

# 使用西门子 S7-300 PLC 指针实现 CRC16 校验计算

## Use Siemens S7-300 PLC Pointer to Implement CRC16 Checksum Calculation

郭海洋 (南京西格曼自动化实业有限公司,江苏 南京 210003)

### 摘要

首先介绍了 CRC16 校验的移位算法,然后分析了西门子 S7-300 PLC 指针数据类型和 ANY 数据类型的结构和用法,并使用这两种数据类型实现了 CRC16 校验码的计算。

关键词: S7-300,PLC,指针,CRC16

### Abstract

This paper introduces the shift algorithm of CRC16 checksum and analysis the structure and usage of S7-300 PLC pointer data type and ANY data type,then implement the calculation of CRC16 checksum with these data type.

Keywords: S7-300,PLC,Pointer,CRC16

西门子 S7-300 PLC 与支持 Modbus RTU 协议的设备通信,大多是通过串行通讯模块 CP340 或 CP341 完成的。西门子提供了用于 CP341 串行通信模块的 Modbus RTU 主站和从站软件,可实现 Modbus RTU 通讯。该软件需要和配套的硬件狗一起使用,对于一些简单的 Modbus 通信应用来说成本较高。Modbus RTU 通信协议是一种开放的协议,可以通过普通的自由口通信方式来实现,即直接使用 CP340 或 CP341 串行通信模块提供的发送功能块 FB8 (P\_SND\_RK) 和接收功能块 FB7 (P\_RCV\_RK)实现 Modbus RTU 报文的收发控制。而直接使用发送、接收功能块进行 Modbus RTU 通讯时,需要解决动态生成 CRC16 校验码的问题,即在 PLC 运行时根据不同的发送或接收报文计算出相应的 CRC16 校验码,然后再与发送报文一起发送、或与接收到的校验码进行比较。在 S7-300 PLC 中计算 CRC16 校验码需要使用 STL 语句表编程,并了解指针类型和 ANY 类型的用法。

### 1 CRC16 校验计算

CRC16 校验有多种计算方法,我们以移位法为例,看一下 ModBus RTU 协议 CRC16 校验码的计算流程。

假设需要发送或接收的报文有 n 个字节,我们可以把它当作一个字节(或字符)数组。CRC16 校验的目的就是将字节 1 到字节 n 根据特定算法计算出两个字节的校验码,然后再和报文作为一个整体发送出去、或是与收到的校验码进行比较判断。

移位法计算 CRC16 校验码的过程如下(流程图如图 1)。

- 1)假定校验码存放于变量 CRC(长度 16 位)中,首先将 CRC 初始化为 16 进制值 0xFFFF,指针指向报文首字节。
- 2)将指针所指字节与CRC

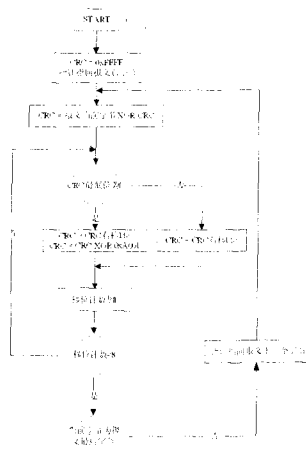


图 1 CRC16 移位计算流程

- 3)判断当前 CRC 值的最低位,最低位如果为 1,则将 CRC 右移一位后再与 16 进制数 0xA001 异或,结果放于 CRC;最低位如果为 0,则只将 CRC 右移一位。
- 4)重复第 3 步,直到完成 8 次移位计算。
- 5)指针所指字节如果不是报文最后一个字节,则指针继续指向下一个字节,并从第 2 步循环,否则计算结束。

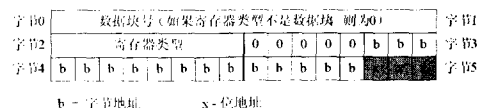
### 2 指针类型和 ANY 类型

上述 CRC16 校验码移位算法利用指针完成对报文所有字节的循环计算,本文以 S7-300 PLC 为例,使用指针类型和 ANY 类型实现同样的算法。首先对 S7-300 的指针类型和 ANY 类型有个初步的了解。

#### 2.1 指针类型

##### 2.1.1 指针类型存储格式

指针类型占用 6 个字节的存储空间,其内容为指针所指寄存器的描述信息,如图 2 所示。



16 进制值	寄存器类型	说明
b#16#81	I	输入寄存器
b#16#82	Q	输出寄存器
b#16#83	M	位寄存器
b#16#84	DB	数据块
b#16#85	DI	实例数据块
b#16#86	L	局部数据

图 2 S7-300 指针类型存储格式

##### 2.1.2 使用指针类型

使用指针必须在语句表(STL)中编程,举例如下。

例 1:

```
OPN DB1          //打开数据块 DB1
L P#DBX0.0       //指针指向字节 0 的位 0
LAR1             //将指针值装入地址寄存器 AR1
L B#16#FF        //将 16 进制值 0xFF 送入 DBB0
T B [AR1]        //将 16 进制值 0xFFFF 送入 DBW2
L W#16#FFFF
T W [AR1, P#2.0] //将 16 进制值 0xFFFF 送入 DBW2
+AR1 P#1.0       //将指针指向下一个字节
```

```
例 2:
L P#8.7           //加载指针
LAR1              //将指针值装入地址寄存器 AR1
A I [AR1, P#0.0]   //取 I8.7 状态(指针偏移 0 字节 0 位)
= Q [AR1, P#1.1]   //输出到 Q10.0(指针偏移 1 字节 1 位)
```

如果要指向的数据不是数据块类型，或是数据块已通过 OPN 指令打开，那么只需要使用 4 个字节(双字)就可表示一个指针(图 2 中的字节 2~字节 5)，下面的例子使用双字 MD2 存储了指针的后 4 个字节：

```
L P#8.7           //加载指针
T MD2            //将指针装入 MD2
A I [MD2]        //取 M8.7 状态
= Q [MD2]        //输出到 Q8.7
```

2.2 ANY 类型

在 S7-300 PLC 中,ANY 类型也可以认为是一种指针,可使用 ANY 类型指向任意长度连续存放的数据。例如,需要计算校验码的报文有 20 个字节，连续存放在数据块 DB1 中,即 DB1.DBB0~DB1.DBB19,那么,我们可以使用一个 ANY 型指针指向这 20 个连续的字节：

```
P#DB1.DBB0.0 BYTE 20
```

上式是 ANY 类型的常量表达方法,在“P#”后面加上数据的起始位地址(DB1.DBB0.0),再加上类型(BYTE)和连续数量(20)即可。ANY 类型占用 10 个字节的存储空间,如图 3 所示。



图 3 ANY 类型存储格式

可以看出,ANY 类型和指针类型的后 6 个字节的存储方式是相同的,即 ANY 类型的字节 4~字节 9 也可以作为指针值使用。

3 实现 CRC16 移位算法

了解 S7-300 PLC 的指针类型和 ANY 类型之后,就可以使用这两种类型在 STL 语句表中实现 CRC16 校验码移位算法,其中,ANY 类型用于表示连续存放的报文,指针用于依次指向并处理报文中的每个字节。

表 1 FC1 参数表

参数名称	参数类型	数据类型	说明
MSG	输入	ANY	未计算 CRC 的通讯报文
LEN	输入	INT	参与 CRC 计算的字节数
CRC_OUT	输出	WORD	CRC 计算输出结果
CRC	临时变量	WORD	CRC 计算中间结果
DB_NO	临时变量	WORD	数据块号
LOOP1_COUNT	临时变量	WORD	外循环计数
LOOP2_COUNT	临时变量	WORD	内循环计数

本例使用 STEP7 软件在 FC1 中编程,其参数表如表 1 所示。

FC1 程序清单如下：

```
L W#16#FFFF
T #CRC           // 初始化 CRC
L P##MSG         // 取 ANY 型数据 MSG 的地址
LAR1            // 将地址装入 AR1
L W [AR1,P#4.0] // 获取数据块号(ANY 型数据的第 4、5 字节)
T #DB_NO
L 0
<>I             // 如果数据块号不为 0
OPN DB [#DB_NO] // 则打开数据块
L D [AR1,P#6.0] // 将 ANY 型数据 MSG 的后 4 个字节
LAR1            // 作为指针值装入 AR1
L #LEN          // 加载参与 CRC 计算的字节长度
RPT1: T #LOOP1_COUNT // 送给外循环计数临时变量 LOOP1_COUNT
L #CRC          // 装入 CRC 初值
L B [AR1,P#0.0]
XOW             // 与指针指向的当前字节异或
T #CRC
L 8             // 加载移位的位数
RPT2: T #LOOP2_COUNT // 送给内循环计数临时变量 LOOP2_COUNT
L #CRC
AW W#16#1       // 将当前 CRC 和 1 进行位逻辑“与”操作
L W#16#0
==I             // 如结果为 0(即 CRC 最低位不为 1)
JC B00          // 则跳转到标号 B00
L #CRC
SRW 1           // 将当前 CRC 右移一位
L W#16#A001
XOW             // 与 A001 异或
T #CRC
JU B01          // 跳转到标号 B01
B00: L #CRC
SRW 1           // 将当前 CRC 右移一位
T #CRC
B01: L #LOOP2_COUNT // 装入内循环记数
LOOP RPT2       // 内循环记数减 1,并执行下一内循环 RPT2
+AR1 P#1.0      // 指针指向 MSG 的下一个字节
L #LOOP1_COUNT // 装入外循环记数
LOOP RPT1       // 外循环记数减 1,并执行下一外循环 RPT1
OUT: L #CRC
T #CRC_OUT      // 最终结果输出
```

FC1 调用如图 4 所示。

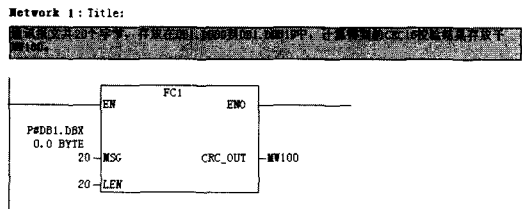


图 4 调用 FC1

AI12个、AO16个、DO9个。采用台湾盟立 Fama 的 SC 型 PLC,它属于经济型的中型 PLC,内置以太网站通讯功能,配置 1 块 SC-501/E CPU 模块,2 块 PWS10C 电源模块,3 块 XDC10 数字量输入模块、1 块 YDC10 数字量输出模块、2 块 AD031 模拟量输入模块、1 块 DA031 模拟量输出模块、3 块 HSC11 脉冲输入模块。

表 1 PLC 的 I/O 点数表

数字量输入点		数字量输出点		模拟量输入点		模拟量输出点	
1. 冷冻泵启动	2. 冷冻泵停止	3. 冷冻泵故障	4. 冷冻泵运行	5. 冷冻泵温度	6. 冷冻泵压力	7. 冷冻泵流量	8. 冷冻泵速度
9. 冷冻泵选择	10. 冷冻泵模式	11. 冷冻泵报警	12. 冷冻泵检修	13. 冷冻泵启动失败	14. 冷冻泵停止失败	15. 冷冻泵启动失败	16. 冷冻泵停止失败
17. 冷冻泵运行	18. 冷冻泵停止	19. 冷冻泵故障	20. 冷冻泵运行	21. 冷冻泵温度	22. 冷冻泵压力	23. 冷冻泵流量	24. 冷冻泵速度
25. 冷冻泵启动	26. 冷冻泵停止	27. 冷冻泵故障	28. 冷冻泵运行	29. 冷冻泵温度	30. 冷冻泵压力	31. 冷冻泵流量	32. 冷冻泵速度
33. 冷冻泵启动	34. 冷冻泵停止	35. 冷冻泵故障	36. 冷冻泵运行	37. 冷冻泵温度	38. 冷冻泵压力	39. 冷冻泵流量	40. 冷冻泵速度
41. 冷冻泵启动	42. 冷冻泵停止	43. 冷冻泵故障	44. 冷冻泵运行	45. 冷冻泵温度	46. 冷冻泵压力	47. 冷冻泵流量	48. 冷冻泵速度
49. 冷冻泵启动	50. 冷冻泵停止	51. 冷冻泵故障	52. 冷冻泵运行	53. 冷冻泵温度	54. 冷冻泵压力	55. 冷冻泵流量	56. 冷冻泵速度
57. 冷冻泵启动	58. 冷冻泵停止	59. 冷冻泵故障	60. 冷冻泵运行	61. 冷冻泵温度	62. 冷冻泵压力	63. 冷冻泵流量	64. 冷冻泵速度
65. 冷冻泵启动	66. 冷冻泵停止	67. 冷冻泵故障	68. 冷冻泵运行	69. 冷冻泵温度	70. 冷冻泵压力	71. 冷冻泵流量	72. 冷冻泵速度
73. 冷冻泵启动	74. 冷冻泵停止	75. 冷冻泵故障	76. 冷冻泵运行	77. 冷冻泵温度	78. 冷冻泵压力	79. 冷冻泵流量	80. 冷冻泵速度
81. 冷冻泵启动	82. 冷冻泵停止	83. 冷冻泵故障	84. 冷冻泵运行	85. 冷冻泵温度	86. 冷冻泵压力	87. 冷冻泵流量	88. 冷冻泵速度
89. 冷冻泵启动	90. 冷冻泵停止	91. 冷冻泵故障	92. 冷冻泵运行	93. 冷冻泵温度	94. 冷冻泵压力	95. 冷冻泵流量	96. 冷冻泵速度
97. 冷冻泵启动	98. 冷冻泵停止	99. 冷冻泵故障	100. 冷冻泵运行	101. 冷冻泵温度	102. 冷冻泵压力	103. 冷冻泵流量	104. 冷冻泵速度
105. 冷冻泵启动	106. 冷冻泵停止	107. 冷冻泵故障	108. 冷冻泵运行	109. 冷冻泵温度	110. 冷冻泵压力	111. 冷冻泵流量	112. 冷冻泵速度
113. 冷冻泵启动	114. 冷冻泵停止	115. 冷冻泵故障	116. 冷冻泵运行	117. 冷冻泵温度	118. 冷冻泵压力	119. 冷冻泵流量	120. 冷冻泵速度
121. 冷冻泵启动	122. 冷冻泵停止	123. 冷冻泵故障	124. 冷冻泵运行	125. 冷冻泵温度	126. 冷冻泵压力	127. 冷冻泵流量	128. 冷冻泵速度
129. 冷冻泵启动	130. 冷冻泵停止	131. 冷冻泵故障	132. 冷冻泵运行	133. 冷冻泵温度	134. 冷冻泵压力	135. 冷冻泵流量	136. 冷冻泵速度
137. 冷冻泵启动	138. 冷冻泵停止	139. 冷冻泵故障	140. 冷冻泵运行	141. 冷冻泵温度	142. 冷冻泵压力	143. 冷冻泵流量	144. 冷冻泵速度
145. 冷冻泵启动	146. 冷冻泵停止	147. 冷冻泵故障	148. 冷冻泵运行	149. 冷冻泵温度	150. 冷冻泵压力	151. 冷冻泵流量	152. 冷冻泵速度
153. 冷冻泵启动	154. 冷冻泵停止	155. 冷冻泵故障	156. 冷冻泵运行	157. 冷冻泵温度	158. 冷冻泵压力	159. 冷冻泵流量	160. 冷冻泵速度
161. 冷冻泵启动	162. 冷冻泵停止	163. 冷冻泵故障	164. 冷冻泵运行	165. 冷冻泵温度	166. 冷冻泵压力	167. 冷冻泵流量	168. 冷冻泵速度
169. 冷冻泵启动	170. 冷冻泵停止	171. 冷冻泵故障	172. 冷冻泵运行	173. 冷冻泵温度	174. 冷冻泵压力	175. 冷冻泵流量	176. 冷冻泵速度
177. 冷冻泵启动	178. 冷冻泵停止	179. 冷冻泵故障	180. 冷冻泵运行	181. 冷冻泵温度	182. 冷冻泵压力	183. 冷冻泵流量	184. 冷冻泵速度
185. 冷冻泵启动	186. 冷冻泵停止	187. 冷冻泵故障	188. 冷冻泵运行	189. 冷冻泵温度	190. 冷冻泵压力	191. 冷冻泵流量	192. 冷冻泵速度
193. 冷冻泵启动	194. 冷冻泵停止	195. 冷冻泵故障	196. 冷冻泵运行	197. 冷冻泵温度	198. 冷冻泵压力	199. 冷冻泵流量	200. 冷冻泵速度
201. 冷冻泵启动	202. 冷冻泵停止	203. 冷冻泵故障	204. 冷冻泵运行	205. 冷冻泵温度	206. 冷冻泵压力	207. 冷冻泵流量	208. 冷冻泵速度
209. 冷冻泵启动	210. 冷冻泵停止	211. 冷冻泵故障	212. 冷冻泵运行	213. 冷冻泵温度	214. 冷冻泵压力	215. 冷冻泵流量	216. 冷冻泵速度
217. 冷冻泵启动	218. 冷冻泵停止	219. 冷冻泵故障	220. 冷冻泵运行	221. 冷冻泵温度	222. 冷冻泵压力	223. 冷冻泵流量	224. 冷冻泵速度
225. 冷冻泵启动	226. 冷冻泵停止	227. 冷冻泵故障	228. 冷冻泵运行	229. 冷冻泵温度	230. 冷冻泵压力	231. 冷冻泵流量	232. 冷冻泵速度
233. 冷冻泵启动	234. 冷冻泵停止	235. 冷冻泵故障	236. 冷冻泵运行	237. 冷冻泵温度	238. 冷冻泵压力	239. 冷冻泵流量	240. 冷冻泵速度
241. 冷冻泵启动	242. 冷冻泵停止	243. 冷冻泵故障	244. 冷冻泵运行	245. 冷冻泵温度	246. 冷冻泵压力	247. 冷冻泵流量	248. 冷冻泵速度
249. 冷冻泵启动	250. 冷冻泵停止	251. 冷冻泵故障	252. 冷冻泵运行	253. 冷冻泵温度	254. 冷冻泵压力	255. 冷冻泵流量	256. 冷冻泵速度
257. 冷冻泵启动	258. 冷冻泵停止	259. 冷冻泵故障	260. 冷冻泵运行	261. 冷冻泵温度	262. 冷冻泵压力	263. 冷冻泵流量	264. 冷冻泵速度
265. 冷冻泵启动	266. 冷冻泵停止	267. 冷冻泵故障	268. 冷冻泵运行	269. 冷冻泵温度	270. 冷冻泵压力	271. 冷冻泵流量	272. 冷冻泵速度
273. 冷冻泵启动	274. 冷冻泵停止	275. 冷冻泵故障	276. 冷冻泵运行	277. 冷冻泵温度	278. 冷冻泵压力	279. 冷冻泵流量	280. 冷冻泵速度
281. 冷冻泵启动	282. 冷冻泵停止	283. 冷冻泵故障	284. 冷冻泵运行	285. 冷冻泵温度	286. 冷冻泵压力	287. 冷冻泵流量	288. 冷冻泵速度
289. 冷冻泵启动	290. 冷冻泵停止	291. 冷冻泵故障	292. 冷冻泵运行	293. 冷冻泵温度	294. 冷冻泵压力	295. 冷冻泵流量	296. 冷冻泵速度
297. 冷冻泵启动	298. 冷冻泵停止	299. 冷冻泵故障	300. 冷冻泵运行	301. 冷冻泵温度	302. 冷冻泵压力	303. 冷冻泵流量	304. 冷冻泵速度
305. 冷冻泵启动	306. 冷冻泵停止	307. 冷冻泵故障	308. 冷冻泵运行	309. 冷冻泵温度	310. 冷冻泵压力	311. 冷冻泵流量	312. 冷冻泵速度
313. 冷冻泵启动	314. 冷冻泵停止	315. 冷冻泵故障	316. 冷冻泵运行	317. 冷冻泵温度	318. 冷冻泵压力	319. 冷冻泵流量	320. 冷冻泵速度
321. 冷冻泵启动	322. 冷冻泵停止	323. 冷冻泵故障	324. 冷冻泵运行	325. 冷冻泵温度	326. 冷冻泵压力	327. 冷冻泵流量	328. 冷冻泵速度
329. 冷冻泵启动	330. 冷冻泵停止	331. 冷冻泵故障	332. 冷冻泵运行	333. 冷冻泵温度	334. 冷冻泵压力	335. 冷冻泵流量	336. 冷冻泵速度
337. 冷冻泵启动	338. 冷冻泵停止	339. 冷冻泵故障	340. 冷冻泵运行	341. 冷冻泵温度	342. 冷冻泵压力	343. 冷冻泵流量	344. 冷冻泵速度
345. 冷冻泵启动	346. 冷冻泵停止	347. 冷冻泵故障	348. 冷冻泵运行	349. 冷冻泵温度	350. 冷冻泵压力	351. 冷冻泵流量	352. 冷冻泵速度
353. 冷冻泵启动	354. 冷冻泵停止	355. 冷冻泵故障	356. 冷冻泵运行	357. 冷冻泵温度	358. 冷冻泵压力	359. 冷冻泵流量	360. 冷冻泵速度
361. 冷冻泵启动	362. 冷冻泵停止	363. 冷冻泵故障	364. 冷冻泵运行	365. 冷冻泵温度	366. 冷冻泵压力	367. 冷冻泵流量	368. 冷冻泵速度
369. 冷冻泵启动	370. 冷冻泵停止	371. 冷冻泵故障	372. 冷冻泵运行	373. 冷冻泵温度	374. 冷冻泵压力	375. 冷冻泵流量	376. 冷冻泵速度
377. 冷冻泵启动	378. 冷冻泵停止	379. 冷冻泵故障	380. 冷冻泵运行	381. 冷冻泵温度	382. 冷冻泵压力	383. 冷冻泵流量	384. 冷冻泵速度
385. 冷冻泵启动	386. 冷冻泵停止	387. 冷冻泵故障	388. 冷冻泵运行	389. 冷冻泵温度	390. 冷冻泵压力	391. 冷冻泵流量	392. 冷冻泵速度
393. 冷冻泵启动	394. 冷冻泵停止	395. 冷冻泵故障	396. 冷冻泵运行	397. 冷冻泵温度	398. 冷冻泵压力	399. 冷冻泵流量	400. 冷冻泵速度
401. 冷冻泵启动	402. 冷冻泵停止	403. 冷冻泵故障	404. 冷冻泵运行	405. 冷冻泵温度	406. 冷冻泵压力	407. 冷冻泵流量	408. 冷冻泵速度
409. 冷冻泵启动	410. 冷冻泵停止	411. 冷冻泵故障	412. 冷冻泵运行	413. 冷冻泵温度	414. 冷冻泵压力	415. 冷冻泵流量	416. 冷冻泵速度
417. 冷冻泵启动	418. 冷冻泵停止	419. 冷冻泵故障	420. 冷冻泵运行	421. 冷冻泵温度	422. 冷冻泵压力	423. 冷冻泵流量	424. 冷冻泵速度
425. 冷冻泵启动	426. 冷冻泵停止	427. 冷冻泵故障	428. 冷冻泵运行	429. 冷冻泵温度	430. 冷冻泵压力	431. 冷冻泵流量	432. 冷冻泵速度
433. 冷冻泵启动	434. 冷冻泵停止	435. 冷冻泵故障	436. 冷冻泵运行	437. 冷冻泵温度	438. 冷冻泵压力	439. 冷冻泵流量	440. 冷冻泵速度
441. 冷冻泵启动	442. 冷冻泵停止	443. 冷冻泵故障	444. 冷冻泵运行	445. 冷冻泵温度	446. 冷冻泵压力	447. 冷冻泵流量	448. 冷冻泵速度
449. 冷冻泵启动	450. 冷冻泵停止	451. 冷冻泵故障	452. 冷冻泵运行	453. 冷冻泵温度	454. 冷冻泵压力	455. 冷冻泵流量	456. 冷冻泵速度
457. 冷冻泵启动	458. 冷冻泵停止	459. 冷冻泵故障	460. 冷冻泵运行	461. 冷冻泵温度	462. 冷冻泵压力	463. 冷冻泵流量	464. 冷冻泵速度
465. 冷冻泵启动	466. 冷冻泵停止	467. 冷冻泵故障	468. 冷冻泵运行	469. 冷冻泵温度	470. 冷冻泵压力	471. 冷冻泵流量	472. 冷冻泵速度
473. 冷冻泵启动	474. 冷冻泵停止	475. 冷冻泵故障	476. 冷冻泵运行	477. 冷冻泵温度	478. 冷冻泵压力	479. 冷冻泵流量	480. 冷冻泵速度
481. 冷冻泵启动	482. 冷冻泵停止	483. 冷冻泵故障	484. 冷冻泵运行	485. 冷冻泵温度	486. 冷冻泵压力	487. 冷冻泵流量	488. 冷冻泵速度
489. 冷冻泵启动	490. 冷冻泵停止	491. 冷冻泵故障	492. 冷冻泵运行	493. 冷冻泵温度	494. 冷冻泵压力	495. 冷冻泵流量	496. 冷冻泵速度
497. 冷冻泵启动	498. 冷冻泵停止	499. 冷冻泵故障	500. 冷冻泵运行	501. 冷冻泵温度	502. 冷冻泵压力	503. 冷冻泵流量	504. 冷冻泵速度
505. 冷冻泵启动	506. 冷冻泵停止	507. 冷冻泵故障	508. 冷冻泵运行	509. 冷冻泵温度	510. 冷冻泵压力	511. 冷冻泵流量	512. 冷冻泵速度
513. 冷冻泵启动	514. 冷冻泵停止	515. 冷冻泵故障	516. 冷冻泵运行	517. 冷冻泵温度	518. 冷冻泵压力	519. 冷冻泵流量	520. 冷冻泵速度
521. 冷冻泵启动	522. 冷冻泵停止	523. 冷冻泵故障	524. 冷冻泵运行	525. 冷冻泵温度	526. 冷冻泵压力	527. 冷冻泵流量	528. 冷冻泵速度
529. 冷冻泵启动	530. 冷冻泵停止	531. 冷冻泵故障	532. 冷冻泵运行	533. 冷冻泵温度	534. 冷冻泵压力	535. 冷冻泵流量	536. 冷冻泵速度
537. 冷冻泵启动	538. 冷冻泵停止	539. 冷冻泵故障	540. 冷冻泵运行	541. 冷冻泵温度	542. 冷冻泵压力	543. 冷冻泵流量	544. 冷冻泵速度
545. 冷冻泵启动	546. 冷冻泵停止	547. 冷冻泵故障	548. 冷冻泵运行	549. 冷冻泵温度	550. 冷冻泵压力	551. 冷冻泵流量	552. 冷冻泵速度
553. 冷冻泵启动	554. 冷冻泵停止	555. 冷冻泵故障	556. 冷冻泵运行	557. 冷冻泵温度	558. 冷冻泵压力	559. 冷冻泵流量	560. 冷冻泵速度
561. 冷冻泵启动	562. 冷冻泵停止	563. 冷冻泵故障	564. 冷冻泵运行	565. 冷冻泵温度	566. 冷冻泵压力	567. 冷冻泵流量	568. 冷冻泵速度
569. 冷冻泵启动	570. 冷冻泵停止	571. 冷冻泵故障	572. 冷冻泵运行	573. 冷冻泵温度	574. 冷冻泵压力	575. 冷冻泵流量	576. 冷冻泵速度
577. 冷冻泵启动	578. 冷冻泵停止	579. 冷冻泵故障	580. 冷冻泵运行	581. 冷冻泵温度	582. 冷冻泵压力	583. 冷冻泵流量	584. 冷冻泵速度
585. 冷冻泵启动	586. 冷冻泵停止	587. 冷冻泵故障	588. 冷冻泵运行	589. 冷冻泵温度	590. 冷冻泵压力	591. 冷冻泵流量	592. 冷冻泵速度
593. 冷冻泵启动	594. 冷冻泵停止	595. 冷冻泵故障	596. 冷冻泵运行	597. 冷冻泵温度	598. 冷冻泵压力	599. 冷冻泵流量	600. 冷冻泵速度
601. 冷冻泵启动	602. 冷冻泵停止	603. 冷冻泵故障	604. 冷冻泵运行	605. 冷冻泵温度	606. 冷冻泵压力	607. 冷冻泵流量	608. 冷冻泵速度
609. 冷冻泵启动	610. 冷冻泵停止	611. 冷冻泵故障	612. 冷冻泵运行	613. 冷冻泵温度	614. 冷冻泵压力	615. 冷冻泵流量	616. 冷冻泵速度
617. 冷冻泵启动	618. 冷冻泵停止	619. 冷冻泵故障	620. 冷冻泵运行	621. 冷冻泵温度	622. 冷冻泵压力	623. 冷冻泵流量	624. 冷冻泵速度
625. 冷冻泵启动	626. 冷冻泵停止	627. 冷冻泵故障	628. 冷冻泵运行	629. 冷冻泵温度	630. 冷冻泵压力	631. 冷冻泵流量	632. 冷冻泵速度
633. 冷冻泵启动	634. 冷冻泵停止	635. 冷冻泵故障	636. 冷冻泵运行	637. 冷冻泵温度	638. 冷冻泵压力	639. 冷冻泵流量	640. 冷冻泵速度
641. 冷冻泵启动	642. 冷冻泵停止	643. 冷冻泵故障	644. 冷冻泵运行	645. 冷冻泵温度	646. 冷冻泵压力	647. 冷冻泵流量	648. 冷冻泵速度
649. 冷冻泵启动	650. 冷冻泵停止	651. 冷冻泵故障	652. 冷冻泵运行	653. 冷冻泵温度	654. 冷冻泵压力	655. 冷冻泵流量	656. 冷冻泵速度
657. 冷冻泵启动	658. 冷冻泵停止	659. 冷冻泵故障	660. 冷冻泵运行	661. 冷冻泵温度	662. 冷冻泵压力	663. 冷冻泵流量	664. 冷冻泵速度
665. 冷冻泵启动	666. 冷冻泵停止	667. 冷冻泵故障	668. 冷冻泵运行	669. 冷冻泵温度	670. 冷冻泵压力	671. 冷冻泵流量	672. 冷冻泵速度
673. 冷冻泵启动	674. 冷冻泵停止	675. 冷冻泵故障	676. 冷冻泵运行	677. 冷冻泵温度	678. 冷冻泵压力	679. 冷冻泵流量	680. 冷冻泵速度
681. 冷冻泵启动	682. 冷冻泵停止	683. 冷冻泵故障	684. 冷冻泵运行	685. 冷冻泵温度	686. 冷冻泵压力	687. 冷冻泵流量	688. 冷冻泵速度
689. 冷冻泵启动	690. 冷冻泵停止	691. 冷冻泵故障	692. 冷冻泵运行	693. 冷冻泵温度	694. 冷冻泵压力	695. 冷冻泵流量	696. 冷冻泵速度
697. 冷冻泵启动	698. 冷冻泵停止	699. 冷冻泵故障	700. 冷冻泵运行	699. 冷冻泵温度	699. 冷冻泵压力	699. 冷冻泵流量	699. 冷冻泵速度

(2)变频器的选用

在工程扩建和技术改造中选用变频装置的原则是,按照负载类型选择性价比高的变频器。变频器的控制形式有压/频控制、空间电压矢量控制、矢量控制、直接转矩控制,其中 V/F 控制具有简单低廉、使用调试方便的特点,适用于各种水泵、风机,节电率高。本系统选择罗克韦尔自动化旗下艾伦-布拉德利 PowerFlex400 高效率低成本变频器,它拥有众多内置特性,支持变频器与控制系统之间的无缝连接。系统中 55kW 冷冻水泵各配一台 22C-D105A103 型的变频器,75kW 冷却水泵各配一台 22C-D142A103 型的变频器。变频器接线图如图 3 所示,输入信号包括变频器运行的启停信号、水泵就地控制模式的选择、

