

湖南省建设科技与建
筑节能协会团体标准

T/HCBA

T/HCBA XXX-20XX

玻璃纤维增强水泥（GRC）幕墙施工 质量验收标准

Code for acceptance of construction quality of glass fiber
reinforced cement (GRC) curtain wall

（征求意见稿）

XXXX—XX—XX

发布

XXXX—XX—XX

实施

湖南省建设科技与建筑节能协会 发布

湖南省建设科技与建筑节能协会团体标准

玻璃纤维增强水泥（GRC）幕墙施工质量验收标准

Code for acceptance of construction quality of glass fiber
reinforced cement (GRC) curtain wall

T/HCBAXXX-20XX

（征求意见稿）

主编单位：中南林业科技大学

北京城建集团有限责任公司

批准部门：湖南省住房和城乡建设厅

XXXXXX 出版社

20 ×× 长沙

前言

根据《国务院关于印发深化标准化工作改革方案的通知》（国发〔2015〕13号）、《住房和城乡建设部办公厅关于培育和发展工程建设团体标准的意见》（建办标〔2016〕57号）的要求和有关法律、法规的规定，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国家标准和国际先进标准，并在广泛征求意见的基础上，编制本标准。

本标准的主要技术内容是：1.总则；2.术语；3.基本规定；4.原材料及成品进场；5.GRC面板工程；6.背骨架钢结构工程；7.附录A~E。

本标准由湖南省住房和城乡建设厅负责管理，由中南林业科技大学负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送中南林业科技大学（地址：长沙市韶山南路498号，邮政编码：410004）。

本标准主编单位：中南林业科技大学

北京城建集团有限责任公司

本标准参编单位：南京倍立达新材料系统工程股份有限公司

山东金光集团有限公司

湖南大象建筑规划设计有限公司

通号建设集团有限公司

通号工程局集团建设工程有限公司

本标准主要起草人员：胡习兵 陈伯望 段绍伟 熊 曜 袁智深

刘京城 赵换江 张 羽 苏李渊 耿德宇

江晓峰 朱 江 胡振忠 彭杨轩 刘丰收

杨创贵 谢 娟 康 鑫 刘学耀

本规程审定专家：

目次

1 总则	(1)
2 术语	(2)
3 基本规定	(3)
4 原材料及成品进场	(5)
4.1 一般规定	(5)
4.2 GRC 面板	(5)
4.3 钢材	(7)
4.4 焊接材料	(8)
4.5 连接用紧固标准件	(9)
4.6 密封材料	(10)
4.7 其他	(10)
5 GRC 面板工程	(12)
5.1 一般规定	(12)
5.2 面层处理	(12)
5.3 总拼与安装	(13)
5.4 防水	(14)
6 背负架钢结构工程	(15)
6.1 一般规定	(15)
6.2 焊接连接	(15)
6.3 螺栓连接	(18)
6.4 预埋件	(20)
附录 A GRC 面板表面平整度允许偏差	(22)
附录 B 螺栓连接工程检验项目	(23)
附录 C 焊缝外观质量标准及尺寸允许偏差	(28)
附录 D 背负架钢结构安装允许偏差	(30)
附表 E 分部工程检验批质量验收记录表	(31)
本规程用词说明	(38)
引用标准名录	(39)
附：条文说明	(41)

1 总 则

1.0.1 为加强 GRC 幕墙工程质量管理，统一 GRC 幕墙工程施工质量的验收，保证 GRC 幕墙工程质量，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于建筑工程的 GRC 幕墙工程施工质量的验收。

1.0.3 GRC 幕墙工程施工中采用的工程技术文件、承包合同文件对施工质量验收的要求不得低于本标准的规定。

1.0.4 本标准应与现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300-2013 配套使用。

1.0.5 GRC 幕墙工程施工质量的验收除应执行本标准的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 GRC glass fiber reinforced cement

是一种以耐碱玻璃纤维与水泥砂浆为一体的纤维水泥增强复合材料。

2.0.2 背负钢架 bear steel

具有结构功能的金属框架，通过柔性锚杆和重力锚杆支撑 GRC 面板，并与主体结构相连接。

2.0.3 预埋件 embedded parts

放入 GRC 构件或结构中的连接件或用于起吊搬运的预埋装置。

2.0.4 锚杆 anchor

面板与背负钢架系统的连接装置；包括柔性、重力和抗震锚杆。

2.0.5 柔性锚杆 flex anchor

用来连接 GRC 面板和背负钢架的做成 90° 拐弯的钢筋件，通常用光圆钢筋制造，由风荷载、间距、从面板到框架的距离、是否提供有独立的重力锚固件等因素确定钢筋的直径。通常用来传递横向的风荷载和地震荷载（等垂直于面板的荷载），允许在和面板垂直的方向上有一定的转动自由度。

2.0.6 重力锚杆 gravity anchor

连接 GRC 面板和背负钢架的金属件，位置通常靠近 GRC 面板底部，用来承担整个面板的重量。

2.0.7 高强度螺栓连接副 set of high strength bolt

高强度螺栓和与之配套的螺母、垫圈的总称。

2.0.8 色差 color variation

GRC 成品实际所表现出来的颜色与标准颜色之间的偏差，通常表现为产品之间或单一产品上的颜色差异。

2.0.9 允差 franchise

规定要求指标的允许差异。

3 基本规定

3.0.1 GRC 幕墙工程施工单位应具备相应的 GRC 幕墙工程施工资质，施工现场质量管理应有相应的施工技术标准、质量管理体系、质量控制及检验制度，施工现场应有经项目技术负责人审批的施工组织设计、施工方案等技术文件。

3.0.2 GRC 幕墙工程施工质量的验收，必须采用经计量检定、校准合格的计量器具。

3.0.3 GRC 幕墙工程应按下列规定进行施工质量控制：

1 采用的原材料及成品应进行进场验收。凡涉及安全、功能的原材料及成品应按本规范规定进行复验，并应经监理工程师（建设单位技术负责人）见证取样、送样；

2 各工序应按施工技术标准进行质量控制，每道工序完成后，应进行检查；

3 相关各专业工种之间，应进行交接检验，并经监理工程师（建设单位技术负责人）检查认可。

3.0.4 GRC 幕墙工程施工质量验收应在施工单位自检的基础上，按照检验批、分项工程、分部（子部分）工程进行。GRC 幕墙分部（子分部）工程中分项工程划分应按照现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300-2013 的规定执行。GRC 幕墙分项工程应由一个或若干检验批组成，各分项工程检验批应按本规范的规定进行划分。

3.0.5 分项工程检验批合格质量标准应符合下列规定：

1 主控项目必须符合本规范合格质量标准的要求；

2 一般项目其检验结果应有 80% 及以上的检查点（值）符合本规范合格质量标准的要求，且最大值不应超过其允许偏差值的 1.2 倍。

3 质量检查记录、质量证明文件等资料应完整。

3.0.6 分项工程合格质量标准应符合下列规定：

1 分项工程所含的各检验批均应符合本规范合格质量标准；

2 分项工程所含的各检验批质量验收记录应完整。

3.0.7 当 GRC 幕墙工程施工质量不符合本规范要求时，应按下列规定进行处理：

1 经返工重做或更换构（配）件的检验批，应重新进行验收；

- 2 经有资质的检测单位检测鉴定能够达到设计要求的检验批，应予以验收；
- 3 经有资质的检测单位检测鉴定达不到设计要求，但经原设计单位核算认可能够满足结构安全和使用功能的检验批，可予以验收；
- 4 经返修或加固处理的分项、分部工程，虽然改变外形尺寸但仍能满足安全使用要求，可按处理技术方案和协商文件进行验收。

4 原材料及成品进场

4.1 一般规定

4.1.1 本章适用于进入 GRC 幕墙分项工程实施现场的成品件、标准件等产品的进场验收。

4.1.2 进场验收应检查：GRC 构件产品合格证，钢构件、连接件材质证明及合格证，安装密封胶合格证等文件资料。

4.1.3 进场验收时，同材料、工艺和施工条件的 GRC 外墙应以 1000m² 为一个检验批，不足 1000m² 应划分为一个检验批，超过 10000m² 的以 3000m² 为一个检验批。

4.1.4 GRC 构件应进行性能复试，复试须由 GRC 供应商提供与施工项目配方及生产工艺一致的测试板，由具备资质的检测机构按照现行行业标准《玻璃纤维增强水泥外墙板》JC/T1057 或《玻璃纤维增强水泥（GRC）装饰制品》JC/T 940 进行检测。复试应在 GRC 构件正式投产后进行，每项工程宜复试 1 次，特殊要求应在合同中明确。

4.2 GRC 面板

I 主控项目

4.2.1 GRC 面板的材料、规格、性能等应符合现行国家产品标准和设计要求。其质量应符合设计和合同规定标准的要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查出厂合格证及检测报告等。

4.2.2 对属于下列情况之一的 GRC 面板，应进行型式检验：

- 1 新产品试制定型鉴定；
- 2 产品结构、材料、工艺有较大改变时；
- 3 长期停产再恢复生产时；
- 4 出厂检验结果与上一次检验结果有较大差异时；
- 5 正常生产每年一次；
- 6 国家或地方质监机构提出检验要求时。

检查内容：外观、尺寸允许偏差和物理力学性能指标。

检验方法：按 JCT1057-2007 中第 5 条、第 6 条和第 7 条的相关规定执行。

II 一般项目

4.2.3 GRC 构件外观不应有严重缺陷，对于一般缺陷应在工厂内修复后方能出厂。

4.2.4 GRC 面板的规格尺寸及允许偏差应符合其产品标准的要求。

表 4.2.4 GRC 构件尺寸允许偏差及检验方法

项目	允许偏差 (mm)	检验方法
长 (宽、高) 度	$\pm 3\text{mm}$ (大于 3m, $+1\text{mm/m}$, 但最大不超过 6mm)	尺量检查
对角线差	板面积小于 2m^2 时, 对角线差 $\leq 5\text{mm}$; 板面积等于或大于 2m^2 时, 对角线差 $\leq 10\text{mm}$	尺量检查
产品厚度	0~3mm	尺量检查
钢架 位置偏差	$\pm 5\text{mm}$	尺量检查
预埋件、孔、槽位置偏差	$\pm 5\text{mm}$	尺量检查
侧边弯曲	$\leq 3\text{mm}$	拉线、尺量检查
表面平整度	$\leq 2\text{mm}$	靠尺、塞尺检查
表面翘曲	$\leq 3\text{mm}$	表面对角拉线

4.2.5 GRC 面板的表面外观质量除应符合国家现行有关标准的规定外, 尚应符合下表:

表 4.2.5 外观质量

		一等品	合格品
缺棱掉角	长度	$\leq 20\text{mm}$	$\leq 30\text{mm}$
	宽度	$\leq 20\text{mm}$	$\leq 30\text{mm}$
	数量	不多于 2 处	不多于 3 处
	长度		$\leq 30\text{mm}$

裂纹	宽度	不允许	≤0.2mm
	数量		不多于 2 处
蜂窝麻面	占总面积	≤1.0%	≤2.0%
	单处面积	≤0.5%	≤1.0%
	数量	不多于 1 处	不多于 2 处
飞边毛刺	厚度	≤1.0mm	≤2.0mm

检查数量：抽查比例不应小于 1%（件数或面积）。

检验方法：用钢直尺测量。

4.2.6 GRC 构件的色差应符合国家现行有关标准的规定和合同约定。

4.2.7 GRC 构件验收合格后，应在产品的显著位置设置标识，标识的内容应包括产品编号、制作日期、合格状态、生产企业名称等信息。

4.3 钢材

I 主控项目

4.3.1 GRC 背负钢架用轻型钢、结构型钢或铝合金型材预制。型钢的壁厚应不小于 2.5mm。背负钢架所用的钢材、钢筋和铝合金应符合《优质碳素结构钢》GB/T699、《碳素结构钢》GB/T700、《低合金高强度结构钢》GB/T1597、《合金结构钢》GB/T3077、《碳素结构钢和低合金结构钢热轧薄钢板和钢带》GB/T912、《碳素结构钢和低合金结构钢热轧厚钢板和钢带》GB/T3274、《钢筋混凝土用钢第一部分：热轧光圆钢筋》GB1499.1、《钢筋混凝土用钢第二部分：热轧带肋钢筋》GB1499.2、《铝合金建筑型材》GB5237 等现行国家标准及设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查质量合格证明文件、中文标志及检验报告等。

4.3.2 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 钢材混批；
- 2 设计有复验要求的钢材；
- 3 对质量有疑义的钢材。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查复验报告。

II 一般项目

4.3.3 型钢的规格尺寸及允许偏差应符合其产品标准的要求。

检查数量：每一品种、规格的型钢抽查 5 处。

检验方法：用钢直尺和游标卡尺测量。

4.3.4 钢材的表面外观质量除应符合国家现有关标准的规定外，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 钢材表面的锈蚀等级应符合现有国家标准《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》GB8923 规定的 C 级及 C 级以上；

3 钢材端边或断口处不应有分层、夹渣等缺陷。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查。

4.3.5 GRC 幕墙与主体结构连接的预埋件应采取防腐处理或采用不锈钢材质，严禁采用预埋钢筋代替预埋件。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查。

4.3.6 GRC 幕墙所用钢材必须采取防腐蚀措施，背负钢架及连接件宜采用整体热浸镀锌，镀锌层厚度应符合设计要求，镀锌质量应符合现行国家标准《金属覆盖层钢铁制件热浸镀锌层技术要求及试验方法》GB/T13912 的规定，镀锌层破坏后应涂刷富锌涂料。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查。

4.4 焊接材料

I 主控项目

4.4.1 焊接材料的品种、规格、性能等应符合现行国家标准《碳钢焊条》GB5117

的规定和设计要求,所选用的焊条型号应与金属结构材料相匹配,埋弧焊用焊剂、焊丝应符合《埋弧焊用碳钢焊剂和焊丝》GB/T 5293 的规定。。

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。

4.4.2 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。

检验方法: 检查复验报告。

II 一般项目

4.4.3 焊钉及焊接瓷环的规格、尺寸及偏差应符合现行国家标准《圆柱头焊钉》GB 10433 中的规定。

检查数量: 按量抽查 1%,且不应少于 10 套。

检验方法: 用钢尺和游标卡尺量测。

4.4.4 焊条外观不应有药皮脱落、焊芯生锈等缺陷;焊剂不应受潮结块。

检查数量: 按量抽查 1%,且不应少于 10 包。

检验方法: 观察检查。

4.5 连接用紧固标准件

I 主控项目

4.5.1 钢结构连接用高强度大六角头螺栓连接副、扭剪型高强度螺栓连接副、普通螺栓、锚栓(机械型和化学试剂型)等紧固标准件及螺母、垫圈等标准配件,其品种、规格、性能等应符合现行国家产品标准和设计要求。高强度大六角头螺栓连接副和扭剪型高强度螺栓连接副出厂时应分别随箱带有扭矩系数和紧固轴力(预拉力)的检验报告。

检查数量: 全数检查。

检验方法: 检查产品的质量合格证明文件、中文标志及检验报告等。

4.5.2 高强度大六角头螺栓连接副应按本规范附录 B 的规定检验其扭矩系数,其检验结果应符合本规范附录 B 的规定。

检查数量: 见本规范附录 B。

检验方法：检查复验报告。

4.5.3 扭剪型高强度螺栓连接副应按本规范附录 B 的规定检验预拉力，其检验结果应符合本规范附录 B 的规定。

检查数量：见本规范附录 B。

检验方法：检查复验报告。

II 一般项目

4.5.4 高强度螺栓连接副，应按包装箱配套供货，包装箱上应标明批号、规格、数量及生产日期。螺栓、螺母、垫圈外观表面应涂油保护，不应出现生锈和沾染赃物，螺纹不应损伤。

检查数量：按包装箱数抽查 5%，且不应少于 3 箱。

检验方法：观察检查。

4.6 密封材料

4.6.1 结构密封胶应符合现行国家标准《建筑用硅酮结构密封胶》GB16776 的规定；建筑密封胶应符合国家现行标准《硅酮建筑密封胶》GB/T 14683、《混凝土建筑接缝用密封胶》JC/T881、《石材用建筑密封胶》JC/T883、《聚氨酯建筑密封胶》JG/T482 的规定。密封胶条应符合国家现行标准《建筑橡胶密封垫预成型实心硫化的结构密封垫用材料规范》HB/T3099 及《工业用橡胶板》GB/T 5574 的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查产品的质量合格证明文件、中文标志及检验报告等。

4.6.2 在使用密封胶时，应遵守材料制造商关于产品使用及接缝尺寸限制的书面说明。

4.6.3 GRC 幕墙中用密封胶应符合下列规定：

- 1 密封胶必须与 GRC 面板材料具有良好的相容性，并不会产生影响饰面效果的污染；
- 2 建筑密封胶应能抵抗的接缝位移至少是规定接缝宽度的 $\pm 25\%$ 。

4.7 其他

4.7.1 GRC 幕墙用表面防护材料应符合国家现行有关产品标准的规定及设计要

求。宜选用混凝土专用防护剂，防水性应大于 50%，耐污染等级达到 1 级。

4.7.2 GRC 幕墙用保温材料应符合国家现行有关产品标准的规定及设计要求。

在设计及制作 GRC 构件时可将聚苯板、岩棉、玻璃棉、泡沫玻璃等保温材料复合在 GRC 面板中，形成复合保温一体化产品；加入其他隔声、隔热或加强作用的各种填充材料应符合相关产品标准和设计要求。

4.7.3 GRC 幕墙用锚固胶性能应符合现行行业标准《混凝土结构工程用锚固胶》JG/T 340 的规定。

4.7.4 GRC 幕墙用其他材料应符合国家现行有关产品标准和设计要求。

5 GRC 面板工程

5.1 一般规定

5.1.1 本章适用于 GRC 面板工程的质量验收。

5.1.2 GRC 面板工程可按相应的 GRC 构件制作或安装工程检验批的划分原则划分为一个或若干个检验批。

5.2 面层处理

I 主控项目

5.2.1 GRC 面板的总体造型、外观效果及结构性能应符合标准图或设计的要求。

检查数量：全部检查。

检查方法：观察检查。

5.2.2 GRC 面板整体颜色应统一，色差应自然，符合水泥制品的自然属性，局部色差和修补痕迹要达到在 3m 外观察不明显。

检查数量：全部检查。

检查方法：观察检查。

II 一般项目

5.2.3 GRC 面板表面应无凹坑、缺边掉角、开裂、破损、斑痕、污染等 3m 内可见明显缺陷。

检查数量：全部检查。

检查方法：观察检查。

5.2.4 GRC 幕墙明缝及滴水线应横平竖直，表面应光滑平整无污染。

检查数量：全部检查。

检查方法：观察检查。

5.2.5 GRC 幕墙工程竣工验收抽样检验应确定区段位置和批次，区段位置应以具有代表性的构造特点进行确定，批次应根据工程量大小确定。

检查数量：全部检查。

检查方法：观察检查。

5.3 总拼与安装

I 主控项目

5.3.1 GRC 构件应符合设计要求和本规范的规定。运输、堆放和吊装等造成的 GRC 构件变形及涂层脱落，应进行矫正和修补。

检查数量：全部检查。

检验方法：用拉线、钢尺现场实测和观察。

5.3.2 GRC 面板接缝容许偏差内，可将部分安装偏差在构件接缝中调整。

检查数量：全部检查。

检验方法：用拉线、钢尺现场实测和观察。

5.3.3 GRC 面板与主体结构的净距应符合下列规定：

- 1 GRC 面板背面与预制混凝土结构：不小于 40mm；与现浇混凝土结构：不小于 50mm；GRC 面板背面与钢结构：不小于 40mm；
- 2 对于高层或不规则结构，不论主体结构材料，统一取：不小于 50mm；
- 3 柱套与柱子之间：不小于 75mm；
- 4 GRC 面板与主体结构的连接点在上下、左右、前后三个方向内的调节空间应不小于 25mm。

检查数量：全部检查。

检验方法：用拉线、钢尺现场实测和观察。

5.3.4 连接件距 GRC 板短边距离在 100~200mm 之间。

检查数量：按同类构件数抽查 10%，且不应少于 3 件。

检验方法：用拉线和钢尺现场实测。

5.3.5 GRC 面板的安装允许误差应符合表 4.2.4 中的规定。

- 1 GRC 面板与建筑定位轴线的偏差不应大于 5mm；
- 2 GRC 板面积小于 2m² 时，对角线差不应大于 5mm；板面积大于或等于 2m² 时，对角线差不应大于 10mm；
- 3 相邻 GRC 面板内错台误差应不大于 2mm；
- 4 单个 GRC 面板内起拱不大于 3mm；
- 5 与主体结构相连的连接件定位误差应不大于 5mm。

检查数量：全部检查。

检验方法：用拉线和钢尺现场实测。

II 一般项目

5.3.6 GRC 构件表面应干净，结构主要表面不应有疤痕、泥沙等污垢。

检查数量：全部检查。

检验方法：观察检查。

5.3.7 GRC 连接构造一般采用螺栓和焊接连接，并符合以下规定：

- 1 连接接点不得小于四点；
- 2 焊缝长度、厚度经计算确定；
- 3 选用螺栓连接形式的，螺栓应采用不锈钢材料，受力的螺栓每处不得小于二个。

检查数量：按同类构件数抽查 10%，且不应少于 3 处。

检验方法：观察检查。

5.4 防水

5.4.1 GRC 外墙工程设计，应有防止雨水渗入保温层内的构造措施；对于檐口、阳台及其它凸出部位，应有雨水导排措施。

5.4.2 GRC 外墙的水密性能应符合设计要求；开放式 GRC 外墙的水密性能不作规定。

5.4.3 GRC 外墙应无渗漏。

检验方法：在易渗漏部位进行淋水检查。

5.4.4 GRC 外墙结构胶和密封胶的打注应饱满、密实、连续、均匀、无气泡，宽度和厚度应符合设计要求和技术标准的规定。

检验方法：观察；尺量检查；检查施工记录。

6 背负架钢结构工程

6.1 一般规定

6.1.1 本章适用于背负架钢结构工程的质量验收。

6.1.2 背负架钢结构工程可按相应的钢结构制作或安装工程检验批的划分原则划分为一个或若干个检验批。

6.2 焊接连接

I 主控项目

6.2.1 焊条、焊丝、焊剂、电渣焊熔嘴等焊接材料与母材的匹配应符合设计要求及国家现行行业标准《建筑钢结构焊接技术规程》JGJ81 的规定。焊条、焊剂、药芯焊丝、熔嘴等在使用前，应按其产品说明书及焊接工艺文件的规定进行烘焙和存放。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查质量证明书和烘焙记录。

6.2.2 焊工必须经考试合格并取得合格证书。持证焊工必须在其考试合格项目及其认可范围内施焊。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查焊工合格证及其认可范围、有效期。

6.2.3 施工单位对其首次采用的钢材、焊接材料、焊接方法、焊后热处理等，应进行焊接工艺评定，并应根据评定报告确定焊接工艺。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查焊接工艺评定报告。

6.2.4 设计要求全焊透的一、二级焊缝应采用超声波探伤进行内部缺陷的检验，超声波探伤不能对缺陷做出判断时，应采用射线探伤，其内部缺陷分级及探伤方法应符合现行国家标准《钢焊缝手工超声波探伤方法和探伤结果分级》GB11345 或《钢熔化焊对接接头射线照相和质量分级》GB3323 的规定。

一级、二级焊缝的质量等级及缺陷分级应符合表 6.2.4 的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查超声波或射线探伤记录。

表 6.2.4 一、二级焊缝质量等级及缺陷分级

焊缝质量等级		一级	二级
内部缺陷 超声波探伤	评定等级	II	III
	检验等级	B 级	B 级
	探伤比例	100%	20%
内部缺陷 射线探伤	评定等级	II	III
	检验等级	AB 级	AB 级
	探伤比例	100%	20%
注：探伤比例的计数方法应按以下原则确定：（1）对工厂制作焊缝，应按每条焊缝计算百分比，且探伤长度应不小于 200mm，当焊缝长度不足 200 mm 时，应对整条焊缝进行探伤；（2）对现场安装焊缝，应按同一类型、同一施焊条件的焊缝条数计算百分比，探伤长度应不小于 200 mm，并应不少于 1 条焊缝。			

6.2.5 焊缝表面不得有裂纹、焊瘤等缺陷。一级、二级焊缝不得有表面气孔、夹渣、弧坑裂纹、电弧擦伤等缺陷。且一级焊缝不许有咬边、未焊满、根部收缩等缺陷。

检查数量：每批同类构件抽查 10%，且不应少于 3 件；被抽查构件中，每一类型焊缝按条数抽查 5%，且不应少于 1 条；每条检查 1 条，总抽查数不应少于 10 处。

检验方法：观察检查或使用放大镜、焊缝量规和钢尺检查，当存在疑义时，采用渗透或磁粉探伤检查。

6.2.6 施工单位对其采用的焊钉和钢材焊接应进行焊接工艺评定，其结果应符合设计要求和国家现行有关标准的规定。瓷环应按其产品说明书进行烘焙。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查焊接工艺评定报告和烘焙记录。

6.2.7 焊钉焊接后应进行弯曲试验检查，其焊缝和热影响区不应有肉眼可见的裂纹。

检查数量：每批同类构件抽查 10%，且不应少于 10 件；被抽查构件中，每

件检查焊钉数量的 1%，但不应少于 1 个。

检验方法：焊钉弯曲 30° 后用角尺检查和观察检查。

II 一般项目

6.2.8 对于需要进行焊前预热或焊后热处理的焊缝，其预热温度或后热温度应符合国家现行有关标准的规定或通过工艺试验确定。预热区在焊道两侧，每侧宽度均应大于焊件厚度的 1.5 倍以上，且不应小于 100 mm；后热处理应在焊后立即进行，保温时间应根据板厚按每 25 mm 板厚 1h 确定。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查预、后热施工记录和工艺试验报告。

6.2.9 二级、三级焊缝外质量标准应符合本规范附录 C 中表 C.0.1 的规定。三级对接缝应按二级焊缝标准进行外观质量检验。

检查数量：每批同类构件抽查 10%，且不应少于 3 件；被抽查构件中，每一类型焊缝按条数抽查 5%，且不应少于 1 条；每条检查 1 条，总抽查数不应少于 10 条。

检验方法：观察检查或使用放大镜、焊缝量规和钢尺检查。

6.2.10 焊缝尺寸允许偏差应符合本规范附录 C 中表 C.0.2 的规定。

检查数量：每批同类构件抽查 10%，且不应少于 3 件；被抽查构件中，每种焊缝按条数各抽查 5%，但不应少于 1 条；每条检查 1 条，总抽查数不应少于 10 处。

检验方法：用焊缝量规检查。

6.2.11 焊出凹形的角焊缝，焊缝金属与母材间应平缓过渡；加工成凹形的角焊缝，不得在其表面留下切痕。

检查数量：每批同类构件抽查 10%，且不应少于 3 件。

检验方法：观察检查。

6.2.12 焊缝感观应达到：外形均匀、成型较好，焊道与焊道、焊道与基本金属间（母材）过渡过较平滑，焊渣和飞溅物基本清除干净。

检查数量：每批同类构件抽查 10%，且不应少于 3 件；被抽查构件中，每种焊缝按数量各抽查 5%，总抽查处不应少于 5 处。

检验方法：观察检查。

6.2.13 GRC 背负钢架焊接后，横梁长度的允许偏差应为 $\pm 1.0\text{mm}$ ，立柱长度的允许偏差应为 $\pm 1.0\text{mm}$ ，端头斜度的允许偏差应为 $-15'$ ；转接件开孔的孔位允许偏差应为 $\pm 0.5\text{mm}$ ，孔距的允许偏差应为 $\pm 0.5\text{mm}$ ，累计偏差不得大于 $\pm 1.0\text{mm}$ 。

检查数量：每批同类构件抽查 10%，且不应少于 3 件；被抽查构件中，每种焊缝按数量各抽查 5%，总抽查处不应少于 5 处。

检验方法：观察检查或使用放大镜、焊缝量规和钢尺检查。

6.2.14 焊接部位防腐、防锈处理按环氧富锌底漆（ $100\mu\text{m}$ ）、中间漆（ $70\mu\text{m}$ ）、氟碳面漆（ $70\mu\text{m}$ ），分层涂刷，保证焊缝两侧各 100mm。

检查数量：每批同类构件抽查 10%，且不应少于 3 件；被抽查构件中，每种焊缝按数量各抽查 5%，总抽查处不应少于 5 处。

检验方法：观察检查或使用放大镜、焊缝量规和钢尺检查

6.2.15 焊钉根部焊脚应均匀，焊脚立面的局部未熔合或不足 360° 的焊脚应进行修补。

检查数量：按总焊钉数量抽查 1%，且不应少于 10 个。

检验方法：观察检查。

6.3 螺栓连接

I 主控项目

6.3.1 普通螺栓作为永久性连接螺栓时，当设计有要求或对质量有疑义时，应进行螺栓实物最小拉力载荷复验，试验方法见本规范附录 C，其结果应符合现行国家标准《紧固件机械性能螺栓、螺钉和螺柱》GB3098 的规定。

检查数量：每一规格螺栓抽查 8 个。

检验方法：观察检查或使用放大镜、焊缝量规和钢尺检查。

6.3.2 连接薄钢板采用的自攻螺、拉铆钉、射钉等其规格尺寸应与连接钢板相匹配，其间距、边距等应符合设计要求。

检查数量：按连接节点数抽查 1%，且不应少于 3 个。

检验方法：观察和尺量检查。

6.3.3 钢结构制作和安装单位应按本规范附录 C 的规定分别进行高强度螺栓连接摩擦面的抗滑移系数试验和复验，现场处理的构件磨擦应单独进行磨擦面抗滑移系数试验，其结果应符合设计要求。

检查数量：见本规范附录 C。

检验方法：检查磨擦面抗滑移系数试验报告和复验报告。

6.3.4 高强度大六角头螺栓连接副终拧完成 1h 后、48h 内应进行终拧扭矩检查，检查结果应符合本规范附录 C 的规定。

检查数量：按节点数检查 10%，且不应少于 10 个；每个被抽查节点按螺栓数抽查 10%，且不应少于 2 个。

检验方法：见本规范附录 C。

6.3.5 扭剪型高强度螺栓连接副终拧后，除因构造原因无法使用专用扳手终拧掉梅花头者外，未在终拧中拧掉梅花头的螺栓数不应大于该节点螺栓数的 5%。对所有梅花头未拧掉的扭剪型高强度螺栓连接副应采用扭矩法或转角法进行终拧，且按本规范第 6.3.4 条的规定进行终拧扭矩检查。

检查数量：按节点数抽查 10%，但不应少于 10 节点，被抽查节点中梅花头未拧掉的扭剪型高强度螺栓连接副全数进行终拧扭矩检查。

检验方法：观察检查及本规范附录 B。

6.3.6 锚钩与背负钢架通过螺栓连接，检查螺栓有无缺漏，螺帽是否拧紧。锚钩与 GRC 面板连接处需通过实体拉拔检测，拉拔值达到设计计算值即可。

检查数量：按节点数抽查 10%，但不应少于 10 节点，被抽查节点中锚钩与 GRC 面板连接处全数进行终拧扭矩检查。

检验方法：数字显示式拉拔仪。

II 一般项目

6.3.7 永久性普通螺栓紧固应牢固、可靠，外露丝扣不应少于 2 扣。

检查数量：按连接节点数抽查 10%，且不应少于 10 个。

检查方法：观察和用小锤敲击检查。

6.3.8 螺钉、铆钉、射钉等与连接钢板应紧固密贴，外观排列整齐。

检查数量：按连接节点数抽查 10%，且不应少于 10 个。

检查方法：观察和用小锤敲击检查。

6.3.9 高强度螺栓连接副的施拧顺序和初拧、复拧扭矩应符合设计要求和国家现行行业标准《钢结构高强度螺栓连接的设计施工及验收规程》JGJ82 的规定。

检查数量：全数检查资料。

检查方法：检查扭矩扳手标定记录和螺栓施工记录。

6.3.10 高强度螺栓连接副拧后，螺栓丝扣外露应为 2-3 扣，其中允许有 10% 的螺栓丝扣外露 1 扣或 4 扣。

检查数量：按节点数抽查 10%，且不应少于 10 个。

检验方法：观察检查。

6.3.11 高强度螺栓连接摩擦面应保持干燥、整洁，不应有飞边、毛刺、焊接飞溅物、焊疤、氧化铁皮、污垢等，除设计要求外摩擦面不应涂漆。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查。

6.3.12 高强度螺栓应自由穿入螺栓孔。高强度螺栓孔不应采用气割扩孔，扩孔数量应征设计同意，扩孔后的孔径不应超过 1.2d(d 为螺栓直径)。

检查数量：被扩螺栓孔全数检查。

检验方法：观察检查及用卡尺检查。

6.4 预埋件

I 主控项目

6.4.1 预埋件所采用的材料应符合设计及现行国家产品标准规定。

检查数量：按计件数抽查 5%，且不应少于 10 件。

检验方法：观察检查。

6.4.2 预埋螺栓紧固螺母的规格与预埋螺栓的规格应相互配套，其质量等级不得低于 C 级质量要求，并应符合设计及现行国家产品标准。

检查数量：按计件数抽查 5%，且不应少于 10 件。

检验方法：观察检查。

6.4.3 背负架立柱与主体结构预埋件的连接、立柱与横梁的连接、连接件与背负架的连接、连接件与 GRC 面板的连接，必须符合设计要求，安装必须牢固。

检查数量：全部检查。

检验方法：观察检查。

II 一般项目

6.4.4 预埋件位置正确。特别是处于边缘部位的构件如檐口、窗口、门口、转角处的构件，预埋件的位置与方向须保证正确。

检查数量：全部检查。

检查方法：观察检查。

6.4.5 预埋件的埋设允许偏差应符合表 6.4.5 的规定。

检查数量：按计件数抽查 5%，且不应少于 10 件。

检验方法：观察检查或用钢尺检查。

表 6.4.5 预埋件埋设允许偏差 (mm)

项目	允许偏差 (mm)
轴线位置	>10.0
标高	±2.0
水平度	L/1000

6.4.6 预埋件的受力直锚筋不宜少于 4 根，且不宜多于 4 层；其直径不宜小于 8mm，且不宜大于 25mm。受剪预埋件的直锚筋可采用 2 根。预埋件的锚筋应放置在构件的外排主筋的内侧。

检查数量：按计件数抽查 5%，且不应少于 10 件。

检验方法：观察检查或用钢尺检查。

附录 A GRC 面板表面平整度允许偏差

A.0.1 GRC 面板表面平整度允许偏差应符合 A.0.1 的规定。

表 A.0.1 GRC 面板表面平整度允许偏差

序号	检查项目	允许偏差	单位	备注
1	板缝 25mm 方向的板宽	$-3 < \Delta \leq 0$	mm	板缝 25mm 处板宽度采用负公差
2	板缝 50mm 方向的板宽	± 3	mm	外表面弧长
3	板的对角线长度	± 5	mm	外表面弧长
4	板的端点夹角	由此夹角产生的远端点偏移量 $\leq \pm 3\text{mm}$	mm	
5	板的边线弯曲量	± 3	mm	
6	板对角线的曲率矢高	± 5	mm	
7	板的所有规定测量点的相对坐标	± 2.5	mm	板安装后，交于一点的四块板端点高差小于 5mm
8	板厚度偏差	$0 < \delta \leq 0.3$	mm	
9	板折边的厚度偏差	$0 < \delta \leq 0.5$	mm	

附录 B 螺栓连接工程检验项目

B.0.1 螺栓实物最小载荷检验。

目的：测定螺栓实物的抗拉强度是否满足现行国家标准《紧固件机械性能螺栓、螺钉和螺柱》GB3098.1 的要求。

检验方法：用专用卡具将螺栓实物置于拉力试验机上进行拉力试验，为避免试件承受横向载荷，试验机的夹具应能自动调正中心，试验时夹头张拉的移动速度不超过 25mm/min。

螺栓实物和抗接强度应根据螺纹应力截面积 (A_s) 计算确定，其取值应按现行国家标准《紧固件机械性能螺栓、螺钉和螺柱》GB3098.1 的规定取值。

进行试验时，承受拉力载荷的末旋合的螺纹长度应为 6 位以上螺距;当试验拉力达到现行国家标准《紧固件机械性能螺栓、螺钉和螺柱》GB3098.1 中规定的最小拉力载荷 ($A_s \cdot \sigma_b$) 时不得断裂。当超过最小拉力载荷直至拉断时，断裂应发生在杆部或螺纹部分，而不应发生在螺头与杆部的交接处。

B.0.2 扭剪型高强度螺栓连接副预拉力复验。

复验用的螺栓应在施工现场待安装的螺栓批中随机抽取，每批应抽取 8 套连接副进行复验。

连接副预拉力可采用经计量检定、校准合格的轴力计进行测试。

试验用的电测轴力计、油压轴力计、电阻应变仪、扭矩扳手等计量器具，应在试验前进行标定，其误差不得起过 2%。

采用轴力计方法复验连接副预拉力时，应将螺栓直接插入轴力计。紧固螺栓分初拧、终拧两次进行，初拧应采用手动扭矩扳手或专用定扭电动扳手;初拧值应为预拉力标准值 50%左右。终拧应采用专用电动扳手，至尾部梅头拧掉，读出预拉力值。

每套连接副只应做一次试验，不得重复使用。在紧固中垫圈发生转动时，应更换连接副，重新试验。

复验螺栓连接副的预拉力平均值和标准偏差应符合表 B.0.2 的规定。

表 B.0.2 扭剪型高强度螺栓紧固预拉力和标准偏差 (KN)

螺栓直径(mm)	16	20	(22)	24
----------	----	----	------	----

紧固预拉力的平均值 \bar{P}	99~120	154~186	191~231	222~270
标准偏差	10.1	15.7	19.5	22.7

B.0.3 高强度螺栓连接副施工扭矩检验。

高强度螺栓连接副扭矩检验含初拧、复拧、终拧扭矩的现场无损检验。检验所用的扭矩扳手其扭矩精度误差应该不大地 3%。

高强度螺栓连接副扭矩检验分扭矩法检验和转角法检验两种，原则上检验法与施工法应相同。扭矩检验应在施拧 1h 后，48h 内完成。

1 扭矩法检验

检验方法：在螺尾端头和螺母相对位置划线，将螺母退回 60°左右，用扭矩扳手测定拧回至原来位置时的扭矩值。该扭矩值与施工扭矩值的偏差在 10%以内为合格。

高强度螺栓连接副终拧扭矩值按下式计算：

$$T_c = K \cdot P_c \cdot d \quad (\text{B.0.3-1})$$

式中 T_c ----终拧扭矩值 (N·m)；

P_c ----施工预拉力值标准值 (kN) ,见表 B.0.3;

d ----螺栓公称直径 (mm)；

K ----扭矩系数，按附录 B.0.4 的规定试验确定。

高强度大六角头螺栓连接副初拧扭矩值 T_0 可按 0.5 T_0 取值。

扭剪型高强度螺栓连接副初拧扭矩值 T_0 可按下式计算：

$$T_0 = 0.065 P_c \cdot d \quad (\text{B.0.3-2})$$

式中 T_0 ----初拧扭矩值 (N·m)；

P_c ----施工预拉力值标准值 (kN) ,见表 B.0.3;

d ----螺栓公称直径 (mm)；

2 转角法检验。

检验方法：1) 检查初拧后在螺母与相对位置所画的终拧起始线和终止线所夹的角度是否达规定值。2) 在螺尾端头和螺母相对位置画线，然后全部卸松螺母，在按规定的初拧扭矩和终拧角度重新拧紧螺栓，观察与原画线是否重合。终拧转角偏差在 10°以内为合格。

终拧转角与螺栓在直径、长度等因素有关，应由试验确定。

3 扭剪型高强度螺栓施工矩检验。

检验方法：观察尾部梅花头拧掉情况。尾部梅花头被拧掉者视同其终拧扭矩达到合格质量标准；尾部梅花头未被拧掉者应按上述扭矩法或转角法检验。

表 B.0.3 高强度螺栓连接副施工预拉力标准值 (kN)

螺栓性能等级	螺栓公称直径 (mm)					
	M16	M20	M22	M24	M27	M30
8.8s	75	120	150	170	225	275
10.9s	110	170	210	250	320	390

B.0.4 高强度大六角头螺栓连接副扭矩系数复验。

复验用螺栓应在施工现场待安装的螺栓批中随机抽取,每批应抽取 8 套连接副进行复验。

连接副扭矩系数复验用的计量器具应在试验前进行标定,误差不得超过 2%。

每套连接副只应做一次试验,不得重复使用。在紧固中垫圈发生转动时,应更换连接副,重新试验。

连接副扭矩系数的复验应将螺栓穿入轴力计,在测出螺栓预拉力 P 的同时,应测出施加工螺母上的施扭矩值 T ,并应按下式计算扭矩系数 K 。

$$K = \frac{T}{P \cdot d} \quad (\text{B.0.4})$$

式中 T ---施拧扭矩 (N·m)

d ---高强度螺栓公称直径 (mm) ;

P ---螺栓预拉力 (kN) 。

进行连接副扭矩系数试验时,螺栓预拉力值应符合表 B.0.4 的规定。

表 B.0.4 螺栓预拉力值范围 (kN)

螺栓规格(mm)		M16	M20	M22	M24	M27	M30
预拉	10.9s	93~113	142~177	175~215	206~250	265~324	325~390
力值 P	8.8s	62~78	100~120	125~150	140~170	185~225	230~275

每组 8 套连接副扭矩系数的平均值应为 0.110~0.150，标准偏差小于或等于 0.010。

扭剪型高强度螺栓连接副采用扭矩法施工时，其扭矩系数亦按本附录的规定确定。

B.0.5 高强度螺栓连接摩擦面的抗滑移系数检验。

1 基本要求

制造厂和安装单位应分别以钢结构制造批为单位进行抗滑移系数检验。制造批可按分部（子分部）工程划分规定的工程量每 2000t 为一批，不足 2000t 的可视为一批。选用两种及两种以上表面处理工艺时，每种处理工艺应单独检验。每批三组试件。

抗滑移系数检验用的试件应由制造厂加工，试件与所代表的钢结构构件应为同一材质、同批制作、采用同一摩擦面处理工艺和具有相同的表面状态，并应用同批同一性能等级的高强度螺栓连接副，在同一环境条件下存放。

试件钢板的厚度 t_1 、 t_2 应根据钢结构工程中有代表性的板材厚度来确定，同时应考虑在摩擦面滑移之前，试件钢板的净载面始终处于弹性状态；宽度 b 可参照表 B.0.5 规定取值。 L_1 应根据试验机夹具的要求确定。

表 B.0.5 试件板的宽度（mm）

螺栓直径 d	16	20	22	24	27	30
板宽 b	100	100	105	110	120	120

试件板面应平整，无油污，孔和板的边缘无飞边、毛刺。

2 试验方法。

试验用的试验机误差应在 1% 以内。

试验用的贴有电阻片的高强度螺栓、压力传感器和电阻应变仪应在试验前用试验机进行标定，其误差应在 2% 以内。

试件的组装顺序应符合下列规定：

先将冲钉打入试件孔定位，然后逐个换成装有压力传感器或贴有电阻片的高强度螺栓，或换成同批经预拉力复验的扭剪型高强度螺栓。

紧固高强度螺栓应分初拧、终拧。初拧应达到螺栓预拉力标准值的 50% 左右。终拧后，螺栓预拉力应符合下列规定：

1) 对装有压力传感器或贴有电的高强度螺栓，采用电阻应变仪实测控制试件每个螺栓的预拉力值在 $0.95P \sim 1.05P$ (P 为高强度螺栓设计预拉力值) 之间;

2) 不进行实测时，扭剪型高强度螺栓的预拉力 (紧固轴力) 可按同批复验预拉力的平均值取用。

试件应在其侧面画出观察滑移的直线。

将组装好的试件置于拉力试验机上，试件的轴线应与试验机夹具中心严格对中。

加荷时，应先加 10% 的抗滑移设计荷载值，停 1min 后，再平稳加荷，加荷速度为 3-5kN/s。直拉至滑移破坏，测得滑移荷载。

在试验中当发生以下情况之一时，所对应的荷载可定为件的滑移荷载：

- 1) 试验机发生回针现象;
- 2) 试件侧面画线发生错动;
- 3) X-Y 记录仪上变形曲线发生突变;
- 4) 试件突然发生“嘣”的响声。

抗滑移系数，应根据试验所测得的滑移荷载和螺栓预拉力 P 的实测值，按下式计算，宜取小数点二位有效数字。

$$\mu = \frac{N_V}{n_f \cdot \sum_{i=1}^m P_i} \quad (\text{B.0.5})$$

式中 N_V ---- 由试验测得的滑移荷载 (kN) ;

n_f ---- 摩擦面面数，取 $n_f=2$;

$\sum_{i=1}^m P_i$ ---- 试件滑移一侧高强度螺栓预拉力实测值 (或同批螺栓连接副的预拉力平均值) 之和 (取三位有效数字) (kN) ;

m ---- 试件一侧螺栓数量，取 $m=2$ 。

附录 C 焊缝外观质量标准及尺寸允许偏差

C.0.1 二级、三级焊缝外观质量标准应符合表 C.0.1 的规定。

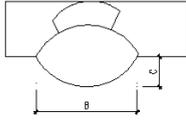
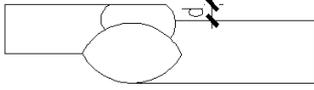
表 C.0.1 二级、三级焊缝外观质量标准

项目	允许偏差	
缺陷类型	二级	三级
未焊满 (指不足设计要求)	$\leq 0.2+0.02t$,且 ≤ 1.0	$\leq 0.2+0.04t$,且 ≤ 2.0
	每 100.0 焊缝内缺陷总长 ≤ 25.0	
根部收缩	$\leq 0.2+0.02t$,且 ≤ 1.0	$\leq 0.2+0.04t$,且 ≤ 2.0
	长度不限	
咬边	$\leq 0.05t$, 且 ≤ 0.5 ; 连续长度 ≤ 100.0 , 且焊缝两侧咬边总长 $\leq 10\%$ 焊缝全长	$\leq 0.1t$ 且 ≤ 1.0 ,长度不限
弧坑裂纹	----	允许存在个别长度 ≤ 5.0 的弧坑裂纹
电弧擦伤	----	允许存在个别电弧擦伤
接头不良	缺口深度 $0.05t$,且 ≤ 0.5	缺口深度 $0.1t$,且 ≤ 1.0
	每 1000.0 焊缝不应超过 1 处	
表面夹渣	----	深 $\leq 0.2t$,长 $\leq 0.5t$,且 ≤ 2.0
表面气孔	----	每 50.0 焊缝长度内允许直径 $\leq 0.4t$,且 ≤ 3.0 的气孔 2 个, 孔 距 ≥ 6 倍孔径
注：表内 t 为连接处较薄的板厚。		

C.0.2 对接焊缝及完全熔透组合焊缝尺寸允许偏差应符合表 C.0.2 的规定。

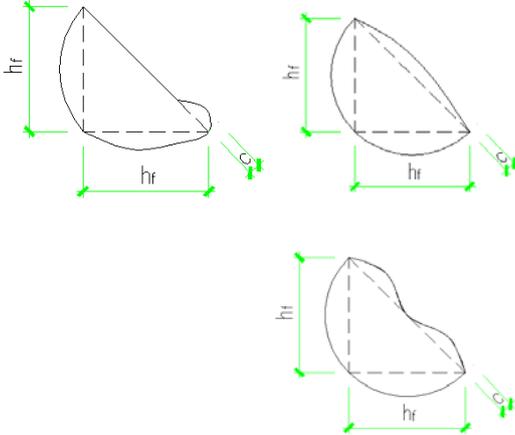
表 C.0.2 对接焊缝及完全熔透组合焊缝尺寸允许偏差 (mm)

序号	项目	图 例	允许偏差	
1	对接焊缝		一、二级	三级

	余高 C		$B < 20: 0 \sim 3.0$ $B \geq 20: 0 \sim 4.0$	$B < 20: 0 \sim 4.0$ $B \geq 20: 0 \sim 5.0$
2	对接焊错边 d		$d > 0.15t$, 且 ≤ 2.0	$d < 0.15t$, 且 ≤ 3.0

C.0.3 部分焊透组合焊缝和角焊缝外形尺寸允许偏差应符合表 C.0.3 的规定。

表 C.0.3 规定部分焊透组合焊缝和角焊缝外形尺寸允许偏差 (mm)

序号	项目	图 例	允许偏差
1	焊脚尺寸 h_f		$h_f \leq 6: 0 \sim 1.5$ $h_f > 6: 0 \sim 3.0$
2	角焊缝余高 C		$h_f \leq 6: 0 \sim 1.5$ $h_f > 6: 0 \sim 3.0$
<p>注： 1 $h_f > 80. \text{mm}$ 的角焊缝其局部焊脚尺寸允许低于设计要求值 1.0mm，但总长度不得超过焊缝长度 10%；</p> <p>2 焊接 H 形梁腹板与翼缘板的焊缝两端在其两倍翼缘板宽度范围内，焊缝的焊脚尺寸不得低于设计值。</p>			

附录 D 背负架钢结构安装允许偏差

D.0.1 背负架钢结构安装允许偏差应符合表 D.0.1 规定。

附录 D.0.1 背负架钢结构安装允许偏差

项目	允许偏差 (mm)
孔位相对板边 X 轴偏差	± 2.0
孔位相对板边 Y 轴偏差	± 2.0
孔位相对板边 Z 轴偏差	± 2.0
整体空间位移差	± 4.0

附录 E 分布工程检验批质量验收记录表

E.0.1 钢结构（钢构件焊接）分项工程检验批质量验收应按表 E.0.1 进行记录。

表 E.0.1 钢结构（钢构件焊接）分项工程检验批质量验收记录

工程名称				检验批部位	
施工单位				项目经理	
监理单位				总监理工程师	
施工依据标准				分包单位负责人	
主控项目		合格质量标准 (按本规范)	施工单位检验评 分记录或结果	监理(建设)单位验 收记录或结果	备注
1	焊接材料进场	第 4.4.1 条			
2	焊接材料复验	第 4.4.2 条			
3	材料匹配	第 6.2.1 条			
4	焊工证书	第 6.2.2 条			
5	焊接工艺评定	第 6.2.3 条			
6	内部缺陷	第 6.2.4 条			
7	焊缝表面缺陷	第 6.2.5 条			
一般项目		合格质量标准 (按本规范)	施工单位检验评 分记录或结果	监理(建设)单位验 收记录或结果	备注
1	焊接材料进场	第 4.4.4 条			
2	预热和后热处理	第 6.2.8 条			
3	焊缝外观质量	第 6.2.9 条			
4	焊缝尺寸偏差	第 6.2.10 条			
5	凹形角焊缝	第 6.2.11 条			
6	焊缝感观	第 6.2.12 条			

施工单位检验评定 结果	班组长: 或专业工长: 年 月 日	质检员: 或项目技术负责人: 年 月 日
监理(建设)单位验收 结论	监理工程师(建设单位项目技术人员): 年 月 日	

E.0.2 钢结构(焊钉焊接)分项工程检验批质量验收应按表 E.0.2 进行记录。

表 E.0.2 钢结构(焊钉焊接)分项工程检验批质量验收记录

工程名称				检验批部位	
施工单位				项目经理	
监理单位				总监理工程师	
施工依据标准				分包单位负责人	
主控项目		合格质量标准 (按本规范)	施工单位检验评定 记录或结果	监理(建设)单位验 收记录或结果	备注
1	焊接材料进场	第 4.4.1 条			
2	焊接材料复验	第 4.4.2 条			
3	焊接工艺评定	第 6.2.6 条			
4	焊后弯曲试验	第 6.2.7 条			
一般项目		合格质量标准 (按本规范)	施工单位检验评定 记录或结果	监理(建设)单位验 收记录或结果	备注
1	焊钉和瓷环尺寸	第 4.4.3 条			

2	焊缝外观质量	第 6.2.15 条				
施工单位检验评定结果		班组长: 或专业工长: 年 月 日	质 检 员: 或项目技术负责人: 年 月 日			
监理(建设)单位验收结论		监理工程师(建设单位项目技术人员): 年 月 日				

E.0.3 钢结构(普通紧固件连接)分项工程检验批质量验收应按表 E.0.3 进行记录。

表 E.0.3 钢结构(普通紧固件连接)分项工程检验批质量验收记录

工程名称			检验批部位		
施工单位			项目经理		
监理单位			总监理工程师		
施工依据标准			分包单位负责人		
主控项目	合格质量标准(按本规范)	施工单位检验评定记录或结果	监理(建设)单位验收记录或结果	备注	
1	成品进场	第 4.5.1 条			
2	螺栓实物复验	第 6.3.1 条			
3	匹配及间距	第 6.3.2 条			
一般项目	合格质量标准(按本规范)	施工单位检验评定记录或结果	监理(建设)单位验收记录或结果	备注	
1	螺栓紧固	第 6.3.7 条			

2	外观质量	第 6.2.8 条			
施工单位检验评定结果		班组长: 或专业工长: 年 月 日	质检员: 或项目技术人员: 年 月 日		
监理(建设)单位验收结论		监理工程师(建设单位项目技术人员): 年 月 日			

E.0.4 钢结构(高强度螺栓连接)分项工程检验批质量验收应按表 E.0.4 进行记录。

表 E.0.4 钢结构(高强度螺栓连接)分项工程检验批质量验收记录

工程名称				检验批部位	
施工单位				项目经理	
监理单位				总监理工程师	
施工依据标准				分包单位负责人	
主控项目		合格质量标准 (按本规范)	施工单位检验评 分记录或结果	监理(建设)单位 验收记录或结果	备注
1	成品进场	第 4.5.1 条			
2	扭矩系数或 预拉力复验	第 4.5.2 条或 第 4.5.3 条			
3	抗滑移系数试验	第 6.3.3 条			
4	终拧扭矩	第 6.3.4 条或 第 6.3.5 条			
一般项目		合格质量标准 (按本规范)	施工单位检验评 分记录或结果	监理(建设)单位 验收记录或结果	备注
1	成品包装	第 4.5.4 条			
2	初拧、复拧扭矩	第 6.3.9 条			

3	连接外观质量	第 6.2.10 条			
4	摩擦面外观	第 6.2.11 条			
5	扩孔	第 6.2.12 条			
施工单位检验评定结果		班组长: 或专业工长: 年 月 日	质检员: 或项目技术人员: 年 月 日		
监理(建设)单位验收结论		监理工程师(建设单位项目技术人员): 年 月 日			

E.0.5 GRC 材料进场验收分项工程检验批质量验收应按表 E.0.5 进行记录。

表 E.0.5 GRC 材料进场分项工程检验批质量验收记录

工程名称					检验日期	
生产厂家					检验批次	
验收数量	件, m ²				抽检比例	%
抽检 产品编号	检验项目				检验结果	
	外观	尺寸	包装	其他		
检验结论						
签字栏	施工单位质检员			建设(监理)单位		
	年月日			年月日		

E.0.6 GRC 外墙分项安装工程中间验收检验批质量验收应按表 E. 0. 6 进行记录。

表 E.0.6 GRC 外墙分项安装工程中间验收检验批质量验收记录

工程名称			
施工单位			
检验批次部位		批次数量	
检验项目	检验结果		
施工单位验收结论		施工单位 检验员	年 月 日
监理单位验收结论		监理 工程师	年 月 日

E.0.7 GRC 外墙分项工程检验批质量验收应按表 E. 0. 7 进行记录。

表 E.0.7 GRC 外墙分项工程检验批质量验收记录

工程名称			结构类型		层数	
总包单位			技术部门 负责人		质量部门 负责人	
分包单位			分包单位 负责人			
序号	检验部位区段	检验批次	施工单位检查评定		验收意见	
1						
2						
3						
4						
5						
质量控制资料						
安全和功能检验（检测）报告						
观感质量验收						
验 收 单 位	分包单位					
	总包单位					
	设计单位					
	监理(建设)单位	项目负责人：				(公章) 年 月 日
		总监理工程师（建设单位项目负责人）：				(公章) 年 月 日

本规范用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，以要求严格程度不同的用词，说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词；

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用词；

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，首先应这样做的用词。

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”。

表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 本标准中指明应按其他有关标准、规范执行的写法为“应符合……要求或规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

1. 《建筑结构荷载规范》 GB50009
2. 《混凝土结构设计规范》 GB50010
3. 《建筑抗震设计规范》 GB50011
4. 《建筑设计防火规范》 GB50016
5. 《钢结构设计规范》 GB50017
6. 《冷弯薄壁型钢结构技术规范》 GB50018
7. 《建筑防雷设计规范》 GB50057
8. 《建筑结构设计可靠度设计统一标准》 GB50068
9. 《钢结构工程施工质量验收规范》 GB50205
10. 《钢结构焊接规范》 GB50661
11. 《优质碳素结构钢》 GB/T699
12. 《碳素结构钢》 GB/T700
13. 《碳素结构钢和低合金结构钢热轧薄钢板和钢带》 GB/T912
14. 《钢筋混凝土用钢第一部分：热轧光圆钢筋》 GB1499.1
15. 《钢筋混凝土用钢第二部分：热轧带肋钢筋》 GB1499.2
16. 《低合金高强度结构钢》 GB/T1597
17. 《合金结构钢》 GB/T3077
18. 《紧固件机械性能——螺栓、螺钉和螺柱》 GB3098.1
19. 《碳素结构钢和低合金结构钢热轧厚钢板和钢带》 GB/T3274
20. 《碳钢焊条》 GB5117
21. 《铝合金建筑型材》 GB5237
22. 《碳素钢埋弧焊用焊剂》 GB/T5293
23. 《低合金钢埋弧焊用焊剂》 GB/T12470
24. 《金属覆盖层钢铁制件热浸镀锌层技术要求及试验方法》 GB/T13912
25. 《玻璃纤维增强水泥性能试验方法》 GB/T15231
26. 《建筑幕墙》 GB/T21086
27. 《建筑施工安全检查标准》 JGJ59
28. 《高层民用建筑钢结构技术规程》 JGJ99

29. 《玻璃幕墙工程技术规范》 JGJ102
30. 《金属与石材幕墙工程技术规范》 JGJ133
31. 《玻璃纤维增强水泥（GRC）装饰制品》 JC/T940
32. 《玻璃纤维增强水泥（GRC）外墙板》 JC/T1057

湖南省建设科技与建
筑节能协会团体标准

玻璃纤维增强水泥(GRC)幕墙 施工质量验收标准

条文说明

目次

1 总则	(43)
2 术语	(44)
3 基本规定	(45)
4 原材料及成品进场	(48)
4.1 一般规定	(48)
4.2 GRC 面板	(48)
4.3 钢材	(48)
4.4 焊接材料	(49)
4.5 连接用紧固标准件	(49)
4.7 其他	(50)
5 GRC 面板工程	(51)
5.1 一般规定	(51)
5.2 面层处理	(51)
5.3 总拼与安装	(51)
5.4 防水	(51)
6 背负架钢结构工程	(52)
6.1 一般规定	(52)
6.2 焊接连接	(52)
6.3 螺栓连接	(54)
6.4 预埋件	(55)

1 总 则

1.0.1 本条是依据编制《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 和建筑工程质量验收规范系列标准的宗旨，贯彻“验评分离，强化验收，完善手段，过程控制”十六字改革方针，补充《玻璃纤维增强水泥外墙板》JC/T1057 和《玻璃纤维增强水泥（GRC）装饰饰品》JC/T904 在设计、施工及质量验收等方面无标准可依，导致 GRC 构件坠落、开裂、翘曲等现象发生，严重影响到该产品在建筑工程的推广应用，为适应 GRC 构件应用技术的发展及规范该产品的应用，特制定本规程以此统一 GRC 工程施工质量的验收方法、程序和指标。

1.0.2 本标准的适用范围含 GRC 外墙板既是建筑的外装饰，同时也可可是建筑物的外围护结构（但其不分担主体建筑物的荷载）工程的施工质量验收。

1.0.3 GRC 构件虽然不分担主体建筑物的荷载，但其自身要承受风荷载、地震作用和温湿度变化等，设计时必须考虑风荷载、地震作用、温度和湿度变化对它产生的影响，使其具有足够的安全性。为此，应对 GRC 构件的设计、制造加工和安装施工等全过程实行质量控制，同时对 GRC 构件的生产及工程施工制订内部质量控制标准。

1.0.4 现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 对工程质量验收的划分、验收的方法、验收的程序及组织都提出了原则性的规定，本规程对此不再重复。因此本规范强调在执行时必须与现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300 配套使用。

1.0.5 根据标准编写及标准间关系的有关规定，本标准总则中应反映其他相关标准、规范作用。

2 术语

本标准给出了 9 个有关钢结构工程施工质量验收方面的特定术语,再加上现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 中给出了 18 个术语,以上术语都是从钢结构工程施工质量验收的角度赋予其涵义的,但涵义不一定是术语的定义。本标准给出了相应的推荐性英文术语,该英文术语不一定是国际上的标准术语,仅供参考。

3 基本规定

3.0.1 本条是对从事 GRC 幕墙工程的施工企业进行资质和质量管理内容进行检查验收,强调市场准入制度,属于新增加的管理方面的要求。

现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 中表 A.0.1 的检查内容比较细,针对 GRC 幕墙工程可以进行简化,特别是对已通过 ISO-9000 族论证的企业,,检查项目可以减少。对常规 GRC 幕墙工程来讲,GB 50300 表 A.0.1 中检查内容主要含:质量管理体系和质量检验制度、施工技术企业标准、专业技术管理和专业工程岗位证书、施工资质和分包方资质、施工组织设计(施工方案)、检验仪器设备及计量设备等。

3.0.2 GRC 幕墙工程施工质量验收所使用的计量器具必须是根据计量法规定的、定期计量检验意义上的合格,且保证在检定有效期内使用。

不同计量器具有不同的使用要求,同一计量器具在不同使用状况下,测量精度不同,因此,本规范要求严格按有关规定正确操作计量器具。

3.0.4 根据现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的规定,GRC 幕墙工程施工质量的验收,是在施工单位自检合格的基础上,按照检验批、分项工程、分部(子分部)工程进行。一般来说,GRC 幕墙分项工程是按照主要工种、材料、施工工艺等进行划分,本规范将 GRC 幕墙工程划分为 3 个分项工程,每个分项工程单独成章,将分项工程划分成检验批进行验收,有助于及时纠正施中中出现的的质量问题,确保工程质量,也符合施工实际需要。GRC 分项工程检验批划分遵循以下原则:

1 GRC 面板工程按面层处理和安装划分;

2 背负架钢结构工程按单元或施工段划分;

3 对于原材料及成品进场时的验收,可以根据工程规模及进料实际情况合并或分解检验批;

本规范强调检验批的验收是最小的验收单元,也是最重要和基本的验收工作内容,分项工程、(子)分部工程乃至单位工程的验收,都是建立在检验批验收合格的基础之上的。

3.0.5 检验批的合格质量主要取决于对主控项目和一般项目的检验结果。主控项

目是对检验批的质量结果。主控项目是对检验批的基本质量起决定性影响的检验项目，因此必须全部符合本规范的规定，这意味着主控项目允许有不符合要求的检验结果，即这种项目的检查具有否决权。一般项目是指对施工质量质量不起决定性作用的检验项目。本条中 80%的规定是参照原验评标准及工程实际情况确定的。考虑到 GRC 幕墙工程对缺陷的敏感性，本条对一般偏差项目设定了一个 1.2 倍偏差限值的门槛值。

3.0.6 分项工程的验收在检验批的基础上进行，一般情况下，两者具有相同或相近的性质，只是批量的大小不同而已，因此将有关的检验批汇集便构成分项工程的验收。分项工程合格质量的条件相对简单，只要构成分项工程的各检验批的验收资料文件完整，并且均已验收合格，则分项工程验收合格。

3.0.7 本条给出了当质量不符合要求时的处理方法。一般情况下，不符合要求的现象在最基层的验收单元----检验批时就应发现并及时处理，否则将影响续检验批和相关的分项工程、（子）分部工程的验收。因此，所有质量隐患必须尽快消灭在萌芽状态，这也是本规范以强化验收促进过程控制原则的体现。非正常情况的处理分以下四种情况：

第一种情况：在检验批验收时，其主控项目或一般项目不能满足本规范的规定时，应及时进行处理，其中，严重的缺陷应返工重做或更换构件；一般的缺陷通过翻修、返工予以解决。应允许施工单位在采取相应的措施后重新验收，如能够符合本规范的规定，则应认为该检验批合格。

第二种情况：当个别检验批发现试件强度、原材料质量等不能满足要求或发生裂纹、变形等问题，且缺陷程度比较严重或验收各方对质量看法有较大分歧而难以通过协商解决时，应请具有资质的法定检测单位检测，并给出检测结论。当检测结果能够达到设计要求时，该检验批可通过验收。

第三种情况：如经检测鉴定达不到设计要求，但经原设计单位核算，仍能满足结构安全和使用功能的情况，该检验批可予验收。一般情况下，规范标准给出的是满足安全和功能的最低限度要求，而设计一般在此基础上留有一些裕量。不满足设计要求和符合相应规范标准的要求，两者并不矛盾。

第四种情况：更为严重的缺陷或者超过检验批的更大范围内的缺陷，可能影响结构的安全性和使用功能。在经法定检测单位的检测鉴定以后，仍达不到规范标准的相应要求，即不能满足最低限度的安全储蓄和使用功能，则必须按一定的技术方案进行加固处理，使之能保证其满足安全使用的基本要求，但已造成了一些永久性的缺陷，如改变了结构外形尺寸，影响了一些次要的使用功能等。为避免更大的损失，在基本上不影响安全和主要使用功能条件下可采用取按处理技术方案和协商文件在进行验收，降级使用。但不能作为轻视质量而回避责任的一种出路，这是应该特别注意的。

3.0.8 本条针对的是 GRC 幕墙分部（子分部）工程的竣工验收。

4 原材料及成品进场

4.1 一般规定

4.1.1 给出本章的适用范围，并首次提出“进入 GRC 各项工程实施现场的”这样的前提，从而明确对成品件和标准件等产品进行层层把关的指导思想。

4.1.2、4.1.4 由于 GRC 构件个性化强，表现形式多样，可以是单板形式，也可以组合成单元外墙，甚至可以设计成多功能复合结构，这就使得材料的构成复杂多样，在没有相应国家标准和行业标准的情况下应及时制定企业标准作为设计和施工的依据，必要时进行专项技术论证。

4.1.3 对适用于进场验收的验收批作出统一的划分规定，理论上可行，他们可以根据不同的实际，灵活处理。

4.2 GRC 面板

4.2.1 近些年，GRC 构件在工程（特别是大跨度空间结构）中的应用逐渐增加，故对其规格和质量提出明确规定是完全必要的。另外，各地区 GRC 标准不尽相同，所以规定对钢材应按设计和合同规定的标准验收。本条为强制性条文。

4.2.4 GRC 面板的规格尺寸是设计造型要求，进场验收时重点抽查 GRC 面板的规格尺寸是必要的。

4.2.5 由于许多 GRC 面板基本上是露天堆放，受风吹雨淋污染空气的侵蚀和人为破坏，GRC 面板表面会出现蜂窝麻面或者缺棱掉角，严重者不得使用，因此对 GRC 面板表面缺点陷作了本条的规定。

4.3 钢材

4.3.1、4.3.2 近些年，钢铸件在钢结构（特别是大跨度空间钢结构）中的应用逐渐增加，故对其规格和质量提出明确规定是完全必要的。所以规定钢材应按设计和合同规定的标准验收。本条为强制性条文。

4.3.3 型钢的规格尺寸是影响承载力的主要因素，进场验收时重要抽查型钢规格尺寸是必要的。

4.3.4 由于许多钢材基本上是露天堆放，受风吹雨淋和污染空气的侵蚀，钢材表面会出现麻点和片状锈蚀，严重者不得使用，因此对钢材表面缺陷作了本条的规定。

4.3.5 GRC 构件常用的预埋件包括预埋套筒及螺栓，设计采用其他预埋铁件时应考虑防腐蚀问题。施工现场采用钢筋代替预埋件存在较严重的安全隐患，严格禁止。

4.3.6 背负钢架应在工厂提前加工并进行防腐处理，在 GRC 构件成型完成后与之进行装配，装配时应对照图纸进行必要的精度控制。

4.4 焊接材料

4.4.1 焊接材料对焊接质量的影响重大，因此，钢结构工程中所采用的焊接材料应按设计要求选用，同时产品应符合相应的国家现行标准要求。本条为强制性条文。

4.4.2 由于不同的生产批号质量往往存在一定的差异，本条对用于重要的钢结构工程的焊接材料的复验作出了明确规定。该复验应为见证取样、送样检验项目。本条中“重要”是指：

- 1 建筑结构安全等级为一级的一、二级焊缝。
- 2 建筑结构安全等级为二级的一级焊缝。
- 3 大跨度结构中一级焊缝。
- 4 设计要求。

4.4.4 焊条、焊剂保管不当，容易受潮，不仅影响操作的工艺性能，而且会对接头的理化性能造成不利影响。对于外观不符合要求的焊接材料，不应在工程中采用。

4.5 连接用紧固标准件

4.5.1~4.5.3 高强度大六角螺栓连接副的扭矩系数和扭剪型高强度螺栓连接副的紧固轴力（预拉力）是影响高强度螺栓连接质量最主要的因素，也是施工的重要依据，因此要求生产厂家在出厂前进行检验，且出具检验报告，施工单位应在使

用前及产品质量保证期内及时复验，该复验应为见证取样、送样检验项目。4.5.1条为强制性条文。

4.5.4 高强度连接副的生产厂家是按出厂批号包装供货和提供产品质量证明书的，在储存、运输、施工过程中，应严格按批号存放、使用。不同批号的螺栓、螺母、垫圈不得混杂使用。高强度螺栓连接副的表面经特殊处理。在使用前尽可能地保持其出厂状态，以免扭矩系数或紧固轴力（预拉力）发生变化。

4.7 其他

GRC 幕墙工程所涉及到的其他材料原则上都要通过进场验收检验。

5 GRC 面板工程

5.1 一般规定

5.1.1~5.1.2 GRC 外墙建筑设计是由建筑设计单位和 GRC 生产施工单位共同完成的。设计单位主要完成 GRC 外墙的立面设计和建筑构造设计；GRC 生产施工单位主要完成 GRC 外墙的具体深化设计工作。因此有必要分检验批进行质量验收。

5.2 面层处理

5.2.1~5.2.5 GRC 外墙的空间形状、表面造型、质感、色彩、分格尺寸、建筑构造及接缝等是 GRC 外墙建筑设计的主要内容。上述各要素的设计确定不仅要考虑满足建筑物的使用功能，与周围环境相协调，以及经济适用等基本要求，还应与当前的制造工艺水平相适应；为确保该设计方案实施的安全性和可靠性，其建筑设计还应满足本规程的相应技术要求。检查的主要内容有：1.外观检查；2.构件凹坑、缺边掉角、开裂、破损、斑痕、污染、平整度误差等。

5.3 总拼与安装

5.3.1~5.3.2 运输、堆放和吊装等造成的 GRC 构件变形及涂层脱落，GRC 面板接缝的误差对结构安装有一定影响，应进行矫正和修补。

5.3.3~5.3.5 安装施工测量与主体结构的测量配合，及时调整误差，确保 GRC 外墙构件安装所需要的精度，及连接所要求的极限调整空间。

5.3.7 螺栓连接和焊接同时使用，避免了焊接出现的虚焊、气孔、氧化，金属未良好融合等缺陷。

5.4 防水

5.4.1 接缝宜采用材料防水或材料防水加构造防水的形式，开放式外墙应在保温层外做好防水处理。檐口部位推荐加装集中排水装置，防止屋面雨水渗入保温层。

5.4.2~5.4.4 GRC 外墙的水密性能应符合设计要求；对于具有水密性能设计要求的 GRC 外墙，其接缝构造、密封材料及施工工艺等应满足相应水密性能指标的设计要求。

6 背负架钢结构工程

6.1 一般规定

6.1.2 背负架钢结构焊接工程检验批的划分应符合钢结构施工检验批的检验要求。考虑不同的钢结构工程验收批其焊缝数量有较大差异，为了便于检验，可将焊接工程划分一个或几个检验批。

6.2 焊接连接

6.2.1 焊接材料对钢结构焊接工程的质量有重大影响。其选用必须符合设计文件和国家现行标准的要求。对于进场时经验收合格的焊接材料，产品的生产日期、保存状态、使用烘焙等也直接影响焊接质量。本条即规定了焊条的选用和使用要求，尤其强调了烘焙状态，这是保证焊接质量的必要手段。

6.2.2 在国家经济建设中，特殊技能操作人员发挥着重要作用。在钢结构工程施工焊接中，焊工是特殊工种，焊工的操作技能和资格对工程质量起到保证作用，必须充分予以重视。本条所指的焊工包括手工操作焊工、机械操作焊工。从事钢结构工程焊接施工的焊工，应根据所从事钢结构焊接工程的具体类型，按国家现行行业标准《建筑钢结构焊接技术规程》JGJ81等技术规程的要求对施焊焊工进行考试并取得相应证书。

6.2.3 由于钢结构工程中的焊接节点和焊接接头不可能进行现场实物取样检验，而探伤仅能确定焊缝的几何缺陷，无法确定接头的理化性能。为保证工程焊接质量，必须在构件制作和结构安装施工焊接工艺规范。本条规定了施工企业必须进行工艺评定的条件，施工单位

应根据所承担钢结构的类型，按国家现行行业标准《建筑钢结构焊接技术规程》JGJ81等技术规程中的具体规定进行相应的工艺评定。

6.2.4 根据结构的承载情况不同，现行国家标准《钢结构设计规范》GBJ17中将焊缝的质量分为三个质量等级。内部缺陷的检测一般可用超声波探伤和射线探伤。射线探伤具有直观性、一致性好的优点，过去人们觉得射线探伤可靠、客观。但是射线探伤成本高、操作程序复杂、检测周期长，尤其是钢结构中大多为T形接头和角接头，射线检测的效果差，且射线探伤对裂纹、未熔合等危害性缺陷的检出率低。超声波探伤则正好相反，操作程序简单、快速，对各种接头形式的

适应性好，对裂纹、未熔合的检测灵敏度高，因此世界上很多国家对钢结构内部质量的控制采用超声波探伤，一般已不采用射线探伤。

随着大型空间结构应用的不断增加，对于薄壁大曲率 T、K、Y 型相贯接头焊缝探伤，国家现行行业标准《建筑钢结构焊接技术规程》JGJ81 中给出了相应的超声波探伤方法和缺陷分级。

本规范规定要求全焊透的一级焊缝 100% 检验，二级焊缝的局部检验定为抽样检验。钢结构制作一般较长，对每条焊缝按规定的百分比进行探伤，且每处不小于 200mm 的规定，对保证每条焊缝质量是有利的。但钢结构安装焊缝一般都不长，大部分焊缝为梁一柱连接焊缝，每条焊缝的长度大多在 250-300mm 之间，采用焊缝条数计数抽样检测是可行的。

6.2.5 考虑不同质量等级的焊缝承载要求不同，凡是严重影响焊缝承载能力的缺陷都是严禁的本条对严重影响焊缝承载能力外观质量要求列入主控项目，并给出了外观合格质量要求。由于一、二级焊缝的重要性，对表面气孔、夹渣、弧坑裂纹、电弧擦伤应有特定不允许存在的要求，咬边、未焊满、根部收缩等缺陷对动载影响很大，故一级焊缝不得存在该类缺陷。

6.2.6 由于钢材的成分和焊钉的焊接质量有直接影响，因此必须按实际施工采用的钢材与焊钉匹配进行焊接工艺评定试验。瓷环在受潮或产品要求烘干时应按要求进行烘干，以保证焊接接头的质量。

6.2.7 焊钉焊后弯曲检验可用打弯的方法进行。焊钉可采用专用的栓钉焊接或其他电弧焊方法进行焊接。不同的焊接方法接头的外观质量要求不同。本条规定是针对采用专用的栓钉焊机所焊接头的外观质量要求。对采用其他电弧焊所焊的焊钉接头，可按角焊缝的外观质量和外型尺寸要求进行检查。

6.2.8 焊接预热可降低热影响区冷却速度，对防止焊接延迟裂纹的产生有重要作用，是各国施工焊接规范关注的重点。由于我国有关钢材焊接试验基础工作不够系统，还没有条件就焊接预热温度的确定方法提出相应的计算公式或图表，目前大多通过工艺试验确定预热温度。必须与预热温度同时规定的是该温度区距离施焊部分各方向的范围，该温度范围越大，焊接热影响区冷却速度越小，反之则冷

却速度越大。同样的预热温度要求，如果温度范围不确定，其预热的效果相差很大。

焊缝后热处理主要是对焊缝进行脱氢处理，以防止冷裂纹的产生，后热处理的时机和保温时间直接影响后热处理的效果，因此应在焊后立即进行，并按板厚适当增加处理时间。

6.2.9、6.2.10 焊接时容易出现的如未焊满、咬边、电弧擦伤等缺陷对动载结构是严禁的，在二、三级焊缝中应限制在一定范围内。对接焊缝的余高、错边，部分焊透的对接与角接组合焊缝及角焊缝的焊脚尺寸、余高等外型尺寸偏差也会影响钢结构的承载能力，必须加以限制。

6.2.11 为了减少应力集中，提高接头随疲劳载荷的能力，部分角焊缝将焊缝表面焊接或加工凹型。这类接头必须注意焊缝与母材之间的圆滑过渡。同时，在确定焊缝计算厚度时，应考虑焊缝外形尺寸的影响。

6.3 螺栓连接

6.3.1 本条是对进场螺栓实物进行复验。其中有疑义是指不满足本规范 4.5.1 条的规定，滑质量证明书（出厂合格证）等质量证明文件。

6.3.3 抗滑移系数是高强度螺栓连接的主要设计参数之一，直接影响构件的承载力，因此构件磨擦面无论由制造厂处理还是由现场处理，均应对抗滑系数进行测试，测得的抗滑移系数最小值应符合设计要求。本条是强制性条文。

在安装现场局部采用砂轮打磨磨擦面时，打磨范围不小于螺栓孔径的 4 倍，打磨方向应与构件受力方向垂直。

除设计上采用磨擦系数小于等于 0.3，并明确提出可不进行抗滑移系数试验者，其余情况在制作时为确定磨擦面的处理方法，必须按本规范附录 C 要求的批量用 3 套同材质、同处理方法的试件，进行复验。同时并附有 3 套同材质、同处理方法的试件，供安装前复验。

6.3.4 高强度螺栓终拧 1h 时，螺栓预拉力的损失已大部分完成，在随后一两天内，损失趋于平稳，当超过一个月后，损失就会停止，但在外界环境影响下，螺

栓扭矩系数将会发生变化，影响检查结果的准确性。为了统一和便于操作，本条规定检查时间同一定在 1h 后 48h 之内完成。

6.3.5 本条的构造原因是指设计原因造成空间太小无法使用专用扳手进行终拧的情况。在扭剪型高强度螺栓施工中，因安装顺序、安装方向考虑不周，或终拧时因对电动扳手使用掌握不熟练，致使终拧时尾部梅花头上的棱端部滑牙（即打滑），无法拧掉梅花头，造成终拧矩是求知数，对此类螺栓应控制一定比例。

6.3.9 高强度螺栓初拧、复拧的目的是为了使磨擦面能密贴，且螺栓受力均匀，对大型节点强调安装顺序是防止节点中螺栓预拉力损失不均，影响连接的刚度。

6.3.12 强行穿过螺栓会损伤丝扣，改变高强度螺栓连接副的扭矩系数，甚至连螺母都拧不上，因此强调自由穿入螺栓孔。气割扩孔很不规则，既削弱了构件的有效截面，减少了压力传力面积，还会使扩孔钢材缺陷，故规定不得气割扩孔。最大扩孔量的限制也是基于构件有效截面积和磨擦传力面积的考虑。

6.4 预埋件

6.4.2 预埋螺栓紧固螺母的规格与预埋螺栓的规格应相互配套是指：1.型号规格应一致；2.强度等级应一致；3.精度等级应一致；4.材料成分应一致。

6.4.3 背负架立柱与主体结构预埋件的连接、立柱与横梁的连接、连接件与背负架的连接、连接件与 GRC 面板的连接等必须牢靠，这是强制性条文。