

现浇箱梁底模整体落架施工技术

吴炯晖

广州市第一市政工程有限公司

摘要:目前现浇箱梁施工大多采用满堂支架的形式,即通过采取按一定间隔、密布搭设钢管的方式,作为现浇梁混凝土浇筑施工时的支撑体系。采用满堂支架法施工需要大量的钢管材料,且支架的基础需进行硬化处理。钢管支架常应用于现浇箱梁支撑体系,具有承载能力高,稳定性好的施工优点。采用钢管支架体系的现浇梁施工完成后,箱梁底模的拆除较为复杂。本文提出采用迈达斯有限元计算模拟“卸架孔快速定位技术”+砂箱支架体系分离“设计整套反吊系统”+电动葫芦整体起吊落架施工技术,将双拼工字钢及以上的支架系统用电动葫芦整体下落至钢筋混凝土基础上,利用梁体上的电动葫芦进行整体落架。

关键词:钢管支架;有限元;反吊系统;电动葫芦;整体落架

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.22.025

在现浇桥梁施工中,为确保浇筑质量与施工安全,经常采用满堂支架体系。国内学者进行了大量的研究,其中朱万奇^[1]以郑万高速铁路桥梁工程为例,对32m大跨径简支箱梁施工方案进行了探讨。李永变^[2]通过对公路桥梁现浇盖梁支架模拟计算,从底膜安装、拆除等多角度分析了桥梁现浇盖梁支架施工技术。刘兆军^[3]结合越东路工程装配式桥梁预支盖梁安装施工,阐述了临时支撑体系、吊装作业等关键工序施工工艺。何俊杰^[4]以京秦高速公路桥梁工程项目为例,对盘扣支架施工技术进行分析研究。张曙明^[5]对梅树湾大桥展翅现浇箱梁支撑施工设计进行研究,确保了展翅现浇箱梁的结构安全。然而常规满堂支撑体系存在地基基础要求高、支架构件材料需求量大、搭设速度慢等不足。近年来,随着市政桥梁多样性的结构特点,钢管支架体系应用逐渐增多。该体系具有承载能力高、稳定性好等施工优点。采用钢管支架体系的现浇梁施工完成后,箱梁底模的拆除较为复杂,一般需要进行受力体系的转换。通过采用砂箱等落架工具,缓慢将架体与梁底分离,一般控制在50cm左右,然后用吊车配合人工将模板、方木、承重梁等材料由上而下依次拆除,最后再用吊车拆除钢管。常规拆模方法施工难度大,安全性差。

本文结合广州市永九快速线与钟太快速路互通立交工程施工总承包项目这一工程案例,结合现场调研实际,提出迈达斯有限元计算模拟+砂箱支架体系分离+电动葫芦整体起吊落架施工技术,采用迈达斯有限元模拟布置卸架孔,通过模拟箱梁的受力变化合适设置卸架孔的位置,以对桥梁结构不产生影响。在钢管柱上设置砂箱,利用砂箱使支撑系统与梁体脱空,并且在卸落过程中,能够更有效的控制好支架卸落速度,减少钢管材料的使用,有效的节约钢材。在桥面结构上布置电动葫芦,通过预留的卸架孔将钢丝绳与吊环和卡扣安装在支架体系上,提升电动葫芦的钢丝绳,拆除砂箱及钢管柱。将双拼工字钢及以上的支架系统用电动葫芦整体下落至钢筋混凝土基础上,利用梁体上的电动葫芦进行整体落架。

一、工程概况

广州市永九快速线与钟太快速路互通立交工程施工总承包是永九快速线工程(永九快速线与南部快速路互通立交、永九快速线与钟太快速路互通立交、永九快速线工程(钟太快速路至白云区界段))中的永九快速线与钟太快速路互通立交段。该段永九快速线南起K15+000,北至K16+140,线路长1.14公里;钟太快速路段西起K1+160, K2+436.972,线路长1.28公里。两道路相交处设置枢纽互通式立体交叉一座。永九快速线主线桥1条;钟太快速路1条。匝道10条(其中5条为桥梁匝道桥)。

现浇支架横桥设置 $\Phi 630 \times 8\text{mm}$ 钢管桩。纵桥向约为3.4-5.2m一跨。钢管顶设置2I45a工字钢,纵向承重梁采用I45a工字钢,横向分配梁采用I12.6工字钢,间距1m,在横向承重梁前后1m范围内,间距为0.5m。分配梁上方设置 $10 \times 10\text{cm}$ 方木,间距为30cm。底板与侧板采用18mm竹胶板。

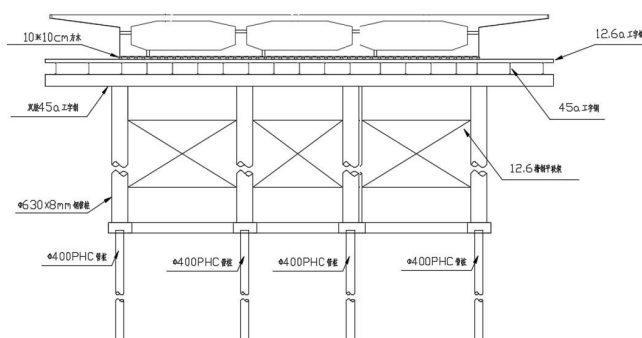


图1: 支架系统示意图

二、施工工艺

本工程的总体施工工艺为:施工准备—安装临时反吊系统—安装桥面电动葫芦—砂箱放砂拆除模板—拆除钢管间平联架—拆除支撑钢管—电动葫芦整体下放工字钢支架系统—地面完成钢管支架系统拆除—卸架孔封堵。

(一) 卸架孔布置与验算

本工程现浇箱梁为单箱三室,支架采用钢管柱+工字钢组合支架系统,由于周边环境复杂等特点,业主和公司要求本工程“快、精、优”,以缩短工期。由于本工程现浇箱梁总长度为1652m,若采用常规的支架拆除方式,导致施工周期变长,对周边也产生较大影响。因此我司根据现场施工条件和支架系统的搭设,研发了支架系统整体落架施工技术,以提高施工效率。

1、据设计图纸对梁体卸架孔的位置进行初步设计,再运用桥梁Midas软件进行建模分析,优化设计。现浇支架采用 $\Phi 630 \times 8\text{mm}$ 钢管桩支撑,横桥向间距3-4.5m,纵桥向间距为3.4-5.2m。钢管顶设置2I45a工字钢横向承重梁,纵向承重梁采用I45a工字钢,横向分配梁采用I12.6工字钢,间距1m,在横向承重梁前后1m范围内,间距为0.5m。依据支架系统布置构建迈达斯桥梁计算模型。

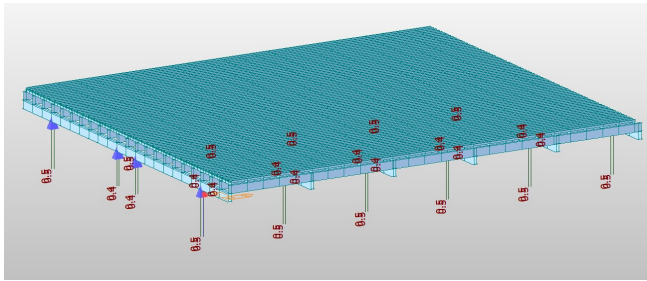


图 2: 模型分析支座反力

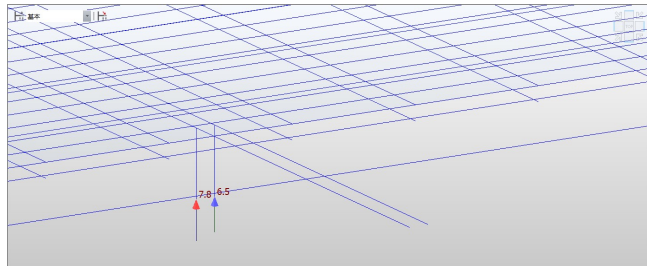


图 3: 最大反力

2、通过迈达斯建模计算出，最大位移为 $1.9\text{mm} < [w] = 22000/600 = 36.7\text{mm}$ ，符合支架设计的要求。本工程单箱三室的现浇箱梁横向卸架孔设置为4个，预留卸架孔可作为为梁体箱室底板的通气孔，不损害桥梁整体结构一体性。

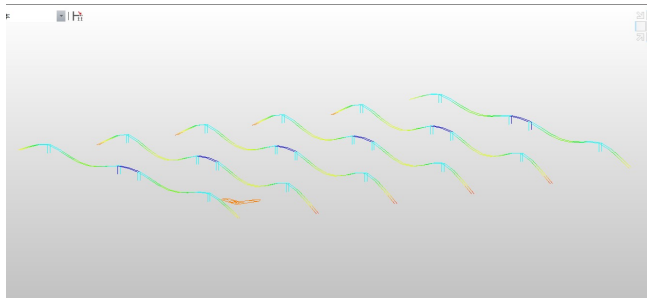


图 4 承重梁变形图

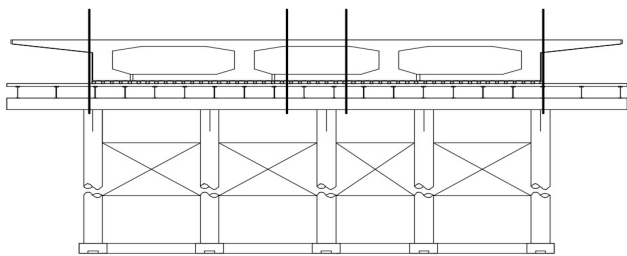


图 5 单箱三室预留孔布置图

3、在箱梁顶板、底板模板安装和钢筋施工时，用直径16cm的PVC管在预先设计好的位置进行预埋，长度以两端分别伸出顶、底板2cm左右，并用透明胶纸封口，防止混凝土浇筑时堵塞管道。根据设计图纸，顶、底板钢筋网的间距为10cm或15cm，因此在安装预埋卸架孔时，安装部位的局部钢筋间距要进行调整，但不得切断。

4、迈达斯软件计算结果看来，28mm钢丝绳最大受力为7.8t小于许用拉力9.8t；电动葫芦合力14.3t小于额定起重量20t。

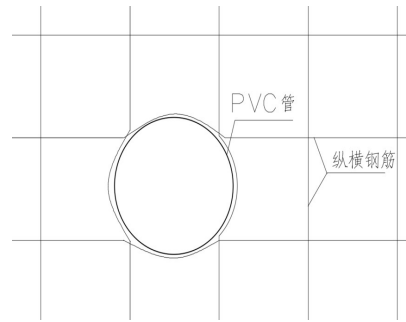


图 6 PVC管预留孔安装示意图

(二) 桥面电动葫芦安装

1、现浇箱梁达到设计强度，并符合拆模要求后，在桥面卸架孔位置安装反吊点受力体系装置。在桥面上设计临时的贝雷片+销棒+电动葫芦+钢丝绳组成的反吊点受力体系，通过此体系拉住支架系统。

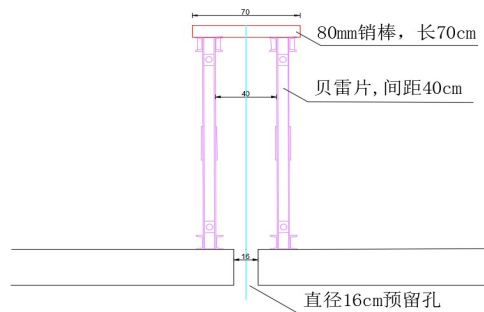


图 7 反吊点受力体系

2、反吊点受力体系装置安装完成后，通过吊机将其吊至到桥面上，在桥面上将反吊体系与电动葫芦安装一体，形成完整的受力系统。在每个预留孔上方架设两片 $3\text{m} \times 1.5\text{m}$ 的贝雷片，贝雷片上方正中心放一根直径80mm的销棒，长度70cm，销棒两边用角钢固定防移位；用额定起重量20t的电动葫芦，上钩挂住销棒，下钩通过预留孔挂住一根直径28mm的钢丝绳。钢丝绳兜住承重梁，拉紧；切割钢管顶部长度80cm的三支25工字钢垫块，使钢管与承重梁分离，形成支架稳定系统。

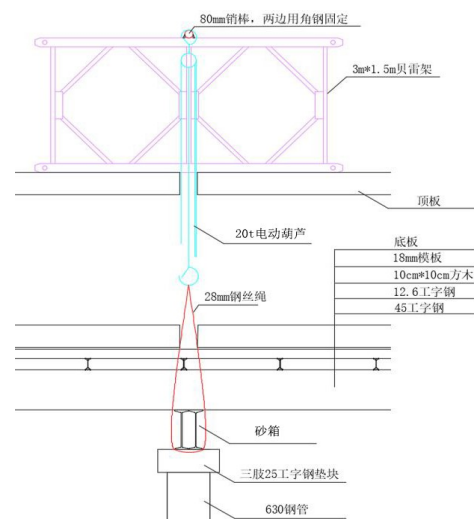


图 8 反吊点受力体系

(三) 砂箱卸落，支架系统受力体系转变

1、在钢管柱顶安装砂箱，在砂箱内装同样体积的砂，以保证同一跨钢管柱上的砂箱下落达到同步。

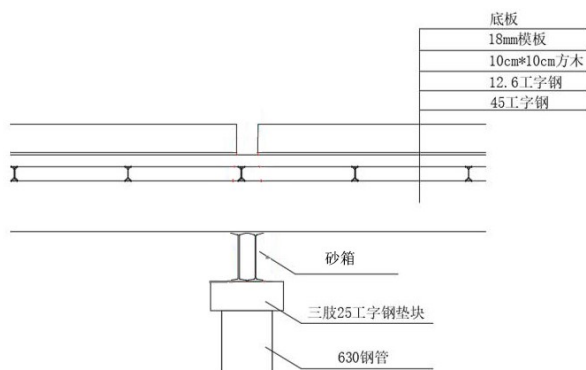


图9 砂箱安装位置图

2、砂箱适量放砂，使砂箱下降5cm，误差控制在1mm之内；在重力作用下，采用普通竹胶板的底模自动脱离梁底，采用人工配合两台吊车同时对底模模板同时拉出，工字钢上的分配梁及木方也用同样的方法同时拉出。

(四) 支架系统整体下落

1、人工配合吊车切割拆除钢管连接部位的平联架，切割位置距离钢管约15cm，留下部分用于辅助钢管下放时钢丝绳的绑扎。作业人员在操作过程中需系好安全带。先采用挖掘机携带钢丝绳绑扎固定防倾倒，然后割除钢管底部与基础的连接，最后平稳、缓慢放下钢管。割除钢管底部连接时，人员和挖机分别站在钢管两侧。挖机上的钢丝绳要对钢管绑扎紧固，保证钢管割除后不会倾倒。待人员撤离至安全位置，再缓慢将钢管放倒并即时运走，遵循“解除一根，吊走一根”的原则。

2、每个卸架孔配备一名工作人员操作电动葫芦，由专人指挥统一操作。电动葫芦通过标定后，每圈葫芦链条落程约4cm。操作人员听指挥数控电动葫芦，转动两圈（约8cm）暂停，由专人观察各部位下落的均衡情况，进行局部高差的调整。照此反复操作，直到把承重梁下放到地面为止。支架整体下放前，需先将地面上的钢管和其他材料清理干净，保证场地的平整、整洁。

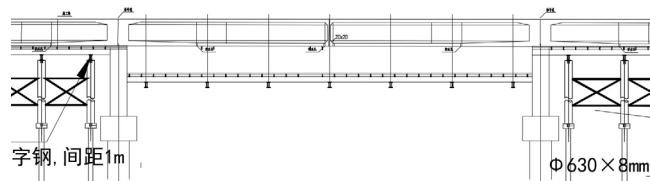


图10 整体下放示意图

3、承重梁体系整体下放到地面后，由吊车配合人工进行分解拆除。桥面上的贝雷片、电动葫芦等设备也采用吊车配合回收。

4、吊架系统拆除完毕后，应对箱梁顶、底板上的预留孔进行封闭。封孔时底模安装，提前用竹胶板加工模板（18mm厚，用方木充当背楞），在桥面上部固定

角钢，然后用直径32的精轧螺纹将模板吊装至顶板底部位置（精轧螺纹外侧用PVC管包住，方便取出），充当施工平台。桥梁底板上的预留孔封闭施工方法与顶板类似。箱梁顶板浇筑时，每个箱室预留了人孔，用于顶板支撑材料的拆除、运走。卸架孔的封闭可利用人孔作为上下通道，待卸架孔全部封闭后，再对人孔进行封闭。

三、工艺特点

1、卸架孔快速定位技术。由于现浇箱梁一体性要求，对于卸架孔布置有着严格的要求，以保证桥面结构的整体性。通过Midas桥梁软件，构建出钢箱梁三维模型，在模型上合理设置卸架孔的位置，应用Midas桥梁模型进行有限元计算，以达到合理布置卸架孔的位置，在施工过程中达到速定位卸架孔，通过三维模拟卸架孔布置，对反吊点的位置进行优化设计，保证每个吊点的受力不超过电动葫芦和钢丝绳的承载能力。

2、自行设计整套反吊系统。在工字钢上设置若干个砂箱，砂箱下方为钢管柱，由于砂箱承载力大，下落速率稳定，可快速完成受力体系的转化。桥面电动葫芦在安装前，应在梁体上预留锚固钢筋，在安装电动葫芦时与电动葫芦底座锚固，防止电动葫芦滑移及倾覆。通过自行设计的砂箱+电动葫芦的反吊系统，可快速完成底模与梁体脱空，完成支架体系的受力转变。

3、支架系统整体落架。利用电动葫芦钢丝绳作为主吊绳，将主吊绳从梁体上卸架孔中穿过，在吊绳头安装吊钩，在吊钩上挂多根钢丝绳与下方的双拼工字钢上设置的吊点连接。启动电动葫芦，逐渐提紧钢丝绳，慢慢使双拼工字钢与砂箱脱开，慢慢将整跨的支架系统整体下落。

四、结语

本施工技术适用于各种市政桥或高速路项目现浇支架系统，尤其是对于交通环境复杂条件下城市高架桥现浇箱梁施工。本技术采用迈达斯有限元计算模拟+砂箱支架体系分离+电动葫芦整体起吊落架施工技术方式拆除工字钢支架系统，化整为零，避免了从上到下的常规拆除工艺，节约了工字钢的使用周转，并大大节省工期。在提高施工工效、提高经济效益方面，都有着显著的优势。本施工技术切合目前城市现浇箱梁施工中支架系统拆除施工实际需求，在各类桥梁及混凝土结构工程、模板安装工程实践中有迫切的需要，为同类工程提供了重要的参考意义。

参考文献

[1]朱万奇.大跨径筒支箱梁现浇施工方案探讨[J].现代交通技术, 2023, 20(2): 59-63.
 [2]李永变.公路桥梁现浇盖梁支架施工技术[J].交通世界, 2023, 23(8): 119-122.
 [3]刘兆军.现浇桥梁盖梁支架施工设计研究[J].运输经理世界, 2023.
 [4]何俊杰.支架法现浇梁施工技术在京秦高速公路桥梁工程中的应用[J].中国高新科技, 2022, 1: 106-107.
 [5]张曙明.梅树湾大桥展翅现浇箱梁的支撑施工技术[J].建筑安全, 2023, 38(1): 39-43.