

# 地铁供电系统开关编号优化分析

王晓博 常 航

(西安市轨道交通集团有限公司, 710016, 西安)

**摘 要** [目的]随着地铁线网的不断完善,各级供电系统开关的名称已无法准确辨别其所属系统,同时编号也出现了重复或不够用的情况,因此需对地铁供电系统开关编号进行优化。[方法]以西安地铁为例,对其供电系统开关编号方案现状进行了评估。通过与国内其他城市地铁、电气化铁路及国家电网供电系统对比,分析存在问题并提出具体解决方案。从供电系统开关编号特征入手,立足开关编号的唯一性和相关性,结合地铁线路的规划,优化供电系统开关编号,提出新型编号方式并对其进行可行性分析。[结果及结论]地铁供电系统开关编号优化方案,基本上解决了编号重复、零乱,以及条理性及规律性较差等问题,同时解决了馈线分类、母线分类、电压等级辨识等问题,保证了设备名称及其编号在各网区内的唯一性。

**关键词** 地铁;供电系统;开关编号

**中图分类号** U231.8

**DOI:**10.16037/j.1007-869x.2025.01.048

## Optimization Analysis of Switch Numbering in Metro Power Supply System

WANG Xiaobo, CHANG Hang

(Xi'an Rail Transit Group Company Limited, 710016, Xi'an, China)

**Abstract** [Objective] With the continuous improvement of metro network, the names of switches in the power supply system at all levels can no longer accurately mark the systems they belong to, meanwhile the duplicated and insufficient numbering also occur. Therefore, it is necessary to optimize the switch numbering in metro power supply system. [Method] The current situation of switch numbering scheme for the power supply system in Xi'an Metro, for example, is evaluated. Compared with the power supply systems for metros, electrified railways and the State Grid in other cities of China, the problems existing in the scheme are analyzed and specific solutions proposed. Starting from the characteristics of the power supply system switch numbers, considering their uniqueness and relevance, and combined with the planning of metro lines, the power supply system switch numbers are optimized and a new numbering method is proposed based on an analysis of its feasibility. [Result & Conclusion] The optimized switch numbering scheme

for metro power supply system largely solves the numbering problems such as duplicate, disorder, poor organization and regularity. At the same time, it also realizes feeder and busbar classification, and voltage level identification, ensuring the uniqueness of the equipment names and numbers within each network area.

**Key words** metro; power supply system; switch numbering

设备设置特有开关编号,旨在方便监测人员快速判断及反馈设备信息,同时清晰区分各开关的电压等级。在地铁供电系统中,开关编号的编订更是特别注重突出分段供电的特征。然而,随着线网的不断完善,扩大运营范围和增加运营里程成为大势所趋。在此过程中,随着车站以及停车场和车辆段(以下简称“场段”)的多方扩建,较早建立的线路开关编号原则逐渐显露出其局限性。因此,迫切需要更加科学合理地优化开关编号方案,一方面要走出目前的困境,另一方面要为更好地适应线网的未来发展打下基础,为西安地铁供电系统的开关编号制定新的标准。

## 1 西安地铁供电系统开关编号方案现状评估

### 1.1 供电系统开关编号特征分析

鉴于电力行业的特殊需求,需对地铁供电系统各类设备,如断路器、隔离开关、接地刀闸等原件制定特定的编号规则。通过编号,可以判断出元件类型,有力支持电力调度与检修维护人员的工作。对西安地铁主变电站、正线车站及场段一次接线图进行列举,分析目前各开关编号命名规则。

#### 1.1.1 主变电站 110 kV 系统开关编号命名规则

西安地铁 1 号线金所主变电站延续国家电网的开关编号标准,若对该主变电站 110 kV 设备开关编号进行修改,地铁检修人员与地区调度中心沟通时,易产生矛盾与误解,甚至会危及检修人员的生命安全,故本文对主变电站 110 kV 开关编号不进行

优化。

1.1.2 主变电站 35 kV 系统开关编号命名规则

西安地铁 1 号线金所主变电站 35 kV 系统开关编号规则如下：

- 1) 断路器编号由 4 位数 ABCD 构成,隔离开关编号由 5 位数构成,接地刀闸编号由 6 位数构成。
- 2) AB 反映出设备的电压等级。
- 3) C 反映所接母线的编号,1 为供电系统 I 段,2 为供电系统 II 段。
- 4) D 反映所接馈线的编号。
- 5) 开关编号的第 5 位数用于隔离开关,反映隔离开关所接母线的编号。
- 6) 开关编号的第 6、7 位数用于接地刀闸,在隔离开关编号末尾加 7、8、9 或 89 来实现对其功能的区分。

1.1.3 正线 35 kV 系统开关编号命名规则

西安地铁 2 号线渭河变电所一次接线中包含进线开关、母联开关、馈线开关、整流变压器、动力变压器等设备。其开关编号标准如下：

- 1) 断路器编号由 4 位数 ABCD 构成,隔离开关

编号由 5 位数构成,接地刀闸编号由 6 位数字构成。

- 2) A 反映出开关的位置。
- 3) BC 反映开关的作用。
- 4) D 为母线的编号,A 为供电系统 I 段,B 为供电系统 II 段。
- 5) 隔离开关的编号在断路器编号的第 3 位后加 1。
- 6) 开关编号的第 6 位用于接地刀闸,在隔离开关编号末尾加 E。

1.1.4 正线 400 V 系统开关编号命名规则

西安地铁 2 号线渭河变电所一次接线中包含两路出线及母联开关。其开关编号标准如下：

- 1) 第 1 位数字为标志号,8 为动力及照明总开关,9 为三级负荷总开关。
- 2) 对于跟随所断路器开关,在其标准后加负荷开关的编号“F+位置号”。

1.2 供电系统开关编号特征总结

以西安地铁 1 号线金所主变电站及正线变电所为例,目前所有的开关编号命名规则见表 1。

表 1 西安地铁 1 号线供电系统开关编号命名规则

Tab.1 Switch numbering rules for the power supply system of Xi'an Metro Line 1

项目	电压等级/V	设备	开关编号规则
金所主变电站	35 000	进线断路器	电压等级 +0 + 母线编号
		馈线断路器	从电压等级 +11 开始,编号为奇数的为供电系统 I 段,编号为偶数的为供电系统 II 段
		母联断路器	电压等级 +00
		隔离开关	断路器编号 + 母线编号
		接地刀闸	电压等级 + 母线编号 +7
正线变电所	35 000	进线断路器	101A/B
		出线断路器	102A/B、103A/B
		母联断路器	103
		环网联络开关	102A/B、103A/B
		整流变压器	106A/B、107A/B
		动力变压器	104A/B、105A/B、108A/B、109A/B 等
		隔离开关	在母线编号和断路器编号之间添加 1 或 2
		接地刀闸	在隔离开关编号后加 E
	400	400 V 总开关	801、802、803(801F1、802F1、803F1)
		三级负荷总开关	901、902(901F1、902F1)

表 1 中存在同种类型的各类开关编号开关位数不一致,数字与字符混合组成,未对整流变压器与

动力变压器进行区分等问题。随着场段跟随所的增多,开关编号已按顺序编写至 111A/B,这与进出

线开关编号相仿,从而可能引起工作人员的误调度和误操作。

## 2 供电系统开关编号对比分析

### 2.1 西安地铁供电系统开关编号对比

西安地铁线路主变电站开关没有统一的编号规则,其应该保持前后统一,从而保证在后台操作或电调控制的过程中不易误操作。随着线路长度的不断增加,原有的编号规则弊端慢慢显露出来。

1) 在建设主变电站的过程中,由于供电系统的开关编号命名规则也在不停更新,各个主变电站的部分开关编号也出现差异,容易产生误解。对于金所主变电站 35 kV 馈线断路器站用变压器、SVG(动态无功补偿装置)及环网馈线开关编号未使用特殊标志号,难以根据开关编号区分其作用。对于 3 号线线庄主变电站 35 kV 馈线断路器,其开关编号第 3 位数字可以表示断路器所处的具体位置。

2) 建于早期的西安地铁 1 号线通化门站为第 5 供电分区的首端站,存在两路出线,分别为 102A/B、103A/B。对于后期的西安地铁 4、5、6、14 号线都存在双出线的问题,需使用 122A/B 代替原有的 103A/B。随着新线的不断发展,各条线路开关编号规则自身发生矛盾,对于后期的建设以及同行的借鉴参考性急剧降低。

3) 为提高供电可靠性,在两个主变电站之间加设环网联络开关。当某个主变电站发生故障时,需及时支援。环网联络开关起至关重要的作用,在设置开关编号时,将其设置为与出线一致;若无出线时,环网联络开关编号为 102A/B;若有一路出线时,环网联络开关编号为 103A/B。对于新线环网联络开关依旧与双出线保持一致,设置为 102A/B、122A/B。开关编号设置方式无法体现出该开关的重要性及特殊性,存在一定缺陷。

4) 80X、90X 为 400 V 低压系统的主要开关编号,且随着地铁不断发展一直沿用。但西安地铁 14 号线发生改变,使用 40X 替代,根据开关编号可以明显看出本开关的电压等级,且单个类型开关存在多种表现形式。

### 2.2 与其他城市地铁供电系统开关编号对比

国内其他城市地铁主变电站沿用供电局编号标准,而正线变电所编号规则与西安地铁大相径庭,其 35 kV 断路器进线为 101、102,出线为 103、104,两路出线为 105、106,环网联络开关编号与两

路出线一致,母联开关 110,整流变压器馈线 121(Ⅰ段)、123(Ⅰ段)、122(Ⅱ段)、124(Ⅱ段),动力变压器 111、112。400 V 低压系统开关编号与西安地铁保持一致,沿用 80X 与 90X,而 35 kV 高压系统开关编号在数字方面基本维持使用 3 位数,各个数字代表含义与西安地铁部分一致,但整体偏差较大。

### 2.3 与国家电网供电系统命名规范对比

地铁主变电站设备作为供电系统馈出线端,主变电站设备编号沿用其主设备的命名规范。国家电网供电系统主要电压等级简称,见表 2。

表 2 国家电网供电系统主要电压等级简称

Tab. 2 Abbreviation of the main voltage levels of the State Grid's power supply system

电压等级	简称
交流 110 kV	11 或 1
交流 35 kV	03
0(接地)	0

一般情况下断路器开关编号采用 4 位数字编号 ABCD 表示,其中 AB 表示电压等级(见表 2 简称),CD 表示间隔或序号。隔离开关采用 5 位数字编号 ABCD + E 表示,其中 ABCD 为所属断路器编号,母线隔离开关标志号为母线号,其余隔离开关标志号为 E。

主变电站设备与国家电网供电系统设备相似度极高,继续沿用其命名规范存在一定合理性。但对于正线及场段设备,设备数量较少,且部分设备编号命名规范缺乏,导致匹配度不高。

### 2.4 与电气化铁路变电设备编号规则对比

变电设备编号由数字和字母排列组成;断路器编号采用 3 位数字与字母组合表示;第 1 位表示断路器电压等级,第 2 位表示断路器位置,第 3 位表示断路器所在位置序号。隔离开关采用 4 位数字和字母组合表示。

变电设备编号规则根据所在运营里程、系统层级、位置及供电方式确定。对于地铁而言,供电方式为单母线分段,供电方式单一,也不存在运营里程的区分,故参考性较低。

### 2.5 小结

为便于倒闸操作,同时避免误操作事故的发生,对变压器、高压断路器、隔离开关、接地刀闸等设备开关进行编号。通过国内其他城市地铁以及西安地铁的比较,供电系统开关编号存在以下问题:

- 1) 无法从名称上辨别各开关所属电压等级的系统或开关的类型。
- 2) 出线开关和环网联络开关命名重复,无法判断具体哪个开关用于环网联络。
- 3) 地铁供电系统接线方式为单母线分段,各类开关编号存在数字与字符混合组成的现象。
- 4) 目前西安地铁供电系统开关编号无明确标准,主变电站沿用国家电网的开关编号标准,正线变电所参照国内其他城市地铁供电系统的开关编号标准,并在此基础上进行了自我扩展和创新,因此在某些方面自身易发生矛盾。
- 5) 开关编号规律性较差。
- 6) 一个完整的供电系统存在不同的开关编号命名规则。

3 西安供电系统开关编号优化方案

参考主变电站的开关编号方式,并借鉴同行业的编号思路,对西安地铁 35 kV 正线变电所开关编号进行优化,需确保开关编号优化前后差异不能过大。

3.1 主要电压等级简称及标志号

西安地铁供电系统主要电压等级及简称如表 3。

表 3 西安地铁供电系统主要电压等级及简称  
Tab. 3 Main voltage levels and abbreviations of Xi'an Metro power supply system

电压等级	简称
主变电站交流 35 kV	35
正线交流 35 kV	3
交流 400 V	8
交流 400 V(三级负荷)	9
直流 1 500 V	2

西安地铁供电系统标志号含义如表 4。

3.2 主变电站 35 kV 设备开关编号规则

3.2.1 断路器类设备的编号规则

断路器类设备的编号规则为:

- 1) 断路器采用 4 位数字 ABCD 表示。
- 2) AB 表示电压等级,具体参照表 3。
- 3) C 表示断路器的标志号,具体参照表 4。
- 4) D 表示所在母线的编号,采用 1 或 2 表示。
- 5) 母联断路器开关编号由 4 位数字组成,即电压等级简称+00。

表 4 西安地铁供电系统标志号含义

Tab. 4 Meanings of Xi'an Metro power supply system signs

标志号	不同供电系统下的含义		
	主变电站 35 kV 供电系统	正线 35 kV 供电系统	400 V 供电系统
0	进线	进线	进线
1	环网馈线断路器	出线	三级负荷
2	环网馈线断路器		
3	环网馈线断路器		
4	备用	动力变压器 馈线	
5	备用	整流变压器 馈线	
6	备用	环网联络	
7	备用		
8	SVG 断路器		
9	站用变压器 馈线断路器	PT 柜	

注:PT 为电压互感器。

3.2.2 隔离开关类设备的编号规则

隔离开关编号采用 5 位数字表示,为相应断路器编号+母线编号。

3.2.3 接地隔离开关类设备的编号规则

隔离开关编号采用 5 位数字表示,为相应隔离开关编号+7。

3.3 正线供电系统开关编号规则

3.3.1 断路器类设备的编号规则

断路器类设备的编号规则为:

- 1) 采用 3 位数字与 1 位字母组合表示。
- 2) 第 1 位表示电压等级,具体参照表 3。
- 3) 第 2 位表示断路器的标志号,具体参照表 4。
- 4) 第 3 位表示断路器所在的位置序号,由 1~9 构成。

5) 第 4 位字母表示所在母线的编号,为 A 和 B。

6) 母联断路器由 4 位数字组成,即电压等级简称+位置序号+00。

3.3.2 隔离开关类设备的编号规则

隔离开关类设备的编号规则为:

- 1) 隔离开关采用 4 位数字与 1 位字母组合表示。
- 2) 前 3 位数字与最后 1 位字母同断路器编号



一致。

3) 第 4 位数字为 1。

4) 母联断路器两侧的隔离开关编号由 4 位数字与 1 位字母组合表示,为母联断路器编号 + 母线编号(A/B)。

### 3.3.3 接地隔离开关类设备的编号规则

接地隔离开关类设备的编号规则为:

1) 隔离开关编号采用 5 位数字与 1 位字母组合表示。

2) 前 4 位数字与最后 1 位字母同所隶属的隔离开关编号一致。

3) 第 5 位数字为 7。

4) 母联断路器两侧的接地刀闸开关编号由 5 位数字与 1 位字母组合表示,为母联断路器编号 + 7 + 母线编号(A/B)。

### 3.4 开关编号规则特点

开关编号规则特点为:

1) 简单实用,便于操作。统一各系统断路器、隔离开关、接地刀闸编号规则,为填写、刀闸操作及监护带来方便,也为正确操作打下基础,现场实用性强。

2) 条理性好,一致性强。对各开关位数及构成形式进行重新修订,便于生产人员与调度人员梳理与记忆。

3) 扩展容量足够。新的开关编号规则通过新增标志号来区分开关类型,有一定的扩充容量,能满足以后较长时间线路开关调度编号使用要求。

4) 区分度强。加入电压等级简称及标志号,能

有效区分各电压等级开关及开关所属位置,防止发生混淆。

## 4 结语

本文对西安地铁供电系统开关编号问题进行细致分析,并根据现有标准对变电所开关编号进行优化,解决了馈线分类和母线分类等问题,在电压系统等级辨识等方面进行了完善。优化后开关编号具有简单清晰、好懂易记、便于掌握、分辨性高及容量较大的优点,大大提高了地铁供电系统开关编号命名编码管理水平。

## 参考文献

- [1] 李书香,李健.城市配电网线路编号命名原则探讨[J].河北工程技术高等专科学校学报,2011,21(1):36.  
LI Shuxiang, LI Jian. Naming principles for line numbers of urban distribution network[J]. Journal of Hebei Engineering and Technical College, 2011, 21(1): 36.
- [2] 胡金平,董钊.大型水电站厂用交直流电源开关名称优化研究及应用[J].水电与抽水蓄能,2021,7(1):115.  
HU Jinping, DONG Zhao. Research and application of Name optimization of AC/DC power switch for large hydropower station[J]. Hydropower and Pumped Storage, 2021, 7(1): 115.

· 收稿日期:2022-07-20 修回日期:2022-09-09 出版日期:2025-01-10

Received:2022-07-20 Revised:2022-09-09 Published:2025-01-10

· 第一作者:王晓博,高级工程师,12936458@qq.com

通信作者:常航,助理工程师,2648158299@qq.com

· ©《城市轨道交通研究》杂志社,开放获取 CC BY-NC-ND 协议

© Urban Mass Transit Magazine Press. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license

## 敬请关注《城市轨道交通研究》微信视频号

《城市轨道交通研究》微信视频号聚焦轨道交通行业内的热点问题、焦点问题,以及新技术、新成果,邀请相关专业领域内的专家学者及高级管理人员以视频方式解读和评述,是您及时获知行业资讯、深度了解轨道交通各专业领域的最佳平台。您还可以通过该平台查阅往期论文、查询稿件进度、开具论文录用通知书。敬请关注。

