

摘要 针对目前国内城市轨道交通主变电站选址困难、110 kV 电源引入工程量大等实际问题,提出了轨道交通主变电站和城市电网 110/10 kV 变电站合建的新思路。分析了与城市电网 110/10 kV 变电站邻建、半合建、全合建等三种合建形式的特点,以及合建模式对轨道交通供电可靠性的影响。

关键词 城市轨道交通;主变电站;建设模式

我国城市轨道交通供电系统大多采用集中供电方式,轨道交通自建 110kV/35kV 主变电站,中压网络一般采用 35kV 供电网络。

为了节省工程投资,节约电力、土地资源,大多数主变电站建设在线路的换乘站附近。但换乘站大多处于商业繁华地带或者大型居住区,一般都是人流密集、交通繁忙、大型建筑林立、地面拥挤的地带,同时也是土地资源和电力资源相对紧张的地方。要在这些地段找出设置主变电站合适的用地和电源,通常比较困难。在我国各大城市轨道交通的建设过程中,都遇到了主变电站选址困难、电源点较远、电源引入困难等实际问题。因此,需要寻求一些新的变电站建设模式来解决轨道交通主变电站实施困难的难题。

1 主变电站建设模式的新思路

目前我国城市配电网多为 10 kV 供电网络(城区已逐步取消了 35 kV 供电网络),为城市配电网直接供电的一般为 110 kV/10 kV 变电站。在变电站的建设工程中,轨道交通 110 kV 主变电站和城市电网 110 kV 变电站都遇到了变电站选址、高压电缆通道拆迁量大、路径远等困难。同时,随着用电负荷的快速增长以及土地资源日趋稀少,城市电网的 110 kV 间隔也日趋紧缺。我国多个城市就出现了轨道交通建设的主变电站因附近 220 kV/110 kV 变电站没有 110 kV 间隔而需要从较远的 220 kV 变电站引入 110 kV 电源的情况。由于大量的拆迁工程,110 kV 电缆工程造价每公里高达 500 万~800 万元左右。增加 110 kV 电源引入距离,必将大大增加工程投资。

既然轨道交通 110 kV 变电站和城市电网 110kV 变电站在建设实施时都面临着同样的困难,如果将位置临近的轨道交通 110 kV 变电站和城市电网 110 kV 变电站合建,共用 110 kV 电源或者采用三卷变压器将其完全整合成一座 110 kV 变电站,则可以减少一半的 110 kV 电源工程量和部分减少变电站的用地面积,节约日益紧缺的电力和土地资源,同时也有利于轨道交通在建设主变电站时和电力部门的配合和建成后的运营维护。

2 主变电站和城市变电站合建方案

2.1 合建的模式

根据城市轨道交通主变电站和城市电网 110kV 变电站的合建程度,有邻建、半合建、全合建等三种合建模式。

2.1.1 邻建模式

邻建模式是指轨道交通 110 kV 变电站和城市电网 110 kV 变电站仅共用 110 kV 电源,变电站本体部分完全独立建设的方式;两变电站均设置 110kV GIS(气体绝缘开关柜)、110 kV/35 kV(或 110kV/10 kV)变压器、35 kV(或 10 kV)开关柜等设备。为了节省土地资源,两变电站可以相邻建设,共用运输通道、消防通道等。为了实现独立管理,两变电站可以用围墙隔开。该模式的主接线图如图 1 所示。

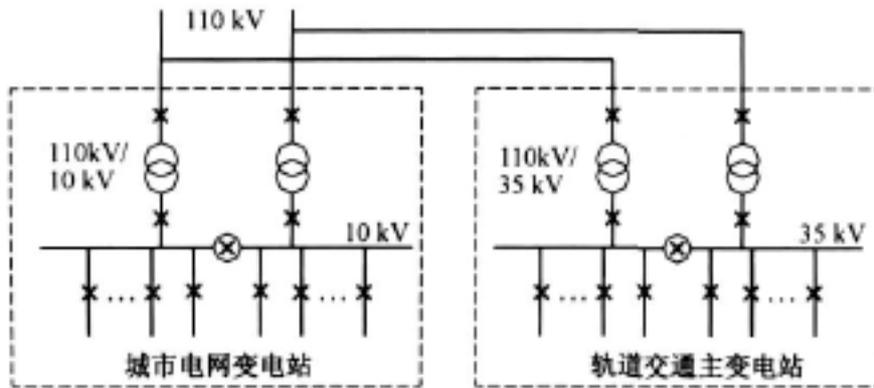


图 1 邻建模式主接线示意图

邻建模式相对于完全独立建设的模式,节省了近一半的 110 kV 电源工程,也节省了 2 个 110 kV 馈线间隔;同时由于变电站本体部分完全独立建设,有利于独立运营和管理。

2.1.2 半合建模式

该模式中,轨道交通 110 kV 变电站和城市电网 110 kV 变电站不仅共用 110 kV 电源,而且共用 110 kV 进线 GIS 开关;轨道交通 110 kV 变电站仅设置 110 kV/35 kV 变压器、35 kV 开关柜等设备。该模式下两变电站应建设在一起,但为了方便管理,轨道交通变电站也可和城市电网 110 kV 变电站采用围墙等物理隔开。该模式的主接线图见图 2。

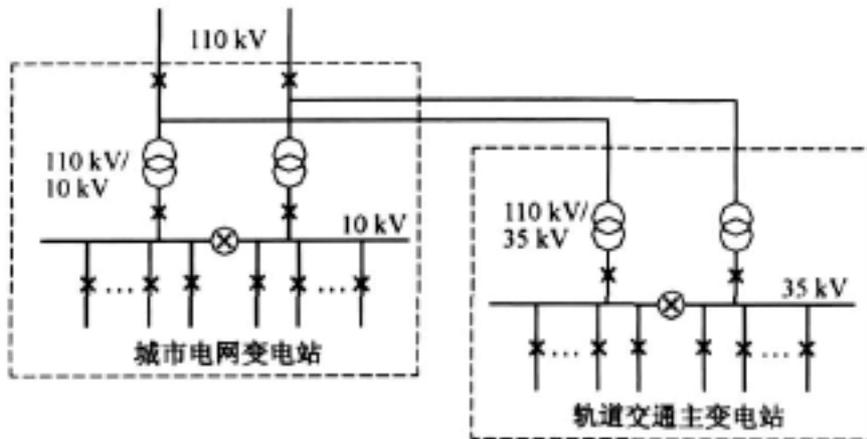


图 2 半合建模式主接线示意图

半合建模式不但共用 110 kV 电源工程,还共用了变电站 110 kV 进线开关等设备,投资更省。但城市电网 110 kV 变电站的 110 kV 开关动作会影响到轨道交通 110 kV 变电站的运行。如城市电网 110kV 变电站一组变压器检修或故障跳闸,轨道交通 110 kV 变电站的一回 110 kV 电源也会被切除。

2.1.3 全合建模式



该模式是轨道交通 110 kV 变电站和城市电网 110 kV 变电站完全合建的模式,不仅共用 110 kV 电源和 110 kV 进线 GIS 开关,而且采用 110 kV/35kV/10 kV 三绕组变压器,轨道交通只需要设置 35kV 母线和 35 kV 馈线开关等设备。全合建模式其形式类似于分散供电方式,但又具有集中供电方式的特点。该模式的主接线图见图 3。

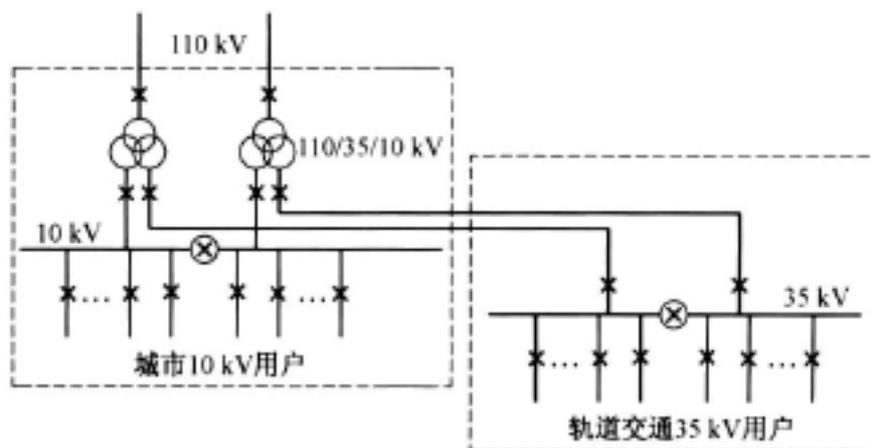


图 3 全合建模式主接线示意图

全合建模式实现了最大程度的合建,投资最省。但该模式的运行受城市电网变电站的运行影响较大,如城市电网变电站电源检修、变压器检修或故障等都会影响到轨道交通 35 kV 电源的正常供电。

2.2 三种合建模式的优缺点

三种主变电站合建模式各有特点,相对于传统建设模式,都不同程度地节省了工程投资、电力和土地资源。城市轨道交通主变电站独立建设,以及与城市变电站邻建、半合建和全合建的对比分析见表 1。



表 1 三种合建模式与独立建设模式的对比分析表

项目	独立建设模式	邻建模式	半合建模式	全合建模式	备注
110 kV 电源投资/万元	约 5 000	按分摊一半计算,约 2 500	按分摊一半计算,约 2 500	按分摊一半计算,约 2 500	取多个工 均值
主所总占地 面积	约 2 000 m ² + 城市 变电站用地面积	共用消防、运输通道等,减 少面积约 800 m ²	共用消防、运输通道和部 分设备室等,减少面积约 850 m ²	共用消防、运输通道和部 分设备室等,减少面积约 1 100 m ²	
占用 110 kV 间隔	4 个	2 个	2 个	2 个	含城市变
主变电站 选址	占地面积大,选址较 困难	占地面积稍小,和地方变 电站一起选址,更易实施	占地面积稍小,和地方变 电站一起选址,更易实施	由地方变电站选址	
供电可靠性	互不影响,可靠性 最高	仅共用了 110 kV 电源进 线,可靠性高	共用 110 kV 电源进线和 开关,可靠性较高	易受 10 kV 用户影响,供 电可靠性稍低	
工程应用	应用最广	武汉、无锡拟采用	目前无应用	目前在国内没有应用,但 和分散供电方式类似	
节省运营维护 费/(万元/年)	0	35	40	120	相对于独 设模式
节省工程 投资/万元	0	3 000	3 800	5 000	相对于独 设模式

从表 1 可以看出,主变电站独立建设供电可靠性最高;但投资也最高;从各个城市的实施情况来看,因征地困难、没有 110 kV 电源等原因,实施难度很大。与城市变电站邻建方式相对于主变电站独立建设的方案可分担约一半的 110 kV 电源投资和运营维护费用,大大节省了工程投资,其供电可靠性也较高,所以武汉、无锡等地拟采用这种模式。与城市变电站全合建的方式工程投资和运营维护费用最低。从广义上讲,该方式也可视为是结合我国城市电网已逐步取消了 35 kV 电压等级的供电网络,是不具备直接采用 35 kV 电源分散供电方式情况下的一种特殊的分散供电方式。相对目前国内轨道交通采用的分散供电方式,由于其不共用电力变电站馈线母线,供电可靠性更高。

三种合建模式各具特点,在工程中均可实施。

2.3 主变电站合建后对供电可靠性的影响

轨道交通 110 kV 变电站和城市电网 110 kV 变电站合建后,因共用 110 kV 电源或变压器而相互影响,因此其供电可靠性较单独建设有所降低。但由于城市轨道交通供电系统采用冗余设计,在任一回电源故障时,可由另一回电源供电,即使两回电源都故障退出运行,还可通过相邻主变电站越区支援供电,所以,合建模式的供电可靠性虽稍有降低,但不会影响到供电系统的正常运行。同时,从国内城市轨道交通多年运营经验来看,主变电站两回电源故障同时退出运行的发生概率极低,而且很多还是由于上级 220 kV 变电站停电造成的。所以轨道交通 110 kV 变电站和城市电网 110 kV 变电站合建供电能保证轨道交通的安全运营。

合建后,轨道交通主变电站毕竟受到城市用户的影响。为了确保轨道交通的供电安全,同一条线如果有两座以上主变电站,宜保证有一座主变电站单独建设,以便故障时支援供电。

3 结语

与城市电网 110 kV/10 kV 变电站合建的模式是解决目前国内城市轨道交通建设中主变电站选址困难、电源引入工程投资较大的一种新思路。在工程具体实施时,可结合各个工程供电可靠性需求、电源情况、场地大小,以及城市电网 110 kV 变电站要求等具体情况,选择适当的合建方案。和城市电网变电站合建的方案需要得到电力、规划等部门的支持和配合;在方案设计阶段,应加强和相关部门的沟通协调,研究合建的可能性和具体的合建模式。





行驶中的天津单轨导向有轨电车

参考文献

- [1]郑瞳炽,张明锐.城市轨道交通牵引供电系统[M].北京:中国铁道出版社,2000.
- [2]马凌晨,薛辉,张明锐.轨道交通供电系统主变电站的资源共享[J].城市轨道交通研究,2005(2):6.
- [3]GB 50157—2003 地铁设计规范[S].

