



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104741744 A

(43) 申请公布日 2015.07.01

(21) 申请号 201510190364.5

(22) 申请日 2015.04.21

(71) 申请人 中国十九冶集团有限公司

地址 617099 四川省攀枝花市东区炳草岗中  
国十九冶集团有限公司

(72) 发明人 陈川宝

(74) 专利代理机构 成都希盛知识产权代理有限  
公司 51226

代理人 何强 杨冬

(51) Int. Cl.

B23K 9/18(2006.01)

B23K 9/235(2006.01)

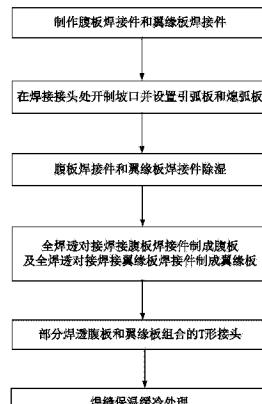
权利要求书2页 说明书8页 附图1页

(54) 发明名称

重型、大型用 Q420B 钢建筑钢结构的立柱焊  
接方法

(57) 摘要

本发明公开了一种重型、大型用 Q420B 钢建  
筑钢结构的立柱焊接方法，包括制作腹板焊接件  
和翼缘板焊接件，在焊接接头处开制坡口，腹板  
焊接件和翼缘板焊接件除湿，全焊透对接焊接腹  
板焊接件制成腹板及全焊透对接焊接翼缘板焊接  
件制成翼缘板，部分焊透腹板和翼缘板组合的 T  
形接头，焊缝保温缓冷处理六个步骤。本发明采用  
自动埋弧焊多层多道焊工艺，焊接自动化程度高，  
焊缝组织中冷裂纹极少，焊接质量高、焊接作业的  
劳动强度低，焊接投入少，极大减少焊接工时，从  
而从整体上使焊接工艺更符合重型、大型建筑钢  
结构搭建的需要。



1. 重型、大型用 Q420B 钢建筑钢结构的立柱焊接方法,将厚度为 40 ~ 50mm 的 Q420B 钢板切割成腹板焊接件和翼缘板焊接件,接着全焊透对接焊接腹板焊接件制成腹板,及全焊透对接焊接翼缘板焊接件制成翼缘板,部分焊透腹板和翼缘板组合的 T 形接头,将腹板和翼缘板焊接成 H 型钢立柱;其特征在于,包括以下步骤:

步骤 1、制作腹板焊接件和翼缘板焊接件:采用数控火焰切割机将厚度为 40 ~ 50mm 的待切割 Q420B 钢板切割成预定规格的腹板焊接件和翼缘板焊接件;

步骤 2、在焊接接头处开制坡口并设置引弧板和熄弧板:用自动或半自动火焰切割机在腹板焊接件与腹板焊接件的对接焊接接头处开制双面 X 形坡口,在翼缘板焊接件与翼缘板焊接件的对接焊接接头处开制双面 X 形坡口,在腹板焊接件与翼缘板焊接件的 T 形组合焊接接头处开制双面 K 形坡口;在对接焊接接头两端的腹板焊接件上设置引弧板和熄弧板,在对接焊接接头两端的翼缘板焊接件上设置引弧板和熄弧板,在 T 形组合焊接接头两端的腹板焊接件、翼缘板焊接件上设置引弧板和熄弧板;

步骤 3、腹板焊接件和翼缘板焊接件除湿:采用氧乙炔焰对翼缘板焊接件的对接焊接接头、腹板焊接件的对接焊接接头、以及腹板焊接件和翼缘板焊接件之间的 T 形接头进行烘干处理,烘干焊接区域的水分;

步骤 4、全焊透对接焊接腹板焊接件制成腹板及全焊透对接焊接翼缘板焊接件制成翼缘板:使用单丝自动埋弧焊机在平焊位进行腹板焊接件之间的对接焊接及翼缘板焊接件之间的对接焊接,先采用多层多道焊焊接正面坡口,每道焊缝的焊接热输入量均为  $40 \pm 5 \text{ kJ/cm}$ ,层间温度小于或等于  $230^\circ\text{C}$ ,每道焊缝的宽深比大于 1.1,且宽深比小于或等于 7;正面坡口焊接完成后,翻转对接后的腹板焊接件,或者翻转对接后的翼缘板焊接件,对背面焊缝采用碳弧气刨进行清根,清根完成后,再采用和正面坡口焊接相同的多层多道焊焊接工艺对背面坡口进行焊接,直至背面坡口焊接完成;

步骤 5、部分焊透腹板和翼缘板组合的 T 形接头:使用单丝自动埋弧焊在 H 型钢立柱的船形位置,也即在自动埋弧焊的平焊位进行腹板和翼缘板之间的 T 形组合焊接,先采用多层多道焊焊接正面坡口,每道焊缝的焊接热输入量  $40 \pm 5 \text{ kJ/cm}$ ,层间温度小于或等于  $230^\circ\text{C}$ ,每道焊缝的宽深比大于 1.1,且宽深比小于或等于 7;正面坡口焊接完成后,翻转 T 形组合焊接后的腹板和翼缘板,再采用和正面坡口焊接相同的多层多道焊焊接工艺对背面坡口进行焊接,直至背面坡口焊接完成;

步骤 6、焊缝保温缓冷处理:焊接完成后,将整个焊接接头用保温护具覆盖,保持自然状态下冷却即可;焊接完成 48 小时后,进行焊缝检查和做无损检测。

2. 根据权利要求 1 所述的重型、大型用 Q420B 钢建筑钢结构的立柱焊接方法,其特征在于,步骤 2 中所述的在腹板焊接件与腹板焊接件的对接焊接接头处开制双面 X 形坡口,在翼缘板焊接件与翼缘板焊接件的对接焊接接头处开制双面 X 形坡口,在腹板焊接件与翼缘板焊接件的 T 形组合焊接接头处开制双面 K 形坡口为:

按统一的坡口标准在所有的腹板焊接件或翼缘板焊接件的对接焊接接头处开制双面 X 形坡口,按统一的坡口标准在腹板焊接件与翼缘板焊接件的 T 形组合焊接接头处开制双面 K 形坡口。

3. 根据权利要求 2 所述的重型、大型用 Q420B 钢建筑钢结构的立柱焊接方法,其特征在于,统一的坡口标准为:

国标 GB50661 的规定的坡口标准。

4. 根据权利要求 1 至 3 中任意一项权利要求所述的重型、大型用 Q420B 钢建筑钢结构的立柱焊接方法，其特征在于，步骤 2 中所述的引弧板和熄弧板，它们的坡口尺寸与焊接接头的坡口尺寸一致，引弧板和熄弧板长度大于 80mm。

## 重型、大型用 Q420B 钢建筑钢结构的立柱焊接方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及焊接技术领域,具体涉及一种重型、大型用 Q420B 钢建筑钢结构的立柱焊接方法。

### 背景技术

[0002] 在建筑钢结构技术领域,通常将主要构件的钢板厚度大于等于 10mm,或起吊装置的起吊重量大于等于 25 吨,或每平米用钢量大于等于 50Kg/M<sup>2</sup>的钢结构称为重型钢结构,将跨度大、建筑面积大、用钢量大的钢结构称为大型钢结构。重型或大型建筑钢结构广泛用于大型工业厂房的构建或者大型、超大型工业设备,如冶金转炉的设置和防护。

[0003] 在冶金行业,转炉容积的设计总吨位超过 200 吨的转炉为超大型转炉,转炉容积的设计总吨位不小于 120 吨的转炉为大型转炉。转炉钢结构,是指设置在转炉周围,起隔热、防溅作用,并对周围的平台及梁柱起保护作用的钢结构构筑物。

[0004] 现有的建筑钢结构,为多层框架柱结构,其包括实腹式上立柱和 H 型钢格构式下立柱,上立柱和下立柱之间采用肩梁节点连接。H 型钢立柱包括腹板和固定连接在腹板两端的翼缘板,其具有截面模数大、截面稳定性好、截面上各点延伸均匀、内应力小、便于拼装组合成构件等优点,是搭建承载能力大、截面稳定性好的大型建筑钢结构的常用型材。搭建钢结构时,需要将翼缘板焊接固定在腹板的两端,焊接作业包括对接焊缝作业和 T 形焊缝作业,其中,对接焊缝作业包括将翼缘板拼接的全焊透焊接作业和将腹板拼接的全焊透焊接作业,T 形焊缝作业是指将腹板和翼缘板进行对接与角接组合的焊接作业。

[0005] 目前,国内能生产的建筑钢结构钢种主要有 Q195、Q215、Q235、Q255、Q275 碳素钢,用于建筑钢结构的低合金高强钢,如、Q345、Q390、Q420B、Q460,且生产技术也不稳定,低合金高强钢的价格较碳素钢高出许多。碳素钢强度低,为了提高建筑钢结构的整体结构强度,就需要将建筑钢结构设计得更复杂,因此国内现有的建筑钢结构存在结构复杂,占用空间大,整体重量大的技术问题。

[0006] 在用碳素钢腹板和翼缘板制造 H 型钢过程中,如果腹板和翼缘板厚度大于 50mm,为了获得焊缝组织优良的强韧性,防止冷裂纹的产生,需要对碳素钢腹板和翼缘板进行预热,预热温度通常为 80 ~ 120℃。

[0007] 如公开号为 CN102107312A 的中国专利文献,针对现有的常温状态下厚钢板的对接焊接以及 T 型焊接施方法容易产生裂纹和较大的焊接变形的技术问题,公开一种常温状态下厚钢板的对接焊接以及 T 型焊接施工方法,首先,对待切割的厚钢板进行预热处理,预热时割嘴与厚钢板表面成 8~12° 倾角,再采用液化石油气切割工艺将厚钢板切割成符合要求的尺寸,得到腹板或翼缘板;切割时,割嘴垂直于厚钢板表面,切割气流长度为厚钢板厚度的 1/2;焊接时,将处理后的腹板或翼缘板对接定位,在母材上位于焊道两侧 80~120mm 范围内,每隔 400~600mm 设置一块电炉板,对母材均匀加热至 90~110℃,停止加热 8~12min,再继续加热至 150~180℃,再、对上述加热处理后的腹板或翼缘板进行焊接,具体步骤为:先焊正面坡口深度的 1/3,然后翻转对接后的腹板或翼缘板并对其采用碳弧气刨清根后,用砂

轮打磨,清除渗碳层与熔渣,直至露出金属光泽后采用热磁粉探伤法进行底部的 MT 探伤,待确定无裂缝后,进行反面焊缝的施焊;焊完后再翻转对接后的腹板焊接件,或者翻转对接后的翼缘板焊接件,焊接正面的其余 2/3 焊道,直至完成盖面焊;盖面焊结束后,将焊缝及焊缝边缘 140~160mm 的部位用石棉布覆盖,并加热至 200~300℃,保温 5~6h;焊缝施焊 24h 后,作超声波无损探伤检验。通过该方法能有效避免在焊接厚钢板过程中出现的焊接裂纹以及焊接变形等缺陷。

[0008] 随着工业生产技术的发展,为了有效提高资源利用率,降低工业生产成本,工业项目越来越大型化、特大型化,相应的用于大型、特大型工业项目的碳素钢建筑钢结构的设计也越来越复杂,体积越来越大,重量也越来越大。为了有效降低建筑钢结构的设计复杂性,减小占用体积,降低建筑钢结构的整体重量,近两年来,在建筑钢结构技术领域,开始使用低合金高强钢作为钢结构构件的制作材料。

[0009] 由于低合金元素的强化作用,使低合金高强钢不但具有较高的强度,还具有较好的塑性、韧性和焊接性。其中,Q345 是目前用于制造建筑钢结构构件的主要钢种,与 Q345 相比,低合金高强钢 Q420B 的强度和承载能力更高,并具有良好的承受动荷载和耐疲劳性能。用低合金高强钢代替碳素结构钢制造建筑钢结构,可以节省钢材 15%~25%,并减轻钢结构自重,低合金高强钢开始被越来越多地应用到大型结构、重型结构、大跨度结构、高层建筑、桥梁工程或者其他需要承受动力荷载和冲击荷载的钢结构中。

[0010] 在焊接技术领域,采用不同钢种制成的构件,在焊接连接时,就焊接方法本身存在实质性差别,也即用碳素钢腹板和翼缘板制造 H 型钢的焊接方法不能用于低合金高强钢腹板和翼缘板制造 H 型钢的焊接工艺。在用低合金高强钢腹板和翼缘板制造 H 型钢过程中,为了获得焊缝组织优良的强韧性,防止冷裂纹的产生,对需要对低合金高强钢腹板和翼缘板,特别是焊接强度级别大于等于 390MPa 低合金高强钢腹板和翼缘板进行预热,特别是焊接强度级别大于等于 390MPa,预热温度通常为 100~150℃。

[0011] 如公开号为 CN102632328A 的中国专利文献,针对现有的 Q370qE 钢埋弧自动焊低温焊接方法,存在焊缝的冷裂硬脆倾向,低温冲击韧性较差,桥梁钢结构的抗冲击动载性能差的技术问题,公开一种 Q370qE 钢埋弧自动焊低温焊接方法,是当环境温度为 0~-15℃ 时,通过对焊接全过程温度条件的控制,尽可能避免低温环境的影响,减缓焊接过程焊缝的冷却速度,从而降低焊缝的冷裂硬脆倾向,有效提高 Q370qE 钢埋弧自动焊焊接接头低温冲击韧性,其具体控制条件如下:母材除湿预热,预热温度范围为 80~120℃;定位焊采用焊条电弧焊,打底层焊接采用富氩混合气体保护焊,填充层、盖面层焊接采用埋弧自动焊;焊条焊剂的烘干和保温,烘干温度为 300~350℃,烘干时间为 2 小时,在保温箱中保存的温度为 100~150℃;焊接过程中利用履带式陶瓷电加热器通电加热,铺盖于焊缝及两侧,使焊缝层、道间温度控制为 160~200℃,以对焊缝进行保温、缓冷;焊接完成后,对焊区保温、缓冷,直至冷却至环境温度。该方法能降低焊缝的冷裂硬脆倾向,有效保证 Q370qE 钢埋弧自动焊焊接接头低温冲击韧性,增强桥梁钢结构冲击动载的性能,提高桥梁使用寿命。

[0012] 上述低合金高强钢腹板与腹板之间、翼缘板与翼缘板之间、腹板与翼缘板之间焊接连接,均需对腹板和翼缘板进行预热。预热通常采用火焰加热、电加热器或者其他加热方式,但无论采用哪种加热方式对腹板和翼缘板进行预热,均需消耗能源,较高的预热温度,还会造成的工作环境恶化,加大焊接作业的难度。

[0013] Q420B 钢是一种低合金高强钢,其屈服强度为 420Mpa,由于其含碳量低,其具有良好抗腐蚀性、耐磨性、抗疲劳性,是一种良好的结构钢。由于 Q420B 钢和 Q345、Q370qE 钢在合金成分上具有较大差别,用于 Q345、Q370qE 钢构件的焊接方法不能借用到 Q420B 钢上。

## 发明内容

[0014] 本发明所要解决的技术问题是提供一种对缝焊接时不需对腹板和翼缘板进行预热的重型、大型用 Q420B 钢建筑钢结构的立柱焊接方法,从而进一步降低焊接作业的操作难度,提高焊接作业的质量。

[0015] 本发明解决技术问题所采用的技术方案是:

[0016] 重型、大型用 Q420B 钢建筑钢结构的立柱焊接方法,将厚度为 40 ~ 50mm 的 Q420B 钢板切割成腹板焊接件和翼缘板焊接件,接着全焊透对接焊接腹板焊接件制成腹板,及全焊透对接焊接翼缘板焊接件制成翼缘板,部分焊透腹板和翼缘板组合的 T 形接头,将腹板和翼缘板焊接成 H 型钢立柱;包括以下步骤:

[0017] 步骤 1、制作腹板焊接件和翼缘板焊接件:采用数控火焰切割机将厚度为 40 ~ 50mm 的待切割 Q420B 钢板切割成预定规格的腹板焊接件和翼缘板焊接件;

[0018] 步骤 2、在焊接接头处开制坡口并设置引弧板和熄弧板:用自动或半自动火焰切割机在腹板焊接件与腹板焊接件的对接焊接接头处开制双面 X 形坡口,在翼缘板焊接件与翼缘板焊接件的对接焊接接头处开制双面 X 形坡口,在腹板焊接件与翼缘板焊接件的 T 形组合焊接接头处开制双面 K 形坡口;在对接焊接接头两端的腹板焊接件上设置引弧板和熄弧板,在对接焊接接头两端的翼缘板焊接件上设置引弧板和熄弧板,在 T 形组合焊接接头两端的腹板焊接件、翼缘板焊接件上设置引弧板和熄弧板;

[0019] 步骤 3、腹板焊接件和翼缘板焊接件除湿:采用氧乙炔焰对翼缘板焊接件的对接焊接接头、腹板焊接件的对接焊接接头、以及腹板焊接件和翼缘板焊接件之间的 T 形接头进行烘干处理,烘干焊接区域的水分;

[0020] 步骤 4、全焊透对接焊接腹板焊接件制成腹板及全焊透对接焊接翼缘板焊接件制成翼缘板:使用单丝自动埋弧焊机在平焊位进行腹板焊接件之间的对接焊接及翼缘板焊接件之间的对接焊接,先采用多层多道焊焊接正面坡口,每道焊缝的焊接热输入量均为  $40 \pm 5 \text{ kJ/cm}$ ,层间温度小于或等于  $230^\circ\text{C}$ ,每道焊缝的宽深比大于 1.1,且宽深比小于或等于 7;正面坡口焊接完成后,翻转对接后的腹板焊接件,或者翻转对接后的翼缘板焊接件,对背面焊缝采用碳弧气刨进行清根,清根完成后,再采用和正面坡口焊接相同的多层多道焊焊接工艺对背面坡口进行焊接,直至背面坡口焊接完成;

[0021] 步骤 5、部分焊透腹板和翼缘板组合的 T 形接头:使用单丝自动埋弧焊在 H 型钢立柱的船形位置,也即在自动埋弧焊的平焊位进行腹板和翼缘板之间的 T 形组合焊接,先采用多层多道焊焊接正面坡口,每道焊缝的焊接热输入量  $40 \pm 5 \text{ kJ/cm}$ ,层间温度小于或等于  $230^\circ\text{C}$ ,每道焊缝的宽深比大于 1.1,且宽深比小于或等于 7;正面坡口焊接完成后,翻转 T 形组合焊接后的腹板和翼缘板,再采用和正面坡口焊接相同的多层多道焊焊接工艺对背面坡口进行焊接,直至背面坡口焊接完成;

[0022] 步骤 6、焊缝保温缓冷处理:焊接完成后,将整个焊接接头用保温护具覆盖,保持自然状态下冷却即可;焊接完成 48 小时后,进行焊缝检查和做无损检测。

[0023] 进一步,步骤 2 中的在腹板焊接件与腹板焊接件的对接焊接接头处开制双面 X 形坡口,在翼缘板焊接件与翼缘板焊接件的对接焊接接头处开制双面 X 形坡口,在腹板焊接件与翼缘板焊接件的 T 形组合焊接接头处开制双面 K 形坡口为:按统一的坡口标准在所有的腹板焊接件或翼缘板焊接件的对接焊接接头处开制双面 X 形坡口,按统一的坡口标准在腹板焊接件与翼缘板焊接件的 T 形组合焊接接头处开制双面 K 形坡口。

[0024] 进一步,统一的坡口标准为:国标 GB50661 的规定的坡口标准。

[0025] 进一步,步骤 2 中的引弧板和熄弧板,它们的坡口尺寸与焊接接头的坡口尺寸一致,引弧板和熄弧板长度大于 80mm。

[0026] 本发明的重型、大型用 Q420B 钢建筑钢结构的立柱焊接方法适用于用 Q420B 钢制作的重型或大型建筑钢结构,也适用于和 Q420B 钢类似的钢制作的重型或大型建筑钢结构。

[0027] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0028] 1、本发明的重型、大型用 Q420B 钢建筑钢结构的立柱焊接方法,由于采用数控火焰切割机将待切割 Q420B 钢板切割成预定规格的腹板焊接件和翼缘板焊接件,符合搭建重型或者大型建筑钢结构需要大量的腹板焊接件和翼缘板焊接件的需要;由于采用与对接焊接相适宜的双面 X 形坡口,与 T 形组合焊接相适宜的双面 K 形坡口,从而降低焊缝组织中冷裂纹的产生,提高后续焊接质量和焊接效率,实现焊接工艺的优化;由于取消现有技术采用的焊接前对腹板焊接件或翼缘板焊接件进行整体预热,让腹板焊接件或翼缘板焊接件保持在室温状态下,从而简化、优化焊接工艺,降低劳动强度,减少能源消耗;由于采用多层多道焊焊接方法,有效提高对接焊接接头的冲击韧性,扩大熔池范围,提高了焊接质量,降低焊缝组织中冷裂纹的产生,从而实现焊接工艺的优化;由于采用多层多道焊焊接方法进行焊接,有效提高对接焊接接头的冲击韧性,扩大熔池范围,提高了焊接质量,降低焊缝组织中冷裂纹的产生,从而实现焊接工艺的优化;由于取消现有技术采用的焊接后对焊接接头进行加热保温处理,从而简化焊接后热处理工艺,减轻劳动强度,节约能源。

[0029] 从整体上看,本发明的各步骤在技术上相互关联,从而实现在焊接前不对腹板焊接件和翼缘板焊接件进行预热处理,在 H 型钢立柱焊接完成后也不对立柱进行焊接后热保温,而采用石棉布或毡覆盖将整个焊接接头覆盖,让立柱进行自然冷却处理,相较于现有的重型或大型钢结构的立柱焊接方法,本发明没有焊前预热工序,也没有焊后加热保温工序,同时采用自动埋弧焊多层多道焊工艺,焊接自动化程度高,焊缝组织中冷裂纹极少,焊接质量高、焊接作业的劳动强度低,焊接投入少,极大减少焊接工时,从而从整体上使焊接工艺更符合重型、大型建筑钢结构搭建的需要。

[0030] 2、本发明的重型、大型用 Q420B 钢建筑钢结构的立柱焊接方法,由于按统一的坡口标准在所有的腹板焊接件或翼缘板焊接件的对接焊接接头处开制双面 X 形坡口,按统一的坡口标准在腹板焊接件与翼缘板焊接件的 T 形组合焊接接头处开制双面 K 形坡口,有利于后续焊接作业的标准化,便于焊接作业人员的培训和管理,从而提高焊接作业质量和焊接效率,降低焊接作业的成本;由于采用国标 GB50661 的规定的坡口标准为统一的坡口标准,从而进一步降低了焊接作业人员培训和管理成本,也更能进一步提高焊接作业质量和焊接效率,这点在重型或者大型建筑钢结构搭建实施上非常重要;由于引弧板和熄弧板的坡口尺寸与焊接接头的尺寸一致,引弧板和熄弧板长度大于 80mm,能有效防止对接焊缝、对

接与角接组合焊缝处产生焊缝熔合不良、气孔和夹渣、裂纹等缺陷。

## 附图说明

[0031] 图 1 为本发明的重型、大型用 Q420B 钢建筑钢结构的立柱焊接方法的实施流程图。

## 具体实施方式

[0032] 下面结合附图和实施例对本发明进一步说明。

[0033] 如图 1 所示,本发明的重型、大型用 Q420B 钢建筑钢结构的立柱焊接方法,将厚度为 40 ~ 50mm 的 Q420B 钢板切割成腹板焊接件和翼缘板焊接件,接着全焊透对接焊接腹板焊接件制成腹板,及全焊透对接焊接翼缘板焊接件制成翼缘板,部分焊透腹板和翼缘板组合的 T 形接头,将腹板和翼缘板焊接成 H 型钢立柱;包括制作腹板焊接件和翼缘板焊接件,在焊接接头处开制坡口,腹板焊接件和翼缘板焊接件除湿,全焊透对接焊接腹板焊接件制成腹板及全焊透对接焊接翼缘板焊接件制成翼缘板,部分焊透腹板和翼缘板组合的 T 形接头,焊缝保温缓冷处理六个步骤,具体如下:

[0034] 步骤 1、制作腹板焊接件和翼缘板焊接件:采用数控火焰切割机将厚度为 40 ~ 50mm 的待切割 Q420B 钢板切割成预定规格的腹板焊接件和翼缘板焊接件;

[0035] 实施时,本领域的技术人员,根据立柱的设计规格、腹板和翼缘板的设计规格、及需要留出的焊接加工余量确定腹板焊接件和翼缘板焊接件的切割规格。留出加工余量主要用于防止焊接件收缩变形,造成材料浪费。

[0036] 实施时,本领域的技术人员,将待切割 Q420B 钢板按照预定切割工位放置到数控火焰切割机的切割平台,待切割 Q420B 钢板和切割平台的轨道要保持平行;根据翼缘板焊接件或者腹板焊接件的切割需要将割炬设置在数控火焰切割机的机架上;根据切割 Q420B 钢板的厚度选择合适的割嘴,将割嘴设置在割炬上,这时割嘴要与钢板保持垂直;点火并检查加热火焰以及切割氧射流,正常后,下压割炬,开始 Q420B 钢板切割,当切割完一块 Q420B 钢板后,将割炬提升回原位,待割炬运行到一个工位后,再对下一块 Q420B 钢板进行切割,直至切割好预定数量的腹板焊接件和翼缘板焊接件。

[0037] 本步骤采用数控火焰切割机将待切割 Q420B 钢板切割成预定规格的腹板焊接件和翼缘板焊接件,符合搭建重型或者大型建筑钢结构需要大量的腹板焊接件和翼缘板焊接件的需要。采用其他的钢板切割工具,如手工火焰切割机,也可将单块钢板切割成预定规格的腹板焊接件和翼缘板焊接件,但是无法完成搭建重型或者大型建筑钢结构所需的大量腹板焊接件和翼缘板焊接件的切割任务。

[0038] 步骤 2、在焊接接头处开制坡口并设置引弧板和熄弧板:用自动或半自动火焰切割机在腹板焊接件与腹板焊接件的对接焊接接头处开制双面 X 形坡口,在翼缘板焊接件与翼缘板焊接件的对接焊接接头处开制双面 X 形坡口,在腹板焊接件与翼缘板焊接件的 T 形组合焊接接头处开制双面 K 形坡口;在对接焊接接头两端的腹板焊接件上设置引弧板和熄弧板,在对接焊接接头两端的翼缘板焊接件上设置引弧板和熄弧板,在 T 形组合焊接接头两端的腹板焊接件、翼缘板焊接件上设置引弧板和熄弧板;

[0039] 实施时,在腹板焊接件与腹板焊接件的对接焊接接头处开制双面 X 形坡口,在翼缘板焊接件与翼缘板焊接件的对接焊接接头处开制双面 X 形坡口,在腹板焊接件与翼缘板

焊接件的 T 形组合焊接接头处开制双面 K 形坡口；双面 X 形坡口相较于其他坡口，具有开制方便、焊缝填充金属量少，焊后变形小的优点，适合中厚板的对接焊接；双面 K 形坡口是指在腹板焊接件或翼缘板焊接件中的一块板上开制坡口，在另一块板不开制坡口，适合中厚板之间的 T 形组合焊接。

[0040] 为了使双面 X 形坡口和双面 K 形坡口，符合搭建重型或者大型建筑钢结构需要进行大量腹板焊接件与腹板焊接件之间，翼缘板焊接件与翼缘板焊接件之间拼接对接焊接的需要，腹板焊接件与翼缘板焊接件之间 T 形组合焊接的需要，优选的方案是，按统一的坡口标准在所有的腹板焊接件或翼缘板焊接件的对接焊接接头处开制双面 X 形坡口，按统一的坡口标准在腹板焊接件与翼缘板焊接件的 T 形组合焊接接头处开制双面 K 形坡口；上述统一的坡口标准为国标 GB50661 的规定的坡口标准，坡口的组对间隙、钝边、坡口角度均国标 GB50661 的坡口准。采用统一的坡口开制标准，有利于后续焊接作业的标准话，便于焊接作业人员的培训和管理，从而提高焊接作业质量和焊接效率，降低焊接作业的成本。国标 GB50661 的规定的坡口标准，是现有焊接作业人员必须掌握的坡口标准，进一步降低了焊接作业人员培训和管理成本，也更能进一步提高焊接作业质量和焊接效率，这点在重型或者大型建筑钢结构搭建实施上非常重要。

[0041] 实施时，在焊接接头处开制坡口后，在对接焊接接头两端的腹板焊接件上设置引弧板和熄弧板，在对接焊接接头两端的翼缘板焊接件上设置引弧板和熄弧板，在 T 形组合焊接接头两端的腹板焊接件、翼缘板焊接件上设置引弧板和熄弧板；

[0042] 实施时，在 T 形组合焊接接头两端的腹板焊接件、翼缘板焊接件上设置引弧板和熄弧板；在腹板焊接件或翼缘板焊接件上设置引弧板和熄弧板，是为了防止在后续焊接时，在对接焊缝、对接与角接组合焊缝处产生焊缝熔合不良、气孔和夹渣、裂纹等缺陷，从而提高后续焊接质量。

[0043] 为了使引弧板和熄弧板能有效防止对接焊缝、对接与角接组合焊缝处产生焊缝熔合不良、气孔和夹渣、裂纹等缺陷，优选的方案是，引弧板和熄弧板的坡口尺寸与焊接接头的坡口尺寸一致，引弧板和熄弧板长度大于 80mm。

[0044] 本步骤采用与对接焊接相适宜的双面 X 形坡口，与 T 形组合焊接相适宜的双面 K 形坡口，从而降低焊缝组织中冷裂纹的产生，提高后续焊接质量和焊接效率，实现焊接工艺的优化。

[0045] 步骤 3、腹板焊接件和翼缘板焊接件除湿：采用氧乙炔焰对翼缘板焊接件的对接焊接接头、腹板焊接件的对接焊接接头、以及腹板焊接件和翼缘板焊接件之间的 T 形接头进行烘干处理，烘干焊接区域的水分；

[0046] 实施时，采用氧乙炔焰对翼缘板焊接件的对接焊接接头、腹板焊接件的对接焊接接头、以及腹板焊接件和翼缘板焊接件之间的 T 形接头进行烘干处理，烘干焊接区域的水分即可，不采用氧乙炔焰对腹板焊接件或翼缘板焊接件进行整体预热，腹板焊接件或翼缘板焊接件的温度保持室温状态。

[0047] 本步骤取消现有技术采用的焊接前对腹板焊接件或翼缘板焊接件进行整体预热，让腹板焊接件或翼缘板焊接件保持在室温状态下，从而简化、优化焊接工艺，降低劳动强度，减少能源消耗。

[0048] 步骤 4、全焊透对接焊接腹板焊接件制成腹板及全焊透对接焊接翼缘板焊接件

制成翼缘板：使用单丝自动埋弧焊机在平焊位进行腹板焊接件之间的对接焊接及翼缘板焊接件之间的对接焊接，先采用多层多道焊焊接正面坡口，每道焊缝的焊接热输入量均为 $40 \pm 5 \text{ kJ/cm}$ ，层间温度小于或等于 $230^\circ\text{C}$ ，每道焊缝的宽深比大于1.1，且宽深比小于或等于7；正面坡口焊接完成后，翻转对接后的腹板焊接件，或者翻转对接后的翼缘板焊接件，对背面焊缝采用碳弧气刨进行清根，清根完成后，再采用和正面坡口焊接相同的多层多道焊焊接工艺对背面坡口进行焊接，直至背面坡口焊接完成；

[0049] 实施时，本领域的技术人员，首先将需要拼接的两块腹板焊接件或翼缘板焊接件按照设计方案放置在自动埋弧焊机在平焊位，先采用多层多道焊焊接方法，逐层逐道焊接正面坡口，焊接时，每道焊缝的焊接热输入量均为 $40 \pm 5 \text{ kJ/cm}$ ，层间温度小于或等于 $230^\circ\text{C}$ ，每道焊缝的宽深比大于1.1，且宽深比小于或等于7；多层多道焊，是指采用两道以上焊缝完成一层焊缝，采用两层以上焊缝完成整个焊接；正面坡口焊接完成后，翻转对接后的腹板焊接件，或者翻转对接后的翼缘板焊接件，对背面焊缝采用碳弧气刨进行清根；清根完成后，再采用和正面坡口焊接相同的多层多道焊焊接工艺对背面坡口进行焊接，直至背面坡口焊接完成。

[0050] 本步骤采用多层多道焊焊接方法进行全焊透对接焊接，有效提高对接焊接接头的冲击韧性，扩大熔池范围，提高了焊接质量，降低焊缝组织中冷裂纹的产生，从而实现焊接工艺的优化。

[0051] 步骤5、部分焊透腹板和翼缘板组合的T形接头：使用单丝自动埋弧焊在H型钢立柱的船形位置，也即在自动埋弧焊的平焊位进行腹板和翼缘板之间的T形组合焊接，先采用多层多道焊焊接正面坡口，每道焊缝的焊接热输入量 $40 \pm 5 \text{ kJ/cm}$ ，层间温度小于或等于 $230^\circ\text{C}$ ，每道焊缝的宽深比大于1.1，且宽深比小于或等于7；正面坡口焊接完成后，翻转T形组合焊接后的腹板和翼缘板，再采用和正面坡口焊接相同的多层多道焊焊接工艺对背面坡口进行焊接，直至背面坡口焊接完成；

[0052] 实施时，本领域的技术人员，将腹板与翼缘板组合并调整至船形位置，该船形位置也即是自动埋弧焊的平焊位，先采用多层多道焊焊接方法，逐层逐道焊接正面坡口，焊接时，每道焊缝的焊接热输入量均为 $40 \pm 5 \text{ kJ/cm}$ ，层间温度小于或等于 $230^\circ\text{C}$ ，每道焊缝的宽深比大于1.1，且宽深比小于或等于7；正面坡口焊接完成后，翻转T形组合焊接后的腹板和翼缘板，再采用和正面坡口焊接相同的多层多道焊焊接工艺对背面坡口进行焊接，直至背面坡口焊接完成。

[0053] 本步骤采用多层多道焊焊接方法进行部分焊透T形组合焊接，有效提高T形组合焊接接头的冲击韧性，扩大熔池范围，提高了焊接质量，降低焊缝组织中冷裂纹的产生，从而实现焊接工艺的优化。

[0054] 步骤6、焊缝保温缓冷处理：焊接完成后，将整个焊接接头用保温护具覆盖，保持自然状态下冷却即可；焊接完成48小时后，进行焊缝检查和做无损检测。

[0055] 实施时，本领域的技术人员根据焊接接头的预定规格尺寸，确定保温护具的规格尺寸，保温护具通常为石棉布或石棉毡，也可以是玻璃纤维布或玻璃纤维毡，还可以是岩棉布或岩棉毡。焊接完成后，直接将保温护具覆盖整个焊接接头，让焊接接头自然冷却；焊接完成48小时后检查焊缝，通常为焊缝外观检查，并对焊缝进行无损检测，通常进行超声波无损检测。检测完成后，切除引弧板和熄弧板，将切除处打磨平整。

[0056] 本步骤取消现有技术采用的焊接后对焊接接头进行加热保温处理,从而简化焊接后热处理工艺,减轻劳动强度,节约能源。

[0057] 重型、大型用 Q420B 钢建筑钢结构的立柱焊接方法

[0058] 下面是采用本发明的重型、大型用 Q420B 钢建筑钢结构的立柱焊接方法进行 4 次重型、大型用 Q420B 钢建筑钢结构的立柱焊接试验,焊接完成试验后的超声波无损检测结果。

[0059] 表 1、4 次重型、大型用 Q420B 钢建筑钢结构的立柱焊接试验的超声波无损检测结果

[0060]

H型钢 立柱 长度 (mm)	翼缘板结构参数			腹板结构参数			焊接工艺参数			无 损 检 测 结 果		
	Q420 B 钢 板厚 度 (mm)	翼缘 板焊 接件 长度 (mm)	翼缘 板焊 接件 宽度 (mm)	Q420 B 钢 板厚 度 (mm)	腹板 焊接 件长 度 (mm)	腹板 焊接 件宽 度 (mm)	焊接 热输 入量 (kJ/ cm)	道间 温度 (°C)	焊缝 厚度 (mm)			
试验 1	14000	40	1400	900	40	1750	3800	35	180	5	1.15	合 格
试验 2	15000	43	1500	1000	45	1875	3900	38	200	6	1.19	合 格
试验 3	16000	45	1600	1100	48	2000	4000	42	215	5	1.22	合 格
试验 4	17000	50	1700	1100	50	2125	4200	45	225	6	1.25	合 格

[0061] 以上是本发明的重型、大型用 Q420B 钢建筑钢结构的立柱焊接方法的实施过程。从上述实施过程可以看出,本发明在焊接前不对腹板焊接件和翼缘板焊接件进行预热处理,在 H 型钢立柱焊接完成后也不对立柱进行焊接后热保温,而采用石棉布或毡覆盖将整个焊接接头覆盖,让立柱进行自然冷却处理,相较于现有的重型或大型钢结构的立柱焊接方法,本发明没有焊前预热工序,也没有焊后加热保温工序,同时采用自动埋弧焊多层多道焊工艺,焊接自动化程度高,焊缝组织中冷裂纹极少,焊接质量高、焊接作业的劳动强度低,焊接投入少,极大减少焊接工时,从而从整体上使焊接工艺更符合重型、大型建筑钢结构搭建的需要。

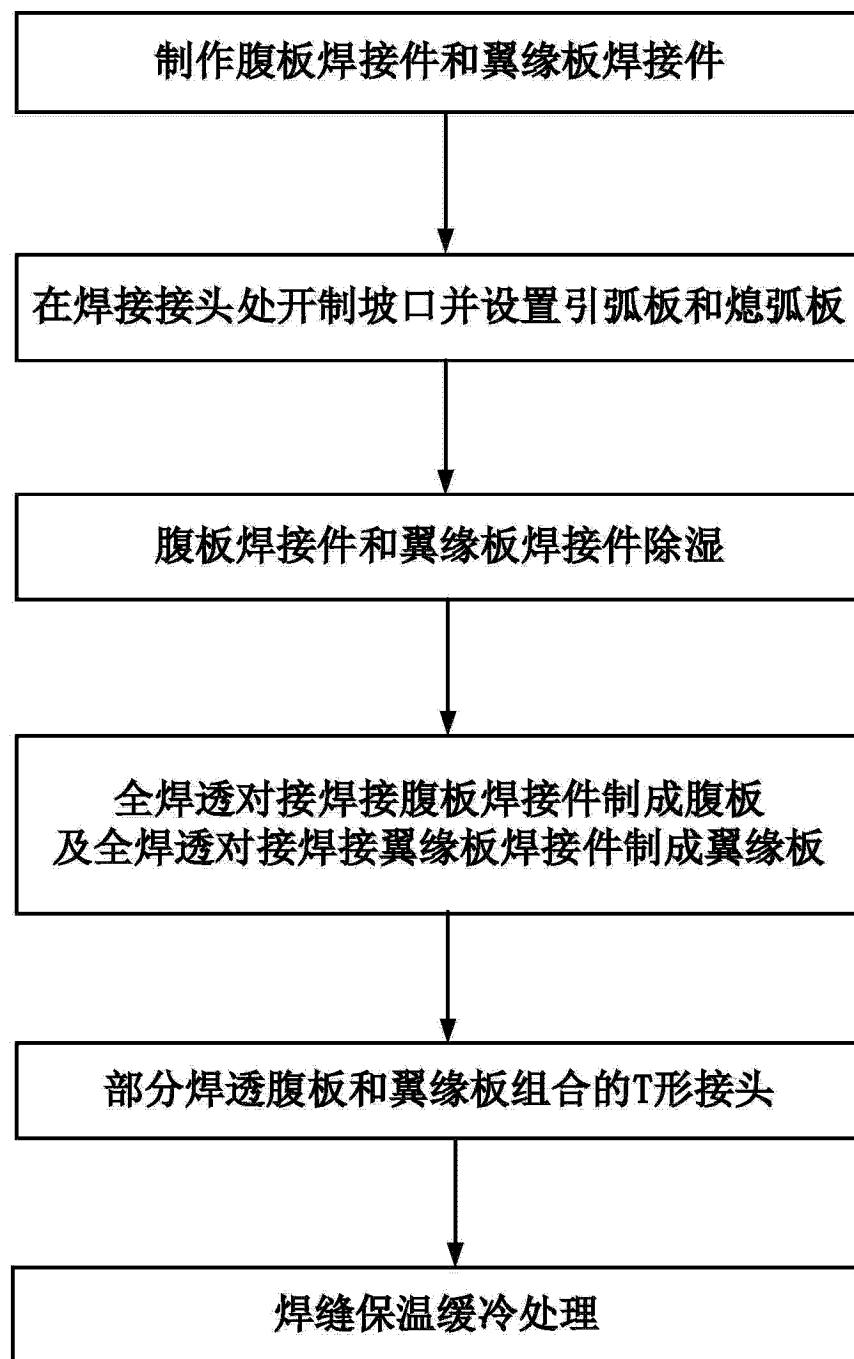


图 1