

第2期 | 2018年10月

冶金杂志

冶金行业创新与技术



创新先锋:对冶金领域创新的不懈追求

探访普锐特冶金技术孟买机构

河钢唐钢将数字化技术应用于汽车钢生产



“开拓创新方案是普锐特冶金技术的不懈追求。”



编辑专栏

尊敬的读者：



TOM WIDTER博士
《冶金杂志》主编

开拓意味着什么？这是本期《冶金杂志》将要回答的问题。首先，我想告诉您我本人的一段经历。几年前，我决定去攀登阿尔卑斯山脉最具代表性的山峰之一马特洪峰。我是瑞士人，所以，您也许认为我可能“天生”就会登山，不用费力就能登上去。但是，事实上正相反。马特洪峰不仅需要坚持攀登9个小时，登顶的道路也非常复杂，必须充分依靠经验丰富的向导。登山者需要掌握在岩石和积雪中行走的技巧，必须克服任何可能产生的恐高心理。携带正确的装备也至关重要，一定要准备充分，以防万一。在和我的向导一起最终登上峰顶那一刻，我心中充满了巨大的喜悦。另外，这也是一次致敬之旅。我想到了那些在我之前征服这座山峰的攀登者——特别是那些必须找出第一条安全路线的人；那些在岩石中间开出通道的人；那些安置了绳索和安全钩以保护后来者的人。我对这些最早登上马特洪峰的开拓者充满了敬意。

开拓冶金行业创新方案是普锐特冶金技术的不懈追求。在本期《冶金杂志》中，我们将向您介绍我们的一些先进技术方案和它们的创造者，展示我们对创新的不懈追求。作为补充，《冶金杂志》团队还围绕创新主题推出了多个新栏目。推出这些新栏目是一个极具挑战性的过程，与登山有些类似。现在，我们已经到达了目的地，希望您对本期内容感到满意。

谨致敬意！

A handwritten signature in blue ink that reads "Tom Widter".

Tom Widter博士

《冶金杂志》主编
metalsmagazine@primetals.com



PIONEERS AT HEART

18 封面故事

03 编辑专栏

04 目录

06 CEO寄语

08 近期项目 and 公司新闻

专题

18 开拓新领域

普锐特冶金技术推出了公司的新口号“Pioneers at Heart”，展示了一些突破性技术。

30 创新争先

河钢唐钢与普锐特冶金技术联手打造数字化冷轧厂以生产优质汽车钢。

40 颠覆性的潜力

Michael Shamiyeh教授访谈录：
大公司如何在一个颠覆性的时代保持快速响应和创新领先。

44 印度西部的友善精神

《冶金杂志》访问了普锐特冶金技术孟买机构(公司在印度的第二大设施)，专门介绍了这里的制造厂和独特的业务范围。

技术

54 热渣能量的利用

干法渣粒化能够使原本被浪费的能源得到充分利用：试验设备的详细介绍。

60 DynaGap Soft Reduction的20年发展

DynaGap Soft Reduction如今已在世界各地的300流连铸机上得到应用。本文回顾了该技术在芬兰Raahe厂的发端。

66 无论厚薄，一步到位

阿维迪无头带钢生产是最先进的薄板坯连铸连轧方案，从连铸机直到卷取机的所有生产设备组合成一条紧凑的生产线。

74 对优异质量的共同追求

普锐特冶金技术和蒂森克虏伯欧洲钢铁公司合作开发了基于视觉技术的新型热轧机带钢转向控制系统。

80 “中国制造2025”进行时

承德承钢钒钛冷轧薄板有限公司经理李伟访谈录

84 工业4.0对长材轧制的影响

钢铁生产数字化的当前趋势对长材轧制领域产生了巨大影响，正在改变后者的面貌。



普锐特冶金技术致力于改变冶金生产面貌。作为创新先锋，我们时刻准备着与客户展开合作，共同开拓新领域。

92 全力支持哈萨克斯坦基础设施建设

普锐特冶金技术与Aktobe轨梁厂有限责任公司联手打造符合工业4.0理念的钢轨和结构型材轧机。

98 发挥技术领先优势

Aktobe轨梁厂有限责任公司原项目负责人Andrey Anatolyevich Kuzmin访谈

创新灵感

100 激励我们的伟大先驱

谁是激励普锐特冶金技术员工的伟大先驱？

104 普锐特冶金技术实验室的研究成果

本栏目的第一部分重点介绍Acoustic Expert监测方案的一项新应用。

106 如果.....将会怎样？

我们请全流程工艺优化方案开发的倡导者Thomas Pfatschbacher博士发挥他的想像力。

110 创造力提升指南

体育锻炼能够让您精力更集中，效率更高，创造力更强。

114 普锐特冶金技术和社交媒体

也可使用平板电脑阅读《冶金杂志》

“Primetals” app支持iPad和安卓平板电脑，可在相应的App商店免费下载。它汇集了本期和以前各期《冶金杂志》的文章，还有精选技术的互动演示。

普锐特 冶金技术APP

请在App商店搜索“Primetals”以下
载app。



CEO寄语

尊敬的客户：

这是我第一次荣幸地向您介绍新一期《冶金杂志》。我叫Satoru Iijima，自2018年4月1日起担任普锐特冶金技术的新首席执行官。今天，我希望借此机会同您探讨三个方面：经历，变革，成功。

我的个人经历与冶金行业密不可分。我毕业于东京早稻田大学，于1986年在三菱公司开始了我的职业生涯。后来，我被调到德国杜塞尔多夫，在工厂和重型机械部工作了5年，担任部门经理。再后来，我被派往美国。在被任命为普锐特冶金技术首席执行官之前，我负责管理我们的美国公司。像我以前的工作一样，现在这个职位让我能够进一步了解如今的冶金生产商的想法，加深对行业的认识。我相信，目前的工作同样将使我本人开阔眼界，成为我的经历中最重要的一部分。

但是，不只是人有经历，技术方案同样也有它们的经历。普锐特冶金技术以创新而闻名，而许多创新都源自于同客户的持续交流。我们的技术人员决心帮助客户解决问题，与客户的专家密切合作开发新方案。本期《冶金杂志》展示了许多新技术，介绍了它们的经历——它们是怎样产生的，在开发过程中克服了哪些困难，它们使钢铁和其他金属的生产出现了哪些变化。我为我们公司取得的所有这些技术突破备感骄傲，尤其是那些成为业界变革催化剂，至今仍在发挥作用的技术。

作为首席执行官，我想给普锐特冶金技术带来变革。我们将一如既往，继续为我们的客户提供它们希望我们提供的一切。我们将坚持认真倾听它们的声音，与它们展开合作，针对它们的具体需要制定最佳方案。我们将帮助我们的客户确定业务策略和产品方案，保证它们在未来市场中获得成功。但是，我们也将改变我们的工作方式和一些工作重点：我们将在本已重点发展的数字化领域加倍投入；我们将更多地关注环保技术；我们将不断思考，怎样才能使钢铁行业在一个变幻莫测的世界中更好地发展。

最后，我想谈一谈成功。我坚信，我们的成功——普锐特冶金技术的成功——归根结底与我们的冶金行业客户的成功密切相关。我保证，我们的客户关心的事情就是我们自己关心的事情。我保证，我们将依靠智能化、整体性和高度创新的方案解决我们的客户面临的问题。我们将加大研发力度，开发和改进能够让冶金生产商走上未来成功之路的技术——对可持续成功至关重要的工业4.0技术。这些技术将带来更优质的产品，更高效的运行，更环保的生产。

我期待着，在通往光明的数字化未来的道路上与您——我们的尊贵客户——一路同行。我将始终认真听取您可能提出的任何问题或建议。我们将共同发展，共同成功。 ●



SATORU IIJIMA
普锐特冶金技术首席执行官
兼董事会主席

“我坚信，我们的成功——普锐特冶金技术的成功——归根结底与我们的客户的成功密切相关。”

Satoru Iijima


近期项目和公司新闻

普锐特冶金技术依靠涵盖钢铁生产工艺流程每一个环节的先进方案、设备和服务为全球客户提供支持。



1. Ciudad Lázaro Cárdenas, 墨西哥
2. Russellville, 美国肯塔基州
3. 伯利恒, 美国宾夕法尼亚州
4. Santa Cruz, 巴西
5. 南威尔士, 英国
6. IJmuiden, 荷兰
7. Freital, 德国
8. D browa Górnicza, 波兰
9. Kardemir, 土耳其
10. Cherepovets, 俄罗斯
11. 麦纳麦, 巴林
12. Aktobe, 哈萨克斯坦
13. 日照, 中国
14. 福鼎, 中国
15. 宁波, 中国
16. 福山, 日本(见第9页)

本栏所述项目的地理分布



MEROS使烧结废气中的SO_x排放量减少97%以上。

普锐特冶金技术将安装日本首套MEROS废气净化系统

MEROS系统能够显著减少烧结工艺的排放量。

日本：普锐特冶金技术从日本JFE钢铁株式会社获得合同，将提供一套MEROS(大幅度削减烧结排放)废气净化系统。它将安装在该公司日本福山厂的新建烧结设备上(后者也将由普锐特冶金技术提供)。MEROS系统的设计能够以最佳效果净化烧结设备在运行中排放的工艺气体。它将是日本的烧结厂安装的第一套吸附剂喷吹式干法气体净化系统，避免了气体净化工艺中水的使用。JFE新烧结设备额定产能为480万吨/年，将于2019年第四季度投入运行。MEROS系统的设计能够将废气中的SO_x含量降低97%以上，PCDD/F(二恶英)浓度可降低到0.1 ng-teq/Nm 以下，灰尘含量也将显著降低。另外，土耳其(见第9条新闻)和印度钢铁企业也于近期订购了MEROS系统。



普锐特冶金技术将向阿赛洛米塔尔墨西哥公司提供热带钢轧机

阿赛洛米塔尔墨西哥公司将增建新的热带钢轧机和热平整机

1.墨西哥：墨西哥钢铁企业阿赛洛米塔尔墨西哥公司与普锐特冶金技术签订合同，为其墨西哥太平洋海岸的Ciudad Lázaro Cárdenas生产厂订购了一套热带钢轧机和一台热平整机。这将使公司今后有能力现场加工自产的板坯。热带钢轧机将采用总承包方式建设，包括供电、机械设备、传动和自动化在内。普锐特冶金技术独有的全流程工艺优化方案将沿整个生产流程提高生产效率、工艺稳定性和产品质量。项目将由普锐特冶金技术及墨西哥建筑公司LOMCCI和WP Constructora组成的一个开放式联合体执行，设计能力为年产250万吨热轧带钢。热平整机的设计能力为650,000吨/年。这两套设备计划于2020年投产。



这项合作体现了我们在冶金行业数字化和工业4.0领域的技术领先地位。”

艾默生电气公司为满足季节性需求作好充分准备

2.美国：为了满足季节性增长的空调需求，艾默生电气公司(EEC)与普锐特冶金技术签订合同，要求为其肯塔基州Russellville厂提供并安装一台辊底式炉和一条叠片退火线。使用小型电机的空调器在艾默生的产品中占有相当大的比例。在春季末期，随着消费者提前为炎热的夏季作准备，空调市场会变得很活跃。这条基于Flinn & Drefflein技术的新叠片退火线将包括一台气氛发生器，用以对低碳钢和超低碳钢进行热处理，以使其软化和获得特定的磁学性能。普锐特冶金技术将负责设备的安装、投产和调试。新设备预计在2019年春季全面投产。



普锐特冶金技术叠片退火线和辊底式炉



普锐特冶金技术和ITR就预见性维修方案展开合作：ITR首席执行官Jonathan Davis(左中)和普锐特冶金技术冶金服务主管Karl Purkarthofer(右中)在签字仪式上握手。

普锐特冶金技术和ITR签署预见性维修方案合作协议

3.美国：普锐特冶金技术和总部位于美国宾夕法尼亚州伯利恒的工业技术研究公司(ITR)签署了一份自2018年4月起生效的排他性合作协议，面向全球钢铁相关行业提供预见性维修方案。两家公司已经在状态监测领域成功合作了10余年，共同开发了大量客户。“加上ITR的技术、诀窍和能力，特别是在预测方面，我们将能够更好地服务于我们的客户，为它们提供先进的的状态监测和预见性维修方案，”普锐特冶金技术高级副总裁兼冶金服务全球主管Karl Purkarthofer指出。“这项合作也体现了我们在冶金行业数字化和工业4.0领域的技术领先地位。”



SRD(单辊DynaGap)扇形段在Ternium联合钢厂(巴西Santa Cruz)的首次应用改善了板坯内部质量。

新型单辊DYNAGAP扇形段在巴西TERNIUM板坯连铸机上的应用

4.巴西：SRD(单辊DynaGap)扇形段是一种能够使对连铸工艺要求苛刻的钢种进一步改善板坯内部质量的新技术。它专为在最终凝固区应用而开发，使上辊能够单独压紧到正在凝固的铸流上，从而精确地执行最终凝固点操作。SRD扇形段首次安装在巴西Ternium联合钢厂(位于Santa Cruz)一台板坯连铸机的一流上。测试结果证明，与采用传统扇形段的第二流相比板坯内部质量极其出色。因此，Ternium决定在该铸机的第二流上也改用SRD扇形段。

> 关于SRD扇形段的进一步介绍请见第65页。

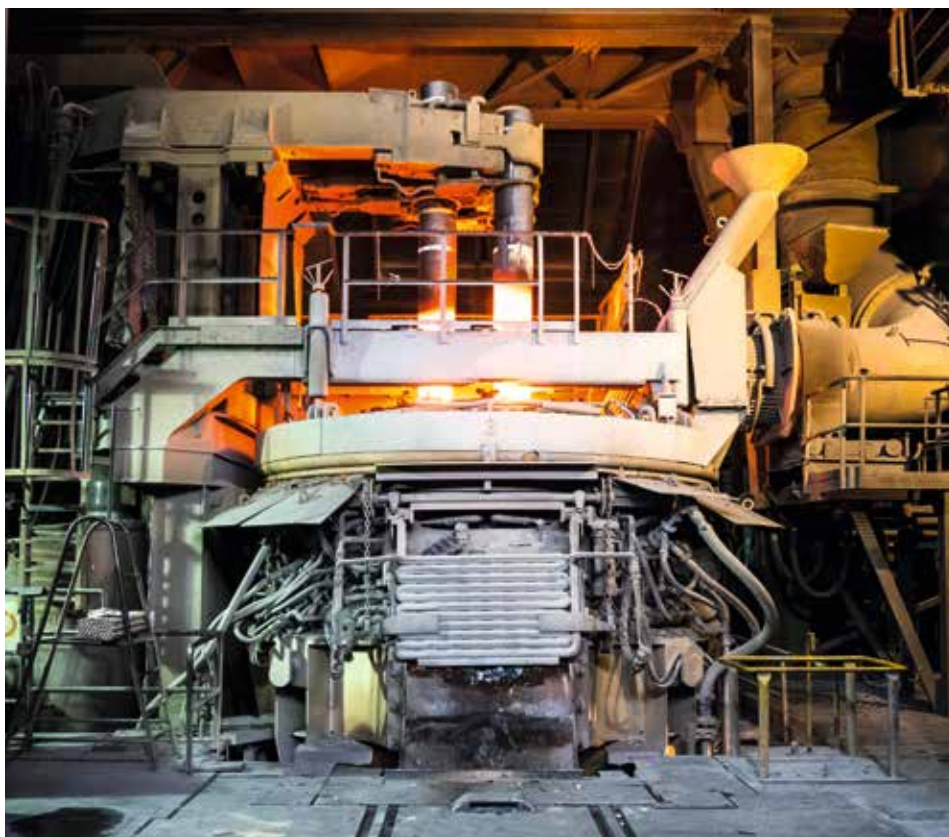
Ternium联合钢厂(巴西Santa Cruz)率先采用SRD扇形段改善板坯内部质量。

中间坯冷却系统在塔塔钢铁投入运行

5.英国：普锐特冶金技术提供的一套中间坯冷却系统于近期在塔塔钢铁公司Port Talbot联合钢厂(英国南威尔士)的热带钢轧机上投入运行。这套冷却系统安装在粗轧机之后，作用是在不降低粗轧机速度的前提下精确地控制带钢进入精轧机的温度。这样能够使热带钢年产能提高大约150,000吨。该系统采用了普锐特冶金技术的强力冷却技术。

为塔塔钢铁包装材料公司IJmuiden厂提供电气和自动化系统

6.荷兰：最近，由普锐特冶金技术进行改造，安装了新电气和自动化设备的塔塔钢铁包装材料公司荷兰IJmuiden厂连续退火线CA 12恢复运行。此次改造的目的是，对现有控制系统包括人机界面(HMI)和电机传动进行一对一的置换，以确保退火线在今后20年内可靠运行。项目从签订合同到完成性能考核用时14个月。



普锐特冶金技术为BGH Edelstahlwerke有限责任公司德国Freital厂改造的电弧炉

炉盖升降和倾动系统的改造使电弧炉能够使用更长的电极。

BGH EDELSTAHLWERKE为电弧炉改造项目签发最终验收证书

7.德国：德国钢铁企业BGH Edelstahlwerke有限责任公司于2018年1月为电弧炉改造项目向普锐特冶金技术签发了最终验收证书(FAC)。改造项目在BGH的Freital短流程钢厂执行，该厂除电弧炉外还拥有二次冶金设备、模铸设备和一台水平连铸机，以及承担着进一步加工任务的一台开坯机和一套线材轧机。项目内容包括了优化电弧炉动作和修改出钢系统，另外还安装了一台钢包车、一套新的钢包加热系统和一套新的合金上料系统。改造分两阶段进行，于2017年夏季停产期间完成。在项目执行过程中，普锐特冶金技术改造了电弧炉的倾炉摇架及炉盖升降和倾动系统，以提高电弧炉动作的速度，并且允许使用更长的电极。在项目的第二阶段，修改了排空炉膛的出钢系统，并且安装了一台新钢包车、一套钢包加热系统和一套钢包处理合金上料系统。普锐特冶金技术还承担了所有新系统的设计和供货以及安装和调试指导。

阿赛洛米塔尔波兰为第二座LD转炉签发初步验收证书

8.波兰：普锐特冶金技术从阿赛洛米塔尔波兰公司获得了为其D browa Górnica钢厂置换的第二座LD(BOF)转炉的初步验收证书。像同样由普锐特冶金技术置换并已于2016年晚些时候投入运行的1号转炉一样，3号转炉项目也采用了总承包方式执行。它的置换是在2015年第三季度作为选项方案确定的。合同内容包括了提供炉壳和托圈，更换转炉轴承和护罩，拆除原有炉壳，以及组装和安装新设备。新转炉的一大亮点是采用了免维护Vacon Link 2.0悬挂系统。它不仅能够大幅度延长使用寿命，而且能够显著降低热变形引起的应力。



普锐特冶金技术将为土耳其Karabük Demir Celik Sanayi ve Ticaret A.S.(Kardemir)安装的MEROS设备计算机效果图。

KARDEMIR将再安装两套MEROS废气净化系统

9.土耳其: 土耳其钢铁企业Karabük Demir Celik Sanayi ve Ticaret A.S.(Kardemir)与普锐特冶金技术签订合同，为Kardemir第一和第二烧结厂订购了两套新的MEROS废气净化系统，并且升级第三烧结厂的一套现有MEROS系统。每套MEROS系统能够处理400,000 Nm³/h的烧结废气，使SO_x减少90%以上，灰尘排放量也将显著减少。两套新MEROS设备的设计将使用碳酸氢钠作为脱硫剂，而现有系统将在升级后用碳酸氢钠取代石灰。新MEROS设备预计将在2018年底投入运行。此项投资将使Karabük河谷的空气质量明显改善。MEROS工艺包采用多个模块向废气流中喷吹吸附剂和脱硫剂并保证它们均匀分布，使其同重金属、有害的有机物以及二氧化硫和其他酸性气体高效率地结合并将之去除。灰尘颗粒则沉积在节能型布袋过滤器中。

投资于MEROS废气净化系统将使Karabük河谷的空气质量明显改善。

普锐特冶金技术将为SEVERSTAL公司CHERPOVETS厂改造热带钢轧机

10.俄罗斯：普锐特冶金技术从俄罗斯钢铁企业PAO Severstal 获得合同，将对其Cherepovets钢厂的热带钢轧机“HSM 2000”进行现代化改造。主要目标是改善产品宽度和厚度控制的公差指标，并且全面提高产品质量，从而能够进一步加工和高效生产新产品。另外，操作安全性和工作条件也需要改善。为此，将对热带钢轧机的立辊轧机进行升级，并在精轧机上安装短行程厚度控制液压缸(HAGC)。另外，还将安装普锐特冶金技术二级控制系统(包括物理工艺模型、先进的优化功能和自适应神经网络算法)。冷却线将配备一套强力冷却装置，从而能够在节省合金的前提下生产高端钢种。冷却段控制系统将全部更新，以保证正确地执行冷却制度和冷却路线。控制也将包括智能化水管理，以满足动态进行大流量调节的要求。

“最出色的自动化升级项目”在巴林GARMCO成功完成

11.巴林：“这是我们最出色的自动化升级项目”：海湾地区领先的铝轧材生产商之一海湾铝轧制公司对普锐特冶金技术为其执行的巴林麦纳麦厂1号和2号冷轧机自动化技术改造项目作出了这样的评价。2017年5月，在轧制出第一个铝卷后仅仅6个星期，普锐特冶金技术就收到了项目的最终验收证书(FAC)。热调试期间的出色项目管理，是获得这些满意结果的保障。普锐特冶金技术团队还在获得最终验收证书之后的12个月质保期内提供了周到的服务。1号冷轧机的改造使GARMCO提高了作业率和产能，还改善了厚度和平直度公差指标。在停产3周后迅速恢复生产，并在短短的6周内就在正常运行中成功通过了工厂验收测试，再次确认了标准化软件和一支经验丰富的项目执行和调试团队相结合的重要作用。



GARMCO(巴林麦纳麦)调试团队和冷轧机完成改造后生产出的第一个铝卷。



哈萨克斯坦Aktobe轨梁厂有限责任公司生产厂

哈萨克斯坦ARBZ将采用维修新方案

12. 哈萨克斯坦：普锐特冶金技术将为哈萨克斯坦Aktobe轨梁厂有限责任公司(ARBZ)提供备件管理新方案。该方案带来了价格固定的完整备件选择，还包括了满足两年需要的供货合同。普锐特冶金技术将承担所有供应链工作(包括分包商管理)，并且长期提供现场技术支持，以保证迅速作出响应和连续改善生产运行。该公司的钢轨和型材轧机也是由普锐特冶金技术提供的，已在2017年8月获得了最终验收证书。

普锐特冶金技术将承担所有供应链工作并长期提供现场技术支持。

第四条阿维迪ESP线在中国日照钢铁公司投产

13. 中国：2018年4月，由普锐特冶金技术提供的第四条阿维迪ESP(无头带钢生产)线在中国钢铁企业日照钢铁有限公司投产。这条连铸连轧线将能够年产170万吨最薄只有0.8毫米的优质超薄热轧带钢。该线采用了全流程工艺优化(TPO)方案，符合工业4.0理念。



在日照钢铁公司第四条阿维迪ESP线生产的第一个带卷前合影留念。



运行中的阿维迪ESP线

普锐特冶金技术向河南亚新提供阿维迪ESP线和两座QUANTUM电弧炉

14.中国：中国钢铁企业河南亚新钢铁集团有限公司(河南亚新)与普锐特冶金技术签订合同，为位于福鼎市的公司钢厂订购了一条阿维迪ESP(无头带钢生产)线和两座Quantum电弧炉。这条铸轧线将是在建新钢厂的组成部分，钢水将由两座高效Quantum电弧炉提供。阿维迪ESP线的设计能力为年产160万吨，将来可以增加至250万吨/年。它能够可靠轧制最薄只有0.8 mm的带钢，这将使河南亚新能够生产优质超薄带钢并打入新市场。与传统的连铸连轧工艺相比，能耗和相关成本能够降低45%之多。另一个优点是CO₂和NO_x排放显著减少。该项目将建成全世界第一座采用Quantum电弧炉和阿维迪ESP组合的环保型短流程钢厂，使河南亚新能够更好地服务于极具吸引力的国内和国际优质薄规格带钢产品市场。生产线的长度只有180米，比传统的连铸轧制线紧凑得多。它将生产碳钢、高强度低合金钢和双相钢。

> 关于阿维迪ESP技术的进一步介绍请见第66 - 73页。

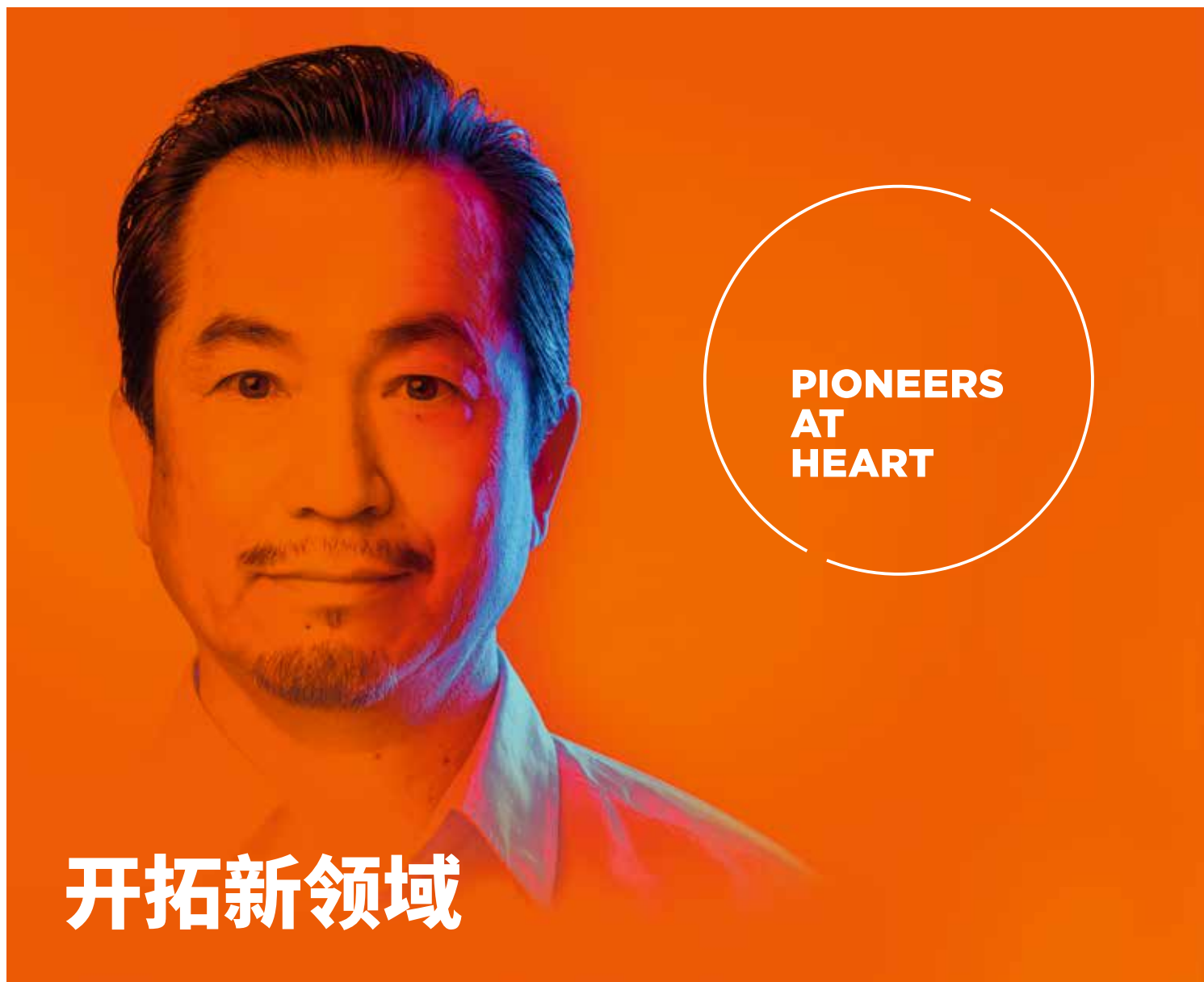
阿维迪ESP(无头带钢生产)线的能耗可降低45%之多，而且CO₂和NO_x排放显著减少。

南方线材为中国宁波的最终用户订购两套铜材轧机

15.中国：宁波金田铜业(集团)股份有限公司与美国佐治亚州Carrollton的南方线材有限责任公司签订合同，订购两套相同的SCR 7000铜材轧机，将由普锐特冶金技术于2019年供货。该公司是中国最大的铜加工企业之一，位列中国企业500强。新轧机将帮助公司打入新市场。第一套新轧机将建在中国浙江省杭州，第二套将建在广东省广州，预计将分别于2019年夏季和2020年早些时候投产。每套轧机的年产能力约为315,000吨。新订单使普锐特通过南方线材为宁波金田公司提供的铜材轧机总数增加到4套，合计年产能力达到将近100万吨。它们将面向建筑电线电缆市场生产电解韧铜。



普锐特冶金技术通过南方线材有限责任公司提供的一套SCR-7000铜材轧机。



开拓新领域

PIONEERS
AT
HEART

您可曾在登上一座山顶后想到是谁第一个征服了这座山？或者可曾在见到大海时想起过最早跨越大洋驶向未知彼岸的那些探险者？您是否景仰Robert Peary和他的北极之旅，以及为此而付出的所有努力和艰辛？

普锐特冶金技术致力于开拓新领域。我们的使命是开发冶金生产新方案。我们目标远大，我们勤奋努力，我们坚持不懈。有时我们成功，有时我们失败，但我们会从中吸取经验教训。有时，我们取得突破。

创新是我们的固有传统。好奇心促使我们不断探索。我们每天

都在考虑新方案。当然，我们还有其他的关注点，这就是我们的冶金行业客户。我们的宗旨是，以种类齐全的方案为世界各地的冶金生产商提供强有力的支持，从总承包项目和新生产线建设到升级改造和维修服务。我们与客户密切合作，确保它们在今后的生产运营中持续盈利。

追求创新

“我关心未来，因为我的余生将在那里度过。”著名的美国发明家和工程师Charles Kettering说。对普锐特冶金技术的所有员工来说也是如此。我们大力开展的研发工作以面向未来的先进方案为重心，这样的方案将使今后的冶金生产设施显著提高



效率、可靠性和环保性。因为我们正处在工业4.0的发展道路上，我们将继续坚持改进和扩展技术方案，帮助冶金生产商走上通往未来智能化工厂的成功之路。

打造数字化未来

数字化正在改变冶金生产，我们也要随之而变。今天的技术领域迥异于过去，而我们着眼于未来。在此，我们希望通过介绍我们的一些杰出专家和他们的出色成就，来展示我们的努力方向。这些成功都是我们长期以来与客户和合作伙伴共同完成的众多项目中的范例。它们不仅体现了我们为自己设立的各类目标，而且展示了我们能够为您做的一切——无论是现在还是将来。

在这个变幻莫测的世界中，提供方案、持续创新和坚守对客户的承诺，是我们的核心理念。

在接下来的8页中，我们归纳了一些多年来推出的最令人印象深刻的技术，其中的许多都是我们与客户长期合作的结果。我们向您介绍我们的一些最优秀的工程师，他们是“创新进取，倾心奉献”的代表，他们为了不辜负客户的信任而克服重重困难，不断开拓新领域。

绿色烧结技术

当世界首套MEROS设备于2007年8月开始运行时，每一个参观奥地利奥钢联钢铁公司生产现场的人都以为烧结厂被关闭了，因为空气非常清洁。“那是一个难忘的时刻，” Alexander Fleischanderl博士说，他是这项烧结废气净化新方案的幕后功臣之一。“很快，烧结就从一种污染严重的工艺变成了一种环保型工艺。MEROS的效果如此明显，以至于超过了我们事先设定的所有目标。”

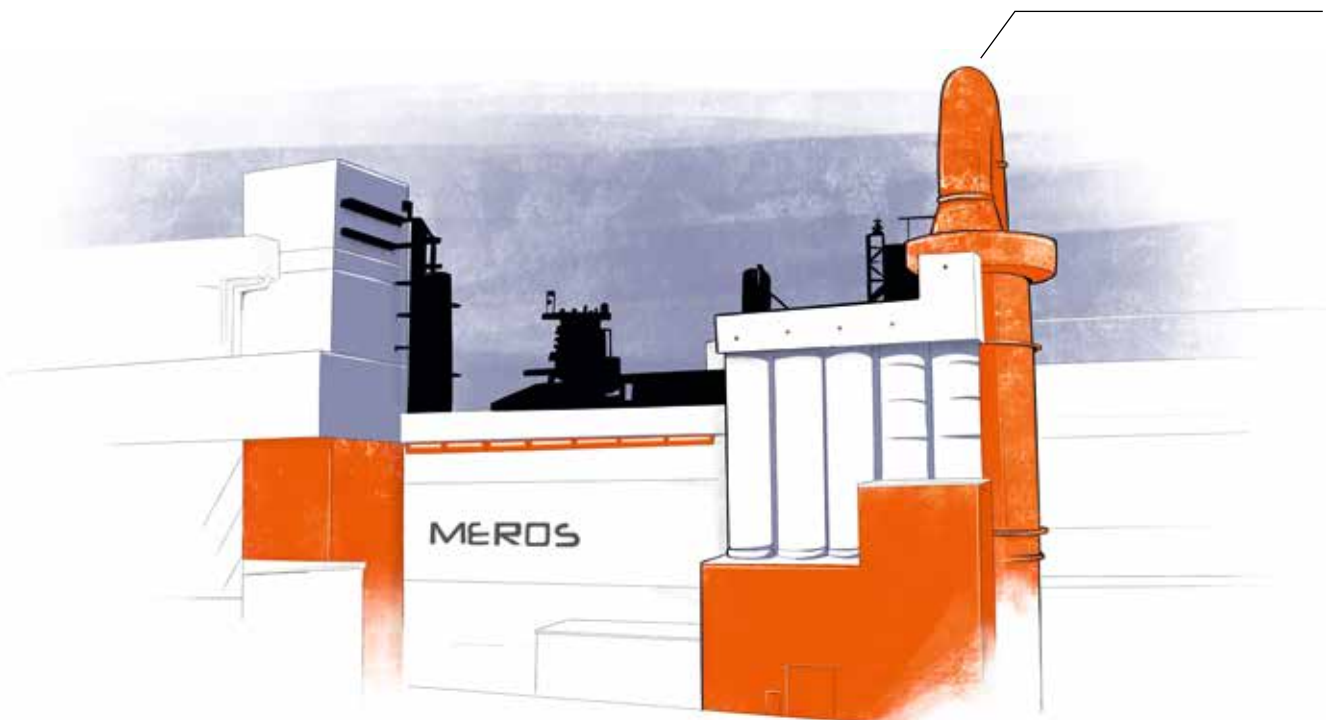
有多个因素造就了MEROS的成功：它通过一系列完全无水的处理步骤将灰尘和其他有害成分从废气中去除。“作为一种干法技术，MEROS从好几个方面给我们带来了直接和间接的优点，” Fleischanderl博士指出。“我们克服了湿法气体交换的许多缺点，比如挥发性有机物和二恶英过滤效果差。另外，MEROS不会造成任何水污染，避免了后续的污水处理。”时至今日，MEROS已在钢铁行业赢得广泛赞誉，甚至作为一种核心技术而派生出了高炉和LD(BOF)转炉的专用干法气体净化方案(MERIM和MERCEN)。“MEROS是真正的创举。” Fleischanderl说。“我们将继续为保护环境而坚持创新。”



ALEXANDER FLEISCHANDERL博士...
于1997年加入普锐特冶金技术前身公司奥钢联，现任上游技术主管兼钢铁冶炼技术副总裁。

MEROS ...

...诞生于2004年，于2007年获得现名，意为“大幅度削减烧结排放”。



革命性的炼钢工艺

LD转炉炼钢从根本上改变了钢的生产方式：如今的绝大多数钢厂都采用这种也称为“碱性氧气转炉”（BOF）的生产工艺。“LD”是指“林茨-多纳维茨”，正是在这两个城市开发出了这一突破性创新。有若干个人都对LD炼钢技术的开发起到了重要作用，而Herbert Trenkler博士无疑是最应当提到的一位。

Trenkler博士最早在上世纪30年代后期接触到了当时所称的“氧气冶金”这个领域。那时，他在德国Neuoerhausen的Gutenhoffnungshütte公司下属的一家钢厂工作，担任厂长的第一助手。在不断积累钢铁行业工作经验的同时，Trenkler坚持对以吹氧为基础的炼钢技术进行研究。在1948年3月，他开始担任奥地利林茨奥钢联钢厂的厂长。在这个职位上，他鼓励他的团队投入大量资源研究氧气转炉技术。Trenkler决心将这一新工艺推向成熟，并在自己的钢厂将其用于工业化生产。他的努力最终获得了回报：1952年11月，有史以来的第一座LD转炉投入运行。仅仅在数月后，第二座转炉就在奥地利多纳维茨投产。从此，LD转炉炼钢迅速发展，成为至今仍在全球占据支配地位的生产方法。而且，同样是在林茨，更多的创新技术相继涌现。

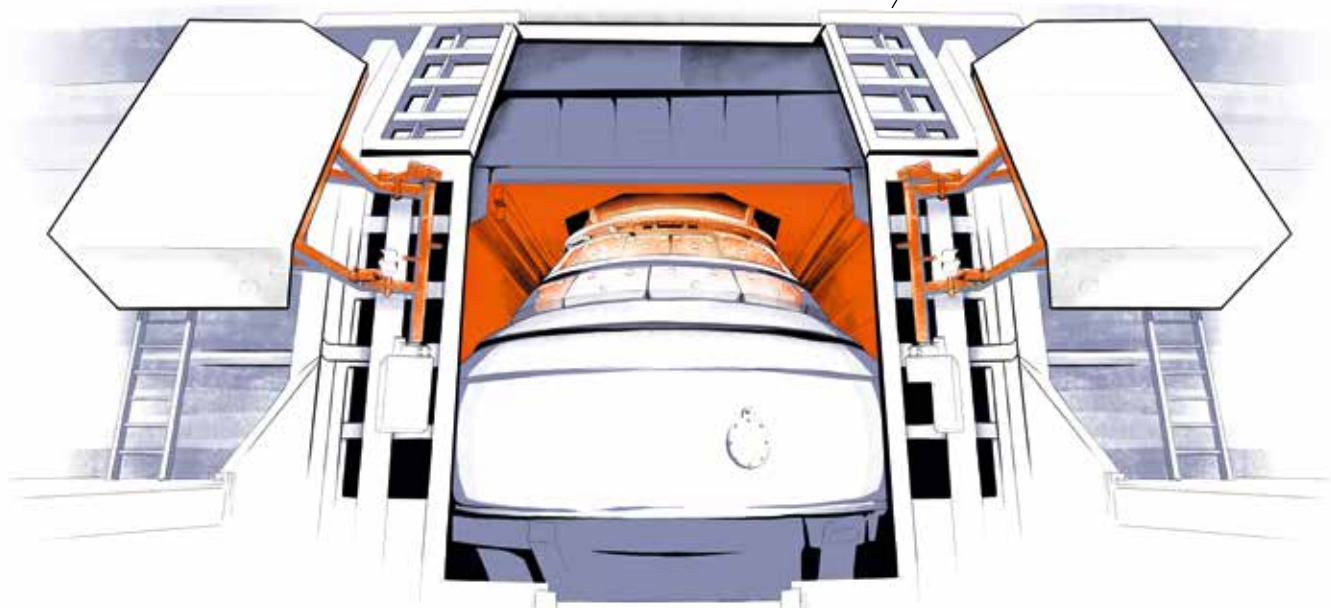


HERBERT TRENKLER博士 ...

... 从1948年开始担任奥地利林茨奥钢联钢厂厂长，全力推动LD转炉技术开发。普锐特冶金技术奥地利于1988年从奥钢联钢铁公司独立出来，当时的名称是奥钢联工程技术公司。

LD(BOF)转炉炼钢 ...

... 于1952日正式诞生，在奥地利林茨投产了有史以来第一座LD转炉。



依靠智慧回收能源

Quantum电弧炉是一种非常先进的设备，与传统电弧炉相比可大幅度节能。它环保效果好，作业率高(冶炼周期仅为33分钟)，并且具有智能化自动控制功能，减少了人工控制的需要。Quantum电弧炉最突出的优点是，能够利用自身在冶炼过程中产生的废气预热废钢。废气被巧妙地导入一个专门的竖炉中，后者被设计成电弧炉废钢装料系统的一部分。利用一套升降机系统将废钢从地下倾卸站直接装入电弧炉。所有废钢在进入炉膛前先要通过梯形预热竖炉，在这里根据需保持一定的时间，以达到能量回收的最佳效果。

Hansjörg Huber是Quantum电弧炉核心方案的设计者。“最大的困难是正确无误地设计出装料系统，”他说。“这需要很多智慧，需要付出很大努力——不只是我这部分工作，整个团队都是如此，最终才得到满意的方案。”另一个挑战是炉壳设计的优化。“我们的希望是：出钢控制更精确，作业率更高，停炉时间更短，自动化程度更高。”为了达到这些目标，Huber在充分考虑实际条件的基础上大胆创新。他的座右铭是“尊重科学，敢于想象”，这也是创新开拓应遵循的原则。

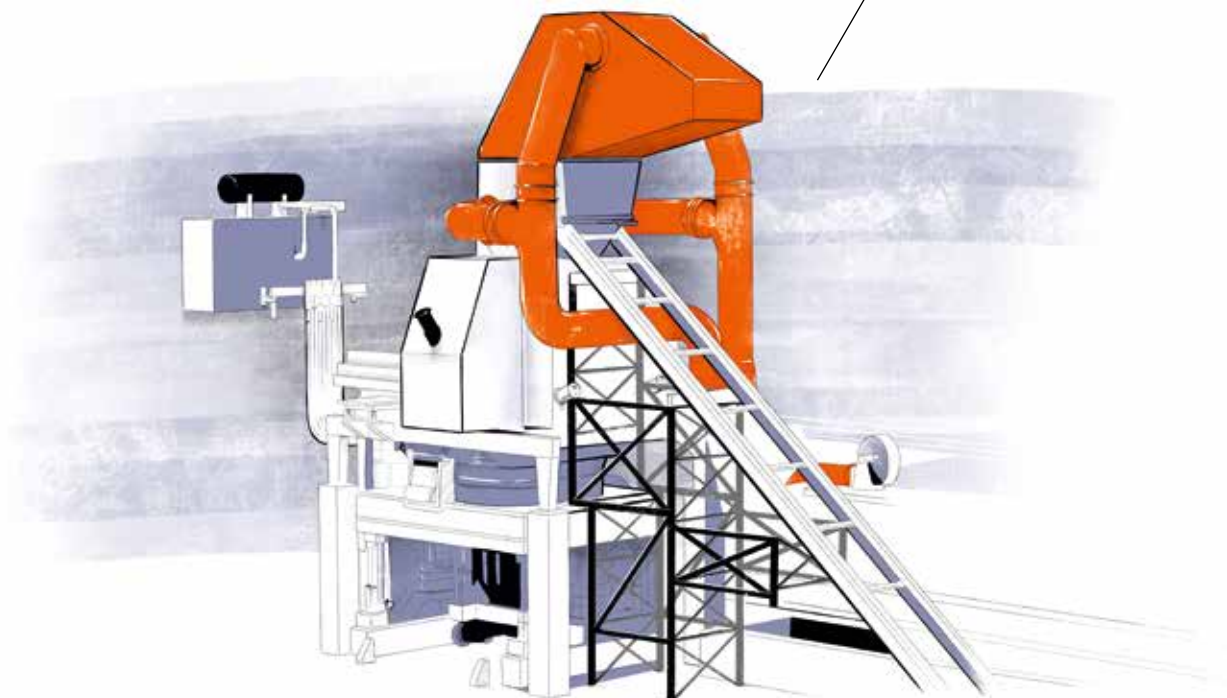


HANSJÖRG HUBER ...

... 拥有38年电炉炼钢经验，是普锐特冶金技术方案管理高级专家。

EAF QUANTUM ...

... 一体化能量回收系统使其在提高能效和保护环境方面迈出了一大步。



打造数字化方案

如果没有Karl Mörwald博士的创意、坚持和追求卓越的精神，普锐特冶金技术的许多数字化连铸技术将不会像现在这样为人熟知，比如Dynacs和DynaGap*以及它们催生的创新方案DynaPhase和DynaJet Flex Nozzle。虽然Mörwald博士在2011年不幸去世，但他给我们留下了无人可及的丰厚技术遗产。他对开发新型智能化方案的热情激励着他的同事，普锐特冶金技术的连铸专家们现在仍能感受到他的创新精神。

Mörwald是一位真正的开拓者，始终注意寻找新的机会。“他对把事情向前推进一步有着强烈的愿望，而且他本能地知道，应当从一项技术的哪个方面进行优化能够得到最好的效果，”那些了解他的人这样说。他不仅积极改进现有工艺，而且努力开发创新性方案。他依靠自己在机电一体化方面的专业技能为普锐特冶金技术组建了多支新型跨学科团队，并带领他们取得了非凡的成就。“他从不满足于现有的结果，”这是大家对他的一致评价。Mörwald非常重视连铸新技术的标准化，因为这样能使它们在极少需要改动的情况下应用于绝大多数钢厂。这对许多钢铁企业来说都是一大优点，也是Mörwald的理念得以延续的一个重要因素。

*关于DynaGap的进一步介绍请见第60 - 65页。

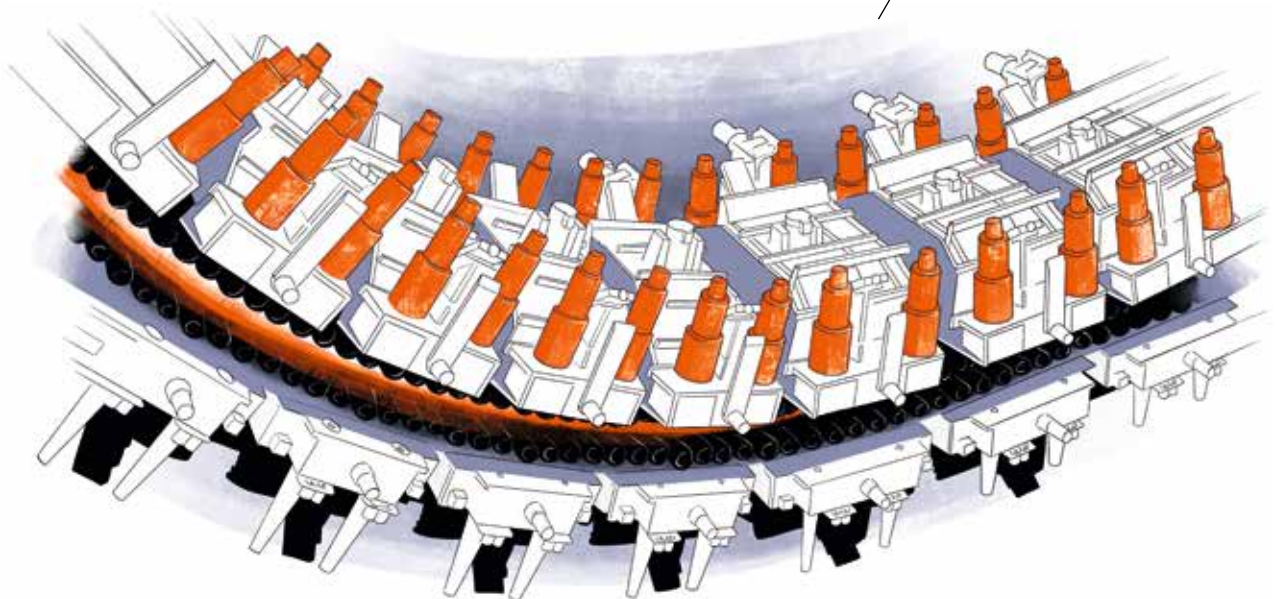


KARL MÖRWALD博士 ...

... 从1997年开始担任普锐特冶金技术(当时名为奥钢联工程技术公司)连铸技术主管，并在2008 - 2011年间领导全公司的研发工作。

数字化连铸方案 ...

... 比如Dynacs和DynaGap，由于Mörwald博士的领导、创意和对创新的追求而得以面世。



热轧带钢完美塑形

热轧带钢凸度和平直度的控制曾经令人束手无策，但在上世纪80年代取得了重大进展：首套成对交叉辊轧机在新日铁广畑厂投入应用。技术虽然先进，但原理并不复杂：上、下辊对略微交叉布置，从而降低弯辊效应对带钢形状的影响。

随着轧制速度不断提高以扩大产能，加上轧机越来越需要增大压下能力以生产高强钢，成对交叉辊轧机面临的主要挑战变成了防止轧机振动。普锐特冶金技术的Akira Sako为此作出了重要贡献。他来自日本广岛县，于1987年加入三菱重工，后来转到三菱日立制铁机械株式会社工作，并从2003年开始负责三维CAD部门。2010年，他被任命为轧机设计部总经理。在Sako领导下开发的轧机稳定装置为大压下量的第三代成对交叉辊轧机的运行提供了保障，避免了有害的振动，并且达到了极高的凸度控制精度。同时，Sako的设计非常简单，只需要很少的机械部件，因而节约了成本。现在，作为普锐特冶金技术日本的一位高级专家，Akira Sako继续为改进热轧机技术而不懈努力。

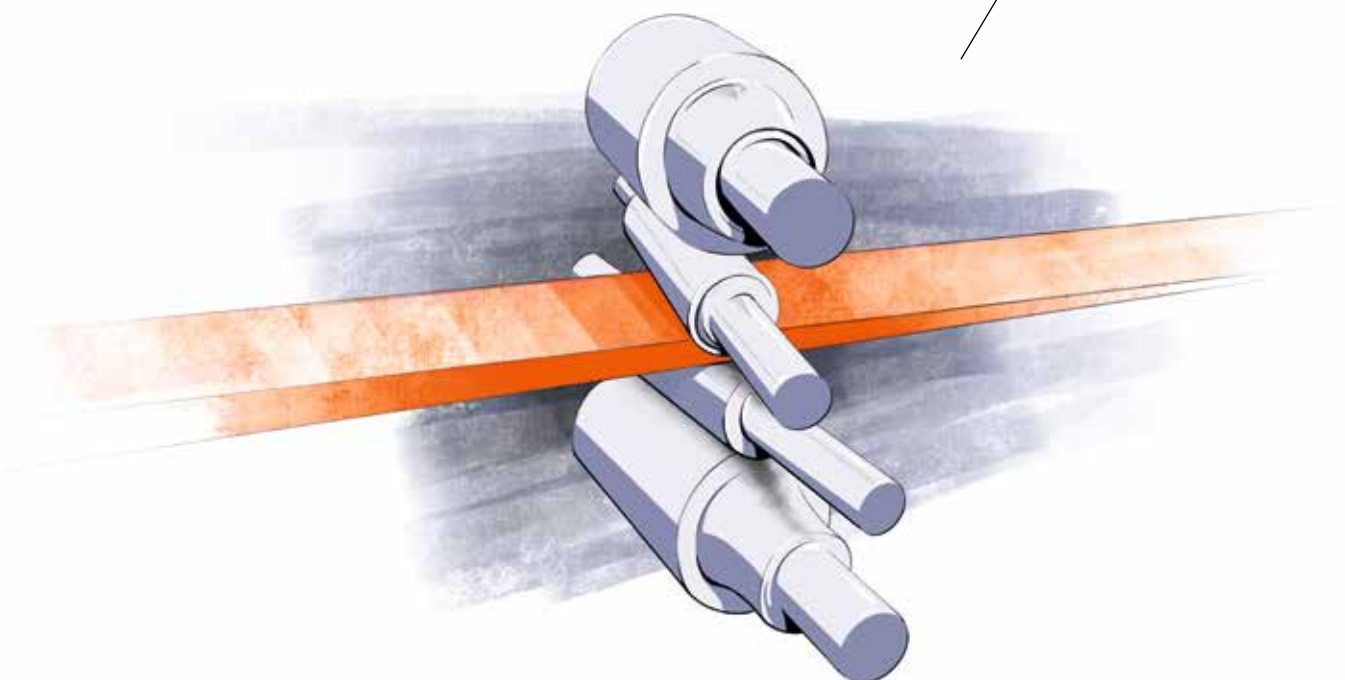


AKIRA SAKO ...

... 是普锐特冶金技术的一位高级专家，为第三代成对交叉辊轧机作出了重要贡献。

成对交叉辊轧机 ...

... 通过“交叉”布置上、下辊而达到出色的凸度控制性能。



酸洗线提速

家电和汽车行业对超低碳和高强度钢种的需求稳步增长，但许多生产商都面临着一个挑战，因为传统酸洗线需要多花两到三倍的时间来处理这类钢种。普锐特冶金技术iBox(浸没箱)专为解决这个问题而开发——无需循环加热或喷射酸洗系统。

普锐特冶金技术广岛机构的Kosei Tsuji对该技术的开发起到了核心作用。通过与客户经常交流，他了解到许多企业采用的喷射酸洗或循环加热型酸洗方法都存在着问题。但是，箱式酸洗在当时还只是深槽酸洗改造的一个可选方案。因此，Tsuji产生了一个想法：为新建酸洗槽改进iBox设计，在不采用循环加热系统的前提下达到最高性能水平。该方案取得了出色的结果：iBox降低了能源成本和维修成本，同时也降低了制造和安装成本——因为酸洗槽需要较少的酸液管路，当然还有其他优点。酸洗槽内的流体动力学条件十分复杂，是该方案需要克服的一个主要困难。经过反复试验和进行化学工程研究，Tsuji和他的团队开发出了一种能够巧妙地避免不同浓度酸液发生混合的方案，其性能达到了客户的期望。

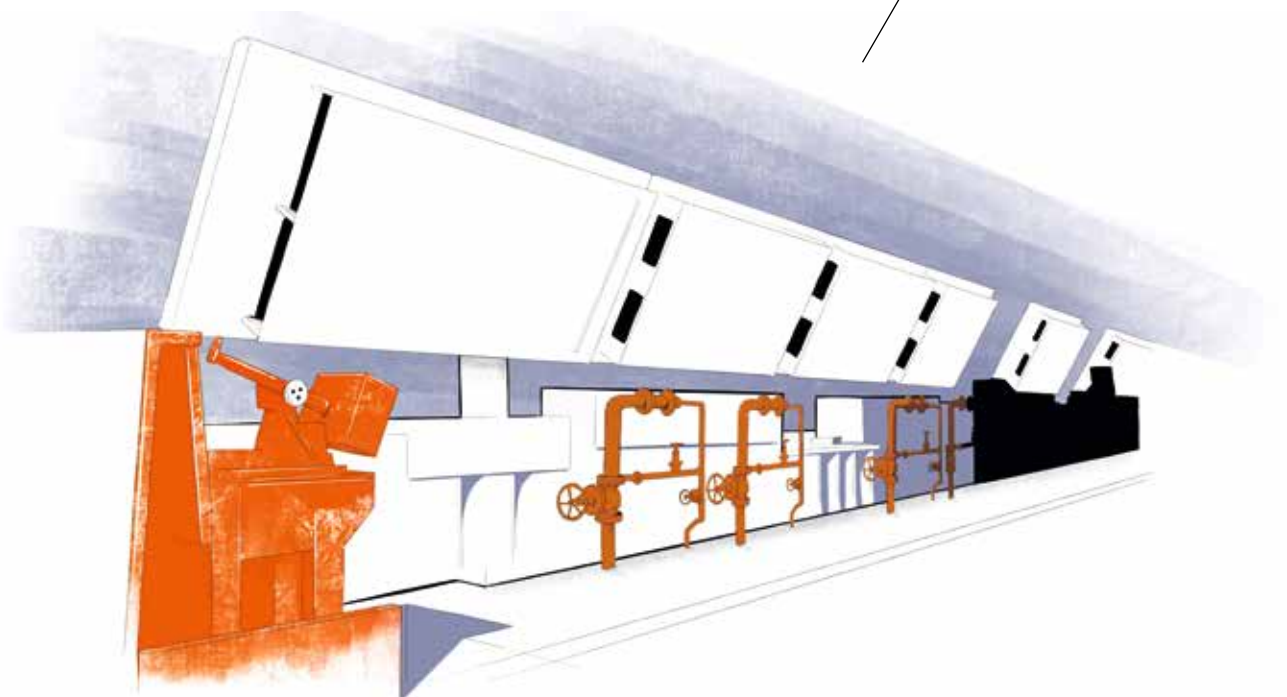


KOSEI TSUJI ...

... 是普锐特冶金技术广岛机构后处理线高级专家。

IBOX酸洗槽 ...

... 无需循环加热或喷射酸洗即可高效除锈。



小工作辊 达到大压下量

近年来，汽车行业对先进高强钢的需求大幅度增长。在汽车上使用薄规格高强度材料不仅能够降低油耗，而且能够提高安全性。更薄、更硬的硅钢片能够提高电动汽车电机的效率。普锐特冶金技术Hyper UCM(万能凸度控制轧机)专为严格满足这些要求而开发：它的工作辊直径比以前的轧机类型减小了20-30%，能够以数量较少的机架将强度更高的材料轧制到更薄规格。

Shinichi Yasunari为这种新型UCM的开发作出了重要贡献。他于1986年在日立开始了自己的职业生涯，当三菱日立制铁机械株式会社成为普锐特冶金技术的一部分时，他已经担任了公司冷轧项目部的主管。为了完成改进UCM的任务，他和他的技术团队进行了深入研究，找到了支承辊、中间辊和工作辊直径的最佳组合，能够优化带钢形状和将轧辊之间的接触压力保持在规定范围内。结果，我们如今所称的Hyper UCM提高了压下能力，在达到高产能的同时保证了出色的产品质量，并且降低了投资和维修成本。现在，Shinichi Yasunari仍在普锐特冶金技术广岛机构继续他的开发工作。

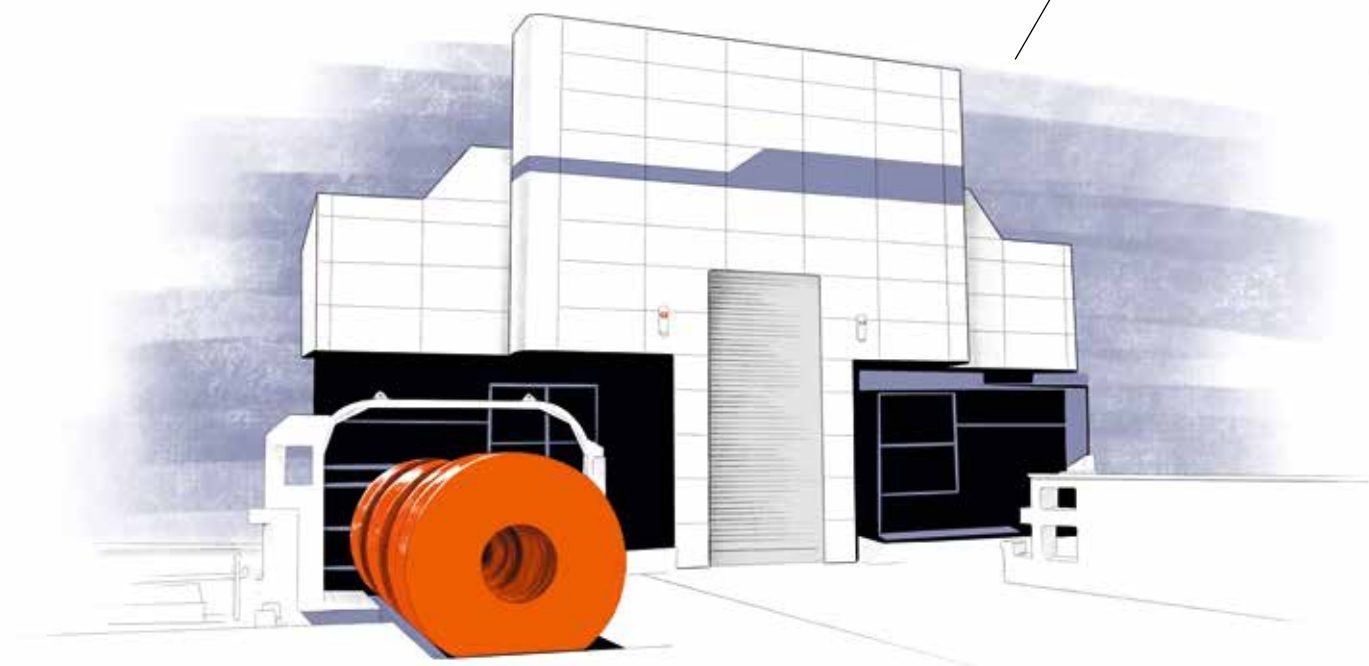


SHINICHI YASUNARI ...

... 在Hyper UCM的开发中作出了突出贡献。他现在担任普锐特冶金技术项目管理部副主管。

THE HYPER UCM ...

... 优化了工作辊、中间辊和支承辊直径，能够将强度更高的材料轧制到更薄规格。



全程跟踪质量

虽然单独的质量跟踪和质量保证十分普遍，但没有一种将它们全部结合到一起的完整系统。这种情况在近期得到改变。“全流程工艺质量控制”（缩写为TPQC）是一种软件跟踪系统，它连接了联合钢厂内的众多数据源，涵盖了冶金生产链的所有环节——从铁水直到成品带卷。它是普锐特冶金技术全流程工艺优化(TPO)方案的组成部分，是冶金生产迈向工业4.0的一座重要里程碑。

普锐特冶金技术奥地利的Klaus Seyerlehner博士从一开始就在TPQC的开发中发挥了重要作用。他一直从事连铸工艺优化工作，希望将工作范围拓展到整个生产链的优化。“最大的挑战之一是，如何存储巨量的数据，才能在调取数据时达到最高检索性能，”Seyerlehner说。令他尤为自豪的是，TPQC突破了生产链不同部分的人员和部门之间的传统壁垒，实现数据共享和互利互惠。“以任何方向映射数据，比如从板坯到成品带卷，而且反向映射——从带卷到板坯——的能力，让TPQC成了一种绝对是独一无二的工具，真的让人兴奋。”

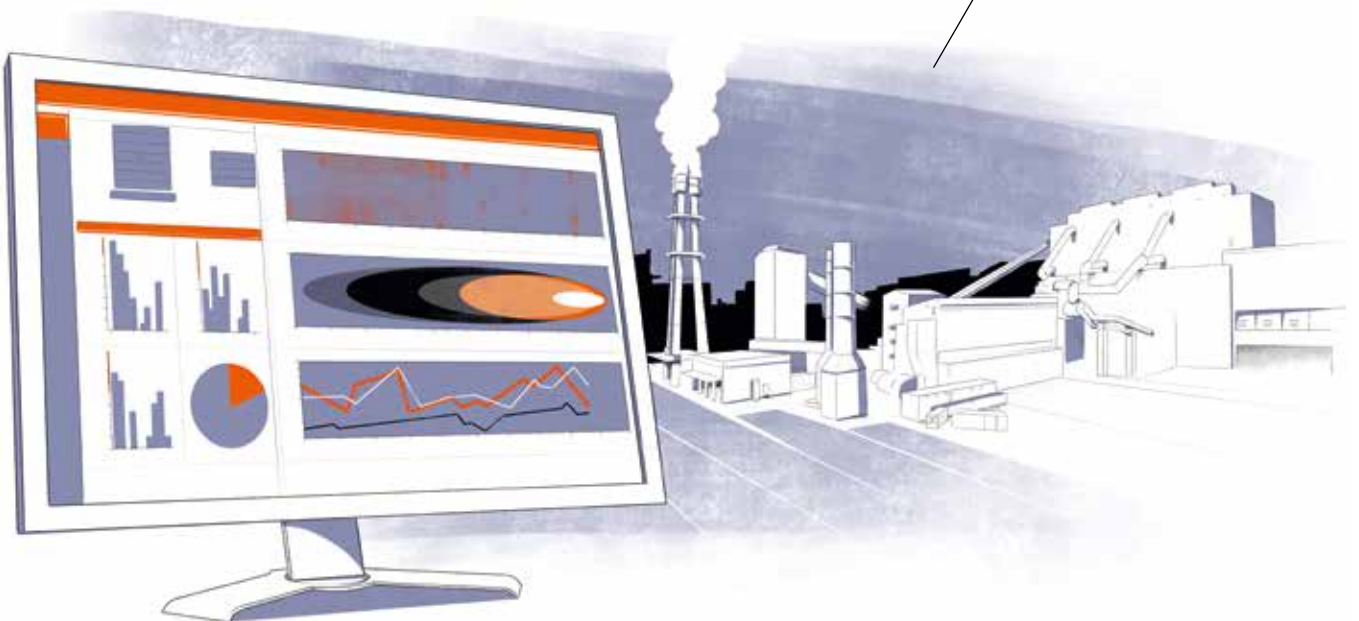


KLAUS SEYERLEHNER博士...

... 是普锐特冶金技术的一位软件设计师，重点开展全流程工艺质量控制方面的创新工作。

全流程工艺质量控制(TPQC) ...

... 是一种从整个生产链采集和分析数据以优化最终产品质量的软件方案。

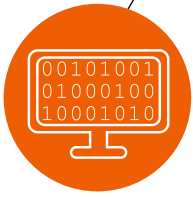




开拓 冶金生产的未来

尽管我们为自己迄今为止开发的众多创新方案而骄傲，但我们的关注点不是过去，而是未来的冶金生产。我们的研发专家不知疲倦地探索新技术，目的是推动冶金行业向前发展。遍布世界各地的公司机构在技术创新中都本着一个共同的宗旨：确保我们客户的冶金业务长期成功。我们的客户和业界合作伙伴激励着我们开拓新领域，迎接新挑战，突破新界限。

本期《冶金杂志》接下来的文章直接或间接地展示了其中的一些新技术。不过，在带您深入了解这些客户导向型方案之前，我们希望先向您介绍我们在今后若干年的工作重点。我们认为，这些领域对我们和对整个冶金行业都将是战略发展方向。我们将在日常工作中优先考虑这些领域，并且制定发展目标。我们将本着服务全球冶金客户的原则在这些领域不懈探索和追求。



数字化和工业 4.0

普锐特冶金技术相信，数字化将最终造就出全自动工厂。钢铁生产设施中进行的所有工艺将由基于大数据和我们的全流程工艺优化技术的先进的人工智能算法加以优化。我们目前正在数字化领域取得的进展将使最终产品的缺陷越来越少；机器人在钢厂危险区域的使用将使工作现场的安全性显著提高；状态监测系统和增强现实方案将帮助预见、计划和协调任何必要的维修工作；我们的功能强大的m.space平台提供的基于网络的服务将使许多工作变得简单，比如订购备件、组织生产培训和保存敏感文件。工业4.0之路将充满艰辛，但我们相信值得付出。



绿色生产技术

绿色生产技术包括了很多方面，全都有利于实现环保型生产和保证可持续性。普锐特冶金技术已经推出的MEROS系统就是这样的方案之一，它能够有效地去除烧结废气中的灰尘及有害的金属和有机物成分，达到传统方法难以企及的废气净化水平。选择性废气循环是又一种绿色烧结技术，在保护环境的同时也节约了能源。阿维迪无头带钢生产近年来发展迅速，它不仅实现了真正的不间断浇铸和轧制，而且显著降低了能耗水平和相关成本，降低幅度高达45%。Quantum电弧炉在一个专门的竖炉中利用炉膛产生的废气预热废钢，与传统电弧炉相比效率提高20%。除了这些业已成熟的节能环保方案，普锐特冶金技术还在坚持为保障绿色冶金生产而开发更多的新技术。



资产效率优化

全面、深入地掌握工厂状况，对任何钢铁企业都至关重要。因此，必须在需要的时候将这些信息提供给那些需要的人。普锐特冶金技术维护和资产技术(MAT)向维修人员提供基于知识的针对性支持，对所有维修工作提供指导。MAT给出的所有建议都遵循相关生产企业的核心维修制度。资产效率优化的其他方面还包括设备升级和现代化改造，这在很多情况下与新建设备相比都是更经济的替代方案。设备改造通常可以在计划停产期内进行，能够延长设备使用寿命，让以前的投资创造出更多的价值。普锐特冶金技术提供许多资产效率提升方案，并将继续拓展这方面的业务。



工厂和业务发展

新企业怎样才能更好地发展冶金业务？老钢厂应当采取哪些措施来改进生产，调整产品方案，找准市场定位，最大限度增加效益？普锐特冶金技术专家在新建冶金生产设施和为现有企业发现新机会(比如生产先进高强度)提供指导这两方面都有几十年的丰富经验。所有这些工作都需要详细的市场分析和技术咨询。普锐特冶金技术在项目开发早期即可提供支持，包括机会和可行性研究、环保问题和解决方案、工艺和技术诀窍、物流优化等等。普锐特冶金技术极其丰富的应用知识和独有的创新方案为这些服务提供了保障。 ●

创新争先



河钢唐钢建设一个先进数字化冷轧厂的决定敲开了国际市场的大门。
与普锐特冶金技术的密切合作为此提供了保障。



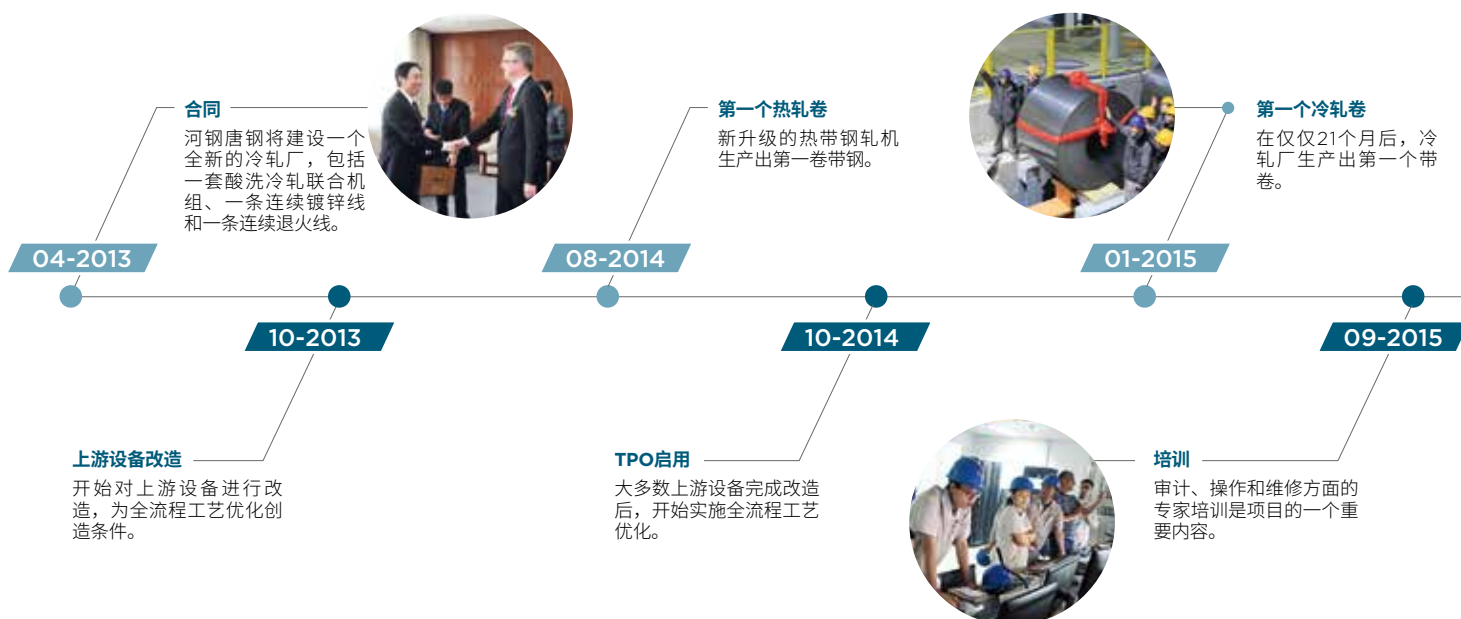
从生产能力、产品质量和技术标准各方面来说，河钢唐钢的生产设施无论在中国还是在世界都属于一流水平。基于先进诀窍的质量控制缩短了产品开发周期，进一步提升了新近获得的先进高强钢生产能力。六年来，普锐特冶金技术一直与河钢唐钢保持着密切合作，全力支持河钢唐钢走上技术领先之路。

河钢唐钢和普锐特冶金技术从2013年春季开始执行一个雄心勃勃的项目。双方签署合同，建设一套酸洗冷轧联合机组、一条连续镀锌线和一条连续退火线，目标是在仅仅21个月内生产出第一卷带钢。为此，河钢唐钢和普锐特冶金技术付出了巨大的努力。两家公司结成了牢固的伙伴关系，为了一个共同的目标而辛勤工作：让所有新生产线在同一天准备就绪。“有些人很怀疑，能否按时完成所有工作，”普锐特冶金技术项目总监 Johann Siegl 说。“我的任务是证明他们是错的。”在一个优秀团队的所有成员的大力支持下，他做到了。

所有人的大日子

在2015年1月15日这一天，整个项目都经受了考验，成功轧制出了第一个带卷。“这个项目对我来说非常特别，”Johann Siegl 说，“我会一直记住这一天，因为它是我的职业生涯中最具有挑战性和最让我兴奋的一天。”不仅那些安装的设备通过了测试，合作双方组成的项目团队也交出了一份满意的答卷：“每个人都为达成我们设立的目标作出了120%的努力。”

大家首先一起启动了酸洗冷轧联合机组，然后使连续退火线投



高强度汽车钢

打入汽车钢国际市场是河钢唐钢的努力方向之一。



入了运行，它将大幅度提高带钢质量，使河钢唐钢的产品能够达到汽车行业的要求。最后，连续镀锌线也投入运行，同样非常顺利。整个团队为取得的成就而欢呼雀跃。一个相当复杂的项目在最短时间内大获成功，各家供应商的协调配合令所有人深感满意。

上游改造

不过，新建冷轧厂只是河钢唐钢的一个更大计划的开始。早在后处理线的施工阶段，这家钢铁企业就同普锐特冶金技术讨论了上游设施的其他改造措施。“唐钢人发现，他们可以完全信

赖这个刚刚开始不久的合作伙伴，我们对此当然感到十分荣幸，” Siegl说。“我们相互信任，因此能够深入讨论应当如何改进上游生产，以使它们能够与新获得的下游能力完美匹配。”

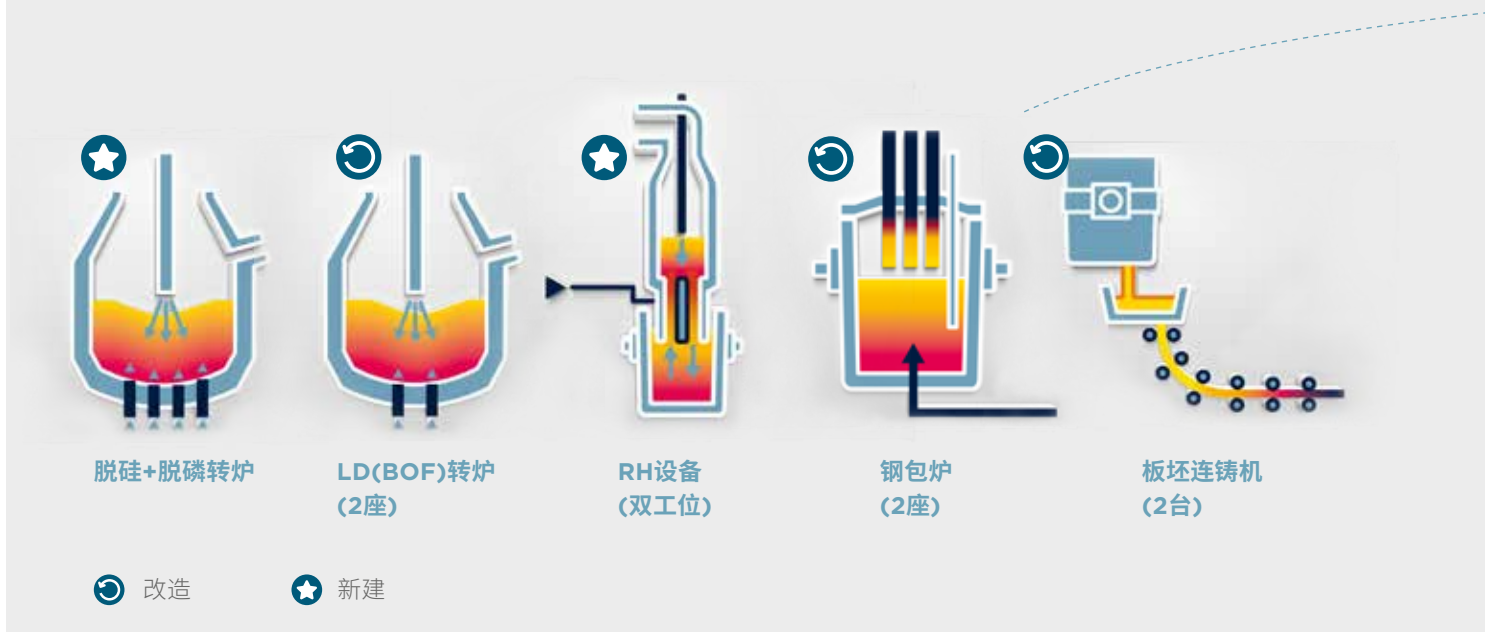
普锐特冶金技术专家和河钢唐钢技术人员一起，精心制定了转炉、RH设备、钢包炉、板坯连铸机和热带钢轧机的详细改造计划，目标是采用最先进的生产技术打造一条完整的钢铁生产工艺流程。这些计划在2014年早些时候得到批准，而且二级自动化系统也将和现有设备一道全面升级。 »



生产线全线数字化

为保证河钢唐钢在汽车钢国际市场成功参与竞争，普锐特冶金技术开始执行一个大型项目，为其改造现有上游设施并新建一个冷轧厂。项目内容还包括了全面的培训、咨询和塑造企业文化的措施。但是，项目最关键的部分是沿整个生产链实施全流程工艺优化(TPO)，从而确保精调设备，加快产品开发速度，大幅度提高质量水平。软件从20

套设备和系统接收将近8,000个信号，已经开发了几乎400条规则，连续监测132项关键性能指标，并在后台集成了大数据分析工具。而且，项目并不会就此结束。从中期来说，唐钢的母公司河钢集团可能会选择将全流程工艺优化扩展到更大范围——从分布在中国多地的各家下属钢厂采集数据进行分析。这将带来巨大的收益。

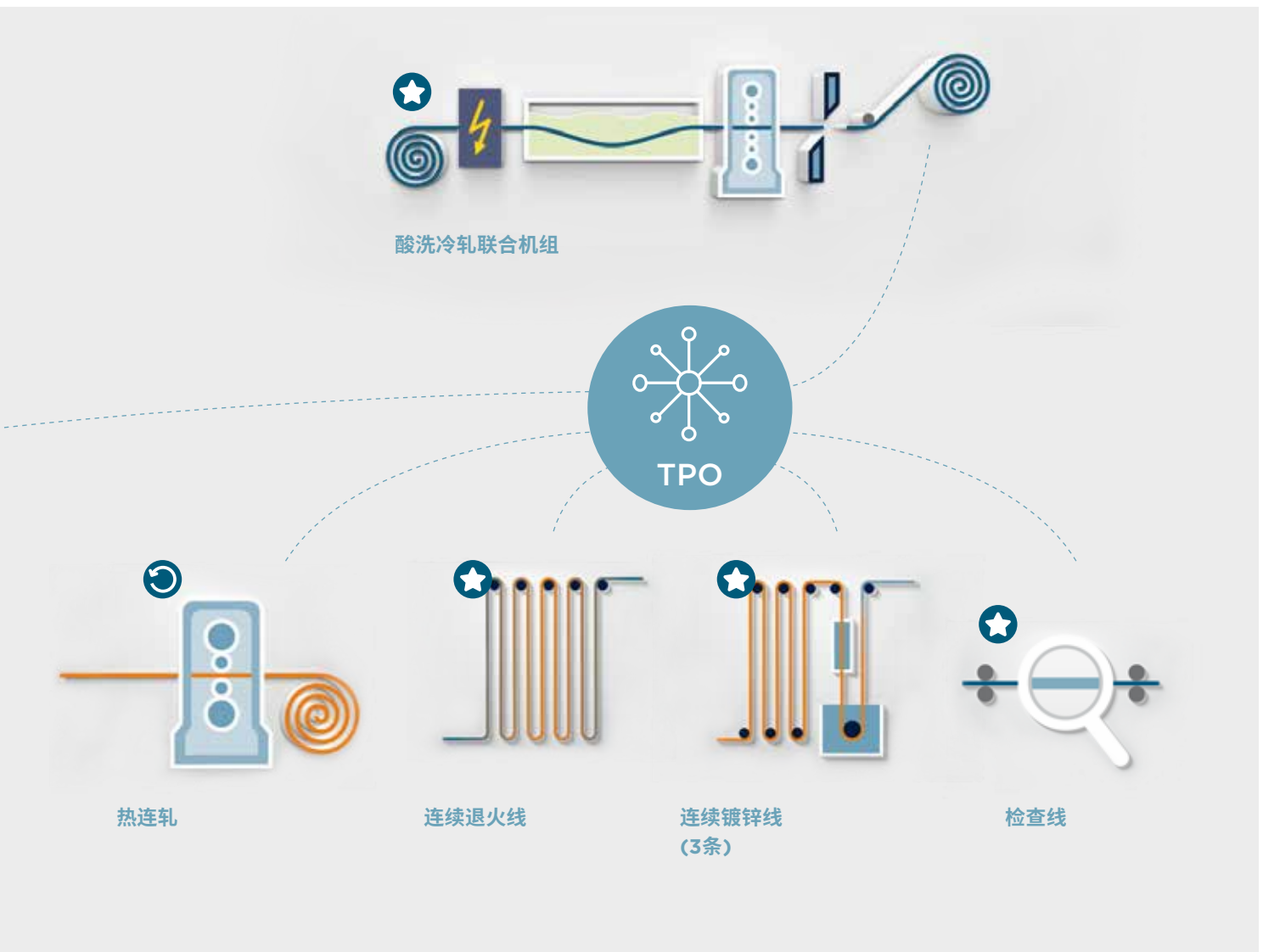


全流程工艺优化

上游设施的升级改造为普锐特冶金技术独有的全流程工艺优化(TPO)的实施铺平了道路。TPO包括了全流程质量控制(TPQC)——一套基于规则的功能强大和高度定制化的IT系统——和全流程工艺诀窍(TPKH)——普锐特冶金技术长期以来获得的大量工艺诀窍和冶金知识。TPO使钢铁企业能够深入了解并积极影响设备的总体产量和产品质量，有助于加快新产品开发速度，缩短生产线升级改造后的达产时间，提高故障排除和工艺优化的效率。

“TPO 有助于提高总体产量，加快产品开发速度，让故障排除和工艺优化变得简单易行。”

Jan Friedemann Plaul博士



为了充分发掘TPO的潜能，需要将钢厂的整个生产链包括在内。具体到河钢唐钢，这意味着许多现有设备必须升级，并且配备二级自动化，这样才能使用普锐特冶金技术独一无二的TPQC软件。双方项目团队倾力合作，保证了所有生产设备都能生成TPQC需要的数据，使整个生产链都被TPQC涵盖。

专家咨询

为了帮助客户的管理层和员工掌握新设备的使用方法，普锐特冶金技术安排了多轮培训——总共组织了100多位来自普锐特冶金技术和其他专业公司的专家。培训给河钢唐钢的领导团队和生产人员留下了深刻的印象，他们开诚布公，对一些现有工艺进行分析并讨论改进措施。他们的目标是优化生产和最好地使用所有新方案。普锐特冶金技术的许多专家在设立工作优先级时都优先考虑如何改进唐钢内部发展流程，不仅准备了详细的培训内容，而且对如何转变企业文化能够进一步提升业绩提

出了很好的建议。所有参与者都认为，这是一次收获巨大的学习经历。

TPO的成功

“普锐特冶金技术的TPO方案使用的时间越长，我们对它的印象就越深刻，”河钢唐钢生产制造部副部长裴宏江说。“我们现在能够在遇到意外问题时更快和更有效地采取对策。”尤其让他感到高兴的是，公司获得了更多的认证，比如意大利菲亚特汽车公司签发的认证：“我们的新证书证明了我们的作法是正确的。但是，更重要的是，我们成功地扩大和升级了我们的产品方案。现在，我们有能力生产许多先进高强钢，这让我们备感骄傲。”河钢唐钢的产品不仅在中国市场，而且在国际市场也很受欢迎。TPO的成功实施被认为是使公司赢得这一优势的最重要因素之一。

»



帮助客户满足汽车市场需求

Jan Friedemann Plaul博士是普锐特冶金技术全流程工艺诀窍副总裁。

钢铁企业怎样才能如今的汽车钢市场中参与竞争？

Plaul: 除了生产优质汽车钢的技术能力，企业还需要和它们的客户建立并保持密切的联系。它们应当知道合作伙伴的要求，并且对新的技术要求迅速做出反应。为了做到这一点，必须对工艺和产品有深入的了解，这样才能进行改进和优化，从而获得最好的结果。

普锐特冶金技术是怎样帮助河钢唐钢成为国际客户的供应商的？

Plaul: 最根本的当然是提供着眼于未来的先进生产技术。另外，还有一个重要方面是，我们连续提供专业诀窍方面的支持，帮助客户开发新钢种并推向市场。我们还提供深入分析以全面优化生产效率。

您认为执行这个项目的最大收获是什么？

Plaul: 这个项目在这么短的时间内就执行完毕，而且很快就成功投产，这给我留下了深刻的印象。在整个过程中，河钢唐钢把我们当成合作伙伴而不只是供应商。结果，我们之间建立了非常牢固的关系。

“TPQC系统的最大优点——除了智能化质量控制功能——是迅速和直接地获得整个钢铁生产流程的高质量工艺数据，”普锐特冶金技术TPKH副总裁Jan Friedemann Plaul博士说。“这些数据可以采用现代数据分析工具进行处理，以帮助开发新钢种。有了这项技术，新产品的开发时间能够大幅度缩短。”

“TPO的另一个重要优点是能够跟踪关键性能指标(KPI)，而河钢唐钢采用了大量KPI，”Plaul博士补充道。“我们花了很多时间来设置和精调所有与工艺和质量相关的指标，以便监测整个公司所有相关环节的运行情况。这需要同他们的长期目标紧密配合。我们双方深度合作，确保以最佳方式覆盖整个生产链。”

像世界上的任何钢铁企业一样，河钢唐钢也非常看重结果，Plaul补充说。“TPO不仅帮助确认目标是否达到，而且在任何事情与计划出现偏差时能够快速、轻松和全面地解决问题。”

在被问到他认为唐钢TPO项目中的哪个方面最值得称道时，Plaul强调指出了它的高度复杂性。“我们和河钢唐钢一起设置TPQC系统，以使它能够应对整个钢铁生产流程的所有工艺设备，这绝对不是一个简单的工作。很多文化背景和专业背景都不同的人齐心协力，相互配合，成功地完成了任务，为以最高质量和最高效率生产现代钢种提供了保障。”

“TPO 方案使用的时间越长，我们对它的印象就越深刻。”

裴宏江

“PropertyMon” 采用电磁测量方式
沿带钢整个长度监测其质量。



河钢唐钢的光明前景

在河钢唐钢如今能够生产的钢种中，包括不同类别的先进高强度钢。公司面向汽车和其他一些行业提供这些产品。现在，河钢唐钢成为了一家国际化企业，客户遍及150个国家。公司之所以能够打入国际钢铁市场，不仅是公司自己下定决心和追求卓越的结果，普锐特冶金技术提供的先进方案也发挥了重要作用。

双方的合作将继续下去：两家公司合资成立了一个服务公司，并已于2017年9月开始运营，员工数量超过400人。在河钢下

属的多个生产企业，普锐特(唐山)冶金技术服务公司(PTTS)将提供全面的技术服务，包括离线维修、设备修复、状态监测和操作支持。

今后双方合作的另一个目标是，打破地区限制，在河钢集团的多家钢厂之间建立智能化连接，最终把它们全部集成到一套完整的全流程工艺优化系统中。这一措施将有助于在公司内部的不同钢厂之间建立基准指标和高效传输产品开发诀窍，甚至能够通过数据交换按照成本和质量标准在集团内部分派订单。



1. 两条连续镀锌线及其表面检测系统都包括在全流程工艺优化方案内。

2. 河钢唐钢现在的目标是依靠优质产品服务于汽车钢国际市场。



“TPQC系统在唐钢的工艺控制 and 产品质量监控方面发挥了重要作用。”

裴宏江

目前，河钢集团还有更多的规划正在执行中，将为旗下所有钢厂的成功提供保障。河钢唐钢精心确定的产品方案将使其走向光明的未来。毫无疑问，这家中国公司将成为冶金生产领域最成功的市场领先者之一。 ●



长期合作的丰硕成果

裴宏江是河钢唐钢生产制造部副部长。

由普锐特冶金技术升级的和新提供的设备怎样使河钢唐钢受益？

裴：该项目开启了唐钢高强汽车板的生产，2015年底投产后，短时间内便实现了向国内顶级家电企业的稳定、批量供货，2016年开始汽车板生产也逐渐上量，不仅销往国内自主品牌，也为国际知名品牌供货。

实现生产运营数字化的优点是什么？

裴：通过采用普锐特冶金技术自动化控制系统，生产线的自动化程度达到了国内领先水平。同时，引进的TPQC系统在工艺控制和产品质量监控方面发挥了重要作用，尤其在产品质量波动时，可追溯问题根源，为后续整改和产品质量提升提供了良好依据。

河钢唐钢员工在中国和欧洲接受了大量的培训。这些措施为你们达成目标起到了怎样的帮助作用？

裴：普锐特冶金技术公司充分利用公司资源，组织国内外冶金及自动化方面的专家对唐钢进行工艺诀窍及生产运营方面的培训，尤其在深冲钢性能优化及特殊镀层品种开发方面起到了非常关键的作用。



颠覆性的潜力

MICHAEL SHAMIYEH教授访谈录：大公司如何在一个颠覆性的时代保持创新领先。

Michael Shamiyeh教授是一位训练有素的建筑师，一位拥有战略管理博士学位的多才多艺的学者，也是“未来思维”领域的一位专家。他在美国斯坦福大学、瑞士圣加仑大学和奥地利林茨艺术与工业设计大学任教。他和他的学术伙伴一起在林茨创办了“未来设计中心”，宗旨是为大型企业提供新方案和开始创新思维的必要工具。我们请Shamiyeh谈一谈在当前环境下展开颠覆性思维需要克服哪些困难。

您在未来设计中心是怎样工作的？

Michael Shamiyeh教授：我们对如何在传统商业实践中引入新思想有不同的观点。我们不是努力适应并进入“问题解决模式”，而是教会企业领导在面对挑战时采用“未来思维”。这在建筑学中是一种很常用的方法，你必须抛开任何已有的参照系，找到一种能够反映出当前问题的新方案。结果往往是颠覆性的，但比简单地改变已经存在的东西要更有潜力，所以效果要好得多。在我们的未来设计中心，我们帮助客户设法挖掘出这些经常没有得到挖掘的潜力。

信息技术领域是否比钢铁行业更具有颠覆性？

Shamiyeh：我认为，如今生活中的所有方面都变得更具有颠覆性，包括工商管理。哈佛商学院的Clayton Christensen教授在90年代提出了“颠覆性创新”一词，从那以后，我们已经清楚地看到了颠覆性成果的增加。按照Christensen的说法，颠覆性创新产生的源头和它们最终产生最大影响的领域往往并不相关。举例来说，人工智能技术在意想不到的领域发挥了巨大作用，带来了显著的变化，这毫不令人奇怪。



“创新者不仅要勇敢，还要善于管理风险。”

您能否举一些这种颠覆性技术的例子？

Shamiyeh: 优步是肯定要提到的。这家公司从根本上改变了出租车公司的运营方式。优步并不拥有和运营出租车——它只是把司机和乘客联系在一起。多亏了如今互联网和智能电话的普及，公司取得了很大的成功。爱彼迎是一个类似的例子：它不是盖宾馆、出租房屋和提供所有相关服务，而是简单地让个人列出他们的房子和公寓里的空房间让客人预订。这是一种和宾馆业完全不同的模式。

您在一篇文章中指出，如今的大多数颠覆性创新不是由传统力量，而是由市场新军带来的。您认为这个趋势能保持吗？

Shamiyeh: 颠覆性容易产生在现有成熟行业的边缘而不是中心。之所以存在这种情况，一个重要原因是，大型企业往往把注意力过多地放在现有的客户上，而且主要是根据客户的反馈来制定它们的产品开发战略。这可能会使创新陷入一个“近亲繁殖”的怪圈，难以打破思维定势。这样，市场新生力量就有机会挑战这种传统，带来颠覆性创新。 ”



市场领导者怎样才能消除短板并保持技术优势——甚至在自己的领域取得创新？

Shamiyeh: 最重要的是，它们必须解放思想，接受新生事物。另外，它们还必须比市场和竞争对手更早地发现行业的变化。总之，大公司必须接受新思想。它们可以邀请不同背景的人前来交流，或者有意识地聘用拥有不同技能的员工。我用三句话来归纳这种策略：了解其他方法和新的思维方式；让不同背景的人参与进来；在现有体系中加进新的想法和作法。

决心改变未来的人有什么重要的特质吗？

Shamiyeh: 当然有。那些开拓者，比如Ferdinand Porsche(汽车工程师，保时捷汽车公司创始人)，往往有一个共同的特点：他们能够“重新构建”已有的思想和观念。他们会把一个领域的模式放到另一个不同的情境中，得到出乎意料的结果。他们会质疑大家公认的事情，提出新的见解。

是什么让这些开拓者能够做到“重新构建”思想？

Shamiyeh: 是他们从一个参照系切换到另一个的能力。我们还是以Porsche为例。Porsche是一位训练有素的管工和电工，他先是把他的知识用在了工厂电气化方面，后来又用轮毂电机引发了汽车行业的变革。没有那些训练他可能不会制造出汽车发动机，尽管那些训练原本是为了让他胜任没有什么创造性的工作。重要的是他能用自己的知识做些什么，而不是他原本被期待用这些知识去做什么。他改造了他自己，还有他的技能，以一种不同的方式使用了他学到的知识。

如果“重新构建”的能力如此重要，为什么大学不大力培养这种能力？

Shamiyeh: 事实上，有些大学正在这样做。比如，斯坦福大学就鼓励学生去申请和他们的本科学位不同领域的研究生学位。学生们几乎都会转专业一到两次。在欧洲，直到今天，许多学生在整个求学过程中还都是局限于同一个领域。对于这种情况，我认为他们真的错失了深入探索和重新构建自己的思想的机会。

“颠覆性创新产生的源头和它们最终产生最大影响的领域往往并不相关。”



勇敢是开拓者的另一个重要特点吗？

Shamiyeh: 的确是。你必须勇敢地以一种不同的新方式尝试做一件事情，因为你的努力可能会被误解；但我想强调的是，在我看来，成功的开拓者并非一定会冒很大风险。一个人可以既勇敢又善于管理风险——我相信这两种素质并不抵触。

勇敢和风险管理哪一个更重要？

Shamiyeh: 这个问题没有统一的答案。我想指出的是，如果有人对你说“要敢于冒险”，这实在不是个好的建议。最好的作法通常是，一方面要勇敢，另一方面要谨慎对待面临的风险。勇敢最好有充足的理由和经过充分的思考。在这方面马上就能找出很多著名的先锋人物，我相信他们都是很好的例证，无论是比尔·盖茨还是谷歌的创始人。如果你认真读他们的传记，就能注意到他们会避开不必要的风险，但他们毫无疑问非常勇敢，敢于为了改变未来而创新。 ●

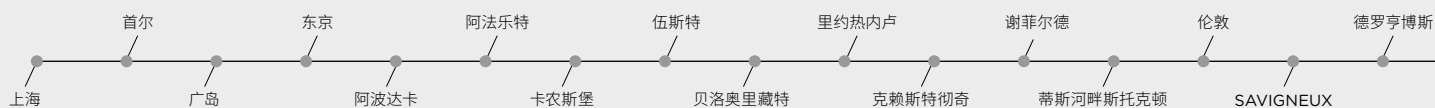
远见之旅

Michael Shamiyeh博士和他在斯坦福大学、圣加仑大学和林茨艺术与工业设计大学的学术伙伴一起组织了一个名为“远见之旅”的独一无二的新课程。这门课程旨在向企业经理们提供在现有公司结构中引入颠覆性思维所需要的知识。如需更多了解这门为期6个月的课程，请登陆 www.c-fd.eu。

印度西部的友善精神



孟买是本期《冶金杂志》机构介绍的主角



普锐特冶金技术Turbhe机构位于孟买以东10英里处，是公司在印度的第二大设施，共有175名员工在这里工作。这里不仅全方位开展制造业务，而且专门承担电气自动化和长材轧制领域的设计工作。独特的家庭氛围造就了全厂的高效率，以及同事间的友情和相互支持——Tom Widter博士在季风季节访问这里时就充分感受到了这种氛围 ...

在我乘坐的航班降落在孟买机场前一小时，天空突然变暗了，可以说是漆黑一片。仅仅几分钟后，飞机就遇上了气流，颠簸得就像瀑布中的一条鱼。大颗的雨点击打着舷窗，使飞机外面的能见度降低到0。季风肆意发挥着威力，让人不禁胆战心惊。我不知道驾驶员是怎样使飞机降落的，但着陆后机舱里响起一片掌声。

当我走下飞机时，扑面而来的是在欧洲从未遇到过的潮气。潮湿似乎已经侵入了一切，无论是孟买机场铺着漂亮地毯的地面，移民局的文件，还是我在长途旅行后入住酒店的床单。我在入睡前想着，明天早晨还要坐两个小时的出租车，才能到达位于孟买以东10英里处的普锐特冶金技术Turbhe制造厂。我将会看到印度的一些最极端的景象，包括贫民窟、在河里洗衣服的人、勉强可以行驶的道路和更多没完没了的雨水。

但是，从踏上印度那一刻起，我也感受到了难以置信的美丽，热情和友善，还有这个国家独有的味道。以前我从没见过，妇女们穿着这样鲜艳、雅致而简洁的服装，陌生人在街道上互相帮助，年轻人享受当下而不是担心不确定的将来。在我看来，印度人好像在陶醉中生活，陶醉于这些奇妙的共同体验。

一个高度团结的地方

我在到达公司所在地后，很快就见到了普锐特冶金技术印度的冶金服务主管Sharad Budhia。他确认了我对印度人的第一印象：“愿意互相帮助是印度人根深蒂固的习惯，”他说。“观察一下季风季节的孟买人会很有意思。有时候，雨下得太大会使交通陷于停顿，你可能会被困住好几个小时。如果遇到这种情况，当地人就会开始给完全陌生的人送上茶。他们甚至会拿出食物，完全是出于热心来帮助别人。你在印度到处都能受到这样的款待，在孟买尤其如此。这是个很特别的地方。”Budhia显然很高兴能够生活在孟买，他也为Turbhe制造厂、它的能力以及它的员工感到高兴。

Turbhe制造主管Shyam Mishra也赞同他的看法。Mishra肯定地说，该厂的设计和制造能力完全满足冶金服务的需要——不仅是印度，而且是世界性的需要。“我尤其为我们的弯辊块、平衡块、液压自动厚度控制(HAGC)油缸、切剪、Morgoil轴瓦和各种导卫而自豪，”他一边介绍一边带我参观工厂。“制造这些产品需要高超的技艺，还有对精度和质量的追求。这些产品充分体现了我们制造厂的实力。”

»

孟买

印度孟买的公司机构集设计和制造能力于一身，重点为冶金服务提供部件。



面向国际市场的产品

在制造厂里，Mishra和我在一大堆产品前停下了脚步，他告诉我这些是水箱喷嘴。“我们每年制造大约5,000 - 6,000个喷嘴，”他说。“很大一部分都出口到美国和其他国家。”毫无疑问，这些喷嘴的要求非常严格：我越仔细地检查它们，就越能看出它们的质量无可挑剔。它们的精度是如此之高，我完全看不出它们相互之间有任何差异。

我们继续在现场查看，Mishra叫住了一个工人。他叫Mahendra Jambhle，刚刚在为一家波兰客户制造的水箱组件上完成了几个冷却喷嘴的安装。他对自己的工作成果感到满意，向我们演示了他执行的操作步骤，并且指出这样能够保证产品的质量和可靠性。我可以看出来，他在工作时非常专注，不仅训练有素，而且经验丰富。他准确地知道自己的机器在什么时候该执行什么操作。

我很快就意识到，Turbhe厂能够制造的产品种类极多。我们从一个正在制造RE-150插件的工人身边经过，这些产品看上去结实耐用。厂里的产品实在太多，让人很难选择接下来应该重点看些什么。随后，我们来到了制造厂小型产品加工区的最后一站，Sanket Kolaskar正在这里用前不久安装的一台设备制造喷嘴零件。“这台机器实际上在几个星期以前刚由我们的首席执行官Satoru Iijima主持了启动仪式，”Kolaskar告诉我。在他说话的同时，我注意到机器上贴着一个专门设计的标牌，上面印着Iijima的名字和照片。“我们都是同一家公

“我们的产品有很大一部分都出口到美国和其他国家。”

司，”制造主管Mishra指出。“我们很高兴向我们的首席执行官展示我们的能力，我觉得他非常满意。”

大型产品加工区

制造厂分成了两个主要区域：我们刚刚走过的小型产品加工区和现在正要进入的大型产品加工区。我们注意到了一件比我们之前见过的任何产品都大得多的产品：弯辊块。“制造一个弯辊块需要大约150个工时，”Mishra介绍说。“我们从一大块方钢开始，对它进行‘雕刻’，直到变成弯辊块的形状。”我想起了米开朗基罗的一句话，据说他在被问到他是如何创造出他的精美雕塑时这样回答：“在我雕刻狮子时，我只是把看起来不像狮子的部分全部凿掉，”Turbhe制造厂的员工可能具有同样的想法，但目标更为明确。



制造主管Shyam Mishra和总经理助理Pramod Sathe，他们背后是工厂的生产计划。



Turbhe制造厂每年制造大约5,000 - 6,000个这种水箱喷嘴，其中的大部分都发给海外客户。



这种弯辊块在一开始只是一大块金属，制造团队将其“雕刻”成最终产品。

制造厂的规模和繁忙程度让我吃惊。我问Mishra，他现在手下有多少工人。“光在制造车间里，我们现在就有66人，包括制造工人和直接属于制造车间的办公人员，”他说。“另外，现场还有22个承包商的人，7个负责供应链工作的人。”大多数工人都轮岗工作，都能在几台不同机器上完成相应的工作。这一措施既能加强团队精神，又能保证在有人偶尔缺席的情况下轻松地稳定生产。

大型产品加工区有一些令人印象深刻的设备。HAGC油缸可以在高压HAGC测试台上进行现场测试。Shyam Mishra指给我看一台他的工人刚刚完成修复并刷成黄色的HAGC油缸。他们对最后的结果非常满意，而且相信他们的客户也会同样满意。然后，Mishra带我走进一个房间，这里安装着巴氏合金焊接设

备。由于现在正是季风季节，巴氏合金焊接工作被暂停。制造厂内的一些齿轮上甚至盖着塑料布，以确保运转性能不会受到潮气的影响。因为制造厂的业务种类很多，生产井井有条，这样的安排毫无问题。

正是由于业务种类太多，我在参观期间并不能看到制造厂能够生产的所有产品。比如，一件令人印象特别深刻的产品——重型1080切剪——最近刚刚运往巴西，我在拍照时已经不在现场“展示”了。Turbhe制造的一些大型轴承座也是如此，它们在不久前分别发往了加拿大、美国、墨西哥、印尼和其他国家。不过，我有幸看到了一个新制造的Morgoil轴瓦，这是一种很受欢迎的产品，体积很大，加工精度极高。 >>



工厂的工人Mahendra Jambhle骄傲地展示他制造的冷却喷嘴插入件，它们将安装在水箱组件上。



这是该厂制造的ERG导卫。照片中的这些导卫是为美国市场制造的。



最近完成修复的这台HAGC油缸让制造团队非常骄傲。现场有一个测试台。

导卫制造是强项

在轧制线上引导轧件的导卫的制造是该厂的另一个强项。许多客户都需要定制型导卫。制造工人和现场工程师通过密切合作来满足客户的要求，在很多情况下需要一些创意。制造团队总是尽最大努力让客户满意。“就在前不久，一家钢铁公司迫切需要新导卫，但对我们的方案能否适合于他们有些怀疑。为了让他们信服，我们给了他们一个机会，让他们直接在自己的设备上检验新导卫方案。我们精心设计了一个试验装置，效果非常满意。这样，客户放心了，决定购买这种产品。”我问Mishra，工厂通常有多少定制的工作。“根据情况，在特定的时间内，我们的全部工作量中会有大约10 - 15%属于定制工作，”他回答说。“这个比例将来很可能还会增加。”

在返回小型产品加工区的途中，我们经过了一大片进口(ERG)导卫。工厂大量制造这些导卫，其中的很大一部分出口到美

国、阿根廷、墨西哥、台湾、捷克共和国等国家和地区。Mishra说，这些导卫其实是比较简单的一种，工厂还面向国内和海外市场生产很多种十分复杂的导卫。

为什么安全至关重要

在结束制造车间之行时，Mishra和我在一面墙前停住了脚步。墙上贴满了工人们画的画，有几十幅，工人们用来提醒自己重视自身和其他同事的安全。有些画真的让人警醒，还有些则比较轻松，有的甚至很有趣。我特别喜欢的一幅上写着“我行你也行，安全大家行。”在这里说俏皮话在有些人看来也许有点不合时宜，但的确起到了很好的效果。



是什么让我对 身为印度人而骄傲 ...

普锐特冶金技术员工有很多共同的追求，比如为客户开发创新方案。但是，每处机构还都有自己的特质。下面，我们简单地了解一下是什么使印度人如此特别。



“我们有丰富多彩的文化，积极向上的精神，从小就学会了互相关心。这就是我们为什么努力让客户满意的原因。”

Jayant Gujar,
催货和质量控制总经理



“因为全国有很多不同的语言和宗教，所以印度人都很宽容。我们也很很有同情心。我们有很多传统节日。”

Rajendra Kharade,
质量控制副总经理

“您的家人需要您。为了自己，请注意安全。”另一幅工人的画上这样写着。看着看着，我有了一个感觉：Turbhe机构的整个团队在某种意义上来说很像一个大家庭——不是血缘上的家庭，而是后天选择的家庭。Mishra确认了我的感受：“绝对是这样。这里就是一个家庭般的工厂，安全标准很高，保持得非常好，厂里还有一个医疗设施。我们在这里互相照顾，也共同关心我们的工厂。”

为数字化未来作好准备

Mishra和我回到了会议室，进行最后的讨论。我在想，怎样才能让他更好地展望一下工厂的未来。我决定把数字化作为一个关键词。工业4.0的趋势对制造厂有怎样的影响？“我们的所

有生产设备已经全部实现了自动化，”Mishra说。“除了这一点，从更严格的数字化角度来说，我们正在思考，应当怎样作出改变才能更好地在这方面支持钢铁行业。我们主要是从工厂层面而不是产品层面来考虑这些改变。它们可能需要一些时间，但最终会显著改善我们的生产运营。”

智能设备的应用是否会在钢铁行业——包括在他的工厂——造成失业问题？他的回答是我听到过的对这个问题最聪明和最中肯的回答。“我在这方面一点儿也不担心，”他说。“失业绝不会因为技术进步而发生，而是因为缺乏训练。人们必须坚强，并且想的长远一些。我们将会这样做。”他的回答让我相信，Turbhe的员工将会勇敢地面对这一挑战。 »



“我真的很爱听我们的国歌。我也喜欢那么多的地方性节日——比如马哈拉施特拉的，古吉拉特的，还有旁遮普的。是它们让印度变得如此独特。”

Aarti Warang,
供应链管理采购经理



“我为印度人的多样性感到自豪，大家来自不同的种姓，不同的地区，不同的宗教。”

Vaibhav Amrute,
立式加工中心操作工



“我们是多元合一，食物、地方性节日和语言都是如此。印度在经济上也具有很大的发展潜力。其他应当提到的还有美丽的景色，以及几千年的悠久历史。”

Abhijit Deherkar,
普锐特冶金技术印度人力资源主管



引领印度和其他地区的创新之路

Suraj Arumughan于2010年加入普锐特冶金技术，拥有几十年的导卫制造经验。

哪一项发明最让您骄傲？

Suraj Arumughan: 我在有需要时拿出新方案。对导卫来说，并不是所有方面都是标准化的。所以，我设计了很多定制型导卫，它们全都让我感到骄傲。

您受过的训练对您开发独特的新方案起到了怎样的重要作用？

Suraj: 我做过很多实际工作，在工作中以一种非常直接的方式学到了很多——怎样做行得通，怎样做行不通。

新想法是您系统性工作的结果，还是您“灵光闪现”的结果？

Suraj: 当我遇到一个新问题是，总是停不下来思考，无论白天还是黑夜。我设想出不同的可能方案，在付诸实施前先在脑子里反复分析。最终的目标是找到最简单和最直接的方案，因为这往往是最让客户满意的方案。

您能描述一个您在工作中主要的灵感来源吗？

Suraj: 和具有不同文化背景的人一起工作让我扩大了眼界，尤其是加深了对钢铁业务的认识，对我获得灵感产生了很大作用。举例来说，我和来自尼日利亚、乌克兰、卡塔尔、孟加拉、斯里兰卡和埃及的人一起工作过，他们都有不同的文化背景和不同的技术标准。

“失业绝不会因为技术进步而发生，而是因为缺乏训练。”

感谢你，印度

在Turbhe制造厂度过三天后，我的访问结束了。我对这里有了很大的了解——不只是对公司机构，还有孟买这个地方。我学会了不要把陌生人的善意当作欺骗（一个出租车司机企图骗我，随后我不太放心让饭店员工帮我拿行李）；我知道了素食的好处；我看到了我们中最贫穷的人怎样寻找快乐——比如，年轻人在雨中跳舞，唱歌，享受目前的生活。最重要的是，我学会了理智地接受超出自己理解范围的事物。印度的文化里存在着不平等，短短一个星期的经历只能让我看到表面。

在孟买机场等着凌晨3点的航班开始登机时，我想，不知道印度在将来会扮演怎样的角色。印度人给我留下了很深的印象：他们不仅十分友善和坦诚，还以我在任何其他地方都没有见过的清澈眼光看待他们周围的世界。他们对未来抱着顺其自然的心态。无论一个人处在什么地位，是高还是低，他们都知道自己在这个大千世界中的位置。我在Turbhe进行的许多采访中发现，每个人都对将要发生的事情有着敏锐的感觉，无论是技术方面，经济方面，还是政治方面。

我登上飞机，在它腾空而起把季风抛在身后时，我决定在这篇文章的结尾做一个预测：我愿意打赌，在现在这个还处于初期的世纪结束时，最伟大的思想家、创新者和开拓者中会有一些来自于印度。我已经看到了这个国家的潜力，我真切地感受到了。我必须说，我深信这一点。我只希望，那些未来的伟人能留在他们的祖国，让印度在国际舞台上发挥她应有的作用。

RUTUJA GOLHAR

生活中的一天

作为“探访普锐特冶金技术分支机构”专栏的一部分，《冶金杂志》编辑团队会请相关机构的一名员工介绍一下他(她)怎样度过一个普通的工作日。



RUTUJA GOLHAR

我们请Rutuja Golhar告诉我们她怎样度过生活中的普通一天。





1



2



3a



3b

感受公司机构和孟买大都市区

1. 安全生产

为使员工们树立安全第一的意识，Turbhe机构的管理层组织了一项绘画比赛。全厂的每一个人被邀请画出自己心目中的安全的工作环境，以及他们认为自己能够为提高安全水平所做的事。如果愿意在图画上写一些话，员工们可以选择使用英语或印地语。结果非常有创意，既有很严肃的，也有很幽默的。“安全从我做起”，一幅画上这样写道；“我们的目标是零事故，”这是另一幅画上的口号。还有一幅画借鉴了古罗马的智慧：“健康的思想寓于安全的工作”（原话为健康的思想寓于健康的身体）。

2. 椰子树

在Turbhe厂区周围有很多树，第一眼看上去可能会让人误以为是棕榈树。其实，它们是椰子树，甚至还结了椰子。据工人们介绍，到目前为止没有发生过椰子在不该掉落的时候掉落的事情。同样，它们也很少成为工人们营养品，因为它们好像自己会消失——可能是一掉下来就被过路人捡走了。在印度的一些地方，椰子是最受欢迎的烹饪配料之一。普锐特冶金技术Turbhe机构的餐厅为员工们提供种类繁多的食物，有时还会做椰子口味的独特菜品。

3. 卡拉石洞

孟买地区发现了多处古代洞穴，卡拉石洞就是其中最美和最令人难忘的一处。卡拉石洞的历史可以回溯到公元前160年，后续的建造工作一直持续到公元5世纪。由于道路质量的原因，加上还要走过20分钟的陡坡，前往卡拉石洞的难度较大，特别是在季风季节。到达石洞后，您可以赤足走在令人印象深刻的大厅里，它们不是用石头盖起来的，而是在石头上凿出来的。石洞中原本还有一个建于公元2世纪的佛寺，但后来被一个小一些的Ekveera女神庙取代了。这个女神在孟买很受崇拜。



印度所有钢铁企业的可靠合作伙伴

Sharad Budhia是普锐特冶金技术印度冶金服务主管。他在2001年加入了前身公司摩根制造印度公司并担任销售经理，几年后升任孟买Turbhe厂运营主管。他的愿望是，努力为印度的钢铁企业提供世界一流的冶金服务，帮助提高印度冶金生产的水平。

最近几年来，冶金服务业务在印度开展的如何？

Sharad Budhia: 目前正在增长。我们在近年来已经增长了50%。印度是一个对价格非常敏感的国家，我们一直在努力为客户创造最大价值。我们为本土客户提供服务的能力也在不断提高。无论何时，只要有客户遇到了困难，我们都会赶到那里去，详细研究问题，与顾客建立密切关系，拿出针对性方案。

我知道，普锐特冶金技术Turbhe机构将在公司的冶金服务业务中发挥更重要的作用。你们的具体计划是什么？

Budhia: Turbhe制造厂已经把冶金服务作为了核心业务。将来，工厂的业务领域将会扩大，我们要比现在更重视出口工作。我在这方面看到了很多机会，因为我们可以利用印度劳动力成本低的优势，用我们在这里制造的产品为其他地区的公司机构提供支持。

长期合作在冶金服务领域很重要吗？

Budhia: 是的，长期合作可能会延续很多年，有助于我们的客户及时获得关键备件，从而减少停产。关键设备的供货和维修合同，还有预见性维修合同，也能在一个更长的时间框架内更好地发挥作用。我们定期访问我们的客户，以保证他们的设备运行正常。客户对此非常高兴。

印度钢铁企业需要最多的三种服务是什么？

Budhia: 我们的客户需要最多的三种冶金服务是，以有竞争力的价格及时提供原产备件，在发生故障时立刻提供技术支持，和在计划维修期提供专家服务。

在接下来的几年里你们有哪些将会重点关注的具体方面吗？

Budhia: 是的，我们将重点向印度转让冶金技术诀窍，以扩大我们的服务范围；还将提供更多的维修和翻新服务，也要引进电子服务。

数字化——向“工业4.0”的转变——将会对冶金服务业务产生怎样的影响？

Budhia: 坦率地说，很多关于数字化的讨论只不过是把它当成了目前的一个热门话题。但是，我们真的在像预见性维修这样的新型数字化技术方面率先作出了改变，它正在取代传统的响应性维修。基于人工智能的方案将大大提高钢铁企业预见任何设备问题的能力。

印度的钢铁企业怎样才能为未来的发展作好准备？

Budhia: 印度的生产企业很善于接受新技术。在我看来，作好准备是未来成功的关键。我认为，印度钢铁行业总体上处于一个非常健康的状态。当然，和普锐特冶金技术建立密切关系，共同迎接未来的成功，对企业来说没有任何害处。●

热渣能量的利用

炽热的高炉渣是一种尚未得到充分利用的能源。干法渣粒化技术将改变这种情况。

在 $1,500^{\circ}\text{C}$ 下排出的高炉渣携带着多达 1.7 GJ/吨 的能量——足够一辆电动汽车行驶数月。目前，这些宝贵的能源大部分都被白白浪费。普锐特冶金技术正在开发一种能够有效回收这种能源的干法粒化和空气冷却技术。建在奥地利林茨奥钢联钢铁公司的试验设备正在朝着工业成熟化的目标迅速迈进。

干法渣粒化

奥地利林茨已经建成了一套试验设备。



全世界的高炉每年产生大约4亿吨出炉温度在1,500°C左右的炉渣。它们通常采用水渣设备进行冷却和处理，水的用量很大——处理1吨渣可能消耗8吨多的水。到目前为止，还没有工业规模的方法能够回收这些渣携带的热能(大约1.7 GJ/吨)。事实上，对水渣工艺中使用的水进行冷却和处理反而需要额外输入许多能源。

开始干法研究

早在2011年，普锐特冶金技术就和多家合作伙伴一起开始执行一个研发项目，包括奥地利钢铁企业奥钢联钢铁公司、FEhS建筑材料研究所(德国)和莱奥本矿业大学(奥地利)在内。项目的目的是开发一种利用空气冷却液态渣并尽可能多地回收其中所含热能的干法粒化技术，并且得到高质量的熔渣砂。

最初建造了一套实验设备，证明了这一设想的可行性。最近，该项目取得了又一个重要成果，在奥地利林茨奥钢联钢铁公司投产了一套半工业性试验设备。它以间歇模式运行，对一座高炉排出的炉渣进行处理，使技术人员能够优化工艺，采集数据，获取经验。获得的结果令人鼓舞。

利用空气回收热能

设备的基本原理很简单：液态渣从高炉出铁口经过渣沟和一根带有耐材衬的竖管到达粒化设备，进入粒化器后流到一个旋转杯中央，被后者向外甩出并发生雾化。颗粒度在0.5 - 3 mm之间的液滴撞击到倾斜的水冷壁上，被弹回后落到下面的流态化渣床上。冷却主要在这里完成：大量空气从底部通入，从上方排出，并由两台并行布置的旋风除尘器净化。空气离开粒化器的目标温度为560°C。最终产品通过传送带从粒化器底部出料。

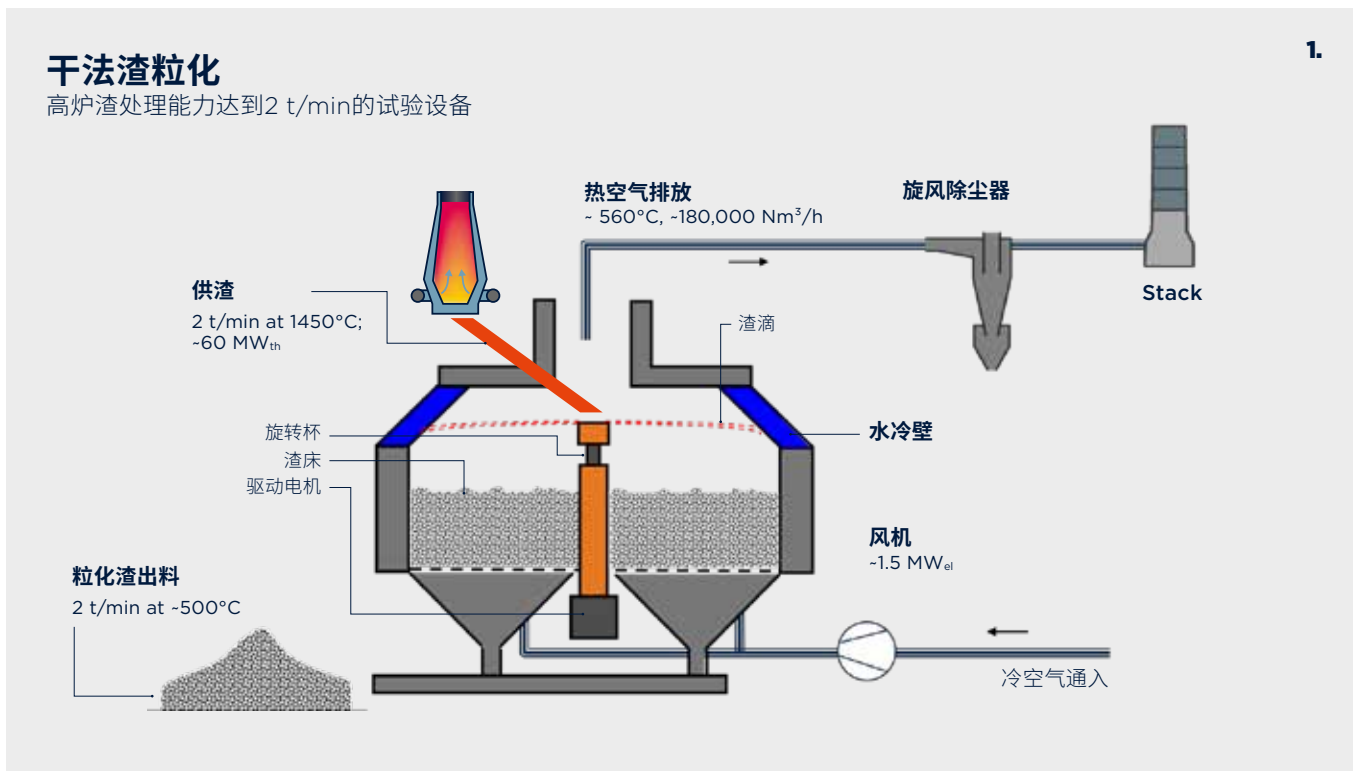


图1：奥钢联钢铁公司干法渣粒化试验设备工艺示意图

图2：干法渣粒化器内部：炉渣从上方进入，流到一个旋转杯中后被雾化。粒化渣用空气冷却。

图3：奥最终产品：干燥的熔渣砂的玻璃体含量为94 - 97%，可以作为水泥熟料的一种优质替代品。

主要挑战

在目前阶段，项目的重点是优化核心工艺——液态渣在旋转杯上的雾化。该设备安装了多台成像装置，用以对粒化工艺进行监测、控制和分析。这些装置能够帮助优化旋转速度和动态调节渣流量和温度等参数，以保证工艺条件和产品质量的稳定性。工艺中的另一个挑战是，需要以多快的速度冷却渣粒，才能使最终的熔渣砂获得合适的性能。

最大限度提高玻璃体含量

玻璃体含量是熔渣砂质量的一个重要指标，它必须大于95%，才能让这种材料成为水泥生产的一种合格的添加剂。它直接影响着水泥的潜在水硬性，以及混凝土的强度。玻璃体含量也是空气冷却干法渣粒化的主要挑战：渣粒必须极快地冷却才能达到这一要求。传统的湿法粒化工艺使用了水，很容易达到这个指标，而使用空气冷却时则难度较大。



为绿色炼铁开发创新技术

Thomas Fenzl是普锐特冶金技术的一位工艺技术员，多年从事干法渣粒化的研究工作。

从炉渣中回收能量看起来是显而易见的事情。为什么没有早些尝试？

Fenzl: 对干法渣粒化技术的研究实际上几十年前就已经开始了，但没有重点考虑能量回收的问题。随着能源价格不断上涨和对效率的要求越来越高，钢铁行业开始寻找机会把生产工艺中浪费的能源加以回收利用。在这方面，高炉渣有非常大的潜力。

干法渣粒化工艺最大的难点是哪个部分？

Fenzl: 是雾化炉渣的旋转杯。这个部件高速旋转，必须耐受温度高达1,400°C的液态渣的冲击。旋转杯上会发生许多我们不希望的流体动力学作用。我们正在测试不同的设计，希望找到一种能够提高炉渣处理能力和产品质量，并且经久耐用的方案。

你认为这项技术在今后10年内得到推广的机会有多大？

Fenzl: 我们很高兴能够把这项技术推向一个新水平。我们的目标是，帮助业界合作伙伴从2019年开始运行一套包括了能量回收的工业规模的系统。我预计，从这以后，这项技术将会迅速普及。



2.



3.



图4: 向奥地利林茨奥钢联钢铁公司试验设备供渣的渣沟

干法渣粒化能够回收能量，节约用水，还能生产出高质量的水泥熟料替代品。

试验设备产出的粒化渣的分析结果表明，玻璃体含量大约在94 - 97%之间，与传统湿法粒化渣的含量范围相当，完全满足水泥行业对质量的高要求。大量胶结试验已经确认了这一点。

迈出下一步

按照目前的设计，奥钢联钢铁公司的试验设备每分钟最多能够处理从一个出铁口排出的2吨炉渣。下一步的计划是将渣的流量增加到每小时60吨，全面监测设备的磨损情况和粘结行为。同时，还将进行提高废气温度的试验。

当项目进入下一个阶段后，将建造一套升级设备，以便能够处理从高炉的多个出铁口排出的所有炉渣，并将热空气送入下游的废热回收设备，开始进行能量回收。

未来前景

在目前正在运行的高炉中，即使只有一半从湿法改为干法渣粒化，对其产出的所有炉渣进行干法处理，回收和节约的能源就足以供超过350万个家庭全年使用。再举一个例子：目前几乎全部被浪费掉的炉渣所含能量足以驱动650万辆电动汽车(行驶平均里程)。按照欧洲的排放强度计算，这相当于每年减少800万吨二氧化碳排放。

另外，生产企业将得到大量干燥、玻璃体含量高和使用方便的优质熟料添加剂。考虑到对减少碳足印的出色效果，这种材料会有很好的销路。

我们相信，干法渣粒化技术如果推广开来，将使钢铁行业朝向绿色生产迈出一大步。●

Alexander Fleischanderl博士，
上游技术主管兼钢铁冶炼技术副总裁

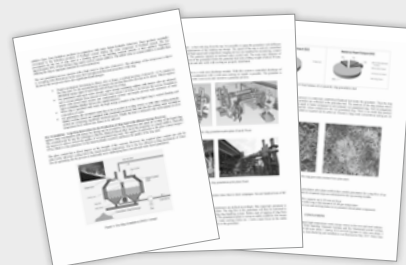
Thomas Fenzl，工艺技术员
Robert Neuhold，工艺技术员

(均来自普锐特冶金技术奥地利)



图5：干法渣粒化工艺产生的粒化渣质量极高，玻璃体含量约为94 - 97%。

了解更多



阅读全文

Fleischanderl, A.; Fenzl, T.; Neuhold R. (2018): 干法渣粒化——高炉渣粒化的未来方向: AISTech 2018论文集

meta.is/dryslag



关注缝隙

DYNAGAP SOFT REDUCTION技术的20年发展

20年前，普锐特冶金技术在芬兰RAAHE厂安装了第一套DYNAGAP SOFT REDUCTION，标志着连铸质量上了一个新台阶。该技术如今已在世界各地的300流连铸机上得到应用。



图1: 发源地：SSAB(原罗德洛基)芬兰Raahen钢厂。

第一套全自动铸流导向系统：回顾与展望。

由瑞典国王的一名使者在1649年建成的Raahen城位于芬兰北博滕地区的沿海地带。这里拥有一座繁忙的港口，大批的旅游者，和一个到处都是木质建筑的保存完好的老城区。

这样的描述可能也适合于其他许多北部城市，但Raahen有一个独特之处：它长期以来一直是钢铁工业的基地。作为一项战略发展计划的一部分，芬兰政府在上世纪50年代后期作出决定，通过在国家的中部和北部地区发展钢铁工业而推动这些地区的经济增长。这一措施的目的是，满足兴旺的芬兰造船业对钢材不断增长的需求，并且吸引南部地区的专业人才到北方定居以增加这里的人口。作为世界上最早的钢铁企业之一，Raahen厂

在1967年就依靠它的立式连铸机达到了100%连铸比。后来，该厂又增加了两台弧形连铸机。1997年，这里又诞生了一项世界第一：一台采用了全自动铸流导向系统的新连铸机在该厂投产，操作人员只要按下一个按钮就能完成辊缝调节，同时改善板坯质量。这是普锐特冶金技术DynaGap Soft Reduction技术的首次应用。从此，该技术不断改进，如今已经推广到了世界各地的几乎300流铸机上。

原班人马重逢

在2017年秋天——首套系统成功应用整整20年后，原项目团队的一些成员在工厂的休息室会合，一起回忆那段经历。 »»

他们喝着咖啡，依次介绍自己目前的工作情况。这些人中包括了现场经理Jarkko Matkala、Raahe厂炼钢主管Jarno Pirinen和现在的普锐特冶金技术机电一体化业务负责人Michael Stiftinger。“我是Tauno Haapakangas，我现在在森林里工作——和我的Husqvarna摩托车一起，”最后一个人笑着说。他的话让所有人哈哈大笑起来。Haapakangas先生离开炼钢厂的工作岗位已经很长时间了，他现在在一部分闲暇时间里用他的链锯去伐木，主要是云杉和桦树。当年，他在国有的罗德洛基公司负责连铸机置换项目。公司在90年代进行了私有化，现在并入了瑞典的SSAB集团。桌子对面坐着他的普锐特搭档Karl Pirner，他也已在几年前退休，但还清楚地记得自己在芬兰度过的那些日子。当时，他住在离工厂不远的一间色彩鲜艳的木屋里，在芬兰冬季很短的白天工作很长时间，太阳落山时他和他的团队还在吃午饭。

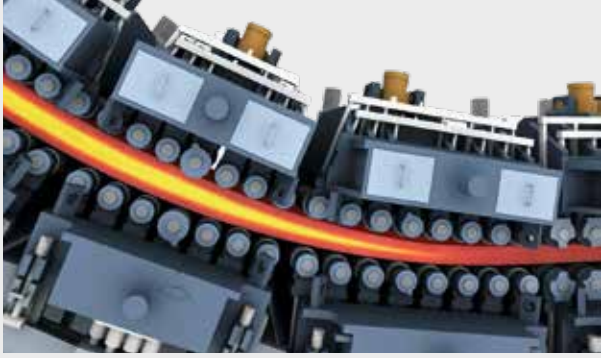
回顾：最初的问题

在1995年，罗德洛基决定用一台配备直结晶器并采用带液芯弯曲和矫直的新铸机取代原有的3台立式连铸机。之所以作出这一决定，主要并不是出于对高质量板坯的渴望——当然这也是原因之一，而是因为钢厂执行了即时生产制度：连铸机必须能够浇铸多达8个不同厚度的板坯，每天需要人工调整若干次辊缝，而每次调整都意味着时间长达2个小时的停产，对操作人员来说也是繁重的体力工作。罗德洛基的想法很简单：要一种能够摆脱这些麻烦的方案。

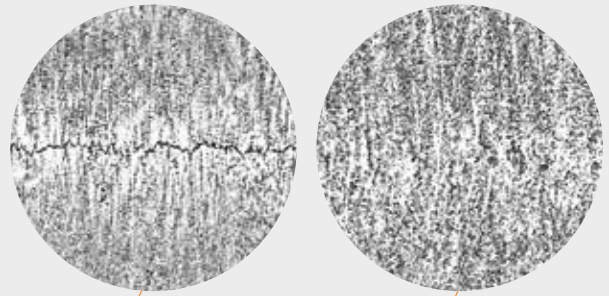
就在这个时候，这样的一种方案在奥地利林茨一所大学的机电实验室诞生了。



图2：20年后再相逢：罗德洛基/SSAB的Tauno Haapakangas和普锐特冶金技术的Karl Pirner一起回忆他们在芬兰Raahe取得的成就。



DynaGap Soft Reduction在最终凝固点准确地调节辊缝。



不采用轻压下

采用轻压下

什么是DYNAGAP SOFT REDUCTION?



由于钢水并不是在一个固定的温度下，而是在一个温度区间内凝固，铸流的中心存在着一个“糊状区”，钢在这里既不完全是液态，也不完全是固态。如果浇铸条件控制不当，这里将会产生“偏析”：最终凝固点附近的热收缩使得剩余的熔体流向中心，而由于剩余熔体中碳、硫和其他杂质的含量通常较高，导致了中心和其他区域的成分出现偏差，对产品的材料性能产生不利影响。最大限度减轻中心偏析的一个方法是，通过在凝固点附近有意减小厚度而补偿热收缩。这种方法称为轻压下。

最大限度减轻中心偏析

DynaGap Soft Reduction的原理是，根据铸流的温度分布和与钢种有关的辊缝制度，使用在线工艺模型计算理想的辊缝设定值。即使浇铸条件出现变化，SMART液压调节扇形段也能保证始终在正确的位置向铸流施加压力。自从1997年首次成功应用之后，DynaGap不断改进，相继诞生了如今的DynaGap 3D和Single-Roll DynaGap，而后者更是将轻压下推上了一个新高度：从扇形段轻压下到单辊轻压下。

机电实验室的直接成果

在当时，辊缝的液压调节只能采用伺服液压系统，而这种技术成本很高，在连铸设备普遍处于的存在大量灰尘的环境中很容易发生故障。林茨的研究人员和工程师们与普锐特冶金技术(当时的奥钢联工程技术公司)的连铸专家一起，找到了一种使用更可靠的开关阀就能完成同样任务的简单方案，并且证明了它在连铸机所处的环境中十分耐用。这种硬件和位置传感器相结合，能够大幅度减少辊缝调节需要的人工操作和停产时间。只要按下一个按钮，就能远程改变厚度。系统还额外带来了一个很大的优点：由于增加了先进的自动控制和工艺模型，可动态调节辊缝的扇形段能够显著改善板坯的内部质量。

一个大胆的决定

当罗德洛基技术人员在林茨举办的一次连铸会议(CCC)开始前了解到这项技术后，他们当场就被说服了：这正是解决他们长期存在的问题所需要的方案。在很快进行了工艺讨论后，这家芬兰钢铁企业就签订了合同。这是一个大胆的决定，表现出了充分的信任。毕竟，这种液压方案在当时几乎还没有在实验室以外进行过测试。 »»



图4: SSAB Raahe(原罗德洛基)厂现在的6号连铸机。就是它在1997年安装了全世界第一套DynaGap Soft Reduction 全动态铸流导向系统。

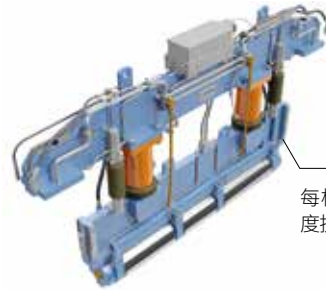
灵活性极佳的新铸机取代了3台浇铸厚度不同的立式连铸机。除了创新的动态铸流导向系统，它还安装了斯堪的纳维亚地区第一台液压振动装置。由于这台铸机必须集成到紧凑的现有结构中，合同内容也包括了新的钢包回转台和中间包车，以同可用空间相适应。“一些原有设备的文件只有俄语版，”普锐特冶金技术项目负责人Karl Pirner回忆道。“这是芬兰和东方邻居长期友好关系的一个体现。”工作从1996年开始，在1997年12月15日以连铸机的成功投产而宣告结束，完全按照时间表

推进。铸机的性能和作业率从投产伊始就达到了出色水平，一开始每天浇铸3个厚度，随后增加到每天4个厚度，辊缝调节需要的工作量显著减少。罗德洛基质量部门对许多板坯进行了认真检查，结果表明从一开始就达到了出色的内部质量。随着在芬兰获得成功的信息传播开来，其他一些钢厂也在不久之后陆续安装了DynaGap，早期的用户包括了ILVA、奥钢联钢铁公司、伯利恒钢铁公司、浦项和奥托昆普。如今，DynaGap Soft Reduction已在世界各地的300流连铸机上得到应用。

下一步：单辊DYNAGAP

采用SMART液压调节扇形段自动改变辊缝，在提高连铸工艺效率和产品质量方面迈出了一大步。但是，扇形段层面的辊缝控制只能使一个扇形段上的所有辊采用同一个辊缝设置。这样，它对凝固点的确定有一定程度的近似性。对于敏感钢种，这可能还不够。

有鉴于此，普锐特冶金技术开发了单辊DynaGap(SRD)扇形段，每根辊都由专用的液压缸进行控制。利用DynaPhase和Dynacs 3D二冷模型提供的精确数据，SRD扇形段能够在必须实施动态轻压下的位置准确地压下，从而最大限度提高铸坯中心的质量。这种扇形段可与DynaGap SMART扇形段和其他设计的扇形段互换，因而能够轻松地集成到现有设备中。SRD扇形段已在巴西Ternium联合钢厂(位于Santa Cruz)一台板坯连铸机的一流上投入应用。由于结果非常令人满意，公司最近决定在另一流上也采用该技术。●



每根辊都由液压缸单独控制，最大限度提高了精度。

单辊DYNAGAP(SRD)扇形段

作为敏感钢种连铸的升级方案，单辊DynaGap扇形段能够替代传统的扇形段和标准的SMART扇形段。它带来了许多优点。

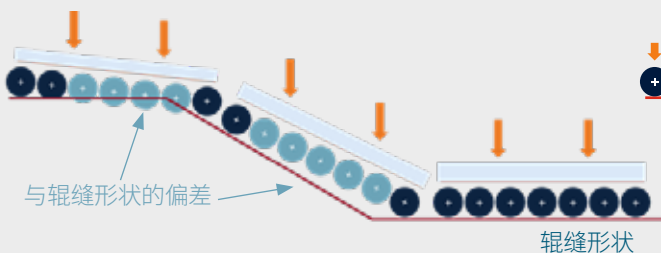


- 单独调节每对辊的辊缝
- 确保无间隙运行
- 适用于任何辊缝形状
- 优化施加液压力，显著减少辊挠曲
- 可增大轻压下量
- 实现干式浇铸

优化实施轻压下

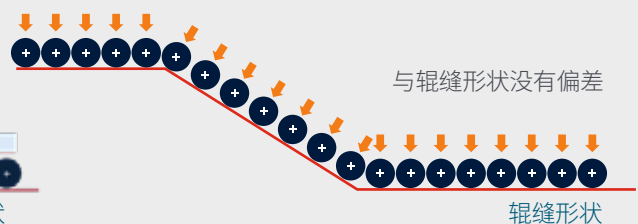
标准的SMART扇形段

辊缝优化受限于单个扇形段的长度



SRD扇形段

辊缝优化不受限制





无论厚薄，一步到位 阿维迪ESP

阿维迪无头带钢生产(ESP)为钢铁企业提供了优质带钢生产的先进技术，产品厚度从小于0.8毫米直到25毫米。

自20世纪后半叶起，人们被先进计算机包围的情景已经变得屡见不鲜。但是，当初有人开发出最早的基本电路设计时，公众对他们能否取得成功持怀疑态度。甚至国际商用机器公司(IBM)的董事长兼首席执行官Thomas J. Watson也在1943年这样说过：“我认为世界计算机市场的规模也许是5台。”

当意大利企业家和发明家Giovanni Arvedi在2006年宣布建设第一条无头带钢生产(ESP)线时，业界的反应与之类似。大多数业内人士相信，连续生产决不可能实现。但是，今天，当阿维迪ESP专利技术在世界上的多家钢厂成功应用后，钢铁企业开始密切关注这项依然无可匹敌的技术。目前建成的ESP线正在以超过任何技术的能力生产超薄规格。而且，阿维迪ESP的创新设计从诞生以来一直没有停止改进，继续以新的成果和更大的能力保持业界领先地位。

在意大利CREMONA的诞生

当阿维迪ESP项目最初在意大利Cremona启动时，在公众看来，以不间断模式运行连铸连轧设备并不现实。但是，项目团队掌握了他们需要的可行性的证据。在阿维迪钢铁公司的现有ISP线上已经进行了通钢量测试，运行时用一个热卷箱将第一个和第二个轧制步骤隔开。确保连铸机始终提供满足需要的通钢量，是实现不间断运行面临的主要挑战。

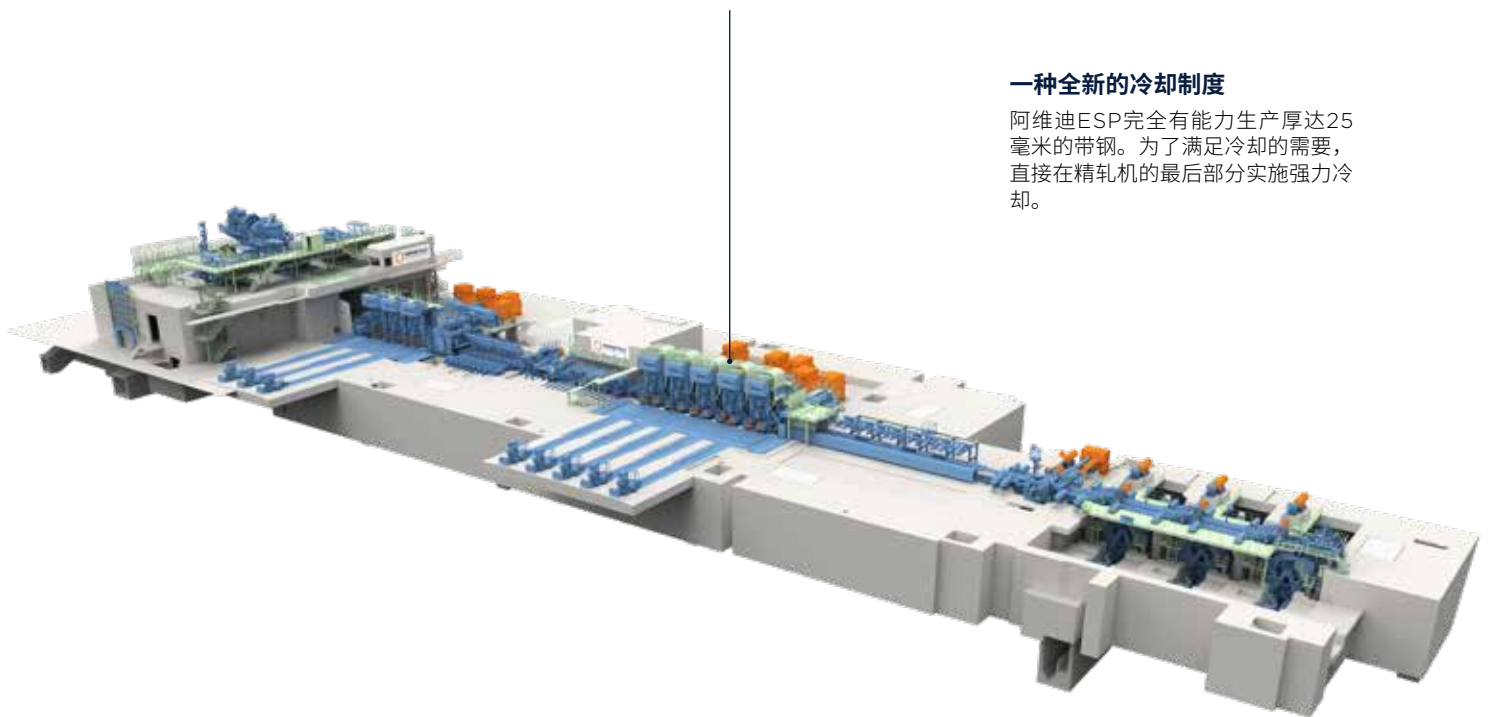
每一位参与者都决心将这一全新的想法变成现实。在阿维迪执行了ISP升级和普锐特冶金技术(当时名为奥钢联工程技术公司)执行了连铸机升级后，连铸机的拉速达到了每分钟7米。测试的主要目标是结晶器的稳定性以及结晶器和铸流冷却系统的能力。在确认了连铸机能够满足要求，保证足够的通钢量和生产稳定性后，旨在实现无头带钢生产的阿维迪ESP项目全面展开。 >>

阿维迪ESP如今采用了超早期强力冷却

超早期强力冷却

一种全新的冷却制度

阿维迪ESP完全有能力生产厚达25毫米的带钢。为了满足冷却的需要，直接在精轧机的最后部分实施强力冷却。





发明家GIOVANNI ARVEDI

Giovanni Arvedi于21世纪初在意大利Cremona发明了无头带钢生产技术。如今的ESP技术仍然以他的原始发明为基础，在生产效率和工艺稳定性方面首屈一指。

“我为阿维迪ESP深感骄傲。这项技术带来了全面变革，我们决不会停止对它的改进。”

Giovanni Arvedi
阿维迪公司董事长

阿维迪的操作和维修专家与普锐特冶金技术的技术和设计专家密切合作，于2009年建成了全世界第一条无头带钢生产线。连铸机和大压下量轧机率先投产，生产出了一些测试板。在进行了精调并投入精轧机后，生产线开始以不间断模式运行，生产出了第一个小带卷。

后来的ESP项目采用了相同的投产步骤，但投产时间大大缩短。现在，在首次浇铸6天后就能全面实施无头轧制。当初的第一条线在几个月后才以不间断模式生产出了0.8毫米产品，而现在的项目只要几星期就能达到这一水平。

随着设备不断精调，Cremona的第一条阿维迪ESP线从测试和展示用途发展到了工业化生产，能够生产出深受欢迎的优质钢。为了满足市场对于材料性能从头到尾均匀一致的带卷的需求，必须在很短时间内就开发出最重要钢种的生产工艺。在投产后的第一年，开发出了一系列低碳钢和HSLA钢。在第二年，进行了硅钢的生产测试。三年后，API和双相钢的生产也已实现。

日照钢铁公司的宏伟战略

在同一个地点建成5条阿维迪ESP线的项目，使普锐特冶金技术的中国客户日照钢铁公司抓住机会，一跃成为了ESP优质材料的重要生产商。虽然日照钢铁公司在经济危机时期，尤其是中国产能严重过剩的情况下进行这一投资有很大的风险，但这是一个极具远见卓识的项目。鉴于项目必须快速执行，日钢和普锐特冶金技术紧密合作，在仅仅20个月后就投产了第一条线。

在2015年时，日钢知道中国的冷轧替代产品还没有太大的市场，但公司制定了明确的战略。公司确定了5条ESP线加酸洗和镀锌线的配置，完全省去了冷轧设施。如今，超薄规格的冷轧带钢替代品已经成为了深受欢迎的优质产品——不仅在中国，而且在世界其他地区也是如此。

日钢新建的阿维迪ESP线达到了稳定的性能，为日钢迅速开发产品创造了理想的条件。新的生产配置将使日钢有能力为市场提供最需要的产品。目前，这些ESP线已经生产了许多钢种，还有更多的钢种正在进行试验和优化。



中国日钢阿维迪ESP线生产的0.8 mm薄规格带卷。公司拥有5条ESP生产线。

工艺稳定性是关键

出色的工艺稳定性是从连铸机到层流冷却段(位于热带钢成品卷取之前)整个生产流程减少生产扰动和工艺设置变化的结果。不间断生产模式不仅提高了工艺控制能力和产品性能的均匀性,而且对所有产品都能使工艺窗口保持稳定。

工作辊寿命显著延长

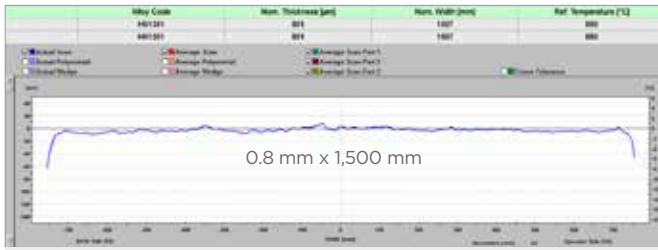
大量超薄规格的轧制对工作辊提出了很高的要求。阿维迪ESP线采用的工作辊更换制度是:精轧机F3 - F5的工作辊每次运行后更换;F1 - F5的工作辊每运行两次后更换;大压下量轧机的工作辊每运行三次后更换。现在,日钢的每次运行多至15炉,带卷产量达到4,500吨。在大量生产超薄规格时,通常将轧制150 - 170 km设为F5的寿命指标。之所以能够达到如此长的工作辊寿命,是因为ESP线的凸度和楔形控制已由紧靠连铸机的大压下量轧机承担,充分利用了铸流内部温度很高,因而

成形操作比较容易的特点。二级工作辊磨损模型对工作辊的优化使用至关重要,通过采用最大行程± 250 mm的工作辊窜辊而使过度的边缘磨损均匀分布。这样,在同一次运行中能够生产出的厚度在1毫米以下的带钢比例可超过50%。

工作辊在线更换

为了确保以最高收得率和最低生产成本实现无头轧制,日照钢铁公司的4号阿维迪ESP线采用了工作辊在线更换技术(专利申请中)。该技术现在也面向其他钢铁企业提供。尽管日钢已经达到了令人印象深刻的高收得率,但铸轧工艺的运行时间和收得率已被证明能够进一步提高。影响运行时间的主要因素是工作辊寿命,目前已经达到的水平是生产170km带钢。新设计能够在后部机架上在线更换工作辊。进一步延长运行时间还将使结晶器耐材(浸入式水口)得到充分利用。

»



凸度形状可调

阿维迪ESP线的凸度和楔形控制由紧靠连铸机的大压下量轧机承担,此时铸流内部温度很高,成形操作比较容易。因此,调整最终形状的自由度非常大,最终用户能够得到目标凸度值只有带钢厚度1%的C40产品。而且,带钢平直度也能达到如图所示的出色指标。这样,在将热轧带钢纵切成窄带以替代冷轧产品时,仍能保持良好的形状对称性,而不会在后续工艺中造成楔形问题。上图展示了0.8 mm带钢的出色形状指标。

便于进行热机处理的设计方案是,或者像传统的粗轧和精轧那样将轧制工艺分开,或者采用钢板轧制工艺。这两种方法都能将再结晶和非再结晶轧制分开,为在加工过程中控制微观结构的变化提供了重要的手段。

如果在连铸后立刻施加大幅度变形——比如像阿维迪ESP无头生产工艺这样——连铸和轧制之间的紧密衔接为在铸流中心的关键区域产生再结晶提供了最佳条件。这是因为在连铸之后存在着特有的反向温度分布,有利于温度较高的铸流中心迅速开始再结晶,从而在产品的整个厚度方向上得到更均匀的晶粒结构。在传统粗轧的表面附近区域经常能观察到的有效变形(厚度减小加剪切变形)成功地从近表面区域移到了板坯中心。

像所有薄板坯连铸连轧工艺中普遍存在的情况一样,微合金化元素——除钛以外——在精轧前以固溶体形式存在。因为没有隧道炉,而在感应加热器内的时间很短,用钛合金化以抑制晶粒长大成为了一个选项,在大多数情况下都没有必要。感应加热器与精轧机组直接连接,加上冷却制度的适当选择,使含铌钢的微观组织能够得到精确的设计。通过调节感应加热器功率和轧制规程,在非再结晶区以下开始的轧制操作可以转移到第二和第五步轧制之间。 >>

0.8毫米以下的超薄规格

虽然其他钢铁设备制造商正在试验能够以不间断模式生产0.8毫米带钢的设备方案,但普锐特冶金技术领先一步,已经将目标定为0.8毫米以下超薄规格的生产。为了进一步提高超薄热轧带钢的质量以满足市场要求,普锐特冶金技术依靠自己丰富的热轧和冷轧技术经验开发了一种新的精轧机控制方案。这种新型“超薄轧制”(UTR)控制器的主要作用是在“动态变规格”和工作辊偏心度主动补偿时提高厚度控制的质量。日钢4号ESP线已经采用了该方案。

下一步: API钢种

管线钢市场正在发生变化,因此,它们的生产工艺也在改变。对于管线钢机械性能的要求不断提高,因为它们必须满足增大输送能力同时减轻重量的要求。在过去几年间,API 5L X70和X80已经成为了准标准钢种。这些先进钢种不仅能够采用传统的钢板生产工艺制造,而且随着技术的重大进步也已能使用热带钢轧机生产。现在,薄板坯连铸连轧工艺也开始具备这样的生产能力。

阿维迪和普锐特冶金技术再次领先一步,将目标定为0.8毫米以下超薄规格的生产。

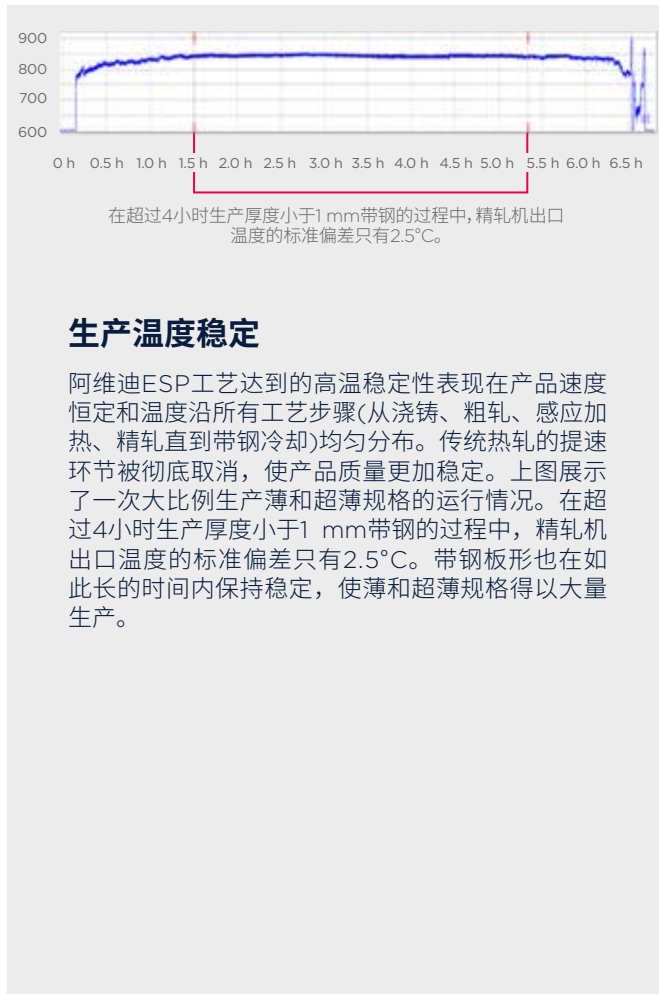


图1: 离开薄板坯连铸机后将开始第一步轧制的铸流。ESP的工艺布置不需要额外加热。

图2: 全自动控制保证了安全稳定的操作和可重现的高质量。

图3: 热铸流在内部温度仍然很高时立刻开始轧制，不仅能够优化带钢形状，而且大幅度节能。

图4: 不间断运行稳定了工艺条件——因为取消了传统热轧的提速环节——使整个带卷从头到尾质量一致。



生产温度稳定

阿维迪ESP工艺达到的高温稳定性表现在产品速度恒定和温度沿所有工艺步骤(从浇铸、粗轧、感应加热、精轧直到带钢冷却)均匀分布。传统热轧的提速环节被彻底取消,使产品质量更加稳定。上图展示了一次大比例生产薄和超薄规格的运行情况。在超过4小时生产厚度小于1 mm带钢的过程中,精轧机出口温度的标准偏差只有2.5°C。带钢板形也在如此长的时间内保持稳定,使薄和超薄规格得以大量生产。



超早期强力冷却

研究发现,在最后一步轧制的最终变形之后,应当尽快开始有利于形成铁素体的冷却。因此,普锐特冶金技术开发了一种称为“超早期强力冷却”的方案,直接在精轧步骤之后实施强力冷却。该方案实现了在工艺过程中及早进行高速冷却。

为了最大限度缩短从最后一个工作机架到沿输出辊道布置的冷却设备之间的距离,以避免产生延误,超早期强力冷却直接在精轧机的最后部分实施(这一部分在轧制厚规格产品时不使用)。冷却能力的设计原则是,确保温度能够降低到从奥氏体到铁素体的最终相变彻底完成的水平。这样就能获得高度细化的铁素体晶粒组织,使热机处理的作用得到充分发挥。

阿维迪ESP如今不再是一个奇迹,它已经成为了现代薄板坯连铸连轧技术的标杆。



紧凑的工艺总图将连铸机、大压下量轧机和精轧机以及冷却段和卷取段布置在长度仅为180 m的区域内。

最后两个机架——也可以是更多机架——之间的空间可以被用来安装机架间冷却装置。为了最大限度发挥这种新型冷却方案的作用，后部机架的工作辊也可以替换成强力冷却集管。这些措施共同达到的冷却能力将产生与完整的强力冷却系统同样的强力水流。根据决定冶金效果的已知物理原理和经过充分验证的ESP生产线配置，阿维迪和普锐特冶金技术开发了一种能够高质量地生产厚规格热机轧制材料的方案。

阿维迪ESP也能生产厚带钢，这也许出乎一些人的意料。为此，ESP线可以安装第二台无头剪切机，将不间断运行模式扩大到厚达25毫米带钢的生产。ESP线生产厚带钢的优点是生产条件相当稳定，这一特点保证了从0.8毫米到25毫米的所有带钢都能达到从头到尾质量一致的水平。

阿维迪ESP不断前行

如今已经是21世纪，我们都看到了世界计算机市场的庞大规模——远远超出了5台。同样，许多钢铁企业已经对阿维迪ESP这种革命性的生产技术产生了浓厚兴趣。无头带钢生产不再是一个奇迹，它已经成为了现代薄板坯连铸连轧技术的标杆。

如今，工作辊在线更换的实施使生产效率和灵活性达到了更高的水平。当然，阿维迪ESP最重要的优点仍然是业界首屈一指的生产稳定性，这已在优质薄规格的生产中得到验证。随着超早期强力冷却的应用，厚达25毫米带钢的ESP生产也变成了现实。●

Andreas Jungbauer，无头带钢生产销售总经理

Bernd Linzer，无头带钢生产技术主管

(两人均来自普锐特冶金技术奥地利)



对优异质量的 共同追求

普锐特冶金技术和蒂森克虏伯欧洲钢铁公司合作开发了基于视觉技术的新型热轧机带钢转向控制系统。



图1: 蒂森克虏伯杜伊斯堡厂的热轧生产线安装了世界首套基于视觉技术的新型带钢转向控制系统。

普锐特冶金技术开发的控制器和相关测量设备如今已在蒂森克虏伯欧洲钢铁公司杜伊斯堡厂的WBW1热轧线上正常使用。

为了进一步提高蒂森克虏伯德国杜伊斯堡厂先进钢种的生产质量，普锐特冶金技术专家研制出一种突破性的热轧带钢转向控制方法。这种与蒂森克虏伯欧洲钢铁公司和奥地利林茨Johannes Kepler大学密切合作开发的新方案采用了定制型光学传感器和精心设计的带钢穿带、导向和甩尾控制系统。鉴于测试阶段取得了满意的结果——尤其是堆钢率和厚度楔形指标——蒂森克虏伯决定在正常生产中应用该技术。

随着优质带钢的需求不断增长，钢铁行业开始采用控制理论、测量技术和机械设备等方面的最新成果来提高产能、效率和产品质量。带钢的主要质量参数包括了尺寸公差，特别是带钢的厚度和宽度公差以及形状和平直度。

一般来说，轧制材料的形状(即厚度剖面)首先由过程自动化系统设定，然后在热轧机中精调。后续步骤主要是保持这一形状和控制平直度。沿带钢长度方向出现的任何形状变化都可能引起带钢的运行和平直度问题。因此，必须使带钢沿整个长度保持形状稳定。

侧弯是生产企业面临的另一个挑战，许多不可控的因素(温度分布，形状偏差，等等)都可能导致它的发生。由于侧弯会造成工艺中断甚至设备损坏，业界对侧弯解决方案有着强烈的需要。

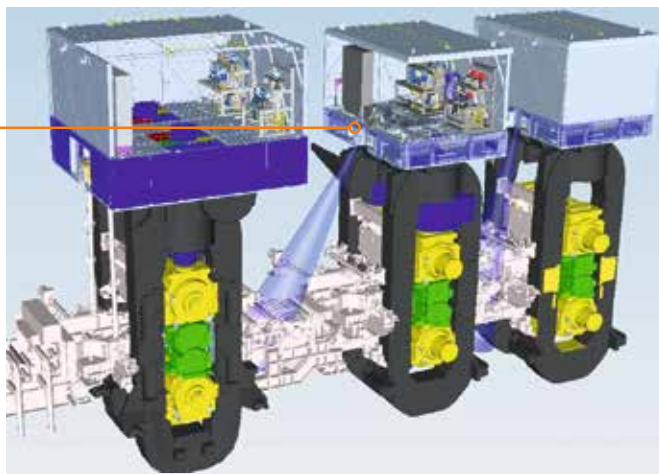
形状控制

热带钢轧机控制带钢形状的主要执行机构是工作辊调平和弯辊。调平被用来调整带钢的厚度楔形，而弯辊和窜辊被用来调整厚度剖面。不过，对于没有张力的带钢，是工作辊调平决定了是否会产生侧弯。

普锐特冶金技术与蒂森克虏伯合作开发的带钢转向控制方案采用了普锐特冶金技术推出的基于视觉技术的先进测量设备以及自动穿带、导向和甩尾控制技术。新控制方案的主要目的是，通过降低堆钢率而提高轧机的作业率和产能。还有一个目的是改善带钢的厚度楔形指标。



图2：安装在机架顶部以保证最佳视觉效果的光学传感器。



精选的传感器

普锐特冶金技术专家决定采用一种特殊的光学传感器(左图)，以获得新控制系统需要的带钢数据。传感器的安装和传感器本身同样重要：所有传感器都布置在相应机架的顶部，使测量装置得到可靠的保护，免受钢厂恶劣环境的影响。上图示意了传感器的布置，图中的蓝色光锥表示传感器的测量区域。

定制设计的传感器

可靠的传感器是任何可靠的控制系统的基础。在热带钢轧机的精轧区，环境条件受灰尘和冷却水影响很大，对传感器运行十分不利。另外，带钢表面存在着不可预测的氧化铁皮和温度波动，除了主要影响带头和带尾之外，还影响着带钢整个长度的边缘部位。所有这些因素使任何传感器都难以在热轧条件下靠近带钢使用。

为了克服这些困难，普锐特冶金技术选择了一种能够耐受这种恶劣环境的非常特殊的光学传感器。这种装置结合了侧弯和中心线测量，同时也能测量带钢宽度。该方法的优点是部件数量少，布置简单，带钢和传感器之间有足够的距离。它的工作原理保证了高度可靠性，传感器几乎不需要维修。

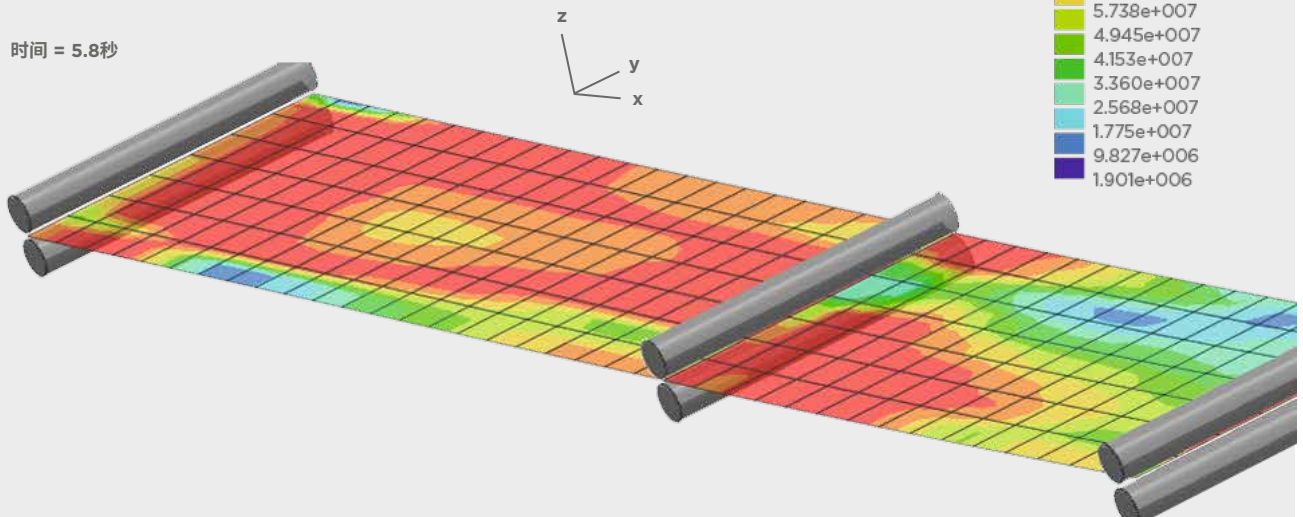
两种控制器

由于热轧工艺需要根据带钢是否有张力而进行不同的控制，必须开发出两种控制器——每种分别用于不同的目的。

穿带控制用于控制前三个机架的穿带操作。它依靠基于视觉的测量设备(位于每个机架后面)进行带钢位置测量，作用是通过一个描述穿带时刻带钢移动情况的非线性模型来支持带钢从一个机架向下一个机架的自动穿带。这个模型，它的模拟环境，还有相应的控制器，都是与奥地利林茨Johannes Kepler大学合作开发的。 »

HOTINT软件的带钢模拟

时间 = 5.8秒



带钢应力的模拟

这种新控制方案在实际应用之前进行了大量的模拟研究和严格测试。为此目的而新开发了一种适用于完整带钢的计算机模拟模型。该模型包括了两个耦合的子模型：通过HOTINT软件架构实施的“自由带钢模型”和在一个独立

的动态链接库里实施的“辊缝模型”。这个软件工具不仅能够自主分析完整带钢的移动情况，而且为控制器据以实施的MATLAB/Simulink提供了一个接口。

系统
启用

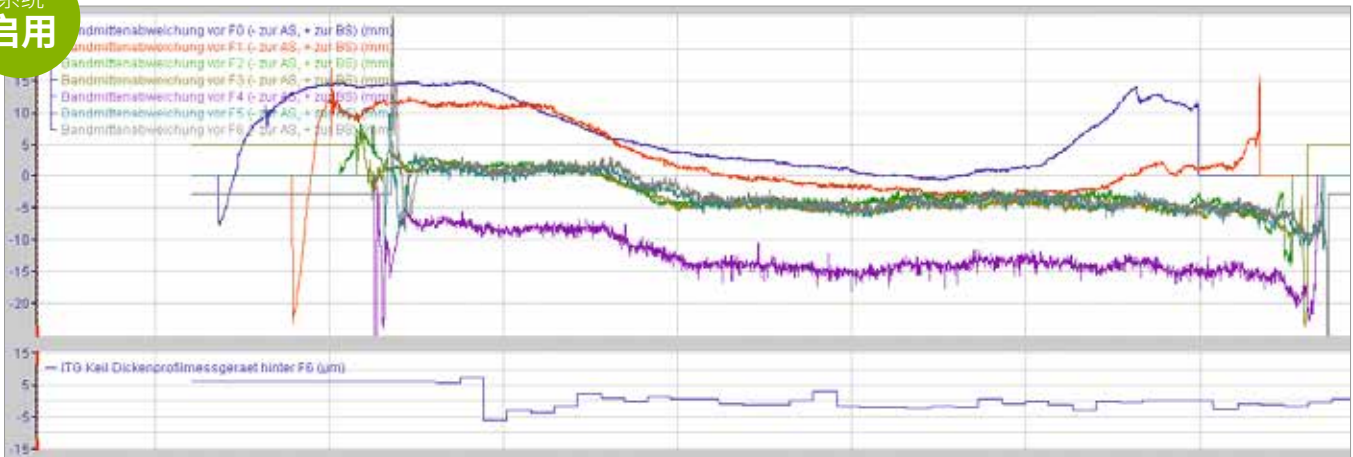


图3: 主动采用带钢转向控制时连续机架中的带钢侧向位移和轧材的厚度楔形。

有无带钢转向控制(STS)的效果对比

上图比较了带钢转向控制系统启用(左)和停用(右)时轧制带钢的数据。图的上部显示的是每个机架处的带钢侧向位移。在不采用导向控制时,侧向位移和图的下部显示的精轧

之后产生的厚度楔形之间有着很强的相关性;在采用导向控制时则没有这种情况——即使带钢产生了侧向位移,导向控制也保证了不对轧材的厚度楔形造成影响。

自动穿带的目的是,通过采取综合性措施而防止产生侧弯,包括沿带钢整个长度防止发生楔形变化和楔形反转;保证最大矫平值;使带钢头部的位置保持在侧导板的工作宽度范围之内;在所有温度下使所有钢种的所有厚度保持性能稳定。

带钢导向控制

第二种控制是在带钢有张力的情况下进行。这种控制的目的是使加载的辊缝保持平行,从而即使在轧制条件不对称时也不产生楔形。传统的方案是将轧制力偏差的测量值乘以一个恒定的机架模数之差,据此调整工作辊。不过,在热带钢轧机的粗轧机架不采用侧弯控制的情况下,中间坯的形状不稳定,有可能造成精轧时出现侧向位移。

有多个因素影响楔形厚度,但材料的侧向位移是最重要的因素。如果被轧制的带钢在机架中偏离了中心位置,会由于辊缝形状分布的原因而承受不对称压下,因为辊缝形状同轧辊的热凸度和磨损、辊缝执行机构(窜辊,弯辊,成对交叉)、轧辊修磨等有关。所以,在轧制力之差和矫平量组成的闭环中加入了一个包括带钢侧向位移在内的前馈路径。在主动采用前馈控制时,带钢的侧向位移被测出后,在它可能影响到系统和造成扰动之前就已经采取了对策。

系统
停用

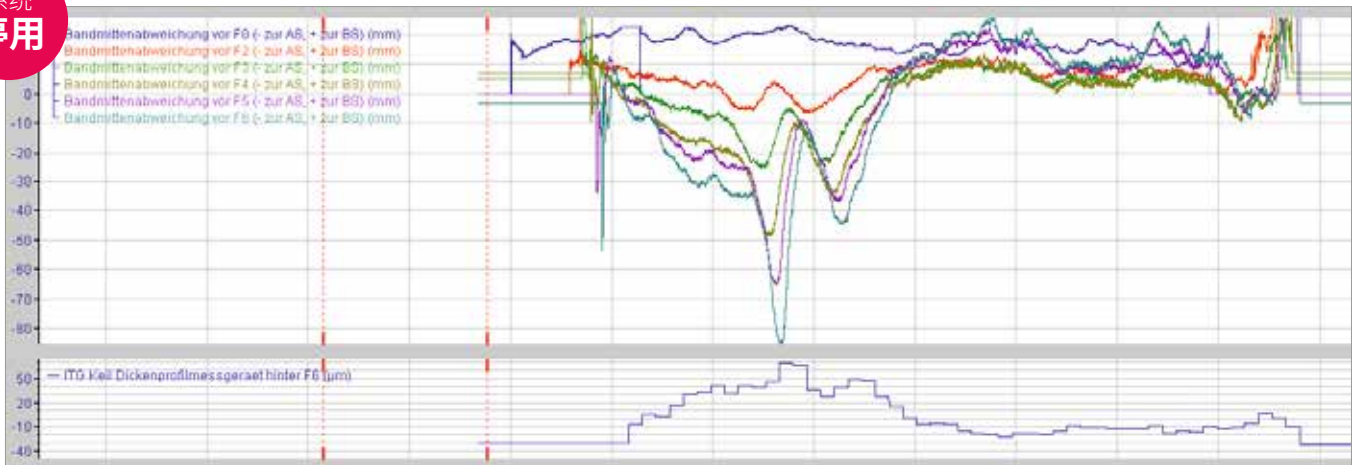


图4：不采用带钢转向控制时连续机架中的带钢侧向位移和轧材的厚度楔形。

在性能考核期间, 没有发生由于带钢运行问题和穿带而引起的堆钢——以前的堆钢率为0.1%。

出色的结果

在2016年, 蒂森克虏伯杜伊斯堡厂的WBW1热轧线上安装了带钢转向控制系统并开始测试。首先测试了普通轧材, 随后测试了特殊钢种。在完成初步测试后, 立刻进行了大约18,000个带卷的轧制, 以进一步验证和统计带钢转向控制方法的有效性。

结果表明, 厚度楔形的绝对平均值基本保持不变, 但沿带钢整个长度的厚度楔形的标准偏差明显减小。轧机轧制的所有产品, 无论是否是特殊钢种, 都取得了这样的改善效果。在性能考核期间, 没有发生由于带钢运行问题和穿带而引起的堆钢。这同轧机以前的正常堆钢率0.1%形成了鲜明对照。

新开发的控制方案和相应的测量设备如今已在蒂森克虏伯欧洲钢铁公司杜伊斯堡厂的WBW1热轧线上正常使用。鉴于该项目获得了成功, 在公司的其他厂甚至在其他钢铁企业的进一步推广指日可待。●

Mirko Tunk, 产品开发专员¹⁾

Matthias Kurz, 博士, 高级专家¹⁾

Helmut Hlobil, 机电一体化技术销售经理¹⁾

Viktor Schiecht, 热轧高级工程师²⁾

1) 普锐特冶金技术

2) 蒂森克虏伯欧洲钢铁公司

向着 中国制造2025迈进

承德钒钛冷轧薄板有限公司 总经理李伟访谈录

普锐特冶金技术公关关系专员邓杨在河钢承德未来的冷轧钢厂现场与李伟进行了交谈。这是两家公司最近共同发起的一个项目。河钢承德，成立于1954年，是中国钒钛磁铁矿高炉冶炼和钒提取加工技术的发祥地。其钒钛资源综合利用产业化处于世界领先水平，具有中国北方钒都之称。

河钢承钢从普锐特冶金技术订购钒钛高强冷轧板连续酸洗机组及热基板镀锌机组，选择普锐特冶金技术的原因是什么？

李伟：首先，我们河钢承钢与普锐特冶金技术的前身西门子奥钢联合由来已久，并且合作也非常的顺利，彼此之间在项目合作、技术交流和科研攻关等方面都有实质性业绩，这些为此次合作提供了良好的前提基础。其次，结合当前国内钢铁市场的发展，以热代冷热轧产品的市场占有率正在不断增加，随着山钢日照ESP连铸连轧线的不断投入生产，我们意识到，新的轧钢设备和轧钢技术对传统轧机的冲击很大，同时在很大的程度上更新了我们在轧钢冶金方面的旧有观念。再次，中国目前

正在大力倡导发展智能制造和绿色制造，技术的更新和产业链条的延伸已迫在眉睫。这些都要求我们要选择世界一流的设备。基于此，在设备选型的初期，我们首先就想到了普锐特冶金技术，作为全球顶级的设备供应商和技术服务商，我们非常认可普锐特冶金技术的机械制造能力和自动化控制能力。今年2月，河钢集团和普锐特冶金技术签署全面战略合作协议，更加奠定了双方的合作关系将迈向一个新的高度，在全领域中形成全面协同的战略关系，有利于双方更好地发挥产业链优势，最大程度地实现资源共享，达到合作共赢的目的。



“我们竞争方式已经逐渐的由技术、装备向对接客户和适应市场转变”

河钢将在哪些领域增强研发能力提高卓越的生产技术？

李伟：在河钢承钢，我们提出了“做精钢铁，做强钒钛，做大非钢”的经营战略。做精钢铁，我们要在现有钢铁产能规模不扩大的情况下：一是挖掘现有设备潜力，对原有软件和硬件设备进行更新和优化，降低设备故障率，提高设备精度和作业率；二是增强研发能力，培养高素质、高水平的研发队伍，不断提高新产品研发资金方面的投入，优化新产品研发和生产流程，提升创效能力；三是延伸现有产业链条，提升高附加值产

品比例，扩大高端客户群，不断地提升产品的竞争力和服务多元化。做强钒钛，发挥钒钛特色资源，坚持以技术创新为驱动力，积极探索并打造钒钛产业循环经济、清洁流程和绿色制造生产工艺，实现并持续引领钒钛产业绿色可持续发展。做大非钢，利用承德良好的旅游资源，组建再生资源开发公司、后勤服务公司等非钢实体，在逐渐消化自身人工成本、还原钢铁主业先进性的同时，打造企业新的效益增长点。 »



激烈的市场竞争中贵公司将采取怎样的市场策略，以取得更好的市场份额？

李伟：在当前整个经济社会当中，在新的市场模式下，一个企业的核心竞争力和优势已经逐渐的由技术、装备向对接客户和适应市场转变。进入2017年以后，河钢承钢在对接市场、市场开发和结构调整方面做了大量的工作。在市场营销方面，我们不断的培养既懂营销，又懂销售的专业销售人才，我们已经拥有一支且不断增强的专业营销团队，紧盯市场和客户，满足客户定制化要求，不断提升对客户的服务水平。

贵公司在同行业之间有何竞争优势？

李伟：河钢承钢的冷轧产品将会广泛运用在汽车轻量化材料中。在同等材料规格下，我们的产品会在强度和延伸性上更具优势，我们使用更薄的特质钢板替代过去的产品，在质量和性能更加优化的同时汽车自重更轻，同时排放指标也就随之降低，有利于环保，这就是我们钒钛的最大优势。2018年9月，

河钢承钢钒钛产业技术研究院建成，这是个围绕钒钛资源高效清洁利用，以及钒钛高新材料研究、开发和产业化的机构。力争打造“技术创新到新产品开发、从新工艺研发到技术再创新”的整套研发、生产体系，建设多项钒钛资源清洁利用和钒钛高端材料生产制备示范工程，促进钒钛产业链延伸，推动钒钛产业在我省乃至全国得以持续、高效发展。

中国钢铁产品相较于世界有哪些优势？

李伟：从全球钢铁产业来看，中国这几年的迅猛发展，对世界钢铁业的影响力不断提高，但在高效智能制造、高端产品等方面与世界先进水平相比较，还存在很大差距。以汽车用钢为例，我们的产品集中运用在中低端的材料上。但是，必须看到，我们国内的冷轧产品质量、服务也在逐渐提高，加之国家对产能规模上的控制，对环保要求的不断提升，都促使我们钢铁企业向着生产高品质、高附加值的产品努力，我们河钢承钢也正沿着这个方向努力迈进。



“我们坚信钢铁产业在世界经济发展中的战略地位和重要作用不会改变”

承德钢铁厂将进一步升级，在河钢集团中发挥核心作用。

您认为在未来10-15年内，钢铁行业的趋势和发展在哪里？

李伟：我们坚信钢铁在世界经济发展中的战略地位和重要作用不会改变，钢铁材料仍然是不可完全替代的工业基础原材料，钢铁工业仍然是世界经济发展不可或缺的支撑产业。中国钢铁工业将以质量、效率、动力变革为中心，重点通过转型升级、绿色低碳、开放发展等途径，更好地服务于中国与世界经济的发展。

为强化中国高端制造业，中国政府提出了《中国制造2025》发展战略，请您介绍一下贵司为配合这一大政方针都制定了哪些战略目标？

李伟：为打造绿色制造，智能制造的现代化工厂的典范，河钢承钢一直在努力。在智能制造方面，河钢承钢正在不断向着中国制造2025迈进。特别是在承钢钒钛高强冷轧板项目投产以后，我们会陆续在智能制造方面开展更多的工作，诸如MES系

统，该系统能够使用户订完我们的产品，知道其所需要的产品是在计划环节、加工环节还是发货到了哪个港口。我们要实现钢铁产品用户跟踪系统即互联网的自动跟踪，目前已经初步投入使用并实现了基本功能，随着以后生产，会逐步完善。

听起来是个很吸引人的方案。您能再举一个贵公司将采用的智能制造技术的例子吗？

李伟：当然，对于后期河钢承钢的智能发展，在现有的已经采用的自动包装、自动打捆带机和无人化行车等智能化设备的基础上，计划陆续增加捞渣机器人和自动拆捆等设备，实现产线的全面智能化生产。特别是无人化行车系统，河钢承钢进行自主化设计，一旦运行平稳后，会将其自动化理念、管理方法、技术等运用到产线的原料成品区、管理部门以及维护部门，并通过后期的不断学习和完善，再逐步陆续推广到整个河钢承钢。●



图1: 一条符合“工业4.0理念”的长材轧制线上用来测量棒材高度的相机

工业4.0对 长材轧制的影响

钢铁生产数字化的当前趋势对长材轧制领域产生了巨大影响，正在改变后者的面貌。

工厂内部将实现无缝通讯，使负责人能够对来自所有传感器、设备和处理器的数据迅速作出响应。



图2：棒材高度测量传感器的布置

如今的钢铁企业面临着确保按时交货和满足日益严格的产品要求的双重挑战，同时还要实现精益生产。长材轧制企业需要在日常管理中持续优化操作制度和商业实践。

想象一下为满足这些苛刻要求而打造的长材轧制企业：工厂内的不同设备之间相互通信；传感器信息不仅能够用于控制，也能用于设备状态监测；模型被用来确认工艺是否保持在正常范围之内；设备在需要维修时自动提醒操作人员。

让投资发挥最大效益，是每一家工厂的目标。智能传感器等装置提供的新数据，预见性维修的进步，状态监测系统的应用，等等，使长材轧制企业朝着这个目标迈进了一大步。想象一下，1号机架告知2号机架产品的状态，然后根据1号机架的轧制状态确定需要在2号机架采取的措施。想象一下，粗轧机与中间轧机保持通信。

革命性发展

这种理想的长材轧制企业可能会在不久的将来成为现实。目前，数据采集、通信、物联网、控制和智能传感器等方面的技术进步正在产生比以往任何时候都丰富得多的信息。对这些数据的分析首先将帮助改进对设备性能的控制和监测。不过，从长期来说，它将使世界各地的长材轧制企业发生变革，优化它们的整个价值链，大幅度提高生产灵活性。

现在，工厂控制和监测系统采用的是传统的横向和纵向集成。但是，将来的这些技术变革将使工厂内部实现无缝通讯，使长材轧制企业的负责人能够对所有传感器、设备和处理器以物联网为主要途径提供的数据迅速作出响应。

长材轧制行业对工业4.0、数字化或智能工厂有着极大的兴趣。虽然每家工厂的具体要求各不相同，但遵循工业4.0理念提供的方案包涵盖了智能传感器、机电一体化方案、机器人技术、信息物理模型、维修系统和整个工厂的生产。这些方案包专为满足客户对提高产能、质量和灵活性的要求而设计，通过采用先进的实时数据分析而依靠获取的信息来了解和优化生产工艺。

»



一批新技术

必须知道的是，工业4.0不是一种产品，而是一批能够支持长材轧制企业实现转型，以适应未来工厂数字化要求的技术、工艺和维修方案包。

数字化的进程在若干年前就已开始，而且不会很快结束。供应商将根据各家工厂的短期和长期需要及发展战略开发一系列方案包和服务，积极帮助生产企业完成数字化转型。具体实施将很可能采取分阶段小规模改造的方式，以最低限度降低对正常生产的影响。

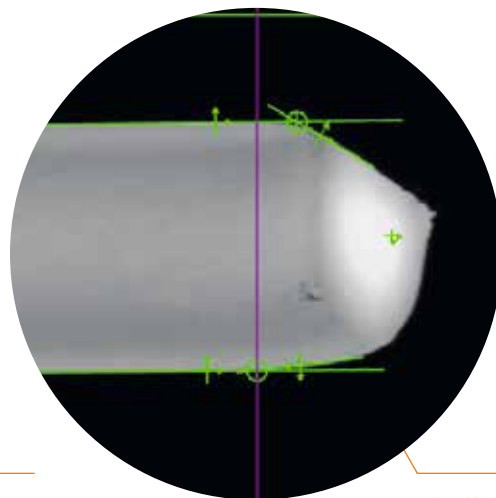
作为钢铁行业的一家可靠合作伙伴和领先供应商，普锐特冶金技术坚持与客户密切合作，共同开发长材轧机新技术方案和功能，以全面提高轧机的产能、灵活性、效率和产品质量。这样的关系使开发团队能够充分了解客户面临的问题，从而为帮助长材轧制企业今后的发展和进步提供必要的工具。这样的工具已经存在，长材轧制“智能工厂”将包括许多生成数据的部件和分析新信息的系统。

为长材轧制应用而开发的智能传感器精选



非接触式速度测量

- 切头优化
- 夹送辊控制
- 张力控制
- 动态轧机设置



成像技术

- 棒材计数
- 产品测量
- 钢坯定位
- 盘卷定位

必须知道的是，工业4.0不是一种产品，而是一批能够支持长材轧制企业实现转型的技术、工艺和维修方案包。

智能传感器

总的来说，智能传感器能够提供关于设备或生产工艺本身状态的更多信息。它们或者直接测量物理数据，或者利用现有测量值通过间接计算而获取其他信息。它们使先进的自动化功能、工艺模型和状态监测得以实施——还能随时随地传送这些信息。

对于长材轧制，普锐特冶金技术提供一系列能够测量和支持工艺改进的传感器，比如：用于测量产品高度、长度和速度的视

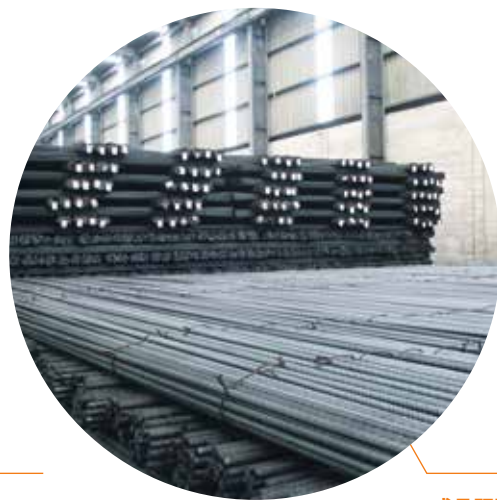
觉系统和非接触式激光测量仪，它们实现了以前无法在粗轧机和中间轧机上进行的测量；还有用于产品跟踪和物流控制的射频识别技术。

视觉系统能够监测“眼睛看不到的东西”，因为这些相机可以安装在工厂内对操作人员不安全的区域。它们连续传送图像，用于工艺的实时分析和动态控制。在危险区域安装相机提高了操作安全性，特别是对轧机操作人员来说。 »



智能温度测量

- 热机轧制控制
- 产品转变点控制
- 温度控制改进



成品跟踪和物流

- 盘卷跟踪
- 棒捆跟踪
- 盘卷库和棒材库物流
- 运输物流



图4: 普锐特冶金技术提供的一套长材轧机的冷床

激光测量仪能够测量“产品的真实速度”。沿整个轧制线获取这一信息，不仅能够优化轧机控制和轧机设置，而且能够提高切剪的定尺切割精度。

当视觉系统和非接触式激光测量仪结合使用时，轧机控制系统能够沿整个轧制线动态监测产品的高度和宽度。激光测量仪跟踪产品从加热炉出口直到精整段末端的速度。这些系统通过动态控制而使轧机设置保持稳定，对提高产品的收得率、公差指标和质量水平十分有利，还能增大运行灵活性和降低运行成本。

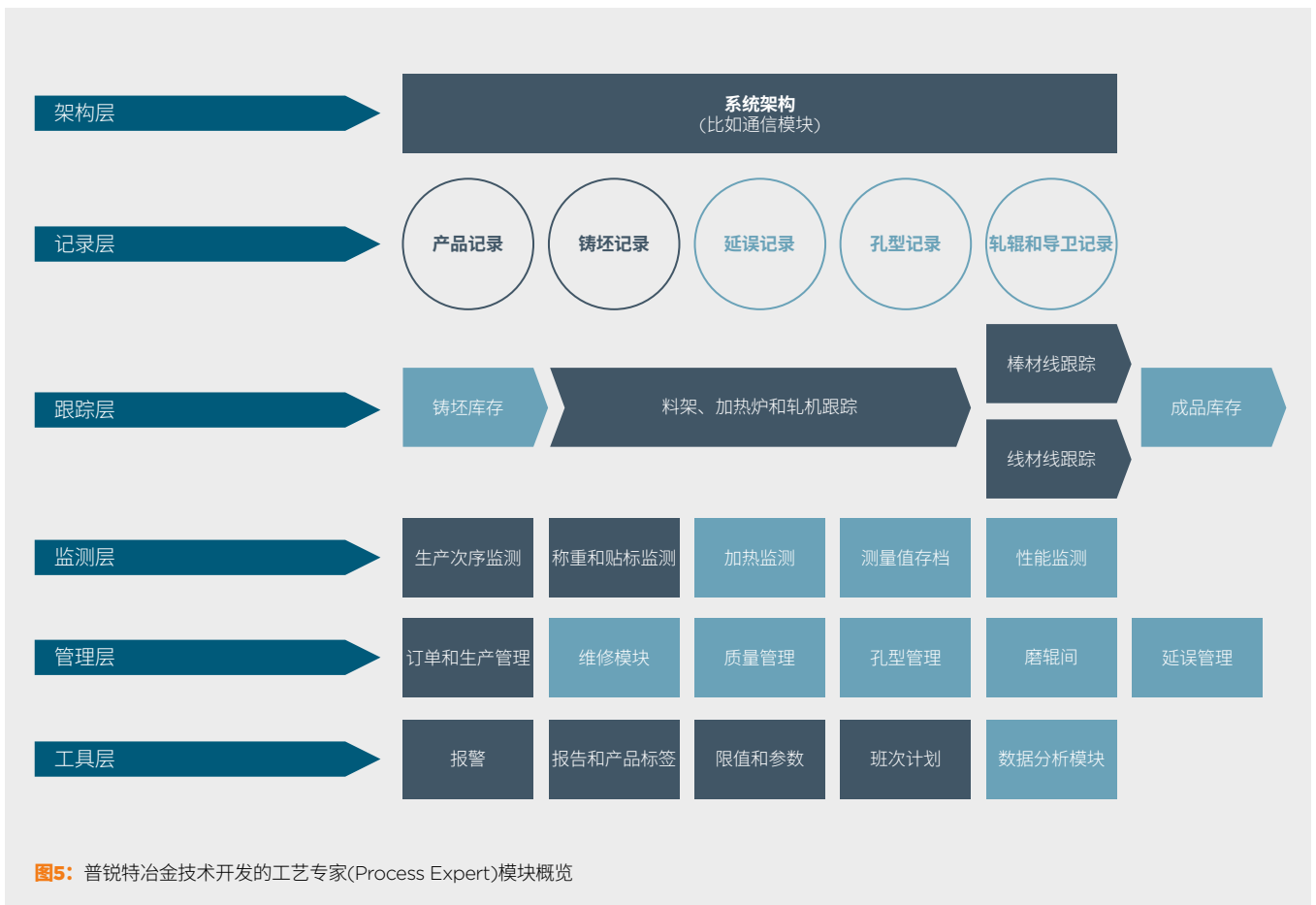
工艺专家系统

新型传感器提供的信息只有在经过分析并用于轧制工艺的情况下才有意义。为了满足如今对于长材生产灵活性和经济性的要求，需要以精确的工艺模型、高性能的控制系统和对长材轧制技术的深入了解为基础开发的生产工艺及电气和自动化方案。

这些为长材轧机开发的工具全都被视为工业4.0方案包的组成部分。

工艺专家(Process Expert)是普锐特冶金技术和长材生产商密切合作的成果。该系统将工厂的生产运行作为一套系统而不是许多单独运行的小系统来考虑，使轧机操作人员能够获得现有的轧机过程自动化系统中缺失的信息。普锐特冶金技术的基础自动化、过程自动化及技术和工艺管理专家紧密配合，开发出了一套能够补上那些缺失环节的系统。

如果轧机运行良好，工厂经理会希望确保它在今后几周内保持同样良好的状态。



通过通信模块，工艺专家监测从原料到成品的整个流程并采集数据。它涵盖的范围上至企业资源计划，下至一级装置，中间还有制造执行系统和控制系统。跟踪的区域通常包括料架、加热炉和轧机，根据生产线配置可能还包括棒材线和线材线。最后还有一个模块用于轧制产品的称重和贴标，但除生产线之外系统也能跟踪铸坯和产品库存。系统向操作人员和管理人员给出轧机报告，使他们能够评估设备性能和优化生产。该系统不仅限于一个工厂，还支持在公司层面上对不同工厂之间的性能进行比较和分析。

状态监测

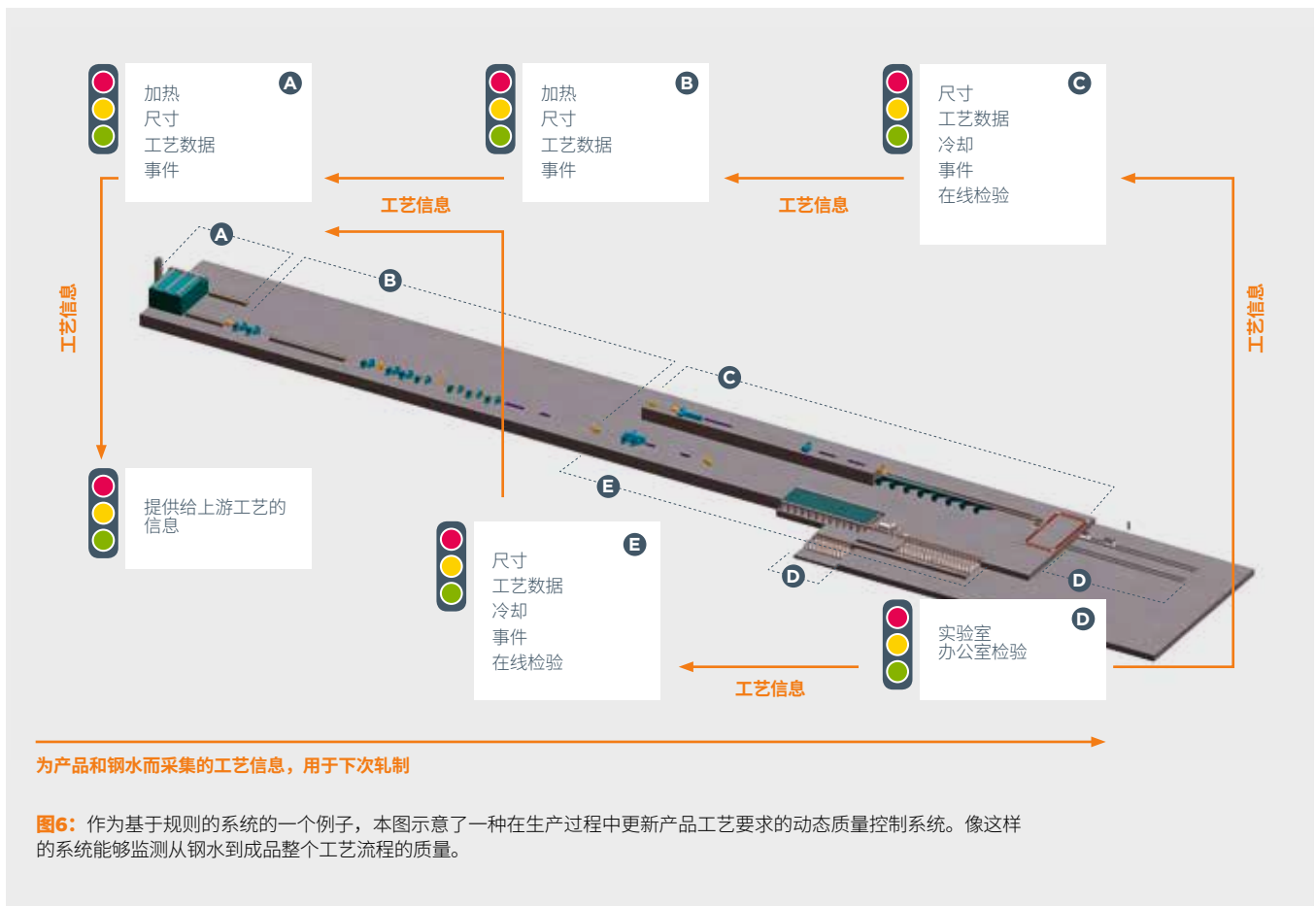
您的轧机感觉如何？如果长材轧机运行良好，工厂经理会希望确保它在今后几周内保持同样良好的状态。供应商能够保证确定所有影响设备运行的因素，尤其是依靠机械和电气方面的相

关设备和工艺知识监测全厂的状态——不只是轧机设备，而且包括上游和下游设备。这些信息是制定预见性维修计划的依据，能够保证任何停机或停产都预先安排，从而最大限度提高生产效率和减轻维修人员压力。

作为工业4.0范畴内的数据采集的一部分，轧机工艺得到不间断的分析和记录，以保证始终处于可接受范围内。如果工艺超出限值，控制系统将把这些信息输入控制算法，以使工艺回到正常范围之内。

设备状态数据在每个设备的层面采集，经过处理后同已知的运行标准对照分析，最后再反馈回设备级。利用供应商的设备知识，系统能够处理数据，并在需要维修时给出提示。掌握整个工艺线的设备状态，有助于保证工艺质量和提高工厂产能。

»



系统自动为维修人员生成工作指导(包括需要的备件)，并且提供执行相应维修工作需要的任何其他信息。它也可以提供通过平板电脑中的三维交互模型获得的数据，能够帮助进一步缩短停产时间。

信息物理系统

长材轧机工业4.0方案包的另一个组件是信息物理系统。用于验证设备状态改变后果的信息物理模型以虚拟模型——真实工厂或工艺的数字化表现(“数字孪生体”)——为基础，集成了计算、联网和物理工艺。内置的计算机和网络利用反馈回路监测并控制物理工艺，反映出物理工艺和计算之间的相互影响。

长材轧制企业需要在生产中达到灵活性和高效性。软件和功能强大的网络系统的发展为大量数据的采集、分类和分析提供了可靠的工具。在用于信息物理系统时，这些工具可以进行离线生产模拟，监测、分析和测量规定的关键性能指标，评估计划的生产能否达到更高标准。

信息物理系统代表了过程自动化的未来。它们能够模拟单项工艺，比如冷却模块，以计算钢轨轧机的温度均匀性、传统线材或棒材轧机的水箱设置或者轧机设置和孔型计算。

信息物理模型以虚拟模型真实工厂或工艺的数字化表现为基础。

有了信息物理系统，将来，轧机操作人员和管理人员就能在实际作出改变之前了解到某项工艺设置或某台设备的变化会产生怎样的影响，从而在作出这些改变时充满信心。更广泛地说，信息物理系统的使用将是优化整个价值链，分析新业务模式，开展新业务合作的一个关键因素。

全流程工艺优化

已在长材轧机上得到应用的又一个工业4.0方案包，全流程工艺优化(TPO)，能够帮助轧机操作人员达到期望的产品规范，并且支持质量管理。它能够沿整个钢铁生产链发现不合规问题，确定问题根源，给出纠正和补救措施建议。

该系统将产品的质量诀窍和实时生产工艺结合在一起。一套基于规则的系统检查每个工艺事件生成的数据，根据定义的规则来判定产品质量是否处在规定范围内。然后，系统确定上游和下游工艺应为作出纠正而进行的动态调节。这样，从防止质量问题继续出现和对已发生问题进行补救双管齐下，保证了产品质量全面提高。

生产和维修管理系统

长材轧机生产和维修管理系统是工业4.0方案包的又一个数据来源。为了保证生产设备得到充分利用，生产管理系统动态计划和跟踪工厂的生产，以优化每一个工艺步骤——从最初的产品订单直到最终的发货。依靠这些数据，工厂经理能够以更大的灵活性和精益化生产对客户的要求作出响应。

对于当前的设备维修，计算机化维修管理系统与生产管理系统并行运行，通过标记出应执行的任务和采取其他预定的措施来管理和执行维修工作，提高了效率。系统内置了工厂的所有维修制度和生产系统的相关知识，并据此对现场传感器提供的数据进行分析。

革命性还是渐进性？

工业4.0对长材轧制行业来说是革命性还是渐进性的技术？从技术角度来说，它是渐进性的发展，不仅需要在长材轧制领域，而且需要在整个冶金行业实施。一旦工业4.0方案的分析能力应用到生产工艺中，它就能带来革命。

从许多方面来说，工业4.0都不再是对遥远未来的憧憬，它已经来到了我们的面前。符合这一理念的方案已经在世界各地被开发出来，安装使用，并且得到验证。通过采取本文所述措施，长材轧制企业就能充分利用供应商的知识，实现生产设施的数字化转型。它们可以设立短期和长期目标，分阶段实施，以最佳方式利用这些不断发展的技术，充分挖掘工业4.0的潜力。

它会把我们带向何方？有人说，它将推动全自动工厂的发展。如今，已经有了可以让整个长材轧制企业从钢水直到成品都实现数字化的方案。计划在不久的将来采用这些新技术的钢铁企业将会发现，向专业技术公司——比如普锐特冶金技术——进行咨询并与其展开合作，将会得到极大的帮助。●

如今已经有了可以让整个长材轧制企业从钢水直到成品都实现数字化的方案。

Paul Riches, 普锐特冶金技术美国长材轧制电气自动化副总裁

Allison Chisolm, Choice Words/Chisolm公司所有人

全力支持哈萨克斯坦 基础设施建设

普锐特冶金技术与AKTOBE轨梁厂有限责任公司联手在哈萨克斯坦打造符合工业4.0理念的钢轨和结构型材轧机。



Aktobe轨梁厂有限责任公司(ARBZ)的钢轨和型材轧机是哈萨克斯坦第一套钢轨制造设备。该公司位于Aktobe市，被认为是世界钢轨制造的标杆企业之一，产品主要满足本国市场和相邻国家不断增长的需求。长达120m的钢轨已通过GOST标准的初步认证，除了在本国市场销售还出口到俄罗斯联邦和其他独联体国家。



图1: 哈萨克斯坦Aktobe新建钢厂的年产能力为430,000吨。

由哈萨克斯坦国家铁路公司Temir Zholy JSC参与出资建设的企业ARBZ于2012年成立后作出决定，在哈萨克斯坦西北部Aktobe市(距离与俄罗斯联邦的边界大约100千米)的郊区建设全国第一家钢轨生产厂。Aktobe的地理位置十分有利，前往欧洲、俄罗斯、其他独联体国家和中东地区都很方便。

普锐特冶金技术在2013年获得了主合同。设计、自动化和设备制造工作于2013 - 2014年完成；施工建设于2014年展开；2015年9月开始了热调试；认证流程则在2016年2月启动。最终验收证书已于2017年8月签发。

工厂总图和产品

ARBZ钢厂的额定产能为430,000吨/年。全厂的生产面积为650 x 150米，对一家长轨生产厂来说相当紧凑。除了每年大约200,000吨最长达到120米的钢轨(P65 65 kg/m)，产品大纲中还有230,000吨/年的中型结构型材，包括最大300毫米的工字钢和槽钢及最大200毫米的角钢。因此，ARBZ有能力灵活地应对市场趋势的变化。

轧机使用的基本原料是断面为160 - 350毫米、长度为5 - 12米的矩形坯。工厂总图和设备配置的方式使产品大纲可以扩充到其他规格的轧材，也可以将异形坯作为基本原料。加热后的铸坯先在可逆式初轧机中轧制，然后进入可逆式精轧机完成最终的轧制。根据需要，钢轨在被放到冷床上之前可以采用普锐特冶金技术的在线喷射双相钢轨硬化系统(idRHa+)专利技术进行轨头淬火。冷却的钢轨和型材经过矫直和无损检测，最后打捆发货。其他配置还包括除鳞系统、在线形状测量、钢轨打标装置、热锯和冷锯、钢轨钻孔机、实验室和维修车间。

可逆式初轧机

初轧机为2辊可逆式牌坊设计，辊身长度为2,200毫米。牌坊的设计提供了以最小变形承受大分离力所需的刚度。初轧机的入口和出口都配备了自动平移和翻转装置，用以在轧制道次之间移送和转动坯件，并将其导入选定的轧槽。

采用液压平衡的上辊由压下系统垂直定位，两台独立的伺服控制驱动电机能够自动补偿可能出现的不对称。压下系统采用复合材料制成，带有减摩涂层以提高耐磨性能。

液压装置安装在初轧机底部，用以：

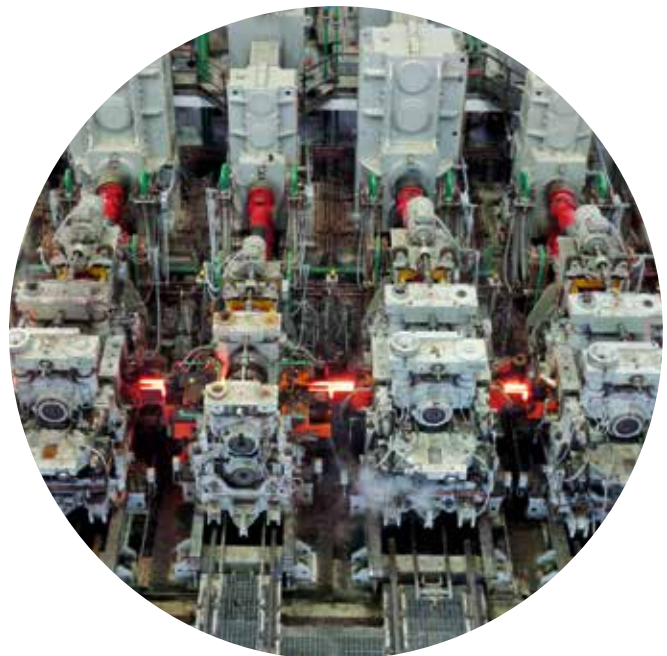
- 调节下辊的中心线位置
- 提供防卡住释放功能
- 在开始更换轧辊时自动定位下辊
- 自动控制轧制力

创新性的钢轨对称开口孔型标定保证了沿坯料整个长度尺寸保持一致，降低了产生耳子和折叠的风险。同时，导向系统得以简化，轴向负荷减小。传统的钢轨闭口孔型标定需要复杂的轧制规程和带有侧挡圈的大型导向设备，缩短了可用辊身长度。通过改用对称开口孔型标定，轧制规程变得简单，导卫尖和导卫板能够简单有效地引导坯料。因此，辊身长度全部可以利用，允许使用辊身和直径较小的轧辊。轧槽磨损能够保证均匀，轧辊使用寿命得以延长，所需维修时间明显减少。

在使用360 × 300毫米铸坯生产P65钢轨时，初轧机经过9个道次将其轧制出钢轨雏形。其中，前6个道次采用大压下量矩形孔型，保证了在晶粒度和芯部致密度方面获得期望的冶金性能；而最后3个道次采用成形孔型，能够获得进入精轧机需要的精确的先导孔形状。



可逆式初轧机采用了刚性牌坊设计，即使施加很大压力也能显著减小机架变形。



3+1精轧机与采用传统设计的类似轧机相比减少了维修需要。

精轧万能轧机

在开坯机之后，坯件被横移送至精轧机。横移段将粗轧和精轧工艺分开，还节省了生产场地。串联式万能精轧机由4个第四代无牌坊Red Ring机架组成，特点是结构坚固而紧凑，承载能力大，耐磨性出色，维修方便。

这些机架能够在万能或水平轧机配置之间快速转换。万能轧机配置用于轧制钢轨、工字梁和槽钢，而全水平轧机配置则用于角钢的轧制。

当需要换上已在磨辊间准备就绪的备用机架时，总停产时间可以控制在30分钟以内。机架部件(水平辊、立辊、轴承座、底板)在维修车间使用专门的自动工具离线拆卸和组装。

3+1精轧机采用了一种特殊的规程，通过3个可逆道次加工初轧机对称标定得到的先导孔形状的坯件。可逆道次能够精确

地控制坯件的温度和头尾的温度梯度。在轧制前两个可逆道次期间，第四个精轧机架处于打开状态，不被使用。它只在轧制第三个可逆道次时才合拢(每个坯件一次)，以进行小压下量的精轧。

与传统的3机架精轧机相比，3+1轧机第四个机架的轧辊承受的应力较低，减轻了磨损，因而减少了需要的换辊操作，甚至基本上不必更换：一套轧辊通常足以完成一次完整的轧制操作。结果，由于增加了生产时间而提高了产能，使第四个机架的投资很快就能收回。小压下量精轧道次还提高了表面平整度和尺寸精确度，这对特殊等级产品(比如X级钢轨)的轧制极为有利。

IDRHA+在线钢轨硬化

为了生产出滚动接触疲劳性能和耐磨性能出色的钢轨，ARBZ轧机配备了普锐特冶金技术拥有专利的在线喷射双相钢轨硬化系统(idRHa+)。



长度为125米的冷床能够容纳120米长的钢轨。



钢轨水平矫直机能够以每秒2米的速度对轨头和轨底进行矫直。



获得最高标准的认证

由于项目的建设内容包括了一间认证实验室，在很短时间内就获得了哈萨克斯坦的国内认证。随后，ARBZ开始了俄罗斯GOST标准的多年认证过程，并在俄罗斯铁路研究院(VNIIzhT)接受了为期6个月的严格测试后于2016年11月通过了初步认证。VNIIzhT拥有一条测试用铁路线，能够模拟各种运行条件(列车编组，载荷分布，时间，加速度，速度，制动力，坡度，等等)以对钢轨进行测试。

idRHa+以一套完整模拟生产过程中钢轨的传热及其机械性能和冶金结构变化的软件为基础。idRHa+的应用保证了钢轨整个断面达到期望的硬度分布和微观结构。

加热区安装了一组高功率感应模块，为迅速传热提供了保障，不仅能够使钢轨长度方向上的温度达到一致，而且使钢轨横截面达到期望的温度梯度。

冷却区由多个独立的模块组成。每个模块都配备了一套可互换的冷却装置，采用了喷水雾化器和空气喷射器，能够实施需要的冷却模式。这些模块单独运行，能够灵活地改变最佳冷却制度。冷却速度可在 $0.5^{\circ}\text{C}/\text{s}$ - $40^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 范围内调节。idRHa+处理后的钢轨以轨头朝上的方式被送至冷床，这样不容易产生翘曲。

冷床

轧机配备了一组长度为125米的步进式冷床，能够容纳最长120米的钢轨。采用在空气中自然冷却的方式。未经硬化处理的钢轨在冷床上冷却时，由于断面不同部位的冷却速度不一致而具有向轨头一侧弯曲的趋势。为了防止因此而产生变形和内应力，普锐特冶金技术在冷床入口处安装了一套预弯系统，以可控的方式对钢轨施加一个相反方向的弯曲。间隔3米布置的液压夹钳安装在单独移动的车架上，根据模型的计算而施加期望的预弯形状。

矫直系统

机械轧制和不均匀冷却的共同作用使离开冷床的产品中存在着很大的内应力。为了防止最终产品产生任何变形，国际标准对可接受的内应力水平作出了严格的规定。在线辊式矫直是整个生产流程中最后一个产生塑性变形的步骤，沿钢轨长度以可控的方式施加计算得到的期望塑性变形。在矫直过程中，内应力减小到可接受水平，同时达到严格的直线度公差要求。

对于结构型材的矫直，使用一台配备了9根错列布置的双支承的多线水平矫直机；而对于钢轨的矫直，则使用一台水平和一台垂直矫直机分别矫直轨头、轨底和轨腰。水平矫直机带有9根单独驱动的矫直辊，配备了液压装置及数字式压力和位置传感器。机电控制包精确地实时带载调节矫直辊的位置。

ARBZ和普锐特冶金技术开始就备件供应展开长期合作, 这将大幅度提高设备作业率。



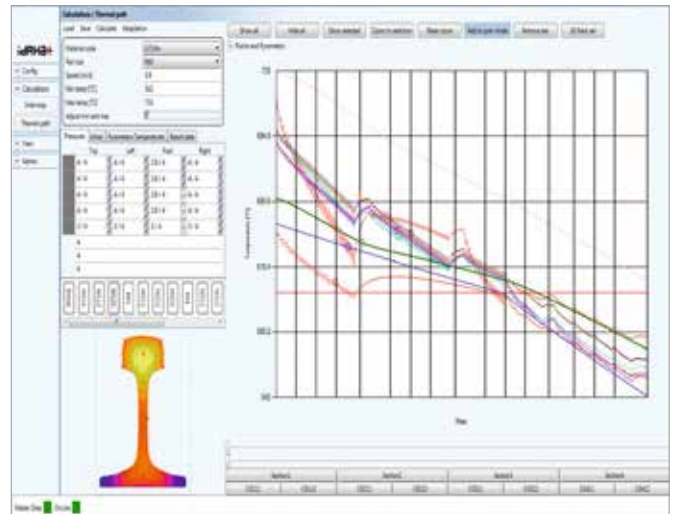
铁路运输在增长

铁路运输，包括客运和货运，在世界各地都变得越来越重要。在2013 - 2015年间，全球钢轨市场保持了3%的年增长率。预计这一稳步增长的势头将持续到2021年，届时的市场规模估计将会达到 2,180亿美元。

为了满足高速和重载的要求，所有主要国家的钢轨材料标准都在2010 - 2015年间进行了修订。如今的质量标准大大高于20世纪末认为的先进水平。依靠机电一体化技术支持的生产设置和工艺控制系统主导的自适应运行，生产企业将有能力高效率地生产众多钢种、规格和长度的钢轨。工业4.0方案的宗旨是，推动数字化生产，通过改善产品质量、缩短设备投产时间、降低运行成本、增大操作灵活性、提高资源使用效率而带来显著效益。

成功的项目执行

以获得轧机的最终验收证书为标志，普锐特冶金技术于2017年8月成功结束了该项目的执行。不过，普锐特冶金技术与ARBZ之间的合作仍在继续：两家公司已经就备件供应达成了一项长期协议，以大幅度提高设备作业率。这将确保ARBZ为改善哈萨克斯坦铁路基础设施以满足今后数十年的需求作出重要贡献。●



普锐特冶金技术的钢轨硬化工业4.0方案

idRHa+的意思是“在线喷射双相钢轨硬化系统”，以一个完整模拟生产工艺的先进软件包为基础。这个软件包集成了先进的传感器和机电一体化技术，属于工业4.0生产管理方案。模型能够沿钢轨的长度和断面预测并实时控制机械性能(比如YTS和UTS)、硬度分布、微观结构转变和变形行为。模型提供的冷却制度由设备模块在精轧操作的同时在线实施，因此不会对生产能力造成影响。实时测量的数据被用于工艺和设备的动态调节。结果，钢轨的整个断面都能够稳定保持期望的微观结构和硬度分布。

Alberto Lainati，普锐特冶金技术意大利长材轧制主管

Francesco Toschi，普锐特冶金技术意大利技术和创新主管

发挥技术 领先优势

AKTOBE轨梁厂有限责任公司原项目负责人ANDREY ANATOLYEVICH KUZMIN访谈录

Andrey Kuzmin是哈萨克斯坦Aktobe市本地人，毕业于当地的国立大学。在能源行业工作了一段时间后，他在2006年进入了建筑行业，担任国内一家公司的分公司负责人。他从2012年初就负责ARBZ项目，直到2018年。在2014年，他代表ARBZ接受了“Altyn Sapa”奖——由哈萨克斯坦总统颁发的“最佳工业项目”奖。

是什么促使贵公司国际钢铁行业还处在低迷之中的2013年作出了投资的决定？

Andrey Anatolyevich Kuzmin: 哈萨克斯坦有一项多年的现代化战略，要求以长远眼光制定投资计划。按照哈萨克斯坦“工业化路线图”，铁路基础设施属于国家的发展重点。这就促使我们作出了建设哈萨克斯坦第一家钢轨生产厂的决定。现在，ARBZ是欧亚大陆最现代化的钢轨生产企业之一。它是独联体地区仅有的几家采用先进的轧制、硬化、预弯、矫直和检验技术生产优质钢轨的工厂之一。一个全自动的平台集成了所有这些技术，确保了最终产品的高质量。

项目执行过程中遇到了哪些必须克服的困难？

Kuzmin: 因为这个项目是哈萨克斯坦国家铁路公司参与出资建设的，各方股东施加了很大的压力，要求在尽可能短的时间内完成现场施工任务。虽然安排得很紧，但项目时间表还是合理的。为了达到目标，所有各方展开了通力合作。

项目按期完成了吗？

Kuzmin: 是的。我们在设备的设计、安装和调试期间做了大量工作，有效地缩短了投产时间。在第一年的运行中，我们就

已经生产了大约140,000吨钢轨。我相信，世界上其他任何地方都没有像这样的情况：在仅仅两年半时间内就平地建起了一个工厂，然后只用6个月就掌握了钢轨生产。为了完成这个时间表，来自几家公司的很多高素质的专业人员齐心协力，辛勤工作。

ARBZ为什么会选择普锐特冶金技术作为这个项目的合作方？

Kuzmin: 股东们在一开始就提出了非常明确的要求：建设一个能够发挥技术领先作用，生产出优质产品的工厂。所以，投资策略一确定，ARBZ就开始调查有哪些最先进的钢轨生产设备和工艺。调查的结果让我们相信，普锐特冶金技术拥有我们需要的所有技术、工艺和能力。普锐特冶金技术之所以被选中，还因为它作为实力最强和最可靠的设备供应商之一具有良好的声誉，包括在技术的成熟性和合同管理的先进性方面。举例来说，普锐特冶金技术的在线控制硬化工艺“idRHa+”就已经被证明对提高优质钢轨的产能水平非常有效。



您如何评价与普锐特冶金技术的关系？

Kuzmin: ARBZ和普锐特冶金技术在项目早期就建立了良好的关系，而且在整个项目执行过程中始终保持如一。双方都表现出了尽快解决任何问题的意愿，这对团队合作十分有利。当然，确实也出现了一些双方有利益冲突的情况，但大家能够本着坦诚合作的态度友好地解决。双方始终相互信任，相应的责任也都本着专业的态度而明确划分。

轧机能够生产钢轨和中型材。目前这两类产品的比例是多少？

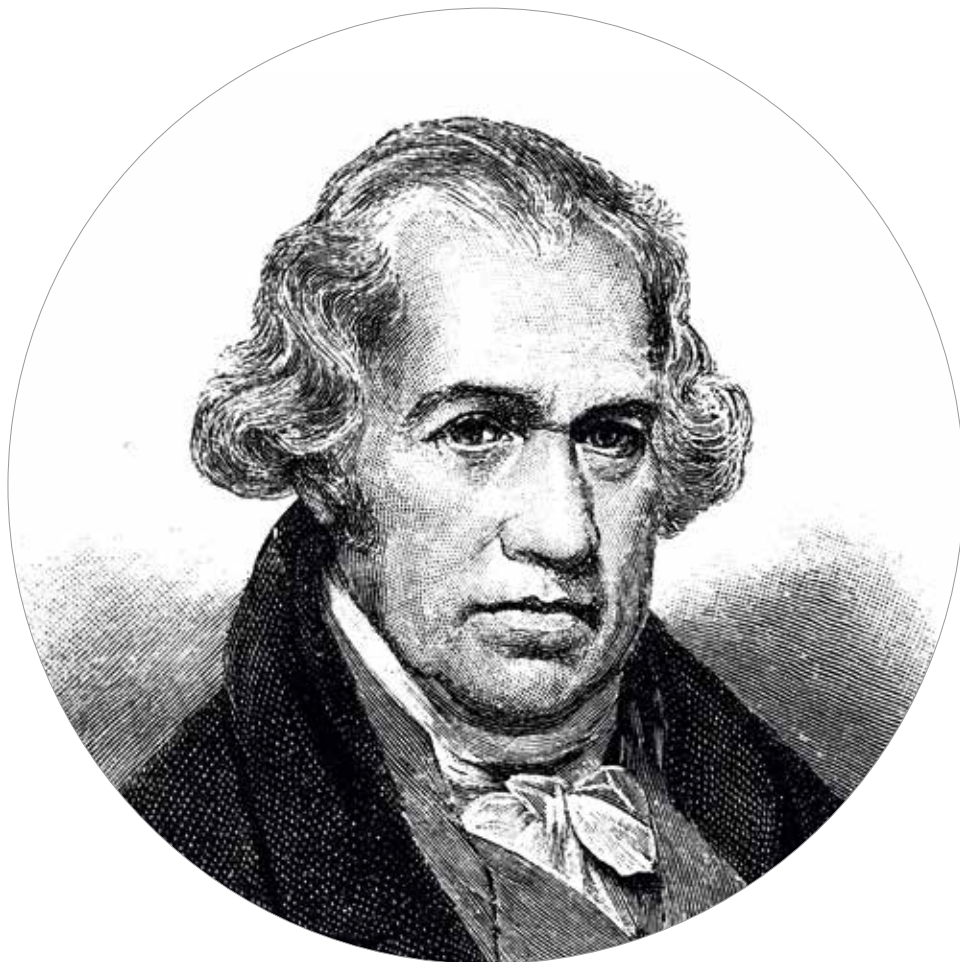
Kuzmin: 因为我和哈萨克斯坦国家铁路公司有长期协议，所以钢轨在我们的产量中占了绝大多数。我们生产的钢轨除了在本国市场销售，目前还出口到俄罗斯联邦和其他独联体国家。不过，我们的设备设计可以从钢轨生产快速切换到结构型材生产，这使我们能够根据需要灵活地适应不同的市场条件。

您能介绍一下独联体地区钢铁行业的现状吗？目前面临的主要挑战是什么？

Kuzmin: 在哈萨克斯坦和其他独联体国家，建筑和工程应用对钢产品的需求在今后几年内将会保持适度的增长。主要的挑战来自中国和其他国家的进口钢材。为了保持竞争力，必须不断提高产品质量，注重产品研发和成本优化。ARBZ将坚持改进自己能够生产的钢轨品种，并将开发新产品，目标是提高钢轨的性能水平，尤其是耐磨性和抗剥离性。为了扩大市场份额，我们致力于和客户建立良好关系，努力扩大我们的客户群。地理位置是ARBZ最大的优势之一：我们位于亚洲的中心，为欧洲、俄罗斯、独联体地区和中东地区提供服务都很方便。●

“我们在一开始就和普锐特冶金技术建立了良好的关系，而且在整个项目执行过程中始终保持如一。”

激励我们的**伟大先驱**



普锐特冶金技术始终致力于为钢铁行业开发创新技术和突破性方案。我们辛勤工作，与世界各地钢铁企业的密切合作为我们提供了动力。我们之前的那些伟大开拓者是另一个动力之源，是他们让我们的生活方式发生了巨大变化，甚至改变了历史进程。在本专栏中，我们介绍一些历史上最杰出的先驱人物，以及他们攻克的难关和取得的成就。

时间线

1736

瓦特出生在苏格兰
Greenock。

1765

瓦特发明分离式冷凝器。

1781

瓦特发明行星齿轮。

1782

瓦特获得可推动活塞双向
运动的双动发动机专利。

1784

瓦特发明平行运动机构：“这是我设计出的最
巧妙、最简单的机构之
一。”

詹姆斯·瓦特

工业革命之父

苏格兰发明家和机械工程师，以对蒸汽机技术的改进而闻名于世

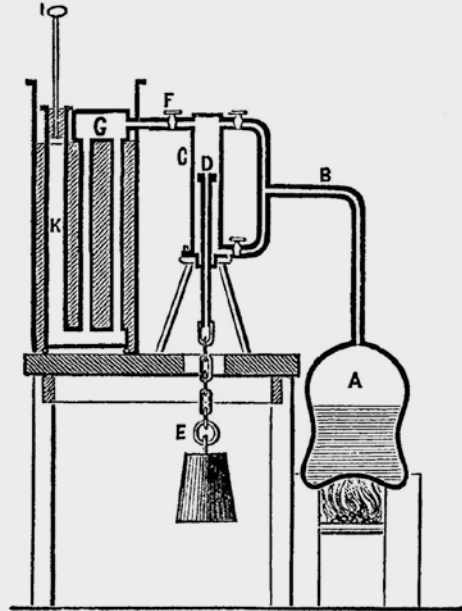
牛顿和万有引力，伦琴和X射线，梅斯特拉和尼龙搭扣，普朗克特和特氟龙……历史上的一些重大科学发现都是偶然产生的，15岁大的詹姆斯·瓦特观察水壶这件事也是如此。据说，年轻的詹姆斯在他姨妈的茶桌旁坐了一个小时，通过观察被顶起的壶盖而意识到了蒸汽的力量。有些人认为这个故事只是传说，但詹姆斯·瓦特确实继续在实验室做了很多实验，把水壶当作锅炉用来产生蒸汽。他对蒸汽机的改进引发了工业革命，改变了经济格局，是社会巨变的诱因。

工业革命的发动机

年轻的詹姆斯·瓦特被他的堂兄弟马里恩·坎贝尔描述为一个“柔弱的，敏感的”但非常聪明的孩子，能够坐上几个小时沉醉于数学计算或拆装他的玩具。詹姆斯·瓦特善于观察，动手能力强，这使他成为了工业革命背后的设计大师。为了纪念他对科学和工业的贡献，人们把他的名字作为了功率的单位。实际上，瓦特并没有发明蒸汽机，但他对蒸汽动力的开拓性工作促成了他对分离式冷凝器的发明。这一发明大大提高了纽科门蒸汽机的效率，可以说是十八世纪最重要的发明。他的蒸汽机被称为“工业革命的发动机”。

詹姆斯·瓦特把我们带进了现代世界，而他自己却经历了早年的困难生活和后来的很多挫折。他是一名造船工人的儿子和一位有名的数学家的外孙，小时候体弱多病，主要由受过良好教育的母亲艾格尼丝在家里进行教育。最初，他父亲的生意很成功，年少的瓦特喜欢在修理店里制作模型和修理航海仪器。但是，在瓦特十几岁时，一系列商业灾难降临了，他父亲的生意和健康状况都开始走下坡路。在他母亲去世两年后，19岁的詹姆斯·瓦特不得不前往伦敦去学习仪器制造。在短短的一年内，他就掌握了这项技能。 >>

分离式冷凝器工作原理图示



瓦特最伟大的发明： 分离式冷凝器

纽科门蒸汽机在瓦特出生之前就已得到广泛使用，第一种实用型蒸汽机于1698年获得了专利。当瓦特在大约1763年拿到一台纽科门蒸汽机进行修理时，发现它的效率实在是太低了。他设计出一种分离式冷凝器，克服了纽科门蒸汽机的最大缺点——蒸汽的无谓浪费。分离式冷凝器是他的第一项发明，也可以说是最伟大的发明，从根本上改变了蒸汽机的能力、效率和成本。

1785

瓦特被选为英国皇家学会院士。

1790

瓦特发明压力计。

1794

快退休时，瓦特创办了博尔顿和瓦特公司，旗下的Soho铸造厂专门制造蒸汽机。

1806

瓦特成为格拉斯哥大学荣誉博士。

1819

瓦特在英格兰伯明翰附近的Heathfield Hall去世。

乐观的瓦特在1756年回到了格拉斯哥，相信自己作为苏格兰唯一的数学仪器制造师应该毫不费力地找到工作。不过，格拉斯哥锤业者行会打破了他的希望，因为他没有达到做够学徒7年的要求而阻止了他被雇用。做一个学得快的人真是不幸！这对瓦特来说就是第二十二条军规：没有人能收他做学徒，因为没有人拥有他的技能。成为一位开拓者绝非轻而易举之事。

革命性的改进

格拉斯哥大学向瓦特伸出了援助之手，以个人名义雇用他修复一些天文仪器。随后，他又得到一个机会，在大学里开设了一间小修理店。尽管缺乏商业头脑，但他开始同建筑师和商人约翰·克雷格合作，在接下来的6年里制造乐器和玩具。

在格拉斯哥大学工作期间，瓦特对蒸汽机技术越来越着迷。现代资本主义之父亚当·斯密在1758年把瓦特介绍给了约翰·罗宾森，而罗宾森让瓦特接触到了蒸汽科学。改变历史的一刻出现在1763年，当时，瓦特被大学要求修理一台最早由英国工程师萨弗里和纽科门发明的纽科门蒸汽机。

纽科门蒸汽机被用来从矿井中抽水已有几十年，但效率很低。瓦特发现，这种蒸汽机的气缸反复加热和冷却，使大部分热能都被浪费掉而不是转化成机械能。瓦特的解决办法是使用一个单独的冷凝室冷凝蒸汽，而不必冷却蒸汽机的其余部分。他的发明效果巨大，把一种用途有限的机器变成了推动工业革命的机器。

由于瓦特当时已经破产，他很高兴得到英国发明家约翰·罗巴克的资助，后者取得了瓦特的发明的三分之二所有权。不过，当时面临的一个主要问题是，缺少有能力以足够高的精度制造出部件的熟练工人。同时，瓦特的发明专利被证明是太昂贵了，所以，为了补充自己的收入，瓦特被迫作为一名测量员和土木工程师工作了8年。最后，罗巴克也破产了，伯明翰附近



50英镑纸币 本身就是创新

现版50英镑纸币于2011年11月发行，印有马修·博尔顿和詹姆斯·瓦特的半身像。它本身就是一个创新：博尔顿和瓦特版纸币是英格兰银行首次在纸币背面使用两个人的半身像，也是英格兰银行首次采用绿色“动感安全线”。据英格兰银行介绍，“50英镑纸币上的动感安全线是编织到纸中的。安全线沿长度方向有5处开窗，这里带有英镑符号£和数字50的图形。左右晃动纸币时图形会上下移动，上下晃动纸币时图形会左右移动，数字50和符号£还会交换位置。”

“拉斐尔描画智慧，亨德尔歌唱智慧，菲狄亚斯塑造智慧，莎士比亚写作智慧，雷恩建造智慧，哥伦布驾驶智慧，路德宣讲智慧，华盛顿武装智慧，瓦特则为智慧赋予了机械化。”

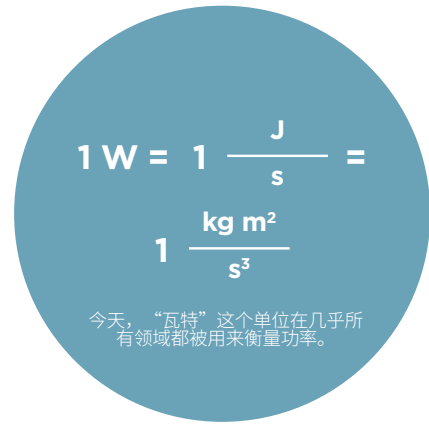
拉尔夫·沃尔多·爱默生，诗人、哲学家和散文家

Soho制造公司的所有人马修·博尔顿买下了专利权。博尔顿终于让瓦特获得了他需要的精镗和仪器制造能力，而博尔顿和瓦特公司于1774年在伯明翰成立，专门制造瓦特改良的蒸汽机。由于需求量很大，这对组合成为了工业革命中的领军人物，他们的合作在接下来的25年内成功地延续下来。



你知道吗 ...?

... 詹姆斯·瓦特在1783年提出了马力的概念，用以描述发动机的功率输出。在已经改进并向市场推出了一种用来从地下矿井中抽水的蒸汽机后，瓦特热衷于推出他的“旋转式”蒸汽机，他相信，这种机器的力量胜过了酿酒作坊用作动力来源的马匹。尽管他确信他的蒸汽机能够大幅度提高生产效率，但为了市场宣传的需要，瓦特知道，他还不得不把蒸汽机的能力用这些酒坊坊主能够理解的指标表达出来以说服他们。这个指标就是马力，瓦特对它的定义是一匹马在一秒钟内把150磅重物提升几乎4英尺时的能力(等于550英尺-磅每秒)。



“瓦特”(缩写为W)

功率的国际标准单位，1瓦特等于1焦耳/秒。一个电位差为1伏特、电流为1安培的电路的功率就是1瓦特。

“瓦特”于1889年在英国科学促进协会第2次会议上被提出。1960年，国际计量大会第11次会议采纳瓦特为国际单位制(SI)中功率的单位。

全速前进!

瓦特蒸汽机是工业革命的一个标志性成就，因为它迅速在众多行业得到应用。博尔顿和瓦特公司的第一批客户来自矿场，但博尔顿看到了它在其他应用中的巨大潜力。博尔顿鼓励瓦特把活塞的往复运动转化成适合于粉碎、编织和研磨用途的旋转运动。很快，造纸、磨面、轧棉和打铁等工厂全都使用了瓦特的蒸汽机。博尔顿和瓦特两人都在1800年退休，并把公司交给了他们的儿子。瓦特在退休后继续进行研究，后于1819年去世，葬在他忠实的商业伙伴马修·博尔顿旁边。

瓦特是现代工业的一位真正的开拓者，他才华横溢，天赋极高，能够把自己的科学理论知识付诸实践。英国化学家和发明家汉弗莱·戴维这样评价说：“他的发明体现了他的渊博的科学知识，和把它们应用到实际中的天生特质。”

瓦特对蒸汽机的改进使人类首次获得了高效和可靠的动力，为工业注入了新的生命力，同时也推动了大规模的城市化，因为促使农村人口大量涌进了城市。当关于瓦特年轻时水壶实验的一份历史性的资料在2002年被发现后，苏富比主管詹姆斯·米勒说：“如果不是詹姆斯·瓦特，工业革命也许根本不会发生。他不仅是最有想象力的创新者，他也拥有他那个时代最伟大的头脑之一。” ●

普锐特冶金技术 实验室的研究成果

ACOUSTIC EXPERT

该方案包括了可靠耐用的声音传感器、记录设备和先进的分析工具。



ANNA MAYRHOFFER

作为普锐特冶金技术的专业研究人员之一，Anna Mayrhofer 为Acoustic Expert的开发付出了很大努力。



图1: Anna Mayrhofer在整个开发过程中与合作公司奥钢联钢铁公司的人员密切配合。



图2: 拾音器的安装位置保证了以最佳效果捕捉到奥钢联钢铁公司的一个弛张筛发出的声音。

普锐特冶金技术大力开展研发工作，这是公司坚持推动冶金行业创新的宏观战略不可分割的一部分。在本栏目中，我们将介绍普锐特冶金技术专家率先推出的一些引人注目的新方案——它们目前也许仍处在初期阶段，但在将来有可能改变钢铁和其他金属的生产方式。

ACOUSTIC EXPERT 通过声音发现故障

为满足钢铁生产企业的未来需要而开发创新方案，是普锐特冶金技术的固有传统。Acoustic Expert就是这样的一种方案，它利用声音信号来检测钢铁厂各种设备的常见故障。

多功能系统

Anna Mayrhofer是这项新方案的开发负责人。目前，她和她的团队已经为Acoustic Expert开发了多种不同的应用，包括传送带输送材料的质量评估、连铸火切机的监测以及冷却和润滑喷嘴的监测。鉴于这些应用的成功，与普锐特冶金技术关系最密切的合作伙伴之一奥地利奥钢联钢铁公司与她取得联系，希望在自己的料场采用Acoustic Expert，目的是监测弛张筛的运行情况。

Mayrhofer首先需要制定一个能够将Acoustic Expert恰当地安装到料场中的方案。面临的困难是，她的方案必须能够发现块

矿处理所用筛网的任何撕裂或错位以及其他潜在问题。客户的希望是，Acoustic Expert能够保证块矿以预期的效果通过料场，任何问题都应当立刻被发现。

针对恶劣环境而设计

Mayrhofer设计了一套移动式Acoustic Expert监测设备，安装非常简单。她将所有关键部件布置到一个能够耐受料场多尘环境的结实的携带箱内，然后将携带箱和拾音器安装在奥钢联钢铁公司的料场中。

在6个星期中，Acoustic Expert严密监测着奥钢联钢铁公司的一个弛张筛。与理想运行状态的任何偏差都被记录下来进行分析，使运行过程变得透明。Anna Mayrhofer证明了她的方案出色地达到了所有预期目标。现在，Acoustic Expert能够用在钢铁生产中的又一个区域——而这肯定不会是最后一个。●



图3：弛张筛的动作保证了任何块矿都不会卡在筛网上，即使在潮湿情况下。



图4：Anna Mayrhofer为新应用设计了一套移动式Acoustic Expert监测和分析设备。



如果...
将会怎样



THOMAS PFATSCHBACHER博士
Pfatschbacher是普锐特冶金技术全流程工艺优化和其他创新方案开发的倡导者。

在这个访谈专栏中,我们请普锐特冶金技术专家发挥他们的想像力。

Thomas Pfatschbacher博士是普锐特冶金技术连铸、连续带钢生产、轧制、机电一体化和全流程工艺诀窍技术和创新主管。他是公司最有经验的专家之一,他对钢铁行业未来发展的展望受到世界各地钢铁企业的重视。我们请他对“如果.....将会怎样?”的问题发表了个人看法。

“钢铁行业正在经历与汽车行业类似的转变：从人工控制的钢厂到‘自主运行’的钢厂。”



... 如果自动驾驶汽车在今后10年内成为个人交通工具的新标准将会怎么样？

Thomas Pfatschbacher博士：我相信，自动驾驶将比很多人认为的更快地成为现实。汽车行业长期以来一直是创新的主要推动力之一，包括在基材处理和涂镀、机械工程、传感器技术、环保和安全方案乃至金融商业模式等许多方面。现在，人们在自动驾驶汽车的研究中投入了大量的资金。另外，计算机的处理能力已经呈爆发式提高，我们现在使用的传感器技术已经能够实时提供高分辨率数据。如果再把人工智能算法考虑在内，自动驾驶汽车真的能够做到以毫秒为单位对周围环境作出响应。这一进步将会防止由于人为失误或疲劳驾驶而发生事故。它将提高道路安全性，并使交通成本显著降低。它将彻底改变“驾驶的理念”。除此之外，我还想指出，钢铁行业正在经历与汽车行业类似的转变——从传统的钢厂变成“自主运行的钢厂”。我们普锐特冶金技术正在积极推动这一发展。



... 如果政府敦促汽车行业进一步降低车辆的燃耗水平将会带来怎样的变化？

Pfatschbacher：我认为，我们有义务为后人保护好我们的环境，为将来留下一个安全的世界。因此，最大限度降低能耗是许多创新的核心思想，不仅汽车行业如此，汽车零部件供应商、回收行业和我们普锐特冶金技术自己都是如此。我们和客户一起开发高端钢种生产的新方案，努力为重量更轻和燃耗更低的汽车提供性能极佳的制造材料。这类钢种的生产极具挑战性，但是，一旦生产企业升级了它们的设备，并且掌握了必要的诀窍，它们就能在国际市场中与众不同，发挥出带头作用。电工钢只是对生产商的能力提出了很高要求的产品之一。总的来说，高强度，薄规格，良好的成形和加工性能，出色的表面质量，高耐蚀性，等等，在今天都是非常重要的因素。高端钢种将使汽车行业能够制造出重量更轻和能效更高的汽车，而可靠性和安全性至少与今天的汽车水平相当。

连铸是Thomas Pfatschbacher博士专注的领域之一。



... 如果将来我们获得的信息量远远超出现在怎么办？

Pfatschbacher: 我们今天获得的数据量就已经远远超出了以往，以后还会更多。我们生活中的很多方面都是这样，钢铁生产当然也不例外。但是，尽管数字化已经开始在冶金生产中发挥作用，可目前钢铁厂在制定决策时用到的数据仅仅占到总量的大约2%。将来，巨量的信息会在得到预处理和精选后再提供给操作人员，否则根本无法应对。只有经过这种预处理，操作人员才能理解得到的数据，并根据它们采取适当的措施。这意味着，信息必须根据那些使用它们的人的实际需要而智能化定制。举一个例子，普锐特冶金技术开发了一种叫作“全流程工艺质量控制”(TPQC)的IT系统，把大量的数据来源结合在一起，利用智能算法和定制规则集来确定，应当向谁提供详细到何种程度的信息——无论是设备操作人员还是产品开发经理。



... 如果数据分析发展成钢铁生产的一个最基本的工具将会怎么样？

Pfatschbacher: 我个人的看法是，数据分析和数据挖掘毫无疑问发展得很快，将会在未来世界发挥核心作用。当我们应对涉及多个维度的复杂局面时，数据分析相当有用。不过，在使用数据分析的任何结果之前，必须采取一个关键的步骤：所有结果都要由领域专家仔细检查和确认。这样做的原因是，一定要保证数据分析得出的结论有着正确的物理基础。经常存在的一个问题是，人们并不清楚这些结果与现实世界中的哪些情况相关联，事情究竟发生在何处。我之所以强调这一点，是因为我看到了这样一种切实存在的风险：数据质量不高或数据点分布不当之类的因素会使生成的算法只适合于非常特殊的情况。不过，虽然有这些注意事项，我还是坚信，数据分析在今后会得到更广泛的应用，我们能根据它的结果得到功能强大的智能算法。



... 如果基于人工智能的技术让钢铁行业和其他更多行业目前存在的许多工作变得多余了怎么办？

Pfatschbacher: 我不是一个未来学家，但我认为，我们将会看到劳动力市场发生巨大的变化。我并不怀疑，有些工作将会消失。但在此同时，有些新的技能将会成为必需，新的机会将会出现。整体思维和跨学科思维在许多领域都会越来越普遍，程序员在许多行业将担当“智慧设计师”的角色，包括在我们自己这个行业。

“整体思维和跨学科思维在许多领域都会越来越普遍。”



... 如果超薄带钢将来的需求进一步增长将会怎样？

Pfatschbacher: 获得薄规格带钢的生产能力是越来越多的钢铁企业为自己设定的目标，它们有充分的理由这样做。让我解释一下为什么拿汽车行业来举例：薄带钢能让汽车制造商生产出轻量化车型。核心思想是，使用数量更少、质量更高的钢材制造性能更好、能效更高的汽车。先进高强钢的用途非常广泛，能够制造的最终产品从特种汽车零部件直到汽车的整个底盘。

带钢厚度减薄的趋势对全球二氧化碳减排有非常积极的作用，包括直接的和间接的。直接的优点很明显：重量减轻的汽车需要的燃料较少，在整个寿命周期内排放的二氧化碳更少——就这么简单。当然，轻量化的电动汽车需要的电能同样较少。间接的优点体现在钢铁生产环节：由于汽车制造需要的钢材较少，必须生产的钢材就减少了，使每辆汽车的总排放量进一步降低。也就是说，轻量化汽车的二氧化碳总排放量将因为它使用的材料而轻松降低。

在这方面我想谈一谈阿维迪ESP技术。阿维迪ESP生产出的优质热轧带钢能够代替冷轧钢，而生产过程中消耗的能量节省了40%。这是因为，创新性的ESP工艺得到了优化。只要对比一下ESP线和传统连铸连轧线的长度，就能知道它的效率为什么高：它的长度要短得多。由于阿维迪ESP没有冷轧或退火，节能幅度进一步增大。普锐特冶金技术是阿维迪ESP技术的全球唯一供应商，我们已经看到，近年来业界对这项技术的兴趣越来越大。在刚过去不久的7月份，我们又从一家中国客户获得了提供一条阿维迪ESP线的合同。●



创造力 提升指南

在本栏目中，我们讨论让灵感迸发的不同方法。这一次，我们主要谈体育锻炼。它不仅能够提高身体素质，而且有助于提高智力和创造性解决问题的能力。



“如果你在跑步4个小时后还没有找到问题的答案，你就不会找到了。”

Christopher McDougall,
作家和记者

怎样才能产生创意？没有什么灵丹妙药，但锻炼很有效。我们都知道锻炼对身体有好处，但锻炼对思想和情绪也有神奇的作用。有些人也许认为自己天生就“缺少”创造力，但没有人天生就极富创造力。创造力是必须通过实践和辛勤努力而培养的一种能力。如果我们将创造力比作肌肉，那么，坐等灵感降临就像是得了肌肉萎缩症。

《人类神经科学前沿》杂志发表的一篇研究报告指出，定期锻炼同创造性思维的两个方面发散思维和收敛思维的改善都有关系。“所以，定期锻炼也许可以作为以经济和健康的方式提升创造力的一种认知增强手段，”荷兰莱顿大学教授、认知心理

学家Lorenza Colzato说。“名人轶事经常提到，那些有创造力的人有时利用身体的运动来帮助突破思想障碍和寻找灵感。”

动起来很重要

有太多的人习惯于久坐不动的生活方式。无论在哪里，普通人每天坐着的时间基本上都在7个小时以上，有的甚至长达15个小时。我们很容易就坐着度过一整天：在电脑前工作，驾车或乘坐公共交通工具离家和回家，吃饭，看电视，看书，玩电子游戏，等等。由于久坐不动对健康有很不利的影响——心脏病，体重增加，糖尿病，癌症，颈背疼痛，焦虑感加剧，情绪低落——这实在不是一种可取的生活方式。

根据世界卫生组织(WHO)的调查,“全世界大约有23%的成年人和81%的学龄未成年人活动量不足。”WHO还建议,年龄在18 - 64岁的所有成年人每周都应当有至少150分钟中等强度的体力活动,或者至少75分钟的剧烈运动。所以,我们有足够的理由动起来,用某种形式的锻炼提高我们的心率。

与我同行

研究表明,人们在走路时要比静坐时更容易产生创意。斯坦福大学的研究人员在这方面的一项研究中发现,人在走路时的创造力水平平均提高了60%。在此之前的研究已经证明,有规律的有氧运动能够提高和保护认知能力,而斯坦福大学的研究则表明,简单的行走——无论在户内还是户外——就能短暂改善特定类型的思维能力。研究还发现,即使在行走后坐下来,人们也能在一段时间内保持这种创造力提升的状态。

一项后续研究也表明,参加“步行会议”的人往往更能产生创意和参与意识。有多家财富500强公司的商业领袖和企业家都以召开步行会议而出名,他们在会议室外开展的商业实践已经在很多领域取得了非凡的成就,尤其是在个人电子产品领域。

所以,当您下一次发现自己被一个想法或一个问题的解决方案困扰时,不要坐等灵感降临,而是马上出去走一走。这不需要花费任何成本,而潜在的益处可能巨大。哲学家弗里德里希·尼采在一个多世纪以前说过,“尽量少坐着。不要相信任何不是在自由空气中和自由运动时产生的想法——那时的身体也不是自由的。”亨利·詹姆斯和托马斯·曼等许多作家也都习惯于在开始动笔前散散步,为什么不能学学他们呢?

让大自然启迪自己

虽然斯坦福大学的研究发现,提升创造力的主要因素是走路本身而不是环境,但也有很多不同的观点认为是走到户外起的作用。有氧健身,比如跑步,尤其能够刺激脑源性神经营养因子,而后者有利于海马体中新脑细胞的生长。

神经科学家温蒂·铃木(《强健大脑,快乐生活》一书的作者)指出,运动引起的大脑功能改善可能不仅有助于增强记忆力,而且有助于提高想象力。举例来说,有理由相信,长跑能够帮助强化人们在进行创意思考时用到的那部分大脑。铃木说:“锻炼除了具有帮助释放压力、集中精力、提高效率和增强记忆力等作用,还有一些证据支持了锻炼能够帮助我们提升创造力的判断。”人们已经发现了锻炼帮助创造性解决问题的作用。

创造力需要培养

教育和心理学副教授Robert Keith Sawyer博士相信,没有人天生就有创造力,但每个人都要经过能够变成创造力的认知过程。Sawyer说:“有一种误解是,创造力是一种特质,它能让你点石成金。创造力并不是这样。它不是什么神奇的特质,你只有勤奋努力,才可能提升自己的创造力。你必须勤奋。”

这就是说,我们必须将创造力作为一项技能,花时间努力培养。Sawyer把极富创造力的人和我们普通人之间的最大区别简单地归纳为勤奋工作和工作习惯。“有创造力的人不仅勤奋地工作,而且聪明地工作,”Sawyer说。“他们的工作习惯有一定的窍门。他们交替安排工作时间和休息时间,研究人员称为空闲时间。”

“出去跑步让我感觉更敏锐,使我能保持精力集中。这样人体内也能产生安多芬,让人感觉更好。”

Guido van der Werve
艺术家和铁人三项赛选手

提升创造力的五大方法



走路

研究表明，即使是散步也足以提升创造力。每星期锻炼四次的人比习惯于坐着不动的人能进行更有创造力的思考。



跑步

跑步者的愉悦感能让创造力的提升更进一步。跑步是缓解压力的一种非常好的方法，因为它能改善人的心情，为创造力和效率的提升带来奇效。



高强度间歇性训练

高强度间歇性训练(HIIT)是让人振作起来的一种更剧烈的方式，已被证明能够通过力量训练和有氧训练的结合而提高记忆力和认知能力。它也像跑步一样能够刺激脑源性神经营养因子，后者有利于新脑细胞的生长。



举重

据《纽约时报》报道，举重能够强化心脏，改善对大脑的血液供应，从而提升创造力。



瑜伽

清空自己的头脑，敞开心灵去接受新思想和创意灵感。研究表明，冥想能够改变大脑的物理结构，提高额叶皮质的活跃度(同集中注意力和保持镇静有关)。



“当我坐着不动时，思想可能在飞驰；但当我跑步时，我能从思想中脱身出来观察它。”

Nathalie Provosty,
艺术家和狂热的跑步爱好者

空闲时间让人们可以从不同的角度思考他们的问题，用新的眼光来看待它们。锻炼让我们能够专注于一项体力活动而不是更多脑力劳动，并且通过体力活动来刺激我们的大脑，使我们打开自己的思路去寻找新想法。

打开创意之门

根据您需要创意的时间，您可以早晨锻炼，可以午饭后抽时间走一走，还可以跑步或骑自行车，这些都能让创意之门尽可能长时间打开。或者，如果您的目的是一开始工作就能发挥自己的创造力，那么，早晨就通过锻炼来提高心率也许能让您的大脑尽快开动。如果您想把您的创造力留给从容不迫的事情，您

也许可以在工作后去健身房，这样您也能在自己动手做事时或从艺术爱好中找到灵感。

总之，我们需要让我们的身体动起来，通过适当的身体锻炼来刺激我们的大脑，使它停留在“创意空间”。30分钟的日常锻炼能够改善几乎每一种认知过程，创造力也不例外。研究已经发现，有氧运动带来的提升作用能够持续两个小时或更长时间，而这种长时间的积极作用在很大程度上与运动的类型无关。重要的是动起来——散散步，骑车上班，走出安乐窝跑上一圈。这是让创意喷涌而出的最好方法。●



请在社交媒体上关注我们



普锐特冶金技术LINKEDIN页面

[linkedin.com/company/primetals](https://www.linkedin.com/company/primetals)



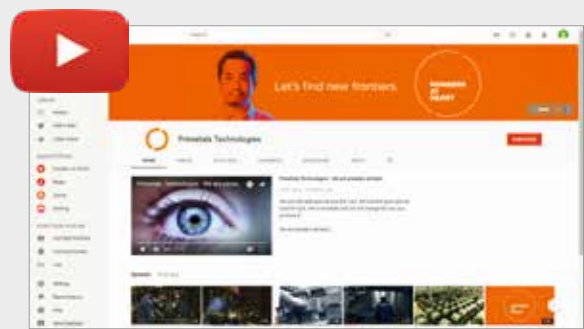
普锐特冶金技术FACEBOOK页面

facebook.com/Primetals



普锐特冶金技术TWITTER页面

@primetals — twitter.com/primetals

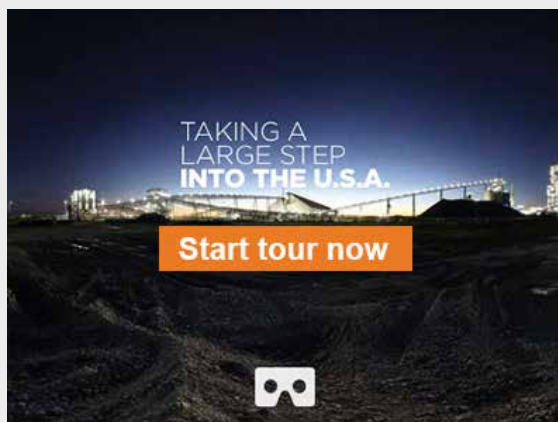


普锐特冶金技术YOUTUBE页面

youtube.com/PrimetalsTechnologies



360°体验我们的方案



普锐特冶金技术和Midrex技术公司在德克萨斯州Corpus Christi建设的奥钢联钢铁公司直接还原厂邀您开始虚拟现实体验之旅。

meta.ls/gowestvr



公司于近期在巴西里约热内卢Ternium钢厂设立的装备齐全的维修厂带给您360°沉浸式体验。

meta.ls/riovr



出版方: 普锐特冶金技术有限公司
Chiswick Park, Building 11, 566 Chiswick High Road,
W4 5YS, London, United Kingdom

《冶金杂志》团队: Thomas Widter博士, 主编;
Martin Reitbauer; 编辑; Alexander Reindl, 美术指导;
James Gray, 自由撰稿人和编辑;
Rainer Schulze博士, 特约编辑;
Marsha Jones, 独立编辑

出版社: Red Sam Media GmbH
www.redsam-media.at

出版日期: 2018年10月

印数: 9,000份

ISSN: 2194-5381

照片/图片提供: 除非另有说明, 提供方均为普锐特冶金技术。以下除外:
第2、97、100、110/111、115页: istock.com (Trifonov_Evgeniy, assalve,
ivan-96, Nikada, ClaudioVentrella);
第30/31、82/83页: 河钢集团;
第44页: Jakob Hoffmann(绘画);
第99页: Aktobe轨梁厂有限责任公司;
第101-103页: 公有领域

封面图片: 原图来自istock.com/herbertlewald, 由Heidlmair Kommunikation进行了处理; 封面设计由普锐特冶金技术和Red Sam Media共同完成

© 2018普锐特冶金技术有限公司, 伦敦
版权归出版方所有

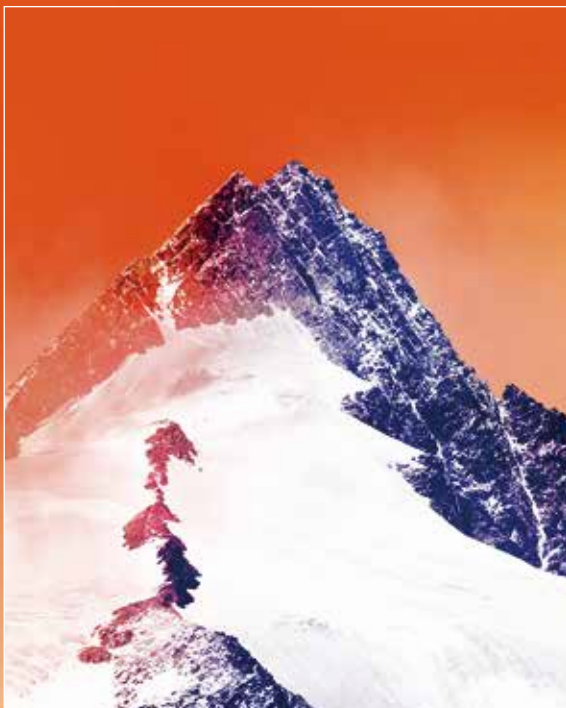
注册产品清单: ChatterBlock、Connect & Cast、COREX、CTC Cast-er Technology Consulting、DRIPAX、DSR、DYNACS、DynaGap SoftReduction、EAF FAST DRI、EAF Quantum、ERT-EBROS、-FAPLAC、FINEX、Gimbal Top、HCMILL、HCMW、HCX、HYPER UCM、HYPER UC-MILL、HYROP、iBox、idRHa+、IMGS、IT-4Metals、JETFINE、KL、KLX、KZR、LIQUIROB、LOMAS、MEROS、MORGOL、MORSHOR、MQL、NO-TWIST、PLANICIM、Red Ring、RSM、Sheetflat、SIAS、Si-Filter、SMART、Smart-Crown、SR SERIES、STELMOR、TCOptimizer/TCOPTIMIZER、UCM、UC-MILL、UCMW、WinLink、X-HI和Xline是普锐特冶金技术有限公司在一些国家的注册商标。

- CSP是SMS西马克公司的注册商标。
- EBROS是Steel Plantech公司的注册商标。
- EMspec是英国曼彻斯特大学的一种注册产品, 独家授权给了普锐特冶金技术有限公司。
- HYQST是西门子工业有限公司的注册商标。
- MIDREX和DRIPAX是Midrex技术有限公司的注册商标。
- MULPIC是Centre de Recherches Métallurgiques ASBL的注册商标。
- SCR是南方线材有限责任公司的注册商标。
- SVC Plus是西门子集团的注册商标。

除另有说明外, 本期《冶金杂志》中的所有数字和数据均为公制单位。

如需垂询和索取资料, 请联系:
primetals.com

创新先锋



对创新的不懈追求

普锐特冶金技术员工天性好奇,时刻准备着踏上创新之旅。我们愿同世界各地的冶金行业客户和合作伙伴联手开发新方案。在本期《冶金杂志》中,我们展示了我们的技术专家迄今为止取得的一些出色成就。在这些成就的鼓舞下,我们坚定地看好未来,对继续取得创新成果充满信心。

如需垂询和索取资料,请联系:
contact@primetals.com