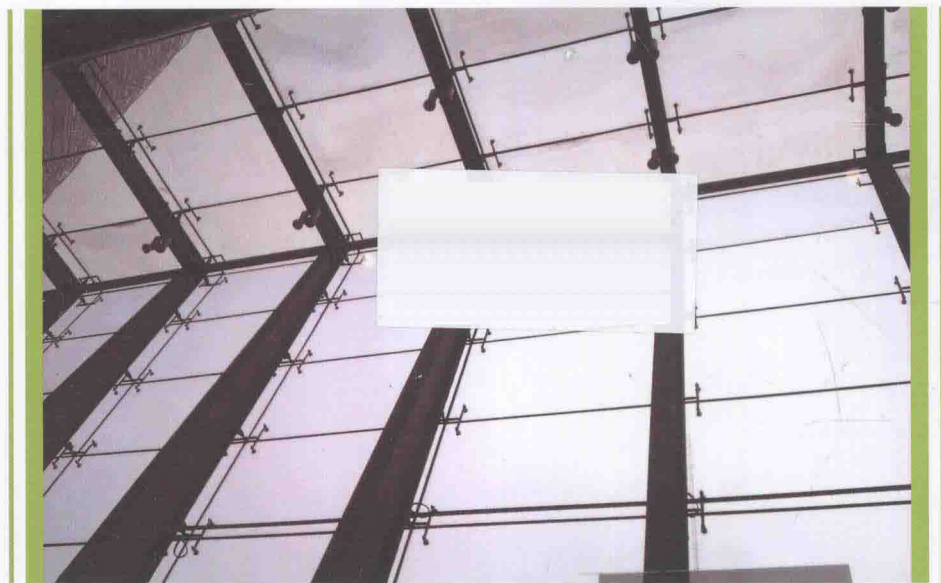


GANGJIEGOU GONGCHENG ZHILIANG JIANDU YU KONGZHI

钢结构工程 质量监督与控制

张心斌 吴婧姝 陈李华 编著



中国建材工业出版社

钢结构工程质量监督与控制

张心斌 吴婧姝 陈李华 编著

中国建材工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

钢结构工程质量监督与控制 / 张心斌, 吴婧姝, 陈李华编著. —北京: 中国建材工业出版社, 2015. 3

ISBN 978-7-5160-1145-4

I. ①钢… II. ①张… ②吴… ③陈… III. ①钢结构—建筑工程—工程质量—质量控制 ②钢结构—建筑工程—工程质量监督 IV. ①TU391

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 029597 号

钢结构工程质量监督与控制

张心斌 吴婧姝 陈李华 编著

出版发行: 中国建材工业出版社

地 址: 北京市海淀区三里河路 1 号

邮 编: 100044

经 销: 全国各地新华书店

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 710mm × 1000mm 1/16

印 张: 12.5

字 数: 226 千字

版 次: 2015 年 3 月第 1 版

印 次: 2015 年 3 月第 1 次

定 价: 46.80 元

本社网址: www.jccbs.com.cn 公众微信号: zgjcgychs

本书如出现印装质量问题, 由我社发行部负责调换。联系电话: (010) 88386906

前 言

钢结构以其自重较轻，工作的可靠性较高，抗振（震）性和抗冲击性好，工业化程度较高，可以准确快速地装配，室内空间大，容易做成密封结构，整个生命周期中的绿色环保等优点越来越被人们所重视，显示出良好的发展趋势。钢结构在高层及超高层建筑、大跨度空间结构、轻钢建筑等方面的应用具有广阔的发展空间。

与此同时，钢结构工程在制作、螺栓连接、拼装以及吊装工程中常出现一些质量通病，这些质量问题严重危害着建筑物的使用功能和寿命，越来越引起人们的重视，控制其工程质量显得尤为重要。因此，我们根据国家最新颁布实施的钢结构工程各相关设计规范、施工质量验收规范、规程及行业标准，并结合作者在对国家重点钢结构工程进行质量检测鉴定的实际工作中积累的有关方面的有关经验，编写了本书。

本书内容主要包括钢结构工程质量监督与控制、钢结构紧固件质量控制与监督、钢结构组装工程施工质量控制、钢构件预拼装工程施工质量控制、钢结构安装质量控制、压型板工程施工质量控制、钢结构涂装工程施工质量控制、钢结构分部工程施工质量控制、索结构工程施工质量控制、钢结构工程焊接质量管理、钢结构工程焊接质量控制的一般程序、钢结构工程焊接质量控制具体方案、钢结构工程焊接质量检查、钢结构工程焊接质量第三方质量控制的必要性及内容等。

本书可供钢结构工程施工技术人员、质量检查人员、相关专业大中专院校的师生参考。

本书在编写过程中得到单位同仁及业内人士的大力支持，在此表示衷心的感谢。由于编者水平有限，书中疏漏和不足之处在所难免，恳请广大读者提出宝贵意见。

编者

2015年2月



中国建材工业出版社
China Building Materials Press

我们提供

图书出版、图书广告宣传、企业/个人定向出版、设计业务、企业内刊等外包、
代选代购图书、团体用书、会议、培训，其他深度合作等优质高效服务。

编辑部

010-88386119

宣传推广

010-68361706

出版咨询

010-68343948

图书销售

010-88386906

设计业务

010-68361706

邮箱：jccbs-zbs@163.com

网址：www.jccbs.com.cn

发展出版传媒 服务经济建设

传播科技进步 满足社会需求

(版权专有，盗版必究。未经出版者预先书面许可，不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。举报电话：010-68343948)

目 录

1 绪 论	1
2 钢结构工程质量监督与控制	2
2.1 原材料、成品质量控制	2
2.1.1 钢材的检验	2
2.1.2 焊接材料	5
2.1.3 连接材料	8
2.1.4 材料质量要求	15
2.1.5 原材料管理	18
2.1.6 原材料及成品进场验收标准	19
2.2 焊接工程施工质量控制	24
2.2.1 质量控制标准	24
2.2.2 质量控制文件资料	28
3 钢结构紧固件质量控制与监督	32
3.1 质量控制与检查	32
3.1.1 工程质量控制要点	32
3.1.2 工程质量控制要点	39
3.2 工程施工质量控制	41
3.2.1 质量控制	41
3.2.2 质量验收文件	44
3.2.3 质量验收记录表	45
3.3 零、部件加工质量与保护	48
3.3.1 零、部件表面保护	48
3.3.2 零、部件制作精度	48
3.3.3 零、部件成品保护	49
3.3.4 应注意的质量问题	50
3.3.5 零、部件加工安全事项	53

3.4	钢零件部件工程质量控制与检查	55
3.4.1	工程质量控制要点	55
3.4.2	工程质量检查要点	61
3.5	钢结构零部件工程施工质量验收	63
3.5.1	质量验收标准	63
3.5.2	质量验收文件	68
3.5.3	质量验收记录表	69
4	钢结构组装工程施工质量控制	74
4.1	质量控制要件	74
4.2	质量验收文件	75
4.3	质量验收记录表	76
5	钢构件预拼装工程施工质量控制	78
5.1	质量验收标准	78
5.2	质量验收文件	78
5.3	质量验收记录	79
6	钢结构安装质量控制	80
6.1	一般钢结构安装质量控制	80
6.1.1	质量控制要求	80
6.1.2	质量控制要点	84
6.1.3	成品保护措施	94
6.2	一般钢结构工程施工质量控制	94
6.2.1	质量控制标准	94
6.2.2	质量验收文件	99
6.2.3	质量验收记录表	100
6.3	钢网架安装质量控制	103
6.3.1	钢网架安装基本规定	103
6.3.2	钢网架安装质量控制要点	106
6.4	钢网架工程施工质量控制	109
6.4.1	质量验收标准	109
6.4.2	质量验收文件	111
7	压型板工程质量控制	115
7.1	质量验收标准	115

目 录

7.2	质量验收文件	117
7.3	质量验收记录表	117
8	钢结构涂装工程施工质量控制	119
8.1	质量控制标准	119
8.2	质量验收文件	121
8.2.1	防腐涂装	121
8.2.2	防火涂装	122
8.3	质量控制记录表	122
9	钢结构分部工程质量控制	125
9.1	检验批的划分	125
9.2	建筑工程质量验收	125
9.2.1	建筑工程质量验收要求	126
9.2.2	检验批质量合格条件	126
9.2.3	分项工程质量合格条件	129
9.2.4	分部(子分部)工程质量合格条件	130
9.2.5	分部(子分部)工程质量验收程序和组织	132
9.2.6	建筑工程质量不符合要求时的处理规定	136
9.2.7	严禁验收	138
9.3	钢结构工程施工质量验收	138
9.3.1	分部(子分部)工程	138
9.3.2	分项工程	138
9.3.3	检验批	138
9.3.4	钢结构工程有关安全及功能的检验和见证检验项目	139
10	索结构施工质量控制	141
10.1	索结构质量控制要点	141
10.2	索结构材料	141
10.3	索结构施工	141
10.4	索结构验收	141
11	钢结构工程焊接质量管理	142
12	钢结构工程焊接质量控制的一般程序	144
12.1	质量控制程序网络图	144
12.2	关于质量控制程序的几点解释	145

13 钢结构工程焊接质量控制具体方案	146
13.1 焊工考核	146
13.1.1 软、硬件的审查	146
13.1.2 焊工考试	146
13.1.3 发证	147
13.2 焊接工艺评定	147
13.2.1 常用钢材工艺评定流程	148
13.2.2 焊工工艺评定流程实施细则	149
13.2.3 工艺评定试件的试验及综合评定	150
14 钢结构工程焊接质量检查	151
14.1 焊接检验的程序	151
14.1.1 焊前应检内容	151
14.1.2 焊中应检内容	151
14.1.3 焊后应检内容	151
14.2 检验方案	152
14.2.1 抽样检验的方法	152
14.2.2 外观检验	153
14.3 检验方法	154
14.4 关于焊缝质量等级的说明	154
14.5 主要无损检测方法、标准及新技术的介绍	155
14.5.1 超声波检测	155
14.5.2 射线检测	161
14.5.3 磁粉检测	163
14.5.4 渗透检测	165
14.5.5 无损检测新技术	167
15 钢结构工程焊接质量第三方质量控制的必要性及内容	168
15.1 焊接工艺评定中的第三方检测评定	168
15.2 焊工培训与岗前考核	169
15.3 第三方无损检测	170
16 钢结构工程实例分析	171
16.1 实例一：重庆万豪国际会展大厦	171
16.2 实例二：深圳发展中心大厦（国内首座全钢结构高层建筑）	181

目 录

16.3	实例三：首都机场四机位库球管网架钢结构	182
16.4	实例四：深圳赛格大厦（一期）钢结构	183
16.5	实例五：深圳机场航站楼屋盖	184
16.6	实例六：北京植物园展览温室钢结构工程	185
16.7	实例七：国家大剧院	185
16.8	实例八：北京乐喜金星（LG）大厦	186
16.9	实例九：北京新保利大厦钢结构工程	187
16.10	实例十：北京电视中心钢结构工程	188

1 绪 论

北京 2008 年奥运会不仅是北京人民的大事，也是全国人民乃至全球华人的头等大事，当时为了保证北京 2008 年奥运会的顺利进行，扩建、改建和新建一大批体育场馆，而几个主要场馆的主体结构都以钢结构为主，如国家体育场、国家游泳中心、国家体育馆等。

钢结构的使用不仅表现在数量上，而且表现在结构形式上。如何保证奥运场馆钢结构工程的质量和安全是北京市建筑工程质量主管部门的重要任务。为了确保奥运场馆钢结构工程质量，必须对奥运场馆钢结构工程的各个环节实施全面的监督。为此，特组织专家对奥运场馆钢结构工程质量监督和控制进行专题研究，找准方向，确定思路，明确范围。

钢结构施工质量监督是一个完整的过程，涉及钢结构原材料质量，加工制作质量，施工安装质量和第三方检测等一系列环节。

奥运场馆钢结构工程质量监督和控制首先依据国家的相关法律法规，尤其是针对钢结构工程的专门规定，总体上全面执行《建筑工程施工质量验收统一标准》(GB 50300—2001) 和《钢结构工程施工质量验收规范》(GB 50205—2001)。

质量监督过程中执行标准规范的一般原则如下：

- ◇ 如果有国家标准则应严格按照相关国家标准进行监督，钢结构工程所涉及的主要规范、标准为《钢结构设计规范》和《钢结构工程施工质量验收规范》。
- ◇ 如果没有国家标准则执行相关行业标准 and 行业规范，行业标准往往是针对一种特定的结构形式而制定的。钢结构工程形式多样，如网架结构、索结构等，涉及钢结构工程的相关行业标准也很多，有数十种，有些是针对结构设计的，有些是针对原材料和施工的，执行时应根据工程的具体形式选择相应的标准执行。
- ◇ 奥运场馆钢结构工程具有一定的特殊性，由于采用国际招标的形式进行设计，部分工程项目可能已经超出了我国现有的标准规范，这种结构形式的质量控制则应该严格依据设计和专家审查的要求进行控制，确保钢结构的质量和安全。

2 钢结构工程质量监督与控制

2.1 原材料、成品质量控制

材料质量是钢结构工程质量保证的基础，把好材料质量关是质量控制的第一步，要清楚材料的来龙去脉，保证材料的各种性能满足工程需要，并达到设计要求。

2.1.1 钢材的检验

2.1.1.1 钢材检验要求

1. 钢材和钢铸件的品种、规格、性能等应符合现行国家产品标准和设计要求。进口钢材产品的质量应符合设计和合同规定标准的要求。

2. 对属于下列情况之一的钢材，应进行抽样复验，其复验结果应符合现行国家产品标准和设计要求。

- (1) 国外进口钢材。
- (2) 钢材混批。
- (3) 板厚等于或大于 40mm，且设计有 Z 向性能要求的厚板。
- (4) 建筑结构安全等级为一级，大跨度钢结构中主要受力构件所采用的钢材。

(5) 设计有复验要求的钢材。

(6) 对质量有疑义的钢材。

3. 钢板厚度及允许偏差应符合其产品标准的要求。

2.1.1.2 型钢规格尺寸允许偏差

1. 截面尺寸允许偏差

(1) 工字钢的高度 (h)、腿宽度 (b)、腰厚度 (d) 尺寸允许偏差应符合表 2-1 的规定。

(2) 工字钢平均腿宽度的允许偏差为 $\pm 0.06t$ 。

2 钢结构工程质量监督与控制

(3) 工字钢的弯腰挠度不应超过 $0.15d$ 。

(4) 工字钢的外缘斜度单腿不大于 $1.5\%b$ ，双腿不大于 $2.5\%b$ 。

表 2-1 工字钢的截面尺寸允许偏差

型 号	允许偏差 (mm)		
	高度 h	腿宽度 b	腰厚度 d
≤ 14	± 2.0	± 2.0	± 5.0
14 ~ 18		± 2.5	
18 ~ 30	± 3.0	± 3.0	± 0.7
30 ~ 40		± 3.5	± 0.8
40 ~ 63	± 4.0	± 4.0	± 0.9

(5) 相对于垂直轴的腿的不对称度，不得超过腿宽公差之半（或根据双方协议）。

2. 边宽、边厚度允许偏差

(1) 等边角钢的边宽 (b)、边厚度 (t) 的尺寸允许偏差，见表 2-2。

表 2-2 等边角钢边宽及边厚允许偏差

型 号	允许偏差 (mm)	
	边宽度 b	边厚度 t
2 ~ 5.6	± 0.8	± 0.4
6.3 ~ 9	± 1.2	± 0.6
10 ~ 14	± 1.8	± 0.7
16 ~ 20	± 2.5	± 1.0

(2) 不等边角钢边宽 (B 、 b)、边厚 (t) 的尺寸允许偏差，见表 2-3。

表 2-3 不等边角钢边宽及边厚允许偏差

型 号	允许偏差 (mm)	
	边宽 B 、 b	边 厚 t
2.5/1.6 ~ 5.6/3.6	± 0.8	± 0.4
6.3/4 ~ 9/5.6	± 1.5	± 0.6
10/6.3 ~ 14/9	± 2.0	± 0.7
16/10 ~ 20/12.5	± 2.5	± 1.0

(3) 槽钢截面的高度 (h)、边宽 (b)、腹板厚 (t_w) 的尺寸允许偏差, 见表 2-4。

表 2-4 槽钢的高度、边宽、腹板厚度的尺寸允许偏差

型 号	允许偏差 (mm)		
	高度 h	边宽 b	腹板厚 t_w
5 ~ 8	± 1.5	± 1.5	± 0.4
> 8 ~ 14	± 2.0	± 2.0	± 0.5
> 14 ~ 18	± 2.0	± 2.5	± 0.6
> 18 ~ 30	± 3.0	± 3.0	± 0.7
> 30 ~ 40	± 3.0	± 3.5	± 0.8

2.1.1.3 钢管外径和壁厚的允许偏差

钢管外径和壁厚的允许偏差, 见表 2-5。

表 2-5 钢管外径和壁厚允许偏差

钢管种类	钢管尺寸	允许偏差 (mm)	
		普通级	较高级
热轧 (挤、扩) 管	外径 < 50	$\pm 0.50\text{mm}$	$\pm 0.40\text{mm}$
	≥ 50	$\pm 1\%$	$\pm 0.75\%$
	壁厚 < 4 $\geq 4 \sim 20$ > 20	$\pm 12.5\%$ $+15\%, -12.5\%$ $\pm 12.5\%$	$\pm 10\%$
冷拔 (轧) 管	外径 6 ~ 10	$\pm 0.20\text{mm}$	$\pm 0.10\text{mm}$
	> 10 ~ 30	$\pm 0.40\text{mm}$	$\pm 0.20\text{mm}$
	> 30 ~ 50	$\pm 0.45\text{mm}$	$\pm 0.25\text{mm}$
	> 50	$\pm 1\%$	$\pm 0.5\%$
	壁厚 ≤ 1	$\pm 0.15\text{mm}$	$\pm 0.12\text{mm}$
	> 1 ~ 3	$+15\%, -10\%$	$\pm 10\%$
	> 3	$+15\%, -10\%$	$\pm 10\%$

2.1.1.4 钢材表面外观质量要求

钢材的表面外观质量除应符合国家现行有关标准的规定外, 尚应符合下列规定:

(1) 当钢材的表面有锈蚀、麻点或划痕等缺陷时, 其深度不得大于该钢材厚度负允许偏差值的 $1/2$ 。

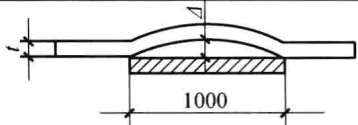
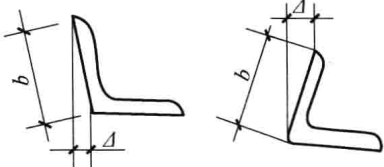
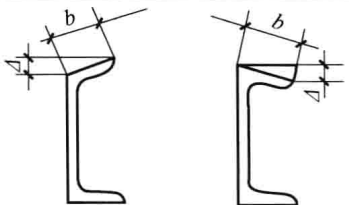
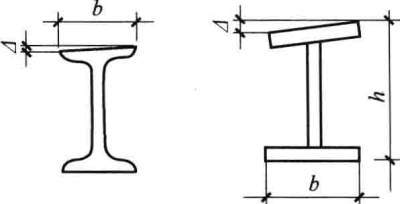
2 钢结构工程质量监督与控制

(2) 钢材端边或断口处不应有分层、夹渣等缺陷。

2.1.1.5 钢材矫正允许偏差

钢材矫正后的允许偏差，见表 2-6。

表 2-6 钢材矫正后的允许偏差

项 目		允许偏差 (mm)	图 例
钢板的局部 平面度	$t \leq 14$	1.5	
	$t > 14$	1.0	
型钢弯曲矢高		$l/1000$ 且 不应大于 5.0	
角钢肢的垂直度		$b/100$ 双肢 栓接角钢的角度 不得大于 90°	
槽钢翼缘 对腹板的垂直度		$b/80$	
工字钢、H 型钢翼缘对 腹板的垂直度		$b/100$ 且不大于 2.0	

2.1.2 焊接材料

钢结构中焊接材料的选用，需适应焊接场地（工厂焊接、工地焊接）、焊接方法、焊接方式（连续焊缝、断续焊缝或局部焊缝），特别是要与焊件钢材的强度和材质要求相适应。

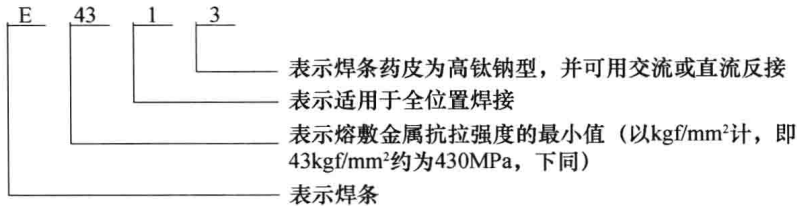
2.1.2.1 手工焊接用焊条

(1) 碳钢焊条及低合金钢焊条的应用。建筑钢结构中用手工焊时，Q235

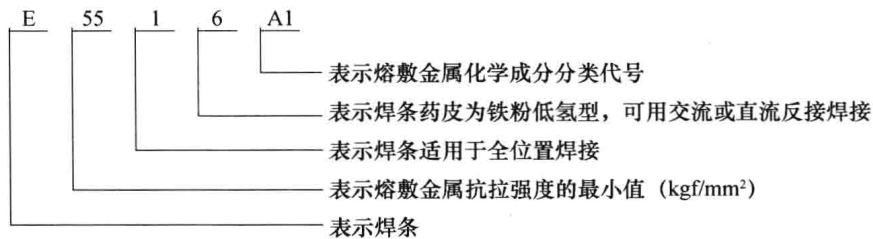
钢的焊接采用碳钢焊条 E43 系列，Q345 钢采用低合金钢焊条 E50 系列。

(2) 电焊条的型号及应用。碳钢焊条及低合金钢焊条型号的表示方法基本相同，即根据熔敷金属的抗拉强度、药皮类型、焊接位置和焊接电源种类划分，其完整的表示方法举例如下：

碳钢焊条



低合金钢焊条



上述表示方法中的第三位数字表示焊条的焊接位置，“0”及“1”表示焊条适用于全位置焊接（平焊、立焊、仰焊和横焊），“2”表示适用于平焊及平角焊，第三位及第四位数字组合时表示焊接电流种类及药皮类型。在低合金钢焊条表示方法中，后缀字母为熔敷金属的化学成分分类代号，并以短划线“-”与前面数字分开。

2.1.2.2 自动及半自动埋弧焊用焊丝及焊剂

自动埋弧是将电弧埋在焊剂下进行焊接，即将没有涂料的焊丝伸入被焊金属上面的焊剂中，通电后产生电弧熔化焊剂，浮在被熔化金属的表面，保护被熔化的金属不与外界空气接触。焊接过程中，焊丝和焊剂的供给输送和电弧的移动全部由机械自动进行。半自动埋弧焊与自动埋弧焊的区别仅是电弧移动由人工操作，而不是由机械控制。

自动焊生产效率高、塑性好、冲击韧性高、抗腐蚀性能强、焊件变形小，也改善劳动条件。半自动焊的焊缝质量介于自动焊和手工焊之间，但使用灵活，可以焊接小尺寸的短焊缝。

自动焊接或半自动焊接采用的焊丝和焊剂，应与焊件钢材的强度和材质相适应。

2.1.2.3 CO₂ 气体保护焊用焊丝

CO₂ 气体保护焊已得到广泛应用，主要焊接低碳钢和低合金钢。采用成盘连续的光焊丝，但不用焊剂。CO₂ 气体保护焊主要采用手工操作，手持焊枪移动焊接，也可进行自动焊接。焊接时围绕焊丝由喷嘴喷出 CO₂ 气体，对电弧、熔池与大气进行隔离保护。

CO₂ 气体保护焊手工操作比手工电弧焊的焊接速度快，热量集中，熔池较小，焊接层数少，焊接电弧容易对中焊接，可适应各种位置焊接，焊后基本上无熔渣。在焊接质量上焊接变形小，焊缝有较好的抗锈能力，但焊缝外表面不平滑。

焊接低碳钢或低合金钢时，均可采用 H08MnSiA、H08Mn2SiA、H08Mn2Si 等。

2.1.2.4 熔嘴电渣焊用焊丝

高层建筑钢结构中较多地采用箱形截面钢柱，在梁柱节点区的柱截面内需设置与梁翼缘等厚的加劲板（横隔板），而加劲板应与箱形截面柱的钢板采用坡口熔透焊。但是，当采用一般手工焊时，加劲板边缘的最后一条边的焊缝无法焊接，因此需要采用熔嘴电渣焊。

熔嘴电渣焊是用细直径冷拔无缝钢管外涂药皮制成的管焊条作为熔嘴，焊丝在管内送进。焊接时，将管焊条插入由被焊钢板与铜块形成的缝槽内，电弧将焊剂熔化成熔渣池，电流使熔渣温度超过钢材的熔点，从而熔化焊丝和钢板边缘，构成一条堆积的焊缝，把被焊钢板连成整体。

熔嘴电渣焊常为竖直施焊，或焊接倾角不大于 30°。这种焊接方法产生较大的热量，为减少焊接变形，焊缝应对称布置和同时施焊。所用的焊丝，在焊接 Q235 钢时采用低碳结构钢镀铜埋弧焊丝（H08MnA）；焊接 Q345（16Mn）钢时，采用 H08MnMoA。

2.1.2.5 焊接材料验收规定

（1）焊接材料的品种、规格、性能等应符合现行国家产品标准和设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查焊接材料的质量合格证明文件、中文标志及检验报告等。

（2）重要钢结构采用的焊接材料应进行抽样复验，复验结果应符合现行国家产品标准和设计要求。

检查数量：全数检查。