

UG

北京市地方标准

DB

编号：DB 11/XXXX-202X

备案号：JX-202X

索结构施工质量验收规程

Standard for acceptance of construction quality of cable structures

（征求意见稿）

202x-xx-xx发布

202x-xx-xx实施

北京市住房和城乡建设委员会

北京市市场监督管理局

联合发布

北京市地方标准

索结构施工质量验收规程

Standard for acceptance of construction quality of cable structures

(征求意见稿)

编 号: DB11/XXXX-202X

备案号: J× -202×

主编部门: 北京城建集团有限责任公司

批准部门: 北京市市场监督管理局

施行日期: 20××年×月×日

202× 北京

前 言

根据北京市市场监督管理局《2019年北京市地方标准制修订项目计划》（京市监发〔2019〕21号）的要求，规程编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制订本规程。

本规程的主要技术内容是：1 总则；2 术语；3 基本规定；4 材料与拉索制作；5 索结构安装；6 索结构（子）分部工程验收。

本规程由北京市住房和城乡建设委员会和北京市市场监督管理局共同负责管理，北京市住房和城乡建设委员会归口并组织实施，北京城建集团有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送北京城建集团有限责任公司（北京市海淀区北太平庄路18号，邮政编码：100088；电子邮箱：bucgjzyb@163.com；联系电话：62091901）。

本规程主编单位：北京城建集团有限责任公司

本规程参编单位：中建一局集团建设发展有限公司

巨力索具股份有限公司

北京市建筑工程研究院有限责任公司

北京建筑设计研究院有限公司

北京城建五建设集团有限公司

北京帕克国际工程咨询股份有限公司

北京工业大学

北京市建设工程安全质量监督总站

清华建筑设计研究院

中国建筑设计研究院有限公司

北京城建精工钢结构工程有限公司

本规程主要起草人员：

本规程主要审查人员：

目 次

1 总则.....	6
2 术语.....	7
3 基本规定.....	8
4 材料与拉索制作.....	9
4.1 一般规定.....	9
4.2 材料.....	9
4.3 索体制作.....	11
4.4 锚具、索夹制作.....	12
4.5 拉索制作.....	13
4.6 拉索包装运输及储存.....	14
5 索结构安装.....	16
5.1 一般规定.....	16
5.2 拉索安装.....	17
5.3 拉索张拉.....	18
6 索结构子分部工程验收.....	19
附录 A 拉索弹性模量测定方法.....	20
附录 B 拉索静载试验方法.....	20
附录 C 索夹抗滑移试验方法.....	22
本规程用词说明.....	23
引用标准名录.....	24
条文说明.....	25

CONTENTS

1 General.....	6
2 Terms.....	7
3 Basic requirements.....	8
4 Materials and production of tension cable	9
4.1 General requirements	9
4.2 Materials.....	9
4.3 Production of cable body.....	11
4.4 Production of anchorage and cable clamp.....	12
4.5 Production of tension cable.....	13
4.6 Packaging and transportation of tension cable.....	14
5 Cable structure installation.....	16
5.1 General requirements.....	16
5.2 Cable installation.....	17
5.3 Cable tension.....	18
6 Cable structure acceptance.....	19
Appendix A Determination of elastic modulus of cables.....	20
Appendix B Cable static load test method.....	20
Appendix C Anti slip test method of cable clamp.....	22
Explanation of wording in this standard.....	23
List of quoted standards.....	24
Addition:explanation of provisions.....	25

1 总 则

1.0.1 为加强索结构工程质量管理，统一索结构工程施工质量验收，保证工程质量，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于北京市行政区域内建筑工程索结构制作及安装的施工质量验收。

1.0.3 索结构工程施工质量验收除应符合本标准外，尚应符合国家及北京市现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 拉索 tension cable

由索体和锚具组成的受拉构件。

2.0.2 索体 cable body

拉索受力的主要部分，可为钢丝束、钢绞线、钢丝绳或钢拉杆。

2.0.3 锚具 anchorage

索体端部用于锚固和保持索力且将索力传递给结构的锚固及连接装置。

2.0.4 索夹 cable clamp

用于固定拉索与拉索、拉索与撑杆并保证其协同受力的连接装置。

2.0.5 索结构 cable structure

由拉索作为主要受力构件而形成的预应力结构体系。

2.0.6 索体公称直径 nominal diameter of cable

索体（含护层）外接圆直径的名义尺寸。

2.0.7 索体公称破断力 nominal breaking load

索体公称破断力系索体的抗拉力标准值，具体如下：

钢丝束索体的公称破断力为钢丝束截面积乘以其抗拉强度标准值。

钢丝绳索体的公称破断力为钢丝绳产品标准中规定的最小破断力。

钢绞线索体的公称破断力为钢绞线的公称截面积乘以其抗拉强度标准值。

钢拉杆索体的公称破断力为钢拉杆杆体的横截面积乘以其抗拉强度标准值。

2.0.8 支承结构零态 zero state of supporting structure

支承结构安装完成、索结构安装之前的状态。

2.0.9 初始预应力状态 initial prestressed state

索结构在预应力施加完毕在其自重作用下的自平衡状态。

2.0.10 荷载状态 loading state

索结构在外部荷载作用下的平衡状态。

3 基本规定

3.0.1 索结构工程施工单位施工现场质量管理应有相应的技术标准、质量管理体系、质量控制及检验制度，应有经公司技术负责人审批的施工方案等技术文件，并应经审查批准。

3.0.2 索结构工程施工质量的验收，应采用经国家计量检定、校准合格的计量器具。

3.0.3 索结构工程应按下列规定进行施工质量控制：

1 采用的原材料及成品应进行进场验收。凡涉及安全、功能的原材料及成品等应按本标准规定进行抽样复验，并应经监理工程师见证取样、送样；

2 各工序应按本标准进行质量控制，每道工序完成后，应进行检查。

3.0.4 索结构工程施工质量验收应在施工单位自检基础上，按检验批、分项工程、分部（子分部）工程进行。索结构（子）分部工程中分项工程划分应按现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300的规定执行。

3.0.5 检验批合格质量标准应符合下列规定：

1 主控项目应符合本标准合格质量标准的要求；

2 一般项目其检验结果应有80%及以上的检查点（值）符合本标准合格质量标准的要求，且最大值（或最小值）不应超过其允许偏差值的1.2倍；

3 质量检查记录、质量证明文件等资料应完整。

3.0.6 分项工程合格质量标准应符合下列规定：

1 分项工程所含的各检验批均应符合本标准合格质量标准；

2 分项工程所含的各检验批质量验收记录应完整。

3.0.7 当索结构工程施工质量不符合本标准要求时，应按下列规定进行处理：

1 经返工或返修的检验批，应重新进行验收；

2 经有资质的检测机构检测鉴定能够达到设计要求的检验批，应进行验收；

3 经有资质的检测机构检测鉴定达不到原设计要求、但经原设计单位核算认可能够满足结构安全和使用功能的检验批，可进行验收；

4 经返修或加固处理的分项、（子）分部工程，满足安全及使用功能时，可按处理技术方案和协商文件的要求进行验收。

3.0.8 经返修或加固处理仍不能满足安全或重要使用要求的索结构（子）分部工程，不得验收。

4 材料与拉索制作

4.1 一般规定

- 4.1.1** 索结构用主要材料、零（部）件、成品件、标准件等产品应进行进场验收。
- 4.1.2** 进场验收的检验批宜与各分项工程检验批一致。
- 4.1.3** 拉索索体可采用钢丝束、钢绞线、钢丝绳或钢拉杆，宜优先采用半平行钢丝束索、高钒索和密闭索等。
- 4.1.4** 钢丝绳、钢绞线索体下料前应进行预张拉。预张拉力值宜取索体抗拉标准值的 55%，持荷时间不小于 1h，预张拉次数不小于 2 次。

4.2 材料

I 主控项目

4.2.1 半平行钢丝束索用钢丝的性能及质量应符合现行国家标准《桥梁缆索用热镀锌钢丝》GB/T17101 的规定；

检查数量：按现行国家标准《桥梁缆索用热镀锌钢丝》GB/T17101 的规定执行；

检查方法：检查产品合格证和试验报告。

4.2.2 高钒索用钢丝的性能及质量应符合现行行业标准《建筑工程用锌-5%-混合稀土合金镀层钢丝》YB/T4541 的规定；

检查数量：按现行行业标准《建筑工程用锌-5%-混合稀土合金镀层钢丝》YB/T4541 的规定执行；

检查方法：检查产品合格证和试验报告。

4.2.3 密闭索用钢丝的性能及质量应符合现行行业标准《密封钢丝绳》YB/T5295 的规定；

检查数量：按现行行业标准《密封钢丝绳》YB/T5295 的规定执行；

检查方法：检查产品合格证和试验报告。

4.2.4 多股钢丝绳用钢丝的性能及质量应符合国家现行标准《重要用途钢丝绳》GB 8918 和《制绳用钢丝》YB/T5343 的规定。

检查数量：按现行国家标准《重要用途钢丝绳》GB 8918 和《制绳用钢丝》YB/T5343 的规定执行；

检查方法：检查产品合格证和试验报告。

4.2.5 不锈钢钢丝绳的性能及质量应符合现行行业标准《不锈钢钢丝绳用钢丝》YB/T 4470 的规定。

检查数量：按现行行业标准《不锈钢钢丝绳用钢丝》YB/T 4470 的规定执行；

检查方法：检查产品合格证和试验报告。

4.2.6 锚具材料的化学成分应符合国家现行标准《合金结构钢》GB/T 3077、《大型低合金钢铸件》JB/T 6402、《优质碳素结构钢》GB/T699、《低合金高强度结构钢》GB/T1591 的规定；

检查数量：每批(次)材料应随机抽取 1 个试样；

检查方法：检查产品合格证和试验报告。

4.2.7 索夹宜采用铸钢件，材料的化学成分应符合现行国家标准《大型低合金钢铸件》JB/T 6402、《一般工程用铸造碳钢件》GB/T11352 的规定；

检查数量：按同一类型构件、同一炉浇注、同一热处理方法划分为一个检验批，每批取 1 个化学成分试件、1 个拉伸试件和 3 个冲击韧性试件（设计有要求时）；

检查方法：检查产品合格证和试验报告。

4.2.8 聚乙烯护套料的性能及质量应符合现行行业标准《桥梁缆索用高密度聚乙烯护套料》CJ/T297 的规定。

检查数量：按现行行业标准《桥梁缆索用高密度聚乙烯护套料》CJ/T297 的规定执行；

检查方法：检查产品合格证和试验报告。

II 一般项目

4.2.9 索体的材料弹性模量应与设计取值一致。如设计无要求时，应符合表 4.5.2 的规定。

索体弹性模量测定方法见附录 A。

表 4.5.2 索体材料弹性模量

索体类型		弹性模量(N/mm ²)
钢丝束		(1.9~2.0)X10 ⁵
钢丝绳	单股钢丝绳	1.40X10 ⁵
	多股钢丝绳	1.10X10 ⁵
	高钒密闭索	(1.50~1.70)X10 ⁵
钢绞线	镀锌钢绞线	(1.85~1.95)X10 ⁵
	高强度低松弛预应力钢绞线	(1.85~1.95)X10 ⁵
	预应力混凝土用钢绞线	(1.85~1.95)X10 ⁵

钢拉杆	2.06X10 ⁵
-----	----------------------

检查数量：每种规格的每个制造长度上取一组试样、不少于 3 根。

检查方法：检查产品试验报告。

4.2.10 索体用钢丝表面应光滑平整，无裂纹、划痕、起刺和缺口等缺陷。

检查数量：逐盘检查。

检查方法：观察检查。

4.2.11 密闭索索体钢丝表面均采用锌-5%铝-混合稀土合金镀层，圆钢丝的镀层重量不应小于 300g/m²，Z 型钢丝的镀层重量不应小于 200g/m²。

检查数量：抽检 10%。

检查方法：检查产品合格证和试验报告。

4.2.12 索夹用连接高强度螺栓，应符合国家现行标准《钢结构用高强度大六角头螺栓》

GB/T1228 和《钢结构高强度螺栓连接技术规程》JGJ82 的相关规定。

检查数量：全数检查。

检查方法：检查产品合格证和试验报告。

4.3 索体制作

I 主控项目

4.3.1 高钒索索体拆股钢丝的力学性能及质量应符合现行行业标准《建筑工程用锌-5%-混合稀土合金镀层钢绞线》YB/T4542 的规定。

检查数量：每种规格每母盘随机抽取 1 件；

检查方法：检查产品合格证和试验报告。

4.3.2 密闭索索体拆股钢丝的力学性能及质量应符合现行行业标准《密封钢丝绳》YB/T5295 的规定。

检查数量：每种规格每母盘随机抽取 1 件；

检查方法：检查产品合格证和试验报告。

4.3.3 多股钢丝绳拆股钢丝的性能及质量应符合现行国家标准《重要用途钢丝绳》GB 8918、《粗直径钢丝绳》GB/T 20067 的规定。

检查数量：每种规格每母盘随机抽取 1 件；

检查方法：检查产品合格证和试验报告。

条文说明：多股钢丝绳宜选用钢芯、热镀锌、无油钢丝绳。

4.3.4 不锈钢钢丝绳索体的性能及质量应符合现行国家标准《不锈钢钢丝绳》GB/T9944 的规定。

检查数量：每种规格每母盘随机抽取 1 件；

检查方法：检查产品合格证和试验报告。

II 一般项目

4.3.5 钢丝束索体的公称直径允许偏差应为 $\pm 1\text{mm}$ 。

检查数量：全数检查，每隔 30m 测量 1 次；

检查方法：用游标卡尺检查。

4.3.6 高钒索、密封索索体，公称直径允许偏差为 0~3%，不圆度允许偏差 3%。

检查数量：按规格每母盘检查一次；

检查方法：用游标卡尺检查。

4.3.7 多股钢丝绳索体，公称直径偏差为 0~3%。

检查数量：每种规格每母盘检查一次；

检查方法：用游标卡尺检查。

4.4 锚具、索夹制作

I 主控项目

4.4.1 锚具、索夹材料经热处理后，力学性能应符合国家现行标准《合金结构钢》GB/T 3077、《大型低合金钢铸件》JB/T 6402、《优质碳素结构钢》GB/T 699、《低合金高强度结构钢》GB/T 1591 的规定；

检查数量：每批次抽取 1 个拉伸试样和 3 个冲击试样进行力学性能试验；

检查方法：检查产品试验报告。

4.4.2 锚具、索夹超声波探伤应符合现行国家标准《铸钢件 超声检测 第 1 部分：一般用途铸钢件》GB/T 7233.1、《钢锻件超声检测方法》GB/T 6402 的规定

检查数量：逐件检查；

检查方法：检查产品检测报告。

4.4.3 锚具、索夹磁粉探伤应符合国家现行标准《铸钢件磁粉检测》GB/T 9444、《锻钢件磁粉检测》JB/T 8468 的规定；

检查数量：逐件检查；

检查方法：检查产品检测报告。

II 一般项目

4.4.4 锚具、索夹经过热处理后，表面硬度应符合设计要求。

检查数量：每一热处理炉抽样 20%，且不少于 10 件。

检查方法：检查产品试验报告。

4.4.5 锚具、索夹的几何尺寸应符合设计图要求。

检查数量：逐件检查；

检查方法：用游标卡尺、角度尺、外径千分尺等测量工具检查。

4.4.6 锚具、索夹表面防腐涂层厚度应符合设计要求。

检查数量：每批抽检 20%，且不少于 10 件；

检查方法：用测厚仪检查。

4.5 拉索制作

I 主控项目

4.5.1 钢丝束拉索进行冷浇铸时，应制作冷铸料试块同炉固化，试块抗压强度应符合现行国家标准《斜拉桥用热挤聚乙烯高强钢丝拉索》GB/T 18365 的规定。

检查数量：每批浇铸料制作 3 个试块；

检查方法：用压力试验机检查。

4.5.2 拉索进行热浇铸前，需对锚具进行预热，预热温度应符合技术文件的规定

检查数量：逐件检查；

检查方法：用测温仪检查。

4.5.3 每根拉索制作完成后，应进行超张拉检测，超张拉荷载为索体标称破断拉力的 55% 和设计拉力值两者的较大值，且张拉持续时候不应少于 1h。超张拉后拉索完好，且最后两次拉伸的索体变形量不应大于索体长度的 0.15%、锚塞回缩值应符合现行行业标准《建筑工程用索》JG/T 330 的规定。

检查数量：逐根检查。

检查方法：检查产品超张拉记录。

4.5.4 成品拉索交货长度为设计长度，其允许偏差应符合表 4.5.4 的规定。玻璃幕墙用拉索交货长度的允许偏差应符合现行国家标准《建筑幕墙》GB/T21086 的规定。

表 4.5.4 拉索长度允许偏差

拉索长度 L(m)	允许偏差(mm)
$L \leq 50$	±15
$50m < L \leq 100m$	±20
$L > 100m$	±L/5000,

检查数量：逐根检查。

检查方法：采用钢卷尺检查。

4.5.5 钢拉杆应按现行国家标准《钢拉杆》GB/T20934 的规定进行制作。成品钢拉杆交货长

度为设计长度，其长度允许偏差应符合表 4.5.5 的规定。

表 4.5.5 钢拉杆长度允许偏差

单根拉杆长度 L(m)	允许偏差(mm)
$L \leq 5$	± 5
$5 < L \leq 10$	± 10
$L > 10$	± 15

检查数量：逐根检查。

检查方法：采用钢卷尺检查。

4.5.6 拉索整绳的最小破断拉力应符合设计要求。如设计无要求，则应符合国家现行标准《建筑工程用索》JG/T330、《密封钢丝绳》YB/T5295 和《锌-5%铝-混合稀土合金镀层钢丝、钢绞线》GB/T20492 的规定。试验方法见附录 B 拉索静载试验方法。

检查数量：按规格每个制造长度上取一组试样、不少于 3 根。

检查方法：检查产品试验报告。

II 一般项目

4.5.7 成品拉索索体表面应整洁，钢丝排列整齐，无错位，不应有松散、划伤、锈蚀、硬弯等缺陷，锚具表面不得有白点、裂纹和气孔等缺陷，螺纹能自由旋合。

检查数量：逐根检查。

检查方法：用目测法观察检查。

4.6 拉索包装运输及储存

II 一般项目

4.6.1 拉索出厂前宜采用三层包装，第一层宜采用塑料薄膜包装，第二层宜采用无纺布包装，第三层宜采用编织布包装，锚具宜用吊带固定于索体上。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察检查。

4.6.2 拉索以脱胎成圈的形式包装运输，钢丝束、高钒索盘绕内径不应小于 20 倍索体直径，密封索盘绕内径不应小于 30 倍索体直径，并且不应小于 1.6m，最大外形应满足相应的运输条件。

检查数量：逐根检查；

检查方法：用钢卷尺检查。

4.6.3 拉索现场露天存放时，应采用木板垫起，并有防潮防雨雪措施。成圈产品应水平堆放贮存，重叠堆放时逐层间应加木垫板，堆放时应注意锚具不可压伤拉索护层，堆放层数不得超过三层。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察检查。

5 索结构安装

5.1 一般规定

5.1.1 施工前应编制索结构安装专项方案，并应按规定进行专家论证通过或审批后方可实施，施工过程中应严格执行方案。

5.1.2 结构复杂和跨度大于 60m 的索网结构工程，施工单位应编制施工监测专项方案并应按规定审批完成后实施；建设单位宜组织第三方进行全寿命周期的健康监测，健康监测专项方案宜进行专家论证通过后实施；施工过程中应严格执行方案。

5.1.3 施工前，应按设计提供的支承结构零态对支承结构进行验收，并对支承结构或边缘构件上拉索耳板的空间坐标、几何尺寸及倾角等进行检查验收，验收合格后方可进行索结构施工。设计应提供支承结构和索结构的变形值，作为施工监测和质量控制的依据。

5.1.4 施工单位应与设计单位共同进行施工全过程仿真分析，并应根据计算结果确定索结构施工各个阶段的索力及结构形状参数。计算时应考虑拉索张拉过程对支承结构的影响，应根据拉索预应力损失情况确定适当的预应力超张拉值。

5.1.5 拉索的安装工艺应满足整体结构对索的安装顺序和初始态索力的要求，并应计算出每根拉索的索力和伸长量。

5.1.6 索网结构，宜采用基于设计初始预应力态的定长索设计方法确定索长，并宜采用定长索进行安装。

5.1.7 施工前应对钢丝、索体、锚具及零配件的出厂报告、产品质量保证书、检测报告以及品种、规格、色泽、数量进行验收。对拉索或其组装件的所有部位均应检查，损坏的索体应更换，受损的非承载部件应进行修补。

5.1.8 施工前应根据设计要求进行索夹节点抗滑移试验，通过试验确定施工阶段索夹高强度螺栓的拧紧力矩要求。

5.1.9 安装顺序应根据设计提供的初始预应力通过施工过程仿真分析确定；张拉时，其作用点形心应经过拉索轴线，宜用千斤顶与经校验的配套压力表监控拉索张拉力，或用其它测力装置同步监控拉索的张拉力；各种屋面构件宜对称安装。

5.1.10 安装过程中应采取有效保护措施：放索时，拉索应放在索盘支架上；现场堆放拉索时应采取可靠的保护措施；安装时，应在相应工作面设置安全网，作业人员应系安全带，应防止雨水进入索体及锚具内部。

5.1.11 提升和张拉工装应进行有限元分析，承载力不应小于最大张拉力的 1.2 倍。提升钢绞线束的最小破断力不应小于最大提升力的 2 倍。

- 5.1.12** 拉索张拉应遵循分阶段、分级、对称、缓慢匀速、同步加载的原则进行施工。
- 5.1.13** 拉索张拉前应对结构和周围环境进行检查，检查结构安装完成的构件、支撑胎架的位置、胎架与结构的连接形式、支座的固定形式等应与施工全过程模拟计算的模型相一致。索张拉施工环境温度应符合设计要求，如无法满足时应采取相应的温度补偿措施。
- 5.1.14** 拉索张拉时施工单位应通知监理工程师进行旁站，并应做好详细的张拉记录。张拉记录应包括记录人、旁站人、日期、环境温度、张拉力值和结构变形值。
- 5.1.15** 在户外作业时，宜在风力不大于四级的情况下进行。在安装过程中应注意风速和风向，应采取安全防护措施避免拉索发生过大摆动。雷电时应停止作业。施工完成后应采取保护措施，防止拉索被损坏。在拉索的周边不得进行焊接、切割等作业。
- 5.1.16** 拉索张拉完成后，应按设计提供的初始预应力态进行索结构验收。对于构造连接用索或装饰用索，可不进行索力控制，目测绷直即可。

5.2 拉索安装

I 主控项目

5.2.1 支承结构或边缘构件上的拉索连接耳板位置允许偏差不应大于 10mm；同一根拉索两锚固端间距（即耳板孔间距）的允许偏差不应大于 $L/5000$ 和 $\pm 20\text{mm}$ 中较小值；采用双索的索结构，同一轴线的两根拉索相邻连接耳板间距误差应为正偏差，误差不应大于 5mm。

检查数量：全数检查。

检查方法：用全站仪、钢尺等检查。

5.2.2 施工前应根据索夹抗滑移试验确定索夹高强螺栓的拧紧力矩。施工时应按规定程序拧紧索夹的高强螺栓，要求所有高强螺栓的拧紧力矩不应小于试验值。试验方法见附录 C 索夹抗滑移试验方法。

检查数量：全数检查。

检查方法：检查试验报告和高强度螺栓的施工记录。

II 一般项目

5.2.3 索夹的安装位置应准确，其与索体标记点的允许偏差不应大于 10mm。

检查数量：抽查 10%；

检查方法：用钢尺检查。

5.2.4 安装完成后索体表面应圆整、光洁、无损伤、无污垢，索体表面存在破损或污垢时，应做相应的处理；

检查数量：全数检查；

检查方法：观察检查。

5.2.5 安装完成后，锚具、销轴及其他连接件表面应无损伤；存在损伤时，应作相应的修补。

检查数量：全数检查；

检查方法：观察检查。

5.3 拉索张拉

I 主控项目

5.3.1 索结构张拉时，张弦结构、弦支穹顶结构等半刚半柔结构体系的拉索张拉力数值的允许偏差为±10%，索网、索穹顶结构等以柔性拉索为主的结构体系的拉索张拉力数值的允许偏差为±15%。

检查数量：主动张拉索全数检查。

检验方法：用千斤顶、油压表实测，检查张拉记录。

II 一般项目

5.3.2 索网结构位形变化趋势应一致。

检查数量：不少于5个测点。

检查方法：用全站仪检查。

5.3.3 索张拉完成后，索体表面应圆整、光洁、无损伤和无明显的跳丝。

检查数量：全数检查

检查方法：观察检查。

5.3.4 索张拉完成后，锚具、销轴及其他连接件应无损伤；如果存在损伤，应作相应的修补；销轴盖板和销钉应无缺失。

检查数量：全数检查

检查方法：观察检查。

5.3.5 构造连接索或装饰索应绷紧，应无明显下垂。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察检查。

6 索结构子分部工程验收

6.0.1 索结构作为一个子分部工程进行验收。验收时，应按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205 和本标准的规定，并按制作分项工程、安装分项工程和张拉分项工程分别进行验收。

6.0.2 索结构分项工程检验批应由专业监理工程师组织施工单位项目专业质量检查员、专业工长等进行验收；索结构分项工程应由专业监理工程师组织施工单位项目专业技术（质量）负责人等进行验收；索结构子分部工程应由总监理工程师组织设计单位项目负责人、施工单位项目负责人、项目技术负责人等进行验收。

6.0.3 索结构工程施工验收时，应具备下列文件和记录，并应经检查符合本标准规定的有关质量要求：

- 1 索结构设计图、竣工图、图纸会审记录、设计变更文件、使用软件名称；
- 2 施工组织设计（施工方案）、技术交底记录；
- 3 产品质量保证书、产品出厂检验报告、静载试验报告、拉索超张拉记录、锚具及索夹等无损检测报告、索夹抗滑移试验报告、产品加工制作方案等；
- 4 施工检验记录，隐蔽工程验收记录，加工、安装自检记录；千斤顶标定记录；拉索张拉及结构变形记录、张拉行程记录；
- 5 专业操作人员上岗证书；
- 6 索结构使用保养维修手册；
- 7 重大质量问题的处理方案和验收记录；
- 8 其他必要的文件和记录。

附录 A 拉索弹性模量测定方法

A.0.1 拉索的弹性模量可在拉索静载试验中测得，具体试验方法如下：

- 1 测定拉索弹性模量的加工载范围为 $0.1P_b$ - $0.5P_b$ 。
- 2 先预张拉至 $0.5P_b$ ，持荷 10min 后卸载至 $0.1P_b$ ，持荷 5min 后再加载，每级荷载 $0.05P_b$ ，并持荷 5min 后测读标距范围内的索长变化。
- 3 将获得的一系列 σ 、 ε 数据进行回归计算后，求得拉索的弹性模量。

说明： P_b 为索体的最小破断力。

附录 B 拉索静载试验方法

B.0.1 为了检验拉索的承载能力，本工程要求对各种规格的拉索均进行静载试验，具体试验方法如下：

- 1 静载试验索的索体自由长度不应小于 3m，试验拉索根数不应少于三根；
- 2 加载从 0.1Pb 开始，每级加载 0.1Pb，持荷 5min，加载速度不大于 100MPa/min，逐级加载至 0.8Pb；持荷 30min 后继续加载，每级 0.05Pb，持荷 5min，加载速度不大于 100MPa/min，逐级加载至 0.95Pb；如延伸率未达到 2%，则应继续加载，直至延伸率达到 2%；
- 3 在试验索上划出标距，标距长度不应小于 2000mm，在每级持荷结束时，量测标距范围内拉索的长度变化，精确至 0.5mm。

说明：Pb 为索体的最小破断力。

附录 C 索夹抗滑移试验方法

C.0.1 试验目的：验证索夹在理论螺栓预紧力和最大抗滑移力下是否出现滑移。

C.0.2 根据试验索夹的设计抗滑移力 N 、紧固系数 m 、摩擦系数 μ 、安全系数 A 及螺栓数量 n ，计算得出单个螺栓的预紧力 $N_{\text{单}} = N \cdot A / (m \cdot \mu \cdot n)$ 。具体试验方法如下：

1 将试验索安装在拉力机上，并根据设计图纸在试验索上安装索夹、索夹螺栓和试验工装。用扭矩扳手逐个对索夹螺栓分次施加预紧力，直至每个螺栓预紧力为 $N_{\text{单}}$ ，并记录单个索孔索夹螺栓总预紧力 $N_{\text{总}}$ ；

2 启动拉力机对拉索均匀施加拉力，索拉力值逐渐达到 20% 索的公称破断力值 P_b ；

3 在索夹端部适当位置设置百分表，并在紧靠索夹端部的索段上做好明显的位置标记线；

4 在工装间安装千斤顶后，启动千斤顶加载，共分三次加载，第一次加载到 $1/3N$ ，第二次加载到 $2/3N$ ，第三次加载到 N ，每次加载持续 2 分钟。加载过程中通过观察百分表的读数判断索夹与索段间是否产生滑移。如通过百分表读数计算位移量不大于 0.02mm ，则视为未产生滑移；

1) 如果最终达到 N 后索夹未发生滑移，则试验索夹的螺栓预紧力满足该阶段试验要求；

2) 如果索夹发生滑移，则使用游标卡尺或钢尺测量单个索夹滑移距离 T ，同时终止该索孔索夹剩余试验。

5 解除千斤顶所加载的力，然后将试验机对索的拉力值逐渐增加到 40% 索的公称破断力值 P_b ；

6 在索夹端部适当位置重新设置百分表，并在紧靠索夹端部的索段上再次做好明显的位置标记线；

7 再次启动千斤顶加载，共分三次加载，第一次加载到 $1/3N$ ，第二次加载到 $2/3N$ ，第三次加载到 N ，每次加载持续 2 分钟。加载过程中通过观察百分表的读数判断索夹与索段间是否产生滑移。如通过百分表读数计算位移量不大于 0.02mm ，则视为未产生滑移；

1) 如果最终达到 N 后索夹未发生滑移，则试验索夹的螺栓预紧力满足该阶段试验要求。试验结束；

2) 如果索夹发生滑移，则使用游标卡尺或钢尺测量单个索夹滑移距离 T 。

本规程用词说明

- 1 为便于在执行本标准条文时区别对待，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 本标准中指明应按其它有关标准执行的写法为“应符合…规定”或“应按…执行”。

引用标准名录

- 1 《钢结构工程施工质量验收规范》 GB 50205
- 2 《建筑工程施工质量验收统一标准》 GB 50300
- 3 《金属材料 拉伸试验 第1部分：室温试验方法》 GB/T 228.1
- 4 《金属材料 线材 反复弯曲试验方法》 GB/T 238
- 5 《金属材料 线材 第1部分 单向扭转试验方法》 GB/T239.1
- 6 《优质碳素结构钢》 GB/T 699
- 7 《钢结构用高强度大六角头螺栓》 GB/T 1228
- 8 《低合金高强度结构钢》 GB/T 1591
- 9 《钢产品镀锌层质量试验方法》 GB/T 1839
- 10 《金属材料 线材 缠绕试验方法》 GB/T 2976
- 11 《合金结构钢》 GB/T 3077
- 12 《钢锻件超声波检测》 GB/T 6402
- 13 《铸钢件磁粉检测》 GB/T 9444
- 14 《一般工程用铸造碳钢件》 GB/T 11352
- 15 《桥梁缆索用热镀锌钢丝》 GB/T 17101
- 16 《斜拉桥用热挤聚乙烯高强钢丝拉索》 GB/T 18365
- 17 《钢拉杆》 GB/T 20934
- 18 《建筑幕墙》 GB/T 21086
- 19 《锌-5%铝-混合稀土合金镀层钢丝、钢绞线》 GB/T 20492
- 20 《铸钢件 超声波 第一部分：一般用途铸钢件》 GB/T 77233.1
- 21 《钢结构高强度螺栓连接技术规程》 JGJ 82
- 22 《索结构技术规程》 JGJ 257
- 23 《建筑工程施工过程结构分析与监测技术规范》 JGJ/T 302
- 24 《建筑工程用索》 JG/T 330
- 25 《建筑工程用锌-5%铝-混合稀土合金镀层钢丝》 YB/T 4541
- 26 《建筑工程用锌-5%铝-混合稀土合金镀层钢绞丝》 YB/T 4542
- 27 《建筑工程用锌-5%铝-混合稀土合金镀层拉索》 YB/T 4543
- 28 《密封钢丝绳》 YB/T 5295
- 29 《大型低合金钢铸件》 JB/T 6402
- 30 《锻钢件磁粉检测》 JB/T 8468
- 31 《桥梁缆索用高密度聚乙烯护套料》 CJ/T 297
- 32 《重型结构（设备）整体提升技术规程》 DG/TJ 08-2056

北京市地方标准

索结构工程施工质量验收标准

编 号：DB11/T

备案号：

条文说明

2020 北 京

目 次

1 总则.....	27
2 术 语.....	28
3 基本规定.....	29
4 材料与拉索制作.....	30
4.1 一般规定.....	30
4.2 主要材料.....	30
4.3 索体制作.....	30
4.4 锚具、索夹制作.....	31
4.5 拉索制作.....	32
4.6 拉索包装运输及储存.....	32
5 索结构安装.....	33
5.1 一般规定.....	33
5.2 拉索安装.....	33
5.3 拉索张拉.....	34
6 索结构子分部工程验收.....	34

1 总则

1.0.1 本标准是依据编制《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300和建筑工程质量验收规范系列标准的宗旨，贯彻“验评分离、强化验收、完善手段、过程控制”十六字方针，统一北京地区膜结构工程施工质量的验收方法、程序和指标。

1.0.2 本标准所称的“索结构”是指在建筑结构的屋盖（含采光顶）和玻璃幕墙中所广泛采用的以索为主要受力构件的结构形式，并将其归纳为悬索结构、斜拉结构、张弦结构和索穹顶等。

1.0.3-1.0.4 根据标准编写及标准间关系的有关规定，本标准总则中应反映其它相关标准、规范的作用。

2 术 语

本标准给出了10条有关索结构工程施工质量验收方面的术语定义,都是从索结构工程施工质量验收的角度赋予其涵义,其涵义不一定是术语的通用标准定义。本标准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。

3 基本规定

3.0.1 本条是对索结构施工企业技术能力的具体要求。当前国内设计单位一般不具备索结构计算分析及施工图设计能力，而索结构施工单位一般均具有索结构的设计与施工能力、但是其水平参差不齐，鉴于此现状，为了保证索结构施工质量，作出本条规定。

3.0.2 索结构工程施工质量验收所使用的计量器具必须是根据计量法规定的、定期计量检验意义上的合格，且保证在检定有效期内使用。

3.0.4 根据现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300的规定，索结构工程施工质量的验收，是在施工单位自检合格的基础上，按照检验批、分项工程、分部（子分部）工程进行。一般来说，索结构作为主体结构，属于分部工程；当主体结构中同时含有钢筋混凝土结构、钢结构等时，索结构就属于子分部工程；索结构分项工程是按照材料、施工工艺等进行划分，本标准将索结构工程划分为3个分项工程；将分项工程划分成检验批进行验收，有助于及时纠正施工中出现的质量问题，确保工程质量。

3.0.5 检验批的合格质量主要取决于对主控项目和一般项目的检验结果。主控项目是对检验批的基本质量起决定性影响的检验项目，因此必须全部符合本标准的规定，即这个项目的检查具有否决权。一般项目是指对施工质量不起决定性作用的检验项目。本条中80%的规定是根据工程实际情况确定的。考虑到索结构对缺陷的敏感性，本条对一般偏差项目设定了1.2倍偏差限值。

3.0.7 本条给出了不符合要求时的处理方法。非正常情况的处理分以下四种情况：

第一种情况：在检验批验收时，其主控项目或一般项目不能满足本标准的规定时，应及时处理。其中，严重的缺陷应返工重做或更换构件；一般的缺陷通过修复、返工予以解决。应允许施工单位在采取相应的措施后重新验收，如能够符合本标准的规定，应认为该检验批合格。

第二种情况：当个别检验批发现试件强度、原材料质量等不满足要求或发生裂纹、变形等问题，且缺陷程度比较严重或验收各方对质量看法有较大分歧无法协商解决时，应请有资质的法定检测单位检测，并给出检测结论。当检测结果能够达到设计要求时，该检验批可通过验收。

第三种情况：一般情况下，规范标准给出的是最低限度要求，而设计一般在此基础上留有一定裕量。如经检测鉴定达不到设计要求，但经原设计单位核算，仍能满足结构安全和使用功能的情况，该检验批可予验收。

第四种情况：为了避免更大的损失，对经法定检测单位检测鉴定达不到规范标准要求的，在基本上不影响安全和主要使用功能条件下可按一定的技术方案进行加固处理、并按处理技术方案和协商文件进行验收，降级使用。但此条不能作为轻视质量而回避责任的一种出路，这

是应该特别注意的。

4 材料与拉索制作

4.1 一般规定

4.1.3 本条列出了目前常用索体形式，并提出优先选用的索体形式。其中，半平行钢丝束系指《斜拉桥用热挤聚乙烯高强钢丝拉索》GB/T18365 规定的半平行钢丝束索、高钒索系指《建筑工程用锌-5%铝-混合稀土合金镀层钢绞线》YB/T 4542 规定的高钒镀层钢绞线，密闭索系指《密封钢丝绳》YB/T5295 和《钢丝绳-安全 10：一般结构用途单捻钢丝绳》EN 12385-10 规定的密封钢丝绳。

4.1.4 非低松弛索体预张拉的作用主要是消除钢索的非弹性变形影响，预张拉值一般由设计确定，如设计没有明确可按本条规定取值。预张拉应在其匹配的张拉台座上进行。预张拉荷载可用油压千斤顶的压力表控制，压力表精度等级不应低于 1.5 级，其量程与预张拉荷载大小相匹配。预张拉时，可将预张拉值相同的钢索串联，并用工具索配长，同时张拉。

4.2 主要材料

4.2.1-4.2.3 钢丝的直径、不圆度采用千分尺检测；钢丝的抗拉强度、塑性延伸强度、断后伸长率、弹性模量采用万能材料试验机检测；钢丝的缠绕性能采用缠绕试验机检测；钢丝的反复弯曲性能采用反复弯曲试验机检测；钢丝的扭转性能采用扭转试验机检测；钢丝的松弛性能采用松弛试验机检测；钢丝的锌层质量采用天平测量；钢丝的锌层附着力采用缠绕试验机检测。

4.2.4 每批(次)材料应是同一牌号、同一等级、同一规格及同一交货状态的材料，铸钢件材料应按熔炼炉次进行化学成分检验。

4.2.5 索夹材料应按熔炼炉次进行化学成分检验。材料宜选用可焊性较好的 ZG20Mn5，并经调质处理。

4.2.7 高钒索和封闭索的钢丝表面采用锌-5%-混合稀土合金镀层，在空气中暴露后，其色泽允许有颜色的变化。

4.3 索体制作

4.3.1-4.3.2 钢丝的拉伸性能采用万能材料试验机检测，按照《金属材料 拉伸试验 第 1 部分：室温试验方法》GB/T228.1 规定进行测定；钢丝的反复弯曲性能采用弯曲试验机检测，

按照《金属材料 线材 反复弯曲试验方法》GB/T238 规定进行测定；钢丝的扭转性能采用扭转试验机检测按照《金属材料 线材 第 1 部分 单向扭转试验方法》GB/T239.1 规定进行测定；钢丝的锌层质量采用天平测量，按照《钢产品镀锌层质量试验方法》GB/T1839 规定进行测定，锌层附着力采用缠绕试验机检测，按照《金属材料 线材 缠绕试验方法》GB/T2976 规定进行测定。

4.3.3 直径测量应在无应力状态下进行，采用精度为 0.02mm 的游标卡尺进行测量，每隔 30m 距离，在同一截面相互垂直的两个方向测得两个数据，两个测量数据的算术平均值作为索体的实测直径。

4.3.4 直径和不圆度测量应在无应力状态下进行，采用精度为 0.02mm 的游标卡尺进行测量，在距端头大于 5m 外的直线部位进行，在相距至少 1m 的两截面上，且在同一截面相互垂直的两个方向测得两个数据，四个测量数据的算术平均值作为索体的实测直径，同一截面测量结果差值与公称直径之比为不圆度。

4.4 锚具、索夹制作

I 主控项目

4.4.1 锚具材料的化学成分分析用试样取样及制样方法、分析方法、成分允许偏差应符合现行国家标准《钢的成品化学成分允许偏差》GB/T 222 的规定；材料的拉伸试验用试样、试验方法、结果数值修约应符合《金属材料 拉伸试验 第 1 部分：室温试验方法》GB/T 228.1 的规定；材料的冲击试验用试样、试验程序应符合现行国家标准《金属材料 夏比摆锤冲击试验方法》GB/T 229 的规定。

4.4.2 锚具超声波探伤应由具有不低于二级探伤资质的人员进行检验，并出具检测报告，否则应委托有资质的第三方进行。

4.4.3 锚具磁粉探伤应由具有不低于二级探伤资质的人员进行检验，并出具检测报告，否则应委托有资质的第三方进行。

II 一般项目

4.4.4 锚具和索夹常用的硬度检测可分为洛氏硬度检测、布氏硬度检测，应分别符合现行国家标准《金属材料 洛氏硬度试验》GB/T 230 与《金属布氏硬度试验》GB/T 231 的规定。

4.4.5 锚具的几何尺寸检验，主要针对与结构连接的零件，具体内容应符合下表的规定：

锚具的检验内容

零件名称	检验部位
叉耳接头	内开口度、内开口深度、外宽
销轴	直径、长度
锚杯	外螺纹规格、外螺纹长度、内螺纹规格、内螺纹长度
螺母	内螺纹规格、外径、宽度

锚具和索夹几何尺寸未注线性和角度尺寸公差不宜低于现行国家标准《自由公差标准》GB/T 1804 中的 m 级，未注形状和位置公差不宜低于现行国家标准《形状和位置公差未注公差值》GB/T 1184 中的 K 级。

4.4.6 锚具表面应按照设计要求进行防腐处理，制造厂应对防腐涂层厚度进行检测，检测时取 3 个不同位置，测得的平均值为锚具镀层或涂层的厚度。并提供相关检测资料。拉索安装完成后，应由施工单位对锚具进行二次涂装，以保证拉索的使用性能。

4.5 拉索制作

4.5.1 冷铸料试块为圆柱体，尺寸为 $\Phi 25\text{mm} \times 30\text{mm}$ 。试块在常温下抗压强度不小于 147Mpa，以三个试块测试值的平均值作为最终测定值。

4.5.2 锚具的预热温度应根据锚具的形状、大小、环境温度进行适当调整，以保证热铸料的浇铸温度。预热温度一般取 $(150 \pm 25)^\circ\text{C}$ ，最终目的是保证锌铜合金的浇铸温度达到 460°C 。

4.5.3 成品拉索进行超张拉检测主要是为了验证拉索索长、拉索整体的锚固性能和锚具的耳板强度。钢索超张拉载荷为设计荷载的 1.2~1.4 倍或为索体公称破断力的 55%。张拉后测量拉索的长度偏差及铸体回缩值。

铸体回缩值的测量方法为：超张拉前先加载至公称破断荷载的 10%，持荷 3min 后卸载，测量铸体回缩值，再加载至超张拉载荷，持荷 5min 后卸载，测量铸体回缩值，两次之差为最终铸体回缩值。合金铸体（热铸锚）回缩值不应大于锚具锥长的 2%；锚板（冷铸锚）回缩值，要求不大于 5mm。

4.5.6 拉索最小破断拉力是拉索整绳承载能力的重要宏观指标，应按拉索的规格进行静载试验确定其最小破断力是否满足要求。对于高钒密封索，索体直径大于 80mm 时应满足《钢丝绳-安全 10：一般结构用途单捻钢丝绳》EN 12385-10 有关要求。

4.6 拉索包装运输及储存

4.6.2 在满足运输条件的前提下，拉索盘绕内径应尽可能大，以免运输、吊装过程中索体弯曲发生跳丝。

5 索结构安装

5.1 一般规定

5.1.1 按照《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》（住房城乡建设部令第 37 号）的有关规定，索结构工程基本为超过一定规模的危险性较大的分部分项工程，应编制索结构施工专项方案并按程序组织专家论证通过后方可指导施工。

5.1.2 按照现行国家行业标准《建筑工程施工过程结构分析与监测技术规范》JGJ / T 302 规定跨度不小于 60m 的柔性结构应进行施工过程的监测。施工监测为索结构施工的重要保障，施工监测效果直接影响索结构预应力施加完成的效果，具体监测内容应与设计沟通，设计无要求的情况下监测内容一般为主动索索力和结构关键点位形。另外，本条建议业主进行工程全周期健康监测，并明确对健康监测的管理。

5.1.3 本条明确索结构施工前对支承结构验收的内容，以及设计应提供的内容。

5.1.6 针对索网结构对施工误差特别敏感的技术难题，本条基于结构“力”与“形”的对应关系，提出索网按索定长设计、张拉到位即可保证力与形均达到设计状态。定长索安装理念，在国家速馆工程屋面索网施工中得到成功应用，实践证明是可行的。

5.1.7 拉索出厂后为成品构件，无法进行现场抽检和复试，必须对各配件和原材料进行严格控制。对于无法更换的拉索，可对其安全系数进行校核，如果安全系数满足设计要求，可进行修复使用。

5.1.8 索夹节点应保证结构在使用过程中不出现滑动现象，不同材质的索体与索夹的抗滑移系数均为经验值，一般应进行足尺试验保证其在拧紧的情况下不滑动。

5.1.11 本条中关于工装承载力的安全系统取 1.2 系根据以往工程施工经验确定的，提升钢绞线安全系数取 2 是参考《重型结构（设备）整体提升技术规程》DG/TJ08-2056-2009 的有关规定。

5.1.12 索结构张拉时，预应力的施加应循序渐进，应避免结构施工过程中短时间内产生突变的变形或应力。条件允许的情况下，优先选用整体同步张拉方案。

5.1.13 张拉前应建立条件检查记录，确保结构张拉的实际约束条件与仿真计算一致。

5.1.14 张拉记录应作为预应力施工的重要施工资料予以提交和保存。

5.2 拉索安装

5.2.1 本条规定主要是依据有限元分析结果，并经国家速滑馆工程实践验证是可行的。

5.2.2 索夹抗滑移力是保证索夹与索体协调作用的重要指标。一般情况，由设计根据不平衡力的情况提供一个建议值，施工单位通过索夹抗滑移试验进行验证，最后由设计根据试验结

果确定索夹抗滑移力。

5.2.3 索夹位置准确是保证索结构张拉完成后的结构形态与设计初始预应力态一致的重要因素。拉索在出厂前应按加工图纸的要求标记出索夹节点的安装位置，安装时应严格控制索夹位置。

5.2.4 PE 拉索应保证 PE 保护层不破损、无污垢，高钒索和封闭索应保证表面圆整、光洁、无污垢，索体表面的要求是为了保证美观的同时不破坏材料本身的防腐性能。

5.2.5 安装时需要导链调整方向和使用重物捶击或敲打，可能会造成锚具、销轴及其他连接件损伤，因此安装完成应进行检查和修补。一般需要涂刷二次油漆进行处理。

5.3 拉索张拉

5.3.1 不同结构体系的索结构对预应力变化的敏感程度不同，相对来说索网、索穹顶等以柔性拉索为主的结构体系对预应力变化更敏感。因此，本条结合工程实践区分不同结构形式对索力允许偏差分别作了规定。

6 索结构子分部工程验收

6.0.1 由于索结构和钢结构的强相关性，本文明确了索结构工程验收时应与《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205 配套使用。

6.0.2 本条明确了索结构工程的验收程序，施工过程中应与《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300 配套使用。