

怀邵衡铁路利用接触网中部并联开关站提高供电可靠性技术方案比选研究

怀邵衡铁路怀化南至洞口段属于典型的山区重载铁路,该段最大坡度为13‰(其中安江站至江口站连续坡长为32.55 km),牵引网上下行负荷极不均衡,重负荷方向牵引网载流能力成为本项目牵引供电设计的制约因素。从主接线设计、设备选型、总平面布置、保护配置及运营灵活性方面,对并联开关站的多种设计方案进行了分析探讨。采用四断路器的并联开关站设计方案,在故障情况下缩小停电范围,能够提高二次设备自动化水平,在山区复线重载电气化铁路更值得推广。

杨 强/沪昆铁路客运专线湖南有限责任公司

0 引言

怀邵衡铁路起于怀化枢纽怀化西编组站,止于衡茶吉铁路颜家垄站。在怀化枢纽、衡阳枢纽分别设置联络线与沪昆高铁、京广线和京广高铁相联系。怀邵衡铁路按200 km/h客货共线铁路标准设计,线路限制坡度达13‰,货车按HXD3(7 200 kW)双机牵引6 min追踪间隔设计。

本项目在前期牵引供电方案研究时,对AT和TRNF供电方式进行了技术经济对比分析。研究结论:本项目采用TRNF供电方式,并采取个别供电臂首端10 km设置电流加强线及部分供电臂中部设置并联开关站的技术手段,在造价及后期运营维护方面优势明显。

本项目的三处并联开关站均设置于怀邵衡铁路怀化南至洞口段,地处湘西凉山、雪峰山脉,公路交通不便,运营检修困难。合理进行并联开关站设计,方便运营维护,提升设备的自动化水平

和铁路供电质量,意义重大。本方案选择线路为连续坡长条件最复杂、桥隧相连比例最高和坡度最大(13‰)的筲竹牵引变电所至江口分区所供电臂进行论证。

1 并联开关站技术方案比选

1.1 并联开关站设置的必要性

考虑接触线在20%损耗工况下,接触线铜合金150 mm²、承力索铜合金120 mm²、加强线JL/LB1A-250-25和回流线JL/LB1A-250-25组合牵引网的载流量约为1 270 A。

经牵引供电仿真计算,当货车6 min紧密追踪时,供电臂馈线有效电流最大出现在筲竹至江口下行供电臂22.65 km(DK50+850-DK73+500),约为1 547 A,如图1所示。而筲竹至江口下行供电臂最大有效电流为841 A,牵引网上下行负荷极不均衡。

在该供电臂中部设置并联点后(DK60+580),筲竹至江口下行供电臂馈线有效电流为1 254.3 A,如图2所示。

在该供电臂中部设置并联点后,在不缩短供电臂长度的前提下,牵引网选用接触线铜合金150 mm²、承力索铜合金120 mm²、加强线JL/LB1A-250-25和回流线JL/LB1A-250-25组合能满足供电能力的需要。

从仿真结果可以看出,直供方式下在供电臂中部增加并联开关站,可以均衡该供电臂上下行牵引网负荷电流,进一步降低牵引网电压损失和电能损耗,



杨 强/工程师

关键词/Keywords

直供全并联供电·
并联开关站·
继电保护·

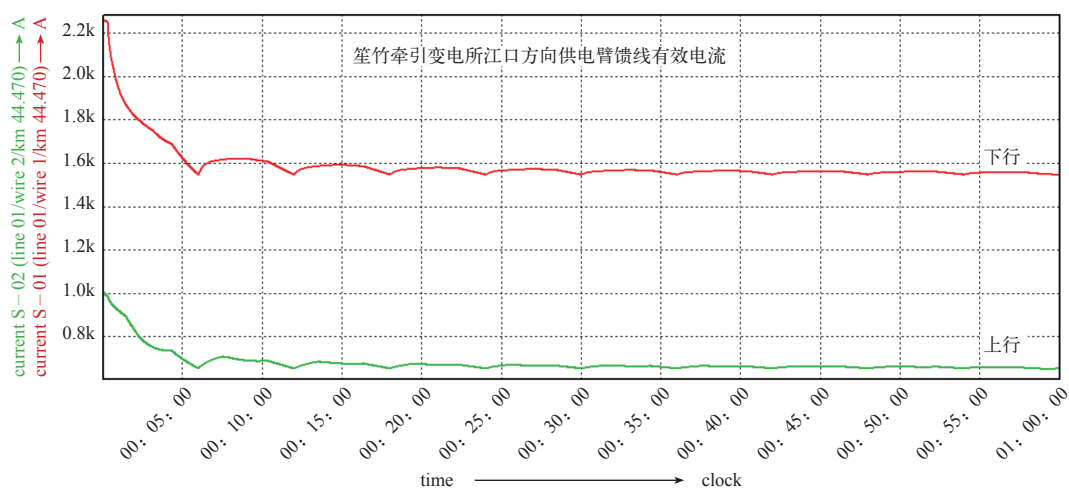


图1 供电臂馈线有效电流

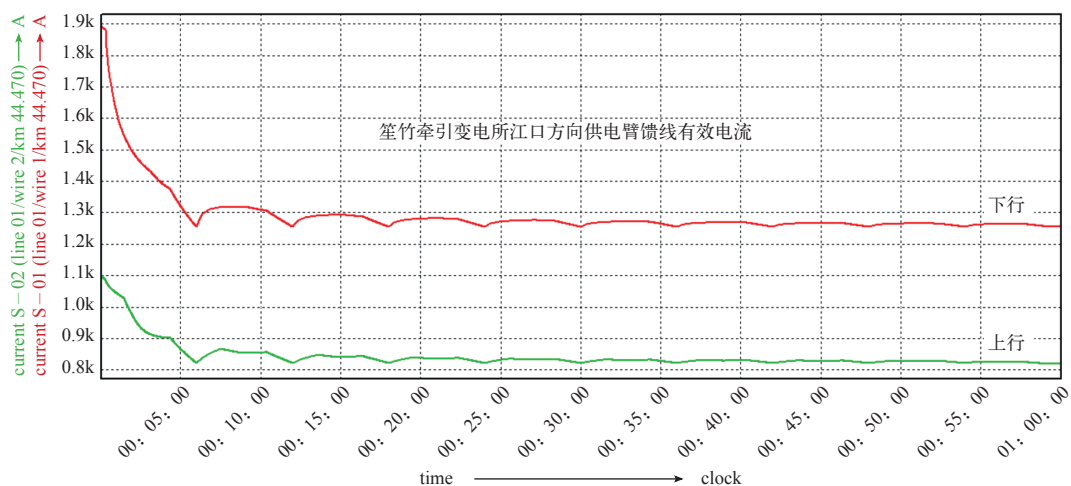


图2 设置并联点后供电臂馈线有效电流

提高牵引网综合载流能力。基于供电臂中部并联开关站研究提供接触网供电可靠性方案比选。

1.2 基于接触网上设置上下行并联开关方案

(1) 主接线及设备选型

该方案仅在接触网上下行之间设置并联开关,不配置电流互感器、电压互感器和变电所用变压器等一次设备。并联开关采用电动隔离开关在接触网支柱上安装,供电臂示意图如图3所示。

(2) 保护配置

该方案并联开关站未设置断路器,并联开关站无配置继电保护的条件。

(3) 施工难度

该方案网上电动隔离开关属于接触网专业常规设备,供电臂中部无需设置绝缘关节,施工难

度最低。

(4) 供电方案研究

该方案上行或下行供电臂发生短路故障时,上下行断路器将同时跳闸,由于网上开关不具备失电压跳闸能力,变电所馈线配置重合闸无意义。每次短路故障发生,上下行供电臂同时停电后,均需要通过远动分开供电臂中部并联开关,再分别向上下行接触网送电,非故障方向恢复供电时间很长。

优点:该方案施工比较简单,供电臂中部无须设置绝缘关节,停电单元划分比较容易,一次性投入较少。

缺点:供电臂发生故障跳闸后,需要通过远动分开供电臂中部并联开关,再分别向上下行接

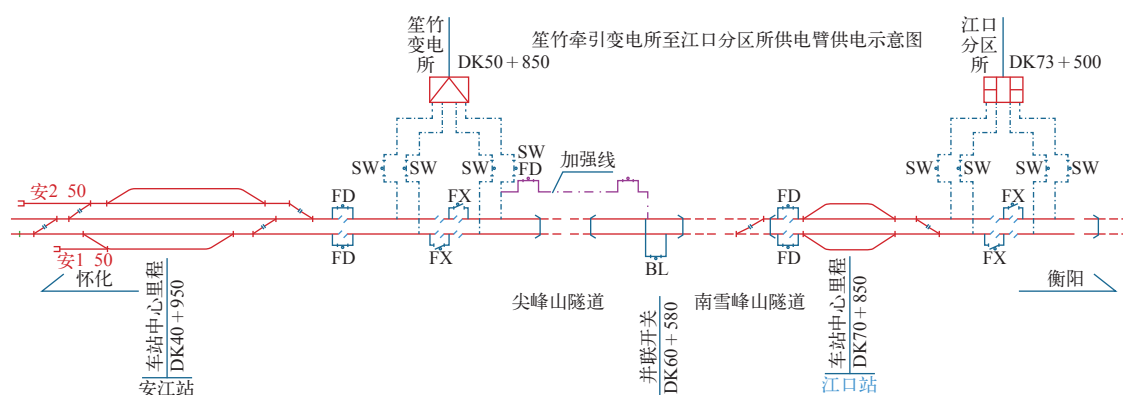


图3 供电臂示意图

触网送电，非故障方向恢复供电时间很长，对行车产生较大影响，对坡度较大的线路供电质量有下降。列车需要惰性运行整个故障供电臂，惰性运行区段较长。

1.3 基于接触网并联开关站采用单断路器方案

(1) 主接线技术思路

接触网并联开关站设置于该供电臂中部，采

用单断路器并联开关站27.5 kV进线电源分别接至接触网上、下行。正常运行时，闭合断路器实现供电臂中部并联。供电臂示意图如图4所示，并联开关站主接线图如图5所示。

设置两台自用变压器：一台为10/0.4 kV自用电变压器，接于10 kV铁路电力线路上；另一台为27.5/0.23 kV自用电变压器，接于27.5 kV母线上，

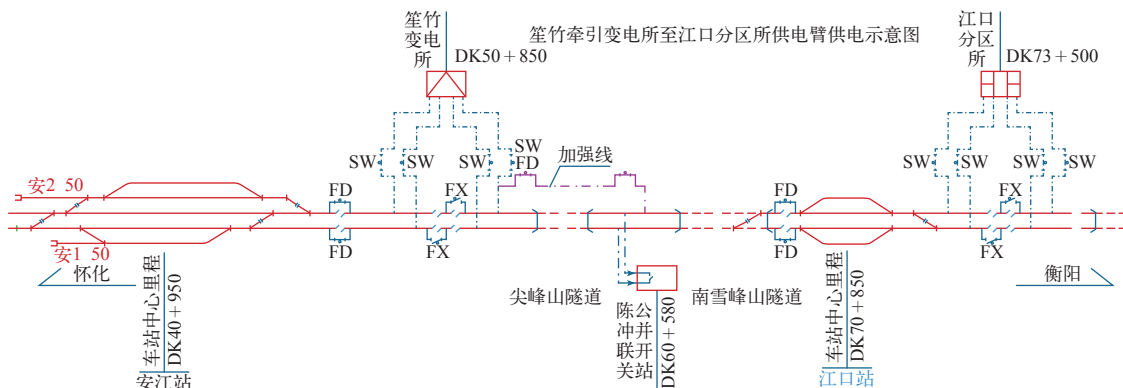


图4 供电臂示意图

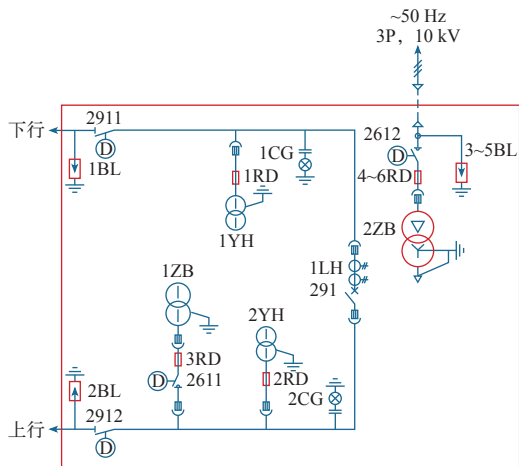


图5 并联开关站主接线图

为并联开关站设备提供交直流电源。

(2) 设备选型及总平面布置

本着技术可行，方便设备现场安装及运营维护，并联开关站选用占地面积小集约型箱式设备。平面布置图如图6所示。

(3) 保护配置

并联开关站利用上下行母线断路器分断，开关站仅设置失压保护、检压自动重合闸功能。

(4) 供电方案研究

该方案上行或下行供电臂发生短路故障时，上下行断路器将同时跳闸，并联开关站及分区所

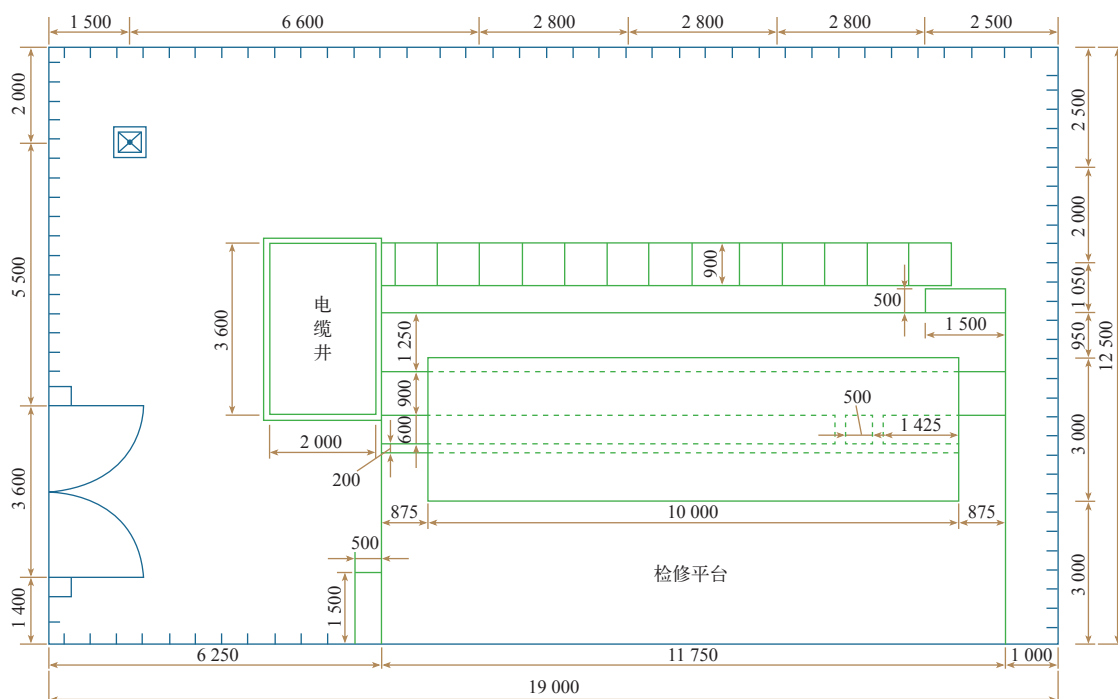


图6 平面布置图

失压保护跳闸, 切除供电臂并联点。上下行供电臂通过重合闸, 非故障方向恢复供电时间较短, 对行车有一定影响。

优点: 该方案并联开关站采用箱式设备, 箱体长度约10 m, 与常规箱式分区所相近, 供电臂中部无需设置绝缘关节, 该方案施工相对比较简单, 停电单元划分比较容易, 一次性投入相对较少。

缺点：该方案上行或下行供电臂发生短路故障时，上下行断路器将同时跳闸，并联开关站及分区所失压保护跳闸，切除供电臂并联点。上下行供电臂通过重合闸，非故障方向恢复供电时间较短，对行车有一定影响。对坡度较大的线路供电质量有所下降。列车需要惰性运行整个故障供电臂，惰性运行区段较长。

1.4 基于接触网并联开关站采用四断路器方案

(1) 主接线技术思路

接触网并联开关站设置于供电臂中部，并联开关站（两进两出）采用单母线接线，其进、出线引至怀邵衡正线上、下行接触网，通过并联开关站内27.5 kV母线实现上、下行供电臂中部接触网并联功能，将接触网上下行供电臂区段进行细分，划分为4个对立的供电单元（上行A、B臂，下

行C、D臂)缩小接触网供电故障区段。供电臂示意图如图7所示。并联开关站主接线图如图8所示。

设置两台自用变压器：一台为10/0.4 kV自用变压器，接于变电所外部10 kV铁路电力线路上；另一台为27.5/0.23 kV自用变压器，接于27.5 kV母线上。27.5 kV及10 kV自用变压器前设置负荷开关，为并联开关站设备提供交直流电源。

(2) 设备选型及总平面布置

本着技术可行，方便设备现场安装及运营维护，并联开关站选用占地面积小集约型箱式设备。

(3) 保护配置原则

接触网并联开关站设置于该供电臂中部，并
联开关站（两进两出）采用单母线接线，其进、
出线均引至怀邵衡正线上、下行接触网，通过并
联开关站内27.5 kV母线实现上、下行供电臂中部
接触网并联功能，将接触网上下行供电臂区段进
行细分，划分为4个对立的供电单元（上行A、B
臂，下行C、D臂）

进线设置一段距离保护（带方向性），馈线设置距离保护（带方向性）。与该供电臂的牵引变电所距离保护及分区所的二段距离保护配合，确保供电臂内任何一点故障，保护装置具备选择

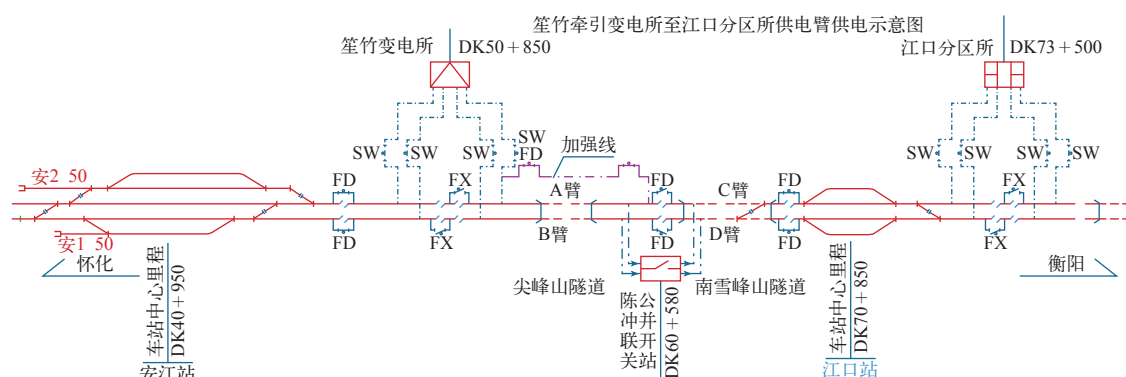


图7 供电臂供电示意图

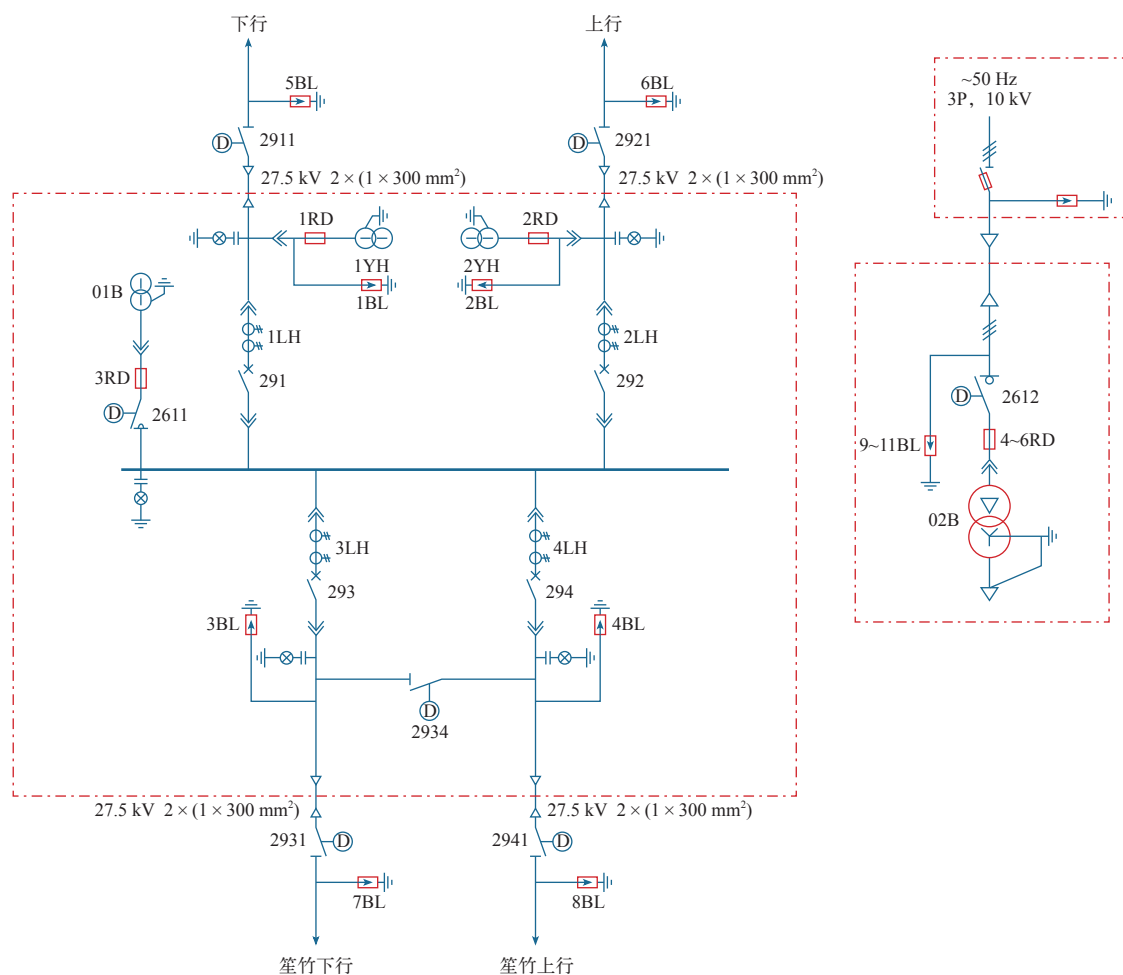


图8 并联开关站主接线图

性动作，切除故障供电臂。

当故障点在A臂时。动作牵引变电所和并联开关站与A臂相连的断路器，通过并联开关站不影响B、C和D臂供电。

当故障点在B臂时。动作牵引变电所和并联开关站与B臂相连的断路器，通过并联开关站不影响

A、C和D臂供电。

当故障点在C臂时。动作并联开关站和分区所与C臂相连的断路器，通过并联开关站不影响A、B和D臂供电。

当故障点在D臂时。动作并联开关站和分区所与D臂相连的断路器，通过并联开关站不影响A、

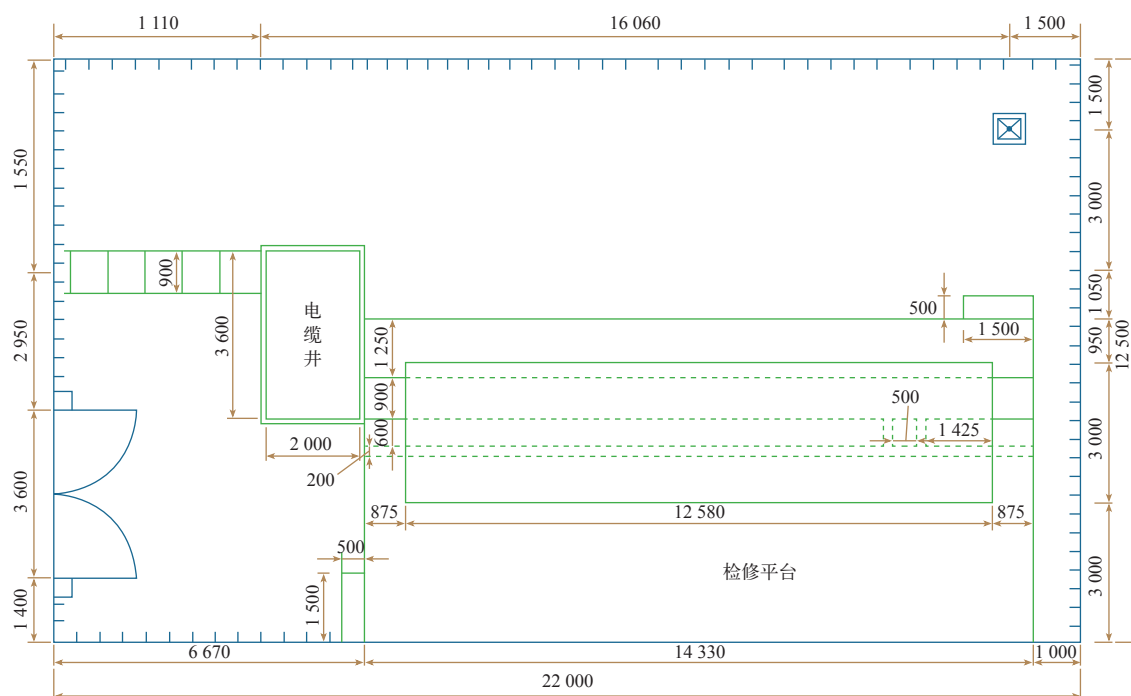


图9 平面布置图

B和C臂供电。

当故障点在A、B臂时。笙竹牵引变电所至江口分区所整个供电臂退出。

当故障点在C、D臂时。并联开关站至江口分区所C、D臂相连的断路器，通过并联开关站不影响A、B臂供电。

(4) 供电方案研究

该方案将接触网上下行供电臂区段进行细分，划分为4个对立的供电单元（上行A、B臂，下行C、D臂）。并联开关站四断路器均设置一段距离保护（带方向性），与该供电臂的牵引变电所距离保护及分区所的距离保护配合，能确保供电臂内任何一点故障，仅选择性的切除其中1个供电单元。其他供电单元仍可以正常供电。

优点：该方案将接触网上下行供电臂区段进行细分，划分为4个对立的供电单元，当任何一段供电单元发生故障时，通过并联开关站断路器能及时将故障单元切除，非故障单元不停电，对行车没有影响，对坡度较大的线路供电质量有较大提高，列车惰性运行区段较段，运行调度控制相对灵活。

缺点：该方案并联开关站采用箱式设备，箱体

长度约13 m，供电臂中部设置绝缘关节，施工难度在三个方案中最高，建设初期投资成本较高。

2 结束语

直供方式供电臂中部设置并联开关站有利于均衡上下行电流，提高末端电压；特别是针对山区铁路线路坡度较大，桥、隧道相连、运行维护及其不方便的情况下，设置四断路器并联开关站能有效的提高供电可靠性，降低牵引网电压损失和电能损耗。虽然四断路器并联开关站投资较单断路器方案增加约150万元，属于局部工点，对整体造价影响不大。该方案缩短停电范围，提高二次设备自动化水平，有利于后期的运营、检修和故障处理，在山区复线或重载电气化铁路更值得推广，提出以下3点建议：

- 1) 并联开关站尽量选择集约型自动化程度较高的设备。
- 2) 并联开关站尽量避免设置在隧道内，供电线尽量分回路布置。
- 3) 采用四断路器并联开关站方案，对接触网停电单元的划分需进一步研究。

（收稿日期：2016-03-20） EA