

TETRA 控制产品选型手册

智慧天川 通向未来

Smart Factory, Leadership In Future



官方网站公众号



微信公众平台



深圳天川电气技术有限公司

SHENZHEN TETRA ELECTRIC TECHNOLOGY CO., LTD.

地址: 广东省深圳市宝安区石岩街道塘头南岗第三工业园2栋四层

公司总部电话: 0755-28885897

邮箱: tetran@tetran.com.cn

全国统一服务热线: 0755-83263199



天川人机界面

人机界面产品外观及型号命名规则

以下为不同型号部分产品的外观参考图，如图 1-1、1-2 所示。

注： 未涉及关键结构工艺修改或布局大调整， 仅产品工艺或可靠性方面的变更迭代， 公司不予对外发起变更，具体以收到的实物为准。



图 1-1 7 寸电阻触摸参考图

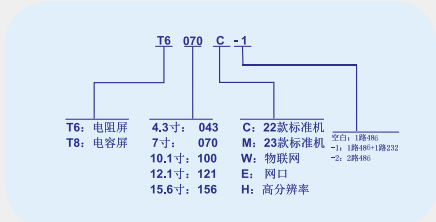


图 1-2 10 寸电阻触摸参考图

铭牌样例：



型号定义：



技术概览

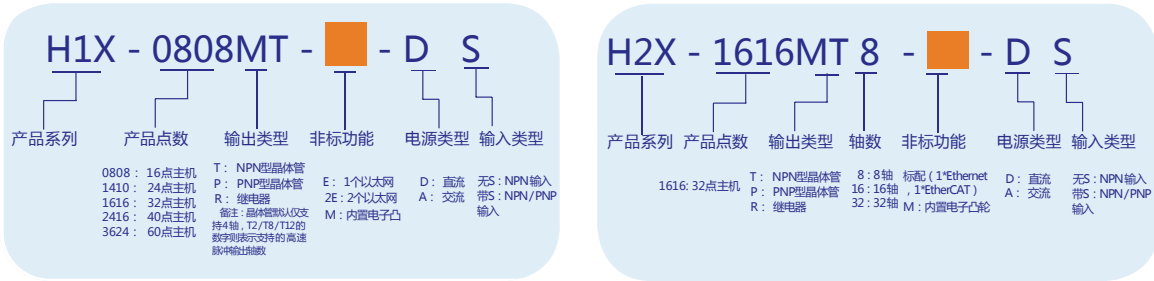
型号说明	T6070M/C	T6100C
核心处理器	400M SOC 处理器	
操作系统	无操作系统， 上电即可运行	
协议类型	默认天川组态指令集，支持 MODBUS RTU、FX2N、FX3U、DELTA(DVP)、XINJIE(XC)、XINJIE(XD)、FATEK (FB)、HAIWELL (N/S)、SAMKOON、EMERSON、DCBUS、XGUS 等协议	
脚本语言	5.3 版本 LUA 脚本，屏内部可运行用户编写的逻辑、协议和算法功能	
尺寸	7.0 寸	10.1 寸
分辨率	800*480	1024*600
安装方向	支持 0、90、180 和 270 度旋转安装显示	
存储空间	128Mbit	
字库	内置矢量字体，边缘抗锯齿处理，支持任意大小 ASCII、GBK、GB2312、UNICODE (全球语言) 字库，也可自定义任意电脑字体显示	
图片存储	支持 JPEG、PNG (半透 / 全透) 压缩，支持任意大小图片存储。累加可存储约 185 张全屏图片 (按大小 80KB/ 张计算，不建议 BMP 格式)。图片压缩比不同，此值会上下浮动	支持 JPEG、PNG (半透 / 全透) 压缩，支持任意大小图片存储。累加可存储约 115 张全屏图片 (按大小 120KB/ 张计算，不建议 BMP 格式)。图片压缩比不同，此值会上下浮动
颜色	6 5K 色，16 位 RGB	
电压	DC 5-36V	
功耗	背光关闭：0.6W	背光最暗、无喇叭：0.8W
	背光最亮：2.4W	背光最亮、无喇叭：2.6W
通讯方式	RS232 或 RS485 (默认)	
通讯波特率	RS232:1200~921600bps ，典型波特率：115200bps RS485:1200~115200bps ，典型波特率：9600bps	
通讯接插件规格	2EDG3.81-6P	
图片本地下载	SD 卡、串口、U 盘	
固件本地 / 远程升级	插入 SD 卡或 U 盘本地升级 / 支持用户主板远程串口升级屏幕固件	
图片远程升级	支持用户远程利用自己主板串口升级屏幕相关图片工程、字库、配置文件等	
实时时钟 (RTC)	支持时钟、定时器、倒计时等功能	

屏有效显示区 (AA)	长 * 宽 = 153.7mm*86.2mm	长 * 宽 = 222.6mm*125.3mm
产品尺寸(长*宽*高)	210.0mm* 149.8mm*24.1mm (MAX)	280.5mm*191.5mm*34.0mm (MAX)
开窗尺寸	196.6mm*136.3mm	265.1mm*176.1mm
工作温度	-20~+70℃	
存储温度	-30~+80℃	
AV 输入	无	支持 720*576 以下分辨率的 P 或者 N 制 CVBS 摄像头信号输入，可任何窗口大小显示，并可以叠加控件显示
AV 输入接插件规格	无	WJ124-3.81-6P
音频播放	无	MP3 音频格式 (喇叭 4Ω2W，单声道)，与图片共用存储空间。若 mp3 格式的采样率为 128kbps，占用存储 0.92MB/ 分钟
音频接插件规格	无	PH2.0-2P
视频播放	MP4 视频格式，与图片共用存储空间。若 1 个分辨率为 800*600、视频码率 3000Kbps、音频码率 166Kbps、帧率 25Hz 的视频文件，占用存储 21.9MB/ 分钟	
三防漆工艺	无 (可选项)	

天川可编程控制器

天川 PLC 现主要分为标准型、总线型两大系列，基本上可以满足不同行业、不同客户、不同设备的各种需求。现有的两大系列可编程控制器，除了具备市面上传统 PLC 的功能之外，还具备 U 盘下载程序、电子凸轮、指令定制、内置特殊算法定制、特殊硬件接口定制等特色功能，单板脉冲轴可驱动多达 24 轴步进、伺服电机，支持多种通讯技术，连接方便，更具性价比、集成性、智能性。

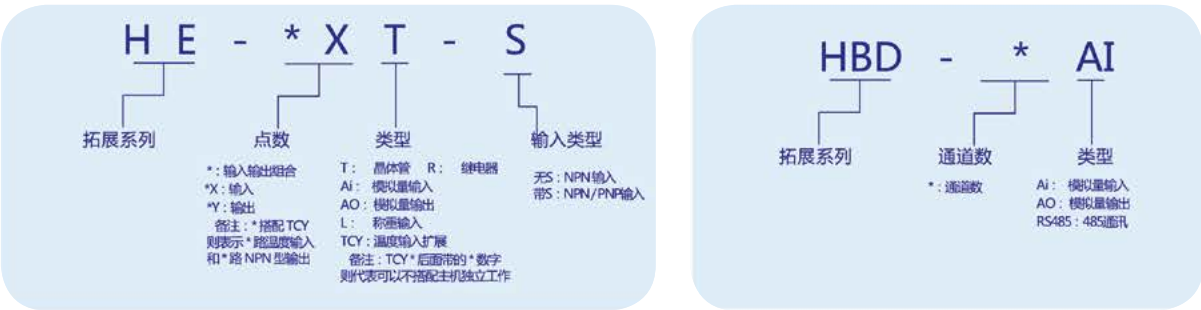
主机命名规则



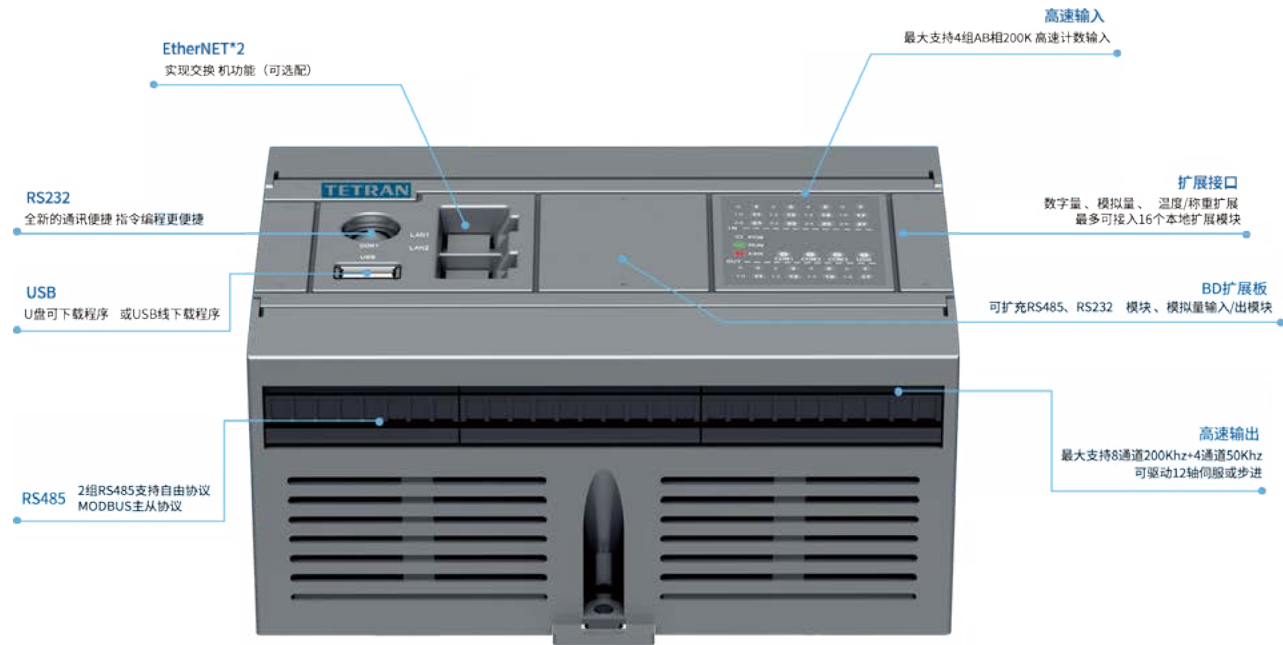
引脚定义

序号	定义	描述	参考图
1	GND	电源地	
2	A	RS485 数据 A 端	
3	B	RS485 数据 B 端	
4	TXD	串口屏输出，接用户 RXD 端	
5	RXD	串口屏输入，接用户 TXD 端	
6	VCC	电源	

扩展命名规则



标准型 PLC---H1X 系列



不带以太网（标准机）		AC 电源		DC 电源	
点数	继电器输出	晶体管输出 (NPN 型)	继电器输出	晶体管输出 (NPN 型)	
16 点	H1X-0808MR-A	H1X - 0808MT -A	H1X - 0808MR - D	H1X - 0808MT - D	
24 点	H1X-1410MR-A	H1X -1410MT -A	H1X -1410MR - D	H1X -1410MT - D	
32 点	H1X-1616MR-A	H1X - 1616MT -A	H1X - 1616MR - D	H1X - 1616MT - D	
40 点	H1X-2416MR-A	H1X -2416MT -A	H1X -2416MR - D	H1X -2416MT - D	
60 点	H1X-3624MR-A	H1X -3624MT -A	H1X -3624MR - D	H1X -3624MT - D	

带以太网(非标机)	AC 电源		DC 电源	
点数	继电器输出	晶体管输出 (NPN 型)	继电器输出	晶体管输出 (NPN 型)
16 点	H1X-0808MR-E-A	H1X - 0808MT - E -A	H1X - 0808MR - E - D	H1X - 0808MT - E - D
24 点	H1X-1410MR-E-A	H1X -1410MT - E -A	H1X -1410MR - E - D	H1X -1410MT - E - D
32 点	H1X-1616MR-2E-A	H1X - 1616MT -2E -A	H1X - 1616MR -2E - D	H1X - 1616MT -2E - D
40 点	H1X-2416MR-2E-A	H1X -2416MT -2E -A	H1X -2416MR -2E - D	H1X -2416MT -2E - D
60 点	H1X-3624MR-2E-A	H1X -3624MT -2E -A	H1X -3624MR -2E - D	H1X -3624MT -2E - D

H1X 标准型 PLC 系列提供 16~ 60 点数的主机及 8~40 点数字量输入 / 输出模块， 含主机最大输入 / 输出扩展最多可达 256/256 点。另可搭配模拟输入 / 输出扩展模块、温度扩展模块、称重扩展模块使用， 扩展丰富，性能稳定，以满足多种应用场合。

性能特点

- ◎ 高速输入 / 出：最大支持 4 路 AB 相输入 200Khz , 大支持 12 轴高速输出 , 8 轴 200Khz+4 轴 50Khz
- ◎ 选配以太网功能，支持在线监控，下载程序，支持 MODBUSTCP/IP 通讯，自由协议通讯。
- ◎ 采用 RS232、RS485*2 双通讯口，均可实现 HMI 或 PC 通讯，兼容 MODBUS ASCII、MODBUS RTU 通讯协议。
- ◎ 先进的掉电保存技术， 程序永久保存。
- ◎ 扩展丰富：数字量可扩展到 512 个 IO 点数，另可搭配模拟量、称重扩展。
- ◎ 程序加密处理，可选择是否上传，保护用户的知识产权。
- ◎ 可通过插 U 盘下载程序或使用双头 USB 线下载和监控程序，通讯速度更快，下载速率可达 12Mbps。

技术规范表

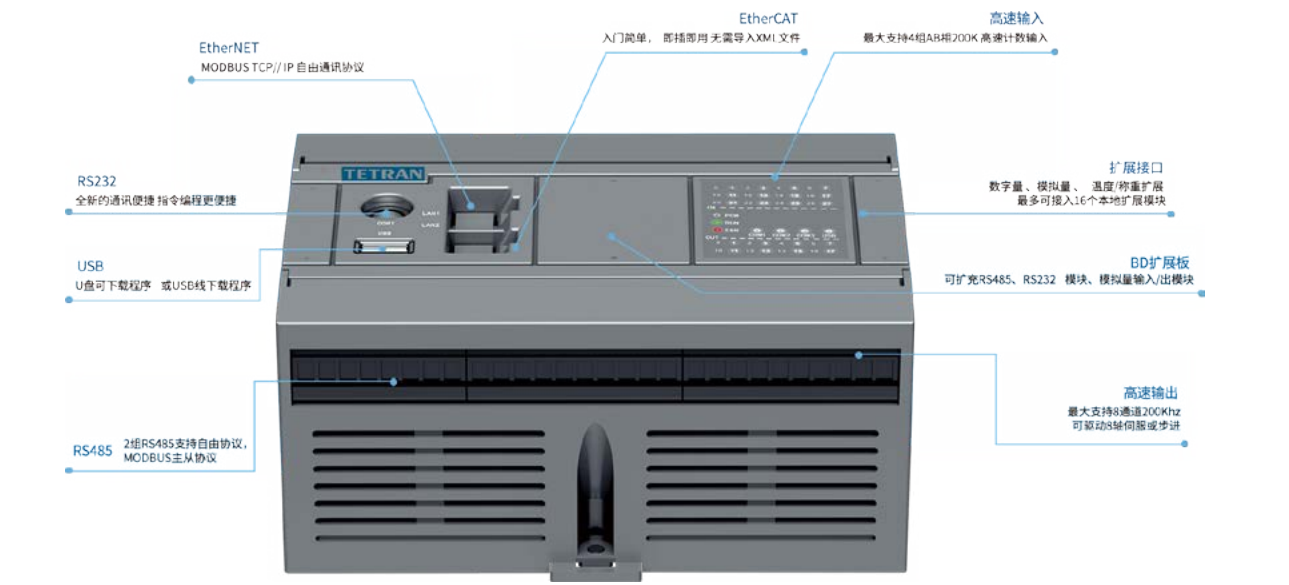
以下为带以太网口 PLC 的技术规格， 不带以太网口的 PLC 其他技术规格与之相同。

系列型号 H1X-	0808MT/ R- E	1410MT/ R- E	1616MT/ R-2E	2416MT/R-2E	3624MT/ R-2E
总点数	16 点	24 点	32 点	40 点	60 点
数字量输入点数	8	14	16	24	36
数字量输出点数	8	10	16	16	24
输出方式	T:NPN / R: 继电器	T:NPN / R: 继电器	T: NPN / R: 继电器	T:NPN / R: 继电器	T:NPN / R: 继电器
高速输入计数器	3 路 AB 相	3 路 AB 相	4 路 AB 相	4 路 AB 相	4 路 AB 相
高速输入最大频率	200khz	200khz	200khz	200khz	200khz
右模块	16 个	16 个	16 个	16 个	16 个
左扩展	支持通讯扩展	支持通讯扩展	支持通讯扩展	支持通讯扩展	支持通讯扩展
BD 板	支持 1 个	支持 1 个	支持 1 个	支持 1 个	支持 2
串行通讯口	RS232/ RS485*2	RS232/ RS485*2	RS232/ RS485*2	RS232/ RS485*2	RS232/ RS485*2
USB 通讯口	程序下载 / 固件升级	程序下载 / 固件升级	程序下载 / 固件升级	程序下载 / 固件升级	程序下载 / 固件升级
以太网口	支持 1 个	支持 1 个	支持 2 个	支持 2 个	支持 2 个
脉冲轴数量	T:4 轴 / R: ---	T: 4 轴 / R: ---	T:4 轴 / R: ---	T:4 轴 / R: ---	T: 4 轴 / R: ---
高速输出最大频率	200khz	200khz	200khz	200khz	200khz
总线功能	无	无	无	无	无
总线轴数	无	无	无	无	无
程序容量	30k	30k	30k	30k	30k
万年历	支持	支持	支持	支持	支持
尺寸 (mm)	114*100*73	114*100*73	155*100*73	155*100*73	218*100*73
防护等级	IP20				
工作环境温度	5~55℃ (41~ 131 ℉) 无结露				
相对湿度	5~95%				
运输环境温度	-25~ 70℃ (- 13~ 158 ℉)				
抗振性	10M/S ²				
工作海拔高度	0~2000M 无将容， 2000M 以上， 环境温度 <40℃ (104 ℉)				

系列型号 H1X-	0808MT/ R、1410MT/ R		1616MT/ R、2416MT/ R、3624MT/ R	
输入点	X0~X5	X6~	X0~X7	X10~
输入点类型	数字量输入			
输入形式	直流 (NPN 型)			
输入电流	5mA			
输入阻抗	47KΩ			
最高频率	200k Hz	10 k Hz	200k Hz	10 k Hz
反应时间	Off → On	<2 .5 μ s	<20 μ s	<2 .5 μ s
	On → Off	<5 μ s	<50 μ s	<5 μ s

系列型号 H1X-		0808MT、1410MT、1616MT、2416MT、3624MT	
输出点类型		NPN	
输出点		Y0、Y2、Y4、Y6	Y1、Y3、Y5、Y7~Y17
最高频率		200Khz	10Khz
最大负载	电阻性	0.5A/ 1 点 (4A/COM)	
	电感性	15W	
反应时间	Off → On	<2 μ s	<20 μ s
	On → Off	<3 μ s	<30 μ s
系列型号 H1X-		0808MR、1410MR、1616MR、2416MR、3624MR	
输出点类型		继电器输出	
输出点		全部	
最大负载		AC250V 5A/ DC30V 5A	
反应时间		约 10 ms	

EtherCAT 总线型 PLC---H2X 系列



基于 EtherCAT 现场总线的多轴控制器，总线传输速率为 100Mbps，采用分布式时钟，脉冲轴和总线轴相结合，可以快速、准确、高效的传输数据，方便用户快速入门。支持位置、速度、扭矩、原点复归等单轴运动指令，支持电子齿轮、电子凸轮、直线插补、圆弧插补等多轴指令。内建多种通讯口，RS232、RS485、USB、以太网供用户选择。带万年历，可扩展 IO 口。

性能特点

- ◆脉冲控制方式与总线控制：总线与脉冲轴相结合，可灵活自由分配。
- ◆高速输入 / 出：4 路 AB 相输入 200Khz,8 轴高速输出 200Khz。
- ◆带以太网功能，支持在线监控，下载程序，支持 MODBUSTCP/IP 通讯，自由协议通讯。
- ◆采用 RS232、RS485 双通讯口，均可实现 HMI 或 PC 通讯，兼容 MODBUS ASCII、MODBUS RTU 通讯协议。
- ◆先进的掉电保存技术，程序永久保存。
- ◆扩展丰富：数字量可扩展到 512 个 IO 点数，另可搭配模拟量、称重扩展。
- ◆程序加密处理，可选择是否上传，保护用户的知识产权。
- ◆可通过插 U 盘下载程序或使用双头 USB 线下载和监控程序，通讯速度更快，下载速率可达 12Mbps。
- ◆开发人性化：完全自主研发总线平台，入门更简单。
- ◆更贴近用户：无需导入 XML 文件，总线即插即用。

硬件升级

- ◆全新外观升级
- ◆更多通讯口：USB/ RS232/ RS485*2
- ◆直插式端子，拆卸更方便
- ◆MODBUS 通讯指令更便捷，PLC 程序无需轮询
- ◆本体 PLC 主机间可实现高速联机
- ◆PLC 程序容量扩大到 60K。

型号一览表

点数	总线轴数	型号			
		AC 电源		DC 电源	
		继电器输出	晶体管输出 (NPN 型)	继电器输出	晶体管输出 (NPN 型)
32 点	8 轴	H2X- 1616MR -A	H2X- 1616MT8 -A	H2X- 1616MR - D	H2X-1616MT8-D
32 点	16 轴		H2X- 1616MT16 -A		H2X-1616MT16-D
32 点	32 轴		H2X- 1616MT32 -A		H2X-1616MT32-D

技术规范表

系列型号 H2X	1616MT8/MT16/MT32/ MR
总点数	32 点
数字量输入点数	16
数字量输出点数	16
输出方式	T: NPN / R: 继电器
高速输入计数器	4 路 AB 相 (X0~X7)
高速输入最大频率	200khz
右模块 / 左扩展	16 个支持通讯扩展
BD 板	支持 1 个
串行通讯口	RS232/ RS485*2
USB 通讯口	程序下载 / 固件升级
以太网通讯口	支持 1 个
脉冲轴数量	T 8:8 轴 T16: 16 轴 T32:32 轴 R :8 轴
高速输出最大频率	200khz
总线功能 总线轴数	EtherCAT 总线 8~32 轴
程序容量	60k
万年历	支持
尺寸 (mm)	155*100*73
防护等级	IP20
工作环境温度	5~55℃ (41~ 131 ℉) 无结露
相对湿度	5~95%
运输环境温度	-25~ 70℃ (- 13~ 158 ℉)
抗振性	10M/S2
工作海拔高度	0~2000M 无将容， 2000M 以上， 环境温度 <40℃ (104 ℉)
说明	注：若脉冲与总线轴合计 16 轴，程序可自定义自由分配。如定义脉冲轴数为 2 轴，则总线轴为 14 轴

系列型号 H2X-		1616MT8/MT16/MT32/MR	
输入点		X0~X7	X10~X17
输入点类型		数字量输入	
输入形式		直流 (NPN 型)	
输入电流		5mA	
输入阻抗		47KΩ	
最高频率		200k Hz	10 k Hz
反应时间	Off → On	<2 .5 μ s	<20 μ s
	On → Off	<5 μ s	<50 μ s

系列型号 H2X-		1616MT	
输出点类型		NPN	
输出点		Y0~Y16 输出点偶数位， 32MT 为 8 点	Y1、Y3、Y5 . . . Y17 (输出点基数位)
最高频率		200Khz	10Khz
最大负载	电阻性	0 .5A/ 1 点 (4A/COM)	
	电感性	15W	
反应时间	Off → On	<2 μ s	<20 μ s
	On → Off	<3 μ s	<30 μ s
系列型号 H2X-		1616MT	
输出点类型		继电器输出	
输出点		全部	
最大负载		AC250V 5A/ DC30V 5A	
反应时间		约 10 ms	

扩展模块及扩展板介绍



性能特点

- ◆ 输入输出每通道均采用光电隔离，可靠性高，抗干扰能力强。
- ◆ 供电电源有反接保护、浪涌吸收功能，可适用于多种工作环境。
- ◆ 数字量最大 I/ O 点数为：256DI/256DO。
- ◆ 一个本体主机可带 16 个扩展模块 。

为满足更多场合的应用需求，主机可配备丰富的扩展模块。天川公司的扩展模块主要分为数字量输入输出扩展模块、模拟量输入输出扩展模块、温度扩展模块、称重扩展模块等几大类。每个类型模块点数多样，可灵活配置本公司各种 I/ O 规模，达到更高的性价比 。

标准型扩展模块, 搭配 H1X/H2X 系列主机, 可扩展 256/256 点, 配壳

型号	功能		
HE-8XT	8 点数字量输入扩展, 8DI(NPN 型)		
HE-8XT-S	8 点数字量输入扩展, 8DI(NPN/PNP 型)		
HE-8YT	8 点数字量输出扩展, 8DO(NPN 型)		
HE-8YR	8 点数字量输出扩展, 8DO(继电器)		
HE-16XT	16 点数字量输入扩展, 16DI(NPN 型)		
HE-16YT	16 点数字量输出扩展, 16DO(NPN 型)		
HE-16T	16 点数字量输入 / 出扩展, 8DI(NPN 型)/8DO(NPN 型)		
HE-16T-S	16 点数字量输入 / 出扩展, 8DI(NPN/PNP 型)/8DO(NPN 型)		
HE-16P-S	16 点数字量输入 / 出扩展, 8DI(NPN/PNP 型)/8DO(PNP 晶体管)		
HE-16R	16 点数字量输入 / 出扩展, 8DI(NPN 型)/8DO(继电器)		
HE-16R-S	16 点数字量输入 / 出扩展, 8DI(NPN/PNP 型)/8DO(继电器)		
HE-16YR	16 点数字量输出扩展, 16DO(继电器)		
HE-32R	32 点数字量输入 / 出扩展, 16DI(NPN 型)/16DO(继电器)		
HE-32T	32 点数字量输入 / 出扩展, 16DI(NPN 型)/16DO(NPN 型)		
HE-4AI2AO	模拟量输入 / 出扩展模块, 4 路模拟量输入, 2 路模拟量输出 电压范围: (输入: 0~5V, 0~10V, 输出: -10V~10V) 电流范围: (输入 / 输出 0~20mA; 4~20mA) 分辨率: 输入 12bit/ 输出 12bit		
HE-4AO	模拟量输出扩展模块, 4 路模拟量输出 电压范围: (输出: -10V~10V) 电流范围: (输出 0~20mA; 4~20mA) 分辨率: 12bit		
HE-8AO	模拟量输出扩展模块, 8 路模拟量输出 电压范围: (输出: -10V~10V) 电流范围: (输出 0~20mA; 4~20mA) 分辨率: 12bit		
HE-8AI	模拟量输入扩展模块, 8 路模拟量输入 电压范围: (输入: 0~5V/0~10v) 电流范围: (0~20mA) 分辨率: 12bit		
HE-2L	称重扩展模块, 2 路称重采集输入, 分辨率: 24 位		
HE-4L	称重扩展模块, 4 路称重采集输入, 分辨率: 24 位		
HE-2TCY	温度扩展模块, 2 路温度采集输入 (通道之间光耦隔离),2 路 NPN 晶体管输出, 支持热电偶, 模块具有 PID 自整定功能, 测量范围 0~900℃, 精度 1℃		
HE-2TCY2	温度模块可不搭配主机独立工作, 具备 RS485 通讯接口, 2 路温度采集 输入 (通道之间光耦隔离),2 路 NPN 晶体管输出, 支持热电偶, 模块具有 PID 自整定功能, 测量范围 0~900℃, 精度 1℃		
HE-4TCY	温度扩展模块, 4 路温度采集输入 (通道之间光耦隔离),4 路 NPN 晶体管输出, 支持热电偶, 模块具有 PID 自整定功能, 测量范围 0~900℃, 精度 1℃		
HE-4TCY2	温度模块可不搭配主机独立工作, 具备 RS485 通讯接口, 4 路温度采集输入 (通道之间光耦隔离),4 路 NPN 晶体管输出, 支持热电偶, 模块具有 PID 自整定功能, 测量范围 0~900℃, 精度 1℃		
HE-8TC	温度扩展模块, 8 路温度采集输入 (通道之间光耦隔离), 支持热电偶, 模块具有 PID 自整定功能, 测量范围 0~900℃, 精度 1℃		
HBD-1AI1AOS	BD 板, 1 路模拟量输入, 1 路模拟量输出 电压范围: (输入 / 出: 0~10V) 电流范围: (输入 / 出: 0~20mA) 分辨率: 输入 12bit / 输出 12bit		
HBD-2AI	BD 板, 2 路模拟量输入 电压范围: (输入 / 出: 0~10V) 电流范围: (输入 / 出: 0~20mA) 分辨率: 输入 12bit		
HBD-2AOS	BD 板, 2 路模拟量输出 电压范围: (输入 / 出: 0~10V) 电流范围: (输入 / 出: 0~20mA) 分辨率: 输出 12bit		
HBD-2RS485	BD 板, 2 路 RS485(隔离)		

案例展示



枕式包装机

可实现定长，不定长，跟标，防切，防空包，防烫膜等功能。当工作在定长和跟标模式，最快产能 1200/min。工作在防空包，防切料，不定长模式，产能可达 300 包 /min。



全自动茶叶包装机

全自动茶叶包装机可实现内外袋同时包装。可自动完成制袋、计量、充填、封合、分切、计数等工序。具有防潮、防气味挥发、保鲜等功能。包装范围广泛，完美代替手工包装，实现包装自动化，大幅度提高生产效率，降低企业成本。采用双电子秤计量包装速度 18~20 包 / 分钟。称重精度可达 ±0. 1g。



钢筋调直机

调直机，也叫直丝机，调直切断机，用于调直和切断钢筋，可调直切断不锈钢丝、铝丝、冷拔丝、包塑料皮钢丝等。选用本公司定制款运动控制功能 PLC 切断长度可根据户要求定制。追剪可根据客户设 置的长度来自动计算同步距离，飞剪可根据不同的长度来自动计算送线的最快速度，切长度 400mm 的产品速度可到达 100m/min。切口齐、误差在 40 丝以内、系统响应快。



视觉点胶机

视觉点胶机主要是通过摄像头来摄取产品的坐标值，再把计算出的坐标值发送到运动控制器，然后驱动物械手运动到产品处进行点胶作业。广泛应用于工艺品、电子、服装等行业。可通过示教及 PC 图形导入两种方式，以高性能嵌入式运动控制器为核心，集成专业的滴塑加工工艺软件控制功能。内置多种插补算法、路径编辑快捷、支持多种文件格式。



全自动颗粒包装机

全自动颗粒包装机可灵活实现 4 秤、8 秤、12 秤等系统搭建。大大提高称重效率。可自动完成制袋 、计量、充填、封口、分切、计数等功能。主要适用于：花茶、配方茶、保健茶、中药茶等多种物料。根据物料特性可配置电子秤计量下料系统，电子秤下料系统适合单物料、多物料、形状不规则物料等一般量杯无法称量的物料，可根据要求单独灵活分开控制每一台秤的计量重量。称重精度可达 ±0.1g。



给袋式真空包装机

给袋式真空包装机能够实现物品的真空包装，操作人员只需将一定数量的包装袋放在设备的取袋处，设备能够自动的取袋、打印日期、开袋、给计量装置信号计量并落料、封口、输出，实现自动化包装。选用本公司定制款运动控制功能 PLC，实现高速伺服送料、压料，大大提高了包装速度，可实现 100 包 /min。无论是液体类、块状类、颗粒类或是粉末类产品，都能统统进行 包装生产。



珍珠棉追剪机

珍珠棉追剪机用于切割并定型珍珠棉，采用了天川开发的电子凸轮技术，运动控制型 PLC，应用于 珍珠棉包装行业，在原有平均产能的基础上实现了飞跃，较该行业传统方式速度提升近 7 倍，最大产 能可达每分钟 15 米。可充分解放人工，在 提升效率的同时极大地降低了成本。



分光机

分光机用于分选 SMDLED，选用了天川 H1X 系列 PLC，运行速度可 80K/h, 单个产品加工时间 45ms, 对 PLC 的扫描周期和稳定性要求高，对比这个行业一直使用的某些产品速度提升了 10%，大大降低了成本，提高了运行效率。