

深圳城市轨道交通网络的主变电所规划研究

孙 莉

(深圳市城市交通规划设计研究中心有限公司, 518034, 深圳 // 高级工程师)

摘 要 随着城市轨道交通事业的发展和城市建设用地的日趋紧张,要求将城市轨道交通供电系统提升到网络化的高度来统一规划。结合深圳城市轨道交通的现状,提出了深圳城市轨道交通三期工程主变电所布局规划原则和主变电所的布置方案,对其容量和用地规模进行了估算。最终可实现更加有效地利用城市电网资源、节省工程投资、减少工程实施难度的目的。

关键词 城市轨道交通; 网络化建设与运营; 主变电所

中图分类号 U 231.8; U 224

On Main Substation Planning in Shenzhen Urban Rail Network
Sun Li

Abstract With the development of urban rail transit and the growing shortage of urban construction land supply, rail transit power system is required to be planned in the range of a network. Based on Shenzhen rail network practice, the principles and the scheme of the main substation layout on Phase III are proposed, the capacity of substation layout and land size are estimated. In such a way, more efficient use of urban power network resources could be achieved, at the same time the investment and construction difficulties will be reduced.

Key words urban rail transit; network construction and operation; main substation

Author's address Shenzhen Urban Transport Planning Center Co., Ltd., 518034, Shenzhen, China

1 主变电所规划的必要性

深圳城市轨道交通二期工程于 2011 年 6 月份建成后,深圳城市轨道交通运营线路达到 178.3 km。这标志着深圳城市轨道交通进入了网络化时代。为实现城市轨道交通供电系统的综合配置、城市电网资源的合理利用,以达到资源共享、降低投资、保护环境和可持续发展的目的,有必要根据城市轨道交通线网规划和城市电网的现状,将深圳城市轨道交通三期工程的线路供电系统提升到网络化的高度,进行统一规划、统筹考虑。

1.1 节省土地资源

随着城市建设的发展,征地困难会越来越大。另外,数量众多的高压供电点对城市电网的供电资源也造成很大浪费。所以,结合线路的网络规划,打破城市轨道交通单线独立建设供电系统的局面,实现主变电站的资源共享,从“网”或“面”的角度来规划建设主变电站已经时机成熟。

1.2 有利于城市电网资源的合理使用

城市轨道交通线网规划的落实,为统一、全面考虑其供电系统的网络化布局提供了基础;而城市轨道交通的供电系统网络化布局的实现,又给城市电网的发展规划提供了重要的基础资料。城市轨道交通系统作为供电一级负荷、特大供电用户,其外部电源的确定必须考虑供电的可靠性、负荷分配的经济合理性。当负荷中心位置与供电网络规划中的外部电源位置相差比较悬殊时,将会造成巨大的资源浪费。因此,从网络的角度统一考虑、规划城市轨道交通供电系统,不仅有利于提高城市轨道交通供电系统的可靠性,也有利于城市电网资源的合理使用和发展。

1.3 降低供电系统投资

通过主变电所的资源共享,可以减少整个城市轨道交通线网主变电所、外部电源、外部电源进线通道的总体数量,并相应地减少工程综合投资。

2 已建成线路的主变电所设置

深圳城市轨道交通一、二期工程有 5 条线路:一期工程的 1、4 号线共长 21.3 km,于 2004 年 12 月建成通车;二期工程 1 号线与 4 号线的续建工程、2 号线、3 号线、5 号线共长 157 km,已于 2011 年 6 月建成通车。深圳城市轨道交通一、二期工程的供电系统均采用主变电所集中供电方式,主变电所外部电源进线电压为 110 kV,中压供电网络电压为 35 kV,各条线路主变电所已进行一定程度的共享,如表 1、表 2 所示。

表1 深圳城市轨道交通一、二期工程各线主变电所分布情况

线路名称	主变电所地址名称	安装容量/MVA	预留容量/MVA	备注
一期1号线首期	城市广场	2×40.0	2×50	一期建设,为二期2、5号线预留
一期4号线首期	文化中心	2×40.0	2×50	一期建设,一期1号线、4号线首期共享,与二期2、3号线共享
二期1号线续建	白石洲	2×31.5	2×50	二期建设,与二期2号线共享
二期1号线续建	西乡中心	2×40.0	2×50	二期建设,与二期5号线共享
二期2号线	后海	2×31.5	2×40	二期建设
二期3号线	草埔	2×40.0	2×63	二期建设,与二期5号线共享
二期3号线	银海	2×40.0	2×40	二期建设
二期4号线续建	龙胜	2×20.0	2×40	二期建设
二期5号线	西丽	2×31.5	2×63	二期建设

表2 2011至2020年深圳城市轨道交通三期工程规划建设线路表

线路名称	起终点	长度/km
4号线北延段	清湖站—观澜中心站	7.3
6号线	深圳北站—松岗	37.2
7号线	动物园—太安	29.8
8号线	田贝—小梅沙	26.4
9号线	深圳湾—向西	25.0
10号线	海上世界—松岗	42.2
11号线	松岗—福田	51.2
12号线	大运新城—新桥工业区	35.1
合计		254.2

深圳城市轨道交通一、二期工程如按满足轨道线路供电技术性能要求,每条线单独设置共需要主变电所17座。在综合考虑了线路布局、主变电所选址、外部电源、线路建设时序等各方面因素,实现主变电所共享后,由17座减少至9座,其中8座主变电所均已考虑2~4条线路共享,仅有后海1座主变电所预留未来与5号线可能的延长线共享。

因深圳城市轨道交通一、二期工程的5条线路基本上均位于城市的核心区,以及建设时间的紧迫性,其主变电所的选址相当困难。因此,共享后文化中心主变电所将给1、2、3、4号线供电,从目前的负荷计算及运行方式来看,近期运行方式下负荷率为97%,故障运行方式下负荷率为117%。因故障情况下的倒闸操作复杂,相邻的草埔变电所若同时发生故障时,将不能满足列车运行交路的供电要求,需要在后期建设的主变电所中,考虑1座主变电站来分担文化中心变电所的负荷,以提高轨道线路供电电源的可靠性。

3 三期工程建设线路主变电所的布局规划

深圳城市轨道交通三期工程包括4号线北延段、6号线、7号线、8号线、9号线、10号线、11号线、12号线等8条线路,长约254.2 km(见表3)。

3.1 主变电所布局规划原则

三期工程主变电所布局规划的原则如下:

1) 结合电力系统的供电情况,主变电所应尽量位于线路交叉点附近,兼顾其它线路的供电要求。

2) 主变电所应尽量位于本所供电范围的负荷中心,力求两供电臂的负荷均衡、电压和电能的损耗最小,使供电最为合理。

3) 当一座主变电所因故解列后,其相邻变电所能够承担解列所的供电负荷需求,并保证此时供电末端的电压水平,因此可考虑主要变电所的设置位置稍向线路中部偏移。

4) 主变电所设置要与城市轨道交通规划有机结合,并以建设时机为序,梯次考虑相关项目,尽量做到资源共享,避免供电设施出力不足或重复建设。

5) 主变电所应尽量靠近地方变电站以有利于外部电源的接引,节省工程投资。

6) 2条轨道线路共享的主变电站,其两路电源进线宜采用不同沟电缆排管的方式引入。超过2条轨道线共享的主变电站,其两路电源进线应采用不同沟电缆排管的方式引入。

3.2 主要变电所布局规划方案

3.2.1 主变电所布置方案

根据主变电所的布局规划原则、线网规划情况及一二期工程主变电所的分布,三期工程的主变电所布局规划及资源共享方案见表3和图1所示。

表 3 深圳城市轨道交通三期工程建设线路主变电所位置表

线路名称	各线路所设主变电所位置			
	主变电所 1	主变电所 2	主变电所 3	主变电所 4
4 号线北延段	龙胜(6 号线)			
6 号线	龙胜(4 号线)	光明高新区(13 号线)	松岗(10,11 号线)	
7 号线	福田党校(9 号线)	上沙(9,11 号线)	西丽(15 号线)	
8 号线	莲塘	东海道		
9 号线	福田党校(7 号线)	上沙(7,11 号线)		
10 号线	创业路(11,15 号线)	灵芝公园	机场北	松岗(6,11 号线)
11 号线	松岗(6,10 号线)	深圳机场	创业路(10,15 号线)	上沙(7,9 号线)
12 号线	双龙(3 号线)	深圳东站(14 号线)		

注:括号内为共享线路名称

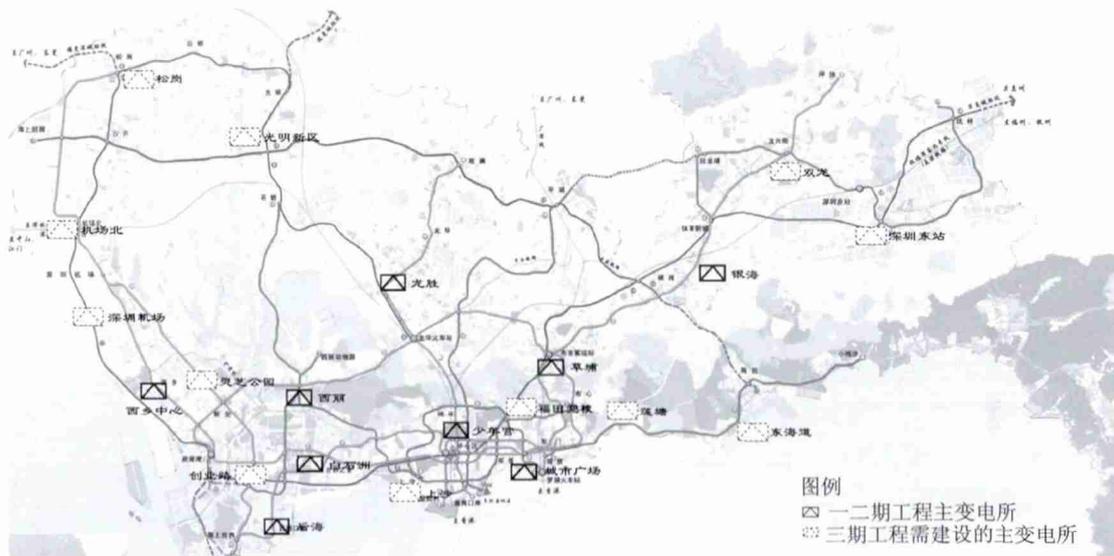


图 1 深圳城市轨道交通三期工程建设线路主变电所布局规划

3.2.2 主变电所支援方案

一、二期工程建设的主变电所维持既有的支援方案,即:城市广场主变电所与文化中心主变电所相互支援,白石洲主变电所与文化中心主变电所、西乡中心主变电所相互支援,龙胜主变电所与文化中心主变电所相互支援。

三期工程新建主变电所支援方式如下:创业路主变电所与灵芝公园主变电所相互支援,福田党校主变电所与上沙主变电所相互支援,龙胜主变电所与光明高新区主变电所相互支援,莲塘主变电所与东海道主变电所相互支援,西丽主变电所与上沙主变电所相互支援,双龙主变电所与深圳东站主变电所相互支援,松岗或深圳机场主变电所与机场北主变电所相互支援。

3.2.3 主变电所规划方案的特点

1) 最大限度地满足资源共享要求:整个三期工程只需要新建 12 座主变电所即可满足线网的用电要求,比每条线路独立建设主变电所的方式,减少了 8~9 座,可最大限度地满足资源共享的要求,提高了资源利用率,大幅度降低了工程投资。

2) 主变电所的建设时机能紧扣线网规划的年限:资源共享规划是在城市轨道交通线网及三期工程建设规划的基础上来完成的,能做到每一个建设环节紧密联系,避免了资源闲置等问题,也有利于提高资源的利用率,更好地发挥其社会效益。

3) 主变电所之间的支援方式灵活多样:由于绝大部分主变电所位于线路的交叉点附近,主变电所之间相互支援的方式较多,受外界变化影响小,具体

支援方式还可根据线路实际实施情况作相应调整。

3.3 主变电所共享后的运行措施和运营模式

3.3.1 运行措施

1) 主变电所共享后,主变电所进线数量减少,每一回主变电所的进线电缆的容量大大提高。因此,对进线电缆、电源的可靠性及电缆通道安全的要求也将提高。对进线电缆采用不同沟敷设的方式引入。

2) 主变电所共享后,共享主变电所的供电范围扩大,馈线相应增多,由于馈线回路中的故障引起共享主变电所开关跳闸或故障的几率增大。因此,需要与电力部门及设计院一同对主变电所的主接线进行优化,从主变电所内部接线及继电保护的配置等方面入手,保证共享主变电所的安全运行。

3) 主变电所共享后,同一座主变电所可能向多条线路供电,需要向多条线路对应的控制中心上传信息,但是只能接受其中一个控制中心的控制。

4) 主变电所共享后,同一座主变电所可能向多条线路供电,不同线路的电费计量可通过馈线开关的计量表来实现。

3.3.2 运营模式

根据目前深圳市轨道交通控制中心的设置情况,1、2、5号线在竹子林控制中心进行调度控制,3、4号线新建控制中心,三期工程规划线路也存在新建控制中心的情况。资源共享的主变电所作为共用的被控站,应考虑合理可靠的调度管理和运营维护模式,以保证主变电所正常供电模式、支援供电模式及线路维修状态的安全可靠进行。建议由正常供电的线路控制中心电力调度系统负责对共享主变电所内所有110 kV和35 kV的供电设备进行监控管理,被支援线路的电力调度系统对所内的110 kV供电设备和相关的35 kV供电设备进行状态监视。

共享主变电所的运营维护,建议由正常供电的线路进行,并将维护计划通过调度系统与被支援线路共享,以保证线路的正常运营。这种调度管理及运营维护模式比较适应深圳城市轨道交通存在不同建设方和运营方的格局。

针对深圳城市轨道交通存在不同建设方和运营方的局面,共享主变电所存在建设投资和运营电费分割问题,建议在建设期由正常供电系统线路的建设方负责主变电所的建设;同时考虑被支援线路的供电需求,并根据工期计划,35 kV设备可同期设置,也可以在被支援线路建设时设置,建议采用统一

规格的35 kV设备,以便于安装和运营维护。不同线路存在不同的建设方和运营方,运营电费的分割建议在相应的35 kV馈线处设置计量装置。

3.4 主变电所容量与用地规模估算

根据各主变电所建设时间及负荷大小初步估算其容量与用地规模,如表4所示。

表4 三期工程主变电所容量与用地规模

主变电所地址名称	安装容量/MVA	预留容量/MVA	用地面积/m ²
创业路	2×31.5	2×40.0	1 200
福田党校	2×31.5	2×40.0	1 200
上沙	2×31.5	2×40.0	1 200
光明高新区	2×25.0	2×31.5	1 200
灵芝公园	2×25.0	2×31.5	1 200
莲塘	2×25.0	2×31.5	1 200
东海道	2×25.0	2×31.5	1 200
松岗	2×31.5	2×40.0	1 200
机场北	2×31.5	2×40.0	1 200
双龙	2×25.0	2×31.5	1 200
深圳东站	2×25.0	2×31.5	1 200
深圳机场	2×25.0	2×31.5	1 200
合计	665	841	14 400

4 结语

在深圳城市轨道交通三期工程的主变电所布局规划中,提出了基于资源共享的设置要求。方案充分考虑了深圳已运营轨道线路主变电所的扩充能力,确定了三期工程规划轨道线路主变电所的布点位置,为工程设计单位进一步落实主变电所的工程用地范围和设计主变电所外部供电电源、接入系统及路径方案奠定了基础,以最终实现更加有效地利用城市电力系统资源、节省工程投资、减少工程实施难度的目的。

参考文献

- [1] 宗传琴,覃裔,孙莉,等.深圳市城市轨道交通建设规划(2011—2020)[R].深圳:深圳城市轨道交通规划研究中心,2009.
- [2] 于松伟,杨兴山,韩连祥,等.城市轨道交通供电系统[M].成都:西南交通大学出版社,2008.
- [3] 郑瞳焱,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,2006.
- [4] 曹海涛,郭黎蔓.深圳市轨道交通二期工程主变电所资源共享研究[J].城市轨道交通研究,2011(8):96.

(收稿日期:2012-07-30)