



Allen-Bradley

ControlNet 光纤介质 规划和安装指南

1786- 系列

用 户 手 册



重要用户信息

由于本出版物所说明的产品在使用方面的不同，为了更好的应用和使用这些产品，用户必须按照必要的步骤操作，以确保在每一项应用和使用中满足所有的性能指标和安全要求，包括任何适用的法律、规则、规范和标准。

本手册中的图解、图表、程序实例和系统布局设计举例，仅仅是作为范例给出。由于特定具体安装涉及许多的不确定因素与要求，Allen-Bradley (A-B)不对参照本出版物中的例子设计的实际应用承担责任或义务(包括知识产权方面的义务)。

Allen-Bradley (A-B)的出版物SGI-1.1，《固态控制器应用、安装和维护的安全指南》(可从本地Allen-Bradley (A-B)办事处获取)，说明了固态设备和电磁器件的重要差别。当应用到本资料提到的产品时，这些差别必须被考虑在内。

若没有罗克韦尔自动化的书面许可，部分或全部复制该版权保护下的出版物的内容都是被禁止的。

贯穿整本手册，我们使用一些注意事项来使用户意识到安全方面的考虑。以下的注释与附随的声明帮助用户识别潜在的危险，避免潜在的危险，并且认识到潜在的危险可能导致的结果。

注 意 	表明可能会导致人身伤害、死亡、财产毁坏或经济损失的使用方式或环境。
重 要	表明成功应用和理解产品的决定性信息

1. 艾伦—布拉德利(Allen-Bradley，即A-B)是罗克韦尔自动化注册商标之一。

2. 本中文版手册是根据英文原版资料CNET – IN001A-EN-P(2000年四月版)，做适当更新后译成的，读者可配合原版使用，翻译不当之处，以原英文版为基准。

符合欧共体(CE)

如果该产品有CE标志则说明其获准在欧盟及EEA地区安装和使用。
该产品设计并经测试保证该满足以下指导标准：

EMC指导标准

该产品经测试满足欧盟委员会指导标准89/336/EC 电磁兼容性(EMC)和下列标准的全部或部分技术要求，其技术说明文件如下：

- EN 50081-2 EMC - 通用辐射标准，第二部分-工业环境
- EN 50082-2 EMC -通用抗干扰标准，第二部分-工业环境

该产品指定应用于工业环境中。

低压指导标准

本产品贯彻EN 61131-2，即可编程控制器的第二部分：设备要求和测试的安全要求，经测试符合Council Directive 73/23/EEC 低压产品指标。有关EN 61131-2的具体信息请参照本出版物有关章节，或者参照Allen-Bradley出版的《工业自动化防噪声接线及接地指南》，出版号1770-4.1。

该设备被定义为开放式设备，运行时必须安装在机柜中提供必要的安全防护。

本手册内容

该手册不是用于介绍电缆安装的每个步骤。实际的操作可能因电缆类型和安装环境的差异而不同。我们推荐用户根据具体的应用考虑正确的处理和安装方案。请参考书后的术语表以便了解与光纤技术有关的术语。

下表可帮助用户在本书中找到特定的信息。

主题：	章节：
ControlNet光纤介质系统快速入门	1
ControlNet光纤介质系统概述	2
规划ControlNet光纤介质系统	3
回顾光缆介质安装指南	4
安装ControlNet光纤介质系统	5
终结光缆	6
检测ControlNet光纤介质系统	7

重 要

为了理解本手册中概念和技术术语，用户必须具有电子和电气符号的知识。

相关出版物

下表包含了与该主题相关的出版物出版号和名称

目录号:	出版物:	出版号
1770	工业自动化布线及接地安装指南	1770-4.1
1786	ControlNet电缆系统规划及安装说明	CNET-IN002A-EN-P
1786-RPA	ControlNet模块式中继适配器安装说明	1786-IN013B-EN-P
1786-RPFS	ControlNet模块式短距离光纤中继器 模块安装说明	1786-5.12
1786-RPFM	ControlNet模块式中距离光纤中继器 模块安装说明	1786-IN011B-EN-P
1786-RPFRL / RPFRXL	ControlNet模块式长距离及超长距离 光纤环形网中继器模块安装说明	1786-IN003B-EN-P
1786-RPCD	ControlNet模块式双绞线中继器模块	1786-IN001A-US-P
其它	ControlNet介质组件清单	AG-PA002C-EN-P
1797	ControlNet本安(Ex)系统规划及安装说明	1797-6.2.1

通用技术术语

下面的约定在全书中通用：

- 粗体圆点列表提供信息，不代表程序上的步骤
- 数字列表提供有序的步骤

TIP



该符号指明有用的提示信息

罗克韦尔自动化支持

罗克韦尔自动化依靠遍布全美国超过75个的销售/支持办公室，512个认证分销商和260个认证系统集成商以及分布在世界各主要国家的代表处提供全球范围的支持服务。

本地产品支持

请致电罗克韦尔自动化免费售后技术支持热线：

10 800 6100327 或

联系您本地的罗克韦尔自动化代表处，获取：

- 销售及订货支持
- 产品技术培训
- 保修服务
- 支持服务协议

产品技术援助

如果用户需要联系罗克韦尔自动化提供技术援助，请首先与当地罗克韦尔自动化代表联系：

- 网络售前热线，440.646.3638(3NET)
- 传真，440.646.5436(需要按键式电话)
- 售后技术支持，10 800 6100 327(亚太)1.440.646.5800(全球)
- 网页连接：<http://www.ab.com>—若是注册用户，请到<http://www.ab.com/mem/technotes/techmain.html>

如果您有问题或对本手册有疑问

若用户发现本手册的问题，请使用我们附上的“我们做得怎么样”表格通知我们。（表格在本手册的最后）

若用户有任何的建议可以使我们改进本手册以更贴近用户使用，请使用下列地址和我们联系：

Rockwell Automation, Allen-Bradley Company, Inc.
Control and Information Group
Technical Communication
1 Allen-Bradley Drive
Mayfield Heights, OH 44124-6118

前言

重要用户信息2

符合欧共体(EC)指标3

 EMC指标3

 低压指标3

本手册内容P-1

相关出版物P-2

通用技术术语P-3

罗克韦尔自动化支持P-3

 本地产品支持P-3

 产品技术援助P-4

 如果您有问题或对本手册有疑问P-4

ControlNet光纤介质
系统快速入门

第1章

本章内容 1-1

光纤介质快速入门 1-2

为何选择光纤介质系统 1-3

1. 分析网络 1-4

 理解ControlNet光纤介质系统 1-4

 确定拓扑结构 1-5

2. 标识ControlNet光纤介质组件 1-8

3. 规划光纤介质组件的安装 1-9

4. 安装光纤介质系统 1-10

 光纤连接器 1-10

 光纤中继集线器 1-11

 光纤中继器 1-11

5. 为RSNetwork提供数据 1-12

6. 终结光缆 1-12

7. 为网络供电 1-14

8. 测试光纤介质连接器和网段 1-14

9. 检验网络 1-15

下一步 1-15

ControlNet光纤介质
系统概述

第2章

本章内容 2-1

系统概述理解ControlNet光纤介质系统 2-1

ControlNet光纤介质组件 2-3

确定拓扑结构 2-5

 光缆 2-7

 光纤连接器 2-8

 光纤中继集线器 2-9

规划ControlNet
光纤介质系统

光纤中继器2-10

基本网络示例2-10

利用中继器配置链路2-11

下一步2-13

第3章

本章内容3-1

建立规划3-1

选择拓扑结构3-2

确定网络拓扑的约束条件3-3

计算网络3-3

点对点拓扑结构3-4

星形拓扑结构3-5

冗余拓扑结构3-6

环形拓扑结构3-6

不正确的拓扑配置3-7

同轴电缆网段的约束条件3-8

 同轴电缆段约束示例3-9

光纤介质网段的约束条件3-10

根据距离要求选择模块类型3-10

估算电缆长度3-10

 1786-RPFS3-11

 1786-RPFM3-11

 1786-RPFRL(光纤令牌或点对点)3-12

 1786-RPFRXL(光纤令牌或点对点)3-12

确定衰减等级3-13

 短距离光纤网段的衰减等级3-13

 中距离光纤网段的衰减等级3-16

确定传播延时3-19

 整个网络的最大传播延时3-20

 冗余网络的最大传播延时3-22

网络参数要求3-24

下一步3-24

光纤安装指南

第4章

本章内容	4-1
警告	4-1
一般规则及安全	4-2
聘请光纤专家安装和校验	4-2
安装本地设备	4-2
光缆处理指南	4-3
安装的光纤类型	4-5
拉线指南	4-5
直接固定	4-5
间接固定	4-5
管道安装	4-6
架空安装	4-8
直接埋线安装	4-10
开放电缆沟安装	4-11
垂直安装	4-13
规划垂直电缆安装	4-13
下一步	4-14

安装ControlNet光纤 介质系统

第5章

本章内容	5-1
使用预终结短距离光纤	5-1
ControlNet光纤中继集线器	5-2
光纤单元安装指南	5-2
光纤模块Zipcord接线	5-3
标识电缆及连接器类型	5-5
估算电缆长度	5-6
1786-RPFS	5-6
1786-RPFM	5-6
200毫米HSC电缆	5-7
62.5毫米电缆	5-7
光缆规范	5-7
1786-RPFS光缆	5-8
1786-RPFM光缆	5-8
下一步	5-8

终结网络

第6章

本章内容6-1

什么是终结器6-1

终结器套件6-2

终结电缆6-2

Siecor®UniCam®连接器总体介绍6-3

 组件6-4

 连接器预处理6-5

 光纤预处理6-6

 安装连接器6-7

下一步6-8

校验网络

第7章

本章内容7-1

校验网络7-1

掉电测试7-2

OTDR测量7-4

光纤模块故障排除7-5

术语表

索引

ControlNet光纤介质系统快速入门

本章内容

阅读本章可以快速了解ControlNet光纤介质系统。用户可能会发现本章的一些信息在后面的章节中重复出现。第1章只是快速浏览用户在应用光纤时所需要过程。

以下表格描述了本章的内容以及在什么地方可以找到特定的信息。

主题:	请参阅:
1. 分析网络	1-4
2. 识别ControlNet光纤介质组件	1-8
3. 规划ControlNet光纤介质组件的安装	1-9
4. 安装光纤介质系统	1-10
5. 为RSNetworx提供数据	1-12
6. 终结光缆	1-12
7. 为网络供电	1-14
8. 测试光纤介质连接及网段	1-14
9. 校验网络	1-15

光纤介质快速入门

光纤介质具有以下特性：

- 电气隔离
- 抗干扰
- 长距离
- 尺寸小重量轻
- 可用于防爆场合

以下概述了应用ControlNet光纤介质系统所必须的步骤。

1. 分析网络应用

注 意



若要将光纤应用于本安区域，请与当地的安全部门协调。对于防爆场合请参考出版物：CNET-IN003A-US-P，ControlNet Ex 介质规划及安装手册，因为用户需要的是为本安场合设计的特殊产品。

2. 识别网络应用所需的光纤介质组件
3. 规划光纤介质组件的安装
4. 安装光纤介质系统
5. 在网络组态软件RSNetworx中提供NUT,SMAX,UMAX及最大网络延时数据
6. 终结光缆
7. 给网络供电
8. 测试光纤介质网段
9. 校验网络

为何选择光纤 介质系统

光纤介质具有许多优于传统铜质电缆的优点。由于光纤介质以光脉冲的形式在玻璃或塑料纤维中传输数字信息，它可以避免很多铜质电缆应用中的问题。以下表格描述了光纤介质系统的特点和优点。

注 意



若要将光纤应用于本安区域，请与当地的安全部门协调。

表1.A 光纤介质的特点和优点

特点：	优点：
电气隔离	光纤介质隔离了干扰铜质介质的潜在干扰源
抗干扰	光纤介质能防御EMI(电磁干扰)因为它是在玻璃纤维传递光脉冲。光纤介质强干扰的环境中(大型机械、多电缆系统等)可以正常工作，而此时，铜质电缆系统已受到干扰。
长距离	光纤介质的衰减比铜质介质要小得多。光纤介质衰减小意味着需要的中继器比传统介质要少；对于需要长距离连接的应用，光纤介质更加有效。光纤的信号容量对于确定性控制网
	络非常理想。
体积小重量轻	光纤介质能传输的信息比铜线或同轴电缆多，且比传统介质体积小。
可用于防爆场合	光纤介质为防爆场合提供了一种传输信息的途径，而不必遭受灾害的风险。

关于这些组件的更多信息请参阅 艾伦-布拉德利ControlNet电缆系统组件清单，出版号AG-PA002C-EN-P。

1.分析网络

用户应花时间去分析现有的或是新建的网络。利用一个项目规划来设计用户网络。如果是在现有的网络上添加光纤，为网络的光纤网段创建一个设计规划，并明确光纤网段的用途。

通过建立规划并分析网络设计，可以消除潜在的错误介质应用。利用拓扑示例确定网络拓扑结构。当你理解了网络拓扑结构，就能帮助你确定满足应用需求所需的组件。

理解ControlNet光纤介质系统

ControlNet光纤介质系统为用户的特定应用提供了灵活的网络通信方案。为了充分利用这种灵活性，在进行任何的硬件安装之前应该花足够的时间来规划网络的安装。光纤介质主要应用于延长网段或网段与网络的隔离。

光纤介质具有许多优于传统铜质电缆的优点。由于光纤介质以光脉冲的形式在玻璃或塑料纤维中传输数字信息，它可以避免很多铜质电缆应用中的问题。与同轴介质相比光纤介质具有抗电磁干扰(EMI)、体积小重量轻的特点和优点。请参照第2章对光纤介质系统的特点与优点的详细解释。利用下面的图表和术语来理解ControlNet光纤介质系统。

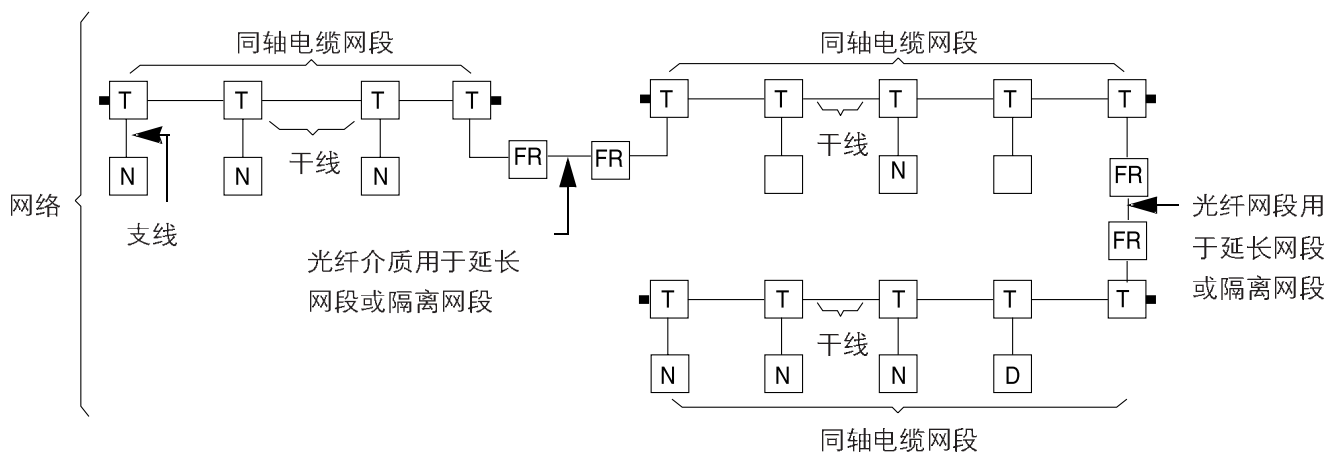


表1.B 网络术语

术语：	代表意义：
同轴电缆中继器 	• 一个有两端口的有源物理层组件， 它能把一个同轴电缆网段上获得的所有信息传输和再现到另一个同轴电缆网段上
同轴电缆网段	• 通过分接器连接并且两端带有终结器的不含中继器的干线电缆段
光纤段	• 连接两个光纤中继模块的光纤缆线
光纤中继器 	• 包括一个光纤中继器模块和光纤适配器组件， 它能把一个光纤或同轴电缆网段上获得的所有信息传输和再现到另一个光纤或同轴电缆网段上
节点 	• 任何一个连接到网络电缆上的物理设备都要求一个唯一的网络地址才能正常发挥其功能--一个链路最多容纳99个节点， 这个地址必须是在1-99的范围内， 且在所在链路上必须是唯一的。
链路	• 节点的集合， 每个节点具有唯一地址标号， 范围从1到99
网络	• 互相连接的所有节点的集合 • 任意一对设备的连接路径可以包括中继器和网桥
分接器 	• 设备和ControlNet介质间的连接器
分接器终端电阻 	• 用于尚未安装节点的支线分接器终结的虚拟负载
终结器 	• 一个装有75Ω阻器的BNC标准插头
干线电缆段 	• 任两个分接器间的电缆段长度 • 延续的网络(其它节点没有画出)

确定拓扑结构

光纤介质的主要用途是延长网段或进行网段隔离。使用光纤中继器系统可以避免整个网络出现的瘫痪， 不管是光纤系统还是光纤和铜质电缆的混合系统。当你使用分离的网段拓扑结构， 故障诊断就变得非常容易， 特别是易于出现问题的网段中， 像含有高柔性光纤的网段。

例如， 一个汽车制造厂利用光纤介质网段将其生产方向盘的网段和集电环网段隔离开。由于硬件上采用中继器， 所以方向盘网段的故障就不会导致这个网络的瘫痪。

应用光纤介质的第一步是分析你的应用， 确定现有的或新的网络的拓扑结构。这样就可以确定需要使用哪种网络拓扑结构。

以下图表举例说明了应用ControlNet光纤介质系统时用到的各种不同的网络拓扑结构。详细举例和说明请参阅第2、3章， 包括“不正确”的光纤的拓扑结构。

图1.1星形拓扑

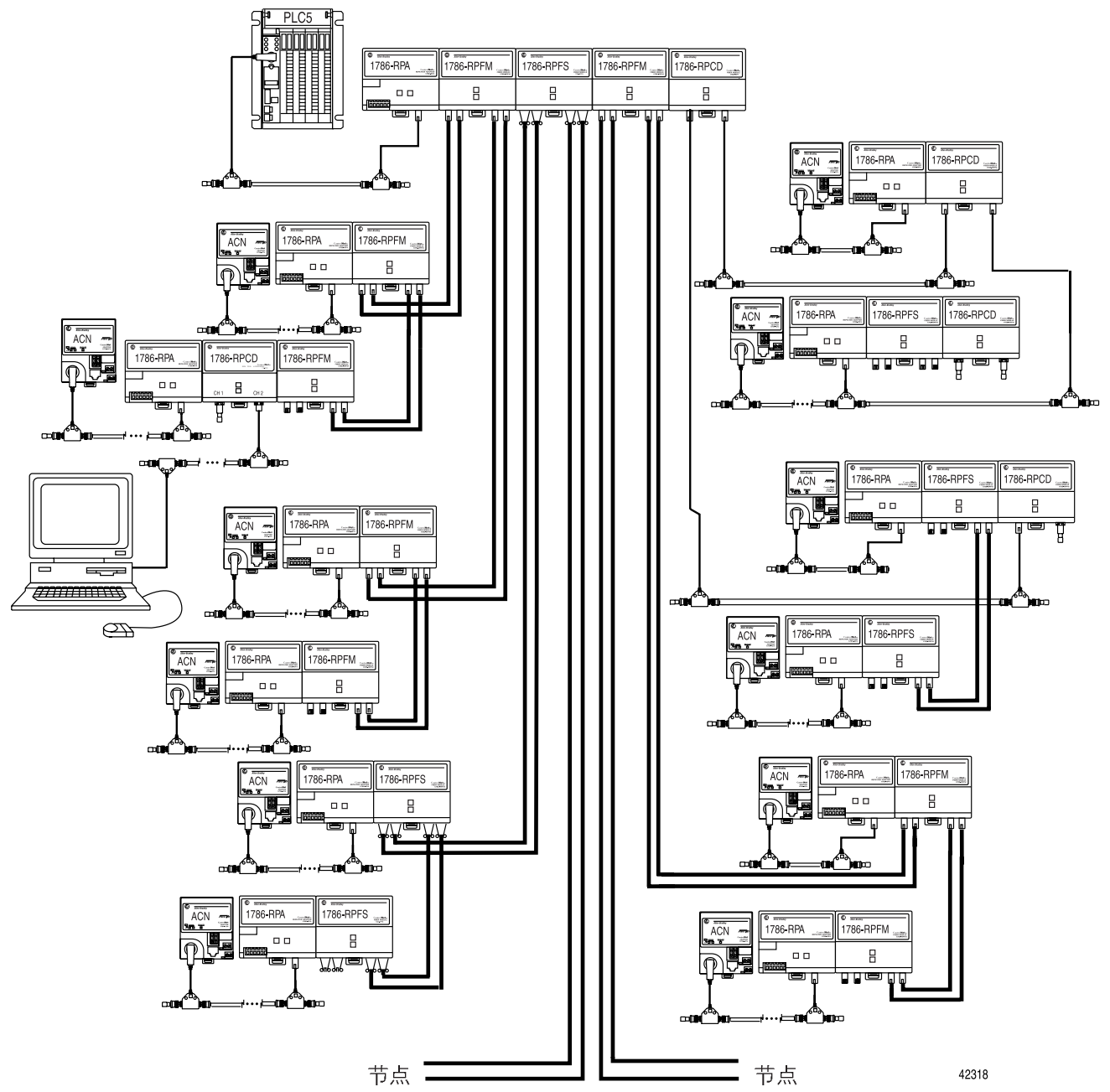
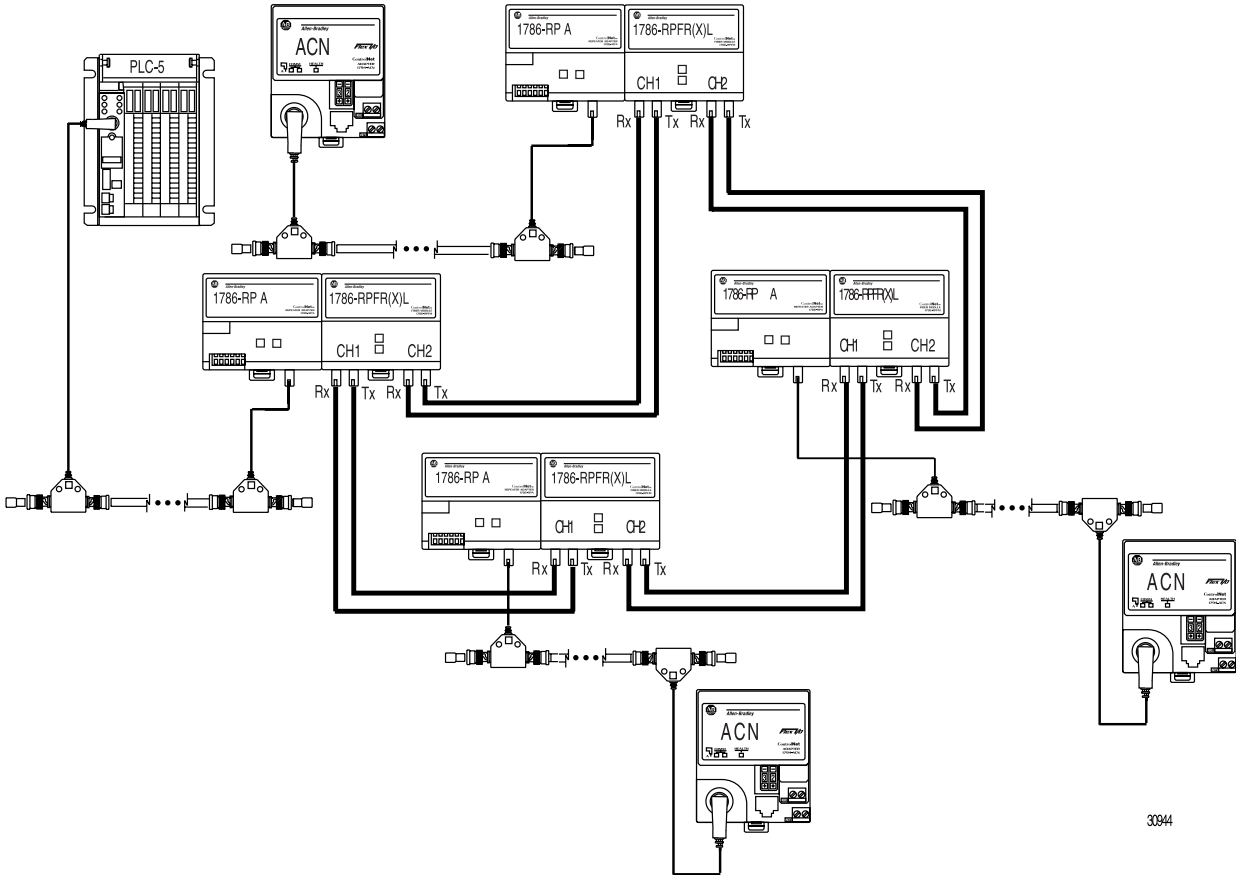
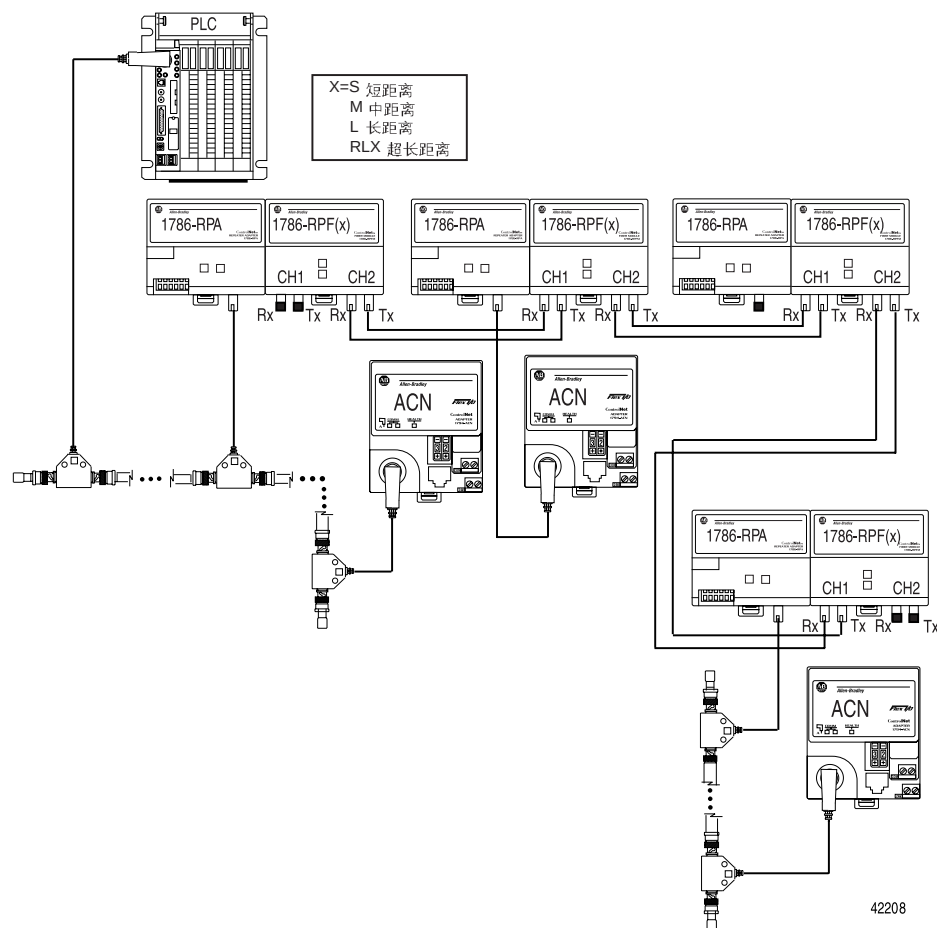


图1.2 环形拓扑





2. 识别ControlNet 光纤介质组件

ControlNet 光纤介质系统由以下组件组成：

- 光缆
- 节点
- 连接器
- 中继适配器
- 光纤中继模块
- 中继器电源

关于这些组件的更多信息请参阅 艾伦-布拉德利ControlNet 电缆系统组件清单，出版号AG-PA002C-EN-P。

3. 规划光纤介质 组件的安装

使用项目规划并生成组件清单可以帮助确定用户应用中需要的组件。

- 确定光纤网段中的节点(分接器)数目
- 确定光纤网段的长度
- 确定光纤和连接器的类型
- 确定需要多少光纤连接器
- 计算最大允许的网段长度
- 确定是否需要附加中继器或同轴电缆网段

4. 安装光纤介质系统

光纤连接器

光纤连接器可以将光缆连接到光纤中继器模块上。目前，所有的光纤中继器都可以使用单膜光纤。短距离的中继器(1786-RPFS)使用V-形针式即插即用型连接器。超过300m的中距离模块使用“ST”类型连接器。更长的距离请使用高质量的光缆和连接器。

本书的规范是用于确定系统所需要的连接器的类型(取决于距离和衰减程度)以及如何连接和终结光缆。

模块类型:	距离:	连接器:
1786-RPFS	0-300m	V形针
1786-RPFM	0-3km	ST
1786-RPFRL	0-10km	ST
1786-RPFRXL	0-20km	ST

尽管终结中距离的光缆需要一些精密的工具，处理起来也需要更为小心，但我们所推荐的终结器套件(Siecor® 终结器套件)还是比较容易使用的。在第6章中我们就以其中一种工具为例，说明了如何终结长距离光纤的基本操作。Siecor套件提供了详细的指导手册，也可以联系参加光纤的培训。

重 要

确保按照制造商的终结器套件的指示进行操作。

我们的测试表明Siecor® 终结器套件可以制作出可重复、高质量的光纤连接。该套件为终结光缆提供了高质量的工具和有效的指导。虽然光缆比同轴电缆精细，但是我们发现一旦你终结好连接器，它就变得和同轴电缆介质一样容易，甚至比同轴电缆更加简单。

基于用户资源和不同网络的需要，用户可能需要与光纤介质专家协商来设计网络，以及决定系统所需的连接器类型及物理连接方式。聘请一位第三方专家来进行网络复查和安装验收就是一个不错的思路。

重 要

多模光纤 MT-RJ连接器将在罗克韦尔自动化将来的产品中用到。

光纤中继集线器

ControlNet使用模块式光纤中继器系统。中继适配器(1786-RPA)连接到同轴电缆介质，并将信号从同轴电缆传输到光纤介质上，本手册中亦称之为适配器。光纤中继模块(1786-RPFS，1786-RPFM，1786-RPFRL，1786-RPFRXL)将信号从光缆传输到下一个中继器，本手册中亦称之为模块。适配器和模块组合起来称为光纤中继器。

重 要

中继适配器(1786-RPA)在本手册中亦称为适配器，光纤中继模块(1786-RPFS，RPFM，RPFRL，RPFRXL)在本手册中亦称为模块。

光纤中继器

光纤中继器包含了一个光纤中继适配器和1-4个中继模块(1786-RPFS，RPFM，RPFRL，RPFRXL)。使用光纤中继器可延长网段的总长度。用户可创建一个星形的配置，(从一点引出多个方向)。中继器的数量和总的缆线长度取决于网络的拓扑结构。您还可使用光纤中继器将系统扩展到防爆场合。

注 意



必须使用为防爆场合特殊设计的产品。可以使用为防爆场合设计的产品从非防爆场合连接到防爆场合。防爆场合需要特殊设计的产品。

若用户要将光纤用于本安区域，请与当地的安全部门协商。对于防爆场合，用户需要为本安区域特殊设计的产品，请参照出版物CNET-IN003A-US-P，《ControlNet Ex介质规划和安装手册》。

在串联情况下，可以使用的中继器(1786-RPFS，RPFM，RPFRL，RPFRXL及同轴电缆1786-RPCD)的数量最大为5，网段数最大为6。

图1.4 基本光纤环网拓扑

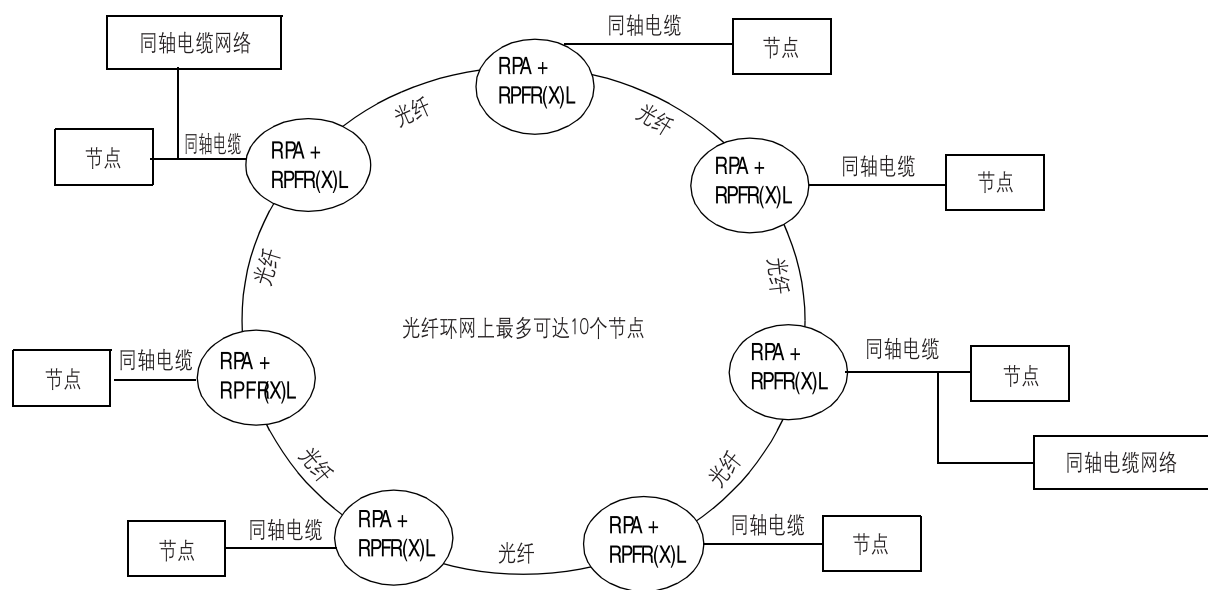
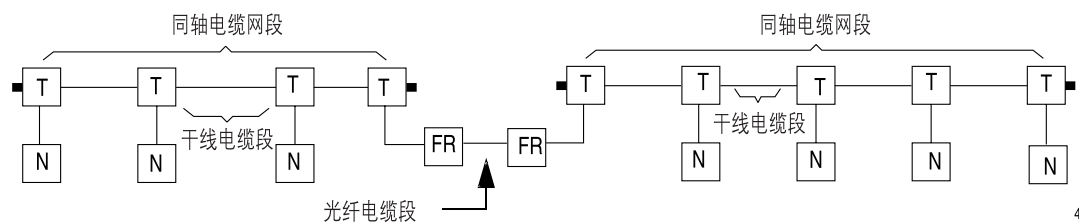


图1.5 利用光纤中继器创建一个新网段



41327

当用户在系统中加入一个光纤中继器，就添加了一个网段。新网段的分接器数量及总的缆线长度同样是受约束的。

5. 为RSNetworx提供数据

用户可以利用RSNetworx for ControlNet 来测试系统是否符合网络参数要求。基于用户系统规划要求(NUT,SMAX,UMAX及最大网络延时), RSNetwox会为用户规划的网络进行参数计算。参数计算完成后, 软件会告诉你用户规划的网络配置是否可行。若网络配置不可用, 则用户需调整规划的网络要求。

6. 终结光缆

终结光缆是在光纤上添加光纤连接器的重要过程。光缆的终端必须有光纤连接器。若一段光缆和连接器不用了, 则必须未连接的终端光缆末端安装防尘帽。

罗克韦尔自动化提供短距离(0-300m)的光纤终端套件。中距离、长距离以及超长距离(>300m)的缆线需要在现场进行终结。参见2-6页的缆线、连接器类型清单及目录号。如需要ControlNet介质组件清单，请参阅出版物AG-PA002C-EN-P。

MT-RJ是最新的连接器技术，比目前ST类型连接器提供更为紧凑的连接器成组。ST连接器支持多模光纤并且与罗克韦尔自动化的中距离光纤模块，环形光纤模块，及中继器产品兼容。

我们用Corning缆线系统套件(Corning Cable System kit)演示了如何制作可靠的、一致的高质量光纤连接器和终结器。该套件也可用于我们以后生产的MT-RJ连接器，像连接子卡等以及罗克韦尔自动化的EtherNet/IP产品。

重 要

为了达到最好的效果，请使用为光纤设计的显微镜。

注 意

不要直接正视光纤！这样会伤害你的眼睛。



UniCam连接套件可以连接MT-RJ连接器也可以连接ST连接器。操作过程和另外一种使用UniCam套件的Corning线缆系统连接器相似。用户可从当地分销商处获得不同套件的详细信息。

终结线缆

重 要	请严格遵照光纤终结器套件的指示操作。
---------------	--------------------

- 1. 整理终结器套件工具
- 2. 参照规划，确定有足够的工具制作连接器和终结所有光纤终端
- 3. 按照终结器套件的指导进行操作
- 4. 在未使用的连接器端安装终端帽，或将连接器连到中继器模块上。

7. 为网络供电

光纤模块的电源来自适配器模块。

- 1. 将光纤模块插入到DIN轨道中即可连接到ControlNet网络。请参照光纤模块提供的安装指示进行安装。
- 2. 将光纤模块安装到中继适配器上。
- 3. 为中继适配器连接24V电源。

重 要	适配器上电前请确认所有中继器模块已可靠安装。否则可能导致适配器和模块损坏。
---------------	---------------------------------------

DIN导轨务必正确接地。详细信息参照随DIN导轨提供的指示。

8. 测试光纤连接和网段

目前市场上没有测试短距离光纤连接器的产品，不过有许多测试中、长距离的光纤测试产品。

9. 检验网络

用户可以用RSNetworkx for ControlNet来检验系统是否符合网络的参数要求。

1. 在线并浏览网络。
2. 查找故障节点。
3. 查找超出距离限制的网段。
4. 执行检测单个网段的程序。
5. 执行检测多个网段的程序。
6. 执行检测整个网络的程序。

下一步?

现在用户已经对ControlNet光纤系统有了总体的了解，到第2章可了解光纤系统的概貌，第3章开始规划用户网络。

ControlNet光纤系统概述

本章内容

阅读本章可以熟悉ControlNet光纤系统。以下表格描述了本章的内容以及在什么地方可以找到特定的信息。

主题:	页码:
理解光纤介质系统	2-1
ControlNet光纤介质组件	2-3
ControlNet光纤介质系统包含的组件:	2-3
ControlNet光纤介质组件	2-3
确定拓扑形式	2-5

理解ControlNet光纤 介质系统

ControlNet光纤介质系统为用户的特殊应用提供了灵活的通信网络。为了充分利用系统的灵活性，用户在订购硬件之前应当花足够的时间来规划网络安装。光纤介质应用主要是用于增长距离和隔离网段。

光纤介质具有许多优于传统铜质电缆的优点。由于光纤介质以光脉冲的形式在玻璃或塑料纤维中传输数字信息，它可以避免很多铜质电缆应用中的问题。与同轴介质相比光纤介质具有抗电磁干扰(EMI)、体积小重量轻的特点和优点。请参照第2章对光纤介质系统的特点与优点的详细解释。利用下面的图表和术语来理解ControlNet光纤介质系统。

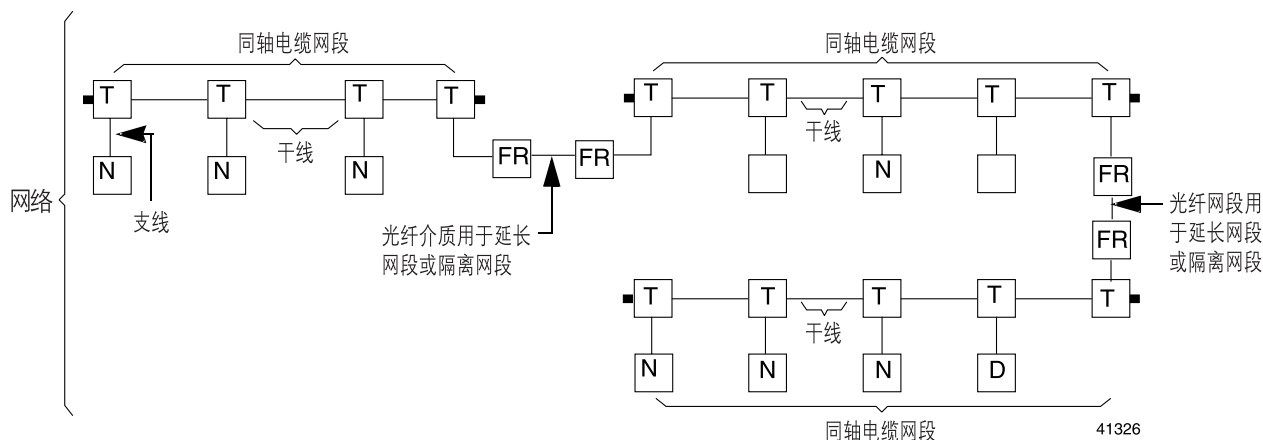
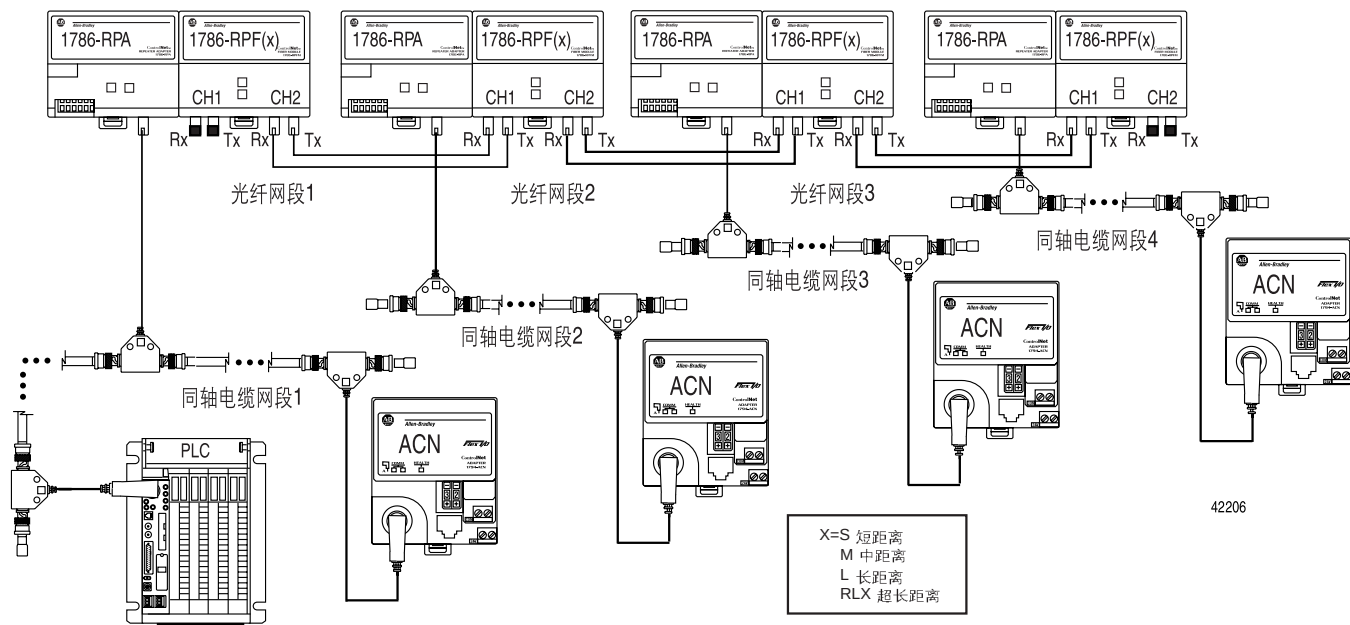


表2.A 网络术语

术语：	代表意义：
同轴电缆中继器 CR	• 一个有两端口的有源物理层组件，它能把一个同轴电缆网段上获得的所有信息传输和再现到另一个同轴电缆网段上
同轴电缆网段	• 通过分接器连接并且两端带有终结器的不含中继器的干线电缆段
光纤段	• 连接两个光纤中继模块的光纤缆线
光纤中继器 FR	• 包括一个光纤中继器模块和光纤适配器组件，它能把一个光纤或同轴电缆网段上获得的所有信息传输和再现到另一个光纤或同轴电缆网段上
节点 N	• 任何一个连接到网络电缆上的物理设备都要求一个唯一的网络地址才能正常发挥其功能--一个链路最多容纳99个节点，这个地址必须是在1-99的范围内，且在所在链路上必须是唯一的。
链路	• 节点的集合，每个节点具有唯一地址标号，范围从1到99
网络	• 互相连接的所有节点的集合 • 任意一对设备的连接路径可以包括中继器和网桥
分接器 T	• 设备和ControlNet介质间的连接器
分接器终结器 (虚拟负载) D	• 用于尚未安装节点的支线分接器终结的虚拟负载
终结器 ■	• 一个装有75Ω阻器的BNC 标准插头
干线电缆段	• 任两个分接器间的电缆段长度

图2.1 拓扑实例：点对点



ControlNet光纤
介质组件

ControlNet光纤介质系统由以下组件构成：

- 光缆
- 节点
- 连接器
- 中继适配器
- 光纤中继模块
- 中继器电源

下面的表格列出了可用于光纤介质系统的光缆、连接器以及中继器。详细信息及其他ControlNet产品和支持，请参照出版物AG-PA002C-EN-P：ControlNet介质组件清单。

表 2.B 光纤介质产品

产品:	目录号:	描述:
中继器		
中继适配器	1786-RPA	中继器的适配器部分
短距离光纤模块	1786-RPFS	适配器距离• 300m时使用的光纤模块
中距离光纤模块	1786-RPFM	适配器距离• 3km时使用的光纤模块 ⁽²⁾
长距离光纤模块	1786-RPFRL	适配器距离• 10km时使用的光纤模块
超长距离光纤模块	1786-RPFRXL	适配器距离• 20km时使用的光纤模块
本质安全中继适配器	1797-RPA ⁽¹⁾	用于有爆炸危险或易爆气体场合的适配器
本质安全中距离模块	1797-RPFM ⁽²⁾	用于有爆炸危险或易爆气体场合的模块
1786-RPFS 适用的光缆		
1786-RPFS 10m光缆组件	1786-FS10	适用于RPFS模块的200y HCs的10m预终结光缆段
1786-RPFS 20m光缆组件	1786-FS20	适用于RPFS模块的200y HCs的20m预终结光缆段
1786-RPFS 60m光缆组件	1786-FS60	适用于RPFS模块的200y HCs的60m预终结光缆段
1786-RPFS 100m光缆组件	1786-FS100	适用于RPFS模块的200y HCs的100m预终结光缆段
1786-RPFS 200m光缆组件	1786-FS200	适用于RPFS模块的200y HCs的200m预终结光缆段
1786-RPFS 300m光缆组件	1786-FS300	适用于RPFS模块的200y HCs的300m预终结光缆段
光纤连接器		
1786-RPFS 光纤连接器套件	1786-FSKIT	内有10个蓝色V-pins™, 10个黑色V-pins™, 10个外壳
短距离工具		
终结器套件	1403-NTOL	短距离光纤连接器套件
剥线工具	1403-N13	替代工具
锥形连接套件	1403-N11	连接工具
单工光纤拉线器	1403-N12	适配器

(1) 有关本安光纤中继器的规划和安装的详细情况请参照1797-6.2.1, ControlNet 本安(EX) 介质规划及安装手册

(2) 最大光纤距离取决于光纤网段的信号衰减及光纤和连接器的质量

确定拓扑结构

光纤介质的主要用途是延长网段或进行网段隔离。应用光纤介质的第一步是分析你的应用，确定现有的或新的网络的拓扑结构。这样就可以确定需要使用哪种网络拓扑结构。

以下图表举例说明了应用ControlNet光纤介质系统时用到的各种不同的网络拓扑结构。详细举例和说明请参阅第3章。

图2.2 星形拓扑

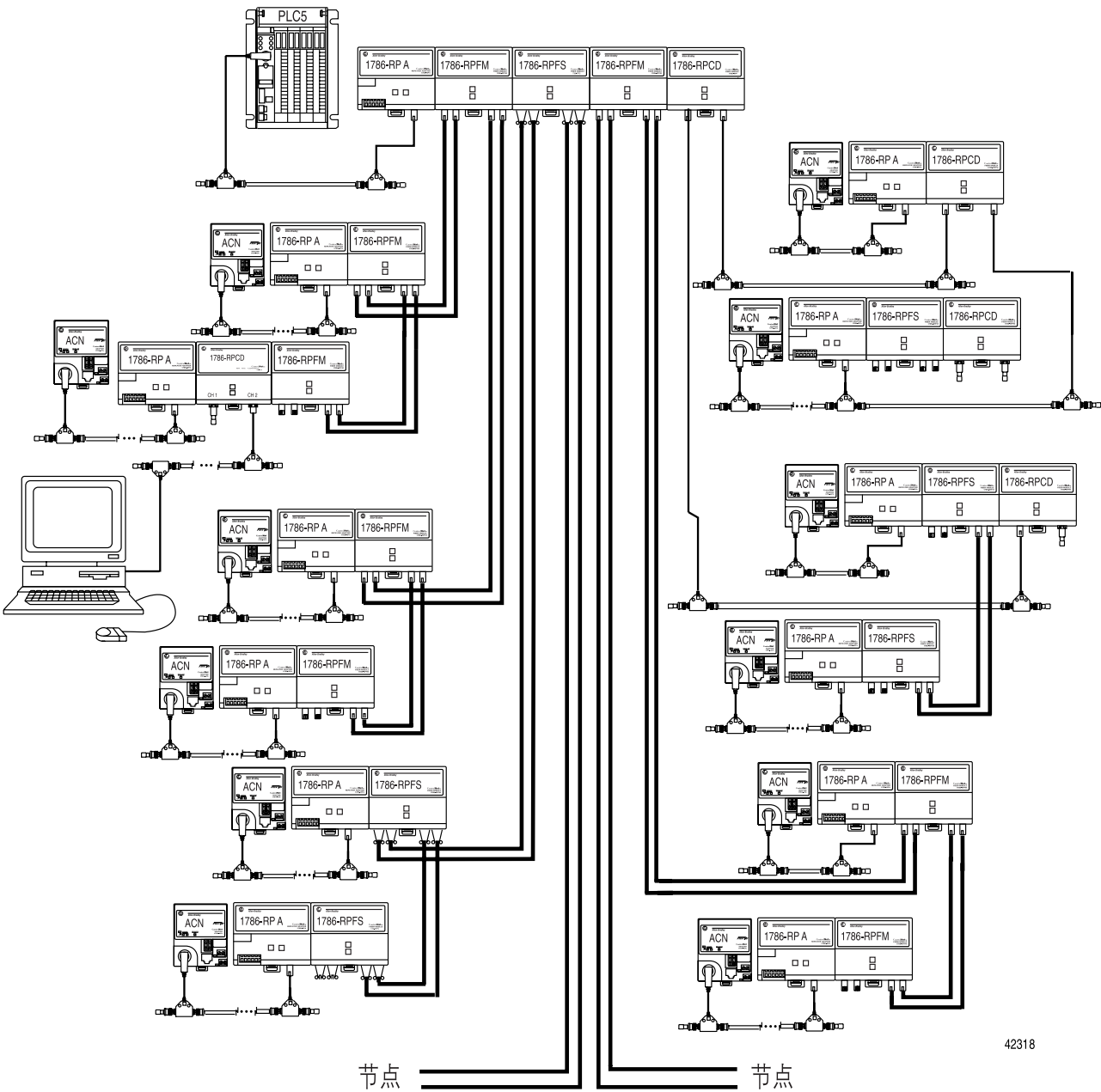
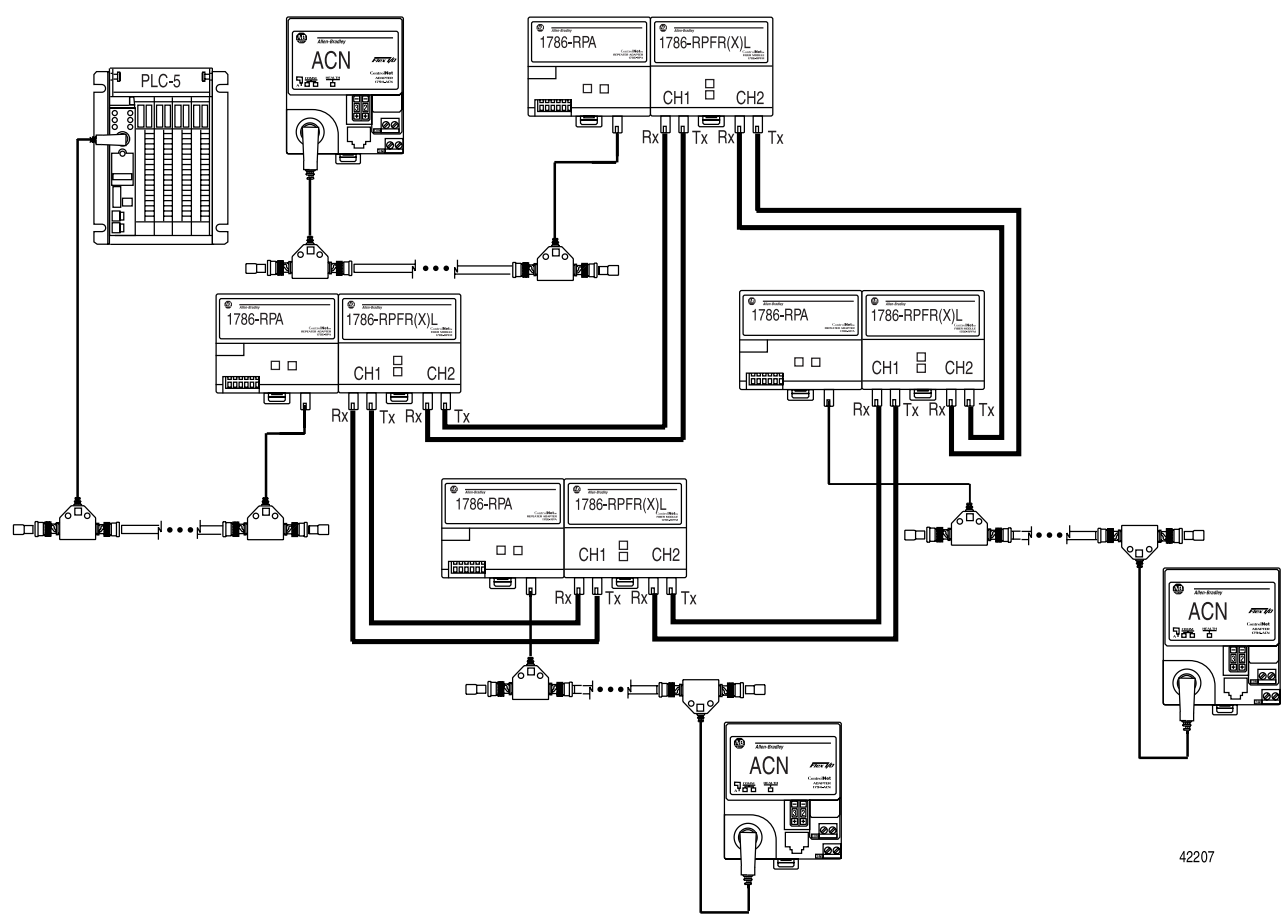


图2.3 环形拓扑

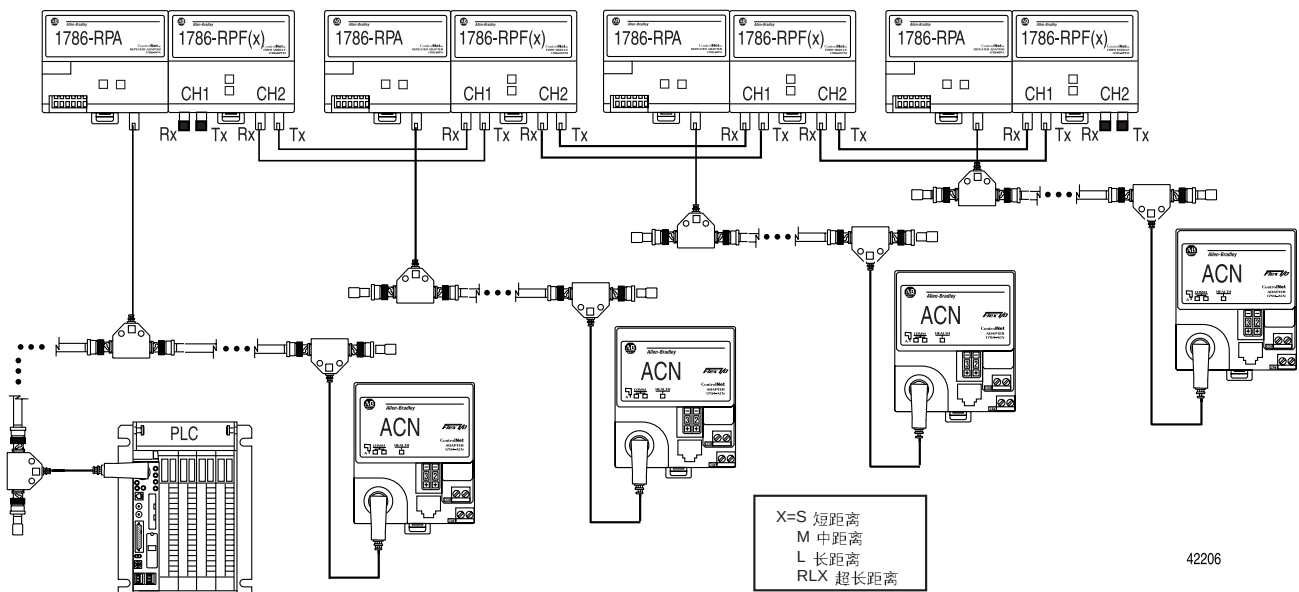
当你需要在终端单元或主干线网段上添加“光缆连接”时，可以使用环形拓扑结构。用1786-RPFR/L/XL中继器实现冗余连接，并且具有高度可靠性。两个1786-RPFR/L/XL中继器之间的任意一根光缆出错不会影响网络的通信。中继器检测到一根光缆出现故障时，该端口的绿灯会熄灭，并以红灯指示故障。我们建议用户以不同的路线安装两个光纤通道的两条光缆。



点对点拓扑

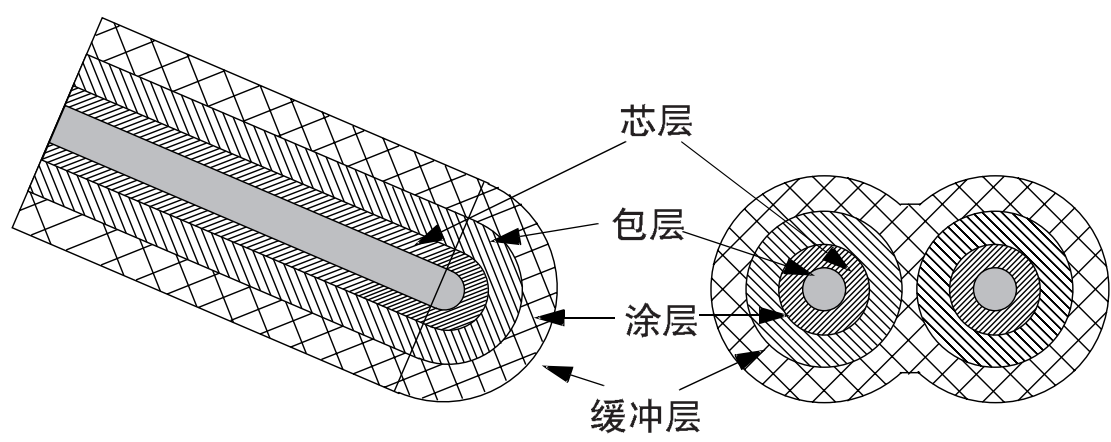
点对点有时也称为总线。点对点方式只能从一个光纤模块传输到另一个相似的模块。例如，不能从一个中距离模块传输到一个短距离模块上。

图2.4 点对点拓扑



光缆

光缆有三个主要组成部分，缓冲层和涂层，包层，以及芯层。请参照下图光缆的剖视图。



光缆组成部分:	描述:
缓冲层和涂层	缓冲层和涂层是包在玻璃纤维外面的物质。用于保护光纤不受物理损坏。
包层	包层是进行内部反射的物质，这样光脉冲才会经过整条光纤而不会透到光纤外。
芯层	芯层是光纤中以光脉冲形式传送信息的柱形介质。

光纤连接器

光纤连接器将光缆连接到光纤中继器模块。中距离光纤中继器使用“ST”型的连接器，短距离的光纤中继器使用V－针形连接器。短距离光纤连接器在工厂已经进行终结，只须将连接器插入到中继器中即可。中距离光纤的终结现在就和同轴电缆一样方便。利用精致的终结套件，通过一些练习，用户可以像同轴电缆一样简便地制作光纤连接器。具体信息请参照第6章。

光纤中继集线器

ControlNet使用模块式光纤中继器系统。中继适配器(1786-RPA)连接器连接到同轴电缆上，并将同轴电缆上的信号传送到光纤中继器模块，本手册中称之为适配器。光纤中继器模块(1786-RPFS，RPFM，RPFRL，RPFRXL)将信号通过光缆传送到网络上的另一个光纤中继器，本手册中称之为模块。适配器和中继器组合成为光纤中继器。

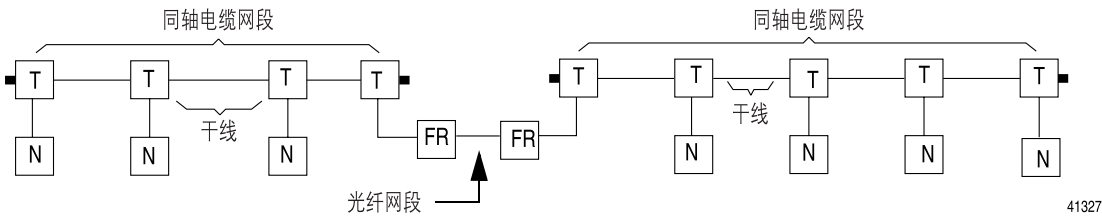
重 要	中继适配器(1786-RPA)在本手册中都称为适配器。光纤中继器模块(1786-RPFS，RPFM，RPFRL，RPFRXL)在本手册中都称为模块。
---------------	--

光纤中继器

光纤中继器由一个中继适配器(1786-RPA)和1-4个光纤中继器模块(1786-RPFS, RPFM, RPFRL, RPFRXL)组成。用户可以将光纤中继器作为从非防爆区域的防爆区域链路。防爆区域需要使用特殊设计的产品。请参照1797系列产品。

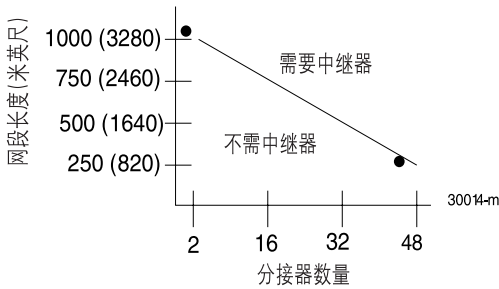
光纤中继器用于延长网段的总长度，或创建星形的结构(从一点向多个方向发射)。光纤中继器的数量和光纤的总长度是网络拓扑结构决定的。也可以用光纤中继器穿越防爆区域。有关防爆区域的应用的详细信息请参照CNET-IN003A-US-P。

中继器的总数量最大是5个，即6个网段。关于更多的网络距离的限制请参照CNET-IN002A-US-P，ControlNet同轴电缆介质规划及安装手册。



在介质系统中加入一个光纤中继器即是创建了一个新的网段。在新网段中分接器数量缆线长度的约束同样有效。

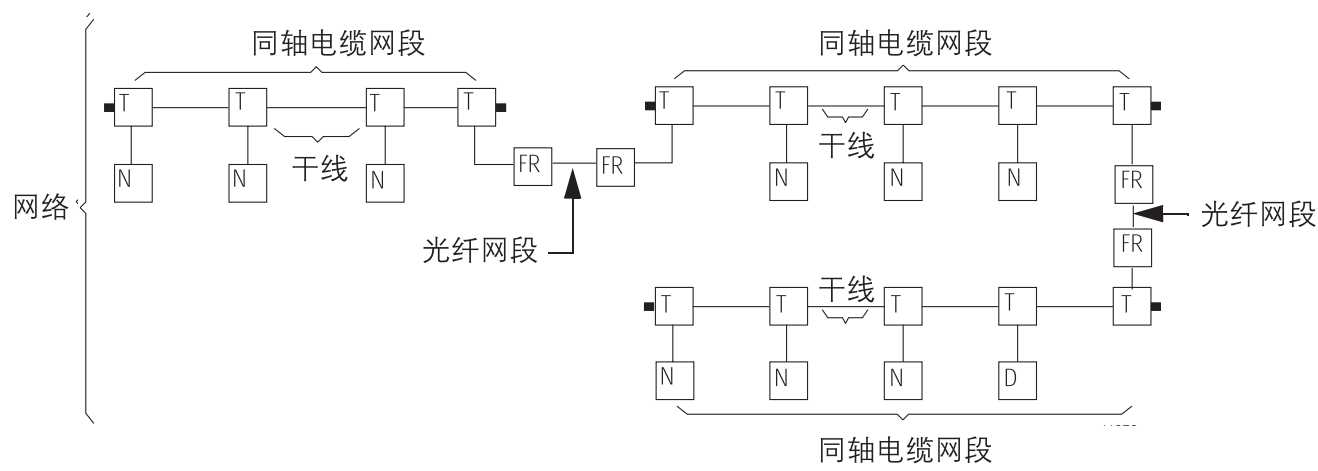
最大允许网段长度 =
 $1000\text{m (3280ft)} - 16.3\text{m (53.4ft)} \times [\text{分接器数量} - 2]$



基本网络示例

网络是用光纤中继器连接的网段的集合，网段由节点组成。

图 2.6 ControlNet 拓扑示例



配置带有中继器的链路

当你配置带有中继器的链路时，可以以以下 3 种方式中的一种来安装：

中继器安装方式：	参照：
串联	2-11
并联	2-12
串并联混合	2-13

重 要

中继器可以安装在网段中的任何一个分接器上。

注 意



最大的系统长度是基于任意两个节点间的距离。系统最大的缆线长度只受限于距离最长的两个节点的距离。

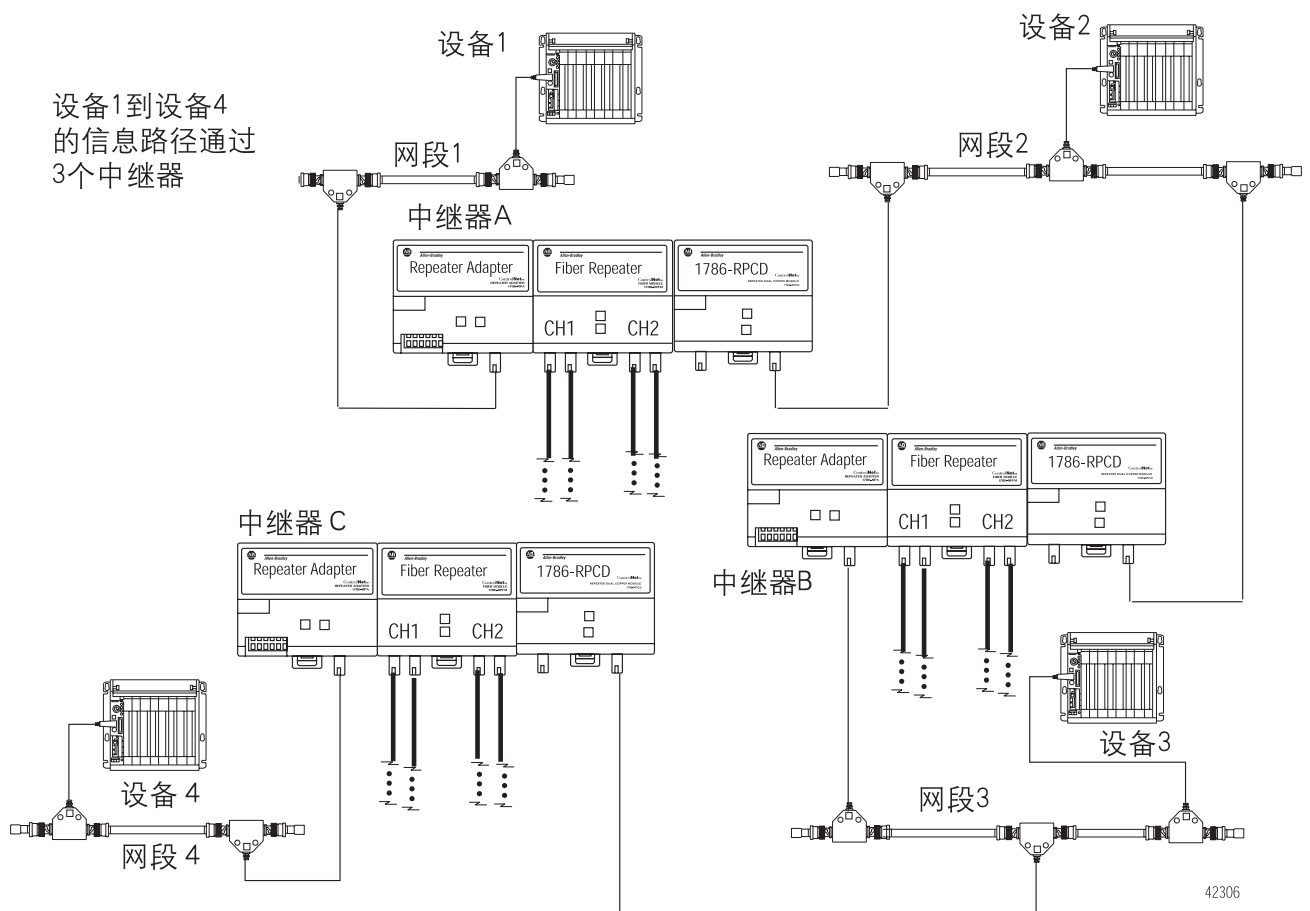
串联安装中继器

以并联方式安装完中继器后,利用ControlNet网络管理软件(RSNetworkx for ControlNet)来检验系统配置是否可行。系统规模受限于并联的最大中继器数量和两个节点间的介质长度。

例如: 点对点 and 星形拓扑混合

- 网段1和网段4每段有2个分接器每段长= 1000m (3280英尺)
- 网段2和网段3每段有3个分接器每段长= 983.6m (3226.6英尺)
- 链路总长度= 3967.4 m (13,013.2英尺)
- 3个中继器(A,B,C)为串联。

图 2.7 串联中继器



并联安装中继器

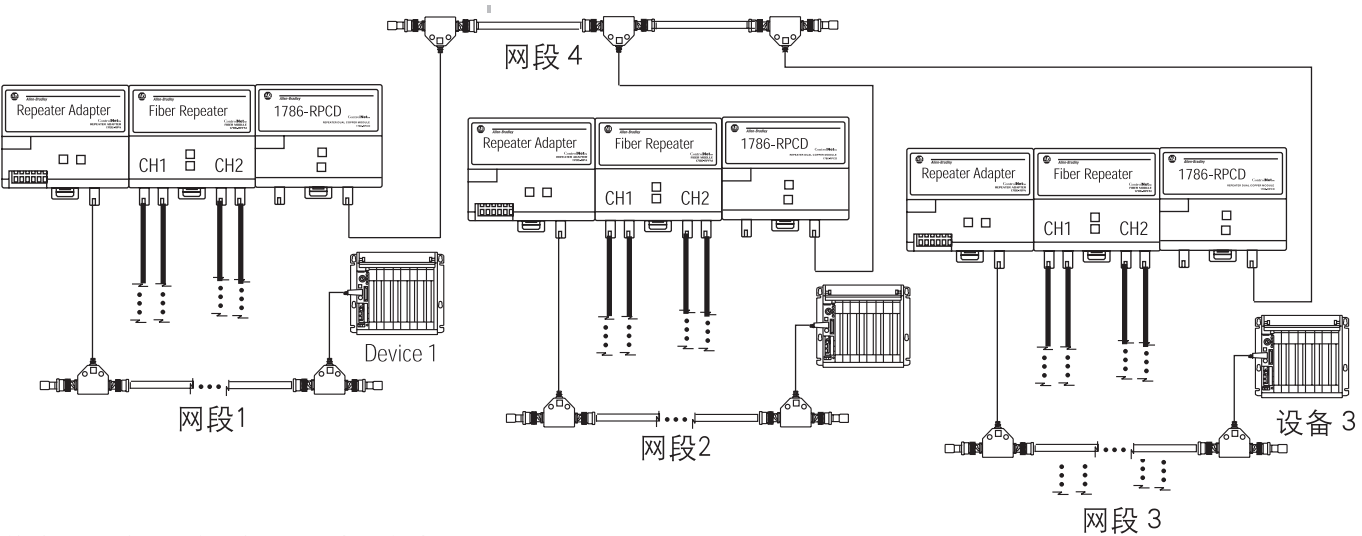
并联安装中继器时每个网段最多可以安装 **48** 个中继器（250m 网段的最大分接器数量）。

如果用户的链路配置为并联安装中继器，则每个连接在网络干线上的中继器可以看作是一个网段，另一个中继器可以看作是并联的网段。

在下面的示例中，网段 1 只作为一个中继器分接器（与分解器连接的节点相似）。其他中继器分接器依次表示到最大的网段 4。

- 例如：
- 网段 4 长度为 983.7m(3226.6 英尺)
 - 网段 1、2、3（如果每个网段上的节点数相同）每段最多可以连接 33 个节点（一个链路上最多可以由 99 个连接器，不包含中继器）。
 - 网段 1、2、3 如果有 33 个节点，则不能超过 478.4m（1571.2 英尺）

图 2.8 并联安装中继器



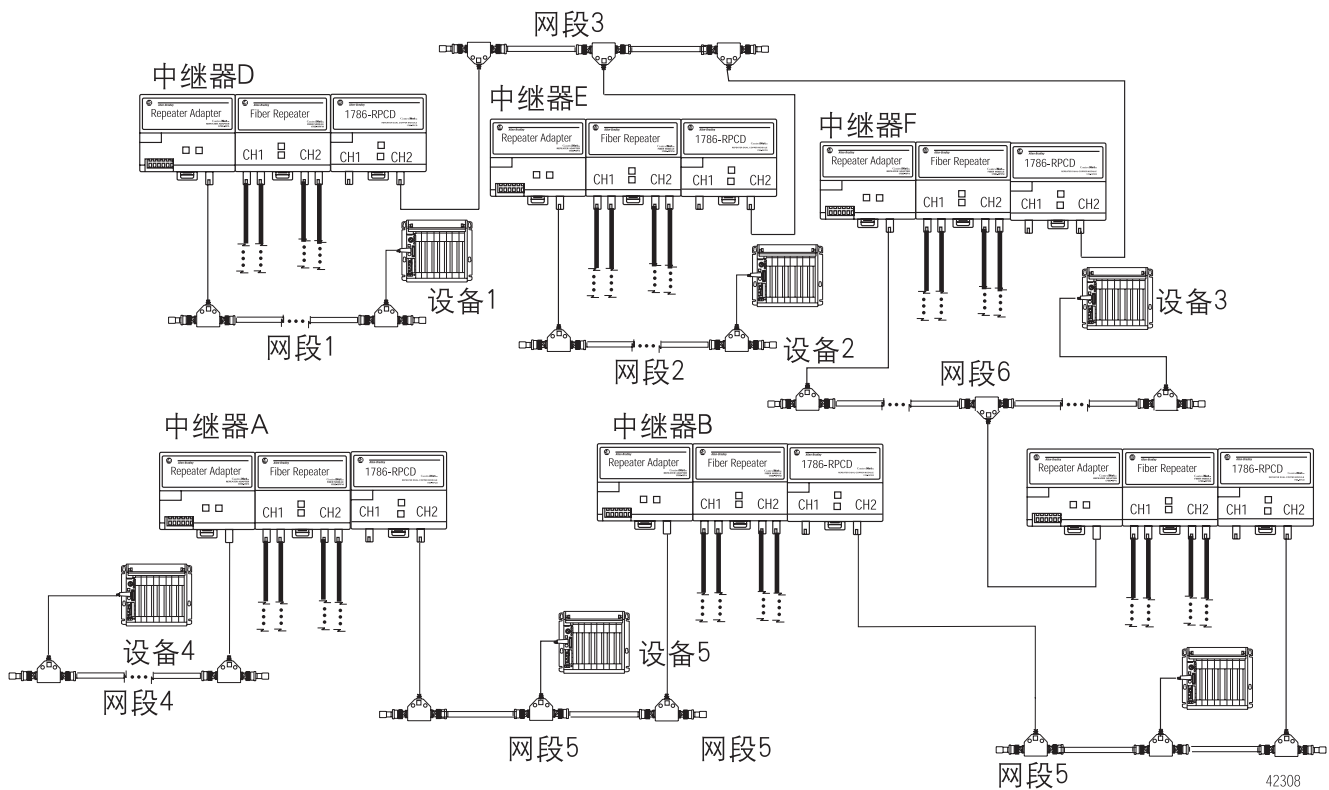
信息从设备 1 到设备 3 经过 2 个中继器
信息从设备 3 到设备 3 经过 2 个中继器

串并联混合安装中继器

用户可以按照第 3 章的指导以串并联混合的方式安装中继器。如果使用了混合的拓扑结构（串联和并联），就必须用 **ControlNet** 网络管理软件（**RSNetworx**）来校验最大的中继器数目和最大介质长度。

- 如果网络中以串并联混合的方式安装中继器，则必须计算网段上所有分接器和中继器。
- **ControlNet** 链路中，任意两个节点之间只能有一个路径。两个网段之间不允许有多个中继器连接。

图 2.9 串并联混合安装中继器



下一步

当用户浏览并对 **ControlNet** 光纤介质系统有了一般的了解，转到第 3 章，开始为用户的特殊网络要求规划设计一个 **ControlNet** 光纤介质系统。

规划 ControlNet 光纤介质系统

本章内容

通过阅读本章来开始规划 ControlNet 光纤介质系统应用。以下表格描述了本章的内容以及在什么地方可以找到特定的信息。

主题:	参照:
制定一个规划	3-1
选择拓扑结构	3-2
确定拓扑结构的约束条件	3-3
点对点拓扑	3-4
星形拓扑	3-5
冗余拓扑	3-6
环形拓扑	3-7
不正确的拓扑配置	3-8
同轴电缆网段约束条件	3-9
光缆网段约束条件	3-10
根据距离要求选择模块类型	3-10
计算线缆长度	3-10
200 微米 HSC 光缆	3-11
确定衰减等级	3-13
确定衰减等级	3-13
确定传输延时	3-19
网络参数要求	3-24

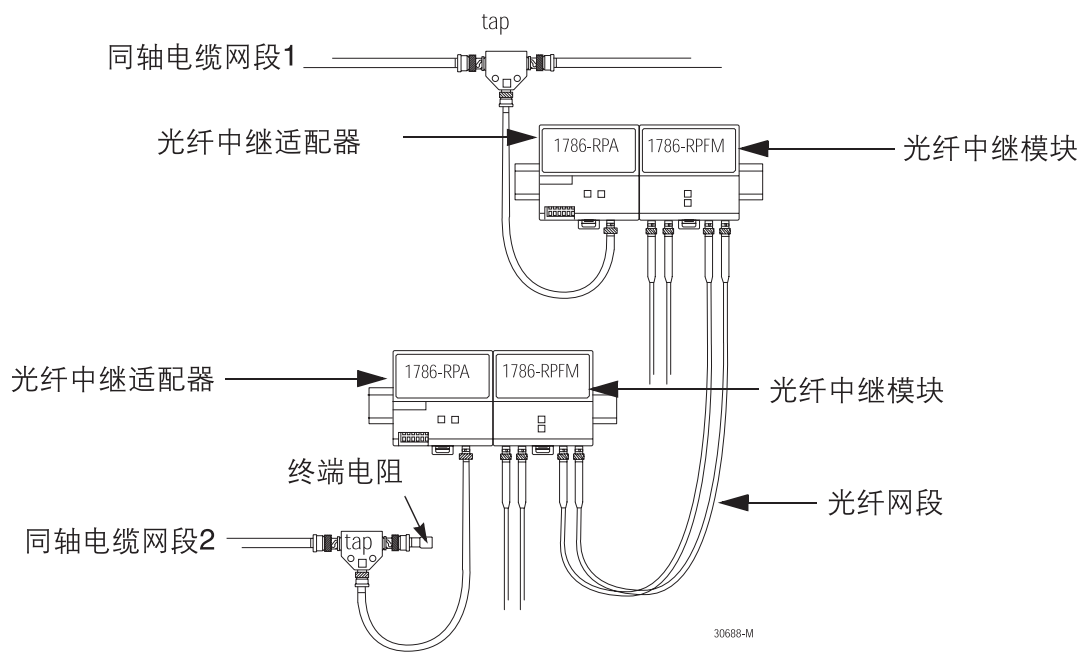
制定一个规划

ControlNet 可以用光纤链路来增加网络距离或在高噪声环境下进行电气隔离。在不同建筑物中使用相互连接的设备时，我们强烈推荐使用光纤链路以避免雷击问题。

点对点和星形拓扑结构可以采用标准的光缆。光纤中继适配器与同轴电缆的连接必须使用标准的分接器。每个中继适配器最多可直接连接 4 个光纤模块，每个模块有 2 个光纤连接端口。每个端口需要 2 个光纤连接器，一个用于接收（Rx）、另一个用于传输（Tx）信号。点对点连接两

个同轴电缆网段的基本方式是用2个光纤中继器模块和2个光纤模块, 如下图所示。

图 3.1 光纤介质基本拓扑



这种形式等同于使用同轴电缆中继器。但光缆的通信距离要远大于同轴电缆介质。

选择拓扑结构

用户可以选择以下的拓扑结构:

- 点对点或总线
- 星形
- 冗余
- 环形

确定拓扑结构的 约束条件

下表是确定拓扑结构约束条件的示例。

表 3.A 拓扑结构约束条件

约束条件:	例如:
两个节点之间只允许有一条链路	在 2-11 的图 2.7 中, 设备 1 到设备 3 只有一条链路。
网络上最多允许 99 个节点	N/A
最多只能串联 5 个中继器	如 2-13 页中图 2.9, 设备 1 到设备 5 之间的链路。
同轴电缆网段的约束 (分接器及干线电缆段)	见 2-3 页的图表。
光纤网段的功率损耗预算	见 3-10 页。
网络传输的最大延时	见 3-19 页。
网络参数要求	使用 RSNetwox 来校验网络拓扑结构

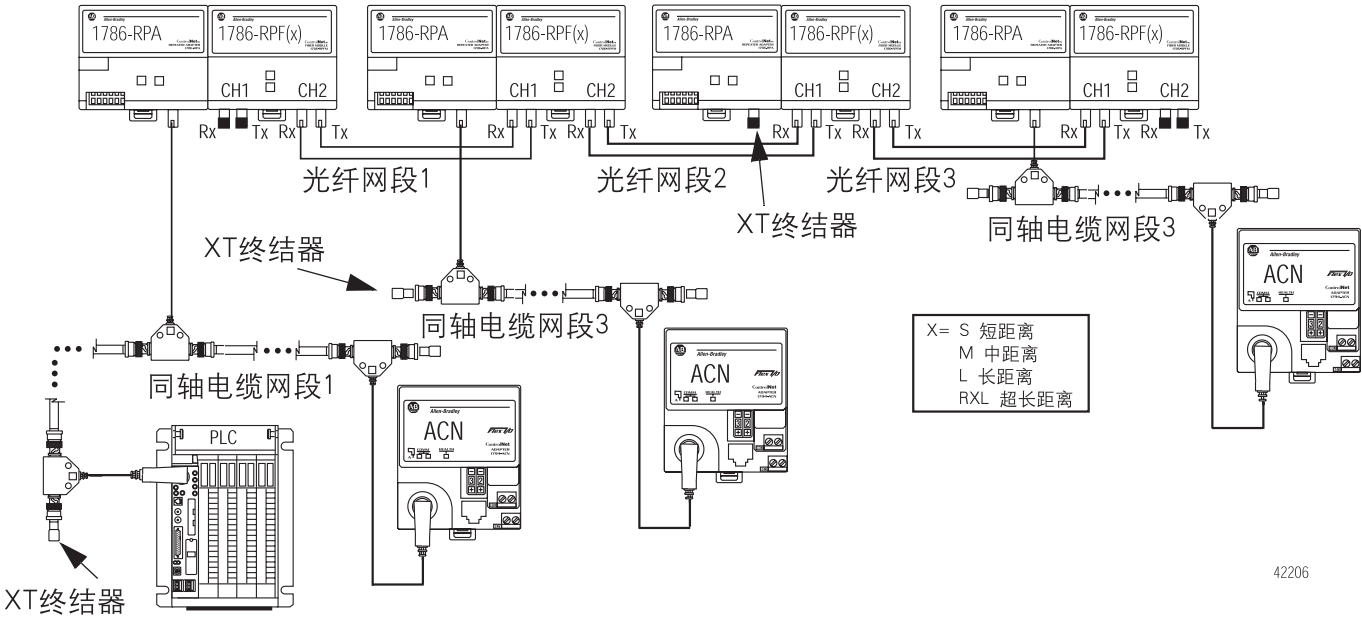
计算网络

请参照以下示例进行 ControlNet 系统设计。

点对点拓扑

以下网络示例解析了点对点拓扑结构。

图 3.2 点对点拓扑结构



42206

重 要

同轴电缆网段上不要求必须安装节点。如果只是用中继器进行扩展，则在光纤中继适配器上的 BNC 同轴电缆连接器安装 75Ω 的终结器（1786-XT）。所有未连接到同轴电缆网段的中继器都必须安装终结器。

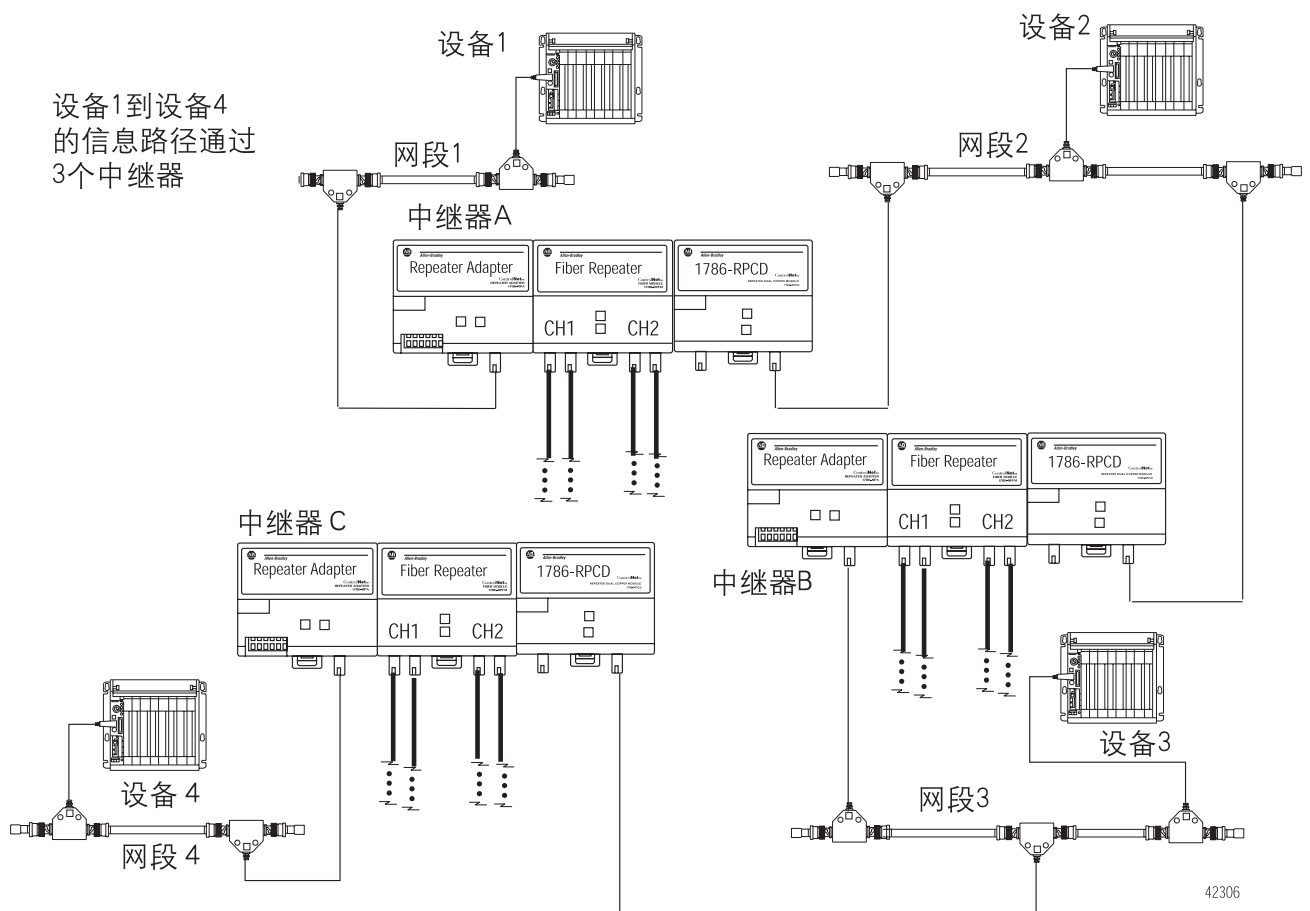
串联安装中继器

以并联方式安装完中继器后,利用ControlNet网络管理软件(RSNetworkx for ControlNet)来检验系统配置是否可行。系统规模受限于并联的最大中继器数量和两个节点间的介质长度。

例如：点对点 and 星形拓扑混合

- 网段1和网段4每段有2个分接器每段长=1000m (3280英尺)
- 网段2和网段3每段有3个分接器每段长=983.6m (3226.6英尺)
- 链路总长度=3967.4 m (13,013.2英尺)
- 3个中继器(A,B,C)为串联。

图 2.7 串联中继器



并联安装中继器

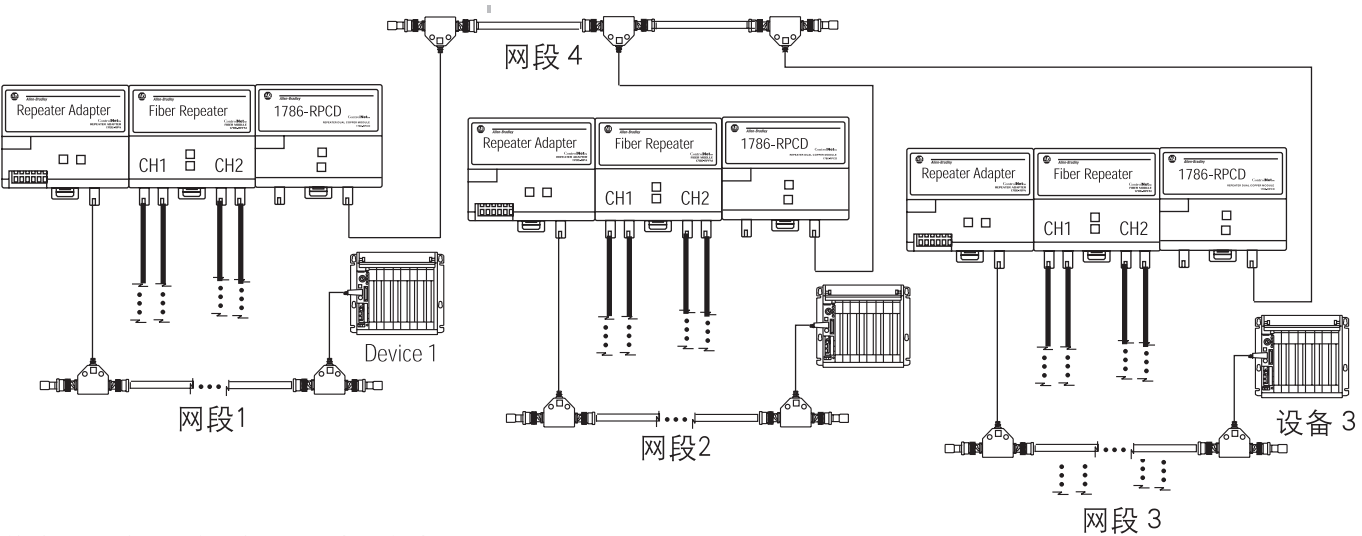
并联安装中继器时每个网段最多可以安装 **48** 个中继器（250m 网段的最大分接器数量）。

如果用户的链路配置为并联安装中继器，则每个连接在网络干线上的中继器可以看作是一个网段，另一个中继器可以看作是并联的网段。

在下面的示例中，网段 1 只作为一个中继器分接器（与分解器连接的节点相似）。其他中继器分接器依次表示到最大的网段 4。

- 例如：
- 网段 4 长度为 983.7m(3226.6 英尺)
 - 网段 1、2、3（如果每个网段上的节点数相同）每段最多可以连接 33 个节点（一个链路上最多可以由 99 个连接器，不包含中继器）。
 - 网段 1、2、3 如果有 33 个节点，则不能超过 478.4m（1571.2 英尺）

图 2.8 并联安装中继器



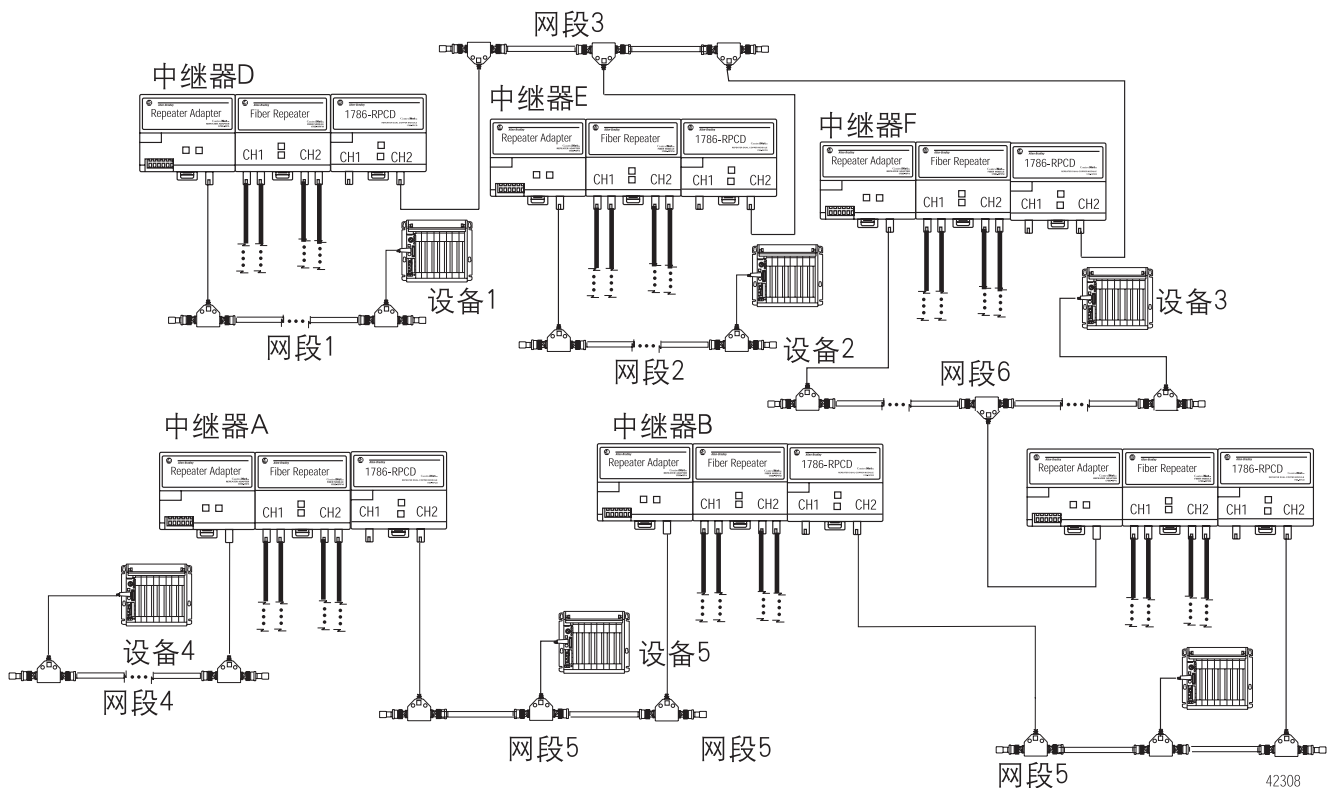
信息从设备 1 到设备 3 经过 2 个中继器
信息从设备 3 到设备 3 经过 2 个中继器

串并联混合安装中继器

用户可以按照第 3 章的指导以串并联混合的方式安装中继器。如果使用了混合的拓扑结构（串联和并联），就必须用 **ControlNet** 网络管理软件（**RSNetworx**）来校验最大的中继器数目和最大介质长度。

- 如果网络中以串并联混合的方式安装中继器，则必须计算网段上所有分接器和中继器。
- **ControlNet** 链路中，任意两个节点之间只能有一个路径。两个网段之间不允许有多个中继器连接。

图 2.9 串并联混合安装中继器



下一步

当用户浏览并对 **ControlNet** 光纤介质系统有了一般的了解，转到第 3 章，开始为用户的特殊网络要求规划设计一个 **ControlNet** 光纤介质系统。

规划 ControlNet 光纤介质系统

本章内容

通过阅读本章来开始规划 ControlNet 光纤介质系统应用。以下表格描述了本章的内容以及在什么地方可以找到特定的信息。

主题:	参照:
制定一个规划	3-1
选择拓扑结构	3-2
确定拓扑结构的约束条件	3-3
点对点拓扑	3-4
星形拓扑	3-5
冗余拓扑	3-6
环形拓扑	3-7
不正确的拓扑配置	3-8
同轴电缆网段约束条件	3-9
光缆网段约束条件	3-10
根据距离要求选择模块类型	3-10
计算线缆长度	3-10
200 微米 HSC 光缆	3-11
确定衰减等级	3-13
确定衰减等级	3-13
确定传输延时	3-19
网络参数要求	3-24

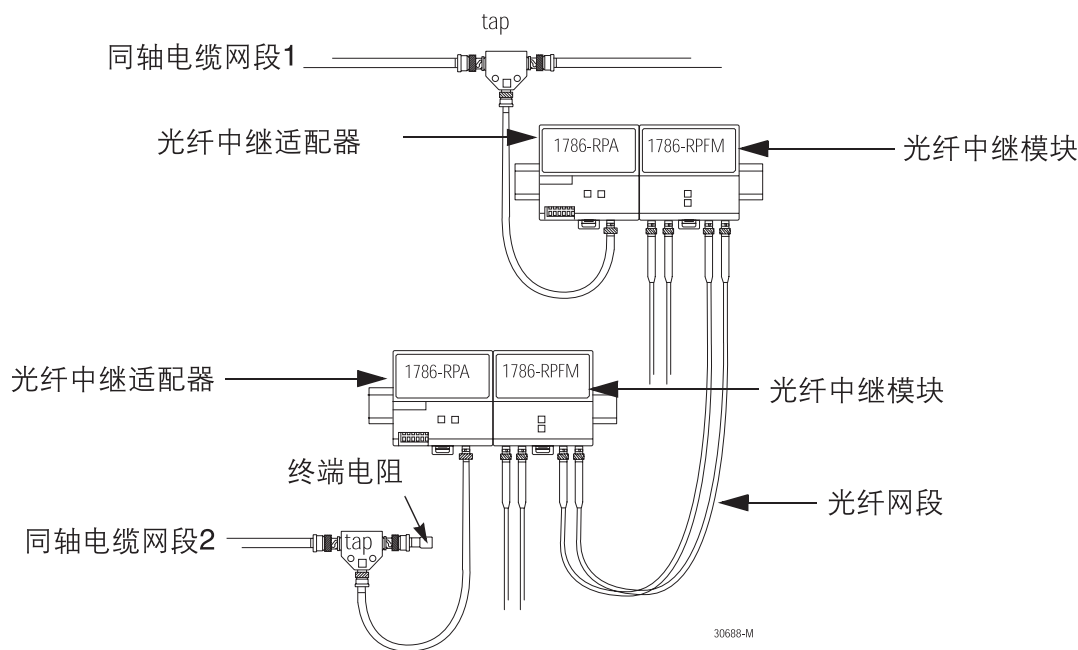
制定一个规划

ControlNet 可以用光纤链路来增加网络距离或在高噪声环境下进行电气隔离。在不同建筑物中使用相互连接的设备时，我们强烈推荐使用光纤链路以避免雷击问题。

点对点和星形拓扑结构可以采用标准的光缆。光纤中继适配器与同轴电缆的连接必须使用标准的分接器。每个中继适配器最多可直接连接 4 个光纤模块，每个模块有 2 个光纤连接端口。每个端口需要 2 个光纤连接器，一个用于接收（Rx）、另一个用于传输（Tx）信号。点对点连接两

个同轴电缆网段的基本方式是用2个光纤中继器模块和2个光纤模块, 如下图所示。

图 3.1 光纤介质基本拓扑



这种形式等同于使用同轴电缆中继器。但光缆的通信距离要远大于同轴电缆介质。

选择拓扑结构

用户可以选择以下的拓扑结构：

- 点对点或总线
- 星形
- 冗余
- 环形

确定拓扑结构的 约束条件

下表是确定拓扑结构约束条件的示例。

表 3.A 拓扑结构约束条件

约束条件:	例如:
两个节点之间只允许有一条链路	在 2-11 的图 2.7 中, 设备 1 到设备 3 只有一条链路。
网络上最多允许 99 个节点	N/A
最多只能串联 5 个中继器	如 2-13 页中图 2.9, 设备 1 到设备 5 之间的链路。
同轴电缆网段的约束 (分接器及干线电缆段)	见 2-3 页的图表。
光纤网段的功率损耗预算	见 3-10 页。
网络传输的最大延时	见 3-19 页。
网络参数要求	使用 RSNetwox 来校验网络拓扑结构

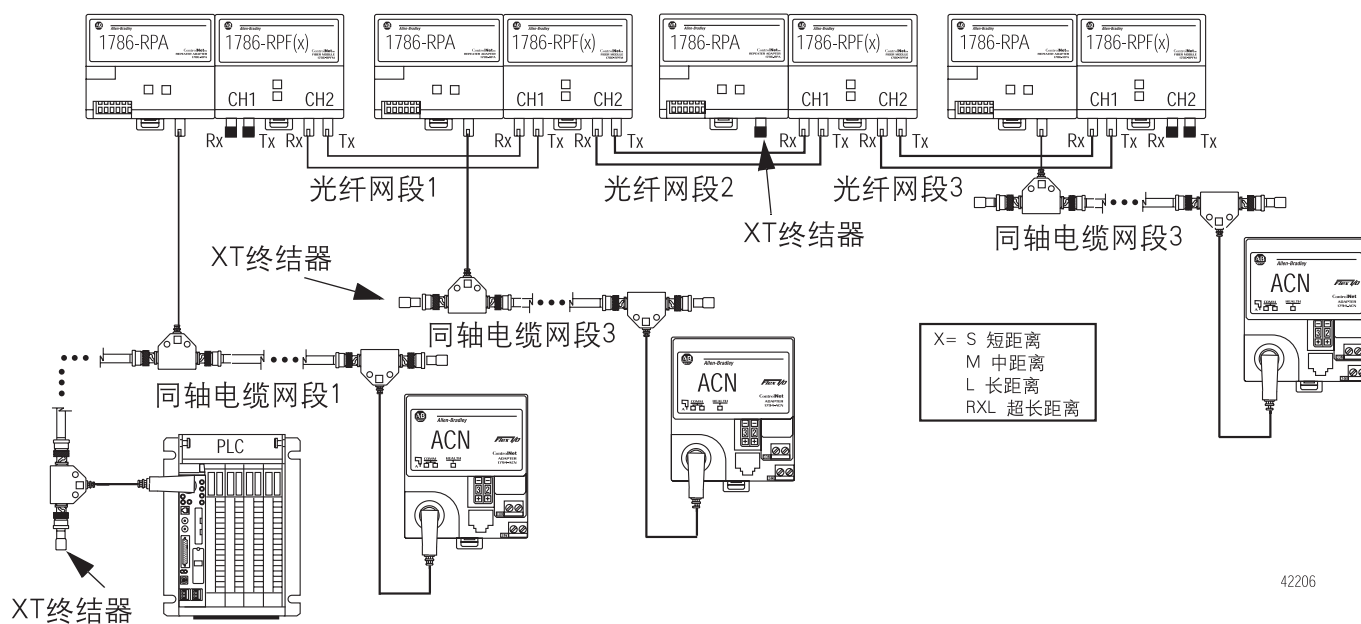
计算网络

请参照以下示例进行 ControlNet 系统设计。

点对点拓扑

以下网络示例解析了点对点拓扑结构。

图 3.2 点对点拓扑结构



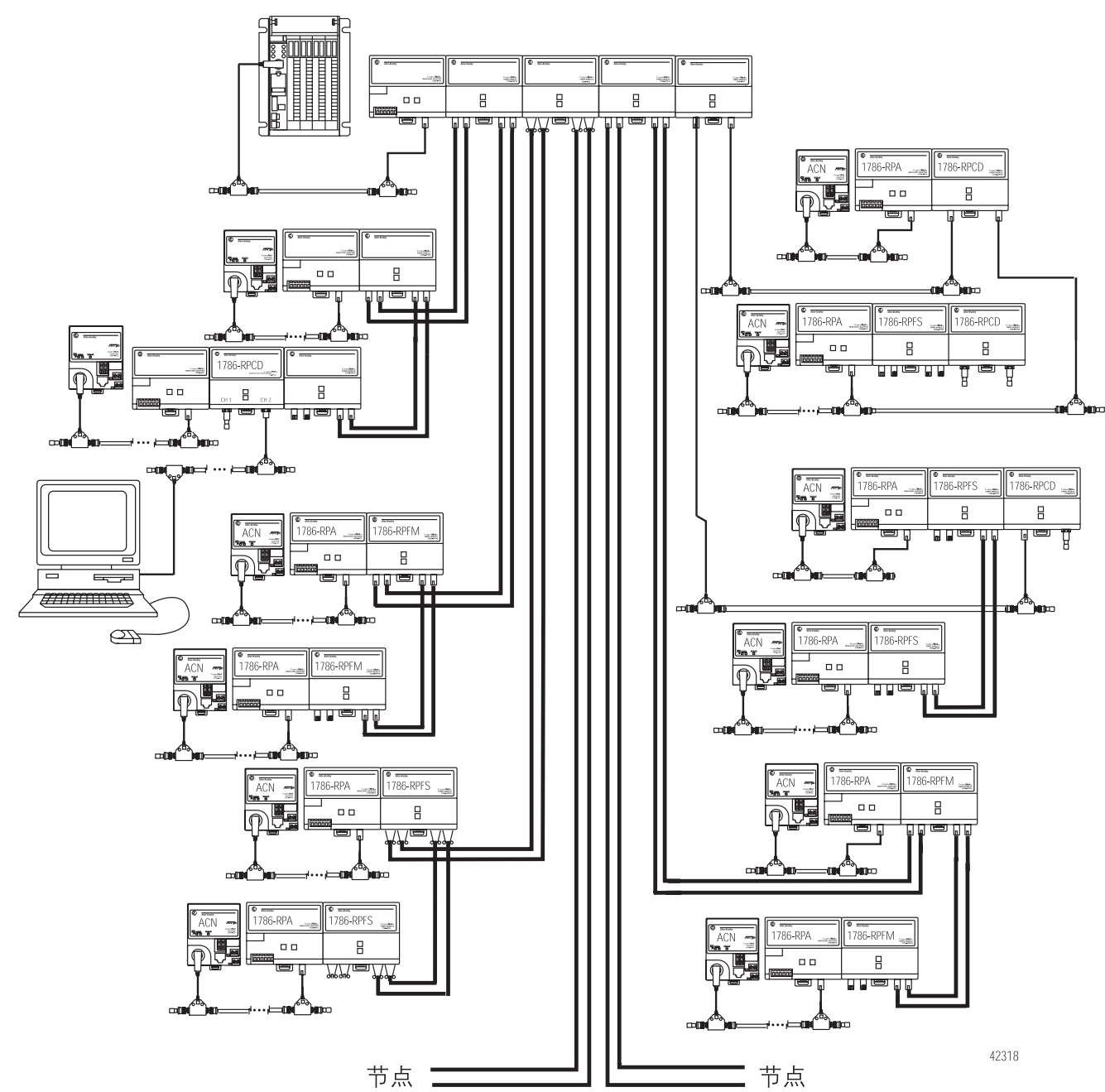
重要

同轴电缆网段上不要求必须安装节点。如果只是用中继器进行扩展，则在光纤中继适配器上的 **BNC** 同轴电缆连接器安装 **75Ω** 的终结器（1786-XT）。所有未连接到同轴电缆网段的中继器都必须安装终结器。

星形拓扑

网络中所有光纤网段都从中心位置开始。星形拓扑通常需要有源集线器（HUB）或者无源光纤连接器。

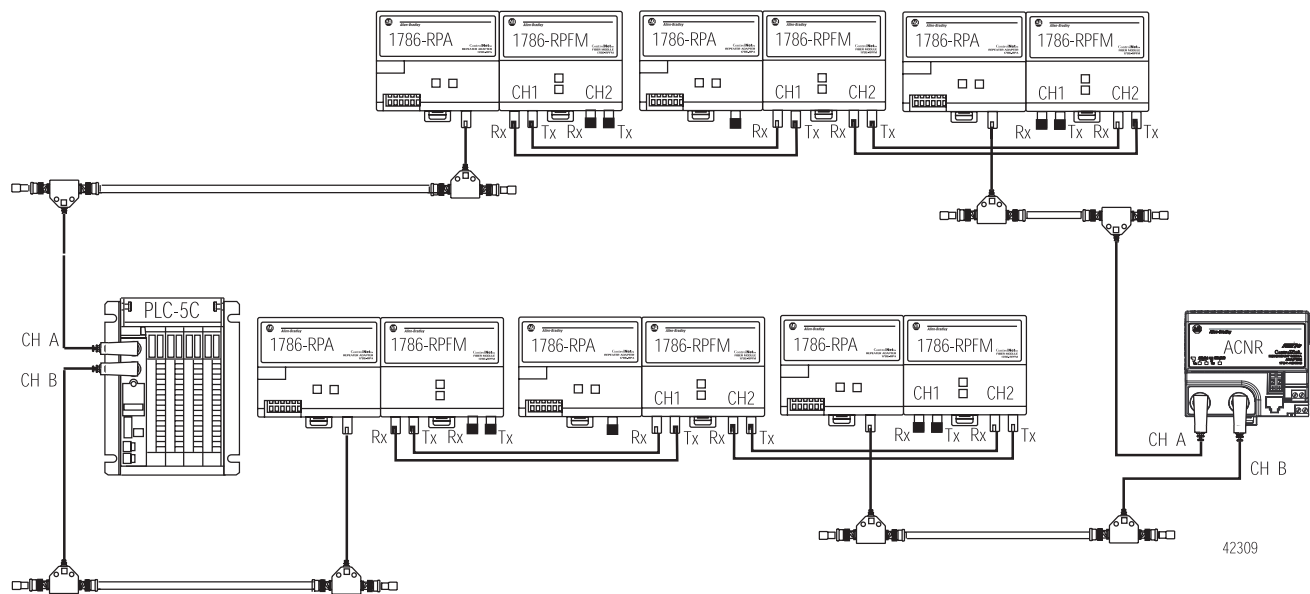
图 3.3 星形拓扑结构



冗余拓扑

需要进行系统热备时，可使用冗余拓扑。冗余拓扑结构的一个约束条件是，通道 A 和通道 B 的光纤长度差异不能超过 650m。

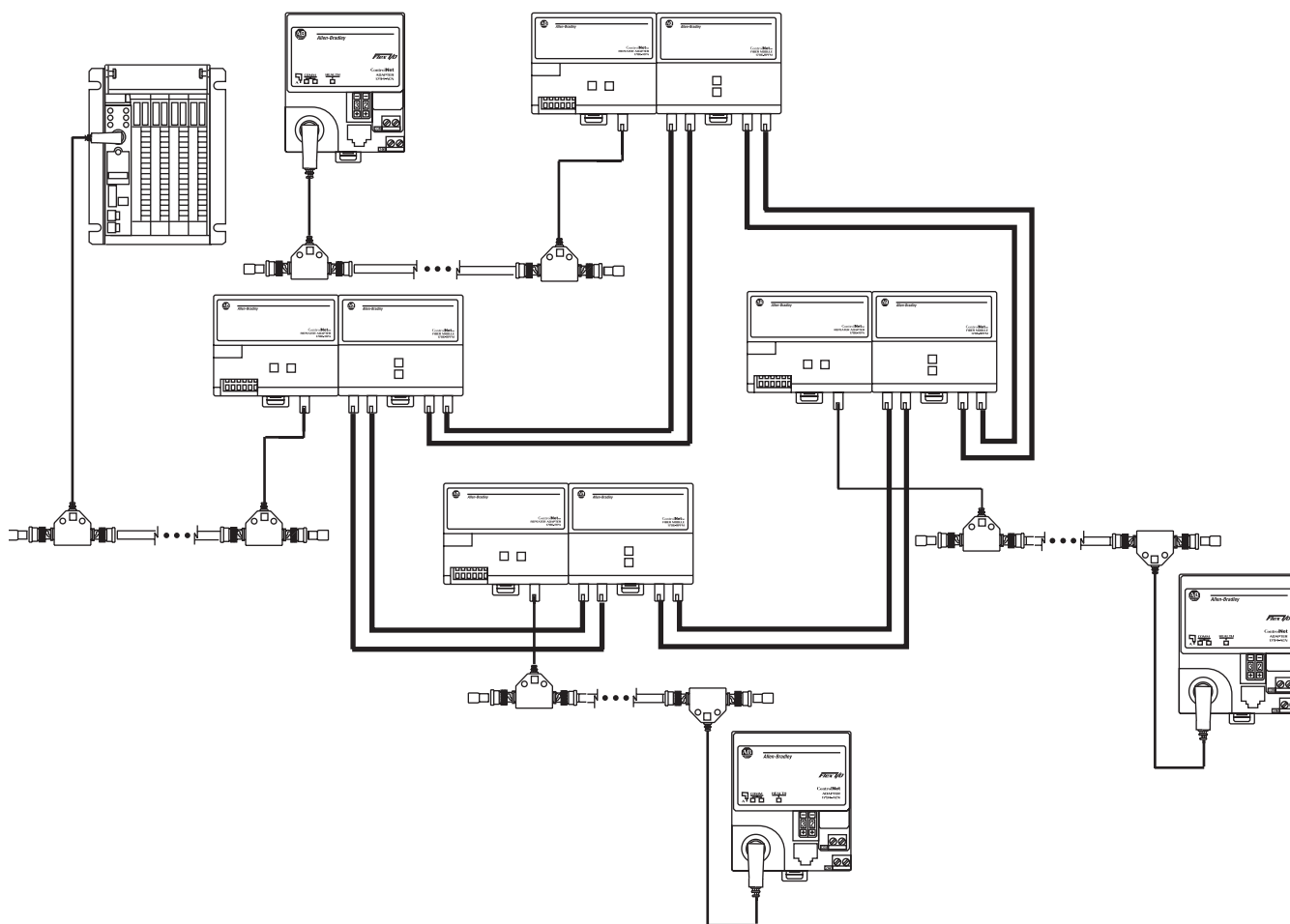
图 3.4 冗余拓扑结构



环形拓扑

在环形拓扑结构中，节点以菊花链形式连接在一起。环形光纤网络具有内在的冗余。一旦光纤环断开，通信则沿相反的方向进行。

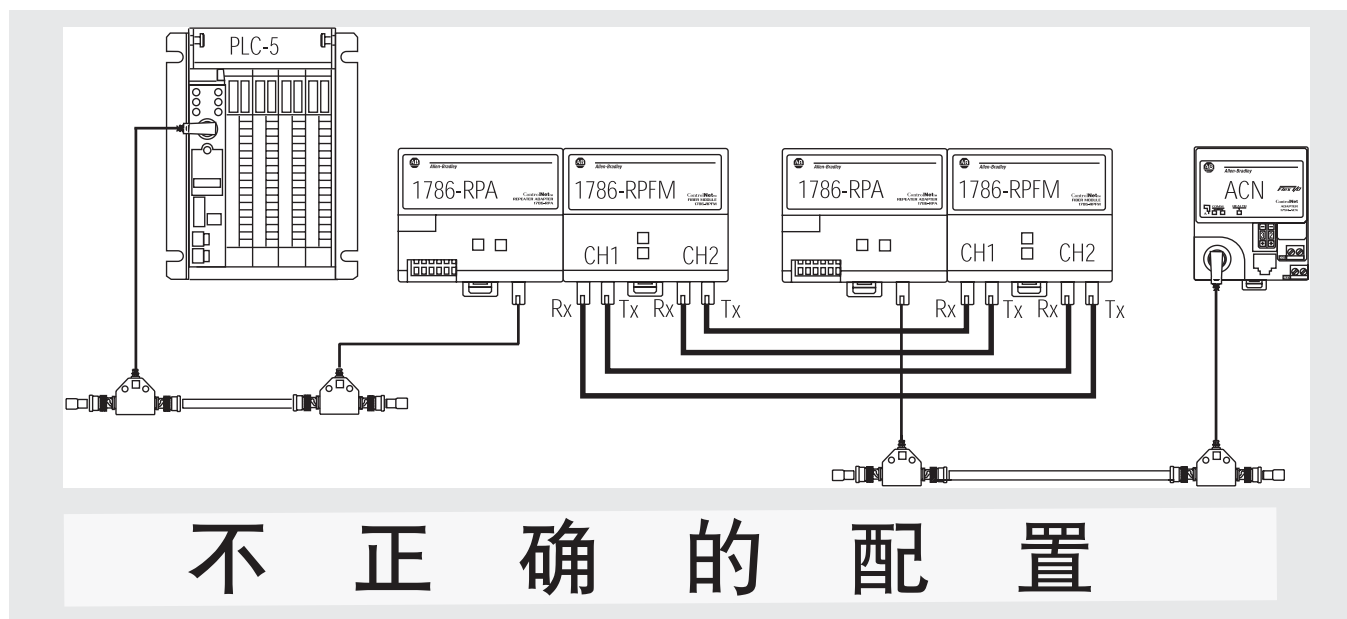
图 3.5 环形拓扑结构



不正确的拓扑配置

图 3.6 中显示了一种不正确使用 1786-RPA 和 1786-RPFM 的网络配置示例。图 3.6 中利用 1786-RPFM 模块的两个通道来进行冗余连接，其违背了两个节点之间不允许有超过一个链路的规则。

图 3.6 错误的多路径配置



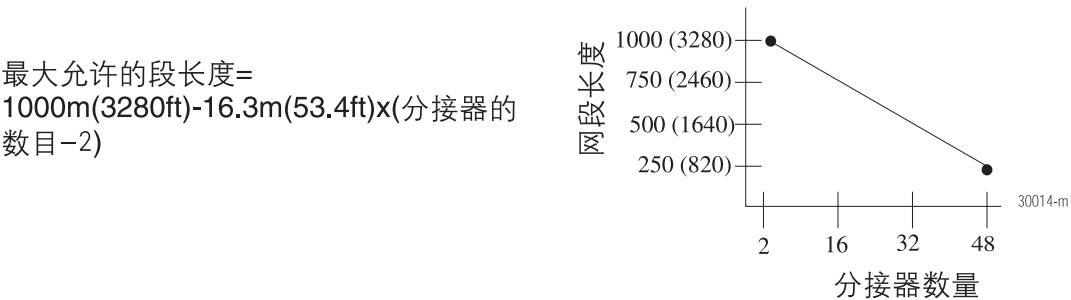
因为同一个同轴电缆网段有两条光纤链路同时连接，所以拓扑结构不正确。

同轴电缆网段 约束条件

网段中允许标准的RG-6四层带屏蔽同轴电缆的最大长度取决于网段中的分接器数目。干线网段没有最小长度限制。

最大允许网段长度为 1000m((3,280 英尺)，带 2 个分接器。每增加一个分接器，允许的最大长度减小 16.3m(53 英尺)。最大分接器数量为 48，此时允许最大长度为 250m (820 英尺)。

图 3.7 最大网段长度



同轴电缆网段约束条件示例

如果网段上需要 10 个分接器，则最大网段长度为：

$$1000\text{m (3280ft)} - 16.3\text{m (53.4ft)} \times [10 - 2]$$
$$1000\text{m (3280ft)} - 130.4\text{m (427.7ft)} = 869.6\text{m (2852.3ft)}$$

总干线长度及分接器数量可以通过安装中继器增加。即增加新的网段。

系统中允许使用的高柔性RG-6缆线的长度小于标准同轴电缆RG-6，因此应当尽量少使用高柔性RG-6 缆线应采套型连接器(Bullet)隔离使用高柔性RG-6缆线和标准RG-6 缆线的区域，这样比较便于更换快到寿命期限的高柔性RG-6 电缆段。

关于安装同轴电缆段的更多信息，请参阅出版物 CNET-IN002A-EN-P (中文版出版号为 CNET-IN002A-ZH)、即 ControlNet 同轴介质系统规划和安装手册。

光纤网段 约束条件

每个使用光纤中继器的网段都必须使光纤网段维持在最低衰减等级，以便获得有效的信号强度。
光纤网段的信号衰减取决于终端连接器、接头、隔板以及光缆的质量。在任何时刻衰减的总量不能超过该类型中继器模块的功率预算。

重 要

连接器、接头、隔板以及光缆的衰减值可从产品制造商的规格说明书上获得。

按照距离要求 选择模块类型

我们最常听到的问题是“我能将这种光缆和这类模块配合使用吗？”目前有 2 种类型光缆，单模和多模。如果您的要求小于 300m，我们提供了短距离的预先进行终结处理的光纤与 1786-RPFS 配合使用。只需插入到连接器中即可使用。如果距离要求大于 300m 则必须使用中距离或长距离模块并在现场进行终结处理。

估算线缆长度

对于短距离模块，网段的最大限制为 300m。如果您需要的距离大于 300m 则需要用中距离或长距离模块。

对于 1786-RPFM 模块最大的光缆长度取决于光纤的质量、接头的数量以及连接器的数量。中距离光缆网段最大的衰减必须小于 13.3db。

典型的光缆对于波长为 1300 纳米的信号衰减小于 1.5db/km，每个连接器损失 1db。

重 要

避免对接光缆。连接器会造成一定的衰减，并限制了系统的最大长度。光缆安装后必须检测不同网段的衰减。

Allen-Bradley 的每个光缆系统都有不同的约束，这导致了每个系统最大光缆长度的不同。艾伦-布拉德利提供了 2 种不同的系统以满足不同需求。

1786-RPFS

1786-RPFS (0-300M) 系统专门用于解决短距离的应用。该系统要求使用预终结的光缆部件。每个光纤网段的总衰减**必须**小于 **6.9dB**。

200 微米 HSC 光缆

该类型的光缆与 1786-RPFS 模块配合使用在短距离应用中。当用户使用即插即用系统时，需要使用预终结的光缆部件。200 微米 HSC 光缆也是一种阶跃型多模光缆。

TIP

参考出版物 AG-PA002C-EN-P，ControlNet 介质配件清单，可以得到完整的线缆部件列表。



1786-RPFM

1786-RPFM (0-3km) 是为解决中距离的应用而设计的，可以应用在两个 ControlNet 产品间距离最大为 3000km (9843ft) 的场合。该中距离模块提供节点间与地隔离的能力，可以避免影响传统铜介质的杂波的干扰。该中距离光缆的终结处理应在现场进行。

重 要

如果用户没有进行适当的训练，我们建议长距离系统的规划、安装、校验以及最终的鉴定都应该由光纤方面的专家来完成。

光缆网段的最大的光缆长度取决于光纤的质量、接头的数量以及连接器的数量。中距离光缆网段最大的衰减**必须**小于 **13.3db**。

62.5/125 微米光缆

62.5/125 微米光缆是一种梯度型多模光缆。该类型光缆与 1786-RPFM，RPFRL 和 RPFRL 模块配合使用。用户可以在要求大于同轴电缆可提供的长度的中距离应用中使用该类型光缆。

中距离和长距离模块都提供节点间与地隔离的能力，可以避免影响传统的铜介质的杂波的干扰。

重 要

系统必须使用终结器套件。为了掌握终结中长距离光缆的步骤，适当的训练和实践是必要的。如同所有的网络系统，我们建议在用户的网络系统在线运行前，由专家进行检查确认。

1786-RPFRL (环型或点对点光纤网络)

1786-RPFRL 设计目的是解决长距离 (0-10km) 应用。长距离的应用中，两个 ControlNet 产品间的距离可以达到 10000m (32,810ft)。该长距离模块提供节点间与地隔离的能力，可以避免影响传统铜介质的杂波的干扰。该中距离光缆的终结处理应在现场进行。

1786-RPFRXL (环型或点对点光纤网络)

1786-RPFRL 设计目的是解决超长距离 (0-20km) 应用。在超长距离应用中，两个 ControlNet 产品间的距离可以达到 20000 m (65,620ft)。该超长距离模块也提供节点间与地隔离的能力，可以避免影响传统铜介质的杂波的干扰。该中距离光缆的终结处理应在现场进行。

确定衰减等级

用户必须计算光缆的功率分配。短距离光缆是预终结的，因此衰减等级预设为最大不超过 13.3db。3db 是两个连接器造成，10db 由 1km 的光缆造成。

当用户着手改变光缆的长度、安装隔离器或熔接光缆、使用更长的安装距离、在温度范围之外使用光缆、使用不同质量的光缆或不同类型连接器时，用户必须确定衰减等级。下面的例子为用户确定衰减等级提供一个切入点。

短距离光缆段的衰减等级

短距离光缆中继器模块的功率预算为 4.2db。因此在两个中继器模块间最大衰减不能超过 4.2db。这种功率预算分配在工作温度范围（0 到 60 摄氏度）内都是有效的。当光纤中继器的工作温度不超过 20 摄氏度时，该模块的功率预算可以增加至 6.9db。用户应当注意功率预算分配还和连接器以及光缆的质量有关。如果用户使用高质量的连接器和光缆，就可以增大功率预算分配值。高质量的连接器和光缆可以承受更大的温度范围和更长的距离。

在大多数情况下，用户都不用考虑短距离光缆衰减等级问题。短距离光缆使用预终结连接器，具有合适的光缆长度，确保使用时的衰减等级小于最大衰减等级。但是当用户决定对光缆进行变更，如对其进行分段时，就需要计算衰减等级了。

下面的例子是在最大工作温度为 25 摄氏度和 60 摄氏度时确定两个中继器间光缆最大长度。这里计算的是路径中的衰减，而不是理论值。若用户的计算结果超过系统预算，则需要增加中继器。

步骤 1：总的允许的衰减值

根据选定的光缆类型和长度，总共允许有多大的衰减（db）？

步骤 2：减去连接器的衰减

选择连接器，每个短距离连接器是 1.5db，在每个光缆段中用户需要计算两个连接器的衰减。

衰减 X2

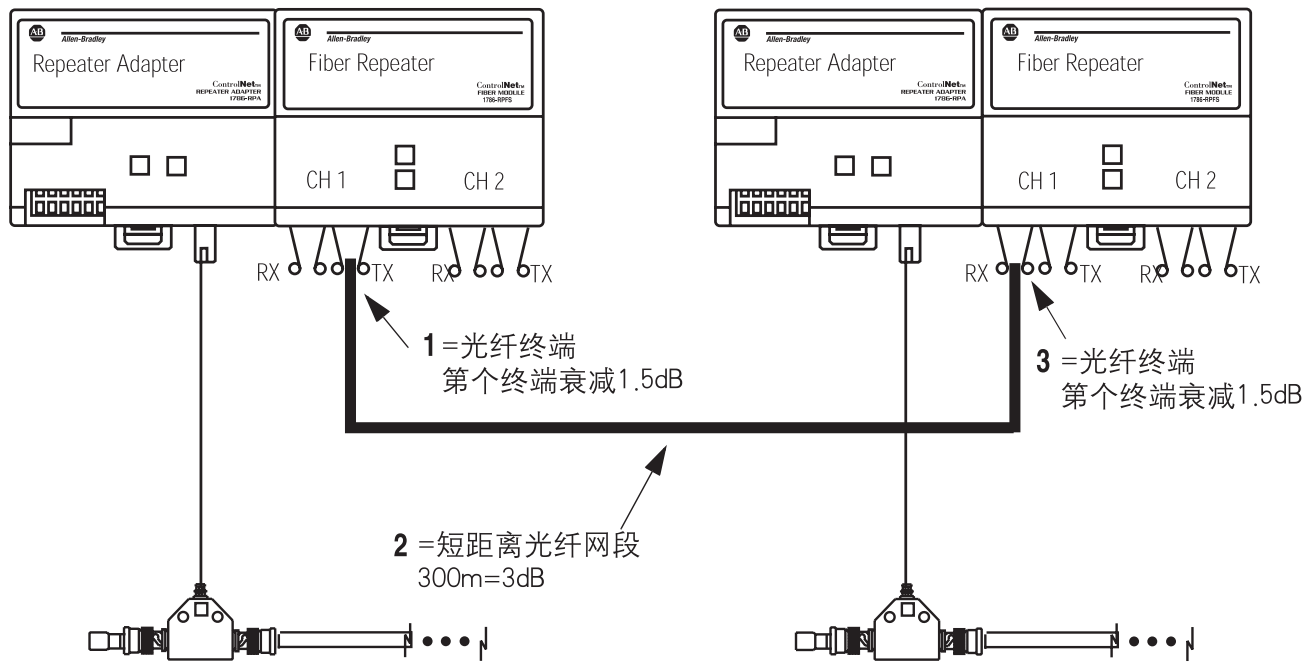
步骤 3：减去光缆长度导致的功率衰减

选择光缆，计算：
衰减 X (衰减 /km)

步骤 4：比较衰减

将步骤 2 和 3 计算得到的功率衰减相加，同步骤 1 得到的总衰减功率预算比较。

- 如果步骤 2 和 3 的功率衰减小于或等于步骤 1 的总衰减功率预算，用户的功率衰减在预算之内。
- 如果步骤 2 和 3 的功率衰减大于步骤 1 的总衰减功率预算，用户就需要从新组态网络拓扑结构，减少光缆长度，或减少连接器数目，然后重新计算预算功率衰减。



42317

1+2+3= 总衰减
1.5+3+1.5 = 6dB

最大光缆长度 (km) =
(功率预算) - (从连接器、结头、隔离器等来的衰减之和)
光缆的衰减率，单位是 db/km

其他拓扑结构是用下面的方法：

- 两个短距离光纤中继器模块在 60 摄氏度下有 4.2db 功率预算，在 25 摄氏度下可有 6.9db 功率预算。
- 每个光缆网段上有 2 个连接器，每个有 1.5db 的衰减。
- 650nm 光波时光缆的衰减率为 10.0db/km。

重 要

考虑到光缆连接器的老化，我们推荐对每个短距离光缆段在总的衰减中保留 0.5 到 1.0db 的衰减。因此在上述的例子中，在 60 摄氏度下最大光缆长度应该在 120 到 170 米之间，在 25 摄氏度下最大光缆长度为 290 到 340 米。

对短距离或中等距离光纤中继器模块来说，没有最短光缆长度限制。

总的衰减 =

从连接器、结头、隔离器等来的衰减之和 = $2 \times 1.5\text{db} = 3.0\text{db}$

最大光缆长度 (km) =

$$\frac{(\text{功率预算}) - (\text{从连接器、结头、隔离器等来的衰减之和})}{\text{光缆的衰减率, 单位是 db/km}}$$

60 摄氏度下最大光缆长度 (km) = $(4.2\text{db} - 3.0\text{db}) / 10.0\text{db/km} = 120$ 米

20 摄氏度下最大光缆长度 (km) = $(6.9\text{db} - 3.0\text{db}) / 10.0\text{db/km} = 390$ 米

中等距离光纤网段减等级

中等距离光缆中继器模块（1786-RPFM）的功率预算为 **13.3db**。因此在两个中继器模块间最大衰减不要超过 **13.3db**。损失功率预算包括全部的隔离器/熔接头。这种衰减功率预算分配在 1786-RPFM 的工作温度范围（0 到 60 摄氏度）内都是有效的。

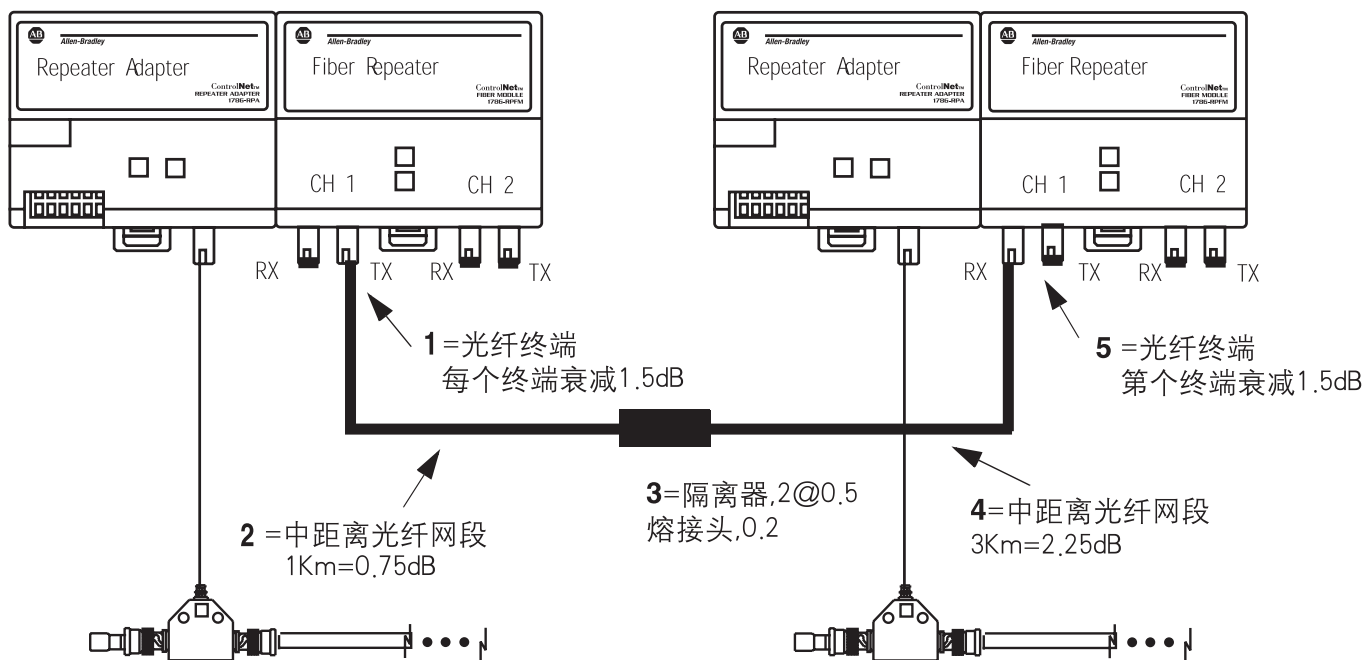
下面的例子是如何在中等距离应用下确定两个光纤中继器模块间的最大光缆长度

系统使用下面的组件：

- 两个中的距离光纤中继器模块有 **13.3db** 的功率衰减预算。
- 每个光缆段有两个光缆连接器，每个连接器有 **0.5db** 的衰减
- 1300nm 光波时光缆衰减率为 **1.0db/km**

重 要

用户应该事先参考随购买光缆配套的技术规范说明书。



42317

$$1+2+3+4+5 = \text{总的衰减}$$

$$.5+.75+.5+2.25+.5=4.5\text{db}$$

总的衰减 = 从连接器、结头、隔离器等来的衰减之和 = $2 \times 0.5\text{db} = 1.0\text{db}$

最大光缆长度 (km) =

$$\frac{(\text{功率预算}) - (\text{从连接器、结头、隔离器等来的衰减之和})}{\text{光缆的衰减率, 单位是 db/km}}$$

光缆的衰减率, 单位是 db/km

$$\text{最大光缆长度 (km)} = (13.3\text{db} - 1.0\text{db}) / 1.0\text{db/km} = 13.3\text{km}$$

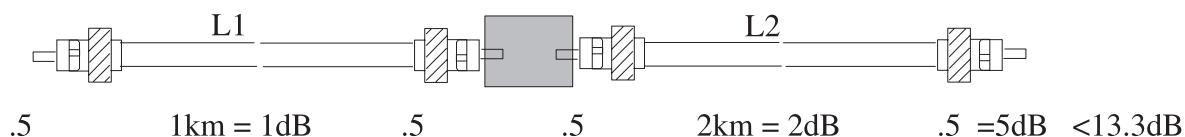
$$2 \times \text{光纤连接器} + \text{光缆长度} \times \text{光缆衰减率 (1300nm 时)}$$

$$2 \times \text{光纤连接器} + \text{光缆长度} \times \text{光缆衰减率 (1300nm 时)} < 13.3\text{db}$$

$$2 \times .5\text{db} + 3\text{km} \times 1.0\text{db/km} = 5.5\text{db} < 13.3\text{db}$$

$$4 \times \text{连接器衰减} + \text{隔离器衰减}$$

$$\text{熔接头衰减} + L1(\text{km}) \times \text{衰减率}(\text{db/km}) + L2(\text{km}) \times \text{衰减率}(\text{db/km})$$



重 要

考虑到光缆连接器的老化,我们推荐对每个中等距离光缆段在总的衰减中保留 **1.0db** 的衰减。因此在上述的例子中, 最大光缆长度应该在是 **12.3km**。

对短距离或中等距离光纤中继器模块来说,没有最短光缆长度限制。

重 要

在本手册出版时, **1786-RPFRL/RPFRXL** 模块的衰减等级计算方法有了更新。这些内容将包含在本手册的下一版中, 并且随同模块一起提供。

确定传播延时

ControlNet 有一个重要的技术指标，称为最大传播延迟。该规范说明了网络上两个节点间最坏情况下的信号延迟。用户需要根据信号通过的距离与 / 或中继器数目计算出最坏情况。

网络上的延迟应该包括通过同轴介质、光纤介质、同轴介质中继器的延迟和通过光纤中继器适配器及光纤模块的延迟。

一个网络如果要正常运行，所有的网络延迟之和必须小于等于**最大传输延时 121μs**（间隔时间）
网络总的允许延时，每路都为 **121μs**。

下表为 ControlNet 网络介质的延时值。

表 3.B ControlNet 介质延时值

ControlNet 网络介质组件:	延时值
1786-RPD,RPTD	815ns
1786-RPCD	100ns
1786-RPA	901ns
1786-RPFS	94ns
1786-RPFRL	550ns
1786-RPFRXL	550ns
1786-RPFM	153ns
62.5 微米光缆	5.01ns/m
200 微米光缆	5.01ns/m
同轴电缆	4.17ns/m

通过一个网络的最大传输延时

下面的例子中，从一个节点到另一个节点，或一端到另一端，具有以下最大线路延时。参见 3-21 页，图示 3.8

线路延时 1 从 PLC 到 Flex I/O 适配器

线路延时 2 1786RPCD

线路延时 3 同轴电缆 1000 米

线路延时 4 光纤中继器，1786RPA 和 1786RPFS

线路延时 5 62.5 微米光缆 3000 米

线路延时 6 光纤中继器，1786RPA，RPFS

线路延时 7 200 微米光缆 100 米

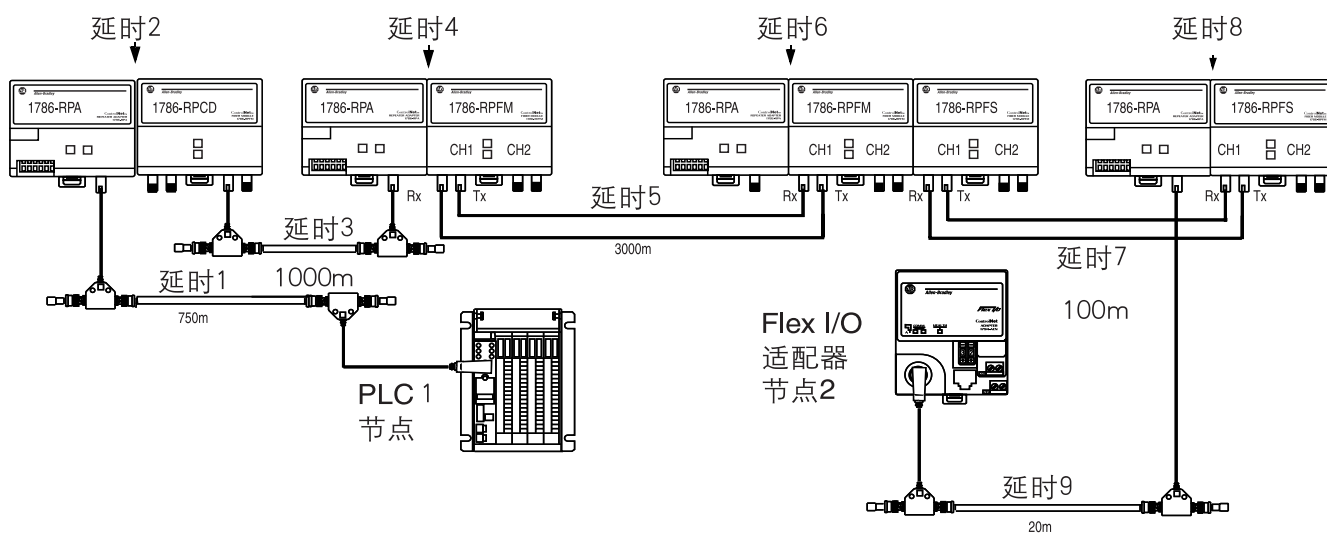
线路延时 8 光纤中继器，1786RPA 和 1786RPFS

线路延时 9 同轴电缆 20 米

重 要

通过分接器的延时很小可以忽略不计

图 3.8 计算总的延时



延时 1	750m X 4.17ns/m	= 3.1 μ s
延时 2	光纤中继器, 901ns + 100ns	= 1.0 μ s
延时 3	1000m X 4.17ns/m	= 4.2 μ s
延时 4	光纤中继器, 901ns + 153ns	= 1.1 μ s
延时 5	3000m X 5.01ns/m	= 15.03 μ s
延时 6	光纤中继器, 901ns + 153ns + 100ns	= 1.2 μ s
延时 7	100m X 5.01ns/m	= 0.5 μ s
延时 8	光纤中继器, 901ns + 100ns	= 1.0 μ s
延时 9	20m X 5.01ns/m	= 0.1 μ s

总延时= 27.1 μ s

通过一个冗余网络的最大传输延时

对于冗余网络来说，用户不仅仅要计算最坏情况下两个节点间的线路延时，还需要计算最坏情况下网络通道 A 和网络通道 B 间的延时偏差。

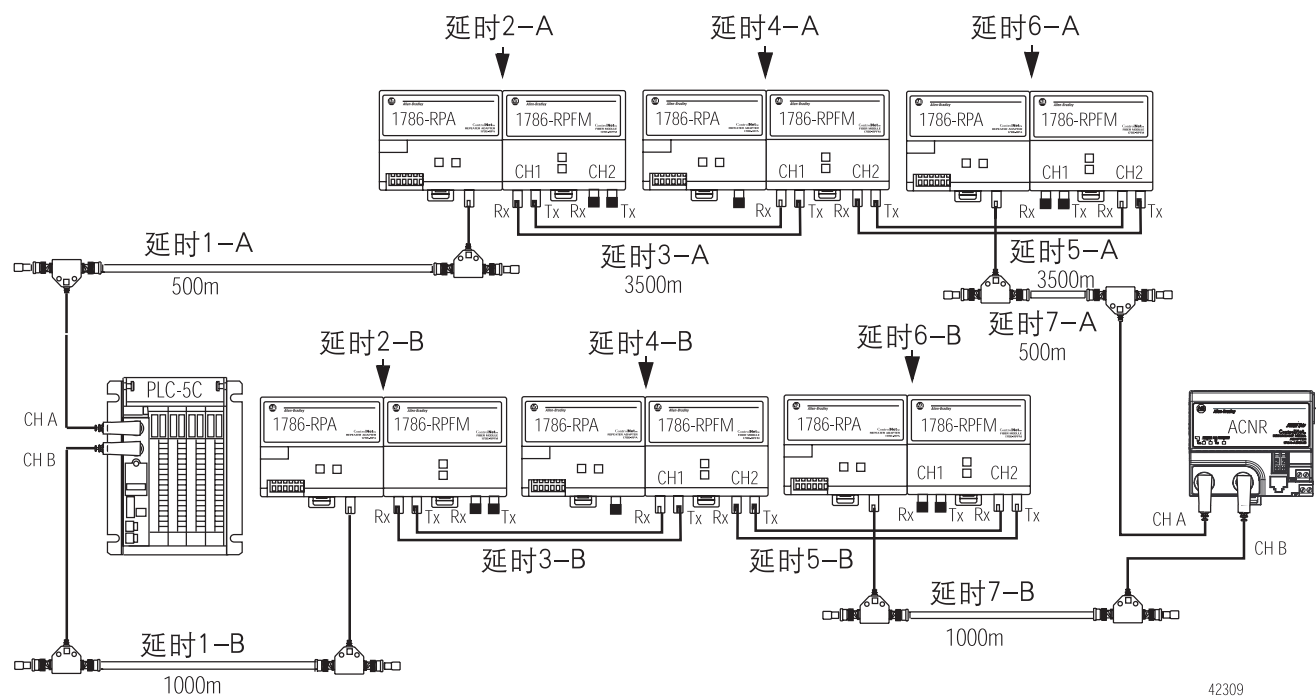
重 要

最坏情况下冗余通道间的延时偏差应该小于等于6.4 μs。

下面的例子使用下述设备描述了一个冗余网络

- 在通道 A 和 B 上，两个节点被三个串联排列的光纤中继器分隔开。
- 通道 A 使用 3500m 的光缆段，与之对应的是通道 B 上的 3000m 光缆段

图 3.9 通过一个冗余网络的最大传输延时



计算通道 A 上的总延时

延时 1	1000m X 4.17ns/m	= 4.2 μ s
延时 2	光纤中继器, 901ns + 153ns	= 1.1 μ s
延时 3	3500m X 5.01ns/m	= 17.5 μ s
延时 4	光纤中继器, 901ns + 153ns	= 1.1 μ s
延时 5	3500m X 5.01ns/m	= 17.5 μ s
延时 6	光纤中继器, 901ns + 153ns	= 1.1 μ s
延时 7	1000m X 4.17ns/m	= 4.2 μ s
通道 A 的总延时		= 44.6 μ s

计算通道 B 上的总延时

延时 1	1000m X 4.17ns/m	= 4.2 μ s
延时 2	光纤中继器, 901ns + 153ns	= 1.1 μ s
延时 3	3000m X 5.01ns/m	= 15.0 μ s
延时 4	光纤中继器, 901ns + 153ns	= 1.1 μ s
延时 5	3000m X 5.01ns/m	= 15.0 μ s
延时 6	光纤中继器, 901ns + 153ns	= 1.1 μ s
延时 7	1000m X 4.17ns/m	= 4.2 μ s
通道 A 的总延时		= 42 μ s

通道间的延时偏差 =

$$(\text{通道 A 的延时}) - (\text{通道 B 的延时}) = 44.6 \mu\text{s} - 42 \mu\text{s} = 2.6 \mu\text{s}$$

如果用户计算的结果超出系统的预算值, 用户就需要增加中继器。用户可以通过使用高质量的光缆、连接器和同轴电缆增大系统的预算值

网络参数要求

用户可以使用 **RSNetWorx For ControlNet** 或其他网络组态软件来确定用户的系统是否满足网络参数的要求。基于用户规划的系统的参数，比如 **NUT**、**SMAX**、**UMAX** 以及最坏情况下网络延时等，**RSNetWorx** 可以计算出用户规划的网络参数。

一旦用户将这些值输入到 **RSNetWorx** 中，参数就被计算出来，软件将告诉用户规划的网络组态是否可以被接受。如果用户的网络无效，用户必须调整规划要求。

参考出版物 **9399-CNETGR**，**RSNetWorx For ControlNet** 入门指南，可以获得有助于用户检验网络规划的信息。

下一步：

当用户充分规划好光纤介质的安装计划后，用户就可以实际安装各种组件了。第四章为用户提供处理光纤介质的总的指南。第五章将指导用户怎样安装、连接模块以及怎样估算线缆的长度。

光纤安装指南

本章内容

下表描述了本章的内容，以及每节具体内容的位置

主题:	请参阅:
一般规则以及安全	4-2
聘请光纤专家安装和校验	4-2
安装本地设备	4-2
光缆处理指南	4-3
拉线指南	4-5
直接固定	4-5
间接固定	4-5
管道安装	4-6
架空安装	4-8
直接埋线安装	4-10
开放电缆沟安装	4-11
垂直安装	4-13

警告

注 意



不可直视激光输出或直视一个正在传输的光缆网段的端头。

不要直接观察光缆口！光线的等级可能会伤害用户的视力！不要通过光纤检测镜观察工作的光缆的端头。

不可使用光纤检测镜观察工作中的线缆系统。从光纤检测镜来的高强度的聚集光线可以对用户的眼睛造成永久的伤害！

一般规则以 及安全

下面的内容说明了用户安装光缆系统时应该遵循的具体规则和指南。

聘请光纤专家安装和检验

我们大多数的客户都具备独立安装光缆系统的资格。罗克韦尔自动化出售完成一个项目的必要材料，但是我们不提供安装服务。若用户的公司没有具备安装光缆介质系统资格的人员，用户应该联系相关的专家。光缆介质系统的安装资格是需要认证的，所以选择一个光纤专家为用户合计需要使用的光缆类型以及帮助用户安装光缆系统是很重要的。经过训练的专家具备根据用户的环境和安全要求选择合适用户光缆类型的专业知识。

用户选择的专家应该根据光缆提供商提供的信息为用户安装光缆和终结光缆。整个安装过程应该包括完整的光缆布线信息以及每根光缆联结位置的文档。

若用户准备使用 **1786-RPFS** 模块，我们提供预终结工具包，使用户可以很方便的安装光缆介质。若用户准备使用 **1786-RPFM**, **RPFRL** 或 **RPFXL**，就必须由专家来安装和审核用户的应用。

安装本地的设备

用户不需要专家来帮助连接用户本地的设备。有介质安装经验的人就可以使用预终结的内部连接线连接本地设备。内部连接线由用户根据需要的长度自行购买。

光缆处理指南

为了用户安装光缆系统的时候确保成功，我们鼓励用户遵循所有下面列出的指南信息。这些指南信息可以确保每位安装、使用或在光缆系统旁边工作的人员的安全。同时，指南包含的内容还可以帮助用户建立一个合理的环境，使用户获得光缆系统最好的性能。



注 意

不要直接用眼睛观看光纤接口！激光的等级会伤害用户的视力！不要使用光纤检测镜观察工作中的光缆的端头！

表 4.A 光缆安装指南

指南:	描述:
最小弯曲半径	• 遵循规范中的光缆最小弯曲半径。
皮肤接触	• 不要触摸光纤束的末端处，光纤很容易划破或刺穿皮肤。
保持清洁	• 不要让光纤束的末端出接触到尘埃、泥土或其他的污染物。 • 使用柔软、清洁、不含绒毛的布和酒精清理被污染的光纤端头。
保护帽	• 当没有使用时，务必使用保护帽保护光缆连接器和光纤接口。
安装培训	• 对使用安装工具布线和终结光缆的人员进行工具使用培训。该培训包括手持工具使用、张力仪使用、光功率计使用及清洁剂、粘合剂使用
安装规范	• 遵循所有有关安装的本地规范，包括个人安全设备的使用指南等

表 4.A 光缆安装指南

指南:	描述:
适当的处置	记着处置光纤的残留物。处理好光纤的残留物，避免衣物、手指或眼睛被玻璃碎片伤害。不要在工作台上留下任何一点光缆的残留物。
相关规范	- 检验光缆长度和对应要求连接器的规格说明。 - 在安装前检验所有光缆参数和规范。确信已经有了足够的连接器和适当的安装设备。一定不要尝试使用不兼容的连接器和安装工具。
拉线张力	- 遵循最大拉线张力。不要直接拉伸光纤或强制弯曲光缆使弯曲半径超过最大允许值。这样会使光纤中的玻璃丝破裂，导致光学衰减。 - 拉伸光缆一定不能超过最大的拉伸张力。过度的拉伸或弯曲都可以导致光缆损坏。在布线的时候使用在线张力计测量张力是否超标 - 绝对不允许光缆出现死结、打结、缠绕或突然的大角度弯曲 - 在有负载时光缆盘绕的半径应不小于 20 倍光缆直径。没有负载时应不小于 10 倍光缆直径。 - 金属分线盒的入口处必须光滑，避免损坏光缆的外皮。

注 意



不要在工作台上留下任何一点光缆的残留物。这些玻璃的碎片非常细小，很容易刺穿皮肤，伤害用户。

注 意



决不可直视工作中的激光输出口或是光缆的末端。

决不可使用光纤检测镜观察工作中的线缆系统。从光纤检测镜来的高强度的聚集光线会对用户的眼睛造成永久的伤害。

安装光缆的类型

用户可以在多种不同的应用中使用光纤介质系统。当用户决定应用光纤介质系统后，请牢记下面的安装类型。

拉线应用指南

应在安装连接器之前进行光缆系统的拉线，因为当连接器安装好后，更难以保护光缆使之不会因为应力而损坏。连接器可能被预安装在光缆的一端，留下另一端供用户拉线。用户应该注意保护预终结的端头不被损坏。参考制造商提供的光缆规范获取更多的信息。

光缆应该提前涂上润滑剂，使光缆上承受的拉力最小。蜡剂、油脂、粘合液以及基于水性的润滑剂都可以用于大多数的光缆外壳。

确定光缆的强力层和光纤层位置是很必要的。然后，应该决定光缆的拉线方法——拉线或间接固定，目的是确保有效地拉线而不损坏光缆。一定不要拉伸光缆的光纤束。

直接固定

光缆的强力层直接连接到一个拉孔上。由于由环氧玻璃为主要材料的强力层具有很强的刚性，不能打结，可以很安全的在拉孔上使用紧的安装板或螺丝固定。

间接固定

间接固定将一个牵引夹安装在光缆的外表皮，使拉力在光缆的外表皮均匀分布。强力层直接位于光缆外表皮下，因此牵引夹只产生很小的拉力在光缆上，

管道安装

光缆的管道安装过程和安装电缆非常相似。应当避免猛拉，回绕或约束带过紧等情况发生。光缆、电缆、小型光缆都不能承受任意的脚踏或其他潜在的破坏压力。

下面是管道安装的程序

1. 如前所述，使用直接或间接固定的方式将牵引绳固定到光缆上。
2. 在光缆放线站、中间的手动辅助拉线站和最后的拉线站间建立双向的通信连接。
3. 在更换线管或光缆托线架时，使用下列组件：
 - 可调边缘的离合器式绞盘或相应设备
 - 可以连续读数的张力检测器
 - 摩擦力很小的牵引绳
 - 专用的线管，主要使用于埋地的线管
 - 光缆端头帽，在有水或是在不可预知的环境下，放置光缆后用来密封光缆端头
4. 放置光缆盘和放线装置，准备拉线。
 - a. 将光缆盘安置到放线装置上，光缆可以从光缆盘的顶端不断拉出
 - b. 将牵引夹安装到光缆上，定位光缆盘，使之边缘和地垂直或其他可以的方式
 - c. 保护放线装置，使之在拉线过程中不会移动
5. 在拉线前预留足够长度的光缆，防止光缆与现场其他设备接触

重 要

不允许在光缆盘上出现太松的环。太松的环可能导致光缆交叉，损坏光缆。应该一直保持缓慢的速度，防止可能出现的交叉情况。

用户应该规划拉线过程，避免出现弯曲大于或等于 360 度的情况。如果不能避免出现弯曲大于等于 360 度的情况，应在 360 度的环中使用一个中间接线盒。规划时沿着拉线的路径手动处理光缆，帮助避免弯曲角度太大。

6. 在拉线站处放置绞盘，避免在进入线管或从线盘出来时发生大角度的弯曲

重 要

拉线的过程中，不应该出现超过最大拉线张力的情况。

7. 留下足够到设备架的光缆长度，安装好连接器，并且在拉线完成后，应允许将来的维护。
8. 剪掉牵引夹以及后面的 3 英尺光缆（1 米）
9. 终结光缆
10. 使用 OTDR(时域反射计)或光纤检测计测量和记录光缆的衰减
11. 在光缆连接前，使用端头帽密封光缆的端头

在有些应用中，用户不得不从线管的中间开始向两边拉线。这种情况下，用户可以在一个方向上使用光缆盘和放线装置。在另一个方向上，将光缆以 8 字形放在地上。当这个方向上的拉线开始后，手动将光缆送入到线管系统中。

重 要

在将光缆放到地上前，应该先打扫地面的灰尘、碎片、脏物等。

架空安装

大多数圆形，紧套式，松套层式光缆系统可以螺旋状捆扎，卡装和紧固安装。这些光缆都可以用于架空安装，使用 and 安装电缆相同的方法。

下面的程序描述了固定的架空电缆安装方法。

重 要

使用3/8"的光缆绞合线制成架空的光缆，可以减少支撑和约束的绞合线扩张与收缩间不同引发的问题。

1. 在架空安装中使用下列工具

- 可调边缘的离合器式绞盘或相应设备
- 可以连续读数的张力检测器
- 摩擦力很小的牵引绳
- 装配磨合运转装置的放线设备。磨合运转装置可以实现在整个布线过程中之施加很小的张力在光缆上。

2. 将光缆盘安装在放线装置上，使光缆可以从其上部不断拉出

重 要

拉光缆的过程中不要穿过或围绕任何可能导致光缆外表皮损坏的障碍物。

3. 用户确定拉线的方向

- 在任何可能的情况下，将光缆向上提高。
- 在任何可能的情况下，将放线装置放置到水平的表面，且与支撑缆绳保持同轴向

4. 将线缆滑轮放在离支撑线缆不超过 50 英尺（15 米）的地方。第一个缆线滑轮放置的位置应该尽可能靠近第一根支撑柱。

5. 安装额外的缆线滑轮：

- 每个拐角一边一个
- 安装处要求有明显的垂直间隙

6. 在支撑缆绳上第一个滚轮后使用绷绳卡子确保将光缆导向和支撑缆线平行的位置。
 - 在光缆从一个一段封闭的支撑杆开始时，放置超过支撑杆 2 英尺（0.6 米）的光缆。
 - 如果从两个支撑杆中间的支撑缆绳开始拉线，第一个光缆段不超过 1 英尺（0.3 米）。

重 要

使用粗麻绳（最少 1/4"）、纤维绳、绞盘绳或有涂层的绞盘绳作为牵引绳

7. 拉线结束后，在距支撑杆 1 英尺（0.3 米）处放置一个单槽缆绳滑轮或扣线滑轮。确定绞盘位置，避免大角度穿过滑轮。
8. 将架空安装用的牵引绳穿过所有的缆绳滑轮和光缆导管，直到牵引绳的末端。
9. 将牵引绳按前面描述（参见 4-5）的直接或间接方式固定到光缆上。
10. 在放线站、中间的手动辅助拉线站和最后的拉线站间建立双向的通信连接。
11. 使用牵引绳和绞盘缓慢的拖动光缆

重 要

不要超过光缆制造商指定的最大拉线张力。

12. 手动回转放线轴轮，消除拉线完成且拉线末端锚定后导向滑轮间多余导致的光缆下垂。使用放线装置上的磨合运转装置保持合适的张力。
13. 使用 OTDR（时域反射计）或光纤检测计测量和记录光缆的衰减。
14. 绷紧光缆固定处的支撑杆上支撑缆的吊线夹。
15. 光缆被放置完成后，应该立即进行光缆固定的工作。

16. 将捆扎绳线拉向光缆盘

不断通过手动慢慢回转放线轮，使没有捆绑的部分保持绷紧状态。

17. 在捆绑过程向放线轮靠近的过程中，去掉刚才放置的缆绳滑轮。

18. 随着捆扎绳在支撑缆绳上的移动，在前面捆扎后的部分确保支撑缆绳保持绷紧状态。

19. 继续使用捆扎绳捆扎，直到完成所有的捆扎工作。

20. 留下足够牵线到设备架的光缆长度，安装好连接器，并且在拉线完成后，应允许将来的维护。

21. 在光缆连接前，使用端头帽密封光缆的端头

直接埋地安装

有些应用需要直接埋地安装。埋地安装有一些需要特殊考虑的地方，是其他拉线方式不需要的。以下的指南是预防冰冻水、毁坏性的压力、建筑物的地质断裂以及啮齿动物动物的危害。

使用下面的指南指导用户规划直接埋地安装。

- 使用专门为直接埋地设计的光缆。
- 直接埋在地下的光缆使用厚型铠装光缆。
- 光缆的埋地深度在 36 到 48 英寸（1 到 1.2 米）之间。
- 在可能的情况下使用凝胶体填充，金属覆盖物保护和增加铠装。
- 当面临拉力不均衡问题时，使用松套层式结构的光缆。

开放电缆沟安装

使用下面的步骤作为用户进行开放电缆沟方式安装时的指南。

1. 当光缆从导向轮上通过和穿过导向开关时，保持最小的张力。

重 要

拉光缆时的拉力不要超过光缆制造商规定的光缆安装时允许最大张力

2. 当安装光缆同一些建筑如公路、人行道或一些景观交叉通过时，应当考虑适当的安装方式，如钻孔或挖沟。
3. 当用户光缆布线位置靠近已有的电力线时，至少应保持 36 英寸（1 米）的间隔。
4. 当用户应用中不能满足使用适当量的泥土覆盖时，使用一些其他形式的保护措施（钢管，水泥管等）。
5. 如果用户必须从选择的挖沟路径中间开始放置光缆，使用下面的程序。
 - a. 先向一个方向拉线，直到这个方向拉线结束。
 - b. 在另一方向上，手动小心地将光缆从光缆盘上取下，在地上摆放成 8 字形

重 要

确定以一定的方式摆放光缆，防止光缆同植物、岩石或其他的障碍物缠到一起。

- c. 在第二个方向上手动导引光缆，象刚才一样拉线。
6. 挖沟工作结束后，尽快开始放置光缆。

用户可以通过尽快填平线沟来避免可能因为塌方导致的线沟被填。根据用户的需要，用户可以使用挖沟装置，以及移动的光缆拖车和放线装置

7. 确定用户的光缆拖车有适当尺寸的滚轮和可以调节的磨合运转装置。

重 要

不允许光缆从光缆托车上拉线时发生挤压、缠绕或向回弯曲等情况。不要超过光缆的最小弯曲半径和最大张力。用户可能需要手动导引光缆导线沟中。

8. 光缆放置完成后，应立即回填线沟。

在挖沟和回填时，应考虑用户当地的有关法令。

9. 避免回填的时候使用冻土、岩石、大石块、建筑废料等材料。

这些东西可能导致沿着被埋的光缆上一些点的形状不连续，对光缆的性能产生影响。

10. 在可以预见线沟可能被侵蚀或流失的挖沟处，使用机器将这一区域的积水抽走。

11. 使用 OTDR（时域反射计）或光纤检测计测量和记录光缆的衰减。

12. 在光缆连接前，使用端头帽密封光缆的端头

垂直安装

用户的应用中可能要求垂直安装。用户可以在沟槽、竖井或高塔中垂直的安装光缆。在很高的垂直安装中，比如无线电天线塔，推荐使用绝缘的光缆。

规划垂直光缆安装

当用户规划垂直安装时，使用下面的指南。

1. 夹紧光缆，这样可以在因结冰而增加负荷或风力很大时提供额外的支撑力。

用户特定的环境决定了应该在何处夹紧光缆。在室内位置，光缆夹紧处的间隔最小可以到 3 英尺（1 米），最大可以到 50 至 100 英尺（15 至 30 米）。

光缆在垂直线井中通常直接夹到线井的壁上。

光缆安装在电梯井中时通常使用吊线支持，从井的顶部悬吊下来。吊线固定在间隔处的井壁或井底。在电梯井中安装时，参考用户本地的相关规定和实际情况。

2. 将活动内层结构的光缆的顶部、底部以及每隔 500 英尺（150 米）处用绳圈系成直径大约 1 英尺（0.3 米），避免松套层式结构的光缆出现向下移动的趋势。

松套层式结构的光缆可能因为向下移动，导致底部堆积现象。底部的堆积可能引发衰减增大，尤其在结冰点温度以下的环境中。

3. 规划光缆走线，保持最小的弯曲角度。
4. 当光缆穿过墙或地板时，所有钻的孔应该足够容纳保护光缆钢管通过。

钢管的内径应该4倍光缆的直径。钢管最小内径是2英寸（5厘米）。

钢管在光缆通过防火墙时是必需的。参考用户当地的法规 and 实际安装情况完成通过防火墙的安装。

5. 使用 OTDR（时域反射计）或光纤检测计测量和记录光缆的衰减。
6. 在光缆连接前，使用端头帽密封光缆的端头

下一步

当用户确信自己已经可以按照安装指南进行安装，且经过了终结光缆的培训，用户可以进入第五章，开始安装光缆网段。

安装 ControlNet 光纤介质系统

本章内容

本章为用户提供连接中、短距离光缆连接的一般步骤。下表描述了本章的内容以及在何处找到相应的信息

主题:	参见:
使用预终结的短距离光缆	5-1
ControlNet 光纤中继集线器	5-2
为执行 Zipcord 操作的光缆模块连线	5-3
确定光缆和连接器类型	5-5
估计光缆长度	5-6
200 微米 HSC 光缆	5-7
62.5 微米光缆	5-7
光缆规范说明书	5-7

使用预终结的短距离光缆

我们提供单工或 Zipcord 光缆。用户可以在我们提供的模块上使用（多模）光缆，但目前我们不销售这种光缆。用户应该同销售商联系，获得需要的信息和设备。需要本手册没有涉及的其它类型的光缆产品，请联系本地光缆供应商。

ControlNet 光纤中继集线器

ControlNet 使用模块化的光缆中继系统。中继适配器 (1786-RPA) 连接同轴介质并且将同轴介质系统上的信号转发到光纤中继模块，在本手册中称为适配器。光纤中继模块 (1786-RPFS 或 1786-RPFM 与 FPFR(X)L) 将信号通过光缆发送到网络中的下一个光纤中继器，是本书中称为模块。适配器和模块装配在一起就称为光纤中继集线器。

重 要

光纤中继适配器 (1786-RPA) 在本手册称为适配器。光纤中继模块 (1786-RPFS,-RPFM,-RPFR(X)L) 在本手册中称为模块。

一个 DIN 安装架上最多安装 4 个中继模块，使用一个中继适配器连接在一起。短距离模块 (1786-RPFS)，中距离模块 (1786-RPFM) 以及环形网络光纤模块 (1786-RPFR(X)L) 可以以任意的组合使用一个 RPA 混合安装。

光纤单元安装指南

当用户规划和安装光纤单元时，参考下面的安装指南：

- 安装光纤单元时遵循每个安装指南中着重提到的有关安装环境的说明。
- 在安装地点应避免静电和电磁场干扰
- 选择安装地点时应避免有腐蚀或易燃气体、灰尘、导电尘埃、油雾、有机溶剂等的环境
- 防止直接浸入水中或暴露在阳光下
- 将光纤单元安装到 NEMA 标准保护外壳中
- 为了保持空气流通，周围设备同光纤单元间最小允许间隔距离为 5 厘米
- 模块允许垂直安装，但是应保持合适的空气流动空间，模块不要颠倒安装

参考下面的有关中继器和模块安装指南的出版物：

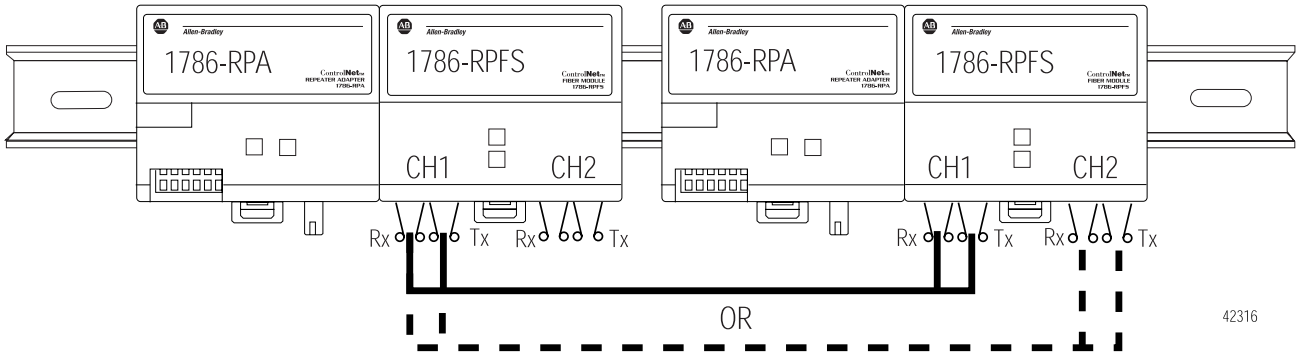
表 5.A 参考出版物

出版物	出版号
ControlNet 模块化中继适配器安装指南 (1786-RPA)	1786-IN013B-EN-P
ControlNet 模块化中继器短距离光纤模块安装指南 (1786-RPFS)	1786-5.12
ControlNet 模块化中继器中等距离光缆模块安装指南 (1786-RPFM)	1786-IN011B-EN-P
ControlNet 模块化中继器长和超长距离环形光缆模块安装指南 (1786-RPFL/RPFXL)	1786-IN003B-EN-P

将Zipcord光缆连接到模块

Zipcord 是预制的 650 毫米 200/230 微米光缆，在末端有一个 versalink V-型针连接器。Zipcord是全双工光缆。全双工光缆制造时同一光纤对应端信号方向相反。这样就自动从一个光纤单元的“发送”端连接到另一单元的“接收”端。

图 5.1 Zipcord 连接示例



1786-RPFM不是冗余模块，因此不要在两个相同模块式中继器间连接超过一根的全双工光缆或两根的单工光缆，甚至在同一个集线器的不同模块件也不要这样连接。参见5-4 页图5.2，这是一个不正确的冗余连接拓扑结构。

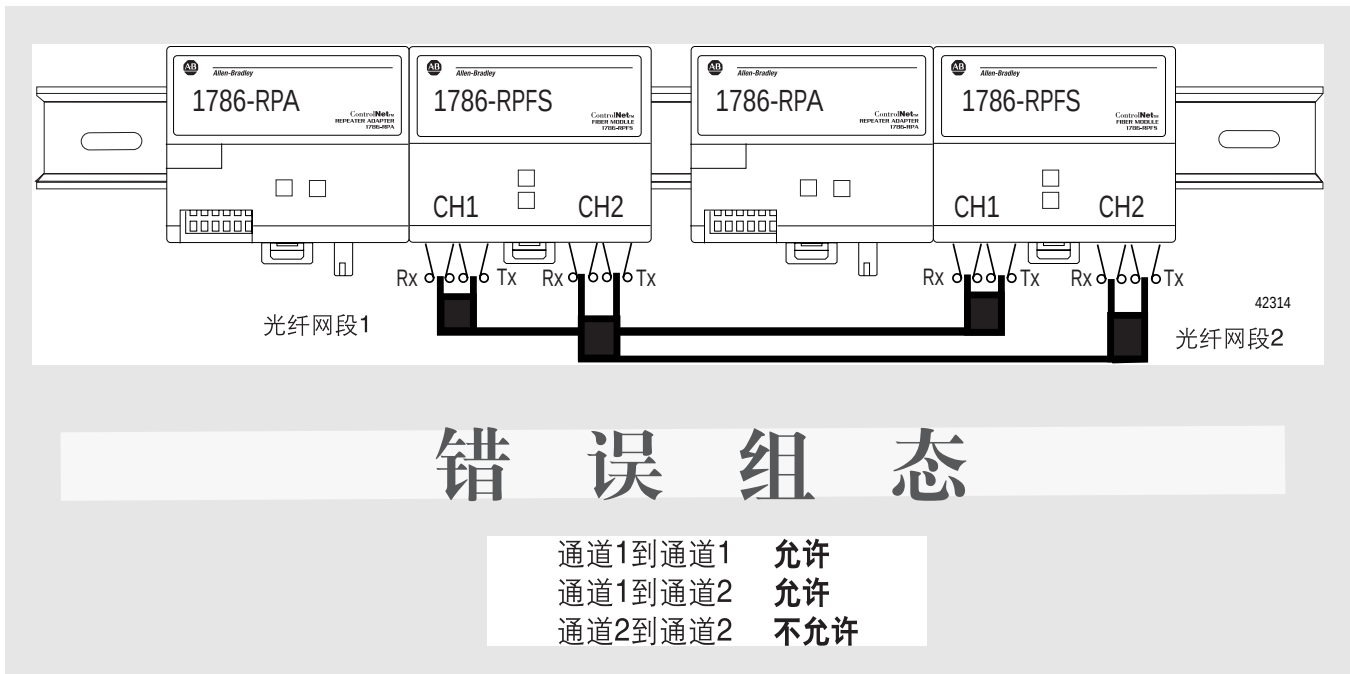
注意

不要用眼直接观察光纤孔。光线等级可以导致视力损伤。

重 要

不要在安装在一个适配器上的两个模块间建立光纤介质或铜介质的连接

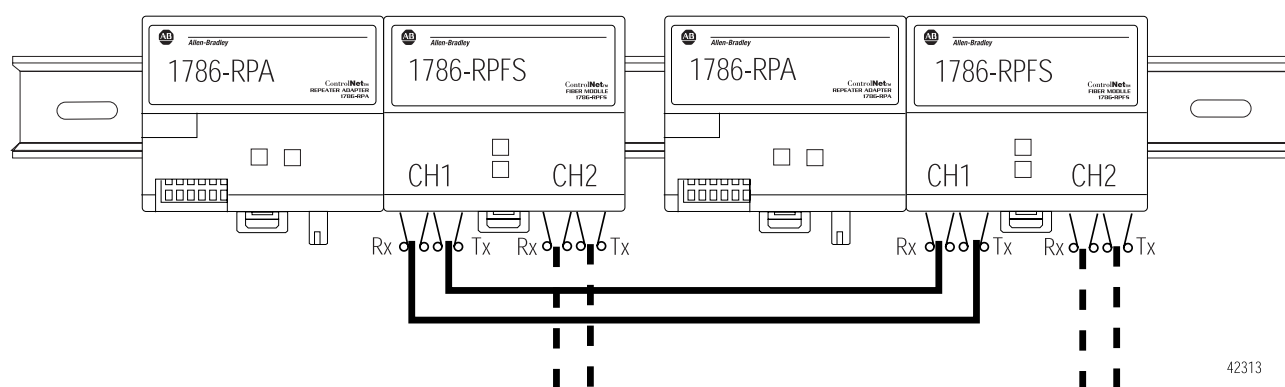
图 5.2 错误的组态示例



重 要

一定不要在同一中继器模块的通道1和通道2间连接光缆，甚至在同一中继器上的不同模块间也不要这样连接。参见下面的图示。

图 5.3 正确的连接示例



42313

正确的组态

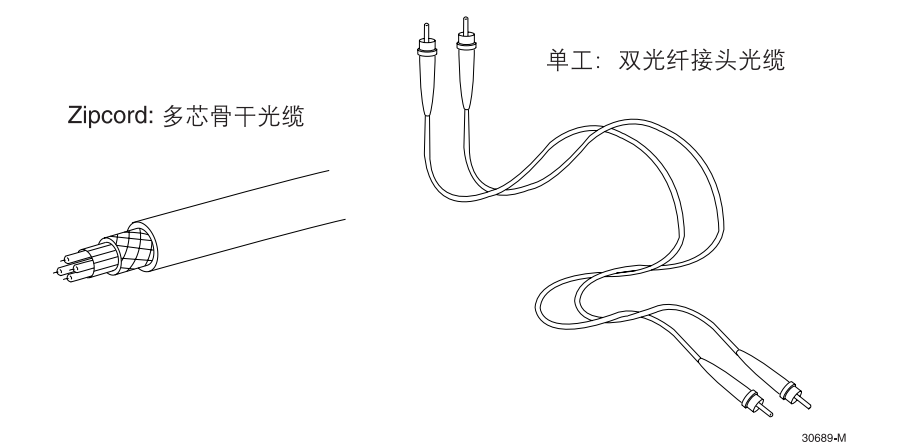
重 要

确保光缆的一端连接在一个1786-RPFM的RX（接收）端口，一端连接在另一个1786-RPFM的TX（发送）端口。用户可以使用任何一个卡上的通道 1 或通道 2

确定光缆和连接器类型

短距离光纤模块（1786-RPFS）设计使用 200 微米（渐变折射率多模）硬复合硅(Hard Clad Silica)类型光缆,该光缆的波长为650nm . versalink 连接系统。中距离光纤模块（1786-RPFM）设计使用 62.5/125μm 多模光缆，该光缆为塑料或陶瓷 ST 型接口，波长为 1300nm。

作为骨干线路使用的多芯光缆可容纳光纤芯数的范围很广，从 2 到 216 芯都可以。下图显示了一个多芯骨干光缆和带两个光纤接头光缆的实物图



我们推荐用户使用康宁（Corning）光缆系统终结套件和 unicom ST 接头。使用康宁光缆系统终结套件终结光缆被实践证明是一种简单可靠的手段。参见第六章，终结网络获取更详细的信息。用户选择使用光缆的类型和网络环境有关。用户可以通过光缆安装专家确定在用户条件下最合适的光缆类型。

估计光缆的长度

1786-RPFM允许的最大光缆段长度取决于光缆质量、熔接点数目以及连接器数目。整个光缆段总的衰减必须小于 13.3dB。

光缆在波长为 1300nm 时典型衰减低于 1.5dB/km。

重 要	用户应该避免光缆不必要的熔接。连接器可以引发大量的衰减，限制用户系统的长度。光缆安装完毕后，应该确保进行每一个光缆段的衰减检查。
------------	--

每一种 Allen-Bradley 的光纤系统都有不同的约束值，因此，每一种系统的最大光缆长度都是不同的。艾伦-布拉德利提供两种不同的系统，目的是解决不同方面的应用。

1786-RPFS

1786-RPFS 系统专门用于短距离应用，我们保证正常使用的距离是 0 到 300 米。该系统要求使用预终结的装配光缆，比如 Versalink V- 型系统。参考出版物 AG-PA002C-EN-P，ControlNet 介质组件清单，获取完整的缆线系统清单。

1786-RPFM

1786-RPFM 设计目的是解决中等距离的应用，此时两个 ControlNet 网络产品间的最大距离为 3km (9843ft)，但是用户可以通过使用更高质量的光缆和终结连接器介质来增大这个距离。中等距离模块提供节点间与地隔离的能力，可以避免影响传统铜介质的杂波的干扰。

200 微米 HCS

这种光缆是配合 1786-RPFS 模块使用，专门用于解决短距离应用的。当光缆使用即插即用系统时，需要使用预终结的缆线系统。参考出版物 AG-PA002C-EN-P，ControlNet 介质组件清单，获取完整的缆线系统清单。

62.5 微米光缆

该光缆配合 1786-RPFM 与 1786-RPFR(X)L 模块使用，解决要求比传统同轴介质可以提供的最大距离还要大的中距离和长距离应用。中等距离和长距离模块提供节点间与地隔离的能力，可以避免影响传统铜介质的杂波的干扰。

光缆规格说明

光缆的质量决定了用户可以获得的最大长度。用户在购买光纤介质配件前，请现联系本地经销商获取有关光缆衰减度的详细规格说明。

下表提供了光缆的规格说明：

1786-RPFS 光缆

组件	描述
光缆类型	200/230 微米 HCS（硬复合硅）光缆
光纤终结器类型	Versalink V- 型系统
光纤工作波长	650nm（红光）
光功率预算	4.2dB

1786-RPFM 光缆

组件	描述
光纤类型	62.5/125 微米光缆
光纤终结类型	ST(r)（塑料或陶瓷）
光纤工作波长	1300nm
光功率预算	13.31

① 该数字包括了所有光缆链路有关的衰减，有：熔接点、光纤衰减、保护接头和 1786-RPFM ST 终结头。

下一步

现在，用户可以：

- 确定将要使用的模块
- 决定在网络拓扑结构的何处安装模块
- 确定将要使用的光缆和连接器的质量等级
- 根据将要使用的长度和连接数目计算衰减程度

下面，用户可以物理终结光缆了，请阅读第六章。

用户可能发现自己将要按照与本手册安排不同的顺序使用第三、五、六章的内容。例如，如果用户改变使用光缆的质量等级，就不得不回到第三章，重新计算各种参数。

终结用户的网络

本章内容

参见下表有关如何终结光缆的内容：

主题：	参见：
什么是终结？	6-1
终结套件	6-2
终结用户的光缆	6-2
康宁线缆系统® UniCam® 连接器装配指南	6-4

本章为用户提供终结中等距离光缆的一般步骤。罗克韦尔自动化为短距离模块提供预终结的套件，只需简单的“即插即用”操作。中等距离光缆必须在施工现场终结。我们提供一个推荐的如何终结光缆的大体步骤。

参见出版物 AG-PA002C-EN-P：ControlNet 介质组件清单获取订购信息。

什么是终结？

终结的工作很简单，就是将连接器安装到用户光缆的末端的过程。不像在ControlNet同轴缆线介质系统中用户需要使用75欧姆终结电阻终结没有使用的分接器，MT-RJ连接器上有一个防尘罩，用户应该将它安置在连接器的末端。

当用户准备使用MT-RJ连接器时，用户只需简单地取下连接器末端的保护罩，然后安装到光缆即可。

罗克韦尔提供短距离（<300 米）的预终结光缆，作为 1786-RPFS 光纤模块使用的套件。用户需要自己在安装现场终结中等距离和长距离的光缆。

终结套件

MT-RJ 是最新的连接器技术，可以实现比当前的 **ST** 型连接器连接更加紧凑的连接器分组。

本小节描述了如何装配康宁线缆系统® **Unicam**® **ST** 型兼容连接器的一般方法。**ST** 型连接器是一种单模连接器，和罗克韦尔中距离光纤模块以及中继器产品兼容。康宁线缆系统套件可以提供高质量的牢固可靠的光纤连接 / 终结。该套件也可用于 **MT-RJ** 连接器，这是将要用于我们的下一代产品（比如 **Daughter cards**）中的技术。

Unicam 套件使安装 **MT-RJ** 连接器如同安装 **ST** 型连接器。该过程与其他配合 **Unicam** 套件使用而设计的康宁线缆系统连接器操作相似。

目前市场上还没有测试在短距离应用中使用的连接器的产品。但是测试中距离光缆系统有很多可供选择的产品。

终结用户光缆

这一小节没有图例。只是简单的提供怎样安装光纤连接器的大概描述。使用康宁线缆系统套件，终结光缆的过程简单而且可靠。经过训练，有耐心和足够的实践，则终结光缆的过程和终结同轴缆线一样简单快速。

下面小节摘录自康宁线缆系统套件使用说明，为用户提供了使用 MT-RJ 或 ST 型连接器终结光纤介质的一般步骤。

重 要

确保根据为用户提供光缆终结套件的制造商提供的使用说明终结光缆。

1. 备齐将要使用的终结套件的各种组件。
2. 根据用户的规划，确保拥有足够的建立所有光缆连接和终结所有要使用光缆端头的组件。
3. 作出一个完成各种连接的计划表。
4. 按照用户所使用的终结套件的装配指南和安全保障指南进行施工。
5. 将保护帽安装到模块的连接器上。

康宁线缆系统® UniCam®连接器安装 指南

当用户购买 Corning Cable Systems 套件时，可以获得非常详细的带有图解的安装指南以及安装示范录像。下面的资料是从康宁线缆系统的用户手册中摘录的一部分，罗克韦尔自动化进行了修改。

康宁线缆系统 UniCam 连接器是可以现场安装的连接器的，不需要使用环氧树脂粘合和抛光。这个连接器带有一个光纤头，光纤头在金属的套环内，由工厂预先抛光好的，不需要现场抛光。现场的光缆切割好后，插入到连接器中，接触到光纤头的开口端。当旋转凸轮时，两边的光纤恰好在连接器内的适当位置对齐。

等到连接器的光缆的应变消除后，就可以连接到在适配器上的另一个连接器上了。

在开始安装连接器之前，请确保仔细完整地阅读了康宁线缆系统用户手册中的安装过程。

注意



当用户使用化学药剂和切割光缆时，应该佩戴保护眼镜。光纤的玻璃屑非常锋利，很容易伤害到用户的眼角膜。

注意



异丙醇是易燃品，燃点为 54°F，接触时可能对用户眼睛有刺激。请佩戴保护眼镜。发生进入眼睛的情况时，请用清水冲洗至少 15 分钟。吸入异丙醇气体可能导致轻微的昏迷感。如果发生吸入，请找内科医生处理。应该在有良好通风的环境中使用。

注意



切割好的光纤玻璃非常锋利，可以很容易的刺穿用户皮肤。不要让切割后的废屑沾到衣服上或留在工作场所，这样以后可能会导致伤害。使用镊子拾取切割后或折断的光纤玻璃屑，放到胶带上，避免到处都是。请保持工作地点的清洁。

注 意

光缆不应该过度的拉伸、弯曲或承受太大的压力，请参考用户安装的光缆的规格说明。光缆弯曲不要太急剧，不能小于推荐的最小弯曲半径。不要对光缆施加超过说明的最大张力。如果光缆承受太大的压力或打结，都可能改变光缆的传输特性，造成伤害。

注 意

激光会损害用户的眼睛。激光是不可见的。直接观察不会有疼痛感。但是眼睛的虹膜不会象观看白光时一样自动闭合，从而对视网膜产生严重的伤害。因此，绝对不要直接观看正在通信中的光缆的末端。如果怀疑激光不小心射入眼睛，请立即进行眼科检查。

重 要

用户在准备装配连接器之前，请完整阅读本小节和随终结套件提供的用户手册。

组件

UniCam ST 型兼容连接器包装包括下列部分：

- 防尘帽
- 金属套环
- 卡销
- 凸轮
- 导入导管
- 端盖
- 压边套环
- 光缆应变消除器

准备连接器

UniCam 安装工具:

- 将光纤置于连接器中
- 旋转凸轮，对齐光纤
- 将剩余的光缆线盘起放好

UniCam 安装工具使安装连接器变得容易而且精确。处理光纤时必须使用单独的压边工具以保护光缆上的聚芳基酰胺线。

重 要

下面提供的步骤是安装的大概过程。用户应该确保阅读完康宁线缆系统提供的带图示的安装指南。

1. 将压边工具的把手翻开，并且旋转扳手，使把手向上。
2. 从包装盒中取出连接器组件。将连接器尾部的保护套取下，放在一旁。
在连接器全部安装完成且准备安装到适配器插槽中之前，不要取下前端的防尘帽。
3. 检查连接器，确保其处于打开的位置。
当从防尘帽圆端，且“UP”标签向上时若凸轮上的调节扭指向90度位置，ST 型兼容连接器处于打开位置。除非凸轮是处于打开位置，否则在扳手的把手向上时，连接器同安装工具不匹配。
4. 滑动片向后滑，将连接器尽可能地插入到工具中。注意“UP”标签应该向上。
当连接器完全固定后，导入导管应该保持在压边工具的平板上。
连接器的前面部分应该在滑动片内部。

重 要

在插入连接器时，用力不可太大。否则若强行将连接器插入到工具中，可能导致工具损坏。

如果小心用力推动连接器不能使之滑入到工具中，请检查确定连接器是否在打开位置，扳手的把手是否向上，以及连接器插入时的方向是否正确。

准备光缆

1. 将光缆的保护套（小端优先）推到不妨碍工作的位置。
2. 从端头处量取 40mm（1.5 英寸）并作标记，作为缓冲部分。
3. 使用 16AWG 开放式带缓冲剥线工具剥去刚才标记的 40mm 长的光缆外层线皮。
4. 用剪刀修整出现在外层线皮处的聚芳基酰胺线。
5. 从外层线皮的末端处量取 11mm（0.43 英寸）并做标记。
6. 剥去刚才标记的 11mm 长的光缆外层线皮。露出 11mm 长的聚芳基酰胺线。
7. 将聚芳基酰胺线向后整理到外层线皮上，将压边套环套到聚芳基酰胺线 5mm（0.2 英寸）处，使之不会影响下面的工作。
8. 测量和标记距离光缆外表皮边缘 10mm（0.43 英寸）处的 900um 缓冲保护涂层。
在外表皮边沿处的缓冲保护涂层上作一个附加的标记。这个标志在现场的光纤同连接器的光纤段连接时可作为指示用。
9. 使用 203um No-Nik 工具除去大约 41mm（1.6 英寸）的缓冲保护涂层，即第一次标记处。
10. 使用酒精擦布清洁裸露的光纤两次。清洁后，不要再接触裸露的光纤。不可擦掉 10mm 处的标记。

连接器安装

1. 将扳手按下，开启切割器的光纤接线夹。
2. 用另一只手，将光纤放入开启的光纤导管，光纤的末端进入到接线夹下，光纤的保护涂层和 8.5 毫米长的标志对齐。

重 要

这时不要弯曲光纤导管。

切断光纤的时候，严格要求工作程序是先将切割刀片轻轻的接触光纤，然后放开刀片，弯曲导管，使光纤断开。当刀片还在光纤上就弯曲导管，会导致劣质的切口。

3. 小心的释放扳手，使接线夹夹住裸露的光纤。
4. 按下切割刀片的刀把，直到刀片刚好接触到光纤和导管为止。这里需要施加恰当的压力，使刀片在光纤上留下合适的刻痕。
5. 小心地放开切割刀片。
6. 弯曲光纤导管，折断光纤。这时，光纤已经准备好可以插入连接器了。
7. 再一次按下切割刀片的把手，抬起光纤接线夹。使用镊子拾取光纤的残余段，放入环形胶带中，妥善处理。

8. 小心的将切割好的光纤插入到在安装工具中的连接器的光纤导入管中，直到感觉光纤已经稳固的同连接器里的光纤段接触为止。
 - 保持光纤为直线状态，不要弯曲。
 - 若感觉在插入过程中有阻力，将光纤拉出一点，再重新插入。

重 要

如果用户剥线和切割的长度都正确，则光缆的外层线皮或缓冲层上的标记会停在距导入导管口不到 2 毫米 (0.08 英寸) 处。

如果该标志不见了，则光纤可能已经折断。移去连接器，从新剥线和切割光纤，再使用一个新的连接器安装。

9. 旋转凸轮上的扳手 90 度以上。(可以听见工具发出正常的咔咔声) 扳手必须保持水平，不要转回竖直状态。
10. 现在光纤已经被结合到连接器内部了。用户不需要再用手保持光纤的位置，但一定小心不要托拽光纤。
11. 小心翻转压边工具把手 180 度，直到接触压边套环。平稳的压下把手。注意连接器不能压得太厉害。
12. 轻轻释放压边工具的扳手。用户可以看到在压边套环上有一个扁平的印记，表示压边正确。
13. 将扳手向下扳，从工具中竖直向上取出连接器和光缆。不要拉压边套环之外的光缆，应该只在连接器上用力。
14. 将光缆保护套套到连接器后面，直到到达凸轮为止。

在从新套好保护套前，应该在连接器尾部的光缆上涂抹一小滴 **Loctite 411** 粘合剂，刚好覆盖一点金属的压边套环。这有助于保持光缆外皮的位置。迅速的滑动保护套到合适的位置。不要犹豫，否则粘合剂会在保护套套好前凝固。

连接器现在已经安装好可用了。在将 **UniCam** 连接器接到适配器插槽中前，不要去掉前面的保护帽。

下一步

在用户装配好连接器与光缆，并且连接好模块后，就可以进入第七章，进行网络检验。

检验用户的网络

本章内容

在用户开始使用网络前，请参照下表，获取怎样检验网络安装的信息。

主题:	参见:
检验用户网络	7-1
测量功率损耗	7-2
OTDR 测量	7-4
光纤模块故障排除	7-5

检验用户网络

用户可以使用 RSNetWorx For ControlNet 软件或其它网络组态软件检测系统是否满足各种网络参数的要求。根据用户规划的系统要求，比如 NUT，SMAX，UMAX，以及最坏情况网络延时等，RSNetWorx 可以计算用户计划网络的各种参数。

当用户将这些数值输入到 RSNetWorx，并且参数被计算出来后，软件可以告诉按照用户规划组态的网络是否可用。如果用户网络不可用，则必须调整参数规划。

参考出版物 9399-CNETGR，RSNetWorx For ControlNet 快速入门，获取有关 RSNetWorx 软件如何帮助用户检验网络的信息。

测量功率损耗

当用户安装中等距离或长距离光缆后，使用光功率测量仪检验每一段光缆的衰减值是否小于**13.3dB**。用户选择的测试光源应该和将要测试光缆的要求光源等级相同。

功率损失的测量值应该和前面章节的表格匹配。如果用户没有遵循前面章节推荐的最大功率损失值，用户只能得到一个经常丢失信息的网络或经常掉线的连接。

不要使用不匹配的电源测试光缆，这样用户得到的是不正确的读数。功率损耗与光源的波长有关。

光功率测量表从光缆的一段发出一束光到光缆另一端的光功率测量表。用户从测量表上可以读到衰减值和功率值，确定这一段光缆的有效性。

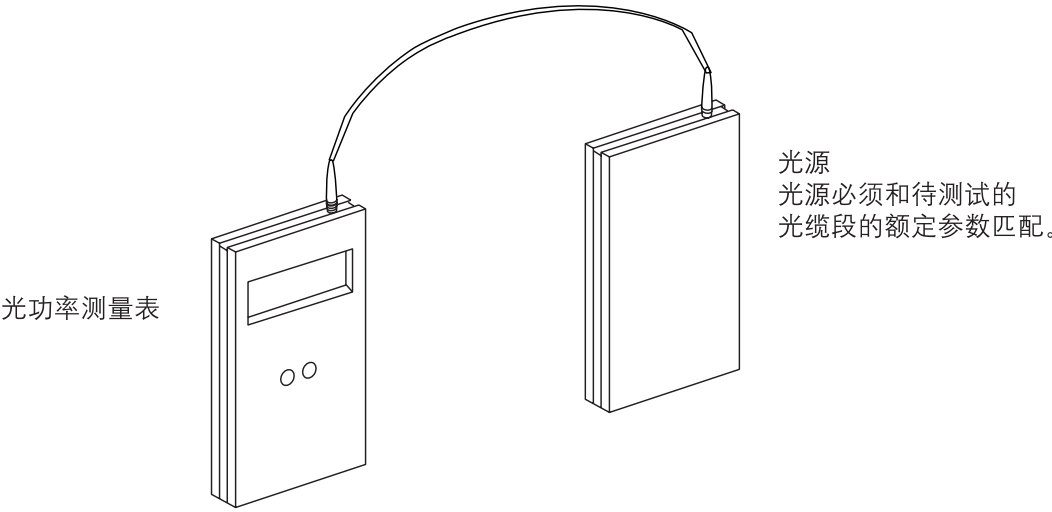


表 7.A 光纤模块使用距离和激光等级

光纤模块:	距离:	等级:
短距离, 1786-RPFS	640nm	200/230μ
中等距离, 1786-RPFM	1300nm	62.5/125μ
长距离, 1786-RPFRL	1300nm	62.5/125μ
超长距离, 1786-RPFRXL	1300nm	9μ

错误的光功率损耗测量示例

如果用户使用**640nm**光源检测中等距离系统，只能得到错误的损失功率测量值，该值没有任何意义。用户必须使用**1300nm**光源，这是光缆参数决定的。

记录每一段光纤芯的衰减等级，并保留这些记录。这些衰减等级的记录对于以后处理问题与维护网络都很有价值。

用户光缆系统中一些大的功率衰减可能是下列问题导致的：

- 劣质的衔接头
- 不合适的弯曲半径
- 弯曲导致的损失
- 光纤折断
- 劣质的连接
- 弄脏或损坏的连接器
- 光纤弯曲半径过大
- 粗糙的连接器打磨

OTDR 测量

作为光功率损耗检测的附加手段，用户应该使用光时域反射计（OTDR）检测整个光纤网络。OTDR 发射光线到光缆的一个光纤芯内，并且显示反射的光线。

重 要

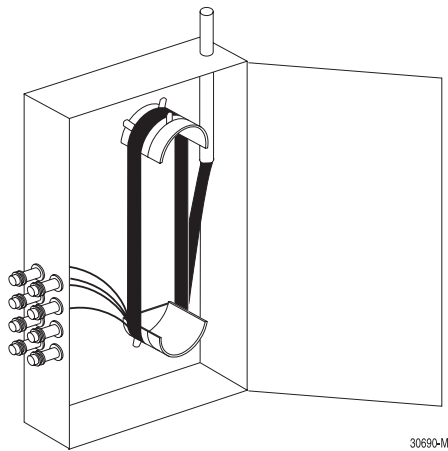
在进行 OTDR 测试前，先将光缆从光纤模块上断开。

OTDR 检测提供的下列测量数据可以帮助用户处理故障和维护网络。

- 到光纤折断处的光缆长度
- 到引发大的衰减的事件（衍接头、弯道、连接器）发生的地点的光缆长度
- 两个引发大的衰减的事件间的距离
- 光缆两点间的光衰减值
- 总的反射光强度或从一个事件处反射的光的强度。

保留每一段光纤芯的记录结果到用户硬盘或软盘上。

下图显示了一个连接器面板的实例，接入了多芯干线光缆，具有供光缆互连的连接头。



在不同的环形中设计了不同的光缆类型供用户选择。请联系工程设计人员或专业安装人员咨询确定最适合用户环境的光缆类型。

光纤模块故障排除

光纤中继器上有一个指示同轴介质连接的LED指示灯和一个指示所有光纤通道的 LED 指示灯。

表 7.B 1786-RPA 上的 LED 指示灯

如果两个都:	表示:
熄灭	该单元没有通电。请检查电源线, 注意电压是否正确
红色	- 不确定条件导致的故障。当故障条件消失, 故障自动清除 - 中继器故障。更换中继器或检查网络故障
如果其中一个闪烁:	表示:
绿色 / 熄灭	通常是暂时的网络故障, 正常情况下故障可以自行消除。如果一直保持, 则表示节点和线缆系统有故障。确保: - 所有的连接器插脚都正确的密封 - 所有的分解器都连结正确 - 所有的同轴介质终结电阻都是75欧姆, 并且同轴电缆段的两端都安装了。 - 同轴介质电缆没有意外接地
红色 / 熄灭	- 严重的网络故障。可能是线缆折断、分接器脱落或端电阻未接。 - 指示灯在没用活动网络的系统中会闪烁红色 / 熄灭。红色 / 熄灭在一个 ControlNet 节点没有安装或不可用的系统中属于正常情况。

状态指示灯分别指示通道 1 或 2。

表 7.C 1786-RPFS 或 1786-RPFM⁽¹⁾上的 LED 指示灯

状态:	表示:
LED 熄灭	- 该单元没有从适配器上得到电源 - 模块没有正确固定到 1786-RPA - 模块故障, 购买新的替换 - 发送和接收端反接
LED 闪烁 绿色 / 熄灭	在相关通道上没有数据传输
LED 亮 绿色	在模块间的光纤连接正确
LED 闪烁 绿色 / 熄灭	在相关通道上没有数据传输

⁽¹⁾ 到本手册出版时, 还没有 1876-RPFRL 和 1786-RPFPL 的 LED 指示灯数据。

APD(雪崩光电二极管)

将光纤接收器接收到的光转换为电流

衰减

光缆的光强度损耗，单位 dB/km

带宽

光缆中的多模传播和色散导致的脉冲展宽

基带

通过调制光功率，使用光缆传输的信息。

BER（误码率）

描述数据错误率的主要方式。可以接受的误码率是 $1E^{-9}$ 位错误（或者每 1000M 位数据传输错误 1 位）。

弯曲半径

光缆按照规格说明正常工作时允许的最大弯曲量。

缓冲涂层

包围光纤（核心光芯，包层、涂层）的材料，可以保护光纤不被物理破坏。紧套层的缓冲涂层直接同光纤接触。松套层式结构的缓冲涂层为光纤提供一个活动的环境。

包层

包围在核心光芯外的材料层。

涂层

包围在包层外保护塑料材料的覆盖物。

核心光芯

光纤中间的圆柱形材料，由塑料或玻璃制造。

dB

测量能量衰减或增益时的单位，表示为 $10 \times \log(P_{out}/P_{in})$

dBm

以 1mw 为单位的能量等级，表示为 $10 \times \log(P_{optical}/1mw)$

渐变折射率

光纤系统中，光以波浪形轨迹传播时可以增大光缆的带宽。

介入损失

在光通路（连接器、隔板、连接点或光缆）中插入其他物体导致光被扰乱而引发的以 dB 为单位的衰减。

激光二极管

连接在光纤上，将电信号转换为光信号的器件

LED(发光二极管)

将电信号转换为光信号，产生低能量波长的光作用到光纤上

局域网

在短距离、多用户环境中使用的计算机网络、工业控制网络和办公网络的统称。

损耗

参见衰减

多模

光线在光纤芯中沿着多条路径传播的光缆类型

数值孔径(NA)

透镜或光纤中，最大允许 α 角的一半的正弦值

$$NA = \sin \alpha = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$$

n_1 为核心光芯的折射率， n_2 为包层的折射率。

网络更新时间(NUT)

网络完成预定义带宽、非预定义带宽、网络维持信息传输的最小时间间隔。

OTDR（光时域反射计）

检测光纤衰减、一致性、衍接头损耗、是否折断或长度的工具。

光电二极管

参见针孔二极管

针孔二极管

用于光纤系统的接收设备。检测接收到的光信号，并将光能量转换为电流。

塑料包层二氧化硅光纤

突变折射率光纤，核心光芯用二氧化硅制造，包层用塑料制造

塑料光纤

完全有塑料材料制造的光纤，通常比玻璃制造的光纤衰减厉害

接收器

光纤系统的逻辑层产品。由光电二极管、电阻、放大器和电平转换电路构成

折射率

光在真空中的传播速度与在材料中传播速度的比值

响应率

将电流 / 电压信号输出到光能量的比率

回波损耗

因为系统的不一致导致的进入能量同反射能量不同。两个能量的对数比值就是回波损耗。回波损耗 $= 10 \times \log (P_{in}/P_{back})$ 。

预定义的最大节点地址 (Smax)

ControlNet 中的最大的预定义传输节点地址。

灵敏度

为了达到预定的 BER，在接收器输入端输入的最小光能量范围。

单模

单波长模式传播的光纤与在单波长模式光纤中传播的激光

光速

光波的相位速度。

衔接点

光纤内部的连接，出现在延长光纤长度时。

突变折射率

折射率变化的图像为阶梯形的光纤。

分接器

将光纤中的光能量分配到接收器

非预定的最大节点地址 (Umax)

ControlNet 网络中的最大非预定节点地址。

数字

13.3 db 3-17

1786-FSKIT 2-4

1786-RPA 1-11, 2-8, 3-19

1786-RPCD 1-11

1786-RPFM 1-10, 2-4, 3-11, 3-17, 3-19, 7-2

1786-RPFM, RPFRL, 与 RPFRXL 3-12, 2-8

1786-RPFRL 1-10, 2-4, 3-11, 7-2

1786-RPFRXL 1-10, 2-4, 3-11, 7-2

1786-RPFS 1-10, 1-11, 2-4, 3-10, 3-19, 7-2

1797-RPA 2-4

A

AG-PA002C-EN-P 1-3, 1-8, 1-13, 3-11

衰减

中距离 3-17

记录 7-3

衰减等级 3-13

B

BNC 电缆连接器 1-10, 2-8

桥 1-5, 2-2

C

线缆连接器 1-10, 2-8

CNET-IN002A-US-P 2-9

CNET-IN003A-US-P 2-9

ControlNet 线缆系统

线缆连接器 1-10, 2-8

组件定义 1-5, 2-2

链路 1-5, 2-2

中继器配置 1-15, 2-13, 6-9

网络 1-5, 2-2

节点 2-8

相关出版物 P-2

中继器 1-5, 1-11, 2-2, 2-9

分接器 1-5, 2-2

终结器 1-5, 1-15, 2-2

主干线网段 1-5, 2-2

ControlNet 光纤介质 1-4, 2-1

铜介质 3-11

D

延时数值 3-19

E

电气隔离 1-2
抗电磁干扰 (EMI) 1-4, 2-1
进入防爆区域 1-3
不正确损耗测量 7-3

F

光缆 1-10
光纤连接器 2-8
光纤介质 1-3
光纤介质组件 1-8, 1-9, 2-3
光纤介质规格 1-10, 3-11
纤维光纤 2-7
光纤产品 2-4
光纤中继器集线器 1-11, 1-12, 2-

8

光纤中继器器 2-9

G

对地隔离 3-11
光纤处理指南 4-2

H

防爆区域 1-2, 1-11, 2-9

I

抗干扰 1-3
安装光纤介质 1-10
安装 4-10
架空 4-7
管道 4-5
直接固定 4-5
直接埋地 4-10
间接固定 4-5
开放电缆沟 4-11
拉线 4-5
 垂直 4-12
本安区域 1-2, 1-3
隔离网段 2-2

L

LED 指示灯 7-5
链路
 定义 1-5, 2-2
长距离 1-3

M

最大传输 3-19
最大传输延时 3-22
最大系统长度 2-10
MT-RJ 1-10, 1-13

N

校验网络 7-1
网络术语 1-5
新网段 1-12

O

OTDR 测量 7-4

P

并联 2-10, 2-12
劣质连接 7-3
功率损耗测量 7-2
给网络供电 1-14
项目规划 1-9
出版物 P-2
AG2.2 1-3, 1-8

R

冗余网络 3-22
中继器 1-5, 1-11, 2-2, 2-9
 并联安装 2-12
 串联安装 2-11
 串并联混合安装 2-13
 中继器配置
 并联安装 2-12
 串联安装 2-11
 串并联混合安装 2-13
 中继器要求 2-9
环形网 1-7
罗克韦尔自动化支持 P-3
本地产品支持 P-3
对手册有疑问或建议 P-4

产品技术支持 P-4

RSNetWorx 1-12, 1-15, 2-11, 2-13, 3-24, 7-1

S

安全

一般规则 4-2

网段 1-5, 2-2

康宁线缆系统套件 1-13, 6-2

串联 2-11

尺寸和重量 1-3

偏差 3-22

ST- 连接器 1-13, 2-8

支持 P-3

本地产品支持 P-3

对手册有疑问或建议 P-4

产品技术援助 P-4

T

分接器 1-5, 2-2

终结 1-12, 1-14

终结器 1-5, 1-15, 2-2

拓扑 2-5

确定 1-5

光纤环网 1-12

点对点 1-8, 2-3, 2-11

环型 1-7, 2-6

星型 1-6, 2-5, 2-11

中继器总数 2-9

排除故障 1-5

光纤模块 7-5

干线网段 1-5, 2-2

U

Unicam 套件 1-13

V

校验用户网络 1-15

V- 型针 2-4, 2-8

W

注意

污染物 4-3

光纤 4-1

永久性视力损伤! 4-4

正确处理 4-4

拉力 4-4

皮肤接触 4-3

最坏情况 3-19

数字

13.3 db 3-17
1786-FSKIT 2-4
1786-RPA 1-11, 2-8, 3-19
1786-RPCD 1-11
1786-RPFM 1-10, 2-4, 3-11, 3-17, 3-19, 7-2
1786-RPFM, RPFRL, 与 RPFRXL 3-12, 2-8
1786-RPFRL 1-10, 2-4, 3-11, 7-2
1786-RPFRXL 1-10, 2-4, 3-11, 7-2
1786-RPFS 1-10, 1-11, 2-4, 3-10, 3-19, 7-2
1797-RPA 2-4

A

AG-PA002C-EN-P 1-3, 1-8, 1-13, 3-11
衰减
 中距离 3-17
 记录 7-3
衰减等级 3-13

B

BNC 电缆连接器 1-10, 2-8
桥 1-5, 2-2

C

线缆连接器 1-10, 2-8
CNET-IN002A-US-P- 2-9
CNET-IN003A-US-P 2-9
ControlNet 线缆系统
 线缆连接器 1-10, 2-8
 组件定义 1-5, 2-2
 链路 1-5, 2-2
 中继器配置 1-15, 2-13, 6-9
 网络 1-5, 2-2
 节点 2-8
 相关出版物 P-2
 中继器 1-5, 1-11, 2-2, 2-9
 分接器 1-5, 2-2
 终结器 1-5, 1-15, 2-2
 主干线网段 1-5, 2-2
ControlNet 光纤介质 1-4, 2-1
铜介质 3-11

D

延时数值 3-19

E

电气隔离 1-2
抗电磁干扰 (EMI) 1-4, 2-1
进入防爆区域 1-3

F

光缆 1-10
光纤连接器 2-8
光纤介质 1-3
光纤介质组件 1-8, 1-9, 2-3
光纤介质规格 1-10, 3-11
纤维光纤 2-7
光纤产品 2-4
光纤中继器集线器 1-11, 1-12, 2-8
光纤中继器器 2-9

G

对地隔离 3-11
光纤处理指南 4-2

H

防爆区域 1-2, 1-11, 2-9

I

抗干扰 1-3
安装光纤介质 1-10
安装 4-10
 架空 4-7
 管道 4-5
 直接固定 4-5
 直接埋地 4-10
 间接固定 4-5
 开放电缆沟 4-11
 拉线 4-5
 垂直 4-12
本安区域 1-2, 1-3
隔离网段 2-2

L

LED 指示灯 7-5
链路
 定义 1-5, 2-2
长距离 1-3
损耗预算 3-13

不正确损耗测量 7-3

M

最大传输 3-19

最大传输延时 3-22

最大系统长度 2-10

MT-RJ 1-10, 1-13

N

校验网络 7-1

网络术语 1-5

新网段 1-12

O

OTDR 测量 7-4

P

并联 2-10, 2-12

劣质连接 7-3

功率损耗测量 7-2

给网络供电 1-14

项目规划 1-9

出版物 P-2

AG2.2 1-3, 1-8

R

冗余网络 3-22

中继器 1-5, 1-11, 2-2, 2-9

 并联安装 2-12

 串联安装 2-11

 串并联混合安装 2-13

中继器配置

 并联安装 2-12

 串联安装 2-11

 串并联混合安装 2-13

中继器要求 2-9

环形网 1-7

罗克韦尔自动化支持 P-3

 本地产品支持 P-3

 对手册有疑问或建议 P-4

 产品技术支持 P-4

RSNetWorx 1-12, 1-15, 2-11, 2-13, 3-24, 7-1

S

安全

 一般规则 4-2

网段 1-5, 2-2

康宁线缆系统套件 1-13, 6-2

串联 2-11

尺寸和重量 1-3

偏差 3-22

ST- 连接器 1-13, 2-8

支持 P-3

 本地产品支持 P-3

 对手册有疑问或建议 P-4

 产品技术援助 P-4

T

分接器 1-5, 2-2

终结 1-12, 1-14

终结器 1-5, 1-15, 2-2

拓扑 2-5

 确定 1-5

 光纤环网 1-12

 点对点 1-8, 2-3, 2-11

 环型 1-7, 2-6

 星型 1-6, 2-5, 2-11

中继器总数 2-9

排除故障 1-5

 光纤模块 7-5

干线网段 1-5, 2-2

U

Unicam 套件 1-13

V

校验用户网络 1-15

V- 型针 2-4, 2-8

W

注意

 污染物 4-3

 光纤 4-1

 永久性视力损伤! 4-4

 正确处理 4-4

 拉力 4-4

 皮肤接触 4-3

最坏情况 3-19

欢迎访问我们的网址：

www.rockwellautomation.com.cn

www.rockwellautomation.com

www.theautomationbookstore.com



Rockwell Automation Headquarters 1201 South Second Street, Milwaukee, WI 53204, USA, Tel: (1)414 382-2000, Fax: (1)414 382-4444

香港－香港铜锣湾威菲路道 18 号万国宝通中心 27 字楼 电话：(852)28874788 传真：(852)25109436

北京－北京市建国门内大街 18 号恒基中心办公楼 1 座 4 层 邮编：100005 电话：(8610)65182535 传真：(8610)65182536

上海－上海市仙霞路 319 号远东国际广场 A 幢 7 楼 邮编：200051 电话：(8621)62351098 传真：(8621)62351099

厦门－厦门市湖里工业区悦华路 38 号 邮编：361006 电话：(86592)6022084 传真：(86592)6021832

沈阳－沈阳市沈河区青年大街 219 号华新国际大厦 15-F 单元 邮编：110015 电话：(8624)23961518 传真：(8624)23963539

武汉－武汉市青山区和平大道 939 号 13 层 邮编：430081 电话：(8627)86543885 传真：(8627)86545529

广州－广州市环市东路 362 号好世界广场 2703-04 室 邮编：510060 电话：(8620)83849977 传真：(8620)83849989

重庆－重庆市渝中区邹容路 68 号大都会商厦 2506 室 邮编：400010 电话：(8623)63702668 传真：(8623)63702558

大连－大连市西岗区中山路 147 号森茂大厦 11 层 邮编：116011 电话：(86411)3687799 传真：(86411)3679970

西安－西安市南大街 30 号中大国际大厦 505 室 邮编：710002 电话：(8629)7203143 传真：(8629)7203123

深圳－深圳市深南东路 5047 号深圳发展银行大厦 15L 邮编：518001 电话：(86755)25847099 传真：(86755)25870900

Rockwell
Automation