

浅谈零件放样优化对钢结构制作的影响

陈富舟 陈小平
(上海振华港机重工有限公司 上海 201913)

摘要：随着人工成本的不断上涨，如何在钢结构制作过程中，提高车间单位面积的产量，是一个企业保持竞争力的核心要素。为了提高车间单位面积的产量就必须提高构件的制作效率。效率也是一个企业降本增效，提高企业盈利能力的重要课题。本文以岸桥产品钢结构为例，对如何通过零件放样优化，达到提高制作效率进行论述、解析、比较，也为相关放样优化工作提供参考。

关键词：零件；放样优化；制作影响

0 引言

每一台岸桥产品的整体钢结构都是由各个不同的部件组装起来的，每个部件的大小、形状也都不一样，这样就给批量流水线化带来了挑战。本文以岸桥产品钢结构中部分构件制作为例，对如何提高焊接效率，减少构件制作工序，增加制作过程中的安全性，提高构件的质量。使每一个构件达到最优化的制作工序进行论述、解析，对比零件放样优化前后构件制作工序的变化，对产品质量的提高，对安全生产的保障。对此将分四种情况对进行解析。

1 箱体封板桥接下料，提高焊接效率，减少焊接变形

如图 1 左为岸桥前大梁铰点段截面图，前大梁尾部封板被铰点板（T=120mm）和加强筋分为件号 4 个件号。传统做法是按照顺序先把铰点板竖在底板上，然后开始安装件号 1/2，焊接好以后再安装加强筋板，最后安装件号 3/4 和其他的附属件。

这样做的缺点就是焊缝要分段焊接，不利用自动焊，同时也难以控制分段安装的焊接变形，当烧焊件号 1/2 和铰点板焊缝时由于下部无固定支撑容易变形，最终要保证尾部封板的平面度需要大量的校正工作，部分结构复杂的部件还会使箱体由于应力集中导致箱体扭曲变形。

现在经过零件的放样优化，把前大梁尾部箱体封板件号 1/2/3/4 桥接在一起下料，先整体封板四周的焊缝，然后再装中间铰点板，烧焊中间铰点板时由于四周已经焊接结束无法产生变形。整体焊接结束后各种尺寸基本满足图纸要求，不需要进行大量的校正工作，节省了人工。与此同时，在整体焊接封板时，由于是连续焊缝，还可以用自动焊接设备进行焊接，提高了焊接的速度和质量，还减少了焊缝打磨工序。通过这一处的零件放样优化就可以减少矫正工序，打磨工序。同时比较以前的制作方式，还减少了由于火工矫正带来的氧气和乙炔的浪费；打磨带来的粉尘污染和噪音

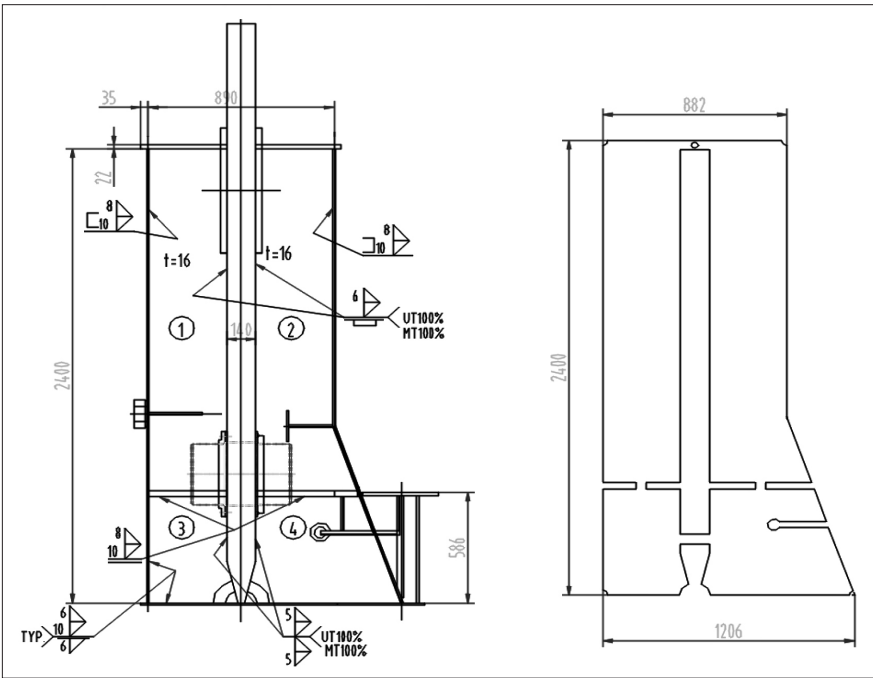


图 1 前大梁铰点段封板

污染。综合测算：大约可以节省 2 个人工，减少构件制作周期一天。按年产 150 台桥吊计算，仅人工就可节约 64800 元，经济效益、环保压力和产品质量都有明显的提升和改善。

2 箱体外壳板增加吊耳，减少焊接流程，增强吊装安全性

对于大型箱体类构件，比如岸桥中的前大梁构件长度达到 70 米，高度 2.4 米，宽度 1.3 米。制作这种大型的箱体类构件，箱体的四面外壳板必须用现有的钢板（成品钢板为 10 米 / 张）一张张拼接起来，利用车间行车吊装到位后用于三面以及四面成型焊接。传统的做法是在吊装四面外壳板时直接焊接吊耳在板的上边，吊装到位后用火焰切割的方式去除。这样的做法有不合理的地方：

- (1) 吊耳的焊接不能有缺陷，否则会导致安全事故的发生；
- (2) 吊装结束后火焰切割去除容易擦伤母材，影响产

品质量；
(3) 增加了焊接吊耳工序，浪费了人工，不利于制作效率的提高。

经过零件放样优化如图 2 所示：根据车间吊梁吊点的位置，直接把吊装外壳板的吊耳提前放样在钢板上，数控切割到位，零件送到车间直接按照顺序拼装焊接即可。把拼装焊接好的外壳板利用车间行车吊装到位后用于三面以及四面焊接成型。等箱体成型之后用火焰割切割去除即可，减少了焊接吊耳工序，也保证了吊装的安全性，还节省了人工和时间。通过放样对一个部件的优化，初步测算大概可以减少 5 个人工，岸桥中还有后大梁、海侧上横梁、陆侧上横梁、海侧下横梁、陆侧下横梁、门框联系横梁也通过这样优化，就可以节约更多的人工。综合计算一台岸桥一共可以节约 15 个人工，按年产 150 台桥吊计算，可节约人工 486000 元，电能 22500 元，焊材 9004 元，共计 80104 元。减少构件制作周期两天，经济效益和产品质量的提高都非常明显。

3 机房底架增加外侧宽度修割余量，减少火工矫正

如图 3 是机房底架整体框架图，它有若干工字钢拼接

而成的，结构件长度有 17m，宽度也超过了 10m。由于构件尺寸很大，里面的小工字钢也很多，加上机器房里面的小车机构底座、俯仰机构底座、起升机构底座、减速箱底座等很多构件焊接在上面，焊接变形控制就会非常困难。在制作过程中由于焊接受力等因素，导致长宽方向上产生肉眼可见的弯曲变形，影响机房的装配和美观。以前用火工矫正，但是不管如何矫正，始终都无法消除由于焊接应力释放导致的弯曲变形，这个问题也是焊接变形研究的一个重要的课题。

现在经过零件放样优化在最外侧的工字钢翼板宽度上增加 20mm 余量，在制作的过程中把这 20mm 的余量留在最外侧，等机房底架焊接完成后，用半自动割刀割除，这样就能确保外侧边框的直线度，还省去了火工矫正的时间。这样就完美的解决了这种大型框架类构件焊接变形的问题。经过测算放样优化后每一个机房底架能省去 2 个人工，按年产 150 台桥吊计算，可节约人工 64800 元，还提高了构件制作的质量和美观度。

4 优化零件坡口，减少坡口焊接工作量

如图 4 所示为后大梁铰点段折弯隔板，图纸要求上口开双面 45° 坡口焊接，但折弯隔板上口与大梁盖板焊接处有自然坡口，导致现场实际焊接破口达到 80°。由于该区域空间狭小，加上又需填充近一倍的焊材工作量。使得焊接、打磨工作量大，焊材、打磨片、电能消耗高；而且还会产生的大量烟尘，多产生出的焊接烟尘污染环境。同时工人在狭小空间长时间作业产生危险，此处焊接有一定的危险性。

根据现场实际情况，通过零件放样优化取消此处的坡口，利用折弯隔板自然形成的坡口焊接。两条焊缝大约需要 3 小时完成，原来此处开坡口还需要 1 小时，这样一增一减就可以节约时间 4 小时。取消破口后焊接只需要 1.5 个小时（约 0.19 工）就能完成，效率

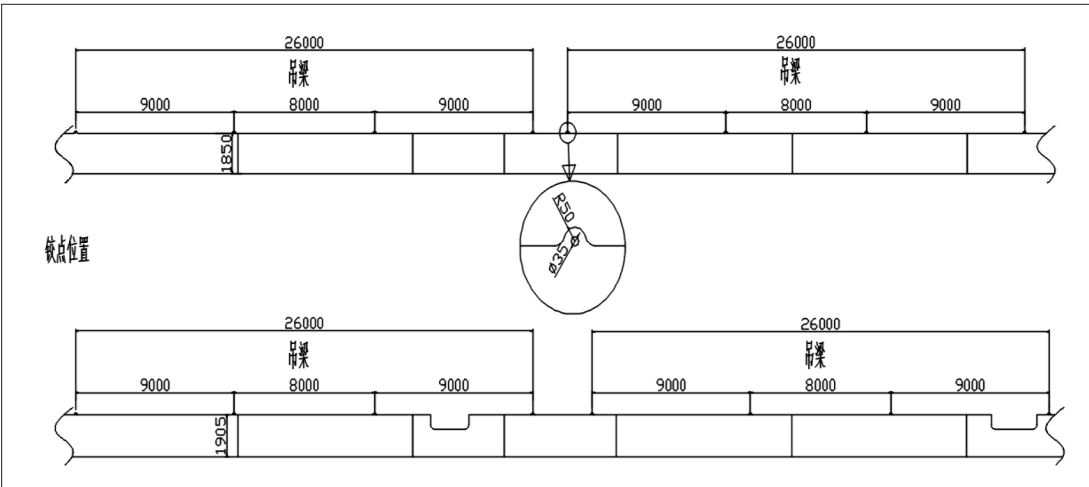


图 2 前大梁腹板吊耳布局示意图

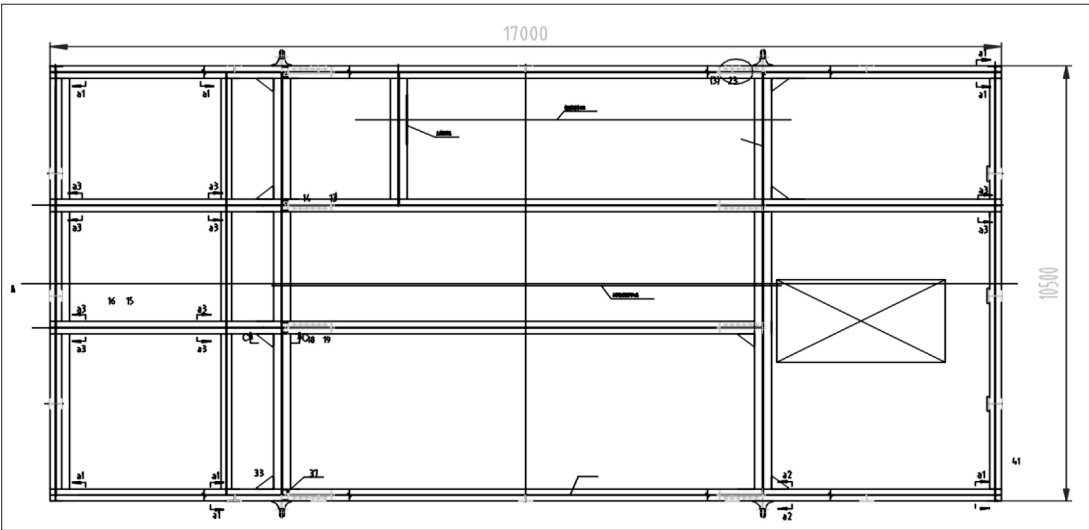


图 3 机房底架框架图

提高 50%。按年产 150 台桥吊计算,可节约人工 14472 元,电能 11250 元,焊材 4502 元,共计 30224 元。而且取消该区域折弯隔板坡口后,经过焊接研究所实验的数据显示,此处焊缝不影响焊接强度,还能减少焊材、能源消耗,有效提升了公司的生产水平。还间接的对环保方面做出一定的贡献,提高企业的良好形象,也为实现改革工艺创新打开新的思路和视野,更具有一定的经济效益和社会效益。

5 结语

通过零件的放样优化,对构件制作的质量、效率、周期都有一定的促进作用。综合计算,仅本文中四条放样优化,一年即可节约人工 565272 元,节约电能 33700 元,焊材 13506 元,共计 612478 元,经济效益巨大。同时通过放样优化也会提升构件制作过程中的安全性,特别是安全生产是制造业最重要的环节。没有安全的生产,企业将无法生存发展。通过放样优化还会带来制作过程中的便利性,较少一些不必要的工序,提高了一定的生产效率。所以,通过零件放样优化是一个很值得研究的课题。

本文归纳了数控放样工作中一些零部件的优化经验,希望通过这种细微的优化改革,日积月累,就会产生很大的效益。而其对车间的制作效率、质量的提高也是显而易见的。其实以上只介绍了一部构件的放样优化,在日常工作中还

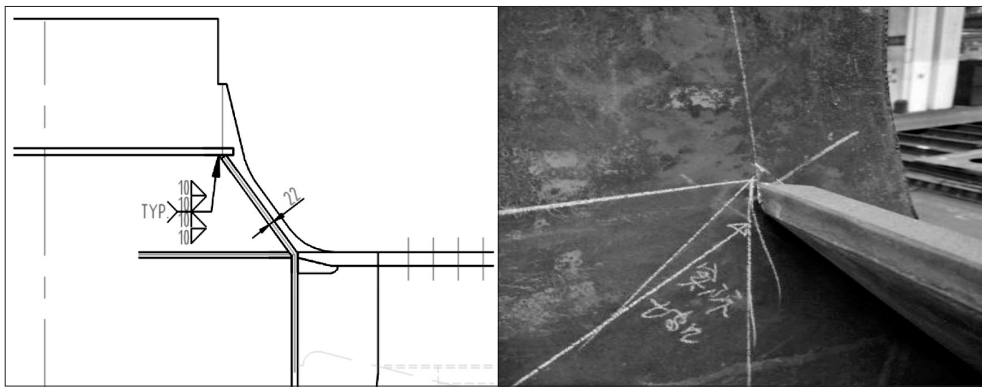


图 4 后大梁铰点段折弯隔板

有很多零部件还可以继续优化,比如:减少构件的无余量装配,减少修割余量;大型节点板增加吊耳数控,避免烧焊吊耳;减少金加工余量等。后续工作中将继续进行讨论研究,通过放样的优化改进更多的地方,为公司产生更多的效益。

参考文献:

- [1] 成大先. 机械设计手册(第五版)[M]. 北京:化学工业出版社,2008.
- [2] JQ/GJD03.01—92, 港口机械和大型钢结构制造与验收标准[S].
- [3] 黎钟. 钢结构设计手册(上册)[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2004.

作者简介: 陈富舟(1983.10-),男,汉族,湖北恩施人,本科,工程师,研究方向:工程技术(机械制造),港口机械数控放样与切割;陈小平(1973.12-),男,汉族,江苏靖江人,本科,工程师,研究方向:工程技术(机械制造)、港口机械数控放样与切割。

(上接第 68 页)

孔最大长度 $\leq 12\text{mm}$ 、树状缩孔最大面积 $\leq 250\text{mm}^2$ 。同时将轴套根部 R 角增大,减少应力集中,避免出现裂纹。

(3) 轴瓦采用 316L 安装座与耐磨块装配而成。分别按照图纸进行安装座与耐磨块的铸造,其中安装座铸造后需进行固溶处理,提高安装座的耐锌液腐蚀能力。耐磨块采用精密铸造,铸造后进行机加工。

3.4 国产化改造效果

通过对三辊六臂进行国产化的改造,国产轴瓦轴套能够保证生产 35000 吨左右下线,而且每套轴瓦轴套的价格较进口备件成本降低了 50% 以上,大大降低了产线的生产成本。

4 结语

经过六个月的优化试验,使用优化后的装配精度进行三辊六臂的装配,以及对三辊六臂轴瓦轴套进行国产化的改造,不仅三辊六臂在线使用寿命明显提高,由最初的 20000 吨左右下线增加至目前 35000 吨左右更换,大大提高了三辊

六臂的使用寿命,而且大大节省了产线的生产成本。

参考文献:

- [1] 田凯. 热镀锌沉没辊系统长寿化研究[D]. 北京:北京工业大学,2008.
- [2] 王军. 热镀锌生产线出锌锅段带钢抖动现象动力学研究[D]. 马鞍山:安徽工业大学,2010.
- [3] 李蛟龙. 冷轧带钢热镀锌沉没辊服役周期振动特性研究[D]. 武汉:武汉科技大学,2012.
- [4] 王兴东,刘灿灿,李友荣,等. 热镀锌线沉没辊装置振动分析与结构优化[J]. 华中科技大学学报:自然科学版,2017,45(12):118-122.
- [5] 毛正平,马静,吕和平,等. 热喷涂在熔锌腐蚀中的应用及发展[J]. 材料保护,2008,41(07):52-54.

作者简介: 王超(1984.12-),男,汉族,河北承德人,本科,高级工程师,研究方向:设备维护与管理。