



# 说明书

## 1. 工程概况

### 1.1 桥梁概况

濠江大桥位于汕头市濠江区中部，横跨濠江，连接濠城与马滘，也被称为马滘桥。濠江大桥全长 606 米，1992 年动工，1994 年春竣工通车。大桥北端于达濠华侨医院前接磊广大道，南接达南路，是濠江区内一座重要的桥梁。

桥梁上部结构由 16×16m（普通钢筋混凝土简支 T 梁）+3×30m（预应力混凝土简支 T 梁）+16×16m（普通钢筋混凝土简支 T 梁）组成，共 35 跨。

桥面全宽 13m，双向两车道，横向布置为 0.5m（防撞护栏）+12m（行车道）+0.5m（防撞护栏），横向布置 6 片 T 梁，梁距 2.2m，16m 跨梁高 1.3m，30m 跨梁高 2.0m。

桥梁下部结构 16m 跨采用双柱式墩，钻孔灌注桩基础，桩柱径均为  $\phi 120$ ，桩顶设系梁。30m 跨设双柱墩，柱径为  $\phi 150$ ，四根钻孔灌注桩基础配承台，桩径为  $\phi 120$ 。所有桩均为摩擦桩，桩长为 34~41m。

设计荷载标准：汽车-20 级、挂车-100。

混凝土标号：16m 跨主梁预制采用 30 号混凝土，湿接缝采用 30 号混凝土，30m 跨主梁预制采用 40 号混凝土，湿接缝采用 40 号混凝土；墩柱采用 25 号混凝土，桩采用 20 号混凝土，盖梁采用 30 号混凝土；桥面铺装调平层采用 8cm~11cm 厚 30 号混凝土。

钢材：预应力钢筋采用符合冶标 YB255-64 要求，且标准强度  $R_g^b=1600\text{Mpa}$ ，直径 5mm 的碳素钢丝，每束 24 丝。钢筋采用 R235、HRB335 普通钢筋。

深圳高速工程检测有限公司对濠江大桥的检测结论如下：

按《公路桥涵养护规范》（JTG H11-2004）中重要构件最差缺损状况评定方法，该桥技术状况等级评定为四类。

所检测构件混凝土强度偏低，不利于结构安全；所检测大部分碳化深度大于 6mm，混凝土碳化后，钢筋钝化膜消减，易致钢筋锈蚀，对结构耐久性不利；所检测裂缝深度为 37~61mm，深度大于钢筋保护层厚度，钢筋易锈蚀；部分构件有锈蚀活动性，严重锈蚀可能性极大。

因该桥存在较大的安全隐患，有关部门要求立即进行抢修，并在抢修期间实行临时交通管制。

### 1.2 设计过程

濠江区马滘街道办事处于 2013 年 12 月委托深圳高速工程检测有限公司对濠江区达南路濠江大桥进行外观检查、详细检测及荷载试验。

2014 年 4 月 12 日，濠江区政府召开应急会议，决定委托我院对濠江区濠江大桥抢险加固工程全桥病害情况进行调查并加固设计。接到设计任务后，我院工程技术人员进行了现场勘察，并根据深圳高速工程检测有限公司检测报告，对桥梁存在的主要问题进行研究分析并提交初步加固改造的方案。

2014 年 4 月 23 日广东大雄经济技术咨询有限公司提供初步加固方案的咨询意见，根据汕头市交通运输局要求结合咨询单位的意见，从而确定加固方案，形成一阶段施工图设计（送审稿），并于 2014 年 5 月 19 日呈送咨询单位咨询。2014 年 5 月 25 日，广东大雄经济技术咨询有限公司给予咨询报告。2014 年 6 月 24 日，在濠江区政府会议对《汕头市濠江大桥抢险加固工程一阶段施工图设计》（送审稿）进行评审。会上有关领导、特邀专家及有关部门对施工图进行认真评审，形成评审意见。我院根据咨询报告以及评审会意见，对送审稿进行适当调整。最终

形成一阶段施工图设计图纸及预算。

根据汕濠交函[2014]4号文，“关于编制汕头市濠江区濠江大桥抢险加固部分工程施工图预算的函”，将原全一册一阶段施工图设计图纸及预算，按抢险加固和维修、耐久性两部分分别列册，列为第一册和第二册。

## 2. 设计规范及依据

### 2.1 设计依据

1) 《委托书》

汕头市濠江区交通运输局 2014年5月12日

2) 《汕头市濠江区达南路濠江大桥检测报告》

深圳高速工程检测有限公司 2013年12月16日

3) 《汕头市濠江大桥桥梁墩台与基础水下检测报告》

深圳市德瑞水下工程有限公司 2014年5月5日

4) 《汕头市达濠濠江大桥及引道工程》两阶段施工图设计

汕头市公路局设计室 1992年6月

5) 《汕头市达濠濠江大桥及引道工程》竣工图纸

汕头市公路桥梁工程总公司 1994年4月

6) 《汕头市濠江大桥抢险加固工程施工图设计咨询报告》

广东大雄经济技术咨询有限公司 2014年5月

7) 《区政府工作会议纪要》

汕头市濠江区人民政府办公室 2014年5月6日

8) 《关于编制汕头市濠江区濠江大桥抢险加固部分工程施工图预算的函》汕濠交函[2014]4号文

汕头市濠江区交通运输局 2014年8月13日

### 2.2 设计规范

1) 《公路工程技术标准》(JTG B01-2003)

2) 《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60-2004)

3) 《公路桥梁加固设计规范》(JTG/T J22-2008)

4) 《公路桥梁加固施工技术规范》(JTG/T J23-2008)

5) 《公路桥涵施工技术规范》(JTJ041-2000)

6) 《公路桥涵地基与基础设计规范》(JTG D63-2007)

7) 《公路桥涵养护规范》(JTG H11—2004)

8) 《混凝土结构加固设计规范》(GB 50367-2006)

9) 《公路工程质量检验评定标准》(JTG F80/1-2004)

10) 《混凝土结构工程施工质量验算规范》(GB 50204-2001)

11) 《钢结构工程施工质量验算规范》(GB 50205-2001)

12) 《公路工程混凝土结构防腐蚀技术规范》(JTG/T B07-01-2006)

13) 广东省公路桥梁维修加固技术指南

## 3. 病害情况

### 3.1 桥面系

#### 3.1.1 桥面铺装:

现场调查,桥面铺装为素混凝土,该桥全桥桥面铺装表层磨损,多处混凝土破损、骨料裸露,露筋(连续缝处钢筋),部分出现裂缝。见以下插图。



桥面铺装混凝土麻面

墩顶桥面开裂

桥面铺装混凝土破损

桥面铺装混凝土破损

### 3.1.2 桥头搭板及引道:

该桥 0#台、35#台桥头与路堤连接处均不平顺，且中度跳车。桥头搭板用沥青修补，达岸引道右侧用沥青修补，左侧纵向裂缝严重，见以下插图。



35#桥头搭板跳车

35#桥头搭板沥青修补

达岸引道

### 3.1.3 栏杆、防撞栏:

护栏部分出现锈胀露筋、破损以及纵向开裂、护栏扶手锈蚀等病害。见以下插图。



### 3.1.4 伸缩缝:

现场调查，全桥共有 8 条橡胶板伸缩缝，所有橡胶板都有不同程度的老化，破损，或钢条破损脱落或翘起。见以下插图。



6#伸缩缝橡胶条破损

8#伸缩缝橡胶条、钢条破损

### 3.1.5 标线

该桥桥面标线不清楚。

### 3.2 上部构造

T 梁出现不同程度的斜向、竖向、U 型、L 型、横向等裂缝，裂缝宽度  $\delta=0.04\text{mm}\sim 0.26\text{mm}$ 。（见附图）

局部位置混凝土保护层厚度不足以及受海风夹带氯离子的侵蚀，钢筋发生锈蚀膨胀，混凝土剥落，钢筋外露锈蚀等。

横隔板出现空洞露筋，见以下插图。



26-2-3#横隔板空洞露筋

12-2-2#横隔板中部 U 型裂缝

14-3#左侧腹板 L 型裂缝

### 3.3 下部结构

盖梁:

盖梁出现不同程度的纵横向裂缝，破损、锈胀露筋，砼离析露粗骨料。见以

下插图。



18#墩盖梁锈胀露筋



20#墩盖梁锈胀露筋



21#墩盖梁锈胀露筋

挡块：

挡块出现竖向开裂。见以下插图。



桥墩立柱：

桥墩 13~34#墩立柱存在严重竖向裂缝、开裂，在接头位置出现破损、锈胀露筋，砼离析露粗骨料。见以下插图。



13#墩锈胀露筋



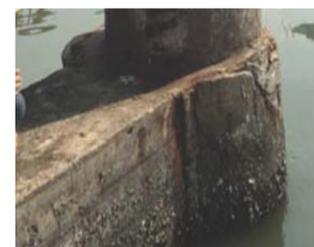
19#竖向开裂



18#墩离析露粗骨料

系梁及承台：

承台出现裂缝、开裂，崩角、锈胀露筋等病害。见以下插图。



系梁破损



承台崩角露筋



承台开裂

桥墩桩基：

水下检测报告，17-1-1#桩身出现破损露筋，其它未发现。见以下插图。



17-1-1#桩破损处情况



17-1-1#桩破损处情况

### 3.4 支座

该桥支座存在纵向剪切、顶底部脱空，钢板锈蚀等病害。见以下插图。



支座老化、上钢板锈蚀



支座钢板锈蚀



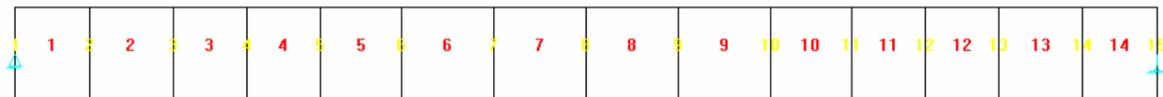
支座纵向剪切

### 4. 原 16 米 T 梁结构复算

根据检测报告，16 米 T 梁梁体出现了裂缝，30 米预应力 T 梁未发现明显裂缝，因此，仅对 16 米 T 梁进行原结构复算。

原结构复算依照原设计采用的荷载等级（汽-20，挂-100）和原《公路钢筋混

《混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG 023-85) (后简称《规范》)要求进行, 采用桥梁博士 V3.0 建立平面杆系模型, 计算模型见下图。



1) 承载能力极限状态验算

表 1 横向分布系数

位置		边板	中板
16mT 梁跨中	汽车	0.617	0.526
	挂车	0.403	0.309

表 2 混凝土材料指标

强度等级	弹性模量 (Mpa)	重度 (KN/m <sup>3</sup> )	线膨胀系数	抗压强度标准值		抗压强度设计值	
				$R_a^b$ (Mpa)	$R_l^b$ (Mpa)	$R_a$ (Mpa)	$R_l$ (Mpa)
C30	30000	25	$1.0 \times 10^{-5}$	21	2.1	17.5	1.75

表 3 普通钢筋材料指标

普通钢筋	弹性模量 (Mpa)	重度 (KN/m <sup>3</sup> )	$R_g$ (Mpa)	$R_g'$ (Mpa)	$R_g^b$ (Mpa)
I 级钢筋	210000	76.98	240	240	240
II 级钢筋	210000	76.98	340	340	340

表 4 荷载组合表

序号	组合	描述
1	荷载组合 I	恒载+汽车+人群
2	荷载组合 III	恒载+挂车

(1)16m 普通钢筋混凝土 T 梁抗弯强度 (表 5)

表 5 T 梁跨中正截面抗弯强度 (单位: KN·m)

构件	位置	荷载组合	最不利弯矩效应组合	正截面抗弯强度	比值	是否满足规范
中板	跨中	荷载组合 I	1820	2380	1.31	满足
	跨中	荷载组合 III	1820	2380	1.31	满足

从表 5 验算结果可以看出, 在原设计荷载最不利组合作用下, 承载能力满足《规范》(JTJ023-85) 要求。

2) 正常使用极限状态验算

跨中截面裂缝宽度验算 (表 6)

表 6 跨中截面裂缝宽度验算 (单位:mm)

构件	节点号	荷载组合	位置	裂缝宽度	裂缝宽度限值	是否满足
中板	7	组合 I	截面下缘	0.13	0.2	是
		组合 III	截面下缘	0.15	0.25	是

根据计算, 在正常使用状态下, T 梁跨中截面下缘裂缝宽度均小于规范限值, 满足《规范》(JTJ023-85) 要求。

3) 上部结构验算结论

根据原结构验算结果, 在原设计荷载最不利组合作用下, 承载能力满足《规

范》(JTJ023-85)要求。在正常使用状态下, T 梁跨中截面下缘裂缝宽度均小于规范极限值, 满足《规范》(JTJ023-85)要求。

但检测报告中个别裂缝超限, 表明桥梁因施工或超载或其它原因致裂缝宽度超限, 需进行加固。

## 5. 病害原因分析

### 5.1 桥面系

#### 5.1.1 桥面铺装

引起桥面铺装表层磨损, 混凝土破损、破损露筋, 开裂、露粗骨料病害的原因: 桥面铺装为素砼, 砼强度不足, 没有设置钢筋网, 容易开裂, 以及在长期超限运输状况下而破坏。

#### 5.1.2 桥头搭板:

引起 0#台、35#台桥头与路堤连接处均不平顺, 且中度跳车的原因: 台后填土不够密实, 使台后搭板下沉, 从而出现跳车。

#### 5.1.3 伸缩缝:

引起伸缩缝橡胶条破损、钢板破损的原因: 随着交通量的增加和汽车载重量的增大, 桥面伸缩缝由于设置在梁端构造薄弱部位, 直接承受车轮荷载的反复冲击作用, 而且长期暴露在大自然中, 所处环境比较恶劣, 以及材料的磨损和疲劳等。

### 5.2 上部构造

16m 普通钢筋砼 T 梁, 约有半数 T 梁存在不同程度的竖向裂缝、斜向裂缝、U 型裂缝、L 型裂缝、横向裂缝等。引起不同程度的裂缝的原因有以下几个方面的原因:

1) 由于超载车辆较多, 桥梁处于长期的超负荷运营。

2) 温度和湿度的变化和混凝土收缩引起的。

普通钢筋砼 T 梁出现锈胀露筋, 空洞露筋等缺损病害的原因:

1) 施工过程砼震捣不密实, 混凝土保护层不够等。

2) 本桥处于海水环境中, 加速了混凝土的老化和钢筋锈蚀。

3) 混凝土碳化作用使得混凝土对钢筋的保护作用逐渐减弱, 当出现露筋后, 空气中腐蚀性气体使梁内钢筋锈蚀。

### 5.3 下部结构

#### 5.3.1 盖梁

1) 盖梁病害主要表现在横向裂缝以及混凝土剥落锈胀露筋

该工程处于海水环境中, 混凝土受海风夹带氯离子侵蚀, 混凝土保护层不够等造成混凝土剥落露筋。

#### 5.3.2 立柱

立柱主要病害表现在砼强度不够, 立柱砼强度只有 12.9~20.9Mpa, 远低于设计强度 25 号。该工程处于海水环境中, 混凝土受海风夹带氯离子侵蚀, 砼脱落, 使主筋外露、锈蚀, 以及出现竖向裂缝等。

### 5.4 支座

支座出现纵向剪切、底顶部脱空、支座老化、钢板锈蚀等现象。

纵向剪切: 支座除传递竖向荷载外, 支座还通过纵向变形和滑动来适应温度引起梁体长度变化的作用。支座变形过大表明其剪应力也就越大。

底顶部脱空: 支座对施工精度要求高, 支座的标高需准确测量才能保证安装准确, 由于不易控制, 施工过程中常常会产生标高误差, 进而导致支座出现不同程度的脱空。

支座老化、钢板锈蚀: 在对梁进行横向纠编、定位时使支座产生位移或剪切

变形。当变形到达一定程度，钢板与橡胶片开裂导致钢筋外露。

## 6. 抢险加固设计原则

### 1) 应提高 16 米 T 梁结构的承载能力和刚度

由于现状 16 米 T 梁普遍存在大量斜向和竖向裂缝，使得 T 梁承载能力和刚度均存在不同程度的降低，所以在加固设计中，应提高 16 米 T 梁的抗弯、抗剪承载能力和截面刚度。

### 2) 应做好结构防腐措施

由于该桥处于海洋气候环境，大气中高盐雾对桥梁结构的腐蚀性强，应提出有效的结构防腐措施。

### 3) 应对全桥支座进行更换

鉴于桥梁支座钢板均已腐蚀，丧失了滑动能力，大部分橡胶支座也存在不同程度的老化、开裂及剪切变形破坏，因此，应对全桥支座进行更换，新支座全部采用板式橡胶支座。

### 4) 加固设计应与施工方法紧密结合

旧桥加固是在原有桥梁结构上进行的，势必受到原结构的限制，因此加固设计应充分考虑施工的可行性。

### 5) 加固施工对环境的影响要小

旧桥维修加固需要对原混凝土结构进行外表处理，其施工过程中必然产生粉尘、废弃物等，应采取有效的措施，来减少对环境的负面影响。

### 6) 加固施工中的安全措施

加固施工是在桥梁结构已经出现病害的情况下进行的，具有一定的风险性，施工前应做好详尽的安全预案，施工过程中应采取可靠的措施，确保桥梁结构、施工人员的安全。

## 7. 抢险加固方案

### 1) 桥面铺装拆除重浇

凿除桥面铺装混凝土，在桥面上按梅花状钻埋植入钢筋，用来固定铺装层钢筋网，确保新浇注的桥面与原结构能够共同受力。桥面铺装设计详见第二册设计图 S-3-1~2。

### 2) 更换支座

全桥支座需全部更换。16m 跨混凝土简支 T 梁部分采用 200×250×49mm 板式橡胶支座，30m 跨预应力混凝土简支 T 梁部分采用 250×350×52mm 板式橡胶支座，更换支座方式要求整体同步顶升，详见第二册设计图 S-6-1~2。

### 3) 更换伸缩缝，重设桥面连续钢筋

全桥伸缩缝全部更换，更换为 D80 毛勒伸缩缝。毛勒伸缩缝图详见第二册设计图 S-4。桥面连续钢筋重新设置，桥面连续详见第二册设计图 S-5。

### 4) 桥头搭板及钢筋砼板拆除重浇

在 0#台及 35#台处出现中度跳车，0#台及 35#台左侧搭板用沥青修补。将原 4 米桥头搭板予以拆除，重新浇筑 6 米桥头搭板，搭板下压实，并用水泥稳定碎石基层调平。两岸设置钢筋混凝土板，详见第二册设计图 S-7、S-8。

### 5) 刻划路面标线

原桥面标线不清晰，重新设置车行道边缘线、车行道分界线诱导车辆安全行驶。

### 6) T 梁裂缝的修复

#### 16mT 梁部分：

对于裂缝宽度  $\delta < 0.15\text{mm}$  的裂缝可采用表面封闭处理，对于裂缝宽度  $\delta \geq 0.15\text{mm}$  的裂缝采用“壁可法”压注修复。

30mT 梁部分:

在 19 孔 1#梁及 5#梁出现裂缝,用环氧砂浆修补。

7) T 梁粘贴钢板加固

T 梁底板裂缝较多、裂缝宽度较大的,在底板 0.6~0.7L 范围粘贴钢板条; T 梁腹板裂缝较多、裂缝宽度较大的,在 T 梁腹板端部 1/4 位置粘贴 30° 钢板。

8) 盖梁、挡块、横隔板的修复

盖梁、横隔板的修复

对混凝土疏松区较浅处(如开裂、麻面等)采用环氧砂浆修补,对混凝土酥松区较深处深度超过 6cm 的(如崩角、开裂范围较大等)或孔洞的深层酥松区采用环氧混凝土进行立模浇筑。

挡块的修复

开裂挡块凿除后用 C30 砼重浇。

9) 桥墩立柱外包钢筋混凝土

在立柱外侧外包 15cm 厚的钢筋混凝土,具体方案如下:

对松散、破损、纵向开裂的裂缝周边混凝土进行凿除,直到露出坚硬密实的基面,部分表面完好的四周凿毛,凿毛深度 6mm,用压缩空气或高压水冲洗将表面粉尘彻底清除;在立柱、盖梁、承台及系梁位置植筋;制作钢筋骨架;立模之前涂刷界面处理剂;浇筑 C35 混凝土(外加添加剂),在柱顶模板 50cm 位置预留砼输送管和振捣空间,浇筑 C35 微膨胀混凝土;外包混凝土浇筑完成后,洒水养生;再进行防腐涂装。

10) 桩头、系梁及承台的修复

处理范围: 13#~15#、20#~24#系梁,16#~19#承台。

按混凝土疏松区深浅处的处理方案处理,方法同盖梁、横隔板修复。

系梁及承台修补时应选择在低潮位时抓紧施工修复。

11) 桥墩桩基破损修复

根据《汕头市濠江大桥桥梁墩台与基础水下检测报告》,水下桩基 17-1-1#桩基破损,需对其进行修复:

对混凝土破损面修整,以增加新老混凝土的粘结;锈蚀钢筋切断,重新布设钢筋,与原钢筋焊接,立模浇筑水下混凝土。

12) 大桥外观防腐涂层防护

对立柱、系梁、承台、盖梁、T 梁及防撞栏进行防腐涂装。

## 8. 对“汕头市濠江大桥抢险加固工程施工图设计咨询报告”的执行情况

1) 关于桥面铺装全部铲除重修,建议实际调查,确定需铲除和保留的孔数,以节省资金;桥头搭板存在跳车,是否打掉重建,值得商榷。

**执行情况:** 由于原桥面铺装无设置钢筋网,桥面铺装砼标号偏低,桥面铺装已基本麻面,且部分已开裂、露石等病害。考虑伸缩缝更换及支座更换影响,经与相关部门商量,决定将桥面铺装拆除重做作为维修项目予以设计。经现场调查,两侧桥头搭板已上沉采用沥青修补,能暂时解决跳车问题。考虑施工期间中断交通的影响,经与相关部门商量,决定将桥头搭板拆除重做作为维修项目进行设计。

2) 关于墩柱有病害处应加粗包大,建议详细分析墩柱病害,合理确定需要全高加大截面的墩柱。对于仅距底面高度不大的露筋病害,而柱的大部分完好者,可以采用局部加固的方案。

**执行情况:** 经现场调查,13~34#墩,在桩头位置基本出现破损、锈胀露筋,部分主柱出现竖向裂缝,外观看立柱表面砼漏浆、露石、露砂严重。根据检测报告,立柱砼强度 12.9~20.9Mpa,远低于设计强度 25 号。因此维持原设计方案,即 13~34#墩立柱增加 15cm 进行外包。

3) 关于表面防腐涂层防护问题：对主桥墩柱下部及系梁处于浪溅区水位变动区范围应采用表面防腐涂层。而对上部结构处于大气区部分，涂装主要目的是使结构延长耐久性，保持长久的安全性。如果投资费较紧缺。建议暂缓施工处理。

**执行情况：**根据检测报告，16m 钢筋混凝土 T 梁腹板钢筋保护层合格率仅为 43%，30m 预应力混凝土 T 梁腹板钢筋保护层合格率为 50%。检测结论为钢筋易失去碱性保护，发生锈蚀。经与相关部门商量，下部构造涂装部分作为抢险加固项目，上部构造涂装部分作为耐久性项目进行设计。

4) 关于支座：设计图拟对全桥支座进行更换，根据检测报告所描述病害，建议支座局部更换即可。

**执行情况：**橡胶支座在使用二十年后，一般出现不同程度的老化，且该桥纵坡较大（3.2%），原设计图未设置支座垫石及调平层，容易出现剪切变形，经与相关部门商量，将全桥支座更换作为维修项目进行设计。

5) 关于伸缩缝：检测报告 1#、3#、6#、7#橡胶条破损，建议不换伸缩缝，只换伸缩缝橡胶止水带。

**执行情况：**现场调查，8 条伸缩缝橡胶板全部不同程度破损，或钢条破损脱落，需全部更换。

6) 关于施工图预算，材料单价及定额套用问题。

**执行情况：**

材料单价部分：水泥单价按汕头市区一季度信息价；砂、中粗砂、碎石单价按濠江区一季度信息价；密封胶、粘结胶、植筋胶、灌缝胶按咨询报告调整的单价。

费率部分：钢筋、更换支座、伸缩缝的费率调整为钢结构类别。

工程数量及定额套用部分：“4)〈环氧砂浆修补缺陷〉”项目，按定额套用。

“〈更换支座〉”项目的措施费，顶升梁措施费用按每跨 17000 元计，共计 658805 元。“7)〈墩柱外包混凝土〉”项目，钢筋直径改为 16mm 套用定额。数量修改：外加剂的混凝土每立方按 418kg 水泥计，外加剂比例为：水泥：阻锈剂：膨胀剂：减水剂=1:0.036:0.1:0.08。计列。“9) 施工图临时交通设施费用”因该工作是属于临时工程，由施工企业来实施，故还是放在第一部分建安费，临时通航组织费用列第三部分。

## 9. 对 2014 年 6 月 24 日评审会评审意见的执行情况

评审会对《汕头市濠江大桥抢险加固工程一阶段施工图设计》（送审稿）加固方案、图表等设计文件给予积极评价，并提出部分修改意见，主要意见有：

- 1) T 梁腹板粘贴钢板数量偏多，应适当减少，螺杆改为膨胀螺栓。
- 2) 立柱外包砼不同部位采用不同砼，应统一材料。
- 3) 桩基破损接驳横向钢筋  $\Phi 25$  应改为  $\Phi 16$ 。
- 4) 临时交通组织设施数量偏多，应优化减少。
- 5) 设计施工工期 8 个月偏多，应减少。

针对评审意见，本次一阶段施工图做认真调整。

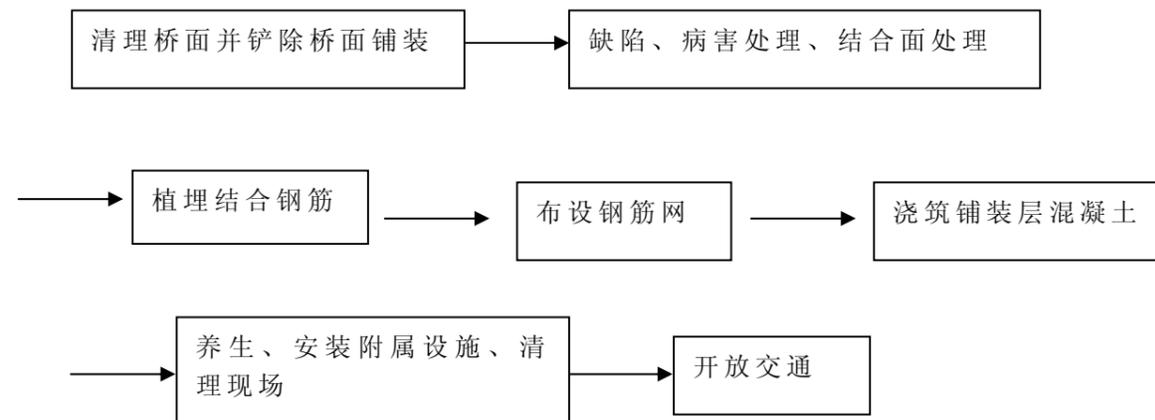
## 10. 主要工艺

### 10.1 桥面铺装拆除重浇

桥面铺装为素混凝土结构，未设钢筋，在长期超限运输状况下而破坏，已出现麻面、露石等现象。

#### 10.1.1 施工工序

首先凿除原主桥桥面铺装，凿除过程中应尽量采用人工凿除，避免造成梁体的损伤，然后重新做混凝土桥面铺装。具体施工工序见以下插图。



### 10.1.2 凿除旧桥面铺装层

要求施工时不能损坏原结构混凝土的强度，对存在缺陷的部位，应进行修补，如空洞，在凿除疏松部分混凝土后，用强度高一级的细石子混凝土填筑密实；出现钢筋锈蚀引起混凝土胀裂时，先剔除松动开裂的混凝土，再进行钢筋表面除锈和防护等。

### 10.1.3 植埋结合钢筋

结合钢筋植埋应严格按照设计和所采用的结构胶粘剂的要求进行，施工步骤和技术要求如下：

#### 1) 桥面板上钻孔

孔深与结合钢筋埋设深度相同，孔径比结合钢筋大 2~3mm，植筋前应采用无损结构设备探明钢筋位置，核对标记植筋部位，植筋应避让原结构钢筋，以免钻孔对其造成损伤，并使孔位间距在设计要求范围之内。严禁采用钻孔机探测钢筋位置。

#### 2) 清理钻孔

利用压缩空气清孔，用毛刷刷三遍，吹三遍，确保孔壁无尘干燥。

#### 3) 灌胶

首先将植筋胶直接放入胶枪中，将搅拌头旋到胶的头部，扣动胶枪直到胶流出为止，前两次打的胶不用。注胶时，将搅拌头插入孔的底部开始注胶，逐渐向外移动，直至注满孔体积的 2/3 即可。注射下一个孔时，按下胶枪后面的舌头，因为自动加压，避免胶继续流出，造成浪费。更换新的胶时，按下胶枪后面的舌头，拉出拉杆，将胶取出。

#### 4) 插入结合钢筋

锚筋插入前用钢刷清除插入部分的表面污物，再用丙酮擦净，并予拭干。然后将备好的钢筋旋转着缓慢插到孔底，按照产品固化时间表规定的时间进行安装，使得锚固剂均匀地附着在钢筋的表面及缝隙中，孔口多余的胶应清除。

#### 5) 在胶液干固之前，避免扰动结合钢筋和在孔位附近有明水。

### 10.1.4 浇筑铺装层混凝土

在浇筑铺装层混凝土前，应对结合面进行彻底清理，检查结合钢筋及其它构造钢筋数量及布置是否正确。

铺装层混凝土浇筑应按设计规定的程序进行。由于铺装层中钢筋较密，振捣必须充分到位。厚度薄时应注意避免过振引起的骨料沉底，砂浆上翻的现象。

由于铺装层面积大，厚度薄，新旧混凝土存在龄期，混凝土浇筑完后应特别注意养护。一是尽早进行养护，二是延长养护时间，一般要求湿养护时间不少于 14 天，并随季节、气温进行调整。

## 10.2 更换支座

1) 支座顶升更换施工前，应详细检查各支座情况，包括支座位置、支座的高度等，为选择合适厚度的支座做准备，以保证支座更换后，使梁体位置保持不变。

2) 对放置千斤顶位置的结构顶底面进行清洁打扫及打磨处理，以保证放置

千斤顶位置干净、无浮尘、平整。

3) 为防止千斤顶作用下梁板局部受压, 在千斤顶上下均垫 250×350×20mm 的钢板。

4) 千斤顶放置位置要求, 千斤顶放置于一侧端横隔板下, 尽量靠近支座, 但不能影响更换支座。

5) 顶升前, 安装位移计或百分表, 以在顶升中控制顶升高度, 并能够监控顶升的同步情况。

6) 在正式顶升前进行试顶, 以便检查各千斤顶的同步性、稳定性和梁板的完好性。确认一切正常后, 方可正式开始顶升。

7) 顶升施工时, 应由业主、施工单位和监理单位共同组成领导小组, 设总指挥、观察员、油泵操作员, 更换支座操作员等, 各负其责。

8) 顶升总行程以让所有支座松动来控制, 并控制在计算允许的范围, 分 5~8 次完成, 每次顶升约 2mm。每级顶升到位后, 暂停 5 分钟让梁体内的应力释放并达到新的平衡后再进行下一级的顶升。顶升过程中, 对 T 梁、横隔板等进行监测, 观察有无异常变化, 应确保在施工中均匀顶升, 上部结构不出现纵向、横向及斜向裂缝, 不破坏桥梁的整体性。一旦出现异常现象, 应立即停止顶升, 查明原因, 以确保施工安全。

9) 顶升到位后, 应立即进行支座更换工作。板式橡胶支座以相同型号的进行更换。检查各支座准确到位后, 逐级回油, 直至完全解除顶内压力, 并拆除顶升设备。

### 10.3 混凝土表面处理方法

桥梁的加固补强之前应先对砼开裂、钢筋外露锈蚀等病害进行处理。表面处理工作完成后, 在一定程度上, 缓解桥梁病害的发展和提高结构的安全性及耐久

性。

#### 10.3.1 裂缝修复

混凝土开裂在普通钢筋混凝土结构中是普遍现象。为了延缓外界的腐蚀介质对混凝土、钢筋的侵蚀作用, 提高结构的耐久性, 有必要对混凝土结构的裂缝进行处理。

##### 10.3.1.1 修复方法

对结构上、下部存在的所有可见裂缝进行处理, 一般对于裂缝边宽度  $\delta < 0.15\text{mm}$  且深度较小的细小裂缝可采用表面涂刷裂缝密封胶进行处理, 对于裂缝宽度  $\delta \geq 0.15\text{mm}$  的裂缝采用“壁可法”压注修复。

##### 10.3.1.2 修复工艺

###### 1) 裂缝的表面封闭处理

用钢丝刷清除缝口表面涂料、浮渣, 然后用压缩空气吹尽缝口浮尘, 压涂裂缝密封胶进行裂缝封闭, 固化后磨平。

###### 2) “壁可法”压注胶修复裂缝主要工艺:

①工艺流程: 裂缝的检查和标定→裂缝表面混凝土的处理→固定注射器基座→裂缝处的表面封闭→注入灌注胶→灌注胶的固化→混凝土表面磨修。

###### ②壁可法注射裂缝修补的施工要点:

(1)裂缝检查和标定: 仔细查看裂缝的情况, 确定其长度和宽度, 在裂缝附近沿裂缝划出标记线, 并标明裂缝宽度和长度, 记录存档。

(2)裂缝表面混凝土的处理: 用钢丝刷或砂轮机将裂缝走向 5cm 宽的范围内加以打磨, 清除水泥浮浆、松散物、油污等, 露出清洁、坚实的混凝土表面。

(3)固定注射器基座: 根据裂缝的宽度和长度决定注射基座的位置, 沿裂缝的走向每米布置约 3 个基座, 裂缝分岔处应有基座。在已经确定好的基座位置上粘

贴和固定基座，并应将基座的中心点与裂缝的中心点结合在一起。然后，在基座与混凝土的接缝周围处用密封胶密封，以便稳压。

(4)裂缝处的表面封闭：在裂缝附近 5cm 的范围内用密封胶封闭，厚度应为 2mm 左右。混凝土剥落或缝宽过大处要尽量向内填充。

(5)注入灌注胶：按照供应商产品说明书的要求进行配制灌注胶。将灌注胶压入注射器。将注射器小心地安装在注射基座上。如果注射筒中的灌注胶在固化前就用完，应尽快更换继续压注。

(6)灌注胶的固化：当注射胶固化 6 小时（25℃）~24 小时（25℃）后就可拆除固定基座，并用砂轮机将密封胶除去，并加以磨平。

### 10.3.1.3 修复材料

1) 裂缝封闭材料：采用色泽近似于混凝土的腻子状高分子树脂封闭，性能指标应符合表 10.3.1 要求

表 10.3.1 裂缝密封胶的性能指标

性能项目	单位	性能指标
密度（25℃）	g/cm <sup>2</sup>	1.70±0.10
粘度（25℃）	mPas	未见滴落
抗弯强度	MPa	40 以上
抗拉强度	MPa	≥20
抗压强度	MPa	≥50
受压弹性模量	MPa	≥4000

### 2) 裂缝灌注材料

裂缝灌浆胶必须采用无溶剂型改性环氧树脂类灌注树脂。无论产品本身及施工时都不含有和不得掺加任何溶剂，不得含有任何填料。各项设计指标要求如表 10.3.2:

表 10.3.2 裂缝灌注胶的性能指标

性能项目	单位	性能指标
密度（25℃）	g/cm <sup>2</sup>	≤1.2
粘度（25℃）	mPa.s	≤700
抗拉强度	MPa	≥20
受拉弹性模量	MPa	≥1500
抗压强度	MPa	≥50
抗弯强度	MPa	≥30，且不得呈脆性破坏
钢—钢拉伸剪切强度	MPa	≥10
可灌注性		在产品说明书规定的压力下，能注入宽度为 0.1mm

### 10.3.2 混凝土疏松区较浅处（如开裂、麻面等）的修补

#### 10.3.2.1 修补材料

##### 1) 环氧树脂浆液的配合比

施工环氧树脂浆液的配合比暂定为：

环氧树脂：二丁脂：丙酮：乙二胺（固化剂）=100：15：10：8，使用时现场调配。

##### 2) 配制环氧砂浆的配合比

环氧树脂浆液：水泥：中砂=1：1：2（混合料适量）。

##### 3) 配制环氧混凝土的配合比

环氧树脂浆液：水泥：中砂：碎石=1：1：2：4（碎石粒径要小于 15mm/

混合料适量)。

### 10.3.2.2 修补施工程序

1) 首先将缺损部位表层劣质混凝土凿除,直至露出新鲜、密实混凝土,剔除修补结合面(开凿后的表面)的表面浮石。修补结合面应凿毛凿平、整齐划一,并对外露的钢筋表面进行人工除锈处理,用丙酮类溶剂擦洗干净后,涂环氧树脂胶液一层。

2) 保持结合面清洁干燥的情况下,刷涂一层环氧树脂胶液,并立即摊铺环氧砂浆,用力压平抹光。

### 10.3.2.3 环氧砂浆施工技术要求

1) 修补结合面的处理

①清除修补面的疏松层、油污及一切脏物,并用高压射流技术清洗干净。

②表面光滑或薄层修补区,需进行凿毛处理,且对小面积修补需在修补区边缘凿一道2~3cm深、3~5cm宽的齿槽。

③施工前保持结合面清洁、干燥。

2) 环氧砂浆的配比与拌制

配比:

环氧砂浆的配比如前所述。

拌制:

首先按配比称取各种材料,要求称量正确。使用时根据需要量按配合比在专用料盘内调配拌制,调和均匀。

3) 施工程序及养护

先在处理过的修补结合面上刷一层环氧树脂胶液。

在净浆未干之前,将环氧砂浆摊铺到位,振捣或用力压实抹平,间隔一段时

间后二次抹面收光(时间视气温等经验而定)。

如果施工面为斜面或曲面,施工应从较低部位开始,然后依次施工到较高部位,如果修补面积过大(>10m<sup>2</sup>)宜分段分块间隔施工,以避免砂浆干缩开裂。

环氧砂浆应随拌随用,拌和后宜在30~40min内使用完毕,每次拌和量可根据修补面积与施工进度而定。

### 10.3.3 混凝土酥松区较深处与孔洞(如崩角、开裂范围较大等)的修补

孔洞以及深度超过6cm的深层酥松区拟按下列方法进行修补。

#### 10.3.3.1 修补材料

采用环氧混凝土配合比可参照前述的配合比,要求1天抗压强度不小于30MPa、7天抗压强度不小于60MPa。

#### 10.3.3.2 修补施工程序

①首先将酥松区劣质混凝土凿除,其周边宜凿成规则的多边形,开凿范围以见新鲜、坚实混凝土为止,开凿区以及孔洞的四周边宜做成台阶状,台阶高差不小于3cm为宜。

②剔除开凿表面(新旧混凝土结合面)的浮石,并清洁结合面并充分干燥。

③在保持结合面清洁、干燥的情况下,涂刷二层环氧树脂胶液后,立即立模浇筑环氧混凝土并振捣密实。

④自然养护7天以上。

### 10.3.4 钢筋露筋锈蚀处理

凿除全桥所有露筋部位的剥落、疏松、腐蚀等劣化混凝土,对外露钢筋进行人工除锈处理,用丙酮类溶剂擦洗干净后,涂环氧树脂胶液一层。

## 10.4 粘贴钢板

### 10.4.1 工艺

1) 混凝土表面处理——为确保粘贴效果，应对接合面进行凿毛，至少凿除5mm厚表层，直至完全露出新鲜面，并用压缩空气除去粉尘或用清水冲洗并使干燥。对外露钢筋进行人工除锈处理，用丙酮类溶剂擦洗干净后，涂环氧树脂胶液一层。处理后，若表面严重凹凸不平，可用环氧树脂砂浆修补。

2) 钢板贴合面处理——如钢板未生锈或轻微锈蚀，可用喷砂、砂布或平砂轮打磨，直至出现金属光泽后方可粘贴。打磨粗糙度越大越好，打磨纹路尽量与钢板受力方向垂直，最后用脱脂棉花蘸丙酮擦拭干净。

3) 施工前应采用无损结构设备探明普通钢筋的确切位置，根据图纸膨胀螺栓布置原则，进行配套钻孔，严禁采用钻孔机探测钢筋位置。钻孔时应避开原有结构的普通钢筋，膨胀螺栓的具体位置可以根据实际情况调整。

4) 钢板粘贴前在混凝土上钻孔并埋入膨胀螺栓（兼作固定件和压紧件），要求埋设牢固，具有可靠的抗拔力，以保证钢板可靠固定，同时可以帮助钢板抗剪。

5) 粘结剂中最常用的是环氧类粘结剂。操作中将环氧类粘结剂分为甲、乙两组，使用前进行现场质量检验，合格后方可使用。

6) 粘结剂配制好后，用抹刀同时涂抹在已处理好的混凝土表面和钢板上，厚度1~3mm，中间厚边缘薄，然后将钢板贴于预定位置。若是立面粘贴，为防止胶液流淌，可加一层脱蜡玻璃丝布。粘好钢板后，用手锤沿粘贴面轻轻敲击钢板，如无空洞声，表示已粘贴密实，否则应剥下钢板补胶，重新粘贴。

7) 采用的粘贴剂必须符合表 10.4.2 的要求。

8) 环氧类粘结剂在常温下固化，温度保持在 20℃以上，24h 即可拆除夹具或支撑，若温度低于 15℃，应采用人工加温，一般用红外线灯加热。固化期间不

得对钢板有任何扰动。

9) 检验——粘钢的同时，必须制备钢—钢拉伸剪切试件及钢—混凝土双剪试件各 5 个，进行粘结抗剪强度试验。钢—钢粘结抗剪强度试验值不得低于该种胶的相应规定，钢—混凝土抗剪破坏必须发生在混凝土上。构件的粘钢质量，采取非破损检验。即外观检查钢板边缘溢胶色泽、硬化程度，以小锤敲击钢板检验钢板的有效粘结面积。有效粘结面积不小于 95%。

10) 防腐处理——粘贴钢板完成后外涂一层粘钢胶防锈。

表 10.4.1 植筋胶的性能指标

性能项目	单位	性能指标
密度 (25℃)	g/cm <sup>3</sup>	≤1.7
粘度 (25℃)	mPa.s	≥65, 000
抗压强度	MPa	≥60
抗压弹性模量	MPa	≥4000
钢与混凝土抗剪强度	MPa	≥3.5

**表 10.4.2 钢板灌注胶的性能要求**

性能项目		单位	性能指标
胶体性能	密度 (25℃)	g/cm <sup>3</sup>	≤1.1
	粘度 (25℃)	mPa.s	≤650
	抗拉强度	MPa	≥30
	抗拉弹性模量	MPa	≥3500
	抗弯强度	MPa	≥45
	抗压强度	MPa	≥65
	钢-钢拉伸抗剪强度标准值	MPa	≥15
粘接能力	钢-钢粘结抗拉强度	MPa	≥33
	与混凝土的正拉粘结强度	MPa	≥2.5, 且为砼内聚破坏
不挥发物含量 (固体含量)		%	>99

## 10.5 桥墩立柱外包钢筋混凝土加固

### 10.5.1 施工顺序:

13#~24#桥墩立柱 (水中): 墩柱凿毛、植筋 → 墩柱增大截面施工。

25#~34#桥墩立柱 (陆上): 开挖至桩顶 → 墩柱凿毛、植筋 → 墩柱增大截面施工。

#### 1) 开挖至桩顶:

按墩柱边长方向各延伸 1 米确定开挖范围, 桩柱式桥墩开挖至桩顶以下约 50cm 处。

#### 2) 墩柱凿毛、植筋

① 为加强旧墩柱与新浇筑混凝土粘结的紧密性, 在原墩柱四周凿毛, 凿毛深度 6mm。浇筑新砼前, 应清除干净混凝土表面的附着物油污, 污垢, 灰尘等。对松散、破损、纵向开裂的裂缝周边混凝土进行凿除, 直到露出坚硬密实的基面, 用压缩空气或高压水冲洗将表面粉尘彻底清除。在混凝土表面病害清理完毕后用人工对钢筋表面除锈处理, 用丙酮类溶剂擦洗干净后, 涂环氧树脂胶液一层。

② 植筋前应采用无损结构设备探明墩柱钢筋位置, 核对标记植筋部位, 植筋若与墩柱钢筋相冲突, 可适当调整植筋位置; 严禁采用钻孔机探测钢筋位置。

③ 钻孔: 钻孔植筋严格按照图纸分批进行; 按规定的钻孔直径垂直于植筋结构平面钻孔, 孔深与锚筋埋设深度相同, 孔位应避让构造钢筋, 孔道应顺直。

④ 清理钻孔: 利用压缩空气清孔, 用毛刷刷三遍, 吹三遍, 确保孔壁无尘干燥。

⑤ 注胶: 首先将植筋胶直接放入胶枪中, 将搅拌头旋到胶的头部, 扣动胶枪直到胶流出为止, 前两次打的胶不用。注胶时, 将搅拌头插入孔的底部开始注胶, 逐渐向外移动, 直至注满孔体积的 2/3 即可。注射下一个孔时, 按下胶枪后面的舌头, 因为自动加压, 避免胶继续流出, 造成浪费。更换新的胶时, 按下胶枪后面的舌头, 拉出拉杆, 将胶取出。

⑥ 插入锚筋: 锚筋插入前用钢刷清除插入部分的表面污物, 再用丙酮擦净, 并予拭干。然后将备好的钢筋旋转着缓慢插到孔底, 按照产品固化时间表规定的时间进行安装, 使得锚固剂均匀地附着在钢筋的表面及缝隙中, 孔口多余的胶应清除。

⑦ 在植筋胶固化之前, 避免扰动锚筋和在孔位附近有明水, 待其固化后再进行其他各项工作。

⑧ 为减小对原墩柱截面的削弱, 植筋不能在全部钻孔完成后再进行, 应分

批进行钻孔植筋。施工时应严格按相关图纸要求顺序施工。

⑨ 为确保加固施工质量，植筋施工应严格按《植筋锚固技术暂行规定》和设计要求进行。

### 3) 墩柱增大截面施工

① 为加快施工进度，在不影响植筋工序与植筋空间的条件下，可以同步进行桥墩外包混凝土钢筋的绑扎工作。

② 桥墩外包混凝土普通钢筋绑扎。桥墩主筋须严格按照设计要求布置。

③ 桥墩外包混凝土浇筑前对原桥墩表面结合部喷涂界面胶，界面胶产品及施工要求见下文。

④ 立模浇筑 C35 混凝土，要求分层浇筑，每层高度 30~50cm，顶层模板应预留砼输送管和振捣空间，柱顶 50cm 范围内外包混凝土必须采用 C35 微膨胀混凝土。

⑤ C35 混凝土需使用混凝土外加剂，耐腐蚀混凝土掺入外加剂的参考比例为，水泥：阻锈剂：膨胀剂：减水剂=1:0.036:0.1:0.08。

⑥ 桥墩外包砼浇筑完成后用淡水喷洒养护 7d，以减少表面温度裂缝的发生。

⑦ 墩柱按以上程序处理完后，再进行防腐涂装。

### 10.5.2 界面加胶材料与施工质量的检验与验收

1) 材料的检验：结构界面胶应一次进场到位。进场时，应对其品种，型号，包装，中文标志，出厂日期，产品合格证、出厂检验报告等进行检查，并应对下列项目进行见证抽样复验。

- ① 与混凝土的正拉粘结强度及其破坏形式；
- ② 剪切强度及其破坏形式；
- ③ 耐湿热老化性能现场快速复验。

检验数量:按进场批次，每批见证抽取 3 件；从每件中取出一定数量界面胶经均匀后，为每一复验项目制作 5 个试件进行复验。

检验方法:在确认产品包装及中文标志完整的前提下，检查产品合格证，出厂检验报告和进场复验报告。

2) 施工质量的验收:新增混凝土的强度等级必须符合设计要求。用与检测结构构件新增混凝土强度的试块，应在监理工程师见证下，在混凝土的浇筑地点随机抽取。取样与留置试块应符合下列规定：

① 每拌制 50 盘（不足 50 盘，按 50 盘计算）同一配合比的混凝土，取样不得少于一次；

② 每次取样应至少留置一组标准养护试块，同条件养护试块的留置组数应根据混凝土工程量及其重要性确定，且不应少于 3 组。

检验方法：检查施工记录及试块强度试验报告。

3) 施工质量注意事项：在任何情况下，均不允许在界面胶干固后再直接浇筑新拌混凝土，因界面胶在其固化前的胶凝状态时与其他材料贴合才能对其他材料进行粘结，否则将不会有任何粘结力。若涂刷的界面胶已经干固，应再次涂刷界面胶，并重复以上施工工艺。

界面胶的性能指标表

性能项目	单位	性能要求	试验方法标准
混合后初粘度	Mpa.s	≤15000	GB50550-2010
胶凝时间	23 (°C)	小时	≥7
	30 (°C)	小时	≥4
吸水率	%	≤0.05	ASTM D570:1992
热变形温度	°C	≥55	ASTM D648:1988
热相容性 (5 个循环, 每一循环为 25°C, 24hr 和 -8°C, 24hr)		新老混凝土界面不剥离, 且无裂缝	ASTM C884:1992
剪切粘结强度 (28 天, 新老混凝土界面)	MPa	≥3.5	GB50550-2010 附录 S
正拉粘结强度	MPa	≥max(3.8, ftk), 且为混凝土内聚破坏	GB50367-2006 附录 F
钢-钢拉伸抗剪强度降低的百分率 (经过 90 天湿热老化, 温度 50°C, 相对湿度 98%)	%	≤8	GB50367-2006 附录 L

## 10.6 桥墩桩身破损修复

### 10.6.1 工艺

- 1) 混凝土破损面修整: 将破损部位周边凿除至露出新的钢筋, 并凿成多边形, 以增加新老混凝土的粘结。
- 2) 将锈蚀钢筋切断, 重新布设钢筋, 与原钢筋采用水下焊接技术焊接。
- 3) 立模, 模板形状按桩的半径制作成半圆形, 高度与修复长度一致, 用钢筋将模板贴合桩身箍紧, 模板设置在破损位置以下 20cm, 以放置导管。
- 4) 浇筑水下混凝土: 通过导管输送水下混凝土。顶部 20cm 未浇筑用人工修复。

5) 施工前再详细查明破损部位是桩身还是护筒, 假如是护筒, 立模浇筑水下混凝土即可。

## 10.7 大桥表观防腐涂层防护技术要求

混凝土表面处理合格后即可进入涂装施工阶段。

### 1) 涂料涂刷要求

防腐涂层推荐底漆采用环氧封闭漆, 厚度 30 μm, 中间层采用环氧树脂漆, 厚度 200 μm, 面层采用丙烯酸聚氨酯漆, 厚度 80 μm, 总厚度 310 μm (不含刮涂腻子层), 可根据现场实验结果及施工情况适当调整防腐涂装方案。由于混凝土表面难免会因为气泡等原因留有小的孔洞和缺陷, 建议在底漆涂装施工后, 刮涂一层或多层腻子弥补混凝土表观缺陷, 腻子层根据混凝土表观情况决定刷涂次数及厚度。

### 2) 涂料性能及指标要求

混凝土表面涂层系统由底层、中间层和面层等配套涂料涂膜组成。底层涂料 (封闭漆) 应具有低粘度和高渗透能力, 能渗透到混凝土内起封闭孔隙和提高后续涂层附着力的作用; 中间层涂料应具有较好的防腐蚀能力, 能抵抗外界有害介质的入侵; 面层涂料应具有抗老化性, 对中间层和底层起保护作用。

考虑到大桥设计使用寿命长为 50~100 年, 防腐涂装投入大, 耗时长, 要求防腐涂装使用寿命在 15~20 年以上。

根据《公路工程混凝土结构防腐蚀技术规范》(JTG/T B07-01—2006) 大气区防腐涂层性能要求如下表所示。

涂层性能要求

项目	使用年限	试验条件	标准	涂层构造名称
涂层外观	15~20年	抗老化试验 3000h后	不粉化、不起泡、不龟裂、 不剥落	底层+中间层+面 层的复合涂层
	耐碱性试验 30d后		不起泡、不龟裂、不剥落	
	标准养护后		均匀、无流挂、无斑点、不 起泡、不龟裂、不剥落等	
抗氯离子侵入性	活动涂层片 30d后	抗氯离子侵入试验	氯离子穿过涂层片的透过 量在 $5.0 \times 10^3 \text{mg}/(\text{cm}^2 \cdot \text{d})$ 以下	底层+中间层+面 层的复合涂层

大桥所处环境为海洋性环境，要求选用环氧类涂料，涂料选择应满足以下主要要求：

(1) 封闭漆对混凝土基材应具有良好的润湿性、渗透性、耐碱性和附着力，附着力应采用拉脱式涂层粘结力测试仪测定其涂层的粘结强度，要求粘结强度达到 1.5MPa 以上。

(2) 中间漆应具有良好的屏蔽性能。

(3) 面漆应具有相应的耐候性。面漆技术指标要求参见下表。

面漆技术指标

项目	计量单位	技术指标		试验方法
		丙烯酸聚氨酯面漆	氟碳面漆	
颜色和外观	—	符合商定标准样板或色卡及其色差范围，漆膜平整		目测
固体含量	%	$\geq 55$		GB/T 1725
干燥时间	表干	h	2	GB/T 1728
	实干	h	24	
细度	$\mu\text{m}$	$\leq 35$		GB/T 1724
柔韧性	mm	1		GB/T 1731
附着力（拉开式）	MPa	$\geq 6$		GB/T 5210
耐冲击	cm	50		GB/T 1732
耐磨性（1kg-500r）	g	$\leq 0.05$		GB/T 1768
耐酸性，10% $\text{H}_2\text{SO}_4$	h	240h 漆膜无异常		GB/T 9274
耐碱性，10%NaOH	h			
可溶物氟含量	%	—	$\geq 20$	HG/T 3792
人工加速老化	h	1000h	3000h	GB/T 1865

(4) 配套涂料的涂膜应具有相容性。

(5) 所选涂料应具有良好的延展性，保证结构在变形中不会引起表面涂层开裂剥落，影响防腐的耐久性。

### 3) 涂装工艺：

(1) 为了保持材料的均匀一致性，不得在施工过程中随意变更原选定的涂料品种及其生产厂牌号。

(2) 对各种进场涂料应取样检验及保存样品，并应按现行国家标准《涂料比重测定法》(GB 1756)和《涂料固体含量测定法》(GB 1725)的有关规定测定涂料的相对密度、固体含量和湿膜与干膜厚度的关系。

(3) 涂装方法应根据涂料的物理性能、施工条件、涂装要求和被涂结构的情况进行选择。宜采用高压无气喷涂，当条件不允许时，可采用刷涂或滚涂。

(4) 大桥在施工前应组织防腐涂装的现场试验，涂装试验应测定各层涂料耗用量和湿膜的厚度，涂层经 7d 自然养护后用显微镜式测厚仪测定其平均干膜厚度和随机找三个点用拉脱式涂层粘结力测试仪测定其涂层的粘结强度。各种测定值应归档。涂装试验的涂层粘结强度不能达到 1.5MPa 时，需另找试验区重做涂装试验。

(5) 涂装应在无雨的天气进行。涂装过程应做好施工记录。

#### 4) 涂装注意事项:

(1) 处理好的混凝土基面应尽快涂覆封闭底漆，停留时间最长不宜超过一周。

(2) 封闭底漆黏度应适当，涂覆应均匀，不得有露底现象，对蜂窝、边角等不易涂装的部位，应用刷涂法进行预先涂装或补涂。

(3) 刮涂腻子应根据表面缺陷情况进行多次补涂。

(4) 中间漆涂膜不得有漏涂、裂纹、气泡等缺陷，涂膜厚度要满足要求。

(5) 涂装面漆前，应对底层的局部流挂打磨平整，涂膜要求平整光滑，色泽均匀一致。

#### 5) 施工要求

建议在施工前由业主组织展开防腐涂料现场实验及试验室试验，确保材料性能。主桥墩柱及系梁防腐涂装施工应安排在枯水季节进行，施工完成后需定期养

护，发现外观破损及时修补，并定期重新涂装。

## 11. 施工组织计划及交通管制措施

### 11.1 施工组织计划安排

依据本项目的实际情况和加固工程数量，大桥加固施工总工期初定为 7 个月，大桥施工根据不同时间节点采用不同交通管制措施，拟初定施工进度总体计划如下：

1) 第 1 个月，施工队伍进场，完成施工前的所有准备工作，调查统计结构裂缝，缺损等病害情况，此情况可维持汽车和行人正常通行；

2) 第 2~6 个月，完成主要加固项目，即完成桥面系、铲除与浇筑、T 梁加固、盖梁修复墩柱、包砣加固、系梁修复、支座更换、锥坡修复、桥头搭板修复、结构裂缝处治，缺陷混凝土修复等项目。在此期间，采取全桥封闭施工的交通组织方案。

3) 第 7 个月进行桥面系清理及对全桥进行涂漆处理，竣工整理，工程各竣工验收。在此期间，应采取开放交通让车辆正常通过。

4) 进场后施工单位根据人员、机械等配备情况做出详细的施工计划，并报监理工程师批准，科学合理组织施工。

### 11.2 交通管制措施

整个桥面系的施工过程中采取全封闭施工。整个封闭期间，建议在与邻近濠江大桥的海旁路与达南路交叉口、磊广公路与达南路交叉口、马浚侧与达南路交叉口、河浦大道平交口等处设置各种诱导标志，提醒过往车辆和行人注意绕道行驶，提醒车辆绕道磊口大桥或深汕高速公路，过往行人通过达濠与凤岗临时渡口坐船通行（同时在封闭期间，应提前在报纸、电台、电视、手机短信等媒体宣传及公布，让行人、车主及时获悉信息）。

## 12. 其他

1) 本设计图中裂缝及其它缺陷的数量是按照委托深圳高速工程检测有限公司 2013 年 12 月的检测报告进行统计的。由于本桥一直处于使用状态，且常有超载车辆通过，病害不可避免会有所发展或增加。桥梁裂缝数量按检测报告提供的数量提高 10% 计列，施工时应详细核查病害情况，并按实际情况施工并计量。

2) 鉴于目前桥梁加固材料质量参差不齐，设计中我们按规范要求列举了主要材料的性能指标，施工所用材料必须严格按照规范规定的性能指标进行选材。同时，我们也结合以往的成功案例和经验，对部分材料的选用做了建议，以供参考使用。目的是保证本桥抢险加固的施工质量。

3) 为确保施工安全和施工质量（特别重新凿除与浇筑桥面铺装和凿除浇筑墩柱混凝土、T 梁粘贴钢板条），施工时必须中断交通。

4) 未尽事宜按照施工技术规范执行。

## 13. 关于养护监测的建议

1) 加固前对桥梁裂缝和缺陷进行详尽记录并标定存档，加固完成后应定期检测和养护；

2) 制定措施，严禁超载车辆，从而避免影响桥梁的安全使用。

## 14. 濠江大桥各抢险类型划分

考虑该工程严重性及时间紧迫等情况，根据市交通运输局（汕市交[2014]185 号）批复意见，同意将各部位分类为抢险加固和维修、耐久性两类型，业主单位可根据资金情况酌情安排实施。

应业主要求，根据“关于编制汕头市濠江大桥抢险加固部分工程施工图预算的函”汕濠交函[2014]4 号文，将濠江大桥抢险加固工程划分为抢险加固和维修、耐久性两部分。分别列为第一册与第二册，第一册为抢险加固，第二册为维修、

耐久性。

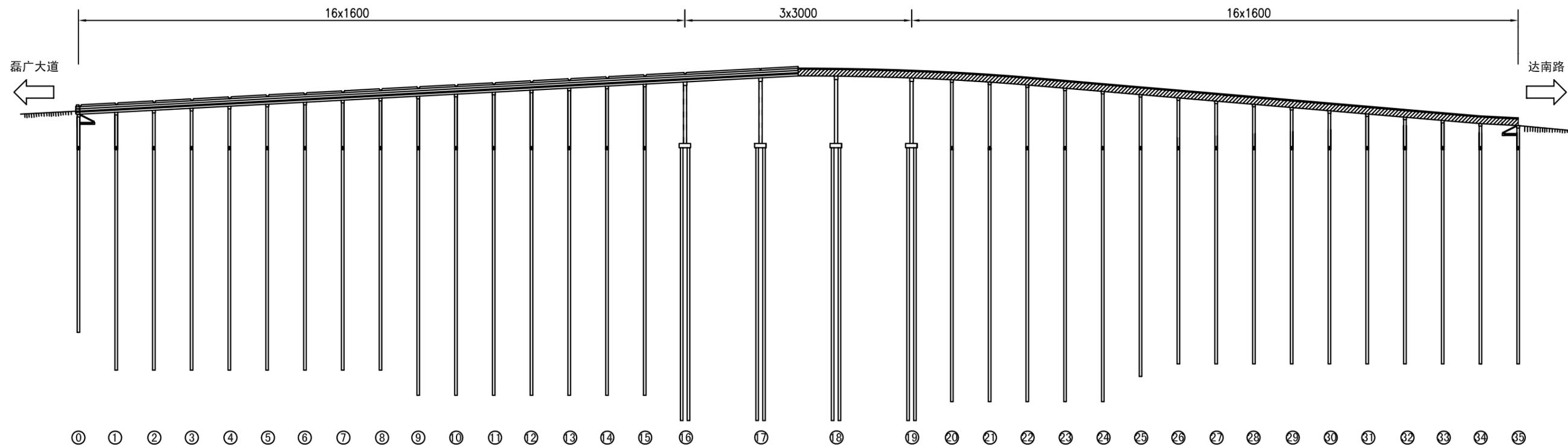
濠江大桥各抢险加固阶段划分一览表

分册	类型	抢险加固项目	工程建安造价(万元)	
			分项	合计
第一册	抢险加固	T 梁裂缝修复以及 T 梁粘贴钢板	82.41	485.53
		桥墩立柱包大混凝土及桩修复	123.19	
		系梁、承台修复	96.61	
		台前锥坡修复	1.97	
		盖梁、横隔板、挡块修复	5.85	
		下部涂装	36.18	
		临时工程	139.32	
第二册	维修、耐久性	桥面铺装拆除重浇及刻划桥面标线	253.16	534.99
		桥头搭板及钢筋砼板拆除重浇	12.99	
		更换支座	77.19	
		更换伸缩缝	20.3	
		上部涂装	137.93	
		防撞栏防腐涂装、扶手油漆	33.42	

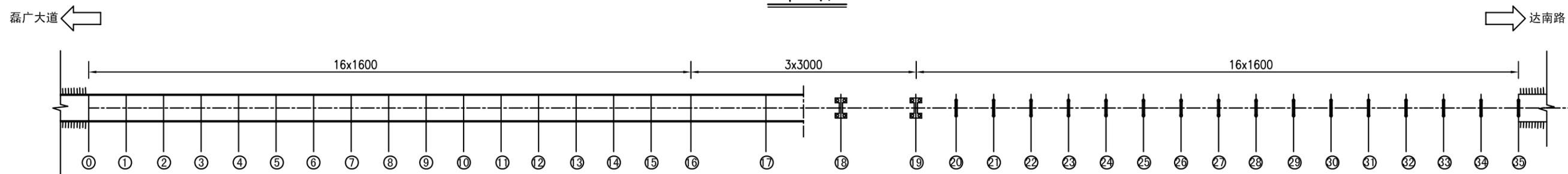
第一册（抢险加固部分），工程总建安造价 485.53 万元，总工程造价 688.05 万元，含相应的配套设施费用。

第二册（维修、耐久性部分），工程总建安造价 534.99 万元，总工程造价 599.26 万元，不含相应的配套设施费用。

立面



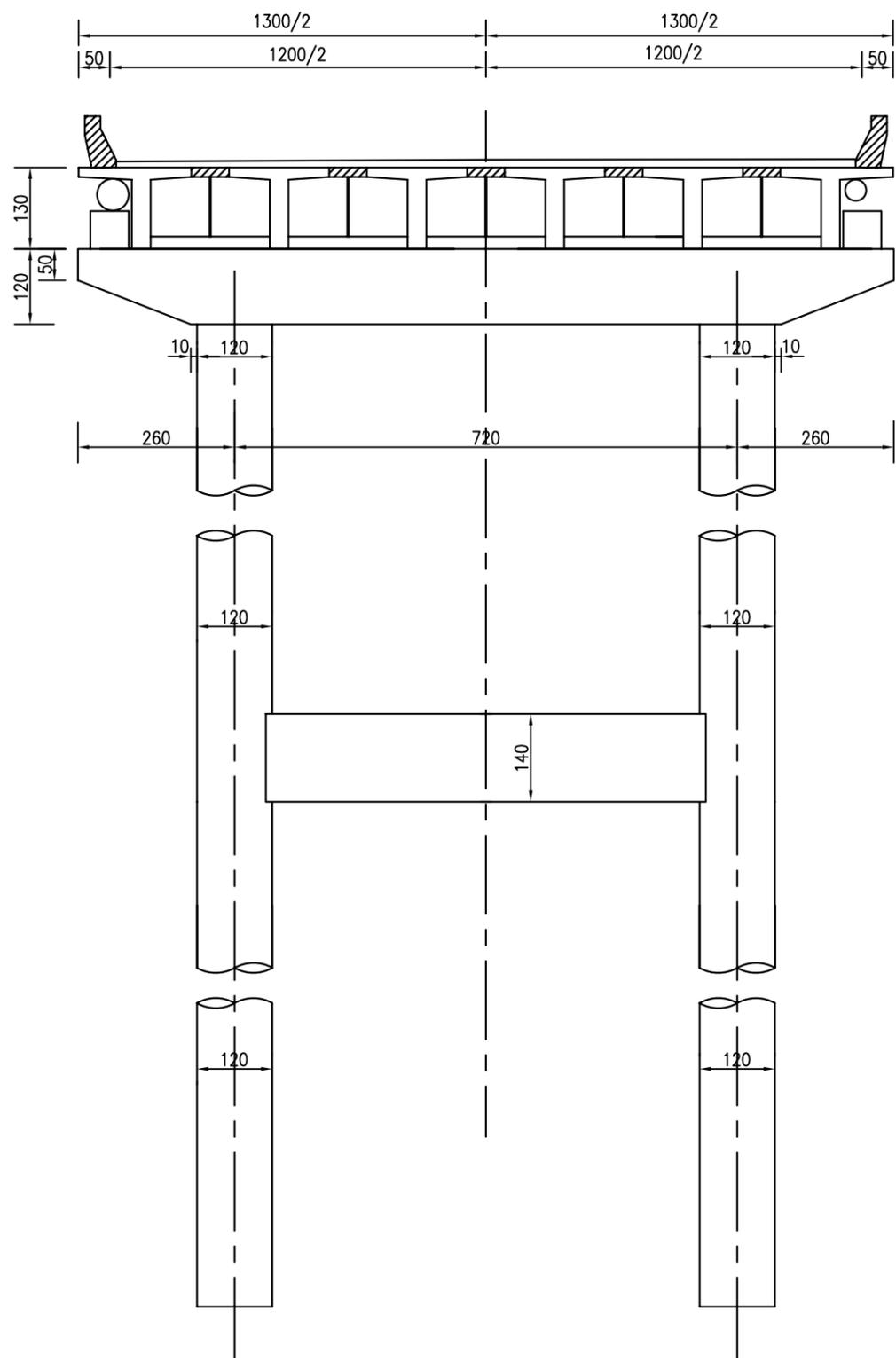
平面



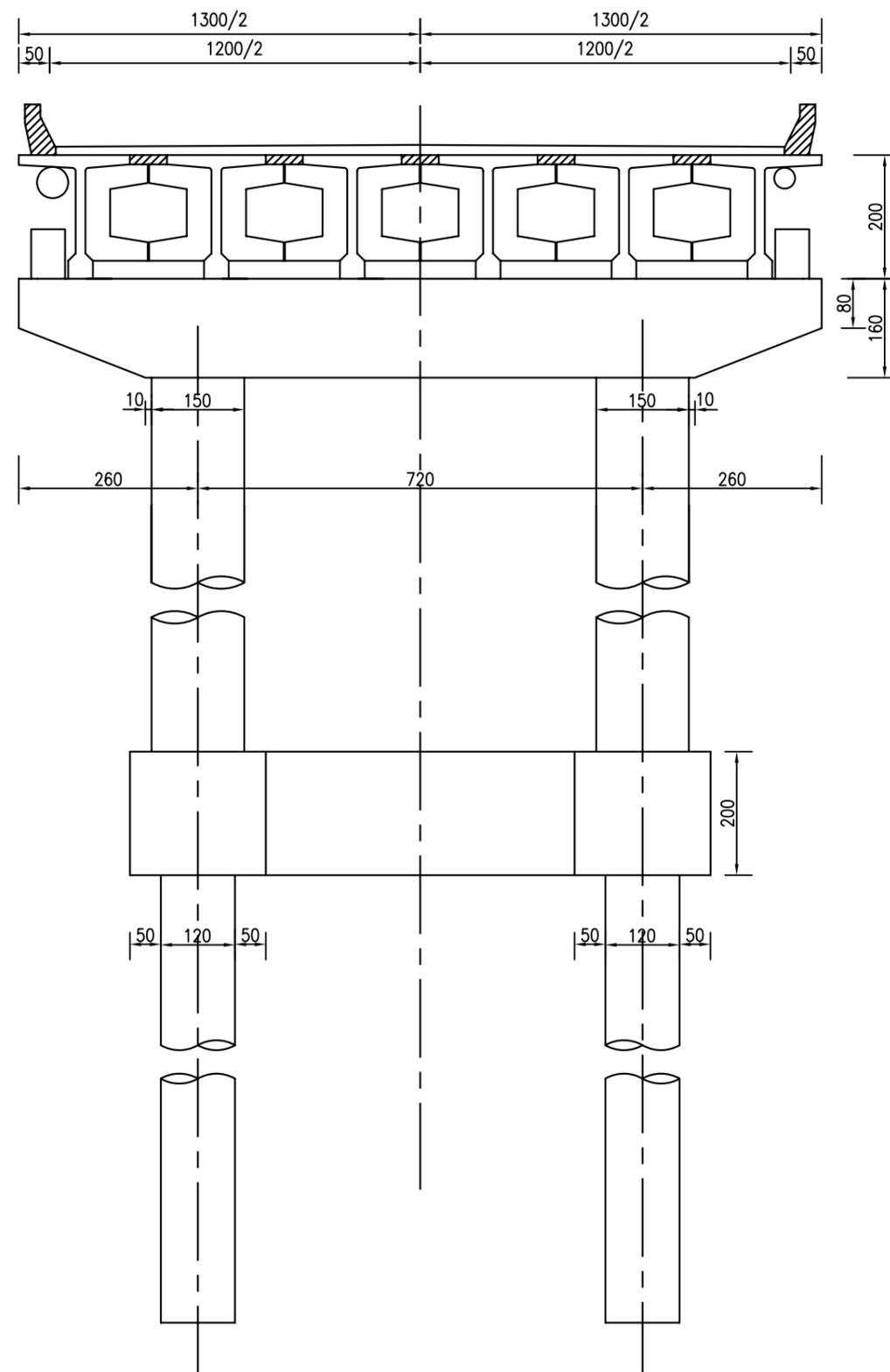
附注:

1. 本图标注尺寸均以厘米为单位。
2. 桥梁跨径组成, 16X16m+3X30m+16X16m。其中16m跨采用宽翼式预制砼T型梁, 30m跨采用宽翼式预应力T型梁。
3. 下部构造, 桥台采用双柱式灌注桩, 桩径为2φ150cm, 桥墩采用双柱式灌注桩, 16m跨桩径为2φ120cm, 30m跨桩径为4φ120cm。

16m跨桥墩横断面



30m跨桥墩横断面



附注：  
1. 本图标注尺寸均以厘米为单位。

# 桥梁工程数量表

汕头市濠江大桥抢险加固工程

第 1 页 共 1 页

项目 材料	单位	桥面铺装	防撞栏 及扶手	桥头搭板	钢筋砼板	桥面连续	伸缩缝	T梁	支座	搭设支架	总计
C40砼	m <sup>3</sup>	824		17	36						877
C30砼	m <sup>3</sup>			36							36
HPB235钢筋	kg			150		10516					10666
HRB400钢筋	kg	120182		5380	878	4313	2350				133103
拉杆钢筋	kg				162						162
植筋	kg/根	5709/29225									5709/29225
支座	250x350x52mm	个/dm <sup>3</sup>							36/163.8		36/163.8
	200x250x49mm	个/dm <sup>3</sup>							384/940.8		384/940.8
全桥支座钢板涂锈、防锈	块								108		108
防撞栏扶手油漆	m <sup>2</sup>		4950								4950
D80毛勒伸缩缝	m						96				96
凿除砼	m <sup>3</sup>	830.8		25							856
拆除伸缩缝	m						96				96
防腐涂装	m <sup>2</sup>		2472					19704			22176
油毛毡	m <sup>2</sup>			288							288
5% 18cm厚水泥稳定碎石基层	m <sup>2</sup>			144							144
标线	m <sup>2</sup>	218									218
填砂夯实	m <sup>3</sup>			7.2							7.2
搭设支架(宽度12m)	m <sup>2</sup>									1689	1689

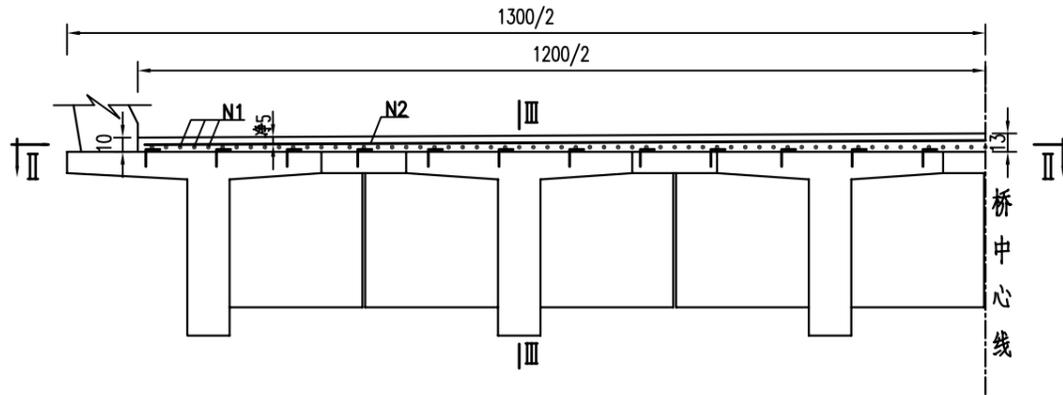
制表:

复核:

审核:

图号: S-2

桥面铺装钢筋横断面布置

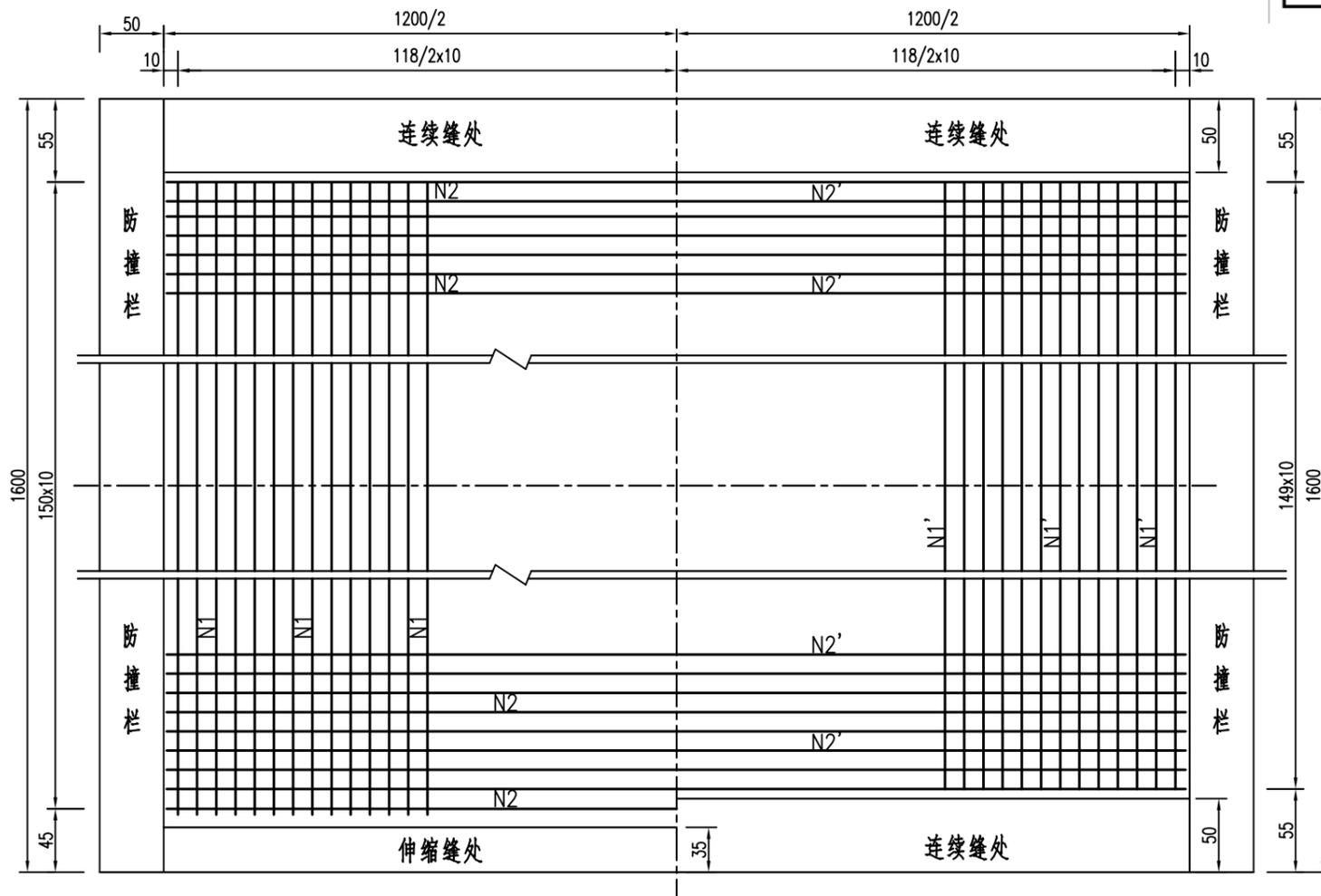


1/2 桥面铺装钢筋平面布置

(1#、6#、7#、11#、12#、16#、20#、24#、25#、29#、30#、35#孔)

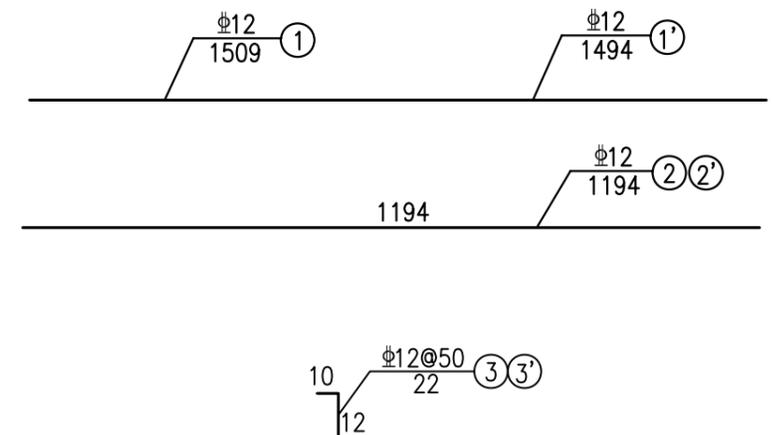
1/2 桥面铺装钢筋平面布置

(2~5#、8~10#、13~15#、21~23#、26~28#、31~34#孔)



工程数量表

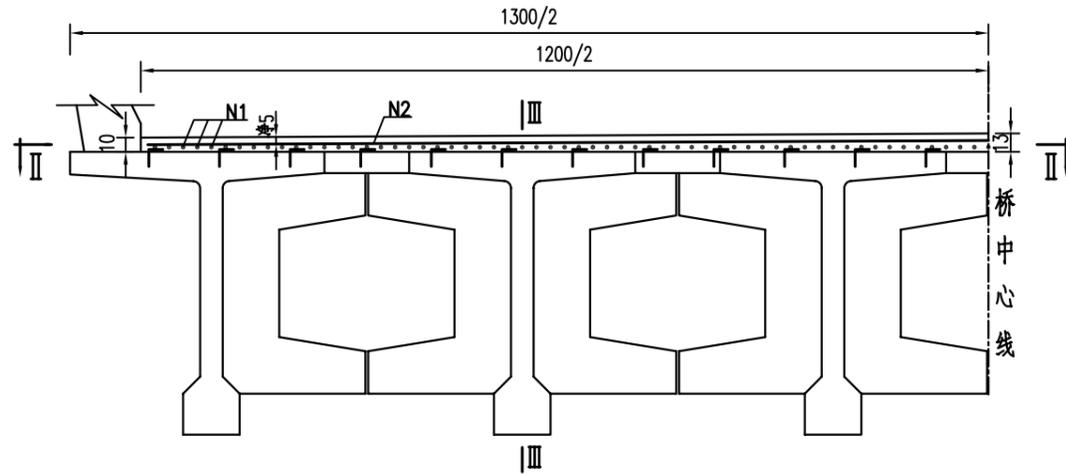
钢筋编号	钢筋直径 (mm)	单一构件工程数量				全桥数量		
		单根长 (cm)	根数	共长 (m)	共重 (kg)	数量	钢筋 (kg)	C40砼 (m <sup>3</sup> )
1	Φ 12	1509	119	1795.7	1594.6	12	19135	259.2
2	Φ 12	1194	151	1802.9	1601.0		19212	
3	Φ 12	22	775	170.5	151.4		1817	
1'	Φ 12	1494	119	1777.9	1578.7	20	31575	441.6
2'	Φ 12	1194	150	1791.0	1590.4		31808	
3'	Φ 12	22	775	170.5	151.4		3028	



附注:

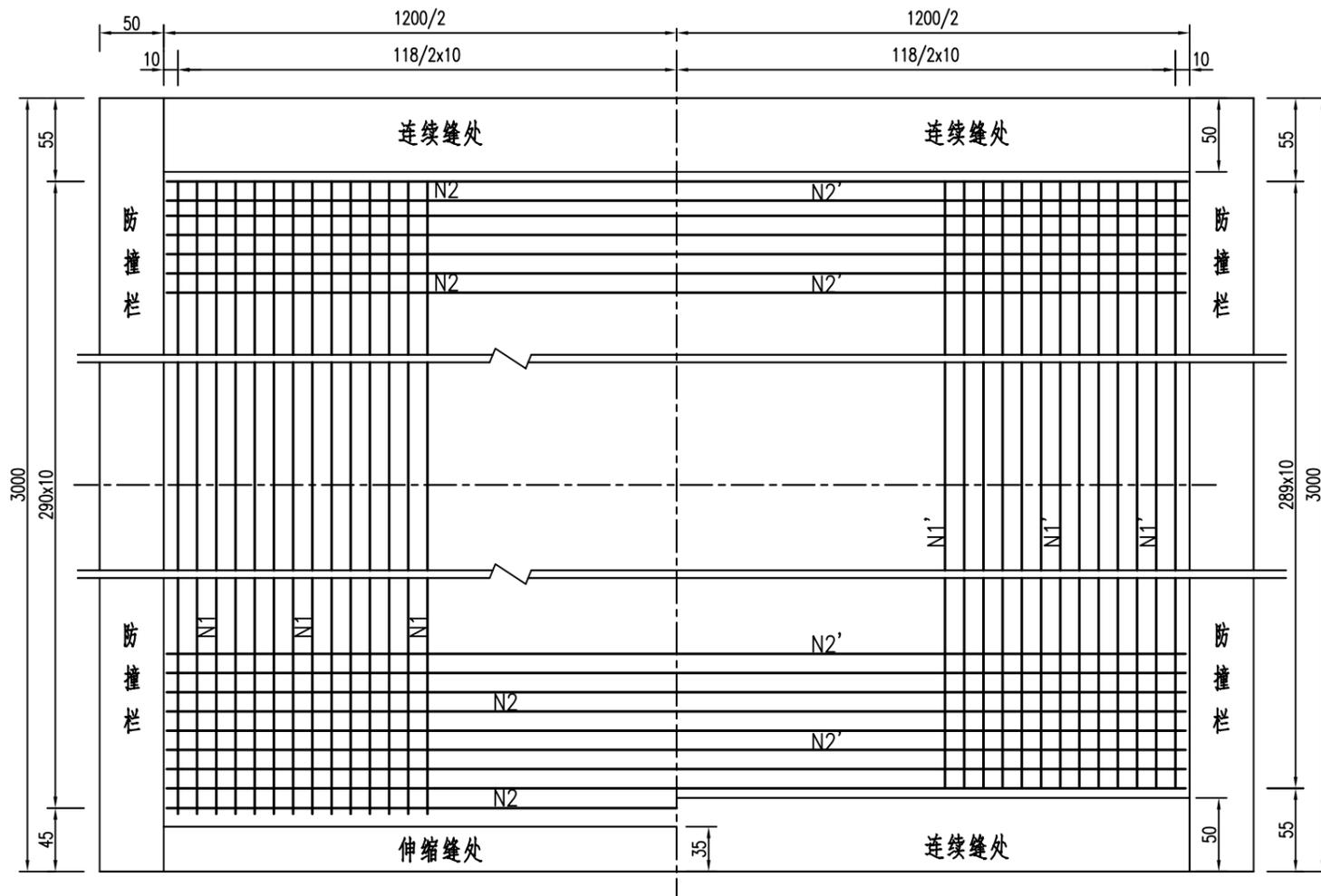
1. 本图标注尺寸除钢筋直径以毫米计外,余均以厘米为单位。
2. 桥面铺装层为C40砼。
3. 桥面0.5%横坡在铺装层调整,1%横坡在墩台帽上调整。
4. N3、N3'采用梅花型布置,间距50cm,N3、N3'应点焊联结桥面钢筋网。
5. 凿除原旧桥桥面铺装砼数量为,706.6m<sup>3</sup>。
6. 在浇筑桥面铺装前应对原泄水管进行疏通。

桥面铺装钢筋横断面布置



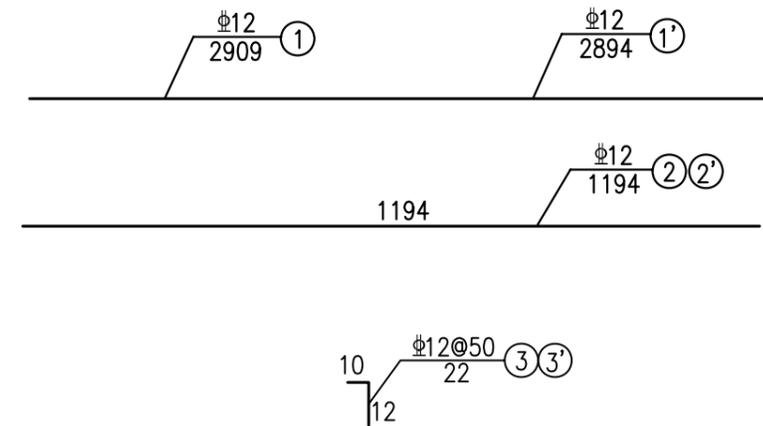
1/2 桥面铺装钢筋平面布置  
(17#、19#孔)

1/2 桥面铺装钢筋平面布置  
(18#孔)



工程数量表

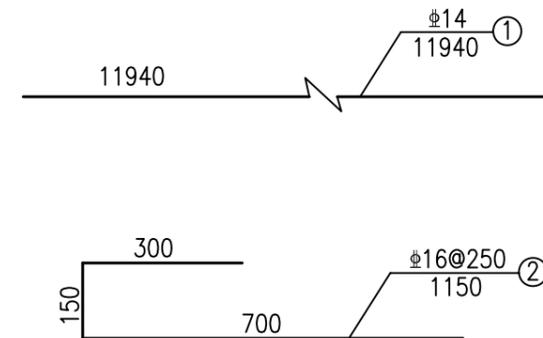
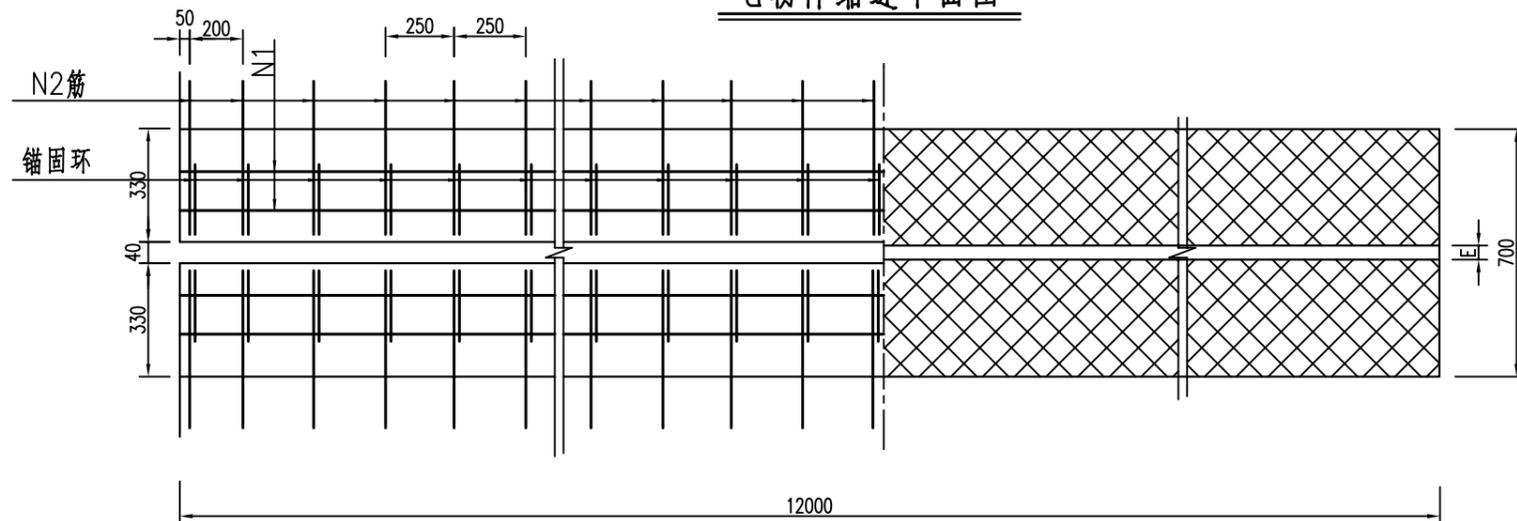
钢筋编号	钢筋直径 (mm)	单一构件工程数量				全桥数量		
		单根长 (cm)	根数	共长 (m)	共重 (kg)	数量	钢筋 (kg)	C40砼 (m <sup>3</sup> )
1	Φ 12	2909	119	3461.7	3074.0	2	6148	81.8
2	Φ 12	1194	291	3474.5	3085.4		6171	
3	Φ 12	22	1475	324.5	288.2		576	
1'	Φ 12	2894	119	3443.9	3058.1	1	3058	41.4
2'	Φ 12	1194	290	3462.6	3074.8		3075	
3'	Φ 12	22	1475	324.5	288.2		288	



附注:

1. 本图标注尺寸除钢筋直径以毫米计外,余均以厘米为单位。
2. 桥面铺装层为C40砼。
3. 桥面0.5%横坡在铺装层调整,1%横坡在墩台帽上调整。
4. N3、N3'采用梅花型布置,间距50cm,N3、N3'应点焊联结桥面钢筋网。
5. 凿除原旧桥桥面铺装砼数量为,124.2m<sup>3</sup>。
6. 在浇筑桥面铺装前应对原泄水管进行疏通。

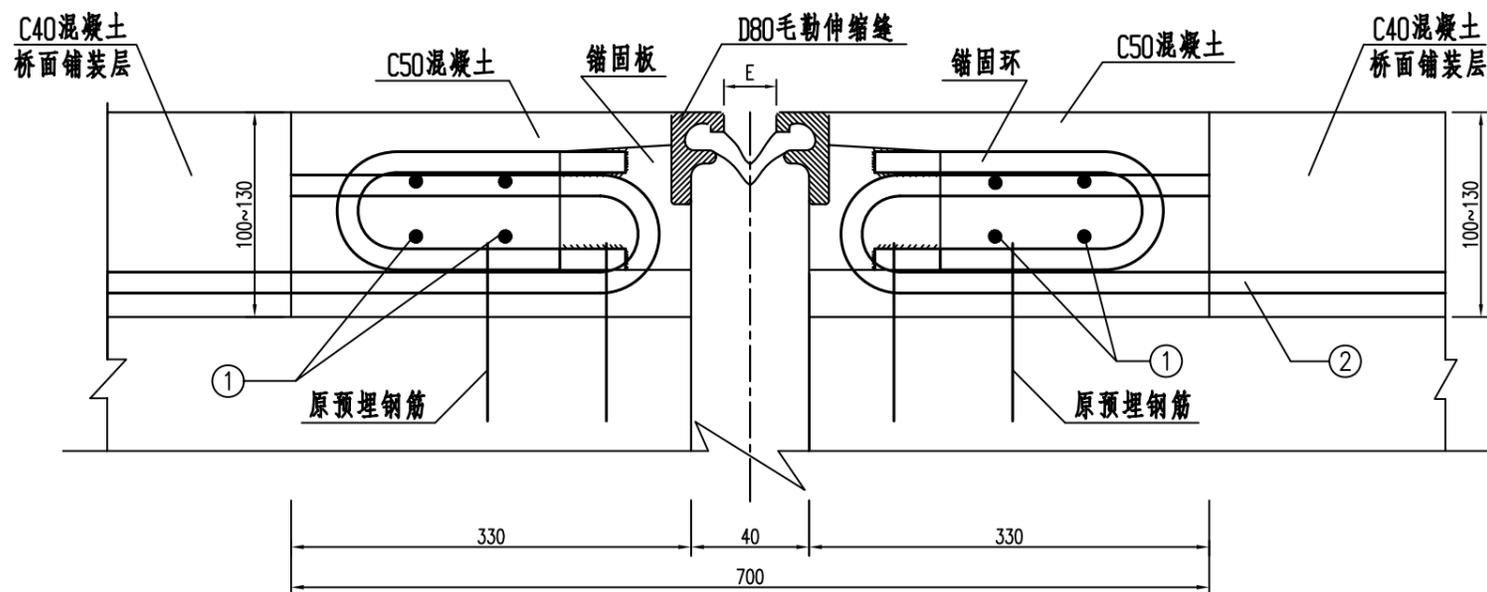
毛勒伸缩缝平面图



伸缩缝钢筋数量表

钢筋编号	钢筋直径 (mm)	单道伸缩缝钢筋用量				全桥用量		
		长度 (cm)	根数	共长 (m)	共重 (Kg)	缝数	总重 (Kg)	C50混凝土 (m³)
1	$\phi 14$	1194	8	95.52	115.6	8	925	7.3
2	$\phi 16$	115	49x2	112.7	178.1		1425	
D80毛勒伸缩缝		12m			8	96m		

毛勒伸缩缝剖面



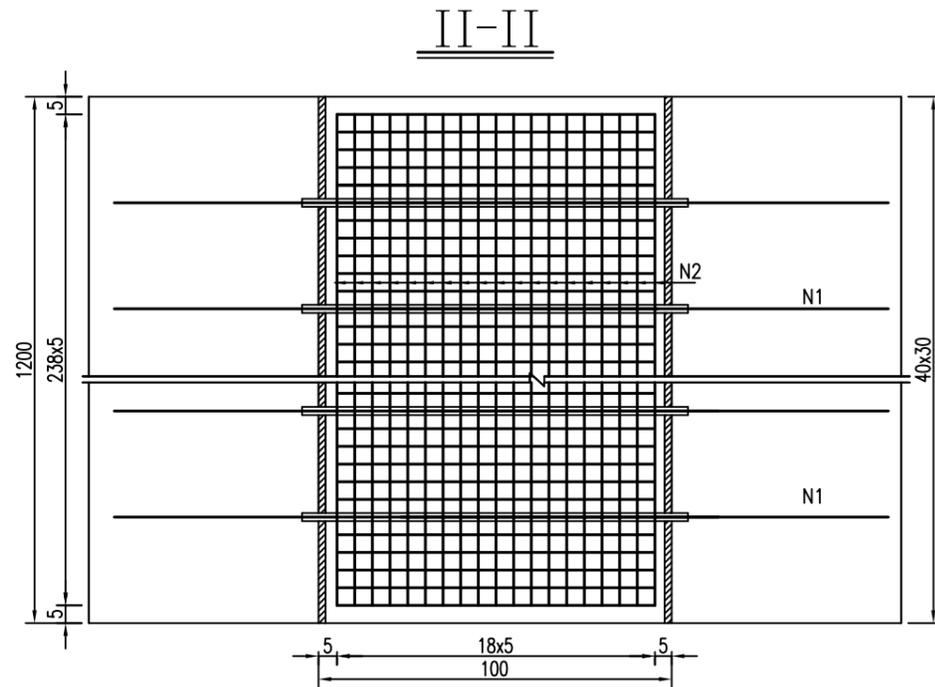
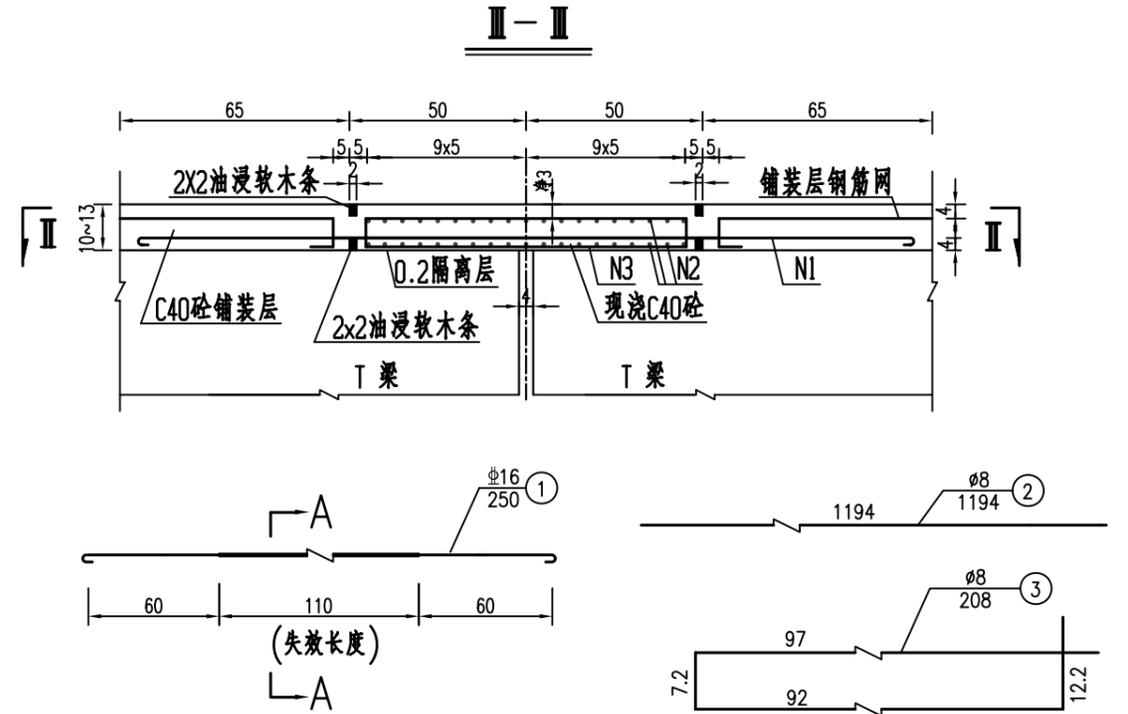
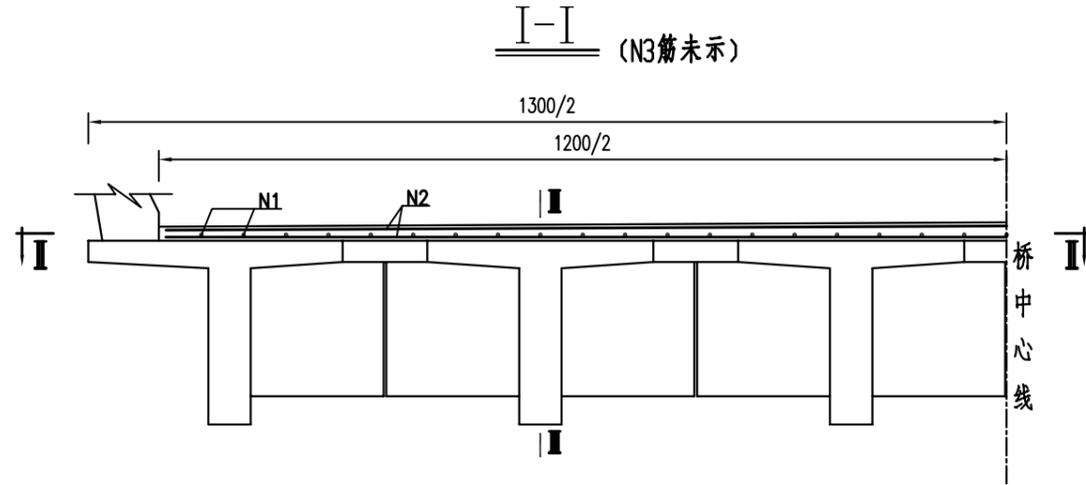
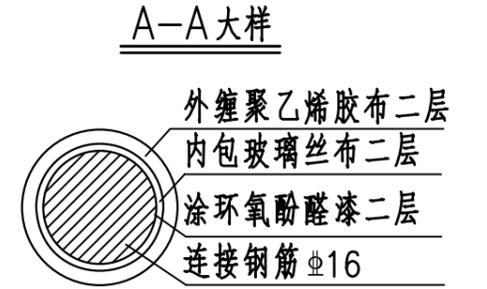
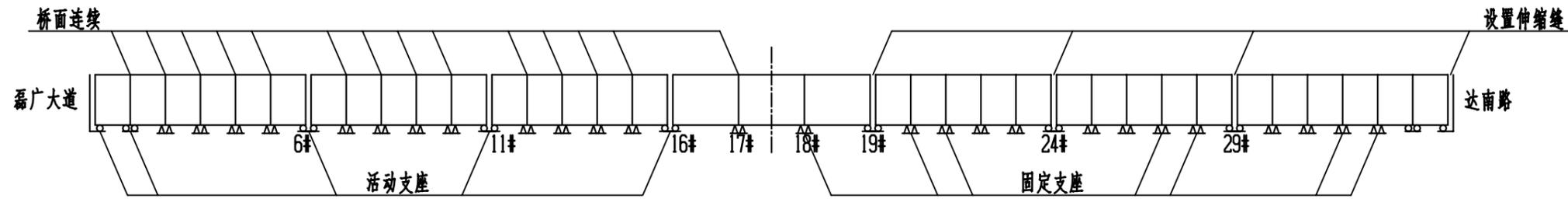
不同气温下安装间隙 E(mm)

气温	15°	20°	25°	30°	35°	40°
间隙E	40	35	30	25	20	15

附注:

1. 本图尺寸除注明外,余均以毫米为单位。
2. 伸缩缝设置位置详见"桥面连续设计图"。
3. 凿除旧伸缩缝时注意保留旧预留钢筋,N1筋可与预留钢筋焊接。
4. 图中未示构件由厂方提供,无需施工单位制作,但施工前应向厂方提供开槽断面,并严格按厂方要求施工。
5. 拆除旧桥伸缩缝共96m。

# 桥面连续示意图



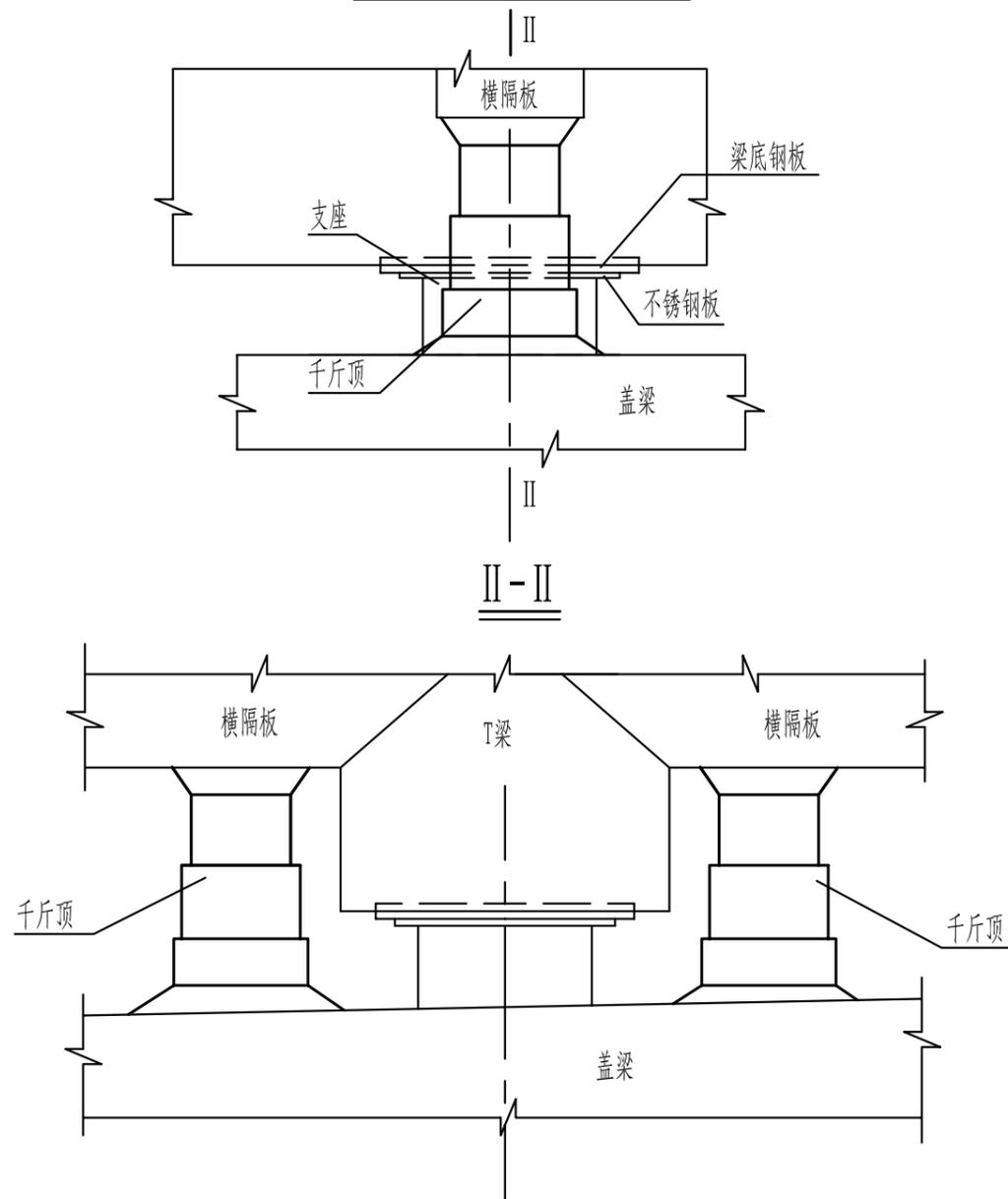
### 桥面连续钢筋数量表

钢筋编号	直径 (mm)	单缝材料用量			全桥用量		
		每根长 (cm)	根数	共长 (m)	共重 (kg)	件数	总重 (kg)
1	Φ 16	250	39	97.50	154.1	28	4313
2	Φ 8	1194	38	453.72	179.2		5018
3	Φ 8	208	239	497.12	196.4		5498

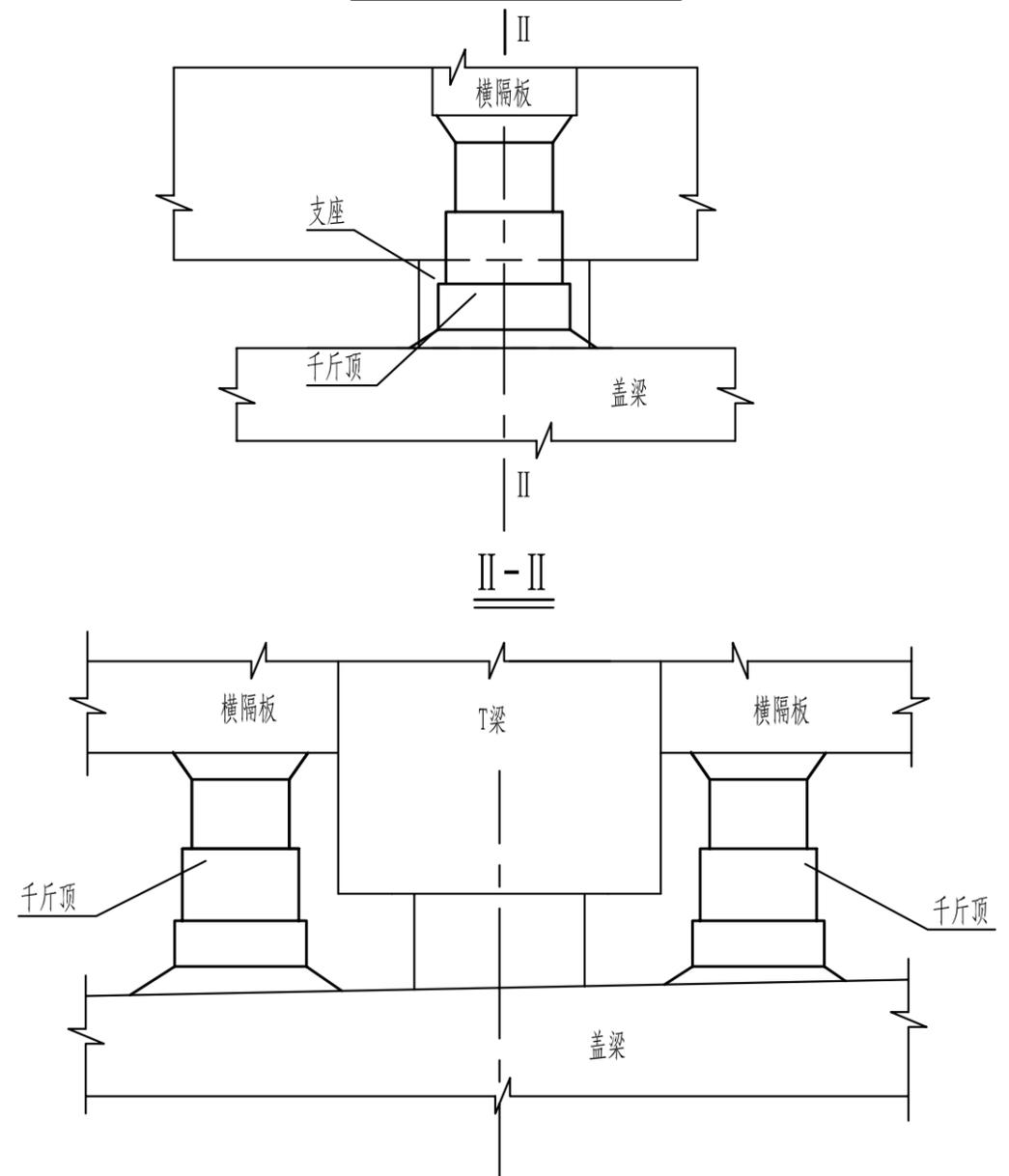
附注:

1. 本图标注尺寸除钢筋直径以毫米为单位,余均以厘米为单位。
2. 钢筋失效段采用涂沥青玻璃丝布裹紧的措施,做到钢筋与砼不粘接。
3. 隔离层涂料为沥青膏,施工时注意控制厚度。
4. 隔离层涂抹范围为两条油浸软木条之间。
5. 砼数量计入铺装层中,本图未计。

活动支座顶升示意图



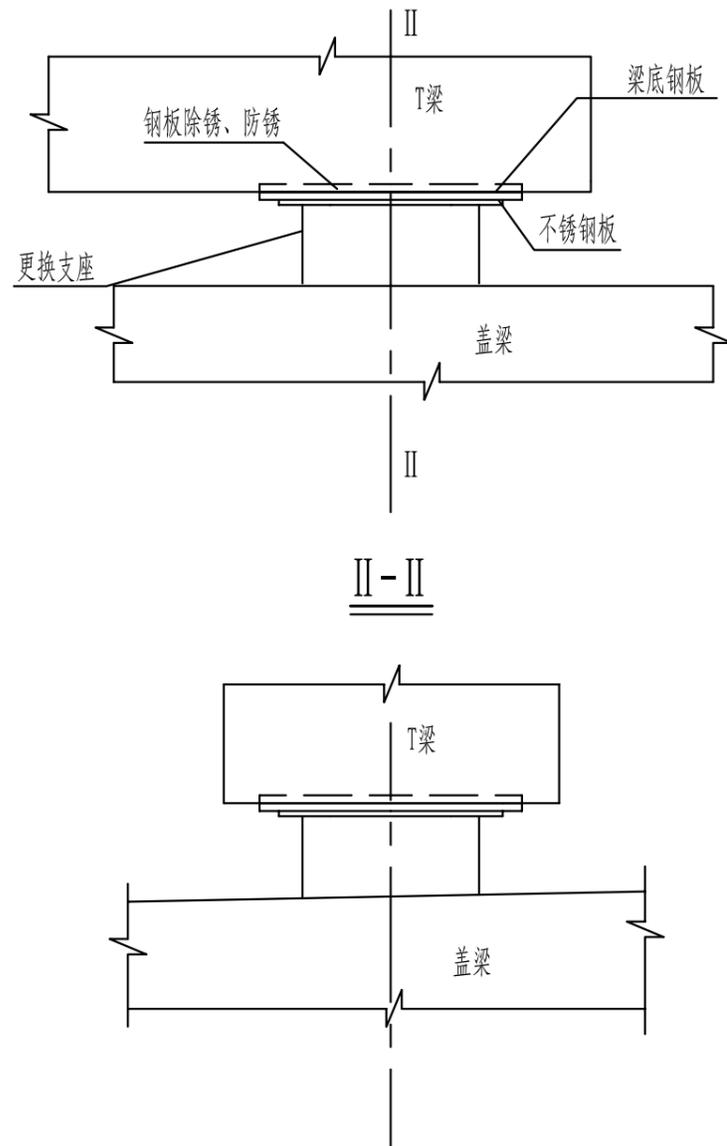
固定支座顶升示意图



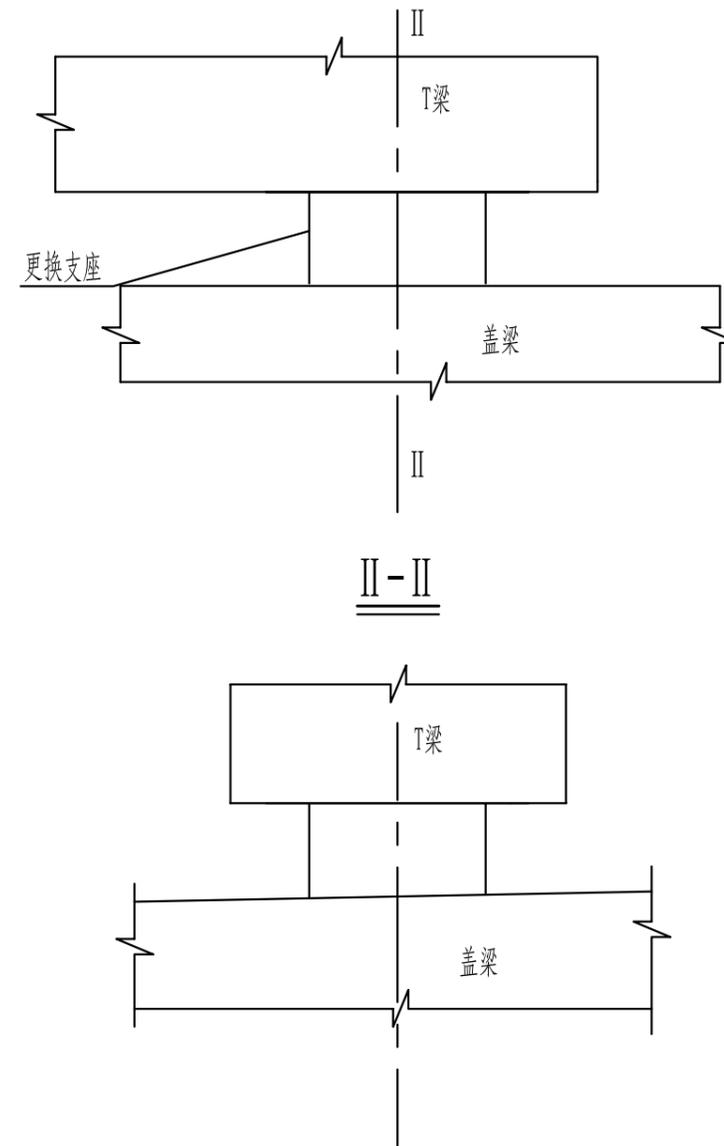
附注:

1. 支座顶升更换施工前,应详细检查各支座情况,再对结构顶底面进行清洁打扫及打磨处理,以保证放置千斤顶位置干净、无浮尘、平整。
2. 为防止千斤顶作用下梁板局部受压,在千斤顶上下垫相应厚度的钢板,以保证其相互良好接触。
3. 千斤顶放置尽量靠近支座,但不能影响更换支座,并且要求千斤顶应与横隔板中心线对中。
4. 顶升总行程以让所有支座松动来控制,并控制在计算允许的范围,分5~8次完成,每次顶升约2mm,具体做法见"说明书"。
5. 应确保在施工中均匀顶升,上部结构不出现纵向、横向及斜向裂缝,不破坏桥梁的整体性。
6. 顶升到位后,应立即进行支座更换工作,如果支座高度不够则垫钢板,以确保支座更换后各梁底的相对位置保持不变。
7. 检查各支座准确到位后,逐级回油,直至完全解除顶内压力,并拆除顶升设备。

### 墩顶处活动支座纵向布置



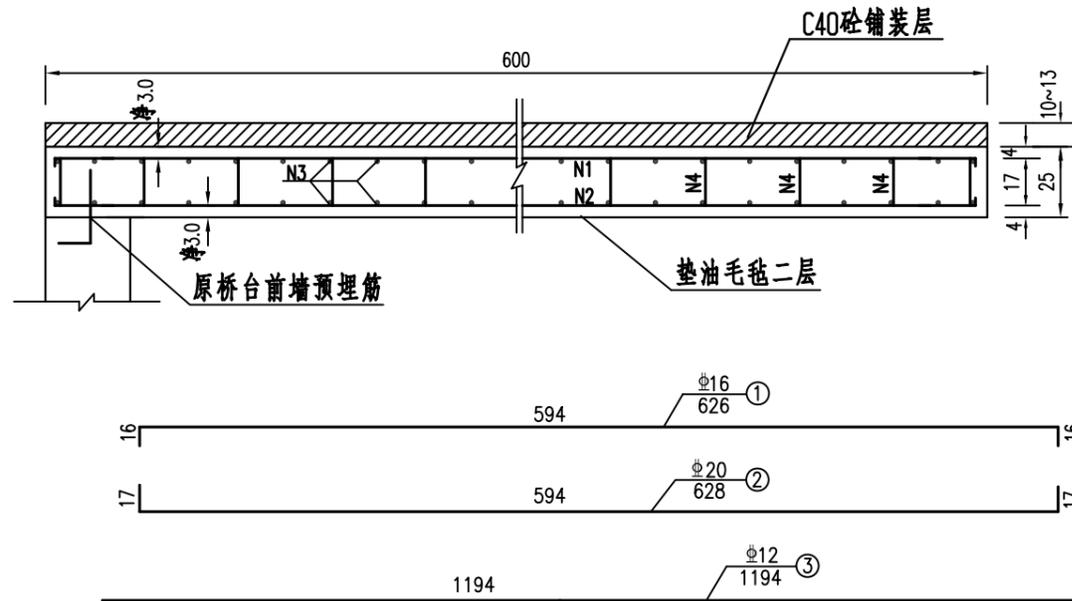
### 墩顶处固定支座纵向布置



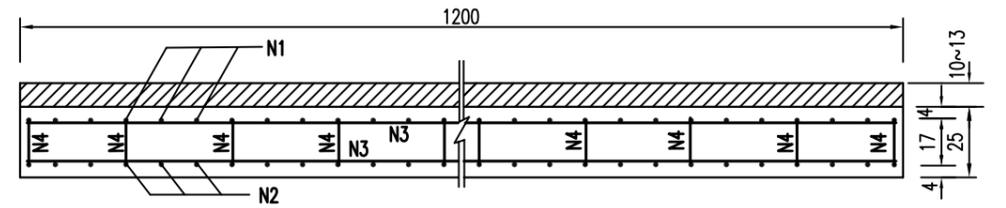
附注:

1. 对锈蚀的支座钢板进行除锈、防锈。
2. 16m跨混凝土简支T梁部分采用200x250x49mm板式橡胶支座，  
30m跨预应力混凝土简支T梁部分采用250x350x52mm板式橡胶支座。

桥头搭板立面

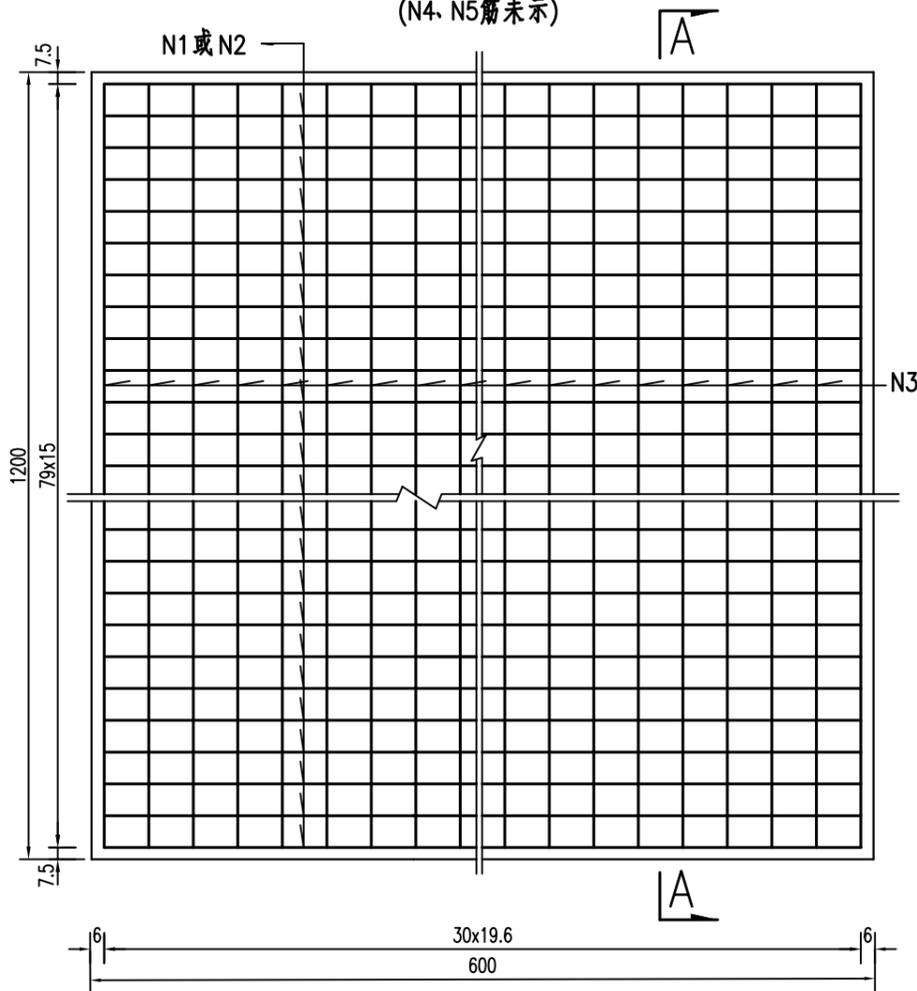


A-A



搭板钢筋平面

(N4、N5筋未示)



工程数量表

钢筋 编号	钢筋 直径 (mm)	单一构件工程数量				全桥数量				
		单根长 (cm)	根数	共长 (m)	单位重 (kg/m)	共重 (kg)	数量	钢筋 (kg)	C30砼 (m <sup>3</sup> )	C40砼 (m <sup>3</sup> )
1	Φ 16	626	80	500.80	1.58	791.3	2	1583	36	17
2	Φ 20	628	80	502.40	2.47	1240.9		2482		
3	Φ 12	1194	62	740.28	0.888	657.4		1315		
4	Φ 8	44	432	190.08	0.395	75.1		150		

附注:

1. 本图标注尺寸除钢筋直径以毫米计外,余均以厘米为单位。
2. 搭板C30砼,铺装层为C40砼。
3. 桥台台后应按规定压实后整平,并设置基层,然后铺上二层油毛毡,再在上面布筋浇筑搭板砼,全桥共需油毛毡288m<sup>2</sup>。
4. N4筋纵向每隔2根N3、横向每隔3根N1设一根。
5. 凿除旧搭板时注意保留原桥台前墙预埋筋。
6. 拆除原搭板砼25m<sup>3</sup>。