

国外工程技术编译

吴成三

1. 振动对道岔结构的影响

现在和未来在采用轮轨体系时都不能避免运转的车辆对轨道引起负荷,并以振动(Schwingungen)形式出现相继传递,对此许许多多结构形式,如有碴轨道和固定的轨下基础,均不能排除。众所周知,此种振动的出现在不同的频率范围,其原因是引起振动的缘故各异。

振动的产生与轨道结构形式有关系,如轨枕间距及垫板,应用的钢轨断面及其挠度,以及车轴形态的影响,假定物体的噪音出现在频率为 100Hz,应考虑的是:铺设的线路未达到理想状态,不能保证通过的线路具有同样状态和特性,而是各式各样的缺陷,例如段状磨耗,支承不良和模量不同等等,都使线路情况受到附加影响和改变,当线路达到这种状态时,原则上道岔范围内也很难例外。又在结构上增加必须考虑的不利因素,如轮对在钢轨上的接触面,导向面的变化,不连续的轨枕间距和变化很大的模量差异,诸如此类,在考虑尖轨范围(尖轨/基本轨)和刚度大的岔心部分时要高度重视。

此外,振动传到道岔部分,有时候根本不是由于车轮而受力,例如正线行车时岔线股道就是如此。由于这种情况,不受外力部分的整个贯通长轨枕产生高振幅,不受约束和不被衰减地共同振动(mitschlvngen)因而引起多处损伤,各铁路管理局对此在一系列出版物中进行报导,很可能由于高频振动降低了石碴道床弹性性能,促使道碴破碎。在作者的各种道岔研究中,也对此种现象加以证实。从这些知识中可得出结论:有害振动的传递是从钢轨通过扣件和轨枕到道碴,必须大量减小。

应使轨枕与钢轨“解开”在中间插入一个中间弹性吸振元件。

可以说,此种现象仅在高速行车中是重要的,但本人的研究工作表明:在时速 100km 时已经可看出这种现象,这不只对钢岔枕同样对混凝土岔枕都可以明确。

除了“解开”轨枕外,另外一个课题,要特别重视,即在道岔范围内要基本上具有均匀弹性,解决这个课题不只要注意有碴轨道,同样也要注意固定式轨下基础,虽然后者出现的振动要另行处理。

对于弹性扣件的结构处理要满足下列要求:

(1)钢轨弹性下沉不应大于 3~4mm,这是由于道碴弹性和轨枕悬空出现的可能数值而产生进一步下沉,同时对钢轨挠曲要求不宜过高。

(2)最好尽可能吸收相当多的轨枕发挥承载作用。这种承载作用如何体现可从图1看出,其中对弹性体系的道床系数影响,用 $100\text{N}/\text{mm}^3$ 和 $400\text{N}/\text{mm}^3$ 来表示。

(3)对弹性下沉应在开始阶段内,允许极快地提高荷载,这是为了在实际荷载范围内,轮载重变成缓和具有足够的弹性幅度(Federvueg)承受振动。

这是表明:弹性特征曲线必定不是连续的,而是折线形。

(4)因为轮载重可分成垂直和水平分力,具体表现在外轨底部的外边缘比内部边缘产生较高的压力,必须保证全部轨底宽度均匀下沉,为了达到这个目的,只能用具有变化特性的弹性元件。

这意味着一个弹性垫板在指向线管中心的一侧比外侧具有较低的弹性系数,不能用断面相同和弹性系数相同的中间垫板,否则,从全部轨底宽度看来,其下沉量不同。

(5)满足这些要求的措施除了在弹性元件范围的采用具有变化的弹性系数外,同时也要适应各种不同的要求(有碴轨道或固定式轨下基础)

岔枕振动幅度的量测和评定:

对于道岔中的钢枕和混凝土枕都进行了量测,其中有的用传统式扣件有的在带肋垫板下用中间垫层,另一种采用各种弹性垫板的弹性扣件。

在所有情况下,规定用同样轨枕并布置在同样测点所用的测试仪器埋在地下深2m的土桩上。

在标准时速150km情况下进行量测,发现准静态下沉量与行车速度关系不大,然而在这种下沉量情况下,振动却极大,当时速60km时准静态部分为全部下沉量的89%而时速135km时,仅达70%,但由于动载部分产生的振动,在量测范围与行车速度成超比例关系。

可以预计:进一步提高行车速度,准静态下沉量部分将继续降低,而振动量在这种下沉量情况下,将进一步增大。

对于损伤和最终造成的道碴破碎完全归咎于振动。

(1)用传统式扣件与弹性扣件轨枕量测的结果对比中,可清楚地说明准静态下沉量的差别对振动的关系。在可比的行车速度情况下,当采用传统式扣件时同一测点其下沉量为4.4mm而用弹性扣件的情况下仅为0.6mm,是前者的14%,这意味着:道碴床和下部结构的荷载骤然减少,以再进一步提高其吸振性可显著地降低道碴的破碎作用。

(2)测点1和7即在行车线路和未行车线路的最靠外边的两点测量结果表示行车线路上的测点典型下沉过程,而未行车线路上的同样测点反面产生高振幅振动,无论混凝土或钢枕都出现同样情况。

对岔线上的长枕在弯股部分开并铰接的吸振结构,基本上阻止了未行车线路的轨枕部分最有害的共振现象。

2. 隧道横注防水混凝土

1964年考察荷兰鹿特丹地铁工程后,便积极宣传和推广荷兰的防水混凝土的先进经上海地下工程中广泛应用,不易加防水板,北京地铁开始至今全部采用防水混凝土,但为保险,另加防水板。

在大秦线山岭双线隧道中至少有八座用防水混凝土做内层衬砌,未用防水板竣工后已达到部定的“五不”防水要求,为了更加完善,施工单位还把由于结构设计不完善和施工中不细心而出现的裂缝用注浆封闭,现正总结经验教训,以利再战。

1992 年 9 月德国工程师发表文章介绍德国慕尼黑地铁工程中用喷混凝土做单层衬砌代替过去的模注防水混凝土,取得成功,说明 30 年来防水混凝土技术取得很大进步,增强和鼓舞我们推广此项经验的信心。

文中详细地介绍了喷防水混凝土的配方(用硅粉代替速凝剂)和衬砌结构(包括止水带的安装规定),特别着重每道工序的严格要求和检查,关键问题是“认真”二字,在我国以经济建设为中心的新形势下,对百年大计的铁路工程更要认真对待,做到质量优良,少花钱,多办事,是我们工程人员的天职,今后要积极推广模注混凝土做内层衬砌,同时研用喷防水混凝土做单层衬砌,降低隧道工程造价。

一般说来对隧道工程采用明挖法并在地下水位以上灌注混凝土结构或用预制的沉埋管段,外部条件好,保证防水混凝土质量,比较容易,而在暗挖法施工中,外部条件差,对容易出现漏水或裂缝地段,以水压力大的蓄水段、洞门段、大跨车站等等,除用防水混凝土外,还须加强防水措施以中间防水层等,对此国内外实例,属见不鲜。这要由有经验的专业人员灵活掌握,不能千篇一律。

德国工程师文章的标题:“慕尼黑地铁工程用喷混凝土方法做一次衬砌的经验和发展”兹编译如下。

慕尼黑地铁工程首次用喷混凝土做单层衬砌,在利用 15cm 喷混凝土外层承载作用的支护情况下,用高压水清洗外层表面,再在一定时间后,喷两层各 10cm 的防水混凝土,做为隧道内层,并用钢筋网加强。

利用特定的混凝土工艺措施,喷混凝土内掺硅粉代替速凝剂,以及认真养护处理,确保三次喷层之间相互紧密连接,将通常仅用作施工期间的主动首次支护,也考虑到它在竣工后的共同支护作用。

由于衬砌厚度由 50cm 减少到 35cm,开挖量和混凝土用量减少,不用模板台车和隧道扩大与横通道部分省掉花费大的特制模板,这种施工方法在经济上具有优点并减轻对环境干扰。

单层喷防水混凝土衬砌:

用喷混凝土做隧道衬砌,一般以喷混凝土做外层,而内层则用模注混凝土,其中外层承担施工状态中的所有外力;模注混凝土的内层则承担竣工后运营中出现的一切荷载,竣工后对外层承载功能计算时不与考虑。换句话说:用喷混凝土做的外层仅是临时辅助工程措施。从长久量测中得到的新知识表明:喷混凝土外层做为第一次支护,可永久地保持其承载能力,并做为建筑物的安全储备,惜迄今尚未利用。(指某些工点)

此项经济观点,促使喷混凝土工艺进行改善以及进一步提高施工技术水平,对用喷混凝土做单层衬砌起推动作用。尽管众所周知过去采用此种施工方法未获得满意结果。

用单层喷混凝土做衬砌的施工方法,Dykerhoff 公司于 1989 年首次成功地用于长 3.2km 排水洞中。

根据这项富有成效的经验和鼓舞又试用于 60m 长的一段喇叭口扩大工程中,其开挖面积由 38m^2 到 52m^2 。

初砌结构包括三层喷混凝土,其中外层厚 15cm 做为第一次支护面内层由两层各厚 10cm 组成总厚 35cm,承担作用在隧道上的所有荷载。

采用此种结构与以前掘进作业方式不同,即对内层喷防水混凝土必须提出严格要求,并严格落实到各阶段衬砌工作中。

这种施工方法成功的关键是除了精心设计和技术高超的工作人员外还规定各步工序中有高标准的质量保证,起决定意义的有以下四点:

- (1)清洗外层表面,确保与内层紧密连接。
- (2)高而均匀的混凝土质量。
- (3)有针对性和细心地对混凝土进行养护。
- (4)对钢筋位置和混凝土层次用精密量测技术检查和断面控制。

慕尼黑地铁试验段的施工过程:

(1)隧道掘进

试验段范围内的覆盖层由回填土和第四纪的碎石组成,厚约 8m,隧道断面的开挖高度约 7.5m,位于第四纪和第三纪的交界处。在第四纪的断面上部为中密到紧密由细到粗的砾石,在第三纪的泥灰岩中有硬粘土和泥土存在。

正常地下水位高出隧底 3m,高水位 HW 约 4m,最高水位要考虑到隧道顶部。

在掘进中对第四纪的地下水用暗排法,即从地表起,设置滤水井进行降水,另外对阻水层泥灰岩以上的残余水部分,则用明排法。

试验段按照一般喷混凝土规则进行掘进,喷混凝土支护比双层衬砌有所改进:对开挖面直接仅喷 5mm 厚的混凝土采用传统式干喷法同时加速凝剂进行封闭,而在封闭到 15cm 规定厚度时,则掺加硅粉代替速凝剂,所达到的混凝土质量较高。

(2)高压水冲洗

因为仅在外层支护完成 6 个月后才能喷内层混凝土,对外层表面的烟尘和松动部分的混凝土要彻底清除干净,这是内外两层之间粘结强度的重要前提。为此,要用高压水清洗,清洗表面积 800m^2 要用两天时间。

(3)模注混凝土的底部

在隧道断面底部范围内还必须用传统式模注混凝土做内层,这是因为最后在全段范围内铺设预制的线路槽形块体(新型轨下基础),在这部分不可能用单层衬砌,本试验段底部有 6 段模注混凝土,在喷两层内层以前,要做好底部模型板,在底部混凝土和拱部(图 4 中②部以上统称拱部)喷混凝土之间设置环形外部止水带。其一半放在模注混凝土内,另一半设在喷混凝土内层内。

(4)拱部的喷混凝土

对两内层喷防水混凝土所用的集料就在工地附近采取,其粒径由 0~8mm,用的水泥为 450 级波特兰快干水泥。用斗车输送材料并通过管路送入存储处。

硅粉为硅铁生产的副产物,有 95% 纯二氧化硅,其改善质量的特性是由于硅粉的粒径

极细,它的表面积为 $200,000\text{cm}^2/\text{g}$ 折合标准水泥粒径的 $1/30$,喷混凝土内掺硅粉具有下列优点:

- (1)回弹重由 $30\sim 40\%$ 减少到 $15\sim 20\%$ 。
- (2)喷混凝土的密度增大(防水)。
- (3)混凝土的强度提高。
- (4)可不用速凝剂。

在喷混凝土开始以前首先安装用钢筋顶弯的环形拱肋,故为控制内层喷混凝土喷射厚度,其间距为 2m ,在喷射第 1 内层以前,要将旧混凝土湿润,使新灌混凝土不失水份。

接着在各横断面之间分层喷混凝土,其中首先在隧道底部模注混凝土过渡接缝处喷到规定厚度,随即从边墙下部向上喷射,在两边墙范围喷完后再喷拱顶,在喷第一内层中同时埋设连接第二内层混凝土的钢筋。

第二内层混凝土用钢筋网加强,并固定在已埋设的钢筋部分,随时用断面仪检查其位置,是否正确。

当喷第二内层时,第一层已喷混凝土的龄期已达 14 天,还要用水清洗干净,并在湿润后再进行喷射,其工作流程与喷第一内层时相同。

特别重要的是对喷完的混凝土进行妥善的养护工作,两内层中的每层在 7 天内多次用 20°C 的温水进行喷射保持湿润,以降低收缩趋势和避免裂纹。

对水泥、砂石集料,附加剂硅粉和预制混合物经常由供货工人和施工单位工人进行检验(筛分曲线等)。

喷射机的工效为 $4.85\text{m}^3/\text{H}$,输送管路和喷嘴的内径为 65mm ,最大长度为 80m ,硅粉配料泵要求工效为 85% 时,其相应硅粉浆数量为 $210\text{l}/\text{min}$,此值相当于喷混凝土中水泥含量的 8% 。

检验结果表明:表面粘着抗拉强度平均为 $1.87\text{N}/\text{mm}^2$,在每道工序中都要验证喷层厚度,钢筋位置和规定的公差。所用量测方法的精确度每点为 5mm 。

内层喷混凝土初期强度的发展如图 8 所示,可看出 3—4 小时混凝土的硬化情况。

对试验段注意以下各点:

- (1)固定的铁筋天振动。
- (2)无钢筋集中情况。
- (3)在接头处外面设置的止水带,要将其支承面铺平。

从试件中证实上述各点的重要性,本试验段的喷混凝土部分无不密实处。

应用合理工艺和认真的质量保证,用三层喷混凝土可建成一条高质量的隧道,把第一次支护做为承载结构的组成部分是正确的,并称其为单层衬砌方法。

邻层之间的紧密连接,至关重要,用了很多量测时间和相应的花费进行检查。粘着拉力强度,远远超出要求数值,对本结果起决定意义的是在接着喷混凝土前,彻底地清洗外层和润湿当时的旧混凝土。

在遵守外部条件下,当时的工程费用降低 $10\sim 15\%$,其原因是开挖面积减少,混凝土回弹量降低以及节省模板台车费用,比较起来也有多花的费用,如高压射水清洗费,喷混凝土

养护和质量保证措施。喷混凝土单层衬砌施工方法的经济性表现在该隧道中,以及断面多变和有横通道的隧道方面,特别突出的经济性是当隧道位于地下水位以上时。

从慕尼黑地铁试验段所得到的知识表明:喷混凝土衬砌施工法正成功地向前继续发展中,建成后的试验段给人们留下良好印象,根据已获得的经验,单层喷混凝土衬砌在施工、技术和作业方面还可进一步改善,成为传统式双层衬砌法一个比较方案。

3. 海峡隧道的修建经验

欧洲各国的政治经济,紧密相关,解决日益增长的运输困难问题,以修建高速铁路最受外部世界欢迎。

高速铁路的列车速度为高速公路的两倍,为飞机速度的一半。路网的部分区段已在各国建成,最重要的连接部分为英法海峡之间的 50km 长的铁路隧道,不久即将开通,这是本世纪最长的铁路隧道区段,工程竣工之日,百年梦想即变成现实!

3.1 隧道掘进

1987 年 12 月 1 日起英国端的第一台隧道掘机(TBM)开始运转,现场施工的工人和工程师共达 11000 人。从开工起三年后即到 1990 年底,开挖白垩(kreide)约 7000000m³,在此期间共用掘进机 11 台,开挖隧道 150km。

这种掘进机的功效平均为 1.5m³/h 个别机械的纪录资料达

—54m/d

—308m/周

—1043m/月

掘进三条隧道;其中两条为正线隧道,直径内间为 7.6m,轴线间距为 30m,两者之间为一条服务隧道,其内直径为 4.8m,采用混凝土管片做隧道衬砌,每条隧道长 50km,其中 39km 位于海下,另外 11km 位于陆地(英方 8km,法方 3km)。

此外,为了两正线隧道与服务隧道连通,每隔 375m 打一个横通道,其直径为 3.30m,又在两正线隧道之间每隔 250m 开凿一个调压洞,其直径为 2m,不与服务隧道连通。隧道最大坡度为 11%,通过蓝色白垩地层,平均位海底下面 50m,最小半径为 4320m。

1973 年在英国端钻通的侧洞,做为进口,这样造成一个人造的半岛,当铁路车辆发生爆炸时可以开出来,日后也做为存储作业设备之用。在法国端开挖一个竖井,直径为 5.5m,深 75m,做为通向海底隧道的一个进口,并从此将开挖出来淤泥泵出 500m 以外。

约在隧道三分点处开挖大洞穴,与两条正线隧道连通以便在行车作业发生故障时,或在一条正线必须进行维修工作时,仅有 1/3 的正线隧道必须进行封闭。

服务隧道中采用无轨运输体系。并做为避难隧道,经常要保持高气压,以阻止火灾情况下的浓烟渗入。

3.2 线路工程

这条线路属于世界行车密度最大者之一,日夜间隔每 15 分钟在双方向开发列车,预计每年运送旅客 3000 万人,宏伟的旅客和货物办理设备已经建成,法国端终点位于 Cequells 占地 700 亩。

一个法、英德联营工程公司承担车道和人行道工程,从 1991 年到 1993 年修建这条最大而相互关联的无碴线路,对此,做了广泛合乎逻辑的准备工程,本公司的工程师们必须做创造性工作并研制本工程特别需要的许多机具,本隧道工程包括

- 混凝土 200,000m³
- 钢轨支承块 333,000 个
- 钢轨 2000,000m
- 道岔 10 付
- 交叉两个

工程列车按顺序进入洞中,其最大列车重量为 2700t,长 650m,装载集料、水和搅拌设备。用于生产 310m³ 混凝土,在海底下运距为 25km。

工作进行步骤如下:

- 铺设临时线路
- 清洗隧道底部
- 用高压水清洗
- 灌注底部混凝土
- 铺设线路
- 起道和拨道
- 安装人行道的预制块
- 填充人行道混凝土
- 预制块部分的注浆
- 清洗

铺设临时线路用做运输剥落的石碴和混凝土管片,然后用自制的高压清洗车清洗管片,下一步工作程序为利用滑模灌注底部混凝土。对此,采用位于洞外的一列重型混凝土车辆,装载预混合的集料,并利用车辆下面设置的传送带运到灌注混凝土工点的搅拌机。

通过管道将水、水泥和外加剂送到搅拌机,同时按重量比配合,搅拌机容量为 2m³,搅拌时间长 40s 并用计算机设备监督连续不断地生产混凝土。

为了使混凝土列车能靠近工点,每天必须迁移线路。对此,自然要重视新鲜混凝土的承载能力,由于前天灌注的混凝土尚不可能加载,必须采用特殊的运载机具,其轮子可解开,运转在管片的弧形空间。从搅拌设备运送混凝土 4m³ 到灌注工点距离约为 600m。在灌注底部混凝土时要埋置 PVC 排水管。

在底部混凝土面上铺设 180m 长并悬挂混凝土支承块的轨节,(这种体系类似于法国的两块式混凝土轨枕,但在两块之间无横向连杆)研制单位为华盛顿国际公司,经过竞争,由业主选定的。

轨节长 180m 在隧道外面组装。用 60kg 钢轨(UIC60)在间距 60cm 处固定混凝土支承块。这种混凝土支承块在自动生产线上制做,并就在这里把它放在胶鞋(Gummischuh)里。同时在鞋中放入微纤维板(Mikrosellarplatte)做为弹性构件。随着将 180m 带有混凝土支承块的轨节利用滚道滑到组装车上,并在车上用扣件与钢轨连接。因为混凝土支承块未埋进底

部混凝土以前,在修建人行道时必须通过重载车辆,此时要加设木板保护胶鞋不受损伤。当埋入底部混凝土前首先去掉木板,对此项工程用公司自己研制的机具进行。

由于运距较长既利用车辆运输,也用较大的龙门架,对工程作业通过尚未灌注混凝土的线路,暂时加轨距杆。

人行道混凝土也用滑模灌注(速度 60cm/min),然后用计算机控制的起道机和拨道机对线路分别进行升降和校正方向,同时也调整钢轨斜坡。

将钢轨支承块埋入混凝土的作业时,如同灌注底部混凝土时一样也采轮胎式运送混凝土机具,其行驶时利用垂直方向支撑和水平方向的导轮位于以前灌注的混凝土上面,对于支承块之间的表面处理尚无适当时机,只能用手工进行,接着从完成的线路上利用在车辆上行走的吊机铺设人行道的预制构件。

这条线路是按“世界纪录线路”容许误差修建的,对混凝土和线路工程的质量监督伴随工程进展不间断地进行。

3.3 展望

1994 年起正式运营,按计划列车分为四种:

1)运送轿车的固定车底的循环列车通过时间为 35 分钟,一端进入到离开另一端所需时间约为 1 小时,旅客留在车箱内。

2)特殊的运送载货汽车的固定车底的循环列车。

3)高速旅客列车例如动车组(TGV)从巴黎到伦敦运行时间约为 3 小时。

4)货运列车。

根据国外经验,对秦岭隧道工程提出两点看法:

(1)采用隧道掘进机的施工方案是可行的。

我国正在或即将修建的铁路隧道居世界前列,许多施工方法都经过尝试,唯迄今未掌握掘隧道进机的施工技术,对我国隧道工程发展受到一定限制。现在秦岭隧道决定采用掘进机施工,必将在实践中取得经验,这是可以肯定的,但不能要求必须取得象海峡隧道那样结果——又快又省,海峡隧道主要通过软而不坍隔水性能好的白垩地层,而秦岭隧道穿过坚硬耐磨的火成岩,不能一概而论。工期和造价如何,要看开挖中实际通过的围岩性质和水文情况而定。无论如何,在实践中取得的经验和提高了的人员素质是无价之宝,以长远看来是最大的节省。

(2)海峡隧道的新型轨下基础可作为秦岭隧道的一个比选方案。

秦岭隧道长 18km,其轨下基础的选择是摆在目前一个急待解决的问题。对新型轨下基础,作者一开始和多年工作中比较关心这个问题,经过多年争论,目前的长隧道中几乎不约而同地采用宽轨枕。减少了大重病害,主要是宽轨枕下铺有吸振性能良好的道碴床,一旦出现变形还可以抬起来,修整后再放下去。但毕竟有碴道床还有一定维修工作量,对这样长的隧道也是个不足之处。

目前有些国家如日本在新干线上采用大轨枕板下有沥青吸振层,无碴,但都铺在轴重轻的(160kN)客运线上,对秦岭隧道适用性如何,尚待研究。德国高速铁路隧道中正规地采用 2.6m 长的混凝土轨枕,其新型轨下基础仅在个别隧道中试用,而且结构复杂,造价高昂不

够理想,现海峡隧道以单线计长达 150km,举世瞩目,其所选择的轨下基础考虑到吸振措施,并经过竞争后优选出来的,有一定参考价值。可及时由专业工程师认真研究试验,做为秦岭隧道的轨下基础一个比选方案。

通过海峡隧道有四种列车,其中包括货运,轴重较大,从这点来说符合秦岭隧道的运营情况,应搜集其结构细节和运营后的具体表现,做为研制中的参考。

4. 拼装化公铁两用桥

丹麦跨越大海带,修建一座双线铁路和与之平行的 4 车道高速公路桥,现已完成主体工程,于 1993 年 5 月用浮式吊机将最后的梁部结构发放在桥墩上。

本桥总长 6.61km 是欧洲最长的公铁两用箱梁桥,由 312 个混凝土构件(重达 7200t)组成。在预制场地进行生产;62 个混凝土基础气压沉箱(aissons),其底部面积为 $20 \times 30\text{m}^2$ (与基底地质特性有关系)而其高度则根据水深而定,一般在 7.5—30m,在精心准备好的基床上(由不同层次的碎石组成)下沉基础达到水面以下 3.5m,为此,对接着必须做的两墩连接部分不位于不稳定的水与空气的接触范围之内,铁路和公路桥墩均为空心形式其断面为 $4 \times 8\text{m}$ 或 $4 \times 12\text{m}$,高度变化在 8~18m 之间,铁路和公路墩顶共支承 2×63 个梁部结构。

铁路桥的梁部结构为 8m 宽的箱梁,其高度变化为 4~8m,和车道板宽为 12m。公路桥

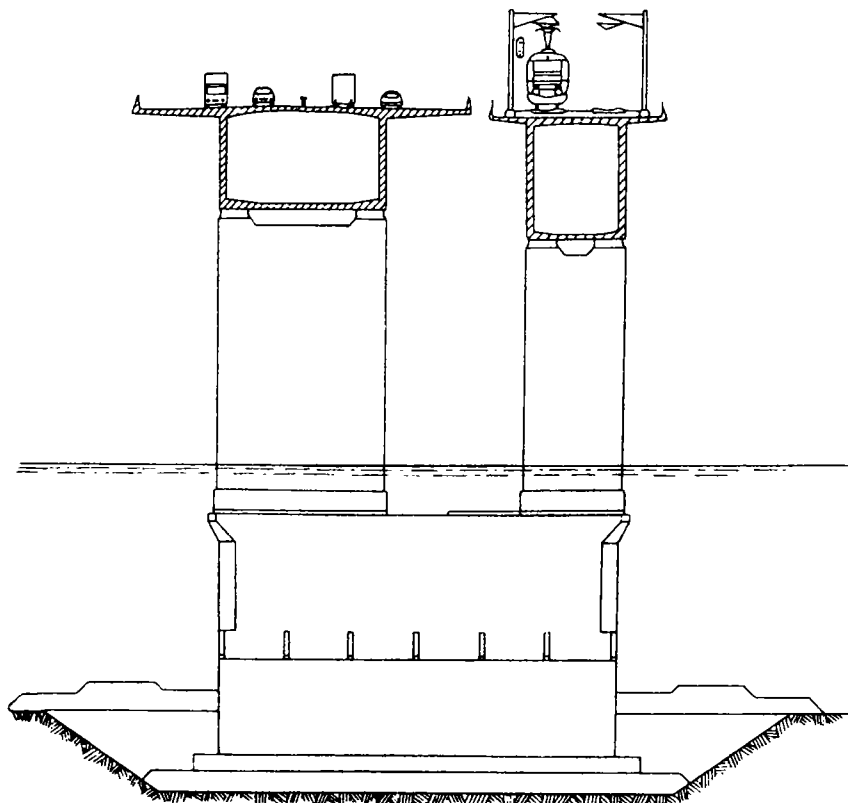


图1 62个基础,124个桥墩和126箱梁断面

的路面宽为 24m,其箱梁宽为 14m,高度变化为 4~6m,公路桥在每个方面和每两个车道之间设置避车道,本桥共由 2 孔 110m 跨度和 12 孔 82m 的跨度组成(图 1)梁底高出水面的净空为 18m。

在预制场地装备五条生产线:一条为了公路梁,2 条为了沉箱,另外 2 条为了铁路梁和桥墩。在推梁滑道上将工程桥件从一个工点,滑到下一个工点,最终滑到自行浮吊工作范围之内,其最大起重力为 7123t,吊钩高出起重面 63m。

从两混凝土生产中心供应混凝土每小时 120m^3 ,并用混凝土搅拌车运到现场,然后用泵送混凝土注入模型,因为对混凝土质量提出最高要求,必须在灌注时不受气候影响,特规定在可移动的工棚保护下进行灌注,在灌注后直接用热蒸汽养生,其目的是加速凝固和成熟过程约在 24 小时后进行脱模。然后尽可能快地施加预应力。

铁路和公路梁均由 5 段组成,从中段开始,本段位于墩顶,预应力段的长度约为 20m,利用推梁滑道运送预制构件,然后从中段左右每约 21m 进行组拼到第三个工点,全梁组装闭合。本桥(指两桥)共用混凝土 500000m^3 和钢筋 65000t。

目前在公路桥上铺设沥青路面约 $250,000\text{m}^2$ 和布置养护设备,本段完成日期定为 1996 年,完工日期反正没有压力,这是因为东隧道控制工期,这是一条双线铁路隧道,长 8km,由两条 8.5m 直径的单线隧道组成,每条从两端起用掘进机开挖,原拟 15 个月贯通,现因机械事故,预计仅能在 1996 年开通,推迟三年。

每台支座受力 4500t,必须用特殊承载结构。梁部结构和墩顶之间的连接,采用瑞士生产的盆式支座,此项滑动支座重 10t,装有弹性缓冲垫(Elastrokisse)在载重 250 气压的内压应力下,其作用如同液压垫能使梁与墩之间的移动达 1000mm,本桥工程造价为 31 亿丹麦元(dkv)。

译中随想

我国改革开放在沿海地区逐渐扩大,修建长跨铁路桥梁的机会很多。从腐蚀方面考虑,宜采用混凝土箱梁。如桥下净空不受限制时,其造价方面也可能远远低于钢梁。

从 60 年代起,首先在京沈线巨流河采用 32m 跨度的混凝土箱梁,以后持续发展,现铁路混凝土箱梁跨度达 80m(这里所说的箱梁不包括刚构和斜拉)一般说来 80m 跨度的混凝土箱梁几乎成为一个不约而同的惯例,未再向更大跨度的发展的一个主要原因是支座问题。现丹麦正在修建中的这座著名的跨越大海带公铁两用桥梁,其跨度达 110m,总长 6.61km,打破欧洲纪录,可以借鉴。

箱型混凝土梁的整体性强,抗扭能力大,其竖向挠度和横向刚度均优于一般断面形式的梁部结构。二次大战后德国新建铁路桥梁不只混凝土梁,钢梁方面也同样采用箱型断面。

过去我国铁路混凝土箱梁发展较慢的原因是由于当时工艺不完善,脱模困难,更重要的是对箱梁的优越性了解不深,每进一步,都要经过力争! 30 年过去了,现在工艺方面已积累了不少经验,脱模困难问题已经解决了。目前一个最大问题是研制滑动量大和结构合理的桥梁支座,及时消灭混凝土箱梁向更大跨度发展的这个制约因素,支座的水平活动量大了,可有效地减少桥墩的水平力,因而减少圬工量,取得经济效益。

其次丹麦实例中对双线箱梁采用底宽 8m,公路箱梁底宽 14m,两者均为单箱单室,受力

明确,类似德国新建铁路混凝土箱梁的设计经验,回忆过去我国双线铁路混凝土箱梁如窄面石桥采用单箱双室,后来的钱塘江二桥原设计为 162m 的钢斜拉桥,在鉴定中改为 80m 跨长混凝土箱梁,而箱梁原设计亦为单箱双室,后经建议,及时改为单箱单室,受力明确,灌注容易,现已建成,人人称赞!

改革开放是我国长久政策,不分国内国外,对行之有效的实践,结合实际,应学就学,应改就改,这才是真正的科学态度!