



Gowin 设计时序约束 用户指南

SUG940-1.2, 2021-06-16

版权所有 © 2021 广东高云半导体科技股份有限公司

GOWIN高云、、Gowin以及高云均为广东高云半导体科技股份有限公司注册商标，本手册中提到的其他任何商标，其所有权利属其拥有者所有。未经本公司书面许可，任何单位和个人都不得擅自摘抄、复制、翻译本档内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。

免责声明

本档并未授予任何知识产权的许可，并未以明示或暗示，或以禁止发言或其它方式授予任何知识产权许可。除高云半导体在其产品的销售条款和条件中声明的责任之外，高云半导体概不承担任何法律或非法律责任。高云半导体对高云半导体产品的销售和 / 或使用不作任何明示或暗示的担保，包括对产品的特定用途适用性、适销性或对任何专利权、版权或其它知识产权的侵权责任等，均不作担保。高云半导体对文档中包含的文字、图片及其它内容的准确性和完整性不承担任何法律或非法律责任，高云半导体保留修改文档中任何内容的权利，恕不另行通知。高云半导体不承诺对这些文档进行适时的更新。

版本信息

日期	版本	说明
2020/06/09	1.0	初始版本。
2020/09/01	1.1	<ul style="list-style-type: none">● 工作条件设定增加车规级-grade a;● 增加基础时钟与衍生时钟联动功能。
2021/06/16	1.2	<ul style="list-style-type: none">● 增加通配符描述;● 更新图例。

目录

目录.....	i
图目录.....	iv
表目录.....	vii
1 关于本手册.....	1
1.1 手册内容.....	1
1.2 相关文档.....	1
1.3 术语、缩略语	1
1.4 技术支持与反馈.....	1
2 简介.....	2
3 STA 概述.....	3
3.1 概述.....	3
3.2 时序分析基本模型	3
3.3 时序分析术语	4
3.4 时序分析路径	4
3.5 常见的时序检查.....	5
3.5.1 建立时间 (setup time) 和保持时间 (hold time) 检查.....	5
3.5.2 恢复时间 (recovery time) 和移除时间 (removal time) 检查	5
3.5.3 最小时钟脉冲 (MPW) 检查.....	5
4 时序约束编辑器.....	6
4.1 概述.....	6
4.2 启动编辑器	6
4.3 新建和打开约束文件	7
4.3.1 新建约束文件	7
4.3.2 打开约束文件	9

4.4 编辑器界面	9
4.5 时序约束界面	11
4.6 编辑 SDC 文件	12
4.7 创建时序约束	12
4.7.1 时钟约束.....	12
4.7.2 I/O 延迟约束	20
4.7.3 时序路径约束	22
4.7.4 工作条件约束	25
4.7.5 时序报告内容约束	26
4.7.6 保存与导出	34
4.8 时序约束的优先级	34
5 时序报告.....	35
5.1 Timing Summaries	35
5.1.1 STA Tool Run Summary.....	36
5.1.2 Clock Summary.....	37
5.1.3 Max Frequency Summary.....	37
5.1.4 Total Negative Slack Summary	38
5.2 Timing Details	38
5.2.1 Path Slacks Table	38
5.2.2 Minimum Pulse Width Table.....	39
5.2.3 Timing Report By Analysis Type	40
5.2.4 Minimum Pulse Width Report	45
5.2.5 High Fanout Nets Report	46
5.2.6 Route Congestions Report	47
5.2.7 Timing Exceptions Report.....	47
5.2.8 Timing Constraints Report	50
附录 A 时序约束语法规范	52
A.1 时钟约束	52
A.1.1 create_clock	52
A.1.2 create_generated_clock.....	53
A.1.3 set_clock_latency	56

A.1.4 set_clock_uncertainty	57
A.1.5 set_clock_groups	58
A.2 I/O 延迟约束	58
A.2.1 set_input_delay	58
A.2.2 set_output_delay	60
A.3 时序路径约束	62
A.3.1 set_max_delay / set_min_delay	62
A.3.2 set_false_path	63
A.3.3 set_multicycle_path	64
A.4 工作条件约束	66
A.5 时序报告内容约束	67
A.5.1 report_timing	67
A.5.2 report_high_fanout_nets	68
A.5.3 report_route_congestion	69
A.5.4 report_min_pulse_width	70
A.5.5 report_max_frequency	71
A.5.6 report_exceptions	71

图目录

图 3-1 时序分析基本模型	3
图 3-2 STA 四类时序路径	4
图 4-1 Process 窗口	7
图 4-2 打开新建时序约束文件	8
图 4-3 新建时序约束文件	8
图 4-4 打开时序约束文件	9
图 4-5 时序约束编辑器界面	10
图 4-6 Netlist Tree 窗口	10
图 4-7 约束编辑界面	11
图 4-8 菜单打开时序约束界面	11
图 4-9 右键打开时序约束界面	12
图 4-10 编辑 SDC 文件	12
图 4-11 创建基础时钟	13
图 4-12 选择作用目标	14
图 4-13 添加时钟	14
图 4-14 时钟列表	15
图 4-15 时钟列表右键内容	15
图 4-16 创建衍生时钟约束	16
图 4-17 选择 Create Generated Clock	17
图 4-18 设置时钟延迟	18
图 4-19 设置时钟不确定量	19
图 4-20 设置时钟组	20
图 4-21 创建 I/O Delay 约束	22
图 4-22 创建 False Path 约束	23
图 4-23 创建 Max/Min Delay 约束	24

图 4-24 创建 Multicycle Path 约束	25
图 4-25 创建 Operating Conditions 约束	26
图 4-26 Report Timing 创建界面.....	27
图 4-27 Report Timing 界面.....	28
图 4-28 Report High Fanout Nets 创建界面	29
图 4-29 Report High Fanout Nets 界面	29
图 4-30 Report Route Congestion 创建界面	30
图 4-31 Report Route Congestion 界面	30
图 4-32 Report Min Pulse Width 创建界面	31
图 4-33 Report Min Pulse Width 界面	31
图 4-34 Report Exception 创建界面	32
图 4-35 Report Max Frequency 界面.....	32
图 4-36 Report Exception 创建界面	33
图 4-37 Report Exception 界面.....	33
图 5-1 静态时序分析报告.....	35
图 5-2 Timing Summaries.....	36
图 5-3 Path & Endpoints.....	37
图 5-4 路径余量表.....	39
图 5-5 最小脉冲宽度表	40
图 5-6 路径信息综述.....	41
图 5-7 数据到达路径	41
图 5-8 数据请求路径.....	42
图 5-9 路径统计信息.....	42
图 5-10 保持时间分析报告.....	43
图 5-11 恢复时间分析报告	44
图 5-12 移除时间分析报告.....	45
图 5-13 最小脉冲宽度.....	46
图 5-14 高扇出报告	46
图 5-15 绕线拥塞报告.....	47
图 5-16 测试案例	48
图 5-17 Timing Exceptions 约束.....	48

图 5-18 时序例外报告	49
图 5-19 report_exception 语句	50
图 5-20 report_exception 报告	50
图 5-21 时序约束报告	51

表目录

表 1-1 术语、缩略语	1
--------------------	---

1 关于本手册

1.1 手册内容

本手册主要描述高云半导体时序约束的相关内容，包含时序约束编辑器（Timing Constraints Editor）的使用、约束语法规则以及静态时序分析报告（以下简称时序报告）说明。旨在帮助用户快速实现时序约束以及如何阅读 STA 报告。有关本手册中的软件界面截图参考的是 1.9.8 Beta 版本。因软件版本更新，部分信息可能会略有差异，具体以用户软件版本信息为准。

1.2 相关文档

通过登录高云半导体网站 www.gowinsemi.com.cn 可下载、查看以下相关文档：[SUG918](#)，Gowin 云源软件快速入门指南。

1.3 术语、缩略语

本手册中的相关术语、缩略语及相关释义请参见表 1-1。

表 1-1 术语、缩略语

术语、缩略语	全称	含义
MPW	Minimum Pulse Width	最小脉冲宽度
STA	Static Timing Analysis	静态时序分析

1.4 技术支持与反馈

高云半导体提供全方位技术支持，在使用过程中如有任何疑问或建议，可直接与公司联系：

网址：www.gowinsemi.com.cn

E-mail：support@gowinsemi.com

Tel: +86 755 8262 0391

2 简介

本手册主要包含三部分内容，分别为 **STA** 概述、时序约束编辑器以及时序报告。

STA 概述讲解静态时序分析的基本概念，意在帮助用户了解时序分析的基本原理，旨在快速掌握时序约束编辑器的使用及读懂时序报告。

时序约束编辑器是一款能够创建和修改 **SDC** 文件的图形用户接口 (**GUI**) 工具，具备如下功能及特点：

- 支持时钟约束，如基础时钟及衍生时钟约束、源延迟及不确定值约束及组约束；
- 支持数据的输入输出延迟约束；
- 支持例外约束，如多循环周期、路径最大最小延迟约束、伪路径约束；
- 支持时序报告内容约束，如 **module** 最大频率约束、**Grid** 拥塞度约束等；
- 支持 **FPGA** 设备的工作条件约束；
- 提供高效的网表单元查找功能，支持规则表达式匹配；
- 编辑器 **GUI** 采用扁平化设计，界面简约，视觉层次清晰、严谨。

在布局绕线成功后，会根据用户时序约束配置产生相应的时序报告，该时序报告拥有以下特点：

- 报告内容严格遵循标准的 **W3C XHTML 1.0** 格式规范；
- 报告支持使用外部浏览器工具打开；
- 支持导航栏功能，可实现快速的具体内容的定位；
- 完整报告时序约束编辑器生成的所有约束语句；
- 报告的内容表示清晰、层次结构分明，易于阅读。

3 STA 概述

3.1 概述

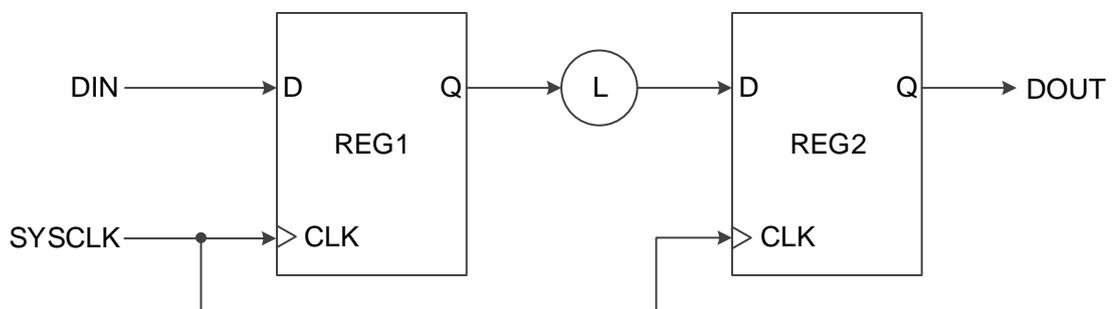
静态时序分析 (STA) 对电路网表中的时序模型进行全面的分析, 计算电路中时序路径延迟, 并判断其是否满足要求。设计者仅需提供约束激励, 计算分析过程由云源软件自动完成, 与传统的分析方法相比, 其验证时间以及覆盖率均占有极大的优势。

在进行静态时序分析前, 须对其基本概念进行了解, 下面将对分析过程中涉及的基本模型、术语和概念进行介绍。

3.2 时序分析基本模型

静态时序分析 (STA) 是对从时序元件发起到时序元件结束的模型进行时序分析, 基本模型如图 3-1 所示, 触发器 REG1 在时钟有效沿将 D 端数据同步到 Q 端, 经过逻辑电路到达触发器 REG2, 触发器 REG2 在时钟有效沿时采集从触发器 REG1 送出的数据, 静态时序分析即是检查触发器 REG2 能否正确采集触发器 REG1 传输的数据。

图 3-1 时序分析基本模型



触发器 REG1 的有效时钟沿称为发起沿 (launch edge), 触发器 REG2 的有效时钟沿称为锁存沿 (latch edge)。如对路径约束的影响不予考虑, 两个边沿通常差一个或者半个时钟周期。

3.3 时序分析术语

时序模型基本时序单元构成如下：

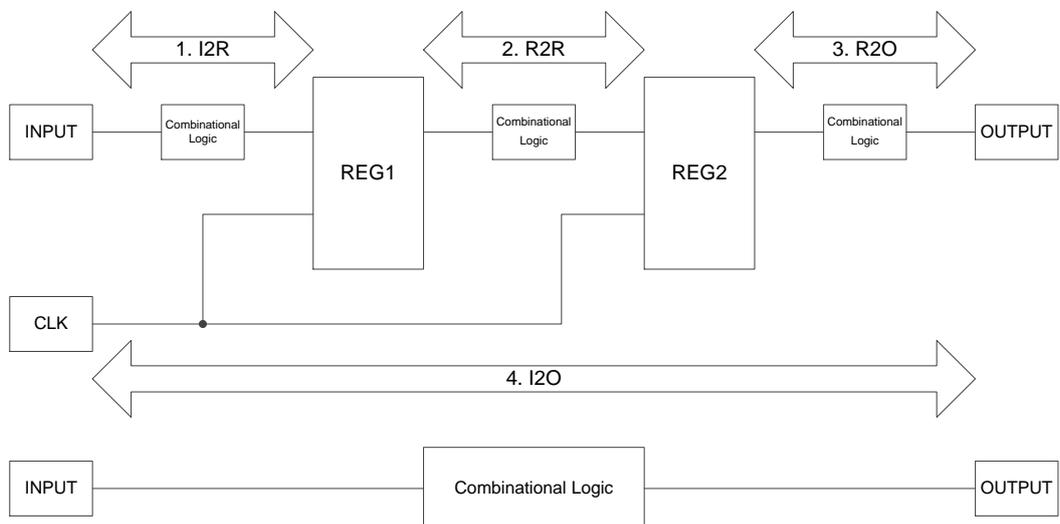
- Cells: 包括 LUT、DFF、MUX 等基本逻辑单元；
- Pins: Cells 的输入输出端口；
- Ports: 顶层模块的输入输出端口，通常是指器件外部管脚；
- Nets: pin 与 pin 之间的连线；
- Clocks: 时序约束中设定的时钟。

3.4 时序分析路径

通常静态时序分析 (STA) 对四种类型的路径进行分析，根据起点和终点的不同对其进行分类。如图 3-2 所示：

- I2R: 输入端口到寄存器；
- R2R: 寄存器到寄存器；
- R2O: 寄存器到输出端口；
- I2O: 输入到输出。

图 3-2 STA 四类时序路径



云源软件通过该四类路径计算各类路径的数据到达时间 (data arrival time) 和数据请求时间 (data required time)。

数据到达时间是指从时序路径的起点到终点所需的时间，数据请求时间是指要求数据到达的时间。在计算数据到达时间时，时钟路径存在时钟偏斜 (clock skew)，时钟偏斜是指时钟到达不同时序元件时钟端口的时间差。

3.5 常见的时序检查

静态时序分析通常对以下三类进行检查，并对布局布线过程提供建议，旨在更好地满足用户对时序的要求。

3.5.1 建立时间 (setup time) 和保持时间 (hold time) 检查

- 建立时间：数据在时钟有效沿前须稳定的最短时间，如不满足该时间，则下一级寄存器不能对该数据进行正常采集；
- 保持时间：数据在时钟有效沿后须稳定的最短时间，如不满足该时间，则数据会被上级寄存器传输的新数据覆盖。

3.5.2 恢复时间 (recovery time) 和移除时间 (removal time) 检查

- 恢复时间：在时钟有效沿前，解除异步置复位的信号须保持稳定的最短时间，如不满足该时间，则寄存器可能无法进入正常工作状态；
- 移除时间：在时钟有效沿后，解除异步置复位的信号须保持稳定的最短时间，如不满足该时间，则寄存器可能无法进入正常工作状态。

3.5.3 最小时钟脉冲 (MPW) 检查

最小时钟脉冲 (MPW)：芯片内部元器件可识别的高低电平的最小宽度，低于该宽度，则时钟不能被正常识别。

4 时序约束编辑器

4.1 概述

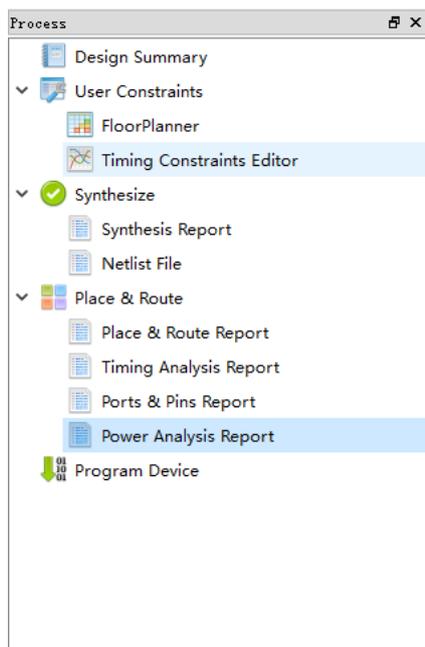
时序约束编辑器（Timing Constraints Editor）支持多种时序命令，包括时钟、输入输出、路径等约束和时钟报告等命令，用户可通过该工具提供的图形用户界面(GUI)添加时序约束。时序约束编辑器简单使用示例可参考 [SUG918](#)，Gowin 云源软件快速入门指南时序约束一节。

4.2 启动编辑器

时序约束编辑器可单独启动使用也可在打开工程综合后使用。

单独使用时点击“Tools > Timing Constraints Editor”启动。打开工程使用时需在云源软件 Process 窗口中运行 Synthesize 成功后，点击“Process > Timing Constraints Editor”启动，如图 4-1 所示，即可打开时序约束编辑器，网表文件会自动加载到时序约束编辑器中。

图 4-1 Process 窗口



4.3 新建和打开约束文件

4.3.1 新建约束文件

新建约束文件的步骤如下：

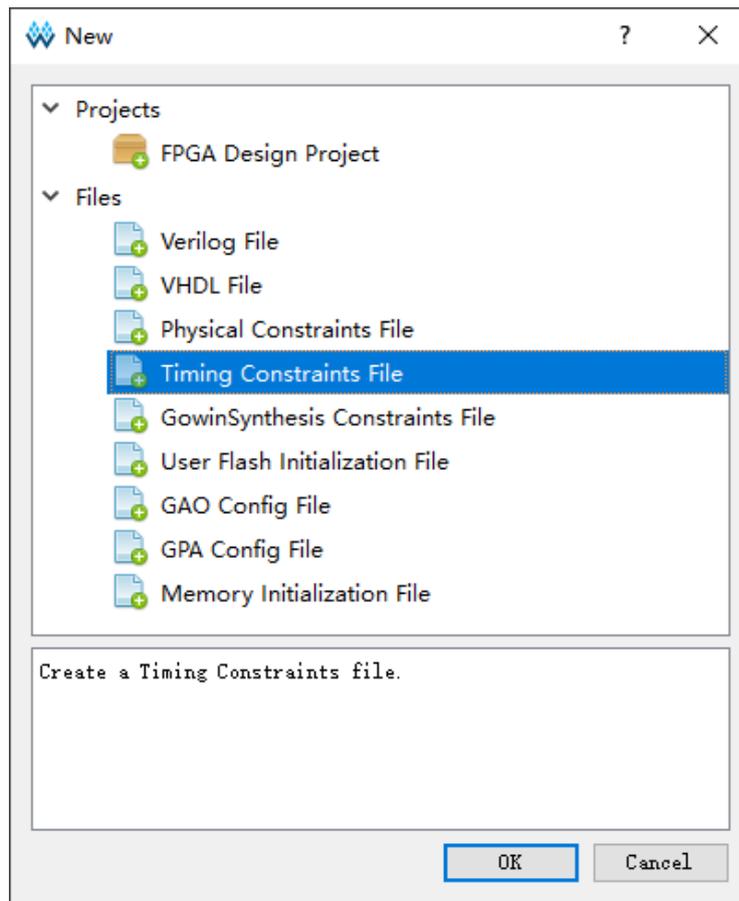
1. 单击“File > New”菜单项，弹出打开文件窗口；
2. 选择“Timing Constraints File”选项，如图 4-2 所示。

注！

亦可通过以下方式打开新建时序约束文件窗口：

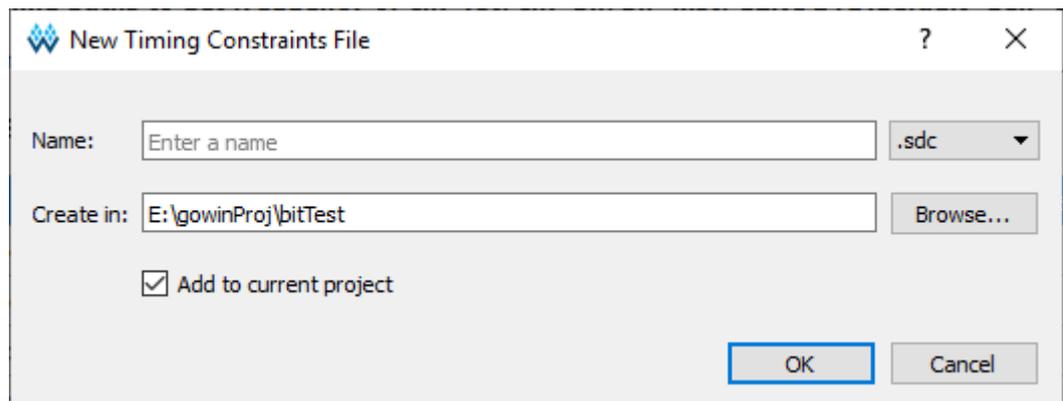
- 单击工具栏上的“New”图标；
- 使用快捷键 Ctrl + N。

图 4-2 打开新建时序约束文件



3. 单击“OK”确认，弹出新建时序约束文件的对话框，如图 4-3 所示。

图 4-3 新建时序约束文件



- **Name:** 新建时序约束文件的名称，文件类型支持 sdc、scf;
- **Create in:** 通过“Browse”对话框选择新建约束文件的存放位置，默认路径为工程目录下的 src 文件夹下;
- **Add to current project:** 选择该选项后，会自动将约束文件添加到工程中，

默认勾选。

4.3.2 打开约束文件

打开约束文件的步骤如下：

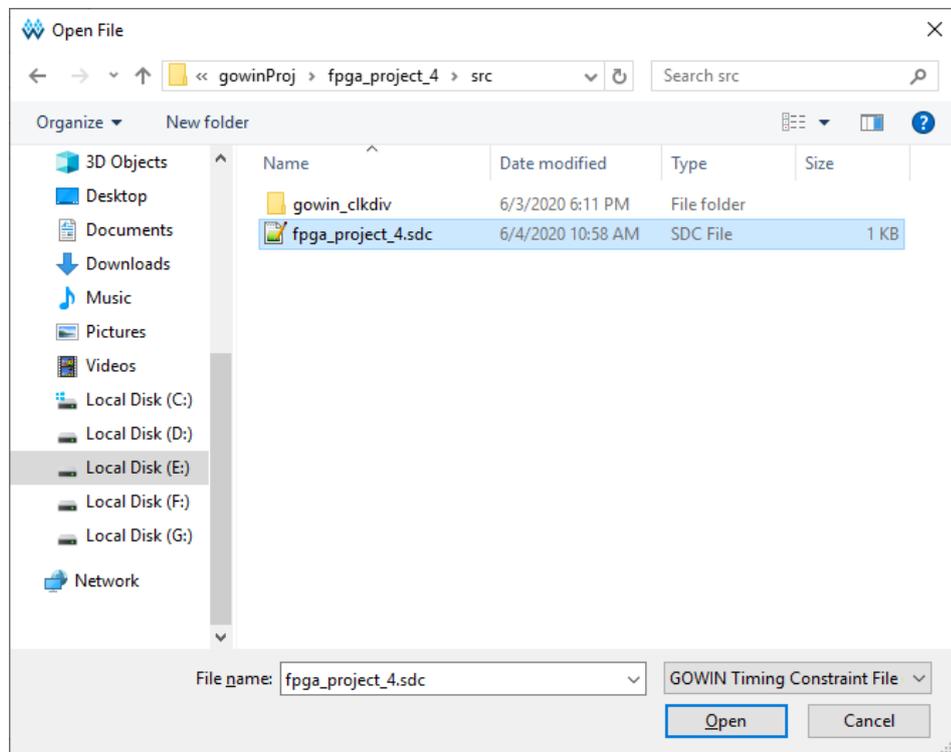
1. 在 IDE 界面中，单击“File > Open”菜单项；
2. 打开“Open File”对话框，如图 4-4 所示。

注！

亦可通过以下方式打开时序约束文件窗口：

- 单击工具栏上的“Open”图标；
- 使用快捷键 **Ctrl + O**。

图 4-4 打开时序约束文件

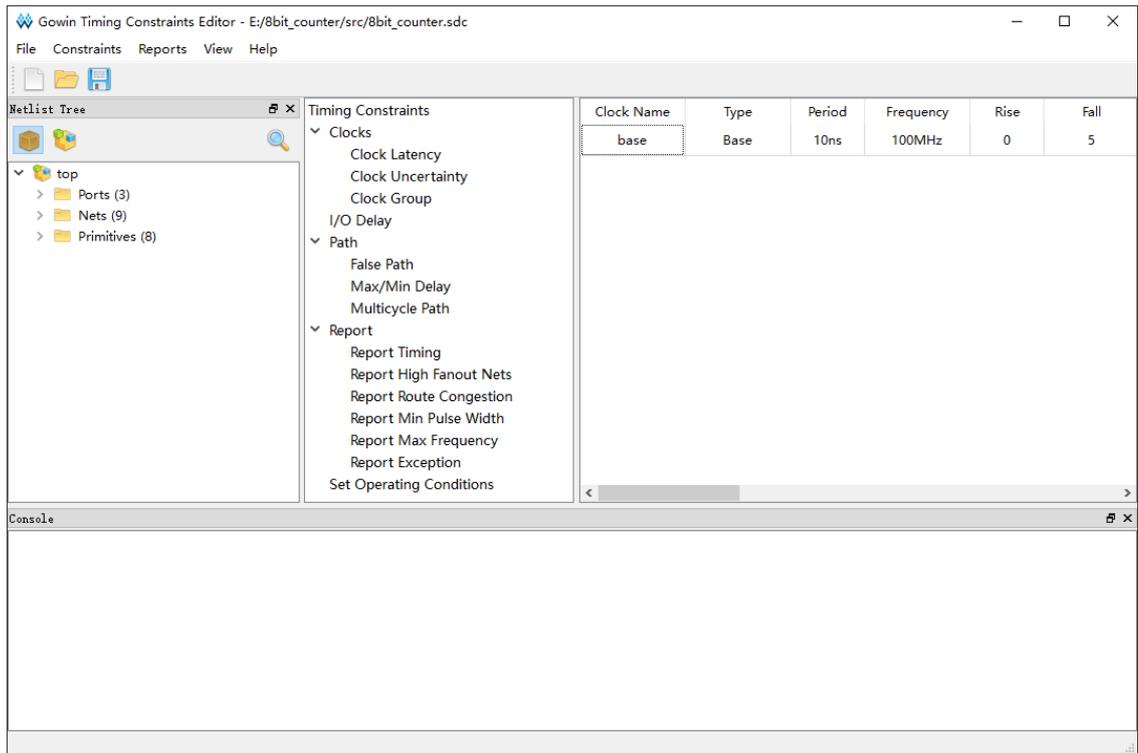


3. 选择时序约束文件所在的目录，选中文件打开，支持 `sdc`、`scf` 文件类型。

4.4 编辑器界面

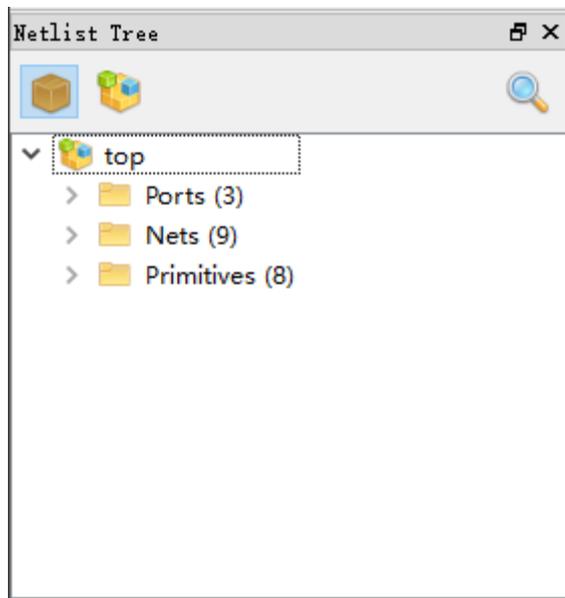
打开约束文件后，编辑器界面如图 4-5 所示。

图 4-5 时序约束编辑器界面



主界面左上角为 Netlist Tree 窗口，如图 4-6 所示。

图 4-6 Netlist Tree 窗口



Netlist Tree 窗口中包括当前网表文件中的 Top Module、I/O Ports、Nets 和 Primitives。

- “”：查看 flatten 列表；

- “”：查看 hierarchy 列表。

主界面中间及右侧区域即为约束编辑区，如图 4-7 所示。其中，左侧列表为时序约束类型目录，右侧为表格编辑区。在类型目录上单击选中某一约束类型，表格编辑区中会显示已设置的约束编辑列表。

图 4-7 约束编辑界面

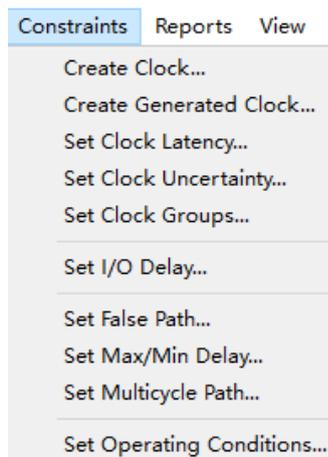
Timing Constraints	Clock Name	Type	Period	Frequency	Rise	Fall	Divide by	Multiply by	Duty cycle
<ul style="list-style-type: none"> ▼ Clocks <ul style="list-style-type: none"> Clock Latency Clock Uncertainty Clock Group I/O Delay ▼ Path <ul style="list-style-type: none"> False Path Max/Min Delay Multicycle Path ▼ Report <ul style="list-style-type: none"> Report Timing Report High Fanout Nets Report Route Congestion Report Min Pulse Width Report Max Frequency Report Exception Set Operating Conditions 	base	Base	10ns	100MHz	0	5	N/A	N/A	N/A

4.5 时序约束界面

提供两种 GUI 界面时序约束方式。

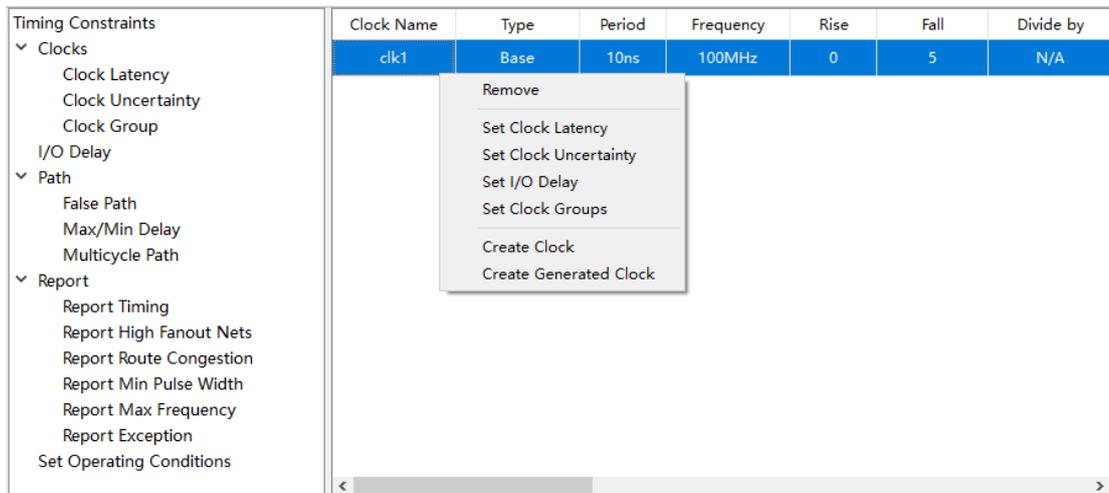
1. 在菜单栏中，单击“Constraints”，在其下拉菜单中，选择时序约束命令，通过选取相应的约束命令打开约束命令的图形界面(GUI)，如图 4-8 所示。

图 4-8 菜单打开时序约束界面



2. 在时序约束编辑器右侧的表格界面中，单击鼠标右键，根据右键菜单列表中不同的选项，选取不同的时序约束命令，如图 4-9 所示。

图 4-9 右键打开时序约束界面

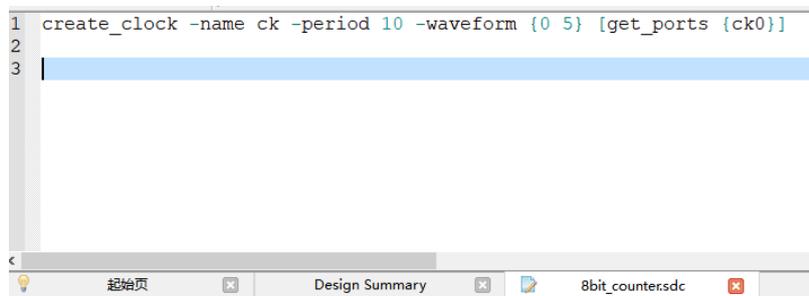


4.6 编辑 SDC 文件

云源软件支持读取工程的 SDC 文件，并可在文本编辑器中手动修改约束，操作便捷，如图 4-10 所示。

SDC 文件的解析支持通配符功能，目前支持两种通配符“*”和“?”。“*”实现多个字符的匹配，而“?”实现对一个字符的匹配。需要注意的是在使用上通配符不支持前置匹配。

图 4-10 编辑 SDC 文件



4.7 创建时序约束

本小节介绍使用图形化时序约束编辑器创建时序约束，创建的时序约束会写入工程中的 SDC 文件中，详细的时序约束语法介绍可参考[附录 A](#)。

4.7.1 时钟约束

Create Clock

- 可指定时钟名称、周期、频率、上升沿、下降沿，以及该时钟作用的目标等参数；
- 云源软件默认创建系统基础时钟，默认 100Mhz，占空比为 50%，上升沿

在 0 时刻到达;

- 云源软件支持建立多个时钟，形成多个时钟域，支持跨时钟域分析。

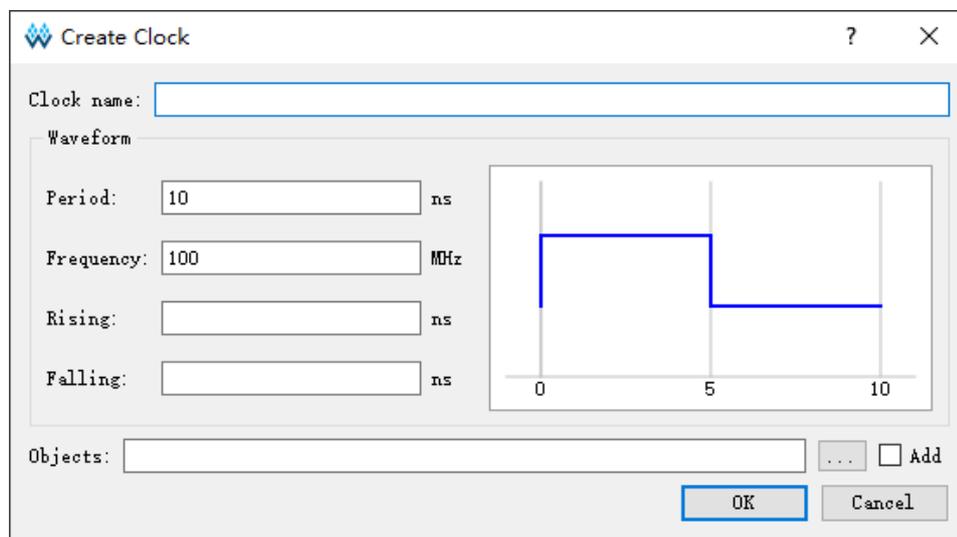
`create_clock` 可为用户设计创建一个基础时钟。例如，云源软件默认创建 100MHz 时钟，而使用的外部 OSC 为 50MHz，用户可相应的创建一个对应外部 50MHz 的基础时钟以解决默认时钟频率与外部晶振不匹配问题。

可通过以下两种方式新增 Clock 约束：

1. 通过 Constraints 菜单新增 Clock 约束：

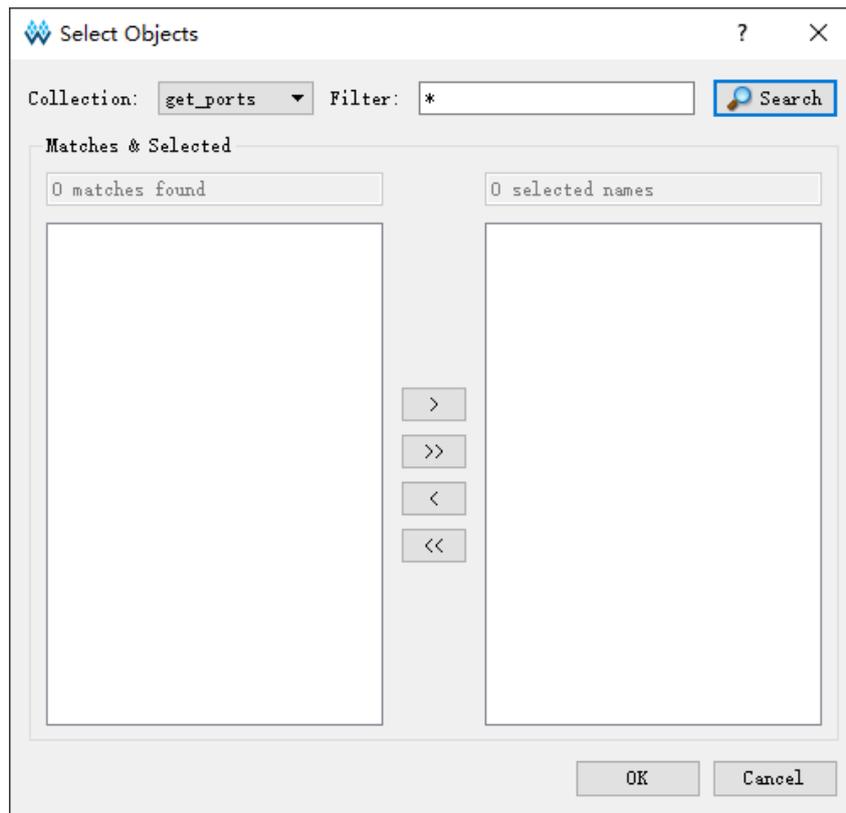
- a). 选择 “Constraints > Create Clock...”，弹出 “Create Clock” 对话框，如图 4-11 所示；

图 4-11 创建基础时钟



- b). 填写 Clock 信息，包括 “Clock Name”、“Waveform”、“Objects”；“Waveform” 中的 “Period”、“Frequency” 表示周期及频率，“Rising”、“Falling” 表示上升、下降时刻，Waveform 右侧为根据填写的时钟信息显示的波形；勾选 Objects 右边 “Add” 可将时钟附加到一个已有时钟的目标上。
- c). 单击 Objects 右侧的 “...” 按钮，会弹出 “Select Objects” 对话框，如图 4-12 所示；

图 4-12 选择作用目标



d). 在图 4-12 中，“Collection”指定搜索的对象类型；“Filter”为通配符筛选，点击“Search”后左侧为匹配后结果，右侧为已选中列表；“>”按钮将左边列表中的选中项添加到右边列表；“>>”按钮添加左边所有项；“<”按钮移除右边选中项；“<<”按钮移除右边所有项。

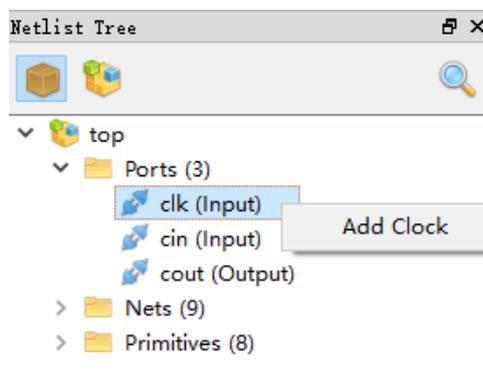
e). 单击“OK”，完成 Objects 的添加。

2. 通过 Netlist Tree 新增 Clock 约束：

a). 在 Netlist Tree 中，选中 I/O Port 或 Net；

b). 右击鼠标，选择“Add Clock”，添加一个时钟，如图 4-13 所示。

图 4-13 添加时钟



时钟创建完成后，Clock 列表中会增加对应的约束，如图 4-14 所示。

图 4-14 时钟列表

Clock Name	Type	Period	Frequency	Rise	Fall	Divide by	Multiply by	Duty cycle	Phase	Offset
clk1	Base	10ns	100MHz	0	5	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
clk2	Base	20ns	50MHz	0	10	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

在该列表中，可进行如下操作：

- 编辑 Clock，双击“Clocks”列表中对应的约束，打开 Clock 的编辑对话框，可在对话框中编辑修改 Clock 信息；
- 删除 Clock，在列表中选择该条 Clock，单击鼠标右键，选择“Remove”；
- 选中某个 Clock，右键菜单，可快速为该条 Clock 设置 Clock Latency、Clock Uncertainty 或 I/O Delay 信息，如图 4-15 所示。

图 4-15 时钟列表右键内容

Clock Name	Type	Period	Frequency	Rise	Fall	Divide by	Multiply by	Duty cycle
clk1	Base	10ns	100MHz	0	5	N/A	N/A	N/A
clk2	Base	20ns	50MHz	0	10	N/A	N/A	N/A

Remove

Set Clock Latency

Set Clock Uncertainty

Set I/O Delay

Set Clock Groups

Create Clock

Create Generated Clock

注！

- 当约束与 PLL 配置不一致时以 Create Clock 创建的约束为准，PnR 时将提示警告信息；
- Create Clock 不支持创建一个虚拟时钟。

Create Generated Clock

- 用于创建一个基于基础时钟的衍生时钟；
- 通过该约束可基于基础时钟进行分频、倍频、相移和调整占空比等操作，进而完成衍生时钟的创建。

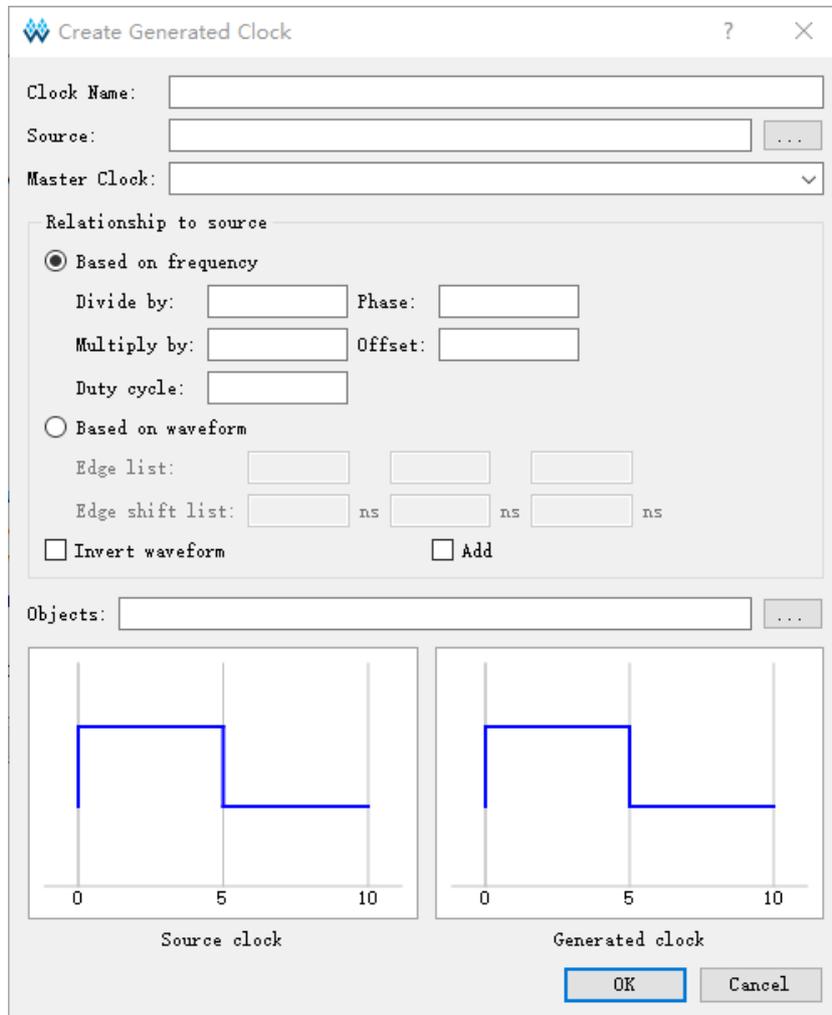
衍生时钟的创建必须基于基础时钟，可创建在用户设计中任何一个节点上。实际应用中通常作用于 PLL、CLKDIV 等硬核的输出端口上。如用户在设计中使用了 PLL，创建基础时钟后，即可创建 Objects 为 PLL.CLKOUT、Source 为基础时钟的衍生时钟。创建后的衍生时钟自动与基础时钟进行联动，当基础时钟的属性发生变化时衍生时钟会自动修正以适配基础时钟。

可通过以下两种方式创建衍生时钟：

1. 通过 Constraints 菜单创建

- a). 在“Constraints”菜单中，选择“Create Generated Clock”，弹出“Create Generated Clock”对话框，如图 4-16 所示；

图 4-16 创建衍生时钟约束



- b). 选择“Source”，将与 Source 关联的 Clock 添加到“Master Clock”列表中。选择 Master Clock，当 Master Clock 存在多个 Clock 时，仅支持任选其一；
- c). “Relationship to source”中，基于频率（Base on frequency）可对当前创建的衍生时钟进行分频、倍频、偏置、占空比及相位等调整；基于波形（Base on waveform）使用边沿列表（Edge list）并配合边沿偏移列表（Edge shift list）可实现对衍生时钟进行边沿调整；
- d). “Invert waveform”实现对时钟的反相，“Add”可在已有时钟的目标上实现添加，STA 分析时同时有效；
- e). “Objects”栏用以选定时钟作用的对象，单击 Objects 右边的“...”

按钮，会弹出“Select Objects”对话框，选择目标对象。

注！

- 如选择的 Source 无 Clock，则 Master Clock 无选项，需重新选择 Source；
- 当约束与 PLL 配置不一致时以 Create Generated Clock 创建的约束为准，PnR 时提示警告信息。

2. 通过 Clocks 列表创建 Generated Clock

在 Clocks 列表中，在空白处右键单击菜单，选择“Create Generated Clock”新建 Generated Clock，如图 4-17 所示。

图 4-17 选择 Create Generated Clock

Clock Name	Type	Period	Frequency	Rise	Fall	Divide by	Multiply by	Duty cycle
clk1	Base	10ns	100MHz	0	5	N/A	N/A	N/A
clk2	Base	20ns	50MHz	0	10	N/A	N/A	N/A

Create Clock
 Create Generated Clock

添加后表格编辑区会增加新建的约束。

在该列表中，可进行如下操作：

- 编辑 Generated Clock 约束，双击“Clocks”列表中对应的约束，打开 Generated Clock 的编辑对话框，在对话框中编辑修改 Generated Clock 信息；
- 删除 Generated Clock，在表格编辑区选中该 Clock，右键选择“Remove”。

Set Clock Latency

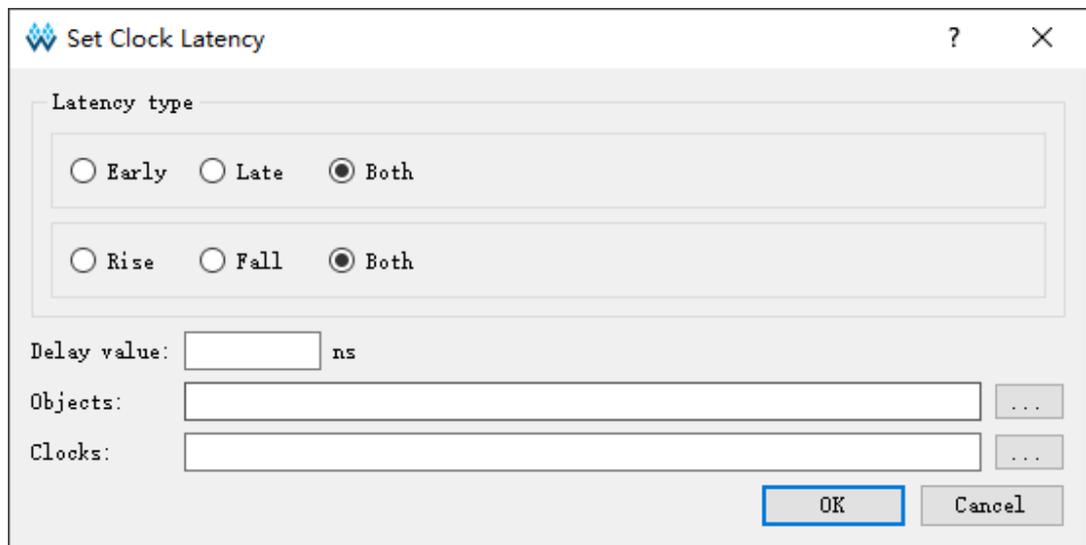
- 用于设置时钟信号到达 FPGA 时钟端口之前的延时，通过参数的选择可对时钟的上升沿/下降沿到达接入点的最大/最小延时分别进行精确的设置；
- 时钟延时分为两种：网络(network)延时和源(source)延时。
- 网络(network)延时是芯片内部时钟路径的延时；
- 源(source)延时是芯片外部时钟路径的延时；
- 云源软件自动计算时钟的网络(network)延时，所以用户只需设定源(source)延时。

时钟信号从时钟源（比如外部晶振）到达 FPGA 时钟端口上的延迟称为时钟的源延迟，该延迟值是云源软件无法自动获知的，默认为 0ns。若用户已知源延迟 2ns，则可配置 Delay Value 为 2ns 的延迟值，云源软件在进行时序分析时会自动计算添加的 2ns 值。产生的效果请在 Setup、Hold 报告中查看 tCL。

可通过以下两种方式新建 Clock Latency 约束：

1. 通过 Constraints 菜单新建 Clock Latency 约束；
在“Constraints”菜单中，选择“Set Clock Latency”，弹出“Set Clock Latency”对话框，如图 4-18 所示，填写 Latency 信息，单击“OK”保存约束。
 - Rise、Fall 分别表示对上升沿下降沿有效，默认都有效；
 - Early、Late 表示设置的是最小延时还是最大延时，Late 用于 Setup 分析，Early 用于 Hold 分析；
 - Objects 表示设置的时钟接入点或时钟；
 - Clocks 用来指明作用的时钟。

图 4-18 设置时钟延迟



2. 通过 Clocks 列表新建 Clock Latency 约束。
在 Clocks 列表中选中 Clock，右键选择 Set Clock Latency 为该 Clock 设置 Latency 信息，Objects 将自动指定为该时钟目标。

Set Clock Uncertainty

- 设置时钟的不确定量或偏移量，用于时钟传递的分析；
- 可分别对 setup 和 hold 设置不确定量，也可对时钟上升沿和下降沿的传输分别设置不确定量；
- 允许用户将时钟抖动(jitter)、悲观度(pessimism)等通过该约束通知高云云源软件，进而影响时序计算。

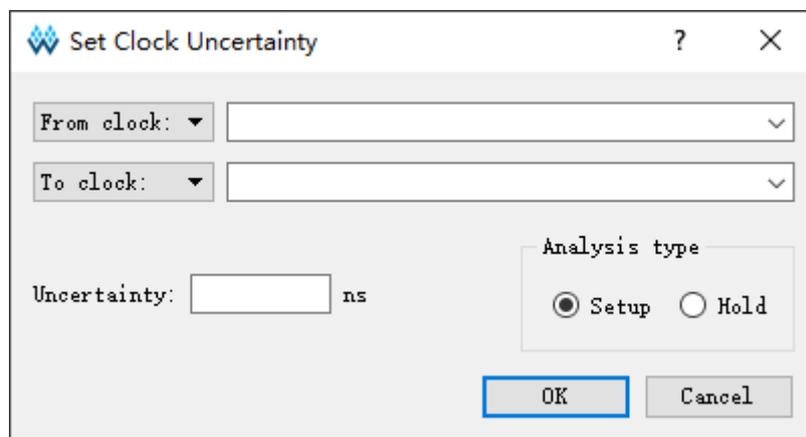
理想的时钟信号不随时间推移产生超前或滞后的不确定因素，然而时钟的不确定因素通常都是存在的，云源软件默认会计算不确定因素导致的不确定值。用户也可以根据实际的硬件使用环境设定一个更贴合实际的不确定值供云源软件计算分析。假设芯片工作在强磁环境，用户已知不确定值 0.2ns

时，则 **Uncertainty** 可设定为 **0.2ns**。产生的效果请在 **Setup**、**hold** 分析报告中查看 **tUnc**。

新建 **Clock Uncertainty**，操作如下：

1. 在“**Constraints**”菜单中，选择“**Set Clock Uncertainty**”，弹出“**Set Clock Uncertainty**”对话框，如图 4-19 所示；
 - **From clock** 指明起始时钟；
 - **To clock** 指明结束时钟；
 - **Uncertainty** 为用户提供的不确定值；
 - **Analysis type** 指明分析的类型。

图 4-19 设置时钟不确定量



2. 通过左侧的下拉框选择 **From** 的类型 (**From clock**、**Rise from**、**Fall from**) 和 **To** 的类型 (**To clock**、**Rise to**、**Fall to**)，通过右侧的下拉框从当前所有已创建的 **Clock** 中选择目标的 **Clock**；
3. 填写信息完成后，单击“**OK**”保存约束，完成 **Uncertainty** 的添加。

Set Clock Group

- 用于指定不同时钟之间的关系；
- 云源软件默认提供组内成员之间相关，组与组之间不相关；
- 云源软件默认认为时钟同属于一个组，且都是相关的。

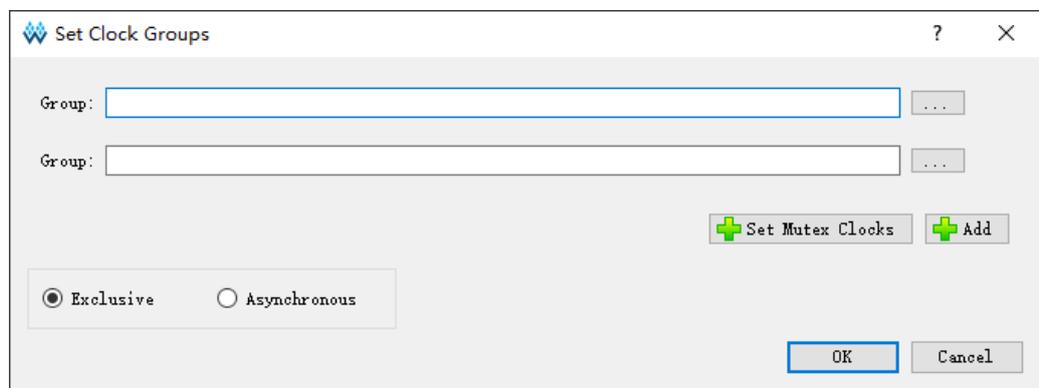
该约束通常用于互斥或异步时钟的约束，如设计中存在两个不同频率的时钟 **CLK1**、**CLK2**，两时钟通过一个多路复选进行二选一驱动时序逻辑，同一时刻两时钟仅有一个有效，表现为互斥，则用户可使用该约束对 **CLK1**、**CLK2** 约束为两个不同的组进行不相关的时序分析。

建议用户使用该约束语句严格指明时钟间的关系，对于异步或互斥的时钟建立时钟组约束。

新建 **Clock Group** 方式如下：

1. 在“Constraints”菜单中，选择“Set Clock Groups”，弹出“Set Clock Groups”对话框，如图 4-20 所示；
 - Group 指明组内的时钟，至少指定一个时钟；
 - Exclusive 指明时钟为互斥关系，同一时刻时钟不会同时有效，例如 Clock0、Clock1 经过一个 MUX2（两路复选）后输出的时钟 Clock3 作用于一个时序模型，同一时刻 Clock3 不可能既为 Clock0 也为 Clock1，则可使用该选项；
 - Asynchronous 指明时钟异步不相关，时钟有不同的时钟源，例如一个时序模型的发送、采样分别由 Clock0、Clock1 驱动，Clock0、Clock1 来自不同的外部端口则可指定该选项；

图 4-20 设置时钟组



2. 单击“...”按钮，为 Group 选择 Clock；

注！

如需删除添加的 Group，单击对应条目右侧的“✘”按钮。

3. 单击“OK”，保存约束。

注！

- 如需设置多个“Group”，单击“Add”按钮，即会新增一行；
- 使用“Set Mutex Clocks”添加多个时钟可实现快速将时钟设置为相互互斥。

4.7.2 I/O 延迟约束

set_input_delay

- 设定数据输入的延迟值，调节数据到达与时钟到达的时间关系；
- 规定数据到达某指定输入端口(PORT)的延迟时间，与输入相关的时钟通过“-clock”参数指定，该时钟须为设计中存在的时钟；
- 输入延时可规定与时钟的上升沿相关（默认）或下降沿相关（由参数

“-clock_fall”指定)。

当 FPGA 外部的数据输入过早时会覆盖上次输入的有效数据，导致内部时钟锁存正确数据失败，此时用户可设定一个合适的 Delay Value 值，让数据推迟到达以使时钟有足够的时间锁存数据。产生的报告请在 Setup、Hold 分析报告中进行查看。

注！

- 输入延时中可包含外部时钟延时，默认的情况下，计算到达延时时应加上外部时钟延时，当指定参数“-source_latency_included”时，则计算到达延时不加入外部时钟延时；
- 默认情况下，对某一端口(PORT)添加基于相同时钟的该类约束，则第二条会覆盖第一条约束，除非指定-add_delay 参数；
- 云源软件产生的时序报告中输入延时类型为“tIn”。

set_output_delay

- 设定数据输出的延迟值，调节数据输出与时钟输出的时间关系。
- 指定数据经端口(PORT)的输出延时时间，同时须指定该输出延时的参考时钟，默认情况下，输出延时与时钟的上升沿相关，可通过使用参数“-clock_fall”指定该输出延时与时钟的下降沿相关。

当 FPGA 内部的数据输出过早时会覆盖上次输出的有效数据，导致外部时钟锁存正确数据失败，此时用户可设定一个合适的 Delay Value 值，让数据推迟输出以使外部时钟有足够的时间锁存数据。产生的报告请在 Setup、Hold 分析报告中进行查看

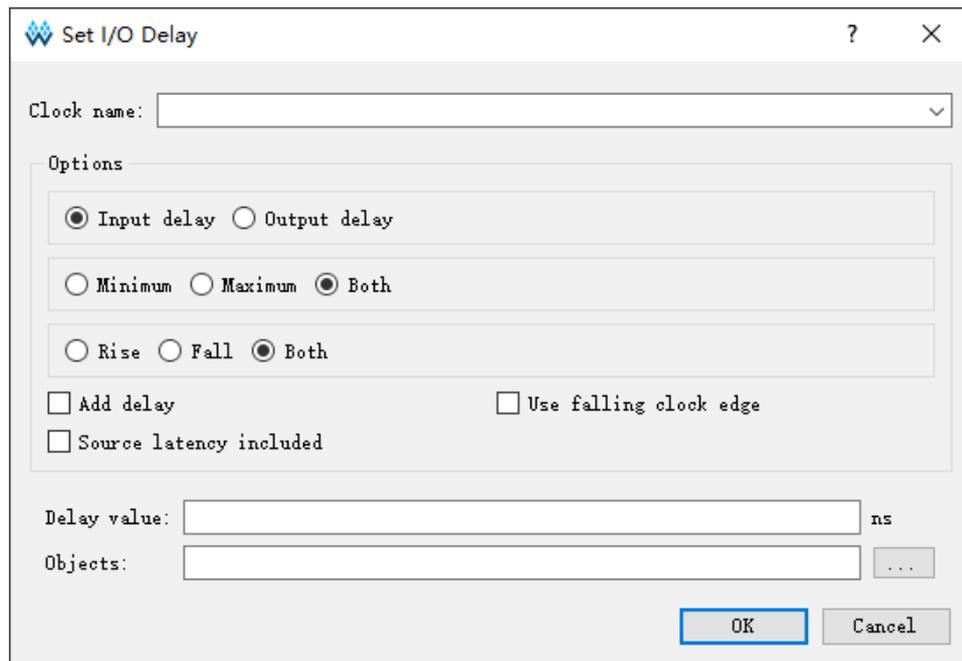
注！

- 默认情况下，外部时钟延时不包含在输出延时中，当使用参数“-source_latency_included”时，表示输出延时中已包含外部时钟延时；
- 默认情况下，该类约束会覆盖添加在同一个端口(PORT)上且具有相同时钟、不同时钟参考沿的约束，使用参数“-add_delay”可避免发生覆盖；
- 云源软件的时序报告中，输出延时的类型为“tOut”。

新建 I/O Delay 约束操作如下：

1. 在“Constraints”菜单中，选择“Set I/O Delay”，弹出“Set I/O Delay”对话框，如图 4-21 所示；
 - Clock name 指明输入输出关联的时钟；
 - Options 用来配置延迟类型、最大最小延迟、作用时钟边沿等；
 - Input delay、Output delay 指明输入或输出延迟类型，两者互斥；
 - Minimum、Maximum 指明 I/O 的最小最大延迟值；
 - Rise、Fall 指明对上升沿或下降沿有效；
 - Delay value 由用户设定；
 - Objects 指明约束的输入输出端口。

图 4-21 创建 I/O Delay 约束



2. 配置填写完成后，单击“OK”保存约束。

4.7.3 时序路径约束

Set False Path

云源软件默认会分析所有的时序路径，通过该约束语句指定设计中的不需要分析的路径。属于时序例外约束语句，建议用户使用该语句指定无需分析的路径。

通常有两类时序路径不需要分析：

- 与设计正常工作不相关的逻辑如测试电路；
- 为跨异步时钟域的路径。假定设计中存在触发器 A 与触发器 B，A 输出数据至 B，A、B 分别被异步时钟 CLK1、CLK2 驱动，则可配置 From 为 CLK1，To 为 CLK2，云源软件即不会分析 CLK1 launch 至 CLK2 latch 的路径。

注！

此外，被约束为 False 的路径在布局布线的时候就不会再优化该路径，可提高布局绕线的效率。

新建 False Path 约束操作如下：

1. 选择“Constraints > Set False Path”，弹出“Set False Path”对话框，如图 4-22 所示；
 - Analysis type 指明对 Setup 或 Hold 进行检查；
 - from 指明路径的起点；

- to 指明路径的终点;
- through 用于指明路径经过的点。

图 4-22 创建 False Path 约束



2. 单击右侧按钮“...”选择 From 和 To 对应的 Object，参考图 4-12，单击“OK”保存约束。

Set Max/Min Delay

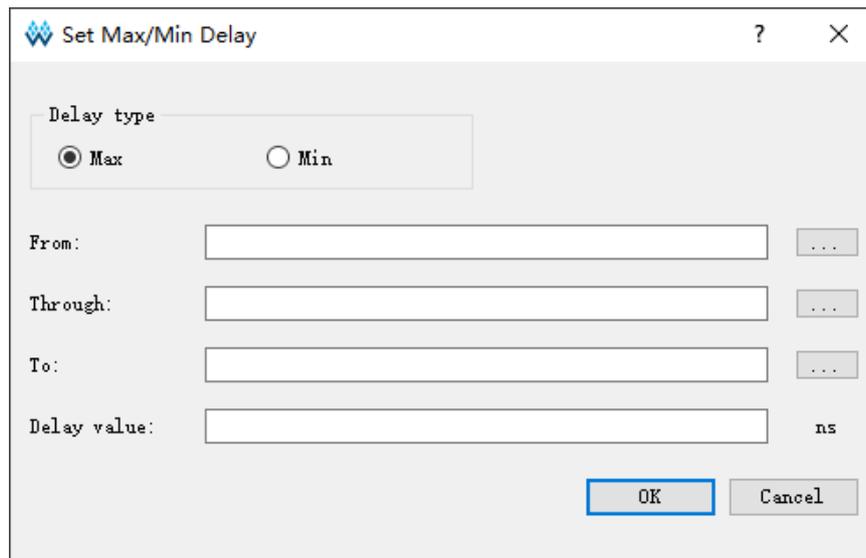
用以指定一条路径上的最大、最小延迟值。

通常用在 TPD(pin-to-pin delay)分析，如设计中存在输入端口 A 经组合逻辑后输出到端口 B，默认云源软件并不会分析并报告端口 A 到端口 B 的路径，用户可使用该约束自行指定一个合适的从 A 到 B 的延迟值，云源软件会自动计算、分析、报告用户指定的路径。当指定最大延迟时会在 Setup 分析报告中进行报告，当指定最小延迟时则在 HOLD 分析报告中进行报告。

新建 Max/Min Delay 约束操作如下：

1. 选择“Constraints > Set Max/Min Delay”，弹出“Set Max/Min Delay”对话框，如图 4-23 所示。
 - from 参数用于规定路径的起点;
 - to 参数用于指定路径的终点;
 - through 参数用于指定路径经过的点;
 - Delay value 由用户指定。

图 4-23 创建 Max/Min Delay 约束



2. Delay Type 选择 Delay 的类型（Max 或 Min），From 和 To 选择对应的 Object。填写完成 Delay 信息后，单击“OK”完成创建。

Set MultiCycle Path

默认情况下，云源软件执行的是单周期时钟分析，即建立时间的检查是在源时钟边沿的下一个时钟周期的有效时钟沿，但此方式对某些特定的时序路径不适用。逻辑设计电路分析是最典型实例，一条逻辑电路计算较复杂或路径较长，需多于一个时钟周期的时间数据方能稳定。

如设计中时序路径 Path_A 上的数据需要 2 个周期才能稳定，而云源软件默认为单周期分析与实际不符，则用户需设置 Value 为 2，云源软件即可根据设定的值进行分析。产生的报告请在 Setup、Hold 分析报告中进行查看。

注！

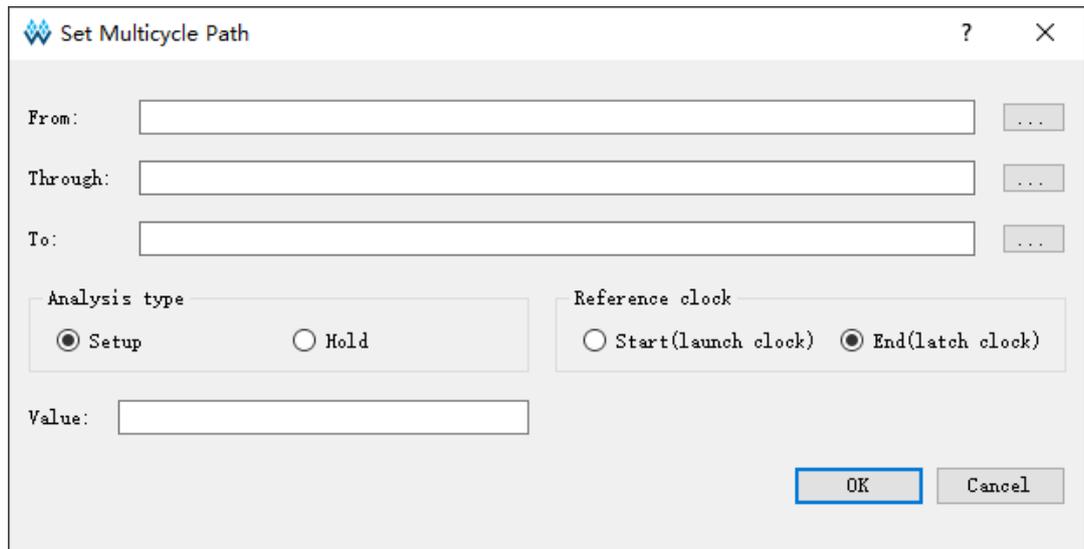
- 设置多周期路径命令会对建立时间 (setup) 和保持时间 (hold) 造成一定影响，如未指明 -setup 或者 -hold 选项，则云源软件默认为 -setup。如已设置 -setup 值，则 hold 值不会受其影响。
- 云源软件默认提供自动修复 hold 的功能。如用户指定 hold 值，云源软件会优先考虑用户设置的约束。

新建 Multicycle Path 约束操作如下：

1. 选择“Constraints > Set Multicycle Path”，弹出“Set Multicycle Path”对话框，如图 4-24 所示。
 - Reference clock 指明参考时钟是发起时钟，还是锁存时钟；
 - Analysis type 指明约束对 Setup 或 hold 检查；
 - From 用于指明路径的起点；
 - To 用于指明路径的终点；

- Value 指定周期个数，有用户自行设定。

图 4-24 创建 Multicycle Path 约束



2. 填写对话框中相关信息，单击“OK”保存约束。

4.7.4 工作条件约束

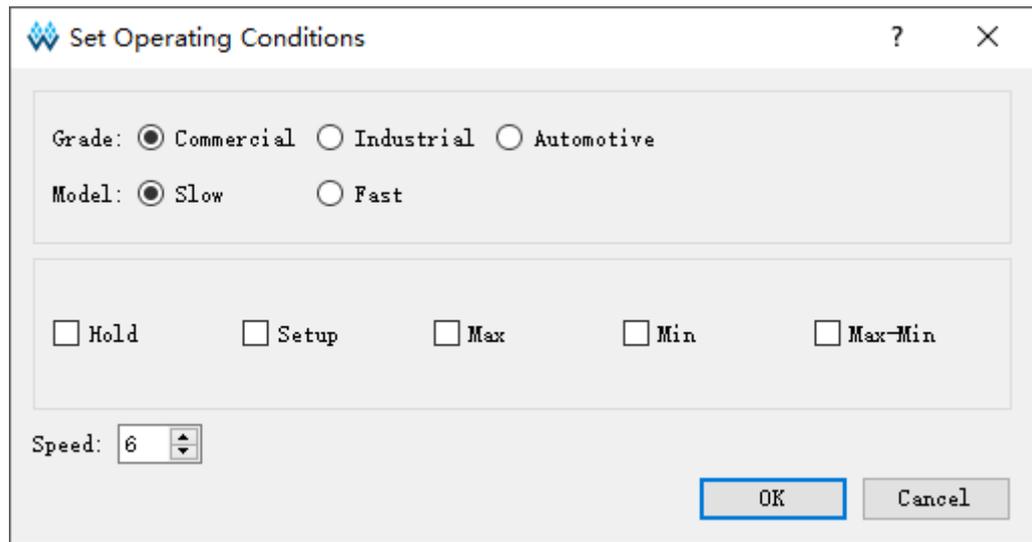
约束时序分析时使用的延迟模型，可指定速度等级、模型类型等。默认云源软件在进行 Setup 分析时使用 Slow Model（慢速延迟模型），Hold 分析时使用 Fast Model（快速延迟模型）。

用户也可自定义云源软件分析的时序模型，如在较热且设备电源不稳定的情况下可指定慢速延迟模型使时序的分析更加贴合实际应用。完成后可在 STA Tool Run Summary 中查看使用的延迟模型。

新建 Operating Conditions 约束操作如下：

1. 选择“Constraints > Set Operating Conditions”，弹出“Set Operating Conditions”对话框，如图 4-25 所示。
 - Grade 分为商业级、工业级以及车规级；
 - Model 分为慢速、快速，慢速使用高温低压、快速使用低温高压；
 - Hold、Setup 指明对保持时间或建立时间有效；
 - Max 功能与 Setup 一致，Min 功能与 Hold 一致；
 - Max-Min 功能等同于同时选定 Max、Min。

图 4-25 创建 Operating Conditions 约束



注！

- 当设置的 Grade、Speed 与芯片 PartNumber 不匹配时以实际约束为准；
- 若实际约束的 Grade、Speed 不支持当前工程则后端将提示警告信息（Console 窗口）；
- 工程样片（ES）默认使用最慢速度等级进行时序分析，建议用户自行设定相应值；

4.7.5 时序报告内容约束

Report Timing

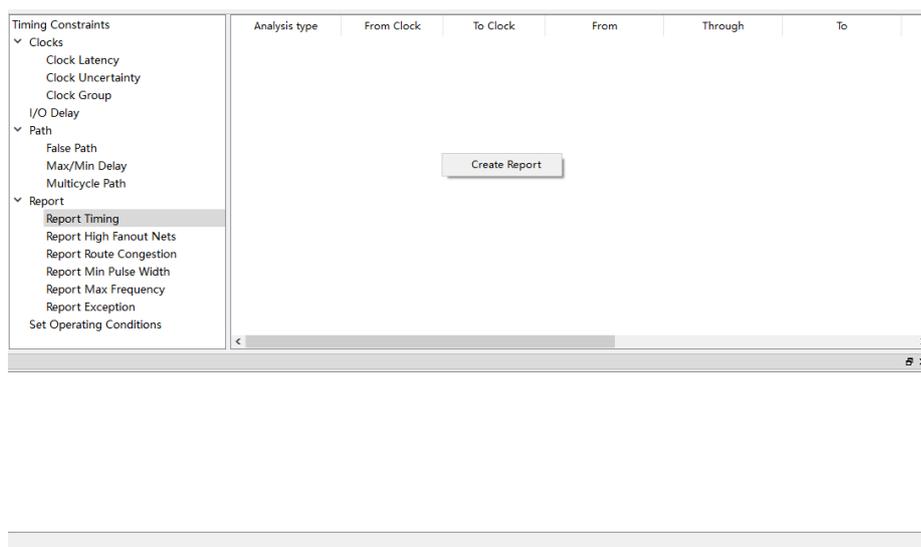
根据设置的参数，输出相应的报告内容，可实现更具体的时序报告与分析。

例如，默认云源软件报告 25 条 Setup 分析路径，当用户需要查看 35 条最差的 Setup 路径分析信息时可直接填入图 4-27 中的“Max Paths”值 35 即可。产生的报告在 Setup、Hold 分析报告中进行查看。

操作步骤如下：

1. 在主界面中，选择“Timing Constraints > Report Timing”，空白处右击，出现“Create Report”，如图 4-26 所示；

图 4-26 Report Timing 创建界面



2. 选择“Create Report”弹出如图 4-27 所示的界面；

- **Path** 指定时序报告的最大路径数 (**Max Paths**)、最大共同路径 (**Max Common Paths**)、最大最小逻辑级数 (**Max/Min Logic Level**)；
- **Clocks** 指明时序报告路径的关联时钟，**From/To Clock** 分别指明发送时钟、采样时钟；
- **Objects** 指明分析的起始和结束目标；
- **Analysis Type** 指定时序报告检查的类型分别为建立时间 (**Setup**)、保持时间 (**Hold**)、恢复时间 (**Recovery**) 及移除时间 (**Removal**)；
- **Module Instance** 指明报告的 **Module** 的实例化名称。

图 4-27 Report Timing 界面

The screenshot shows the 'Report Timing' dialog box with the following fields and options:

- Clocks:** 'From clock:' and 'To clock:' dropdown menus.
- Objects:** 'From:', 'Through:', and 'To:' dropdown menus, each followed by a text input field and an ellipsis button.
- Analysis Type:** Radio buttons for 'Setup' (selected), 'Hold', 'Recovery', and 'Removal'.
- Path:** 'Max Paths:', 'Min Logic Level:', 'Max Common Paths:', and 'Max Logic Level:' text input fields.
- Module Instance:** A text input field with an ellipsis button.
- Buttons:** 'OK' and 'Cancel' buttons at the bottom right.

3. 填写对话框中相关信息，单击“OK”，保存时序报告设置。

Report High Fanout Nets

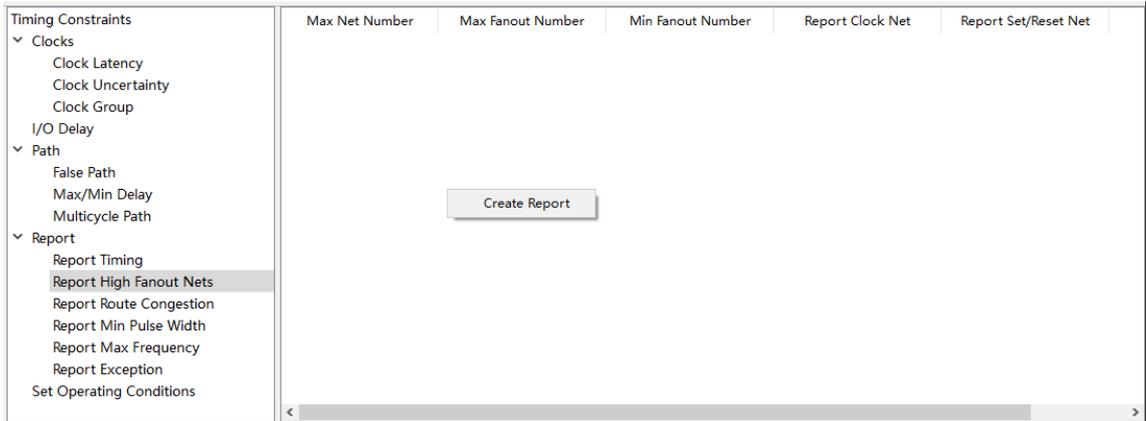
报告 Net 的扇出数目，默认报告 10 条最大的。

如用户需查看扇出在 5 到 7 之间的 Net 时可指定 Min Fanout 为 5，Max Fanout 为 7，产生的报告可在 High Fanout Nets Report 中进行查看。

操作步骤如下：

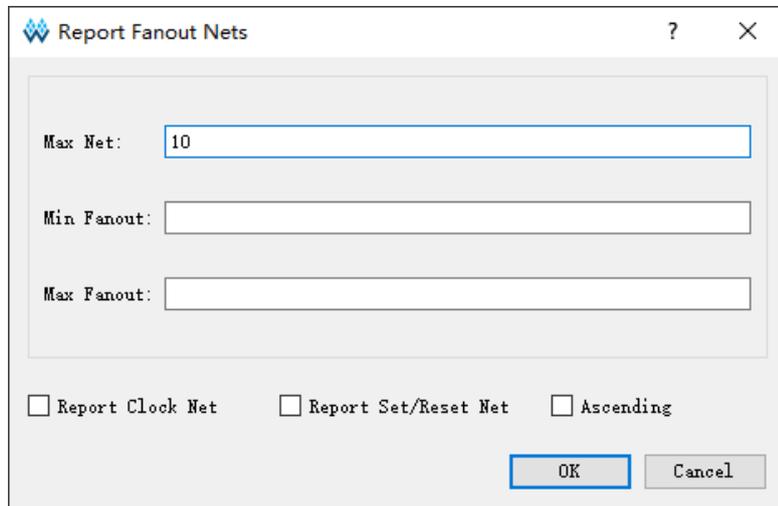
1. 在主界面中，选择“Timing Constraints > Report High Fanout Nets”；
2. 在右侧空白处右键，出现“Create Report”，如图 4-28 所示；

图 4-28 Report High Fanout Nets 创建界面



3. 选择“Create Report”，弹出如图 4-29 所示的界面；
 - Max Net 指明最大报告的个数；
 - Min、Max Fanout 分别指明报告扇出的下限、上限；
 - Report Clock Net 报告连接时序元件时钟输入端的 Net；
 - Report Set/Reset Net 报告连接时序元件复位输入端 Net；
 - Ascending 指 Net 的排列顺序，默认采用升序。

图 4-29 Report High Fanout Nets 界面



4. 填写对话框中相关信息，单击“OK”，保存时序报告设置。

Report Route Congestion

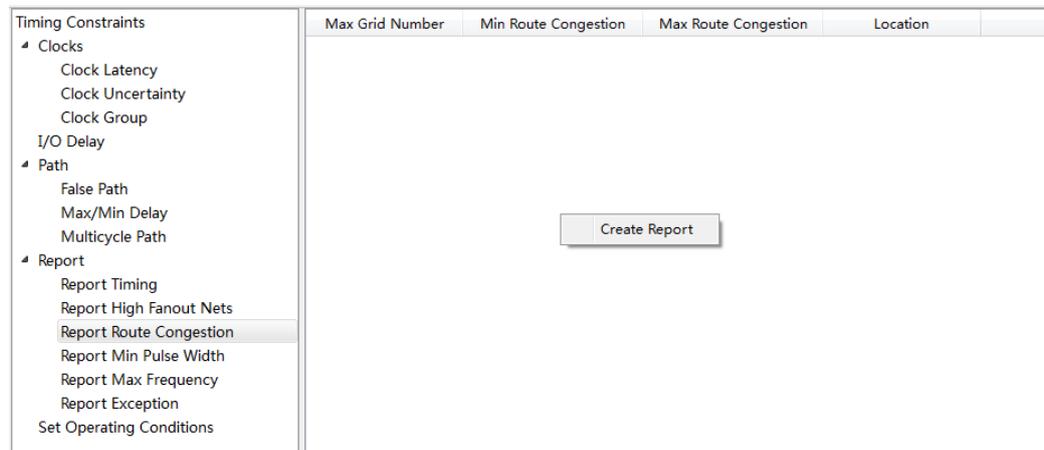
报告拥塞度情况，默认报告 10 个最差的 Grid。

通常用在一个特定 Grid 上的绕线拥塞度报告，如用户需要报告 Grid R4C4 上的拥塞度，指定 Grid Location 为 R4C4 即可，产生的报告请在 Route Congestions Report 中进行查看。

相关操作步骤如下：

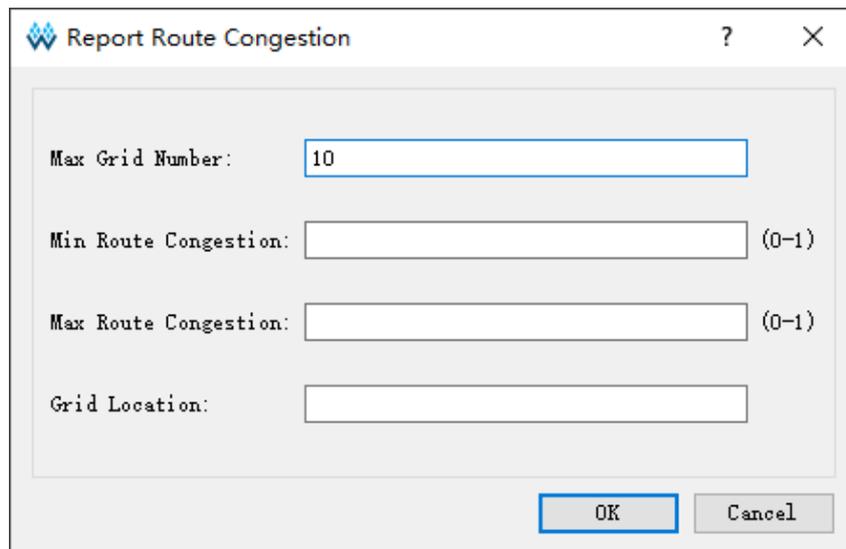
1. 在主界面中，选择“Timing Constraints > Report Route Congestion”；
2. 在右侧空白处右键，出现“Create Report”，如图 4-30 所示；

图 4-30 Report Route Congestion 创建界面



3. 选择“Create Report”，弹出如图 4-31 所示的界面；
 - Max Grid Number 指明报告的个数；
 - Min、Max Route Congestion 分别指明绕线拥塞度的下限、上限；
 - Grid Location 指定报告的 Grid。

图 4-31 Report Route Congestion 界面



4. 填写对话框中相关信息，单击“OK”，保存时序报告设置。

Report Min Pulse Width

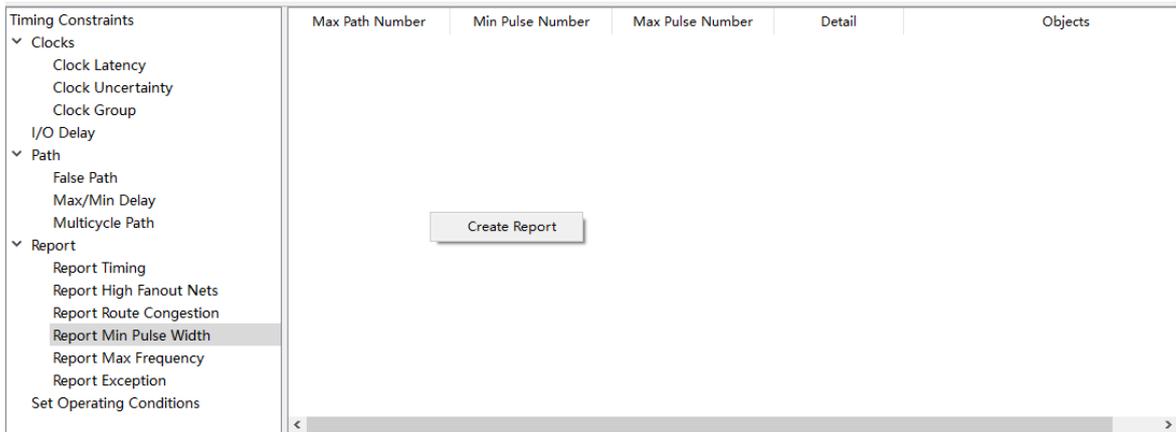
报告最小脉冲宽度，默认报告 10 条。用户可使用该约束语句报告特定

范围内的脉冲宽度或特定目标上的脉冲宽度。如设计中存在触发器实例化名 Reg11_Z，则用户可指定 Objects 为 Reg11_Z 进行报告，产生的报告请在 Minimum Pulse Width Report 查看。

操作参考如下：

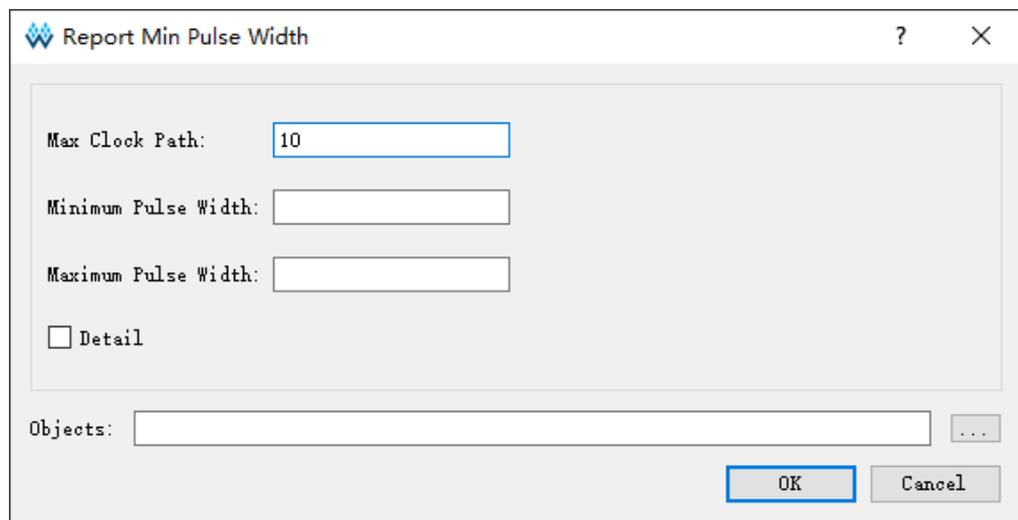
1. 在主界面中，选择“Timing Constraints > Report Min Pulse Width”；
2. 在右侧空白处右键，出现“Create Report”，如图 4-32 所示；

图 4-32 Report Min Pulse Width 创建界面



3. 选择“Create Report”出现如图 4-33 所示的界面：
 - Max Clock Path 指明最大报告数；
 - Minimum、Maximum Pulse Width 指明报告的实际脉冲宽度的下限、上限；
 - Detail 指明是否报告详细路径；
 - Objects 指明需要报告的时序元件。

图 4-33 Report Min Pulse Width 界面



4. 填写对话框中相关信息，单击“OK”，保存时序报告设置。

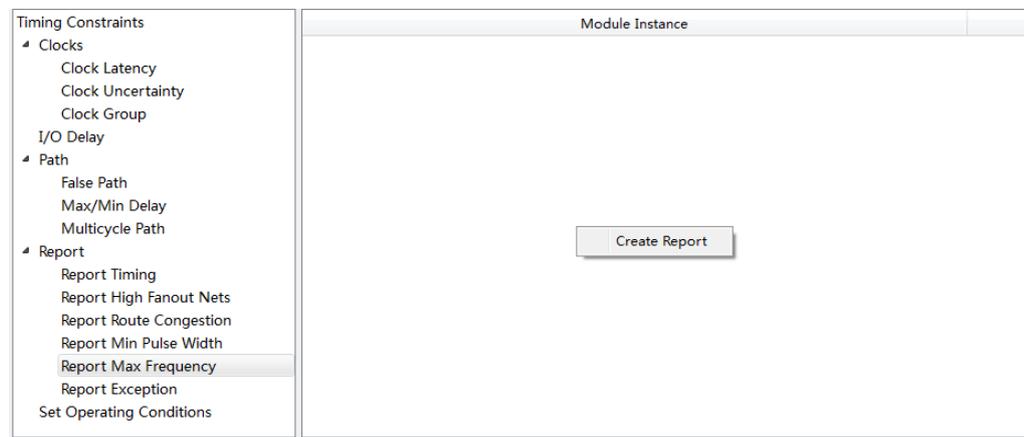
Report Max Frequency

最大频率报告，默认云源软件仅报告设计 Top 层的时钟最大频率。用户可指定报告一个特定的 module 的最大工作时钟频率，例如设计中存在 SP 的实例化 sp_inst，则可设置 Module instance 为 sp_inst，云源软件会自动分析、报告给定 module 的最大频率，产生的报告请在 Max Frequency Summary 中查看。

操作步骤如下：

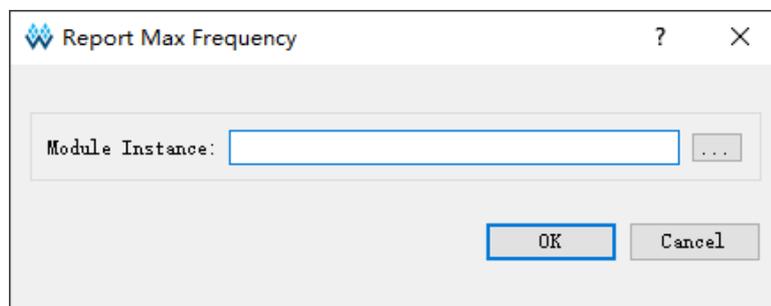
1. 在主界面中选择“Timing Constraints > Report > Report Max Frequency”；
2. 在右侧空白处右键，出现“Create Report”，如图 4-34 所示；

图 4-34 Report Exception 创建界面



3. 选择“Create Report”，弹出如图 4-35 所示的界面，“Module Instance”中填写需要报告的 Module 的实例化名称；

图 4-35 Report Max Frequency 界面



4. 单击“OK”，保存时序报告设置。

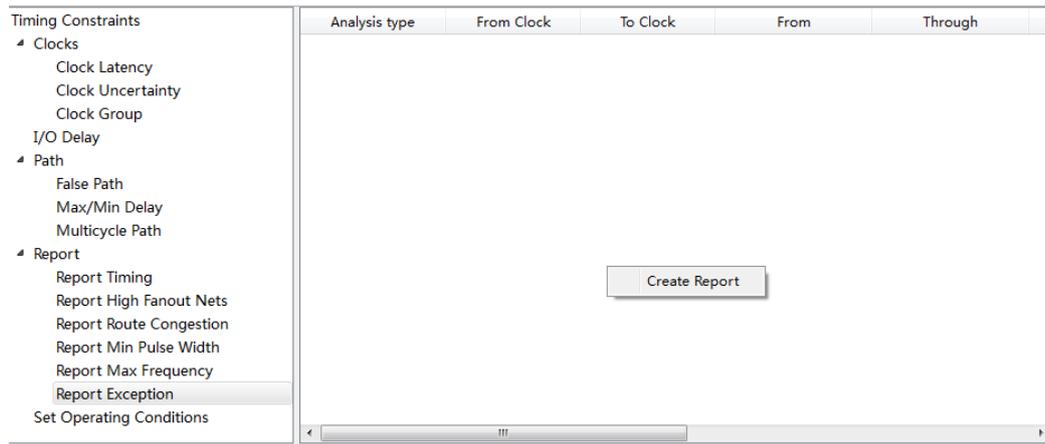
Report Exception

时序例外报告，作用及实际应用请参考 [Timing Exceptions Report](#)。

相关操作步骤如下：

1. 在主界面中选择 “Timing Constraints > Report > Report Exception”；
2. 在右侧空白处右键，出现 “Create Report”，如图 4-36 所示；

图 4-36 Report Exception 创建界面

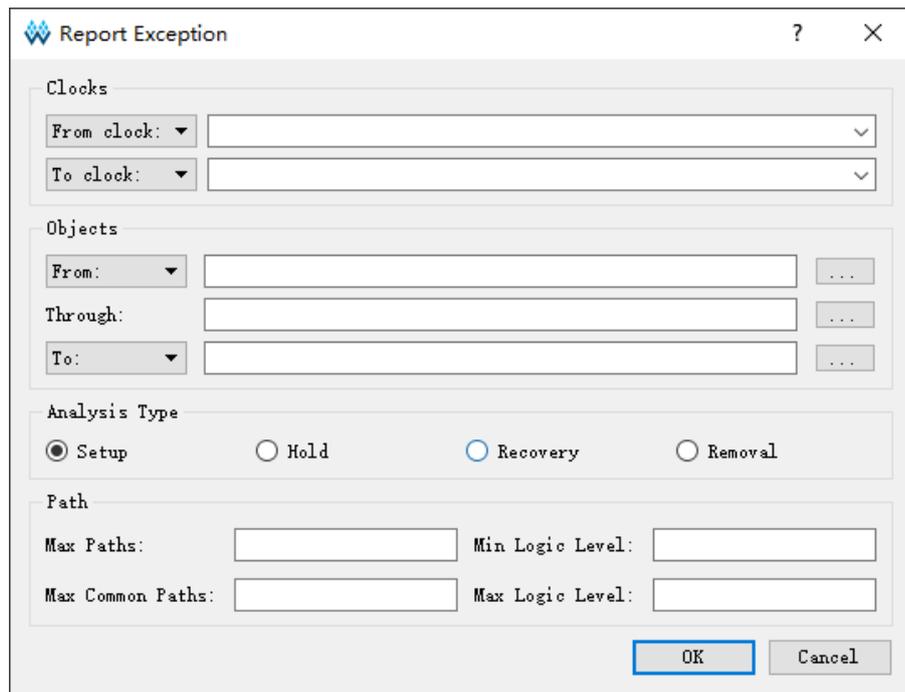


3. 选择 “Create Report”，弹出如图 4-37 所示的界面。

注！

界面选项简介请参考 Report Timing。

图 4-37 Report Exception 界面



4. 填写对话框中相关信息，单击“OK”，保存时序报告设置。

4.7.6 保存与导出

所有约束编辑完成后，单击“File > Save”或“File > Save As”，可将当前编辑器中的约束信息保存至工程中的 SDC 文件中，时序约束文件内容格式请参考附录 A 时序约束语法规范。

4.8 时序约束的优先级

云源软件提供多种类型的时序约束，按照优先级由低到高依次如下所示：

1. create_clock 和 create_generated_clock
2. set_multicycle_path
3. set_max_delay 和 set_min_delay
4. set_false_path
5. set_clock_groups

注！

只对在同一条时序路径上可能产生竞争的时序约束进行排序，其它未提及约束不会产生不同类型约束间的竞争。

5 时序报告

本章节将对高云半导体静态时序分析结果报告进行描述，方便用户快速了解时序报告内容。如图 5-1 所示，报告分为左侧导航栏和右侧内容栏，当存在不满足时序分析情况时左侧的导航栏对应的标题会显示红色。

图 5-1 静态时序分析报告

Timing Messages

- ▶ **Timing Summaries**
 - STA Tool Run Summary
 - Clock Summary
 - Max Frequency Summary
 - Total Negative Slack Summary
- ▶ **Timing Details**
 - ▶ Path Slacks Table
 - Setup Paths Table
 - Hold Paths Table
 - Recovery Paths Table
 - Removal Paths Table
 - Minimum Pulse Width Table
- ▶ **Timing Report By Analysis Type**
 - Setup Analysis Report
 - Hold Analysis Report
 - Recovery Analysis Report
 - Removal Analysis Report
 - Minimum Pulse Width Report
 - High Fanout Nets Report
 - Route Congestions Report
- ▶ **Timing Exceptions Report**
 - Setup Analysis Report
 - Hold Analysis Report
 - Recovery Analysis Report
 - Removal Analysis Report
 - Timing Constraints Report

Timing Summaries

STA Tool Run Summary:

Setup Delay Model	Slow 1.14V 85C
Hold Delay Model	Fast 1.26V 0C
Numbers of Paths Analyzed	3
Numbers of Endpoints Analyzed	3
Numbers of Falling Endpoints	0
Numbers of Setup Violated Endpoints	0
Numbers of Hold Violated Endpoints	0

Clock Summary:

Clock Name	Type	Period	Frequency(MHz)	Rise	Fall	Source	Master	Objects
ck0	Base	10.000	100.000	0.000	5.000			ck0_ibuf/I

Max Frequency Summary:

NO.	Clock Name	Constraint	Actual Fmax	Logic Level	Entity
1	ck0	100.000(MHz)	596.020(MHz)	1	TOP

Total Negative Slack Summary:

Clock Name	Analysis Type	Endpoints TNS	Number of Endpoints
ck0	Setup	0.000	0
ck0	Hold	0.000	0

Timing Details

Path Slacks Table:

5.1 Timing Summaries

时序综述（Timing Summaries）由四部分组成，分别是运行信息综述（STA Tool Run Summary）、时钟综述（Clock Summary）、最大频率综述（Max Frequency Summary）及终点余量为负值综述（Total Negative Slack Summary），如下图 5-2 所示。

图 5-2 Timing Summaries

Timing Summaries

STA Tool Run Summary:

Setup Delay Model	Slow 1.14V 85C
Hold Delay Model	Fast 1.26V 0C
Numbers of Paths Analyzed	3
Numbers of Endpoints Analyzed	3
Numbers of Falling Endpoints	0
Numbers of Setup Violated Endpoints	0
Numbers of Hold Violated Endpoints	0

Clock Summary:

Clock Name	Type	Period	Frequency(MHz)	Rise	Fall	Source	Master	Objects
ck0	Base	10.000	100.000	0.000	5.000			ck0_ibuf/I

Max Frequency Summary:

NO.	Clock Name	Constraint	Actual Fmax	Logic Level	Entity
1	ck0	100.000(MHz)	596.020(MHz)	1	TOP

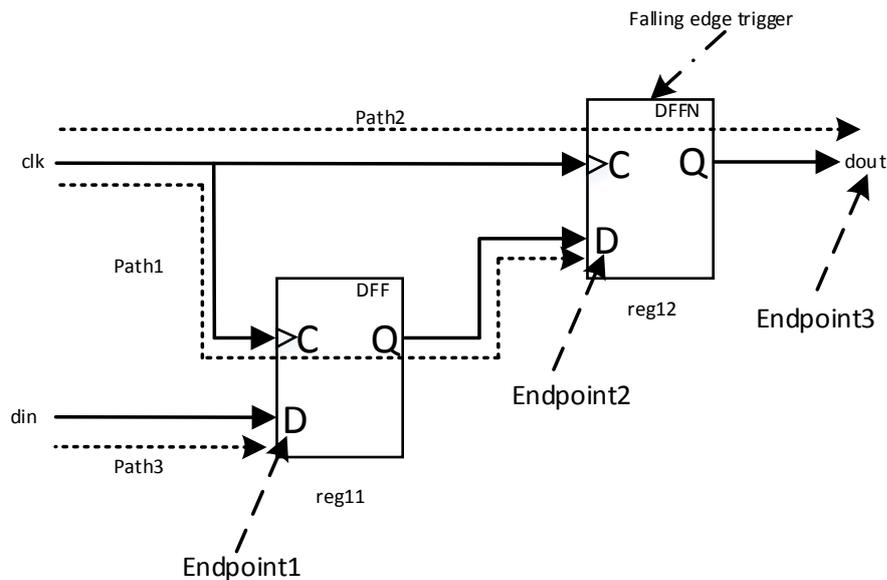
Total Negative Slack Summary:

Clock Name	Analysis Type	Endpoints TNS	Number of Endpoints
ck0	Setup	0.000	0
ck0	Hold	0.000	0

5.1.1 STA Tool Run Summary

- Setup Delay Model: 云源软件进行建立时间分析时使用的数据模型。
- Hold Delay Model: 云源软件进行保持时间分析时使用的数据模型。
- Numbers of Paths Analyzed: 静态时序分析路径的数量。如图 5-3 所示，共分析了 3 条时序路径，标记为 Path1、Path2 及 Path3。
- Numbers of Endpoints Analyzed: 分析的时序路径的终点。如图 5-3 所示，共分析了 3 个终点，标记为 Endpoint1、Endpoint2 及 Endpoint3。
- Numbers of Falling Endpoints: 终点分析时触发方式为下降沿的数量。如图 5-3 所示，reg12 类型为 DFFN，触发方式为下降沿，则终点 D 即是下降沿触发终点。
- Numbers of Setup Violated Endpoints: 经时序分析后不满足建立时间的终点量。
- Numbers of Hold Violated Endpoints: 经时序分析后不满足保持时间的终点量。

图 5-3 Path & Endpoints



5.1.2 Clock Summary

报告用户设计中所有的时钟（包含软件自动生成的衍生时钟）。

- **Clock Name:** 时钟的名称。
- **Type:** 有 **Base**、**Generated** 两种值。**Base** 表示基础时钟，**Generated** 表示衍生时钟。
- **Period:** 时钟的周期。
- **Frequency (MHz) :** 时钟频率，与 **Period** 对应， $\text{Frequency}=1/\text{Period}$ 。
- **Rise:** 时钟的上升沿时间。
- **Fall:** 时钟的下降沿时间。
- **Source:** 指时钟的获取源，可从 **port**、**pin**、**net**、**reg** 进行时钟获取。
- **Master:** 衍生出时钟的时钟即为主时钟。
- **Objects:** 时钟作用对象如 **port**、**pin**、**net**、**reg**。

5.1.3 Max Frequency Summary

- **NO.:** 列项序号。
- **Clock Name:** 驱动时序模型的时钟的名称。
- **Constraint:** SDC 约束的时钟频率或无 SDC 约束时默认的时钟频率。
- **Actual Fmax:** 软件 PnR 后经云源软件分析后得出的最大实际频率。
- **Logic Level:** 时钟驱动的最差时序路径的逻辑级数。
- **Entity:** 报告设计中模块的最大频率，默认为顶层模块即 **TOP**。

注！

- 当 PnR 后时钟没有驱动时序模型时则为 “No timing paths to get frequency of *”；
- 最大时钟频率仅报告被相同时钟驱动的时序模型（包含衍生时钟）上的时钟；
- 建议用户为设计添加完整的时序约束使云源软件能够更加精准的进行分析。

5.1.4 Total Negative Slack Summary

- **Clock Name:** 时钟名称。
- **Analysis Type:** 分析类型为 Setup 或 Hold 两种。
- **Endpoints TNS:** 统计时钟（对应 ClockName）驱动的时序路径上的终点余量为负值的时间总量。
- **Number of Endpoints:** 统计时钟（对应 ClockName）驱动的时序路径上的终点余量为负值的终点个数总量。

5.2 Timing Details

5.2.1 Path Slacks Table

时序路径的静态分析余量表，分为 **Setup Paths Table**（建立时间路径分析表）、**Hold Paths Table**（保持时间路径分析表）、**Recovery Paths Table**（恢复时间路径分析表）、**Removal Paths Table**（移除时间路径分析表）。上述四类表头信息表达信息相同，图 5-4 表头说明如下：

- **Path Number:** 路径编号，默认最大报告 25 条。
- **Path Slack:** 其值等于数据请求时间减去数据到达时间，当为负值时时序不满足。
- **From Node:** 前级时序元件的时序分析开始节点。
- **To Node:** 后级时序元件的时序分析终止节点。
- **From Clock:** 前级时序元件的数据发送时钟以及发送边沿类型。其中发送边沿类型指的是上升沿或下降沿。
- **To Clock:** 后级时序元件的数据锁存时钟以及锁存边沿类型。
- **Relation:** 描述发送时钟和采样时钟之间的时间关系。
- **Clock Skew:** 时钟偏斜。发送时钟和锁存时钟到达前级和后级时序元件的时间差。
- **Data Delay:** 数据到达路径中的数据延迟，其数值是整个数据到达路径中延迟值的一部分。

注！

- 当没有可供分析的时序路径时则报告为 “Nothing to report!”；

- Path Slacks Table 默认分析最差的 25 条路径，如用户需要查看的路径不在 25 条范围内则可通过 SDC 约束命令 `report_timing` 进行报告，命令语法请参见 Report Timing；
- Path Slacks Table 默认分析包含跨时钟域时序路径，如用户不关心跨时钟域分析则可通过 `set_clk_group` 或 `set_false_path` 进行配置，命令语法请参见 Set Clock Group 或 Set False Path。

图 5-4 路径余量表

Path Slacks Table:**Setup Paths Table**Report Command: `report_timing -setup -max_paths 25 -max_common_paths 1`

Path Number	Path Slack	From Node	To Node	From Clock	To Clock	Relation	Clock Skew	Data Delay
1	8.806	synS_r_s0/Q	synE_r_s0/D	ck0:[R]	ck0:[R]	10.000	0.000	0.794

Hold Paths TableReport Command: `report_timing -hold -max_paths 25 -max_common_paths 1`

Path Number	Path Slack	From Node	To Node	From Clock	To Clock	Relation	Clock Skew	Data Delay
1	0.570	synS_r_s0/Q	synE_r_s0/D	ck0:[R]	ck0:[R]	0.000	0.000	0.570

Recovery Paths TableReport Command: `report_timing -recovery -max_paths 25 -max_common_paths 1`

Path Number	Path Slack	From Node	To Node	From Clock	To Clock	Relation	Clock Skew	Data Delay
1	8.649	rstSrc_r_s0/Q	rstObj_r_s0/CLEAR	ck0:[R]	ck1:[R]	10.000	0.000	1.278

Removal Paths TableReport Command: `report_timing -removal -max_paths 25 -max_common_paths 1`

Path Number	Path Slack	From Node	To Node	From Clock	To Clock	Relation	Clock Skew	Data Delay
1	0.788	rstSrc_r_s0/Q	rstObj_r_s0/CLEAR	ck0:[R]	ck1:[R]	0.000	0.000	0.833

5.2.2 Minimum Pulse Width Table

时序元件可识别的最小脉冲宽度静态时序分析表。脉冲宽度指的是有效高/低电平信号持续的时间长度。默认报告最差的 10 条。图 5-5 表头信息说明如下：

- **Number:** 从小到大顺序序列号，默认 10 条。
- **Slack:** 元件可识别的最小脉冲宽度的余量值。
- **Actual Width:** 实际脉冲宽度，软件 PnR 后进行静态时序分析后得出的元件可识别的实际脉冲宽度。
- **Required Width:** 要求脉冲宽度，元件要求的可正常识别的最小脉冲宽度。
- **Type:** 脉冲宽度的类型，仅 Low Pulse Width 和 High Pulse Width 两种类型，分别为逻辑低电平脉冲宽度和逻辑高电平脉冲宽度。
- **Clock:** 进行最小脉冲宽度分析的时钟。
- **Objects:** 进行最小脉冲宽度分析的时序元件实例化对象。

注！

当无最小脉冲宽度分析报告时显示“Nothing to report!”。

图 5-5 最小脉冲宽度表

Minimum Pulse Width Table:

Report Command: report_min_pulse_width -nworst 10 -detail

Number	Slack	Actual Width	Required Width	Type	Clock	Objects
1	2.738	4.238	1.500	Low Pulse Width	DEFAULT_CLK	reg12
2	2.738	4.238	1.500	Low Pulse Width	DEFAULT_CLK	reg11_Z
3	2.813	4.313	1.500	High Pulse Width	DEFAULT_CLK	reg12
4	2.813	4.313	1.500	High Pulse Width	DEFAULT_CLK	reg11_Z

5.2.3 Timing Report By Analysis Type

该部分包含 Setup Analysis Report、Hold Analysis Report、Recovery Analysis Report、Removal Analysis Report 四类静态时序分析类型。其中，Setup Analysis Report 包含 Recovery Analysis Report； Hold Analysis Report 包含 Removal Analysis Report。分析计算方法一致。下面将对该四类分析类型进行介绍。

Setup Analysis Report

建立时间分析报告，用来分析设计中时序元件的时钟信号上升沿到达前，数据稳定不变的时间，如时间不够，数据将不能在时钟上升沿被稳定的送入时序元件。

云源软件对时序路径上的数据到达时间、数据请求时间、采样时钟、发送时钟等进行了详细的计算、分析并最终打印在建立时间分析报告中供用户参考。

该报告由命令 report_timing -setup 生成，云源软件默认分析并报告 25 条余量最差的时序路径，内容包含 Path Summary、Data Arrival Path、Path Statistics，释义如下所示。

1. Path Summary。图 5-6 为静态时序分析的路径信息综述，图中信息说明如下：
 - **Slack:** 数据允许最迟到达时间减去数据实际到达时间。正值表示时序收敛，负值表示时序不收敛。
 - **Data Arrival Time:** Launch edge 到达后级时序元件数据端口消耗的时间。
 - **Data Required Time:** Latch edge 到达后级时序元件时钟端口消耗的时间。
 - **From:** 前级时序元件。
 - **To:** 后级时序元件。
 - **Launch Clock:** 提供 Launch edge 的时钟以及作用边沿。作用边沿分为 R (Rise, 上升沿) 和 F (Fall, 下降沿) 两种。

- **Latch Clock:** 提供 Latch edge 的时钟以及作用边沿，作用边沿分为 R 和 F。

图 5-6 路径信息综述

Path Summary:

Slack	5.789
Data Arrival Time	6.767
Data Required Time	12.556
From	reg11_Z
To	reg12_Z
Launch Clk	sysclk1:[R]
Latch Clk	sysclk1:[R]

2. **Data Arrival Path.** 图 5-7 为一条数据到达路径，图中信息说明如下：

- **AT:** 指某一时刻，是时序路径上的一个时间节点。
- **DELAY:** 指延时值，其值表示一段时间间隔。
- **TYPE:** 指时序分析路径上 **NODE** 的类型，当为空值表示不可用。

注！

图 5-7 中，TYPE 包含多种类型，含义如下：

- **tCL:** time of clock latency, 时钟源延迟；
- **tINS:** time of module instance, 实例化的元器件延迟；
- **tNET:** time of net, 绕线的延迟；
- **tC2Q:** time of clock to quit, 时序元件内部延迟。
- **RF:** 指的是当前被分析元件的翻转类型。**RR** 表示正脉冲不翻转，**FF** 表示负脉冲不翻转，**RF** 表示正脉冲向负脉冲翻转，**FR** 表示负脉冲向正脉冲翻转。
- **FANOUT:** 扇出。
- **LOC:** 当前分析的元件在 **FPGA** 芯片中的物理位置，没有位置信息的使用 **UNPLACE** 标记，如 **DHCEN**。
- **NODE:** 静态时序分析路径上的节点。包括实例化的名称加端口、时钟、时钟边沿激活时间（**active clock edge time**）。

图 5-7 数据到达路径

Data Arrival Path:

AT	DELAY	TYPE	RF	FANOUT	LOC	NODE
0.000	0.000					active clock edge time
0.000	0.000					sysclk1
0.000	0.000	tCL	RR	1	IOL7[A]	clk1_ibuf/I
0.943	0.943	tINS	RR	2	IOL7[A]	clk1_ibuf/O
3.236	2.293	tNET	RR	1	IOL2[B]	reg11_Z/CLK
3.786	0.550	tC2Q	RF	1	IOL2[B]	reg11_Z/Q
6.767	2.981	tNET	FF	1	R5C9[1][A]	reg12_Z/D

3. **Data Required Path.** 数据请求路径是指时钟从有效沿开始到达时序元件

时钟端口时所经过的路径，如图 5-8 所示，表头与数据到达路径一致，此处不详述。

图 5-8 数据请求路径

Data Required Path:

AT	DELAY	TYPE	RF	FANOUT	LOC	NODE
10.000	10.000					active clock edge time
10.000	0.000					sysclk1
10.000	0.000	tCL	RR	1	IOL7[A]	clk1_ibuf/I
10.943	0.943	tINS	RR	2	IOL7[A]	clk1_ibuf/O
13.236	2.293	tNET	RR	1	R5C9[1][A]	reg12_Z/CLK
13.036	-0.200	tUnc				reg12_Z
12.556	-0.480	tSu		1	R5C9[1][A]	reg12_Z

4. Path Statistics。图 5-9 为路径统计信息，图中信息说明如下：

- **Clock Skew:** 时钟倾斜。
- **Setup Relationship:** 前级时序元件发送数据，后级时序元件锁存数据的时间关系。
- **Logic Level:** 两个时序元件之间的逻辑元件数量，0 代表直接相连。
- **Arrival Clock Path Delay:** 统计了 Data Arrival Path 上时钟延时的情况。cell 表示逻辑元件延迟，route 表示绕线延迟，tC2Q 表示时序元件内部延迟。
- **Arrival Data Path Delay:** 统计了 Data Arrival Path 上数据的延时情况。
- **Required Clock Path Delay:** 统计了 Data Required Path 上时钟的延时情况。

图 5-9 路径统计信息

Path Statistics:

Clock Skew	0.000
Setup Relationship	10.000
Logic Level	1
Arrival Clock Path Delay	cell: 0.943, 29.131%; route: 2.293, 70.869%
Arrival Data Path Delay	cell: 0.000, 0.000%; route: 2.981, 84.423%; tC2Q: 0.550, 15.577%
Required Clock Path Delay	cell: 0.943, 29.131%; route: 2.293, 70.869%

Hold Analysis Report

图 5-10 为保持时间分析报告，分析在时序元件的时钟信号上升沿到达之后，数据稳定不变的时间，如时间不足，数据不能被稳定的送入时序元件。云源软件对设计中的时序路径上的数据到达时间、数据请求时间、采样时钟、发送时钟等进行了详细的计算、分析并最终生成报告。该报告由命令 `report_timing -hold` 生成，默认报告 25 条余量最差的时序路径。报告表头信息解释请参考 Setup Analysis Report。

图 5-10 保持时间分析报告

Hold Analysis Report						
Report Command:report_timing -hold -max_paths 25 -max_common_paths 1						
Path1						
Path Summary:						
Slack	1.003					
Data Arrival Time	3.554					
Data Required Time	2.551					
From	reg11_s0					
To	reg12_s0					
Launch Clk	sysclk:[R]					
Latch Clk	sysclk:[R]					
Data Arrival Path:						
AT	DELAY	TYPE	RF	FANOUT	LOC	NODE
0.000	0.000					active clock edge time
0.000	0.000					sysclk
0.000	0.000	tCL	RR	1	IOL11[A]	clk_ibuf/I
0.811	0.811	tINS	RR	2	IOL11[A]	clk_ibuf/O
2.533	1.723	tNET	RR	1	R2C9[0][A]	reg11_s0/CLK
2.933	0.400	tc2Q	RR	1	R2C9[0][A]	reg11_s0/Q
3.554	0.621	tNET	RR	1	R2C9[1][A]	reg12_s0/CLEAR
Data Required Path:						
AT	DELAY	TYPE	RF	FANOUT	LOC	NODE
0.000	0.000					active clock edge time
0.000	0.000					sysclk
0.000	0.000	tCL	RR	1	IOL11[A]	clk_ibuf/I
0.811	0.811	tINS	RR	2	IOL11[A]	clk_ibuf/O
2.533	1.723	tNET	RR	1	R2C9[1][A]	reg12_s0/CLK
2.533	0.000	tUnc				reg12_s0
2.551	0.018	tHld		1	R2C9[1][A]	reg12_s0
Path Statistics:						
Clock Skew	0.000					
Hold Relationship	0.000					
Logic Level	1					
Arrival Clock Path Delay	cell: 0.811, 31.998%; route: 1.723, 68.002%					
Arrival Data Path Delay	cell: 0.000, 0.000%; route: 0.621, 60.818%; tc2Q: 0.400, 39.182%					
Required Clock Path Delay	cell: 0.811, 31.998%; route: 1.723, 68.002%					

Recovery Analysis Report

图 5-11 为恢复时间分析报告，指分析时序元件在时钟有效沿前，解除异步置复位的信号须保持稳定的最短时间，如不满足该时间，则寄存器可能无法进入正常工作状态。恢复时间的分析、计算方法与建立时间一致，该报告由命令 `report_timing -recovery` 生成，云源软件默认分析并报告 25 条余量最差的时序路径，表头信息请参考 **Setup Analysis Report**。

图 5-11 恢复时间分析报告

Recovery Analysis Report

Report Command: report_timing -recovery -max_paths 25 -max_common_paths 1

Path 1

Path Summary:

Slack	8.355
Data Arrival Time	4.629
Data Required Time	12.984
From	reg11_s0
To	reg12_s0
Launch Clk	sysclk:[R]
Latch Clk	sysclk:[R]

Data Arrival Path:

AT	DELAY	TYPE	RF	FANOUT	LOC	NODE
0.000	0.000					active clock edge time
0.000	0.000					sysclk
0.000	0.000	tCL	RR	1	IOL11[A]	clk_ibuf/t
0.943	0.943	tINS	RR	2	IOL11[A]	clk_ibuf/O
3.236	2.293	tNET	RR	1	R2C9[0][A]	reg11_s0/CLK
3.786	0.550	tC2Q	RF	1	R2C9[0][A]	reg11_s0/Q
4.629	0.843	tNET	FF	1	R2C9[1][A]	reg12_s0/CLEAR

Data Required Path:

AT	DELAY	TYPE	RF	FANOUT	LOC	NODE
10.000	10.000					active clock edge time
10.000	0.000					sysclk
10.000	0.000	tCL	RR	1	IOL11[A]	clk_ibuf/t
10.943	0.943	tINS	RR	2	IOL11[A]	clk_ibuf/O
13.236	2.293	tNET	RR	1	R2C9[1][A]	reg12_s0/CLK
13.036	-0.200	tUnc				reg12_s0
12.984	-0.052	tSu		1	R2C9[1][A]	reg12_s0

Path Statistics:

Clock Skew	0.000
Setup Relationship	10.000
Logic Level	1
Arrival Clock Path Delay	cell: 0.943, 29.131%; route: 2.293, 70.869%
Arrival Data Path Delay	cell: 0.000, 0.000%; route: 0.843, 60.531%; tC2Q: 0.550, 39.469%
Required Clock Path Delay	cell: 0.943, 29.131%; route: 2.293, 70.869%

Removal Analysis Report

图 5-12 为移除时间分析报告，分析时序元件在时钟有效沿后，解除异步置复位的信号须保持稳定的最短时间，如不满足该时间，则寄存器可能无法进入正常工作状态。移除时间的分析、计算方法与保持时间一致，该报告由命令 `report_timing -removal` 生成，云源软件默认分析并报告 25 条余量最差的时序路径，表头信息请参考 **Setup Analysis Report**。

图 5-12 移除时间分析报告

Removal Analysis Report

Report Command: report_timing -removal -max_paths 25 -max_common_paths 1

Path1

Path Summary:

Slack	1.003
Data Arrival Time	3.554
Data Required Time	2.551
From	reg11_s0
To	reg12_s0
Launch Clk	sysclk:[R]
Latch Clk	sysclk:[R]

Data Arrival Path:

AT	DELAY	TYPE	RF	FANOUT	LOC	NODE
0.000	0.000					active clock edge time
0.000	0.000					sysclk
0.000	0.000	tCL	RR	1	IOL11[A]	clk_ibuf/I
0.811	0.811	tINS	RR	2	IOL11[A]	clk_ibuf/O
2.533	1.723	tNET	RR	1	R2C9[0][A]	reg11_s0/CLK
2.933	0.400	tC2Q	RR	1	R2C9[0][A]	reg11_s0/Q
3.554	0.621	tNET	RR	1	R2C9[1][A]	reg12_s0/CLEAR

Data Required Path:

AT	DELAY	TYPE	RF	FANOUT	LOC	NODE
0.000	0.000					active clock edge time
0.000	0.000					sysclk
0.000	0.000	tCL	RR	1	IOL11[A]	clk_ibuf/I
0.811	0.811	tINS	RR	2	IOL11[A]	clk_ibuf/O
2.533	1.723	tNET	RR	1	R2C9[1][A]	reg12_s0/CLK
2.533	0.000	tUnc				reg12_s0
2.551	0.018	tHld		1	R2C9[1][A]	reg12_s0

Path Statistics:

Clock Skew	0.000
Hold Relationship	0.000
Logic Level	1
Arrival Clock Path Delay	cell: 0.811, 31.998%; route: 1.723, 68.002%
Arrival Data Path Delay	cell: 0.000, 0.000%; route: 0.621, 60.818%; tC2Q: 0.400, 39.182%
Required Clock Path Delay	cell: 0.811, 31.998%; route: 1.723, 68.002%

5.2.4 Minimum Pulse Width Report

最小脉冲宽度报告分析所有参与时序分析的路径上时序元件的最小脉冲宽度，包括高电平最小脉冲和低电平最小脉冲两种。如图 5-13 所示，图中信息说明如下：

- **Actual Width:** 实际脉冲宽度，其值为被分析目标上脉冲宽度实际维持的时间长度即是 **Early clock Path** 减去 **Late clock Path** 的值。
- **Required Width:** 元件要求的最小识别宽度既是脉冲信号维持的最短时间，小于这个宽度，那么这个低电平脉冲将不能被识别。
- **Slack:** 脉冲宽度余量，其值为实际脉冲宽度减去请求脉冲宽度。
- **Type:** 指明脉冲类型。有两种值 **Low Pulse Width** 与 **High Pulse Width**，分别为低脉冲宽度和高脉冲宽度。
- **Clock:** 进行静态时序分析的时钟。
- **Objects:** 当前分析的时序元件。
- **Late clock Path:** 脉冲起始时刻开始分析的路径，对于高脉冲宽度是逻辑

高信号起始时刻开始分析的路径，对于低脉冲宽度是逻辑低信号起始时刻开始分析的路径。

- **Early clock Path:** 脉冲结束时刻开始分析的路径，对于高脉冲宽度是逻辑高信号结束时刻开始分析的路径，对于低脉冲宽度是逻辑低信号结束时刻开始分析的路径。

图 5-13 最小脉冲宽度

MPW Summary:

Slack:	2.738
Actual Width:	4.238
Required Width:	1.500
Type:	Low Pulse Width
Clock:	sysclk1
Objects:	reg12_Z

Late clock Path:

AT	DELAY	TYPE	RF	NODE
5.000	0.000			active clock edge time
5.000	0.000			sysclk1
5.000	0.000	tCL	FF	clk1_ibuf/I
5.945	0.945	tINS	FF	clk1_ibuf/O
8.295	2.350	tNET	FF	reg12_Z/CLK

Early clock Path:

AT	DELAY	TYPE	RF	NODE
10.000	0.000			active clock edge time
10.000	0.000			sysclk1
10.000	0.000	tCL	RR	clk1_ibuf/I
10.811	0.811	tINS	RR	clk1_ibuf/O
12.533	1.723	tNET	RR	reg12_Z/CLK

5.2.5 High Fanout Nets Report

高扇出报告分析所有参与时序分析的路径中 net 的扇出情况，同时还会分析这个 net 的最差 Slack，最大延时。默认分析 10 条。依照 FANOUT 值由大到小顺序排序，如图 5-14 所示，图中信息说明如下：

- **FANOUT:** 指明分析的 net 其扇出是多少。
- **NET NAME:** 指明当前分析的 net 名称。
- **WORST SLACK:** 指明当前分析的 net 上所存在的最差 Slack，一条 net 上可能存在不止一个 Slack。
- **MAX DELAY:** 指明当前分析 net 上最大延时。

图 5-14 高扇出报告

High Fanout Nets Report:

Report Command: report_high_fanout_nets -max_nets 10

FANOUT	NET NAME	WORST SLACK	MAX DELAY
2	clk1_c	5.789	2.350
2	clk2_c	17.616	2.350
1	reg21_i	17.616	0.000
1	reg11	5.789	2.981
1	reg21	17.616	0.403

5.2.6 Route Congestions Report

图 5-15 为绕线拥塞报告，图中信息说明如下：

- GRID LOC: 分析的 Grid 位置。
- ROUTE CONGESTIONS: Grid 上绕线的拥塞度，如 0.056 表示该 Grid 上的拥塞度为 5.6%。
- 默认报告 10 条最差的，按照 ROUTE CONGESTIONS 值的大小由大到小顺序排列。

图 5-15 绕线拥塞报告

Route Congestions Report:

Report Command:report_route_congestion -max_grids 10

GRID LOC	ROUTE CONGESTIONS
R5C9	0.056
R2C1	0.028
R3C1	0.028
R3C9	0.028
R1C1	0.014
R5C1	0.014

5.2.7 Timing Exceptions Report

时序例外允许用户修改特定路径的默认静态时序分析规则，时序例外约束命令包含 `set_false_path`、`set_multicycle_path`、`set_max_delay`、`set_min_delay` 四种，下面通过一个实际案例进行说明。

针对图 5-16 案例，设计一个特定的 SDC 文件，文件内容如图 5-17 所示。

图 5-16 测试案例

```
1 module timing(  
2     output dout,  
3     input din, clk1, clk2  
4 );  
5  
6     reg reg11, reg12;  
7     reg reg21, reg22;  
8  
9  
10  
11     always @(posedge clk1)  
12     begin  
13         reg11 <= din;  
14         reg12 <= reg11;  
15     end  
16  
17     always @(posedge clk2)  
18     begin  
19         reg21 <= din;  
20         reg22 <= ~reg21;  
21     end  
22  
23     assign dout = reg22 & reg12;  
24  
25 endmodule
```

图 5-17 Timing Exceptions 约束

```
create_clock -name sysclk1 -period 10 -waveform {0 5} [get_ports {clk1}]  
create_clock -name sysclk2 -period 10 -waveform {0 5} [get_ports {clk2}]  
set_max_delay -from [get_clocks {sysclk1}] -to [get_clocks {sysclk1}] 5  
set_max_delay -from [get_clocks {sysclk2}] -to [get_clocks {sysclk2}] 4
```

图 5-17 中的时序例外约束语句 `set_max_delay`，是将 `sysclk1`、`sysclk2` 影响的时序路径上的最大绝对延迟值分别设定为 5ns、4ns。`set_max_delay` 会对 `setup` 分析产生影响且受影响的路径会默认显示在时序例外报告下，默认产生的报告如下图 5-18 所示。

图 5-18 时序例外报告

Timing Exceptions Report:

Setup Analysis Report

Report Command: report_exceptions -setup -max_paths 5 -max_common_paths 1

Timing Path Constraint[1]: set_max_delay -from [get_clocks {sysclk1}] -to [get_clocks {sysclk1}] 5

Path1

Path Summary:

Slack	0.789
Data Arrival Time	6.767
Data Required Time	7.556
From	reg11_Z
To	reg12_Z
Launch Clk	sysclk1:[R]
Latch Clk	sysclk1:[R]

Data Arrival Path:

AT	DELAY	TYPE	RF	FANOUT	LOC	NODE
0.000	0.000					active clock edge time
0.000	0.000					sysclk1
0.000	0.000	tCL	RR	1	IOL7[A]	clk1_ibuf/I
0.943	0.943	tINS	RR	2	IOL7[A]	clk1_ibuf/O
3.236	2.293	tNET	RR	1	IOL2[B]	reg11_Z/CLK
3.786	0.550	tC2Q	RF	1	IOL2[B]	reg11_Z/Q
6.767	2.981	tNET	FF	1	R5C9[1][A]	reg12_Z/D

Data Required Path:

AT	DELAY	TYPE	RF	FANOUT	LOC	NODE
5.000	5.000					active clock edge time
5.000	0.000					sysclk1
5.000	0.000	tCL	RR	1	IOL7[A]	clk1_ibuf/I
5.943	0.943	tINS	RR	2	IOL7[A]	clk1_ibuf/O
8.236	2.293	tNET	RR	1	R5C9[1][A]	reg12_Z/CLK
8.036	-0.200	tUnc				reg12_Z
7.556	-0.480	tSu		1	R5C9[1][A]	reg12_Z

Path Statistics:

Clock Skew	0.000
Setup Relationship	5.000
Logic Level	1
Arrival Clock Path Delay	cell: 0.943, 29.131%; route: 2.293, 70.869%
Arrival Data Path Delay	cell: 0.000, 0.000%; route: 2.981, 84.423%; tC2Q: 0.550, 15.577%
Required Clock Path Delay	cell: 0.943, 29.131%; route: 2.293, 70.869%

Timing Path Constraint[14]: set_max_delay -from [get_clocks {sysclk2}] -to [get_clocks {sysclk2}] 4

Path1

Path Summary:

Slack	1.616
Data Arrival Time	4.940
Data Required Time	6.556
From	reg21_Z
To	reg22_Z
Launch Clk	sysclk2:[R]
Latch Clk	sysclk2:[R]

Data Arrival Path:

AT	DELAY	TYPE	RF	FANOUT	LOC	NODE
0.000	0.000					active clock edge time
0.000	0.000					sysclk2
0.000	0.000	tCL	RR	1	IOL5[A]	clk2_ibuf/I
0.943	0.943	tINS	RR	2	IOL5[A]	clk2_ibuf/O
3.236	2.293	tNET	RR	1	R5C9[0][B]	reg21_Z/CLK
3.786	0.550	tC2Q	RR	1	R5C9[0][B]	reg21_Z/Q
4.189	0.403	tNET	RR	1	R5C9[0][A]	reg21_L_c2/I0
4.940	0.751	tINS	RF	1	R5C9[0][A]	reg21_L_c2/F
4.940	0.000	tNET	FF	1	R5C9[0][A]	reg22_Z/D

Data Required Path:

AT	DELAY	TYPE	RF	FANOUT	LOC	NODE
4.000	4.000					active clock edge time
4.000	0.000					sysclk2
4.000	0.000	tCL	RR	1	IOL5[A]	clk2_ibuf/I
4.943	0.943	tINS	RR	2	IOL5[A]	clk2_ibuf/O
7.236	2.293	tNET	RR	1	R5C9[0][A]	reg22_Z/CLK

时序例外报告默认报告所有的受时序例外约束语句影响的路径，云源软

件提供了 report_exception 约束命令，允许用户配置和显示关心的部分报告内容，将不关心的报告路径进行过滤。如图 5-19 所示是在图 5-17 基础上再添加 report_exception 语句，红框里第一行表示受 sysclk1 影响的路径报告一条 setup 分析，第二行表示受 sysclk2 影响的路径不进行 setup 分析报告。

图 5-19 report_exception 语句

```
create_clock -name sysclk1 -period 10 -waveform {0 5} [get_ports {clk1}]
create_clock -name sysclk2 -period 10 -waveform {0 5} [get_ports {clk2}]
set_max_delay -from [get_clocks {sysclk1}] -to [get_clocks {sysclk1}] 5
set_max_delay -from [get_clocks {sysclk2}] -to [get_clocks {sysclk2}] 4
report_exceptions -setup -from_clock [get_clocks {sysclk1}] -to_clock [get_clocks {sysclk1}] -max_paths 1 -max_common_paths 1
report_exceptions -setup -from_clock [get_clocks {sysclk2}] -to_clock [get_clocks {sysclk2}] -max_paths 0 -max_common_paths 0
```

图 5-19 约束后的时序例外报告如图 5-20 所示。

图 5-20 report_exception 报告

Timing Exceptions Report:

Setup Analysis Report

Setup Analysis Report[1]:

Report Command: report_exceptions -setup -from_clock [get_clocks {sysclk1}] -to_clock [get_clocks {sysclk1}] -max_paths 1 -max_common_paths 1

Timing Path Constraint[1]: set_max_delay -from [get_clocks {sysclk1}] -to [get_clocks {sysclk1}] 5

Path1

Path Summary:

Slack	-0.654
Data Arrival Time	7.947
Data Required Time	7.293
From	reg11_ins23
To	reg12_ins20
Launch Clk	sysclk1:[R]
Latch Clk	sysclk1:[R]

Data Arrival Path:

AT	DELAY	TYPE	RF	FANOUT	LOC	NODE
0.000	0.000					active clock edge time
0.000	0.000					sysclk1
0.000	0.000	tCL	RR	1	IOL15[A]	clk1_ibuf13/I
0.982	0.982	tINS	RR	2	IOL15[A]	clk1_ibuf13/O
2.893	1.911	tNET	RR	1	IOL2[B]	reg11_ins23/CLK
3.351	0.458	tC2Q	RF	1	IOL2[B]	reg11_ins23/Q
7.947	4.596	tNET	FF	1	R15C23[1][A]	reg12_ins20/D

Data Required Path:

AT	DELAY	TYPE	RF	FANOUT	LOC	NODE
5.000	5.000					active clock edge time
5.000	0.000					sysclk1
5.000	0.000	tCL	RR	1	IOL15[A]	clk1_ibuf13/I
5.982	0.982	tINS	RR	2	IOL15[A]	clk1_ibuf13/O
7.893	1.911	tNET	RR	1	R15C23[1][A]	reg12_ins20/CLK
7.693	-0.200	tUnc				reg12_ins20
7.293	-0.400	tSu		1	R15C23[1][A]	reg12_ins20

Path Statistics:

Clock Skew	0.000
Setup Relationship	5.000
Logic Level	1
Arrival Clock Path Delay	cell: 0.982, 33.942%; route: 1.911, 66.058%
Arrival Data Path Delay	cell: 0.000, 0.000%; route: 4.596, 90.932%; tC2Q: 0.458, 9.068%
Required Clock Path Delay	cell: 0.982, 33.942%; route: 1.911, 66.058%

5.2.8 Timing Constraints Report

图 5-21 为时序约束报告，图中信息说明如下：

- SDC Command Type: 静态时序约束命令的类型有 TC_CLOCK、TC_GENERATED_CLOCK、TC_INPUT_DELAY、TC_CLOCK_LATENCY、TC_CLOCK_UNCERTAINTY、

TC_FALSE_PATH、TC_MULTICYCLE、TC_MAX_DELAY、TC_CLOCK_GROUP。当值空时表示不可用。

- **State:** 包含 Invalid、Activated 两个值。Activated 表示命令生效，Invalid 表示命令无效。
- **Detail Command:** 其值等于 SDC 文件中对应的时序约束语句。

注！

无效的 SDC 命令语句不被统计到 Timing Constraints Report 中。

图 5-21 时序约束报告

Timing Constraints Report:

SDC Command Type	State	Detail Command
TC_CLOCK	Activated	create_clock -name main -period 18.182 -waveform {0 9.091} [get_ports {clk}]
TC_GENERATED_CLOCK	Activated	create_generated_clock -name main_gen -source [get_ports {clk}] -master_clock main -divide_by 5 -duty_cycle 40 -phase 22 -offset 50 [get_ports {in}]
TC_INPUT_DELAY	Activated	set_input_delay -clock main_gen 0.2 -clock_fall -add_delay -source_latency_included [get_ports {in}]
TC_CLOCK_LATENCY	Activated	set_clock_latency -source 1.2 [get_clocks {main}]
TC_CLOCK_UNCERTAINTY	Activated	set_clock_uncertainty 2.3 -setup -from [get_clocks {main}] -to [get_clocks {main}]
TC_FALSE_PATH	Activated	set_false_path -from [get_clocks {main_gen}] -to [get_clocks {main_gen}]
TC_MULTICYCLE	Activated	set_multicycle_path -from [get_clocks {main_gen}] -to [get_clocks {main_gen}] -setup -end 3
TC_MAX_DELAY	Activated	set_max_delay -from [get_clocks {main}] -to [get_clocks {main}] 1.11
TC_CLOCK_GROUP	Activated	set_clock_groups -exclusive -group [get_clocks {main}] -group [get_clocks {main_gen}]
	Activated	report_timing -setup -from_clock [get_clocks {main}] -to_clock [get_clocks {main}]
	Activated	report_exceptions -setup -from_clock [get_clocks {main}] -to_clock [get_clocks {main}]

附录 A 时序约束语法规范

A.1 时钟约束

A.1.1 create_clock

语法

```
命令: create_clock  
参数: -period <period_value>  
      [-name <clock_name>]  
      [-waveform <edge_list>]  
      <objects>  
      [-add]
```

注!

- []内为可选项。一般来说，使用的可选项越多，约束的越详细。可选项没有被指定时约束更通用并适合更多目标；
- 支持的约束类型：SDC 标准。

-period: 用于指定时钟的周期，参数值应设置为大于 0 的数，周期的单位为 ns。

-name: 用于指定时钟的名称，该参数是时钟的唯一识别标志，因此不能创建重名时钟，否则后创建的时钟会覆盖先创建的时钟。若没有规定该参数，则时钟默认命名为 **source objects** 中第一个元素的名称。

-waveform: 用于指定时钟的上升沿和下降沿的时间，这两个时间是递增的非负数，且二者之差小于一个时钟周期。通常情况下，若规定上升沿先达，则设置上升沿和下降沿时间均小于一个时钟周期，如“{0 5}”表示该时钟为上升沿在 0ns 时刻先达，下降沿在 5ns 时刻到达；若时钟下降沿先达，

则可通过设置上升沿时间小于一个时钟周期，下降沿时间大于等于一个时钟周期即可，如周期设置为 10ns，“-waveform {5 10}”表示该时钟下降沿在 0ns 时刻到达，上升沿在 5ns 时刻到达。

-add: 在同一个源（source object）上添加多个时钟时，应在第二条及以后创建时钟（create_clock）语句中使用-add 参数，否则第二条及以后创建时钟（create_clock）语句会被忽略（时钟不会被创建成功）。

<objects>: 用于指定创建时钟的目标，可以是 PORT、PIN、NET 等元素。如果用户选择的目标上已经创建了时钟，用户可使用-add 命令来创建新的时钟，如用户未使用-add 命令，则云源软件会忽略该条命令，不会创建新的时钟。如用户在使用 create_clock 命令创建时钟时并未指定目标，则云源软件将会忽略这条命令，不会正确创建时钟。

应用示例

```
# 创建一个周期 10ns，下降沿先达的时钟
create_clock -name clk -period 10.000 -waveform {5 10} [get_ports
{clk}]

# 创建一个占空比为 40%的时钟
create_clock -name clk -period 10.000 -waveform {6 10} [get_ports
{clk}]

#在同一个端口上添加两个有效时钟
1. create_clock -period 10 -name clk [get_ports {clk}] #成功创建时钟 clk
2. create_clock -period 10 -name clk1 [get_ports {clk}] #由于缺少-add 参
数，命令 2 被忽略，不会创建时钟 clk1
create_clock -period 20 -name clk1 -add [get_ports {clk}]
#成功创建时钟 clk1
```

A.1.2 create_generated_clock

语法

命令: create_generated_clock

参数: [-name <clock name>]

-source <master pin>

[-edges <edge list>]

[-edge_shift <shift list>]

[-divide_by <factor>]

[-multiply_by<factor>]

```

[-duty_cycle <percent>]
[-add]
[-invert]
[-master_clock <clock>]
[-phase <phase>]
[-offset <offset>]
<objects>

```

注!

- []内为可选项。一般来说，使用的可选项越多，约束的越详细。可选项没有被指定时约束更通用并适合更多目标。
- 支持的约束类型：SDC 标准。

-name: 指定衍生时钟的名称，如果该参数未指定，则用第一个“source object”作为衍生时钟的名称，衍生时钟名称须唯一，如果衍生时钟名称已存在，则先前创建的同名时钟被覆盖。

-source: 指定衍生时钟的来源，如果来源存在有多个时钟，则需通过“-master_clock”指定具体的主时钟。

-master_clock: 指定衍生时钟所对应的主时钟。

-edges: 指定衍生时钟的时钟沿时间，该参数列表由三个递增正整数组成，表示衍生时钟的第一个上升沿、第一个下降沿、第二个上升沿与主时钟边沿的关系。例如，以主时钟的第一个上升沿为 1，第一个下降沿为 2，第二个上升沿为 3，依次计数，则利用该参数创建一个二分频的衍生时钟的方法是“-edge {1 3 5}”。

-edge_shift: 此参数应与“-edges”参数一起使用，用来在-edges 参数设置的边沿上增加偏移，可取值为任意数，但不能使某边沿超出它的相邻边沿。

注!

“-edge”和“-edge_shift”不能与其他除“-invert”外调整波形的参数同时使用。

-divide_by: 设置衍生时钟相对于主时钟的分频数，该参数应为正整数。

-multiply_by: 设置衍生时钟相对于主时钟的倍频数，该参数应为正整数。

-duty_cycle: 设置衍生时钟的占空比，该参数应为小于 100 的正整数。

-add: 用于添加到同一源上的时钟同时生效。

-invert: 使用该参数可使衍生时钟反相，云源软件采用平移半个周期的

方式实现反相的操作。

-phase: 设置主时钟时钟沿的偏移量（单位：度，正数右移，负数左移）。

-offset: 设置衍生时钟沿偏移量（正数右移，负数左移）。

<objects>: 用来指定时钟的入口，可是 PORT、PIN、NET 等元素。

应用举例

#用“-divide_by”在端口 a 上创建一个二频衍生时钟

```
create_clock -period 10 [get_ports clk]
```

```
create_generated_clock -name genClk -source [get_ports {clk}]
-divide_by 2 [get_ports {a}]
```

#用“-edges”在端口 a 上创建一个二频衍生时钟

```
create_generated_clock -name genClk -source [get_ports {clk}] -edges
{1 3 5} [get_ports {a}]
```

#创建一个占空比为 40%的二倍频衍生时钟

```
create_generated_clock -name genClk0 -source [get_ports {clk}]
-multiply_by 2 -duty_cycle 40 [get_pins {pll_out}]
```

#创建一个主时钟的二频反向衍生时钟

```
create_generated_clock -name genClk1 -source [get_ports {clk}]
-divide_by 2 -invert [get_pins {pll_out}]
```

#创建一个二倍频且相移 90 度的衍生时钟

```
create_generated_clock -name genClk2 -source [get_ports {clk}]
-multiply_by 2 -phase 90 [get_pins {pll_out}]
```

#创建一个二频衍生时钟

```
create_generated_clock -name genClk3 -source [get_ports {clk}]
-edges {2 4 6} [get_pins {pll_out}]
```

#创建一对基于同一源不同主时钟的衍生时钟

```
create_clock -period 10 -name clk [get_ports {clk}]
```

```
create_clock -period 20 -name clk1 -add [get_ports {clk}]
```

```
create_generated_clock -name genClk -source [get_ports {clk}]
-divide_by 2 -master_clock clk -add [get_pins {pll_out}]
```

```
create_generated_clock -name genClk1 -source [get_ports {clk}]
-master_clock clk1 -divide_by 2 -add [get_pins {pll_out}]
```

A.1.3 set_clock_latency

语法

```
命令: set_clock_latency  
参数: -source [-rise | -fall]  
      [-late | -early]  
      <delay>  
      [-clock <clock list>]  
      <object list>
```

注!

[]内为可选项。一般来说，使用的可选项越多，约束的越详细。可选项没有被指定时约束更通用并适合更多目标。

支持的约束类型：**SDC 标准**

-source: 参数表示设置的是时钟的源延时。

-rise | -fall: 表示设置的是上升沿还是下降沿的延时，这两个参数不能同时出现在同一条语句中，当这两个参数都没有时，对上升沿和下降沿的延时都做相同的设置，设置为该语句所规定的值。

注!

由于该设置值是时钟源端的数值，需用户来确定此数值。云源软件默认情况下的设置值为 0 ns。

-late | -early: 表示设置的是最大延时还是最小延时，**-late** 用于常规的 setup 分析，**-early** 用于常规的 hold 分析。

<delay>: 设置时钟的延时值。

注!

云源软件提供的默认设置值为 0ns。

-clock: 当创建了多个时钟时，应当使用该参数来确定对哪个时钟设置延时，当没有设置该参数时，对所有的时钟都设置相同的延时。

<source objects>: 用来表示对哪个时钟接入点或者哪个时钟进行延时设置。

应用举例

```
create_clock -period 10 -name clk [get_ports {clk}]  
create_clock -period 10 -name clk0 [get_ports {clk}] -add
```

#为 clk 指定 2ns 时钟延时

```
set_clock_latency -source 2 [get_clocks {clk}]
```

#为时钟端口上的 clk0 指定时钟延时

```
set_clock_latency -source 2 -clock [get_clocks {clk0}] [get_ports {clk}]
```

A.1.4 set_clock_uncertainty

语法

命令: set_clock_uncertainty

参数: [-from <from clock>]

[-rise_from <rise from clock>]

[-fall_from <-fall from clock>]

[-to <to clock>]

[-rise_to <rise to clock>]

[-fall_to <-fall to clock>]

[-setup | -hold]

<uncertainty value>

注!

- []内为可选项。一般来说，使用的可选项越多，约束的越详细。可选项没有被指定时约束更通用并适合更多目标。
- 支持的约束类型：SDC 标准。

-from/-rise_from/-fall_from: 指定该不确定性的源时钟，可通过“-rise_from”和“-fall_from”指定该不确定性的有效源时钟沿。

-to/-rise_to/-fall_to: 指定该不确定性的终点时钟，可通过“-rise_to”和“-fall_to”指定该不确定性的终点有效时钟沿。

-setup/-hold: 指定该不确定性是对建立时间（setup time）还是保持时间（hold time）产生影响，若不指定该参数，则对这二种检查均生效。

<uncertainty value>: 不确定性值，由用户提供。

注!

STA 提供的默认设置值为 0.02ns。

应用举例

```
#设置从 clk 到 clk 的建立时间不确定性为 0.5
```

```
set_clock_uncertainty -setup -from clk -to clk 0.5
#设置从 clk0 到 clk 的保持时间不确定性为 0.0
set_clock_uncertainty -hold -from clk0 -to clk 0.0
```

A.1.5 set_clock_groups

语法

```
命令: set_clock_groups
参数: [-asynchronous | -Exclusive]
      [-group <clock name>] ...
```

注!

[]内为可选项。一般来说，使用的可选项越多，约束的越详细。可选项没有被指定时约束更通用并适合更多目标。

支持的约束类型：SDC 标准。

-asynchronous | -Exclusive: 指定时钟间关系为异步或互斥；

-group: 指定时钟为同一个组；

应用举例

```
#设置时钟 clk 与时钟 clk0 关系为互斥
set_clock_groups -Exclusive -group [get_clocks {clk}] -group
[get_clocks {clk0}]
```

A.2 I/O 延迟约束

A.2.1 set_input_delay

语法

```
命令: set_input_delay
参数: -clock clock_name
      [-clock_fall]
      [-rise]
      [-fall]
      [-max]
      [-min]
```

```
[-add_delay]
[-source_latency_included]
<delay_value>
<port_list>
```

注！

- []内为可选项。一般来说，使用的可选项越多，约束的越详细。可选项没有被指定时约束更通用并适合更多目标；
- 支持的约束类型：SDC 标准。

-clock: 指定该输入端口与哪个时钟关联；

-clock_fall: 表示该输入端口与时钟的下降沿关联。

注！

若没有指定此参数，则默认为与时钟的上升沿关联。

-rise/fall: 指定上升沿或下降沿数据的输入延时，若只规定了一个，则另一个自动赋值为相同的值。

-max/min: 指定数据的最大或最小输入延时，若只规定了一个，则另一个自动赋值为相同的值。

-add_delay: 使得多个此类约束同时生效。

-source_latency_included: 指定该参数，表示外部时钟延时已经包含在输入延时时。

注！

默认的情况下外部时钟延时不包含在输入延时时；

<delay_value>: 指定的输入延时值；

注！

云源软件提供的默认的输入延迟值为 0ns。

<port_list>: 指定受约束的输入端口（PORTS）；

应用举例

```
#设置端口 a 基于 clk 上升沿的输入延时为 0.8ns
set_input_delay -clock clk 0.8 [get_ports {a}]
# 为所有的输入端口设置基于 clk 上升沿的延时为 0.8
set_input_delay -clock clk 0.8 [all_inputs]
#设置端口 a 基于 clk 下降沿的输入延时为 0.8ns
```

```

set_input_delay -clock clk -clock_fall 0.8 [get_ports {a}]
#设置端口 a 基于 clk 上升沿的四类延时
set_input_delay -clock clk -max -rise 1.4 [get_ports {a}]
set_input_delay -clock clk -max -fall 1.5 [get_ports {a}]
set_input_delay -clock clk -min -rise 0.7 [get_ports {a}]
set_input_delay -clock clk -min -fall 0.8 [get_ports {a}]
#通过-add_delay 使得基于不同时钟沿的输入延时同时有效
set_input_delay -clock clk0 -min 1.2 [get_ports {a}]
set_input_delay -clock clk0 -max 1.8 [get_ports {a}]
set_input_delay -clock clk0 -clock_fall 1.6 -add_delay [get_ports a]
set_input_delay -clock clk1 -min 2.1 -add_delay [get_ports {a}]
set_input_delay -clock clk1 -max 2.5 -add_delay [get_ports {a}]

```

A.2.2 set_output_delay

语法

```

命令: set_output_delay
参数: -clock clock_name
      [-clock_fall]
      [-rise]
      [-fall]
      [-max]
      [-min]
      [-add_delay]
      [-source_latency_included]
      <delay_value>
      <port_list>

```

注!

- []内为可选项。一般来说，使用的可选项越多，约束的越详细。可选项没有被指定时约束更通用并适合更多目标。
- 支持的约束类型：SDC 标准。

-clock: 参数“-clock”指定与输出延时相关的时钟；

-clock_fall: 指定输出延时的时钟参考沿;

注!

默认参考时钟上升沿。

-rise/-fall: 指定上升沿或下降沿数据的输入延时, 若只规定了一个, 则另一个自动赋值为相同的值;

-max/-min: 指定数据的最大或最小输入延时, 若只规定了一个, 则另一个自动赋值为相同的值;

-add_delay: 使得多个此类约束同时生效;

-source_latency_included: 指定该参数, 表示外部时钟延时已经包含在输入延时效内;

<delay_value>: 指定的输出延时值。

注!

云源软件提供默认的输出延迟值为 0ns。

<port_list>: 指定受约束的输入端口 (PORTS)。

应用举例

#设置端口 b 的输出延时为 0.5ns

```
set_output_delay -clock clk 0.5 [get_ports {b}]
```

#设置所有输出端口的输出延时为 0.5ns

```
set_output_delay -clock clk 0.5 [all_outputs]
```

#设置端口 b 基于时钟下降沿的延时为 0.5ns

```
set_output_delay -clock clk -clock_fall 0.5 [get_ports {b}]
```

#设置端口 b 基于时钟上升沿的延时

```
set_output_delay -clock clk -max -rise 0.3 [get_ports {b}]
```

```
set_output_delay -clock clk -max -fall 0.5 [get_ports {b}]
```

```
set_output_delay -clock clk -min -rise 0.8 [get_ports {b}]
```

```
set_output_delay -clock clk -min -fall 0.7 [get_ports {b}]
```

#通过参数 “-add_delay” 使得基于不同时钟沿的输出延时同时有效

```
set_output_delay -clock clk0 -min 0.5 [get_ports {b}]
```

```
set_output_delay -clock clk0 -max 0.6 [get_ports {b}]
```

```
set_output_delay -clock clk0 -clock_fall 0.7 -add_delay [get_ports {b}]
```

```
set_output_delay -clock clk1 -min 0.8 -add_delay [get_ports {b}]
```

```
set_output_delay -clock clk1 -max 0.9 -add_delay [get_ports {b}]
```

A.3 时序路径约束

A.3.1 set_max_delay / set_min_delay

语法

命令: set_max_delay

参数: [-from <from list>]

[-to <to list>]

[-through <through_list>]

<delay value>

命令: set_min_delay

参数: [-from <from list>]

[-to <to list>]

[-through <through_list>]

<delay value>

注!

- []内为可选项。一般来说，使用的可选项越多，约束的越详细。可选项没有被指定时约束更通用并适合更多目标。
- 支持的约束类型：SDC 标准。

-from: 参数用于规定路径的起点，可搜集端口（PORTS）、网络（NETS）、触发器（REGS）、时钟（CLOCKS）和引脚（PINS）等基本单元；

-to: 参数用于指定路径的终点，可搜集端口（PORTS）、网络（NETS）、触发器（REGS）、时钟（CLOCKS）和引脚（PINS）等基本单元。

-through: 此参数用于指定路径经过的点，它可搜集网络（NETS）和引脚（PINS）等基本单元，当该参数搜集引脚（PINS）时，只能是非时序元件的引脚（PINS），同一条约束中不允许使用多个“-through”参数。

<delay value>: 指定的输出延时值；

注!

以上三类参数可结合起来使用，也可单独使用，当这三个参数指定的基本单元不在同一条路径上时，云源软件将忽略此约束，不会对时序计算中产生影响。

应用举例

#设置 clock 驱动的元件到 clock 驱动的元件的时序路径的最大延时为 5ns

```
set_max_delay -from [get_clocks {clk}] -to [get_clocks {clk}] 5
```

#设置从端口 a 到触发器 reg0 的最大延时为 2ns

```
set_max_delay -from [get_ports {a}] -to [get_registers {reg0}] 2
```

#设置从触发器 reg0 到端口 b 的最大延时为 2ns

```
set_max_delay -from [get_registers {reg0}] -to [get_ports {b}] 2
```

#设置所有受时钟驱动的时序元件的最大延迟为 5ns

```
set_max_delay -from [all_clocks] 5 -to [get_ports {out*}]
```

#设置从端口 a 到端口 b 的最大延时为 2ns

```
set_max_delay -from [get_ports {a}] -to [get_ports {b}] 2
```

#设置从触发器 reg0 到 clk 下降沿激励的时序元件的最大延时是 2ns

```
set_max_delay -from [get_regs {reg0}] -to [get_clocks {clk}] 2
```

#设置 clock 驱动的元件到 clock 驱动的元件的时序路径的最小延时为 0.5ns

```
set_min_delay -from [get_clocks {clk}] -to [get_clocks {clk}] 0.5
```

#设置从端口 a 到触发器 reg0 的最小延时为 0.5ns

```
set_min_delay -from [get_ports {a}] -to [get_registers {reg0}] 0.5
```

#设置从触发器 reg0 到端口 b 的最小延时为 0.5

```
set_min_delay -from [get_registers {reg0}] -to [get_ports {b}] 0.5
```

#设置从端口 a 到端口 b 的最小延时是 0.5ns

```
set_min_delay -from [get_ports {a}] -to [get_ports {b}] 0.5
```

#设置从端口 a 到时钟 clk 的下降沿激励的时序元件的最小延时为 0.5ns

```
set_max_delay -from [get_ports {a}] -to [get_clocks {clk}] 0.5
```

A.3.2 set_false_path

语法

命令: set_false_path

参数: [-from <from list>]

[-to <to list>]

[-through <through list>]

[-setup]

[-hold]

注！

- []内为可选项。一般来说，使用的可选项越多，约束的越详细。可选项没有被指定时约束更通用并适合更多目标。
- 支持的约束类型：SDC 标准。

-setup/-hold: 用于指定当前约束是对建立时间检查还是保持时间检查产生影响，这两个参数互斥，如都没有指定则默认都对 **setup**、**hold** 均有效。

-from: 用于规定路径的起点，可通过端口 (**get_ports**)、寄存器 (**get_regs**) 或时钟 (**get_clocks**) 来搜集起点。

-to: 用于指定路径的终点，可通过端口 (**get_ports**)、寄存器 (**get_regs**) 或时钟 (**get_clocks**) 来搜集起点。

-through: 此参数用于规定路径经过的点，可通过引脚 (**get_pins**) 或者网络 (**get_Nets**) 来搜集经过的点；该参数列表中可指定多个引脚(PIN) 或者多个网络 (NET)，它们可在同一条路径上，也可在不同的路径上，在同一条约束中不可使用多个 “-through” 参数。

注！

“-from”、“-to”和“-through”这三类参数可结合起来使用，也可单独使用；当这三个参数规定的点不在同一条路径上时，云源软件将忽略此条约束，不会对时序分析产生影响。

应用举例

#设置时钟 **clk0** 与时钟 **clk1** 激励的路径不进行时序分析

```
set_false_path -from [get_clocks {clk0}] -to [get_clocks {clk1}]
```

#设置寄存器 **reg0** 到寄存器 **reg1** 的路径不进行时序分析

```
set_false_path -from [get_regs {reg0}] -to [get_regs {reg1}]
```

#设置时钟 **clk** 的上升沿到时钟 **clk1** 下降沿激励的路径不进行时序分析

```
set_false_path -from [get_clocks {clk}] -to [get_clocks {clk1}]
```

#指定端口 **a** 到端口 **b** 的路径不进行时序分析

```
set_false_path -from [get_ports {a}] to [get_ports {b}]
```

A.3.3 set_multicycle_path

语法

命令：set_multicycle_path

参数: [-setup|-hold]
 [-start|-end]
 [-from <from_list>]
 [-to <to list>]
 [-through <through_list>]
 <path multiplier>

注!

- []内为可选项。一般来说，使用的可选项越多，约束的越详细。可选项没有被指定时约束更通用并适合更多目标。
- 支持的约束类型：SDC 标准。

-start/-end: 指定该约束参考时钟是发起时钟（launch clock），还是锁存时钟（latch clock），参数“-start”指定的参考时钟是发起时钟（launch clock），参数“-end”的参考时钟的是锁存时钟（latch clock）。

注!

云源软件默认为锁存时钟（latch clock）。

-setup/-hold: 用于指定当前约束是对建立时间检查还是保持时间检查产生影响，这两个参数互斥。

注!

云源软件默认对建立时间检查产生影响。

-from: 用于规定路径的起点，可通过端口（get_ports）、寄存器（get_regs）或时钟（get_clocks）来搜集起点。

-to: 用于指定路径的终点，可通过端口（get_ports）、寄存器（get_regs）或时钟（get_clocks）来搜集起点。

-through: 此参数用于规定路径经过的点，可通过引脚（get_pins）或者网络（get_Nets）来搜集经过的点；该参数列表中可指定多个引脚(PIN)或者多个网络（NET），它们可在同一条路径上，也可在不同的路径上，在同一条约束中不可使用多个“-through”参数。

<path multiplier>: 指定周期个数。

注!

“-from”、“-to”和“-through”这三类参数可结合起来使用，也可单独使用；当这三个参数规定的点不在同一条路径上时，云源软件将忽略此条约束，不会对时序分析产生影响。

应用举例

```
create_clock -name clk -period 10 [get_ports {clk}]
```

```

create_generated_clock -name genClk -multiply_by 2 -source
[get_ports {clk}] [get_pins {pll_out}]

#设置多周期路径: 参考时钟为 genClk, 对建立时间检查产生影响

set_multicycle_path -end -setup -from [get_clocks {clk}] -to [get_clocks
{genClk}] 2

#设置多周期路径: 参考时钟为寄存器 reg0 的时钟, 对建立时间和保持
时间检查产生影响

set_multicycle_path -start -setup -from [get_regs {reg0}] -to [get_regs
{reg1}] 3

set_multicycle_path -start -hold -from [get_regs {reg0}] -to [get_regs
{reg1}] 1

#设置多周期路径: 参考时钟是 clk0, 只对源时钟是 clk 上升沿到 clk0 下
降沿激励的路径产生影响

set_multicycle_path -end -setup -from [get_clocks {clk}] -to [get_clocks
{clk0}] 3

```

A.4 工作条件约束

语法

命令: `set_operation_conditions`

参数: `[-grade <c|l|a>]`

`[-model <slow|fast>]`

`[-speed <speed>]`

`[-setup]`

`[-hold]`

`[-max]`

`[-min]`

`[-max_min]`

注!

- []内为可选项。一般来说, 使用的可选项越多, 约束的越详细。可选项未被指定时约束更通用并适合更多目标;
- `-grade`: 指定芯片的温度等级, 目前支持商业级 (`commercial`)、工业级 (`industrial`) 以及车规级 (`automotive`);
- `-model`: 指定时序分析的工艺角;
- `-speed`: 指定芯片的速度等级;

- -setup: 指定当前工艺角下进行建立时间检查, 与-max 功能一致;
- -hold: 指定当前工艺角下进行保持时间检查, 与-min 功能一致;
- -max: 指定当前工艺角下进行建立时间检查, 与-setup 功能一致;
- -min: 指定当前工艺角下进行保持时间检查, 与-hold 功能一致;
- -max_min: 指定当前工艺角下进行建立、保持时间检查, 与同时指定-setup 和-hold 功能一致。

应用举例

#设定工业级速度等级 6,模型快速, 影响 setup、hold 分析

```
set_operating_conditions -grade i -model fast -speed 6 -setup -hold
```

A.5 时序报告内容约束

A.5.1 report_timing

语法

命令: report_timing

参数: [-setup|-hold|-recovery|-removal]

[-max_paths <value>]

[-max_common_paths < value >]

[-rise_from <rise_from_list>]

[-fall_from <fall_from_list>]

[-to <to list>]

[-rise_to <rise_to_list>]

[-fall_to <fall_to_list>]

[-through <through list>]

[-from_clock<from klok>]

[-fall_from_clock <from klok>]

[-rise_from_clock <from klok>]

[-to_clock <to klok>]

[-rise_to_clock <to klok>]

[-fall_to_clock <to klok>]

[-min_logic_level]

`[-max_logic_level]`

`[-mod_ins {mod_ins1 mod_ins2 ...}]`

注！

- []内为可选项。一般来说，使用的可选项越多，约束的越详细。可选项未被指定时约束更通用并适合更多目标；
- 支持的约束类型：SDC 标准；
- `-setup|-hold|-recovery|-removal`：指定时序报告检查的类型；
- `-max_paths`：指定时序报告的最大路径数；
- `-max_common_paths`：指定时序报告共享同一结束点路径的最大条数；
- `-rise_from/-fall_from`：指定时序报告路径的起点；
- `-to /-rise_to /-fall_to`：指定时序报告路径的终点；
- `-through`：指定时序报告路径经过的点；
- `-from_clock /-fall_from_clock /-rise_from_clock /-to_clock /-rise_to_clock /-fall_to_clock`：指明时序报告路径的关联时钟；
- `-min_logic_level/-max_logic_level`：对报告路径的 logic level 进行限制；
- `-mod_ins {mod_ins1 mod_ins2 ...}`：可指定多个实例化的 module instance，用空格间隔，若不加该参数则默认报告整个设计的时序。

应用举例

#指定对建立时间检查进行报告，报告条数为 100 条

```
report_timing -setup -max_paths 100 -max_common_paths 5
```

A.5.2 report_high_fanout_nets

语法

命令：report_high_fanout_nets

参数：[-clock_regions]

`[-slr]`

`[-ascending]`

`[-max_nets <max_net_value>]`

`[-min_fanout <min_fanout_value>]`

`[-max_fanout <max_fanout_value>]`

注！

- `-clock_regions`：可选参数，当规定了此参数时，将报告范围限制为连接时序元件时钟输入端的 NET；
- `-slr`：可选参数，当规定了此参数时，将报告范围限制为连接时序元件的复位/置位输入端（可是同步，也可是异步）的 NET；

- **-ascending**: 可选参数, 当规定了此参数时, 将指定报告 nets 的扇出值按照降序进行排列, 如果不指定该项, 默认采用升序进行排列;
- **-max_net**: 可选参数, 该参数规定了报告的最大 NET 数量, 参数的值应当是非负整数。当未规定该参数的时候, 默认的报告最大 NET 数量为 10;
- **-min_fanout**: 可选参数, 该参数规定了只报告扇出数不小于该参数值的 NET 的扇出情况, 参数的值应当是非负整数;
- **-max_fanout**: 可选参数, 该参数规定了只报告扇出数不大于该参数值的 NET 的扇出情况, 参数的值应当是非负整数。

应用举例

连接时序元件的复位/置位输入端的 NET, 扇出数在 [1,15]的区间, 最多报告 10 条:

```
report_high_fanout_Nets -slr -max_nets 10 -min_fanout 1 -max_fanout 15
```

所有 NET 中, 报告 NET 的扇出情况, 最多报告 10 条:

```
report_high_fanout_Nets -max_nets 10
```

A.5.3 report_route_congestion

语法

命令: report_route_congestion

参数: [-max_grids <max grids value>]

[-min_route_congestion <min route congestion value>]

[-max_route_congestion <max route congestion>]

[-LOC <position>]

注!

- **-max_grids**: 可选参数, 规定了报告的最大 grid 数目, 当未规定这个参数时, 默认报告 10 个 grid 的拥塞度情况。该参数须是非负整数, 否则报告警告信息, 该语句被忽略;
- **-min_route_congestion**: 可选参数, 规定了报告 grid 拥塞度的最小值, 当未规定这个参数时, 默认值为 0。该参数须是[0,1]区间内的浮点数, 否则报告警告信息, 该语句被忽略;
- **-max_route_congestion**: 可选参数, 规定了报告 grid 拥塞度的最大值, 当未规定这个参数时, 默认值为 1。该参数须是[0,1]区间内的浮点数, 否则报告警告信息, 该参数使用默认值 1。该参数的数值须不小于 min_route_congestion 的参数值, 否则报告警告信息, 该语句被忽略;
- **-LOC**: 可选参数, 规定了报告 grid 的物理位置, 可规定单个 grid, 如 R1C3, 表示报告第 1 行, 第 3 列的 grid。也可规定一个范围, 如 R[1:3]C3, 表示报告第 1 至 3 行第 3 列的 grid; R[1:3]C[1:3], 表示报告 1 至 3 行第 1 至 3 列的 grid; R1C[1:3], 表示报告第 1 行第 1 至 3 列的 grid。

应用举例

报告物理地址为第 1 至 5 行第 1 至 5 列上拥塞度在 0 到 0.5 之间的 grid 的拥塞度情况，只报告拥塞度最高的 5 个。

```
report_route_congestion -max_grids 5 -min_route_congestion 0
-max_route_congestion 0.5 -LOC R[1:5]C[1:5]
```

A.5.4 report_min_pulse_width

语法

命令: report_min_pulse_width

参数: [-nworst <nworst value>]

[-min_pulse_width <min pulse width value>]

[-max_pulse_width <max pulse width value>]

[-detail]

[get_regs {reglns name}]

注!

- []内为可选项。一般来说，使用的可选项越多，约束的越详细。可选项未被指定时约束更通用并适合更多目标。
- -nworst: 规定了报告多少条最差的路径；
- -min_pulse_width: 规定报告时序元件上实际最小脉冲宽度，须是大于零的浮点数；
- -max_pulse_width: 规定了报告的时序元件上实际最大脉冲宽度，须是大于零的浮点数；
- -detail: 若规定了这个参数，则进行详细的报告，报告中包含时钟路径；否则进行简略的报告；
- get_regs {reglns name}: 用于指定报告对象，不指定该选项时，默认对所有寄存器进行脉冲宽度时序分析，可指定一项或多项 reg。

应用举例

详细报告脉冲宽度在 0.1 到 4 之间的最差的路径的 3 条时钟路径的最小脉冲宽度情况：

```
report_min_pulse_width -nworst 3 -min_pulse_width 0.1
-max_pulse_width 4 -detail
```

简略报告脉冲宽度在 0.001 到 4 之间最差的路径的 20 条时钟路径的最小脉冲宽度情况：

```
report_min_pulse_width -nworst 20 -min_pulse_width 0.001
-max_pulse_width 4
```

A.5.5 report_max_frequency

语法

命令: report_max_frequency

参数: -mod_ins {mod_ins1 mod_ins2 ...}

注!

-mod_ins {mod_ins1 mod_ins2 ...}: 可指定多个实例化的 module instance, 用空格间隔, 不管用户是否指定该参数, 整个设计的最大频率均会报告;

应用举例

```
# 报告 bsram0 的最大工作频率
report_max_frequency -mod_ins {bsram0}
```

A.5.6 report_exceptions

语法

命令: report_exceptions

参数: -setup|-hold | -recovery | removal

- [-max_paths<number>]
- [-max_common_paths< number >]
- [-max_logic_level <number>]
- [-min_logic_level <number>]
- [-rise_from <rise_from_list>]
- [-fall_from <fall_from_list>]
- [-to <to list>]
- [-rise_to <rise_to_list>]
- [-fall_to <fall_to_list>]
- [-through <through list>]
- [-rise_through <rise_through_list>]
- [-fall_through <fall_through_list>]
- [-from_clock<from clock>]
- [-fall_from_clock<from clock>]

`[-rise_from_clock<from clock>]`

`[-to_clock<to clock>]`

`[-rise_to_clock<to clock>]`

`[-fall_to_clock<to clock>]`

注！

其关键字的名称及含义与 `report_timing` 的关键字相同。

应用举例

#显示 recovery 报告路径一条

```
create_clock -name mm -period 10 -waveform {0 5} [get_ports {clk}]
```

```
set_max_delay -from [get_clocks {mm}] -to [get_clocks {mm}] 0.22
```

```
report_exceptions -recovery -from_clock [get_clocks {mm}] -to_clock  
[get_clocks {mm}] -max_paths 1 -max_common_paths 1
```

