

铁路SDH传输通信网络及电路优化

■ 杨爱勇 袁长龙

1 SDH自愈环概述

1.1 自愈环原理

自愈是指在网络发生故障（如光纤中断）时，无需人为干预，网络自动地在极短的时间内（ITU-T规定为50 ms以内），业务自动从故障中恢复传输，使用户几乎感觉不到网络出了故障。其基本原理是网络要具备发现替代传输路由并重新建立通信的能力。替代路由可采用备用设备或利用现有设备中的冗余能力，以满足全部或指定优先级业务的恢复。网络具有自愈能力的先决条件是有冗余的路由、网元强大的交叉能力以及网元智能。自愈仅是通过备用信道将失效的业务恢复，而不涉及具体故障的部件和线路的修复或更换，所以故障点的修复仍需人工干预才能完成。

1.2 自愈环类型特点

SDH自愈环结构可以划分为两大类，即通道保护环和复用段保护环。对于通道保护环，业务量的保护是以通道为基础，倒换与否按保护环的个别通道信号质量的优劣决定，通常利用简单的通道告警指示AIS信号来决定是否应进行倒换。而对于复用段倒换环，业务量的保护是以复用段为基础，倒换与否按每一对节点间的复用段信号质量的优劣而定。两者的重要区别：前者往往使用专用保护，即正常情况下保护段也在传业务信号，保护时隙为整个环专用；后者往往使用公用保护，即正常情况下保护段是空闲的，保护时隙由每对节点共享。

1.3 自愈环类型

常用有4种保护环：2纤单向通道倒换环、2纤单向复用段倒换环、4纤双向复用段倒换环、2纤双向复用段倒换环。只有单向路径保护环应用了通道保护，其他均应用复用段保护。4纤双向环具有段保护功能，因而可靠性较高，光纤和光纤双向环有带宽再使用功能，广泛的应用于局间环路。单向环结构简单，运用于中继网。

2 铁路传输系统网络优化

铁路通信网是独特的链状结构，典型的铁路通信网由上下两层组网。上层为骨干层，目前速率为2.5 Gb/s或10 Gb/s，主要是提供大通道业务、跨局业务；下层为中继层，包括了车站环、电牵环、基站环，速率一般为622 Mb/s或155 Mb/s，主要用于汇聚沿线基站业务和开通各车站应用业务。

2.1 具备2条及以上不同路由光缆传输系统

在客运专线及铁路重要干线，沿铁路两侧各布放了1条不同路由光缆，传输系统骨干层应采用1+1线性复用段保护环或2纤双向复用段保护环，接入层采用通道保护环或2纤双向复用段保护环。

2.1.1 骨干层传输网络优化

对于1+1线性复用段保护环或2纤双向复用段保护环，二者比较而言，采用2纤双向复用段保护环更安全。因为在1+1线性复用段保护环中（见图1），假设B节点出现掉电等节点瘫痪故障，A网元至B、C、D网元业务全部中断，整个传输系统将处于瘫痪状态。在铁路实际组网中，实现2纤双向复用段保护环十分困难，基本采用1+1线性复用段，为克服出现中间节点瘫痪故障情况，可待日后全路OTN网络建成后，利用骨干OTN网络的不同路由波道，构建4纤双向复用段保护环（见图2）。因此，在工程设计阶段，应预留构建4纤双向复用段保护环的条件（主要是线路板）。



图1 SDH系统1+1线性复用段保护环示意

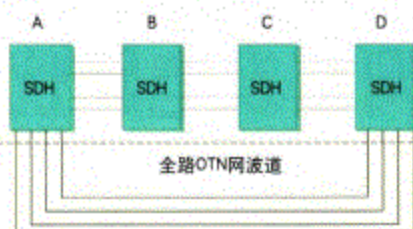


图2 SDH系统4纤双向复用段保护环示意

2.1.2 接入层传输网络优化

铁路接入层传输系统采用2纤双向复用段保护环更适合铁路应用。因为从容量方面考虑，2纤双向复用段保护环的容量是随环内节点数量的增加而增加，且复用段保护环适合站间业务较多情况，铁路业务大部分都是站间业务，如CTC、FAS、信号微机监测、动力环境监控等业务。另一方面从维护角度出发，通道环保护的业务数据配置较复用段保护更为复杂，不利于传输网管维护。因此在施工建设或网络优化中，建议接入层传输系统考虑复用段环保护。

2.2 只有1条光缆传输系统

在普速铁路及其他铁路，沿铁路一侧只布放了1条光缆，因此在铁路施工建设中，骨干层传输系统建设为无保护链或同缆1+1线性复用段，接入层基本为无保护链或同缆保护环。

2.2.1 骨干层网络优化思路

(1) 采用租用、置换其他电信运营商纤芯方式，构建不同路由的1+1线性复用段或2纤双向复用段保护环。如南昌铁路局管内赣龙线赣州—瑞金区段，工程建设为同缆1+1线性复用段保护环，优化后利用移动置换纤芯，构建了不同缆2纤双向2.5G复用段保护环。

(2) 利用铁路线路自身成环条件，构建不同路由的2纤双向复用段保护环。南昌铁路局沪昆线鹰潭—上饶、峰福线上饶—来舟、鹰厦线鹰潭—来舟本身就是一个环形结构，但上述区段的传输系统在不同时期建设，沪昆线上饶—鹰潭1+1 2.5G线性复用段（华为传输系统），上饶—来舟1+1 2.5G线性复用段（中兴传输系统），鹰潭—来舟为2.5G无保护链（中兴传输系统）。通过网络优化，在上饶、鹰潭、来舟中兴2.5G传输设备只需增加（或将原1+1的备用光板进行调配）少量光板，即可实现不同路由的2.5G复用段保护环。

2.2.2 接入层网络优化思路

(1) 在骨干层已实现保护的条件下，接入层分区段

与骨干层构建2纤单向或双向通道保护环。二者相比较而言，双向通道保护环更适合铁路通信，因为单向通道环采用分离路由，即环上所有业务均遍历全网，一旦环网中出现光路中断，环中所有业务均发生倒换，对于业务使用单位而言（如CTC、数字调度等）可能造成系统不稳定。尤其是环中某个区段发生误码不构成倒换条件时，环中所有业务均产生误码，对铁路业务使用单位影响面更大。如果采用双向通道保护环，某个区段出现误码时，只影响本区段相邻2个站间业务（相对站间业务而言），不会出现大面积业务影响情况。南昌铁路局沪昆线传输系统，通过网络优化，骨干层已实现不同路由的1+1线性复用段，接入层622M传输系统利用骨干层10G系统中的622M通道，够建2纤通道保护环。

(2) 在骨干层无法实现不同路由保护条件下，通过租用其他电信运营商或骨干网的保护通道，以极小的代价构建低速率的通道保护环，实现对环中重要业务的保护，主要是针对点对点的重要业务，如会议、PMIS、红外PCM、综合IT网等。沪昆线株洲—萍乡622M传输系统，利用京沪穗中的155M通道，构建155M通道保护环；皖赣线鹰潭—景德镇区段，利用租用铁通155M通道，构建155M通道保护环，实现对铁路重要业务的保护。

2.3 路局枢纽网络的优化

在线路建设中，为满足工程需要，在调度工区、GSM-R机房、南昌通信站、信息中心、CTC中心安装很多小容量的传输设备，造成路局各枢纽机房设备类型繁多、机房面积紧张等现象，没有统一的规划，增加了维护工作量。铁路通信回归后，开始规划建设2个路局枢纽10G环网。目前通过与建设单位协商，利用鹰潭、向莆铁路工程，已经分别建设了华为、中兴10G环网传输系统各1套，整合了其他小容量传输设备，并预留了接入其他新建线路的能力。网络结构清晰、维护简单、机房可用面积大幅度增加。路局枢纽网络优化前后拓扑见图3和图4。

3 铁路业务电路优化

铁路通信业务中行车电路的好坏影响列车的安全监控和准点运行。行车电路有列车控制系统（CTC）、调度指挥系统（TDCS）、防灾系统、数字调度系统（FAS）、电气化牵引运动（SCADA）等，如何利用现有资源，保证这些行车业务的安全，是电路优化的主要目标。

3.1 双网电路的优化

目前铁路业务采用双网保护方式的业务有CTC、防

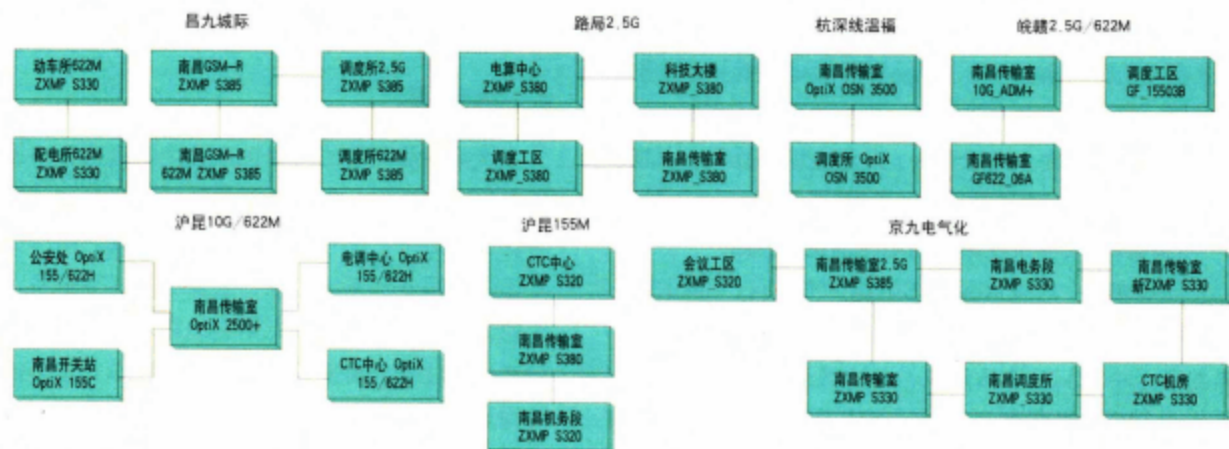


图3 路局枢纽网络优化前示意



图4 路局枢纽网络优化后示意

灾、电力电化SCADA系统。

3.1.1 具备2套传输系统双网电路的优化思路

以京九线吉安—赣州区段CTC电路为例说明。(1) A、B网要分开走不同的传输系统,如京九线CTC电路,A网走京九电气化622M系统,B网走京九数字调度622M系统。(2) CTC环头和环尾电路要分开走不同的光缆径路,接入不同的传输系统,A、B网环头电路接入中兴10G传输系统,从本线直接引入,环尾电路接入华为10G传输系统,通过东南环系统从广州铁路(集团)公司传输系统(简称广铁传输系统)迂回。(3)在传输网元对不同方向的电路分别配置不同的支路板。

3.1.2 不具备2套传输系统双网电路的优化思路

以京九线南昌—吉安区段为例说明。(1) CTC环头和环尾电路要分开走不同的光缆径路,接入不同的传输系统,A、B网环头电路接入中兴10G传输系统,从本线直接引入,环尾电路接入华为10G传输系统,通过东南环系统从广铁传输系统迁回。(2)在该站点对不同方向的电路分别配置不同的支路板。(3)在部分存在骨干层和接入层2

套设备的站点,该站点对相邻站点间的4条电路必须有1条电路在骨干层设备下端口,且电路径路不能经过本站接入层设备,确保本站在单套设备瘫痪后不会影响本站及其他站点的CTC业务。新干站点有2.5G骨干层和622M接入层2套设备,新干至邻近站点大洋洲A、B网、八都A网走京九622M传输系统,在622M设备下端口,至八都B网的径路为:新干—吉安走2.5G系统,新干在2.5G设备下端口,吉安转接至八都走622M系统(见图5)。

3.2 单环网电路优化

目前铁路业务采用单环网保护方式的业务有FAS、TDCS、信号微机监测等系统。

3.2.1 具备2套传输系统单环网电路的优化思路

以龙漳线马坑—草坂区段FAS电路为例说明。(1)

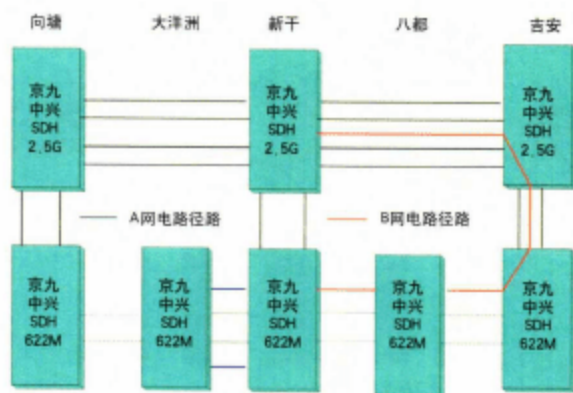


图5 京九线CTC系统电路优化示意

昌调度工区FAS电路走2.5G系统，马坑—龙山走622M系统，龙山—南靖走2.5G系统，南靖—草坂走622M系统，草坂—南昌调度工区走2.5G系统。（2）环头和环尾电路要分开走不同的光缆径路，接入不同的传输系统，环头电路接入中兴10G传输系统，从京九、赣龙、龙漳引入，环尾电路从厦深、福厦、峰福、沪昆接入华为10G传输系统（见图6）。

3.2.2 不具备2套传输系统单环网电路的优化思路

以京九线南昌—吉安段FAS电路为例说明。（1）环头和环尾电路要分开走不同的光缆径路，接入不同的传输系统，环头电路接入中兴10G传输系统，从本线直接引入，环尾电路接入华为10G传输系统，通过东南环系统从广铁传输系统迂回。（2）在该站点对不同方向的电路分别接到不同的支路板。（3）在部分存在骨干层和接入层双套设备的站点，如该站点正好处于环头和环尾的位置，应该将环头或环尾电路接2.5G系统，确保本站在单套设备瘫痪后不会影响本站及其他站点的FAS业务。新干站有2.5G骨干层和622M接入层2套设备，新干—樟树FAS接入京九622M传输系统，在622M设备下端口，新干—广州接入2.5G系统，新干站在2.5G设备下端口，通过东南环系统从广铁传输系统迂回至南昌调度工区。

3.3 单环具备多条径路电路优化

目前铁路业务采用单网多径路保护方式的业务有路局可视、PMIS、综合IT网、ONU等系统。

（1）具备2套传输系统单网多径路电路的优化思路：各站点分一半业务走不同的传输系统，并且走不同的传输径路，如龙漳线南靖—南昌信息处PMIS 01、02电路接入2.5G系统，从龙漳、赣龙、京九引入路局枢纽中兴10G环网，PMIS03、04电路从厦深、福厦、峰福、沪昆接入华为10G传输系统。

（2）不具备2套传输系统单网多径路电路的优化思路：在

该站点分一半电路分别下在不同的支路板，并且走不同的传输径路。

4 结束语

铁路通信网络的可靠性及稳定性直接影响铁路行车的安全运行。针对目前传输网络存在的问题，对现有网络进行优化整合显得十分必要。网络优化工作是一项长远系统工程，它涉及的环节很多，如传输设备、网络结构、光电缆线路、电路业务以及与其他单位业务对接等。建设一个行车安全可靠，结构更清晰、支持业务更丰富、维护管理更方便、资源调度更高效、设备环境更合理、扩容升级更平滑的传输网络，是所有铁路通信工作者需要思考和探索的问题。

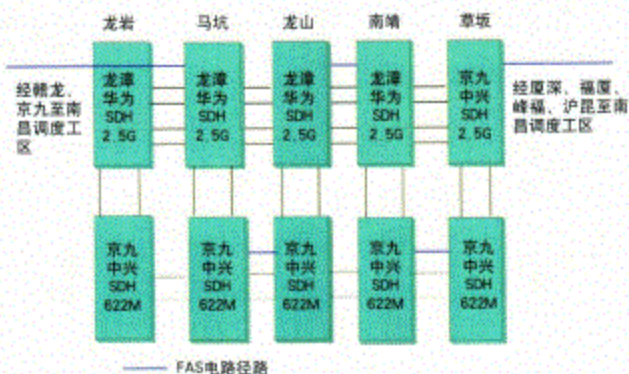


图6 龙漳线FAS系统电路优化示意

杨爱勇：南昌铁路局南昌通信段，工程师，江西 南昌，335000

袁长龙：南昌铁路局南昌通信段，助理工程师，江西 南昌，335000

责任编辑 王小红