TTL 和 LVTTL 的转换电平是相同的, TTL 产生于 1970 年代初, 当时逻辑电路的电源电压标准只有 5V 一种, TTL 的高电平干扰容限比低电平干扰容限大. CMOS 在晚十几年后才形成规模生产, 转换电平是电源电压的一半. 1990 年代才产生了 3.3V/2.5V 等不同的电源标准, 于是重新设计了一部分 TTL 电路成为 LVTTL.

现在常用的电平标准有TTL、CMOS、LVTTL、LVCMOS、ECL、PECL、LVPECL、RS232、RS485等，还有一些速度比较高的LVDS、GTL、PGTL、CML、HSTL、SSTL等。

**TTL、LVTTL:**

TTL：

TTL：Transistor-Transistor Logic 三极管结构。

Vcc：5V；VOH>=2.4V；VOL<=0.5V；VIH>=2V；VIL<=0.8V。

因为2.4V与5V之间还有很大空闲，对改善噪声容限并没什么好处，又会白白增大系统功耗，还会影响速度。所以后来就把一部分“砍”掉了。也就是后面的LVTTL。

LVTTL:

LVTTL又分3.3V、2.5V以及更低电压的LVTTL(Low Voltage TTL)。

3.3V LVTTL： Vcc：3.3V；VOH>=2.4V；VOL<=0.4V；VIH>=2V；VIL<=0.8V。

2.5V LVTTL： Vcc：2.5V；VOH>=2.0V；VOL<=0.2V；VIH>=1.7V；VIL<=0.7V。

更低的LVTTL不常用就先不讲了。多用在处理器等高速芯片，使用时查看芯片手册就OK了。

TTL使用注意：TTL电平一般过冲都会比较严重，可能在始端串22欧或33欧电阻； TTL电平输入脚悬空时是内部认为是高电平。要下拉的话应用1k以下电阻下拉。TTL输出不能驱动CMOS输入。

**CMOS、LVCOMS:**

CMOS：

CMOS：Complementary Metal Oxide Semiconductor PMOS+NMOS。

Vcc：5V；VOH>=4.45V；VOL<=0.5V；VIH>=3.5V；VIL<=1.5V。

相对TTL有了更大的噪声容限，输入阻抗远大于TTL输入阻抗。对应3.3V LVTTL，出现了LVCMOS，可以与3.3V的LVTTL直接相互驱动。

LVCOMS:

3.3V LVCMOS：Vcc：3.3V；VOH>=3.2V；VOL<=0.1V；VIH>=2.0V；VIL<=0.7V。

2.5V LVCMOS：Vcc：2.5V；VOH>=2V；VOL<=0.1V；VIH>=1.7V；VIL<=0.7V。

CMOS使用注意：CMOS结构内部寄生有可控硅结构，当输入或输入管脚高于VCC一定值(比如一些芯片是0.7V)时，电流足够大的话，可能引起闩锁效应，导致芯片的烧毁。

**ECL、PECL、LVPELC：**

ECL:

ECL：Emitter Coupled Logic 发射极耦合逻辑电路(差分结构)

Vcc=0V；Vee：-5.2V；VOH=-0.88V；VOL=-1.72V；VIH=-1.24V；VIL=-1.36V。

速度快，驱动能力强，噪声小，很容易达到几百M的应用。但是功耗大，需要负电源。为简化电源，出现了PECL(ECL 结构，改用正电压供电)和LVPECL。

PECL:

PECL：Pseudo/Positive ECL

Vcc=5V；VOH=4.12V；VOL=3.28V；VIH=3.78V；VIL=3.64V

LVPELC:

LVPELC：Low Voltage PECL

Vcc=3.3V；VOH=2.42V；VOL=1.58V；VIH=2.06V；VIL=1.94V

ECL、PECL、LVPECL使用注意：不同电平不能直接驱动。中间可用交流耦合、电阻网络或专用芯片进行转换。以上三种均为射随输出结构，必须有电阻拉到一个直流偏置电压。(如多用于时钟的LVPECL：直流匹配时用130欧上拉，同时用82欧下拉；交流匹配时用82欧上拉，同时用130欧下拉。但两种方式工作后直流电平都在1.95V左右。)

前面的电平标准摆幅都比较大，为降低电磁辐射，同时提高开关速度又推出LVDS电平标准。

**LVDS：**

LVDS：Low Voltage Differential Signaling

差分对输入输出，内部有一个恒流源3.5-4mA，在差分线上改变方向来表示0和1。通过外部的100欧匹配电阻(并在差分线上靠近接收端)转换为±350mV的差分电平。

LVDS使用注意：可以达到600M以上，PCB要求较高，差分线要求严格等长，差最好不超过10mil(0.25mm)。100欧电阻离接收端距离不能超过500mil，最好控制在300mil以内。

**CML：**是内部做好匹配的一种电路，不需再进行匹配。三极管结构，也是差分线，速度能达到3G以上。只能点对点传输。

**GTL：**类似CMOS的一种结构，输入为比较器结构，比较器一端接参考电平，另一端接输入信号。1.2V电源供电。

Vcc=1.2V；VOH>=1.1V；VOL<=0.4V；VIH>=0.85V；VIL<=0.75V

**PGTL/GTL+：**Vcc=1.5V；VOH>=1.4V；VOL<=0.46V；VIH>=1.2V；VIL<=0.8V

**HSTL、SSTL：**

HSTL：是主要用于QDR存储器的一种电平标准：一般有V?CCIO=1.8V和V??CCIO=1.5V。和上面的GTL相似，输入为输入为比较器结构，比较器一端接参考电平(VCCIO/2)，另一端接输入信号。对参考电平要求比较高(1%精度)。

SSTL：主要用于DDR存储器。和HSTL基本相同。V??CCIO=2.5V，输入为输入为比较器结构，比较器一端接参考电平1.25V，另一端接输入信号。对参考电平要求比较高(1%精度)。

HSTL和SSTL大多用在300M以下。

**RS232、RS485：**

RS232：采用±12-15V供电，我们电脑后面的串口即为RS232标准。+12V表示0，-12V表示1。可以用MAX3232等专用芯片转换，也可以用两个三极管加一些外围电路进行反相和电压匹配。

RS485：是一种差分结构，相对RS232有更高的抗干扰能力。传输距离可以达到上千米。