

# 大型乙烯储罐用X7Ni9钢板预制工艺控制

童盼龙 凌月关 黄发萍

荆门宏图特种飞行器制造有限公司 湖北 荆门 448000

**摘要：**根据乙烯储罐用X7Ni9钢板预制的技术要求，对X7Ni9钢板的预制工艺进行设计，通过采用高精度加工设备，专用的吊索吊具及转运翻板工装，刀具的合理选择，结合加工成型工艺，实现对工件预制精度控制，使得X7Ni9钢承压环板锥面加工，罐壁板的平面加工和卷弧预制等完全符合图纸要求。

**关键词：**乙烯储罐；X7Ni9钢板；预制工艺；壁板

前言：乙烯是石油化工产业的核心，是生产聚乙烯、苯乙烯、醋酸等产品的重要基础原料。随着经济的高水平发展，我国对乙烯的需求量越来越大，国内陆续建成了很多乙烯储罐装置，规模和年产量也快速增长。因此，建立安全可靠、经济高效的大规模低温液化乙烯储运系统十分必要。乙烯储罐是常压低温大型储罐，通常为平底圆柱形，内、外壁采用含9%Ni的合金钢，由于钢板含Ni量高，在焊接时候容易形成磁偏吹，影响焊接质量，要求钢板激光下料，钢板坡口需要机械加工，钢板磁性不能超过50高斯。乙烯储罐项目加工的钢板主要包括罐底板、中幅板、边缘板、壁板、顶板、承压环、锚带、加强圈等。

## 1 X7Ni9 钢板预制技术要求

1.1 所有材料要进行双表面质量、尺寸100%检查，对于钢板表面存在的裂纹、压痕、凹坑、切口、弯曲、凹痕、划痕及其他表面缺陷，可进行修磨处理，修磨范围内的斜度至少为3：1，修磨深度从钢板实际厚度算起，不得超过钢板厚度公差之半，并应保证钢板的最小厚度，缺陷清理处应平滑无棱角，修磨表面按ISO 3452的要求进行100%渗透检测；不允许采用焊接方法修复板材；

### 1.2 钢板测厚要求

钢板的超声测厚，测厚点数不得少于6点，测量位置距离钢板边缘100~300mm处，要求实测厚度不得小于钢板订货要求的最小厚度。

1.3 钢板剩磁强度不大于30高斯为合格；每块板上需有10个测试点，其中8个点靠近板角（30毫米）边缘，2个点位于长边的中间边缘；

1.4 对于钢板的吊运，X7Ni9钢板加工过程中为防止磁化及碰撞划伤，并保证吊装不损坏板面，X7Ni9钢板吊装应采用“真空吸盘吊具”或“平衡梁加吊钩多点吊运”的方法吊装，不得使用电磁吊；采用“真空吸盘吊具”时，起吊前应检查各吸盘吸附情况，确认无问题后

再起吊。

1.5 钢板的整个生产过程，不得直接接触地面，不能在高压电和高压电器设备附近存放，或者不能存放于其他可能影响剩磁水平的环境中。

1.6 钢板在生产过程中每道工序完成后，按10%比例进行剩磁抽检；钢板在包装前还应逐张进行剩磁检查，钢板预制过程中及成品预制钢板包装前，剩余磁场强度不大于30高斯为合格。

1.7 禁止无关人员进入X7Ni9钢专用存放区，禁止任何人员踩踏材料表面，材料表面须用油布等软性材料遮盖。

1.8 生产过程中，须对每块板材建立工艺流转卡，要求记录各板材的检验编号（可追溯炉批号）、零件图号（位号）等；同时，应对每块板材采用马克笔进行标记（不允许做硬印标记），标记要求有零件图号（位号）、材质。

1.9 X7Ni9钢板材料坡口，需采用专用的硬质合金钢材质的刀具进行加工，以保证坡口的表面质量。

1.10 X7Ni9钢板切割下料，采用激光切割下料设备，禁止使用火焰切割。

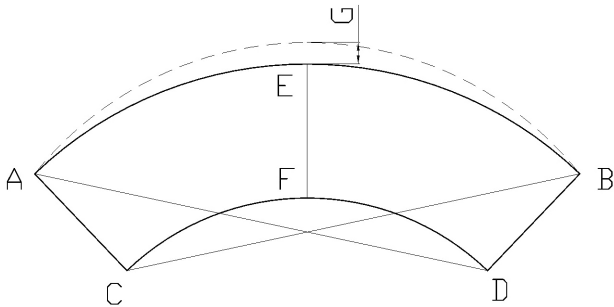
1.11 整个生产过程的板材翻转，应使用专用翻板工装进行，避免对钢板表面造成划伤。

1.12 X7Ni9钢壁板、中幅板加工后尺寸偏差要求如下：

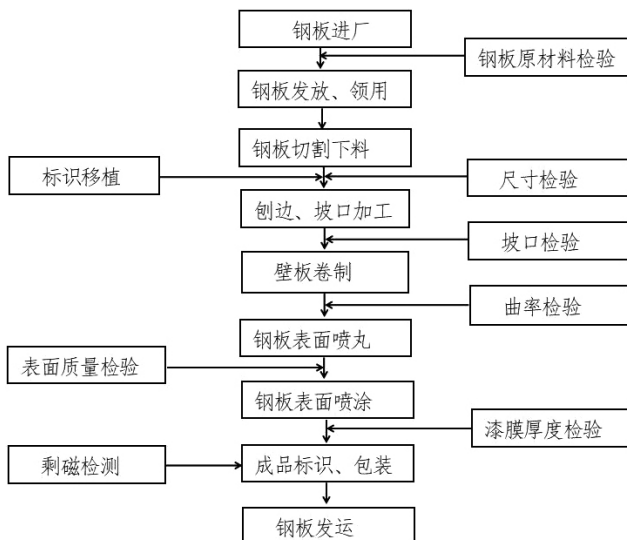
尺寸	公差（mm）
宽度AC、BD、EF	±1.5
长度AB、CD	±1.5
对角线偏差 AD-BC	≤ 3
直线度AC/BD	≤ 1
直线度AB/CD	≤ 1.5
壁板曲率：长度方向间隙 (2000mm长内弧样板)	≤ 4
壁板曲率：宽度方向间隙 (1000长直线样板)	≤ 2

## 1.13 X7Ni9钢承压环板尺寸偏差要求

尺寸	公差 (mm)
长度, AB、CD	$\pm 1.5$
宽度, AC、EF、BD	$\pm 1.5$
对角线之差, $ AD-CB $	$\leq 3$
曲率半径偏差G	$\pm 2$



## 2 X7Ni9 钢板加工工艺流程控制要点



## 2.1 钢板进厂

2.1.1 板材进厂后, 为防止磁化及碰撞划伤, 针对单张钢板卸货吊装要求采用“真空吸盘吊具”, 针对多张捆扎钢板卸货要求采用“平衡梁+吊钩多点吊运(长度 $\geq 8\text{m}$ 的钢板, 吊点不少于6点)”, 禁止使用电磁吸盘, 禁止板材与强磁环境接触, 如电磁吊、高压设备等, 吊装过程中须采取措施防止板材表面被划伤。

2.1.2 采用多点吊钩吊运时, 需对吊钩采用帆布进行包裹, 同时对吊钩与下层钢板接触的钢板表面采用4~6mm厚7字形不锈钢板进行隔离防护, 避免对下层钢板造成划伤。

2.1.3 材料堆放应设置专用存放区, 采用防雨油布遮盖保护, 并设置标识牌进行标识; 禁止其它碳钢材料与X7Ni9钢材料混放, 以免受到有害污染; 禁止无关人员进入X7Ni9钢专用存放区, 禁止任何人员踩踏材料表面。

## 2.2 钢板入厂检验

2.2.1 对钢板外包装进行检查, 检查是否有破损、变形等问题, 检查包装材料上的标签、标牌是否清晰、完整, 核对钢板数量、规格是否符合采购清单要求; 检查钢板表面质量外形尺寸是否符合订货技术要求;

2.2.2 核对材质证明书及相关检测报告内容是否满足订货要求。

## 2.3 钢板的发放领用

2.3.1 材料的发放领用应严格执行领用单制度。

2.3.2 仔细核对规格尺寸、炉批号等相关信息, 做好记录。

2.3.3 材料领用单位在领取材料时应至少检查以下内容:

- 1) 检查材料材质、规格是否与图纸工艺要求相符;
- 2) 核对板材数量、标记移植;

## 2.4 钢板切割下料

2.4.1 此钢板采用激光切割, 严禁火焰切割, 零件车间根据领料单到仓库进行领料, 下料前须按照图纸、排版图进行核对, 防止用错料; 根据板厚选择切割速度, 切割后的首件必须按《工艺流转卡》工艺要求检查合格后方可批量下料。下料过程中要注意钢板必须平放, 不可出现钢板滑移, 下料完的钢板应按规定进行标识移植, 吊运过程中注意钢板保护, 并按规格分类码放至转运托架。

2.4.2 激光下料设备同时具备坡口切割功能, 对于厚板下料时, 可一并进行坡口的粗加工, 以提高后续坡口加工效率, 坡口加工完后, 对于需要卷弧的钢板, 由坡口加工人员在钢板表面标记罐体内、外侧, 便于后续壁板卷制人员识别。

## 2.5 刨边、坡口及削薄

2.5.1 按工艺图纸要求制坡口, 所有板材均采用便携式坡口机进行加工, 坡口加工面应光滑、无毛刺、无油污、灰尘及锈迹, 不得有夹层、裂纹等有害缺陷; 坡口加工完后, 对于需要卷弧的钢板, 由坡口加工人员在钢板表面标记罐体内、外侧, 便于后续壁板卷制人员识别;

2.5.2 承压环斜面坡口, 采用三轴龙门铣床加工, 确保坡口表面质量及坡口加工精度。

2.5.3 做好设备的日常维护和点检工作, 及时排除设备故障, 保证刨边工作能连续进行。

2.5.4 按图纸要求检查坡口形状尺寸, 坡口钝边公差要求为 $\pm 1\text{mm}$ , 角度公差要求为 $\pm 2.5^\circ$ , 坡口表面不得有分层和裂纹缺陷及油污、灰尘等杂质;

2.5.5 所有边缘板的外边缘以及两个短边都应在预制

完成后按照标准EN10160:1999 S2等级进行超声波检查,检查宽度为150mm,检查是否存在叠层。

## 2.6 壁板卷制

2.6.1 壁板材在卷制前,需确认好钢板内、外侧标识,确保卷弧方向正确;同时,分别清除卷板机及筒体板材表面的杂物,卷制过程中应及时做好相关的清理工作。

2.6.2 壁板卷制时,其长度方向垂直于辊的轴线,壁板材预制成型后,按要求对壁板曲率进行检测。

2.6.3 单张弧板吊装,应采用“平衡梁+专用无痕钢板吊钳多点吊运(长度 $\geq 8\text{m}$ 的钢板,应不少于6点吊)”,吊钳与钢板接触面采用橡胶垫进行隔离,防止划伤钢板。

2.6.4 放置弧板的托架,应对托架曲率进行检测,符合图纸规定的曲率要求。

## 2.7 钢板表面喷丸

将X7Ni9钢板置于喷丸工装上随台车进入喷丸间,对钢板正反两面及碳钢零件表面进行喷丸除锈处理,喷丸等级Sa2½,即:在不放大的情况下观察时,表面应无可见的油、脂和污物,并且氧化皮、铁锈、涂层和外来杂质。任何污染物的残留痕迹应仅呈现为点状或条纹状的轻微色斑。喷丸处理完毕后,再使用干燥的压缩空气已将喷丸表面的钢丸、灰尘等杂质清除干净。

## 2.8 钢板表面喷涂处理

### 2.8.1 喷涂底漆

a) 在喷漆房对碳钢外罐内外表面及其附件表面及碳钢梯子平台喷涂调配好的环氧富锌底漆,要求干膜厚度为40~60 $\mu\text{m}$ ,局部不超过80 $\mu\text{m}$ 。底漆喷涂应均匀,不漏底、不发花,无流挂、无虚掩。

b) 在喷漆房对碳钢内罐内外表面及其附件表面分多遍喷涂调配好的雅图牌酚醛环氧漆912,要求总干膜厚度为150~200 $\mu\text{m}$ ,局部不超过220 $\mu\text{m}$ 。底漆喷涂应均匀,不漏底、不发花,无流挂、无虚掩。

### 2.8.2 辊涂可焊接涂料

待底漆干燥后,将保护纸拆除,然后对焊接坡口及边缘50mm范围内滚涂调配好的雅图牌可焊接涂料,要求

干膜厚度为20~30 $\mu\text{m}$ ,局部不超过45 $\mu\text{m}$ 。滚涂漆膜应均匀,不漏底、不发花,无流挂、无虚掩,分界面美观。

## 2.9 成品标识、包装

2.9.1 板材进行油漆喷涂后,进行双面喷码标识,喷字应使用模板,标识在距离板边缘100mm的角落上表面处(托架放置位上表面),标记范围约为600 $\times$ 150mm;标识要求有零件图号(位号)、材质。标识所使用的油墨应非水溶性涂料,并且涂层不得含有损害材料的物质,例如:金属颜料、硫磺、锌、硫化物、铬或无机卤化物。

2.9.2 所有主体板均应采用托架包装,钢板在往托架上放置前,应检测托架底部支撑面曲率与板材曲率一致,确保运输过程中保持钢板弧度。

2.9.3 钢板放置时,板材之间、板材与钢托架间用50mm $\times$ 50mm木方予以隔垫,便于吊装,木方与板材用PET打包带捆扎。

## 2.10 钢板发运

2.10.1 车辆在行驶过程中应尽量避免通过高磁场地区(如高压线等),以免影响钢板的磁通量。

2.10.2 产品发运前应检查所有部件包装情况,核查货物文件资料(俄英双语);每批货物的资料应包括:装箱清单、熏蒸证书ISPM-15、产地证等。

## 3 结束语

针对乙烯储罐技术要求难点,经过预制工艺设计,结合工艺各项实验结果,通过采用高精度加工设备,专用的吊索吊具及转运翻板工装,对工件变形控制、刀具的合理选择及加工技巧等工艺组合,在9%Ni钢板平面、弧形端面、锥面卷制、表面喷丸及油漆喷涂等方面完成了钢板的预制加工,符合图纸技术要求,确保了乙烯储罐用X7Ni9钢板预制订单的如期交付。

## 参考文献

- [1]刘东风,杨秀丽,侯利峰等.液化天然气储罐用超低温9Ni钢的研究及应用[J].钢铁研究学报,2009(9):2-4.
- [2]马向峰,陈永东,解朝晖.LNG储罐用06Ni9钢板的质量控制[J].压力容器,2011.28(7):40-44.