

# 节点柜在10 kV配电电缆线路不停电作业中的应用

赵法强<sup>1\*</sup>, 黄强华<sup>1</sup>, 董晓乐<sup>1</sup>, 蔡志国<sup>2</sup>, 陈俊<sup>2</sup>

<sup>1</sup>深圳供电局有限公司, 广东 深圳

<sup>2</sup>武汉华仪智能设备有限公司, 湖北 武汉

Email: 13902968330@139.com, 1083877586@qq.com, 331894681@qq.com

收稿日期: 2020年11月12日; 录用日期: 2020年12月1日; 发布日期: 2020年12月8日

## 摘要

10 kV配电电缆线路离地很近, 线路几乎绝缘到底, 联络设备进行了“五防”设计, 所以通常采用的带电作业技术无法应用。本文介绍一种节点柜设备, 其特点是采用单面柜双开关结构, 比普通单回路高压开关设备多一条支线回路。将其安装在线路中, 其支线作为永久性可控制电源接驳点, 可以配合旁路电缆、中压发电车、移动箱变车等设备进行不停电作业。

## 关键词

10 kV配电电缆线路, 不停电作业, 节点柜, 支线

# Application of Power-Saving Cabinet in Non-Stop Operation of 10 kV Distribution Cable Line

Faqsang Zhao<sup>1\*</sup>, Qianghua Huang<sup>1</sup>, Xiaole Dong<sup>1</sup>, Zhiguo Cai<sup>2</sup>, Jun Chen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Shenzhen Power Supply Bureau Co., Ltd., Shenzhen Guangdong

<sup>2</sup>Wuhan Huayi Intelligent Equipment Co., Ltd., Wuhan Hubei

Email: 13902968330@139.com, 1083877586@qq.com, 331894681@qq.com

Received: Nov. 12<sup>th</sup>, 2020; accepted: Dec. 1<sup>st</sup>, 2020; published: Dec. 8<sup>th</sup>, 2020

## Abstract

The 10 kV distribution cable line is very close to the ground, and the line is almost insulated to the

\*第一作者。

end. The contact equipment is designed with “five preventions”, so the commonly used live working technology cannot be applied. This article introduces a kind of node cabinet equipment, which is characterized by adopting a single-sided cabinet with double switch structure, and it has one more branch circuit than ordinary single-circuit high-voltage switchgear. Having it installed in the line and its branch line as a permanent controllable power connection point, it can be used with bypass cables, medium voltage generator cars, mobile transformer cars and other equipment for non-stop operation.

## Keywords

10 kV Distribution Cable Line, Non-Stop Operation, Node Cabinet, Branch Line

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

供电可靠性是指供电系统持续供电的能力，是考核供电系统电能质量的重要指标，已经成为衡量一个国家经济发达程度的标准之一。供电可靠性可以用如下一系列指标加以衡量：供电可靠率、用户平均停电时间、用户平均停电次数、用户平均故障停电次数。

为了提高供电可靠性，供电公司将采用以完善网架结构为主，综合不停电作业为辅的方式减少停电时间。然而国内城市经济发展不均衡，完善配网网架结构投资很大，不能一蹴而就，所以在一段时间内，不停电作业必然是绝大多数供电公司减少停电时间所能采取的主要方法。

我国的带电作业技术起步于 20 世纪 50 年代，主要应用于配网架空线路。但随着杆线入地，城市缆化率越来越高，城市不停电作业重心偏向于地下电缆线路。目前，国家电力企业将逐步取消城市配网计划检修停电。为保障此项措施，采取的作业方式主要有四种。1) 移动电源作业法；2) 旁路作业法；3) 环网倒闸作业法；4) 临时取电作业法。作业人员可以根据现场情况选择合适的作业方法。以上四种作业方式除去环网倒闸作业法，其他三种作业法都需要进行临时接火作业。由于电缆线路对地距离太近，线路设计几乎采用绝缘到底，中间联络控制及电能分配设备也采用了“五防”设计，所以造成作业人员无法进行带电作业[1] [2] [3] [4] [5]。

为了解决这个问题，笔者提出可以参照消防系统，在 10 kV 配电电缆网系统中设置固定的“消防栓”，即一种 10 kV 应急作业接口，可以快速、安全、便捷的接入或接出电源，从而实现电缆线路不停电作业。

## 2. 思路和设计

原则上电缆网系统中设置固定的“消防栓”最佳选择对象是环网柜中空余的备用间隔。利用这些备用间隔，可以安全进行不停电接火。但是备用间隔的设计是为了应对用电扩容，不是为了应急作业使用，所以在经济活跃区域，很短时间环网柜备用间隔就会被新增用户占用。由于环网柜备用间隔不能固定应急用途，所以无法成为电网中的“消防栓”。

为了打造一款适合配网不停电作业的“消防栓”，首先要确保这种“消防栓”的专用性，不会作为普通电源点被用户占用，其次要确保这种“消防栓”的兼容性，最好是能够与普通高压开关设备进行融合。

遵循以上思路, 本文介绍一种可以当作“消防栓”的新型的 10 kV 开关设备—节点柜。它的特点是单面柜双开关结构设计, 即在常规环网柜开关控制单元的开关箱中“挤进”两台负荷开关。一台保留原有线路控制功能, 另外一台预留控制一条应急支线回路。优点是环网柜整体占地面积和单元数量不会变化, 不会影响以往的线路典型设计, 并且在环网柜设备中新增了不停电作业接入单元, 而且该接入单元使用电缆快速连接接口, 与一般用户电缆终端不能匹配, 不会被用户占用。

目前 10 kV 节点柜研发出了三种类型, CJ 柜、PTJ 柜和 DJ 柜。在 2019 年 PTJ 柜型进入了国网典型设计图册。图 1 是原来的 PT 柜结构图, 图 2 是 PTJ 柜结构图。

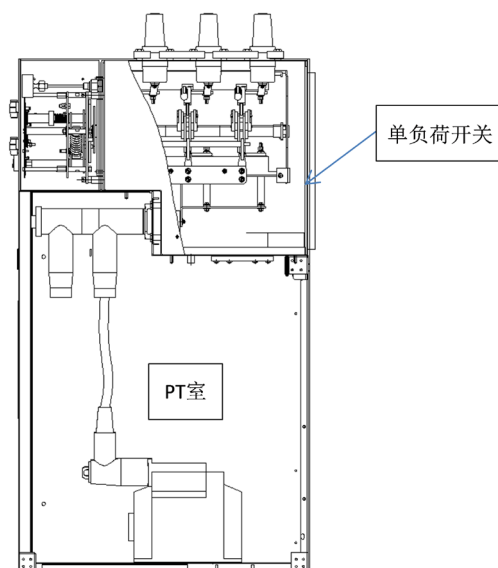


Figure 1. Schematic diagram of ordinary PT cabinet structure  
图 1. 普通 PT 柜结构示意图

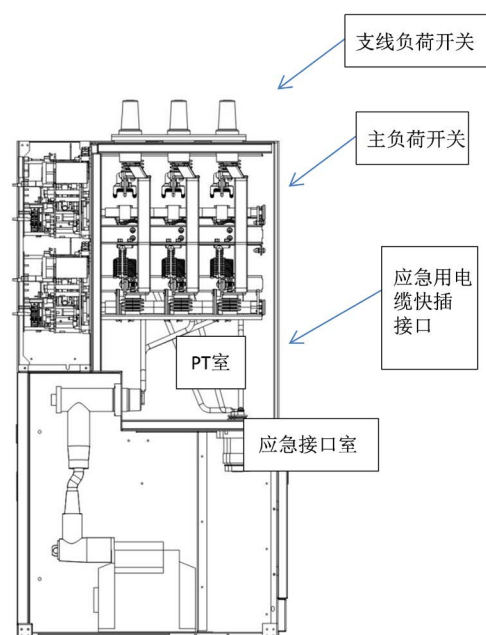


Figure 2. Schematic diagram of PTJ cabinet structure  
图 2. PTJ 柜结构示意图

从图 1 和图 2 可以看出 PTJ 柜比普通 PT 柜多出一台支线负荷开关, 在设计时, 确保整体尺寸不改变, 将开关气箱尺寸纵向拉长, 并将 PT 室隔离出一个应急接口室。为了节省空间, 双开关动作机构没有设计独立的支架, 而是共用一块支撑板。机构设计图见图 3。

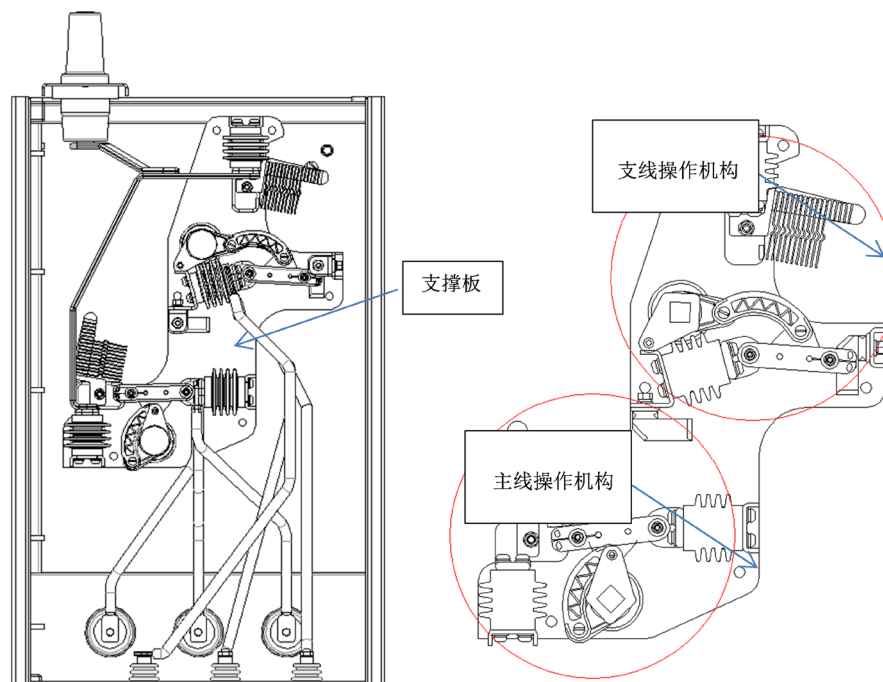


Figure 3. Schematic diagram of PTJ cabinet double switch common cabinet structure

图 3. PTJ 柜双开关共柜结构示意图

节点柜的设计并不复杂, 但是其多出来的一个可控制的应急接口, 却能够将电缆网不停电作业变得更加安全、便捷。

### 3. 典型应用方案

我国的网架结构主要有单电源辐射接线、不同环式接线、分段联络接线、“N-1”主备接线等方式[2] [3] [4] [5]。单电源辐射接线方式投资少, 建设速度快, 所以目前大量存在老旧城区、城乡结合区、农村及新供电区域布点。其缺点是停电影响范围大, 可靠性低。

另外, 即使采用了最好的网架结构, 对于故障或检修段也只能进行隔离, 没有双电源或多电源供电的用户只能停电。

如果在 10 kV 配网线路中应用节点柜形成固定电源热点, 使配电网增加了快速、灵活的临时组网能力, 辅助柔性电力电缆、旁路开关、箱变车、中压发电车、环网柜车等应急作业设备就可以开展配网不停电作业, 极大的提高不停电作业效率, 有效缩短停电时间、提升供电可靠性。以下是几种利用节点柜开展配网电缆网不停电作业的典型应用方案。

#### 3.1. 临时组网作业

单电源辐射线路检修或抢修, 没有其他电源转供, 用户只能停电。如果能在靠近其他线路的位置设置有节点柜, 则可以快速临时组网, 进行电源转供, 减少用户停电。案例: 当环网柜 A (或者环网柜 A、B 之间电缆) 检修时, 环网柜 B、环网柜 C 将停电。为此, 可采用临时电缆(红色线条)将环网柜 D 与环网柜 C 的

节点柜临时连接起来, 然后通过转电(合环), 将环网柜 B、环网柜 C 转由环网柜 D 供电, 从而实现环网柜 B、环网柜 C 短时停电或者不停电, 检修环网柜 A (或者环网柜 A、B 之间电缆)。作业方案图见图 4。

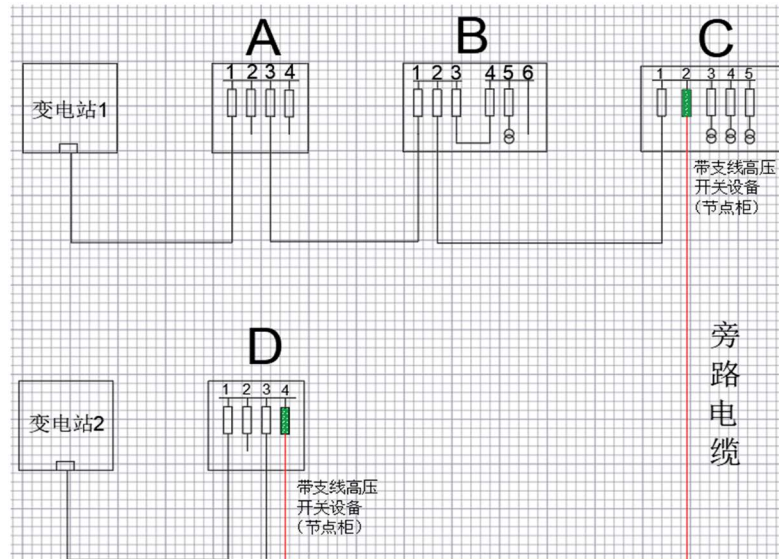


Figure 4. Use node cabinets for temporary networking  
图 4. 利用节点柜进行临时组网作业

### 3.2. 临时组网与临时环网柜组合作业

当电缆线路中一组环网柜需要检修, 需要减少其变压器馈线停电时间时, 可以考虑从上下级环网柜中设置的节点柜取电, 然后通过临时环网柜与用户变压器连接, 提供临时电源。案例: 当环网柜 B 检修时, 其变压器单元的变压器将停电。为此, 可采用临时电缆接在环网柜 A 的节点柜上, 给临时旁路环网柜 D 供电; 同时, 将变压器单元的变压器接至旁路临时环网柜, 实现环网柜 B 停电检修, 变压器单元的变压器短时停电。(变压器接入方式为: 在高压侧母排处接入临时旁路环网柜变压器单元引出的临时电缆。)作业方案图见图 5。

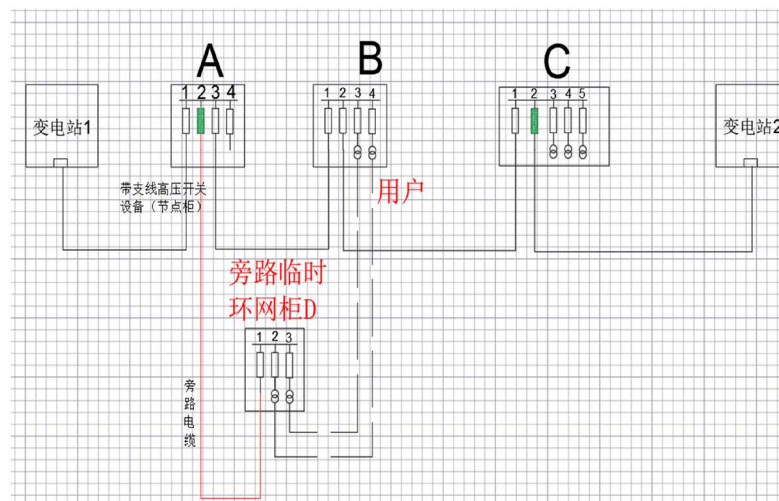


Figure 5. Use node cabinets and temporary (mobile) ring network cabinets for temporary networking  
图 5. 利用节点柜和临时(移动)环网柜进行临时组网作业



### 3.3. 10 kV 发电车转供作业

在负荷满足的条件下，当电缆线路设备故障或检修，也可采用 10 kV 发电车直接通过线路中设置的节点柜进行供电。作业方案见图 6。

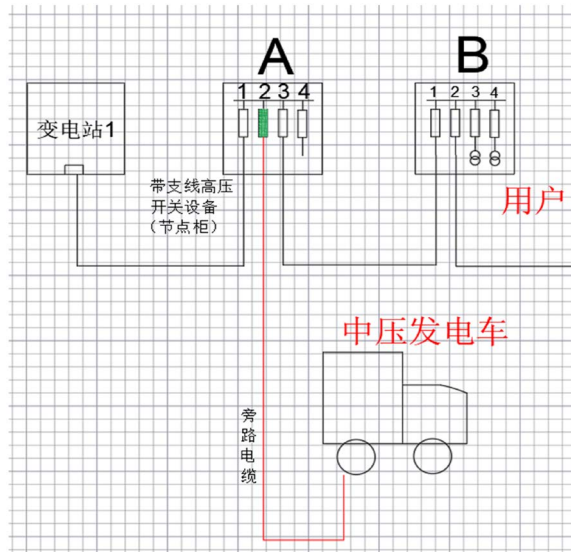


Figure 6. 10 kV power generation vehicle transfer operation  
图 6. 利用节点柜进行 10 kV 发电车转供作业

### 3.4. 采用临时变压器给低压用户供电作业

配电房基本是配电网线路终端，除开重点用户有多电源户配置，基本是单母线单变压器的配置，所以一旦发生故障，很难即时通过环网方式进行转供。案例：B 环网柜用户变压器故障，可以通过 A 环网柜节点柜取电源到移动箱变车，然后通过车载变压器提供低压电源到 B 环网柜用户低压设备中。作业方案图见图 7。

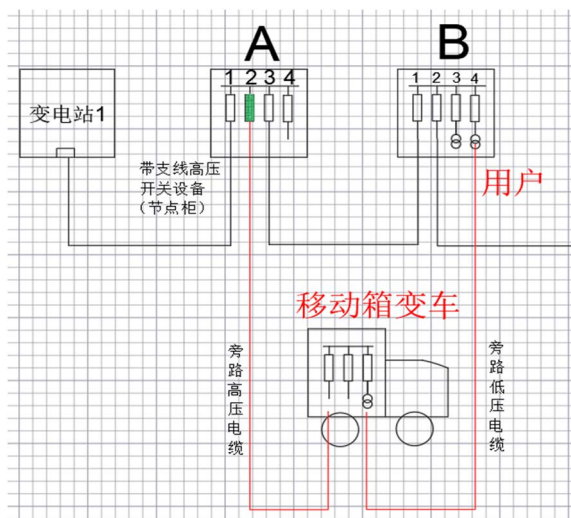


Figure 7. Low voltage transfer operation of transformer car  
图 7. 利用节点柜取电配合箱变车进行低压转供作业

### 4. 安装方案

对于配网线路新增设备，最佳方式是采用在环网柜中用 PTJ 柜替换 PT 柜。户内环网柜方案的一次系统图 8 所示，户外环网箱方案的一次系统图 9 所示。

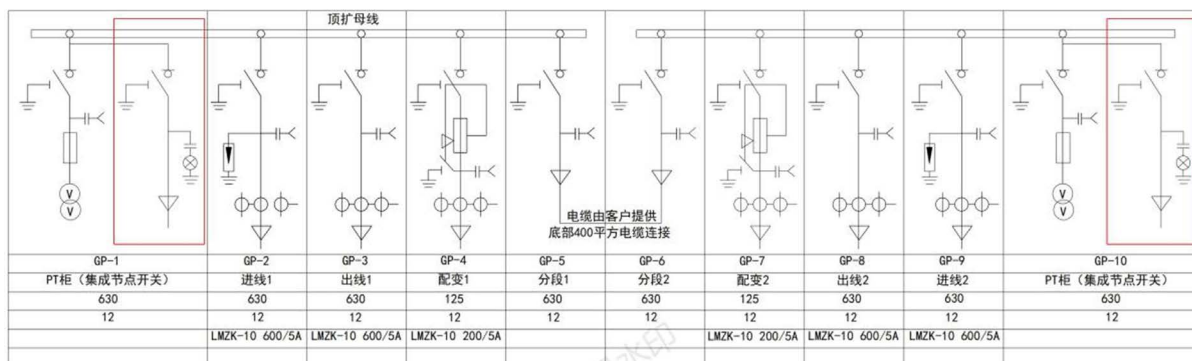


Figure 8. Primary system diagram of indoor ring main unit  
图 8. 户内环网柜一次系统图

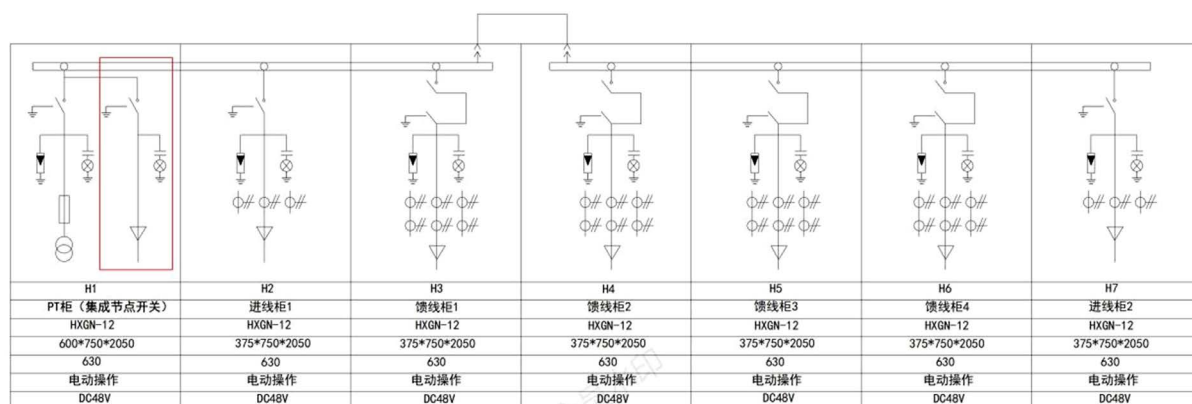


Figure 9. Primary system diagram of outdoor ring cage  
图 9. 户外环网箱一次系统图

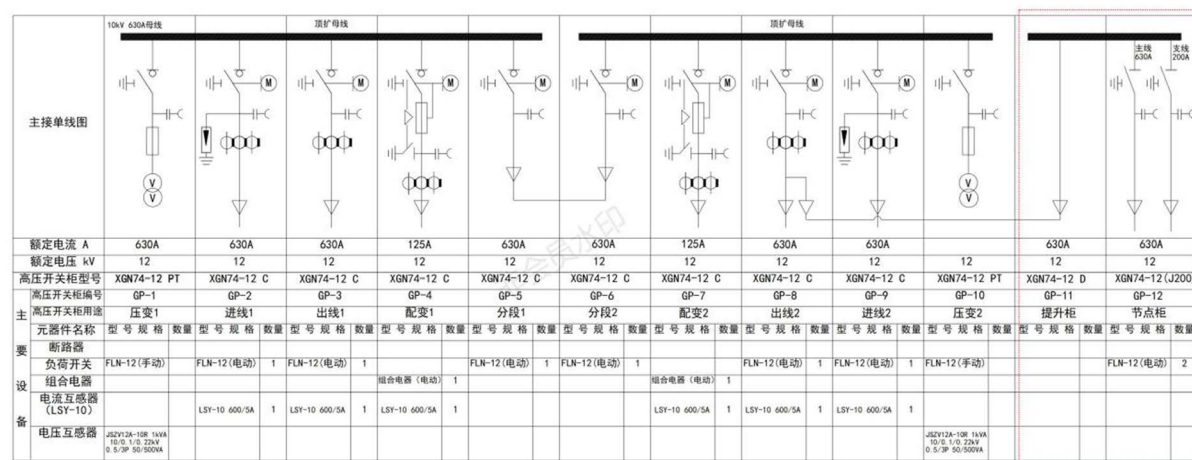
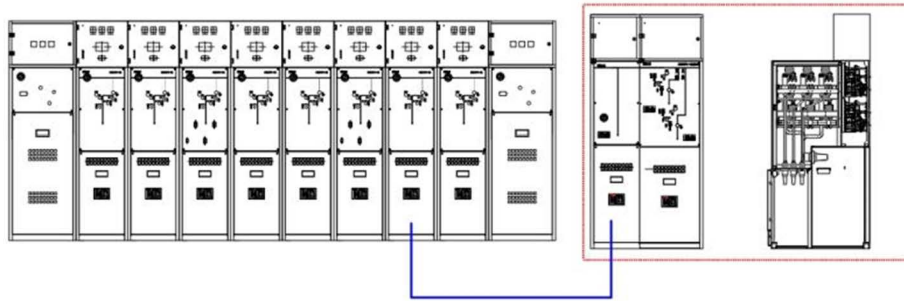


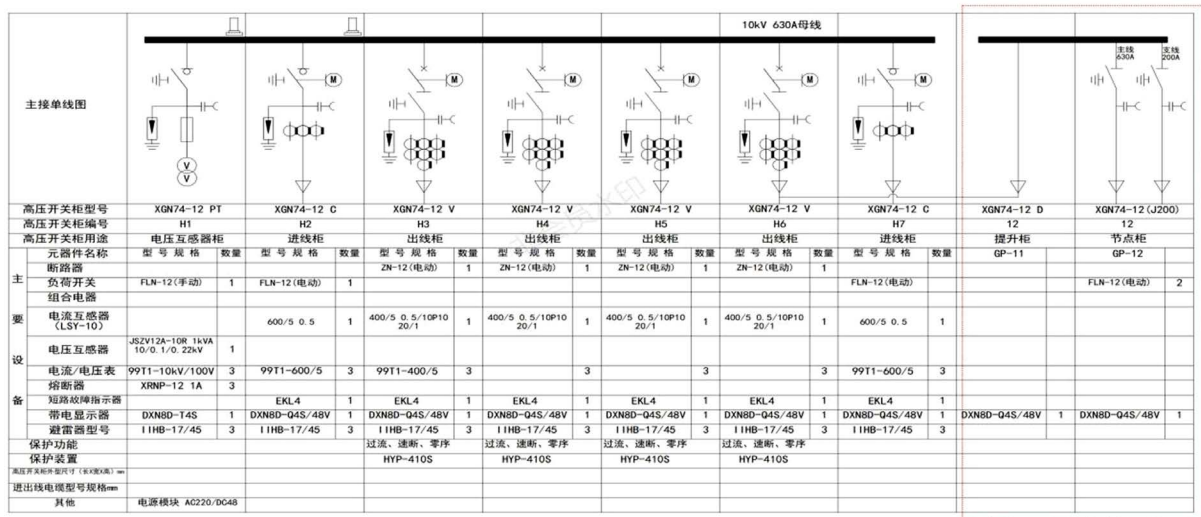
Figure 10. Primary system diagram of indoor ring main unit  
图 10. 户内环网柜一次系统图



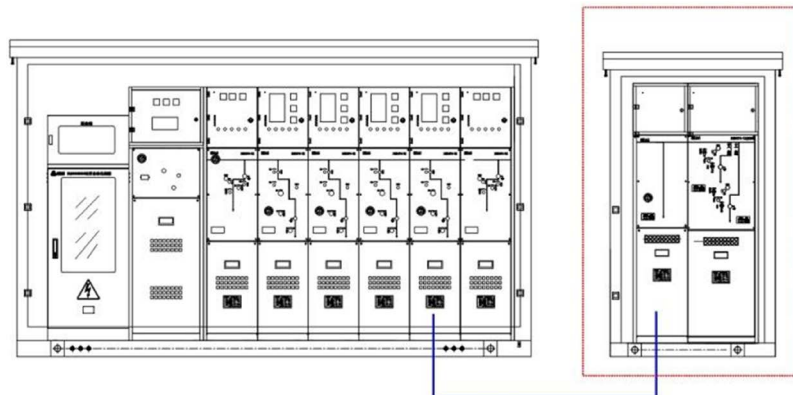
**Figure 11.** Implementation plan of indoor ring network cabinet transformation  
**图 11.** 户内环网柜改造实施方案

对于线路存量设备, 原有户内配电站室中的环网柜备用间隔常被占用, 环网柜的尺寸已经固定, 无法更改。需要增加馈线柜一路电缆出线引至节点柜, 户内环网柜一次系统图如图 10 所示, 实施方案如图 11 所示。

针对户外环网箱在存量改造项目中, 可以在户外箱的旁边附加一台小型 DJ 户外箱, 同样需要增加馈线柜一路电缆出线引至 DJ 型节点柜, 户外环网箱一次系统图如图 12 所示, 实施方案如图 13 所示。



**Figure 12.** Primary system diagram of outdoor ring cage  
**图 12.** 户外环网箱一次系统图



**Figure 13.** Implementation plan of outdoor ring cage transformation  
**图 13.** 户外环网箱改造实施方案



## 5. 节点柜扩展思路

在 10 kV 配电线路中合理的布置节点柜，并与低压应急作业节点设备一起组网，然后对供电管理区域进行网格划分后，针对节点设备特点，预定应急作业方案，形成标准化应急作业管理程序。应急作业管理设想见图 14。

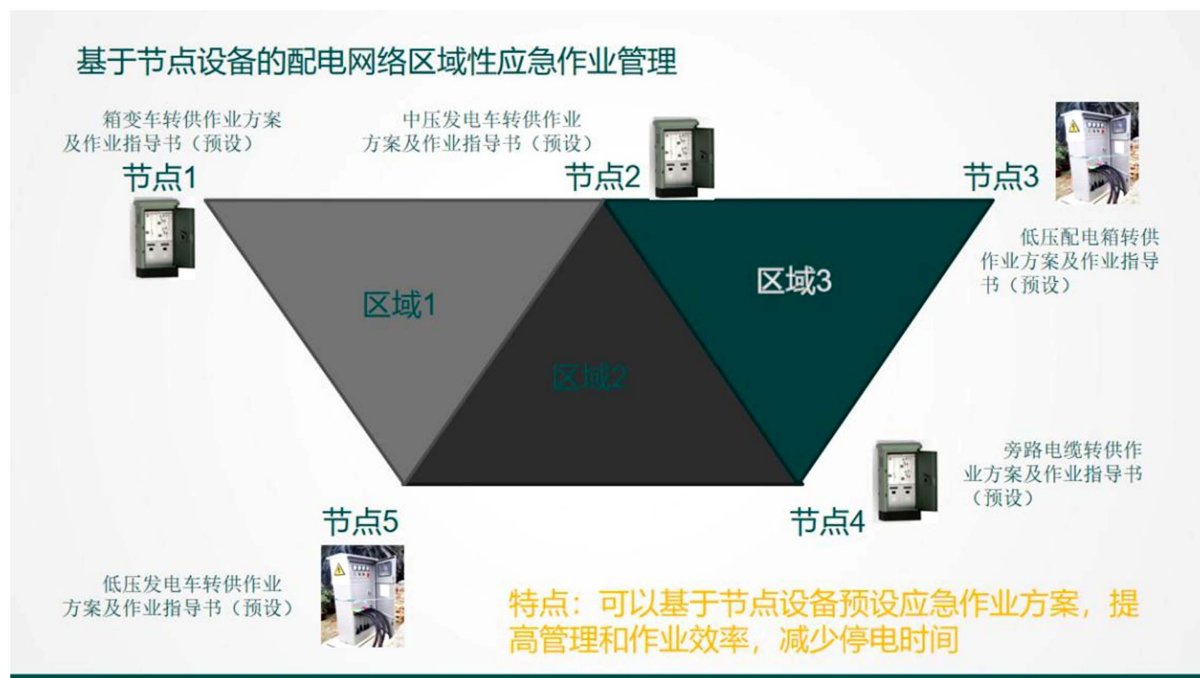


Figure 14. Imagine diagram of emergency operation management

图 14. 基于节点柜的配电网区域性应急作业管理设想图

设置和应用节点柜可为配网应急作业技术带来以下三点发展变化：

从无法做到可以做(配电电缆网无法采用带电作业技术，通过“消防栓”实现临时组网，完成负荷转移，变向实现不停电作业)。

从低效做到高效做(以往传统不停电作业方法中，线路接驳耗时最长，效率最低。有了可快速实现线路电气接驳的“消防栓”，作业效率提高 80%)。

从临时决策到程序作业(依据“消防栓”特点，相应配置作业设备和技术，并针对性组织培训，利用区域化管理方法，形成标准作业程序，真正做到应急不急)。

## 6. 总结

节点柜的设计目的是为了解决 10 kV 配电线路电缆网作业中，作业人员无法进行不停电接火的问题。它的结构特点是单面柜双开关结构，保证了在高压柜体积不增加的条件下，可以多出一条支线回路。而这条支线回路即可作为线路中的“消防栓”与临时电缆、临时应急作业设备进行不停电接驳，能够实现旁路、移动电源供电等作业。节点柜的出现为线路设计人员提供了新的选择，为实现建设坚强电网提供了新的思路。

## 参考文献

- [1] 祝晓辉, 吕万辉, 路明, 等. 10kV 电缆旁路不停电作业技术应用[J]. 电工技术, 2014(3): 37-38.

- [2] 韩伟亮, 陈俊龙. 基于 10kV 旁路不停电作业技术在配网实践应用的研究[J]. 东北电力技术, 2015, 36(9): 8-11.
- [3] 陈雄才. 架空线路与电缆旁路不停电作业技术研究示例[J]. 现代工业经济和信息化, 2014(21): 63-64.
- [4] 李天友. 配电不停电作业技术发展综述[J]. 供用电, 2015, 32(5): 6-10, 21.
- [5] 姚山楠. 配电网供电可靠性评估与管理[J]. 电子制作, 2014(10): 256-257.