

# 确定多从机1-WIRE®网络的恢复时间

摘要：设计1-Wire网络时，通常需要考虑的一个问题就是确定适当的恢复时间，以确保为寄生供电的1-Wire从器件提供足够的电能。本文分析了确定对供电有严格要求事件所需的1-Wire协议，并提供了不同1-Wire从机数、不同工作电压以及温度条件下的恢复时间计算方法。

## 引言

本应用笔记适用于典型的1-Wire网络，该1-Wire网络由带上拉电阻的1-Wire驱动器(主控制器)和1个或多个1-Wire从机器件组成，如图1所示。大多数1-Wire器件都是寄生供电，这就意味着1-Wire总线同时作为电源线和双向数据线。1-Wire协议规定无通信时进入空闲状况，1-Wire从器件恰好能从总线获取电源。限制1-Wire从器件可用电源数目的临界参数是恢复时间 $t_{REC}$ 。产品数据资料中规定了 $t_{REC}$ 的大小，并给出了只在单从机1-Wire网络中有效的读/写波形。

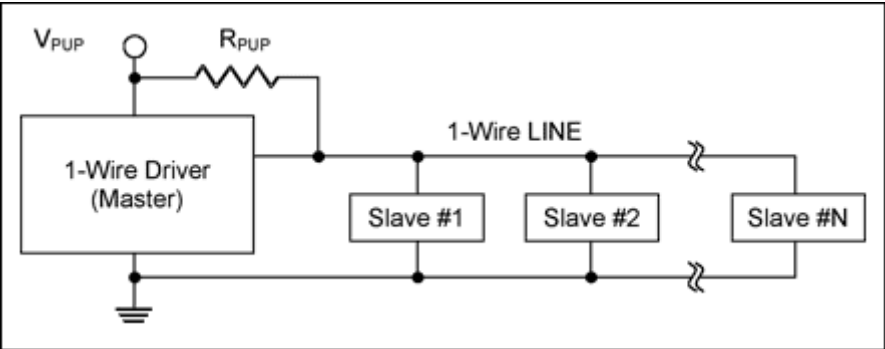


图1. 1-Wire网络典型框图

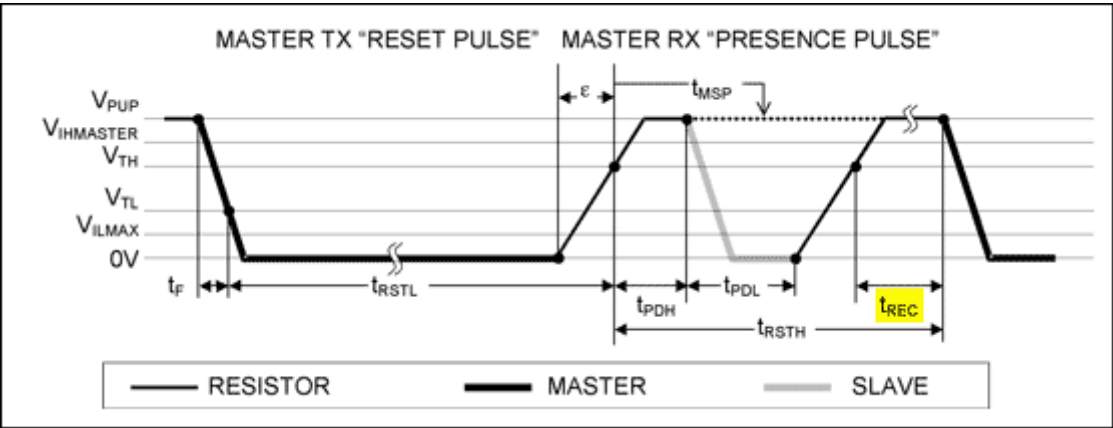


图2. 启动过程的时序图：复位和应答脉冲

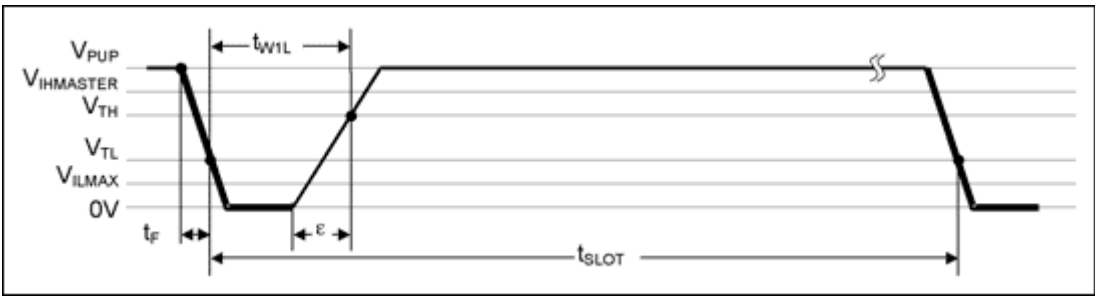
图2所示为最新1-Wire器件数据资料中给出的复位/在线应答检测周期。恢复时间开始于在线应答脉冲之后，并在下一个时隙的下降沿结束。通常情况下，所选取的 $t_{RSTL}$ 和 $t_{RSTH}$ 持续时间相同。标准速率下， $t_{RSTL}$ 为480 $\mu$ s。在最坏的情况下， $t_{PDH} + t_{PDL}$ 为300 $\mu$ s， $t_{REC}$ 为180 $\mu$ s。高速模式下，则上述时间值较短，是标准速率下的1/10， $t_{REC}$ 减少至18 $\mu$ s。与数据资料规定的 $t_{REC}$ 最小值相比，留出了一些时间余量以使寄生电源(从机内的一个电容)再充电。因此，只要 $t_{RSTL}$ 不超过数据资料中的最大极限值，并且寄生电源在 $t_{RSTL}$ 开始之前达到充电饱和，复位/在线应答检测周期就**不是**电源设计考虑中的**关键因素**。在高速模式下，复位脉冲之前的恢复时间值**延长**为最小值的2.5倍，在此期间寄生电源可进行额外充电。标准速率下，复位脉冲之前的扩展恢复时间值是任意的。

下文给出的读/写时序框图由三个波形组成：写1时隙-写逻辑1；写0时隙-写逻辑0；读数据时隙-从1-Wire从机器件读取一位。从图3中很容易看出，写1时隙对供电的要求并不**严格**。标准速率下供电窗口( $t_{SLOT} - t_{W1L}$ )至少为50 $\mu$ s，高速模式下至少为6 $\mu$ s。而高速模式下的6 $\mu$ s刚刚超过 $t_{REC}$ 的最小

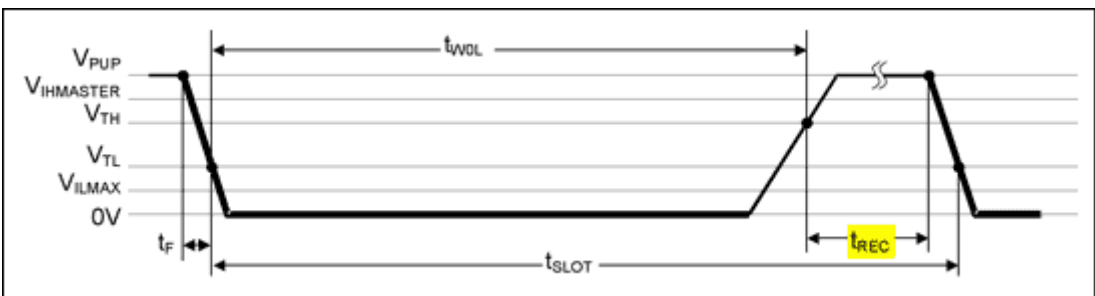
规定值。在写0时隙中，由于总线为低电平的时间相较恢复时间而言要长一些，因此写0时隙对于供电的要求**更为苛刻**，尤其是在一行有多个0时。数据资料中给出的 $t_{REC}$ 适合用2.2kΩ上拉电阻将总线驱动至2.8V的**单从机1-Wire网络**，正确理解这一点是非常重要的。在读数据时隙进行读0操作时，对供电的要求也很严格。然而，由于通常从机拉低1-Wire总线，并至少保持60μs (标准速率)或6μs (高速模式)，因而是比较有利的一个方面。

本应用笔记阐述了如何设置写0时隙中的 $t_{REC}$ 以及派生值 $t_{SLOT}$ ，以确保多从机1-Wire网络中有足够的电源。如果得出的数值还被用于读数据时隙和写1时隙，那么 $t_{SLOT}$ 决定了在特定1-Wire网络中实现可靠通信所需的最大数据速率。

写1时隙



写0时隙



读数据时隙

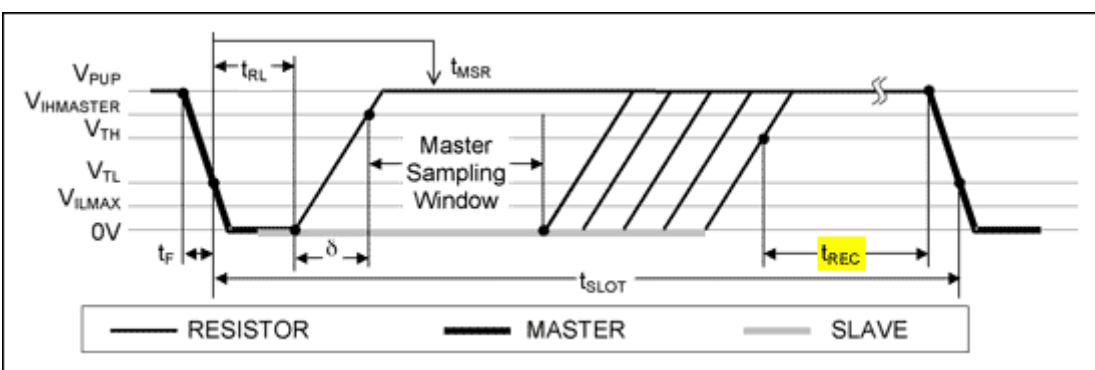


图3. 读/写时序图

影响参数

在分析供电时的恢复时间时，需考虑几个主要参数和次要参数。这些参数如下：

主要参数

- 从机数                      所需的电源能量随从机数增加而增大。
- 上拉电压                    电压越高，耗能就越多。

通信速率	在高速模式下，写0时隙的占空比较高。
1-Wire驱动器类型	“智能”驱动器需要更多的电量。

## 次要参数

工作温度	低温1-Wire器件需要较多的电量。
电缆长度	电缆电容也需要进行充电。
1-Wire器件类型	某些器件比其他器件需要更多或更少的电量。

我们先从数据资料给出的条件开始分析：一个带2.2kΩ上拉电阻器(上拉至2.8V)的驱动器、最坏情况下的温度，总线上有单个1-Wire从机器件，以及可忽略的电缆电容。本文以1-Wire从机器件的个数为主要参数，并提供不同工作**电压**、**速率**以及**温度**下恢复时间的值。如果1-Wire驱动器和从机之间的电缆非常重要，那么在计算中每15米长的电缆就可等效成一个附加的从机器件。

这里得出的结果适合典型的1-Wire从机器件，可以实现ROM功能、通用寄存器读功能以及SRAM写功能。写EEPROM、温度转换以及SHA-1计算有特定的供电要求(如强上拉)，具体依器件而定，这不影响该计算方法的有效性。就ROM功能和存储器读操作而言，1-Wire EPROM器件也被视为典型器件：为了实现编程目的，只允许在网络上挂接单个EPROM器件。

## 结果矩阵

用线性公式： $t_{REC} = a * N + b$ ，计算恢复时间的大小。假设所有从机器件并联在1-Wire线路和接地基准之间，则N表示网络中寄生供电的从机器件数。由V<sub>CC</sub>引脚供电的1-Wire从机器件不会明显给1-Wire总线加载；它们应计为器件的1/10。斜率'a'随温度、工作(上拉)电压以及1-Wire速率变化而变化。本文中让失调量'b'仅随速率变化就足够了。**表1**所列是含有斜率和失调量的公式。通过手动曲线拟合产生数字值；则结果近似与基于科学模型通过迭代法得到的结果吻合。N = 1时，该结果矩阵不能产生与器件数据资料中一样的数据。这一数值差异是曲线拟合的偏差，不应被视为与规范要求冲突。

### 表1. 结果矩阵

Operating Voltage (V)	Temperature (°C)	Standard Speed (μs)	Overdrive Speed (μs)
4.5 and higher	-40	$t_{REC} = 2.12 \times N + 1.0$	$t_{REC} = 1.43 \times N + 0.5$
	-5	$t_{REC} = 1.99 \times N + 1.0$	$t_{REC} = 1.37 \times N + 0.5$
	+25	$t_{REC} = 1.83 \times N + 1.0$	$t_{REC} = 1.30 \times N + 0.5$
	+85	$t_{REC} = 1.54 \times N + 1.0$	$t_{REC} = 1.18 \times N + 0.5$
2.8 (minimum)	-40	$t_{REC} = 3.52 \times N + 1.0$	$t_{REC} = 1.82 \times N + 0.5$
	-5	$t_{REC} = 3.30 \times N + 1.0$	$t_{REC} = 1.80 \times N + 0.5$
	+25	$t_{REC} = 3.17 \times N + 1.0$	$t_{REC} = 1.74 \times N + 0.5$
	+85	$t_{REC} = 2.70 \times N + 1.0$	$t_{REC} = 1.63 \times N + 0.5$

低工作电压和低温下的恢复时间最长。如果应用要求工作在极低的温度下，则应选用-40°C项。室温环境下，可选用+25°C项，并且温度更高时该项也适合，能保证安全工作。+85°C项则产生一个仅应用在+85°C温度下的结果；应该作为一个基准，不作为其他温度的设计值。

高工作电压下的恢复时间最短。上拉电压为4.5V或更高时应选用4.5V项。2.8V项对应的恢复时间也适用于更高的电压，但不会降低数据速率。工作电压V<sub>x</sub>在2.8V和4.5V之间时，可通过线性插补获得新斜率值： $\text{Slope@V}_x = \text{Slope@2.8V} - (\text{V}_x - 2.8\text{V})/1.7\text{V} * (\text{Slope@2.8V} - \text{Slope@4.5V})$ 。

## 实例

假定某应用需要一个带有10个1-Wire器件(N = 10)的网络，标准速率下 $t_{WOLMIN} = 60\mu s$ ，高速模式下为 $6\mu s$ 。(这些数值来自于器件的数据资料，对于不同的器件类型，采用 $t_{WOLMIN}$ 的最大值。)假定该网络工作在0°C至70°C温度下。工作电压未定。适合该温度范围的项为-5°C，因为它是**低于**最小工作温度且与之最接近的数值。由于更高温度下的斜率比-5°C时的斜率低，因此该结果对于高于-5°C的所有温度是有效的。**表2**列出该实例的 $t_{REC}$ 以及具有恢复时间的最大数据速率。

在标准速率下，数据速率降至单从机网络15.3kbps基准的大约70%。在高速模式下，数据速率低于125kbps基准的40%。如果表2中数据速率都适合应用，则工作电压的选择不重要。然而，如果可提供大约5V的工作电压，则具有较好的噪声抑制性，应将其做为首选。

**表2. 实例计算结果(N = 10)**

Operating Voltage (V)	Standard Speed	Overdrive Speed
	$t_{REC} = (19.9 + 1)\mu s$ <b>= 20.9<math>\mu s</math></b>	$t_{REC} = (13.7 + 0.5)\mu s$ <b>= 14.2<math>\mu s</math></b>
4.5 and higher	<b>data rate = 1/(60<math>\mu s</math> + 20.9<math>\mu s</math>)</b>  <b>= 12.3kbps</b>	<b>data rate = 1/(6<math>\mu s</math> + 14.2<math>\mu s</math>)</b>  <b>= 49.5kbps</b>
	$t_{REC} = (33.0 + 1)\mu s$ <b>= 34<math>\mu s</math></b>	$t_{REC} = (18.0 + 0.5)\mu s$ <b>= 18.5<math>\mu s</math></b>
2.8 (minimum)	<b>data rate = 1/(60<math>\mu s</math> + 34<math>\mu s</math>)</b>  <b>= 10.6kbps</b>	<b>data rate = 1/(6<math>\mu s</math> + 18.5<math>\mu s</math>)</b>  <b>= 40.8kbps</b>

## 可采用的改进方法

如果该表中的恢复时间不能达到要求，还可以采用下列几种方法提高数据速率。

1. 减小上拉电阻，例如，由2.2k $\Omega$ 降至1k $\Omega$ 。  
较低的电阻可使1-Wire网络再充电电流加倍，这样可减小50%的恢复时间。采用这种方法时，在读数据时隙拉低1-Wire总线时，确认每个从机器件是否能处理所增加的电流 $V_{PUP}/R_{PUP}$ 是非常重要的。
2. 改变网络拓扑。  
不采用一个网络，而是采用2个或多个更小的网络，或用DS2409 1-Wire耦合器将一些从机器件从网络的有源部分断开。
3. 考虑采用有源1-Wire驱动器  
有源驱动器采用晶体管临时旁路上拉电阻。这样允许1-Wire网络以最快的速度进行再充电，从而降低必需的恢复时间。

## 有源1-Wire驱动器

Dallas Semiconductor产品中包含三个有源1-Wire驱动器：DS2480B、DS2490和 DS2482。

DS2480B和DS2490具有同样的5V 1-Wire驱动器，但是有不同的主机接口。两款器件的恢复时间均终止于1-Wire总线电压**超过规定门限**的时候。采用DS2480B，只要1-Wire有效(例如，写1字节)，主机就能通过UART端接收一个应答字节。采用USB兼容的DS2490，主机需要轮询以检测1-Wire有效性是否结束。

DS2482通过其I<sup>2</sup>C接口与主机通信。该器件的1-Wire侧可工作在3.3V和5V电压下。采用DS2482，当1-Wire时隙结束时，恢复时间终止。如果有源上拉功能被激活，则在**固定持续时间内**，可在1-Wire总线的上升沿提供额外的电量。DS2482比一个单纯的阻性上拉强，但是不如DS2480B或

DS2490。DS2482的8通道版本有助于将一个较大的应用分离成几个每线具有较少1-Wire器件的更小的网络。采用DS2490时，DS2482的主机需要轮询驱动器芯片以检测1-Wire有效性是否结束。

采用可作为智能1-Wire驱动器的微控制器可以实现更大的灵活性，特别是驱动一个物理的大型1-Wire网络。该电路及其必需软件所应考虑事项的详细描述，请参见Dallas应用笔记244。这种驱动器工作在3.3V或5V电压下，具体取决于微控制器特性。

## 结束语

计算多从机器件1-Wire应用所需的恢复时间是一个非常简单和直观的过程。对于1-Wire网络，通常采用5V电压是最佳选择。对于更多的应用来说，采用带上拉电阻的1-Wire驱动器就足够了。对于大型的网络，则需要带有源上拉的驱动器。