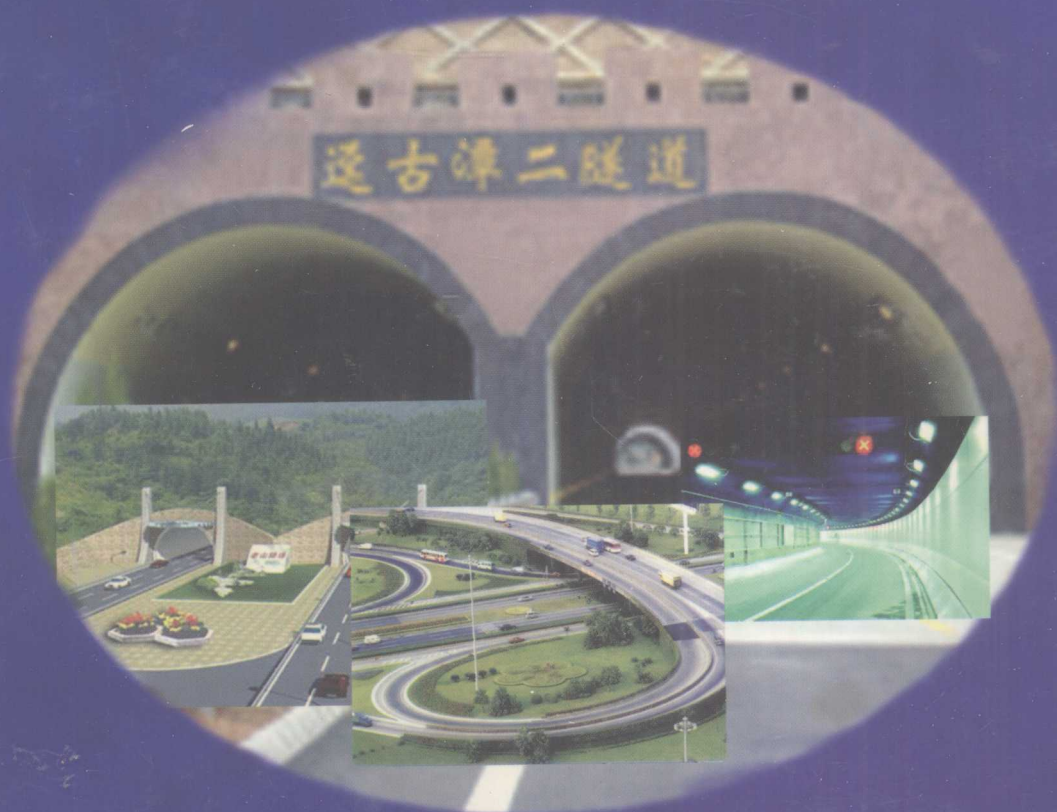


最新

桥涵隧道工程设计施工验收养护规范

与质量验评标准及新技术应用手册



主编：李海岭 博士 中国公路工程咨询监理总公司
傅志斌 硕士 建设综合勘察研究设计院

北京科大电子出版社

最新桥涵隧道工程设计施工 验收养护规范与质量验评 标准及新技术应用手册

主编：李海岭 傅志斌

(第二卷)

江苏工业学院图书馆
藏书章

北京科大电子出版社

18 悬索桥

18.1 一般规定

18.1.1 本章适用于主缆采用平行高强钢丝制作的大跨悬索桥的制造、安装、架设施工。

18.1.2 施工准备除满足第3章的要求外,还应根据悬索桥的构造和施工特点,预先编制经济可行的实施性施工组织设计,有计划地做好构件的加工、特殊机械设备的设计制作和必要的试验工作。索股、索鞍、索夹应严格执行国家或部颁的行业标准和规定制作,并应进行检测和验收。

18.1.3 施工过程中,必须进行施工监控,确保施工质量。

18.1.4 本章根据悬索桥施工的基本特点对主要事项作出规定,其余有关事项应按本规范相应章节的规定执行。

18.2 锚碇

18.2.1 重力式锚碇基础施工除必须按本规范第4章有关规定执行外,还必须注意以下问题:

1 基坑开挖时应采取沿等高线自上而下分层开挖,在坑外和坑底要分别设置排水沟和截水沟,防止地面水流入积留在坑内而引起塌方或基底土层破坏。原则上应采用机械开挖,开挖时应在基底标高以上预留150mm~300mm土层用人工清理,不要破坏基底结构。如采用爆破方法施工,应使用如预裂爆破等小型爆破法,尽量避免对边坡造成破坏。

2 对于深大基坑边坡处理,应采取边开挖边支护措施保证边坡稳定。支护方法应根据地质情况采用。

18.2.2 重力式锚碇锚固体施工

1 型钢锚固体可按下列规定进行:

1)所有钢构件安装均应按照本规范第17章的要求进行。

2)锚杆、锚梁制造时必须严格按照设计要求进行抛丸除锈、表面涂装和无破损探伤等工作。出厂前应对构件连接进行试拼,其中应包括锚杆拼装、锚杆与锚梁连接、锚支架及其连接系平面试装。

3)锚杆、锚梁制作及安装精度应符合表2~39的要求。

2 对预应力锚固体可按下列规定进行:

1)预应力张拉与压浆工艺,除需严格按照设计与第12章的要求进行外,锚头要安装防护套,并注入保护性油脂。

2)加工件必须进行超声波和磁粉探伤检查。

3)预应力锚固系统施工精度应符合表2~40的要求。

表2-39 锚杆、锚梁制作安装要求

项 目		规定值或允许偏差/mm
锚杆制造	长度	
	高度	±3
	宽度	
支架安装	中心线偏差	±10
	横向这装锚杆之平联高差	-2, +5

续表

项 目		规定值或允许偏差/mm
锚杆安装	X 轴	± 10
	Y 轴	± 5
	Z 轴	± 5
后锚梁 安装	中心偏位	5
	偏角	符合设计要求
漆膜厚度		不小于设计要求

表 2-40 预应力锚固系统施工要求

项 目	规定值或允许误差
拉杆张拉力	符合设计要求
前锚孔道中心坐标/mm	± 10
前锚面孔道角度/(°)	± 0.2
拉杆轴线偏位/mm	5
连接器轴线/mm	5

18.2.3 重力式锚碇锚体混凝土施工

1 大体积混凝土施工需采取下列措施进行温度控制,防止混凝土开裂。

1)采用低水化热品种的水泥。对于普通硅酸盐水泥应经过水化热试验比较后方可使用。

2)采用下列方法降低水泥用量、减少水化热:掺入质量符合要求的粉煤灰和缓凝型外掺剂,粉煤灰用量一般为水泥用量的 30%~40%;混凝土可按 60d 的设计强度进行配合比设计。

3)降低混凝土入仓温度。可对砂石料加遮盖,防止日照;采用冷却水作为混凝土的拌和水等。

4)在混凝土结构中布置冷却水管,混凝土终凝后开始通水冷却降温。设计好水管流量、管道分布密度和进水温度,使进出水温差控制在 10℃ 左右,水温与混凝土内部温差不大于 20℃。

2 大体积混凝土施工时应注意以下问题:

1)大体积混凝土应采用分层施工,每层厚度可为 1m~1.5m,应视混凝土浇筑能力和降温措施而定。后一层混凝土浇筑前需对已浇好的混凝土面进行凿毛、清除浮浆,确保混凝土结合面粘结良好。层间间歇宜为 4d~7d。

2)根据锚碇的结构型式、大小等采取分块施工,块与块之间预留湿接缝,槽缝宽度宜为 1.5m~2m,槽缝内宜浇筑微膨胀混凝土。

3)混凝土浇筑完后应按照规定覆盖并洒水进行养护。当气温急剧下降时须注意保温,并将混凝土内外温差控制在 25℃ 以内。

18.2.4 隧道式锚碇在隧道开挖时应采用小型爆破,并不得损坏周围岩体。开挖后应正确支护并进行锚体灌注。

18.2.5 隧道式锚碇混凝土施工应符合以下要求:

1 锚体混凝土必须与岩体结合良好,宜采用微膨胀混凝土,防止混凝土收缩与拱顶基岩分离。

- 2 混凝土浇筑完毕后,必须采取混凝土养生措施,确保混凝土的质量。
- 3 洞内应具备排水和通风条件。

18.2.6 锚碇混凝土施工精度应符合表 2-41 的要求。

表 2-41 锚碇混凝土施工精度要求

项 目		允许偏差/mm
锚碇结构 轴线偏线	基础	20
	锚面槽口	10
断面尺寸		± 30
基础底面高程	土质	± 50
	石质	+ 50, - 200
顶面高程		± 20
大面积平整度		5
预埋件位置		符合设计要求

18.3 索塔

- 18.3.1 塔基、混凝土塔身施工应按第 19 章中的有关规定进行。
- 18.3.2 塔顶钢框架的安装必须在索塔上系梁施工完毕后方可进行。
- 18.3.3 塔完工后,须测定裸塔倾斜度、跨距和塔顶标高,作为主缆线形计算调整的依据。
- 18.3.4 塔施工精度应符合表 2-42 的要求。

表 2-42 索塔施工精度要求

项 目	规定值或允许偏差/mm
混凝土强度	在合格标准内
塔柱底水平偏位	10
倾斜度	塔高的 1/3000,且不大于 30 或设计要求
断面尺寸	± 20
系梁高程	± 10
索鞍底板面高程	+ 10, - 0
预埋件位置	符合设计要求

18.4 施工猫道

- 18.4.1 猫道形状及各部尺寸应满足主缆工程施工的需要。猫道面层标高到被架设的主缆底面距离沿全长宜保持一致,宜为 1.3 m ~ 1.5m;猫道净宽宜为 3m ~ 4m,扶手高宜为 1.50m。上、下游猫道间宜设置若干条人行通道,以增强抗风稳定性。
- 18.4.2 猫道承重索可用钢丝绳或钢绞线。设计时充分考虑猫道自重及可能作用其上的其他荷载,承重索的安全系数不小于 3.0。猫道宜设抗风缆,确保其稳定性。
- 18.4.3 采用钢丝绳做承重索时,须进行预张拉消除非弹性变形。预张拉荷载不得小于各索

破断荷载的 1/2,保持 60min,进行两次。测长和标记在温度稳定的夜间进行。承重索按被指定的长度切断以后,其端部灌铸锚头,锚头顶面须与承重索垂直,并对锚头进行静载检验,以策安全。

18.4.4 架设时总的原则是:做到对称施工,边跨与中跨作业平衡,减少对塔的变位的影响,控制裸塔塔顶变位及扭转在设计容许范围内。猫道承重索架设后要进行线形调整,应预留 500mm 以上的可调长度,各根索的跨中标高相对误差宜控制在 $\pm 30\text{mm}$ 之内。承重索在边跨与中跨应连续架设。

18.4.5 猫道面层宜由阻风面积小的两层大、小方格钢丝网组成。

18.4.6 猫道面层从塔顶向跨中、锚碇方向铺设,并且上、下游两幅猫道要对称、平衡地进行。铺设过程中设牵引及反拉系统,防止面层下滑失控而出现事故及卡环与猫道承重索卡死的现象。

18.4.7 中跨、边跨猫道面的架设进度,要以塔的两侧水平力差异不超过设计要求为准。在架设过程中须监测塔的偏移量和承重索的垂度。

18.4.8 抗风缆采用钢丝绳时,使用前应进行预张拉。抗风缆架设时宜按先内侧后外侧的架设顺序进行。架设前须先与有关部门联系,设置通航标志,保证航道安全。

18.4.9 加劲梁架设前,须将猫道改吊于主缆上,然后解除猫道承重索与塔和锚碇的联结,以利施工控制。

18.4.10 主缆防护工程完成以后,可进行猫道拆除工作。拆除时严禁伤及吊索、主缆和桥面。

18.5 主缆工程

18.5.1 索股牵引应符合下列规定:

1 牵引过程中应对索股施加反拉力。

2 牵引最初几根时,宜压低牵引速度,注意检查牵引系统运转情况,对关键部位进行调整后方能转入正常架设工作。

3 牵引过程中发现绑扎带连续两处被切断时,应停机进行修补。监视索股中的着色丝,一旦发生扭转,须采取措施加以纠正。

4 牵引到对岸,在卸下锚头前须把索股临时固定,防止滑移。索股后端宜施加反拉力。

5 索股两端的锚头引入锚固系统前,须将索股理顺,对鼓丝段进行梳理,不许将其留在锚跨内。

6 索股横移时,须将索服从猫道滚筒上提起,确认全跨径的索股已离开猫道滚筒后,才能横向移到索鞍的正上方。横移时拽拉量不宜过大,任何人不允许站在索股下方。

18.5.2 在索鞍区段内的索股从六边形断面整理呈矩形,其钢丝在矩形断面内的排列应按既能顺利入鞍槽又使空隙率最小的原则。整形过程应在索股处于无应力状态下使用专用的整形器进行。整形完毕的索股方能放入鞍槽,并用木块楔紧。整形时应保持钢丝平顺,不能交叉、扭转,不允许损伤钢丝。

18.5.3 索股锚头入锚后进行临时锚固。为便于夜间调整线形,应给索股一定的抬高量(一般为 200mm~300mm),并做好编号标志。

18.5.4 索股线形调整应按下列要求执行:

1 垂度调整须在夜间温度稳定时进行。温度稳定的条件为:长度方向索股的温差 $\Delta T \leq 2^\circ\text{C}$;

横截面索股的温差 $\Delta T \leq 1^\circ\text{C}$ 。

1)绝对垂度调整(即对基准索股标高的调整):应测定基准索股下缘的标高及跨长,塔顶标高及变位,主索鞍预偏量,散索鞍预偏量,主缆垂度和标高、气温、索股温度等值后经计算决

定其调整量。基准索股标高必须连续三天在夜间温度稳定时进行测量,三次测出结果误差在容许范围内时取三次的平均值作为该基准索股的标高。

2)相对垂度调整:指一般索股相对于基准索股的垂度调整,按与基准索股若即若离的原则进行调整。

2 垂度调整精度标准如下:

索股标高允许误差:基准索股中跨跨中 $\pm L/20000$ (L 为跨径);

边跨跨中为中跨跨中的2倍;

上下游基准索股高差10mm;

一般索股(相对于基准索股)-5mm,10mm。

3 调整好的索股不得在鞍槽内滑移。

18.5.5 索力的调整以设计提供的数据为依据,其调整量应根据调整装置中测力计的读数和锚头移动量双控确定。其精度要求为:实际拉力与设计值之间的允许误差为设计锚固力的3%。

18.5.6 紧缆工作须分两步进行,即预紧缆和正式紧缆。

1 预紧缆应在温度稳定的夜间进行。预紧缆时宜把主缆全长分为若干区段分别进行,以免钢丝的松弛集中在一处。索股上的绑扎带采用边紧缆边拆除的方法,不宜一次全部拆除。预紧缆完成处必须用不锈钢带捆紧,保持主缆的形状,不锈钢带的距离可为5m~6m,预紧缆目标空隙率宜为26%~28%。

2 正式紧缆宜用专用的紧缆机把主缆整成圆形。其作业可以在白天进行。正式紧缆的方向宜向塔柱方向进行。当紧缆点空隙率达到设计要求时,在靠近紧缆机的地方打上两道钢带,其间距可取100mm,带扣放在主缆的侧下方。紧缆点间的距离约1m。

3 正式紧缆质量控制:

1)空隙率须满足设计要求,空隙率偏差为 $\pm 2\%$ 。

2)不圆度(即紧缆后主缆横径与竖径之差)不宜超过主缆设计直径的5%。

18.5.7 主缆防护

1 主缆防护应在桥面铺装完成后进行。

2 防护前必须清除主缆表面灰尘、油污和水分等污物,临时覆盖,待对该处进行涂装及缠丝时再揭开。

3 主缆涂装应按涂装设计进行。

4 缠丝工作宜在二期恒载作用于主缆之后进行,缠丝材料以选用软质镀锌钢丝为宜。缠丝工作应由电动缠丝机完成。

1)缠丝总体方向宜由高处向低处进行,而两个索夹之间则应从低到高,以保证缠丝的密实程度。

2)缠丝始端应设法嵌入索夹内不少于2圈(或按设计要求),并施加固结焊。

3)节间内钢丝需要焊接时,宜用闪光对接焊。钢丝缠绕中须保持设计张力,缠绕应紧密均匀,电源应稳定。

4)缠丝终端应设法嵌入索夹端部槽内并予固结焊,以免松弛。

5)一个节间内缠好的钢丝宜用固结焊固结。对接钢丝除施加对接焊外需采用固结焊固结。

5 质量控制

钢丝缠绕应密贴,缠丝张力应符合设计要求。

18.6 索鞍

18.6.1 索鞍安装

- 1 安装索鞍时必须满足高空吊装重物的安全要求。选择在白天晴朗时连续完成工作。
- 2 索鞍安装时应根据设计提供的预偏量就位,加劲梁架设、桥面铺装过程中按设计提供的数据逐渐顶推到永久位置。顶推前应确认滑动面的摩阻系数,严格掌握顶推量,确保施工安全。
- 3 索鞍安装精度见表 2-43 和表 2-44。

表 2-43 主索鞍安装精度实测项目

项 目	规定值或允许偏差/mm
纵向最终偏差	符合设计要求
横向偏位	10
高程	+20, -0
四角高差	2

表 2-44 散索鞍安装实测项目

项 目	规定值或允许偏差/mm
纵、横向偏位	5
高程	±5
角度	符合设计要求

18.7 索夹与吊索

18.7.1 索夹安装

1 索夹安装前,须测定主缆的空缆线形,提交给设计及监控单位,对原设计的索夹位置进行确认。然后在温度稳定时在空缆上放样定出各索夹的具体位置并编号,清除索夹位置处主缆表面的油污及灰尘,涂上防锈漆。

2 索夹在运输和安装过程中应注意保护,防止碰伤及损坏表面。

3 索夹安装方法应根据索夹结构型式、施工设备和施工人员经验确定。当索夹在主缆上精确定位后,即固紧索夹螺栓。

4 紧固同一索夹螺栓时,须保证各螺栓受力均匀,并按三个荷载阶段(即索夹安装时、钢箱梁吊装后、桥面铺装后)对索夹螺栓进行紧固,补足轴力。索夹位置要求安装准确,纵向误差不应大于 10mm。记录每次紧固的数据存档,并交大桥管理部门备查。

18.7.2 吊索制作须按有关产品标准执行。

18.7.3 吊索安装

1 运输、安装过程中保证吊索不受损伤。

2 安装时须采取措施,防止吊索扭转。

18.8 加劲梁

18.8.1 加劲钢箱梁制作

1 本节条款适用于全焊加劲钢箱梁的制造,加劲钢桁架梁的制造可按第 17 章中的规定执行。

2 零部件加工

1)除施工图及工艺文件另有规定外,零部件加工范围及允许偏差应按表 2-45 执行。

表 2-45 零件的加工范围及允许偏差

项 目		允许偏差/mm
零 件	范 围	
桥面板、桥底板、 横隔板、锚底板	四边埋弧自动焊拼板	± 1.5
		± 1.0
加劲肋	焊接边(端)	± 2.0

注:①板厚 $t < 10\text{mm}$ 时,板边垂直度偏差不得大于 1mm;板厚 $t > 10\text{mm}$ 时,板边垂直度偏差为 $0.1t$,但不得大于 3mm。

②马刀形弯曲,长度 10m 及以下允许 2mm,10m 以上允许 3mm,但不得有锐弯。

2)零部件边缘的加工,应优先选用精密切割。

3)边缘加工后,必须将边缘刺屑清理干净,磨去飞刺、挂渣及波纹,还应将崩坑等缺陷部位磨修匀顺。

4)零件应根据零件预留加工量及平直度要求,加工端边。已有孔(或锁白)的零件按孔(或锁口)中心线定位加工边缘。

5)按设计要求需要刨(铣)加工的零件,刨(铣)边时应避免油污污染钢料,加工面的表面粗糙度 R_a 不大于 $25\mu\text{m}$,顶紧加工面与板面垂直度偏差应小于 $0.01t$ (t 为板厚)且不得大于 0.3mm。

6)经刨边后的边缘,其表面质量及公差应符合表 2-46 的要求。

表 2-46 刨边要求及公差

项 目		要求及公差/mm
范 围	名 称	
一般结构	刨削边垂直度	$\leq 0.05t$ 且不大于 2
	粗糙度	$R_a \leq 25\mu\text{m}$
顶紧传方面	刨削边垂直度	$\leq 0.01t$ 且不大于 0.3
	粗糙度	$R_a \leq 12.5\mu\text{m}$

7)焊接坡口的加工偏差应符合表 2-47 的规定。

表 2-47 焊接坡口加工允许偏差

简 图	接头类别	允许偏差
	对接接头	$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3: \pm 1^\circ$ $\alpha_1, \alpha_2: \pm 1\text{mm}$ $\rho_1, \rho_2: \pm 1.5\text{mm}$

续表

简图	接头类别	允许偏差
	角接接头	$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3: \pm 3^\circ$ $p_1, p_2: \pm 1.5\text{mm}$
	CO ₂ 单面衬垫焊接头	$\alpha: \pm 3^\circ$

3 板件、部件及节段组装

1) 组装

(1) 组装前应熟悉施工图和工艺文件, 核对编号及图纸无误后方可组装。

(2) 板件、部件及节段组装应在专用平台或胎架上进行, 使用专用夹具或马板进行固定, 并按工艺要求施放余量或补偿量, 在确保产品组装精度、控制焊接变形的条件下应尽量使用夹具, 减少使用马板的数量。

(3) 松开马板约束时, 必须采用火焰切割的方式进行, 并将约束部位修磨匀顺。

(4) 桥面板、桥底板纵、横对接焊缝应带产品试板, 对产品试板进行拉伸试验及焊缝热影响区低温冲击试验。产品试板数量为桥面板、桥底板纵向对接焊缝每 10 条带 1 块产品试板, 横向对接焊缝每 5 条焊缝带 1 块产品试板。

(5) 组装合格后的板块或部件, 应在规定部位打上编号钢印。

(6) 组装精度应满足设计要求, 设计无规定时, 可按表 2-48 的要求执行。

表 2-48 组装精度要求

简图	接头类别	允许偏差
	搭接接头的间隙	0.2
	接合的错位	小于 $t/5$, 且不大于 $4(t$ 为板厚)
	横向构件与理论线位置偏差	± 2

续表

简图	接头类别	允许偏差
	纵隔板和横隔板 垂直度和平面度	$e_1 \leq 3$ $e_2 \leq 4$
	纵向构件与理论线位置偏差	± 1
	一般箱形梁节段的外形尺寸	$b: \pm 3$ $p: \pm 3$ $l: \pm 2$ $c: \pm 2$ $s: \pm 2$ $h = \pm 2$ (端口处) $h = \pm 4$ (其他) $ f_1 - f_2 \leq 4$ 吊点四角平面度 小于等于 5 $ g_1 - g_2 \leq 5$

2) 焊接

- (1) 焊接要求除本章要求外执行第 17.2.6 条的规定。
- (2) 焊缝超声波无损探伤范围、内部质量分级及检验等级应符合表 2-49 的规定。
- (3) 焊缝的超声波探伤应符合现行《钢焊缝手工超声波探伤方法和控伤结果分级》(GB/T 11345) 的规定。
- (4) 焊缝的磁粉探伤应符合现行《焊缝磁粉检验方法和缺陷磁痕的分级》(JB/T 6061) 的规定。

表 2-49 焊缝超声波无损探伤范围、内部质量分级及检验等级

项 目	探伤方法	适用范围	探伤范围	质量等级	检验等级
对接焊缝	超声波	桥面板、桥底板、风嘴(参与强度计算时)的纵、横向对接焊缝	全长	I 级	B 级
	超声波	U 肋、球扁钢、扁钢等的对接焊缝;加劲用的对接焊缝;隔板对接焊缝	全长	II 级	B 级

续表

项 目	探伤方法	适用范围	探伤范围	质量等级	检验等级
角焊缝	超声波	U肋、球扁钢、扁钢与桥面板、桥底板、风嘴的角焊缝;加劲肋的对接焊缝;隔板与桥板的角焊缝	全部杆件两端各1m,中间加探1m	Ⅱ级	B级
	超声波	锚箱本体的角焊缝及与锚箱连接处的角焊缝	全长	Ⅱ级	B级
	磁粉或渗透	锚箱本体的角焊缝及与锚箱连拉处的角焊缝	全长		

(5)焊缝的渗透探伤应符合现行《焊缝渗透检验方法和缺陷迹痕的分级》(JB/T 6062)的规定。

(6)桥面板、桥底板、风嘴(参与强度计算时)的纵、横向对接焊缝须进行射线探伤。纵缝按接头数量的10%进行射线探伤,探伤范围为焊缝两端各250mm~300mm,接焊长度大于2m时中间加探250mm~300mm。横缝应按横缝长度的5%随机进行射线探伤。

(7)焊缝的射线探伤应符合现行《钢熔化焊对接接头射线照相和质量分级》(GB/T 3323)的规定。射线照相质量等级为AB级;焊缝内部质量为Ⅱ级。

(8)焊缝修磨和返修:

- ①外观检查超标者应按第17章表2-26进行返修;
- ②超出规定的内部缺陷应在查明原因后用碳弧气刨清除缺陷,用手工焊进行返修;
- ③返修焊后的焊缝应修磨匀顺,并按原质量标准进行复检。

3) 部件矫正

(1)部件矫正时,应优先采用机械矫正方法,矫正时应缓慢加力,环境温度不应低于5℃,冷矫角变形总量不应大于2%。

(2)仅做定位焊或焊缝尚未完成的构件,不宜进行矫正。

(3)板件和节段应在装焊完毕松弛约束后进行矫正。

(4)热矫时加热温度应控制在600℃~800℃范围,同一部位加热不宜超过2次。

4 试拼装

1)钢梁应按拼图进行厂内试拼装,试拼不少于3个节段,按架梁顺序进行试拼装。

2)试拼装前,应认真做好各项准备工作,仔细检查试拼装胎位、工具、仪器及吊具是否完好和安全可靠。

3)依据设计图及工艺文件核对每个零件、部件、梁段,不允许使用未经检验或不合格的零部件及梁段参加厂内试拼装。

4)每次试拼按第17章表2-29和表2-30进行检测,其结果应有详细的记录,首次由工厂技术负责主管组织鉴定,其余各次由工厂检验部门检验确认合格后方可进行下道工序。

5 成品

1)成品梁段基本尺寸允许偏差应符合表2-50的要求。

2)钢梁成品应由工厂检验部门进行全面检查、验收,并与业主委派的质量监理工程师共同确认,合格后方可填发产品合格证。

3)成品移交用户时,工厂应提供下列文件:

- (1)产品合格证;

- (2)完工图;
- (3)工厂内试拼装记录;
- (4)焊缝重大修补检验记录。

表 2-50 梁段验收允许误差

项 目		允许误差/mm
名称	范围	
跨度(L)	L 为三段试装时最外两吊点的中心距(m)	$\pm(5+0.15L)$
	分段时两吊点中心距	± 2
全长	分段累加总长	± 20
	分段长	± 2
盖板宽	盖板单元纵向有对接时间 间的盖板宽	± 1
	箱梁段的盖板宽	± 3
旁弯	桥面中心线在平面内的偏 差,L 为三段试装长度(m)	$3+0.1L$ 最大 12
	单段箱梁	≤ 5
拱度	L 为跨度或试装匹配时 三段的长度(m)	超过的 + $\begin{cases} 3+0.15L \\ \text{最大 } 12 \end{cases}$ 不足的 - $\begin{cases} 3+0.05L \\ \text{最大 } 6 \end{cases}$
工地对接板面高低差	安装匹配件后板面高差	≤ 1.5

注:梁高(H),腹板中心距,横截面对角线差,左右支点高度差(吊点),盖板、腹板平面度,扭曲等项目验收条件见表 2-36 和表 2-48。

18.8.2 钢箱梁安装

1 待索夹、吊索安装完毕并做好以下前期准备工作后方可进行吊装:

- 1)对桥下地形及河床进行探测,根据实际情况进行清理。
- 2)潮汐河段须掌握桥位区海域水文情况,了解该处潮汐变化规律。
- 3)完成施工组织设计,并经审定。
- 4)确定吊装期间封航和航道运输管理方案。
- 5)应充分掌握有关气象资料,特别是突发性风情预报,并做好防范措施。
- 6)吊机安装就位,并完成各项设备安装及检查工作。

2 安装钢箱梁的吊机可选用卷扬机提升跨缆吊机或液压提升跨缆吊机,启用前必须进行试吊。

3 吊装方法可根据以下情况选定:

- 1)如能将梁段运至吊点位置处,可采用垂直起吊法架设。
- 2)因河床的限制,梁段不能运至吊点正下方时,可将吊机偏位将梁段垂直起吊,然后纵向牵引箱梁就位。

4 吊装过程应符合下面规定:

1) 吊装过程必须严格遵守高空作业及水上作业的安全规定。

2) 吊装过程应观察索塔变位情况,应根据设计要求和实测塔顶位移量分阶段调整索鞍偏移量,以保证工程质量和施工安全。

3) 安装前应确定安装顺序,一般可以从中跨跨中对称地向两边进行,安装完一段跨中梁段后,再从两边跨对称地向索塔方向进行。

4) 钢箱梁水上运输必须由有经验的人员担任。架设前,宜进行现场驳船定位试验,以保证定位精度。

5) 各工作面上,吊装第二节段起须与相邻节段间预偏一定间隙(0.5m~0.8m),至标高后,牵拉连接,避免吊装过程与相邻节段发生碰伤,影响吊装工作进行。

6) 安装合龙段前,必须根据实际的合龙长度,对合龙段长度进行修正。

5 调试和定位

1) 在节段吊装过程中应对箱梁节段接头进行测试,并随时拧紧定位临时螺栓。

2) 当节段吊装超过一定数量时,跨中段的挠度曲线趋于平缓,接近设计要求,此时可对该接头进行定位焊,随节段吊装的增加,其他节段的挠度曲线将逐渐趋于平缓,其他节段接头也将就位,可实施定位焊。

6 工地焊接

1) 工地焊接应做工艺评定,并严格按工地焊接工艺进行工地焊接。

2) 工地焊缝焊接前应用钢丝砂轮进行焊缝除锈,并在除锈后 24 h 内进行工地焊接。

3) 焊接前应检查接头坡口、间隙和板面高低差是否符合要求,同时检查环境是否满足工地焊接的环境要求,如不满足应采取措施。

工地焊接环境要求:风力 < 5 级;温度 > 5℃;湿度 < 85%。

雨天不能进行工地焊接(箱内除外)。

4) 工地接头焊接时,应注意温度变化对接头焊接的影响。安装时须有足够数量的固定点并保证足够的强度。当工地焊缝形成并具有足够的刚度和强度时,方能解除安装固定点,防止焊缝裂纹及接口处错边量超差。

5) 箱内焊接须有通气排尘措施,钢桥上应有安全用电措施,确保施工安全。

6) 桥面板和桥底板应使用单面焊双面成形技术,其他结构应尽可能采用高效焊接以减少焊接变形。当箱内采用 CO₂ 气体保护焊时,应采取通风防护安全措施。

7) 为控制变形,应对施焊顺序进行控制,横向施焊顺序宜从桥面中轴线向两侧焊接,并尽量做到对称施焊。

8) 工地焊接接头应进行 100% 的超声波探伤,其中抽其 30% 进行 X 光探伤拍片检查,当有一片不合格时则对该焊缝进行 100% 的 X 光拍片。

9) 纵向加劲肋的对接接缝只做超声波探伤。

10) 焊缝缺陷的修补应按第 17 章的有关规定执行。

7 工地涂装

1) 工地焊接后应按防腐设计要求进行表面处理。

2) 工地焊接的表面补涂油漆应在表面除锈 24 h 内进行,分层补涂底漆和面漆,并达到设计的漆膜总厚度。

3) 根据技术文件的要求,工地焊接完成后,应按涂装工艺文件的要求涂箱外装饰面漆。

18.8.3 钢桁架梁安装可按第 17 章钢桥及第 18.8.2 条的有关规定执行。悬臂吊装时,可先利用塔顶的吊装设备安装好靠塔柱的节段;再在桁架上安装移动式悬臂吊机,利用移动式悬臂吊机从塔柱往主跨跨中及锚碇方向对称均衡地将桁架安装到位。对于桁架节段重量较轻者,也可采用缆索吊装。

18.8.4 钢加劲梁的安装应符合表 2-51 的要求。

表 2-51 钢加劲梁安装后的允许偏差

项 目	规定值或允许偏差/mm
吊点偏位	20
箱或桁同面高程在两吊索处高差	2
吊索防护	符合设计要求
箱或桁梁段工地连接	符合本规范和设计要求
钢箱或桁梁工地防护	符合设计要求

18.9 钢桥面铺装

18.9.1 钢桥面板出厂时应按设计要求涂防锈漆,在桥面铺装前应喷丸除锈。

18.9.2 钢桥面铺装施工应符合设计要求,施工前应对各种材料进行调查试验,并对各种施工机械和设备做全面检查。铺装各层施工前应进行施工试验。

18.9.3 钢桥面铺装施工时在一道工序完工之后,下道工序应紧跟或尽快进行,施工前下层应保持干燥、整洁,不得有尘土、杂物、油污或损坏,当不符合要求时应予处理。除沥青铺装层外,完工后的铺装层表面严禁通行非施工车辆。

18.9.4 沥青铺装施工之前,必须铺筑试验段,以验证沥青混合料配合比设计结果,并确定沥青混合料施工工艺。

18.9.5 沥青铺装施工气温不得低于 15℃,且应在钢桥面左右两幅平行对称分段铺筑。

18.9.6 钢桥面人行道及中央分隔带铺装,除沥青铺装外其余应与行车道相同。沥青铺装层宜人工铺筑,当使用大型压路机有困难时,应采用小型振动压路机或振动夯板压实,对不能采用压实机具的部位,可采用人工夯实。

18.9.7 质量检查与验收

钢桥面沥青铺装的质量检查与验收标准应符合现行《公路工程质量检验评定标准》(JTJ 071)的规定。对钢桥面沥青铺装进行检测时,不得采用钻孔法,而应改用其他适合的办法。

18.10 其他

18.10.1 伸缩装置

1 悬索桥桥面铺装施工前应安装好伸缩装置。

2 当伸缩装置一端为钢梁另一端为混凝土梁时,则在靠混凝土梁一端底座及端头约 800mm 范围内,必须用高强度混凝土或特种混凝土,提高其抗压强度及耐冲击能力。

3 伸缩装置安装时应严格遵守重物吊装及运输安全有关规定,结构焊接可按伸缩装置制作厂家提供的技术标准执行。

18.10.2 支座

1 支座安装前必须认真地检查支座的制作质量及加工精度,满足设计要求后方可使用。

2 安装方法可与梁段连接好后随梁段吊装就位,此时对梁段吊点位置必须考虑支座重量,如现场安装施工条件较好时,也可等梁段就位后安装。

3 安装精度应符合表 2-52 的要求。

表 2-52 支座安装精度

支座类型	允许偏差/mm		
	纵轴	横轴	标高
竖向支座	±5	±5	±10
	牛腿垂直度	与牛腿侧面的间隙	
抗风支座	±10	±2	

注:竖向支座垫石钢板平整度允许偏差 2mm。

18.10.3 防撞栏安装

可按第 20 章的有关内容执行。

19 斜拉桥

19.1 一般规定

19.1.1 本章适应于预应力混凝土斜拉桥、钢斜拉桥、钢—混凝土叠合梁斜拉桥、混合梁斜拉桥以及吊拉组合斜拉桥的制作、安装施工。

19.1.2 本章根据斜拉桥施工的基本特点对主要事项作出规定,其余有关事项应按本规范相应章节的规定执行。

19.1.3 斜拉桥施工与设计有互补和互反馈关系,施工前应全面了解设计的要求和意图,编制施工组织设计,使成桥线形和内力符合设计要求。

19.1.4 斜拉桥施工组织设计的主要内容应包括:

- (1)基础、墩塔和主梁的施工工艺;
- (2)塔、梁施工控制及施工测量方法;
- (3)拉索制作、安装、张拉及锚固工艺。

19.1.5 梁的施工方法可视设计要求、桥位条件、施工经验、设备状况及技术经济比较选定。

19.2 索塔

19.2.1 索塔的施工可视其结构、体形、材料、施工设备和设计要求综合考虑选用适合的方法。裸塔施工宜用爬模法,横梁较多的高塔宜采用劲性骨架挂模提升法。

19.2.2 索塔施工,除设置相应的塔吊外,还应设置工作电梯及安全通道。

19.2.3 斜拉桥施工时应避免塔梁交叉施工干扰。必须交叉施工时应根据设计和施工方法采取保证塔梁质量和施工安全的措施。

19.2.4 索塔横梁施工时应根据其结构、重量及支撑高度设置可靠的模板和支撑系统,考虑弹性和非弹性变形、支承下沉、温差及日照的影响。必要时应设支承千斤顶调控。体积过大的横梁可两次浇筑。

19.2.5 斜塔柱施工时,必须对各施工阶段塔柱的强度和变形进行计算;应分高度设置横撑,使其线形、应力、倾斜度满足设计要求并保证施工安全。

19.2.6 索塔混凝土现浇应选用输送泵施工,超过一台泵的工作高度时,允许接力泵送,但必须做好接力储斗的设置,并尽量降低接力站台高度。

19.2.7 宜在索塔施工中设置劲性钢骨架,以保证索管空间定位精度和钢筋架立的精度。

19.2.8 索塔施工组织设计中必须制定整体和局部的安全措施。

- 1 设置运输安全设施,如塔吊起重量限制器、断索防护器、钢索防扭器、风压脱离开关

等。

- 2 防范雷击、强风、暴雨、寒暑、飞行器对施工的影响。
- 3 防范吊落和作业事故并有应急的措施。
- 4 应对塔吊、支架安装、使用和拆除阶段的强度稳定等进行计算和检查。

19.2.9 必须避免上部塔体施工时对下部塔体表面的污染。

19.3 主梁

19.3.1 主梁施工时必须进行施工控制,即对梁体每一施工阶段的结果进行详细的检测分析和验算,以确定下一施工阶段拉索张拉量值和主梁线形、高程及索塔位移控制量值,周而复始直至合龙成桥。

19.3.2 施工监控测试的主要内容

- (1)变形:主梁线形、高程、轴线偏差、索塔的水平位移;
- (2)应力:拉索索力、支座力以及梁塔应力在施工过程中的变化;
- (3)温度:温度场及指定测量时间塔、梁、索的变化。

19.3.3 非与索塔结构固结的主梁,施工时必须使梁塔临时固结,并按要求程序解除临时固结,完成设计的支承体系。必须加强施工期内对临时固结的观察。

19.3.4 混凝土主梁

1 主梁零号段及其两旁的梁段,在支架和塔下托架上浇筑时,应除温度、弹性和非弹性变形及支承等因素对变形和施工质量的不良影响。

2 采用挂篮悬浇主梁时,除应符合梁桥挂篮施工的有关规定外,还应按下列规定执行:

1)挂篮的悬臂梁及挂篮全部构件制作后均应进行检验和试拼,合格后再于现场整体组装检验,并按设计荷载及技术要求进行预压,同时测定悬臂梁和挂篮的弹性挠度、调整高程性能及其他技术性能。

2)挂篮设计和主梁浇筑时应考虑抗风振的刚度要求。

3)拉索张拉时应对称同步进行,以减少其对塔与梁的位移和内力影响。

3 为防止合龙梁段施工出现的裂缝,应采用以下方法改善受力和施工状况:

1)在梁上、下底板或两肋端部预埋临时连接钢构件,或设置临时纵向连接预应力索,或用千斤顶调节合龙口的应力和合龙口长度。

2)合龙两端高程在设计允许范围内时,可视情况进行适当压重。

3)观测合龙前连日的昼夜温度场变化与合龙高程及合龙口长度变化的关系,选定适当的合龙浇筑时间。

4)合龙梁段浇后至纵向预应力索张拉前应禁止施工荷载的超平衡变化。

4 主梁采用悬拼时,除应遵守连续梁及斜拉桥主梁悬浇的有关规定外,还应按下列规定施工:

1)预制梁段,如设计无规定,宜选用长线台座(可分段设置),亦可采用多段的联线台座,每联宜多于5段,先预制顺序中的1、3、5段,脱模后再在其间浇2、4段,使各端面啮合密贴,端面不应随意修补。

2)应在底模上调整主梁分段形体所受竖曲线的影响。拼装中多段积累的超误差,可用湿接缝调整。

3)梁段拼合前应试拼,以便及时调整。

4)湿接缝拼合面应进行表面凿毛和清扫,干接缝应保持结合面清洁,粘料应涂刷均匀。

5)采用垫片调整梁段拼装线形时,每次垫片调整的高程不应大于20 mm。

5 长拉索在抗振阻尼支点尚未安装前,应采用钢索或杆件(平面索时)将一侧拉索联结