



# D1 Linux CPUFREQ 开发指南

版本号: 1.0  
发布日期: 2021.04.13

## 版本历史

| 版本号 | 日期         | 制/修订人   | 内容描述      |
|-----|------------|---------|-----------|
| 1.0 | 2021.04.13 | AWA1442 | 1. 添加初始版本 |

## 目 录

|                              |          |
|------------------------------|----------|
| <b>1 前言</b>                  | <b>1</b> |
| 1.1 文档简介                     | 1        |
| 1.2 目标读者                     | 1        |
| 1.3 适用范围                     | 1        |
| <b>2 模块介绍</b>                | <b>2</b> |
| 2.1 模块功能介绍                   | 2        |
| 2.2 相关术语介绍                   | 2        |
| 2.3 模块配置介绍                   | 2        |
| 2.3.1 Device Tree 配置说明       | 2        |
| 2.3.2 board.dts 配置说明         | 7        |
| 2.3.3 kernel menuconfig 配置说明 | 7        |
| 2.4 源码结构介绍                   | 8        |
| 2.5 驱动框架介绍                   | 8        |
| <b>3 FAQ</b>                 | <b>9</b> |
| 3.1 调试方法                     | 9        |
| 3.1.1 调试节点                   | 9        |
| 3.2 常见问题                     | 9        |
| 3.2.1 调频策略使用说明               | 9        |
| 3.2.2 怎样获取当前使用的电压频率表         | 10       |
| 3.2.3 怎样修改电压频率表              | 11       |
| 3.2.4 怎样验证 cpufreq 电压频率      | 12       |

# 1 前言

## 1.1 文档简介

介绍 CPUFREQ 使用方法。

## 1.2 目标读者

CPUFREQ 驱动及应用层的使用人员。

## 1.3 适用范围

表 1-1: 适用产品列表

| 产品名称 | 内核版本      | 驱动文件              |
|------|-----------|-------------------|
| D1   | Linux-5.4 | drivers/cpufreq/* |

## 2 模块介绍

### 2.1 模块功能介绍

CPUFREQ 负责系统运行过程中 CPU 频率和电压的动态调整。

### 2.2 相关术语介绍

表 2-1: 术语介绍

| 术语    | 说明                         |
|-------|----------------------------|
| Sunxi | 指 Allwinner 的一系列 SOC 硬件平台。 |
| DVFS  | 动态频率电压调整                   |

### 2.3 模块配置介绍

#### 2.3.1 Device Tree 配置说明

设备树中存在的是该类芯片所有平台的模块配置，设备树文件的路径为：kernel/linux-5.4/arch/riscv/boot/dts/sunxi/CHIP.dtsi(CHIP 为研发代号，如 sun20iw1p1 等)。

目前的 cpufreq 驱动支持两种方法进行 VF 表的兼容。

- 通过 opp-supported-hw 进行频点兼容的方法，v-f 表：

```
cpu_opp_l_table: opp_l_table {
    compatible = "allwinner,sun50i-operating-points";
    nvmem-cells = <&speedbin_efuse>;
    nvmem-cell-names = "speed";
    opp-shared;

    opp@480000000-0 {
        opp-hz = /bits/ 64 <480000000>;
        opp-microvolt = <820000>;
        clock-latency-ns = <244144>; /* 8 32k periods */
    }
}
```

```
    opp-supported-hw = <0x3>;
};
opp@4800000000-1 {
    opp-hz = /bits/ 64 <4800000000>;
    opp-microvolt = <880000>;
    clock-latency-ns = <244144>; /* 8 32k periods */
    opp-supported-hw = <0x4>;
};
opp@6000000000-0 {
    opp-hz = /bits/ 64 <6000000000>;
    opp-microvolt = <820000>;
    clock-latency-ns = <244144>; /* 8 32k periods */
    opp-supported-hw = <0x3>;
};
opp@6000000000-1 {
    opp-hz = /bits/ 64 <6000000000>;
    opp-microvolt = <880000>;
    clock-latency-ns = <244144>; /* 8 32k periods */
    opp-supported-hw = <0x4>;
};
opp@7920000000-0 {
    opp-hz = /bits/ 64 <7920000000>;
    opp-microvolt = <860000>;
    clock-latency-ns = <244144>; /* 8 32k periods */
    opp-supported-hw = <0x3>;
};
opp@7920000000-1 {
    opp-hz = /bits/ 64 <7920000000>;
    opp-microvolt = <940000>;
    clock-latency-ns = <244144>; /* 8 32k periods */
    opp-supported-hw = <0x4>;
};
opp@10080000000-0 {
    opp-hz = /bits/ 64 <10080000000>;
    opp-microvolt = <900000>;
    clock-latency-ns = <244144>; /* 8 32k periods */
    opp-supported-hw = <0x3>;
};
opp@10080000000-1 {
    opp-hz = /bits/ 64 <10080000000>;
    opp-microvolt = <1020000>;
    clock-latency-ns = <244144>; /* 8 32k periods */
    opp-supported-hw = <0x4>;
};
opp@12000000000-0 {
    opp-hz = /bits/ 64 <12000000000>;
    opp-microvolt = <960000>;
    clock-latency-ns = <244144>; /* 8 32k periods */
    opp-supported-hw = <0x3>;
};
opp@12000000000-1 {
    opp-hz = /bits/ 64 <12000000000>;
    opp-microvolt = <1100000>;
    clock-latency-ns = <244144>; /* 8 32k periods */
    opp-supported-hw = <0x4>;
};
opp@12960000000 {
    opp-hz = /bits/ 64 <12960000000>;
    opp-microvolt = <1100000>;
    clock-latency-ns = <244144>; /* 8 32k periods */
```

```

        opp-supported-hw = <0x2>;
    };
    opp@1344000000 {
        opp-hz = /bits/ 64 <1344000000>;
        opp-microvolt = <1120000>;
        clock-latency-ns = <244144>; /* 8 32k periods */
        opp-supported-hw = <0x4>;
    };
    opp@1512000000 {
        opp-hz = /bits/ 64 <1512000000>;
        opp-microvolt = <1100000>;
        clock-latency-ns = <244144>; /* 8 32k periods */
        opp-supported-hw = <0x1>;
    };
};

```

compatible = "allwinner,sun50i-operating-points"; : 用于匹配驱动的属性。

opp-hz : 某个频点的频率。

opp-microvolt : 频率对应的电压。

opp@480000000-0、opp@480000000-1 : 后缀的0、1仅用于区分不同节点名字, 以免报错。

opp-supported-hw: 选择该频点所支持的芯片版本。如“opp-supported-hw = <0x3>;”, 表示该频点支持bit0、bit1所表示的芯片版本。详见内核文档Documentation/devicetree/bindings/opp/opp.txt关于opp-supported-hw的说明。

需要注意, 因为不能存在多个相同频率的频点, 所以要避免相同频率的频点都被选择的情况, 如opp@480000000-0、opp@480000000-1不能被同一个芯片版本选择。

## cpu 节点:

```

CPU0: cpu@0 {
    device_type = "cpu";
    reg = <0>;
    status = "okay";
    compatible = "riscv";
    riscv,isa = "rv64imafdcvsu";
    mmu-type = "riscv,sv39";
    clocks = <&ccu CLK_RISCV>;
    clock-frequency = <24000000>;
    operating-points-v2 = <&cpu_opp_table>;
    cpu-idle-states = <&CPU_SLEEP>;
    #cooling-cells = <2>;
    CPU0_intc: interrupt-controller {
        #interrupt-cells = <1>;
        interrupt-controller;
        compatible = "riscv,cpu-intc";
    };
};

```

operating-points-v2 = <&cpu\_opp\_l\_table>;: 引用v-f表。

- 通过 opp-microvolt 进行频点兼容的方法,  
v-f 表:

```

cpu_opp_l_table: opp_l_table {
    compatible = "allwinner,sun50i-operating-points";
    nvmem-cells = <&speedbin_efuse>, <&cpubin_efuse>;
    nvmem-cell-names = "speed", "bin";
};

```

```
opp-shared;

opp@408000000 {
    opp-hz = /bits/ 64 <408000000>;
    clock-latency-ns = <244144>; /* 8 32k periods */
    opp-microvolt-a0 = <900000>;
    opp-microvolt-a1 = <900000>;
    opp-microvolt-a2 = <900000>;
    opp-microvolt-b0 = <900000>;
    opp-microvolt-b1 = <900000>;
};

opp@600000000 {
    opp-hz = /bits/ 64 <600000000>;
    clock-latency-ns = <244144>; /* 8 32k periods */
    opp-microvolt-a0 = <900000>;
    opp-microvolt-a1 = <900000>;
    opp-microvolt-a2 = <900000>;
    opp-microvolt-b0 = <900000>;
    opp-microvolt-b1 = <900000>;
};

opp@816000000 {
    opp-hz = /bits/ 64 <816000000>;
    clock-latency-ns = <244144>; /* 8 32k periods */
    opp-microvolt-a0 = <940000>;
    opp-microvolt-a1 = <900000>;
    opp-microvolt-a2 = <900000>;
    opp-microvolt-b0 = <900000>;
    opp-microvolt-b1 = <900000>;
};

opp@1008000000 {
    opp-hz = /bits/ 64 <1008000000>;
    clock-latency-ns = <244144>; /* 8 32k periods */
    opp-microvolt-a0 = <1020000>;
    opp-microvolt-a1 = <980000>;
    opp-microvolt-a2 = <950000>;
    opp-microvolt-b0 = <980000>;
    opp-microvolt-b1 = <950000>;
};

opp@1200000000 {
    opp-hz = /bits/ 64 <1200000000>;
    clock-latency-ns = <244144>; /* 8 32k periods */
    opp-microvolt-a0 = <1100000>;
    opp-microvolt-a1 = <1020000>;
    opp-microvolt-a2 = <1000000>;
    opp-microvolt-b0 = <1020000>;
    opp-microvolt-b1 = <1000000>;
};

opp@1320000000 {
    opp-hz = /bits/ 64 <1320000000>;
    clock-latency-ns = <244144>; /* 8 32k periods */
    opp-microvolt-a0 = <1160000>;
    opp-microvolt-a1 = <1060000>;
    opp-microvolt-a2 = <1030000>;
    opp-microvolt-b0 = <1060000>;
    opp-microvolt-b1 = <1030000>;
};
```



```

};

opp@1416000000 {
    opp-hz = /bits/ 64 <1416000000>;
    clock-latency-ns = <244144>; /* 8 32k periods */
    opp-microvolt-a0 = <1180000>;
    opp-microvolt-a1 = <1180000>;
    opp-microvolt-a2 = <1130000>;
    opp-microvolt-b0 = <1100000>;
    opp-microvolt-b1 = <1070000>;
};

opp@1512000000 {
    opp-hz = /bits/ 64 <1512000000>;
    clock-latency-ns = <244144>; /* 8 32k periods */
    opp-microvolt-b0 = <1180000>;
    opp-microvolt-b1 = <1130000 1130000 1140000>;
};

opp@1608000000 {
    opp-hz = /bits/ 64 <1608000000>;
    clock-latency-ns = <244144>; /* 8 32k periods */
    opp-microvolt-b0 = <1180000>;
    opp-microvolt-b1 = <1130000 1130000 1140000>;
};
};

```

compatible = "allwinner,sun50i-operating-points"; : 用于匹配驱动的属性。

opp-hz : 某个频点的频率。

opp-microvolt-x : 该频率下, x类型bin对应的电压。详见内核文档Documentation/devicetree/bindings/opp/opp.txt关于opp-microvolt-<name>的说明。

## cpu 节点:

```

CPU0: cpu@0 {
    device_type = "cpu";
    reg = <0>;
    status = "okay";
    compatible = "riscv";
    riscv,isa = "rv64imafdcvsu";
    mmu-type = "riscv,sv39";
    clocks = <&ccu CLK_RISCV>;
    clock-frequency = <24000000>;
    operating-points-v2 = <&cpu_opp_table>;
    cpu-idle-states = <&CPU_SLEEP>;
    #cooling-cells = <2>;
    CPU0_intc: interrupt-controller {
        #interrupt-cells = <1>;
        interrupt-controller;
        compatible = "riscv,cpu-intc";
    };
};

```

operating-points-v2 = <&cpu\_opp\_l\_table>; : 引用v-f表。

## 2.3.2 board.dts 配置说明

board.dts 用于保存每一个板级平台的设备信息（如 demo 板，perf1 板等），里面的配置信息会覆盖上面的 Device Tree 默认配置信息。

cpu 节点（具体参考相应的 dts 文件）：

```
&CPU0 {  
    cpu-supply = <&reg_vdd_cpu>;  
};
```

## 2.3.3 kernel menuconfig 配置说明

在命令行中进入 longan 目录，Linux-5.4 内核版本执行：./build.sh menuconfig 进入配置主界面，并按以下步骤操作。

cpufreq 驱动由于需要兼容不同版本的 VF 表，需要依赖于 nvmem 驱动获取版本号，需要先把 nvmem 驱动支持上：

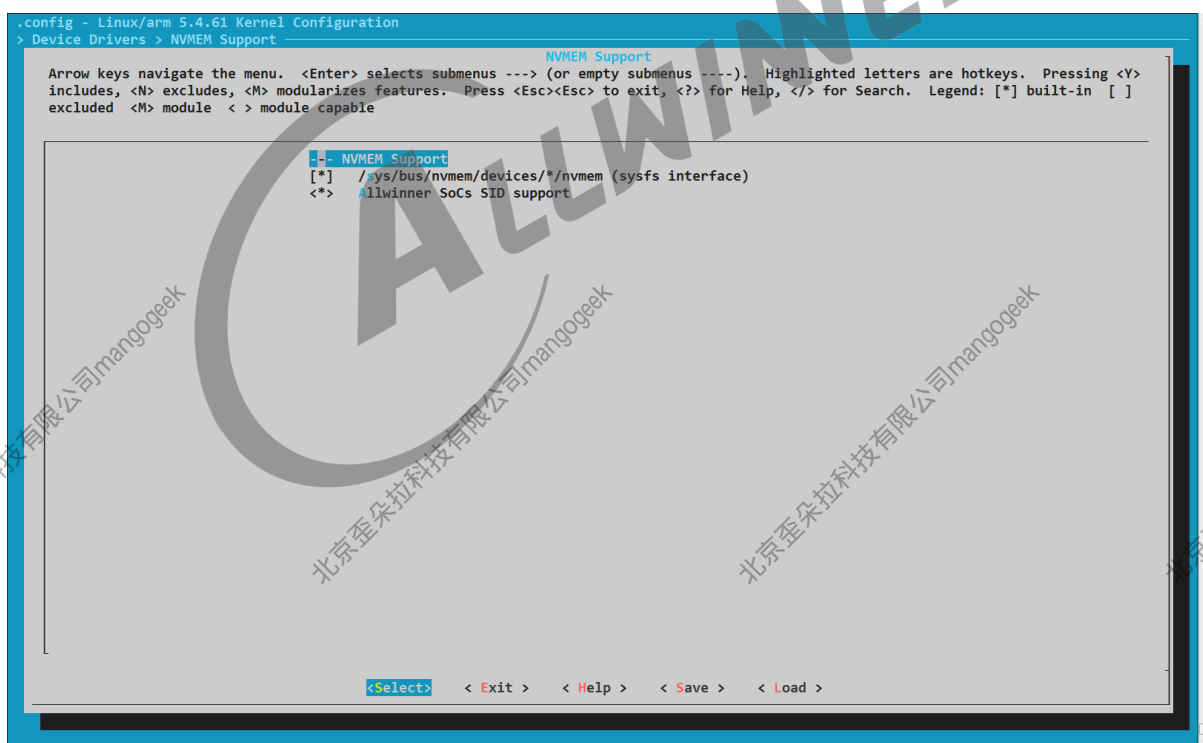


图 2-1：配置图 1

cpufreq 驱动中，选择相关驱动及调频策略：

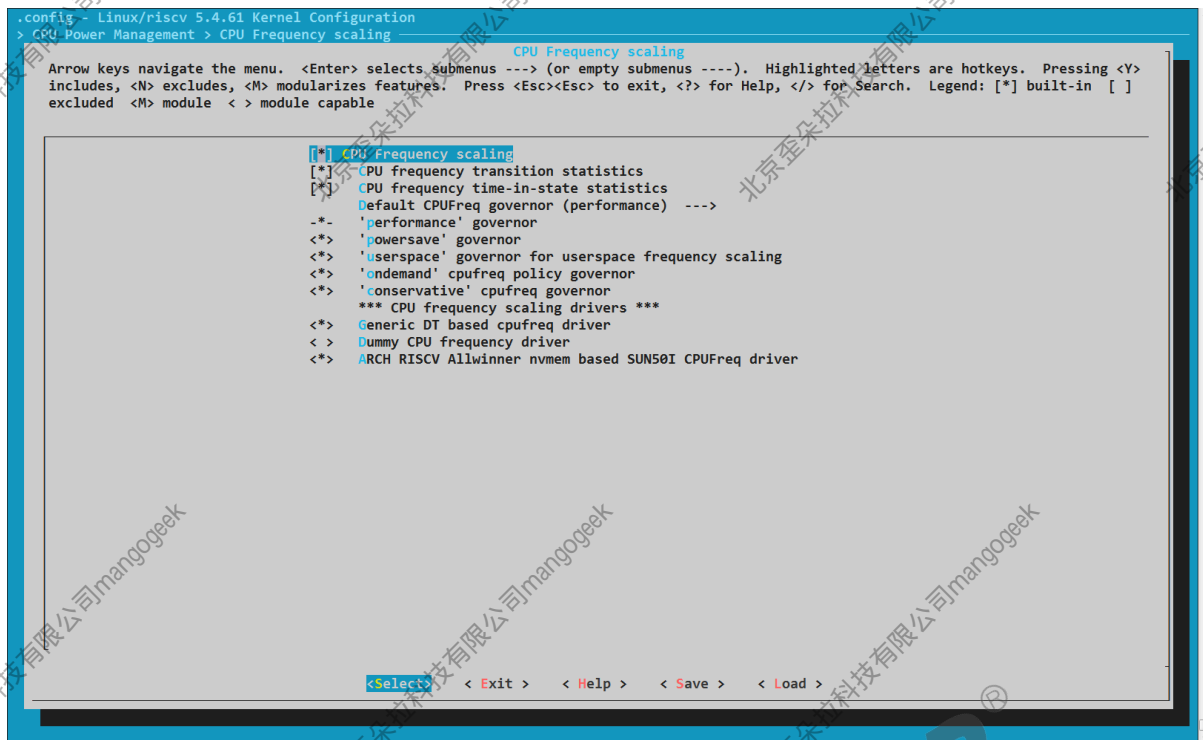


图 2-2: 配置图 2

## 2.4 源码结构介绍

CPUFREQ 的源代码位于内核 drivers/cpufreq/目录下：

```
drivers/cpufreq/  
├── cpufreq-dt.c  
├── cpufreq-dt-platdev.c  
└── sun50i-cpufreq-nvmm.c
```

cpufreq-dt.c 为调频调压功能实现代码。

cpufreq-dt-platdev.c 为匹配没有 cpu 分 bin 需求的平台的代码。

sun50i-cpufreq-nvmm.c 为匹配有 cpu 分 bin 需求的平台的代码，它依赖于 nvmm 模块驱动提供芯片版本信息。

## 2.5 驱动框架介绍

无。

## 3 FAQ

### 3.1 调试方法

#### 3.1.1 调试节点

| 节点                          | 权限  | 说明                            |
|-----------------------------|-----|-------------------------------|
| scaling_setspeed            | R/W | 设置频率的接口，仅当调频策略为 userspace 时可用 |
| scaling_governor            | R/W | 调频策略                          |
| scaling_max_freq            | R/W | 软件调频最大频率                      |
| scaling_min_freq            | R/W | 软件调频最小频率                      |
| affected_cpus               | R   | 受到该调频策略影响且在线的 cpu             |
| related_cpus                | R   | 受到该调频策略影响的所有 cpu              |
| scaling_cur_freq            | R   | 当前频率                          |
| scaling_driver              | R   | 调频驱动名称                        |
| scaling_available_governors | R   | 可用调频策略                        |
| cpufreq_transition_latency  | R   | 频率转换延迟                        |
| cpufreq_max_freq            | R   | 硬件最大频率                        |
| cpufreq_min_freq            | R   | 硬件最小频率                        |
| cpufreq_cur_freq            | R   | 硬件实际运行频率                      |

节点位于 `/sys/devices/system/cpu/cpufreq/policy0` 下

### 3.2 常见问题

#### 3.2.1 调频策略使用说明

| governor    | 说明    |
|-------------|-------|
| powersave   | 节能    |
| performance | 性能    |
| userspace   | 由用户控制 |

| governor     | 说明                            |
|--------------|-------------------------------|
| ondemand     | 按需                            |
| conservative | 保守，适用于带电池设备                   |
| schedutil    | 利用调度器提供信息进行调频，与 EAS 调度器一起配合使用 |

选择合适的governor，并勾选对应的调频驱动即可。

如果需要手动更改频率，选择governor为userspace。

```
echo userspace > /sys/devices/system/cpu/cpu0/cpufreq/policy0/scaling_governor
```

需要注意，CPU调频功能会受到温控功能影响。所以如果有自主调频而不受温控影响的需求，要关闭温控功能。详细参考《thermal模块使用文档》。

### 3.2.2 怎样获取当前使用的电压频率表

方法一：使用 sunxi 自定义节点 cpufreq\_table。

注意，这个节点并不是每个平台都支持，是需要 kernel 编译 drivers/soc/sunxi/vf-table.c 才有。

```
/ # mount -t debugfs none /sys/kernel/debug/
/ # cat /sys/kernel/debug/cpufreq_table
freq(kHz)      vol(mv)
-----
408000         900
600000         900
816000         900
1008000        980
1200000        1020
1320000        1060
1416000        1180
```

方法二：使用内核原生的 opp 节点。

```
/ # mount -t debugfs none /sys/kernel/debug/

/* 对于Linux5.4 */
/* 获取所有频点的频率，单位是Hz */
/ # cat /sys/kernel/debug/opp/cpu0/opp*/rate_hz
1008000000
1200000000
1320000000
1464000000
408000000
600000000
816000000

/* 获取所有频点的电压，单位是mV */
/ # cat /sys/kernel/debug/opp/cpu0/opp*/supply-0/u_volt_target
1020000
1100000
```

```
1160000
1180000
900000
900000
940000
```

### 3.2.3 怎样修改电压频率表

方法一：直接修改 dts 文件中的 v-f 表，再重新编译固件。具体参考 Device Tree 配置说明。

方法二：在 uboot 修改 v-f 表，这样不需要重新编译固件。但是安全固件是不支持修改保存，所以机器重启后修改失效。

以某个平台为例，说明如何通过 uboot 修改 v-f 表。其他平台的节点路径和命名可能不同，具体参考 Device Tree 配置说明。

进入 uboot 命令行：

```
/* 获取v-f表 */
=> fdt list /opp_l_table
opp_l_table {
    compatible = "allwinner,sun50i-operating-points";
    nvmem-cells = <0x000000ff 0x00000100>;
    nvmem-cell-names = "speed", "bin";
    opp-shared;
    linux,phandle = <0x000000fc>;
    phandle = <0x000000fc>;
    opp@408000000 {
    };
    opp@600000000 {
    };
    opp@816000000 {
    };
    opp@1008000000 {
    };
    opp@1200000000 {
    };
    opp@1320000000 {
    };
    opp@1416000000 {
    };
    opp@1464000000 {
    };
    opp@1512000000 {
    };
    opp@1608000000 {
    };
};

/* 删除不想要的频点，如408MHz的频点 */
=> fdt rm /opp_l_table/opp@408000000

/* 保存修改，注意安全固件是不支持修改保存 */
=> fdt save
```

```
/* 从uboot启动到内核后，确认频点修改是否正确 */  
/ # cat /sys/devices/system/cpu/cpufreq/policy0/scaling_available_frequencies  
600000 816000 1008000 1200000 1320000 1464000
```

### 3.2.4 怎样验证 cpufreq 电压频率

先获取当前使用的电压频率表，再调节至某个频点，最后实测电压。

```
/ # echo userspace > /sys/devices/system/cpu/cpufreq/policy0/scaling_governor  
/ # cat /sys/devices/system/cpu/cpufreq/policy0/scaling_available_frequencies  
408000 600000 816000 1008000 1200000 1320000 1416000  
/ # echo 1200000 > /sys/devices/system/cpu/cpufreq/policy0/scaling_setspeed  
/ # cat /sys/devices/system/cpu/cpufreq/policy0/scaling_cur_freq  
1200000
```






## 著作权声明

版权所有 © 2021 珠海全志科技股份有限公司。保留一切权利。

本文档及内容受著作权法保护，其著作权由珠海全志科技股份有限公司（“全志”）拥有并保留一切权利。

本文档是全志的原创作品和版权财产，未经全志书面许可，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制、修改、发表或传播本文档内容的部分或全部，且不得以任何形式传播。

## 商标声明

、、**全志科技**、（不完全列举）均为珠海全志科技股份有限公司的商标或者注册商标。在本文档描述的产品中出现的其它商标，产品名称，和服务名称，均由其各自所有人拥有。

## 免责声明

您购买的产品、服务或特性应受您与珠海全志科技股份有限公司（“全志”）之间签署的商业合同和条款的约束。本文档中描述的全部或部分产品、服务或特性可能不在您所购买或使用的范围内。使用前请认真阅读合同条款和相关说明，并严格遵循本文档的使用说明。您将自行承担任何不当使用行为（包括但不限于如超压，超频，超温使用）造成的不利后果，全志概不负责。

本文档作为使用指导仅供参考。由于产品版本升级或其他原因，本文档内容有可能修改，如有变更，恕不另行通知。全志尽全力在本文档中提供准确的信息，但并不确保内容完全没有错误，因使用本文档而发生损害（包括但不限于间接的、偶然的、特殊的损失）或发生侵犯第三方权利事件，全志概不负责。本文档中的所有陈述、信息和建议并不构成任何明示或暗示的保证或承诺。

本文档未以明示或暗示或其他方式授予全志的任何专利或知识产权。在您实施方案或使用产品的过程中，可能需要获得第三方的权利许可。请您自行向第三方权利人获取相关的许可。全志不承担也不代为支付任何关于获取第三方许可的许可费或版税（专利税）。全志不对您所使用的第三方许可技术做出任何保证、赔偿或承担其他义务。