

# 组合式钢模板在海底隧道工程中的应用

王 伟

中交第一航务工程局有限公司 天津 300461

**摘 要：**海底隧道工程作为一项重要的基础设施建设，对于促进地区经济发展、加强区域联系具有重要意义。随着科技的不断进步，隧道工程施工技术也在不断发展，新型施工材料的应用为提高工程质量和施工效率提供了有力支持，组合式钢模板作为一种新型的施工材料，在海底隧道工程中的应用逐渐受到关注。因此，本文旨在探讨组合式钢模板在海底隧道工程中的应用，为类似工程提供参考。

**关键词：**组合式钢模板；海底隧道工程；应用

海底隧道工程作为一项具有高技术含量的工程项目，其施工过程涉及到诸多环节，而混凝土衬砌是其中的关键步骤之一<sup>[1]</sup>。组合式钢模板作为一种新型的模板技术，因其良好的性能已广泛应用于各类混凝土衬砌施工中，包括海底隧道工程。组合式钢模板不仅能够提高工程进度，缩短工程周期，还能够确保工程质量降低施工风险，然而，组合式钢模板在海底隧道工程中的应用，有其特定的技术要求和环境要求，因此，如何合理有效地利用组合式钢模板是当前海底隧道工程面临的重要课题。

## 1 工程情况概述

本文选取的某海底隧道工程位于我国东南沿海地区，该地区经济发达，交通需求量大，但受到地理条件的限制，陆路交通拥堵问题日益严重<sup>[2]</sup>。为缓解交通压力，促进地区经济发展，政府决定建设该海底隧道工程，工程建成后，将连接市区和周边地区，极大缩短两地的通行时间，对推动区域经济一体化具有重要意义。该海底隧道工程全长约6.8公里，其中海底部分长约3.8公里，隧道设计为双向四车道，设计时速为80公里/小时。工程总投资约50亿元，于2016年开工建设，预计2023年完工。据调查人员现场勘测的情况来看，该工程地质条件复杂，隧道穿过多个断层带和破碎带，岩层破碎，稳定性差，并且，隧道还面临海水压力等问题。因此，为了确保施工质量和施工安全，工作人员在施工过程中采用了多种先进的技术和材料，其中组合式钢模板作为一种新型的施工材料，得到了广泛应用<sup>[3]</sup>。组合式钢模板采用模块化设计，可重复使用，降低了施工成本，并且，模板制作精度高，有效保证了隧道结构的质量。在施工过程中，通过采用组合式钢模板，成功解决了多个技术难题，提高了施工效率，例如，在穿越断层带时，模板的稳定性和承载力得到了有效保证，确保了施工安全，又例如，在安装过程中，模板的模块化设计使得安装更

为便捷，提高了施工效率。

## 2 模板制作原则和特点分析

### 2.1 模板制作原则

#### 2.1.1 安全可靠

海底隧道工程面临着复杂的地质条件，因此，安全可靠是工程施工中的首要考虑因素。在模板制作过程中，施工单位应确保模板结构的稳定性，以防止在施工过程中发生安全事故，例如，通过优化模板的设计，提高其承载能力，确保在各种工况下均能保持稳定<sup>[4]</sup>。此外，施工单位还应采取相应的安全措施，以为施工人员的安全提供一定保障。

#### 2.1.2 精度保证

模板制作精度对隧道结构质量具有重要影响，因此，在制作过程中，应严格控制模板的尺寸、形状和位置，确保模板的精度和质量。此过程涉及到多个环节，包括下料、切割、焊接等，为确保精度，施工人员可以采用先进的加工设备和技术，提高模板的制作水平。

#### 2.1.3 可重复使用

为降低施工成本，模板应具有可重复使用的特点。在制作过程中，施工人员应选用优质材料，提高模板的使用寿命，并且，施工人员还应对模板进行表面处理，提高其抗腐蚀性能。可重复使用的模板有利于减少建筑垃圾，降低对环境的影响。

### 2.2 模板特点分析

#### 2.2.1 高强度

组合式钢模板采用优质钢材制作，具有较高的强度和刚度，能够承受较大的荷载，这使得模板在施工过程中能够保持稳定，不易变形，从而保证隧道结构的质量<sup>[5]</sup>。高强度的模板还可以减少模板的变形和损坏，延长模板的使用寿命。

#### 2.2.2 稳定性好

模板在制作过程中,通过合理的结构设计和加强措施,提高了模板的稳定性,这包括对模板的支撑系统进行优化,确保模板在不同受力状态下的稳定性,以及采用可靠的连接方式,防止模板在施工过程中发生位移或变形。稳定性好的模板有利于保证隧道结构的质量,减少施工误差。

### 2.2.3 便于维护和保养

模板表面采用防腐蚀处理,易于维护和保养,这使得模板在施工过程中可以保持良好的状态,降低维护成本,同时,模板的维护和保养也相对简单,便于施工人员操作<sup>[6]</sup>。便于维护和保养的模板可以减少施工过程中的停机时间,提高施工效率。

## 3 模板预拼装分析

模板预拼装是在模板制作完成后,正式安装到隧道施工现场之前的一项重要工作,通过预拼装,可以检查模板各部件之间的配合精度,发现潜在的问题并及时解决,以确保模板在实际安装过程中能够顺利拼装和发挥预期效果。

### 3.1 预拼装目的

预拼装能够提前发现设计和施工过程中可能出现的问题,包括设计不合理、材料不合格等,这些问题如果未能及时发现,可能会导致施工延误,成本增加,甚至影响工程的进度和质量。通过预拼装,这些问题可以在正式施工前得到解决,从而避免对海底隧道工程产生负面影响。与此同时,预拼装也可以帮助施工人员提前熟悉施工流程和施工环境,从而提高施工效率。通过预拼装,施工人员能够了解施工过程中的关键环节和注意事项,进而减少施工过程中的摸索和调整时间,并且,施工人员也可以提前发现和解决可能存在的安全隐患,进而降低施工过程中安全事故风险发生的可能性。

### 3.2 预拼装方法

在预拼装之前,施工人员应准备好足够的场地,确保模板有充足的空间进行拼装,同时,施工人员还应确保场地平整、干净,便于模板的摆放和检查。其次,施工人员应按照模板的设计图纸和施工方案,将模板各部件组装在一起,在组装过程中,需要注意部件之间的连接方式和配合精度,确保模板组装的准确性<sup>[7]</sup>。预拼装是一种施工技术,其主要目的是为了提前发现和解决可能存在的问题,从而提高工程的质量和效率,以下是预拼装的一些常见方法:模型拼装是一种常见的预拼装方法,施工人员会根据设计图纸和施工要求,制作一个或几个施工模型的小样,然后在模型上进行试验和调整,从而提前发现和解决可能存在的问题;实物拼装也是一

种常见的预拼装方法,施工人员会将部分施工材料和设备运到施工现场,进行实物拼装和试验,从而了解施工过程中的关键环节和注意事项。预拼装过程中,施工人员可以使用测量工具对模板的尺寸和部件之间的配合精度进行精确测量,并根据测量结果,对模板进行调整,确保模板的精度和质量。此外,施工人员还应全面检查模板的各个部位,包括模板的尺寸、形状、部件之间的连接等,对于检查中发现的问题,施工人员应及时进行整改,确保模板的质量符合设计要求和施工规范。

### 3.3 预拼装注意事项

预拼装需要对施工设计方案进行审查,确保设计方案的合理性和可行性,如果设计方案存在问题,可能会导致预拼装失败,从而影响施工进度和质量。因此,在设计方案审查过程中,施工单位应及时与设计单位沟通,进行调整和完善。预拼装需要在实际的施工环境中进行,因此需要考虑施工环境的实际情况,包括地形、地质、气候等因素,避免施工环境与设计环境存在较大差异。在预拼装前,施工单位需要对施工环境进行详细的调查和评估,并根据实际情况对施工方案进行调整和优化。施工人员的专业素质和技能水平是确保海底隧道工程质量的关键,因此,在施工前,施工单位应根据施工方案和施工环境,选择合适的施工人员,以提高施工效率,与此同时,施工单位还应应对施工人员进行相应的培训,可以通过线上会议或线下讲座的方式,提高工作人员的专业知识和技能水平。在培训完毕后,施工单位需要对施工人员进行相应的考核,对于考核不合格的员工,施工单位应对其进行二次培训,这样才能确保工程的顺利开展。此外,预拼装还需要进行质量控制,包括施工过程中的质量检查和验收,如果质量控制不到位,可能会延误施工进度,影响工程开展。因此,在预拼装过程中,施工单位需要定期进行质量检查和验收,确保施工质量符合要求,如果发现问题,需要及时调整和整改,以确保施工质量。

## 4 模板安装拆除

### 4.1 模板安装

在模板安装前,施工单位需要对施工现场进行详细的勘察,了解施工环境的特点和条件,然后,根据施工方案和模板特点,制定合理的场地布置方案。场地布置需要考虑的因素包括模板的尺寸、形状和重量,以及施工设备的位置和移动路径,合理的场地布置可以确保模板在安装过程中的安全和稳定,提高施工效率。在模板安装过程中,施工单位需要根据施工方案和测量数据,精确地将模板放置在预定的位置,同时,施工单位还应

采用先进的测量仪器和技术,确保模板的尺寸和形状符合设计要求。在模板就位后,施工单位需要采用适当的固定方法,确保模板在施工过程中的稳定性和安全性。施工单位可以选择螺栓连接、焊接等方式,将模板与隧道支护结构或其他模板牢固连接,并且,施工单位还需要定期检查模板的固定情况,确保模板在施工过程中的稳定性。在模板固定后,施工单位需要对模板进行全面检查,确保模板的尺寸、形状和位置符合设计要求,如有偏差,施工单位需要及时进行调整。此外,施工单位还需要注意调整过程中的安全问题,避免对模板和周围结构造成损坏。

#### 4.2 模板拆除

在模板拆除前,施工单位需要对模板进行全面检查,确保模板的稳定性和安全性,如有问题,施工单位需要及时进行调整。在海底隧道工程中,由于施工难度大,对模板拆除前的准备工作要求更高,施工单位需要制定详细的拆除方案,确保模板拆除过程的安全和高效。在模板拆除过程中,施工单位需要采用适当的方法将模板逐步拆除。施工单位可以选择螺栓切割、气割等方式,将模板与隧道支护结构或其他模板分离,与此同时,施工单位还需要注意拆除过程中的安全问题,避免对模板和周围结构造成损坏。在模板拆除后,施工单位需要对模板表面和连接部位进行清理,确保模板的清洁度。施工单位可以采用专用的清洁设备和技术,确保模板的表面和连接部位无残留物和锈迹,并且,施工单位还需要对模板进行防锈处理,延长模板的使用寿命。除此之外,施工单位还需要将模板存放在指定位置,确保模板的安全和完好。施工单位应选择合适的存放场地,确保模板不受到潮湿、腐蚀等不良因素的影响,同时,施工单位也应对模板进行定期检查和维修,确保模板在使用过程中的质量和安全。

#### 4.3 安装拆除注意事项

在模板安装拆除过程中,施工单位需要制定详细的安全操作规程,并对施工人员进行安全培训。此外,施工单位也需要注意天气和环境对模板安装拆除的影响,施工单位应提前了解施工期间的天气情况,避免在雨天、高温、低温等恶劣天气条件下进行安装拆除。为确保海底隧道工程的质量和安全性,施工单位需要详细记录模板安装和拆除的情况,对发现的问题,施工单位应及

时反馈给模板制作单位和施工单位,以便采取相应的措施进行整改,与此同时,模板安装拆除需要避免对环境造成污染,因此,在安装拆除模板时,施工单位应采取必要的环保措施,包括废料处理、噪音控制等,并且,施工单位还应严格遵守环保法律法规,确保模板安装拆除环保。

#### 结语

组合式钢模板在海底隧道工程中的应用具有显著的优势,通过采用组合式钢模板,可以有效解决海底隧道工程中遇到的技术难题,为类似工程提供了宝贵的经验和借鉴。然而,海底隧道工程面临着复杂的地质条件,对模板的制作、预拼装、安装拆除等方面提出了更高的要求。因此,在实际应用中,施工单位需要充分考虑这些因素,并采取相应的措施进行应对,以确保模板的安全可靠和施工的安全高效,同时,施工单位还需要不断探索和创新,采用更加先进、高效的技术和材料,为隧道工程的发展和建设注入新的活力。总之,组合式钢模板在海底隧道工程中的应用具有广泛的前景,通过不断研究和实践,我们可以进一步发挥组合式钢模板的优势,提高隧道工程的施工效率和质量,为经济发展和社会进步做出贡献。未来,我们应进一步关注施工过程中的安全、环保等问题,以为经济发展和社会进步做出更大的贡献。

#### 参考文献

- [1]张苑竹,杨佳铭,魏纲,等.基于扩散-对流模型的海底混凝土隧道耐久寿命预测[J].材料导报,2023,37(6):104-108.
- [2]金波,田俊彤,方棋洪.浅埋海底隧道围岩应力复势函数显式解[J].力学学报,2023,55(7):1505-1516.
- [3]李嘉诚,王渭明,吕显州,等.爆破振动下海底隧道涌水量预测研究[J].水文地质工程地质,2023,50(4):127-136.
- [4]冀大禹.海底隧道低振动、精细化爆破施工的控制技术研究[J].城市轨道交通研究,2023,26(11):172-180.
- [5]秦松,陈云娟,盛圣胜,等.海底隧道开挖过程中衬砌结构变形与能量损失[J].铁道建筑,2023,63(3):103-107.
- [6]金波,胡明,方棋洪.考虑渗流效应的深埋海底隧道围岩与衬砌结构应力场研究[J].力学学报,2022,54(5):1322-1330.
- [7]赵凯,卢艺静,王彦臻,等.海底盾构隧道结构端部效应及抗减震措施研究[J].振动与冲击,2022,41(16):33-42.