

# 中东热带地区铁路现浇梁施工技术

潘从飞

中国铁建大桥工程局集团有限公司

**摘要：**近年来中国企业在海外承建了大量基础设施工程，各地气候和施工规范都存在较大差异，铁路现浇梁被广泛应用到各种地区，本文主要介绍中东地区炎热气候条件下铁路现浇梁的施工技术。

**关键词：**中东地区；热带；桥梁；现浇梁施工

【DOI】10.12252/j.issn.2096-627X.2022.10.048

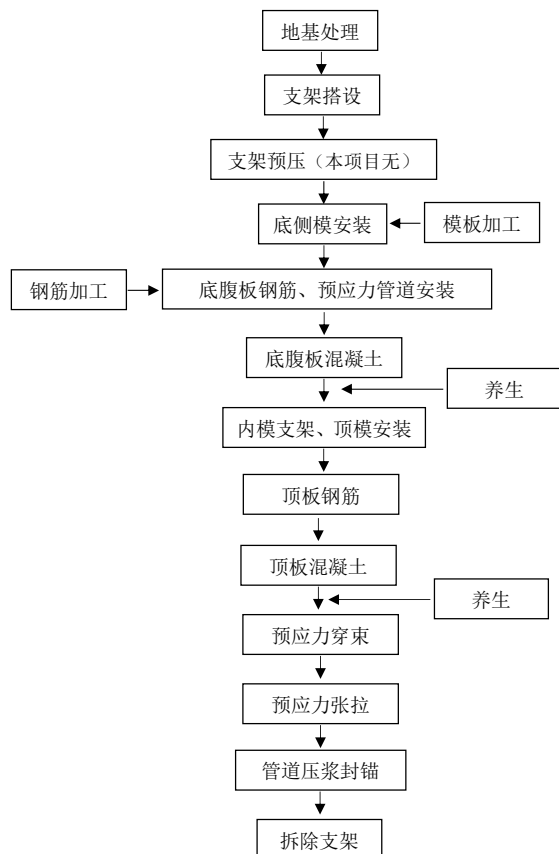
## 引言

铁路桥现浇梁施工非常常见，满堂支架施工技术非常成熟，但是在不同的地区和国家，面对不同的施工规范和气候条件，满堂支架施工的现浇梁存在很大的差异，也为中国企业带来许多困难，希望本文能为走出去的中国企业带来一些借鉴和帮助。

## 一、工程概况

该桥梁位于阿拉伯联合酋长国的西海岸，属于热带沙漠气候，全年高温干旱，夏季白天温度超过45摄氏度，该桥为单线现浇梁铁路桥，全桥共17跨695米，是该国最长现浇梁铁路桥，主桥为三跨连续梁，最大跨径58米，其他跨均为40米简支梁。基础为直径1.5米长40米钻孔灌注桩和群桩矩形承台，墩柱为实心花瓶墩，现浇梁施工采用盘扣式满堂支架。

## 二、现浇梁施工工艺流程



## 三、支架施工

阿联酋政府要求支架工程必须由具备相应资质的专业承包商进行设计计算，并通过监理的审批，通常支架材料由专业的支架公司供应，每家都有一些各自的特点，材料不通用。

### (一) 地基处理

(1) 支架位置场地整平，采用手扶式压路机进行碾压，压实度达到93%。

(2) 当地为热带沙漠气候，全年干旱少雨，不需要设置排水系统。

(3) 由第三方检测机构进行地基承载力测试，确保满足现浇梁支架荷载要求，经监理同意后开始下一步工作。

(4) 每根立杆下设置一块400\*400\*200mm混凝土块，确保混凝土块位置准确底部密实不动摇。

### (二) 测量放线

(1) 用水准仪对现场地面进行高程测量，根据现浇梁设计高程确定每个里程支架的高度。

(2) 用全站仪放出桥梁中心线，根据中心线拉施工绳定位每根立杆位置。

### (三) 支架搭设

(1) 支架采用Φ48mm盘扣式支架，固定销子和支架均为专业承包商定制，拼接牢固无松动不变形。

(2) 严格按照施工图纸布置立杆，要和图纸完全吻合。

(3) 按照设计要求将立杆放在混凝土块上，立杆下放置底托方便调节标高。立杆应垂直于地面，并用水平杆和销子固定，保证整体稳定性。

(4) 在立杆上安装水平杆和斜撑，形成支架的框架结构。水平杆的间距应根据设计要求确定。斜撑应安装在立杆和水平杆的连接处，以提高脚手架的稳定性。

(5) 安装顶托并调节水平标高，分配梁采用100mm槽钢。

(6) 支架施工过程中应铺设脚手板，保证工人的施工安全。

## 四、模板施工

### (一) 底腹板模板施工

(1) 底模模板采用15mm厚竹胶模板，模板接缝间贴双面胶带。模板下面放置工字木，将底模用铁钉钉到工字木上。工字木为厂家定制，有多种规格，不可切割。工字木和槽钢之间用专业卡扣固定。

(2) 翼缘板采用悬挑式支撑，模板采用竹胶板，模板底部设置工字木，同时将竹胶板和工字木用钉子固定牢固。

(3) 腹板外侧模板：外缘模板用可调悬挑架做支撑，腹板与底板和翼缘板交接处的圆弧倒角用白铁皮制作。

(4) 腹板内侧模板：内侧模调整时，注意混凝土标高及钢筋保护层控制。内侧模板竹胶板和工字木固定支撑，用对拉螺栓进行加固，下部设置200mm倒角模板，防止腹板混凝土浇筑时塌落。

## (二) 内模施工

(1) 内模采用盘扣支架支撑，用工字木作为分配梁，竹胶板固定在工字木上。

(2) 施工时先在底板放出中线位置，支架根据中线对称布置，顶板模板施工时要严格控制标高，保证顶板厚度符合设计要求，顶模两侧贴合腹板，缝隙贴双面胶放置混凝土浇筑时漏浆。

(3) 顶板施工时要自卸研究图纸，确保桥面排水沟，电缆沟和栏杆的预埋钢筋准确定位绑扎合格。

## (三) 支架预压

(1) 国内现浇梁支架通常要进行预压，目的是为了消除支架和地基的非弹性变形，确定弹性变形数据，验证支架的安全性，提高稳定性。

(2) 根据阿联酋施工规范，支架不需要进行预压，因为当地支架均由专业分包商设计供货，支架安全质量更可靠杆件接头紧实无缝隙，专业分包商可通过计算获得支架的弹性变形量，提前设置预拱度。保证施工质量和安全。

## 五、钢筋施工

(1) 在阿联酋所有钢筋均由供货商在工厂内加工成型，对加工完的钢筋进行编号，标注使用部位和各种尺寸等信息，运送到施工现场直接进行绑扎。

(2) 阿联酋的施工规范中要求所有的钢筋都要进行绑扎，严禁使用焊接工艺。

(3) 规范对钢筋混凝土保护层的要求，地面以下不小于100mm，地面上不小于80mm。

(4) 钢筋到场对方应该准备好送货清单、图纸和钢筋标牌，按照钢筋施工绑扎的先后顺序进行叠放，原材料存放区采用垫木对钢筋进行支垫，设置警示带和反光锥桶，保证施工安全。

(5) 阿联酋现浇梁钢筋设计相比中国钢筋型号更大，间距更密集，多处和预应力波纹管冲突，绑扎难度大，修改的钢筋多。

(6) 现浇梁钢筋施工顺序：底板—腹板—波纹管—一端横梁—锚垫板—顶板钢筋—顶板预埋钢筋。

(7) 现浇梁钢筋垫块均由自己加工制作，垫块混凝土强度同梁体为C40，腹板每隔一米设置一个垫块，底板每隔半米设置一个垫块，因为钢筋重点大，有大量施工人员在上面作业，防止垫块碎裂。

(8) 钢筋绑扎采用5号扎丝，中国多使用绑扎钩，在阿联酋多使用绑扎钳子，规范要求所有钢筋节点要捆绑，由于钢筋型号较大在拐角和端头处多采用十字邦扎法，也可用10-20号帖子辅助绑扎。

## 六、预应力管道安装

(1) 波纹管铺设应严格按照图纸进行，本项目图纸位置尺寸标注为波纹管底部中心，不同项目可能标注不同，应仔细研究避免出错。

(2) 波纹管切割时要垂直切割成直角，不得斜切。本项目波纹管出厂时一段设有套筒接头，两根波纹管可直接对接，不再需要单独提供套筒。

(3) 本项目波纹管两端高中间低，不再设置透气孔，只在跨中位置设置排水孔，排水孔安装塑料管，模板开孔尺寸应和塑料管相适应，并用防水胶带缠绕封堵，防止混凝土浇筑时漏浆。

(4) 本项目采用后穿钢绞线的方法，为了防止波纹管漏浆而引起孔道堵塞，在混凝土浇筑前和浇筑后各通孔一次。通孔器是在钢绞线上设置一个塑料圆柱，其直径应比内径小10mm，长度为80mm，以便来回拉动。

(5) 施工中要注意保护波纹管，施工人员不得踩踏或用工具敲击波纹管，混凝土浇筑振捣时防止震动棒损坏波纹管，若发现有局部变形破坏，要及时进行更换处理，用砂轮锯将该处割掉；换大一级的波纹管进行套接，并用防水胶布缠包严密。

## 七、混凝土浇筑

(1) 本项目现浇梁混凝土均为C40，阿联酋当地混凝土拌合站审批复杂管控严格，所有本项目均使用商品混凝土。当地气候炎热温度高，白天光照强气温可达到45摄氏度，夜晚温度也超过30摄氏度，为保障混凝土施工安全，商品混凝土均添加减水剂和缓凝剂，保证在炎热气温情况下混凝土4小时内不会出现问题。混凝土浇筑尽量在温度相对较低的夜间进行。

(2) 现浇梁混凝土每次浇筑前都要上交混凝土浇筑施工方案并经监理审批，支架要通过设计单位验收，所有隐蔽工程验收完成，现场至少2台混凝土泵车在场，现场准备混凝土振捣器10台，其中4台备用，浇筑前对现场工程师和工人进行技术交底。

(3) 混凝土浇筑由1台45米泵车进行泵送，浇筑顺序为由跨中向两端支座逐步浇筑，先浇筑两侧腹板再浇筑底板，腹板混凝土采用斜面分层法浇筑（分层厚度不大于30cm），两侧浇筑要交替进行，确保截面混凝土上

升高度一致。腹板混凝土坍落度控制在180mm左右。

(4) 混凝土振捣是非常关键的工作,直接影响着现浇梁的质量,我们项目组建了一个15人的混凝土浇筑队,由经验丰富认真负责的工长带队,严把混凝土浇筑施工质量。

## 八、养护

该地区天气炎热光照强,水分蒸发量大,混凝土浇筑后8小时覆盖土工布减少水分流失,并开始进行洒水养护,每日洒水两次,保持混凝土表面湿润,养护作业持续14天。

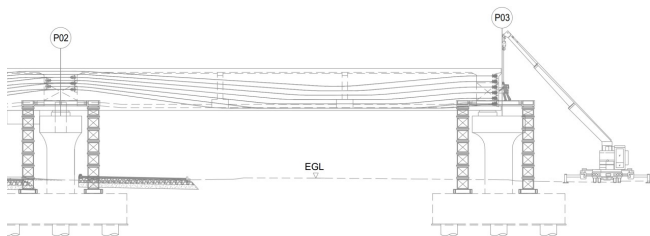
## 九、预应力施工

### (一) 水压测试

(1) 为检查混凝土施工质量查找缺陷,在预应力施工前要对预应力管道进行水压测试,对漏水处的混凝土进行开凿修补。

(2) 在预应力锚垫板上固定一个封堵盖,一端的锚垫板连接高压水泵,另一端锚垫板连接球阀,高压水泵注水时将梁另一端的球阀打开,当水灌满预应力管道并从球阀溢出时关闭球阀,达到实验水压后维持10分钟,检查现浇梁内部和外部漏水点并进行标记。

### (二) 穿钢绞线安装锚具



(1) 水压测试合格后开始穿钢绞线,采用穿束机逐根钢绞线进行穿束。

(2) 每个预应力管道内有22或25根钢绞线,根据现场使用张拉千斤顶的规格不同确定钢绞线长度,工作面大的地方使用8000KN-750mm千斤顶,梁缝间狭窄区域使用7500KN-400mm短千斤顶,梁缝间的空间只有900mm。

(3) 先按每束根数与相应的锚具配套,带好夹片,将钢绞线从锚具对应孔中穿过。

(4) 预应力筋的切割只能使用角磨机切割片,严禁使用电焊气割和液压钳。

### (三) 张拉

(1) 阿联酋规定要求现浇箱梁浇筑完成后7天切强度达到80%即可开始预应力张拉作业,张拉采用单向对称同步张拉工艺进行张拉。

(2) 张拉前做好准备工作,校验调试液压油泵、油表、千斤顶。千斤顶安装就位后,确保锚具、钢绞线和千斤顶在一条轴线上,防止钢绞线受力不均匀造成破坏。

(3) 预应力管道和锚垫板存在摩阻力,每个项目各不相同,需要在现场通过实验获得数据,在第一次张拉后可将摩阻力的数据应用到后续的张拉中。

(4) 预应力张拉程序:初张拉P0(张拉总吨位的10%)→持荷2分钟(量测引伸量 $\delta_1$ )→张拉到总张拉吨位P→持荷2分钟(量测引伸量 $\delta_2$ )→回油→量测引伸量 $\delta_3$

(5) 张拉采用张拉力与伸长值双控,以张拉力控制为主,伸长量控制为辅。顶锚后量测两端伸长值,并根据设计要求检查张拉结果是否设计要求,发现异常立即报告工程师,分析原因,进行处理。

(6) 张拉过程中以对钢绞线用喷漆标记,便于观察变化。张拉工作结束后24小时内进行多次观察,保证所有模具没有松动。

### (四) 管道压浆

(1) 所有预应力束张拉结束后,经监理检查通过可切割多余钢绞线。

(2) 该地区天气炎热,管道灌浆料凝结时间短,冰水可有效延缓凝结,每次压浆前要先将所有的材料设备准备就绪,将500kg冰块放入水桶静置30分钟后可开始压浆工作。

(3) 灌浆使用专业灌浆料,配合比经试验确定;灌浆料应具有良好的流动性,并具有一定的膨胀性。

(4) 本工程灌浆采用单侧压浆法施工。施工时,在锚垫板的一端压浆孔连接球阀,另一端连接压浆泵。压浆泵的压力控制在0.6~0.7Mpa;根据施工期气温,压浆配合比应适时进行调整,在现场施工中,主要通过降低水温来控制压浆料的凝结时间。

(5) 管道内压浆在钢绞线预加应力完毕后48h内进行,尽量减少应力损失。灌浆料拌制均匀后,采用孔格2.5×2.5mm滤网过滤,然后方可压入管道。

### (五) 封锚

(1) 灌筑梁体封端混凝土之前,应先拆除注浆管和球阀,将锚垫板表面的粘浆和锚具外面上部的灰浆清理干净,对锚具进行防锈处理,同时检查确认无漏压的管道后,才允许灌筑封端混凝土。

(2) 用竹胶板制作封锚模板,木方进行支撑加固,顶端留孔灌注混凝土,灌注过程用铁棍不断敲击模板,保证混凝土密实。

## 参考文献

[1] 陈刚. 关于铁路客运专线现浇混凝土连续梁的施工技术研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2012, 000(005): 1-3.

[2] 李斌. 中东热带地区铺面混凝土施工技术探讨[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2015.