

# 指令机器码

计33 伍一鸣 2012011347

计33 杜华峰 2013011354

计33 郭栋 2013011334

2016 年 7 月 16 日

## 目录

|                    |          |
|--------------------|----------|
| <b>1 指令机器码</b>     | <b>2</b> |
| 1.1 逻辑操作 . . . . . | 2        |
| 1.2 移位操作 . . . . . | 4        |
| 1.3 移动操作 . . . . . | 6        |
| 1.4 算术操作 . . . . . | 7        |
| 1.5 转移指令 . . . . . | 9        |
| 1.6 存储指令 . . . . . | 11       |
| 1.7 空指令 . . . . .  | 11       |

## 1 指令机器码

rd,rs,rt均为寄存器

## 1.1 逻辑操作

|      |                                |       |       |       |       |        |
|------|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 指令编码 | 31-26                          | 25-21 | 20-16 | 15-11 | 10-6  | 5-0    |
|      | 000000                         | rs    | rt    | rd    | 00000 | 100100 |
| 指令格式 | AND rd rs rt                   |       |       |       |       |        |
| 指令功能 | $R[d] \leftarrow R[s] \& R[t]$ |       |       |       |       |        |
| 功能说明 | 将rs 与rt 的值相与后的结果保存至rd 中        |       |       |       |       |        |

|      |                                  |       |       |       |       |        |
|------|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 指令编码 | 31-26                            | 25-21 | 20-16 | 15-11 | 10-6  | 5-0    |
|      | 000000                           | rs    | rt    | rd    | 00000 | 100101 |
| 指令格式 | OR rd rs rt                      |       |       |       |       |        |
| 指令功能 | $R[d] \leftarrow R[s] \mid R[t]$ |       |       |       |       |        |
| 功能说明 | 将rs 与rt 的值相或后的结果保存至rd 中          |       |       |       |       |        |

|      |                                    |       |       |       |       |        |
|------|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 指令编码 | 31-26                              | 25-21 | 20-16 | 15-11 | 10-6  | 5-0    |
|      | 000000                             | rs    | rt    | rd    | 00000 | 100110 |
| 指令格式 | XOR rd rs rt                       |       |       |       |       |        |
| 指令功能 | $R[d] \leftarrow R[s] \wedge R[t]$ |       |       |       |       |        |
| 功能说明 | 将rs 与rt 的值相异或后的结果保存至rd 中           |       |       |       |       |        |

|      |  |       |       |       |       |        |
|------|--|-------|-------|-------|-------|--------|
| 指令编码 | 31-26                                  | 25-21 | 20-16 | 15-11 | 10-6  | 5-0    |
|      | 000000                                 | rs    | rt    | rd    | 00000 | 100111 |
| 指令格式 | NOR rd rs rt                           |       |       |       |       |        |
| 指令功能 | $R[d] \leftarrow \sim(R[s] \mid R[t])$ |       |       |       |       |        |
| 功能说明 | 将rs 与rt 的值或非后的结果保存至rd 中                |       |       |       |       |        |

|      |  |       |       |           |      |     |
|------|--|-------|-------|-----------|------|-----|
| 指令编码 | 31-26  | 25-21 | 20-16 | 15-11     | 10-6 | 5-0 |
|      | 001100   | rs    | rt    | immediate |      |     |
| 指令格式 | ANDI rt rs immediate   |       |       |           |      |     |
| 指令功能 | $R[t] \leftarrow R[s] \ \& \ \text{Zero-extend}(\text{immediate})$ |       |       |           |      |     |
| 功能说明 | 将rs 的值与立即数零扩展后相与的结果保存至rt 中   |       |       |           |      |     |

|      |  |       |       |           |      |     |
|------|--|-------|-------|-----------|------|-----|
| 指令编码 | 31-26  | 25-21 | 20-16 | 15-11     | 10-6 | 5-0 |
|      | 001110   | rs    | rt    | immediate |      |     |
| 指令格式 | XORI rt rs immediate   |       |       |           |      |     |
| 指令功能 | $R[t] \leftarrow R[s] \wedge \text{Zero-extend}(\text{immediate})$ |       |       |           |      |     |
| 功能说明 | 将rs 的值与立即数零扩展后相异或的结果保存至rt 中  |       |       |           |      |     |

|      |  |       |       |           |      |     |
|------|--|-------|-------|-----------|------|-----|
| 指令编码 | 31-26                                      | 25-21 | 20-16 | 15-11     | 10-6 | 5-0 |
|      | 001111                                     | 00000 | rt    | immediate |      |     |
| 指令格式 | LUI rt immediate                           |       |       |           |      |     |
| 指令功能 | $R[t] \leftarrow \text{immediate} * 65536$ |       |       |           |      |     |
| 功能说明 | 将16 位立即数放至rt 的高16 位中                       |       |       |           |      |     |

|      |  |       |       |           |      |     |
|------|--|-------|-------|-----------|------|-----|
| 指令编码 | 31-26  | 25-21 | 20-16 | 15-11     | 10-6 | 5-0 |
|      | 001101   | rs    | rt    | immediate |      |     |
| 指令格式 | ORI rt rs immediate  |       |       |           |      |     |
| 指令功能 | $R[t] \leftarrow R[s] \mid \text{Zero-extend}(\text{immediate})$ |       |       |           |      |     |
| 功能说明 | 将rs 与立即数immediate 零扩展后相或的结果保存至rd 中                               |       |       |           |      |     |

## 1.2 移位操作

|      |   |       |       |       |           |        |
|------|---|-------|-------|-------|-----------|--------|
| 指令编码 | 31-26                                       | 25-21 | 20-16 | 15-11 | 10-6      | 5-0    |
|      | 000000                                      | 00000 | rt    | rd    | immediate | 000000 |
| 指令格式 | SLL rd rt immediate                         |       |       |       |           |        |
| 指令功能 | $R[d] \leftarrow R[t] \ll \text{immediate}$ |       |       |       |           |        |
| 功能说明 | 将rt 中的值左移立即数immediate 位后的结果保存至rd 中          |       |       |       |           |        |

|      |   |       |       |       |           |        |
|------|---|-------|-------|-------|-----------|--------|
| 指令编码 | 31-26   | 25-21 | 20-16 | 15-11 | 10-6      | 5-0    |
|      | 000000  | 00000 | rt    | rd    | immediate | 000010 |
| 指令格式 | SRL rd rt immediate   |       |       |       |           |        |
| 指令功能 | $R[d] \leftarrow R[t] \gg \text{immediate}(\text{logical})$ |       |       |       |           |        |
| 功能说明 | 将rt 中的值逻辑右移立即数immediate 位后的结果保存至rd 中                        |       |       |       |           |        |

|      |   |       |       |       |           |        |
|------|---|-------|-------|-------|-----------|--------|
| 指令编码 | 31-26   | 25-21 | 20-16 | 15-11 | 10-6      | 5-0    |
|      | 000000  | 00000 | rt    | rd    | immediate | 000011 |
| 指令格式 | SRA rd rt immediate   |       |       |       |           |        |
| 指令功能 | $R[d] \leftarrow R[t] \ggg \text{immediate}(\text{arithmetic})$ |       |       |       |           |        |
| 功能说明 | 将rt 中的值算术右移立即数immediate 位后的结果保存至rd 中                            |       |       |       |           |        |

|      |                                 |       |       |       |       |        |
|------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 指令编码 | 31-26                           | 25-21 | 20-16 | 15-11 | 10-6  | 5-0    |
|      | 000000                          | rs    | rt    | rd    | 00000 | 000100 |
| 指令格式 | SLLV rd rt rs                   |       |       |       |       |        |
| 指令功能 | $R[d] \leftarrow R[t] \ll R[s]$ |       |       |       |       |        |
| 功能说明 | 将rt 中的值左移rs 位后的结果保存至rd 中        |       |       |       |       |        |

|      |   |       |       |       |       |        |
|------|---|-------|-------|-------|-------|--------|
| 指令编码 | 31-26   | 25-21 | 20-16 | 15-11 | 10-6  | 5-0    |
|      | 000000  | rs    | rt    | rd    | 00000 | 000110 |
| 指令格式 | SRLV rd rt rs                                   |       |       |       |       |        |
| 指令功能 | $R[d] \leftarrow R[t] \gg R[s](\text{logical})$ |       |       |       |       |        |
| 功能说明 | 将rt 中的值逻辑右移rs 位后的结果保存至rd 中                      |       |       |       |       |        |

|      |   |       |       |       |       |        |
|------|---|-------|-------|-------|-------|--------|
| 指令编码 | 31-26   | 25-21 | 20-16 | 15-11 | 10-6  | 5-0    |
|      | 000000  | rs    | rt    | rd    | 00000 | 000111 |
| 指令格式 | SRAV rd rt rs                                       |       |       |       |       |        |
| 指令功能 | $R[d] \leftarrow R[t] \ggg R[s](\text{arithmetic})$ |       |       |       |       |        |
| 功能说明 | 将rt 中的值算术右移rs位后的结果保存至rd 中                           |       |       |       |       |        |

### 1.3 移动操作

|      |  |       |       |       |       |        |
|------|--|-------|-------|-------|-------|--------|
| 指令编码 | 31-26                                  | 25-21 | 20-16 | 15-11 | 10-6  | 5-0    |
|      | 000000                                 | rs    | rt    | rd    | 00000 | 001011 |
| 指令格式 | MOVN rd rt rs                          |       |       |       |       |        |
| 指令功能 | if $rt \neq 0$ then $rd \leftarrow rs$ |       |       |       |       |        |
| 功能说明 | 若rt不为0, 则将rs的值赋给rd                     |       |       |       |       |        |

|      |                                     |       |       |       |       |        |
|------|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 指令编码 | 31-26                               | 25-21 | 20-16 | 15-11 | 10-6  | 5-0    |
|      | 000000                              | rs    | rt    | rd    | 00000 | 001010 |
| 指令格式 | MOVZ rd rt rs                       |       |       |       |       |        |
| 指令功能 | if $rt = 0$ then $rd \leftarrow rs$ |       |       |       |       |        |
| 功能说明 | 若rt为0, 则将rs的值赋给rd                   |       |       |       |       |        |

## 1.4 算术操作

|      |                               |       |       |       |       |        |
|------|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 指令编码 | 31-26                         | 25-21 | 20-16 | 15-11 | 10-6  | 5-0    |
|      | 000000                        | rs    | rt    | rd    | 00000 | 100001 |
| 指令格式 | ADDU rd rs rt                 |       |       |       |       |        |
| 指令功能 | $R[d] \leftarrow R[s] + R[t]$ |       |       |       |       |        |
| 功能说明 | 将rs 与rt 的值相加后的结果保存至rd 中       |       |       |       |       |        |

|      |                               |       |       |       |       |        |
|------|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 指令编码 | 31-26                         | 25-21 | 20-16 | 15-11 | 10-6  | 5-0    |
|      | 000000                        | rs    | rt    | rd    | 00000 | 100011 |
| 指令格式 | SUBU rd rs rt                 |       |       |       |       |        |
| 指令功能 | $R[d] \leftarrow R[s] - R[t]$ |       |       |       |       |        |
| 功能说明 | 将rs 与rt 的值相减后的结果保存至rd 中       |       |       |       |       |        |

|      |   |       |       |       |       |        |
|------|---|-------|-------|-------|-------|--------|
| 指令编码 | 31-26   | 25-21 | 20-16 | 15-11 | 10-6  | 5-0    |
|      | 000000  | rs    | rt    | rd    | 00000 | 101010 |
| 指令格式 | SLT rd rs rt  |       |       |       |       |        |
| 指令功能 | if( $R[s] < R[t]$ ) then $R[d] = 1$ , else $R[d] = 0$ |       |       |       |       |        |
| 功能说明 | 比较rs 与rt 的值并根据结果将rd 赋值                                |       |       |       |       |        |

|      |   |       |       |       |       |        |
|------|---|-------|-------|-------|-------|--------|
| 指令编码 | 31-26   | 25-21 | 20-16 | 15-11 | 10-6  | 5-0    |
|      | 000000  | rs    | rt    | rd    | 00000 | 101011 |
| 指令格式 | SLTU rd rs rt   |       |       |       |       |        |
| 指令功能 | if( $R[s] < R[t]$ ) then $R[d] = 1$ , else $R[d] = 0$ |       |       |       |       |        |
| 功能说明 | 比较rs 与rt 的无符号值并根据结果将rd 赋值                             |       |       |       |       |        |

|      |   |       |       |           |      |     |
|------|---|-------|-------|-----------|------|-----|
| 指令编码 | 31-26   | 25-21 | 20-16 | 15-11     | 10-6 | 5-0 |
|      | 001001  | rs    | rt    | immediate |      |     |
| 指令格式 | ADDIU rt rs immediate   |       |       |           |      |     |
| 指令功能 | $R[t] \leftarrow R[s] + (\text{sign extended})\text{immediate}$ |       |       |           |      |     |
| 功能说明 | 对立即数immediate进行符号扩展后与rs的值求和，保存到rt中，不检查溢出                        |       |       |           |      |     |

|      |  |       |       |           |      |     |
|------|--|-------|-------|-----------|------|-----|
| 指令编码 | 31-26  | 25-21 | 20-16 | 15-11     | 10-6 | 5-0 |
|      | 001010   | rs    | rt    | immediate |      |     |
| 指令格式 | SLTI rt rs immediate   |       |       |           |      |     |
| 指令功能 | if( R[s] < (sign extended)immediate )then R[t]=1,else R[t]=0 |       |       |           |      |     |
| 功能说明 | 对立即数immediate进行符号扩展后与rs的值无符号比较并根据结果将rt 赋值                    |       |       |           |      |     |

|      |  |       |       |           |      |     |
|------|--|-------|-------|-----------|------|-----|
| 指令编码 | 31-26  | 25-21 | 20-16 | 15-11     | 10-6 | 5-0 |
|      | 001011   | rs    | rt    | immediate |      |     |
| 指令格式 | SLTIU rt rs immediate  |       |       |           |      |     |
| 指令功能 | if( R[s] < (sign extended)immediate )then R[t]=1,else R[t]=0 |       |       |           |      |     |
| 功能说明 | 对立即数immediate进行符号扩展后与rs的值有符号比较并根据结果将rt 赋值                    |       |       |           |      |     |



## 1.5 转移指令

|      |                      |       |       |       |       |        |
|------|----------------------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 指令编码 | 31-26                | 25-21 | 20-16 | 15-11 | 10-6  | 5-0    |
|      | 000000               | rs    | 00000 | 00000 | 00000 | 001000 |
| 指令格式 | JR rs                |       |       |       |       |        |
| 指令功能 | $PC \leftarrow R[s]$ |       |       |       |       |        |
| 功能说明 | 无条件跳转至rs 中所存地址执行     |       |       |       |       |        |

|      |   |       |       |       |       |        |
|------|---|-------|-------|-------|-------|--------|
| 指令编码 | 31-26   | 25-21 | 20-16 | 15-11 | 10-6  | 5-0    |
|      | 000000  | rs    | 00000 | rd    | 00000 | 001001 |
| 指令格式 | JALR rd rs 或者 JALR rs                               |       |       |       |       |        |
| 指令功能 | $PC \leftarrow R[s], R[d] \leftarrow RPC$           |       |       |       |       |        |
| 功能说明 | 无条件跳转至rs 中所存地址执行，将延时槽后一条指令的地址保存到rd中作为返回地址，rd默认为\$31 |       |       |       |       |        |

|      |  |             |       |       |      |     |
|------|--|-------------|-------|-------|------|-----|
| 指令编码 | 31-26  | 25-21       | 20-16 | 15-11 | 10-6 | 5-0 |
|      | 000010   | instr index |       |       |      |     |
| 指令格式 | J target   |             |       |       |      |     |
| 指令功能 | PC ← (PC+4)[31,28]  target*4                     |             |       |       |      |     |
| 功能说明 | 跳转至新地址执行，新地址低28位为target乘以4的值，<br>新地址高4位为PC+4的高4位 |             |       |       |      |     |

|      |  |             |       |       |      |     |
|------|--|-------------|-------|-------|------|-----|
| 指令编码 | 31-26  | 25-21       | 20-16 | 15-11 | 10-6 | 5-0 |
|      | 000011   | instr index |       |       |      |     |
| 指令格式 | JAL target   |             |       |       |      |     |
| 指令功能 | $PC \leftarrow (PC+4)[31,28]  target*4, \$31 \leftarrow RPC$ |             |       |       |      |     |
| 功能说明 | 跳转至新地址执行，新地址低28位为target乘以4的值，新地址高4位为PC+4的高4位,返回地址保存到\$31中    |             |       |       |      |     |

以上四条指令都要在转移之前先执行延迟槽指令

|      |   |       |       |        |      |     |
|------|---|-------|-------|--------|------|-----|
| 指令编码 | 31-26   | 25-21 | 20-16 | 15-11  | 10-6 | 5-0 |
|      | 000100  | rs    | rt    | offset |      |     |
| 指令格式 | BEQ rs rt offset  |       |       |        |      |     |
| 指令功能 | if (rs = rt) then PC = PC+4+(signed extend(offset * 4)) |       |       |        |      |     |
| 功能说明 | 若rs等于rt则执行跳转操作  |       |       |        |      |     |

|      |  |       |       |        |      |     |
|------|--|-------|-------|--------|------|-----|
| 指令编码 | 31-26  | 25-21 | 20-16 | 15-11  | 10-6 | 5-0 |
|      | 000111   | rs    | 00000 | offset |      |     |
| 指令格式 | BGTZ rs offset   |       |       |        |      |     |
| 指令功能 | if (rs > 0) then PC = PC+4+(signed extend(offset * 4)) |       |       |        |      |     |
| 功能说明 | 若rs大于0则执行跳转操作  |       |       |        |      |     |

|      |  |       |       |        |      |     |
|------|--|-------|-------|--------|------|-----|
| 指令编码 | 31-26  | 25-21 | 20-16 | 15-11  | 10-6 | 5-0 |
|      | 000110   | rs    | 00000 | offset |      |     |
| 指令格式 | BLEZ rs offset   |       |       |        |      |     |
| 指令功能 | if (rs ≤ 0) then PC = PC+4+(signed extend(offset * 4)) |       |       |        |      |     |
| 功能说明 | 若rs不大于0则执行跳转操作   |       |       |        |      |     |

|      |   |       |       |        |      |     |
|------|---|-------|-------|--------|------|-----|
| 指令编码 | 31-26   | 25-21 | 20-16 | 15-11  | 10-6 | 5-0 |
|      | 000101  | rs    | rt    | offset |      |     |
| 指令格式 | BNE rs rt offset  |       |       |        |      |     |
| 指令功能 | if (rs ≠ rt) then PC = PC+4+(signed extend(offset * 4)) |       |       |        |      |     |
| 功能说明 | 若rs不等于rt则执行跳转操作   |       |       |        |      |     |

|      |  |       |       |        |      |     |
|------|--|-------|-------|--------|------|-----|
| 指令编码 | 31-26  | 25-21 | 20-16 | 15-11  | 10-6 | 5-0 |
|      | 000001   | rs    | 00000 | offset |      |     |
| 指令格式 | BLTZ rs offset   |       |       |        |      |     |
| 指令功能 | if (rs < 0) then PC = PC+4+(signed extend(offset * 4)) |       |       |        |      |     |
| 功能说明 | 若rs小于0则执行跳转操作  |       |       |        |      |     |

## 1.6 存储指令

## 1.7 空指令

|      |  |       |       |        |      |     |
|------|--|-------|-------|--------|------|-----|
| 指令编码 | 31-26  | 25-21 | 20-16 | 15-11  | 10-6 | 5-0 |
|      | 000001   | rs    | 00001 | offset |      |     |
| 指令格式 | BLEZ rs offset   |       |       |        |      |     |
| 指令功能 | if (rs ≥ 0) then PC = PC+4+(signed extend(offset * 4)) |       |       |        |      |     |
| 功能说明 | 若rs不小于0则执行跳转操作   |       |       |        |      |     |

|      |  |       |       |        |      |     |
|------|--|-------|-------|--------|------|-----|
| 指令编码 | 31-26  | 25-21 | 20-16 | 15-11  | 10-6 | 5-0 |
|      | 100011   | base  | rt    | offset |      |     |
| 指令格式 | LW rt offset(base)   |       |       |        |      |     |
| 指令功能 | $R[t] \leftarrow \text{MEM}[\text{signed\_extended}(\text{offset}) + \text{GPR}[\text{base}]]$ |       |       |        |      |     |
| 功能说明 | 从内存中指定的加载地址处，读取一个字，保存到rt中，要求地址对齐   |       |       |        |      |     |

|      |   |       |       |        |      |     |
|------|---|-------|-------|--------|------|-----|
| 指令编码 | 31-26   | 25-21 | 20-16 | 15-11  | 10-6 | 5-0 |
|      | 101011  | base  | rt    | offset |      |     |
| 指令格式 | SW rt offset(base)  |       |       |        |      |     |
| 指令功能 | $R[t] \rightarrow \text{MEM}[\text{signed\_extended}(\text{offset}) + \text{GPR}[\text{base}]]$ |       |       |        |      |     |
| 功能说明 | 从rt处读取一个字，保存到内存中指定的加载地址中，要求地址对齐   |       |       |        |      |     |

|      |        |       |       |       |       |        |
|------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 指令编码 | 31-26  | 25-21 | 20-16 | 15-11 | 10-6  | 5-0    |
|      | 000000 | 00000 | 00000 | 00000 | 00000 | 000000 |
| 指令格式 | NOP    |       |       |       |       |        |
| 指令功能 | 无      |       |       |       |       |        |
| 功能说明 | 空指令    |       |       |       |       |        |