

钢结构十字柱制作工艺的改进

张发荣　何志涛　姜殿忠　程登

建筑钢结构中十字型截面钢柱因双向受力性能好、加工制作简单等优点，在钢结构工程中应用越来越广泛，特别是在高层钢结构的钢-混结构柱中，体现的尤为突出。

传统的十字柱制作工艺是由一个H型钢柱与两个T型柱组合焊接而成，此工艺技术较为成熟，且得到很多企业在技术上的认可和大面积推广。我公司在原有成熟技术的基础上，从技术创新和减本增效的角度出发，在十字柱制作工艺技术上进行了一定的改进，并通过相关试验和大量的典型工程案例表明了新工艺技术的可行性和优越性。

1. 工艺原理及特点

（1）工艺原理　主要是将制作好的两个H型钢柱，通过在钢柱腹板上分别切割构件一半长度的槽，然后在胎架上将两个H型钢互成90°对插焊接固定而成。

此方法不仅可减少组立的工作量，而且可大量减少焊接变形。与传统的制作方案相比较在制作上更加简化，同时对于小截面不易进行操作的十字构件，用此种工艺方案进行操作更加得心应手。

（2）工艺特点　适用于腹板厚度≥16mm 的各种截面十字柱的制作；制作方法简单，操作简便；可减少工序和缩短制作周期；尺寸精度易保证；焊接变形易控制。

2. 制作工艺技术

（1）工艺要点　根据结构的特点，为保证构件在制作上的尺寸精度，在新的制作方案上需考虑制作过程中组装间隙、焊缝收缩余量及焊接变形等因素。

焊接收缩余量：根据经验公式分别对纵向焊缝和横向焊缝的收缩余量进行计算，同时考虑到板厚和构件截面的尺寸大小等因素，确定了焊缝收缩余量值如表1所示。

组装间隙：腹板宽度方向须预留一定的腹板插入槽口间隙，此外H型钢在组装对插时必须预留槽口转接间隙，腹板厚度与预留间隙关系如表2所示。

（2）构件加工　第一，H型钢加工。十字柱的构成主要由两个H型柱组成，根据工厂流水线生产作业的布局特点，H型钢的组立采用H型钢流水线组立机进行（见图1），H型构件主焊缝的焊接采用埋弧焊焊接（见图2）。根据工艺要求构件端部都必须加设引弧板和引出板（见图3）。

第二，H型钢槽口加工。焊缝槽口的切割质量与焊缝的焊接质量有着直接的关系。因此，对H型钢的开槽要求较高，在车间一般采用半自动火焰切割机进行开槽和坡口的加工（见图4），严禁采用手工割具进行操作。H型钢槽口加工时，必须在槽口宽度方向加放槽口间隙（见图5），此外，根据腹板板厚须考

表1　焊缝收缩余量值　(mm)

板厚	$t\leqslant16$	$16<t\leqslant20$	$20<t\leqslant40$	$40<t\leqslant60$	$t>60$
纵向焊缝收缩余量	$L/1000$			$L/500\sim L/800$	
横向焊缝收缩余量	1.5～2.5		3～4		5

注：L为杆件长度；t为腹板厚度。

表2　腹板厚度与预留间隙关系　(mm)

板厚	$t\leqslant16$	$16<t\leqslant20$	$20<t\leqslant40$	$40<t\leqslant60$	$t>60$
槽口间隙	—	2～3		3～4	
槽口转接间隙P	2～3		3～4		5

注：t为杆件腹板厚度。



图1 H型钢组立



图2 H型钢焊接

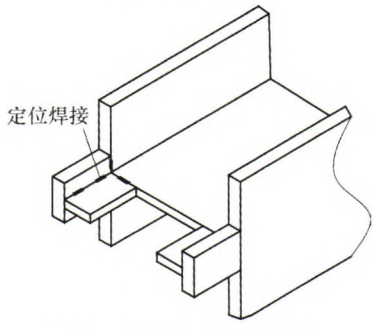


图3 引弧板和引出板加设



图4 槽口加工

虑两H型钢对插组立转接处的槽口转接间隙余量（见图6）。

为了保证槽口转接部位在切割时的切割质量，要求在切割起始处用磁力钻加工一直径为8~10mm的小孔作为起始端（见图7）。且为了在工艺操作上防止因切割时过热而引起H型钢产生变形，保证在形体上H型钢仍为一个整体，因此要求每切割1.5m预留一个长度为50mm左右的工艺桥（见图8）。

第三，十字柱组立。十字柱的初步组立是由两个开槽的H型钢（见图9）相互对插而成。在此过程中必须在胎架上进行，并辅以千斤顶对部件顶紧，而且在对插的过程中必须注意工艺桥的割舍。组立时，需在开槽的H型钢上加设定位块或卡马等简易工装夹具来进行有效定位（见图10），定位时的焊点需按H型钢组立要求进行，确保十字钢柱定位牢固。此外，在进行十字柱组立时需将卡马去除（见图11）。

（3）十字柱的焊接 十字柱的焊接一般根据钢柱截面情况来采取不同的焊接方式，其焊接方

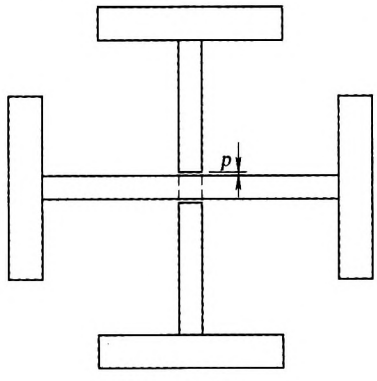


图5 槽口间隙

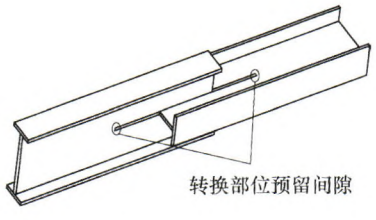


图6 转接间隙



图7 槽口转接间隙

式、焊接顺序以及焊接方法的选择不同均会导致构件产生不同程度的变形。

考虑到焊接的生产效率、变形程度等因素，采用以下焊接工艺：

第一，焊接顺序。十字柱焊缝在打底焊接时要求同向对称焊接，且不同焊缝统一从端头开始沿着一个方向单向焊接，严禁采用不同的焊缝进行对向焊接（见图12、图13）。

第二，焊前固定。为了防止焊接变形，要求在焊接前运用刚性支撑的方法将待焊构件进行固定（见图14）。

第三，焊接。主焊缝打底采用CO_2气体保护焊进行同向双面对称焊接，填充和盖面采用埋弧焊进行焊接（见图15、图16）。其焊材选用及焊接参数如表3所示。

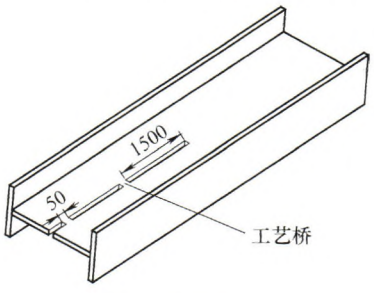


图8 工艺桥



图9 开槽H型钢

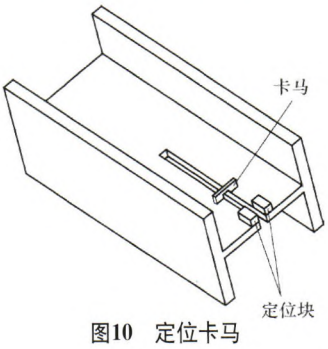


图10 定位卡马



图11 十字柱组立

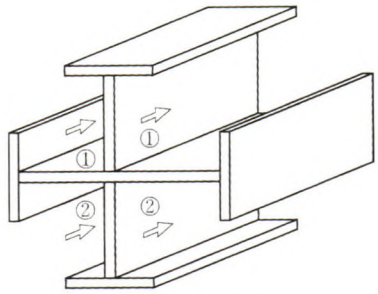


图12 打底焊接顺序

注：①~②为焊接顺序。

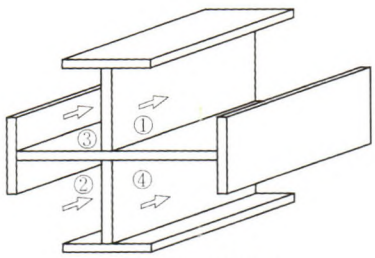


图13 埋弧焊焊接顺序

注：①~④为焊接顺序。



图14 刚性固定

表3 焊材选用及焊接参数

焊道	焊接方法	焊材型号	焊丝直径/mm	焊接电流/A	电弧电压/V	焊接速度/mm·min^{-1}
打底	GMAW	ER50—6	1.2	150～180	21～24	350～400
填充	SAW	H10Mn2	4.0	650～750	34～36	350～400
盖面	SAW	H10Mn2	4.0	600～650	32～34	350～380



图15 对称打底焊接



图16 埋弧焊接

3. 与传统工艺方案的比较

新工艺方案与传统工艺制作方案相较，有较大的不同之处，主要体现在以下几个方面：①在结构受力体系上，与传统的方案相比较，贯通与打断的板件上下错开，使十字截面的两个方向强度一致，能更好地满足受力要求。②组立工序更加简便化，十字交叉腹板垂直度可控性较强，且容易保证。③焊接变形小，矫正的工作量少。而传统工艺焊接T型结构容易产生变形，且变形后矫正工作难度较大。④制作上能很好地达到节省工时的效果。

4. 结语

新工艺不仅有效地改善了车间加工制作上工时耗费问题，同时还很好地解决了组立过程中组合腹板垂直度不易保证、焊后难校正的技术难题，本项技术具有很好的借鉴意义。

作者简介：张发荣等，湖北精工钢结构有限公司工程师。

MW 20140503

（上接第78页）

（3）关于UT检测存有盲区的改善　由于部分焊缝在同一区域会出现多次返修，为此对焊工进行询问，发现利用碳弧气刨已经返修到UT检测人员所说的缺陷深度，因此出现上述问题的原因是由于UT检测的局限性，即对于同一个部位的缺陷只能检测到缺陷点距离探头最近的一点，而对于同一部位的深处缺陷难以检测。为此，针对上述问题，要求焊工在对焊缝进行返修时，气刨深度为（h+5）mm（其中h为探伤员所画缺陷深度），气刨宽度适当加宽5mm左右。具体操作如图11所示。

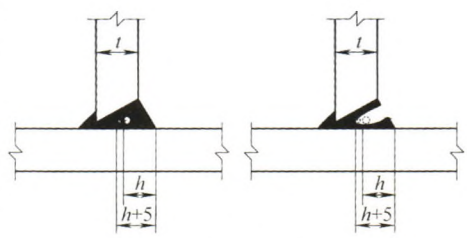


图11 UT检测盲区返修示意

4. 结语

通过对工程中常见的KTY节点焊接缺陷及形成机理进行深入剖析，对于理论知识进行系统讲解，在工程实践中进行全面的尝试，最终焊缝一次合格率有了很大的提高。另外，由于焊缝外观成形漂亮，所以焊缝修补打磨量较前期降低了85%以上。此种方法对于同种类型构件的焊接具有很好的借鉴作用。

作者简介：钱保义，南通中远船务工程有限公司，质量部门经理，主要负责船舶质量方面的研究。

MW 20140503