



# Driver 系列 IGBT 驱动器

## 6AP0115T12-Qxx

### 说明书



## 深圳青铜剑科技股份有限公司

地址：深圳市南山区高新区南区南环路 29 号  
留学生创业大厦二期 22 楼

邮编：518057

电话：0755-33379866

传真：0755-33379855

网址：<http://www.qtjtec.com>

邮箱：[support@qtjtec.com](mailto:support@qtjtec.com)

# 前言

## 概述

本文档适用的产品是：6AP0115T12-Qxx 驱动器。

本文档对 6AP0115T12-Qxx 驱动器进行介绍，用以指导用户对 6AP0115T12-Qxx 驱动器进行使用，并在该驱动器基础上更方便快捷的进行各种功率变换器产品的设计。

## 阅读对象

本文档主要适用于以下工程师：

- 系统设计工程师
- 结构工程师
- 硬件工程师
- 测试工程师

## 内容简介

本文档包含 5 章，内容如下：

章节	内容
1 产品概述	简要介绍驱动器的特点和保护功能。
2 技术规格	介绍驱动器的基本电气参数和接口定义。
3 功能描述	介绍驱动器的供电电源、PWM 输入信号、逻辑输出信号、短路保护功能、欠压保护功能、Vce 电压监测功能以及 NTC 检测功能
4 使用步骤	介绍驱动器的选择、连接、装配和测试等主要使用步骤。
5 外观尺寸	介绍驱动器的外观图和机械尺寸。

# 目录

1	产品概述 .....	1
2	技术参数 .....	2
2.1	极限值.....	2
2.2	电气特性.....	3
2.3	电源及电气隔离 .....	3
2.4	接口定义.....	4
3	功能描述 .....	5
3.1	电源.....	5
3.2	PWM 输入信号.....	5
3.3	逻辑输出信号.....	5
3.4	短路保护功能.....	5
3.5	欠压保护功能.....	7
3.6	母线电压监测功能.....	7
3.7	NTC 检测功能.....	8
4	使用步骤 .....	9
	选择合适的驱动器.....	9
	将驱动器连接到 IGBT 模块上 .....	9
	将驱动器连接到控制器 .....	9
	检查驱动器门极输出.....	9
	装配和测试 .....	10
5	机械尺寸 .....	10

## 1 产品概述

6AP0115T12-Qxx 驱动板是针对 EconoDUAL™3 封装 IGBT 模块 FF600R12ME4 设计的一款三相即插即用型驱动器，三个模块之间的间距为 9.5mm，适用于同为 EconoDUAL™3 Drive Module 封装、电压等级 1200V 及以下的汽车级 IGBT 模块，可安全可靠的驱动和保护 IGBT 模块。

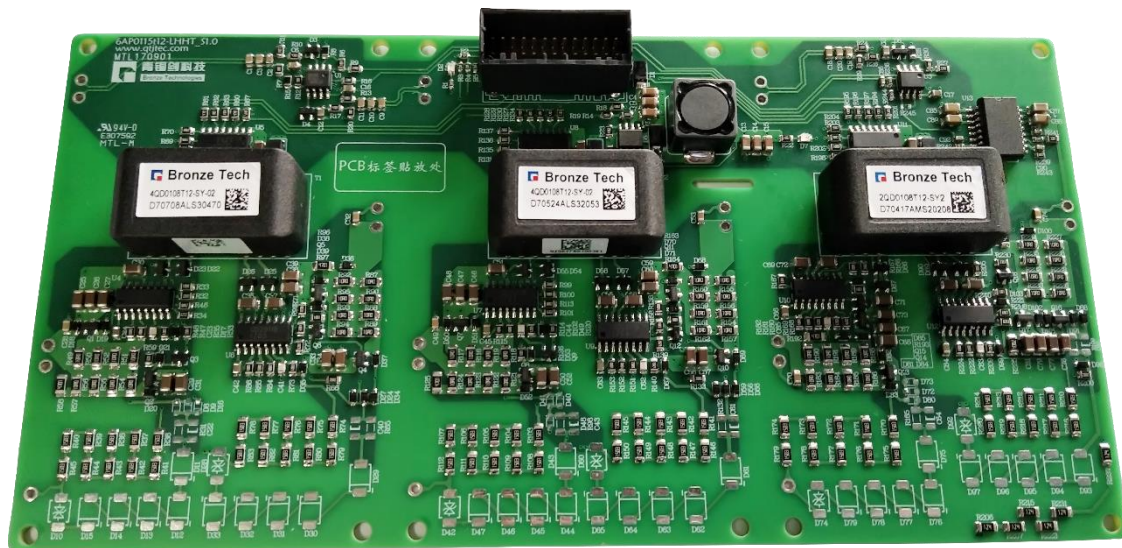


图 1 6AP0115T12-Qxx 驱动器

6AP0115T12-Qxx 是一款专用汽车级的即插即用驱动器，其主要特点及功能如下：

- 兼容 12V, 15V, 24V 电源输入
- 六通道驱动
- 完整的隔离 DC/DC 电源
- 单通道输出功率为 1W，峰值电流  $\pm 15A$
- 原边及副边欠压保护功能
- 退饱和和检测短路保护功能
- 软关断保护功能
- NTC 电压和母线电压检测功能

## 2 技术参数

### 2.1 极限值

表一 极限值

符号	参数	数值	单位
$V_{CC}$	电源电压	38	V
$V_{TOT}$	副边总电压	25	V
$I_G$	峰值驱动电流	$\pm 15$	A
$P_{DC/DC}$	单通道最大输出功率	1	W
PWM	逻辑信号最大输入电压	15	V
$V_O$ (FAULT)	故障信号最大输出电压	5	V
$I_{OC}$ (FAULT)	故障信号最大输出电流	5	mA
$V_{CE\ MAX}$	最大 IGBT 电压	1200	V
$f_s$	开关频率	10	kHz
$T_{W\ max}$	最高工作温度	105	$^{\circ}C$
$T_{STO\ max}$	最高储存温度	125	$^{\circ}C$
$T_{W\ min}$	最低工作温度	-40	$^{\circ}C$
$T_{STO\ min}$	最低储存温度	-45	$^{\circ}C$

## 2.2 电气特性

若无特别说明，测试条件为  $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $V_{CC} = 4.9\sim 36\text{V}$ 。

表二 基本电气特性参数

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位
$I_{DC}$	空载输入电流	110			mA
$V_{CC}$	6AP0115T12-Q15 供电电压	14.5	15	15.5	V
	6AP0115T12-Q12 供电电压	6		18	V
	6AP0115T12-Q24 供电电压	18		32	V
$I_{DD}$	逻辑信号输入电流		7	9	mA
$f_s$	开关频率	0	10		kHz
$T_{pd\ on}$	开通延迟时间		160		ns
$T_{pd\ off}$	关断延迟时间		220		ns
$D$	占空比	0		100	%
$V_{CE\ sat}$	$V_{CE\ sat}$ 监控的参考电压	7.2	7.8	8.3	V
$V_{GON}$	输出门极开通电压		15.0		V
$V_{GOFF}$	输出门极关断电压		-10.0		V
$V_{UVLO}$	副边欠压保护值	11.7	12.3		V
	副边欠压恢复值		12.8	13.5	V
$T_{op}$	工作温度	-40		105	$^{\circ}\text{C}$
$T_{STO}$	存储温度	-40		125	$^{\circ}\text{C}$

## 2.3 电源及电气隔离

6AP0115T12-Qxx 内部集成了 DC-DC，可实现原边电源和副边电源的隔离。驱动内部电路可实现进行驱动门极信号的传输，同时芯片可提供短路保护和欠压保护。此外，驱动器内部还可以实时监测 IGBT 上的 NTC 温度，通过将温度信号转换为电压信号供客户使用。驱动器原边副边满足 4.0KV 绝缘耐压。

## 2.4 接口定义

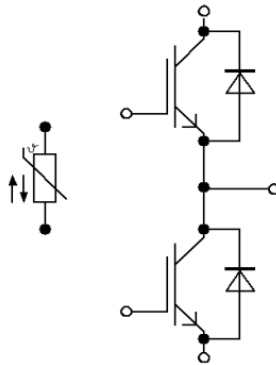


图2 FF600R12ME4 内部拓扑结构

表三 电气信号接口 P1 定义

引脚	名称	功能	编号	名称	功能
A1	VCC	4.9~36V 电源电压	B1	NC	悬空
A2	GND	电源&信号地	B2	NC	悬空
A3	NC	悬空	B3	GND	电源&信号地
A4	PZ	W 相 B 通道 PWM 信号输入	B4	PY	U 相 B 通道 PWM 信号输入
A5	PX	V 相 B 通道 PWM 信号输入	B5	GND	电源&信号地
A6	TEMP_U	U 相 IGBT NTC 输出信号	B6	UDC	母线电压检测输出信号
A7	NC	悬空	B7	VCC	4.9~36V 电源电压
A8	NC	悬空	B8	GND	电源&信号地
A9	+5V	+5 电源电压	B9	+5V	+5 电源电压
A10	GND	电源&信号地	B10	PW	W 相 A 通道 PWM 信号输入
A11	PV	V 相 A 通道 PWM 信号输入	B11	PU	U 相 A 通道 PWM 信号输入
A12	GND	电源&信号地	B12	TEMP_V	V 相 IGBT NTC 输出信号
A13	TEMP_W	W 相 IGBT NTC 输出信号	B13	FAULT	故障输出

### 3 功能描述

本使用说明按照驱动电路上由原边到次边的顺序，亦即由电源、信号输入侧到 IGBT 连接侧的顺序对 6AP0115T12-Qxx 驱动器的工作方式进行描述。

#### 3.1 电源

6AP0115T12-Qxx 内部采用 DC/DC 开关电源隔离模块，需要一路 4.9~36V 电源电压为副边的每个通道提供驱动 IGBT 开关的+15V 电源和-10V 电源电压；另外还需一路+5V 电源给其他芯片供电，因此，6AP0115T12-Qxx 需要提供 8-32V 的 3 驱动电源及+5V 信号电源。

#### 3.2 PWM 输入信号

PWM 信号：提供电气信号接口，PU 为 U 相 A 通道 PWM 输入信号，PY 为 U 相 B 通道 PWM 输入信号，PV 为 V 相 A 通道 PWM 输入信号，PX 为 V 相 B 通道 PWM 输入信号，PW 为 W 相 A 通道 PWM 输入信号，PZ 为 W 相 B 通道 PWM 输入信号。

6AP0115T12-Qxx 的工作模式为直接模式，即输入的六路信号是相互独立的；

6AP0115T12-Qxx 的 PWM 输入信号允许的高电平幅值为+15V，低电平幅值为 0V；

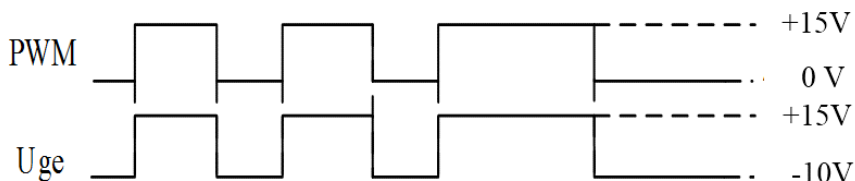


图 3 PWM 输入和 IGBT 门极输出时序图

#### 3.3 逻辑输出信号

6AP0115T12-Qxx 驱动板对应的 6 个单通道的故障信号集合为一个故障信号输出。驱动板正常工作时，故障信号 FAULT 输出高电平 5V，当驱动板检测到欠压保护或短路保护故障时，FAULT 会被拉为低电平 0V。

#### 3.4 短路保护功能



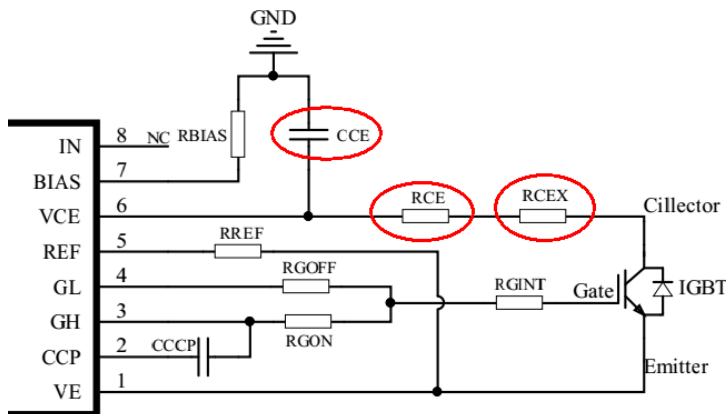


图 4 采用 RC 网络进行短路保护检测

6AP0115T12-Qxx 各个通道利用 IGBT 退饱和效应来检测 IGBT 开通时的  $V_{CE\text{SAT}}$  饱和导通压降，并与芯片内部设置的参考值  $V_{\text{REF}}$  进行比较判断是否发生短路。

如图 4 所示，驱动板采用 RC 网络来检测  $V_{CE}$ 。当 IGBT 关断时，芯片 QD2011 内部逻辑会将  $V_{CE}$  端口下拉至低电平，这样能保证驱动器不会在 IGBT 关断的时候进行短路保护，此时  $V_{CE} < V_{\text{REF}}$ ，驱动板不会误报故障。当 IGBT 正常开通时，IGBT 集电极 C 相对于发射极 E 的电压  $V_{CE}$  会逐渐降低到 IGBT 本身的  $V_{CE\text{SAT}}$  饱和导通压降，并通过电阻  $R_{CE}$  和  $C_{CE}$  充电，直到  $V_{CE} = V_{CE\text{SAT}}$  但仍小于  $V_{\text{REF}}$ ，驱动板不会误报故障。

当 IGBT 发生短路时，IGBT 集电极 C 相对于发射极 E 的电压  $V_{CE}$  将承受母线电压  $U_{DC}$ ，并通过电阻  $R_{CE}$  和  $R_{CEX}$  充电，使芯片的  $V_{CE}$  一直增大，当超过设置的参考电压  $V_{\text{REF}}$ ，驱动板的 FAULT 会被拉低，报出故障信号。为避免短路关断时，IGBT 承受过高的关断应力损坏，驱动板在检测到短路故障后会进入软关断过程。

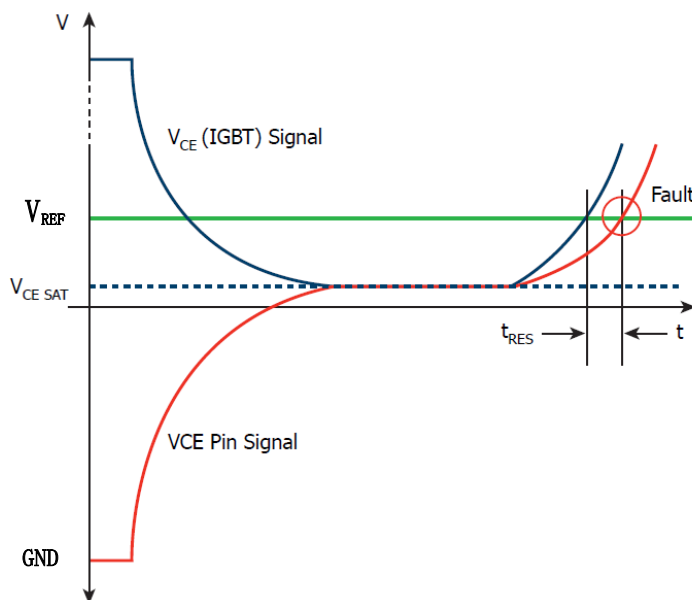


图 5 短路保护原理



### 3.7 NTC 检测功能

如图 2 所示，IGBT 模块 FF600R12ME4 内部有 1 个 NTC 电阻。6AP0115T12-Qxx 内部 NTC 检测电路会分别采集三个 IGBT 上 NTC 电阻的电压，当温度升高，NTC 电阻的阻值变低时，驱动板采集的 NTC 电阻上的电压值会变大，经过其他电路的处理，隔离输出 3 个 IGBT 电阻上最大的电压值  $V_{NTC}$ 。

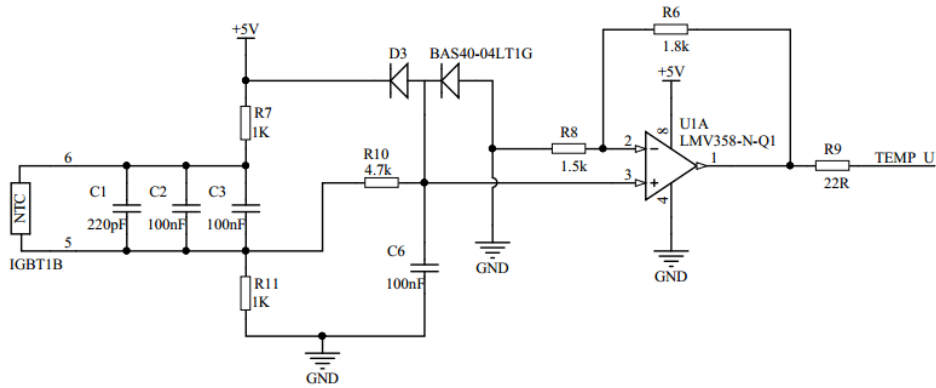


图 7 NTC 采样电路

如图 7 为 NTC 检测电路，电压  $V_{NTC}$  由 IGBT 的 NTC 阻值决定，NTC 阻值由 IGBT 工作温度决定， $V_{NTC}$  电压计算公式为：

$$V_{NTC} = 5V * 1K / (1K + 1k + R_{NTC})$$

$V_{NTC}$  通过运放放大后输出，输出电压大小可调，TEMP\_U 的计算公式为：

$$TEMP\_U = V_{NTC} * (1 + R6/R8)$$

表五 测试典型值

温度/°C	实测值/V	理论值/V	误差值/V
10	0.915	0.917	-0.002
20	1.444	1.447	-0.003
30	1.862	1.864	-0.002
40	2.198	2.200	-0.002
50	2.745	2.750	-0.005
60	3.141	3.143	-0.002
70	3.328	3.333	-0.005
80	3.895	3.901	-0.006
90	4.294	4.297	-0.003
100	4.377	4.382	-0.005
110	4.600	4.603	-0.003
120	4.710	4.721	-0.011

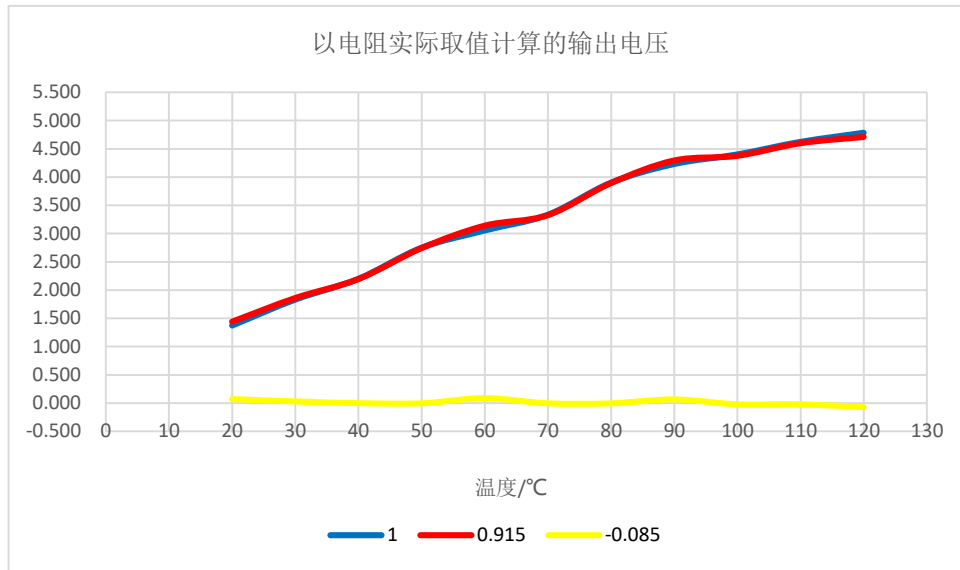


图 8 温度输出曲线

注：1:蓝色线指理论值；0.915：红色线指实际值；-0.085：黄色指误差值。（1、0.915、-0.085 数字无实际意义）

## 4 使用步骤

下列步骤说明如何在功率变换器中正确使用 6AP0115T12-Qxx 驱动器。

### 选择合适的驱动器

应用 6AP0115T12-Qxx 驱动器时，请注意它只适用于 1200V 及以下的 IGBT 模块。

如果不需要并联 IGBT 模块，可直接使用 6AP0115T12-Qxx 主驱动器，配合相应的外围电路即可。如需并联，请联系青铜剑科技技术支持。

### 将驱动器连接到 IGBT 模块上



IGBT 模块和驱动器的任何操作，须符合静电敏感设备保护的通用要求，可参考国际标准 IEC 60747-1，第 IX 章或欧洲标准 EN100015。为保护静电感应设备，应按照规定处理 IGBT 模块和驱动器（工作场所、工具等都必须符合这些标准）。

**如果忽略了静电保护要求，IGBT 和驱动器可能都会损坏！**

### 将驱动器连接到控制器

电气接口：连接驱动器与控制板之间的接插件，将驱动器的电源及信号同控制板连接起来。

### 检查驱动器门极输出

在指定工作频率的工作情况下，检查驱动器原边供电电压约+15V，副边导通电压约+15V，关断电压约-10V。也可在指定工作频率并且不给输入信号的情况下，看驱动器所消耗的电流，确定驱动器无短路现象存在。

除非受实际情况限制不能连接到驱动器门极端，否则在安装前就必须进行这些测试。

## 装配和测试



启动系统前，需确认各模块安装是否正确，驱动器门极输出是否正常。然后在准备的实际负载下启动，建议设备启动时由轻载到满载的过程慢慢调节测试。或也可根据设备的实际应用情况结合自己的要求进行严格的测试。

**注意：对高压的所有手动操作都有可能危及生命，必须遵守相关的安全规程。**

## 5 机械尺寸

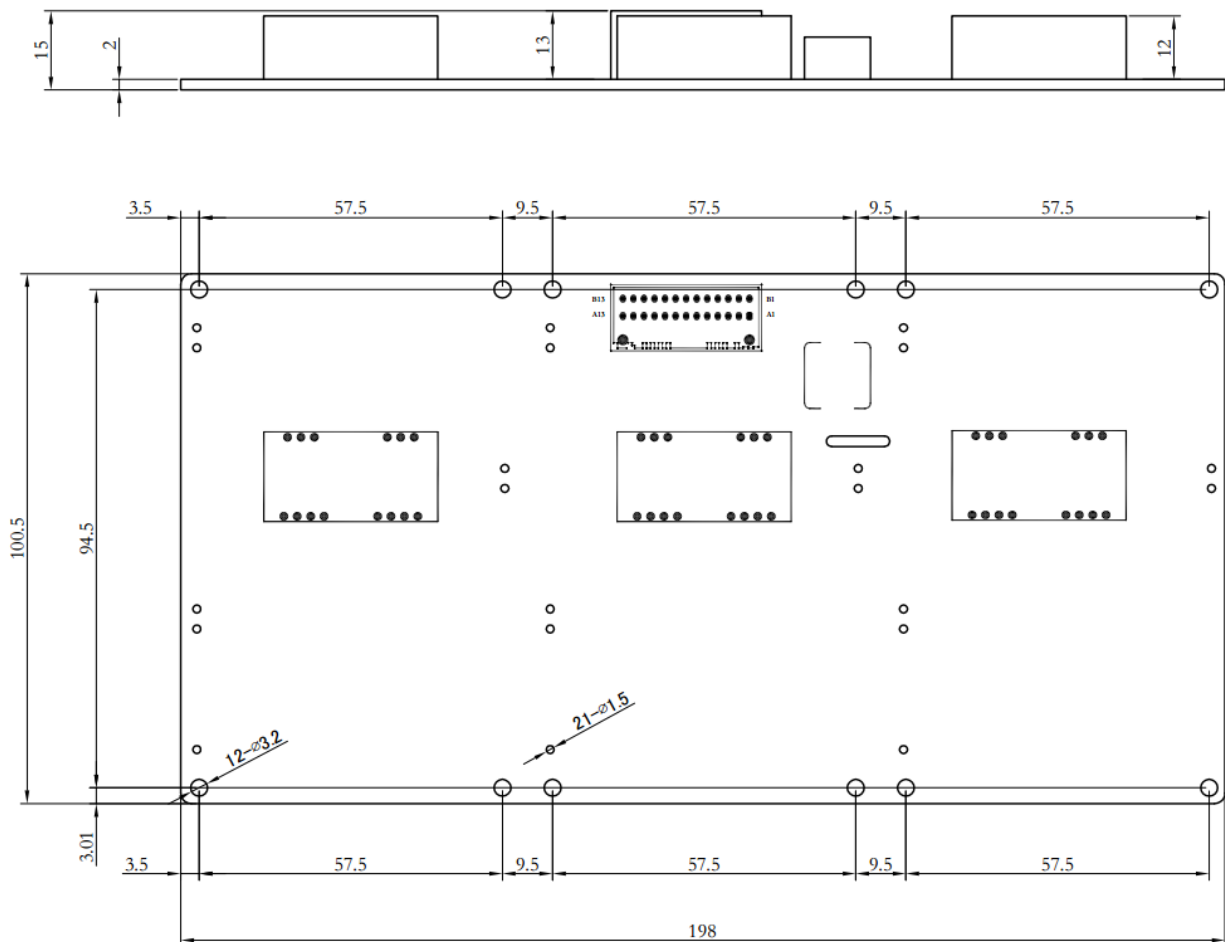


图 9 6AP0115T12-Qxx 驱动器机械尺寸

板子外形尺寸为：100.5mm×198.0mm；整体高度为：15.0mm。

推荐焊孔直径： $\varnothing$  1.5mm (47mil)    推荐焊盘直径： $\varnothing$  2.5mm (117.5mil)