

# 高墩大跨度连续钢构桥施工技术分析

朱维全

中交一公局集团有限公司 北京 101119

**摘要:** 高墩大跨度连续钢构桥作为当前桥梁建设领域的前沿技术,因其高承载能力、良好耐久性和长寿命等优势,在高速公路、高铁及城市轨道交通等领域得到了广泛应用。然而,此类桥梁在施工过程中存在诸多技术难点,如桥墩施工质量要求高、连续刚构梁预应力张拉精确控制等。本文通过分析高墩大跨度连续钢构桥的施工技术,探讨其关键控制点,旨在提升我国桥梁施工技术水平。

**关键词:** 高墩; 大跨度; 连续钢构桥; 施工技术

随着交通基础设施建设的快速发展,高墩大跨度连续钢构桥因其独特的结构优势,逐渐成为跨越深谷、大河等复杂地形的重要选择。然而,在施工过程中却面临着技术难度大,对施工质量要求高等问题。因此,深入研究高墩大跨度连续钢构桥的施工技术,对于保障桥梁工程质量和施工安全具有重要意义。

## 1. 项目概况

该项目涉及到的 K55+703.6 雅砻江大桥为跨越雅砻江而设,桥轴线总体走向约  $57^\circ$ ,全长 397m,桥面宽度 9m。上部结构采用  $3 \times 20$  现浇箱梁 + (70+130+70) 连续刚构 +  $3 \times 20$  现浇箱梁;下部结构主桥采用空心薄壁墩,承台接桩基础,引桥采用圆柱墩接桩基础;起、止点均采用桩柱式桥台,桩基础。

雅砻江大桥在实际施工过程中面临着众多挑战:首先,电站蓄水对施工的影响不容忽视,需精确计算蓄水时间与水位变化,确保施工期间桥梁基础与墩台结构的稳定性。其次,下部结构施工窗口期短,需在有限的时间内完成高难度的深基础与桥墩施工,这对施工组织与资源配置提出了极高要求。此外,4#、5#墩的施工滞后潜在风险也不容小觑。由于桥梁跨度大、墩身高,施工过程中的任何微小偏差都可能导致整体结构的不稳定。因此,需严格控制施工精度与质量,确保每一道工序都符合设计要求。同时,还需密切关注天气变化与地质条件,及时调整施工方案,确保施工安全与进度。

## 2. 施工准备

### 2.1 现场准备

为确保高墩大跨度连续钢构桥施工的顺利进行,现场

准备工作至关重要。首先,详细规划了项目所在地的交通运输条件,包括修建临时道路以连接主要施工区域,确保大型施工设备、材料以及人员能够高效进出。同时,针对桥梁跨越的河流,建设了临时索道桥与缆索吊机,以满足不同水位条件下的物资运输需求。此外,项目团队精心规划了大临场站的位置布局,以减少运输距离。需要注意的是,对于钢筋加工厂、拌和站以及碎石加工场这类大临设施,均需依照标准化要求建设,并配备先进的设备<sup>[2]</sup>。

### 2.2 技术准备

在技术准备方面,项目团队为准确理解设计意图,首先通过对设计图纸进行熟悉与会审。同时,组织专业团队对现场及周边地区的地质条件、水文条件以及周边环境等进行了详细的调查与复核,为施工方案的制定提供了详实的数据支持。为确保施工质量的可控性,项目团队还组织了技术交底工作,将设计图纸、施工方案以及质量要求等关键信息准确传达给每一位施工人员。此外,针对施工所需的原材料进行了严格的试验与筛选,确保了材料的质量符合设计要求。同时,根据工程特点与要求,进行了混凝土配合比的设计与优化,以确保混凝土的强度、耐久性以及施工性能满足工程需求<sup>[3]</sup>。

在测量放样方面,项目团队配备了先进的测量设备与人员,对桥梁的轴线、高程以及关键部位进行了精确的测量与放样,为施工提供了准确的空间定位信息。这些技术准备工作不仅提高了施工效率与质量,还为后续的施工控制与管理奠定了坚实基础。

### 3. 施工工艺技术

#### 3.1 高墩施工技术

##### 3.1.1 模板设计与安装

在高墩大跨度连续钢构桥的施工中,模板设计需充分考虑墩身的尺寸、形状、材料以及施工条件,确保模板具有足够的刚度、强度和稳定性,能够承受混凝土浇筑时的侧压力和施工荷载。雅砻江大桥的桥墩较高,因此,模板设计采用了分段式爬升模板系统。模板材料选用优质钢板,经过精密加工和焊接,确保模板表面光滑平整,无变形和裂缝。模板安装前,需对模板进行仔细检查,确保模板尺寸准确、接缝严密。安装过程中,采用全站仪和水准仪进行精确测量,确保模板的垂直度和水平度满足设计要求。同时,模板之间采用螺栓连接,确保连接牢固可靠,防止混凝土浇筑过程中模板变形或漏浆。在模板安装完成后,还需进行模板的预压试验,以检验模板的承载能力和变形情况<sup>[4]</sup>。通过预压试验,可以及时发现并处理模板存在的问题,确保模板在混凝土浇筑过程中能够保持稳定和安全。

##### 3.1.2 钢筋绑扎与焊接

钢筋绑扎与焊接是高墩施工中的另一项重要工作,直接关系到墩身的承载能力和耐久性。在钢筋绑扎前,需对钢筋进行质量检查,确保钢筋表面无锈蚀、油污和裂纹,钢筋的直径、长度和弯曲度符合设计要求。在钢筋绑扎过程中,需按照设计图纸和施工规范进行,确保钢筋的间距、数量和位置准确。钢筋交叉点应采用铁丝进行绑扎,绑扎应牢固可靠,防止混凝土浇筑过程中钢筋移位或变形。同时,还需注意钢筋的保护层厚度,确保钢筋不受混凝土腐蚀。对于钢筋的焊接,需采用专业的焊接设备和熟练的焊接工人进行操作。焊接前,需对焊接接头进行清洁和处理,确保焊接质量。焊接过程中,需严格控制焊接电流、电压和焊接速度等参数,确保焊缝的强度和韧性满足设计要求<sup>[5]</sup>。同时,还需对焊缝进行外观检查 and 无损检测,确保焊缝无裂纹、夹渣和未熔合等缺陷。在钢筋绑扎与焊接完成后,还需进行钢筋骨架的整体稳定性和承载力检查,确保钢筋骨架能够满足施工和使用的要求。通过严格的钢筋绑扎与焊接工艺,可以确保高墩的承载能力和耐久性,为桥梁的安全运营提供有力保障。

##### 3.1.3 混凝土浇筑与养护

在高墩大跨度连续钢构桥的施工过程中,混凝土浇筑与养护是至关重要的环节。浇筑前,需对混凝土材料进行严

格的质量检测,确保其符合设计要求。同时,还需根据施工条件和墩身尺寸,制定合理的浇筑方案。浇筑时,通常采用泵送或吊运方式将混凝土输送至墩身模板内。在本工程项目中,由于桥墩身高度较高,因此采用了泵送混凝土的方式。在浇筑过程中,需严格控制混凝土的浇筑速度和振捣力度,避免产生气泡和空洞,确保混凝土的密实性和均匀性。浇筑完成后,还需进行收浆处理,及时清除混凝土表面的浮浆和杂物。混凝土浇筑完成后,应立即进行洒水保湿覆盖养护。养护时间一般不少于7天,具体根据天气和混凝土强度发展情况而定。养护期间,需定期检查混凝土表面的湿度和温度,确保混凝土处于适宜的养护环境中<sup>[6]</sup>。同时,还需防止养护材料对混凝土造成污染和损害。

##### 3.1.4 墩身垂直度与稳定性控制

墩身垂直度与稳定性控制是高墩施工中的核心问题。在施工过程中,需采用多种技术手段来确保墩身的垂直度和稳定性。首先,在模板安装完成后,需使用全站仪和激光垂准仪等测量设备进行精确测量,确保模板的垂直度满足设计要求。以某大桥为例,该桥墩身高度达到百米以上,因此采用了激光垂准仪和全站仪相结合的方法,对模板的垂直度进行了严格控制。其次,在混凝土浇筑过程中,需采取对称浇筑、分层振捣等施工工艺,避免混凝土对模板产生过大的侧压力,导致模板变形或墩身倾斜。同时,还需加强混凝土浇筑过程中的监控和测量,及时发现并处理异常情况。此外,还需加强稳定性控制。一方面,可以通过设置支撑结构、加强钢筋绑扎和焊接等措施,提高墩身的抗倾覆和抗滑移能力。另一方面,还需对墩身进行定期监测和评估,及时发现并处理潜在的安全隐患。

#### 3.2 连续钢构梁施工技术

##### 3.2.1 预应力筋布置与张拉

在高墩大跨度连续钢构桥的连续钢构梁施工中,预应力筋的布置与张拉是确保结构受力合理、安全稳定的关键环节。预应力筋的布置需严格按照设计图纸进行,确保预应力筋的位置、间距和数量准确无误。同时,预应力筋的张拉顺序、张拉力和持荷时间等参数也需严格控制,以满足设计要求。预应力筋布置时,通常需要用高精度的定位设备,并确保预应力筋偏差不大于5mm。在张拉过程中,通过运用智能张拉系统,能够实时监测和记录张拉力和伸长量,确保张拉过程的安全性和准确性。同时,根据设计要求,预应力

筋的张拉力需分阶段逐步施加，每阶段持荷时间不少于2分钟，以确保预应力筋的充分张拉和锚固<sup>[7]</sup>。

### 3.2.2 梁段拼接与合龙技术

梁段拼接与合龙是连续钢构梁施工中的重要环节，直接关系到桥梁的整体质量和安全。在梁段拼接时，需确保拼接面的清洁、平整和垂直度，以及拼接缝的密实度和强度。同时，还需严格控制拼接过程中的温度、湿度和风力等环境因素，以避免因环境因素导致的拼接误差和质量问题。在合龙段施工时，需采用高精度的测量和定位设备，确保合龙段的精确对接。以某大桥为例，该桥合龙段采用了顶推法进行施工，通过液压顶推设备将合龙段缓慢推至设计位置，并使用高精度全站仪进行实时监测和调整。在合龙过程中，还需严格控制合龙段的温度和应力状态，以避免因温度变化或应力集中导致的合龙误差和安全隐患。同时，合龙段的焊接和螺栓连接也需严格按照设计要求进行，确保合龙段的强度和稳定性。

### 3.2.3 悬臂浇筑技术

悬臂浇筑技术是高墩大跨度连续钢构桥施工中不可或缺的一环，悬臂浇筑通常涉及到挂篮安装与调试、钢筋绑扎与预应力筋布置、模板安装与校正、混凝土浇筑与振捣以及混凝土养护等步骤。在操作过程中，需确保挂篮的稳定性和安全性，钢筋与预应力筋的布置需精确无误，模板的安装需满足设计要求，混凝土的浇筑与振捣需均匀密实。挂篮悬臂浇筑法作为悬臂浇筑技术中的常用方法，在浇筑过程中，该方法的应用需严格控制混凝土的坍落度和浇筑速度，确保混凝土不出现分离和泌水现象。同时，还要用到高频振捣器进行振捣，确保混凝土的密实性和均匀性。在浇筑完成后，及时进行混凝土养护，通过运用湿布覆盖和洒水保湿的方法，确保混凝土的强度和耐久性。此外，加强浇筑过程中的安全监控，以设置安全警示标志和防护措施的方式，确保施工人员的自身安全。

### 3.3 桥面铺装与附属设施施工

桥面铺装与附属设施施工是高墩大跨度连续钢构桥施工的最后道工序，也是保证桥梁行车舒适性和安全性的重要环节。桥面铺装材料的选择需考虑耐磨性、抗滑性和耐久性等因素，通常采用沥青混凝土或水泥混凝土等材料。在铺

装过程中，需严格控制材料的配合比和施工质量，确保铺装层的平整度和厚度满足设计要求。通常情况下，桥面铺装要用到沥青混凝土材料，在此基础之上，采用先进的摊铺和压实设备进行施工。在铺装前，需对桥面进行清洁和处理，确保铺装层与桥面的粘结力。在铺装过程中，应严格控制沥青混凝土的摊铺温度和压实度，保证铺装层的密实性和耐久性。此外，加强对附属设施的安装与调试工作，包括护栏、排水系统、照明设施等，确保桥梁的行车安全性和舒适性。在安装过程中，还需注重附属设施与桥体的协调性和美观性，以便能够从整体上提升桥梁的品质。

### 结束语：

综上，高墩大跨度连续钢构桥施工技术的应用，对于提升我国桥梁建设水平和保障交通基础设施质量具有重要意义。通过深入研究桥墩施工技术、连续刚构梁预应力张拉技术、施工监控与调整以及合龙段施工技术等关键环节，不断优化施工工艺和技术措施，可以有效提高高墩大跨度连续钢构桥的施工质量和安全性。未来，随着桥梁建设技术的不断发展，高墩大跨度连续钢构桥的施工技术将更加成熟和完善，为交通基础设施的快速发展提供有力支撑。

### 参考文献：

- [1] 戴湘波. 高墩大跨度连续刚构桥悬臂施工关键技术研究[J]. 运输经理世界, 2023, (10): 82-84.
- [2] 王继帅. 高墩大跨度连续钢构桥施工技术分析[J]. 中国高新科技, 2022, (12): 62-64.
- [3] 舒永涛, 宁晓骏, 熊丽婷. 高墩大跨度连续刚构桥稳定性及其影响因素分析[J]. 科技通报, 2022, 38 (04): 70-74.
- [4] 王圣, 凌涛. 高墩大跨度连续梁挂篮反力架预压施工技术[J]. 山西建筑, 2021, 47 (23): 125-126+129.
- [5] 杨相平, 赵建祥. 高墩大跨度连续刚构桥悬臂施工线形和应力控制研究[J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2021, 52 (03): 525-528.
- [6] 钱诚. 高墩大跨度连续刚构桥施工控制与抗风研究[D]. 兰州交通大学, 2021.
- [7] 余科辉. 高墩大跨度连续刚构桥的设计探讨[J]. 黑龙江交通科技, 2020, 43 (12): 70-72.