

高速公路通信管道设计关键技术*

孟春雷 王忠仁

(交通部公路科学研究所 北京 100088)

摘要 本文从管孔数量的确定、通信人手孔尺寸、管道的平纵面位置、管道过构造物的方法等多方面分析了高速公路通信管道的特殊性。

关键词 高速公路 通信管道 设计

The Crucial Techniques of Freeway communication Conduit Designs

Meng Chunlei

(Research Institute of Highway, Beijing)

Abstract From such aspects as the determination of conduit hole numbers, dimension of communication man holes, places of conduit horizontal and longitudinal profiles as well as methods for conduit passing over structures, the characteristics of freeway communication conduits are analysed in the paper.

Key words Freeway Communication conduit Design

0 概述

随着智能运输时代的到来及可视图像交通监视的需求,无线通信作为高速公路主干通信系统已成为过去。目前,我国拟建的高速公路中绝大部分均采用有线光纤作为其主干通信系统。考虑到通信技术发展的迅速,不同承包商通信系统的不同组成及要求,以及通信系统本身日后扩容、维修的需求,直埋铠装光缆的方法不足取。所以我国高速公路的绝大部分均设计有位于其中央分隔带下的通信管道,从而为日后高速公路通信系统的开通奠定了基础。然而,该专用通信管道的造价已几乎占到整个通信系统造价的一半,如何合理、有效地设计通信管道,已成为保障通信系统正常开通及其经济性的重要问题。尤其是在目前的设计中,尚无专用的设计标准,只能参照邮电部的有关设计标准执行。考虑到高速公路通信管道无论从信息量的大小,分布和设备环境都与邮电通信管道相差甚

远,因此,高速公路管道的管孔数量、管道的平、纵面位置、管道过构造物的类型及方法、通信人手孔的尺寸、管道材料的选择等许多方面均有其特殊性。如何针对这些特殊进行设计,使实施的通信管道更好地符合高速公路的使用要求,并最终形成高速公路通信管道的设计及施工技术规范,是目前高速公路通信管道设计中亟待解决的问题。

1 管孔数量的确定

高速公路预留通信管孔数量,一般包括高速公路现代化交通管理系统(ETMS)自用部分及可能的外系统租用管孔两部分组成。自用部分,一般按照一次设计,分期实施的原则,一次留足,使管孔数量不仅满足系统目前开通的需要,还要满足系统未来发展的需要。这部分管孔数量,可由ETMS系统的通信业务量分析计算确定。而外用部分则只能根据各条路的不同情况,各级管理部门的规划、市场需求及与建设

* 收稿日期 1997-01-24

第一作者 男,1974年生,实习研究员

单位协商意见而定。外用管理的数量没有可循的计算方法，但一般在工程实施前，能得到明确的结论，以考虑另外预留的管孔数量。两部分管孔数量之和即是应预留的管孔数量。

本文以某一管理所所辖 50km 的一段带有普遍意义的高速公路为例，分析系统自用管孔的最大可能数量。按常规设计，该段设管理设施为：管理所 1 处，养护工区 1 处，服务区 1 处，收费站 6 处（假设该段每 10km 一座立交），见图 1，根据交通量接近饱和时所需提供的服务及控制水平，假设外场设备布设如下：①紧急电话（ET）：100 对（每 500m 一对）；②车辆检测器（VD）：100 对（每 500m 一对）；③可变限速标志（CSLS）：10 对（每 5km 一对）；④可变情报板（CMS）：5 对（每 10km 一对）；⑤气象检测器（WD）一处，（设在管理所）；和⑥ CCTV 摄像机 50 个（每 1km 一个）。每个管理设施处公务设备按如下规模配置，即每一立交处（含收费站、通信站、变电站，但不含管理所所在立交）设业务电话（BT）40 部，指令电话（CT）1 部，传真（FAX）1 部；服务区设：BT60 部，CT2 部，FAX2 部；养护工区：BT40 部，CT2 部；管理所所在立交处，收费站设 BT20 部，收费分中心设 BT12 部，CT1 部，FAX1 部；监控分中心设 BT15，CT1 部，FAX1 部；通信站（通信分中心）设 BT10 部，CT1 部。在此处尚需为与总中心通信及移动通信预留语言（Voice）和数据（Data）通路。

管理设施	MD/MO			SA		
	A	B	C	D	E	F
路线及立交	----- ----- ----- ----- ----- -----					
桩号	K0	K10	K20	K30	K40	K50
管理设施	TS	TS	TS/MD	TS SA	TS	TS

图 1 该 50km 高速公路管理设施分布情况图

注：TS：收费站 MD 养护工区 SA：服务区
MO：管理所 A、B、C、D、E、F 为立交

按上述设备配置，光缆需求分析如下：①干线传输采用光同步数字传输体系（SDH）方式，STM-1 级信号，速率为 155.520Mbit/s，最大容量为 63×2M 即 1890 个话路。在每个收费站都设光通信站，配分/插复用器（ADM）。服务区利用设在管理所的程控交换机（PABX）引出远端模块解决其业务信息的传送。每个收费站的话音、数据信息经 PCM 上 SDH 网，每个通信站（不含通信分中心）配 2×PCM，则在通信分中心共需配 10×PCM 与各通信站

相对应。另外，从通信分中心至总中心需提供 1 对 PCM 通路来传输监控、收费数据等，从通信中心到相邻通信分中心及总中心需分别提供 2M 接口以便于 PABX 之间的中继汇接。上述各种信息，均可通过干线光传输系统（SDH）传输，需要 4 芯光纤（1+1 备份）。从服务区远端模块至通信分中心 PABX 需另外 4 芯光纤联接。②CCTV 按 4 台摄像机复用后传输至分中心，视频（Video）信号占一芯，控制（Control）信号占一芯。从分中心至总中心可采用数字图像复用传输技术，将切换后的信号利用 2 芯光纤上传。一期在每一立交处设置 2 部摄像机，则全线传输 CCTV 信号最多处用 6 芯光纤，最少处为 2 芯光纤。若要备用，则最多处为 12 芯，最少处为 4 芯。二期所上摄像机数量较多，可考虑预留一根子管作为光缆敷设使用。

这样，总共光纤需求量为 16 芯。一般选用 1310nm 单模光纤光缆，外径不超过 15mm。而现阶段通信管道设计一般采用的子管内径为 $\varnothing 28\text{mm}$ 。所以，一期光缆占用一孔子管。并为二期预留一孔子管作为敷设光缆所用。为提高管道利用率，可在一根管道中设置 3 孔子管，这样，就相当于有两孔子管作预留。

电缆需求分析如下：①ET 在 K0~K40 之间均可利用电缆直接传至分中心紧急电话控制台。K40~K50 之间的 ET 分机由于距分中心较远，可考虑用电缆传至 E 通信站后，经 PCM 上 SDH 干线传输网传输。按 4 线方案考虑，每两座立交间 ET 用一对线传输，则在 K0 至 K40 之间用 8 芯电缆，在 K40~K50 之间用 4 芯电缆。②VD：调制后经金属缆传至最近的光通信站后，经 PCM 上 SDH 干线网传输至分中心。以 K40~K10 为例：K0~K5 间的 VD 传至 A 通信站，K5~K10 之间的 VD 传至 B 通信站，其余各段解决方法类似。VD 传输按 4 线考虑，则从外场最远处至各通信站需要 40 芯电缆，所以，从 K0 处以 4 为差按等差数列从 4 线递增至 K5 处的 40 线。一般 VD 布设原则为一次设计分期实施，一期在每立交两侧设 VD，沿线其他路段 VD 为二期，故一期 VD 信号传输线仅考虑从立交处附近外场至通信站，并预留管道为二期 VD 所用即可。③CSLS：亦采用与 VD 传输相似的方法。一期考虑立交附近的 CSLS，利用电缆直接传至通信站，二期可与 VD 二期共用电缆，利用其中的不同芯线在每两座立交之间再加一对 CSLS。④CMS：直接从外场传至最近的光通信站，可不占用干线管道。⑤WD：设在管理所通信分中心

附近,不占用干线管道,直接将信息送入通信站。可见,一期占用干线通信管道的只有 ET,共需电缆 8 芯(实际工程中,可采用 10 芯),即使采用 0.9mm 线径的电缆,其外径一般也不超过 20mm。用一孔子管,在一根管道中敷设三孔子管,可有 2 孔子管作为预留,也能够满足以后发展所需。(实际应用中,光、电缆一般不在同一管道内,所以占用 2 孔管道)。

综合以上分析可见:ETMS 自用需要 2 根干线管道,为保障以后拓展业务,向 ISDN 发展,亦可再留出一根管道备用,即全线共需 3 根干线管道足矣。

2 通信人手孔的设计

2.1 人孔具体尺寸

目前通信人、手孔的设计,主要是参考邮电部的标准图,稍加修改。一般而言,手孔问题不大,所以下面只讲人孔。由于邮电部所用管道数量多,信息量大,所以其标准图往往尺寸较大。如邮电部最小的小号直通人孔(最多可适用 12 孔管道)其三维尺寸长×宽×高=2.88×2.08×2.27m,内部净空为 2.22×1.44×1.80m。高速公路人孔尺寸必须依据高速公路特点修改,使其适用于高速公路的具体情形。高速公路的人孔尺寸应与其可利用中分带空间、维修人员工作空间及管道数量决定。高速公路中央分隔带可利用空间不超过 4m,最好不超过 2m,以适应加强型中分带护栏;宽度有 3m, 2m 和 1.5m 三种。因此,高速公路人孔最好采用长方形,而人孔外形最大尺寸纵向最长不应超过 2m(布设加强型、钢板护栏),局前井长不超过 4m(普通型钢板护栏),可采用 1.8m;最宽不宜超过最小中分带宽度,即 1.5m,可采用 1.2m。其深度可参考邮电标准,由工作人员工作净空 1.80m 决定,石方区可以改成较小净空如 1.4m。人孔先于路面施工,因此人孔井壁不宜过薄。一般可参照邮电部标准,并结合具体土压力计算确定。考虑到目前的设计中缺乏力学验算,致使有的砖砌人孔已出现过人孔被压路机震(压)坏的现象。一般地,人孔采用水泥砼浇注为佳,壁厚可取 20cm 左右。

人(手)孔外形及壁厚尺寸的标准化,不仅可方便设计,亦方便施工。

2.2 人孔施工方法设计

人孔一般可用砖砌或砼浇注,考虑到高速公路的特殊使用环境,一旦人孔坍塌就会影响交通,所以,通常只有手孔用砖砌,而人孔多用砼浇注。

人孔可采用预制或现浇的施工方法,两种方法各有优缺点。前者优点在于:①开挖土方量小,尤其适

于砂土开槽不易成形地段;②砼浇注均为厂拌,质量有保证。缺点在于:①人孔四壁配筋,虽然井壁可减薄至 15cm 左右,但还是成本高,而且施工时需起重机械;②对设计质量要求较高,预制管道出口位置、人孔类型、数量都必须相当准确。后者优点在于施工灵活、方便,便于及时调整设计的不足,适应性强。缺点在于:①土方开挖量明显大于预制人孔,且施工时需临时加工模板,施工速度慢;②砼用量大,需要现场砼搅拌设备,实用中现浇方法采用较多些,不过从标准化的角度考虑,预制方法更优。

2.3 人(手)孔间距

人(手)孔间距问题是管道设计中的原则问题,管道是走折线还是走曲线。若是曲线,管道可沿道路中线走,间距会比走折线大些(管道只能利用中分带内空间),因而管道总造价(人孔+管道)会低些。见图 2。

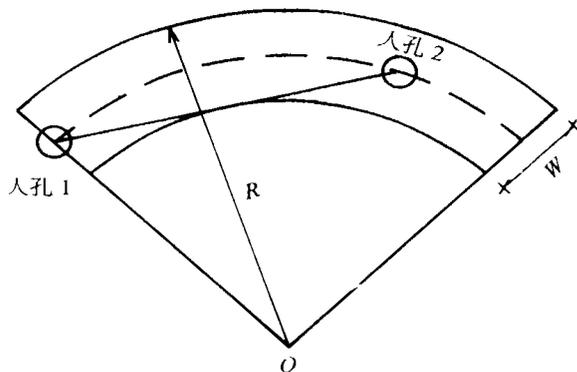


图 2 中分带空间对折线管道的限制

一般地,若管道走折线,当道路曲线半径较小时,人孔间距由管道可利用的中分带空间决定。因为管道不能侵占道路空间,不能埋于硬路肩以下。若设道路曲线半径为 R ,中分带宽 W ,则两人孔直线最大间距 L_{\max} 为

$$L_{\max} = \sqrt{4W(R-W)} \quad (1)$$

当道路曲线半径较大时, L_{\max} 也将很大,此时,两人孔间距将改由管道材料和光缆(电缆)所能承受的最大穿缆拉力决定。这是很容易理解的。光缆承受拉力 F_{\max} 与管道摩擦系数 μ 和人孔间距 L 有如下关系(假设人孔间距即电/光缆长度):

$$F_{\max} < F = \mu \times K \times L \quad (2)$$

式中, K —— 光缆单位长度重量。

可见,光缆走折线时,人孔间距为(1),(2)两式所确定值的小者,若管道走曲线,管道沿中分带走,不会侵占道路空间,不会受道路曲线半径之限制,但也必须受光缆随最大机械拉力限制。

实际上,管道无论走折线还是走曲线,人孔间距还受另外两个因素影响:①构造物。通信管道在构造物两侧必须调整自己的高程以适应构造物高程,这就需在构造物两侧加设人孔调整高程,因而,主体工程构造物的疏密程度也直接影响人孔间距;②特殊要求。如紧急电话,监控设备、收费站、服务区等设施需要与主干通信网交换信息就需增设人孔,这也影响人孔间距。

总之,人、手孔间距不是个定数,它受许多因素的影响。根据实际设计实践,间距一般很少超过150m,穿缆机的出现,使人孔间距可增至250m,但很少采用。

3 管道过构造物方法

中央分隔带的存在,使高速公路通信管道享有比邮电通信管道更优越的通过构造物的条件。通信管道可采用托架式或横担式通过构造物。托架式就是通过主体结构上生根的托架,将管道担过构造物。此时,管道标高低于桥面标高,因此为保证管道顺利通过两端桥台,尚需在两侧桥台背墙上预留槽口。横担式就是将横担直接预埋在左右两幅桥的护栏座下,并将管道担过构造物。此时,管道标高基本与桥面持平,因此不必预留桥台背墙开口,但需利用台后人孔调整管道高程。相比之下,这种方法更为简便易行,也为日后电/光缆维修创造了有利条件。考虑到上、下行构造物本身就是分离式的,两侧各自的交通量、荷载、震动、沉降等会有差异,似乎无论托架还是横担,都应预埋于单侧更为合理。如果能将预埋方法标准化,则各种预埋设计即可纳入道桥主体工程设计标准,由主体工程一次设计。

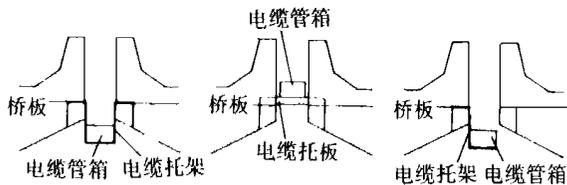


图3 管道过构造物的几种方法

4 管道的埋置深度

邮电部通信管道的最小埋深依管道穿越地点不同而不同,见表1。

高速公路有专门的中央分隔带保留地,既非人行道,也非车行道,因此其管道埋深的确定方法与邮电部的规定不同:它是由通信管道与中央分隔带护栏的配合决定的。两者有三种配合形式,即管道在两根护栏立柱之间,管道在护栏立柱之下和管道在砼护栏内部等。依钢护栏足尺实车碰撞实验,地面50cm以下的护栏立柱基础上不变形。因此,管道的最小埋深为50cm。当采用砼护栏时,管道可明铺于砼护栏之内,不受上述最小埋深限制。当管道在护栏立柱(基础)之下时,两者之间保留10~20cm的安全距离后再计算管道埋深。此时,管道埋深最大。

通信管道最小埋深表 单位: m 表1

管道类别	人行道	车行道	电车轨道	铁路
水泥、石棉水泥、玻璃钢管	0.5	0.7	1.0	1.5
钢管	0.2	0.4	0.7	1.2

若能针对不同的配合形式,使管道埋深得以标准化,就可以避免一条路一个埋深所带来的不便。

横穿管道,实际处理时放在路基与路面底基层的分界面上通过,在构造物上放在铺装层内通过。由于路面层厚随不同路基将不同,有的太浅,有的又过深,也需要统一的埋深标准或范围指导施工。

5 结论

①高速公路专用通信系统自用管道部分为3孔,一孔穿光缆,一孔穿电缆(此两孔中各留有2根子管),并有一孔管道作为全线发展所用。

②高速公路专用通信管道设计需要标准化,从人(手)孔具体尺寸,施工方法到管道埋深,过构造物再到管道材料选择均需要专门的设计、施工规范。只有这样,才能保证高速公路专用通信管道的质量与特点,才能保证交通工程设计与主体工程设计的协调与统一。

参考资料

- ITU-T Rec. G. 707, Synchronous digital hierarchy bit rates, 1992
- 邮电部设计院编, 长途电缆线路(邮电工程设计手册), 人民邮电出版社, 1991(11)