

# ECx00U&EGx00U 系列

## QuecOpen PWM API 参考手册

LTE Standard 模块系列

版本：1.0

日期：2021-09-13

状态：受控文件



上海移远通信技术股份有限公司（以下简称“移远通信”）始终以为客户提供最及时、最全面的服务为宗旨。如需任何帮助，请随时联系我司上海总部，联系方式如下：

上海移远通信技术股份有限公司  
上海市闵行区田林路 1016 号科技绿洲 3 期（B 区）5 号楼 邮编：200233  
电话：+86 21 5108 6236 邮箱：[info@quectel.com](mailto:info@quectel.com)

或联系我司当地办事处，详情请登录：<http://www.quectel.com/cn/support/sales.htm>。

如需技术支持或反馈我司技术文档中的问题，请随时登陆网址：  
<http://www.quectel.com/cn/support/technical.htm> 或发送邮件至：[support@quectel.com](mailto:support@quectel.com)。

## 前言

移远通信提供该文档内容以支持客户的产品设计。客户须按照文档中提供的规范、参数来设计产品。同时，您理解并同意，移远通信提供的参考设计仅作为示例。您同意在设计您目标产品时使用您独立的分析、评估和判断。在使用本文档所指导的任何硬软件或服务之前，请仔细阅读本声明。您在此承认并同意，尽管移远通信采取了商业范围内的合理努力来提供尽可能好的体验，但本文档和其所涉及服务是在“可用”基础上提供给您。移远通信可在未事先通知的情况下，自行决定随时增加、修改或重述本文档。

## 使用和披露限制

### 许可协议

除非移远通信特别授权，否则我司所提供硬软件、材料和文档的接收方须对接收的内容保密，不得将其用于除本项目的实施与开展以外的任何其他目的。

### 版权声明

移远通信产品和本协议项下的第三方产品可能包含受移远通信或第三方材料、硬软件和文档版权保护的相关资料。除非事先得到书面同意，否则您不得获取、使用、向第三方披露我司所提供的文档和信息，或对此类受版权保护的资料进行复制、转载、抄袭、出版、展示、翻译、分发、合并、修改，或创造其衍生作品。移远通信或第三方对受版权保护的资料拥有专有权，不授予或转让任何专利、版权、商标或服务商标权的许可。为避免歧义，除了正常的非独家、免版税的产品使用许可，任何形式的购买都不可被视为授予许可。对于任何违反保密义务、未经授权使用或以其他非法形式恶意使用所述文档和信息的违法侵权行为，移远通信有权追究法律责任。

### 商标

除另行规定，本文档中的任何内容均不授予在广告、宣传或其他方面使用移远通信或第三方的任何商标、商号及名称，或其缩略语，或其仿冒品的权利。

### 第三方权利

您理解本文档可能涉及一个或多个属于第三方的硬软件和文档（“第三方材料”）。您对此类第三方材料的使用应受本文档的所有限制和义务约束。

移远通信针对第三方材料不做任何明示或暗示的保证或陈述，包括但不限于任何暗示或法定的适销性或特定用途的适用性、平静受益权、系统集成、信息准确性以及与许可技术或被许可人使用许可技术相关的不侵犯任何第三方知识产权的保证。本协议中的任何内容都不构成移远通信对任何移远通信产品或任何其他硬软件、设备、工具、信息或产品的开发、增强、修改、分销、营销、销售、提供销售或以其他方式维持生产的陈述或保证。此外，移远通信免除因交易过程、使用或贸易而产生的任何和所有保证。

## 免责声明

- 1) 移远通信不承担任何因未能遵守有关操作或设计规范而造成损害的责任。
- 2) 移远通信不承担因本文档中的任何因不准确、遗漏、或使用本文档中的信息而产生的任何责任。
- 3) 移远通信尽力确保开发中功能的完整性、准确性、及时性，但不排除上述功能错误或遗漏的可能。除非另有协议规定，否则移远通信对开发中功能的使用不做任何暗示或法定的保证。在适用法律允许的最大范围内，移远通信不对任何因使用开发中功能而遭受的损害承担责任，无论此类损害是否可以预见。
- 4) 移远通信对第三方网站及第三方资源的信息、内容、广告、商业报价、产品、服务和材料的可访问性、安全性、准确性、可用性、合法性和完整性不承担任何法律责任。

版权所有 ©上海移远通信技术股份有限公司 2021，保留一切权利。

**Copyright © Quectel Wireless Solutions Co., Ltd. 2021.**

# 文档历史

## 修订记录

版本	日期	作者	变更表述
-	2021-08-19	Jojo YAN/ Neo KONG	文档创建
1.0	2021-09-13	Jojo YAN/ Neo KONG	受控版本

## 目录

文档历史 .....	3
目录 .....	4
表格索引 .....	5
图片索引 .....	6
<b>1 引言 .....</b>	<b>7</b>
1.1. 适用模块 .....	7
1.2. 复用 PWM 功能 .....	7
<b>2 PWM API .....</b>	<b>8</b>
2.1. 头文件 .....	8
2.2. 函数概览 .....	8
2.3. API 详解 .....	9
2.3.1. ql_pwm_open .....	9
2.3.1.1. ql_PwmSel .....	9
2.3.1.2. ql_errcode_pwm .....	10
2.3.2. ql_pwm_close .....	11
2.3.3. ql_pwm_lpg_enable .....	11
2.3.3.1. ql_LpgPer .....	12
2.3.3.2. ql_LpgOnTime .....	12
2.3.4. ql_pwm_pwt_enable .....	14
2.3.5. ql_pwm_pwl_enable .....	14
2.3.6. ql_pwm_disable .....	15
<b>3 PWM 开发示例及调试 .....</b>	<b>16</b>
3.1. APP 侧开发示例 .....	16
3.1.1. 示例说明 .....	16
3.1.2. 示例自启动 .....	17
3.2. PWM 功能调试 .....	17
3.2.1. 调试准备 .....	17
3.2.2. 功能调试 .....	18
<b>4 附录 参考文档及术语缩写 .....</b>	<b>19</b>

表格索引

表 1: 适用模块 ..... 7

表 2: 函数概览 ..... 8

表 3: 参考文档 ..... 19

表 4: 术语缩写 ..... 19

## 图片索引

图 1: 网络指示灯闪烁方式.....	16
图 2: 示例自启动 .....	17
图 3: COM 端口 .....	17
图 4: AP Log 调试信息 .....	18

# 1 引言

移远通信 LTE Standard ECx00U 系列和 EGx00U 模块支持 QuecOpen®方案；QuecOpen®是基于 RTOS 的嵌入式开发平台，可简化 IoT 应用的软件设计和开发过程。有关 QuecOpen®的详细信息，请参考文档 [1]。

本文档主要介绍在 QuecOpen®方案下，ECx00U 系列和 EGx00U 模块 APP 侧 PWM 的应用指导，包括 PWM API 函数、PWM 开发示例及相关功能调试。

## 1.1. 适用模块

表 1：适用模块

模块系列	模块
ECx00U	EC200U 系列
	EC600U 系列
EGx00U	EG500U-CN
	EG700U-CN

## 1.2. 复用 PWM 功能

ECx00U 系列和 EGx00U QuecOpen®模块支持四个引脚复用为 PWM 功能，分别为 PWM\_LPG、PWM\_PWT、PWM\_PWL0 和 PWM\_PWL1。相关硬件设计详情，请咨询移远通信技术支持。

### 备注

只有复用为 PWM\_LPG 功能的引脚可设置为网络指示灯。



## 2 PWM API

### 2.1. 头文件

PWM API 的头文件为 `ql_pwm.h`，位于 `\components\ql-kernel\inc` 目录下。若无特别说明，本文档所述头文件均位于该目录下。

### 2.2. 函数概览

表 2：函数概览

函数	说明
<code>ql_pwm_open()</code>	打开 PWM 功能。
<code>ql_pwm_close()</code>	关闭 PWM 功能。
<code>ql_pwm_lpg_enable()</code>	使能 PWM 的 LPG 功能，并配置 LPG 的脉冲周期和高电平持续时间。
<code>ql_pwm_pwt_enable()</code>	使能 PWM 的 PWT 功能，并配置 PWT 的分频系数、频率和占空比。
<code>ql_pwm_pwl_enable()</code>	使能 PWM 的 PWL 功能，并配置 PWL 的通道和占空比。
<code>ql_pwm_disable()</code>	暂停 PWM 功能。

## 2.3. API 详解

### 2.3.1. ql\_pwm\_open

该函数用于打开 PWM 功能。

- 函数原型

```
ql_errcode_pwm ql_pwm_open(ql_PwmSel pwm_sel)
```

- 参数

*pwm\_sel*:  
[In] PWM 通道。详情请参考第 2.3.1.1 章。

- 返回值

详情请参考第 2.3.1.2 章。

#### 2.3.1.1. ql\_PwmSel

PWM 通道类型枚举信息定义如下：

```
typedef enum
{
    PWM_PWT,
    PWM_LPG,
    PWM_PWL0,
    PWM_PWL1,
    PWM_MAX
}ql_PwmSel
```

- 参数

参数	描述
<i>PWM_PWT</i>	PWT 通道。输出频率和占空比可调节。
<i>PWM_LPG</i>	LPG 通道。输出频率和占空比固定。
<i>PWM_PWL0</i>	PWL0 通道。输出频率不固定，占空比可调节。
<i>PWM_PWL1</i>	PWL1 通道。输出频率不固定，占空比可调节。
<i>PWM_MAX</i>	无效通道。

### 2.3.1.2. ql\_errcode\_pwm

PWM 错误码表示函数是否执行成功，若失败则返回错误原因，枚举信息定义如下：

```
typedef enum
{
    QL_PWM_SUCCESS = QL_SUCCESS,

    QL_PWM_EXECUTE_ERR           = 1|QL_PWM_ERRCODE_BASE,
    QL_PWM_INVALID_PARAM_ERR,
    QL_PWM_FUNC_SET_ERR,
    QL_PWM_ACQUIRE_ERR,
    QL_PWM_START_ERR,
    QL_PWM_STOP_ERR,
    QL_PWM_REPEAT_OPEN_ERR,
    QL_PWM_REPEAT_CLOSE_ERR
}ql_errcode_pwm
```

#### ● 参数

参数	描述
QL_PWM_SUCCESS	函数执行成功
QL_PWM_EXECUTE_ERR	函数执行失败
QL_PWM_INVALID_PARAM_ERR	参数错误
QL_PWM_FUNC_SET_ERR	PWM 功能设置失败
QL_PWM_ACQUIRE_ERR	PWM 信息获取失败
QL_PWM_START_ERR	PWM 功能启用失败
QL_PWM_STOP_ERR	PWM 功能停止失败
QL_PWM_REPEAT_OPEN_ERR	PWM 重复打开错误
QL_PWM_REPEAT_CLOSE_ERR	PWM 重复关闭错误

### 2.3.2. ql\_pwm\_close

该函数用于关闭 PWM 功能。

- 函数原型

```
ql_errcode_pwm ql_pwm_close(ql_PwmSel pwm_sel)
```

- 参数

*pwm\_sel:*

[In] PWM 通道。详情请参考第 2.3.1.1 章。

- 返回值

详情请参考第 2.3.1.2 章。

### 2.3.3. ql\_pwm\_lpg\_enable

该函数用于使能 PWM 的 LPG 功能，并配置 LPG 脉冲周期和高电平持续时间。

- 函数原型

```
ql_errcode_pwm ql_pwm_lpg_enable(ql_LpgPer lpg_period, ql_LpgOnTime highlvl_time)
```

- 参数

*lpg\_period:*

[In] LPG 脉冲周期。详情请参考第 2.3.3.1 章。

*highlvl\_time:*

[In] 周期内 LPG 的高电平持续时间。详情请参考第 2.3.3.2 章。

- 返回值

详情请参考第 2.3.1.2 章。

### 2.3.3.1. ql\_LpgPer

LPG 脉冲周期枚举信息定义如下：

```
typedef enum
{
    LPG_PER_125MS,
    LPG_PER_250MS,
    LPG_PER_500MS,
    LPG_PER_1000MS,
    LPG_PER_1500MS,
    LPG_PER_2000MS,
    LPG_PER_2500MS,
    LPG_PER_3000MS
}ql_LpgPer
```

#### ● 参数

参数	描述
<i>LPG_PER_125MS</i>	LPG 脉冲周期为 125 毫秒
<i>LPG_PER_250MS</i>	LPG 脉冲周期为 250 毫秒
<i>LPG_PER_500MS</i>	LPG 脉冲周期为 500 毫秒
<i>LPG_PER_1000MS</i>	LPG 脉冲周期为 1000 毫秒
<i>LPG_PER_1500MS</i>	LPG 脉冲周期为 1500 毫秒
<i>LPG_PER_2000MS</i>	LPG 脉冲周期为 2000 毫秒
<i>LPG_PER_2500MS</i>	LPG 脉冲周期为 2500 毫秒
<i>LPG_PER_3000MS</i>	LPG 脉冲周期为 3000 毫秒

### 2.3.3.2. ql\_LpgOntime

周期内 LPG 的高电平持续时间，枚举信息定义如下：

```
typedef enum
{
    LPG_ONTIME_UNDEFINE,
    LPG_ONTIME_15_6MS,
    LPG_ONTIME_31_2MS,
    LPG_ONTIME_46_8MS,
```

```

LPG_ONTIME_62MS,
LPG_ONTIME_78MS,
LPG_ONTIME_94MS,
LPG_ONTIME_110MS,
LPG_ONTIME_125MS,
LPG_ONTIME_140MS,
LPG_ONTIME_156MS,
LPG_ONTIME_172MS,
LPG_ONTIME_188MS,
LPG_ONTIME_200MS,
LPG_ONTIME_218MS,
LPG_ONTIME_234MS
}ql_LpgOntime

```

### ● 参数

参数	描述
<i>LPG_ONTIME_UNDEFINE</i>	LPG 无高电平
<i>LPG_ONTIME_15_6MS</i>	LPG 高电平持续时间为 15.6 毫秒
<i>LPG_ONTIME_31_2MS</i>	LPG 高电平持续时间为 31.2 毫秒
<i>LPG_ONTIME_46_8MS</i>	LPG 高电平持续时间为 46.8 毫秒
<i>LPG_ONTIME_62MS</i>	LPG 高电平持续时间为 62 毫秒
<i>LPG_ONTIME_78MS</i>	LPG 高电平持续时间为 78 毫秒
<i>LPG_ONTIME_94MS</i>	LPG 高电平持续时间为 94 毫秒
<i>LPG_ONTIME_110MS</i>	LPG 高电平持续时间为 110 毫秒
<i>LPG_ONTIME_125MS</i>	LPG 高电平持续时间为 125 毫秒
<i>LPG_ONTIME_140MS</i>	LPG 高电平持续时间为 140 毫秒
<i>LPG_ONTIME_156MS</i>	LPG 高电平持续时间为 156 毫秒
<i>LPG_ONTIME_172MS</i>	LPG 高电平持续时间为 172 毫秒
<i>LPG_ONTIME_188MS</i>	LPG 高电平持续时间为 188 毫秒
<i>LPG_ONTIME_200MS</i>	LPG 高电平持续时间为 200 毫秒
<i>LPG_ONTIME_218MS</i>	LPG 高电平持续时间为 218 毫秒
<i>LPG_ONTIME_234MS</i>	LPG 高电平持续时间为 234 毫秒

### 2.3.4. ql\_pwm\_pwt\_enable

该函数用于使能 PWM 的 PWT 功能，并配置 PWT 的分频系数、频率和占空比。

- 函数原型

```
ql_errcode_pwm ql_pwm_pwt_enable(uint8_t pwm_divider, uint32_t pwt_period, uint32_t pwt_duty)
```

- 参数

*pwm\_divider:*

[In] 分频系数。范围：0~255。

*pwt\_period:*

[In] 频率参数。范围：0~2047。

输出频率 =  $APB / ((pwt\_period \times 8 + 1) \times (pwm\_divider + 1))$ , APB = 200 MHz。

*pwt\_duty:*

[In] 占空比参数。范围：0~1023。

- 返回值

详情请参考第2.3.1.2章。

### 2.3.5. ql\_pwm\_pwl\_enable

该函数用于使能 PWM 的 PWL 功能，并配置 PWL 的通道和占空比。

- 函数原型

```
ql_errcode_pwm ql_pwm_pwl_enable(ql_PwmSel pwm_sel, uint32_t pwl_duty)
```

- 参数

*pwm\_sel:*

[In] PWM 通道。详情请参考第2.3.1.1章。

*pwl\_duty:*

[In] 占空比参数。范围：0~255。

- 返回值

详情请参考第2.3.1.2章。

### 2.3.6. ql\_pwm\_disable

该函数用于暂停 PWM 功能。

- 函数原型

```
ql_errcode_pwm ql_pwm_disable(ql_PwmSel pwm_sel)
```

- 参数

*pwm\_sel:*

[In] PWM 通道。详情请参考第 2.3.1.1 章。

- 返回值

详情请参考第 2.3.1.2 章。



## 3 PWM 开发示例及调试

本章节介绍了如何在 APP 侧使用上述 API 函数进行 PWM 的开发和简单调试。

### 3.1. APP 侧开发示例

#### 3.1.1. 示例说明

ECx00U 系列和 EGx00U QuecOpen 模块 SDK 代码中提供了示例文件 *led\_cfg\_demo.c*，位于 *\components\ql-application\peripheral* 目录下。该示例文件中主要包含了对 PWM 的配置和使用，包括 PWM 的打开、关闭、暂停、使能等。入口函数为 *ql\_ledcfg\_app\_init()*，如下图所示。

该应用示例根据当前(U)SIM 卡的网络状态，设置了网络指示灯的闪烁方式。

```
void ql_ledcfg_app_init(void)
{
    ...QIOSStatus.err = QL_OSI_SUCCESS;
    ...ql_task_t.ledcfg_task = NULL;

    ...err = ql_rtos_task_create(&ledcfg_task, 1024, APP_PRIORITY_NORMAL, "ql_ledcfgdemo", ql_ledcfg_demo_thread, NULL, 1);
    ...if (.err != QL_OSI_SUCCESS)
    ...{
    ...    QL_LEDCFGDEMO_LOG("led.config.demo.task.created.failed");
    ...}

    ...err = ql_event_register(ledcfg_task, QUEC_LEDCFG_EVENT_IND);
    ...if (.err != QL_OSI_SUCCESS)
    ...{
    ...    QL_LEDCFGDEMO_LOG("led.config.event.register.failed");
    ...}
}
```

图 1：网络指示灯闪烁方式

### 3.1.2. 示例自启动

上述示例已在 `ql_init_demo_thread()` 线程中默认启动，如下图所示。

```
static void ql_init_demo_thread(void *param)
{
    ...QL_INIT_LOG("init_demo_thread_enter, param:0x%x", param);
    #if 0
    ...ql_gpio_app_init();
    ...ql_gpioint_app_init();
    #endif
    ...ql_ledcfg_app_init();

    #ifdef QL_APP_FEATURE_AUDIO
    ...ql_audio_app_init();
    #endif
    #ifdef QL_APP_FEATURE_LCD
    ...ql_lcd_app_init();
    #endif
    ...ql_nw_app_init();
    ...//ql_datacall_app_init();
    ...ql_osi_demo_init();
}
```

图 2：示例自启动

## 3.2. PWM 功能调试

### 3.2.1. 调试准备

ECx00U 系列和 EGx00U QuecOpen 模块可通过使用移远通信 LTE OPEN EVB 进行 PWM 功能调试。具体步骤如下：

先将编译版本烧录到 ECx00U 系列和 EGx00U QuecOpen 模块中，再使用 USB 线将 LTE OPEN EVB 的 USB 端口与 PC 连接；USB 的 AP Log 端口（如下图所示）主要用于显示系统调试信息，通过 cooltools 工具可以查看该应用示例的相关信息。Log 的抓取方法请参考文档 [2]。

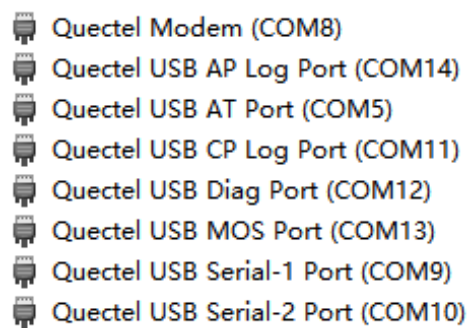


图 3：COM 端口

## 备注

调试该示例前需插入(U)SIM 卡。

### 3.2.2. 功能调试

模块开机后会自动启动 `ql_ledcfg_app_init()` 函数，通过 Log 信息可以看到 LED 指示灯的闪烁频率和 4G 指示灯的亮灭情况。与此同时，可以通过 NET\_MODE 和 NET\_STATUS 的 LED 指示灯看到实际亮灭现象，也可以使用示波器测量对应的引脚信号，查看设置是否正确。

AP Log 端口调试信息如下图所示：

```
[ql_LEDCFGDEMO][ql_ledcfg_demo_thread, 118] led config fast twinkle [7]
[ql_LEDCFGDEMO][ql_ledcfg_demo_thread, 139] led config network is 4G
[ql_LEDCFGDEMO][ql_ledcfg_demo_thread, 118] led config fast twinkle [9]
[ql_LEDCFGDEMO][ql_ledcfg_demo_thread, 139] led config network is 4G
[ql_LEDCFGDEMO][ql_ledcfg_demo_thread, 123] led config speed twinkle [11]
[ql_LEDCFGDEMO][ql_ledcfg_demo_thread, 139] led config network is 4G
[ql_LEDCFGDEMO][ql_ledcfg_demo_thread, 118] led config fast twinkle [10]
[ql_LEDCFGDEMO][ql_ledcfg_demo_thread, 139] led config network is 4G
```

图 4：AP Log 调试信息

## 备注

因为其他示例中也可能会配置本示例中的引脚，故在进行功能调试时请确保只打开本示例。

## 4 附录 参考文档及术语缩写

表 3：参考文档

文档名称
[1] Quectel_ECx00U&EGx00U 系列_QuecOpen_CSDK_快速开发指导
[2] Quectel_ECx00U&EGx00U 系列_QuecOpen_Log_抓取指导

表 4：术语缩写

缩写	英文全称	中文全称
AP	Access Point	接入点
APB	Advanced Peripheral Bus	外围设备总线
API	Application Programming Interface	应用程序接口
APP	Application	应用
EVB	Evaluation Board	评估板
GPIO	General-Purpose Input/Output	通用输入/输出口
IoT	Internet of Things	物联网
LED	Light Emitting Diode	发光二极管
LTE	Long-Term Evolution	长期演进
PC	Personal Computer	个人电脑
PWM	Pulse Width Modulation	脉冲宽度调制
RTOS	Real-Time Operating System	实时操作系统
SDK	Software Development Kit	软件开发工具包
UART	Universal Asynchronous Receiver/Transmitter	通用异步收发传输器

---

USB	Universal Serial Bus	通用串行总线
WLAN	Wireless Local Area Network	无线局域网

---