

明挖隧道施工造价有关费率的合理测算*

黄玉刚

(中铁第四勘察设计院集团有限公司, 430063, 武汉 // 高级工程师)

摘要 目前城市轨道交通工程明确区分了明挖隧道的有关费率,而铁路和市政工程并没有明确区分明挖隧道的有关费率,已不能满足大规模工程建设的需求。统计已建明挖隧道的工程费率表明,明挖法隧道具有材料费占造价比例大、定额人工费和定额机械费的占造价比例明显偏小的特点。结合既有规范条文规定,建议铁路明挖隧道施工造价参照《铁路基本建设工程设计概(预)算费用定额》类别代号为 10 的费率编制;市政明挖隧道施工造价建议参照城市轨道交通工程费率编制。

关键词 明挖隧道; 施工造价; 定额; 费率测算

中图分类号 TU723.3:U455.45

DOI: 10.16037/j.1007-869x.2021.06.044

Reasonable Estimation Method of Construction Cost for Open Excavation Tunnel

HUANG Yugang

Abstract Currently, urban rail transit projects have clear cost breakdown of open excavation tunnel, while railway and municipal engineering doesn't have, which is insufficient to meet the demand of large-scale engineering construction. After analyzing the costs of completed open excavation tunnels, it is found that the proportion of materials is high, while the proportions of labor and machine costs are relatively low. Considering the terms of current code, it is suggested that the cost of railway open excavation tunnel should be handled according to the rate of Class 10 in the "Budgeting the Cost Quota of Basic Design for Railway Projects". The estimating method of municipal tunnel cost is suggested to operate in line with urban rail transit projects.

Key words open excavation tunnel; construction cost; quota; rate estimation

Author's address China Railway Siyuan Survey and Design Group Co., Ltd., 430063, Wuhan, China

建设日益发展,明挖隧道工程越来越多,其施工技术也日渐成熟。目前,既有的隧道造价测算难以满足市场发展的需要。国内外学者也对此进行了相关研究,并且取得了一定的成果。

文献[1]分析了目前我国城市地下空间开发利用的管理现状,指出其存在法规不完善、体制不统一和措施不到位等诸多问题。文献[2]研究了长大铁路隧道工期与造价风险管理,但缺少对明挖隧道造价的系统分析。而明挖隧道、常规钻爆法隧道与盾构法隧道存在差异。后者主要使用机械开挖,利用既有的成环体系达到结构稳定;而前者是在地下构建框架体系,其材料占比较大。如何合理地测算铁路和市政工程明挖隧道施工造价,亟待解决。为此,开展铁路和市政明挖隧道施工造价合理测算显得十分必要。

本文统计已建明挖隧道工程费率,分析明挖法隧道材料费、定额人工费和定额机械费的占比特点。在此基础上,结合既有规范条文规定,提出铁路和市政明挖隧道施工造价有关费率的确定,以期推动明挖隧道造价的合理测算。

1 明挖隧道施工造价

1.1 不同施工方法下隧道的造价占比特点

明挖法是指一种先将地面挖开,在露天情况下修筑衬砌,然后再覆盖回填的地下工程施工方法。其多用于浅埋隧道,是地下工程施工中最基本、最常用的施工方法之一。明挖法隧道明显区别于常规的钻爆法隧道及盾构法隧道。参考笔者参与过的多个铁路、市政和城市轨道交通的钻爆法隧道、盾构法隧道和明挖法隧道造价资料,其定额人工费和定额机械费占比的统计如表 1 所示。

随着城际铁路、城市轨道交通工程和市政工程

* 国家重点研发计划项目(2018YFC0407006)

表 1 不同施工方法下的隧道人工、机械费用占比统计表

工程类别	工程名称	税前造价/万元	定额人工、机械费/万元	人工、机械费占比/%
市政和城市轨道交通工程	台州 S1 线羊头山隧道(小型机具)	7 468	2 445	32.74
	台州 S1 线商腾隧道(盾构法)	8 410	3 146	37.41
	台州 S1 线商腾隧道(明挖法)	14 635	3 570	24.40
铁路工程	广深港狮子洋隧道(盾构法)	121 693	48 801	40.10
	郑万铁路高家坪隧道(大型机械钻爆法)	17 578	6 575	37.41
	郑万铁路小三峡隧道(小型机具钻爆法)	15 727	5 092	32.38
	广深港狮子洋隧道(明挖法)	15 853	4 324	27.28

由表 1 可知,两座钻爆法隧道的定额人工费和机械费约占税前造价的 34%;盾构法隧道的定额人工费和机械费约占税前造价的 39%;明挖法的定额人工费和机械费约占税前造价比的 25%。因此,3 种施工方法中明挖法隧道具有材料费的造价占比大、定额人工费和机械费的造价占比明显偏小的特点。

1.2 明挖隧道费率对造价的影响

市政工程和城市轨道交通工程的隧道税前造价工程费由人工费、材料费、机械费、企业管理费、利润、施工组织措施项目费和建筑工程规费等组成,其中的企业管理费、利润、施工组织措施项目费和建筑工程规费等的大小皆与定额人工和机械费相关。铁路隧道工程税前造价的工程费由人工费、材料费、机械费、施工措施费、特殊施工增加费和间接费等组成,其中的施工措施费、间接费等与定额人工和机械费相关。

据浙建建〔2018〕61 号《关于颁发浙江省建设工程计价依据(2018 版)的通知》、鄂建办〔2019〕93 号《关于调整湖北省建设工程计价依据的通知》等相关省市的最新工程造价依据,市政工程未具体区分明挖隧道的费率,但各省市的城市轨道交通工程对明挖区间工程有着具体的费率。以浙江省为例,在浙建建〔2018〕61 号文中,城市轨道交通工程的费率中就明确规定:地下结构工程费率适用于地下车站结构及其支护工程,并包括相应的附属工程,也适用于明挖法或盖挖法施工的地下区间工程,即城市轨道交通工程的明挖区间工程的费率按地下结构工程的费率考虑,其原因在于无论从围护结构还是从主体结构进行比较,两者的费率基本上是相同的。

以城市轨道交通工程的明挖隧道来做分析,对同一隧道分别采用隧道费率和地下结构费率进行比较,如表 2 所示。

表 2 不同费率下的明挖隧道措施费和间接费的占比

采用费率类别	税前造价/万元	定额人工、机械费/万元	措施费+间接费的费率/%	措施费+间接费/万元	措施费+间接费的税前造价占比/%
按隧道费率计	14 635	3 570	45.04	1 608	10.99
按地下结构费率计	14 635	3 570	70.15	2 505	17.11

从表 2 可以看出,采用地下结构费率的明挖隧道,其措施费+间接费的占比高于采用隧道费率的明挖隧道,两者差值对税前总造价的影响约 6.1%。因此,明挖隧道采用不同的费率对造价影响很大,故需要对明挖隧道费率进行单独分析和处理。

2 铁路明挖隧道施工造价的有关费率

2.1 现有铁路隧道的有关费率

现有铁路隧道的施工方法主要有钻爆法(小型机具钻爆法和大型机械钻爆法)、盾构法和明挖法等。据国铁科法〔2017〕30 号《铁路基本建设工程设计概(预)算编制办法》、《铁路基本建设工程设计概

(预)算费用定额》和铁总建设〔2017〕324 号《铁路工程补充预算定额(第一册)》,盾构法、大型机械钻爆法、小型机具钻爆法施工的措施费费率和间接费费率之和分别为 32.50%、32.70%、40.70%,其中小型机具钻爆法施工的措施费和间接费的费率之和最高。

2.2 对明挖隧道有关费率的建议

综合既有铁路明挖隧道的情况,对其费率进行分析研究。从工程定性上来说,铁路的明挖隧道类似于地下结构工程,但铁路并未区分地下结构工程。为此,对广东狮子洋铁路隧道的明挖结构工程使用最新定额测算,并对现场实际发生的费用进行统计。统计结果如表 3 所示。

表 3 明挖隧道措施费和间接费的定额测算及实际费用

费用名称	按国铁科法〔2017〕31 号文测算		现场调查		工程类别代号 10 测算	
	测算费用/万元	费率/%	实际费用/万元	费率/%	测算费用/万元	费率/%
措施费	294	6.80	342	7.92	311	7.2
间接费	1 466	33.90	1 794	41.48	1 911	44.2

从表 3 可看出,明挖隧道的措施费和间接费实际发生费用高于定额测算费用,现场调查的措施费和间接费分别占定额人工、机械费的 7.92% 和 41.48%。这一结果经与《铁路基本建设工程设计概(预)算费用定额》对比,同类别代号 10(框架桥、公路桥、中小桥小部(含附属工程)、涵洞,轮渡和码头,一般生产房屋和附属、给排水、工务、站场和其他建筑物等建筑工程)的措施费费率 7.2%、间接费费率 44.2%相差不大。

从既有定额采用分析来看,明挖隧道实际编制时所采用定额多借用《铁路工程预算定额》中的标准,其结构形式也类似于一个框架结构。因此,推荐铁路明挖隧道的间接费和措施费费率参照类别代号 10 执行。

3 市政明挖隧道造价

3.1 现有市政隧道的造价分析

现有市政隧道的主要施工方法有钻爆法(小型机具和大型机械钻爆法)、盾构法和明挖法。以浙江、湖北、山东等地为例,据浙建建〔2018〕61 号文、鄂建办〔2019〕93 号文,以及鲁建标字〔2016〕40 号《关于印发<山东省建设工程费用项目组成及计算规则>的通知》,其隧道费率皆是以定额人工费和定

额机械费为计算基数,各占定额人工费和定额机械费的比例分别为 46.75%、86.59%、32.63%,但皆未区分明挖隧道、盾构隧道的费率。同时,从表 1 中可得出,明挖隧道的定额人工费和定额机械费占比要比盾构法及钻爆法的占比要小。这主要是由于明挖隧道中的混凝土结构工程的人工、机械费占比较少。而在城市轨道交通施工中,各地区都区分了明挖法隧道与其他施工方法隧道的费率。

3.2 对明挖隧道的费率建议

综合既有明挖隧道的施工情况,对其费率进行分析研究。从工程定性上来说,市政的明挖隧道类似于地下结构工程,可市政工程并未区分地下结构工程的费率。为此,对杭州市天目山隧道的工作井及杭州艮山东路过江通道工程的明挖区间的实际发生的费用进行统计,结果如表 4 和表 5 所示。杭州艮山东路过江通道及杭州秦望过江通道明挖隧道的实际费率分别为 56.84%、59.71%,其平均费率为 58.28%。

经对比浙建建〔2018〕61 号文,与实际平均费率相近的工程为城市轨道交通土建地下结构工程(费率为 56.83%)、道路及综合管廊工程(费率为 55.46%)等。就采用的既有定额而言,市政明挖隧道工程定额与城市轨道交通工程定额名称及释义基本相同,其结构形式与明挖地下结构形式完全一致。

对比市政明挖隧道实际费率与城市轨道交通明挖费率取值,推荐市政明挖隧道的间接费和措施费的费率参照城市轨道交通工程取值,以贴近实际工程造价。

表 4 市政明挖隧道典型案例各项措施费和间接费的实际费率

费用类别	杭州艮山东路过江通道工程		杭州天目山隧道工程		实际平均费率/%
	实际费用/万元	实际费率/%	实际费用/万元	实际费率/%	
定额人工和定额机械费	19 424		5 773		
企业管理费	3 535	18.20	1 168	20.24	19.22
利润	1 705	8.78	401	6.95	7.87
安全文明施工基本费	1 857	9.56	511	8.85	9.21
二次搬运费	126	0.65	26	0.45	0.55
冬雨季施工增加费	35	0.18	6	0.11	0.15
行车、行人干扰增加费	379	1.95	92	1.59	1.77
建筑工程规费	3 403	17.52	1 242	21.52	19.52
合计	30 464	56.84	9 219	59.71	58.28

(下转第 205 页)

此方案完全满足 CZJS/T 0022—2015 对紧急解锁的功能需求,如表 3 所示。

表 3 方案 3 对规范的符合情况

工况	功能需求	结果
列车运行过程中,当门打开时	无论车辆处于任何位置,均立即触发紧急制动	满足
列车运行过程中,由于操作紧急解锁导致的门未锁闭,但门页仍处于关好状态	列车位于站台区间内,不输出紧急制动	满足
	列车驶出站台且运行距离大于半列列车长度时,不输出紧急制动	满足
	列车驶出站台且运行距离小于半列列车长度时,输出紧急制动	满足

3 方案对比分析

方案 1 完全满足 CZJS/T 0022—2015 对紧急解锁的功能需求,手柄结构相对简单,但硬件电路设计较为复杂。ATC 系统及 TCMS 硬件电路需对关到位环路及锁到位环路分别采集,软件电路需根据规范要求设计逻辑,使用范围较为普遍。

相较于方案 1,方案 2 的手柄结构较为复杂,电气硬件电路设计相对简单,仅满足 CZJS/T 0022—2015 对紧急解锁的部分功能需求,适用于站间距较小的地铁线路列车。该设计通常需进行特殊定制。

(上接第 200 页)

表 5 市政明挖隧道实际平均费率与城市轨道交通地下结构工程费率的比较

费用类别	市政明挖隧道实际平均费率/%	城轨地下结构工程费率/%	费率差值/%
企业管理费	19.22	19.12	-0.10
利润	7.87	7.77	-0.10
安全文明施工基本费	9.21	8.93	-0.28
二次搬运费	0.55	0.50	-0.05
冬雨季施工增加费	0.15	0.14	0
行车、行人干扰增加费	1.77	1.77	0
建筑工程费用	19.52	18.60	-0.92
合计	58.28	56.83	-1.44

4 结论

1) 对已建城市轨道交通、市政工程和铁路工程等明挖隧道的施工造价统计分析表明,明挖隧道施工的有关费率有别于盾构隧道和钻爆法开挖的隧道,但仅城市轨道交通工程明确区分了明挖隧道的有关费率,铁路和市政工程没有作区分其费率。

2) 以浙江省城市轨道交通工程为例,对于同一明挖隧道,采用隧道费率和地下结构工程费率,两者在造价上相差 6%,对投资值测算影响很大。

3) 铁路明挖隧道建议参照《铁路基本建设工程设

相较于方案 1 和方案 2,方案 3 完全满足 CZJS/T 0022—2015 要求,且适用的地铁线路较广;但手柄结构较为复杂,且 ATC 系统及 TCMS 硬件电路需增加“请求”位接口,软件电路需根据 CZJS/T 0022—2015 要求设计车门联锁逻辑,造价较为昂贵。

4 结语

地铁列车需从保障安全、提高运营效率及服务质量等多角度进行配置。各地铁公司考虑的侧重点不同,选择的紧急解锁方案各有差异。因此,应根据业主需求设计合理的车门安全联锁环路,这样才能以最优方案保障地铁车辆的运行性能及乘客安全,以最大限度提高地铁运营质量。

参考文献

[1] 陈树荣,唐宋. 广州地铁 6 号线列车 LS 型锁闭机构塞拉门故障分析及处理[J]. 铁道车辆,2017(4): 35.
[2] 张世钟,吕劲松. 车门紧急解锁后列车运行状态及车门状态的设置方案探讨[J]. 电力机车与城轨车辆,2015(4): 84
[3] 计敏良. 广州地铁 6 号线列车车门紧急解锁分析及优化设计[J]. 机电信息,2015(3): 138. (收稿日期:2020-03-11)

计概(预)算费用定额》类别代号为 10 的费率编制。

4) 市政明挖隧道施工造价的费率应结合既有施工案例的统计分析,建议参照城市轨道交通工程费率编制。

参考文献

[1] 钱七虎. 地下空间开发利用的第四次浪潮及中国的现状、前景和发展战略[J]. 民防苑,2006(增刊 1): 11.
[2] 胡兰. 长大铁路隧道工期与造价风险管理研究[D]. 成都:西南交通大学,2015.
[3] 浙江省建设工程造价管理总站. 浙江省建设工程计价依据(2018 版)[M]. 北京:中国计划出版社,2018.
[4] 湖北省建设工程标准定额管理总站. 湖北省市政工程消耗量定额及全费用基价表[M]. 武汉:长江出版社,2018.
[5] 国家铁路局. 铁路基本建设工程设计概(预)算费用定额[M]. 北京:中国铁道出版社,2017.
[6] 中国铁路总公司. 铁路工程补充预算定额(第一册): 铁总建设[2017]324 号[M]. 北京:中国铁道出版社,2018.
[7] 国家铁路局. 铁路工程预算定额[M]. 北京:中国铁道出版社有限公司,2017.
[8] 山东省工程建设标准定额站. 山东省建设工程费用项目组成及计算规则[M]. 北京:中国计划出版社,2016.

(收稿日期:2020-10-28)