

基于径向布置法的预制梁弯桥的跨径选择

束文阳^{1,2}, 鲁涛^{1,2}

(1. 安徽省交通规划设计研究总院股份有限公司, 安徽 合肥 230088; 2. 公路交通节能环保技术交通运输行业研发中心, 安徽 合肥 230088)

摘要: 为了探讨预制梁弯桥设计时的跨径选择问题, 对比分析了常用的平行布置法和径向布置法2种布梁方法之间的差异, 得出了径向布置法布梁适用范围更广, 更有利于工程设计及施工的结论。针对径向布置法, 对布梁设计的影响因素进行总结分析后发现, 桥梁平面曲线半径和允许的最大边梁悬臂调整长度值是影响预制梁弯桥跨径选择的主要因素, 桥梁宽度和梁片长度是次要因素。为了便于工程应用, 推导出了适用跨径范围的通用公式, 并结合工程常用的预制梁跨径和结构型式, 给出了便于弯桥设计的跨径选择表, 为弯桥上部结构型式和跨径的适用性提供了快速判断依据, 对预制梁弯桥的上部结构设计可起到借鉴作用。

关键词: 预制梁; 弯桥; 布梁; 跨径

中图分类号: U442.5

文献标志码: A

文章编号: 1009-7716(2025)07-0114-03

Span Selection of Prefabricated Beam Curved Bridge Based on Radial Arrangement Method

SHU Wenyang^{1,2}, LU Tao^{1,2}

(1. Anhui Provincial Communications Planning, Design and Research Institute Co., Ltd., Hefei 230088, China; 2. Research and Development Center of Energy Conservation and Environmental Protection Technology for Highway Transportation Industry, Hefei 230088, China)

Abstract: In order to discuss the problem of span selection in the design of prefabricated curved bridge, the differences between the parallel arrangement and the radial arrangement are compared and analyzed. It is concluded that the radial arrangement method of beam layout has a wider application range and is more conducive to engineering design and construction. Aiming at the radial arrangement method, after the summary and analysis of the influencing factors on the design of beam layout, it is found that the planar curve radius of the bridge and the value of the maximum allowable cantilever adjustment length of the side beam are the main factors affecting the span selection of prefabricated beam curved bridges, and the bridge width and beam segment length are the secondary factors. In order to facilitate the engineering application, a general formula applicable for the span range is derived, and a span selection table for the design of curved bridges is given according to the spans and structure types of prefabricated beams commonly used in engineering, which provides a basis for quick judgment of the superstructure style and span applicability of curved bridge, and can be used for reference in the design of the superstructures of prefabricated curved bridge.

Keywords: prefabricated beams; curved bridge; beam layout; span

0 引言

预制梁结构受力简单明确、可标准化设计及施工、节约工程成本及施工工期, 因而得到了广泛应用。低等级公路特别是山区低等级公路路线平面线形指标通常相对较低。为了跨越山谷、冲沟和河流, 同时避免侵占生态红线、永久性基本农田和饮用水源保护区等敏感区域, 经常需要在曲线上布设弯桥。

工程项目受地方建设资金或施工工期的限制, 在路线平面线形允许的情况下宜尽可能使用预制结构。然而, 预制梁弯桥以折代曲, 设计过程中需要进行布梁, 通过调节有限的悬臂长度来适应平面曲线, 因而极大限制了预制梁的使用范围。如何快速判断路线平面线形能否满足使用预制结构的条件, 以及桥梁上部结构型式和跨径的选择, 这是设计人员需要考虑的首要问题。本文对弯桥径向布梁设计的影响因素进行了总结分析, 推导出了适用跨径范围的通用公式, 并结合工程常用的预制梁跨径和结构型式, 给出了便于弯桥设计的跨径选择表, 为弯桥上部结构

收稿日期: 2024-11-27

作者简介: 束文阳(1992—), 男, 硕士, 高级工程师, 从事道路与桥梁工程设计工作。

型式和跨径的适用性提供了快速判断依据,对预制梁弯桥的上部结构设计可起到借鉴作用。

1 布梁方案的选择

工程设计中预制梁弯桥常用的布梁方式主要有平行布置法和径向布置法^[1-4]2种。

1.1 平行布置法

在平行布置法中各墩台轴线互相平行,且同一桥跨内各梁片长度及首、尾夹角均相等。平行布置法布梁方案示意图见图1。

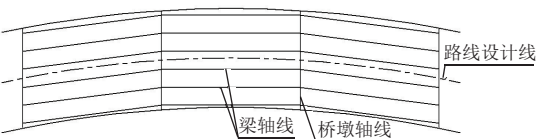


图1 平行布置法布梁方案示意图

在这种布梁方式中,各墩台轴线与路线设计线的交叉角度以及各桥跨中梁片的梁端角度变化范围较大,尤其当路线平面曲线半径较小或桥梁长度较长时更为明显。此外,采用平行布置法布梁时各桥跨梁片端部会产生错位现象^[5],不利于预制梁先简支后连续的施工。因此,在多孔弯桥中平行布置法布梁的适用性相对较差。

1.2 径向布置法

在径向布置法中各墩台轴线与路线设计线的切线分别垂直,各桥跨内各梁片长度各不相同。径向布置法布梁方案示意图见图2。

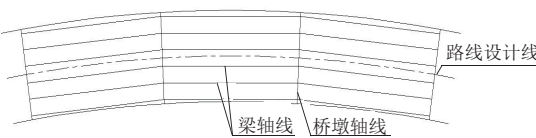


图2 径向布置法布梁方案示意图

这种布梁方式中,各桥跨下部墩台构造尺寸基本一致;路线设计线中,同一圆曲线范围内的各桥跨中同编号梁的梁片长度、梁端夹角及内外悬臂长度均完全一致。梁片长度的灵活变化赋予了布梁方案更多的可行性。因此,径向布置法的适用范围更广,实际工程应用更多。

2 跨径选择影响因素

预制梁弯桥无论采用何种方式布梁,主梁轴线始终保持顺直,均需通过调整曲线内外侧的边梁悬臂长度值来适应平面曲线。然而内外侧的边梁悬臂长度调整范围有限,悬臂长度过大,将对上部结构受力和边梁施工期间的稳定性造成较为不利的影响;

悬臂长度过短甚至计算为负值时,则布梁实际不成立。在工程实际中,常规桥梁桥随路走,桥梁布设时路线平面曲线半径和桥梁宽度为已知条件,唯有通过选择合适的跨径与结构型式来控制悬臂长度值的大小。

本文以圆曲线为例,探讨在采用径向布置法布梁时,预制梁弯桥跨径选择的影响因素。

布梁参数示意图见图3。其中: L 为跨径范围内的路线设计线弧长; B 为桥梁宽度; R 为圆曲线半径(因图幅限制故未示意圆心); f 为矢高。在工程实际中,因桥梁沿路线设计线布设,弧长 L 即为桥梁跨径; $f_{内}$ 、 $f_{外}$ 分别为内外侧矢高,即悬臂调整长度值。

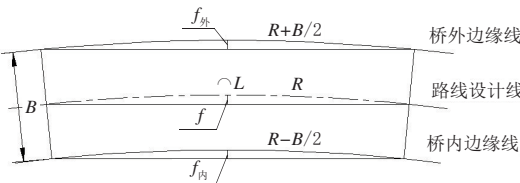


图3 布梁参数示意图

由图3可知:平面曲线半径 R 越小,桥梁跨径 L 越大,桥梁宽度 B 越宽,则矢高 f 的绝对值越大,但桥梁宽度 B 对矢高 f 的影响较小。

以平面曲线半径 $R=200\text{ m}$,桥梁跨径 $L=20\text{ m}$,桥梁宽度 $B=10\text{ m}$ 为例。桥梁内外边缘矢高 $f_{内}$ 、 $f_{外}$ 分别为 0.256 、 0.244 m ,内外边缘矢高差异仅为 0.012 m 。此外,平面曲线半径的大小与路线平面指标和道路等级的高低基本有正相关关系,道路等级又影响桥梁的宽度。因此,平面曲线半径较小时,桥梁亦不会太宽。另一方面,本文未考虑径向布梁时平面曲线内外侧梁片长度变化的影响,因为一般预制梁适用的梁片长度变化范围为 $\pm 50\text{ cm}$,即使因梁片长度变化范围超过使用限制,亦可以通过适当微调配筋来解决^[6]。

综上,预制梁弯桥跨径选择时可以按不考虑桥梁宽度和各梁片长度变化来处理,仅探讨平面曲线半径、桥梁跨径与矢高的关系。

3 适用跨径范围公式

3.1 假定条件

为简化考虑因素,推导平面曲线半径 R 、桥梁跨径 L 与矢高 f 三者关系的理论公式,需作如下假定。

(1)桥跨完全位于同一圆曲线范围内。

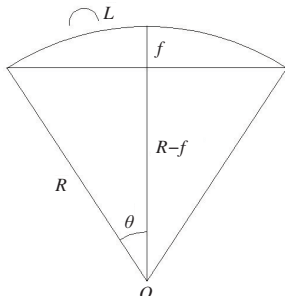
(2)由于平面曲线内外侧悬臂调整长度值与路线设计线处矢高差异极小,约定设计线处矢高即为

悬臂调整长度值;

(3)不考虑各梁片间湿接缝宽度的允许范围。

3.2 公式推导

计算简图如图4所示。



注: θ 为弧度。

图4 计算简图

由图4可知:

$$\theta = \frac{L/2}{R} \quad (1)$$

$$R - f = R \cos \theta \quad (2)$$

将式(1)代入式(2)可得:

$$f = (1 - \cos \frac{L}{2R})R \quad (3)$$

推导可得:

$$L = 2R \cos^{-1} (1 - \frac{f}{R}) \quad (4)$$

在进行预制梁弯桥的跨径选择时,平面曲线半径 R 为已知的路线线形参数,通过事先拟定的允许悬臂调整长度最大值,由式(4)计算出理论情况下布梁成立的允许最大桥梁跨径。在实际布梁操作过程中,还可以通过先将各桥跨内所有梁片整体向平面曲线外侧偏移 $1/2$ 矢高来减小最大悬臂长度,即矢高 f 可以为2倍悬臂调整长度值。

3.3 工程应用

为了便于工程应用,对常用的各种预制梁跨径适用的平面曲线半径进行总结,在设计时通过查表的方法来快速选择合适的跨径和上部结构型式。本公司常用的预制梁跨径和结构型式有:跨径分别为13、16、20 m的预应力混凝土低高度密肋式T梁;跨径分别为25、30 m的预应力混凝土组合箱梁;跨径分别为30、40 m的预应力混凝土T梁。以20 m跨径为例,将最大悬臂调整长度值取为 $0.2 \text{ m}^{[7]}$,即最大

矢高 f 取为 0.4 m ,采用式(4)进行试算,可确定当最小平面曲线半径 $R=125 \text{ m}$ 时, $L=20 \text{ m}$ 。同样,取最大悬臂调整长度值为 0.2 m 对其他跨径情况分别进行计算,汇总得出跨径选择表(见表1)。

表1 跨径选择表

跨径 L/m	适用半径范围 R/m
13	≥ 53
16	≥ 80
20	≥ 125
25	≥ 196
30	≥ 282
40	≥ 500

4 结 语

(1)径向布置法是预制梁弯桥布梁设计中应用范围更广,实际应用更多的方式。桥梁平曲线半径和跨径是影响径向布置法布梁的主要因素,桥梁宽度对布梁影响较小。

(2)推导出了径向布置法布梁适用跨径范围公式,可根据平面曲线半径和允许最大悬臂长度调整值计算出最小的桥梁跨径。

(3)针对预制梁常用的跨径和结构型式给出了跨径选择表,便于预制梁弯桥设计时,根据平面曲线半径快速选择合适的跨径和结构型式。

参考文献:

- [1] 何俊,牛小平,王泽军,等.处于S形曲线桥梁布梁方案研究[C]//第二十一届全国桥梁学术会议论文集(上册).北京:中国土木工程学会桥梁及结构工程分会,2014:257-260.
- [2] 陈晨,刘洋亿.曲线桥梁的自动布梁方案设计研究[C]//中国公路学会计算机应用分会2010年学术年会论文集.北京:中国公路学会计算机应用分会,交通科技杂志社,2010:66-68.
- [3] 陆晓锦,索慧敏.曲线梁桥的预制梁布置方法研究及施工特点分析[J].公路交通科技(应用技术版),2012,8(6):282-284.
- [4] 朱保华.装配式小箱梁曲线布梁设计[J].山东交通科技,2016(4):90-92.
- [5] 黄江,赵勇,袁瑞.平行布置法在曲线桥上的应用研究[J].中外公路,2016,36(2):204-207.
- [6] 黄勇华.预制梁在弯梁桥中适用的最小路线曲线半径的探讨[J].福建交通科技,2019(3):41-44.
- [7] 舒长征,廖小勇.预制梁在匝道桥中的适用范围研究[J].公路,2017,62(2):86-90.