

# 目录

- 
1. 城际快速轨道交通网络规划原则的思考 ..... 金 锋 (1)
2. 城市地铁超大断面浅埋暗挖施工技术 ..... 赵玉奎等 (3)
3. 顶入式箱形桥预制箱身长度的合理确定 ..... 陈东杰等 (6)
4. Melit 光纤传输平台在地铁轻轨中的应用 ..... 袁国材 (9)
5. 用单自由度法研究分析曲线钢轨的侧面磨耗 ..... 王 锋 (录)
- 
6. 我国轻轨交通的发展动向 ..... 池耀田 (19)
7. 地铁无线通信系统方案的发展趋向 ..... 徐华林 (24)
8. 汉堡地铁设备维护体系 ..... 张凌翔 (29)
9. ATP/ATO 在广州地铁1号线信号系统中的应用 ..... 梁东升 (33)
- 
10. 台湾高速铁路项目桃园站及邻接隧道环控  
系统设计 ..... 赵小华等 (40)
11. 深圳地铁一期工程道岔图集的设计 ..... 高晓新 (49)
12. 广州地铁2号线火灾自动报警系统 (FAS) 的介绍 ..... 莫蔚然 (52)
13. 城市快速轨道交通工程光纤传输系统方案比较 ..... 乔 炜 (54)
- 
14. 挖掘机式局部气压盾构 ..... 王策民译 (58)
- 
15. 石家庄市城市快速轨道交通线网规划 (中间报告)  
通过专家评审 ..... (14)
16. 香港地铁开始无人驾驶地铁列车试验 ..... (51)
17. 杭州地铁1号线预可行性研究 (项目建议书)  
通过评审 ..... (53)
18. 广州地铁2号线屏蔽门样机通过鉴定 ..... (64)



(京)新登字048号

图书在版编目(CIP)数据

地铁与轻轨/中国地铁工程咨询公司编.北京:中国铁道出版社,2004.

Ⅰ.地... Ⅱ.中... Ⅲ.地... Ⅳ.地...

I 地... II 中... III 地... IV 地...

②轻轨铁路—铁路工程 IV 地...

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第048号

京工商广临字宣048号

书 名: 地铁与轻轨

著作责任者: 中国地铁工程咨询公司(北京阜成门北大街)

出版·发行: 中国铁道出版社(北京宣武区右安门西街)

责任编辑: 陈若伟 编辑部电话(010) 51873000

特邀编辑: 郑晓薇 李太惠

封面设计: 付 强

印 刷: 中国铁道出版社印刷厂

开 本: 185mm×260mm 1/32 印张: 1.5 插页: 圆 字数: 1.5万字

版 本: 2004年1月第1版 2004年1月第1次印刷

书 号: 955-010-048-0

定 价: 18.00元(共1册)

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

发行部电话(010) 51873000(路) (010) 51873000(市)

# 编辑委员会

## 顾 问：

傅志寰	铁道部部长 中国工程院院士
周干峙	中国科学院院士 中国工程院院士 建设部高级顾问
赵宝江	原建设部副部长
刘国冬	中国工程咨询协会副会长
焦桐善	中国交通运输协会副会长
刘建航	中国工程院院士
陈肇元	中国工程院院士 清华大学教授
王梦恕	中国工程院院士
杨鲁豫	建设部标准定额司司长
周翊民	铁道部顾问
谢正光	北京市地铁总公司副总经理
程 骁	上海市地铁建设公司总经理
陈韶章	广州市地铁总公司副总经理
沈晓阳	重庆轨道交通总公司总经理
李淞泉	南京市地铁总公司总经理
柏贤华	北京市城建设计研究院董事长
沈秀芳	上海市隧道工程轨道交通设计研究院院长
王新杰	中国地铁工程咨询公司顾问

主 任 施仲衡

副主任 杨家齐 姜 帆 沈子钧

委 员 (按姓氏笔划为序)

王策民	王振信	申大川	叶大德	包国兴
史其信	兰 荣	朱 军	仲建华	闫景迪
余才高	沈景炎	汪 禾	张 弥	宋敏华
杨 超	卓 弘	周庆瑞	赵 力	彦启森
俞加康	谢仁德	曾学贵	褚敬止	潘曾同

编 辑 郑晓薇 李太惠 曲小溪 陈 欣 余 乐

# 城际快速轨道交通网络规划原则的思考

金 锋 (广州地铁总公司)

内容提要 根据国家发展城间旅客快速运输系统的政策,结合我国有些地区准备实施城际快速轨道交通的规划,就其定位、功能、客流和工程实施的原则提出一些思考建议。

关键词 城际快轨 规划原则 建议

1978年我国改革开放已实现了第一步战略目标,综合国力有了较大加强,人民生活已基本上达到小康水平,在一些经济比较发达的地区,如长江三角洲、珠江三角洲、京津唐地区有些城市人均国民生产总值已经达到1000美元,并且在1990年前后将达到2000美元。在这种情况下,由经济纽带形成的城市之间的客运交通需求就逐渐凸现出来了,国家“十五”规划中的综合交通体系发展重点专项规划明确指出:“城间旅客快速运输系统,一是建立以北京、上海、广州等中心城市为核心,连接主要省会的城间旅客快速运输系统;二是建立城市群间的旅客快速运输系统,以高速公路和城间铁路为重点,加强京津唐、沪宁杭,以及广珠深等城市群客运系统的建设;三是重视城市客运枢纽的建设,大城市、特大城市客运交通要发展以轨道交通为骨干、道路交通为主体的公共交通系统。”本文主要讨论第二个层次的城市群间的旅客快速运输系统的规划。一是因为有些地区如珠江三角洲已进行了这方面的规划,长江三角洲缘起1亿人口,12个沿江城市也正在酝酿区域快速客运系统规划。二是因为第二个层次的城市群间的旅客快速运输系统,与第一层次的城间旅客快速运输系统应该有较大的不同,同时与第三层次的、为城市自身公交服务的轨道交通系统也应有原则上的区别。因此搞好第二层次的建设是很重要的。

一、城际快速轨道交通在我国城间旅客快速运输系统结构中的定位

城际快速轨道交通应属城间旅客快速运输系统结构中的第二层次,是为某些具有枢纽、互补和孵化功能的城市群或城市链服务的,这些城市群或链,主

要是由各城市经济要素之间的联系发展起来的,并且往往是由于经济梯度推进,由极城市向某些地区辐射的结果,因此,为这些地区服务的城际轨道交通应具有经济性、区域性和快速性的特征。城际快速轨道交通速度竞争的对象不是市区的汽、电车,而是高速公路。为满足人们对时间和空间的需求,掌握好选用的速度及其发展,将是城际快速轨道交通系统建设的灵魂。如果不了解国家旅客快速运输系统的结构,不区别不同层次轨道交通的服务定位,在建设城际快速轨道交通的过程中,总想机遇难得,样样重要,处处设站,结果建成一个镇际或乡际的、与市区轨道交通相仿的慢速系统,和有些地区的市郊铁路运输情况一样,将为高速公路运输所淘汰。

## 二、城际快速轨道交通的主要功能

城际快速轨道交通的功能概括起来主要是服务乘客、发展经济、促进地区城市化、提高区位条件等方面。一般来说需要修建城际快速轨道交通的大多是经济比较发达、原有的交通和高速公路相对通达、人民的收入已开始进入私人机动车阶段的地区,因此服务乘客将面临速度和舒适性的挑战,这一点作为规划原则必须清晰。而且城际轨道交通系统必须对经济发展给予有力支持,对城市群中的每个城市、重点建设的项目、重大发展的地区、有重要意义或大规模的旅游休闲区应设站。特别是结合我国城市化发展的形势,利用修建城际轨道交通系统的机遇,进行土地使用布局的调整。西方国家预测到2020年,亚洲城市化人口将从现在的35%增长到50%,中国是后来发展的工业化国家,城市化进程将大大缩短,到2020年中国城市化水平将从1980年的35%、城市人口1.2亿

人增加到城市化水平 缘%~缘%, 城市人口将激增到 缘亿~缘亿。如果我们利用修建城际快速轨道交通网络的机遇,按照适宜人群居住和创业、有利城镇环境和设施配套的原则,遵循有机分散的理论,把森林引入由快速轨道交通串联起来的星罗棋布的中小城镇,那么这个地区的区位条件、风格品位和社会经济发展的功能将会上一个台阶,也为城市化进程留下足够的空间。如果我们城市地区的发展是沿着一条慢速的轨道交通线路呈带状发展,那么从长远看将是很不利的。

三、城际快速轨道交通客流的性质和分布形态

从出行目的分析,城际快速轨道交通和市区轨道交通相比,一般来说没有上下班或上、放学的客流,这部分客流,从各城市出行调查的数量统计看,大约点 缘%~缘%。再从业务、社交、购物、休闲等目的看,前者的频次要少得多。随着经济的发展,人们的活动越来越频繁,经济的规模与人们的活动范围之间有着密切的关系。欧美各国及日本,当人均 圆万美元之后,尽管地理条件、社会条件和经济结构有所不同,人均旅程基本达到 缘公里左右,也就是平均 猿人·亩,这个数字是包括全方式、全目的的出行,可以作为 缘年城市群快速客运交通数量的参考值。

从以上论述可知:

(员)城际快速轨道交通客流的数量与市区轨道交通的数量是不同量级的(这点也可以从线路经过地区的人口密度曲线得到证实),见图 员

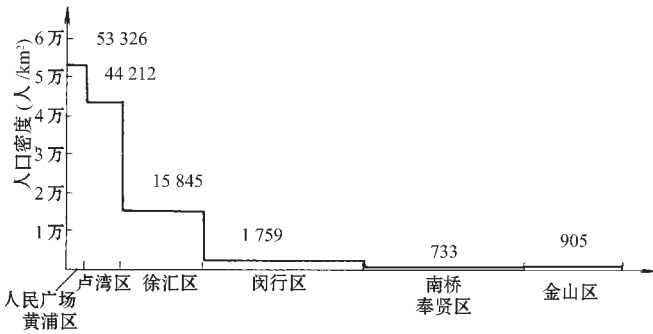


图 员 上海 缘线人口密度分布图

因此,不可以市区的客流标准来要求城际快速轨道交通,甚至是市域轨道交通,否则会造成很大的浪费。

(圆)城际快速轨道交通客流的平均乘距比较长,因此对速度和舒适性有较高的要求,同时还有直达性、减少换乘的要求。

(猿)客流的分布形态是反映经济辐射的形态,越靠近城市群的极城市客流越大,如果是联系两个极城市的线路,客流量的分布形态是两头大、中间小,与市区的轨道交通客流量呈两头小、中间大的梭子形分布是不同的。

理解了以上几点,我们在建设城际快速轨道交通时,就应有自己的特点,不要延续修建市区轨道交通的概念。其实在国家规划中提到的 猿个城市群或城市群,从地域看有 源万~苑万 噪,相当于欧洲一些不算很小国家的铁路网了,因此应该更多地把他们特点、标准、方式运用到城际快速轨道交通系统建设中来,可能更切实些。

四、城际快速轨道交通系统工程的选择

(员)线路布置形式:我们有些城市群的规划,只是将所有城市互相简单地联系起来,城市之间的线路运行是独立的,不同线路之间是换乘的关系。我们建议根据经济辐射的规律布置成树枝状的组合,减少过大的线网规模,争取主要城市之间尽量有直达运营的车次。在极城市应与国家规划的第一层次的城间旅客快速运输系统相衔接,并尽量利用这个系统服务于两个极城市之间,成为更高速度的的一种选择(如磁悬浮或高速铁路),而且应与各城市的市区轨道交通,包括城市的地区快线、地铁、轻轨或地面电车,或其他交通枢纽相连接,使其更好地为市区交通服务。

(圆)城际快速轨道交通客运强度不大(日本的高速铁路 源万人 辆可作为参考),线路所经大部分地段经济实力远不如市区(见图 圆),但环境相对容易协调,因此线路应以地面和高架为主,以最经济的方式,沿着路边、林边、河边敷设,以尽量避免过大的投资和将来过高的运营费用,实现自主的经营原则,否则将线路都埋在地下,其实是对轨道交通的结构层次不理解,是对环境负面影响的一种心理定势,可能是一个误区。从环保权威部门列出的噪声表看,大卡车是 怨,大型公共汽车是 愿,小型公共汽车和市区轨道交通是 愿,可见我们应从误区走出来了。

(猿)城际快速轨道交通的运营组织在大站点之间应组织过轨运行,减少换乘量,车站尽量设置越行配线,使运营组织更加灵活,将来可开行快、慢车的行车方式,兼顾乘客的不同需要。

(源)线路标准、站间距和列车性能,应保证列车的运营速度不低于 愿,这样才会有一定竞争力。

(六转第 愿页)

LIGHT  
RAIL

# 城市地铁超大断面浅埋暗挖施工技术

赵玉奎 程 炜 (中铁十六局集团地下工程指挥部)

**摘 要** :以北京地铁复八线王-东区间为依托的城市松散含水地层中复杂洞群浅埋暗挖施工技术荣获了国家科技进步二等奖,超大断面施工是其核心技术之一,本文结合工程实际详细阐述了浅埋暗挖超大断面的施工方法。

**关键词** :松散含水地层 浅埋暗挖 超大断面 施工技术

## 一、前 言

我国铁路交通系统从 19 世纪 50 年代起开始修建大跨度隧道,但没有认真考虑和研究施工工法与衬砌结构之间,结构的受力特点和适应地质条件变化等关系,施工方法多采用侧壁导坑或台阶法等分部开挖法。衬砌厚度较厚,一般都在 1.5m 以上,有的甚至达到 2.5m 厚,不强调初期支护的作用,仅将初期支护视为临时支护和加固作用,因而二次衬砌过强。20 世纪 80 年代以后修建大跨度铁路隧道的技术有所发展,强调根据结构的受力特点和适应地质条件的变化来设置结构断面,比较重视初期支护的作用,断面形式上无论何种情况均设置临时仰拱,受力比较合理,开挖方式较多,并将工法与结构形式相联系起来考虑设计和施工方面作了一些有价值的尝试。

在松散地层中修建的地铁区间大跨度隧道结构相对较为扁平,分部开挖过程中,初期支护的内力变化较大,最大轴力和弯矩均出现在开挖分部。对施工方法的合理性要求较高,否则可能有过多的临时支护需拆除,从而使结构受力体系转换频繁。

## 二、工程概况

北京地铁复八线王府井站至东单站区间位于地上车水马龙、地下管网密布、两侧高楼林立的东长安街下,全长 1.2km(见图 1),是一个具有双向折返、停车检修,并与地铁八号线联络接轨的大型地下洞群系统工程(见图 1),是目前国内结构最复杂的区间工程。开挖断面从 12.5m 宽到 18.5m 宽,其中最大断面达 18.5m 宽,为目前国内最大的单跨地铁隧道断面,大断面隧道累计长 1.2km,但分布离散,最短的一段仅长 100m,给设计、施工带来了新的难点。

区间隧道处在永定河冲、洪积扇脊部中下部第四纪地层,表层为填土层,往下依次为轻亚黏土层,亚黏土层,粉细砂层,圆砾层,亚黏土层,中细砂层(见图 2)。整个为 I 类围岩,地层成拱条件差,易坍塌,加之地处交通要道,受地面震动大。

同时,本段蕴藏有上层滞水、潜水、承压水。上层滞水水位及水量受季节性大气降水及城市地下给排水管道渗漏等影响,变化较大,其局部埋深为 1.5m,

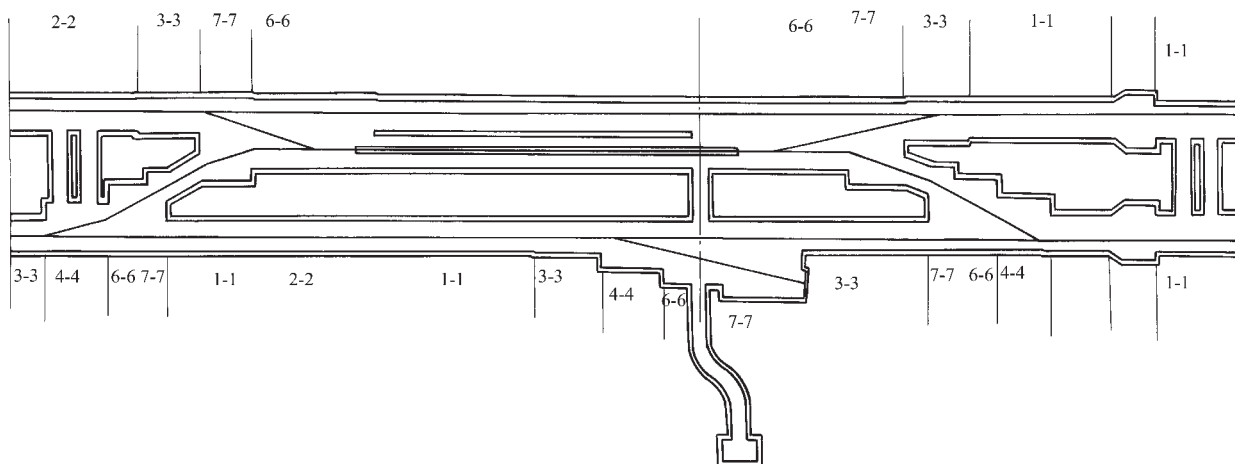


图 1 王府井-东单区间平面图

LIGHT  
RAIL

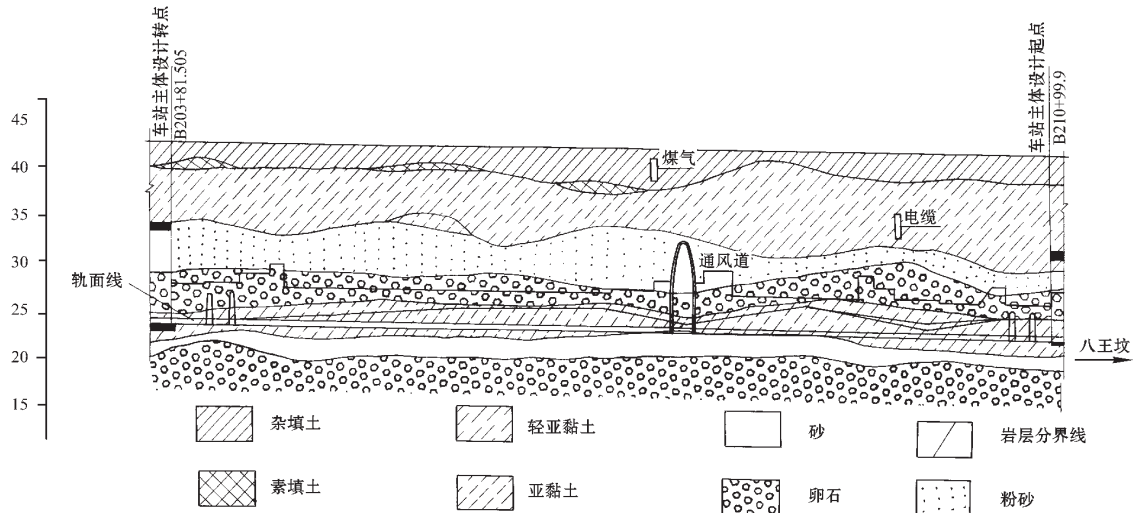


图 圆 王 甄 区 间 地 质 剖 面 图

潜水存在于粉细砂层、圆砾层、卵石层,渗透系数高达 1.5,承压水水位在 20m 左右,其含水层厚度大,水头高,单位涌水量大,渗透系数高达 1.5。由于地下水的存在,隧道易产生流砂现象,隧道底部在承压水作用下,有可能引起突涌或隆起。

### 三、施工方案选择

根据国内外工程实践,对浅埋暗挖大断面隧道,可供选择的施工方法主要有台阶法、临时仰供台阶法、眼镜工法、悦阅工法、悦阅工法等,见表 1。

表 1 大断面隧道基本施工方法的适应性评价

工法名称	台阶法	临时仰拱台阶法	眼镜工法	悦阅工法	悦阅工法
工法安全性	不够安全	不够安全	安全	较安全	安全
施工难度	大	大	一般	小	小
技术难度	低	低	较高	较高	高
预测地铁沉降	愿	愿	猿	苑	猿
施工速度	低	低	高	中	高
工程造价	低	低	高	中	高
适应范围	技术熟练,工程条件好	跨度较大,工程环境好	跨度大,安全要求高	地质差,安全要求高	地质差,难度大,安全要求高

对施工方法的评价主要从进度、安全及经济等因素来综合评价,如表 1 所示,设定为 粤月悦三级,满足 粤级较多的方法为首选施工方法(见表 1)。

这些方法各有利弊,从控制沉降和安全的角度,优选的顺序应为眼镜工法→悦阅工法→悦阅工法→临时仰拱台阶法→台阶法。结合有限元分析及断面尺寸本区间 选和 选大断面隧道选用了眼镜工法。

表 圆 大断面隧道施工方法评价

评价项目	评价基准		
	粤	月	悦
适应性	能适应	创造条件能适应	很难实现
实现性	能实现	创造条件能实现	很难实现
工期	比目前的施工方法速度快	与目前施工方法速度相当	比目前施工进度低
安全性	不采取超前支护、围岩也没有坍塌的危险性	采取一定程度的超前支护、能防止围岩坍塌	没有防止围岩坍塌的对策或不充分
适应性	现有技术的组合、能实现大断面施工	大断面施工有困难,若断面分部小,还是有可能的	即使断面分部小,也很难适应大断面施工
技术性	单一或两项的施工技术组合,易协调,省时省力	数种施工技术相结合,协调困难,省时省力	技术复杂,协调困难,不能省时省力
经济性	工程费用比过去少	工程费用与过去相当	工程费用比过去高

### 四、辅助工法措施

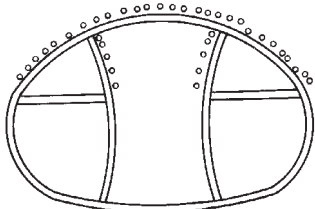
采用大管棚超前支护,部分大断面段用小导管注浆超前支护。

诸多工程实例表明,管棚的超前支护对提高工作面的稳定性、控制沉降、提高初期支护的安全度均有较好的作用。但大管棚工较低,本区间除部分段采用管棚支护外,在长度较短的大断面段,仅采用小导管超前支护,注浆加固。

采用“猿”空间有限元程序,对 苑大断面眼镜工法进行了施工开挖过程模拟。分析中未考虑大管棚的预支防作用,初期支护厚度 猿。两侧眼镜导坑同时施工,共有 源个开挖分部,分别为眼镜上导坑、眼镜下导坑、中部上导坑和中部下导坑,各部台阶长度为 缘皂的超短型,各部断面的每步开挖进尺为 员皂,格栅喷混凝土初期支护紧跟其后。

施大断面开挖支护完成后模拟结果为:最大地表沉降 15mm,最大拱顶下沉 10mm,墙腰最大收敛 10mm,地板最大隆起 10mm,各项变形均在允许控制范围内;最大应力区为眼镜导坑内、外侧拱脚和墙顶部位,最大压应力为 0.5MPa,而拱顶拉应力为 0.2MPa,仰拱中心压应力为 0.3MPa,格栅拱架各部位应力均较小。

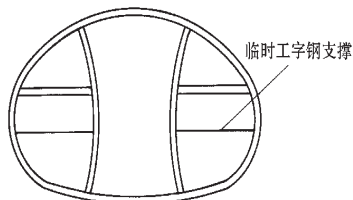
支护参数如下(设置如图猿所示):



图猿 小导管布置示意图

- 小导管长: 1.5m, 搭接 0.5m。
- 外插角: 15°~30°
- 布置: 环向布置间距 1.0m。
- 注浆区域: 开挖轮廓线外 1.0m。
- 注浆材料: 改性水玻璃, 浆液呈弱酸性。
- 尽量使每一开挖分部早封闭。

在断面开挖中,严格控制格栅拱架间距,当开挖达设计尺寸,即用格栅钢架喷混凝土封闭。眼镜下部台阶面比较高(约 1.5m),且有透镜体砂层,又可将下部分成两部分开挖支护,中间增加一道临时工字钢支撑,如图源所示。



图源 初期支护临时钢支撑

及时进行拱背回填注浆

初期支护时,拱顶预埋回填注浆管( $\phi$  50mm 钢管),间距 2.0m 左右,进行拱背回填注浆工作,注入 1:1 水泥浆液。

利用监控量测反馈信息,指导施工

从施工结果来看,实测最大沉降值为 15mm,收敛值 10mm,拱顶下沉 10mm,说明采用的方法措施是正确合理的。

五、二次衬砌结构施工与部分临时支护拆除

初期支护完毕后,进入二衬模筑混凝土施工阶

段,此时需拆除眼镜内侧喷混凝土临时支护,理想的状态是全部一次拆除,拱墙二衬一次施作。为此,进行了受力分析,并试验研究。

理论分析情况

经理论分析,拆除临时支护后,最大地表沉降增大到 20mm,最大拱顶下沉 15mm,各项变形值也均在允许控制范围内,最大应力区为隧道拱脚和墙顶部位,最大压应力为 0.6MPa,而拱顶拉应力为 0.3MPa,仰拱中心拉应力为 0.4MPa,仅拱顶喷混凝土拉应力超强,但格栅拱架各部位应力仍然较小。

现场试验情况

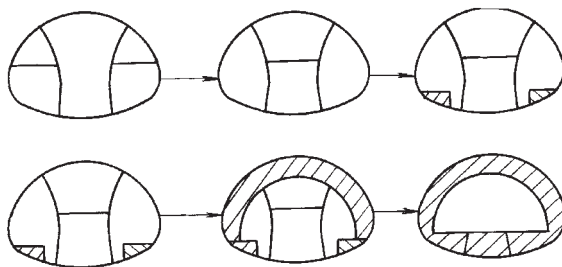
为了验证理论分析结果,破除了 1.5m 长的临时支护。其中逐段先破除一侧临时支护(1.5m 长带)在变形不大的情况下割除钢筋,然后破除另一侧临时支护,逐段破除,严密监测,累计地表最大沉降值为 15mm,基本与理论值吻合。

实施及效果

为确保安全施工和施工质量,采取以下步骤施工:

- (1) 用 10 号工字钢连接眼镜临时仰拱,间距 1.5m。
- (2) 破除临时仰拱。
- (3) 在眼镜内模筑底板混凝土。
- (4) 在临时支护打立二衬支撑架。
- (5) 破除临时支护。
- (6) 仰拱施工。
- (7) 拱墙模筑混凝土。

详见图缘二衬施工流程图。



图缘 二衬施工流程图

六、结束语

地铁王东区间施工中未出现坍塌及涌水砂事故,有效控制了地表沉降,沿线管网线路做到不断裂、不渗漏,保持了地面交通和商贸等各种社会活动的正常进行,保证了结构的整体性及防水质量,并提前 1 个月完成了区间的施工,被誉为全线的样板工程,荣获了国家建筑工程“鲁班奖”和国家科技进步二等奖。

LIGHT RAIL

# 顶入式箱形桥预制箱身长度的合理确定

陈东杰 (同济大学)  
王国民 肖志佩 (上海铁路局)

**摘要** 箱身预制是箱形桥工程中重要的工序之一。箱身预制长度主要取决于箱形桥的混凝土水化热、干缩和环境温差三大主要因素。对于混凝土标号相同的箱身,其预制长度随箱身壁厚变厚而变小;对于壁厚相同的箱身,其预制长度随箱身混凝土标号提高而变大。

**关键词** 箱形桥 预制长度 确定

混凝土箱形桥施工,一般分为工作坑开挖、箱身预制、线路加固、箱身顶进及线路养护等程序。其中,箱身预制是工程的重要工序之一。箱身预制长度是设计按照结构受力及构造要求确定的,一般认为预制长度  $L$  与外高  $H$ 、外宽  $B$  一般应满足  $L \geq H$  及  $L \geq B$ 。但在一定的施工条件下,预制箱身超过一定长度后,混凝土箱身会出现明显的竖向裂缝,严重时贯穿箱身。箱身预制长度的变化存在着一定规律,研究这种规律,对于合理确定箱身预制长度是很有现实意义的。本文通过对箱形桥的混凝土水化热、混凝土干缩和环境温差三大因素综合分析,探讨了箱身预制长度的变化规律,并给出了一些常用的箱身预制长度,可供实际工程参考。

## 1 箱身预制长度计算理论

在箱身预制阶段,不存在外荷载作用。影响箱身预制长度的主要因素为混凝土水化热、混凝土自身干缩和外界温降。混凝土水化热主要与水泥品种、配合比及模板条件等有关。箱身混凝土浇筑后,箱身混凝土产生水化热,并且温度逐渐升至最高;随着时间的推移,箱身混凝土降温并开始收缩;由于先期浇筑的底板混凝土对箱身墙板的约束作用,使箱身板墙内产生拉应力;当箱身板墙内的拉应力超过其容许抗拉强度时,箱身就会产生裂缝。混凝土自身干缩是混凝土所具有的一种特性,主要与配合比、振捣、养护、配筋等有关。环境温差是指混凝土入模温度与环境温度相对稳定时的温度差,它对箱身混凝土同样产生收缩影响。混凝土水化热、混凝土自身干缩和外界温降

的共同作用是箱身混凝土产生裂缝的主要原因。这种竖向裂缝一般发生在接近箱身总长的  $L/3$ 、 $2L/3$  等处。

预制箱身长度计算公式推导如下。

对任一坐标  $x$  处(见图1),其位移

$$\Delta u = \int_0^x \epsilon_{\sigma} dx + \int_0^x \epsilon_{\text{自}} dx + \int_0^x \epsilon_{\text{热}} dx \quad (1)$$

式中  $\epsilon_{\sigma}$ ——底板约束引起的应变,  $\epsilon_{\text{自}}$ ——

$\epsilon_{\text{自}}$ ——混凝土自身收缩率;

$\epsilon_{\text{热}}$ ——混凝土水化热引起的应变率。

取任一微元素  $dx$  由  $\sum \Delta u = 0$  得:

$$\int_0^x \epsilon_{\sigma} dx + \int_0^x \epsilon_{\text{自}} dx + \int_0^x \epsilon_{\text{热}} dx = 0 \quad (2)$$

其中  $H$ 、 $B$  分别为箱身高、宽,  $\tau$  为地基水平阻力系数。

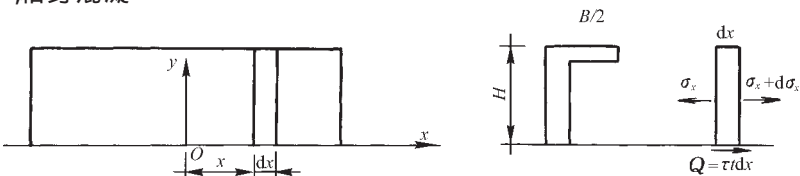


图1 箱形桥结构计算简图

对(2)求导:

$$\epsilon_{\sigma} + \epsilon_{\text{自}} + \epsilon_{\text{热}} = 0 \quad (3)$$

因  $\sigma_x = \tau$ ,  $\epsilon_{\text{自}} = \epsilon_{\text{自}}$

则  $\frac{\sigma_{\text{越}}}{\sigma_{\text{原}}} = \frac{\sigma_{\text{越}}}{\sigma_{\text{原}}} \frac{\sigma_{\text{越}}}{\sigma_{\text{原}}} \frac{\sigma_{\text{越}}}{\sigma_{\text{原}}}$  (源)

代入(圆式),

得  $\frac{\sigma_{\text{越}}}{\sigma_{\text{原}}} = \frac{\sigma_{\text{越}}}{\sigma_{\text{原}}} \frac{\sigma_{\text{越}}}{\sigma_{\text{原}}} \frac{\sigma_{\text{越}}}{\sigma_{\text{原}}}$

设

$$\beta_{\text{越}} = \sqrt{\frac{\sigma_{\text{越}}}{\sigma_{\text{原}}}}$$

$$\frac{\sigma_{\text{越}}}{\sigma_{\text{原}}} = \beta_{\text{越}}^2 \frac{\sigma_{\text{越}}}{\sigma_{\text{原}}} \quad (\text{远})$$

方程(远)通解:

$$\frac{\sigma_{\text{越}}}{\sigma_{\text{原}}} = \beta_{\text{越}}^2 \frac{\sigma_{\text{越}}}{\sigma_{\text{原}}} \quad (\text{苑})$$

由边界条件:

$\frac{\sigma_{\text{越}}}{\sigma_{\text{原}}} = \beta_{\text{越}}^2 \frac{\sigma_{\text{越}}}{\sigma_{\text{原}}}$

$\frac{\sigma_{\text{越}}}{\sigma_{\text{原}}} = \beta_{\text{越}}^2 \frac{\sigma_{\text{越}}}{\sigma_{\text{原}}}$

$$\frac{\sigma_{\text{越}}}{\sigma_{\text{原}}} = \beta_{\text{越}}^2 \frac{\sigma_{\text{越}}}{\sigma_{\text{原}}} \quad (\text{愿})$$

得位移及应力表达式:

$$\frac{\sigma_{\text{越}}}{\sigma_{\text{原}}} = \beta_{\text{越}}^2 \frac{\sigma_{\text{越}}}{\sigma_{\text{原}}} \quad (\text{怨})$$

$$\sigma_{\text{越}} = \beta_{\text{越}}^2 \frac{\sigma_{\text{越}}}{\sigma_{\text{原}}} \quad (\text{员园})$$

曾园糟曾员得:

$$\sigma_{\text{越}} = \beta_{\text{越}}^2 \frac{\sigma_{\text{越}}}{\sigma_{\text{原}}} \quad (\text{员员})$$

当水平应力达到抗拉极限强度时,混凝土的拉伸变形达到极限变形,此状态下蕴即为不产生裂缝的最大间距:

$$\sigma_{\text{越}} = \epsilon_{\text{越}} \frac{\sigma_{\text{越}}}{\sigma_{\text{原}}}$$

$$\frac{\sigma_{\text{越}}}{\sigma_{\text{原}}} = \epsilon_{\text{越}} \frac{\sigma_{\text{越}}}{\sigma_{\text{原}}}$$

$$\frac{\sigma_{\text{越}}}{\sigma_{\text{原}}} = \epsilon_{\text{越}} \frac{\sigma_{\text{越}}}{\sigma_{\text{原}}}$$

$$\frac{\sigma_{\text{越}}}{\sigma_{\text{原}}} = \epsilon_{\text{越}} \frac{\sigma_{\text{越}}}{\sigma_{\text{原}}}$$

所以

$$\left[ \frac{\sigma_{\text{越}}}{\sigma_{\text{原}}} \right] = \frac{\sigma_{\text{越}}}{\sigma_{\text{原}}} \quad (\text{员圆})$$

当  $\sigma_{\text{越}}$  稍超过  $\epsilon_{\text{越}}$  时,间距减少一半,得:

$$\left[ \frac{\sigma_{\text{越}}}{\sigma_{\text{原}}} \right] = \frac{\sigma_{\text{越}}}{\sigma_{\text{原}}} \quad (\text{员员})$$

取平均值:

$$\left[ \frac{\sigma_{\text{越}}}{\sigma_{\text{原}}} \right] = \frac{\sigma_{\text{越}}}{\sigma_{\text{原}}} \quad (\text{员圆})$$

公式中,如栽为正值(升温),极限应变 $\epsilon$ 为负值(压应变);如栽为负(降温或收缩),极限变形为正值(拉伸)。

### 圆 箱身预制长度的变化规律

#### 圆 箱身预制长度计算

根据前面推导的公式,对常见的箱形桥预制长度进行计算分析。主要计算条件如下:为便于比较,环境温度均取原园益,配筋率均取园缘,箱身混凝土材料及配比见表员按正常工地条件养护员缘计算,箱身有效计算高度取猿缘糟取员缘率缘。

计算结果见表圆平均长度变化规律见图圆

表员 箱身混凝土配合比取值表

	宰 (噪)	悦 (噪)	杂 (噪)	郎 (噪)	粉煤灰 (噪)	减水剂 (噪)	塌落度 (皂)
悦园	员缘	猿园	愿愿	员园园		员缘 (普通)	员园园
悦缘	员缘	猿缘	愿园	员园园		员缘 (普通)	员园园
悦园	员缘	猿缘	苑缘	员园园		员缘 (普通)	员园园
悦缘	员园	猿缘	苑园	员园园		员缘 (普通)	员园园
悦园	员园	源缘	远愿	员园园		员缘 (普通)	员园园
悦缘	员园	源缘	苑园	员园园	缘	远缘 (高效)	员园园
悦园	员缘	源缘	远园	员园缘	缘	远缘 (高效)	员园园

注:缘缘普通硅酸盐水泥、中粗砂、一般粗集料,配合比经实际工程统计并参照有关文献取用。

表圆 箱形桥箱身预制长度参照表 单位:皂

箱身壁厚	混凝土标号	缘	缘	[蕴]
缘	悦园	园园	员缘	员园园
	悦园	园园	员缘	园园
	悦园	猿园	员缘	园园
苑	悦园	员园	愿愿	员园园
	悦园	园园	愿愿	员园园
	悦园	园园	员园	员园园
怨	悦园	员园	愿愿	员园园
	悦园	员园	愿愿	员园园
	悦园	员园	愿愿	员园园

主要计算条件:环境温度均取原园益,配筋率均取园缘,正常工地条件养护员缘,箱身有效计算高度取猿缘糟取员缘率缘。

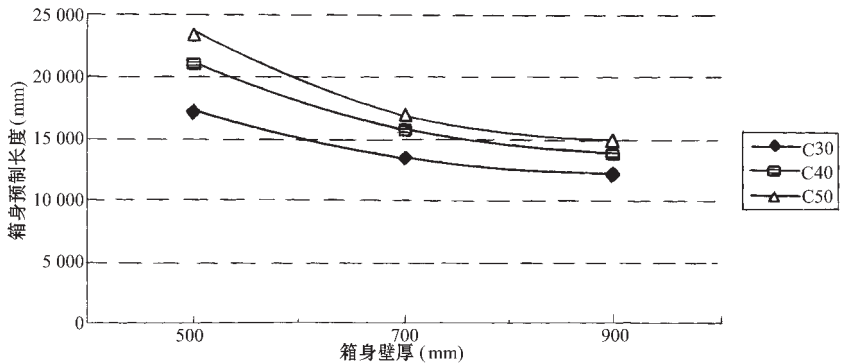


图 圆 箱身预制长度与混凝土、壁厚关系图

圆 箱身预制长度的变化规律

通过以上分析,可以得出箱形桥箱身预制长度的变化规律。

(员)对于不同壁厚、不同标号的箱身,其预制长度是不同的,箱身预制长度主要取决于其混凝土标号、混凝土自身收缩和环境温差三大因素。在工程实践中,应综合分析这些因素,以确定不同情况下合理的箱身预制长度。

(圆)对于混凝土标号相同的箱身,其预制长度随箱身壁增厚大而减小。这主要是因为:在环境温度不变的情况下,混凝土水化热与混凝土干缩作用均随厚度增加而趋强;在混凝土抗裂度未提高的情况下,使得箱身预制长度减小。

(猿)对于壁厚相同的箱身,其预制长度随箱身混凝土标号提高而变大。这主要是因为:尽管由于混凝土标号的提高,水化热作用有所增强,但混凝土的抗裂度也同时得到提高,并且其提高所带来的效果超过了水化热增强所带来的不利作用,使得箱身预制长度

变大。

猿 工程实例

(员)某铁路箱形桥,位于沪宁铁路线运源处,东箱身外高伊外宽为远缘米,全长怨米,箱身壁厚苑米,悦源商品混凝土,分段预制。第一段箱身预制长度为圆米,基础底板圆米,源日完成混凝土浇捣,猿月圆日箱身预制完毕。猿月源日进行箱身模板

拆除后,发现箱身产生有规则竖向裂缝,缘条,裂缝距底板缘米处,长度猿米左右,宽度达园毫米。经分析,排除地基沉降及施工操作等因素。按箱身预制长度计算理论分析后,将箱身预制长度改为员米,箱身接头设置诱导缝联结,解决了箱身裂缝问题。

(圆)某铁路箱形桥,位于上海地区,箱身外高伊外宽为苑米,箱身壁厚缘米,长员米,采用悦源商品混凝土。基础底板缘米,源日完成混凝土浇捣。根据箱身预制长度理论分析后,决定取全长员米为预制长度,于远月源日完成箱身预制;猿月源日后拆除模板,箱身混凝土表面良好,无明显裂缝。

参考文献

- 员 吴毓驊.软土地基顶桥的一些措施与建议.上海铁路局工程总公司论文集( I ),1996( 9 )
- 2 王铁梦.建筑物裂缝控制.上海:上海科学技术出版社,1993
- 3 徐伟,苏宏阳.建筑工程分部分项施工手册.北京:中国计划出版社,1999

LIGHT RAIL

(上接第 圆页)

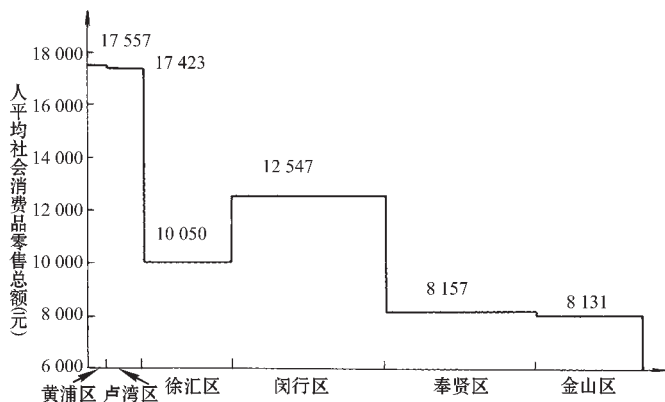


图 圆 上海 圆号线人平经济承受能力图

(缘)可适当采用短编组的列车,发车频率相对要

高,把提高服务水平作为规划的重要原则。

(远)修建的顺序应符合经济梯度推进的规律,通过城际快速轨道系统,缩短时空距离,拓展城市发展空间,调整配置资源,弱化马太效应,促进经济的共同发展。

过去修建市区轨道交通,由于大家没有经验,经常注意不要把大铁路的概念直接引用到轨道交通建设上来。现在修建城际轨道交通了,也应注意不要把市区轨道交通的技术经济概念直接引用过来。我国大连在修建源处类似的城际快速轨道交通,每公里才源万多万元,这是很值得我们剖析的实例。 ■



网络单元是配线平台的核心设备，它采用标准的物理传输标准，通过适配层将各种语音、音频、数据、视频及业务映射至标准帧结构中透明传输，如图 10 所示。网络单元分为三层：用户业务接入层、适配层和 SDH 传输层。用户业务接入层主要完成各种业务的直接接入和数字编解码；适配层主要完成不同结构的业务与标准帧结构的适配、综合；SDH 传输层实现支路信号的交叉与标准帧结构的传输。网络管理接口模块对网络单元进行配置、性能及故障管理。

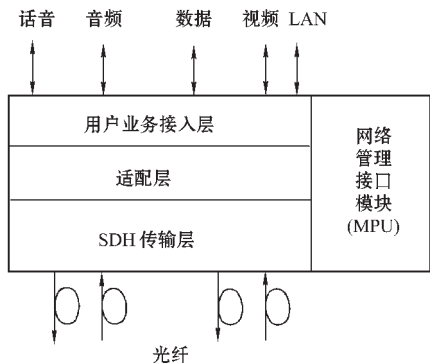


图 10 网络单元的功能结构图

网络单元由下列模块组成：

- (1) 网络管理接口模块
- (2) 多源光群路模块
- (3) 复用及交叉模块
- (4) 标准通信协议接口模块，包括：
  - 压缩视频输入模块
  - 解压缩视频输出模块
  - 圆压缩视频输入模块
  - 圆解压缩视频输出模块
  - 音频接口模块
  - 接口模块
  - 接口模块
  - 源接口模块
  - 接口模块
  - 接口模块
  - 低速异步数据接口模块
  - 高速异步数据接口模块
  - 同步数据接口模块
  - 接口模块
  - 接口模块
  - 接口模块
  - 客户定制的特殊接口模块

上述这些用户接口模块中，模块集音频编码

及解码于一体，通过板上硬件跳线实现音频编码或音频解码，音频编码模块连接广播音源，音频解码模块连接功率放大器，模块连接摄像机或视频源，模块连接监视器，模块与模块相互对应，分别连接交换机和普通电话机，模块与模块相互对应，分别连接交换机及终端。

模块与连接，实现对平台的故障管理、性能管理、配置管理等。模块主要实现源光信号的收发、支路交叉连接和网络同步，模块完成信号的异步映射、字节同步映射和信号的交叉连接，同时提供路接口。

网络单元是一个标准高度的机箱，共有个槽位，如图 11 所示。槽位固定插入相应的电路功能模块，槽位分为组，为宽带业务槽位，为窄带业务槽位。模块只能插入宽带业务槽位，其他接口模块既可插入宽带业务槽位，也可插入窄带业务槽位。

除提供上述用户业务接口模块外，平台还将不断推出各种新的标准通信协议接口模块，以满足用户不断增长的需求。

平台采用下列种网络同步方式保证传输平台的同步：

(1) 外部参考定时模式：平台的设备中的内部时钟锁定于外部参考时钟。这种模式用于连接到外部参考定时源的。

(2) 线路同步模式：所有的信号应同步于从某个输入信号分解出的同步信号。这种模式适用于平台大部分的。

网络管理终端通过接口可与平台中任何一个网络单元相连，它通过帧结构中的信道对整个平台进行集中管理，包括配置管理、性能管理、故障管理、安全管理、日志管理等。

视频切换控制台是数字视频切换传输的必备设备，它通过接口与平台网络单元的模块相连。发出的切换控制命令通过模块的数据通道广播发送至平台的各个，根据收到的命令将选择的摄像机视频信号传输至对应的监视器。平台中可设置多个独立的，以满足控制中心不同管理人员的电视监控需求。如在系统中不需要数字视频切换传输功能，就不



- 帧结构 : 帧长 1 帧 ( 帧长 1 帧 )
- 复用映射结构 : 帧长 1 帧 ( 帧长 1 帧 ) 帧长 1 帧
- 传输速率 : 1 帧 ( 帧长 1 帧 )
- 光接口 : 帧长 1 帧 ( 帧长 1 帧 ) 帧长 1 帧
- 误码性能 : 满足 帧长 1 帧 ( 帧长 1 帧 ) 帧长 1 帧
- 抖动与漂移性能 : 满足 帧长 1 帧 ( 帧长 1 帧 ) 帧长 1 帧
- 光纤 : 帧长 1 帧 ( 帧长 1 帧 ) 帧长 1 帧
- 波长 : 帧长 1 帧 ( 帧长 1 帧 ) 帧长 1 帧
- 光连接器 : 帧长 1 帧 ( 帧长 1 帧 ) 帧长 1 帧

- 保护机制 : 标准 帧长 1 帧 ( 帧长 1 帧 ) 帧长 1 帧
- 保护切换时间 : 帧长 1 帧 ( 帧长 1 帧 ) 帧长 1 帧
- 恢复时间 : 帧长 1 帧 ( 帧长 1 帧 ) 帧长 1 帧
- 外部同步接口 : 帧长 1 帧 ( 帧长 1 帧 ) 帧长 1 帧
- 平台允许最大的 帧长 1 帧 ( 帧长 1 帧 ) 帧长 1 帧
- 系统 帧长 1 帧 ( 帧长 1 帧 ) 帧长 1 帧

表 员 通信协议接口模块的主要技术指标

项目	接口标准	每个模块支持的最大通道数目	每个通道可支持的信道类型	平台分配每个通道的传输带宽	外部连接器类型	备注
云杂	圆线音频 阻抗 100Ω 阻抗 100Ω 阻抗 100Ω	1	点对点	1	1	满足 帧长 1 帧 ( 帧长 1 帧 ) 帧长 1 帧
云韵	圆线音频阻抗 100Ω	1	点对点	1	1	满足 帧长 1 帧 ( 帧长 1 帧 ) 帧长 1 帧
源味云	源线音频 阻抗 100Ω	1	点对点	1	1	满足 帧长 1 帧 ( 帧长 1 帧 ) 帧长 1 帧
帧云-栽	帧长 1 帧 ( 帧长 1 帧 ) 帧长 1 帧	1	点对点	1	1	帧长 1 帧 ( 帧长 1 帧 ) 帧长 1 帧
帧云-孕	帧长 1 帧 ( 帧长 1 帧 ) 帧长 1 帧	1	点对点	1	1	帧长 1 帧 ( 帧长 1 帧 ) 帧长 1 帧
帧云-源	帧长 1 帧 ( 帧长 1 帧 ) 帧长 1 帧	1	点对点	1	1	帧长 1 帧 ( 帧长 1 帧 ) 帧长 1 帧
帧云-源	标准 帧长 1 帧 ( 帧长 1 帧 ) 帧长 1 帧	1	点对点、点对多点、总线	1	1	硬件跳线设置接口类型 ; 接口通信速率 : 帧长 1 帧 ( 帧长 1 帧 ) 帧长 1 帧
帧云-源	标准 帧长 1 帧 ( 帧长 1 帧 ) 帧长 1 帧	1	点对点、点对多点、总线	1	1	硬件跳线设置接口类型 ; 接口通信速率 : 帧长 1 帧 ( 帧长 1 帧 ) 帧长 1 帧
帧云-源	标准 帧长 1 帧 ( 帧长 1 帧 ) 帧长 1 帧	1	点对点、点对多点	1	1	接口通信速率 ; 帧长 1 帧 ( 帧长 1 帧 ) 帧长 1 帧
帧云-源	帧长 1 帧 ( 帧长 1 帧 ) 帧长 1 帧	1	点对点、切换传输	1	1	满足 帧长 1 帧 ( 帧长 1 帧 ) 帧长 1 帧
帧云-源	帧长 1 帧 ( 帧长 1 帧 ) 帧长 1 帧	1	点对点、切换传输	1	1	满足 帧长 1 帧 ( 帧长 1 帧 ) 帧长 1 帧
帧云-源	帧长 1 帧 ( 帧长 1 帧 ) 帧长 1 帧	1	点对点、切换传输	1	1	满足 帧长 1 帧 ( 帧长 1 帧 ) 帧长 1 帧
帧云-源	帧长 1 帧 ( 帧长 1 帧 ) 帧长 1 帧	1	点对点、切换传输	1	1	满足 帧长 1 帧 ( 帧长 1 帧 ) 帧长 1 帧
帧云-源	帧长 1 帧 ( 帧长 1 帧 ) 帧长 1 帧	1	点对点	1	1	每个通道支持 帧长 1 帧 ( 帧长 1 帧 ) 帧长 1 帧
帧云-源	帧长 1 帧 ( 帧长 1 帧 ) 帧长 1 帧	1	点对点	1	1	每个通道支持 帧长 1 帧 ( 帧长 1 帧 ) 帧长 1 帧
帧云-源	帧长 1 帧 ( 帧长 1 帧 ) 帧长 1 帧	1	点对点、共享环	1	1	帧长 1 帧 ( 帧长 1 帧 ) 帧长 1 帧
帧云-源	帧长 1 帧 ( 帧长 1 帧 ) 帧长 1 帧	1	点对多点	1	1	每个通道可设置为单声道或立体声 ; 每个通道 帧长 1 帧 ( 帧长 1 帧 ) 帧长 1 帧

LIGHT RAIL

- 典型功耗 :小于 1W (实际功耗取决用户接口模块的配置种类及数量)

- 工作温度 :-40~70℃

- 电源 :交流 220V (电压范围) 或直流 12V (电压范围)

- 网络单元外形尺寸 :19英寸 (宽) 4U (高) 150mm (深)

用户接口部分

表 1 给出了各种通信协议接口模块的主要技术指标。

视频切换控制台

- (员) 数字视频切换时间 :小于 1ms

- (圆) 允许连接的最大摄像机数目 :16个

- (猿) 允许连接的最大视频切换控制台数目 :16台

- (源) 每个视频切换控制台控制的最大监视器数目 :16台

接口

- (缘) 视频切换控制台与 控制台的接口 :

- 电气接口标准 :RJ-45

- 通信方式 :异步 ,位起始位 数据位 无校验

网络管理终端

- 通信速率 :10/100/1000Mbps

网络管理终端

- 与 控制台的 接口标准 :

- (员) 电气接口 :RJ-45

- (圆) 通信方式 :异步 ,位起始位 数据位 无校验

接口

- (猿) 通信速率 :10/100/1000Mbps

源 典型业务的接入

在地铁轻轨通信环境中 ,在车站(车辆段)一般只需配置 1个 网络单元 ,在运营控制中心(需配置多个 网络单元)之间通过二纤单向通道自愈环(或环)组成 光纤传输平台。一条地铁或轻轨线路可根据 车站和车站(车辆段)不同的地理位置分布组成 1个或 2个二纤 自愈环。和 安装在 车站,根据用户不同的应用需求 ,可能需要配置多个 灾备,如行车调度 灾备 防灾调度 灾备和总调 灾备,它们之间的切换控制相互独立。表 2 给出了地铁轻轨环境各种典型业务可能接入 平台的小结。

缘 总 结

本文简单地介绍了 光纤传输平台的组成、功能及主要技术指标 ,它具有丰富的标准通信协议接口模块、开放的传输体制及数字视频切换传输等主要特点 ,非常适应城市快速轨道交通各种业务的传输 ,同时也可广泛应用于高速公路、电力传输网、石油 天然气等管道设施、企业内部传输网及电信综合业务接入网等。

表 2 各种典型业务接入 平台的小结

业务种类	信道类型	接入标准通信协议接口模块种类		备 注
		车站(车辆段)	运营控制中心	
公务电话	点对点	模拟	模拟	模拟电话
		数字	数字	数字电话
交换机之间互连	点对点	数字	数字	
专用调度电话	点对点	模拟	模拟	模拟方式
		数字	数字	数字方式
	共享环	数字	数字	数字方式
无线音频	点对点	模拟	模拟	
无线控制数据	点对点或总线	数字	数字	
音频	点对多点	(解码功能)	(编码功能)	
控制数据	点对点或总线	数字	数字	
时钟数据	点对多点或总线	数字	数字	
视频监控数据	点对点或总线	数字	数字	