

LonWorks 现场总线测控系统的本质安全设计

李正明 副教授 杨继昌

(江苏理工大学电气信息工程学院)

【摘要】 针对 LonWorks 现场总线测控系统的本质安全(即本安)设计问题,介绍了 MTL 公司的本质安全部件,提出了本安节点的设计方法,分析了本安节点的最大可用电流与电缆长度之间的关系,并就 IS-78 本安网段与安全区网络的连接进行了探讨。

【关键词】 本质安全 现场总线 LonWorks 节点

Intrinsic Safety Design of LonWorks Field Bus Measurement and Control System

Li Zhengming, Assoc. Prof. Yang Jichang

(School of Electrical & Information Engineering, Jiangsu University of Science & Technology)

Abstract: In view of the intrinsic safety design of LonWorks field bus measurement and control system, the intrinsic parts of MTL Corporation are introduced, from which the design method for intrinsic nodes is provided. The relationship between the maximum available node current and cable length is analyzed. The connection between IS-78 intrinsic safety segment and the network of safety area is discussed.

Key words: Intrinsic safety Field bus LonWorks node

1 概述

现场总线是应用在生产现场,连接智能化测量控制设备和自动化系统的开放式、全数字、多分支结构的底层控制网络。LonWorks现场总线是由美国 Echelon 公司推出并与摩托罗拉、东芝公司共同倡导,于 1990 年公布而形成并采用了 ISO/OSI 模型的全部 7 层协议, LonWorks 技术采用的 LonTalk 协议被封装在集成了 3 个 8 位 CPU 的神经元芯片中,通过网络变量把网络通信设计简化为参数设置;支持双绞线、同轴电缆、光纤、射频、红外线、电力线等多种通信介质;程序设计可采用由 ANSI C 派生出的 Neuron C 语言。LonWorks 现场总线独特的优势被誉为通用控制网络,广泛用于楼宇自动化、工业过程控制、保安系统、交通运输等领域。

本质安全(即本安)是一种危险区域的防爆技术,

源于电气设备的防爆结构设计,它通过限制进入危险区域电路及设备的能量,防止产生电火花和热表面而引起火灾或引发危险气体的燃爆事故。许多生产现场都有需要防爆的危险区域,本安技术是工业控制网络在过程控制领域应用时首先需要考虑的问题。笔者就 LonWorks 现场总线测控系统的本安设计及 IS-78 本安组件与安全区网络的连接方法进行探讨。

2 LonWorks 节点的本安设计

智能节点是构筑 LonWorks 现场总线测控系统的基础,而设计具有本安特性的节点是保证整个测控系统本安的关键。

2.1 本安部件

为了将 LonWorks 现场总线应用于具有防爆要求的生产现场,MTL 公司开发了 IS-78 LonWorks

本安物理通道, IST-78 收发器和 ISC-78 控制模块, 它们都已通过“ia”本安认证。因此, 本安节点的设计有两种途径:

① 基于 ISC-78 控制模块的硬件设计: 可降低设计难度、缩短产品设计周期, 还可减少本安认证成本;

② 基于 IST-78 收发器的硬件设计: 可降低节点成本、提高产品的市场竞争能力, 但设计人员需要考虑应用电路、神经元芯片及其外围电路的扩展等因素, 增加了设计的难度。MTL3054/3055 是满足本安要求的通信隔离/中继器, 利用它可将 LonWorks 网络延伸到危险区域。

IST-78 收发器的结构框图如图 1 所示: 与非本安收发器不同的是, IST-78 收发器有两根线与物理通道相连, 且它们是有极性的, 收发器从节点吸取能量为节点供电, 同时也传送双向通信信号。收发器内含 3 个变压器。一个变压器用于提供电源, 另两个用于两个方向的通信, 并提供与神经元芯片和本安物理通道两个通信接口。

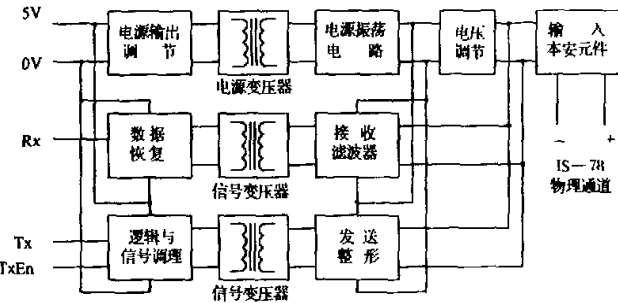


图 1 IST-78 本安收发器结构框图

ISC-78 控制模块: 功能与非本安控制模块类似, 内含神经元芯片、程序存储器、数据存储器以及收发器, 它与物理通之间的接口就是收发器与道物理通道的接口。

任何进入危险区域的电路, 必须采用经本安认证的齐纳安全栅或电气隔离器限制进入危险区域的电压、电流及相应的功率。IS-78 这一功能由 MTL3054/3055 本安通信隔离/中继器实现, MTL3054/3055 的核心部件是本安变压器。其区别在于 MTL3055 的输出电源功率比 MTL3054 要小, 它可为本安节点提供电能, 实现两个物理通道之间的隔离, 同时充当物理中继器, 提高系统的可靠性。MTL3054/3055 结构示意图及它与 IS-78 本安物理通道和 TP-78' 物理通道的连接如图 2 所示。

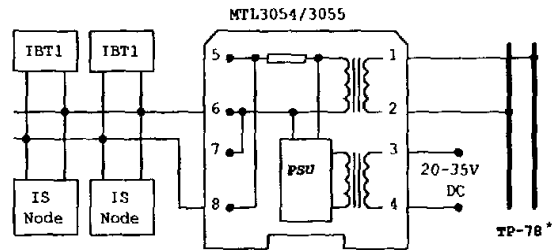


图 2 MTL3054/3055 功能连接示意图

对自由拓扑, 危险区域的最大电缆长度为 300 m; 对于总线拓扑, 危险区域的最大电缆长度为 1000 m, MTL3054 所支持的本安节点数是每个节点所需功率的函数; 对于 MTL3055 两个这样的装置可实现穿越危险区域的通信, 或实现与安装在危险区域的防爆(阻燃)外壳中的 LonWorks 节点的通信, 两个 MTL3055 可提供与危险区域节点的双线冗余连接。

2.2 节点供电设计

虽然 IS-78 组件可通过从物理通道吸取能量为节点应用电路供电, 但在某些应用场合, IS-78 组件无法供给所需电源, 因此, 节点供电有总线供电和独立供电两种方式。

对于总线供电方式, IS-78 组件输出的电源指标为: 电压 $5\text{V} \pm 5\%$, 噪声幅度不大于 $\pm 200\text{mV}$, 输出电流不大于 50mA 。如果 5V 电源是为可变负载供电, 建议采用图 3 所示的软启动电路。图中 RC 时间常数可设计为 $5\sim 10\text{ms}$, 二极管是用于快速放电, 以便能快速关断负载。

当节点应用电路要求的功率大于从 IS-78 物理通道可以得到的功率时(如驱动电磁线圈、LED 数码管等), 应用电路中需要另外一个独立电源。对不同的应用情况, 有许多引入本安供电电源的方法, 下面仅给出

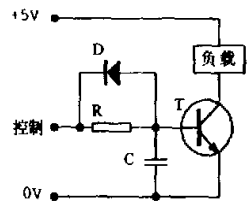


图 3 开关负载的软启动电路

利用光电隔离电路引入独立本安电源的方案。如图 4 所示,通过光耦实现用独立本安电源为电磁线圈供电,光电隔离电路引入独立本安电源的方案。如图 4 所示,通过开关电路保持为相对独立的本安电路,无须从本安物理通道取用电功率。

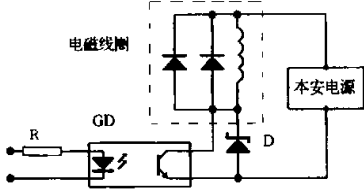


图 4 采用光电隔离电路引入独立本安电源

2.3 本安电路参数设计

本安电路参数设计的主要依据是最小点燃曲线,但实际应用时需考虑一定的安全系数,进行本安电路参数设计,IEC 定义了两个本安等级:

ia 级:要求在正常时或发生一个故障或两个故障时不会引爆可燃介质。因此,正常工作时的安全系数为 2.0;发生一个故障时为 1.5;发生两个故障时为 1.0。

ib 级:要求在正常时或发生一个故障时不会引爆可燃介质。正常工作时的安全系数取 2.0;发生一个故障时为 1.5。

因此,电路的最大允许电流 I_{max} (或电压 V_{max}) 为:

$$I_{max} \text{ (或 } V_{max}) = I_{ig \text{ min}} \text{ (或 } V_{ig \text{ min}}) / S$$

式中, $I_{ig \text{ min}}$ 为最小点燃电流;

$V_{ig \text{ min}}$ 为最小点燃电压;

S 为安全系数。

除必须按上式的要求设计电路外,还应对电压的波动、元器件的允许误差,波动方向和误差符号等按最不利于安全的情况考虑,查曲线应注意电路性质、处于何种危险场所,并保证在正常和故障状态下的最大电流和电压均不超过计算出的允许值。

3 IS—78 本安 LonWorks 物理通道分析

IS—78 物理通道是由 MTL 公司开发、经过本安认证的 LonWorks 本安物理通道,它采用指定装置为工作在危险区域的本安节点设备供电,在同样的两根线上,IS—78 本安物理通道同时传送电源和通信信号,全部可用电流受本安规范限制,实际可用电流是 MTL3054 与本安节点间电缆长度的函数。为了找出最大可用电流与电缆长度之间的关系,设

MTL3054/3055 输出电压为 U_o ,输出端内部限流电阻为 R_o ,单位长度电缆的电阻为 β ,为使节点能正常工作,到达本安节点的电压不能小于 10 V,基于以上假设,得出了节点最大可用电流 I_{max} 与电缆长度 L 之间的关系如下:

$$I_{max} = (U_o - 10) / (R_o + \beta L)$$

对于 MTL3054, $U_o = 19.4 \text{ V}$, $R_o = 105 \Omega$,分别取, $\beta = 0.2, 0.15, 0.1, 0.05 \Omega/\text{m}$,以总线拓扑为例,通过仿真计算得到图 5 所示的曲线。

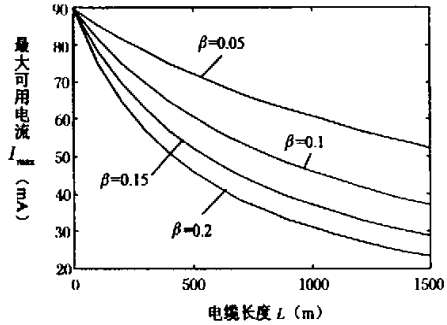


图 5 节点最大可用电流与电缆长度之间的关系(总线拓扑)

从图 5 中可看到,节点最大可用电流随电缆长度的增大而减小;在电缆长度相同条件下, β 值越小,节点的最大可用电流越大。

4 IS—78 本安网段与安全区网络的连接

4.1 LonWorks 网络延伸到危险区域

为将 LonWorks 网络从安全区延伸到危险区,可采用 MTL3054 本安隔离/中继器,如图 6 所示,图中有一个 IS—78 网段通过 MTL3054 与安全区网段 TP—78* 相连。两只工作在危险区域的本安节点能够相互通信,也可与其他任何直接连接在 TP—78* 通道上的安全区节点相互通信。

从图 6 中可以看出,网络的大部分工作在安全区,通过一对双绞线与安全区的本安节点相连,实现了 LonWorks 网络向危险区域的延伸。

4.2 穿越危险区域的通信

IS—78 可用于穿越危险区域的通信,由于 MTL3054 的输出功率较大,例如:为了通信而将两只 MTL3054 直接连接在一起,两个电源的组合将超过点燃曲线及相应功率的限制。MTL3055 是与 MTL3054 类似的装置,但输出电源功率较小,两只

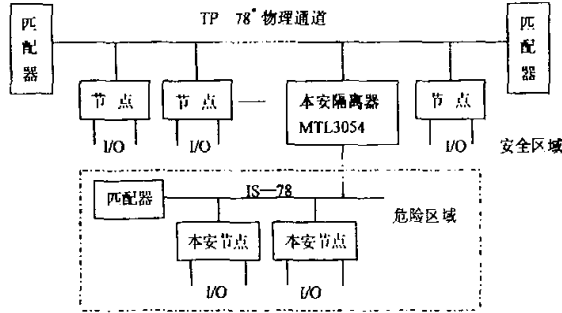


图6 LonWorks网络延伸到危险区域

MTL3055可连在一起,实现危险区域的通信。连接方法如图7所示。

框图表明:与装在防爆或阻燃外壳中的装置通信可当做穿越危险区域的通信来处理,本安装置可连接IS-78段和位于安全区域或在防爆外壳中的TP-78*段。

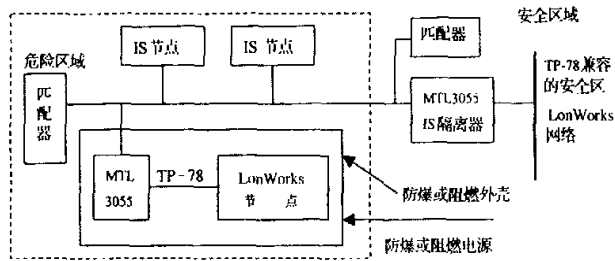


图7 穿越危险区域的通信

5 小结

目前,国内对LonWorks现场总线技术的研究的人很多,但真正研究本安技术的却很少,笔者就LonWorks现场总线测控系统设计中的本安技术进行了有益的探讨,具有较高的应用价值。通过论文发表希望能为现场总线的推广和应用打下一定基础,为应用LonWorks现场总线系统而具有本安要求的生产现场提供有益的帮助。

(收稿:2001年6月;作者地址:江苏省镇江市;江苏理工大学电气信息工程学院;邮编:212013)

参考文献

- 1 Sharrock, S. P. , Communications technology for hazardous areas, Advances in Instrumentation and Control, Proceeding of 1995 International Conference, Exhibition ISA/95, 1995,415~422.
- 2 MTL, Intrinsic safety 1996/7, 1996.
- 3 徐建平. 本质安全型防爆仪表的设计. 自动化仪表, 1990, 11(1): 22-27.
- 4 阳宪惠. 现场总线技术及其应用, 北京:清华大学出版社, 1999.