

## 串行二进制转十进制方案

@ 天启 c

数据在计算机中是二进制的形式存在的，十进制的数字同样也是用二进制数的形式存储。在计算机中通常有将十进制（BCD）码转换为二进制（BIN）码，又将二进制码转换为十进制码的操作。我们完全可以在 Minecraft 中将该操作进行还原。本文提出的“二转十”机器使用串行“满五加三”算法<sup>[1]</sup>，以数据流移位器为核心，利用查表法执行算法，配合时钟和 RS 锁存器，可以每 6tick 计算一个二进制位。

串行信号首先发送到 BIN 码区，并不断向高位移位。超过 8 位的数据进入 BCD 码区。BCD 码每四位一组依次代表十进制的某一位的值。在 BIN 码向 BCD 码移位操作过程中，我们通过“满五加三”算法完成由 BIN 码到 BCD 码的转换。这里我们通过查表法实现该算法。

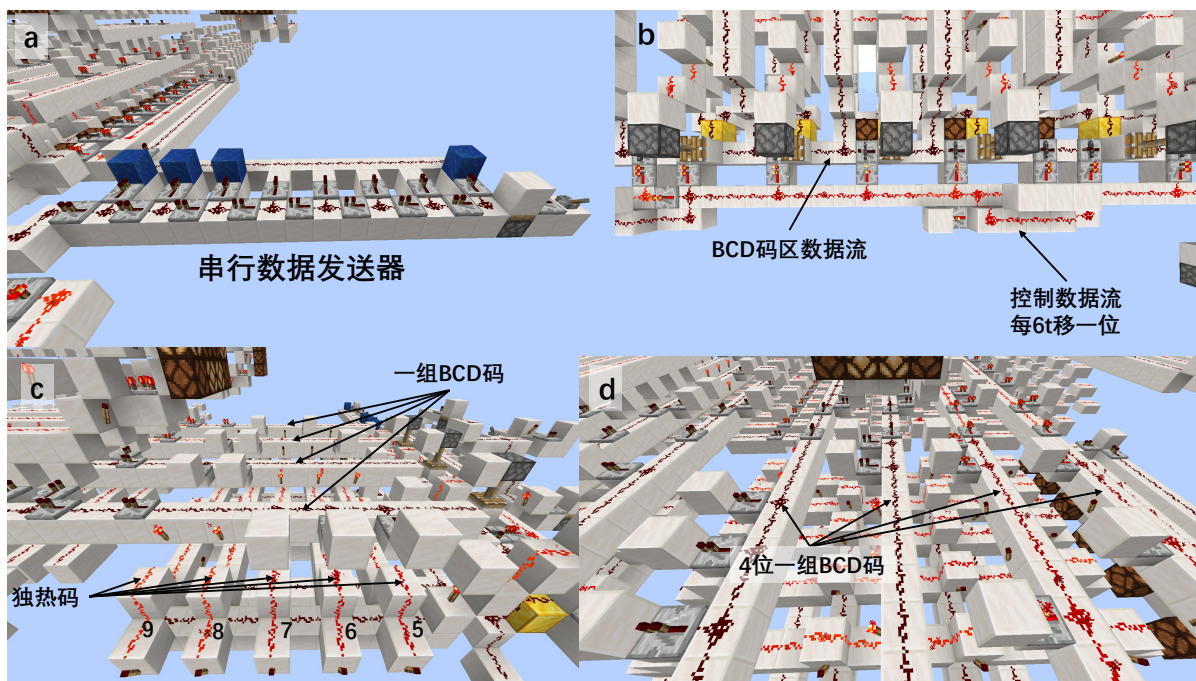


图 1: (a)(b) 串行数据发送器将数据流发送到移位器。(c)(d) 每一组 BCD 码信号按行输入，逐列比较。对于每一列独热码，红石火把代表 1，红石中继器石英块代表 0。当且仅当数值与某列信号匹配时，下方红石信号线（独热码线）熄灭，其上的红石火把点亮（独热码输出）。独热码会重新编码“加三”后的结果，并输出到 (b) 中金块的位置。

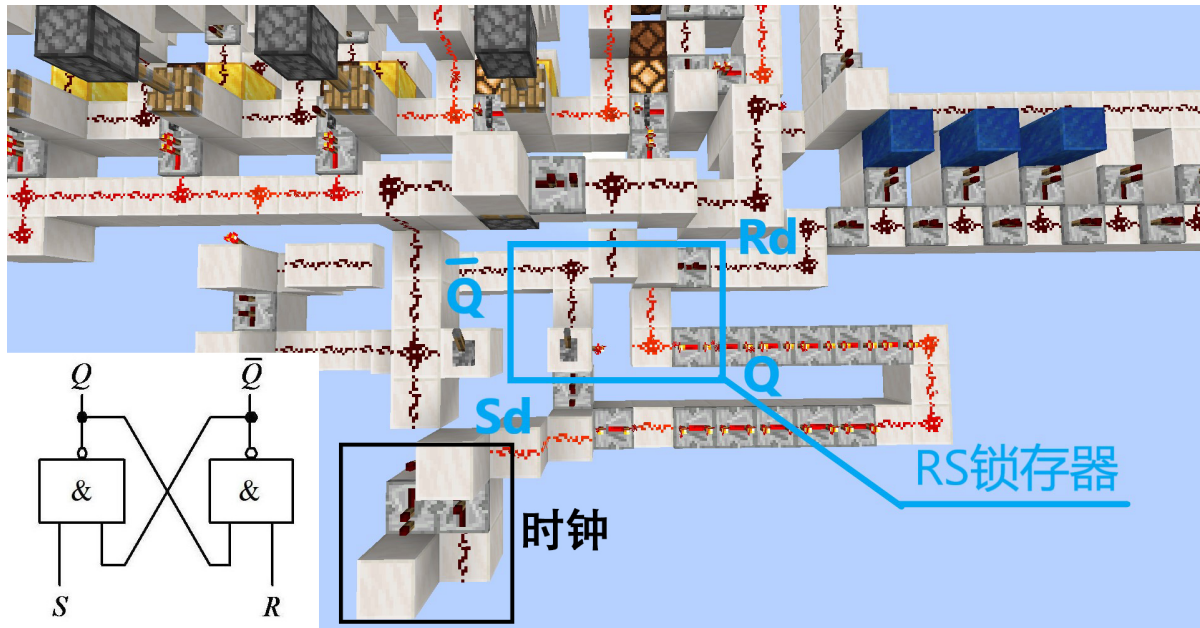


图 2: 控制电路。开始信号以脉冲形式输入 Rd 并将 RS 锁存器置 1, 随后中继器链陆续熄灭, 并在 48tick 后将 RS 锁存器清零。在 RS 锁存器置 1 期间, 时钟启动并为机器提供 6tick 周期的脉冲信号。时钟输出的 3tick 脉冲会被调整为 2tick, 以此控制移位器每次移一位。左下角为 RS 锁存器逻辑电路。

查表包含两个步骤。首先是寻址：将多个端口用二进制编码，并用二进制地址来激发相应端口。如果输入的是 5,6,7,8,9（即满五），则寻址器会激发对应的独热码，见图1(c)(d)。接下来，被激发的独热码会通过解码器向数据流移位器反馈“加三”后的结果，即 8,9,10,11,12，并替换该组 BCD 码。如果输入不满五，则不做动作。修改完毕后，BIN 码和 BCD 码都向高位移动一位。重复这一流程直到 BIN 码区清空，则 BCD 码区就是输入转换成十进制的结果。

控制组件包括一个周期为 6tick 的时钟，RS 锁存器和一组 48tick 中继器延时，其目的是为机器提供 8 个时钟脉冲信号，见图2。不同的转换位数和布线方案会导致具体中继器延时与 48tick 有出入，需按具体情况作更改。

本文提出的串行“二转十”方案较并行方案体积小很多，而且很容易拓展，可以运用在四则计算器等需要显示十进制结果的机器上。为 Minecraft 数电红石技术发展新的计算器结构提供了新的研究方向。

## 参考文献

- [1] 辰占鳌头. “满五加三”算法的原理[J/OL]. 【Minecraft】从零开始搭一台计算机, 2020, 2. <https://www.bilibili.com/read/cv4942059>.