

上海市域铁路工程概算编制原则研究

安友臣

(上海申铁投资有限公司, 200003, 上海//高级工程师)

摘 要 目前,我国尚未建立市域铁路工程概算编制的国家标准和规范。在总结、分析上海市域铁路工程建设特点的基础上,针对上海市域铁路工程概算编制需求,分析研究了现有可供参考的概算办法和定额在市域铁路工程概算编制中的适应性。研究认为:采用单一的铁路或城市轨道交通的工程概算编制办法及定额进行上海市域铁路的工程概算编制是不妥当的;建议结合工程特点选择合适的定额体系,分别编制单项概算,即轨道、通信、信号、供电及接触网等系统工程的概算建议采用铁路定额体系予以编制,其余工程概算采用地方市政定额体系予以编制。

关键词 市域铁路;工程概算;编制原则

中图分类号 U530.3:U239.5

DOI:10.16037/j.1007-869x.2022.11.026

Study on General Estimate Compilation Principle of Shanghai city Railway Engineering

AN Youchen

Abstract National standards and norms for the general estimate compilation of city railway in China have not been established. Based on the summary and analysis of the characteristics of Shanghai city railway engineering construction, the adaptability of existing estimate preparation and quotas for reference in compiling city railway general estimate is analyzed. The research shows that it is inappropriate to use a single method and quota for the preparation of Shanghai city railway or urban rail transit budget estimate. It is recommended to select appropriate quota system in combination with project characteristics, and prepare individual budget estimates separately, namely, the budget estimate compilations of track, communication, signal, power supply, OCS (overhead contact system) and other system works are recommended to adopt the railway quota system, while the rest engineering budget estimate compilations may adopt the local municipal quota system.

Key words city railway; engineering estimate; compilation principle

Author's address Shanghai Shentie Investment Co., Ltd., 200003, Shanghai, China

随着国家多层次轨道交通规划的逐步落实,市域铁路作为多层次轨道网的重要组成部分,承担着解决中心城区与外围新城/临近城市间快速交通的重要功能。国家、省市及行业陆续出台了多项支持市域铁路发展的文件,为市域铁路的发展奠定了基础。国内多个大城市和都市圈已尝试建设市域铁路。上海作为长江三角洲(以下简称“长三角”)的中心,通过先行先试的建设实践,逐步摸索市域铁路建设相适应的相关政策和技术标准。本文基于上海市域铁路的建设实际,对上海市域铁路工程概算编制原则进行研究。

1 上海市域铁路工程特点分析

市域铁路根据供电制式的不同分为两种类型:采用直流 750 ~ 1 500 V 供电方式的城市轨道交通制式、采用交流 25 kV 供电方式的国家铁路(以下简称“国铁”)制式。市域铁路兼具国铁、城市轨道交通的部分特点,但与二者又有所不同。国铁、城市轨道交通及市域铁路的主要工程特点对比如表 1 所示。

2 市域铁路现有的工程概算编制办法和定额

目前,行业内没有针对市域铁路工程的概算编制办法,仅有国家铁路局发布的国铁科法[2017]30号《铁路基本建设工程设计概(预)算编制办法》和建设部发布的建标[2017]89号《城市轨道交通工程设计概算编制办法》可供市域铁路工程概算编制时参考。本文将这两种办法进行对比,如表 2 所示。

如表 2 所示,市域铁路兼具了国铁、城市轨道交通和市政工程的部分特点,表 2 的编制办法在市域铁路建设条件、建设标准及质量评定验收标准等方面并不能完全适用。如采用单一且固定的国家干线铁路/城市轨道交通/市政工程编制办法,不足以支撑市域铁路项目完整的概算编制。与国铁相比,市域铁路的区间工程类型比较单一,站间距较小,线

表 1 3 个不同层次轨道交通主要工程特点对比

Tab. 1 Comparison of rail transit main engineering features at three different levels

项目	国铁	城市轨道交通	市域铁路
地理位置	线路一般位于乡村或城镇郊区,仅部分线路和车站位于城区范围;线路走向与市政道路走向的关联度较低,多采用平交或跨越方式	线路横穿城市主城区,起终点常位于城区边缘;线路走向与市政道路关联度较高,常与道路走向一致,采用路中或路侧布置	线路连接中心城区与市郊;与市政道路的关联度较高
敷设方式	除高速铁路和山区铁路外,线路主要采用路基形式,桥隧占比较低	城区范围以地下敷设为主,郊区范围以高架敷设为主;路基段主要位于过渡段和出入段线,占比较小	城市建成区范围以地下敷设为主,其他范围以高架敷设为主
站位及站间距	新建车站选址大多靠近郊区,占地面积较大;车站数较少,站间距较大	车站选址多集中在人流密集区,具有交通疏解功能;车站数较多,站间距较小	车站选址多集中在人流密集区;车站数及站间距均在国铁和城市轨道交通之间
工点类型	①车站规模大,由站房和站场两部分组成,车站均设有到发线,具备列车越行条件;②单一区间内工点类型较多(如路基、特大桥、大桥、小桥梁、隧道等)	①车站规模较小,有标准站和配线站之分,不设站场,多数车站不具备列车越行条件;②单一区间内工点类型单一(除过渡区间为路基外,其余均为高架或隧道)	①车站规模不等,设有越行站和标准站,部分车站设有站场;②与城市轨道交通工程类似,除过渡区间外,单一区间内工点类型单一
道路/施工条件	施工条件较好,多数工点需新建施工便道;道路交通流量小,交通疏解简单(甚至不需要)	施工条件困难,大多不需要新建施工便道;道路交通流量大,因施工占用路幅需要封路或多次交通导向同步改造,交通疏解复杂	与城市轨道交通项目类似
当地材料	工点周边材料供应点分布不均,运距变化较大;材料单价需采用现场调查价,并根据运距综合考虑运费	工点周边材料供应点较多,城市内运输方便;材料单价采用当地造价管理部门公布的材料信息价(已包含运费及材料保管费)	与城市轨道交通项目类似
供电方式	25 kV 交流供电制	1 500 V/750 V 直流供电制	25 kV 交流供电制
车辆	CRH 系列电力动车组	地铁 A 型车/B 型车/C 型车	CRH 系列电力动车组
主要客流类型	城际客流	城市内客流	城市中心城区与郊区间客流

注:本表基于上海市域铁路的实际建设情况进行对比。

表 2 铁路工程概(预)算编制办法和城市轨道交通工程概算编制办法的对比

Tab. 2 Comparison between railway project estimate preparation method and urban rail transit project estimate preparation method

项目	铁路工程概(预)算编制办法	城市轨道交通工程概算编制办法
侧重点	侧重区间工程;单项概算按工点类型、长度划分;单个区间内工点类型复杂	侧重车站、区间工程;单项概算按车站、区间划分;单个区间内工点类型简单
标段划分	标段划分范围较大,标段数量较少	标段划分范围较小,标段数量较多
定额体系	采用铁路行业定额和取费标准,缺少部分地下工程相关定额	采用所属省市城市轨道交通/市政的工程定额及取费标准;有完整的地下车站、盾构法工程定额;与铁路定额比造价较高
费率标准	按国铁科法[2017]31 号《铁路基本建设工程设计概(预)算费用定额》的标准执行	按所属省市城市轨道交通工程的预算定额和费用定额标准执行
概算单元	将工程按线路区段划分为若干个总概算编制单元,各总概算编制单元包含各区段内全部的土建工程和系统工程	整个工程按 1 个总估算单元编制,包含全部土建工程和系统工程;土建工程按逐个车站/区间工点划分,系统工程按不同设备系统划分
概算编制深度	站前工程按预算定额编制;站后工程按概算定额或预算定额编制	采用预算/概算定额或类似指标编制
人工单价	全国均采用铁路公布的人工单价(66~82 元/工日)	采用当地公布的信息价(如上海的市政人工单价为 160~200 元/工日)
材料单价	当地材料单价采用“现场调查价+运费”计算;厂发料单价采用“铁道部颁发的信息价+运费”计算	采用当地发布的信息价(已含部分运费)

注:按照《铁路基本建设工程设计概(预)算编制办法》的规定,路基、桥涵、隧道、轨道及站场简称站前工程;其余简称站后工程。系统工程泛指通信、信号、供变电等各类设备工程,本文在分析时采用“系统工程”一词,而不用铁路的“站后工程”一词。

路穿越城市建成区时大多为地下铺设,因此,地下工程占比较多。此外,因土建工程工期易受工点分布、施工机械配置等因素影响,市域铁路的施工标段更适合划分为小标段,并按车站/区间的工点划分土建单项概算编制单元。

3 上海市域铁路定额的适用性分析

3.1 市政/城市轨道交通与铁路的工程定额对比

3.1.1 土建工程定额的对比

各类工程定额是依据相关工程合理的施工组

织和施工条件编制的,定额中所采用施工方法和质量标准均基于现行的相关工程设计规范、施工规范等予以确定。根据以往相关资料统计,城市轨道交通车站、区间及车辆基地等土建工程的费用约占总工程费的 60% ~ 70% ,因此,土建工程定额的选用对于项目投资的影响较大。针对上海市域铁路的工程实际,本文对市政/城市轨道交通、铁路的土建工程定额进行对比,如表 3 所示。

1) 车站:国铁车站一般为地面或高架车站,其定额基本与地方房建工程定额类似。地方房建工程

表 3 土建工程定额的对比
Tab.3 Comparison of civil engineering quotas

专业工程	项目	施工方法	市政/城市轨道交通工程定额	铁路工程定额
地下站	围护结构	地下连续墙	①成槽方法:抓斗、套铣、铣槽机;②适应深度:抓斗 50 m 以内,套铣 70 m 以内,铣槽机 60 m 以内	①成槽法:抓斗;②适应深度:35 m 以内
		钻孔桩	回旋钻孔桩直径≤1.5 m;旋挖钻孔桩直径≤1.6 m	回旋孔桩钻直径≤2.0 m;旋挖孔桩钻直径≤2.0 m;冲击钻孔桩直径≤2.0 m
		SMW	搅拌桩分为三轴搅拌桩和五轴搅拌桩两种,两种桩的水泥掺量比例均为 20% ±1%	搅拌桩分为单轴搅拌桩和三轴搅拌桩两种,两种桩的水泥掺量比例分别为 12% ±1%、18% ±1%
	主体结构	明挖土方	分人工挖土、机械挖土两种	分人工挖土、机械挖土两种
		大型支撑明挖土方	开挖深度≤30 m	开挖深度≤15 m
		大型钢支撑	根据基坑宽度分为 15 m 及以内、大于 15 m 两种,两种情况均配有应力补偿装置定额	根据基坑宽度分为 15 m 及以内、大于 15 m 两种;缺少应力补偿装置定额
		降水	最大降水深度分别为:喷射降水井 30 m;大口径降水井 25 m;真空降水井(19±1) m	最大降水深度分别为:喷射降水井 30 m;大口径降水井 25 m
		地下现浇混凝土	分为垫层、基础梁、底板、圈梁、墙、内衬墙、柱、梁、板、构件及填充共 11 种	无专门的定额
	地基加固	搅拌桩	分单轴搅拌桩、二轴搅拌桩、三轴搅拌桩及五轴搅拌桩四种,四种桩的水泥掺量比例分别为 13% ±1%、13% ±1%、20% ±1%、20% ±1%	分单轴搅拌桩、三轴搅拌桩两种,两种桩的水泥掺量比例分别为 12% ±1%、18% ±1%
		旋喷桩	分单重管旋喷桩、双重管旋喷桩及三重管旋喷桩三种,三种桩的水泥掺量比例分别为 25%、25%、30%	分单重管旋喷桩、双重管旋喷桩及三重管旋喷桩三种,三种桩的水泥掺量比例分别为 14%、18%、25%
		冻结加固	仅有联络通道冻结加固配套定额	无专门的定额
非地下站			地上结构配套定额齐全	地上结构配套定额齐全
区间	盾构	掘进	根据盾构直径φ大小,分为φ≤5.0 m、5.0 m<φ≤7.0 m、7.0 m<φ≤11.5 m、11.5 m<φ≤15.5 m 四种;根据施工方法分为土压平衡、泥水平衡两种	根据盾构直径φ大小,分为 9 m≤φ≤10 m、11 m≤φ≤12 m、12 m<φ≤13 m 三种;根据施工方法分为土压平衡、泥水平衡两种
			下部结构	下部结构配套定额齐全
	高架	上部结构	混凝土梁配套定额偏少,主要适用于城市立交桥等桥梁,如板梁、T 型梁、小箱梁等,缺少大箱梁的预制及安装配套定额	适应于铁路桥梁,如 T 型梁、大箱梁、钢梁、斜拉桥等
	路基	填料	分车行道土方、粉煤灰路堤、二灰土路堤三种	分一般填方、改良土、级配碎石三种
		CFG 桩	无专门的定额	桩径分 40 cm、50 cm 两种

注:本表基于上海的市政/城市轨道交通工程定额进行对比;SMW——劲性水泥土墙;CFG 桩——水泥粉煤灰碎石桩。

已有一套完善的建筑安装定额体系;铁路工程概算编制办法中规定,车站需采用地方定额编制。

2) 隧道工程:市域铁路的隧道工程主要为地下隧道,多采用盾构法/明挖法施工,较少采用矿山法施工。与铁路工程定额近几年才纳入盾构法/明挖法定额相比,地方市政及城市轨道交通工程中已有一套成熟并完善的包含盾构法/明挖法的地下区间工程定额体系。

3) 桥梁工程:铁路定额、市政定额、城市轨道交通定额都有一套完善的桥梁定额,但三种定额的侧重点不同。市政工程主要侧重地方公路、市政桥梁,其上部结构多为小箱梁、板梁等;城市轨道交通工程高架段较少,受施工条件影响,较少采用集中预制架设法,多采用现浇法施工,且城市轨道交通

项目多采用小箱梁或 U 型梁,缺少大箱梁及 T 型梁的预制架设定额;铁路工程高架区间多采用简支梁预制架设法施工,铁路定额中有针对 T 型梁、大箱梁预制及架设的定额。

4) 路基工程:铁路定额按列车设计时速划分土方填筑定额,有单独的路桥过渡段、级配碎石定额;市政定额缺少对路基填料等级、填筑部位的划分,主要以市政道路填筑工程为主。为减少路基切割施工对城市交通造成的阻隔,市域铁路路基段敷设范围主要集中在高架与地下过渡段或地面车站,路基长度较短,在工程费中的占比非常小。

3.1.2 轨道及系统工程定额的对比

本文进一步对市政/城市轨道交通、铁路的轨道及系统工程定额进行对比,如表 4 所示。

表 4 轨道及系统工程定额的对比
Tab.4 Comparison of track and system engineering quotas

专业工程	项目	市政/城市轨道交通工程定额	铁路工程定额
轨道	铺轨	未区分设计时速,但铺轨定额齐全	根据设计速度分为 160 km/h 以下、160 km/h 及以上两类轨道类型,铺轨定额均齐全
	铺岔	配有常规道岔定额,缺少高速道岔定额	根据设计速度区分为 120 km/h、160 km/h、250 km/h、350 km/h 四种道岔类型,各类配套的道岔定额齐全
	道床	配有梯形轨枕、浮置板道床等特殊减振定额	整体道床、碎石道床定额齐全,缺少特殊减振道床定额
系统工程	通信	配有通信线路、传输、有线通信、无线通信、视频监控、时钟、电源等子系统/设备定额,定额齐全	配有沟槽、光(电)缆、传输、有线通信、无线通信、视频监控、时钟、电源等子系统/设备定额,定额齐全
	信号	含有信号线路、信号机、联锁等定额,但缺少轨道电路、列车运行指挥系统、列车控制系统定额	信号系统主要由 CTC、CTCS-2 + ATO、区间闭塞、联锁、信号集中监测、电源等子系统/设备构成;CTCS 对应的定额齐全
	牵引变	仅有直流供电系统工程相关配套定额	仅有交流供电系统工程相关配套定额
	降变	含变压器、开关柜、接地极等内容,定额成熟适用	含变压器、开关柜、接地极等内容,定额成熟适用
	接触网	仅有直流供电系统工程相关配套定额,缺少 27.5 kV 相关配套定额	仅有交流供电系统工程相关配套定额,配有 27.5 kV 相关配套定额
	动力照明	低压电器、动力照明定额体系成熟,配有电缆敷设、配管配线及各种电气调整试验定额	定额体系齐全,配有电缆、配管配线、防雷接地、低压电器、照明器具等定额
	FAS、BAS	安装定额体系成熟,配有探测器、报警系统、模块接口及各类控制器等子系统/设备的安装和调试定额	相关定额体系均配套,配有探测器、报警系统、模块接口及各类控制器等子系统/设备的安装和调试定额
	综合监控	安装定额体系成熟,配套定额齐全	无专门的定额,可借用设备安装(如服务器、显示系统、处理器等)相关定额,但缺少配套软件安装及调试定额
	安防及门禁	定额体系成熟,配套定额齐全	含安防监控、入侵报警、安检、门禁等系统,定额齐全
	通风空调	安装定额体系成熟,配套定额齐全	缺少风机安装定额,其余定额齐全
	给排水	安装定额体系成熟,配套定额齐全	仅有常规设备、主材安装定额,略有缺项,但仍可适用
	AFC	安装定额体系完善,分为中央级、车站级两个级别,配有服务器、工作站、售票机、闸机等子系统/设备定额	铁路和市域轨道交通的售检票系统设备不同,但设备安装定额可通用
	站台门	配有门体、控制装置及调试等定额	仅有半高站台门、全高站台门两条定额
	电/扶梯	配套定额齐全,有电梯、扶梯、自动步行道等定额	安装定额齐全,有电梯、扶梯、自动步行道等定额

注:本表基于上海的市政/城市轨道交通工程定额进行对比;CTC——调度集中;CTCS-2——中国列车运行控制系统 2 级;ATO——列车自动运行;FAS——火灾报警系统;BAS——环境与设备监控系统;AFC——自动售检票。

由表 4 可知:系统工程与土建工程不同,其定额需根据采用技术标准的不同分别编制,具有非常明显的针对性。如牵引供电系统有直流供电和交流供电之分,城市轨道交通工程只有直流供电系统定额,而铁路只针对交流供电编制了牵引供变电及接触网的定额。因此,系统工程需要根据各市域铁路所用的技术标准,选择与之相匹配的定额体系。

3.2 上海市域铁路定额适应性分析及建议

1) 从工程特点看,目前上海市域铁路线路多靠近既有城市建成区域,以地下敷设方式居多。经综合比较发现,定额的差异对市域铁路工程造价的影响有限。

2) 从施工条件看,铁路定额大多基于项目在城市外围施工且地下敷设比例较低这一前提;而地方市政工程项目因施工条件有限,其定额比铁路定额更为深入、细致,也更符合市域铁路的建设特点。

3) 多年的地下工程建设积累了大量的基础数据,使得市政工程定额在地下工程中具有优势,尤其在深基坑配套方面的定额更为全面。因此,采用地方市政的定额更能满足目前上海市域铁路的建设要求,也能更好地反映市域铁路工程的工程造价,便于投资决策。

经梳理,上海市政定额基本可满足上海市域铁路土建工程概预算的编制要求,但通信、信号、供电、接触网系统(又称“四电系统”)受设计方案的影响,上海市政定额不能满足其编制要求,目前四电及轨道系统工程概算仍采用铁路定额编制。因此,建议上海市域铁路概(预)算编制采用以下原则:①以《城市轨道交通工程设计概算编制办法》为主进行编制;②车站、区间采用上海市市政或城市轨道交通

交通定额编制;③通信、信号、供电、接触网及轨道工程采用铁路定额编制;④其他系统工程均采用上海市安装定额编制。

4 结语

从长远角度考虑,随着长三角一体化进程的推进,更多的市域铁路将陆续上马建设。为统一定额编制标准,便于加强市域铁路的投资管理,建议目前市域铁路工程均采用地方定额编制;对于地方定额中未涉及部分,可参考铁路定额编制。

通信、信号、供电、接触网及轨道工程应根据具体的设计方案,采用铁路定额及相关配套取费标准计算。其他系统安装工程采用地方安装定额及相关配套取费标准计算。

参考文献

- [1] 胡发宗. 市域铁路概算编制原则建议[J]. 铁道工程学报, 2012(8):94.
HU Fazong. Advice on general estimate compiling principle for urban railway[J]. Journal of Railway Engineering Society, 2012(8):94.
- [2] 闵国水. 关于市域铁路系统制式选择的探讨[J]. 中国铁路, 2014(12):27.
MIN Guoshui. Discussion on mode selection of urban railway system[J]. Chinese Railways, 2014(12):27.
- [3] 曾志长. 市域铁路两种牵引供电制式工程投资对比分析[J]. 铁路工程造价管理, 2013(5):93.
ZENG Zhichang. Investment comparison and analysis of two traction power supply systems in regional railway[J]. Railway Engineering Cost Management, 2013(5):93.

(收稿日期:2022-06-02)

面向智慧地铁的全自动运行 2.0 系统 ——服务高效出行的智能化解决方案

面向智慧地铁的全自动运行 2.0 系统解决方案是在既有全自动无人驾驶系统成功应用于多个项目的基础上推出的,是卡斯柯多年持续自主研发和各运营单位实践经验的结晶。

这一高度自主化和集成化的系统面向智慧地铁的多重需求,以“乘客出行服务”为核心,在功能安全和信息安全的保障下,从无人驾驶列车、智能调度、智能车场、智能车站、智能运维五个方面,大幅提升了调度中心、车站、场段、列车在运行控制及运维管理上的智能化水平。全自动运行 2.0 系统实现了城市轨道交通全过程、全范围的智能化控制,在为乘客提供更安全、更高效、更便捷、更舒适出行服务的同时,大幅提高了城市轨道交通线路运营和管理的效率。

(卡斯柯信号有限公司供稿)