

中国核工业勘察设计协会文件

核设协[2023]230 号

关于中国核工业勘察设计协会立项的团体标准 《核电工程钢筋机械连接技术规程》 公开征求意见的通知

中国核工业勘察设计协会立项的团体标准《核电工程钢筋机械连接技术规程》已经完成草案编制工作。依照《中国核工业勘察设计协会团体标准管理办法》的相关规定，现面向会员单位和社会广泛征求意见。

烦请相关领域的专家查收《核电工程钢筋机械连接技术规程》团体标准编写说明（详见附件 1）和《核电工程钢筋机械连接技术规程（征求意见稿）》（详见附件 2），并于 2024 年 1 月 6 日前将《征求意见表》（详见附件 3）发送至联系人邮箱。

联系人：李智斌：13581627903 lizhibin_bj@126.com

感谢对中国核工业勘察设计协会团体标准工作的大力支持！

附件：

1. 《核电工程钢筋机械连接技术规程》团体标准编写说明
2. 《核电工程钢筋机械连接技术规程》（征求意见稿）
3. 征求意见表



抄 送：理事长、副理事长、秘书长、副秘书长

中国核工业勘察设计协会秘书处 2023年12月6日印发

附件 1

中国核工业勘察设计协会 《核电工程钢筋机械连接技术规程》 团体标准编制说明

一、 工作简况

1.1 任务来源

本文件根据中国核工业勘察设计协会印发《关于<摩擦焊钢筋锚固板应用技术规程>等 10 项团体标准立项的通知》（核设协〔2022〕59 号，计划编号：CNIDA-LX-2023-004）文件要求，由中国核工业勘察设计协会核工业结构专业委员会组织中电投工程研究检测评定中心有限公司会同有关单位共同起草。

1.2 编制目的和意义

截至 2022 年底，我国在建核电机组 23 台，总装机容量 2555 万千瓦，核电在建规模世界领先。在建核电机组中，主要以 CAP1000 型和华龙一号型为主，其中单堆型 CAP1000 仅核岛部分钢筋用量约为 2 万吨，华龙一号钢筋用量约是 CAP1000 的 3 倍。机械连接是核电工程钢筋混凝土结构中钢筋连接的主要方式，各堆型核电工程的钢筋机械连接接头的使用数量巨大，但存在要求不尽相同、钢筋接头质量隐患较大等问题。

我国建筑工程行业标准 JGJ 107《钢筋机械连接技术规程》作为钢筋机械连接设计、施工与验收的基础性标准，历经多次修订，被房屋建筑、核电、交通、港口、冶金和水利水电等行业广泛采纳、执行或引用。相对于其它工程，核电工程由于其堆型的变化以及固有的核安全属性，应有更严格的技术性能要求和应用控制标准。特别是近年来，核电工程中出现了高强钢筋应用、装配式混凝土结构构件连接、部品化成组钢筋连接（钢筋笼、

钢筋网片、钢筋骨架等整体预制连接）、抗飞机撞击用钢筋连接、耐疲劳性能钢筋连接等，针对上述情况的施工方法及对应的新型钢筋机械连接装置与应用技术不断涌现，施工现场需要对其中某些接头类型补充检验规则和评定方法。部分产品开发和应用者仅考虑钢筋接头抗拉强度和操作性要求，忽略变形、保护层厚度、同一连接区段内钢筋机械连接接头面积百分率、耐火、耐低温、疲劳、抗冲击等要求，部分产品型式检验、工艺检验与实际工程应用场合不符。

目前，有的接头连接件采用了热处理、冷镦等工艺制造。这类接头为实现钢筋工程工业化、降低成本、提高工效等发挥了积极作用。但对于采用热处理、冷镦等方式并利用了冷强强度的接头连接件，在经受火灾高温时将显著降低承载能力，存在降低结构构件耐火极限的风险，需要制定相关应用方面的检验要求和限制性条款，并拟将耐火性能纳入型式检验范围。核电工程钢筋机械连接技术规程应引导制造者和使用方对连接件原材料和加工工艺引起足够重视，加强对连接件原材料来源、加工工艺的追溯。

十四五以来，使用机械连接技术的钢筋及对应国家标准出现了很多新情况新变化，对应的钢筋机械连接技术与连接件亟需完善和规范。JG 107 适用的国家标准《钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2 和《钢筋混凝土用余热处理钢筋》GB 13014 进行了修订，并增加了 600MPa 级钢筋；《钢筋混凝土用不锈钢钢筋》YB/T 4362、《钢筋混凝土用钢 第 1 部分：热轧光圆钢筋》GB/T 1499.1、《钢筋混凝土用耐蚀钢筋》GB/T 33953、《钢筋混凝土用热轧耐火钢筋》GB/T 37622、《液化天然气储罐用低温钢筋》YB/T 4641、《钢筋混凝土用四面带肋钢筋》YB/T 4657、《钢筋混凝土用热轧碳素钢-不锈钢复合钢筋》GB/T 36707 等钢筋标准陆续修订或制定。上述标准所涉及普通钢筋、不锈钢钢筋、耐蚀钢筋、耐火钢筋、低温钢筋、四面带肋钢筋、热轧碳素钢-不锈钢复合钢筋的机械连接技术和连接件亟待完善，特别是 JGJ 107-2016 发布实施时，500MPa 级高强度钢筋的应用

尚不普遍，当时积累的钢筋接头性能数据比较少，近年来这类高强度钢筋已大量应用，需要进一步收集数据，研究和完善其性能和检验要求。《钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2-2018 实施以来，600MPa 级钢筋机械连接也开始逐步应用，总结、完善和规范 500MPa 级、600MPa 级钢筋机械连接技术，以适应更高强度钢筋的发展与应用也迫在眉睫。

在上述情况和核安全要求日益提高的背景下，JGJ 107 和相关技术规格书已经不能满足核电工程建设发展需要。在总结近年来钢筋机械连接取得的新成果和出现的问题隐患基础上，为适应和满足核电工程建设发展的新形势、新要求，需要针对这些接头补充相关设计、施工、安装、检验及验收要求，以更加科学合理地规范核电工程钢筋机械连接的应用，避免钢筋机械连接接头的不当使用给核电工程带来重大质量和安全问题。

本规程的制定旨在适应核电工程建设的发展和需要，严格贯彻核安全文化，成为核工程特色一项基础性工程技术标准。将进一步规范核电工程普通钢筋机械连接和新型钢筋机械连接接头的应用，提高我国核电工程的钢筋工程工业化、机械化和智能化水平，完善我国现有的钢筋机械连接技术和标准体系，保障和提高核电工程建设质量，有利于新技术、新产品、新工艺的推广应用及结构安全，促进我国核电工程高质量发展，将取得巨大的社会和经济效益。

1.3 主要工作过程

任务确定后，由中电投工程研究检测评定中心有限公司成立标准编制工作组，认真研究和组织该文件起草工作。

2023 年 5 月，标准编制工作组召集全体成员讨论标准编制大纲，并于 2023 年 6 月上报协会平台。

2023 年 6 月 16 日，标准编制工作组根据大纲评审专家的书面审查意见，修改编制大纲相关内容。

2023 年 7 月 7 日，通过专家编制大纲评审会审查。

2023 年 8 月起，搜集各参编单位具体意见和建议、相关资料。

2023 年 9 月 15 日，在北京召开编制组成立暨第一次工作会议，围绕编制大纲讨论主要编制问题并达成一致意见，确定编制原则、编写要求及编制组具体分工、工作进度计划。

2023 年 10 月~12 月，针对专题问题，召开工作组内部小组会议 5 次。

2023 年 12 月 4 日完成规程征求意见稿。

1.4 主要参编单位及主要起草人员

本标准起草单位由长期从事核电工程设计、施工、检测、研究与管理单位，钢筋机械连接设备及材料研究、生产单位组成。编制团队拥有国内知名的结构工程、机械制造、检测评定专家，在混凝土结构和钢筋机械连接领域拥有丰富的研究和实践经验。

本文件起草单位：中电投工程研究检测评定中心有限公司、中国核电工程有限公司、中广核工程有限公司、上海核工程研究设计院股份有限公司、中国核工业第二二建设有限公司、中国核工业二四建设有限公司、中国核工业华兴建设有限公司、中核华辰建筑工程有限公司、桂林理工大学、中国建筑科学研究院有限公司认证中心、北京思达建茂科技发展有限公司、建研院检测中心有限公司、中国电子工程设计院股份有限公司、鞍钢中电建筑科技股份有限公司、世源科技工程有限公司、廊坊凯博建设机械科技有限公司、北方工业大学、大连理工大学、东北石油大学、重庆二航钢筋连接工程有限责任公司、重庆奇甫机械有限责任公司、北京五隆兴科技发展有限公司、湖南恒邦钢筋连接技术有限公司、济源建造者钢筋连接技术有限公司、柳州欧维姆机械股份有限公司、山东铁建数控设备有限公司、

上海鼎锐钢筋工程技术有限公司、浙江天铁实业股份有限公司、青岛中胶国青建工有限公司、河北新世纪机械零部件有限公司、德士达建材(广东)有限公司、湖南立格建业科技有限公司、临沂市尚峰建筑机械有限公司、河北易达钢筋连接技术有限公司、中建研科技股份有限公司、青岛森林金属制品有限公司。

本文件主要起草人：李智斌、赵杰、于跃、白明鑫、钱冠龙、刘子金、王涛、许俊敏、熊杰、李小明、杨尚、刘威、陈金、雷志远、朱万旭、孙彬、姚迪、滕祥泉、赵红学、王辉、贡金鑫、计静、胡世江、王明杨、王海斌、王开宇、尹国祥、白建平、莫鲤木、白林平、赖志勇、高昌、李国、彭树勋、钟庆明、张攀、朱孔亮、朱孟生、吴连军、王启军、徐冰、贾朝立。

二、 标准编制原则和主要内容

2.1 标准编制原则

广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，广泛征求意见，力争制定出一本国际领先水平的、具有核工程特色的基础性工程技术标准。

本文件作为团体标准，编制过程遵循开放、透明、公平的原则，充分反映设计、施工、监理、业主、产品技术提供单位等各方的共同需求。

2.2 标准主要内容

2.2.1 前言

介绍本文件编制的基本情况、主要技术内容、编制单位、起草人员及审查人员。

2.2.2 总则

标准编制的目的，适用范围以及与国家现行有关标准的关系。

为规范核电工程混凝土结构中钢筋机械连接的应用，做到安全适用、技术先进、经济合理，确保质量，制定本规程。本规程适用于核电工程混凝土结构中钢筋机械连接接头的设计、施工与验收。核电工程钢筋机械连接除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准及核电工程项目技术规格书的规定。核电工程中，核安全相关结构和非核安全相关结构对于钢筋机械连接技术的要求应加以区分。

2.2.3 术语和符号

分为术语、符号 2 节，规定了核电工程钢筋机械连接的相关术语及符号。

术语包括钢筋机械连接、钢筋机械连接接头、连接件、钢筋丝头、接头连接件长度、接头长度、接头极限抗拉强度、接头残余变形、接头最大力总延伸率、接头面积百分率等 10 余个术语定义。

符号包括接头最大力总延伸率 A_{gt} 等 14 个符号的定义。

2.2.4 接头分类

兼顾生产、施工、设计，第一次清晰地对核电工程常用接头按加工工艺和用途进行分类，并规定其对应的性能要求及应用场合。

核电常用接头按加工工艺分类，可分为直螺纹接头、带肋钢筋套筒挤压接头。直螺纹接头可分为冷镦粗、直接滚轧、剥肋滚轧、挤压强化滚轧、带肋钢筋套筒挤压-直螺纹复合接头等。带肋钢筋套筒挤压接头可分为带肋钢筋套筒径向挤压接头及带肋钢筋套筒轴向挤压接头。

核电常用接头按用途分类，可分为抗震型、抗震耐疲劳型及抗飞机撞击型。

2.2.5 材料与设备

分为连接件、钢筋和设备 3 节。

对连接件原材料的选用与工艺、外观质量、尺寸和偏差、连接件/接

头设计、标记和可追溯性、出厂检验等进行详细的规定。对用于机械连接的钢筋进行了规定。对用于钢筋机械连接的设备进行了规定。

2.2.6 接头性能要求

分为一般规定、静力作用下的强度和延性、静载荷作用下的滑移（单向拉伸残余变形）、低周反复载荷下的性能、高周疲劳载荷下的性能、瞬间加载冲击下的性能等 6 节。

创新性的规定由设计根据接头用途确定接头对应的性能要求。

对防火、耐低温接头性能提出原则性规定。

协调了国家标准 GB/T 42796《钢筋机械连接件》、GB/T 42901《钢筋机械连接件试验方法》与行业标准 JGJ 107《钢筋机械连接技术规程》、JG/T 163《钢筋机械连接用套筒》对接头性能的要求，提高了设计、施工单位的可操作性。

2.2.7 接头性能要求

分为一般规定、合格评定、型式检验报告三节，详细规定了需要进行型式检验的情况、试件的制作要求及数量、评定规则、型检报告主要内容等，重点考虑型检报告的一致性、可追溯性要求。

2.2.8 接头应用

针对核电工程应用要求，接头应用分为一般规定、现场加工与安装、现场检验与验收、模块化钢筋连接四节。

详细规定了根据工程需要确定接头类型并明确接头性能要求及对应的型式检验，创新性地对模块化钢筋连接提出了系统全面的规定。

针对不同类型的接头提出现场加工与安装的具体要求。

针对不同类型的接头提出现场检验与验收要求。

2.2.9 附录

附录 A: 核电工程常用接头结构型式。创新性的系统总结核电工程常用的接头结构型式, 为设计及施工单位实际应用提供方便。

附录 B: 接头试件试验方法。确定静力作用下的强度和延性、静载荷作用下的滑移(单向拉伸残余变形)、低周反复载荷下的性能、高周疲劳载荷下的性能、瞬间加载冲击下的性能的试验程序与方法。

2.2.10 引用标准名录

- 1 《普通螺纹 基本牙型》GB/T 192
- 2 《普通螺纹 基本尺寸》GB/T 196
- 3 《普通螺纹 公差》GB/T 197
- 4 《金属材料 拉伸试验 第 1 部分: 室温试验方法》GB/T 228.1
- 5 《优质碳素结构钢》GB/T 699
- 6 《碳素结构钢》GB/T 700
- 7 《热轧钢棒尺寸、外形、质量及允许偏差》GB/T 702
- 8 《结构用无缝钢管》GB/T 8162
- 9 《钢筋混凝土用钢 第 1 部分: 热轧光圆钢筋》GB/T 1499.1
- 10 《钢筋混凝土用钢 第 2 部分: 热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2
- 11 《普通螺纹量规 技术条件》GB/T 3934
- 12 《紧固件公差 螺栓、螺钉、螺柱和螺母》GB/T 3103.1
- 13 《紧固件表面缺陷 螺栓、螺钉和螺柱 一般要求》GB/T 5779.1
- 14 《数值修约规则与极限数值的表示和判定》GB/T 8170
- 15 《钢筋混凝土用余热处理钢筋》GB/T 13014
- 16 《建筑施工机械与设备 钢筋螺纹成型机》JB/T 13709

- 17 《无缝钢管尺寸、外形、重量及允许偏差》 GB/T 17395
- 18 《钢筋混凝土用钢材试验方法》 GB/T 28900
- 19 《钢筋混凝土用耐蚀钢筋》 GB/T 33953
- 20 《钢筋混凝土用不锈钢钢筋》 GB/T 33959
- 21 《钢筋机械连接件》 GB/T 42796
- 22 《钢筋机械连接件试验方法》 GB/T 42901
- 23 《钢结构焊接规范》 GB 50661
- 24 《混凝土结构通用规范》 GB/T 55008
- 25 《钢筋机械连接技术规程》 JGJ 107
- 26 《钢筋直螺纹成型机》 JG/T 146
- 27 《钢筋机械连接用套筒》 JG/T 163

三、 主要试验（或验证）情况

针对核电工程建设需求，对国内外现行钢筋机械连接相关技术规程进行调研，重点协调 GB/T 42796《钢筋机械连接件》、GB/T 42901《钢筋机械连接件试验方法》与 JGJ 107《钢筋机械连接技术规程》、JG/T 163《钢筋机械连接用套筒》，收集 500MPa、600MPa 级钢筋接头数据及研发信息，全面总结模块化钢筋整体连接的实践经验，开展轴向挤/扣压连接接头，直螺纹复合接头等新型接头的研发、检测与应用情况调研，论证纳入钢筋接头产品认证制度的可行性，收集核电工程钢筋机械连接产品与技术应用技术规格书、质保及资料管理要求。

四、 标准中涉及专利的情况

经多方查询，本文件未检索到相应的专利。

五、 预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况

本规程的编制将完善我国现有的钢筋机械连接技术和标准体系，对保障和提高核电工程建设质量，促进新技术、新产品、新工艺的应用起到积极作用，将有效推动核电工程建设中的钢筋工程工业化、机械化、智能化水平，社会及经济效益显著。

六、 与国际、国外标准对比情况

无此方面的国际、国外标准可对比。

七、 与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性

本标准编制主要依据 GB 50010《混凝土结构设计规范》、GB 50204《混凝土结构工程施工验收规》、GB 50011《建筑抗震设计规范》、GB/T 1499.2《钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋》、GB 55037《建筑防火通用规范》、GB 55008《混凝土结构通用规范》、GB/T 42796《钢筋机械连接件》、GB/T 42901《钢筋机械连接件试验方法》、JGJ 107《钢筋机械连接技术规程》、JG/T 163《钢筋机械连接用套筒》、T/CECS 10287《钢筋连接用直螺纹套筒》、T/CECS 10115《钢筋机械连接接头认证通用技术要求》、T/CECS《绿色建材评价标准 钢筋连接用套筒》（在编）、中国土木工程学会标准《钢筋接头瞬间加载试验技术规程》（在编）等国家标准以及核电项目有关钢筋机械连接的技术要求进行编制。

参考 ISO 15835 系列标准 ISO 15835-1:2018 Steels for the reinforcement of concrete — Reinforcement couplers for mechanical splices of bars — Part 1: Requirements; ISO 15835-2:2018 Steels for the reinforcement of concrete — Reinforcement couplers for mechanical splices of bars — Part 2: Test methods; ISO 15835-3:2018 Steels for the reinforcement of concrete —

Reinforcement couplers for mechanical splices of bars — Part 3: Conformity assessment scheme。

重点协调 GB/T 42796《钢筋机械连接件》、GB/T 42901《钢筋机械连接件试验方法》和 JGJ 107《钢筋机械连接技术规程》、JG/T 163《钢筋机械连接用套筒》之间的关系。

本文件与法律、法规、规章及现行标准的协调性不存在冲突。

八、 重大分歧意见的处理经过和依据

暂无重大分歧意见。

九、 标准性质的建议说明

本文件为自愿性标准。

十、 贯彻标准的要求和措施建议

建议各核电工程设计、施工单位采纳本规程并引用至设计、施工文件中。

十一、 废止现行相关标准的建议

无。

十二、 必要专利信息披露情况说明

无。

十三、 其他应予说明的事项

无

《核电工程钢筋机械连接技术规程》编写组

2023 年 12 月 5 日

ICS 91.080.40

CCS P60/64

团 体 标 准

T/CNIDA ***—2024

核电工程钢筋机械连接技术规程

Technical specification for mechanical splicing of steel reinforcing bars in
nuclear power engineering

（征求意见稿）

2024—**—**发布

2024—**—**实施

中国核工业勘察设计协会 发 布

前 言

根据中国核工业勘察设计协会《关于<摩擦焊钢筋锚固板应用技术规程>等 10 项团体标准立项的通知》（核设协〔2022〕59 号）的要求，规程编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程的主要技术内容是：总则、术语和符号、接头分类、材料与设备、接头性能要求、接头型式检验、接头应用。

在核电工程或相关活动中使用本规程时，必须遵守所有适用的国家法律、法规和强制性标准。

请注意本规程的某些内容可能涉及专利。本规程的发布机构不承担识别专利的责任。

本规程由中国核工业勘察设计协会提出并归口。

本规程由中电投工程研究检测评定中心有限公司会同有关单位编制完成并负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送中电投工程研究检测评定中心有限公司（地址：北京市西四环北路 160 号；邮政编码：100142）。

本规程主编单位：中电投工程研究检测评定中心有限公司

本规程参编单位：

本规程主要起草人员：

本规程主要审查人员：

目 次

1 总则	1
2 术语和符号	2
2.1 术语	2
2.2 符号	3
3 接头分类	4
4 材料与设备	5
4.1 连接件	5
4.2 钢筋	7
4.3 设备	7
5 接头性能要求	8
5.1 一般规定	8
5.2 静力作用下的强度和延性	8
5.3 静载荷作用下的滑移	9
5.4 低周反复载荷下的性能	9
5.5 高周疲劳载荷下的性能	9
5.6 瞬间加载冲击下的性能	10
6 接头型式检验	11
6.1 一般规定	11
6.2 合格评定	12
6.3 型式检验报告	13
7 接头应用	14
7.1 一般规定	14
7.2 现场加工与安装	15
7.3 现场检验与验收	19
7.4 模块化钢筋连接	23

附录 A 核电工程常用接头结构型式..... 26

附录 B 接头试件试验方法..... 36

本规程用词说明..... 42

引用标准名录..... 43

1 总 则

1.0.1 为规范核电工程混凝土结构中钢筋机械连接的应用，做到安全适用、技术先进、经济合理，确保质量，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于核电工程混凝土结构中钢筋机械连接接头的设计、施工与验收。

1.0.3 核电工程钢筋机械连接除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 钢筋机械连接 rebar mechanical splicing

通过钢筋与连接件或其他介入材料的机械咬合作用或钢筋端面的承压作用，将一根钢筋中的力传递至另一根钢筋的连接方法。

2.1.2 钢筋机械连接接头 rebar mechanical splice

钢筋与连接件安装组合后的全套装置，简称接头。

2.1.3 连接件 coupler

将轴向拉力或压力从一根钢筋传递到另一根钢筋，用于钢筋机械连接的装置。连接件按接头加工工艺可分为直螺纹连接件和挤压连接件。各类型连接件按结构型式可分为单体式连接件和组合式连接件。

注：

1. 直螺纹连接件是一种用于将钢筋以匹配的直螺纹连接在一起的装置；挤压连接件是一种用于将钢筋以挤压工艺连接在一起的装置。
2. 单体式连接件指用于连接的装置部件数为单件；组合式连接件指用于连接的装置部件数为两件或两件以上。

2.1.4 钢筋丝头 rebar threaded sector

接头中钢筋端部的螺纹区段。

2.1.5 接头连接件长度 length of coupler for rebar mechanical splice

接头中连接件的实际长度。

2.1.6 接头长度 length of rebar mechanical splice

接头连接件长度加连接件两端钢筋横截面变化区段的长度。

注：螺纹接头的外露丝头和镦粗过渡段属钢筋横截面变化区段。

2.1.7 接头极限抗拉强度 tensile strength of rebar mechanical splice

接头试件在拉伸试验过程中所达到的最大拉应力值，简称强度。

2.1.8 接头残余变形 residual deformation of rebar mechanical splice

接头试件按规定的加载制度加载并卸载后，在规定标距内所测得的变形。

2.1.9 接头最大力总延伸率 total elongation of rebar mechanical splice at maximum tensile force

接头试件在最大力下在规定标距内测得的总延伸率。

2.1.10 接头面积百分率 area percentage of rebar mechanical splice

同一连接区段（长度按 $35d$ 计算，当直径不同的钢筋连接时，按直径较小的钢筋计算）内有接头的纵向受力钢筋与全部纵向受力钢筋公称横截面面积的比值。

注：凡接头中点位于该连接区段长度内的接头均属于同一连接区段。

2.2 符 号

- A_{gt} —— 接头最大力总延伸率；
- d —— 纵向受力钢筋公称直径；
- R_{eL} —— 钢筋产品标准中规定的下屈服强度（钢筋屈服强度标准值 f_{yk} ）；
- R_m —— 钢筋产品标准中规定的抗拉强度（钢筋极限抗拉强度标准值 f_{stk} ）；
- R_m^o —— 接头实测极限抗拉强度 f_{mst}^o ；
- A_{gt}^o —— 接头试件实测最大力总延伸率；
- p —— 直螺纹的螺距；
- ΔL_s —— 静载荷作用下的滑移（接头试件加载至 $0.6 f_{yk}$ 并卸载后在规定标距内的残余变形 u_0 ）；
- u_{20} —— 20 次循环后的残余变形（高应力反复拉压）；
- u_4 —— 4 次循环后的残余变形（大变形反复拉压）；
- u_8 —— 8 次循环后的残余变形（大变形反复拉压）；
- ε_{yk} —— 钢筋应力达到屈服强度标准值时的应变；
- σ_{max} —— 轴向载荷疲劳试验的最大应力；
- $2\sigma_a$ —— 高周疲劳试验的应力范围。

3 接头分类

3.0.1 核电工程常用接头可按加工工艺分类，见表 3.0.1。

表 3.0.1 核电工程常用接头按加工工艺分类

接头类型	加工工艺	
直螺纹接头	冷镦粗直螺纹接头	
	滚轧直螺纹钢头	直接滚轧直螺纹接头
		剥肋滚轧直螺纹接头
		挤压强化滚轧直螺纹接头
	带肋钢筋套筒挤压-直螺纹复合接头	
带肋钢筋套筒挤压接头	带肋钢筋套筒径向挤压接头	
	带肋钢筋套筒轴向挤压接头	

注：

1. 直螺纹接头是通过钢筋端头制作的直螺纹和连接件螺纹咬合形成的接头。其中，冷镦粗直螺纹接头是通过钢筋端头冷镦粗后切削制作的直螺纹和连接件螺纹咬合形成的接头；滚轧直螺纹接头是通过钢筋端头直接滚轧或剥肋、挤压强化后滚轧制作的直螺纹和连接件螺纹咬合形成的接头；带肋钢筋套筒挤压-直螺纹复合接头是不在钢筋端头直接加工直螺纹丝头，通过径向挤压或轴向挤压工艺将连接件中的挤压部件与钢筋挤压连接，再通过连接件中的直螺纹部件与挤压部件连接形成的接头。直螺纹接头常见结构型式见本规程附录 A.1。
2. 带肋钢筋套筒挤压接头是通过挤压力使连接件塑性变形与带肋钢筋紧密咬合形成的接头。其中，带肋钢筋套筒径向挤压连接接头是通过沿钢筋直径方向的挤压力使连接件塑性变形与带肋钢筋紧密咬合形成的接头；带肋钢筋套筒轴向挤压连接接头是通过沿钢筋轴线方向的挤压力使连接件塑性变形与带肋钢筋紧密咬合形成的接头。带肋钢筋套筒挤压接头常见结构型式见本规程附录 A.2。

3.0.2 核电工程常用接头可按用途进行分类，见表 3.0.2。

表 3.0.2 核电工程常用接头按用途分类

接头类型	用途
抗震型	用于抗震设计的构件中纵向受力钢筋连接
抗震耐疲劳型	用于抗震设计且直接承受重复荷载的结构构件中纵向受力钢筋连接
抗飞机撞击型	用于抗大型商务飞机撞击的结构构件中的纵向受力钢筋连接，一般应用于核电站核岛厂房部分外层安全壳及防护壳体

4 材料与设备

4.1 连接件

4.1.1 直螺纹连接件的原材料宜采用牌号为 45 号的圆钢、结构用无缝钢管，其外观及力学性能应符合现行国家标准《优质碳素结构钢》GB/T 699、《热轧钢棒尺寸、外形、质量及允许偏差》GB/T 702、《结构用无缝钢管》GB/T 8162 和《无缝钢管尺寸、外形、重量及允许偏差》GB/T 17395 的相关规定。采用冷拔或冷轧无缝钢管时应进行退火处理，退火后抗拉强度不应大于 800MPa，断后伸长率 δ_5 不宜小于 14%。

4.1.2 挤压连接件的原材料应根据被连接钢筋牌号选用适合压延加工的钢材，原材料工作性能应满足连接件被挤压至最大设计变形时任何部位不出现裂纹，宜选用牌号为 20 号的优质碳素结构钢或牌号为 Q235 和 Q275 的碳素结构钢，其外观及力学性能应符合现行国家标准《优质碳素结构钢》GB/T 699、《碳素结构钢》GB/T 700、《热轧钢棒尺寸、外形、质量及允许偏差》GB/T 702、《结构用无缝钢管》GB/T 8162 和《无缝钢管尺寸、外形、重量及允许偏差》GB/T 17395 的相关规定，且实测力学性能应符合表 4.1.4 的规定。

表 4.1.4 挤压连接件原材料的力学性能

项 目	性 能 指 标
屈服强度/MPa	205~350
抗拉强度/MPa	335~500
断后伸长率 δ_5 /%	≥ 20

4.1.3 需要与型钢等钢材焊接的连接件，其原材料应符合可焊性的要求。

4.1.4 用于连接符合现行国家标准《钢筋混凝土用不锈钢钢筋》GB/T 33959、《钢筋混凝土用耐蚀钢筋》GB/T 33953 和《海洋工程混凝土用高耐蚀性合金带肋钢筋》GB/T 34206 规定的各类钢筋的连接件原材料应使用与钢筋材质相同或耐腐蚀等级相同的合金材料。

4.1.5 当结构设计对连接件有耐低温、耐火性能要求时，连接件原材料性能、连接件性能还应满足设计规定的耐低温、耐火性能要求。采用冷加工工艺成型且未经退火处理制成的连接件不得应用于有耐火性能要求的结构。连接件在经受低温、火灾后的性能劣化程度不应超过所连接的钢筋，可通过材料与加工过程的工艺处理等进行分析论证，也可通过低温、耐火试验进行论证。

4.1.6 连接件设计时不应利用经冷加工提高的强度而减少连接件横截面面积。连接件中使用钢以外的材料时，应评估此类材料在结构中的适用性以及任何对健康和安全的影响。

4.1.7 连接件原材料可选用经型式检验证明满足接头性能要求且质量稳定的其他钢材。

4.1.8 连接件的外观质量、尺寸和偏差应符合现行行业标准《钢筋机械连接用套筒》JG/T 163、接头技术提供单位的连接件产品企业标准或设计文件的规定，并与型式检验报告中注明的保持一致。

4.1.9 钢筋丝头外螺纹、连接件内/外螺纹应符合下列规定：

1 螺纹基本尺寸应符合现行国家标准《普通螺纹 基本尺寸》GB/T 196 中粗牙普通螺纹的相关规定；

2 螺纹牙型角应为 60° 并应符合现行国家标准《普通螺纹 基本牙型》GB/T 192 的相关规定；

3 钢筋丝头外螺纹、连接件外螺纹公差应符合现行国家标准《普通螺纹 公差》GB/T 197 中 6d 的规定，连接件内螺纹公差应符合现行国家标准《普通螺纹 公差》GB/T 197 中 6H 的规定。

4.1.10 连接件的设计屈服强度承载力标准值不应小于被连接钢筋的下屈服强度承载力标准值，计算公式如下：

$$\sigma_y \times A_C \geq R_{eL} \times A_S$$

式中：

σ_y —— 连接件原材料屈服强度标准值；

A_C —— 连接件受拉最大应力处横截面面积；

R_{eL} —— 钢筋下屈服强度特征值；

A_S —— 钢筋公称横截面面积，异径型连接件按小端钢筋公称横截面面积计算。

4.1.11 连接件的设计抗拉强度承载力标准值不应小于被连接钢筋的抗拉强度承载力标准值的1.15倍，计算公式如下：

$$\sigma_m \times A_C \geq 1.15 \times R_m \times A_S$$

式中：

σ_m —— 连接件原材料抗拉强度标准值；

A_C —— 连接件受拉最大应力处横截面面积；

R_m —— 钢筋抗拉强度标准值；

A_s —— 钢筋公称横截面面积，异径型连接件按小端钢筋公称横截面面积计算。

4.1.12 连接件的标记和出厂检验应符合国家现行标准《钢筋机械连接件》GB/T 42796、《钢筋机械连接用套筒》JG/T 163 或接头技术提供单位的连接件产品企业标准、设计文件的规定。

4.1.13 连接件均应可追溯到其原材料性能及生产数据。连接件外表面的标志应包括厂家代号和生产批号。

4.1.14 连接件生产批号应与产品检验记录、出厂检验报告、产品合格证、产品质量证明书和连接件原材料质量证明书相对应。

4.1.15 连接件生产批号以及其对应的质量控制有关记录的保存期不应少于 5 年。

4.2 钢 筋

4.2.1 用于机械连接的钢筋应符合现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2、《钢筋混凝土用余热处理钢筋》GB/T 13014、《钢筋混凝土用不锈钢钢筋》GB/T 33959、《钢筋混凝土用耐蚀钢筋》GB/T 33953、《海洋工程混凝土用高耐蚀性合金带肋钢筋》GB/T 34206 及《钢筋混凝土用钢 第 1 部分：热轧光圆钢筋》GB/T 1499.1 的规定。经供需双方协商，并在合同中注明，也可使用其他钢筋。

4.2.2 设计要求具有耐低温、耐火性能要求的钢筋还应满足相应国家或行业标准的有关要求。

4.3 设 备

4.3.1 钢筋丝头加工用设备应符合现行行业标准《钢筋直螺纹成型机》JG/T 146、《建筑施工机械与设备 钢筋螺纹成型机》JB/T 13709 的有关规定。

4.3.2 钢筋加工设备、连接设备宜由接头技术提供单位提供，并应有设备合格证和使用说明书。使用说明书应包含设备操作、运行、连接施工等所需作业空间和安全注意事项等内容

5 接头性能要求

5.1 一般规定

5.1.1 接头应满足强度和变形的性能要求，并应保持性能的长期稳定。

5.1.2 接头性能应包括接头静力作用下的强度和延性、静载荷作用下的滑移、低周反复载荷下的性能、高周疲劳载荷下的性能和瞬间加载冲击下的性能。

5.1.3 在有耐低温、耐火要求的结构构件中使用接头时，应按设计要求进行耐低温、耐火性能测试。

5.2 静力作用下的强度和延性

5.2.1 接头静力作用下的强度应符合表 5.2.1 的规定。

表5.2.1 接头静力作用下的强度

接头实测极限抗拉强度 R_m^o	接头破坏形态
$R_m^o \geq R_m$	钢筋拉断
$R_m^o \geq 1.10 \times R_m$	接头破坏

注：

1. 钢筋拉断指断于接头长度范围外的钢筋母材；
2. 接头破坏指断于接头长度范围内，包括断于连接件两端钢筋横截面变化区段、断于连接件、连接件开裂或钢筋从连接件中拔出及其他形式的连接组件破坏。

5.2.2 接头静力作用下的延性应符合表 5.2.2 规定。

表5.2.2 接头静力作用下的延性

钢筋母材牌号	接头实测最大力总延伸率 $A_{gt}^o / \%$
HRB400 / HRBF400	≥ 6.0
HRB400E / HRBF400E	≥ 6.3
HRB500 / HRBF500	≥ 6.0
HRB500E / HRBF500E	≥ 6.3
HRB600	≥ 6.0

注：

1. 接头根据钢筋的延性确定其最小延性要求，不考虑连接件延性；

2. 接头使用未规定最大力总延伸率的钢筋时，其实测最大力总延伸率 A_{gt} 不小于 3.0 %。

5.3 静载荷作用下的滑移

5.3.1 接头静载荷作用下的滑移应符合表 5.3.1 的规定。

表5.3.1 接头静载荷作用下的滑移

钢筋公称直径 d	接头实测静载荷作用下的滑移 ΔL_s
≤ 32 mm	5根接头试件实测静载荷下滑移的平均值不大于0.10 mm 且 5 根接头试件实测静载荷下滑移的中位值不大于 0.10 mm 且 5 根接头试件实测静载荷下滑移的最大值不大于 0.15 mm
> 32 mm	5根接头试件实测静载荷下滑移的平均值不大于0.14 mm 且5根接头试件实测静载荷下滑移的中位值不大于0.10 mm 且 5 根接头试件实测静载荷下滑移的最大值不大于 0.15 mm

5.3.2 当频遇荷载组合下，构件中钢筋应力明显高于 $0.6 f_{yk}$ 时，设计可对静载荷作用下的滑移 ΔL_s 的加载峰值提出调整要求。

5.4 低周反复载荷下的性能

5.4.1 接头低周反复载荷下的性能应符合表 5.4.1 的规定。

表5.4.1 接头低周反复载荷下的性能

项目	残余变形	循环试验后的强度
高应力反复拉压	3根接头试件实测低周反复载荷下残余变形的平均值 $u_{20} \leq 0.3$ mm	3根接头试件中每1根的强度均应符合本规程第5.2.1条的规定
大变形反复拉压	3根接头试件实测低周反复载荷下残余变形的平均值 $u_4 \leq 0.3$ mm 且 $u_8 \leq 0.6$ mm	3根接头试件中每1根的强度均应符合本规程第5.2.1条的规定

5.5 高周疲劳载荷下的性能

5.5.1 对直接承受重复荷载的结构构件，设计应根据钢筋应力幅提出接头的抗疲劳性能要求。当设计无专门要求时，应选取产品系列中最大钢筋公称直径的接头进行高周疲劳

载荷下的性能测试，可表征该产品系列的接头的抗疲劳性能符合要求。

5.5.2 接头高周疲劳载荷下的性能应符合表 5.5.2 的规定。

表5.5.2 接头高周疲劳载荷下的性能

钢筋牌号	应力范围 $2\sigma_a$ / MPa	最大应力 $\sigma_{\max}$ / MPa	验收标准
HRB400 / HRBF400	60	240	3根接头试件承受200万次循环后均未断裂，则疲劳试验通过； 若 3 根接头试件中有 1 根断裂，则应在同一批中领取 3 根接头试件进行疲劳试验，如果 3 根复检试件均未断裂，则疲劳试验通过； 若3根接头试件中有多根断裂，则疲劳试验不通过。
HRB400E / HRBF400E	60	240	
HRB500 / HRBF500	60	300	
HRB500E / HRBF500E	60	300	
HRB600	60	360	

5.6 瞬间加载冲击下的性能

5.6.1 接头试件静载荷作用下的滑移平均值不应大于 0.10 mm。

5.6.2 瞬间加载冲击试验时，接头试件破坏形态应为钢筋拉断，且最大力总延伸率 A_{gt} 不应小于 5%。

6 接头型式检验

6.1 一般规定

6.1.1 下列情况下应进行接头型式检验：

- 1 确定接头性能时；
- 2 连接件材料、结构或尺寸改动时；
- 3 接头加工工艺改动时；
- 4 型式检验报告超过 4 年时。

6.1.2 接头型式检验试件应符合下列规定：

- 1 全部试件的钢筋均应在同一根钢筋上截取；
- 2 型式检验试件不得采用经过预拉的试件；
- 3 对每种类型、级别、规格、材料、工艺的接头，型式检验项目及试件数量应符合表 6.1.2 的规定。

表6.1.2 接头型式检验项目及试件数量

接头类型	型式检验项目及试件数量				
	钢筋母材	静力作用下的强度和延性/静载荷作用下的滑移	低周反复载荷下的性能	高周疲劳载荷下的性能	瞬间加载冲击下的性能
抗震型	3根	5根	3根（高应力反复拉压）+ 3根（大变形反复拉压）	—	—
抗震耐疲劳型	3根	5根	3根（高应力反复拉压）+ 3根（大变形反复拉压）	3根	—
抗飞机撞击型	3根	5根	3根（高应力反复拉压）+ 3根（大变形反复拉压）	—	3根

6.1.3 各类型接头，当设计没有特殊要求时，可仅对标准型接头进行型式检验。

6.1.4 接头型式检验试件应模拟工程中可能出现的极限连接条件进行制作，应按本规程第 7.2 节的要求进行安装并符合表 6.1.4 的规定。

表 6.1.4 接头型式检验试件制作要求

接头类型	制作要求
单体式直螺纹接头	钢筋丝头经螺纹量规检验合格后，按本规程表 7.2.8 规定的拧紧扭矩值与连接件拧紧，不得超扭矩拧紧
组合式直螺纹接头	可调连接部件设置为可连接的最大值，即连接部件之间的螺纹连接长度取最小值，按产品设计的拧紧力矩拧紧
单体式带肋钢筋套筒挤压接头	钢筋与连接件配合取产品设计允许的最短尺寸，挤压变形处尺寸取设计尺寸范围的中间值
组合式带肋钢筋套筒挤压接头	钢筋与连接件配合长度取产品设计允许的最短尺寸，连接件挤压到设计规定的标准位置

6.1.5 型式检验应由国家、省部级主管部门认可的检测机构进行。

6.2 合格评定

6.2.1 抗震型接头型式检验应按本规程附录 B 的有关规定进行，当试验结果符合下列规定时应评定为合格：

- 1 每 1 根钢筋母材静力作用下的强度和延性实测值均满足接头使用钢筋的标准要求；
- 2 静载荷作用下的滑移试验结果满足本规程第 5.3 节的相关要求；
- 3 滑移试验完成后在同一根试件上进行静力作用下的强度和延性试验，每 1 根接头试件静力作用下的强度和延性试验结果均满足本规程第 5.2 节的相关要求；
- 4 低周反复载荷下的性能试验结果满足本规程第 5.4 节的要求。

6.2.2 抗震耐疲劳型接头型式检验应按本规程附录B的有关规定进行，当试验结果符合下列规定时应评定为合格：

- 1 每 1 根钢筋母材静力作用下的强度和延性实测值均满足接头使用钢筋的标准要求；
- 2 静载荷作用下的滑移试验结果满足本规程第 5.3 节的相关要求；
- 3 滑移试验完成后在同一根试件上进行静力作用下的强度和延性试验，每 1 根接头试件静力作用下的强度和延性试验结果均满足本规程第 5.2 节的相关要求；
- 4 低周反复载荷下的性能试验结果满足本规程第 5.4 节的要求。
- 5 选取最大规格，完成高周疲劳载荷下的性能试验，其试验结果满足本规程第 5.5 节的要求。

6.2.3 抗飞机撞击型接头型式检验应按本规程附录B的有关规定进行，当试验结果符合下列规定时应评定为合格：

- 1 每 1 根钢筋母材静力作用下的强度和延性实测值均满足接头使用钢筋的标准要求；
- 2 静载荷作用下的滑移试验结果满足本规程第 5.3 节和第 5.6.1 条的相关要求；
- 3 滑移试验完成后在同一根试件上进行静力作用下的强度和延性试验，每 1 根接头试件静力作用下的强度和延性试验结果均满足本规程第 5.2 节的相关要求；
- 4 低周反复载荷下的性能试验结果满足本规程第 5.4 节的要求。
- 5 瞬间加载冲击下的性能试验结果符合本规程第 5.6.2 条的要求。

6.3 型式检验报告

6.3.1 型式检验应详细记录下列内容：

- 1 接头试件技术参数，包括接头类型、连接件原材料、规格、尺寸、构造与工艺参数；
- 2 钢筋母材试验结果；
- 3 设计要求的接头试件力学性能，包括强度与延性、静载荷作用下的滑移、低周反复载荷下的性能、高周疲劳载荷下的性能、抗飞机撞击瞬间加载冲击试验性能中的一项或多项。

6.3.2 连接件尺寸、连接件材料、接头加工工艺均不变的情况下，500MPa 级钢筋接头型式检验报告可替代 400MPa 级钢筋接头型式检验报告使用，600MPa 级钢筋接头型式检验报告可替代 500MPa 或 400MPa 级钢筋接头型式检验报告使用，反之则不允许。

7 接头应用

7.1 一般规定

7.1.1 设计单位应根据工程需要确定接头类型，并应按表 7.1.1 的规定明确接头性能要求及对应的型式检验报告。

表 7.1.1 接头的性能要求

接头类型		抗震型	抗震耐疲劳型	抗飞机撞击型
性能要求	静力作用下的强度和延性	●	●	●
	静载荷作用下的滑移	●	●	●
	低周反复载荷下的性能	●	●	●
	高周疲劳载荷下的性能	—	●	—
	瞬间加载冲击下的性能（核安全级）	—	—	●

注：

1. 抗震型接头应取得包含静力作用下的强度和延性、静载荷作用下的滑移性能、低周反复载荷下的性能合格的型式检验报告；
2. 抗震耐疲劳型接头应取得包含静力作用下的强度和延性、静载荷作用下的滑移性能、低周反复载荷下的性能、高周疲劳载荷下的性能合格的型式检验报告；
3. 抗飞机撞击型接头应取得包含静力作用下的强度和延性、静载荷作用下的滑移性能、低周反复载荷下的性能、瞬间加载冲击下的性能合格的型式检验报告。

7.1.2 连接件的混凝土保护层厚度宜符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定，且不应小于 0.75 倍钢筋最小保护层厚度和 15mm 的较大值。必要时可对连接件采取防锈措施。

7.1.3 结构构件中纵向受力钢筋的接头宜相互错开，接头面积百分率应符合下列规定：

- 1 接头宜设置在结构构件受拉钢筋应力较小部位，高应力部位设置接头时，接头面积百分率除本条第 2 款和第 4 款所列情况外可不受限制。
- 2 接头宜避开有抗震设防要求的框架的梁端、柱端箍筋加密区；当无法避开时，接头面积百分率不应大于 50%。
- 3 受拉钢筋应力较小部位或纵向受压钢筋，接头面积百分率可不受限制。
- 4 对直接承受重复荷载的结构构件，接头面积百分率不应大于 50%。

7.1.4 接头技术提供单位应取得有效 GB/T 19001（ISO 9001）质量管理体系认证证书，接头产品应获得国家认证认可监督管理委员会授权认证机构的有效认证证书。

7.1.5 接头技术提供单位应保证所提供接头产品对连接钢筋是适用的，并应至少向核电工程项目提交以下文件：

- 1 接头产品有效型式检验报告；
- 2 连接件产品出厂检验报告、产品合格证、产品质量证明书和连接件原材料质量证明书；
- 3 接头加工设备合格证及使用说明书；
- 4 公开发布并自我声明的企业标准。

7.1.6 接头技术提供单位提交的本规程第 7.1.5 条第 2 款规定的产品合格证应包括适用钢筋直径和接头性能等级、套筒类型、生产单位、生产日期以及可追溯产品原材料力学性能和加工质量的生产批号。

7.1.7 接头技术提供单位提交的本规程第 7.1.5 条第 4 款规定的企业标准应包括以下内容：

- 1 本企业产品用原材料（牌号、执行的规范标准、采用的材料性能指标、采用的特殊处理工艺及其目的与影响等）、规格、型式、结构、标记及可追溯性、尺寸及偏差、质量控制方法、检验项目与制度、不合格品处理规则、其他要求（装卸、包装、贮存和运输）等内容的产品企业标准；
- 2 接头产品设计（连接件适用的工作场景、连接原理）、现场加工与安装、现场检验与验收等内容的应用技术企业标准。

7.2 现场加工与安装

7.2.1 接头现场加工与安装应按接头技术提供单位的技术要求进行。钢筋加工、设备操作、接头安装及施工管理人员应经接头技术提供单位专业培训，合格后由接头技术提供单位颁发上岗证，持证上岗并保持稳定。

7.2.2 接头现场加工与安装应经工艺检验合格后方可进行。复杂条件下的接头安装应事先通过试验验证。

7.2.3 钢筋镦粗头加工应符合下列规定：

- 1 钢筋下料时端面应与钢筋轴线垂直，不得有马蹄形或翘曲，端部不直的钢筋应调直后下料；
- 2 镦粗头的直径 d_1 、长度 L_0 应满足钢筋丝头的加工要求；
- 3 冷镦粗过渡段坡度应不大于 1:5，如图 7.2.3 所示；

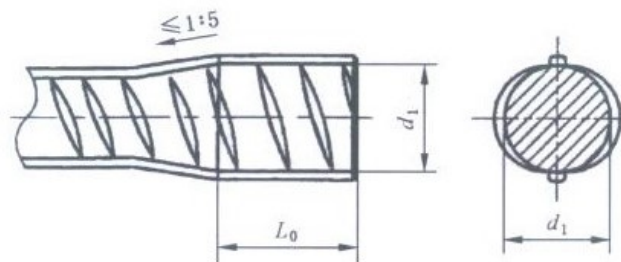


图 7.2.3 冷镦粗过渡段坡度示意

- 4 镦粗头不应有与钢筋轴线相垂直的横向裂纹；
- 5 不合格的镦粗头应切去重新镦粗，不得对镦粗头进行二次镦粗。

7.3.4 钢筋挤压强化加工应符合下列规定：

- 1 钢筋加工长度范围内轴线平直，不得有马蹄形或翘曲；
- 2 钢筋基圆、横肋高度、纵肋高度的尺寸及偏差应符合国家标准的规定；
- 3 挤压强化段的外径、长度的尺寸及偏差应符合设计要求；
- 4 挤压强化后不应产生影响连接性能的缺陷。

7.2.5 直螺纹钢筋丝头加工应符合下列规定：

- 1 钢筋端部应采用带锯、砂轮锯或带圆弧形刀片的专用钢筋切断机切平，不应有弯曲及马蹄形，不应有可见裂纹；
- 2 钢筋丝头加工时应使用水性润滑液，不得使用油性润滑液；
- 3 滚轧直螺纹钢筋丝头端部飞边应切除或磨平；
- 4 钢筋下料长度应满足设计要求，下料长度允许偏差 $0 \sim 2.0p$ ；
- 5 钢筋丝头长度应满足产品设计要求，极限偏差应为 $0 \sim 2.0p$ ；
- 6 钢筋丝头宜满足 $6d$ 精度要求，应采用专用直螺纹量规检验，通规应能顺利旋入并达到要求的拧入长度，止规旋入不应超过 $3p$ ；
- 7 各规格钢筋丝头的自检率不应小于 10%，检验合格率不应小于 95%；
- 8 检验合格的钢筋丝头应采取有效措施予以保护。

7.2.6 直螺纹量规应符合现行国家标准《普通螺纹量规 技术条件》GB/T 3934中工作螺纹量规的规定，且工作螺纹量规要经过校对螺纹量规检验，螺纹量规上应有制造厂厂名或注册商标、螺纹代号、中径公差代号、螺纹量规代号和出厂年号等标志。

7.2.7 接头安装前应完成被连接钢筋及相应连接件的质量检查，确保钢筋端头的精度在接头适用范围内后再安装，否则应更换被连接钢筋或采取调整、矫正等措施。

7.2.8 单体式直螺纹接头安装应符合下列规定：

1 接头安装前应完成被连接钢筋及相应连接件的质量检查，确保资料齐全、规格一致，钢筋丝头如有影响使用的缺陷应或采取调整、矫正等措施或更换；

2 安装接头时可采用管钳扳子拧紧，钢筋丝头或预制外螺纹丝头应在套筒中央位置相互顶紧，标准型、正反丝扣型，异径型接头安装后的单侧外露螺纹不宜超过 $2p$ ；对无法对顶的其他直螺纹接头，应附加锁母、顶紧凸台等措施紧固；

3 接头安装后，应采用扭力扳子校核拧紧扭矩，最小拧紧扭矩值应符合表 7.2.8 的规定。

表7.2.8 直螺纹接头安装时最小拧紧扭矩值

钢筋直径 (mm)	≤16	18~20	22~25	28~32	36~40	50
拧紧扭矩 (N·m)	100	200	260	320	360	460

注：当不同直径的钢筋连接时，拧紧扭矩值按直径较小的钢筋相应值取用。

4 校核用扭力扳子的准确度级别可选用 10 级，每年校核 1 次。

7.2.9 组合式直螺纹钢筋接头安装应符合下列规定：

1 连接件的各个连接部件的安装位置应符合产品设计要求；

2 与直螺纹钢筋丝头连接的连接部件应与钢筋丝头拧紧，最小拧紧扭矩值应符合本规程表 7.2.8 的规定，钢筋丝头在连接件外露螺纹不宜超过 $2p$ ；

3 可调型连接件连接的接头，与钢筋拧紧固定的两个连接部件之间距离应不大于连接件允许的可调范围值；

4 各个连接部件之间的连接螺纹均应拧紧，拧紧扭矩值应符合产品设计要求；

5 连接件安装连接过程中，各处连接螺纹均不得出现影响连接性能的损伤；

6 在连接工位拧紧连接部件时，不对已与钢筋丝头连接的连接部件造成不利影响，包括使原有已拧紧连接螺纹松动或使原有已拧紧连接螺纹拧紧扭矩过大。

7.2.10 可焊型连接件与钢结构的焊接连接应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661 的相关规定。直螺纹钢筋丝头与可焊型连接件的连接时，直螺纹钢筋丝头拧紧在直螺纹可焊型连接件螺纹孔内，钢筋丝头端面与连接件限位凸台相抵，最小拧紧扭矩值应符合本规程表 7.2.8 的规定，且连接件外露螺纹不宜超过 $2p$ 。

7.2.14 带肋钢筋套筒挤压-直螺纹复合接头安装应符合下列规定：

1 与钢筋挤压连接的连接部件与钢筋的配合长度、挤压变形处外形尺寸应符合产品设计要求；

2 直螺纹的连接部件均应拧紧，拧紧扭矩值应符合产品设计要求；

3 可调型连接件连接的接头，可调连接部件伸出的最大长度应不大于连接件允许的可调范围值；

4 连接件安装连接过程中，各处连接螺纹均不得出现影响连接性能的损伤。

7.2.15 带肋钢筋套筒挤压接头钢筋加工应符合下列规定：

1 钢筋端部应采用带锯、砂轮锯或专用钢筋切断机切平，不应有弯曲及马蹄形，不应有可见裂纹；

2 钢筋端部不得有影响连接接头质量的局部弯曲，不得有严重锈蚀和附着物；

3 钢筋端面与钢筋轴向应垂直，夹角允许偏差 $\pm 3^\circ$ ；

4 钢筋下料长度应满足设计要求，下料长度允许偏差 $0\sim 3\text{mm}$ ；

5 挤压接头应清理钢筋端部影响挤压的附着物，若挤压接头连接件上没有钢筋插入限位措施，则应在钢筋上标记插入长度。

7.2.16 带肋钢筋套筒径向挤压接头安装应符合下列规定：

1 钢筋端部不得有局部弯曲，不得有严重锈蚀和附着物；

2 挤压道数和压痕直径应符合技术提供单位企业标准的要求；

3 钢筋端部应有挤压套筒后可检查钢筋插入深度的明显标记，钢筋端头离连接件长度中点不宜超过 10mm ；

4 挤压应从连接件中央开始，依次向两端挤压，挤压后的压痕直径或连接件长度的波动范围应用专用量规检验；压痕处连接件外径应为原连接件外径的 $0.80\sim 0.90$ 倍，挤压后连接件长度应为原连接件长度的 $1.10\sim 1.15$ 倍；

5 挤压后接头两侧钢筋轴线弯折不得大于 4° ；

6 挤压后的连接件不得有肉眼可见裂纹。

7.2.17 带肋钢筋套筒轴向挤压接头安装应符合下列规定：

1 钢筋端部不得有局部弯曲，不得有严重锈蚀和附着物；

2 挤压后，连接件端面应覆盖钢筋上预涂的插入定位线，且不应超过检查线；

3 挤压应从连接件一端向另一端进行，挤压后的连接件外径和长度的允许产品应用专用量规检验；轴向挤压后连接件外径应为原连接件外径的 $0.85\sim 0.92$ 倍，挤压后连接件长度应为原连接件长度的 $1.10\sim 1.15$ 倍。

4 挤压后接头两侧钢筋轴线弯折不得大于 4° ;

5 挤压后的连接件不得有肉眼可见裂纹。

7.2.18 组合式挤压钢筋接头安装除应符合本规程第 7.2.16、第 7.2.17 条的规定外，还应符合下列规定：

1 连接件的各个连接部件的安装位置应符合产品设计要求；

2 钢筋与连接部件的配合长度应符合产品设计要求；

3 挤压成型的接头上各个连接部件的相对位置应符合产品设计要求；

4 挤压变形的连接部件的外径尺寸应在产品设计范围内；

5 连接件各处不得出现影响连接性能的裂纹或其他损伤；

6 接头外表面不得有油性物质。

7.3 现场检验与验收

7.3.1 工程应用接头时，应对接头技术提供单位提交的接头相关技术资料进行审查与验收，包括但不限于以下内容：

1 接头的合格工艺检验报告、有效型式检验报告及设计有其他要求的接头性能检验报告；

2 连接件产品设计、接头现场加工与安装要求的相关技术文件；

3 连接件产品出厂检验报告、合格证和连接件原材料质量证明书；

4 接头适用范围与对象、产品设计与加工、接头加工与安装、接头验收等技术文件。

7.3.2 接头加工前，应对不同钢筋生产厂家的进场钢筋进行接头工艺检验。施工过程中更换钢筋生产厂家、设备供应商、接头加工班组或接头技术提供单位时，应重新进行工艺检验。工艺检验应在经过认可的试验室进行，并应符合下列规定：

1 接头工艺检验试件应模拟施工条件和操作工艺，采用进场验收合格的连接件并按接头技术提供单位提供的技术文件进行制作；

2 各种类型和型式的接头都应进行工艺检验，检验项目包括静力作用下的强度和延性、静载荷作用下的滑移；

3 每种规格接头试件不应少于 3 根；

4 接头试件测量静载荷作用下的滑移后可继续进行静力作用下的强度和延性试验，

并宜按本规程附录B进行试验；

5 每根接头试件静力作用下的强度和延性应符合本规程第5.2节的相关规定，3根接头试件静载荷作用下的滑移应符合本规程第5.3节的规定；

6 工艺检验不合格时，应进行工艺参数调整，合格后方可按最终确认的工艺参数进行接头批量加工。

7.3.3 接头现场加工质量应按本规程第7.2节的相关要求进行自检，监理或质检部门对现场加工质量有异议时，可随机抽取3根接头试件进行静力作用下的强度和延性、静载荷作用下的滑移检验，如有1根接头试件强度不合格或静载荷作用下的滑移不合格时，应经整改后重新检验，检验合格后方可继续加工。

7.3.4 接头安装前，应对进场的连接件进行检验与验收。同一类型、同一规格、同一批号的连接件，不超过2000件/套为1个验收批，每批抽检3件/套。检验项目与验收要求应符合表7.3.4的规定。

表7.3.4 连接件检验项目与验收要求

接头类型	检验项目	验收要求
直螺纹接头	连接件原材料	连接件原材料质量证明书与有效型式检验报告记载的一致
	连接件外观质量、尺寸和偏差	符合本规程第4.1.8条、第4.1.9条的规定
	连接件标记和出厂检验	符合本规程第4.1.12条的规定
	连接件适用的钢筋强度等级	与核电工程使用钢筋强度等级一致
带肋钢筋径向冷挤压接头	连接件原材料	连接件原材料质量证明书与有效型式检验报告记载的一致
	连接件外观质量、尺寸和偏差	符合本规程第4.1.8条、第4.1.9条的规定
	连接件标记和出厂检验	符合本规程第4.1.12条的规定
	连接件适用的钢筋强度等级	与核电工程使用钢筋强度等级一致
	套筒压痕标记	符合有效型式检验报告记载的压痕道次
带肋钢筋轴向冷挤压接头	连接件原材料	连接件原材料质量证明书与有效型式检验报告记载的一致
	连接件外观质量、尺寸和偏差	符合本规程第4.1.8条、第4.1.9条的规定
	连接件标记和出厂检验	符合本规程第4.1.12条的规定
	连接件适用的钢筋强度等级	与核电工程使用钢筋强度等级一致

7.3.5 接头现场验收应按验收批进行，同钢筋生产厂家、同强度等级、同规格、同类型和同型式接头，应以500个为1个验收批，不足500个也应作为1个验收批。

7.3.6 接头现场验收项目应包括安装质量检验、静力作用下的强度和延性检验、静载荷作用下的滑移检验以及设计文件中明确的其他要求检验项目。

7.3.7 接头安装质量检验与验收应符合下列规定：

1 直螺纹接头安装后应按本规程第7.3.5条规定的验收批，抽取其中10%的接头进行拧紧扭矩校核，拧紧扭矩值符合本规程表7.2.8的规定时应评定为合格，拧紧扭矩值不合格数超过被校核接头数的5%时，应重新拧紧全部接头，直到合格为止；

2 带肋钢筋径向挤压接头应按本规程第7.3.5条规定的验收批，抽取其中10%的接头检验压痕直径或挤压后连接件长度，应符合本规程第7.2.16条第4款的规定；钢筋插入连接件深度应满足产品设计要求，检查不合格数超过被检验接头数的10%时，可在本批外观检验不合格的接头中抽取3根接头试件做静力作用下的强度和延性检验，按本规程第5.2节条进行评定。

3 带肋钢筋轴向挤压接头应按本规程第7.3.5条规定的验收批，抽取其中10%的接头检验挤压后连接件外径和长度，应符合本规程第7.2.17条第3款的规定。钢筋插入连接件深度应满足产品设计要求，检查不合格数超过被检验接头数的10%时，可在本批外观检验不合格的接头中抽取3根接头试件做静力作用下的强度和延性检验，按本规程第5.2节进行评定。

7.3.8 接头安装质量检验与验收应符合本规程第 7.3.7 条的规定，还应符合下列规定：

1 组合式直螺纹钢筋接头，按产品连接工艺设计要求连接部件与钢筋丝头连接在工位连接前应预先拧紧的，应在连接部件安装工位处对每 1 根钢筋丝头上连接件的连接部件进行拧紧扭矩检验；按产品连接工艺设计要求连接部件与钢筋丝头在工位连接时拧紧的，应在连接工位处对每 1 根钢筋丝头上连接件的连接部件进行拧紧扭矩检验。拧紧扭矩值应全部符合本规程表 7.2.8 的规定。

2 组合式直螺纹钢筋接头，按产品连接工艺设计要求在工位连接时拧紧的连接部件，应在连接工位处按本规程第 7.3.7 条第 1 款的要求执行；

3 组合式挤压连接接头，应抽取验收批接头数量的 10%对其挤压连接部件的位置或接头长度以及被挤压变形的连接部件外径尺寸和外观进行检验，不合格接头数超过被检验接头数的 5%时，应对验收批全部接头进行检验。挤压连接部件位置或接头长度不足的

可二次挤压至合格；挤压连接部件位置过深或接头长度过短或被挤压变形的连接部件外径尺寸超差的，应截取接头试件进行拉伸试验，如接头极限抗拉强度全部合格则判为合格，如有一个不合格则全部判为不合格，该不合格接头应全部切除。

7.3.9 接头静力作用下的强度和延性、静载荷作用下的滑移检验与验收应符合下列规定：

1 对接头的每一验收批，应在钢筋安装后、混凝土浇筑前从工程结构实体中随机截取 3 根接头试件做静力作用下的强度和延性、静载荷作用下的滑移试验。对模块化钢筋连接中的钢筋部品与钢筋部品连接，接头试件应从完成的工程结构实体中截取；对于接头试件截取后钢筋很难或者无法恢复的情况，应从与钢筋连接的实际施工环境相似且在工程结构附近制作的平行加工试件中截取。当 3 根接头试件的静力作用下的强度和延性、静载荷作用下的滑移均符合本规程第 5.2 节、第 5.3 节的规定时，该验收批应评定为合格。当有 1 根接头试件的静力作用下的强度和延性、静载荷作用下的滑移不满足要求时，应再取 6 根接头试件进行复检。复检中仍有 1 根接头试件静力作用下的强度和延性、静载荷作用下的滑移不满足要求时，该验收批应评定为不合格。

2 同类型、同型式、同强度等级、同规格的接头现场验收连续 10 个验收批抽样，接头试件静力作用下的强度和延性、静载荷作用下的滑移试验一次合格率为 100%时，验收批接头数量可扩大为 1000 个；当验收批接头数量少于 200 个时，可按本规程第 7.3.7 条相同的抽样要求随机抽取 2 根接头试件做静力作用下的强度和延性、静载荷作用下的滑移试验，当 2 根接头试件的静力作用下的强度和延性、静载荷作用下的滑移均符合本规程第 5.2 节、第 5.3 节的规定时，该验收批应评定为合格。当仅有 1 根接头试件的静力作用下的强度和延性、静载荷作用下的滑移不满足要求时，应再取 4 根接头试件进行复检，复检中仍有 1 根接头试件静力作用下的强度和延性、静载荷作用下的滑移不满足要求时，该验收批应评定为不合格。

7.3.10 对有效认证的接头产品，验收批数量可扩大为1000个；当现场检验连续10个验收批抽样接头试件静力作用下的强度和延性、静载荷作用下的滑移试验一次合格率为100%时，验收批接头数量可扩大为1500个。当扩大后的各验收批中出现抽样接头试件静力作用下的强度和延性、静载荷作用下的滑移不合格的评定结果时，应将随后的各验收批恢复为500个，且不得再次扩大验收批数量。

7.3.11 设计对接头高周疲劳载荷下的性能要求进行现场检验的核电工程，可按设计提供的钢筋应力幅和最大应力，或根据本规程第5.5.2条的规定进行高周疲劳载荷下的性能检验，并在核电工程中选取最大规格接头截取3根接头试件进行高周疲劳载荷下的性能试

验。3根接头试件均通过200万次高周疲劳载荷下的性能试验未破坏，应评定该验收批合格。当仅有1根接头试件不合格时，应再取3根接头试件进行复检，当3根复检试件均合格，应评定该验收批合格，复检中仍有1根试件不合格时，该验收批应评定为不合格。

7.3.12 接头现场验收除安装质量检验、静力作用下的强度和延性检验、静载荷作用下的滑移检验外，设计文件中明确的特殊要求检验项目按设计文件执行。

7.3.13 现场截取抽样接头试件后，原接头位置的钢筋可采用同规格、同强度等级的钢筋进行绑扎搭接连接、焊接连接或机械连接方法补接。

7.3.14 对抽检不合格的接头验收批，应由核电工程有关各方研究后提出处理方案。

7.4 模块化钢筋连接

7.4.1 模块化钢筋连接可分为钢筋部品与已浇混凝土钢筋之间、钢筋部品与钢筋部品之间、预制构件钢筋与已浇混凝土钢筋之间、预制构件钢筋与预制构件钢筋之间等的连接。

7.4.2 模块化钢筋施工前，施工单位应完成选用接头产品的适用性分析。完成相关性能测试检验合格后，应根据接头产品技术要求和结构实际特点制定模块化钢筋连接专项施工方案。专项施工方案需明确工程概况、施工安排、施工进度计划、施工准备与资源配置、施工方法、工艺要求及施工安全技术措施等，并根据设计要求和施工方案进行必要的施工验算。专项施工方案应由施工单位技术负责人审批通过后报设计、监理批准。

7.4.3 模块化钢筋接头按本规程第 7.4.2 条规定的性能测试应在试验机上模拟实际应用场景和按照产品的最大允许偏差（如最大允许钢筋轴向偏差）安装被连接钢筋，再进行接头安装，最后开始性能测试。产品已完成型式检验，若为上机前完成接头安装再开始性能测试，其结果可供参考，需要分析判断其适用性、有效性、可靠性。

7.4.4 施工单位应根据成型钢筋骨架的吊运、安装与连接方式对施工现场操作人员进行专项培训和质量安全技术交底。

7.4.5 模块化钢筋接头的选择应符合下列规定：

1 应根据被连接模块化钢筋的特点、安装空间、操作条件等实际应用场景选择适用的接头产品。必要时，特别是复杂情况的首次应用或可能造成严重后果的，应该通过模型试验论证，以确保实际工程的可实施性和钢筋连接的可靠性。

2 应至少满足钢筋端面间距不超过20 mm、钢筋轴线间距不超过5 mm的钢筋连接要

求。

3 连接件的组成部件数量宜少，易加工，质量稳定。

4 接头的安装宜便捷，工序少，对工人、安装设备、环境等的要求适当，应适应各种条件下的安装并能保证质量。

5 应采用经过型式检验及核电工程项目单根钢筋连接验证过的可靠技术及产品。

6 接头完成安装后宜具备简便的质量检查手段和条件，对于不具备条件或不能涵盖全部的质量控制点应有其它间接的检查或评判手段、措施。

7.4.6 模块化钢筋接头技术提供单位应提交接头产品技术文件，包括但不限于：

1 产品的适用范围与对象、产品设计与加工、接头加工与安装、接头检验与验收等方面的内容；

2 连接件可调长度、接头长度范围、连接部位钢筋径向间距允许的最小尺寸、连接不同尺寸径向偏差的钢筋（利用工具矫正或无需工具矫正）时连接钢筋需设计预留无约束长度段最小尺寸、安装时连接设备所需最小作业空间尺寸要求、相关参数说明和施工作业示意图等。

7.4.7 主体结构的施工质量与模块化钢筋加工制造质量应能满足所选用接头产品的技术要求。

7.4.8 模块化钢筋加工与吊装应符合下列规定：

1 钢筋下料长度应按照连接件产品的可调间隙、连接长度等参数设计，钢筋长度偏差应符合结构布筋设计和连接件允许偏差的要求；

2 钢筋固定应采用专用工装或模具，连接钢筋端头的轴向定位偏差和径向位置偏差应符合设计要求，还应设计起吊、安装时降低变形的刚性胎具；

3 制成品的成组部品化钢筋、预制混凝土构件，应对各个钢筋端头的轴向定位偏差和径向位置偏差逐根进行检查，不合格的应采取相应调整或补救措施予以纠正，直至合格。

4 模块化钢筋应具有足够的强度、刚度和整体稳定性，必要时应对模块化钢筋进行临时固定和支撑。对于复杂的三维模块化钢筋骨架，应制定专门吊装方案，必要时应配套相关的辅助工装。

7.4.9 接头技术提供单位应为模块化钢筋连接提供专用加工设备、安装设备及必要的工具。

7.4.10 模块化钢筋吊装就位后，钢筋的连接应根据接头的工艺要求及相关规定进行操作。

作，按照专项施工方案有序实施。

7.4.11 接头技术提供单位宜在安装现场配备钢筋矫正设备。当连接钢筋位置偏差无法安装时，应对连接钢筋位置进行调整。当存在严重偏差而无法安装时，应会同设计单位制定专项处理方案，严禁随意切割、强行调整定位钢筋。

7.4.12 钢筋矫正、钢筋丝头的现场加工、钢筋安装、模块化中（预制构件、钢筋部品及关联的主体结构）被连接钢筋的质量控制与保护、接头安装前的质量检查与矫正、接头安装、接头安装后的施工等应满足接头技术提供单位的技术要求。

7.4.13 模块化钢筋主筋连接完毕后，应按照设计或深化图纸要求补齐连接区域内钢筋。

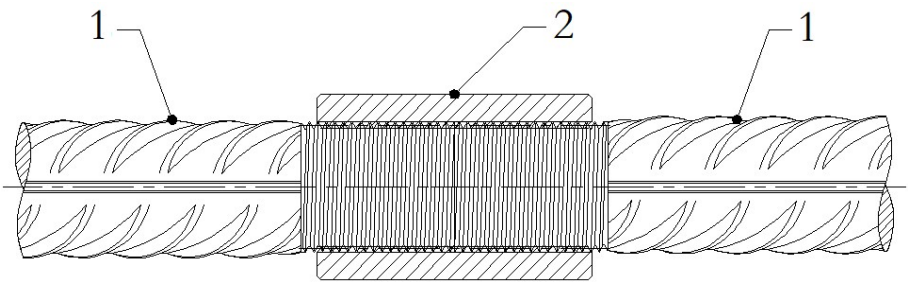
附录 A 核电工程常用接头结构型式

(资料性)

A.1 直螺纹接头

A.1.1 直螺纹接头按结构型式可分为单体式（用于连接的套管或套筒为单件）和组合式（用于连接的套管或套筒为两件或两件以上）。

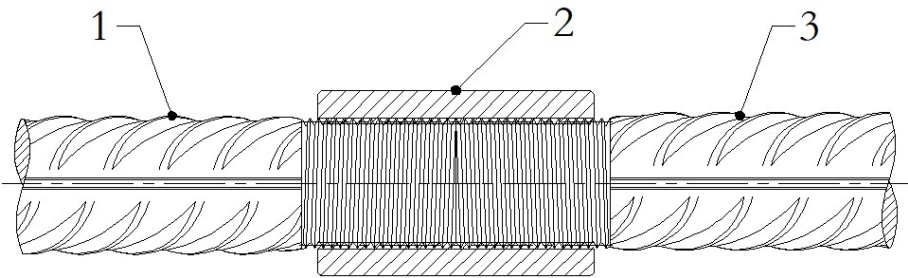
A.1.2 单体式直螺纹接头可分为标准型、正反丝扣型、异径型、扩口型、可焊型等，典型的结构见图 A.1.2-1~ A.1.2-5。



标引序号说明：

- 1——带标准丝头的钢筋；
- 2——标准型直螺纹套筒。

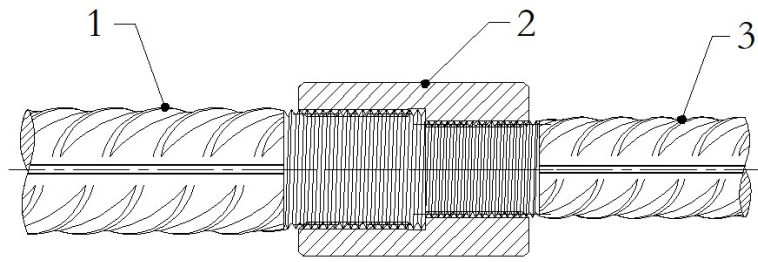
图 A.1.2-1 标准型直螺纹接头示意图



标引序号说明：

- 1——带标准丝头的钢筋；
- 2——正反丝扣型直螺纹套筒；
- 3——带左旋丝头的钢筋。

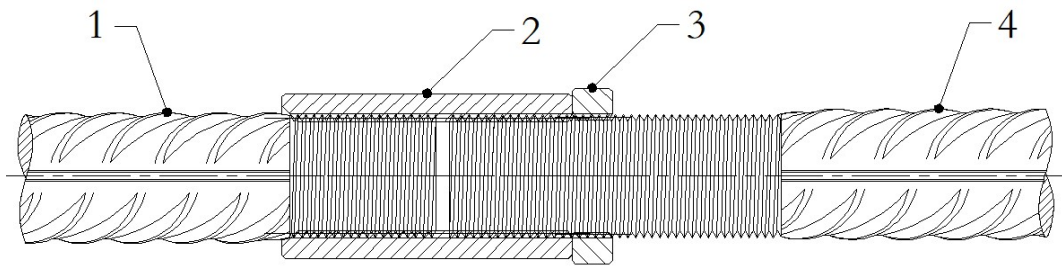
图 A.1.2-2 正反丝扣型直螺纹接头示意图



标引序号说明:

- 1——带标准丝头的钢筋;
- 2——异径型直螺纹套筒;
- 3——带标准丝头的小规格钢筋。

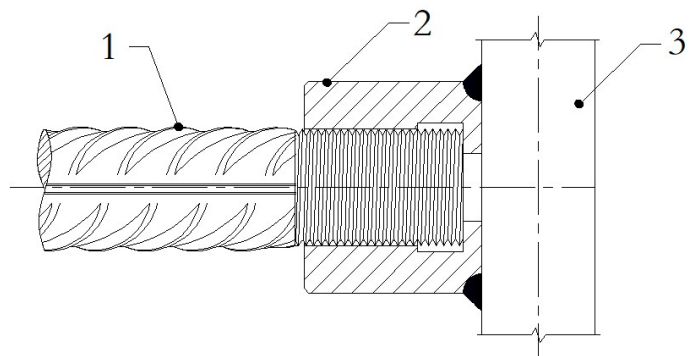
图 A.1.2-3 异径型直螺纹接头示意图



标引序号说明:

- 1——带标准丝头的钢筋;
- 2——扩口型直螺纹套筒;
- 3——锁母;
- 4——带加长丝头的钢筋。

图 A.1.2-4 扩口型直螺纹接头示意图

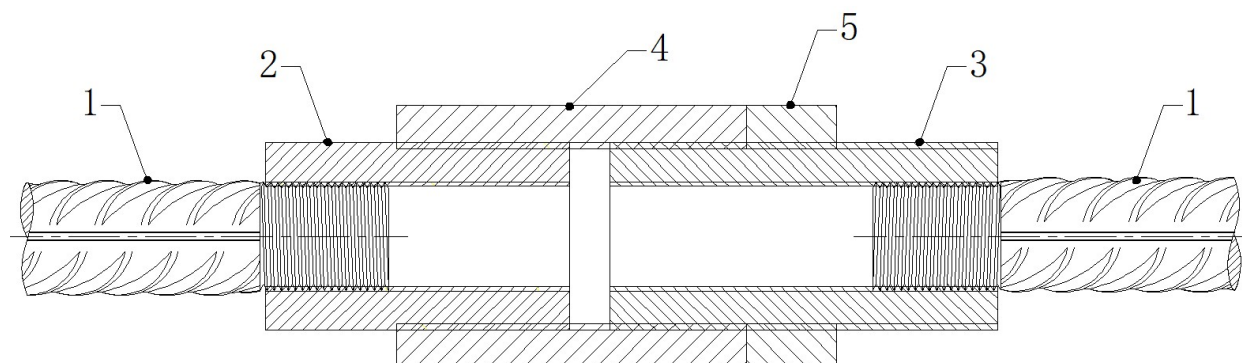


标引序号说明:

- 1——带标准丝头的钢筋;
- 2——可焊型直螺纹套筒;
- 3——钢制结构件。

图 A.1.2-5 可焊型直螺纹接头示意图

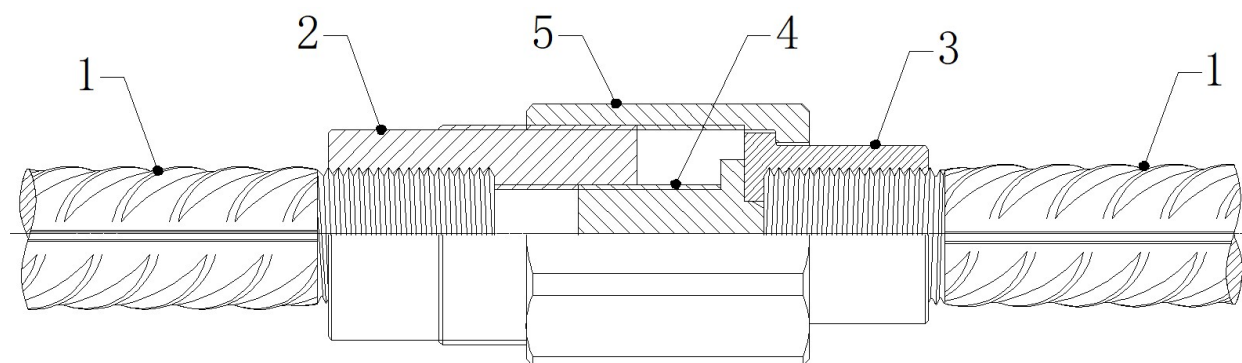
A.1.3 组合式直螺纹接头可分为直螺纹组合接头和带肋钢筋套筒挤压-直螺纹复合接头，典型的结构见图 A.1.3-1~ A.1.3-7。



标引序号说明：

- 1——带标准丝头的钢筋；
- 2——内螺套1；
- 3——内螺套2；
- 4——外螺套；
- 5——锁母。

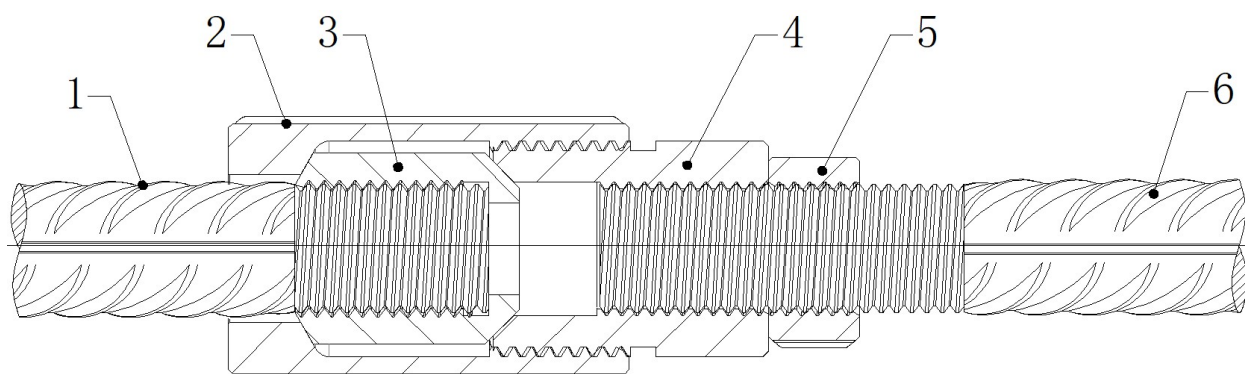
图A.1.3-1 直螺纹组合接头示意图1



标引序号说明：

- 1——带标准丝头的钢筋；
- 2——内接套；
- 3——内挡套；
- 4——可调顶杆；
- 5——外U套。

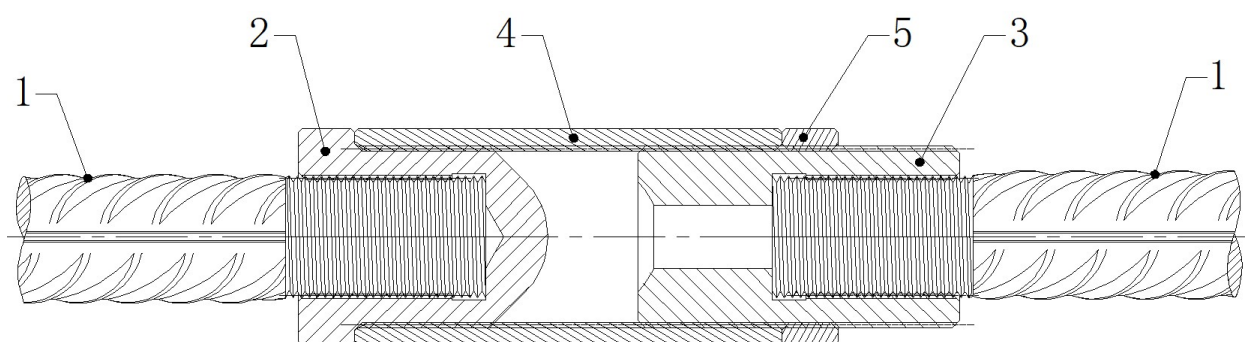
图A.1.3-2 直螺纹组合接头示意图2



标引序号说明:

- 1——带标准丝头的钢筋;
- 2——外螺套;
- 3——内螺套1;
- 4——内螺套2;
- 5——锁母;
- 6——带加长丝头的钢筋。

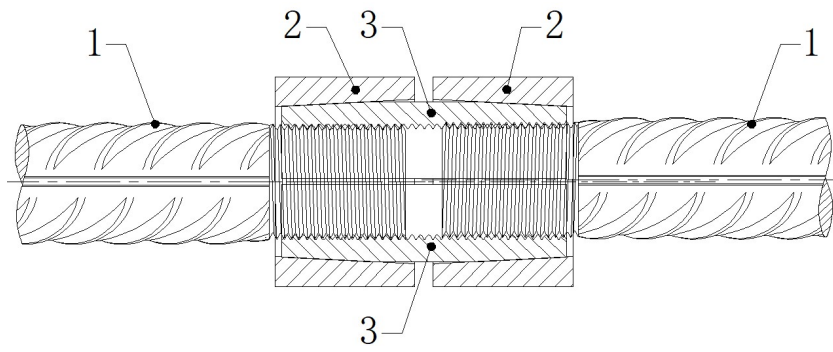
图A.1.3-3 直螺纹组合接头示意图3



标引序号说明:

- 1——带标准丝头的钢筋;
- 2——导向套筒;
- 3——自锁套筒;
- 4——连接套筒;
- 5——锁母。

图A.1.3-4 直螺纹组合接头示意图4



标引序号说明:

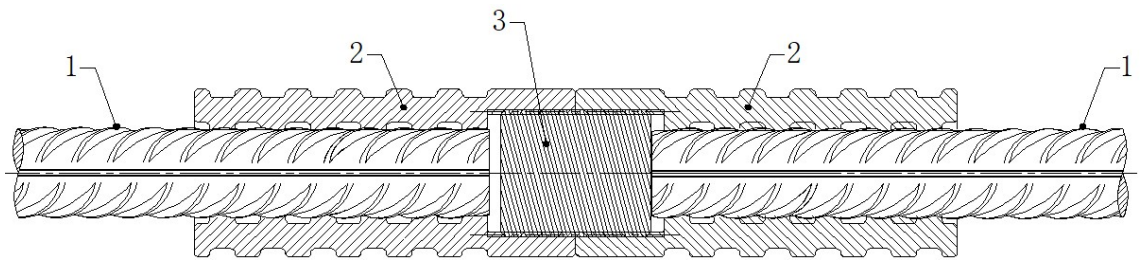
1——带标准丝头的钢筋;

2——锥套;

3——带内螺纹的分瓣式锁片。

图A.1.3-5 带肋钢筋套筒挤压-直螺纹复合接头示意图1

(钢筋端部需加工丝头)



标引序号说明:

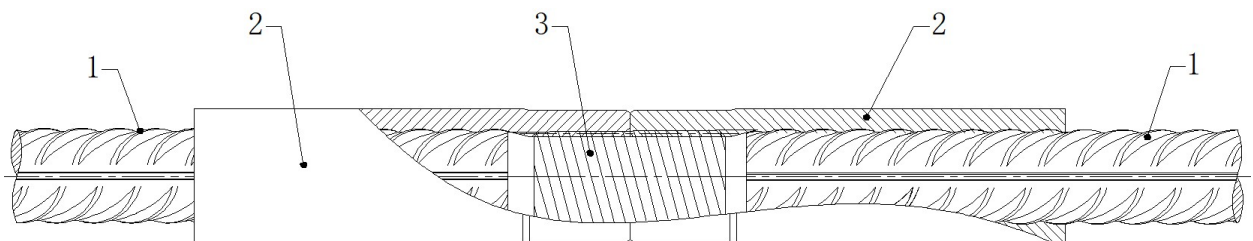
1——钢筋;

2——带内螺纹的径向挤压套筒;

3——连接螺杆。

图A.1.3-6 带肋钢筋套筒挤压-直螺纹复合接头示意图2

(钢筋端部无需加工丝头)



标引序号说明:

1——钢筋;

2——带内螺纹的轴向挤压套筒;

3——连接螺杆。

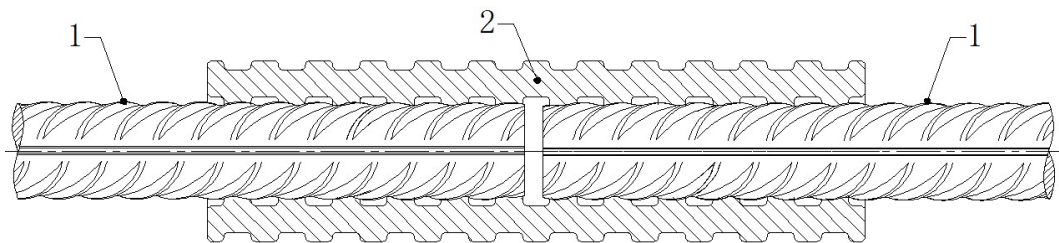
图A.1.3-7 带肋钢筋套筒挤压-直螺纹复合接头示意图3

(钢筋端部无需加工丝头)

A.2 带肋钢筋套筒挤压接头

A.2.1 带肋钢筋套筒挤压接头按结构型式可分为单体式（用于连接的套管或套筒为单件）和组合式（用于连接的套管或套筒为两件或两件以上）。

A.2.2 单体式带肋钢筋套筒径向挤压接头和单体式带肋钢筋套筒轴向挤压接头可分为标准型、异径型和加长型，典型的结构见图 A.2.2-1~A.2.2-6。

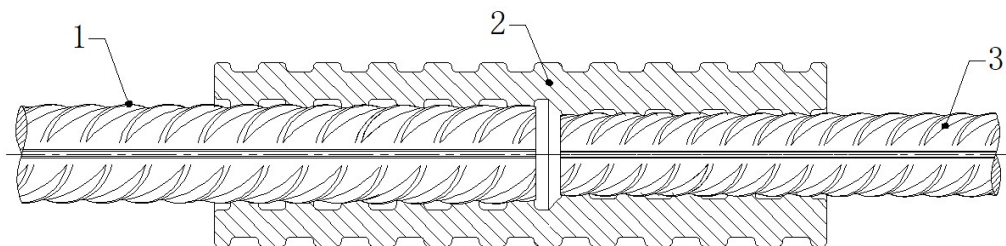


标引序号说明：

1——钢筋；

2——标准型径向挤压带肋钢筋套筒。

图 A.2.2-1 标准型径向挤压接头示意图



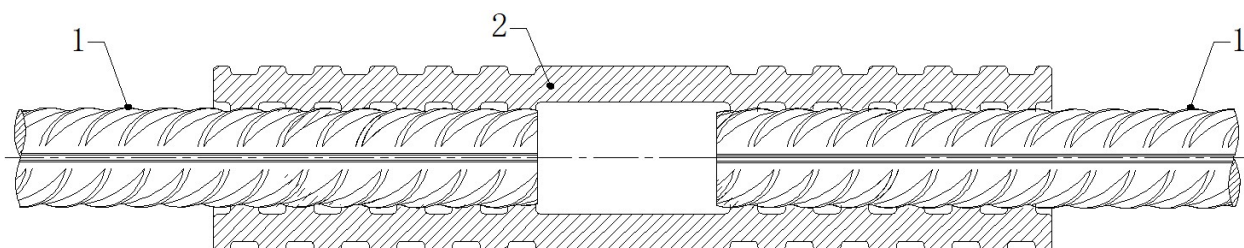
标引序号说明：

1——大端钢筋；

2——异径型径向挤压带肋钢筋套筒；

3——小端钢筋。

图 A.2.2-2 异径型径向挤压接头示意图

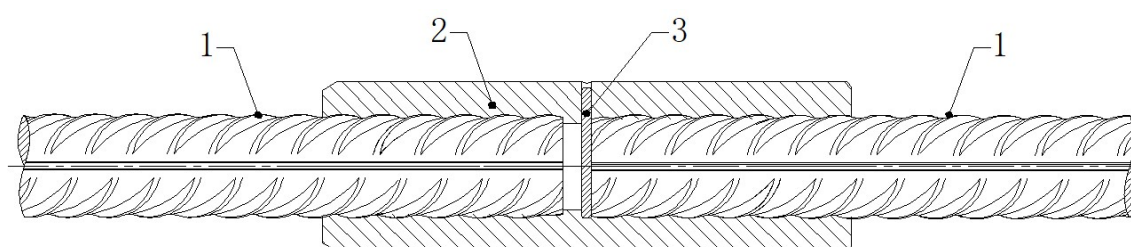


标引序号说明:

1——钢筋;

2——加长型径向挤压带肋钢筋套筒。

图 A.2.2-3 加长型径向挤压接头示意图



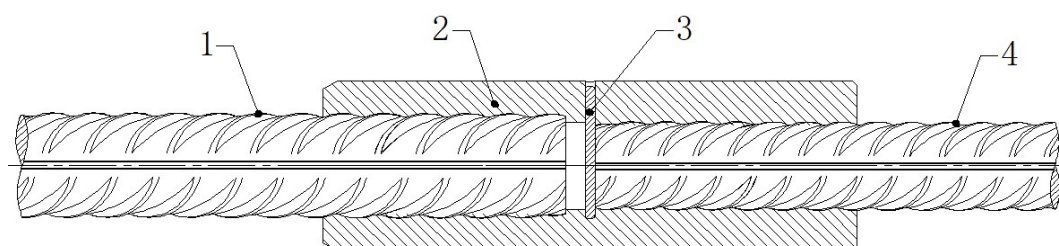
标引序号说明:

1——钢筋;

2——标准型轴向挤压带肋钢筋套筒;

3——定位销。

图 A.2.2-4 标准型轴向挤压接头示意图



标引序号说明:

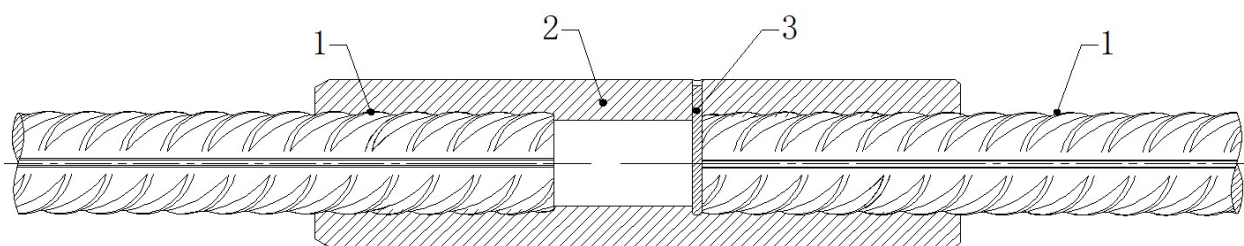
1——大端钢筋;

2——异径型轴向挤压带肋钢筋套筒;

3——定位销;

4——小端钢筋。

图 A.2.2-5 异径型轴向挤压接头示意图

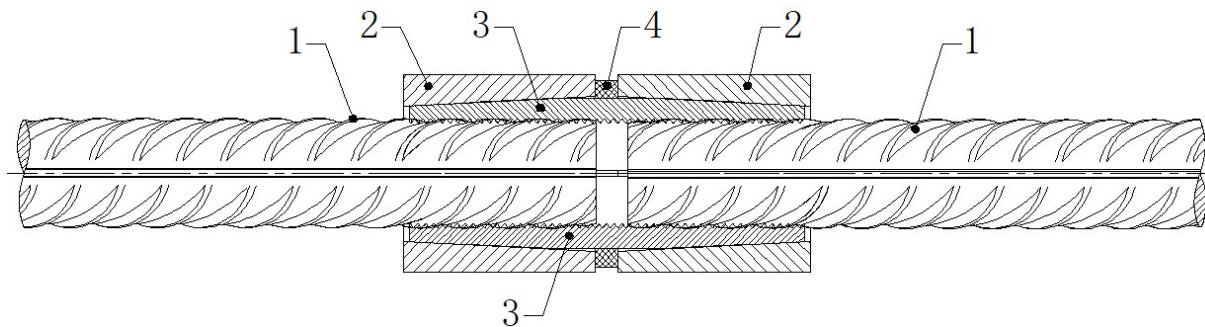


标引序号说明：

- 1——钢筋；
- 2——加长型轴向挤压带肋钢筋套筒；
- 3——定位销。

图 A.2.2-6 加长型轴向挤压接头示意图

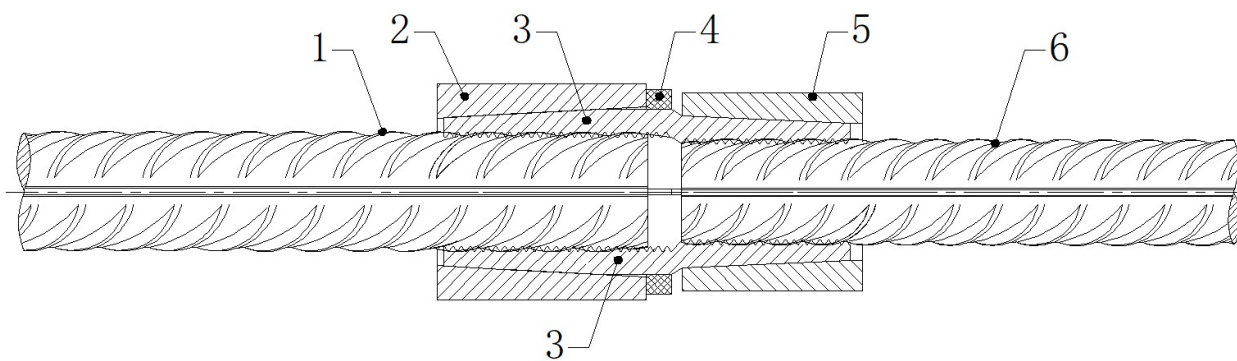
A.2.3 组合式带肋钢筋套筒挤压接头典型的结构见图 A.2.3-1~A.2.3-6。



标引序号说明：

- 1——钢筋；
- 2——锥套；
- 3——带内齿的分瓣式锁片；
- 4——锁片保持架。

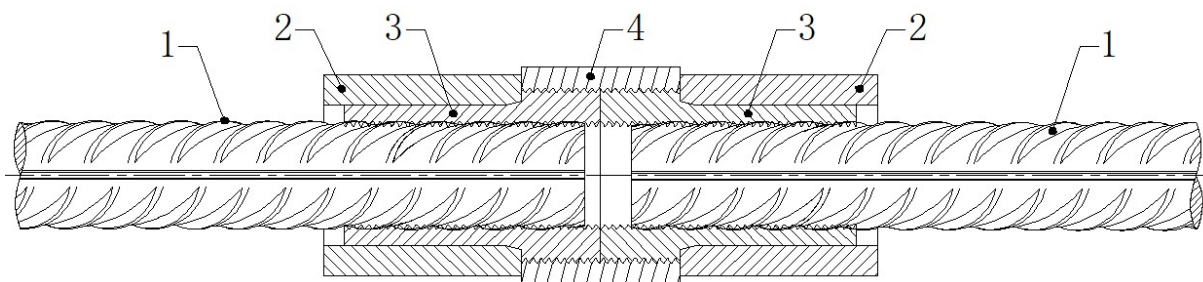
图 A.2.3-1 组合式标准型轴向挤压接头示意图1



标引序号说明：

- 1——大端钢筋；
- 2——大端锥套；
- 3——带内齿的分瓣式锁片；
- 4——锁片保持架；
- 5——小端锥套；
- 6——小端钢筋。

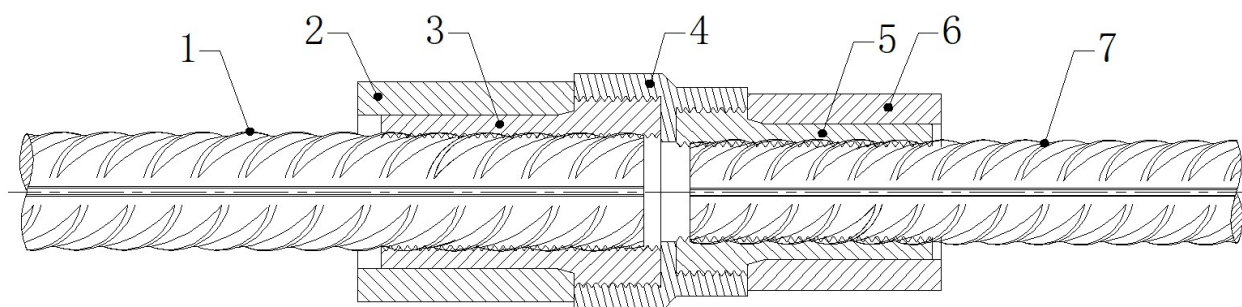
图 A.2.3-2 组合式异径型轴向挤压接头示意图1



标引序号说明:

- 1——钢筋;
- 2——外套;
- 3——带内齿及外螺纹的的整体式内套;
- 4——连接套。

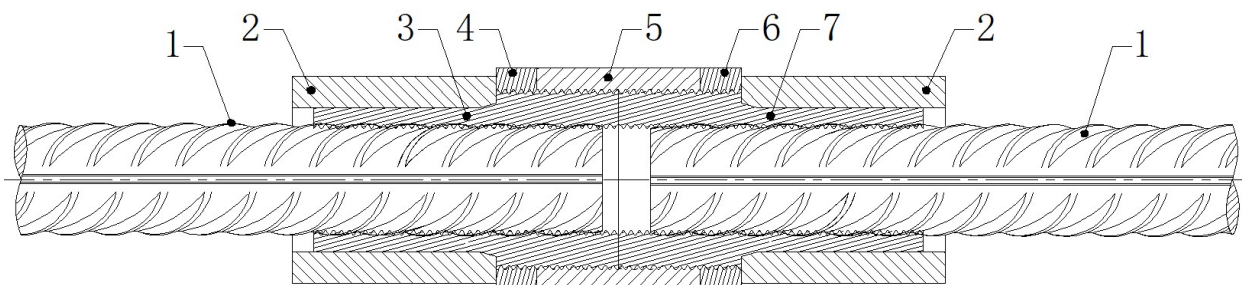
图 A.2.3-3 组合式标准型轴向挤压接头示意图2



标引序号说明:

- 1——大端钢筋;
- 2——大端外套;
- 3——带内齿及外螺纹的的整体式大端内套;
- 4——连接套;
- 5——带内齿及外螺纹的的整体式小端内套;
- 6——小端外套;
- 7——小端钢筋。

图 A.2.3-4 组合式异径型轴向挤压接头示意图2

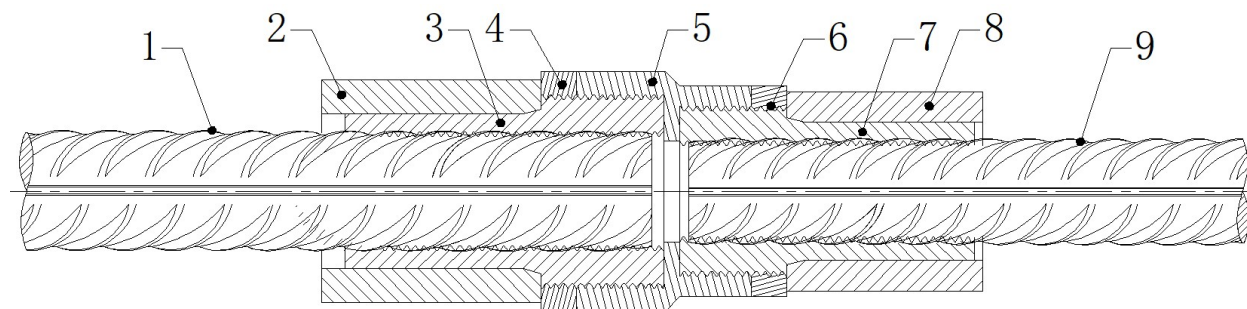


标引序号说明:

- 1——钢筋;
- 2——外套;

- 3——带内齿及右旋外螺纹的内套；
- 4——带右旋内螺纹的锁母；
- 5——正反丝扣连接套；
- 6——带左旋外螺纹的锁母；
- 7——带内齿及左旋外螺纹的内套。

图 A.2.3-5 组合式标准型轴向挤压接头示意图 3



标引序号说明：

- 1——大端钢筋；
- 2——大端外套；
- 3——带内齿及右旋外螺纹的大端内套；
- 4——带右旋内螺纹的大端锁母；
- 5——正反丝扣连接套；
- 6——带左旋外螺纹的小端锁母；
- 7——带内齿及左旋外螺纹的小端内套；
- 8——小端外套；
- 9——小端钢筋。

图 A.2.3-6 组合式异径型轴向挤压接头示意图 3

附录 B 接头试件试验方法

(资料性)

B.1 一般规定

B.1.1 检测实验室的温度应在 $10^{\circ}\text{C} \sim 30^{\circ}\text{C}$ 之间。

B.1.2 实验设备应符合现行国家标准《钢筋混凝土用钢材试验方法》GB/T 28900 的规定。

B.1.3 加载速率应符合下列规定：

1 接头试件测量残余变形时的加载应力速率宜采用 $2\text{N}/\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ ，不应超过 $8\text{N}/\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ ；

2 接头试件测量静力作用下的强度和延性时，试验机夹头的分离速率宜采用 $0.05L_c/\text{min}$ ， L_c 为试验机夹头间的距离。

3 加载速率相对误差不宜大于 $\pm 20\%$ 。

B.1.4 实验结果的数值修约与判定应符合现行国家标准《数值修约规则与极限数值的表示和判定》GB/T 8170 的要求。

B.1.5 接头试件静力作用下的延性及静载荷作用下的滑移测量标距和仪表布置见图 B.1.5。

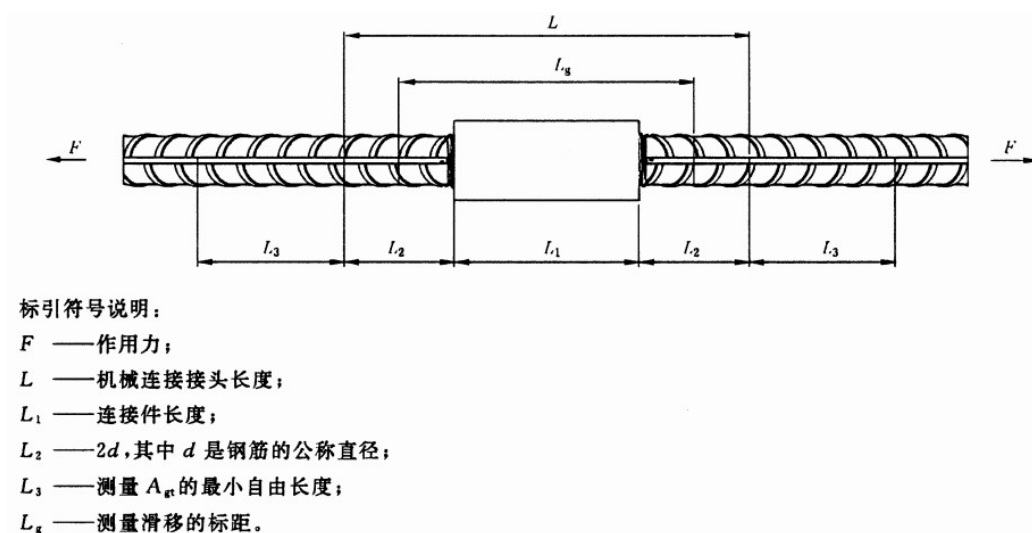


图 B.1.5 接头试件测量标距和仪表布置

B.1.6 接头试件应按表 B.1.6 的加载制度进行试验。

表 B.1.6 接头试件试验加载制度

试验项目	加载制度
单向拉伸	$0 \rightarrow 0.6 f_{yk} \rightarrow 0$ (测量残余变形) $\rightarrow$ 最大拉力 (记录极限抗拉强度) $\rightarrow$ 破坏 (测定最大力下总伸长率)
高应力反复拉压	$0 \rightarrow (0.9 f_{yk} \rightarrow -0.5 f_{yk}) \rightarrow$ 破坏 (反复 20 次)
大变形反复拉压	$0 \rightarrow (2\varepsilon_{yk} \rightarrow -0.5 f_{yk}) \rightarrow (5\varepsilon_{yk} \rightarrow -0.5 f_{yk}) \rightarrow$ 破坏 (反复 4 次) (反复 4 次)

注：荷载与变形测量偏差应不大于±5%。

B.2 静力作用下的强度和延性

B.2.1 接头试件静力作用下的强度试验，应按本规程表 B.1.6 中单向拉伸的加载制度加载并拉断。

B.2.2 接头试件静力作用下的延性试验，加载前，如图 B.1.5 所示，应在其连接件两侧的钢筋表面分别用细划线标出测量标距为 L_3 的标记线， L_3 不应小于 100mm，标距长度应用最小刻度值不大于 0.1mm 的量具测量。

B.2.3 接头试件静力作用下的延性试验，接头试件应按本规程表 B.1.6 单向拉伸加载制度加载并拉断，再次测量标距 L_3 长度为 L_3^0 ，接头最大力总延伸率 A_{gt} 应按下式计算。应用下式计算时，当试件颈缩发生在连接件一侧的钢筋母材时， L_3 和 L_3^0 应在连接件另一侧读取。当破坏发生在接头长度范围内时， L_3 和 L_3^0 应读取连接件两侧的较大值。

$$A_{gt} = [(L_3^0 - L_3) / L_3 + R_m^0 / E] \times 100 \tag{B.2.2}$$

式中： R_m^0 、 E —— 分别为接头试件实测极限抗拉强度和钢筋理论弹性模量；

L_3 —— 加载前标距的实测长度；

L_3^0 —— 卸载后标距的实测长度。

B.3 静载荷作用下的滑移

B.3.1 静载荷作用下的滑移测量仪表应在钢筋两侧对称布置如图 B.1.5 所示，，两侧测量点的相对偏差不宜大于 5mm，且二侧仪表应能独立读取各自变形值。应取钢筋两侧仪表读数的平均值计算残余变形值。

B.3.2 静载荷作用下的滑移测量标距应按下式计算：

$$L_g = L_1 + \beta d \quad (\text{B.3.2})$$

式中： L_g —— 静载荷作用下的滑移测量标距 mm；

L_1 —— 连接件长度 mm；

β —— 系数，取 2~6；

d —— 钢筋公称直径 mm。

B.3.3 静载荷作用下的滑移（含静力作用下的强度和延性）接头试件应按本过程表 B.1.6 单向拉伸加载制度加载并拉断，加载制度参照图 B.3.3。

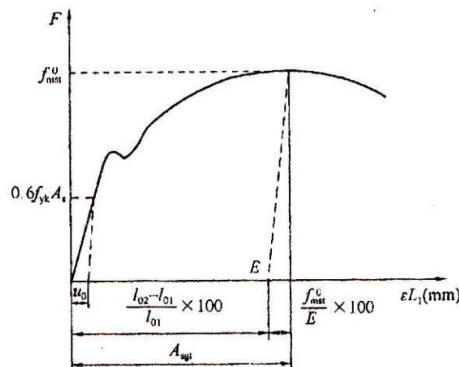


图 B.3.3 静载荷作用下的滑移（含静力作用下的强度和延性）加载制度

B.4 低周反复载荷下的性能

B.4.1 低周反复载荷下的残余变形测量仪表应在钢筋两侧对称布置如图 B.1.5 所示，两侧测量点的相对偏差不宜大于 5mm，且二侧仪表应能独立读取各自变形值。应取钢筋两侧仪表读数的平均值计算残余变形值。

B.4.2 低周反复载荷下的残余变形测量标距应按下式计算：

$$L_g = L_1 + 4d \quad (\text{B.4.2})$$

式中：
 L_g —— 静载荷作用下的滑移测量标距 mm；
 L_1 —— 连接件长度 mm；
 d —— 钢筋公称直径 mm。

B.4.3 低周反复载荷下的残余变形接头试件应按本规程表 B.1.6 高应力反复拉压及大变形反复拉压加载制度加载并拉断，加载制度参照图 B.4.3-1、图 B.4.3-2。

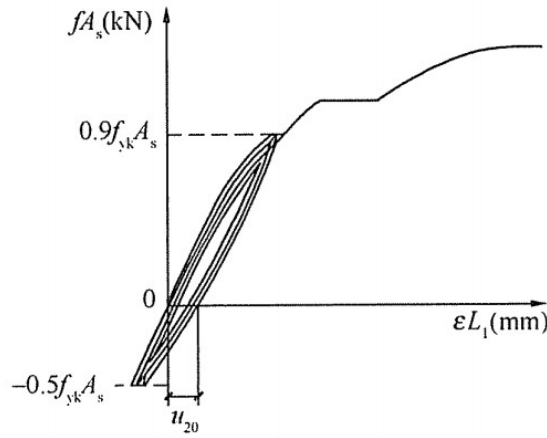


图 B.4.3-1 低周反复载荷下的残余变形（高应力反复拉压）加载制度

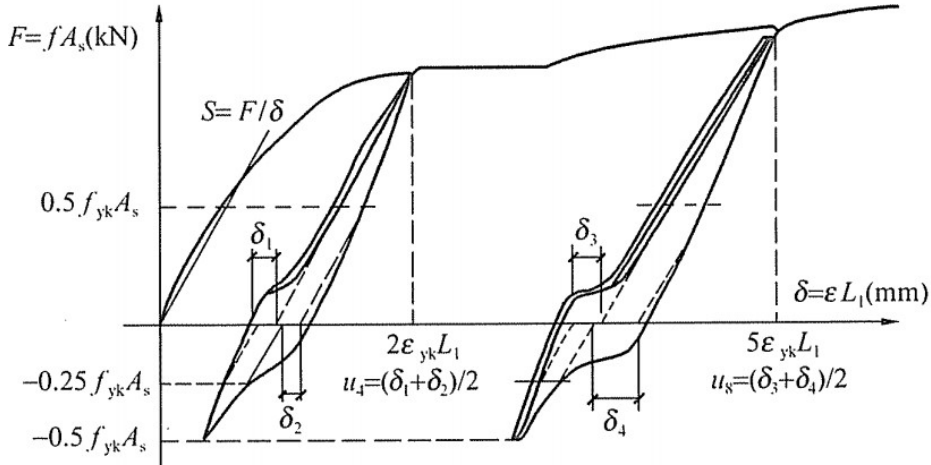


图 B.4.3-2 低周反复载荷下的残余变形（大变形反复拉压）加载制度

注：1 S 线表示钢筋的拉、压刚度；F—钢筋所受的力，等于钢筋应力 f 与钢筋理论横截面面积 A_s 的乘积； δ —力作用下的钢筋变形，等于钢筋应变 ε 与变形测量标距 L_1 的乘积； A_s —钢筋理论横截面面积 (mm^2)； L_1 —变形测量标距 (mm)。

2 δ_1 为 $2\varepsilon_{yk}L_1$ 反复加载四次后，在加载力为 $0.5f_{yk}A_s$ 及反向卸载力为 $-0.25f_{yk}A_s$ 处作 S 的平行线与横坐标

交点之间的距离所代表的变形值；

3 δ_2 为 $2\varepsilon_{yk}L_1$ 反复加载四次后，在卸载力水平为 $0.5 f_{yk} A_s$ 及反向加载力为 $-0.25 f_{yk} A_s$ 处作 S 的平行线与横坐标交点之间的距离所代表的变形值；

4 δ_3 、 δ_4 为在 $5\varepsilon_{yk}L_1$ 反复加载四次后，按与 δ_1 、 δ_2 相同方法所得的变形值。

B.5 高周疲劳载荷下的性能

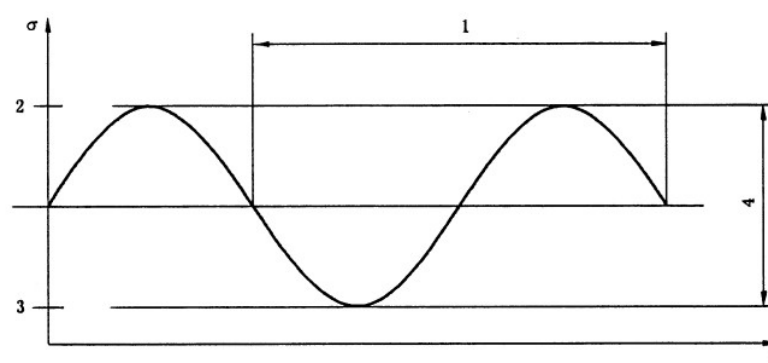
B.5.1 高周疲劳载荷下的性能加载制度见图 B.5.1，并符合下列规定：

1 用于疲劳试验的接头试件，应按接头技术提供单位的相关技术要求制作、安装，试件组装后的弯折角度不得超过 1° ，试件的受试段长度不宜小于 400mm。

2 接头试件疲劳性能试验宜采用低频试验机进行，应力循环频率宜选用 5Hz～15Hz，当采用高频疲劳试验机进行疲劳试验时，应力幅或试验结果宜做修正。试验过程中，当试件温度超过 40°C 时，应采取降温措施。钢筋接头在高低温环境下使用时，接头疲劳试验应在相应的模拟环境条件下进行。

3 试件经 2×10^6 次循环加载后可终止试验。当循环加载次数小于 2×10^6 次，试件断于接头长度范围外、接头外观完好且夹持长度足够时，允许继续进行疲劳试验。

4 接头疲劳试验尚应符合现行国家标准《金属材料 疲劳试验 轴向力控制方法》GB/T 3075 的相关规定。



标引序号说明：

σ ——应力；

t ——时间；

1 ——载荷周期；

2 ——轴向加载疲劳试验的最大应力 $\sigma_{\max}$ ；

3 ——轴向加载疲劳试验的最小应力 $\sigma_{\min}$ ；

4 ——高周疲劳试验的应力范围 $2\sigma_s$ 。

图 B.5.1 高周疲劳载荷下的性能加载制度

B.6 瞬间加载冲击下的性能

B.5.1 瞬间加载冲击下的性能试验装置见图 B.6.1。将标距过的抗飞机撞击型接头试件放在实验加载器的夹具之间，控制加载应变率为 1.0 s^{-1} ，即加载速率 $V_0 = L_0\text{ (mm/s)}$ ， L_0 夹具之间的长度（mm）。

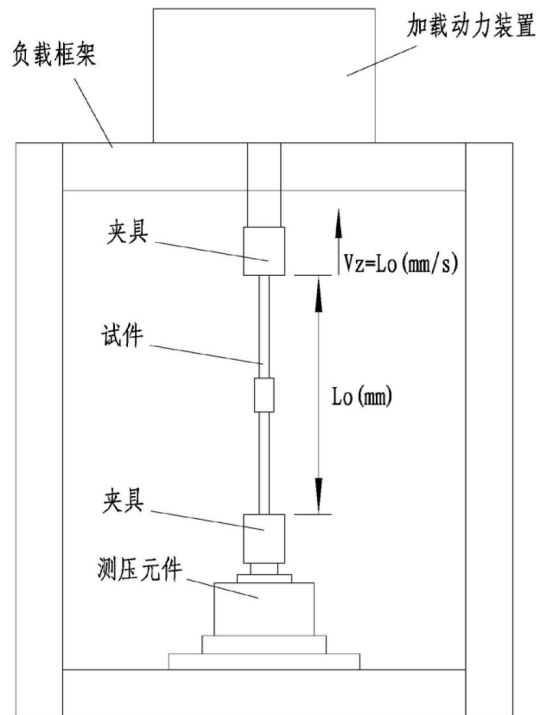


图 B.6.1 接头瞬间加载冲击下的性能试验装置示意图

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，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) 对表示允许稍有选择，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

- 1 《普通螺纹 基本牙型》GB/T 192
- 2 《普通螺纹 基本尺寸》GB/T 196
- 3 《普通螺纹 公差》GB/T 197
- 4 《金属材料 拉伸试验 第1部分：室温试验方法》GB/T 228.1
- 5 《优质碳素结构钢》GB/T 699
- 6 《碳素结构钢》GB/T 700
- 7 《热轧钢棒尺寸、外形、质量及允许偏差》GB/T 702
- 8 《结构用无缝钢管》GB/T 8162
- 9 《钢筋混凝土用钢 第1部分：热轧光圆钢筋》GB/T 1499.1
- 10 《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2
- 11 《普通螺纹量规 技术条件》GB/T 3934
- 12 《紧固件公差 螺栓、螺钉、螺柱和螺母》GB/T 3103.1
- 13 《紧固件表面缺陷 螺栓、螺钉和螺柱 一般要求》GB/T 5779.1
- 14 《数值修约规则与极限数值的表示和判定》GB/T 8170
- 15 《钢筋混凝土用余热处理钢筋》GB/T 13014
- 16 《无缝钢管尺寸、外形、重量及允许偏差》GB/T 17395
- 17 《钢筋混凝土用钢材试验方法》GB/T 28900
- 18 《钢筋混凝土用耐蚀钢筋》GB/T 33953
- 19 《钢筋混凝土用不锈钢钢筋》GB/T 33959
- 20 《钢筋机械连接件》GB/T 42796
- 21 《钢筋机械连接件试验方法》GB/T 42901
- 22 《钢结构焊接规范》GB 50661
- 23 《混凝土结构通用规范》GB/T 55008
- 24 《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107
- 25 《钢筋机械连接用套筒》JG/T 163

附件 3

中国核工业勘察设计协会
团体标准编写大纲/标准征求意见表

大纲/标准名称				
意见提出人			所在单位	
联系电话			邮箱	
意见反馈内容				
序号	所在页次	大纲/标准章 条编号	大纲/原标准内容	建议修改及依据

中国核工业勘察设计协会

团体标准征求意见表（续页）

[illegible]

共 页第 页