fadd.d rd, rs1, rs2

f [rd] = f [rs1] + f [rs2]

双精度浮点加(Floating-point Add, Double-Precision). R-type, RV32D and RV64D.
把寄存器 f[*rs1*]和 f[*rs2*]中的双精度浮点数相加，并将舍入后的和写入 f[*rd*]。

31 25	24 20	19 15	14 12	11 7	6 0
0000001	rs2	rs1	rm	rd	1010011

---

fadd.s rd, rs1, rs2

f [rd] = f [rs1] + f [rs2]

单精度浮点加(Floating-point Add, Single-Precision). R-type, RV32F and RV64F.
把寄存器 f[*rs1*]和 f[*rs2*]中的单精度浮点数相加，并将舍入后的和写入 f[*rd*]。

31 25	24 20	19 15	14 12	11 7	6 0
0000000	rs2	rs1	rm	rd	1010011

---

fclass.d rd, rs1, rs2

x[rd] = classify$_d$(f[rs1])

双精度浮点分类(Floating-point Classify, Double-Precision). R-type, RV32D and RV64D.
把一个表示寄存器 f[*rs1*]中双精度浮点数类别的掩码写入 x[*rd*]中。关于如何解释写入 x[*rd*]的值，请参阅指令 **fclass.s** 的介绍。

31 25	24 20	19 15	14 12	11 7	6 0
1110001	00000	rs1	001	rd	1010011

---

fclass.s rd, rs1, rs2

x[rd] = classify$_s$(f[rs1])

单精度浮点分类(Floating-point Classify, Single-Precision). R-type, RV32F and RV64F.
把一个表示寄存器 f[*rs1*]中单精度浮点数类别的掩码写入 x[*rd*]中。x[*rd*]中有且仅有一位被置上，见下表。

x*[rd]*位	含义
0	f [*rs1*]为−∞。
1	f [*rs1*]是负规格化数。
2	f [*rs1*]是负的非规格化数。
3	f [*rs1*]是-0。
4	f [*rs1*]是+0。
5	f [*rs1*]是正的非规格化数。
6	f [*rs1*]是正的规格化数。
7	f [*rs1*]为+∞。
8	f [*rs1*]是信号(signaling)NaN。
9	f [*rs1*]是一个安静(quiet)NaN。

31 25	24 20	19 15	14 12	11 7	6 0
1110000	00000	rs1	001	rd	1010011

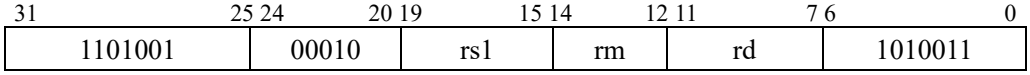
---

fcvt.d.l rd, rs1, rs2

f[rd] = $f64_{s64}$(x[rs1])

长整型向双精度浮点转换(Floating-point Convert to Double from Long). R-type, RV64D.

把寄存器 x[*rs1*]中的 64 位二进制补码表示的整数转化为双精度浮点数，再写入 f[*rd*]中。



31 25	24 20	19 15	14 12	11 7	6 0
1101001	00010	rs1	rm	rd	1010011

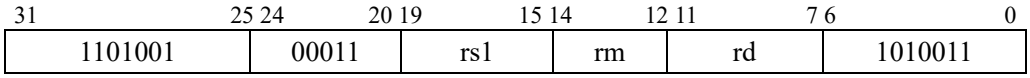
---

fcvt.d.lu rd, rs1, rs2

f[rd] = $f64_{u64}$(x[rs1])

无符号长整型向双精度浮点转换(Floating-point Convert to Double from Unsigned Long). R-type, RV64D.

把寄存器 x[*rs1*]中的 64 位无符号整数转化为双精度浮点数，再写入 f[*rd*]中。



31 25	24 20	19 15	14 12	11 7	6 0
1101001	00011	rs1	rm	rd	1010011

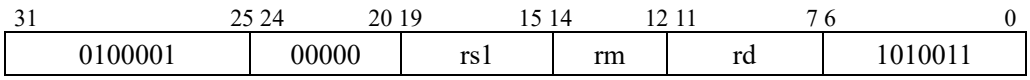
---

fcvt.d.s rd, rs1, rs2

f[rd] = $f64_{f32}$(f[rs1])

单精度向双精度浮点转换(Floating-point Convert to Double from Single). R-type, RV32D and RV64D.

把寄存器 f[*rs1*]中的单精度浮点数转化为双精度浮点数，再写入 f[*rd*]中。



31 25	24 20	19 15	14 12	11 7	6 0
0100001	00000	rs1	rm	rd	1010011

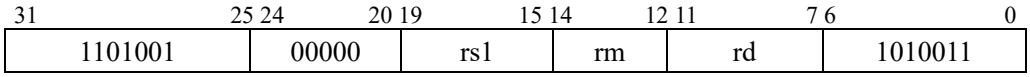
---

fcvt.d.w rd, rs1, rs2

f[rd] = $f64_{s32}$(x[rs1])

字向双精度浮点转换(Floating-point Convert to Double from Word). R-type, RV32D and RV64D.

把寄存器 x[*rs1*]中的 32 位二进制补码表示的整数转化为双精度浮点数，再写入 f[*rd*]中。



31 25	24 20	19 15	14 12	11 7	6 0
1101001	00000	rs1	rm	rd	1010011

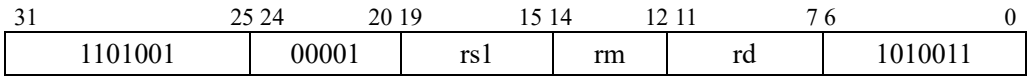
---

fcvt.d.wu rd, rs1, rs2

f[rd] = $f64_{u32}$(x[rs1])

无符号字向双精度浮点转换(Floating-point Convert to Double from Unsigned Word). R-type, RV32D and RV64D.

把寄存器 x[*rs1*]中的 32 位无符号整数转化为双精度浮点数，再写入 f[*rd*]中。



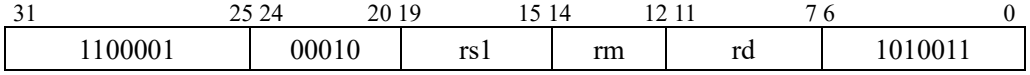
31 25	24 20	19 15	14 12	11 7	6 0
1101001	00001	rs1	rm	rd	1010011

---

fcvt.l.d rd, rs1, rs2

x[rd] = $s64_{f64}$(f[rs1])

双精度浮点向长整型转换*(Floating-point Convert to Long from Double)*. R-type, RV64D.
把寄存器 f[*rs1*]中的双精度浮点数转化为 64 位二进制补码表示的整数，再写入 x[*rd*]中。



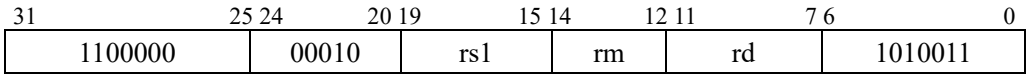
31 25	24 20	19 15	14 12	11 7	6 0
1100001	00010	rs1	rm	rd	1010011

---

fcvt.l.s rd, rs1, rs2

x[rd] = $s64_{f32}$(f[rs1])

单精度浮点向长整型转换*(Floating-point Convert to Long from Single)*. R-type, RV64F.
把寄存器 f[*rs1*]中的单精度浮点数转化为 64 位二进制补码表示的整数，再写入 x[*rd*]中。



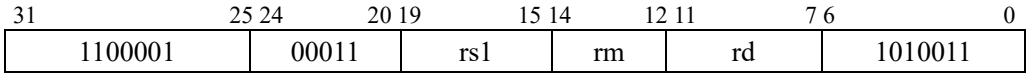
31 25	24 20	19 15	14 12	11 7	6 0
1100000	00010	rs1	rm	rd	1010011

---

fcvt.lu.d rd, rs1, rs2

x[rd] = $u64_{f64}$(f[rs1])

双精度浮点向无符号长整型转换*(Floating-point Convert to Unsigned Long from Double)*. R-type, RV64D.
把寄存器 f[*rs1*]中的双精度浮点数转化为 64 位无符号整数，再写入 x[*rd*]中。



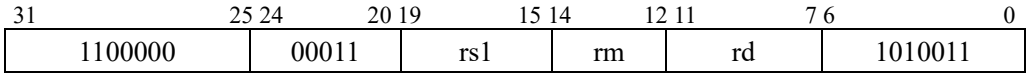
31 25	24 20	19 15	14 12	11 7	6 0
1100001	00011	rs1	rm	rd	1010011

---

fcvt.lu.s rd, rs1, rs2

x[rd] = $u64_{f32}$(f[rs1])

单精度浮点向无符号长整型转换*(Floating-point Convert to Unsigned Long from Single)*. R-type, RV64F.
把寄存器 f[*rs1*]中的单精度浮点数转化为 64 位二进制补码表示的整数，再写入 x[*rd*]中。



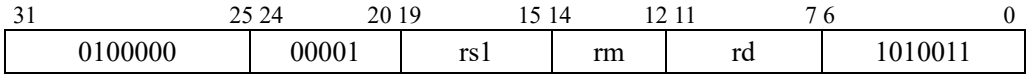
31 25	24 20	19 15	14 12	11 7	6 0
1100000	00011	rs1	rm	rd	1010011

---

fcvt.s.d rd, rs1, rs2

f[rd] = $f32_{f64}$(f[rs1])

双精度向单精度浮点转换*(Floating-point Convert to Single from Double)*. R-type, RV32D and RV64D.
把寄存器 f[*rs1*]中的双精度浮点数转化为单精度浮点数，再写入 f[*rd*]中。



31 25	24 20	19 15	14 12	11 7	6 0
0100000	00001	rs1	rm	rd	1010011

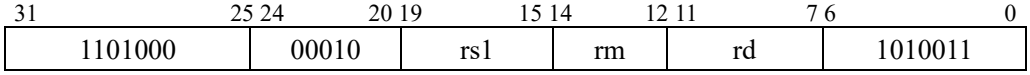
---

fcvt.s.l rd, rs1, rs2

f[rd] = $f32_{s64}$(x[rs1])

长整型向单精度浮点转换*(Floating-point Convert to Single from Long)*. R-type, RV64F.

把寄存器 x[*rs1*]中的 64 位二进制补码表示的整数转化为单精度浮点数，再写入 f[*rd*]中。



31 25	24 20	19 15	14 12	11 7	6 0
1101000	00010	rs1	rm	rd	1010011

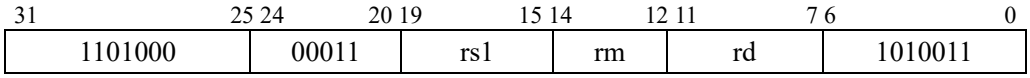
---

fcvt.s.lu rd, rs1, rs2

f[rd] = $f32_{u64}$(x[rs1])

无符号长整型向单精度浮点转换*(Floating-point Convert to Single from Unsigned Long)*. R-type, RV64F.

把寄存器 x[*rs1*]中的 64 位的无符号整数转化为单精度浮点数，再写入 f[*rd*]中。



31 25	24 20	19 15	14 12	11 7	6 0
1101000	00011	rs1	rm	rd	1010011

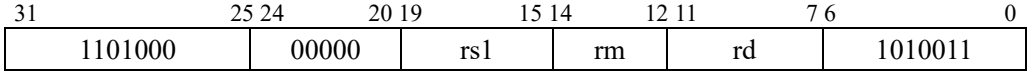
---

fcvt.s.w rd, rs1, rs2

f[rd] = $f32_{s32}$(x[rs1])

字向单精度浮点转换*(Floating-point Convert to Single from Word)*. R-type, RV32F and RV64F.

把寄存器 x[*rs1*]中的 32 位二进制补码表示的整数转化为单精度浮点数，再写入 f[*rd*]中。



31 25	24 20	19 15	14 12	11 7	6 0
1101000	00000	rs1	rm	rd	1010011

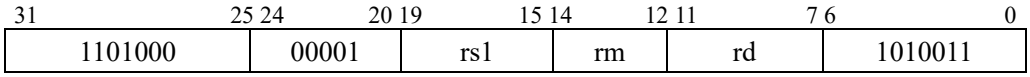
---

fcvt.s.wu rd, rs1, rs2

f[rd] = $f32_{u32}$(x[rs1])

无符号字向单精度浮点转换*(Floating-point Convert to Single from Unsigned Word)*. R-type, RV32F and RV64F.

把寄存器 x[*rs1*]中的 32 位无符号整数转化为单精度浮点数，再写入 f[*rd*]中。



31 25	24 20	19 15	14 12	11 7	6 0
1101000	00001	rs1	rm	rd	1010011

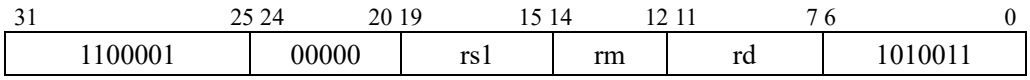
---

fcvt.w.d rd, rs1, rs2

x[rd] = sext($s32_{f64}$(f[rs1]))

双精度浮点向字转换*(Floating-point Convert to Word from Double)*. R-type, RV32D and RV64D.

把寄存器 f[*rs1*]中的双精度浮点数转化为 32 位二进制补码表示的整数，再写入 x[*rd*]中。



31 25	24 20	19 15	14 12	11 7	6 0
1100001	00000	rs1	rm	rd	1010011

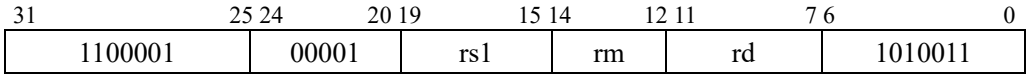
---

fcvt.wu.d rd, rs1, rs2

x[rd] = sext($u32_{f64}$(f[rs1]))

双精度浮点向无符号字转换(Floating-point Convert to Unsigned Word from Double). R-type, RV32D and RV64D.

把寄存器 f[*rs1*]中的双精度浮点数转化为 32 位无符号整数，再写入 x[*rd*]中。



31 25	24 20	19 15	14 12	11 7	6 0
1100001	00001	rs1	rm	rd	1010011

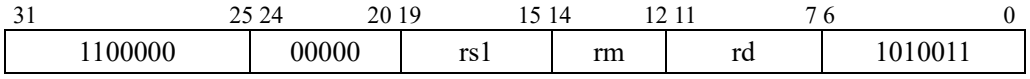
---

fcvt.w.s rd, rs1, rs2

x[rd] = sext($s32_{f32}$(f[rs1]))

单精度浮点向字转换(Floating-point Convert to Word from Single). R-type, RV32F and RV64F.

把寄存器 f[*rs1*]中的单精度浮点数转化为 32 位二进制补码表示的整数，再写入 x[*rd*]中。



31 25	24 20	19 15	14 12	11 7	6 0
1100000	00000	rs1	rm	rd	1010011

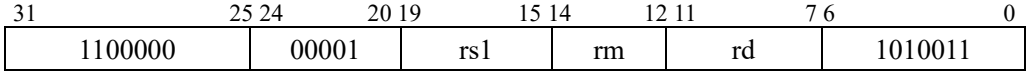
---

fcvt.wu.s rd, rs1, rs2

x[rd] = sext($u32_{f32}$(f[rs1]))

单精度浮点向无符号字转换(Floating-point Convert to Unsigned Word from Single). R-type, RV32F and RV64F.

把寄存器 f[*rs1*]中的单精度浮点数转化为 32 位无符号整数，再写入 x[*rd*]中。



31 25	24 20	19 15	14 12	11 7	6 0
1100000	00001	rs1	rm	rd	1010011

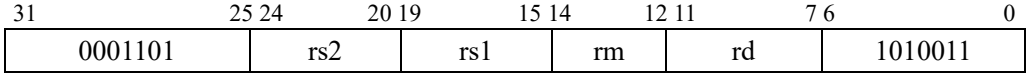
---

fdiv.d rd, rs1, rs2

f[rd] = f[rs1] ÷ f[rs2]

双精度浮点除法(Floating-point Divide, Double-Precision). R-type, RV32D and RV64D.

把寄存器 f[*rs1*]和 f[*rs2*]中的双精度浮点数相除，并将舍入后的商写入 f[*rd*]。



31 25	24 20	19 15	14 12	11 7	6 0
0001101	rs2	rs1	rm	rd	1010011

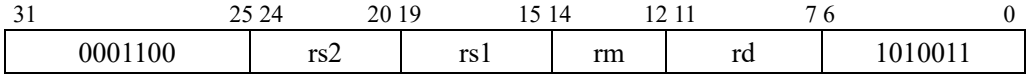
---

fdiv.s rd, rs1, rs2

f[rd] = f[rs1] ÷ f[rs2]

单精度浮点除法(Floating-point Divide, Single-Precision). R-type, RV32F and RV64F.

把寄存器 f[*rs1*]和 f[*rs2*]中的单精度浮点数相除，并将舍入后的商写入 f[*rd*]。



31 25	24 20	19 15	14 12	11 7	6 0
0001100	rs2	rs1	rm	rd	1010011

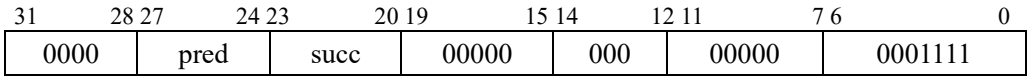
---

fence pred, succ

Fence(pred, succ)

同步内存和 I/O*(Fence Memory and I/O)*. I-type, RV32I and RV64I.

在后续指令中的内存和 I/O 访问对外部（例如其他线程）可见之前，使这条指令之前的内存及 I/O 访问对外部可见。比特中的第 3,2,1 和 0 位分别对应于设备输入，设备输出，内存读写。例如 **fence** r, rw，将前面读取与后面的读取和写入排序，使用 *pred* = 0010 和 *succ* = 0011 进行编码。如果省略了参数，则表示 **fence** iorw, iorw，即对所有访存请求进行排序。



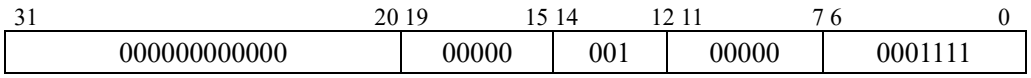
---

fence.i

Fence(Store, Fetch)

同步指令流*(Fence Instruction Stream)*. I-type, RV32I and RV64I.

使对内存指令区域的读写，对后续取指令可见。



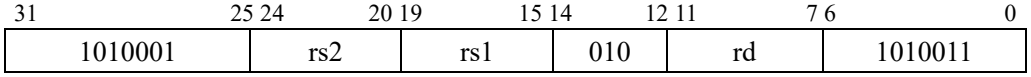
---

feq.d rd, rs1, rs2

x[rd] = f[rs1] == f[rs2]

双精度浮点相等*(Floating-point Equals, Double-Precision)*. R-type, RV32D and RV64D.

若寄存器 f[*rs1*]和 f[*rs2*]中的双精度浮点数相等，则在 x[*rd*]中写入 1，反之写 0。



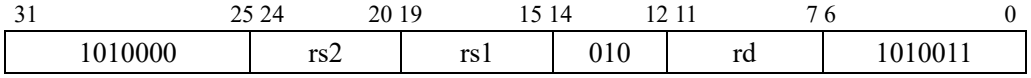
---

feq.s rd, rs1, rs2

x[rd] = f[rs1] == f[rs2]

单精度浮点相等*(Floating-point Equals, Single-Precision)*. R-type, RV32F and RV64F.

若寄存器 f[*rs1*]和 f[*rs2*]中的单精度浮点数相等，则在 x[*rd*]中写入 1，反之写 0。



---

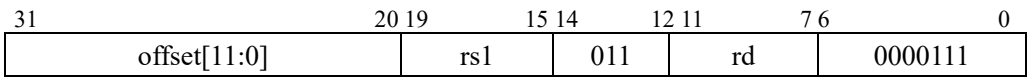
fld rd, offset(rs1)

f[rd] = M[x[rs1] + sext(offset)][63:0]

浮点加载双字*(Floating-point Load Doubleword)*. I-type, RV32D and RV64D.

从内存地址 x[*rs1*] + *sign-extend*(*offset*)中取双精度浮点数，并写入 f[*rd*]。

压缩形式：**c.fldsp** rd, offset; **c.fld** rd, offset(rs1)



---

fle.d rd, rs1, rs2

x[rd] = f[rs1] ≤ f[rs2]

双精度浮点小于等于*(Floating-point Less Than or Equal, Double-Precision)*. R-type, RV32D and RV64D.

若寄存器 f[*rs1*]中的双精度浮点数小于等于 f[*rs2*]中的双精度浮点数，则在 x[*rd*]中写入 1，反之写 0。

31 25	24 20	19 15	14 12	11 7	6 0
1010001	rs2	rs1	000	rd	1010011

---

fle.s rd, rs1, rs2

x[rd] = f[rs1] ≤ f[rs2]

单精度浮点小于等于*(Floating-point Less Than or Equal, Single-Precision)*. R-type, RV32F and RV64F.

若寄存器 f[*rs1*]中的单精度浮点数小于等于 f[*rs2*]中的单精度浮点数，则在 x[*rd*]中写入 1，反之写 0。

31 25	24 20	19 15	14 12	11 7	6 0
1010000	rs2	rs1	000	rd	1010011

---

fle.d rd, rs1, rs2

x[rd] = f[rs1] < f[rs2]

双精度浮点小于 *(Floating-point Less Than, Double-Precision)*. R-type, RV32D and RV64D.

若寄存器 f[*rs1*]中的双精度浮点数小于 f[*rs2*]中的双精度浮点数，则在 x[*rd*]中写入 1，反之写 0。

31 25	24 20	19 15	14 12	11 7	6 0
1010001	rs2	rs1	001	rd	1010011

---

fle.s rd, rs1, rs2

x[rd] = f[rs1] < f[rs2]

单精度浮点小于 *(Floating-point Less Than, Single-Precision)*. R-type, RV32F and RV64F.

若寄存器 f[*rs1*]中的单精度浮点数小于 f[*rs2*]中的单精度浮点数，则在 x[*rd*]中写入 1，反之写 0。

31 25	24 20	19 15	14 12	11 7	6 0
1010000	rs2	rs1	001	rd	1010011

---

flw rd, offset(rs1)

f[rd] = M[x[rs1] + sext(offset)][31:0]

浮点加载字*(Floating-point Load Word)*. I-type, RV32F and RV64F.

从内存地址 x[*rs1*] + *sign-extend*(*offset*)中取单精度浮点数，并写入 f[*rd*]。

压缩形式：**c.flwsp** rd, offset; **c.flw** rd, offset(rs1)

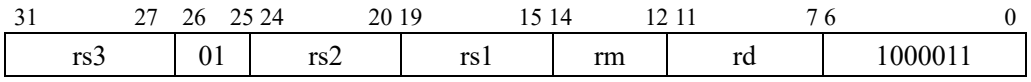
31 20	19 15	14 12	11 7	6 0
offset[11:0]	rs1	010	rd	0000111

---

fmadd.d rd, rs1, rs2, rs3 f[rd] = f[rs1]×f[rs2]+f[rs3]

双精度浮点乘加*(Floating-point Fused Multiply-Add, Double-Precision)*. R4-type, RV32D and RV64D.

把寄存器 f[*rs1*]和 f[*rs2*]中的双精度浮点数相乘，并将未舍入的积和寄存器 f[*rs3*]中的双精度浮点数相加，将舍入后的双精度浮点数写入 f[*rd*]。

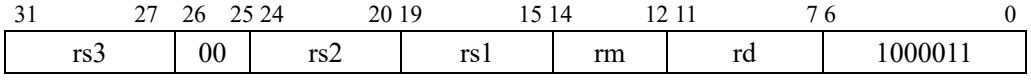


---

fmadd.s rd, rs1, rs2, rs3 f[rd] = f[rs1]×f[rs2]+f[rs3]

单精度浮点乘加*(Floating-point Fused Multiply-Add, Single-Precision)*. R4-type, RV32F and RV64F.

把寄存器 f[*rs1*]和 f[*rs2*]中的单精度浮点数相乘，并将未舍入的积和寄存器 f[*rs3*]中的单精度浮点数相加，将舍入后的单精度浮点数写入 f[*rd*]。

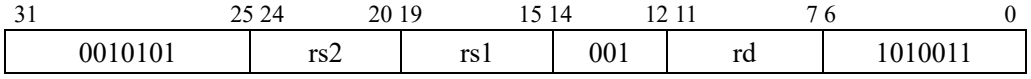


---

fmax.d rd, rs1, rs2 f[rd] = max(f[rs1], f[rs2])

双精度浮点最大值*(Floating-point Maximum, Double-Precision)*. R-type, RV32D and RV64D.

把寄存器 f[*rs1*]和 f[*rs2*]中的双精度浮点数中的较大值写入 f[*rd*]中。

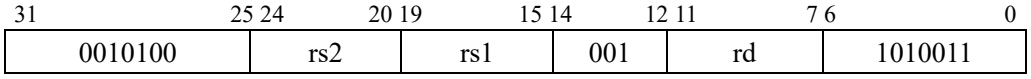


---

fmax.s rd, rs1, rs2 f[rd] = max(f[rs1], f[rs2])

单精度浮点最大值*(Floating-point Maximum, Single-Precision)*. R-type, RV32F and RV64F.

把寄存器 f[*rs1*]和 f[*rs2*]中的单精度浮点数中的较大值写入 f[*rd*]中。

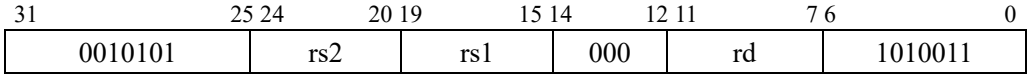


---

fmin.d rd, rs1, rs2 f[rd] = min(f[rs1], f[rs2])

双精度浮点最小值*(Floating-point Minimum, Double-Precision)*. R-type, RV32D and RV64D.

把寄存器 f[*rs1*]和 f[*rs2*]中的双精度浮点数中的较小值写入 f[*rd*]中。



---

fmin.s rd, rs1, rs2

f[rd] = min(f[rs1], f[rs2])

单精度浮点最小值*(Floating-point Minimum, Single-Precision)*. R-type, RV32F and RV64F.

把寄存器 f[*rs1*]和 f[*rs2*]中的单精度浮点数中的较小值写入 f[*rd*]中。

31 25	24 20	19 15	14 12	11 7	6 0
0010100	rs2	rs1	000	rd	1010011

---

fmsub.d rd, rs1, rs2, rs3

f[rd] = f[rs1]×f[rs2]-f[rs3]

双精度浮点乘减*(Floating-point Fused Multiply-Subtract, Double-Precision)*. R4-type, RV32D and RV64D.

把寄存器 f[*rs1*]和 f[*rs2*]中的双精度浮点数相乘，并将未舍入的积减去寄存器 f[*rs3*]中的双精度浮点数，将舍入后的双精度浮点数写入 f[*rd*]。

31 27	26 25	24 20	19 15	14 12	11 7	6 0
rs3	01	rs2	rs1	rm	rd	1000111

---

fmsub.s rd, rs1, rs2, rs3

f[rd] = f[rs1]×f[rs2]-f[rs3]

单精度浮点乘减*(Floating-point Fused Multiply-Subtarct, Single-Precision)*. R4-type, RV32F and RV64F.

把寄存器 f[*rs1*]和 f[*rs2*]中的单精度浮点数相乘，并将未舍入的积减去寄存器 f[*rs3*]中的单精度浮点数，将舍入后的单精度浮点数写入 f[*rd*]。

31 27	26 25	24 20	19 15	14 12	11 7	6 0
rs3	00	rs2	rs1	rm	rd	1000111

---

fmul.d rd, rs1, rs2

f[rd] = f[rs1] × f[rs2]

双精度浮点乘*(Floating-point Multiply, Double-Precision)*. R-type, RV32D and RV64D.

把寄存器 f[*rs1*]和 f[*rs2*]中的双精度浮点数相乘，将舍入后的双精度结果写入 f[*rd*]中。

31 25	24 20	19 15	14 12	11 7	6 0
0001001	rs2	rs1	rm	rd	1010011

---

fmul.s rd, rs1, rs2

f[rd] = f[rs1] × f[rs2]

单精度浮点乘*(Floating-point Multiply, Single-Precision)*. R-type, RV32F and RV64F.

把寄存器 f[*rs1*]和 f[*rs2*]中的单精度浮点数相乘，将舍入后的单精度结果写入 f[*rd*]中。

31 25	24 20	19 15	14 12	11 7	6 0
0001000	rs2	rs1	rm	rd	1010011

---

fmv.d rd, rs1

f[rd] = f[rs1]

双精度浮点移动 (Floating-point Move). *伪指令*(Pesudoinstruction), RV32D and RV64D.
把寄存器 f[*rs1*]中的双精度浮点数复制到 f[*rd*]中，等同于 **fsgnj.d** rd, rs1, rs1.

---

fmv.d.x rd, rs1, rs2

f[rd] = x[rs1][63:0]

双精度浮点移动(Floating-point Move Doubleword from Integer). R-type, RV64D.
把寄存器 x[*rs1*]中的双精度浮点数复制到 f[*rd*]中。

31 25	24 20	19 15	14 12	11 7	6 0
1111001	00000	rs1	000	rd	1010011

---

fmv.s rd, rs1

f[rd] = f[rs1]

单精度浮点移动 (Floating-point Move). *伪指令*(Pesudoinstruction), RV32F and RV64F.
把寄存器 f[*rs1*]中的单精度浮点数复制到 f[*rd*]中，等同于 **fsgnj.s** rd, rs1, rs1.

---

fmv.d.x rd, rs1, rs2

f[rd] = x[rs1][31:0]

单精度浮点移动(Floating-point Move Word from Integer). R-type, RV32F and RV64F.
把寄存器 x[*rs1*]中的单精度浮点数复制到 f[*rd*]中。

31 25	24 20	19 15	14 12	11 7	6 0
1111000	00000	rs1	000	rd	1010011

---

fmv.x.d rd, rs1, rs2

x[rd] = f[rs1][63:0]

双精度浮点移动(Floating-point Move Doubleword to Integer). R-type, RV64D.
把寄存器 f[*rs1*]中的双精度浮点数复制到 x[*rd*]中。

31 25	24 20	19 15	14 12	11 7	6 0
1110001	00000	rs1	000	rd	1010011

---

fmv.x.w rd, rs1, rs2

x[rd] = sext(f[rs1][31:0])

单精度浮点移动(Floating-point Move Word to Integer). R-type, RV32F and RV64F.
把寄存器 f[*rs1*]中的单精度浮点数复制到 x[*rd*]中，对于 RV64F，将结果进行符号扩展。

31 25	24 20	19 15	14 12	11 7	6 0
1110000	00000	rs1	000	rd	1010011

---

fneg.d rd, rs1 f[rd] = -f[rs1]

双精度浮点取反 *(Floating-point Negate)*. 伪指令(Pesudoinstruction), RV32D and RV64D.
把寄存器 f[*rs1*]中的双精度浮点数取反后写入 f[*rd*]中，等同于 **fsgnjn.d** rd, rs1, rs1.

---

fneg.s rd, rs1 f[rd] = -f[rs1]

单精度浮点取反 *(Floating-point Negate)*. 伪指令(Pesudoinstruction), RV32F and RV64F.
把寄存器 f[*rs1*]中的单精度浮点数取反后写入 f[*rd*]中，等同于 **fsgnjn.s** rd, rs1, rs1.

---

fnmadd.d rd, rs1, rs2, rs3 f[rd] = f[rs1]×f[rs2]+f[rs3]

双精度浮点乘取反加*(Floating-point Fused Negative Multiply-Add, Double-Precision)*. R4-type, RV32D and RV64D.
把寄存器 f[*rs1*]和 f[*rs2*]中的双精度浮点数相乘，将结果取反，并将未舍入的积和寄存器 f[*rs3*]中的双精度浮点数相加，将舍入后的双精度浮点数写入 f[*rd*]。

31 27	26 25	24 20	19 15	14 12	11 7	6 0
rs3	01	rs2	rs1	rm	rd	1001111

---

fnmadd.s rd, rs1, rs2, rs3 f[rd] = -f[rs1]_f[rs2]-f[rs3]

单精度浮点乘取反加*(Floating-point Fused Negative Multiply-Add, Single-Precision)*. R4-type, RV32F and RV64F.
把寄存器 f[*rs1*]和 f[*rs2*]中的单精度浮点数相乘，将结果取反，并将未舍入的积和寄存器 f[*rs3*]中的单精度浮点数相加，将舍入后的单精度浮点数写入 f[*rd*]。

31 27	26 25	24 20	19 15	14 12	11 7	6 0
rs3	00	rs2	rs1	rm	rd	1001111

---

fnmsub.d rd, rs1, rs2, rs3 f[rd] = -f[rs1]_f[rs2]+f[rs3]

双精度浮点乘取反减*(Floating-point Fused Negative Multiply-Subtract, Double-Precision)*. R4-type, RV32D and RV64D.
把寄存器 f[*rs1*]和 f[*rs2*]中的双精度浮点数相乘，将结果取反，并将未舍入的积减去寄存器 f[*rs3*]中的双精度浮点数，将舍入后的双精度浮点数写入 f[*rd*]。

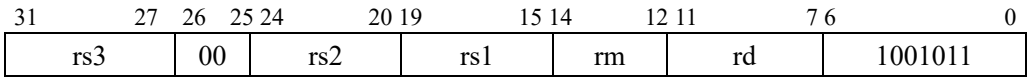
31 27	26 25	24 20	19 15	14 12	11 7	6 0
rs3	01	rs2	rs1	rm	rd	1001011

---

fnmsub.s rd, rs1, rs2, rs3 f[rd] = -f[rs1]×f[rs2]+f[rs3]

单精度浮点乘取反减*(Floating-point Fused Negative Multiply-Subtract, Single-Precision)*. R4-type, RV32F and RV64F.

把寄存器 f[*rs1*]和 f[*rs2*]中的单精度浮点数相乘，将结果取反，并将未舍入的积减去寄存器 f[*rs3*]中的单精度浮点数，将舍入后的单精度浮点数写入 f[*rd*]。



---

frcsr rd x[rd] = CSRs[fcsr]

浮点读控制状态寄存器 *(Floating-point Read Control and Status Register)*. 伪指令(Pseudoinstruction), RV32F and RV64F.

把浮点控制状态寄存器的值写入 x[*rd*]，等同于 **csrrs** rd, fcsr, x0.

---

frflags rd x[rd] = CSRs[fflags]

浮点读异常标志 *(Floating-point Read Exception Flags)*. 伪指令(Pseudoinstruction), RV32F and RV64F.

把浮点异常标志的值写入 x[*rd*]，等同于 **csrrs** rd, fflags, x0.

---

frrm rd x[rd] = CSRs[frm]

浮点读舍入模式 *(Floating-point Read Rounding Mode)*. 伪指令(Pseudoinstruction), RV32F and RV64F.

把浮点舍入模式的值写入 x[*rd*]，等同于 **csrrs** rd, frm, x0.

---

fscsr rd, rs1 t = CSRs[fcsr]; CSRs[fcsr] = x[rs1]; x[rd] = t

浮点换出控制状态寄存器 *(Floating-point Swap Control and Status Register)*. 伪指令(Pseudoinstruction), RV32F and RV64F.

把寄存器 x[*rs1*]的值写入浮点控制状态寄存器，并将浮点控制状态寄存器的原值写入 x[*rd*]，等同于 **csrrw** rd, fcsr, rs1。*rd* 默认为 x0。

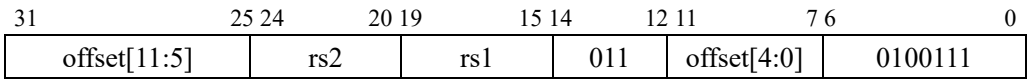
---

fsd rs2, offset(rs1) M[x[rs1] + sext(offset)] = f[rs2][63:0]

双精度浮点存储*(Floating-point Store Doubleword)*. S-type, RV32D and RV64D.

将寄存器 f[*rs2*]中的双精度浮点数存入内存地址 x[*rs1*] + *sign-extend*(*offset*)中。

压缩形式：**c.fsdsp** rs2, offset; **c.fsd** rs2, offset(rs1)



---

fsflags rd, rs1 t = CSRs[fflags]; CSRs[fflags] = x[rs1]; x[rd] = t

浮点换出异常标志 *(Floating-point Swap Exception Flags)*. 伪指令(Pseudoinstruction), RV32F and RV64F.

把寄存器 x[*rs1*]的值写入浮点异常标志寄存器，并将浮点异常标志寄存器的原值写入 x[*rd*]，等同于 **csrrw** rd, fflags, rs1。*rd* 默认为 x0。

---

fsgnj.d rd, rs1, rs2 f[rd] = {f[rs2][63], f[rs1][62:0]}

双精度浮点符号注入*(Floating-point Sign Inject, Double-Precision)*. R-type, RV32D and RV64D.

用 f[*rs1*]指数和有效数以及 f[*rs2*]的符号的符号位，来构造一个新的双精度浮点数，并将其写入 f[*rd*]。

31 25	24 20	19 15	14 12	11 7	6 0
0010001	rs2	rs1	000	rd	1010011

---

fsgnj.s rd, rs1, rs2 f[rd] = {f[rs2][31], f[rs1][30:0]}

单精度浮点符号注入*(Floating-point Sign Inject, Single-Precision)*. R-type, RV32F and RV64F.

用 f[*rs1*]指数和有效数以及 f[*rs2*]的符号的符号位，来构造一个新的单精度浮点数，并将其写入 f[*rd*]。

31 25	24 20	19 15	14 12	11 7	6 0
0010000	rs2	rs1	000	rd	1010011

---

fsgnjn.d rd, rs1, rs2 f[rd] = {~f[rs2][63], f[rs1][62:0]}

双精度浮点符号取反注入*(Floating-point Sign Inject-Negate, Double-Precision)*. R-type, RV32D and RV64D.

用 f[*rs1*]指数和有效数以及 f[*rs2*]的符号的符号位取反，来构造一个新的双精度浮点数，并将其写入 f[*rd*]。

31 25	24 20	19 15	14 12	11 7	6 0
0010001	rs2	rs1	001	rd	1010011

---

fsgnjn.s rd, rs1, rs2 f[rd] = {~f[rs2][31], f[rs1][30:0]}

单精度浮点符号取反注入*(Floating-point Sign Inject-Negate, Single-Precision)*. R-type, RV32F and RV64F.

用 f[*rs1*]指数和有效数以及 f[*rs2*]的符号的符号位取反，来构造一个新的单精度浮点数，并将其写入 f[*rd*]。

31 25	24 20	19 15	14 12	11 7	6 0
0010000	rs2	rs1	001	rd	1010011

---

fsgnjx.d rd, rs1, rs2 f[rd] = {f[rs1][63] ^ f[rs2][63], f[rs1][62:0]}

双精度浮点符号异或注入*(Floating-point Sign Inject-XOR, Double-Precision)*. R-type, RV32D and RV64D.

用 f[*rs1*]指数和有效数以及 f[*rs1*]和 f[*rs2*]的符号的符号位异或，来构造一个新的双精度浮点数，并将其写入 f[*rd*]。

31 25	24 20	19 15	14 12	11 7	6 0
0010001	rs2	rs1	010	rd	1010011

---

fsgnjx.s rd, rs1, rs2 f[rd] = {f[rs1][31] ^ f[rs2][31], f[rs1][30:0]}

单精度浮点符号异或注入*(Floating-point Sign Inject-XOR, Single-Precision)*. R-type, RV32F and RV64F.

用 f[*rs1*]指数和有效数以及 f[*rs1*]和 f[*rs2*]的符号的符号位异或，来构造一个新的单精度浮点数，并将其写入 f[*rd*]。

31 25	24 20	19 15	14 12	11 7	6 0
0010000	rs2	rs1	010	rd	1010011

---

fsqrt.d rd, rs1, rs2 f[rd] =$\sqrt{\text{f[rs1]}}$

双精度浮点平方根*(Floating-point Square Root, Double-Precision)*. R-type, RV32D and RV64D.

将 f[*rs1*]中的双精度浮点数的平方根舍入和写入 f[*rd*]。

31 25	24 20	19 15	14 12	11 7	6 0
0101101	00000	rs1	rm	rd	1010011

---

fsqrt.s rd, rs1, rs2 f[rd] =$\sqrt{\text{f[rs1]}}$

单精度浮点平方根*(Floating-point Square Root, Single-Precision)*. R-type, RV32F and RV64F.

将 f[*rs1*]中的单精度浮点数的平方根舍入和写入 f[*rd*]。

31 25	24 20	19 15	14 12	11 7	6 0
0101100	00000	rs1	rm	rd	1010011

---

fsrm rd, rs1 t = CSRs[frm]; CSRs[frm] = x[rs1]; x[rd] = t

浮点换出舍入模式 *(Floating-point Swap Rounding Mode)*. 伪指令(Pseudoinstruction), RV32F and RV64F.

把寄存器 x[*rs1*]的值写入浮点舍入模式寄存器，并将浮点舍入模式寄存器的原值写入 x[*rd*]，等同于 **csrrw** rd, frm, rs1。*rd* 默认为 x0。

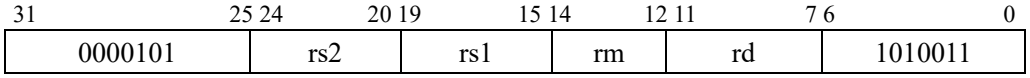
---

fsub.d rd, rs1, rs2

f[rd] = f[rs1] - f[rs2]

双精度浮点减*(Floating-point Subtract, Double-Precision)*. R-type, RV32D and RV64D.

把寄存器 f[*rs1*]和 f[*rs2*]中的双精度浮点数相减，并将舍入后的差写入 f[*rd*]。



31 25	24 20	19 15	14 12	11 7	6 0
0000101	rs2	rs1	rm	rd	1010011

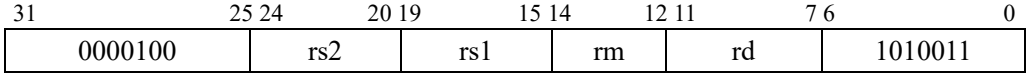
---

fsub.s rd, rs1, rs2

f[rd] = f[rs1] - f[rs2]

单精度浮点减*(Floating-point Subtract, Single-Precision)*. R-type, RV32F and RV64F.

把寄存器 f[*rs1*]和 f[*rs2*]中的单精度浮点数相减，并将舍入后的差写入 f[*rd*]。



31 25	24 20	19 15	14 12	11 7	6 0
0000100	rs2	rs1	rm	rd	1010011

---

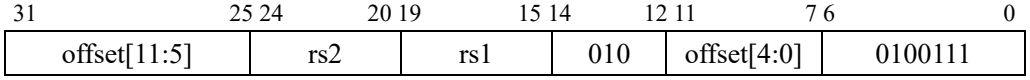
fsw rs2, offset(rs1)

M[x[rs1] + sext(offset)] = f[rs2][31:0]

单精度浮点存储*(Floating-point Store Word)*. S-type, RV32F and RV64F.

将寄存器 f[*rs2*]中的单精度浮点数存入内存地址 x[*rs1*] + *sign-extend*(*offset*)中。

压缩形式：**c.fswsp** rs2, offset; **c.fsw** rs2, offset(rs1)



31 25	24 20	19 15	14 12	11 7	6 0
offset[11:5]	rs2	rs1	010	offset[4:0]	0100111

---

j offset

pc += sext(offset)

跳转 *(Jump)*. 伪指令(Pseudoinstruction), RV32I and RV64I.

把 *pc* 设置为当前值加上符号位扩展的 *offset*，等同于 **jal** x0, offset.

---

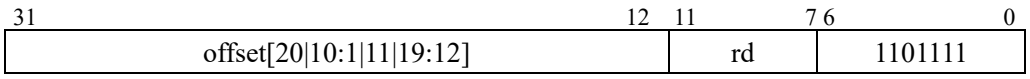
jal rd, offset

x[rd] = pc+4; pc += sext(offset)

跳转并链接 *(Jump and Link)*. J-type, RV32I and RV64I.

把下一条指令的地址(*pc+4*)，然后把 *pc* 设置为当前值加上符号位扩展的 *offset*。*rd* 默认为 x1。

压缩形式：**c.j** offset; **c.jal** offset



31 12	11 7	6 0
offset[20|10:1|11|19:12]	rd	1101111

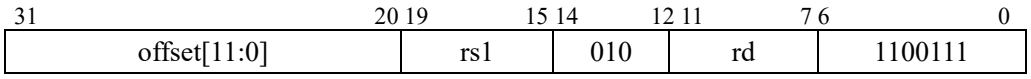
---

jalr rd, offset(rs1)　　t =pc+4; pc=(x[rs1]+sext(offset))&~1; x[rd]=t

跳转并寄存器链接 *(Jump and Link Register)*. I-type, RV32I and RV64I.

把 *pc* 设置为 x[*rs1*]+*sign-extend*(*offset*)，把计算出的地址的最低有效位设为 0，并将原 *pc+4* 的值写入 f[*rd*]。*rd* 默认为 x1。

压缩形式：**c.jr** rs1; **c.jalr** rs1



---

jr rs1　　pc = x[rs1]

寄存器跳转 *(Jump Register)*. 伪指令(Pseudoinstruction), RV32I and RV64I.

把 *pc* 设置为 x[*rs1*]，等同于 **jalr** x0, 0(rs1)。

---

la rd, symbol　　x[rd] = &symbol

地址加载 *(Load Address)*. 伪指令(Pseudoinstruction), RV32I and RV64I.

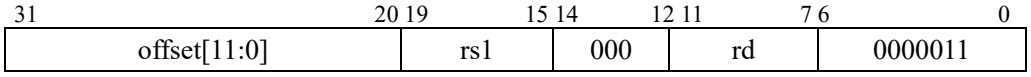
将 *symbol* 的地址加载到 x[*rd*]中。当编译位置无关的代码时，它会被扩展为对全局偏移量表(Global Offset Table)的加载。对于 RV32I，等同于执行 **auipc** rd, offsetHi，然后是 **lw** rd, offsetLo(rd)；对于 RV64I，则等同于 **auipc** rd，offsetHi 和 **ld** rd, offsetLo(rd)。如果 offset 过大，开始的算加载地址的指令会变成两条，先是 **auipc** rd, offsetHi 然后是 **addi** rd, rd, offsetLo。

---

lb rd, offset(rs1)　　x[rd] = sext(M[x[rs1] + sext(offset)][7:0])

字节加载 *(Load Byte)*. I-type, RV32I and RV64I.

从地址 x[*rs1*] + *sign-extend*(*offset*)读取一个字节，经符号位扩展后写入 x[*rd*]。

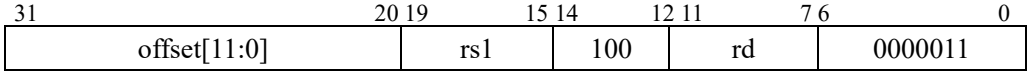


---

lbu rd, offset(rs1)　　x[rd] = M[x[rs1] + sext(offset)][7:0]

无符号字节加载 *(Load Byte, Unsigned)*. I-type, RV32I and RV64I.

从地址 x[*rs1*] + *sign-extend*(*offset*)读取一个字节，经零扩展后写入 x[*rd*]。



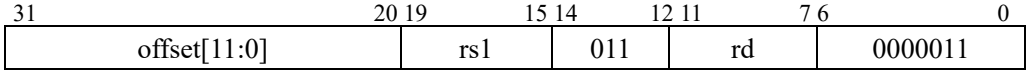
---

ld rd, offset(rs1)　　x[rd] = M[x[rs1] + sext(offset)][63:0]

双字加载 *(Load Doubleword)*. I-type, RV32I and RV64I.

从地址 x[*rs1*] + *sign-extend*(*offset*)读取八个字节，写入 x[*rd*]。

压缩形式：**c.ldsp** rd, offset; **c.ld** rd, offset(rs1)

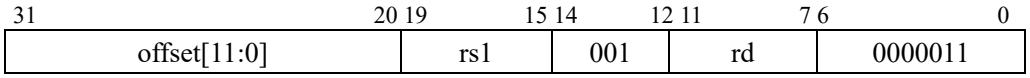


---

lh rd, offset(rs1)　　x[rd] = sext(M[x[rs1] + sext(offset)][15:0])

半字加载 *(Load Halfword)*. I-type, RV32I and RV64I.

从地址 x[*rs1*] + *sign-extend*(*offset*)读取两个字节，经符号位扩展后写入 x[*rd*]。

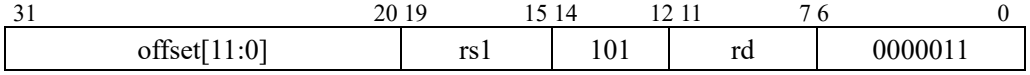


---

lhu rd, offset(rs1)　　x[rd] = M[x[rs1] + sext(offset)][15:0]

无符号半字加载 *(Load Halfword, Unsigned)*. I-type, RV32I and RV64I.

从地址 x[*rs1*] + *sign-extend*(*offset*)读取两个字节，经零扩展后写入 x[*rd*]。



---

li rd, immediate　　x[rd] = immediate

立即数加载 *(Load Immediate)*. 伪指令(Pseudoinstruction), RV32I and RV64I.

使用尽可能少的指令将常量加载到 x[*rd*]中。在 RV32I 中，它等同于执行 **lui** 和/或 **addi**；对于 RV64I，会扩展为这种指令序列 **lui, addi, slli, addi, slli, addi ,slli, addi**。

---

lla rd, symbol　　x[rd] = &symbol

本地地址加载 *(Load Local Address)*. 伪指令(Pseudoinstruction), RV32I and RV64I.

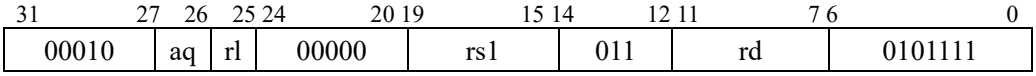
将 *symbol* 的地址加载到 x[*rd*]中。等同于执行 **auipc** rd, offsetHi，然后是 **addi** rd, rd, offsetLo。

---

lr.d rd, (rs1)　　x[rd] = LoadReserved64(M[x[rs1]])

加载保留双字*(Load-Reserved Doubleword)*. R-type, RV64A.

从内存中地址为 x[*rs1*]中加载八个字节，写入 x[*rd*]，并对这个内存双字注册保留。



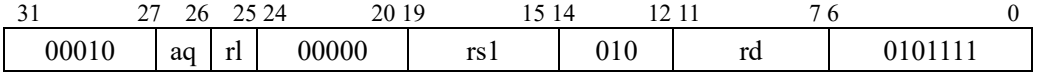
---

lr.w rd, (rs1)

x[rd] = LoadReserved32(M[x[rs1]])

加载保留字*(Load-Reserved Word)*. R-type, RV32A and RV64A.

从内存中地址为 x[*rs1*]中加载四个字节，符号位扩展后写入 x[*rd*]，并对这个内存字注册保留。



---

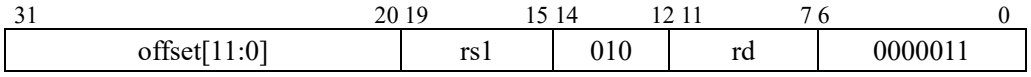
lw rd, offset(rs1)

x[rd] = sext(M[x[rs1] + sext(offset)][31:0])

字加载 *(Load Word)*. I-type, RV32I and RV64I.

从地址 x[*rs1*] + *sign-extend*(*offset*)读取四个字节，写入 x[*rd*]。对于 RV64I，结果要进行符号位扩展。

压缩形式：**c.lwsp** rd, offset; **c.lw** rd, offset(rs1)



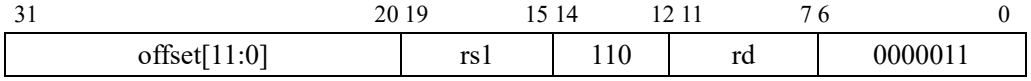
---

lwu rd, offset(rs1)

x[rd] = M[x[rs1] + sext(offset)][31:0]

无符号字加载 *(Load Word, Unsigned)*. I-type, RV64I.

从地址 x[*rs1*] + *sign-extend*(*offset*)读取四个字节，零扩展后写入 x[*rd*]。



---

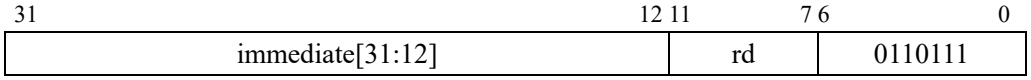
lui rd, immediate

x[rd] = sext(immediate[31:12] << 12)

高位立即数加载 *(Load Upper Immediate)*. U-type, RV32I and RV64I.

将符号位扩展的 20 位立即数 *immediate* 左移 12 位，并将低 12 位置零，写入 x[*rd*]中。

压缩形式：**c.lui** rd, imm



---

mret

ExceptionReturn(Machine)

机器模式异常返回*(Machine-mode Exception Return)*. R-type, RV32I and RV64I 特权架构

从机器模式异常处理程序返回。将 *pc* 设置为 CSRs[mepc]，将特权级设置成 CSRs[mstatus].MPP, CSRs[mstatus].MIE 置成 CSRs[mstatus].MPIE，并且将 CSRs[mstatus].MPIE 为 1;并且，如果支持用户模式，则将 CSR [mstatus].MPP 设置为 0。