

山地城市轨道交通工程岩溶勘察模式浅析*

李法滨^{1,2} 郭云³ 王祥⁴ 龙斌⁵ 曾耀⁵

(1. 贵州黔通工程技术有限公司, 550014, 贵阳; 2. 贵州省山区高速公路智慧运维工程研究中心, 550014, 贵阳;
3. 浙江省工程勘察设计院集团有限公司, 315012, 宁波; 4. 贵阳市公共交通投资运营集团有限公司, 550081, 贵阳;
5. 贵州省交通规划勘察设计研究院股份有限公司, 550081, 贵阳)

摘要 [目的] 在贵阳城市轨道交通工程勘察中, 岩溶是具有普遍性的不良地质, 是地质上面临的首要问题。当今岩溶问题的勘察模式同贵阳城市轨道交通建设的需求是不相匹配的, 故必须探索一种适用于岩溶山地城市轨道交通建设的岩溶勘察模式。[方法] 从岩溶危害出发, 总结分析岩溶勘察的技术手段、规范约束和贵阳市的实际经验共三个方面的内容后, 明确指出现阶段采用的“工程地质调绘先行, 工程钻探为主, 工程物探为辅”的岩溶勘察模式是历史所形成的, 并论述了当前轨道交通山地岩溶勘察的主要矛盾是对岩溶勘察的高分辨率要求与勘察方法的低分辨率水平之间的矛盾。[结果及结论] 从现阶段岩溶勘察的主要矛盾出发, 根据岩溶勘察技术手段的发展, 结合具体案例分析, 经研究提出: “工程地质调绘先行, 工程钻探为主, 工程物探为辅”的岩溶勘察模式必将走向“从工程需要出发, 以地质思维为指导, 地质调绘先行, 地面物探普查, 钻探和钻孔物探为补充和验证, 多方法综合”的新勘察模式。

关键词 城市轨道交通工程; 岩溶; 勘察技术; 勘察模式

中图分类号 P642.25:U231.1

DOI:10.16037/j.1007-869x.2024.09.022

A Brief Analysis of Karst Survey Mode for Urban Rail Transit Projects in Mountainous City

LI Fabin^{1,2}, GUO Yun³, WANG Xiang⁴, LONG Bin⁵, ZENG Yao⁵

(1. Guizhou Qiantong Engineering Technology Co., Ltd., 550014, Guiyang, China; 2. Guizhou Engineering Research Center for Mountain-Area Expressway Intelligence Operation and Maintenance, 550014, Guiyang, China; 3. Zhejiang Engineering Survey and Design Institute Group Co., Ltd., 315012, Ningbo, China; 4. Guiyang Urban Rail Transit Co., Ltd., 550081, Guiyang, China; 5. Guizhou Transportation Planning Survey & Design Academe Co., Ltd., 550081, Guiyang, China)

Abstract [Objective] In the geological survey for Guiyang

urban rail transit projects, karst is a common unfavorable geological condition and also the top geological issue to be confronted. However, the current survey mode of karst problems does not match the demand of Guiyang urban rail transit construction. Therefore, it is necessary to explore a karst survey mode applicable for urban rail transit construction in karst mountainous city. [Method] Starting from the karst hazards, the technical means, normative constraints and the actual experience from Guiyang City about karst survey are summarized and analyzed. It is then clearly pointed out that the current karst survey mode with “engineering geological mapping first, engineering drilling as the main method, engineering geophysical prospecting as the secondary method” is formed in the course of history, the situation where the contradiction between high resolution requirements and low resolution levels of the karst survey method becomes the principal one in current mountain karst survey for rail transit is discussed. [Result & Conclusion] Starting from the main contradiction in the current karst survey, and based on the development of technical means in karst survey and specific case analysis, it is concluded through research that the above-mentioned karst survey mode will inevitably evolve into a new survey mode of “starting from engineering needs and guided by geological thinking, with geological mapping first, ground geophysical survey, drilling and borehole geophysical prospecting as supplement and verification, featuring multi-method integration”.

Key words urban rail transit project; karst; survey technology; survey mode

贵州省的岩溶地貌典型发育, 岩溶地貌出露面积达 10.91 万 km², 占全省国土面积的 61.9%, 碳酸盐类岩石分布面积约占全省的 74.0%。贵阳市碳酸盐类岩石分布面积约占全市面积的 72.0%。

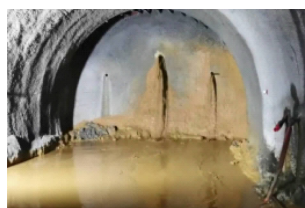
* 交通运输部科技项目(2021-ZD1-021); 贵州省交通运输厅课题(2024-122-040, 2020-122-025)

根据规划,贵阳城市轨道交通线网穿越可溶岩地层长度占总线网长度的 90% 以上。贵阳轨道交通 1 号线一期、2 号线一期和二期工程的地下区间主要采用矿山法施工;3 号线一期工程首次引入盾构法,采用盾构法施工区间超过区间长度的 1/2。在岩溶山地城市建设城市轨道交通工程,施工过程中常遇突泥、突水、大型溶洞、地面塌陷等险情。故在贵阳城市轨道交通工程勘察中,面临的首要地质问题就是岩溶。

本文以贵阳城市轨道交通工程岩溶勘察为例,认识岩溶危害,分析现阶段岩溶勘察的技术手段和管理模式,总结存在的问题。



a) 突泥



b) 涌水



c) 掌子面溜塌

图 1 突泥、涌水和掌子面溜塌

Fig. 1 Mud rush, water inrush and collapse of tunnel face

2) 对周围环境造成的危害,主要是地表塌陷^[5]、地表沉降、周边构(建)筑物变形等。

2 岩溶的勘察技术手段

岩溶的勘察技术手段主要有:工程地质调绘(含洞穴测绘)、工程物探、工程钻探、坑探、原位测试、室内试验等。其中,核心技术手段是工程地质调绘、工程物探和工程钻探。

2.1 工程地质调绘

工程地质调绘是岩土工程勘察的基础,是宏观获取场地地质情况的主要手段,是勘探工作量布置的指导性手段。岩溶勘察中,除了常规的地面调绘和遥感工作外,洞穴测绘也是重要的工作方法(见图 2、图 3)。

2.2 工程物探

工程物探是间接的、无损的岩溶勘察技术手段。近年来,工程物探在方法技术创新和仪器创新方面不断发展。当前,单一工程物探方法已日益不能满足越来越高的岩溶勘察要求,综合工程物探技术被越来越多地应用于岩溶勘察。

现阶段,可适用于城市环境的工程物探方法主

1 岩溶的危害

据统计,贵阳轨道交通 1 号线一期工程 898 个地质钻孔中,发现溶洞 229 个,见洞率为 25.5%,施工中揭露溶洞约 3 000 余个;2 号线一期工程 654 个地质钻孔中发现溶洞 199 个,见洞率为 20.3%;3 号线一期工程 693 个地质钻孔中发现溶洞 134 个(部分串状溶洞),见洞率为 19.3%。

岩溶对城市轨道交通工程造成的危害主要集中在两个方面:

1) 对城市轨道交通工程本身造成的危害,主要是突泥涌水^[1-3]、结构变形^[4]、掌子面溜塌等(见图 1);

要有:微动勘探法^[6],大探深探地雷达法^[7],直流电法^[8],小线圈瞬变电磁法^[9],地震映像法^[10]等。这

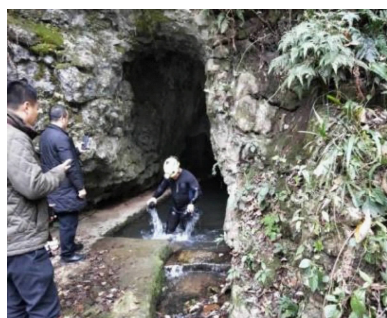


图 2 洞穴测绘现场照片

Fig. 2 On-site picture of cave survey

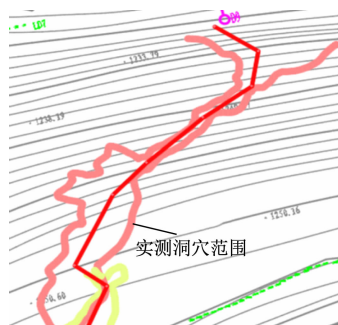


图 3 洞穴测绘平面图

Fig. 3 Cave survey plan

些工程物探方法的共同特点是具有点测深功能。

城市环境干扰物多、干扰信号强,单一工程物探方法的可靠性低。为克服此不利因素,根据干扰情况和场地条件,合理地选择两种或两种以上工程物探方法并组合之,称为综合物探^[11-12]。综合物探有微动勘探法与大探深探地雷达法综合,微动勘探法与直流电法综合,大探深探地雷达法与直流电法综合,小线圈瞬变电磁法与直流电法综合^[13],地面工程物探与跨孔 CT(层析成像技术)综合^[14]等。

2.3 工程钻探

工程钻探是当前最基础的,也是最重要的岩溶勘察手段。工程钻探包括工程钻探设备和钻进方法。在工程地质钻探上,目前成套设备有 XY 系列钻机、GXY 系列钻机等,钻进方法有回转钻进、冲击钻进和冲击回转钻进等。

2.4 城市岩溶勘察的不利因素

城市岩溶勘察的不利因素主要有:

1) 城市环境的现状地表主要为植被、路面、建(构)筑物和其他公共设施等。其下还埋伏着大量市政管线、地下通道、地下商场和地下室等。

2) 车流量大、人流量大、交通压力大,给施工组织带来极大困难。

3) 振动噪声大、电磁干扰大、地下游散电流影响大。振动噪声大降低了弹性波类物探方法的适用性,电磁干扰大降低了电磁类物探方法的适用性,地下游散电流影响大降低了直流电法类物探方法的适用性。

3 贵阳市的岩溶勘察经验

3.1 线路勘察的经验

针对城市环境的岩溶探测,贵阳市轨道交通 1 号线一期工程、2 号线一期、2 号线二期工程、3 号线一期工程、S1 号线一期工程、S2 号线一期工程和 T2 号线一期工程等在勘察和施工等各个阶段开展了大量探索性实践。

目前,1 号线一期工程和 2 号线一期工程已投入运营,3 号线一期工程和 S1 号线一期工程处于施工阶段,2 号线二期工程、S2 号线一期工程和 T2 号线一期工程处于勘察设计阶段。

1 号线一期工程和 S1 号线一期工程的勘察阶段,以钻探为主。针对钻探揭露的风险较大的溶洞位置,采用钻探+物探的办法。所选物探方法主要是跨孔 CT、探地雷达等。

2 号线一期工程的勘察阶段,以钻探为主。针对断层破碎带及其岩溶,采用微动勘探法;针对钻探揭露的风险较大的溶洞位置,采用钻探+物探的办法。所选物探方法主要是跨孔 CT 等。施工阶段为防范路面塌陷首次开展第三方探索,采用物探普查+钻探验证的办法。物探普查采用探地雷达、直流电法、地震映像法、地震散射波法等综合物探手段。另外,针对延安路站施工中遇到的基坑岩溶问题,开展了主动源面波法。

2 号线二期工程勘察阶段,针对钻探揭露的风险较大的溶洞位置,采用钻探+跨孔 CT 的办法。其中,钻探为主,跨孔 CT 为辅。

3 号线一期工程首次在贵州省引入盾构法施工。勘察阶段以钻探为主,并采用地震映像法开展岩溶普查,在跨河和钻探揭露的风险较大的溶洞位置采用跨孔电磁波 CT。施工阶段,针对盾构施工区间,为探明洞径大于 3 m 的溶洞以保证盾构法施工安全,以岩溶补充勘察的形式开展跨孔电磁波 CT+单孔电磁波反射法或管波法。为防范施工阶段的路面塌陷风险,开展了第三方岩土风险管控工作,采用物探普查+钻探验证的办法。物探普查采用大探深探地雷达、直流电法、微动勘探法、小线框瞬变电磁为主的综合物探方法。

S2 号线一期工程初勘阶段,在钻探揭露的风险较大的溶洞位置,采用钻探+高密度电法的办法。其中,钻探为主,高密度电法为辅。

T2 号线一期工程以高架工程为主,初勘阶段在断层和钻探揭露的风险较大的溶洞位置,采用钻探+综合物探的办法。其中,钻探为主、物探为辅。综合物探以大探深探地雷达、天然源面波法和高密度电法为主。

3.2 有关勘察规范的经验

针对贵阳的特殊地质条件,在总结贵阳市轨道交通工程建设过程中的经验后,以 GB 50307—2012《城市轨道交通岩土工程勘察规范》为蓝本,由贵阳市城市轨道交通集团有限公司牵头编制了贵州省地方标准 DBJ 52/T 099—2020《贵州城市轨道交通岩土工程勘察规范》。该规范中明确指出如下几条:

1) 城市轨道交通岩土工程勘察分为四个阶段:可行性研究勘察,初步勘察,详细勘察,施工勘察。每个阶段的目的是任务不同,其所用的技术手段和工作量亦有很大差异。

2) 可行性研究勘察的目的是为线路方案比选提供地质依据,主要工作是搜集已有地质资料和工程地质调绘,在此基础上开展必要的钻探与取样、原位测试和室内试验。

3) 初步勘察的目的是为初步设计提供地质依据,是在可行性研究的勘察基础上开展勘察工作,采用工程地质调绘、工程物探与工程钻探结合的办法。其中,取样、原位测试的勘探点数量不少于勘探点总数的 2/3,即工作量布置以工程钻探为主。

4) 详细勘察的目的是为施工图设计提供地质依据,是在初步勘察的基础上开展勘察工作,采用工程钻探、原位测试、室内试验,辅以工程物探或辅以工程地质调绘和工程物探的综合勘察方法。

5) 施工勘察的目的是为施工方案调整和风险控制提供地质依据,主要包括施工中的地质工作和施工专项勘察工作。

3.3 岩溶勘察经验总结

总结贵阳城市轨道交通工程建设中的岩溶勘察工作,可以得到以下经验:

1) 所开展的探索和尝试既有勘察技术方面的,也有勘察管理方面的。

2) 技术上的发展路径是:起始以钻探为主,在钻探揭露的风险较大的岩溶位置辅助以少量物探工作,主要是跨孔 CT;其后以钻探为主,辅助以物探普查。物探普查的主要方法是地震映像法。在跨河、钻探揭露岩溶位置等特殊段落,采用跨孔 CT 或综合物探。综合物探以大探深探地雷达、天然源面波法和高密度电法为主。

3) 为防范施工阶段的路面塌陷风险,针对岩溶和土洞等开展了第三方岩土风险管控(或称第三方探察)。技术上采用综合物探普查+钻探验证的办法。综合物探普查的主要方法有:大探深探地雷达法,直流电法,微动勘探法,小线框瞬变电磁法等。

4) 针对盾构法的施工安全,以岩溶补充勘察的形式开展跨孔电磁波 CT+单孔电磁波反射法或管波法。

3.4 现阶段岩溶勘察的模式

总结贵阳城市轨道交通工程的岩溶勘察经验,可以得出:工程地质调绘、工程物探和工程钻探是岩土工程勘察的关键技术手段。以三种技术手段为代表,总结现行的岩溶勘察模式,可以一言概之:工程地质调绘先行,工程钻探为主,工程物探为辅。这一模式是在历史中形成的,一旦形成便产生巨大

的使用惯性。

4 现阶段岩溶勘察的主要矛盾

4.1 主要矛盾分析

岩溶发育的特点之一是区域的规律性和具体的随机性相结合。区域的规律性是指同一地层、同一构造单元等相同条件下,碳酸盐岩地层在岩溶发育特征上所表现出的规律性;具体的随机性是指具体到某一特定工点,岩溶在具体的表现形式、位置、走向、埋深、宽度、形态和充填状态等方面所体现的偶然性。

岩溶勘察的目的就是以区域规律性为指导,合理选择勘察方法和布置工作量,查明岩溶发育情况,即以区域规律性为指导,查明其具体随机性。

岩溶的危害性和岩溶发育的随机性使得对岩溶勘察的要求无论在水平向还是竖向始终聚焦在勘察手段的高分辨率上。而以钻探为主的岩溶勘察模式,钻孔间距近似于勘察分辨率,其分辨率是很低的。

根据 DBJ 52/T099—2020,以详勘阶段地下工程的区间隧道为例,简单场地条件下沿结构纵向的勘探点间距为 50~60 m,中等复杂场地条件下为 30~50 m,复杂场地条件下为 10~30 m。通过计算钻孔遇洞率可以在数学上计算场地的岩溶发育程度,但 30 m 的勘探点间距,即 30 m 的钻孔间距却不能准确把握岩溶发育的基本情况。

我国中、东部等经济发达城市,岩溶不是主要的不良地质,其遇到岩溶时,普遍开展专项岩溶勘察,主要采用沿线路结构两侧布置密集钻孔,孔间开展跨孔 CT。钻孔密度一般为 10~15 m。这种解决办法的优点是精度高、准确性高,但勘察费用高昂。在贵阳市这样经济实力弱且可溶岩覆盖率高的岩溶山地城市,依靠这种解决办法在成本上是不可承受的。

综上所述,现阶段岩溶山地的城市轨道交通工程岩溶勘察主要矛盾是对岩溶勘察的高分辨率要求同勘察方法的低分辨率水平之间的矛盾。

4.2 案例分析

以贵阳轨道交通 3 号线一期工程松浣区间为例,分析其岩溶勘察的主要矛盾。

贵阳轨道交通 3 号线一期工程松浣区间隧道全长 1 663.487 m,采用矿山法施工,为双洞单线线型,单洞截面宽度 6.52 m。揭露岩土组成为第四系人

工回填土、红黏土,下伏基岩为三叠系大冶组石灰岩。

详勘阶段设计钻孔间距为 30 m,实际钻孔间距为 25 ~ 35 m;沿线路布置 1 条地震映像法测线,地震映像法于 ZDK32 + 077 ~ ZDK32 + 107 发现 1 处裂隙发育带(在 ZDK31 + 087 处布置有钻孔 M3Z2-37-1)。

2021 年 4 月 3 日,左线掌子面里程 ZDK32 + 010、右线掌子面里程 YDK32 + 037.4,左右线洞顶均揭露溶洞。其中,左线溶洞内填充物溜塌约 70 m³,4 月 3 日—4 月 6 日开始注浆,共完成注浆 199 m³。险情发生后,第三方岩土风险管控单位开展浅层探地雷达扫描和深层综合物探。浅层雷达扫描的目的是探测是否发生路面脱空,深层综合物探的目的是探测岩溶发育情况、形成的空腔大小和土体疏松范围,系采用大探深探地雷达、微动勘探法、高密度电法三种物探方法的综合。

综合物探发现掌子面前方存在 3 处岩溶异常,其中 1 处异常位于详勘地震映像法推断的裂隙发育带内;掌子面后方存在 1 处异常(施工开挖已揭露为裂隙)。针对掌子面前方的岩溶异常设计 3 个钻孔,实施 2 个,2 个钻孔均揭露岩溶。针对揭露的 2 处岩溶,提前进行了注浆加固处理,施工通过时未发生险情。

详勘阶段 ZDK31 + 005 ~ ZDK31 + 100 依靠钻探揭露 1 处岩溶,施工阶段依靠“综合物探普查 + 钻探验证”的办法揭露 4 处岩溶。由此可见,在详勘阶段,给区间隧道设计的 30 m 钻孔间距,是不能满足施工需求的,因岩溶引起的施工风险并没有明显降低。在施工阶段,利用“综合物探普查 + 钻探验证”的办法,保证了洞内施工安全,预防了地面塌陷风险。

5 结语

贵阳轨道交通 3 号线一期工程引入盾构法施工工艺,2 号线一期工程和 3 号线一期工程开展了针对路面塌陷的风险防控工作。施工方法创新和风险防控工作需要岩溶勘察不断提高其分辨率。

工程地质调绘在理念和技术上已成熟,工程钻探在提高效率和降低成本方面也几近停滞;只有工程物探,在不断进步的现代科学技术的支撑下,在技术创新和仪器创新方面正在不断发展,在越来越高的岩溶勘察需求的推动下,单一工程物探方法日

益向多方法融合的综合工程物探技术发展。以微动勘探法、大探深探地雷达法、小线圈瞬变电磁法和大跨距 CT 法等为代表的物探新技术、新方法和新仪器,在城市岩溶探测方面有了很大的进步。

勘察模式的基础是勘察技术。勘察需求则推动着勘察技术的进步,进而推动着勘察模式的发展。从现阶段岩溶勘察的主要矛盾出发,立足于各技术手段的发展趋势和贵阳市轨道交通工程的岩溶勘察经验,可以得出一个推断:在岩溶勘察方面,“工程地质调绘先行,工程钻探为主,工程物探为辅”的传统勘察模式,必将走向“从工程需要出发,以地质思维为指导,地质调绘先行,地面物探普查,钻探和钻孔物探为补充和验证,多方法综合”的新勘察模式。

参考文献

- [1] 易金舫, 卢松柏, 饶军应, 等. 贵阳地铁多溶洞隧道安全技术[J]. 施工技术, 2016, 45(13): 101.
YI Jinfang, LU Songbai, RAO Junying, et al. Safety construction technology for the multi-cavern tunnel of Guiyang subway[J]. Construction Technology, 2016, 45(13): 101.
- [2] 张可能, 张岳, 廖阳, 等. 贵阳某地铁车站岩溶发育特征及突水模式分析[J]. 中国岩溶, 2018, 37(2): 300.
ZHANG Keneng, ZHANG Yue, LIAO Yang, et al. Analysis on Karst development and water burst in a subway station[J]. Carsologica Sinica, 2018, 37(2): 300.
- [3] 陈发达, 周火锋, 方伟立, 等. 某轨道交通 1 号线雅蛮区间隧道岩溶突泥突水处治对策分析[J]. 铁道标准设计, 2016, 60(6): 95.
CHEN Fada, ZHOU Huofeng, FANG Weili, et al. Study on treatment countermeasures against water and mud gushing in manpo station[J]. Railway Standard Design, 2016, 60(6): 95.
- [4] 莫伟平. 岩溶地区涌水对地铁隧道轨道结构的影响及防治[J]. 城市轨道交通研究, 2021, 24(7): 115.
MO Weiping. Impact and prevention of environmental water gushing on metro tunnel track structure in Karst areas[J]. Urban Mass Transit, 2021, 24(7): 115.
- [5] 高墅. 地铁工程盾构区间岩溶地层处理对比及探讨[J]. 国防交通工程与技术, 2018, 16(1): 72.
GAO Shu. An exploration into and comparison of different treating methods for shield-drilled sections of metro projects in Karst strata[J]. Traffic Engineering and Technology for National Defence, 2018, 16(1): 72.
- [6] 武斌, 李诗健, 陈宁, 等. 成都市城市地下空间探测的地球物理方法研究[J]. 四川地质学报, 2019, 39(增刊 1): 194.
WU Bin, LI Shijie, CHEN Ning, et al. Study on geophysical methods of urban underground space exploration in Chengdu[J]. Acta Geologica Sichuan, 2019, 39(S1): 194.

- [7] 章飞亮, 孙中科. 综合物探技术在城市轨道交通岩溶勘察中的应用[J]. 铁道勘察, 2017, 43(5): 82.
ZHANG Feiliang, SUN Zhongke. Application of integrated geophysical prospecting technology in Karst exploration of urban rail transit[J]. Railway Investigation and Surveying, 2017, 43(5): 82.
- [8] 彭都, 刘伟, 赵福玉, 等. 昆明轨道交通岩溶专项勘察手段及方法[J]. 隧道建设(中英文), 2019, 39(增刊2): 269.
PENG Du, LIU Wei, ZHAO Fuyu, et al. Means and methods of Karst special investigation in Kunming rail transit[J]. Tunnel Construction, 2019, 39(S2): 269.
- [9] 席振铎, 龙霞, 周胜, 等. 基于等值反磁通原理的浅层瞬变电磁法[J]. 地球物理学报, 2016, 59(9): 3428.
XI Zhenzhu, LONG Xia, ZHOU Sheng, et al. Opposing coils transient electromagnetic method for shallow subsurface detection[J]. Chinese Journal of Geophysics, 2016, 59(9): 3428.
- [10] 刘杰, 杜翠, 程远水. 综合物探技术在隧道基底岩溶探测中的应用[J]. 铁道建筑, 2016, 56(1): 33.
LIU Jie, DU Cui, CHENG Yuanshui. Application of comprehensive geophysical exploration technologies for probing Karst under tunnel invert[J]. Railway Engineering, 2016, 56(1): 33.
- [11] 李文文, 李广场. 综合物探在城市轨道交通岩溶探测中的应用[J]. 工程地球物理学报, 2018, 15(1): 104.
LI Wenwen, LI Guangchang. The application of integrated geophysical prospecting to the Karst detection of urban rail transit[J]. Chinese Journal of Engineering Geophysics, 2018, 15(1): 104.
- [12] 彭柏兴. 长沙轨道交通工程建设中的几个岩土工程问题探讨[J]. 城市勘测, 2017(5): 148.
PENG Baixing. Geotechnical engineering problems in Changsha rail transit construction[J]. Urban Geotechnical Investigation & Surveying, 2017(5): 148.
- [13] 王其合. 综合物探技术在城市轨道交通勘察中的应用[J]. 物探化探计算技术, 2021, 43(3): 360.
WANG Qihe. Application of comprehensive geophysical prospecting technology in urban rail transit survey[J]. Computing Techniques for Geophysical and Geochemical Exploration, 2021, 43(3): 360.
- [14] 姚先国. 综合物探技术在城市轨道交通岩溶勘察中的应用[J]. 交通世界, 2020(35): 29.
YAO Xianguo. Application of comprehensive geophysical prospecting technology in Karst investigation of urban rail transit[J]. Transpo World, 2020(35): 29.
- 收稿日期:2022-05-24 修回日期:2022-06-22 出版日期:2024-09-10
Received:2022-05-24 Revised:2022-06-22 Published:2024-09-10
• 通信作者:李法滨,正高级工程师, 187236591@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

宁波市公布轨道交通 2021—2035 年线网规划

近期,宁波市政府批复并公布了《宁波市轨道交通线网规划(2021—2035 年)》,该规划分为空间覆盖目标和时间目标。空间覆盖目标:远期线网覆盖宁波中心城区、余慈城区、宁海城区、象山城区;中心城区轨道交通站点 800 m 半径范围人口岗位覆盖率达到 60%,三江核心片站点 800 m 半径范围人口岗位覆盖率达 80%。时间目标:宁波市域 60 min 交通圈、中心城区 60 min 通勤圈、余慈城区 60 min 通勤圈,重大片区 45 min 到达宁波枢纽。

宁波市轨道交通线网分为市域轨道交通和城区轨道交通两个层次。市域轨道交通(含市域(郊)铁路)服务半径为 60~80 km,形成宁波中心城区、余慈城区,象山、宁海地区的快速联系通道,成为市域公共交通骨架。城区轨道交通(包括中心城区轨道交通网和余慈城区轨道交通网)服务半径为 30~40 km,成为中心城区、余慈城区公共交通骨干及三江核心片公共交通主体。

该规划还进一步明确了远期线网方案。即至 2035 年,远期线网由 16 条线组成,包括中心城区轨道交通 1~9 号线,市域轨道交通(含市域(郊)铁路)10~12 号线,余慈城区轨道交通 1~4 号线。全线网总规模 1 162.5 km,其中市域轨道交通(含市域(郊)铁路)线网总规模 494.2 km,中心城区轨道交通线网总规模 525.2 km,余慈城区轨道交通线网总规模 143.1 km。

(摘编自金台资讯)