

# 市政桥梁施工中现浇箱梁施工关键技术研究

赵祖军

四川省公路规划勘察设计研究院有限公司

**摘要：**市政桥梁是一个城市基础设施的重要组成部分，直接影响着城市交通运输的通畅性和效率。现浇箱梁作为市政桥梁的主要结构形式之一，其施工质量和效率对整个桥梁工程的顺利实施至关重要。本文以现浇箱梁施工的关键技术为切入点，系统地分析了地基处理、支架搭设、模板安装、钢筋加工、预应力施加和混凝土浇筑等环节的技术要点，提出了相应的施工方案和质量控制措施。旨在为现浇箱梁施工提供技术指导，确保工程质量，提高施工效率，为城市基础设施建设作出贡献。

**关键词：**市政桥梁施工；现浇箱梁；施工工艺；关键技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.21.046

近年来，我国基础设施建设步伐不断加快，大量市政桥梁工程相继开工建设。现浇箱梁作为桥梁上部结构的主要形式之一，在市政桥梁建设中得到了广泛应用。但现浇箱梁施工工艺复杂，技术要求较高，施工质量的控制是保证工程安全和使用寿命的关键。因此，深入研究现浇箱梁施工关键技术，对于规范施工作业、确保工程质量意义重大。

## 一、现浇箱梁施工技术概述

### （一）现浇箱梁的概念和分类

在桥梁工程建设中，现浇箱梁是一种常见的结构形式。这种结构兼具承重能力强、刚度大、耐久性佳等优点，广泛应用于公路、铁路、水运、市政交通等领域。所谓现浇箱梁，指的是在施工现场利用模板、钢筋和混凝土浇筑而成的中空箱形梁体结构。与预制箱梁不同，现浇箱梁能够根据实际需求订制尺寸，施工过程相对灵活，结构整体性更佳<sup>[1]</sup>。

### （二）现浇箱梁施工的基本工艺流程

现浇箱梁施工的基本工艺流程通常由多个关键环节有序组成。首先，钢筋必须按照设计要求经过切割、弯曲和绑扎等加工制作而成。钢筋加工是现浇箱梁施工中的重要一环，加工质量的良莠直接影响到结构的承载能力和使用寿命。与此同时，施工人员需要对地基进行处理，通过回填、夯实等工序，为支架的搭设提供坚实的基础。支架搭设是现浇箱梁施工的骨干工序。施工单位根据设计图纸和现场情况，选用合适的支架系统进行立杆布置、水平加固和搭设。支模系统需经试验检验合格后，方可在其表面安装模板。模板作为混凝土浇筑的“外衣”，必须符合结构体的造型要求，并保证密实不漏。安装模板时，还需预留预应力管道的出入口。混

土拌和、运输、浇筑、振捣是箱梁体积浇筑成型的关键步骤。浇筑时应严格控制混凝土的工作性，并通过振捣将混凝土充分密实，避免出现夹渣和蜂窝麻面。此外，为弥补混凝土自身抗拉能力的不足，施工单位还需在箱梁内部按设计要求加设预应力系统，对混凝土结构施加恰当的预压力，从而提高结构的承载能力。待混凝土达到一定强度后，支架方可拆除，箱梁结构获得完全独立（图1为现浇箱梁施工的基本工艺流程示意图）。现浇箱梁施工是一个复杂的系统工程，涉及众多专业工种，工序衔接环环相扣，需要施工单位高度重视质量管理，从钢筋加工、地基处理到模板安装、混凝土浇筑等各个环节落实质量控制措施，方能圆满完成工程建设，确保结构的安全可靠。

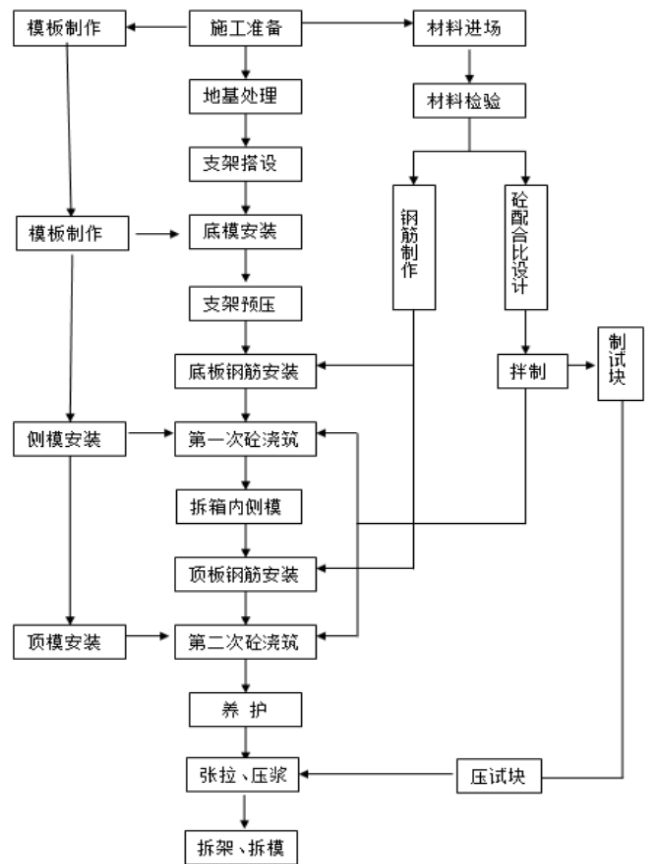


图1 现浇箱梁施工的基本工艺流程

## 二、市政桥梁现浇箱梁施工的关键技术

### （一）地基处理技术

市政桥梁现浇箱梁施工中，地基处理是确保桥梁结构安全、平稳有序施工的关键环节。由于现浇箱梁结构自重较大，对地基提出了较高的承载力要求。科学的地

基处理技术可有效避免因地基不均匀沉陷而引发的箱梁结构开裂、位移等问题，确保施工质量和结构安全。

### 1. 地基承载力检测与评估

在施工前，需先通过勘察手段对桥址范围内地基进行详细检测，全面掌握地基的层次结构、地层分布、承载力特性等参数。一般要求地基承载力不低于150kPa，否则需要进行地基加固处理。检测工作可采取钻探取芯、冲击锤击法、平板荷载试验等方式<sup>[2]</sup>。

### 2. 地基换填加固处理

对于承载力不足的地基，需要进行换填加固处理。常用方法是先将原地基开挖100cm深度，回填50%以上的级配碎石或砖渣，掺入5%水泥，分层夯实，上面再浇筑15cm厚C25混凝土垫层。例如，某工程对原地面进行处理时，先进行100cm深换填处理，换填材料为碎石土，上覆15cm C25砼。处理后地基承载力达到180kPa，满足要求。

### 3. 泥浆池及承台基坑处理

对于桥墩施工区域，由于存在泥浆池等特殊地质情况，需要对泥浆池和承台基坑区域采取专门的处理措施。一般先开挖回填80cm砖渣，分层压实，然后填筑素土并掺入5%水泥，分层夯实至距离原地面50cm处。最后50cm采用碎石土掺拌5%水泥回填，确保该区域地基承载力达标。

### 4. 周边排水措施

为防止雨水浸泡影响地基承载力，需在桥梁边界两侧修建排水沟，原地面设置0.5%纵横坡度，满堂支架混凝土基础也需设置双向坡度，保证雨水顺利排出。

通过系统的地基处理技术，采取换填加固、开挖回填、分层压实、周边排水等多种措施，可以有效提高地基承载力，为现浇箱梁施工打下坚实的基础。

## (二) 支架搭设技术

支架搭设是现浇箱梁施工的关键环节之一，合理的支架搭设方案对保证施工质量和安全至关重要。支架搭设的核心目标是为箱梁的浇筑提供稳固、可靠的支撑系统，同时便于施工作业。传统的支架主要采用钢管支撑，根据箱梁高度的不同选择碗口支架或盘口支架。

### 1. 支架选型

根据实际工程情况，合理选择支架类型至关重要。对于高度在10—15米的箱梁，碗口支架是较佳选择。碗口支架通常采用直径48mm、壁厚3.0mm的热镀锌钢管制作而成，长度可通过标准节和非标准节拼接。立杆纵横间距分别控制在0.6—0.9米和0.3—0.6米，方木间距10—30cm不等。对于箱梁高度超过15米时，需采用更为牢固的盘口支架。盘口支架立杆直径一般为48—60mm，壁厚4—6mm，纵横间距控制在1.0—1.2米范围内。盘扣接头的刚性好于碗扣，从而提高了整体稳定性<sup>[3]</sup>。

### 2. 支架布置

支架布置是搭设的关键环节，需遵循相关规范要

求。立杆垂直度控制在支撑高度的1/600以内，且不大于35mm。相邻横杆高差不超过5mm。立杆沿纵横向均布斜撑或钢管剪撑，间距控制在4—9米范围。为提高抗侧力能力，每10米设一道缆风绳，与地面夹角45°—60°。支架底部应先浇筑15cm厚C25混凝土基础层，底托尺寸15cm×15cm，厚5mm以上。地基处理深度100cm，换填碎石土或砖渣，分层压实，地基承载力不小于150kPa。

### 3. 支架稳定

支架的整体稳定性对施工安全尤为关键。为确保支架的稳定，需采取以下措施：

(1) 立杆和横杆搭设完毕后，需加设足够数量的斜撑杆，并与框架节点牢固连接。斜撑杆的布置参数如下表所示：

表1 斜撑杆的布置参数

支架安全等级	纵向斜撑间距 (m)	横向斜撑间距 (m)	斜撑与节点连接要求
一级	≤ 6	≤ 6	刚性节点连接
二级	≤ 8	≤ 8	半刚性节点连接
三级	≤ 9	≤ 9	铰接

(2) 对于安全等级较高的支架，除斜撑外还需加设剪刀撑，其布置参数如下：

表2 剪刀撑布置参数

支架安全等级	纵向剪刀撑间距 (m)	横向剪刀撑间距 (m)	底层加设扫地撑
一级	≤ 6	≤ 6	是
二级	≤ 8	≤ 8	否

(3) 为防止脚手架倾覆或侧移，支架外侧需设置120cm高的防护栏杆，并采用安全网进行防护。栏杆、安全网的具体要求如下：

表3 栏杆及安全网参数

构件	材质	规格	防护高度 (cm)
防护栏杆	热镀锌钢管	Φ48×3.0mm	≥ 120
安全网	尼龙绳	安全网孔径≤ 10cm	满堂支架高度

(4) 沿支架两侧每10米设置一道缆风绳，缆风绳与地面夹角控制在45°—60°范围，以增强支架的抗侧风稳定性。

## (三) 模板安装技术

### 1. 底膜安装

底膜通常采用1.5—2cm厚的竹胶板，首先对竹胶板进行尺寸加工，确保尺寸符合设计要求。安装时先在支撑方木上弹好控制线，将竹胶板拼装就位，拼缝处采用扣件钉钉固定，拼缝错开布置，相邻拼缝间距不小于30cm。竹胶板与支撑方木间隙处采用楔木楔紧，确保顺直无晃动。底模竹胶板安装完成后，在竹胶板上涂刷一层脱模剂<sup>[4]</sup>。

### 2. 腹板及翼板模板安装

腹板及翼板模板通常采用15mm厚的phenol发夹芯板制作。首先根据腹板尺寸加工出模板单元，并将单元拼装成整体，确保拼缝处无错位；拼缝应错开布置，相邻拼缝距离不小于30cm。翼板模板同理。拼装完成后，在模板内侧刷涂一层脱模剂。

### 3. 内膜加工及安装

内膜通常采用16mm厚的酚醛板制作。首先加工成适当尺寸的单元板，然后拼装成整体内膜。拼缝处错开布置，相邻拼缝距离不小于30cm。内膜整体制作完成后刷涂脱模剂。内膜安装时，先在已安装好的腹板和翼板模板上弹好控制线，将内膜由上而下逐层吊装就位，并用可调节的顶托将其牢固支撑。在拐角处加设三角木楔。为确保内膜平整度，隔一定距离在内膜外侧加设横向支撑。内膜外侧采用斜拉杆与支架拉牢，防止内膜浮起。

### (四) 钢筋加工技术

钢筋加工作为现浇箱梁施工的重要一环，其加工质量直接关系到箱梁结构的承载力和耐久性。钢筋的精准加工需要严格按照设计图纸及规范要求进行，主要包括下料、打弯、绑扎等工序。

#### 1. 钢筋下料

钢筋下料是指按照构件尺寸要求将原材钢筋切割成所需长度，是钢筋加工的基础。常用切割设备有手动剪切机、液压剪和等离子切割机等。下料时要严格控制尺寸偏差，对于直线段长度应控制在±5mm以内，对于弯钩长度控制在±10mm以内。

#### 2. 钢筋打弯

钢筋弯曲作为箱梁结构需要，主要采用数控自动钢筋弯箍机进行加工，也可人工操作进行小量弯曲。自动钢筋弯箍机可以根据预设参数自动完成钢筋的弯箍加工，常用参数如：钢筋直段长度、弯曲半径、起弯角度、弯曲角度等。对于人工弯曲，工人需严格按照规范要求控制最小弯曲半径和直角弯钩的尺寸。如对于HRB400级别的钢筋，最小弯曲半径不应小于3倍钢筋直径，弯钩的弯后平直段长度不小于钢筋直径的10倍<sup>[5]</sup>。

#### 3. 钢筋绑扎

绑扎是将加工完成的钢筋通过绑扎连接成整体，形成箱梁钢筋骨架。绑扎采用专用的钢筋绑扎丝，扎点间距按设计要求控制，通常每根纵向受力钢筋绑扎间距不大于1m，箍筋绑扎间距则不大于15cm。绑扎牢固、平整是保证钢筋骨架质量的关键，施工人员要严格按照要求进行绑扎，禁止钢筋扭曲、变形。

### (五) 预应力技术

预应力技术是现浇箱梁施工中的重要环节，它通过在混凝土中预先形成压应力，从而提高结构的承载能力和抗裂性能。在市政桥梁现浇箱梁施工中，预应力技术的应用主要体现在以下几个方面：

### 1. 预应力系统的设计

预应力系统包括预应力钢束、锚具和加力装置等。设计时需根据结构尺寸、荷载情况等因素，合理确定预应力水平、预应力钢束的类型、数量和布置形式，同时考虑锚具的承力要求。常用的预应力钢筋类型有钢绞线和精轧螺纹钢筋，其规格和力学性能如下表所示：

表4 常用的预应力钢筋规格及力学性能

类型	规格 (mm)	抗拉强度 (MPa)	锚具承载力 (kN)
钢绞线	Φ15.2	≥ 1860	≥ 260
	Φ15.7	≥ 1860	≥ 280
精轧螺纹钢筋	Φ26.5	≥ 1570	≥ 530
	Φ32	≥ 1450	≥ 780

### 2. 张拉控制

预应力张拉是施工的重点，需严格控制张拉力、锚具压浆质量等，防止预应力损失。张拉时首先对千斤顶和测力装置进行校核，保证测量数据准确；张拉顺序和程序按规范执行，常采用分级张拉的方式；锚具压浆质量直接影响锚具的锚固性能，需保证压浆料的配合比、压浆压力等满足要求。

### 3. 预防预应力损失

预应力会随时间发生损失，主要来源于锚具滑移、钢束松弛、混凝土收缩和徐变等。可采取如下措施减小损失：优化张拉方案，适当加大初始张拉力度；加大锚具密封性，防止压浆体外渗漏；采用低松弛型钢束；控制混凝土收缩，如适当提高胶凝材料用量等。

### 结束语

综上所述，现浇箱梁作为市政桥梁的主要结构形式之一，其施工工艺复杂，涉及多个关键技术环节。深入研究地基处理、支架搭设、模板安装、钢筋加工、预应力及混凝土浇筑等关键技术，对于提高现浇箱梁施工质量、缩短工期、节约成本意义重大。未来，应在规范标准、新材料新工艺等方面持续创新，使现浇箱梁施工技术更加绿色环保，为城市基础设施建设贡献力量。

### 参考文献

[1] 陈鹏凯. 桥梁施工中现浇箱梁施工关键技术[J]. 运输经理世界, 2024, (09): 109-111.  
 [2] 李泽智. 公路桥梁施工中现浇箱梁施工关键技术[J]. 交通世界, 2021, (27): 27-28+32.  
 [3] 杜坤. 公路桥梁施工中现浇箱梁施工关键技术[J]. 运输经理世界, 2021, (09): 115-116.  
 [4] 苏保湛, 谢桃生. 市政桥梁工程中现浇箱梁预应力施工技术[J]. 中华建设, 2020, (08): 104-105.  
 作者简介: 赵祖军, 1992年, 男, 汉族, 四川宣汉人, 硕士研究生, 四川省公路规划勘察设计研究院有限公司, 工程师, 研究方向桥梁勘察设计。