

Exploration and Practice of New Intelligent Composite Protection Networking Technology

Zhou Lai

Dalian Polytechnic University, Dalian

Abstract: In view of the basic problems existing in the current power communication transmission network, combined with the two fiber one-way channel protection mechanism, mesh network and its deformed network topology, a new intelligent composite protection networking technology is proposed. Taking Dalian backbone communication network as an example, a new networking scheme is designed to verify the reliability, security and efficiency of the technology in transmission network networking.

Key words: Power communication transmission; Two fiber unidirectional channel protection mechanism

Received: 2020-07-05; Accepted: 2020-07-20; Published: 2020-07-22

新型智能复合保护组网技术的探索与实践

周 莱

大连工业大学，大连

邮箱: lzh_08@hotmail.com

摘 要: 针对当前电力通信传输网存在的基本问题，结合二纤单向通道保护机制和网孔形网及其变形的网络拓扑结构，提出一种新型智能复合保护组网技术，并以大连地区骨干通信网为实例，设计全新组网方案，验证该技术在传输网组网中的可靠性、安全性及高效性。

关键词: 电力通信传输；二纤单向通道保护机制

收稿日期：2020-07-05；录用日期：2020-07-20；发表日期：2020-07-22

Copyright © 2020 by author(s) and SciScan Publishing Limited

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



电力通信网，是电力系统的重要组成部分，是电网调度自动化、电网运营市场化和电网管理信息化的基础。随着智能电网的快速推进，通信技术在智能

电网中发挥着越来越关键的作用。电力通信网的性能优劣,直接影响了电力网的安全稳定运行,甚至制约着未来电网的发展。各地区电力公司基本上都选择组建多张通信传输网,来保证电力通信的正常运作。但由于技术落后、组网设计不科学以及缺乏合理规划等问题,导致当前大部分地区电力通信网安全性低、基础架构薄弱,隐患丛生,事故发生频繁,直接影响了地区电网的安全稳定。针对上述问题,设计提出了一种新型智能复合保护组网技术,并以大连地区通信网为例,详细分析了该组网技术的特点与优势,通过实践验证了该技术应用于电力通信传输组网的可行性及适用性。

1 电力通信网原始架构分析

1.1 基本概况

为推动地区电网向信息化、自动化和互动化的智能电网方向发展,各地电力通信网近年来经历了较大的发展变革。截至目前,基本形成了以光纤、数字微波传输为主,电力载波、卫星和移动网络等技术并存的格局,以SDH作为骨干组网方式。承载的业务主要包括:供电公司大部分继电保护、远动、调度数据网、调度电话和行政电话等2M通道业务。

2.2 原通信网问题分析

随着电网规模的不断扩大,通信网架构也随之扩张,而原始通信网在设计上的不合理,导致了許多安全隐患凸显。

1) 网络保护能力不强。单纯地依靠SDH传输技术中的保护机制,而不考虑从多方面着手,设计多重保护,致使网络安全稳定性降低。

2) 网络拓扑设计不合理,使通信网结构混乱,可靠性低,严重影响日常监管操控工作的进行。

3) 通信网设计与电网脱节,导致后期在网络扩建时造成资源浪费,扩建困难,不能与电网发展同步。

下面以大连地区通信骨干网为例,对原通信网络具体分析。

原通信网整体情况如图1所示。可以看出,其中以双向复用段保护构成全网主环。其余站点间采用单向通道保护,部分站点为无保护链。这种设计最初可以满足继电保护等重要通道对传输网的需求,系统剩余资源较多,但深入分析,该网络存在几个主要问题。

1) 该组网方式尝试将整个网络逐渐升级为以二纤双向复用段保护环为主的网络架构,然而,这种保护机制在实际中并不能得到广泛应用。首先,浪费带宽资源严重,当为一个2 M业务建立保护时,最低也需要开通两个155 M即VC4级别的时隙通道;其次,保护倒换时间最快为50 ms,不能满足重要业务的需求;最后,这种保护造成网络后续的扩展变得非常困难,当新增站点时,可能需要网络的中断,造成巨大损失。

2) 并没有做到任意站点间的多条路径联通。从图中可以看出,许多站点间有且仅有一条通路,工作与保护路径实际上通过一条光缆实现。可以设想,当该光路出现故障,例如光缆发生断裂时,将使两站间的通信彻底中断。

3) 许多站点成为网络运行的关键“节点”。在原传输网中,有许多子环以相切形式连接,这就使得位于切点处的站点成为两个子环间通信的关键,一旦这些节点发生故障,将导致全网的通信受到严重影响。此外,还有部分站点作为根节点,下挂一些叶子节点,而叶子节点间的通信同样依靠于根节点。这在设计上同样存在不合理性。

4) 网络整体架构设计杂乱。由于缺乏合理的规划设计,使得原通信B网的整体架构显得复杂混乱,并且不能与大连电网相匹配,这就造成通信网的建设无法与电力网同步,直接制约着后续发展,也严重阻碍了智能电网建设的脚步。

综上所述可以看出,原始的通信网在设计上的缺陷,会产生很多潜在的隐患,而这些隐患不仅会影响通信传输网的正常工作,更威胁着大连地区电网的安全稳定运行,所以对于该网的重新设计组建势在必行。

2 智能复合保护组网技术研究

2.1 相关概念

智能复合保护组网，即采用二纤单向通道保护机制，依照网孔形网及其变形的网络拓扑结构，充分发挥智能通信传输设备的功能，以电力网架构为目标而形成的安全、可靠、复合和高效的智能通信传输网组网方式。智能复合保护组网将为通信传输网提供多重级别的安全保护功能，极大地提升全网的安全可靠性。

2.2 技术特点

本次针对通信网的设计，重点在于网络保护机制的选择及网络拓扑结构的规划，其中主要运用的传输技术如下。

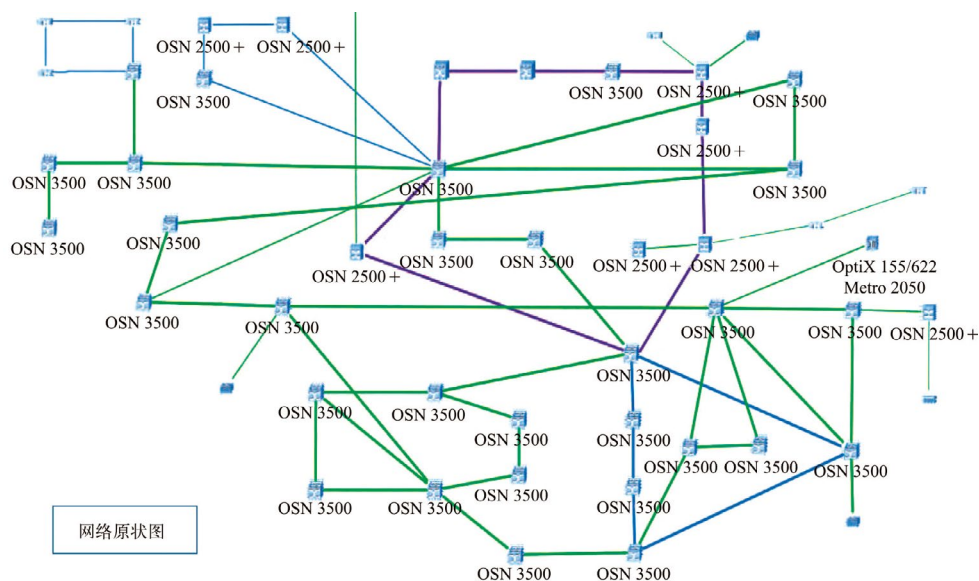


图1 原通信网总体构架图

Figure 1 Overall framework of the original communication network

1) 使用单向通道保护机制组成坚强智能的传输网络

二纤单向通道保护环的基本结构如图2所示。正常情况下，发端支路板将

主要业务“并发”到 S、P 上，接收端通过支路板选择接收一路质量较好的业务，收端支路板默认选收 S 方向业务，即双发选收。当工作路径发生中断时，收端可以快速切换到保护路径 P 来接收业务，从而实现保护倒换。可以看出，这种保护机制倒换速度快，当前可以将倒换时间控制在 15 ms 以内，此外，二纤单向通道保护环不需要额外软件支持，即不需要 APS 协议（自动保护协议），倒换成功率高，支持不同厂家的设备混合组网，毫无兼容性问题，单一节点成本低，系统简单易实现。当前，二纤单向通道保护环已成为电力通信中最主要的网络保护机制。

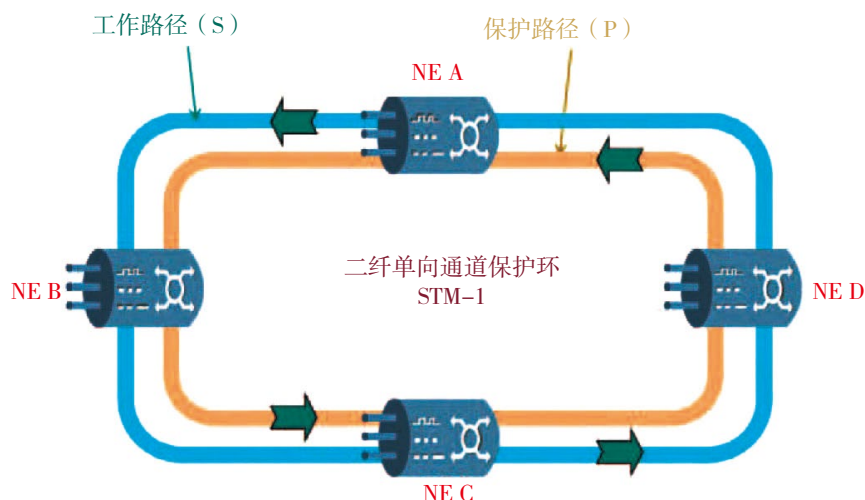


图 2 二纤单向通道保护环结构

Figure 2 Protection ring structure of two fiber unidirectional channel

2) 使用环形网与网孔形网相结合的拓扑方式组网

网络保护最主要的一个要求就是实现自愈性，即当网络发生故障时，无需人为干预，网络自动在极短的时间内，使业务自动从故障中恢复传输。当前基本的 SDH 网络拓扑结构包括：链形、星形、树形、环形和网孔形，而其中只有环网和网孔网具有冗余路由，所以只有这两种网络结构具有构建自愈网的条件。

环形网实际上是指将链形拓扑首尾相连的网络拓扑方式，是 SDH 网络中最常用的网络拓扑形式，主要是因为它具有很强的生存性；将网络中的所有网元两两相连，就形成了网孔形网。网孔形网为两网元之间提供多个传输路由，增

强了网络的可靠性，解决了瓶颈问题和失效问题，如图 3 所示。

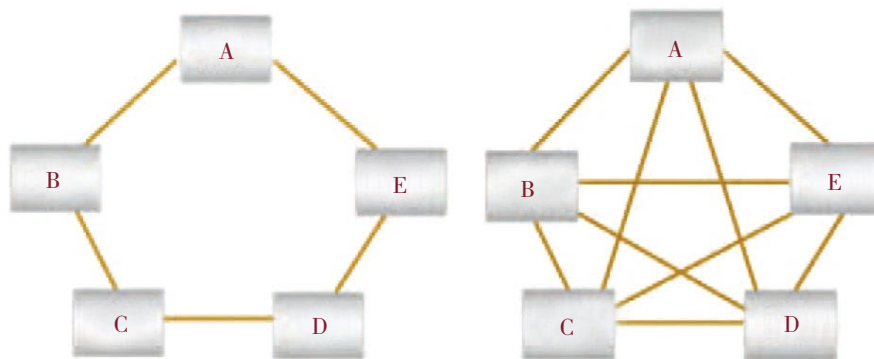


图 3 环形网及网孔形网

Figure 3 Ring net and mesh net

运用环形网与网孔形网相结合的网络拓扑结构，可以充分发挥两种网络结构的优势，克服各自缺陷，进而满足通信网组网规划的需求。

2.3 优势分析

通过对原通信网的深入分析，针对其主要问题，结合 SDH 网络保护机制，组建新型传输骨干网络。当前在运行的全新骨干通信网整体架构如图 4 所示。该传输网络具有如下优势。

(1) 实现网络复合保护功能

当前的网络保护能力得到大幅提高，可实现三重级别的保护机制。

1) 实现两节点之间线路完全保护功能。在当前的传输网中，任意两个站点间都包含至少两条路径，即与其他站点至少构成一条回路，这实际上实现了任意段路径保护的功能，这种功能级的保护极大地提升了整个网络的自愈性和安全性，当网络中的任何一条线路发生故障时，都会通过该线路所属的复用段保护环进行快速倒换。如图 5 所示，当 A 站至 B 站之间的光缆断裂造成通信光路中断时，可以通过“A—C—D—E—B”完成快速的业务路径切换。网络中不存在完全孤立的自身保护自身的路径，从而保证整个传输网即使在某段关键线路中断时仍可以保证正常运行。

2) 实现业务级细粒度的保护。应用二纤通道保护环后,可以做到直接对一个 2 M 业务做保护,改变传统的需在先开通 155 M 的基础上建立 2 M 业务,这实际上实现了业务层面的一种细粒度的保护机制。2 M 业务在目前电力通信网中为主要的业务级别,完全与之契合。具体的通道保护环如表 1 所示。

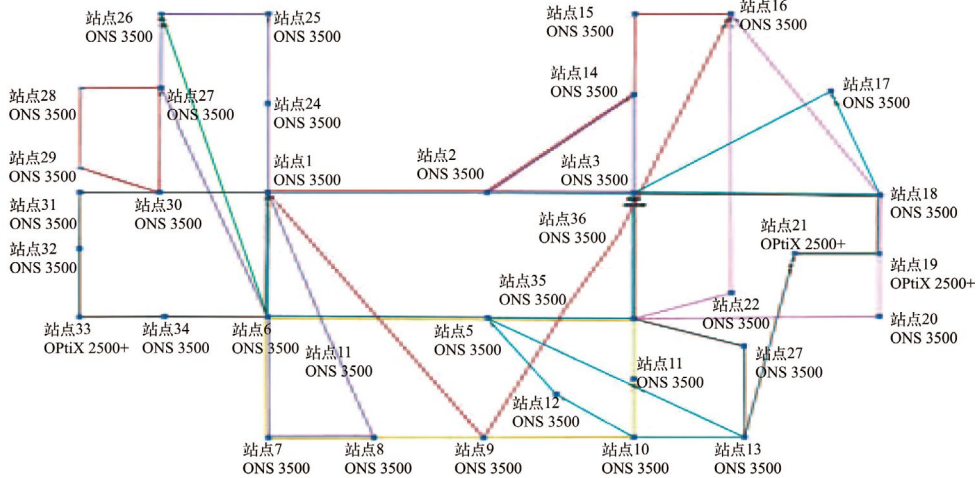


图 4 改造后骨干通信网架构图

Figure 4 Backbone communication network architecture after transformation

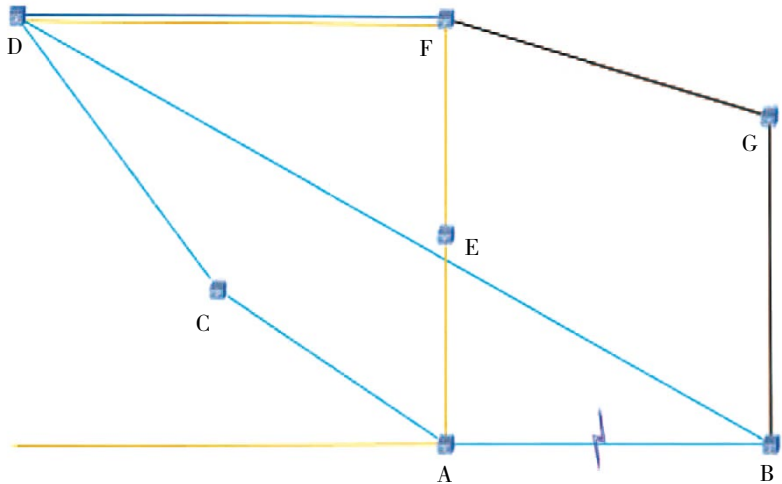


图 5 改造图截取

Figure 5 Capture of transformation drawing

表 1 通信网通道保护环统计

Table 1 Statistics of communication network channel protection ring

序号	站点数	站点
1	6	1—2—3—4—5—6
2	8	4—5—6—7—8—9—10—11
3	9	1—24—25—26—27—6—7—8—11
4	3	2—3—14
5	4	5—12—10—13
6	4	27—28—29—30
7	6	4—22—16—18—19—20
8	3	3—17—18
9	7	3—4—23—13—21—19—18
10	7	1—30—31—32—33—34—6
11	8	1—2—14—15—16—36—35—9

3) 结合智能传输设备的路由功能, 随时建立备保护路径。如图 6 所示, 当节点 A、B 间的工作路径中断时, 按照事先既定, 业务快速切换到保护路径“A—C—B”中, 而此时, 位于 A、B 中的智能传输设备将根据路由选择算法, 快速找出一条备保护路径“A—D—E—F—B”作为路径“A—C—B”的保护路径, 以此类推。这就保证了任意路径都有其相应的保护路径存在, 而这一功能的实现不仅需要传输设备具备相应的路由选择功能, 同时也依赖于当前此种组网方式。

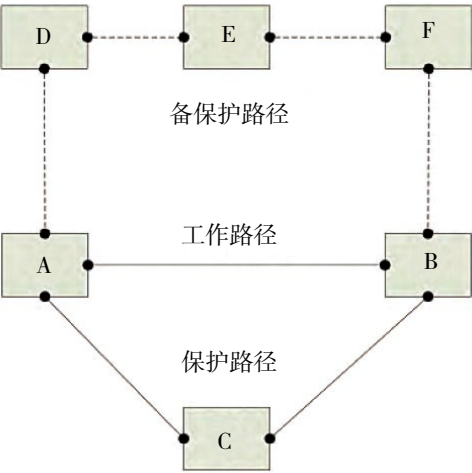


图 6 备保护路径

Figure 6 Backup protection path

4) 结合网孔形与环形设计网络, 抗单点失效通信网的设计需要结合具体实际, 在充分考察了各节点的业务处理能力、业务量大小和网络节点重要性等因素后, 当前通信网各环之间通过至少两个节点进行连接, 没有任何独立的子站, 有效地实现了抗单点失效的功能。即使主节点发生脱网时, 也不会影响与之相连的各子环间的通信。这种网孔形与环形相结合的设计方法, 不仅充分发挥了两种网络拓扑结构的优势, 提高了全网的自愈性和抗冲击性, 也使整个网络架构呈现出较为整齐清晰的状态, 便于日常的监控与操作。

5) 与大连电网紧密结合, 保证后期与电网同步发展。经过全新设计的通信网, 应用了当前所有的 OPGW 光缆, 每段光路都承载了相应的保护业务, 整体网络架构与当前大连地区电网架构基本相符, 这体现出该通信网络设计的合理性与先进性。合理性体现在光缆的走向与电缆走向保持一致, 充分利用现有 OPGW 资源, 不需要额外架设线路, 简化了光缆施工过程, 提高了经济效益; 先进性体现在通信网与电力网的高度融合, 不仅有利于通信网为电网提供更好的服务, 进一步深化电力信息化、自动化, 更保证了在未来实现通信传输与电网的协调同步发展, 为推动大连电网向智能电网方向发展提供坚实基础与应用保障。

本次设计研究的重点是整体布局, 细化安全, 即从整体上保证传输网结构与电网一致; 在细节上强化网络可靠性, 提升安全级别。经过将近两年的运行, 当前的骨干通信网一直保持良好的运行态势, 故障发生率大幅降低, 通过了实际环境的考验。这表明该网络不仅在理论设计上满足可靠性和安全性的要求, 更在实践中得到充分的印证, 当前的通信网组网方案是可行且成功的。

3 实现功能及应用效果

解决长期以来大连骨干通信网存在的通信光路缺乏保护、通信站点负担过重、网络结构设计不合理及整体安全隐患较大等一系列问题。当前通信网的主要特点如下。

1) 实现网络智能复合保护机制。业务上直接实现 2 M 保护; 任意两站点间构成通信回路, 实现单段光路保护; 基于网络结构, 时刻生成备用保护路径, 提升网络安全性。

2)将环形网与网孔形网相结合,改变传统相切环模式,实现抗单点失效功能。

3)保证网架布局与大连电网主网架一致,实现统一协调运作。充分考虑未来大连电网发展规划趋势,实现通信网与电网的同步发展,为推动智能电网建设打下基础。

通过近两年的运营,目前该网络各项指标良好,整体运行情况平稳,本项目的成果在实践中得到了很好的检验。

4 结束语

通信骨干网负责为各变电站提供各种继电保护通道和安全稳定装置通道,是电力通信传输网络的核心。近年来随着地区电网的快速发展,使得相应的通信网规模不断扩充,原有网络架构已经不能适应当前发展趋势,各种安全问题凸显,对通信网的安全性、可靠性及运行效率都提出了严峻的考验。以大连地区骨干传输网作为研究主体,通过传输网络保护机理及网络拓扑结构等技术手段,以提升通信网整体安全性为核心,将通信网与电网同步发展作为方向,通过增强单段传输路径保护能力、抗单点失效能力等方法,将其建设成为集安全性、可靠性和高效性于一体的新型通信传输网,更好地为大连电网的安全运行提供业务支撑。

通信作为电力行业的支撑技术,要做到与电网协调同步发展。随着大连骨干通信网的全面设计完成,将使得信息通信技术在大连电网的高速发展中发挥更加重要的作用,为推动地区智能电网建设提供强劲动力。

参考文献

- [1] 梁雄建,孙清华. 通信网可靠性管理[M]. 北京:北京邮电大学出版社, 2004.
- [2] 梁芝贤,穆国强. SDH网络的优化与改造[J]. 电力系统通信, 2007, 28(4): 29-33.
- [3] 吴新平. 新一代电力通信网规划的思考[J]. 电力系统通信, 2010, 31(214): 17-20.

-
- [4] 蒋康明, 曾瑛, 邓博仁, 等. 基于业务的电力通信网风险评价方法 [J]. 电力系统保护与控制, 2013, 41 (24): 101-106.
- [5] 蔡伟, 杨洪, 熊飞, 等. 考虑电力通信网可靠性的业务路由优化分配方法 [J]. 电网技术, 2013 (12): 3 541-3 545.
- [6] 邓雪波, 王小强, 陈曦, 等. 基于效能模型的电力通信网可靠性研究 [J]. 重庆邮电大学学报 (自然科学版), 2012 (3): 378-382.