

《建筑结构用密闭索》国家标准编制说明(征求意见稿)

一、工作简况

1、任务来源

根据国家标准化管理委员会国标委发 [2019]40 号文《国家标准化管理委员会关于下达 2019 年第四批推荐性国家标准计划的通知》下达的项目计划，项目编号为 20194066-T-605，项目名称为“建筑结构用密闭索”。本项目是新制定项目。主要起草单位：贵州钢绳股份有限公司、中国钢结构协会空间结构分会、冶金工业信息标准研究院等，计划完成时间为 2021 年。

2、标准化对象简要情况

建筑工结构用密闭索主要用于飞机库、体育馆、展览馆等大型建筑屋盖结构和建筑幕墙中，是大型场馆屋盖结构及幕墙结构中的重要构件，是形成大跨径轻型屋盖结构（索膜结构）中具有—定刚度的稳定曲面，能承受—定外荷载的支撑体系的空间结构构件。

索膜结构作为新兴的建筑形式，于二十纪五十年代在国际上开始出现，至今已有四十多年的历史。建筑结构用密闭索中，索体部分为全密封钢丝绳，包含—层 Z 形丝全密封钢丝绳、两层 Z 形丝全密封钢丝绳、三层及三层以上 Z 形丝全密封钢丝绳三大类别。密闭索要求无结构伸长量小，碳素钢密封索弹性模量达 $1.6 \times 10^5 \text{MPa}$ 以上，不锈钢密封索弹性模量达 $1.3 \times 10^5 \text{MPa}$ 以上。密闭索由于具有表面光滑耐磨损、抗旋转性能强、密封性能好、金属断面积大而且能够承受更大的径向载荷、索体弹性模量大、抗疲劳、抗弯曲性能好以及使用寿命长等优点，在国外工程建筑中得到广泛运用，欧洲在 20 世纪 50 年代起就开始大量在建筑工程中使用密闭索。近年来，随着密封索优势的展现，美国也开始讲密封索大量用于工程实践中。国内由于不能生产大直径密封索、进口密封索周期长成本高、技术沟通障碍等因素限制而运用相对较少，已经建成的索膜结构大型场馆，如深圳宝安体育场和盘锦体育场等所用密闭索均依靠进口。

改革开放以来，我国制造业持续快速发展。贵州钢绳集团凭借在桥梁工程、大型机械结构用索具领域多年的、丰富的设计和生产技术沉淀的基础上通过自主创新，进行技术移植和再研发，实现了建筑用密闭索的系列化，直径最大可以达到 200mm，技术指标达到国际先进水平，完全可以替代进口密封索，并于贵州铜仁奥体中心场馆、

成都凤凰山体育中心场馆、乐山馆等场馆中成功替代进口。

可以说，中国建筑结构用密封索的研制成功，是中国制造业快速发展的体现之一，它标志着中国的密闭索不但可以自给自足，还可以走向世界。但是，中国目前还没有建筑结构用密闭索的验收标准和技术规范，此状况制约了中国建筑结构用密闭索的技术进步、市场影响力和推广应用，也妨碍了中国产品替代进口产品的进程和走向世界的脚步。

《建筑结构用密闭索》标准的缺失，严重地影响着中国密闭索制造业的发展和进步。随着人民生活水平的不断提高，运动场馆建设如火如荼，索结构形式也被越来越多的单位广泛采用，随着大型空间结构建筑的增多，目前我国现有标准已经无法适应中国建筑结构用密封索的发展需求。为快速推进中国制造向中国创造的转变，将中国创造的创新成果迅速推向市场，在成功替代进口产品的同时走向国际，从而推动中国建筑结构密封索和中国空间结构建筑的技术进步，亟待制定《建筑结构用密封索》国家标准。

制定本标准能够规范建筑结构用密封索的各项指标要求，引领中国建筑结构用密封索的技术发展，为我国大型场馆建设奠定强大的“国产化”基础，并为中国制造“走出去”起到积极的促进作用。

本标准适用于体育场馆、会展场馆、机场、火车站、大会堂、飞机库、汽车库、影剧院、购物中心等大型空间建筑结构用密闭索的术语和定义、分类、标记、订货内容、材料、技术要求、试验、验收方法、包装、标志及质量证明书等。

《建筑结构用密闭索》在我国空间建筑结构是一个非常重要的领域，从索体及索的设计、生产、技术要求、验收等均与我国其它专用和通用钢丝绳有较大差异，产品性能要求较高。经查阅，目前国内外尚无建筑结构用密闭索专用标准。我国 YB/T 5295《密封钢丝绳》中密封钢丝绳的直径不大于 70mm 的普通用途的密封索，这种密封索主要用于货运承载索及矿井罐道等领域。而且该标准仅是一个密封钢丝绳的标准，不包含索头部分，且不适用于大跨径屋盖结构等领域。可参考的资料有欧盟标准 EN12385-10: 2003《钢丝绳-安全 第十部分：一般结构用途用单捻钢丝绳》，而 EN12385-10: 2003 标准主要是对索体的技术要求，无成索的试验方法、生产制造、特性、使用规范及验收等内容。该标准与有关法律法规和强制性标准的无矛盾和冲突。

3、主要工作过程

起草（草案、调研）阶段：计划下达后，2020 年 4 月 10 日全国钢标委钢丝绳分

委员会组织各起草单位成立了起草工作组，由贵州钢绳股份有限公司为组长单位，中国钢结构协会空间结构分会和冶金工业信息标准研究员作为主要参与单位，负责标准起草工作。工作组对国内外建筑结构用密闭索产品和技术现状与发展情况进行全面调研，同时广泛搜集相关标准和国内外技术资料，进行了大量的研究分析、资料查证工作，结合实际应用经验，进行全面总结和归纳，在此基础上编制出《建筑结构用密闭索》标准草案初稿。经工作组及有关专家研讨后，对标准草案初稿进行了认真的修改，于 2020 年 12 月形成了标准征求意见稿及其编制说明等相关附件，报全国钢标委钢丝绳分委员会秘书处。

4、主要参加单位和工作组成员及其所做的工作

本标准由贵州钢绳股份有限公司、中国钢结构协会空间结构分会及冶金工业信息标准研究院等单位共同起草。

所做的工作：冶金工业信息标准研究院任工作组组长，主持全面协调工作，负责对各阶段标准的审核；贵州钢绳股份有限公司为本标准主要执笔人，负责本标准的具体起草与编制；中国钢结构协会空间结构分会作为主要参编单位，又是产品运用方，负责国内外相关技术文献和资料的收集、分析及资料查证，对产品生产工艺、性能和使用经验进行总结和归纳，为标准起草提供参考和依据；贵州钢绳股份有限公司负责对各方面的意见及建议进行归纳、整理。

二、标准编制原则

本标准在制定过程中，遵循“面向市场、服务产业、自主制定、适时推出、及时修订、不断完善”的原则，注重标准制定与技术创新、试验验证、产业推进、应用推广相结合，本着先进性、科学性、合理性和可操作性以及标准的目标、统一性、协调性、适用性、一致性和规范性的原则来进行本标准的制定工作。

本标准在起草过程中主要按 GB/T 1.1-2009《标准化工作导则第 1 部分：标准的结构和编写规则》的要求编写。在确定本标准主要技术指标时，综合考虑生产企业的能力和用户的利益，寻求最大的经济、社会效益，充分体现了标准在技术上的先进性和合理性。

三、主要内容说明

1、标准名称

由于密闭索主要用于飞机库、体育馆、展览馆等大型建筑屋盖结构和建筑幕墙中，是大型场馆屋盖结构及幕墙结构中的重要构件，是形成大跨径轻型屋盖结构（索膜结

构)中具有一定刚度的稳定曲面,能承受一定外荷载的支撑体系的空间结构构件。同时,参考了 JG/T330-2011《建筑工程用索》中“本标准适用于建筑工程各类结构用索”的说法,以及 DG/TJ 08-019-2005《建筑工程用索技术规程》中“本规程所指建筑结构用索,系由冷拉钢丝通过不同绞合方式组成的钢丝束索体和钢丝绳索体”的相关说法,标准名称定为《建筑结构用密闭索》。

2、范围

本标准主要用于体育场馆、会展场馆、机场、火车站、大会堂、飞机库、汽车库、影剧院、购物中心等大型空间建筑结构用密闭索。索体直径为16mm~200mm。其它建筑用密闭索也可以参照本标准执行。

3、规范性引用文件

本标准中主要的引用文件包含了试验方法标准、原辅材料标准以及基础标准。

4、术语和符号

根据标准的需要,除了 GB/T 8706 中界定的术语和定义,还增加了拉索、索体、密闭索等 12 个术语以及索体材料抗拉强度标准值的表示符号。

5、分类与标记

5.1 分类

按照索体和锚具来进行分类。

按照索体分类,可以按照索体材料分类,分为碳素钢索体和不锈钢索体;按照索体结构分类,可以分为一层 Z 形丝、二层 Z 形丝和三层及三层以上 Z 形丝索体结构。

按照锚具来进行分类,按索体与锚具连接形式,锚销具可分为冷铸式、热铸式、压接(挤压)式、夹片式、螺纹式;按结构与锚具连接形式,锚具可分为耳板式、支承式、螺纹式等。

5.2 标记

本标准分别列出了索体和密闭索的标记示例。索体标记按照 GB/T 8706—2017《钢丝绳—术语、标记和分类》标准规定,结构排列由中心向外层进行标记。密闭索的标记包含镀层、索体直径、索体结构、索体索的强度级和锚具代号等内容。

6、材料

6.1 索体材料

索体材料的材质可以选用碳素钢或不锈钢。碳素钢应符合 GB24242.2 以及 GB/T4354 的规定,不锈钢应符合 GB/T4356 的规定。索体用钢丝要求应符合附录 A 的规定。

6.2 锚具材料

采用优质碳素结构钢制作的锚具，其材料性能应符合 GB/T 699 中的规定；采用合金结构钢时，其材料性能应符合 GB/T 3077、GB/T 1591 中的规定；采用不锈钢时，其材料性能应符合 GB/T 1220 中的规定；采用铸钢件时，其材料性能应符合 GB/T11352、JB/T5000.6 中的规定；采用锻件时，其材料性能应符合 JB/T 5000.8 中的规定。其他构件材质应满足设计要求，并符合相应的国家标准或行业标准。

6.3 灌铸体材料

冷铸锚的灌铸材料应采用环氧树脂或环氧树脂与钢丸(铁砂)等材料混合物，热铸锚的灌铸材料参考 JG/T330-2011《建筑工程用索》应采用 98%的锌铜合金。

7、技术要求

7.1 索体

主要规定了索体的表面质量、捻制质量、结构及索体级别、表面状态、捻向、直径及其允许偏差和不圆度、索体参考重量、索体非弹性变形率、索体破断拉力等主要技术指标及要求。

索体参考重量：计算公式 $M=W \cdot D^2$ 参考 GB/T 20118-2017《钢丝绳通用技术条件》，重量系数 W 的值主要是参考 EN12385-10：2003《钢丝绳-安全 第十部分：一般结构用途用单捻钢丝绳》的重量系数，并结合贵州钢绳实际试验数值的统计分析，在 EN12385-10：2003 的基础上进行了适当的调整，一层 Z 形丝的重量系数在 EN12385-10：2003 的基础上提高 1.4%，两层 Z 形丝的重量系数在 EN12385-10：2003 的基础上略有降低（约 0.5），三层 Z 形丝的重量系数在 EN12385-10：2003 的基础上有提高也有降低。

索体非弹性变形率：主要参考了 JT/T449 规定：索体应进行预张拉，索体每次张拉施加的力值不小于索体最小破断拉力的 55%，预张拉次数不少于 2 次，每次预张拉持荷时间不小于 60 分钟。索体张拉后，非弹性变形率不大于 0.15%。

索体破断拉力：计算公式 $F_{min}=K \cdot D^2 \cdot R$ 。/1000 参考 GB/T 20118-2017《钢丝绳通用技术条件》，破断拉力系数 K 的值，主要参考了 EN12385-10：2003《钢丝绳-安全 第十部分：一般结构用途用单捻钢丝绳》，结合贵州钢绳实际试验数值的统计分析来确定的。在 EN12385-10：2003 的基础上进行了适当的调整，一层 Z 形丝和两层 Z 形丝的破断拉力系数与 EN12385-10：2003 的基相同，三层 Z 形丝的破断拉力系数与 EN12385-10：2003 的基本相同。

7.2 锚具

参照了标准 JT/T449 规定，主要规定了索体的表面防护处理、超声波探伤及磁粉探伤、冷铸锚、硬度、外观及尺寸等主要技术指标及要求。

7.3 密闭索

参照了标准 JG/T330-2011《建筑工程用索》，主要规定了密闭索的长度、外观及尺寸、锚索连接密封性能、静载、动载、弹性模量、蠕变伸长率、超张拉及回缩量等主要技术指标及要求。

弹性模量：碳素钢制造的密闭索弹性模量参照了 EN12385-10: 2003 以及结合实际检测数值，要求大于等于 $1.60 (\pm 0.05) \times 10^5 \text{ MPa}$ ，不锈钢制造的密闭索弹性模量主要是参考了国外钢丝绳样本以及根据实际检测数值而确定，要求大于等于 $1.30 (\pm 0.05) \times 10^5 \text{ MPa}$ 。

其中，蠕变伸长率是考虑到该技术指标对建筑结构安全的重要性以及应市场需求而作出的要求，该指标的引入，也体现了标准的先进性。标准中规定“当需方有要求时，密闭索应进行蠕变试验。密闭索 200 小时蠕变伸长率应不大于 0.25%。允许使用推算方法进行 200 小时蠕变伸长率确定 5 年或其它时间的蠕变伸长率。”

7.4 附录 A

对于公称直径允许偏差，索体用圆形钢丝的公称直径允许偏差主要参考 YB/T5343 的规定，因 EN10264-3 中圆钢丝直径范围只到 4.0mm，而本标准直径范围到 6.0mm，而 YB/T5343 可以覆盖本标准丝径范围。对于直径小于 4.0 的钢丝，直径允许偏差严于 EN10264-3 的要求。异形钢丝的尺寸允许偏差，主要参考 EN10264-3 并与之相同。

对于圆形钢丝的弯曲、扭转指标，碳素圆钢丝 1570-1770 级钢丝的弯曲、扭转次数与 EN10264-3 相同，而本标准中 1870 级钢丝（EN10264-3 没有 1870 级），略低于 1770 级指标；不锈钢圆钢丝直接引用了 YB/T 4470 标准，要求按照 YB/T 4470 标准的规定执行。

碳素钢异形钢丝的扭转和弯曲指标要求，参考了 YB/T 4643-2018《制绳用异形钢丝》中静态用途镀层钢丝的扭转、弯曲指标的要求，并与之相同。对于不锈钢异形钢丝，结合了 YB/T 4643-2018 和贵州钢绳的生产试验检测数据，在 YB/T 4643-2018 中碳素钢丝的基础上略有降低。

对于碳素钢丝镀层重量，圆形和异形钢丝均参考了 EN10264-3 中静态 A 类镀层的指标要求。而对于大于直径 4.0mm 的圆形钢丝，由于 EN10264-3 中直径范围只到 4.0mm，

故考虑实际生产情况及要求，镀层重量在 4.0mm 的基础上提高了 5 g/m²。

7.4 附录 B

对于索体级别，由于本标准中涉及不锈钢索体，不锈钢索体的强度级别一般要低于碳素钢，因此对于一层 Z 形钢丝和两层 Z 形钢丝密闭索索体，在 EN12385-10 的基础是增加了 1180 和 1270 两个强度级，同时，考虑到市场需求和目前技术发展水平，索体级别增加了 1770 级；对于三层及以上 Z 形钢丝索体，则增加了 1670 和 1770 两个强度级别。其中，1670 级索体直径到 160mm,而 1770 级索体直径则到 120mm.

对于直径范围，由于增加了不锈钢索体，直径范围在 EN12385-10 的基础上，从 20mm 下延到 16mm,同时考虑到技术水平，直径上限从 180mm 扩展到 200mm。

四、标准中涉及专利的情况

本标准不涉及专利问题。

五、预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况

本标准于是新制定的产品标准。通过对标准的制定，充分纳入和反映了当今新产品、新技术、新工艺的先进技术成果，解决标准缺失、标准杂乱不全而又有交叉矛盾的问题，保证标准的时效性，为建筑结构密闭索的推广应用提供了有力的技术支撑，为指导和规范建筑结构用密闭索的生产和验收提供了依据，有利于提高产品的技术性能、安全可靠性及环保性能。

通过标准的制定和实施，将促进技术创新，增强产品的国内外市场竞争力，同时为推进产业结构调整与优化升级创造条件，对规范市场竞争，引导市场良性发展，加快我国大型建筑结构用密闭索的技术快速发展具有积极的促进作用。

六、与国际、国外对比情况

本标准没有采用国际标准，只是参照了 ISO2408 、EN12385 和 EN10264 等标准，相关指标对比情况前面已有说明，不再赘述。

七、在标准体系中的位置，与现行相关法律、法规、规章及标准，特别是强制性标准的协调性

本标准与现行相关法律、法规、规章及相关标准协调一致。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

无

九、标准性质的建议说明

建议本标准的性质为推荐性国家标准。

十、贯彻标准的要求和措施建议

一般情况下，建议本标准批准发布 6 个月后实施。

十一、废止或代替现行相关标准的建议

无

十二、其他应予说明的事项

无

《建筑结构用密闭索》国家标准编制工作组

2020 年 12 月 18 日