第1节　概 述

1. 1 主要用途

ZB-200 型装配式公路钢桥以下简称 ZB-200 型钢桥是我国新型交通战备器材。在战时国防交通中，用于快速架设临时性梁，保障重型武器装备和车辆迅速克服江河、断桥、沟谷等障碍；在平时抢险救灾及国民经济建设中除用于架设临时性桥梁外，还可用于构筑施工塔架、支承架等多种装配式钢结构。

1. 2 特点及生产制造要求

ZB-200 型钢桥是根据交通部交通战备办公室交战备字**[2002]22**号文“关于下达 ZB-200 型装配式公路钢桥研制任务书的通知”而研制的战备器材。

ZB-200 型钢桥与我国原“321”装配式钢桥相比，桥构件简单，架设方便，标准化程度高，结构形式更多样，承载能力也大大提高，适应性好，可以保障履带式荷载 50t，轮式轴压力 13t 以下的各种车辆通行。

ZB-200 型钢桥是一种制式桥梁器材，为保证其承载能力和互换性，承制方必须严格按定型图样加工，并按《ZB-200 型装配式公路钢桥生产验收技术条件》验收。未经设计部门允许，承制方不得变更产品的技术状态。



图 1-1　ZB-200 型装配式公路钢桥（DSR2）外貌图

第 2 节 桥梁设计资料

2.1 桥梁尺寸

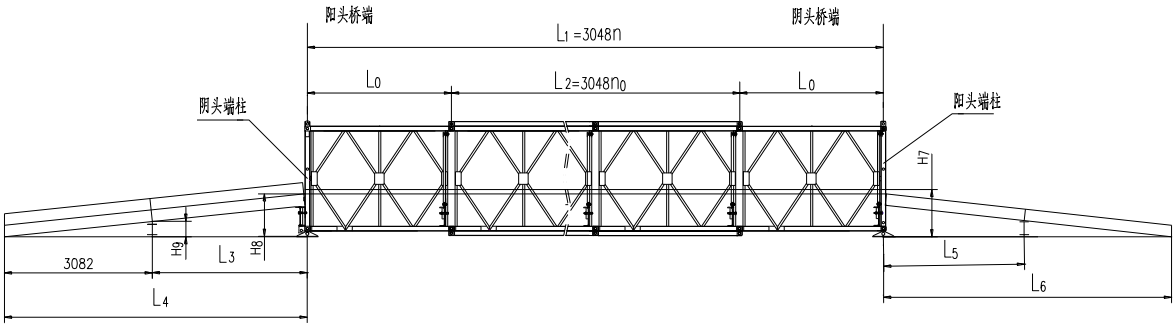


图 2-1　桥梁结构总图

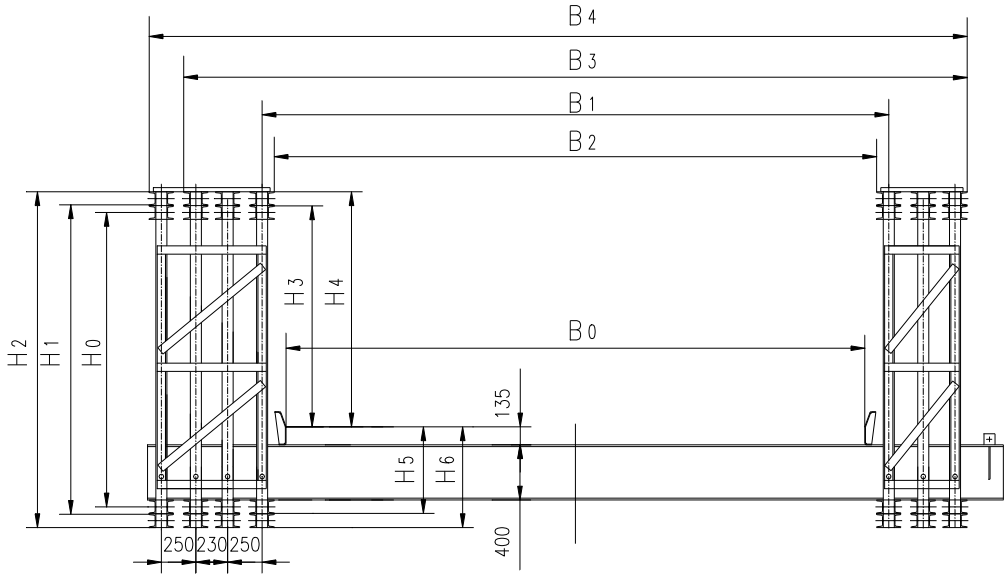


图 2-2　桥梁结构断面

表 2-1　桥梁尺寸（mm）

尺　寸	名　　称	单　车　道	双　车　道
B_0	车行道宽	4200	7560
B_1	内桁架中心宽	4540	7900
B_2	桁架内缘宽	4364	7724
B_3	DS、TS 型桥桁架外缘宽	5676	8036
B_4	QS 型桥桁架外缘宽	6176	8536
H_0	桁架单元连接高	2134	2134

H_1	桁架单元外形高	2234	2234
H_2*	加强型桥外形高	2434	2434
H_3*	桥面距桥顶高	1591	1591
H_4*	加强型桥桥面距桥顶高	1691	1691
H_5	桥面距桥底高	643	643
H_6	加强型桥桥面距桥底高	743	743
H_7**	桥面距基础面高	793	793
H_8**	横梁上表面距基础面高	658	658
H_9**	跳板支座高	325.5	325.5
L_0	桁架单元连接长度	3048	3048
L_1	桥梁跨度	3048 n	3048 n
L_2	桥梁跨中长度	3048（n-2）	3048（n-2）
L_3	阳头桥端进出口第一桥节长度	3231	3231
L_4	阳头桥端进出口总长	6313	6313
L_5	阴头桥端进出口第一桥节长度	2933	2933
L_6	阴头桥端进出口总长	6015	6015

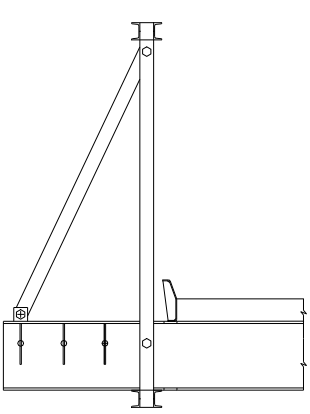
注：

* 表中桥外形尺寸及桥顶部高度，均未考虑水平撑架高度，如果水平撑架在桁架顶部设置，则表中尺寸应增加 49mm，用宽水平撑架增加 43mm。

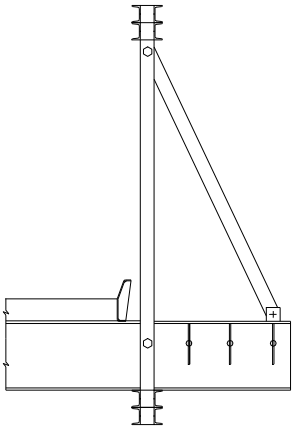
** 表中桥基础面系指采用下桥座（ZB200-402-200）垫在桥座板（ZB200-403-000）的尺寸，如果采用其它支座则有变动。

九州通钢桥
Jiu Zhou Tong Steel Bridge

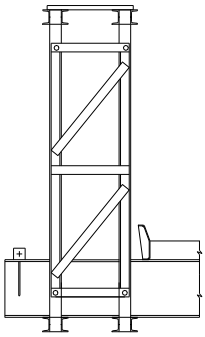
2.2 桥梁结构（图 2-3）



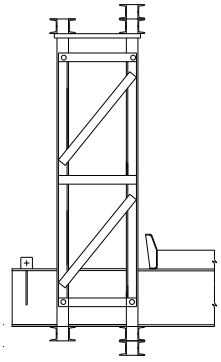
SS(单排单层)



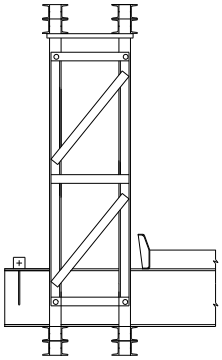
SSR（单排单层加强型）



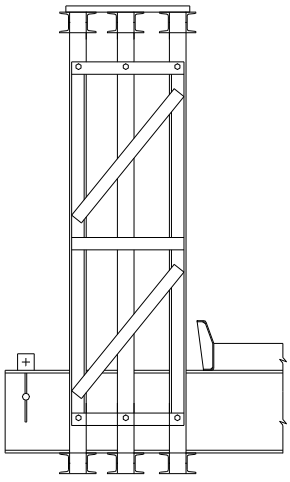
DS（双排单层）



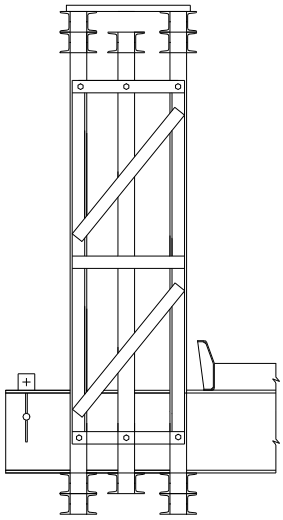
DSR1（双排单层加强 1 型）



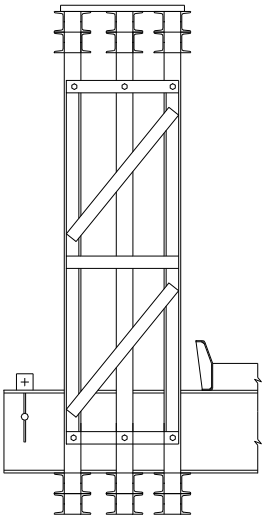
DSR2（双排单层加强 2 型）



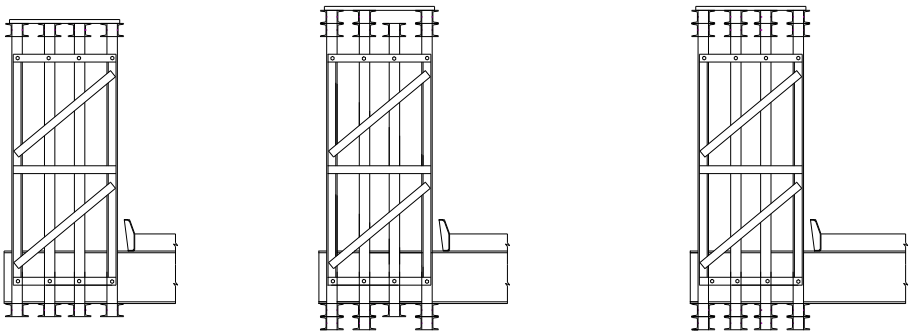
TS（三排单层）



TSR2（三排单层加强 2 型）



TSR3（三排单层加强 3 型）



QS（四排单层）　　QSR3（四排单层加强 3 型）　　QSR4（四排单层加强 4 型）

图 2-3　桥梁结构

2.3 桥梁性能

2.3.1 桥梁结构的几何特性

为了确定各类桥梁结构的承载能力，必须确定桥梁结构断面的几何特性。对加强型的桥梁结构，其几何特性按组合断面考虑。详见表 2-2。

九州通钢桥
Jiu Zhou Tong Steel Bridge

表 2-2　桥梁几何特性（半边桥）

结构构造 \ 几何特性		弦杆面积 F（cm^2）	断面系数 W（cm^3）	惯性矩 J（cm^4）
单排单层	SS	25.48	5437	580174
	SSR	50.96	10875	1160348
双排单层	DS	50.96	10875	1160348
	DSR1	76.44	16312	1740522
	DSR2	101.92	21750	2320696
三排单层	TS	76.44	16312	1740522
	TSR2	127.40	27185	2900870
	TSR3	152.88	32625	3481044

四排单层	QS	101.92	21750	2320696
	QSR3	178.36	38059	4061218
	QSR4	203.84	43500	4641392

2.3.2 桁架单元容许内力的确定

桁架单元弦杆材料的屈服强度 σ_S=345MPa

桁架单元弦杆材料的容许应力[σ]=0.8× σ_S=276 MPa

弦杆容许压力[N]= [σ]× F× ϕ =276×2548×0.751=528kN=54t

弦杆平面外稳定系数单排为 Φ_{SS}=0.751；双排为 Φ_{DS}=0.897，取最小 ϕ =0.751

桁架单元容许弯矩[M]= [N]×h=528×2.134=1127kN·m=115t·m

双排桥梁结构由于稳定系数为 Φ_{DS}=0.897

双排容许内力提高系数 ξ_{DS}=0.897/0.751=1.194，对完全加强的结构考虑内力提高，实际计算时系数 ξ =1.12。桁架单元容许内力详见表 2-3。

表 2-3　桁架容许内力（半边桥）

结构构造 \ 容许内力		容许弯矩[M]（kN·m）	容许剪力[Q]（kN）	高抗剪单元容许剪力$[Q]_H$ (kN)
单排单层	SS	1127	257	348
	SSR	2254	257	348
双排单层	DS	2525	514	696
	DSR1	3381	514	696
	DSR2	5050	514	696
三排单层	TS	3800	771	1044
	TSR2	5635	771	1044
	TSR3	7600	771	1044

四排单层	QS	5050	1028	1392
	QSR3	7889	1028	1392
	QSR4	10100	1028	1392

注：表中各种结构的容许内力未计入活载的偏心系数（k_1）和桁架受力不均系数（k_2）。

2.4 桥节单元重量

表 2-4　ZB-200 型钢桥桥节单元重量

结构型式		单车道		双车道	
		带桥板（t）	不带桥板（t）	带桥板（t）	不带桥板（t）
桥梁结构	SS	2.60	1.17	4.12	1.62
	SSR	2.90	1.51	4.46	1.96
	DS	3.40	1.97	4.92	3.49
	DSR1	3.74	2.30	5.26	3.82
	DSR2	4.08	2.63	5.60	4.15
	TS	4.12	2.57	5.64	4.09
	TSR2	4.80	3.24	6.32	4.76
	TSR3	5.14	3.58	6.66	5.10
	QS	4.76	4.22	6.28	5.74
	QSR3	5.77	5.23	7.29	6.75
	QSR4	6.10	5.56	7.62	7.08
导梁结构	SS	-	1.17	-	1.62
	SD	-	1.25	-	1.70
	SSN	-	1.25	-	1.70
	DSN1	-	2.14	-	2.59
	DSN2	-	2.31	-	2.76
	DSR1	-	2.31	-	2.76
	DSR2	-	2.64	-	3.09

注：

1. 表中列出的为每 3.048m 桥节的重量（t）。
2. 钢构件的重量为理论重量。
3. 通常端桥节为非加强结构。

2.5 承载能力和适用性

九州通钢桥
Jiu Zhou Tong Steel Bridge

2.5.1 结构承载能力的确定

1. 桥梁所承受的最大弯矩 M，按式（2-1）确定；桥梁所承受的最大剪力 Q 按式（2-2）确定。

弯矩:　　$M=[M_1（1+\mu）k_1k_2+M_0]\leqslant[M]$　　（2-1）

剪力:　　$Q=[Q_1（1+\mu）k_1k_2+Q_0]\leqslant[Q]$　　（2-2）

其中：M—计算弯矩（kN·m）

M_1—活载弯矩（kN·m）

M_0—静载弯矩（kN·m）

（1+μ）—冲击系数，ZB-200 型钢桥按 GJB435-88《军用桥梁设计荷载》规定，固定桥主桁结构 μ 按公式$\frac{1}{2}\times\frac{15}{37.5+L}$计算，并参考试验测定结果，做如下规定：

弯矩计算采用 1+μ=1.1，剪力计算采用 1+μ=1.2

k_1—荷载分配系数，详见表 2-5。

k_2—多排桁架结构的桥梁，桁架受力不均匀系数。根据计算结果，现确定为：

弯矩计算，k_2=1.1；剪力计算，k_2=1.2。

2. 荷载分配系数 k_1 的确定

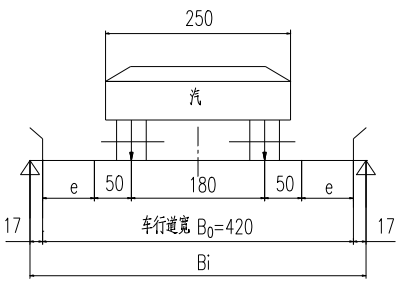
k_1 按“杠杆分配法”进行计算，公式如式（2-3）：

$$k_1=1+\frac{2e}{B_i}\qquad（2-3）$$

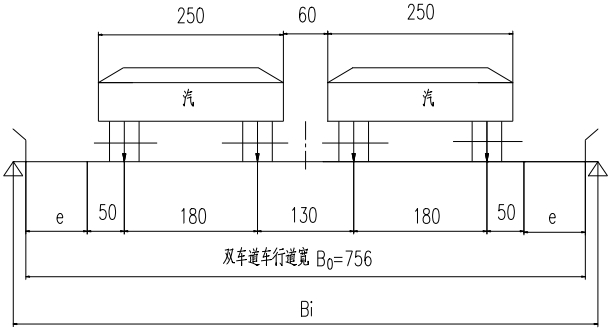
其中：e—荷载横向偏心值

B_i—桥梁横断面，两侧桁架重心距

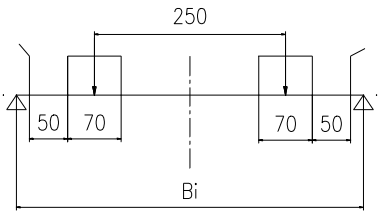
单车道和双车道不同荷载横向布置见图 2-4、图 2-5，图中尺寸单位为cm。



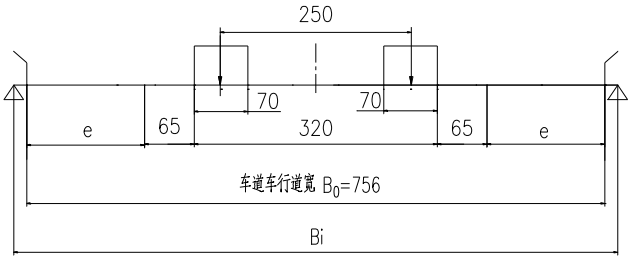
各级汽车横向布置



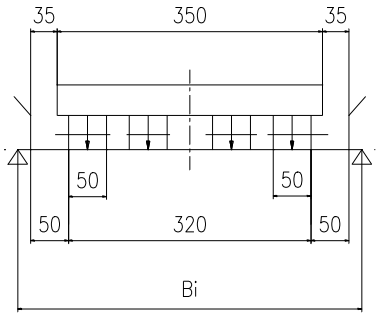
各级汽车横向布置



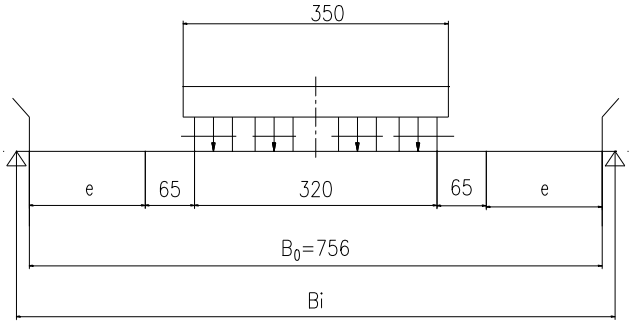
履带-50 横向布置



履带-50 横向布置



挂车-80 横向布置



挂车-80 横向布置

图 2-4:单车道荷载横向布置图　图 2-5:双车道荷载横向布置图

单车道

汽车荷载 $e=\dfrac{B_0-50\times2-180}{2}=(420-100-180)\div2=70cm$

B_i：　单车道　双车道

$B_{SS}=B_0+17\times2=420+34=454cm$　$B_{SS}=756+34=790cm$

$B_{DS}=B_{SS}+48=454+48=502cm$　$B_{DS}=790+48=838cm$

$B_{TS}=B_{SS}+48.67=454+48.67=502.67cm$　$B_{TS}=790+48.67=838.67cm$

$B_{QS}=B_{SS}+73=454+73=527cm$　$B_{TS}=790+73=863cm$

∴ $k_1=1+\dfrac{2e}{B_i}=1+\dfrac{2\times70}{454}=1.31$　（SS）

$k_1=1+\dfrac{2e}{B_i}=1+\dfrac{2\times70}{502}=1.28$　（DS）

$k_1=1+\dfrac{2e}{B_i}=1+\dfrac{2\times70}{502.67}=1.28$　（TS）

$k_1=1+\dfrac{2e}{B_i}=1+\dfrac{2\times70}{527}=1.27$　（QS）

履带载及挂车载按中心载计，$k_1=1$

双车道

汽车荷载

九州通钢桥
Jiu Zhou Tong Steel Bridge

$$e=\frac{B_0-180\times2-50\times2-130}{2}=(756-360-100-130)\div2=83\text{cm}>75\text{cm}$$

故按$e=75cm$计算荷载分配系数。

履带载及拖车载

$$e=\frac{B_0-320-65\times2}{2}=(756-450)\div2=153\text{cm}>75\text{cm}$$

仍按$e=75cm$计算荷载分配系数。

∴ $k_1=1+\frac{2e}{B_i}=1+\frac{2\times75}{790}=1.20$ （SS）

$k_1=1+\frac{2e}{B_i}=1+\frac{2\times75}{838}=1.18$ （DS）

$k_1=1+\frac{2e}{B_i}=1+\frac{2\times75}{838.67}=1.18$ （TS）

$k_1=1+\frac{2e}{B_i}=1+\frac{2\times75}{863}=1.17$ （QS）

表 2-5 荷载分配系数 k_1

桥梁结构 / 荷载	单车道				双车道			
	SS	DS	TS	QS	SS	DS	TS	QS
汽车载	1.31	1.28	1.28	1.27	1.20	1.18	1.18	1.17
履带-50 及挂车-80	1.0	1.0	1.0	1.0	1.20	1.18	1.18	1.17

3. 桥梁最大架设跨度的确定

根据桥梁设计规范，按照式(2-1)和式(2-2)，可以计算出各种桥梁结构在不同荷载作用下的最大跨度。单车道计算结果详见表 2-6，双车道计算结果详见表 2-8。根据表 2-6、表 2-8 计算结果就可分别推出单车道和双车道桥梁跨度及荷载匹配表，详见表 2-7 和表 2-9。为了更直观的看出桥梁跨度与荷载匹配的情况，又分别制定了单车道和双车道荷载与跨径组合表，详见表 2-10 和表 2-11。根据以上表格就可方便设计出各种桥梁结构。

表 2-6　桥梁内力表－单车道

	结构	SS	SR	DS	DSR1	DSR2	TS	TSR2	TSR3	QS	QSR3	QSR4
荷载等级	[M]（kN·m）	1127	2254	2525	3381	5050	3200	5635	7600	5050	7889	10100
	$[Q]/[Q]_H$（kN）	257/348	257/348	514/696	514/696	514/696	771/1044	771/1044	771/1044	1028/1392	1028/1392	1028/1392
汽车—10	L（m）	24	36	39	42	51	45	54	63	51	63	69
	M（kN·m）	895	2022	2555	3033	4459	3578	5355	7380	4796	7881	9593
	Q（kN）	208	258	320	398	413	377	462	538	438	636	626
汽车—15	L（m）	21	33	33	39	48	42	48	57	48	57	63
	M（kN·m）	1120	2204	2431	3258	4811	3833	5139	7257	5102	7666	9456
	Q（kN）	194	316*	398	421	494	453	521	607	517	636	702
汽车—20	L（m）	18	30	30	36	45	39	45	54	45	54	60
	M（kN·m）	1000	2128	2349	3288	4954	3870	5242	7487	5204	7854	9679
	Q（kN）	254	337*	396	453	542	388	567	659	563	686	759
履	L（m）	15	27	27	33	42	36	45	57	42	57	63

带—50	M（kN·m）	995	2129	2370	3149	4461	3627	5181	7516	4702	7927	9469
	Q（kN）	244	338*	404	435	480	457	515	583	503	578	657
挂车—80	L（m）	-	-	24	30	36	30	39	48	36	48	54
	M（kN·m）	-	-	2667	3528	4792	3597	5559	7569	4969	7860	9524
	Q（kN）	-	-	565*	604*	630*	613	679	737	647	761	811
HS—15	L（m）	24	36	39	42	51	45	54	63	51	63	69
	M（kN·m）	929	1973	2537	3025	4513	3593	5440	7555	4868	8056	9877
	Q（kN）	187	253	315	344	415	376	464	546	440	578	642
HS—20	L（m）	21	33	36	39	48	42	51	60	48	60	66
	M（kN·m）	906	2032	2622	3131	4729	3716	5662	7921	5020	8375	10286
	Q（kN）	213	290*	361	393	473	428	524	614	496	644	714
HS—25	L（m）	18	30	33	36	45	39	48	54	45	54	63
	M（kN·m）	834	2012	2614	3136	4821	3734	5755	7358	5071	7726	10527

	Q（kN）	234	322*	401	436	524	473	576	647	548	674	778

注：

1. 表中 DS、DSR2、TS、TSR3、QS、QSR4 桥梁的结构其容许内力值提高 12%。

2. 桥梁的冲击系数（1+μ），本表按$\frac{1}{2}\times\frac{15}{37.5+L}$计算，且≤0.15。计算容许弯矩[M]时，按（1+μ）=1.1 取值；计算容许剪力[Q]时，按（1+μ）=1.2 取值。

3. 以上计算均按军用桥梁设计准则考虑的，如果用于半永久性桥梁，跨度应减少 10~20%。

表 2-7　单车道桥梁跨度及荷载匹配表

荷载 / 跨度（m）	汽车-10	汽车-15	汽车-20	履带-50	挂车-80	HS-15	HS-20	HS-25
9	SS	SS	SS	SS	-	SS	SS	SS
12	SS	SS	SS	SS	DS	SS	SS	SS
15	SS	SS	SS	SS	DS	SS	SS	SS
18	SS	SS	SS	SSR	DS	SS	SS	SS
21	SS	SS	SSR	SSR	DS	SS	SS	SSR
24	SS	SSR	SSR	SSR	DS	SS	SSR	SSR
27	SSR	SSR	SSR	SSR、DS	DSR1	SSR	SSR	SSR
30	SSR	SSR	SSR、DS	DSR1	DSR1、TS	SSR	SSR	SSR
33	SSR	SSR、DS	DSR1	DSR1	DSR2	SSR	SSR	DS
36	SSR	DSR1	DSR1	TS	DSR2、QS	SSR	DS	DSR1
39	DS	DSR1	TS	DSR2	TSR3	DS	DSR1	DSR2、TS
42	DSR1	DSR2、TS	DSR2	DSR2、QS	TSR3	DSR1	DSR2、TS	DSR2
45	DSR2、TS	DSR2	DSR2、TSR2、QS	TSR2	TSR3	TS	DSR2	DSR2、QS
48	DSR2	DSR2、	TSR3	TSR3	TSR3、	DSR2、	DSR2、	TSR2

		TSR2、QS			QSR3	QS	QS	
51	DSR2、QS	TSR3	TSR3	TSR3	QSR4	TSR2	TSR2	TSR3
54	TSR2	TSR3	TSR3、QSR3	TSR3	QSR4	TSR2	TSR3	TSR3、QSR3
57	TSR3	TSR3	QSR4	TSR3、QSR3		TSR3、QSR3	TSR3	QSR4
60	TSR3	QSR4	QSR4	QSR4		QSR4	TSR3、QSR3	QSR4
63	TSR3、QSR3	QSR4		QSR4		QSR4	QSR4	QSR4
66	QSR4					QSR4	QSR4	
69	QSR4					QSR4		

注: 此表均以军用桥梁设计准则而设计的，如果用于半永久性桥梁，跨度应减少 10～20%。

表 2-8　桥梁内力表－双车道

荷载等级	结构	SS	SR	DS	DSR1	DSR2	TS	TSR2	TSR3	QS	QSR3	QSR4
	[M]（kN·m）	1127	2254	2525	3381	5050	3800	5635	7600	5050	7889	10100
	$[Q]/[Q]_H$（kN）	257/348	257/348	514/696	514/696	514/696	771/1044	771/1044	771/1044	1028/1392	1028/1392	1028/1392
汽车—10	L（m）	18	24	27	33	39	33	42	48	39	45	54
	M（kN·m）	1107	1847	2426	3386	4507	3469	5389	6948	4692	6442	9109
	Q（kN）	293*	350*	433	499	570*	509	613	694	588	681	795
汽车—15	L（m）	15	18	24	27	36	30	39	45	36	42	51
	M（kN·m）	1073	1424	2544	3126	4927	3751	5841	7553	5076	6923	9874
	Q（kN）	342*	387*	530	566*	697*	613	758	837*	712	819	948
汽车—200	L（m）	12	15	21	24	30	27	33	42	33	39	48
	M（kN·m）	1039	1415	2389	2933	4209	3533	5115	7776	5074	6992	10255
	Q（kN）	413*	438*	590*	640*	714*	685	771	924*	764	892	1038
履	L（m）	12	18	21	30	39	30	39	45	36	45	57

带—50	M（kN·m）	924	1590	2113	3425	4996	3494	5216	6523	4629	6747	9833
	Q（kN）	333*	379*	463	519	576*	529	599	645	577	664	755
挂车—80	L（m）	-	-	18	24	30	24	33	39	30	42	48
	M（kN·m）	-	-	2148	3292	4378	3336	5494	6868	4472	7797	9582
	Q（kN）	-	-	630*	691*	742*	699	782	833*	753	870	925
HS—15	L（m）	18	27	27	33	39	36	42	48	39	48	54
	M（kN·m）	1005	2042	2223	3237	4474	3882	5376	7031	4659	7289	9276
	Q（kN）	277*	360*	417	487	559*	528	615	695	577	715	800
HS—20	L（m）	15	21	24	30	36	30	39	45	36	45	51
	M（kN·m）	932	1634	2222	3318	4660	3387	5597	7392	4811	7609	9753
	Q（kN）	318*	384*	484	564*	647*	573	707	798	662	816	912
HS—25	L（m）	12	18	21	27	30	27	36	42	33	42	48
	M（kN·m）	793	1509	2106	3254	3959	3310	5633	7537	4793	7717	9989

	Q（kN）	350*	425*	538	629*	679*	637	787	888*	736	904	1011

注：1. 表中 DS、DSR2、TS、TSR3、QS、QSR4 桥梁的结构其容许内力值提高 12%。

2. 桥梁的冲击系数（1+μ），本表按$\frac{1}{2}\times\frac{15}{37.5+L}$计算，且≤0.15。计算容许弯矩[M]时，按（1+μ）=1.1 取值；计算容许剪力[Q]时，按（1+μ）=1.2 取值。

3. 以上计算均按军用桥梁设计准则考虑的，如果用于半永久性桥梁，跨度应减少 10~20%。

表 2-9　双车道桥梁跨度及荷载匹配表

荷载 / 跨度（m）	汽车-10	汽车-15	汽车-20	履带-50	挂车-80	HS-15	HS-20	HS-25
9	SS	SS	SS	SS	DS	SS	SS	SS
12	SS	SS	SS	SS	DS	SS	SS	SS
15	SS	SS	SSR	SSR	DS	SS	SS	SSR
18	SS	SSR	DS	SSR	DS	SS	SSR	SSR
21	SSR	DS	DS	DS	DSR1	SSR	SSR	DS
24	SSR	DS	DSR1	DSR1	DSR1、TS	SSR	DS	DSR1
27	DS	DSR1	TS	DSR1	DSR2	SSR、DS	DSR1	DSR1、TS
30	DSR1	TS	DSR2	DSR1、TS	DSR2、QS	DSR1	DSR1、TS	DSR2
33	DSR1、TS	DSR2	TSR2、QS	DSR2	TSR2	DSR1	DSR2	QS
36	DSR2	DSR2、QS	QSR3	DSR2、QS	TSR3	TS	DSR2、QS	TSR2
39	DSR2、QS	TSR2	QSR3	DSR2、TSR2	TSR3	DSR2、QS	TSR2	TSR3
42	TSR2	QSR3	TSR3	TSR3	QSR3	TSR2	TSR3	TSR3、QSR3
45	QSR3	TSR3	QSR4	TSR3、	QSR4	TSR3、	TSR3、	QSR4

				QSR3		QSR3	QSR3	
48	TSR3	QSR4	QSR4	QSR4	QSR4	QSR4	QSR4	QSR4
51	QSR4	QSR4		QSR4		QSR4	QSR4	
54	QSR4			QSR4		QSR4		
57				QSR4				

注：

此表均以军用桥梁设计准则而设计的，如果用于半永久性桥梁，则跨度应减少 10～20%。

表 2-10　单车道桥荷载与跨径组合表

| 跨径m \ 结构形式 | 单排单层 | | | | | | | | | | | | 双排单层 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 三排单层 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 四排单层 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | |

表 2-11　双车道桥荷载与跨径组合表

| 结构形式 / 跨径 m | 单排单层 | | | | | | | | | | | | | | 双排单层 | | | | | | | | | | | | | |

| | | |

2.5.2 基础布置

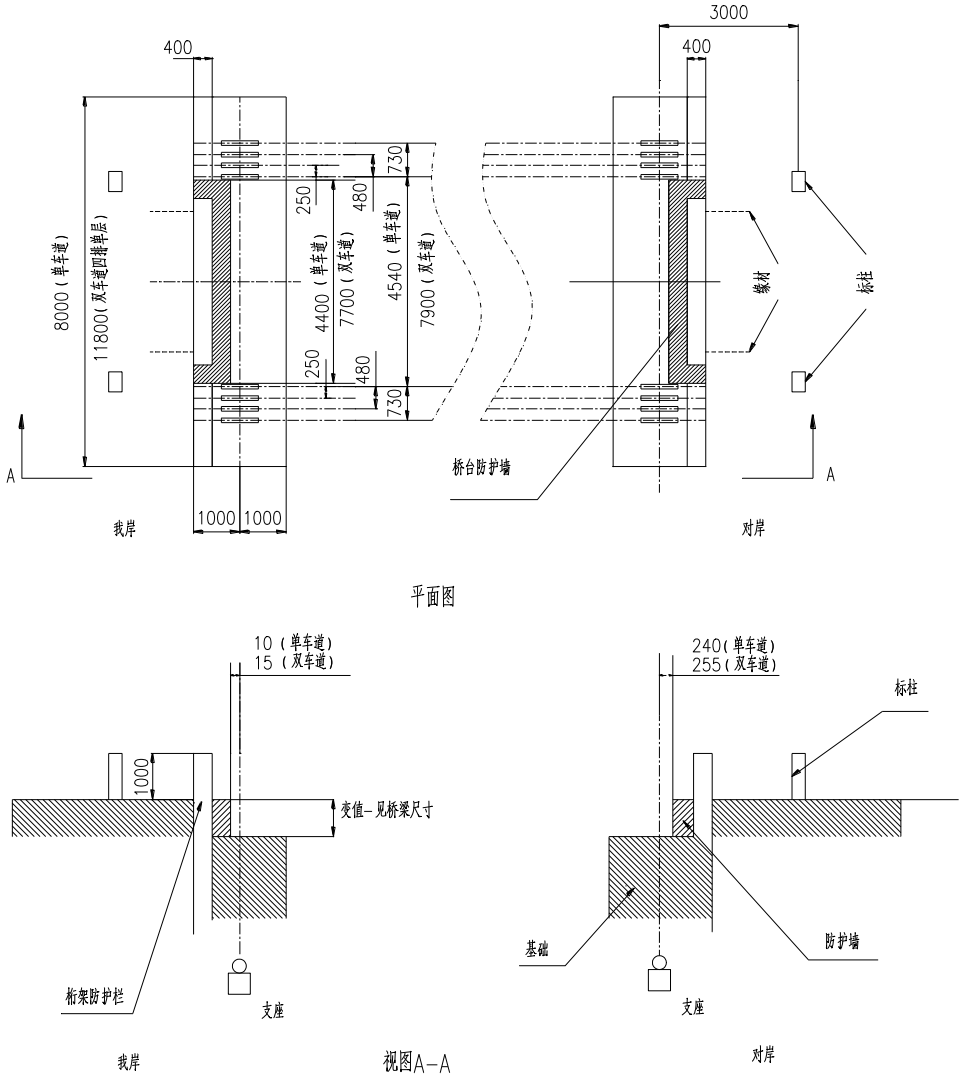


图 2-6　基础布置　尺寸单位：mm

ZB-200 型钢桥典型的基础布置简图如图 2-6。

桥梁基础需要现场设计，以保证架设及使用期间，基础具有足够的承载能力。

图中基础部分我岸和对岸均按支座两边各 1m 考虑。实际上应根据架设现场特别是桥座处的地质条件，支座基础可能需要向前延伸，以保证架设滚和落地滚的安置，如果滚座采用平衡梁组件需要距支座 1.5m，摇滚则需要安置在 0.75m 的位置上。

座板的压力超过地基容许承载能力时，基础需要扩大或用木料、石料、混凝土等进行加固。地基的容许承载力见表 2-12，座板对地基的压力可按平均力计算。

为了保护桁架，可在距支座 1m 处内侧桁架位置处设置我岸、对岸桁架防护栏，高为 1m，宽为 0.4m。

在对岸桁架前端距防护墙的间隙，单车道取 240mm，双车道取 255mm 为宜；而在我岸桁架端与防护墙间隙，单车道取 10mm，双车道取 15mm 为宜。

另外为了使车辆上下桥梁的方便可在距支座 3m 处设置图形交通标志，这样对保护桥梁端部也是有益的。

表 2-12　地基土容许承载力表

土壤名称	土壤状态	容许承载力（kN/m^2）	土壤名称	土壤状态	容许承载力（kN/m^2）
杂有砂的砾石	各种含水量中密至密实	400	亚砂土	密实	250
杂有黏土的砾石	各种含水量中密至密实	300	亚砂土	中密	200
砾、砂、粗砂	各种含水量中密至密实	400	亚砂土	硬塑	250
中砂	各种含水量中等密实	350	亚砂土	软塑	200
细砂	水上、密实	350	杂有砂和砾石的黏土	密实	250
细砂	水上、中等密实	250	黏土	软塑状态	150
粉砂	水上、密实	300	黏土	硬塑状态	300
粉砂	水上、中等密实	200	黏土	半硬至竖硬	350

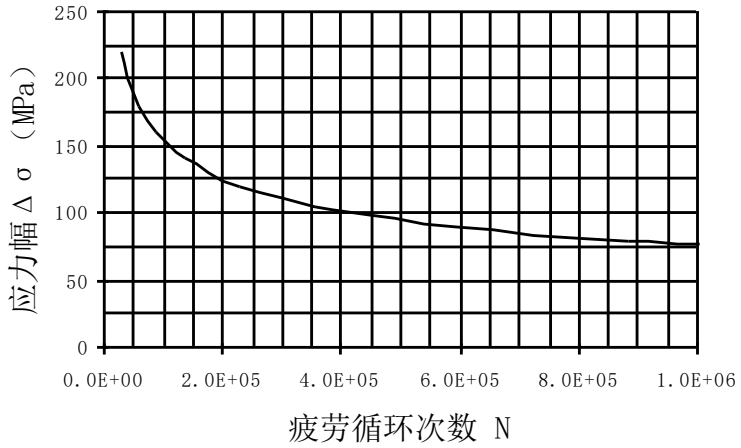
2.5.3 构件强度

1. 弦杆组合断面面积

（1）非加强桁架单元面积 $F=25.48cm^2$

（2）加强桁架单元面积 F=50.96cm^2

2. 弦杆接头疲劳特性见图 2-7。



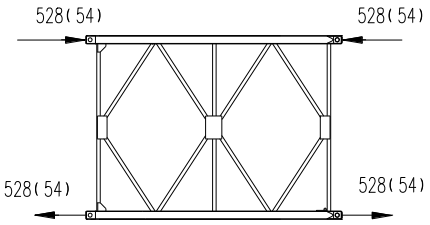
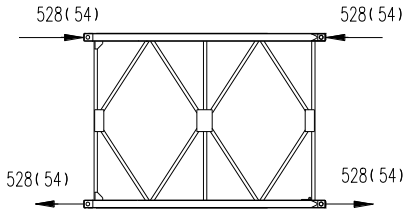
N—弦杆接头疲劳循环次数

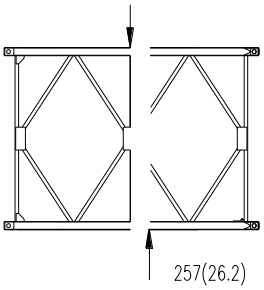
Δσ—接头应力幅（$\Delta\sigma=\sigma_{max}-\sigma_{min}$）(MPa)

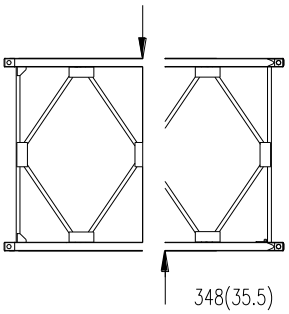
图 2-7　ZB-200 型钢桥弦杆接头疲劳特性曲线

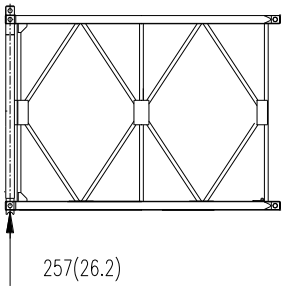
3. 构件强度

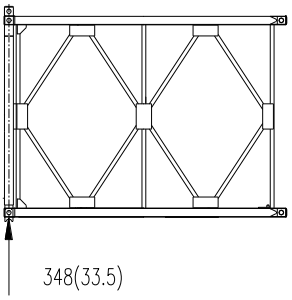
表 2-13　构件强度表

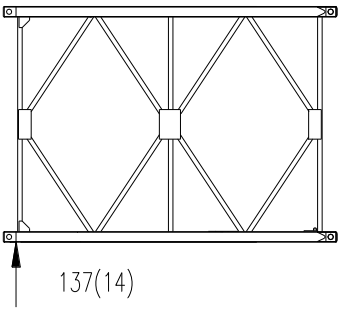
ZB-200 型桁架单元　kN（t） ZB200-101-000	ZB-200 型高抗剪桁架单元　kN（t） ZB200-104-000
	

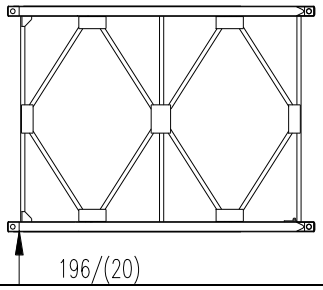

257(26.2)

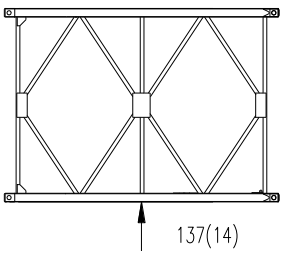

348(35.5)

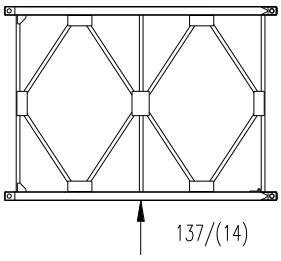

257(26.2)

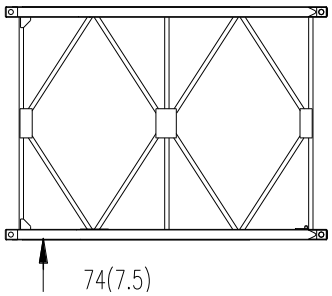

348(33.5)

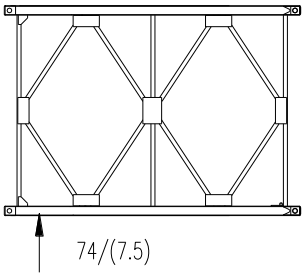

137(14)

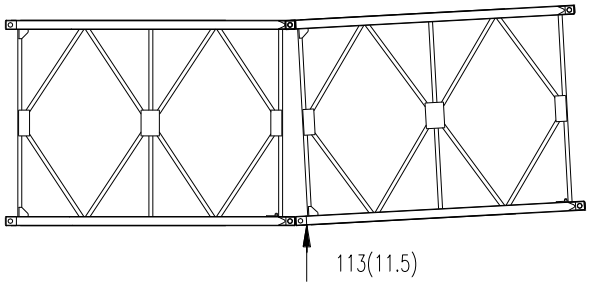

196/(20)

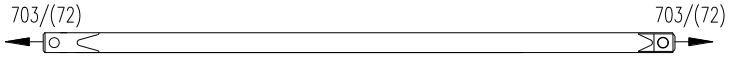
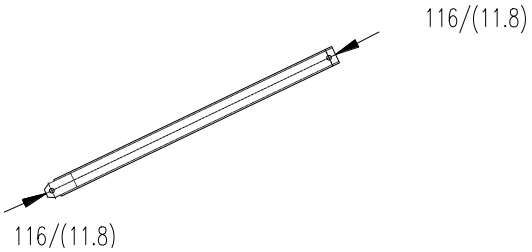
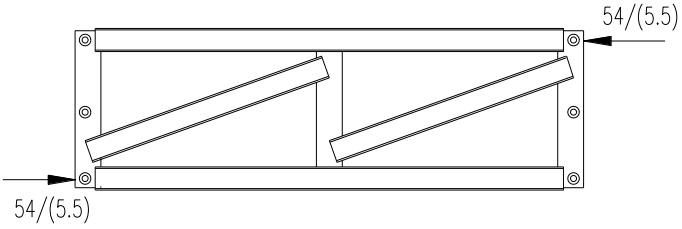

137(14)

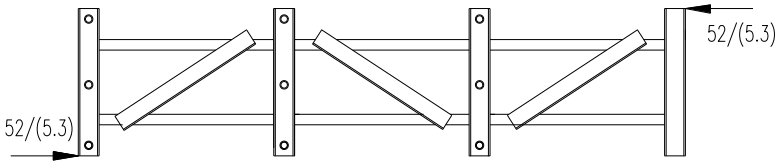
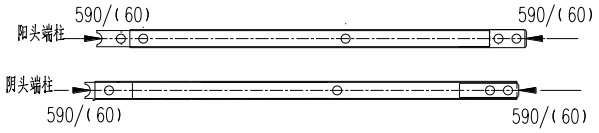
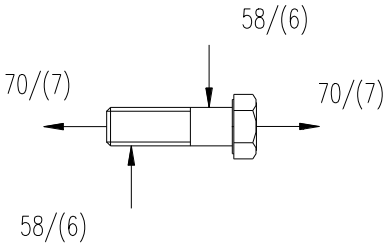
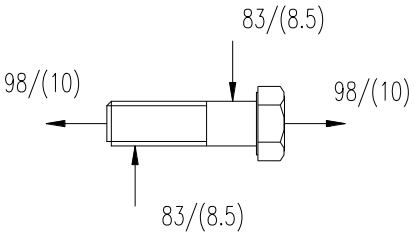
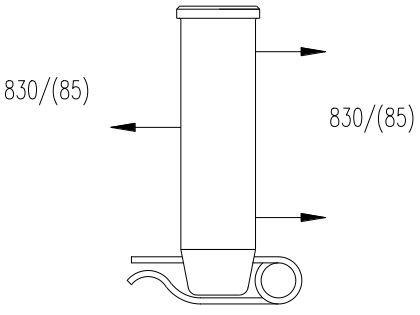

137/(14)

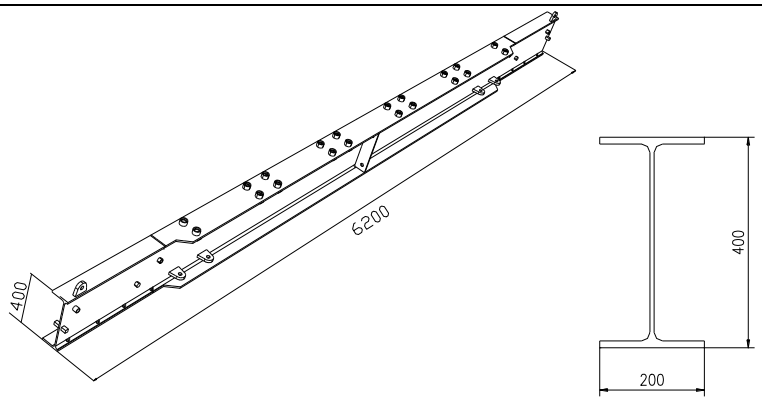
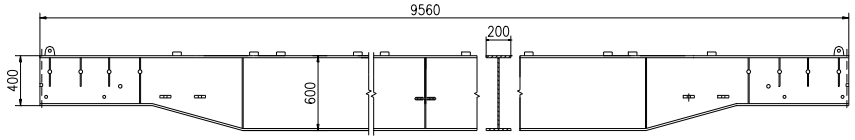
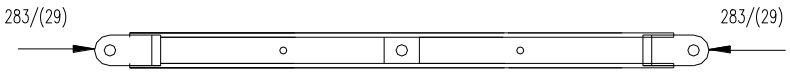
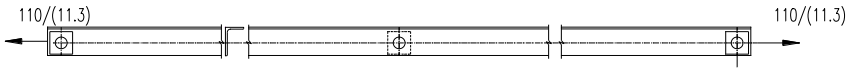


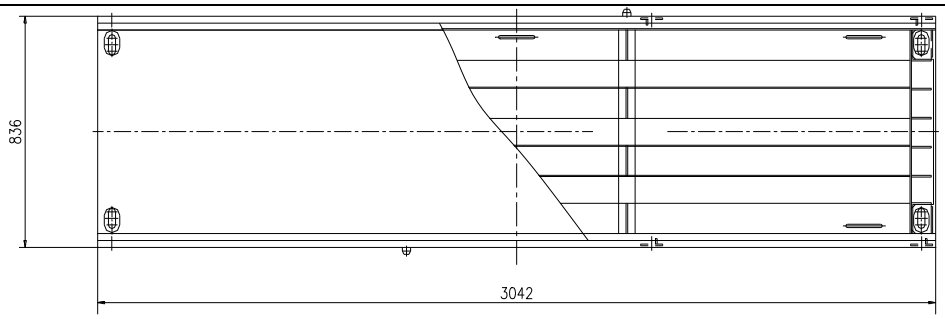




标准弦杆 ZB200- 101-100	
斜撑 ZB200- 301-100	
竖向撑架 ZB200- 302-300	

水平撑架 ZB200- 302-100	
端立柱 ZB200- 401-100 ZB200- 401-200	
螺栓 M20	
螺栓 M24	
桁架销 ZB200- 102-000	

单车道横梁 ZB200-201-000	 F=84.12cm^2 W=1185cm^3 J=23704cm^4 [M]=33.4t • m=327kN • m
双车道横梁 ZB200-205-000	 F=120.8cm^2 W=2328cm^3 J=69857cm^4 [M] =66t • m =642 kN • m
抗风拉杆 ZB200-304-100	
竖向系材 ZB200-304-200	

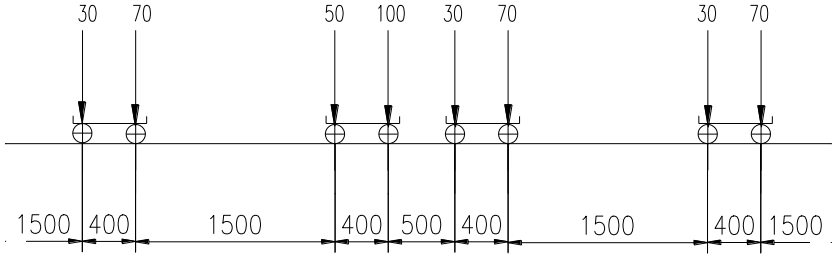
桥板 ZB200- 202-000	 容许弯矩=9.3t·m=91kN·m 容许单轮荷载=6.5t=64kN

第 3 节 桥梁荷载规范

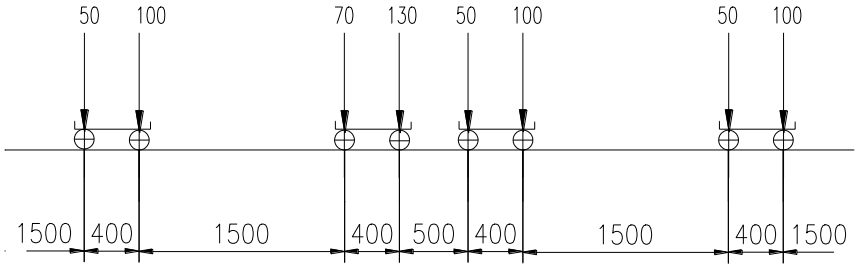
ZB-200 型钢桥使用的荷载规范，为我国现行的交通部部颁标准 JTJ021-89《公路桥涵设计通用规范》和 GJB435-88《军用桥梁设计规范》。

3. 1 汽车荷载

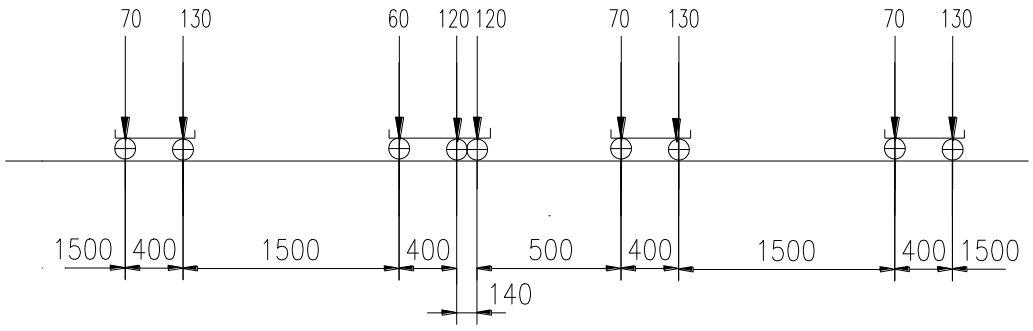
汽车荷载以汽车车队表示，分汽车-10 级、汽车-15 级和汽车-20 级三个等级。对汽车-超 20 级，ZB-200 型钢桥未列入计算，需要时，使用单位可根据有关规范自行计算。



汽车-10 级



汽车-15 级



汽车-20 级

各级汽车车队的纵向排列

图 3-1　公路桥涵车辆荷载标准　轴压力单位：kN，尺寸单位：cm

汽车-10 级、汽车-15 级和汽车-20 级车队的纵向排列应符合图 3-1 的规定；横向布置应符合图 3-2 的规定，其主要技术指标应按表 3-1 的规定采用。

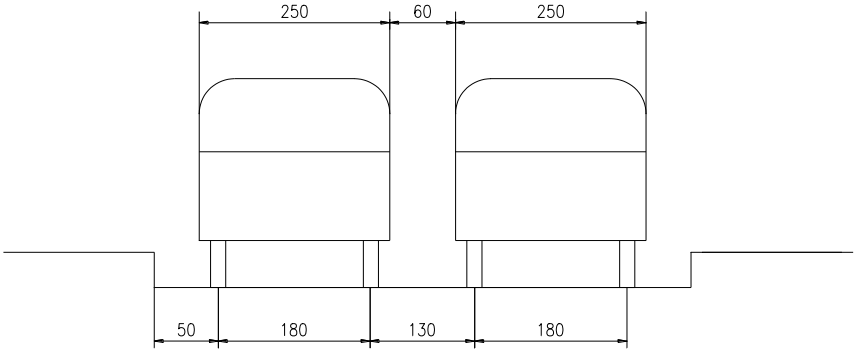


图 3-2　各级汽车的横向布置　尺寸单位：cm

表 3-1　汽车荷载的主要技术指标

主 要 指 标	单位	荷 载 等 级					
		汽车-10 级		汽车-15 级		汽车-20 级	
		重车	主车	重车	主车	重车	主车
一辆汽车总重量	kN	150	100	200	150	300	200
一列汽车车队中车辆数	辆	1	不限	1	不限	1	不限
前轴压力	kN	50	30	70	50	60	70

后轴压力	kN	100	70	130	100	2×120	130
轴距	m	4	4	4	4	4+1.4	4
轮距	m	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
后（中）轮着地宽度及长度	m	0.5×0.2	0.5×0.2	0.6×0.2	0.5×0.2	0.6×0.2	0.6×0.2
前轮着地宽度及长度	m	0.25×0.2	0.25×0.2	0.3×0.2	0.25×0.2	0.3×0.2	0.3×0.2
车辆外形尺寸（长×宽）	m	7×2.5	7×2.5	7×2.5	7×2.5	8×2.5	7×2.5

3.2 履带荷载和平板挂车荷载

用履带车和平板挂车验算时，不计人群荷载和其他非经常作用在桥梁上的各种外力。履带车在顺桥方向可多辆布载，但两车间净距不得小于 50m；平板挂车在桥梁全长内只用一辆布载。ZB-200 装配式公路钢桥的验算荷载，采用的是履带-50 级荷载和挂车-80 级荷载。履带-50 级荷载的图示必须符合图 3-3 的规定；挂车-80 荷载的图示应符合图 3-4 的规定，其主要技术指标应按表 3-2 的规定采用。

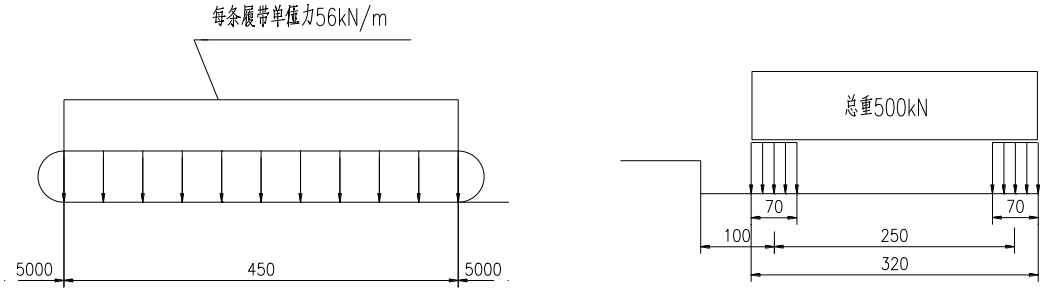


图 3-3　履带-50　重量单位：kN；尺寸单位：cm

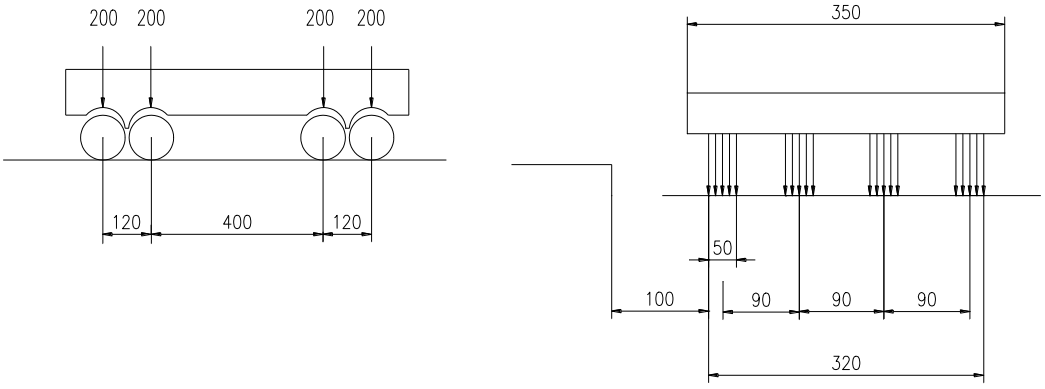


图 3-4　挂车-80　重量单位：kN；尺寸单位：cm

表 3-2　履带车和平板挂车的主要技术指标

主要指标	单位	履带-50	挂车-80
车辆重量	kN	500	800
履带数或车轴数	个	2	4
每条履带或每个车轴的压力	kN/t	56kN/m	200kN
履带着地长度或纵向轴距	m	4.5	1.2+4+1.2
每个车轴的车轮组数目	组	-	4
履带横向中距或车轮横向中距	m	2.5	3×0.9
履带宽度或每对车轮着地宽度和长度	m	0.7	0.5×0.2

3.3 三角形影响线等代荷载表

车辆等代荷载，是根据交通部部颁标准 JTJ 021-89《公路桥涵设计通用规范》中的荷载标准计算得出的，利用等代荷载表可以大大简化桥梁结构的计算。

等代荷载可以看作是效果相同的荷载间的代换，也就是利用同号影响线范围内满布的均布荷载来代替其他形式的荷载，例如集中荷载系。

等代荷载除简化计算外，还具有荷载衡器的职能，对于各种不同形式的荷载，只有按同类型影响线换算成均布荷载才能比较其大小。在这个意义上，等代荷载又是研究和制定标准的工具。

为了方便计算，现将三角形影响线等代荷载列于表 3-3。

表 3-3　三角形影响线等代荷载表

跨度或荷载长度（m）	汽-10				汽-15				汽-20			
	支点	1/8 处	1/4 处	跨中	支点	1/8 处	1/4 处	跨中	支点	1/8 处	1/4 处	跨中
9	28.40	27.70	26.70	23.50	37.50	36.50	35.20	30.60	54.50	52.80	50.50	46.50
12	22.50	21.80	21.30	20.30	30.70	28.90	28.10	26.90	43.20	42.20	40.90	38.70
15	19.70	18.70	17.60	17.80	27.10	25.70	23.70	23.90	35.60	35.00	34.20	32.70
18	18.00	16.70	16.40	15.70	24.90	23.00	22.50	21.20	30.60	29.90	29.30	28.30
20	17.10	16.00	15.80	15.20	23.70	22.00	21.70	20.70	29.20	27.20	26.50	25.90
21	16.65	15.65	15.45	14.90	23.05	21.55	21.30	20.35	28.45	26.60	25.80	24.85
22	16.20	15.30	15.10	14.60	22.40	21.10	20.90	20.00	27.70	26.00	25.10	23.80
24	15.30	14.60	14.40	14.00	21.30	20.20	20.00	19.20	26.40	24.90	24.60	22.60
26	14.60	13.90	13.80	13.40	20.20	19.30	19.10	18.50	25.10	23.80	23.90	21.40
27	14.20	13.60	13.50	13.15	19.70	18.85	18.65	18.10	24.50	23.30	23.55	20.85
28	13.80	13.30	13.20	12.90	19.20	18.40	18.20	17.70	23.90	22.80	23.20	20.30
30	13.30	12.70	12.60	12.30	18.70	17.60	17.40	17.00	22.70	21.80	22.40	19.90
32	12.90	12.10	12.00	11.80	18.20	16.80	16.70	16.30	21.90	20.90	21.60	19.50
33	12.77	11.90	11.80	11.57	18.03	16.53	16.43	15.97	21.57	20.57	21.23	19.23
35	12.50	11.50	11.40	11.10	17.70	16.00	15.90	15.30	20.90	19.90	20.50	18.70
36	12.35	11.30	11.20	10.85	17.50	15.80	15.65	15.00	20.75	19.70	20.15	18.45
37	12.20	11.10	11.00	10.60	17.30	15.60	15.40	14.70	20.60	19.50	19.80	18.20
39	11.93	10.90	10.80	10.33	16.90	15.33	15.13	14.37	20.20	19.70	19.20	17.73
40	11.80	10.80	10.70	10.20	16.70	15.20	15.00	14.20	20.00	19.80	18.90	17.50
42	11.48	10.60	10.50	10.00	16.26	14.92	14.72	13.88	19.60	19.24	18.42	17.22
45	11.00	10.30	10.20	9.70	15.60	14.50	14.30	13.40	19.00	18.40	17.70	16.80
48	10.70	9.94	9.90	9.46	15.18	14.02	13.88	13.10	18.40	17.98	17.28	16.50
50	10.50	9.70	9.70	9.30	14.90	13.70	13.60	12.90	18.00	17.70	17.00	16.30
51	10.43	9.63	9.60	9.24	14.80	13.61	13.47	12.83	17.89	17.56	16.87	16.19
54	10.22	9.42	9.30	9.06	14.50	13.34	13.08	12.62	17.56	17.14	16.48	15.86
57	10.01	9.21	9.00	8.88	14.20	13.07	12.69	12.41	17.23	16.72	16.09	15.53
60	9.80	9.00	8.70	8.70	13.90	12.80	12.30	12.20	16.90	16.30	15.70	15.20

63	9.59	8.85	8.58	8.55	13.63	12.59	12.12	12.02	16.60	16.09	15.37	14.99
66	9.38	8.70	8.46	8.40	13.36	12.38	11.94	11.84	16.30	15.88	15.04	14.78
69	9.17	8.55	8.34	8.25	13.09	12.17	11.76	11.66	16.00	15.67	14.71	14.57
70	9.10	8.50	8.30	8.20	13.00	12.10	11.70	11.60	15.90	15.60	14.60	14.50

注：

1. 表内数值均为一列汽车车队的等代荷载数值。
2. 表内数值未计荷载横向分配系数。
3. 跨度或荷载长度在表列之间时，可用相邻两点表列数值按直线内插法求得。
4. 表内等代荷载数值以 kN/m 为单位。

表 3-4　三角形影响线等代荷载表

跨度或荷载长度（m）	履带-50				挂车-80			
	单辆	多辆						
	任意点	1/8 处	1/4 处	跨中	支点	1/8 处	1/4 处	跨中
9	83.30	83.30	83.30	83.30	114.60	105.50	93.50	82.00
12	67.70	67.70	67.70	67.70	97.80	92.70	85.90	75.60
15	56.70	56.70	56.70	56.70	83.90	80.70	76.30	69.70
18	48.60	48.60	48.60	48.60	73.10	70.80	67.80	63.20
20	44.40	44.40	44.40	44.40	67.20	65.40	62.90	59.20
21	42.60	42.60	42.60	42.60	64.70	63.00	60.75	57.35
22	40.80	40.80	40.80	40.80	62.20	60.60	58.60	55.50
24	37.80	37.80	37.80	37.80	57.80	56.50	54.80	52.20
26	35.10	35.10	35.10	35.10	54.00	52.90	51.40	49.20
27	33.95	33.95	33.95	33.95	52.30	51.30	49.90	47.85
28	32.80	32.80	32.80	32.80	50.60	49.70	48.40	46.50
30	30.80	30.80	30.80	30.80	47.60	46.80	45.70	41.90
32	29.10	29.10	29.10	29.10	45.00	44.30	43.30	41.4
33	28.30	28.30	28.30	28.30	43.83	43.03	42.23	40.57
35	26.70	26.70	26.70	26.70	41.50	40.50	40.10	38.90
36	26.05	26.05	26.05	26.05	40.50	39.75	39.20	38.05
37	25.40	25.40	25.40	25.40	39.50	39.00	38.30	37.20
39	24.20	24.20	24.20	24.20	37.70	37.20	36.57	35.60
40	23.60	23.60	23.60	23.60	36.80	36.30	35.70	34.80
42	22.60	22.60	22.60	22.60	35.28	34.86	34.30	33.44
45	21.10	21.10	21.10	21.10	33.00	32.70	32.20	31.40
48	19.90	19.90	19.90	19.90	31.20	30.90	30.46	29.78
50	19.10	19.10	19.10	19.10	30.00	29.70	29.30	28.70
51	18.79	18.79	18.79	18.79	29.52	29.23	28.85	28.27
54	17.86	17.86	17.86	17.86	28.08	27.82	27.50	26.98
57	16.93	16.93	16.93	16.93	26.64	26.41	26.15	25.69
60	16.00	16.00	16.00	16.00	25.20	25.00	24.80	24.40
63	15.34	15.34	15.34	15.34	24.18	24.01	23.81	23.44
66	14.68	14.68	14.68	14.68	23.16	23.02	22.82	22.48
69	14.02	14.02	14.02	14.02	22.14	22.03	21.83	21.52
70	13.80	13.80	13.80	13.80	21.80	21.70	21.50	21.20

注：

1. 表内等代荷载数值以 kN/m 为单位。
2. 表内数值未计荷载横向分配系数。
3. 跨度或荷载长度在表列之间时，可用相邻两点表列数值按直线内插法求得。

3.4 HS（MS）荷载

按照美国“公路钢桥标准规范”（AASHT0）规定的 HS（MS）荷载对 ZB-200 型钢桥结构进行了验算，结果也列入了表 2-6~表 2-11 中，荷载计算时按以下等代荷载图验算，详见图 3-5，图 3-6，图 3-7。

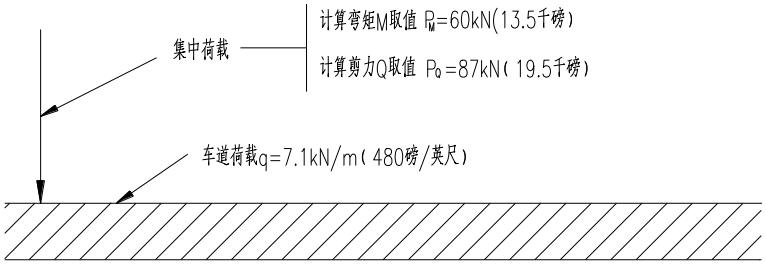


图 3-5　H15-44（M13.5）荷载　6.0 千磅（27kN）24.0 千磅（108kN）

HS15-44（MS13.5）荷载　6.0 千磅（27kN）24.0 千磅（108kN）24.0 千磅（108kN）

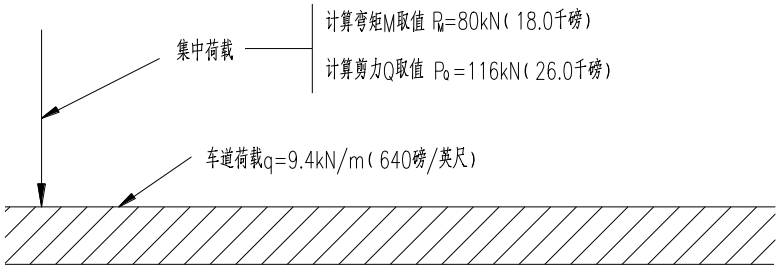


图 3-6　H20-44（M18）荷载　8.0 千磅（36kN）32.0 千磅（144kN）

HS20-44（MS18）荷载　8.0 千磅（36kN）32.0 千磅（144kN）32.0 千磅（144kN）

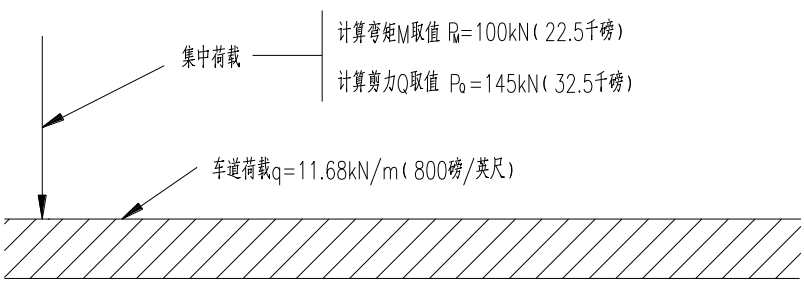


图 3-7　H25-44（M22.5）荷载　10.0 千磅（45kN）40.0 千磅（180kN）

HS25-44（MS22.5）荷载　10.0 千磅（45kN）40.0 千磅（180kN）40.0 千磅（180kN）

注：

H（M）荷载—双轴载重车或相应的车道荷载；

HS（MS）荷载—带半挂车的牵引车或相应的车道荷载。

第4节　桥梁构件

ZB-200 型钢桥的基本构件可分为主梁结构、桥面系、支撑连接结构、桥端结构及进出口结构。其中主梁结构由桁架单元、桁架销（含保险销）和加强弦杆组成；桥面系由横梁、桥板及缘材组成；支撑连接结构由斜撑、水平撑架、竖向撑架、抗风拉杆及竖向系材组成；桥端结构由端柱、下桥座、支撑板组成；进出口结构由跳板、跳板支座、端头板组成。组合成各种桥型的构件及紧固件数量详见表 4-1~表 4-6。

4.1 主梁结构

4.1.1 桁架单元（图 4-1、图 4-2）

桁架单元是构成桥梁承重结构的基本构件。它分为标准型桁架单元（ZB200-101-000）和高抗剪桁架单元（ZB200-104-000）两种类型。标准型桁架单元为米字型桁架，上下弦杆采用 10 号槽钢，竖杆和腹杆采用 8 号槽钢组焊而成，连接尺寸长度为 3048mm，高度为 2134mm，重 306 kg。弦杆、腹杆以及桥梁的关键受力部件上下弦杆的单、双耳接头构件材料均为 Q345C。用标准桁架单元装配成的桥梁为标准桥梁。

高抗剪单元主要用作桥梁承受剪力较大的部位的桁架单元。结构

上除竖杆和腹杆采用 5×60×80 的矩形空心型钢外，其余构件及主要尺寸与标准桁架相同，高抗剪桁架单元重 353 kg。

高抗剪桁架单元还可作为桥梁中间桥节，用来装配成特种桥梁。作为特种桥梁，应有与之相对应的超高抗剪桁架单元，以满足特种桥梁承受更大剪力的要求。

为了保证桁架单元的互换性应严格控制单元连接尺寸的公差；为减少桥梁自重挠度，可将桁架上弦杆孔距按正公差加工，下弦杆孔距按负公差加工。

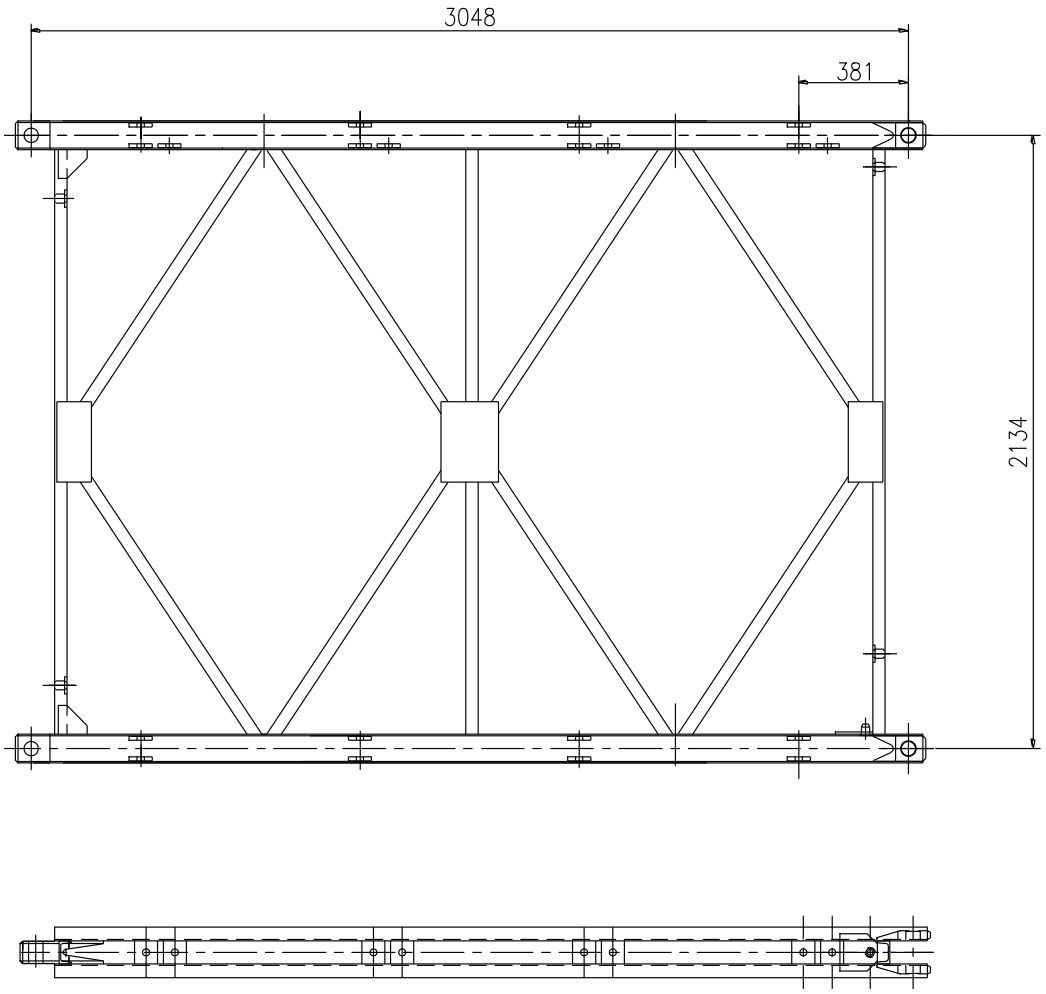


图 4-1　桁架单元　尺寸单位：mm

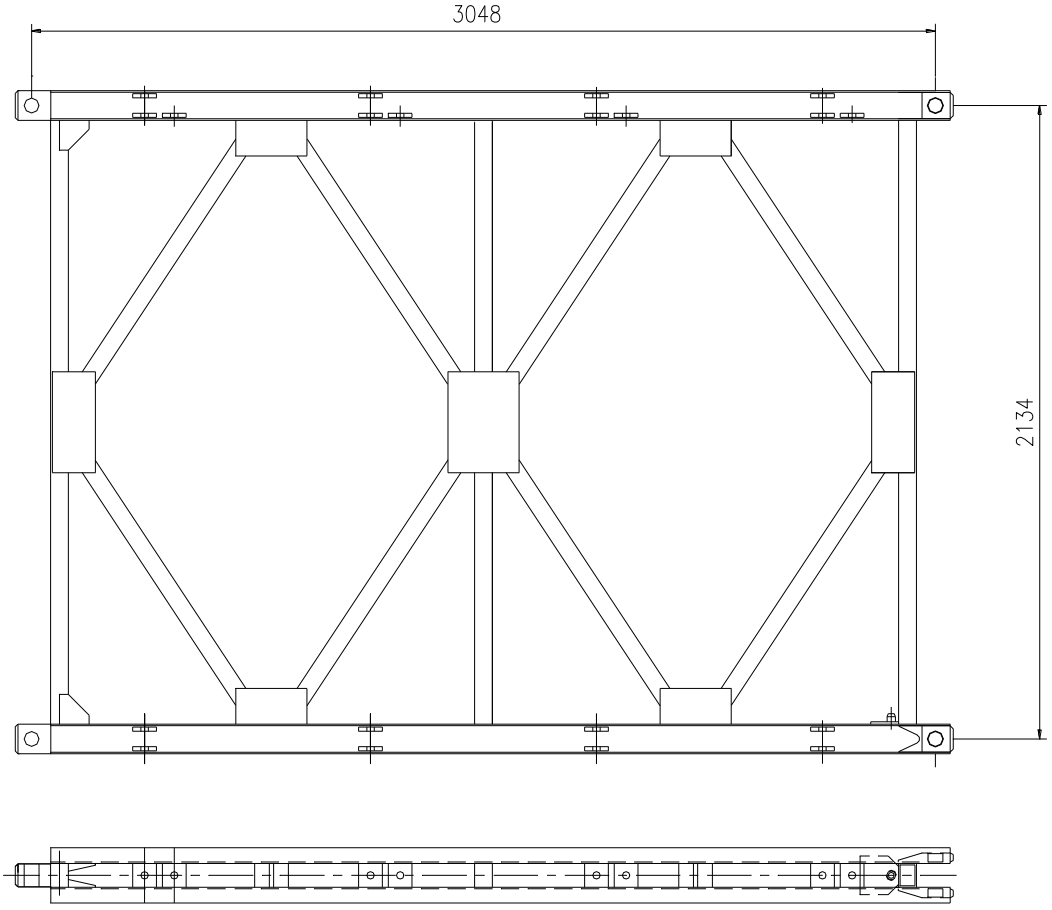


图 4-2　高抗剪单元　尺寸单位：mm

4. 1. 2 桁架销（图 4-3、图 4-4）

桁架销是连接桁架单元上下弦杆的重要受力部件。桁架销有带凸缘的普通销（ZB200-102-100）和通销（ZB200-102-200）两种。通销用于三排或四排型桥梁中间桁架的连接，使用通销的目的是便于拆卸。桁架销带有别针形保险销（ZB200-102-002），通销带有 2 个保险销（ZB200-102-002）。销尾端面上有方向槽，槽的方向与插保险销的方向一致。

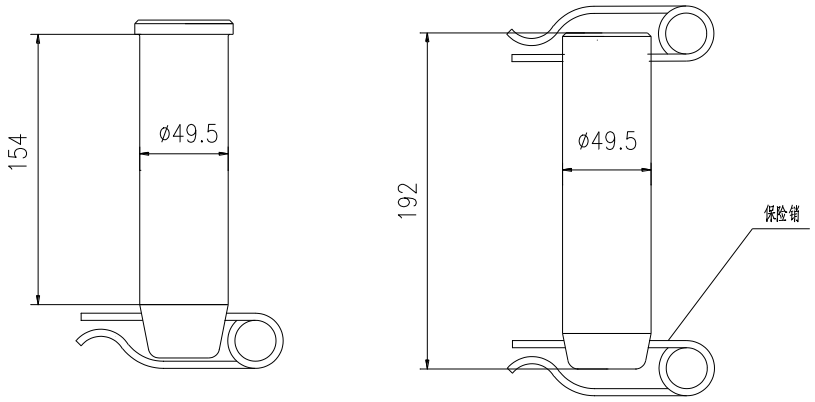


图 4-3　桁架销　尺寸单位：mm　　图 4-4　桁架通销　尺寸单位：mm

4.1.3 加强弦杆（图 4-5）

加强弦杆（ZB200-103-000）的结构形式与桁架单元的上下弦杆类同，连接尺寸长度为 3048mm，主要用于标准桥梁或特种桥梁的桁架上下弦杆的加强。加强弦杆设有上下两排连接支座（见图 4-5），下排便于与桁架弦杆连接，上排便于与水平撑架相连，阴头桥端和阳头桥端的一片桁架单元不设置加强弦杆。通常加强弦杆正对桁架单元设置，见图 4-6 上加强弦杆。也可使加强弦杆的单双耳接头与桁架单元的单双耳接头错开，见图 4-6 上加强弦杆。加强弦杆重 84 kg。

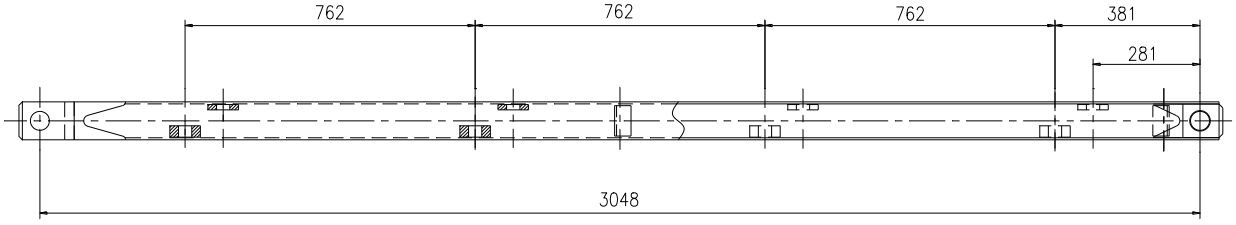


图 4-5　加强弦杆　尺寸单位：mm

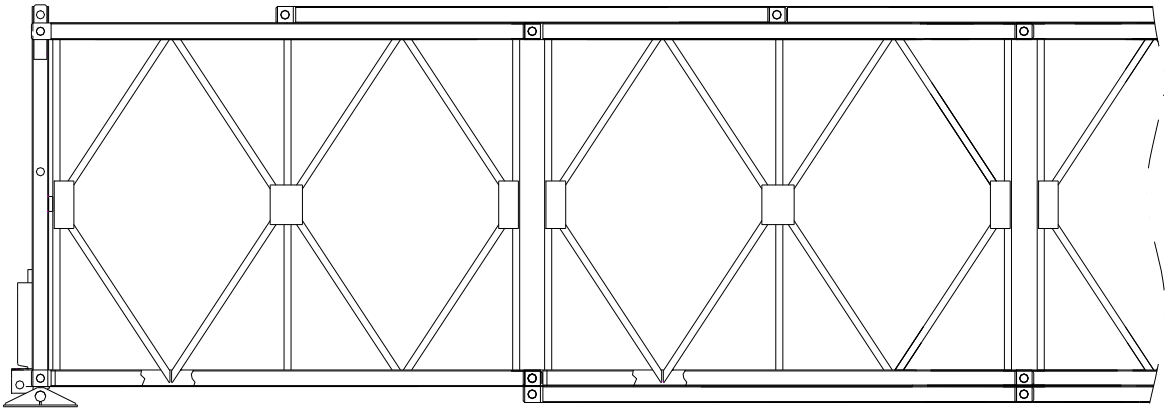


图 4-6　加强弦杆的布置

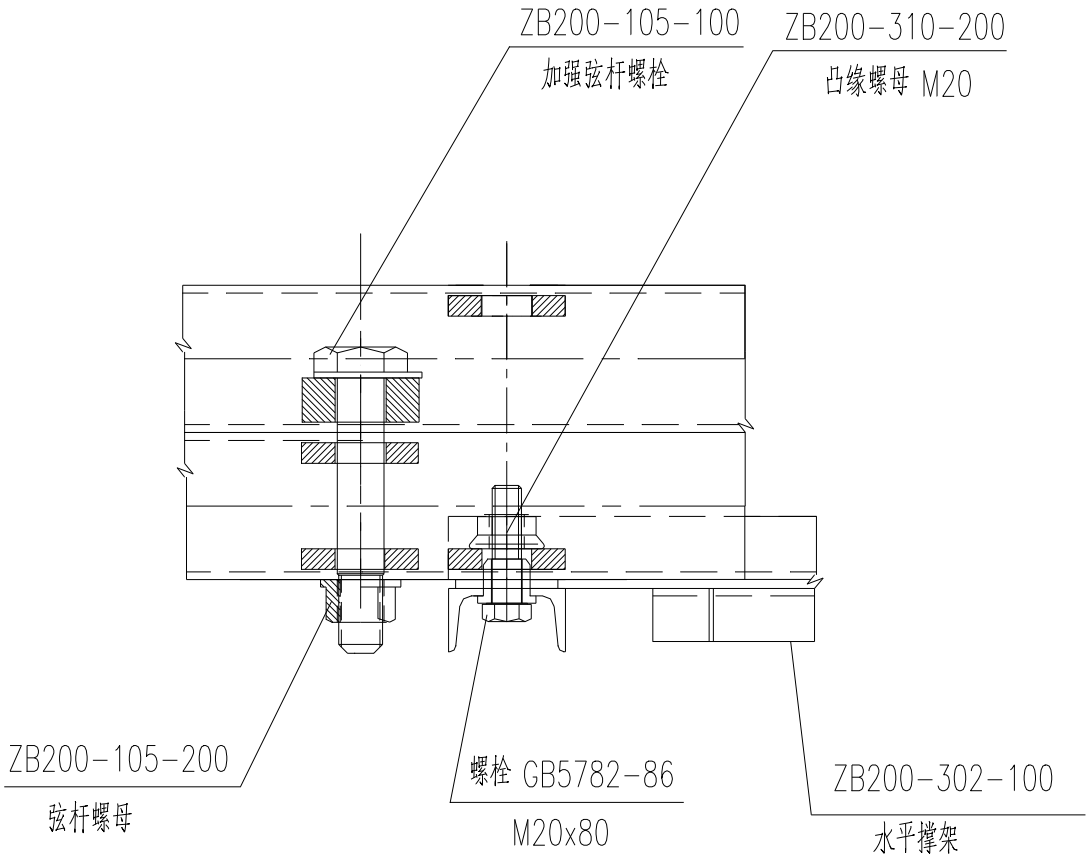


图 4-7　加强弦杆的连接

4.2 桥面系

4.2.1 横梁（图 4-8、图 4-9）

横梁是桥面系承重梁，并对两侧桁架主梁的稳定起支撑作用。单车道横梁（ZB200-201-000）采用热轧 H 型钢（$H\times B\times t_1\times t_2$=400×200×8×13）制作；双车道横梁（ZB200-205-000）为变断面焊接工字梁。横梁的上翼缘上设有桥板固定装置，其中活动螺母用弹簧卡固定在横梁上翼缘的螺母保护套内。单车道横梁长为 6.2m，重为 417 kg；双车道横梁长为 9.56m，重为 856 kg。

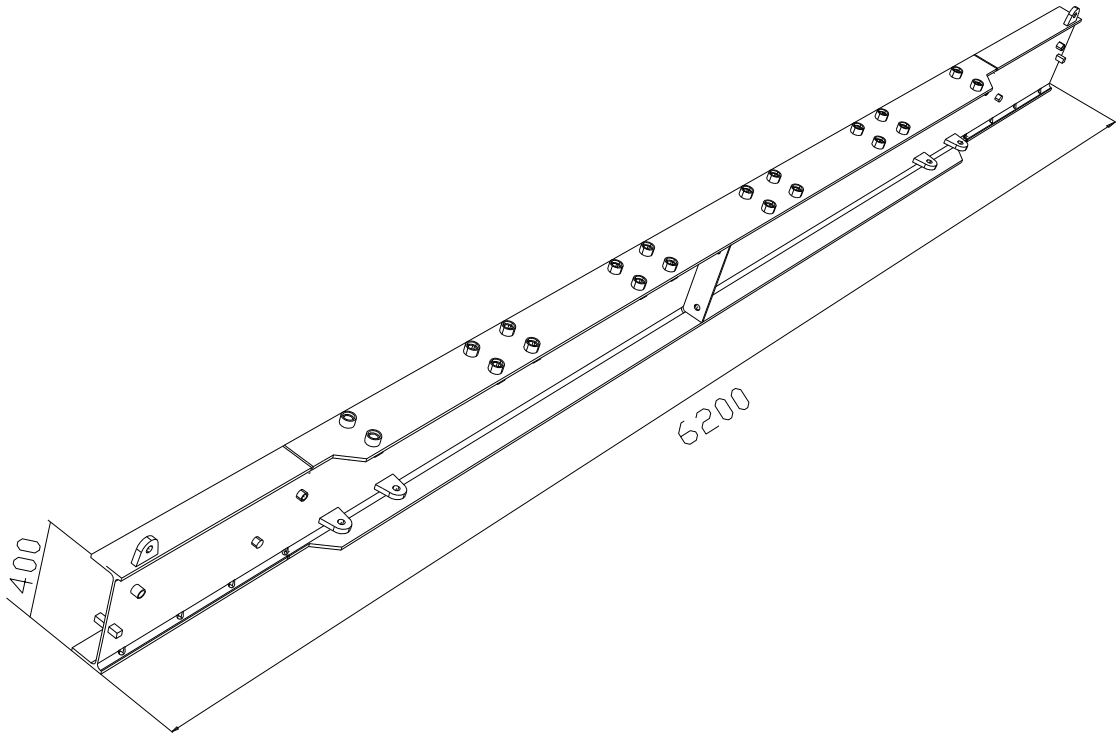


图 4-8　单车道横梁　尺寸单位：mm

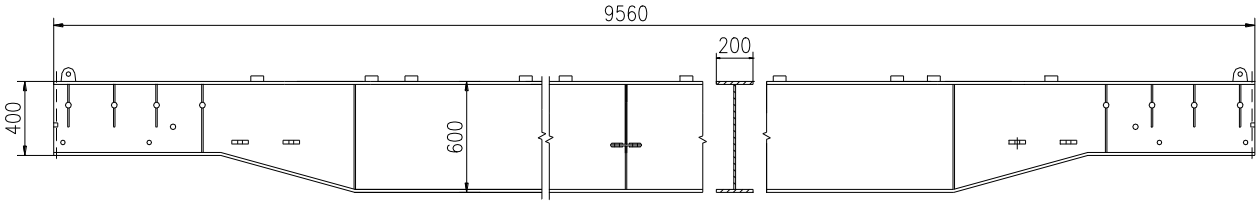


图 4-9　双车道横梁　尺寸单位：mm

4. 2. 2 桥板（图 4-10）

桥板（ZB200-202-000）是桥面系构件，用于直接承受履带式或轮式荷载的作用。桥板主要尺寸长×宽×高为 3042×836×135（mm），每块桥板重 268 kg。单车道桥梁的车行道宽由 5 块桥板组成，车行道宽 4200mm；双车道的车行道宽由 9 块桥板组成，车行道宽 7560mm。桥板用 M20 的螺栓与横梁上的活动螺母相固定。

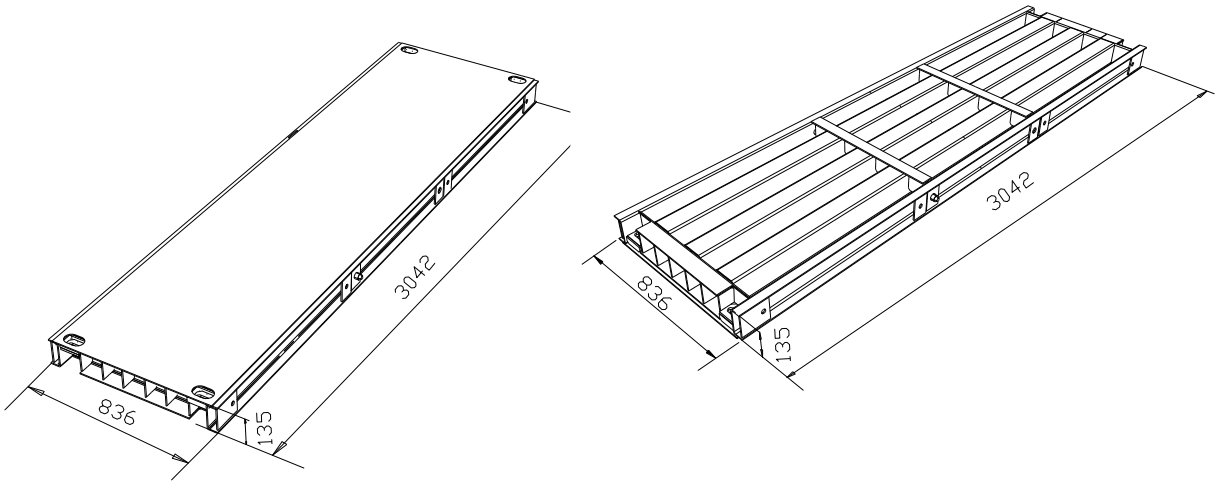


图 4-10　桥板　尺寸单位：mm

4.2.3 缘材（图 4-11）

缘材（ZB200-204-000）有两个作用，一是用于标示车行道宽度，二是通过剪力销为边桥板提供支撑，以加强边桥板，提　高桥板的承载能力。除了桥板设有缘材外，进出口边跳板同样安装有缘材。每根缘材重 42 kg。

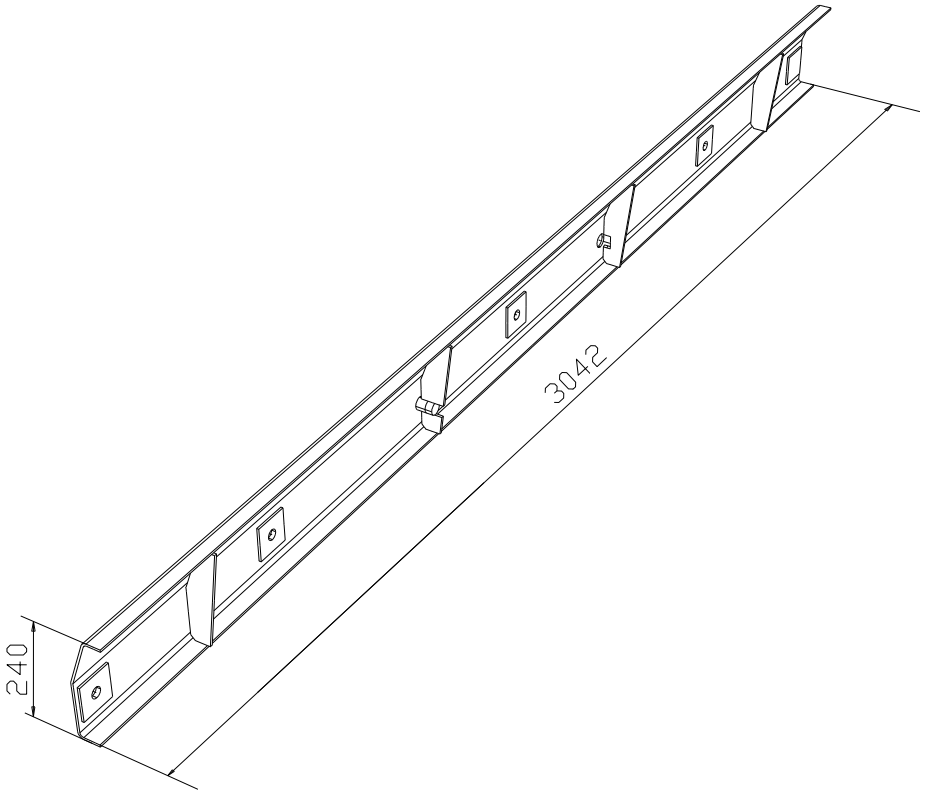


图 4-11　缘材　尺寸单位：mm

4.3 支撑连接结构

4.3.1 斜撑（图 4-12）

斜撑（ZB200-301-100）主要用于单排桥梁的桁架单元与横梁的连接，形成稳定结构。或是用于桥梁架设中稳定桁架单元。每根斜撑重 19 kg。

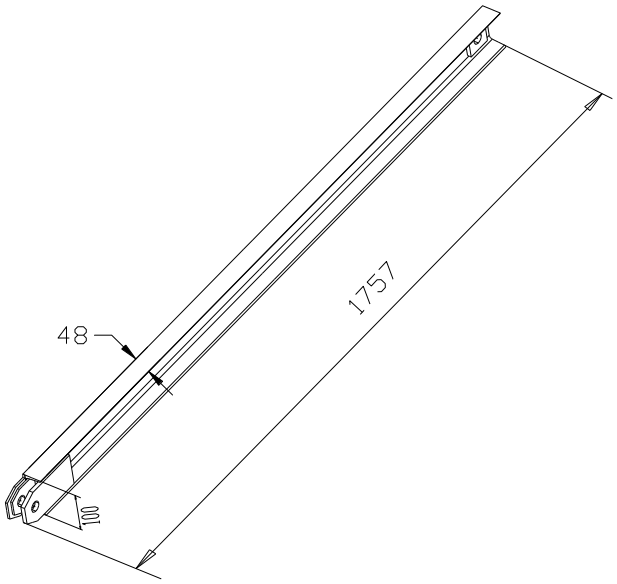


图 4-12　斜撑　尺寸单位：mm

4.3.2 水平撑架（图 4-13、图 4-14）

水平撑架（ZB200-302-100）用于多排桁架之间水平方向的连接，以保证桥梁桁架单元的稳定和受力均匀。水平撑架横向设有三排连接孔，当与双排桥梁的桁架单元连接时，水平撑架既可连接在桁架单元上弦杆内边，也可连接在上弦杆的顶部。三排桥梁时，必须连接在上弦杆的顶部。当四排桥梁时，使用宽水平撑架（ZB200-302-200）。水平撑架重 51 kg，宽水平撑架重 62 kg。

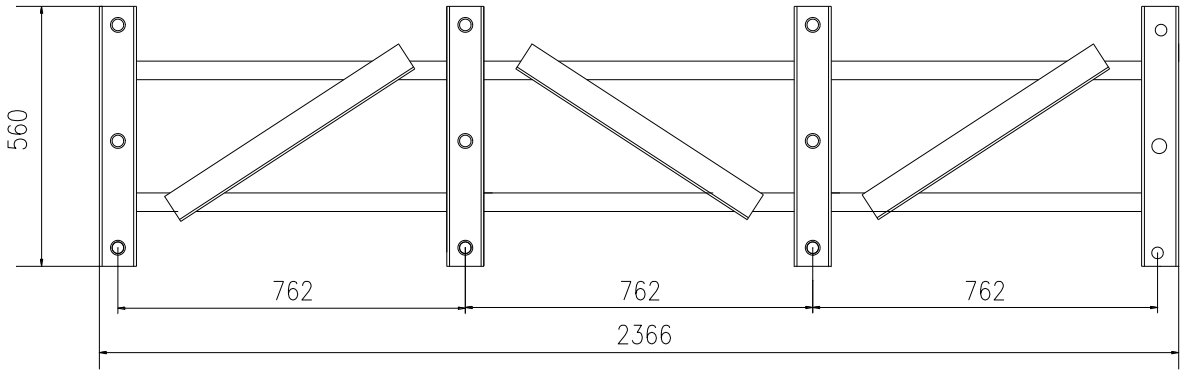


图 4-13　水平撑架　尺寸单位：mm

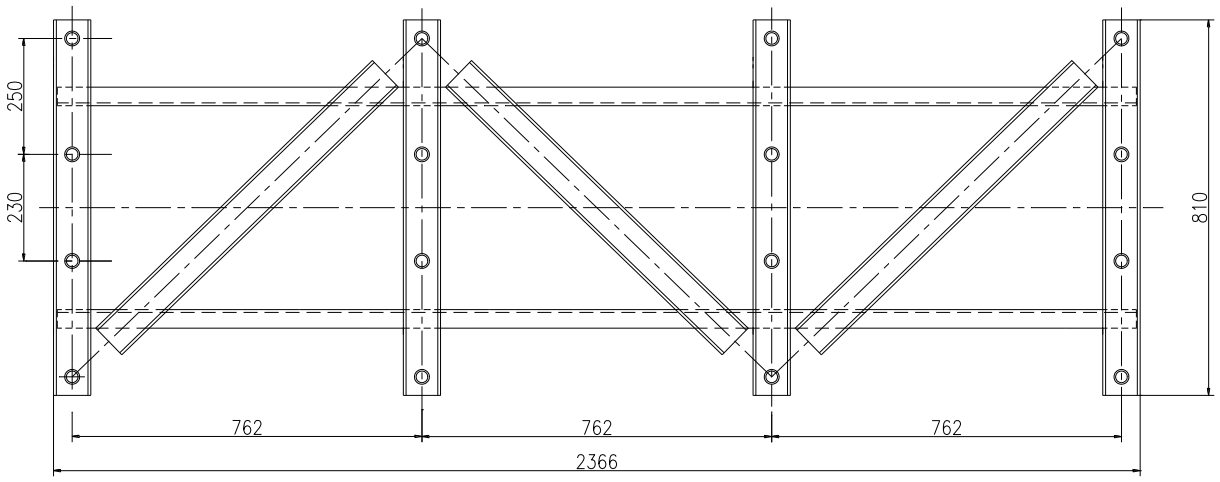


图 4-14　宽水平撑架　尺寸单位：mm

4.3.3 竖向撑架（图 4-15、图 4-16）

竖向撑架（ZB200-302-300）用于多排桁架之间竖向的连接。竖向撑架是与桁架单元的阳头的竖杆相连接。当四排桥梁时，使用宽竖向撑架（ZB200-302-400）。竖向撑架重 53 kg，宽竖向撑架重 62 kg。

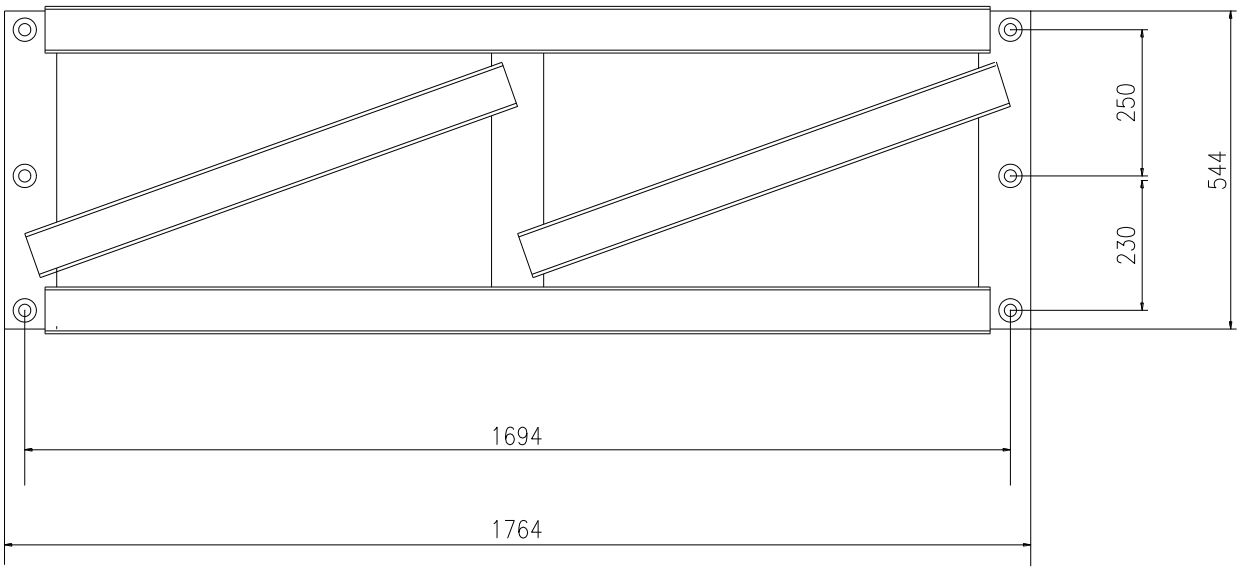


图 4-15　竖向撑架　尺寸单位：mm

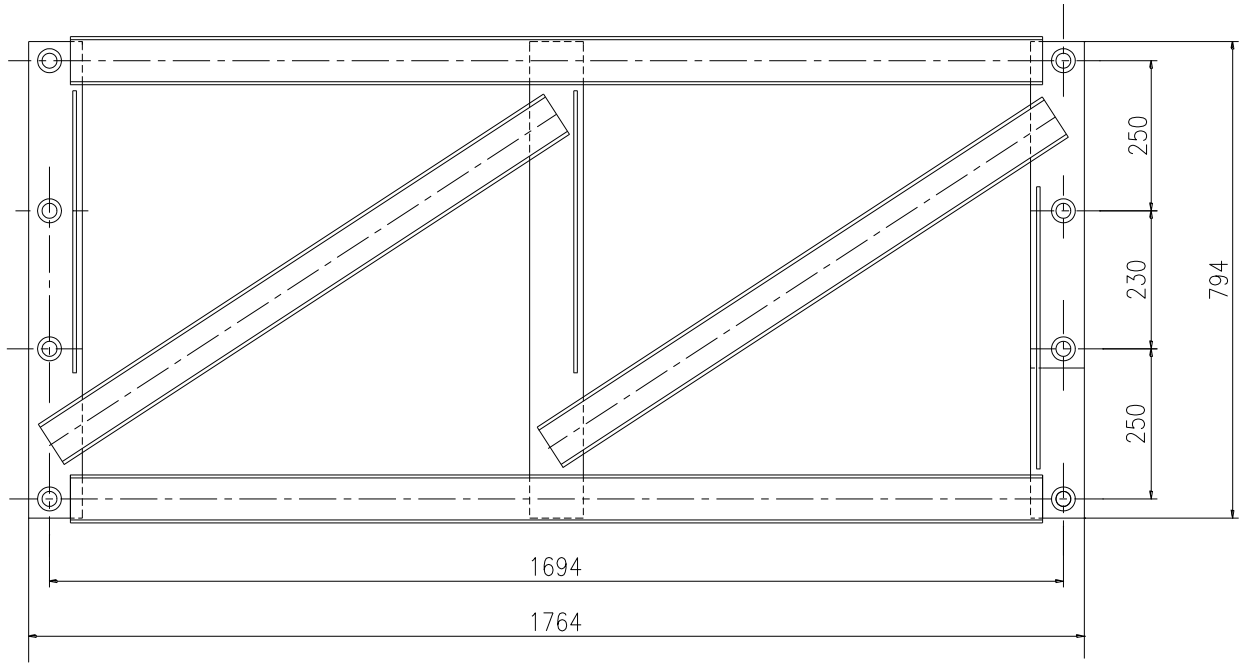


图 4-16　宽竖向撑架　尺寸单位：mm

4.3.4 抗风拉杆（图 4-17）

为使桥梁有效地抵抗横向风力，在横梁之间应设置抗风拉杆（ZB200-304-100）。单车道桥梁横梁之间设 2 根抗风拉杆，交叉相连；双车道桥梁横梁之间设置 4 根双车道抗风拉杆（ZB200-305-100），两两交叉对称配置。单根抗风拉杆重 45 kg，单根双车道抗风拉杆重 42 kg。

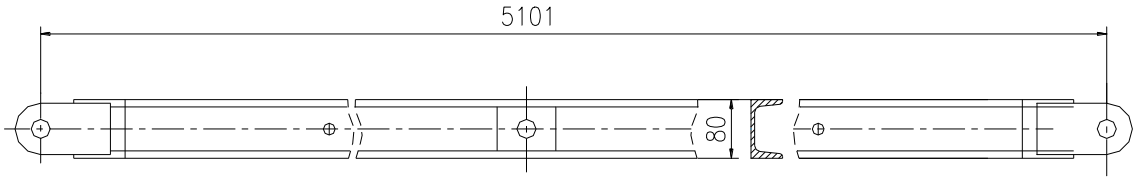


图 4-17　抗风拉杆　尺寸单位：mm

4.3.5 竖向系材（图 4-18）

为了保证横梁的稳定性，两横梁之间的中央处可设置竖向系材（ZB200-304-200）。一般单车道桥梁可不设置竖向系材；双车道应设置 2 根竖向系材，竖向系材交叉相连。单根竖向系材重 14 kg。

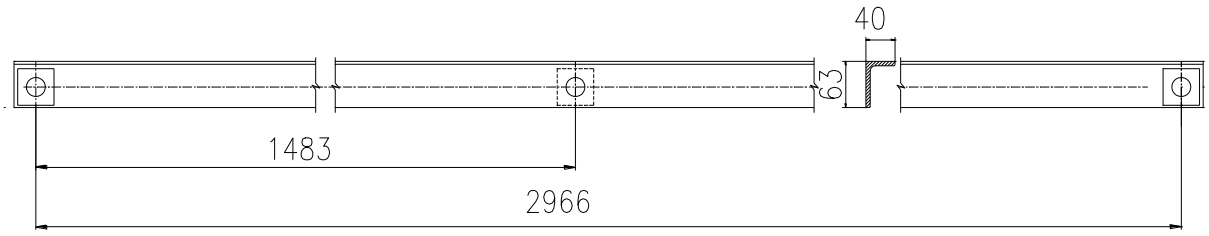


图 4-18　竖向系材　尺寸单位：mm

4.3.6 联板（图 4-19、图 4-20）

联板（ZB200-303-100）用于多排桥梁端柱之间的连接。四排桥梁用长联板（ZB200-303-200）。每根联板重 4 kg，每根长联板重 6 kg。

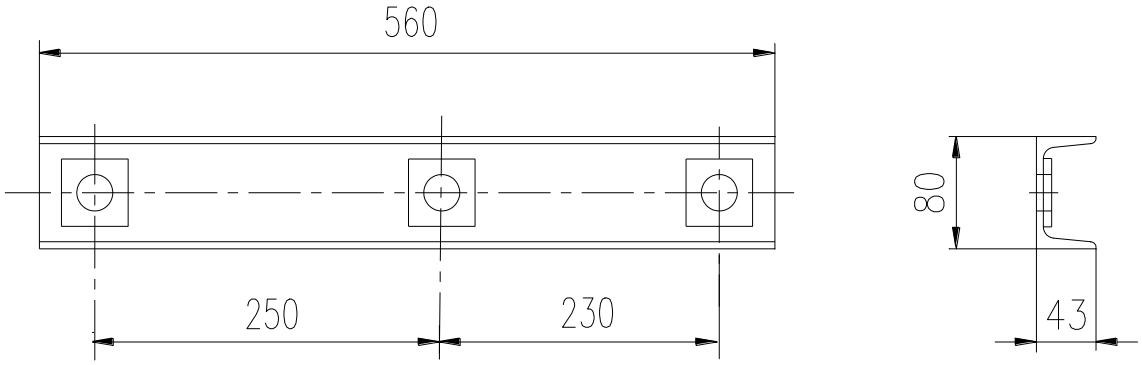


图 4-19　联板　尺寸单位：mm

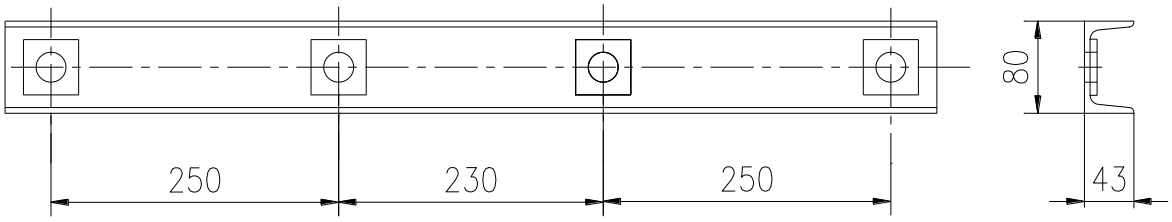


图 4-20　长联板　尺寸单位：mm

4.4 桥端结构

4.4.1 端柱（图 4-21、图 4-22）

端柱分为阴头端柱和阳头端柱。阴头端柱（ZB200-401-200）与桥跨的阳头端相连，阳头端柱（ZB200-401-100）与桥跨的阴头端相连。其作用是将桥梁的端部集中力传递给支座，端柱下端支撑在下桥座上。除此而外，在阴头端柱上安装横梁时应将横梁反向（横梁翼缘平边贴靠阴头端柱）并用螺栓固定。阴头端柱重 77 kg，阳头端柱重 67

kg。

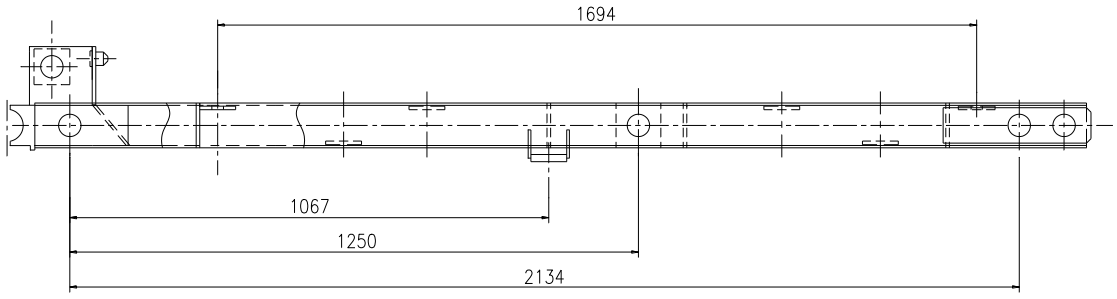


图 4-21　阴头端柱　尺寸单位：mm

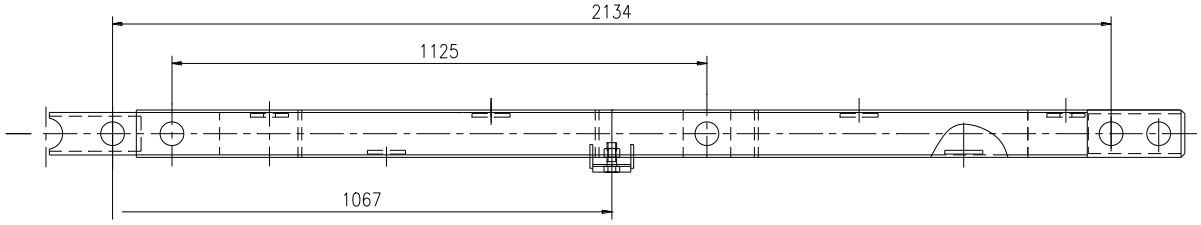


图 4-22　阳头端柱　尺寸单位：mm

4. 4. 2 桥座（图 4-23）

下桥座（ZB200-402-200）用于支撑端柱，下桥座底部垫在座板上。每个下桥座重 15 kg。

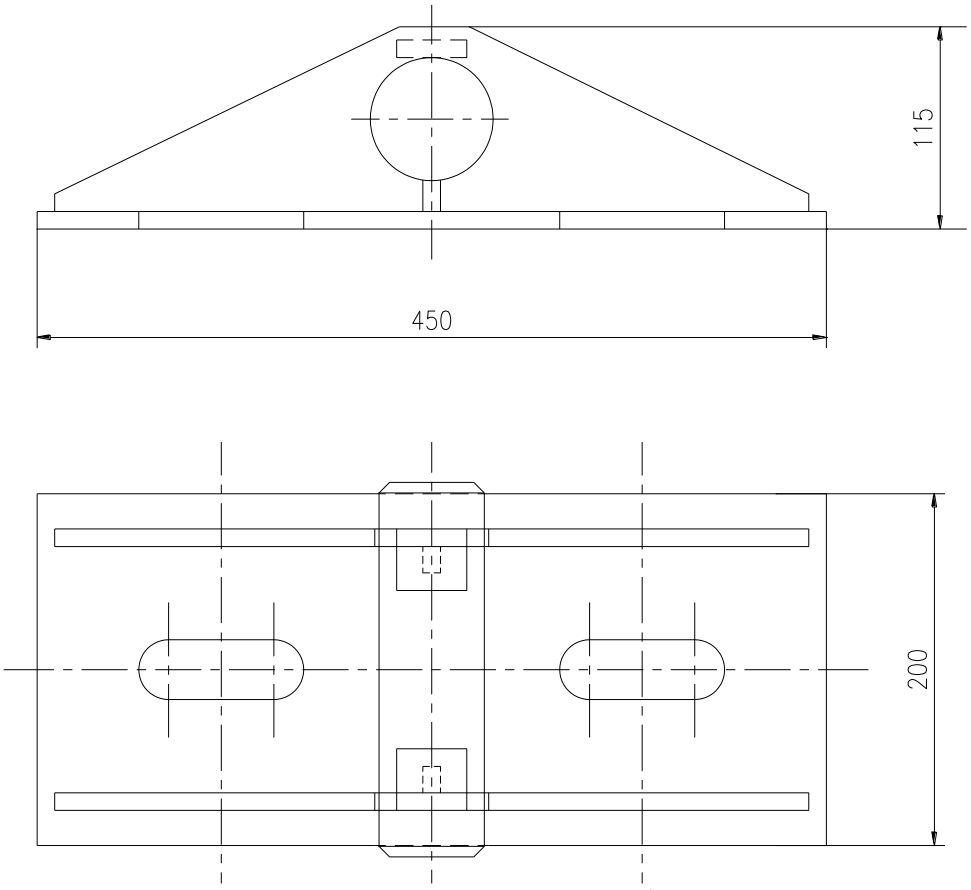


图 4-23　下桥座　尺寸单位：mm

4.4.3 座板（图 4-24）

座板（ZB200-403-000）作为桥座的垫板用，每块座板重 11 kg。

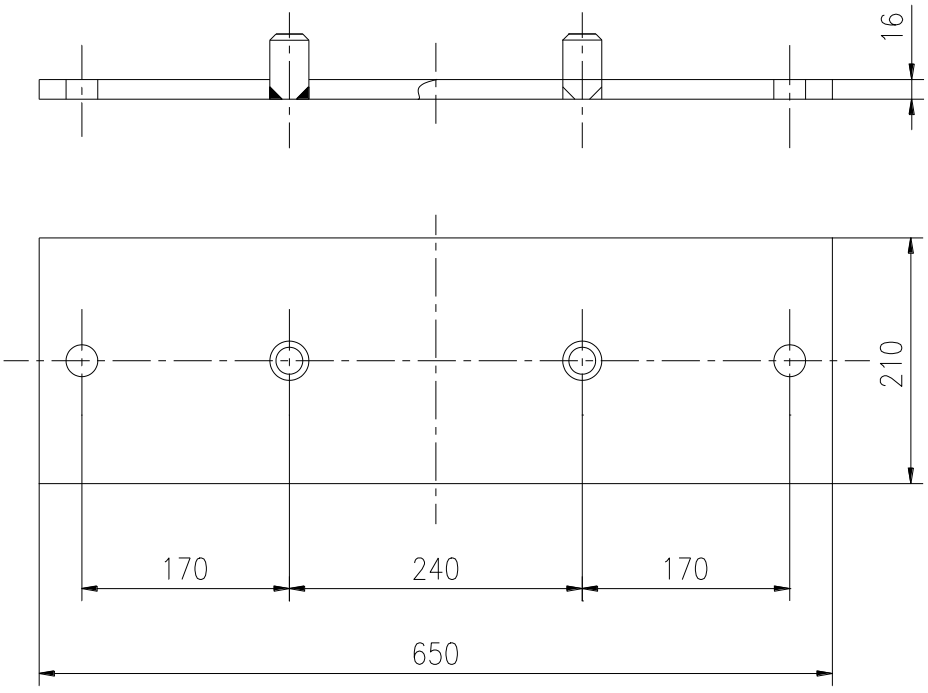


图 4-24　座板　尺寸单位：mm

4.5 进出口结构

4.5.1 跳板（图 4-25）

跳板（ZB200-408-000）与桥板的尺寸及作用相同，只是用于桥跨端部横梁与跳板支座之间的过渡，跳板两端的底部设有过渡圆弧以适应进出口的坡度变化。跳板与横梁、跳板与跳板支座的固定方式同桥板与横梁的固定。每块跳板重 265 kg。

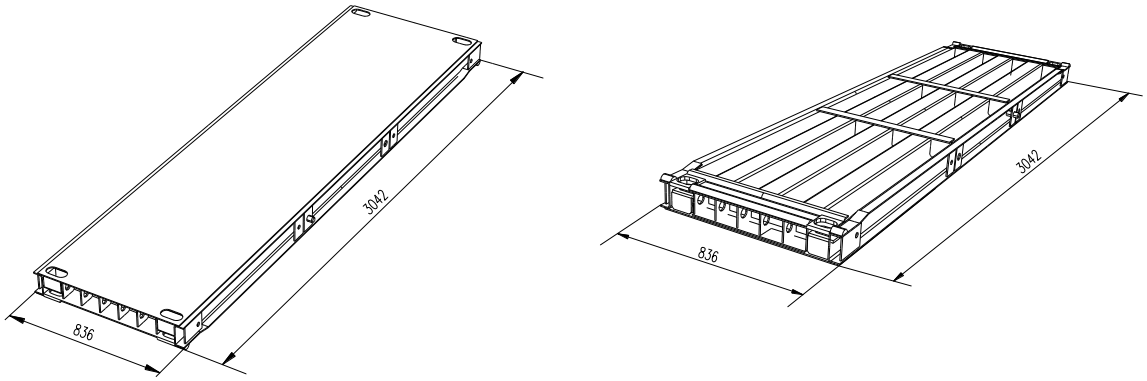


图 4-25　跳板　尺寸单位：mm

4.5.2 端头板（图 4-26）

端头板（ZB200-409-000）位于桥梁进出口的两端，并分别与外侧跳板连接固定。端头板是楔形，便于车辆上下桥。端头板重 106 kg。

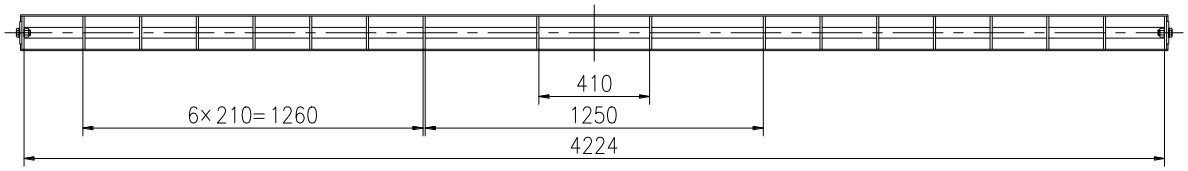


图 4-26　端头板　尺寸单位：mm

4.5.3 跳板支座（图 4-27）

跳板支座（ZB200-404-000）实质上是支撑在地面基础上的横梁。跳板支座是焊接工字梁，上翼板的斜度与进出口的坡度一致，上翼板上的跳板固定装置同横梁。跳板支座平均高 300mm，长 4398mm，重 293 kg。

双车道桥梁设有双车道跳板支座（ZB200-405-000）长为 7758mm，重 516 kg，断面尺寸与结构形式同单车道跳板支座。

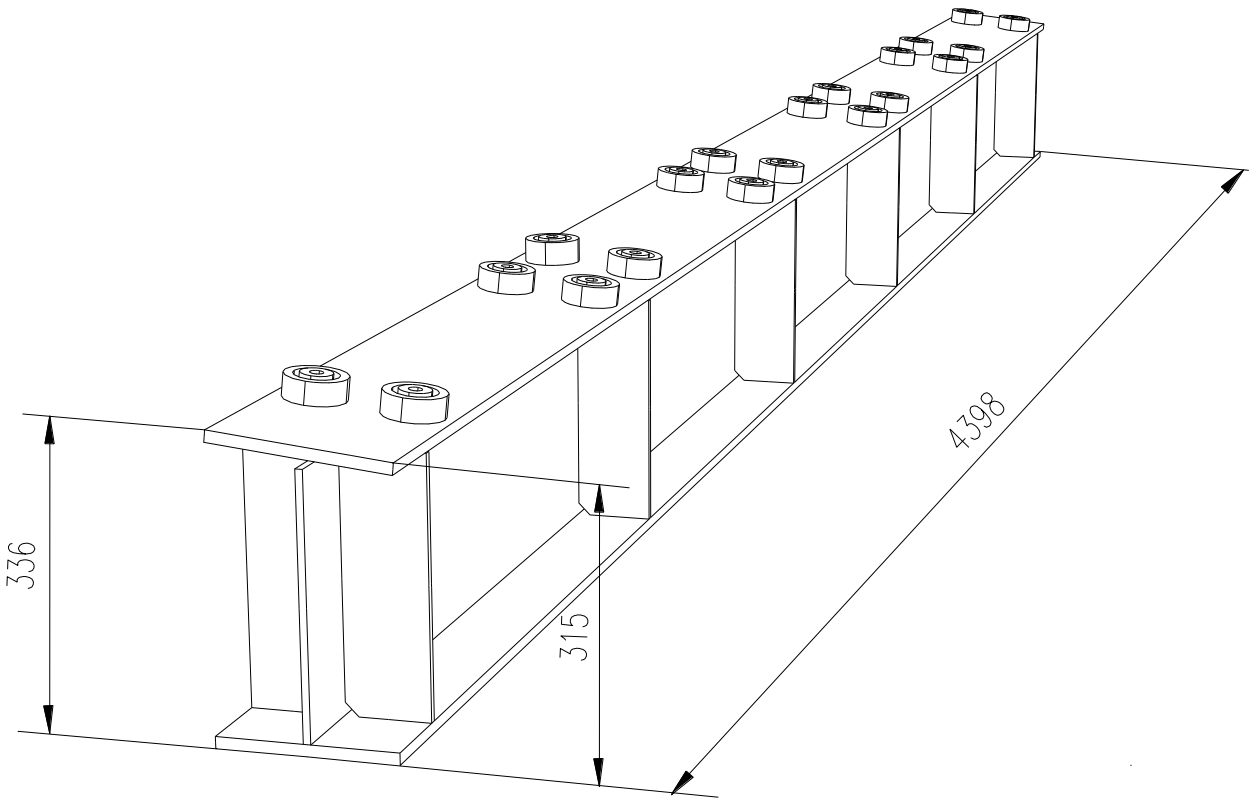


图 4-27　跳板支座　尺寸单位：mm

4.6 桥梁构件清单

4.6.1 构件及标准件配套表

ZB-200 型装配式公路桥梁单车道及双车道桥梁构件配套表分别见表 4-1、表 4-2，单车道及双车道紧固件一览表分别见表 4-3、表 4-4。

表 4-1　单车道桥梁构件配套表

序号	名　称	代 号	中间桥节数（n_0）				阳头桥节（1）				阴头桥节（1）				进出口部			
			SS	DS	TS	QS	SS	DS	TS	QS	SS	DS	TS	QS	SS	DS	TS	QS
1	桁架单元	ZB200-101-000	$2n_0$	$4n_0$	$6n_0$	$8n_0$	2	4	6	8	2	4	6	8				
2	桁架销	ZB200-102-000	$4n_0$	$8n_0$	$12n_0$	$16n_0$	4	8	12	16	8	16	24	32				
3	横梁	ZB200-201-000	n_0	n_0	n_0	n_0	2	2	2	2	1	1	1	1				
4	斜撑	ZB200-301-100	$2n_0$				2				2							
5	竖向撑架	ZB200-302-300		$2n_0$	$2n_0$							2	2					
6	宽竖向撑架	ZB200-302-400				$2n_0$								2				
7	水平撑架	ZB200-302-100		$2n_0$	$2n_0$													
8	宽水平撑架	ZB200-302-200				$2n_0$												
9	抗风拉杆	ZB200-304-100	$2n_0$	$2n_0$	$2n_0$	$2n_0$	2	2	2	2	2	2	2	2				
10	桥板	ZB200-202-000	$5n_0$	$5\ n_0$	$5n_0$	$5n_0$	5	5	5	5	5	5	5	5				

11	缘材	ZB200-204-000	$2n_0$	$2n_0$	$2n_0$	$2n_0$	2	2	2	2	2	2	2	2	8	8	8	8
12	阴头端柱	ZB200-401-200					2	4	6	8								
13	阳头端柱	ZB200-401-100									2	4	6	8				
14	联板	ZB200-303-100						2	2			2	2					
15	长联板	ZB200-303-200								2				2				
16	下桥座	ZB200-402-200					2	4	6	8	2	4	6	8				
17	座板	ZB200-403-000					2	4	6	8	2	4	6	8				
18	跳板	ZB200-408-000													20	20	20	20
19	跳板支座	ZB200-404-000													2	2	2	2
20	端头板	ZB200-409-000													2	2	2	2

ZB-200 型装配式公路钢桥桥梁构件数量表说明：

1. 为了便于统计，特将整个桥梁划分为中间桥节；阳头桥节；阴头桥节及进出口部（含阳头桥端进出口部和阴头桥端进出口部）。
2. 表 4-1、表 4-1、表 4-3、表 4-4 均指非加强型构件及紧固件数量。无论是单车道桥梁或双车道桥梁其加强型桥的构件及紧固件数量的增加数按表 4-5 调整。

3. 以上表中数量不含备件。

4. 表中桁架销（ZB200-102-000）包含保险销（ZB200-102-002）。

表中未计架设通用工具，应自备 12 寸活动扳手 4 把、4 磅铁锤 4 把、12 磅铁锤 4 把、撬杠（两端一尖一扁）4 根、30t 千斤顶 4 个、不小于 φ11 起重用钢丝绳约 100m。

表 4-2　双车道桥梁构件配套表

序号	名　称	代 号	中间桥节数（n_0）				阳头桥节（1）				阴头桥节（1）				进出口部			
			SS	DS	TS	QS	SS	DS	TS	QS	SS	DS	TS	QS	SS	DS	TS	QS
1	桁架单元	ZB200-101-000	$2n_0$	$4n_0$	$6n_0$	$8n_0$	2	4	6	8	2	4	6	8				
2	桁架销	ZB200-102-000	$4n_0$	$8n_0$	$12n_0$	$16n_0$	4	8	12	16	8	16	24	32				
3	横梁	ZB200-205-000	n_0	n_0	n_0	n_0	2	2	2	2	1	1	1	1				
4	斜撑	ZB200-301-100	$2n_0$				2				2							
5	竖向撑架	ZB200-302-300		$2n_0$	$2\ n_0$							2	2					
6	宽竖向撑架	ZB200-302-400				$2n_0$								2				
7	水平撑架	ZB200-302-100		$2n_0$	$2\ n_0$													
8	宽水平撑架	ZB200-302-200				$2n_0$												

9	双车道抗风拉杆	ZB200-305-100	$4n_0$	$4n_0$	$4n_0$	$4n_0$	2	2	2	2	2	2	2	2				
10	桥板	ZB200-202-000	$9n_0$	$9n_0$	$9n_0$	$9n_0$	9	9	9	9	9	9	9	9				
11	缘材	ZB200-204-000	$2n_0$	$2n_0$	$2n_0$	$2n_0$	2	2	2	2	2	2	2	2	8	8	8	8
12	阴头端柱	ZB200-401-200					2	4	6	8								
13	阳头端柱	ZB200-401-100									2	4	6	8				
14	联板	ZB200-303-100						2	2			2	2					
15	长联板	ZB200-303-200								2				2				
16	下桥座	ZB200-402-200					2	4	6	8	2	4	6	8				
17	座板	ZB200-403-000					2	4	6	8	2	4	6	8				
18	跳板	ZB200-408-000													36	36	36	36
19	双车道跳板支座	ZB200-405-000													2	2	2	2
20	竖向系材	ZB200-304-200	$2n_0$	$2n_0$	$2n_0$	$2n_0$	2	2	2	2	2	2	2	2				

21	端头板	ZB200-409-000													4	4	4	4

表 4-3　单车道桥梁紧固件一览表

序号	等 级	名　称	代　号	中间桥节数（n_0）				阳头桥节（1）				阴头桥节（1）				进出口部				用途
				SS	DS	TS	QS	SS	DS	TS	QS	SS	DS	TS	QS	SS	DS	TS	QS	
1	4.8 级	螺栓 M12×40	GB5780-86					2	4	6	8	2	4	6	8					端柱垫板的连接
2	5 级	螺母 M12	GB41-86					2	4	6	8	2	4	6	8					
3	8.8 级	螺栓 M20×40	GB5782-86	$8n_0$	$8n_0$	$8n_0$	$8n_0$	8	8	8	8	8	8	8	8	32	32	32	32	缘材的连接
4	8 级	螺母 M20	ZB200-204-100	$8n_0$	$8n_0$	$8n_0$	$8n_0$	8	8	8	8	8	8	8	8	32	32	32	32	
5	8.8 级	螺栓 M20×40	GB5782-86													8	8	8	8	端头板的连接
6	8 级	凸缘螺母 M20	ZB200-310-200													8	8	8	8	
7	8.8 级	螺栓 M20×80	GB5782-86													80	80	80	80	跳板的连接
8	8 级	活动螺母 M20	ZB200-201-001													80	80	80	80	
9	8.8 级	螺栓 M20×80	GB5782-86	$20n_0$	$20n_0$	$20n_0$	$20n_0$	20	20	20	20	20	20	20	20					桥板的连接
10	8 级	活动螺母 M20	ZB200-201-001	$20n_0$	$20n_0$	$20n_0$	$20n_0$	20	20	20	20	20	20	20	20					
11	8.8 级	螺栓 M20×80	GB5782-86		16n	24n	32n													水平撑架的连接
12	8 级	凸缘螺母 M20	ZB200-310-200		16n	24n	32n													
13	8.8 级	螺栓 M20×100	GB5782-86		$8n_0$	$12n_0$	$16n_0$						8	12	16					竖向撑架的连接
14	8 级	凸缘螺母 M20	ZB200-310-200		$8n_0$	$12n_0$	$16n_0$						8	12	16					
15	8.8 级	螺栓 M24×50	GB5782-86	n_0	n_0	n_0	n_0	1	1	1	1	1	1	1	1					抗风拉杆之间的连接
16	8 级	凸缘螺母 M24	ZB200-310-100	n_0	n_0	n_0	n_0	1	1	1	1	1	1	1	1					
17	8.8 级	螺栓 M24×50	GB5782-86					2	4	6	8	2	4	6	8					联板与端柱的连接
18	8 级	凸缘螺母 M24	ZB200-310-100					2	4	6	8	2	4	6	8					

19	8.8 级	螺栓 M24×80	GB5782-86	$4n_0$	$4n_0$	$4n_0$	$4n_0$	4	4	4	4	4	4	4	4					抗风拉杆与横梁的连接
20	8 级	凸缘螺母 M24	ZB200-310-100	$4n_0$	$4n_0$	$4n_0$	$4n_0$	4	4	4	4	4	4	4	4					
21	8.8 级	螺栓 M24×80	GB5782-86	$2n_0$				2				2								斜撑与横梁的连接
22	8 级	凸缘螺母 M24	ZB200-310-100	$2n_0$				2				2								
23	8.8 级	螺栓 M24×110	GB5782-86	$2n_0$				2				2								斜撑与竖杆的连接
24	8 级	凸缘螺母 M24	ZB200-310-100	$2n_0$				2				2								
25	8.8 级	螺栓 M24×140	GB5782-86	$2n_0$	$4n_0$	$6n_0$	$8n_0$	2	4	6	8	2	4	6	8					横梁与竖杆的连接
26	8 级	凸缘螺母 M24	ZB200-310-100	$2n_0$	$4n_0$	$6n_0$	$8n_0$	2	4	6	8	2	4	6	8					
27	8.8 级	螺栓 M24×170	GB5782-86					2	4	6	8									横梁反装的连接
28	8 级	凸缘螺母 M24	ZB200-310-100					2	4	6	8									
29		弹簧挡圈	GB895.2-86	$20n_0$	$20n_0$	$20n_0$	$20n_0$	20	20	20	20	20	20	20	20	80	80	80	80	活动螺母用

表 4-4　双车道桥梁紧固件一览表

序号	等 级	名　称	代　号	中间桥节数（n_0）				阳头桥节（1）				阴头桥节（1）				进出口部				用途
				SS	DS	TS	QS	SS	DS	TS	QS	SS	DS	TS	QS	SS	DS	TS	QS	
1	4.8 级	螺栓 M12×40	GB5780-86					2	4	6	8	2	4	6	8					端柱垫板的连接
2	5 级	螺母 M12	GB41-86					2	4	6	8	2	4	6	8					
3	8.8 级	螺栓 M20×40	GB5782-86	$8n_0$	$8n_0$	$8n_0$	$8n_0$	8	8	8	8	8	8	8	8	32	32	32	32	缘材的连接
4	8 级	螺母 M20	ZB200-204-100	$8n_0$	$8n_0$	$8n_0$	$8n_0$	8	8	8	8	8	8	8	8	32	32	32	32	
5	8.8 级	螺栓 M20×40	GB5782-86													16	16	16	16	端头板的连接

6	8 级	凸缘螺母 M20	ZB200-310-200													16	16	16	16	
7	8.8 级	螺栓 M20×80	GB5782-86													80	80	80	80	跳板的连接
8	8 级	活动螺母 M20	ZB200-201-001													80	80	80	80	
9	8.8 级	螺栓 M20×80	GB5782-86	$36n_0$	$36n_0$	36n	36n	36	36	36	36	36	36	36	36					桥板的连接
10	8 级	活动螺母 M20	ZB200-201-001	$36n_0$	$36n_0$	36n	36n	36	36	36	36	36	36	36	36					
11	8.8 级	螺栓 M20×80	GB5782-86		$16n_0$	24n	32n													水平撑架的连接
12	8 级	凸缘螺母 M20	ZB200-310-200		$16n_0$	24n	32n													
13	8.8 级	螺栓 M20×100	GB5782-86		$8n_0$	12n	16n						8	12	16					竖向撑架的连接
14	8 级	凸缘螺母 M20	ZB200-310-200		$8n_0$	12n	16n						8	12	16					
15	8.8 级	螺栓 M24×50	GB5782-86	$2n_0$	$2n_0$	2n	2n	2	2	2	2	2	2	2	2					抗风拉杆之间的连接
16	8 级	凸缘螺母 M24	ZB200-310-100	$2n_0$	$2n_0$	2n	2n	2	2	2	2	2	2	2	2					
17	8.8 级	螺栓 M24×50	GB5782-86					2	4	6	8	2	4	6	8					联板与端柱的连接
18	8 级	凸缘螺母 M24	ZB200-310-100					2	4	6	8	2	4	6	8					
19	8.8 级	螺栓 M24×80	GB5782-86	$8n_0$	$8n_0$	$8n_0$	$8n_0$	8	8	8	8	8	8	8	8					抗风拉杆与横梁的连接
20	8 级	凸缘螺母 M24	ZB200-310-100	$8n_0$	$8n_0$	$8n_0$	$8n_0$	8	8	8	8	8	8	8	8					
21	8.8 级	螺栓 M24×80	GB5782-86	$2n_0$				2				2								斜撑与横梁的连接
22	8 级	凸缘螺母 M24	ZB200-310-100	$2n_0$				2				2								
23	8.8 级	螺栓 M24×110	GB5782-86	$2n_0$				2				2								斜撑与竖杆的连接
24	8 级	凸缘螺母 M24	ZB200-310-100	$2n_0$				2				2								
25	8.8 级	螺栓 M24×140	GB5782-86	$2n_0$	$4n_0$	$6n_0$	$8n_0$	2	4	6	8	2	4	6	8					横梁与竖杆的

26	8 级	凸缘螺母 M24	ZB200-310-100	$2n_0$	$4n_0$	$6n_0$	$8n_0$	2	4	6	8	2	4	6	8					连接
27	8.8 级	螺栓 M24×170	GB5782-86					2	4	6	8									横梁反装的连接
28	8 级	凸缘螺母 M24	ZB200-310-100					2	4	6	8									
29		弹簧挡圈	GB895.2-86	$36n_0$	$36n_0$	$36n_0$	$36n_0$	36	36	36	36	36	36	36	36	80	80	80	80	活动螺母用
30	8.8 级	螺栓 M24×50	GB5782-86	$5n_0$	$5n_0$	$5n_0$	$5n_0$	5	5	5	5	5	5	5	5					竖向系材用
31	8 级	凸缘螺母 M24	ZB200-310-100	$5n_0$	$5n_0$	$5n_0$	$5n_0$	5	5	5	5	5	5	5	5					

4.6.2 构件调整

1. 加强型结构需要的构件调整

表 4-5　中间桥节构件及紧固件调整表

序号	名　称	代　　号	SSR	DSR1	DSR2	TSR2	TSR3	QSR3	QSR4
1	加强弦杆	ZB200-103-000	$+4n_0$	$+4n_0$	$+8n_0$	$+8n_0$	$+12n_0$	$+12n_0$	$+16n_0$
2	弦杆螺栓	ZB200-105-100	$+16n_0$	$+16n_0$	$+32n_0$	$+32n_0$	$+48n_0$	$+48n_0$	$+64n_0$
3	弦杆螺母	ZB200-105-200	$+16n_0$	$+16n_0$	$+32n_0$	$+32n_0$	$+48n_0$	$+48n_0$	$+64n_0$
4	桁架销	ZB200-102-000	$+4n_0$	$+4n_0$	$+8n_0$	$+8n_0$	$+12n_0$	$+12n_0$	$+16n_0$

2. 使用高抗剪单元的桥梁需要的构件调整

表 4-6　使用高抗剪单元的桥梁需要的构件调整表

序　号	名　称	代　　号	SS	DS	TS	QS
1	标准桁架单元	ZB200-101-000	-2	-4	-6	-8
2	高抗剪单元	ZB200-104-000	+2	+4	+6	+8

第 5 节 装配细节

5.1 单排结构

5.1.1 单排结构总图

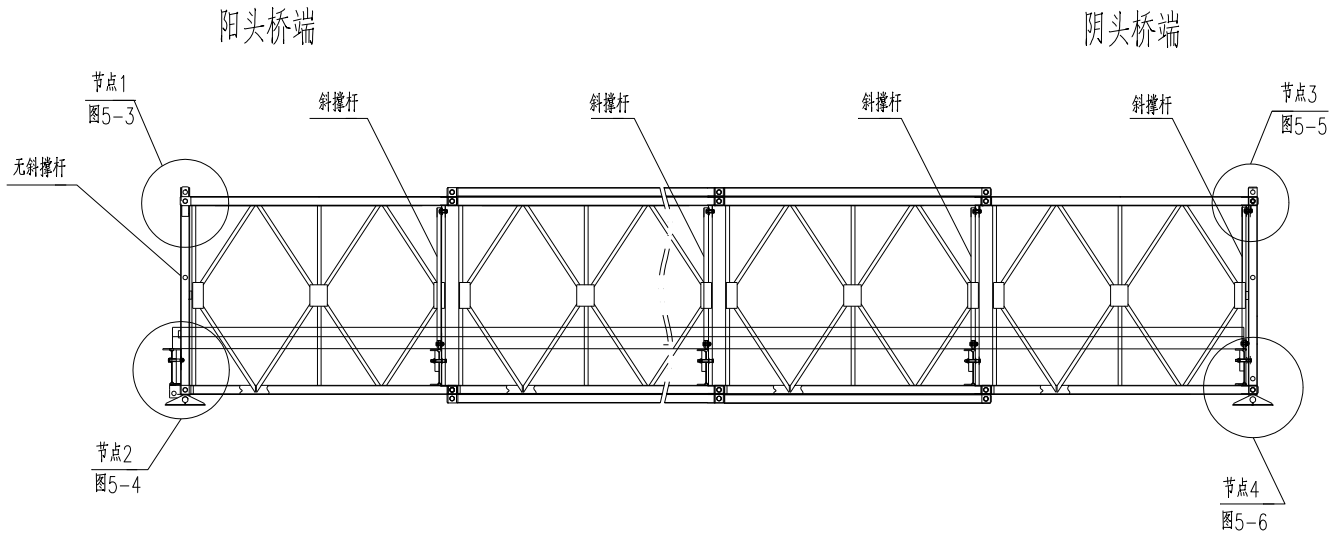


图 5-1　单排结构总图

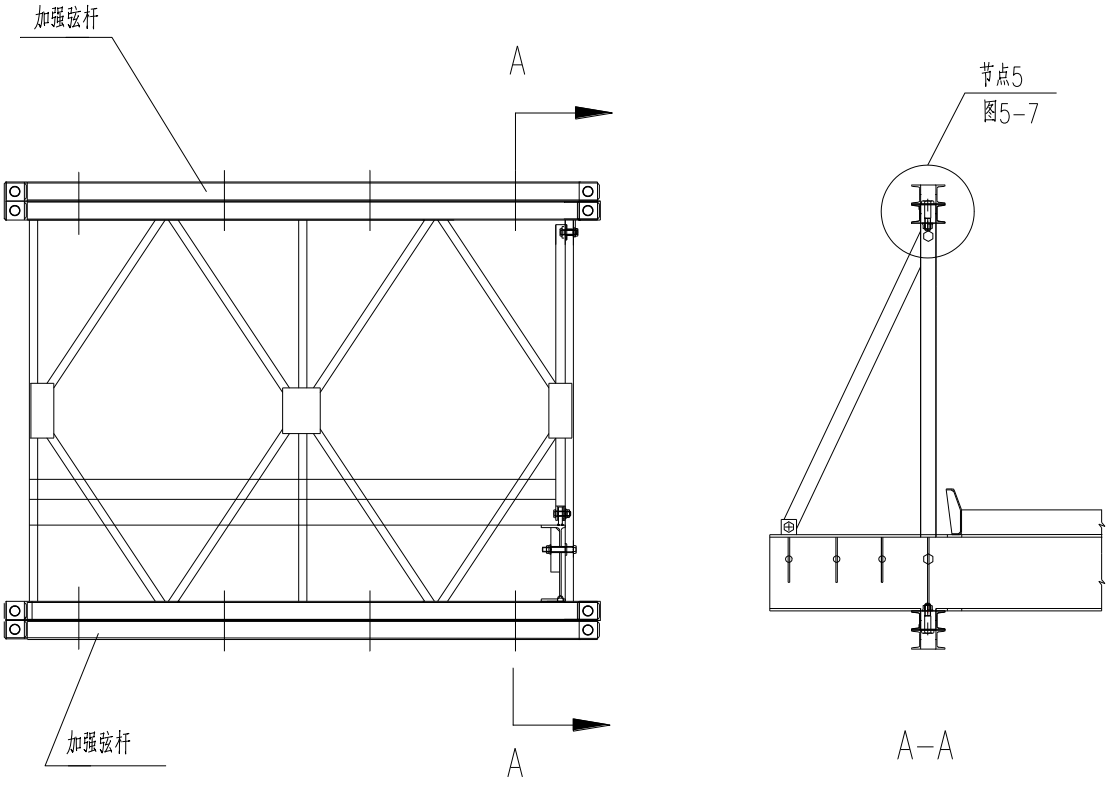
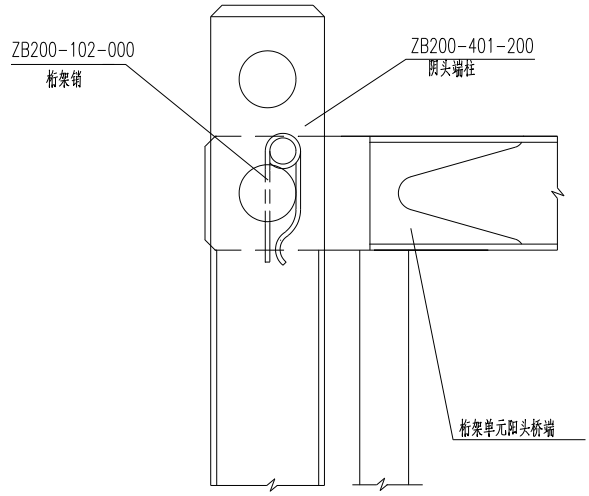


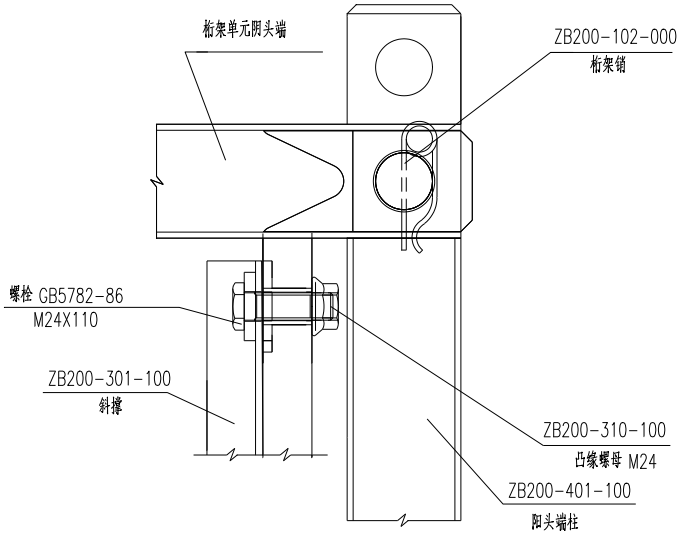
图 5-2　加强弦杆

5.1.2 单排结构连接细部



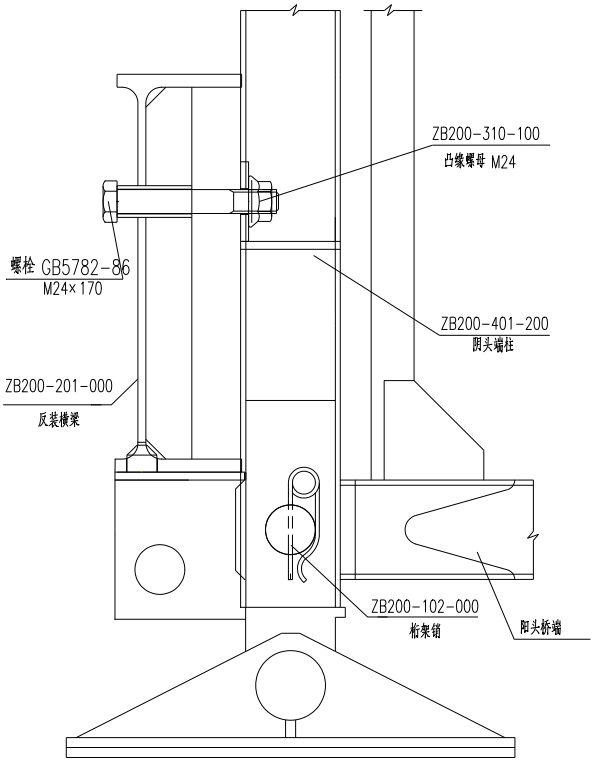
节点 1

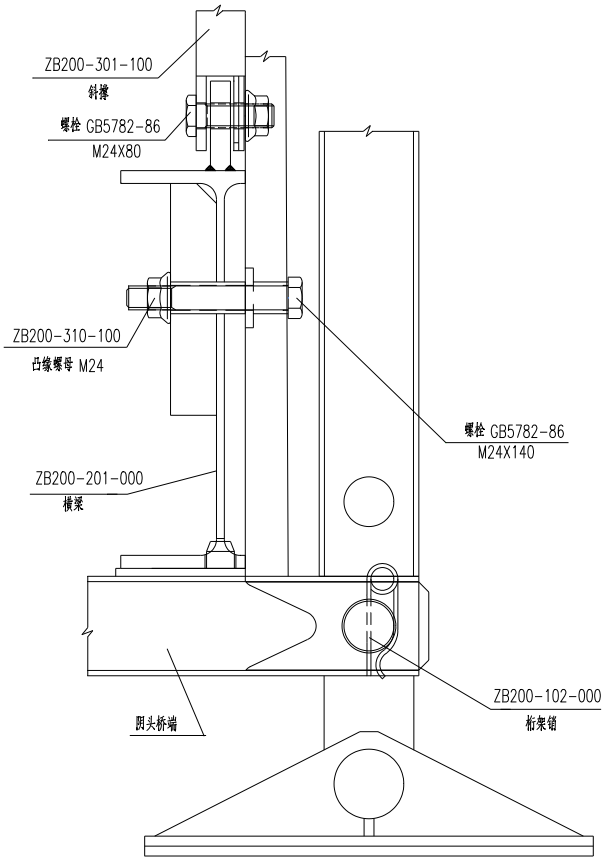
图 5-3　桥梁阳头端



节点 3

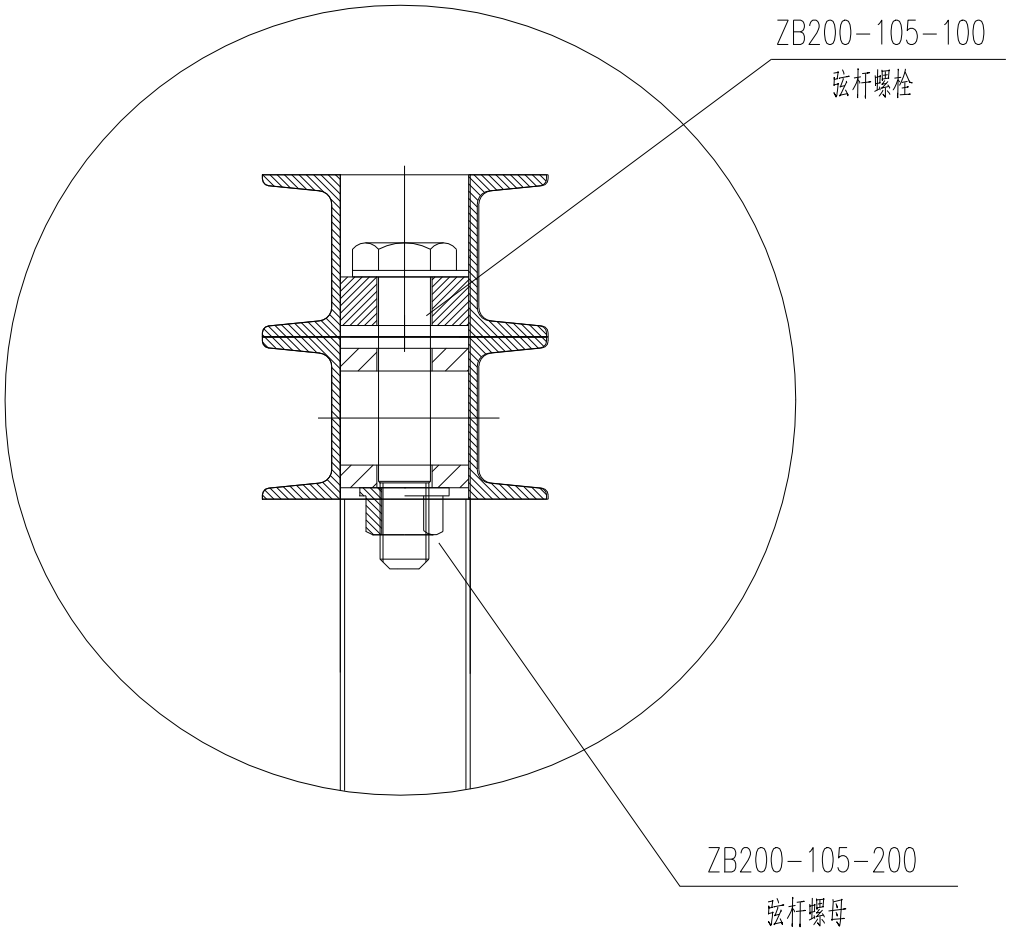
图 5-5　斜杆与桁架单元竖杆的连接





节点 2　　节点 4

图 5-4　阴头端柱与横梁反装连接　　图 5-6　斜撑与横梁的连接



节点 5

图 5-7　加强弦杆的连接

5.2 双排结构

5.2.1 双排结构总图

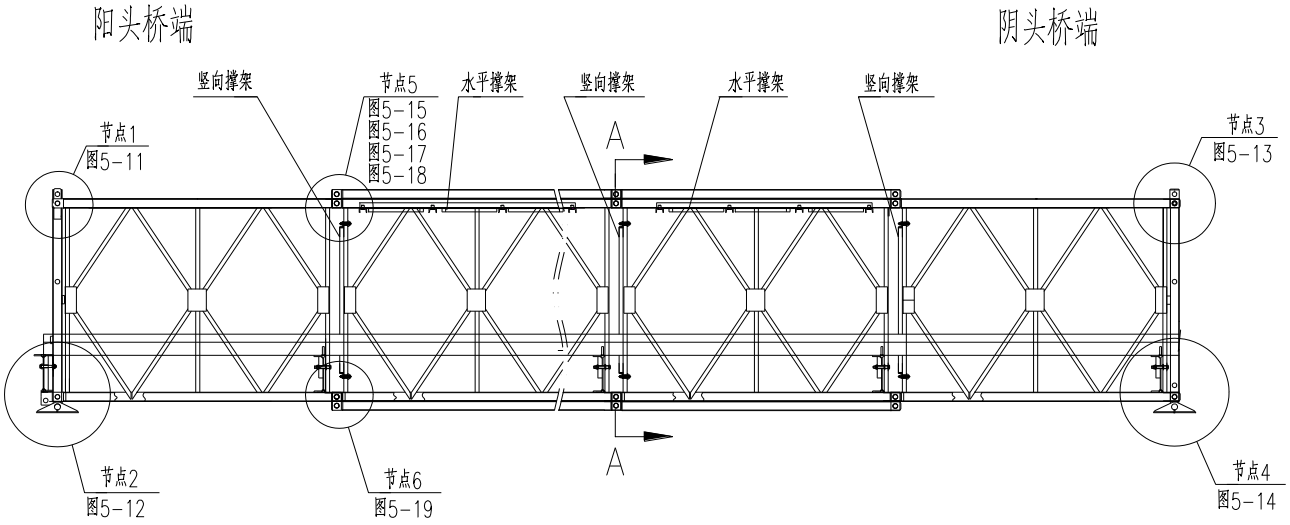


图 5-8　双排结构总图

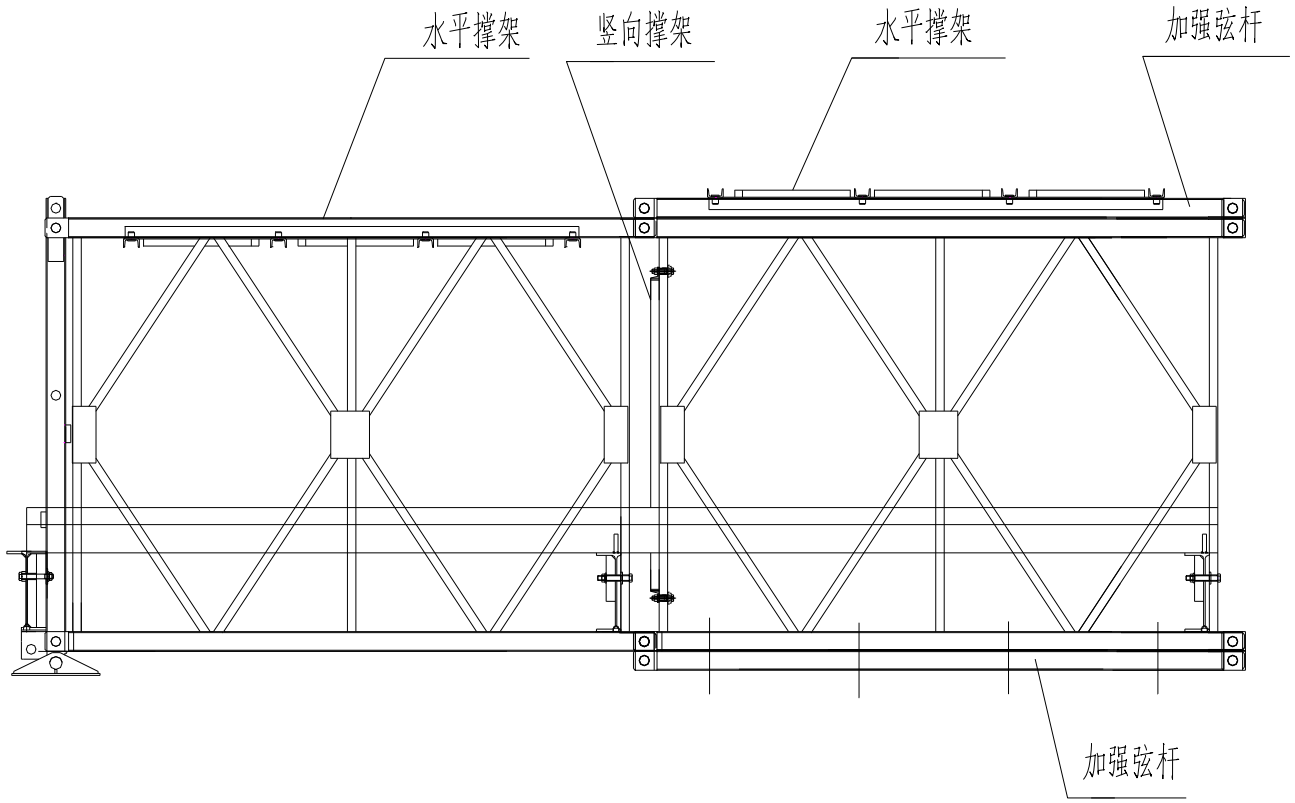
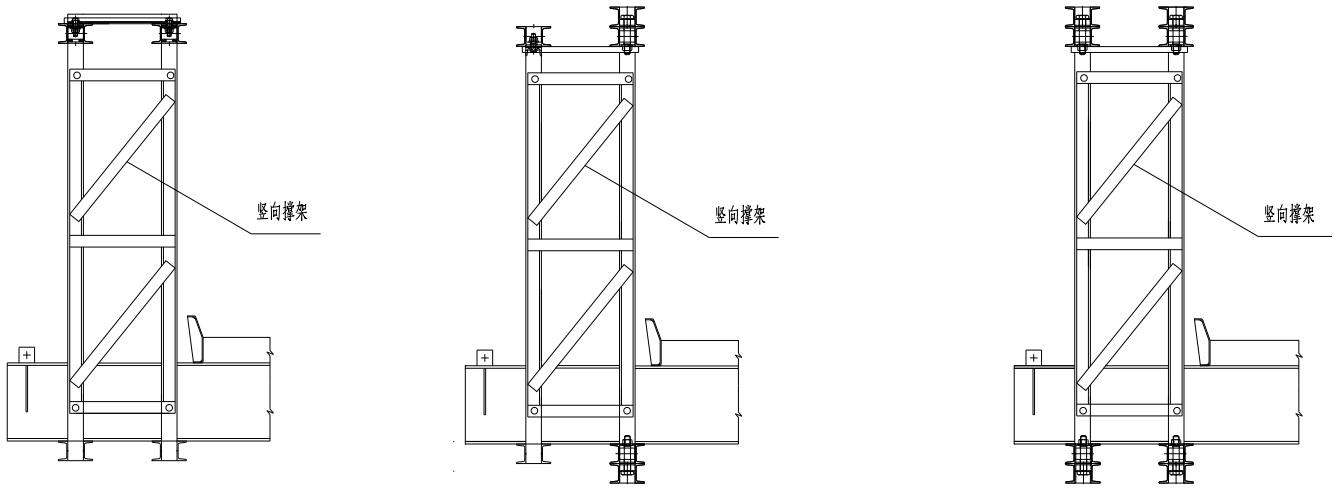


图 5-9　加强弦杆和水平撑架

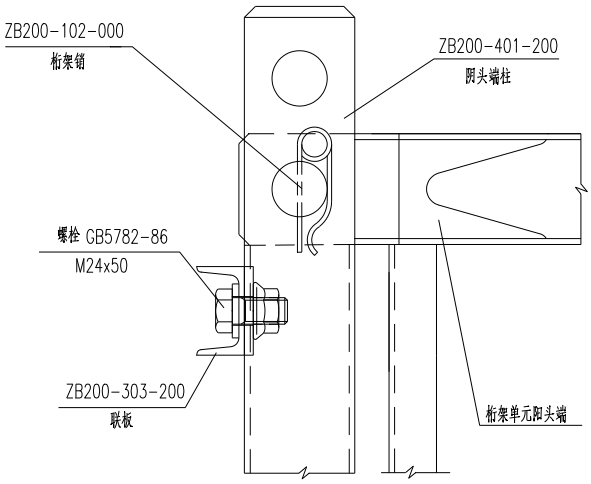


DS　　DSR1　　DSR2

断面 A-A

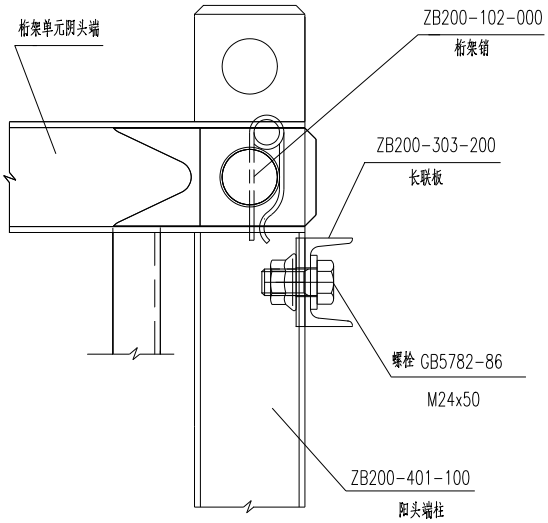
图 5-10　DS、DSR1、DSR2 结构

5.2.2 双排结构连接细部



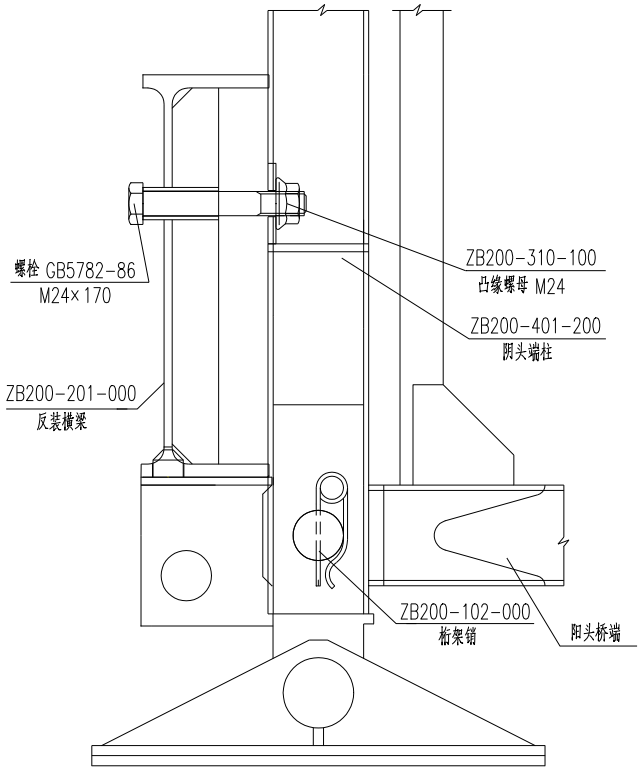
节点 1

图 5-11　联板与阴头端柱的连接

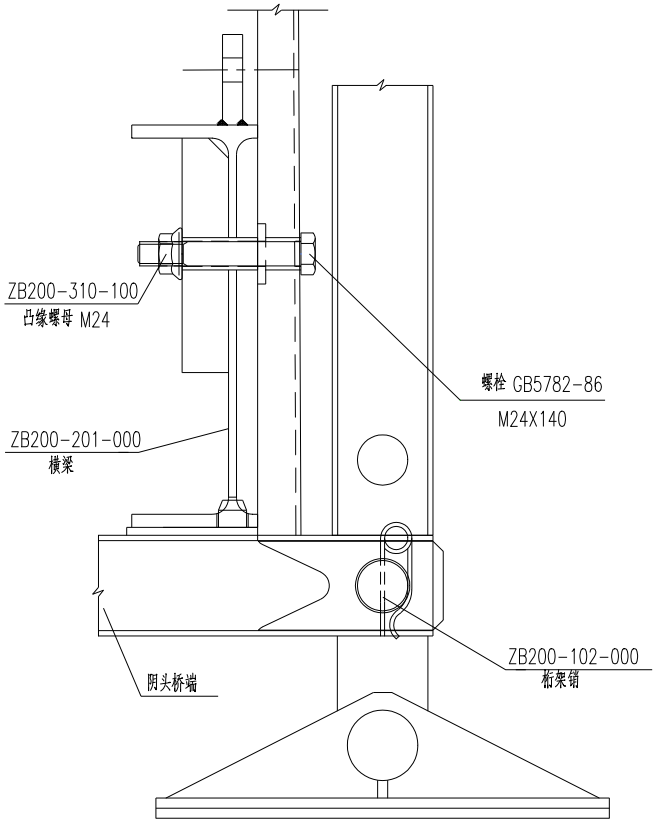


节点 3

图 5-13　联板与阳头端柱的连接



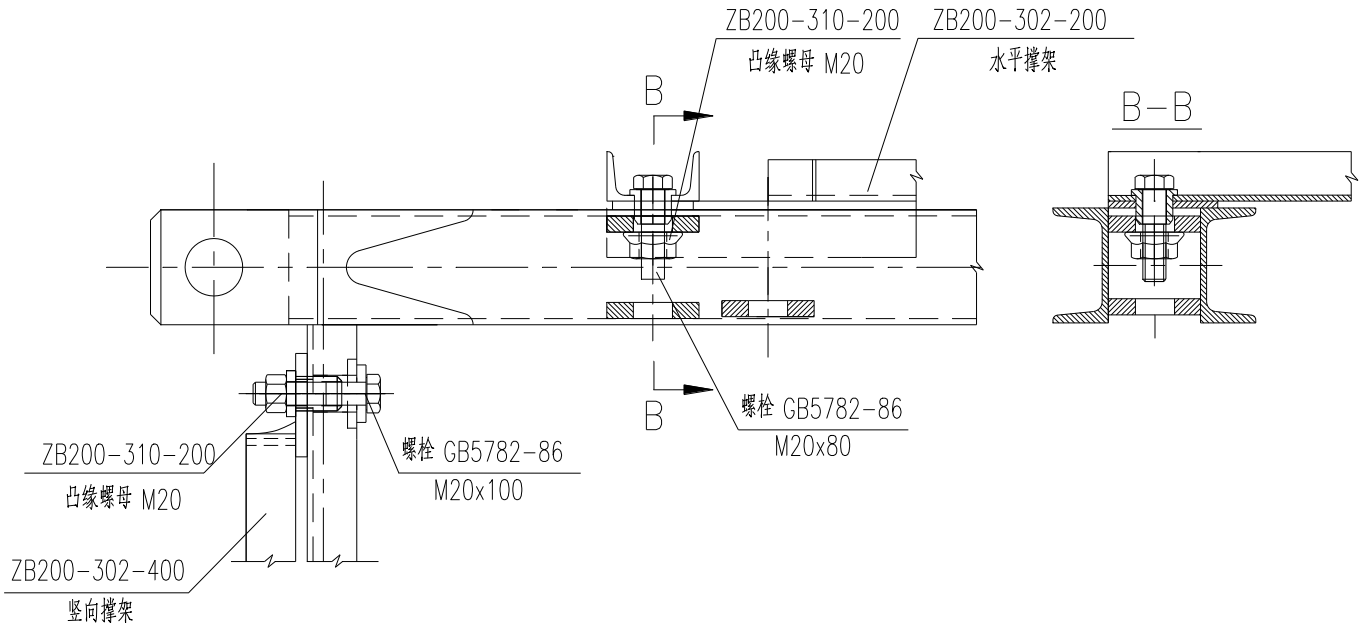
节点 2



节点 4

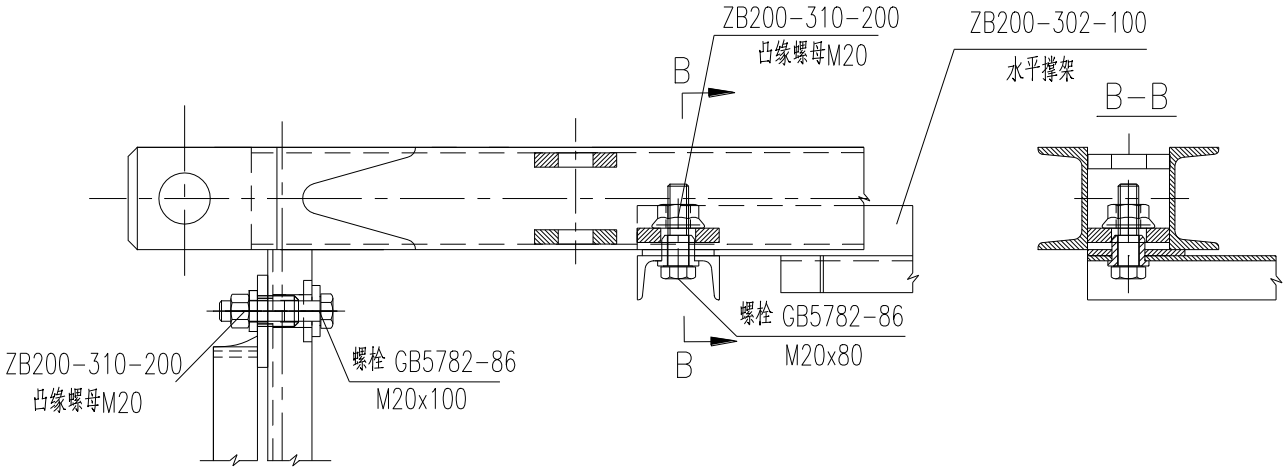
图 5-12　阴头端柱与横梁反装的连接

图 5-14　桥梁阴头端



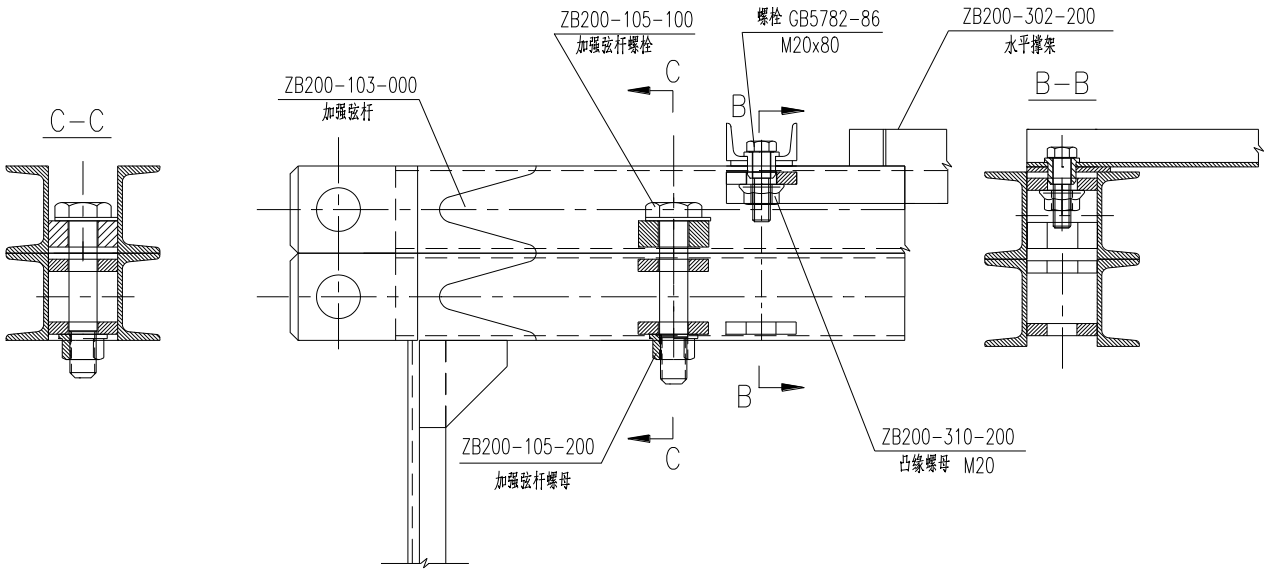
节点 5

图 5-15　DS（TS）结构水平撑架顶部设置



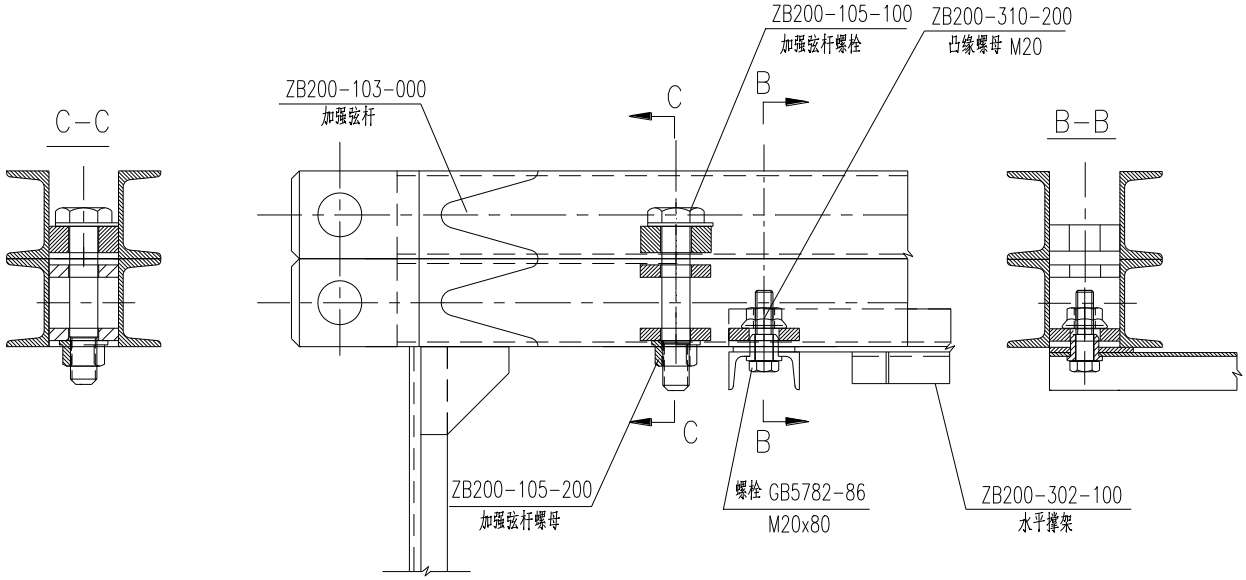
节点 5

图 5-16　DS 结构水平撑架下部设置



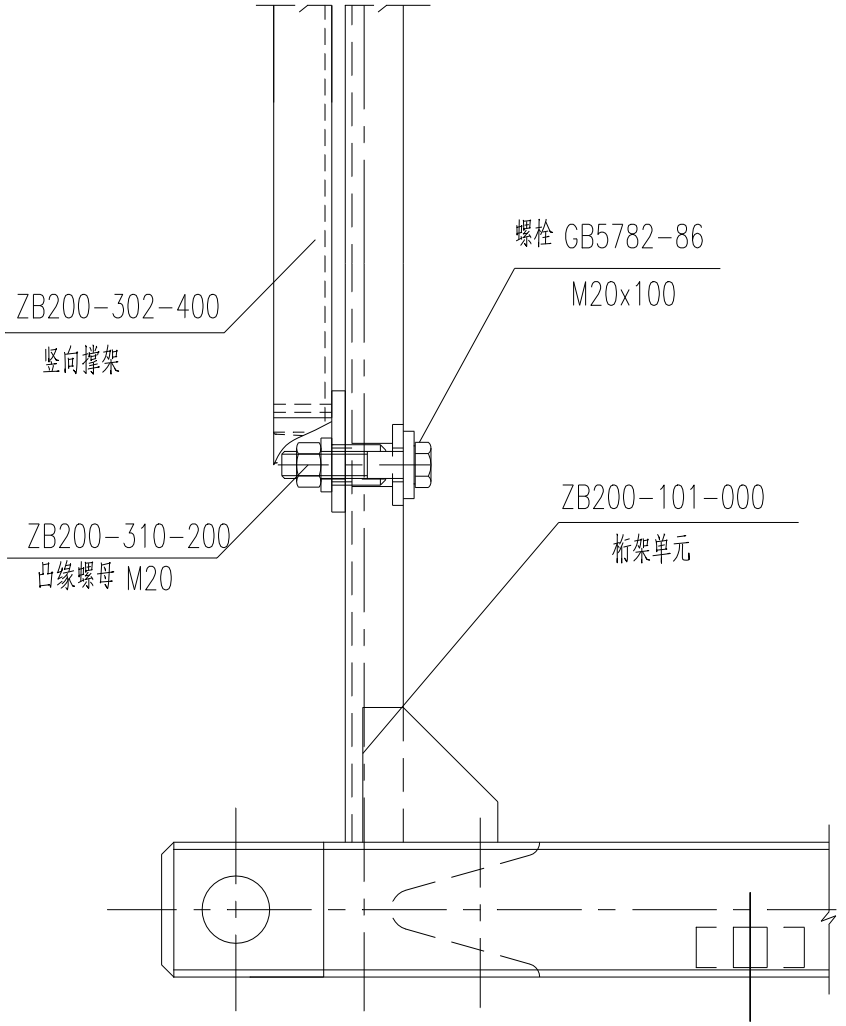
节点 5

图 5-17　DSR2（TSR2、TSR3）结构水平撑架顶部设置



节点 5

图 5-18　DSR1、DSR2 结构水平撑架下部设置



节点 6

图 5-19　竖向撑架与桁架单元竖杆的下部连接

5.3 三排结构

5.3.1 三排结构总图

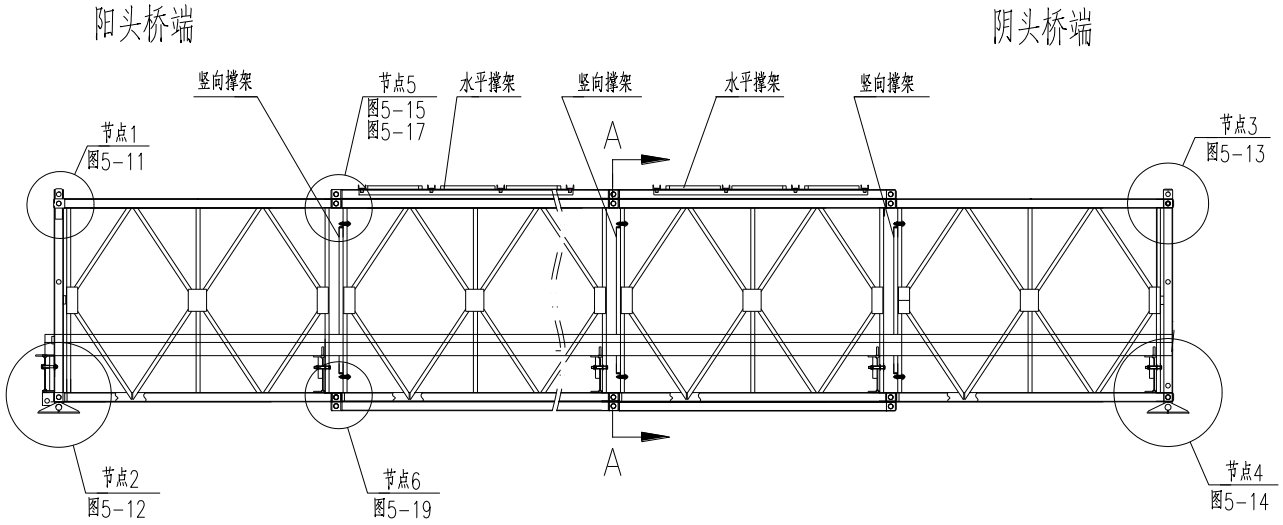


图 5-20　三排结构总图

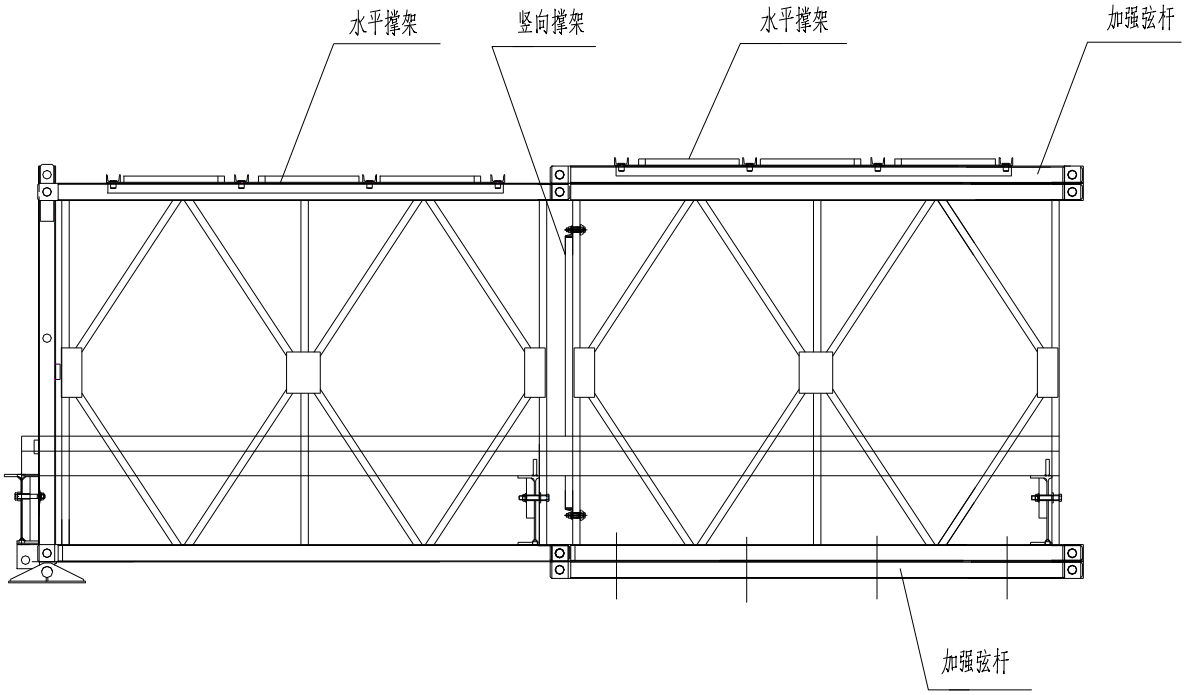
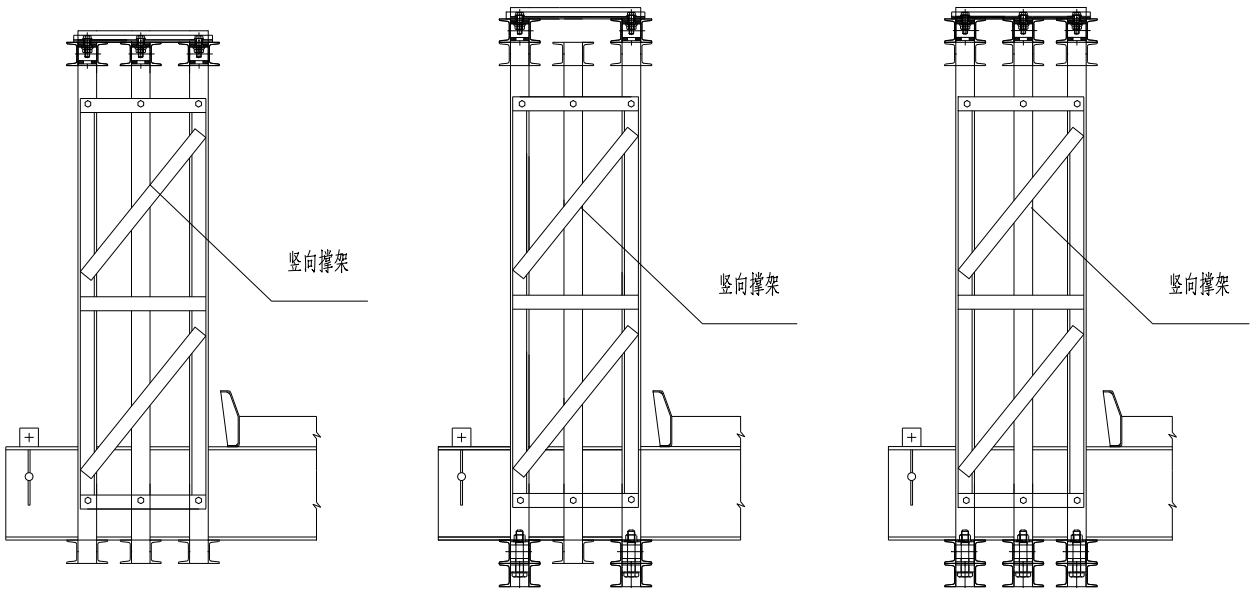


图 5-21　加强弦杆和水平撑架



TS　　TSR2　　TSR3

断面 A-A

图 5-22　TS、TSR2、TSR3 结构

5.3.2 三排结构连接细部

三排细部结构节点 1、节点 2、节点 3、节点 4、节点 6 分别与两排细部结构的节点图相同，即节点 1 见图 5-11，节点 2 见图 5-12，节点 3 见图 5-13，节点 4 见图 5-14，节点 6 见图 5-19。节点 5 的 TS 结构水平撑架顶部设置见图 5-15，节点 5 的 TSR2、TSR3 结构水平撑架顶部设置见图 5-17。

5.4 四排结构

5.4.1 四排结构总图

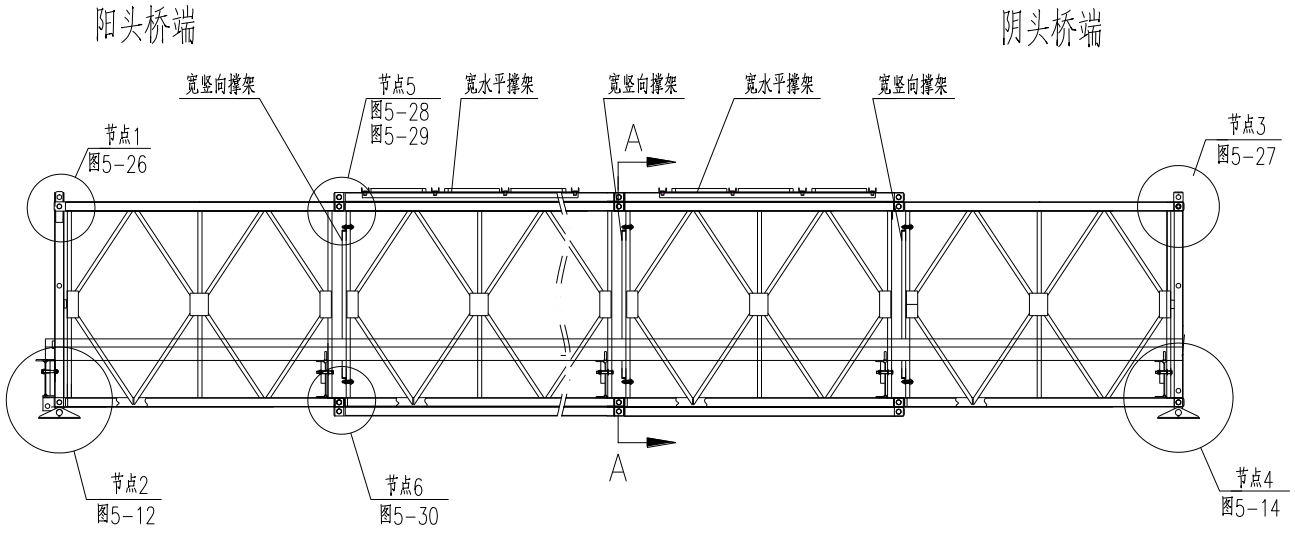


图 5-23　四排结构总图

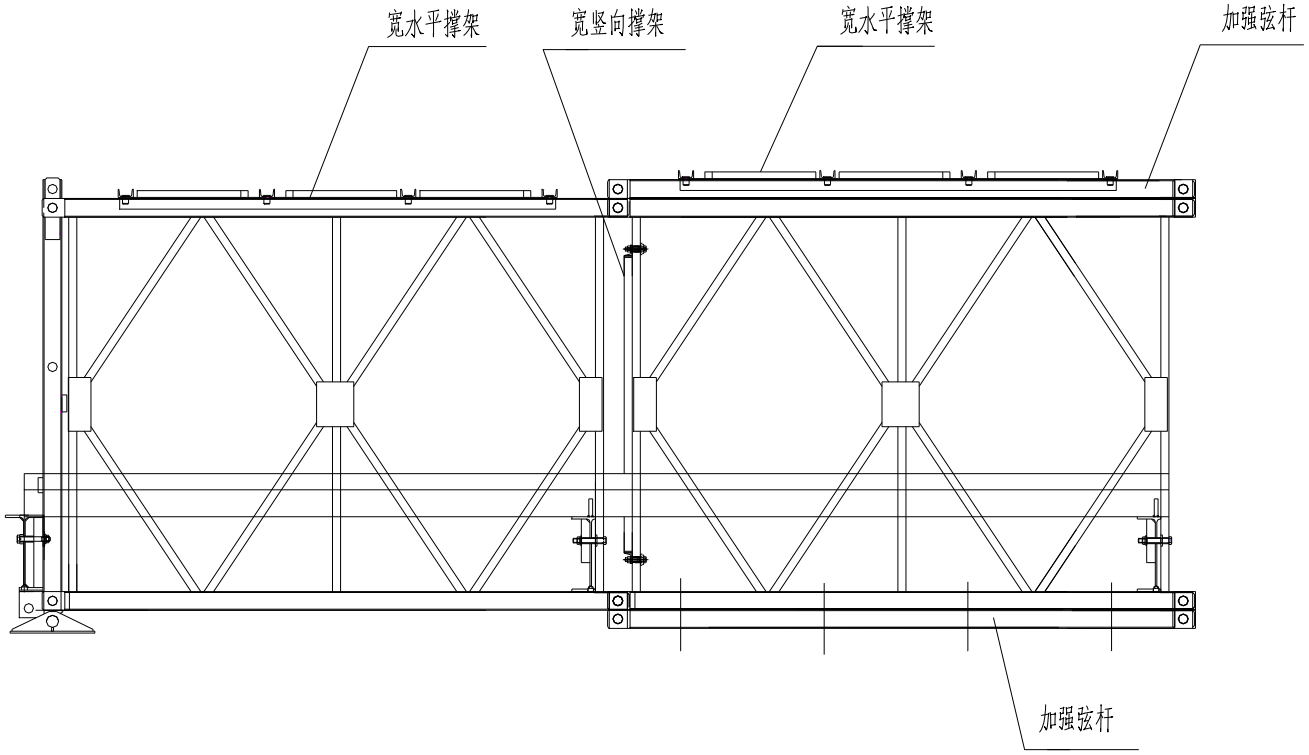
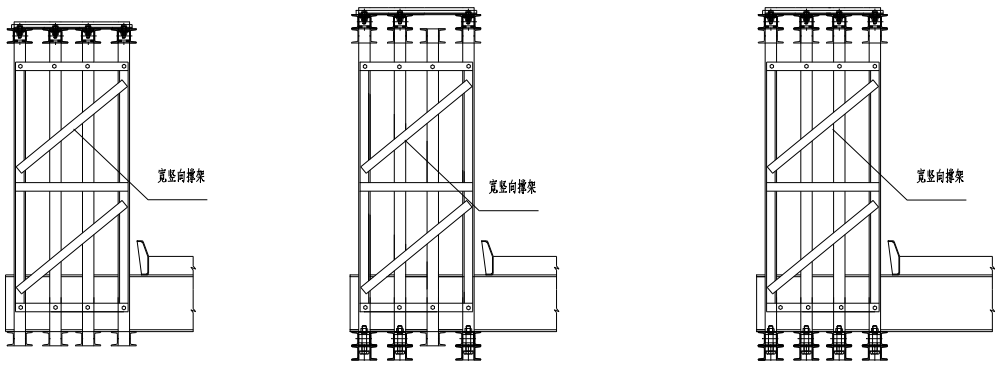


图 5-24　加强弦杆和水平撑架



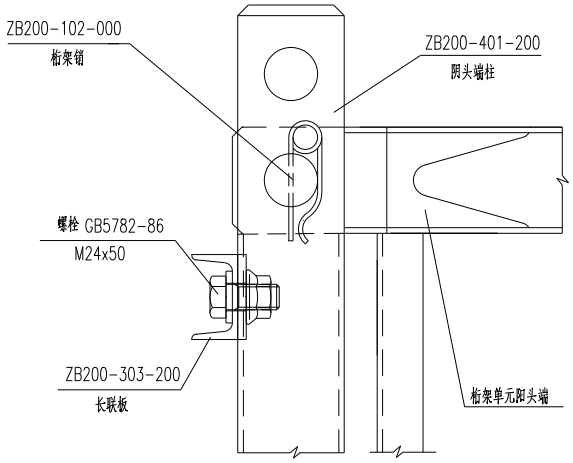
QS　　QSR3　　QSR4

断面 A-A

图 5-25　QS、QSR3、QSR4 结构

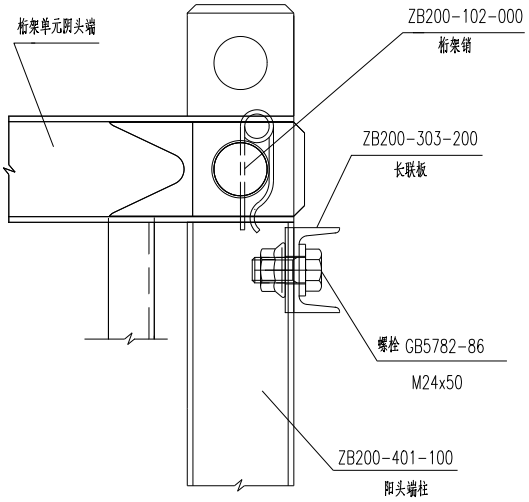
5.4.2 四排结构连接细部

四排细部结构节点 2、节点 4、分别与两排细部结构的节点图相同，即节点 2 见图 5-12，节点 4 见图 5-14。



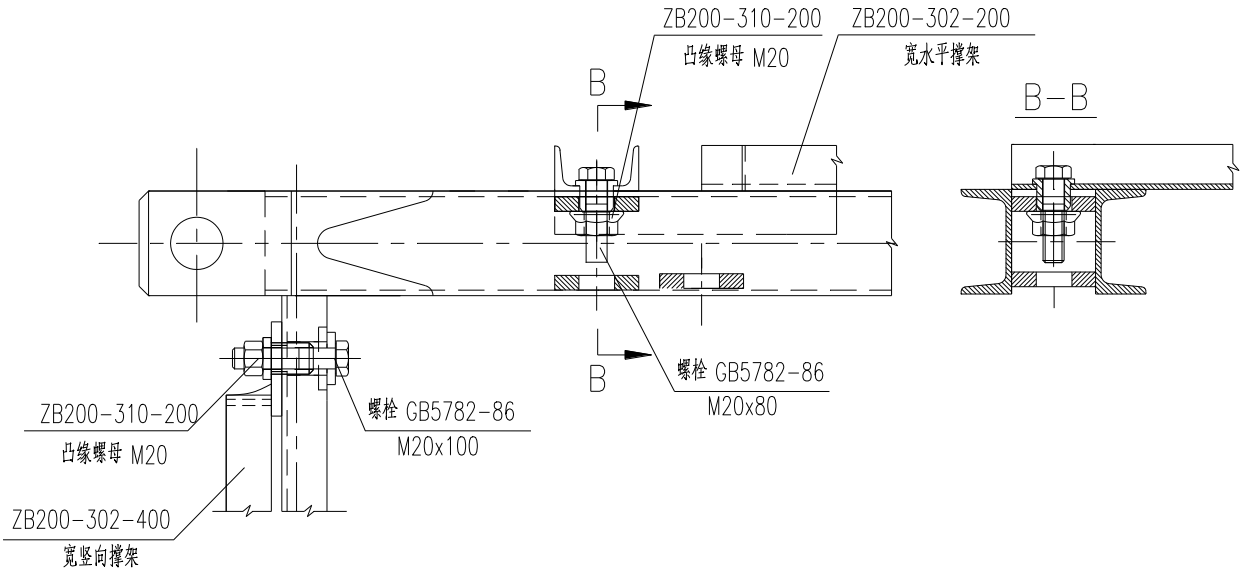
节点 1

图 5-26　长联板与阴头端柱的连接



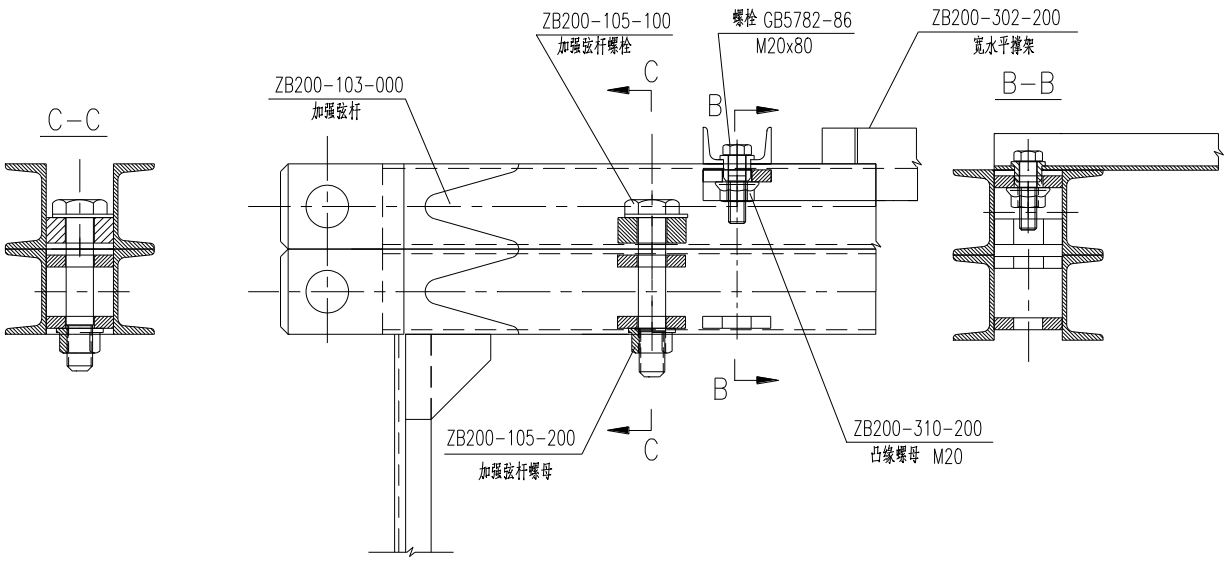
节点 3

图 5-27　长联板与阳头端柱的连接

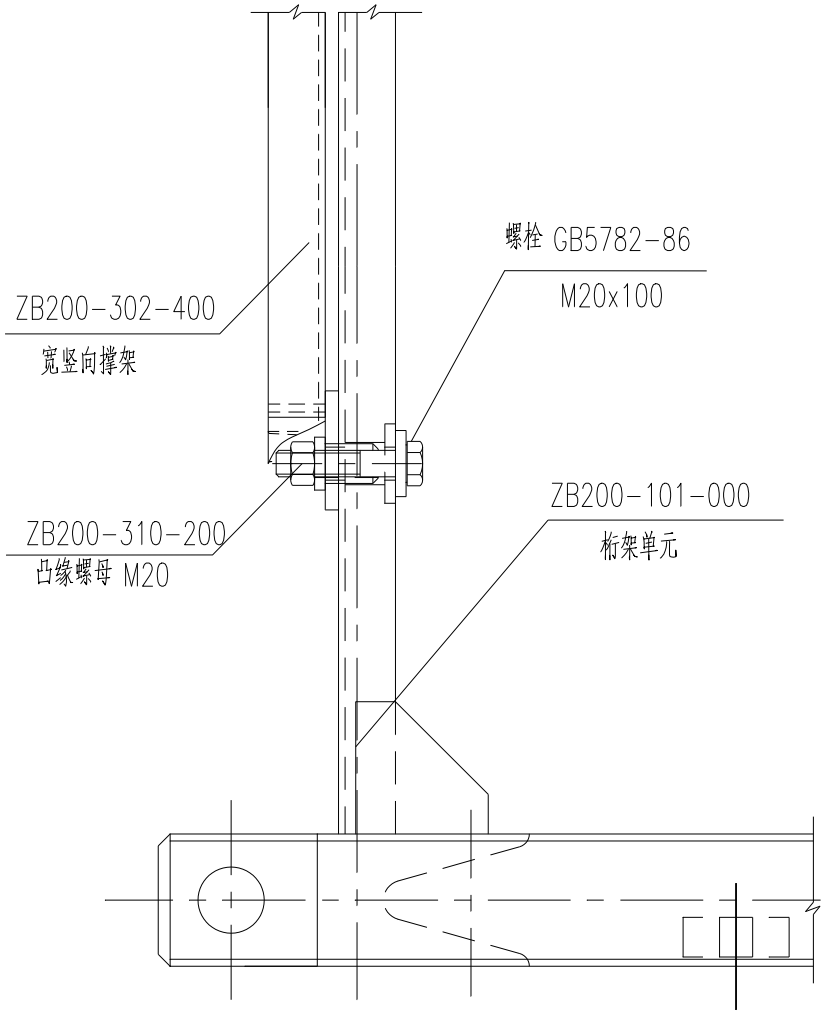


节点 5

图 5-28　QS 结构宽水平撑架顶部设置



节点 5 图 5-29　QSR3、QSR4 结构宽水平撑架顶部设置



节点 6

图 5-30　宽竖向撑架与桁架单元竖杆的下部连接

第6节　架设工具

ZB-200 型钢桥需要配制一套专用工具，才能保障桥梁顺利地架设。在这里要说明的是，桥梁架设所用的工具，是随桥梁的架设方法不同而不同的。本节架设工具是根据常用的悬臂推出法而设计的，所以只适用于桥梁的悬臂推出法。

专用工具按其用途分为推进设备和安装工具两类，本节只介绍推进设备及其部分用途，至于专用工具的用法，将在本手册“桥梁的拼装与架设”中叙述。

6.1 摇滚（图 6-1）

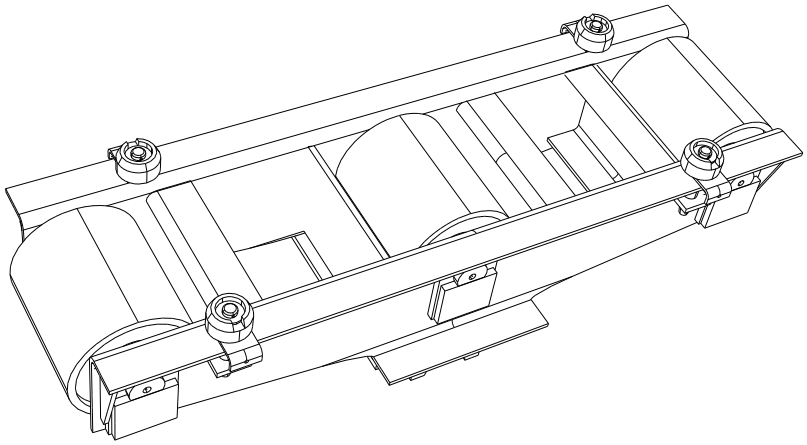


图 6-1　摇滚

摇滚（ZB200-501-000）可以自由转动，在支架顶面的两侧设有四个限位滚，将桁架的下弦杆始终控制在摇滚的中央，以保证桥梁定向推出或拉回。架桥时，在我岸和对岸均需布置摇滚。摇滚的最大载重量为 250kN，可放置在桥支座上，也可放置在平衡梁上。

6.2 平衡梁组件（图 6-2）

平衡梁组件（ZB200-507-000）主要用于支承摇滚，与摇滚和支座一起组合成架桥用的组合滚座。平衡梁运输时可将横梁（ZB200-507-100）拆卸后固定在纵梁（ZB200-507-200）上。平衡梁组件重为 238 kg。

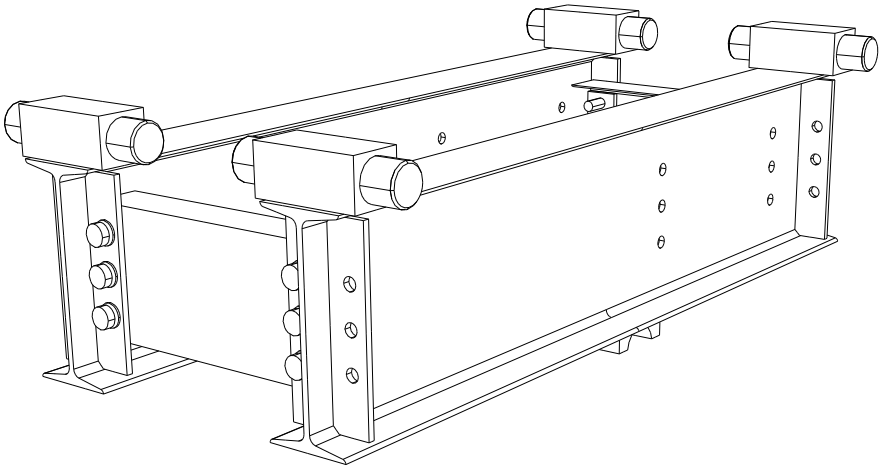


图 6-2　平衡梁组件

6.3 平滚（图 6-3）

平滚（ZB200-502-000）主要用于桥梁架设时支承桁架单元和推送桥梁。平滚布置在我岸，每隔 7.62m 放置一组。平滚支承高度为 194mm，平滚重为 54 kg。平滚每个滚轮承载能力为 6t。

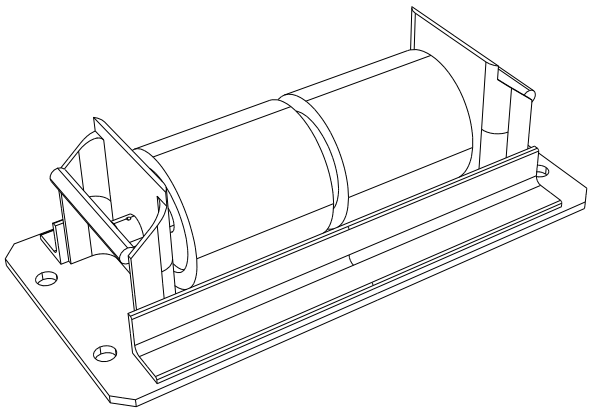


图 6-3　平滚

6.4 架设连杆（图 6-4、图 6-5）

架设连杆分为短架设连杆（ZB200-505-100）和长架设连杆（ZB200-505-200）。短架设连杆用来翘起导梁的前端，以便克服导梁架设时向下的挠度。架设连杆的安装位置及安装方法详见 7.6.2 节。

长架设连杆是多跨架设时用于两桥跨之间的桁架单元上下弦杆的连接，以保证架设时，上、下弦杆连接过渡。桥跨落座后拆除。

短架设连杆重 16.77 kg，长架设连杆重 19.28 kg。

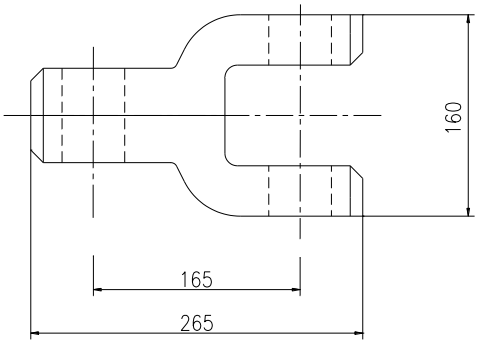


图 6-4　短架设连杆　尺寸单位：mm

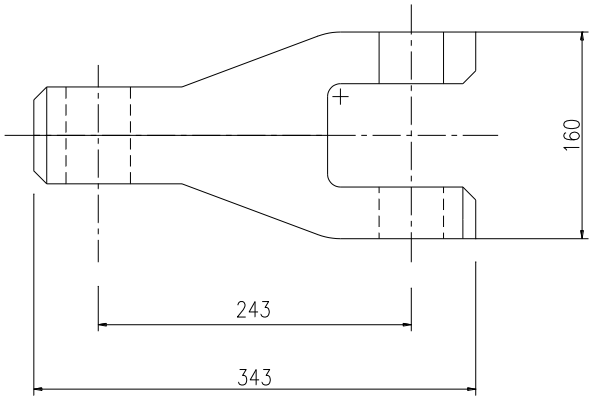


图 6-5　长架设连杆　尺寸单位：mm

6.5 斜面弦杆（图 6-6、图 6-7）

斜面弦杆分为单斜面弦杆（ZB200-503-000）和双斜面弦杆（ZB200-504-000）。斜面弦杆用于加强型结构的桥梁，下弦杆在滚座上推送时由高到低地光顺过渡。

单斜面弦杆重 25.9 kg，双斜面弦杆重 21.3 kg

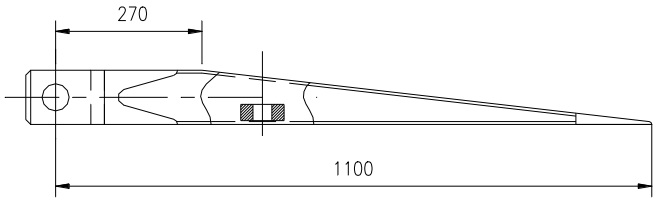


图 6-6　单斜面弦杆　尺寸单位：mm

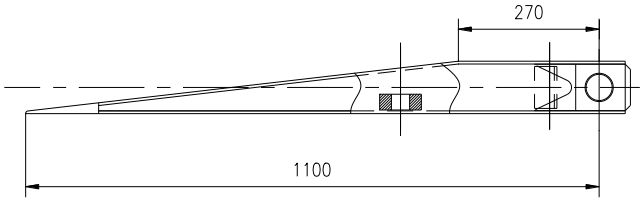


图 6-7　双斜面弦杆　尺寸单位：mm

6.6 千斤顶支架（图 6-8）

千斤顶支架（ZB200-602-000）用于桥梁架设时，两端落桥时支承千斤顶。每副千斤顶的起重能力为 20t，千斤顶支架重 71 kg。

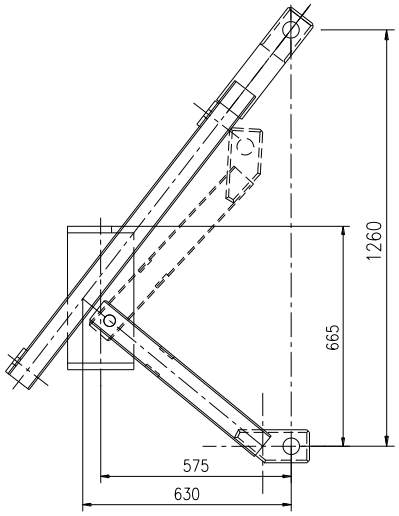


图 6-8　千斤顶支架　尺寸单位：mm

6.7 冲头销（图 6-9）

冲头销（ZB200-606-000）用于当桥梁撤收时螺栓或插销的冲出。

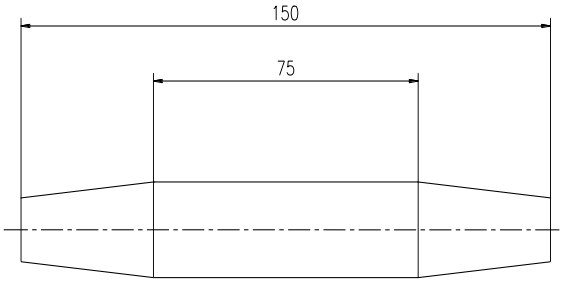


图 6-9　冲头销　尺寸单位：mm

第 7 节 桥梁的拼装与架设

7.1 概述

ZB-200 型钢桥的架设方法很多，如悬臂推送法、浮运架设法、整孔吊装法、就地拼装法、尾架推出法等，但一般都采用设备简单的悬臂推送法。该方法架设迅速，安全可靠，不需要大的起重设备，工人稍加培训就能承担架设任务。因此，本手册仅详细介绍悬臂推送法。

所谓“悬臂推送”就是在河流两岸，先安装好摇滚和平滚，桥梁的大部分构件，在我岸的滚轮上预先拼装好，然后用人力或机械牵引，将桥梁平稳而缓慢地推出，直达对岸摇滚后就位。采用此法架设

桥梁时，应特别注意的是：在桥梁尚未达到对岸摇滚之前，悬臂推出的整个过程中，应保持整体桥梁的平衡，始终使桥梁的重心落在我岸摇滚的后面，避免在推出过程中因前部悬空而发生倾倒的危险。为达到此目的，需要在正桥的前端另拼装几节桁架，待桥梁达到对岸摇滚后，再逐节拆除。这个额外接长的几节桁架，通常都称它为“导梁”或“鼻梁”。导梁不设桥板，只装桁架（往往是单层桁架）、斜撑、横梁与抗风拉杆等构件。

在通常情况下，桥梁在我岸全部装好后再推出。但在架设大跨径桥梁时，为减轻推出重量或因桁架不足时，也可逐节拼装桁架单元，待导梁到达对岸后，再将拆除的导梁搬回我岸，装齐不足部分桁架；其次是当遇到桥头地形狭窄，桁架无法伸展时，只能采取边拼边推的办法，这时要特别注意随时核算桥梁的重心是否超出我岸架设滚之外，否则桥梁的安全就得不到保证。

7.2 安全措施

桥梁的拼装和架设必须在有经验的工程师负责监督之下进行。并设置安全监督员，严格执行安全规定：

1. 检查桥跨是否正确就位
2. 确保架设方法适于架桥场地
3. 检查场地布置尺寸是否正确及滚轮是否水平
4. 保证结构的拼装正确
5. 保证架设程序无误
6. 保证落桥方法正确
7. 在交通放行之前，对桥梁进行全面检查，确保所有的构件均安装正确，所有的螺栓均固定牢靠。
8. 在任何时候，监督员如有疑问，他必须请示上级，或与设计单位取得联系加以解决。

7.3 单跨桥架设的一般说明和指南

1. 开始拼装之前，对所提供的架设资料（不论是图样或数表），从头至尾详细地研究，确保完全弄懂所有要点。

2. 将滚轮布置在一条直线上并调平。保证我岸架设滚和对岸落地滚之间的距离正确，同时，还应保证所有的滚轮类型（平滚、摇滚或平衡梁组件）和数量无误。

3. 清晰地标出两桥台及结构区内的桥轴线，在最初的几段桥节及随后结构的每次推送中，经常对桥轴线进行检查。

4. 确定准备安装“架设连杆”的位置及其安装方法。

5. 针对不同结构类型参照下述架设步骤，依次逐节拼装导梁、桥跨及辅助节间（如需要的话）。

6. 对于那些由于架设的原因需在最后固定到位的桥节应特别加以关注。只有少数附加的加强弦杆是在开始就固定到位的。

7. 确定多少段桥节应安装桥板，多少桥节不安装桥板。

8. 确定桥后部应放置多少配重。

9. 在推过沟谷之前，导梁和桥跨应完全拼装好。

然而，通常所采用的程序是拼装好几段桥节后便向前推出一点。拼装多少，推出多少。如此，有两个好处。其一是对架设场地要求较短，另一个是器材堆放处可以距拼装地点更近。

当使用这种拼装方法时，必须防止尚未最后拼装好的结构倾覆。向前推出时，应使拼装好的结构其重心距架设滚轮至少有一个桥节。

10. 在滚轮上组装结构时，须着重防止突然滑动，在水平的架设面上，防止滑动的适当方法是用一根制动销穿过单元下弦杆并插入滚轮的托架内。

11. 推桥之前，在所有的滚轮旁安排一名作业手。这些作业手的任务是观察结构推送中的异常情况。如：滚轮跳动，滚轮下垫板不稳定，或其他任何不利于结构继续推送的情况。一旦出现上述情况，观察员应立即发出预先规定的信号，通知监督员停止推送结构。

从滚轮上抽出制动销，检查有无其他障碍物。然后慢慢向前推出结构到达新的位置。

12. 桥梁可以采用推送或拖拉的方法跨过沟谷。长桥容易偏离桥轴线，最好的方法是采用拖拉法。在水平架设场地，移动桥跨所需要的力可以保守地估计为桥跨总重的十分之一，力量应对称地施加于桥轴线。否则，易于造成桥跨偏离轴线。不论推或拉，都要当心施力的构件要有足够的强度，以免造成构件损坏。

13. 需要有相应措施使桥跨能及时制动，以避免桥跨滑过预定位置。例如，可以用一根钢索将结构系在一棵结实的树上或系在压路机上。

14. 拼装完成后，检查是否正确设置桥板和配重。如前一样，在每一滚轮旁安排一名观察员，缓慢而平稳地将结构推（或拉）向对岸

落地滚。

15. 检查落地滚是否与接近的导梁对正。必要时，暂停推送，调整这些滚轮的位置或水平面。

如果导梁太低，不能通过滚轮，或导梁太高，导梁需要降低很多才能压到滚轮上，出现这些情况则必须对滚轮高度进行调节。

16. 如有必要，对落地滚进行调整之后，继续向前推出结构，直到桥跨正确就位在支承位置之上。

除非架设方案特别容许，在桥跨正确就位之前不得拆除任何导梁。如果必须拆除导梁需保证架设及构件的安全性。

17. 顶起桥梁后部，移去架设滚，把桥跨降落到支座上。

18. 从桥梁前端拆除导梁后。用千斤顶顶起桥端，移去落地滚，将桥梁前端降落到支座上。

19. 如果桥跨需要降落较多，则必须用千斤顶分级降落。先用千斤顶降低后部，然后再降低前部，前后交替进行，直到整个作业完成。在这一阶段，桥梁的纵向坡度限制在 1：100 以内。

桥梁两端不得同时支承在千斤顶上，在分级降落时，每次落下的桥梁应支承在临时垫板上。

为防止横倾，需同时顶起桥跨两侧的桁架。

20. 落桥之后，铺设剩余的桥板。

21. 完成最后检查。

注：

A. 尽可能构成一个水平的架设面。尽管容许在斜坡上（包括上仰和下倾）拼装和架设桥梁，但在用推拉法架设时，必须加倍小心，应设置滑轮防护装置或采用其他安全措施。因此，斜面架设应尽可能避免。

B.随时注意正在拼装的结构的稳定性，使用必要的垫板防止倾翻。这在桥跨尚未跨过三组架设滚轮的早期阶段尤为重要。注意，结构既可能向前倾翻，也可能向后倾翻。

C.当设置千斤顶和垫板时，应注意其支承反力将对上面的桥梁结构产生影响。千斤顶应尽可能设置在单元的竖杆或斜杆下。在桥梁两端操作时，应使用千斤顶架。

D. 落桥时，尽可能使用“保险垫板”。保险垫板是位于结构坚固点下面靠近千斤顶的垫板。在高度上须能连续调整，使得它刚能贴近结构底面。如果千斤顶损坏，或下沉，荷载立即由保险

垫板承担，从而避免结构倒塌。

E.拼装时，当后一节间尚未连上时，不要急于拧紧前面节间的螺栓。这样能使结构具有一定的柔性，使后续构件的拼装较为容易。

F.尤其重要的是，在结构尾部螺栓未上紧的节间数不超过 3 节，其余螺栓必须充分拧紧。推出结构之前，拧紧最后三个节间的螺栓。

G. 多跨桥，不论是简支梁或连续梁，在某些方面应有特别的考虑。但大部分架设步骤与单跨桥相同，其他特殊的地方，此处不再涉及。

7.4 架设场地布置

在桥梁架设之前，有关人员应先到现场实地对桥位进行勘测，勘测人员应做好如下工作：

1. 根据桥头两岸接线位置、地形、地貌、高差、地质、建筑物、道路走向及新旧桥位等情况，选择最佳桥位，定出最佳桥轴线，并进行测量，打好桥轴线桩。然后根据测得的河流宽度，确定我岸摇滚（架设滚）与对岸摇滚（落地滚）至岸边的最小安全距离和所需的桥梁跨径。

2. 定出摇滚、平滚与座板的位置，测出桥轴线桩及摇滚、平滚和座板标桩的高程。桥轴线桩应测至对岸导梁端能到达之最远处。

3. 根据接线路堤标高，定出桥梁基础标高。根据地基土的承载能力，确定支座板下面的基础是否需要处理。如需处理，则应确定好处理方案，并计算出需要填挖的数量，划出填挖的范围。

4. 划出堆料场地，注明桥梁各构件、配件及架设工具的堆放位置。

5. 根据勘测人员的设计，进行填挖工作和场地平整，然后安放座板与滚座。滚座安放后，应仔细检查它的座落是否稳固，纵横向的位置是否准确。当在倾斜的地面上架桥时，还要沿纵向检查将来推出时桥尾是否触及地面。经检查滚轴位置正确无误后，桥梁的拼装架设工作即可开始。

6. 我岸桥头料场的布置要考虑运车辆调头的方便，同时还要考虑架桥时取用构件的方便，因此，桥梁构件的堆放，应按拼装先后次序，依次存放。一般的作法是：大部分桥梁构件堆放在桥轴线两边，横梁、桥板和缘材等均以长度方向垂直于桥轴线，中间留有宽约 14m

的狭长地带用来拼装桥梁。图 7-1 为桥头有较宽阔场地的料场布置示例。

7. 当架设较大跨径的桥梁时，由于构件数量较多，可参照图 7-1 所示沿纵向分段循环布置，拼装后段桥梁，也可就近取用。

8. 当河流两岸为填土路堤时，由于路基较窄，不能存放桥梁构件，此时就得在路堤附近择地放置或沿边坡排列放置。遇到桥头路线直线段很短，桥梁是在边拼边推的情况下进行，构件则布置在河岸架桥地点附近，必要时还需搭设与路基同高的临时支架来存放构件。总之，桥梁构件的堆放应因地制宜，采用多种堆放方法，但必须是安全可靠，并以在拼装桥梁时取用方便为准。

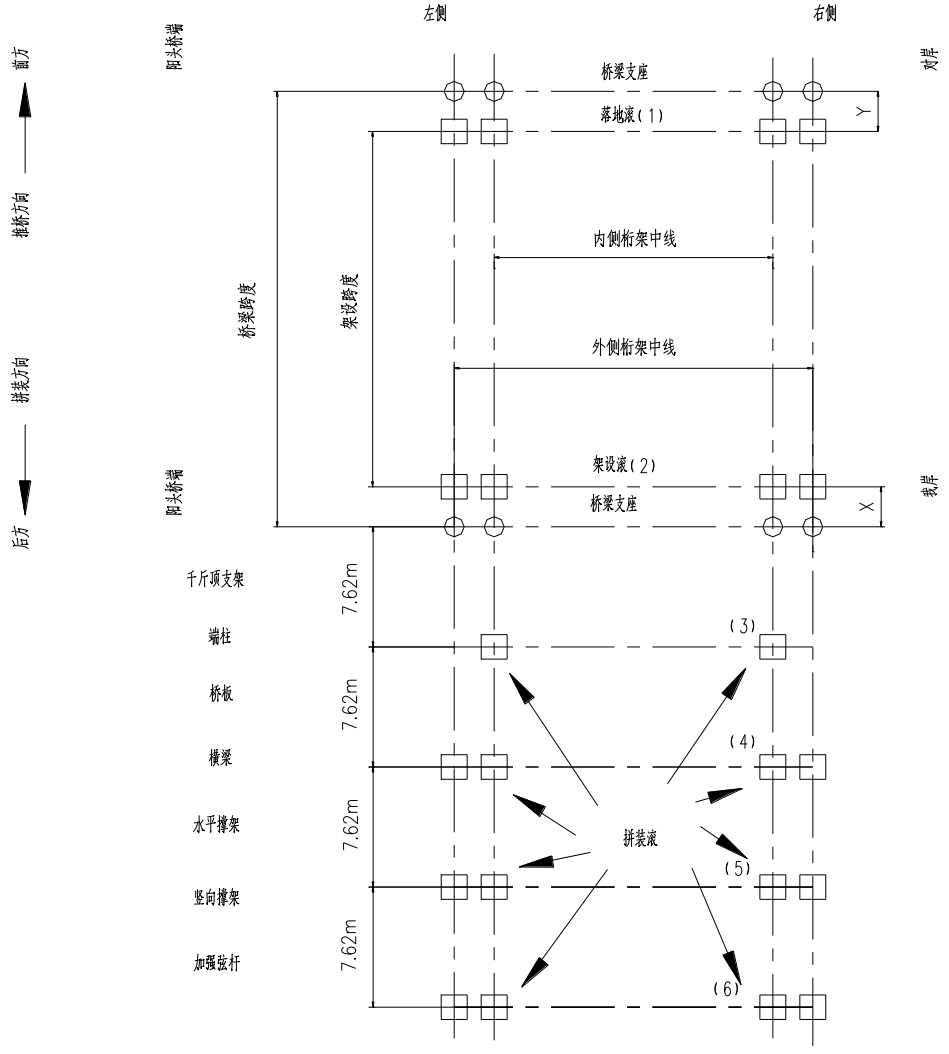


图 7-1　架设场地布置

7.5 滚座的安装

滚座分为摇滚（ZB200-501-000）和平滚（ZB200-502-000）两种，

根据勘测时的选线来确定摇滚和平滚的位置，进行滚座的安装。摇滚安置在我岸与对岸的岸边，我岸的摇滚也称为架设滚，用于桥梁的推出；对岸的摇滚也称为落地滚，用于桥梁的上岸。平滚安置在我岸摇滚之后，用于支承桥梁和减小桥梁在进出过程中的阻力。滚座的设置按以下方法进行：

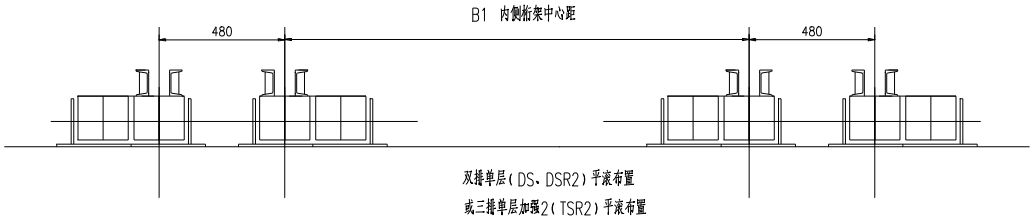
1. 滚座的布置　根据架设场地总布置图设置滚座，平滚布置图见图 7-2。如图所示，单排单层（SS）及单排单层加强（SSR）结构，设置 2 个平滚。如果仅作为单排单层结构用，则平滚的中心与桁架中心线重合即可。双排单层（DS）及双排单层加强 2（DSR2），或三排单层加强 2（TSR2）的结构，则设置 4 个平滚，内排平滚外侧滚轮中线与内排桁架中心线重合，而外侧平滚内侧滚轮中心线与外排桁架中心线重合。TSR2 结构是内外排桁架单元弦杆加强，中间桁架不加强，中间排桁架单元不设置平滚，推桥时该排桁架悬空。三排单层（TS）和三排单层加强 3（TSR3）也设置四个平滚，内排平滚外侧滚轮中心线与内排桁架中心线重合，并纵向布置在正常位置即距摇滚 7.62m 处，而外排平滚外侧滚轮中心线与外排桁架中心线重合，且与内侧平滚交错布置，即放在内侧平滚的前方，两边沿相距 100mm。在不影响拼装的情况下该距离可适当调整，这样推桥时三排桁架单元均有滚轮支承。四排单层（QS）、四排单层加强 3（QSR3）和四排单层加强 4（QSR4）结构均设置 4 个平滚，内排平滚内侧滚轮中心线与内排桁架中心线重合，而外排平滚的外侧滚轮中心线与最外排桁架中心线重合，且同前一样交错配置。对于 QSR3 结构为内排第 2 排桁架单元不加强，推桥时该排的桁架单元下弦杆悬空。

桥梁我岸和对岸摇滚的横向设置见图 7-3。根据场地布置图 7-1，摇滚位置设在桥梁的两岸。对于单排单层（SS）及单排单层加强（SSR）结构，横向设置两个摇滚，DS、DSR2、QS、QSR3、QSR4 等结构均设置 4 组摇滚，摇滚可带平衡梁也可不带平衡梁。这样对 TS、TSR3、QS、QSR3、QSR4 结构中的第 2 排、第 4 排桁架单元下弦杆就没有摇滚支承，推桥时该桁架单元下弦杆悬空。对此，没有平滚或摇滚支承的桁架单元拼装时必须另加临时支座，确保稳定拼装。

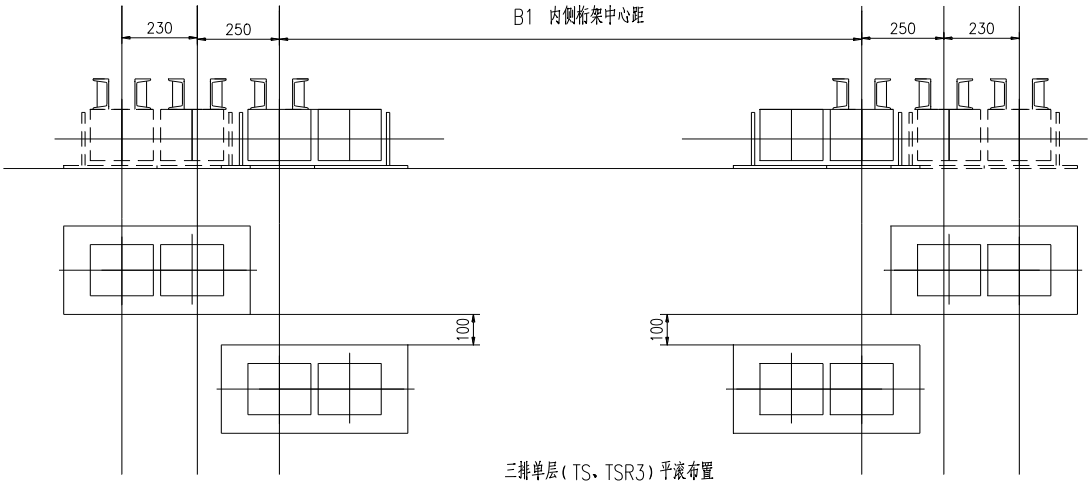
2. 滚座的安装　无论平滚或摇滚安装时，滚座下应设置垫板，垫板可用制式的样盘，也可以用临时垫板将滚座垫平，保持摇滚、平滚同高，垫平后应与地基固定牢靠。



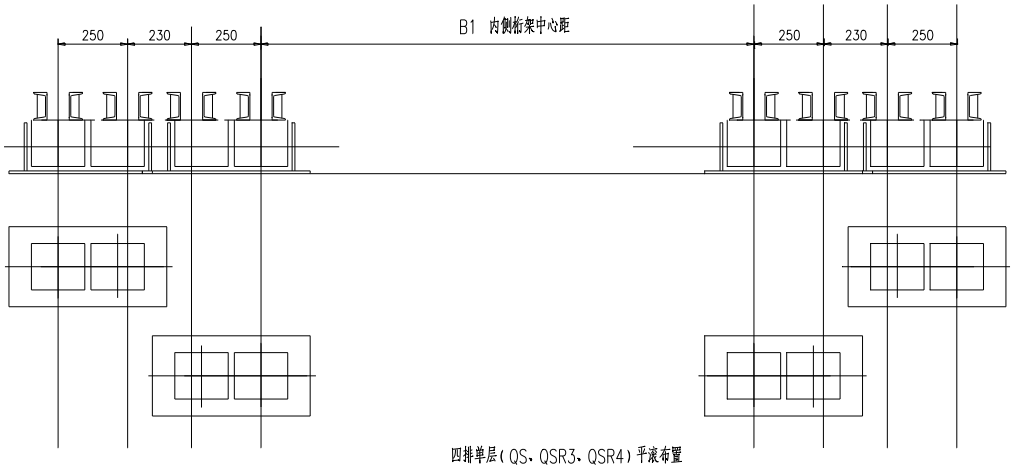
单排单层(SS、SSR)平滚布置



双排单层(DS、DSR2)平滚布置
或三排单层加强2(TSR2)平滚布置



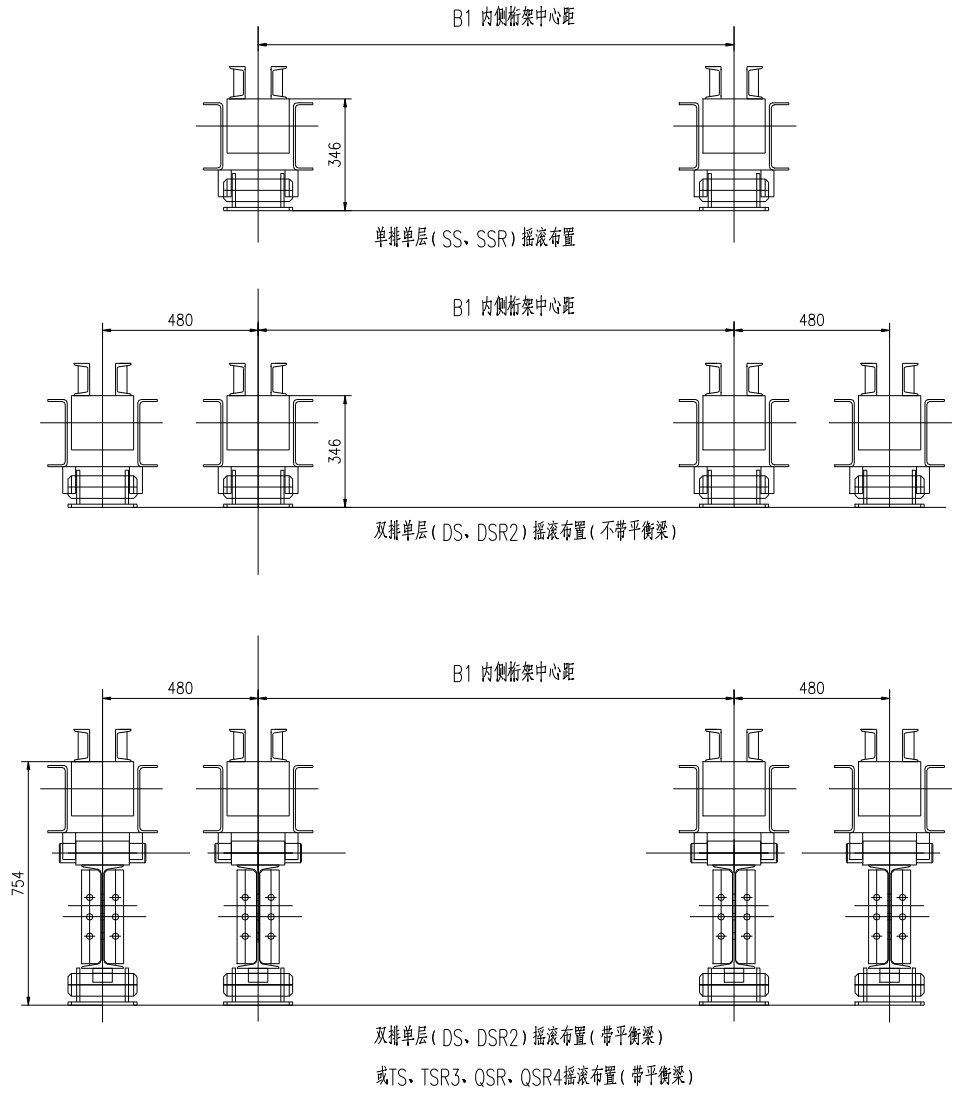
三排单层(TS、TSR3)平滚布置



内侧桁架中心距

单车道—4740mm　　双车道—7900mm

图 7-2　平滚横向布置图



内侧桁架中心距

单车道—4740mm　　双车道—7900mm

图 7-3　摇滚及平衡梁横向布置图

3. 滚座的相对高度及高度的调整

滚座的相对高度见图 7-4。

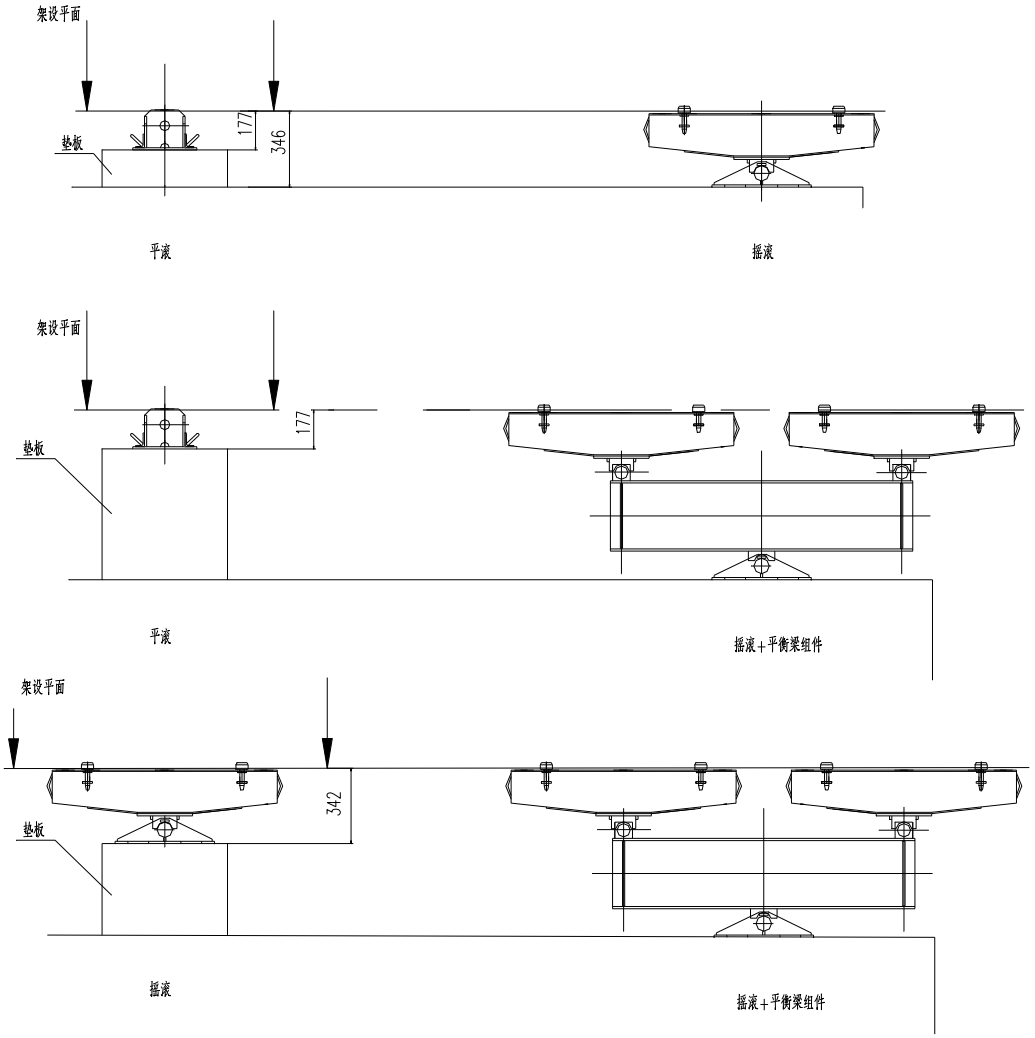


图 7-4　滚座相对高度

当架设 DSR1 结构时，需要提高外排桁架下的滚轮，如 7-5 图所示。

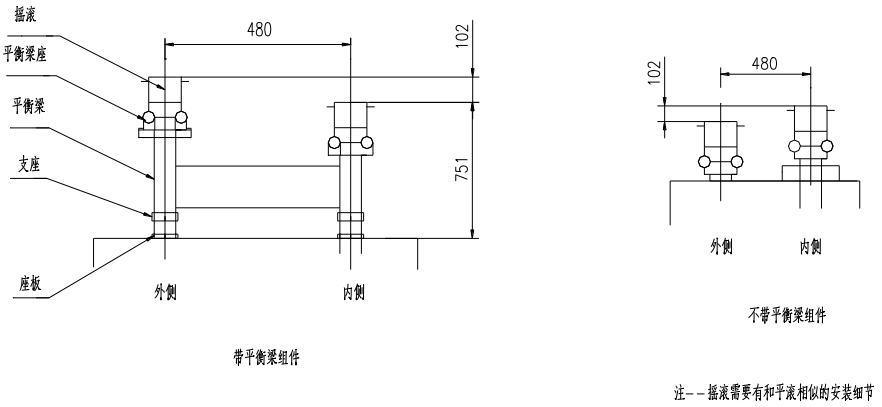


图 7-5　滚座高度的调整

所有其它的布置细节如前所示。

7.6 桥梁的拼装

7.6.1 架设预备知识

7.6.1.1 ZB-200 型钢桥桁架单元

ZB-200 型钢桥桁架单元有两种，即标准单元（ZB200-101-000）和高抗剪单元（ZB200-104-000）。高抗剪单元通常用于桥跨的端部，以抵抗桥跨端部的局部高剪切力。

如果需要高抗剪单元，将其配置在正确的桥节十分重要。为利于辨认，下图中标示了两类单元明显的差别。高抗剪单元中斜杆与弦杆汇交处设有节点板，而标准单元却没有。

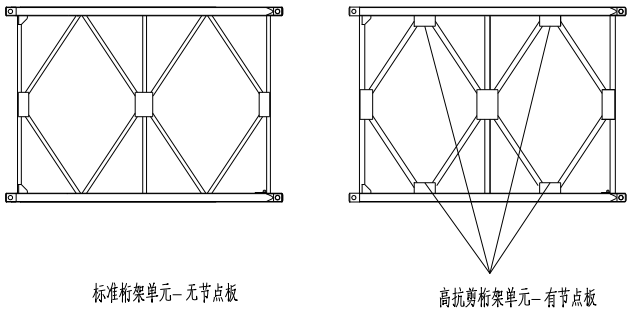


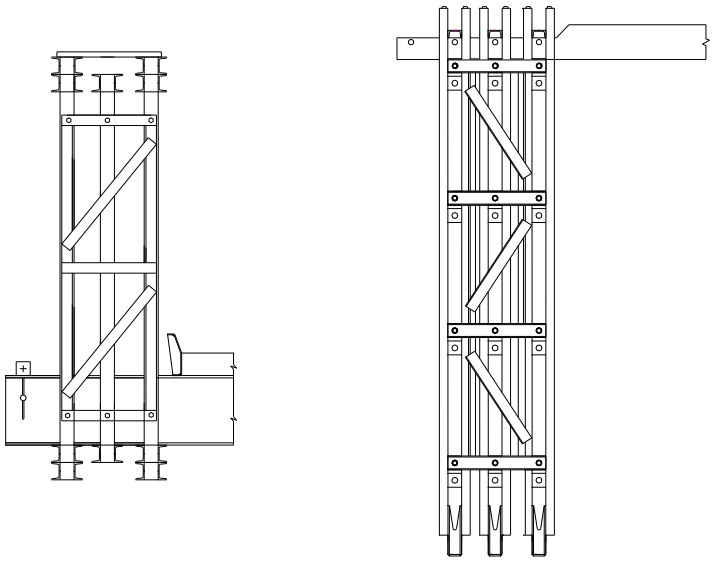
图 7-6　桁架单元识别

7.6.1.2 桁架连接系

单排结构只有一种桁架连接系，即斜撑杆。它竖向上端与桁架单元阴头竖杆相连，下端与横梁相连。

双排、三排和四排结构有两种桁架连接系，即竖向撑架和水平撑架。竖向撑架与桁架单元阳头竖杆相连，水平撑架通常设置在各排桁架弦杆顶部。双排结构水平撑架也可以设置在桁架上弦杆下部。

竖向撑架和水平撑架的安装需注意其方位，以保证能与三排或四排结构的中间排桁架相连。



断面图局部　　平面图局部

图 7-7　桁架连接系的布置

注：

1. 在桥梁使用时，端桥节上不需要安装水平撑架。但对于架设时，该桥节上需要临时设置水平撑架。

2. 对于阳头端桥节，不需要设置斜撑杆或竖向撑架。

7.6.2 架设连杆

用途：

当桥跨向前推出时，导梁自然向下挠曲，其头部可能低于对岸落地滚平面。架设连杆安装在导梁上，它可以提高导梁前端高度，以完全克服这种挠度。

单排单层结构为此需要增加的构件数量：

表 7-1　安装架设连杆构件表

名　　称	代　　号	数　　量	
		单车道	双车道
短架设连杆	ZB200-505-100	2	2*
桁架销	ZB200-102-000	2	2*
抗风拉杆加长板		2	4
横梁/抗风拉杆连接螺栓	GB5782-86-M24×80	2	4
凸缘螺母（M24）	ZB200-310-100	2	4

注：

在特殊情况下，当架设连杆需要安装在双排单层结构上时，带*号的构件数量应加倍。

架设程序：

将架设连杆用桁架销连接在预定位置的桁架单元的下弦杆末端。连接后续单元时，单元间上弦杆按正常情况连接，但下弦杆却连接在架设连杆上。

由于加入了架设连杆，两相邻桥节的横梁之间的距离加大。因此，该桥节需要安装抗风拉杆加长板。注意：此时抗风拉杆交叉处不可能背靠背地连接在一起，因为抗风拉杆的孔不再位于中心。

安装方法：

三种基本安装方法的原理图示如下。选择何种方法取决于桥的位置情况及现有的拼装设备。

方法 1　在拼装过程中插入架设连杆

方法 2　通过提起导梁前端加入架设连杆

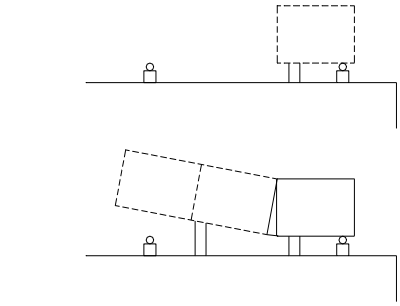
方法 3　在架设连杆前端反向安装桁架单元

在所有方法中，经常性地检查结构重心位置，在必要时使用临时垫板以防止结构倾翻是十分必要的。

注意，架设连杆不能安装在导梁前端四个节间以后的位置。如果这样还不能提供足够的提升高度，可在第 1、第 2 或第 3 节间后再加入一节连杆。然而，绝不能在同一位置安装两组架设连杆。有关在两处使用架设连杆的安装方法未予说明，但原理不变。

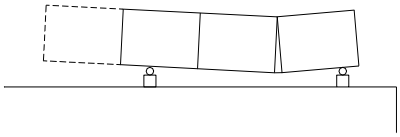
安装方法 1—在拼装过程中插入架设连杆

(1) 架设连杆位于第 1 节导梁后

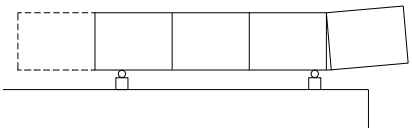


- 拼装第 1 节，支承住单元后部

- 拼装第 2、3 节，按需要进行支承，并在第 1 节后安装架设连杆

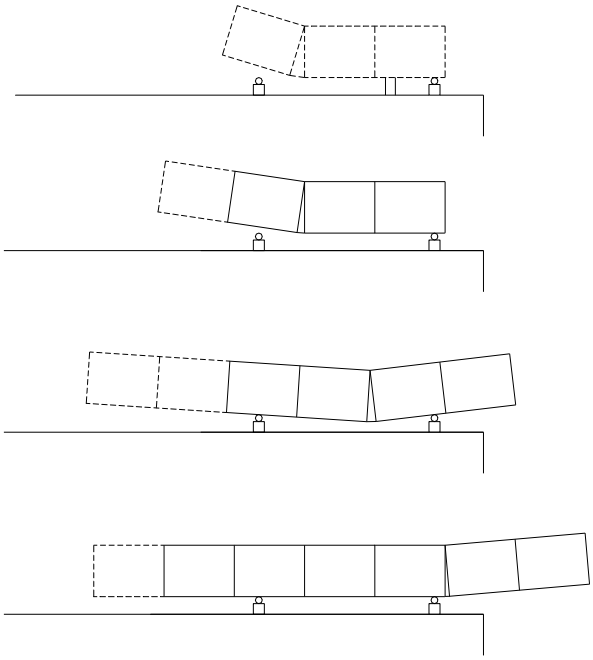


- 移去支承，使结构落到滚轮上
- 拼装第 4 节



- 将结构向前推送 3m
- 按原架设步骤继续拼装

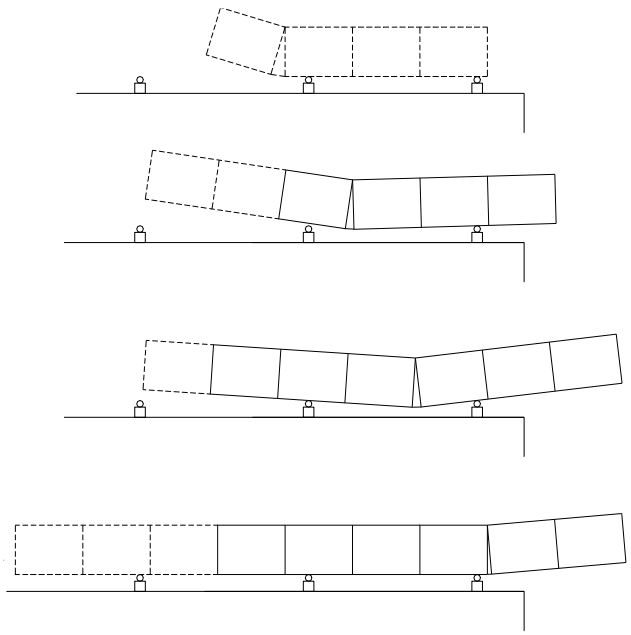
（2）架设连杆位于第 2 节导梁后



- 拼装第 1、2、3 节，按需要进
- 拼装第 4 节

- 将结构向前推送 3m
- 拼装第 5、6 节

（3）架设连杆位于第 3 节导梁后



行支承，并在第 2 节后安装架设连杆

- 移去支承，使结构落到滚轮上

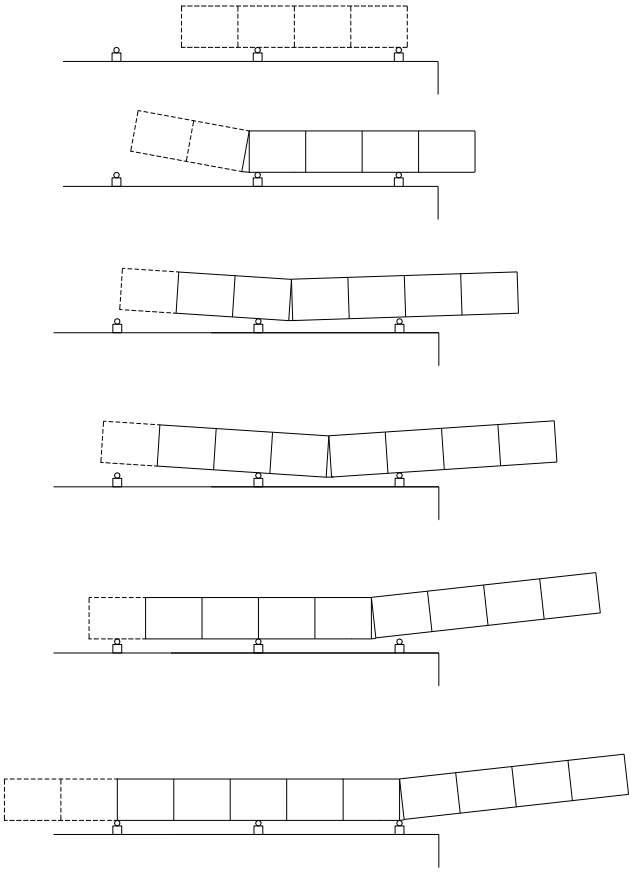
- 将结构向前推送 3m
- 按原架设步骤继续拼装
- 拼装第 1～4 节，按需要进行支承，并在第 3 节后安装架设连杆

- 向前推送结构
- 拼装第 5、6 节

- 向前推送结构
- 拼装第 7 节

- 向前推送结构直到连杆越过滚轮

- 按原架设步骤继续拼装



- 拼装第 1～4 节，按需要进行支承
- 向前推送结构

- 拼装第 5～8 节，在第 4 节后安装架设连杆
- 向前推送结构

- 拼装第 7 节
- 向前推送结构

- 拼装第 8 节
- 向前推送结构

- 拼装第 9 节

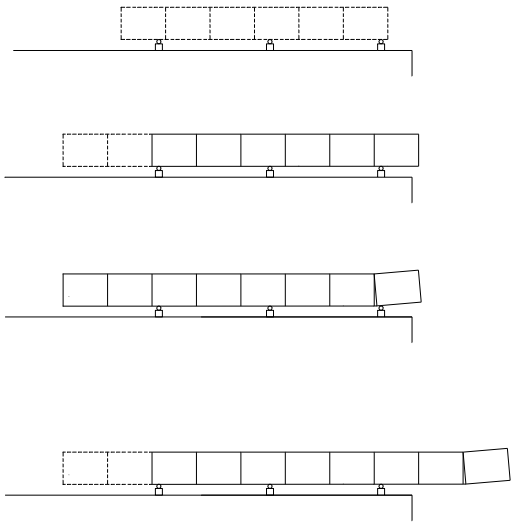
（4）架设连杆位于第 4 节导梁后

- 向前推送结构直到连杆越过滚轮

- 按原架设步骤继续拼装

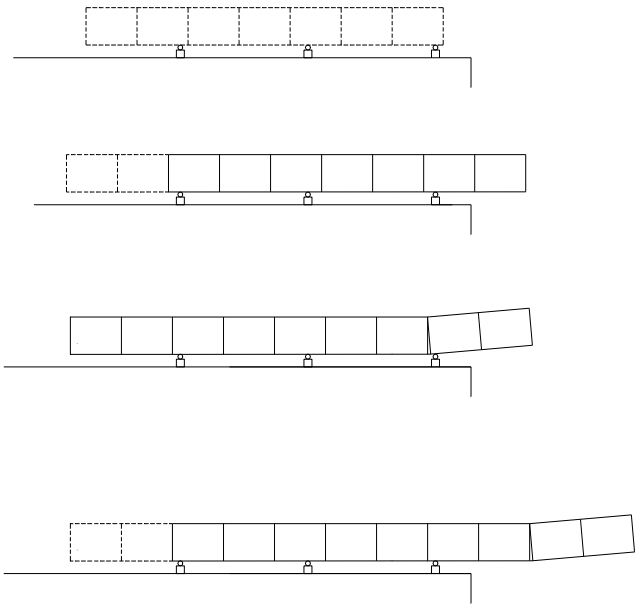
安装方法 2—通过提起导梁前端插入架设连杆

（1） 架设连杆位于第 1 节导梁后



（2）架设连杆位于第 2 节导梁后

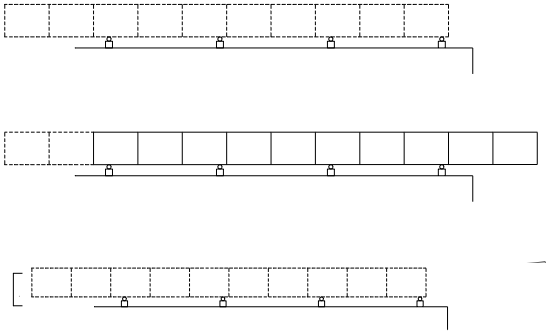
- 拼装第 1～6 节，按需要进行支承
- 向前推送结构
- 拼装第 7～8 节
- 提起第 1 节导梁，在第 1、2 节之间安装架设连杆
- 向前推送结构
- 按原架设步骤继续拼装



支承

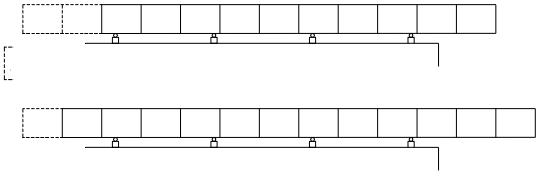
- 向前推送结构
- 拼装第 8、9 节
- 提起前两节导梁，在第 2、3 节之间安装架设连杆
- 向前推送结构
- 按原架设步骤继续拼装

（3）架设连杆位于第 3 节导梁后

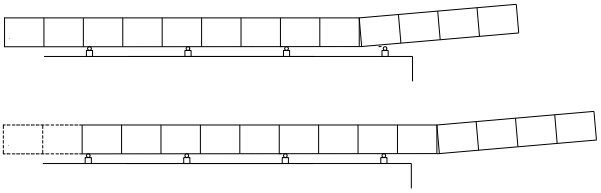


- 拼装第 1～10 节，按需要进行支承

（4）架设连杆位于第 4 节导梁后



- 向前推送结构
- 拼装第 11、12 节

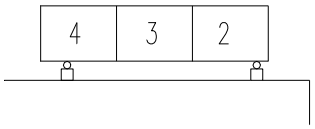


- 提起前三节导梁，在第 3、4 节之间安装架设连杆
- 向前推送结构
- 按原架设步骤继续拼装
- 向前推送结构
- 提起前四节导梁，在第 4、5 节之间安装架设连杆

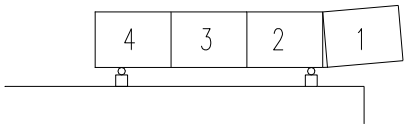
- 拼装第 1～10 节，按需要进行支承
- 向前推送结构
- 拼装第 11、12 节
- 拼装第 13 节
- 向前推送结构
- 按原架设步骤继续拼装

安装方法 3—在架设连杆前端反向安装桁架单元

（1） 架设连杆位于第 1 节导梁后

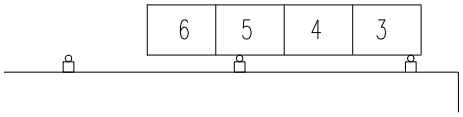


- 拼装 2～4 节，按需要进行支承

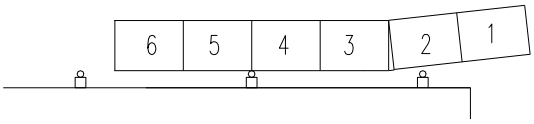


- 在前端增加第 1 节导梁，并在第 1、2 节之间安装架设连杆

（2）架设连杆位于第 2 节导梁后

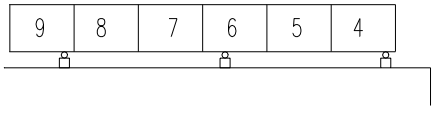


- 拼装第 3～6 节，按需要进行支承

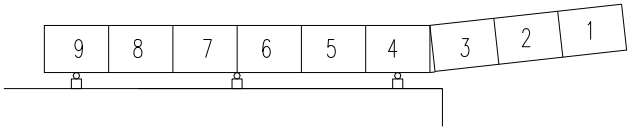


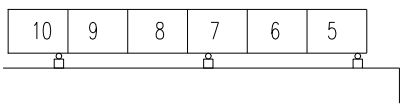
- 按相反次序在前端增加第 1、2 节导梁，并在第 2、3 节之间安装架设连杆

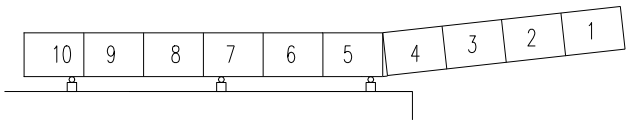
（3）架设连杆位于第 3 节导梁后



- 拼装第 4～9 节，按需要进行支承







（4）架设连杆位于第 4 节导梁后

- 拼装第 5~10 节，按需要进行支承
- 拼装第 5～10 节，按需要进行支承

- 按相反次序在前端增加第1～4 节导梁，并在第 4、5 节之间安装架设连杆

有关安装方法的注释：

1. 各插图显示了架设原理的典型示例。对特殊情况，应专门设计架设方法及拼装步骤。

2. 对所有架设阶段，必须确保结构不至倾翻，包括向后或向前倾翻。必要时，可采用临时性垫板支承。

3. 防止结构突然滑动。

4. 避免拼装滚轮超载。

5. 当顶起倾斜单元时应加倍小心。

6. 如果需要，顶起和放下两侧桁架应同时进行。

7. 当向前推出结构到架设滚上时，应避免将滚轮也向前推出。

8. 每次推送后，检查结构是否对正。

9. 当使用方法 2 安装连杆时，在拼装的初始几步，以下构件可以省略：

a. 预设连杆位置下弦杆上的桁架销

b. 架设连杆处的节间上的抗风拉杆

10. 方法 3 需要一台有足够起吊能力的吊车，并且其吊臂长能满足设置导梁前端构件的要求。

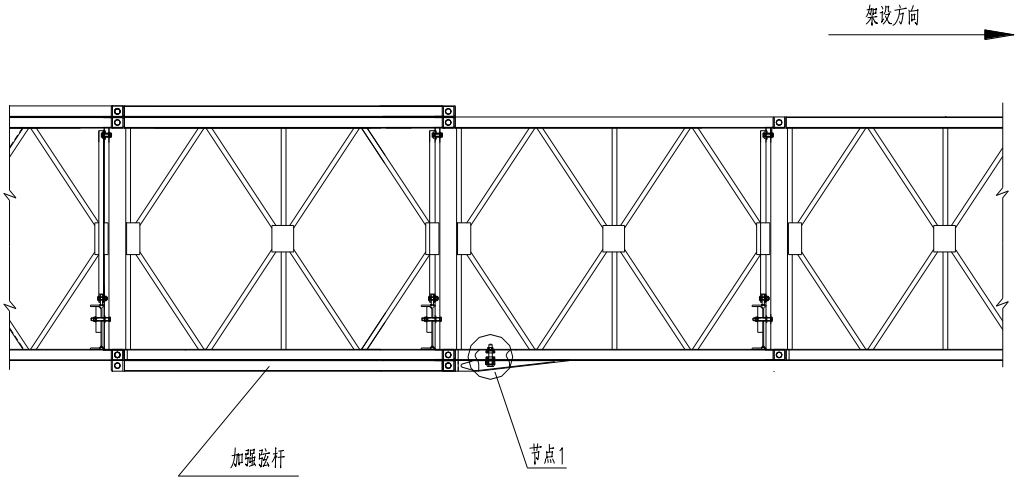
11. 当使用方法 3 时，应注意导梁上作业手的安全。注意，按相反顺序进行拼装难度稍大。

12. 方法 3 可以用于在滚轮上拼装结构，但应特别注意上述第 4、7 及第 8 点。

13. 本书以下所描述的各种结构的拼装步骤，均假设连杆是采用方法 1 或方法 2 安装。

7.6.3 斜面加强弦杆

当推送的桥梁是加强型结构时，在加强桥节与未加强桥节之间必然存在一个台阶。因此，需要将下弦加强弦杆过渡到未加强的桥节或导梁结构上。为了使结构顺利地通过滚轮，其底面必须为光顺的平面。为此，首尾加强弦杆处安装斜面加强弦杆，以保证桁架单元底部能光顺过渡。斜面加强弦杆一端与加强弦杆相连，另一端与桁架弦杆仅用一个加强弦杆螺栓固定,见图 7-8。另外，也可采用错位导梁的方法加以解决，见图 7-9。



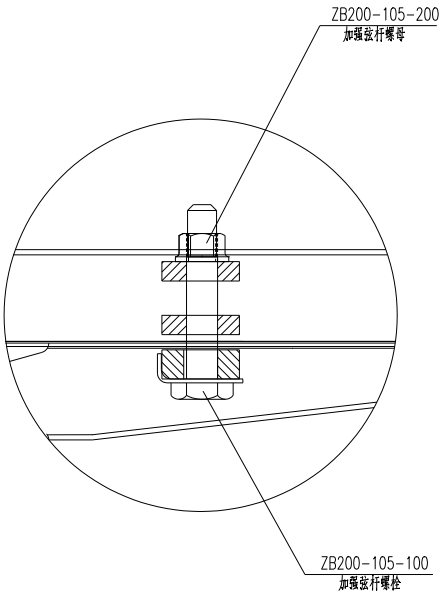
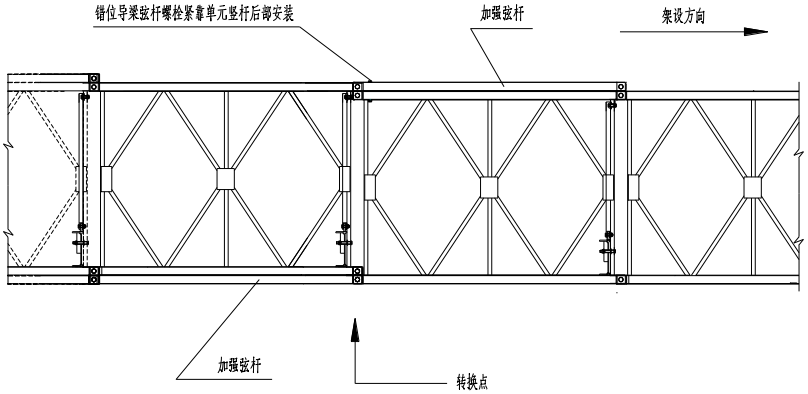


图 7-8　斜面弦杆连接结构图



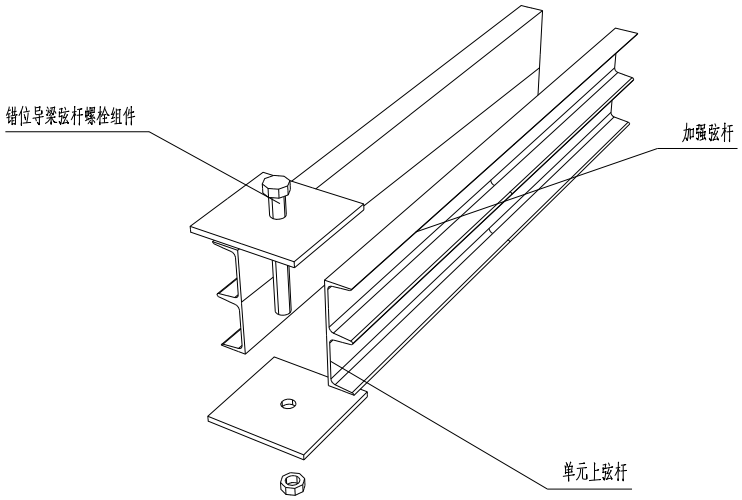


图 7-9　错位导梁连接结构图

7.6.4 单排单层结构的拼装

7.6.4.1 单排单层结构的第 1 桥节

表 7-2　SS 结构第 1 桥节构件配套表

序号	需 要 构 件	代　　号	数　　量	
			单车道	双车道
1	桁架单元	ZB200-101-000	2	2
2	高抗剪桁架单元	ZB200-104-000	2*	2*
3	横梁	ZB200-201-000	1	-
4	双车道横梁	ZB200-205-000	-	1
5	斜撑	ZB200-301-100	2	2
6	横梁连接螺栓	GB5782-86-M24×	2	2

		140		
7	斜撑与横梁连接螺栓	GB5782-86-M24×80	2	2
8	斜撑与竖杆连接螺栓	GB5782-86-M24×110	2	2
9	凸缘螺母（M24）	ZB200-310-100	6	6

* 采用高抗剪桁架单元时，标准桁架单元数应相应减少。

拼装步骤：

1. 确定方位 根据架设场地布置图（图 7-1）所示，推送方向为前方，桁架拼装方向为后方。ZB-200 型装配式公路钢桥拼装时，桁架单元阴头端朝前方，阳头端朝后方。

2. 设置横梁临时支座 架设滚及拼装滚按 7.3 节图 7-1 架设场地布置图设置。为方便架设，应适当设置临时支座。第一桥节的临时支座按图 7-10 设置，即第一对临时支座分别放置在距桥梁内侧桁架中心线 450mm，距架设滚中心为 3048/2mm 处，支座高度必须高于滚轴上表面 110mm。

3. 放置横梁 将横梁放置在第一对临时支座上，其翼缘切割边朝前方，调整横梁的位置，使其对中，并与桥轴线垂直。

4. 安装桁架单元 就位时桁架单元的横梁垫板在下，阴头端朝前方，阳头端朝后方。阴头端套入横梁一头，并使桁架单元横梁垫板的凸榫插入横梁下翼缘的内排桁架定位孔中，同时桁架单元阳头端放在架设滚上。

5. 连接螺栓 按 5. 1. 2 节所示，用 M24×140 的螺栓和 M24 的凸缘螺母，将横梁与桁架阴头竖杆连接。然后，将斜撑上端与桁架单元阴头竖杆用 M24×110 的螺栓和 M24 的凸缘螺母连接，斜撑下端与横梁上翼板上的支座用 M24×80 的螺栓和 M24 的凸缘螺母连接。

6. 另一侧桁架单元重复 4、5 步骤。见图 7-11。

注：

在第一桥节拼装时，应特别注意横梁、桁架单元和架设滚轮的稳定。

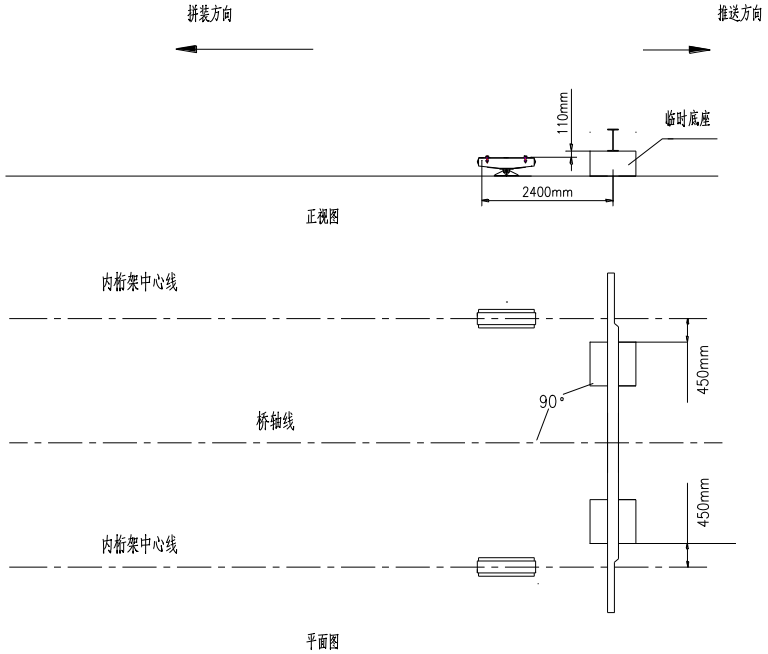


图 7-10　临时支座的设置

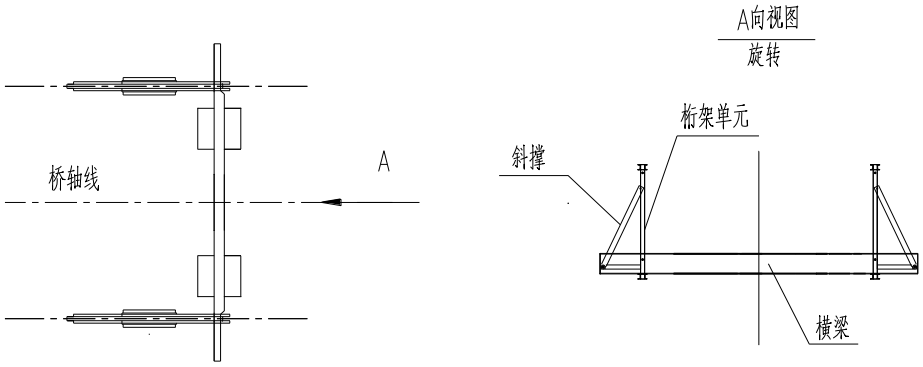


图 7-11　第 1 桥节的拼装

7.6.4.2 单层单排结构第 2 桥节及后续各节间

表 7-3　SS 结构第 2 桥节配套表

序号	需 要 构 件	代　　号	数　　量	
			单车道	双车道
1	桁架单元	ZB200-101-000	2	2
2	横梁	ZB200-201-000	1	-
3	双车道横梁	ZB200-205-000	-	1
4	斜撑	ZB200-301-100	2	2
5	抗风拉杆	ZB200-304-100	2	-
6	双车道抗风拉杆	ZB200-305-100	-	4

7	横梁连接螺栓	GB5782-86-M24×140	2	2
8	斜撑与横梁连接螺栓	GB5782-86-M24×80	2	2
9	斜撑与竖杆连接螺栓	GB5782-86-M24×110	2	2
10	抗风拉杆中间螺栓	GB5782-86-M24×50	1	2
11	抗风拉杆两端螺栓	GB5782-86-M24×80	4	8
12	桁架销	ZB200-102-000	4	4
13	凸缘螺母（M24）	ZB200-310-100	11	21
14	竖向系材	ZB200-304-200	-	2
15	竖向系材连接螺栓	GB5782-86-M24×50	-	5

拼装步骤：

1. 设置第二对临时支座　在第一对临时支座后方约 6m 处，即第 2 桥节末端设置第二对临时支座，用以支承第 2 桥节的桁架单元后端，其中心与架设滚轮重合，高度与架设滚轮同高。然后将一侧桁架单元阴头端与第 1 桥节桁架单元的阳头端用桁架销相连，并插上保险销。

2. 安装第 2 根横梁　在该桁架单元前端安装第 2 根横梁，并用 M24×140 的螺栓和 M24 的凸缘螺母将横梁与桁架单元阴头竖杆固定。然后，按前一节方法安装斜撑。

3. 安装抗风拉杆　注意该桥节的横梁与后一桥节（即第 3 桥节）的横梁之间安装抗风拉杆。抗风拉杆两端用 M24×80 的螺栓和 M24 的凸缘螺母连接在一起，所有这些螺栓应向下安装。

4. 设置竖向系材　根据需要，双车道桥梁相邻两横梁之间除设置水平抗风拉杆外，还设置竖向系材。竖向系材两端及中间均用 M24×50 的螺栓和 M24 的凸缘螺母相连。

注：

1. 为了保证桥梁拼装时的稳定性，在拼装桁架单元的尾部应设置临时支座。

2. 在不影响拼装桥梁的稳定时，可将临时支座及时移去，作为他用。

3. 安装抗风拉杆时，应将该桥节的临时支座移去，见图 7-12。

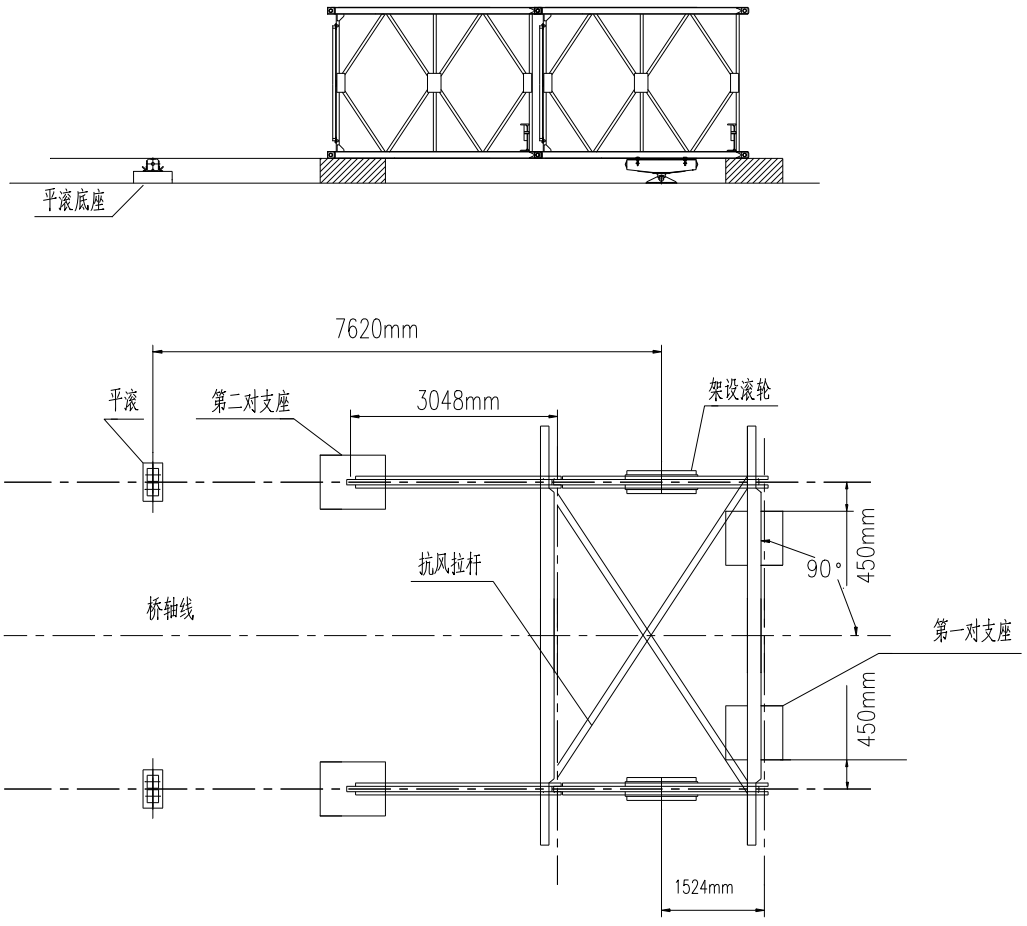


图 7-12　第 2 桥节的拼装（单车道）

7.6.5 双排单层结构的拼装

7.6.5.1 双排单层结构的第 1 桥节

表 7-4　DS 结构第 1 桥节配套表

序号	需 要 构 件	代　　号	数　　量	
			单车道	双车道
1	桁架单元	ZB200-101-000	4	4
2	高抗剪桁架单元	ZB200-104-000	4*	4*
3	横梁	ZB200-201-000	1	-
4	双车道横梁	ZB200-205-000	-	1
5	水平撑架	ZB200-302-100	1	1
6	竖向撑架	ZB200-302-300	1	1
7	抗风拉杆	ZB200-304-100	2	-
8	双车道抗风拉杆	ZB200-305-100	-	4
9	桁架销	ZB200-102-000	8	8
10	横梁连接螺栓	GB5782-86-M24×140	4	4
11	抗风拉杆中间连接螺栓	GB5782-86-M24×50	1	2
12	抗风拉杆两端螺栓	GB5782-86-M24×80	4	8
13	水平撑架连接螺栓	GB5782-86-M20×80	16	16
14	竖向撑架连接螺栓	GB5782-86-M20×100	8	8

15	凸缘螺母（M20）	ZB200-310-200	24	24
16	凸缘螺母（M24）	ZB200-310-100	9	14

* 采用高抗剪桁架单元时，标准桁架单元数应相应减少。

拼装步骤：

1. 拼装单排单层结构　首先，按单排单层拼装步骤，拼装单排单层桥。架设双排桥时，需要用单排桥作导梁。对预留的导梁节间应设置斜撑，而作为桥梁的节间不设置斜撑。

2. 设置临时支座　在紧接导梁桥节的尾端设置第三对临时支座，其纵向中心线与双排结构的外排桁架中心线重合，距第二对支座中心线 480mm，高度与架设滚轮同高。见图 7-13，其目的是为了支承两片新安装的外排桁架单元的尾端（阳头端）。

3. 安装外排桁架单元　将外排桁架单元阳头端支承在外排支座即第三对临时支座上，前端套入相应的横梁一头，将桁架单元横梁垫板凸榫插入横梁下翼缘相应的定位孔(距内排 480mm)中，然后用 M24×140 的螺栓和 M24 的凸缘螺母将横梁与桁架单元阴头竖杆固定。

4. 安装竖向撑架　按照 5.2.2 节双排结构连接细部节点图，先将竖向撑架的定位销插入桁架单元阳头竖杆的孔中，然后用 M20×100 的螺栓和 M20 的凸缘螺母固定。

5. 安装水平撑架　对双排单层桥的水平撑架，根据需要可安装在桁架单元上弦杆的顶部，也可以安装在桁架上弦杆的下部。方法是将水平撑架的定位销插入弦杆撑板孔内，定位后，用 M20×80 的螺栓和 M20 的凸缘螺母固定。注意，两个桥端不设水平撑架，拼装需要可临时设置。

6. 安装抗风拉杆　抗风拉杆在单排单层结构拼装时，按程序连接。

7. 对另一侧桁架单元的拼装,重复 3、4、5 步。见图 7-14。

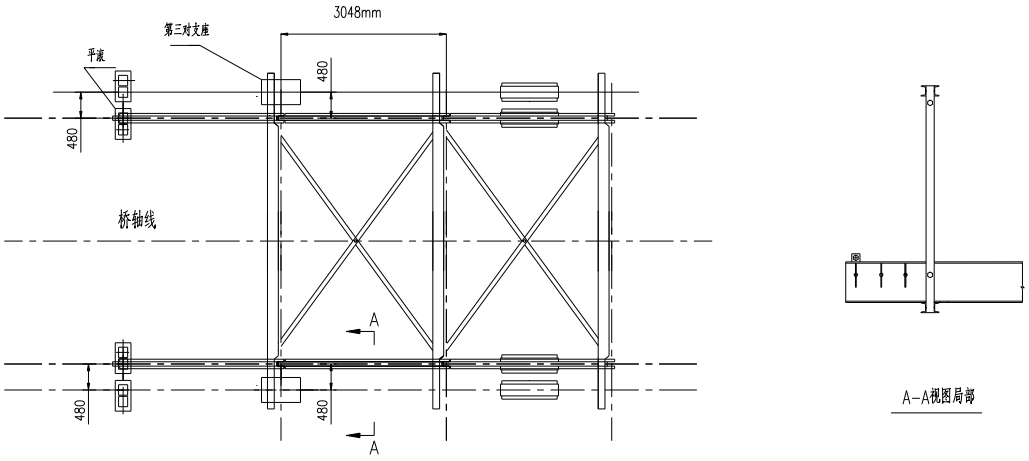


图 7-13　临时支座的设置

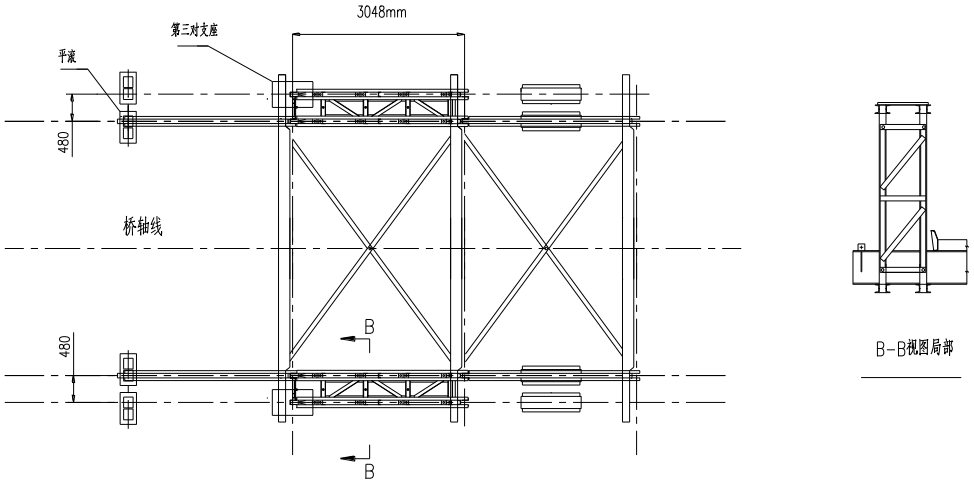


图 7-14　DS 结构第 1 桥节的拼装

7. 6. 5. 2 双排单层结构的第 2 桥节及后续各节间

表 7-5　DS 结构第 2 桥节构件配套表

序号	需 要 构 件	代　　号	数　　量	
			单车道	双车道
1	桁架单元	ZB200-101-000	4	4
2	高抗剪桁架单元	ZB200-104-000	4*	4*
3	横梁	ZB200-201-000	1	-
4	双车道横梁	ZB200-205-000	-	1
5	水平撑架	ZB200-302-100	1	1
6	竖向撑架	ZB200-302-300	1	1
7	抗风拉杆	ZB200-304-100	2	-
8	双车道抗风拉杆	ZB200-305-100	-	4
9	桁架销	ZB200-102-000	8	8
10	横梁连接螺栓	GB5782-86-M24×140	4	4
11	抗风拉杆中间连接螺栓	GB5782-86-M24×50	1	2
12	抗风拉杆两端螺栓	GB5782-86-M24×80	4	8
13	水平撑架连接螺栓	GB5782-86-M20×80	16	16
14	竖向撑架连接螺栓	GB5782-86-M20×100	8	8
15	凸缘螺母（M20）	ZB200-310-200	24	24
16	凸缘螺母（M24）	ZB200-310-100	9	14

*　采用高抗剪桁架单元时，标准桁架单元数应相应减少。

拼装步骤：

1. 先按单排单层结构拼装步骤继续拼装单排单层后续各桥节。

2. 第 2 桥节的外排桁架单元尾端放置在架设平滚上，前端与第一桥节桁架单元用桁架销相连。见图 7-15。

3. 安装横梁，方法同前。

4. 安装竖向撑架，方法同前。

5. 安装水平撑架，方法同前。

6. 安装抗风拉杆，方法同前。

7. 根据需要，双车道横梁之间安装竖向系材。

注：

1. 为了保证拼装桥梁的稳定，拼装桁架单元的末端应用临时支座支承。拼装后，在不影响稳定的情况下，及时将临时支座移去。

2. 桥梁正常使用时，阴头桥端和阳头桥端这两个桥节不需要安装水平撑架。根据架设需要，阴头桥端可临时安装水平撑架。

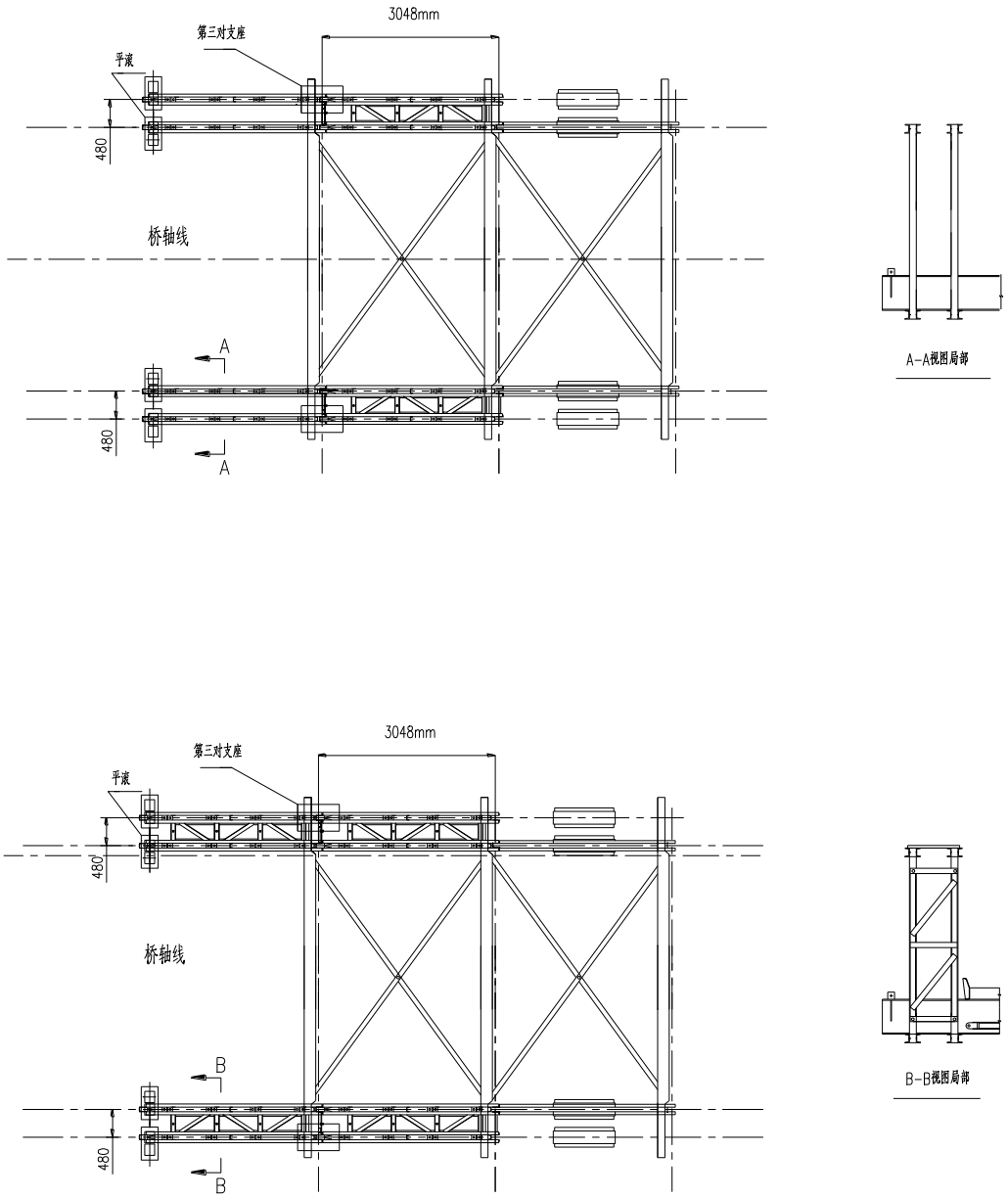


图 7-15　DS 结构第 2 桥节的拼装

7.6.6 三排单层结构的拼装

7.6.6.1 三排单层结构的第 1 桥节

表 7-6　TS 结构第 1 桥节构件配套表

序号	需 要 构 件	代　　号	数　　量	
			单车道	双车道

1	桁架单元	ZB200-101-000	6	6
2	高抗剪桁架单元	ZB200-104-000	6*	6*
3	横梁	ZB200-201-000	1	-
4	双车道横梁	ZB200-205-000	-	1
5	水平撑架	ZB200-302-100	1	1
6	竖向撑架	ZB200-302-300	1	1
7	抗风拉杆	ZB200-304-100	2	-
8	双车道抗风拉杆	ZB200-305-100	-	4
9	横梁连接螺栓	GB5782-86-M24×140	6	6
10	抗风拉杆中间连接螺栓	GB5782-86-M24×50	1	2
11	抗风拉杆两端螺栓	GB5782-86-M24×80	4	8
12	水平撑架连接螺栓	GB5782-86-M20×80	24	24
13	竖向撑架连接螺栓	GB5782-86-M20×100	12	12
14	凸缘螺母（M20）	ZB200-310-200	36	36
15	凸缘螺母（M24）	ZB200-310-100	11	21
16	竖向系材	ZB200-304-200	-	2
17	竖向系材螺栓	GB5782-86-M24×50	-	5

* 采用高抗剪桁架单元时，标准桁架单元数应相应减少。

拼装步骤：

1. *拼装单排单层结构* 首先，按单排单层拼装步骤，拼成所需要的单排单层桥，但不设置斜撑。

2. *设置临时支座* 参照双排单层结构拼装步骤，不同的是，这时需要设置两对临时支座。支座的纵向中心线分别与三排单层结构的第 2 排、第 3 排桁架中心线重合，即距内排桁架中心线距离分别为 250 mm 和 480mm。用以支承单排单层外侧新安装的两片桁架单元的尾端（阳头端），临时支座高度与架设滚轮同高。

3. *安装桁架单元* 按照架设顺序图 7-16 第 4、5 步，放置中间和外侧桁架单元，定位后分别将横梁与桁架单元阴头竖杆用 M24×140

的螺栓和 M24 的凸缘螺母固定。另一侧的中间和外侧桁架单元按照架设顺序图中第 8、9 步，以上述同样方法固定。

4. 安装水平撑架　按架设顺序图 7-16 第 7、11 步安装水平撑架。水平撑架与桁架上弦杆撑板之间用 M20×80 的螺栓和 M20 的凸缘螺母固定。

5. 安装竖向撑架　按架设顺序图 7-16 第 6、10 步安装竖向撑架。竖向撑架与桁架阳头竖杆之间用 M20×100 的螺栓和 M20 的凸缘螺母固定。

注：

三排单层结构的推送须待有至少两个以上的桥节拼装完成后或结构稳定时方可进行。

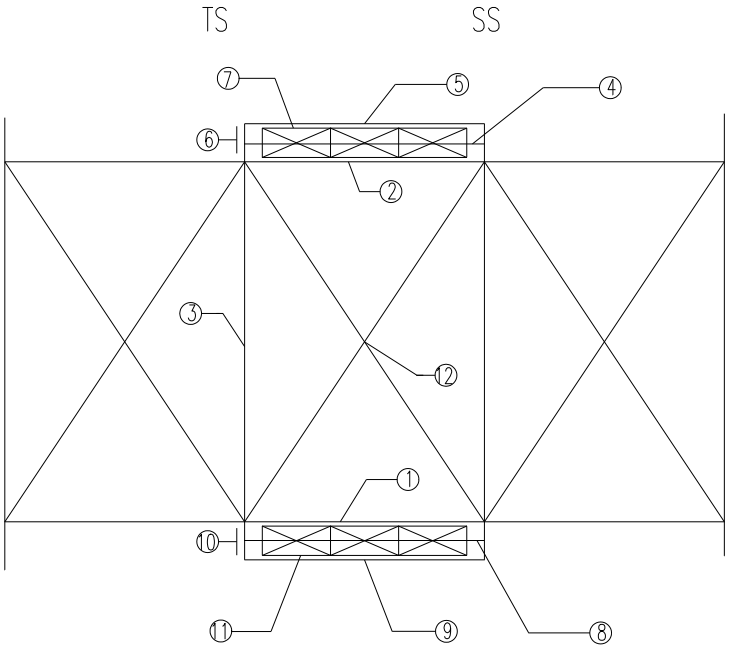


图 7-16　架设顺序

说明：

1. 安装内排桁架单元
2. 安装另一侧内排桁架单元
3. 安装横梁
4. 安装第 2 排桁架单元
5. 安装第 3 排桁架单元
6. 安装竖向撑架

7. 安装水平撑架
8. 安装另一侧第 2 排桁架单元
9. 安装另一侧第 3 排桁架单元
10. 安装另一侧竖向撑架
11. 安装另一侧水平撑架
12. 安装抗风拉杆

7. 6. 6. 2 三排单层结构的第 2 节及后续各节间

表 7-7 TS 结构第 2 桥节构件配套表

序号	需 要 构 件	代 号	数 量	
			单车道	双车道
1	桁架单元	ZB200-101-000	6	6
2	高抗剪桁架单元	ZB200-104-000	6*	6*
3	横梁	ZB200-201-000	1	-
4	双车道横梁	ZB200-205-000	-	1
5	水平撑架	ZB200-302-100	1	1
6	竖向撑架	ZB200-302-300	1	1
7	抗风拉杆	ZB200-304-100	2	-
8	双车道抗风拉杆	ZB200-305-100	-	4
9	桁架销	ZB200-102-000	8	8
10	横梁连接螺栓	GB5782-86-M24×140	6	6
11	抗风拉杆中间连接螺栓	GB5782-86-M24×50	1	2
12	抗风拉杆两端螺栓	GB5782-86-M24×80	4	8

13	水平撑架连接螺栓	GB5782-86-M20×80	24	24
14	竖向撑架连接螺栓	GB5782-86-M20×100	12	12
15	凸缘螺母（M20）	ZB200-310-200	36	36
16	凸缘螺母（M24）	ZB200-310-100	11	21
17	竖向系材	ZB200-304-200	-	2
18	竖向系材螺栓	GB5782-86-M24×50	-	5
19	桁架通销	ZB200-102-200	4	4

* 采用高抗剪桁架单元时，标准桁架单元数应相应减少。

拼装步骤：

1. 首先，按单排单层结构拼装步骤继续拼装单排单层后续桥节。

2. 第 2 桥节的拼装按照架设顺序图 7-16，首先将中间桁架单元的尾端放置在架设平滚上，前端阴接头与第 1 桥节的中间桁架单元阳接头用通销连接，并插上保险销。然后，将外排桁架单元的尾端放置在架设平滚上，前端阴接头与第 1 桥节的外排桁架单元的阳接头用桁架销相连，并插上保险销。新安装的各桁架单元的阴头竖杆与横梁之间用 M24×140 的螺栓和 M24 的凸缘螺母固定。

3. 按架设顺序图 7-16 安装另一侧桁架单元。

4. 按架设顺序图 7-16 安装该桥节的竖向撑架、水平撑架及抗风拉杆。见图 7-17。

5. *安装竖向系材* 根据需要，双车道桥梁横梁之间安装竖向系材，竖向系材上下交叉中间及两端均用 M24×50 的螺栓和 M24 的凸缘螺母连接。

注：

1. 为了便于桁架单元的撤收，三排单层结构中间桁架单元的连接应用桁架通销，而内外排桁架单元用桁架销连接。桁架销插入方向应该是内排由内向外，外排由外向内。

2. 为了保证拼装桥梁的稳定，拼装桁架单元的末端应用临时支座支承。拼装后在不影响稳定的情况下，及时将临时支座移去。

3. 桥梁正常使用时，阴头桥端和阳头桥端两个桥节不需要安装水平撑架，如果架设需要，阴头桥端可临时安装水平撑架。

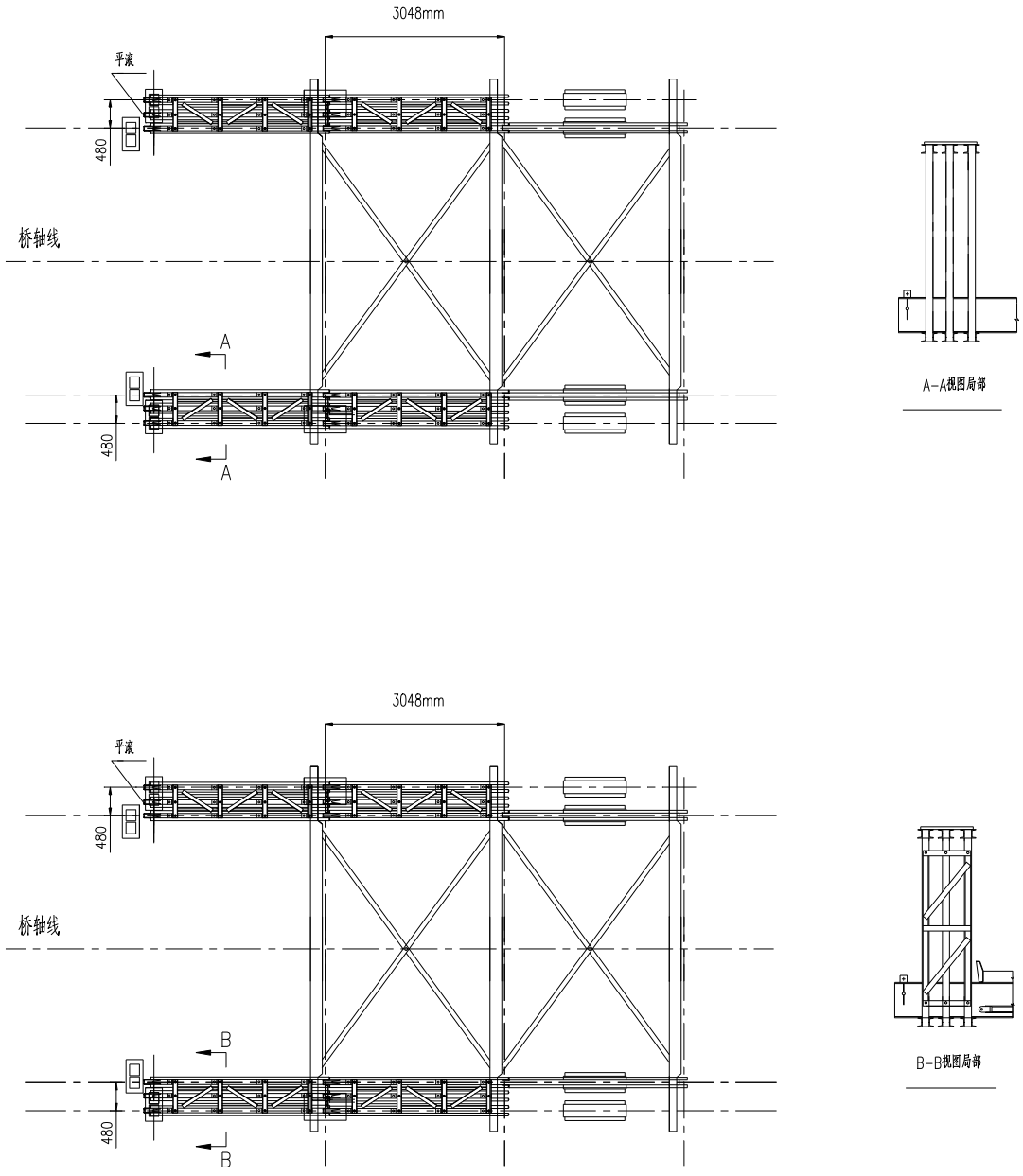


图 7-17　TS 结构第 2 桥节的拼装

7.6.7 四排单层结构的拼装

7.6.7.1 四排单层结构的第 1 桥节

表 7-8　QS 结构第 1 桥节构件配套表

序号	需 要 构 件	代　　号	数　　量	
			单车道	双车道
1	桁架单元	ZB200-101-000	8	8
2	高抗剪桁架单元	ZB200-104-000	8*	8*
3	横梁	ZB200-201-000	1	-
4	双车道横梁	ZB200-205-000	-	1
5	宽水平撑架	ZB200-302-200	2	2
6	宽竖向撑架	ZB200-302-400	2	2
7	抗风拉杆	ZB200-304-100	2	-
8	双车道抗风拉杆	ZB200-305-100	-	4
9	桁架销	ZB200-102-000	8	8
10	桁架通销	ZB200-102-200	8	8
11	横梁连接螺栓	GB5782-86-M24×140	8	8
12	抗风拉杆中间连接螺栓	GB5782-86-M24×50	1	2
13	抗风拉杆两端螺栓	GB5782-86-M24×80	4	8
14	水平撑架连接螺栓	GB5782-86-M20×80	32	32
14	竖向撑架连接螺栓	GB5782-86-M20×100	48	48
15	凸缘螺母（M20）	ZB200-310-200	13	23
16	凸缘螺母（M24）	ZB200-310-100	11	21
17	竖向系材	ZB200-304-200	-	2
18	竖向系材螺栓	GB5782-86-M24×50	-	5

*　采用高抗剪桁架单元时，标准桁架单元数应相应减少。

拼装步骤：

1. *拼装单排单层结构*　首先，按单排单层结构拼装步骤程序拼装成所需要单排单层桥，但不设置斜撑。

2. 设置临时支座　参照双排单层结构拼装步骤，不同的是，这时需要设置三对临时支座，用以支承单排单层外侧新安装的 3 片桁架单元的尾端（阳头端）。支座的纵向中心线分别与四排单层结构的第 2、3、4 排桁架中心线重合，即距内排桁架中心线距离分别为 250mm、480mm、730mm，临时支座高度与桁架滚轮同高。见图 7-18。

3. 安装桁架单元　按照三排单层结构拼装程序，首先放置第 2、3 两排桁架单元。定位后，分别将桁架单元的阴头竖杆与横梁第 2、3 排孔用 M24×140 的螺栓和 M24 的凸缘螺母固定，另一侧的两排中间桁架单元以同样方法固定。最后将最外侧的桁架单元定位后固定。

4. 安装宽水平撑架　参照三排单层拼装第 4 步，将宽水平撑架与桁架上弦杆撑板之间用 M20×80 的螺栓和 M20 的凸缘螺母固定。

5. 安装宽竖向撑架　参照三排单层拼装第 5 步，将宽竖向撑架与桁架单元阳头竖杆用 M20×100 的螺栓和 M20 的凸缘螺母固定。

7.6.7.2 四排单层结构的第 2 桥节及后续各节间

表 7-9　QS 结构第 2 桥节构件配套表

序号	需 要 构 件	代　　号	数　　量	
			单车道	双车道
1	桁架单元	ZB200-101-000	8	8
2	高抗剪桁架单元	ZB200-104-000	8*	8*
3	横梁	ZB200-201-000	1	-
4	双车道横梁	ZB200-205-000	-	1
5	宽水平撑架	ZB200-302-200	2	2
6	宽竖向撑架	ZB200-302-400	2	2
7	抗风拉杆	ZB200-304-100	2	-
8	双车道抗风拉杆	ZB200-305-100	-	4
*9	桁架销	ZB200-102-000	8	8
*10	桁架通销	ZB200-102-200	8	8

11	横梁连接螺栓	GB5782-86-M24×140	8	8
12	抗风拉杆中间连接螺栓	GB5782-86-M24×50	1	2
13	抗风拉杆两端螺栓	GB5782-86-M24×80	4	8
14	水平撑架连接螺栓	GB5782-86-M20×80	32	32
14	竖向撑架连接螺栓	GB5782-86-M20×100	48	48
15	凸缘螺母（M20）	ZB200-310-200	13	23
16	凸缘螺母（M24）	ZB200-310-100	11	21
17	竖向系材	ZB200-304-200	-	2
18	竖向系材螺栓	GB5782-86-M24×50	-	5

* 采用高抗剪桁架单元时，标准桁架单元数应相应减少。

拼装步骤：

1. 首先，按单排单层结构拼装步骤继续拼装单排单层后续各桥节。

2. 参照三排单层拼装步骤，依次将第 2、3 排桁架单元的尾端放置在架设平滚上，而前端阴接头与第 1 桥节的第 2、3 排桁架单元阳接头，用通销连接，并插上保险销。然后，将外排桁架单元的尾端放置在架设平滚上，前端阴接头与第 1 桥节的外排桁架单元的阳接头，用桁架销相连，并插上保险销。新安装的各桁架单元的阴头竖杆与横梁之间用 M24×140 的螺栓和 M24 的凸缘螺母固定，另一侧的桁架单元以同样方法固定。

3. 按上节方法安装宽水平撑架、宽竖向撑架及抗风拉杆。

4. 安装竖向系材　据需要，双车道横梁之间安装竖向系材。竖向系材上下交叉中间及两端均用 M24×50 的螺栓和 M24 的凸缘螺母连接。

注：

1. 为了便于桁架单元的撤收，四排单层结构的中间二排桁架单元接头的连接应用桁架通销，而内外排桁架单元用桁架销连接。但桁架销插入方向应该是内排由内到外，外排由外到内。

2. 为了保证拼装桥梁的稳定，拼装桁架单元的末端应用临时支座

支承。拼装后在不影响稳定的情况下，及时将临时支座移去。

3. 桥梁正常使用阴头桥端和阳头桥端这两个桥节不需要安装水平撑架，由于架设需要，阴头桥端可临时安装水平撑架。

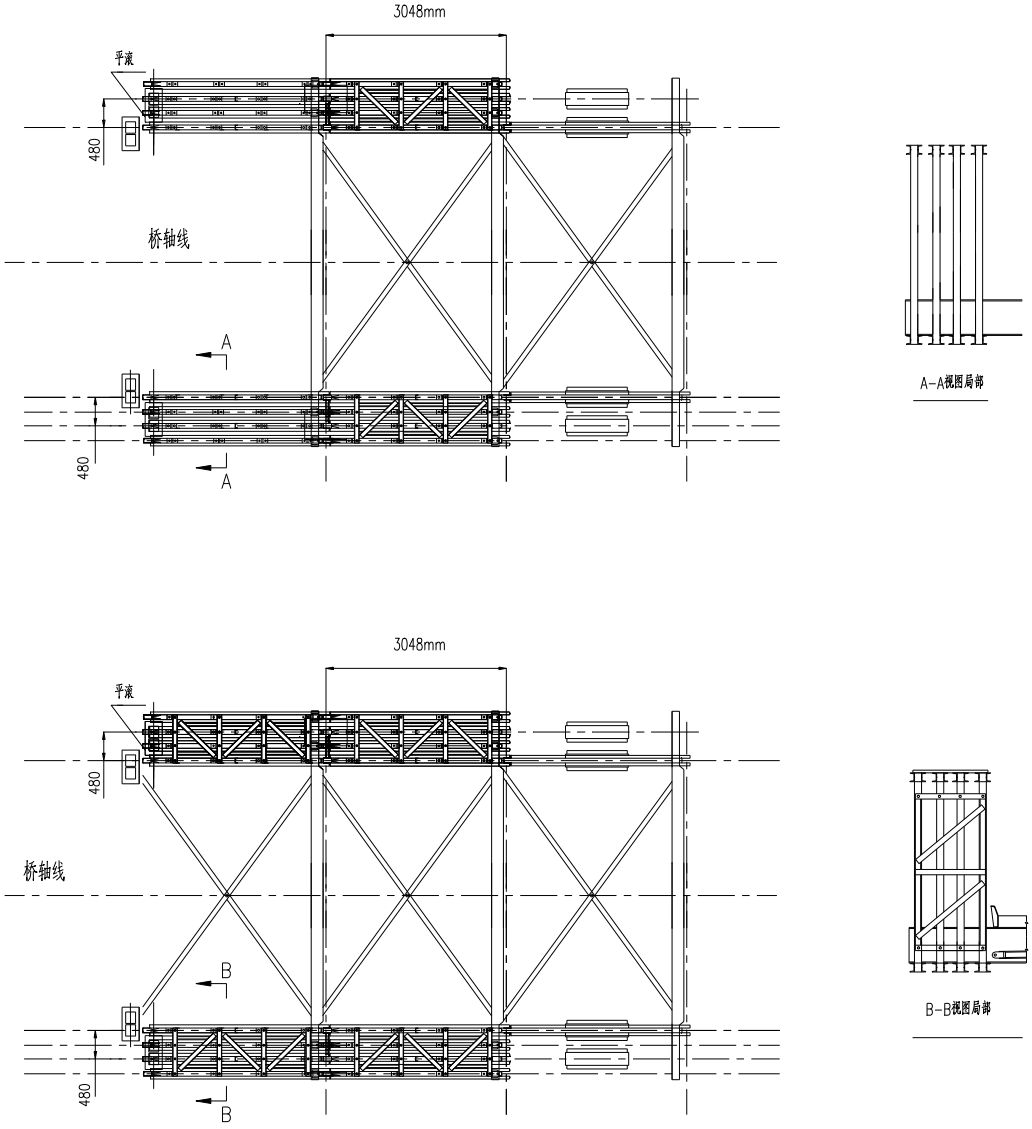


图 7-18　QS 结构的拼装

7.6.8 弦杆加强结构的拼装

需要时，除端桥节外，桥跨所有的桁架单元上下弦杆处均可安装加强弦杆。

在 SSR，DSR2，TSR3 及 QSR4 结构中，加强弦杆安装在所有各排的桁架上；在 DSR1 结构中，加强弦杆仅安装在内排桁架上；在 TSR2 结构中，加强弦杆安装在内排及外排桁架上；在 QSR3 结构中，加强弦杆安装在内排，第三排及第四排（即最外排）桁架上。

在推送加强型结构的桥梁时，导梁或桥跨的某些节间或者仅需要

在上弦杆，或者仅在下弦杆处安装加强弦杆，这类结构相应地用字母“D”和“N”标明。如 SSD 结构表明仅在上弦杆加强，而 SSN 结构则表明仅在下弦杆加强。

再者，对于那些并非所有排桁架均需加强的桥跨结构也予标明。如，DSN1 结构仅在内排桁架的下弦加强，而 TSN2 结构则在内排桁架及外排桁架的下弦加强。

表 7-10　加强型结构增加构件表

结　构		SSD SSN DSN1 TSN1	DSD DSN2 TSN2 QSN2	SSR DSR1	DSR2 TSR2	TSR3 QSR3	QSR4
名　称	代　号	数　量					
加强弦杆	ZB200-103-000	2	4	4	8	12	16
弦杆螺栓	ZB200-105-100	8	16	16	32	48	64
凸缘螺栓（M24）	ZB200-105-200	8	16	16	32	48	64
桁架销	ZB200-102-000	2	4	4	8	8	8
桁架通销	ZB200-102-200	-	-	-	-	4	8

拼装步骤：

A.下弦杆加强

为便于安装，下弦杆的加强可在桁架单元连接到主结构之前，将加强弦杆与桁架单元的下弦杆预先连接。

1. 保证桁架单元和加强弦杆的阳头均朝相同方向。
2. 将 4 个弦杆螺栓（ZB200-105-100）插入加强弦杆并穿过桁架单元下弦杆。在螺杆上安装螺母，但不拧紧。
3. 将这种组合体安装到主结构上。在加强弦杆与前一节间连接之

前，先使用桁架销（ZB200-102-000）将桁架单元的上、下弦杆连接到前一节间上。

B.上弦杆加强

为便于安装，上弦杆的加强通常在桁架单元与主结构装配之后，再将加强弦杆与桁架单元上弦杆连接。

1. 按非加强桥节的方法连接一个节间。但对于下弦加强结构，则按前述方法预先将加强弦杆安装到桁架单元上。
2. 将加强弦杆置于相应桁架单元的顶部，保证其阳头与该桁架单元同向。
3. 将 4 个弦杆螺栓（ZB200-105-100）插入加强弦杆并穿过桁架单元的上弦杆。在螺栓上安装螺母，但不完全拧紧。
4. 在适当时机用桁架销（ZB200-102-000）将加强弦杆与前一节间相连。

注：

1. 在双排结构中，DSR1 需将水平撑架（ZB200-302-100）连接在桁架上弦杆的下部，DSR2 结构根据需要，水平撑架可连在桁架单元上弦杆下部，也可连在加强弦杆顶部。
2. 对三排或四排结构，将水平撑架连接到加强弦杆顶部的方法参照非加强结构的方法进行。
3. 在将加强弦杆连接到前一节间的加强弦杆时，如节间销插入困难，则将前一节间加强弦杆的连接螺栓拧松少许可能是有益的。
4. 在后节间尚未拼装之前，不要完全拧紧该节间的弦杆螺栓。
5. 根据需要，加强弦杆也可以设置在两节桁架单元之间。

7.7 桥梁的架设

ZB-200 型钢桥可以采用人工架设，当然，有条件采用机械辅助架设会更加方便快捷。

在桥梁架设前，必须对架设方法进行统筹规划，根据条件选择最好方法。然后，才能确定桥梁如何拼装。该桥梁常用的方法是悬臂推送法，对短跨桥梁可采取人工推送，对于较长的桥梁则需要辅助机械，如用卷扬机进行牵拉。

悬臂推送法需要在桥梁前端设置导梁（鼻梁），该桥的导梁利用标准构件组装而成，导梁的长度应能保证：当桥梁结构与导梁结构

推过障碍宽时，重心通过我岸架设滚轮之前，导梁的前端能达到对岸落地滚上。桥梁结构长度（L_q）和导梁结构长度（L_d）可用以下公式表示：$L_q=1.5L_d$。根据该式和导梁强度的计算，就可得到导梁结构和桥梁长度的架设表（表 7-11）

当桥梁结构跨过障碍后，首先拆除导梁，再顶起桥梁，然后拆除架设滚和落地滚，最后将桥跨降落在桥台的桥座上。

1. 表 7-11 的应用说明

（1） 架设表概述　表 7-11 是部分导梁结构型式选择的示例，该表并没有列出多数桥梁结构所对应的导梁结构及拼装结构。不过可参照该表选择合适的导梁结构及拼装滚的类型。

（2） 导梁各结构的作用　SS 是导梁的基本结构形式，SS 桥节结构构成了导梁的基本桥节。SSD 结构是单排单层上弦杆加强结构形式，用途之一是用于 DS 桥梁结构上弦杆加强的导梁，这样加强保持了下弦杆平顺过渡；用途之二是用于错位导梁，对 ZB-200 型装配式桥而言，由于设计了斜面弦杆，桥梁结构与导梁的下弦杆可以由高到低平顺过渡，所以错位导梁的方法可不使用。至于 SSN、DSN1、DSN2、DSR、DSR2 导梁结构，主要从增加导梁危险断面的强度考虑的，这些结构应与桥梁结构相匹配。

（3） 导梁长度的确定　假设导梁长度为 L_d，桥梁长度为 L_q，二者基本关系公式为 $L_q=1.5L_d$，即 $L_d=L_q/1.5$。如桥节数为 15 节，则导梁节数为 15/1.5=10（节），表中 SS=5，SSN=3，DSN=2，5+3+2=10。

（4） 桥梁的配重　利用桥板作为推出桥的配重，基本原则是前一半桥跨不带桥板，后一半桥跨带桥板。如果还不能满足稳定要求，需要在尾端桥节加桥板配重，每块桥板重为 0.269t，单车道一个桥节的桥板重即一个“全铺节间”的配重为 0.269×5=1.345t。双车道为 0.296×9=2.42t。

（5） 拼装滚的设置　参照图 7-1 架设场地布置，位置 1 落地滚与位置 2 架设滚之间的距离由桥梁长度确定。拼装滚间距均为 7.62m（为 2.5 个桥节），拼装滚组数按与导梁 L_d 长度相等的原则来确定。如桥梁为 16 桥节，L_q=16 节，L_d=16/1.5≈10（节），相对应的滚座位置 2 到位置 6 的长度为 4×2.5（节）=10（节）。关于每个位置的滚座的配置方法，原则上是位置 1

落地滚数量按导梁结构配置，其滚座类型为 20m 以内的桥梁设置平滚，超过 20m 的桥梁均设置摇滚。而位置 2 架设滚数量按桥梁结构配置，其滚座类型为 20m 以内的桥梁设置平滚，超过 20m 的桥梁均设置摇滚或平衡梁。位置 3、4、5、6 拼装滚的配置通常按桥梁内侧桁架接触滚轮，故仅设 2 个滚座即可。其滚座类型为位置 3 均设置平滚，位置 4、5、6 超过 15m 的桥梁均设置摇滚。

（6） 连杆的设置　通常按以下原则设置连杆：当桥梁小于 10 节，设置在第 1、2 节之间；当桥梁为 10～12 节，设置在第 2、3 节之间；13～14 节设置在第 3、4 节之间；等于或大于 15 节设置在第 4、5 节之间。

（7） 导梁强度的校核　导梁最危险断面在导梁与桥梁的连接处，该断面受力可按 2 种工况校核：第 1 种工况是将全部导梁长 L_d 作为悬臂梁，将架设滚与落地滚之间的距离近似取为桥梁长度（L_q），该工况危险断面的计算弯矩 M_1 可由式（7-1）确定。

$$M_1 = \frac{q_d \times L_d^{\,2}}{2}(1+\mu) \qquad (7\text{-}1)$$

其中：q_d—为导梁单位长度的重量

L_d—导梁长度

（1+μ）—冲击系数，（1+μ）=1.1

第 2 种工况是，当导梁接触到对岸的落地滚后，再向前推送，落地滚受力，导梁与桥梁成为简支梁。假设桥梁前端处于跨中，此时桥梁结构和导梁结构在桥跨度 L_q 内各占一半，此时不计桥梁结构架设滚之后的重量，导梁也不计落地滚之前的重量。这样可由公式（7-2）简便地计算出第 2 种工况跨中弯矩 M_2。

$$M_2 = (w_1 + w_2)\frac{L_q}{8}(1+\mu) \qquad (7\text{-}2)$$

其中：w_1—为跨内桥梁结构重

w_2 为跨内导梁结构重

L_q—为桥梁跨度

（1+μ）—冲击系数，（1+μ）=1.1

当计算弯矩 M_1 或 M_2 小于容许弯矩[M]时，导梁安全。

由式（7-2）可看出，当桥梁结构与导梁结构相同时，有

$$M_2=\frac{q_d L_q^{\ 2}}{8}(1+\mu)=\frac{q_d(1.5L_d)^2}{8}(1+\mu)=\frac{q_d L_d^{\ 2}}{3.5}(1+\mu) \qquad (7\text{-}3)$$

比较式（7-1）、式（7-3）可以看出，$M_1>M_2$，此时，可只验算第 1 种工况。

2. 举例

假设架设的桥梁结构为 DSR2，$L_q\approx39.62$m，桥节数为 13。见图 7-19。

（1）导梁长度 $L_d=L_q/1.5=\frac{39.62}{1.5}=26.413$

导梁节数为 $\frac{26.413}{3.048}=8.66\approx9$（节）

假设架设滚和落地滚分别距最终桥位为 0.76m 时，可选择导梁为 8 节；再加落桥辅助桥节 1 节共 9 节。

（2）导梁结构 SS 为 5 节，每节重 1.17t，5×1.17=5.85t；SSN 为 3 节，每节重 1.25t，SSN 落桥辅桥节一节，4×1.25=5t。

（3）架设连杆设置在第 3、4 节之间

（4）无桥板节数为 6，带桥板节数为 7。

（5）位置 1 落地滚为 4 个摇滚，位置 2 架设滚设置 4 个平衡梁；位置 3 拼装滚为 2 个平滚，位置 4、5、6 均为 2 个摇滚。

（6）架设稳定计算

9 节 SS 结构导梁重：W_{d1}=9×1.17t=10.53t

4 节 SSN 结构增加的加强弦杆重：W_{d2}=0.084×4×2=0.672t

4 节 DSR2 桥节重：W_{q1}=4×2.63t=10.52t

9 节 DSR2 桥节重：W_{q2}=9×2.63t=23.67t

7 节桥板及缘材等重：W_{q3}=7×（4.08-2.63）t=10.15t

架设滚左侧稳定力矩：

$$M_{左}=W_{q2}\times4.5l_0+W_{q3}\times5.5l_0=23.67\times4.5l_0+10.15\times5.5l_0=106.5+55.825=162.34\times l_0$$

（t·m）

架设滚右侧倾覆力矩：

$$M_{右}=W_{q1}\times2l_0+W_{d1}\times8.5l_0+W_{d2}\times6l_0=10.15\times2l_0+10.53\times8.5l_0+0.672\times6l_0$$

$$=21.04l_0+89.5l_0+4.032l_0=114.6l_0(t\cdot m)$$

$M_{左}>M_{右}$　故稳定

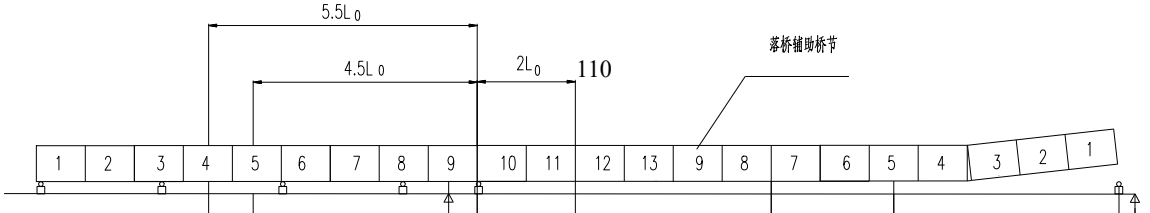


图 7-19　导梁计算简图

（7）导梁强度校核

a．按工况 1

$$M_1 = \frac{q_d \times L_d^{\ 2}}{2}(1+\mu)$$

其中：q_d 近似按 SSN 结构取，故 $q_d = 1.25t / l_0$

$L_d = 9l_0$

$(1+\mu) = 1.1$

则 $M_1 = 1.25t / l_0 \times (9l_0)^2 \times \frac{1}{2} \times 1.1 = 1.25 \times 81 \times l_0 \times \frac{1}{2} \times 1.1 = 170$ t・m ＜ [M] $= 2[M]_{ss} = 230$ t・m

b．按工况 2

$$M_2 = (W_1 + W_2)\frac{L_q}{8}(1+\mu)$$

其中：$W_1 = \frac{13}{2} \times 2.63t = 17.095t$

$W_2 = \frac{13}{2} \times 1.25t = 8.125t$

$L_q = 39.62m$

$(1+\mu) = 1.1$

则 $M_2 = (17.095 + 8.125) \times \frac{39.62}{8} \times 1.1 = 137$ t・m＜[M]

表 7-11　架设表

桥节数（n） 桥梁跨度（m） 桥梁结构		2 6.09 SS	3 9.14 SS	4 12.19 SSR	5 15.24 DS	6 18.29 DS	7 21.34 DSR1	8 24.38 DSR1	9 27.43 DSR1	10 30.48 DSR2	11 33.53 DSR2	12 36.58 DSR2	13 39.62 DSR2	14 42.67 TSR3	15 45.72 TSR3	16 48.77 QSR3
导梁结构	SS	2	2	2	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	5
	SSD	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SSN	-	-	1	-	-	1	1	2	3	3	3	3	3	3	3
	DSN1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	DSN2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	DSR1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	DSR2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
落桥辅助节间结构*（类型）		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	SSN	SSN	DSN2	DSN2
架设连杆位置		1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	4	4
无桥板节间		1	2	3	3	3	4	4	5	4	5	5	6	7	6	7
带桥板节间		1	1	1	2	3	3	4	4	6	6	7	7	7	9	9
落桥辅助节间配重**		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	4	3	3
尾节间配重		-	2	1	3	1	4	3	2	-	3	1	-	-	-	1

落地滚类型 位置 1，数量	PR 2	PR 2	PR 2	RR 2	RR 2	RR 2	RR 2	RR 2	RR 2	RR 4	RR 4	RR 4	BB 2	BB 2	BB 2
架设滚类型 位置 2，数量	PR 2	PR 2	RR 2	RR 2	RR 2	RR 2	RR 4	RR 4	RR 2	RR 4	RR 4	BB 4	BB 4	BB 4	BB 4
拼装滚类型 位置 3，数量	PR 2	PR 2	PR 2	PR 2	PR 2	PR 2	PR 2	PR 2	PR 2	PR 2	PR 2	PR 2	PR 2	PR 2	PR 2
拼装滚类型 位置 4，数量	-	-	PR 2	RR 2	RR 2	RR 2	RR 2	RR 2	RR 2	RR 2	RR 2	RR 2	RR 2	RR 2	RR 2
拼装滚类型 位置 5，数量	-	-	-	-	-	-	-	RR 2	RR 2	RR 2	RR 2	RR 2	RR 2	RR 2	RR 2
拼装滚类型 位置 6，数量	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	RR 2	RR 2	RR 2	RR 2

注：

* 落桥辅助节间是指由于辅助配重的需要，在桥梁前端设置的一节导梁，而落桥时也利用该辅助节间落桥，落桥后再将其拆除。

** 落桥辅助节间配重是指在对岸落地滚以外导梁拆除后，为避免导梁翘起，离开落地滚，而在落桥辅助节间上全铺节间数。

1. 导梁缩写含义

SS—单排单层结构

SSD—上弦加强的单排单层结构

SSN—下弦加强的单排单层结构

DSN1—内排下弦加强的双排单层结构

DSN2—内、外排下弦加强的双排单层结构

DSR1—内排上、下弦加强的双排单层结构

DSR2—内、外排上、下弦均加强的双排单层结构

PR—平滚

RR—摇滚

BB—平衡梁

2. 假设架设滚和落地滚分别距最终桥位 0.76m。然而，如果需要平衡梁，则假定其位于最终桥座位置。

3. 术语“架设连杆位置”是指从导梁头部至安装架设连杆位置的节间数。

4. 术语“无桥板节间”是指从桥跨阴头桥端数起的无桥板节间数（不包括导梁的节间）。

5. 术语“带桥板节间”是指从桥跨阳头桥端数起的带桥板节间数。

6. 术语“落桥辅助节间配重”是指在本来不需要铺设桥板的落桥辅助节间上，为了配重而设置的“全铺节间”的数量。

7. 术语“尾节间配重”是指在桥梁尾部节间上设置“全铺节间”的数量。

一个“全铺节间”包括：

5 块桥板—4.20m 单车道

9 块桥板—7.56m 双车道

8. 有关拼装滚轮—包括纵向和横向—的位置请参阅图 7-1、图 7-2、图 7-3。

7.8 桥梁的落座

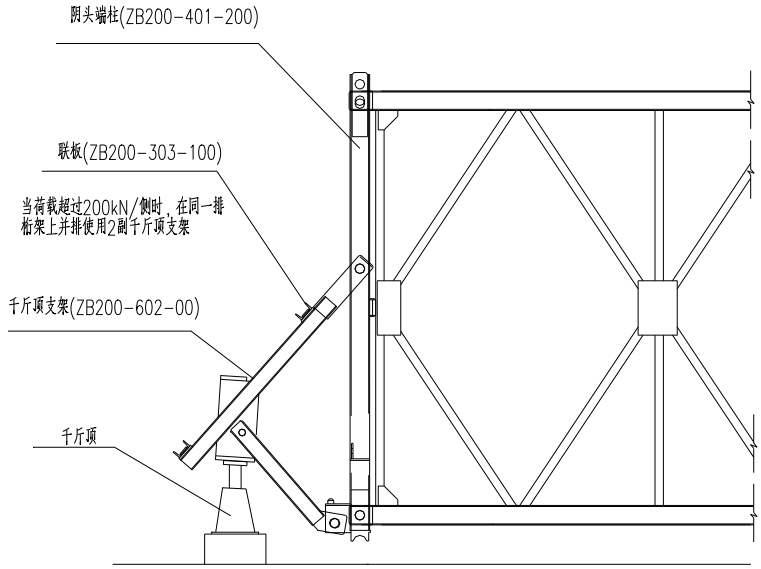


图 7-20　阳头桥端落桥图

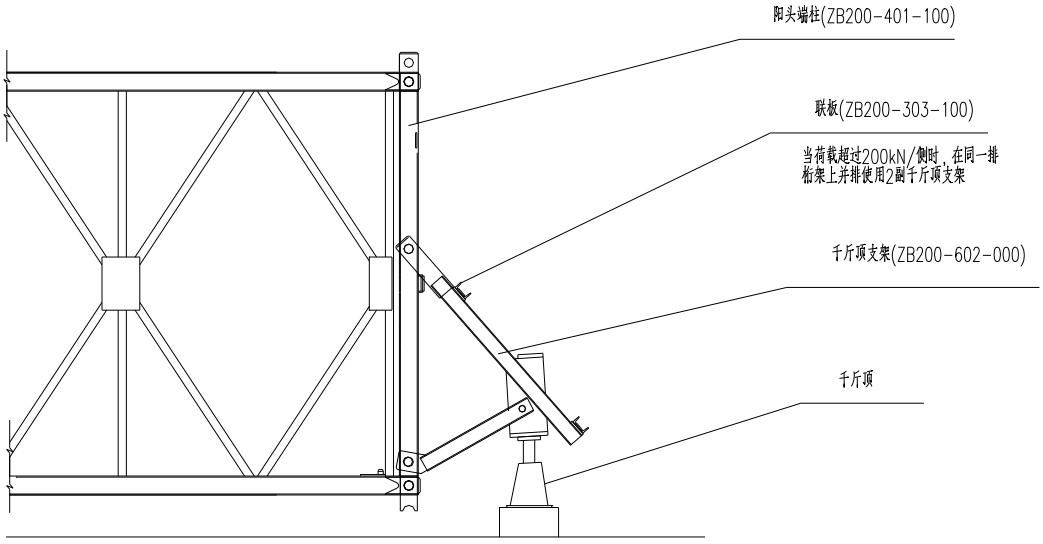


图 7-21　阴头桥端落桥图

表 7-12　落桥构件表

需 要 构 件	代　号	数　量	
		每个桥节顶起荷载	
		≤40t	＞40t
千斤顶支架	ZB200-602-000	2	4
桁架销	ZB200-102-000	由桥结构定	由桥结构定
阴头端柱	ZB200-401-200	由桥结构定	由桥结构定
阳头端柱	ZB200-401-100	由桥结构定	由桥结构定
联板	ZB200-303-100	2	4
30t 千斤顶	-	2	4
横梁	ZB200-201-000	1	1
抗风拉杆	ZB200-304-100	2（单车道） 4（双车道）	2（单车道） 4（双车道）

上述构件数量对于一个桥端的使用是足够的。落桥时，如果需要，应在一个桥端使用后，再移到另一个桥端使用。

落桥步骤：

以下的落桥步骤假设架设滚和落地滚位于桥梁支座旁，因而不需要落桥辅助节间。在落桥开始之前，导梁可以全部拆除。

如果落地滚已布置在桥梁支座处，因为在落桥辅助节间和（或）导梁的最后一节拆除之前，必须将滚轮移走，所以应保留最后一节导梁，并在落桥中增加几个步骤。虽落桥的步骤有所调整，然而，落桥程序的原则仍保持不变。

在桥梁尾端（阳头）落桥（图 7-20）

1. 落地滚制动，以防止桥跨滑动。
2. 移去端节间的所有配重。
3. 将阴头端柱（ZB200-401-200）用销连到端节间各桁架尾端，并在端柱上反装一根横梁后安装抗风拉杆。
4. 在多排桁架单元的端柱上安装联板（ZB200-303-100）。
5. 对单排结构的桥跨，将千斤顶支架（ZB200-602-000）用销子连接到端柱上。

对多排结构的桥跨，并且每个桥端的落桥荷载不超过 400kN 的情形，在两侧内排桁架的端柱上安装千斤顶支架（ZB200-602-000）。

对双排或三排结构，并且每个桥端的落桥荷载超过 400kN 的情形，在两侧内排桁架和外排桁架的端柱上均需安装千斤顶支架（ZB200-602-000）。

对四排结构，并且每个桥端的落桥荷载超过 400kN 的情形，在两侧内排和第三排桁架的端柱上需要安装千斤顶支架（ZB200-602-000）。

6. 当一侧桁架并排安装两副千斤顶支架时，在每一对千斤顶架上安装两个联板（ZB200-303-100），并用螺柱固定。为了使千斤顶支架稳定，可以在两个联板对角方向增加一根临时斜杆。

7. 将千斤顶（300kN）设置在各千斤顶支架下并支承在稳定垫板上。

8. 将桥跨两侧同时顶起 50mm。

9. 从桥跨端节间下移去架设滚。

10.在各端柱下设置等高的稳定垫板。

11.将桥跨两侧同时降落到垫板上。

12.减少千斤顶下的垫板高度。

13.同时顶起桥跨两侧，去掉垫板。

14.减少端柱下的垫板高度。

15.如果在最后一段桥节下侧已安装有加强弦杆，此时将其拆除。

16.将桥跨两侧同时降落在垫板上。

17.通过交替地减少千斤顶和端柱下的垫板高度，逐步地降低桥跨，直到端柱落在桥座上。

此时，如果桥梁纵向坡度接近 1：100，将桥跨一端降落到端柱下的稳定垫板上之后，再着手另一端的降落。

在桥梁前端（阴头）直接落桥（图 7-21）

1. 拆除全部导梁。

2. 将阳头端柱（ZB200-401-100）用销子连接到端桥节各桁架的前端。

3. 其余的步骤同上 4～17，不再赘述。

在桥梁前端（阴头）二次落桥（图 7-21）

1. 如果落地滚已布置在桥梁支座处，则需要利用最后一节导梁（辅助节间）二次落桥。

2. 除最后一节导梁外，拆除其余的导梁和加强弦杆。

3. 如果该桥端的落桥荷载超过 400kN，并且剩下的导梁节间是

单排单层结构，则将该节间增强为双排单层结构。

4. 如果该桥端的落桥荷载不超过 400kN，并且剩下的导梁节间是单排单层结构，则将阳头端柱（ZB200-401-100）用销连接到各排桁架的前端。

如果该桥端的落桥荷载不超过 400kN，并且剩下的导梁节间是双排单层结构，则将阳头端柱（ZB200-401-100）用销连接到两侧的内排桁架上；如果超过 400kN，则将阳头端柱（ZB200-401-100）用销逐个连接到导梁节间的所有 4 排桁架上。

5. 在导梁的阴头端柱上安装千斤顶支架（ZB200-602-100）。

6. 按前述桥梁尾端落桥的 6～11 步落桥。

7. 拆除全部导梁。

8. 其余步骤同前 4～17，不再赘述。

注：

1. 落桥时，应特别注意保证两侧桁架同时升降。进一步，在一侧桁架上并排使用两副千斤顶支架和两个千斤顶时，应保证荷载在两个千斤顶上分配均等。

2. 落桥时容许增加一个保险垫板以保证安全。

3. 不得在仅由千斤顶顶起的结构下进行操作。

4. 不得在桥两端用千斤顶同时支承桥跨。

5. 当桥跨一端落桥时，应确保桥跨的另一端有安全支承且不能滑动。

6. 由于架设的需要，在第 1 桥节和尾桥节临时安装有水平撑架，此时，很可能需要将其拆除。

7. 有益的作法是用两根直径为 M24（长约为 250mm）的螺栓将各桥座座板固定在基础上。但如果这样做，在桥跨落在桥座之前，这些螺栓必须预先埋在座板下的基础中的凹槽内。还有，一旦桥跨就位，这些螺栓能用砼浆固定。

7.9 桥板的安装

表 7-13　桥面系构件表

序号	需 要 构 件	代　　号	数　　量	
			单车道	双车道
1	桥板（840mm）	ZB200-202-000	5	9
2	桥板连接螺栓 M20×80	GB5782-86	20	36

3	缘材	ZB200-204-000	2	2
4	缘材连接螺栓 M20×40	GB5782-86	8	8
5	缘材连接螺母	ZB200-204-100	8	8

拼装步骤：

1. 铺设中央桥板　将桥板两端的定位挡铁套在横梁的护套上，定位后用桥板连接螺栓与横梁活动螺母拧紧固定。

2. 铺设相邻桥板　然后再铺设与中央桥板相邻的两块桥板，铺设桥板时先将桥板两侧的凸榫对准中间桥板榫孔，再平推靠紧中央桥板。此时，桥板两端的定位挡铁与横梁护套基本对准，可以用桥板连接螺栓与横梁活动螺母拧紧固定。

3. 铺设其余桥板　方法同前。

4. 设置缘材　首先将缘材连接螺母（ZB200-204-000）放入桥板的缘材固定座内，然后将缘材凸榫插入边桥板榫孔中，再用缘材连接螺栓与桥板上的螺母拧紧，将缘材固定到桥板上。

7.10 桥梁进出口的安装

表 7-14　进出口构件表

序号	需 要 构 件	代　　号	数　　量	
			单车道	双车道
1	跳板	ZB200-408-000	10	18
2	跳板支座	ZB200-404-000	1	-
3	双车道跳板支座	ZB200-405-000	-	1
4	端头板	ZB200-409-000	1	2
5	缘材	ZB200-204-000	4	4
6	跳板连接螺栓 M20×60	GB5782-86	30	54
7	缘材连接螺母	ZB200-204-100	8	8
8	端头板连接螺栓 M20×40	GB5782-86	2	4

拼装步骤：

1. 跳板支座的安装与固定　跳板支座的位置应能确保桥梁端部横梁与跳板支座的间距在铺设跳板后能分别与横梁、跳板支座的上翼板连接固定。因此，开始设置跳板支座时，可先不固定牢，待中央跳板定位后可以用板桩或钢钎将跳板支座前后左右固定牢。也可以采用跳板支座下浇灌砼基础，并用 M24 的地脚螺栓将跳板支座固定。

2. 铺设跳板　跳板的铺设同桥板的铺设。首先铺设中央跳板，并用跳板连接螺栓分别将桥梁端横梁和跳板支座的上翼板通过活动螺母将其固定。然后，再依次铺设两侧跳板，最后设置缘材。

3. 缘材的设置　缘材的设置同桥板的安装。

4. 端头板的安装　当跳板铺设之后，最后安装端头板。将端头板横放置在跳板端部，并与外侧跳板对齐，再将连板与外侧跳板用 M20×50 的螺栓将其固定。对双车道桥，应先将两根端头板连接成套端头板，再与跳板连接。见图 7-22～7-28。

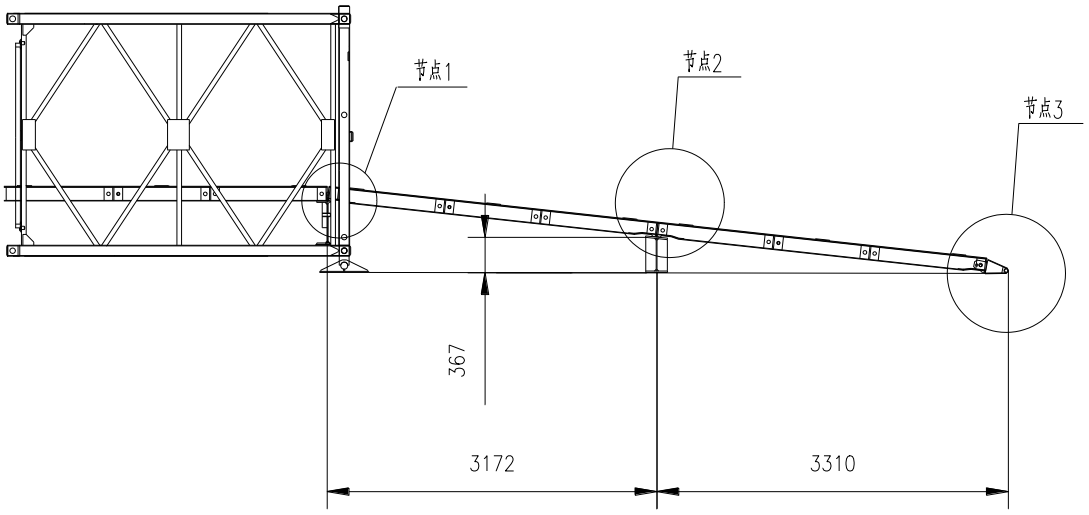


图 7-22　单车道进出口布置（正视图）

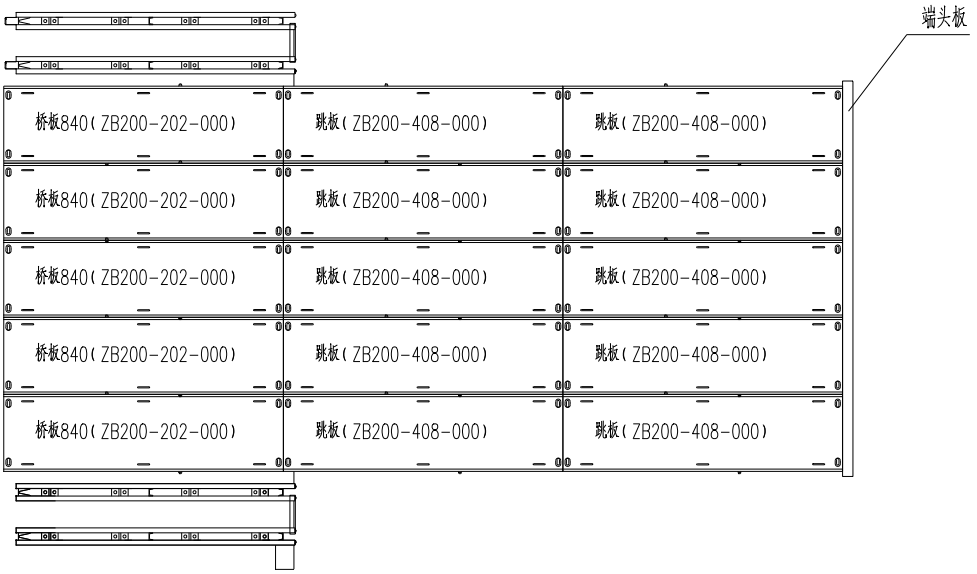
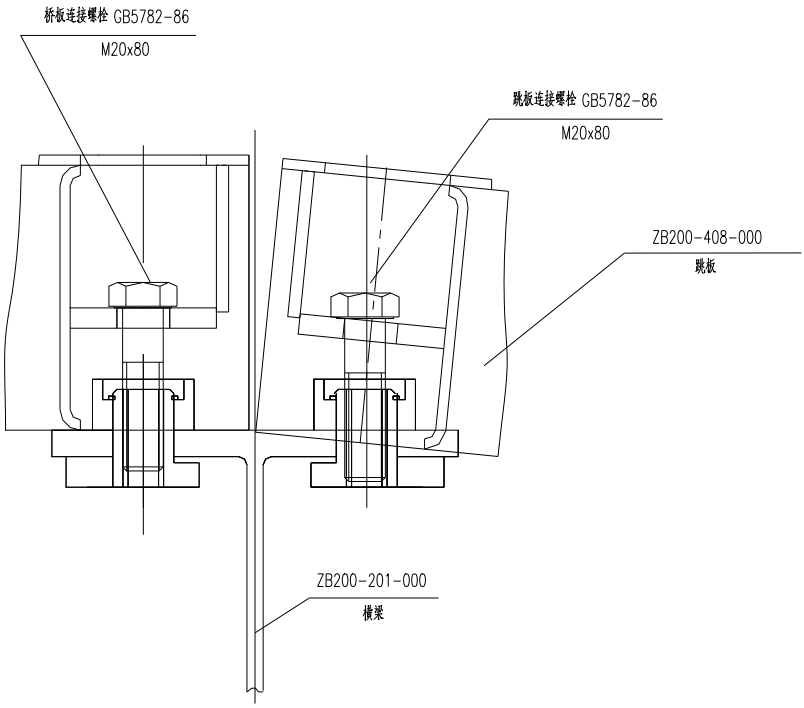
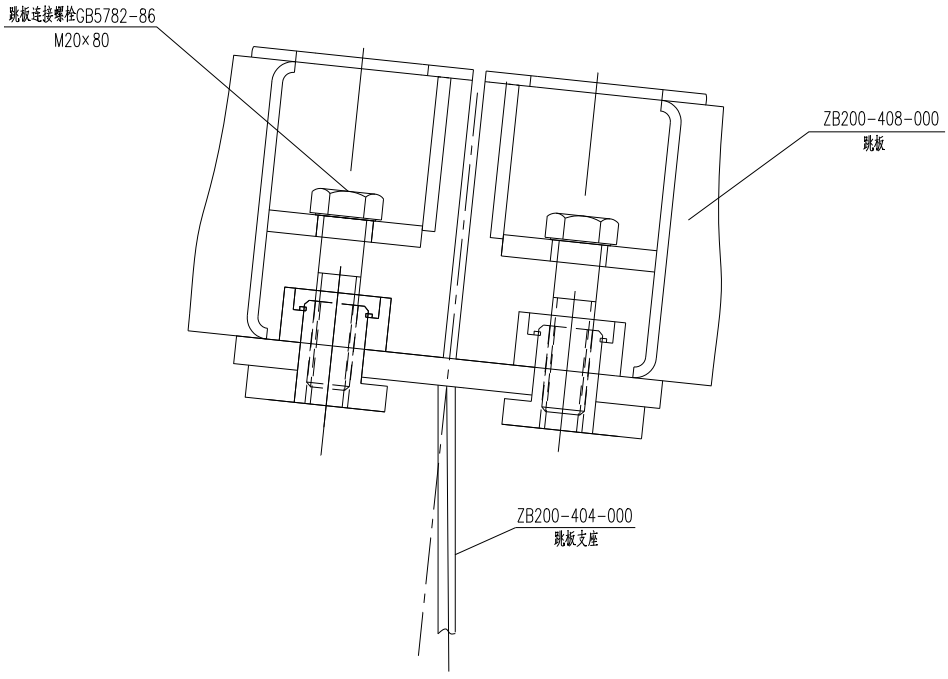


图 7-23　单车道进出口布置（平面图）



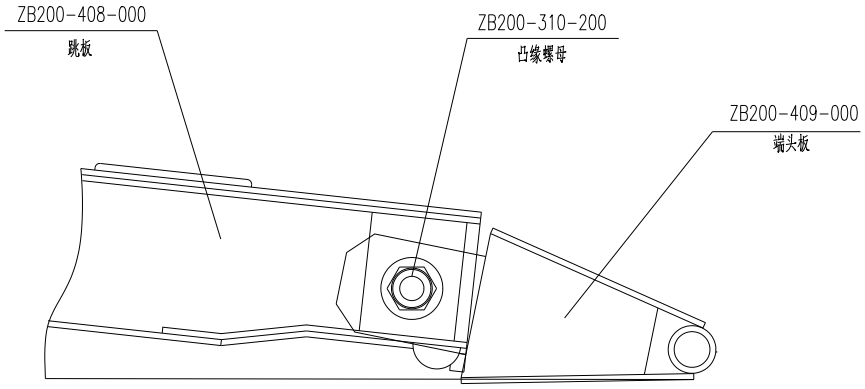
节点 1

图 7-24　桥板、跳板与横梁的连接



节点 2

图 7-25　跳板中部的连接



节点 3

图 7-26　跳板端部细节

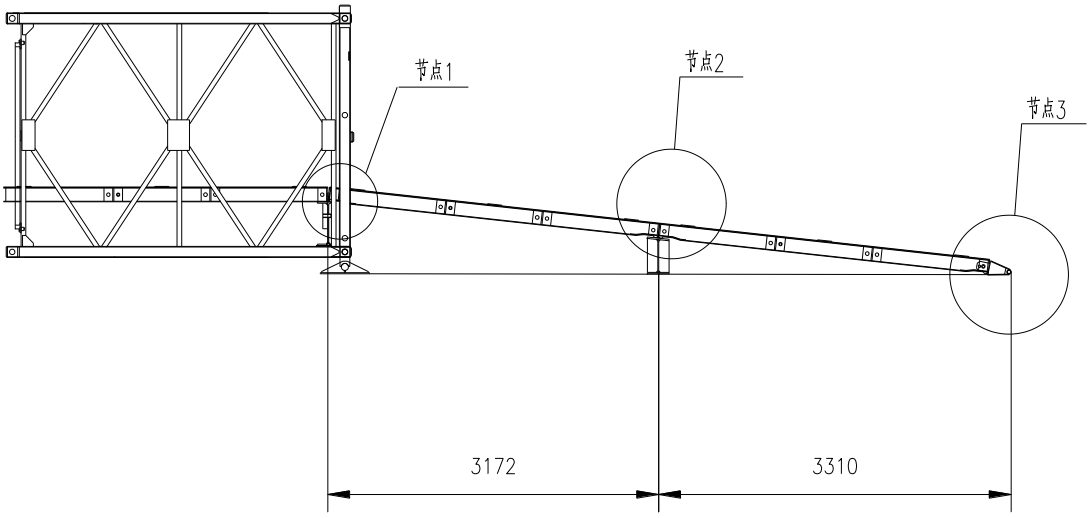


图 7-27　双车道进出口布置（正视图）

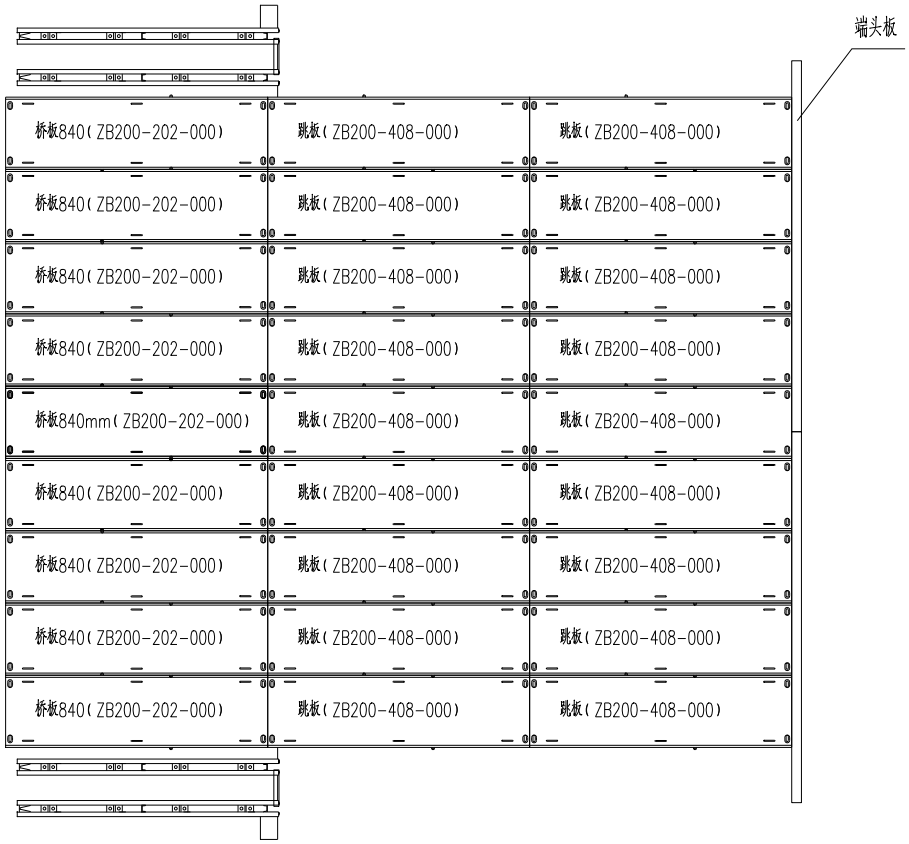


图 7-28　双车道进出口布置（平面图）

7.11 作业手的组织和分工

ZB-200 型钢桥架设时的作业手组织和分工，是一项复杂的工作，需要考虑的因素很多。它与桥梁的组合形式、架设要求的速度、现有人员和架设队伍人员的技术熟练程度、以及架桥人员的身体素质等有关。下面提供的作业手的组织和分工，仅供架桥时参考。

拼装单层桥梁的作业手的组织，可分为五个作业组，其中每个组应有一人兼任组长。

1. 桁架装运组—8 人，其任务是抬运和安装桁架、桁架销子。

2. 加强弦杆组—4 人，其任务是抬运和安装加强弦杆。安装时应与桁架装运组协作进行，销子与弦杆螺栓可由 1 人安装。

3. 横梁组—10 人，其任务是抬运和安装横梁。

4. 连接组—8 人，其中：抗风拉杆 4 人；斜撑 2 人；支撑架及联板 4 人，其任务是搬运和安装抗风拉杆、斜撑和联板。

5. 桥面组—10 人，其任务是抬运和安装桥板、缘材、跳板支座及端头板。

各种单层桥梁组数及人数组成，列于表 7-15。

表 7-15　各种单层桥梁所需组数和人数

桥梁形式 / 组别和人数	单排单层	双排单层	三排单层
桁架装运组	2（16）	3（24）	4（32）
加强弦杆组	2（8）	2（16）	2（16）
横梁组	1（10）	1（10）	1（10）
连接组	-	1（8）	1（8）
桥面组	1（10）	1（10）	1（10）
人数共计	44	68	76

注：

单排单层桥梁的连接工作由桥面组人员来担任。人员不足时，双排和三排亦可只用 2 个桁架组。

在拼装过程中，若出现各组进度不平衡，应随时予以调整。根据以往经验，桁架装运组与横梁组常会发生不平衡。

当用吊车吊装桁架时，桁架组和加强弦杆组的人员应适当减少。架设非加强桥梁时，可以不设置加强弦杆组。

桥梁拼装完毕后的作业人员安排如下：

1. 推桥　对于推出重量（约 400kN 以下）较轻的桥梁，用人力推出较为方便。此时大部分人员留在我岸进行推桥工作。如果桥梁采用又拉又推的方法时，则需分一部分人员到对岸拉桥。拉桥的牵引索与滑轮布置也由这部分人在推桥以前完成。

若桥梁用动力推出，在推桥以前应派人预先布置好牵引系统和地锚。

此外，每组滚轮旁还各需一人观察，以便及时发现问题，排除故障。

2. 落桥　当桥梁推到对岸后，由一个组在本岸进行落桥工作，另一组携带千斤顶、端柱到对岸，拆除导梁、安装好端柱，并作落桥的准备工作。在此同时，多余人员拆除所有滚轮、地锚和牵引设施。

3. 设置进出口　桥梁进出口（引桥）的设置，一般设两个组在桥

梁两端同时进行。

第 8 节 其他架设方法

ZB-200 型钢桥的架设，主要采用“悬臂推送”法进行，但有时遇到特殊地形，或某些器材不能利用、当地又有现成的吊装设备可以利用时，亦可利用其他方法来架设，例如尾架推出法、浮运推出法、整跨吊装法和就地拼装法等，现将这些方法简单介绍如下。

8. 1 尾架推出法

所谓尾架推出，就是在桥梁结构的尾部拼装与导梁一样的尾架结构，并在尾架的尾部加平衡重，桥梁依靠此平衡重使其在推出过程中不致倾覆。平衡重须预先经过计算，在计算时要特别注意桥梁的总重量不容许超过推出岸摇滚的容许承载能力。为了减轻推出部分的结构重量，桥梁在落桥前可不铺设桥板。

此法的主要特点是对岸无需用摇滚，桥梁可直接落在对岸的支座上。

若桥梁结构结构系加强型时，在下弦加强弦杆的端部需加斜面弦杆。

由于桥梁不能像导梁一样安装架设连杆，我岸摇滚和平滚的表面高度，应依据两岸高差和桥端挠度来调整。同时考虑桥头端柱伸出桥梁下弦的高度，以不触及支座为准。

尾架推出法适用于跨径不大的单层桥梁。

8. 2 浮运架设法

在河水较深，水流平缓，并有足够吨位的船只时，可以采用浮运架设法。此法又分浮运搁置与支点浮渡两种方法。浮运架设不需导梁或尾架设备。

8. 2. 1 浮运搁置法

在桥址两岸没有足够的直线和平地，难以拼装桁架的情况下，可以在河流的上游或下游，寻找一块利于桥梁拼装的场地，在此场地上把桥梁拼装好，然后推至船上运到桥位处架设。此方法需要在船上架设承托桥梁的支撑，支架的高度必须根据桥下水位与墩台标高通过计算预先确定。桥梁两端须悬伸于船外，以便浮至桥位后搁置

在支座上。在浮运过程中应注意下列各点：

1. 桥梁推至船上时，应预先算好两端悬伸长度，务必使前后两部分受力平衡。桥轴线应与船只纵向轴线吻合，使左右着力点均衡，避免重心不稳而翻倒。
2. 浮运时，船的四个角均应设保护绳并捆紧，慢慢平稳浮运至桥位，严防在浮运过程中颠簸、摇晃和碰撞而产生翻桥覆舟的严重事故。
3. 浮船进到桥位时，将四角保护绳往四边拉紧。若因就位有误差，可酌情调整保护绳，将端柱对正支座后，再将护绳锚固，然后桥梁落座就位。

在潮水涨落的河流，采用浮运架桥时，可先装好桁架并置于船上，待接近涨潮水位时，将桥梁浮运至桥址，利用落潮就位。

8. 2. 2 支点浮渡法

在水流特别平缓的河流可以采用。此法系将桁架在桥头拼好，把一端推到浮船预先搭好的支架上，对准桥位方向移动，直到对岸为止。桥梁利用悬伸长度进行就位。在移动的过程中，需注意加设浮船四角的保护绳，以控制浮船移动速度和行进的方向。

8. 3 整跨吊装法

所谓整跨吊装，就是在顺河流的岸边，找一块适合于桥梁的拼装场地，在这场地上将桥梁整跨拼装好，并安装好端柱，用浮吊将整座桥梁吊装至桥位处就位。在岸边平整的场地上拼装时，可在平滚上进行，并随时推动桥梁，使桥轴线顺直。

在整跨吊装桥梁的过程中，要预先计算好吊点的位置，使吊点处的弯矩和剪力，不要超过桁架弯矩和剪力的容许值。吊点位置的设置，必须使桥梁均匀受力，捆在桥梁的钢丝绳要牢固，应用方木将绳与桁架隔开，防止钢丝绳折断或损坏钢桥构件。

在浮运吊装过程中，浮吊船的运行速度和浮臂长度要严格控制，防止翻船。在桥梁就位时，应将浮吊船先抛锚固定，然后再将桥梁吊至桥孔位置就位。

为了减轻吊装重量，可将桥面系暂时不安装，待桥梁就位后再进行。

此法的优点是在岸边平顺的场地上拼装，安装质量容易保证，而且拼装速度较快，其缺点是需要较大的浮吊设备。

8. 4 就地拼装法

此法是在下列条件下采用（即“桥上桥”）：

1. 在原有桥址的人行桥上架桥，原桥梁又不能通行汽车，而墩台又可利用。
2. 为了通行大件、重件，原桥梁的承载能力不足以使大件、重件通过时，需对原桥进行加强。
3. 当原有桥梁出现裂缝、受损，危及安全时， 桥梁利用原桥就地拼装，不需推出就位，可大大减少推出设备，缩短架桥时间。

第 9 节 桥梁的拆除和运输

9.1 桥梁的拆除

桥梁的拆除步骤，与架设桥梁的步骤相反，首先把桥梁两端的进出口（引桥）拆除，然后用千斤顶把桥梁顶起，拆去桥梁支座，安装好滚轮，并使桥支承其上。随后在桥的一端安好导梁后，便可用人力或动力向桥的另一端徐徐拉回。

在拉回的过程中，由于桥梁自重的关系，可能使桥梁后端略向下弯曲，当桥梁推至平滚时，有可能受阻不能前进，此时须用千斤顶将桥端略略顶高，或者预先在桥端接一节桁架，在桁架的下弦安装架设连杆，使该节桁架翘起，桥梁即能顺利地通过平滚。

桥梁拉回与推出一样要防止桥梁倾倒。

桥梁拉回后，再逐节拆除桁架与其他构件，其程序与架桥时相反。

9.2 桥梁的装运

ZB-200 型钢桥的构件，均可用人力来搬运，但这只能适用于现场装车、卸车和短途运输。在条件容许的情况下，最好用汽车吊装车和卸车，在仓库可用行车装卸。无论采用人力或机械装运，均应轻装轻卸，尽量避免撞落表面油漆，防止将构件摔伤变形。

对桥梁各构件的装运，应根据实际情况区别对待。外形尺寸较大的构件，如桁架、加强弦杆、横梁、抗风拉杆、支撑架和端柱等，一般采用散装运输，特殊情况下亦可用集装箱运输；易丢失的小型构件，如销子、桁架销、联板、所有螺栓和各种扳手等，应装箱运输。包装箱必须牢固，并注有明显的标志。发货时应增加一定数量的储备，以免万一丢失而延误安装进度。构件装箱要合理安排，应充分利用箱内空间。每箱重量最好控制在 50 kg左右，以便装车和卸车。箱子表面须标注构件名称和数量，以便识别。

长途运输的方式，可采用多种形式，车船均可运输，但在一般情况下，汽车是最普遍的运输工具，因它不需中途转运。每辆汽车的装卸最好事先筹划，妥当分配，充分发挥汽车的载运能力。

在边运输边架设的情况下，一辆车所载的构件应以一节桥的数量为单位，从而源源不断地提供架桥所需构件，使运输能跟上架桥进度。

运输时，横梁要立放，不要平放装运，以避免长途运输因车辆跳动而导致横梁弯曲变形。鉴于横梁长度比车箱长，装车时要注意在横梁上压重，以防止横梁向车后倾覆。桁架装运亦应立放为宜，当桁架平放，其高度高出车箱时，应在桁架的销孔插钢钎或车箱前加挡板，以防急刹车时桁架从车顶脱落。同时需用八号铅丝或麻绳，将桁架捆牢于车箱上，以防止构件滑动。

火车或轮船装运要注意吨位、体积与器材尺寸的关系，合理安排，避免压坏构件和虚耗运费。

第 10 节 器材的储存、管理与保养

10.1 器材的储备

1995 年 2 月 24 日，国务院、中央军委第 173 号令颁布施行的《国防交通条例》是规范我国交通战备物资储备和交通战备工作的第一部法规，内容丰富，涉及领域广泛，对交通战备工作具有很强的指导、规范作用。特别是第八章物资储备和第十章罚则，对我国储备有国防交通战备物资的地区和单位，更具有直接的指导意义。

《条例》的第四十一条，明确规定了国防交通物资储备的目的：“是为了保证战时和特殊情况下国防交通顺畅的需要”。同时在该条中还明确了建立国防交通物资储备是国家的一项制度；第四十三条还规定了负责储备国防交通物资单位的义务和责任；第四十四条规定了关于动用储备的国防交通物资的规定;《条例》的第十章第四十八条对有关工作人员在国防交通工作中失职、渎职处罚作了规定;第五十二条还对国防交通工作人员违法行为的处罚作了规定。这些规定可以清楚地看出国防交通战备物资储备的目的和意义、管理单位的责任和义务以及对失职、渎职和违法行为的处罚。这给从事国防交通物资储备、管理的有关人员指明了方向，使国防交通物资储备走向了法制的轨道。

当前国际上的局部战争、武装冲突和国内的自然灾害，对交通都有可能造成严重的破坏，一旦交通遭受破坏时，就需要动用储备的战备物资，以保证交通畅通无阻。因此，搞好交通战备物资的储备、管理，无论对战时公路桥梁的抢修抢建、克服江河障碍，还是平时抗震、抗洪、抢险救灾，都具有十分重要的意义。由于，国防交通战备物资的储备、管理和养护，是关系到国家安危、国家稳定繁荣、保护人民生命财产的大事，因此，抓好国防交通战备物资储备、管理和养护是各地区各单位义不容辞的责任。

在这里还要说明一点的是:《交通部国防交通储备器材管理规定》中，明确规定了“国防交通储备器材系交通部代国家储备的战备物资”，这就肯定了战备物资的产权属于国家，是国家的物资。因此，任何单位和个人，都有责任和义务爱护国家财产，把国家交给的战备物资，精心地管好、养护好，不得任意损害。

10.2 器材的管理

交通部颁布的《交通部国防交通储备器材管理规定》中，对交通

战备器材的管理，作了明确的规定。结合原“321”装配式公路钢桥的管理工作，各地区、各部门根据本地区的实际情况，因地制宜地作了补充规定和管理细则，各地都创造了不少好的管理典型和经验，使装配式公路钢桥的管理基本上做到了有章可循。ZB-200 型钢桥的管理，可以借鉴这些成熟的经验，使之管理更加科学合理。

交通战备器材的管理，各储备主管单位，应本着服从于战备、服务于国民经济建设的原则，对国防交通储备器材，要大胆进行管理，要选派业务上熟悉、责任心强的专职或兼职工作人员，负责战备器材的管理和租赁工作。负责管理的工作人员，应努力学习技术业务，熟悉全部器材的名称、规格、用途、拼装架设程序、保管技术和租赁业务；不断提高工作能力、业务和管理水平；认真执行和遵守战备器材管理、租赁的有关规定。

装配式公路钢桥的储存，要求在室内仓库保管，仓库的地面要求要平整；构件堆放要整齐、牢固、安全、防止构件歪斜堆放和过高；不容许将各种构件混杂堆放或乱堆乱放，不容许将与战备器材无关的东西混入战备仓库，以免紧急需要时造成混乱。仓库要清洁，构件要干净，通风要良好，地面要放高度不低于 30cm 的垫木；主要构件的堆放，最好与受力方向一致。桁架平放时堆高最多不超过十二片，严防构件变形和倒塌。防止屋顶漏雨，仓库四周要有良好的排水，以及防止构件被水浸、雨淋、受潮生锈。

装配式公路钢桥入库时，主管单位要组织管理人员清点验收，分类编号，建立构件帐卡，帐卡上要注明构件名称、规格、数量、材质和生产厂家；对小型易丢失构件（如销子、保险销、联板、各种螺栓、千斤顶和各种扳手等）应分类装箱保管，并要求箱面标志鲜明，并注明构件名称、规格和数量。

根据《国防交通条例》第四十四条的规定：“未经国防交通主管机构批准，任何单位或个人，不得动用储备的国防交通物资，经批准使用储备的国防交通物资，应当按照规定支付费用”。这就明确的规定了要动用国家储备的战备钢桥，必须经过交通主管部门的批准，而且要收取一定的费用。交通部门的主管单位是交通部交通战备办公室。《交通部国防交通储备器材管理规定》第十五条规定：“凡动用代交通部储备的国防交通器材，必须经交通战备办公室批准”、“任何部门、单位或者个人，均无权调动、使用、租赁、报废和处理”。

为贯彻平战结合、军民两用的原则，对储放在各地的交通战备储备器材，可采取有偿使用的原则，使“死物变成活物”，充分发挥战备储备器材的经济效益和社会效益，支援国家经济建设。因此代部储备主管单位应积极开展租赁业务，但应严格控制战备钢桥的租出量，不得将全部钢桥租出，库存保有量必须保持在本单位储备总量的三分之一以上，以备急需。

以上这些规定，强化了国防交通储备器材的管理，使装配式公路钢桥的管理，走向了规范化、标准化的管理轨道。此外，各级领导的重视、提高管理人员的技术业务水平、开展各种不同的竞赛评比活动、组织经验交流、大力表扬先进典型、推广先进的管理方法和经验以及管理经费落实到位等，都是装配式公路钢桥管理中不可缺少的重要环节。

10.3 器材的维护和保养

10.3.1 使用维护

钢桥构件在储存、运输和使用时，均需注意维护和保养。

在储存和运输时，桁架与加强弦杆的阴阳头接触面、销孔和各螺栓孔；支撑架、斜撑、联板上的圆锥形套筒；端柱上的销孔与螺栓孔；横梁上的栓钉孔与斜撑孔；所有螺栓的丝扣和构件上的丝扣；摇滚与平滚的滚轴；斜面弦杆与下弦接头的销孔以及千斤顶的转动轴孔等，均应保持清洁和涂黄油或油脂。

钢桥在使用时，应在桥梁两端，竖立标明载重等级的标志牌，严防超载运行。并经常派人检查，检查的内容有：

1. 观察各种销子、螺栓和抗风拉杆是否装配齐全，有无松动现象，以保安全通车。
2. 定期检查桥梁基础有无不均匀沉降，若发现应及时加以处理。
3. 在销子周围涂油脂，以防雨水进入销孔缝隙内。所有螺栓外露的丝扣也要涂油脂，以防生锈。
4. 经常测量桥梁的跨中挠度，看是否有所增加。挠度增加的速度应与销子和销孔磨损度成正比，其增量应该是很小的。如挠度增加过快，这表明销子或销孔或桁架上下弦杆有了损坏，应立即进行详细检查，并采取有效措施解决。
5. 检查桥面板是否破裂、变形或有无不平现象，必要时应予以更换。

10.3.2 涂覆

钢结构构件，是易锈蚀的产品，特别是在沿海地区，钢桥更容易锈蚀。因此，要经常对钢桥进行维护保养，以免钢桥生锈。一旦钢桥生锈，必然会降低钢桥的承载能力和使用寿命，所以按期除锈、刷漆保养是保证钢桥寿命的重要环节，千万不可忽视。

“交通部国防交通储备器材管理规定”中规定：“一般三年全面保养一次”，就是为了防止钢桥锈蚀。在钢桥养护时，要认真检查构件的各个部位有无损伤、变形、油漆脱落、锈蚀等情况。对锈蚀的部位，必须先将灰尘、油污、锈斑以及各种赃物清理干净，然后再喷油漆。油漆要均匀、漆面要平整，不要漏喷。禁止在雨天、潮湿、风沙较大和蚊虫较多的露天喷漆。

1. 失效现象

如果钢桥漆膜表面色泽灰暗、失光、褪色，则是油漆失效的前兆。经常出现的病害有粉化、吐锈、剥落、起泡、龟裂等。

锈蚀有点锈及大块锈蚀之分,点锈为针状锈蚀，大块锈蚀往往因钢料锈蚀体积膨胀而鼓起。锈蚀生成的铁鳞具有复杂的化学成分，并随腐蚀时气体的条件有所不同。一般来说，最外层为棕色，下层为黑色，再往内才是钢材表面。除锈彻底能露出银灰色，该色为钢材本色。

粉化是漆膜受阳光和空气的氧化作用而失光、变色发生的现象。油漆在太阳紫外线、水汽的作用下，使漆料暴露在表面，用手摩擦，表面颜料粉粒即粘在手上。粉化只限表面，它是一层层向下损耗，直至钢材全部坏掉为止。

剥落是漆膜裂碎形成的片状，从钢材表面剥上剥落或起皱。一般是由漆质不良、钢材表面不净、漆底未干和环境潮湿等原因所造成。

大部分油漆因年久氧化失去弹性，都有可能产生龟裂。若早期龟裂就是病害，其原因是两道油漆的性质不同、环境影响等所造成。

漆膜是否失效还可以用手抚摸油漆表面，如感凹凸不平就可能有锈蚀存在；也可在表面喷少量的水作试验，如水珠很快流走，说明漆膜完好，如往里渗散，说明油漆表层已经失效，渗水的深

度就是失效的厚度。

在库存的钢桥中，如发现有上述油漆失效现象，应及时除锈补刷油漆，做到大锈大补，小锈小补，不让锈蚀发展扩大。

2. 重涂油漆的一般标准

（1）大面积面漆粉化强烈，用手指摩檫即露出底漆，而底漆大部完好时，可全面清除失效的面漆，除对锈蚀、角落隐藏部位彻底除锈补底漆两度并腻缝外，其余表面不必清除底漆，经打磨后直接喷涂面漆两度。

（2）面漆大面积龟裂或者剥落起皮，而底漆大部完好时，其做法同上一条。

（3）面漆起泡而底漆完整时，可将该处漆膜除去，重涂面漆；如底漆亦起泡时，将该处底漆、面漆均除去，重涂底漆和面漆；若起泡下面的钢料已锈蚀，可按下一条处理。

（4）面漆已部分失效，构件表面有大面积锈蚀，需将锈蚀处的底漆、面漆、锈斑、氧化皮等彻底清除干净，并露出光洁的金属表面，重涂底漆和面漆。

（5）面漆已失效，底漆粉化强烈，用手指摩檫能露出钢料面，或底漆龟裂已露出钢材，或钢料锈蚀普遍，底漆已大部分失效时，需将底漆、面漆锈蚀全部清除干净并打磨后，重涂底漆和面漆。

3. 油漆时要特别注意检查钢料表面焊缝有无裂纹

由于漆膜具有弹性，钢料表面和焊缝的微小裂纹，被漆膜掩盖不易发现。因此，在清除面漆、底漆、锈蚀等各个环节中，应仔细观察（必要时可用放大镜）钢料表面和焊缝有无裂纹。如发现裂纹，不得擅自处理，必须及时报上级主管部门。

4. 涂料

由于油漆的种类很多，性能各有不同。装配式公路钢桥使用的油漆要求防锈性能和耐候性能都要良好；底漆要与面漆配套。最好采用无机锌涂料来代替以往的有机油漆。无机锌涂料最主要的特点是耐磨，防锈时间长，一般涂一次要管 30~50 年，但主要的问题是：除锈要求严格，必须彻底除净，需要采用喷沙或喷丸除锈，一般地区不一定能办到。所以，有条件的地区，尽可能采用

无机锌涂料，这可大大减轻各储管单位对钢桥养护的负担，并有效地防止钢桥过快锈蚀，延长钢桥的使用寿命。

根据油漆的品种不同，所用的稀料亦有所不同。稀料应与油漆配套生产。一般来说，油性漆采用松香水或松节油；醇酸漆采用二甲苯或醇酸稀料；环氧树脂漆采用丙酮或环氧稀料等。严禁用汽油、煤油和柴油作稀料。

稀料是在油漆过稠时使用，一般仅为满足施工操作的需要，成膜过程中完全挥发，如掺用过多，影响漆膜质量，所以要尽量少用或不加，除油漆厂容许外，其掺量不得超过油漆重量的 2%。

5. 腻缝

杆件与杆件、杆件与节点板连接时，通常不可能周边都得焊满，因此，互相搭接处的缝隙不能密封。缝内钢料表面与大气相通，积水后容易锈蚀，亦不便维修。最好的办法是在缝的边缘塞上腻子，表面再涂油漆，将缝隙密封起来，使缝内钢板表面与大气隔离，以达到防止锈蚀的目的。

现将常用的腻子配方和使用注意事项介绍如下：

A：配方

氯丁橡胶	100
填充剂：陶土	250
碳酸钙	50
交联剂：氧化锌或氧化镁	10
防老剂：甲 N-苯基-α 萘胺	
乙 N-苯基-β 萘胺	2
溶剂：　苯	150
二甲苯	150
共计：	702

B.使用时注意事项

（1）按配方制成的腻子呈膏状，取出后即可使用。该腻子保存期不长，只能经历一个夏天，若始终保持在 10°C 以下，使用期

长到一年。

（2）腻缝前，缝隙及附近应做好除锈、去污等工作，使腻子与金属表面直接接触，否则会影响其附着力。

（3）为增加腻子与金属间的附着力，在特殊部位可预先在金属表面刷一层聚异酸脂（JQ-1），然后再塞填腻子。

（4）由于笨类溶剂为有毒物质，操作时要注意防毒，不要使腻子与皮肤直接接