

ICS 号

CCS 号

# 团体标准

T/CHTS XXXXX-XXXX

## 公路装配式钢便桥设计与施工 技术指南

Technical guide for the design and construction of assembled highway

steel bridge

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国公路学会 发布

作为国家标准委、中国科学技术协会团体标准双试点单位，中国公路学会积极贯彻国务院《深化标准化工作改革方案》（国发〔2015〕13号）的要求，立足交通运输行业公路交通领域，于2015年6月份正式启动团体标准工作。同时，中国公路学会标准工作得到了交通运输部的大力支持，并正式写入交通运输部《交通运输标准化“十三五”发展规划》。

中国公路学会严格按照学会标准管理办法及团体标准良好行为指南要求对标准化工作进行管理，遵循开放、公平、透明、协商一致的原则，突出团体标准贴近实际、注重实用的特点，充分发挥密切跟踪行业科技创新进程、及时了解市场技术发展需求的优势，为交通运输行业公路交通领域提供优质的标准，促进行业技术进步，并打造中国公路学会标准品牌。

获取更多学会标准资讯请关注“中国公路学会标准”微信公众号（微信号：CHTS-standard）。

本标准版权为中国公路学会所有。除用于国家法律法规规定用途，或事先得到中国公路学会文字上的许可，不得以任何形式擅自复制、改编、汇编、翻译、发行或传播本标准。

中国公路学会地址：北京市朝阳区安华路 17 号

电话：010-64288712

网址：<http://www.chts.cn/>

电子信箱：[CHTS-S@qq.com](mailto:CHTS-S@qq.com)

团体标准

公路装配式钢便桥设计与施工技术指南

Technical guide for the design and construction of assembled  
highway steel bridge

T/CHTS XXXXX-20XX

主编单位：苏交科集团股份有限公司

发布单位：中国公路学会

实施日期：××××年××月××日

×××××× (出版单位)

## 前 言

本指南是在系统总结国内公路装配式钢便桥设计与施工研究成果和工程经验的基础上编制而成。

本指南按照《中国公路学会标准编写规则》(T/CHTS 10001)编写。共分为7章,主要内容包括:总则、术语和符号、基本规定、材料、设计、施工及验收等。

本指南由苏交科集团股份有限公司提出,受中国公路学会委托,负责具体解释工作。请有关单位将实施中发现的问题和建议反馈至苏交科集团股份有限公司(地址:江苏省南京市江宁区诚信大道2200号,联系电话:025-86576865,电子邮箱:jsti\_wangxiangqiang@163.com),供修订时参考。

主编单位:苏交科集团股份有限公司

参编单位:×××、×××、×××

主要起草人:×××、×××、×××

主要审查人:×××、×××、×××

# 目 次

1 总则 .....	1
2 术语和符号 .....	2
2.1 术语 .....	2
2.2 符号 .....	3
3 基本规定 .....	6
4 材料 .....	7
4.1 一般规定 .....	7
4.2 性能要求 .....	7
4.3 设计指标 .....	7
5 设计 .....	9
5.1 一般规定 .....	9
5.2 构造设计 .....	9
5.3 桥面系设计计算 .....	11
5.4 主梁设计计算 .....	14
5.5 下部结构设计计算 .....	16
6 施工 .....	19
6.1 一般规定 .....	19
6.2 运输与存储 .....	19
6.3 下部结构施工 .....	20
6.4 贝雷梁安装 .....	22
6.5 桥面系施工 .....	24

6.6 拆除施工.....	24
7 验收 .....	25
7.1 一般规定.....	25
7.2 外观尺寸.....	25
7.3 承载能力.....	26
用词说明.....	27

中国公路学会标准征求意见稿

## 1 总则

1.0.1 为适应我国公路装配式钢便桥的建设需求，规范和指导临时保通用公路装配式钢便桥设计、施工与验收，保障施工质量与安全，特制定本指南。

1.0.2 本指南适用于 321 型与 HD200 型贝雷梁装配式钢便桥，其他类型钢便桥可参照使用。

1.0.3 公路装配式钢便桥设计、施工、验收除应符合本指南的规定外，还应符合有关法律法规及国家、行业现行标准的规定。

中国公路学会标准征求意见稿

## 2 术语和符号

### 2.1 术语

#### 2.1.1 装配式钢便桥 Assembled steel bridge

一种由定型化钢构件组拼形成的钢结构桥梁，主要用于应急抢修与施工保通，如图 2.1.1 所示。

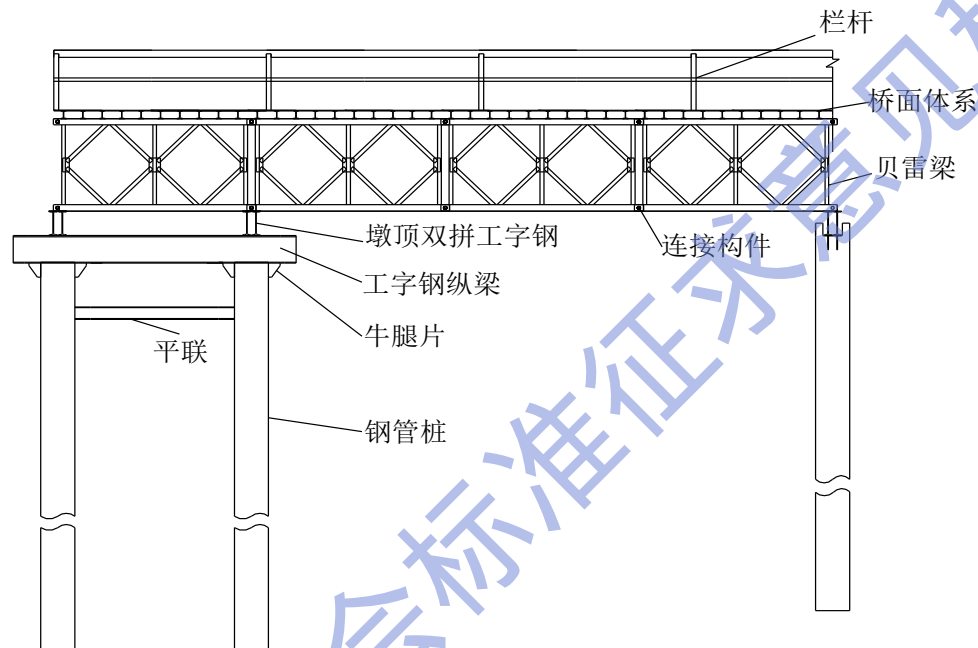


图 2.1.1 装配式钢便桥结构示意图

#### 2.1.2 贝雷梁 Bailey beam

装配式钢便桥的主要承重上部结构，由贝雷片纵向连接和贝雷支撑架横向连接组成的空间桁架梁式结构。

#### 2.1.3 贝雷片 Bailey truss

由上弦杆、下弦杆、竖杆及斜杆焊接而成的桁架，弦杆端部有阴阳接头与桁架连接销孔。

#### 2.1.4 贝雷支撑架 Bailey support truss

又称花架，设置于两片贝雷之间的横向连接构件，使两片贝雷形成空间桁架结构。

#### 2.1.5 贝雷联板 Bailey contact board

两个贝雷空间桁架结构之间的横向连接构件，可设置为斜向或横向联板。

#### 2.1.6 阴头和阳头 Convex end and concave end

贝雷片两端的阴阳接头，一端为凸起一端为凹入，凸起端名为阳头，凹入端名为阴头。

#### 2.1.7 连接销 Connecting pin

设置于两贝雷片阴阳接头之间用于贝雷片纵向接长的销子。连接销一端设置有保险，另一端设置有凹槽，用于防止连接销脱落。

#### 2.1.8 U形卡扣 U-shape buckle

设置于贝雷片下弦与桥墩横向构件之间的U形钢构件，用于加强贝雷片与下部结构的连接，防止贝雷片横向移动。

#### 2.1.9 船形扣 Boat-shape buckle

由开孔槽钢、开孔薄钢片、螺栓及六边形螺母组成的限位构件，用于贝雷梁上弦与钢桥面板的连接，防止桥面板滑移，增强贝雷梁与上部结构的整体性。

#### 2.1.10 牛腿片 Bracket piece

一种切角四边形的薄钢板，设置于钢管桩两端部，用于加强钢管桩与钢板的连接。

## 2.2 符号

### 2.2.1 材料性能和几何参数有关符号

$A_1$ 、 $A_2$  —— 工字钢、桥面板截面面积；

$b_i$  —— 第  $i$  个集中力到最近支座的距离 (mm)；

$b_x$  —— 组合截面中心间距；

$E$  —— 弹性模量；

$f_d$  —— 钢材抗拉、抗压和抗弯强度设计值；

$f_{vd}$  —— 钢材抗剪强度设计值；

$f_{cd}$  —— 钢材断面承压（刨平顶紧）强度设计值；

$f_{id}^w$  —— 角焊缝抗拉、抗剪和抗压强度设计值；

$f_{id}^w$ 、 $f_{vd}^w$ 、 $f_{cd}^w$  —— 对接焊缝抗拉、抗剪和抗压强度设计值；

$H$  —— 贝雷片高度；

$h_i$  —— 钢管桩位于土层或一般冲刷线以上高度；

$h_0$  —— 支座处贝雷片计算高度；

$h$ 、 $h_1$  —— 工字钢和桥面板截面高度；

$I$  —— 桁架截面抗弯惯性矩；

$I_x$ 、 $I_y$  —— 组合截面、横截面抗弯惯性矩；

$I_1$ 、 $I_2$  —— 工字钢、桥面板对组合截面形心的抗弯惯性矩；

$I_1'$ 、 $I_2'$  —— 工字钢、桥面板对自身形心的抗弯惯性矩；

$J_x$  —— 组合截面纵向每米宽度的截面抗弯惯性矩；

$L$  —— 贝雷梁长度；

$l$  —— 构件计算跨度或长度；

$W_x$ 、 $W_y$  —— 计算截面相对于  $x$  轴和  $y$  轴的截面模量；

$\theta$  —— 贝雷片斜杆与竖杆之间夹角；

$p$  —— 工字钢上的集中力；

$P$  —— 单个车轮轴重；

$y$ 、 $y_1$ 、 $y_2$  —— 组合截面、工字钢、桥面板形心到  $x$  轴的距离；

$S_x^*$  —— 组合截面  $y$  处以外面积对中性轴的静矩；

### 2.2.2 作用效应及抗力有关符号

$M$  —— 桥面板每米板宽跨中弯矩设计值；

$Q$  —— 桥面板每米板宽剪力设计值；

$V$  —— 构件的剪力设计值；

$f$  —— 靠跨中最近的集中力处挠度值；

$f_e$  —— 贝雷梁弹性挠度计算值；

$f_n$  —— 贝雷梁非弹性挠度计算值；

$M_t$  —— 温度效应产生的墩底弯矩；

$M_x$ 、 $M_y$  —— 计算截面的弯矩设计值；

$S_x$  —— 贝雷片弦杆的轴力设计值；

$S_F$  —— 贝雷片斜杆的轴力设计值；

$S_Z$  —— 贝雷片竖杆的轴力设计值；

$K_{eq}$  —— 贝雷梁的挠度等代荷载；

### 2.2.3 计算系数有关符号

$a$  —— 沿行车方向桥面板有效工作宽度；

$b_1$  —— 桥面板的有效宽度；

$m$  —— 单个贝雷梁纵向拼接节数；

$\gamma_0$  —— 结构重要性系数；

$K_{df}$  —— 活载横向分配系数；

$\mu$  —— 汽车荷载冲击系数；

$\varphi_b$  —— 受压构件稳定系数；

$\alpha$  —— 钢材线膨胀系数；

$\Delta t$  —— 温度变化值；

中国公路学会标准征求意见稿

### 3 基本规定

3.0.1 公路装配式钢便桥设计应对工程地质、水文、气象、跨线设施等进行实地勘察。

3.0.2 公路装配式钢便桥设计应根据建设条件、使用年限、通行要求、经济性等因素，合理确定结构形式、跨径布置和截面构造。

#### 条文说明

公路装配式钢便桥设计时，应根据功能和使用需求合理选择桥型方案，并满足既有道路通行及河流洪水位的净空要求；构件宜标准化、通用化，便于制作、安装、检查、维护、拆卸与重复利用。321型贝雷梁一般用于跨径9-15m的装配式钢便桥，HD200型贝雷梁一般用于跨径小于40m的装配式钢便桥。

3.0.3 公路装配式钢便桥的强度、刚度、稳定性及其他力学指标应满足设计要求。

3.0.4 公路装配式钢便桥施工应根据施工条件、安全、经济、便捷等因素选择合理施工方案。

#### 条文说明

公路装配式钢便桥施工前，应编制施工专项方案，并通过专家论证。施工工艺的选择应考虑现场施工条件的制约，从安全性、经济性、便捷性等原则出发，合理选择施工方案。

3.0.5 公路装配式钢便桥施工时，应建立、健全质量保证体系，加强质量管理和质量控制；对施工中存在的风险源进行分析、评估，制定防范对策和突发事件应急预案，满足相关安全技术规程的要求。

3.0.6 公路装配式钢便桥施工完成后，应进行检查与验收，验收合格后方可使用，并在使用过程中加强检查与维护。

## 4 材料

### 4.1 一般规定

4.1.1 公路装配式钢便桥所用材料的品种、规格、性能等应符合设计文件的要求和相关现行国家、行业标准的规定。

4.1.2 应根据结构形式、受力状态、连接方法及所处环境条件，合理选用材料。

4.1.3 进场材料除应有生产厂家的质量证明书外，还应按相关标准要求进行抽样复检，检验合格后方可使用。

4.1.4 材料的存放、使用和回收应符合相关标准要求，保证材料合格可靠。

### 4.2 性能要求

4.2.1 贝雷片、连接销应符合现行标准《装配式公路钢桥 制造》(JT/T 728)的规定。

4.2.2 热轧工字钢、热轧槽钢应符合现行标准《热轧型钢》(GB/T 706)的规定，热轧螺旋钢管应符合现行标准《石油天然气工业 管线输送系统用钢管》(GB/T 9711)的规定。

4.2.3 钢板应符合现行标准《碳素结构钢》(GB/T 700)和《低合金高强度结构钢》(GB/T 1591)的规定。花纹钢板应符合现行标准《花纹钢板》(GB/T 3277)的规定。

4.2.4 焊接材料应与设计选用的钢材相匹配，手工电弧焊焊条应符合现行标准《低合金钢焊条》(GB/T 5118)的规定。

4.2.5 普通螺栓的质量应符合现行标准《六角头螺栓 C级》(GB/T 5780)和《六角头螺栓》(GB/T 5782)的规定。

4.2.6 涂装材料应符合现行标准《公路桥梁钢结构防腐涂装技术条件》(JT/T 722)的规定。

### 4.3 设计指标

4.3.1 贝雷片和连接销的强度设计值应按表 4.3.1 的规定采用。

表 4.3.1 贝雷片和连接销强度设计值 (MPa)

构件	抗拉、抗压、抗弯 $f_d$	抗剪 $f_{vd}$	断面承压 (刨平顶紧) $f_{cd}$
贝雷片 (Q345)	275	160	355
连接销 (30CrMnTi)	1105	585	1300

4.3.2 钢材的强度设计值应按表 4.3.2 的规定采用。

表 4.3.2 钢材强度设计值 (MPa)

钢材		强度设计值		
牌号	厚度 (mm)	抗拉、抗压、抗弯 $f_d$	抗剪 $f_{vd}$	断面承压 (刨平顶紧) $f_{cd}$
Q235 钢	$\leq 16$	190	110	280
	$> 16, \leq 40$	180	105	
Q345 钢	$\leq 16$	275	160	355
	$> 16, \leq 40$	270	155	

4.3.3 焊缝的强度设计值应按表 4.3.3 的规定采用。

表 4.3.3 焊缝强度设计值 (MPa)

焊接方法和焊条型号	钢材		对接焊缝			角焊缝	
	牌号	厚度 (mm)	抗压 $f_{cd}^w$	抗拉 $f_{td}^w$		抗剪 $f_{vd}^w$	抗拉、抗压或抗剪 $f_{td}^w$
				焊缝质量等级			
				一级、二级	三级		
E43 型焊条的手工焊	Q235	$\leq 16$	190	190	160	110	140
		$> 16, \leq 40$	180	180	155	105	
E50 型焊条的手工焊	Q345	$\leq 16$	275	275	235	160	175
		$> 16, \leq 40$	270	270	230	155	

注：对接焊缝受弯时，在受压区的抗弯强度设计值取  $f_{cd}^w$ ，在受拉区的抗弯强度设计值取  $f_{td}^w$ 。

## 5 设计

### 5.1 一般规定

5.1.1 公路装配式钢便桥设计应包括桥型布置、构造设计、作用效应计算和极限状态验算。

5.1.2 公路装配式钢便桥单跨跨径宜为 3m 的倍数，宽度应满足保通车辆、人群通行及施工机械的交通需求。通航孔的设计应考虑水域的通航情况，并符合现行标准《内河通航标准》（GB 50139）的规定。

5.1.3 贝雷梁的梁底高程必须满足现行标准《公路桥涵设计通用规范》（JTG D60）桥下最小安全高度的规定。

5.1.4 结构设计分析的计算模型和基本假定，应与结构实际受力状态相符合，其精度应能满足结构设计的要求。

5.1.5 公路装配式钢便桥设计作用效应组合应按现行标准《公路桥涵设计通用规范》（JTG D60）规定计算，施工钢栈桥还应考虑施工机械荷载。

5.1.6 公路装配式钢便桥的承载能力及稳定性验算应按现行标准《公路钢结构桥梁设计规范》（JTG D64）的相关规定计算，结构重要性系数取 1.1。

5.1.7 公路装配式钢便桥竖向挠度应考虑贝雷梁的非弹性变形，设计荷载作用下的竖向总挠度不应超过跨径的 1/500。

### 5.2 构造设计

5.2.1 桥墩横向工字钢应设置在贝雷片节点处，制动墩上方应设置变形缝。

#### 条文说明

为降低温度与制动力效应，应在制动墩上方设置变形缝。变形缝的设置原则：1. 伸缩缝应设置在制动墩墩顶的正上方；2. 两个变形缝之间的距离，应根据制动墩水平承载能力等因素综合确定；3. 伸缩缝的最小宽度，应根据温度与制动力作用下一联结构的变形确定；4. 伸缩缝处桥面和栏杆应断开，贝雷片不插连接销，但阳头仍套在阴头内；5. 伸缩缝的内部不得有其他填充物。

5.2.2 为保证贝雷梁横向连接整体稳定性，应在两贝雷片之间纵向间隔 3m 设置横向支撑架。

条文说明

贝雷支撑架构造如图 5.2.2 所示,由 4 根斜撑、3 根水平撑和 2 根竖撑焊接而成,斜撑、上下水平撑、中间水平撑和竖撑材料可采用角钢。

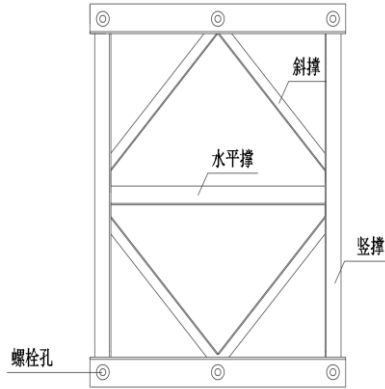


图 5.2.2 支撑架示意图

5.2.3 每组贝雷梁之间应进行联板连接,宜在纵桥向间隔 3m 设置,如图 5.2.3 所示。

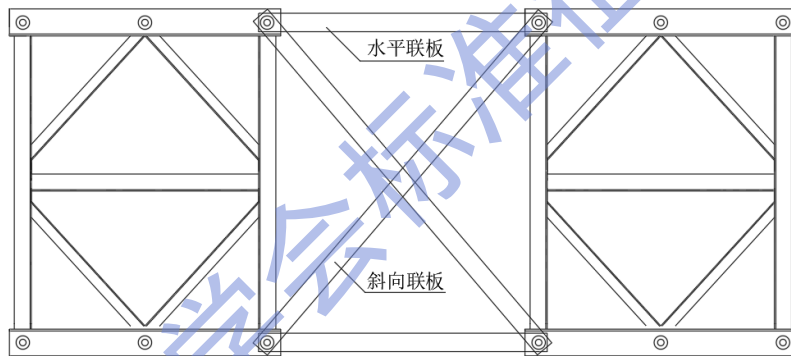
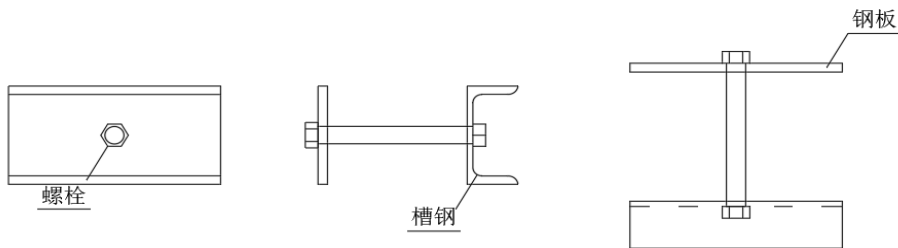


图 5.2.3 贝雷联板示意图

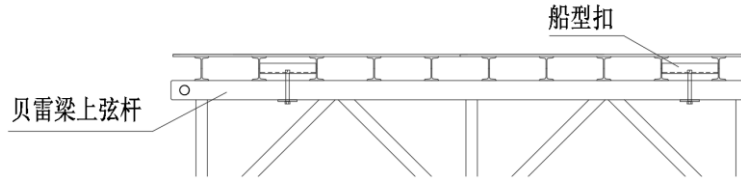
5.2.4 桥面板与贝雷梁之间应设置船型扣,每块桥面板宜均匀布置 2 个。

条文说明

公路装配式钢便桥宜使用船型扣(如图 5.2.4 所示)或其他措施,防止贝雷梁与钢桥面板间的滑移,船型扣可由型钢、钢板、螺栓焊接而成。



(a) 船型扣大样图



(b) 船型扣连接示意图

图 5.2.4 船型扣大样与连接示意图

5.2.5 贝雷梁与下部结构之间应使用 U 型卡扣或其他措施限制贝雷片与下部结构横向滑动，如图 5.2.5 所示。

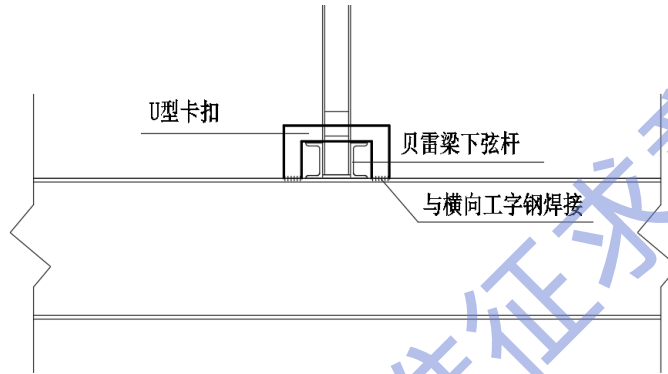


图 5.2.5 U 型卡扣示意图

5.2.6 应在钢管桩顶部焊接牛腿片和桩顶钢板，以提高传力性能和局部稳定性，如图 5.2.6 所示。牛腿片宽度不宜小于 200mm，沿钢管顶部四周均布设置，角度不宜大于  $45^\circ$ 。

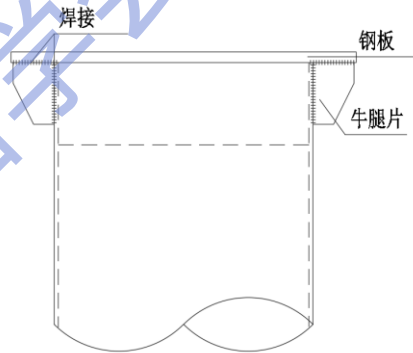


图 5.2.6 牛腿片示意图

5.2.7 公路装配式钢便桥的栏杆与扶手，应满足现行标准《公路交通安全设施设计规范》(JTG 81) 的要求。

### 5.3 桥面系设计计算

5.3.1 当公路装配式钢便桥的桥面板两边支承于贝雷梁或型钢时，应按单向板计算，并考虑单向板跨径方向共同工作宽度。

条文说明

为增强桥面系的整体性，现有的钢便桥大多采用由型钢与钢板焊接而成的整体桥面板。考虑到桥面板两支承边均位于贝雷梁或工字钢，均处于单向受力状态，满足单向板计算条件。

5.3.2 车辆荷载作用时，桥面板有效工作宽度可按现行标准《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG 3362)的规定计算。履带车作用时，有效工作宽度可取单块桥面板长。

5.3.3 钢桥面板的抗弯强度和抗剪强度应满足下列要求：

1 弯曲正应力应满足：

$$\gamma_0 \sigma_x = \gamma_0 \frac{My}{J_x} \leq f_d \quad (5.3.3-1)$$

式中： $\gamma_0$ ——结构重要性系数；

$M$ ——桥面板每米板宽跨中弯矩设计值，可按式(5.3.4-1)计算；

$y$ ——组合截面形心到x轴的距离，可按式(5.3.6-3)计算；

$J_x$ ——组合截面纵向每米宽度的截面抗弯惯性矩，可按式(5.3.5)计算。

2 剪应力应满足：

$$\gamma_0 \tau = \gamma_0 \frac{QS_x^*}{J_x b_1} \leq f_{vd} \quad (5.3.3-2)$$

式中： $Q$ ——桥面板每米板宽剪力设计值，可按式(5.3.4-2)计算；

$S_x^*$ ——组合截面y处以外的面积对中性轴的静矩，可按式(5.3.6-2)计算；

$b_1$ ——桥面板的有效宽度(mm)。

条文说明

本条文适用于钢桥面的强度验算，钢筋混凝土桥面板强度计算按照现行标准《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG 3362)计算。

5.3.4 桥面板每米板宽跨中弯矩和剪力可按下式计算：

$$M = \frac{1}{8} q_1 l^2 + \frac{1}{8} q_2 b l \left( 2 - \frac{b}{l} \right) \quad (5.3.4-1)$$

$$Q = \frac{1}{2} q_1 l + \frac{1}{2} q_2 b \quad (5.3.4-2)$$

$$q_2 = (1 + \mu) \frac{1.4P}{a} \quad (5.3.4-3)$$

式中： $q_1$ ——沿桥长方向每延米钢板在单向板拼接方向上的自重集度，应考虑 1.2 的恒载分项系数；

$q_2$ ——车轮荷载沿单向板拼接方向上的集度，应考虑汽车荷载冲击系数和 1.4 的可变荷载分项系数；

$l$ ——单向板的跨度，即贝雷梁间距；

$b$ ——车辆荷载在单向板跨径方向上的着地长度；

$\mu$ ——汽车荷载冲击系数，应根据现行标准《公路桥涵设计通用规范》（JTG D60）的规定计算；

$P$ ——单个车轮的轴重；

$a$ ——沿行车方向桥面板有效工作宽度。

5.3.5 钢桥面板组合截面纵向每米宽度的截面抗弯惯性矩按下式计算：

$$J_x = \frac{I_x}{b_x} \quad (5.3.5)$$

式中： $I_x$ ——组合截面的截面惯性矩；

$b_x$ ——组合截面的中心间距。

5.3.6 桥面板与工字钢焊接形成的组合截面的截面特性参数可按下式计算，尺寸参数如图 5.3.6 所示。

1 抗弯惯性矩：

$$I_x = I_1 + I_2 = I_1' + (y - y_1)^2 A_1 + I_2' + \left( h + \frac{h_1}{2} - y \right)^2 A_2 \quad (5.3.6-1)$$

2 静矩：

$$S_x^* = S_1 + S_2 = S_1 + \left( h + \frac{h_1}{2} - y \right) A_2 \quad (5.3.6-2)$$

3 形心到 x 轴的距离：

$$y = \frac{\frac{h}{2} A_1 + b_1 h_1 \left( \frac{h_1}{2} + h \right)}{A_1 + b_1 h_1} \quad (5.3.6-3)$$

式中： $I_1$ 、 $I_2$ ——工字钢、桥面板对组合截面形心的抗弯惯性矩（ $\text{mm}^4$ ）；

$I'_1$ 、 $I'_2$ ——工字钢、桥面板对其自身形心的抗弯惯性矩 ( $\text{mm}^4$ );

$A_1$ 、 $A_2$ ——工字钢、桥面板截面面积 ( $\text{mm}^2$ );

$S_1$ 、 $S_2$ ——工字钢形心轴以上部分、矩形截面对组合截面形心轴的静矩;

$h$ 、 $h_1$ ——工字钢和桥面板的截面高度 ( $\text{mm}$ );

$y_1$ 、 $y_2$ ——工字钢和桥面板形心到  $x$  轴的距离 ( $\text{mm}$ )。

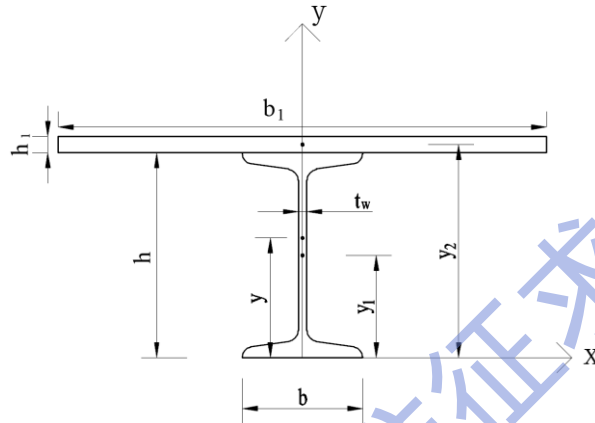


图 5.3.6 桥面板组合截面示意图

5.3.7 下承式装配式钢便桥桥面系横梁应根据现行标准《公路钢结构桥梁设计规范》(JTG D64) 进行双向受弯构件计算。

#### 5.4 主梁设计计算

5.4.1 公路装配式钢便桥进行主梁设计验算时, 应考虑贝雷梁的荷载横向分布系数, 根据桥梁具体特点选择适宜的计算理论方法。

5.4.2 贝雷桁架强度验算应满足下列要求:

1 弦杆应力应满足:

$$\gamma_0 \sigma = \gamma_0 \frac{S_x}{\varphi_b A} \leq f_{cd} \quad (5.4.2-1)$$

$$S_x = \pm \frac{M}{H} \quad (5.4.2-2)$$

式中:  $S_x$ ——贝雷片弦杆的轴力设计值;

$\varphi_b$ ——整体稳定性系数, 可按《钢结构设计标准》(GB 50017) 的规定进行计算;

$H$ ——贝雷片的高度。

2 竖杆、斜杆应力应满足：

$$\gamma_0 \sigma = \gamma_0 \frac{S}{\varphi_b A} \leq f_{cd} \quad (5.4.2-3)$$

$$S_F = \pm \frac{Q}{2 \sin \theta} = \pm \frac{\sqrt{2}}{2} Q \quad (\text{其中 } \sin \theta = \frac{\sqrt{2}}{2}) \quad (5.4.2-4)$$

$$S_Z = \pm \frac{Q}{2} \quad (5.4.2-5)$$

式中： $S_F$ ——贝雷片斜杆的轴力设计值；

$S_Z$ ——贝雷片弦杆的轴力设计值；

$\theta$ ——斜杆与端竖杆的夹角。

条文说明

贝雷片所受弯矩和剪力的大小，可通过机动法或静力法绘制影响线求得。

5.4.3 贝雷梁桁架节点板、焊缝与连接销的计算应符合现行标准《公路钢结构桥梁设计规范》(JTG D64)的规定。

5.4.4 正常使用极限状态下贝雷梁桁架挠度应满足下列要求：

$$f_{\max} = f_e + f_n \leq \frac{L}{500} \quad (5.4.4)$$

式中： $f_{\max}$ ——贝雷梁桁架的挠度最大值 (m)；

$f_e$ ——贝雷梁桁架的弹性挠度 (m)，应按式 5.4.5 计算；

$f_n$ ——贝雷梁非弹性挠度计算值 (m)，应按式 5.4.6 计算。

5.4.5 正常使用极限状态下简支贝雷梁桁架弹性挠度按下式计算：

$$f_e = \frac{5K_{eq}l^4}{384EI} \left[ 1 + (\tan \theta + \cot \theta) \frac{h_0}{h} \right] \left( 1.61 - 0.335 \frac{h_0}{h} \right) K_{df} \quad (5.4.5)$$

式中： $l$ ——构件计算跨度或长度 (m)；

$h_0$ ——在支座处计算高度 (m)；

$E$ ——弹性模量 (N/m<sup>2</sup>)；

$I_x$ ——桁架截面抗弯惯性矩 (m<sup>4</sup>)；

$K_{eq}$ ——贝雷梁的挠度等代荷载 (N/m)；

$K_{df}$ ——均布荷载横向分配系数。

5.4.6 正常使用极限状态下贝雷桁架非弹性挠度按下式计算：

1 贝雷梁由偶数节组成时（ $m$  为偶数）：

$$f_n = 5m^2 \quad (5.4.6-1)$$

2 贝雷梁由奇数节组成时（ $m$  为奇数）：

$$f_n = 5(m^2 - 1) \quad (5.4.6-2)$$

式中： $m$ ——单个贝雷梁纵向拼接的节数。

当  $m \geq 10$  时，按任一公式（5.4.6-1）或（5.4.6-2）计算均可。

5.4.7 公路装配式钢便桥贝雷梁整体稳定性应符合下列要求：

1 同时符合下列情况时，可不计算贝雷梁的整体稳定性；

1) 铺板（各种钢筋混凝土板和钢板）密铺在主梁上并与其牢固相连、能阻止主梁侧向位移；

2) 贝雷梁桁架通过花架、联板将贝雷片紧密连接形成空间桁架结构。

2 不满足第 1 款规定时，应按现行标准《公路钢结构桥梁设计规范》（JTG D64）的规定验算整体稳定；

5.5.8 有人群通行要求的公路装配式钢便桥的自振频率应小于 2.0Hz。

## 5.5 下部结构设计计算

5.5.1 下部结构构件容许最大长细比应符合现行标准《公路钢结构桥梁设计规范》（JTG D64）的规定。

5.5.2 制动墩钢管桩和墩顶横向工字钢，应考虑由贝雷梁传递下来的车辆水平制动力，制动力取值应符合现行行业标准《公路钢结构桥梁设计规范》（JTG D64）的规定。

5.5.3 钢管桩桩顶分配梁最大弯曲应力和最大剪应力应符合下列要求：

1 最大弯曲应力：

$$\gamma_0 \sigma = \gamma_0 \left( \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \right) \leq f_d \quad (5.5.3-1)$$

式中： $M_x$ 、 $M_y$ ——计算截面的弯矩设计值；

$W_x$ 、 $W_y$ ——有效截面相对于  $x$  轴和  $y$  轴的截面模量。

2 最大剪应力：

$$\gamma_0 \tau = \gamma_0 \frac{VS_x}{I_x t_w} \leq f_{vd} \quad (5.5.3-2)$$

式中： $V$ ——剪力设计值；

$t_w$ ——腹板厚度。

5.5.4 墩顶横向工字钢的挠度验算应满足下列要求：

$$f = \sum \frac{pb_i x}{6EI_x l} (l^2 - x^2 - b_i^2) \leq \frac{l}{400} \quad (5.5.4)$$

式中： $f$ ——靠跨中最近的集中力处的挠度值（mm）；

$p$ ——工字钢上集中力大小（N）；

$b_i$ ——第  $i$  个集中力到最近支座的距离（mm）；

$x$ ——靠跨中最近的集中力到最近支座的距离（mm）；

$l$ ——单跨跨径（mm）；

$E$ ——分配梁的弹性模量（N/mm<sup>2</sup>）；

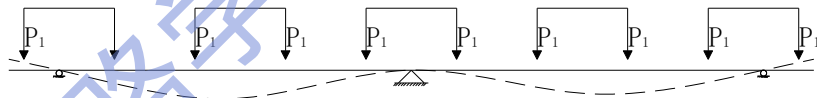


图 5.5.4 工字钢挠曲变形图

5.5.5 钢管桩所承担的竖向荷载，由于施工误差、不均匀沉降带来的受力不均匀性，应考虑 1.2 的不均匀系数。

5.5.6 作用在钢管桩上的水流冲击力标准值应符合现行标准《公路桥涵设计通用规范》（JTG D60）的规定。

5.5.7 钢管桩内力计算应考虑上部结构温度效应，所引起的钢管桩墩底弯矩可按下列式计算：

$$M_t = \frac{3}{2} \frac{EI \alpha \Delta t L}{h_t^2} \quad (5.5.7)$$

式中： $M_t$ ——温度效应产生的墩底弯矩；

$EI$ ——钢管桩的抗弯刚度；

$\alpha$ ——钢材线膨胀系数，（以每℃计）取值为  $12 \times 10^{-6}$ ；

$\Delta t$ ——温度变化值；温差变化的取值可以根据当地气温分区，考虑最不利的情况进行设计验算，全国气候分区可按现行标准《公路桥涵设计通用规范》（JTG D60）的规定取值。

$L$ ——贝雷梁的长度；

$h_t$ ——钢管桩位于土层或一般冲刷线以上的高度。

5.5.8 钢管桩强度和整体稳定性验算，应符合现行标准《钢结构设计标准》（GB 50017）的规定。

5.5.9 钢管桩单桩轴向承载力应按现行标准《公路桥涵地基与基础设计规范》（JTG 3363）的规定计算。

5.5.10 施工栈桥的桥台可采用台后挡板和填土组成，挡土钢板厚度不小于 10mm。

## 6 施工

### 6.1 一般规定

6.1.1 施工单位应根据地质、地形、地物、水文、气象等环境条件和通航、通行要求选择合适的施工方法，编制施工专项方案。对施工专项方案应进行可行性论证，经专家评审并按规定审批后实施。

6.1.2 构件的制造应根据施工图和制造文件进行，具体按现行标准《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T 3650)的规定执行。

6.1.3 应对进场材料、构件以及架设工具进行检验和验收，满足要求后方可使用。

6.1.4 材料进厂后，应规划摆放位置和平台，妥善保管，防止发生变形。对于不同牌号和材质的型钢钢材，应进行分类并分开堆放，注明便于识别的鲜明标志。

6.1.5 钢便桥安装前必须熟悉工艺图和施工文件，按图纸核对构件编号、外形尺寸等，确认无误后方可拼装。

6.1.6 现场焊接应进行工艺评定试验，焊缝的外观质量应满足现行标准《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T 3650)的规定。

6.1.7 公路装配式钢便桥施工应建立施工质量保证体系与安全保证体系，对安全风险进行辨识、分析与评估，制定突发事件应急预案。通航水域需预留通航口，并制定详细的通航安全规定和防护措施。

6.1.8 施工过程中及完成后应采取措施防止钢构件受到损伤、污染，未经允许不得对构件进行开洞、焊接、切割等作业。

6.1.9 公路装配式钢便桥施工中应对关键施工过程进行监测，以保证钢便桥位置与高程、内力与变形满足设计与现行规范要求。

6.1.10 当遇台风、洪水或其他自然灾害时，应撤离所有施工机械和作业人员，已施工完成的钢便桥应采取必要措施确保安全。

### 6.2 运输与存储

6.2.1 构件运输和存放应按制定的方案进行，并符合有关施工作业和运输的安全规定。

6.2.2 构件运输时制造厂应提供产品质量证明书，应对构件规格、数量、重量及生产日期等信息进行核查。

6.2.3 装卸现场应具备足够安全作业空间，规范使用吊具和吊点，不得随意变更吊点位置。

6.2.4 构件存储场地应进行规划布置，宜设置存放平台，存放场地应稳定、平整、通风且设有排水设施。构件存放应分类码放整齐，堆放不宜过高，防止倾覆和压坏变形。

6.2.5 构件在运输和存储过程中，应防止构件变形与涂装损伤，损伤的漆膜应重新补涂防止受潮锈蚀。

### 6.3 下部结构施工

6.3.1 钢管桩施工应根据地质条件和荷载要求选择合适的施工设备，宜采用振动锤配合导向架进行振动插打。

6.3.2 钢管桩应符合表 6.3.2 的规定，严禁使用破损的钢管桩进行施工，施工前应对钢管桩进行防腐处理。钢管桩表面不得有裂纹、气泡、起鳞、弧坑、夹层等缺陷，有焊瘤时需用砂轮打磨，并应补焊。

表 6.3.2 钢管桩结构尺寸允许偏差

序号	检查项目	允许偏差	检查方法
1	外观要求	≤3mm	焊缝超高
2	外形尺寸	±0.5%D，且不大于 5mm（D 为钢管桩外径）	椭圆度
		±0.5%C，且不大于 10mm（C 为钢管桩周长）	外周长
		±0.5%D，且不大于 4mm（D 为钢管桩外径）	管端平面倾斜
3	对接拼装	±300mm	桩长偏差
		允许 0.1%L，且不大于 30mm（L 为钢管桩长度）	桩轴向弯曲矢高
4	对接焊缝	深度不超过 0.5mm，累计总长度不超过焊缝长度的 10%	咬边
		≤3mm	超高

6.3.3 钢管桩接长分为涂层外接长和涂层内接长，如图 6.3.3 所示，应符合下列规定：

- 1 单个接长钢管桩管节长度不小于 200cm；
- 2 钢管对接间隙小于 10mm，接缝顺直度小于 5mm；
- 3 钢管桩接缝必须满焊，焊缝质量应符合规范与设计的要求；
- 4 接缝处应沿四周均匀布置腹板，间隔的角度不大于 60°。

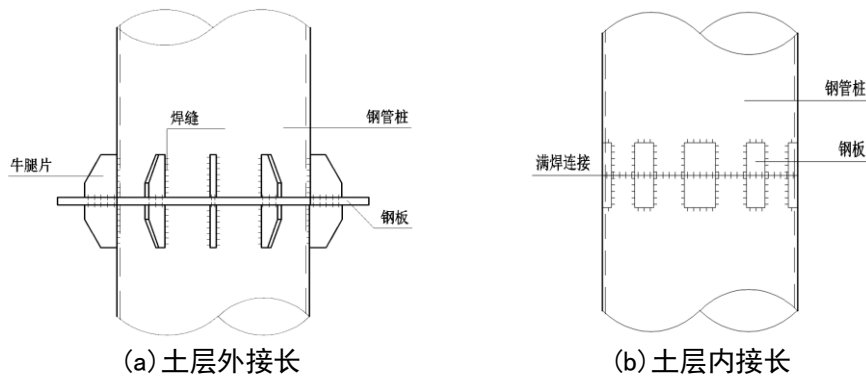


图 6.3.3 钢管桩接长示意图

6.3.4 使用振动锤打桩时，钢管桩在吊装就位的过程中须用钢丝绳做好保险工作，严禁直接用振动锤夹管桩直接移动。

6.3.5 钢管桩施工过程中应控制管桩的平面位置和垂直度，应满足表 6.3.5 的规定。不满足要求时，应及时牵引矫正，符合要求后方可继续沉桩作业。

表 6.3.5 钢管桩平面位置与垂直度允许偏差

序号	检查项目		允许偏差
1	平面位置偏差	纵向偏差	$\leq 5\text{cm}$
2		横向偏差	$\leq 10\text{cm}$
3	垂直度		$\leq 1\%$

6.3.6 插桩定位和打桩过程中如发现异常，应及时查明原因，采取合适措施并报监理批准后方可继续施工。

6.3.7 单根钢管桩打桩时需控制入土深度和贯入度，同时满足下列要求时可停止振动下沉：

- 1 贯入度小于 1cm/min；
- 2 入土深度达到设计长度。

6.3.8 钢管桩桩顶施工应符合下列规定：

1 纵坡小于 2% 的钢便桥，桩顶应设置盖板，盖板板厚应大于 10mm，边长应超出钢管直径 200mm；盖板与钢管桩应满焊，且通过牛腿片连接，牛腿片的布置应满足本指南 5.2.6 条规定；

2 纵坡大于 2% 的钢便桥，桩顶应开槽；槽口宽度超出盖梁工字钢宽度 2cm、深度为工字钢高度二分之一；

3 桩顶标高允许偏差为±1cm，同排桩桩顶水平允许偏差为±1cm

6.3.9 钢管桩桩顶横梁安装应符合下列规定：

- 1 下承式钢便桥横梁应布置在两侧贝雷定位销孔处，并用横梁夹具锁紧；
- 2 上承式钢便桥横梁应均匀布置，横梁端头偏差不得超过 2cm；
- 3 钢便桥横梁应设置必要的装置防止横梁位移。

6.3.10 钢管桩施工完成后，应在管桩之间设置连接系，以提高管桩的整体稳定性。连接系施工应符合下列规定：

- 1 连接系与管桩连接处必须通过耳板连接，同时应保证耳板、钢管桩、连接系间的焊接质量；
- 2 连接系横撑间水平位置偏差小于 2cm，剪刀撑顶端水平位置偏差小于 5cm，相邻钢管桩剪刀撑高差小于 5cm。

6.3.11 钢管桩桩顶工字钢宜采用钢板焊接，钢板规格、间距、焊缝尺寸应通过计算确定，并符合设计与施工规范要求。

6.3.12 公路装配式钢便桥台后填土应使用设计规定的材料，设计无规定时应选用透水性材料，填筑施工时应进行分层碾压。

#### 6.4 贝雷梁安装

6.4.1 贝雷梁安装可根据场地条件、机械设备等因素综合选择整体吊装、顶推（拖拉）等安装架设工艺。

6.4.2 公路装配式钢便桥贝雷梁拼装应满足下列要求：

- 1 贝雷梁拼装应在平整场地内进行，吊车将贝雷片吊起后用连接销纵向接长，并使用横向支撑架将贝雷片连接成整体，顺桥向应每 3m 布置 1 个横向支撑架；
- 2 应仔细检查贝雷梁连接销与保险销、横向支撑架螺栓与螺母的连接情况；
- 3 贝雷梁拼装尺寸偏差应满足表 6.4.2 的要求。

表 6.4.2 贝雷梁拼装尺寸允许偏差

序号	检查项目	允许偏差	检查方法
1	拼装全长	±4.0mm	两端部销孔中心距离
2	主桁中心距	≤2.5mm（下承式）	跨中两内侧桁架中心距离

		≤3.0mm（上承式）	跨中两贝雷片中心距离
3	旁弯	≤L/5000	跨中处结构中线与拼装全长 两端中心所连直线的偏差
4	主桁倾斜	≤1.5mm	桁架跨中上下弦杆中心线偏差

6.4.3 贝雷梁整体吊装架设应满足下列要求：

- 1 吊装前应对吊装机械、吊具、贝雷梁结构进行安全性验算；
- 2 在墩顶横梁上放样确定支座位置，并放置橡胶垫片，各支座顶面高差不得超过 4mm；
- 3 吊点位置应合理布置，整体抗倾覆稳定性系数应不小于 1.3；
- 4 贝雷梁在起落过程中应保持水平，起落梁时两端应同步缓慢起落，不得冲击支座；落梁时应设置必要装置对空间位置进行精确调整。
- 5 吊装完成后，贝雷梁整体线形纵向误差不超过 1cm，横向误差不超过±1cm。

6.4.4 贝雷梁采用顶推（拖拉）法施工时，应符合下列要求：

- 1 应根据贝雷梁长度、顶推跨度、桥墩水平承载力和顶推设备等条件合理选择顶推或拖拉方式；
- 2 应在贝雷梁的前端设置导梁，导梁长度宜为顶推跨径的 0.6~0.8 倍，导梁与贝雷梁连接处刚度应协调；
- 3 顶推过程中应保持贝雷梁整体平衡稳定，确保重心始终在顶推（拖拉）一侧，整体抗倾覆稳定系数不小于 1.3；
- 4 顶推施工中应进行施工监控，及时纠正横向和纵向偏差，应力和变形不应超过设计和监控允许范围。

6.4.5 贝雷梁架设到位后，在桩顶横梁处设置 U 形卡扣限位器，将贝雷梁下弦杆与横梁连接；当出现横梁倾斜、贝雷梁受力不均匀时，应采取纠偏措施进行调整，确保各组贝雷梁受力均匀，不出现偏心及偏压现象。

6.4.6 每组贝雷梁之间应设置横向联板以增强主梁整体稳定性，横向联板应满足本指南第 5.2.3 条规定。

6.4.7 贝雷梁安装完成后，应仔细检查连接销与保险销、横向支撑架及横向联板的螺栓与螺母的连接情况，确保符合设计及施工规范要求，并使用过程中应加强使用和维护。

## 6.5 桥面系施工

6.3.1 为保证桥面板的整体受力性能，桥面花纹钢板与支承纵横工字钢应焊接连接并形成整体。

6.3.2 采用标准型桥面板时，每块桥面板与贝雷梁之间应至少设置两道船型扣或其他可靠连接。

6.3.3 下承式钢便桥横梁与纵向贝雷梁固定后，应采用标准型斜拉撑将贝雷梁与横梁定位孔连接，保证成型后平行。

6.3.4 下承式钢便桥可直接采用贝雷桁架作为护栏，上承式钢便桥宜采用 $\Phi 48\text{mm}$ 以上钢管设置护栏。护栏高度一般为 $1\text{m}-1.2\text{m}$ ，每 $1.5\text{m}$ 设置一根钢管立柱，钢管立柱竖直位置控制在 $\pm 1\text{cm}$ ，平面位置控制在 $\pm 1\text{cm}$ 。

6.3.5 桥面两侧应设置管线槽用于泵管、水管及电缆通道，其挑臂宽度宜根据现场施工要求确定。

6.3.6 应在钢便桥桥头处设置必要的安全标志、标牌。

## 6.6 拆除施工

6.6.1 公路装配式钢便桥拆除施工应配备专职安全生产管理人员，对各项安全技术措施进行监督、检查。

6.6.2 拆除施工前应在施工区域设置硬质封闭围挡及安全警示标志，严禁无关人员进入施工区域，并对所使用的机械设备和防护用具进行进厂验收和检查，合格后方可作业。

6.6.3 钢便桥拆除应遵循后搭先拆的原则，拆除时必须保证纵、横向稳定性，确保施工安全。

## 7 验收

### 7.1 一般规定

7.1.1 钢便桥安装完成后应按设计图和本指南进行验收，验收合格后方可移交使用。

7.1.2 公路装配式钢便桥验收时应对外观尺寸和承载能力进行测试，并提供以下验收文件：

- 1 原材料、半成品和成品的出厂质量证明文件及质量结果检验资料；
- 2 试验测试报告、试拼装记录、构件发运和包装清单等；
- 3 施工记录与监控资料，经处理后达到设计要求的认可证明文件等；
- 4 竣工图纸及设计文件。

7.1.3 公路装配式钢便桥验收测试应由具有检测资质的单位进行，并符合我国现行国家、行业标准的规定。

7.1.4 钢便桥验收必须使用计量检定、校准合格的计量器具，并按有关规范进行操作。

### 7.2 外观尺寸

7.2.1 钢便桥应线形平顺，表面不得有划痕、擦伤，贝雷片、型钢、钢管桩不得有超限变形。

7.2.2 公路装配式钢便桥的尺寸允许偏差应符合表 7.2.2 的规定。

表 7.2.2 公路装配式钢便桥尺寸允许偏差

序号	检查项目	允许偏差	检查方法
1	桁高	$\pm 0.3\text{mm}$	上下弦杆中心距离
2	每跨长度	$\pm 4.0\text{mm}$ , $L \leq 50000\text{mm}$	两端部销孔中心距离
		$L/10000$ , $L > 50000\text{mm}$	
3	主桁中心距	$\leq 2.5\text{mm}$ (下承式)	跨中两内侧桁架中心距离
		$\leq 3.0\text{mm}$ (上承式)	跨中两贝雷片中心距离
4	旁弯	$\leq L/5000$	跨中处结构中线与梁端中心所连直线的偏差

5	平面对角线差	$\leq 3.5\text{mm}$	贝雷桁片平面内两对角线的偏差
6	端面对角线差	$\leq 3.0\text{mm}$	贝雷桁架端面两对角线的偏差
7	主桁倾斜	$\leq 1.5\text{mm}$	桁架跨中上下弦杆中心线偏差
8	线形	$\pm 5\text{mm}, L \leq 50000\text{mm}$	实测线形与设计线形差值
		$\leq L/10000, L > 50000\text{mm}$	
9	钢管桩垂直度	$\leq 1.0\%$	桩顶水平偏差与冲刷线以上桩长的比值

### 7.3 承载能力

7.3.1 公路装配式钢便桥承载能力应通过荷载试验进行测试，参照现行标准《公路桥梁荷载试验规程》(JTG/T J21-01) 执行。

7.3.2 荷载试验的加载方式应根据钢便桥的通行荷载形式合理选择，采用重物或水箱加载时应缓慢加载并增加应力、挠度测试频率。

7.3.3 荷载试验应在气温平稳时段进行，强风、大中雨及大雾天气不宜进行荷载试验。

7.3.4 动力响应试验宜采用无障碍行车试验，车速控制在 10km/h 以内，不宜进行有障碍行车和制动试验。

7.3.5 在车辆荷载作用下的实测应力，不得超过设计应力和钢材的容许应力。

7.3.6 由车辆荷载(不计冲击力)引起的跨中最大竖向挠度值，不得大于跨度的 1/500。

## 用词说明

1 本指南执行严格程度的用词，采用下列写法：

1) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词，正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。

2) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词，正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”。

3) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 引用标准的用语采用下列写法：

1) 在标准条文及其他规定中，当引用的标准为国家标准或行业标准时，应表述为“应符合《×××××》(×××××)的有关规定”。

2) 当引用标准中的其他规定时，应表述为“应符合本指南第×章的有关规定”、“应符合本指南第×.×节的有关规定”、“应按本指南第×.×.×条的有关规定执行。”

中国公路学会标准征求意见稿