

1. 编制说明及工程概况

1.1 编制说明

1.1.1 范围

本细则规定了长线法预应力混凝土箱梁节段预制施工中各工序操作要领和质量要求。

本标准适用于某公路大桥（深圳侧）非通航孔桥梁上部构造箱梁节段的预制生产工序控制。

1.1.2 引用标准

《海港工程混凝土结构防腐蚀技术规范》JTJ275—2000：混凝土抗氯离子渗透性

《后张预应力体系验收建议》PIP93

《预应力筋用锚具、夹具和连接器》GB/T14370—93

《无粘结预应力筋专用防腐润滑脂》JG3007—93

《FIP 后张锚索灌浆操作指南》

《FIP 国际强化及预应力材料与委员会》：预留孔道要求

《ASTM³² 标准》：环氧树脂试验

《公路桥涵施工技术规范》：JTJ041—2000

《公路工程质量检验评定标准》：JTJ071—98

《预应力高强精轧螺纹粗钢筋设计施工暂行规定》

《公路桥涵设计通用规范》：JTJ021—89

《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》：JTJ023—85

《英国标准规范 BS5400》

《节段混凝土桥梁设计和施工规范指南》美国 AASHTO, 19991

《The Design of Concrete Highway Bridges and structures with Extremal and Unbonded Prestressing》BD58/94

《普通钢筋混凝土梁技术条件》: TB/T2628

《砼结构工程施工及验收规范》GB50204

《硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥》GB175

《普通混凝土用砂质量标准及检验方法》JGJ52

《普通混凝土用碎石或卵石质量标准及检验方法》JGJ53

《混凝土外加剂应用技术规范》GBJ119

《混凝土外加剂》GB8076

《混凝土拌合用水标准》JGJ63

《预应力混凝土用钢丝》GB/T5223

《低碳钢热轧圆盘条》GB/T701

《普通混凝土拌合物性能试验方法》GBJ80

《普通混凝土力学性能试验方法》GBJ81

《普通混凝土配合比设计技术规定》JGJ55

1.2 工程概况

本标段起止里程 2KO+345—2K1+248 共 903m。第一联 6×72 m, 第二联 57 m +6×69 m 共 13 跨。左、右幅关于桥梁中心对称。第一联左、右幅共 10 个 T 构, 四个边跨; 第二联左、右幅共 12 个 T 构, 四个边跨。共有梁段 566 节。箱梁中心线高 3.8 m, 箱梁顶宽 15.15 m, 底宽 6.2m;

顶板厚度 32cm—80cm,腹板厚 45cm—70cm,底板厚度 25cm—50cm。梁段类型分为 A1/B1—A15/B15。梁段重量 47.80T—147.9T 之间,其中多数重为 120T 左右。除横隔墙、湿接缝混凝土采用现浇外,其余为预制 C55 混凝土。

2.长线法制梁机理及预制场布置

2.1 长线法制梁机理

采用预制悬拼方法施工连续箱梁要解决的问题是:①保证箱梁节段安装后相临梁段间的拼缝严密;②保证连续梁安装完成后的整体线形(包括平面线形和竖向的线形)。解决以上问题是通过匹配方法实现的:首先预制梁段时以相临的已制好的梁端面为端模可以解决第一个问题;保证箱梁整体线形方面,长线台座制梁是将整片梁的线形(根据施工方法适当预留变形量)放样在固定的模型上实现的。根据本桥实际情况,设置长线台座线形时,同时放出箱梁的平曲线与竖曲线,并设置预拱度,确保桥整体线形的实现。

2.2 长线法制梁设备

梁段预制场设 2 个 75m 长的全 T 构(预留 1 个 75m 长全 T 构)长线法生产台座,配制 6 套箱梁内外模板(含内外模、端模)。钢筋成型台架 6 个,另外配备 300t 龙门吊机一台(用于吊运箱梁);10t 门式吊机两台(用于制梁区的钢筋骨架、模板吊运等工作);120t 门式吊机两台(用于箱梁存放)。HZS75 混凝土搅拌站一座(用于梁段混凝土供应)

2.3 长线法制梁速度

正常生产时达到 4 块/天。

2.4 长线法制梁工艺流程图：（见下页）

筑龙网 WWW.ZHULONG.COM

2.5 制梁场地布置

预制场位于广东省珠海市区**镇新港大道旁，西滨西江河道，水陆交通便利。预制场及施工现场布置详见“预制场平面布置图”。

3.箱梁的预制

3.1 预制施工方案

箱形梁段是分节预制后再整跨张拉连接，相邻梁段的接合要求有相当高的精度，本工程梁段预制的施工方案是采用长线台座吻合浇注的施工方法，即每后一桥梁节段紧接着前一桥梁节段浇注，避免在架设期间出现裂隙。其工艺过程为钢筋加工成型并绑扎后在台座上就位，再安装内外模板及预埋件，然后浇筑梁体混凝土并对浇筑完后的梁体混凝土进行养护，当混凝土的强度达到规定的脱模强度时拆除模板，用已预制好的梁段端面作为相邻梁段端模预制相邻梁段，预制好的箱形梁段用龙门吊吊离制梁台位，移至存梁区内存放。预制场共有全 T 构长线法生产台座 2 个，预留全 T 构长线法生产台座 1 个，全桥两幅四联共有半 T 构 8 个（8 个边跨）和全 T 构 22 个。2 个全 T 构长线法生产台座分别用于左右两幅桥梁段预制。梁段从河堤向公路方向以中跨 1 个 T 构或边跨半个 T 构为连续预制单元逐段预制，预制顺序从一个 T 构的一端开始到另一端结束，当前一个 T 构预制梁段顺序吊离台位并有足够长的工作位置后，在同一个台座上开始下一个 T 构梁段预制，照此方式循环下去直到所有梁段预制完成。

长线法预制是将桥梁的设计几何尺寸分解成单个小节段单元后在工厂加工制造，为了确保加工单元拼装后满足桥梁设计的几何尺寸和线性，梁段预制施工中的测量控制至关重要。首先按照桥梁设计的几何尺寸，计算梁段各控制点相关的坐标 X-Y-Z，并在施工中准确控制，在此之前桥梁水平曲线和竖曲线已在底模上精确放出。然后将浇注后的测量

结果与理论坐标比较，并将误差在下一桥梁节段中修正。每一节段的顶面用一组六个控制点（前后各三个）来标识控制节段的中心线和高程，这些控制点将整个桥面分成若干个节段区域来计算水平和纵向的理论坐标，计算时考虑曲线偏差和竖曲线修正。具体控制方法见梁段预制测量控制方案。

3.2 模板

3.2.1 底模的设计、安装

本标段左、右幅箱梁平曲线分别是半径为 3988.725m 和 4011.275m 的圆曲线，竖曲线为凸、凹曲线结合的线形。为了实现对箱梁的线性控制，我们将底模设置为可调固定式。底模的平曲线通过底模板内外缘长度的不等来实现，竖曲线通过调整模底钢垫块的高度来实现。底模分为支墩、横梁、台面三部分，支墩采用现浇钢筋混凝土，顶面预埋铁板，铁板上焊接横梁高度调节装置，支墩通过地基预埋伸出钢筋与基础浇为整体；横梁用型钢焊制，放在横梁高度调节装置上，通过螺栓和压板连接；台面由 8mm 钢板和加劲型钢按 3m 长度分段制作，与横梁焊接在一起。台座的侧面安装橡胶条用于对底模和侧模之间进行密封，底模按同一标高安装抄平，便于不同竖曲线的形成，各种竖曲线通过调节横梁高度进行设置。底模节段接头处采用螺栓连接，接缝以及与侧模交接处用 2mm 白色胶带止浆，加工模板长度和宽度相应缩小 1mm。底模施工完后设专人组织验收，台座表面应光滑平整，同时底模通过计算，调整钢垫块，设置预拱度。

底模施工时注意事项

(1)底模正常使用时，应随时用水平仪检查底模的放拱及下沉量，不符合规定处应及时处理。即时清除底板表面与橡胶封条处的残余灰浆，均匀涂刷隔离剂。

(2)设调坡垫块的梁段其底模应安放钢板预埋件，模板安装时应检查预埋件的横向位置、平整度、同一支座钢板的四角高差，支座板安装时应应用螺栓固定。

3.2.2 内模设计、安装及拆除

本桥设计共有 566 片节段梁，工期又十分紧张，而节段梁的预制速度主要取决于内模的立模速度和质量，为保证工期和预制质量，内模设计成液压传动配合支架千斤顶承重的走行装置，其主要由走行体系、液压传动和支架千斤顶承重体系、模板体系三个部分组成：

3.2.2.1 走行体系

走行体系由车架、滑道部分和走行部分组成。车架采用由[20b、[16b、 $\angle 75 \times 75 \times 10\text{mm}$ 及 $\angle 100 \times 100 \times 10\text{mm}$ 的型钢和 $\delta = 10\text{mm}$ 的钢板焊接而成的承重车架。滑道部分采用 43 公斤钢轨安装在地面混凝土基础上。走行部分由 4 套焊接在车架上的行走支架和滑轮组成，每套行走支架设有 2 个滑轮。

内模立模的安全、准确和速度与走行部分的设置有着重要的关系。所以走行部分设置时应注意以下几点：

(1) 由于内模体系是悬臂伸进梁体内腔，为保证内模的安全使用，支架上应通过计算设置防倾覆配重块。

(2) 滑道应按梁段线型准确放设，使内模能准确就位。

(3) 车架就位后应使用油顶将车架顶升至设计高度，解除行走体系与滑道的接触。

3.2.2.2 液压传动和支架千斤顶承重体系

本内模车架共设有 3 组 12 套液压系统，其主要作用是利用液压系统的传动功能和支承力推动内侧模和顶板倒角模板支承体系的移动和直接支承在内侧模的承力梁上，以保证内侧模和顶板倒角按设计位置就位并与支架形成支承体系。同时拆模时也能利用液压系统的收缩使内模能与现浇梁体顺利脱离，从而使立模和拆模实现全自动化，使工效有了很大程度的提高。

支架采用 2[28b 的型钢背焊制作成纵梁和 2[25b 型钢背焊作为横梁和支承杆，支承杆上设有 10 吨的油顶以支承节段梁的砼顶板、模板重量和现浇施工时的施工荷载，并通过横纵梁和车架将荷载传递到底部的油顶上。本内模顶部设置 3 组 12 套 10 吨油顶，车架底部设 2 组 8 套 20 吨油顶。

3.2.2.3 模板体系

由于本桥最大梁段为 3.5m，而最小梁段为 1.995m，为使模板能最大程度上通用，采用统一 3.8m 长度（考虑相邻节段梁的齿口宽 10cm 和另一梁端竖向支撑宽度，模板长度比最大梁段增长了 30cm）。模板面板采用 $\delta=8\text{mm}$ 的 A3 钢板，以 [16b 型钢作为横肋，距离 30cm 至 42cm 不等。内设 $100\times 8\text{mm}$ 钢板作加劲竖肋以增加模板刚度，距离 25cm 至 40cm 不等。以 $\angle 75\times 75\times 10\text{mm}$ 作为钢模的角边，以便模板联接。横肋外侧设置 3 道 2[20b 的加劲竖肋与横向支承杆和液压系统连接，与液压体系

组成液压自动立模体系，同时将模板受力传递至支架上，与支架形成一体。顶模板制作成“八”字以便拆模，上倒角设计成与支撑杆铰接的标准构件。

根据本桥节段梁结构尺寸的设计图，模板以节段梁的顶板宽度变化和斜腹板的宽度变化共设置了 5 种顶板调节块和 5 种斜腹板调节块。同时按顶齿板类型设计了 A 齿板系列和 B 齿板系列的齿板调节块，使本套模板的使用功能得到了最大发挥。

3.2.3 侧模设计、安装及拆除

根据箱梁节段外观需要，外模按三种类型设计，分别适用于标准梁段，带消防通道类型的梁段和 A1/B1、A15/B15 类型梁段。

外侧模面板采用 $\delta=8\text{ mm}$ 的 A3 钢板。采用截面形式为“ J ”的 2 根 [18b 槽钢大竖肋作为主肋。主肋最大间距 100cm，最小间距 75 cm，中间增设扁钢小竖肋，以增加面板的刚度，扁钢型号见附图。大竖肋、小竖肋的最大间距为 50cm，最小间距为 35cm。横肋采用 [12.6 槽钢，间距 30cm。大、小竖肋，横肋与面板焊接成整体，加劲板与面板采用间断焊，但在每个横肋两端应有长度不小于 20cm 的连续焊缝。横肋与竖肋交接处，将横肋切肢并与竖肋满焊，要求 $hf=6\text{mm}$ 。基座处加设竖向加劲板，将横肋连成一体。在每边侧模上按照上中下设三排（5 个）附着式震动器。外模支架的拼接板厚度为 10mm，支架杆与拼接板焊接，焊接缝高度 $hf=6\text{mm}$ 。受场地限制，外侧模的移动无法利用吊机起吊，因此在侧模及支架竖向支腿下设 4 个行走轮用以侧模的纵向移动，4 个油顶顶升点用以承重和高度调整。

侧模安装时的注意事项

(1)安装前检查：板面是否平整、光洁有无凹凸变形及残余粘浆，模板接口处应清除干净。侧模与端模底模连接紧密，接缝密贴不漏浆。

(2)检查所有模板连接端部和底脚有无碰撞而造成影响使用的缺陷或变形，震动器支架及模板焊缝是否开裂破损，如有均应及时补焊整修。

(3)侧模安装完后，用螺栓连接稳固，并上好全部拉杆。调整其它紧固件后检查整体模板的长、宽、高尺寸及平整度等（按后附表项目）。不符合规定者，应及时调整。

(4)模板安装时将梁体预埋件一道埋入（按预埋件预留孔统计表），预埋件位置应准确无误。

预制节段梁模板安装尺寸允许偏差表

项次	检查项目	允许偏差 (mm)	检查方法
1	节段长度	+5, -10	用尺量
2	箱梁高度	+0, -5	用尺量
3	相邻梁轴线误差	±1	测量
4	顶、底板厚度	+10, -0	用尺量
5	翼缘宽度	±10	用尺量
6	梁顶宽度	±20	用尺量
7	腹板宽度	+10, -0	用尺量
8	孔道相邻误差	±1	用尺量
9	模板平整度	≤1.5	用 1m 靠尺量

钢模板及支架安装的允许偏差

项次	项目	允许偏差 (mm)	检查方法
1	钢模全长	±10	测量
2	钢底模每米高低差	≤2	用 1m 水平尺
3	钢模高度	±5	用尺量

项次	项目	允许偏差 (mm)	检查方法
4	底板厚度	+10, 0	经纬仪定中线 检查
5	上缘(桥面板)内外偏离设计 位置	+10, -5	挂线实测
6	模板垂直度(每米)	±3	吊线配合测量
7	腹板中心在平面上与设计位 置偏差	10	中线测量
8	钢模板相邻两板表面高低差	1	水平尺
9	钢模板表面平整(每米)	≤2	用 1m 水平尺
10	装配式构件支承面的表高	+2, -5	测量
11	预埋件中心线位置	3	测量
12	预留孔洞中心线位置	10	测量、尺量
13	预留孔截面内部尺寸	+10, 0	尺量
14	支架纵轴的平面位置	跨度的 1/1000 或 30	尺量

3.3 钢筋工程(含体内束波纹管)

3.3.1 钢筋的检验验收

进场的钢筋应附有出厂质量证明书或试验报告单,每一捆钢筋应有标牌,并按有关标准的规定抽取试样作机械性能试验,合格后方可使用。本场预制后张法钢筋混凝土箱梁,普通钢筋采用 HRB335 钢筋,主要规格型号有:

种类	型号		
HRB335	Φ12	Φ16	Φ20

经检验合格的钢筋在加工和安装过程中出现异常现象(如脆断、焊接性能不良或力学性能显著不正常等)时,应作化学成分分析。钢筋加工检查项目、钢筋安装检查项目见表 3.2-1、表 3.2-2。

钢筋加工检查项目表

表 3.2-1

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法
1	受力钢筋顺长度方向加工后的全长(mm)	± 10	按受力钢筋总数 30%抽查
2	弯起钢筋各部分尺寸(mm)	± 20	抽查 30%
3	箍筋、螺旋筋各部分尺寸(mm)	± 5	每构件检查 5~10 个间距

钢筋安装检查项目表

表 3.2-2

项次	检查项目		规定值或允许偏差	检查方法
1	受力钢筋间距(mm)		± 10	每构件检查 2 个断面, 用尺量
2	箍筋、横向水平钢筋间距(mm)		0, -20	每构件检查 5~10 个间距, 用尺量
3	钢筋骨架尺寸(mm)	长	± 10	按骨架总数 30%抽查, 用尺量
		高、宽或直径	± 5	
4	弯起钢筋位置(mm)		± 20	每骨架抽查 30%, 用尺量
5	保护层厚度(mm)		+5, -0	沿模板周边检查 8 处, 用尺量

3.3.2 钢筋运输、贮存

1. 进场的钢筋应按牌号、规格、厂名、级别分批架空堆置在仓库(棚)内。当在仓库(棚)外存放时, 应使钢筋架空地面, 并有防雨淋、污染等措施。

2. 钢筋在运输、贮存过程中应防止锈蚀、污染和避免压弯。装卸钢筋时, 不得从高处抛掷。

3. 钢筋使用应随开捆随使用, 作好开捆钢筋的防护工作。

3.3.3 钢筋配料

钢筋配料是根据所生产桥梁的配筋图, 分别计算钢筋下料长度和根

数，填写配料单。

3.3.3.1 钢筋下料长度计算

钢筋因弯曲式弯钩会使其长度变化，在配料中不能直接根据图纸中尺寸下料；必须了解对砼保护层、钢筋弯曲、弯钩等规定，再根据图中尺寸计算其下料长度。各种钢筋下料长度计算如下：

直钢筋下料长度=设计图纸标示长度

弯起钢筋下料长度=直段长度+斜段长度-弯曲调整值+弯钩增加长度

箍筋下料长度=箍筋周长+箍筋调整值

上述钢筋需要搭接的话，还应增加钢筋搭接长度。

3.3.3.2 弯曲调整值

钢筋弯曲后的二个特点：在弯曲处内皮收缩、外皮延伸、轴线长度不变；在弯曲处形成圆弧。钢筋的量度方法是沿直线量外尺寸（右图）；因此，弯起钢筋的量度尺寸大于下料尺寸，两者之间的差值称为弯曲调整值。弯曲调整值，根据理论推算并结合实践经验，列于表 1。

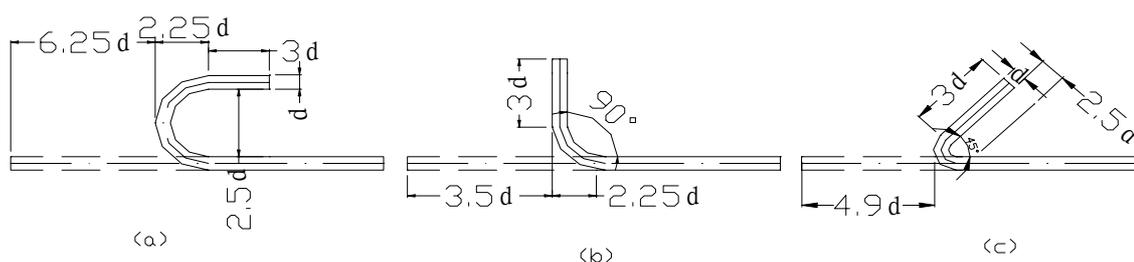
表 1 钢筋弯曲调整值

钢筋弯曲角度	30°	45°	60°	90°	135°
钢筋弯曲调整值	0.35d	0.5d	0.85d	2d	2.5d

注：d 为钢筋直径。

3.3.3.3 弯钩增加长度

钢筋的弯钩形式有三种：半圆弯钩、直弯钩及斜弯钩（见下图）。半圆弯钩是最常用的一种弯钩，斜弯钩只用在直径较小的钢筋中。



钢筋弯钩计算简图

a)半圆弯钩； (b)直弯钩； (c)斜弯钩。

钢筋弯钩增加长度，按上图所示的计算简图（弯心直径为 $2.5d$ 、平直部分为 $3d$ ），其计算值为：对半圆弯钩为 $6.25d$ ，对直角弯钩为 $3.5d$ ，对斜弯钩为 $4.9d$ 。

在实际生产中，由于实弯心直径与理论弯心直径有时不一致，钢筋粗细和机具条件不同而影响平直部分的长短（手工弯钩平直部分可适当加长，机械弯钩时可适当缩短），因此在实际配料计算时，对弯钩增加长度常根据具体条件，采用经验数值，见表 2。

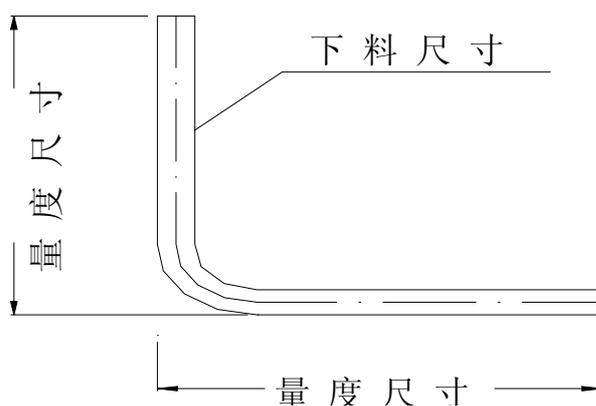


表 2 半圆弯钩增加长度参考表（用机械弯）

钢筋直径 (mm)	≤ 6	8~10	12~18	20~28	32~36
一个弯钩长度 (mm)	40	$6d$	$5.5d$	$5d$	$4.5d$

3.3.3.4 箍筋调整值

箍筋调整值，即为弯钩增加长度和弯曲调整之和或差，根据箍筋量外包尺寸或内包尺寸而定（下图）。

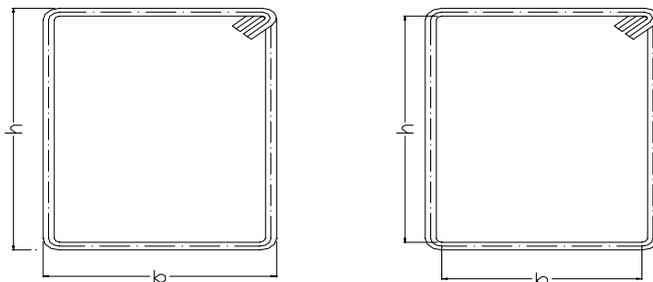


表 3 箍筋调整值

箍筋量度方法	箍筋直径 (mm)			
	4~5	6	8	10~12
量外包尺寸	40	50	60	70
量内包尺寸	80	100	120	150~170

3.3.3.5 配料计算的注意事项

(1) 在设计图纸中，钢筋配置的细节问题没有注明时，一般按构造要求处理。

(2) 配料计算时，考虑钢筋的形状和尺寸在满足设计要求的前提下应有利于加工安装。

(3) 配料时，还应考虑施工需要的附加钢筋。例如：孔道定位网的钢筋井字架等。

3.3.4 钢筋加工

3.3.4.1 钢筋加工一般要求

(1) 钢筋表面的油渍、漆污、水泥浆和利用锤敲击能剥落的浮皮、铁锈等均应清除干净。钢筋的除锈，一般通过以下途径：在钢筋冷拉调直过程中除锈，对大量钢筋的除锈较为经济省力；用机械方法除锈，如采

用电动除锈机除锈，对钢筋的局部除锈较为方便；此外，还可采用手工除锈，如用钢丝刷、砂盘等。在除锈过程中或使用前发现钢筋表面的氧化铁皮鳞落现象严重并已损伤钢筋表面，或在除锈后钢筋表面有严重的麻坑、斑点伤蚀截面时，严禁用于梁体施工。

(2) 钢筋应平直、无局部弯折。

(3) 加工后的钢筋表面无削弱截面的伤痕。

(4) 钢筋加工前应调直。1.5 吨慢速卷扬机对钢筋进行冷拉调直，钢筋的矫直伸长率为：I 级钢筋不得大于 2%；II 级钢筋不得大于 1%。钢筋拉伸调直后不得有死弯（发现死弯，应截去），如发现钢筋脆断、劈裂、拉不直等异常现象应及时对材质进行复查。每根钢筋总的冷拉次数不得多于两次。

3.3.4.2 钢筋切割

(1) 机具设备

钢筋切割采用 WQ-40 型钢筋切断机进行，该机可切断直径为 6~40mm 的钢筋，也可同时一次切断数根直径不大于 16mm 的钢筋（见表 1），其主要技术参数见表 2。

表 1 钢筋切断数量表

GQ40 型	可切直径 (mm)	6~12	13~16	16~17	18~40
	一次可切断根数	5	3	2	1

表 2 技术参数

参数 机型		WQ-32 型
名称	切断钢筋直径 (mm)	6~40
	切断次数 (次/min)	32
电	型号	Y100L ₂ —2

名称		参数 机型	WQ-32 型
动 机	功率 (kw)		3
	转速 (转/min)		2900
	电压 (V)		380
外型尺寸 (长×宽×高) (mm)			1900×4500×6800
重量 (含电机) (kg)			485

(2) 切割工艺

① 将同规格钢筋根据不同长度长短搭配，统筹排料。一般先断长料，后断短料，以减少短头和损耗。

② 断料时避免用短尺量长料，防止在量料中产生累计误差。为此，应在工作台上标出尺寸刻度线并设置控制断料尺寸用的挡板。

③ 钢筋切断机的刀片，应由工具钢热处理制成。安装刀片时，螺丝应紧固，刀口应密合（间隙不大于 0.5mm）。固定刀片与冲切刀片刀口的距离：对直径 $\leq 20\text{mm}$ 的钢筋应重叠 1~2mm；对直径 $> 20\text{mm}$ 的钢筋应留 5mm。

④ 在切断过程中，如发现钢筋有劈裂、缩头或严重的弯头必须切除；如发现钢筋的硬度与该钢种有较大的出入，应及时向场试验室反映，查明情况。

(3) 质量要求

① 钢筋的断口不得有马蹄形或起弯等现象。

② 钢筋的长度应力求准确，其允许偏差： $\pm 10\text{mm}$ 。

3.3.4.3 钢筋的弯制

钢筋的弯制采用钢筋弯曲机与手工弯曲相结合的施工方法。手工弯制采用手摇扳手弯制钢筋箍，卡盘与板头弯制粗钢筋。

(1) 机具设备

钢筋弯曲机采用合肥工程机械厂生产的 GQ40^{1/2} 型钢筋弯曲机，其主要技术参数见表 3。

GQ40^{1/2} 型弯曲机技术参数 表 3

名称	参数
可弯曲钢筋直径	I 级钢筋: 6~40mm; II 级钢筋: 6~36mm
弯曲工作盘直径 (mm)	350
工作台面长 (mm)	760
工作台面宽 (mm)	760
主轴转速 (转/min)	510
电机功率 (kw)	3
电机转速 (转/min)	1420
电压 (v)	220/380
外形尺寸 (长×宽×高) (cm)	81×70×64
重量 (含电机) (kg)	435
毛重 (kg)	500

(2) 钢筋弯制工艺

① 划线

钢筋弯曲前，对形状复杂的钢筋，根据钢筋设计尺寸用石笔将各弯曲点位置划线。划线时应注意：

A. 根据不同的弯曲角度扣除弯曲调整值（见第三节），具体从相邻两段长度扣一半。

B. 钢筋端部带半圆弯钩时，该段长度划线增加 0.5d（d 为钢筋直径）；

C. 划线工作应从钢筋中线开始向两边进行；两边不对称钢筋，应从一端开始划线，如划到另一端有出入时，则重新调整。

D. 第一根钢筋成型后应与设计尺寸核对一遍，完全符合或符合限差

要求后，再成批生产。

② 钢筋弯曲成型

钢筋在弯曲成型时,心轴直径应是钢筋直径的 2.5 倍,成型轴应加偏心轴套,以便适应不同直径的钢筋弯曲需要。弯曲细钢筋时,为了使弯弧一侧的钢筋保持平直,挡铁轴应做成可变挡架或固定挡架(加铁板调整)。

由于成型轴和心轴同时转动会带动钢筋向前滑移,因此钢筋弯 90° 时弯曲点约与心轴内边缘齐,弯 180° 时弯曲点线距心轴内边缘为 1.0~1.5d。

钢筋应在常温下加工,不应加热(梁体隔板锚固筋当采用 II 级钢筋时,采用热弯工艺)。弯制钢筋应从中部开始,逐步弯向两端,弯钩应一次成型。

(3) 质量要求

- ① 钢筋形状正确,平面上没有翘曲不平现象。
- ② 钢筋末端弯钩的净空直径满足设计要求,无要求时不小于钢筋直径的 2.5 倍。
- ③ 钢筋弯起点处不得有裂缝,为此,对 II 级钢筋不能弯过头再回弯。
- ④ 钢筋弯曲成型后的允许偏差为:全长 $\pm 10\text{mm}$;弯起钢筋弯起点位移 20mm;弯起钢筋的弯起高度 $\pm 5\text{mm}$,箍筋边长 $\pm 3\text{mm}$ 。

加工钢筋的检查项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法
1	受力钢筋顺长度方向加工后的全长 (mm)	± 10	按受力筋总数 30%抽查

2	弯起钢筋各部分尺寸 (mm)	±20	抽查 30%
3	箍筋、螺旋筋各部分尺寸 (mm)	±5	每个构件检查 5-10 个间距

3.3.4.4 钢筋焊接

本工程钢筋焊接主要采用闪光对焊。对焊接头应焊接良好，完全焊透，且不得有钢筋烤伤及裂缝等现象，焊接后应经过接头冷弯和抗拉强度试验。钢筋对焊质量标准应符合下表要求。

钢筋对焊质量标准表

序号	检验项目及方法	标准
1	焊接接头的抗拉及冷弯抽样试验	合格
2	接头偏心（两根钢筋轴线在接头处的偏移）	$\leq 0.1d$ 且不大于 2mm
3	两根钢筋轴线在接头处的弯折（交错夹角）	$\leq 5^\circ$
4	外观无裂口、过火、开花等现象	良好

钢筋对焊后，每批应在实物中断取 6 个接头作为力学试验（3 个冷弯，3 个抗拉）。外观检验，从每批中抽查 10%且不得少于 10 个接头（接头处钢筋表面应无横向裂缝，夹具处无明显烧伤。接头处应饱满，并有一定的镦粗和均匀毛刺）。

如钢筋焊接采用电弧焊双面焊接，则应按下述方法进行：

(1) 一般要求

钢筋采用电弧焊时，除满足强度要求外，还应符合下列规定：

- ① 搭接接头的长度和焊缝的总长度应满足以下要求：Ⅱ级钢筋 $5d$ （ d 为钢筋直径）。
- ② 搭接接头钢筋的端部预弯，搭接钢筋的轴线位于同一直线上。
- ③ 焊缝高度 h 等于或大于 $0.3d$ ，并不得小于 4mm，焊缝宽度 b 等

于或大于 0.7d，并不得小于 10mm。

- ④ 电弧焊接，采用平焊搭接的双面焊。
- ⑤ 电弧焊焊接操作人员必须经过培训，取得相应资格后才可施作。
- ⑥ 电弧焊接用的焊条可按表 4 选用。

表 4 电弧焊接时使用焊条规定

焊接形式	钢筋级别	
	I 级钢	II 级钢
搭接焊	结 380 ， 结 420	结 500

- ⑦ 焊条直径和焊接电流可按表 5 选用。
- ⑧ 焊接地线与钢筋接触良好，不得因接触不良而烧伤主筋。

表 5 焊条直径和焊接电流选择

焊接位置	钢筋直径 (mm)	焊条直径 (mm)	焊接电流 (A)
平焊	10~12	3.2	90~130
	14~22	4	130~180
	25~32	5	180~230
	36~40	5	190~240

(2) 电弧焊机

钢筋电弧焊接均采用上海市肯达焊接设备厂生产的 B×₁ 系列交流弧焊机。其主要技术参数见表 6。

表 6 技术参数

型号	单位	B× ₁ -200 -2	B× ₁ -250 -2	B× ₁ -300 -2	B× ₁ -400 -2	B× ₁ -500
电源电压	V	220/380	220/380	220/380	220/380	220/380
频率	Hz	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60
额定输入容量	KVA	14.9	18.5	25	32	41

型号	单位	B×I—200 —2	B×I—250 —2	B×I—300 —2	B×I—400 —2	B×I—500
最高次级空载电压	V	62	70	58	63	72
次级工作电压	V	28	30	32	36	40
电流调节范围	A	40~200	60~250	60~300	80~400	80~500
额定焊接电流	A	200	250	300	400	500
额定负载持率	%	20	20	35	35	50
相数		1	1	1	1	1
主量	kg	58	78	100	110	130
外形尺寸长×宽 ×高	mm	500× 350× 520	500× 350× 520	550×390 ×590	580×390 ×610	700× 480× 800

(3) 质量检查

① 外观检查：电弧搭接焊的接头应逐个进行外观检查，并符合下列规定：

a. 用小锤敲击接头时，钢筋发出与基本钢材同样的清脆声。

b. 电弧焊接头的焊缝表面平顺，无缺口、裂纹和较大的金属焊瘤，其缺陷和尺寸的允许偏差应符合表 7 的规定。

表 7 电弧焊钢筋接头的缺陷和尺寸偏差允许值

序号	名称	单位	允许偏差值
1	接头处钢筋轴线的弯折	°	4
2	接头处钢筋轴线的偏移	mm	0.10d
			3
3	焊缝高度	mm	+0.05d,-0
4	焊缝宽度	mm	+0.10d,-0
5	焊缝长度	mm	-0.05d
6	咬肉深度	mm	-0.05d

序号	名称	单位	允许偏差值
7	在长 2d 的焊缝表面上, 焊缝气孔及夹渣的数量和大小	个	2
		mm ²	6

注：1. d 的钢筋直径（mm）；

2. 当表中的允许偏差在同一项目内有 2 个值时，应按其中较严的数值控制。

3. 外观检查不合格的接头，经修整或补强后可提交二次验收。

② 拉伸试验：弧搭接焊接头，经外观检查合格后，取样进行拉伸试验，并应符合下列规定：

a. 在同条件下（指钢筋生产厂、批号、级别、直径、焊工、焊接工艺和焊机均相同的焊接接头，以 300 个作为一批（不足 300 个，也按一批计），从中切取 3 个试件做拉伸试验。

b. 3 个钢筋接头试件的抗拉强度均不得小于该级别钢筋规定的抗拉强度（I 级 370Mpa，II 级 490Mpa）。

c. 3 个接头试件均应断于焊缝之外，并至少有 2 个试件呈延性断裂。当试验结果有 1 个试件的抗拉强度小于规定值，或有 1 个试件断于焊缝，或有 2 个试件发生脆性断裂时，应再取 6 个试件进行复验。复验结果当有 1 个试件抗拉强度小于规定值，或有 1 个试件断于焊缝，或有 3 个试件呈脆性断裂时，应确认该批接头不合格。

3.3.5 钢筋的绑扎及安装

3.3.5.1 钢筋绑扎

(1) 钢筋绑扎工艺

钢筋绑扎前先核对成品钢筋的钢号、直径、形状、尺寸和数量是否与料单或设计图纸、技术交底相符，如有错漏，应纠正增补。

① 钢筋绑扎用的钢丝，可采用 20—22 号铁丝（火烧丝）或镀锌铁丝（铅丝），其中 22 号铁丝只用于绑扎直径 12mm 以下的钢筋。铁丝长度可参考表 1 的数值采用。因铁丝是成盘供应，因此按每盘铁丝周长的几分之一来切断。

表 1 钢筋绑扎铁丝长度参考表（mm）

钢筋直径	6~8	10~12	14~16	18~20	22	25	28	32
6~8	150	170	190	220	250	270	290	320
10~12	/	190	220	250	270	290	310	340
14~16	/	/	250	270	290	310	330	/
18~20	/	/	/	290	310	330	350	380
22	/	/	/	/	330	350	370	400

② 筋绑扎，并保持足够的刚度，可补入辅助钢筋将某些交叉点焊牢，但不得在主筋上起焊，并尽量减少焊点数量。

③ 钢筋绑扎按设计要求牢固控制钢筋位置，并应满足以下要求：

A.钢筋及桥面水平筋其两端交点均应绑扎牢固，中间可隔一扣绑一扣，但拐角处必绑须扎。

B.钢筋弯折角与纵向分布筋交点全部绑扎。

C.下缘大小箍筋接头处交错绑扎。

D.其余各交叉点用梅花式跳绑。

E.在钢筋交叉点处，按逐点改变绕丝方向（8 字形）交错扎结，或按双对角线（十字形）方式扎结。

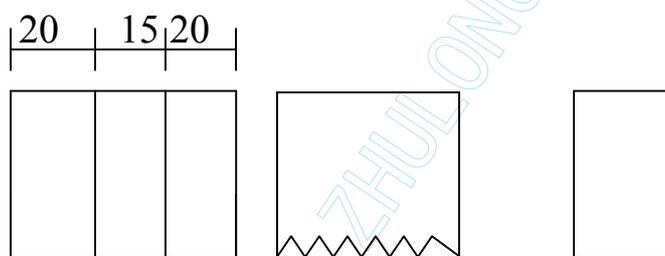
④ 为保证桥面钢筋的整体绑扎刚度及稳定性，必要时增加绑扎点

个数,并使桥面筋与梁体伸入桥面的箍筋绑扎联结。此外还可在桥面上、下层钢筋联结薄弱处加入钢筋撑脚,但其端头不得伸入砼保护层内。

⑤ 桥面筋绑扎完成后,目视应平整,无高低起伏现象。为保证纵向受力及分布钢筋的顺直,在绑扎过程中应严格控制纵向筋的相对位置,必要时进行划线标示。

(2) 钢筋垫块的布设与绑扎(设计钢筋最小净保护层为 5.5cm)

钢筋垫块采用 pvc 材料制成,尺寸为 $25 \times 25 \times 55\text{mm}$ (长 \times 宽 \times 高),形式见下图:



① 垫块的布设

垫块应呈梅花形布置,并尽量靠近钢筋交叉点处,间距沿梁体纵向每 80cm 一排,梁底垫块布设五列。梁底最外侧两列垫块应绑扎在两侧第二根纵向分布筋位置,中间一列垫块布设在中间纵向分布筋处。梁底垫块沿梁长方向布设位置应在管道定位网钢筋处,以保证管道坐标的位置正确。

② 垫块的绑扎

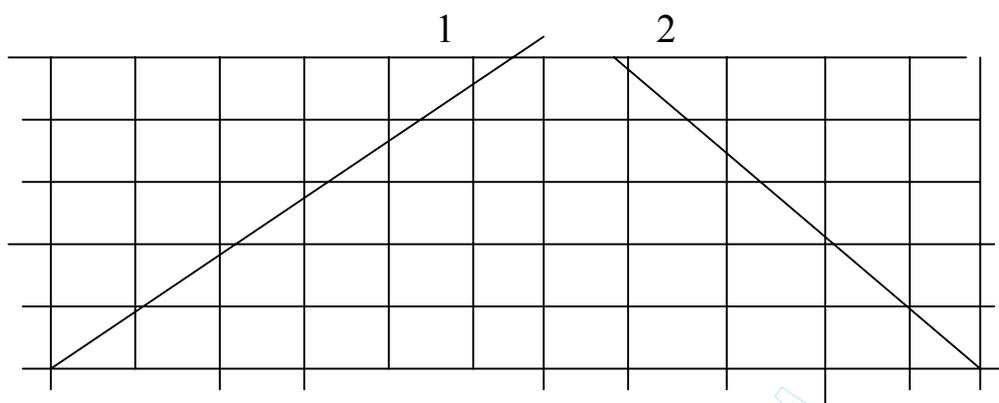
垫块绑扎时应使纵向分布筋卡入垫块凹槽,扎紧绑线,使垫块不可随意串动。在桥面梁体底部使垫块长度方向与梁长方向垂直,其余部位与梁长方向重合(隔板处除外)。梁体底部垫块在钢筋笼安装就位时绑

扎，其余梁体垫块在钢筋笼就位后，合侧模前完成。

3.3.5.2 钢筋的安装

梁体钢筋骨架在胎具上绑扎成形后，安装就位前应先在底模上标出中线或梁端线，据此控制梁体钢筋骨架的纵向安装位置，待梁体钢筋骨架在底模就位后，检查钢筋骨架的纵向中心是否与底模纵向中心线重合，否则应局部调整，使两线中心重合。在调整过程中，采用得力措施保证梁体钢筋不受破坏。

为防止钢筋骨架在安装过程中发生歪斜，在腹板钢筋处采取临时加固措施，见下图：



绑扎梁体钢筋骨架的临时加固

1-腹板钢筋骨架； 2-加固筋

梁体钢筋骨架的吊装采用横吊梁（铁扁担）四点起吊，为防止起吊点处绑线脱落、钢筋变形，应对吊点附近的钢筋绑扎点进行加强，如点焊联结、增加绑线根数并加入短钢筋等。钢筋安装偏差，应符合表 3 的规定。

表 3 钢筋安装允许偏差

项次	检查项目		规定值或允许偏差	检查方法
1	受力筋间距 (mm)		± 10	每个构件检查 2 个断面，用尺量
2	箍筋横向水平钢筋间距		0, -20,	每个构件检查 5-10 个间距，用尺量
3	钢筋骨架尺寸(mm)	长	± 10	按骨架总数 30%抽查，用尺量
		高、宽或直径	± 5	
4	弯起钢筋位置 (mm)		± 20	每个骨架抽查 30%，用尺量
5	保护层厚度 (mm)	梁	+5, -0	每个构件沿模板周边检查 8 处，用尺量

注：保护层厚度为关键实测项目。

3.3.6 纵、横向波纹管施工

3.3.6.1 塑料波纹管的安装

(1) 纵向波纹管的定位：首先根据箱梁顶、底板纵向体内预应力钢束平竖弯类型示意图及箱梁顶、底板纵向体内预应力钢束布置要素把每根钢绞线的线形及长度用 AutoCAD 画出来，在梁段的立、平面图中根据深埋锚或锚固齿板的类型将钢束在梁段中的起点找出，将画出钢束图放入梁体内，量出钢绞线与梁段接缝处的交点到底板或箱梁边缘的距离并与设计断面进行比较，若有出入应找处原因。在钢束中曲线的起点、中点、终点及坐标出现变化处量出 X、Y 值。每个 T 构的每根钢绞线在梁体内 X、Y 值在图中全部标出来，以便施工时纵向每一米一道定位筋顺利定位。15-19、15-16 锚具采用 $\phi 100/116\text{mm}$ 波纹管，15-12、15-9 锚具采用 $\phi 76/91\text{mm}$ 波纹管。

(2) 横向预应力束的定位，顺桥向每 88cm (86cm) 一道。张拉端与锚固端交叉布置，固定端采用钢绞线扎花和预埋 15-H 型锚。梁体顶板钢筋绑扎时将镀锌铁皮波纹管、钢绞线、15-5H 型锚及 15-5 张拉端锚具，按箱梁横向预应力钢束布置图的要求固定于顶板钢筋上，预应力管道要求横桥向每隔 1m 设 $\Phi 12$ 钢筋定位，折点处适当加密。

(3) 安装时注意事项：①波纹管在安装前应通过 1KN 径向力的作用下不变形，同时作灌水试验，以检查有无渗漏现象，确无变形、渗漏现象时方可使用。②波纹管如有反复弯曲，在操作时应注意防止管壁破裂，同时应防止邻近电焊火花烧筑管壁。如有微小破损应及时修补并得到监理工程师的认可。③预应力筋预留孔道的尺寸与位置应正确坚固，孔道应平顺，端部的预埋钢垫板应垂直于孔道中心线。④塑料波纹管应按给定的坐标将定位钢筋固定安装，定位筋应焊接和定位牢固使其在混凝土

浇注期间管不产生位移。⑤预应力管道采用预埋塑料管成孔。塑料波纹管的连接，应采用大一号同型波纹管作接头管，接头管长 200mm。波纹管连接后用密封胶带封口，避免浇筑混凝土时水泥浆掺入管内造成管道堵塞和匹配面处串孔，以便进行预应力筋穿束。⑥管道在模板安装完毕后，应将其端部盖好，防止水或其他杂物进入。⑦横向预应力扁锚，其波纹管布置应符合设计要求。

3.3.6.2 其他管道的安装

(1) 用做管道的聚乙烯管的管壁厚不得小于 2mm。管道内截面不宜小于预应力筋净截面的 2 倍，如果由于某种原因，管道与预应力筋的面积比小于上述规定时，则应通过试验验证其能进行正常管道压浆作业，对于超长钢束的管道，亦应通过试验来确定其面积比。试验结果均应报监理工程师审查。

(2) 体外预应力筋的转向块和横隔梁的出气孔的位置和细节应通过详细的试验证明。

(3) 在各个锚具处，在管道的凹处和凸处，在管道比凸处低 1/2 管道直径（不低于 1m）的、每一个顺水泥浆流动方向的中间凸处，以及按照监理工程师要求的其他地方，应提供一个内径至少为 15mm 空气通道的出气孔。

(4) 出气孔的最大间距应为 15m。

(5) 出气孔的直径和间距可在足尺试验中改变以证实选择方案的合适性。

(6) 出气孔应与管道牢固连接，并可以关上和再打开。

3.3.6.3 管道位置的允许偏差

节段两端管道的接口处的孔位相对误差 $< 1\text{mm}$ 。

管道位置的允许偏差见下表

梁体管道位置的允许偏差表

项次	检查项目	允许偏差 (mm)	检查方法
1	跨中 4m 范围内	≤ 4	用尺量
2	其他部位	≤ 6	用尺量

3.3.7 预埋件的定位施工（每片梁预埋件清单详见《某公路大桥上部构造预埋件统计表》）

3.3.7.1 伸缩缝预埋筋

全桥在主 4、引 6、引 13 墩设三道型号为 MZL-320 (mm) 伸缩缝，引 13 墩深圳侧因受香港地区方影响伸缩缝槽口宽度待定。主 4（香港地区侧）、引 6 墩顶梁段的伸缩缝槽口内需预埋伸缩缝装置的锚固钢筋，预埋前与伸缩缝厂家取得联系，把预埋锚固筋的施工图交给我方，我方按图纸施工。

3.3.7.2 预埋吊机定位连接件

根据桥面吊机及施工荷载安排示意图进行吊机设计在梁体顶板上设吊机连接锚固预留孔或预埋精扎螺纹钢筋，位置应结合每片梁的梁长及吊机具体尺寸来定，预留孔的直径 $\phi 60$ ，具体布置见全桥实施性施组中的桥面吊机预留孔平面布置图，孔位偏差允许值为 $\pm 10\text{mm}$ 。

3.3.7.3 临时吊点预埋钢板

每片梁的顶板与腹板连接处的内外侧需预埋 $200 \times 200 \times 10$ 钢垫

板 8 块，每块钢垫板中间设 $\phi 60$ 孔一个，钢板的固定是通过连接钢筋与梁体钢筋相连，并且保证砼振捣过程中钢垫板不挪位。每种梁段的相对尺寸按预制梁段临时吊点布置及构造图施工。

3.3.7.4 体外束预埋管及体外索防震定位预埋件

体外束在通过转向块和横隔墙时需在上述部位预埋无缝钢管。根据箱梁纵向体外预应力钢束布置图和每个转向块中心剖面图、横隔墙两端剖面图，把每一束钢绞线通过转向块和横隔墙的图用 AutoCAD 画出来，钢束呈直线时直接量出钢束通过转向块（或横隔墙）时深圳侧、香港地区侧相对于底板的高度，当体外束通过转向块呈折线布置时，折线的交点即为转向块顺桥向的中点，用 AutoCAD 倒圆角（最小回旋半径 4m）量出体外束通过转向块深圳侧和香港地区侧相对于底板的高度，体外束钢管预埋时根据每束钢绞线通过梁段转向块的深圳侧、中心处、香港地区侧的三个相对于底板的高度尺寸，并结合该转向块的剖面（横截面）尺寸进行定位。无缝钢管进料前应结合箱梁纵向体外预应力布置图算出转向块、横隔墙上需预埋无缝钢管（分直管、曲管）的具体数量，以便进料时控制。体外束钢管设定位筋固定于转向块上，保证砼振捣时不挪位，每个转向块（横隔墙）上共需预埋 10 个无缝钢管（含预留孔）。固齿板中预埋管，体外束的防震定位装置设顶板、腹板、底板上，设计要求顺桥向 4~5m 设置一件，定位装置的预埋件应在箱梁预制时注意预埋，到时跟厂家取得联系，请厂家派出专业技术人员指导施工。

3.3.7.5 调坡垫块预埋支座（锚栓孔）钢板

设支座墩是通过梁底的调坡垫块来调整线路的纵坡，顺桥向调坡垫

块中心处的厚度为 5cm，其两端厚度因梁段所在位置的不同而不同，调坡垫块与梁体砼一起施工，调坡垫块上应预留支座锚栓孔，每个支座四个，预留孔的位置，孔径深度参考厂家支座图，施工时请支座生产厂家派专业技术人员进行指导。

3.3.7.6 梁段接缝处拉杆预埋件

梁体接缝拉杆预埋件分无转向块梁段、有转向块梁段、墩顶梁段三种情况，全桥共 2912 个钢锚件。无转向块梁段每片梁设 6 个钢锚件，由于钢锚件在梁体砼施工时不方便预埋，经设计院同意可在顶、底板相应位置预留孔或预埋连接板，待箱梁内模拆除后，梁体拼装前进行安装；有转向块梁段每片梁段设 4 个钢锚件，左上、右上两个及箱梁内部两个的施工方法同无转向块梁段，箱梁体内转向块下部不需预埋钢锚件，只需在转向块内预埋 $\phi 50$ PVC 管；每片梁 8 根。墩顶梁段每片梁段仅设 2 个钢锚件，即左上、右上各一个，梁体横隔墙上预埋 $\phi 50$ PVC 管；每片梁 16 根。预埋管施工具体见 3.2.8.12 和 3.2.8.13，此处不再叙述。

钢锚件制作及埋设的精度要求较高，请严格按梁段接缝处拉杆布置及构造图施工，制作时做到放样精确，1#、2#、3#构件焊接均采用双面角焊缝，锚固筋 $\phi 20$ 与 1#构件采用双面角焊缝，每侧长 15cm，焊角尺寸为 10mm，2#构件的孔眼的相对尺寸要求更高，以上构件采用专门操作车间及加工机械，加工人员进行严格培训，持证上岗。与 A13/B13，A14/B14 系列梁段及有转向块相接的梁段，其底板上拉杆锚座预留孔高度注意可调整，保证与之匹配，锚座上开孔高度应结合相邻顶、底板厚度的不同而调整，以保证拉杆孔对齐。

3.3.8 预留孔施工

(每片梁预留孔清单详见《某公路大桥上部构造预留孔统计表》)

3.3.8.1 D18 疏淤预留孔

D18 疏淤预留孔位于顶板上，所在梁段为每个墩的墩顶梁段往香港地区方向的下一个梁段上，第一联左右幅共 12 个，第二联左右幅为 14 个，预留孔的平面位置按梁段类型即各系列预制梁段一般构造图进行预埋，施工时设 $\Phi 18$ PVC 管固定于梁体顶板钢筋之上即可。

3.3.8.2 $\Phi 60$ 临时吊点预留孔

临时吊点预留孔每片梁 8 个，预留孔径为 $\Phi 60$ ，各种类型梁段具体参照预制梁段临时吊点布置及构造图进行预埋，每片梁预埋 8 个直径为 $\Phi 60$ PVC 管绑扎于顶板钢筋上即可。全桥共 4528 个。

3.3.8.3 设支座墩临时锚固预留孔

本桥引 1、引 5、引 7、引 8、引 11、引 12 墩左右幅共 12 个墩顶梁段需设临时锚固预留孔，原设计精扎螺纹钢的屈服强度为 930MPa，由于目前国内不生产此种钢材，只生产屈服强度为 800MPa 的钢材，经设计院同意将原来每个墩 40 根增加到 48 根，与其对应的梁体内预埋无缝钢管也变为每片梁 48 根。0# 块安装精度要求极高，梁体预埋无缝钢管精度就更高，施工时采用先在钢板上放样设孔，制作钢板套模，将无缝钢管放入钢板套模内，无缝钢管采用钢筋定位骨架固定于箱梁模板上，并保证砼施工时钢管不产生移位变形。预埋钢管的尺寸允许误差为 $\pm 5\text{mm}$ ，垂直度允许误差为 $\pm 10\text{mm}$ 。若梁体钢筋及体内、体外预应力管道与无缝钢管位置发生冲突时，无缝钢管在梁体内相对尺

寸不可挪位，可通过移动其他物体位置来调整，因为下部构造是严格按变更后（48 根/片）图纸施工的，只有上、下部同时按一个标准施工才能保证 0#块顺利就位，另外也可以与下部施工单位一起把已施工完的墩的纵、横轴线弹出，量出每个墩预埋钢管相对于纵、横轴线的尺寸，按此尺寸指导箱梁预埋无缝钢管的施工。

3.3.8.4 横隔墙预留天窗

因墩顶砟采用现浇，为保证现浇时砟能顺利灌注，在墩顶梁段施工时，顶板上设 2 个 $50 \times 50\text{cm}$ 天窗，天窗相对梁段顶板的平面位置因梁段类型不同而不同。全桥共需预留天窗孔 60 个，天窗四周砟进行凿毛，待横隔墙砟施工后将其封闭。

3.3.8.5 合拢定位骨架预留孔

合拢定位骨架预留孔位于每个 T 构合拢块及其相邻两侧梁段上，第一联左右幅共 12 个合拢块，第二联左右幅共 14 个合拢块。预留孔时每片梁顶板 8 个，底板 8 个，全桥 $268 \times 3 = 624$ 个，施工时预埋直径为 $\Phi 50$ PVC 管。合拢定位骨架预留孔的精度要求较高，若误差较大，合拢时定位骨架无法安装就位，具体平面尺寸参照合拢定位骨架图施工，尺寸允许误差为 $\pm 10\text{mm}$ 。

3.3.8.6 D10 通气孔

通气孔位于梁段底板上，每片梁 2 个，分布规律为自各跨起点往香港地区方向的第四片梁段至各跨终点往深圳方向的第四片梁段上，具体布置为以每片箱梁的纵、横轴线交点为中心，沿箱梁横轴线往左、右各 1 米各安放一根 $\Phi 10$ PVC 管，PVC 管埋设于底板钢筋中，并固定好即可，第

一联左、右幅共 216 个，第二联左、右幅共 244 个。

3.3.8.7 D15 排水孔

排水孔位于梁段底板上，每片梁 4 个，分布规律为墩顶两侧的（深圳侧、香港地区侧）梁段底板上，具体布置为以每片箱梁纵、横轴线交点为中心，沿箱梁横轴线往左、右每 50cm 一个孔，左、右各安放 2 根 $\phi 15$ PVC 管，PVC 管埋设于底板钢筋中，并固定好即可。第一联左、右幅共 96 个排水孔，第二联左、右幅共 112 个排水孔。

3.3.8.8 D28 泄水管预留孔

泄水管预留孔位于梁段底板上，每片梁上 1 个，分布规律为：第一联泄水管预留孔分布在墩顶梁段往深圳方向的第一个梁段上。第一联左右幅共 12 个。第二联泄水管预留孔分布在墩顶梁段往香港地区方向的第一个梁段上（引 13[#]墩不设），第二联左、右幅共 14 个。泄水管预留孔的具体布置为自每片箱梁的纵轴线往左（右）侧量 150cm，定出一条线，然后自箱梁的深圳侧为起点往香港地区方向量 120cm 定出一条线，两条线的交点为泄水孔的中心，埋设方法同 D15 排水孔。

3.3.8.9 泄水槽预留孔

泄水槽预留孔位于箱梁左（右）侧边缘的中心上，泄水槽的尺寸为：宽 68.5cm，长 70cm，施工时在梁体内制作方形木盒来形成泄水槽。泄水槽与梁翼板中的 D16 泄水管预留孔相连，第一联左右幅共 84 个，第二联左右幅共 96 个。

3.3.8.10 D16 泄水管预留孔

泄水管预留孔与泄水槽预留孔呈一一对应布置关系，即有泄水槽预

留孔的梁段就有 D16 泄水管预留孔，D16 泄水管预留孔位于梁段翼板之中，施工时需在梁顶板钢筋内预留 $\phi 16$ PVC 管。PVC 管与泄水槽木盒接头处在木盒的木板上设孔，PVC 管伸入木盒内，为防止砼振捣时将 PVC 管破裂及 PVC 管在砼中上浮，可在 PVC 管内填细砂，两端用麻絮塞紧。

3.3.8.11 D5 灯柱管线预留孔

灯柱管线预留孔位于箱梁左（右）侧翼板之中，灯柱管线预留孔沿线路方向每 10 块梁段设一个，第一联左、右幅共 24 个，第二联左、右幅共 28 个，为防止砼振捣时将 PVC 管破裂及 PVC 管在砼中上浮，在 PVC 管内填细砂，两端用麻絮塞紧。

3.3.8.12 转向块上 $\phi 50$ 接缝处拉杆预留孔

设转向块梁段的接缝拉杆是通过在转向块下部设预留孔来实现的，每片梁 8 个孔、因不同类型梁段上的钢锚件有所不同（指 2 号构件），施工时结合梁段接缝处拉杆布置及构造图中详细尺寸在转向块下部进行预埋 $\phi 50$ PVC 管。由于不同梁段的腹板、底板厚度不同，为保证拉杆顺利穿过，在预埋相邻梁段的锚座预留孔时应进行拉杆试穿。为防止 PVC 管破裂及移位可采取同 D16 泄水管预留孔相似的填细砂的方法，但此孔预埋的精度要求较高，误差为 $\pm 1\text{cm}$ 。全桥共 13 跨，每跨 4 个设转向块梁段，左、右幅共 104 个设转向块梁段，每个梁段 8 个孔，共 832 个预留孔。

3.3.8.13 横隔墙上 $\phi 50$ 接缝拉杆预留孔

设横隔墙梁段上的接缝拉杆是通过在横隔墙的上部及下部设预留孔来实现的，横隔墙的砼采用现浇，梁体拼装就位后，预埋管（ $\phi 50$ PVC

管)同横隔墙的钢筋一道拌入梁体,注意事项同转向块上设 $\phi 50$ 接缝拉杆相同,不再叙述,全桥共30块设横隔墙的梁段,每个梁段预埋16根,共需预埋 $\phi 50$ PVC管480根。

3.4 混凝土施工工艺

3.4.1 原材料要求

1. 钢材质量要求

所有用于梁段预制生产的钢材应有出厂合格证或试验报告单及本厂复验合格报告单;钢筋检验应符合有关标准规定,包括延伸、拉力、强度、弯曲、单位质量等指标。

(1)普通钢筋采用II级钢筋,其技术标准应符合国家标准GB13013-91和GB1499-91规定;并符合本项目规范的有关要求。精轧螺纹粗钢筋采用直径为32mm的JL930钢筋,屈服强度为930Mpa,抗拉强度为1080Mpa。钢材采用符合国家标准的Q235B钢。

(2)钢筋外观要求无裂纹、结疤、折叠、皱皮、气孔、锈蚀、无弯曲及油污等。钢筋进厂时,应有生产厂家提供的质量保证书(或检验合格证),否则不得使用。

(3)进场钢筋应具有厂方的质量保证书及自检报告,进场后,试验室应按《公路桥涵施工技术规范》(JTJ041-2000)附录G.4所规定的要求对钢筋分批进行抽样复查试验,复查时如果其中有一根一项指标不合格,则应加倍取样试验,如仍有一根一项指标不合格,则该批钢筋不能使用,并及时清退出场。

2. 水泥: □采用不低于425号的硅酸盐水泥,其技术要求应符合交

交通部标准《海港工程混凝土结构防腐技术规程》(JTJ 275-2000) 的规定。

3. 粗骨料应为干净坚硬的碎石, 粒径 5--25mm, 符合交通部标准《海港工程混凝土结构防腐技术规程》(JTJ 275-2000) 标准要求。

4. 细骨料应为天然砂, 性能指标应符合交通部标准《海港工程混凝土结构防腐技术规程》(JTJ 275-2000) 标准要求。

5. 水: 用于混凝土拌合和养护用水应取自干净的自来水源, 应符合交通部标准《海港工程混凝土结构防腐技术规程》(JTJ 275-2000) 标准有关规定的要求。

6. 掺和料: 其技术标准应符合交通部标准《海港工程混凝土结构防腐技术规程》(JTJ 275-2000) 标准有关规定的要求。

7. 外加剂: 其技术标准应符合交通部标准《海港工程混凝土结构防腐技术规程》(JTJ 275-2000) 标准有关规定的要求。

3.4.2 梁体混凝土配合比设计

1. 材料

(1) 水泥

采用广西柳州水泥厂生产的鱼峰牌 P.II 42.5 硅酸盐水泥。

(2) 细骨料

使用广东肇庆西江中砂, 细度模数为 2.72, 其它指标符合配制要求。

(3) 粗骨料

使用广东新会龙口山 5~25mm 碎石, 母岩的抗压强度达到了 100Mpa 以上, 其它指标均符合配制要求。

(4) 外掺料

外掺料选用广东番禺**实业公司产的磨细矿渣及四川西昌市铁合金厂生产的硅粉，主要性能指标均满足要求。

(5) 外加剂

采用上海**化学有限公司生产的迈地-100 型高效减水剂，减水率达到 26.3%。

(6) 水

使用自来水

2. 配合比的设计

由于本混凝土为高性能混凝土，故设计采用的是计算—实验法。本工程混凝土的坍落度设计值为 100~140mm。

在配合比的设计过程中，考虑到抗氯离子渗透性的需要，共选定了两个配合比,其中一个为单掺磨细矿渣粉的，磨细矿渣粉的掺量为水泥用量的 32%；另一个为掺加矿渣及硅粉，矿渣掺量为水泥用量的 31%，硅粉掺量为水泥用量的 4.2%。外加剂即减水剂的掺量均为水泥用量的 0.7%。

该两个配合比的各性能参数见下表：

配合比一：

	水泥	矿渣	砂子	碎石	水	外加剂
每 m ³ 材料用量 (kg)	372	115	555	1210	162	2.604
砼配合比	1	0.309	1.492	3.253	0.435	0.007
水胶比	0.333					
坍落度	115 mm		和易性		良好	

抗压强度	7 天	62.2Mpa	28 天	73.6Mpa
混凝土 28 天抗氯离子渗透性			998 库仑	

配合比二：

	水泥	矿渣	硅粉	砂子	碎石	水	外加剂
每 m ³ 材料用量 (kg)	360	115	15	555	1210	162	2.52
砼配合比	1	0.042	0.0319	1.542	3.36	0.45	0.007
水胶比	0.331						
坍落度	100 mm		和易性		良好		
抗压强度	7 天	59.3Mpa			28 天	82.3Mpa	
混凝土 28 天抗氯离子渗透性					767 库仑		

3.4.3 混凝土的搅拌与运输

3.4.3.1 混凝土的搅拌

(1) 拌合设备

混凝土的拌合设备及投料计量装置，应保持良好工作状态，所用的投料计量装置应请地方计量部门定期检验。

梁场制梁砼拌合设备选用南方机械厂制造的 75m³/h 混凝土搅拌站，其技术性能见表 1

为满足制梁工程施工需要，配置独立的拌合设备，经过计量检定，并保持良好的工作状态。

(2) 材料的称量精度

为确保材料的称量精度符合要求，及时发现计量装置故障，避免工程事故，应采取随机抽查方式，对砼搅拌过程中的各项配料计量称重进

行检查。即用某盘砣计量显示窗读数值与施工配合比计算值核对，并满足表 2 规定的计量偏差要求。

表 1 搅拌机技术性能

进料容量 (L)		800
出料容量 (L)		500
生产率 (m^3/h)		25~30
最大粒径 (卵石/碎石) (mm)		80/60
搅拌叶片	转速 (r/min)	35
	数量	2×7
搅拌电动机	型号	Y180M—4
	功率 (kw)	18.5
卷扬电动机	型号	YEZ1325—4—B5
	功率 (kw)	7.5
水泵	型号	50DWB20—8A
	功率 (kw)	0.75
料斗提升速度 (r/min)		18
外形尺寸		长×宽×高
	运输状态 (mm)	3200×3010×2742
整机质量 (kg)		4000

表 2 每盘砣材料的称量允许偏差

材料名称	允许偏差 (%)
水泥	±1
粗、细骨料	±2
水、外加剂	±1

同时为保证计量不受骨料含水率变化的影响，每次灌筑砣，应进行骨料含水率测定。雨天施工应增加测定次数。根据测定或计算数值调整计量设置。

(3) 减水剂的配制

本工程所用减水剂为粉剂，应在使用前一天配制成溶液（每 1 公斤减水剂加水兑成 5 公斤的溶液），在使用时应不停地搅拌，不能有沉淀，

且用比重计测量溶液比重进行复核，当比重测定为 1.08 时为符合要求，否则应查找原因并重新勾兑其浓度。

(4) 搅拌要求

① 搅拌混凝土前，加水空转数分钟，将积水倒净，使拌筒充分润湿。搅拌第一盘时，考虑到筒壁上的砂浆损失，石子用料应按配合比酌减。

② 严格控制水灰比和坍落度，未经试验员同意不得随意加减用水量。③ 每盘砼自全部材料装入搅拌机开始搅拌起，至开始卸料时止，高性能砼搅拌时间控制在 120s~150s。通过充分搅拌，使砼的各组成材料混合均匀，颜色一致。

(5) 坍落度的测试

砼的坍落度是反映砼和易性（流动性、粘聚性、保水性）的一个重要指标，坍落度测试采用坍落筒法进行。其操作方法为：将砼拌合物分三层装入标准圆锥筒中（底径 20cm，上口直径 10cm，高 30cm），经过逐层捣插和最后抹平，垂直提起圆锥筒，则砼在自重作用下，将会向下坍落。量出坍落的 cm 数，即为坍落度。测出坍落度后，应用捣棒轻轻敲击砼锥体侧面，看其是否能保持整体向下坍落而不发生局部的突然崩落，由此来判断粘聚性是否合格。除此之外，还要看砼锥体下方是否有水分析出，由此判断保水性是否良好。综合这两方面的观察和坍落度实测数据即可判定和易性是否合格。

梁体砼在拌合和灌注过程中应随机抽查拌合物的坍落度，开始头 5 盘应逐盘测试，待稳定后每 10 盘抽检一次，以确保砼的和易性满足施

工要求。

施工过程中的坍落度测试，在拌合机旁及龙门吊起吊点处分别测试，以判别坍落度在运输过程中或运输时间段内的损失情况。

(6) 拌合机使用注意事项

① 拌合机操作人员应培训上岗，熟悉拌合机操作要求，能按规定操作。

② 砼灌注完毕后，拌合机及全部容器均应冲刷清洗干净。

3.4.3.2 混凝土的运输

(1) 运输方式

根据梁场制梁台座及搅拌站布置形式，采用以下混凝土运输方式：拌合料按要求拌好后倒入砼运输罐车，通过运输罐车将拌和料运至制梁台位处，再将罐车内砼放入制梁专用吊灰斗内，利用 10T 龙门吊将吊灰斗内砼吊入梁体。

(2) 运输要求

① 混凝土在运输过程中不应发生离析、漏浆、严重泌水及坍落度损失过多等现象。当运至浇注地点发生离析现象时，在浇注前进行二次搅拌，二次搅拌应符合有关规定，但不得再次加水。离析现象严重时，该盘混凝土应废弃，不得用于梁体。

② 运输混凝土的灰斗内壁应平整光滑，不吸水、不漏水，并经常清除粘附的混凝土。必要时，应对运输设备加盖（雨季施工）或保温（冬季施工）。

③ 运输混凝土的道路应平顺。

④ 用吊斗运输混凝土时，吊斗出口到承接面的高度不得大于 2m，吊斗底部的卸料活门应开启方便，并不得漏浆。

⑤ 混凝土运输的允许延续时间不得超过 30min。

3.4.4 混凝土灌注施工

3.4.4.1 灌注前的施工准备

(1) 浇注混凝土前，应对模板尺寸、钢筋、波纹管、预埋件、预留孔及拉杆等加以检查，发现问题及时处理。

(2) 浇注混凝土前将模板内的杂物和钢筋上的油污等清理干净。当模板有缝隙和孔洞时，应予堵塞。

(3) 检查拌和机、龙门吊、装载机等有关机具设备，确认其处于良好工作状态。

(4) 试验室对本次混凝土拌合浇注的配料进行交底（配料单），拌合机操作人员根据配料单调整计量设置。

(5) 检查附着式振动器、控制柜及插入式振动棒是否处于良好状态。

3.4.4.2 灌注工艺

(1) 灌注顺序为先底板后腹板再顶板，水平分层厚度为 30cm。浇筑底板时混凝土从顶板上挂滑槽下料（防止砼流动距离过长而离析）。底板浇筑完成后，两边腹板对称浇筑，最后浇筑顶板。

(2) 浇注梁体砼时应尽量落低灰斗，以减小砼自由倾落高度。为保证砼顺利均匀地从灰斗内流出，可在灰斗侧面安设附着式振动器帮助下料。布灰时使灰斗出料口对准腹板中心部位，打开出料口挡板，开启灰斗振动器，边布灰边移动龙门吊，均匀布料。避免将灰斗内砼集中倒在

一个部位，从而出现振捣不实或蜂窝现象。当施工过程中出现此类现象时，应用插入式振动棒辅以捣固铲等工具使堆积的砼向两侧流淌，同时用捣固棒振实该处砼直至不再下沉为止。

(3) 梁体砼应连续灌注一次成型，各层及分段砼不得间断，并应在前层或前段砼初凝之前，将次层或次段砼浇注完毕。如必须间歇，其间隔时间在气候干燥、气温较高（环境温度大于 30℃）时，不应超过 30min，气温在 10℃左右时，不得超过 90min。

(4) 为及时发现浇注过程中因砼灌入通道堵塞，出现砼大面积断层，导致重大质量事故。为使分段灌注的砼数量较为稳定，布灰人员在每次灌注时应采取基本稳定的布灰工艺，如分段布灰长度、分段浇注高度、同段布灰部位等基本相同。

(5) 灌注箱梁混凝土时，将随时检测、控制混凝土的坍落度，从灌注的初、中、后期随机抽取拌制的混凝土制作试件，每块箱梁的试件组数按业主、监理要求和规范制作。至少有 2 组试件标准养护作评定梁体养护 28 天的强度，3 组试件随梁养护，作为拆模、预施应力等的依据。

(6) 混凝土浇注完毕后应进行预应力筋管道的检查，防止堵塞。必要时进行通孔。

3.4.5 砼振捣工艺

3.4.5.1、振捣器的配备

(1) 附着式振动器

附着式振动器的配备应综合考虑被震物体的重量、所选砼配合比的陷度、模板结构及连接方式等，并结合施工具体情况，选择性能指标满

足要求的振动器。一般情况下侧模振动力应为 10kN/m，最低应不小于 5kN/m，也可通过下式计算得出每延米需要的振动力：

$$\text{底侧总重震动力： } P=2.3 \Sigma Q/L+1 \text{ (kn/m)}$$

式中：P-震动力 (kn/m)；

ΣQ —被震物体重量 (kN)

L—砣坍落度 (cm)

我场采用性能优于普通附着式振动器，型号为 GZF150-150 高频振动器，与 DBP 系列电源配套使用。振动器及配套电源主要技术参数见表 1。

(2) 插入式振动棒

采用型号为 HZ-50 型插入式振动棒，其主要技术参数见表 4。HZ-50 型插入式振动棒配置 4 台（1 台备用），2 台用于梁体，1 台用于桥面。

表 1 GEF150-150 高频振动器主要技术参数

型号	外型尺寸 (mm)	电源 (PH/HZ/V)	功率 (kw)	振频 (HZ)	振幅 (mm)	振力 (KN)	重量 (kg)
GZ150/ 150	Φ170× L245	3/150/250	1.5	150	0.8	12	20

表 2 配套电源主要技术参数

型号	输入 (Ph/HZ/V)	输出 (Ph/HZ/V)	功率 (kw)	重量 (kg)	外形尺寸 宽×高×厚 (mm)
DBP150-2 5.6kVA	3/50/380	3/150/250	18.5	63	680×800×500

表 3 附着式振动器及配套电源配置表

配套电源型号	功率 (kw)	振动器型号	功率 (kw)	每套电源可带振动器台数
DBP150-25.6KVA	18.5	GZF150/150	1.5	8

表 4 振动棒技术参数

振动棒	直径 (mm)	50
	长度 (mm)	500
	振动力 (N)	5800
	频率 (次/min)	14000
	振幅 (mm)	2.4
软轴软管	软轴直径 (mm)	12
	软管长度 (m)	4
	软管直径 (mm)	42
电动机	功率 (kw)	1.1
	转速 (r/min)	2800
总重 (kg)		32.5

3.4.5.2 附着式振动器的布置

根据梁段的长度每布设附着式振动器，布设在梁体腹板位置，间距不宜超过 2m（振动作用半径），梁体左右两侧错开呈梅花型布置。

3.4.5.3 振捣工艺

采用插入式振捣和附着式振动相结合的施工工艺。因设计配合比时考虑到不设底振的坍落度要求，因此不再增设底振。腹板砼以插入式振捣为主，辅以附着式振动。

(1)侧震工艺

① 浇注腹板砼时，因 GZF150/150 型高频附着式振动器是整体开启，因此应待浇段砼层厚达到一定值时（不得超过 50cm，即 4m 长灌段以 3

斗灰为限)再开启侧震,严禁空载振动。

② 侧震延续时间,由现场负责灌注人员掌握并统一指挥。待浇注的砼不再下沉,表面泛浆并无大量气泡溢出时停止振动。原则上下部先浇注的砼振动时间不得过长,以免其受上部浇注层混凝土余振的影响发生离析现象。随着浇注层高度增加,振动时间应适当延续。

③ 在安装附着式振动器时,应拧紧锁紧螺母,不松动,否则起振后电机将超负荷工作,导致电机烧坏。

④ 振动器在搬运和操作时应注意轻放,防止敲击损坏。

(2) 插入振捣工艺

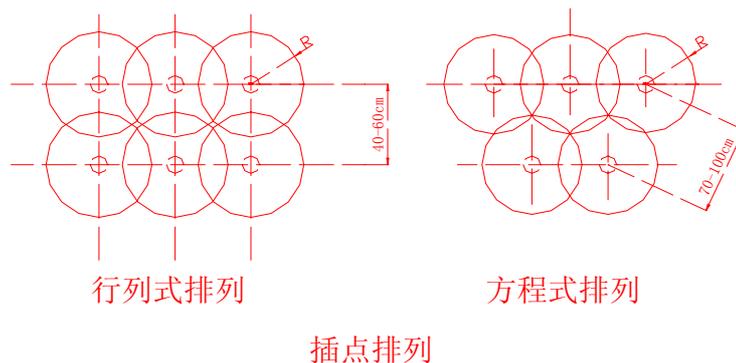
① 振动器的振捣方法有两种,一种是垂直振捣,即振动棒与砼表面垂直;一种是斜向振捣,即振动棒与砼表面成一定角度,约 $40^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 。

② 振动器的操作,应做到“快插慢拔”。快插是为了防止先将表面砼振实而与下面砼发生分层、离析现象;慢拔是为了使混凝土能填满振动棒抽出时所造成的空洞。在振捣过程中,应将振动棒上下略为抽动,以使上下振捣均匀。

③ 振捣棒的振捣层厚不应超过振动棒长的 1.25 倍(60cm)。在振捣上一层时,应插入下层中 5cm 左右,以消除两层之间的接缝,同时在振捣上层砼时,要在下层砼初凝前进行。

④ 每一插点应掌握好振捣时间,过短不易捣实,过长砼产生离析现象。一般每点振捣时间为 20~30s,但应以砼表面呈水平不再显著下沉,不再出现气泡,表面泛出灰浆为准。

⑤ 振捣器插点应均匀排列。振捣腹板砼时，每次移动位置的距离，应不大于振动棒作用半径的 1.5 倍（40~60cm），根据桥面上层钢筋间距来控制插棒距离。振捣桥面板砼时，振动棒插点采用“行列式”或“交错式”的次序移动，不应混用，以免造成混乱而发生漏振。



R-振动棒作用半径（30~40cm）

⑥ 振动器使用时，不得紧靠模板振动，且应尽量避免碰撞钢筋及预埋件等。

3.4.5.4 动器故障及其产生原因和排除方法（见表 4）

表 4 振动器故障及其产生原因和排除方法

故障现象	故障原因	排除方法
电动机定子过热， 机体温度过高 (超过额定温度)	1、工作时间过久； 2、定子受潮，绝缘程度降低； 3、负荷过大； 4、电源电压过大，过低，时常变动及三相不平衡； 5、导线绝缘不良，电流流入地中； 6、线成路接头不紧。	1、停止作业，让其冷却； 2、应立即干燥； 3、检查原因，调整负荷； 4、用电压表测定，并进行调整； 5、用绝缘布缠好损坏处； 6、重新接紧接头。
电动机有强烈的钝音，同时发生转速降低、振动力减小	1、定子磁铁松动； 2、一相保险丝断开或内部断裂	
电动机线圈烧坏	1、定子过热； 2、绝缘严重受潮；	必须部分或全部重绕定子线圈

故障现象	故障原因	排除方法
	3、相间短路，内部混线或接线错误。	
电动机或把手有电	1、导线绝缘不良漏电，尤其在开关盒接头处； 2、定子的一相绝缘破坏。	1、用绝缘胶布包好破裂处。 2、应检修绕圈
开关冒火花，开关保险丝易断	1、线间短路或漏电； 2、绝缘受潮，电源强度降低； 3、负荷过大。	1、检查修理； 2、进行干燥； 3、调整负荷。
电动机滚动轴承损坏，转子、定子相互摩擦	1、轴承缺油或油质不好； 2、轴承磨损而致损失	更换滚动轴承
振动棒不振	1、电动机转向反向； 2、单向离合器部分机体损坏； 3、软轴和机体振动子之间接头处没接合好； 4、钢丝软轴扭断。	1、需改变接线（交换注意两相）； 2、检查单向离合器，必要时加以修理或更换零件； 3、将接头连接好； 4、重新用锡焊焊接或更换软轴。
振动棒振动有困难	1、电动机的电压与电源电压不符； 2、振动棒外壳磨坏、漏入灰浆； 3、振动棒顶盖未拧紧或磨坏而漏入灰浆，使滚动轴承损坏； 4、滚子与滚通间有油污； 5、软管衬簧和钢丝软轴之间磨擦太大。	1、调整电源电压； 2、更换振动棒外壳，清洗滚动轴承并加注润滑油。 3、清洗或更换滚动轴承，更换或拧紧顶盖； 4、清洗油污，必要时更换油封。 5、修理钢丝软轴并使软轴与软管衬簧的长短相适应。
胶皮套管破裂	1、弯曲半径过小； 2、用力斜推振动棒或使用时间过久。	割去一段，重新连接或更换新的软管。

3.4.6 梁体砼试件的制作

3.4.6.1 梁体砼试件的制作

在灌注砼过程中，随机选取砼制作试件。拆模、张拉试件应与梁同样条件振动成型，并随梁养护。28 天标准试件按标准养护办理。

(1) 试件组数及用途

表 1 梁体试件用途

(2) 试件的制作及养护

砼试件的制作及养护应按现行《普通砼力学性能试验方法》的有关规定执行。并符合以下要求：

① 砼力学性能（强度）试验应以 3 个试件为一组。每组试件所用

编号	试件用途	所需组数	养护方式	备注
一、	强度试件	6 组	/	/
1	拆除侧模	1 组	随梁	/
2	28 天强度评定	4 组	标养	/
3	备用试件	1 组	标养	/
二、	弹模试件	1 组	/	/
1	28 天弹模试验	1 组	标养	每孔梁作 1 组

的拌合物根据不同要求从同一盘搅拌或同一车运送的砼中取样制作。

② 用于检查梁体混凝土质量的随梁试件，应在混凝土的浇注地点随机取样制作，试验成型方法与实际施工采用的方法相同。用于确定砼特征值、标号或进行材料性能研究的标养试件，根据制备的组数及砼浇注的总盘数平均分为几个施工段，每一施工段制作试件一组。标养试件成型用振动台振实。

③ 确定砼特征值，标号或进行材料性能研究的试件采用标准养护，梁体混凝土质量的试件应采用与梁体同条件养护。

(3) 抗压强度及静力受压弹性模量试验。

按《普通砼力学性能试验方法》的有关规定执行。

3.4.7 梁体砼养护

为保证已浇注的混凝土在规定龄期内达到设计强度，并防止产生收缩裂缝，必须做好养护工作。梁场平均气温不低于+5度，所以主要采用自然养护。

自然养护分为覆盖养护、塑料薄膜养护等多种方法。我场自然养护采用覆盖浇水的方法，利用平均气温高于+5℃的自然条件下，用适当的材料对砼表面加以覆盖并浇水，使砼在一定的时间内保持水泥水化作用所需要的适当温度和湿度条件，并按以下规定执行：

1. 混凝土灌注完毕，立即将梁体用篷布覆盖。在混凝土达到初凝后进行洒水养护，在混凝土获得正常硬化程度之前经常维持一定的湿润状态。

2. 洒水次数以能使混凝土表面保持充分潮湿为宜，浇水养护时间具体见表 1：

表 1 浇水养护时间

环境相对湿度	小于 60%	60%~90%	大于 90%
浇水天数	14	7	可不浇水养护

3. 砼养护过程中，如发现遮盖不好，浇水不足，以致表面泛白或出现干缩细小裂纹时，应立即仔细遮盖，加强养护工作，充分浇水，并延长浇水日期，加以补救。

4. 拆模后，对混凝土表面应继续浇水养护。当气温 $\geq 15^{\circ}\text{C}$ 时，在最初 3 天，白天应每隔 2 小时浇 1 次。3 天后，白天浇水次数不应少于 4

次。在比较干燥的气候条件下浇水次数应增加。当环境温度低于 $+5^{\circ}\text{C}$ 时不得对混凝土浇水养护（按冬季施工有关规定办理），但应防止混凝土内水份蒸发。

特殊情况下采用蒸汽养生时，应事先进行试验确认，并取得监理工程师的批准，蒸汽养护在梁体混凝土灌注、抹面完成后即可进行，整个养护期间应采用棚布进行覆盖，以免蒸汽泄漏。蒸汽养护分静停、升温、恒温、降温共四个阶段。

a.静停时间一般为 4-6h，静停时间从混凝土灌注完成后开始计算。

b.静停完后方可通入蒸汽进行升温，升温速度不得大于 $10^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ，当温度达到 $50-55^{\circ}\text{C}$ 时，结束升温阶段，进入恒温阶段。

c.恒温温度应控制在 $50-55^{\circ}\text{C}$ 以内，当混凝土的强度达到设计脱模强度后，结束恒温阶段，进入降温阶段。

d.降温时的降温速度不得大于 $10^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ，当混凝土表面温度与环境温度之差小于 15°C 时，方可揭开棚布进行降温。

在养护过程中，自通气以后，应每小时测温一次，并作好记录。若温度出现异常，应及时通过调节送汽阀门来控制蒸汽量，直至温度控制在规定范围。温度计不得过少，一般不少于 6 只，且应在梁的两边均匀布置。

混凝土试件应随梁养护，降温前应取出两个试件进行试压，如试件强度未达到设计强度要求，则应进行延时养护，直至达到规定强度为止。

3.5 箱梁横向束预应力束施工工艺

3.5.1 预应力钢绞线的检验

梁体横向预应力筋全部采用 1×7 标准型公称直径 15.24mm, 强度级别 1860Mpa, 低松弛钢绞线 (II 级松弛)。进场钢绞线应有质量证明书。

(1) 尺寸、外形、重量及允许偏差

① 允许偏差(见表 1)

表 1 钢绞线尺寸及允许偏差

钢绞线结构	公称直径 mm	直径允许偏差 mm	钢绞线公称截面积 mm ²	钢绞线公称截面积 mm ²	中心线钢丝直径加大范围不小于, %
1×7 标准型	15.24	+0.40 -0.20	140	1101	2.5

注: 表中所列的每 1000m 长度的理论重量仅供参考, 计算钢绞线理论重量时钢的密度为 7.85kg/cm³。

② 每盘钢绞线应由一整根组成, 如无特殊要求, 每盘钢绞线的长度不小于 200m。

③ 成卷交货的钢绞线尺寸为: 内径 $800 \pm 60\text{mm}$ 或 $950 \pm 60\text{mm}$, 卷宽 $750 \pm 50\text{mm}$ 或 $600 \pm 50\text{mm}$, 成盘交货的钢绞线其盘的内径不应小于 1000mm。

④ 标记: 公称直径为 15.24mm, 强度级别为 1860Mpa, II 级松弛的七根钢丝捻制的标准型钢绞线标记为:

预应力钢绞线 1×7 标准型-15.24-1860。

(2) 技术要求

① 力学性能

A. 钢绞线的力学性能应符合表 2 规定。

表 2 1×7 结构钢绞线力学性能

钢绞线结构	钢绞线公称直径(mm)	抗拉强度(Mpa)	整根钢绞线的最大力(KN)	屈服负荷(KN)	最大总伸长率(L≥500mm)%	应力松弛性能	
						初始负荷相当于公称最大力的百分数(%)	1000h后应力松弛率r/% 不大于
			不小于			70	8.0
1×7	15.20	1860	259	220	3.5	80	12

注：A.规定非比例延伸力值不小于整根钢绞线公称最大力的 90%。

B.供方提供相同规格相同强度级别的同类产品的松弛性能。

C.弹性模量取为 (195±10) Gpa。

② 表面质量

A.成品钢绞线的表面质量不得带有润滑剂、油渍等降低钢绞线与混凝土粘结力的物质。钢绞线表面允许有轻微的浮锈，但不得有锈蚀成目视可见的麻坑。

B. II级松弛钢绞线的伸直性：取弦长为 1m 的 II级松弛钢绞线，其弦与弧的最大自然矢高不大于 25mm。

(3) 试验方法

① 拉伸试验

A.最大负荷：单根钢绞线的最大负荷试验按 GB/T5224-1995 和美国 ASTM A416-98 的规定执行，用公称截面积计算强度级别。

B.伸长率

a.测定钢绞线伸长率时，1×7 结构钢绞线的标距不小于 500mm。

b.在测定总伸长为 1%时的负荷，卸下引伸计，标明试验机上、下工作台之间的距离 L_1 ，然后继续加荷直到钢绞线的一根或几根钢丝破坏，此时标明上、下工作台的最终距离 L_2 ， L_2-L_1 的值与 L_1 比值的百分数，

加上引伸计测得的 1.0%即钢绞线伸长率。如果任何一根钢丝破坏之前，钢绞线的伸长率达到所规定的要求，此时可以不继续测定最后伸长率的值。如因夹具原因产生剪切断裂，所得最大负荷及延伸未满足标准要求，试验是无效的。

② 屈服试验

屈服试验见 GB/T5224-95 标准中的附录 A 和美国 ASTM A416-98 要求。

③ 松弛试验

松弛试验见 GB/T5224-95 标准附录 B 和美国 ASTM A416-98 要求。

④ 尺寸测量

用精度为 0.02mm 卡尺测量钢绞线的尺寸和捻距。1×7 钢绞线的直径测量应以横穿直径方向的相对两根外层钢丝为准，并在同一截面不同方向上测量两次。

⑤ 表面质量

表面质量用肉眼检查。

(4) 检验规则

① 组批规则

每批钢绞线用由同一牌号、同一规格、同一交货状态的钢绞线组成，并不得大于 10t。

② 检查和验收

从每批钢绞线中任选 3 盘，进行表面质量、直径偏差、捻距和力学性能试验。如每批少于 3 盘，则应逐盘进行上述检验。

③复验与判定规则

从每盘所选的钢绞线端部正常部位截取一根试样进行上述试验。试验结果，如有一项不合格时不合格盘报废。再从未试验过的钢绞线中取双倍数量的试样进行该不合格项的复验。如果仍有一项不合格，则该批判为不合格品。

④ 松弛性能及屈服强度由厂方提供试验报告，每季应抽验一次，每次不少于一根。

(5) 包装标志与质量证明书

① 每盘钢绞线应捆扎结实，捆扎不少于六道。

② 可要求供方加防潮纸、麻布等补充包装。

③ 每盘钢绞线上应挂有金属标牌，其上注明：供方名称、商标和标记；长度、净重及出厂编号。

④ 每批钢绞线应附有质量证明书，其中应注明：供方名称和商标；需方名称；合同号；产品标记；质量及件数；试验结果；技术监督部门印证；执行的标准编号；检验出厂日期。

3.5.2 张拉设备的规格、性能及使用要求

3.5.2.1 张拉设备的规格及性能

(1) 千斤顶

我场采用开封市中环机械厂生产的 YDC2000KN 型千斤顶，其主要技术性能如下：

序号	项目	规格
1	额定张拉力	2000KN
2	张拉缸活塞面积	39584mm ²
3	张拉行程	200mm

4	额定油压	52MPa
5	回程油压	≤15 MPa
6	穿心孔直径	Φ 126mm
7	外形尺寸	φ 322×470mm
8	重量	170kg

(2) 张拉油泵

张拉油泵及油压表应与千斤顶配套使用。我场选用 ZB2×2150 型电动油泵，其主要技术性能见下表：

表 1 电动油泵技术参数

柱塞	直径	mm	10	电动机	型号	Y100L2-4	
	行程	mm	6.8		功率	KW	3.0
	个数	Z	2×3		转数	r/min	1430
油泵转数		r/min	3.2	出油嘴数		Z	2
理论排油量		ml/r	3.2	用油种类		10号或20号机械油	
额定油压		Mpa	50	质量		kg	120
额定排量		l/min	2×2	油箱容量		l	42
				外型(长×宽×高)		mm	745×494×1052

(3) 油压表

选用精度为 0.4 级的油压表，表盘直径为 150mm，最大量程为 60Mpa。

油压表的选用应符合以下要求：

- ① 油压表表盘直径应大于 150mm，读数分格应不大于 0.5Mpa。
- ② 油压表应为防震型。
- ③ 油压表的最大读数应为油压表最大能力的 40~70%，以保证

油压表能较长时间使用和工作的准确性。

3.5.2.2 张拉设备的使用要求

(1) 张拉千斤顶

张拉千斤顶除应遵守一般预应力操作工艺有关规定外，还应注意以下问题：

① 为了消除油缸活塞运行中出现的爬行（突进），在试机过程中采用排气螺钉排气。

② 为了保证预应力值的精确性，应定期对张拉设备液压系统各组成部分（千斤顶、油泵、控制阀管路、压力表等）进行检查和校正。

③ 在下列几种情况下，亦应校正千斤顶：

A.千斤顶发生故障修理后。

B.调换压力表后。

C.预应力筋突然断裂。

D.仪表受到碰撞或其他失灵现象。

④ 千斤顶油泵用油，应采用优质矿物油，油内不含水份、酸及其他混合物，在常温下不分解变稠。冬天用 20 号机油，夏天用 30 号机油，亦可用其它液压用油如 2 号或 3 号锭子油、变压器油等。通常油液使用半年或 500 工时后，应更换新油。

(2) 油泵

① 电源接线应加接地线，并随时检查各处绝缘情况，以免触电。

② 油管与接头要按规格制造并随时检查，以免发生爆裂事故。油泵带压工作时不得拆卸接头、管路及压力表。

③ 压力表应定期校验，以防失灵而造成事故。

④ 开车前应先打开控制阀（空载起动），使用前检查安全阀调整压力是否适当，并保证其灵敏可靠。

⑤ 电机转向不限，可以正、反转交替使用。

⑥ 装在上体上的 108 轴承应根据情况定期更换优质黄油。

⑦ 油面过低泵内推力轴承露出液面时，注意不得长时间带压工作。⑧ 油箱内的油量，必须满足油泵使用说明书的规定，一般应多于油箱容量的 85%，不满足时加以补充。

(3) 其它

① 高压油泵及千斤顶在露天使用时，一般油温在 30~50℃，最高不得超过 60℃。

3.5.3 张拉设备的标定

张拉设备（千斤顶、油泵、油表）应由专人使用和保管，并定期维护和标定（校验）。

3.5.3.1 千斤顶的标定

(1) 张拉前应标定千斤顶，标定期根据设备状态和使用的频繁程度及气温来决定。千斤顶标定有效期不得超过一个月和 200 次张拉作业，应建立卡片备查。

(2) 千斤顶应与已校正过的油表配套编号标定。

(3) 标定前先试压千斤顶，试压三次，确认不漏油能正常工作时方进行标定。试压时使油缸伸出长度等于张拉时常用部位，试压吨位达到最大使用张拉力的 110%，维持 5min，压力降低不超过 3%，即认为千斤顶可正常工作。千斤顶校验应反复进行三次（0°、90°、180° 三个不同方向），取其平均值，算出油压表与对应压力（顶力）的线性回归方程，当代表回归方程与试验数据真实函数间的近似程度的均方误差 ≤ 10 （即回归系数 $\gamma \geq 0.9999$ ）时即认为标定合格，否则应查明原因，重新标定。

(4) 千斤顶的标定可采用压力环校正法，条件允许也可直接在压力机上进行（即压力机校正法）。

① 压力环校正法

在特制的反力架上进行。反力架应具有足够刚度及强度，能够满足标定最大吨位（200t 左右）的使用要求。压力环校正法使用的压力环（应变仪）主要作用是传递压力的数值。因此为保证数值传递的精度，压力环（应变仪）应在标定过的精度等级（I 级）满足要求的压力机上进行标定，测出压力数值与应变之间的函数关系（线性回归方程），方程回归系数 γ 同样应满足 $\gamma \geq 0.9999$ 的要求。

将千斤顶、压力环（应变仪）安装在特制的压力架内，向顶内充油，使千斤顶活塞伸出的长度大致与张拉工作状态时接近。这时如千斤顶加压力环的高度仍低于反力架上顶受力面，可在其间加塞垫板。

标定时，按油压表每 3Mpa 一级充油顶压，同时记录压力环（应变仪）应变读数。标定吨位应是最大使用张拉力的 110%。标定完毕，取三次读数平均值计算出应变与油表读数之间的函数关系式（线性回归方程），当回归系数 $\gamma \geq 0.9999$ 时即可初步判断标定成果合格，否则应重新标定。然后利用压力环（应变仪）标定测得的回归方程式与千斤顶标定得出的回归方程式联解，求得顶压力与油表读数的线性关系式。

(5) 校正系数

① 校正系数可按下式进行计算：

校正系数=	油表压力 (Mpa) × 张拉千斤顶活塞面积 (mm)
	压力环计算压力 (N)

② 按上述方法完成标定工作，用上式计算得出张拉控制应力或接近控制应力时的千斤顶校正系数。如校正系数大于 1.05，则本次标定不合格，应查明原因，重新标定。

3.5.3.2 油表的标定

(1) 使用 0.1 级标准表校验常用 0.4 级表，0.4 级标准表应到有资质的计量部门校验。方法为标准表比较法：在活塞压力计上进行，两端分别接上标准表和被校正的油压，按每 2Mpa 一级逐级升压，分别记录两只表的读数，直到超过最大使用压力为止，依次重复三次取平均值。则校正系数：

$$P = P_{\text{校}} / P_{\text{标}}$$

式中： $P_{\text{校}}$ ——被校正表读数

$P_{\text{标}}$ ——标准表读数

校正系数 K 应在被校正表等级最大允许偏差范围内，并建卡片备查。

注：对于 1.0 级最大量程为 60Mpa 的 ($P_{\text{校}} - P_{\text{标}}$) 应 $\leq 0.6\text{Mpa}$ ，即校正系数 K 取值范围为 0.99~1.01。

(2) 油压表在下列情况下必须重新校正：

- ① 油压表校正有效期超过一周。
- ② 油表使用时超出允许偏差或发生故障。
- ③ 油表在使用时受到剧烈振动、冲击、指针不归零及指针失稳者

3.5.4 钢绞线的下料、编束及安装

3.5.4.1 下料

- (1) 下料场地要求平整、硬化。
- (2) 下料长度：下料长度=预应力筋孔道长度+1×800mm(400mm)(工

作长度)。

(3) 钢绞线放线前, 首先查对该批钢绞线是否经检验, 未经检验或检验不合格的钢绞线不得投入使用。

(4) 下料时将钢绞线放入预先做好的下料槽内, 使钢绞线保持顺直, 然后量取长度用砂轮切断机切割下料, 切断前端头先用扎丝绑扎, 端面切口应焊牢。

(5) 钢绞线下料允许误差: $\pm 3\text{mm}$ (相对误差)。

3.5.4.1 编束及穿束

(1) 编束时每隔 1.5m 用 20 号铁线扎一道, 使编扎成束顺直不扭转。编束后的钢绞线应分类存放, 搬运时支点距离不得大于 3m, 端部悬出长度不得大于 1.5m。

(2) 运输钢绞线时, 每 2~3m 有 1 人持握运输, 两端钢绞线悬出不得超过 0.75m。

(3) 穿预应力钢绞线前, 首先检查孔道, 保持孔道畅通。核对孔位和钢绞线束的编号是否对应, 钢绞线束在梁端的伸出长度应大致相等, 允许偏差为 5cm。

(4) 穿束时, 采用机械配合人工穿束, 穿束顺序为: 由上向下, 由内向外进行, 穿钢绞线时, 用力均匀徐徐穿入。

(5) 砼灌注过程中随时窜动钢绞线, 防止波纹管漏浆产生堵管。

3.5.5 预应力筋张拉

3.5.5.1 张拉方式

伸缩缝处采用两端对称张拉 (N1、N2), 其他部位 (N3) 采用单端

交替张拉。

3.5.5.2 张拉程序

横向钢束设计要求梁体砼强度达到设计强度的 85%即可张拉，需在梁场内进行。设计单根控制张拉力为 19.53 吨，N1、N2 钢束为双端张拉，张拉引伸量参考值为 10.60cm，N3 钢束为单端张拉，张拉引伸量参考值为 10.30cm。张拉采用引伸量和张拉吨位双控

后张法预应力钢材张拉程序：

0→0.15 σ_k (做标记测初始伸长量和夹片外露量) →105% σ_k (持荷 2 分钟，测最终伸长值，计算实际伸长值) → σ_k 锚固 (测回缩量及夹片外露量)。

3.5.5.3 张拉注意事项

- a、当混凝土强度达到设计强度的 85%以上，方可进行预加应力。
- b、有影响承载力的缺陷，应事先修补（修补材料的强度比原设计提高一等级），达到规定强度后，方可预加应力。
- c、钢锚具在使用前，应逐个检验（查），合格后方可使用。
- d、预加应力值以油压表读数为主，以钢绞线伸长值作校核，当实际伸长值与理论伸长值相差±6%以上时，应查明原因，予以处理。
- e、施加应力时，测距员应集中精力，测距准确，司泵人员应严格控制油表读数。
- f、预加应力时，两端油泵应升压平稳，配合默契，有专人统一指挥。
- g、张拉时发现油泵、油压表、千斤顶、锚具等有异常情况时应停止张拉，查找原因。

h、张拉作业区应标示明显的标记，禁止非生产、非工作人员进入张拉区域。

i、张拉时安全阀应调整其规定值后方可开始张拉作业。张拉时梁两端正面不准站人，并应设置防护罩。高压油泵应放在梁的两侧，操作人员应站在预应力钢丝束位置的侧面。

j、操作高压油泵人员应戴防护目镜，防止油管破裂及接头喷油伤眼。

k、油压表应妥善保管（护），严禁雨淋、碰撞等。

3.5.6 钢绞线理论伸长值

钢绞线伸长量 $\Delta L=2(\Delta L_1+\Delta L_2+\Delta L_3)$

$$\Delta L_1 = \sigma_k / E_g \cdot e^{-\mu \theta} \cdot L_1 [(1 - e^{-kx}) / KL_1]$$

$$\Delta L_2 = \sigma_k / E_g \cdot L_2 [(1 - e^{-\mu \theta}) / \mu \theta]$$

$$\Delta L_3 = \sigma_k / E_g \cdot L_3$$

ΔL_1 —梁体直线段孔道一半长度的钢绞线伸长量。

ΔL_2 —梁体曲线孔道一端长度的钢绞线伸长量。

ΔL_3 —孔道出口至张拉顶末端。

σ_k —锚下设计张拉应力。

E_g —钢绞线弹性模量。

L_1 —钢绞线在孔道内直线段长度的一半。

L_2 —钢绞线在孔道内的曲线段长度。

L_3 —钢绞线在孔道出口至张拉顶末端的长度。

e —自然对数底， $e=2.71828$ 。

θ —张拉端钢绞线弯起角之和（弧度）。

μ —钢绞线与孔道壁间的摩阻系数。

x —张拉端至计算截面的孔道长度。

k —孔道对其设计位置的偏差系数。

张拉时取 σ_k 时的钢绞线实际伸长减去 $0.15\sigma_k$ 时的实际伸长，再加上从 0 到 $0.15\sigma_k$ 的理论伸长值,最终与钢绞线理论总伸长值比较，误差在 6% 以内为合格。

3.6 压浆、封端

3.6.1 压浆

3.6.1.1 压浆准备

预应力筋终张拉后，应在 2d 内进行管道压浆工艺施工。压浆有三个作用：保护预应力筋以免锈蚀；使预应力筋与构件混凝土有效地粘结，以控制超载时裂缝的间距与宽度并减轻梁端锚具的负荷状况；增强梁体强度以减少收缩徐变引起的预应力损失。钢绞线张拉后，用砂轮切割机割掉梁端多余钢绞线，并在 2d 内完成管道压浆工作，以确保预应力值准确，防止钢绞线锈蚀。

灌浆前，各孔道用压力水冲刷干净，并保持湿润。先用砂浆将锚具的间隙堵塞严密，砂浆材料：采用 42.5 级普通硅酸盐水泥和过筛细砂（粒径小于 0.3mm），按 1：1.5 的配合比加水拌合成适当的稠度，用小铁铲、细铜丝和手指相互配合，将砂浆塞在锚具间隙。

3.6.1.2 压浆材料

水泥浆设计强度 C30，设计配合比为：1：0.35：0.008（水泥：水：减水剂）。

(1) 水泥

压浆用的水泥应采用强度等级为 42.5 的普通硅酸盐水泥。我场压浆用水泥选用强度等级为 42.5 的柳州水泥厂生产的普通硅酸盐水泥，其各项技术指标与梁体混凝土用水泥相同。

(2) 外加剂

为减小水泥浆的泌水率、收缩率，提高水泥浆和混凝土的早期强度，宜在水泥浆中掺入适量的减水剂，其掺量应由试验室根据压浆工艺对水泥浆的性能指标要求而定。水泥浆中掺加外加剂采用上海**化工有限公司生产的迈地-100 高效减水剂，掺量为水泥重量的 0.8%。

(3) 水

我场采用自来水。

3.6.1.3 管道压浆

(1) 压浆设备

我场压浆设备采用开封市中环机械厂生产的 UB-3 型灰浆泵。其各项技术参数指标见下表:

送浆量	3m ³ /h	出浆管直径	51mm
输送送浆量	3m ³ /h	砂浆稠度	77cm
喷涂送浆量	2-6m ³ /h	电机型号	Y132S1—2
最大垂直输送高度	40m	电机功率	5Kw
最大水平输送高度	150m	减速器型号	BW220—20
最大工作压力	1.5Mpa	减速器输入功率	5Kw
吸浆管直径	64mm	整机质量	250kg
输送管直径	51mm	外型尺寸(长×宽×高)	1035×480×900mm

(2) 压浆工艺

① 灰浆拌合

应先放入水，然后均匀下灰，拌合时间不得小于 1min。然后通过过滤器（网孔格不大于 2.5×2.5mm 的过滤网）置于贮浆桶内，并不断搅，以防止水泥浆泌水沉淀。水泥浆自搅拌至压入管孔的时间间隔不得超过 40min。

② 压浆方法

a. 压浆采用活塞式灰浆泵。压浆前应先将灰浆泵试开一次，运转正常并能达到所需压力时，才能正式开始压浆。压浆时灰浆泵的压力一般应取 0.5~0.7MPa。孔道或输浆管道较长时，压力应稍加大，反之可小些。

b. 压浆前应用压力水冲洗孔道，压力水从一端压入，从另一端排出。

c. 由于本梁横向束长度较短，可采用取一次压浆的方法。

对曲线孔道和竖向孔道，应由最低点的压浆孔压浆，由最高点的排

气孔排气和泌水。

d.压浆应缓慢、均匀地进行。比较集中和邻近的孔道，宜尽先连续压浆时，后压浆的孔道应在压浆前用压力水冲洗通畅。

e.当构件两端的排气孔排出空气—水—稀浆及浓浆时，用木塞塞住，并稍加大压力，稍停一些时间，再从压浆孔拔出喷嘴，立即用木塞塞住。

f.压浆后应即检查压浆的密实情况，如有不实，应及时处理。

g.压浆过程中及压浆后 48h 内，结构混凝土温度不得低于 5℃，否则应采取保温措施。当气温高于 35℃时，压浆宜在夜间进行。

h.水泥浆应按规定制作试块，以检查其强度。

j.压浆中途发生故障、不能连续一次压满时，应立即用压力水冲洗干净，故障处理后再压浆。

(3) 压浆质量控制

① 水泥浆自搅拌至压入管道的间隔时间,不得超过 40min。

② 压入管道的水泥浆应饱满密实.对管道内水泥浆的密实程度应经常进行抽检(如凿开管道检查等)。

③ 孔道压浆每一工作班的水泥试件制 3 组：第 1 组随梁养护；第 2 组为 28d 标养试件，按标准养护办理；第 3 组备用。

④ 水泥浆流动度

采用流动度测定器测定，当水泥浆流动度为 120~170mm 时，满足压浆要求。测定时，先将测定器放在玻璃板上，再把拌好的水泥浆装入测定器内，抹平后双手迅速将测定器垂直地提起，在水泥浆自然流淌 30s 后，量垂直二个方向流淌后直径长度，连续作三次，取其平均值即为流

动度。

⑤ 水泥浆泌水率

在量筒内注入 500mL 水泥浆，经 3h 后的泌水量不得大于 2%。称取水泥 350g (精确到 1g)，并量好 350ml 的水，将 250ml 的水倒在容量为 1l 的量筒内，然后将称好的 350g 水泥约在 1 分钟内倒入量筒内，用金属棒搅拌水泥净浆 4 分钟，然后小心地将水泥净浆倒入容量为 500ml 的量筒中，小心地用余下的 100ml 的水，将粘在搅拌棒、量筒壁和量筒底水泥净浆冲洗到同一量筒中，为了使水泥和水能很好地混合均匀，将盛有水泥净浆的量筒严密地盖紧后，再慢慢地来回返转 10 次，然后将盛有混合好的水泥净浆的量筒放在桌子上，并立即测量水泥净浆的体积，在整个试验过程中，量筒都静置着，试验时的温度是 $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ，水泥与拌合水的温度要一样，静置 3h 后，观测水泥浆的体积，并按下式计算水泥浆的泌水率。

$$P = (a - b) / a \times 100$$

式中：a——水泥净浆的最初体积 (ml)

b——在这一段时间内水泥净浆经淀后的最终体积 (ml)

a-b——表示在这段时间内析出的水量 (ml)

我场压浆用水灰比为 0.35 的水泥浆，掺入水泥重量 1% 的 YF-7 高效减水剂，静停 3h 后泌水率不超过 2%。

3.6.1.4 安全操作

① 工作前，应检查灰浆泵的润滑油是否在油位线之间，排浆口是否清洗干净，电机是否顺时针转动，保险丝是否完好，接头是否严密，管

道是否通畅。发现异常情况时，立即停机，先打开泄浆阀，使压力下降，再排除故障。每班结束前，用清水冲洗管路，直至清洗干净。

② 孔道压浆时，掌握喷浆嘴的人，须戴防护眼镜，穿雨靴、戴水套。胶管与灰浆泵及进口阀连接牢固后，才能开始压浆。堵拧灌浆孔时应站在孔的侧面，以防止灰浆喷出伤人。

3.6.2 封端

3.6.2.1 梁体封端

封端砼强度等级为 C55。封端砼每 2 片梁为一批做 4 组试件，2 组作为吊移梁的依据，2 组作为评定 28 天砼强度用。

3.6.2.2 封端前应对锚穴进行凿毛处理，同时清洗端部及支承板浮浆，外露钢绞线用防水涂料涂刷，以防止预应力筋端部的锈蚀。为了使封端混凝土与梁体混凝土更好的粘结，应在灌注封端混凝土前对梁端混凝土用清水充分湿润。

3.6.2.3 封端钢筋必须与伸出梁端部钢筋联结牢固,封端混凝土振捣应密实，振捣时严禁振动棒直接撞击锚环。

3.6.2.4 当全部预应力筋张拉完毕，并确认合格后，方可切割超长的预应力筋。切割时不得烧伤锚具，切割后预应力筋的外露长度不得小于 30mm。

3.6.2.5 整片梁起吊时，压浆强度不得低于设计强度的 75%，封端混凝土强度不得低于设计强度的 50%。封端混凝土拆除时的强度不得低于 25Mpa。

3.6.2.6 封端混凝土应有良好的养护条件，以减少收缩防止封端混凝土与梁体之间产生裂纹。

4. 吊、移、存梁

4.1 吊梁设备

预制场设 1 台 300t 龙门吊，两台 120t 龙门吊。箱梁张拉后，用龙门吊吊梁行走，移放至存梁场。

4.2 吊移梁步骤

放入吊梁钢丝绳→起吊→吊梁行走→落梁安放

4.3 吊梁

4.3.1 吊梁时应检查钢丝绳有无跳槽和护梁铁瓦有无松动脱落情况。梁体吊高支承面 20~30mm 时，应暂停起吊，对桥梁受力部位和关键处进行观察，确认一切正常后才能继续起吊。

4.3.2 桥梁在起落过程中应保持水平，横向倾斜最大不得超过 2%。龙门吊吊梁行走时，听从运梁班班长的指挥。落梁时，箱梁的前后端下落差不得大于 500mm。

4.4 吊、移、存梁安全操作

4.4.1 吊梁龙门吊、铁扁担，应有专门设计、检算，应满足规范的要求。吊梁钢丝绳安全系数不得小于 6。吊梁滑轮应安装防止跳槽装置，防止钢丝绳跳槽后梁仍继续下落。

4.4.2 落梁时，应注意观察桥梁的情况，防止地基下沉。存梁支墩应具有足够的强度、刚度和承载力。桥梁存放时，支点距离梁端的距离不得大于 0.6m。

5 雨季及夏季施工

5.1 雨季施工

5.1.1 钢筋雨季施工

- (1) 钢筋原材料，成品、半成品应作好贮存工作，避免雨水浸泡、钢筋锈蚀。
- (2) 钢筋下料应与制梁保持同步，不得贮存过多的成品钢筋，以增大防护工作。下好的成品料宜存于钢筋篷内，避免雨淋。当露天存放时，应采取措施进行遮盖。
- (3) 绑扎好的梁体钢筋笼应及早合模，及早灌注梁体混凝土，否则应进行防淋防护。
- (4) 钢筋焊接必须在棚内进行，不得冒雨施工。焊好的钢筋，不得直接遭受雨水冲刷。

5.1.2 模板施工

- (1) 已涂刷隔离剂还未进行合模的模板，不得直接受到雨水冲刷，否则应重新涂刷隔离剂。
- (2) 合完模还未灌注混凝土的模板严禁雨水冲淋，否则应拆除模板，重新涂刷隔离剂。
- (3) 梁体混凝土灌注前，应将模板内积水排除干净，可采用在跨中部位拧松顶丝等方法。

5.1.3 梁体混凝土施工

梁体混凝土的灌注应尽量避免雨天施工。雨天施工时应采取得力措施，保证混凝土的施工质量。

- (1) 雨天施工应增加骨料含水率的测定次数，及时调整施工配合比。
- (2) 混凝土运输过程中应采取措施避免雨水进入运输车斗及布料斗内。
- (3) 模板应用篷布遮盖，边浇注边打开。灌注成型的混凝土应立即遮盖，防

止雨水冲刷。

5.1.4 张拉作业

雨天进行张拉作业时，应采取措施避免油压表、千斤顶、油泵等受潮淋雨。

5.1.5 压浆作业

压浆作业应避开雨天施工。施工时应保证水泥不被雨淋，拌制好的水泥浆容器内不得进入雨水。

5.2 夏季施工

当昼夜平均气温高于 30℃ 时，制梁工程施工应按本节规定执行。

5.2.1 梁体混凝土施工

梁体混凝土夏季施工应按“混凝土工程”一章中有关规定办理。并符合以下规定：

- (1) 混凝土应选用水化热较低的水泥。
- (2) 混凝土应在棚内或气温较低的早晚或夜间拌制。
- (3) 混凝土运输容器应设防晒装置，运输时间尽量缩短。
- (4) 混凝土浇筑速度应加快，入模温度不得高于 30℃。
- (5) 梁体浇筑完毕，应及时覆盖。混凝土初凝后桥面灌水，增加梁体浇水次数。

5.2.2 张拉压浆作业

- (1) 高压油泵及千斤顶，油温一般控制在 30~50℃，最高不得超过 60℃。
- (2) 夏季进行压浆作业时，水泥浆温度不应高于 25℃。
- (3) 其它应符合本细则的有关规定。

6 混凝土质量缺陷和防治

6.1 缺陷分类和产生原因

6.1.1 表面缺陷

(1) 麻面

梁体表面上呈现无数的小凹点，而无钢筋暴露现象。这类缺陷一般是由于模板不严密，捣固时发生漏浆，或振捣不足，气泡未排出，以及捣固后没有很好养护而产生。

(2) 露筋

露筋是钢筋暴露在混凝土外面。产生原因主要是浇筑时垫块移位，钢筋紧贴模板，以致混凝土保护层厚度不够所造成。有时也因保护层的混凝土振捣不密实造成掉角而露筋。

(3) 蜂窝

梁体中形成有蜂窝状的窟窿，骨料间有空隙存在。这种现象主要是由于材料配合比不准确（浆少、石多），或搅拌不匀，造成砂浆与石子分离，或浇筑方法不当，或捣固不足及模板严重漏浆等原因产生。

(4) 孔洞

孔洞是指混凝土结构内存在着空隙，局部的或全部的没有混凝土。这种现象主要由于混凝土捣空，砂浆严重分离，石子成堆，砂子和水泥分离而产生。另外，混凝土受冻及杂物掺入等等，都会形成孔洞事故。

(5) 缝隙及夹层

缝隙和薄夹层可将梁分隔成几个不连接的部分。产生原因主要是温度缝和收缩缝，以及混凝土内有外来杂物而造成的夹层。

(6) 缺棱掉角

缺棱掉角是指直角边上的混凝土局部残损掉落。产生原因主要是：

- ① 拆模操作不当或隔离剂涂刷不匀。
- ② 拆模过早或拆模后保护不好造成棱角损坏。

6.1.2 内在缺陷

(1) 混凝土强度不足

产生混凝土强度不足的原因是多方面的，主要是由于混凝土配合比设计、搅拌、现场浇捣和养护四个方面造成的。

① 配合比设计问题：有时不能及时测定水泥的实际活性，影响了混凝土配合比设计的正确性。另外套用混凝土配合比时选用不当，同时对外加剂掺量不准确，都有可能导导致混凝土强度不足。

② 搅拌问题：任意增加用水量；配合比以重量折合体积比，造成配比称料不准；搅拌时颠倒加料顺序及搅拌时间过短等，造成搅拌不均匀，以上均能导致混凝土强度的降低。

③ 现场浇捣问题：主要是施工中振捣不实及发现混凝土有离析现象时，未能及时采取有效措施处理。

④ 养护问题：主要是不按规定的方法、时间，对混凝土进行妥善的养护，以造成混凝土强度降低。

(2) 保护性能不良

当钢筋混凝土结构的保护层被破坏或混凝土本身的保护性能不良时，钢筋会发生锈蚀，铁锈膨胀引起混凝土的开裂。产生这些情况的原因是钢筋保护层严重不足；或混凝土在施工时形成表面缺陷，在外界条件下使钢筋锈蚀。

其次是在混凝土内掺入了过量的氯盐外掺剂，造成钢筋锈蚀，致使混凝土沿钢筋位置产生裂缝，锈蚀的发展使混凝土剥落而露筋。

6.1.3 混凝土裂缝

混凝土在浇筑后的养护阶段发生体积收缩现象。混凝土收缩分干缩和自缩两种。干缩是混凝土中随着多余水份蒸发，温度降低而产生体积减小的收缩，其收缩量占整个收缩量的很大部分；自收缩是水泥水化作用引起的体积减小，收缩量只有前者的 1/5~1/10，一般可包括在温度收缩内一起考虑。

(1) 干缩裂缝

干缩裂缝为表面性的，宽度多在 0.05~0.2mm 之间。其走向没有规律性。这类裂缝一般在混凝土经一段时间的露天养护后，在表面或侧面出现，并随温度和湿度变化而逐渐发展。干缩裂缝产生的原因主要是混凝土成型后养护不当，表面水分散失过快，造成混凝土内外的不均匀收缩，引起混凝土表面开裂。除此之外，梁体在露天存放，混凝土内外材质不均匀和采用含量大的粉细砂配制混凝土，都容易出现干缩裂缝。

(2) 温度裂缝

温度裂缝多发生在施工期间，裂缝的宽度受温度影响较大，冬季较宽、夏季较窄。裂缝的走向无规律性，深进和贯穿的温度裂缝对混凝土有很大的破坏，这类裂缝的宽度一般在 0.5mm 以下。温度裂缝是由于混凝土内部和表面温度相差较大而引起。深进和贯穿的温度裂缝多由于结构降温过快，内外温差过大，受到外界的约束而出现裂缝。另外，采用蒸汽养护时，混凝土降温控制不严，降温过快，使混凝土表面剧烈降温，而受到肋部或胎模的约束，导致表面或肋部出现裂缝。

6.2 缺陷防治和处理

缺陷的处理应在预应力施加前进行，并不得影响梁体寿命及使用性能。对缺陷严重的混凝土梁，修补完成后组织业主、设计院、监理单位进行验评，合格后方可出场。

6.2.1 表面的修补

(1) 混凝土表面修整等级及标准（见表）。由于不良模板间相互错移而引起的表面高低错开称为突变不平整，由直接测量测定。由模板的凸出或其他原因而引起的不平整称为渐变不平整，由 2m 直尺测定之。

等级	修整类别	修整标准
F1	模板成形的表面，埋置结构	突变不平整，不超过 30mm
F2	模板成形的表面， 一般修整	突变不平整，不超过 6mm 渐变不平整，不超过 10mm
F3	模板成形的表面， 高标准修整	突变不平整，不超过 3mm 渐变不平整，不超过 5mm
U1	不用模板成形的表面， 埋置结构，用刮板修整	突变不平整，不允许 渐变不平整，不超过 12mm
U2	不用模板成形的表面， 一般修整	突变不平整，不允许 渐变不平整，不超过 6mm

表注：1、F1 及 F2 类的表面修整，在拆模后除了对有缺陷混凝土进行修补及填充模板系杆所留孔穴外，无须再处理。仅当达不到最小厚度时，才校正表面凹陷。

2、对于 F3 类，拆模后应修整，使具有均匀纹理及外观，亦即处于相邻模板缝之间表面这修整，要尽一切可能减少表面孔洞。水平及垂直施工缝应正确、平整。在模板接缝所留“突鳍”或类似不平整，应用金刚砂及水磨平。

(2) 除了监理工程师另有批准外，表面修整要求如下：

①预制构件

- | | |
|---------------|------|
| a、用于起组合作用的顶面 | U2* |
| b、直接铺沥青混凝土的顶面 | U2** |
| c、模板成形的非外露面 | F2 |
| d、模板成形的外露面 | F1 |
| e、模板成形的内部空心 | F1 |

②就地浇注混凝土

- | | |
|--------------|----|
| a、模板成形的护栏表面 | F3 |
| b、模板成形的外露面 | F2 |
| c、不用模板成形的外露面 | U2 |
| d、不用模板成形的埋置面 | U1 |

(3) 对数量不多的小蜂窝、麻面、露筋、露石的混凝土表面，主要是保护钢筋和混凝土不受侵蚀，可用 1: 2~1: 2.5 水泥砂浆抹面修正。在抹砂浆前，须用钢丝刷或加压力的水清洗湿润，抹浆初凝后要加强养护工作。

(4) 对于裂缝，应将裂缝附近的混凝土表面凿毛，或沿裂缝方向凿成深为 15~20mm、宽为 100~200mm 的 V 型凹槽，扫净并洒水湿润，先刷水泥净浆一度，然后用 1: 2~1: 2.5 水泥砂浆分 2~3 层涂抹，总厚控制在 10~20mm 左右，并压实抹光。有防水要求时，应用水泥净浆（厚 2mm）和 1: 2.5 水泥砂浆（厚 4~5mm）交替抹压 4~5 层刚性防水层，涂抹 3~4 小时后，进行覆盖，洒水养护。在水泥砂浆中掺入水泥重量 1~3% 的氯化铁防水剂，可起到促凝和提高防水性能的效果。为使砂浆与混

凝土表面结合良好，抹光后的砂浆面应覆盖塑料薄膜，并用支撑模板顶紧加压。当表面裂缝较细，数量不多时，可将裂缝处加以冲洗，用水泥浆抹补。

6.2.2 细石混凝土填补

(1) 当蜂窝比较严重或露筋较深时，应除掉附近不密实的混凝土和突出的骨料颗粒，用清水洗刷干净并充分湿润后，再用比原强度等级高一级的细石混凝土填补并仔细捣实。

(2) 对孔洞事故的补强，可在旧混凝土表面采用处理施工缝的方法处理，保持湿润 72 小时后，用比原强度等级高一级的细石混凝土捣实。为了减少新旧混凝土间之孔隙，水灰比可控制在 0.5 以内，并掺水泥用量万分之一的铝粉，分层捣实，以免新旧混凝土接触面上出现裂缝。

6.2.3 环氧树脂修补

(1) 环氧树脂灌注修补

当裂缝宽度在 0.1mm 以上时，可用环氧树脂灌浆修补。

① 材料配比:环氧灌浆材料是以环氧树脂为主要成分，加入增塑剂、稀释剂和固化剂等组成的一种高分子材料。配比可参考表 1。

表 1 环氧树脂补强材料配比参考表

材料名称	规格	重量比	备 注
环氧树脂	E-44	100	主剂
邻苯二甲酸二丁脂	工业	10	增塑剂
二甲苯	工业	30~60	稀释剂，用量看缝宽大小
乙二胺	试剂	8~10	固化剂，用量以操作时间、环境温度而定

② 设备包括空气压缩机或自行车打气筒、压浆罐、灌浆嘴子（钢嘴）、钢转芯截门。

③ 操作工序



A.表面处理用钢丝刷将混凝土表面的灰尘、浮渣及散层仔细清除，严重者用丙酮擦洗，使裂缝处保持干净。

B.布嘴

a.嘴子应选择裂缝较宽处进行粘合。

b.嘴子之间的距离，应视裂缝大小、结构形式而定，一般为 30~60cm，水平裂缝则可适当缩小。

c.裂缝纵横交错时，交叉处必须加设嘴子。

d.裂缝的端部均应设嘴子。

e.贯通缝也必须在两面设嘴子，且交错进行。

C.封闭



表2 布嘴和封闭用环氧腻子配方

材料名称	规格	重量比 (g)
环氧树脂	E-44	100
邻苯二甲酸二丁脂	工业	30
乙二胺	试剂	8~10
滑石粉或水泥		300~350

D.试漏 环氧腻子干固后(20℃气温时约36h)，进行试漏防止跑浆。



④ 配制 将环氧树脂、邻苯二甲酸二丁脂、二甲苯按比例称量，放置在一容器内，于20~40℃条件下混合均匀后加入乙二胺，再搅拌均匀即可使用，配制量以1h内使用完毕为宜。

⑤ 灌浆与封闭

混凝土裂缝灌浆后，一般经 7d 龄期方可使用。

(2) 环氧树脂胶泥修补

在抹环氧胶泥前，先将裂缝附近 80~100mm 宽度范围内的灰尘、浮渣用压缩空气吹净，油污可用二甲苯或丙酮擦洗一遍。如表面潮湿，应用喷灯烘烤干燥、预热，以确保环氧胶泥与混凝土粘结良好。如基层难以干燥时，则用环氧煤油胶泥（涂料）涂抹。较宽的裂缝应先用刮刀填塞环氧胶泥。涂抹时，用毛刷回刮板均匀蘸取胶泥，并涂刮在裂缝表面。

(3) 环氧树脂玻璃布修补

采用环氧粘贴玻璃布方法时，玻璃布使用前应在碱水中煮沸 30~60min，再用清水漂净并晾干，以除去油蜡，保证粘结。一般贴 1~2 层玻璃布，第二层的周边应比下面一层宽 10~20mm，以便压边。

(4) 压浆法补强

对于不易清理的较深蜂窝。由于清理敲打会加大蜂窝的尺寸，使结构遭到更大的削弱，应采用压浆法补强。

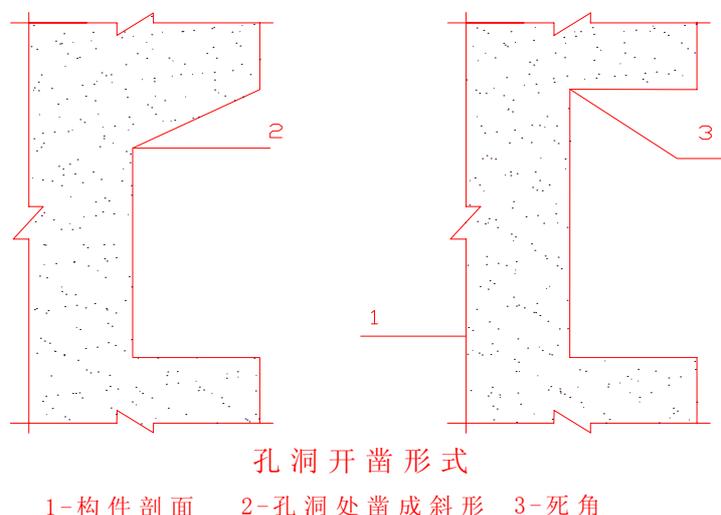
(5) 检查

主要检查出混凝土结构的蜂窝、孔洞及不密实之处。用小铁锤仔细敲击，听其声音或做灌水检查以及采用压力水作试验，也可采用钻孔检查方法。

(6) 清理

将易于脱落的混凝土清除，用水或压缩空气冲洗缝隙，或用钢丝刷

仔细刷洗，务必把粉屑石渣清理干净，然后保持潮湿。每个孔洞处要凿成斜形，避免有死角，以便浇筑混凝土（见图）。



(7) 埋管

管子用高于原设计强度等级一级之混凝土或用 1: 2.5 水泥砂浆来固定，并养护 3 天。为了埋管方便，先在凿好的孔洞之下的一小段，支上预先配好的模板，在浇筑新混凝土的同时埋入管子，管长视孔洞深度而定，一般伸出模外 8~10cm，管子最小埋深及管子四周覆盖的混凝土，皆不应小于 5cm，以免松动。每一灌浆处埋管两根，管径为 $\phi 25\text{mm}$ ，一根压浆，一根排气或排除积水。管子外端略高，约向上倾斜 $10^\circ \sim 12^\circ$ ，以免漏浆。埋管的距离视压力大小、蜂窝性质、裂缝大小及水灰比等而定，一般采用 50mm。

(8) 水泥浆制作

为了符合操作的要求，水灰比应为 0.7~1: 1，制作时先放水后放水泥，在放水泥的同时进行搅拌，搅拌时间为 2~3min。如灰浆中掺防水剂时，防水剂应先加入水中，后与水泥拌合，以求混合均匀。

(9) 压力灌浆

在补填的混凝土凝结 2d，即相当于强度达到 1.2~1.8Mpa 后，用砂浆输送泵压浆。压力 6~8 个大气压，最小为 4 个。在第一次压浆初凝后，再用原埋入的管子进行第二次压浆，大部分都能压进不少水泥浆，且从排气管挤出清水。压浆完毕 2~3 天后割除管子，剩下的管子孔隙以砂浆填补。

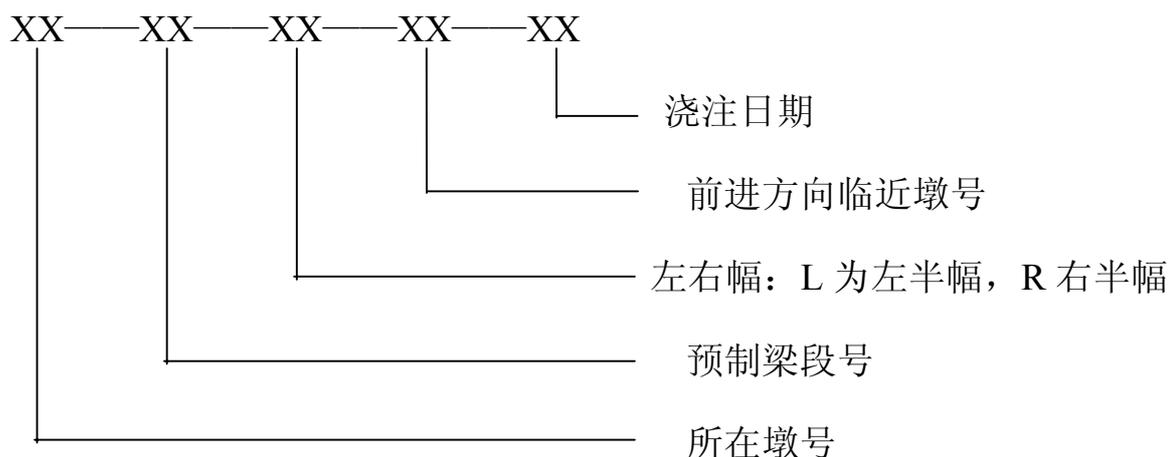
7. 产品验收

箱梁节段预制的检查项目

项次	检查项目		规定值或允许 误差	检查方法和频率
1	砼强度 (Mpa)		C55	按 JTJ071-98 附录 D 检查
2	节段长度 (mm)		+5, -10	用尺量
3	箱梁高度 (mm0)		+0, -5	用尺量 2 处
4	宽度 (mm)	翼缘	±10	用尺量 3 处
		顶板	±20	
		腹板	+10, -0	
5	顶、底板厚度 (mm0)		+10, -0	用尺量
6	孔道相对误差 (mm0)		±1	用尺量
7	平整度 (mm0)		5	用 2m 直尺量
8	预埋件位置 (mm)		5	用尺量

7.1 节段预制完拆模后，对预制梁段进行编号管理，编号序号如下：

筑龙网 WWW.ZHULONG.COM



7.2 生产原始记录必须齐全，其中产品技术档案有：

- (1) 水泥出厂合格证
- (2) 钢材出厂合格证
- (3) 钢筋检查证和波纹管、钢筋绑扎记录
- (4) 模板安装记录和检查证
- (5) 粗、细骨料试验报告单
- (6) 混凝土灌注记录
- (7) 混凝土检查试件，试验报告单
- (8) 混凝土蒸汽养护记录（如有）
- (9) 混凝土强度通知单（拆模、张拉）
- (10) 预应力管道检查证和张拉记录
- (11) 孔道压浆记录
- (12) 产品外形尺寸及外观检查记录
- (13) 缺陷修补和特殊问题处理鉴定记录

具体表格形式见《深圳深港西部通道工程建设项目工程用表》

7.4 产品达到或经修整后达到《公路工程质量检验评定标准》，才能作为

合格品。

7.5 对影响承载能力的缺陷，如梁体出现空洞、蜂窝麻面等，或其他重大异常情况会同有关部门研究处理。

8. 环保及安全措施

8.1 环境保护及框图

某公路大桥非通航孔施工与香港地区相临，我合同段预制场设在与澳门相临的珠海市，环保要求高。我们将严格遵守国家有关环境保护的法令，针对本工程所处地理环境和工程特点，采取措施，加强对周边环境的保护。

8.1.1 环境保护目标

- (1) 施工用水和生活用水做到达标排放；
- (2) 施工噪声符合环保要求；
- (3) 确保施工区域内无重大管线事故；
- (4) 加强各种防范工作，减少突发事件损失。

8.1.2 环境保护措施

(1) 成立以项目经理为首，由各作业组负责人和专职管理人员组成的施工管理组织机构，根据施工进度和施工特点，严格按照 ISO14001 标准分工序制定并实施相应的环境保护措施，加强施工管理、层层强化环境保护意识，于施工全过程跟踪监督、检查，及时了解情况，采取必要的对策、措施完善对周边环境的保护。制定严格的奖惩条例，各级管理人员和施工作业人员责任明确，奖罚分明，令行禁止，使加强环境保护的有关措施得到有效的实施，周边环境得到妥善的保护。加强职工的环

环保意识教育，树立全员环保意识。

(2)对施工现场生产、生活用水的排放进行控制。施工前按实施性施工组织设计建好生产区和生活区排水沟。排水沟的宽度、深度、坡度满足排放要求，避免沟内积水。

(3)分块设置过滤池和沉淀池，所有生活和生产中产生的废水均经过过滤、沉淀等方式集中处理，经检验符合《污水综合排放标准》(GB8978-1996)规定后方可排出。不定期对水沟、水池进行清理和冲洗，确保水沟、水池内无长期积水和垃圾。

(4)加强机械管理，改进施工工艺，执行《建筑施工场界噪声限值》(GB12523-90)标准，减少施工过程中的噪音。优先选用噪声小的机械，对放置地点稳定的小型噪音机械，搭设隔音蓬。夜间22时至早晨6时内严禁使用噪声超标机械，特殊情况下需超标施工的，首先向当地环保部门办理批准手续，并向周围居民公告。

(5)认真细致地做好海底电缆调查，施工过程中加强对海底电缆的保护。制订专项管线保护措施，加强监控，杜绝重大管线事故。

(6)采取有效措施妥善保护施工及生活区域外的海域、绿化草地、植物、花木及道路等公共设施。避免泥浆、油污、生活垃圾、有毒及化学物质对其造成污染，严禁随意攀折树木、花草，踩踏草地，违者将按有关规定对其进行处罚。

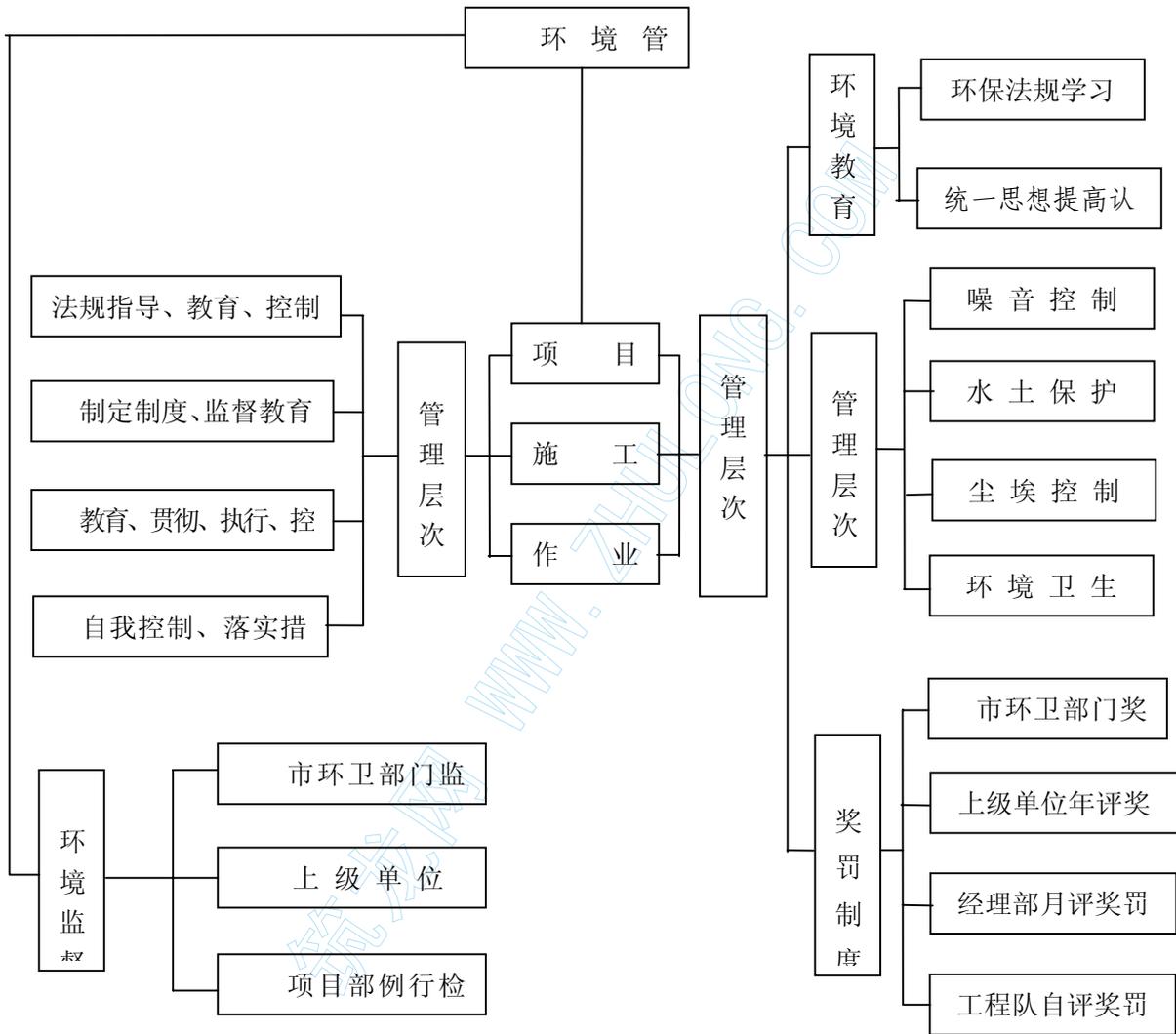
(7)装卸有粉尘的材料时，应首先进行洒水湿润或在库房内进行，防止粉尘对周围环境污染。

(8)在施工区域、生活区域落实做好危险品现场控制、消防应急

现场控制。

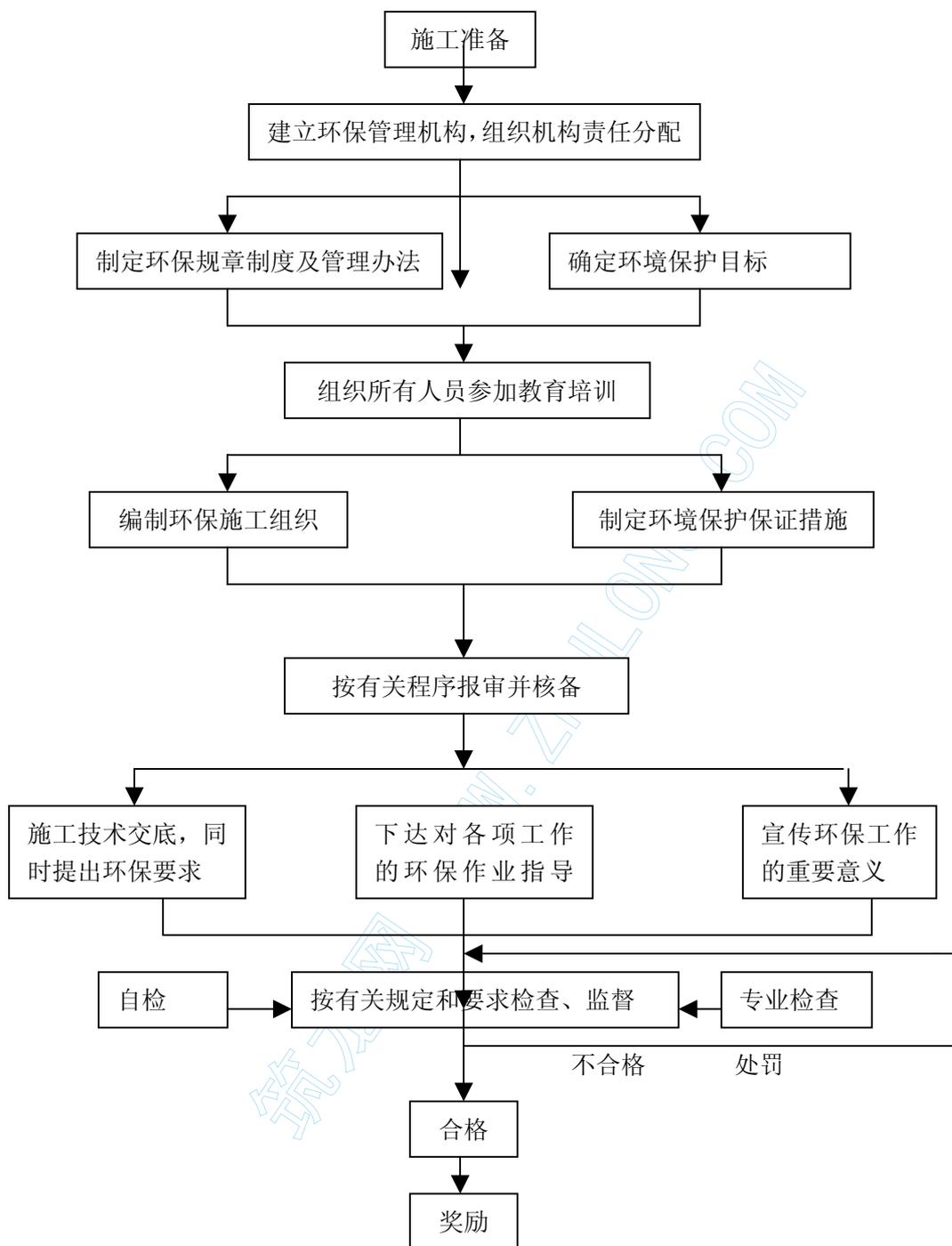
8.1.3 环境保护管理体系框图

环境保护管理体系框图



8.1.4 环境保护管理程序框图

环境保护管理程序框图



8.2 安全制度、措施

8.2.1 安全制度

8.2.1.1 安全管理制度

(1)项目经理对安全全面负责, 各级领导干部和施工技术人员, 是施工

的技术指导者，对保证安全起重要作用，管理施工必须狠抓安全，要按职责范围对工程安全具体负责。

(2)各级领导的年终考核，把安全生产作为一个重要指标。

(3)各种形式的经济承包，要把安全生产作为一个重要指标。

(4)施工组织设计中要有安全措施，专业性强的项目，要单独编制专项安全施工组织设计。

(5)分项、分部工程要有安全技术交底，要履行签字手续并实行复核制。

(6)项目经理部每月由主管生产的副经理组织一次安全大检查，安质部组织不定期的安全检查。

(7)职工上岗、变岗要进行安全教育，专职安全员要进行年度培训考核。

(8)工伤事故要按规定上报，同时应进行事故调查分析处理。

(9)施工现场要有各种标准的安全标志。

8.2.1.2 安全教育制度

(1)项目经理部每周一进行安全大点名。

(2)安质部每季进行一次安全、质量、文明施工知识测试。

(3)工程部组织现场施工员进行施工技术讲课。

(4)物机部对现场施工用电知识进行讲课。

(5)工程部组织有关人员工序转换进行安全技术讲课。

(6)项目队每周一次安全生产技术课（不少于2小时）。

(7)施工班组实行每天班前点名制度。

8.2.1.3 安全生产检查制度

(1)项目经理部每月由主管生产的领导组织各相关部门，各项目队有关

人员进行一次安全、质量文明施工大检查，并针对检查结果发检查通报。

(2)项目队每旬由队长组织有关人员进行一次安全、质量文明施工自检，并上报检查记录。

(3)安质部人员不定期巡回检查，项目队安全员每天监督检查。

(4)施工班组每天班前安全生产自检（由班长负责）。

8.2.1.4 安全考核、奖惩制度

(1)每月无事故且标准工地的评分在 90 分及以上项目经理奖励 800 元，书记、副经理、总工程师奖励 500 元，工程部长、安质部长、安全员各发安全奖 400 元。

(2)发生重伤及以上事故、其它重大事故，对项目经理、书记、副经理、总工程师、工程部长、安质部长、安全员等人员由分部安全生产领导小组讨论决定，按上述奖励额度视情节严重程度进行对等或加倍罚款；发生轻伤事故、其它一般事故，对经理、书记、副经理、总工程师、工程部长、安质部长、安全员等人员按上述奖励额度视情节严重程度进行相应的处罚。

(3)年度安全工作突出，经经理部安全生产领导小组研究，给予适当的一次性奖励。

(4)对于事故责任者的处罚由经理部安全生产领导小组讨论决定。

(5)班组每发生一起轻伤或其它一般事故罚款 2000—5000 元，每发生一起重伤以上事故罚款 5000 元—50000 元。

8.2.1.5 安全生产六大纪律

(1)进入现场必须戴好安全帽，扣好帽带，并正确使用个人劳动防护用

品。

(2)二米以上的高处、悬空作业、无安全设施的，必须戴好安全带、扣好保险钩。

(3) 高处作业时不准往下或向上乱抛材料和工具等物件。

(4)各种电动机械设备必须有可靠有效的安全接地和防雷装置，方能开动使用。

(5)不懂电气和机械的人员，严禁使用和玩弄机电设备。

(6)吊装区域非操作人员严禁入内，吊装机械必须完好，把杆垂直下方不准站人。

安全生产六大纪律是现场安全管理的重要制度，施工现场必须坚持“全员、全天候、全过程”的安全管理，必要时设现场安全监督员，青年安全监督岗等。

8.2.1.6 施工用电六大纪律

(1)电工必须持证上岗，非专业电工严禁动用电气设备。

(2)各操作人员使用各种电气设备时，必须认真执行安全操作规程，并服从电工的安全技术指导。

(3)施工现场实行三级配电，两级保护，两级保护实行“一机、一阀、一箱、一漏”制度。

(4)所有电气设备的金属外壳以及与电气设备连接的金属构架必须采取妥善的接地或接零保护。

(5)施工现场严禁使用非标电箱。

(6)固定设备的配电线路均不得沿地面明敷，地埋敷设必须穿管（直

埋电缆除外)。

8.2.1.7 气割、电焊“十不烧”规定

(1)焊工必须持证上岗，无特种作业人员安全操作证的人员，不准进行焊、割作业。

(2)凡属动火范围的焊、割作业，未经办理动火审批手续，不准进行焊、割。

(3)焊工不了解焊、割现场周围情况，不得进行焊、割。

(4)焊工不了解焊件内部是否安全时，不得进行焊、割。

(5)各种装过可燃气体，易燃液体和有毒物质的容器，未经彻底清洗，排除危险性之前，不准进行焊、割。

(6)用可燃材料作保温层、冷却层、隔音、隔热设备的部位，或火星能飞溅到的地方，在未采取切实可靠的安全措施之前，不准焊、割。

(7)有压力或密闭的管道、容器，不准焊、割。

(8)焊、割部位附近有易燃易爆物品，在未作清理或未采取有效的安全措施之前，不准焊、割。

(9)附近有与明火作业相抵触的工种在作业时，不准焊、割。

(10)与外单位相连的部位，在没有弄清有无险情，或明知存在危险而未采取有效的措施之前，不准焊、割。

8.2.1.8 起重吊装“十不吊”规定

(1)起重臂和吊起的重物下面有人停留或行走不准吊。

(2)起重指挥应由技术培训合格的专职人员担任，无指挥或信号不清不准吊。

(3)钢筋型钢管材等细长和多根物件必须捆扎牢靠,多点起吊。单头“千斤”或捆扎不牢靠不准吊。

(4)多孔板机灰斗手推翻斗车不用四点吊或大模板外挂板不用卸甲不准吊。

(5)吊零星物件要用盛器堆放稳妥,叠放不齐不准吊。

(6)吊物上站人不准吊。

(7)埋入地面的物件以及粘连附着的物件不准吊。

(7)多机作业,保证所吊重物距离不小于三公尺,在同一轨道上多机作业,无安全措施不准吊。

(9)六级以上强风区不准起吊。

(10)斜拉重物或超过机械允许荷载不准吊。

8.2.2 施工现场的安全控制

各项目队对施工过程中可能影响安全生产的因素进行控制,确保施工生产按安全生产的规章制度、操作规程和顺序要求进行。

开工前做好以下几点:

(1)落实施工机械设备、安全设施、设备及防护用品进场计划;

(2)落实现场施工人员;

(3)办理好开工报告和安全报监手续。

8.2.2.1 持证上岗

施工现场内管理人员、特种作业人员必须持证上岗。对电工、焊工、起重工、架子工、机操工等还应进行培训、考核,持相关证件上岗。由安全部门确认,并登记造册(附有效上岗证复印件)。

8.2.2.2 安全设施、设备、防护用品的检查验收

本工程位于深圳市**区填海区，与香港地区相邻，施工海域中有海底电缆通过，政治经济意义重大，因此，管线保护，交通运输组织，安全防护工作十分重要。对临边、海上作业、高处作业、交叉作业、吊装作业等必须做到防护明确、技术合理、经济适用、安全可靠。

实施要点

- (1)要严格按照防护技术方案执行。
- (2)防护职责要落实到人，具体由施工员、安全员和各施工班长负责。
- (3)施工脚手架、排架搭设应严格按施组方案进行，基坑、平台作业层等临边的防护措施必须到位，并应经验收合格，挂牌后方可使用。上下基坑、井口必须搭设扶梯、严禁攀爬。
- (4)登高作业人员必须系好安全带，吊机回转半径范围内必须设置隔离措施，防止非作业人员进行。

8.2.2.3 施工现场临时用电

- (1)现场供电线路、电气设备的安全、维修保养及拆除工作，必须由电气专业人员进行。
- (2)配电室内的安全工具及防护用品、灭火器材必须齐全。建立必要的管理制度。
- (3)现场配电设施应采用标准漏电保护电箱并应实行三级配电二级漏电保护。每月进行一次专项安全用电检查，漏电开关的检测每月不应少于1次，并做好记录。
- (4)现场大型用电设备与机具应有专人维护管理。

(5)实施要点

现场临时用电应按施组进行设置，并经验收合格后方可使用电。大型用电机械应配置随机控制箱。

①电工必须跟班作业。

②特殊情况需带电作业时，必须配备必要安全用具和安全措施，并指定专人进行监护。

③施工中必须杜绝常见通病

8.2.2.4 中、小型机械的使用

本工程共有钢筋弯曲机、断筋机、对焊机、木工机械、空压机、混凝土振动器、电焊机等中、小机械，因此必须加强对施工现场中、小型机械设备安全运行的管理。

(1)实施要点：

①各项目队机管员负责机械使用前的验收工作，平时做好检查机械运行情况记录。

②中、小型机械操作人员必须持有效证上岗。

③按规定搭设机械防护棚。

④机械设备必须接零保护（外借民用电源时必须与当地保护形式相同），随机开关灵敏可靠。

⑤督促机操人员做好定期检查、保养及维修工作，并做好运转保养记录。

(2)控制点

①机械设备的防护装置必须齐全有效，严禁带病运转。

②固定机械设备和手持移动电具，必须实施二级漏电保护。

③中、小型机械必须做到定机、定人、定岗位。

9 预制场防台风应急响应预案

预制场位于珠海市港附近海域，地域宽广，四面临风，场地内龙门吊等机械林立，为了防止和减少台风对职工和机械设备造成危害和影响，根据相关条例、法规，结合本工程项目特点，特制定本预案。

一、适用范围：**预制场施工现场

二、目的：为了搞好防台风工作，保卫国家财产和职工的人身安全，确保在台风期紧急情况发生时，全体职工能有条不紊地按照预先制定的方案，迅速及时把损失控制在最低限度，为此制定防台风应急响应预案。

三、应急准备

1、组织机构及职责

设立防台风应急准备和响应领导小组

组长：***

副组长：***

组员：*****

值班电话：****_*****

职责：负责对台风期突发事故的应急处理

2、培训和演练

于 2005 年 4 月组织一次模拟演练。各组员按其职责分工，协调配合完成演练。演练结束后由组长组织对“应急响应”的有效性进行评价，必要时对“应急响应”的要求进行更新。

3、应急物质的配置、维护、保养及测试

于 2005 年 3 月前配置完相当数量的钢丝绳、灭火器、枕木、砂袋、简易担架等应急物质，并由何建国负责日常管理。

四、应急响应

1、气象预报等信息的收集传递

由蒋晓军联系珠海市气象台，每天负责气象消息的收集，并及时转达。

2、台风到来前的工地现场防范

由周炜、杨军、孙云南负责，在接到台风警报后，立即组织落实对存在风险的龙门吊等机械设备进行钢丝绳加固等措施，并传达到每个施工人员，做好防范准备。

3、发生事故的应急预案

台风到达后，由于不确定因素发生机械倾斜、人员受伤等事故，启动事故应急预案。

I、呼救

(1)当办公区、住宅、工地发生机械倾斜、火灾、人员受伤等情况，最先发现的人员要大声呼叫，呼叫内容要明确：某某地点或某某部位机械倾斜！某某地点或某某部位发生火灾！某某地点人员受伤！将信息准确传出。

(2)听到呼叫的任何人，均有责任将信息报告给与其最近的负责领导、义务队员，使消息迅速报告到应急响应小组现场总指挥处。

(3)应急响应小组现场总指挥负责现场组织工作。

II、报警

(1)报警员方字荐打救护电话 120，火警电话 119，报告地点、受伤人员、火势、失火材料等情况，同时必须告知工程附近醒目标志建筑，以利消防队和救护人员迅速判断方位。

(2)周炜负责将失火情况、人员受伤情况等及时报告公司公安部门。

III、接车

接车员姚振华迅速到路口接车，引领消防车、救护车等从具备驶入条件的道路迅速到达现场。

IV、自救

(1) 应急响应小组现场总指挥负责现场组织工作。

(2) 火情现场的人员，应用衣服堵住口鼻，弯下腰，以最低的姿势迅速撤离失火地点。

(3) 义务消防队电工负责切断电源。

(4) 义务消防队员迅速开启灭火器，用灭火器灭火。根据现场情况，使用消防桶提水、用铁锹铲土(砂子)灭火。

(5) 义务消防队员迅速将受伤人员用简易担架抬到安全位置等待进行救护。

V、抢救

(1) 火灾发生，抢救组长应立即询问最先发现火情人员有关失火地点情况，了解是否有人员伤害，当怀疑有可能的人员伤害时，迅速拨打 120 急救电话，告知失火地点、附近醒目建筑物，并派接车员去路口接应。

(2) 在急救车未到来前，抢救下来的伤员，应使其平躺地上，周围应通风良好，有呼吸窘迫，抢救小组成员对其进行口对口人工呼吸。

1.2.5 现场保护

现场应急过程中，负责人应负责保护现场，以满足事后对事故调查的需要。