

合肥市轨道交通主变电所的资源共享研究

任亚娟

(合肥市轨道交通集团有限公司, 230001, 合肥//高级工程师)

摘要 随着合肥市轨道交通 1、2、3 号线已经投运, 4、5 号线及 1 号线三期正在建设, 合肥市轨道交通必将实现网络化运营, 因而其线网主变电所设置及资源共享方案优化工作是非常必要的。根据合肥市轨道交通线网规划及建设规划, 结合既有及在建轨道线路, 对主变电所设置及共享方案进行了深入分析研究, 提出了科学合理的主变电所资源共享优化方案。轨道交通主变电所分期实施的规划方案, 可达到资源共享、节约投资、减少浪费和合理分配资源的目的, 经济和社会效益显著。

关键词 合肥市轨道交通; 主变电所; 资源共享; 效益分析
中图分类号 U335

DOI: 10.16037/j.1007-869x.2020.05.015

Resource Sharing of Urban Rail Transit Main Substation in Hefei City

REN Yajuan

Abstract Following the operation of rail transit Line 1 and Line 2 in Hefei City, Line 2, Line 3, Line 5 and the Line 1 phase III are under construction. Since urban rail transit in Hefei City will realize network operation, the main line network substation settings and the resource sharing plan are becoming very important works. According to the network planning and construction plan of urban rail transit in Hefei City, combined with the existing and under construction railway lines, the main substation setting and resource sharing scheme are analyzed in depth, a scientific and rational resource sharing optimization of the main substation resource sharing is proposed. The phased implementation plan of main substation setting aims at resource sharing, investment saving, waste reduction and rationally resource allocation, the future economic and social benefits will be significant.

Key words urban rail transit in Hefei City; main substation; resource sharing; benefit analysis

Author's address Hefei Rail Transit Group Co., Ltd., 230001, Hefei, China

线网的主变电所数量庞大, 从而占用大量的土地资源 and 城市电网资源。若能结合城市轨道交通线网的规划来共享主变电所资源, 则不仅能确保城市轨道交通主变电所及其进线电源的顺利实施, 还能确保供电系统的高效运行, 有效地利用城市紧张的电力资源和土地资源, 降低供电系统工程投资和运营成本, 节约市政道路管线资源, 并对城市轨道交通建设的可持续发展具有深远的意义。

随着合肥市城市化进程的加快, 城市轨道交通建设步伐也逐渐加快。根据合肥市轨道交通线网规划及建设规划, 城市轨道交通必将实现网络化运营, 因而及时开展合肥市轨道交通线网主变电所设置及资源共享方案研究及优化工作, 是非常必要的。随着城市轨道交通工程的开工建设, 合肥市轨道交通线网主变电所的规划及建设方案研究任务紧迫。

1 合肥市轨道交通概况

合肥市轨道交通线网规划了 15 条线路, 形成十字交叉加环线成网。从 2010 年开始建设至今, 合肥市轨道交通 1、2、3 号线已通车运营, 运营线路总长 89 km; 在建线路为合肥市轨道交通 4、5 号线, 以及 1 号线三期项目。

目前, 正在开展第三轮建设规划的前期研究工作。合肥市轨道交通第三轮建设规划推荐线路里程如表 1 所示。第三轮建设规划线路包含 2 号线东延段、3 号线南延段、4 号线南延段、6 号线一期、7 号线一期、8 号线一期, 计划于 2026 年前建设完成。

2 主变电所资源共享研究内容

主变电所资源共享即通过合理设置主变电所位置、优化主变电所布局及综合利用电力资源, 有效提高整个轨道交通网络的供电可靠性, 降低建设成本, 提高电力资源的利用效率, 提高各线路之间

根据国内城市轨道交通工程的建设经验: 若每条线路采用单独建设主变电所的模式, 则整个规划

表 1 合肥市轨道交通第三轮建设规划推荐线路里程表

线路	起终点	线路长度/km	车站/座
2 号线东延段工程	大众路站—泉香路站	14.50	11
3 号线南延段工程	馆驿路站—方兴大道站	11.25	8
4 号线南延段工程	丰乐河路站—金刚台路站	12.91	8
6 号线一期工程	鸡鸣山路站—东风大道站	35.10(全长) 27.30(新建)	22
7 号线一期工程	松林路站—巢湖南路站	21.00	17
8 号线一期工程	北城高铁站—阜阳路站	23.00	12

电力资源的相互支援能力,保障合肥市轨道交通整体路网可靠、有序地运行。主要研究内容如下:

- 1) 分析共享主变电所涉及轨道线路的建设时序及供电网络之间关系。
- 2) 研究共享主变电所的布点位置。
- 3) 研究共享主变压器容量选择与近期、远期用电负荷之间的关系。
- 4) 对共享主变电所的相关线路在供电故障情况下相互支援的供电可靠性分析。
- 5) 分析外部电源条件。
- 6) 分析建设用地条件。
- 7) 与相关区县规划部门对接外电源电缆通道或架空线通道。
- 8) 根据线网规划、建设时序、电源条件及规划用地条件确定主变电所最终设置位置及资源共享方案。
- 9) 分析主变电所资源共享后产生的社会效益和经济效益。

3 主变电所资源共享规划方案

对于合肥市轨道交通的集中供电模式而言,优化主变电所的布点位置及主变容量是研究的重点。

3.1 外部电源供电方式和中压网络电压等级

3.1.1 外部电源供电方式

城市轨道交通用电负荷为一级负荷。为主变电所供电的两路电源可来自上级不同的变电所,也可来自上级同一变电所的不同母线,但主变电所或开闭所进线电源应至少有 1 个为专线电源。目前,合肥电力部门为轨道交通主变电所提供的 2 路 110 kV 外电源,均来自不同的城市电网 220 kV 变电站。主变电所的 2 路 110 kV 外电源互为备用,其中一路外电源发生故障的情况下,另一路外电源可满足全所的一、二级负荷要求。

已经投运的合肥市轨道交通 1、2、3 号线工程采用 110/35 kV 两级电压集中供电方式,其主变电所

从城市电网引入 2 路独立的 110 kV 电源。正在施工阶段的 4、5 号线工程也采用了 110/35 kV 两级电压集中供电方式。基于合肥市轨道交通既有和在建线路的供电方式,建议合肥市轨道交通规划的后续线路均采用集中式供电方式。

3.1.2 外部电源电压等级

合肥市供电网络电压等级主要有 500 kV、220 kV、110 kV、35 kV 及 10 kV,现正逐步取消 35 kV 电压等级的供电网络。主城区已基本没有 35 kV 供电网络。

由于采用 220 kV 或更高电压等级的电源投资较高,结合合肥市轨道交通既有和在建线路的外部电源电压等级,参考国内外城市轨道交通采用的外部电源电压等级,建议合肥市轨道交通规划线路集中供电主要采用 110 kV 电压等级的外部电源。

3.1.3 中压网络电压等级

从国内城市轨道交通总的趋势来看:采用分散供电时,中压网络一般采用 10 kV 电压等级;而采用集中供电时,中压网络一般采用 35 kV(33 kV) 电压等级。结合合肥市城市电网情况以及线网规划,中压网络建议均采用供电距离较长、供电容量较大、技术成熟且外部电源投资较省的 35 kV 电压等级的中压网络。

3.2 主变电所设置规划

1) 为了保证供电质量、减少中压供电电缆数量、降低设备投资和降低电能损耗,主变电所的站址宜位于负荷中心。但是,城市轨道交通线路的电力负荷中心和换乘站往往处于城市繁华地段,征地十分困难、费用也异常昂贵。综合考虑,主变电所宜位于城市轨道交通负荷中心,同时兼顾征地方便。

2) 主变电所的站址选择除要满足供电要求、且位于供电负荷中心位置附近外,应尽量设置在两条或多条线路的交汇处,以便能向多条线路供电,实现主变电所的资源共享。

3) 在规划主变电所时,应优先考虑在建设年度相近的线路之间共享主变电所资源,便于主变电所一次建成,既可避免重复建设或改造引起的增加工程投资和影响既有线路的正常运行,又可避免由于远期实施的线路方案调整,而无法实现主变电所资源共享的情况发生。根据合肥市轨道交通线网规划年度计划,所有线路可主要分成 2025 年前实施的线路和远景年实施的线路。主变电所的资源共享设计优先考虑 2025 年线路之间的资源共享或远景年线路之间的资源共享。

4) 为了避免主变电所停电事故的影响范围过大,主变电所共享时一般同时为 2 条线路提供电源,最多不超过 3 条线路。

5) 共享主变电所的选址同线路在线网中地位及其建设进度有关系。如果共享线路的建设进度比较接近,则可以考虑由先建线路一次建成共享变电站,后续线路分摊费用的方式。如果建设进度相差比较大,采用一次建成的模式会因设备轻载而造成大量的浪费,则共享主变电所的容量可按照先建线路的规模建设,并按照多线共享的模式预留土建和扩容条件。

6) 对于已经完成接入方案研究和变电所选址的主变电所不再进行调整。

7) 城市轨道交通用电属于一级负荷,必须有高度安全、可靠的电源。主变电所的设置和规划都应满足城市轨道交通供电系统可靠性要求。在任一台主变压器解列退出运行或任一座主变电所解列退出运行时,都能有相应备用电源,满足牵引负荷

和动力、照明一二级负荷供电需求。

8) 主变电所的站址应符合城市总体规划用地布局要求,便于进出线设置并减少线路费用,避开易燃易爆区和严重污秽区,具有良好的地质条件等。

3.3 主变电所主变压器容量估算

1) 根据线路分布特点、供电范围等综合因素估算主变电所主变压器安装容量。

2) 当 1 座主变电所同时给多条线路供电时,只考虑 1 条线路的其它主变电所解列退出运行,并由该共享主变电所越区供电,不考虑共享主变电所同时向多条线路支援供电的情况。

3) 当共享主变电所向 1 条线路越区支援供电时,不考虑减小向另 1 条正常线路的供电范围,即不调整向非故障运行线路的供电分区。

4) 当 1 座主变电所退出运行时,其相邻主变电所应越区供电、承担其供电范围内的一、二级负荷,不考虑 1 座主变电所解列,同时 35 kV 环网电缆故障的情况。

5) 当 1 台主变压器故障退出运行时,另 1 台主变压器应能承担该主变电所供电范围内的一、二级负荷。

3.4 线网主变电所规划方案

根据合肥市轨道交通主变电所设置规划原则,整个合肥市轨道交通网络(含既有已运营线路和在建线路)共设置 20 座主变电所,全部采用 110 kV 电压等级集中供电的方式接入合肥电网。合肥市轨道交通远景线网共享主变电所分布如图 1 所示,共享情况如表 2 所示。

表 2 合肥市轨道交通线网主变电所设置情况一览表

序号	主变电所名称	实施线路	投运时间	共享情况
1	胜利路主变电所	1 号线	已投运	2 号线、12 号线
2	庐州大道主变电所	1 号线	已投运	7 号线、S1 线
3	创新大道主变电所	2 号线	已投运	7 号线、S1 线
4	合肥东主变电所	3 号线	已投运	4 号线
5	四里河主变电所	3 号线	已投运	5 号线、12 号线
6	怀宁路主变电所	3 号线	已投运	4 号线
7	高铁南主变电所(潜口站附近)	4 号线	2020 年	5 号线
8	云南路主变电所(珠江路停车场)	5 号线	2020 年	8 号线、15 号线
9	相城路主变电所	2 号线东延段	2023 年	9 号线、11 号线
10	站前路主变电所	3 号线南延段	2023 年	14 号线、15 号线
11	丰乐河主变电所	4 号线南延段	2025 年	6 号线
12	东至路主变电所	6 号线	2025 年	10 号线、S1 线
13	高亮路主变电所	6 号线	2025 年	10 号线、11 号线
14	莲花路主变电所	7 号线	2026 年	9 号线
15	北城世纪城主变电所	8 号线	2026 年	13 号线
16	北二环主变电所	8 号线	2026 年	9 号线
17	广东路主变电所	11 号线	远景年	
18	新蚌埠主变电所	13 号线	远景年	1 号线北延段
19	皋城路主变电所	14 号线	远景年	
20	S1 区间所	S1 线	远景年	

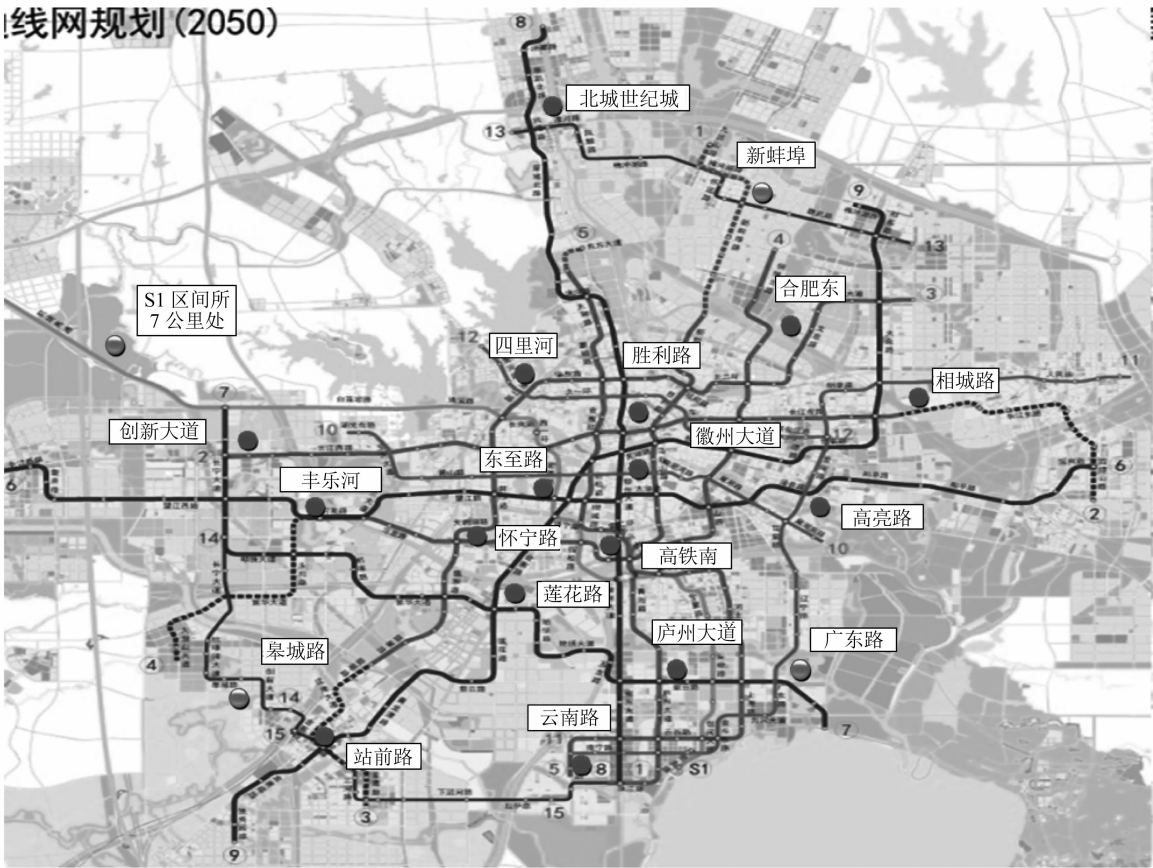


图 1 合肥市轨道交通远景线网共享主变电所分布示意图

3.5 效益分析

由表 2 可看出,实施线网主变电所资源共享后,合肥市轨道交通线网主变电所设置数量由原来规划的 45 座减少至 20 座,减少了 25 座主变电。按照每座地上主变电所节约投资约 4 千万元计算,共节约投资约 10 亿元。

公用电网 110 kV 出线间隔减少了 50 个,节省了电网资源及大量的高压电缆及电缆通道投资。按照每座主变电所占地约 3 500 m²计算,节省占地约 87 500 m²,节约了宝贵的土地资源。可见经济和社会效益十分显著。

4 结语

根据国内城市轨道交通工程的建设经验,在建设初期,若能够结合城市轨道交通规划线网进行电

力资源共享的专题研究,则不仅能确保城市轨道交通主变电所及其进线电源的顺利实施,以及供电系统高效的运行,而且能有效地利用城市宝贵的、有限的电力资源和土地资源,节约供电系统工程投资和将来的运营成本,网络化运营效益最大化,并对城市轨道交通建设的可持续发展具有深远的意义。

参考文献

[1] 龚晓冬.城市轨道交通主变电所资源共享问题研究[J].城市轨道交通研究,2016(9): 87.
[2] 郑欣.上海轨道交通新建线路主变电所的资源优化共享[J].城市轨道交通研究,2015(6): 79.
[3] 邓欢,陈峰.城市轨道交通资源共享研究[J].铁道工程学报,2010(1): 99.

(收稿日期:2019-05-23)