

从对一个接头的规定谈 AWS 结构焊接规范的条文说明

刘 榴 上海市焊接学会

摘要：条文说明 (commentary) 是美国结构焊接规范中很有特色的组成部分，它用以介绍条款的背景，或解释条款的内容，这对于规范使用者很有帮助。本文以 AASHTO/AWS D1.5:2010《桥梁焊接规范》对一个接头规定的条文说明为例，阐述在使用规范过程中参考条文说明的作用。

Abstract : The commentaries in AWS structural welding codes for introducing background or explaining the provisions are the unique featured parts and are conducive to users. This article takes the provision and its commentary for a joint with special groove as a sample to show the efforts for referencing commentaries in using codes.

关键词：规范，条文说明，单边坡口，对接接头，焊接位置，实用，切实可行

1. 引言

包括《钢结构焊接规范》、《桥梁焊接规范》在内的 AWS D1 系列的几部结构焊接规范都有内容丰富的条文说明。虽然规范并未对每一正文条款都给出对应的条文说明，但对于大部分重要条款，编撰者均用条文说明予以解释，或通过条文说明介绍该条款的背景。这些条文说明对规范使用者有很大帮助，在应用规范的过程中参考条文说明，有助于更准确地理解并运用规范条款，可以收到知其然，又知其所以然的效果。

例如，《钢结构焊接规范》中，对于 T 形和角接接头中传递的应力垂直于连接零件表面，即母材承受厚度方向的载荷，规范要求对于接头的设计、母材选用和细节的处理，必须给予特别注意。规范编撰者在条文说明中不但阐述了在焊接过程中母材发生层状撕裂的机理，同时，为了最大限度地避免层状撕裂的发生，又从接头设计、填充金属的选用、焊接前和焊接中的关于措施的采用，以及接头坡口的制备等方面，提供了内容丰富、极为详尽的指导。而《桥梁焊接规范》的条文说明也有类似的阐述。

本文则以《桥梁焊接规范》对一个单边坡口接头焊接位置的规定为例，说明

使用规范过程中参考条文说明的作用。（以下如未特别指明，文中‘规范’即指《桥梁焊接规范》）

2. 对单边坡口的限制

AASHTO/AWS D1.5M/D1.5:2010《桥梁焊接规范》第 2 章中，2.14“禁止的接头类型和焊缝类型”条款规定：“对那些能够实施 V 形坡口或 U 形坡口焊缝的场合，禁止在平焊位置采用单边 V 形坡口和 J 形坡口焊缝。”

图 2.4 和 2.5 的注 m 也重申了规范的这一规定：这些接头细节禁止用于那些能够实施 V 形坡口或 U 形坡口的细节的场合。

根据条款规定和图 2.4 和 2.5 的注 m，可知这里指的接头指对接接头。

使用 AWS D1.5/D1.1M:2010《钢结构焊接规范》的读者可能注意到，该规范第 2 章 2.18.2 条款也与《桥梁焊接规范》这一规定完全相同。

单边 V 形坡口和 J 形坡口系指这样的坡口：仅对组成接头的两个组件中之一件加工坡口，另一件不加工坡口，呈直角状态。这种坡口形式包括单面坡口接头和双面坡口接头。在 AWS D1.1 和 AASHTO/AWS D1.5 中，B-U4a，B-U4a-GF，B-U4b，B-U4b-GF，B-U5a，B-U5-GF 等标号的接头都属于这类接头。

图 1 为例举的一种单面单边 V 形坡口接头详图（规范中该接头标号为 B-U4b 或 B-u4b-GF）：

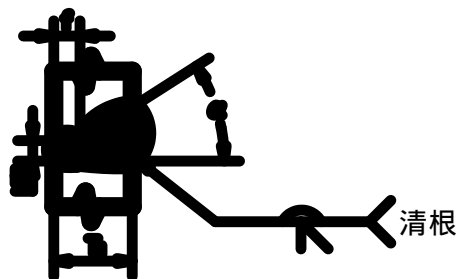


图 1 对接接头单边 V 形坡口接头详图

从字面上不难理解条款的规定，即在平焊位置焊接时，禁止使用上述图示或类似的单边坡口的接头形式。如要在平焊位置施焊，只要切实可行，必须将接头制备成 V 或 U 形坡口。

3. 规范条款的沿革

实际上，对于单边坡口对接接头焊接位置的限制，规范是作了修订的：

1996 版和以前版本的规范规定：禁止在平焊、立焊和仰焊位置焊接单边坡口对接接头；单边坡口对接接头仅允许在横焊位置焊接。

2002 版起的规范 (包括 2008 和 2010 版) 修订为: 在 V 形坡口和 U 形坡口接头可行时, 严禁在平焊位置焊接单边 V 形坡口和 J 形坡口的对接接头。

研究条款的内容, 我们可以观察到两个变化:

第一, 现行规范允许单边 V 形坡口和 J 形坡口的对接接头在横焊、立焊和仰焊位置的焊接。

第二, 条款对限制加了一个前提, 即当 V 形坡口和 U 形坡口接头可行时, 就要实行这一限制。

对于第一个修订, 读者不难理解和实施。而对第二个修订, 应当如何理解, 也就是说, 什么情况下, V 形坡口和 U 形坡口接头可行? 或者说, 什么情况下 V 形坡口和 U 形坡口对接接头不可行? 规范使用者如何理解和执行条款规定呢? 我们可以从规范的条文说明中找到解答。

4. 条文说明的分析

笔者以前常常被一些规范使用者问起, 为何单边接头只能在横焊位置施焊? 现在这一问题就成为: 为何单边 V 形坡口和 J 形坡口禁止在平焊位置施焊? 又, 什么时候是能够实施 V 形坡口和 U 形坡口的情况? 换言之, 什么情况下对接接头又无需实施 V 形坡口和 U 形坡口, 而能够在平焊位置焊接单边坡口? 在实际结构施工中, 单边 V 形坡口和 J 形坡口是常常采用的坡口形式, 因此, 对于这种坡口对接接头焊接位置的限制, 规范使用者需要认真重视。

《桥梁焊接规范》在条文说明中对上述问题作了比较详细的说明, 条文说明中包括了对以前规范规定的解释, 为了让规范使用者了解规范条款和条文说明的修订历程, 笔者全文照录条文说明的相关内容 (斜体为规范条文说明的内容):

(1) 本规范以前的版本, 限制某些仅在一个构件上制备坡口的接头在横焊位置施焊。这类坡口类型包括单边 V 和 J 形坡口, 与之相对应的是两个部件上均开坡口的情况, 比如 V 形和 U 形坡口。作出这一限制, 是因为一般作这样的优选, 即: 任何时候只要可能, 就要避免对着垂直面进行焊接, 从而导致在可能时, 选择 V 形或 U 形坡口来代替单边 V 形和 J 形坡口, 因为, 通常认为, 在平焊、立焊和仰焊位置, 当两个构件上都制备坡口而熔敷焊缝金属时, 比较容易保证焊缝质量。当在横焊位置施焊时, 优选在单独一个构件上制备坡口, 并因此被以前的规范所允许。

对这一条款作出改变, 是因为在某些应用中, 也优选单边削斜制备的坡口在平焊位置施焊。最值得注意的例子是将水平板材焊接到翼缘板上, 在该处, 附件的作用是横向连接板。本规范以前的版本中, 这些焊缝要作这样的处理: 或者由于需要在两个构件上制备坡口 (V 形或 U 形坡口细节), 就需要在附件长度方向上, 对主要构件 (大梁翼缘板) 单边削斜制备坡口; 或者, 要求这些焊缝在横焊

位置施焊.....

为了解决这个问题,对 2002 年版的条款作了修订,不但对图 2.4 和 2.5 的注 M,也包括 2.14 的条款都进行了修改,允许这一类的坡口细节在平焊位置施焊,但是,对那种 V 形和 U 形坡口是“切实可行”的情况,则不允许。这一条款包含两个概念:1)可能的,或者可做的;2)切实可行的,或通常被接受的习惯做法。

例如,常规用 V 形或 U 形坡口、在平焊位置焊接腹板和翼板对接接头,可以相当快速地完成。并且,常规也是这样去做的,这就是切实可行的。然而,将一块水平的连接板焊接到大梁翼缘板上去,虽然可能将其制备成 V 形或 U 形坡口,但却不能通过实际应用的考核,因此不实用。

2010 版规范则更在条文说明相关接头详图的解释中新增了下述内容:

B-U4a, B-U4a-GF (指单边 V 形坡口) 在本规范的以前版本中,单边坡口接头仅限制在横焊位置焊接。.....因为在平焊位置施焊时,一侧带有垂直边的 B-U4a 接头比带有两个斜面的单面 V 形接头容易产生熔合缺陷.....

在大多数情况下,B-U2a (指 V 形坡口)将比 B-U4a 更切合实际而被优选。然而,也有一些情况,B-U2a 不切合实际,B-U4a 反而被规范许可。一个主要的例子是:将一块横向连接板焊接到一个大梁翼缘板的棱边上去。这种情况下,不希望在主要大梁翼缘板的棱边上切坡口。如果只在这个连接板上切坡口,并要求这样的焊缝在横焊位置焊接,这也是不现实的。因此,本规范改变为:允许 B-U4a 在平焊位置施焊,但是仅推广到这样的情况:采用 U 型或 V 型坡口“不切实际”。(见注 m)

5. 对规范条文说明的理解

读者在看了规范条文说明后,将不难理解规范对于单边坡口对接接头在在平焊位置的限制。

规范的条文说明,其实是基于焊接实际操作和施工经验。一个清楚焊接操作要领的工程技术人员,或者一个熟练的焊工都很清楚地知道,焊接时,焊条(丝)和焊着母材的坡口面所成的角度很重要。当焊条(丝)和坡口面所成角度越接近垂直时,越容易保证熔敷的焊道和母材的良好熔合;而当焊条(丝)和坡口面所成角度越小时(极端情况就是所成角度为零度,即平行),越容易发生熔合缺陷。因为焊接电弧的温度场分布不是球形对称,在焊条(丝)轴线方向上温度高,而在成 90° 的侧面,温度就要低得多。当制备成 V 形坡口时,操作中,焊条(丝)和熔敷平面容易形成垂直或接近垂直的角度,这种情况容易保证熔合良好。而在单边坡口的焊接中,焊条(丝)和未制备坡口(即未削斜的垂直面)的面的夹角往往很小,或接近于平行,这就容易导致未熔合缺陷。这种情况在平焊位置时特别容易发生,因为,平焊位置虽然是最容易操作的焊接位置,但人们的操作习惯

常常是将焊条（丝）垂直向下，也就是说，焊条（丝）和未加工坡口的那一面处于平行的状态，加上平焊位置又可以采用更大的焊接电流，这就很容易导致未熔合。为了避免出现这样的情况，规范规定：在能够实施 V 形坡口和 U 形坡口的场合，禁止对接接头采用单边 V 形坡口和 J 形坡口。

同时，某些附件，如水平连接板这样的部件焊接到桥梁结构的重要部件（如翼缘板）上去的时候，如果教条地执行规范的规定，则就要作如下选择：

一．对翼缘板进行加工，使之成为 V 形坡口或 U 形坡口，而这就要对重要的部件（翼缘板）进行加工以制备坡口，显而易见，这并不可取，因为不论是实际的工程施工，还是规范的规定，都不希望对重要部件进行一些并不必要的加工；

二．不对翼缘板进行坡口加工，保持单边坡口的状态，但为了符合规范对于这种坡口接头焊接位置的规定，焊接时就需要变动整个结构的位置，使这种坡口的焊接位置变成横焊（或立焊、仰焊位置）。从而需要投入很大的起重、吊装工作量，这在成本的考核上同样很不合理，因而不实用。

这一情况，即不符合实施 V 形坡口或 U 形坡口的情况。因此，一，不可取；二，不实用。对于这种情况，实际操作中，可以允许单边坡口对接接头在平焊位置焊接。

6. 小结

严格说起来，对于单边坡口接头，当在平焊位置施焊时，如果特别小心操作，注意在焊接过程中使得焊条（丝）和未加工坡口的那一面在可能范围内所成角度尽量大些，并采用合理的焊接电流等，使得熔敷的焊缝金属和不加工坡口的那一面良好熔合，焊缝质量还是可以得以保证的。但是，我们不能要求规范作这样的表述，规范要面对的是普通适用的情况。桥梁是重要的构造，因此对于可能导致出现焊缝缺陷的情况，规范条款对于这类单边坡口的情况还是作出了明确的限制（与此相类似的是，在《钢结构焊接规范》中，这一规定也仅适用于周期载荷的结构。）

综上所述，我们明白了规范为什么要对单边 V 形坡口和 J 形坡口对接接头的焊接位置作出限制；也知道了对于这种接头在平焊位置焊接时允许某种变通的确切含义：一方面，当切实可行时，平焊位置施焊时必须要把坡口制备成 V 形或 U 形坡口；另一方面，当焊接某些非关键部件时，强制要求 V 形或 U 形坡口，或者要求在横焊等位置施焊，则是不实用的，这种情况下，应该允许这种单边坡口接头在平焊位置焊接。这种变通也反映了 AWS 规范的一贯做法，因为 AWS 规范不是单纯的学术著作，因为它是来源于实践，又考虑到工程实际需要并指导实践的标准文献。