

# 光环网在机场空管信号传输中的应用

高晨阳

民航机场规划设计研究总院有限公司华北分公司

DOI: 10.12238/jpm.v5i11.7432

**[摘要]** 本文以某机场空管信号传输网络为例, 简要介绍了光环网的原理、优点和缺点, 并对光环网在机场空管系统中的应用进行了探讨。

**[关键词]** SDH 光环网; 自愈环; 双跑道环网通信传输

## Application of Halo Network in Airport Air Traffic Signal Transmission

Gao Chenyang

Civil Aviation Airport Planning and Design Research Institute Co., LTD

**[Abstract]** This paper takes the airport air traffic control signal transmission network as an example, briefly introduces the principle, advantages and disadvantages of the halo network, and discusses the application of the halo network in the airport air traffic control system.

**[Key words]** SDH halo network; self-healing ring; double runway ring network communication transmission

### 1 光环网简介

#### 1.1 SDH 基本原理

SDH (Synchronous Digital Hierarchy, 同步数字体系) 是光环网通信的基础, 其信息结构等级为同步传送模块 STM-N (同步传送方式,  $N=1, 4, 16, 64$ ), 最基本的模块是 STM-1, 将 4 个 STM-1 同步模块复用可构成 STM-4, 16 个 STM-1 或 4 个 STM-4 同步模块复用即可构成 STM-16, 4 个 STM-16 同步模块复用构成 STM-64[1]。SDH 帧结构分为三个部分: 管理单元指针区、STM-N 净负荷区和段开销区。管理单元指针用于确定 STM-N 结构中信息起字节在净负荷区中的准确位置, 以确保净负荷在接收时能够得到正确的分离。净负荷区是为了保存有效的比特字节, 并包含一些通道开销字节, 用于通道的维护和管理。段开销区主要用于网络的维护、管理、运行和调配, 以保证信息传递的通畅和灵活。还包括多路复用和再生段支出的部分支出。SDH 的帧传输是将帧按顺序排列成串码流, 每帧传输时间为  $125\mu s$ 。对于 STM-1 而言, 每帧包含了 19440 个比特。即 STM-1 的传输速率为  $155.520\text{Mbit/s}$ , 即  $19440 \times 1000000 / 125$ , 那么 STM-4 的传输速率即为  $622.080\text{Mbit/s}$ , STM-16 的数据传输速率为  $2488.320\text{Mbit/s}$ [1]。

SDH 信号传输时需要经过三个步骤, 映射、定位、复用, 具体步骤如下:

##### 1、映射

将信号映射到标准容器上, 经过变换处理形成一个虚容器。当帧相位不一致的时候, 就叫帧偏移。

##### 2、定位

通过支路单元或管理单元中的指针来处理帧偏移信息。

##### 3、复用

将支路单元组织成高阶虚容器, 或将管理单元组织成

STM-N 的过程。每个虚容器的支路信号经过管理单元和支路单元的指针处理后, 实现相位同步。

#### 1.2 光环网的优点和缺点

##### 1.2.1 优点

一、具备一致的帧构造, 且数字传输的标准速度相同。因此, 各网络管理系统具有良好的互通性和兼容性, 能够顺畅地与目前正在使用的 PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy, 准同步数字系列) 系统连接。

二、接入 SDH 系统不同等级码流在帧结构净负荷区内的排列是有规律的, 可以将高速信号分支出低速的分支信号, 实现一次复用, 减少接口复用设备在背靠背上的重复使用, 改善网络业务传送透明性[2]。

三、采用了先进的数字交叉连接(DXC)、分插复用器(ADM)、网络的重组功能和自愈功能, 光环网的功能性非常突出, 生存能力也非常强。在其帧结构中, 有 5% 的 bit 开销, 使其网管功能得到提升, 具有很高的效率。

四、SDH 网络具有优化网络性能, 确保网络运行安全、灵活、可靠, 使其网络功能丰富多样, 功能完备。

五、SDH 在 OSI (Open Systems Interconnect, 开放式系统互连) 模型的底层, 对其他高层没有严格的限制。在 SDH 系统中可以轻松集成各种网络技术, 可以支持 IP 或 ATM 的数据传输。

##### 1.2.2 缺点

一、只有当 PDH 信号是以  $140\text{Mbit/s}$  的信号复用进 STM-1 信号中时, SDH 才可携带  $63 \times 2\text{Mbit/s}$  的数据量, 但其传输速率为  $155\text{Mbit/s}$ , 速率超过 E4 信号的 PDH, 但其信息容量相同, 即 STM-1 信号需要占用的传输频带比 PDH E4 信号更多。

二、SDH 系统通过复杂的指针调整机制, 在不进行多级复用或解复用操作的情况下, 可将高速信号降低到低速信号。指针

功能的实现过程让系统产生特有的抖动，当指针调整导致的信号与抖动结合时，会造成在拆出低速信号后性能下降的问题，而要把这种抖动处理掉很困难。

### 2 双跑道机场光环网建设方案

#### 2.1 建设背景

本文以机场一跑道与二跑道的导航台为例，新建 2 套独立 SDH 光环网传输系统，满足双环网自动保护切换，各节点 SDH 设备数据处理能力不低于 622M。

新建一跑道光环网涉及航管楼、一跑道南航向台、一跑

道南下滑台、一跑道北下滑台、一跑道北航向台；新建二跑道光环网涉及航管楼、二跑道南航向台、二跑道南下滑台、二跑道北下滑台、二跑道北航向台。

在 SDH 光环网设备基础上接入 PCM 综合业务接入设备，最终实现各台站至新航管楼盲降业务传输，为飞行安全提供业务保障。

#### 2.2 方案介绍

本方案在一跑道与二跑道各个远端站安装 1 套 SDH 光传输设备与 1 套 PCM 综合业务接入设备。

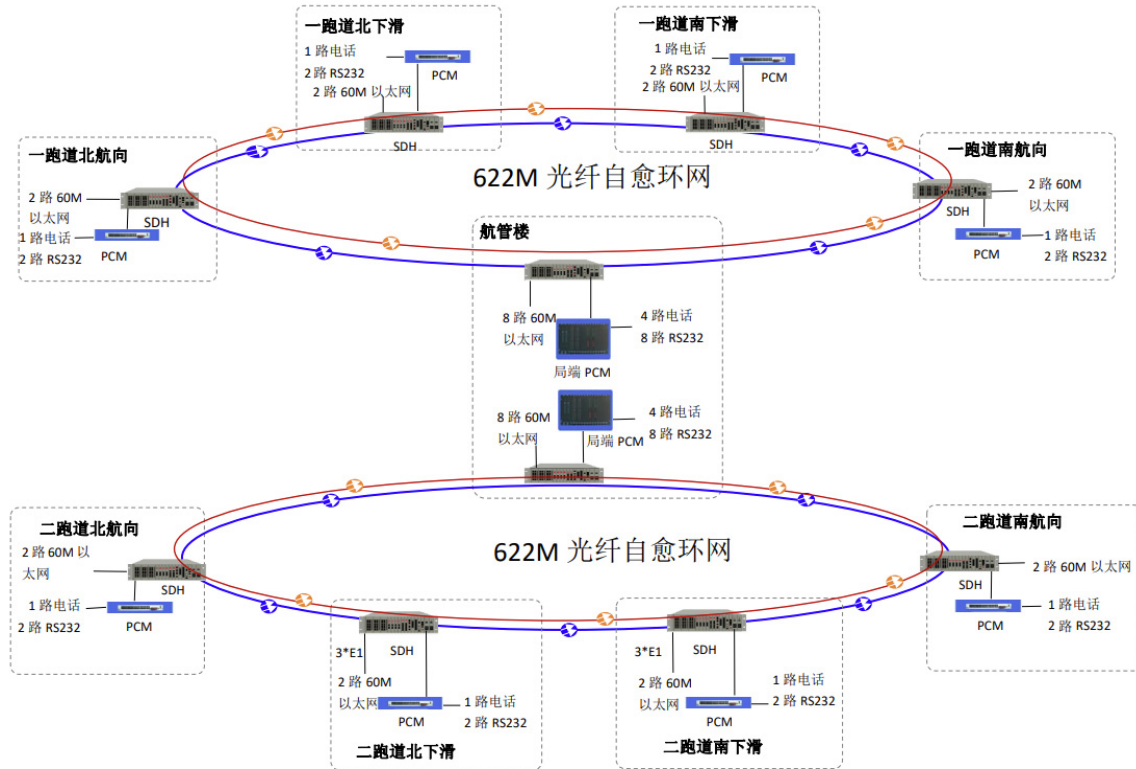


图 2.2.1 双跑道机场导航环网方案

#### 2.2.1 远端方案

远端包括一跑道 4 个导航台站和二跑道 4 个导航台站，共 8 个台站。

远端 SDH 设备提供 4 路 STM-4 光接口，2 路接入 A 环（橙色光纤线路），2 路接入 B 环（蓝色光纤线路），A 环与 B 环均具备自愈环网保护功能，通过光纤与就近远端 SDH 设备对接，实现远端业务传送到局端站。

远端 PCM 设备提供电话、盲降、DME、导航设备状态指示灯接口和用户终端设备对接，将多路业务信号复成两组 9 冗余备份的 E1 信号，通过 E1 电缆分别连接到 SDH 的 A 环与 B 环的 E1 接口。

#### 2.2.2 局端方案

局端安装 2 套 SDH 光传输设备与 2 套 PCM 综合业务接入设备，2 套 SDH 设备均提供 4 路 STM-4 光接口，2 路接入 A 环（橙色光纤线路），2 路接入 B 环（蓝色光纤线路），A 环与 B 环均具备自愈环网保护功能，通过光纤与一跑道、二跑道的南、北航向台 SDH 设备对接。

2 套 PCM 设备分别对应一跑道与二跑道远端站 PCM 设备，

提供电话、盲降、DME、导航状态指示灯接口和用户终端设备对接，实现远端与局端导航业务远程通信传输功能。

#### 2.2.3 全网集中监控

集中监控系统可监控全网 SDH 与 PCM 设备状态、SDH 光纤链路状态、PCM E1 链路状态等。

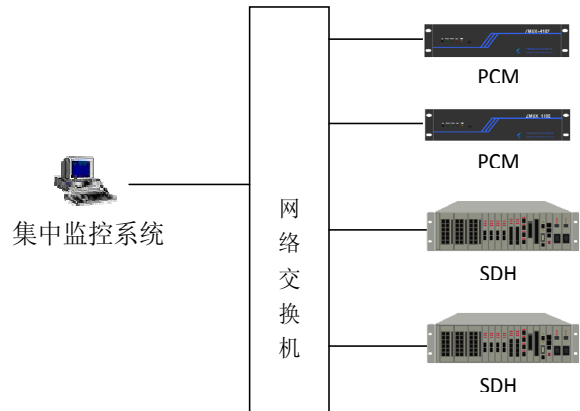


图 2.2.3 全网集中监控图

2.3 系统功能优势

2.3.1 双自愈环保护功能

SDH 光传输设备支持两个相互独立的光环网传输路由，任意一个环网的某一段光缆故障，设备业务信号自动切换到另一

个方向传输，保障导航数据的高可靠性传输。

正常情况，两套光环网各自需要传输的数据，均沿着顺时针方向（如下图绿色与蓝色箭头方向）传输到航管楼，如下图所示：

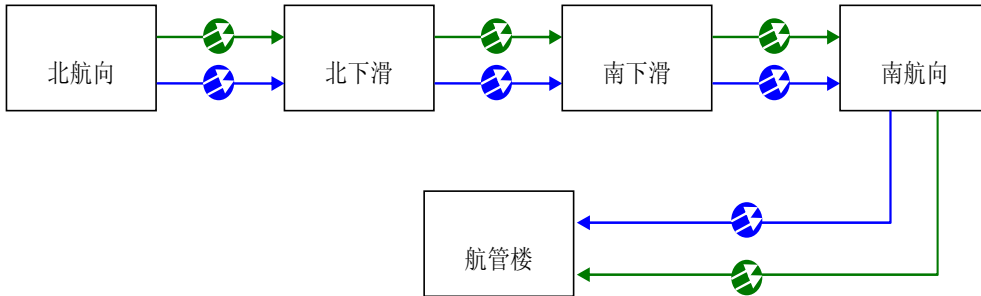


图 2.3.1-1 正常传输链路

当 SDH 光环网某一环节的光纤故障，SDH 光传输设备自愈环功能可实现数据从另一个方向传输到航管楼。举例说明：

北下滑至南下滑的 A 环（绿色光纤线路）光纤故障，北航向、北下滑 A 环传输的数据均不能沿着顺时针方向传输到航管楼。SDH 设备检测光纤故障后，通过自愈环功能将北航向与北

下滑 A 环传输的数据沿着逆时针方向（如下图紫色箭头方向）传输到航管楼。4 个远端台站 B 环（蓝色光纤线路）传输的数据与南下滑、南航向 A 环传输的数据，继续沿着顺时针方向传输到航管楼。

如下图所示：

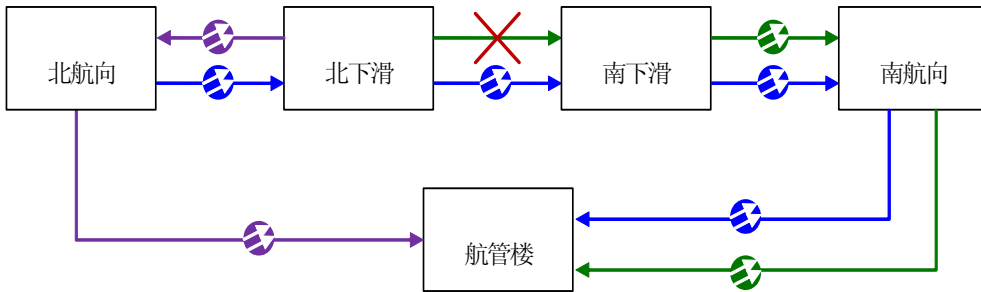


图 2.3.1-2 光纤故障传输链路

当光纤恢复正常后，SDH 光传输设备自动恢复为正常情况，设备自愈保护功能由系统自动进行，不需要人工操作。

2.3.2 双环网 E1 链路的无损切换

PCM 设备支持双 E1 链路 1+1 无损切换功能，每个远端站 SDH 设备提供两条 E1 链路到航管楼。设备可支持双环网的两条

E1 链路无损伤自动切换功能，当主用 E1 故障时，设备自动切换到备用 E1 进行传输；当主用 E1 恢复正常后，设备自动切换回主用 E1 传输；切换过程业务传输不中断，保障机场导航业务可靠性传输。

如下图所示：

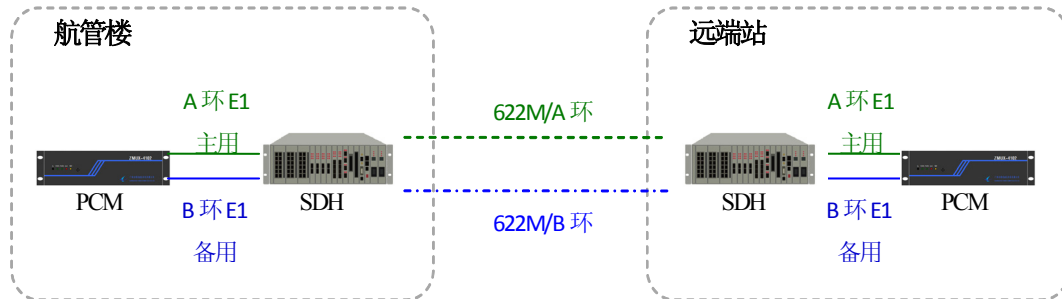


图 2.3.2 双环网 E1 链路无损切换图

3 结论

空中交通管理业务主要覆盖航空管制、雷达信号、VHF 信号等。这些信息的传输都依赖于像 SDH 本地光环网这样的传输网络，如民航航空管系统网。虽然自动转报、雷达信号、航管自动化、气象信息等资料传送已渐趋成熟，但仍有部份资料通过铜芯电缆或光纤在各节点与航管大楼之间点对点传送。一旦网络传输线路中断，上述信息将会受到严重影响，可能直接影响飞行安全，也会妨碍相关业务的正常开展。SDH 光环网能够完成远距离信号传输，改善空中交通管制的综合保障能力。

[参考文献]

[1]汤红钢."SDH 传输技术在广电传输网中的应用."西部广播电视, 23 (2018) : 2.  
[2]张新社, 于友成等编著. 光网络技术. 西安电子科技大学出版社, 2012.05.  
[3]陈海燕, 陈聪, 罗江华, 黄春雄编著. 光纤通信技术. 国防工业出版社. 2016.07.