

桥接未来——LCCF 库函数的应用

吴剑铭，张志强

(中化(福建)橡塑机械有限公司, 福建 三明 365599)

摘要：本文探讨了 Siemens 的 LCCF 库函数在工业自动化项目中的应用，LCCF 库提供了一种软件层面的解决方案，通过库函数替代传统硬件协议网关，实现不同通信协议间的数据交换。介绍了 Siemens 库函数的分类与功能，阐述了 LCCF 库的主要组件及其在协议转换中的优势，包括简化配置流程、增强系统兼容性、降低技术门槛等。通过具体的应用实例，展示了 LCCF 库在 SIMATIC 控制器与 Rockwell 及 Mitsubishi 控制器之间通信的实现方法。此外，文章还对 LCom 与 LCCF 两个 Siemens 通信库进行了比较分析，指出了它们的共同点与不同点。

关键词：LCCF；协议网关；数据交换 CIP (Common Industrial Protocol)；MELSEC Communication Protocol (MC 协议)

中图分类号：TQ330.493

文章编号：1009-797X(2025)01-0059-07

文献标识码：B

DOI:10.13520/j.cnki.rpte.2025.01.013

0 前言

在当前的自动化工程实践中，不同品牌的 PLC、PLC 与外围设备（例如数显仪表）以及 PLC 与上层系统（如 MES）之间的数据交换是常态。这些设备往往采用各异的现场总线通信协议，包括 Siemens 的 Profinet 协议、OMRON 和 Rockwell 的 Ethernet/IP 协议，以及 Mitsubishi 的 MELSEC（简称 MC）协议等等。尽管这些通信协议在物理层面上均采用了 RJ45 以太网接口，但由于协议间的差异，直接通信变得不可行。

为了解决不同协议间的通信问题，项目中通常会引入协议网关模块，作为不同协议间的桥梁，以实现数据交换。然而，市场上的协议网关质量参差不齐，其配置通常涉及软硬件的复杂设置。高质量的协议网关虽然兼容多种协议，但价格高昂，且配置过程繁琐，对使用者提出了较高的要求。而价格较低的协议网关则可能存在兼容性问题，难以应对复杂的应用场景。

鉴于物理接口的通用性，软件层面的解决方案显得尤为重要。本文将以前 Siemens 的 LCCF (Library for Competitor Conversion Functions) 库函数应用为例，探讨如何通过软件库函数替代传统的协议网关，用库当桥梁，实现不同协议间的数据交换。以下将详细分析 LCCF 库函数在自动化项目中的应用及其优势。

图 1 展示了两两种不同方式的区别，上部分为带协议网关，下部分不带。

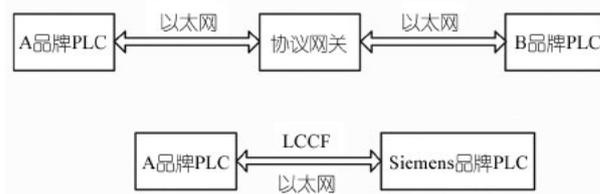


图 1 两种连接方式

1 Siemens 库函数的简介

Siemens 库函数是 Siemens TIA Portal 软件中一个重要的功能。我们可以理解为是一系列的程序块和函数，它们可以用于标准化编程，提高编程效率。这些库函数覆盖了各种不同的功能，可以被重复使用，从而简化编程任务并减少错误。

这些函数库允许我们在执行各种复杂的操作而无需从头开始编写代码。它们可以包括数学计算、数据处理、通信协议实现等。它们的使用可以提高代码的可读性和可维护性，同时也支持快速开发。

Siemens 库函数见图 2 所示分为以下五类：

1.1 通用函数库 (LGF)

通用函数库 (LGF) 英文全称是 Library of General Functions；LGF 里面包含了大量扩展的功能函数，如 FIFO（先进先出）、搜索功能等。它还可

作者简介：吴剑铭（1978—），男，本科，高级工程师，高级主任工程师，主要从事橡胶加工机械控制系统的设计、开发与研究。

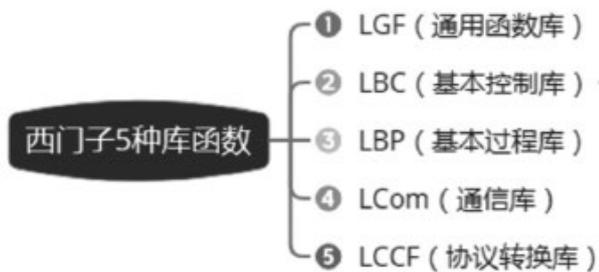


图2 Siemens 库函数分类

以直接调用的常数变量，如 π 值、方便在编程过程中使用。另外提供了标准的SCL (Structured Control Language) 程序模板，如通用函数模板、使用Enable (使能) 和执行 (Execute) 的函数模板等。

1.2 基本控制库 (LBC)

基本控制库 (LBC) 的英文全称是 Library of Basic Controls : LBC 是西门子工业自动化解决方案中的一个重要组成部分，为 PLC 编程提供了基本的控制模块。这些模块按照西门子编程风格指南进行编写，为自动化项目提供标准化编程的支持。通过提供标准化的基本控制模块，帮助用户更高效、灵活地实现自动化项目的开发。

1.3 基本过程库 (LBP)

基本过程库 (LBP) 的英文全称是 Library of Basic Processes, LBP 是一个功能强大、标准化的过程控制库，针对特定的工业过程比如说阀门控制，PID 控制等，提供了一系列过程控制相关的函数。能够显著提高工业自动化项目的开发效率和质量。

1.4 通信库 (LCom)

通信库 (LCom) 的英文全称是 Library of Communication : LCom 包含用于实现不同通信协议和接口的函数，使用 LCom，用户可以通过简单的配置在两个设备之间基于 TCP 协议进行数据交换。

1.5 协议转换库 (LCCF)

协议转换库 (LCCF) 的英文全称是 Library for Competitor Conversion Functions : LCCF 主要是用于协议转换的功能，为工业自动化系统中不同协议之间的数据交换提供支持。LCCF 包含各种协议转换的函数和模块，允许用户根据需要进行配置和使用，以实现不同设备或系统之间的无缝通信。

2 LCCF 的功能说明

LCCF 专门设计用于现场总线通信协议的转换，

为 SIMATIC 控制器，例如 S7-1200 和 S7-1500 PLC，提供了对多种通信协议的广泛支持，可以实现不同设备间的无缝通信，从而显著简化了通信功能的集成与实现。

2.1 LCCF 的主要组件及其功能

LCCF 由以下关键组件构成，每个组件都承担着特定的通信任务：

2.1.1 LCCF_EnetScanner 组件

LCCF_EnetScanner 组件此组件利用 EtherNet/IP Scanner 库实现，作用是与支持 EtherNet/IP 协议的 I/O 设备的连接，为该协议的通信提供了稳定的支持基础。

LCCF_CipServer 组件：该组件通过对 CIP Server 库的集成，使 S7-1500 和 S7-1200 PLC 能够作为 CIP Server 端运行，从而与作 CIP Client 的设备进行通信，扩展了 SIMATIC PLC 在 CIP 协议框架下的服务器端功能。

2.1.2 LCCF_CipClient 组件

LCCF_CipClient 组件这个组件则是通过 CIP Client 库的实现，使 S7-1500 和 S7-1200 PLC 能够作为 CIP Client 与 CIP Server 设备进行通信，满足了 SIMATIC PLC 系统在 CIP 协议中作为客户端的通信需求。

2.2 LCCF 库在协议转换中的优势

LCCF 库通过其组件的协同工作，为同一系统中不同协议之间的数据交换，提供了强有力的支持。

LCCF 库在工业自动化通信领域具有以下显著优势：

2.2.1 简化配置流程

简化配置流程：LCCF 库集成了多种通信协议，极大地简化了不同协议间的通信配置过程。这减少了对复杂硬件协议网关和相应软件设置的需求，从而提高了通信配置的效率，还有效的降低了系统的成本。

2.2.2 增强系统兼容性

增强系统兼容性：LCCF 库支持包括 Profinet、Ethernet/IP 和 MC 在内的多种通信协议，这样一来有效提升了不同设备间通信的兼容性，使得工业自动化系统能够更加灵活地集成多样化的设备和系统。

2.2.3 降低技术门槛

降低技术门槛：配置过程的简化降低了对用户专业技能的要求，减少了项目实施的难度，从而提高了工业自动化系统的可用性和可维护性。

3 LCom 与 LCCF 的比较分析

LCom 和 LCCF 虽同为 Siemens 提供的通信库，但二者在功能和用途上存在显著差异。

共同点：二者均服务于工业自动化领域的通信需求，支持设备间的数据交换。

不同点：LCom 专注于基于 TCP 协议的点对点全双工通信，支持标准 TCP 通信并定义了额外的 LCom 协议，提供心跳信号、时间同步等额外通信功能。通过简单配置，即可实现设备间的数据交换，适用于需要连续数据流和数据记录传输的场景。

LCCF 则专注于协议转换功能，支持 EtherNet/IP、MC 等多种工业以太网通信协议。它适用于与多种不同通信协议交互的场景，用户可通过配置不同功能块实现与不同品牌设备的通信。LCCF 需要更详细的配置以满足特定的协议转换和通信需求。

LCom 适用于简化 TCP 通信配置并提供额外通信特性的场景，而 LCCF 则更适用于需要协议转换和兼容多种通信协议的复杂场景。

4 LCCF 应用举例

如图 3 所示，2023 年我国 PLC 市场呈现出显著的集中度趋势。Siemens、Rockwell、Mitsubishi 和 OMRON 四大品牌以其强大的市场影响力，共占市场份额超过 75%。特别地，OMRON 与 Rockwell 均支持 Ethernet/IP 协议，本文将以此为基础，分别以 Rockwell 和 Mitsubishi 为第三方品牌，展示 LCCF 技术的应用。

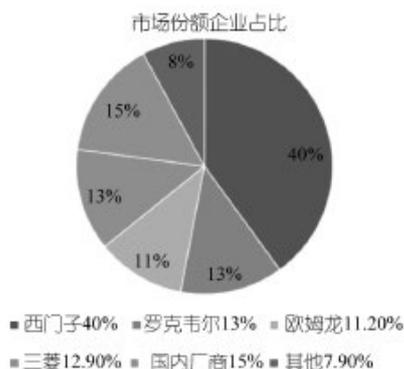


图 3 PLC 市场占比

4.1 SIMATIC 控制器和 Rockwell 控制器的通讯示例

4.1.1 通信机制解析

在 SIMATIC 与 Rockwell 控制器的通信中，

LCCF 库的“Lccf_MCClient”组件扮演着关键角色。该组件采用 CIP (Common Industrial Protocol)，一种面向对象的通信协议，允许对设备的过程值、配置和诊断数据进行访问。CIP 遵循客户端 - 服务器模型，服务器端提供资源，客户端请求服务，数据通过 TCP 或 UDP 封装在以太网数据包的有效载荷中。值得注意的是，CIP 协议的消息封装方法会随着路由站点数量的增加而导致消息长度增长。

图 4 展示了一个基础的网络物理连接图，其中两个控制器通过 5 类以太网线直接相连，或通过交换机进行扩展连接。

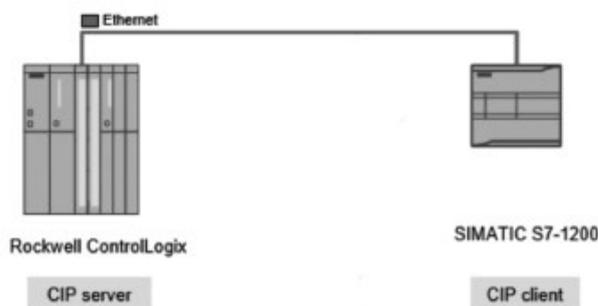


图 4 CIP 通讯

在 SIMATIC 与 Rockwell 控制器的通信架构中，通常 Rockwell 控制器作为 CIP 服务器，而 SIMATIC 控制器则作为 CIP 客户端。图 5 描绘了通信数据交换结构，其中强调了项目中对 CIP 服务器中变量地址的识别。

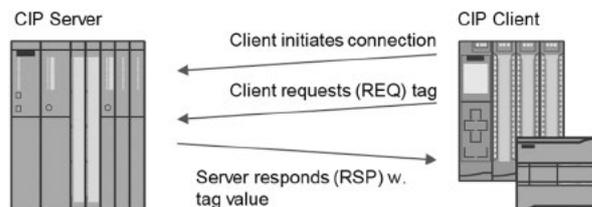


图 5 CIP 通信结构

4.1.2 数据通讯的实现

本案例中，Rockwell 的 CompactLogix 系列 1769-L33ER 控制器作为 CIP 服务器端，使用 Studio5000 v32.00 作为编程软件；而 Siemens 的 SIMATIC S7-1200 系列 1214C 控制器则作为客户端，采用 TIA Portal v19 进行编程。两控制器已物理连接，确认处于同一网段，子网掩码一致，且 IP 地址的最后一位不同，确保编程计算机能够与两设备进行通信。

首先，利用 Siemens 官网提供的 CIP Service Tool 进行配置。该软件支持多种设备类型，且版本更

新能够提供更广泛的支持。图 6 展示了软件的主界面，用户可以通过选择相应的 PLC 类型、输入 CIP 服务器的 IP 地址，并选择相应的 TIA 程序，以读取 CIP 服务器的数据信息，如图 7 所示。



图 6 CIP Service Tool 软件界面

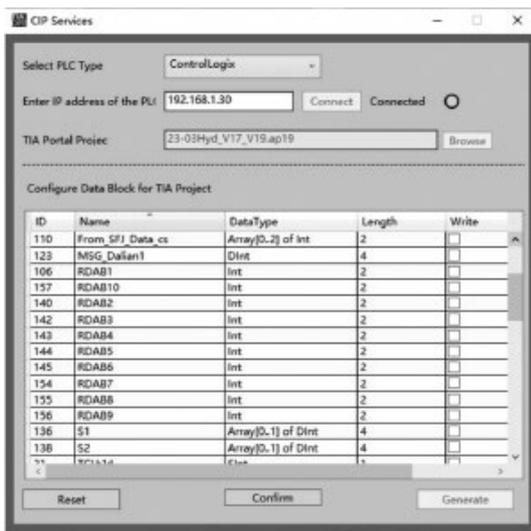


图 7 CIP Service Tool 导入项目

在 TIA Portal 中，可以在 OB1 或根据需要在 OB30 中调用“LCCF_CipClient”功能块。调用前，需在程序中指定通信设备的 IP 地址，如图 8 所示。

随后，建立必要的通信数据块，并根据项目需求进行配置。在主程序块中调用“LCCF_CipClient”，如图 9 所示，并对相关参数进行设置。

表 1 提供了“LCCF_CipClient”块的引脚说明，不同版本的函数块可能具有不同数量的引脚。本文选用的版本号为 V1.0.5。

调用“LCCF_CipClient”后，所有通信程序的编

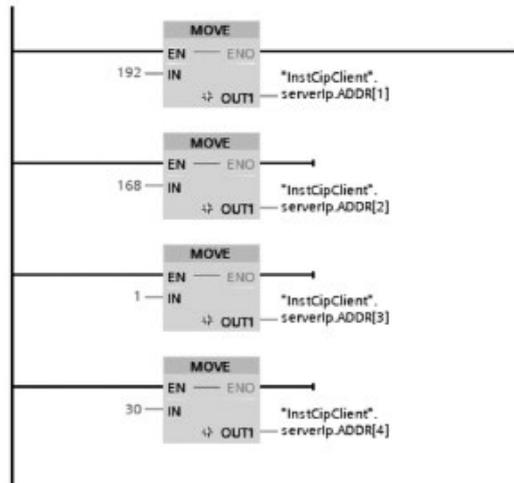


图 8 调用功能块及指定 IP 地址

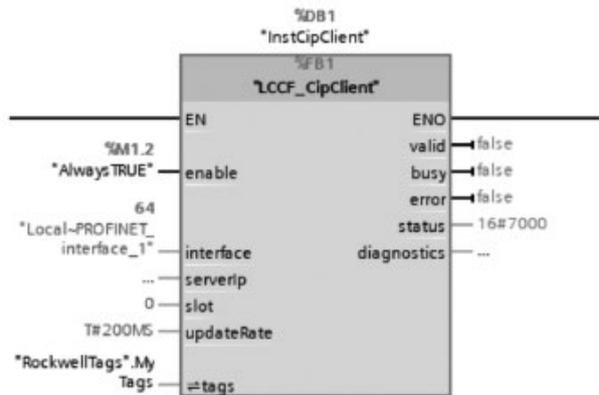


图 9 “LCCF_CipClient”块

写工作均在 TIA 端完成，无需对 CIP Server 端的程序进行任何修改。程序下载后，分别监控 CIP Server 端和 CipClient 端的程序，如果数据显示一致，则表明数据通信成功，如图 11 所示。Siemens 最近对“LCCF_CipClient”功能块进行了升级，新版本在数据读取方面更为高效便捷。

4.2 SIMATIC 控制器与 MITSUBISHI 控制器 MC 通讯示例

4.2.1 通信原理阐释

MELSEC Communication Protocol (简称 MC 协议)，是一种基于 TCP 的“请求-响应”机制，旨在实现对符合该协议的设备过程值的访问。在本应用实例中，我们将调用 LCCF 库内的“Lccf_MCClient”组件来实现通信。如图 11 所示，SIMATIC 控制器与 Mitsubishi 控制器之间的网络物理连接图，展示了两种连接方式：直接通过 5 类以太网线连接，或通过交换机进行扩展连接。

表 1 “LCCF_CipClient” 块的引脚说明

参数名	方向	数据类型	描述
enable	input	BOOL	检测到输入信号有上升沿时，数据块被激活，检测到输入信号有下降沿时，数据块将被关闭。
interface	input	HW_ANY	硬件用于通信的接口标识符。这通常使用系统定义的常量。
serverIp	input	IP_V4	CIP Serve 端的 IP 地址，前面程序已经处理好，这部分可以不填。
slot	input	USINT	标识 CIP Serve 所在的槽位，默认值一般为 0。
updateRate	input	Time	数据刷新周期
tags	input/output	Array[*]	数据交换的标签列表

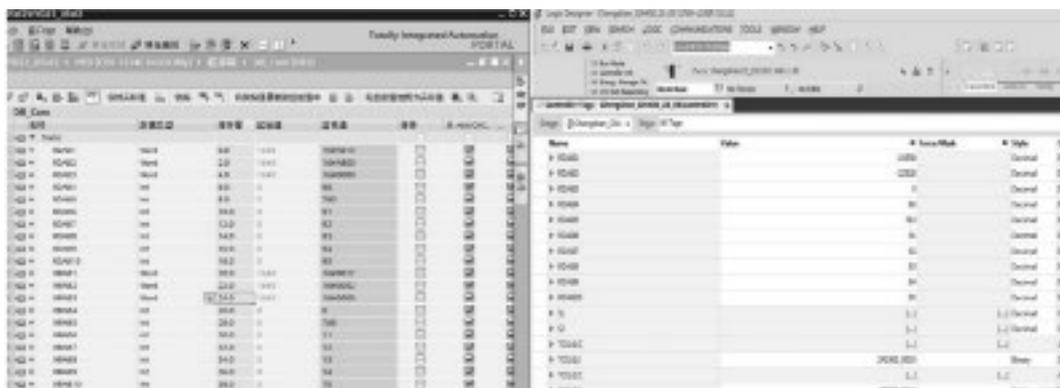


图 10 数据通信

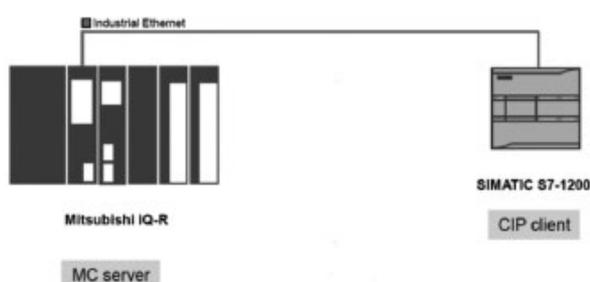


图 11 MC 通讯

在该通信架构中，MELSEC IQ-R 控制器充当 MC Server 的角色，而 SIMATIC S7-1500/1200 控制器则作为 MC Client。利用“Lccf_MCClient”功能块，MC Client 端能够轻松访问 MC Server 端的数据，且无需对 MC Server 控制器进行任何内部修改。作为客户端，Lccf_MCClient 功能块发起对 MC Server 服务的请求，并采用 MC Server 的原生 MC 协议进行通信。通信数据交换结构如图 12 所示。

值得注意的是，一个 MC Server 能够与一个或多个 SIMATIC 控制器进行数据交换，尽管在设置上可能存在细微差别。

4.2.2 通信实现方法

本项目中，MC Server 端选用 Mitsubishi 公司的 MELSEC IQ-R 系列 R02 型号，搭配 GX Works3 v1.907B 编程软件。而 MC Client 端则选用 Siemens 公司的 SIMATIC S7-1200 系列 1214C 控制器，使用

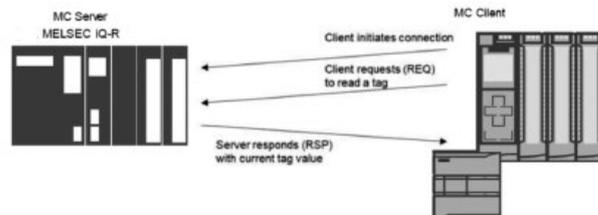


图 12 MC 通信结构

TIA Portal v19 作为编程环境。

如同前例，Client 端和 Server 端已经完成物理连接，并确认处于同一网络段，子网掩码一致，IP 地址的最后一位不同，确保编程计算机能够与两设备进行通信。

Siemens 公司提供了两种方法来建立数据映射表。为了简化参数配置并避免错误，推荐使用 TIA 的小型插件—Mitsubishi_Driver.addin。在 TIA 界面中，如果可以看到图 13 所示的界面，则表明相关服务已被激活，且数据块将显示相应的选项。

在项目树中，通过右键点击希望创建连接信息的数据块 (DB)，并在图 14 所示的红框位置中选择“MC Client Wizard”菜单下的“Create connectionInfo”选项来创建连接信息。

界面打开后，直接点击“Next”按钮进入第二个窗口，在这里设置 MELSEC PLC 的通信参数，包括选择 PLC 类型 (Q/L 或 R 系列) 等。

“Create tagInfo”选项用于创建标签列表。完成所

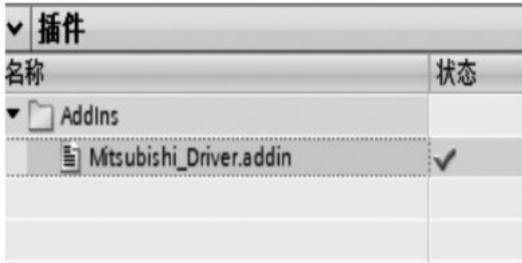


图 13 系统界面

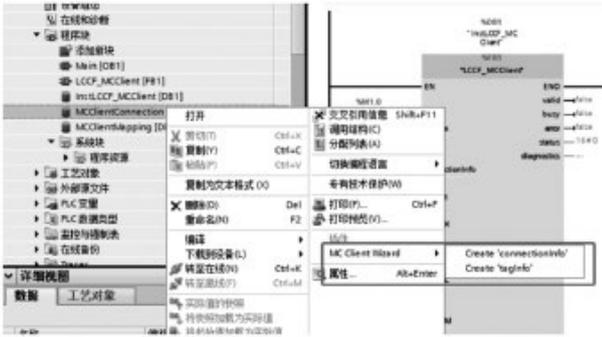


图 14 操作界面

有标签的创建后，点击“Generate”生成标签列表，如图 15 所示，相关数据块将被创建。

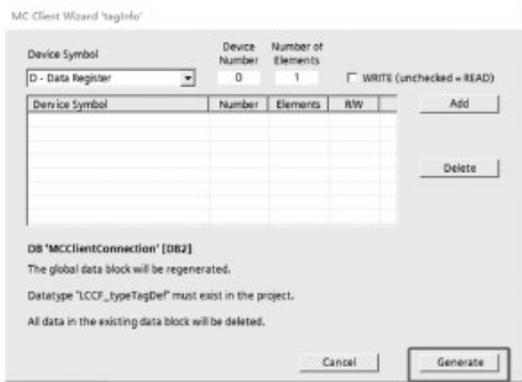


图 15 生成标签列表

标签列表和设备数组创建完成后，就可以将 MC Client 块连接到这些创建的数据类型了。可以在 OB1 中调用“Lccf_MCClient”块，也可以根据需要在 OB30 块中调用。如同前例，在调用前，需要在程序中指定通信设备的 IP 地址，然后调用库中的“LCCF_MCClient”程序块，如图 16 所示。

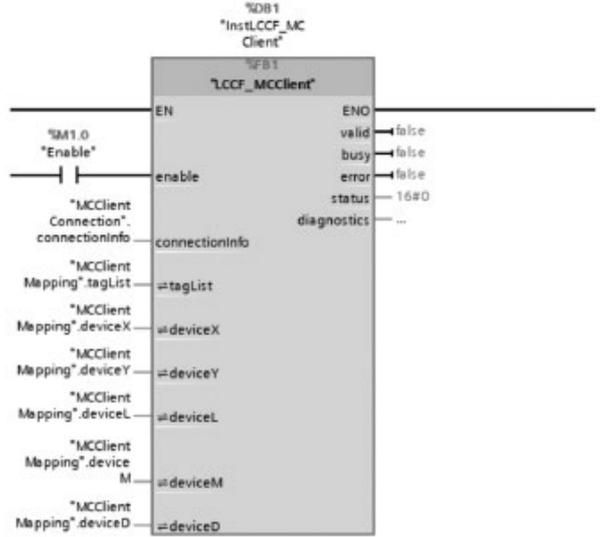


图 16 “Lccf_MCClient”程序块

表 2 提供了对“Lccf_MCClient”各引脚部分的详细说明。不同版本的函数块可能具有不同数量的引脚。本文选用的函数块版本号为 V2.0.0。

程序下载后，就完成通讯。“Lccf_MCClient”支持与 Mitsubishi 控制器中的 L、R、Q、FX 各系列进行通信。随着硬件协议网关通信逐渐被软件替代，Mitsubishi 公司也在不断完善其解决方案。在 MELSEC IQ-R 中，已经集成了多种通信方式。如果需要与 SIMATIC 控制器通信，可以直接在网络模块的设置中选择 S7 设备类型，如图 17 所示。

表 2 “Lccf_MCClient”引脚说明

参数名	方向	数据类型	描述
enable	input	BOOL	检测到输入信号有上升沿时，数据块被激活，检测到输入信号有下降沿时，数据块将被关闭。
connectionInfo	input	LCCF_typeMC ConnectionInfo	所有通信信息“Create connectionInfo”已做了相关配置
tagDef	input/output	Array[*] of LCCF_typeMC TagDef	要读取或写入的标签列表，作为可变长度数组。
deviceX	input/output	Array[*] of BOOL	用于 MC 设备输入寄存器的数据读写的数组。
deviceY	input/output	Array[*] of BOOL	用于 MC 设备输入寄存器的数据读写的数组。
deviceL	input/output	Array[*] of BOOL	用于 MC 设备输入寄存器的数据读写的数组。
deviceM	input/output	Array[*] of BOOL	用于 MC 设备输入寄存器的数据读写的数组。
deviceD	input/output	Array[*] of BOOL	用于 MC 设备输入寄存器的数据读写的数组。

5 结束语

通过前述应用实例的深入分析，我们可以清晰地

观察到 LCCF 函数库的核心优势：仅需在 SIMATIC 控制器端进行程序的相应调整，而无需对通信对端的

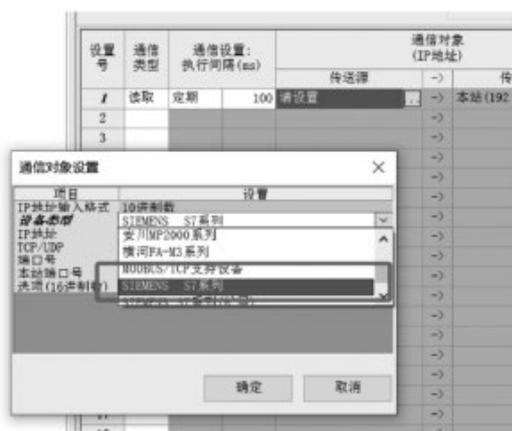


图 17 网络模块设置界面

设备进行任何程序层面的修改。这种创新的方法体现了 LCCF 函数库替代传统协议网关的潜力，它以一种

无缝且高效的方式，解决了不同 PLC 之间因通信协议差异而产生的兼容性难题。

LCCF 函数库之所以能够提供如此卓越的解决方案，主要归功于其强大的通信协议转换能力和高度灵活的应用方法。它不仅优化了通信过程，还显著提升了工业自动化领域的通信效率和可靠性。通过提供一种切实可行的方案，LCCF 函数库为工业自动化领域的通信挑战带来了突破性的进展。

此外，LCCF 函数库通过简化配置流程、增强系统兼容性，并降低技术实施的门槛，极大地便利了自动化项目的实施。它为工程师和技术人员提供了一种更为直观和用户友好的工作环境，从而加快了项目部署的速度，提高了整体的工作效率。

Bridging the future-application of LCCF library functions

Wu Jianming, Zhang Zhiqiang

(Zhonghua (Fujian) Rubber Machinery Co. LTD., Sanming 365599, Fujian, China)

Abstract: This article explores the application of Siemens' LCCF library functions in industrial automation projects. The LCCF library provides a software level solution that replaces traditional hardware protocol gateways with library functions to enable data exchange between different communication protocols. This article introduces the classification and functions of Siemens library functions, and elaborates on the main components of the LCCF library and its advantages in protocol conversion, including simplifying the configuration process, enhancing system compatibility, and reducing technical barriers. Through specific application examples, the implementation method of LCCF library in communication between SIMATIC controller and Rockwell and Mitsubishi controllers is demonstrated. In addition, the article also compared and analyzed two Siemens communication libraries, LCom and LCCF, pointing out their similarities and differences.

Key words: LCCF; protocol gateway; CIP (Common Industrial Protocol) for data exchange; MELSEC Communication Protocol

(R-03)

