

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 50460 – 2008

# 油气输送管道跨越工程施工规范

Code for construction of oil and gas transmission pipeline  
aerial crossing engineering

2008 - 12 - 15 发布

2009 - 06 - 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部  
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

中华人民共和国国家标准  
油气输送管道跨越工程施工规范

Code for construction of oil and gas transmission pipeline  
aerial crossing engineering

**GB 50460 - 2008**

主编部门：中国石油天然气集团公司  
批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部  
施行日期：2 0 0 9 年 6 月 1 日

中国计划出版社

2009 北京

中华人民共和国国家标准  
**油气输送管道跨越工程施工规范**

GB 50460-2008



中国石油天然气集团公司 主编

中国计划出版社出版

(地址:北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 4 层)

(邮政编码:100038 电话:63906433 63906381)

新华书店北京发行所发行

世界知识印刷厂印刷

---

850×1168 毫米 1/32 3.375 印张 84 千字

2009 年 5 月第 1 版 2009 年 5 月第 1 次印刷

印数 1—10100 册



统一书号:1580177 · 165

# 中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 199 号

## 关于发布国家标准《油气输送管道 跨越工程施工规范》的公告

现批准《油气输送管道跨越工程施工规范》为国家标准，编号为GB 50460—2008，自2009年6月1日起实施。其中，第5.1.1、7.2.2、13.3.2、13.3.3条为强制性条文，必须严格执行。

本规范由我部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部  
二〇〇八年十二月十五日

## 前　　言

本规范是根据建设部“关于印发《2006 年工程建设标准规范制订、修订计划(第二批)》的通知”(建标〔2006〕136 号)的要求,由四川石油天然气建设工程有限责任公司会同有关单位共同编制完成。

本规范共分 17 章和 1 个附录,主要内容包括:总则,术语,基本规定,施工准备,材料、配件供应及检验,测量与放线,基础施工,塔架施工,悬索式跨越施工,斜拉索式跨越施工,桁架式跨越施工,其他形式跨越施工,跨越管道安装就位、焊接及检验,管道清管和试压,防腐和保温,健康、安全与环境,工程交工等。

本规范在编制过程中,编制组总结了多年油气输道管道跨越工程的施工经验,借鉴了国内已有的标准和国外发达工业国家的相关标准,吸收了近年来国内油气管道跨越工程的科研成果和生产管理经验,广泛征求了全国各相关单位、专家的意见,经反复研究、讨论和修改,最后经审查定稿。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本规范由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释,由四川石油天然气建设工程有限责任公司负责具体技术内容的解释。本规范在执行过程中,请各单位认真总结经验、注意积累资料,如发现需要修改和补充之处,请将意见和建议寄交四川石油天然气建设工程有限责任公司安全环保质量部(地址:四川省成都市华阳镇华阳大道四段 198 号油建苑,邮政编码:610213),以供今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位和主要起草人:

**主 编 单 位:** 四川石油天然气建设工程有限责任公司

**参编单位：**中国石油集团工程设计有限责任公司西南分公司  
新疆石油工程建设有限责任公司

**主要起草人：**何睿 杨胜金 周剑琴 李卫 郑玉刚  
黄正 陈麦 孟贵林 张龙 朱钢坚  
张松 朱莉渊 杨守聪 胡道华 吴克信  
杨成刚

## 目 次

1 总 则 .....	( 1 )
2 术 语 .....	( 2 )
3 基本规定 .....	( 3 )
4 施工准备 .....	( 4 )
5 . 材料、配件供应及检验 .....	( 5 )
5.1 一般规定 .....	( 5 )
5.2 材料、管件及配件检验 .....	( 5 )
6 测量与放线 .....	( 7 )
6.1 一般规定 .....	( 7 )
6.2 平面控制 .....	( 7 )
6.3 高程控制 .....	( 9 )
6.4 施工测量放线 .....	( 10 )
7 基础施工 .....	( 12 )
7.1 基坑开挖 .....	( 12 )
7.2 钢筋混凝土基础施工 .....	( 14 )
7.3 钢桩基础施工 .....	( 17 )
7.4 灌注桩基础施工 .....	( 19 )
8 塔架施工 .....	( 24 )
8.1 钢塔架制作 .....	( 24 )
8.2 钢塔架安装 .....	( 28 )
8.3 钢筋混凝土塔架施工 .....	( 29 )
8.4 索鞍或塔顶连接板安装 .....	( 30 )
9 悬索式跨越施工 .....	( 31 )
9.1 一般规定 .....	( 31 )

9.2 钢丝绳的制备	(31)
9.3 主索安装	(33)
9.4 其他索系安装	(33)
9.5 桥面结构的制作与安装	(34)
9.6 锚固墩	(35)
<b>10 斜拉索式跨越施工</b>	(37)
10.1 一般规定	(37)
10.2 钢丝绳制备	(37)
10.3 临时承重索安装	(37)
10.4 桥面结构的制作与安装	(37)
10.5 拉索安装	(37)
<b>11 桁架式跨越施工</b>	(39)
11.1 下料与组装	(39)
11.2 桁架的焊接与检验	(39)
11.3 桁架安装	(40)
<b>12 其他形式跨越施工</b>	(41)
<b>13 跨越管道安装就位、焊接及检验</b>	(43)
13.1 管段加工与组装	(43)
13.2 管道焊接	(44)
13.3 焊缝质量检验	(44)
13.4 弯管的组装焊接	(46)
13.5 补偿器制作及安装	(46)
13.6 跨越管道的发送和就位	(47)
<b>14 管道清管和试压</b>	(48)
14.1 一般规定	(48)
14.2 清管及试压	(49)
<b>15 防腐和保温</b>	(51)
15.1 防腐	(51)
15.2 保温	(51)

16 健康、安全与环境	(54)
17 工程交工	(55)
附录 A 大体积混凝土控制温度措施	(56)
本规范用词说明	(59)
附：条文说明	(61)

## 1 总 则

- 1.0.1** 为提高油气输送管道跨越施工水平,保证施工质量,使建设工程达到技术先进、经济合理、安全可靠,制定本规范。
- 1.0.2** 本规范适用于新建或改、扩建的油气输送管道跨越人工或天然障碍物工程的施工;不适用于沿既有桥梁敷设管道。
- 1.0.3** 工程施工过程中的职业健康与安全、环境保护、文物保护等方面的要求应符合国家、地方法规的规定。
- 1.0.4** 油气输送管道跨越工程施工除应执行本规范外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 术    语

**2.0.1 管道跨越工程** pipeline aerial crossing engineering

管道从天然或人工障碍物上部架空通过的建设工程。

**2.0.2 斜拉索式跨越** obliquely-cable stayed type pipeline aerial crossing

输送管道结构用多根斜向张拉钢索连结于塔架上的跨越结构型式。

**2.0.3 悬索式跨越** suspension cable type pipeline aerial crossing

输送管道吊挂在承重主索上的跨越结构型式。

**2.0.4 桁架式跨越** truss type pipeline aerial crossing

桁架作为管道承重结构的跨越结构型式。

**2.0.5 轻型托架跨越** light truss type pipeline aerial crossing

以管道作为上弦,与钢索或型钢构成的下伸式组合梁的跨越结构型式。

**2.0.6 梁式直跨** girder pipeline aerial crossing

用输送管道或套管作为梁的跨越结构型式。

**2.0.7 清孔** clearing-out hole

在钻孔灌注桩钻孔深度达设计标高或往孔内吊放钢筋笼后,对桩孔底部沉渣进行清理的施工过程。

**2.0.8 锚固墩** anchor block

用于克服钢丝绳的拉力并锚固钢丝绳的钢筋混凝土结构。

### 3 基本规定

3.0.1 跨越工程等级划分应符合表 3.0.1 的规定。

表 3.0.1 跨越工程等级划分

工程等级	总跨长度(m)	单跨最大长度(m)
大型	$\geq 300$	$\geq 150$
中型	100~300	50~150
小型	$<100$	$<50$

注:划分跨越工程等级时,按满足总跨长度或单跨最大长度条件之一确定。

3.0.2 承担中型及中型以上管道跨越工程施工的企业,应具有相应的工程施工总承包资质。

3.0.3 施工单位应具有健全的质量、职业健康安全和环境管理体系,并应取得相应的体系认证证书。

3.0.4 施工作业主要工种人员应具有相应资格证,施工中应严格执行安全操作规程。

3.0.5 用于施工的计量、试验器具应经具有相应资格的机构检定合格且在有效期内使用。

## 4 施工准备

- 4.0.1** 跨越工程开工前,应调查施工区域内建(构)筑物、水利设施、通信及电力线路等设施的影响及拆迁数量;施工场地布置与相邻工程、农田水利、道路交通、征地等的关系;施工的自然气候条件,雨季和洪水对施工的影响;洪水位及年洪水频率、最高洪水位及凌汛情况。
- 4.0.2** 施工单位应编制并报批施工组织设计或施工方案、措施,并应完成技术交底。
- 4.0.3** 施工单位应配备满足工程需要的人员,并应对员工进行岗前培训。
- 4.0.4** 施工单位应设置现场物资临时储存库房,并应做好物资采购、验证、现场保管工作。
- 4.0.5** 施工单位应配备满足施工需要的完好的机具、设备,并应制作专用施工机具。
- 4.0.6** 施工单位应按施工组织设计完成现场水、电、讯、路等临时设施和场地平整,同时应做好施工总平面布置。

## 5 材料、配件供应及检验

### 5.1 一般规定

5.1.1 用于跨越工程的材料、管件和配件必须符合设计要求，产品质量应符合国家现行有关标准的规定，并应具有出厂合格证和质量证明书。

5.1.2 用于跨越工程的弯头、热镀锌弯管和冷弯管技术指标应符合表 5.1.2 的规定。

表 5.1.2 弯头、热镀锌弯管和冷弯管技术指标

种 类	曲率半径	外观和主要尺寸	其他规定
弯头	$<4D$	不应有褶皱、裂纹、重皮、机械损伤；两端椭圆度应小于或等于 1.0%，其他部位的椭圆度不应大于 2.5%	—
热镀锌弯管	$\geq 4D$	不应有褶皱、裂纹、重皮、机械损伤；两端椭圆度应小于或等于 1.0%，其他部位的椭圆度不应大于 2.5%	应满足清管器和探测仪器顺利通过；端部应保留不小于 0.5m 的直管段
冷弯管 $DN$ (mm)	$\leq 300$	$\geq 18D$	端部应保留 2m 的直管段
	350	$\geq 21D$	
	400	$\geq 24D$	
	450	$\geq 27D$	
	$\geq 500$	$\geq 30D$	

注： $D$  为管道外径， $DN$  为公称直径。

### 5.2 材料、管件及配件检验

5.2.1 钢管的外径、壁厚、椭圆度等钢管尺寸偏差，应按钢管制造标准检验。钢管表面不得有裂纹、结疤、折叠以及其他深度超过公

称壁厚偏差的缺陷。

#### 5.2.2 钢管如有凿痕、槽痕、凹陷、变形等有害缺陷，应按下列方法修复或消除后使用：

1 凿痕、槽痕可用砂轮磨去，输油管道也可同时选用焊接方式修复，但磨剩的厚度不得小于材料标准允许的最小厚度。否则，应将受损部分整段切除。

2 凹陷的深度不得超过公称管径的 2%，且不得大于 6mm（尖底凹陷不得大于 3mm）。凹陷位于纵向焊缝或环向焊缝处影响管子曲率者，应将凹陷处管子受损部分整段切除。

3 变形的管段超过钢管制造标准时，应废弃。

#### 5.2.3 弯头或弯管端部应标注弯曲角度、钢管外径、壁厚、曲率半径及材质型号等参数。凡标注不明或不符合设计要求的不得使用。

#### 5.2.4 型钢使用前应进行外观检查，其表面质量应符合下列规定：

1 不应有裂纹、夹层、夹渣、重皱、折痕、扭曲等缺陷。

2 表面锈蚀、麻点或划痕深度不得超过其厚度允许负偏差的 1/2。

#### 5.2.5 焊条不应有破损、发霉、油污、锈蚀现象；焊丝不应有锈蚀和折弯现象；焊剂不应有变质现象。

#### 5.2.6 对属于下列情况之一的材料，应进行抽样复验，其复验结果应符合国家现行产品标准和设计要求：

1 国外进口钢材（具有国家进出口质量检验部门复验商检报告的除外）。

2 钢材混批。

3 中型及以上跨越的大跨度钢结构中主要受力构件所采用的钢材。

4 设计要求复验的材料和配件。

5 对质量有疑义的钢材。

6 国家现行标准规定需要复验的材料。

## 6 测量与放线

### 6.1 一般规定

6.1.1 施工测量除应符合本规范规定外,尚应符合现行国家标准《工程测量规范》GB 50026 的有关规定。

6.1.2 对设计或建设单位交付的跨越中线桩、控制网基点桩、水准桩应进行复测,并应对复测资料与设计图进行核对。

6.1.3 测量应以中误差作为衡量测量精度的标准,以二倍中误差作为极限误差。

6.1.4 对中型及以上跨越应建立施工测量平面控制网和高程控制网。

6.1.5 控制点选点应符合相应精度等级对观测的要求。控制桩宜埋设水泥标桩,并应采取保护控制桩的措施。

### 6.2 平面控制

6.2.1 平面控制网的建立可采用三角控制网、三边控制网和导线控制网。

6.2.2 平面控制网的控制等级划分,应符合下列规定:

- 1 三角网、三边网应采用四等和一、二级小三角、小三边。
- 2 导线网应采用四等和一、二、三级导线。

6.2.3 平面控制网应利用现有控制点建立,坐标系统应采用设计选用的坐标系。大型跨越的首级控制网精度不应低于一级,中型跨越的首级控制网精度不应低于二级。

6.2.4 当利用已有控制点构成施工控制网起始边,其相对中误差不能满足相应等级控制网对起始边的要求时,可采用一个控制点作为基点、另一控制点作为起始方向的独立网。

**6.2.5** 当采用三角测量网作首级控制网时,宜布设为近似等边三角形网。其三角形的内角不宜小于 $30^{\circ}$ 。

**6.2.6** 三角测量的主要技术要求应符合表 6.2.6 的规定。

表 6.2.6 三角测量的主要技术要求

等级		平均边长 (km)	测角中误差 (")	起始边边长 相对中误差	最弱边边长 相对中误差	三角形最大 闭合差(")
四等	首级	2	2.5	$\leq 1/100000$	$\leq 1/40000$	9
	加密			$\leq 1/70000$		
一级小三角		1	5	$\leq 1/40000$	$\leq 1/20000$	15
二级小三角		0.5	10	$\leq 1/20000$	$\leq 1/10000$	30

**6.2.7** 当导线网用作首级控制时,应布设成环形网。相邻边边长宜近似相等,其长度之比不宜小于 $1:3$ 。

**6.2.8** 导线测量的主要技术要求应符合表 6.2.8 的规定。

表 6.2.8 导线测量的主要技术要求

等级	导线长度 (km)	平均边长 (km)	测角中误差 (")	测距中误差 (mm)	测距相对 中误差	方位角 闭合差(")	相对 闭合差
四等	9	1.5	2.5	18	$\leq 1/80000$	$5\sqrt{n}$	$\leq 1/35000$
一级	4	0.5	5	15	$\leq 1/30000$	$10\sqrt{n}$	$\leq 1/15000$
二级	2.4	0.25	8	15	$\leq 1/14000$	$16\sqrt{n}$	$\leq 1/10000$
三级	1.2	0.1	12	15	$\leq 1/7000$	$24\sqrt{n}$	$\leq 1/5000$

注:n 为测站数。

**6.2.9** 采用三边测量控制网时,各等级三边网的起始边至最近边之间的三角形个数不宜多于 10 个。各等级三边网的边长宜近似相等,其组成的各内角宜为 $30^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。距离测量应采用对向观测。

**6.2.10** 三边测量的主要技术要求应符合表 6.2.10 的规定。

**表 6.2.10 三边测量的主要技术要求**

等 级	平均边长(km)	测距中误差(mm)	测距相对中误差
四等	2	15	$\leq 1/100000$
一级小三边	1	20	$\leq 1/40000$
二级小三边	0.5	20	$\leq 1/20000$

**6.2.11** 当观测数据超限时,应重测整个测回。当观测数据出现分群时,应分析原因,并应采取相应措施重新观测。

### 6.3 高程控制

**6.3.1** 高程系统宜采用 1985 国家高程系。在已有高程控制网的地区测量时,可沿用原高程系统;当与已有高程系统联测有困难时,亦可采用假定高程系统。

**6.3.2** 高程控制测量,可采用水准测量和光电测距三角高程测量。

**6.3.3** 高程控制测量等级应依次划分为三、四、五等。大型跨越的首级高程控制不应低于四等,中型跨越不应低于五等。

**6.3.4** 水准测量的主要技术要求应符合表 6.3.4 的规定。

**表 6.3.4 水准观测的主要技术要求**

等级	水准仪型号	视线长度(m)	前后视较差(m)	前后视累积差(m)	视线最低高度(m)	黑红面读数较差(mm)	往返较差、附合或闭合差	观测次数
三等	DS1	100	3	6	0.3	1.5	$4\sqrt{L}$	往一次
	DS3	75				3.0	$12\sqrt{L}$	往返各一次
四等	DS3	100	5	10	0.2	5.0	$20\sqrt{L}$	往一次
五等	DS3	100	大致相等	—	—	—	$30\sqrt{L}$	往一次

注: $L$  为水准线路长度。

**6.3.5** 光电测距三角高程测量的主要技术要求应符合表 6.3.5 的规定。

表 6.3.5 光电测距三角高程测量的主要技术要求

等级	仪器	测回数		指标差 较差 ( $\prime\prime$ )	垂直角 较差 ( $\prime\prime$ )	对向观测 高差较差 (mm)	附合或环 形闭合差 (mm)
		三丝法	中丝法				
四等	DJ2	2	3	$\leq 7$	$\leq 7$	$40 \sqrt{D}$	$20 \sqrt{\sum D}$
五等	DJ2	1	2	$\leq 10$	$\leq 10$	$60 \sqrt{D}$	$30 \sqrt{\sum D}$

注:  $D$  为电磁波测距边长度。

**6.3.6** 光电测距三角高程测量的仪器高度、反射镜高度或觇牌高度, 应在观测前后量测, 四等量测值应精确至 1mm, 当较差不大于 2mm 时, 应取用平均值; 五等量测值应精确至 1mm, 当较差不大于 4mm 时, 应取用平均值。

**6.3.7** 当三角高程测距边边长大于 1km 时, 应计算地球曲率和折光差的影响。

## 6.4 施工测量放线

**6.4.1** 应测定跨越基础和锚固墩中心位置, 并应根据设计要求和地质情况放出基坑开挖线。

**6.4.2** 跨越基础和锚固墩的定位可采用前方交会法、后方交会法、光电测距极坐标法等。小型跨越也可采用导线定位法。

**6.4.3** 跨越基础和锚固墩中心定位测量, 应符合下列要求:

1 中型及以上跨越桥墩和锚固墩中心点应由不少于 3 个控制点按三角法交会测设, 或由不少于 2 个控制点按光电测距极坐标法测设。小型跨越可采用导线法测设。

2 交会法测设桥墩中心点时, 当一个方向为跨越轴线, 误差三角形的最大边长或两交会方向与跨越轴线交会点间长度不大于 15mm 时, 应以交会点投影至跨越轴线的交点作为桥墩中心点; 当各方向均不包括跨越轴线时, 应以交会的误差三角形的重心作为桥墩中心。

3 极坐标法测设桥墩中心点时, 如两测设点间误差大于

3mm,应增加测量测设点,并应按交会法的误差三角形方法确定桥墩中心点。

#### 6.4.4 钢桩测量应符合下列要求:

1 桩位应按跨越桥墩中心十字线与桩的相对位置测设,测设限差应为20mm。斜桩应按设计倾斜度推算至地面高程后再测设。

2 钢桩打入过程中应随时检查倾斜度,每根桩打入一半桩长和接桩时应测量一次,直桩倾斜度不得超过1%桩长,斜桩不得超过 $15\% \tan\theta$ ( $\theta$ 为设计桩纵轴线与垂直线间夹角)。

3 每根桩打完后应测定桩顶高程。

#### 6.4.5 挖(钻)孔灌注桩测量应符合下列要求:

1 桩位应按设计桩位与跨越桥墩中心十字线与桩的相对位置测设,平面位置测设限差应为·10mm。

2 挖(钻)孔内混凝土灌注完毕,导管提出混凝土面后,应测量混凝土面高程,混凝土凝固后应再复测桩顶面高程。

3 灌注混凝土后应测定桩中心位置。

6.4.6 基础及锚固墩、钢塔架安装或钢筋混凝土塔架浇注施工完毕后,应复测塔架安装中心距,以及基顶标高、锚固点标高、塔架安装中心至锚固点的距离,并应按设计单位的要求反馈复测结果。

#### 6.4.7 跨越塔架安装中心及锚固点的复测应符合下列要求:

1 基础浇注养护完毕后,应在基础顶部测设跨越中心点和纵横轴线。

2 中心点的测设应符合本规范第6.4.3条的要求。

3 中心点定位完成后应复测跨越中心距,测量宜采用对向观测。测量的相对中误差不应低于1/10000,与设计中心点长度较差不应大于1/10000,且不应大于20mm。

# 7 基础施工

## 7.1 基坑开挖

7.1.1 跨越工程的基础和锚固墩基坑开挖,应根据工程地质、施工季节、机具设备能力、工期和设计要求进行施工,宜采取明挖法施工,并应符合现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202 的有关规定。

7.1.2 基坑开挖应符合开槽支撑、先撑后挖、分层开挖、严禁超挖的原则。

7.1.3 基坑施工时应对支护结构、周围环境进行观察和监测,如出现异常情况应及时处理,并应待恢复正常后继续施工。

7.1.4 基坑挖至设计标高后,应对坑底进行保护,并应进行垫层施工。对复杂地质条件基坑,宜分区分块挖至设计标高,并应分区分块及时浇筑垫层。

7.1.5 基坑开挖遇岩石时,可采用人工凿石和控制边线爆破相结合的方法进行施工。

7.1.6 基坑开挖尺寸应满足基础施工的要求,锚固墩开挖尺寸应按设计要求进行,其他基础的开挖尺寸宜比设计基础的平面尺寸各边增宽 0.5~1.0m 操作空间,对有渗水的基坑坑底的开挖尺寸,可根据基坑排水的需要适当加宽。

7.1.7 基坑坑壁坡度,应结合工程地质和水文条件、基坑深度和载荷情况确定,并应符合下列规定:

1 基坑深度在 5m 以内、基坑底在地下水位以上、基壁地质构造均匀、不加支撑时,基坑坑壁最陡边坡坡度可按表 7.1.7 确定。

2 基坑深度大于 5m 时,应将坑壁坡度适当放缓,并应加支

撑或采取阶梯式开挖措施,其台阶设置高度不宜大于3m。

3 地下水位在基坑底以上时,地下水位以上部分可放坡开挖;地下水位以下部分,可采用集水坑或降水法排水进行施工。

表 7.1.7 基坑坑壁最陡边坡坡度

土质类别	最陡边坡坡度		
	基坡顶缘无荷载	基坡顶缘有静载	基坡顶缘有动载
中密砂土	1:1	1:1.25	1:1.5
中密碎、卵石类土 (填充物为砂土)	1:0.75	1:1	1:1.25
硬塑的粉土	1:0.67	1:0.75	1:1
中密碎、卵石类土 (填充物为黏性土)	1:0.5	1:0.67	1:0.75
硬塑粉质黏土、黏土	1:0.33	1:0.5	1:0.67
老黄土	1:0.1	1:0.25	1:0.33
软土(经井点降水)	1:1	—	—
极软岩	1:0.25	1:0.33	1:0.67
软质岩	1:0	1:0.1	1:0.25
硬质岩	1:0	1:0	1:0

7.1.8 基坑开挖完成后,应对基坑平面尺寸、标高、轴线、基底平整度等进行检查,检查结果应符合下列要求:

1 基坑底的地质情况应符合设计要求。基坑验收应由建设单位或监理单位、勘察与设计单位、施工单位共同进行,并应形成记录。

**2 基坑平面尺寸、标高、轴线允许偏差应符合表 7.1.8 的规定。**

**表 7.1.8 基坑平面尺寸、标高、轴线允许偏差**

项 目	允 许 偏 差(mm)
基坑底平整度	≤50
轴线偏移	≤50
基底平面标高	-50
长度、宽度	+200 -50

## **7.2 钢筋混凝土基础施工**

**7.2.1 钢筋混凝土基础施工应符合设计要求，并应符合现行国家标准《混凝土工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定。**

**7.2.2 用于钢筋混凝土基础的钢筋的品种、级别、规格和数量等，必须符合设计要求。**

**7.2.3 钢筋施工应符合下列要求：**

**1 钢筋应平直、无损伤，表面不得有裂纹、油污、颗粒状或片状老锈。**

**2 钢筋调直宜采用机械方法，也可采用冷拉方法。当采用冷拉方法调直钢筋时，HPB235 级的钢筋的冷拉率不宜大于 4%，HRB335 级、HRB400 级和 RRB400 级钢筋的冷拉率不宜大于 1%。**

**3 钢筋的布置、连接方式、接头分布、弯钩形式等若无设计要求时，应符合现行国家标准《混凝土工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定。**

**4 钢筋安装位置的允许偏差应符合表 7.2.3 的规定。**

表 7.2.3 钢筋安装位置的允许偏差

项 目		允 许 偏 差(mm)
绑扎钢筋网	长、宽	±10
	网眼尺寸	±20
绑扎钢筋骨架	长	±10
	宽、高	±5
受力钢筋	间距	±10
	排距	±5
	保护层厚度	±10
预埋件	中心线位置	5
	水平高差	+3 0

注:检查预埋件中心线位置时,应沿纵、横两个方向量测,并取其较大值。

#### 7.2.4 模板及支架施工应符合下列要求:

- 1 结构和构件各部分形状尺寸和相互位置应正确。
- 2 构造应简单,装拆应简便,模板的刚度和稳定性应能承受浇注混凝土的重量、侧压力以及施工荷载;应便于钢筋的绑扎、安装;应满足混凝土的浇注、养护等要求。
- 3 应严密堵塞模板的缝隙和孔洞。
- 4 塔架基础、锚固墩出土部分的模板应采取加固措施。
- 5 模板与混凝土的接触面应清理干净并涂刷不影响结构性能的隔离剂;木模板在浇注混凝土前应浇水湿润,板内不应有积水。
- 6 对清水混凝土工程,应按设计要求选用模板。
- 7 模板安装的允许偏差应符合表 7.2.4 的规定。

表 7.2.4 模板安装的允许偏差

项 目		允 许 偏 差(mm)
轴线位置		5
垫层上表面标高		±5
基础截面尺寸		±10
垂直度	不大于 5m	6
	大于 5m	8
表面平整度		3

注:轴线位置偏差值是指沿纵、横两个方向量测,取其中的较大值。

**7.2.5** 无模板基坑混凝土浇注前应将坑壁周围清理干净,不得有松动岩石、浮土等杂物;有模板基础浇注混凝土前,应清理干净模板内的杂物。

**7.2.6** 混凝土强度等级应满足设计要求,并应按现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GBJ 107 的有关规定分批检验评定。当混凝土中掺用其他矿物掺和料时,其混凝土强度龄期的确定可按相关现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的有关规定执行。

**7.2.7** 混凝土塔架基础的位置、外形尺寸及预埋件允许偏差应符合表 7.2.7 的规定。

**表 7.2.7 混凝土塔架基础位置、外形尺寸及预埋件允许偏差**

序号	项 目	基础(mm)	承台(mm)	塔基础(mm)
1	几何尺寸	±50	±20	±15
2	垂直或倾斜度	—	—	0.001H 且≤30
3	底面标高	±50	—	±50
4	顶面标高	±30	±15	±10
5	轴线偏移	30	15	10
6	预埋件位置	—	—	5
7	塔基础螺栓位置	—	—	5
8	跨度	中、小型	—	±20
		大型	—	±L/10000 且≤20

注: L 为设计跨度,H 为结构高度。

**7.2.8** 基础的预埋件、预留孔和预留洞均不得遗漏,且位置应正确,安装应牢固。

**7.2.9** 塔架基础为大体积混凝土,施工时应采取降低水化热的措施,并应按附录 A 的要求控制混凝土内外温度差在 25℃以内。

**7.2.10** 施工缝应按设计要求的位置和方式留置,施工缝的处理应按设计规定执行。

**7.2.11** 混凝土浇筑完毕后,应根据环境条件制订并采取养护措施。

**7.2.12** 当室外日平均环境温度连续 5d 稳定低于 5℃ 时,应采取冬期施工措施。混凝土的冬期施工应符合国家现行标准《建筑工程冬期施工规程》JGJ 104 的有关规定。

### 7.3 钢桩基础施工

**7.3.1** 钢桩施工时除应执行本规范的规定外,尚应符合现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202 和国家现行标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的有关规定。

**7.3.2** 施工前应检查进入现场的成品钢桩,成品钢桩的质量检验标准应符合表 7.3.2 的规定。

表 7.3.2 成品钢桩质量检验标准

序号	检查项目		允许偏差或允许值(mm)
1	钢桩外径或断面尺寸	桩端	±0.5% $d$
		桩身	±1% $d$
2	弯曲矢量		≤ $L/1000$
3	长度		10
4	端部平整度		≤2
5	端部平面与桩中心线的倾斜值		≤2

注: $d$  为外径或边长, $L$  为桩长。

**7.3.3** 打桩施工工艺和设备应根据施工地质条件选择。打桩可选择锤击法或振动法等。

**7.3.4** 打桩顺序应符合下列规定:

1 可根据桩的密集程度按下列顺序进行:

- 1)由一侧向单一方向进行;
- 2)自中间向两个方向对称进行;

3) 自中间向四周进行。

2 可根据基础的标高进行,宜先深后浅。

3 可根据桩的规格进行,宜先大后小、先长后短。

7.3.5 锤击打桩时,应由第一锤开始至预定深度或规定锤击贯入量为止,不宜中途停止。若因故中途停止,再恢复打桩时,应至少先打入 300mm 深度后,方可恢复贯入量记录。

7.3.6 锤击打桩的停止锤击要求应符合设计要求。对停止锤击要求可采用打入地层最后 300mm 之锤击数或最后 10 锤之平均贯入量确定。

7.3.7 钢桩桩位的允许偏差应符合表 7.3.7 的规定。

表 7.3.7 钢桩桩位的允许偏差

序号	项目	允许偏差	
1	桩中轴线偏斜率	竖直桩	$1\%L$
		斜桩倾斜度	$15\%\tan\theta$
2	承台底群桩平面位置(mm)	边桩	$0.25d$
		中间桩	$0.5d$
3	帽梁底排架桩平面位置(mm)	沿帽梁轴线	50
		垂直帽梁轴线	40
4	承台边缘至边桩净距(mm)	桩径小于或等于 1m	$\geq 0.5d$ 且 $\geq 250$
		桩径大于 1m	$\geq 0.3d$ 且 $\geq 500$
5	桩顶标高(mm)	—	50

注:  $d$  为桩的直径或短边尺寸,  $\theta$  为桩纵轴线与垂直线间夹角,  $L$  为桩长。

7.3.8 钢桩接长时应清除端部的浮锈、油污等脏物,并应保持干燥;经锤击后桩顶的变形部分应割除;上下节桩组对时应校正垂直度,组对间隙宜为 2~3mm。接长组对允许偏差应符合表 7.3.8 的要求。

表 7.3.8 接长组对允许偏差

序号	项 目		允 许 偏 差(mm)
1	错边	桩外径大于或等于 700mm	≤3
		桩外径小于 700mm	≤2
2	接点弯曲矢量		<1/1000L

注:L 为桩长。

7.3.9 钢桩的接长可采用焊接、法兰等方式连接。采用焊接时，焊缝质量应符合表 7.3.9 的规定。

表 7.3.9 焊缝质量

序号	项 目	允 许 偏 差或允许值(mm)
1	咬边深度	≤0.5
2	加强层高度	2
3	加强层宽度	2
4	焊缝外观	焊缝饱满,无气孔、夹渣、焊瘤、裂纹

7.3.10 焊缝探伤应采用超声波,探伤比例应为 20%,合格等级应为现行国家标准《钢焊缝手工超声波探伤方法和探伤结果分级》GB 11345 的Ⅱ级。

7.3.11 焊接接桩完毕后至少应停歇 10min 方可进行打桩作业。

7.3.12 钢管桩内混凝土的浇注宜采用直伸导管法。浇注前应将钢管内部清洗干净。

7.3.13 施工结束后应做承载力检验。若设计无要求时,可根据工程具体情况采用静压试验方法进行检验。承载力试验应符合国家现行标准《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106 的有关规定。

## 7.4 灌注桩基础施工

7.4.1 灌注桩施工时除应执行本规范的规定外,尚应符合国家现行标准《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202 和《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的有关规定。

**7.4.2** 灌注桩施工时宜先作试验桩,试验桩应根据施工区域的地质情况由设计确定。

**7.4.3** 成孔施工工艺和设备应根据施工地质和水文条件选择。成孔可采用钻孔或人工挖孔法,施工工艺可选择干作业成孔、泥浆护壁成孔、套管成孔或人工挖孔等工艺。

**7.4.4** 人工挖孔过程中,应检查桩的孔径、平面位置和竖轴线倾斜情况,对出现的偏差应及时纠正。挖孔达到设计深度后,应进行孔底处理,孔底表面不得有松渣、沉淀土。

**7.4.5** 人工挖孔桩终孔时,应检查桩端持力层岩性特征。当岩性特征与设计不一致时,应由勘察单位重新补勘地质资料。

**7.4.6** 泥浆护壁成孔施工时所使用的泥浆应根据施工方法配置。

**7.4.7** 泥浆护壁成孔法若需设置护筒时,护筒中心竖直线应与孔中心线重合,护筒埋置深度应根据设计要求或桩位的水文地质情况确定。

**7.4.8** 钻孔深度达到设计标高后,应对成孔质量进行检查,并应在符合要求后清孔。

**7.4.9** 成孔孔径和垂直度允许偏差应符合表 7.4.9 的要求。

**表 7.4.9 成孔孔径和垂直度允许偏差**

序号	成孔工艺		孔径允许偏差(mm)	垂直度允许偏差(%)
1	泥浆护壁	$D \leq 1000\text{mm}$	$\leq 50$	1
		$D > 1000\text{mm}$	$-50$	
2	套管成孔 灌注桩	$D \leq 500\text{mm}$	$-20$	1
		$D > 500\text{mm}$		
3	干成孔灌注桩		$-20$	1
4	人工 挖孔桩	混凝土护壁	$+50$	0.5
		钢套管护壁	$+50$	1

注:1  $D$  为孔径。

2 桩径允许偏差的负值指个别断面。

3 采用复打、反插法施工的桩,其孔径允许偏差不受本表限制。

**7.4.10 成孔质量应符合表 7.4.10 的要求。**

**表 7.4.10 成孔质量要求**

序号	项 目	质量要求
1	孔的中心位置 (mm)	群桩:100;单排桩:50
2	孔径(mm)	应符合本规范第 7.4.9 条的规定
3	垂直度	应符合本规范第 7.4.9 条的规定
4	孔深	摩擦桩:不应小于设计规定。端承桩:应比设计深度超深大于或等于 50mm
5	沉淀厚度 (mm)	摩擦桩:应符合设计要求,当设计无要求时,对于直径小于或等于 1.5m 的桩,沉淀厚度应小于或等于 300mm;对桩径大于 1.5m 或桩长大于 40m 或土质较差的桩,沉淀厚度应小于或等于 500mm。端承桩:不应大于设计规定
6	清孔后泥浆 指标	相对密度:1.03~1.10;黏度:17~20pa·s;含砂率小于 2%;胶体率大于 98%

注:清孔后泥浆指标,是从桩孔的顶、中、底部分别取样检验的平均值。本项指标的测定,限指大直径桩或有特定要求的钻孔桩。

**7.4.11 清孔方法应根据设计要求、钻孔方法、机具设备条件和地层情况决定。在清孔排渣时,应保持孔内水头的高度不变。**

**7.4.12 清孔后应从孔底提出泥浆试样进行性能指标试验,试验结果应符合表 7.4.10 的规定。**

**7.4.13 钢筋骨架的制作、运输及吊装就位应符合下列要求:**

**1 钢筋骨架的制作应符合设计要求和本规范第 7.2 节的有关规定。**

**2 长桩骨架宜分段制作,分段长度应根据吊装条件确定,不应变形,接头应错开。**

**7.4.14 混凝土灌注桩钢筋骨架的制作和吊放允许偏差,应符合表 7.4.14 的要求:**

**表 7.4.14 混凝土灌注桩钢筋骨架的制作和吊放允许偏差**

序号	项目	允许偏差(mm)
1	主筋间距	±10
2	箍筋间距	±20
3	骨架外径	±20
4	骨架倾斜度	±0.5%
5	骨架保护层厚度	±20
6	骨架中心平面位置	20
7	骨架顶端高程	±20
8	骨架底面高程	±50

**7.4.15** 在吊入钢筋骨架后,灌注混凝土前,应再次检查孔内泥浆性能指标和孔底沉淀厚度,如超过表 7.4.10 的规定,宜进行第二次清孔。

**7.4.16** 混凝土灌注桩宜采用泵送混凝土连续灌注。水下混凝土应采用钢导管灌注,导管内径应根据桩径大小确定。

**7.4.17** 首批灌注混凝土的数量应能满足导管首次埋置深度和填充导管底部的需要,导管首次埋置深度不宜小于 1.0m。在灌注过程中,导管的埋置深度宜为 2~6m,应经常测探井孔内混凝土面的位置。

**7.4.18** 灌注桩的浇注高度宜高出设计标高 0.5~1.0m。

**7.4.19** 混凝土灌注桩的桩位允许偏差应符合表 7.4.19 的要求。

**表 7.4.19 混凝土灌注桩桩位允许偏差**

序号	项目		允许偏差
1	中心位置 (mm)	群桩	≤100
		单排桩	≤50
2	倾斜度(%)	直桩	<1
		斜桩	<±2.5 设计倾斜度

**7.4.20** 桩基施工完毕并具备检测条件后应进行检验。桩基的检验应符合设计要求,设计无要求时,应符合国家现行标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的有关规定。

## 8 塔架施工

### 8.1 钢塔架制作

**8.1.1** 下料前应对变形钢材进行矫正,钢材矫正后的允许偏差应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的有关规定。

**8.1.2** 塔架各主肢接长的对接焊缝不应在同一截面上,其相互错开间距应大于 300mm。

**8.1.3** 塔架放样宜采用计算机放样,也可采用放样平台放样。放样平台应稳固、平整,表面不得有妨碍放线的焊瘤、附着物及杂物。放样时应按制造工艺要求预留切割量、加工余量或焊接变形量,放样工作完成后应进行复查。放样样板的允许偏差应符合下列规定:

1 样板的长、宽误差不应大于 0.5mm,对角线长度误差不应大于 1mm,相邻孔中心距误差不应大于 0.5mm。

2 塔架杆件长度误差不应大于 0.5mm,对角线长度误差不应大于 1mm,各节间距不应大于 2mm,杆件汇交点的点偏离不应大于 2mm。

**8.1.4** 钢结构塔架型钢腹杆接长时,接长长度不宜小于 1m。腹杆长度小于 12m 时,接头不宜多于 1 处。

**8.1.5** 切割后的钢材切割面不应有裂纹和夹渣、分层和大于 1mm 的缺棱,切割后构件长度、宽度尺寸允许偏差应为 1mm。切割后拼装前应对钢管进行管内清理。

**8.1.6** 用于塔体预拼装的支撑件或平台应测量找平。塔体拼装应采取减小塔体焊接变形的措施,塔架用螺栓连接时,应保证螺栓孔位的准确性,严禁在预制好的联结件上割孔。塔架主肢为钢管

时,其对接焊缝应避开节点板,开口处应进行焊接封堵。塔体各面预拼装完毕后,应检查其结构几何尺寸,允许偏差应符合下列规定:

1 同平面对角线长度差不应大于长度的 1%,且不应大于 5mm。

2 空间对角线长度差不应大于长度的 1%,且不应大于 5mm。

**8.1.7** 钢塔架的构件安装不得强力组装,安装螺栓孔不得用火焰切割扩孔。

**8.1.8** 钢塔架焊接前,应依据焊接工艺评定报告编制焊接工艺规程或焊接作业指导书。钢塔架焊接应由具有相应资质的焊工,按焊接作业指导书进行施焊,焊前预热及焊后热处理应符合焊接工艺规定。

**8.1.9** 焊接材料应符合下列要求:

1 焊条不应有破损、发霉、油污、锈蚀、药皮发红等现象;焊丝不应有锈蚀和折弯现象;焊剂不应有变质现象;保护气体的纯度和干燥度应满足焊接工艺规程(或作业指导书)的要求。

2 焊条焊前应烘干,酸性焊条烘干温度应为 100~150℃、低氢型焊条烘干温度应为 350~400℃,恒温时间应为 1~2h,烘干后应在 100~150℃条件下保存。焊接时应随用随取,并应放入焊条保温筒内,但时间不宜超过 4h。当天未用完的焊条应回收存放,重新烘干后应首先使用。重新烘干的次数不得超过两次。

3 未受潮情况下,纤维素焊条不宜烘干。受潮后,纤维素焊条烘干温度应为 80~100℃,烘干时间应为 0.5~1h。

4 在焊接过程中,如出现焊条燃烧或严重偏弧时,应立即更换焊条。

**8.1.10** 施焊时应采取对称焊接方式等措施控制钢结构变形,且不得冲击和振动焊缝。

**8.1.11** 焊接过程中应采取避免风、雨、雪侵袭的措施。在下列任何一种环境中,如未采取防护措施,不得进行焊接:

- 1** 雨雪天气。
- 2** 大气相对湿度大于 90%。
- 3** 低氢型焊条电弧焊,风速大于 5m/s。
- 4** 酸性焊条电弧焊,风速大于 8m/s。
- 5** 自保护药芯焊丝半自动焊,风速大于 8m/s。
- 6** 气体保护焊,风速大于 2m/s。
- 7** 环境温度低于焊接工艺规程中规定的温度。

**8.1.12** 焊接过程中及拆除工卡具时应避免钢材电弧损伤。对钢材电弧损伤应进行打磨,其打磨深度不得大于钢材壁厚允许偏差值的下限。

**8.1.13** 在跨越塔架的连接板焊接及塔架支座焊接过程中,应采取减小焊接变形的措施。

**8.1.14** 焊缝质量检验应符合下列规定:

**1** 所有焊缝应冷却到环境温度后进行外观检查,Ⅱ、Ⅲ类钢的焊缝应以焊接完成 24h 后检查结果作为验收依据,Ⅳ类钢应以焊接完成 48h 后的检查结果作为验收依据。

**2** 焊缝外观质量应满足下列要求:

1) 焊缝外观成型应均匀一致,焊缝及其热影响区表面上不得有裂纹、未熔合、气孔、夹渣、飞溅、焊接回路电缆工卡具电弧灼伤等缺陷。

2) 一级焊缝不得咬边;二级焊缝咬边深度不得超过 0.5mm,长度不得超过焊缝长度的 10%,累计长度不得超过 100mm;三级焊缝咬边深度不得超过 0.5mm。

3) 对接焊缝表面宽度每侧应比坡口表面宽 0.5~2mm,焊缝余高和错边允许偏差应符合表 8.1.14-1 的规定。

4) 角焊缝焊角尺寸允许偏差应符合表 8.1.14-2 的规定。

表 8.1.14-1 焊缝余高和错边允许偏差

序号	项 目	示 意 图	允许偏差(mm)	
			一 级	二 级
1	对接焊缝 余高 C		$B < 20 \text{ 时}, C \text{ 为 } 0 \sim 3;$ $B \geq 20 \text{ 时}, C \text{ 为 } 0 \sim 4$	$B < 20 \text{ 时}, C \text{ 为 } 0 \sim 3.5;$ $B \geq 20 \text{ 时}, C \text{ 为 } 0 \sim 5$
2	对接焊 缝错边 d		$d < 0.1t,$ 且 $\leq 2.0$	$d < 0.15t,$ 且 $\leq 3.0$
3	角焊缝 余高 C		$h_f \leq 6 \text{ 时}, C \text{ 为 } 0 \sim 1.5;$ $h_f > 6 \text{ 时}, C \text{ 为 } 0 \sim 3.0$	

表 8.1.14-2 角焊缝焊角尺寸允许偏差

序号	项 目	示 意 图	允许偏差(mm)
1	一般全 焊透的角 接与对 接组合焊缝		$h_f \geq \left\{ \frac{t}{4} \right\}_0^{+4},$ 且 $\leq 10$
2	需经疲 劳验算的 全焊透角 接与对 接组合焊缝		$h_f \geq \left\{ \frac{t}{2} \right\}_0^{+4},$ 且 $\leq 10$

- 3 焊缝的无损检测方法和检测比例应符合设计文件规定。
- 4 当焊缝出现超标缺陷时,应对出现超标缺陷焊工所焊焊缝进行加倍抽查,仍有超标缺陷时应对该焊工所焊焊缝全部检查。
- 5 焊缝同一部位返修不应超过两次,当超过两次返修时应制订返修工艺并经技术负责人同意报监理批准后方可返修。
- 6 一、二级焊缝应在钢结构焊缝分布图上进行标注。
- 8.1.15 塔架两相交腹杆在同一平面上其位置偏移不应大于4mm,组装后各杆件轴线交汇节点的偏差不应大于5mm。分段塔架平面对角线长度差不应大于对角线长度的1%,且不应大于10mm;空间对角线长度差不应大于对角线长度的1%,且不应大于15mm;塔架分段高度允许偏差不应大于5mm;铰支座两中心孔间距误差不应大于5mm。
- ## 8.2 钢塔架安装
- 8.2.1 柱角底板及铰支座不得采用二次灌浆的方法进行安装。
- 8.2.2 塔架吊装前,应由建设或监理单位组织设计、施工单位对基础进行全面检查,达到设计要求后吊装。
- 8.2.3 吊装作业应根据现场施工条件和机具设备能力确定吊装方法,并应编制吊装方案。
- 8.2.4 用于吊装的夹具和索具应符合国家现行标准《工程建设安装工程起重施工规范》HG 20201 的有关要求,用于吊装的设备完好率应为100%,且应具有良好的适用性,并应满足塔架吊装的技术质量要求和工期要求。
- 8.2.5 吊装前应对吊点进行强度验算,并应根据验算结果采取对吊点处进行加固的措施。塔架吊装准备工作结束后应进行试吊。
- 8.2.6 塔架防腐工作宜在地面完成。塔架吊装前应清除塔体表面的油污、疤痕和泥沙等。同时应采取防止吊装过程中防腐层受到破坏的措施,如有损坏应及时修补。
- 8.2.7 塔架高空焊接时应采取防止焊接飞溅损伤防腐层的措施。

**8.2.8** 分段式塔架吊装后应按设计要求检验其安装精度,当设计无要求时,塔架安装允许偏差应符合表 8.2.8 的规定。

**表 8.2.8 塔架安装允许偏差**

序号	项目	允许偏差(mm)
1	轴线偏移	10
2	横截面对角线差值	15
3	塔身垂直度	$H/1500$ ,且<30
4	塔身横向挠曲	$H/1000$ ,且≤15
5	塔身高度	±10
6	主索锚固点标高	±10

注: $H$  为塔架总体高度。

### **8.3 钢筋混凝土塔架施工**

**8.3.1** 钢筋混凝土施工应符合本规范第 7 章有关规定,且应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定。

**8.3.2** 钢筋混凝土塔架,可采用分段立模浇筑或滑升模板法浇筑。

**8.3.3** 塔架横梁施工时,模板和支撑系统应根据塔架结构、重量及支撑高度设置。

**8.3.4** 斜塔柱施工时,横撑应根据施工需要设置。应对各施工阶段塔柱模板及支撑的强度和变形进行计算,并应使斜塔架线形、应力、倾斜度满足设计要求。

**8.3.5** 塔架混凝土现浇可选用吊斗提送或输送泵输送施工。当采用输送泵施工,且泵口高度超过一台泵的工作高度时,可接力泵送。

**8.3.6** 塔架施工中宜设置劲性固结件。

**8.3.7** 塔架施工过程中,应加强测量监控,并应采取及时纠偏的

措施。

**8.3.8 钢筋混凝土塔架施工精度应符合表 8.3.8 的规定。**

**表 8.3.8 钢筋混凝土塔架施工精度**

序号	项目	规定值或允许偏差(mm)
1	轴线偏移	±10
2	倾斜度	塔高的 1/1500, 且不大于 30
3	断面尺寸	±20
4	塔顶标高	±10
5	索鞍底板面标高	+10, 0
6	预埋螺栓位置	±2

#### **8.4 索鞍或塔顶连接板安装**

**8.4.1 索鞍或者塔顶连接板宜在塔架吊装前进行安装。**

**8.4.2 索鞍及塔顶连接板安装完毕, 经现场监理检查符合设计要求后, 应根据安装方法不同进行塔顶加固, 加固后可进行施工临时承重工具或索系的安装。**

**8.4.3 索鞍或塔顶连接板安装精度应符合表 8.4.3 的规定。**

**表 8.4.3 索鞍或塔顶连接板安装精度**

序号	项目	规定值或允许偏差(mm)
1	纵向最终偏差(相对于塔顶)	符合设计要求或±10
2	横向偏位(相对于塔顶)	10
3	四角高差	2

## 9 悬索式跨越施工

### 9.1 一般规定

- 9.1.1 通航河流应设置警戒设施。
- 9.1.2 悬索式跨越施工应编制施工技术措施,且应确定发送道、牵引道的几何尺寸,并应进行施工场地平面布置。
- 9.1.3 施工测量应符合本规范第6章的要求,并应标定跨越中心轴线和跨越点中心位置。
- 9.1.4 进行吊装施工前,应针对吊装施工方法进行受力计算,并应将计算结果上报监理单位批准后方可实施。
- 9.1.5 凡是未能一次发送完成的,且发送构件的临时停留位置低于设计高度时,均应在构件上设置夜间警示灯光。
- 9.1.6 钢丝绳锚固头和锚固墩的锚固螺栓连接时,应采取措施防止锚固头灌入过程中损坏锚固螺栓的螺纹。
- 9.1.7 高空作业人员应穿戴符合高空作业的劳保用品。

### 9.2 钢丝绳的制备

- 9.2.1 中型及以上跨越工程的钢丝绳和钢丝绳锚固件,应在专业生产厂家制备,设计单位、施工单位、建设单位应派专人到厂家检验,用于大型跨越工程的钢丝绳和钢丝绳连接件的制备建设单位应派驻监造人员。
- 9.2.2 用于跨越工程的钢丝绳,在下料前应按规定程序进行预拉伸,预拉伸宜由生产厂家进行。预拉力不得超过钢丝绳最小破断拉力的45%,施加载荷应分别为钢丝绳最小破断拉力的10%、20%、30%、45%,停留时间应分别为10min、30min、60min、6h。
- 9.2.3 钢丝绳下料应在设计应力条件下做标记,并应在放松状态

下料。

**9.2.4** 工厂制备钢丝绳时,钢丝绳丈量工作不应在烈日下进行,钢丝绳丈量时的温差不宜超过5℃,且每根钢丝绳的丈量次数不应少于2次。

**9.2.5** 钢丝绳预拉伸及下料切割后,应进行标识,并应顺直摆放,不得折曲和扭绞,且应由专业生产厂家在钢丝绳上标记明显的防扭转色线。

**9.2.6** 钢丝绳上的所有标记材料应牢固可靠、不易脱落,与钢丝绳本色应区别明显。

**9.2.7** 钢丝绳锚固头宜在生产厂家制作,且应符合下列规定:

1 在离绳端套筒长度处,应用钢丝向绳端反方向缠200~300mm,然后将钢丝绳穿入套筒,再松开缠绕的铁丝并拨开钢丝,逐根拉直。

2 应先用无铅汽油清洗掉钢丝表面油膜,再用盐酸除去钢丝表面镀锌层,经用碱水中和后,最后用清水冲洗擦干。

3 应将灌注锚头用的各种合金配料用坩埚按设计要求分先后次序加热,并应使其熔化融合。灌注前,套筒应根据要求预热。

4 应将钢丝均布在套筒内,钢丝端部应折成弯勾状,钢丝与套筒内壁应保持5mm以上的间隙。浇灌合金材料时,应用小铁锤轻敲套筒外壁使熔料浇灌密实。

5 批量生产前,应制作2个锚固头进行拉力试验。当拉力达到设计最大负荷的1.5倍时,应以钢丝绳不滑脱为合格。

**9.2.8** 吊索应由生产厂家在工厂内进行标识,吊索长度应符合设计要求,可调长度的吊索应在工厂装箱前对螺母位置进行标定并固定螺母。

**9.2.9** 风索应在生产厂家进行索夹安装位置的标定,并应标记防扭转色线。

**9.2.10** 其他类型的钢索制备应符合设计要求或相应的国家现行标准的有关规定。

### 9.3 主索安装

9.3.1 主索发送、吊装过程中,应采取防止临时吊装工具损坏主索钢丝绳以及钢丝绳的防腐层的措施。

9.3.2 主索发送时,对于通航河段应根据要求采取安全措施。

9.3.3 主索发送过河可采用下列方法:

1 对于不通航河流、虽通航但可断航的河流、干枯河流、冰冻河流,宜采用小绳牵大绳方法,直接牵引主索过河。

2 当河床地形复杂、流速较大,主索不宜水中拖拉过河时,可利用塔顶预先设置的施工临时承重索,以适宜的间距吊起主索,用小直径钢丝绳作牵引绳,牵拉过河。

3 对于不允许封航的河流,可采用半幅封航方式进行牵引。

9.3.4 当主索一端就位后,另外一端就位时应做好防止主索滑脱的防护措施。

9.3.5 主索和塔顶连接板连接时,应根据主索上的防扭转化线确认主索是否在发送过程中出现扭转,如出现扭转应及时修正。

9.3.6 塔架的临时拉索应确保不会对塔架造成损坏或者永久性变形。

### 9.4 其他索系安装

9.4.1 索夹安装位置应根据设计要求在工厂内进行标定,在钢丝绳预张拉下料时,应按设计间距标定安装位置,标定位置的标记应在安装索夹过程中便于安装人员查看。

9.4.2 索夹在工厂装箱时应根据所做标识装箱,在运输和安装过程中应防止碰伤表面及损坏索夹。

9.4.3 索夹的安装方法应根据索夹结构型式和施工设备确定。紧固同一索夹螺栓时,应对称紧固,并应保证螺栓受力均匀。有特殊紧固要求时,应按设计或钢丝绳生产厂家的特殊要求进行紧固。

9.4.4 吊索在运输安装过程中,应采取确保吊索不受损伤的

措施。

**9.4.5** 风索应对称发送。

**9.4.6** 在利用卷扬机等动力设备张拉风索到锚固墩时,风索系应同时张拉。

**9.4.7** 共轭索的安装要求应符合本规范第 9.4.5 条和第 9.4.6 条的规定。

**9.4.8** 吊索安装前,应根据标定的位置确定吊索安装长度。

**9.4.9** 桥面结构上同一位置的 2 根吊索应对称安装。

## 9.5 桥面结构的制作与安装

**9.5.1** 跨越的桥面结构安装,应根据跨越工程等级、跨越结构形式及施工现场具体情况选择吊装方法或发送方法。

**9.5.2** 当在组焊或拼装的桥面结构上设置吊点时,吊点间距应确保桥面结构不产生永久性变形,并应采取防止桥面结构在发送过程中发生扭转的措施。

**9.5.3** 发送桥面结构的发送道(架)应牢固、可靠,施工临时承重索及锚固件,应进行安全计算校核。

**9.5.4** 桥面结构吊装过程中,应在两岸进行测量监控,并应采取纠偏措施。

**9.5.5** 桥面结构安装时,应预留能调节因温度变化造成位移的间隙。桥面结构吊装就位后,应按设计要求对钢丝绳进行调整。

**9.5.6** 桥面附属工程的安装顺序及方法,应根据吊装方法及施工工序确定。

**9.5.7** 桥面结构上如设计有滚筒时,应保证滚筒转动灵活,不应有阻滞现象;位于滚筒处管道防腐层的保护套的安装位置,应以滚筒轴线为中心位置;当进行桥面附属结构螺栓安装时,宜使紧固螺母朝上。

**9.5.8** 与跨越管段连接的构件,宜在跨越管道组焊及试压合格后进行安装,构件安装位置允许偏差应为±2mm;桥面结构的栏杆

走道板宜采用标准化、工厂化制造。

**9.5.9** 当桥面栏杆等构件在管道试压前进行安装时,应根据试压介质和输送介质采取防止桥面结构及附件在管道试压过程中损坏或变形的措施。

**9.5.10** 桥面钢结构以及桥面附属工程小型钢构件的制作,应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的有关规定。

**9.5.11** 钢平台、钢梯和防护栏杆安装,应符合现行国家标准《固定式钢直梯安全技术条件》GB 4053.1、《固定式工业防护栏杆安全技术条件》GB 4053.3 和《固定式工业钢平台》GB 4053.4 的有关规定。安装的允许偏差应符合表 9.5.11 的规定。

**表 9.5.11 钢平台、钢梯和防护栏杆安装的允许偏差**

序号	项目	允许偏差(mm)
1	平台高度	±15
2	平台梁水平度	$L_1/1000$ ,且不大于 20
3	平台支柱垂直度	$H/1000$ ,且不大于 15
4	承重平台梁侧向弯曲	$L_1/1000$ ,且不大于 10
5	承重平台梁垂直度	$H/250$ ,且不大于 15
6	直梯垂直度	$L_2/1000$ ,且不大于 15
7	栏杆高度	±15
8	栏杆立柱间距	±15

注: $L_1$  为梁长度, $L_2$  为直梯长度, $H$  为栏杆高度。

## 9.6 锚 固 墩

**9.6.1** 重力式锚固墩模板、钢筋、混凝土和预埋件等施工中的相关部分应按本规范第 7 章有关规定执行。

**9.6.2** 重力式锚固墩基坑开挖时,宜采用沿等高线自上而下分层开挖的方式。开挖应保证基坑侧壁和基底不受破坏。

**9.6.3** 重力式锚固墩的锚固体系应符合下列规定:

1 所有钢构件安装应按本规范第8章的要求执行。

2 锚杆安装前应对其连接进行试安装,试安装应包括锚杆与固定板、锚杆与支架。

**9.6.4** 锚杆安装时应采取控制固定板、支架和锚杆的中心位置及锚杆角度的措施,锚杆、固定板及支架安装的允许偏差应符合表9.6.4的要求。

**表 9.6.4 锚杆、固定板及支架安装允许偏差**

序号	项目	规定值或容许偏差(mm)
1	固定板、支架	中心线偏差
		±5
		中心点位置
2	锚杆端点坐标	水平高差
		-2,+5
		X
2	锚杆端点坐标	±10
		Y
		±5
3	锚杆之间	Z
		±5
3	锚杆之间	中心偏差
		2

**9.6.5** 锚固墩混凝土施工偏差应符合表9.6.5的要求。

**表 9.6.5 锚固墩混凝土施工偏差**

序号	项目	允许偏差(mm)	
1	轴线偏移	10	
2	几何尺寸	±30	
3	基础底面高程	土质	±50
		石质	+50,-200
4	墩顶高程	±20	
5	表面平整度	5	

# 10 斜拉索式跨越施工

## 10.1 一般规定

**10.1.1** 斜拉索式跨越施工的一般规定应符合本规范第9.1节的要求。

## 10.2 钢丝绳制备

**10.2.1** 钢丝绳制备应符合本规范第9.2节的要求。

## 10.3 临时承重索安装

**10.3.1** 施工临时承重索安装应根据施工现场地形、施工机具设备、河水流速、通航条件等因素选择。

**10.3.2** 施工临时承重索架设完毕，应在塔顶锁固。

**10.3.3** 施工临时承重索架设宜采用小绳引大绳的方法。

## 10.4 桥面结构的制作与安装

**10.4.1** 桥面结构的制作应符合本规范第9.5节的规定。

**10.4.2** 桥面结构安装时，宜采用分节吊装，吊装件应为预制构件，且应能螺栓连接或承插连接。

**10.4.3** 桥面结构的吊装及安装可利用架设的临时平台、施工临时承重索等，但桥面结构在吊装、发送过程中不得产生应力损坏和永久性变形。

**10.4.4** 在桥面结构吊装及发送、拉索安装过程中，均应采取控制桥面结构线型的措施，并应使桥面结构线型符合设计要求。

## 10.5 拉索安装

**10.5.1** 拉索安装可根据塔高、布索方式、索长、索径、索的刚柔程

度、起重设施等选择架设方法。拉索的牵引安装可通过架设的临时施工绳等临时吊装结构进行。

**10.5.2** 施工中不得损伤拉索索体保护层和索端锚头及螺纹，不得堆压弯折索体。

**10.5.3** 不得采用对拉索产生集中应力的吊具直接挂扣拉索，宜采用带胶垫的夹具、尼龙吊带，也可设置多吊点起吊。

**10.5.4** 拉索张拉的顺序和级次数应符合设计要求。

**10.5.5** 塔架顺桥面结构向两侧的拉索(组)和桥面结构横向对称的拉索(组)应对称同步张拉。

# 11 桁架式跨越施工

## 11.1 下料与组装

11.1.1 桁架的放样及下料应符合本规范第 8.1.1~8.1.5 条的有关规定,弦杆长度允许偏差为 $\pm 5\text{mm}$ 。桁架同一平面  $0.5\text{m}$  范围内,弦杆对接接头根数不得超过 2 根。

11.1.2 桁架的组装均应对称进行,应根据设计文件要求预先计算出弦杆的均匀起拱值,并应采取重点控制桁架弦杆的起拱高度的措施。

11.1.3 桁架组装应在组装平台上进行,组装时应采取减小桁架焊接变形的措施。采用螺栓连接时,应保证螺栓孔位的准确性,严禁在预制好的联结件上割孔。弦杆对接焊缝应避开节点板,开口处应及时进行焊接封堵。

11.1.4 桁架结构组装及安装的允许偏差应符合表 11.1.4 的规定。

表 11.1.4 桁架结构组装及安装的允许偏差

序号	项目	允许偏差( $\text{mm}$ )
1	对口错边	2
2	空间对角线长度差	$L_1/1000$ ,且 $\leq 20$
3	节点处杆件轴线错位	4
4	跨中垂直度	15
5	起拱高度	$L_2/5000$ ,且 $\leq 10$
6	桁架侧向弯曲矢高	$L_2/1000$ ,且 $\leq 30$

注: $L_1$  为对角线长度, $L_2$  为桁架长度。

## 11.2 桁架的焊接与检验

11.2.1 焊接工艺评定应符合国家现行标准《建筑钢结构焊接技

术规程》JGJ 81 的有关规定，并应依据评定合格的焊接工艺编制焊接作业指导书，焊接作业指导书中应明确桁架焊接顺序，且应有降低焊接应力、减小焊接变形措施。对于弦杆采用钢管的桁架，焊接作业指导书应体现“T”、“Y”、“K”型等相贯焊缝的坡口加工要求。

**11.2.2 焊接及检验**应符合本规范第 8.1.14 条的规定，弦杆对接焊缝返修不得超过 2 次。

### 11.3 桁架安装

**11.3.1 桁架安装**应编制施工技术方案，方案中应有应急技术措施，同时应保证吊装结构的稳定性和不导致永久性变形。吊装过程中损坏的涂层以及安装连接部位的涂层应及时修补。

**11.3.2** 当桁架组焊完毕后，应进行全面检查验收，并应达到下列要求后吊装施工：

1 吊装前应对吊点进行强度验算，并应根据验算结果对吊点处采取加固措施。

2 桁架与基础采用螺栓连接时，在桁架吊装前应对桥墩的定位轴线、基础轴线和标高、地脚螺栓位置等进行检查。支承面、地脚螺栓的允许偏差应符合本规范第 7 章的有关规定。

3 桁架吊装前桁架上的支座应焊接安装完毕。

**11.3.3 桁架安装**时，桁架的弦杆不得下挠，安装允许偏差应符合表 11.3.3 的规定。

表 11.3.3 桁架安装允许偏差 (mm)

序号	项目	允许偏差 (mm)
1	轴线偏移	10
2	桁架管道支座轴线偏移	10
3	多跨桁架间距	±10
4	桁架及其受压弦杆的侧向弯曲矢高 $f$	50

## 12 其他形式跨越施工

**12.0.1** 单管或多管组合拱式跨越管拱的轴线曲率半径、跨度、两拱脚基础标高应符合设计要求。其允许偏差,当设计有规定时应按设计规定执行;当设计无规定时,管拱的轴线曲率半径允许偏差为±20mm,跨度允许偏差为±20mm,两拱脚基础标高允许偏差为±20mm。多管组合管拱的多根管道宜同时预制和安装。

**12.0.2** 梁式直跨的钢结构应符合本规范第8章的有关规定。

**12.0.3** 托架跨越施工应符合下列规定:

1 托架制作应符合下列规定:

- 1) 托架制作应按设计要求进行起拱。
- 2) 如下弦采用钢索,则应根据设计要求施加预应力。
- 3) 钢丝绳下料应在预张拉后进行,张拉和下料应符合本规范第9.2节的要求,下料长度允许偏差为±5mm。

2 托架安装应符合下列规定:

- 1) 托架预制好后应先将托架吊装到位,然后再同两端的线路管道进行连接。如托架上弦没有采用管道,应先安装托架,并在托架定位固定后安装管道。
- 2) 安装偏差应符合表12.0.3的规定。

表 12.0.3 托架安装偏差

序号	项目	允许偏差(mm)
1	托架跨中高度	±5
2	托架长度偏差	±L/2500 且±10
3	起拱偏差	设计无要求时:±L/5000 且 $\begin{smallmatrix} +10 \\ -5 \end{smallmatrix}$

注:L为托架长度。

**12.0.4** 小型跨越工程采用砌体基础时,砌体基础施工应符合现行国家标准《砌体工程施工质量验收规范》GB 50203 的有关规定。

## 13 跨越管道安装就位、焊接及检验

### 13.1 管段加工与组装

13.1.1 管段加工前,应对管段的长度、管径和壁厚进行选配,每根钢管最小长度不宜小于8m。

13.1.2 管道坡口型式应符合设计文件和焊接工艺规程的规定。

13.1.3 坡口宜采用机械加工。当材质允许采用火焰切割时,切割后应除去氧化层、溶渣等。坡口表面不得有裂纹、夹层、气孔等缺陷。当发现坡口表面有裂纹时,应切除并重新加工坡口。

13.1.4 管道组对应符合表13.1.4的要求。

表 13.1.4 管道组对

序号	检查项目	要求
1	管内清扫	无污物
2	管口清理(10mm范围内)	管口完好无损、无铁锈、油污、油漆、毛刺,打磨出金属光泽
3	管端螺旋焊缝或直缝余高	端部10mm范围内余高打磨掉,并平缓过渡
4	两管口螺旋焊缝或直缝间距	错开间距大于或等于100mm
5	错边和错边校正要求	当壁厚 $t \leq 14\text{mm}$ 时,不大于1.6mm;当 $14\text{mm} < t \leq 17\text{mm}$ 时,不大于2mm;当 $17\text{mm} < t \leq 21\text{mm}$ 时,不大于2.2mm;当 $21\text{mm} < t \leq 26\text{mm}$ 时,不大于2.5mm;当 $t > 26\text{mm}$ 时,不大于3mm。错边量宜沿周长均匀分布
6	钢管短节长度	不应小于管子外径值且不应小于0.5m

注: $t$ 为壁厚。

13.1.5 对口器的使用应符合下列要求:

1 管道组对应选用对口器。

**2** 使用内对口器时,应在根焊完成后拆卸和移动对口器。移动对口器时,管子应保持平衡。

**3** 使用外对口器时,应在根焊完成不少于管周长 50% 后拆卸,所完成的根焊应分为多段,且应均匀分布。

## 13.2 管道焊接

**13.2.1** 管道焊接应符合设计要求。

**13.2.2** 焊接工艺规程或焊接作业指导书应根据合格的焊接工艺评定编制。

**13.2.3** 焊接工艺评定和焊接工艺规程宜符合国家现行标准《石油天然气金属管道焊接工艺评定》SY/T 0452 的有关规定。

**13.2.4** 焊接材料应符合焊接工艺评定的要求和本规范第 8.1.9 条的规定。

**13.2.5** 焊接的环境条件应符合本规范第 8.1.11 条的规定。

**13.2.6** 焊工应具有相应的资格证书。

**13.2.7** 焊接过程中,管材和防腐层保护应符合下列要求:

- 1** 施焊时不应在坡口以外的管壁上引弧。
- 2** 焊机地线与管子连接应采用专用卡具。
- 3** 对于防腐(保温)管,焊前应在焊缝两端的管口各缠绕一周耐热材料保护层。

**13.2.8** 焊口应有标志,标志可用记号笔书写在距焊口(油、气流动方向下游)1m 处防腐层表面,并应同时做好焊接记录。

## 13.3 焊缝质量检验

**13.3.1** 焊缝外观检查应符合下列规定:

**1** 焊缝外观成型应均匀一致,焊缝及其热影响区表面上不得有裂纹、未熔合、气孔、夹渣、飞溅等缺陷。

**2** 焊缝表面不应低于母材表面,焊缝余高不应超过 3mm。余高超过 3mm 时,应进行打磨。打磨时不得伤及母材,打磨后的

焊缝应与母材圆滑过渡。

3 焊缝表面宽度每侧应比坡口表面宽0.5~2mm。

4 接头错边量应符合表13.1.4的规定。

5 咬边的最大允许尺寸应符合表13.3.1的规定。

表13.3.1 咬边的最大允许尺寸

深 度	长 度
$\delta \geq 0.8\text{mm}$ 或 $\delta \geq 12.5\%t$ , 取二者中的较小值	任何长度均不合格
$6\%t < \delta < 12.5\%t$ 或 $0.4\text{mm} < \delta < 0.8\text{mm}$ , 取二者中的较小值	在焊缝任何300mm连续长度上不超过50mm或焊缝长度的1/6, 取二者中的较小值
$\delta \leq 0.4\text{mm}$ 或 $\delta \leq 6\%t$ , 取二者中的较小值	任何长度均为合格

注:  $\delta$  为深度,  $t$  为管道壁厚。

6 电弧烧痕应打磨掉, 打磨后不应使剩下的管壁厚度减少到小于材料标准允许的最小厚度。否则, 应将含有电弧烧痕的这部分管子整段切除。

13.3.2 外观检查合格后, 应进行焊缝无损检测。从事无损检测人员应具有与其工作相适应的资格证书。

13.3.3 焊缝无损检测应符合下列规定:

1 无损检测应符合国家现行标准《石油天然气钢质管道无损检测》SY/T 4109 的有关规定, 射线检测及超声波检测的合格等级应符合设计要求, 当设计无要求时, 射线检测合格级别应为Ⅱ级, 超声波检测合格级别应为Ⅱ级。

2 跨越管道的环向焊缝应进行全周长100%超声波检测和100%射线检测。

13.3.4 焊缝返修应符合下列规定:

1 焊缝返修应使用评定合格的返修焊接工艺规程。

2 焊缝不得有裂纹, 裂纹焊缝应从管线上切除。

3 焊缝在同一部位的返修, 不得超过2次。根部只允许返修

1 次,否则应将该焊缝切除。返修后,应按原标准检测。

#### 13.4 弯管的组装焊接

13.4.1 弯管应符合国家现行标准《油气输送用钢制弯管》SY/T 5257的有关规定。

13.4.2 中心组焊长度应根据设计要求确定。

13.4.3 焊接完成并检测合格后的弯管应按设计要求预埋安装,并应采取控制弯管水平、标高、轴向三维方向偏移的措施。

13.4.4 混凝土浇注前和浇注过程中,预埋的弯管安装位置检验不应少于 2 次。在浇注混凝土时,振捣棒不得接触弯管及其固定支撑。

13.4.5 弯管与跨越管段对接时,两管端中心轴线水平误差应小于 2mm。

#### 13.5 补偿器制作及安装

13.5.1 用于制作补偿器的弯管应符合国家现行标准《油气输送用钢制弯管》SY/T 5257 的有关规定。

13.5.2 跨越管道补偿器的弯管规格,应符合下列要求:

1 弯管椭圆度不应大于 2%;

2 弯管椭圆度应按式 13.5.2 计算:

$$\text{椭圆度} = \frac{\text{最大外径} - \text{最小外径}}{\text{弯管理论外径}} \times 100\% \quad (13.5.2)$$

3 弯曲中心角度允许偏差为±0.5°。

4 弯管曲率半径允许偏差应为该弯管曲率半径的±3%。

13.5.3 补偿器应由弯管和直管段组焊制作,直管段长度不得小于管外径的 1.5 倍,且不得小于 500mm。用于补偿器的弯管和直管段,宜按设计要求进行预制。

13.5.4 补偿器安装前,应按设计要求进行预张拉或预压,其允许偏差为±10mm。

## **13.6 跨越管道的发送和就位**

**13.6.1** 跨越管道的发送应根据跨越结构形式和桥面结构形式等选择。

**13.6.2** 跨越管道发送过程中应采取防止管道外防腐层被损伤的措施,如有损伤应及时修补。

**13.6.3** 跨越管道环焊缝与支座的距离宜大于 100mm。

## 14 管道清管和试压

### 14.1 一般规定

**14.1.1** 跨越管道试压前应编制试压方案，并应待建设单位或监理单位批准后实施。

**14.1.2** 大中型跨越工程在组装、焊接、无损检测合格后，应进行一次清管和整体强度、严密性试压。

**14.1.3** 试压装置应经试压检验后使用。现场开孔和焊接应符合现行国家标准《钢制压力容器》GB 150 的有关规定。

**14.1.4** 试压用的压力表应经检定合格，并应在有效期内使用。压力表精度不应低于 0.4 级，量程应为被测最大压力的 1.5~2 倍，表盘直径不应小于 150mm，最小刻度应能显示 0.05MPa。试压时的压力表不应少于 2 块，应分别安装在试压管段的两端。稳压时间应在管段两端压力平衡后开始计算。试压管段的两端应各安装 1 支温度计，且应避免阳光直射，温度计的最小刻度不应大于 1℃。

**14.1.5** 排放口不得设在人口居住稠密区和公共设施集中区。

**14.1.6** 清管和试压过程中应符合下列规定：

- 1** 通信、交通、消防、救护车辆、工具、人员应准备齐全。
- 2** 吹扫清管作业严禁在夜间进行。
- 3** 试压区应设置明显标志，试压区严禁无关人员、车辆及牲畜进入。
- 4** 在通航河流上试压时，应采取保证通行安全的措施。
- 5** 在进行强度和严密性试压过程中，任何人员不得上跨越管桥从事任何作业，且不得带压修理缺陷。

## 14.2 清管及试压

**14.2.1** 大型跨越管道试压前,应清除管内泥土、铁锈等杂物,中小型跨越的清管应根据现场情况确定。

**14.2.2** 跨越管段试压介质应选用洁净水;采用空气作试压介质时,应报建设单位或监理单位批准后实施。

**14.2.3** 进行水压试验时,应在环境温度 5℃以上进行,否则应采取防冻措施。

**14.2.4** 试压充水宜加入防止空气存于管内的隔离球,隔离球可在试压后取出。严禁在跨越管段高点开孔排气。

**14.2.5** 试压充水应缓慢进行,在充水过程中应随时对桥面结构和跨越管道进行检查。

**14.2.6** 油气跨越管道水压试验的压力值、稳压时间及合格标准,应符合表 14.2.6 的规定。

表 14.2.6 水压试验压力值、稳压时间及合格标准

序号	项目	强度试验	严密性试验
1	压力值	$1.5 p_s$	$1.0 p_s$
2	稳压时间	4h	24h
3	合格标准	无爆裂	压降不大于 1% 试验压力值,且不大于 0.1 MPa

注: $p_s$  为设计压力。

**14.2.7** 试压时应均匀缓慢升压,当压力升至 0.3 倍和 0.6 倍强度试验压力时,应分别停止升压,并应稳压 30min,同时应检查系统,如无异常情况可继续升压。

**14.2.8** 试压中如有泄漏,应泄压后修补,修补合格后应重新试压。

**14.2.9** 强度试验合格后,应将管道内压力降至严密性试验压力,待管道内介质温度与管道周围环境温度均衡后应按表 14.2.6 的规定进行严密性试验。

**14.2.10** 试压合格后,应将管段内积水和污物排出并清扫干净。试压水和污物应排放到规定区域。清扫应以不再排出游离水时为合格。

**14.2.11** 排水完成后应对跨越结构的整体外观、索系的紧固度进行检查,并应测量塔倾斜度、管桥(桁架)挠度、支座高度、中心线偏移、基础标高。

# 15 防腐和保温

## 15.1 防 腐

15.1.1 跨越工程的防腐施工,应符合设计要求。

15.1.2 防腐施工前应清除管道及钢结构单件表面的锈蚀、油污、灰尘、水汽等。

15.1.3 防腐施工前,应按产品说明书要求配置防腐材料,底漆、中间漆和面漆应根据设计要求或产品说明书配套使用,并应搅拌均匀,施工应在试涂色标合格后进行。

15.1.4 液态防腐涂料施工宜采用刷涂、滚涂或喷涂,涂层应完整、均匀、黏结牢固,不得漏涂、透底、起皮和返锈,且不应有针孔、气泡、皱皮、流坠和裂纹等缺陷。

15.1.5 分层涂刷的防腐涂料,应在前一遍防腐材料检查合格后,再涂刷下一遍防腐涂料。

15.1.6 钢丝绳在防腐前应进行表面清理,清理时不得损伤钢丝绳表面。钢丝绳防腐应在安装前完成,安装调试后,对损伤部位应及时修补。

## 15.2 保 温

15.2.1 跨越管道保温施工,应符合设计要求,并应符合下列规定:

1 保温材料及其制品应采取防潮、防水、防雪、防冻、防挤压变形措施。

2 保温施工环境温度应满足相关材料的施工要求,不得在雨雪中施工。

15.2.2 保温施工可采用捆扎法、充填法、粘贴法、浇注法或喷涂

法等。

**15.2.3** 当保温层厚度大于 80mm 时,应分为两层或多层施工,每层厚度宜接近。采用两层或多层施工时,相邻两层间的纵横缝应错开,不得重缝,其接缝间隙不得大于 5mm。

**15.2.4** 采用硬质无机保温瓦块时,接缝宜采用高弹无机泡沫材料或专用料嵌缝。多层组合时,应分层捆扎,内层宜采用薄胶带固定,外层宜采用镀锌铁丝、包装钢带等绑扎。

**15.2.5** 无机保温材料结构应黏结可靠、绑扎结实,每块保温材料的绑扎不得少于 2 道,绑扎间距应符合下列要求:

- 1 硬质保温材料不应大于 400mm。
- 2 半硬质保温材料不应大于 300mm。
- 3 软质保温材料不应大于 200mm。
- 4 不得采用螺旋式缠绕绑扎。

**15.2.6** 有机保温结构应孔径均匀、充填密实,不应有孔洞、发酥、发脆和发软以及开裂现象。

**15.2.7** 采用有机保温材料现场发泡时,施工环境温度和原材料温度宜控制在 15~30℃,并应有熟化时间。施工前宜在现场同条件进行试验,并应观测发泡速度、孔径大小、颜色变化、裂纹和变形情况等。

**15.2.8** 防水层施工前应清理保温层的外表面,不得有突角、凹坑及起砂现象,并应保持干燥。

**15.2.9** 防水层材料配方应按设计文件或产品说明书的规定执行。

**15.2.10** 采用金属外保护层时,环向活动缝应按设计要求留置,水平施工接缝应搭向低处,垂直施工接缝应上搭下,并应按规定嵌填密封剂或在接缝处包缠密封带。

**15.2.11** 采用玻璃钢外保护层时,施工环境温度不宜低于 18℃,相对湿度不宜大于 80%;缠绕时应控制好展带和缠绕速度及搭接间距,并应控制压实度,同时应消除可见气泡;并应按设计要求留

置搭接伸缩缝。

**15.2.12** 毡、箔、布类保护层包缠施工前应对黏结剂做试样检验，包缠搭接缝应粘贴严密，环缝及纵缝搭接尺寸不应小于50mm。

**15.2.13** 保温层两端的封口应密实、无漏缝。

**15.2.14** 对已防腐、保温的管段和构件，应妥善保护，局部磨损处应及时修补。

## 16 健康、安全与环境

- 16.0.1** 管道跨越工程施工前应编制健康、安全与环境管理的作业指导书和作业计划书。
- 16.0.2** 施工中应对影响员工健康的营区建设、疾病防治、人身保险与防护等进行管理与控制。
- 16.0.3** 对管道跨越工程施工各环节及工序的危害风险应进行分析评价，并应提出预防控制措施。
- 16.0.4** 基坑作业、塔架施工、吊装作业、防腐保温作业应编制安全预案。
- 16.0.5** 高空作业人员应进行体检。高空作业时，应做好班前安全交底工作；高空作业人员应穿戴好劳保用品、系好安全带，登高防护设施应符合要求。
- 16.0.6** 水上作业人员应进行体检。水上作业时，应做好班前安全交底工作，并应配齐各种防护救护设施，同时应做好应急抢险救援监护工作；应设置明显的施工作业警示带。
- 16.0.7** 管道跨越工程施工时，应采取保护航道安全的措施。
- 16.0.8** 管道跨越工程施工应做好地貌恢复等环境保护工作。

## 17 工程交工

**17.0.1** 施工单位按合同规定的范围,完成跨越工程全部项目后,应及时向建设单位或监理单位报送交工报告,并应由建设单位或监理单位审核、批准。

**17.0.2** 工程交工时,施工单位应提供下列资料:

1 跨越工程竣工图、设计修改通知单、施工联络单、材料改代单。

- 2 开工报告。
- 3 交工报告。
- 4 质量验收记录。
- 5 隐蔽工程验收记录。
- 6 强度和严密性试验报告。
- 7 原材料质量证明文件。
- 8 无损检测综合报告。
- 9 其他有关资料。

**17.0.3** 工程交工前,施工单位应组织有关人员按设计和施工规范要求对其施工工程进行全面的检查,如有不符,应立即进行整改。对建设单位或监理单位组织的预验收提出的施工问题,施工单位应在建设单位或监理单位规定的期限内整改完毕。

## 附录 A 大体积混凝土控制温度措施

### A.1 水泥水化热

- A.1.1 混凝土应选用低水化热或中水化热的水泥品种配制。对于普通硅酸盐水泥应经过水化热试验比较后方可使用。
- A.1.2 可采用加入缓凝剂减少水化热。采用缓凝剂时,应符合现行国家标准《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 的有关规定,应根据环境温度选择品种并调节掺量,并应满足工程要求使用。
- A.1.3 应利用混凝土的后期强度减少每立方米混凝土中水泥用量。应根据试验每增减 10kg 水泥,其水化热将使混凝土的温度相应升降 1℃。
- A.1.4 应使用粗骨料,宜选用粒径较大、级配良好的粗细骨料;应控制砂石含泥量。
- A.1.5 可在基础内部预埋冷却水管,并应通入循环冷却水。
- A.1.6 在厚大无筋或少筋的大体积混凝土中,可掺加总量不超过 25% 的大石块。石料粒径不得大于 250mm,强度不得低于 20MPa,且不应有风化和裂隙缺陷。加入的块石应清洁干净。相邻石块间或与模板间的净距不得小于 100mm。
- A.1.7 在拌和混凝土时,可掺入微膨胀剂或膨胀水泥。
- A.1.8 每个浇注层上下均应有温度筋,温度筋宜分布细密,宜采用双向配筋。
- A.1.9 当大体积混凝土平面尺寸过大时,可设置后浇缝。

### A.2 混凝土温度差

- A.2.1 大体积混凝土应选择较适宜的环境温度浇注,宜避开炎

热天气浇注。夏季可采用低温水或冰水搅拌混凝土,可对骨料喷冷水雾或冷气进行预冷,或设置遮阳设施避免日光直晒,运输工具如具备条件也应搭设避阳设施,并应降低混凝土拌和物的入模温度。

A. 2. 2 混凝土搅拌时,可掺加相应的缓凝型减水剂。

A. 2. 3 在混凝土入模时,应采取改善和加强模内通风的措施。

### A. 3 施工中的温度控制

A. 3. 1 在混凝土浇注之后,应做好混凝土的保湿养护。夏季应注意避免曝晒,并应注意保湿;冬期应采取保温覆盖的措施。

A. 3. 2 大体积混凝土应采取长时间的养护,并应规定合理的拆模时间,同时应延缓降温时间和速度。

A. 3. 3 混凝土内的温度变化应通过加强测温和温度监测与管理控制,内外温度差应控制在 25℃ 以内,基面温差和基底面温差均应控制在 20℃ 以内。应及时调整保温及养护措施,并应控制有害裂缝的出现。

A. 3. 4 应控制混凝土在浇注过程中均匀上升,并应避免混凝土拌和物堆积过大高差。当需保温时,在结构完成后应及时回填土。

### A. 4 约束条件和温度应力

A. 4. 1 采取分层或分块浇注大体积混凝土时,应合理设置水平或垂直施工缝,或在适当的位置设置施工后浇带。

A. 4. 2 采用分层方法施工时,应根据混凝土浇注能力和降温措施确定每层混凝土的浇注厚度,每层厚度不应超过 1m。

A. 4. 3 对大体积混凝土基础与岩石地基,或基础与混凝土垫层之间可设置滑动层,滑动层可采用平面浇沥青胶铺砂、刷热沥青或铺卷材。

## A.5 混凝土的极限拉伸强度

- A.5.1 混凝土粗骨料应级配良好，并应控制粗骨料的含泥量。
- A.5.2 浇注时，应加强混凝土的振捣，并应提高混凝土密实度和抗拉强度。
- A.5.3 混凝土浇注应采取二次投料法和二次振捣法，浇注后应及时排除表面积水，并应加强早期养护，同时应提高混凝土早期或相应龄期的抗拉强度和弹性模量。

## 本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的用词:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”。

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的用词:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”。

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的用词:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

表示有选择,在一定条件下可以这样做的用词,采用“可”。

2 本规范中指明应按其他有关标准、规范执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

中华人民共和国国家标准  
油气输送管道跨越工程施工规范

**GB 50460 - 2008**

**条文说明**

## 目 次

1 总 则 .....	(65)
2 术 语 .....	(66)
3 基本规定 .....	(67)
4 施工准备 .....	(68)
5 材料、配件供应及检验 .....	(69)
5.1 一般规定 .....	(69)
5.2 材料、管件及配件检验 .....	(70)
6 测量与放线 .....	(71)
6.1 一般规定 .....	(71)
6.2 平面控制 .....	(72)
6.3 高程控制 .....	(73)
6.4 施工测量放线 .....	(73)
7 基础施工 .....	(75)
7.1 基坑开挖 .....	(75)
7.2 钢筋混凝土基础施工 .....	(75)
7.3 钢桩基础施工 .....	(77)
7.4 灌注桩基础施工 .....	(78)
8 塔架施工 .....	(80)
8.1 钢塔架制作 .....	(80)
8.2 钢塔架安装 .....	(81)
8.3 钢筋混凝土塔架施工 .....	(81)
8.4 索鞍或塔顶连接板安装 .....	(82)
9 悬索式跨越施工 .....	(83)
9.1 一般规定 .....	(83)

9.2 钢丝绳的制备	(83)
9.3 主索安装	(84)
9.4 其他索系安装	(84)
9.5 桥面结构的制作与安装	(85)
9.6 锚固墩	(86)
10 斜拉索式跨越施工	(87)
10.3 临时承重索安装	(87)
10.4 桥面结构的制作与安装	(87)
10.5 拉索安装	(87)
11 桁架式跨越施工	(88)
11.1 下料与组装	(88)
11.2 桁架的焊接与检验	(88)
11.3 桁架安装	(88)
12 其他形式跨越施工	(89)
13 跨越管道安装就位、焊接及检验	(90)
13.1 管段加工与组装	(90)
13.2 管道焊接	(90)
13.3 焊缝质量检验	(91)
13.4 弯管的组装焊接	(91)
13.5 补偿器制作及安装	(91)
14 管道清管和试压	(92)
14.1 一般规定	(92)
14.2 清管及试压	(92)
15 防腐和保温	(94)
15.1 防腐	(94)
15.2 保温	(95)
16 健康、安全与环境	(96)
17 工程交工	(97)

## 1. 总 则

- 1.0.1 本条文指出了制定本规范的宗旨。
- 1.0.2 公路、铁路桥梁车辆行驶频繁、振动大,对管道造成不利影响,一旦管道遭到破坏,油品和天然气的泄漏将会危及桥梁和车辆行人的安全,本规范未对在这些设施上敷设石油天然气管道时所采取的不同种类的安全设施施工作出规定。
- 1.0.3 根据近几年国家对职业、健康、安全和环境保护的日益重视,特提出本条。
- 1.0.4 跨越工程施工综合性强、牵涉面广,不仅有原材料方面的内容(如水泥、钢筋等),尚有半成品、成品方面的内容(如构配件、预应力锚具等),也与其他施工技术和质量评定方面的标准密切相关。因此,凡本规范有规定者,应遵照执行;凡本规范无规定者,尚应按照有关现行标准的规定执行,并且应符合国家现行法律、法规的规定。

## 2 术 语

**2.0.1~2.0.8** 本规范给出了 8 个有关跨越工程施工及验收方面的特定术语,以上术语都是从跨越工程施工及验收的角度赋予其含义的,但含义不一定是术语的定义。本规范给出了相应的推荐性英文术语,该英文术语不一定是国际上的标准术语,仅供参考。工程测量术语参见《工程测量基本术语标准》GB/T 50228,建筑工程术语参见《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300、《建筑结构设计术语和符号标准》GB/T 50083、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204,钢结构工程术语参见《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205。

### 3 基本规定

- 3.0.1** 本条是依据国家现行标准《石油天然气管道跨越工程施工及验收规范》SY 0470 的跨越工程等级划分制定的。
- 3.0.2** 本条是依据国家建筑法规提出的，施工企业应具有相应资质等级和施工范围，必须按照资质等级承担相应的工程。
- 3.0.3** 本条是根据近年的施工管理提出的，也是国际工程的通用要求。
- 3.0.4** 本条强调人员资质对保证工程质量、确保施工安全的重要性。主要工种指电焊工、管工、起重工、测量工、铆工、电工、探伤工、脚手架工。
- 3.0.5** 本条依据国家相关计量法规提出。

## 4 施工准备

**4.0.1~4.0.6** 根据以往的施工经验和跨越工程特点,施工易受征地、汛期、材料供应、气候等因素的制约,提出了为了保证施工质量、工期、降低消耗,实现文明、安全施工的六条准备要求。

工程施工前应结合现场实际情况,依据设计和施工规范要求编制切实可行的工程施工方案,用于技术交底和指导施工,有利于保证工程施工的安全、质量及工期。

## 5 材料、配件供应及检验

### 5.1 一般规定

5.1.1 工程所用材料、管件和配件必须符合设计要求,其质量应符合现行国家或行业标准要求,并应具有出厂合格证、质量证明书。有关标准如下:

#### 1 钢管标准:

《石油天然气工业输送钢管交货技术条件 第1部分:A级钢管》GB/T 9711.1

《输送流体用无缝钢管》GB/T 8163

美国《管线管规范》API Spec 5L

#### 2 管件标准:

《钢板制对焊管件》GB/T 13401

《大直径碳钢管法兰》GB/T 13402

《钢制对焊管件》SY/T 0510

《油气输送用钢制弯管》SY/T 5257

#### 3 焊接材料标准:

《碳钢焊条》GB/T 5117

《低合金钢焊条》GB/T 5118

《埋弧焊用碳钢焊丝和焊剂》GB/T 5293

《气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝》GB/T 8110

#### 4 防腐材料标准:

《钢质管道单层熔结环氧粉末外涂层技术规范》SY/T 0315

《涂装前钢材表面预处理规范》SY/T 0407

《埋地钢质管道聚乙烯防腐层技术标准》SY/T 0413

《钢质管道聚乙烯胶粘带防腐层技术标准》SY/T 0414

《管道无溶剂聚氨酯涂料内外防腐层技术规范》SY/T 4106  
《辐射交联聚乙烯热收缩带(套)》SY/T 4054

## 5.2 材料、管件及配件检验

**5.2.6** 在工程实际中,对哪些材料需要复验,不是太明确,本条规定了6种情况应进行复验,且应是见证取样、送样的试验项目。

1 对国外进口的钢材,应进行抽样复验;当具有国家进出口质量检验部门的复验商检报告时,可以不再进行复验。

2 由于钢材经过转运、调剂等方式供应到用户后容易产生混炉号,而钢材是按炉号和批号发材质合格证,因此对于混批的钢材应进行复验。

3 对大跨度钢结构来说,弦杆或梁用钢材为主要受力构件,应进行复验。

4 当设计提出对钢材的复验要求时,应进行复验。

5 对质量有疑义主要是指:

1)对质量证明文件有疑义的钢材。

2)质量证明文件不全的钢材。

3)质量证明书中的项目少于设计要求的钢材。

6 当属于国家现行标准规定需要复验的材料时,应进行复验。

## 6 测量与放线

### 6.1 一般规定

6.1.1 本规范仅规定了控制测量和施工放样测量的精度要求,对控制点的选择、造标埋石、控制网的布设、内业计算、变形测量、地形测量及成图、土石方方格网测量等未作规定,应按照现行国家标准《工程测量规范》GB 50026 的要求执行。

6.1.2 由于在耕作区或交通便利地区容易发生桩位被移动的现象,故制定本条。同时本条也是为了复核已有控制桩的数据精度能否满足施工控制网建立要求。当复测数据与设计图不符或误差超限时,应及时向设计单位反馈情况,与设计重新复测或由设计单位确定现场可用控制桩位和相关坐标及高程数据。

6.1.3 精度评定的标准通常有 3 种:(1)中误差  $m$ ;(2)平均误差  $\theta$ ;(3)偶然误差  $\rho$ 。在或然率理论中可以证明,当观测次数  $n$  趋于  $\infty$  时,三种标准之间的关系如下:

$$\theta = 0.7979m \approx \frac{4}{5}m \quad (1)$$

$$\rho = 0.6745m \approx \frac{2}{3}m \quad (2)$$

即  $m \approx \frac{5}{4}\theta \approx \frac{3}{2}\rho \quad (3)$

以上 3 种标准,当观测次数  $n$  相当时,用来评定精度是同样可靠,但当  $n$  不大时,用中误差评定精度比较可靠。因为中误差能明显的反映出测量中较大误差的影响,因此,本条规定“测量应以中误差作为衡量测量精度的标准”。

根据或然理论及多次实验的统计证明,大于两倍中误差的偶然误差出现的可能性约为 5%,大于 3 倍中误差的出现的可能性

为 0.3%，在实际工作中，由于观测次数有限，取 2 倍中误差作为极限误差是合理的。

**6.1.4** 由于中型及中型以上跨越施工周期长，精度要求高，跨越测量视线长，水域上部大气波动大、对测量精度影响大，建立控制网实现跨越两岸联测并通过内业平差可有效提高测量精度，并保证施工各阶段测量起始数据的准确性。仅采用轴线控制时控制桩易被破坏，临时引测的精度不易控制，不能保证各阶段测量起始数据的精度。为了跨越各阶段测量的精度，特制定本条。

**6.1.5** 采取下列方法选择控制点位，可以降低测量误差：

1 相邻点之间应通视良好，其视线距障碍物的距离，三角网四等不宜小于 1.5m；一级及一级以下，宜保证便于观测，以不受旁折光等影响为原则。

2 测距边位置的选择，应满足相应测距方法对地形等因素的要求。测距边的选择应符合下列要求：

1) 测距边宜选在地面覆盖物相同的地段，不宜选在烟囱、散热塔、散热池等发热体的上空；

2) 视线上不应有树枝、电线等障碍物，四等及以上的测线，应离开地面或障碍物 1.3m 以上；

3) 视线应避开高压线等强电磁场的干扰；

4) 测距边的视线倾角不宜太大。

3 觅标的高度应合理，作业应安全。

4 控制点应便于长期保存、加密、扩展和寻找。

5 跨越两岸应各布设不少于 3 个平面控制点（包括跨越桥墩点）。

## 6.2 平面控制

**6.2.1、6.2.2** 这两条与现行国家标准《工程测量规范》GB 50026 的规定相适应。由于跨越控制的区域相对较小，第 6.2.2 条取消了四等以上的要求。

**6.2.3** 坐标系统应采用设计选用的坐标系是为了保证施工与设

计测量数据的一致。大型跨越控制范围大,采用不低于一级精度的控制网便于施工时进行加密或插网控制,中型跨越控制范围相对较小,一般不需要加密或插网控制,二级控制网精度能满足施工控制要求。

#### 6.2.5 当受地形限制时,个别角可放宽,但不应小于 $25^{\circ}$ 。

加密的控制网,可采用插网、线形网或插点等形式。各等级的插点宜采用符合坚强图形条件布设。当受条件限制时,一、二级小三角插点的内外交会方向数不应少于4个或外交会方向数不应少于3个。

#### 6.2.6~6.2.8 这三条与现行国家标准《工程测量规范》GB 50026 的规定一致。

#### 6.2.9 当受条件限制时,个别角可放宽,但不应小于 $25^{\circ}$ ;当图形条件欠佳时,应增测对角线边。距离测量应采用对向观测。

#### 6.2.10、6.2.11 这两条与现行国家标准《工程测量规范》GB 50026 的规定一致。

### 6.3 高程控制

#### 6.3.1~6.3.7 本节条文与现行国家标准《工程测量规范》GB 50026 的规定一致。

### 6.4 施工测量放线

#### 6.4.3 本条参考了国家现行标准《新建铁路工程测量规范》TB 10101中对复杂特大桥和重要大桥测量放线的要求。说明如下:

1 跨越基础和锚固墩为跨越测量放线的关键控制点,在放线时应增加多余观测方向,以复核放样数据的准确性,交会法要求不少于3个控制点,极坐标法不少于2个控制点。

2 如图1所示的示误三角形的边长不得大于15mm。根据跨越基础和锚固墩的大小不同,在基础施工时将采取分层浇注,每

浇注一层后需交会放样一次基础十字线,作为该层复测和上一层的立模和检查,每个基础需多次交会放样。由于观测时各种条件的影响,每次交会放样的中心点均存在一定误差。

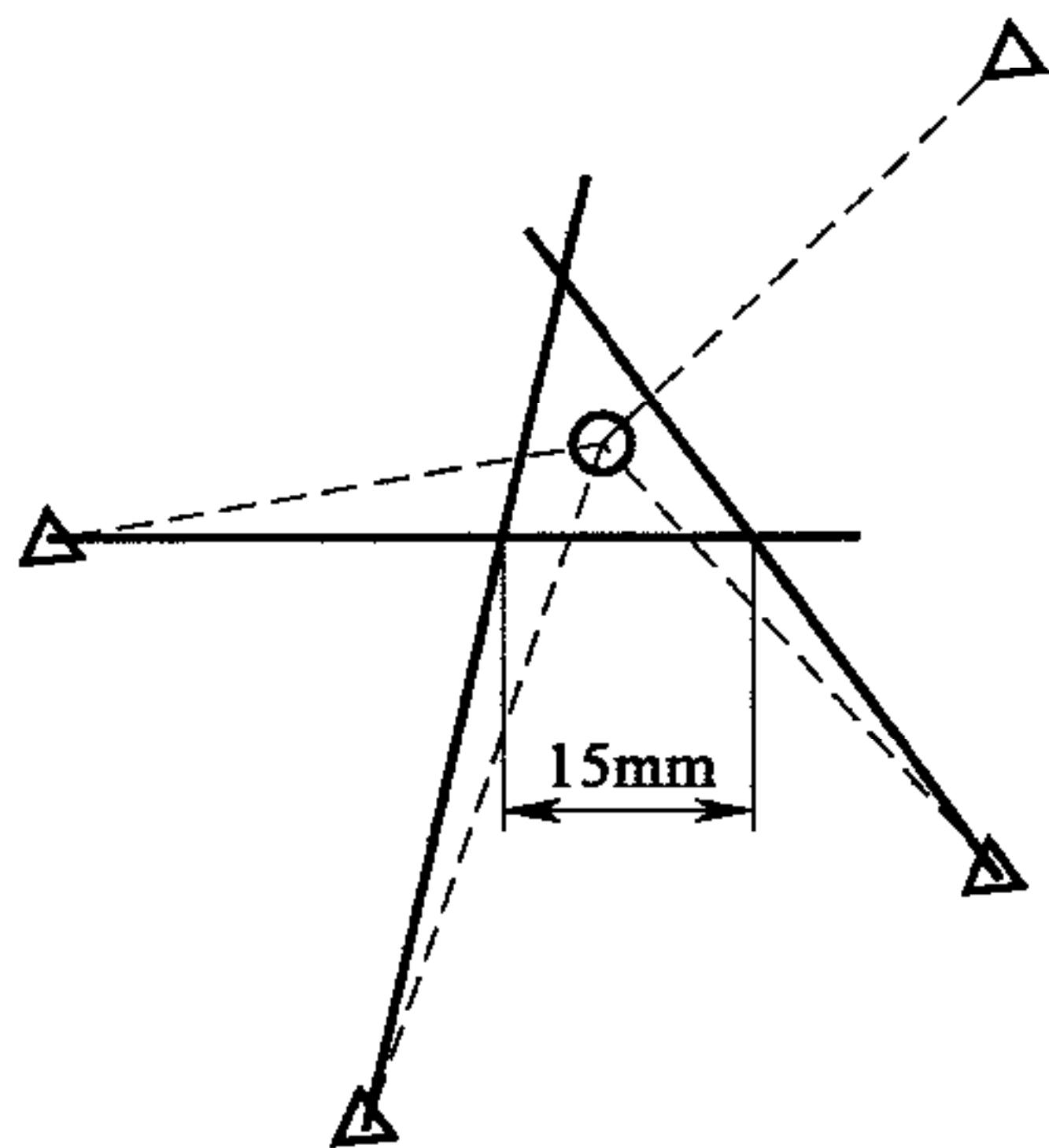


图 1 示误三角形

实线为交会方向,虚线为测角复测方向

根据实际资料计算,由于交会产生的误差约为 $\pm 20\text{mm}$ ,可以认为基础中心位置的最大误差在 $40\text{mm}$ 以内,计算其中误差为 $40\text{mm}/\sqrt{2}=28\text{mm}$ ,采用 $30\text{mm}$ ,相当于误差值 $15\text{mm}$ 。

**6.4.4** 桩打入过程中防偏、纠偏是一项不可忽视的工作。坚持按规定要求做才能随时掌握下沉偏移、倾斜等的情况,及时提供数据,指导施工。桩的倾斜度测量可采用建筑检查尺等工具测量。

**6.4.6** 反馈给设计以便复核确认或修正跨越工程上部结构的下料尺寸。

## 7 基础施工

### 7.1 基坑开挖

7.1.1 基坑开挖方法应视地质情况、现场施工条件、工期以及现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202 的有关规定而确定,本条未做具体规定。基坑明挖是较为便利的施工方法。

7.1.2、7.1.3 基坑工程支撑安装的及时性极为重要,基坑变形与施工时间有很大关系。因此,施工过程应尽量缩短工期,特别是在支撑体系未形成情况下的基坑暴露时间应予以减少,应重视基坑变形的时空效应。“十六字原则”对确保基坑开挖的安全是必要的。

7.1.4 基坑开挖至设计标高后,应由设计、监理和施工单位对坑底进行验槽,合格后方可进行垫层施工。工程实际中,基坑开挖与垫层或基础施工往往存在一定的时间间隔,尤其在雨季易受雨水浸泡,降低承载力,故在此期间应对基槽底进行保护,避免坑底被雨水浸泡或扰动。

7.1.5 爆破技术发展很快,爆破方法也很多,但无论采用什么方法都应保护坑壁不受破坏、坑底基岩保持完整。

7.1.6 由于管桥跨越河流,基础多处于河漫滩,其地下水位较高,考虑排水需要故作本条规定。若水中挖基坑,应另行编制技术方案。

7.1.7 基坑坑壁坡度可参照本条坡度比例,按现场工程地质实际情况放坡度。

### 7.2 钢筋混凝土基础施工

7.2.1 塔架基础所用材料的品种、规格、型号应符合设计要求。

材料的检验和复验,钢筋制作、安装,模板及其支架安装,混凝土的配制、搅拌、运输、浇注、养护等施工中属常规性做法和要求的内容,依照现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的规定执行。

**7.2.2** 钢筋的品种、级别、规格和数量、布置、连接方式、接头分布、弯钩形式对基础的受力性能有重要影响,必须符合设计要求。

**7.2.4** 模板及支架的选择应根据工程结构形式、荷载大小、地基土类别、施工设备和材料供应等条件确定,以防止浇筑混凝土时模板及支架在混凝土重力、侧压力及施工荷载等作用下胀模(变形)、跑模(位移)、甚至坍塌的情况发生。跨越工程塔架基础混凝土体积较大,对模板及支撑系统在刚度和稳定性上应进行验算,可以采用对拉螺栓等加固措施来增加模板的刚度。

**7.2.6** 混凝土掺和料的种类主要有粉煤灰、粒化高炉矿渣粉、沸石粉、硅灰和复合掺和料等,有些目前尚没有产品质量标准。对各种掺和料,均应提出相应的质量要求,并通过试验确定其掺量。工程应用时,应符合国家现行标准《粉煤灰在混凝土和砂浆中应用技术规程》JGJ 28 及现行国家标准《用于水泥与混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046、《粉煤灰混凝土应用技术规范》GBJ 146 等的规定。

**7.2.7** 表 7.2.7 中的要求系根据国家现行标准《石油天然气管道跨越工程施工及验收规范》SY 0470 和西气东输、忠武线的跨越施工要求提出。

**7.2.8** 由于塔架基础体积较大,预埋螺杆、锚固板时要求安装支撑架和固定架,在混凝土浇注和振捣时易使预埋件发生位移,为保证预埋件位置准确、牢固而作此规定。

**7.2.9** 根据国家现行标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55,大体积混凝土是指结构物实体最小尺寸等于或大于 1m,或预计会因水泥水化热引起混凝土内外温差过大(超过 25℃)而导致裂缝的混凝土。为防止大体积混凝土的开裂,施工前应制定有效措施

降低水化热,控制混凝土内外温度差在25℃以内。控制措施参见本规范附录A“大体积混凝土控制温度措施”。

**7.2.10** 在无特殊要求的情况下,大体积混凝土浇注时,宜在高度方向上分段浇注,有利于水化热的释放。由此,将出现施工缝的问题,因此,在施工前应有相应的处理施工缝的施工方案。

**7.2.11** 大体积混凝土的养护很重要,应根据环境条件制定切实可行的养护措施,确保混凝土得以正确养护。混凝土的养护时间应随环境、气温、空气干燥程度等条件确定,冬期养护可采取蓄热法、电热法、暖棚法等。

**7.2.12** 混凝土冬期施工时应控制材料温度、出盘温度、浇注温度。冬期施工时根据气候条件可采取热水法、暖棚法等方法。

### 7.3 钢桩基础施工

**7.3.1** 本节主要对钢桩施工的相关检测指标作出了规定,其他施工要求还应符合现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202和国家现行标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94的相关规定。

**7.3.2** 钢桩包括钢管桩、型钢桩等。成品桩一般是在工厂生产,有一套质检标准,但也会因运输堆放造成桩的变形、损坏,因此,进场后需再做检验。

**7.3.3** 选择合适的施工方法和设备能有效保证工期、提高质量、降低成本。锤击法是最常用的打桩方法,静力压桩法主要用于软土地基和邻近有怕振动的建(构)筑物或设备,振动法多用于砂土地基和钢板桩,水冲法是锤击法的一种补充方法。

**7.3.4** 打桩顺序合理与否,影响打桩速度和质量,当桩的中心间距小于4倍桩径时,打桩顺序尤为重要。打桩顺序决定挤土方向,打桩向哪个方向推进,则土向哪个方向移动。第一种打桩方式的推进方向宜逐排改变,以免朝一个方向挤压,必要时可采用间隔跳打。对大面积群桩,宜采用后两种打桩顺序,以免土壤受到严重挤压。

压,使桩难以打入或使已打入桩受挤压而倾斜、移位。

**7.3.5** 打桩时应尽量避免中途停顿,以免因土壤固化而造成打桩困难。

**7.3.7** 表 7.3.7 中的要求是根据国家现行标准《石油天然气建设工程施工质量验收规范 管道穿跨越工程》SY 4207 制定。跨越工程一般采用大直径疏桩且桩数较少,而现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202 和国家现行标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 主要针对小直径密集桩,表 7.3.7 中要求更适合现场控制。

**7.3.8** 表 7.3.8 中的要求同国家现行标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的规定。

**7.3.9** 表 7.3.9 中的要求同国家现行标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的规定。

#### 7.4 灌注桩基础施工

**7.4.2** 当施工区域地质条件单一,且当地又有类似工程实践、施工单位有同类施工经验时,可不做试验桩。

**7.4.4** 在无地下水或仅有少量地下水的情况下,可采用人工挖孔的方法进行施工。挖孔施工应根据地质和水文情况选择孔壁支护方式,且应具有保证施工安全的措施。孔壁一般采用混凝土支护。人工挖孔时应特别注意孔内空气质量,若自然通风不能满足要求时,应采取措施,对孔内进行通风,确保孔内施工安全。

**7.4.5** 人工挖孔桩一般对持力层有要求,而且到孔底察看土性是有条件的。

**7.4.6** 泥浆的选择应根据钻孔的工程地质情况、孔位、钻机性能、泥浆材料条件等确定。

**7.4.9** 表 7.4.9 中的要求同国家现行标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的规定。

**7.4.10** 由于跨越工程采用的灌注桩均为大直径桩,与公路和铁

路桥梁桩基相近,而现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202 和国家现行标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 主要针对房建工程的小直径桩,对成孔质量要求不详,表 7.4.10 中的要求综合了上述两个规范及国家现行标准《公路桥涵施工技术规范》JTJ 041 的规定而提出。

7.4.11 保持水头是为了防止坍孔。

7.4.14 表 7.4.14 在国家现行标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 要求的基础上进行了细化,增加了检查项目,更有利于大直径桩的质量控制。

7.4.15 放钢筋笼、混凝土导管都会造成土体跌落,增加沉渣厚度,因此沉渣厚度应在钢筋笼放入后,混凝土浇注前再次检查,必要时应进行二次清孔,并注意二次清孔的泥浆指标,符合要求后方可灌注水下混凝土。当出现轻微超标时,可由设计代表现场确定是否进行二次清孔。

7.4.16 水下混凝土一般用钢导管灌注,导管内径一般为 200~350mm,工程上可视桩径大小而定。

7.4.18 高出设计标高是因为桩头浇注混凝土的密实度和强度可能达不到设计混凝土标号的要求,桩基施工时一般均采用将桩顶部混凝土切除一定高度,以满足设计混凝土标号的要求。

7.4.19 表 7.4.19 中的要求同国家现行标准《石油天然气建设工程施工质量验收规范 管道穿跨越工程》SY 4207 的规定。

7.4.20 声波透射法检验通常在成桩 7d 后,低应变动测法检验应在桩头条件具备后,钻芯取样检验应在试桩静载检验完成后。

## 8 塔架施工

### 8.1 钢塔架制作

**8.1.2** 规定塔架各主肢接长的对接焊缝不应在同一截面上是从焊接结构的安全性方面考虑,尽量减少焊接量,减少焊接变形。

**8.1.6** 在施工中由于下料考虑不周,产生主肢杆焊缝和节点板焊缝在同一部位,这种十字缝应避免,尤其对于高强钢更应避免。开口处封堵是为了防止雨水泥沙等进入杆件内,造成钢管内部腐蚀,也是文明施工的需要。

本条规定的控制空间对角线长度差是为了保证钢结构整体尺寸。

**8.1.8** 各单位根据自身所有的钢结构焊接工艺评定报告是否满足工程需要,避免重复工作,并符合国家现行标准《建筑钢结构焊接技术规程》JGJ 81 中规定。

**8.1.9** 焊条烘干主要应依据厂家说明书进行。低氢焊条烘干到规定温度是必要的,而纤维素焊条由于药皮中存在有机物,因此,一般情况下不宜烘干。

**8.1.11** 跨越施工的周期长,气候因素的影响较大,在未采取有效措施保证焊接施工必备的条件时不应施焊。

**8.1.12** 结合实践经验,参照国际上有关对母材烧伤的规定,同时考虑高强钢的母材电弧损伤应高度重视,必须打磨后并经无损探伤合格后方可使用。

**8.1.13** 塔架支座的焊缝分布较为密集,支座变形严重影响到塔架的重力分布及安装质量,实践证明仅依靠对称施焊无法解决支座的变形,焊接过程中应采用较小的焊接线能量等有效技术措施降低热能量输入引起的结构变形。

**8.1.14** 本条的规定和现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的规定一致。国内目前尚无专门针对钢结构焊缝的无损检测标准,在有关国标及行业标准中也只是引用锅炉压力容器及长输管道的无损检测标准,其针对性较差。塔架的钢结构焊缝所要求的机械性能与承受压力的焊缝有所差异,设计单位根据焊缝的结构形式采用相应的无损检测标准来满足工程施工的需要。钢材分类划分应符合国家现行标准《建筑钢结构焊接技术规程》JGJ 81 的规定。

表 8.1.14-2 中的允许偏差计算为计算公式产生数据后的 0~4mm 允许偏差范围。

**8.1.15** 空间对角线的允许偏差参照了其他钢结构施工规范的尺寸规定。

## 8.2 钢塔架安装

**8.2.6** 高空施工安全性差,工作质量不易保证。为了控制施工质量,地面能做完的工作应全部完成,此举同时也是为了提高施工效率。塔架吊装前应清理塔体表面的油污、疤痕、泥沙等。

**8.2.7** 塔架高空焊接施工极易对下部防腐层造成损伤,同时这种不经意的行为容易被忽视,使得后期的补涂工作困难且具有较大的危险性。

**8.2.8** 表 8.2.8 中的数据参照了相关行业的施工规范数据,结合工程实际情况制定。

## 8.3 钢筋混凝土塔架施工

**8.3.2** 本条为推荐浇筑方法。

**8.3.3** 由于塔架横梁较高、重量较大,其模板和支撑系统将受到弹性和非弹性变形、支承下沉、温度及日照等的影响,因此,在施工前应充分考虑模板和支撑系统的变形和稳定。

**8.3.6** 设置劲性固结件是为了提高索管空间定位精度和钢筋架

立的精度。

**8.3.7** 采用测量仪器监控施工过程,防止塔架偏移。塔架施工完成后,塔架的倾斜度、跨距和塔顶标高都存在一定的偏差,应测定偏差值,以调整主缆线形和主缆下料长度等。

**8.3.8** 钢筋混凝土塔架施工的允许偏差主要控制倾斜度、塔顶标高和预埋螺栓。

#### 8.4 索鞍或塔顶连接板安装

**8.4.1** 吊装前安装可免去高空作业,减小施工难度,降低安全风险。

**8.4.2** 索鞍和塔顶连接板安装完毕后,根据施工方法不同,架设的施工临时承重工具在塔顶处应进行必要的加固,不应妨碍索系与索鞍或者塔顶连接板的连接。

## 9 悬索式跨越施工

### 9.1 一般规定

- 9.1.1 考虑到施工对通航船只的安全有影响,故制定本条。
- 9.1.2 跨越的施工方法很多,即使相同的跨越结构也有不同施工方法,发送道、牵引道一般针对桥面结构、跨越管道设置,在进行施工平面布置时应提前进行预留。
- 9.1.3 跨越中心轴线确定了跨越的具体位置,非常重要,同时为了和跨越两头的线路工程正确对接,故指定本条。
- 9.1.4 跨越设计时,不可能将所有的施工方法进行考虑,为了防止施工方法不正确对建成的跨越有损坏,故制定本条。
- 9.1.5 大型跨越工程的钢丝绳吊装耗时较长,为防止悬在空中的吊具及构件在低于设计高度时对通过的船只造成阻挡或者挂碰伤害,故作此项规定。当吊具及构件高于设计高度时,不会对通行船只造成影响。

### 9.2 钢丝绳的制备

- 9.2.1 为了控制跨越钢丝绳的质量,故作此条规定。
- 9.2.2 预拉力数值和稳定时间是根据设计要求和施工经验规定的。施工现场条件差,预拉伸的效果不好,此条规定预拉伸宜由生产厂家进行。
- 9.2.4 丈量时温差过大,会造成同类钢丝绳长短差异无法满足设计要求甚至无法安装。进行2次丈量可以防止人为错误。
- 9.2.5 钢丝绳按照施工图对号下料及挂牌标识。钢丝绳的扭转一般无法觉察,而这种扭转会造安装后钢丝绳无法满足设计力学要求,这里要求厂家标注防扭转色线,在安装时可根据色线及时

调整。

**9.2.6** 标记材料的颜色同钢丝绳本色区别明显才能保证安装人员能清楚地进行识别。

**9.2.7** 本条推荐了钢丝绳锚固头的经验做法,但无论生产厂家采用何种方法制作,都必须进行拉力试验。采用反向缠绕是为了防止绳股松散。

**9.2.8** 吊索长度符合设计要求后,对螺母安装位置进行标定能确保在运输和安装过程中,即使螺母松动也能根据标定的位置复位。

**9.2.9** 有些跨越的风索也有索夹,这里强调标定以及防逆转色线的重要性。

**9.2.10** 有些跨越工程的索系使用了平行钢丝束,平行钢丝束及锚固头等的制备应参照现行国家标准《斜拉桥热挤聚乙烯高强钢丝拉索技术条件》GB/T 18365 有关条款执行。如有其他类型的,且同常用的钢丝绳材料及类型不同的钢索应执行相应的国家标准,没有国家标准的也应执行设计指定的其他标准。虽然有其他类型的钢索,但是本节中的基本要求也对其适用。

### 9.3 主索安装

**9.3.2** 主索长度较长,垂度在发送过程中会产生变化,发送时可能阻挡或者挂碰船只而作此规定。

**9.3.4** 一端就位后,另外一端即将就位时的主索轴线方向受力是发送过程中受力最大的,发送主索的临时夹具应能有效防止主索滑脱,安装人员不宜使用撬杠等工具进行辅助就位操作,以免造成安装人员受到伤害以及主索锚固头受损。

**9.3.6** 塔架临时拉索应根据施工方法及受力结构确定安装位置。

### 9.4 其他索系安装

**9.4.1** 索夹的标定位置按照设计要求执行。设计施工图中钢丝绳上标注的安装位置一般是索夹轴线中点,如果钢丝绳生产厂家

按照设计图上标注的位置在钢丝绳上进行位置标注则可能阻碍安装人员的视线,或者由于视差造成安装位置偏差较大。按照以往经验,生产厂家应根据索夹的轴向长度,将索夹轴向端面线作为钢丝绳上的索夹安装位置,这样能够方便安装人员快速准确地确定索夹的安装位置。

**9.4.2** 装箱时应按照先前做好的标识进行装箱,便于施工单位开箱时清点和归类存放。

**9.4.3** 索夹的安装方法同跨越的施工方法紧密相联,无论采用什么方法和程序,均应确保索夹的安装符合设计要求。

**9.4.5** 对称发送能防止已安装索系、桥面结构等重要构件由于受力不平衡而损坏。

**9.4.6** 风索安装时,一般主索、桥面结构等已经安装完毕,非同时张拉有可能在张拉过程中对已经形成的跨越结构造成损坏。

**9.4.7** 某些跨越具有共轭索,一般在风索安装后进行,安装方法同风索。

**9.4.8** 某些跨越的吊索带有调整螺丝,由于一些原因可能造成螺丝位置移动,这时应根据在工厂中标定的位置将螺丝复位。

**9.4.9** 桥面结构上同一节吊点处都是 2 根吊索,同时安装可防止桥面结构受力不均匀而损坏。

## 9.5 桥面结构的制作与安装

**9.5.1** 桥面结构的安装同跨越主体的施工方法紧密相连,施工前应根据具体情况制订吊装施工方案,本条不作具体规定。

**9.5.2** 吊点设置不当和发送方法不当均能造成桥面结构的扭转,从而损坏桥面结构,并有可能对发送的桥面结构上的施工人员造成伤害,故制定本条。

**9.5.3** 发送道(架)一般采用框架结构,既作为发送道使用,同时也作为管道组焊、检测、防腐等作业平台,故规定发送道(架)必须牢固、可靠。

**9.5.5** 桥面结构就位后,虽然还未安装跨越主管道,但是跨越锥形已经形成,这时根据各处标定位置和施工图设计要求进行调整,确保在管道安装后和试压的情况下仍然符合设计要求。

**9.5.6** 桥面附属工程根据不同的情况可以在桥面结构发送前安装也可以发送后安装,或者先安装一部分,本条不作具体规定。

**9.5.7** 滚筒转动不灵活会影响跨越管道的正常位移;防腐层的保护套如果安装位置偏移滚筒轴线中线过多,有可能造成跨越管道移动时使滚筒直接接触管道防腐层,故制定本条。

**9.5.8** 管道焊接和试压前后的差异有可能造成跨越外形的变化,从而引起早期安装的构件受到损坏;标准化和工厂化制造的栏杆走道板外观质量很好,抗腐蚀能力也大大优于现场制作。

**9.5.9** 管道的试压介质如果采用液体,则管道灌注液体前后,跨越桥面结构拱度会产生较大变化,这种变化有可能是整体焊接的栏杆构件无法承受,必须制定措施防止损坏。

**9.5.10** 桥面钢结构以及桥面附属工程的小型构件的制作要求与一般钢结构的制作是相同的,这里规定按照国家标准执行即可。

## 9.6 锚 固 墩

**9.6.1** 重力式锚固墩是较为规则的普通钢筋混凝土几何体构件,其模板、钢筋、混凝土施工工艺属常规性做法,故对其要求按本规范第7章有关规定执行。

**9.6.2** 重力式锚固墩基坑采用沿等高线自上而下分层开挖,便于开挖时可根据基坑的地质情况调整施工方法、基坑工作面宽度等,特别是在遇页岩时,在设计许可的情况下,可利用基岩作模板,在绑扎钢筋后,可直接往基坑内灌注混凝土。

**9.6.3** 为了保证锚杆与固定板、锚杆与支架在正式安装时能顺利进行,正式安装前宜进行试安装。

# 10 斜拉索式跨越施工

## 10.3 临时承重索安装

**10.3.1** 临时承重索安装是吊装的关键工序,需要施工人员根据多种因素进行综合考虑,这里特别进行强调说明。

**10.3.2** 临时承重索在塔顶的锁固是施工安全的重要保证。

**10.3.3** 这里推荐临时承重索过江(河)的一般方法。

## 10.4 桥面结构的制作与安装

**10.4.1** 一般设计人员在设计过程中也考虑了桥面结构的安装方法,这里根据施工经验作出进一步的建议。

**10.4.2、10.4.3** 桥面结构的吊装方法较多,这里推荐几种施工方法,但前提是不能损坏桥面结构。

**10.4.4** 斜拉索跨越的索具系统安装较悬索跨越复杂,桥面结构的线型应通过施工临时承重索等吊装工具随时对桥面结构的线型进行调整。

## 10.5 拉索安装

**10.5.1** 拉索安装受各种因素制约,施工方法较多,本条不作具体规定。

**10.5.2** 索体的过度弯折会降低强度。

# 11 桁架式跨越施工

## 11.1 下料与组装

11.1.2 桁架组装时的重点控制是弦杆的起拱,起拱值的偏差及连续性是桁架结构符合设计的关键。

## 11.2 桁架的焊接与检验

11.2.1 由于跨越桁架结构构件连接的方式为节点板型和钢管对钢管,“T”、“Y”、“K”型焊缝比较集中,需明确焊接顺序和方法来减小变形和焊接应力。

11.2.2 弦杆对接焊缝返修不超过2次,是为了保证焊缝的力学性能,与塔架的对接焊缝相比,此条规定更为严格。

## 11.3 桁架安装

11.3.2 根据现场施工的经验总结,为防止下弦杆件受力变形,应当采取稳固措施,通常在吊点处采用弧型钢板或钢管加固,吊具一般捆绑在桁架节点上。

根据现场施工的经验总结,为防止下弦杆件受力变形,应当采取稳固措施,地脚螺栓中心线偏移量规定是为了满足桁架间由于温度应力变化造成的自由伸缩符合设计要求。

## 12 其他形式跨越施工

**12.0.1~12.0.4** 其他跨越形式很多,常用的有拱式、梁式、托架管道跨越等,一般跨度都不大,管道管径也比较小,结构简单,管道的组装、焊接、清管试压除执行本规范规定外,钢结构的制作还应参照现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的规定进行施工和验收。

## 13 跨越管道安装就位、焊接及检验

### 13.1 管段加工与组装

13.1.1 为防止产生组装错口大，并尽量减少跨越段环焊缝数量，跨越段管道应选配管，故作此规定。

13.1.3 坡口表面有裂纹、夹层时应切除，并重新加工坡口，裂纹不得补焊。

13.1.4 本条依据现行国家标准《油气长输管道工程施工及验收规范》GB 50369—2006 中第 10.2.2 条的规定制定。

13.1.5 为防止定位焊产生裂纹，故规定管道组装应采用对口器。定位焊长度、厚度达到规定值，才能撤除对口器。

### 13.2 管道焊接

13.2.2 焊接工艺评定、焊接规程和作业指导书是指导焊接作业、保证焊接质量的必要前提，在施工前必须作好焊接工艺评定，并根据合格的焊接工艺评定编制焊接工艺规程和焊接作业指导书。

13.2.3 虽然现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》GB 50236 中编入了焊接工艺评定的内容，但不能完全满足油气管道焊接的要求，而国家现行标准《石油天然气金属管道焊接工艺评定》SY/T 0452 是油气管道的专业标准，所以推荐采用此标准进行工艺评定。

13.2.5 焊接作业时，可根据气候条件和焊接工艺选择适合的防风、防雨和防潮措施，确保焊接质量。

13.2.6 焊工资质和焊工能力是焊接质量的基本保证。焊工属特殊工种，本条按照国家对特殊工种从业要求提出。

13.2.7 管道焊接时应使用专用的卡具，防止地线与钢管外壁碰

撞、接触产生的电火花烧伤母材。焊接时采用耐热材料保护的目的是防止焊接飞溅对外防腐层的灼伤。

**13.2.8** 严禁采用打钢印的方法做焊缝标志,这将造成钢材壁厚局部减小。

### 13.3 焊缝质量检验

**13.3.1** 本条参照了国家现行标准《钢质管道焊接及验收》SY/T 4103 的相关要求。

**13.3.2** 对无损检测人员的资格作出规定,是根据国家主管部门的强制要求提出的,也是目前国内的一致做法。

**13.3.3** 本条是根据国内近年建设的多项重点工程实践制定的。全自动焊时建议采用全自动超声波检测(AUT),大中型跨越推荐采用数字超声波检测。

**13.3.4** 本条依据现行国家标准《油气长输管道工程施工及验收规范》GB 50369 第 10.3.7 条的规定制定。焊接过程中的弧坑裂纹在未进行无损检测前可以修补,但无损检测中发现的裂纹必须割除。

### 13.4 弯管的组装焊接

**13.4.3、13.4.4** 预埋弯管与跨越管道对接时,若预埋弯管偏移,将影响跨越管道安装。为此,必须严格控制弯管的位置。

### 13.5 补偿器制作及安装

**13.5.1** 补偿器的外观质量检查也应采用国家现行标准《油气输送用钢制弯管》SY/T 5257 的规定。

**13.5.2** 跨越补偿器用的弯管应符合所列规定。

**13.5.3** 直管段长度参考了现行国家标准《工业金属管道工程施工及验收规范》GB 50235 的规定。

**13.5.4** 设计有要求才执行预张拉或者预压。

## 14 管道清管和试压

### 14.1 一般规定

**14.1.2** 为减少多次重复试压对管材造成疲劳损伤,参考国内外相关施工规范的要求,跨越设计结构形式的变化,跨越施工由分段组装发送转变为单根组焊发送或在桥面结构上直接组焊,且焊口“双百检测”,宜采用整体组焊完成后一次性试压的方法。对单独进行施工的小型跨越和设计要求单独试压的小型跨越,应进行单独试压;与线路工程一同进行施工的小型跨越,宜与线路一起试压。

**14.1.3** 清管和试压用临时装置,如临时收发球筒、试压封头等,现场制作完成后,应经试压合格,方可用于跨越段管道清管和试压。

**14.1.4** 本条依据现行国家标准《油气长输管道工程施工及验收规范》GB 50369 第 14.4.2 条的规定制定。

**14.1.6** 出于安全的需要,考虑施工人员及附近公众与设施的安全,作出了清管及试压的安全规定。

### 14.2 清管及试压

**14.2.1** 中小型跨越由于管道长度小,施工时易采取措施保证管内的清洁,可不进行清管作业。但当管道的内腐蚀较重或在施工过程中管道内进入较多杂物时需要清管。

**14.2.3** 本条依据现行国家标准《油气长输管道工程施工及验收规范》GB 50369 第 14.3.7 条的规定制定。

**14.2.4** 本条依据西气东输管道、忠武输气管道等工程施工经验制定。

**14.2.6** 试验压力、稳压时间及合格标准按国家现行标准《原油和天然气输送管道穿跨越工程设计规范 跨越工程》SY/T 0015.2 的规定。

**14.2.10** 水压试验后的扫水,因一般情况下跨越段管道还将参加线路管道分段试压,除非设计有特殊要求,否则清扫以不再排出游离水为合格,不进行深度扫水。

# 15 防腐和保温

## 15.1 防 腐

**15.1.1** 跨越管道、钢丝绳、塔架及桥面系统等所处的工作环境甚差,长期悬于空中,因空气中污染物质和雨水的侵蚀,易发生腐蚀,直接危及管道的使用寿命;维修时高空作业难度大、风险高。为了提高跨越工程的使用寿命、减少生产成本、保证外观美观大方,应对跨越工程的钢管、钢丝绳、塔架及桥面系统的金属结构等,采用不易龟裂脱皮、附着力强、耐水性好、色调均匀的材料进行防腐。

**15.1.2** 清除表面的锈蚀、油污、灰尘、水汽,可以保证防腐涂层在构件表面的附着力,确保防腐质量。钢制索塔的油漆宜先单根涂刷底漆,组对、焊接、吊装就位完成并经检查合格后再按设计要求整体油漆,这样可以避免一些死角部位防腐不到位。

**15.1.3** 由于不同的防腐材料在不同地区的适应性、不同防腐材料在施工配比方面的不同要求,以及不同生产厂家的同种防腐材料在性能和使用要求上的差异,因而提出本条。要求在防腐施工前做好试配,试验数据与标准或厂家的说明数据相符后才能正式施工。

**15.1.4** 刷涂或滚涂时层间采取纵横交错,每层往复进行,可以使涂层刷纹通顺或无刷纹。喷涂时,推荐采取喷嘴与被喷面的距离平面为250~350mm、圆弧面为400mm,并与被喷面成70°~80°的夹角,压缩空气压力为0.3~0.6MPa,可以得到较好的喷涂质量。

**15.1.6** 钢丝绳的防腐与防护,宜在安装前完成,安装调试合格后经检查若有损伤,对损伤部位按同样的质量标准进行修补。

## 15.2 保 温

**15.2.1** 跨越建设在不同的自然地理环境中,环境温度变化不一,输送介质的工作温度不同。为了保证输送畅通、不冻结、不降低输送能力、不增加能量消耗、提高社会和经济效益,应按设计要求选用保温性能好、重量轻的材料对管道保温。

**15.2.2~15.2.14** 由于保温形式的多样性,仅列出了保温施工的基本要求,施工时还应符合设计要求及设计选用的相关规范标准的要求。

## 16 健康、安全与环境

**16.0.1** 管道跨越工程施工编制的健康、安全与环境管理的作业指导书和作业计划书至少应包括以下内容：

**1 健康、安全与环境管理作业指导书：**

- 1) 岗位任职条件；
- 2) 岗位职责；
- 3) 岗位操作规程；
- 4) 巡回检查及主要检查内容；
- 5) 应急处置程序。

**2 健康、安全与环境管理作业计划书：**

- 1) 项目概况、作业现场及周边情况；
- 2) 人员能力及设备状况；
- 3) 项目新增危害因素辨识与主要风险提示；
- 4) 风险控制措施；
- 5) 应应急预案。

## 17 工程交工

**17.0.1** 本条阐明施工单位应按照合同完成全部工作量后向建设单位(监理)提交交工验收申请,根据工程的组织形式不同,在合同中应明确交工报告的接收单位。

**17.0.2** 本条提出了工程交工时,施工单位应提交的基本技术资料,可以根据工程实际情况和档案管理的要求,在此基础上补充增加相关内容。

S/N:1580177•165



A standard linear barcode representing the number 9 158017716504.

9 158017716504 >



统一书号:1580177•165