*(\text{uint}32_t *) \text{PC} [25 \dots 10] = (\text{S} + \text{A} - \text{PC}) [17 \dots 2]$ <p>带 28 位有符号数溢出和 4 字节对齐检测功能</p>
67	R_LARCH_ABS _HI20	32/64 位绝对地址的 [31 ... 12] 位	$*(\text{uint}32_t *) \text{PC} [24 \dots 5] = (\text{S} + \text{A}) [31 \dots 12]$

枚举值	名称	描述	语义
68	R_LARCH_ABS_L012	32/64 位绝对地址的 [11 ... 0] 位	$(*(uint32_t *) PC) [21 \dots 10] = (S+A) [11 \dots 0]$
69	R_LARCH_ABS_64_L020	64 位绝对地址 [51 ... 32] 位	$(*(uint32_t *) PC) [24 \dots 5] = (S+A) [51 \dots 32]$
70	R_LARCH_ABS_64_HI12	64 位绝对地址 [63 ... 52] 位	$(*(uint32_t *) PC) [21 \dots 10] = (S+A) [63 \dots 52]$
71	R_LARCH_PCALA_HI20	相对 PC 偏移 32/64 位的 [31 ... 12] 位	$(*(uint32_t *) PC) [24 \dots 5] = (((S+A) \& \sim 0xffff) - (PC \& \sim 0xffff)) [31 \dots 12]$ 注意：所有相对 PC 偏移计算都不包含低12位。
72	R_LARCH_PCALA_L012	32/64 位地址的 [11 ... 0] 位	$(*(uint32_t *) PC) [21 \dots 10] = (S+A) [11 \dots 0]$
73	R_LARCH_PCALA64_L020	相对 PC 偏移 64 位的 [51 ... 32] 位	$(*(uint32_t *) PC) [24 \dots 5] = (S+A - (PC \& \sim 0xffffffff)) [51 \dots 32]$
74	R_LARCH_PCALA64_HI12	相对 PC 偏移 64 位的 [63 ... 52] 位	$(*(uint32_t *) PC) [21 \dots 10] = (S+A - (PC \& \sim 0xffffffff)) [63 \dots 52]$
75	R_LARCH_GOT_PC_HI20	GOT 表项相对 PC 偏移 32/64 位的 [31 ... 12] 位	$(*(uint32_t *) PC) [24 \dots 5] = (((GP+G) \& \sim 0xffff) - (PC \& \sim 0xffff)) [31 \dots 12]$
76	R_LARCH_GOT_PC_L012	GOT 表项 32/64 位地址的 [11 ... 0] 位	$(*(uint32_t *) PC) [21 \dots 10] = (GP+G) [11 \dots 0]$
77	R_LARCH_GOT_64_PC_L020	GOT 表项相对 PC 偏移 64 位的 [51 ... 32] 位	$(*(uint32_t *) PC) [24 \dots 5] = (GP+G - (PC \& \sim 0xffffffff)) [51 \dots 32]$
78	R_LARCH_GOT_64_PC_HI12	GOT 表项相对 PC 偏移 64 位的 [63 ... 52] 位	$(*(uint32_t *) PC) [21 \dots 10] = (GP+G - (PC \& \sim 0xffffffff)) [63 \dots 52]$
79	R_LARCH_GOT_HI20	GOT 表项 32/64 位绝对地址的 [31 ... 12] 位	$(*(uint32_t *) PC) [24 \dots 5] = (GP+G) [31 \dots 12]$
80	R_LARCH_GOT_L012	GOT 表项 32/64 位绝对地址的 [11 ... 0] 位	$(*(uint32_t *) PC) [21 \dots 10] = (GP+G) [11 \dots 0]$
81	R_LARCH_GOT_64_L020	GOT 表项 64 位绝对地址的 [51 ... 32] 位	$(*(uint32_t *) PC) [24 \dots 5] = (GP+G) [51 \dots 32]$
82	R_LARCH_GOT_64_HI12	GOT 表项 64 位绝对地址的 [63 ... 52] 位	$(*(uint32_t *) PC) [21 \dots 10] = (GP+G) [63 \dots 52]$
83	R_LARCH_TLS_LE_HI20	TLS LE 符号相对 TP 寄存器偏移 32/64 位的 [31 ... 12] 位	$(*(uint32_t *) PC) [24 \dots 5] = T [31 \dots 12]$

枚举值	名称	描述	语义
84	R_LARCH_TLS_LE_L012	TLS LE 符号相对 TP 寄存器偏移 32/64 位的 [11 ... 0] 位	$(*(uint32_t *) PC) [21 \dots 10] = T [11 \dots 0]$
85	R_LARCH_TLS_LE64_L020	TLS LE 符号相对 TP 寄存器偏移 64 位的 [51 ... 32] 位	$(*(uint32_t *) PC) [24 \dots 5] = T [51 \dots 32]$
86	R_LARCH_TLS_LE64_HI12	TLS LE 符号相对 TP 寄存器偏移 64 位的 [63 ... 52] 位	$(*(uint32_t *) PC) [21 \dots 10] = T [63 \dots 52]$
87	R_LARCH_TLS_IE_PC_HI20	TLS IE 符号 GOT 表项相对 PC 偏移 32/64 位的 [31 ... 12] 位	$(*(uint32_t *) PC) [24 \dots 5] = (((GP+IE) \& \sim 0xffff) - (PC \& \sim 0xffff)) [31 \dots 12]$
88	R_LARCH_TLS_IE_PC_L012	TLS IE 符号 GOT 表项 32/64 位地址的 [11 ... 0] 位	$(*(uint32_t *) PC) [21 \dots 10] = (GP+IE) [11 \dots 0]$
89	R_LARCH_TLS_IE64_PC_L020	TLS IE 符号 GOT 表项相对 PC 偏移 64 位的 [51 ... 32] 位	$(*(uint32_t *) PC) [24 \dots 5] = (GP+IE - (PC \& \sim 0xffffffff)) [51 \dots 32]$
90	R_LARCH_TLS_IE64_PC_HI12	TLS IE 符号 GOT 表项相对 PC 偏移 64 位的 [63 ... 52] 位	$(*(uint32_t *) PC) [21 \dots 10] = (GP+IE - (PC \& \sim 0xffffffff)) [63 \dots 52]$
91	R_LARCH_TLS_IE_HI20	TLS IE 符号 GOT 表项 32/64 位绝对地址的 [31 ... 12] 位	$(*(uint32_t *) PC) [24 \dots 5] = (GP+IE) [31 \dots 12]$
92	R_LARCH_TLS_IE_L012	TLS IE 符号 GOT 表项 32/64 位绝对地址的 [11 ... 0] 位	$(*(uint32_t *) PC) [21 \dots 10] = (GP+IE) [11 \dots 0]$
93	R_LARCH_TLS_IE64_L020	TLS IE 符号 GOT 表项 64 位绝对地址的 [51 ... 32] 位	$(*(uint32_t *) PC) [24 \dots 5] = (GP+IE) [51 \dots 32]$
94	R_LARCH_TLS_IE64_HI12	TLS IE 符号 GOT 表项 64 位绝对地址的 [63 ... 52] 位	$(*(uint32_t *) PC) [21 \dots 10] = (GP+IE) [63 \dots 52]$
95	R_LARCH_TLS_LD_PC_HI20	TLS LD 符号 GOT 表项相对 PC 偏移 32/64 位的 [31 ... 12] 位	$(*(uint32_t *) PC) [24 \dots 5] = (((GP+GD) \& \sim 0xffff) - (PC \& \sim 0xffff)) [31 \dots 12]$
96	R_LARCH_TLS_LD_HI20	TLS LD 符号 GOT 表项 32/64 位绝对地址的 [31 ... 12] 位	$(*(uint32_t *) PC) [24 \dots 5] = (GP+IE) [31 \dots 12]$
97	R_LARCH_TLS_GD_PC_HI20	TLS GD 符号 GOT 表项相对 PC 偏移 32/64 位的 [31 ... 12] 位	$(*(uint32_t *) PC) [24 \dots 5] = (((GP+GD) \& \sim 0xffff) - (PC \& \sim 0xffff)) [31 \dots 12]$
98	R_LARCH_TLS_GD_HI20	TLS GD 符号 GOT 表项 32/64 位绝对地址的 [31 ... 12] 位	$(*(uint32_t *) PC) [24 \dots 5] = (GP+IE) [31 \dots 12]$
99	R_LARCH_32_PCREL	32 位相对 PC 偏移	$(*(uint32_t *) PC) = (S+A-PC) [31 \dots 0]$
100	R_LARCH_RELAX	在相同的地址和其它重定位成对使用, 标识指令可能被修改或删除(relaxed)。	

动态链接器路径

Table 11. 标准动态链接器路径列表：

基础 ABI 类型	ABI 扩展特性	操作系统 / C 库	ELF interpreter 路径
lp64d	base	Linux, Glibc	/lib64/ld-linux-loongarch-lp64d.so.1
lp64f	base	Linux, Glibc	/lib64/ld-linux-loongarch-lp64f.so.1
lp64s	base	Linux, Glibc	/lib64/ld-linux-loongarch-lp64s.so.1
ilp32d	base	Linux, Glibc	/lib32/ld-linux-loongarch-ilp32d.so.1
ilp32f	base	Linux, Glibc	/lib32/ld-linux-loongarch-ilp32f.so.1
ilp32s	base	Linux, Glibc	/lib32/ld-linux-loongarch-ilp32s.so.1

附录：版本修订历史

- **v1.00**

- 新增寄存器使用惯例、数据类型惯例和重定位类型列表；

- **v2.00**

- 新增 ILP32 数据模型说明；
- 新增返回值寄存器别名写法说明；
- 新增指令立即数域语义的重定位类型；
- 新增 ABI 规范修订时，工具链实现的指导迁移流程；
- 增加 SysV gABI 参考链接；
- 调整 asciidoc 代码风格；

- **v2.01**

- 调整关于 ABI 类型在 ELF 文件中编码方式的说明；
- 各表格统一添加表头；