



中华人民共和国国家标准

GB/T 40329—2021

工业机械电气设备及系统 数控 PLC 编程语言

Electrical equipment and system of industrial machines—
PLC programme in numerical control system

2021-08-20 发布

2022-03-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语、定义和缩略语	1
3.1 术语和定义	1
3.2 缩略语	4
4 基本要求	4
4.1 概述	4
4.2 编程模型	5
5 数控系统支持的 PLC 编程语言	6
5.1 概述	6
5.2 顺序功能图	6
5.3 指令表	7
5.4 结构文本	7
5.5 梯形图	7
5.6 功能块图	8
6 数控系统使用的特殊功能块描述	8
6.1 表示	8
6.2 说明	9
6.3 数控系统专用 PLC 功能块	10
附录 A (资料性) 机床刀架指令功能块	13
附录 B (资料性) 机床进给倍率 I/O 指令功能块	15
附录 C (资料性) 刀库指令功能块	17
参考文献	24

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国自动化系统与集成标准化技术委员会(SAC/TC 159)归口。

本文件起草单位：国家机床质量监督检验中心、北京计算机技术及应用研究所、合肥井松智能科技有限公司、沈阳中科数控技术股份有限公司、科德数控股份有限公司、深圳众为兴技术股份有限公司、青岛海德马克智能装备有限公司、广东原点智能技术有限公司、乔锋智能装备股份有限公司、广东华凯电梯有限公司、青岛创科源智能装备有限公司、江门市智能装备制造研究院有限公司、季华实验室。

本文件主要起草人：黄祖广、杜瑞芳、薛瑞娟、尹震宇、陈虎、姚志坚、于东、钱作忠、王安基、曾超峰、李莹花、王文浩、蒋修华、蒙传伟、张树房、梁振飞、温志庆。

工业机械电气设备及系统 数控 PLC 编程语言

1 范围

本文件规定了工业机械电气设备及系统的数控系统 PLC 编程语言专用模块编程的语法和语义。

本文件适用于金属加工机械、塑料和橡胶机械、木工机械等电气设备及系统所使用的数控系统中涉及的 PLC 编程语言。

注：PLC 的定义与 GB/T 15969.1—2007 中的定义相一致。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 4728.12—2008 电气简图用图形符号 第 12 部分：二进制逻辑元件



GB/T 15969.3—2017 可编程序控制器 第 3 部分：编程语言

3 术语、定义和缩略语

3.1 术语和定义

GB/T 15969.3—2017 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

动作 **action**

要执行的布尔变量或者一组操作以及相关的控制结构。

[来源：GB/T 15969.3—2017, 3.3]

3.1.2

聚集 **aggregate**

以数据类型为目标的结构数据集合。

[来源：GB/T 15969.3—2017, 3.5]

3.1.3

数组 **array**

由相同属性的多个数据对象组成的聚集，每个数据对象可通过下标进行引用。

[来源：GB/T 15969.3—2017, 3.6]

3.1.4

赋值 **assignment**

对一个变量或一个聚集授值的机制。

[来源：GB/T 15969.3—2017, 3.7]

3.1.5

调用 call

用于调用功能、功能块和类函数的语言结构。

[来源:GB/T 15969.3—2017,3.15]

3.1.6

数据类型 data type

一组值以及一组允许的操作。

[来源:GB/T 15969.3—2017,3.23]

3.1.7

说明 declaration

用于建立语言元素定义的机制。它通常包括语言元素的附加标识符和分配属性,如数据类型和对它的算法。

[来源:GB/T 15969.3—2017,3.25]

3.1.8

功能 function

语言元素,在执行时,它通常产生一个数据元素结果并可能产生输出变量。

[来源:GB/T 15969.3—2017,3.36]

3.1.9

功能块实例 function block instance

功能块类型的实例。

[来源:GB/T 15969.3—2017,3.37]

3.1.10

功能块类型 function block type

语言元素,它包括:

——分为输入、输出和内部变量的数据结构的定义;

——当一个功能块类型的实例被调用时,作用在数据结构元素上的一组操作或一组方法被执行。

[来源:GB/T 15969.3—2017,3.38]

3.1.11

功能块图 function block diagram

一种网络,在此网络中,节点是功能块实例,图形方式表示的功能、方法调用、变量、直接量和标号。

[来源:GB/T 15969.3—2017,3.39]

3.1.12

范围 scope

一套程序组织单元,该单元内含有一个声明或标签申请。

[来源:GB/T 15969.3—2017,3.84]

3.1.13

全局范围 global scope

适用于资源或配置中所有程序组织单元的说明范围。

3.1.14

语义 semantics

编程语言的符号元素与其意义、解释和使用之间的相互关系。

[来源:GB/T 15969.3—2017,3.85]

3.1.15

全局变量 global variable

变量,其范围是全局的。

[来源:GB/T 15969.3—2017,3.41]

3.1.16

标识符 identifier

以字母或下划线开头,字母、数字和下划线字符的组合,这种组合命名为一个语言元素。

[来源:GB/T 15969.3—2017,3.43]

3.1.17

输入-输出变量 in-out variable

变量用于向一个组织单元提供一个值,并用于从这个程序组织单元返回一个值。

[来源:GB/T 15969.3—2017,3.48]

3.1.18

输入变量(输入) input variable(input)

变量用于向一个程序组织单元提供一个值,不包括类。

[来源:GB/T 15969.3—2017,3.49]

3.1.19

输出变量(输出) output variable(output)

用于从程序组织单元返回值的变量,类除外。

[来源:GB/T 15969.3—2017,3.72]

3.1.20

实例 instance

与功能块类型、类、程序类型关联的数据结构的命名的复制,它保持其值从一个相关操作的调用直到下一次调用。

[来源:GB/T 15969.3—2017,3.50]

3.1.21

实例名称 instance name

与特定实例关联的标识符。

[来源:GB/T 15969.3—2017,3.51]

3.1.22

实例化 instantiation

创建一个实例。

[来源:GB/T 15969.3—2017,3.52]

3.1.23

网络 network

节点的布置和互连分支。

[来源:GB/T 15969.3—2017,3.66]

3.1.24

操作数 operand

一个语言元素,通过它执行一个操作。

[来源:GB/T 15969.3—2017,3.69]

3.1.25

操作符 operator

表示一个操作中要执行动作的符号。

[来源:GB/T 15969.3—2017,3.70]

3.1.26

编程 (动词) program

设计、编写和测试用户程序。

[来源:GB/T 15969.3—2017,3.77]

3.1.27

程序组织单元 program organization unit

又称 POU 单元,功能、功能块、类和程序。

[来源:GB/T 15969.3—2017,3.78]

3.1.28

资源 resource

语言元素,它对应于“信号处理功能”及其“人机接口”和“传感器和执行机构接口功能”(如有该功能的话)。

[来源:GB/T 15969.3—2017,3.80]

3.1.29

返回 return

在程序组织单元内的语言结构,它标明该程序组织单元中执行顺序的结束。

[来源:GB/T 15969.3—2017,3.82]

3.1.30

梯级 step

梯级是一个状态。在该状态中,对应输入和输出程序组织单元的行为遵守一套由梯级的相关动作定义的规则。

[来源:GB/T 15969.3—2017,3.90]

3.1.31

任务 task

执行控制元素,其提供周期性或触发性的执行一组相关的程序组织单元。

[来源:GB/T 15969.3—2017,3.93]

3.1.32

转换 transition

沿指定的链路,从一个或多个先续梯级到一个或多个后续梯级控制传递条件。

[来源:GB/T 15969.3—2017,3.95]

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

FBD 功能块图(Functional Block Diagram)

IL 指令表(Instruction List)

LD 梯形图(Ladder Diagram)

NC 数控系统(Numerical Control System)

PLC 可编程序控制器(Programmable Logical Controller)

SFC 顺序功能图(Sequential Function Chart)

ST 结构文本(Structured Text)

4 基本要求

4.1 概述

数控系统(NC)的可编程序控制器(PLC)编程语言的一整套语法和语义,包括两种文本语言:指令

表(IL)、结构文本(ST)和两种图形语言:梯形图(LD)语言,功能块图(FBD)语言。顺序功能图(SFC)元素用于构成 PLC 程序和功能块的内部组织,还定义配置元素,它支持将 PLC 程序装入 PLC 系统内。

此外,还定义了用于机床 NC 特殊 PLC 功能块的数据格式,并对特殊模块的扩展机制进行了描述。

机床数控的 PLC 编程中使用的文本和图形元素按 GB/T 15969.3—2017 的规定进行定义。

4.2 编程模型

PLC 编程语言元素和它们在本文件出现的条款,按以下分类。

——数据类型。

——变量。

——程序组织单元:

- 功能;
- 功能块;
- 程序。

——顺序功能图(SFC)元素。

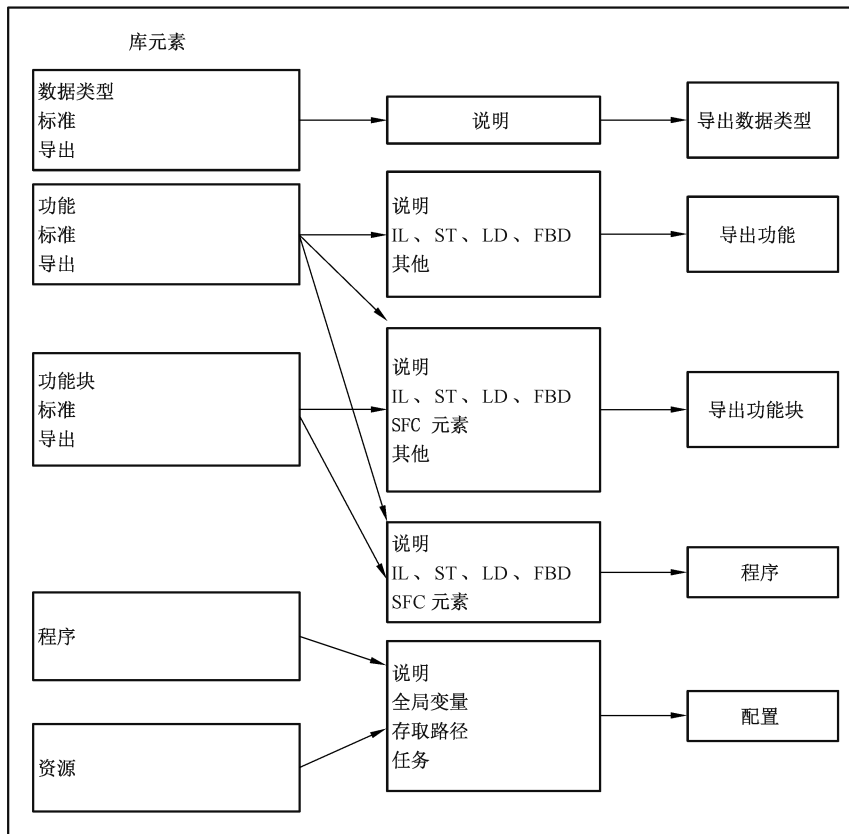
——配置元素:

- 全局变量;
- 资源;
- 存取路径;
- 任务。

这些元素的组合应遵守以下规则(见图 1)。

- a) 导出数据类型应按 GB/T 15969.3—2017 导出数据类型中的规定,使用基本数据类型和类属数据类型中规定的标准数据类型和先前导出的任何数据类型进行说明。
- b) 导出功能可按 GB/T 15969.3—2017 中“功能说明”的规定,使用标准或导出数据类型、标准功能中定义的标准功能和先前导出的任何功能进行说明。该说明应使用为 IL、ST、LD 或 FBD 语言定义的机制。
- c) 导出功能块可按 GB/T 15969.3—2017 中“功能说明”的规定,使用标准或导出数据类型和功能、标准功能块中定义的标准功能块和先前导出的任何功能块进行说明。该说明应使用为 IL、ST、LD 或 FBD 语言定义的机制,并可包括顺序功能图(SFC)元素。
- d) 程序应按 GB/T 15969.3—2017 的规定,使用标准或导出数据类型、功能和功能块进行说明。该说明应使用为 IL、ST、LD 或 FBD 语言定义的机制,并可包括顺序功能图(SFC)元素。
- e) 使用 GB/T 15969.3—2017 中配置元素定义的全局变量、资源、任务和存取路径等元素,可将程序组合进行配置。

上述各规则中“先前导出的”数据类型、功能和功能块指这样导出的元素:一旦被说明,其定义就是可用的。如放在导出元素“库”中,就可在进一步导出中使用。因此,导出元素类型的说明不应包含在另一个导出元素类型的说明中。



标引序号说明：

- IL —— 指令表；
- ST —— 结构文本；
- LD —— 梯形图；
- FBD —— 功能块图；
- 其他 —— 其他编程语言。

注：所有的生成中都使用数据类型。为简便起见，本图省略了相应的连接。

图 1 PLC 语言元素的组合

5 数控系统支持的 PLC 编程语言

5.1 概述

本文件给出了目前 PLC 编程主要使用的 5 种语言，对其使用方法和指令格式进行了说明。

注：PLC 编程中如与 GB/T 15969.3—2017 规定之间存在冲突的地方，在 NC 中采用本文件 PLC 的编程语言。

5.2 顺序功能图

为了执行顺序控制功能的目的，本条定义了顺序功能图元素，用于构成以本文件定义的语言之一编写的 PLC 程序组织单元的内部组织。

SFC 元素提供了一种把 PLC 程序组织单元划分成一组由有向连线相互连接的梯级(步)和转换的方法(见图 2)。与每个步有关的是一组动作，而与每个转换有关的是相关的转换条件。

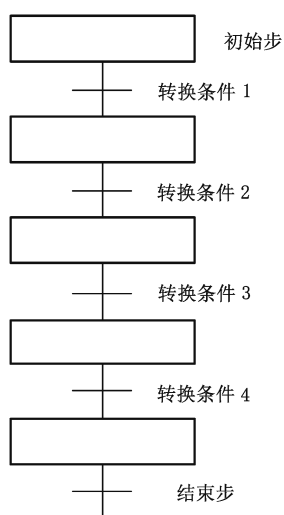


图 2 SFC 语言编程形式

5.3 指令表

本条定义指令表语言的语义。指令表由一序列指令组成。每条指令应在新的一行开始,并应包含一个带有可选修改符的操作符,如有需要,对于特殊操作还有用逗号分隔的一个或多个操作数(见图 3)。

LD	I0.0
O	Q0.0
AN	I0.1
AN	I0.2
=	Q0.0
LD	Q0.0
=	Q0.1
LD	Q0.0
N	
=	Q0.2

图 3 IL 编程举例

5.4 结构文本

本条定义结构文本语言的语义。在这种语言中,对文本行的结束的处理应与空格字符一样。

结构文本编程语言采用计算机的描述方式来描述系统中各种变量之间的各种运算关系,完成所需的功能或操作。结构文本中使用的表达式由操作符和操作数组成。语句包括了赋值语句、功能和功能块控制语句、选择语句、迭代语句四种语句。

5.5 梯形图

本条定义用于 PLC 梯形图编程的梯形图语言。

梯形图程序借助标准化的图形符号使 PLC 能够检测和修改数据。这些符号以类似于继电器梯形逻辑图的“梯级”方式在网络中布局(见图 4)。梯形图网络的左边和右边以电源轨线为界。

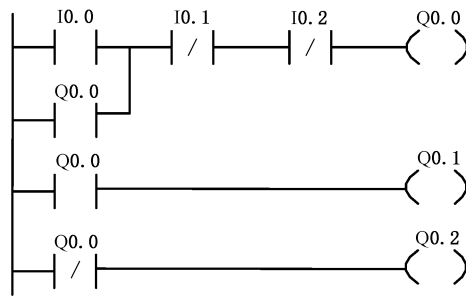


图 4 LD 编程举例

5.6 功能块图

本条定义与 GB/T 4728.12—2008 和 GB/T 15969.3—2017 相一致的 PLC 编程的图形语言功能块图(见图 5)。

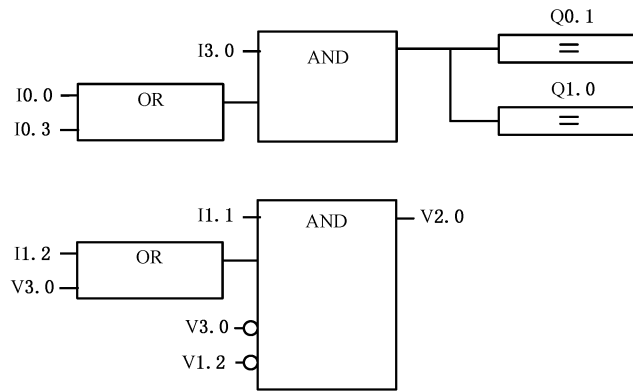


图 5 FBD 编程举例

6 数控系统使用的特殊功能块描述

6.1 表示

一个功能块实例可按以下方式创建(见表 1)。

文本形式,使用在 VAR... END_VAR 结构中所说明的功能块类型来说明一个数据元素。

图形形式,使用功能块的图形表示,它遵循功能表示规则,在块的内部有功能块类型名称,并在块的上方有实例名称,功能块实例化的详细说明见表 1。

表 1 功能块实例化举例

序号	图形表示(FBD 语言)	文本表示(ST 语言)
1		<pre> VAR FF75;SR;END_VAR (* 说明 *) FF75(S1:=%IX1,R:=%IX2);(* 调用 *) %QX3:=FF75.Q1;(* 赋值输出 *) </pre>
2		<pre> VAR a,b,out ;BOOL;MyTon;TON;END_VAR MyTon(EN:= NOT(a <> b), IN:=r, NOT Q=>OUT); </pre>

6.2 说明

如表 2 中所阐明的,只有变量或功能块实例名称能通过 VAR_IN_OUT 结构传递给功能块,也就是说,功能块输出不能通过这种结构传递。这是为了防止无意修改这种输出,但允许 VAR_INOUT 结构的“级联”,如表 2 所示。

表 2 在功能块中输入-输出变量的说明和用法

序号	图形形式	描述
1		<pre> FUNCTION_BLOCK ACCUM VAR_IN_OUT A :INT; END_VAR VAR_INPUT X :INT; END_VAR A := A+X END_FUNCTION_BLOCK </pre>
2		<p>若说明</p> <pre> VAR ACC :INT; X1;INT; X2;INT; END_VAR 假设成立,则执行结果是 ACC:= ACC+X1 * X2; </pre>

表 2 在功能块中输入-输出变量的说明和用法 (续)

序号	图形形式	描述
3		<p>对 ACC, X1, X2, X3 和 X4 的说明如 12b) 中的假设, 其执行结果是 $ACC := ACC + X1 * X2 + X3 * X4$;</p>
4		<p>若说明 VAR X1:INT; X2:INT; ...X3:INT; ...X4:INT; END_VAR 假设成立,则执行结果是 $X3 := X3 + X1 * X2$; $X4 := X3$;</p>
5		<p>非法用法!!! 与输入-输出变量 A 的连接不是变量或功能块名称</p>

6.3 数控系统专用 PLC 功能块

6.3.1 概述

在本条中给出了对数控系统专用 PLC 编程语言功能块的定义。专用功能块可以是多载的,并可以具有可扩展的输入和输出。

6.3.2 机床刀架功能模块

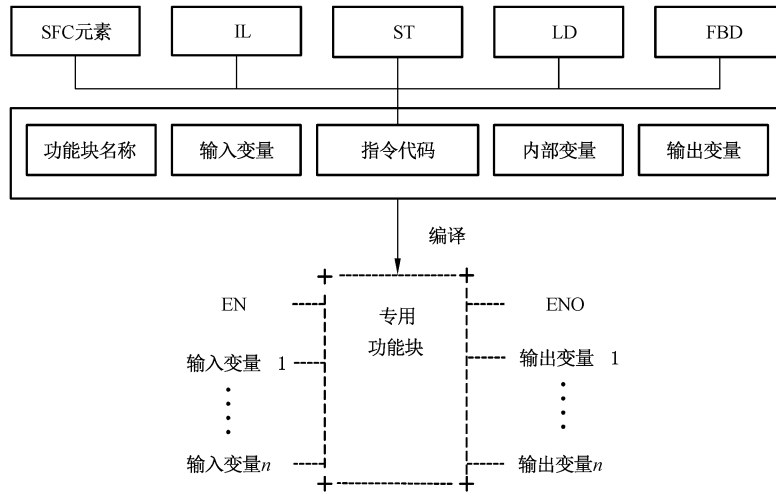
具有输入和输出类型的机床刀架指令功能块的图形表示如表 3 所示(详细内容见附录 A)。

6.3.5 专用功能块的扩展机制

特殊功能块为利用数控系统支持的 PLC 编程语言生成的用于数控机床控制的专用逻辑功能块。

功能块的输入、输出变量是可以根据用户需要重新定义的,并且变量的形式应符合 GB/T 15969.3—2017 和本文件第 5 章的要求。

构成功能块的程序语言和编程格式应符合 GB/T 15969.3—2017 和本文件中描述的 SFC 元素、IL、ST、LD 和 FBD 五种语言的要求(见图 6)。



标引序号说明:

- SFC 元素——顺序功能图元素;
- IL —— 指令表;
- ST —— 结构文本;
- LD —— 梯形图;
- FBD —— 功能块图。

图 6 专用功能块扩展模型

附录 A
(资料性)
机床刀架指令功能块

机床刀架指令功能块将输入的 T 指令、刀位输入信号、工位数、到位信号高低选择指令进行逻辑运算,得到刀具正转、反转指令以及产生的报警信息,该功能模块可以利用 LD 语言生成。使用 LD 语言编写的机床刀架指令功能块示例参见图 A.1。

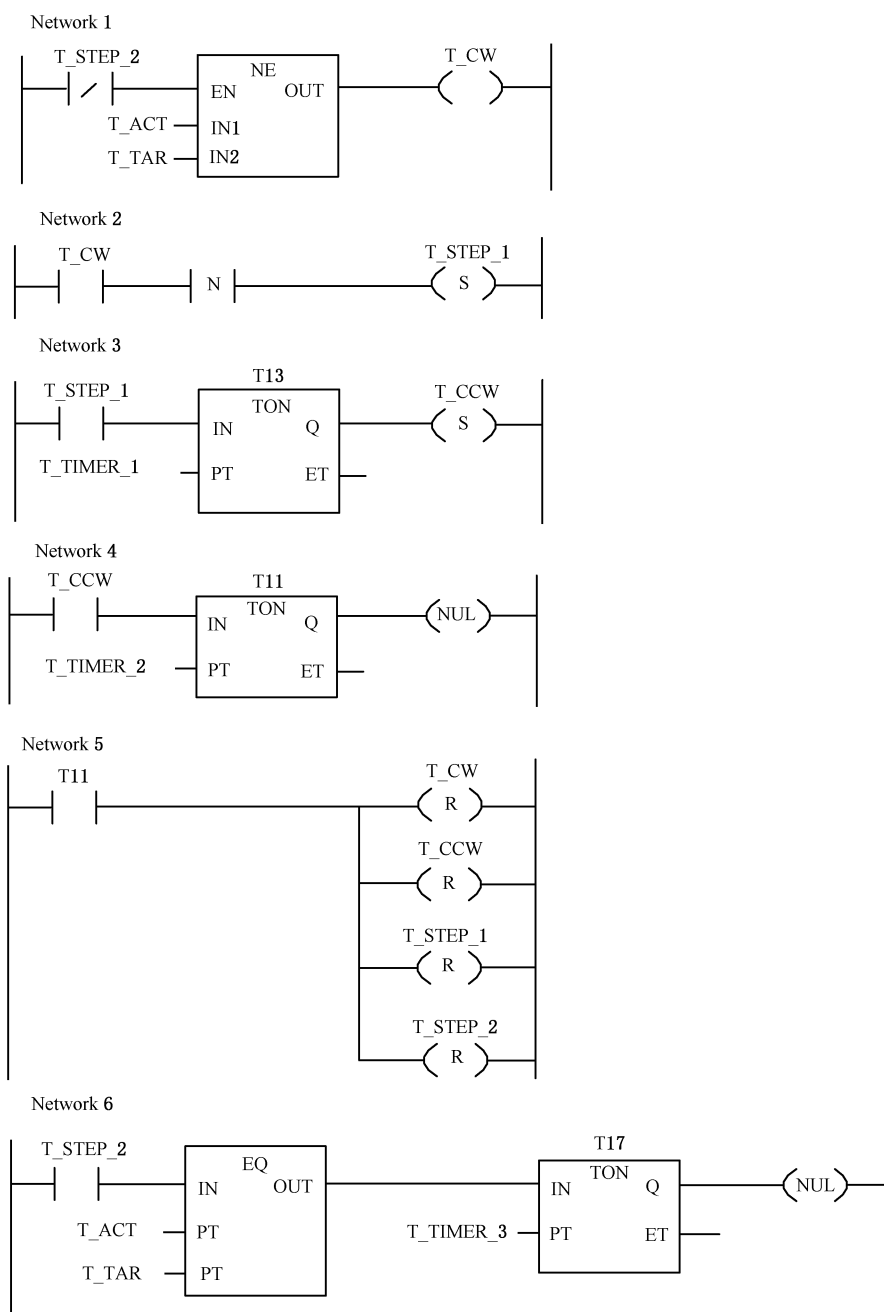


图 A.1 机床刀架指令功能块梯形图表示

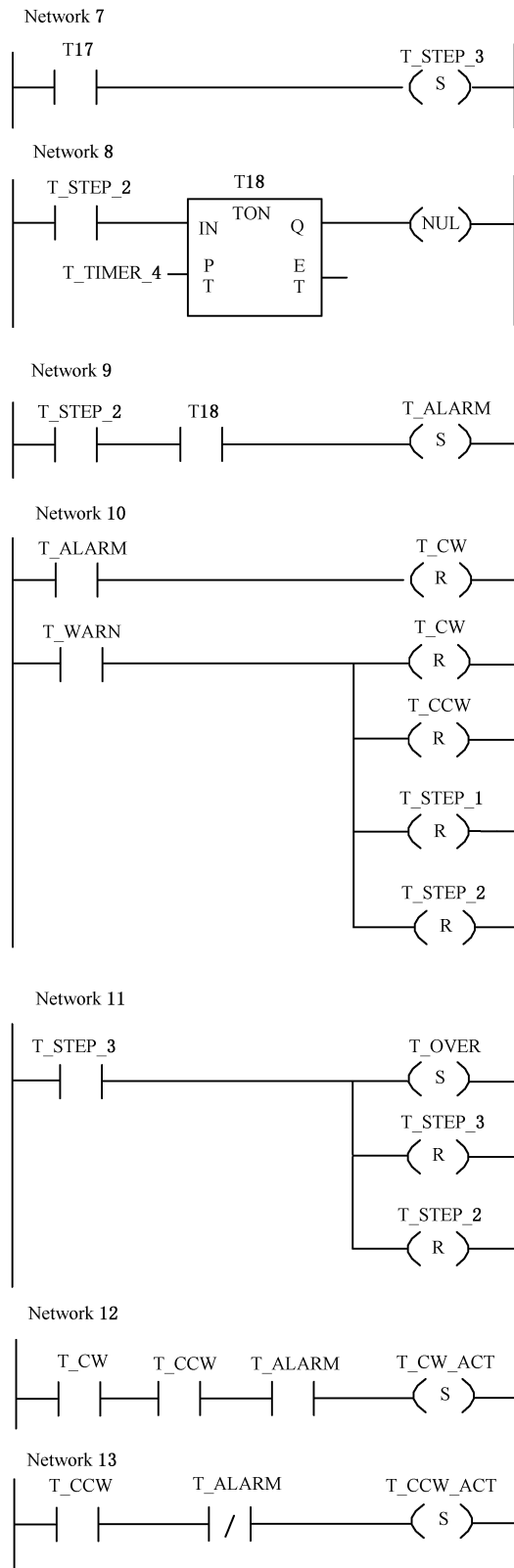


图 A.1 机床刀架指令功能块梯形图表示 (续)

附录 B

(资料性)

机床进给倍率 I/O 指令功能块

机床进给倍率 I/O 指令功能块将输入倍率提高、倍率降低、倍率初始值、倍率最大值指令进行逻辑运算,得到 I/O 输出指令,从而实现机床面板倍率操作的相应,该功能模块可以利用 LD 语言生成。使用 LD 语言编写的机床进给倍率 I/O 指令功能块示例参见图 B.1。

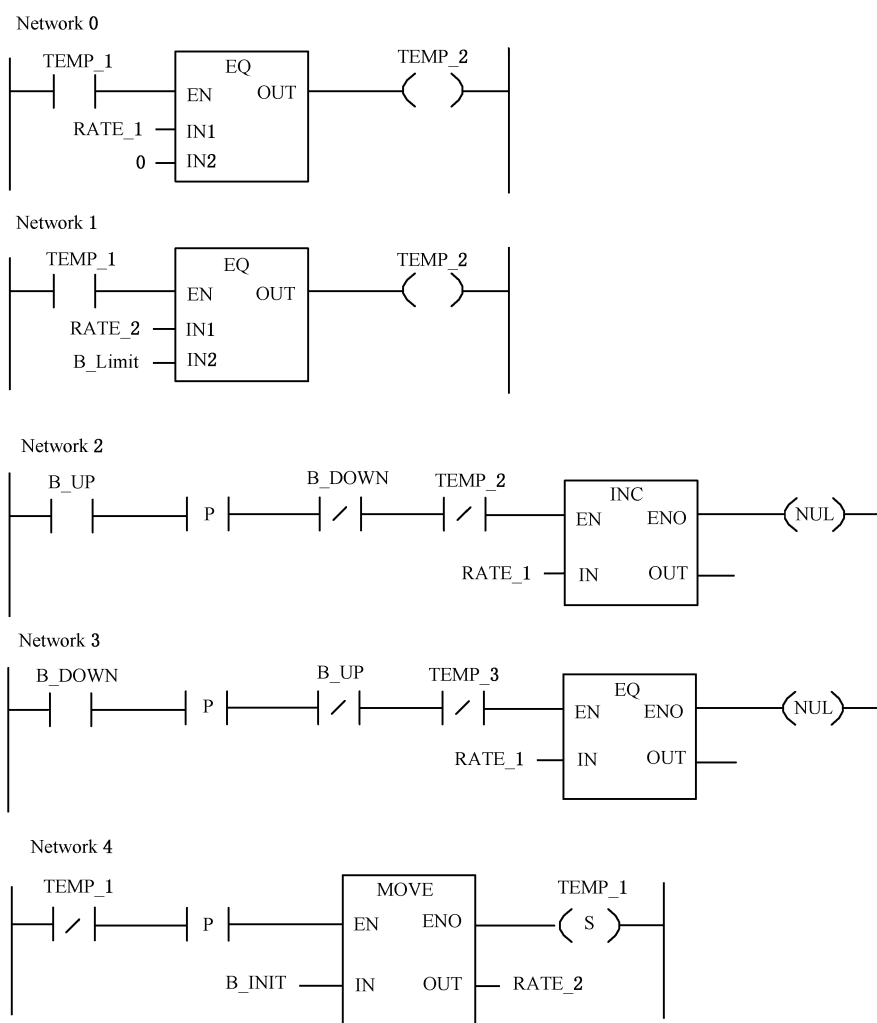


图 B.1 机床进给倍率 I/O 指令功能块梯形图表示

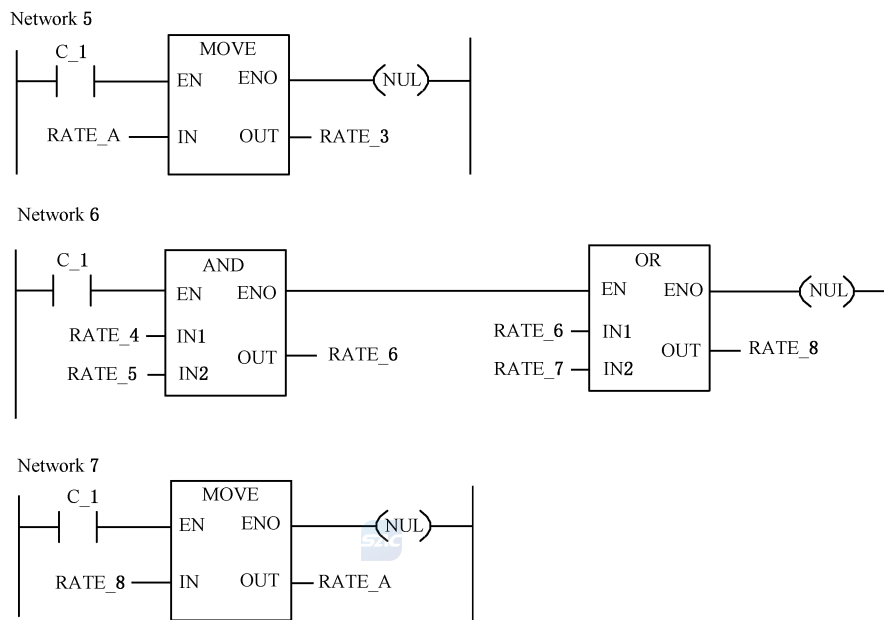


图 B.1 机床进给倍率 I/O 指令功能块梯形图表示 (续)

附录 C
(资料性)
刀库指令功能块

刀库指令功能块将刀库类型、实际刀位、目标刀位和刀位数指令进行逻辑运算,输出刀库正转、刀库反转换刀结束标志和报警指令,从而实现刀库换刀控制,该功能模块可以利用 LD 语言生成。使用 LD 语言编写的刀库指令功能块示例参见图 C.1。

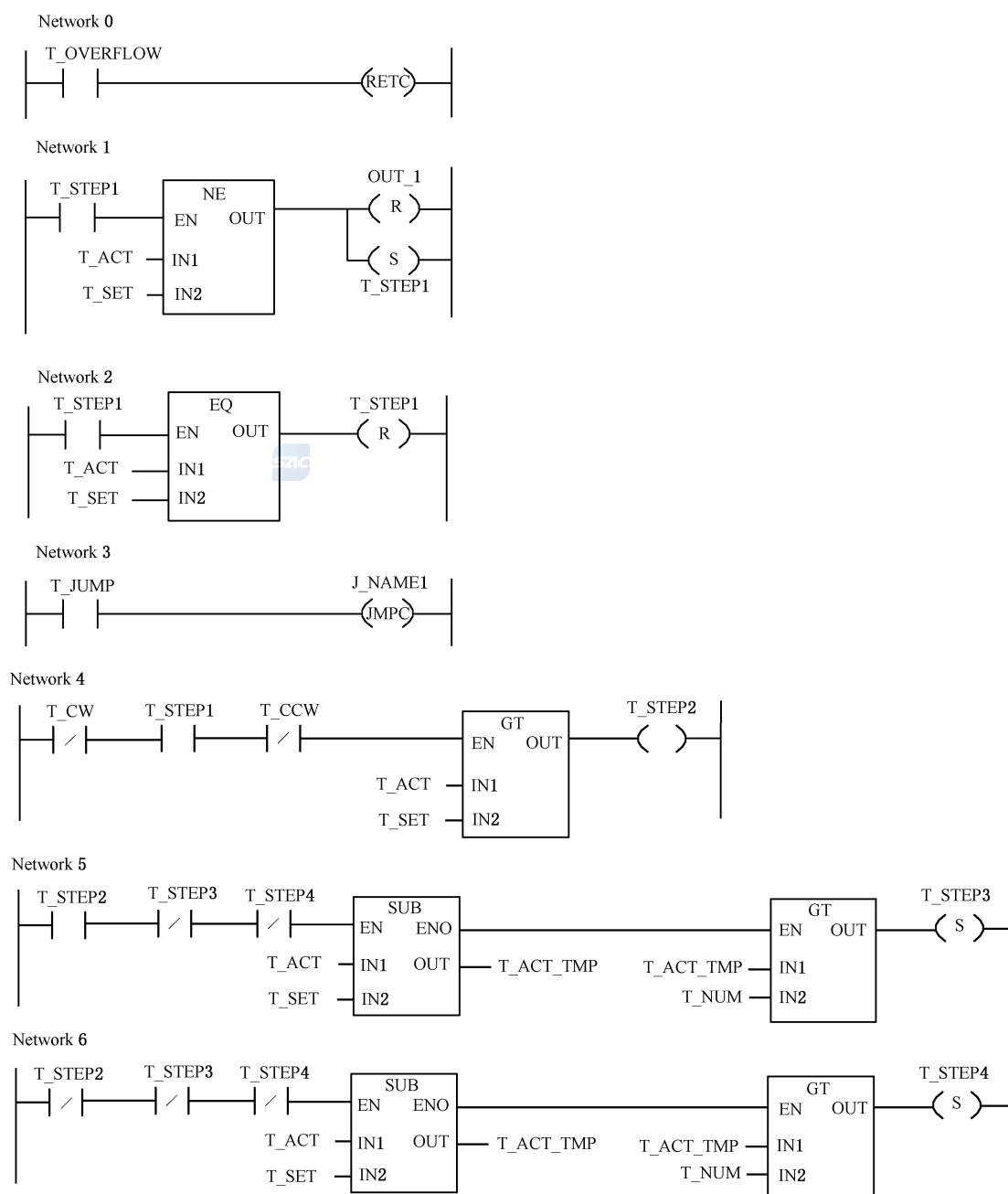


图 C.1 刀库指令功能块梯形图表示

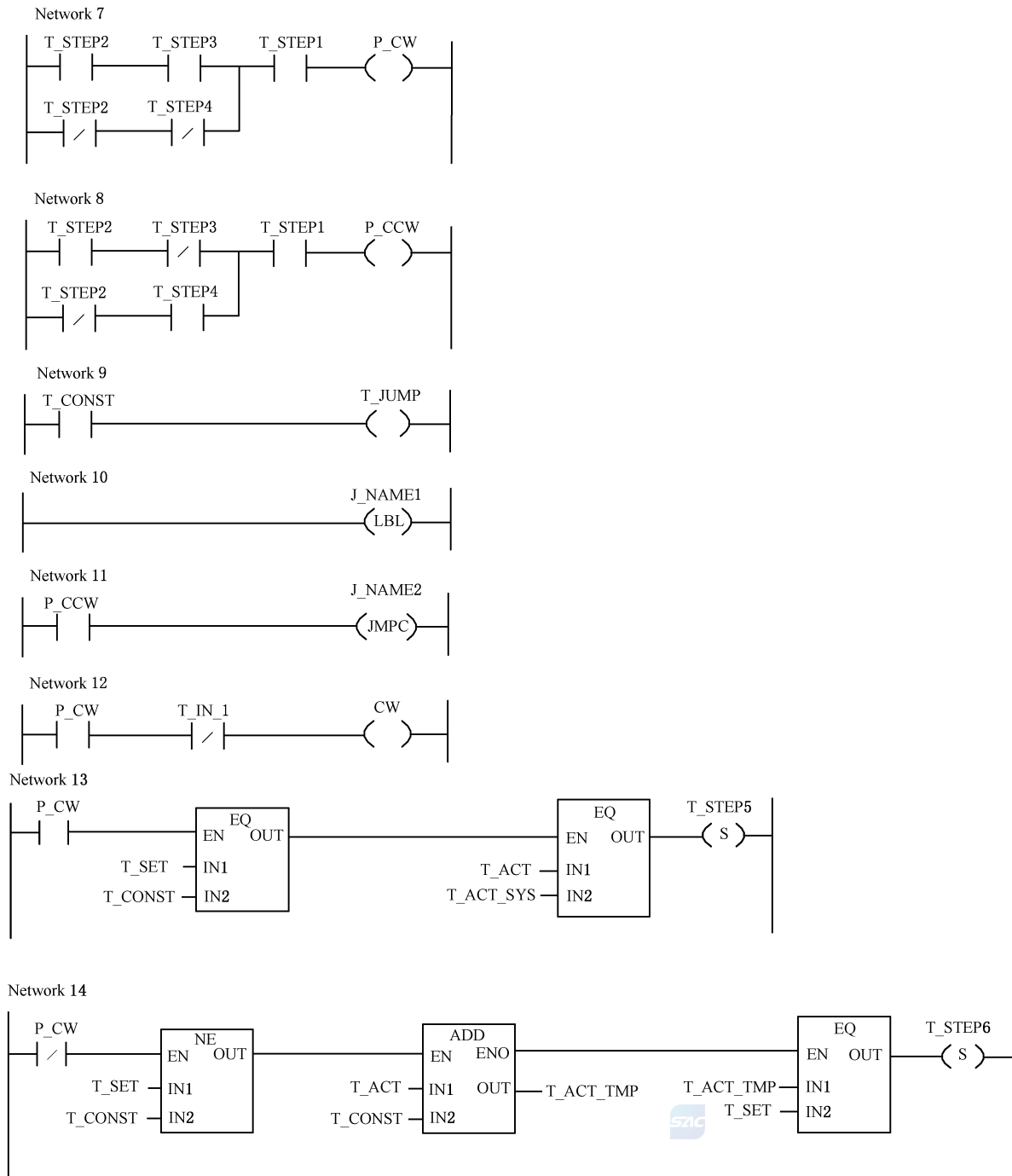


图 C.1 刀库指令功能块梯形图表示 (续)

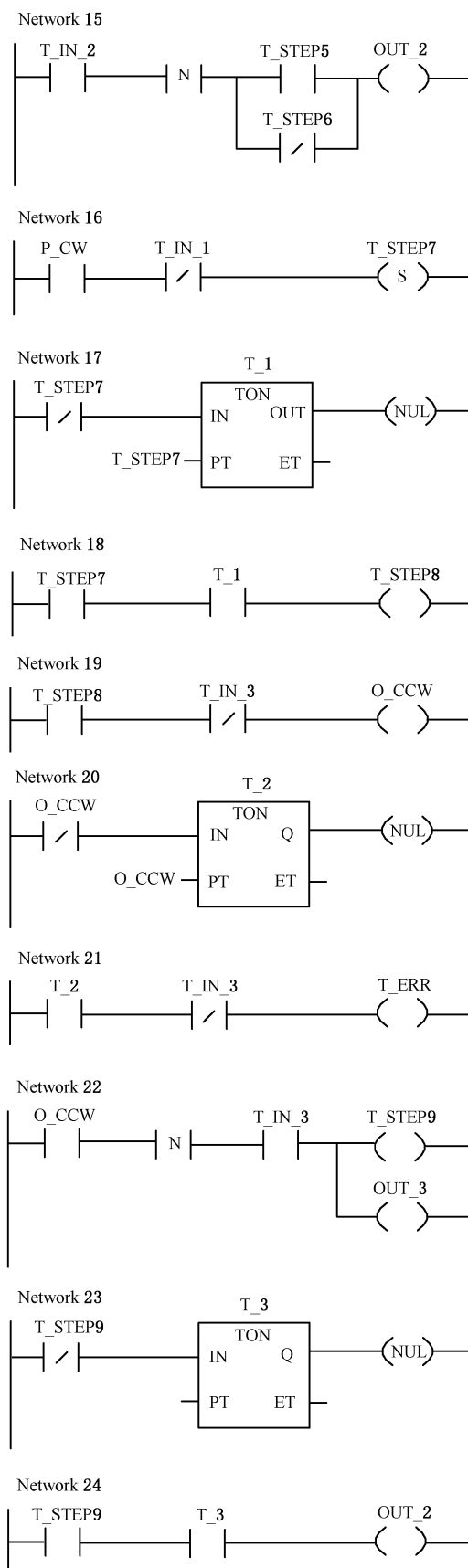


图 C.1 刀库指令功能块梯形图表示 (续)

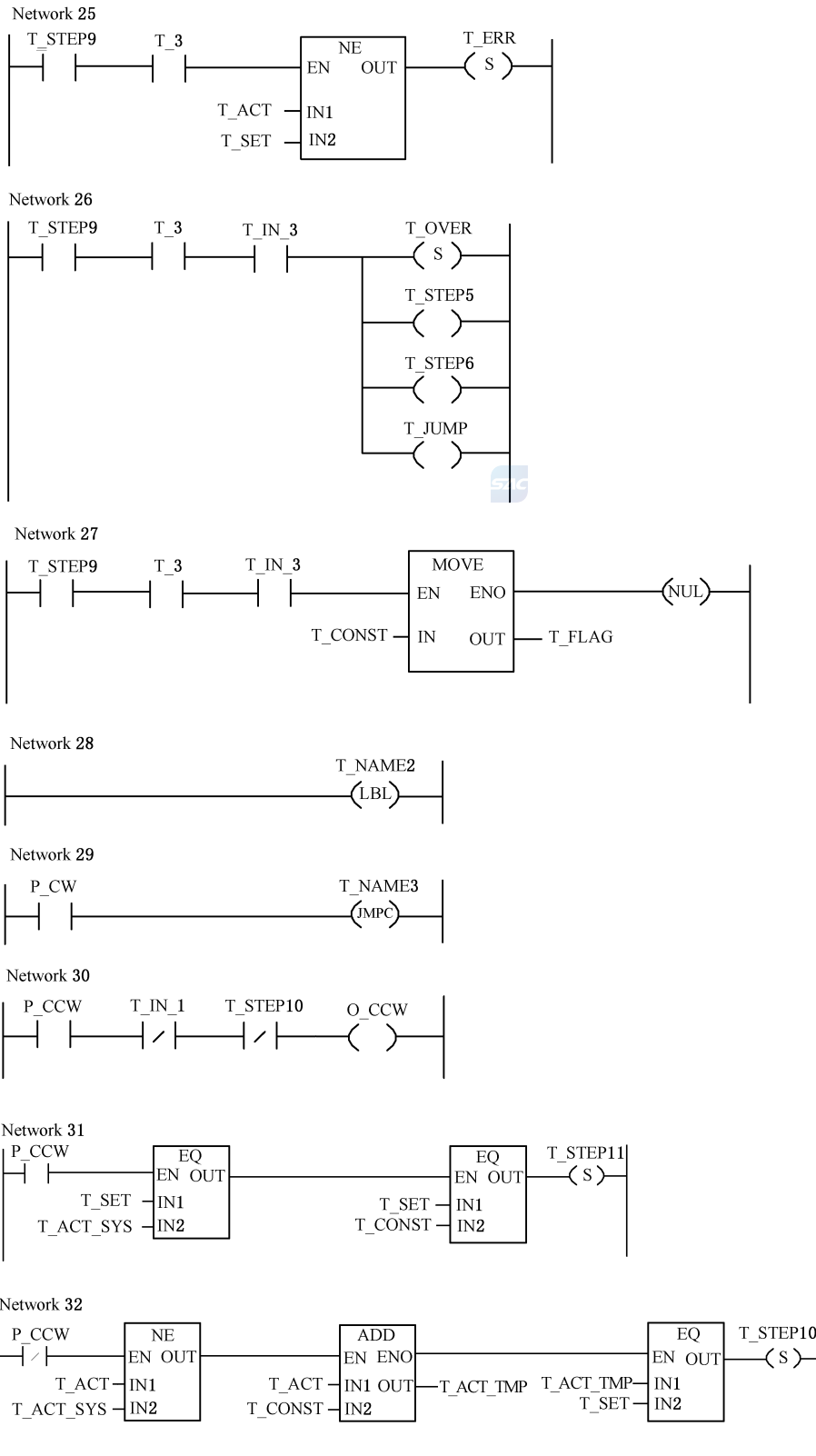


图 C.1 刀库指令功能块梯形图表示(续)

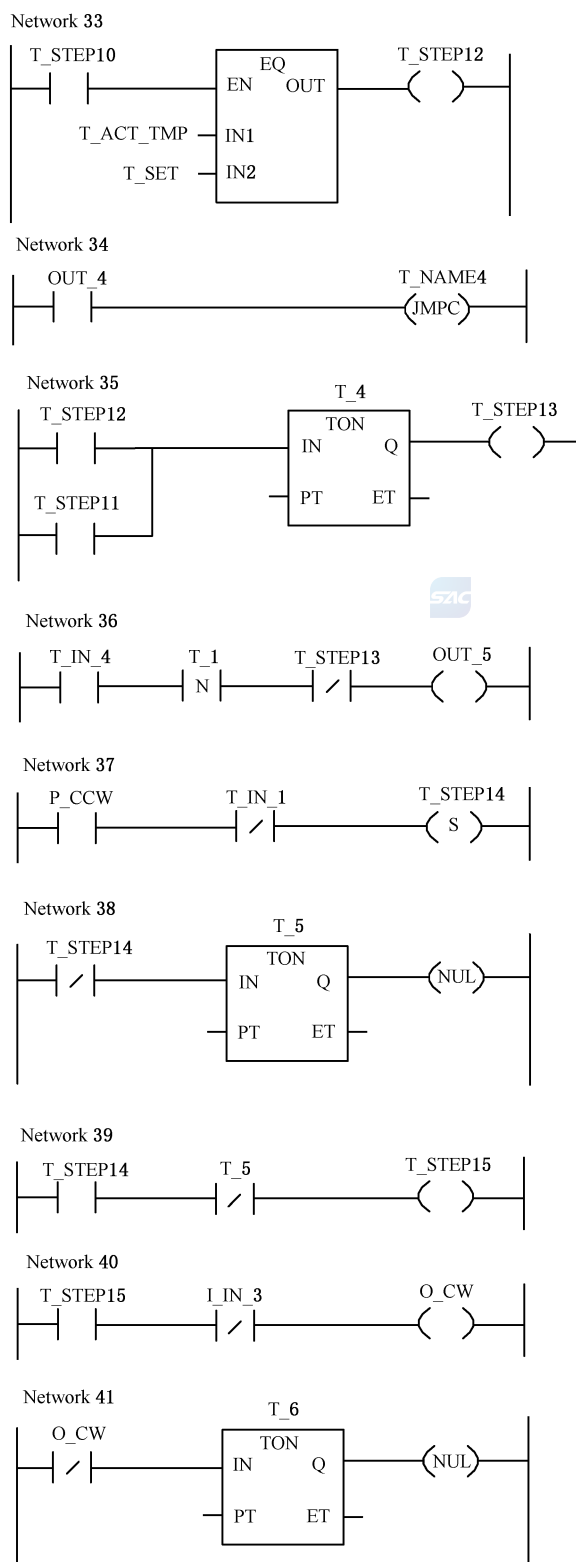


图 C.1 刀库指令功能块梯形图表示 (续)

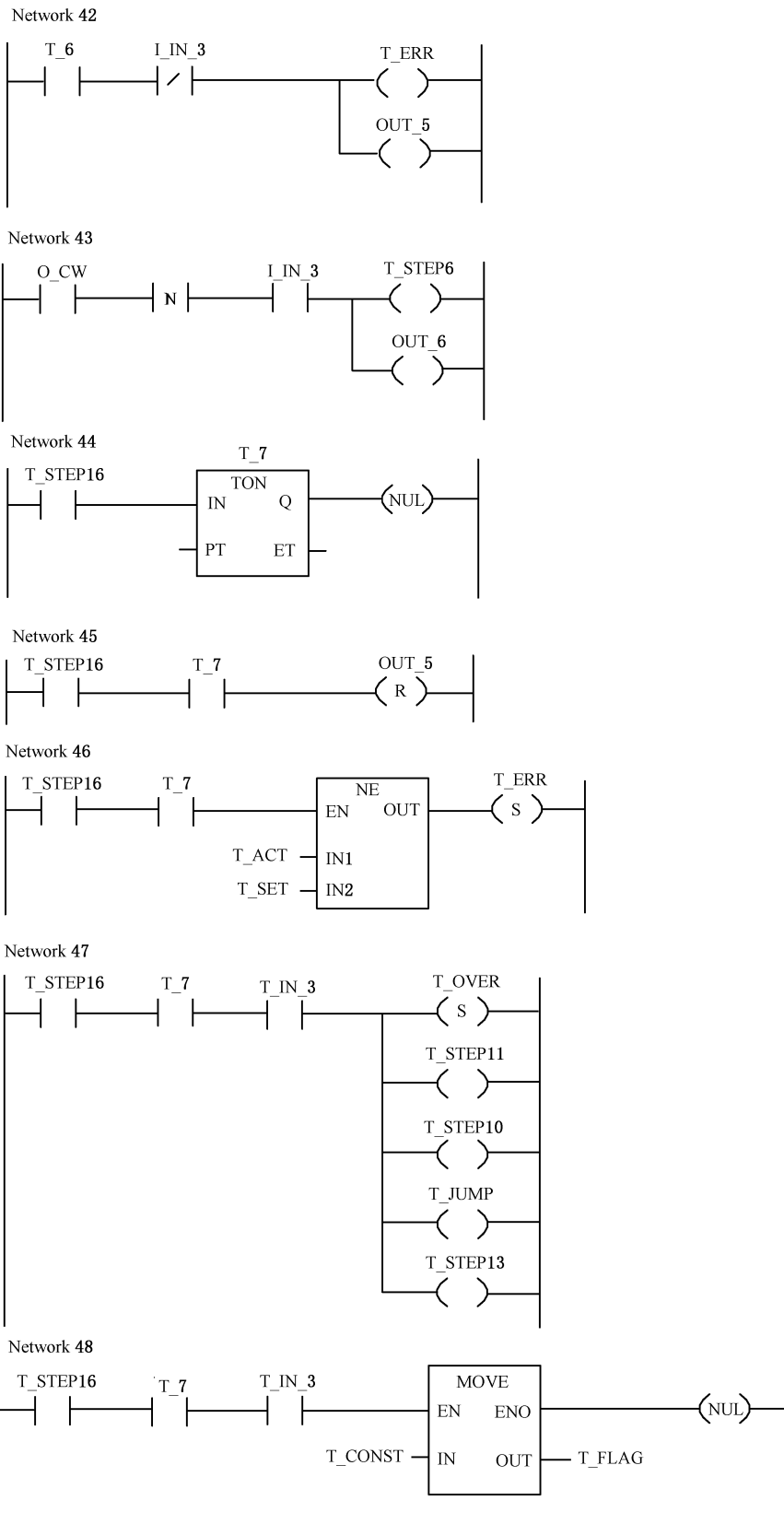


图 C.1 刀库指令功能块梯形图表示 (续)

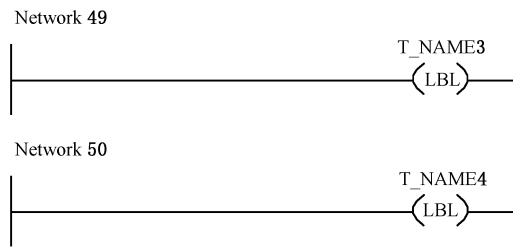


图 C.1 刀库指令功能块梯形图表示 (续)

参 考 文 献

- [1] GB/T 15969.1—2007 可编程序控制器 第1部分:通用信息
-

