

# 高炉开铁口机技术发展与新型开铁口机的研发

张秀萍<sup>1①</sup> 胡华平<sup>1</sup> 张春义<sup>2</sup> 敖爱国<sup>3</sup> 于君成<sup>1</sup>

(1:三峡工业设计研究院 宜昌 443001; 2:迁安钢铁公司钢炼铁分厂 迁安 064404;  
3:宝钢炼铁厂 上海 201900))

**摘要** CHY4000A 型全液压开口机开发与应用,解决了制约炉前技术进步的八个难题,推动了我国炉前设备自动化水平,加快了国外新技术新工艺在我国高炉应用。在宝钢、武钢、韶钢取得了较好的成果,已经具备了在大型高炉推广使用的条件。

**关键词** 高炉 开铁口机 国产化 应用

**中图分类号** TF321.5 **文献标识码** A

## Technical Development and New-type Research of Iron Notch Opening Machine for Blast Furnace

Zhang Xiuping<sup>1</sup> Hu Huaping<sup>1</sup> Zhang Chunyi<sup>2</sup> Ao Aiguo<sup>3</sup> Yu Juncheng<sup>1</sup>

(1:Three Gorges Industrial Design and Research Institute;  
2:Iron Mill of Qianan Iron and Steel Co. ; 3:Iron Mill of Baosteel)

**ABSTRACT** The development and application of CHY4000A type full-hydraulic iron notch opening machine, has resolved eight puzzles those restricting the technological advance of tapping, impulsed the automatic level of tapping machine of china, and accelerated the application of new technique and technics abroad to blast furnace of china. It has made good effect on Baosteel, WISCO and Shaosteel, and it has assured the condition of generalized application on large blast furnace.

**KEYWORDS** Blast furnace Iron notch opening machine Localization of manufactures Application

### 1 概述

#### 1.1 存在的问题

进入 21 世纪,国内高炉开始向大型化和特大型化方向发展,在高炉操作中,炉前设备面临着比较突出的问题,即现有各机型开口机在功能与功率方面满足不了开铁口工艺要求,尤其是 2000m<sup>3</sup> 等级以上的高炉,冶炼强度高、铁口深,采用高强度无水炮泥堵铁口,炮泥在铁口中烧结时间长,且变素很大,造成开口困难;铁口孔道不规

则;出铁时间难以控制影响炉内操作,铁口深度不稳定且难维护等,集中反映八个问题:

- 1) 开铁口时间长 10min ~ 30min;
- 2) 钻杆消耗大 3 ~ 5 根/炉;
- 3) 铁口侵蚀快;
- 4) 正点率较差 67%;
- 5) 铁口合格率较差 51%;
- 6) 泥炮的打泥量不稳;
- 7) 铁口维护量较大;

① 作者简介:张秀萍,女,1982 年出生,2004 年毕业于三峡大学机械与材料学院环境工程专业,大学本科,工程师,主要从事环保型冶金设备技术研究

8) 开铁口退钻困难。

### 1.2 大型高炉理想考核指标

- 1) 单炉 24h 无并行出铁;
- 2) 单炉 24h 出铁次数为 6 次;
- 3) 出铁见渣率为 100%;
- 4) 铁口合格率为 90% 以上;
- 5) 正点率、铁口深度合格率达 90% 以上。

由此可见要解决上述“八个问题”，完成“五项指标”，在努力提高铁口区域操作和管理水平的同时，选择科学合理的炮泥、钻头、钻杆，更主要的是对完成开口工艺的唯一设备开口机有个严格要求。CHY4000A(国产化型号,下同)全液压开口机的研究、开发、使用、反馈,集中反映了我国炉前设备技术又一重大突破和创新。通过宝钢 4BF、武钢 6BF、韶钢 7BF 近一个月的现场观察、记录和核算,使用 CHY4000A 型全液压开口机,实现了

$$\text{开口时间} = \frac{\text{铁口深度 } m}{0.6m/min}$$

### 2 开口机研究与国产化发展过程

多年来,三峡工业设计研究院一直从事开口机国产化的研究与开发。十几年来,设计改造了适合中国炉况具有独立自主知识产权的电动、全气动、液气结合式、全液压等四大系列、十二种机型的开口机,被炼铁界称为“开口机的世界”。

1) 20 世纪 80 年代末期,国内引进 DDS 公司第一代开口机(CHQ1000)用于湘钢 3BF,采用矮柱双轨式,在同一行走梁上并排挂两台开口机,集冲钻为一体,广泛应用于国内 1000m<sup>3</sup> 以下高炉。

2) 20 世纪 90 年代初期,DDS 公司第二代开口机(CHQ2000)在武钢 3BF 使用,采用冲钻分离式,此机与 CHQ1000 型相比,转速提高了 25%,扭矩提高了 30%,冲击功提高了 40%。

3) 1998 年 12 月,DDS 公司第三代开口机(CHQ2000L)在昆钢 6BF 使用,开口机转臂为低柱斜座式,此结构稳定性强,离地面空间小,便于设备检修及备件拆换。此外,该机还根据国外开口工艺增设了逆打装置,1999 年 10 月三峡工业设计研究院将其国产化,并迅速在国内 1000m<sup>3</sup> 以上至 2000m<sup>3</sup> 以下高炉推广。

4) 20 世纪末,DDS 公司与 PW 公司重组,组建为 TMT 公司。21 世纪初,该公司生产的 HS573 - GH 型全液压开口机,随着炉前设备的引入,先后在武钢 6BF、7BF,马钢新区 1BF、2BF,韶钢 6BF,太钢 5BF,本钢 6BF、7BF、8BF 和宝钢 4BF 使用,这一新技术的应用,对提高中国炉前设备自动化水平起到了积极的推动作用,但也出现诸多问题。比如:蓄能器氮气泄露问题,蓄能器皮碗易破损问题,旋转齿轮箱润滑问题,吹扫管尾部雾化水泄露对旋转齿轮浸湿问题,以及振打杆与钻杆连接处工作状态下外泄露水的问题等。

### 3 CHY4000A 研发分析

2005 年 1 月,组织专班成立项目组,走科研与生产结合道路,用了近半年时间对该机使用现场进行观察、跟踪、了解,对泥炮、铁口、钻头、钻杆、开口机给进机构以及风压、水压、油压等进行了反复研究、解剖、试验、分析,终于在 2006 年逐一解决了以上六个重点问题,并研究开发出具有自主知识产权的 CHY4000A 型全液压开口机,改写了国内大高炉无大功率、无逆打装置液压开口机的历史。产生了较好的社会效益,并迅速在全国大高炉和特大高炉推广使用。这一新技术的应用使国内炉前操作水平、管理水平都将有一个提高(见图 1)。

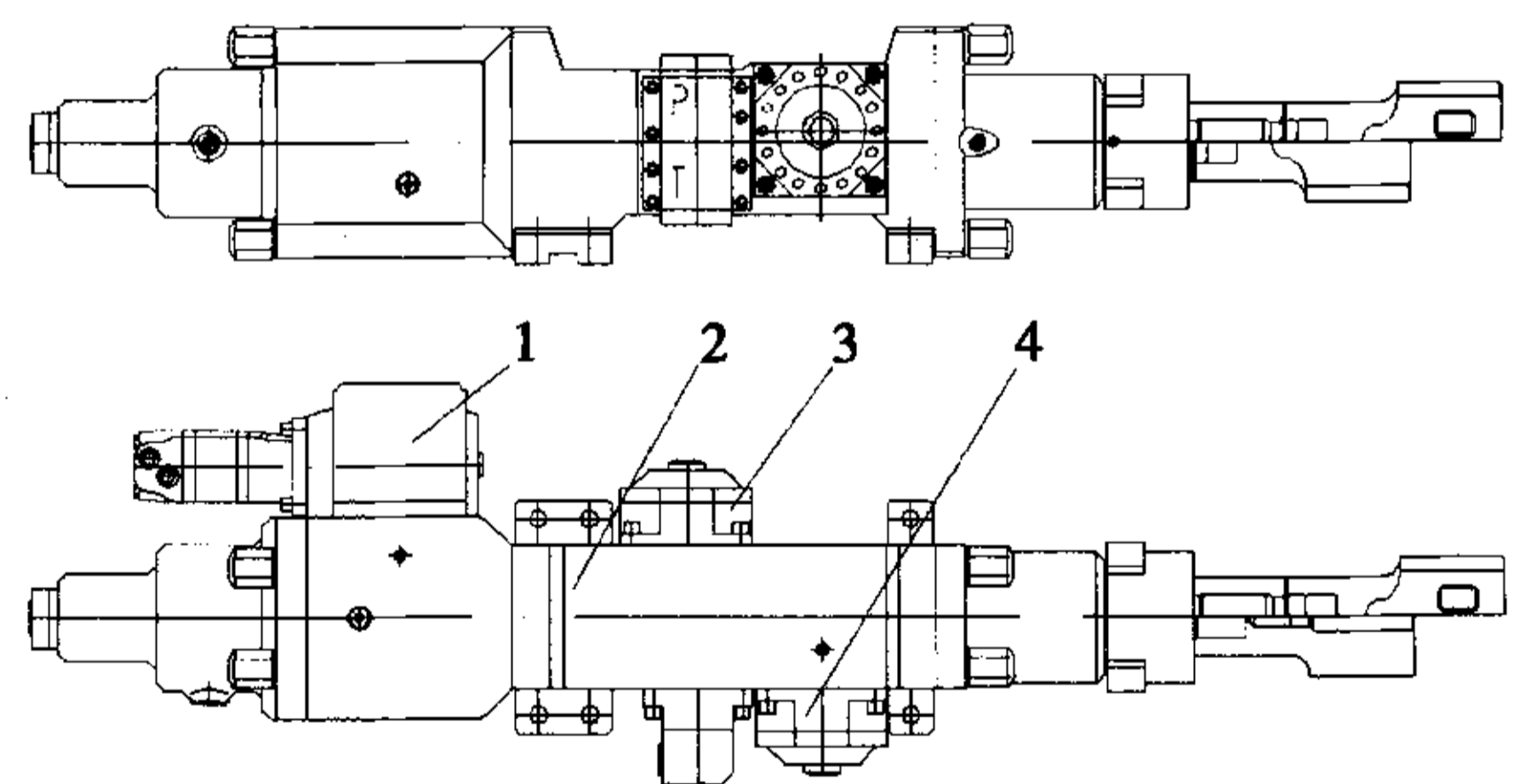


图 1 CHY4000A 型全液压开口机

1—旋转部分; 2—冲击部分; 3—低压仓; 4—高压仓

三峡工业设计研究院研发的 CHY4000A 型全液压开口机,主要针对 2000m<sup>3</sup> 以上高炉的炉前开铁口作业。它集旋转、振打、逆打、吹扫为一体,钻杆、钻头、水雾化为一体,整机各部位结构紧凑,克服了其它机型在加大冲击功,加大扭矩情况下易松动的问题。具有功率大、效率高、消耗低、故障少、带逆打、安全环保等特点,填补了国内空白。

### 3.1 功能及原理

#### 3.1.1 旋转功能

该机旋转动力来自一台液压马达,马达输出经齿轮减速后最终传给“振打杆”。如图2所示,“小齿轮”与马达矩形花键连接,“大齿轮”通过“花键套”与“振打杆”异形花键连接。作为输出动力的“大齿轮”,同时也是“振打杆”的后端支承,限制“振打杆”后退的极限位置。该机较大的旋转动力有利于切削,在吹扫排屑辅助下,能顺利地在铁口前端打开一条孔道,且无论开口机是在钻进还是钻退过程中,都始终保持通道畅通。

#### 3.1.2 冲击功能

如图2所示,正向冲击时,“振打杆”在后位。由于“活塞”向前冲击时其冲击功通过“振打圈”、“钻杆接套”向铁口传递,“振打杆”不承受直接打击。因此,开口机的重要零件“振打杆”受到了很好的保护。“振打杆”的前端与“钻杆接套”螺纹连接。振打圈、振打杆轴肩均由滑动配合的“支承套”支承、导向。

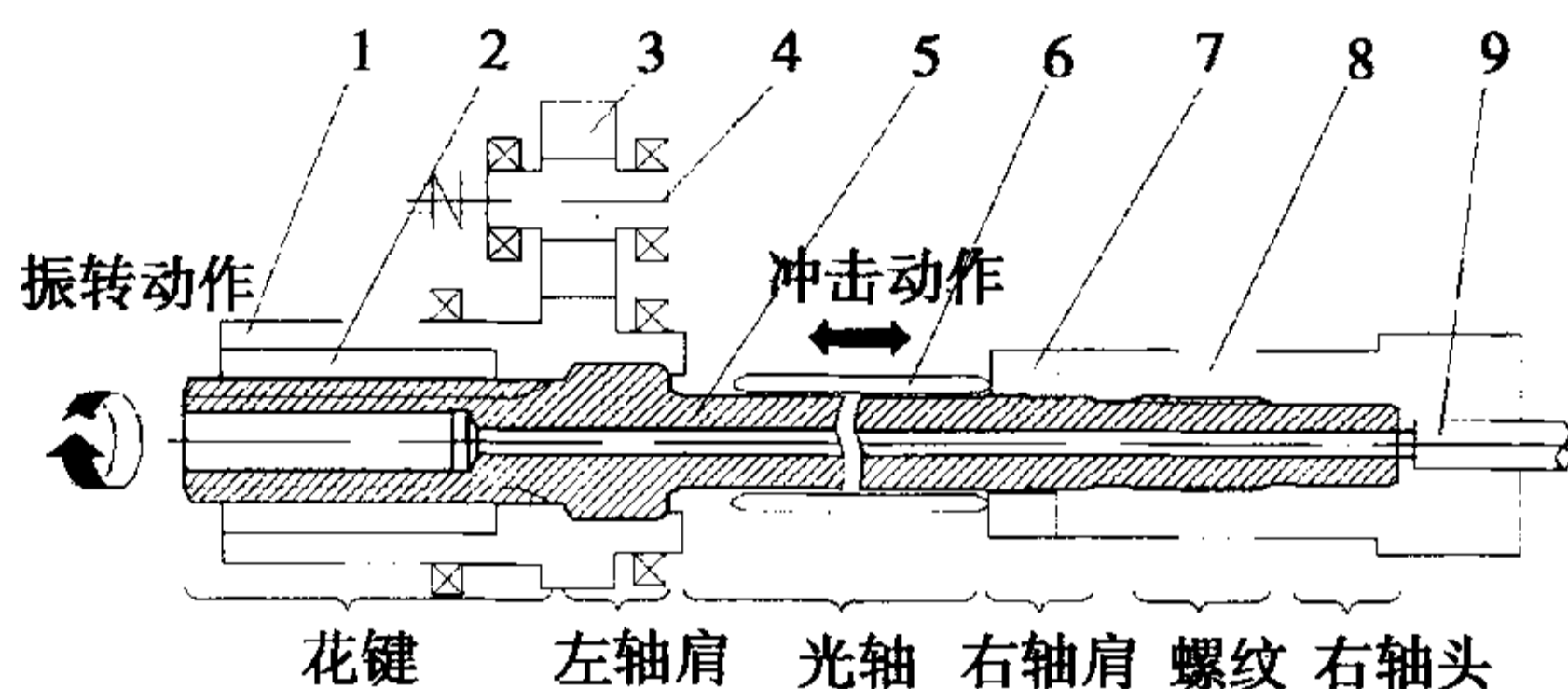


图2 CHY4000A结构示意图

1—大齿轮;2—花键套;3—小齿轮;4—花键轴;

5—振打杆;6—活塞;7—振打圈;8—钻杆接套;9—钻杆

#### 3.1.3 逆打功能

CHY4000A型开口机是国内外唯一具有逆打功能的液压开口机。逆打功能是用来拔出埋入出铁口的金属棒,其工作原理与正向冲击相似,只是冲击的方向相反。逆打功能有利于快速拔出钻杆,缩短开口机后退时间,减少铁口对设备的热辐射影响,提高设备的使用寿命,降低主机及备件的损耗。如图3所示,逆向冲击时,“振打杆”在前位,“活塞”向后冲击,与“振打杆”左肩轴发生碰撞,冲击功向铁口传递。正逆打的转换是通过操作小车向前或向后运动来实现的。此外,CHY4000A的活塞动作方式不是差动,有效避免了差动前冲时前腔高压对冲击功的消减,从而

向外释放更多冲击功。

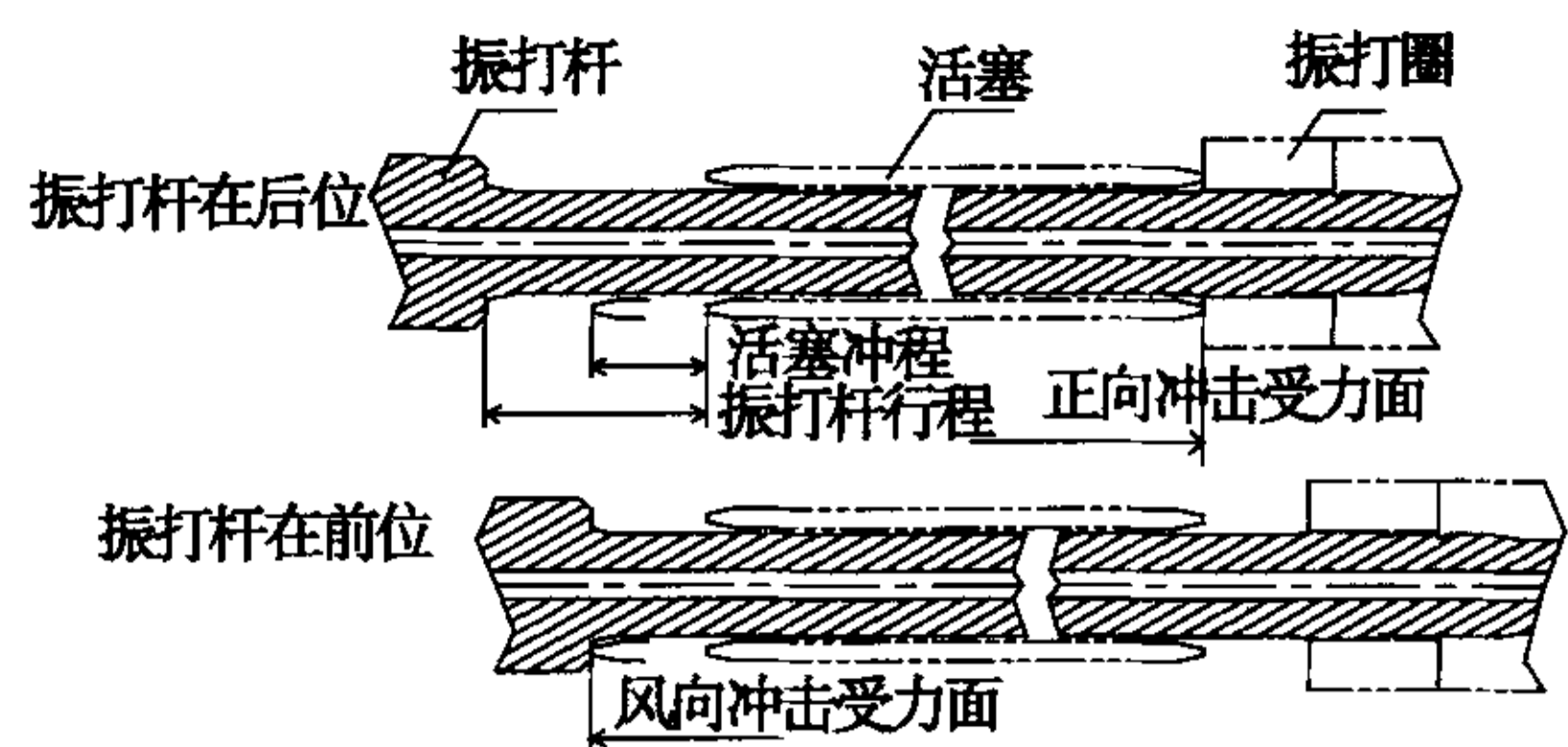


图3 冲击动作示意图

#### 3.1.4 雾化除尘

雾化除尘是用于降低炉前粉尘烟尘污染的。钻进过程中产生的粉尘在雾化水的作用下凝结成0.5~3mm尘粒,烟尘污染降低73.5%,粉尘污染降低了61%,有效控制了铁口烟尘粉尘污染,改善了炉前工人的劳动环境。

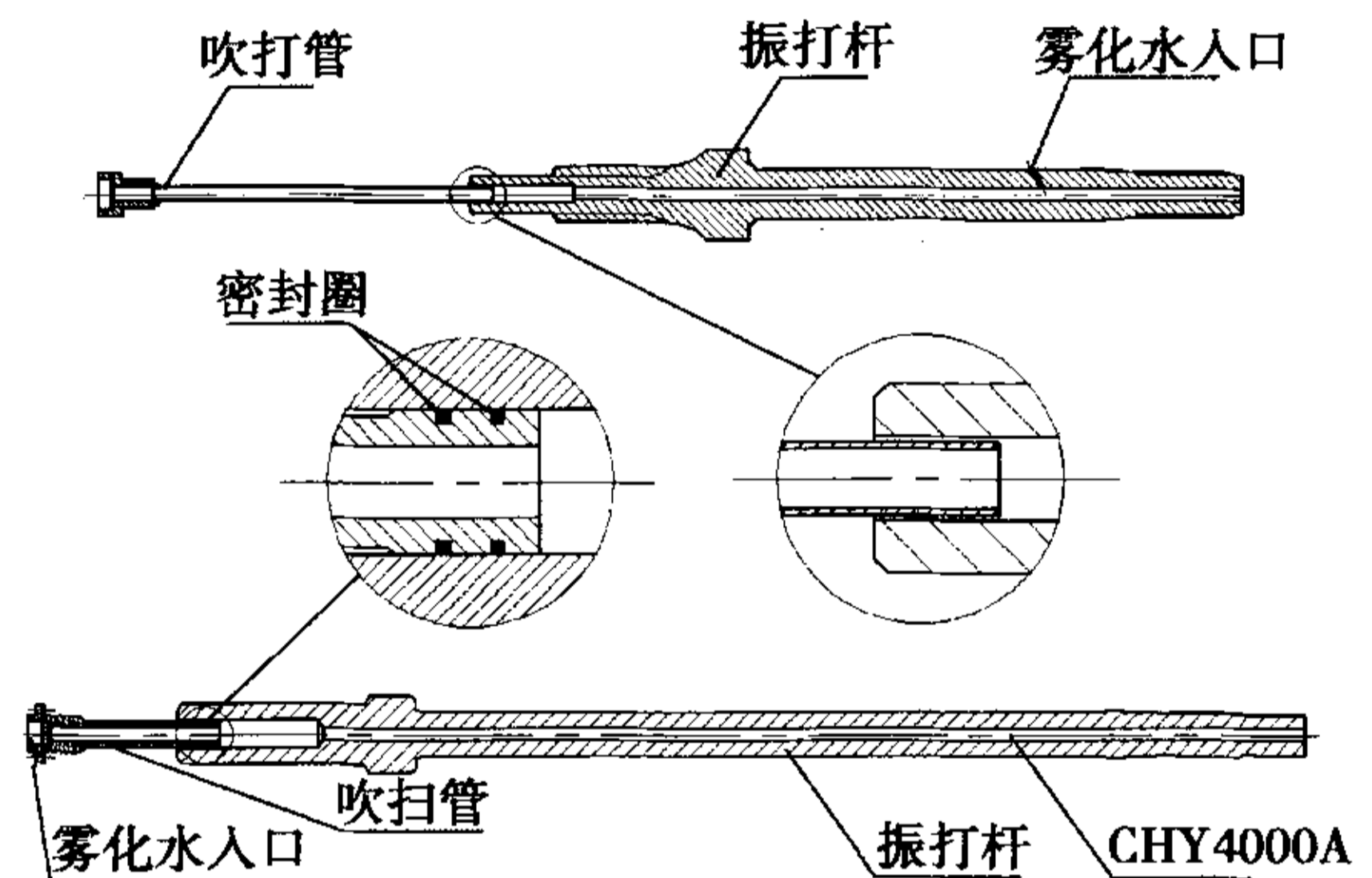


图4 雾化结构对比图

此外,针对以前雾化除尘开口机有漏水严重等问题,CHY4000A型开口机对此作出改进。如图4所示,以往的开口机吹扫管又细又长,水雾化入口在开口机前端。工作时雾化的水在吹扫空气的作用下,直达铁口除尘,但在非工作状态下,残留的水就可能顺着吹扫管与振打杆之间的间隙进入机体内部,侵蚀机体内零部件。而CHY4000A型开口机的吹扫管较短,便于加工和组装。吹扫管与振打杆连接的地方加了两道密封圈,有效地隔离了吹扫雾化水,保护机内重要零件不受侵蚀。再者,CHY4000A型开口机的雾化水是从机体尾部进入的,对整个机体以及振打杆、钻杆、钻头都起到了较好的冷却效果,对提高设备使用寿命起到了重要的作用。

### 4 国产应用对比

随着国内高炉大型化发展,对开口机的功能与功率要求也越高了。从表1可以看出,

表 1 目前国内大高炉液压开口机性能参数对比

| 型号         | YYG350    | HYD350    | CHY2000   | CHY4000A  |
|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 钻孔直径/mm    | φ50 ~ φ80 | φ50 ~ φ80 | φ50 ~ φ80 | φ50 ~ φ85 |
| 额定扭矩/N·m   | 520       | 360       | 550       | 883       |
| 额定转速/r/min | 250       | 300       | 400       | 450       |
| 正向冲击功/J    | 350       | 350       | 380       | 500       |
| 正向冲击频率/Hz  | 47        | 33 ~ 60   | 45        | 28        |
| 逆向冲击功/J    | 无         | 无         | 无         | 500       |
| 逆向冲击频率/Hz  | 无         | 无         | 无         | 28        |
| 系统风冷水冷     | 前端        | 前端        | 中部        | 系统        |

CHY4000A 型液压开口机与国内大型液压开口机相比,转速和冲击功均有重大突破,更为重要的它增设一逆打装置,开口机的综合效率明显提

高,钻头钻杆的消耗明显降低。开铁口时间大大缩短,减少铁口对开口机的热辐射,延长了开口机的使用寿命。

此外,CHY4000A 型开口机中心高度较小,仅为 160mm,总高也只有 320mm,这就避免了开口机与铁沟的干扰,使整个开口机总成结构更紧凑,占用空间小。由表 2 可以看出,CHY4000A 型全液压开口机的各项性能指标均能达到进口开口机的设计值,满足炉前生产设计要求,可以替代进口开口机进行炉前开铁口作业,同时也解决了进口开口机备件采购困难、供货周期长且价格昂贵等矛盾。

表 2 国产 CHY4000A 液压开口机与宝钢、韶钢

| 型号             | CHY4000A(燕狮科技国产) | HS573 - GH(韶钢) | HS573 - GH(宝钢) |
|----------------|------------------|----------------|----------------|
| 冲击输入压力/MPa     | 18               | 18             | 18             |
| 旋转输入压力/MPa     | 14               | 14             | 14             |
| 正向冲击输入流量/L/min | 160              | 155            | 155            |
| 逆向冲击输入流量/L/min | 169              | 146            | 146            |
| 旋转输入流量/L/min   | 180              | 175            | 175            |
| 正向冲击功/J        | 500              | 554            | 554            |
| 逆向冲击功/J        | 500              | 472            | 472            |
| 正向冲击频率/Hz      | 28               | 29             | 29             |
| 逆向冲击频率/Hz      | 28               | 28             | 28             |
| 正向转动扭矩/N·m     | 883              | 850            | 850            |
| 正向转速/r/min     | 450              | 450            | 450            |
| 进水压力/MPa       | 0.6 ~ 2.0        | 0.5 ~ 1        | 0.6 ~ 1        |
| 开口时间/min       | 5 ~ 9            | 7              | 5 ~ 6          |
| 单次开口钻杆消耗/根/炉   | 1                | 1              | 1              |
| 单次开口钻头消耗/个/炉   | 1 ~ 2            | 2              | 1              |
| 钻头直径/mm        | φ50 ~ φ65        | φ50 ~ φ60      | φ60 ~ φ65      |
| 铁口深度/mm        | 3300 ~ 4500      | 3300           | 4500           |
| 钻杆长度/mm        | 4500 ~ 7000      | 5869           | 6935           |

5 结语

综上所述,进口 HS573 - GH 开口机在国内高炉地应用,缩短了中国与发达国家炉前技术差距,使中国炉前技术进入了一个新阶段。HS573 - GH 开口机的国产化,加快了这一新技术在国内高炉应用速度与推广深度,短短的 3 年时间里,国内已有一大批钢铁企业(2000m<sup>3</sup> 以上 16 座高炉)使用和正准备使用这一新技术新工艺,CHY4000A 型全液压开口机(国产型号)的开发与应用,解决了制约国内炉前技术诸多问题,它集大功率、高效能、低消耗,系统水冷风冷等于一体,是目前国内其它开口机所不具备的功能和特点。可以预测,随着高炉大型化地发展,这一新

技术将被迅速推广与应用。

参考文献

- [1] 中国冶金设备总公司编著. 现代大型高炉设备及制造技术. 北京:冶金工业出版社,1996:299
- [2] 朱中华,吴文勇等. 低耗环保开口机研发与水钢应用. 炼铁,2006(5):38
- [3] 郑文玉,刘明祥等. 高炉铁口操作与维护. 炼铁,2005(5):43
- [4] 藏中海,王丁子等. 世界各国开口机分析. 炼铁,2003(5):21
- [5] 袁方,聂长果. 低耗稳定型炮泥在马钢 2 号高炉应用. 炼铁,2006(5):47

(收稿日期:2007 - 08 - 14)