[类 型]技术工艺

[关键词]软弱地基，高墩，钢棒牛腿，组合支架

软弱地基高墩匝道桥钢棒牛腿半落地式

组合支架施工技术

JWC2021-143

中交一公局厦门工程有限公司

赖炳增、费志高、曾超、陈敏、郭松松、罗文亮

1.成果简介

1.1 技术背景

目前高墩大跨匝道桥梁断面多为非等截面，且为曲线桥，无法采用工艺成熟的预制安装技术施工，常采用落地支架方式进行施工。由于高墩大跨匝道桥常位于地质条件复杂、交通运输较为不便的地点，且施工难度大，临时设施投入多，成本高昂，因此如何在经济、安全和保证工期的情况下完成软弱地基高墩匝道桥施工成为急需解决的难题。

针对软弱地基高墩匝道桥施工中存在的地基处理成本高、支架用钢量大、施工组织困难、不能利用原有结构物等问题，本技术创新性采用“钢棒+牛腿”半落地式组合支架技术。该技术运用在软弱地质条件下的大跨现浇匝道桥施工中，节省了靠近墩柱处的钢管支架用量，节约成本，且可以缩短施工工期。

该技术已在广连高速5标A1分部英南互通现浇梁和万州环线二分部新田港互通匝道桥施工中得到应用，该关键技术使用至今效果良好，其在这两个项目的成功实施，对于提高我国的软弱地基高墩匝道桥施工水平具有积极意义。

1.2 解决的主要问题

（1）解决了不良地质情况下的支架搭设问题和基础难以满足现浇支架需求的问题。

（2）减少了钢管支架的使用数量，节约支架成本投入。

（3）解决了主横梁反力较大情况下的钢棒受荷问题和减小接触点的应力集中问题。

（4）减少了因主横梁荷载引起的钢棒受弯问题，有效减小钢棒弯矩。

（5）避免大规模大范围的地基处理，减少地基处理费用。

（6）避免地基不均匀沉降引起的安全问题，保证钢管立柱的垂直度，使安全施工得到有力保障。

1.3 适用范围

该技术适用于所有地质情况下的高墩大跨现浇梁支架施工，特别在不良地质条件下经济效益更显著，该技术在现浇梁施工中具有广阔的应用前景。

1.4 技术特点

（1）采用高墩少支架现浇梁施工技术，减少了地基处理费用，节约大量钢管支架，避免了国家钢材资源的浪费。

（2）采用高墩少支架现浇梁施工技术适用性强，支架搭设效率高，结构体系安全稳定，可以满足各种复杂条件的现浇匝道桥施工。

（3）采用高墩少支架现浇梁施工技术可以有效节约工期，每孔支架搭设可节约工期5天。

2.技术内容

2.1 技术原理

针对软弱地基高墩匝道桥施工中存在的地基处理成本高、支架用钢量大、施工组织困难、不能利用原有结构物等问题，本技术创新性采用（钢棒牛腿+钢管）半落地式组合支架技术。该技术在墩柱处不采用常规搭设钢管支架的方式，而是采用钢棒牛腿方式进行承载，桥梁跨中采用“钢管桩+转换梁”组合成的板凳墩，板凳墩承受大部分荷载，且结构安全稳定，钢棒牛腿处荷载较小，采用钢棒牛腿方式节约了墩柱处的钢管立柱和基础处理费用。



图 1 施工技术原理图

2.1主要创新点

（1）采用“钢棒牛腿+钢管”半落地式组合支架技术（实用新型专利：一种用于软弱地基的半落地式组合现浇支架202122535203.9）

现浇梁在靠近墩柱处采用钢棒牛腿技术，由钢棒牛腿替代了传统设计方案中的钢管支架，主横梁安装在牛腿上，并用对拉杆固定，其次再进行贝雷梁和上部满堂支架以及方木模板的安装。跨中设置由钢管桩和转换梁组合而成的中支墩，中支墩采用Φ630×10mm钢管，其上安装主横梁及上部支架结构。墩柱处采用钢棒牛腿，减少了钢管柱使用，缩短了支架搭设的工期，提高工效。

图 2 “钢棒牛腿+钢管”半落地式组合支架

（2）采用 “钢管桩+转换梁”技术（实用新型专利：一种分散钢管桩集中荷载的转换梁装置202121377768.2）

现浇梁支架所处地基为填土地基，厚度约为7-8m,采用地基处理方式进行支架搭设，其施工难度大，投入成本高，且现浇梁跨径为30m或者40m，采用一跨跨过难度大，为适应较厚软弱填土地基采用了“钢管桩+转换梁”技术，通过施作钢管桩给与现浇梁支架受力基础，其次在钢管桩上安装转换梁以保证支架的垂直度和分摊不均匀荷载。通过钢管桩+转换梁技术解决了在较厚填土地基搭设支架的难题，有效防止地基不均匀沉降和保证钢管立柱的垂直度，从而提高支架安装质量。

图 3 钢管桩+转换梁装置

（3）采用有效减小钢棒弯矩的牛腿支撑构件（实用新型专利：一种非落地式钢管支架牛腿装置202120800772.9）

由于现浇梁荷载较大，因此需要采用较大的双拼主横梁，本技术采用了双拼I45主横梁，主横梁宽度较大（30cm）且作用于主横梁支撑点处的反力较大，如若在主横梁支点处直接采用钢棒进行承载，则此时钢棒主要以受弯为主，有较大弯矩，钢棒强度不满足要求。通过精巧设计，本技术采用钢板组合牛腿，通过缩小支撑于钢棒处的钢板距离以减小钢棒的弯矩，使钢棒主要受剪为主，且采用较宽顶板以满足安放主横梁的要求。采用牛腿支撑构件可承受较大的上部荷载，有效减小钢棒弯矩，可于各种形式的大方量混凝土梁的现场浇筑中使用。

图 4 牛腿支撑构件

（4）采用了一种贝雷梁支架非线性高差调节技术（实用新型专利：一种贝雷梁支架非线性高差调节装置202121378230.3）

由于大跨匝道桥一般纵坡较大，采用“钢棒牛腿+钢管”半落地式组合支架技术时为了减少牛腿安装数量和保证对拉杆受力的安全可靠，对拉杆安装时处于统一水平位置，墩柱两侧贝雷梁支架高度不一致，即产生非线性高差，在高差较大时仅采用普通砂筒无法满足施工要求，且安全性较差。本方案中采用组合式支撑钢管桁架作为内雷梁支架非线性高差调节装置，其上下紧固构件形成抱箍将支撑钢管紧固于既有墩柱上，保证了施工安全，节省了施工成本。

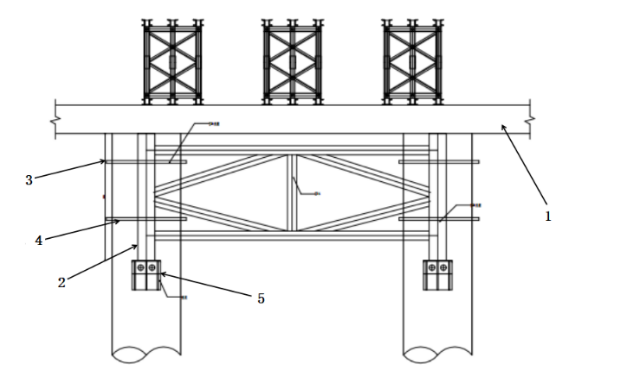
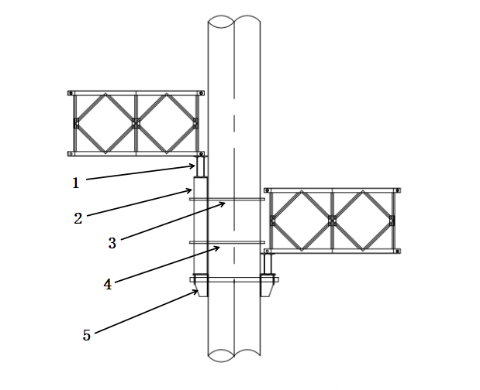
 

图 5 非线性高差调节装置

（5）采用检验钢棒或者牛腿承载力的实验装置（实用新型专利：一种检验钢棒或者牛腿承载力的实验装置202121378257.2）

运用项目的墩柱高度较大，其中广连高速5标A1分部平均墩高为35m，最高墩高为40m，万州环线项目二分部新田港互通匝道桥平均墩高为46m，最高墩高为57m。为保证高空施工安全，且使用的构件和材料均满足理论计算和实际运用要求，采用检验钢棒或者牛腿承载力的实验装置进行提前受力模拟，

该装置通过千斤顶张拉钢绞线提供张拉力，利用横梁转换体系将钢绞线拉力作用在钢棒牛腿上，通过监测钢棒牛腿变形和应力应变参数，检验钢棒、牛腿和支架构件在使用过程中的受力、变形和偏压等情况，本装置结构简单，能真实模拟钢棒牛腿在现浇支架中的受力情况，检验钢棒牛腿的是否满足实际施工所需要的承载力，具有施工方便、安拆简单、安全性高等特点。

图 6 检验钢棒或者牛腿承载力的实验

2.2 工艺流程

（1）施工准备

（2）地基处理

（3）支架基础/钢棒牛腿施工

（4）钢管支架搭设

（5）上部支架系统搭设

（6）模板安装

（7）支架预压

（8）底模标高调整

（9）第一层模板、钢筋、混凝土施工

（10）第二层模板、钢筋、混凝土施工

（11）混凝土养护

（12）预应力张拉、压浆、封锚

（13）支架拆除

施工准备

地基处理

支架基础/钢棒牛腿施工

钢管支架搭设

上部支架系统搭设

模板安装

支座安装

预压观测

支架预压

底模标高调整

混凝土试件制作

第一层模板、钢筋、混凝土施工

混凝土试件制作

第二层模板、钢筋、混凝土施工

混凝土养护

预应力张拉、压浆、封锚

支架拆除

下道工序

图 7 施工工艺流程图

3.应用效果

万州环线项目二分部高墩众多，最大高墩为57m，采用“钢棒+牛腿”半落地式组合支架施工技术，该技术通过在高墩处预埋牛腿和配合跨中的钢管板凳墩，结构体系安全稳定，且减少了钢管支架的使用数量，节约支架成本投入，施工中支架搭设效率高，可以有效节约工期，每孔支架搭设可节约工期5天。

广连高速5标A1分部采用采用“钢棒+牛腿”半落地式组合支架施工技术，其在墩柱处不采用常规搭设钢管支架的方式，而是采用钢棒牛腿方式进行承载，桥梁跨中采用钢管桩+转换梁组合成的板凳墩，该技术克服了软弱地基施工的难题且节约了钢管的使用数量和和基础处理费用，施工效果良好，得到了业主的认可。

****

图8应用效果图1



图 8 应用效果图2

4.推广应用前景

该技术适用性强，即适用于普通地质情况和不良地质情况下的高墩大跨现浇梁支架施工又适用于大纵坡地形条件下的大跨现浇梁支架施工，特别在不良地质条件下高墩大跨现浇支架施工中更能体现其经济性，该技术在现浇梁施工中具有广阔的应用前景。