

# 冷床喷雾冷却系统集水排水装置的新型设计

董洪丽

(中冶东方工程技术有限公司, 山东 青岛 266555)

**摘要:** 文章介绍了型钢生产线利用冷床冷却的现状和发展趋势。根据喷雾冷却技术在冷床生产中的应用问题, 设计出一种新型喷雾冷却系统集排水装置, 结合设计图重点介绍该装置布局和结构。该装置具有节约成本、缩短施工工期、降低安装难度、方便检修维护等特点。利用这些特点, 使喷雾冷却技术在型钢冷却过程温度控制的优势得以充分发挥, 使冷床在有限面积上获得更好的冷却效果, 也使冷床生产能力在喷雾冷却技术加持下得以提高, 为在线冷床喷雾冷却的改造提供参考。

**关键词:** 冷床; 喷雾冷却; 集水; 排水

中图分类号: TH185

文献标识码: B

文章编号: 1009-5438(2023)01-0073-05

## New Design of Captation and Dewatering Installation for Spray Cooling System of Cooling Bed

*Dong Hong - li*

(*BERIS Engineering & Research Corp. , Qingdao 266555, Shandong, China*)

**Abstract:** In this article, the current conditions and development tendency of cooling bed in the production line of section steel are introduced. A new type of captation and dewatering installation for spray cooling system is designed to solve the problems in applications of spray cooling technology in production of cooling bed. Its layout and structure are mainly introduced combining with design drawings. It is with such characteristics as lower costs, shorter construction period, easier installation and convenient maintenance. With these characteristics, the advantages of spray cooling technology for temperature control in cooling process of section steel could be fully taken, the cooling effect of cooling bed on limited area is better and capacity of cooling bed is improved with the spray cooling technology, which provide reference for upgrading the spray cooling system of online cooling bed.

**Key words:** cooling bed; spray cooling; catchment; dewatering

在型钢生产线上,冷床是对轧制产品进行冷却的有效工作台面,也是型钢生产中一项重要的工艺过程。型钢轧制成形后,通过上料设备进入冷床,再由步进机构将排列在冷床上的工件逐步移向冷床顶端,在运送过程中实现了工件的冷却。最初,冷床冷

却通常为空气自然冷却,由于型钢截面特殊,将导致散热不均断面温差、残余应力大等,最终影响型钢的机械性能和发生产品缺陷<sup>[1]</sup>。随着我国工业发展,市场对高性能、高质量的钢材需求增大,控制冷却技术近年得以快速发展。作为控制冷却方法的一种,

在型钢冷床冷却中大部分采用喷雾冷却技术。喷雾冷却多用于冷床中部,利用喷嘴将压缩空气与水混合后,喷射大量细小弥散的气雾,带走型钢表面残余热量<sup>[2]</sup>。喷雾冷却具有冷却均匀、调节范围大、冷却速度快等优势,在达到控制冷却目的的同时,可以缩短冷却周期,减小冷床本体的长度。近年来,各钢铁生产厂家对于旧生产线的设计能力进行扩容改造后,冷床生产能力问题愈加明显,对其进行喷雾冷却改造和增加强制风冷,成为较为普遍采用的方法<sup>[3]</sup>。

目前喷雾冷却技术相对成熟,已得到普遍认同。作为型钢轧制成形后降温过程高效、安全的温控方法,越来越多地应用在新建的型钢生产线的冷床设备上,拟在有限的冷床面积上获得更好的型钢冷却效果和更高的生产能力<sup>[4-6]</sup>。尤其在旧生产线上对在线冷床改造以提高冷床生产能力的项目上,优势更加明显。

喷雾冷却技术在实际应用中却困难重重,其主要原因是在工程实践中冷却水收集难以实现。在新建项目中,首次安装的问题可以利用安装工序加以解决,但生产后收集和排放冷却水的装置检修普遍存在问题,项目建成后对于无需喷雾冷却的型钢钢种,喷雾冷却设备还会影响冷床局部的通风效果。对于在线改造项目,解决这个问题的难度更高,收集装置安装困难,一体式设计的收集装置本体安装困难,后期的检修和维护更加困难。

究其原因,这些都是由于冷床下方的空间有限。喷雾冷却系统收集装置的布局和结构的合理性成为喷雾冷却系统能否高效应用于型钢冷床温度控制中的关键,同时也是冷床喷雾冷却改造能否成功和具有良好使用效果的关键。

本文所介绍的新型喷雾冷却系统集水排水装置的新型设计,正是基于解决上述问题,使得喷雾冷却技术更多地应用于型钢生产中,进而推进喷雾冷却技术的发展。

## 1 冷床喷雾冷却系统集水排水装置

常规的冷床喷雾系统布置方式,其断面图如图 1 所示。

喷雾系统与下部的集水排水装置共同构成冷床喷雾冷却系统,该装置安装于冷床接钢面下方,其中喷雾系统固定于冷床台面下部,集水排水装置在喷雾系统下方并固定于冷床本体上。该装置由接水

槽、分排水管和总排水通道组成,其功能是收集喷雾冷凝水,并引导至总排水通道,最终将废水排放至指定地点。

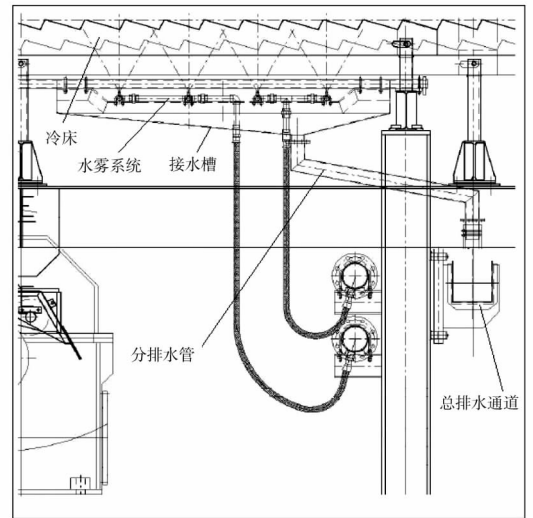


图 1 常规喷雾冷却系统接排水装置

常规的冷床喷雾系统接水槽为整体结构,沿冷床宽度方向(与图 1 垂直方向)通长布置,接水槽采用整体焊接或刚性连接为一体。由于冷床下部的空间紧张,接水槽的固定及安装形式相对单一。在新建项目尚可用安装顺序加以补偿安装空间的不足,而对于改造项目,受原冷床原结构设计及已安装台面的限制,带来的施工安装困难、工期长、工程量大等问题,严重地影响了生产。在安装完成后,接水槽与冷床本体成为了一体,加重了安装检修空间不足的问题,造成喷雾系统和其上安装的台面无法定期更换零件,日常的维护性检修也非常困难,从而影响生产。同时,在冷床生产中,不是所有的产品都需要经喷雾冷却控制温度,只有其中部分断面大的产品或特殊钢种产品有喷雾冷却的需求,对于那些自然冷却或者风冷即可的产品,通风则是其冷却过程的重要因素。图 1 所示的集排水装置布置方式,对冷床局部通风影响较大。另外,图 1 中的集水槽在其垂直方向,两个分排水管之间的接水槽底部为水平关系,没有高差。对于落点散、渣量大的冷凝水来说,在两个排水管之间,容易因排水不畅形成积渣,时间长了会在水槽底部板结,影响排水,容易腐蚀集水槽且不断加大冷床的负荷。综上所述,常规的冷床喷雾系统布置方式,因受前面这些不利因素的制约,将不能广泛地应用于型钢冷却过程中控制温度。

## 2 冷却系统集水排水装置的设计

新设计的集水排水装置结构如图2所示。

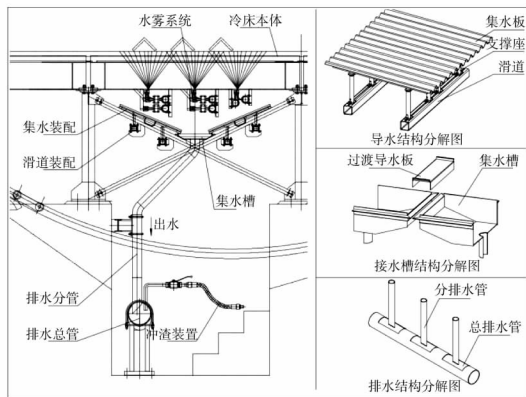


图2 冷床喷雾冷却系统集水排水装置新型设计

在冷床喷雾冷却系统集水排水装置新型设计中将集水部分分为两部分,分别为导水板和集水槽,其中导水板设计为分片相互搭接的结构形式,上铺板采用耐腐蚀的薄钢板或彩板等轻质材料为集水面板<sup>[7]</sup>,下部安装支架及勾挂装置。

集水槽采用分体设计,每个集水槽可以单独集水,以分排水口为中心低点,以利于排水排渣。集水槽沿冷床宽度方向固定安装于冷床的本身结构上。两个相邻的集水槽间安装过渡导水板,以联通集水槽。每个集水槽下部安装分排水管道,根据冷床现场的情况,分排水管道路由可以自由设计。

滑道为导水板的主要承重构件,固定于冷床本身钢结构上,设计导水板支座结构,通常可以让其在滑道中滑动以调整导水板安装间距,调整完成后将导水板勾挂于其上,导水板即完成安装。

总排水管道的设计可以按现场实际情况考虑,在改造项目中,在不破坏原有冷床的基础上,可以将管道设计为图2所示的形式。必要时可以将总排水管与分排水管进行封闭连接,形成联管路的形式,以改善和弥补局部斜度不足导致排水不畅的状况。

在整个排水通道范围内,根据水质和积渣的情况,在冷床的宽度方向分段设置冲渣装置,利用检修时间,主动定期清理排水管道的积渣。

## 3 冷却系统集水排水装置设计优势

### 3.1 合理利用冷床下部钢结构构件间的空间

冷床喷雾冷却系统和集水排水装置安装于冷床的台面与下部钢结构构件之间,安装空间与冷床的本

体结构有关。新上冷床项目,安装相对容易。首先新上项目在设计中,可以整体考虑喷雾系统的布置,并且合理安排冷床喷雾冷却系统和集水排水装置的安装次序,例如先安装喷雾系统,再安装其上的冷床台面。但在改造项目中,冷床的本身结构已经固定,则需根据已有的冷床本身结构进行设计和安装。如果采用一体式的接水槽,安装过程中需拆除相关的台面或者使其穿过冷床本身钢结构再进行固定,这样会耗费大量的人力、物力和时间,安装成本大。同时,一体式的接水槽投入使用后,一旦发生局部故障,处理起来非常困难,检修的空间严重不足,需要的检修时间也更长。采用新型设计,集水槽分体安装,断面和长度大大减小,施工中可以根据实际情况摆放集水槽,也可以插入冷床的本身结构中。新型设计的集水排水装置上部的导水板采用的分片搭接、勾挂安装的结构,使得安装过程简单容易,其单片重量轻,人工即可完成,满足了该设备日常检修更换的条件。

### 3.2 空间布置结构合理

新型设计的集水排水装置,采用的是基本模块式设计,可以根据现场的实际空间情况,做到量体裁衣,现场决定模块的大小与数量。该集水槽与冷床钢结构的固定还有一个特点就是焊接量不多,对冷床本身钢结构的损伤也不大。集水排水装置的所有构件,其相互连接大都采用搭接,通过过渡导水板引导冷凝水,安装既简单又便捷,可以在保留冷床原结构及其安装不变的情况下,进行安装,同时有利于后期的检修和维护。对于需要自然冷却或者风冷的产品,该集水排水装置可以快速进行人工拆除导水板,还原冷床的通风条件,消除喷雾系统对冷床局部通风不利的影

### 3.3 排水畅通

该装置的集水槽分体设计以后,每个槽体的中部标高要比四周低,保证了槽体内集水后的水流向中心排水口集中,使收集到的冷凝水快速地排入总排水管中,从而避免了集水槽内积渣。在集水槽分体后,相邻水槽之间会留有安装缝隙,此处特殊设计为在每两个水槽之间增加搭接结构的轻质导水板,以此将水槽连接为一体,既保证导水集水的功能,又减少了安装的成本。在新型设计中,沿总排水通道增加的分段冲渣装置,可以做到随时或者定期冲洗排水管道,以保证排水通道的畅通。

### 3.4 成本低,负荷小

冷床喷雾冷却系统集水排水装置基于收集的特性,其集水面面积大,一体制作集水槽受刚度和耐腐

蚀要求的限制,钢板的选材比较厚,整体的制作成本比较高,对下部的冷床钢结构负荷也很大。采用新型设计后,导水板的面板作为主要收集面,根据分片搭接的安装形式,可以选择轻质的镀锌钢板或者彩钢板,下部辅以托架的结构,薄板加骨架设计较实体铺板设计,钢材总用量可以降低 60% 左右,大大节约了制造成本。同时,由于集水排水装置重量减少,也大大减轻了冷床的负荷,保证冷床本体的寿命,降低了为此而增加的加固成本。在生产中,其日常维护的成本也可以随之降低。

### 3.5 有利于构建和开发新设计

在集水排水装置新型设计的过程中,体现了合理利用空间、方便安装和后期检修维护的设计理念。每一个设计模块都最大程度地发挥其在生产中的作用。比如,下部的集水槽,可以多用,除了可以集水排水还可以代替喷雾系统的安装平台;对于安装空间不足的冷床的喷雾冷却改造项目,还可以将接水装置设计安装于动台面钢结构上,弥补安装空间不足的缺憾。

## 4 使用效果

冷床喷雾冷却系统集水排水装置的新型设计,以其成本低廉、布置合理、施工安装检修方便等优点,自 2018 年起,多次被用户在型钢冷床新建和改造生产项目中应用。到目前为止,新建和改造的项目使用效果良好,得到了客户的认可。例如,2018 年鞍钢股份大型厂生产线冷床增加喷雾冷却装置项目、2019 年河北永洋轻轨项目冷床及编组设备机电液供货和安装项目、2021 年金鼎重工有限公司 600 mm H 型钢 EPC 总包项目等多次应用。该集水排水装置已取得专利授权<sup>[8]</sup>。

2018 年鞍钢冷床在线喷雾冷却改造实景图如图 3 所示。2019 年河北永洋轻轨项目新建冷床喷雾冷却实景图如图 4 所示。



图 3 2018 年鞍钢冷床在线喷雾冷却改造实景图



图 4 2019 年河北永洋轻轨项目新建冷床喷雾冷却实景图

## 5 结束语

经过多次工程实践证明,冷床喷雾冷却系统集水排水装置,结构布局合理,安装检修方便,制造维护成本低廉,该设计也为喷雾冷却技术的发展前景拓宽了思路。同时,为了更好地满足客户的更高要求,该设计还留有改进空间,尤其是客户对设备的适用、合理、经济的需求,均有很好的发展前景。随着喷雾冷却技术的不断发展,客户也许会提出更高的要求,根据不同的客户提出的不同要求,该设计也在不断的改进和完善当中。在不断地摸索、设计中寻求更经济实用、更合理的空间利用方案,使喷雾冷却技术更多的应用于型钢生产中。

### 参 考 文 献

- [1] 成大先. 机械设计手册[M]. 北京:化学工业出版社,2017.
- [2] 简物润,李爱臣. 气雾冷却系统在 H 型钢控冷技术中的应用[J]. 一重技术,2022(3):11 - 14,53.
- [3] 陈松. 大型 H 型钢控制冷却研究[D]. 唐山:华北理工大学,2017.
- [4] 魏振洲,刘春颖,薛跃华. H 型钢冷床喷雾冷却实践[J]. 山东冶金,2006,28(2):26 - 27.
- [5] 傅飞. 型钢冷床的设计要点[J]. 装备制造技术,2009(3):165 - 166.

- [6] 戚新军, 靳玉海, 韩彩凤. 利用水雾冷却提高棒材冷床的冷却能力[J]. 轧钢, 2004, 21(2): 68-69.
- [7] 吴明超, 柴昶, 蔡昭昫, 等. 建筑用压型钢板

- [M]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
- [8] 董洪丽, 吴民渊, 罗大林, 等. 一种喷雾冷却收集排水装置[P]. 中国专利: 214469569U, 2021-10-22.

(上接第 64 页)

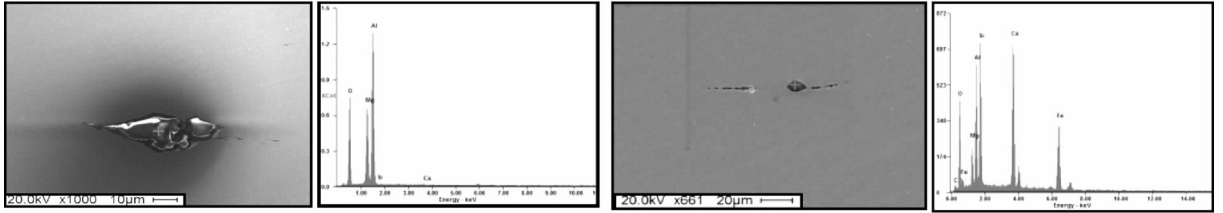


图9 3<sup>#</sup>试样典型夹杂物的SEM能谱分析

## 4 分析讨论

钢轨在服役过程中轨头工作面受到轮轨接触应力的作用, 接触应力区在轨头工作面下的一定深度, 一般在 10 mm 以内, 在处于此范围内的夹杂物周围产生应力集中, 在反复交变应力的作用下当夹杂物尺寸大于裂纹萌生的临界尺寸时, 夹杂物作为裂纹源就会产生扩展开裂, 随着轮轨交变应力周期性作用而扩展形成核伤。本文通过对三种钢轨的研究分析, 发现钢轨轨头在近表面位置, 如 1<sup>#</sup> 的 4.97 mm 位置、2<sup>#</sup> 的 1.42 mm 位置、3<sup>#</sup> 的 2.84 mm 位置均存在大小不同的非金属夹杂物, 同时通过对非金属夹杂物的二维分布图分析, 位于 10 mm 以内位置的较大夹杂物也都有一定比例。

## 5 结论

(1) 对钢轨中非金属夹杂物的检测方法进行了

优化, 对夹杂物的数量、尺寸及分布的表征更加全面、直观, 特别是明确了大型夹杂物的分布。

(2) 减少钢轨轨头工作面 10 mm 以内大尺寸夹杂物的数量, 是今后钢轨炼钢工艺研究的重点方向之一。

## 参 考 文 献

- [1] 田亚松, 白荣, 康志杰. 出口轨氧化物洁净度(K法)检测结果的因素分析[J]. 包钢科技, 2017, 43(1): 44-46.
- [2] 曹茂林. 钢轨断裂分析[J]. 铁道建筑, 2003(12): 38-39.
- [3] 张立峰. 关于钢洁净度指数的讨论[J]. 炼钢, 2019, 35(3): 1-12.
- [4] EN 10247—2017, 使用标准评级图对钢中非金属夹杂物含量进行显微测定[S].