

钢筋连接 技术手册

(第三版)

吴成材 杨熊川 徐有邻 李大宁

编著

李本端 刘子金 吴文飞 戴 军

中国建筑工业出版社

钢筋连接技术手册

(第三版)

吴成材 杨熊川 徐有邻 李大宁 编著
李本端 刘子金 吴文飞 戴 军

中国建筑工业出版社

TU75.3-62
13

图书在版编目(CIP)数据

钢筋连接技术手册/吴成材等编著. —3版. —北京:
中国建筑工业出版社, 2013.10
ISBN 978-7-112-15891-1

I. ①钢… II. ①吴… III. ①钢筋-连接技术-技术
手册 IV. ①TU755.3-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 222863 号

本手册共有四篇 20 章。第一篇绪论, 主要介绍了混凝土结构对钢筋连接的要求; 钢材与钢筋的性能、处理、加工及加工设备。第二篇钢筋绑扎搭接, 主要介绍了设计施工对钢筋搭接连接的要求。第三篇钢筋焊接, 主要介绍了常用的焊接方法; 质量检验、焊工考试和焊接安全。第四篇钢筋机械连接, 主要介绍了常用的机械连接方法。

四篇内容均根据相关的技术标准, 总结实践经验, 针对每一种钢筋连接方法, 阐述其基本原理、工艺特点、适用范围、材料、机具设备、质量验收和工程应用等, 内容简明扼要, 具有很强的实用性。

本手册可供建筑设计、施工、监理、检测、生产部门工程技术人员和大专院校相关专业师生参考使用。

责任编辑: 周世明

责任设计: 张虹

责任校对: 张颖 王雪竹

钢筋连接技术手册

(第三版)

吴成材 杨熊川 徐有邻 李大宁 编著
李本端 刘子金 吴文飞 戴军

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京科地亚盟排版公司制版

北京圣夫亚美印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 28 $\frac{1}{4}$ 字数: 700 千字

2014 年 3 月第三版 2014 年 3 月第五次印刷

定价: 69.00 元

ISBN 978-7-112-15891-1
(24658)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

第三版前言

随着国民经济和基本建设的健康、较快发展,各种钢筋混凝土建筑和构筑物大量建造,工程建设的需要推动了钢筋连接技术的进步。新版“手册”内容系结合行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18—2012和《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107—2010的修订及实施,通过工程实践,对上一版“手册”进行了修订补充。

首先,在手册内容的组织上作了变动。将原来的上、下篇改为四篇:第一篇 绪论,第二篇 钢筋绑扎搭接,第三篇 钢筋焊接;第四篇 钢筋机械连接;使钢筋连接有关内容的表达更加合理。

第二,增加了第1章:“混凝土结构对钢筋连接的要求”,从结构设计的更高层面上,对钢筋的连接技术进行分析。

第三,反映我国近年的技术进步,增加了新的钢筋连接方法。如:钢筋套筒灌浆连接,预埋件钢筋T形接头埋弧螺柱焊等。工程实践表明,应用效果良好。

第四,钢筋连接技术的完善提高,如:钢筋滚轧直螺纹连接技术的大量推广应用; $\phi 12$ 钢筋电渣压力焊在墙筋中的应用等,受到施工单位的欢迎。

本书第2章、第4章至第12章由吴成材编写,参编:张宣关、杨力列、吴文飞;第1章、第3章由徐有邻编写;第14章、第15章由杨熊川编写,参编:尹松、钱冠龙;第16章由李大宁编写;第17章由杨熊川主笔,17.4节和17.6节由李本端编写;第18章由徐有邻、吴晓星编写,参编:赵杰;第19章由刘子金编写;第20章由李本端编写。

第13章 钢筋焊接试验研究报告,共6篇,是对现行行业标准《钢筋焊接接头试验方法标准》JGJ/T 27的拉伸、弯曲、剪切、疲劳、硬度等试验方法修订的背景材料,还包括了对细晶粒热轧钢筋和普通热轧钢筋,不同焊接方法、不同接头部位的冲击试验、金相试验和晶粒度的测定,并进行比较分析,是有益的探索。作者姓名见各篇报告的首页。

全书由吴成材汇总整理,修改补充,戴军协助。

各位读者若发现书中有错误和不当之处,恳请批评指正。来信发E-mail: wuchencai@163.com

谢谢!

主 编

吴成材

2013年6月1日

第二版前言

20多年来,我国国民经济快速、健康、持久发展,不仅沿海地区发展迅速,而且西部大开发,振兴东北老工业基地,带动全国经济建设的整体前进,各种钢筋混凝土建筑结构大量建造,促使钢筋连接技术得到很大发展。推广应用先进的钢筋连接技术,对于提高工程质量、加快施工速度、提高劳动生产率、降低成本等具有十分重要的意义。

钢筋连接技术可分为两大类:一是钢筋搭接绑扎;二是钢筋机械连接和钢筋焊接。钢筋搭接绑扎为传统技术,在一定条件下仍被广泛采用。钢筋机械连接技术和钢筋焊接技术发展很快,自1999年本手册第一版发行以来,又涌现了很多新的连接方法,工艺亦在不断改进和完善,质量检验和验收有了新的规定。在总结科学研究成就和生产实践的基础上,参考国外先进技术和标准,我国原有行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18—96和《钢筋机械连接通用技术规程》JGJ 107—96均进行修订,公布实施新规程JGJ 18—2003和JGJ 107—2003。此外,建筑工业行业标准《镦粗直螺纹钢筋接头》JG/T 3057—1999正在修订,《滚轧直螺纹钢筋连接接头》已经报建设部审批。针对上述情况,对手册第一版进行了修改补充,出版本手册第二版。书中介绍各种方法,均有其自身特点和不同的适用范围,并在不断改进和发展。在生产中,应根据具体的工作条件、工作环境和技术要求,选用合适的方法、设备和工艺,以期达到优良的接头质量和最佳的综合效益。

本手册第1章至第12章由吴成材、吴文飞执笔;第13章、第14章由杨熊川、尹松执笔;第15章、第16章由王金平执笔;第17章由杨熊川、李本端、钱冠龙、吴京伟、李君昌、王伟执笔;第18章由徐有邻、吴晓星、费前锋、吴文飞、李建国、曹文成执笔;第19章由李本端执笔。全书由吴成材汇总整理,修改补充。

书中错误和不当之处,恳请批评指正。

主 编

吴成材

2004年10月1日

第一版前言

改革开放以来,随着国民经济的快速、持久发展,各种钢筋混凝土建筑结构大量建造,钢筋连接技术得到很大的发展。因此,推广应用先进的钢筋连接技术,对于提高工程质量、加快施工速度、提高劳动生产率、降低成本,具有十分重要的意义。

钢筋连接技术可分为钢筋焊接和钢筋机械连接两大类。钢筋焊接有6种焊接方法,有的适用于预制厂,有的适用于现场施工,有的两者都适用。钢筋机械连接也有多种类型,主要适用于现场施工。已制订技术标准的有2种,有的正在制订中。各种方法有其自身特点和不同的适用范围,并在不断发展和改进。在生产中,应根据具体的工作条件、工作环境和技术要求,选用合适的方法,以期达到最佳的综合效益。

为了给设计、施工、监理、教学提供方便,根据相关的技术标准,总结生产实践经验,编写了本手册。针对每一种连接方法,阐述其基本原理、工艺特点、适用范围、材料、机具设备、质量验收和工程应用等,内容简明扼要,具有很大实用性。

本手册第1章至第11章由吴成材、吴文飞执笔,第12章和第13章由杨熊川、尹松执笔,第14章和第15章由王金平执笔;此外,王爱军参加了第12章的编写,钱冠龙、刘世民、郝志强、关培人、蒋燕等参加了第13章的编写;全书由吴成材汇总整理。

书中错误和不当之处,恳请批评指正。

主 编

吴成材

1998年12月1日

目 录

第一篇 绪 论

1.4.2 设计规范对各种连接接头的规定	15
1.4.3 钢筋连接形式的发展	17
2 钢材与钢筋	
2.1 钢材的性能	18
2.1.1 物理性能	18
2.1.2 化学性能	18
2.1.3 力学性能	18
2.1.4 数值修约	24
2.2 钢材的晶体结构和显微组织	25
2.2.1 钢材晶体结构	25
2.2.2 钢材显微组织	26
2.2.3 钢的状态图	29
2.3 钢材的热处理和冷处理	31
2.3.1 钢的热处理	31
2.3.2 钢的热处理过程	31
2.3.3 奥氏体恒温转变曲线	31
2.3.4 热处理工艺	33
2.3.5 钢材的冷处理	34
2.4 钢筋的生产、化学成分和力学性能	34
2.4.1 钢筋棒材生产	34
2.4.2 钢筋线材生产	35
2.4.3 低碳钢热轧圆盘条 hot-rolled low carbon steel wire rods	35
2.4.4 热轧光圆钢筋 hat rolled plain bais	37
2.4.5 热轧带肋钢筋 hot rolled ribbed bars	38
2.4.6 余热处理钢筋 remained heat treat-	
1 混凝土结构对钢筋连接的要求	
1.1 概述	3
1.1.1 钢筋在结构中的作用	3
1.1.2 混凝土结构对钢筋性能的要求	3
1.1.3 钢筋的连接	7
1.2 混凝土结构对钢筋连接性能的要求	7
1.2.1 强度	8
1.2.2 延性	8
1.2.3 变形性能	9
1.2.4 恢复性能	9
1.2.5 连接施工的适应性	9
1.2.6 质量稳定性	10
1.2.7 接头的尺寸	11
1.2.8 经济性	11
1.3 连接接头传力性能分析	11
1.3.1 分析比较的原则	11
1.3.2 整体钢筋	12
1.3.3 绑扎搭接接头	12
1.3.4 机械连接接头	12
1.3.5 焊接接头	13
1.3.6 结论	13
1.3.7 钢筋连接接头的检验和试验问题	13
1.4 设计规范对钢筋连接的规定	14
1.4.1 基本原则	14

ment ribbed steel bars for the reinforcement of concrete (RRB)	43
2.4.7 预应力混凝土用钢棒 steel bars prestressed concrete	44
2.4.8 预应力混凝土用螺纹钢筋 Screw-thread steel bars for the prestressing of concrete	46
2.4.9 冷轧带肋钢筋 cold-rolled ribbed steel wires and bars	47
2.4.10 冷轧扭钢筋 cold-rolled and twisted bars	50
2.4.11 冷拔低碳钢丝	52
2.4.12 钢筋中合金元素的影响	53
2.4.13 钢筋的公称横截面积与公称质量	54
2.5 进场钢筋复验和钢筋加工的规定	54
2.6 钢筋加工设备	57
2.6.1 钢筋矫直切断机	57
2.6.2 钢筋切断机	62
2.6.3 钢筋弯曲机	64
2.6.4 砂轮片切割机	66
2.6.5 角向磨光机	67
主要参考文献	69

第二篇 钢筋绑扎搭接

3 钢筋的绑扎搭接连接

3.1 概述	73
3.1.1 基本概念	73
3.1.2 钢筋绑扎搭接的传力机理	73
3.1.3 钢筋搭接的工程应用	75
3.2 设计对搭接连接的要求	75
3.2.1 搭接连接的位置	75
3.2.2 搭接长度	76

3.2.3 其他搭接问题	77
3.2.4 搭接区域的构造要求	77
3.3 搭接连接的施工验收	78
3.3.1 搭接连接的位置	78
3.3.2 搭接连接的接头面积百分率	78
3.3.3 搭接长度	79
3.3.4 搭接区域的构造要求	80
3.3.5 搭接连接的检查及验收	80

第三篇 钢筋焊接

概 述

主要参考文献	86
--------------	----

4 钢筋的焊接性和基本规定

4.1 钢筋的焊接性	88
4.1.1 钢材的焊接性	88
4.1.2 钢筋的焊接性	88
4.2 基本规定	88
4.2.1 各种焊接方法的适用范围	88
4.2.2 电渣压力焊的适用范围	91
4.2.3 焊接工艺试验	91
4.2.4 焊前准备	91
4.2.5 纵肋对纵肋	91
4.2.6 焊条烘焙	91
4.2.7 焊剂烘焙	91
4.2.8 异径焊接	91
4.2.9 不同牌号钢筋焊接	92
4.2.10 低温焊接	92
4.2.11 雨、雪、风的影响	93
4.2.12 电源电压	93
4.2.13 焊机检修	94
4.2.14 安全操作	94

5 钢筋电阻点焊	
5.1 基本原理	95
5.1.1 名词解释	95
5.1.2 电阻热	95
5.1.3 电阻	95
5.2 特点和适用范围	96
5.2.1 特点	96
5.2.2 适用范围	96
5.2.3 焊接骨架和大小钢筋直径之比	97
5.2.4 焊接网和大小钢筋直径之比	97
5.3 电阻点焊设备	97
5.3.1 技术要求	97
5.3.2 点焊机的构造	98
5.4 电阻点焊工艺	100
5.4.1 电阻点焊过程	100
5.4.2 点焊参数	100
5.4.3 压入深度	101
5.4.4 表面准备与分流	102
5.4.5 钢筋多点焊	102
5.4.6 电极直径	103
5.4.7 钢筋焊点缺陷及消除措施	103
5.4.8 悬挂式点焊钳的应用	103
5.4.9 钢筋多点焊生产	103
5.5 管桩钢筋骨架滚焊机及使用	104
5.5.1 先张法预应力混凝土管桩	104
5.5.2 管桩焊接骨架	105
5.5.3 管桩钢筋骨架滚焊机	105
5.5.4 管桩焊接骨架质量检验	107
5.6 大型钢筋焊接网	107
5.6.1 钢筋焊接网的应用与发展	107
5.6.2 钢筋焊接网的应用领域	107
5.6.3 钢筋焊接网优点	107
5.6.4 工程应用实例	108
6 钢筋闪光对焊	
6.1 基本原理	109
6.1.1 名词解释	109
6.1.2 闪光对焊的加热	109
6.1.3 闪光阶段	110
6.1.4 预热阶段	111
6.1.5 顶锻阶段	111
6.1.6 获得优质接头的条件	112
6.2 特点和适用范围	112
6.2.1 特点	112
6.2.2 适用范围	112
6.2.3 闪光对焊工艺方法的选用	112
6.2.4 连续闪光焊的钢筋上限直径	113
6.2.5 不同牌号、不同直径钢筋的 焊接	113
6.3 闪光对焊设备	113
6.3.1 钢筋对焊机型号表示方法	113
6.3.2 技术要求	114
6.3.3 对焊机的构造	114
6.4 闪光对焊工艺	117
6.4.1 闪光对焊的三种工艺方法	117
6.4.2 对焊工艺参数	118
6.4.3 HRB 400 钢筋闪光对焊工艺性能 试验	120
6.4.4 HRB 500 钢筋的研制和闪光对焊 试验研究	123
6.4.5 HRB 500 钢筋闪光对焊接试验	125
6.4.6 RRB 400 余热处理钢筋焊接 工艺	126
6.4.7 焊接异常现象、缺陷及消除措施	127
7 箍筋闪光对焊	
7.1 基本原理	128
7.1.1 名词解释	128
7.1.2 特点	128
7.2 适用范围	129
7.2.1 适用钢筋	129

7.2.2 钢筋直径	129	8.1.7 影响焊接热循环的因素	140
7.2.3 箍筋闪光对焊的优越性	129	8.2 特点和接头型式	142
7.3 设备	130	8.2.1 特点	142
7.3.1 钢筋调直切断机	130	8.2.2 接头型式	142
7.3.2 钢筋切断机	130	8.3 交流弧焊电源	142
7.3.3 箍筋弯曲机	130	8.3.1 对弧焊电源的基本要求	142
7.3.4 箍筋焊接设备	130	8.3.2 BX1-300 型弧焊变压器	143
7.3.5 性能完好	131	8.3.3 BX2-1000 型弧焊变压器	144
7.4 箍筋焊点位置	131	8.3.4 BX3-300/500-2 型弧焊变压器	146
7.4.1 焊点位置	131	8.3.5 BX3-630、BX3-630B 型弧焊变压器	148
7.4.2 柱梁箍筋焊点	131	8.3.6 BX6-250 型弧焊变压器	149
7.5 待焊箍筋加工制作	131	8.3.7 交流弧焊电源常见故障及消除方法	150
7.5.1 设备安装	131	8.3.8 辅助设备和工具	151
7.5.2 钢筋平直	131	8.4 直流弧焊电源	151
7.5.3 下料长度	132	8.4.1 直流弧焊发电机	152
7.5.4 切断机下料	132	8.4.2 硅弧焊整流器	152
7.5.5 箍筋弯曲	132	8.4.3 ZX5-400 型晶闸管弧焊整流器	153
7.5.6 待焊箍筋质量检测	132	8.4.4 逆变弧焊整流器	153
7.6 箍筋对焊操作	132	8.4.5 直流弧焊电源常见故障及消除方法	153
7.6.1 箍筋对焊生产准备	132	8.5 焊条	155
7.6.2 三种工艺方法焊接参数	132	8.5.1 焊条的组成材料及其作用	155
7.7 生产应用实例	134	8.5.2 焊条分类	155
7.7.1 贵阳华颐蓝天商住楼	134	8.5.3 焊条的选用	158
7.7.2 贵阳百灵阳光商住楼	134	8.5.4 焊条的保管与使用	159
7.7.3 广东省清远市凤城世家住宅小区	135	8.5.5 焊条的质量检验	159
7.7.4 数控箍筋闪光对焊机的研制和 试用	135	8.6 焊条电弧焊工艺	159
8 钢筋电弧焊		8.6.1 电弧焊机的使用和维护	159
8.1 基本原理	137	8.6.2 焊条电弧焊操作技术	160
8.1.1 名词解释	137	8.6.3 焊条电弧焊工艺参数	162
8.1.2 焊接电弧的物理本质	137	8.6.4 钢筋电弧焊工艺要求	162
8.1.3 焊接电弧的引燃	138	8.6.5 帮条焊	163
8.1.4 焊接电弧的结构和伏安特性	139	8.6.6 搭接焊	163
8.1.5 交流电弧	139	8.6.7 焊缝尺寸	164
8.1.6 焊接热循环	140	8.6.8 帮条焊、搭接焊时装配和焊接	164

要求	164	9.3.5 电气监控装置	181
8.6.9 HRB 400 钢筋帮条焊试验	164	9.3.6 4 种半自动钢筋电渣压力焊机外形	181
8.6.10 钢筋搭接焊两端绕焊	166	9.3.7 3 种全自动钢筋电渣压力焊机外形	182
8.6.11 熔槽帮条焊	166	9.3.8 辅助设施	183
8.6.12 窄间隙焊	167	9.4 焊剂	183
8.6.13 预埋件 T 形接头电弧焊	168	9.4.1 焊剂的作用	183
8.6.14 钢筋与钢板搭接焊	169	9.4.2 焊剂的分类和牌号编制方法	183
8.6.15 装配式框架安装焊接	169	9.4.3 几种常用焊剂	184
8.6.16 坡口焊准备和工艺要求	169	9.4.4 国家标准焊剂型号	185
8.7 二氧化碳气体保护电弧焊	170	9.4.5 钢筋电渣压力焊专用焊剂	185
8.7.1 特点	170	9.5 电渣压力焊工艺	185
8.7.2 适用范围	170	9.5.1 操作要求	185
8.7.3 二氧化碳气体	170	9.5.2 电渣压力焊参数	185
8.7.4 氩加二氧化碳混合气体	171	9.5.3 武汉阳逻电厂泵房工程中原Ⅱ、Ⅲ级 钢筋自动电渣压力焊焊工培训与应用	186
8.7.5 工艺参数	171	9.5.4 首钢 HRB 400 钢筋电渣压力焊工艺 的试验研究	187
8.7.6 设备配置	172	9.5.5 $\phi 12$ 钢筋电渣压力焊施焊技术与经济 效益	190
8.8 生产应用实例	174	9.5.6 不同直径, 不同牌号钢筋电渣压力 焊试验	192
8.8.1 钢筋坡口焊在电厂工程中的应用	174	9.5.7 HRB 500 钢筋电渣压力焊试验	194
8.8.2 钢筋窄间隙电弧焊在某医疗楼地下 室工程中的应用	175	9.5.8 钢筋电渣压力焊接头的抗震性能	196
8.8.3 HRB 400 钢筋搭接焊在山西大学 工程中的应用	175	9.5.9 焊接缺陷及消除措施	197
9 钢筋电渣压力焊		10 钢筋气压焊	
9.1 基本原理	176	10.1 基本原理	199
9.1.1 名词解释	176	10.1.1 名词解释	199
9.1.2 焊接过程	176	10.1.2 气压焊种类	199
9.2 特点和适用范围	177	10.1.3 氧炔焰火焰	199
9.2.1 特点	177	10.1.4 氧炔焰温度	200
9.2.2 适用范围	178	10.1.5 氧液化石油气火焰	201
9.3 电渣压力焊设备	178		
9.3.1 钢筋电渣压力焊机分类	178		
9.3.2 钢筋电渣压力焊机基本技术要求	179		
9.3.3 焊接电源	179		
9.3.4 焊接夹具	180		

10.1.6 钢筋固态气压焊焊接机理	201	10.5.11 HRB 500 钢筋固态气压焊试验	221
10.2 特点和适用范围	202	10.5.12 焊接缺陷及消除措施	223
10.2.1 特点	202	10.6 熔态气压焊工艺	224
10.2.2 适用范围	202	10.6.1 基本原理	224
10.2.3 应用范围扩大	202	10.6.2 工艺特点	224
10.3 气压焊设备	202	10.6.3 操作工艺	224
10.3.1 气压焊设备组成	202	10.6.4 接头性能	225
10.3.2 钢筋气压焊机型号表示方法	202	10.6.5 首钢 HRB 400 钢筋熔态气压焊 工艺性能试验	225
10.3.3 氧气瓶	203	10.6.6 HRB 500 钢筋熔态气压焊试验	227
10.3.4 乙炔气瓶	203	10.6.7 钢筋焊接接头偏心热矫正	227
10.3.5 液化石油气瓶	204		
10.3.6 气瓶的贮存与运输	205		
10.3.7 减压器	205		
10.3.8 回火防止器	206		
10.3.9 乙炔发生器	206		
10.3.10 多嘴环管加热器	206		
10.3.11 加压器	209		
10.3.12 焊接夹具	210		
10.3.13 钢筋气压焊机外形和钢筋常温 直角切断机	211		
10.4 氧气、乙炔和液化石油气	212		
10.4.1 氧气	212		
10.4.2 电石	212		
10.4.3 乙炔气	213		
10.4.4 液化石油气	214		
10.5 固态气压焊工艺	215		
10.5.1 焊前准备	215		
10.5.2 夹装钢筋	215		
10.5.3 焊接工艺过程	216		
10.5.4 集中加热	216		
10.5.5 宽幅加热	217		
10.5.6 加热温度	217		
10.5.7 成形与卸压	217		
10.5.8 灭火中断	218		
10.5.9 接头组织和性能	218		
10.5.10 半自动钢筋气压焊在梅山大桥 工程中的应用	219		
		11 预埋件钢筋埋弧压力焊和埋弧螺柱焊	
		11.1 埋弧压力焊基本原理	229
		11.1.1 名词解释	229
		11.1.2 焊接过程实质	229
		11.1.3 优点	230
		11.2 埋弧压力焊特点和适用范围	230
		11.2.1 特点	230
		11.2.2 适用范围	231
		11.3 埋弧压力焊设备	231
		11.3.1 组成	231
		11.3.2 焊接电源	232
		11.3.3 焊接机构	232
		11.3.4 控制系统	232
		11.3.5 高频引弧器	232
		11.3.6 钢筋夹钳	233
		11.3.7 电磁式自动埋弧压力焊机	233
		11.3.8 对称接地	233
		11.4 埋弧压力焊工艺	234
		11.4.1 焊剂	234
		11.4.2 焊接操作	234
		11.4.3 钢筋位移	234
		11.4.4 埋弧压力焊参数	234
		11.4.5 焊接缺陷及消除措施	235

11.5 预埋件钢筋埋弧螺柱焊及其应用	235	主要参考文献	257
11.5.1 基本原理	235	13.1 附录 (2 种拉伸试验夹具示意图)	258
11.5.2 焊接工艺过程	236	13.2 钢筋电阻点焊接头剪切试验和拉伸试验	258
11.5.3 焊接设备	236	13.2.1 前言	258
11.5.4 国家体育场工程焊接试验	237	13.2.2 钢筋牌号与规格的组合和试件数量	259
11.6 生产应用实例	238	13.2.3 剪切试验夹具	259
11.6.1 埋弧压力焊在中港第三航务工程局上海浦东分公司的应用	238	13.2.4 试样制作和焊接设备	259
11.6.2 埋弧螺柱焊在北京国家体育场工程的应用	239	13.2.5 焊接的质量要求	260
11.6.3 埋弧螺柱焊在上海世博会工程中的应用	239	13.2.6 试验结果	261
12 质量检验与验收、焊工考试和焊接安全		13.2.7 结论和建议	262
12.1 质量检验与验收基本规定	241	13.3 $\phi 28$ HRB 400 和 HRBF 400 钢筋四种焊接接头冲击试验结果分析与比较	262
12.2 钢筋焊接骨架和焊接网	243	13.3.1 前言	262
12.3 钢筋闪光对焊接头	244	13.3.2 试样制作和试验研究内容	262
12.4 箍筋闪光对焊接头	245	13.3.3 冲击试验和试验结果	263
12.5 钢筋电弧焊接头	245	13.3.4 试验结果比较	265
12.6 钢筋电渣压力焊接头	246	13.3.5 结语	267
12.7 钢筋气压焊接头	246	主要参考文献	267
12.8 预埋件钢筋 T 形接头	247	13.4 钢筋疲劳试验报告	267
12.9 焊工考试	248	13.4.1 工程实例	267
12.10 焊接安全	250	13.4.2 体会	269
主要参考文献	251	13.5 钢筋焊接接头金相试验与硬度试验	270
13 钢筋焊接试验研究报告		13.5.1 前言	271
13.1 钢筋焊接接头拉伸试验、弯曲试验和安全措施	253	13.5.2 钢筋对接压力焊	271
13.1.1 钢筋焊接接头拉伸试验方法	253	13.5.3 钢筋焊条电弧焊	273
13.1.2 钢筋焊接接头弯曲试验方法	254	13.5.4 结论	275
13.1.3 关于试验速率问题	255	13.6 细晶粒钢筋与普通热轧钢筋焊接接头晶粒度变化比较	275
13.1.4 试验记录与试验报告	255	13.6.1 实验方法	276
13.1.5 安全措施	256	13.6.2 细晶粒钢筋焊接接头与普通热轧钢筋焊接接头的宏观对比	276
13.1.6 结语	257	13.6.3 固态气压焊焊接接头的微观组织	

和晶粒度测定	276	14.5.4 接头等级与百分率的选用	300
13.6.4 电渣压力焊焊接接头的微观组织 和晶粒度测定	277	14.5.5 保护层厚度	300
13.6.5 闪光对焊焊接接头的微观组织和 晶粒度测定	279	14.6 接头的型式试验	301
13.6.6 坡口焊焊接接头的微观组织和晶 粒度测定	279	14.6.1 接头型式检验的作用	301
13.6.7 晶粒度列表显示	280	14.6.2 下列情况之一时必须进行型式 检验	301
13.6.8 结论	280	14.6.3 型式检验的试验方法	301
13.6 附录 A 测定报告 (例 1)	281	14.6.4 加载制度	303
13.6 附录 B 测定报告 (例 2)	282	14.6.5 数据处理	304
		14.6.6 型式检验报告	304
		14.7 施工现场钢筋接头的加工与安装	305
		14.7.1 钢筋的准备	305
		14.7.2 人员的准备	306
		14.7.3 确认有效的型式试验报告	306
		14.7.4 接头的工艺检验 (确认)	306
		14.7.5 钢筋丝头加工	307
		14.7.6 接头的安装	307
		14.8 接头的施工现场检验与验收	308
		14.8.1 确认有效的型式试验报告	308
		14.8.2 工艺检验	308
		14.8.3 检查连接件产品合格证生产批号 标识	308
		14.8.4 现场抽检	309
		14.8.5 对抽检不合格的接头验收批的 处理	310
		主要参考文献	310
		15 钢筋径向套筒挤压连接	
		15.1 基本原理、特点和适用范围	311
		15.1.1 基本原理	311
		15.1.2 特点	311
		15.1.3 适用范围	312
		15.1.4 性能等级与应用范围	312
		15.2 钢筋径向套筒挤压连接的材料	313
		15.2.1 钢筋	313

第四篇 钢筋机械连接

概 述

14 钢筋机械连接技术规定

14.1 国内外常用的钢筋机械连接方法

.....	287
14.1.1 钢筋机械连接的优点	289
14.1.2 常用的钢筋机械连接类型	290
14.1.3 钢筋连接技术的进展	291
14.2 钢筋机械连接规程的进展	291
14.3 术语和符号	293
14.3.1 术语	293
14.3.2 符号	293
14.4 接头的设计原则和性能等级	294
14.4.1 钢筋接头的要求	294
14.4.2 接头的设计原则	296
14.4.3 机械连接接头的分级	296
14.5 接头的应用	299
14.5.1 接头位置	299
14.5.2 同一根钢筋上的接头数量	299
14.5.3 控制接头百分率	299

15 钢筋径向套筒挤压连接

15.1 基本原理、特点和适用范围	311
15.1.1 基本原理	311
15.1.2 特点	311
15.1.3 适用范围	312
15.1.4 性能等级与应用范围	312
15.2 钢筋径向套筒挤压连接的材料	313
15.2.1 钢筋	313

15.2.2 连接件	313	15.9 工程应用实例	335
15.3 钢筋挤压连接设备	316	15.9.1 北京西客站工程	335
15.3.1 组成和主要技术参数	316	15.9.2 湖北黄石长江公路大桥	336
15.3.2 主要元件工作原理	319	15.9.3 北京恒基中心	336
15.3.3 钢筋挤压连接设备系统工作原理	321	15.9.4 汕头妈湾电厂烟囱	336
15.4 钢筋挤压连接工艺参数及施工方法	322	15.9.5 在交通铁路工程中的应用	337
15.4.1 工艺参数	322	15.9.6 水利港口工程	337
15.4.2 施工方法	324	主要参考文献	338
15.5 设备维护及保养	327	16 GK 型等强钢筋锥螺纹接头连接	
15.5.1 设备操作注意事项及维护保养	327	16.1 基本原理、特点和使用范围	339
15.5.2 常见故障及排除方法	328	16.1.1 基本原理	339
15.6 工程管理	330	16.1.2 特点	339
15.6.1 人员配备	330	16.1.3 适用范围	340
15.6.2 设备配备	330	16.2 接头性能等级	340
15.6.3 施工组织	330	16.2.1 接头性能分级	340
15.6.4 质量自检	330	16.2.2 接头型式检验	340
15.7 挤压接头的施工现场检验与验收	330	16.2.3 接头使用范围	340
15.7.1 确认有效的型式检验报告	330	16.3 接头的应用	340
15.7.2 检查连接件产品合格证生产批号标识	331	16.3.1 提供有效的型式检验报告	340
15.7.3 接头工艺检验	331	16.3.2 接头工艺检验	340
15.7.4 现场检验内容	331	16.3.3 接头位置	341
15.7.5 现场抽检	332	16.4 GK 型等强钢筋锥螺纹接头产品技术条件	341
15.7.6 对抽检不合格的接头验收批的处理	334	16.4.1 超高压液压泵站	341
15.8 操作工考试	334	16.4.2 径向预压机	342
15.8.1 操作工考试条件	334	16.4.3 径向预压模具	343
15.8.2 技术培训单位	334	16.4.4 径向预压检测规	343
15.8.3 考试单位	334	16.4.5 锥螺纹套丝机	344
15.8.4 考试内容	334	16.4.6 锥螺纹连接套和可调连接器	348
15.8.5 基础知识考试范围	334	16.4.7 力矩扳手	350
15.8.6 操作技能考试	334	16.4.8 量规	351
15.8.7 钢筋挤压连接操作工合格证	334	16.4.9 保护帽	352
		16.5 GK 型等强钢筋锥螺纹接头工艺线路线	352
		16.5.1 GK 型等强钢筋锥螺纹接头径向挤压	352

16.5.2 GK 型等强钢筋锥螺纹接头工艺 线路线	352	17.4.1 钢筋热镦粗设备	370
16.6 施工	353	17.4.2 HD-GRD-40 型钢筋热镦机主要技术 参数及使用要求	373
16.6.1 施工准备	353	17.4.3 钢筋热镦粗工艺设计及作业要求	374
16.6.2 预压施工	353	17.5 冷镦粗钢筋丝头加工	375
16.6.3 加工钢筋锥螺纹丝头	354	17.5.1 套丝机	375
16.6.4 钢筋连接	356	17.5.2 准备套丝的镦粗钢筋	376
16.7 接头施工现场检验与验收	357	17.5.3 套丝作业	376
16.7.1 检查合格证和检验记录	357	17.6 热镦粗钢筋丝头加工	377
16.7.2 外观检查抽检数和质量要求	357	17.6.1 HD-SW3050 型套丝机	377
16.7.3 力矩扳手抽检	357	17.6.2 HD-ZS40 型轧丝机	378
16.7.4 验收批	358	17.7 套筒	379
16.7.5 单向拉伸试验	358	17.7.1 套筒材料和尺寸	379
16.7.6 验收批数量的扩大	358	17.7.2 套筒的生产	379
16.7.7 外观检查不合格接头的处理方法	358	17.7.3 套筒的验收	380
16.8 工程应用级实例	358	17.8 镦粗直螺纹接头的连接	381
16.8.1 工程应用	358	17.9 接头的施工现场检验与验收	382
16.8.2 北京社科院工程中的应用	359	17.9.1 接头的现场工艺检验	382
主要参考文献	360	17.9.2 检查连接件产品合格证生产批号 标识	382
17 钢筋镦粗直螺纹连接		17.9.3 现场抽检	382
17.1 基本原理和特点	361	17.9.4 现场截取抽样试件的补接	383
17.1.1 基本原理	361	17.9.5 对抽检不合格的接头验收批的处理	383
17.1.2 钢筋镦粗直螺纹接头形成过程	361	17.10 工程应用实例	384
17.1.3 钢筋镦粗直螺纹连接特点	361	17.10.1 采用中国建筑科学研究院生产 设备	384
17.1.4 钢筋镦粗直螺纹接头的分类、型号 与标记	362	17.10.2 采用建茂公司生产钢筋镦粗直螺纹 设备	384
17.2 施工前准备	364	17.10.3 采用常州市建邦钢筋连接工程有限 公司生产设备	384
17.2.1 钢筋准备	364	17.10.4 采用中国地质大学(武汉)海电 接头有限公司生产设备	385
17.2.2 人员的准备	364	主要参考文献	385
17.2.3 确定有效的型式检验报告	364	18 钢筋滚轧直螺纹连接	
17.3 钢筋冷镦粗	364	18.1 基本原理	386
17.3.1 钢筋冷镦粗机	364		
17.3.2 钢筋冷镦粗工艺	367		
17.4 钢筋热镦粗	370		

18.1.1 连接的特点	386	19.2.7 灌浆套筒标识与包装	413
18.1.2 术语	388	19.3 钢筋套筒连接用灌浆料	414
18.1.3 符号	389	19.3.1 套筒灌浆料检验	415
18.1.4 分类	389	19.3.2 套筒灌浆料交货与验收	415
18.1.5 标记	390	19.3.3 套筒灌浆料包装与标识	416
18.2 连接套筒	391	19.4 钢筋套筒灌浆连接施工	416
18.2.1 材料	391	19.4.1 施工基本要求	416
18.2.2 套筒加工	391	19.4.2 施工机具及操作	416
18.3 丝头加工	394	19.4.3 套筒灌浆施工规定	417
18.3.1 钢筋丝头的加工	394	19.5 接头施工现场检验与验收	418
18.3.2 钢筋丝头的质量要求	395	19.5.1 进入现场前检验	418
18.3.3 钢筋丝头螺纹的检验	397	19.5.2 构件制作和安装验收检验	418
18.4 钢筋的连接	399	19.6 工程应用及实例	419
18.4.1 钢筋接头的现场连接	399	19.6.1 国外在装配式框架中的应用	421
18.4.2 钢筋连接的现场检验	404	19.6.2 国外在大板体系中应用	422
18.5 常见问题及处理措施	405	19.6.3 国内在剪力墙结构中应用	423
18.5.1 钢筋连接技术的配套问题	405	主要参考文献	424
18.5.2 套筒无法旋到规定位置	406		
18.5.3 套筒两端外露螺纹数量差大	406		
18.5.4 套筒两端无外露有效螺纹	407		
18.5.5 套筒与丝头旋合困难	407		
18.5.6 连接施工的拧紧力矩问题	407		
18.5.7 正反丝扣型接头连接施工中的问题	407		
18.5.8 异径钢筋连接施工中存在的问题	408		
19 钢筋套筒灌浆连接		20 带肋钢筋熔融金属充填接头连接	
19.1 基本原理、特点和适用范围	409	20.1 基本原理	425
19.2 钢筋连接灌浆套筒	409	20.1.1 名词解释	425
19.2.1 灌浆套筒分类	410	20.1.2 化学反应方程式	426
19.2.2 灌浆套筒结构和材料要求	410	20.2 特点和适用范围	426
19.2.3 灌浆套筒尺寸偏差和外观质量要求	411	20.2.1 特点	426
19.2.4 灌浆套筒力学性能要求	412	20.2.2 适用范围	427
19.2.5 球墨铸铁套筒铸造要求	412	20.3 设备和消耗材料	427
19.2.6 灌浆套筒检验与验收	412	20.3.1 带肋钢筋熔融金属充填接头连接设备	427
		20.3.2 消耗材料	427
		20.4 连接工艺	427
		20.4.1 钢筋准备	427
		20.4.2 套筒制作	427
		20.4.3 热剂准备	427
		20.4.4 坍塌准备	428
		20.5 现场操作	428
		20.5.1 固定钢筋	428
		20.5.2 安装连接套筒	428