

桥梁施工中挂篮悬臂浇筑施工技术的应用探讨

魏 波

宜昌市虹源公路工程咨询监理有限责任公司 湖北 宜昌 443000

摘要：挂篮悬臂浇筑技术在桥梁施工中较为关键，通过技术优势能够降低桥梁项目的施工难度，强化工程整体质量，但由于该技术对应用水平有较高要求，若施工人员无法灵活运用技术原理，必然会直接影响到技术优势。为切实发挥挂篮悬臂浇筑技术的作用价值，本文先行介绍该技术的原理与作用，继而以某工程为例，深入探讨该技术在桥梁施工中的具体应用，并指明该技术在实际应用中的注意事项，以供参考。

关键词：桥梁工程；挂篮悬臂浇筑；施工技术

引言：桥梁主梁施工时采用悬臂浇筑技术，可有效提高结构的完整性，同时施工效率高、精度大，避免后续出现接缝裂缝问题，因此在桥梁工程中应用较为广泛。本文为研究桥梁主梁悬臂浇筑施工技术，对主梁构造和挂篮设计进行阐述，对悬臂浇筑施工工艺及质量控制要点进行重点研究，并在具体桥梁工程中进行应用。

1 桥梁施工悬臂挂篮施工技术原理

在桥梁工程施工当中，可以通过使用压重式、斜拉式、自锚式等不同的挂篮结构形式，其中自锚式挂篮是桥梁项目工程施工当中比较常用的形式之一，自锚式挂篮还可以将其分为斜拉式和横架式结构。通过对比和分析不同的挂篮结构形式，可以看出斜拉式挂篮的结构构成相对比较简单，同时变形幅度相对较小、重量较轻，可以在桥梁项目工程施工中进行合理的优化和改进，悬臂挂篮施工技术是目前我国桥梁项目工程建设施工中比较常用的技术方法。

1.1 悬臂挂篮施工

悬臂挂篮施工在实际使用过程中，主要是发挥出悬臂结构的重要作用，可以保证桥梁项目工程施工流程变得更加简单，同时该项技术的使用操作难度相对较低，可以有效控制项目工程施工成本。悬臂挂篮施工过程中，可以实现挂篮的自由移动，从而有效过渡到另一个施工阶段的浇筑施工环节，进一步加快项目工程施工进度，提高工程施工效率。但是其中需要充分注意，悬臂挂篮施工过程中需要有效控制悬臂的安全性，需要保证所选用的设备材料符合工程的施工安全控制标准，有效保证桥梁项目工程建设施工质量和稳定性。挂篮自身重量相对较小，因此在施工中的移动和操作流程比较简单，在实际使用当中，通过对挂篮的荷载重量进行有效控制，能够有效减少安全隐患^[1]。

1.2 挂篮预压试验

在悬臂挂篮施工正式开始之前，工程施工单位需要有效做好挂篮的预压试验工作，主要是针对主桁架展开预压试验和分析，通过预压试验有效控制挂篮施工中的弹性变形问题所形成的安全隐患，有效保障施工人员的人身安全。在项目工程施工当中，不但需要对主桁架进行预压试验工作，而且在悬臂挂篮施工过程中需要做好挂篮的荷载试验和分析工作，通过试验工作的开展，可以实现对桥梁悬臂挂篮的承载能力大小进行判断和分析，试验工作中对于悬臂挂篮的荷载施加作用力而言，需要为最大节段重量的1.2倍左右，与此同时，相关试验工作人员在进行荷载试验工作中，需要监测和记录挂篮受到不同荷载作用力所产生的变形量大小，要充分明确立模的标高，同时保证箱梁结构的线性效果和稳定性。

2 工程概况

某连续梁桥总长320m，跨径布置为85m+150m+85m，全宽36m，分幅设置，双幅桥净距0.5m。采用单箱单室截面，顶宽17.75m，底宽9.0m，箱梁0号节段长12m，每个悬浇“T”纵向对称划分为19个节段，梁段数及梁段长从根部至跨中分别为5×3.0m、6×3.5m、8×4.0m，节段悬浇总长68m，边跨现浇段长9.0m，中跨合龙段的长度为2m。以下结合该连续桥梁的实际情况，对其挂篮悬臂浇筑施工进行深入分析。

3 挂篮悬臂浇筑施工技术

3.1 挂篮设计与施工

本桥连续梁设计为单箱单室，菱形吊篮。吊带通过横梁与精轧螺纹钢相连，每根精轧螺纹钢每端设两个螺帽，通过螺帽来调整梁底高程及线形，保证两次接缝严密。挂篮行走采用无配重后锚固自行系统，减轻了挂篮自重，每只挂篮自重96t。安装前，挂篮主桁架采用精轧钢和千斤顶进行预拉，大大降低了挂篮总体施工挠度，确保了施工安全和施工质量。挂篮内模系统与内滑

梁采用滚轮连接,便于内模系统滑移抽出。挂篮受力通过软件建模,经分析测算,主桁架结构牢固,刚度和变形参数符合设计需求^[2]。挂篮受力前后模型参见图1。

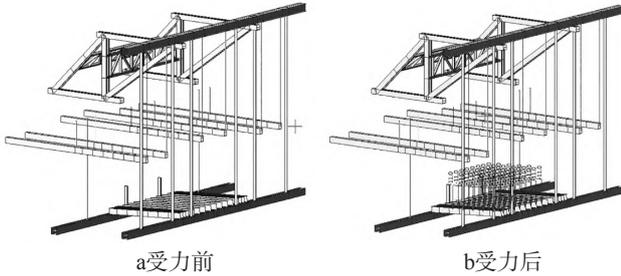


图1 挂篮受力前后模型

3.2 墩顶临时固结

连续梁施工过程中,为了消除悬臂两端产生的不平衡力,提升悬臂结构的稳定性,施工环节一定要做好主梁和桥墩的临时加固工作。墩顶临时固结应参考实际尺寸大小,分析大桥的连续施工要求,墩顶临时固结决定采用电阻丝加硫磺砂浆固结的方式进行锚固,提升整个固结块的稳定性,消除不必要的影响和制约。此外,在梁底和墩顶间设置钢筋混凝土支座,按照5cm的厚度浇筑硫磺砂浆,这种砂浆施工简便,能够维持梁体在施工过程中的安全。

3.3 支座施工

支座体系采用球型钢支座,本地区年平均温度为 16.7°C ,实际合龙计划时间段的温度为 $4\sim 16^{\circ}\text{C}$,因此,按照设计要求计算支座预偏量。因本桥支座规格型号大,不具备现场调整支座设置预偏量的条件,支座在厂家生产完成后,再在场内按要求设置好预偏量并临时固定上下座板,运抵施工现场安装。由支座厂家提供支座配套产品,根据设计及规范要求对支座进行检查验收,合格后方可安装。在支座安装前,首先需要检查支座的位置、垫石的平整度、高程,应满足设计要求。支座垫石表面应该凿毛,清除杂物,测量放线支座位置和标高,检查支座连接状况。检验支座的各项技术性能指标是否符合标准。安装支座时,将支座底面调整成设计标高,以保证支座的水平,并重点检查支座的安装方向是否符合设计要求。支座安装完成后,使支座与顺桥向的中心线平行。

3.4 墩顶0#块施工

墩顶0#块为连续梁基准块结构,内部钢筋分布较复杂、孔道密集度较高、单体混凝土体积大、质量要求高,必须加强质量管理和控制。在施工环节,针对墩身高度较大的情况,在现场应用墩旁三角托架方式组织施工。托架制作时需要选择刚性强的材料作为基础材料。

而后进行焊接拼装,焊接完毕后进入预埋环节。在预埋阶段,墩身需要预埋精轧螺纹钢实现锚固处理,如有必要可以应用小型千斤顶开展锚固钢筋初张拉施工,确保结构的紧固性合格,防止后续施工发生沉降的问题。安装托架后,按照1.2倍的施工荷载量进行预压试验,保证结构具有良好的稳定性,消除外部非弹性变形因素的干扰,为后续梁体的施工提供更多的参考依据。在此过程中,钢筋绑扎要结合预应力孔道设计的具体位置做出适当调整,避免施工过程中因切割造成孔道位置偏离。结束钢筋绑扎后,进行混凝土浇筑施工,在浇筑混凝土前,要复核预埋件的位置和数量。混凝土浇筑顺序是先将底板进行处理,之后延伸到腹板和顶板,实现充分浇筑^[3]。

3.5 挂篮安装

安装挂篮以前,主桁架要采取千斤顶对拉预压,从而消除其非弹性变形和测取其弹性变形值。对拉采用分级加载方案,根据《挂篮设计计算书》中挂篮主构架承受由前上横梁传递的最大集中力为 1167.9KN (已提高1.2倍系数),单片主桁架所受底篮传递力为 583.95KN ,加载过程按20%、40%、60%、80%、100%、120%等6个不同的等级实施试验加载之后,明确实际的测试吊点扰度效果。完成主桁架对拉处理后,则需要应用到起重设备将挂篮主桁架移装到滑道上,并在其中预埋U型螺栓,促使其形成吊装整体,利用支架对第一组构件进行定位,随后与第二组构件进行横联,进而安装门架以及吊带结构,完成主体安装之后进行模板吊装处理,随后对挂篮侧模进行吊装。挂篮安装好后必须通过试压消除结构的非弹性变形。本静载试验采用液压油顶反拉,以单节最重的实际重量参数进一步进行荷载试验^[4]。

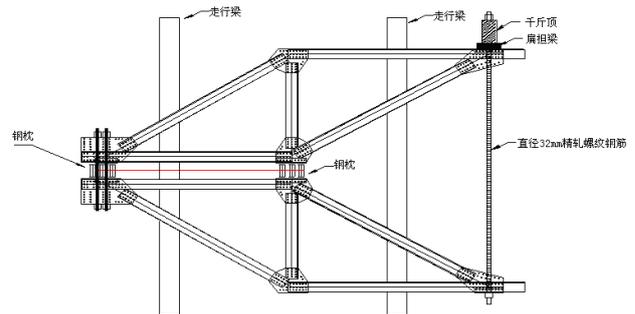


图2 挂篮主桁架预压安装布置图

3.6 挂篮的走行

完成梁段浇筑之后,需要检测混凝土实际强度,保障其能够达到设计要求,实施张拉压浆处理,等待压浆浆液强度达到85%,则对挂篮进行移动。首先需要脱模完成,拆除底模位置结构的后端锚杆,用螺纹钢滑吊底模。其次拆除吊杆并用后滑梁架吊住滑梁。借助于走行

驱动装置向前移动滑道，最后到达下一浇筑点位，检测滑道是否就位，观测其水平位置，明确滑道距离是否符合实际设计要求，检测合格后放松千斤顶，装配移动挂篮。借助于走行驱动装置移动挂篮，并同时移动底模与侧模直到下一节段。借助于锚杆锚固挂篮与竖向预应力筋，并增加锚固点，随后安装侧模吊杆，对后滑梁架进行调整。调整模板位置及标高。

3.7 模板安装

模板包括三个组成部分，分别为面板、横纵肋与支架，用于承受浇筑部分的重量与施加的侧压力，以及施工和自然荷载。模板除了控制梁体结构尺寸的精度与浇筑的施工质量外，还会影响到施工安全，因此必须引起作业人员的高度重视。该工程模板主要使用定型钢模，施工需严格按照以下工艺流程：支架拼装与底模安装—外侧模吊装与钢筋绑扎—竖向预应力筋与管道安装—纵向预应力管道安装—内侧模安装—顶板钢筋绑扎—预留顶板横纵管道安装—搭设浇筑用临时操作平台—混凝土浇筑施工与养护—拆模—穿预应力钢绞线—预应力施工—压浆—封锚。

3.8 混凝土浇筑

在悬臂挂篮施工过程中，混凝土浇筑是一项尤为重要的施工环节，混凝土浇筑施工质量直接关系到整个桥梁结构的安全性和稳定性。因此，在进行混凝土浇筑施工中，施工人员需要对混凝土浇筑施工质量以及施工流程进行严格控制^[5]。

3.8.1 在混凝土浇筑施工之前，需要有效做好各环节的准备工作

因为钢筋混凝土属于桥梁的重要支撑体，混凝土质量会对桥梁的安全性和稳定性造成比较大的影响。因此，悬臂挂篮在施工当中，必须对原材料进行合理选择，要充分保证施工原材料的性能和质量，严格依照桥梁工程施工控制标准，对钢筋的分布密度以及锚头的位置进行确认，有效保证混凝土浇筑施工过程中的效果。

3.8.2 混凝土浇筑施工方案

在混凝土正式开始浇筑施工时，必须要严格依照混凝土的浇筑流程来进行操作，要充分满足规定的混凝土浇筑次数以及浇筑厚度。在混凝土浇筑时需要进行连续性浇筑，避免产生长时间的中断情况，如果遇到一些特殊情况，需要尽可能将混凝土的浇筑间隔时间控制在30 min内，在实际浇筑工作过程中，需要有效结合外部环境影响因素以及施工条件干扰等问题，对混凝土浇筑施工方法进行合理调整。在混凝土浇筑工作结束后，需要对浇筑施工质量进行全面检查，对其中存在的各种问题进

行及时排除，全面提高混凝土成型质量和效果。

3.9 合龙段施工

3.9.1 设置刚性支撑

在合龙段施工的过程中，为了避免合龙段混凝土因温差变化出现严重的开裂，需要在周围设置支撑性钢板和预应力筋。设置刚性支撑是为了避免温度升高造成施工梁段膨胀，消除不定压力的影响和约束。设置临时预应力钢束主要是为抵抗温度降低造成的收缩，降低混凝土开裂的可能性。

3.9.2 环境温度控制

浇筑合龙段前，要对周围的桥梁轴线长度进行检测，并对一周之内的温度变化进行测量和记录，把握温度变化值和一天中的最低温度时间段。然后结合升降温度的特点，在温度变化不大的情况下进行合龙段浇筑施工。

3.9.3 配重

为保证合龙段混凝土浇筑环节处于相对稳定的平衡状态，确保合龙段高差控制在合理的范围内，应在合龙段两端施加配重，保证其重量符合实际需要，能够维持合龙段混凝土施工荷载量，配重一般会选择水箱或混凝土预制块。合龙段浇筑过程中，应结合实际情况采取减载处理^[6]。

结束语：综上所述，挂篮悬臂浇筑施工结构整体性好，施工简单，施工过程中可以不断调整位置。挂篮施工技术相较于其他方法，具有成本低、效率高等优点，被广泛应用于较大跨径桥梁施工。因此，在挂篮悬臂浇筑施工过程中，需要把握施工的难点和重点技术，保证质量和安全，确保桥梁施工的顺利进行。

参考文献

- [1]方小林, 段宝山, 陈百奔, 等.桥梁悬臂浇筑可变更重心智能走行挂篮设计研究[J].建筑结构, 2022(S1): 3186-3190.
- [2]王子冉.悬臂浇筑大跨径预应力混凝土连续桥梁合拢段施工关键技术探析[J].江西建材, 2021(12): 203-205.
- [3]张基进, 郭吉平, 刘杰.大跨度斜拉扣挂悬臂浇筑混凝土拱桥施工期抖振响应分析[J].结构工程师, 2021, 37(3): 183-188.
- [4]王二朋.铁路大跨度预应力混凝土连续梁桥悬臂浇筑施工技术[J].居舍, 2021(14): 57-58.
- [5]汪亮.公路桥梁挂篮悬臂浇筑技术的应用探讨[J].华东科技(综合), 2020(03):110-111.
- [6]张祿.福厦铁路萩芦溪特大桥连续梁挂篮悬臂浇筑法施工技术应用[J].中华建设, 2020(28):152-154.