基于机电液一体化的高炉设备检修技术研究

谢静
（河钢集团承钢公司炼铁事业部　河北　承德　066502）

摘要：高炉风口中套更换在高炉设备检修中占据着十分重要的地位。高炉风口中套更换不仅施工时间较长而且需要大量的人力才能完成，在施工的过程中还需要确保高炉停炉休风才能进行，因此有效提升高炉风口中套更换的速度和质量将会有效提升高炉设备检修的速度。中套设备是安装在风口和大套之间，由于高炉设备温度较高，所以中套和大套在长时间高温的作用下受热膨胀，这就导致两者之间联系更紧密很难拆除，在传统施工的过程中需要多人用悠锤反复的敲击才能拆除，因此这也增加了施工过程中存在的危险因素。本文介绍利用机电液一体化系统对高炉风口中套进行拆除，不仅能够有效降低人员的投入，而且在拆除的过程中不会造成中套和大套设备的损坏，进而有效提高了设备的使用寿命。

关键词：机电液一体化；高炉设备；检修技术

0　引言

在冶炼行业中最常见的就是高炉设备。高炉设备主要有大、中、小三个内套（图 1），在向高炉设备中放料的过程中很容易造成中套的损坏，再加上高炉设备所处的环境影响导致中套很容易发生故障，因此高炉设备的中套需要经常更换。采用传统的拆除技术不仅耗时耗力，而且还增加了外部的危险因素，而利用新型设备可以根据高炉大中套的尺寸来确定拉杆的尺寸，这样能够给高炉实施反向拉力，可以轻松地把中套从高炉中吊出，不仅降低了高炉设备检修的难度，而且提高了其质量和效率。

1　应用的意义

高炉设备组成其结构相对来说较为复杂，从上到下依次为喉、身、腰、腹、钢五部分，在冶炼的过程中还需要使用冷却设备来对高炉进行降温，通过炉顶来进行填料和排气工作，这也增加了高炉设备检修工作的难度。随着时代的发展，目前炼铁的技术和方法都有了明显的提升，但由于高炉设备冶炼工作速度快、能耗低而且产量大，所以高炉风口设备在冶炼行业中依然占据着十分重要的地位。传统的拆除技术相对落后并且对人力的要求较高，在施工现场经常会出现许多问题需要解决，所以采用新的技术提高高炉设备检修的质量和效率是当前亟待解决的问题。

1.1　满足生产需要

高炉设备的中套由于各种因素的影响出现问题的可能性较高，因此为了确保高炉设备的正常运行，中套检修工作一直是高炉设备的主控项目，因此中套设备更换效率将会影响到整个高炉停炉检修的时间，再加上中套

（a）风口中套和小套　　（b）风口大套

图 1　高炉设备中的内套

70-84 安全与生产 22年 4月中 第11期.indd 82　　2022/7/31 11:22:59

检修工作需要在停炉休风的状态下进行，所以将机电液一体化设备引入高炉设备检修作业中是满足企业生产的需求的有效措施。

1.2　满足检修难度和强度需要

高炉的中套部分一般是固定在风口大套上，为了确保其坚固性，各结构之间的联系非常紧密，再加上其长时间处于高温条件下，会使大套和中套之间的联系更加紧密，这也给后续的拆除工作带来了极大的不便。虽然在日常工作中，为了防止中套融化，一般会在中套内打入循环冷却水来进行降温，但在进行中套拆除的过程中为了防止冷却水进入高炉内，就需要停止冷却水的供应，而冷却水的冷却时间是有限的，如果在 30min 之内没有将中套拆除，高炉内的高温会导致中套因为热膨胀而与大套之间的联系更加紧密，所以，使用科学的方法在短时间内将中套进行拆除非常重要。

1.3　满足安全生产需要

传统的高炉中套拆卸过程中需要由 20 ～ 30 个人用悠锤对其进行反复敲击，再加上高炉周围空间较为狭小，所以在施工的过程中存在很多安全隐患。除此之外，在实际施工的过程中，由于小套拆除后冷空气会灌入炉膛内部，瞬间的冷热交替会使炉内的铁渣飞溅，给施工人员的生命安全带来影响，所以将机电液一体化技术应用到高炉设备检修中是时代和社会发展的必然选择。

1.4　满足降本增效的需求

传统施工过程中使用的悠锤本身也是一种消耗品（图 2），而且传统的拆除过程除了需要大量的人力之外还需要耗费 4 ～ 5h 才能拆除完成，悠锤在使用的过程中长时间处于高温状态下会使其性能发生变化，在不断的冲击下钩头还会出现变形断裂的问题，一旦出现这种问题就代表整个悠锤彻底报废 . 在实际的拆卸过程中甚至可能会出现一次性损坏 3 ～ 5 个悠锤的情况，这在一定程度上增加了检修成本。而机电液一体化系统在拉拔的过程中能够稳定地长时间输出，并且在该设备中采用的是双钩头形式，使得每个钩头承受的拉力减少 1/2，这样不仅使整个系统更加稳固，而且还延长了钩头的使用寿命。

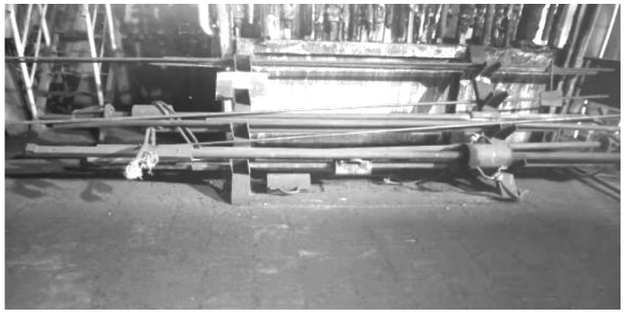

图 2　传统悠锤

1.5　有效提高设备的使用寿命

采用悠锤敲击的方式是利用反作用力实现大套和中套进行分离，但在敲击的过程中由于操作的人数较多，如果没有很好掌握瞬间冲击力就有可能造成中套外部和大套内部发生破损，这样不仅会增加两者之间的摩擦力，而且还会进一步缩短设备的使用寿命，所以将机电液一体化技术应用在高炉设备检修中可以延长设备的使用寿命。

2　高炉中套拆卸技术国内外现状

国外的高炉中套拆卸技术相对来说较为成熟，目前日本在高炉冷却壁方面的研究也取得了较大的突破，其主要是通过加强角冷却的方式代替传统的水冷却方式，目前新日铁的研究已经迭代到第四代，第四代是在综合前三代优势的基础上进行了创新。

而反观国内高炉冷却壁发展相对来说较为缓慢，以上海宝钢为例，其冷却壁的制造是借助新日铁工艺制造腹、腰、身以及底部四段，剩下的则是由宝钢内部自行研究设计的。冷却壁由于具备较高的实用价值，所以在冶炼行业中得到了广泛的关注。

在进行生产的过程中，风口附近的环境较为恶劣（图 3），并且在使用的过程中框料有时候会发生迸溅，这也就增加了风口损坏的几率。随着我国科技的进步和发展，我国在风口研究上也取得了相应的进展，其主要是将风口的材质改为铜，通过提高铜的纯度进而充分发挥铜自身优良的导热性，提高冷却的效果。

但目前国内外在高炉中套拆除装置中的研究相对较少，国内外在进行高炉设备检修的过程中仍采用传统的悠锤锤击的方式，而利用液压设备能够在拆卸的过程中给风口提供持续大于悠锤锤击的拉拔力，更有助于提高现场工作的质量和效率。

图 3　风口设备和电弧炉

70-84 安全与生产 22年 4月中 第11期.indd 83　2022/7/31 11:23:00

3 高炉中套拆卸装置关键技术

3.1 关键技术难题

传统的中套拆卸技术是使用悠锤进行锤击，在拆卸的过程中很容易产生一些不安全因素以及资源浪费的现象，而本设备是依据高炉的大中套尺寸来确定拉杆距离，通过分析大套和中套之间的粘合力来确定整个液压系统，通过这套设备最大可以提供 150t 的反向拉力，然后依据现场环境确定小车的尺寸，小车的拉杆重心要与中套重心相一致，再通过钩头勾住中套端面，然后将液压机的压力逐步提升。这样在达到一定拉力的情况下就可以使大套和中套之间发生松动，之后操作手拉葫芦便可以将套口拉出。

3.2 主要技术特征

3.2.1 钩头

钩头又被称为拉杆端头，其是依据原有的悠锤结构来进行设计的，在使用的过程中为了使其能够承受滑块回收过程中所产生的拉拔力，所以增加了钩头的抗剪强度。

3.2.2 拉杆活动关节

3.2.2.1 拉杆活动关节的组成

在拆卸中套的过程中需要使用中套拉紧关节，拉杆活动关节的前端是根据中套的结构来设计的，拉杆关节主要是由撑开杆和撑开油缸以及带钩头的拉杆组成，发展活动环节是该设备重要的执行件之一，其主要是负责从后部将中套固定住。

3.2.2.2 拉杆的动作原理

系统在运作的过程中撑开油缸会向前顶出，这样就会使撑开杆向外扩张，而当油缸回收的过程中撑开杆由于力的作用向内收拢，利用拉杆的收拢和张开状态可以实现将拉杆上的钩头钩住中套的前端，在施加力的作用就可以实现中套的拆卸。

3.2.3 拉杆的互换性与设备功能扩展

在使用该装置的过程中，需要结合高风炉口的具体情况来选择合适的拉杆关节，如果需要对拉杆关节进行更换则需要一台承载大于 1t 的起重设备以及两个操作人员才能完成。为了满足拆卸不同大小高炉中套的要求，还需要根据高炉中套的尺寸来制作特定的拉杆。

3.3 拉拔机构

3.3.1 拉拔机构的组成

拉拔机构是由滑槽和滑块组成。滑槽主要是固定在设备的底座上；滑块上安装的是拉杆活动关节，滑块的后端与两个拉拔油缸相连接，这样当拉拔油缸产生动作时就可以带动整个拉杆关节进行前进和回收。

3.3.2 拉拔机构的动作原理

在动作开始之前整个装置处于收拢状态，将大套的法兰面靠在支架上，然后由拉拔油缸驱动滑块移动，这样就能使拉杆上的钩头钩柱中套，接着驱动拉拔油缸反向运动就可以实现中套从大套上拆除。

3.3.3 机架

机架由 35# 型材拼接而成，主要用来承受设备本体重量和拉拔过程中所产生的内部作用力。

3.3.4 操作界面

操作界面和液压系统都放置在整个装置的后面，其构造非常简单，主要包括电源、急停、启动、前进以及后退等按钮，而具体的操作装置则位于设备的另一侧，这样相关工作人员可以清楚地观察到拆卸过程，在操作过程中出现问题能够第一时间下达相应的指令动作。高炉设备在使用的过程中会逸散出大量的粉尘，这些粉尘会给操作柜和液压系统集成带来不良的影响，所以一般都会将操作柜和液压集成系统放置在一个罩壳中，这样能够有效减少故障发生的概率，进而延长设备使用寿命。

4 结语

综上所述，高炉风口中套拆卸装置完全能够满足理论与实际需求，该大型高炉中套拉拔装置通过液压驱动的方式，实现了中套拉拔的机械化，比采用悠锤锤击的传统方式取得了较大的进步。在叉车的配合下可以非常轻松地将中套拉出，有效减少了风口中套拆卸项目的人员投入，作业人员的安全从本质上得到了保障，提高了劳动效率，消除了悠锤的消耗，延长了大套及其他设备的使用寿命，但目前该装置在使用的过程中仍存在部分问题需要改良，所以相关工作人员还需要加大对该装置的研究和探索，推动我国高炉设备检修工作的进步。

参考文献：

[1] 蔡友良．基于机电液一体化的高炉设备检修技术研究 [J]. 大众标准化 ,2021(01):68-69.
[2] 李波．延长高炉设备检修周期的技术措施探讨 [J]. 中国设备工程 ,2020(21):61-63.
[3] 刘杰，高勇超，杨红伟，等．大型高炉风口设备检修技术创新研究 [J]. 施工技术 ,2018,47(S1):498-500.
[4] 余翔宇．济钢延长高炉设备检修周期的技术措施 [J]. 山东冶金 ,2017,39(03):69-70.
[5] 张倩．锅炉机电一体化节能系统中变频技术的应用 [J]. 湖北农机化 ,2019(09):12-13.

作者简介：谢静（1985.02-），女，河北秦皇岛人，本科，工程师，研究方向：炼铁设备管理。

70-84 安全与生产 22年 4月中 第11期.indd 84 2022/7/31 11:23:00