

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 50460 – 2015

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

2015 – 11 – 12 发布

2016 – 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 - 2015

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 1 6 年 6 月 1 日

中国计划出版社

2015 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 50460-2015

☆

中国计划出版社出版

网址: www.jhpress.com

地址: 北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 3 层

邮政编码: 100038 电话: (010) 63906433 (发行部)

新华书店北京发行所发行

北京市科星印刷有限责任公司印刷

850mm×1168mm 1/32 4 印张 100 千字
2016 年 4 月第 1 版 2016 年 4 月第 1 次印刷

☆

统一书号: 1580242·869

定价: 24.00 元

版权所有 侵权必究

侵权举报电话: (010) 63906404

如有印装质量问题, 请寄本社出版部调换

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 950 号

住房和城乡建设部关于发布国家标准 《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—2015,自 2016 年 6 月 1 日起实施。其中,第 5.1.1、7.2.2 条为强制性条文,必须严格执行。原国家标准《油气输送管道跨越工程施工规范》GB 50460—2008 同时废止。

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

2015 年 11 月 12 日

前 言

根据住房城乡建设部《关于印发 2014 年工程建设标准规范制定修订计划的通知》(建标〔2013〕169 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在原《油气输送管道跨越工程施工规范》GB 50460—2008 的基础上修订而成。

本规范在修订过程中,编制组总结了多年油气输送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。

本规范共分 17 章和 2 个附录,主要内容包括:总则,术语,基本规定,施工准备,材料和配件检验,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,其他型式跨越施工,跨越管道的安装就位、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。

本规范修订的主要技术内容是:

1. 增加了对承担工程施工企业应具有《压力管道安装许可规则》TSG D3001 资质的要求;
2. 增加了混凝土材料、钢筋、焊接材料、钢材等材料复验的要求;
3. 增加了关于卫星定位测设的要求;
4. 增加了基坑开挖的季节施工和降水排水的要求;
5. 增加了对锚固墩施工的相关要求;
6. 增加了对钢箱塔架的制作安装技术要求;
7. 增加了高强螺栓连接的技术要求;

8. 对钢筋混凝土塔架施工精度要求作了修改；
9. 增加了主索采用多股平行钢丝成品索股组成时索鞍施工的要求；
10. 增加了主索采用多股平行钢丝成品索股组成时的施工要求；
11. 增加了桥面钢结构高强螺栓施工的有关要求；
12. 增加了桁架安装应保证吊装结构的稳定性和防止永久变形的要求；
13. 增加了托架制作规定和托架安装规定；
14. 增加了悬缆跨越的施工要求；
15. 修订了焊接工艺评定和焊接工艺规程的要求；
16. 增加了焊缝外观检查的要求；
17. 增加了管道发送时桥面结构受力平衡措施的要求；
18. 增加了线路清管杂物不应从跨越管道中通过的要求；
19. 修订了跨越工程钢结构的防腐、管道的防腐要求；
20. 增加了缆索采用钢丝和成品缆索的防腐要求；
21. 增加了预制平行索股法进行主缆安装的主缆防护涂装的要求；
22. 增加了长输、集输管道的保温施工要求；
23. 增加了执行国家和行业有关健康、安全与环境管理的法律、法规的要求；
24. 增加了地貌恢复及水工保护等环境保护工作应符合的设计要求。

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。

本规范由住房城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释，由石油工程建设专业标准化委员会负责日常管理，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如有意见或建议，请寄送四川石油天然气建设工程有限责任公司工程质量控制部（地址：四川省成都市高新区升华路 6

号, 邮政编码: 610041)。

本规范主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人:

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:中国石油天然气股份有限公司管道建设项目经理部
中国石油集团工程设计有限责任公司西南分公司

主要起草人:张 杰 王学军 罗子波 何静云 朱莉渊

吴克信 胡道华 吴 刚 姚红艳 黄 冬

主要审查人:周剑琴 秦延龙 郑玉刚 梁桂海 魏家勇

刘 欢 杨胜金 吴建中 赵洪元 詹胜文

钱 洪 亓志宏

目 次

1	总 则	(1)
2	术 语	(2)
3	基本规定	(4)
4	施工准备	(5)
5	材料和配件检验	(6)
5.1	一般规定	(6)
5.2	管道元件检验	(6)
5.3	混凝土材料	(7)
5.4	钢筋	(8)
5.5	焊接材料	(8)
5.6	钢材、缆索、钢丝绳、锚具、夹具	(8)
5.7	高强螺栓	(9)
5.8	材料复验	(9)
6	测量与放线	(11)
6.1	一般规定	(11)
6.2	平面控制	(11)
6.3	高程控制	(13)
6.4	施工测量放线	(14)
7	基础施工	(16)
7.1	基坑开挖	(16)
7.2	钢筋混凝土基础施工	(18)
7.3	钢桩基础施工	(21)
7.4	灌注桩基础施工	(23)
7.5	锚固墩施工	(26)

8	塔架施工	(29)
8.1	钢塔架制作	(29)
8.2	钢塔架安装	(31)
8.3	钢筋混凝土塔架施工	(32)
8.4	索鞍或塔顶连接板安装	(33)
9	悬索式跨越施工	(35)
9.1	一般规定	(35)
9.2	钢丝拉索的制备	(35)
9.3	主索安装	(37)
9.4	索夹及其他索系安装	(38)
9.5	桥面结构的制作与安装	(39)
10	斜拉索式跨越施工	(42)
10.1	一般规定	(42)
10.2	桥面结构的制作与安装	(42)
10.3	拉索安装	(42)
10.4	锚固墩及塔架基础	(43)
11	桁架式跨越施工	(44)
11.1	一般规定	(44)
11.2	下料与组装	(44)
11.3	桁架的焊接与检验	(45)
11.4	桁架安装	(45)
12	其他型式跨越施工	(47)
12.1	一般规定	(47)
12.2	制作与安装	(47)
13	跨越管道的安装就位、焊接及检验	(49)
13.1	管段加工与组装	(49)
13.2	管道焊接	(50)
13.3	焊缝质量检验	(51)
13.4	弯管的锚固	(51)

13.5	补偿器制作及安装	(51)
13.6	跨越管道的发送和就位	(52)
14	管道清管和试压	(53)
14.1	一般规定	(53)
14.2	清管及试压	(53)
15	防腐和保温	(55)
15.1	防腐	(55)
15.2	保温	(56)
16	健康、安全与环境	(58)
17	工程交工	(59)
附录 A	大体积混凝土控制温度措施	(60)
附录 B	猫道施工方法	(64)
	本规范用词说明	(66)
	引用标准名录	(67)
	附:条文说明	(69)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	Basic requirements	(4)
4	Construction preparation	(5)
5	Supply and inspection of materials and accessories	(6)
5.1	General provisions	(6)
5.2	Inspection of pipe fittings and accessories	(6)
5.3	Concrete materials	(7)
5.4	Rebar	(8)
5.5	Welding materials	(8)
5.6	Steel, cable rope, steel wire rope, anchorage, and fixture	(8)
5.7	High-strength bolt	(9)
5.8	Materials retest	(9)
6	Survey and setting out	(11)
6.1	General provisions	(11)
6.2	Horizontal control	(11)
6.3	Elevation control	(13)
6.4	Construction survey and setting out	(14)
7	Foundation construction	(16)
7.1	Excavation of foundation pit	(16)
7.2	Construction of reinforced concrete foundation	(18)
7.3	Construction of steel pile	(21)
7.4	Construction of cast-in-place pile	(23)
7.5	Construction of anchor pier	(26)

8	Tower construction	(29)
8.1	Fabrication of steel tower	(29)
8.2	Erection of steel tower	(31)
8.3	Construction of reinforced concrete tower	(32)
8.4	Erection of cable saddle or top tower connecting plate	(33)
9	Crossing construction with suspension rope	(35)
9.1	General provisions	(35)
9.2	Preparation of steel wire rope	(35)
9.3	Erection of main rope	(37)
9.4	Erection of cable clamp and other cable systems	(38)
9.5	Fabrication and installation of bridge deck structure	(39)
10	Crossing construction with stay rope	(42)
10.1	General provisions	(42)
10.2	Fabrication and installation of bridge deck structure	(42)
10.3	Erection of stay rope	(42)
10.4	Anchor pier and tower foundation	(43)
11	Crossing construction with truss	(44)
11.1	General provisions	(44)
11.2	Laying-off and assembly	(44)
11.3	Welding and inspection of truss	(45)
11.4	Erection of truss	(45)
12	Other crossing constructions	(47)
12.1	General provisions	(47)
12.2	Fabrication and installation	(47)
13	Erection, welding, and inspection of crossing pipeline	(49)
13.1	Fabrication and assembly of pipelines	(49)
13.2	Pipeline welding	(50)
13.3	Inspection on the quality of weld joint	(51)

13.4	Anchoring of elbow	(51)
13.5	Fabrication and erection of compensator	(51)
13.6	Delivery and erection of crossing pipeline	(52)
14	Cleaning and pressure test for pipeline	(53)
14.1	General provisions	(53)
14.2	Pigging and pressure test	(53)
15	Corrosion prevention and thermal insulation	(55)
15.1	Corrosion prevention	(55)
15.2	Thermal insulation	(56)
16	Health, safety and environment	(58)
17	Project handover	(59)
Appendix A	Measures for mass concrete temperature control	(60)
Appendix B	Construction methods for catwalk	(64)
	Explanation of wording in this code	(66)
	List of quoted standards	(67)
	Addition; Explanation of provision	(69)

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联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
用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撑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 锚固墩** anchor block
用于承受钢索的拉力并锚固钢索或固定管道的钢筋混凝土结构。
- 2.0.8 大体积混凝土** mass concrete
混凝土结构物实体最小几何尺寸不小于 1m 的大体量混凝土,或预计会因混凝土中胶凝材料水化引起的温度变化和收缩而导致有害裂缝产生的混凝土。
- 2.0.9 猫道** catwalk
为悬索结构上部结构施工需要而架设的,一般由施工缆索支

承的空中施工通道。

2.0.10 预制平行索股法 prefabricated parallel wire strands

将工厂化预制的平行高强钢丝组成的索股,并将其从一端锚体向另一端锚体牵引就位锚固而形成主索的架设方法。

2.0.11 成品拉索 finished cable

拉索两端锚具及防腐外护套已经在厂内安装完毕的拉索。

2.0.12 抗风索 wind resistance cable

为提高跨越结构的侧向刚度,保证跨越结构在风振作用下的稳定而在桥面两侧设置的索系结构。

2.0.13 索夹 cable clamp

悬索跨越索系间联结的夹箍式构件。

2.0.14 隧道式锚碇 tunnel anchorage

用隧道的方式将主缆张力通过锚碇体传递给周围的岩体从而满足锚固要求的锚碇。

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 跨越工程等级划分要求

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

注：划分跨越工程等级时，以满足总跨长度或单跨最大长度条件之一确定。

3.0.2 承担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及压力管道安装许可证。

3.0.3 施工单位应具有质量、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 特种施工作业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、管道、水利、通信及电力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;洪水位及凌汛等情况。

4.0.2 施工单位应编制并报批施工组织设计或施工方案,完成技术交底。

4.0.3 施工单位应配备相应资格的人员,并对人员进行岗前培训。

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,并对自制的施工机具进行检验。

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,做好施工总平面布置。

5 材料和配件检验

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、质量证明文件以及材质证明书或使用说明书。

5.1.2 用于跨越工程的弯头、热煨弯管技术指标应符合表 5.1.2 的规定。

表 5.1.2 弯头、热煨弯管要求

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%	
热煨弯管	$\geq 4D$	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;端部直管段保留长度: $DN \leq 500\text{mm}$ 时,不小于 250mm; $DN > 500\text{mm}$ 时,不小于 500mm

注: D 为管道外径; DN 为公称直径。

5.2 管道元件检验

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。钢管表面不应有裂纹、结疤、折叠以及其他深度超过公称壁厚偏差的缺陷。变形的管段超过钢管制造标准时不应使用。

5.2.2 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。

5.3 混凝土材料

5.3.1 水泥进场时应对其品种、级别、包装或散装仓号、出厂日期等进行检查,并应对其强度、安定性及其他必要的性能指标进行复验,其质量应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 的有关规定。

5.3.2 钢筋混凝土结构、预应力混凝土结构中严禁使用含氯化物的水泥。

5.3.3 混凝土中掺用外加剂的质量及应用技术应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076 、《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 等和有关环境保护的规定。

5.3.4 预应力混凝土结构中,严禁使用含氯化物的外加剂。钢筋混凝土结构中,当使用含氯化物的外加剂时,混凝土中氯化物的总含量应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164 的有关规定。

5.3.5 混凝土中氯化物和碱的总含量,应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和设计的要求。

5.3.6 混凝土中掺用矿物掺合料的质量,应符合现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596 等的规定。矿物掺合料的掺量应通过试验确定。

5.3.7 普通混凝土所用的粗、细骨料的质量,应符合现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 的有关规定。

5.3.8 拌制混凝土宜采用饮用水,当采用其他水源时,水质应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的有关规定。

5.3.9 预拌混凝土的质量验收应符合现行国家标准《预拌混凝土》GB 14902 的有关规定。

5.3.10 混凝土的施工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。

5.4 钢 筋

5.4.1 钢筋混凝土中的钢筋应符合现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第1部分:热轧光圆钢筋》GB 1499.1、《钢筋混凝土用钢 第2部分:热轧带肋钢筋》GB 1499.2、《冷轧带肋钢筋》GB 13788 的有关规定。

5.4.2 对有抗震设防要求的结构,其纵向受力钢筋的强度除应满足设计要求外,还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。

5.4.3 当发现钢筋脆断、焊接性能不良或力学性能显著不正常等现象时,应对该批钢筋进行化学成分检验或其他专项检验。

5.4.4 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。

5.5 焊 接 材 料

5.5.1 焊接材料的品种和型号应符合焊接工艺规程的要求,焊材包装应完好,标识应清晰。

5.5.2 焊条应无破损、霉变、油污、锈蚀;焊丝应无锈蚀和折弯;焊剂应无变质现象;保护气体的纯度和干燥度应满足焊接工艺规程的要求。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 $80\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 100\text{ }^{\circ}\text{C}$,烘干时间应为 $0.5\text{h}\sim 1.0\text{h}$ 。

5.5.3 焊接材料的储存应按生产厂家产品说明书的要求执行,避免受潮。在运输和搬运时,应避免损害填充金属及其包装。

5.5.4 焊接材料的发放应有专人负责,每天按用量发放,并填写好发放记录。

5.6 钢材、缆索、钢丝绳、锚具、夹具

5.6.1 钢材、钢铸件的品种、规格、性能等应符合现行国家产品标

准和设计要求。

5.6.2 成品拉索及其附件应符合设计规定,平行钢丝拉索应符合现行国家标准《斜拉桥热挤聚乙烯高强钢丝拉索技术条件》GB/T 18365 的有关规定。

5.6.3 预制主索索股的技术要求、试验方法、检验规则、标记、包装、储存及运输应符合现行行业标准《悬索桥预制主缆丝股技术条件》JT/T 395 的有关规定。

5.6.4 缠丝用钢丝的技术要求应符合设计要求及现行国家标准《桥梁主缆缠绕用低碳热镀锌圆钢丝》GB/T 24215 的有关规定。

5.6.5 钢丝绳的技术要求、试验方法、检验规则、标记、包装、储存及运输应符合现行国家标准《重要用途钢丝绳》GB 8918 的有关规定。

5.6.6 锚具、夹具应按设计规定采用,其性能和质量应符合现行国家标准《预应力筋用锚具、夹具和连接器》GB/T 14370 的有关规定。

5.7 高强螺栓

5.7.1 高强度大六角头螺栓连接副应进行扭矩系数、螺栓楔负载、螺母保证载荷检验,其检验方法和结果应符合现行国家标准《钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈技术条件》GB/T 1231 的有关规定。

5.7.2 扭剪型高强螺栓连接副应进行紧固轴力、螺栓楔负载、螺母保证载荷检验,检验方法和结果应符合现行国家标准《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副》GB/T 3632 的有关规定。

5.8 材料复验

5.8.1 对属于下列情况之一的钢材,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 钢材混批;

2 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；

3 设计要求复验的材料和配件；

4 对质量有疑义的材料；

5 其他现行国家标准规定需要复验的材料。

5.8.2 混凝土材料、钢筋、预应力材料的复验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。

5.8.3 钢结构所用焊材使用前应对不同批号的焊接材料进行复检。

5.8.4 预应力锚具、夹具的复验应符合现行国家标准《预应力筋用锚具、夹具和连接器》GB 14370 的有关规定。

5.8.5 高强螺栓的复验应符合现行国家标准《钢结构工程施工规范》GB 50755 的有关规定。

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,以两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 控制點選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,可采用三角形网、导线网和卫星定位测量控制网等形式。

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;
- 3 卫星定位测量应采用四等和一、二级。

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,中型及以下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° 。三角测量的主要技术要求应符合表 6.2.5 的规定。

表 6.2.5 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	2.5	$\leq 1/100000$	$\leq 1/40000$	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

6.2.6 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。

6.2.7 导线测量的主要技术要求应符合表 6.2.7 的规定。

表 6.2.7 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。

6.2.8 采用三边测量控制网时,各等级三边网的起始边至最远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。

6.2.9 三边测量的主要技术要求应符合表 6.2.9 的规定。

表 6.2.9 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	$\leq 1/20000$

6.2.10 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。

6.2.11 各等级卫星定位测量控制网的主要技术指标,应符合表 6.2.11 的规定。

表 6.2.11 卫星定位测量控制网的主要技术要求

等级	平均边长 (km)	固定误差 A (mm)	比例误差系 B (mm/km)	约束点间的边长相对中误差	约束平差后最弱边相对中误差
四等	2	10	10	$\leq 1/100000$	$\leq 1/40000$
一级	1	10	20	$\leq 1/40000$	$\leq 1/20000$
二级	0.5	10	40	$\leq 1/20000$	$\leq 1/10000$

6.2.12 卫星定位测量控制网应由一个或若干个独立观测环构成。宜采用三角形或大地四边形网。

6.3 高程控制

6.3.1 施工高程系统应与设计高程系统一致。

6.3.2 高程控制测量,可采用水准测量或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、附和或闭合差	观测次数
三等	DS1	100	3	6	0.3	1.0	$4\sqrt{L}$	往一次
	DS3	75				2.0	$12\sqrt{L}$	往返各一次
四等	DS3	100	5	10	0.2	3.0	$20\sqrt{L}$	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(m)。

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 (")	垂直角较差 (")	对向观测高 差较差(mm)	附和或环形 闭合差(mm)
		三丝法	中丝法				
四等	DJ2	2	3	≤ 7	≤ 7	$40\sqrt{D}$	$20\sqrt{\sum D}$
五等	DJ2	1	2	≤ 10	≤ 10	$60\sqrt{D}$	$30\sqrt{\sum D}$

注: D 为电磁波测距边长度(mm)。

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、卫星定位法等。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,或采用卫星定位法测设,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,并按交会法的误差三角形方法确定桥墩中心点;

4 卫星定位法测设桥墩中心点时,每岸不应少于1个控制点参与测设,并应选择在天空环境影响较小的不同时段进行测量、复核,复核精度应满足本规范第6.2.11条的要求。

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,测设限差应不大于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桩长1%,斜桩不得超过 $15\% \tan\theta$ (θ 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,平面位置测设限差不应大于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 基坑施工时应应对边坡稳定性、支护结构、周围环境、岩溶等特殊地质进行观察和监测,并应符合设计要求及现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202 的有关规定。如出现异常情况应采取临时措施确保施工安全。

7.1.4 基坑挖至设计标高后,应对坑底进行保护,验收合格后及时进行垫层施工。

7.1.5 基坑开挖遇岩石时,可采用机械、人工凿石或边线控制爆破的方法进行施工,爆破施工应按照现行国家标准《爆破安全规程》GB 6722 的有关规定执行。

7.1.6 基坑开挖宜安排在枯水或少雨季节进行,开挖过程中遇水应立即采取排水措施,降水与排水方法应按现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202 的有关规定执行。

7.1.7 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 0.5m~1.0m,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。

7.1.8 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值应按表 7.1.8 的规定执行;

表 7.1.8 基坑坑壁最陡边坡坡度值

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
中密沙土	1:1	1:1.25	1:1.5
中密碎、卵石类土 (填充物为沙土)	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

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。

7.1.9 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,并应形成验收记录;

2 基坑平面尺寸、标高、轴线允许偏差应符合表 7.1.9 的规定。

表 7.1.9 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《混凝土结构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品种、级别、规格和数量,必须符合设计要求。

7.2.3 钢筋施工应符合下列要求:

- 1 钢筋调直宜采用机械方法,也可采用冷拉方法;
- 2 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《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定;

3 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筑混凝土的重量、侧压力以及施工荷载;应便于钢筋的绑扎、安装;应满足混凝土的浇筑、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;木模板在浇筑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		±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筑前应将坑壁周围清理干净,不得有松动岩石、浮土等杂物;有模板基础浇筑混凝土前,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》GB/T 50107 的有关规定分批检验评定。当混凝土中掺用其他矿物掺合料时,其混凝土强度龄期的确定可按现行国家标准《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 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 塔架基础位置、外形尺寸及预埋件允许偏差

序号	项 目		承台	塔 基 础
1	断面尺寸(mm)		±20	±20
2	垂直或倾斜度(mm)		—	$H/1500$ 且 ≤ 30
3	顶面标高(mm)		±15	±10
4	轴线偏移(mm)		15	10
5	预埋螺栓位置(mm)		—	±2
6	塔基础螺栓位置(mm)		—	±2
7	跨度(mm)	中、小型	—	±20
		大型	—	$\pm L/10000$ 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，并按本规范附录 A 的要求控制混凝土内外温度差在 25℃ 以内。

7.2.10 施工缝的位置和处理应符合设计要求，当设计无要求时，应符合下列规定：

1 处理层混凝土表面的松弱层应予以凿除。对处理层混凝土的强度，采用水冲洗凿毛时，应达到 0.5MPa；人工凿毛时，应达到 2.5MPa；采用风动机凿毛时，应达到 10.0MPa；

2 经凿毛处理后的混凝土面，应采用洁净水冲洗干净；

3 重要部位及有抗震要求的混凝土结构或钢筋稀疏的钢筋混凝土结构，宜在施工缝处预留锚固钢筋；有抗渗要求的混凝土，其施工缝宜做成凹形、凸形或设置止水带；施工缝为斜面时宜浇筑或凿成台阶状。

7.2.11 混凝土浇筑完毕后，应根据环境条件制定并采取养护措施。

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现行行业标准《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。

7.3.2 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,设计有防腐要求的,应按设计要求做防腐处理。

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	桩外径或断面尺寸	桩端	$\pm 0.5\%d$
		桩身	$\pm 1\%d$
2	弯曲矢量		$\leq L/1000$
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 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,方可恢复贯入量纪录。

7.3.5 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。

7.3.6 钢桩桩位的允许偏差应符合表 7.3.6 的规定。

表 7.3.6 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	$L/100$
		斜桩倾斜度	$15\tan\theta/100$
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 ≥ 250
		桩径大于 1m	$\geq 0.3d$ 且 ≥ 500
5	桩顶标高(mm)	—	50

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

7.3.7 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 2mm~3mm。接长组对允许偏差应符合表 7.3.7 的要求。

表 7.3.7 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		$< L/1000$

注： L 为桩长。

7.3.8 钢桩的接长可采用焊接方式连接。采用焊接时，焊缝质量应符合表 7.3.8 的要求。

表 7.3.8 焊缝质量要求

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

7.3.9 焊缝检测应采用超声波,检测比例应为20%,合格等级应为现行国家标准《焊缝无损检测 超声检测 技术、检测等级和评定》GB/T 11345的Ⅱ级。

7.3.10 焊接接桩完毕后至少应停歇10min方可进行打桩作业。

7.3.11 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理干净。

7.3.12 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。承载力试验应符合现行行业标准《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 设计有试桩的,试桩施工应符合现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94的有关规定。

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,符合

要求后方可清孔。

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	$D \leq 1000\text{mm}$	≤ 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 孔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 的规定。

表 7.4.10 成孔质量

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:17Pa·s~20Pa·s;含砂率:<2%;胶体率:>98%

注:清孔后的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
1	主筋间距(mm)	±10
2	箍筋间距(mm)	±20
3	骨架外径(mm)	±20
4	骨架倾斜度(%)	±0.5
5	骨架保护层厚度(mm)	±20
6	骨架中心平面位置(mm)	20
7	骨架顶端高程(mm)	±20
8	骨架底面高程(mm)	±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,如超过本规范表 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 2m~6m,应经常测探井孔内混凝土面

层的位置。

7.4.18 灌注桩的浇注高度宜高出设计标高 0.5m~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,应符合现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的有关规定。

7.5 锚固墩施工

7.5.1 重力式锚固墩的基坑开挖和基础施工应符合下列规定:

1 重力式锚固墩的基坑开挖、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。

2 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。

3 锚件安装时应采取控制固定板、支架和锚杆的中心位置及锚杆的角度的措施,锚杆、固定板及支架安装的允许误差应符合表 7.5.1 的规定。

表 7.5.1 锚杆、固定板及支架安装允许偏差

序号	项 目		规定值或允许偏差(mm)
1	固定板、支架	中心线偏差	±5
		中心点位置	±5
		水平高差	-2,+5

续表 7.5.1

序号	项 目		规定值或允许偏差(mm)
2	锚杆端点坐标	X	±10
		Y	±5
		Z	±5
3	锚杆之间	中心偏差	2

7.5.2 隧道式锚碇洞室开挖和岩锚施工应符合下列规定：

1 洞室开挖除应符合现行行业标准《公路隧道施工技术规范》JTG F60 的有关规定外，采用矿山法开挖的宜进行爆破监控试验，对爆破施工方案的各种参数进行试验和修正，据此确定爆破方案。开挖施工应严格控制爆破，减少对围岩的扰动；

2 岩锚施工时的钻孔宜采用破碎法施工，锚索下料时宜采用砂轮机切割，穿束时应设置定位环，保证锚索在孔中位于对中位置，同时应避免锚索扭转，锚索安装完成后应及时对孔道压浆；

3 隧道式锚碇洞室开挖和岩锚施工质量应符合表 7.5.2 的规定。

表 7.5.2 隧道式锚碇允许偏差

项 目		规定值或允许偏差	
洞室(mm)	总体	偏位	200
		高度	±100
		宽度	
	允许超挖	平均	50
		最大	100
岩锚(mm)	中心线偏位		100
	深度		不小于设计值

7.5.3 预应力锚固系统的施工应符合设计要求，锚具应安装防护套，并注入保护性油脂，对加工件应进行超声和磁粉检测，预应力锚固系统的制作与安装、张拉、灌浆及封锚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，施工

质量应符合表 7.5.3 的规定。

表 7.5.3 预应力锚固系统的制作与安装、张拉、灌浆及封锚质量要求

项目	拉杆(索) 张拉力(kN)	前锚孔道 中心线(mm)	前端面孔道 角度(°)	拉杆(索)轴线 偏位(mm)	连接器轴线 (mm)
规定值或 允许偏差	符合设计要求	10	±0.2	5	5

7.5.4 锚固墩混凝土施工除应符合本规范第 7.2 节的规定外,尚应符合下列规定:

1 基础和锚体应按大体积混凝土的要求组织施工,施工前应编制专项施工技术方案;

2 隧道式锚碇的混凝土施工时宜采用自密实型微膨胀混凝土,锚体混凝土与岩体结合良好,混凝土与拱顶基岩紧密黏结。浇筑混凝土时洞内应具备排水和通风条件;

3 上部构造施工预埋件的安装质量应符合设计要求;

4 锚固墩允许偏差应符合表 7.5.4 的规定。

表 7.5.4 锚固墩允许偏差

项 目		规定值或允许偏差(mm)
轴线偏位		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		5

7.5.5 用于固定管道的锚固墩对其固定的管道焊接、防腐应符合现行国家标准《油气长输管道工程施工及验收规范》GB 50369 及《油气田集输管道施工规范》GB 50819 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 $\pm 1\text{mm}$ 。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,并应符合下列规定:

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。钢塔架焊接应由具有相应资质的焊工按焊接工艺规程进行施焊。

8.1.9 施焊前焊条应烘干,酸性焊条烘干温度应为 100℃~150℃、低氢型焊条烘干温度应为 350℃~430℃,恒温时间应为 1h~2h,烘干后应在温度不低于 120℃ 条件下保存。焊接时应随用随取,并应放入焊条保温筒内。焊条烘干后在大气中放置时间不应超过 4h。

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 焊接作业条件不符合现行国家标准《焊接与切割安全》

GB 9448的有关规定。

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 焊前焊接工艺文件编制要求,焊前预热和道间温度控制、焊后热处理、焊后消应力处理等应按现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661 的要求执行。

8.1.15 焊缝的尺寸偏差、外观质量和内部质量,应按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 和《钢结构焊接规范》GB 50661 的有关规定进行检验。

8.1.16 钢箱塔架及工厂制作塔架的构件制作时应进行试拼装,试拼装合格后方可启运,并应根据不同的运输方式对构件进行必要的临时加固和保护。节段构件安装的吊点、导向件及临时匹配件宜在厂内制作时设置。

8.2 钢塔架安装

8.2.1 柱脚底板及铰支座不应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,方案应对吊点进行强度验算,根据验算结果采取对吊点处进行加固的措施。

8.2.4 用于吊装的夹具和索具应符合现行行业标准《化工工程建设起重规范》HG 20201 的有关要求。

8.2.5 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。

8.2.6 塔架高空焊接时应采取防止焊接飞溅损伤防腐层的措施。

8.2.7 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 8.2.7 的规定。

表 8.2.7 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。

8.2.8 钢塔架与基础的连接采用螺栓锚固时,承压板与混凝土之间应保持密贴,混凝土表面应抛光磨平,并对承压板进行机械加工切削;采用埋入式锚固时,应保证底座的安装精度符合设计要求。

8.2.9 采用高强螺栓连接的塔架,其施工应符合现行行业标准《公路桥涵施工技术规范》JTG/T F50 的要求。

8.2.10 塔架安装后应及时安装临时防雷接地设施。

8.3 钢筋混凝土塔架施工

8.3.1 钢筋混凝土塔架的钢筋及混凝土的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 钢筋混凝土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 塔架施工的其他要求应按现行行业标准《公路桥涵施工技术规范》JTG/T F50 的要求执行。

8.3.9 钢筋混凝土塔架施工质量应符合表 8.3.9 的要求。

表 8.3.9 钢筋混凝土塔架施工精度

项 目		规定值或允许偏差(mm)
塔柱底偏位		±10
横梁轴线偏位		±10
倾斜度		符合设计规定;设计未规定时按塔高的 $H/1500$,且不大于 30
塔顶高程		±10
外轮廓尺寸	塔柱	±20
	横梁	±10
拉索锚固点高程		±10
横梁顶面高程		±10
索鞍底板面高程		+10
预埋索管孔道位置		10,且两端同向
预埋螺栓位置		±2

注: H 为塔高。

8.4 索鞍或塔顶连接板安装

8.4.1 索鞍或塔顶连接板宜由工厂制造,制造质量应符合设计要求,当设计无要求时,应按现行行业标准《公路桥涵施工技术规范》JTG/T F50 的有关规定执行。

8.4.2 索鞍或者塔顶连接板宜在塔架吊装前或混凝土塔架上横梁浇筑后进行安装。

8.4.3 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。

8.4.4 主索采用多股平行钢丝成品索股组成时,根据跨越施工载荷的变化,宜采用反力顶推的方式将索鞍座体顶推至设计要求位置进行固定。索鞍安装宜根据设计要求将索鞍座体安放至预偏位置并临时固定,需进行索鞍顶推施工时应同时预埋索鞍顶推装置。

8.4.5 索鞍或塔顶连接板安装质量应符合表 8.4.5 的规定。

表 8.4.5 索鞍或塔顶连接板安装质量要求

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
4	高程	+20,0

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 应编制专项施工技术方案,进行吊装施工受力计算、确定发送道及牵引道的几何尺寸、进行施工场地平面布置,并应经审查批准后方可实施。
- 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 未能一次发送完成,且发送构件的临时停留位置低于设计高度时,应在构件上设置夜间警示灯光。
- 9.1.5 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。
- 9.1.6 基础施工、锚固墩施工、塔架施工应符合本规范第7章、第8章的相关要求。

9.2 钢丝拉索的制备

- 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应派驻监造。
- 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,且应复核现场温度影响,并应进行温度修正。

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°C ,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 小型钢丝绳锚固头可在现场制作,应按照设计要求进行钢丝绳张拉及锚固头拉力试验。

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 平行钢丝束的制备应满足下列要求:

- 1 平行钢丝束及锚固件应在专业生产厂家制备;
- 2 热挤聚乙烯高强钢丝拉索及冷铸锚主要技术参数应符合现行国家标准《斜拉桥热挤聚乙烯高强钢丝拉索技术条件》GB/T 18365 的要求;
- 3 钢丝不应有任何型式的接头;
- 4 钢丝的镀锌层应连续、光滑、均匀、致密,其单位面积镀锌重量应不小于 $300\text{g}/\text{m}^2$;
- 5 钢丝的外包装材料宜采用阻燃的或经防火处理的材料;
- 6 钢丝在运输、贮存和加工期间应防止镀锌层受损;
- 7 聚乙烯护套料可采用黑色或彩色的高密度聚乙烯护套料,该护套料在直接承受大气环境因素的作用下,应具有较好的抗老化寿命;

8 锚杯和锚圈应逐件进行超声波检测或磁粉检测；

9 超声波检测应按现行国家标准《锻轧钢棒超声检测方法》GB/T 4162 的规定执行，磁粉检测按现行行业标准《锻钢件磁粉检测》JB/T 8468 的规定执行；

10 成品拉索的外观面应良好完整，不应有深于 1mm 的划痕；

11 成品拉索两端冷铸锚外表面不应有损伤，螺纹不应有任何碰伤，锚圈和锚杯应能自由旋合；

12 成品拉索的制作长度是指设计温度下零应力时的拉索总长，即为拉索两端冷铸锚尾端之间的直线长度；

13 成品拉索索长测量方法：经超张拉检验后的成品拉索，应在卸载或加载至 20% 的超张拉力时测量拉索长度；

14 每根成品拉索在出厂之前应进行超张拉检验，检验方法应按现行国家标准《斜拉桥热挤聚乙烯高强钢丝拉索技术条件》GB/T 18365 的规定执行，合格后方可出厂交付使用。

9.2.11 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，应采取保护主索钢丝绳以及钢丝绳的防腐层的措施，钢丝绳应保持平顺，无扭转，不鼓丝。

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 主索发送宜采用下列方法：

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，主索不应直接接触地面；

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、深沟、峡谷,可采用火箭引导、飞行器牵引的方式,也可采用小绳牵大绳方法进行牵引。

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色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。

9.3.7 主索采用多股平行钢丝成品索股组成时,索股安装宜分别进行牵引系统架设、猫道架设、首索牵引就位、线形调整、索力调整、紧缆,各工序施工应顺序进行,并应符合设计要求及现行行业标准《公路桥涵施工技术规范》JTG/T F50 中的有关规定。

9.3.8 主索采用多股平行钢丝成品索股组成时,宜进行缠丝施工,主索的缠丝工作宜在跨越最大工作荷载条件下进行。缠丝安装应符合下列规定:

1 缠丝的总体方向宜由高处向低处进行,两个索夹之间应自低到高进行;

2 缠丝始端应嵌入索夹内不少于 2 圈或符合设计要求,并宜施加固结焊;

3 钢丝的缠绕应密贴,缠绕张力应符合设计规定,设计未规定时宜为 2kN。缠绕钢丝的接头宜采用钎焊工艺;

4 节间缠丝每间隔 1m~1.5m 宜进行一次并接焊,且接焊部位应在主索上表面 30°圆心角所对应的圆弧范围内。

9.4 索夹及其他索系安装

9.4.1 成品索的索夹安装位置应根据设计要求在工厂内进行标识,在钢丝绳预张拉下料时,应按设计间距标定安装位置,标识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 平行钢丝绳股主索的索夹安装前,应测定主缆的空缆线形,并在对设计规定的索夹位置进行确认后,方可在夜间温度稳定时,缆上放样定出各索夹的具体位置并编号。安装前尚应消除索夹内表面及索夹位置处主缆表面的油污及灰尘,涂上防锈漆。

9.4.4 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。索夹安装位置的纵向误差不应大于10mm。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。

9.4.5 索夹螺栓的紧固宜按安装时、桥面结构吊装后、试压完成后三个载荷阶段分步进行,对每次紧固的数据应进行记录并存档。

9.4.6 吊索在运输安装过程中,应采取确保吊索不受损伤的措施。

9.4.7 风索应对称发送,利用卷扬机等动力设备张拉风索到锚固墩时,上下游风索应同时张拉,张拉力应满足设计要求,张拉过程应平稳。

9.4.8 共轭索的安装要求应符合本规范第9.4.7条的规定。

9.4.9 吊索安装前,应根据标定的位置确定吊索安装长度。

9.4.10 桥面结构上同一位置的两根吊索应对称安装。

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。桥面结构宜采用对称吊装,采用非对称吊装应进行结构受力核算。

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,应在两岸对桥面结构及塔架进行测

量监控,并应采取纠偏措施。

9.5.5 固支塔架的索鞍,应在桥面结构吊装过程中根据设计要求和实测塔顶位移量情况分阶段对索鞍进行顶推。

9.5.6 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,应按设计要求对缆索进行调整。

9.5.7 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。

9.5.8 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为准;当进行桥面附属结构螺栓安装时,宜使紧固螺母朝上。

9.5.9 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 $\pm 2\text{mm}$;桥面结构的栏杆走道板宜采用标准化、工厂化制造。

9.5.10 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。

9.5.11 桥面钢结构以及桥面附属工程的制作,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,桥面结构安装偏差应符合表 9.5.11 的规定。

表 9.5.11 桥面结构安装的允许偏差

序号	项目	允许偏差(mm)
1	桥面轴线偏移	± 20
2	桥面侧向弯曲矢高	$L/1000$,不大于 20
3	桥面预拱度	$F/100$,不大于 15
4	桥面上吊点侧向偏移	± 10
5	每一对吊索的相对高差	± 20
6	断面尺寸	± 20

注: L 为桥面长度; F 为设计预拱度。

9.5.12 桥面钢结构高强螺栓的施工,应符合现行国家标准《钢结构工程施工规范》GB 50755 的有关规定。

9.5.13 钢平台、钢梯和防护栏杆安装,应符合现行国家标准《固定式钢梯及平台安全要求 第1部分:钢直梯》GB 4053.1、《固定式钢梯及平台安全要求 第3部分:工业防护栏杆及钢平台》GB 4053.3的有关规定。安装的允许偏差应符合表 9.5.13 的规定。

表 9.5.13 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	$L_1/1000$,不大于 20
3	平台支柱垂直度	$H/1000$,不大于 15
4	承重平台梁侧向弯曲	$L_1/1000$,不大于 10
5	承重平台梁垂直度	$H/250$,不大于 15
6	直梯垂直度	$L_2/1000$,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。

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 节的相关要求。

10.1.2 钢丝拉索的制备应符合本规范第 9.2 节的要求。

10.1.3 施工临时承重索的安装应符合本规范第 9.3 节的要求。

10.2 桥面结构的制作与安装

10.2.1 桥面结构的制作应符合本规范第 9.5 节的规定。

10.2.2 桥面结构安装时,宜采用分节吊装,吊装件应为预制构件,且应优先采用螺栓连接或承插连接。

10.2.3 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。

10.2.4 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,并使桥面结构线型符合设计要求。

10.3 拉索安装

10.3.1 拉索安装可根据塔高、布索方式、索长、索径、索重、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。

10.3.2 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。

10.3.3 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。

10.3.4 拉索张拉的顺序和级次数应符合设计要求。

10.3.5 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。

10.3.6 斜拉索挂索施工牵引过程中,应采用措施防止钢丝绳扭曲损伤。

10.4 锚固墩及塔架基础

10.4.1 斜拉索式跨越的锚固墩的施工应符合本规范第7章的有关要求。

10.4.2 塔架基础施工应符合本规范第7章的有关要求。

11 桁架式跨越施工

11.1 一般规定

11.1.1 桁架跨越施工的一般规定应按本规范第 9.1 节的相关规定执行。

11.1.2 桁架式跨越施工采用缆索发送方式进行的,施工临时索的安装应按本规范第 9.3 节的相关规定执行。

11.2 下料与组装

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

11.2.2 桁架的组装均应对称进行,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。

11.2.3 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。弦杆对接焊缝应避开节点板,开口处应及时进行焊接封堵。

11.2.4 桁架结构组装及安装的允许偏差应符合表 11.2.4 的规定。

表 11.2.4 桁架结构组装及安装的允许偏差

序号	项 目	允许偏差(mm)
1	对口错边	2
2	空间对角线长度差	$L_1/1000$,且 ≤ 20
3	节点处杆件轴线错位	4
4	跨中垂直度	15

续表 11.2.4

序号	项 目	允许偏差(mm)
5	起拱高度	$L_2/5000$,且 ≤ 10
6	桁架侧向弯曲矢高	$L_2/1000$,且 ≤ 30

注： L_1 为对角线长度； L_2 为桁架长度。

11.2.5 桁架的其他制作要求及高强螺栓施工技术要求应符合本规范第 9.5 节的相关要求。

11.3 桁架的焊接与检验

11.3.1 焊接工艺评定应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661 的有关规定,并应依据评定合格的焊接工艺编制焊接工艺规程,制定施工技术措施。

11.3.2 焊接及检验应符合本规范第 8.1.15 条的规定,弦杆对接焊缝返修不得超过 2 次。

11.3.3 钢结构焊接时,采用的焊接工艺和焊接顺序应能使最终构件的变形和收缩最小。

11.4 桁架安装

11.4.1 桁架安装应保证吊装结构的稳定性和防止永久性变形。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。

11.4.2 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才能进行吊装施工:

- 1 桁架吊装前桁架的支座应焊接安装完毕;
- 2 吊装前应对吊点进行检查,吊点的设置应与报审方案一致;
- 3 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。

11.4.3 桁架安装时,桁架的弦杆不得下挠,安装允许偏差应符合表 11.4.3 的规定。

表 11.4.3 桁架安装允许偏差

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	50

12 其他型式跨越施工

12.1 一般规定

12.1.1 跨越施工的方案编制、基础施工等要求应符合本规范第9.1节的相关规定。

12.1.2 跨越施工采用缆索发送方式进行的,施工临时索的安装应按本规范第9.3节的相关规定执行。

12.2 制作与安装

12.2.1 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,应符合表12.2.1的规定。

表 12.2.1 管拱安装允许偏差

序号	项 目	允许偏差(mm)
1	轴线曲率	±20
2	跨度	±20
3	拱脚基础标高	±20

12.2.2 梁式直跨的钢结构施工,应按本规范第8章的有关规定执行。

12.2.3 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,下料长度允许偏差应为±5mm。

12.2.4 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,在托架定位固定后安装管道;

2 安装允许偏差应符合表 12.2.4 的规定。

表 12.2.4 托架安装允许偏差

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 $\begin{matrix} +10 \\ -5 \end{matrix}$

注:L为托架长度。

12.2.5 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《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203 的有关规定。

12.2.6 悬缆跨越的施工应符合本规范第 9 章的有关规定。

13 跨越管道的安装就位、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,长输管道每根钢管最小长度不宜小于 10m。

13.1.2 管道坡口型式及加工尺寸,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。

13.1.4 长输管道组对应符合表 13.1.4 的要求。集输管道组对应符合现行国家标准《油气田集输管道施工规范》GB 50819 的有关规定。

表 13.1.4 长输管道组对要求

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。当采用自动超声波检测时,端部不少于 150mm 范围内余高应打磨掉
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	错边量应小于或等于壁厚的 1/8,且连续 50mm 范围内局部最大不应大于 3mm,错边沿周长均布
6	钢管短节长度	不应小于管子外径值且不应小于 0.5m

13.1.5 对口器的使用应符合下列要求：

1 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；

2 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，应符合现行国家标准《油气长输管道工程施工及验收规范》GB 50369 及《油气田集输管道施工规范》GB 50819 的有关规定。

13.2.4 焊接材料应符合焊接工艺规程的要求。

13.2.5 焊工应具有相应的资格证书。

13.2.6 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。

13.2.7 焊口应有标志，标志可用记号笔等不易褪色材料书写，并应同时做好焊接记录。

13.2.8 焊缝返修应符合下列规定：

1 焊缝返修应使用返修焊接工艺规程；

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，返修后，应按原标准检测；

4 射线检测复验、抽查中，有 1 个焊口不合格，应对该焊工或流水作业焊工组在该日或该检查段中焊接的焊口加倍检查，如仍

有不合格的焊口,则应对其余的焊口逐个进行射线检测。

13.3 焊缝质量检验

13.3.1 焊缝外观检查应符合现行国家标准《油气长输管道工程施工及验收规范》GB 50369 及《油气田集输管道施工规范》GB 50819的有关规定。

13.3.2 外观检查合格后,应进行焊缝无损检测。从事无损检测人员必须持有国家有关部门颁发的并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 无损检测应符合现行行业标准《石油天然气钢质管道无损检测》SY/T 4109 的规定,射线检测及超声检测的合格等级应均为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。

13.4 弯管的锚固

13.4.1 弯管应符合现行行业标准《油气输送用钢制感应加热弯管》SY/T 5257 的有关规定。

13.4.2 管段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。

13.4.3 锚固墩混凝土浇筑前和浇筑过程中,预埋的弯管安装位置检验不应少于 2 次。在浇筑混凝土时,振捣棒不得接触弯管及其固定支撑。

13.4.4 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现行行业标准《油气输送

用钢制感应加热弯管》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 弯管椭圆度应按下列式计算:

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

- 3 弯曲中心角度允许偏差应为 $\pm 0.5^\circ$;
- 4 弯管曲率半径允许偏差应为曲率半径的 $\pm 3\%$ 。

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防腐。

13.5.4 补偿器安装前,应按设计要求进行预张拉或预压,其允许偏差应为 $\pm 10\text{mm}$ 。

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型式和桥面结构型式等选择。管道发送时,桥面结构的受力应平衡,采用单向发送时,宜采用配重方式平衡载荷。

13.6.2 跨越管道发送过程中应采取防止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,并应经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,应单独进行一次整体强度、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《压力容器》(合订本)GB 150.1~GB 150.4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倍~2.0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、中型跨越管道试压前,应清除管内泥土、铁锈等杂物。

线路清管杂物不应从跨越管道中通过。

14.2.2 跨越管段试压介质用水应符合现行国家标准《液体石油管道压力试验》GB/T 16805 的有关规定。

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跨越结构的整体外观和索具的紧固度进行检查,发现异常应立即停止。

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	1.5P	1.0P
2	稳压时间	4h	24h
3	合格标准	无变形、无泄漏	压降不大于 1% 试验压力值,且不大于 0.1MPa

注:P 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,应按本规范表 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,并应测量记录塔倾斜度、管桥(桁架)挠度、支座高度、中心线偏移、基础标高等。

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,钢结构的防腐应符合现行国家标准《钢结构工程施工规范》GB 50755 的规定,长输管道的防腐应符合现行国家标准《油气长输管道工程施工及验收规范》GB 50369 的规定,集输管道的防腐应符合现行国家标准《油气田集输管道施工规范》GB 50819 的规定。

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、水气等。

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。修补或补涂的局部可采用刷涂或滚涂的方式。

15.1.5 分层喷涂的防腐涂料,应在前一遍防腐材料检查合格后,再喷涂下一遍防腐涂料。

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。

15.1.7 缆索采用钢丝的,应采用热镀锌处理,性能应满足现行国家标准《桥梁缆索用热镀锌钢丝》GB/T 17101 的规定。

15.1.8 成品缆索宜采用热挤聚乙烯防腐,材料及施工方法应满足现行国家标准《斜拉桥热挤聚乙烯高强钢丝拉索技术条件》GB/T 18365 的规定。

15.1.9 采用预制平行索股法进行主缆安装的,主缆的防护涂装应符合设计规定,并应满足现行行业标准《悬索桥主缆系统防腐涂装技术条件》JT/T 694 的有关规定,且宜在管道试压完成后进行。

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;

3 硬质聚氨酯泡沫塑料防腐保温层应符合现行行业标准《埋地钢质管道硬质聚氨酯泡沫塑料防腐保温层技术标准》SY/T 0415 的规定。

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 $15^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$,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°C ,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 对已做防腐、保温的管段和构件,应妥善保管,局部磨损处应及时修补。

15.2.15 集输管道的保温施工应符合设计要求,并应满足现行国家标准《油气田集输管道施工规范》GB 50819的有关规定。

16 健康、安全与环境

16.0.1 施工中应执行国家和行业有关健康、安全与环境管理的法律、法规。

16.0.2 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。

16.0.3 施工中应对影响员工健康的营区建设、身体检查、疾病防治、人身保险与防护等进行管理与控制。

16.0.4 施工前应对员工进行健康、安全与环境管理的专项培训。

16.0.5 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识别,并应制定预防控制措施及开展应急演练。

16.0.6 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,爆破、水下等特种作业,应符合国家相关管理规定要求。

16.0.7 高空作业人员应在开工前进行体检。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。

16.0.8 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。

16.0.9 管道跨越工程施工时,应采取保护航道安全的措施。

16.0.10 施工中泥浆、水、气体的排放和弃渣应符合环保要求。施工中应采取措施,减少施工噪声、振动。

16.0.11 管道跨越工程地貌恢复及水工保护等环境保护工作应符合设计要求,并应满足现行行业标准《油气输送管道线路工程水工保护施工规范》SY/T 4126 的有关规定。

17 工程交工

17.0.1 施工单位按合同规定的内容,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,并应由建设单位审核、批准,经验收合格后,应及时办理交工手续。

17.0.2 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,应进行整改。

17.0.3 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、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。

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,并应再满足工程要求使用。

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,根据混凝土发热量计算,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 每个浇筑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筑,宜避开炎

热天气浇筑。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遮阳设施,并应降低混凝土拌和物入模温度。

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 在混凝土浇筑之后,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 and 温度监测与管理控制,内外温度差应控制在 25°C 以内,基面温差和基底面温差均应控制在 20°C 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 应控制混凝土在浇筑过程中均匀上升,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 采取分层或分块浇筑大体积混凝土时,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,应根据混凝土浇筑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. 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 混凝土浇筑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 混凝土浇筑应采取二次投料法和二次振捣法,浇筑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。

A. 6 大体积混凝土水化热温度计算

A. 6.1 混凝土最大绝热升值可按下式计算:

$$T_r = \frac{WQ}{cp} \quad (\text{A. 6.1})$$

式中: T_r ——混凝土最大绝热温升值($^{\circ}\text{C}$);

W ——每立方米混凝土中的胶凝材料用量(kg/m^3);

Q ——胶凝材料水化热总量,可按现行国家标准《大体积混凝土施工规范》GB 50496 的有关规定进行计算(kJ/kg);

c ——混凝土的比热容,可取 $0.92\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \sim 1.0\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$;

p ——混凝土的质量密度,可取 $2400\text{kg}/\text{m}^3 \sim 2500\text{kg}/\text{m}^3$ 。

A. 6.2 混凝土的出机温度可按下式计算:

$$T_0 = \frac{\sum c_i W_i Y_i}{\sum c_i W_i} \quad (\text{A. 6.2})$$

式中: T_0 ——混凝土的出机温度($^{\circ}\text{C}$);

W_i ——分别为每立方米混凝土中水泥、各种矿物添加剂、砂、石、水的实际干重量(kg/m^3);对砂、石应按含水量扣除水进行计算,并将其中所含的水按水的比热进行计算;

Y_i ——分别为水泥、各矿物质外加剂、砂、石、水的人罐温度;

c_i ——分别为水泥、各矿物质外加剂、砂、石、水的比热容 [$\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$];对水泥、各种矿物外加剂、砂、石可取 $0.9\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$,水的比热容可取 $4.2\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ 。

A. 6.3 混凝土的浇筑温度可按下式计算:

$$T_j = T_0 + T'_0 \quad (\text{A. 6. 3})$$

式中： T_j ——混凝土的浇筑温度(°C)；

T'_0 ——混凝土运输、泵送、浇筑时段的温度补偿值(°C)；当运输、泵送、浇筑所用全部时间在 1h 以内时，日平均温度低于 15°C 取 $T'_0=0$ ，日平均气温在 15°C ~ 25°C 之间取 $T'_0=1$ ，日平均气温高于 25°C 取 $T'_0=2$ °C。

A. 6. 4 混凝土内部最高温度，可按下式估算：

$$T_{\max} = T_j + \zeta \cdot T_r \quad (\text{A. 6. 4})$$

式中： T_{\max} ——混凝土内部最高温度(°C)；

ζ ——与水化热龄期、结构厚度、浇筑温度等有关的系数：混凝土内部温度达到最高值时，可取 $\zeta=0.60 \sim 0.72$ ，结构厚度较小、浇筑温度较低时取小值，结构厚度较大、浇筑温度较高时取最大值。

附录 B 猫道施工方法

B.1 猫道设计

B.1.1 猫道应根据跨越的跨径、主缆线型、施工环境条件等因素进行设计,其结构型式及各部尺寸应满足主缆施工的需要。

B.1.2 猫道的线形宜与主缆空载时的线形平行,猫道面层宜由阻风面积小的两层大小方格钢丝网组成,面层顶部与主缆下沿的净距宜为 1.3m~1.5m;猫道净宽应按跨越的宽度选择,扶手高宜为 1.2m~1.5m;猫道在桥纵向应左右对称于主缆中心线布置。

B.1.3 猫道设计时应充分考虑猫道的恒载和其他荷载,对承重索进行强度计算时,其荷载组合和安全系数应符合表 B.1.3 的规定,承重索的锚固系统应有足够的调整范围,每端宜设有足够的调节长度。

表 B.1.3 猫道承重索强度计算荷载组合与安全系数

荷载组合		安全系数	备注
静力结构 强度验算	恒载	≥ 3.5	—
	恒载+活载	≥ 3.0	—
	恒载+活载+温度荷载	≥ 3.0	温度荷载按温降 15℃考虑
风荷载组合 结构强度验算	恒载+活载+施工阶段风荷载组合	≥ 3.0	按 6 级风考虑
	恒载+最大风荷载组合	≥ 2.5	—

B.1.4 设计时宜根据跨越所处的施工环境条件和当地的气象条件对猫道进行抗风稳定验算,可适当增加猫道间横向联结的措施,增加其抗风稳定性。

B.2 猫道钢构件

B.2.1 猫道钢构件的制作要求可按本规范第 8 章的相关规定执

行,面层和承重索的材料应符合相应产品的质量要求,承重索和抗风缆采用预张拉的钢丝绳,以消除其弹性变形。

B.2.2 承重索端部的锚头应垂直于承重索,并应对锚头部位进行静载试验,符合受力要求后方可使用。

B.3 猫道架设

B.3.1 猫道架设应按照横桥向对称,顺桥向边跨和中跨平衡的原则进行,且应将塔架塔顶的变位及扭转控制在设计允许的范围內,猫道架设施工应符合下列规定。

1 先导索的架设方法宜根据跨径、地形条件综合确定。

2 承重索架设时,在横桥向,两侧应保持基本同步,数量差不超过1根;在顺桥向,边跨与中跨应连续架设,且中跨的承重索宜采用托架法架设。架设后应对其线形进行调整。

3 面层及横向通道宜从塔架塔顶开始,同时向跨中和锚碇方向对称,平衡地进行架设安装,并应设置牵引和反拉系统,控制面层铺设时可能产生的下滑等现象,保证施工安全;中跨、边跨猫道面层的架设进度,应以塔架两侧的水平力差异不超过设计要求为准进行控制。猫道面层在架设过程中应对塔架塔顶的偏移和承重索的垂度进行监测。

B.4 猫道的拆除

B.4.1 主缆的缠丝工程施工完成后可进行猫道的拆除工作。

B.4.2 猫道拆除时宜分节段拆除其面层和底梁,拆除宜按中跨从塔顶向跨中方向,边跨从塔顶向锚碇方向的顺序进行。在拆除过程中,应采取适当措施保护主缆、吊索和桁架及管道等已经施工完成的结构。

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:

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:

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:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《混凝土结构设计规范》GB 50010
《工程测量规范》GB 50026
《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107
《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119
《混凝土质量控制标准》GB 50164
《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202
《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203
《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205
《油气长输管道工程施工及验收规范》GB 50369
《钢结构焊接规范》GB 50661
《钢结构工程施工规范》GB 50755
《油气田集输管道施工规范》GB 50819
《压力容器》(合订本)GB 150.1~GB 150.4
《通用硅酸盐水泥》GB 175
《钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈技术条件》GB/T 1231
《钢筋混凝土用钢 第1部分:热轧光圆钢筋》GB 1499.1
《钢筋混凝土用钢 第2部分:热轧带肋钢筋》GB 1499.2
《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596
《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副》GB/T 3632
《固定式钢梯及平台安全要求 第1部分:钢直梯》GB 4053.1
《固定式钢梯及平台安全要求 第3部分:工业防护栏杆及钢平台》GB 4053.3

《爆破安全规程》GB 6722
《混凝土外加剂》GB 8076
《重要用途钢丝绳》GB 8918
《焊接与切割安全》GB 9448
《焊缝无损检测 超声检测 技术、检测等级和评定》GB/T 11345
《冷轧带肋钢筋》GB 13788
《斜拉桥热挤聚乙烯高强钢丝拉索技术条件》GB/T 18365
《锻轧钢棒超声检测方法》GB/T 4162
《预应力筋用锚具、夹具和连接器》GB/T 14370
《预拌混凝土》GB/T 14902
《液体石油管道压力试验》GB/T 16805
《桥梁缆索用热镀锌钢丝》GB/T 17101
《化工工程建设起重规范》HG 20201
《锻钢件磁粉检测》JB/T 8468
《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52
《混凝土用水标准》JGJ 63
《建筑桩基技术规范》JGJ 94
《建筑工程冬期施工规程》JGJ 104
《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106
《悬索桥预制主缆丝股技术条件》JT/T 395
《悬索桥主缆系统防腐涂装技术条件》JT/T 694
《公路桥涵施工技术规范》JTG/T F50
《埋地钢质管道硬质聚氨酯泡沫塑料防腐保温层技术标准》SY/T 0415
《石油天然气金属管道焊接工艺评定》SY/T 0452
《石油天然气钢质管道无损检测》SY/T 4109
《油气输送管道线路工程水工保护施工规范》SY/T 4126
《油气输送用钢制感应加热弯管》SY/T 5257

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 - 2015

条文说明

制 订 说 明

《油气输送管道跨越工程施工规范》GB 50460—2015 经住房和城乡建设部 2015 年 11 月 12 日以第 950 号公告批准发布。

本规范是在《油气输送管道跨越工程施工规范》GB 50460—2008 的基础上修订而成,上一版的主编单位是四川石油天然气建设工程有限责任公司,参编单位是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。主要起草人是: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。

本规范在修订过程中,编写组先后多次深入石油天然气跨越施工现场进行广泛的调研,走访了近年来国内主要油气干线的跨越施工现场,总结了我国油气输送管道跨越工程施工及验收的实际经验,同时参考了《油气长输管道工程施工及验收规范》GB 50369、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《斜拉桥热挤聚乙烯高强钢丝拉索技术条件》GB/T 18365、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 及《公路桥涵施工技术规范》JTG/T F50 等标准。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定,《油气输送管道跨越工程施工规范》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行过程中需注意的有关事项进行了说明,还着重对强制性条文的强制性理由作了解释。但是条文说明不具备与标准正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1	总 则	(75)
2	术 语	(76)
3	基本规定	(77)
4	施工准备	(78)
5	材料和配件检验	(79)
5.1	一般规定	(79)
5.8	材料复验	(80)
6	测量与放线	(81)
6.1	一般规定	(81)
6.2	平面控制	(82)
6.3	高程控制	(83)
6.4	施工测量放线	(83)
7	基础施工	(86)
7.1	基坑开挖	(86)
7.2	钢筋混凝土基础施工	(87)
7.3	钢桩基础施工	(88)
7.4	灌注桩基础施工	(89)
7.5	锚固墩施工	(90)
8	塔架施工	(92)
8.1	钢塔架制作	(92)
8.2	钢塔架安装	(93)
8.3	钢筋混凝土塔架施工	(93)
8.4	索鞍或塔顶连接板安装	(93)
9	悬索式跨越施工	(95)

9.1	一般规定	(95)
9.2	钢丝拉索的制备	(95)
9.3	主索安装	(97)
9.4	索夹及其他索系安装	(99)
9.5	桥面结构的制作与安装	(100)
10	斜拉索式跨越施工	(102)
10.2	桥面结构的制作与安装	(102)
10.3	拉索安装	(102)
11	桁架式跨越施工	(103)
11.2	下料与组装	(103)
11.3	桁架的焊接与检验	(103)
11.4	桁架安装	(103)
12	其他型式跨越施工	(104)
12.2	制作与安装	(104)
13	跨越管道的安装就位、焊接及检验	(105)
13.1	管段加工与组装	(105)
13.2	管道焊接	(105)
13.3	焊缝质量检验	(106)
13.4	弯管的锚固	(106)
13.5	补偿器制作及安装	(106)
13.6	跨越管道的发送和就位	(107)
14	管道清管和试压	(108)
14.1	一般规定	(108)
14.2	清管及试压	(108)
15	防腐和保温	(110)
15.1	防腐	(110)
15.2	保温	(111)
16	健康、安全与环境	(112)
17	工程交工	(113)

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,因此不适用在既有桥梁上敷设油气管道。

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

2.0.1~2.0.14 本规范给出了 14 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涵义的,但涵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。工程测量基本术语参见《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、《工程结构设计基本术语标准》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,其他术语参见《石油天然气工程建设基本术语》SY/T 0439。

3 基本规定

3.0.1 本条是依据国家现行标准《石油天然气建设工程质量验收规范 管道穿跨越工程》SY 4207 的跨越工程等级划分制订的。

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,必须按照资质等级及《压力管道安装许可规则》TSG D3001 要求承担相应的工程。

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。

3.0.5 本条是依据国家相关计量法规提出的。

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 材料和配件检验

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标准或行业标准要求,并应具有出厂合格证、质量证明书。由于用于跨越工程的各种材料质量直接关系到跨越工程的质量、安全,因此本条为强制性条文,必须严格执行。有关标准如下:

(1) 钢管标准:

《石油天然气工业 管线输送系统用钢管》GB/T 9711

《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

《钢制对焊管件规范》SY/T 0510

《油气输送用钢制感应加热弯管》SY/T 5257

(3) 焊接材料标准:

《非合金钢及细晶粒钢焊条》GB/T 5117

《热强钢焊条》GB/T 5118

《埋弧焊用碳钢焊丝和焊剂》GB/T 5239

《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:

《钢制管道熔结环氧粉末外涂层技术规范》SY/T 0315

《涂装前钢材表面处理规范》SY/T 0407

《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》GB/T 23257

《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

(5) 混凝土材料标准:

《通用硅酸盐水泥》国家标准第 1 号修改单 GB 175/XG1

《混凝土外加剂》GB 8076

《预拌混凝土》GB/T 14902

《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119

《混凝土质量控制标准》GB 50164

《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB 1596

《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52

《混凝土用水标准》JGJ 63

(6) 钢筋及钢材材料标准:

《钢筋混凝土用钢》GB 1499

《冷轧带肋钢筋》GB 13788

(7) 钢丝绳、缆索及索具材料标准:

《斜拉索热挤聚乙烯高强钢丝拉索技术条件》GB/T 18365

《悬索桥预制主缆丝股技术条件》JT/T 395

《重要用途钢丝绳》GB 8918

(8) 高强螺栓材料标准:

《钢结构用高强度大六角螺栓、大六角螺母、垫圈技术条件》
GB/T 1231

《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副》GB/T 3632

5.8 材料复验

5.8.1 在实际工程中,本条规定了 5 种情况应进行抽样复验,且复验时试验项目均应见证取样、送样。其中中型及以上跨越的大跨度钢结构中主要受力构件,如弦杆或梁用钢材为主要受力构件,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,故制订本条。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以下三种:①中误差 m ;②平均误差 θ ;③偶然误差 ρ 。在或然率理论中可以证明,当观测次数 n 趋于 ∞ 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
$$m \approx \frac{5}{4}\theta \approx \frac{3}{2}\rho \quad (3)$$

以上三种标准,当观测次数 n 相当大时,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。因为中误差能明显地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%,大于三倍中误差的出现可能性为

0.3%,在实际工作中,由于观测次数有限,取两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,通过设立在两岸的控制桩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,特制订本条。

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)觇标的高度应合理,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。随着卫星定位测量技术不断发展,在许多大跨径桥梁首级平面施工控制网中,如苏通大桥、东海大桥、杭州湾大桥、芜湖大桥、南京三桥的首级平面控制网均采用了卫星定位测量,因而将卫星定位测量作为建立大跨径桥梁首级平面控制网的手段是经过实践验证的。

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。

6.2.4 本条的相关规定与现行国家标准《工程测量规范》GB 50026的规定一致。

6.2.5 当受地形限制时,个别角可放宽,但不应小于 25° 。

加密的控制网,可采用插网、线形网或插点等形式。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。

6.2.5~6.2.7 这三条与现行国家标准《工程测量规范》GB 50026的规定一致。

6.2.8 当受条件限制时,个别角可放宽,但不应小于 25° ;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。

6.2.11、6.2.12 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

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

6.4.1 本条针对跨越定位最为重要的基础中心及基础开挖作出要求。

6.4.2 本条分别对不同类型的跨越锚固墩的定位方法给出了指导方法。

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；

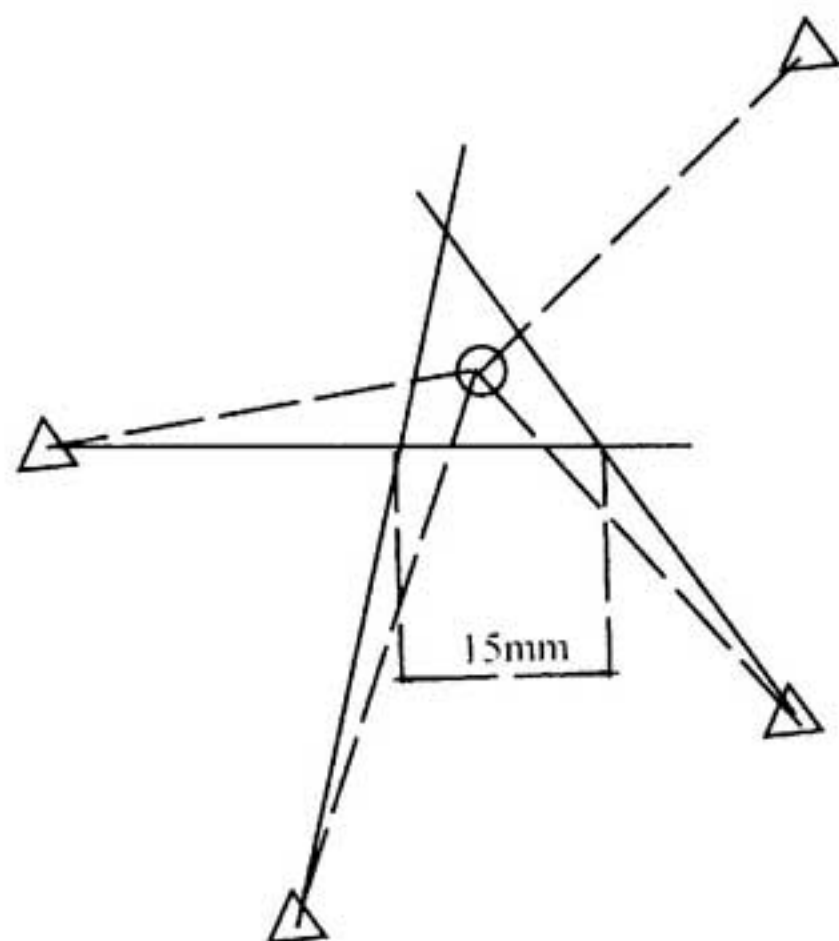


图1 示误三角形

注：实线为交会方向，虚线为测角复测方向。

3 根据实际资料计算，由于交会产生的误差约为±20mm，可以认为基础中心位置的最大较差在40mm以内，计算其中误差

为 $40\text{mm}/\sqrt{2}=28\text{mm}$, 采用 30mm , 相当于误差值 15mm ;

4 根据现场经验, 卫星定位法测量时宜避开 11 时至 13 时段。该时段对测量精度影响较大。

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 复测结果反馈给设计单位, 以便复核确认或修正跨越工程上部结构的下料尺寸。

6.4.7 跨越塔架安装中心及锚固点位置是跨越下部结构的重要控制要素, 是基础开挖、下一步工序的基础, 因此本条对中心点的复测作出要求。

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,本条未作具体规定。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。地基的检验应包括基底的平面位置、尺寸和基底高程,基底的地质情况和承载力是否与设计资料相符,基底处理和排水情况是否符合本规范要求。

由于验槽需要时间,工程实际施工中,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。

7.1.8 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 对于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、浇筑、养护等施工中属常规性做法和要求的內容,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 在钢筋混凝土基础施工中,钢筋的品种、级别、规格和数量直接关系到跨越工程的质量、安全,因此本条设置为强制性条文,必须严格执行。

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 混凝土掺合料的种类主要有粉煤灰、粒化高炉矿渣粉、沸石粉、硅灰和复合掺合料等,有些目前尚没有产品质量标准。对各种掺合料,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,应符合现行国家标准《粉煤灰混凝土应用技术规范》GB/T 50146、《用于水泥与混凝土的中粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046、《粉煤灰混凝土应用技术规范》GB/T 50146 等的规定。

7.2.7 表 7.2.7 中要求系根据国家现行标准《石油天然气建设工程质量验收规范 管道穿跨越工程》SY 4207 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,在混凝土浇筑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“大体积混凝土温度控制措施”。

7.2.10 在无特殊要求的情况下,大体积混凝土浇筑时,宜在高度方向上分段浇筑,有利于水化热的释放。但是这样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 和现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的有关规定。

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,振动法多用于沙土地基和钢板桩,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。

7.3.6 表 7.3.6 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 7.3.6 中要求更适合现场控制。

7.3.7 表 7.3.7 中的要求同国家现行标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的规定。

7.3.8 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。

7.4 灌注桩基础施工

7.4.2 试桩由设计根据该施工区域地质条件及类似工程实践确定。

7.4.4 在无地下水或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,终孔时应到孔底察看土性,确定持力层岩性特征与设计是否一致。

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》JTG/T F50 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200mm~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 中的要求是依据国家现行标准《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 的规定。

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

7.5 锚固墩施工

7.5.1 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。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,特别是在遇到页岩时,在设计许可的情况下,可利用基岩作模板,在绑扎钢筋后直接往基坑内灌注混凝土。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。

7.5.2 隧道式锚碇是在特定的地质条件下,即基岩坚实、完整的情况下所采用的锚碇,它可直接采用岩体作为锚碇,也可先挖成隧道再浇筑混凝土成为锚碇。隧道锚、岩锚都是要利用周围岩体作为锚固体,所以开挖过程中应尽量减少对周围岩体的破坏。

7.5.3 预应力锚固系统施工的关键在于锚管的定位及每根索股锚固系统的前锚面精度。由于锚管数量较多,故应该设计专门的锚管定位系统,以使锚管能快速定位、安装。前锚面是主缆索股与锚固系统的连接部位,索股应垂直于相应锚固系统前锚面中心点,有利于索股拉力的传递。

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 各单位根据自身已有的钢结构焊接工艺评定报告决定现有的焊接工艺是否满足工程需要,避免重复工作,并符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661 中的规定。

8.1.9 焊条烘干主要应依据厂家说明书进行。

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,对高强钢的母材电弧损伤应高度重视,本条规定应打磨后并经无损检测合格后方可使用。

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、8.1.15 这两条针对焊接过程、焊接质量检验的规定和现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661、《钢结构工程施工规范》

GB 50755 的规定相吻合。

8.2 钢塔架安装

8.2.5 高空施工安全性差,工作质量不易保证。为了控制施工质量,宜在地面完成所有工序,此条规定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。

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

8.2.7 表 8.2.7 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订。

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、钢筋架立的精度及混凝土浇筑模板的可靠度。

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。

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

8.4 索鞍或塔顶连接板安装

8.4.1 索鞍及塔顶连接板的制造精度较高,对跨越整体结构成桥影响较大,宜采用厂内加工,制作精度与国家现行标准《公路桥涵施工技术规范》JTG/T F50 的要求相吻合。

8.4.2 钢结构塔架吊装前安装可免去高空作业,减小施工难度,降低安全风险;混凝土结构塔架的索鞍需上横梁浇筑后进行安装,才能够确保索鞍的功能需求。

8.4.3 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。

8.4.4 索鞍安装时的预偏量是为了调整主缆拉力而设置的。悬索跨越主缆在空缆状态下索塔两侧的水平拉力是平衡的,但在上部构造施工过程中,这种平衡很难保持,尤其是在单跨悬索跨越在桁架及管道安装时,中跨主缆拉力明显加大,这将导致索塔受弯,而弯曲量过大时将会危及索塔结构的安全。通过设置预偏量,逐渐调整索鞍位置,可以不断调整主缆拉力,达到保证结构安全的目的。

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,故制订本条。

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需提前进行预留。

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,故制订本条。

9.1.4 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。

9.1.5 钢丝绳锚固头现场制作时,为防止锚固浇筑材料施工时溅出,损伤锚固螺杆的螺纹,故作此项规定。

9.2 钢丝拉索的制备

9.2.1 为了控制跨越钢丝绳的锚固制备质量,作此项规定。

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。

9.2.3 为了使钢丝绳长度的实际使用长度与设计状态一致,应张紧钢丝绳至设计应力状态。下料时,应在放松状态,防止钢丝绳回弹。

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,而这种扭转会造成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 本条推荐小型钢丝绳锚固头可在现场制作,对于中型及大型锚固头则宜在专业厂内制作,制作要求应按照设计及规范要求。

小型钢丝绳锚固头的制作应符合以下规定:

(1) 在离绳端套筒长度处,应用钢丝向绳端反方向缠200mm~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) 钢丝应均布在套筒内,钢丝端部应折成弯勾状,钢丝与套筒内壁间距不应小于5mm。浇灌合金材料时,应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,以钢丝绳不滑脱为合格。

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 跨越的风索的索夹安装位置影响到风索面及桥面的形状,这里强调标定以及防逆转色线的重要性。

9.2.10 跨越工程的索系大量使用了平行钢丝束,平行钢丝束及锚固头等制备应参照《斜拉桥热挤聚乙烯高强拉索技术条件》GB/T 18365 有关条款执行。

9.2.11 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。本节中的基本要求对其他类型的钢索也适用。

9.3 主索安装

9.3.1 主索采用成品索时,索外有 PE 等防腐材料,安装过程中可能与吊装器具发生擦刮,导致外防腐层受损,故作此规定。

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,因而作此规定。

9.3.3 主索发送的方式较多,在确保安全的前提下推荐本条的几种常用方法。

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。

9.3.7 采用预制平行钢丝成品索股编缆组成主索的施工,应符合以下规定:

(1)索股的牵引系统宜结合工程特点、施工安全、工艺水平和环境因素等综合确定。

(2)宜采用猫道的方法发送主索,猫道架设的方法应按附录 B 的规定执行。

(3)索股的放索工艺应与索股的包装工艺相匹配,应采用适当措施防止索股在索盘中的突然释放,放索牵引过程中应有专人跟踪牵引锚头,且宜在沿线设监测点监测索股的运行状况,发现问题应及时采取措施纠正。

(4)架设时前三根索股宜低速牵引,对牵引系统进行试运转,在保证正常运转后方可进行正常的架设作业。索股在牵引时应在后端施加反拉力,牵引过程中,如绑扎带有连续两处绷断时,应停机进行修补。索股锚头牵引到位后,在卸下锚头时应将索股临时

固定,防止滑移;索股在牵引过程中如有鼓丝,应在入锚前进行梳理,不应保留在锚跨内。

(5)索股整形入鞍时,应在该段索股处于无应力状态下用整形器完成。整形时应保持钢丝平顺,不应扭转、交叉和损伤钢丝。索股横移时,应将索股从猫道滚筒上提起,确认全跨径的索股均脱离滚筒后,方可移至索鞍正上方。横移时的拽拉量不宜过大,且操作人员不应在索股下方。

(6)索股锚头入锚后应进行临时锚固,在跨中位置上应对索股设定 200mm~300mm 的抬高量,并做好编号标志。

(7)索股的线形调整应符合下列规定:

1)垂度调整应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应不大于 2℃,横截面索股温差应不大于 1℃;

2)对基准索股的线形应采用绝对垂度进行调整,调整完成后,应连续数天对其线形进行观测,观测宜在风力小于 5 级的夜间且温度稳定时进行,并应记录对应的跨中高程、气温、索股温度及索鞍中心点的偏量,确认基准索股的线形稳定后方可进行其他索股的架设;其他索股的线形应以基准索股为准,进行相对垂度调整;调整好的索股应在索鞍位置临时固定,不应在鞍槽内滑移;

3)对索股线形进行垂度调整时,其精度宜以索股高程的允许误差控制:索股中跨跨中为 $\pm L/2000$ (L 为跨径),边跨跨中为中跨跨中的 2 倍;上下游索股高差为 10mm,一般索股(相对于基准索股)为 $-5\text{mm}\sim+10\text{mm}$ 。

(8)主索力的调整应以设计和施工控制提供的数据为依据,其调整量应根据调整装置中的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应小于设计锚固力的 3%。

(9)主索的紧缆分为预紧缆和正式紧缆两阶段进行,在现行行业标准《公路桥涵施工技术规范》JTG/T F50 中作出了以下要求:

1)预紧缆应在温度稳定的夜间且应将主索全长分为若干区段

分别进行。预紧缆完成处宜采用不锈钢带捆紧,并应保持主索的形状,不锈钢带的间距可为5m~6m,外缘索股上的绑扎带宜边紧边拆除。预紧缆的目标空隙率宜为26%~28%。

2)正式紧缆时,应采用紧缆机将主缆挤压整形形成圆形,其施工可在白天进行。紧缆的顺序宜从跨中向两侧方向进行,紧缆挤压点的间距宜为1m;紧缆的空隙率应符合设计规定,其允许误差应为0~3%,圆度偏差宜不超过主索设计直径的5%。紧缆点空隙率达到要求后,应在靠近紧缆机的压蹄两侧打上两道钢带,带扣宜设在主索的侧下方,其间距宜为100mm。

9.4 索夹及其他索系安装

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 采用平行钢丝索股进行编缆的主索索夹的安装,需要根据设计要求,采用测量放样手段现场进行索夹位置的定位及标记。

9.4.4 索夹的安装方法同跨越的施工方法紧密相连,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 根据跨越的结构特点及施工阶段的荷载状况,索夹安装、桥面吊装后、试压完成后是三个主要载荷变化阶段,因此需要分别在这三个阶段进行螺栓的紧固工作。

9.4.7 风索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。

9.4.8 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。

9.4.9 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。

9.4.10 桥面结构上某节吊点处都是两根吊索,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定吊装施工方案,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,故制订本条。

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。

9.5.4、9.5.5 固支塔架进行桥面结构安装时,塔架受弯矩影响较大,因此应在对塔架进行监控的同时,实施索鞍的纠偏、吊装过程中的顶推工作,减小塔架承受的弯矩。

9.5.6 桥面结构就位后,虽然还未安装跨越主管道,但是跨越雏形已经形成,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。

9.5.7 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。

9.5.8 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,故制订本条。

9.5.9 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。

9.5.10 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。

9.5.11 桥面钢结构以及桥面附属工程的小型构件的制作要求同一般钢结构的制作是相同的,这里规定按照现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 执行。

10 斜拉索式跨越施工

10.2 桥面结构的制作与安装

10.2.2、10.2.3 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。

10.2.4 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。

10.3 拉索安装

10.3.1 临时承重索的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,施工要求及工序参见第9.3节“主索安装”。

10.3.2、10.3.3 索体的过度弯折会降低强度,甚至引起索体报废。

10.3.4 对称结构的斜拉索跨越结构,考虑到荷载的对称性对塔架及缆索的影响,桥面及对应的拉索应对称安装。斜拉索桥面结构及对应拉索安装过程中,需要根据荷载的变化不断进行调索工作,调索前需要了解结构的力学状况及拉索调节量,采用具有非线性分析优势的有限元软件进行模拟分析,有利于控制成桥线形及受力健康。

10.3.5 索力调整过程宜采用有限元分析软件进行模拟,拉索索力符合设计允许值。

11 桁架式跨越施工

11.2 下料与组装

11.2.2 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。

11.3 桁架的焊接与检验

11.3.1 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,减小变形和焊接应力。

11.3.2 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,以塔架的对接焊缝相比,此条规定更为严厉。

11.4 桁架安装

11.4.2 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。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 其他型式跨越施工

12.2 制作与安装

12.2.1~12.2.4 其他跨越型式很多,一般常用的拱式、梁式、托架管道跨越等跨度都不大,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。

12.2.6 悬缆跨越与悬索跨越结构接近,施工要求参照悬索跨越要求执行。

13 跨越管道的安装就位、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,故作出本条规定。

13.1.4 表 13.1.4 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 中的相关规定制订。集输管道的管道组对要求有不同要求,应符合现行国家标准《油气田集输管道施工规范》GB 50819 的有关规定。

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,根据长输管道与集输管道的不同安装特点,分别按照现行国家标准《石油天然气长输管道工程施工规范》GB 50369 及《油气田集输管道施工规范》GB 50819 的有关规定执行。

13.2.5 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。

13.2.6 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。

13.2.7 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。

13.2.8 本条参照现行国家标准《油气长输管道工程施工及验收规范》GB 50369—2014 中第 10.3.7 条的规定。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。

13.3 焊缝质量检验

13.3.1 根据长输及集输管道对焊缝的检查的不同要求,特制订此条。

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订的。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。

13.4 弯管的锚固

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《油气输送用钢制感应加热弯管》SY/T 5257。

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规范》GB 50235 的规定。

13.5.4 应按照设计要求进行预张拉或者预压。

13.6 跨越管道的发送和就位

13.6.1 考虑到荷载的对称性对全跨结构施工过程的受力影响较小,推荐使用配重方式平衡荷载。

13.6.2 为了强调管道安装过程中防腐层的保护特制订该条。

13.6.3 为了消除支座处应力对管道焊缝的影响,推荐管道安装完毕后焊缝置于悬空位置。

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,跨越设计结构型式的变化,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 中的规定。

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。而当管道的内腐蚀较重或施工过程中管道内进入较多杂物时需要清管。由于线路清管杂物从跨越段通过,易引起跨越荷载分布不均,从而产生振动,因此首次清管时,跨越段不应与线路段连接后实施。

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 中的相关规定。

14.2.4 本条依据近年来工程施工经验制订。

14.2.7 试验压力、稳压时间及合格标准根据现行国家标准《输气管道工程设计规范》GB 50251、《输油管道工程设计规范》GB 50253的规定确定。

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较差,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、水气,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或同一种防腐材料不同生产厂家在性能和使用要求上的差异,因而提出本条,要求在防腐施工前应做好试配,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 250mm~350mm、圆弧面为 400mm,并与被喷面成 70° ~ 80° 的夹角,压缩空气压力为 0.3MPa~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。

15.1.7~15.1.9 目前预制平行钢丝缆索已成为跨越结构的主要缆索型式,这几条对钢丝及外层防腐进行了相应要求。

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予以保温。

15.2.2~15.2.15 由于保温形式的多样性,本节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

16.0.2 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：

岗位任职条件；

岗位职责；

岗位操作规程；

巡回检查及主要检查内容；

应急处置程序。

(2)健康、安全与环境管理作业计划书：

项目概况、作业现场及周边情况；

人员能力及设备状况；

项目新增危害因素辨识与主要风险提示；

风险控制措施；

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。

17.0.3 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:1580242·869



9 158024 286908



统·书号: 1580242·869

定 价: 24.00 元