

ICS 27.140

P 59

备案号: J1545—2013

DL

中华人民共和国电力行业标准

P

DL / T 5169 — 2013

代替 DL / T 5169 — 2002

水工混凝土钢筋施工规范

Specification for construction of
hydraulic concrete reinforcement

2013-03-07 发布

2013-08-01 实施

国家能源局 发布

中华人民共和国电力行业标准

水工混凝土钢筋施工规范

Specification for construction of
hydraulic concrete reinforcement

DL/T 5169 — 2013

代替 DL/T 5169 — 2002

主编机构：中国电力企业联合会

批准部门：国家能源局

施行日期：2013年8月1日

中国电力出版社

2013 北京

前 言

本规范是根据《国家能源局关于下达 2009 年第一批能源领域行业标准制(修)订计划的通知》(国能科技〔2009〕163 号)的要求,对《水工混凝土钢筋施工规范》DL/T 5169—2002(以下简称原规范)进行修订的。

本规范修订并补充的主要内容:

- 增加了术语和符号;
- 按照国家相关标准,采用统一牌号,新增细晶粒热轧钢筋(HRBF)、余热处理钢筋[RRB400(KL400)]等内容;
- 增加钢筋电弧焊所采用的焊条及各种焊接方法的适用范围;
- 本规范对“钢筋焊接的焊接参数”、“机械接头拧紧力矩值”以及钢筋“主要机械性能”、“化学成分”、“机械连接接头试验指标”等内容进行了修订;
- 增加适用于水工混凝土钢筋焊接的钢筋牌号和规格;
- 增加钢筋“预埋件钢筋电弧焊 T 形接头”、“预埋件钢筋埋弧压力焊”“钢筋电阻点焊”等焊接方式及技术指标;
- 新增“质量检查与控制”章节。

本规范中以黑体字标志的条文为强制条文,必须严格执行。

本规范由中国电力企业联合会提出。

本规范由电力行业水电施工标准化技术委员会归口。

本规范起草单位:中国水利水电第四工程局有限公司、中国人民武装警察部队水电指挥部。

本规范主要起草人:席浩、李克信、牛宏力、吴国如、郑桂斌、顾锡学、许佐龙、张永公、林友汉、段玉忠、王万明。

中华人民共和国电力行业标准
水工混凝土钢筋施工规范
Specification for construction of
hydraulic concrete reinforcement

DL/T 5169—2013

代替 DL/T 5169—2002

中国电力出版社出版、发行

北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>

北京九天众诚印刷有限公司印刷

2013 年 8 月第一版 2013 年 8 月北京第一次印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 3 印张 75 千字

印数 0001—3000 册

统一书号 155123·1553 定价 25.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

本规范主要审查人：周厚贵、付元初、许松林、汪毅、郭光文、梅锦煜、孙来成、李晶华、张金海、楚跃先、康明华、余英、陈宏、常焕生、常满祥、王鹏禹、姬脉兴、吴高见、刘志和、和孙文、朱明星、吕芝林。

本标准在执行过程中的意见或者建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

目 次

前言	I
1 总则	1
2 术语和符号	2
2.1 术语	2
2.2 符号	5
3 材料	6
3.1 一般规定	6
3.2 钢筋检验	6
3.3 钢筋储存	7
3.4 钢筋代换	8
4 加工	9
4.1 钢筋清污除锈	9
4.2 钢筋调直	9
4.3 钢筋下料剪切	10
4.4 钢筋接头加工及弯折	10
4.5 成品钢筋存放和运输	14
5 连接	15
5.1 一般规定	15
5.2 钢筋连接技术要求	16
5.3 接头分布要求	30
6 安装	32
6.1 一般规定	32
6.2 钢筋绑扎要求	32
6.3 机械接头安装	33
6.4 保护层	34

6.5 架立筋	34
6.6 锚筋安装	34
6.7 安装后的监护	35
7 质量检查与控制	36
7.1 一般规定	36
7.2 加工质量控制	38
7.3 连接质量控制	38
7.4 安装质量控制	44
附录 A 钢筋的主要机械性能及化学成分	46
附录 B 钢筋锥(直)螺纹加工质量检验方法	48
附录 C 钢筋焊接方法的适用范围	52
附录 D 钢筋电弧焊焊接材料匹配表	55
附录 E 钢筋机械连接接头类型及适用范围	56
本规范用词说明	57
引用标准名录	58
附: 条文说明	59

Contents

Preface	I
1 General Provisions	1
2 Terms and Symbols	2
2.1 Terms	2
2.2 Symbols	5
3 Materials	6
3.1 General Requirement	6
3.2 Steel Bar Check	6
3.3 Steel Bar Storage	7
3.4 Steel Bar Replacement	8
4 Fabrication	9
4.1 Dust and Rust Cleaning for Steel Bar	9
4.2 Steel Bar Straightening	9
4.3 Steel Bar Laying off and Cutting	10
4.4 Fabrication and Bending for Steel Bar Connection	10
4.5 Storage and Transportation for Finished Product of Steel Bar	14
5 Connection	15
5.1 General Requirement	15
5.2 Requirement of Technic for Steel Bar Connection	16
5.3 Requirement of Connection Distribution	30
6 Installation	32
6.1 General Requirement	32
6.2 Requirement for Steel Bar Binding	32
6.3 Mechanical Splice Fabrication	33
6.4 Covering Layer	34

6.5 Steel Bar Erection	34
6.6 Anchor Bar Installation	34
6.7 Care for Post Installation	35
7 Quality Check and Control	36
7.1 General Requirement	36
7.2 Fabrication Quality Control	38
7.3 Connection Quality Control	38
7.4 Installation Quality Control	44
Appendix A Main mechanical Property and Chemical Composition of Steel Bar	46
Appendix B Quality Check Method of Taper (or Straight) Thread Processing of Steel Bar	48
Appendix C Applicationscope of Steel Bar Welding Means	52
Appendix D Matching List of Arc Welding Materialof Steel Bar	55
Appendix E Steel Bar Mechanical Connection Type and Application Scope	56
Explanation of Wording in This Specification	57
List of Quoted Standards	58
Addition: Explanation of Provisions	59

1 总 则

1.0.1 为保证水工混凝土钢筋施工质量,制定本规范。

1.0.2 本规范规定了水工混凝土钢筋的材料、加工、连接、安装和钢筋质量检查与控制的有关要求,适用于水工混凝土钢筋施工、质量检查及控制。

1.0.3 采用新技术、新工艺时,应经技术论证后方可实施。

1.0.4 水工混凝土钢筋施工应做到技术先进、节材节能、保护环境、经济合理、安全适用、确保质量。

1.0.5 钢筋施工人员应定期进行安全技术培训,合格后持证上岗。

1.0.6 钢筋加工、焊接设备和附属材料应与连接工艺相配套,并应定期进行检修和校验。

1.0.7 水工混凝土钢筋施工除应符合本规范外,尚应符合现行有关国家标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 热轧光圆钢筋 hot rolled plain bar

经热轧成型，横截面通常为圆形，表面光滑的成品钢筋。

2.1.2 热轧带肋钢筋 hot rolled bar

经热轧成型，横截面通常为圆形，表面带肋的成品钢筋，其金相组织主要是铁素体加珠光体，不得有影响使用性能的其他组织存在。

2.1.3 冷轧带肋钢筋 cold-rolled ribbed steel wires and bar

热轧圆盘条钢筋经冷轧后，在其表面带有沿长度方向均匀分布的三面或两面横肋的钢筋。

2.1.4 余热处理钢筋 remained heat treatment ribbed steel bar

热轧后立即穿水，进行表面控制冷却，然后利用芯部余热自身完成回火处理所得的成品钢筋。

2.1.5 细晶粒热轧带肋钢筋 hot rolled bar fine grain

在热轧过程中，通过控轧和控冷工艺形成的细晶粒钢筋，其金相组织主要是铁素体加珠光体，不得有影响使用性能的其他组织存在，晶粒度不粗于9级。

2.1.6 钢筋电弧焊 arc welding of reinforcing steel bar

以焊条作为一极，钢筋为另一极，利用焊接电流通过产生的电弧热进行焊接的一种熔焊方法。

钢筋电弧焊包括焊条电弧焊和二氧化碳气体保护电弧焊两种工艺方法。

2.1.7 钢筋电渣压力焊 electroslag pressure welding of reinforcing

2

steel bar

将两钢筋安放成竖向对接形式，利用焊接电流通过两钢筋端面间隙，在焊剂层下形成电弧过程和电渣过程，产生电弧热和电阻热，熔化钢筋，加压完成的一种压焊方法。

2.1.8 钢筋气压焊 gas pressure welding of reinforcing steel bar

采用氧乙炔火焰或氧液化石油气火焰，（或其他火焰）对两钢筋对接处加热，使其达到热塑性状态（固态）或熔化状态（熔态）后，加压完成的一种压焊方法。

加热达到固态的，为1150℃~1250℃，称钢筋固态气压焊；加热达到熔态的，在1540℃以上，称钢筋熔态气压焊。

2.1.9 钢筋窄间隙电弧焊 narrow-gap arc welding of reinforcing steel bar

将两钢筋安放成为水平对接形式，并置于钢模内，中间留有少量间隙，用焊条从接头根部引弧，连续向上焊接完成的一种电弧焊方法。

2.1.10 钢筋电阻点焊 resistance spot welding of reinforcing steel bar

将两钢筋安放成交叉叠接形式，压紧于两电极之间，利用电阻热熔化母材金属，加压形成焊点的一种压焊方法。

2.1.11 钢筋闪光对焊 flash butt welding of reinforcing steel bar

将两钢筋以对接形式安放在对焊机上，利用电阻热使接触点金属熔化，产生强烈闪光和飞溅，迅速施加顶锻力完成的一种压焊方法。

2.1.12 箍筋闪光对焊 flash butt welding of stirrup

将待焊箍筋两端以对接形式安放在对焊机上，利用电阻热使接触点金属熔化，产生强烈闪光和飞溅，迅速施加顶锻力，焊接形成封闭环式箍筋的一种压焊方法。

2.1.13 预埋件钢筋埋弧压力焊 submerged-arc pressure welding of reinforcing steel bar at prefabricated components

3

将钢筋与钢板安放成 T 形接头形式,利用焊接电流通过,在焊剂层下产生电弧,形成熔池,加压完成的一种压焊方法。

2.1.14 对焊箍筋 butt welded stirrup

待焊箍筋经闪光对焊形成的封闭环式箍筋。

2.1.15 焊缝余高 reinforcement; excess weld metal

焊缝表面两焊趾连线上的金属高度。

2.1.16 接头抗拉强度 tensile strength of splice

接头试件在拉伸试验过程中所达到的最大拉应力值。

2.1.17 接头残余变形 residual deformation of 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。

2.1.18 套筒挤压连接接头 sleeve extrusion connector

通过挤压力使连接件钢套筒塑性变形与带肋钢筋紧密咬合形成的接头。

2.1.19 锥螺纹连接接头 taper thread connector

通过钢筋端头特制的锥形螺纹和连接件锥形螺纹咬合形成的接头。

2.1.20 镦粗直螺纹连接接头 upsetting straight thread connector

通过钢筋端头镦粗后制作的直螺纹和连接件螺纹咬合形成的接头。

2.1.21 滚压直螺纹连接接头 rolling straight thread connector

通过钢筋端头直接滚轧或剥肋后滚轧制作的直螺纹和连接件螺纹咬合形成的接头。

2.1.22 冷拉钢筋 cold stretched steel bar

在常温条件下,以超过原来钢筋屈服点强度的拉应力,强行拉伸钢筋,使钢筋产生塑性变形以达到提高钢筋屈服点强度和节约钢材的目的。

2.1.23 冷拔钢筋 cold-drawn reinforcing steel bar

使用钢筋冷拔机,使钢筋同时经受张拉和挤压而发生塑性变

形,拔出的钢筋截面积减小,产生冷作强化,提高抗拉强度。

2.2 符 号

d : 钢筋直径;

p : 机械连接接头螺距;

s : 焊缝厚度;

L : 接头长度;

A_{sgt} : 钢筋总伸长率;

E_1^0 : 钢筋弹性模量实测值;

$E_{0.6}$ 、 $E_{0.9}$: 接头在 0.6、0.9 倍钢筋屈服强度标准值时的割线模量;

E_1 、 E_{20} : 接头在第 1、20 次加载至 0.9 倍钢筋屈服强度标准值时的割线模量;

ϵ : 受拉接头试件极限应变;

ϵ_{yk} : 钢筋在屈服强度下的应变;

u : 钢筋机械连接中接头非弹性变量;

u_0 : 接头试件加载至 $0.6f_{yk}$ 并卸载后在规定标距内的残余变形;

u_4 、 u_8 、 u_{20} : 接头反复拉压 4、8、20 次后的残余变形;

f_{mst}^0 、 $f_{mst}^{0'}$: 机械连接接头的抗拉、抗压强度实测值;

f_{st}^0 : 钢筋抗拉强度实测值;

f_{tk} (f_{stk}): 钢筋抗拉、抗压强度标准值;

f_{yk} : 钢筋屈服强度标准值。

3 材 料

3.1 一 般 规 定

3.1.1 用于水工混凝土结构的钢筋应符合《低碳钢热轧圆盘条》GB/T 701、《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、《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107、《冷轧带肋钢筋》GB 13788、《钢筋混凝土用余热处理钢筋》GB 13014 的规定要求。钢筋型号、牌号、直径等还应符合有关设计文件的要求。

3.1.2 预制构件的吊环，应采用 HPB235 级热轧钢筋制作，不得采用冷加工钢筋。

3.1.3 在基岩或已浇混凝土面上钻孔安装的锚筋宜采用带肋钢筋，做成砂浆锚筋。

3.1.4 混凝土结构中采用钢筋的主要机械性能及化学成分见附录 A。

3.2 钢 筋 检 验

3.2.1 进场钢筋应具有出厂质量证明书或检验报告单，每捆（盘）钢筋均应挂上标牌，标牌上应注有生产厂家、生产日期、牌号、产品批号、规格、尺寸等项目，在运输和储存时不得损坏和遗失标牌。

3.2.2 现场钢筋检验内容应包括资料核查、外观检查和力学性能试验等。

1 核查每捆钢筋出厂时标牌注明的生产厂家、生产日期、牌号、产品批号、规格、尺寸等标记，是否与该批钢筋的质量合格

证明书及检测报告相符。

2 检查每批钢筋的外观质量，查看锈蚀程度及有无裂缝、结疤、麻坑、气泡、碰伤伤痕等，并应测量钢筋的直径。

3 从每批钢筋中任选两根钢筋，每根取两个试件分别进行拉伸试验（包括屈服点、抗拉强度和伸长率）和冷弯试验。当有一项试验结果不符合要求时，则从同一批钢筋中另取双倍数量的试件重做各项试验。如仍有一个试件不合格，则该批钢筋为不合格。

4 钢筋取样时，钢筋端部应先截去 500mm 再取试件，每组试件应分别标记，不得混淆。

3.2.3 钢筋应按批号进行检查和验收，对不同厂家、不同规格的钢筋应按《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、《钢筋混凝土用余热处理钢筋》GB 13014 等的规定抽取试件做力学性能检验。钢筋检验合格后方可用于加工。

3.2.4 采用非国产钢筋时，需经检验合格后方可加工使用，其机械性能应满足附录 A 中规定的数值。

3.2.5 同一批号钢筋，每 60t 宜作为一个检验批，不足 60t 时仍按一批计。

3.2.6 当施工过程中发现钢筋脆断、焊接性能不良或机械性能异常时，应对该批钢筋进行化学成分检验及其他专项检验。

3.3 钢 筋 储 存

3.3.1 验收后的钢筋，应按不同等级、牌号、规格及生产厂家分批、分别堆放，且宜立牌标示。

3.3.2 钢筋宜放在料棚内。当露天堆放时，场地应平整夯实，并有良好的排水措施。钢筋存放时应将钢筋垫高，离地高度不宜小于 200mm。钢筋堆放高度应以最下层钢筋不变形为宜。

3.3.3 钢筋不得和酸、盐、油等物品存放在一起，堆放地点应远离有害气体。

3.4 钢筋代换

3.4.1 当钢筋的品种、级别或规格需要变更时,应符合设计要求。

3.4.2 若以另一种牌号或直径的钢筋代替设计文件中规定的钢筋时,应遵守以下规定:

1 应按钢筋承载力设计值相等的原则进行,钢筋代换后应满足《水工混凝土结构设计规范》DL/T 5057 中所规定的钢筋间距、锚固长度、最小钢筋直径等构造要求。

2 以高一级钢筋代换低一级钢筋时,宜采用改变钢筋直径的方法减少钢筋截面积。

3.4.3 用同牌号钢筋代换时,其直径变化范围不宜超过 4mm,代换后钢筋总截面面积与设计文件中规定的钢筋截面面积之比不得小于 98%或大于 103%。

3.4.4 设计主筋采取同牌号的钢筋代换时,应保持间距不变,可以用直径比设计钢筋直径大一级和小一级的两种型号钢筋间隔配置代换,满足钢筋最小间距要求。

3.4.5 当构件受裂缝宽度或挠度控制时,代换后应进行裂缝宽度或挠度验算。

4 加工

4.1 钢筋清污除锈

4.1.1 钢筋表面应洁净,使用前应将表面油渍、漆污、锈皮、鳞锈等清除干净,但对钢筋表面浮锈可不作专门处理。钢筋表面有严重锈蚀、麻坑、斑点等现象时,应经鉴定后视损伤情况确定降级使用或剔除不用。

4.1.2 除锈后的钢筋应尽快使用,除锈后应重新检验确定使用等级。

4.1.3 钢筋可在调直或冷拉过程中除锈,可采用手工除锈、机械除锈、喷砂除锈和酸洗除锈等方法。

4.2 钢筋调直

4.2.1 钢筋应平直,无局部弯折,钢筋中心线同直线的偏差不应超过其全长的 1%。成盘的钢筋或弯曲的钢筋应调直后,才允许使用。钢筋调直后如发现钢筋有劈裂现象,应作为废品处理,并应鉴定该批钢筋质量。钢筋在调直机上调直后,其表面不得有明显的伤痕。

4.2.2 钢筋的调直宜采用机械调直和冷拉方法调直,严禁采用氧气、乙炔焰烘烤取直。

4.2.3 当采用冷拉方法调直钢筋时,HPB235、HPB300 级钢筋的冷拉率不宜大于 4%。HRB335、HRB400、HRB500、HRBF335、HRBF400、HRBF500 级和 RRB400 级带肋钢筋的冷拉率不宜大于 1%。

4.3 钢筋下料剪切

4.3.1 钢筋下料长度应根据结构尺寸、混凝土保护层厚度，钢筋弯曲调整值和弯钩增加长度等要求确定。

4.3.2 同直径、同钢号且不同长度的各种钢筋编号（设计编号）应先按顺序编制配料表，再根据调直后的钢筋长度和混凝土结构对钢筋接头的要求，统一配料。

4.3.3 钢筋切断应根据配料表中编号、直径、长度和数量，长短搭配。

4.3.4 钢筋接头的切割方式应符合下列规定：

- 1 采用绑扎接头、帮条焊、搭接焊的接头宜用机械切断机切割。
- 2 采用电渣压力焊的接头，应采用砂轮锯或气焊切割。
- 3 采用冷挤压连接和螺纹连接的机械连接钢筋端头宜采用砂轮锯或钢锯片切割，不得采用电气焊切割。如切割后钢筋端头有毛边、弯折或纵肋尺寸过大者，应用砂轮机修磨。冷挤压接头不得打磨钢筋横肋。
- 4 采用熔槽焊、窄间隙焊和气压焊连接的钢筋端头宜选用砂轮锯切割。
- 5 其他新型接头的切割按工艺要求进行。

4.4 钢筋接头加工及弯折

4.4.1 钢筋接头加工及弯折应符合下列要求：

- 1 钢筋接头加工应按所采用的钢筋接头方式要求进行。
- 2 钢筋端部在加工后有弯曲时，应予以矫直或割除（绑扎接头除外），端部轴线偏移不得大于 $0.1d$ ，并不得大于 2mm 。端头面应整齐，并与轴线垂直。
- 3 HPB235 级光圆钢筋的端头应符合设计要求，如设计未作规定，则所有受拉光圆钢筋的末端应做 180° 的半圆弯钩，其弯弧

内直径不应小于 $2.5d$ ，当手工弯钩时，弯钩的弯后平直部分长度不应小于 $3d$ ，见图 4.4.1-1。

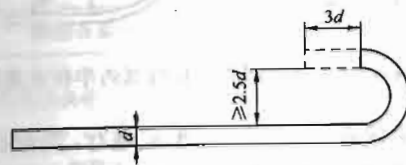


图 4.4.1-1 HPB235 级光圆钢筋的弯钩示意图

4 HRB335 级及其以上钢筋的端头，当设计要求弯转 90° 时，其最小弯弧内直径应符合下列要求：

- 1) 钢筋直径小于 16mm 时，最小弯弧内直径为 $5d$ 。
- 2) 钢筋直径大于或等于 16mm 时，最小弯转内直径为 $7d$ ，平直部分长度按照设计要求不小于 $10d$ ，见图 4.4.1-2。

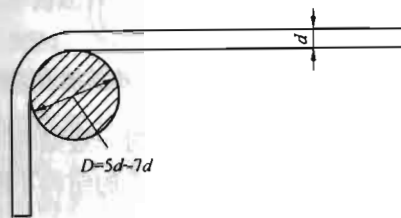


图 4.4.1-2 HRB335、HRB400 级钢筋弯折 90° 示意图

- 3) 锚筋的加工必须保证端部无弯折、毛刺，杆身顺直。
- 5 钢筋的弯折宜采用钢筋弯曲机加工，弯曲形状复杂的钢筋应画线、放样后进行。
- 6 各类钢筋中部弯折 90° 以上，弯起钢筋处的圆弧内半径宜大于 $12.5d$ ，见图 4.4.1-3。

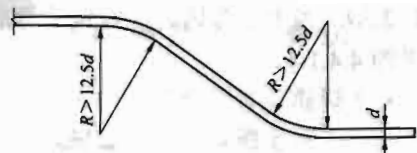


图 4.4.1-3 弯起钢筋弯折圆弧内半径示意图

7 箍筋加工应按设计要求的形式进行,当设计没有具体要求时,可使用光圆钢筋制成的箍筋,其末端应有弯钩,弯钩形式应符合设计要求;当设计无具体要求时,应符合下列规定:

- 1) 箍筋弯钩的弯折角度:对一般结构不应小于 90° ,对有抗震等要求的结构为 135° ,见图 4.4.1-4。



图 4.4.1-4 有抗震等要求的箍筋加工结构

- 2) 箍筋弯后平直部分长度:对一般结构不宜小于箍筋直径的 5 倍;对有抗震等要求的结构不应小于箍筋直径的 10 倍。

4.4.2 所有钢筋的弯折宜在气温为 $+5^\circ\text{C}$ 以上时进行,当环境温度低于 -20°C 时,不应应对低合金钢筋进行冷弯加工。

4.4.3 钢筋加工应按照钢筋配料表要求的形式尺寸进行,加工后的允许偏差不得超过表 4.4.3 规定的数值。

4.4.4 钢筋机械连接接头加工应符合下列要求:

- 1 直螺纹接头的现场加工应符合下列规定:

- 1) 钢筋端部应切平或墩平后加工螺纹。

表 4.4.3 加工后钢筋的允许偏差

项次	误差名称	允许偏差值
1	受力钢筋及锚固全长净尺寸的误差	$\pm 10\text{mm}$
2	箍筋各部分长度的误差	$\pm 5\text{mm}$
3	钢筋弯起点位置的误差	厂房构件 $\pm 20\text{mm}$
		大体积混凝土 $\pm 30\text{mm}$
4	钢筋转角的误差	$\pm 3^\circ$
5	圆弧钢筋径向误差	大体积 $\pm 25\text{mm}$
		薄壁结构 $\pm 10\text{mm}$

- 2) 墩粗头不得有与钢筋轴线相垂直的横向裂纹。
- 3) 钢筋丝头长度应满足产品设计要求,公差应为 $0 \sim 2.0p$ 。
- 4) 钢筋丝头应满足精度要求,应使用专用直螺纹量规检验,通规能顺利旋入并达到要求的拧入长度,止规旋入不得超过 $3p$ 。抽检数量 10%,检验合格率不应小于 95%。

2 锥螺纹接头的现场加工应符合下列规定:

- 1) 钢筋端部不得有影响螺纹加工的局部弯曲。
- 2) 钢筋丝头长度应满足产品设计要求,拧紧后的钢筋丝头不得相互接触,丝头加工长度公差应为 $-1.5p \sim -0.5p$ 。
- 3) 钢筋丝头的锥度和螺距应使用专用锥螺纹量规检验;抽检数量 10%,检验合格率不应小于 95%。

3 钢筋接头的加工应经工艺检验合格后,方可进行。

4 加工钢筋锥(直)螺纹时,应采用水溶性切削润滑液,当气温低于 0°C 时,应掺入 15%~20%亚硝酸钠,不得用机油润滑或不加润滑液套丝。

5 已检验合格的钢筋锥（直）螺纹应加以保护，钢筋螺纹头应带上保护帽，对锥螺纹连接的钢筋螺纹头也可按接头规定的力矩值拧紧连接套。

6 钢筋的锥（直）螺纹加工后遵照附录 B 的规定，逐个检查钢筋锥（直）螺纹加工的外观质量。

7 钢筋机械连接件应由专业生产厂家设计并经型式检验认定后生产供应，且应有出厂质检证明。

4.5 成品钢筋存放和运输

4.5.1 经检验合格的成品钢筋应尽快运往工地安装使用，不宜长期存放。冷拉调直的钢筋和已除锈的钢筋应注意防锈。

4.5.2 成品钢筋的存放应按使用工程部位、名称、编号、加工时间挂牌存放，不同牌号的钢筋成品不宜堆放在一起，防止混号 and 造成成品钢筋变形。

4.5.3 成品钢筋的存放应按当地气候情况采取有效的防锈措施，若存放过程中发生成品钢筋变形或锈蚀，应矫正、除锈后重新鉴定，确定处理办法。

4.5.4 锥（直）螺纹连接的钢筋端部螺纹保护帽在存放及运输装卸过程中不得取下。

4.5.5 弯曲成型的钢筋在运输时，应谨慎装卸，避免变形，同时应保留标牌。运输应按使用工程部位、名称、编号分批进行。现场临时堆放钢筋，不得过分集中，应考虑现场临时场地的承载要求。

4.5.6 钢筋的装卸、运输过程中需使用吊车起吊钢筋时，应有专人指挥作业，堆放平稳。

5 连 接

5.1 一 般 规 定

5.1.1 钢筋连接遵循下列规定：

1 加工厂钢筋连接宜采用手工电弧焊、闪光对焊和机械连接。钢筋的交叉连接宜采用接触点焊，不宜采用手工电弧焊。

2 现场施工钢筋连接宜采用绑扎搭接、手工电弧焊、气压焊、竖向钢筋接触电渣焊和机械连接等。

5.1.2 钢筋焊接时，各种焊接方法的适用范围见附录 C。

5.1.3 钢筋接头施焊前应进行现场条件下的焊接工艺试验，试验合格，方可正式施焊。

5.1.4 钢筋电弧焊应符合下列要求：

1 应根据钢筋牌号、直径、接头形式和焊接位置，选择焊接材料，确定焊接工艺和焊接参数。

2 焊接时，引弧应在垫板、帮条或形成焊缝的部位进行，不得烧伤主筋。

3 焊接地线与钢筋应接触良好。

4 焊接过程中应及时清渣，焊缝表面应平整，焊缝余高应平缓过渡，弧坑应填满。

5.1.5 钢筋电弧焊所采用的焊条和焊丝，其型号应根据设计确定；若无设计规定，则钢筋电弧焊焊接材料匹配参照附录 D 选用。

5.1.6 焊接材料应按规范要求烘干。

5.1.7 进行闪光对焊、电阻点焊、电渣压力焊、埋弧压力焊时，应观察电源电压波动情况，当电源电压下降达到 5%~8% 时，应提高焊接变压器级数；当大于或等于 8% 时，不得进行焊接。

5.1.8 HRBF335、HRBF400、HRBF500 级细晶粒热轧钢筋施焊时,可采用与 HRB335、HRB400、HRB500 级钢筋相同或近似的工艺,并经试验确认焊接工艺参数。

5.1.9 雨天、雪天施焊时,应采取有效遮蔽措施,未冷却接头不得接触冰雪。在环境温度低于 -5°C 条件下施焊,闪光对焊宜采用预热闪光焊或闪光—预热闪光焊。电弧焊接时宜增大焊接电流、降低焊接速度。环境温度低于 -20°C 时,不宜进行各种焊接。

5.1.10 钢筋采用机械连接时,连接接头类型及适用范围见附录 E。

5.2 钢筋连接技术要求

5.2.1 绑扎连接应符合下列要求:

- 1 受拉钢筋直径小于或等于 22mm,受压钢筋直径小于或等于 32mm,其他钢筋直径小于或等于 25mm,可采用绑扎连接。
- 2 受拉区域内的光圆钢筋绑扎接头的末端应做弯钩,螺纹钢筋的绑扎接头末端不做弯钩。
- 3 轴心受拉、小偏心受拉及直接承受动力荷载的构件纵向受力钢筋不得采用绑扎连接。
- 4 钢筋搭接处,应在中心和两端用绑丝扎牢,绑扎不少于 3 道。
- 5 钢筋采用绑扎搭接接头时,纵向受拉钢筋的接头搭接长度按受拉钢筋最小锚固长度值控制,见表 5.2.1。

表 5.2.1 纵向受拉钢筋绑扎接头最小搭接长度

项次	钢筋牌号	混凝土强度等级									
		C15		C20		C25		C30、C35		$\geq C40$	
		受拉	受压	受拉	受压	受拉	受压	受拉	受压	受拉	受压
1	HPB235	50d	35d	40d	25d	30d	20d	25d	20d	25d	20d
2	HRB335	60d	45d	50d	35d	40d	30d	40d	25d	30d	20d

续表 5.2.1

项次	钢筋牌号	混凝土强度等级									
		C15		C20		C25		C30、C35		$\geq C40$	
		受拉	受压	受拉	受压	受拉	受压	受拉	受压	受拉	受压
3	HRB400	—	—	55d	40d	50d	35d	40d	30d	35d	25d
4	CRB550	—	—	50d	35d	40d	30d	35d	25d	30d	20d

注: 1 月牙纹钢筋直径 $d > 25\text{mm}$ 时,最小搭接长度应按表中数值增加 $5d$ 。

2 表中 HPB235 级光圆钢筋的最小锚固长度值不包括端部弯钩长度。当受压钢筋为 HPB235 级钢筋,末端又无弯钩时,其搭接长度不应小于 $30d$ 。

3 如在施工中分不清受压区或受拉区,则搭接长度按受拉区处理。

5.2.2 钢筋套筒挤压连接应符合下列要求:

- 1 钢筋的外形应符合钢筋标准的要求。
- 2 套筒材质应采用低碳钢制作,厚度、长度应满足设计要求。
- 3 连接用的模具形状、挤压道次、挤压变形量控制均应符合设计要求。
- 4 接头部位的混凝土保护层可比混凝土设计规定的最小厚度小 5mm,但不小于 15mm。钢筋间距不小于 50mm。
- 5 轴线倾斜应小于或等于 $\pm 3\text{mm}$,X、Y、Z 三向位置偏差应小于或等于 15mm。

5.2.3 钢筋锥(直)螺纹连接应符合下列要求:

- 1 接头的设计应满足强度及变形性能的要求。
- 2 接头连接件的屈服承载力和受拉承载力的标准值不应小于被连接钢筋的屈服承载力和受拉承载力标准值的 1.10 倍。
- 3 接头应根据其性能等级和应用场合,对单向拉伸性能、高应力反复拉压、大变形反复拉压、抗疲劳等各项性能确定相应的检验项目。

4 接头应根据抗拉强度、残余变形以及高应力和大变形条件下反复拉压性能的差异,分为 A、B、C 三个性能等级。各级接

头的抗拉强度应符合表 5.2.3-1 的规定, 变形性能应符合表 5.2.3-2 的规定。

表 5.2.3-1 接头的抗拉强度

接头等级	A	B	C
抗拉强度	$f_{mt}^0 \geq f_{sk}$ 断于钢筋 $f_{mt}^0 \geq 1.10 f_{sk}$ 断于接头	$f_{mt}^0 \geq f_{sk}$	$f_{mt}^0 \geq 1.25 f_{yk}$

表 5.2.3-2 接头的变形性能

接头等级	A	B	C
单向拉伸	残余变形 (mm) $u_0 \leq 0.10 (d \leq 32)$ $u_0 \leq 0.14 (d > 32)$	$u_0 \leq 0.14 (d \leq 32)$ $u_0 \leq 0.16 (d > 32)$	$u_0 \leq 0.14 (d \leq 32)$ $u_0 \leq 0.16 (d > 32)$
	最大力总伸长 (mm) $A_{sgt} \geq 6.0$	$A_{sgt} \geq 6.0$	$A_{sgt} \geq 6.0$
高应力反复拉压	残余变形 (mm) $u_{20} \leq 0.3$	$u_{20} \leq 0.3$	$u_{20} \leq 0.3$
大变形反复拉压	残余变形 (mm) $u_4 \leq 0.3$ 且 $u_8 \leq 0.6$	$u_4 \leq 0.3$ 且 $u_8 \leq 0.6$	$u_4 \leq 0.6$

注: 当频遇荷载组合下, 构件中钢筋应力明显高于 $0.6f_{yk}$ 时, 设计部门可对单向拉伸残余变形 u_0 的加载峰值提出调整要求。

5.2.4 钢筋电弧搭接焊应符合下列要求:

- 1 搭接焊接头的两根搭接钢筋的轴线宜位于同一直线上。
- 2 搭接焊缝高度应为被焊接钢筋直径的 0.25 倍, 且不小于 4mm; 焊缝的宽度应为被焊接钢筋直径的 0.7 倍, 且不小于 10mm。
- 3 钢筋搭接焊时宜采用双面焊 [见图 5.2.4 (a)], 当不能进行双面焊时, 可采用单面焊 [见图 5.2.4 (b)]。钢筋搭接长度见表 5.2.5。

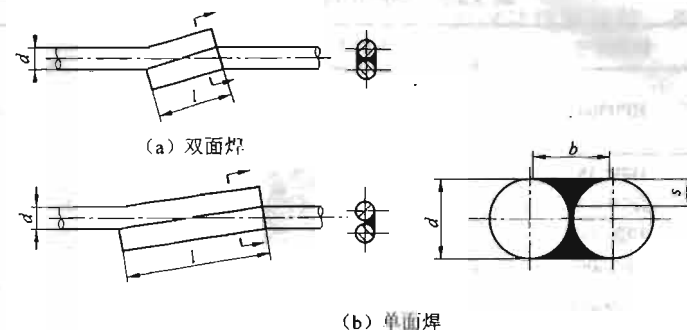


图 5.2.4 钢筋搭接焊

b —焊缝宽度; s —焊缝厚度; d —钢筋直径; l —搭接长度

4 直径小于 10mm 的钢筋采用搭接电弧焊焊接时, 其焊缝高度、宽度应根据试验确定。

5.2.5 钢筋电弧帮条焊应符合下列要求:

- 1 当主筋为 HPB235 级钢筋时, 帮条的总截面面积不应小于主筋截面面积的 1.2 倍; 当主筋为 HRB335、HRB400 级钢筋时, 不应小于主筋截面面积的 1.5 倍。
- 2 帮条宜采用与主筋同牌号、同直径的钢筋。当帮条牌号与主筋相同时, 帮条直径可与主筋相同或小一个规格; 当帮条直径与主筋相同时, 帮条牌号可与主筋相同或低一个牌号。
- 3 帮条焊接头的焊缝高度不应小于主筋直径的 0.3 倍; 焊缝宽度不应小于主筋直径的 0.8 倍。两主筋端面的间隙应为 2mm~5mm。
- 4 钢筋帮条焊宜采用双面焊 [见图 5.2.5 (a)], 当不能进行双面焊时, 可采用单面焊 [见图 5.2.5 (b)], 钢筋帮条长度应符合表 5.2.5 的规定。
- 5 直径小于 10mm 的钢筋采用帮条电弧焊焊接时, 其焊缝高度、宽度应根据试验确定。

表 5.2.5 钢筋搭接、帮条长度

钢筋牌号	焊缝形式	帮条长度 l
HPB300	单面焊	$\geq 8d$
	双面焊	$\geq 4d$
HPB235 HRB335 HRBF335 HRB400	单面焊	$\geq 10d$
HRBF400 HRB500 HRBF500 RRB400	双面焊	$\geq 5d$

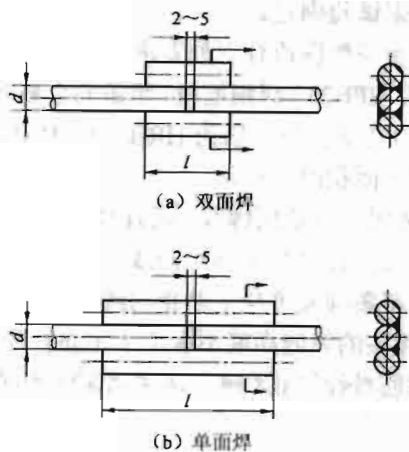
注: d 为主筋直径 (mm)。

图 5.2.5 钢筋帮条焊 (单位: mm)

 d —钢筋直径; l —帮条长度

6 焊接时,应在帮条焊形成焊缝中引弧;在端头收弧前应填满弧坑,并应使主焊缝与定位焊缝的始端和终端熔合。

5.2.6 钢筋电弧熔槽帮条焊应符合下列要求:

1 熔槽焊宜用于直径大于 20mm 的钢筋现场连接,焊接时应加角钢作垫板模,接头形式如图 5.2.6 所示。

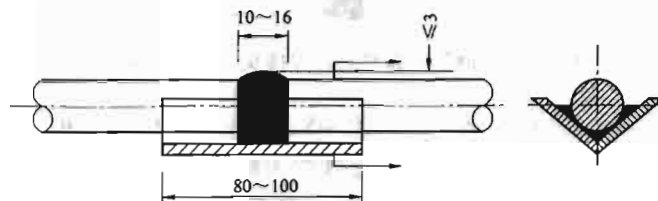


图 5.2.6 钢筋熔槽帮条焊接头 (单位: mm)

2 角钢尺寸和焊接工艺应符合下列要求:

- 1) 角钢边长宜为 40mm~60mm。
- 2) 钢筋端头应加工平整。
- 3) 从接缝处垫板引弧后应连续施焊,并应使钢筋端部熔合,防止未焊透、有气孔或夹渣。
- 4) 焊接过程中可停焊清渣 1 次;焊平后,再进行焊缝余高的焊接,其高度不小于 3mm。
- 5) 钢筋与角钢垫板之间,应加焊侧面焊缝 1~3 层,焊缝应饱满,表面应平整。

5.2.7 钢筋电弧窄间隙焊应符合下列要求:

1 窄间隙焊适用于直径 16mm 及以上钢筋的现场水平连接。焊接时,钢筋端部应置于铜模中,并应留出一定间隙,连续焊接,熔化钢筋端面并使熔敷金属填充间隙形成接头。钢筋电弧窄间隙焊如图 5.2.7 所示。

2 焊接工艺应符合下列要求:

- 1) 钢筋端面应平整。
- 2) 宜选用低氢焊接材料,可参照附录 D 选用。
- 3) 从焊缝根部引弧后应连续进行焊接,左右来回运弧,在钢筋端面处电弧应少许停留,并使其熔合。



图 5.2.7 钢筋电弧窄间隙焊接头 (单位: mm)

- 4) 当焊至端面间隙的 4/5 高度后, 焊缝逐渐扩宽; 当熔池过大时, 应改连续焊为断续焊, 避免过热。
- 5) 焊缝余高应为 2mm~4mm, 且应平缓过渡至钢筋表面。
- 3 钢筋被焊端部 300mm 长度内应平直, 如有弯曲, 应矫直或切除, 以便进行焊接模具安装。
- 4 窄间隙焊模具采用紫铜制作, 焊接时模具宜按所焊钢筋直径配套选用, 若钢筋直径较小, 则不应小于一个钢筋级差。安装焊接模具和钢筋时, 应控制间隙大小, 并使两钢筋的焊接部位处于同轴位置。
- 5 每批钢筋开焊前, 应进行现场条件下的焊接性能试验, 以确定合适的焊接工艺和参数。焊接参数可参照表 5.2.7 选择。

表 5.2.7 水平钢筋窄间隙焊时的焊接参数

钢筋直径 d (mm)	端头间隙 a (mm)	焊接电流 (A)
16	9~11	100~110
18	9~11	100~110
20	10~12	100~110
22	10~12	100~110
25	12~14	150~160
28	12~14	150~160

续表 5.2.7

钢筋直径 d (mm)	端头间隙 a (mm)	焊接电流 (A)
32	12~14	150~160
36	13~15	210~230
40	13~15	210~230

5.2.8 坡口焊应符合下列要求:

- 1 坡口焊可分为平焊和横焊两种, 其接头如图 5.2.8 所示。

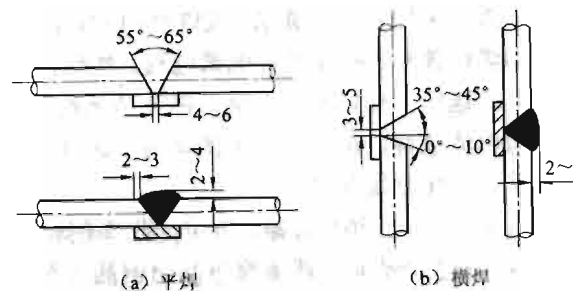


图 5.2.8 钢筋坡口焊接头 (单位: mm)

- 2 坡口面应平顺, 切口边缘不得有裂纹、钝边和缺棱。
- 3 钢垫板厚度宜为 4mm~6mm, 长度宜为 40mm~60mm; 平焊时, 垫板宽度应为钢筋直径加 10mm; 横焊时, 垫板宽度宜等于钢筋直径。
- 4 焊缝的宽度应大于 V 形坡口的边缘 2mm~3mm, 焊缝余高为 2mm~4mm, 并平缓过渡至钢筋表面。
- 5 钢筋与钢垫板之间, 应加焊 2~3 层侧面焊缝。
- 6 当发现接头中有弧坑、气孔及咬边等缺陷时, 应进行补焊。

5.2.9 电渣压力焊应符合下列要求:

1 电渣压力焊适用于现浇钢筋混凝土结构中竖向或斜向(倾斜度在 4:1 范围内)钢筋的连接。

2 电渣压力焊宜采用铁丝圈引燃法及 HJ431 焊剂进行焊接,焊接前应进行焊接工艺试验。

3 电渣压力焊焊机容量应根据所焊钢筋直径选定。

4 焊接夹具应具有足够刚度,夹具形式、型号应与焊接钢筋配套,上下钳口应同心。

5 电渣压力焊工艺过程应符合下列要求:

1) 焊接夹具的上下钳口应夹紧于上、下钢筋上;钢筋一经夹紧,不得晃动。

2) 引弧可采用直接引弧法,或铁丝白(焊条芯)引弧法。

3) 引燃电弧后,应先进行电弧过程,然后,加快上钢筋下送速度,使钢筋端面插入液态渣池约 2mm,转变为电渣过程,最后在断电的同时,迅速下压上钢筋,挤出熔化金属和熔渣。

4) 接头焊毕,应稍作停歇,方可回收焊剂和卸下焊接夹具;敲去渣壳后,四周焊包凸出钢筋表面的高度,当钢筋直径为 25mm 及以下时不得小于 4mm;当钢筋直径为 28mm 及以上时不得小于 6mm。

6 电渣压力焊焊接参数应包括焊接电流、焊接电压和通电时间,宜符合表 5.2.9 的规定。

表 5.2.9 钢筋接触电渣焊接参数

钢筋直径 (mm)	焊接电流 (A)	焊接电压 (V)		焊接通电时间 (s)	
		电弧过程 $U_{2,1}$	电渣过程 $U_{2,2}$	电弧过程 t_1	电渣过程 t_2
12	160~180	35~45	18~22	9	2
14	200~220			12	3

续表 5.2.9

钢筋直径 (mm)	焊接电流 (A)	焊接电压 (V)		焊接通电时间 (s)	
		电弧过程 $U_{2,1}$	电渣过程 $U_{2,2}$	电弧过程 t_1	电渣过程 t_2
16	200~250	35~45	18~22	14	4
18	250~300			15	5
20	300~350			17	5
22	350~400			18	6
25	400~450			21	6
28	500~550			24	6
32	600~650			27	7

7 不同直径钢筋焊接时,钢筋直径相差宜不超过 7mm,上下两钢筋轴线应在同一直线上。

8 在焊接中当发现偏心、弯折、烧伤等焊接缺陷时,应采取的措施,及时消除。

5.2.10 闪光对焊应符合下列要求:

1 采用不同直径的钢筋进行闪光对焊时,直径相差宜为一级,且不大于 4mm。采用闪光对焊时,钢筋端头如有弯曲,应予以矫直或切除。

2 连续闪光焊所能焊接的钢筋上限直径,应根据焊机容量、钢筋牌号等具体情况而定,并应符合表 5.2.10 的规定。

表 5.2.10 连续闪光焊钢筋上限直径

焊接容量 (kVA)	钢筋牌号	钢筋直径 (mm)
160 (150)	HPB300	22
	HRB335、HRBF335	22
	HRB400、HRBF400	20
	HRB500、HRBF500	20

续表 5.2.10

焊接容量 (kVA)	钢筋牌号	钢筋直径 (mm)
100	HPB300	20
	HRB335、HRBF335	20
	HRB400、HRBF400	18
	HRB500、HRBF500	16
80 (75)	HPB300	16
	HRB335、HRBF335	14
	HRB400、HRBF400	12

3 闪光对焊时,应选择合适的调伸长度、烧化留量、顶锻留量等焊接参数。连续闪光焊时的留量应包括烧化留量、有电顶锻留量和无电顶锻留量;闪光—预热闪光焊时的留量应包括一次烧化留量、预热留量、二次烧化留量、有电顶锻留量和无电顶锻留量。

- 1) 调伸长度的选择,应随着钢筋牌号的提高和钢筋直径的加大而增长,主要是减缓接头的温度梯度,防止在热影响区产生淬硬组织。当焊接 HRB400、HRB500 等级别钢筋时,调伸长度宜在 40mm~60mm 内选用。
- 2) 烧化留量的选择,应根据焊接工艺方法确定。当进行连续闪光焊焊接时,闪光过程应较长。烧化留量应等于两根钢筋在断料时切断机刀口严重压伤部分(包括端面的不平整度)再加 8mm。

闪光—预热闪光焊时,应区分一次烧化留量和二次烧化留量。一次烧化留量应不小于 10mm。预热闪光焊时的烧化留量应不小于 10mm。

- 3) 需要预热时,宜采用电阻预热法。预热留量应为 1mm~2mm,预热次数应为 1~4 次;每次预热时间应为 1.5s~2s;间歇时间应为 3s~4s。
- 4) 顶锻留量应为 4mm~10mm,并应随钢筋直径的增大

和钢筋牌号的提高而增加。其中,有电顶锻留量约占 1/3,无电顶锻留量约占 2/3,焊接时必须控制得当。

- 5) 变压器级数应根据钢筋牌号、直径、焊机容量以及焊接工艺方法等具体情况选择。

4 RRB400 级钢筋闪光对焊时,与热轧钢筋比较,应减小调伸长度,提高焊接变压器级数,缩短加热时间,快速顶锻,形成快热、快冷条件,使热影响区长度控制在钢筋直径的 0.6 倍范围之内。

5 HRB500 级钢筋焊接时,应采用预热闪光焊或闪光—预热闪光焊工艺。当接头拉伸试验结果发生脆性断裂,或弯曲试验不能达到规定要求时,尚应在焊机上焊后热处理。

6 当螺栓端杆与预应力钢筋对焊时,轴线应一致,宜事先对螺栓端杆进行预热,并减小调伸长度。

7 大直径钢筋焊接时,宜首先采取锯割或气割方式对钢筋端面进行平整处理,然后采取预热闪光焊工艺。

8 在闪光对焊生产中,当出现异常现象或焊接缺陷时,应查找原因,采取措施,及时消除。

9 箍筋闪光对焊应符合下列要求:

- 1) 箍筋采用闪光对焊时,断面应平整。宜使用 100kVA 的箍筋专用对焊机。
- 2) 箍筋闪光对焊的焊点位置宜设在箍筋受力较小一边。

5.2.11 气压焊接应符合下列要求:

1 气压焊可用于钢筋在垂直位置、水平位置或倾斜位置的对接焊接。

2 气压焊按加热温度和工艺方法的不同,可分为熔态气压焊(开式)和固态气压焊(闭式)两种;在一般情况下,宜优先采用熔态气压焊。

3 采用熔态气压焊时,其焊接工艺应符合下列要求:

- 1) 安装前,两钢筋端面之间应预留 3mm~5mm 的间隙。

- 2) 气压焊开始时,首先使用中性焰加热,待钢筋端头至熔化状态,附着物随熔滴流走,端部呈凸状时,即加压,挤出熔化金属,并密合牢固。
- 3) 使用氧液化石油气火焰进行熔态气压焊时,应适当增大氧气用量。

4 采用固态气压焊时,其焊接工艺应符合下列要求:

- 1) 焊前钢筋端面应切平、打磨,使其露出金属光泽,钢筋安装夹牢,预压顶紧后,两钢筋端面局部间隙不得大于 3mm。
- 2) 气压焊加热开始至钢筋端面密合前,应采用碳化焰集中加热;钢筋端面密合后可采用中性焰宽幅加热,使钢筋端部加热至 $1150^{\circ}\text{C}\sim 1250^{\circ}\text{C}$ 。
- 3) 气压焊顶压时,对钢筋施加的顶压力应为 30MPa~40MPa。

5 在加热过程中,当在钢筋端面缝隙完全密合之前发生灭火中断现象时,应将钢筋取下重新打磨、安装,然后点燃火焰进行焊接。当发生在钢筋端面缝隙完全密合之后,可继续加热、加压。

5.2.12 钢筋电阻点焊应符合下列要求:

1 钢筋电阻点焊中,当两根直径不同的钢筋焊接时,应符合以下规定:

- 1) 焊接骨架较小钢筋直径 $d\leq 10\text{mm}$ 时,大、小钢筋直径之比不宜大于 3。
- 2) 当较小钢筋直径 $d=(12\text{mm}\sim 16\text{mm})$ 时,大、小钢筋直径之比不宜大于 2。
- 3) 焊接网较小钢筋直径不得小于较大钢筋直径的 0.6 倍。

2 焊点的压入深度应为较小钢筋直径的 18%~25%。

3 电阻点焊的工艺参数应根据钢筋牌号、直径及焊机性能等具体情况,选择变压器级数、焊接通电时间和电极压力。

5.2.13 预埋件钢筋电弧焊 T 形接头应符合下列要求:

1 预埋件钢筋电弧焊 T 形接头可分为角焊和穿孔塞焊两种,如图 5.2.13 所示。

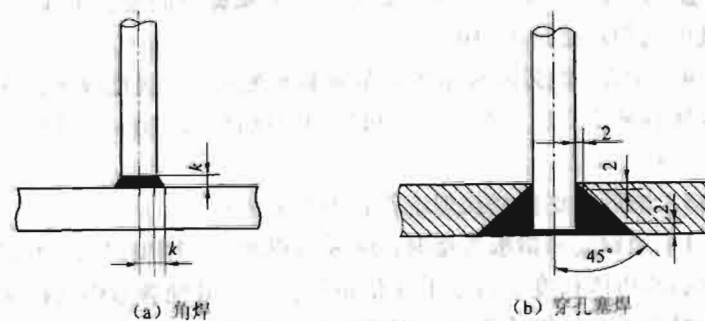


图 5.2.13 预埋件钢筋电弧焊接头形式 (单位: mm)

k—焊脚尺寸

2 装配和焊接时,若采用 HBB235、HPB300 级钢筋,角焊缝焊脚尺寸不得小于钢筋直径的 0.5 倍;采用其他牌号钢筋时,焊脚尺寸不得小于钢筋直径的 0.6 倍。

5.2.14 预埋件钢筋埋弧压力焊应符合下列要求:

1 预埋件钢筋埋弧压力焊设备应符合下列要求:

- 1) 根据钢筋直径大小选用变压器。
- 2) 焊接机构应操作方便、灵活,宜装有高频引弧装置;焊接地线宜采取对称接地法,以减少电弧偏移;操作台面上应装有电压表和电流表。
- 3) 控制系统应配备时间显示装置或时间继电器。

2 埋弧压力焊工艺过程,应符合下列要求:

- 1) 钢板应放平,并与铜板电极接触紧密。
- 2) 将锚固钢筋夹于夹钳内,应夹牢,并应放好挡圈,注满焊剂。
- 3) 接通高频引弧装置和焊接电源后,应立即将钢筋上

提,引燃电弧,使电弧稳定燃烧,再渐渐下送。

4) 顶压时不得用力过猛。

5) 焊包四周凸出钢筋表面的高度不得小于 2mm。

3 埋弧压力焊的焊接参数应包括引弧提升高度、电弧电压、焊接电流和焊接通电时间。

4 引弧、燃弧和顶压等环节应紧密配合;焊接地线应与铜板电极接触紧密;应及时消除电极钳口的铁锈和污物,修理电极钳口的形状。

5.2.15 钢筋与钢板搭接焊应符合下列要求:

1 当钢筋和钢板焊接时,应采用双面焊,HPB235、HPB300 级钢筋的搭接长度不得小于 4 倍钢筋直径,其他牌号钢筋搭接长度不得小于 5 倍钢筋直径。钢筋与钢板搭接焊如图 5.2.15 所示。

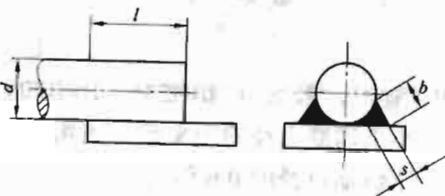


图 5.2.15 钢筋与钢板搭接焊

d —钢筋直径; l —搭接长度; b —焊缝宽度; s —焊缝高度

2 焊缝高度应为被焊接钢筋直径的 0.35 倍,且不小于 6mm;焊缝宽度应为被焊接钢筋直径的 0.5 倍,且不小于 8mm。

5.3 接头分布要求

5.3.1 钢筋接头应分散布置,宜设置在受力较小处,同一构件中的纵向受力钢筋接头宜相互错开,结构构件中纵向受力钢筋的接头应相互错开 $35d$ (d 为纵向受力钢筋的较大直径),且不小于 500mm。

5.3.2 配置在同一截面内的下述受力钢筋,其焊接与绑扎接头的

截面面积占受力钢筋总截面面积的百分比,应符合下列规定:

1 绑扎接头,在构件的受拉区中不超过 25%,在受压区不宜超过 50%。

2 闪光对焊、熔槽焊、电渣压力焊、气压焊、窄间隙焊接头在受弯构件的受拉区,不超过 50%,在受压区不受限制。

3 焊接与绑扎接头距离钢筋弯头起点不小于 $10d$,也不应位于最大弯矩处。

5.3.3 机械连接接头分布按照下列要求进行:

1 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,应采用 B 级接头或 A 级接头,且接头百分比不应大于 50%。

2 接头宜设置在结构构件受拉钢筋应力较小部位,当需要在高应力部位设置接头时,在同一连接区段内 C 级接头的百分比不应大于 25%,B 级接头的百分比不应大于 50%,A 级接头的百分比除本条第 1 款所列情况外可不受限制。

3 受拉钢筋应力较小部位或纵向受压钢筋,接头百分比可不受限制。

4 对直接承受动力荷载的结构构件,接头百分比不应大于 50%。

5.3.4 当施工中不能明确分辨受拉区和受压区时,其接头分布应按受拉区处理。

6 安 装

6.1 一 般 规 定

6.1.1 钢筋绑扎前应核对成品钢筋的型号规格、外形尺寸和数量等是否与配料表、料牌相符。

6.1.2 钢筋绑扎前应放样划出钢筋中心线位置。

6.1.3 锚筋安装前应按设计要求验收孔位、孔向、孔深、孔径，清洗钻孔，排干积水。

6.2 钢 筋 绑 扎 要 求

6.2.1 现场焊接或绑扎的钢筋网，其钢筋交叉点的连接按 50% 的间隔绑扎，但钢筋直径小于 25mm 时，楼板和墙体的围墙层钢筋网交叉点应逐点绑扎。设计有规定时，应按设计规定进行。

6.2.2 板内双向受力钢筋网，钢筋交叉点应全部绑扎。梁与柱的钢筋，主筋与箍筋的交叉点，在拐角处应全部绑扎，中间部分可均匀间隔绑扎。

6.2.3 直径大于或等于 16mm 的 HPB、HRB 级钢筋交叉点的绑扎，在不损伤钢筋截面的情况下，可采用手工电弧焊代替绑扎，但应采用细焊条、小电流进行焊接，焊后钢筋不应产生明显的咬边现象。

6.2.4 柱中箍筋的弯钩，应设置在柱角处，且须按垂直方向交错布置。除特殊情况外，所有箍筋应与主筋垂直。当箍筋端头加工为如图 4.4.1-4 所示弯钩时，箍筋安装好后应将弯钩处点焊牢固。

6.2.5 安装双层钢筋网时，在两层钢筋网之间应设置撑铁（钩）以固定两层钢筋网之间的间距。撑铁（钩）间距宜根据钢筋直径

大小和安装位置确定。

6.2.6 钢筋绑扎用绑丝规格宜按表 6.2.6 选择。

表 6.2.6 钢筋绑扎用绑丝规格

钢筋直径 (mm)	12 及以下	14~25	28~40
绑丝规格	22	20	18

6.3 机 械 接 头 安 装

6.3.1 套筒挤压钢筋接头的安装应符合下列要求：

- 1 钢筋端部不得有局部弯曲，不得有严重锈蚀和附着物。
- 2 钢筋端部应有检查插入套筒深度的明显标记，钢筋端头离套筒长度中点不宜超过 10mm。
- 3 挤压应从套筒中央开始，依次向两端挤压，压痕直径的波动范围应控制在产品允许波动范围内，并提供专用量规进行检验。
- 4 挤压后的套筒不得有肉眼可见裂纹。

6.3.2 直螺纹钢筋接头的安装应符合下列要求：

1 安装接头时可用管钳扳手拧紧，应使钢筋丝头在套筒中央位置相互顶紧。标准型接头安装后的外露螺纹不宜超过 $2p$ ，加长型接头的外露丝扣不受限制，但应有明显标记，以检查进入套筒的丝头长度是否满足要求。

2 钢筋直螺纹接头安装后应用扭矩扳手校核拧紧扭矩，拧紧扭矩值应符合表 6.3.2 的规定。

表 6.3.2 钢筋直螺纹接头安装时的最小拧紧扭矩

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

3 校核用扭力扳手的准确度级别可选用 10 级。

6.3.3 锥螺纹钢筋接头的安装应符合下列要求：

1 接头安装时应保证钢筋与连接套的规格相一致。

2 钢筋锥螺纹接头安装后应用扭矩扳手校核拧紧扭矩, 拧紧扭矩值应符合表 6.3.3 的规定。

表 6.3.3 钢筋锥螺纹接头安装时的拧紧扭矩

钢筋直径 (mm)	≤16	18~20	22~25	28~32	36~40
拧紧扭矩 (N·m)	100	180	240	300	360

3 校核用扭矩扳手与安装用扭矩扳手应区分使用, 校核用扭矩扳手应每年校核 1 次, 准确度级别应选用 5 级。

6.4 保护层

6.4.1 钢筋安装时应保证其净保护层厚度满足《水工混凝土结构设计规范》DL/T 5057 或设计文件规定的要求; 梁、次梁、柱等的交叉部位, 钢筋的净保护层厚度宜大于 10mm。

6.4.2 在钢筋与模板之间应设置强度不低于该部位混凝土强度的垫块, 垫块的高度与净保护层厚度相同, 应均匀分散布置, 固定牢固。

6.5 架立筋

6.5.1 架立筋的直径宜用大于或等于 22mm 的钢筋。受力钢筋当直径大于 22mm 时, 可作为架立筋的一部分。

6.5.2 钢筋网若采用场外绑扎或焊接预制后整体吊装, 其架立筋应专门设计。必要时, 也可采用轻型型钢等作为钢筋支撑骨架, 预制的绑扎和焊接钢筋网及钢筋骨架应有足够的强度和刚度, 保证在运输和吊装过程中不变形、不开焊和不松脱。

6.6 锚筋安装

6.6.1 锚筋安装宜选用先注浆后插锚筋的施工方法, 钻孔直径应

比插筋直径大 15mm 以上; 采用先插锚筋后注浆的方法安装时, 钻孔直径宜比锚筋直径大 40mm。

6.6.2 注浆宜采用注浆器具, 注浆前应用水或稀水泥浆润滑注浆器具管路。砂浆用砂应经过筛选, 其砂粒直径不得大于 2.5mm, 砂浆强度等级应按设计要求配制。采用水泥锚固卷或其他锚固剂代替注水泥砂浆时, 宜先将定量的水泥锚固卷或其他锚固剂填入锚筋孔, 再将锚筋打入。

6.6.3 打入锚筋后若孔口砂浆不饱满, 应采用同强度等级的砂浆补填饱满。锚筋安装后, 在锚固材料凝固过程中不得敲击、碰撞, 必要时应在孔口采取固定措施。

6.6.4 作为受力钢筋的锚筋孔的间(排)距位置偏差应控制在 ±0.1 倍间(排)距以内, 且锚筋保护层应满足设计要求, 孔深偏差不宜大于 50mm。

6.7 安装后的监护

6.7.1 钢筋安装完毕, 应按照设计文件和本规范的规定进行检查验收, 并做记录。钢筋验收后长期暴露的, 应在混凝土浇筑之前, 按上述规定重新检查, 验收合格后方可浇筑混凝土。

6.7.2 安装好的钢筋由于长期暴露而生锈时, 应进行现场除锈。对于钢筋锈蚀截面面积缩小 2% 以上时应采取措施或予以更换。

6.7.3 混凝土浇筑过程中, 应经常检查钢筋架立位置, 发现位置移动应及时校正, 严禁擅自移动或割除钢筋。

7 质量检查与控制

7.1 一般规定

7.1.1 钢筋工程质量检查应按照钢筋施工工艺的相关设计要求,采取直观检查、实测检查、仪器测试等。

7.1.2 钢筋工序质量评定:主控项目符合质量标准,一般项目不少于70%的检查点符合质量标准为合格;主控项目符合质量标准,一般项目不少于90%的检查点符合质量标准为优良。钢筋质量检查项目和质量标准见表7.1.2。

表 7.1.2 钢筋质量检查项目和质量标准

项类	检 查 项 目	质 量 标 准
主 控 项 目	钢筋的材质、数量、规格尺寸、安装位置	符合产品质量标准和设计要求
	钢筋接头的力学性能	符合施工规范和设计要求
	焊接接头和焊接外观	不容许有裂缝、脱焊点和漏焊点,表面平整、没有明显咬边、凹陷、气孔等,钢筋不得有明显烧伤
	套筒的材质及规格尺寸	符合质量标准 and 设计要求,外观无裂纹或其他肉眼可见缺陷,挤压以后的套筒不得有裂纹
	钢筋接头丝头	符合规范及设计要求,保护良好,外观无锈蚀或油污,牙形饱满光滑
	接头分布	满足规范及设计要求
	螺纹匹配	丝头螺纹与套筒螺纹满足连接要求,螺纹结合紧密,无明显松动,以及相应处理方法得当
	冷挤压连接接头挤压道数	符合型式检验确定的道数

续表 7.1.2

项类	检 查 项 目		质 量 标 准
一 般 项 目	闪光对焊	接头处的弯折角	$\leq 4^\circ$
		轴线偏移	$\leq 0.15d$, 且 $\leq 4\text{mm}$
	搭接焊 帮条焊	帮条对焊接头中心的纵向偏差	$\leq 0.50d$
		接头处钢筋轴线曲折	$\leq 4^\circ$
		焊缝长度	$-0.50d$
		焊缝高度	$-0.50d$
		焊缝宽度	$-0.10d$
		焊缝咬边深度	$\leq 0.05d$, 且 $\leq 1\text{mm}$
	表面 气孔和 夹渣	在 $2d$ 长度的数量	≤ 2 个
		气孔、夹渣的直径	$\leq 3\text{mm}$
	熔槽焊	焊缝余高	$\leq 3\text{mm}$
		接头处钢筋中心线的位移	$\leq 0.10d$
	窄间隙焊	横向咬边深度	$\leq 0.5\text{mm}$
		接头处钢筋中心线的位移	$\leq 0.10d$, 且 $\leq 2\text{mm}$
		接头处的弯折角	$\leq 4^\circ$
机 械 连 接	带肋钢筋套筒冷挤压连接接头	压痕处套筒外形尺寸	挤压后套筒长度应为原套筒的 $1.10 \sim 1.15$ 倍, 或挤压出套筒的外径波动范围为原套筒外径的 $0.8 \sim 0.9$ 倍
		接头弯折	$\leq 4^\circ$
	直螺纹连接接头	外露丝扣	应符合本规范要求
	锥螺纹连接接头	拧紧力矩值	应符合本规范要求
		接头丝扣	应符合本规范要求

注: d 为钢筋直径。

7.1.3 焊接接头的质量检验，应分批进行外观检查和力学性能检验。

7.2 加工质量控制

7.2.1 钢筋加工过程质量检查应符合下列规定：

- 1 领料要检验原材料出场合格证、检验报告和外观质量；
- 2 检查配料表中的钢筋牌号、尺寸、数量是否与设计相符；
- 3 检查加工后的钢筋有没有起皮、裂纹；
- 4 检查弯曲成形的钢筋尺寸、形状、弯起角度是否符合设计要求；
- 5 加工钢筋的检查频次应满足表 7.2.1 的规定。

表 7.2.1 加工钢筋的检查频次

项次	检查项目	检查频次
1	受力钢筋顺长长度	按受力钢筋总数抽查 30%
2	弯起钢筋各部分尺寸	按弯起钢筋总数抽查 30%
3	箍筋、螺旋筋各部分尺寸	每构件检查 5~10 个

7.2.2 成品钢筋应挂牌分类堆放，出厂时应有加工合格签认。

7.2.3 钢筋机械连接接头的加工允许偏差，按照接头连接技术规范检验。

7.3 连接质量控制

7.3.1 绑扎连接质量检查与控制应符合下列要求：

- 1 接头分布、接头面积分布率和接头连接区段的长度符合本规范的要求。
- 2 钢筋绑扎接头缺扣、松扣的数量不应超过绑扎数量的 10%，且不应集中。

7.3.2 机械连接质量检查与控制应符合下列要求：

1 接头的现场检验应按验收批进行。同一施工条件下采用同一批材料的同等级、同形式、同规格接头，应以 500 个为一个验收批进行检验与验收，不足 500 个也应作为一个验收批。

2 对每种形式、级别、规格、材料、工艺的钢筋机械连接接头，型式检验试件不应少于 9 个；单向拉伸试件不应少于 3 个，高应力反复拉压试件不应少于 3 个，大变形反复拉压试件不应少于 3 个。同时，应另取 3 根钢筋试件做抗拉强度试验。全部试件均应在同一根钢筋上截取。

3 锥（直）螺纹钢筋接头形式检验应按照相关规定进行。

4 接头安装前应检查连接套合格证及表面生产批号标识；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。

5 现场截取抽检试件后，原接头位置的钢筋可采用同等规格的钢筋进行搭接连接，或采用焊接及机械连接方法补接。

7.3.3 钢筋电弧焊接质量检查与控制应符合下列要求：

1 电弧焊接头的质量检验，应分批进行外观检查和力学性能检验，在现浇混凝土结构中，应以 300 个同牌号钢筋、同形式接头作为一批；每批随机切取 3 个接头，做拉伸试验。

2 电弧焊接头外观检查应符合下列要求：

- 1) 焊缝表面应平整，不得有凹陷或焊瘤。
- 2) 焊接接头区域不得有肉眼可见的裂纹。
- 3) 咬边深度、气孔、夹渣等缺陷允许值及接头尺寸的允许偏差，应符合表 7.1.2 的规定。

3 当模拟试件试验结果不符合要求时，应进行复验。复验应从现场焊接接头中切取，其数量和要求与初始试验时相同。

4 水平钢筋窄间隙焊的接头，在去除模具后应进行全部外观检查。接头处焊缝饱满，不得有深度大于 0.5mm 的咬边；接头处的轴线偏移不得大于 0.1 倍钢筋直径，且不得大于 2mm；接头处

的弯折不得大于 4° 。外观检查不合格的接头,应切除0.3倍钢筋直径的热影响区后重焊或采取补强措施。

5 钢筋与钢板电弧搭接焊接头可只进行外观检查。

6 在同一批中若有几种不同直径的钢筋焊接接头,应在最大直径钢筋接头和最小直径钢筋接头中分别切取3个试件进行拉伸试验。

7.3.4 电渣压力焊质量检查与控制应符合下列要求:

1 电渣压力焊接头的质量检验,按下列规定作为一个检验批:

在现浇钢筋混凝土结构中,应以300个同牌号钢筋接头作为一批;在房屋结构中,应在不超过两楼层中300个同牌号钢筋接头作为一批;当不足300个接头时,应作为一批。每批随机切取3个接头做拉伸试验。

2 电渣压力焊接头外观检查应符合下列要求:

- 1) 四周焊包凸出钢筋表面的高度,当钢筋直径为25mm及以下时,不得小于4mm;当钢筋直径为28mm及以上时,不得小于6mm。
- 2) 钢筋与电极接触处,应无烧伤缺陷。
- 3) 接头处的轴线偏移不得大于钢筋直径的0.1倍,且不得大于2mm。

7.3.5 闪光对焊质量检查与控制应符合下列要求:

1 闪光对焊接头的质量检验,按下列规定作为一个检验批:

- 1) 在同一台班内,由同一焊工完成的300个同牌号、同直径钢筋焊接接头应作为一批。当同一台班内焊接的接头数量较少,可在一周之内累计计算;累计仍不足300个接头时,应按一批计算。
- 2) 力学性能检验时,应从每批接头中随机切取6个接头,其中3个做拉伸试验,3个做弯曲试验。
- 3) 焊接等长的预应力钢筋(包括螺栓端杆与钢筋)时,

可按生产时同等条件制作模拟试件。

4) 螺栓端杆接头可只做拉伸试验。

2 闪光对焊接头外观检查应符合下列要求:

- 1) 接头处不得有横向裂纹。
- 2) 与电极接触处的钢筋表面不得有明显烧伤。
- 3) 接头处的弯折角不得大于 4° 。
- 4) 接头处的轴线偏移不得大于钢筋直径的0.15倍,且不得大于4mm。
- 5) 外观检查不合格的接头,应剔出重焊。

3 箍筋闪光对焊接头的质量检验,按下列规定作为一个检验批:

- 1) 检验批数量分成两种:钢筋直径为10mm及以下,为1200个;钢筋直径为12mm及以上,为600个。应按同一焊工完成的不超过上述数量同牌号、同直径的箍筋闪光对焊接头作为一个检验批。当同一台班内焊接的接头数量较少时,可累计计算;当超过规定数量时,其超出部分,也可累计计算。
- 2) 每个检验批随机抽取5%个箍筋闪光对焊接头做外观检查;随机切取3个对焊接头做拉伸试验。

4 箍筋闪光对焊接头外观质量检查结果,应符合下列规定。

- 1) 对焊接头表面应呈圆滑状,不得有横向裂纹。
- 2) 轴线偏移不大于钢筋直径的0.1倍。
- 3) 弯折角度不得大于 4° 。
- 4) 对焊接头所在直线边凹凸不得大于5mm。
- 5) 对焊箍筋内净空尺寸的允许偏差在 $\pm 5\text{mm}$ 之内。
- 6) 与电极接触无明显烧伤。

7.3.6 气压焊接质量检查与控制应符合下列要求:

1 气压焊接头的质量检验,按下列规定作为一个检验批:

- 1) 在现浇钢筋混凝土结构中,应以300个同牌号钢筋接

头作为一批;当不足 300 个接头时,仍应作为一批。

- 2) 在柱、墙的竖向钢筋连接中,应从每批接头中随机切取 3 个接头做拉伸试验;在梁、板的水平钢筋连接中,应另切取 3 个接头做弯曲试验。

2 气压焊接头外观检查应符合下列要求:

- 1) 接头处的轴线偏移 e 不得大于钢筋直径的 0.15 倍,且不得大于 4mm;当不同直径钢筋焊接时,应按较小钢筋直径计算;当大于上述规定值,但在钢筋直径的 0.30 倍以下时,可加热矫正;当大于钢筋直径的 0.30 倍时,应切除重焊。
- 2) 接头处的弯折角不得大于 4° ;当大于规定值时,应重新加热矫正。
- 3) 气压焊接头镦粗直径不得小于钢筋直径的 1.4 倍。当小于上述规定值时,应重新加热镦粗。
- 4) 镦粗长度不得小于钢筋直径的 1.2 倍,且凸起部分平缓圆滑。当小于上述规定值时,应重新加热镦粗。

7.3.7 钢筋电阻点焊质量检查与控制应符合下列要求:

1 在点焊生产中,应经常保持电极与钢筋之间接触面的清洁平整;当电极使用变形时,应及时修整。

2 钢筋电阻点焊接头的质量检验,按下列规定作为一个检验批:

- 1) 在同一台班内,由同一个焊工完成的 300 个同牌号、同直径钢筋焊接接头应作为一批。当同一台班内焊接的接头数量较少,可在一周之内累计计算;累计仍不足 300 个接头时,应按一批计算。
- 2) 力学性能检验时,应从每批接头中随机切取 6 个接头,其中 3 个做拉伸试验,3 个做弯曲试验。
- 3) 异径接头可只做拉伸试验。

7.3.8 预埋件钢筋电弧焊 T 形接头质量检查与控制应符合下列

要求:

1 预埋件钢筋 T 形接头的外观检查,应从同一台班内完成的同类型预埋件中抽查 5%,且不得少于 10 件。

2 当进行力学性能检验时,应以 300 件同类型预埋件作为一批。一周内连续焊接时,可累计计算。当不足 300 件时,也应按一批计算。

3 每批预埋件中随机切取 3 个接头做拉伸试验,试件的钢筋长度应大于或等于 200mm,钢板的长度和宽度均应大于或等于 60mm,并视钢筋直径而定。

4 预埋件钢筋电弧焊 T 形接头外观检查结果,应符合下列要求:

- 1) 焊缝表面不得有气孔、夹渣和肉眼可见裂纹。
- 2) 钢筋咬边深度不得超过 0.5mm。
- 3) 钢筋相对钢板的直角偏差不得大于 4° 。

5 预埋件外观检查结果,当有 2 个接头不符合上述要求时,应对全数接头的这一项目进行检查,并剔出不合格品,不合格接头经补焊后可提交二次验收。

7.3.9 预埋件钢筋埋弧压力焊质量检查与控制应符合下列要求:

1 钢筋埋弧焊接头的外观检查,应从同一台班内完成的同类型成品件中抽查 5%,且不得少于 10 件。

2 应以 300 个同牌号钢筋接头作为一批;当不足 300 个接头时,仍应作为一批。

3 预埋件钢筋埋弧压力焊接头的外观检查,应符合下列要求:

- 1) 焊包均匀。
- 2) 钢筋咬边深度不得超过 0.5mm。
- 3) 与钳口接触处的钢筋表面无明显烧伤。
- 4) 钢板无焊穿、凹陷现象。
- 5) 钢筋相对钢板的直角偏差不大于 4° 。

6) 钢筋间距偏差不大于 $\pm 10\text{mm}$ 。

7.4 安装质量控制

7.4.1 一般检查要求:

1 钢筋安装前应检查成品钢筋型号规格、外形尺寸和数量等与设计和料单、料牌的相符性,检查方法包括尺量、核对数量和目测。

2 钢筋安装前应检查放线位置的准确性和完好性,检查方法为仪器测量和尺量。

3 锚筋安装前应按设计要求检查孔位、孔向、孔深、孔径及清洗钻孔,检查工具有罗盘、测斜仪、钢丝、钢卷尺;检查方法为测量和观察。

4 检查成品钢筋锈蚀情况和清洁情况。所有焊接接头必须进行外观检验,其要求是:焊缝表面平顺,没有较明显的咬边、凹陷、焊瘤、夹渣及气孔,严禁有裂纹出现,机械连接接头必须检查外露丝扣情况,并检查接头有无松动。

5 任何构件钢筋安装后,应如实填写质量检验表,并经终检验收合格后才能浇筑混凝土。

7.4.2 钢筋安装偏差检查。钢筋型号、规格及安装位置、间距、保护层均应符合设计要求,主要检查方法为测量和观察。钢筋安装允许偏差和检验方法见表 7.4.2。

表 7.4.2 钢筋安装允许偏差和检验方法

项次	偏差名称	允许偏差	检验工具	检验频次
1	钢筋长度偏差	$\pm 1/2$ 净保护层	钢卷尺	每型号不少于两个断面
2	同一排受力钢筋间距的局部偏差	柱、梁 $\pm 0.5d$	钢卷尺	每型号不少于两处
		板、墙 ± 0.1 倍间距	钢卷尺	每型号不少于 5 处
3	同一排分布钢筋间距偏差	± 0.1 倍间距	钢卷尺	每排不少于 3 处

续表 7.4.2

项次	偏差名称	允许偏差	检验工具	检验频次
4	双排钢筋排间距的局部偏差	± 0.1 倍间距	钢卷尺	不少于 5 处
5	梁、柱箍筋间距偏差	± 0.1 倍箍筋间距	钢卷尺	每梁柱不少于 3 处
6	保护层厚度的局部偏差	$\pm 1/4$ 净保护层厚	钢卷尺	每一构件不少于 5 处

7.4.3 钢筋绑扎安装完成后应严格进行检查,核对钢筋位置钢号、直径、根数、间距、接头位置、搭接长度是否符合规定。绑扎是否牢固,有无松脱变形现象,经终检验收合格后,才可进入下道工序。

7.4.4 锚筋抗拉拔力检测试验以 100 根为一批,不足 100 根按一批计。抗拉拔力试验每批抽检 3 根为一组,重要部位适当增加抽检数量。每组试验的抗拉拔力平均值应大于设计值,抽检的任一根锚筋的抗拉拔力值应不低于设计锚固力的 90%。

7.4.5 锚筋采用无损检测的方法检测时,无损检测数量不少于 10%,且每单项或单元工程不少于 10 根,重要部位可适当增加检测数量;单根锚筋实测入孔长度大于或等于设计长度的 95%、砂浆饱满度大于或等于 90%为合格;每单项或单元工程抽检样本中 90%合格,判定该单项或单元工程为合格,无损检测合格率达不到要求时,应加倍检测。

附录 A 钢筋的主要机械性能及化学成分

A.1 钢筋机械性能

钢筋主要机械性能, 见表 A.1。

表 A.1 钢筋主要机械性能

钢筋名称	牌号	钢筋直径 (mm)	屈服点 σ_s (MPa)	抗拉强度 σ_b (MPa)	伸长率 (%)		冷弯 D—弯心直径 d—钢筋直径
					δ_5	δ_{10}	
热轧圆盘条	Q235	5.5~14	235	410	—	23	180°, D=0.5d
热轧光圆钢筋	HPB235	6~40	235	370	25	22	180°, D=d
热轧带肋钢筋 (细晶粒热轧带肋钢筋)	HRB335 (HRBF335)	6~25	335	455	17	—	180°, D=3d
		28~50					180°, D=4d
	HRB400 (HRBF400)	6~25	400	540	16	—	90°, D=4d
		28~50					90°, D=5d
	HRB500 (HRBF500)	6~25	500	630	15	—	90°, D=6d
		28~50					90°, D=7d
余热处理钢筋	RRB400 (KL400)	8~25	440	600	14	—	90°, D=3d
		28~40					90°, D=4d
冷拉钢筋	HPB235	d≤12	280	370	—	11	180°, D=3d
冷轧带肋钢筋	CRB550	4~12	500	550	—	8	180°, D=3d

注: 1 直径 $d>25\text{mm}$ 的钢筋做冷弯试验时, 弯心直径增加一个 d 。

2 经供需双方协议, 可以做低温 (0℃、-20℃、-40℃) 冲击试验, 其数据不作为验收依据。

3 直径为 28mm~40mm 的各牌号钢筋的断后伸长率可降低 1%; 直径大于 40mm 的各牌号钢筋的断后伸长率可降低 2%。

A.2 钢筋化学成分

钢筋化学成分, 见表 A.2。

表 A.2 钢筋化学成分 (熔炼分析)

钢筋名称	牌号	化学成分 (%)							
		C	Si	Mn	V	Nb	Ti	不大于	
								P	S
热轧圆盘条	Q235A	0.14~0.22	0.30	0.30~0.65	—	—	—	0.045	0.050
	Q235B	0.12~0.20	0.30	0.30~0.70	—	—	—	0.045	0.045
	Q235C	0.12~0.18	0.30	0.30~0.60	—	—	—	0.040	0.040
热轧光圆钢筋	HPB235	0.14~0.22	0.12~0.30	0.30~0.65	—	—	—	0.045	0.050
热轧带肋钢筋 (细晶粒热轧带肋钢筋)	HRB335 (HRBF335)	0.25	0.80	1.60	—	—	—	0.045	0.045
	HRB400 (HRBF400)								
	HRB500 (HRBF500)								
余热处理钢筋	RRB400 (KL400)	0.17~0.25	0.40~0.80	1.20~1.60	—	—	—	0.045	0.045
冷拉钢筋	HPB235	0.14~0.22	0.12~0.30	0.30~0.65	—	—	—	0.045	0.050
冷轧带肋钢筋	CRB550	0.09~0.15	≤0.30	0.25~0.55	—	—	—	0.045	0.050

注: 1 用侧吹碱性转炉冶炼的 AJ3、AJ5 钢, 其成分应符合《碳素结构钢》GB/T 700 的相应规定, 且 AJ5 钢的硅含量应小于 0.3%。

2 在保证钢筋性能的情况下, 各成分下限不作为成品交货条件, 但供方须另订熔炼成分下限作为厂内判定依据。

3 20 锰硅含硅量可以提高到 1.7%; 转炉冶炼的 25 锰硅含碳量可以提高到 0.03%, 含锰量可以提高到 1.7%。

4 钢中的铜、镍、铝的残余含量均应小于或等于 0.3%。用含铜矿石所炼生铁冶炼的钢, 铜的含量可大于 0.4%。

5 成品钢筋的化学成分允许误差分别执行《碳素结构钢》GB/T 700、《低合金高强度结构钢》GB/T 1591 的相应规定。

6 余热处理 III 级钢筋 (KL400、20MnSi) 的化学成分与热轧 II 级钢筋 (RL335、20MnSi) 相同。

附录 B 钢筋锥（直）螺纹加工质量检验方法

B.1 锥螺纹加工质量检验方法

B.1.1 锥螺纹丝头牙形检验：牙形饱满，无断牙、秃牙缺陷，且与牙形规的牙形吻合，牙齿表面光洁的为合格品（见图 B.1.1）。

B.1.2 锥螺纹丝头锥度与小端直径检验：丝头锥度与卡规或环规吻合，小端直径在卡规或环规上的允许误差刻度之内为合格（见图 B.1.2-1 和图 B.1.2-2）。

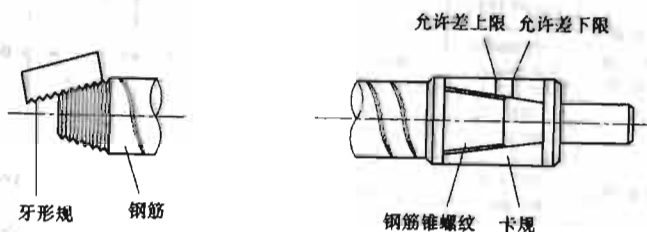


图 B.1.1 锥螺纹丝头牙形检验示意图

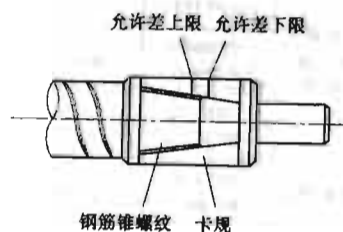


图 B.1.2-1 锥螺纹丝头锥度检验示意图

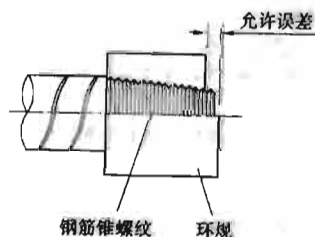


图 B.1.2-2 锥螺纹丝头小端直径检验示意图

B.1.3 锥螺纹连接套质量检验：锥螺纹塞规拧入连接套后，连接套的大端边缘在锥螺纹塞规大端的缺口范围内为合格（见图 B.1.3）。

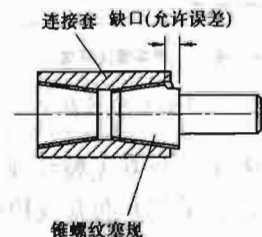


图 B.1.3 锥螺纹连接套检验示意图

B.2 直螺纹加工质量检验方法

B.2.1 牙形检验：牙形饱满、牙顶宽超过 0.6mm，秃牙部分不超过一个螺纹周长，螺纹扣长度满足要求为合格。

B.2.2 螺纹大径检验：采用光面轴用量规检测，通端量规能通过螺纹的大径，止端量规不通过螺纹大径为合格（见图 B.2.2）。

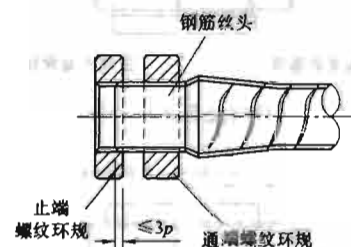


图 B.2.2 直螺纹丝头螺纹大径检验示意图

B.2.3 螺纹中径及小径检验：采用螺纹环规检测，通端螺纹环规能顺利旋入螺纹并达到旋合长度，止端螺纹环规与端部螺纹部分旋合，旋入量不超过 $3p$ (p 为螺距) 时为合格（见图 B.2.3）。

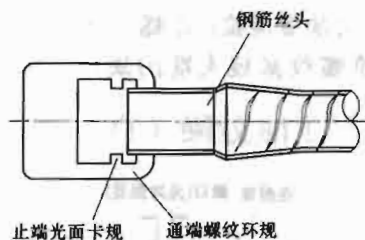


图 B.2.3 直螺纹丝头螺纹中径及小径检验示意图

B.2.4 直螺纹连接套的检验：外观无裂纹或肉眼可见缺陷，长度及外形尺寸符合设计要求；采用光面塞规检验时通端塞规应能通过螺纹的小径，止端塞规则不应通过螺纹小径；采用螺纹塞规检验时通端塞规能顺利旋入连接套筒两端并达到旋合长度，止端螺纹塞规则不能通过连接套筒内螺纹，但允许从套筒两端部分旋合，旋入量不超过 $3p$ (p 为螺距) 为合格 (见图 B.2.4-1 和图 B.2.4-2)。

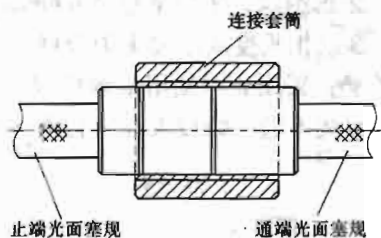


图 B.2.4-1 直螺纹套筒小径检验示意图

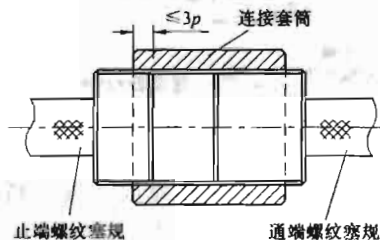


图 B.2.4-2 直螺纹套筒中径及大径检验示意图

B.3 钢筋锥（直）螺纹加工检验记录

钢筋锥（直）螺纹加工检验记录见表 B.3。

表 B.3 钢筋锥(直)螺纹加工检验记录

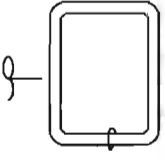
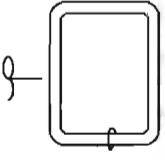
[illegible]

检查单位: 检查人员: 日期: 负责人:

附录 C 钢筋焊接方法的适用范围

钢筋焊接方法的适用范围见表 C。

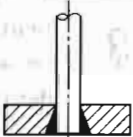
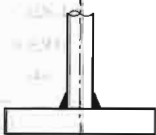
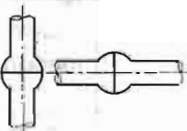
表 C 钢筋焊接方法的适用范围

焊接方式		接头形式	适用范围	
			钢筋牌号	钢筋直径 (mm)
电阻点焊			HPB300	6~16
			HRB335、HRBF335	6~16
			HRB400、HRBF400	6~16
			CRB550	5~12
闪光对焊			HPB300	8~22
			HRB335、HRBF335	8~32
			HRB400、HRBF400	8~32
			HRB500、HRBF500	10~32
			RRB400	10~32
箍筋闪光对焊			HPB300	6~16
			HRB335、HRBF335	6~16
			HRB400、HRBF400	6~16
电弧焊	搭条焊	双面焊	HPB300	6~22
			HRB335、HRBF335	6~40
			HRB400、HRBF400	6~40
		单面焊	HPB300	6~22
			HRB335、HRBF335	6~40
			HRB400、HRBF400	6~40

续表 C

焊接方式		接头形式	适用范围	
			钢筋牌号	钢筋直径 (mm)
电弧焊	搭接焊	双面焊	HPB300	6~22
			HRB335、HRBF335	6~40
			HRB400、HRBF400	6~40
			HRB500、HRBF500	6~40
	单面焊		HPB300	6~22
			HRB335、HRBF335	6~40
			HRB400、HRBF400	6~40
			HRB500、HRBF500	6~40
	熔槽帮条焊		HPB300	20~22
			HRB335、HRBF335	20~40
电弧焊	平焊		HPB300	18~40
			HRB335、HRBF335	18~40
			HRB400、HRBF400	18~40
			HRB500、HRBF500	18~40
	立焊		HPB300	18~40
			HRB335、HRBF335	18~40
			HRB400、HRBF400	18~40
			HRB500、HRBF500	18~40
	钢筋与钢板搭接焊		HPB300	18~40
			HRB335、HRBF335	18~40
电弧焊	窄间隙焊		HPB300	16~40
			HRB335、HRBF335	16~40

续表 C

焊接方式			接头形式	适用范围	
				钢筋牌号	钢筋直径 (mm)
电弧焊	预埋件钢筋	角焊		HPB300 HRB335、HRBF335 HRB400、HRBF400 HRB500、HRBF500	6~25 6~25 6~25 6~25
		穿孔塞焊		HPB300 HRB335、HRBF335 HRB400、HRBF400 HRB500、HRBF500	20~25 20~25 20~25 20~25
		埋弧压力焊		HPB300 HRB335、HRBF335 HRB400、HRBF400 HRB500、HRBF500	6~25 6~25 6~25 6~25
		埋弧螺柱焊			
	电渣压力焊			HPB300 HRB335、HRBF335 HRB400、HRBF400 HRB500、HRBF500	12~32 12~32 12~32 12~32
	气压焊	固态		HPB300 HRB335、HRBF335 HRB400、HRBF400 HRB500、HRBF500	12~40 12~40 12~40 12~40
		熔态			

注: 1 电阻点焊时, 适用范围的钢筋直径指两根不同直径钢筋交叉叠接中较小钢筋的直径。

2 电弧焊含焊条电弧焊和 CO₂ 气体保护电弧焊。

3 在生产中, 对于有较高要求的抗震结构用钢筋, 在牌号后加 E (如 HRB400E、HRBF400E), 可参照同级别钢筋施焊。

4 生产中, 如果有 HPB235 钢筋需要进行焊接, 可参考采用 HPB300 钢筋的焊接工艺参数。

附录 D 钢筋电弧焊焊接材料匹配表

钢筋电弧焊焊接材料匹配表见表 D。

表 D 钢筋电弧焊焊接材料匹配表

钢筋牌号	电弧焊接头形式			
	帮条焊 搭接焊	坡口焊 熔槽帮条焊 预埋件穿孔塞焊	窄间隙焊	钢筋与钢板搭接焊 预埋件 T 形角焊
HPB235	GB/T 5117: E43XX GB/T 8110: ER49、50-X	GB/T 5117: E43XX GB/T 8110: ER49、50-X	GB/T 5117: E43XX GB/T 8110: ER49、50-X	GB/T 5117: E43XX GB/T 8110: ER49、50-X
HPB300	GB/T 5117: E43XX GB/T 8110: ER49、50-X	GB/T 5117: E43XX GB/T 8110: ER49、50-X	GB/T 5117: E43XX GB/T 8110: ER49、50-X	GB/T 5117: E43XX GB/T 8110: ER49、50-X
HRB335 HRBF335	GB/T 5117: E43XX E50XX GB/T 5118: E50XX-X GB/T 8110: ER49、50-X	GB/T 5117: E50XX GB/T 5118: E50XX-X GB/T 8110: ER49、50-X	GB/T 5117: E5015、16 GB/T 5118: E5015、16-X GB/T 8110: ER49、50-X	GB/T 5117: E43XX E50XX GB/T 5118: E50XX-X GB/T 8110: ER49、50-X
HRB400 HRBF400	GB/T 5117: E50XX GB/T 5118: E50XX-X GB/T 8110: ER 50-X	GB/T 5118: E55XX-X GB/T 8110: ER 50、55-X	GB/T 5118: E5515、16-X GB/T 8110: ER 50、55-X	GB/T 5117: E50XX GB/T 5118: E50XX-X GB/T 8110: ER 50-X
HRB500 HRBF500	GB/T 5118: E55、60XX-X GB/T 8110: ER 55-X	GB/T 5118: E60XX-X	GB/T 5118: E6015、16-X	GB/T 5118: E55、60XX-X GB/T 8110: ER 55-X
KL400	GB/T 5118: E55XX-X GB/T 8110: ER 55-X	GB/T 5118: E55XX-X	GB/T 5118: E5515、16-X	GB/T 5118: E55XX-X GB/T 8110: ER 55-X

附录 E 钢筋机械连接接头类型及适用范围

钢筋机械连接接头类型及适用范围见表 E。

表 E 钢筋机械连接接头类型及适用范围

连 接 方 式			适用范围	钢筋直径 (mm)
套筒挤压连接			HRB335、 HRB400、 RRB400	16~40
锥螺纹连接			HRB335、 HRB400、 RRB400	16~40
直螺纹连接	微粗直螺纹连接		HRB335、 HRB400	16~40
	滚压直螺纹连接	直接滚压直螺纹连接		
		挤肋滚压直螺纹连接		
		剥肋滚压直螺纹连接		

本规范用词说明

1 为了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

- GB/T 700 碳素结构钢
- GB/T 701 低碳钢热轧圆盘条
- GB 1499.1 钢筋混凝土用钢 第1部分：热轧光圆钢筋
- GB 1499.2 钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋
- GB/T 1591 低合金高强度结构钢
- GB/T 5117 非合金钢及细晶粒钢焊条
- GB/T 5118 热强钢焊条
- GB 13014 钢筋混凝土用余热处理钢筋
- GB 13788 冷轧带肋钢筋
- DL/T 5057 水工混凝土结构设计规范
- JGJ 107 钢筋机械连接技术规程

中华人民共和国电力行业标准

水工混凝土钢筋施工规范

DL/T 5169 — 2013

条文说明

目 次

1 总则	62
3 材料	63
3.1 一般规定	63
3.2 钢筋检验	63
3.3 钢筋储存	64
3.4 钢筋代换	64
4 加工	66
4.1 钢筋清污除锈	66
4.2 钢筋调直	66
4.3 钢筋下料剪切	66
4.4 钢筋接头加工及弯折	67
4.5 成品钢筋存放和运输	68
5 连接	70
5.1 一般规定	70
5.2 钢筋连接技术要求	70
5.3 接头分布要求	74
6 安装	75
6.1 一般规定	75
6.2 钢筋绑扎要求	75
6.3 机械接头安装	75
6.4 保护层	76
6.5 架立筋	76
6.6 锚筋安装	76
6.7 安装后的监护	76
7 质量检查与控制	78

7.1 一般规定	78
7.2 加工质量控制	78
7.3 连接质量控制	78
7.4 安装质量控制	88

1 总 则

1.0.2 本规范是在原规范的基础上引入“质量检查与控制”及钢筋各工艺的具体规定,为钢筋工艺提供技术指导,并保证钢筋质量和施工安全。

1.0.3 钢筋焊接接头性能有特殊要求,如动载疲劳性能、耐腐蚀性能等,应按照设计要求进行相应的接头性能试验。

1.0.4 本条为新增条款。引入安全、质量相关条例。

1.0.5 本条为新增条款。建立健全各项钢筋焊接安全生产管理制度,参加钢筋施工的各级人员应经技术考核并持证上岗。钢筋安装现场的特殊部位,如高空、倒悬等,基础必须坚实稳固。患有高血压病、心脏病、贫血、癫痫病等不适合高处作业的人员,严禁现场钢筋作业。

1.0.6 钢筋焊接的附属材料,如焊条、焊丝、氧气、乙炔、液化石油气、二氧化碳、焊剂应有产品合格证。氧气的质量应符合《工业用氧》GB/T 3863 的规定,其纯度应大于或等于 99.5%。乙炔的质量应符合《溶解乙炔》GB 6819 的规定,其纯度应大于或等于 98.0%。

3 材 料

3.1 一 般 规 定

3.1.1 基本同原规范 4.1.1 条。钢筋材料的国家标准已经过多次修订,但是修订的进程不一致,按照国家相关标准,本规范钢筋采用统一牌号。对于本规范未涉及钢筋内容、概念等,应执行国家现行相关标准。

3.1.2 HPB235、HPB300 为热轧光圆钢筋;钢筋按照牌号可分为热轧带肋钢筋 HRB335、HRB400、HRB500;细晶粒热轧钢筋 HRBF335、HRBF400、HRBF500;冷轧带肋钢筋 CRB550、CRB650、CRB800、CRB970、CRB1170;冷拉钢筋 HPB235 ($d \leq 12\text{mm}$)、HRB335 ($d=8\text{mm} \sim 40\text{mm}$)、HRB400 ($d=8\text{mm} \sim 40\text{mm}$);冷拔钢筋 LX550、LX650、LX800;余热处理钢筋 RRB400 (KL400)。细晶粒热轧钢筋属高强钢筋,是建筑业推广新技术,其牌号有 HRBF335、HRBF400、HRBF500,牌号由 HRBF (热轧带肋钢筋的英文缩写后加“细”的英文 fine 的首字母)+屈服强度特征值构成。

3.1.3 基本同原规范 4.5.3 条。由于光圆钢筋制作的楔形锚筋施工中难以保证质量,因此本条中规定锚筋施工宜采用带肋钢筋,做成砂浆锚筋。

3.1.4 基本同原规范 4.1.3 条。本条要求施工单位采购或由业主供应钢筋材料时,除在性能上要符合国家标准外,还应满足设计标准和设计图纸等文件中的一些特殊规定。

3.2 钢 筋 检 验

3.2.1 同原规范 4.3.1 条。本条规定,运入施工现场的钢筋,必须

具有出厂质量证明书或检验报告单,凡弯曲不平直、表面有麻坑、有裂缝等严重影响外观质量,经性能检验不合格的钢筋,严禁应用于水工混凝土结构中。钢筋表面的一般缺陷,经试验、研究同意后使用或可降级使用。

3.2.2 基本同原规范 4.2.2、4.3.2 条及 4.3.3 条。

3.2.3 钢筋力学性能检验应符合《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、《钢筋混凝土用余热处理钢筋》GB 13014 的要求。

3.2.4 基本同原规范 4.2.3 条。

3.2.5 基本同原规范 4.2.1 条。

3.2.6 本条为新增条款。在钢筋安装过程中对发现存在质量问题或质量存有疑虑的钢筋,应再次进行检查。

3.3 钢 筋 储 存

3.3.1 基本同原规范 4.3.1 条。

3.3.2 基本同原规范 4.3.4 条。

3.3.3 基本同原规范 4.3.5 条。

3.4 钢 筋 代 换

3.4.1 本条为新增条款。钢筋代换,应征得设计单位同意,并办理设计变更文件。设计提出特殊要求的部位或结构,严格按照设计规定执行。

3.4.2 同原规范 4.4.2 条。钢筋代换时应满足设计规范规定的构造要求,以避免钢筋代换后影响工程质量,或造成工程费用增加。

3.4.3 同原规范 4.4.3 条。

3.4.4 同原规范 4.4.4 条。规定了在实际施工中经常使用的一种方法。

3.4.5 本条为新增条款。钢筋代换时,在满足等强度、等面积的

情况下,当构件受裂缝宽度或挠度控制时,应进行裂缝宽度或挠度验算。

1 等强度代换:当构件受强度控制时,钢筋可按强度相等原则进行代换,即不同牌号的钢筋按强度相等的原则代换,代换后的钢筋强度应大于或等于代换前的钢筋强度。

2 等面积代换:当构件按最小配筋率配筋时,钢筋可按面积相等原则进行代换,即同牌号的钢筋按钢筋面积相等原则代换。

4 加工

4.1 钢筋清污除锈

4.1.1 同原规范 5.1.1 条。对钢筋表面形成层的水锈和色锈一般不做专门处理，因为钢筋表面水锈和色锈对钢筋强度和握裹力没有影响，但对于有锈皮和鳞锈的钢筋必须处理，并应重新鉴定，视损伤程度决定降级使用或剔除不用。

4.1.2 钢筋表面的浮锈基本为保管不良，受雨雪侵蚀、存放期过长、潮湿、通风不良等所致。为防止钢筋生锈，应严格钢筋的储存管理。除锈后避免造成钢筋再次浮锈，应尽快使用。

4.1.3 原规范钢筋除锈方法分为机械除锈、人工除锈。本次引入化学除锈方法等。

4.2 钢筋调直

4.2.1 基本同原规范 5.1.2 条。

4.2.2 基本同原规范 5.1.3 条。氧气、乙炔焰烘烤取直会在钢筋表面形成明显损伤，影响施工质量。

4.2.3 补充原规范 5.1.3 条，钢筋的机械调直现在都采用钢筋调直机，其作用就是把成盘钢筋调成直钢筋，便于施工（主要目的）。采用卷扬机冷拉调直的工艺现在严禁使用，这种是因为拉伸后的钢筋直径减小，现场又难以控制，而不能保证钢筋受力。

4.3 钢筋下料剪切

4.3.1 本条为新增条款。下料人员要熟悉钢筋弯制过程中的伸长率的计算，确保钢筋满足设计要求。

4.3.2 本条为新增条款。钢筋加工应统筹考虑，宜减少钢筋的断头废料和焊接量。

4.3.3 本条为新增条款。在钢筋加工配料时，应满足钢筋接头分部要求。

4.3.4 钢筋接头的切割应与钢筋连接方式相适应，规定接头切割方式，以确保钢筋连接质量。钢筋剪切可采用钢筋切断机、手动液压切断机及手动切断器等，直径在 12mm 内的钢筋缺乏剪切机时，可采用氧乙炔焰切割。

4.4 钢筋接头加工及弯折

4.4.1 基本同原规范 5.3.4 条。但作以下修改：

原规范中“对大型梁、柱，当箍筋直径 $d \geq 12\text{mm}$ 时，弯钩宜做成 135° 弯头”，更改为“对有抗震等要求的结构，弯折角度为 135° ”。

原规范中“采用小直径 II 级钢筋制作箍筋时，其末端应有 90° 弯头”，更改为“对一般结构，弯折角度不应小于 90° ”。

4.4.2 基本同原规范 5.3.2 条。

4.4.3 同原规范 5.4.1 条。

4.4.4 将原规范 5.2.4 标题“钢筋锥（直）螺纹连接的螺纹加工”调整为“钢筋机械连接接头加工”，规定了最新标准，取代原规范，并对钢筋机械连接作以下补充说明：

1 直螺纹接头的加工：

1) 直螺纹接头的加工应保持丝头端面的基本平整，使安装扭矩能有效形成丝头的相互对顶力，消除或减少钢筋受拉时因螺纹间隙造成的变形。强调直螺纹钢筋接头应切平或镦平后再加工螺纹，是为了避免因丝头端部不平造成接触端面间相互卡位而消耗大部分拧紧扭矩和减少螺纹有效扣数。

2) 镦粗直螺纹钢筋接头有时会在钢筋镦粗段产生沿钢

筋轴向方向裂纹。国内试验表明,这些裂纹不影响接头性能,本规范容许出现裂纹,但不容许出现横向裂纹。

- 3) 钢筋丝头的加工长度应为正公差,保证丝头在套筒内可相互顶紧,以减少残余变形。
- 4) 螺纹量规检验是施工现场控制丝头加工尺寸和螺纹质量的重要工序。产品供应商应提供合格的螺纹量规,对加工丝头进行质量控制是丝头加工单位的责任。

2 锥螺纹接头的加工:

- 1) 锥螺纹接头在套筒中央不允许钢筋丝头相互接触而应保持一定间隙,因此对钢筋端面的平整度要求并不高,仅对个别端部严重不平的钢筋需要切平后制作螺纹,故仅提出不得弯曲的要求。
- 2) 为确保锥螺纹钢筋丝头在套筒中央不致相互顶紧而影响接头的强度或变形,丝头长度应为负公差。
- 3) 专用锥螺纹量规检验是控制锥螺纹锥度和螺纹长度的重要工序。

4.5 成品钢筋存放和运输

4.5.1 同原规范 5.5.1 条。由于加工后钢筋弯折部位和冷拉钢筋易生锈,且除锈较为困难;钢筋生锈时间因各地区气候条件不同而异,因此宜尽快使用。

4.5.2 基本同原规范 5.5.2 条。实践证明,挂牌分号存放是防止成品钢筋混号的有效手段。为便于现场施工,同一类型钢筋须两根扎结或焊接时,应捆在一起,并挂上编号标签,写明钢筋规格、尺寸,必要时应注明使用的工程名称。

4.5.3 同原规范 5.5.3 条。我国各地气候差异较大,各工程钢筋成品存放的时间也不尽相同,因此钢筋成品的存放应按地区气候条

件的不同而采取相应的措施,保证钢筋不变形、不锈蚀。

4.5.4 同原规范 5.5.4 条。钢筋锥(直)螺纹连接的成品钢筋因端头有丝扣,在存放过程中容易造成丝扣的损坏,满足不了安装质量的要求,因此规定应对钢筋端头丝扣采取有效措施进行保护。

4.5.5 本条为新增条款。钢筋运输、放置等应符合施工质量、安全及文明施工等方面的要求。

4.5.6 本条为新增条款。为确保钢筋安全吊装,钢筋准备工作应按照标准规范进行。起吊钢筋时,严禁正下方逗留人员,钢筋离地面或安装标高 1m 以内施工人员方准靠近操作,待就位放稳后方可摘钩。

5 连 接

5.1 一 般 规 定

5.1.1 同原规范 6.1.1 条。

按照钢筋的连接机理，钢筋的连接大致可以分为绑扎连接、焊接和机械连接三类。钢筋焊接手工电弧焊包括搭接焊、帮条焊、熔槽焊、窄间隙焊及坡口焊等；机械连接包括带肋钢筋套筒冷挤压连接、直螺纹连接、锥螺纹连接等。

5.1.2 本条为新增条款。明确了不同牌号、不同直径的钢筋焊接时，各种方法的适用范围。

5.1.4 本条为新增条款。钢筋电弧焊接时，焊接电流、极性、电弧电压（弧长）、焊接速度、焊丝尺寸等规定，应满足相关规范要求。

5.1.5 本条为新增条款。引入钢筋电弧焊所采用的焊条、焊丝及其型号。采用低氢型碱性焊条，应按照使用说明进行烘焙。采用的焊条应符合《碳钢焊条》GB/T 5117 或《低合金钢焊条》GB/T 5118 的规定。焊机应经常维护保养和定期检查，确保正常使用。

5.1.8 本条为新增条款。试验表明，HRBF335、HRBF400 级细晶粒热轧钢筋具有良好的焊接性能，广泛用于房屋、桥梁、道路等土建工程建设。

5.1.10 本条为新增条款。明确了不同牌号、不同直径的钢筋机械连接时的连接方式及适用范围。

5.2 钢筋连接技术要求

5.2.1 基本同原规范 6.1.2、6.2.6 条。钢筋绑扎时，轴心受拉及小

偏心受拉的纵向受力钢筋难以满足接头要求，不得采用绑扎连接。

5.2.2 本条为新增条款。参见《钢筋机械连接通用技术规程》JGJ 107 规范。

5.2.3 本条为新增条款，并补充说明如下：

本条规定了各级接头的抗拉强度。抗拉强度是接头最基本也是最重要的性能，本条为必须严格遵守的强制性条文。

3 各级接头应能经受规定的高应力和大变形反复拉压循环，且在经历拉压循环后，其抗拉强度仍应符合本规范表 5.2.3-1 的规定。

4 表 5.2.3-1 中 A 级钢筋接头抗拉强度合格条件 $f_{msl}^0 \geq f_{stk}$ （断于钢筋）或 $f_{msl}^0 \geq 1.10 f_{stk}$ （断于接头）的含义是：当接头试件拉断于钢筋，且试件抗压强度不小于钢筋抗压强度标准值时，试件合格；当接头试件拉断于接头（定义的“机械接头长度”范围内）时，试件的实测抗拉强度应满足 $f_{msl}^0 \geq 1.10 f_{stk}$ 。

5.2.4 基本同原规范 6.2.1 条。优先采用双面焊缝，在工程实际应用中，由于现场条件所限，可做成单面焊缝，但受力情况应能够满足混凝土结构要求。

5.2.5 基本同原规范 6.2.1 条。

5.2.6 基本同原规范 6.2.2 条。原规范中熔槽焊宜用于直径大于 25mm 的钢筋现场连接，本规范对钢筋直径下限进行了调整。

根据水利水电部门的试验报告，采用以角钢作垫模的熔槽焊接头形式，专门焊接直径为 20mm 及以上的粗直径钢筋。接头间隙 10mm~16mm，其施焊工艺基本上连续进行，中间敲渣一次。焊后进行加强焊及侧面焊缝的焊接，其接头质量符合要求，效果较好。角钢长 80mm~100mm，并与钢筋焊牢，具有帮条作用，结合其工艺特点，定名为熔槽帮条焊。

5.2.7 基本同原规范 6.2.3 条。原规范中窄间隙焊钢筋直径下限为 20mm，本规范对钢筋直径下限调整为 16mm。

5.2.8 本条为新增条款。钢筋坡口焊在现行水工混凝土结构中已

是一种普遍的焊接技术，原规范未作规定，使施工和现场检验无依据，故增加本条内容。

5.2.9 在原规范 6.2.5 条的基础上进行了以下修订：

1 钢筋电渣压力焊适用于竖向钢筋，或者倾斜度在 4:1 范围内钢筋的焊接；若再增大倾斜度，会影响熔池的维持和焊包成形。该条对原规范 6.2.5.1 做了调整。

2 在钢筋电渣压力焊和埋弧压力焊生产中，多年来一直借用埋弧焊的常用焊剂，HJ431 焊剂为一种高锰高硅低氟焊剂，是一种最常用熔炼型焊剂；在本规范中规定“宜采用 HJ431 焊剂”（取代原规范“431 号焊剂”提法），HJ 为焊剂汉语拼音第一个字母。焊剂若受潮，必须提前进行烘焙，以防止产生气孔。HJ431 焊剂化学成分见表 1。

表 1 HJ431 焊剂化学成分（%）

成分	SiO ₂	CaF ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃
含量	40~44	3~6.5	≤5.5	5~7.5	≤4
成分	MnO	FeO	K ₂ O+NaO	S	P
含量	34~38	≤1.8	—	≤0.08	≤0.08

6 本次修订，根据工程中墙体钢筋连接的需要和多个试点工程的实践，从原规范钢筋下限直径为 20mm（参照原规范表 6.2.5），延伸至 12mm。由于直径为 12mm 的钢筋较细、较软，焊接夹具夹挂后，钢筋容易弯曲。因此规定应采用小型焊接夹具，多做焊接工艺试验。

5.2.10 在原规范 6.2.7 条的基础上进行了以下修订：

2 本款为新增内容。

5 焊后热处理可按下列程序进行。

1) 待接头冷却至常温，将电极钳口调至最大间距，重新夹紧。

2) 应采用最低的变压器级数，进行脉冲式通电加热；每次脉冲循环，应包括通电时间和间歇时间，约为 3s。

3) 焊后热处理温度应为 750℃~850℃，随后在环境温度下自然冷却。

9 本款为新增内容。箍筋闪光对焊在现行水工混凝土结构中已是一种普遍的焊接技术，原规范未作规定，使施工和现场检验无依据，故增加本款内容。

5.2.11 气压焊按加热温度和工艺方法的不同，可分为熔态气压焊（开式）和固态气压焊（闭式）两种。在一般情况下，宜优先采用熔态气压焊。

5.2.12、5.2.13 为新增条款。工艺已在水利水电建筑行业推广采用，原规范未作规定，使施工要求和现场检验无依据，故增加两条内容。

5.2.14 根据钢筋直径大小，选用 500 型或 1000 型埋弧压力焊变压器作为焊接电源，当采用 500 型埋弧压力焊变压器时，焊接参数见表 2。

表 2 钢筋埋弧压力焊焊接参数

钢筋牌号	钢筋直径 (mm)	引弧提升高度 (mm)	电弧电压 (V)	焊接电流 (A)	焊接通电时间 (s)
HPB300 HRB335 HRBF335 HRB400 HRBF400	6	2.5	30~35	400~450	2
	8	2.5	30~35	500~600	3
	10	2.5	30~35	500~650	5
	12	3.0	30~35	500~650	8
	14	3.5	30~35	500~650	15
	16	3.5	30~40	500~650	22
	18	3.5	30~40	500~650	30
	20	3.5	30~40	500~650	33
	22	4.0	30~40	500~650	36

5.2.15 基本同原规范 6.2.1 条 1 款 4) 项。

5.3 接头分布要求

5.3.1 本条给出纵向受力钢筋机械连接接头宜相互错开和接头连接区段长度为 $35d$ 的规定。

5.3.2 同原规范 6.3.1 条。

5.3.3 接头百分比关系到结构的安全、经济和方便施工, 根据本条规定, 只要接头百分比不大于 50%, B 级接头可以在抗震结构中的任何部位使用。

5.3.4 同原规范 6.3.2 条。

6 安 装

6.1 一 般 规 定

本节为新增内容。对钢筋绑扎和插筋安装前的准备工作进行了明确。

6.2 钢 筋 绑 扎 要 求

6.2.1 同原规范 7.2.1 条。

6.2.2~6.2.4 基本同原规范 7.2.2~7.2.4 条。

6.2.5 本条为新增条款。原规范对双层钢筋网之间加固措施未作规定, 本次修订规定在两层钢筋网之间应设置撑铁(钩), 以固定两层钢筋网之间的间距。撑铁(钩)间距宜根据钢筋直径大小和安装位置确定。钢筋直径大, 刚度好, 撑铁(钩)间距可适当大一些, 反之小一些; 水平钢筋网需要承受施工人员和混凝土下料冲击等荷载, 撑铁(钩)间距宜小一些。总之, 撑铁(钩)间距以保证钢筋网变形控制在标准允许范围内为宜。

6.2.6 基本同原规范 7.2.5 条。原规范(表 7.2.5)中钢筋直径在 12mm 以下的绑丝规格为 22 号, 钢筋直径在 12mm 以下不包括直径为 12mm 的钢筋, 本次修订为 12mm 及以下, 包括直径为 12mm 的钢筋。

6.3 机 械 接 头 安 装

6.3.1 本条为新增条款。

6.3.2 本条为新增条款。引入钢筋机械安装的控制要求及直螺纹钢筋连接拧紧扭矩值的标准。

6.3.3 本条为新增条款。引入钢筋机械安装的控制要求及锥螺纹钢筋连接拧紧扭矩值的标准。

6.4 保护层

6.4.1 基本同原规范 7.3.1 条。对于梁、次梁、柱等的交叉部位，混凝土净保护层厚度宜大于 10mm，此规定是由于在施工中，梁、次梁、柱交叉部位的钢筋相互交叉，钢筋安装完后，几乎未留有混凝土保护层，因此增加此条规定。

6.4.2 基本同原规范 7.3.2 条。

6.5 架立筋

6.5.1 基本同原规范 7.4.1 条。但本条明确规定了“受力钢筋当直径大于 22mm 时，可作为架立筋的一部分”。

6.5.2 同原规范 7.4.2 条。钢筋安装应设架立筋，架立筋应有足够的刚度和稳定性，保证钢筋网不变形。

6.6 锚筋安装

6.6.1 基本同原规范 7.5.1 条。

6.6.2 基本同原规范 7.5.2 条。

6.6.3 基本同原规范 7.5.3 条。

6.6.4 锚筋孔的间(排)距位置偏差由原规范 7.5.4 条的 100mm 改为 ± 0.1 倍间(排)距以内，强调锚筋保护层应满足设计要求。锚筋孔的间(排)距位置偏差 100mm 太大，因为钢筋绑扎的间(排)距允许偏差规定为 $0.1d$ 。

6.7 安装后的监护

6.7.1 同原规范 7.6.1 条。验收后的钢筋，如长期暴露，应在混凝土浇筑之前，按上述规定重新检查，验收合格后方能浇筑混凝土。长期暴露可能导致轧丝生锈、松动、钢筋移位。钢筋长期暴露界

定为 7~10 天。

6.7.2 同原规范 7.6.2 条。

6.7.3 同原规范 7.6.3 条。

7 质量检查与控制

7.1 一般规定

- 7.1.1 钢筋质量检查工作贯穿于钢筋施工全过程。
- 7.1.2 本条为新增条款。本条强调钢筋接头连接的质量控制与检验，且划分为主控项目和一般项目两类。
- 7.1.3 规定质量检验的内容包括外观检查和力学性能检验两部分。

7.2 加工质量控制

- 7.2.1 本条为新增条款。结构复杂的钢筋加工按配料表放出实样，确保加工尺寸。

7.3 连接质量控制

- 7.3.2 本条为新增条款。引入机械连接接头试件检验方法及接头试件型式检验报告。

1 接头试件型式检验试验方法：

- 1) 型式检验试件的仪表布置和变形测量标距应符合下列规定：

——单向拉伸和反复拉压试验时的变形测量仪表应在钢筋两侧对称布置（见图 1），取钢筋两侧仪表读数的平均值计算残余变形值。

——变形测量标距为

$$L_1 = L + 4d \quad (1)$$

式中：

L_1 ——变形测量标距；

L ——机械接头长度；

d ——钢筋公称直径。

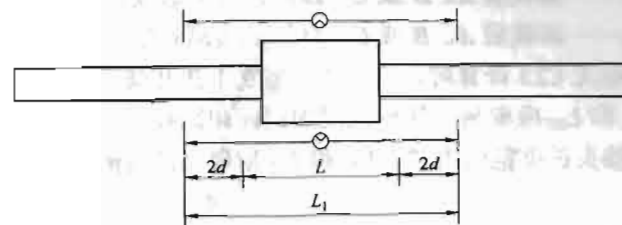


图 1 接头试件变形测量标距和仪表布置

- 2) 型式检验试件最大力总伸长率 A_{sgt} 的测量方法应符合下列要求：

——试件加载前，应在其套筒两侧的钢筋表面（见图 2）分别用细画线 A、B 和 C、D 标出测量标距为 L_{01} 的标记线。 L_{01} 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。

——试件应按表 3 单向拉伸加载制度加载并卸载，再次测量 A、B 和 C、D 间标距长度为 L_{02} ，并按式 (2) 计算试件最大力总伸长率 A_{sgt} ，即

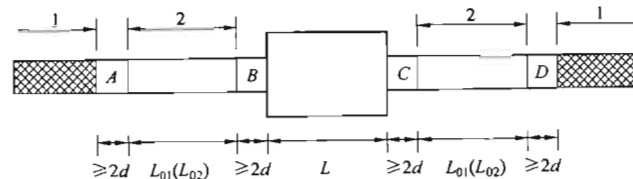


图 2 总伸长率 A_{sgt} 的测点布置

1—夹持区；2—测量区

$$A_{sgt} = (L_{02} - L_{01} / L_{01} + f_{msl}^0 / E) \times 100 \quad (2)$$

式中:

f_{mst}^0 、 E ——试件达到最大力时的钢筋应力和钢筋理论弹性模量;

L_{01} ——加载前 A 、 B 或 C 、 D 间的实测长度;

L_{02} ——卸载后 A 、 B 或 C 、 D 间的实测长度。

应用式 (2) 计算时, 当试件颈缩发生在套筒一侧的钢筋母材时, L_{01} 和 L_{02} 应取另一侧标记间加载前和卸载后的长度。当破坏发生在接头长度范围内时, L_{01} 和 L_{02} 应取套筒两侧各自读数的平均值。

3) 接头试件型式检验应按表 3 和图 3~图 5 所示的加载制度进行试验。

表 3 接头试件型式检验的加载制度

试验项目		加载制度
单项拉伸		$0 \rightarrow 0.6f_{yk} \rightarrow 0$ (测量残余变形) $\rightarrow$ 最大拉力 (记录抗拉强度) $\rightarrow 0$ (测定最大力总伸长率)
高应力反复拉伸		$0 \rightarrow (0.9f_{yk} \rightarrow -0.5f_{yk}) \rightarrow$ 破坏 (反复 20 次)
大变形反复拉伸	A 级、B 级	$0 \rightarrow (2\epsilon_{yk} \rightarrow -0.5f_{yk}) \rightarrow (5\epsilon_{yk} \rightarrow -0.5f_{yk}) \rightarrow$ 破坏 (反复 4 次)
	C 级	$0 \rightarrow (2\epsilon_{yk} \rightarrow -0.5f_{yk}) \rightarrow$ 破坏 (反复 4 次)

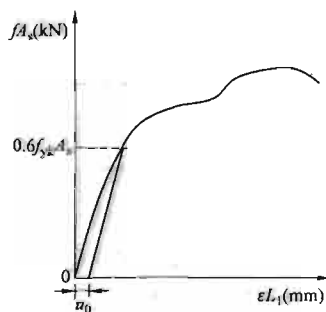


图 3 单项拉伸

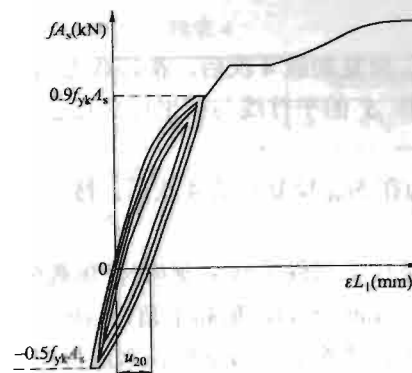


图 4 高应力反复拉伸

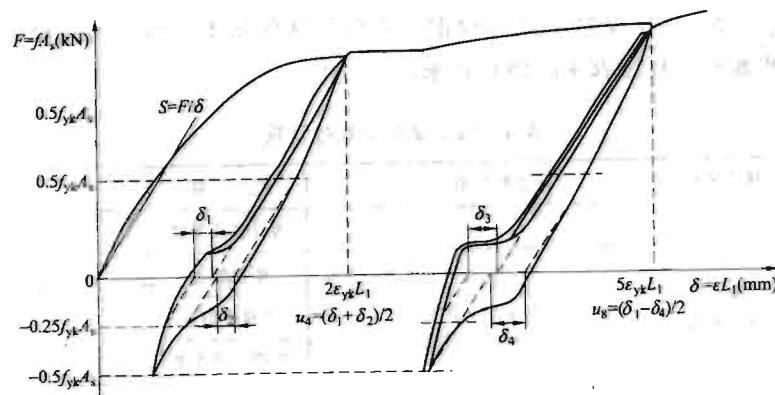


图 5 大变形反复拉伸

说明:

1 S 线表示钢筋的拉、压刚度; F 为钢筋所受的力, 等于钢筋应力 f 与钢筋理论横截面面积 A 的乘积; δ 为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。

2 δ_1 为 $2\epsilon_{yk}$ 反复加载 4 次后, 在加载力为 $0.5f_{yk}$ 及反向卸载力为 $-0.25f_{yk}$ 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 $2\varepsilon_{yk}$ 反复加载 4 次后, 在卸载力为 $0.5f_{yk}$ 及反向加载力为 $-0.25f_{yk}$ 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 $5\varepsilon_{yk}$ 反复加载 4 次后, 按与 δ_1 、 δ_2 相同方法所得的变形值。

4) 测量接头试件的残余变形时, 加载的应力速率宜采用 $2N/(mm^2 \cdot s)$, 最高不超过 $10N/(mm^2 \cdot s)$; 测量接头试件的最大力总伸长率或抗拉强度时, 试验机夹头的分离速率宜采用 $0.05L_C/min$, L_C 为试验机夹头间的距离。

2 接头试件型式检验报告应包括试件基本参数和试验结果两部分, 宜按表 4 的格式记录。

表 4 接头试件型式检验报告

接头名称	送检数量	送检日期				
送检单位			设计接头等级			
接头基本参数	连接件示意图		钢筋编号			
			连接件材料			
			连接工艺参数			
钢筋试验结果	钢筋母材编号		1号	2号	3号	要求指标
	钢筋直径 (mm)					
	屈服强度 (N/mm ²)					
	抗拉强度 (N/mm ²)					
接头试验结果	单项拉伸试验编号		1号	2号	3号	
	单项拉伸	抗拉强度 (N/mm ²)				
		残余变形 (mm)				
		最大力总伸长率 (%)				

续表 4

接头名称		送检数量		送检日期			
接头 试验结果	高应力反复拉压试验编号			4号	5号	6号	
	高应力 反复拉压	抗拉强度 (N/mm ²)					
		残余变形 (mm)					
	大变形反复拉压试验编号			7号	8号	9号	
	大变形 反复拉压	抗拉强度 (N/mm ²)					
		残余变形 (mm)					
评定结论							
负责人:		校核:		试验员:			
试验日期:				试验单位:			

注: 1 接头试件基本参数栏应详细记载。对套筒挤压接头, 应包括套筒长度、外径、内径、挤压道次、挤压力 (kN)、压痕处平均直径 (或挤压后套筒长度)、压痕总宽度。对锥螺纹接头应包括连接套长度、外径、内径、锥度、牙形角平分线 [垂直于钢筋轴线 (或垂直于锥面)]、扭紧力矩值 (N·m)、安转时拧紧扭矩等。

2 破坏形式可分为钢筋拉断、连接件破坏、钢筋与连接件拉脱 3 种。

7.3.4 本条为新增条款。电渣压力焊焊接缺陷及消除措施见表 5。

表 5 电渣压力焊焊接缺陷及消除措施

焊接缺陷	消除措施
轴线偏移	1 矫直钢筋端部; 2 正确安装夹具和钢筋; 3 避免过大的顶压力; 4 及时修理或更换夹具
弯折	1 矫直钢筋端部; 2 注意安装和扶持上钢筋; 3 避免焊后过快卸夹具; 4 修理或者更换夹具
咬边	1 减少焊接电流; 2 缩短焊接时间; 3 注意上钳口的起点和止点, 确保上钢筋顶压到位

续表 5

焊接缺陷	消除措施
未焊合	1 增大焊接电流; 2 避免焊接时间过短; 3 检修夹具, 确保上钢筋下送自如
焊包不均	1 钢筋端面应平整; 2 填充焊剂尽量均匀; 3 延长电渣过程时间, 适当增加熔化量
烧伤	1 钢筋导电部位除净铁锈; 2 尽量夹紧钢筋
焊包下淌	1 彻底封堵焊剂筒的漏孔; 2 避免焊后过快回收焊剂

7.3.5 本条为新增条款。

1 闪光对焊的异常现象、焊接缺陷及消除措施见表 6。

表 6 闪光对焊的异常现象、焊接缺陷及消除措施

异常现象和焊接缺陷	消除措施
烧化过分剧烈并产生强烈的爆炸声	1 降低变压器级数; 2 减慢烧化速度
闪光不稳定	1 消除电极底部和表面氧化物; 2 提高变压器级数; 3 加快烧化速度
接头中有氧化膜、未焊透或夹渣	1 增加预热程度; 2 加快临近顶锻时的烧化程度; 3 确保带电顶锻过程; 4 加快顶锻速度; 5 增大顶锻压力
接头中有缩径	1 降低变压器级数; 2 避免烧化过程过分强烈; 3 适当增大顶锻留量及顶锻压力
焊缝金属过烧	1 减小预热程度; 2 加快烧化速度, 缩短焊接时间; 3 避免过多带电顶锻

续表 6

异常现象和焊接缺陷	消除措施
接头区域有裂纹	1 检验钢筋的碳、硫、磷含量, 若不符合规定时应更换钢筋; 2 采取低频预热方法, 增加预热程度
钢筋表面微熔及烧伤	1 消除钢筋被夹紧部位的铁锈和油污; 2 消除电极内表面的氧化物; 3 改进电极槽口形状, 增大接触面积; 4 夹紧钢筋
接头弯折或轴线偏移	1 正确调整电极位置; 2 修整电极钳口或更换已变形的电极; 3 切除或矫正钢筋的接头

3 箍筋闪光对焊的异常现象、焊接缺陷及消除措施见表 7。

表 7 箍筋闪光对焊的异常现象、焊接缺陷及消除措施

异常现象和焊接缺陷	消除措施
箍筋下料尺寸不准, 钢筋头歪斜	1 箍筋下料长度必须经弯曲和对焊试验确定; 2 直径 6mm~10mm 的钢筋必须选用性能稳定、下料误差±3mm、能确保钢筋端面垂直于轴线的调直切断机
待焊箍筋头分离、错位	1 制作箍筋时将接头的对面一边的两个 90°角弯成 87°~89°角, 使接头处产生弹性压力 F_0 ; 2 掌握让两钢筋头对准的技术
焊接接头错位或被拉开	1 修整电极钳口, 或更换已经磨损变形的电极; 2 矫正变形的钢筋头; 3 先将待焊箍筋一头在固定电极板上夹紧, 再与待焊箍筋另一头完全对准后夹紧移动电极板

7.3.6 本条为新增条款。

1 在现场进行气压焊时, 若风速超 5.4m/s, 应采取挡风措施。

2 引入气压焊接头外观检查要求。

气压焊焊接缺陷及消除措施, 见表 8。

表8 气压焊焊接缺陷及消除措施

焊接缺陷	产生原因	消除措施
轴线偏移(偏心)	1 焊接夹具变形,两夹头不同心,或夹具刚度不够; 2 两钢筋安装不正; 3 钢筋接合端面倾斜; 4 钢筋未夹紧进行焊接	1 检查夹具,及时修理或更换; 2 重新安装夹紧; 3 切平钢筋端面; 4 夹紧钢筋再焊
弯折	1 焊接夹具变形,两夹头不同心; 2 平焊时,钢筋自由端过长; 3 焊接夹具拆卸过早	1 检查夹具,及时修理或更换; 2 缩短钢筋自由端长度; 3 熄火后30s再拆夹具
镦粗直径不够	1 焊接夹具动夹头有效行程不够; 2 顶压油缸有效行程不够; 3 加热温度不够; 4 压力不够	1 检查夹具和顶压油缸,及时更换; 2 采用适宜的加热温度及压力
镦粗长度不够	1 加热幅度不够宽; 2 顶压力过大过急	1 增大加热幅度; 2 加压时应平稳
钢筋表面严重烧伤	1 火焰过大; 2 加热时间过长; 3 加热器摆动不匀	调整加热火焰,正确掌握操作方法
未焊合	1 加热温度不够或热量分布不均; 2 顶压力过小; 3 接合端面不够清洁; 4 端面氧化; 5 中途灭火或火焰不当	合理选择焊接参数,正确掌握操作方法

7.3.7 本条为新增条款,并补充说明如下:

采用电阻点焊焊接钢筋骨架或钢筋网,是一种生产率高、质量好的工艺方法,应积极推广采用。

本条强调电阻点焊工艺过程中,必须经过三个阶段,若缺少“预压”或“锻压”阶段,必将影响焊接质量。焊点压入深度过小,不能保证焊点的抗剪力;压入深度过大,对于冷轧带肋钢筋,会影响主筋的抗拉强度。

电阻点焊焊接缺陷及消除措施见表9。

表9 电阻点焊焊接缺陷及消除措施

焊接缺陷	产生原因	消除措施
焊点过烧	1 变压器级数过高; 2 通电时间太长; 3 上下电极不对中心; 4 继电器接触失灵	1 降低变压器级数; 2 缩短通电时间; 3 切断电源,校正电极; 4 清理触点,调节间隙
焊点脱落	1 电流过小; 2 压力不够; 3 压入深度不足; 4 通电时间太短	1 提高变压器级数; 2 加大弹簧压力或调大气压; 3 调整两电极间距离符合压入深度要求; 4 延长通电时间
钢筋表面烧伤	1 钢筋和电极接触表面太脏; 2 焊接时没有预压过程或预压力过小; 3 电流过大; 4 电极变形	1 清刷电极与钢筋表面的铁锈和油污; 2 保证预压过程和适当的预压力; 3 降低变压器级数; 4 修理或更换电极

7.3.9 本条为新增条款。

埋弧焊已广泛用于碳钢、低合金结构钢和不锈钢的焊接。

埋弧压力焊的焊接参数应包括引弧提升高度、电弧电压、焊接电流和焊接通电时间。

已有1000型埋弧压力焊变压器,可采用大电流、短时间的强参数焊接法,以提高劳动生产率。

在埋弧压力焊生产中,引弧、燃弧、钢筋维持原位或缓慢下送、顶压等环节应紧密配合;焊接地线应与铜板电极接触紧密,并应及时消除电极钳口的铁锈和污物,修理电极钳口的形状。

预埋件钢筋埋弧压力焊焊接缺陷及消除措施见表10。

表10 预埋件钢筋埋弧压力焊焊接缺陷及消除措施

焊接缺陷	消除措施
钢筋咬边	1 减小焊接电流或缩短焊接时间; 2 增大压力量
气孔	1 烘焙焊剂; 2 清除钢板和钢筋上的铁锈、油污

续表 10

焊接缺陷	消除措施
夹渣	1 清除焊剂中熔渣等杂物; 2 避免过早切断焊接电流; 3 加快顶压速度
未焊合	1 增大焊接电流, 增加焊接通电时间; 2 适当加大压力
焊包不均匀	1 保证焊接地线的接触良好; 2 使焊接处对称导电
钢板焊穿	1 减小焊接电流或减少焊接通电时间; 2 避免钢板局部悬空
钢筋淬硬脆断	1 减小焊接电流, 延长焊接时间; 2 检查钢筋化学成分
钢板凹陷	1 减小焊接电流, 延长焊接时间; 2 减小顶压力, 减小压入量

7.4 安装质量控制

7.4.1 本条为新增条款。钢筋现场安装前, 根据平面控制网, 放出结构边线和基础梁、墙、柱位置的基准线。

7.4.2 本条为新增条款。钢筋安装保护层可采用混凝土垫块或塑料垫块, 垫块厚度等于保护层厚度, 垫块间距应适宜。

7.4.3 本条为新增条款。钢筋绑扎完成后, 要对钢筋的接头数量、接头位置、搭接长度、钢筋间距以及钢筋的规格、牌号、接头形状等技术要求进行全面检查。浇筑混凝土时, 受压侧钢筋位置出现位移时, 应及时调整。

7.4.4 基本同原规范 7.5.5 条。

7.4.5 无损检测的方法有超声波探伤、X 射线探伤、 γ 射线探伤。锚筋无损检测方法借鉴相关技术规程。