(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 117051699 A
(43)申请公布日 2023.11.14

(21)申请号 202310744543.3

(22)申请日 2023.06.25

(71)申请人 宁波交通工程建设集团有限公司
地址 315010 浙江省宁波市海曙区解放北路91号

(72)发明人 张继业 朱一湘 于化龙 欧洋 庄国锋 徐生志

(74)专利代理机构 宁波天一专利代理有限公司 33207
专利代理师 张晨

(51)Int.Cl.
E01D 21/00(2006.01)
G06F 30/13(2020.01)
G06F 17/10(2006.01)
E01D 19/00(2006.01)
E01D 2/04(2006.01)
E01D 101/28(2006.01)

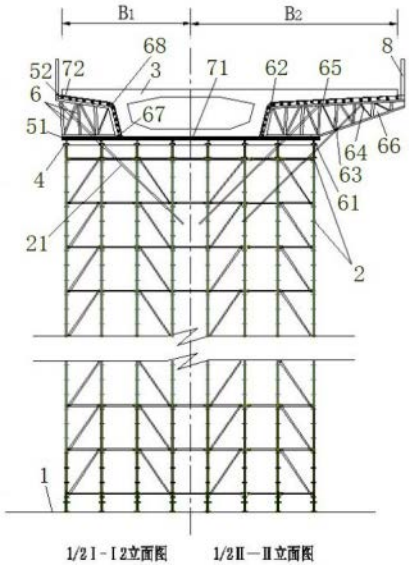
权利要求书8页 说明书16页 附图5页

(54)发明名称

变宽度现浇箱梁模板与翼板承托一体化结构及施工方法

(57)摘要

本发明公开了一种变宽度现浇箱梁模板与翼板承托一体化结构及施工方法，包括满堂支架、纵向底槽钢、横向横方木、多榀翼板承托、纵方木、栏杆、底模板和翼板模板等，该多榀翼板承托与满堂支架之间设有多根交叉固定的斜撑，多榀翼板承托与翼板模板之间经下铰和上铰连接，每榀翼板承托与箱梁主线相同宽度处均由底平杆、内斜杆、竖杆、中斜杆和上斜杆组成，而箱梁主线的变宽段是在底平杆外端焊接边斜杆，该边斜杆与上斜杆、内斜杆、竖杆和中斜杆共同组成变宽度的翼板承托，其上再依次铺设纵方木和安装翼板模板，从而具有构造简单、施工便利、安全可靠、节能环保和性价比高等结构优点，其结合相应的施工方法，还具有显著的经济效益和社会效益。



CN 117051699 A

1.一种变宽度现浇箱梁模板与翼板承托一体化结构,包括搭设在地基(1)上的满堂支架(2),其特征在于所述的满堂支架顶部设有多根并排铺设的纵向底槽钢(4)和横向横方木(51),以及多榀纵向间隔安放的框构式翼板承托(6)和纵方木(52),并在横向横方木(51)上安装底模板(71),纵方木(52)上安装翼板模板(72),该翼板承托(6)的外端部安装防护的栏杆(8);所述的多榀翼板承托(6)与满堂支架(2)之间设有多根交叉固定的斜撑(21),多榀翼板承托(6)与翼板模板(72)之间经下铰(67)和上铰(68)连接;每榀所述的翼板承托(6)与箱梁主线相同宽度处均由槽口朝上水平放置的底平杆(61)、内斜杆(62)、竖杆(63)、中斜杆(64)和槽口朝下的上斜杆(65)组成;所述的底平杆(61)、上斜杆(65)和边斜杆(66)均为槽钢制成,该底平杆(61)和边斜杆(66)的槽口向上,上斜杆(65)的槽口向下;所述的内斜杆(62)、竖杆(63)、中斜杆(64)均为钢管;所述的箱梁主线的变宽段是在底平杆(61)外端焊接槽口朝上的边斜杆(66),该边斜杆的外端与上斜杆(65)的外端固定,上斜杆向内延伸与所述内斜杆(62)、竖杆(63)和中斜杆(64)共同组成变宽度的翼板承托(6),并在该变宽度的翼板承托上依次铺设纵方木(52)和安装翼板模板(72)。

2.根据权利要求1所述的变宽度现浇箱梁模板与翼板承托一体化结构,其特征在于所述的底平杆(61)、上斜杆(65)均与内斜杆(62)、竖杆(63)、中斜杆(64)焊接牢固而组成框构式,该底平杆(61)和上斜杆(65)为整根连续槽钢;所述的变宽段全长为l_1,最大变宽处宽度$b_2=l+l_m$的翼板承托(6)分为两段:第一段由上斜杆(65)、各内斜杆(62)、竖杆(63)、中斜杆(64)和底平杆(61)组成,竖向形心处连线长度为$b_1=l$,视为支承在纵向底槽钢(4)和横向横方木(51)上的弹性地基梁,上斜杆(65)和底平杆n等分每份长度c处,分别为安装内斜杆(62)、竖杆(63)、中斜杆(64)的上下端点;第二段l_m长度的变宽部分翼板承托(6)为悬臂框构,上斜杆(65)与边斜杆m等分每份长度c处,分别为竖杆(63)、中斜杆(64)的上下端点;作用在翼板承托(6)的荷载分两部分:第一部分为翼板模板(72)和纵方木(52)自重静荷载与振捣水泥混凝土振动力动荷载之和q_0;第二部分为翼板的钢筋混凝土变宽自重荷载,翼板与现浇箱梁(3)相接处的厚度为a_1,翼板端部的厚度为a_2,翼板长度为$b_2=l+l_m$,翼板承托(6)上的荷载为$q(x)$呈梯形分布,其中最大分布荷载为q_1,最小分布荷载为q_m;纵向底槽钢(4)和横向横方木(51)对于第一段翼板承托(6)的反力符合温克尔假设$p(x)=ky(x)$,每榀翼板承托(6)的纵向间距为l_0,由弹性地基梁理论和结构力学,得到如下计算公式:

公式一、计算荷载和惯性矩

翼板承托(6)以底平杆(61)与上斜杆(65)形心高度的平均值为中心线x轴,各内斜杆(62)、竖杆(63)、中斜杆(64)的高度形心为y轴,则翼板承托(6)的计算荷载、支承在纵向底槽钢(4)和铺设横向横方木(51)上的弹性地基梁荷载和框构等效抗弯惯性矩为:

$$q(x)=q_0+\gamma l_0\left(a_1-\frac{a_1-a_2}{b_2}x\right)$$

$$I_{dxx}=\frac{1}{l}\left(I_{sxgx}+I_{dpgx}+I_{sgx}+I_{xgx}\right)$$

式中

(1)上斜杆(65)对x轴的总惯性矩I_{sxgx}

上斜杆(65)的槽口朝下,忽略上斜杆(65)的槽倾角对本身形心的影响,对本身形心的惯性矩$I_{cgx下}$按槽钢的型号规格查阅有关资料,单位长度面积为$\frac{A_{cg}}{\cos\beta}$,则

$$h_i=\frac{1}{2}h_0+x\tan\beta$$

$$I_{zxgx}=l\times I_{cgx下}+\int_0^l\frac{A_{cg}}{\cos\beta}(\frac{1}{2}h_0+x\tan\beta)^2dx=lI_{cgx下}+\frac{A_{cg}}{12\cos\beta}(3h_0^2l+6h_0l^2\tan\beta+4l^3\tan^2\beta)$$

(2)底平杆(61)对x轴的总惯性矩

上斜杆(65)的槽口朝上,对本身形心的惯性矩$I_{sxgx上}$按槽钢的型号规格查阅有关资料,则

$$h_i=\frac{1}{2}h_0+x\tan\beta$$

$$I_{dpgx}=l\times I_{cgx上}+\int_0^l A_{cxgx}(\frac{1}{2}h_0+x\tan\beta)^2dx=lI_{cgx上}+\frac{A_{cg}}{12}(3h_0^2l+6h_0l^2\tan\beta+4l^3\tan^2\beta)$$

(3)单根竖杆(63)对x轴的惯性矩I_{sgxi}和对y轴的惯性矩I_{sgyi}及总竖杆对x轴的惯性矩I_{sgx}

$$\Phi_w^2=x^2+z_w^2$$

$$\Phi_n^2=x^2+z_n^2$$

$$h_i=h_0+ci\qquad(i=1.2,3,\cdots,\ n-1)$$

$$I_{sgxi1}=\int_0^{\Phi_w}\frac{2}{12}h_i^3[(\sqrt{\Phi_w^2-x^2}-\sqrt{\Phi_n^2-x^2})]+\int_0^{\Phi_n}\frac{1}{6}h_i^3(\sqrt{\Phi_w^2-x^2}-\sqrt{\Phi_n^2-x^2})dx\qquad(0\le x\le\Phi_n)$$

$$I_{sgxi2}=\int_{\Phi_n}^{\Phi_w}\frac{1}{6}h_i^3\sqrt{\Phi_w^2-x^2}dx\qquad(\Phi_n\le x\le\Phi_w)$$

$$I_{sgxi}=I_{sgi1}+I_{sgi2}=\frac{1}{24}(h_0+ci)^3(\Phi_w^2-\Phi_n^2)[\pi-2\sqrt{\Phi_w^2-\Phi_n^2}-2\arcsin\frac{\Phi_n}{\Phi_w}]$$

$$I_{sgx}=\sum_{i=1}^{i=n-1}(I_{sgi1}+I_{sgi2})$$

$$=\sum_{i=1}^{i=n-1}\{\frac{1}{24}(h_0+ci)^3(\Phi_w^2-\Phi_n^2)[\pi-2\sqrt{\Phi_w^2-\Phi_n^2}-2\arcsin\frac{\Phi_n}{\Phi_w}]\}$$

$$=\frac{1}{24}(\Phi_w^2-\Phi_n^2)[\pi-2\sqrt{\Phi_w^2-\Phi_n^2}-2\arcsin\frac{\Phi_n}{\Phi_w}][\sum_{i=1}^{i=n-1}h_0^3+3ch_0^2\sum_{i=1}^{i=n-1}i+3c^2h_0\sum_{i=1}^{i=n-1}i^2+c^3\sum_{i=1}^{i=n-1}i^3]$$

$$=\frac{1}{24}(n-1)[h_0^3+\frac{3}{2}nch_0^2+\frac{1}{2}n(2n-1)ch_0^2+\frac{1}{4}n^2(n-1)c^3](\Phi_w^2-\Phi_n^2)[\pi-2\sqrt{\Phi_w^2-\Phi_n^2}-2\arcsin\frac{\Phi_n}{\Phi_w}]$$

单根竖杆(63)对y轴的惯性矩I_{sgyi}

$$I_{sgyi}=\frac{\pi}{64}(\Phi_w^4-\Phi_n^4)$$

(4)内斜杆(62)和上斜杆(65)对x轴的惯性矩

单根内斜杆(62)或上斜杆(65)对x轴的惯性矩由竖杆(63)绕形心转动$\alpha_i(i=1,2,3\cdots,n)$角计算得到

$$h_i=\frac{1}{2}h_0+x\tan\beta$$

$$I_{sgxi}=\frac{I_{sgxi}+I_{sgyi}}{2}+\frac{I_{sgxi}-I_{sgyi}}{2}\cos2\alpha_i$$

$$=[\frac{1}{48}h_i^3(\Phi_w^2-\Phi_n^2)[\pi-2\sqrt{\Phi_w^2-\Phi_n^2}-2\arcsin\frac{\Phi_n}{\Phi_w}](1+\cos2\alpha_i)+\frac{\pi}{128}(\Phi_w^4-\Phi_n^4)(1-\cos2\alpha_i)]$$

$$I_{sgx}=\frac{1}{48}(\Phi_w^2-\Phi_n^2)[\pi-2\sqrt{\Phi_w^2-\Phi_n^2}-2\arcsin\frac{\Phi_n}{\Phi_w}]\sum_{i=1}^{i=n}\{h_i^3(1+\cos2\alpha_i)\}+\frac{\pi}{128}(\Phi_w^2-\Phi_n^2)\sum_{i=1}^{i=n}(1-\cos2\alpha_i)$$

公式二、计算翼板承托第一部分外端A_n、B_n处的内力

断开第一部分与第二部分翼板承托(6)之间的连接处A_n、B_n,得

$$\sum m_{B_n}=0$$

$$\left.\begin{aligned}&M_n+h_nF_{An}\cos\delta-\int_l^{l_1}(x-l)q(x)dx=0\\&\int_l^{l_1}q(x)dx-F_{An}\sin\delta-F_{Bn}\sin\beta=0\\&F_{An}\cos\delta-F_{Bn}\cos\beta=0\end{aligned}\right\}$$

$$F_{An}=\frac{\cos\beta}{\cos\delta}F_{Bn}$$

$$\int_l^{l_1}q(x)dx-F_{An}\sin\delta-F_{Bn}\sin\beta=\int_l^{l_1}q(x)dx-F_{Bn}(\frac{\cos\beta}{\tan\delta}+\sin\beta)=0$$

$$F_{Bn}=\frac{\int_l^{l_1}q(x)dx}{\frac{\cos\beta}{\tan\delta}+\sin\beta}=\frac{\tan\delta}{\cos\beta+\sin\beta\tan\delta}\int_l^{l_1}[q_0+\gamma l_0(a_1-\frac{a_1-a_2}{b_2}x)]dx$$

$$=\frac{\sin\delta}{\cos\delta(\cos\beta+\sin\beta\tan\delta)}\{q_0l_m+\gamma l_0[a_1l_m-\frac{a_1-a_2}{2b_2}(l_1^2-l^2)]\}$$

$$F_{An}=\frac{\cos\beta\tan\delta}{\cos\delta(\cos\beta+\sin\beta\tan\delta)}\{q_0l_m+\gamma l_0[a_1l_m-\frac{a_1-a_2}{2b_2}(l_1^2-l^2)]\}$$

$$M_n=\int_l^{l_1}(x-l)q(x)dx-h_nF_{An}\cos\delta=\int_l^{l_1}(x-l)[q_0+\gamma l_0(a_1-\frac{a_1-a_2}{b_2}x)]dx-h_nF_{An}\cos\delta$$

$$=\{\frac{1}{2}q_0(l_1^2-l^2)+\gamma l_0[\frac{1}{2}a_1(l_1^2-l^2)-\frac{a_1-a_2}{3b_2}(l_1^3-l^3)]-q_0ll_m-\gamma ll_0[a_1-\frac{a_1-a_2}{b_2}l_m]\}-h_nF_{An}\cos\delta$$

$$Q_n=F_{An}\sin\delta-F_{Bn}\sin\beta$$

公式三、计算翼板承托的弹性地基梁地基反力分布$p(x)$

第一部分翼板承托(6)在荷载$q(x)$和F_{An}、F_{Bn}、M_n的作用下,翼板承托弹性地基梁微分方程及初参数解为

$$\frac{dM(x)}{dx}=p(x)-q(x)=ky(x)-q(x)$$

$$EI_{dxx}\frac{dy(x)}{dx}+ky(x)=q(x)$$

$$\lambda=\sqrt[4]{\frac{kb}{4EI_{dxx}}}$$

$$\left.\begin{aligned}&y(x)=y_0\varphi_1+\theta_0\frac{1}{2\lambda}\varphi_2-M_0\frac{2\lambda^2}{bk}\varphi_3-Q_0\frac{\lambda}{bk}\varphi_4\\&\theta(x)=y_0\lambda\varphi_4+\theta_0\varphi_1-M_0\frac{2\lambda^3}{bk}\varphi_4-Q_0\frac{2\lambda^2}{bk}\varphi_3\\&M(x)=y_0\frac{bk}{2\lambda^2}\varphi_3+\theta_0\frac{bk}{4\lambda^3}\varphi_4+M_0\varphi_1+Q_0\frac{1}{2\lambda}\varphi_2\\&Q(x)=y_0\frac{bk}{2\lambda}\varphi_2+\theta_0\frac{bk}{2\lambda^2}\varphi_3-M_0\lambda\varphi_4+Q_0\varphi_1\end{aligned}\right\}$$

式中

$$\left.\begin{aligned}\varphi_1 &= ch\lambda x\cos\lambda x\\ \varphi_2 &= ch\lambda x\sin\lambda x + sh\lambda x\cos\lambda x\\ \varphi_3 &= sh\lambda x\sin\lambda x\\ \varphi_4 &= ch\lambda x\sin\lambda x - sh\lambda x\cos\lambda x\end{aligned}\right\}$$

根据翼板承托(6)与翼板模板一体化设计要求,第一部分翼板承托A_1端为弹性固定,A_n端自由,则y_0=0,初参数解为

$$\left.\begin{aligned}y(0) &= \theta_0\frac{1}{2\lambda}\varphi_2 - M_0\frac{2\lambda^2}{bk}\varphi_3 - Q_0\frac{\lambda}{bk}\varphi_4 = 0\\ M(l) &= \theta_0\frac{bk}{4\lambda^3}\varphi_4 + M_0\varphi_1 + Q_0\frac{1}{2\lambda}\varphi_2 = M_n\\ Q(l) &= \theta_0\frac{bk}{2\lambda^2}\varphi_3 - M_0\lambda\varphi_4 + Q_0\varphi_1 = F_{An}\sin\delta + F_{Bn}\sin\beta\end{aligned}\right\}$$

上式中代入公式二中的M_n、Q_n,可解出θ_0、M_0、Q_0,得

$$p(x) = ky(x) = k(\theta_0\frac{1}{2\lambda}\varphi_2 - M_0\frac{2\lambda^2}{bk}\varphi_3 - Q_0\frac{\lambda}{bk}\varphi_4)$$

由公式一、公式二和公式三可由结构力学求出两部分翼板承托(6)的底平杆(61)、内斜杆(62)、竖杆(63)、中斜杆(64)、上斜杆(65)、边斜杆(66)的内力,各杆件的强度和刚度满足所用材料强度和刚度要求;

公式一、公式二和公式三中的各符号定义为:

a_1、a_2——分别为现浇箱梁(3)翼板根部和端部的厚度,m;

b_1、b_2——分别为现浇箱梁(3)翼板变宽段长度为l_1时起始端处和变宽末端处的宽度,m;

b——现浇箱梁(3)翼板作为弹性地基梁模型的计算宽度即上斜杆或底平杆的宽度,m;

c——每榀翼板承托(6)焊接内斜杆(62)、竖杆(63)、中斜杆(64)之间的等份间距,m;

l_0、l、l_1、l_m——分别为现浇箱梁(3)翼板纵向每榀翼板承托(6)之间的间距、支承在纵向底槽钢(4)和横向横方木(51)上变宽处末端翼板承托(6)第一段形心处的长度、现浇箱梁(3)翼板变宽段全长、变宽末端处翼板承托(6)第二段悬臂部分的长度,m;

h_0、h_n、h_i、h_m——分别为现浇箱梁(3)翼板变宽末端处翼板承托(6)第一段起点形心处的翼板承托高度、翼板承托(6)第一段末端形心处的翼板承托高度、翼板承托(6)第一段各分节形心处的翼板承托高度、翼板承托(6)第二段末端形心处的翼板承托高度,m;

x——翼板承托(6)第一段起始端形心处作为弹性地基梁的横标值,计算内斜杆(62)、竖杆(63)和中斜杆(64)时也以其形心为横坐标,m;

$y(x)$——翼板承托(6)第一段起始端形心处作为弹性地基梁的竖向变形曲线的竖向座标值,y符号计算内斜杆(62)、竖杆(63)和中斜杆(64)时也以其形心为竖向座标,m;

z——翼板承托(6)的内斜杆(62)、竖杆(63)和中斜杆(64)其形心以现浇箱梁(3)翼板

纵向座标，m；

Φ_w、Φ_n——分别为翼板承托(6)的内斜杆(62)、竖杆(63)、中斜杆(64)钢管的外直径和内直径，m；

z_w、z_n——分别为内斜杆(62)、竖杆(63)、中斜杆(64)以现浇箱梁(3)翼板纵向的外直径和内直径的纵向坐标，m；

n、m——分别为支承在纵向底槽钢(4)和横向横方木(51)上变宽末端处翼板承托(6)部分形心处长度焊接内斜杆(62)、竖杆(63)、中斜杆(64)之间的间距为c的分节数，变宽终点处翼板承托(6)悬臂部分长度焊接竖杆(63)、中斜杆(64)之间的间距为c的分节数；

α_i、β_i、δ_i——分别为翼板承托(6)包括内斜杆(62)、上斜杆(65)、边斜杆(66)通过形心的纵向轴向与水平线的夹角，rad；

i——翼板承托(6)包括内斜杆(62)、竖杆(63)与底平杆(61)或与边斜杆(66)交点处的节点编号，翼板承托(6)第一段的起始端至末端的编号为1,2,3,...,n，翼板承托(6)第二段的起始端至末端的编号为1,2,3,...,m；

γ——现浇箱梁(3)翼板钢筋混凝土的容重，kN/m^3；

q_0——翼板模板(72)和纵方木(52)的静荷载与振捣水泥混凝土振动力的动荷载总和，kN/m；

$q(x)$、q_1、q_n、q_m——分别为翼板模板(72)和纵方木(52)的静荷载与振捣水泥混凝土振动力的动荷载总和q_0与现浇箱梁(3)翼板钢筋混凝土的重度总和、翼板承托(6)起点形心处的分布荷载、翼板承托(6)第一段末端处的荷载、翼板承托(6)最外端处的分布荷载，kN/m；

$p(x)$——翼板承托(6)第一段作为弹性地基梁的纵向底槽钢(4)和横向横方木(51)的反力，符合温克尔假设$p(x)=ky(x)$，kN/m；

k——温克尔假设的地基反力系数，查阅有关手册或通过满堂支架预压测试得到，kN/m^3；

λ——弹性地基梁系数，$\lambda=\sqrt[4]{\dfrac{kb}{4EI_{dxx}}}$，$1/m$；

E——槽钢和钢管的弹性模量，kN/m^2；

I_{dxx}——翼板承托(6)第一段作为弹性地基梁的等效惯性矩，m^4；

I_{sxgx}、I_{dpgx}、I_{sgx}、I_{xgx}——分别为上斜杆(65)、底平杆(61)、竖杆(63)、包括内斜杆(62)和中斜杆(64)的总惯性矩，m^4；

I_{sxgxi}、I_{dpgxi}、I_{sgxi}、I_{xgxi}——分别为单根上斜杆(66)、底平杆(61)、竖杆(63)、包括内斜杆(62)和中斜杆(64)的惯性矩，m^4；

I_{sgxi1}、I_{sgxi2}——分别为单根竖杆(63)在$(0\le x\le\Phi_n)$区间的惯性矩、单根竖杆(63)在

$(\Phi_n \le x \le \Phi_w)$区间的惯性矩，$m^4$；

$I_{cgx上}$、$I_{cgx下}$、A_{cg}——分别为单根上斜杆(66)或底平杆(61)的槽口向上时对本身形心x轴的惯性矩、单根上斜杆(66)或底平杆(61)的槽口向下时对本身形心x轴的惯性矩、单根上斜杆(66)或底平杆(61)的截面积，查阅有关材料手册得到，m^4、m^2；

F_{An}、F_{Bn}——分别为现浇箱梁(3)翼板变宽终点处翼板承托(6)第一段末端与第二段始端断开处的上斜杆(66)拉力和底平杆(61)压力，kN；

M_n——现浇箱梁(3)翼板变宽终点处翼板承托(6)第一段末端与第二段始端断开处的力矩，$kN \cdot m$；

φ_1、φ_2、φ_3、φ_4——分别为现浇箱梁(3)翼板承托作为弹性地基梁计算的有关参数，无量纲；

y_0、θ_0、Q_0、M_0——分别为现浇箱梁(3)翼板承托作为弹性地基梁计算的起始端的挠度、转角、剪力和弯矩，m、rad、kN、$kN \cdot m$。

3.根据权利要求1所述的变宽度现浇箱梁模板与翼板承托一体化结构，其特征在于所述的翼板承托(6)由起始端的上铰(68)、下铰(57)与现浇箱梁模板预设的铰支座相连接形成的一体化结构。

4.根据权利要求1所述的变宽度现浇箱梁模板与翼板承托一体化结构，其特征在于所述的内斜杆(62)的两端分别与底平杆(61)、上斜杆(65)焊接成共同的节点，该竖杆(63)、中斜杆(64)的两端分别与底平杆(61)、边斜杆(66)焊接成共同的节点，且上斜杆(65)与水平线的倾角与翼板模板(72)底面的倾角相同，内斜杆(62)的倾角与翼板模板(72)侧面的倾角相同，中斜杆(64)的斜度由上述两个节点的位置确定。

5.根据权利要求1所述的变宽度现浇箱梁模板与翼板承托一体化结构，其特征在于所述的下铰(67)和上铰(68)均为钢质部件，且下铰(67)或上铰(68)的一端预埋在翼板模板(72)的侧面，另一端焊接在内斜杆(62)和底平杆(61)的贴近翼板模板(72)的一端，该下铰(67)和上铰(68)均由圆钢连接，并使翼板模板(72)或翼板承托(6)形成相互度转动。

6.根据权利要求1所述的变宽度现浇箱梁模板与翼板承托一体化结构，其特征在于所述的底模板(71)、翼板模板(72)均为钢质部件，分别支承在横向横方木(4)和纵方木(52)上并围合成现浇箱梁(3)的底板、腹板和翼板。

7.根据权利要求1所述的变宽度现浇箱梁模板与翼板承托一体化结构，其特征在于所述的纵向底槽钢(4)铺设在满堂支架(2)的顶部，该铺设横向横方木(51)铺设在纵向底槽钢(4)上作为现浇箱梁模板的底座。

8.根据权利要求1所述的变宽度现浇箱梁模板与翼板承托一体化结构，其特征在于所述的纵方木(52)为相邻的每榀翼板承托(6)之间放置的纵向方形木料。

9.根据权利要求1所述的变宽度现浇箱梁模板与翼板承托一体化结构，其特征在于所述的地基(1)为搭设满堂支架(2)的基础；所述的现浇箱梁(3)为高架桥梁的上部结构；所述的箱梁主线的变宽段是由翼板模板(72)变宽而实现现浇箱梁桥面变宽。

10.根据权利要求1所述的变宽度现浇箱梁模板与翼板承托一体化结构的施工方法，其

特征在于所述的施工方法包括如下步骤：

步骤一、拟定变宽度现浇箱梁模板与翼板承托一体化结构尺寸

1、根据变宽度现浇箱梁(3)和满堂支架(2)的实际情况，初拟变宽度现浇箱梁模板与翼板承托(6)一体化结构尺寸、布置形式和选择工程材料；

2、由公式一、公式二、公式三计算复核并确定变宽度现浇箱梁模板与翼板承托(6)一体化结构尺寸、布置形式和工程材料选择；

3、编制施工组织设计文件，组织施工；

步骤二、搭设满堂支架和现浇箱梁模板

1、按照有关标准规范选择满堂支架(2)的材料，根据设计荷载设计满堂支架的结构；

2、测量放样，按设计图纸确定满堂支架的位置、标高和安装宽度；

3、满堂支架(2)搭设流程：支架基础验收→施工测量定位→安装可调底座调至设计高度→安装立杆，横杆→安装斜杆→水平尺校正水平和垂直→安装上一步立杆，横杆→安装斜杆→重复以上步骤直至设计高度→测量定位复核→安装可调顶托调至设计高度→满堂支架荷载预压符合设计要求→安装纵向底槽钢→安装横向横方木→铺设底模板→安装翼板承托→安装斜撑→安装纵方木→安装翼板模板→翼板承托与翼板模板铰链连接→安装支架护栏→满堂支架、翼板承托和底模板、翼板模板的总验收；

为了加强满堂支架体系的稳定性，满堂支架整体安装剪刀撑或用钢管环抱桥梁墩柱连接，满堂支架体系安装和使用过程通过预埋的监测点加强位移监测，确保支架安全；

步骤三、现浇箱梁的钢筋绑扎和水泥混凝土浇筑

1、现浇箱梁钢筋安装分为两个阶段，第一阶段是先安装底板和腹板钢筋，第二阶段是第一次混凝土浇筑完成后再安装顶板钢筋及翼板钢筋，钢筋制作安装质量符合设计和标准规范要求；

2、现浇箱梁腹板钢筋安装完成后即可安装预应力管道，该道工序在芯模安装前完成；现浇箱梁预应力管道、预应力钢绞线、锚具、夹具采用符合国家技术质量标准，钢绞线保管中严禁雨淋，防止锈蚀，且不允许沾污油污；

3、现浇箱梁混凝土采用泵送分二次浇筑成型，总体浇筑顺序为第一次底板、腹板混凝土浇筑→第二次顶板及翼缘板混凝土浇筑，两次浇筑间隔时间不超过10天；

4、预应力钢绞线出厂后分批验收，验收时检验其质量证明书、包装方法及标志内容是否齐全、正确，并按取样标准对其抗拉强度、伸长率等力学性能进行验检；锚具必须有出厂证明书，进场时按规定取样，进行外观检查和硬度检验；钢绞线采用穿束机逐根穿入，钢绞线前头应套上一个子弹头形的壳帽，使用穿束机控制合适的速度将钢绞线推入孔道；

5、现浇箱梁预应力张拉采用智能张拉施工工艺，系统还根据预设程序，由主机发出指令，同步控制每台设备的每一个机械动作，自动完成整个张拉过程；

6、预应力孔道压浆采用真空辅助压浆技术，严格按照有关标准规范要求执行，施工前对操作人员进行技术培训，施工中严格按照规范及指南要求进行，保证压浆的密实和可靠性；

7、孔道压浆完将锚端水泥浆冲洗干净，同时清除支承垫板，清理锚具及端面砼的污垢，并将端部砼凿毛；设置锚端部钢筋网，固定好封头模板后浇筑封锚砼，封锚砼强度同主体混凝土强度等级，认真振捣，脱模后注意养生，锚端布置形式应严格按设计图纸施工；

8、混凝土养护:水泥混凝土浇筑完毕后,现浇箱梁顶面进行拉毛处理,拉毛深度控制在1mm～2mm,顶面采用覆盖塑料薄膜+土工布保湿养护,初期不间断洒水湿润或者喷淋养护时间不得少于48h,以防止砼早期收缩裂缝的发生,待48h过后即可进入砼常规养护期,砼养护时间不少于7d;

步骤四、现浇箱梁模板和满堂支架拆除

当全部预应力施工完成后,且混凝土强度和管道压浆强度达到100%设计强度后,经监理工程师同意后,可开始拆除现浇箱梁模板及满堂支架

1、满堂支架落架的原则按对称少量、分次、逐渐完成,以便使现浇箱梁逐步承受荷载,避免结构物在卸架过程中发生质量事故;

2、满堂支架拆除应按先卸跨中后边跨,先跨中后墩顶的原则卸落,卸落时必须小量、缓慢、对称、均匀进行,并检查无误,然后再逐步扩大下落量,切不可一开始就大落量的卸落,以策安全;

3、满堂支架(2)、翼板承托(6)、底模板(71)、翼板模板(72)在拆卸过程中应缓慢地下落到地面,不可乱丢,防止模板损坏,应清理维修整理、分类、妥善存放堆放,以备再用。

变宽度现浇箱梁模板与翼板承托一体化结构及施工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及桥梁节能建设领域,具体是指变宽度现浇箱梁模板与翼板承托一体化结构及施工方法。

背景技术

[0002] 近年来,符合低碳、绿色桥梁建设的预制装配化、快速施工的理念在国内逐步得到广泛认同,并得到了较快的发展,但小半径曲线匝道或主线变宽段上部结构仍需要采用传统的现浇方式,而满堂支架又是现浇桥梁箱梁上部结构的主要方法之一。在由翼板变宽实现箱梁桥面变宽的满堂支架现浇箱梁施工中,较为常用的方法是满堂支架的宽度也随翼板变宽而变宽,这既增加了满堂支架占用地面宽度,对于需要有限区域内维持地面通车的改建工程带来较大的难度,又增加了造价,对于高桥墩而言更为突出。因此,为了体现“安全、耐久、节能、绿色、可持续发展”的桥梁建设理念,改进现有的变宽度现浇箱梁支架搭设方法是非常有必要的。

发明内容

[0003] 本发明所要解决的技术问题在于克服现有技术的缺陷而提供一种构造简单、施工便利、安全可靠、节能环保和性价比高的变宽度现浇箱梁模板与翼板承托一体化结构及施工方法。

[0004] 本发明的技术问题通过以下技术方案实现:

一种变宽度现浇箱梁模板与翼板承托一体化结构,包括搭设在地基上的满堂支架,所述的满堂支架顶部设有多根并排铺设的纵向底槽钢和横向横方木,以及多榀纵向间隔安放的框构式翼板承托和纵方木,并在横向横方木上安装底模板,纵方木上安装翼板模板,该翼板承托的外端部安装防护的栏杆;所述的多榀翼板承托与满堂支架之间设有多根交叉固定的斜撑,多榀翼板承托与翼板模板之间经下铰和上铰连接;每榀所述的翼板承托与箱梁主线相同宽度处均由槽口朝上水平放置的底平杆、内斜杆、竖杆、中斜杆和槽口朝下的上斜杆组成;所述的底平杆、上斜杆和边斜杆均为槽钢制成,该底平杆和边斜杆的槽口向上,上斜杆的槽口向下;所述的内斜杆、竖杆、中斜杆均为钢管;所述的箱梁主线的变宽段是在底平杆外端焊接槽口朝上的边斜杆,该边斜杆的外端与上斜杆的外端固定,上斜杆向内延伸与所述内斜杆、竖杆和中斜杆共同组成变宽度的翼板承托,并在该变宽度的翼板承托上依次铺设纵方木和安装翼板模板。

[0005] 所述的底平杆、上斜杆均与内斜杆、竖杆、中斜杆焊接牢固而组成框构式,该底平杆和上斜杆为整根连续槽钢;所述的变宽段全长为l_1,最大变宽处宽度$b_2=l+l_m$的翼板承托分为两段:第一段由上斜杆、各内斜杆、竖杆、中斜杆和底平杆组成,竖向形心处连线长度为$b_1=l$,视为支承在纵向底槽钢和横向横方木上的弹性地基梁,上斜杆和底平杆n等分每份长度c处,分别为安装内斜杆、竖杆、中斜杆的上下端点;第二段l_m长度的变宽部分翼板

承托为悬臂框构，上斜杆与边斜杆m等分每份长度c处，分别为竖杆、中斜杆的上下端点；作用在翼板承托的荷载分两部分：第一部分为翼板模板和纵方木自重静荷载与振捣水泥混凝土振动力动荷载之和q_0；第二部分为翼板的钢筋混凝土变宽自重荷载，翼板与现浇箱梁相接处的厚度为a_1，翼板端部的厚度为a_2，翼板长度为$b_2=l+l_m$，翼板承托上的荷载为$q(x)$呈梯形分布，其中最大分布荷载为q_1，最小分布荷载为q_m；纵向底槽钢和横向横方木对于第一段翼板承托的反力符合温克尔假设$p(x)=ky(x)$，每榀翼板承托的纵向间距为l_0，由弹性地基梁理论和结构力学，得到如下计算公式：

公式一、计算荷载和惯性矩

翼板承托以底平杆与上斜杆形心高度的平均值为中心线x轴，各内斜杆、竖杆、中斜杆的高度形心为y轴，则翼板承托的计算荷载、支承在纵向底槽钢和铺设横向横方木上的弹性地基梁荷载和框构等效抗弯惯性矩为：

$$q(x)=q_0+\gamma l_0(a_1-\frac{a_1-a_2}{b_2}x)$$

$$I_{dxx}=\frac{1}{l}(I_{sxgx}+I_{dpgx}+I_{sgx}+I_{xgx})$$

式中

(1)上斜杆对x轴的总惯性矩I_{sxgx}

上斜杆的槽口朝下，忽略上斜杆的槽倾角对本身形心的影响，对本身形心的惯性矩$I_{cgx下}$按槽钢的型号规格查阅有关资料，单位长度面积为$\frac{A_{cg}}{\cos\beta}$，则

$$h_i=\frac{1}{2}h_0+x\tan\beta$$

$$I_{sxgx}=l\times I_{cgx下}+\int_0^l\frac{A_{cg}}{\cos\beta}(\frac{1}{2}h_0+x\tan\beta)^2dx=lI_{cgx下}+\frac{A_{cg}}{12\cos\beta}(3h_0^2l+6h_0l^2\tan\beta+4l^3\tan^2\beta)$$

(2)底平杆对x轴的总惯性矩

上斜杆的槽口朝上，对本身形心的惯性矩$I_{sxgx上}$按槽钢的型号规格查阅有关资料，则

$$h_i=\frac{1}{2}h_0+x\tan\beta$$

$$I_{dpgx}=l\times I_{cgx上}+\int_0^l A_{sxgx}(\frac{1}{2}h_0+x\tan\beta)^2dx=lI_{cgx上}+\frac{A_{cg}}{12}(3h_0^2l+6h_0l^2\tan\beta+4l^3\tan^2\beta)$$

(3)单根竖杆对x轴的惯性矩I_{sgxi}和对y轴的惯性矩I_{sgyi}及总竖杆对x轴的惯性矩I_{sgx}

$$\Phi_w^2=x^2+z_w^2$$

$$\Phi_n^2=x^2+z_n^2$$

$$h_i=h_0+ci\qquad(i=1.2,3,\cdots,\ n-1)$$

$$I_{sgxi1}=\int_0^{\Phi_n}\frac{2}{12}h_i^3[(\sqrt{\Phi_w^2-x^2}-\sqrt{\Phi_n^2-x^2})]+\int_0^{\Phi_n}\frac{1}{6}h_i^3(\sqrt{\Phi_w^2-x^2}-\sqrt{\Phi_n^2-x^2})dx\qquad(0\le x\le\Phi_n)$$

$$I_{sgxi2}=\int_{\Phi_n}^{\Phi_w}\frac{1}{6}h_i^3\sqrt{\Phi_w^2-x^2}dx\qquad(\Phi_n\le x\le\Phi_w)$$

$$I_{sgxi}=I_{sgi1}+I_{sgi2}=\frac{1}{24}(h_0+ci)^3(\Phi_w^2-\Phi_n^2)[\pi-2\sqrt{\Phi_w^2-\Phi_n^2}-2\arcsin\frac{\Phi_n}{\Phi_w}]$$

$$I_{sgx}=\sum_{i=1}^{i=n-1}(I_{sgi1}+I_{sgi2})$$

$$=\sum_{i=1}^{i=n-1}\{\frac{1}{24}(h_0+ci)^3(\Phi_w^2-\Phi_n^2)[\pi-2\sqrt{\Phi_w^2-\Phi_n^2}-2\arcsin\frac{\Phi_n}{\Phi_w}]\}$$

$$=\frac{1}{24}(\Phi_w^2-\Phi_n^2)[\pi-2\sqrt{\Phi_w^2-\Phi_n^2}-2\arcsin\frac{\Phi_n}{\Phi_w}][\sum_{i=1}^{i=n-1}h_0^3+3ch_0^2\sum_{i=1}^{i=n-1}i+3c^2h_0\sum_{i=1}^{i=n-1}i^2+c^3\sum_{i=1}^{i=n-1}i^3]$$

$$=\frac{1}{24}(n-1)[h_0^3+\frac{3}{2}nch_0^2+\frac{1}{2}n(2n-1)ch_0^2+\frac{1}{4}n^2(n-1)c^3](\Phi_w^2-\Phi_n^2)[\pi-2\sqrt{\Phi_w^2-\Phi_n^2}-2\arcsin\frac{\Phi_n}{\Phi_w}]$$

单根竖杆对y轴的惯性矩I_{sgyi}

$$I_{sgyi}=\frac{\pi}{64}(\Phi_w^4-\Phi_n^4)$$

(4)内斜杆和上斜杆对x轴的惯性矩

单根内斜杆或上斜杆对x轴的惯性矩由竖杆绕形心转动$\alpha_i(i=1,2,3\cdots,n)$角计算得到

$$h_i=\frac{1}{2}h_0+x\tan\beta$$

$$I_{zgyi}=\frac{I_{zgxi}+I_{zgyi}}{2}+\frac{I_{zgxi}-I_{zgyi}}{2}\cos 2\alpha_i$$

$$=[\frac{1}{48}h_i^3(\Phi_w^2-\Phi_n^2)[\pi-2\sqrt{\Phi_w^2-\Phi_n^2}-2\arcsin\frac{\Phi_n}{\Phi_w}](1+\cos 2\alpha_i)+\frac{\pi}{128}(\Phi_w^4-\Phi_n^4)(1-\cos 2\alpha_i)]$$

$$I_{zgx}=\frac{1}{48}(\Phi_w^2-\Phi_n^2)[\pi-2\sqrt{\Phi_w^2-\Phi_n^2}-2\arcsin\frac{\Phi_n}{\Phi_w}]\sum_{i=1}^{i=n}\{h_i^3(1+\cos 2\alpha_i)\}+\frac{\pi}{128}(\Phi_w^2-\Phi_n^2)\sum_{i=1}^{i=n}(1-\cos 2\alpha_i)$$

公式二、计算翼板承托第一部分外端A_n、B_n处的内力

断开第一部分与第二部分翼板承托之间的连接处A_n、B_n,得

$$\sum m_{B_n}=0$$

$$\left.\begin{aligned}&M_n+h_nF_{An}\cos\delta-\int_l^{l_1}(x-l)q(x)dx=0\\&\int_l^{l_1}q(x)dx-F_{An}\sin\delta-F_{Bn}\sin\beta=0\\&F_{An}\cos\delta-F_{Bn}\cos\beta=0\end{aligned}\right\}$$

$$F_{An}=\frac{\cos\beta}{\cos\delta}F_{Bn}$$

$$\int_l^{l_1}q(x)dx-F_{An}\sin\delta-F_{Bn}\sin\beta=\int_l^{l_1}q(x)dx-F_{Bn}(\frac{\cos\beta}{\tan\delta}+\sin\beta)=0$$

$$F_{Bn}=\frac{\int_l^{l_1}q(x)dx}{\frac{\cos\beta}{\tan\delta}+\sin\beta}=\frac{\tan\delta}{\cos\beta+\sin\beta\tan\delta}\int_l^{l_1}[q_0+\gamma l_0(a_1-\frac{a_1-a_2}{b_2}x)]dx$$

$$=\frac{\sin\delta}{\cos\delta(\cos\beta+\sin\beta\tan\delta)}\{q_0l_m+\gamma l_0[a_1l_m-\frac{a_1-a_2}{2b_2}(l_1^2-l^2)]\}$$

$$F_{An}=\frac{\cos\beta\tan\delta}{\cos\delta(\cos\beta+\sin\beta\tan\delta)}\{q_0l_m+\gamma l_0[a_1l_m-\frac{a_1-a_2}{2b_2}(l_1^2-l^2)]\}$$

$$M_n=\int_l^{l_1}(x-l)q(x)dx-h_nF_{An}\cos\delta=\int_l^{l_1}(x-l)[q_0+\gamma l_0(a_1-\frac{a_1-a_2}{b_2}x)]dx-h_nF_{An}\cos\delta$$

$$=\{\frac{1}{2}q_0(l_1^2-l^2)+\gamma l_0[\frac{1}{2}a_1(l_1^2-l^2)-\frac{a_1-a_2}{3b_2}(l_1^3-l^3)]-q_0ll_m-\gamma ll_0[a_1-\frac{a_1-a_2}{b_2}l_m]\}-h_nF_{An}\cos\delta$$

$$Q_n=F_{An}\sin\delta-F_{Bn}\sin\beta$$

公式三、计算翼板承托的弹性地基梁地基反力分布$p(x)$

第一部分翼板承托在荷载$q(x)$和F_{An}、F_{Bn}、M_n的作用下，翼板承托弹性地基梁微分方程及初参数解为

$$\frac{dM(x)}{dx}=p(x)-q(x)=ky(x)-q(x)$$

$$EI_{dxx}\frac{dy(x)}{dx}+ky(x)=q(x)$$

$$\lambda=\sqrt[4]{\frac{kb}{4EI_{dxx}}}$$

$$\left.\begin{aligned}
y(x)&=y_0\varphi_1+\theta_0\frac{1}{2\lambda}\varphi_2-M_0\frac{2\lambda^2}{bk}\varphi_3-Q_0\frac{\lambda}{bk}\varphi_4\\
\theta(x)&=y_0\lambda\varphi_4+\theta_0\varphi_1-M_0\frac{2\lambda^3}{bk}\varphi_4-Q_0\frac{2\lambda^2}{bk}\varphi_3\\
M(x)&=y_0\frac{bk}{2\lambda^2}\varphi_3+\theta_0\frac{bk}{4\lambda^3}\varphi_4+M_0\varphi_1+Q_0\frac{1}{2\lambda}\varphi_2\\
Q(x)&=y_0\frac{bk}{2\lambda}\varphi_2+\theta_0\frac{bk}{2\lambda^2}\varphi_3-M_0\lambda\varphi_4+Q_0\varphi_1
\end{aligned}\right\}$$

式中

$$\left.\begin{aligned}
\varphi_1&=ch\lambda x\cos\lambda x\\
\varphi_2&=ch\lambda x\sin\lambda x+sh\lambda x\cos\lambda x\\
\varphi_3&=sh\lambda x\sin\lambda x\\
\varphi_4&=ch\lambda x\sin\lambda x-sh\lambda x\cos\lambda x
\end{aligned}\right\}$$

根据翼板承托与翼板模板一体化设计要求，第一部分翼板承托A_1端为弹性固定，A_n端自由，则y_0=0，初参数解为

$$\left.\begin{aligned}
y(0)&=\theta_0\frac{1}{2\lambda}\varphi_2-M_0\frac{2\lambda^2}{bk}\varphi_3-Q_0\frac{\lambda}{bk}\varphi_4=0\\
M(l)&=\theta_0\frac{bk}{4\lambda^3}\varphi_4+M_0\varphi_1+Q_0\frac{1}{2\lambda}\varphi_2=M_n\\
Q(l)&=\theta_0\frac{bk}{2\lambda^2}\varphi_3-M_0\lambda\varphi_4+Q_0\varphi_1=F_{An}\sin\delta+F_{Bn}\sin\beta
\end{aligned}\right\}$$

上式中代入公式二中的M_n、Q_n，可解出θ_0、M_0、Q_0，得

$$p(x)=ky(x)=k(\theta_0\frac{1}{2\lambda}\varphi_2-M_0\frac{2\lambda^2}{bk}\varphi_3-Q_0\frac{\lambda}{bk}\varphi_4)$$

由公式一、公式二和公式三可由结构力学求出两部分翼板承托的底平杆、内斜杆、竖杆、中斜杆、上斜杆、边斜杆的内力，各杆件的强度和刚度满足所用材料强度和刚度要求；

公式一、公式二和公式三中的各符号定义为：

a_1、a_2——分别为现浇箱梁翼板根部和端部的厚度，m；

b_1、b_2——分别为现浇箱梁翼板变宽段长度为l_1时起始端处和变宽末端处的宽度，m；

b——现浇箱梁翼板作为弹性地基梁模型的计算宽度即上斜杆或底平杆的宽度，m；

c——每榀翼板承托焊接内斜杆、竖杆、中斜杆之间的等份间距，m；

l_0、l、l_1、l_m——分别为现浇箱梁翼板纵向每榀翼板承托之间的间距、支承在纵向底槽钢和横向横方木上变宽处末端翼板承托第一段形心处的长度、现浇箱梁翼板变宽段全长、变宽末端处翼板承托第二段悬臂部分的长度，m；

h_0、h_n、h_i、h_m——分别为现浇箱梁翼板变宽末端处翼板承托第一段起点形心处的翼板承托高度、翼板承托第一段末端形心处的翼板承托高度、翼板承托第一段各分节形心处的翼板承托高度、翼板承托第二段末端形心处的翼板承托高度，m；

x——翼板承托第一段起始端形心处作为弹性地基梁的横标值，计算内斜杆、竖杆和中斜杆时也以其形心为横坐标，m；

$y(x)$——翼板承托第一段起始端形心处作为弹性地基梁的竖向变形曲线的竖向座标值，y符号计算内斜杆、竖杆和中斜杆时也以其形心为竖向座标，m；

z——翼板承托的内斜杆、竖杆和中斜杆其形心以现浇箱梁翼板纵向座标，m；

Φ_w、Φ_n——分别为翼板承托的内斜杆、竖杆、中斜杆钢管的外直径和内直径，m；

z_w、z_n——分别为内斜杆、竖杆、中斜杆以现浇箱梁翼板纵向的外直径和内直径的纵向坐标，m；

n、m——分别为支承在纵向底槽钢和横向横方木上变宽末端处翼板承托部分形心处长度焊接内斜杆、竖杆、中斜杆之间的间距为c的分节数，变宽终点处翼板承托悬臂部分长度焊接竖杆、中斜杆之间的间距为c的分节数；

α_i、β_i、δ_i——分别为翼板承托包括内斜杆、上斜杆、边斜杆通过形心的纵向轴向与水平线的夹角，rad；

i——翼板承托包括内斜杆、竖杆与底平杆或与边斜杆交点处的节点编号，翼板承托第一段的起始端至末端的编号为1,2,3,...,n，翼板承托第二段的起始端至末端的编号为1,2,3,...,m；

γ——现浇箱梁翼板钢筋混凝土的容重，kN/m^3；

q_0——翼板模板和纵方木的静荷载与振捣水泥混凝土振动力的动荷载总和，kN/m；

$q(x)$、q_1、q_n、q_m——分别为翼板模板和纵方木的静荷载与振捣水泥混凝土振动力的动荷载总和q_0与现浇箱梁翼板钢筋混凝土的重度总和、翼板承托起点形心处的分布荷载、翼板承托第一段末端处的荷载、翼板承托最外端处的分布荷载，kN/m；

$p(x)$——翼板承托第一段作为弹性地基梁的纵向底槽钢和横向横方木的反力，

符合温克尔假设 $p(x)=ky(x)$，kN/m；

k——温克尔假设的地基反力系数，查阅有关手册或通过满堂支架预压测试得到，kN/m^3；

λ——弹性地基梁系数，$\lambda=\sqrt[4]{\frac{kb}{4EI_{dxx}}}$，$1/m$；

E——槽钢和钢管的弹性模量，kN/m^2；

I_{dxx}——翼板承托第一段作为弹性地基梁的等效惯性矩，m^4；

I_{sxgx}、I_{dpgx}、I_{sgx}、I_{xgx}——分别为上斜杆、底平杆、竖杆、包括内斜杆和中斜杆的总惯性矩，m^4；

I_{sxgxi}、I_{dpgxi}、I_{sgxi}、I_{xgxi}——分别为单根上斜杆、底平杆、竖杆、包括内斜杆和中斜杆的惯性矩，m^4；

I_{sgxi1}、I_{sgxi2}——分别为单根竖杆在$(0\le x\le \Phi_n)$区间的惯性矩、单根竖杆在$(\Phi_n\le x\le \Phi_w)$区间的惯性矩，m^4；

$I_{cgx上}$、$I_{cgx下}$、A_{cg}——分别为单根上斜杆或底平杆的槽口向上时对本身形心x轴的惯性矩、单根上斜杆或底平杆的槽口向下时对本身形心x轴的惯性矩、单根上斜杆或底平杆的截面积，查阅有关材料手册得到，m^4、m^2；

F_{An}、F_{Bn}——分别为现浇箱梁翼板变宽终点处翼板承托第一段末端与第二段始端断开处的上斜杆拉力和底平杆压力，kN；

M_n——现浇箱梁翼板变宽终点处翼板承托第一段末端与第二段始端断开处的力矩，$kN\cdot m$；

φ_1、φ_2、φ_3、φ_4——分别为现浇箱梁翼板承托作为弹性地基梁计算的有关参数，无量纲；

y_0、θ_0、Q_0、M_0——分别为现浇箱梁翼板承托作为弹性地基梁计算的起始端的挠度、转角、剪力和弯矩，m、rad、kN、$kN\cdot m$。

[0006] 所述的翼板承托由起始端的上铰、下铰与现浇箱梁模板预设的铰支座相连接形成的一体化结构。

[0007] 所述的内斜杆的两端分别与底平杆、上斜杆焊接成共同的节点，该竖杆、中斜杆的两端分别与底平杆、边斜杆焊接成共同的节点，且上斜杆与水平线的倾角与翼板模板底面的倾角相同，内斜杆的倾角与翼板模板侧面的倾角相同，中斜杆的斜度由上述两个节点的位置确定。

[0008] 所述的下铰和上铰均为钢质部件，且下铰或上铰的一端预埋在翼板模板的侧面，另一端焊接在内斜杆和底平杆的贴近翼板模板的一端，该下铰和上铰均由圆钢连接，并使

翼板模板或翼板承托形成相互度转动。

[0009] 所述的底模板、翼板模板均为钢质部件,分别支承在横向横方木和纵方木上并围合成现浇箱梁的底板、腹板和翼板。

[0010] 所述的纵向底槽钢铺设在满堂支架的顶部,该铺设横向横方木铺设在纵向底槽钢上作为现浇箱梁模板的底座。

[0011] 所述的纵方木为相邻的每榀翼板承托之间放置的纵向方形木料。

[0012] 所述的地基为搭设满堂支架的基础;所述的现浇箱梁为高架桥梁的上部结构;所述的箱梁主线的变宽段是由翼板模板变宽而实现现浇箱梁桥面变宽。

[0013] 变宽度现浇箱梁模板与翼板承托一体化结构的施工方法,包括如下步骤:

步骤一、拟定变宽度现浇箱梁模板与翼板承托一体化结构尺寸

1、根据变宽度现浇箱梁和满堂支架的实际情况,初拟变宽度现浇箱梁模板与翼板承托一体化结构尺寸、布置形式和选择工程材料;

2、由公式一、公式二、公式三计算复核并确定变宽度现浇箱梁模板与翼板承托一体化结构尺寸、布置形式和工程材料选择;

3、编制施工组织设计文件,组织施工;

步骤二、搭设满堂支架和现浇箱梁模板

1、按照有关标准规范选择满堂支架的材料,根据设计荷载设计满堂支架的结构;

2、测量放样,按设计图纸确定满堂支架的位置、标高和安装宽度;

3、满堂支架搭设流程:支架基础验收→施工测量定位→安装可调底座调至设计高度→安装立杆,横杆→安装斜杆→水平尺校正水平和垂直→安装上一步立杆,横杆→安装斜杆→重复以上步骤直至设计高度→测量定位复核→安装可调顶托调至设计高度→满堂支架荷载预压符合设计要求→安装纵向底槽钢→安装横向横方木→铺设底模板→安装翼板承托→安装斜撑→安装纵方木→安装翼板模板→翼板承托与翼板模板铰链连接→安装支架护栏→满堂支架、翼板承托和底模板、翼板模板的总验收;

为了加强满堂支架体系的稳定性,满堂支架整体安装剪刀撑或用钢管环抱桥梁墩柱连接,满堂支架体系安装和使用过程通过预埋的监测点加强位移监测,确保支架安全;

步骤三、现浇箱梁的钢筋绑扎和水泥混凝土浇筑

1、现浇箱梁钢筋安装分为两个阶段,第一阶段是先安装底板和腹板钢筋,第二阶段是第一次混凝土浇筑完成后再安装顶板钢筋及翼板钢筋,钢筋制作安装质量符合设计和标准规范要求;

2、现浇箱梁腹板钢筋安装完成后即可安装预应力管道,该道工序在芯模安装前完成;现浇箱梁预应力管道、预应力钢绞线、锚具、夹具采用符合国家技术质量标准,钢绞线保管中严禁雨淋,防止锈蚀,且不允许沾污油污;

3、现浇箱梁混凝土采用泵送分二次浇筑成型,总体浇筑顺序为第一次底板、腹板混凝土浇筑→第二次顶板及翼缘板混凝土浇筑,两次浇筑间隔时间不超过10天;

4、预应力钢绞线出厂后分批验收,验收时检验其质量证明书、包装方法及标志内容是否齐全、正确,并按取样标准对其抗拉强度、伸长率等力学性能进行验检;锚具必须有出厂证明书,进场时按规定取样,进行外观检查和硬度检验;钢绞线采用穿束机逐根穿入,钢绞线前头应套上一个子弹头形的壳帽,使用穿束机控制合适的速度将钢绞线推入孔道;

5、现浇箱梁预应力张拉采用智能张拉施工工艺,系统还根据预设程序,由主机发出指令,同步控制每台设备的每一个机械动作,自动完成整个张拉过程;

6、预应力孔道压浆采用真空辅助压浆技术,严格按照有关标准规范要求执行,施工前对操作人员进行技术培训,施工中严格按照规范及指南要求进行,保证压浆的密实和可靠性;

7、孔道压浆完将锚端水泥浆冲洗干净,同时清除支承垫板,清理锚具及端面砼的污垢,并将端部砼凿毛;设置锚端部钢筋网,固定好封头模板后浇筑封锚砼,封锚砼强度同主体混凝土强度等级,认真振捣,脱模后注意养生,锚端布置形式应严格按设计图纸施工;

8、混凝土养护:水泥混凝土浇筑完毕后,现浇箱梁顶面进行拉毛处理,拉毛深度控制在1mm～2mm,顶面采用覆盖塑料薄膜+土工布保湿养护,初期不间断洒水湿润或者喷淋养护时间不得少于48h,以防止砼早期收缩裂缝的发生,待48h过后即可进入砼常规养护期,砼养护时间不少于7d;

步骤四、现浇箱梁模板和满堂支架拆除

当全部预应力施工完成后,且混凝土强度和管道压浆强度达到100%设计强度后,经监理工程师同意后,可开始拆除现浇箱梁模板及满堂支架

1、满堂支架落架的原则按对称少量、分次、逐渐完成,以便使现浇箱梁逐步承受荷载,避免结构物在卸架过程中发生质量事故;

2、满堂支架拆除应按先卸跨中后边跨,先跨中后墩顶的原则卸落,卸落时必须小量、缓慢、对称、均匀进行,并检查无误,然后再逐步扩大下落量,切不可一开始就大落量的卸落,以策安全;

3、满堂支架、翼板承托、底模板、翼板模板在拆卸过程中应缓慢地下落到地面,不可乱丢,防止模板损坏,应清理维修整理、分类、妥善存放堆放,以备再用。

[0014] 与现有技术相比,本发明主要提供了一种变宽度现浇箱梁模板与翼板承托一体化结构,它能根据满堂支架的搭设特点,设立翼板承托进行调整桥面宽度;本发明具有如下结构优点:一是变宽度现浇箱梁模板与框构式翼板承托形成一体化结构,能使现浇箱梁模板与翼板承托结构变形协调,结构受力科学;二是翼板承托的悬臂端调整长度灵活,满足桥面变宽度要求,适应性强;三是桥面可按实际变宽但满堂支架的横向宽度却能保持不变,节约材料、机械和人工,节能减排,绿色环保;四是所提供的翼板承托设计的计算方法原理清晰、科学合理、实用易行,可指导变宽度现浇箱梁模板与翼板承托一体化的施工,提高了安全性能和工程质量。因此,本发明具有构造简单、施工便利、安全可靠、节能环保和性价比高等使用优点,其结合相应的施工方法,还具有较高的经济效益和社会效益。

附图说明

[0015] 图1为本发明的左半立面和右半立面的结构示意图。

[0016] 图2为图1的俯视图。

[0017] 图3为单榀翼板承托的内力分析图。

[0018] 图4为钢管的惯性矩计算图式。

[0019] 图5为单榀翼板承托的弹性地基梁受力计算图。

具体实施方式

[0020] 下面将按上述附图对本发明实施例再作详细说明。

[0021] 如图1~图5所示,1.地基、2.满堂支架、21.斜撑、3.现浇箱梁、4.纵向底槽钢、51.横向横方木、52.纵方木、6.翼板承托、61.底平杆、62.内斜杆、63.竖杆、64.中斜杆、65.上斜杆、66.边斜杆、67.下铰、68.上铰、71.底模板、72.翼板模板、8.栏杆。

[0022] 变宽度现浇箱梁模板与翼板承托一体化结构及施工方法,如图1、图2所示,涉及桥梁节能建设领域,其结构包括在地基1上搭设满堂支架2,该满堂支架顶部设有多根并排铺设的纵向底槽钢4和横向横方木51,以及多榀纵向间隔安放的框构式翼板承托6和纵方木52,继而在横向横方木51上安装底模板71,纵方木52上安装翼板模板72,该底模板71和翼板模板72共同构成现浇箱梁模板;所述的翼板承托6的外端部安装用于防护的栏杆8,再将多榀翼板承托6与满堂支架2之间用多根斜撑21交叉固定以形成稳固的变宽度现浇箱梁模板与翼板承托一体化结构。

[0023] 所述的变宽度现浇箱梁模板与翼板承托一体化结构为多榀纵向相隔一定距离的框构式翼板承托6与翼板模板72通过下铰67和上铰68连接而成,每榀翼板承托6与箱梁主线相同宽度处均由槽口朝上水平放置的底平杆61、内斜杆62、竖杆63、中斜杆64和槽口朝下的上斜杆65组成;所述的底平杆61、上斜杆65和边斜杆66均为槽钢制成,该底平杆61和边斜杆66的槽口向上,上斜杆65的槽口向下;所述的内斜杆62、竖杆63、中斜杆64均为钢管;所述的箱梁主线的变宽段是在底平杆61外端焊接槽口朝上的边斜杆66,该边斜杆的外端与上斜杆65的外端固定,上斜杆65向内延伸与内斜杆62、竖杆63和中斜杆64共同组成变宽度的翼板承托6,并在该变宽度的翼板承托上依次铺设纵方木52和安装翼板模板72而共同实现翼板变宽的支承。

[0024] 所述的地基1为搭设满堂支架2的基础,要求具有一定强度和刚度,能够满足现浇箱梁3的强度和稳定性要求。

[0025] 所述的现浇箱梁3为高架桥梁的上部结构,箱梁主线变宽段由翼板变宽实现现浇箱梁桥面变宽,是在满堂支架2上铺设现浇箱梁模板、绑扎钢筋并现场浇筑水泥混凝土而成。

[0026] 所述的纵向底槽钢4为铺设在满堂支架2的顶部,其上铺设横向横方木51作为现浇箱梁模板的底座,该横向横方木51上安装底模板71,而纵方木52为每榀翼板承托6之间放置的纵向方形木料,其上再安装翼板模板72。

[0027] 所述的翼板承托6为变宽度现浇箱梁模板与翼板承托一体化钢质结构,翼板承托6由起始端的上铰68和下铰67与现浇箱梁模板预设的铰支座相连接形成一体化结构;所述的内斜杆62的两端分别与底平杆61、上斜杆65焊接成共同的节点,该竖杆63、中斜杆64的两端分别与底平杆61、边斜杆66焊接成共同的节点,且上斜杆65与水平线的倾角与翼板模板72底面的倾角相同,内斜杆62的倾角与翼板模板72侧面的倾角相同,中斜杆64的斜度由上述两个节点的位置确定。

[0028] 所述的下铰67和上铰68均为钢质部件,且下铰或上铰的一端预埋在翼板模板72的侧面,另一端焊接在内斜杆62和底平杆61的贴近翼板模板72的一端,该下铰67和上铰68均由圆钢连接,并使翼板模板72或翼板承托6形成相互度转动,以释放应力,并保护翼板模板72免于应力集中而发生损伤。

[0029] 所述的底模板71、翼板模板72均为钢质部件，分别支承在横向横方木51和纵方木52上并围合成现浇箱梁3的底板、腹板和翼板，作为现浇箱梁3绑扎钢筋和现浇水泥混凝土的模板。

[0030] 所述的底平杆61、上斜杆65均与内斜杆62、竖杆63、中斜杆64焊接牢固而组成框构式，该底平杆61和上斜杆65为整根连续槽钢；所述的变宽段全长为l_1，最大变宽处宽度$b_2=l+l_m$的翼板承托6分为两段：第一段由上斜杆65、各内斜杆62、竖杆63、中斜杆64和底平杆61组成，竖向形心处连线长度为$b_1=l$，视为支承在纵向底槽钢4和横向横方木51上的弹性地基梁，上斜杆65和底平杆n等分每份长度c处，分别为安装内斜杆62、竖杆63、中斜杆64的上下端点；第二段l_m长度的变宽部分翼板承托6为悬臂框构，上斜杆65与边斜杆m等分每份长度c处，分别为竖杆63、中斜杆64的上下端点；作用在翼板承托6的荷载分两部分：第一部分为翼板模板72和纵方木52自重静荷载与振捣水泥混凝土振动力动荷载之和q_0；第二部分为翼板的钢筋混凝土变宽自重荷载，翼板与现浇箱梁3相接处的厚度为a_1，翼板端部的厚度为a_2，翼板长度为$b_2=l+l_m$，翼板承托6上的荷载为$q(x)$呈梯形分布，其中最大分布荷载为q_1，最小分布荷载为q_m；纵向底槽钢4和横向横方木51对于第一段翼板承托6的反力符合温克尔假设$p(x)=ky(x)$，每榀翼板承托6的纵向间距为l_0，由弹性地基梁理论和结构力学，得到如下计算公式：

公式一、计算荷载和惯性矩

翼板承托6以底平杆61与上斜杆65形心高度的平均值为中心线x轴，各内斜杆62、竖杆63、中斜杆64的高度形心为y轴，则翼板承托6的计算荷载、支承在纵向底槽钢4和铺设横向横方木51上的弹性地基梁荷载和框构等效抗弯惯性矩为：

$$q(x)=q_0+\gamma l_0(a_1-\frac{a_1-a_2}{b_2}x)$$

$$I_{dcx}=\frac{1}{l}(I_{sxgx}+I_{dpgx}+I_{sgx}+I_{xgx})$$

式中

(1)上斜杆65对x轴的总惯性矩I_{sxgx}

上斜杆65的槽口朝下，忽略上斜杆65的槽倾角对本身形心的影响，对本身形心的惯性矩$I_{cgx下}$按槽钢的型号规格查阅有关资料，单位长度面积为$\frac{A_{cg}}{\cos\beta}$，则

$$h_i=\frac{1}{2}h_0+x\tan\beta$$

$$I_{sxgx}=l\times I_{cgx下}+\int_0^l\frac{A_{cg}}{\cos\beta}(\frac{1}{2}h_0+x\tan\beta)^2dx=lI_{cgx下}+\frac{A_{cg}}{12\cos\beta}(3h_0^2l+6h_0l^2\tan\beta+4l^3\tan^2\beta)$$

(2)底平杆61对x轴的总惯性矩

上斜杆65的槽口朝上，对本身形心的惯性矩$I_{sxgx上}$按槽钢的型号规格查阅有关资料，则

$$h_i=\frac{1}{2}h_0+x\tan\beta$$

$$I_{dpgx}=l\times I_{cgx上}+\int_0^l A_{sxgx}(\frac{1}{2}h_0+x\tan\beta)^2dx=lI_{cgx上}+\frac{A_{cg}}{12}(3h_0^2l+6h_0l^2\tan\beta+4l^3\tan^2\beta)$$

(3)单根竖杆63对x轴的惯性矩I_{sgxi}和对y轴的惯性矩I_{sgyi}及总竖杆对x轴的惯性矩I_{sgx}

$$\Phi_w^2=x^2+z_w^2$$

$$\Phi_n^2=x^2+z_n^2$$

$$h_i=h_0+ci\qquad(i=1,2,3,\cdots,\ n-1)$$

$$I_{sgxi1}=\int_0^{\Phi_n}\frac{2}{12}h_i^3[(\sqrt{\Phi_w^2-x^2}-\sqrt{\Phi_n^2-x^2})]+\int_0^{\Phi_n}\frac{1}{6}h_i^3(\sqrt{\Phi_w^2-x^2}-\sqrt{\Phi_n^2-x^2})dx\qquad(0\le x\le\Phi_n)$$

$$I_{sgxi2}=\int_{\Phi_n}^{\Phi_w}\frac{1}{6}h_i^3\sqrt{\Phi_w^2-x^2}dx\qquad(\Phi_n\le x\le\Phi_w)$$

$$I_{sgxi}=I_{sgi1}+I_{sgi2}=\frac{1}{24}(h_0+ci)^3(\Phi_w^2-\Phi_n^2)[\pi-2\sqrt{\Phi_w^2-\Phi_n^2}-2\arcsin\frac{\Phi_n}{\Phi_w}]$$

$$I_{sgx}=\sum_{i=1}^{i=n-1}(I_{sgi1}+I_{gsi2})$$

$$=\sum_{i=1}^{i=n-1}\{\frac{1}{24}(h_0+ci)^3(\Phi_w^2-\Phi_n^2)[\pi-2\sqrt{\Phi_w^2-\Phi_n^2}-2\arcsin\frac{\Phi_n}{\Phi_w}]\}$$

$$=\frac{1}{24}(\Phi_w^2-\Phi_n^2)[\pi-2\sqrt{\Phi_w^2-\Phi_n^2}-2\arcsin\frac{\Phi_n}{\Phi_w}][\sum_{i=1}^{i=n-1}h_0^3+3ch_0^2\sum_{i=1}^{i=n-1}i+3c^2h_0\sum_{i=1}^{i=n-1}i^2+c^3\sum_{i=1}^{i=n-1}i^3]$$

$$=\frac{1}{24}(n-1)[h_0^3+\frac{3}{2}nch_0^2+\frac{1}{2}n(2n-1)ch_0^2+\frac{1}{4}n^2(n-1)c^3](\Phi_w^2-\Phi_n^2)[\pi-2\sqrt{\Phi_w^2-\Phi_n^2}-2\arcsin\frac{\Phi_n}{\Phi_w}]$$

单根竖杆63对y轴的惯性矩I_{sgyi}

$$I_{sgyi}=\frac{\pi}{64}(\Phi_w^4-\Phi_n^4)$$

(4)内斜杆62和上斜杆65对x轴的惯性矩

单根内斜杆62或上斜杆65对x轴的惯性矩由竖杆63绕形心转动$\alpha_i(i=1,2,3\cdots,n)$角计算得到

$$h_i=\frac{1}{2}h_0+x\tan\beta$$

$$I_{sgxi}=\frac{I_{sgxi}+I_{sgyi}}{2}+\frac{I_{sgxi}-I_{sgyi}}{2}\cos2\alpha_i$$

$$=[\frac{1}{48}h_i^3(\Phi_w^2-\Phi_n^2)[\pi-2\sqrt{\Phi_w^2-\Phi_n^2}-2\arcsin\frac{\Phi_n}{\Phi_w}](1+\cos2\alpha_i)+\frac{\pi}{128}(\Phi_w^4-\Phi_n^4)(1-\cos2\alpha_i)]$$

$$I_{sgx}=\frac{1}{48}(\Phi_w^2-\Phi_n^2)[\pi-2\sqrt{\Phi_w^2-\Phi_n^2}-2\arcsin\frac{\Phi_n}{\Phi_w}]\sum_{i=1}^{i=n}\{h_i^3(1+\cos2\alpha_i)\}+\frac{\pi}{128}(\Phi_w^2-\Phi_n^2)\sum_{i=1}^{i=n}(1-\cos2\alpha_i)$$

公式二、计算翼板承托第一部分外端A_n、B_n处的内力

断开第一部分与第二部分翼板承托6之间的连接处A_n、B_n，得

$$\sum m_{B_n}=0$$

$$\left.\begin{aligned}&M_n+h_nF_{An}\cos\delta-\int_l^{l_1}(x-l)q(x)dx=0\\&\int_l^{l_1}q(x)dx-F_{An}\sin\delta-F_{Bn}\sin\beta=0\\&F_{An}\cos\delta-F_{Bn}\cos\beta=0\end{aligned}\right\}$$

$$F_{An}=\frac{\cos\beta}{\cos\delta}F_{Bn}$$

$$\int_l^{l_1}q(x)dx-F_{An}\sin\delta-F_{Bn}\sin\beta=\int_l^{l_1}q(x)dx-F_{Bn}(\frac{\cos\beta}{\tan\delta}+\sin\beta)=0$$

$$F_{Bn}=\frac{\int_l^{l_1}q(x)dx}{\frac{\cos\beta}{\tan\delta}+\sin\beta}=\frac{\tan\delta}{\cos\beta+\sin\beta\tan\delta}\int_l^{l_1}[q_0+\gamma l_0(a_1-\frac{a_1-a_2}{b_2}x)]dx$$

$$=\frac{\sin\delta}{\cos\delta(\cos\beta+\sin\beta\tan\delta)}\{q_0l_m+\gamma l_0[a_1l_m-\frac{a_1-a_2}{2b_2}(l_1^2-l^2)]\}$$

$$F_{An}=\frac{\cos\beta\tan\delta}{\cos\delta(\cos\beta+\sin\beta\tan\delta)}\{q_0l_m+\gamma l_0[a_1l_m-\frac{a_1-a_2}{2b_2}(l_1^2-l^2)]\}$$

$$M_n=\int_l^{l_1}(x-l)q(x)dx-h_nF_{An}\cos\delta=\int_l^{l_1}(x-l)[q_0+\gamma l_0(a_1-\frac{a_1-a_2}{b_2}x)]dx-h_nF_{An}\cos\delta$$

$$=\{\frac{1}{2}q_0(l_1^2-l^2)+\gamma l_0[\frac{1}{2}a_1(l_1^2-l^2)-\frac{a_1-a_2}{3b_2}(l_1^3-l^3)]-q_0ll_m-\gamma ll_0[a_1-\frac{a_1-a_2}{b_2}l_m]\}-h_nF_{An}\cos\delta$$

$$Q_n=F_{An}\sin\delta-F_{Bn}\sin\beta$$

公式三、计算翼板承托的弹性地基梁地基反力分布$p(x)$

第一部分翼板承托6在荷载$q(x)$和F_{An}、F_{Bn}、M_n的作用下，翼板承托弹性地基梁微分方程及初参数解为

$$\frac{dM(x)}{dx}=p(x)-q(x)=ky(x)-q(x)$$

$$EI_{dxx}\frac{dy(x)}{dx}+ky(x)=q(x)$$

$$\lambda=\sqrt[4]{\frac{kb}{4EI_{dxx}}}$$

$$\left.\begin{aligned}&y(x)=y_0\varphi_1+\theta_0\frac{1}{2\lambda}\varphi_2-M_0\frac{2\lambda^2}{bk}\varphi_3-Q_0\frac{\lambda}{bk}\varphi_4\\&\theta(x)=y_0\lambda\varphi_4+\theta_0\varphi_1-M_0\frac{2\lambda^3}{bk}\varphi_4-Q_0\frac{2\lambda^2}{bk}\varphi_3\\&M(x)=y_0\frac{bk}{2\lambda^2}\varphi_3+\theta_0\frac{bk}{4\lambda^3}\varphi_4+M_0\varphi_1+Q_0\frac{1}{2\lambda}\varphi_2\\&Q(x)=y_0\frac{bk}{2\lambda}\varphi_2+\theta_0\frac{bk}{2\lambda^2}\varphi_3-M_0\lambda\varphi_4+Q_0\varphi_1\end{aligned}\right\}$$

式中

$$\left.\begin{aligned}\varphi_1 &= ch\lambda x\cos\lambda x\\ \varphi_2 &= ch\lambda x\sin\lambda x + sh\lambda x\cos\lambda x\\ \varphi_3 &= sh\lambda x\sin\lambda x\\ \varphi_4 &= ch\lambda x\sin\lambda x - sh\lambda x\cos\lambda x\end{aligned}\right\}$$

根据翼板承托6与翼板模板一体化设计要求，第一部分翼板承托A_1端为弹性固定，A_n端自由，则y_0=0，初参数解为

$$\left.\begin{aligned}y(0) &= \theta_0\frac{1}{2\lambda}\varphi_2 - M_0\frac{2\lambda^2}{bk}\varphi_3 - Q_0\frac{\lambda}{bk}\varphi_4 = 0\\ M(l) &= \theta_0\frac{bk}{4\lambda^3}\varphi_4 + M_0\varphi_1 + Q_0\frac{1}{2\lambda}\varphi_2 = M_n\\ Q(l) &= \theta_0\frac{bk}{2\lambda^2}\varphi_3 - M_0\lambda\varphi_4 + Q_0\varphi_1 = F_{An}\sin\delta + F_{Bn}\sin\beta\end{aligned}\right\}$$

上式中代入公式二中的M_n、Q_n，可解出θ_0、M_0、Q_0，得

$$p(x) = ky(x) = k(\theta_0\frac{1}{2\lambda}\varphi_2 - M_0\frac{2\lambda^2}{bk}\varphi_3 - Q_0\frac{\lambda}{bk}\varphi_4)$$

由公式一、公式二和公式三可由结构力学求出两部分翼板承托6的底平杆61、内斜杆62、竖杆63、中斜杆64、上斜杆65、边斜杆66的内力，各杆件的强度和刚度满足所用材料强度和刚度要求；

公式一、公式二和公式三中的各符号定义为：

a_1、a_2——分别为现浇箱梁3翼板根部和端部的厚度，m；

b_1、b_2——分别为现浇箱梁3翼板变宽段长度为l_1时起始端处和变宽末端处的宽度，m；

b——现浇箱梁3翼板作为弹性地基梁模型的计算宽度即上斜杆或底平杆的宽度，m；

c——每榀翼板承托6焊接内斜杆62、竖杆63、中斜杆64之间的等份间距，m；

l_0、l、l_1、l_m——分别为现浇箱梁3翼板纵向每榀翼板承托6之间的间距、支承在纵向底槽钢4和横向横方木51上变宽处末端翼板承托6第一段形心处的长度、现浇箱梁3翼板变宽段全长、变宽末端处翼板承托6第二段悬臂部分的长度，m；

h_0、h_n、h_i、h_m——分别为现浇箱梁3翼板变宽末端处翼板承托6第一段起点形心处的翼板承托高度、翼板承托6第一段末端形心处的翼板承托高度、翼板承托6第一段各分节形心处的翼板承托高度、翼板承托6第二段末端形心处的翼板承托高度，m；

x——翼板承托6第一段起始端形心处作为弹性地基梁的横标值，计算内斜杆62、竖杆63和中斜杆64时也以其形心为横坐标，m；

$y(x)$——翼板承托6第一段起始端形心处作为弹性地基梁的竖向变形曲线的竖向座标值，y符号计算内斜杆62、竖杆63和中斜杆64时也以其形心为竖向座标，m；

z——翼板承托6的内斜杆62、竖杆63和中斜杆64其形心以现浇箱梁3翼板纵向座

标，m；

Φ_w、Φ_n——分别为翼板承托6的内斜杆62、竖杆63、中斜杆64钢管的外直径和内直径，m；

z_w、z_n——分别为内斜杆62、竖杆63、中斜杆64以现浇箱梁3翼板纵向的外直径和内直径的纵向坐标，m；

n、m——分别为支承在纵向底槽钢4和横向横方木51上变宽末端处翼板承托6部分形心处长度焊接内斜杆62、竖杆63、中斜杆64之间的间距为c的分节数，变宽终点处翼板承托6悬臂部分长度焊接竖杆63、中斜杆64之间的间距为c的分节数；

α_i、β_i、δ_i——分别为翼板承托6包括内斜杆62、上斜杆65、边斜杆66通过形心的纵向轴向与水平线的夹角，rad；

i——翼板承托6包括内斜杆62、竖杆63与底平杆61或与边斜杆66交点处的节点编号，翼板承托6第一段的起始端至末端的编号为1,2,3,...,n，翼板承托6第二段的起始端至末端的编号为1,2,3,...,m；

γ——现浇箱梁3翼板钢筋混凝土的容重，kN/m^3；

q_0——翼板模板72和纵方木52的静荷载与振捣水泥混凝土振动力的动荷载总和，kN/m；

$q(x)$、q_1、q_n、q_m——分别为翼板模板72和纵方木52的静荷载与振捣水泥混凝土振动力的动荷载总和q_0与现浇箱梁3翼板钢筋混凝土的重度总和、翼板承托6起点形心处的分布荷载、翼板承托6第一段末端处的荷载、翼板承托6最外端处的分布荷载，kN/m；

$p(x)$——翼板承托6第一段作为弹性地基梁的纵向底槽钢4和横向横方木51的反力，符合温克尔假设$p(x)=ky(x)$，kN/m；

k——温克尔假设的地基反力系数，查阅有关手册或通过满堂支架预压测试得到，kN/m^3；

λ——弹性地基梁系数，$\lambda=\sqrt[4]{\dfrac{kb}{4EI_{dxx}}}$，$1/m$；

E——槽钢和钢管的弹性模量，kN/m^2；

I_{dxx}——翼板承托6第一段作为弹性地基梁的等效惯性矩，m^4；

I_{sxgx}、I_{dpgx}、I_{sgx}、I_{xgx}——分别为上斜杆65、底平杆61、竖杆63、包括内斜杆62和中斜杆64的总惯性矩，m^4；

I_{sxgxi}、I_{dpgxi}、I_{sgxi}、I_{xgxi}——分别为单根上斜杆66、底平杆61、竖杆63、包括内斜杆62和中斜杆64的惯性矩，m^4；

I_{sgxi1}、I_{sgxi2}——分别为单根竖杆63在$(0\le x\le\Phi_n)$区间的惯性矩、单根竖杆63在

$(\Phi_n \le x \le \Phi_w)$区间的惯性矩，$m^4$；

$I_{cgx上}$、$I_{cgx下}$、A_{cg}——分别为单根上斜杆66或底平杆61的槽口向上时对本身形心x轴的惯性矩、单根上斜杆66或底平杆61的槽口向下时对本身形心x轴的惯性矩、单根上斜杆66或底平杆61的截面积，查阅有关材料手册得到，m^4、m^2；

F_{An}、F_{Bn}——分别为现浇箱梁3翼板变宽终点处翼板承托6第一段末端与第二段始端断开处的上斜杆66拉力和底平杆61压力，kN；

M_n——现浇箱梁3翼板变宽终点处翼板承托6第一段末端与第二段始端断开处的力矩，$kN \cdot m$；

φ_1、φ_2、φ_3、φ_4——分别为现浇箱梁3翼板承托作为弹性地基梁计算的有关参数，无量纲；

y_0、θ_0、Q_0、M_0——分别为现浇箱梁3翼板承托作为弹性地基梁计算的起始端的挠度、转角、剪力和弯矩，m、rad、kN、$kN \cdot m$。

[0031] 所述的变宽度现浇箱梁模板与翼板承托一体化结构的施工方法，主要包括如下步骤：

步骤一、拟定变宽度现浇箱梁模板与翼板承托一体化结构尺寸

1、根据变宽度现浇箱梁和满堂支架的实际情况，初拟变宽度现浇箱梁模板与翼板承托一体化结构尺寸、布置形式和选择工程材料；

2、由公式一、公式二、公式三计算复核并确定变宽度现浇箱梁模板与翼板承托一体化结构尺寸、布置形式和工程材料选择；

3、编制施工组织设计文件，组织施工；

步骤二、搭设满堂支架和现浇箱梁模板

1、按照有关标准规范选择满堂支架的材料，根据设计荷载设计满堂支架的结构；

2、测量放样，按设计图纸确定满堂支架的位置、标高和安装宽度；

3、满堂支架搭设流程：支架基础验收→施工测量定位→安装可调底座调至设计高度→安装立杆，横杆→安装斜杆→水平尺校正水平和垂直→安装上一步立杆，横杆→安装斜杆→重复以上步骤直至设计高度→测量定位复核→安装可调顶托调至设计高度→满堂支架荷载预压符合设计要求→安装纵向底槽钢→安装横向横方木→铺设底模板→安装翼板承托→安装斜撑→安装纵方木→安装翼板模板→翼板承托与翼板模板铰链连接→安装支架护栏→满堂支架、翼板承托和底模板、翼板模板的总验收；

为了加强满堂支架体系的稳定性，满堂支架整体安装剪刀撑或用钢管环抱桥梁墩柱连接，满堂支架体系安装和使用过程通过预埋的监测点加强位移监测，确保支架安全；

步骤三、现浇箱梁的钢筋绑扎和水泥混凝土浇筑

1、现浇箱梁钢筋安装分为两个阶段，第一阶段是先安装底板和腹板钢筋，第二阶段是第一次混凝土浇筑完成后再安装顶板钢筋及翼板钢筋，钢筋制作安装质量符合设计和标准规范要求；

2、现浇箱梁腹板钢筋安装完成后即可安装预应力管道，该道工序在芯模安装前完

成;现浇箱梁预应力管道、预应力钢绞线、锚具、夹具采用符合国家技术质量标准,钢绞线保管中严禁雨淋,防止锈蚀,且不允许沾污油污;

3、现浇箱梁混凝土采用泵送分二次浇筑成型,总体浇筑顺序为第一次底板、腹板混凝土浇筑→第二次顶板及翼缘板混凝土浇筑,两次浇筑间隔时间不超过10天;

4、预应力钢绞线出厂后分批验收,验收时检验其质量证明书、包装方法及标志内容是否齐全、正确,并按取样标准对其抗拉强度、伸长率等力学性能进行验检;锚具必须有出厂证明书,进场时按规定取样,进行外观检查和硬度检验;钢绞线采用穿束机逐根穿入,钢绞线前头应套上一个子弹头形的壳帽,使用穿束机控制合适的速度将钢绞线推入孔道;

5、现浇箱梁预应力张拉采用智能张拉施工工艺,系统还根据预设程序,由主机发出指令,同步控制每台设备的每一个机械动作,自动完成整个张拉过程;

6、预应力孔道压浆采用真空辅助压浆技术,严格按照有关标准规范要求执行,施工前对操作人员进行技术培训,施工中严格按照规范及指南要求进行,保证压浆的密实和可靠性;

7、孔道压浆完将锚端水泥浆冲洗干净,同时清除支承垫板,清理锚具及端面砼的污垢,并将端部砼凿毛;设置锚端部钢筋网,固定好封头模板后浇筑封锚砼,封锚砼强度同主体混凝土强度等级,认真振捣,脱模后注意养生,锚端布置形式应严格按设计图纸施工;

8、混凝土养护:水泥混凝土浇筑完毕后,现浇箱梁顶面进行拉毛处理,拉毛深度控制在1mm～2mm,顶面采用覆盖塑料薄膜+土工布保湿养护,初期不间断洒水湿润或者喷淋养护时间不得少于48h,以防止砼早期收缩裂缝的发生,待48h过后即可进入砼常规养护期,砼养护时间不少于7d;

步骤四、现浇箱梁模板和满堂支架拆除

当全部预应力施工完成后,且混凝土强度和管道压浆强度达到100%设计强度后,经监理工程师同意后,可开始拆除现浇箱梁模板及满堂支架

1、满堂支架2落架的原则按对称少量、分次、逐渐完成,以便使现浇箱梁逐步承受荷载,避免结构物在卸架过程中发生质量事故;

2、满堂支架拆除应按先卸跨中后边跨,先跨中后墩顶的原则卸落,卸落时必须小量、缓慢、对称、均匀进行,并检查无误,然后再逐步扩大下落量,切不可一开始就大落量的卸落,以策安全;

3、满堂支架2、翼板承托6、底模板71、翼板模板72在拆卸过程中应缓慢地下落到地面,不可乱丢,防止模板损坏,应清理维修整理、分类、妥善存放堆放,以备再用。

[0032] 以上所述仅是本发明的具体实施例,本领域技术人员应该理解,任何与该实施例等同的结构设计,均应包含在本发明的保护范围之内。

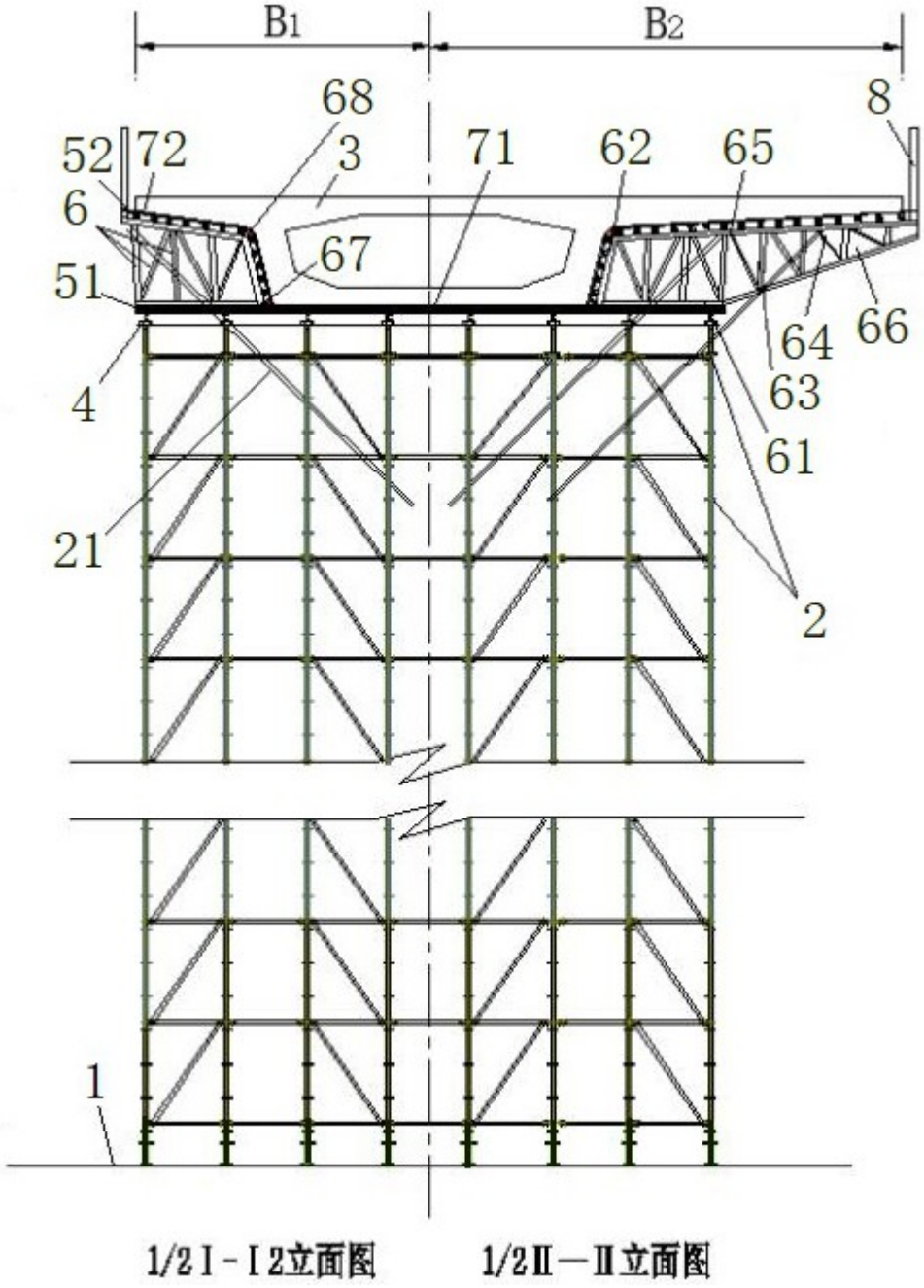

B1
B2
68
8
52
72
3
71
62
65
6
67
51
64
66
63
4
61
21
2
1
1/2Ⅰ-Ⅰ2立面图
1/2Ⅱ—Ⅱ立面图

图1

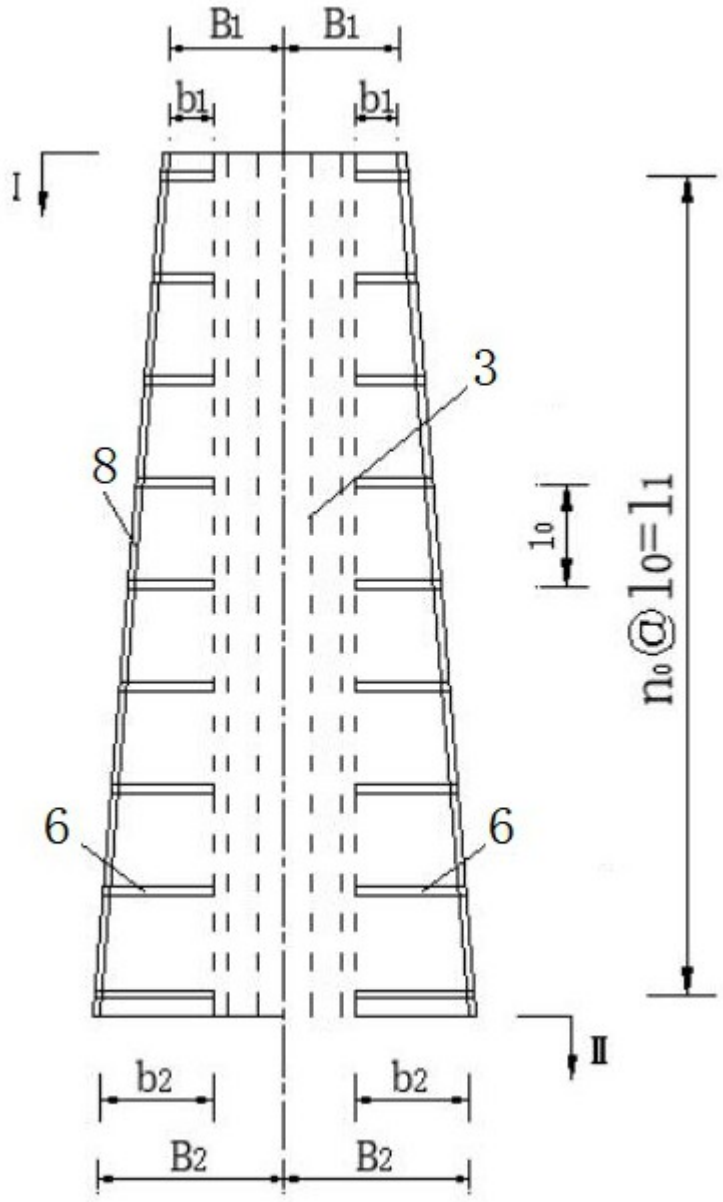


图2

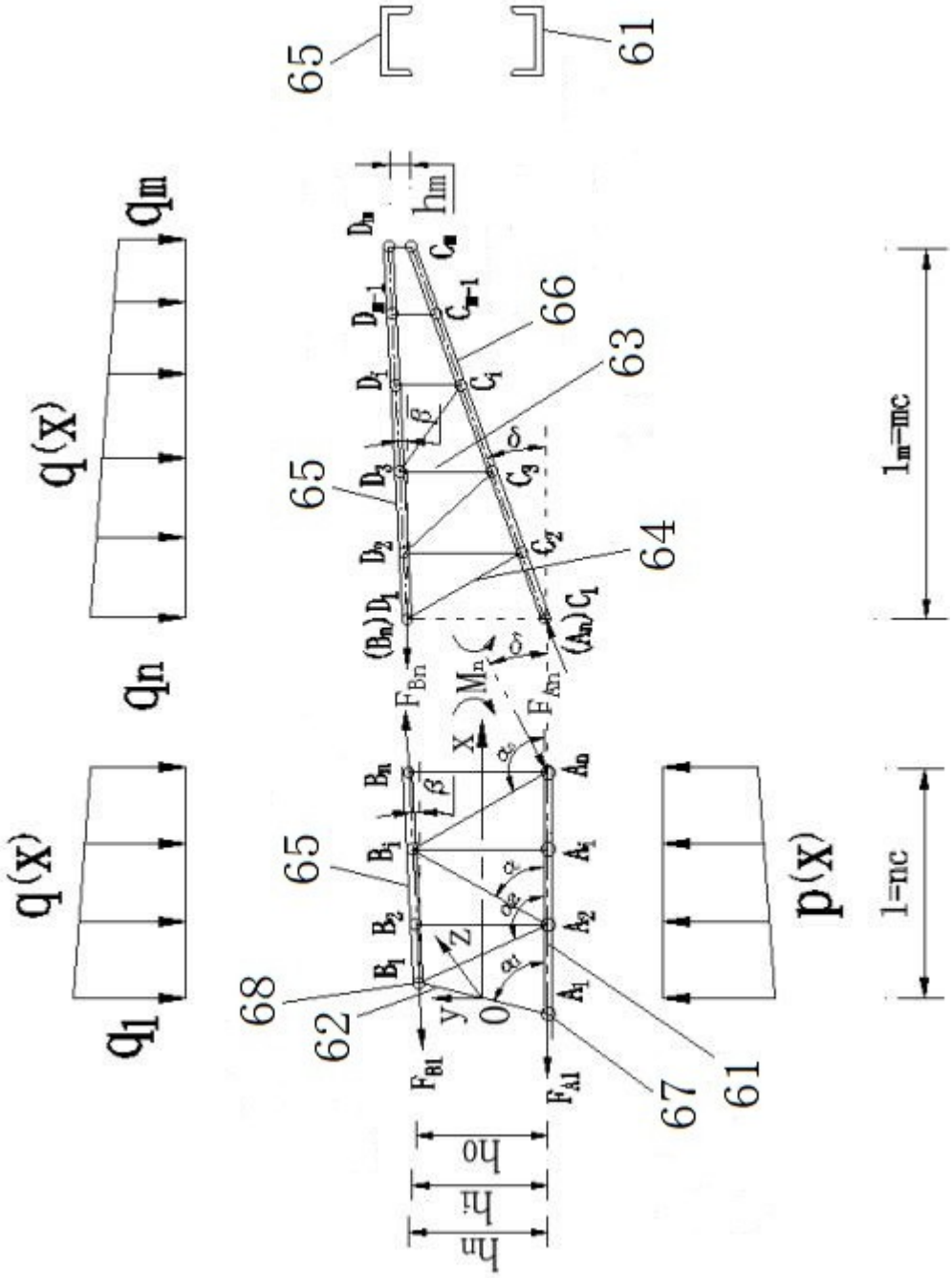


图3

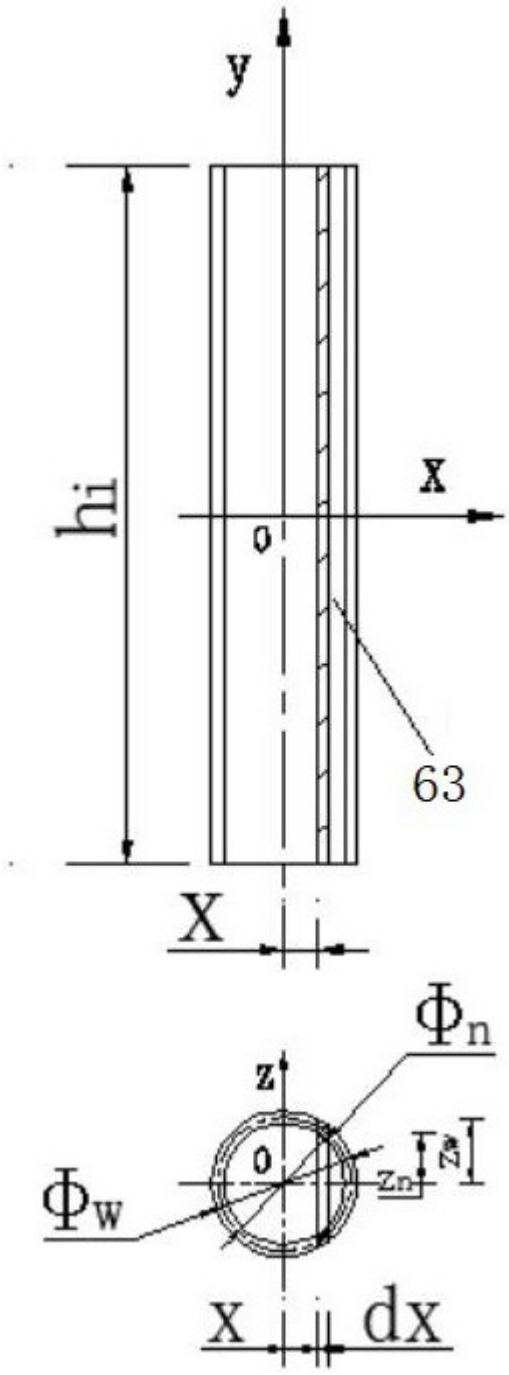


图4

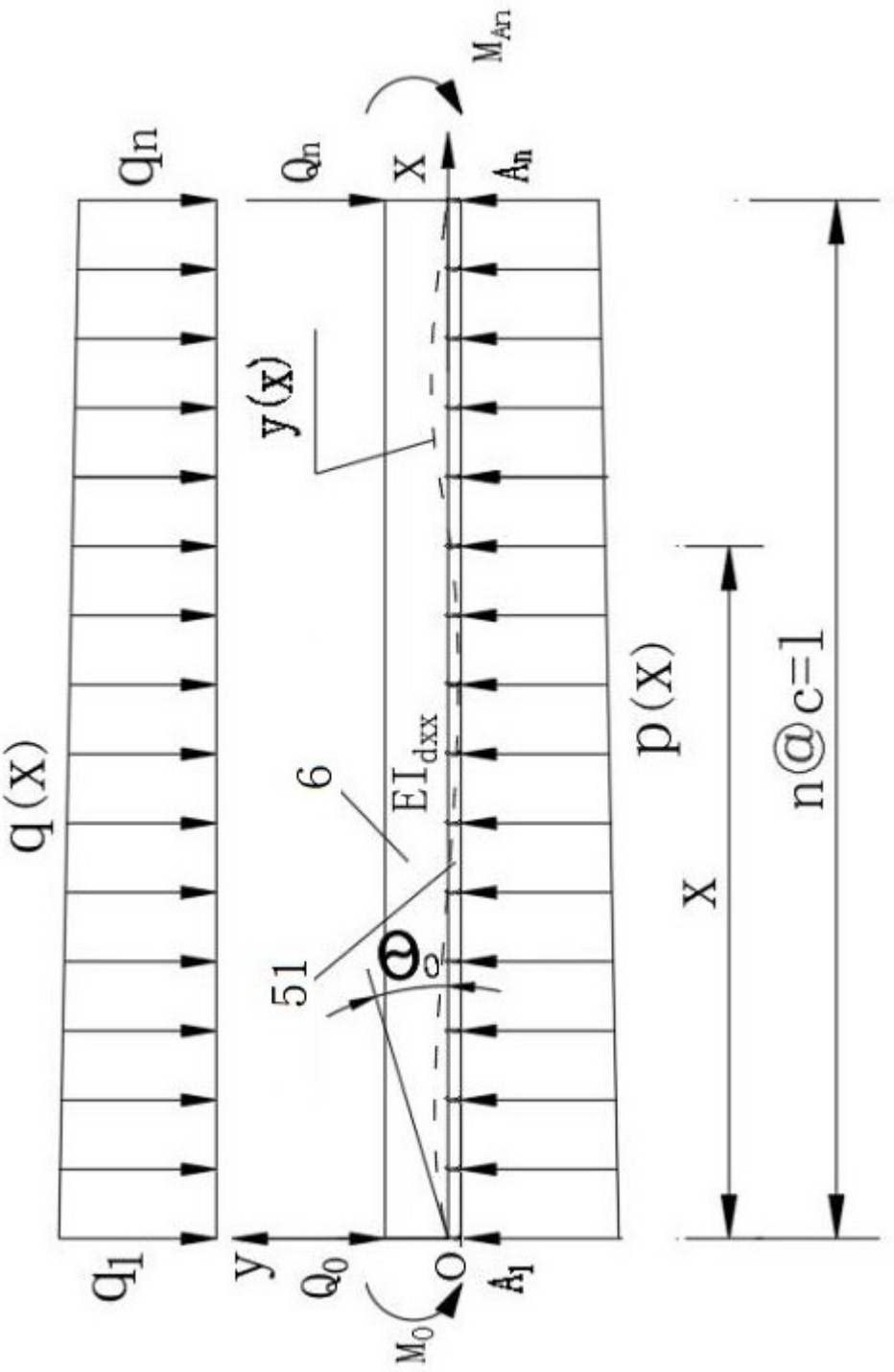


图5