

3.2、钢结构加工制作方案

3.2.1、原材料的检验

3.2.1.1、原材料的进场验收

(1) 钢材的验收

原材料质量证明书的内容应符合规定标准;

钢材炉批号、品种,规格,型号,外形尺寸,外观表面质量的验收方法如下: a、材料的外观检查(包括材料的长度、宽度与厚度)。

b、长度与宽度采用米尺进行检查,材料厚度采用游标卡尺进行检验(尤其要注意材料的负公差是否超标)。

c、对材料的表面的质量等级进行评定。

d、钢材表面必须平整,没有翘曲等质量缺陷;钢材表面的标识必须清晰可辨。

e、材料的质保书及技术指标

质量检查员严格检查材料质保书的各项技术指标。验证其是否符合设计及相应的规范要求。

如果对材料的质保资料有疑义,拒绝在签收单上进行签字,同时及时与材料供应商进行联系。

材料检验合格后,应进行材料炉批号的标识,并在使用过程中严格做好炉批号移植和记录工作,以保证材料使用的可追溯性。

(2) 焊材的验收

主控项目:焊材的品种、规格、性能应符合国家现行产品标准和设计的要求。

适用范围：进厂焊材。

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。

焊条外观不应有药皮脱落、焊芯生锈的缺陷；焊剂不应受潮结块。

检查数量：按量抽查 1%，且不应少于 10 包。

检查方法：观察检查。

（3）油漆的验收

主控项目：钢结构防腐涂料、稀释剂和固化剂等材料的品种、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：检查质量合格证明文件、中文标志及检验报告等。

一般项目：防腐涂料的型号、名称、颜色及有效期应与其质量证明文件相符。开启后，不应存在结皮、结块、凝胶等现象。

检查数量：按桶数抽查 5%，且不应少于 3 桶。

检查方法：观察检查。

2.2.1.2、原材料的复验

根据《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205-2001 等规定，分别对以下材料进行复检：对于厚度大于等于 40mm，且设计有 Z 向性能要求的钢板；建筑结构安全等级为一级，大跨度钢结构中重要受力构件的钢材应按规定进行探伤及化学性能、力学性能复检。钢材在入厂外观检验合格的基础上，仍需要复验分化学分析和力学性能。

试验材料取样及试验时，要有见证人在场。除我公司专业质量检

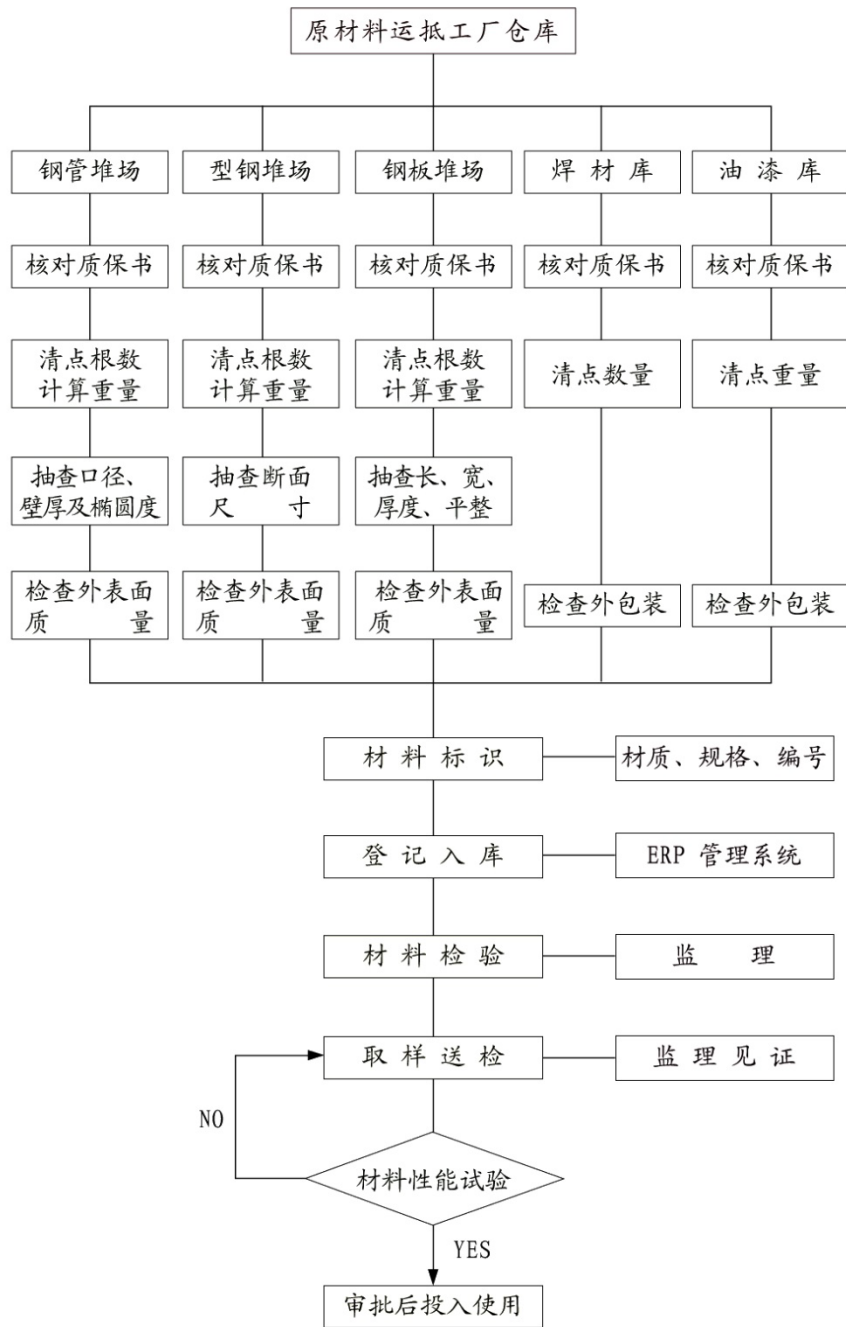
验人员外，还应有业主代表或监理见证。

a、钢材的化学成分分析：主要采用试样取样法。按国家标准《钢的化学分析用试样取样法及成品化学成分允许偏差》(GB222-84)规定，复验属于成品分析(相对于钢材的产品质保书上规定的是熔炼分析)，成品分析的试样必须在钢材具有代表性的部位采取。试样应均匀一致，能代表每批钢材的化学成分，并应具有足够的数量，以满足全部分析要求。

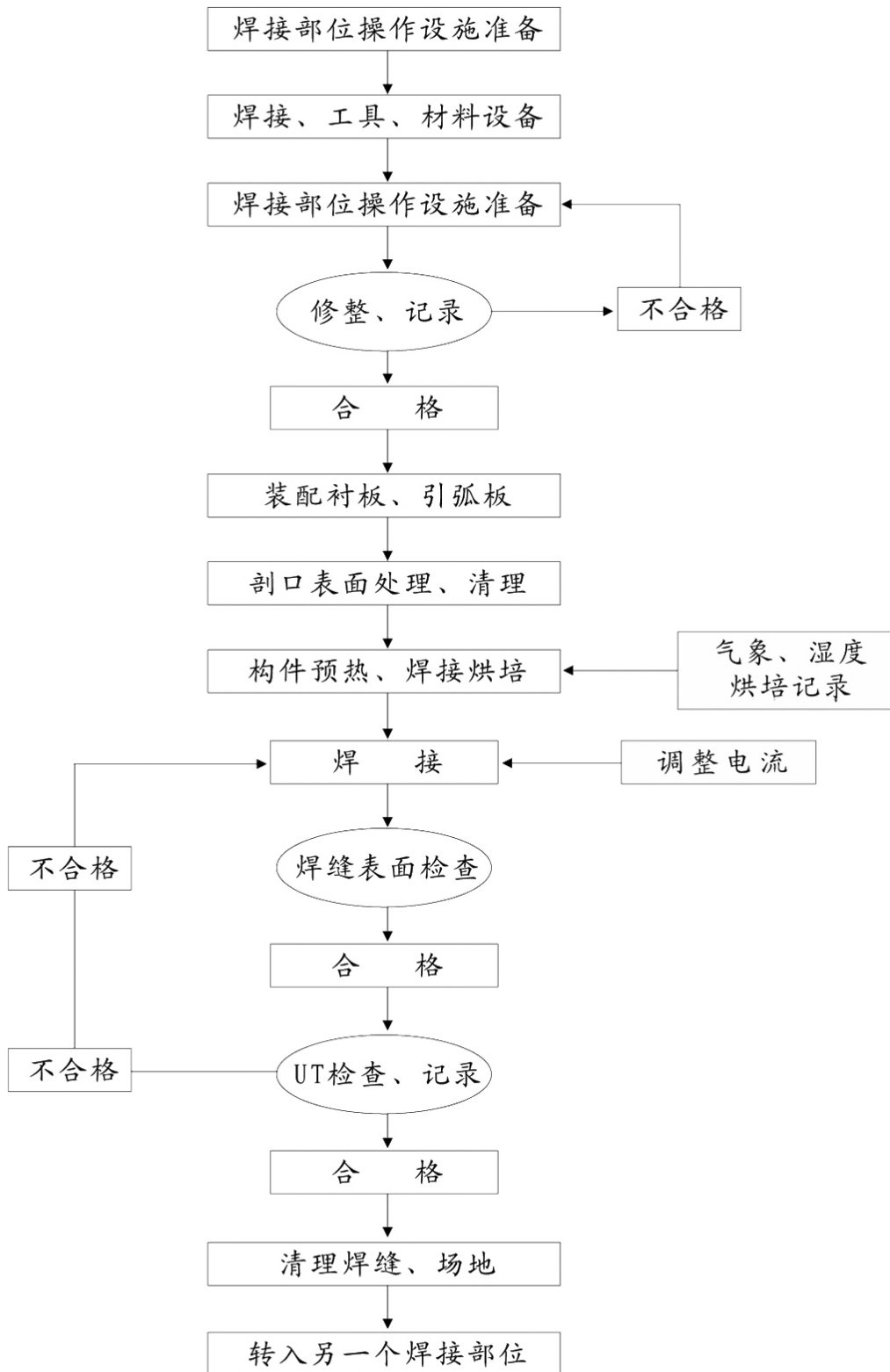
b、钢材的力学性能试验及试样取样：包括拉伸试验、夏比缺口冲击试验和弯曲试验几部分。各种试验的试样取样，应遵循国家标准《钢材力学及工艺性能试验取样规定》(GB2975)。标准规定样坯应在外观及尺寸合格的钢材上切取，切取时应防止因受热、加工硬化及变形而影响其力学及工艺性能。用烧割法切取样坯时，必须留有足够的加工余量，一般应不小于钢材的厚度，也不得少于 20mm。

3.2.2、主要生产工艺流程

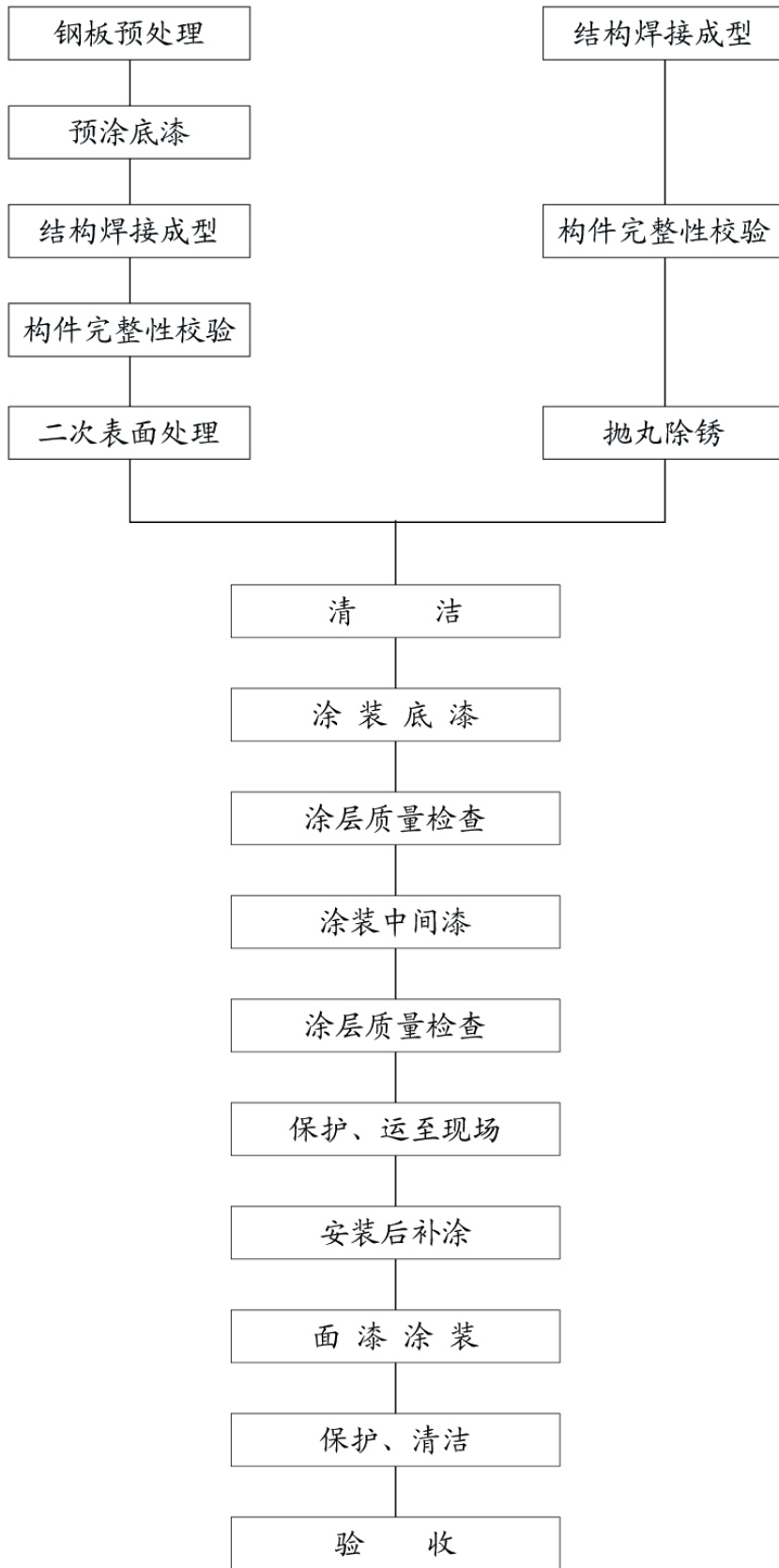
(1) 原材料检验流程



(2) 焊接工艺流程



(3) 构件涂装工艺流程



(4) 质量检验流程



3.2.3、主要钢构件的制造工艺方案

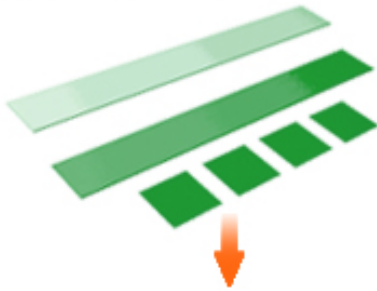
本工程主要构件形式主要为箱形柱、箱形梁，而箱形梁中大部分

是变截面箱梁。其加工方案如下面所述。

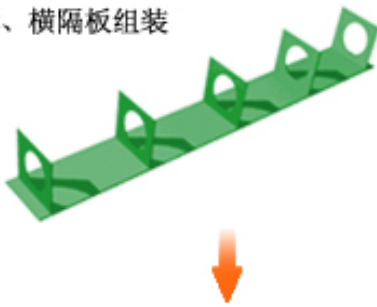
2.2.3.1、箱形柱、梁的加工方案

(1) 箱形构件的加工示意图如下：

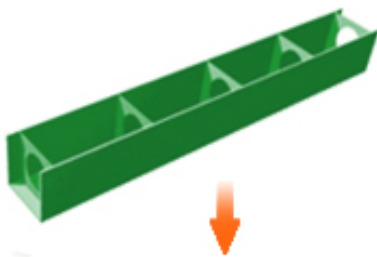
1、零件下料、拼板



2、横隔板组装



3、腹板部件组装、横隔板焊接



4、上侧盖板部件组装



1 零件下料，拼板

钢板下料前用矫正机进行矫平，防止钢板不平而影响切割质量。零件下料采用数控精密切割，对接坡口采用半自动精密切割。下料后进行二次矫平处理。腹板两长边采用刨边加工。

拼接焊缝余高采用砂带打磨机铲平。

2 横隔板、工艺隔板的组装

组装前四周进行铣边加工，以作为箱形构件的内胎定位基准。在箱形构件组装机撒谎那个按T形盖板部件上的结构定位线组装横隔板。

3 焊接

组装两侧T型腹板部件，与横隔板、工艺隔板顶紧定位组装。采用CO₂气体保护半自动焊焊接横隔板三面焊缝。

4 上侧盖板部件组装

组装上侧盖板部件前，要经监理对其内部封闭的隐蔽工程检验认可。并对车间底漆损坏处进行修补涂装。

5、焊接、矫正



6、端面加工



7、制孔



8、标识、存放

5 焊接、矫正

焊接前根据板厚情况，按工艺要求采用电加热板进行预热，先用CO₂气体保护半自动焊焊接箱内侧角焊缝，再在箱形构件生产线上的龙门式埋弧自动焊机上依次对称焊接外侧四条棱角焊缝。焊后对焊缝进行修磨并进行焊缝的无损检测。

6 端面加工

采用专用的端铣加工设备对箱形梁两端进行端面机加工，作为制孔的基准面。

7 制孔

根据三维数控钻床的加工范围，优先采用龙门移动数控钻床制孔，对于超长构件采用平台整体划线覆盖式样板制孔。

8 标识、存放

将构件编号、定位标记等符号按工艺规定标注在制定部位。杆件存放时应注意保护，下侧应用枕木垫置，多层堆放时应控制层数，以防止杆件变形。

(2) 关键加工工序

a、采用专用箱形构件组装机进行自动组装，及用箱形构件翻转机进行构件翻转。

b、焊接采用 CO₂ 自动打底焊和双弧双丝埋弧焊，采用对称施焊法和

约束施焊法等控制焊接变形和扭转变形。

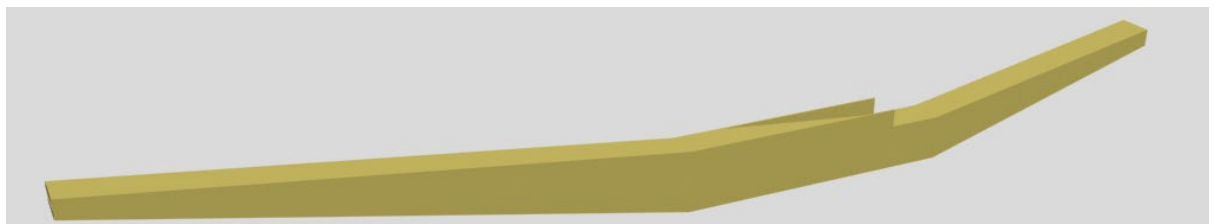
c、采用电渣焊机对内隔板进行熔透焊接，端面铣床对箱体两端面进行机加工，保证构件的几何长度尺寸，从而提供钻孔基准面，有效地保证钻孔精度。

d、柱连接板、节点板的装焊

以柱的两端面的中心为基准，定出柱腹板和面板的中心线并以这个中心线为基准，确定连接板、节点板的水平位置，从而消除安装位置误差。以柱上端面为基准，定出连接板、节点板的垂直线位置。组装并焊接连接板、节点板。

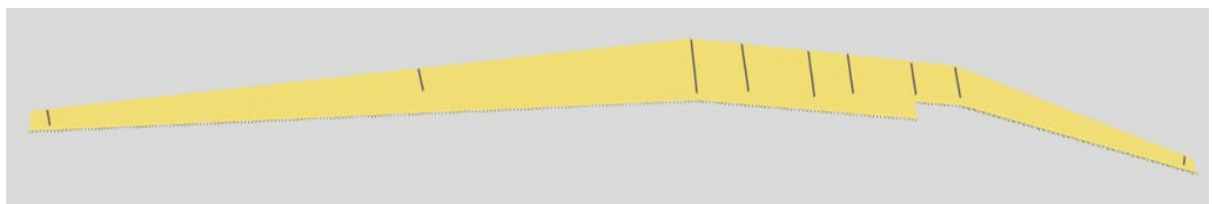
2.2.3.2、变截面箱梁的加工方案

(1) 变截面箱梁的结构形式如下：

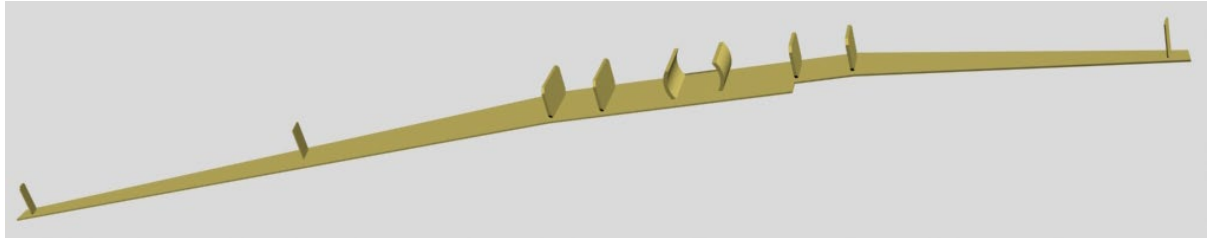


(2) 异形翼缘板在下料时可由数控直接切割成形。

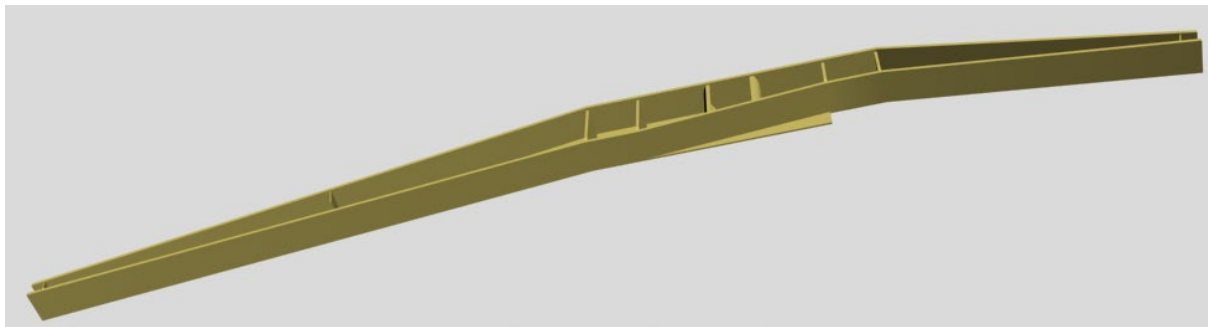
(3) 组装箱形梁内的隔板时，应首先在翼缘板上划出各个筋板的定位线，见下图：



(4) 组装焊接翼缘板和内隔板。



(5) 箱形梁组 U。组 U 前，内隔板两侧的腹板应首先折弯成型，待组装时进行折弯精度的微调，组装时保证腹板的定位尺寸及其与隔板、翼板间的组装间隙，然后焊接腹板与隔板间的焊缝。



(6) 箱形梁封闭装配，然后进行四条主焊缝的焊接，为防止变形，应尽量采用对称焊接。

3.2.4、工厂预拼装

(1) 预拼装的基本要求

a、在找平的场地上按图纸尺寸 1:1 用校核后的卷尺放出预组装构件的大样，然后在大样上搭置胎架，胎架的水平位置采用水准仪进行测量定位，其偏差应符合构件装配的精度要求，并具有足够的强度和刚度，经 QC、作业部门主管检查验收后报监理确认后才能使用。

b、大节点及各预组装杆件在预装就位前需按图纸划出几何线，以利正确定位。

c、预装时先将大节点在大样上就位，然后依次将各杆件就位，按水平标高调整各构件的高度。

d、构件预装后的检测，应在结构形成空间刚度单元并连接固定后进行。

e、预装后的允许偏差符合国家《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205-2001 及设计要求的相关规定，并经监理、以及安装单位确认后出厂。

(2) 预拼装精度的控制措施

a、严格执行预拼装工艺、确保拼装构件尺寸的正确性

所有需在现场拼装的构件，采取在工厂内先进行预拼装的工艺，以便将现场拼装时可能发生的问题暴露出来，并消灭在工厂内，从而确保现场拼装杆件的外形尺寸、截面、坡口的正确性，并且标明各个接口处的对合标志，可极大地提高现场拼装质量和拼装进度，所以采取预拼装工艺是保证现场拼装质量的关键措施。

b、保证现场拼装胎架精度，确保拼装质量

拼装胎架精度的好坏，将直接关系到构件的拼装质量，所以现场拼装胎架必须严格按工艺要求进行设置，胎架必须有一定的强度，且胎架不得有明显的晃动；必须确保胎架模板上口标高尺寸的正确，在构件上胎架拼装前，胎架应由专职检查员进行验收，并提交监理复验，以确保拼装胎架的制作精度，从而来保证构件的拼装质量。

c、加强质量管理

在拼装过程中，严格按质量管理条例进行质量跟踪测量检查，对于不合格的工序不得进入下道工序进行施工，坚持预防为主，以关键部位、薄弱环节，应精心施工，一丝不苟，防止质量事故的发生。明

确检验项目，检验标准、检验方案和检验方法，对保证项目、基本项目和允许偏差项目，认真做好原始记录、操作时间、条件、操作人等，对不合格品做好标记，分别堆放，按规定处理。

d、确保测量工具合格

拼装测量检测过程中必须确保测量工具计量检测单位检测合格，并附有检测公差表，在实际测量过程中，应与该公差表一起进行测量换算，以保证测量的正确性。

3.2.5、钢构件检验

3.2.5.1、制作装配检验外形、尺寸检验

钢结构构件自切割下料开始，就需要对尺寸和加工过程进行全面检验，通过“工序流转卡”的形式，保证构件在车间流转时各工序之间交接的合理控制。工序流转卡需要分别由上道工序加工班组、质量检查员和下道工序加工班组三方确认方可流入下道工序，保证制作质量的过程控制。

在构件最终加工装配完成后，需要向质量部门进行最终质量报检。由专检员对构件的整体外形尺寸、外观质量等进行综合检查，并开具构件出车间放行单（检验合格通知单），同时填写尺寸检验记录。

（1）号料划线检验

a、号料前确认其钢号材质，尺寸规格，外形及表面质量。

b、号料用的样杆、样板的尺寸、上面的定位标记，须检验合格方可使用。

c、按照图纸、下料加工单、草图及排版图划线，划中心线，基准

线，弧度切割线，加放的加工余量和焊接收缩余量。

d、标注的构件号、零件号、外形尺寸，材质标记的移植应符合下料加工单、零件草图和排版图的规定。

e、如需拼接，应按工艺要求错开拼接位置，不允许采用短料拼接。

f、所有划线检验应记入检查记录中。

(2) 切割、锯割与铣削检验

a、切割前应确认钢材表面的清洁度，平整度。

b、按图检验切割尺寸，按标准检验切割断面的粗糙度、垂直度及缺口深度。

c、坡口角度，钝边尺寸，坡口面等应符合规范。

d、督促毛刺、熔渣的清除，超标处的修补及表面处理。

e、切割后的变形矫正及矫正温度应符合技术规范。

f、锯割铣削精度：垂直度，粗糙度，平面度，直线度，尺寸都应按照技术标准。

(3) 制孔检验

a、划线精度：孔距，孔径，定位基准，数量，孔心孔周的冲印检验。

b、钻孔精度：孔的偏心，孔距的偏移，孔距，圆度及垂直度的检验。

c、钻孔用的钻模板，钻孔后的节点板，连接板上的基准线及其本体上位置检验。

d、督促孔边缘、孔边距的表面毛刺清除。

e、所有划线检验、孔径、孔距检验都记入检查记录中。

(4) 装配检验

a、组装前应先检验零部件的材质、编号、尺寸、数量及加工精度是否符合图纸和工艺要求。

b、组装用的工作平台与胎架应符合构件装配的精度要求，并具有足够的强度和刚度。

c、复杂节点的装配次序及方法、矫正、端铣、加放的焊接收缩及加工余量，全部应符合工艺的要求。

d、按图纸、草图检验零部件的坡口、角度、钝边、间隙及接头的错位。

e、为了防止柱、梁构件的扭曲变形，装配胎架要水平，工艺隔板和临时撑杆的对角线也要同步。

f、各种规格的构件，它们的定位焊尺寸、长度、间距、位置及表面质量须 100%目视检测。

g、各种构件在封闭前的检验，并作好隐蔽检验记录。

h、各种规格的构件，拼制好送自动焊前，必须标注工作令、构件号。

3.2.5.2、焊接检验

(1) 焊接前检验

a、焊接工艺评定、工艺卡、焊工资质。

b、环境温度、湿度、风速等，需预热的温度范围及防风装置。

- c、各构件焊接区域的打磨清洁度。
- d、坡口角度、坡口面、间隙钝边、钢衬垫的密贴。
- e、定位焊的初检和预热后的复检。
- f、引、熄弧板的尺寸及装置。
- g、领会焊接工艺总则中焊缝质量检测的要求。
- h、焊材的烘培、保温、选用、发放及回收。

(2) 焊接中检验

- a、遵照焊接工艺中的焊接规范、顺序、位置、方法。
- b、焊缝应连续施焊，遇有中断焊接时，应注意焊后缓冷且重新焊接前的预热。
- c、焊接顺序、层间温度应严格按规范及焊接工艺要求执行。
- d、监督焊道的清理，碳刨的实施。
- e、引弧、熄弧、弧坑及端部焊的处理要规范。

(3) 焊接后检验

- a、焊缝外形尺寸，后热温度，后热时间，消应处理及焊缝其邻近部位表面质量。
- b、变形矫正的温度，矫正后焊缝与邻近母材的表面质量。
- c、焊缝探伤的时机、方法、范围、比例、标准、级别。
- d、焊缝的返修复探，探伤比例和范围的扩大。
- e、隐蔽焊缝在封闭前的检验。
- f、督促并检查重要焊缝处的焊工钢印号。

3.2.5.3、除锈、涂装检验

(1) 环境

施工环境的温度控制，对施工质量尤为重要。露天涂装作业在晴天进行。雨、雾、露、风等天气时，涂装作业应在工棚内进行，相对湿度应按涂装说明要求进行严格控制，且应为自动温湿记录仪或温湿仪为准，温湿度控制要求为：喷砂时相对湿度 $\leq 60\%$ ；涂装时相对湿度 $\leq 80\%$

(2) 涂料配比控制

防腐蚀涂料的配制，要根据配方严格按比例配制。特设专人负责配料，并由专人进行复检。

(3) 间隔时间

一道漆涂装完毕后，在进行下道漆涂装之前，一定要确认是否已达到规定的涂装间隔时间，否则就不能进行涂装。如果在过了最长涂装间隔时间以后再进行涂装，则应该用细砂纸将前道漆打毛后，并清除尘土、杂质以后再进行涂装。

(4) 涂层膜厚的检测

施工各道油漆时，要注意漆膜均匀，并达到规定的漆膜厚度，以保证涂层质量及保证年限。漆膜检测工具可采用湿膜测厚仪、干膜测厚仪。

a、检测方法：油漆喷涂后马上用湿膜测厚仪垂直按入湿膜直至接触到底材，然后取出测厚仪读取数值。

b、膜厚控制原则：凡是上漆的部件，应离自由边 15mm 左右的幅度起，在单位面积内选取一定数量的测量点 进行测量，取其平均值

作为该处的涂膜厚度。但焊接接口处的线缝、以及其他不易或不能测量的组装部件，则不必测量其涂层厚度。对于大面积部位，干膜总厚度的测试采用国际通用的“85—15Rule”（两个85%原则）。

（5）外观检验

涂层均匀，无漏涂、针孔、开裂、剥离、粉化、流挂等现象

3.2.6、钢结构除锈和涂装

3.2.6.1、钢结构的除锈

（1）钢结构除锈要求

本工程钢材表面要求到达《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》GB8923 规定的 Sa2.5 除锈等级。

（2）钢结构除锈方式

本工程除锈采用抛丸除锈，对于棱边或死角，应用砂轮手工打磨或者进行手工喷砂。

3.2.6.2、钢结构的涂装

本工程工厂钢结构防腐涂装要求如下：

底漆：环氧富锌防锈漆 80um

中间漆：环氧云铁防锈漆 120um

面漆：脂肪族可覆涂聚氨酯面漆 40um

（1）涂装环境

涂装环境温度一般为 5℃—40℃；空气相对湿度≤85%；构件表面温度应高于露点温度 3℃以上；环境温度<5℃，或空气相对湿度>85%时，应停止施工；空气不流通处施工，应提供强力通风。

(2) 涂装方法的选择

本工程绝大部分构件采用高压无气喷涂的方法进行涂装作业。

(3) 涂装施工过程控制

涂装时根据图纸要求选择涂装种类，涂料应有出厂质量证明书。施工前应对涂料名称、型号、颜色进行检查，确定是否与设计规定的相符。同时检查生产日期，是否超过贮存期，如超过贮存期，应进行检验，质量合格仍可使用，否则禁止使用。

涂装下道油漆前，应彻底清除涂装件表面上的油、泥、灰尘等污物。一般可用水冲、布擦或溶剂清洗等方法。要保证构件清洁、干燥、底漆未经损坏。

涂装时应全面均匀，不起泡、流淌。

油漆涂装后，漆膜如发现有龟裂，起皱等现象时应将漆膜刮除或以砂纸研磨，重新补漆。

油漆涂装后，如发现有起泡，凹陷洞孔，剥离生锈或针孔锈等现象时，应将漆膜刮除并经表面处理后，再按规定涂装时间隔层次予以补漆。

3.2.7、构件运输及成品保护方案

3.2.7.1、构件的分类包装

产品包装是保护产品性能，提高其使用价值的手段。通过储存、运输等一系列流通过程使产品完整无损地运到目的地。包装是根据钢结构的特点、储运、装卸条件和客户的要求进行作业，做到包装紧凑、防护周密、安全可靠。包装应使产品能减缓生锈、抗震，以适应多次

吊装、装卸以及运输。

3.2.7.2、运输准备

(1) 现场人员提前两周提供工厂发运清单，工厂根据发运清单安排车辆，构件发运前工厂把装箱清单传真至现场项目部。

(2) 因工期较紧，构件运输尽量配套，以保证现场的安装。所有构件在吊装前三天运抵现场，接受总包、监理、业主三方检查。

(3) 连接板、紧固件或盖板不要点焊在任何制造件上。

(4) 所有机加工面应用木块或类似措施保护，外部辅以金属条或板加固。

(5) 保护运输、包装、装箱材料和附件，其结构、型号和布置时要防止黑色金属和有色金属互相接触。

(6) 分段发运的钢结构应在工厂进行认真检查，并预先尽可能进行组装以保证适当地校准和装配。所有分段都要加上标记，并在预组装时设置装配吊钩，以方便现场安装。出厂前没有预先组装的设备及部件，应在发货单上注明。

(7) 所有材料和构件的包装保管，应采取充分和适当的预防措施，防止在运输过程中降低质量。

3.2.7.3、成品保护措施

(1) 工厂成品保护

a、在半成品倒运过程中，堆放应保持平稳，汽车倒运时应需进行封车，以免构件意外倒落造成构件损坏。

b、在装卸过程中，应尽量用单件装卸法，对于薄壳构件严禁采

用钢丝绳多件兜吊法而造成构件挤压变形。

c、对于形状怪异、不易找准重心的构件，如需采用兜吊，应垫设管皮、橡胶垫等防护设置。

d、待包装或待运的钢构件，按种类、安装区域及发货顺序，分区整齐存放，标有识别标志，便于清点。

e、露天堆放的钢构件，搁置在干燥无积水处，待最后一道油漆完全干燥后，立即包装，防止锈蚀；底层垫枕有足够的支承面，防止支点下沉；构件堆放平稳垫实。

f、相同钢构件的叠放时，各层钢构件的支点应在同一垂直线上，防止钢构件被压坏或变形。

g、待运时间较长的钢构件应及时用彩条布进行遮盖。

(2) 运输成品保护措施

a、构件与构件间必须放置一定的垫木、橡胶垫等缓冲物，防止运输过程中构件因碰撞而损坏。

b、散件按同类型集中堆放，并用钢框架、垫木和钢丝绳进行绑扎固定，杆件与绑扎用钢丝绳之间放置橡胶垫之类的缓冲物。在整个运输过程中为避免涂层损坏，在构件绑扎或固定处用软性材料衬垫保护。

c、吊运杆件必须有专人负责，使用合适的工夹具，严格遵守吊运规则，以防止在吊运过程中发生震动、撞击、变形、坠落或其它损坏。

d、装载时，必须有专人监管，清点上车的箱号及打包号，车上

堆放牢固稳妥，并增加必要捆扎，防止构件松动遗失。

e、运输过程中，保持平稳，采用车辆装运时对超长、超宽、超高物件运输，必须由经过培训的驾驶员，押运人员负责，并在车辆上设置标记。

f、严禁野蛮装卸，装卸人员装卸前，要熟悉构件的重量、外形尺寸，并检查吊马、索具的情况，防止意外。

g、构件到达施工现场后，及时组织卸货，分区堆放好。

3.2.8、拟投入制作、加工设备及人员调配

(1) 加工设备配置见下表

序号	设备名称	规格型号	数量	备注
1	数控气割机	CNC-6000	1	
2	多头切割机	CZ-4000	2	
3	H型钢矫直机	200T	4	
4	箱型梁门式埋弧焊机	GSW3000BHD	4	
5	电渣焊机	ESW-2	4	
6	七辊辊式校平机	8/32*3200	1	
7	铣边机	25M	1	
8	数控钻床	DNT1000	2	
9	林肯 CO2 保护焊机	CV500/LN- 7GMA	30	
10	自动埋弧焊	MZ-1-1000	10	

11	逆变焊机	ZX7-400S	20	
12	焊条烘箱	YZH-125	2	
13	超声探伤仪	PXUT-350C	3	
14	桥式吊车	15/3*22.5	10	
15	抛丸机	HD3035	1	
16	电动空压机	4L-20/8	5	
17	无气喷涂机	GPQ9CA	4	
18	漆膜测厚仪	36DL PLUS	2	
19	运输平板车	10 吨	20	

(2) 人员调配计划

序号	工种	2009		
		7 月	8 月	9 月
1	管理	10	10	10
2	设计	30	30	30
3	技术	10	15	10
4	质检	20	30	20
5	起重	20	30	20
6	切割	30	40	30
7	铆工	20	30	20
8	焊接	40	60	40

9	打磨	30	50	30
10	钻孔	15	20	15
11	油漆	15	30	25
12	打包	10	25	20
13	运输	5	15	20
	合计	255	385	290

5.1.1、钢结构深化加工进度计划

施工内容	开始时间	结束时间
技术准备	2009年7月11日	2009年7月13日
整体建模	2009年7月13日	2009年7月18日
详图转化	2009年7月15日	2009年8月10日
详图审核	2009年7月17日	2009年8月15日
图纸打印	2009年7月19日	2009年8月25日
图纸发放	2009年7月20日	2009年8月30日

5.1.2、钢结构材料采购进度计划

2009年7月21日~2009年9月9日采购原材料

5.1.3、钢结构加工制作进度计划

施工内容	开始时间	结束时间
材料排版下料	2009年7月22日	2009年8月25日

构件组装焊接	2009年7月24日	2009年9月10日
构件除锈涂装	2009年7月25日	2009年9月15日
构件包装运输	2009年7月27日	2009年9月30日