

悬臂浇筑挂篮的设计

吕洪业

提 要

简要介绍挂篮的结构形式和功能,榕华大桥挂篮设计的荷载选择,结构计算,挠度控制,模板设计和结构要求等。

ABSTRACT

The structural type and functions of suspended basket, load selection, structural calculation, deflection control, formwork design and structural requirements, etc. for design of suspended basket of Ronghua Bridge are briefly introduced.

挂篮是近四十多年在预应力混凝土梁桥施工中产生的、通过人们不断改进和高强度材料运用,其结构日趋合理,操作使用更加方便、经济。挂篮型式多种多样,目前使用较多的有:斜拉式悬浇挂篮、弓弦式悬浇挂篮、平衡重式悬浇挂篮、无平衡重式悬浇挂篮等。我局承建的几座大桥中都采用了挂篮施工。现对几座大桥挂篮设计方法和施工进行简要介绍。

一、结构和功能

挂篮构造一般由承重梁、悬吊模板、锚固装置、行走系统、提升系统和工作平台几部分组成。我局目前施工的挂篮都是以贝雷片为主

纵梁的无平衡重式悬浇挂篮。挂篮的设计主要是对承重梁、锚固装置和提升系统中吊带的设计,这些是工作中受力的主要部位;对于行走系统、工作平台和提升系统中的提升工具一般从使用要求考虑;悬吊模板和普通模板设计一样。挂篮基本结构见图1、图2示。

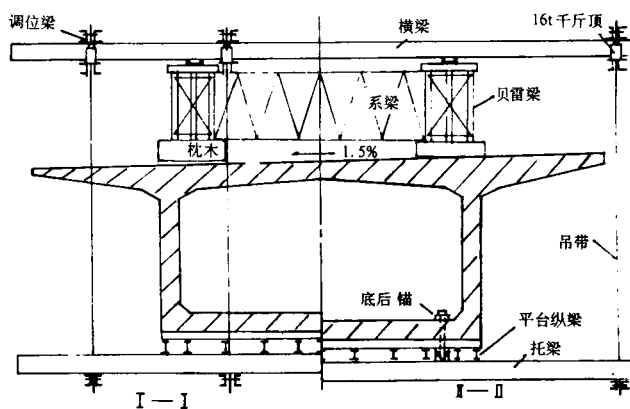


图1 挂篮施工正面示意图

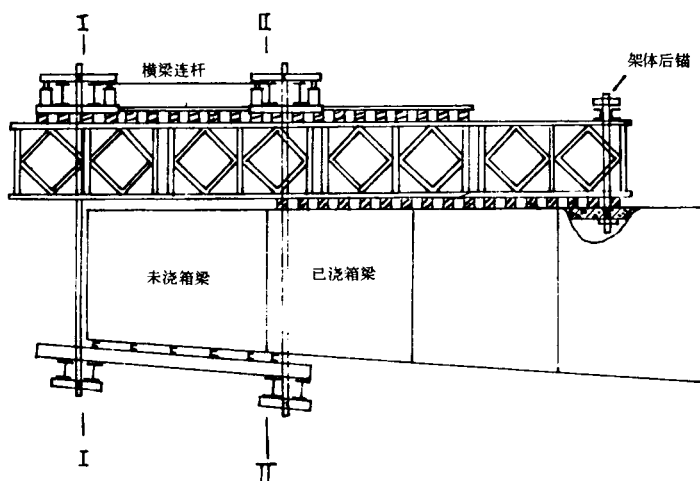


图2 挂篮施工侧面示意图

挂篮具有支承梁段模板,调整位置,浇筑混凝土,拆模和在挂篮上进行张拉工作等功能。下面以榕华大桥挂篮为例说明挂篮基本设计方法。

二、荷载选择

每个挂篮承受荷载主要有三种:梁段的自重 G_1 、挂篮和模板的重量 G_2 、施工荷载 G_3 ,总重 $G = G_1 + G_2 + G_3$, G_1 取挂篮施工中最重一块梁段自重; G_2 按《公路工程预算定额》取 $0.55G_1$; G_3 施工荷载,取值随工艺而变,根据用泵送混凝土实测 0.1t/m^2 (取梁顶面面积) 取值。

三、结构计算

1. 承重梁

承重梁是挂篮的主要受力构件,它承受新浇节段混凝土、挂篮和模板、施工荷载的全部重量,并通过支点和锚固装置将荷载传到已施工完成的梁身上。承重梁分为纵梁、上横梁和下托梁。

(1) 纵梁 采用钢板梁、工字钢或万

能杆件组拼的钢桁梁和贝雷片梁等。我局习惯使用贝雷梁,贝雷梁具有运输装拆方便,重量轻,强度高等优点。榕华大桥箱梁单块最重 $70\text{t}(G_1)$,长为 3.5m ,纵梁选用单层三排贝雷片,按悬臂梁计算,主要从纵梁承受弯矩、剪力和挠度验算。

因箱梁底有两支后锚杆,把新浇梁段的一部分重量不通过贝雷梁直接传到已浇的混凝土梁上,因此验算出来的结果偏于安全。

(2) 下托梁及上横梁 下托梁支承平台、模板,并有效地把力通过吊带传给上横梁,上横梁把吊带传来的力传给纵梁。榕华大桥挂篮底托梁和上横梁经过几次试算选用 $2\text{I}_{36\text{a}}$ 的工字钢。

2. 吊带

吊带是传递力的主要部分,它把下托梁承受的力,传给上横梁。吊带有用钢板加工的,也有用精轧螺纹粗钢筋的。使用精轧螺纹粗钢筋具有强度高、操作方便、轻巧、调位快速等优点,但此材料必须成批量订货,因此在挂篮上使用极少。榕华大桥挂篮采用的是 $30 \times 150\text{mm}$ 断面的钢板带,并对吊带应进行检验,防止内、外部缺陷,同时参照《港口工程技术规范(1987)》中关于吊具的安全系数不少于4进行设计。

3. 架体后锚杆

这几种挂篮都是采用无平衡重分离式悬浇挂篮,在悬吊模板、横(托)梁和提升系统前移,挂篮工作时,架体后锚杆起平衡悬臂部分(包括已浇混凝土)作用。使得挂篮

重量减轻, 施工操作方便。后锚主要有用钢板带、精轧螺纹粗钢筋, 榕华大桥挂篮通过计算选用钢板带断面 $30 \times 200\text{mm}$ 。

4. 底后锚杆

把后托梁承受的部分力不通过吊带传到上横梁, 而是直接传给已完成的箱梁底板, 同时通过收紧底后锚杆, 使底模板更好地与已完成箱梁底板顺接。也有用吊带从上横梁通过预先在箱梁内预留的吊带孔把下托梁连系起来, 和其它吊带一样受力。榕华大桥的底后锚杆是选用 $\Phi 50$ 的矩形螺杆, 在下托梁电焊一个带螺帽的底座而成。

四、挠度控制

挂篮的挠度主要产生于贝雷片长纵梁、上横梁、下托梁。对承重梁在设计时不仅要满足强度要求, 而且还要验算其刚度是否符合要求。

1. 贝雷片长纵梁

挂篮刚拼装好后, 进行预压, 尽可能消除非弹性变形, 测量其弹性变形中各个预压值对应弹性变形值。非弹性变形主要源于贝雷片销子、销孔之间公差、吊带货、孔差。计算其挠度, 并把实测挠度和计算挠度比较分析, 确定挂篮从箱梁^{#2}~^{#12}块每次预抬高一个值, 才使该梁段施工完后和设计一致。挂篮施工前标高 = 设计施工标高 + 挂篮预抬高量。尽量利用预抬高量来克服纵梁的挠度。榕华大桥挂篮预抬高量在 $0.5 \sim 2\text{cm}$ 之间。

2. 上横梁及下托梁的挠度

上横梁对应下托梁在吊带处挠度相同为 f_1 , 下托梁在箱梁底板处受力产生挠度 f_2 , 总挠度 $f = f_1 + f_2$ 。从 JTJ041-89 《公路桥涵施工技术规范》, 悬浇混凝土梁允许挠度偏差 $f_m < 20\text{mm}$, 即 $f < f_m$, 榕华大桥的上横梁、下托梁计算最大挠度 7mm , 而施

工中实测挠度小于 7mm 。在箱梁底板两段相接处, 混凝土浇筑质量较好。

五、模板设计

挂篮模板设计和普通模板一样, 榕华大桥箱梁内模采用木模, 外模钢模并且内外模对拉, 这样浇出的混凝土外观质量较好。

六、结构要求

挂篮行走系统的动力由电动卷扬机或手动葫芦牵引, 行走部分可用轨道轮、滑板、聚四氟乙烯滑板装置、滚筒。榕华大桥贝雷片长纵梁前移是利用 2 个 5t 葫芦牵引, 且在滑槽内四氟滑块上移动。上横梁的移动也是 2 个 3t 葫芦牵引, 横梁及滑块在滑槽内的四氟滑板上移动。

七、施工情况

从施工情况看, 最快 7d 可完成一段箱梁; 7d 可完成一套二个挂篮的安装、调试; 1.5d 可移动调试好二个挂篮。无平衡重分离式悬浇挂篮移动顺序: 当该梁段施工完后, 把底篮和模板固定在已完成梁段上, 拆除架体后锚, 移动贝雷片长纵梁, 到位后, 加上架体后锚; 拆除底篮和模板固定, 并通过吊带放低底篮和侧模脱模, 用葫芦牵引上横梁和其余部分, 到位并调试。每个挂篮及模板重 30t , 挂篮和最重一块箱梁混凝土之比为 0.43 , 比定额 0.55 节省材料 100.8t , 该施工工艺具有操作使用方便, 变形小, 稳定性好, 施工速度较快等优点。

此挂篮施工的主要不足之处为: 如果吊带使用精轧螺纹粗钢筋, 会使吊带轻, 操作调位更方便, 同时减少挂篮重量; 平台纵梁布置较密。