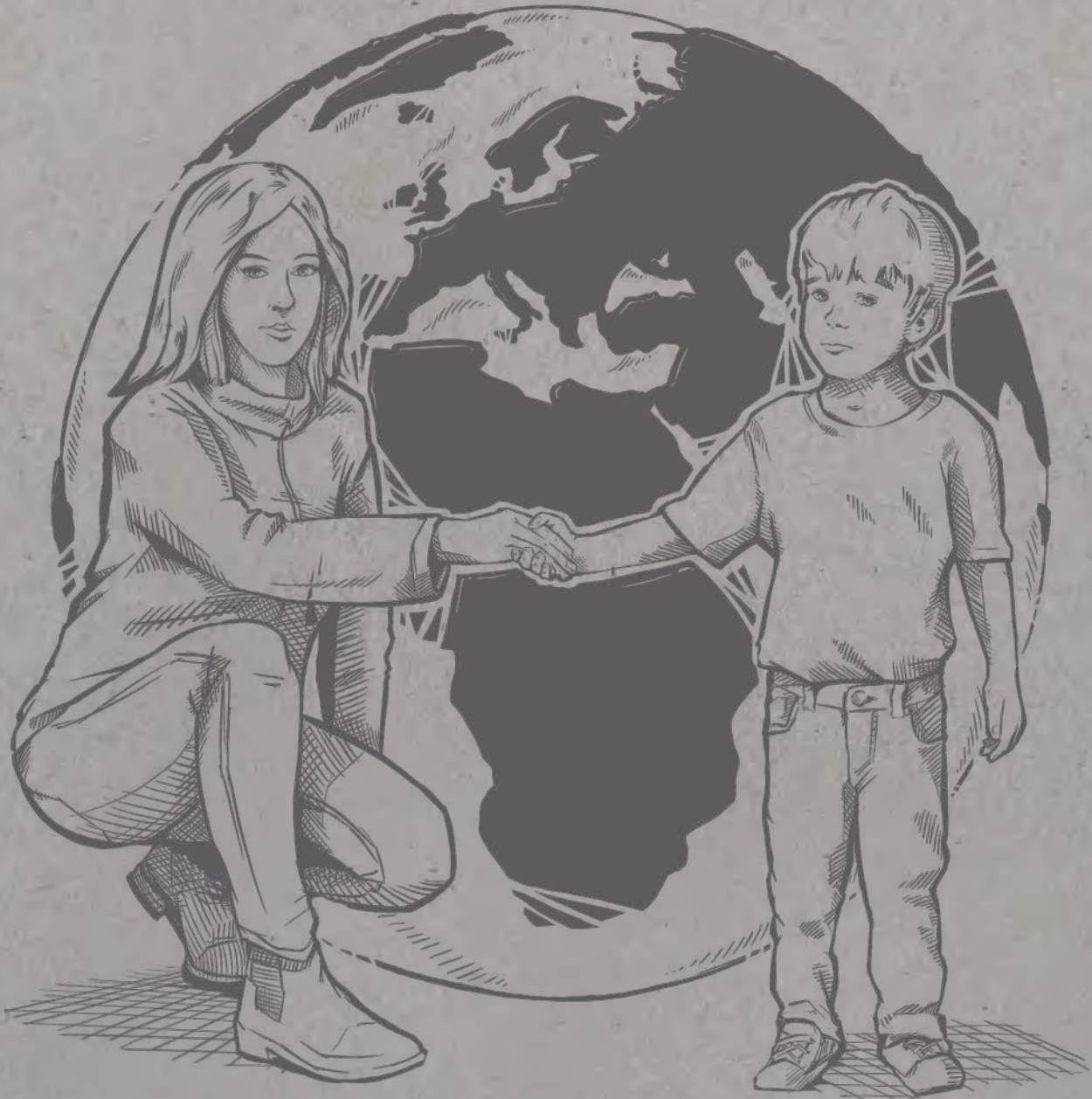


第9期 | 2020年1月

冶金杂志

冶金行业创新与技术



一个星球。
一个未来。
一个使命。

“如果您有孩子，您就能更清楚地意识到，我们只有一个星球能够留给我们的下一代——所以我们必须保护好它。”

编辑专栏

尊敬的读者：

今天早晨，在来上班之前，我出去跑了10英里。这是我的一项固定活动，一项能够帮助我思考和解决问题的活动。我觉得自己非常幸运，能够居住在林茨市南部一个大型自然保护区旁边。我最喜欢的路线是穿过树林和田野，然后继续沿着一条河跑过一个湖泊。这里没有车来车往，我通常只会遇到一些遛狗的人。对于一个如此靠近奥地利的一座大城市的地方来说，这里真是非常的宁静。其实，相比于锻炼，我更享受户外活动的机会，以便能够呼吸清新的空气，感受微风拂面，倾听鸟叫声和流水声。但是，在几十年前，这个地方完全不是这种近乎自然的状态，尤其在秋冬季节会有大量的烟雾在此积聚。当时，人们抱怨连天，盼望着改变。这是在当地的钢铁公司和其他企业建成那些如今正在使用的高效环保设备之前。这些绿色方案彻底改变了这里——烟雾已经无影无踪。

承担环境义务至关重要，与大自然和谐相处的益处数不胜数。如果您有孩子，您就能更清楚地意识到，我们只有一个星球能够留给我们的下一代——所以必须保护好它。保护自然和确保后人能够安全、稳定地生活的责任，正是这一期普锐特冶金技术《冶金杂志》的主题。我们希望大家关注钢铁行业为进一步改善与自然的关系而能够做和正在做的所有事情。我们知道，我们不是唯一关爱环境的人。我们知道，世界各地有很多钢铁企业都非常重视可持续性。我们知道，他们毫无疑问像我们一样迫切希望为我们的星球做出自己的贡献。在本期杂志中，我们将介绍能够带来根本性转变的创新方案。



TOM WIDTER博士
《冶金杂志》主编

谨致敬意！

A handwritten signature in blue ink that reads "Tom Widter". The signature is fluid and cursive.

Tom Widter博士

《冶金杂志》主编

metalsmagazine@primetals.com



18 开创绿色未来

03 编辑专栏

04 目录

06 CEO寄语

08 项目和公司新闻

专题聚焦

18 开创绿色未来

普锐特冶金技术关爱环境。我们知道，我们只有一个星球，一个未来，一个使命。

20 全球变暖基本知识

推动全球气候行动的科学知识简介。让我们了解一下全球变暖的相关理论和面临的挑战。

26 为保护自然而创新

普锐特冶金技术专家为保护自然而创新——依靠创新方案确保钢铁行业长期成功。

技术

38 氢：无碳炼铁的曲折之路

从碳基还原剂向氢气等替代物的转变势在必行，但必须分步推进。

46 让废气流变成收益流

阿赛洛米塔尔D browa Górnicza厂利用高炉废气的热量和压力发电并减少碳排放。

52 实现“绿色”转炉炼钢

提高转炉废钢比能够大幅减少钢厂的碳排放。采取4方面措施可以实现“绿色”转炉炼钢。

58 朝向无人化连铸再迈一步

LiquiRob机器人系统如今能够在钢包回转台加载侧全自动完成钢包连接操作，朝向安全生产再迈一步。

64 创新的丰厚回报

普锐特冶金技术创新性冷轧方案超级万能凸度控制轧机的过去、现在和将来。



我们致力于探索冶金世界的未来。我们依靠创新来帮助冶金企业达成保护自然的目标。我们的方案旨在推动钢铁行业迈向一个绿色、低碳的未来。

创新灵感

72 天空像钢水般火红

《冶金杂志》探访普锐特冶金技术墨西哥蒙特雷机构，对其所在地、产品和人员进行了详细介绍。

82 当之无愧的世界水平

墨西哥蒙特雷的Horno³博物馆展现了一个令人震撼的钢铁世界。

86 如果.....将会怎样?

我们向技术专家和创新者Alexander Fleischanderl博士提出了许多问题。

90 METEC 2019回顾

钢铁行业公认最重要的展览会METEC 2019再次取得巨大成功。

96 激励我们的伟大先驱

谁是一直激励后人的伟大先驱? 这一次, 我们介绍列奥纳多·达芬奇。

100 普锐特冶金技术实验室的研究成果

我们带您走进备品备件在线目录m.buy负责人Michaela Jaksch的“神秘实验室”。

102 创造力提升指南

大自然怎样能够提升您的创造力? 保持心态平和, 在户外活动能够产生奇迹。

《冶金杂志》 网上档案

无论您在班上, 在家里, 还是在旅途中, 都能从meta.is/magazine查到各期《冶金杂志》的完整内容。
meta.is/magazine



CEO寄语

尊敬的客户：

本期《冶金杂志》之所以取名为“一个星球，一个未来，一个使命”，是有原因的。在保护自然和环境方面，我们普锐特冶金技术有一个非常明确的目标。我们知道，人类只有一个星球，我们必须保护它。因此，在为我们的客户设计新方案时，我们总是牢记国际社会的共同需要。这一点非常重要，因为我们拥有同一个未来，所以我们必须共同为迎接未来作好准备。在我看来，这种准备并不只是准确地作出预测，更重要的是采取前瞻性步骤。我总是鼓励我们的技术人员努力寻找塑造未来的新方法——通过开发创新性技术，为2030年和更长远的钢铁生产奠定基础。从这个意义上来说，普锐特冶金技术对于环境保护只有一个使命：领先开发让绿色冶金生产成为现实的新方案。

我们的绿色技术是帮助公司带来变化的最大利器。我们当然也以绿色运营为目标，并且承诺全力支持联合国可持续发展目标——特别是第13项——全球气候行动。遍布全球的公司机构将尽最大努力不断减少它们的碳足印，并在员工中提倡一种更可持续的生活方式。这些重要的努力对环境的长期积极影响将通过我们的产品体现出来。

想象一下，一条薄板坯连铸连轧生产线需要的能源只有传统生产线的55%，但二氧化碳排放减少了39%。这样一条线不仅能效更高和更环保，而且技术更先进，布局更紧凑。这样一条线能够生产出厚度只有0.6毫米的“冷轧替代产品”。其实，这样的方案已经存在，它就是阿维迪无头带钢生产。

想象一下，烧结工艺废气中的污染物99%都被过滤掉，包括粉尘颗粒、氮氧化物、二恶英、硫、汞、铅等等。如今，这已经成为了现实，做到这一点的方案叫做MEROS。我们预计，到2024年前，目前已经签约的12套MEROS系统合计能够过滤掉100万吨污染物。

想象一下，电弧炉能够通过利用自身产生的废气对全部废钢进行预热而帮助节能；废热回收系统能够确保持续优化能源使用；冷轧机能够生产出更薄和更轻的带钢，使汽车行业能够用来制造更轻和更经济的汽车；自动化系统能够让钢厂中没有得到有效利用的部分充分发挥作用，或者全面优化生产工艺流程的每一个步骤。

我提到的所有这些技术如今都已经存在，它们只是普锐特冶金技术众多绿色生产方案中的一些例子。另外，我还要特别指出那些我们将要迎来的创新方案。在今后的几十年内，氢气很可能会在我们生活中的许多方面成为一种重要的能源，包括钢铁生产在内。新技术将根本改变钢铁行业作为世界上二氧化碳主要排放源之一的形象。普锐特冶金技术将和客户一起，继续依靠绿色创新技术塑造冶金生产的未来，帮助为我们的后代保护我们的星球。●



饭岛悟
普锐特冶金技术首席执行官

“在为我们的客户设计新方案时，我们总是牢记国际社会的共同需要。”

饭岛悟
普锐特冶金技术首席执行官兼董事会主席



了解 普锐特冶金技术

普锐特冶金技术依靠创新方案为全球钢铁企业提供支持。通过我们的项目和公司新闻，您可以深入了解我们。



- | | |
|------------------------|--------------------|
| 1. Monclova, 墨西哥 | 8. 林茨, 奥地利 |
| 2. Braddock, 美国宾夕法尼亚 | 9. Smederovo, 塞尔维亚 |
| 3. Monlevade, 巴西 | 10. Dilovasi, 土耳其 |
| 4. Port Talbot, 英国南威尔士 | 11. Mariupol, 乌克兰 |
| 5. IJmuiden, 荷兰 | 12. 三门峡, 中国 |
| 6. 杜塞尔多夫, 德国 | 13. 梧州, 中国 |
| 7. 多特蒙德, 德国 | 14. 唐山, 中国 |

本栏所述项目的地理分布



新建的150吨RH
设备每年能够处理
200万吨钢水。

AHMSA如今有能力生产出石油天然气行业需要的氢含量极低的钢种。

墨西哥钢铁企业AHMSA为新建的150吨RH真空脱气设备签发FAC

1. 墨西哥：墨西哥钢铁企业Altos Hornos de Mexico, S.A.B. de C.V. (AHMSA)为普锐特冶金技术提供的一套双工位RH真空脱气设备签发了最终验收证书(FAC)。这套150吨RH设备安装在AHMSA Monclova厂的第二转炉炼钢车间，能够每天处理50炉，相当于每年处理大约200万吨钢水。这套新建RH设备采用了干式机械真空泵方案，能够在脱气和脱碳方面达到极其出色的冶金效果，并且降低运行成本。它使AHMSA有能力生产出石油天然气行业需要的氢含量极低的钢种。普锐特冶金技术提供了机械真空泵、钢结构和处理站。后者配备了组合式真空罐和钢包提升系统，使真空罐能够被提升到天车无法达到的位置。供货范围还包括了RH设备的电气和自动化系统。



阿维迪ESP以紧凑的布局将薄板坯连铸和轧制工艺组合在一起。

普锐特冶金技术将向美国钢铁公司提供阿维迪无头带钢生产线

2. 美国：普锐特冶金技术将向美国钢铁公司Edgar Thomson厂(位于宾夕法尼亚州Brad-dock)提供一条阿维迪无头带钢生产(阿维迪ESP)线。它将是美国建设的首条阿维迪ESP线。这条铸轧线的年产能力为250万吨，能够生产厚度为0.8 - 6毫米、宽度为965 - 1,956毫米的优质超薄带钢，将是迄今为止建设的最宽ESP线。普锐特冶金技术将负责这条线的设计以及机械设备、流体控制系统、工艺包和1级、2级、3级自动化系统的供货。该项目将使美国钢铁公司能够扩大先进高强钢的生产，并且改善环境，提高能效，减少碳足印。第一个带卷预计于2022年产出。

普锐特冶金技术承担了设计、规划、设备和材料供货、旧设备拆除和新设备安装——所有工作都是在2018年早些时候的一次任务艰巨的停产期间完成的。

为阿赛洛米塔尔MONLEVADE提供脱硫和除尘方案

3. 巴西：一座新脱硫站和一套新除尘系统在巴西钢铁企业阿赛洛米塔尔Monlevade成功投入运行。这座脱硫站结合采用了镁体积计量式加料装置和氧化钙压力给料器，能够将铁水中的硫含量降低到50ppm以下。如需了解更多内容，请扫描此二维码观看视频。



阿赛洛米塔尔Monlevade新建的脱硫站现已投入运行。



塔塔钢铁欧洲公司委托普锐特冶金技术对其Port Talbot钢厂5号高炉进行全面改造。

塔塔钢铁PORT TALBOT改造的高炉恢复运行

4. 英国：塔塔钢铁欧洲公司委托普锐特冶金技术对其英国南威尔士Port Talbot钢厂的一座高炉进行了现代化改造。这个改造项目的目标是延长该厂5号高炉的使用寿命。普锐特冶金技术承担了设计、规划、设备和材料供货、旧设备拆除和新设备安装——所有工作都是在2018年早些时候的一次任务艰巨的停产期间完成的。主要的工作内容包括更换一个炉壳环梁，更换炉壳内部的冷却元件，更换废气下降管，部分更换炉膛部位的碳质耐材，以及改造炉壳和修补整个炉衬。在改造之前，5号高炉已经运行了15年，总共生产了大约3,000万吨铁水。该项目是双方长期成功合作的延续。



塔塔钢铁欧洲公司委托普锐特冶金技术实施IJmuiden厂连铸机2级自动化系统的协调项目。

塔塔钢铁IJMUIDEN厂连铸机2级自动化系统的协调

5. 荷兰：塔塔钢铁欧洲公司和普锐特冶金技术完全以在线方式进行了新2级自动化系统的调试。在双方长达50年的合作中，这是第一次以这种方式执行项目。通过提前详细定义所有相关接口，加上双方专家进行了充分准备，项目取得了圆满成功，体现了双方之间的相互信赖以及技术和冶金诀窍的高度互补。新自动化系统取代了塔塔荷兰IJmuiden厂CC21号连铸机已使用20年的原有自动化方案。这家钢铁企业执行这一改造项目的一个重要原因是，使IJmuiden厂所有连铸机(CC21、CC22和CC23)的自动化系统达到协调一致。其中，CC23号铸机目前正在由普锐特冶金技术安装，它的自动化系统将和CC21相同。项目团队在CC21号铸机的调试中获得了宝贵的经验，这大大方便了CC23号铸机项目的实施。特别要指出的是，新自动化方案与塔塔钢铁现有IT架构的连接方案可以再次采用，从而大幅度减少新铸机调试需要的工作量。



GERDAU与普锐特冶金技术合作实施数字化新战略

6. 德国: 钢铁生产商Gerdau为加快数字化进程而在METEC 2019展览会期间与普锐特冶金技术签订了一份战略合作协议。这项合作的主要目标是为Gerdau制定并实施数字化路线图，使其在全球钢铁企业中占据数字化创新的领先地位。合作的重点将是执行数字化项目，联合开发项目，以及打造新型业务模式。Gerdau和普锐特冶金技术的专家组成了指导委员会。

三菱重工和普锐特冶金技术收购ABP感应系统公司

7. 德国: 三菱重工(MHI)和普锐特冶金技术收购了ABP感应系统公司(ABP)，一家感应炉和加热系统跨国制造商和服务商。ABP面向汽车制造商和供应商、工业制造商、独立铸造企业、钢铁设备制造商和钢铁企业等高端客户提供众多一流产品和综合性服务。将来的业务工作将在普锐特冶金技术的指导下开展。



奥钢联钢铁公司用普锐特冶金技术系统更换原有连铸自动化

8. 奥地利: 普锐特冶金技术提供的一套新2级过程自动化系统在奥钢联钢铁公司林茨厂的8号板坯连铸机上成功投入运行。它取代了由第三方于2018年提供的原有系统。现在，奥钢联钢铁公司奥地利林茨厂的所有连铸机都配备了同样的普锐特冶金技术2级系统。这就简化了维护工作，并且能够在公司的所有连铸机上灵活地配置操作人员。林茨厂的所有铸机如今都安装了专用冶金模型，比如DynaGap Soft Reduction和Dynacs 3D二冷模型。



普锐特冶金技术将为河钢集团塞尔维亚公司置换2号LD(BOF)转炉。

河钢集团塞尔维亚公司订购新LD(BOF)转炉

9. 塞尔维亚: 普锐特冶金技术从河钢集团塞尔维亚钢铁有限责任公司(河钢塞钢)获得合同, 将其塞尔维亚斯梅代雷沃钢厂置换2号LD(BOF)转炉。项目的目标是改善生产工艺和增加产能, 这将通过扩大转炉的炉容而实现。不过, 炉壳的关键外形尺寸将保持不变, 从而能够保留与相邻设备的接口, 使转炉支座和土建结构无需改动。新转炉的出钢量将达到105吨。普锐特冶金技术的供货范围包括: 采用可拆卸炉底的新炉壳, 转炉托圈, Vaicon Link 2.0悬挂系统, 新的支承轴承和护罩, 新的倾翻传动(包括气动应急传动系统), 炉底搅拌系统, 一台挡渣设备, 以及应用了溅渣护炉技术。普锐特冶金技术还将为新的倾翻传动和现有设施提供电气设备和自动化系统, 执行安装工作, 并且提供指导服务。旧转炉的拆除和所有新设备的安装计划在55天内完成。

转炉置换的目标是改善
生产工艺和增加产能。



**符合工业4.0理念的
自动化方案为生产
出期望钢种提供了
保障。**

普锐特冶金技术将为Çolakoğlu的一座VD设备改造成迄今为止最大的VOD设备。

ÇOLAKOĞLU订购迄今为止最大的VOD设备

10. 土耳其：普锐特冶金技术从土耳其钢铁企业Çolakoğlu Metalurji A.S. (Çolakoğlu)获得合同，将把Dilovası炼钢厂现有的一套真空脱气(VD)设备改造成真空吹氧脱碳(VOD)设备。295吨的钢水量将使这套VOD设备成为世界最大。改造项目的目的是生产特殊钢种，比如无间隙原子钢、超低碳钢和不锈钢。这将帮助Çolakoğlu扩大产品范围和打入新市场。普锐特冶金技术将负责设计和所有关键部件的供货，包括阀站、氧枪系统以及安装在真空泵之前的过滤器和过滤器清理系统。项目内容还包括现有自动化系统的改造。Çolakoğlu是全世界最大的电炉钢厂之一，主要产品包括供给热轧机进一步加工的板坯及用于建筑钢筋和锚杆生产的小方坯。这个现代化改造项目标志着Çolakoğlu和普锐特冶金技术之间的成功合作又深入了一步。新VOD设备预计于2020年3月投入运行。

PJSC为双工位钢包炉和合金化站签发FAC

11. 乌克兰：乌克兰钢铁企业PJSC“Ilyich钢铁公司Mariupol厂”(MMKI)为普锐特冶金技术提供的一台双流板坯连铸机、一座双工位钢包炉、一个合金化站和配套除尘系统签发了最终验收证书(FAC)。双流铸机CC4的设计能力为年产250万吨板坯。这使MMKI达到了大约400万吨的年生产能力，并且增加了产品品种，包括高碳、超高碳和超低碳等钢种在内。3级炉次节奏方案保证了炼钢和连铸生产之间的协调。双工位钢包炉和合金化站能够通过精选的工艺模型设定期望的钢种成分和正确的浇铸温度，而符合工业4.0理念的自动化方案为此提供了保障。

新建铝轧机将能够生产从1xxx到8xxx系列的所有铝合金，包括航空和汽车用铝合金在内。



宝武委托普锐特冶金技术为其在中国三门峡新建一套300,000吨铝热轧机。

普锐特冶金技术将向宝武提供铝热轧机

12. 中国：普锐特冶金技术将向宝武铝业科技有限公司(宝武)提供一套组合式铝热轧机，以生产厚板和带材。新轧机将建在河南省三门峡市，年产能力为300,000吨。它将能够生产从1xxx到8xxx系列的所有铝合金，包括航空和汽车用铝合金在内。普锐特冶金技术SmartCrown系统将确保热轧铝带达到严格的形状和平直度公差指标。轧机将包括一条粗轧和厚板组合线，既能轧制中间坯也能生产厚板。普锐特冶金技术将在新设备上对宝武员工进行培训。轧机计划于2020年下半年投入试运行。

梧州永达订购QUANTUM电弧炉和钢包炉

13. 中国：普锐特冶金技术从中国钢铁企业梧州市永达特钢有限公司获得合同，为其广西壮族自治区梧州市的一个新建项目提供一座Quantum电弧炉和一座钢包炉。这是中国的第十座Quantum电弧炉。Quantum电弧炉的设计能够使用各种不同成分和质量的废钢。由于废钢全部得到预热，电弧炉的电耗水平显著降低。这也降低了运行成本和CO₂排放。双工位钢包炉为生产出期望的钢种和达到正确的连铸温度提供了保障。普锐特冶金技术将提供全套机械和电气工艺设备及自动化方案。这些新炉计划于2020年早些时候投入试运行。



到目前为止，出售给中国企业的Quantum电弧炉数量不少于10座。



普锐特冶金技术在中国长兴新设分公司

14. 中国：2019年5月30日，普锐特冶金技术(中国)有限公司长兴分公司在浙江省湖州市长兴正式成立。长兴分公司从2019年4月开始运营，将使普锐特冶金技术进一步增强在中国的冶金服务能力。来自长兴当地政府的客人和客户代表参加了开业典礼。普锐特冶金技术(中国)有限公司首席执行官Hiroshi Ogawa先生指出：“我们长兴分公司的成立是普锐特冶金技术在中国发展的一座重要里程碑，这使我们有能力提供更好的服务，满足客户的需要和应对市场环境的变化。”普锐特冶金技术冶金服务全球主管Karl Purkarthofer先生补充说：“基于工业4.0理念而建设的长兴分公司是一处现代化的服务设施。它将是我們为中国客户提供支持的最佳平台，巩固我们的技术性服务在中国市场的领先地位。”分公司的一项重要任务是推动数字化。通过实施智能制造、精益生产工艺和节能环保方案，普锐特冶金技术将有能力以最快速度、最高的质量和最有竞争力的价格提供最可靠的服务。



 PRIMETALS
TECHNOLOGY

开创 绿色未来

普锐特冶金技术关爱环境。我们从不停止为保护自然而创新。我们依靠创新方案确保钢铁行业长期成功。我们的技术旨在让绿色冶金生产成为现实。我们与客户并肩前行。我们努力开发绿色生产方案。我们只有一个星球，一个未来，一个使命。

敬请关注下列主题：

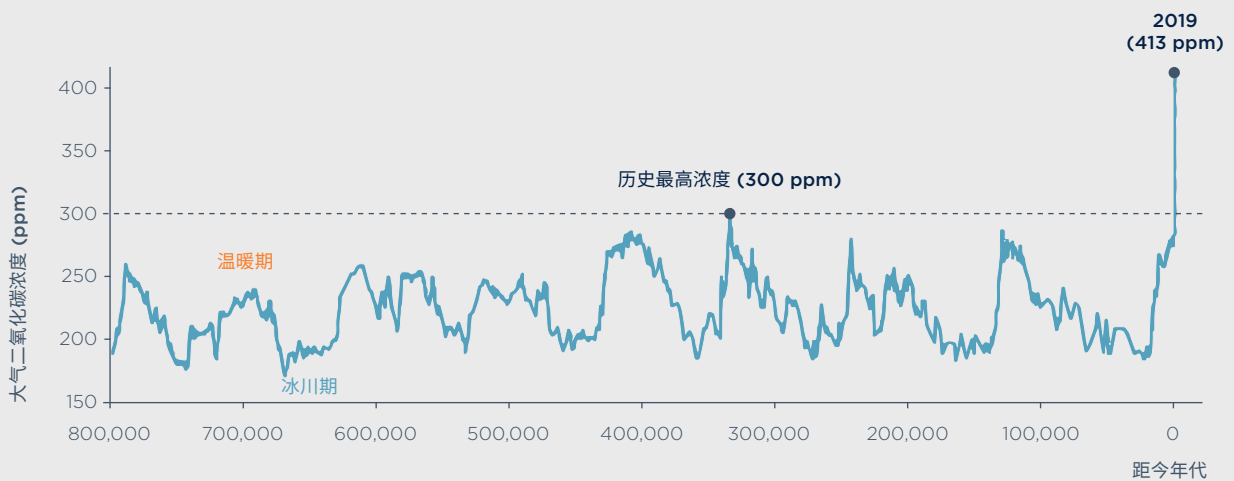
- 20 全球变暖基本知识
- 26 为保护自然而创新
- 30 减少碳排放
- 34 业绩精选



全球变暖基本知识

101

推动全球气候行动的科学知识介绍。



大气二氧化碳浓度

由美国国家海洋与大气管理局(NOAA)提供的数据揭示了过去800,000年来大气二氧化碳浓度的变化情况。由于没有直接测量结果，相关数据来自欧洲南极冰芯钻探项目(EPICA)的冰芯研究。大气二氧化碳浓度的单位是ppm(百万分比)：413 ppm等于0.0413%。

当您读到有关全球变暖或气候变化的文章时，经常会看到两个方面的内容：地球大气中二氧化碳含量的最新测量结果，还有气候模型预测的令人悲观的未来走势。不过，全球变暖背后的那些并不复杂的科学理论却往往被忽视。

在编辑本期《冶金杂志》的过程中，我们花了几乎半年的时间来研究全球变暖问题。我们的目的当然不是成为专家，而是为了获得客观的了解。为此，我们采访了许多大学教授、物理学博士、新闻工作者、教师，以及普锐特冶金技术的许多同事。我们还同称自己为批判思想家的公众人物进行了讨论。我们发现，有相当一部分人——甚至包括一些最积极的政府气候行动的倡导者——对全球变暖背后的理论缺乏最基本的了解。

两个基本问题

开始采访时，《冶金杂志》团队首先提出两个基本的问题。第一个，“您是否确信，气候变化是真实存在的，而且完全是人为造成的？”绝大多数受访者都给出了肯定的回答。然后，我们接着提出第二个问题：“地球大气中的二氧化碳浓度现在是多少？”令人吃惊的是，几乎没有人知道这个对坚持气候变化的立场来说应当非常重要的数据。是12%？或者是15%？也许更高？它可能随时间增加多少？

当然，我们的第二个问题确实有很强的专业性。大气中二氧化碳的浓度一般以百万分比而不是百分比为单位。在工业革命之前，我们呼吸的空气中含有0.028%(等于280 ppm)的二氧化碳。今天，这个数值约为0.0413%(即413 ppm，2019年初的数据)。很显然，远远小于1%的事实并不构成怀疑气候变化真实性的

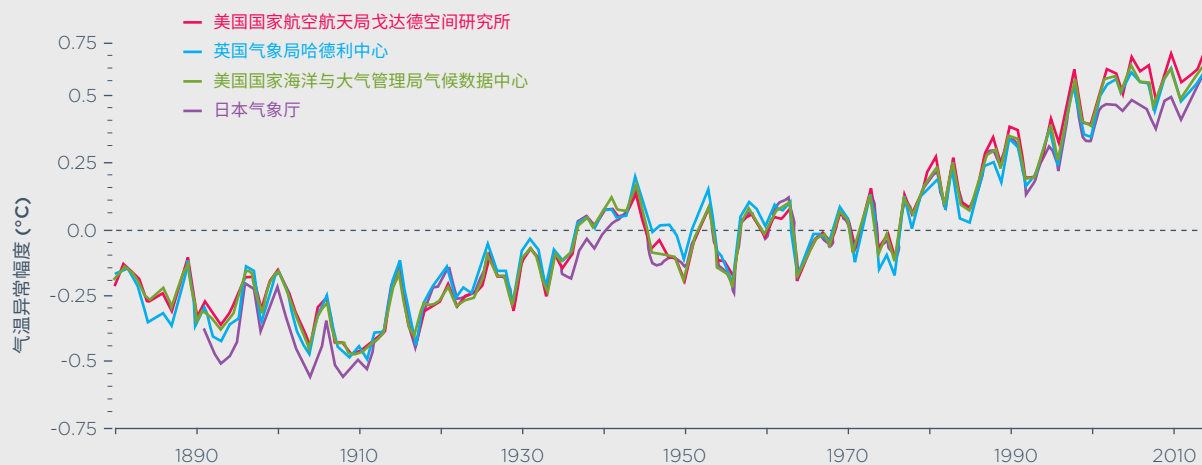
理由。但是，我们在交谈中发现的知识欠缺确实表明，为了针对如何解决我们的后代可能面临的重大问题而作出明智的决定，可能需要更多的宣传教育。

凡事都有两面性

那么，就让我们来了解一些关于全球变暖的基本知识。简单地说，它是“凡事都有两面性”的体现。如果没有大气层，我们的星球表面将完全被冰冻。这是因为，阳光透过大气后被海洋和陆地吸收使之变暖，而大部分热量随后以红外线的形式向太空辐射。这时，“温室气体”将发挥作用。这些气体——主要是水蒸气、二氧化碳和甲烷——与红外线相互作用，阻止其离开大气层向太空辐射。这样，好的一面是大气层使热量得以保留。不过，增温效应过度将产生负面影响——天气变得太热了。

如前所述，自工业革命以来，大气二氧化碳浓度已经从280 ppm增加到了413 ppm。碳年代测定表明，这一增加确实同矿物燃料(煤和石油)的燃烧有关。在同一时期，全球平均气温升高了1摄氏度。这是地面测量的结果；卫星测量显示的升温幅度要小一些，尤其是在热带对流层中(对流层是大气的最低层，大部分天气现象都发生在这里)。国际气候变化专门委员会在第五次评估报告中确认了这一差异，1摄氏度温升假设的置信度达到了95%。





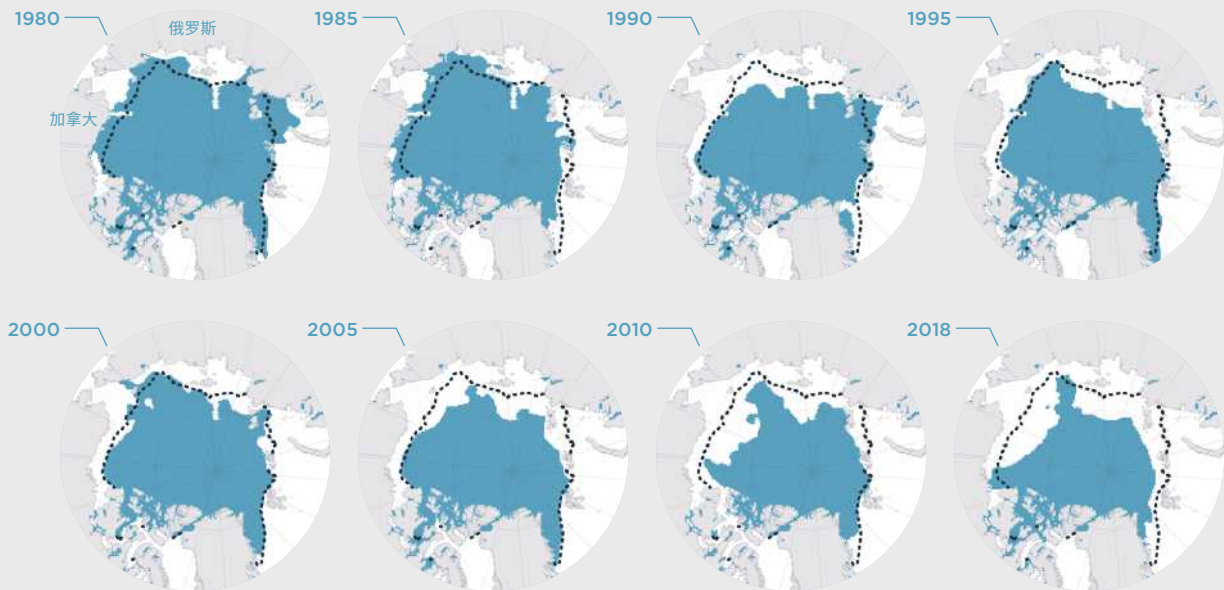
全球气温升高

美国国家航空航天局(NASA)戈达德空间研究所(GISS)汇集了世界各地6,300个气象站的温度记录,并将NASA自身、美国国家海洋与大气管理局(NOAA)、日本气象厅和英国气象局哈德利中心的数据进行了对比。该图揭示了不同年代的气温异常情况,尽管异常幅度每年都有微小的变化,但平均气温总体升高的趋势十分明显。对于上世纪40到70年代相对平稳的现象,NASA给出的解释是,二战后经济快速增长产生的气溶胶引起了冷却效应。

严重的后果

虽然1度看起来并不多,但人们相信,任何进一步的升温都可能带来严重的后果。根据气候模型的预测,极端天气事件、长期干旱、沙漠入侵、野火、对野生动物的长远影响以及降水和农业模式的变化将会越来越频繁地出现。不过,这些气候模型相当复杂,对非科学家来说简直就是“黑箱”。我们以不太复杂和更为明显的冰融化现象为例,来说明1度能够造成的巨大差别:海冰消失,冰川消融——结果是海平面上升,目前的测量数据是平均每年上升3.3毫米。按照这一趋势,宜居沿海地区的面积将会不可避免地减少。

冰的融化还有更进一步的影响。冰面具有很强的反光性(50 - 70%),而海洋则具有很强的吸收阳光能量的能力(只有8%被反射,其余都被吸收)。由于北极海冰大量融化,逐渐被海洋所取代,进一步加剧了全球变暖。北半球冻土层的未来也是一个复杂的问题。大片的永久冻土中含有大量的二氧化碳和甲烷。一旦解冻,这些气体将会释放到大气中,从而进一步放大温室效应。为了避免永久冻土区解冻,科学家们相信,全球变暖幅度必须保持在2摄氏度以下。



北极海冰减少

美国国家冰雪数据中心提供的数据表明，自上世纪80年代以来北极海冰持续减少。北极海冰在冬天冻结，在夏天融化；上图展示了相关各年9月份海冰的状态(虚线表示统计平均值)。海冰被认为会影响全球平均海平面，后者自1993年以来每年上升3.3毫米。海平面的上升一直是人们争论的焦点：在2019年9月早些时候，《自然》杂志撤回了一篇有争议的研究报告。这项研究认为，到本世纪末海平面将上升91厘米。它还警告说，某些百年一遇的洪水会变成经常性事件。

全球变暖最大和最令人不安的后果应当说是大规模人口迁移。一旦某些地区不再适合居住，数以百万计的人口将被迫迁移。问题是，迁到哪里去？这些“气候难民”可能带来人类迄今为止最大的道德挑战。世界各国会张开双臂接受他们，还是会把他们视为国家安全和军事方面的隐忧？以前的难民危机表明，这种规模的迁移即使在高度发达的国家也有可能引起严重的后果——如果不是严重的混乱的话。

全球气候行动

那么，现在应该怎么办？其实，有一些解决气候变化问题的办法早就是显而易见的了——人类必须摆脱对矿物燃料的依赖，必须逆转全球能源消耗量增加的趋势，必须大规模实施获得可再生能源的先进手段，必须开发突破性的新技术。不过，最大的问题将是就采取行动的必要性达成全球共识。

象征性的活动必须被全面、公正、明智、自上而下的议程所取代。只有世界各国领导人在全球气候行动上真正团结起来，人类才能踏上全新的旅程——可持续的绿色生活方式和世界经济。依靠我们的创新方案和对保护我们的星球的坚定承诺，普锐特冶金技术时刻准备着为开创绿色未来作出贡献。●

加入对话

普锐特冶金技术高度关注我们的环境，我们的星球，我们的社会，以及钢铁生产的长期可持续性。但是，全球变暖肯定不是一个简单的话题，许多人在谈起它时都充满紧迫感。所以，我们也希望听到您的意见。请给《冶金杂志》团队发一封邮件，把您的想法告诉我们：

metalsmagazine@primetals.com



创新先锋

我们致力于探索冶金世界的未来。我们的方案旨在推动钢铁行业迈向一个低碳的未来。我们依靠创新来帮助钢铁企业获得保护自然需要的技术。





为保护自然 而创新

普锐特冶金技术绿色生产方案旨在让钢铁生产更具可持续性。

普锐特冶金技术关爱环境。我们为保护自然而创新——依靠创新方案确保钢铁行业长期成功。由于世界不同地区拥有各自不同的环境目标，我们致力于针对钢铁企业的具体条件为它们提供绿色生产技术的最佳组合。

钢铁企业——尤其是跨国公司——必须持续关注自己所在国家的形势，因为它们需要根据未来的需求而制定技术和战略决策。

全球气候行动已经成为世界上许多国家的头等大事，促使钢铁行业投入更多的资源以实现可持续性发展。由于可回收性极佳，钢始终是一种“绿色”基础材料。但是，钢铁行业仍然属于能源密集型产业，尤其是在上游生产环节。它还需要废气净化技术，以最大限度降低总体环境影响。

世界不同地区的钢铁企业需要执行的环境法规不同，不同国家开展气候行动的方向也不同。举例来说，世界银行提供的数据[参见第30 - 31页]表明，日本已经实施了碳税，但没有国家层面的碳交易制度；澳大利亚的情况正好相反；中国目前尚未采取这两项措施中的任何一项，但计划引入碳交易机制；墨西哥已经开征碳税，但它没有覆盖工业生产。

雄心勃勃的目标

迄今为止，有不少于77个国家——包括英国、法国和德国在内——计划到2050年前将温室气体排放量减少到零。比如，芬兰希望在2035年前达到碳中性；挪威计划在2030年达到这一目标，并在2025年前禁止登记新的柴油车和燃气动力车。虽然美国政府到目前为止没有承诺任何类似的目标，但有些州——加利福尼亚、科罗拉多、新墨西哥和华盛顿——正在计划将其能源结构转变为100%可再生能源。

由于不同地区之间存在着这些差异，钢铁企业——尤其是跨国公司——必须持续关注自己所在国家的形势，因为它们需要根据未来的需求而制定技术和战略决策。普锐特冶金技术绿色生产方

案旨在让生产企业无论处于何地都能长期获得成功。依靠大力研发，普锐特冶金技术将能够进一步拓展绿色创新方案的范围，提供塑造未来钢铁生产的先进技术，为创建一个更加环保的绿色世界而努力。

解决碳排放问题

钢铁行业每生产一吨钢平均产生大约1.8吨二氧化碳。根据世界钢铁协会的数据，这大致占到了全球碳排放的7 - 9%。钢铁行业的二氧化碳排放大部分来自于上游环节，包括直接来自于化学反应和间接来自于电力使用两部分。但是，即使在能源用量较少的下游环节，节能和环保也是可能的和十分必要的。普锐特冶金技术已经针对上游和下游环节都开发了先进方案，能够大幅度减少整个钢铁生产流程从炼铁直到轧制和后处理的二氧化碳排放量。

阿维迪无头带钢生产是一种在减少碳排放方面极具竞争力的技术。该技术以紧凑的布局将薄板坯连铸和轧制组合在一起，是市场上唯一一种真正实现了不间断运行的连铸连轧方案。与传统连铸连轧生产线相比，阿维迪ESP的优势相当明显：二氧化碳排放减少39%，能耗也降低了45%之多。阿维迪ESP带钢的质量与优质冷轧带钢相当，而厚度最薄能够达到0.6毫米。性能出色、绿色环保和着眼于未来的特点，使阿维迪ESP技术对客户极具吸引力。截至目前，普锐特冶金技术已经售出了10条阿维迪ESP线，而且预计将会获得更多的订单。 »

提高能源效率

电炉炼钢也在走向绿色——因为有了先进的电弧炉方案，比如普锐特冶金技术独家推出的Quantum电弧炉。Quantum电弧炉采用了定制设计的废钢装料和保持系统。保持系统利用电弧炉自身产生的废气对全部废钢进行预热，大幅度提高了能源效率和降低了环境影响。这种电弧炉的冶炼周期也很短，只需33分钟。随着中国和其他国家的许多钢铁企业从钢铁联合生产流程转向电炉炼钢，Quantum电弧炉的订单量迅速增加。普锐特冶金技术预计，到2021年春季，近年售出的Quantum电弧炉将有不少于11座投入运行。它们每年将合计产钢1,300万吨。

能量回收是绿色生产的又一块基石。能量回收系统种类繁多，规模不一，采用的技术也形形色色。典型例子包括电弧炉废热回收系统和高炉炉顶煤气能量回收方案。目前仍在开发中的干法渣粒化技术能够回收高炉渣的热能，使多达每吨炉渣约1.7 GJ的大量热能得到有效利用。所有这些方案都能直接或间接地减少钢厂排入大气的二氧化碳量。选择性废气循环(SWGR)方案也是如此：它能够使烧结厂的碳排放减少10%。SWGR还使烧结废气量减少一半，在同普锐特冶金技术MEROS系统联合实施时能够大幅度降低运行成本。

绿色生产技术选粹



MEROS ...

... 堪称世界上最先进的烧结和球团废气净化方案。它能有效去除废气中的粉尘颗粒、硫、氮氧化物、二恶英、汞、铅和挥发性有机物，使排放量减少99%，从而实现环保型造块生产。

阿维迪ESP ...

... 即“阿维迪无头带钢生产”。它以紧凑的布局将薄板坯连铸和轧制组合在一起，是世界上唯一一种真正实现了不间断运行的连铸连轧方案。与传统生产线相比，阿维迪ESP的能耗降低了45%，排放减少了39%。

解决废气问题

我们为了解决废气问题而开发的MEROS技术堪称世界上最高效的烧结和球团废气净化方案。它是一种“六合一”废气净化方案，能够除尘，脱硫，脱氮，还能去除二恶英、挥发性有机物和重金属(汞、铅等)。所有这些工艺结合在一起，使排放物减少99%以上，从而实现环保型造块生产。在过去15年间，MEROS的出色优点已经得到了充分验证。欧洲、印度、中国和日本的钢铁企业已经签订了12份合同。MEROS的成功促使开发者将其应用拓展到炼铁和炼钢领域，推出了控制高炉排放的MERIM和净化碱性氧气转炉废气的MERCON技

术。MERCON目前正处于开发的最后阶段。普锐特冶金技术为钢铁企业带来了按照所在国环保规定解决废气净化问题的更多可选方案。



QUANTUM电弧炉...

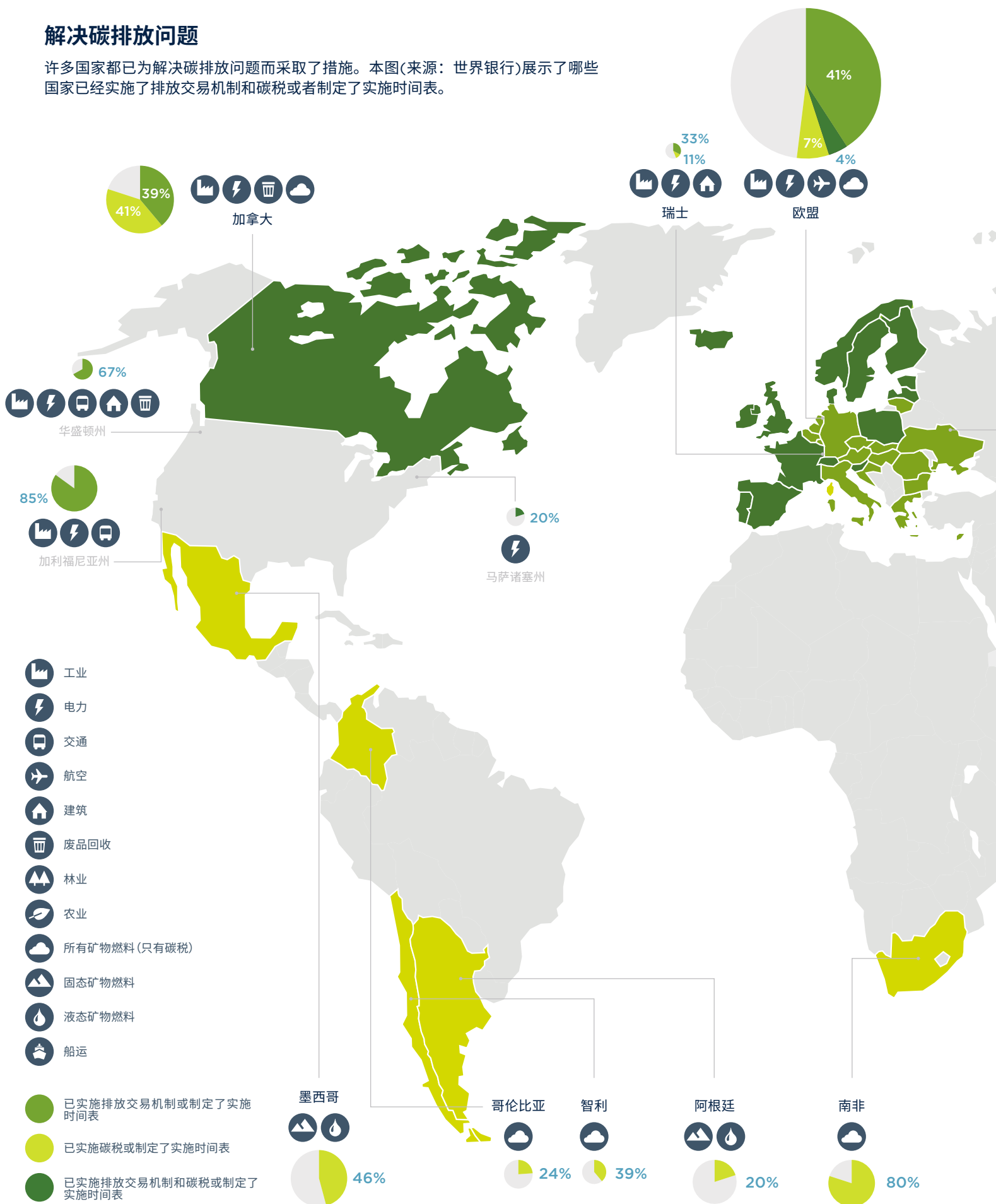
... 是新一代电弧炉，利用自身产生的废气对全部废钢进行预热。创新性的设计大幅度提高了能源效率和环保效果，而冶炼周期只有33分钟。

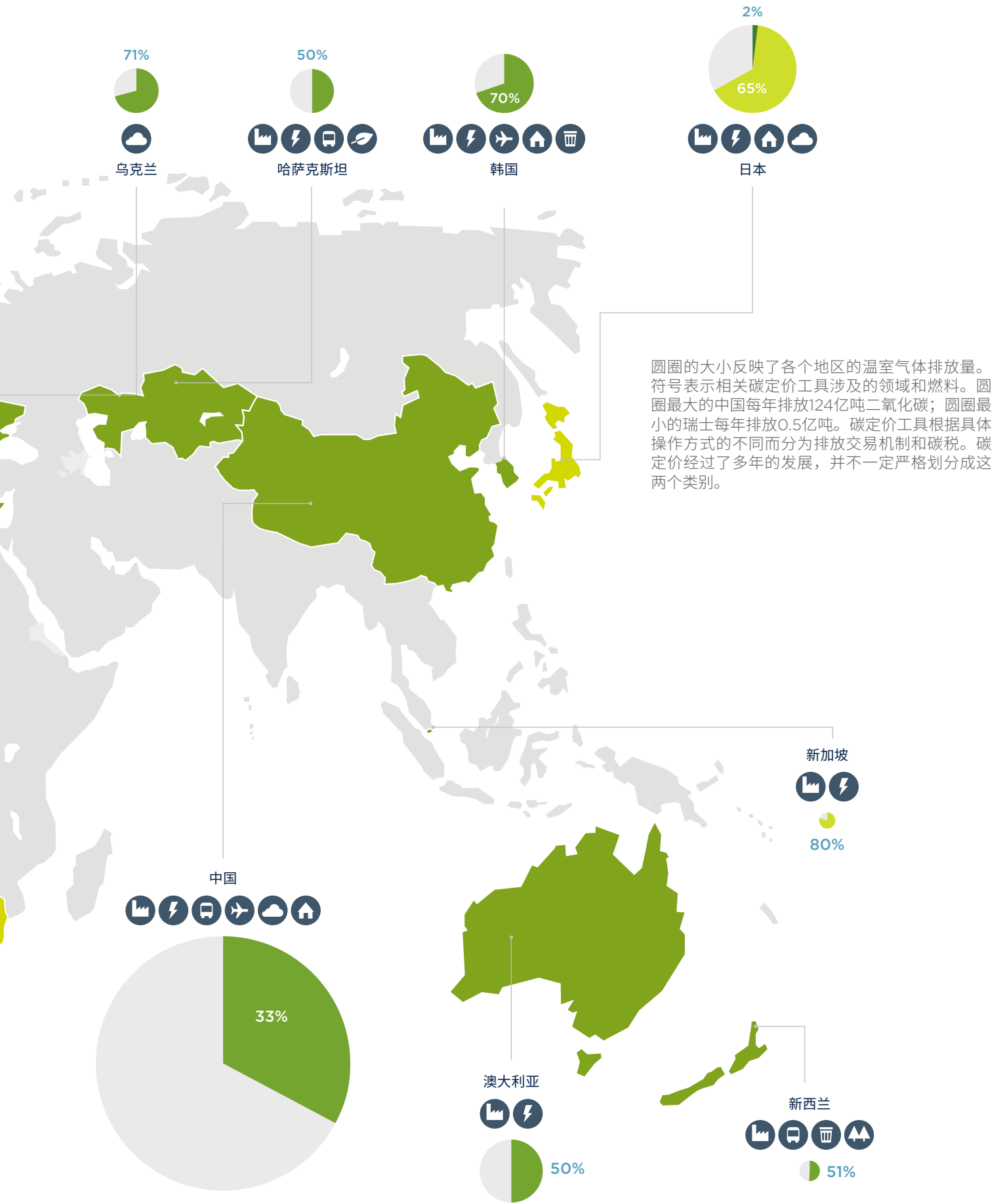
选择性废气循环 ...

... 能够通过有选择地将废气循环送回烧结床而使烧结废气量减少一半。这样，废气中的一氧化碳和热量得到有效利用，而烧结厂的碳排放可减少10%。

解决碳排放问题

许多国家都已为解决碳排放问题而采取了措施。本图(来源：世界银行)展示了哪些国家已经实施了排放交易机制和碳税或者制定了实施时间表。





迈向绿色未来

普锐特冶金技术大力开展的研发工作将推动未来钢铁生产朝向绿色化稳步发展。公司的创新人员与高等院校、研究机构和其他企业展开合作，为可持续钢铁生产保驾护航。同样重要的是，普锐特冶金技术还同许多客户进行了合作。由于世界各国政府预计都将采取越来越严格的碳排放控制措施，像普锐特冶金技术这样的钢铁设备供应商必须依靠大量的先进方案来支持低碳经济转型。

冶金生产减碳将是一个循序渐进的过程，将涉及到捕集、封存和利用碳的中间措施。气体发酵就是这样的中间技术之一，它由普锐特冶金技术和LanzaTech公司联合提供，是一种能够将钢厂产生的碳排放转化成生物燃料的方案。气体发酵利用微生物使富含碳和氢的废气(比如焦炉煤气、高炉炉顶煤气、铁合金生产废气和转炉煤气)发酵产生乙醇和其他基础化学品。

绿色生产技术选粹



干法渣粒化 ...

... 以一种创新性的方式回收高炉渣的热能。每吨炉渣含有的大约 1.7 GJ热能目前在大多数钢厂都被白白浪费。回收热能和粒化后，炉渣可以出售给水泥行业。

废热回收系统 ...

... 为现有钢厂实现绿色生产作出了重要贡献。在钢铁生产中产生大量热量的环节进行废热回收，在大多数情况下都是切实可行的和值得推荐的。烧结厂和电弧炉的废热回收是两个代表性例子，前者能够降低焦炭消耗和减少二氧化碳排放。

氢基生产

HYFOR是一种真正具有突破性的钢铁生产减碳技术。它是“氢基粉矿还原”的缩写，是普锐特冶金技术正在和一家奥地利钢铁企业联合开发的一种创新性无碳直接还原方案。该技术只使用氢气作还原剂，对选矿后的铁精矿粉进行直接还原。自从宣布了开发HYFOR技术的消息以来，普锐特冶金技术已经接到了大量咨询——这清楚地表明了氢气为炼铁和钢铁生产中的其他高能耗环节带来革命的巨大潜力。

普锐特冶金技术致力于推动未来钢铁生产朝向绿色化发展，满足全球客户的需要。我们相信，只要和我们的客户共同努力，我们就能成为变革的催化剂，携手为我们的后代保护好我们的环境。●



气体发酵 ...

... 利用微生物发酵将富含碳和氢的废气(比如高炉炉顶煤气、转炉煤气、直接还原废气和焦炉煤气)转化成生物燃料和其他基础化学品。它由普锐特冶金技术和LanzaTech公司联合提供。

HYFOR ...

... 是普锐特冶金技术领先开发的一种突破性技术。这种无碳氢基直接还原方案使用选矿后的铁精矿粉，能够为炼铁生产带来革命，使其变成一种绿色工艺。

近期的绿色业绩



3套MEROS系统改善空气质量

普锐特冶金技术向土耳其钢铁企业Karabük Demir Celik Sanayi ve Ticaret A.S. (Kardemir)提供了3套成熟可靠的MEROS系统，每套都具有每小时处理400,000标准立方米废气的能力。第一套MEROS系统于2018年12月在Kardemir第三烧结厂投入运行，另外两套随后分别在第一(2019年2月)和第二烧结厂(2019年3月)相继投入运行。所有这三套系统都只用了很短时间就全部建成。比如，第一套MEROS系统从技术规格书到投运只有10.5个月。新建MEROS系统使Karabük河谷的空气质量明显改善。

项目和技术要点

地点：	土耳其Karabük
类型：	废气净化系统
需求：	截至目前已售出12套MEROS系统，其中有4套正在设计或施工中。

5条阿维迪ESP线的力量

中国钢铁企业日照钢铁公司订购了5条阿维迪ESP线，体现了对普锐特冶金技术和阿维迪ESP这种目前唯一薄板坯无头铸轧技术的高度信任。日照希望生产质量与冷轧产品相当的热轧带钢，而阿维迪ESP能够做到。阿维迪ESP的另外两个优点是能效高和碳排放较少。现在，优异的产品质量和出色的环保效果使阿维迪ESP受到了高度关注。最近，来自美国和中国的钢铁企业下达了更多订单。

项目和技术要点

地点：	中国日照
类型：	阿维迪无头带钢生产
需求：	目前已售出10条阿维迪ESP线。该技术已经引起了钢铁企业的极大兴趣。

普锐特冶金技术根据钢铁企业所在地区的要求提供针对性的绿色生产方案。这些技术能够保证达到所有环保目标。



提高钢厂效率

当意大利钢铁企业阿维迪公司委托普锐特冶金技术为其新建一座电弧炉时，还订购了一套用以优化钢厂能量平衡的废热回收系统以及一次和二次除尘系统。废热回收系统利用废气的热能制造蒸汽。蒸汽量多达每小时17吨左右，供给钢厂的三条酸洗线使用。阿维迪以前使用燃气锅炉制造蒸汽。废热回收系统的引入大幅度降低了燃气消耗和能源成本。

项目和技术要点

地点：	意大利Cremona
类型：	废热回收系统
需求：	世界上许多国家的生产企业都希望提高自己的能源效率。



除尘更彻底

“我们在工作中把降低生态足迹作为头等大事，”阿赛洛米塔尔波兰首席执行官Geert Verbeeck在公司Dąbrowa Górnicza钢厂新除尘系统的开工仪式上说。普锐特冶金技术负责对该厂全部3座LD(BOF)转炉的一次除尘系统和冷却烟道进行升级改造。对于除尘系统，普锐特冶金技术采用了重新设计的文氏洗涤器湿法除尘方案，以最大限度提高除尘效率和降低水耗。改造项目很快就执行完毕，每座转炉只用了62天。

项目和技术要点

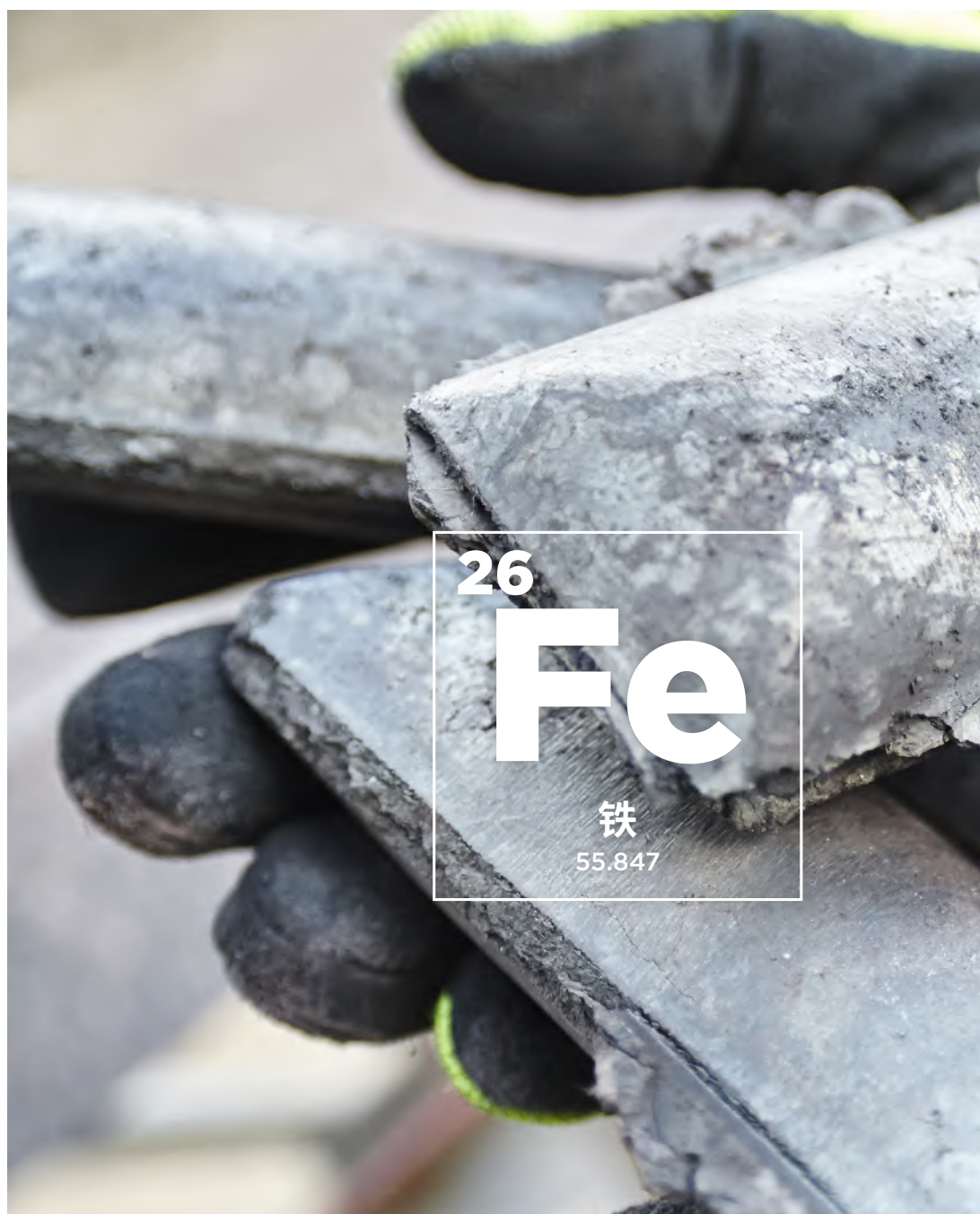
地点：	波兰Dąbrowa Górnicza
类型：	一次除尘
需求：	欧盟和其他地区的环保规定将持续推动对高效除尘的需求。

创新先锋

作为创新先锋，我们专走别人没有走过的路。我们致力于发现更好和更清洁的钢铁生产方法，致力于开发与与众不同的新技术，为了我们的钢铁客户，为了大自然，为了我们的星球。







无碳炼铁 的曲折之路

钢铁生产排放的二氧化碳占到全球总排放量的7 - 10%。从碳基还原剂向氢气等替代物的转变势在必行，但必须分步推进。



1

H

氢

1.008

在炼铁和其他工业工艺中使用氢气以避免碳排放是一个非常好的想法，但并不是一种新想法。那些目前临近退休的业界资深人士也许还能记得，在自己的学生时代就已经听到过这种想法。在上世纪70年代油价飞涨时，在90年代气候变化问题开始受到关注时，还有在21世纪初出现同样局势时，人们对氢气的兴趣都达到了高峰。不过，当时的努力都没有带来突破。现在，情况可能大不相同：国际能源署(IEA)在近期的一份报告中指出，氢气在去年出现了一个前所未有的发展势头，世界各地都产生了极大的政治热情和许多新的可能性。

现在，钢铁工业最多的产品不是钢，而是碳。

钢铁生产目前仍然主要采用联合工艺路线，每生产1吨钢水要向大气中排放约1.8吨二氧化碳。这一数据是以经合组织欧洲成员国现代高炉的平均水平为基础计算得出的，但世界上有许多钢厂的吨钢二氧化碳排放量达到3吨或更多。这些事实对业界决策者来说不算什么新闻，但世界各国政府现在才刚刚开始了解这些情况——它们正在对可选方案进行权衡，以按照巴黎气候协定履行大幅减少温室气体排放的承诺。由于其中一些政府制定了更为严格的目标——2050年前将碳排放量减少到零——对钢铁企业的监管势必会加强，企业肯定要承受更大的压力，必

须采取非同寻常的措施来减少排放。排放交易机制正在得到实施且范围不断扩大，碳税也近在眼前，消费者最终都会关注到钢产品的碳足印问题。

世界上有些地区的生产企业已经感受到了碳定价带来的阵痛。如图1所示的欧洲二氧化碳排放限额价格的变化就是一个很好的例子。在2019年中期达到峰值时，这一价格在两年内已经上涨了6倍。它仍将保持在最高点附近，因为欧盟排放交易机制将在2021年进入下一个阶段——届时，多项措施并举将使排放限额变得更加紧俏。 »

碳定价上涨

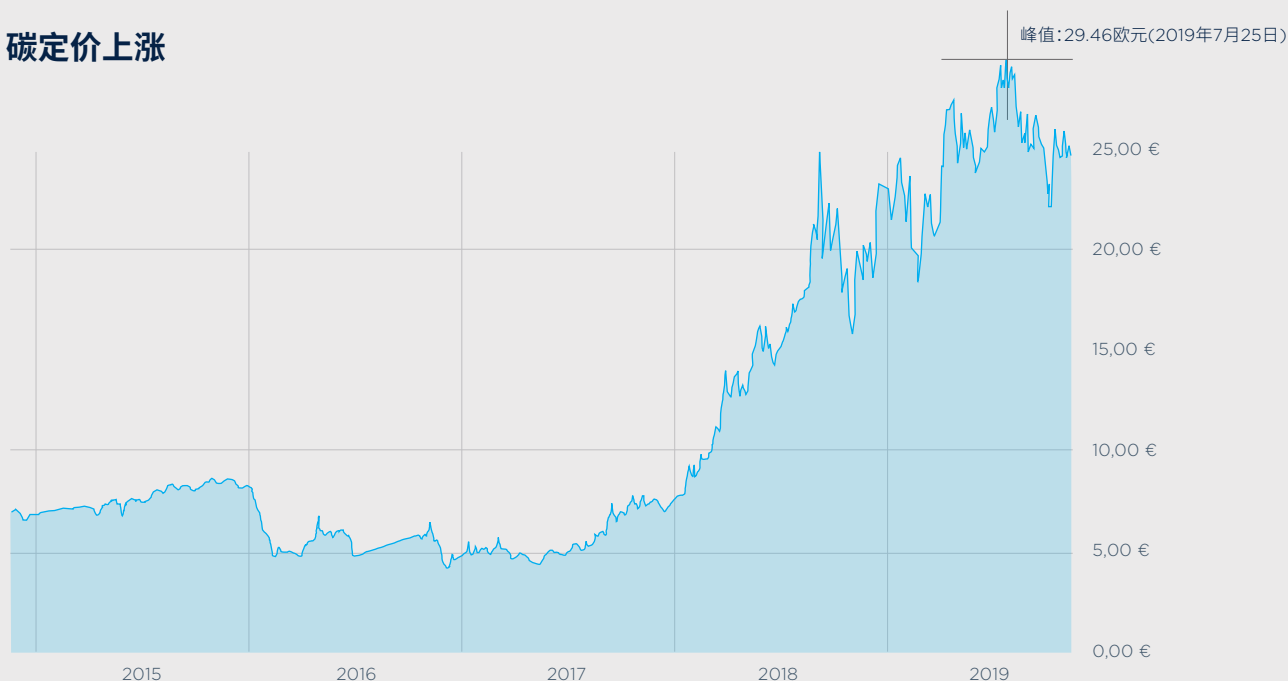


图1：低位徘徊多年后，欧洲二氧化碳排放限额的价格近期开始飙升。随着排放交易机制的推广，排放限额不可避免地将会成为一个重要的成本因素。

由于预见到了这样的监管措施和市场压力，世界各地的钢铁企业竞相采用旨在减少钢铁生产碳排放的新技术。仅仅从使用煤和焦炭的高炉工艺改为使用天然气的直接还原并不足够，业界将需要开发其他不直接产生碳排放的能源，比如氢气，并且达到商业化应用和经济可行的程度。

生产路线的比较

如图2所示，在工艺中使用天然气的直接还原-电弧炉路线与传统的高炉-碱性氧气转炉路线相比，钢水生产的碳排放量减少了几近50%。如果改用绿色环保的氢气，减排幅度可达75%。在这种情况下，大多数排放实际上来自于电弧炉所用电力的生产过程。计算的基础是电网排放系数取为经合组织欧洲成员国的平均值每千瓦时0.452千克二氧化碳。如果采用瑞典的排放系数(目前为每千瓦时0.023千克二氧化碳)，则每吨钢的二氧化碳排放量将减少到只有181千克——与高炉-转炉路线相比降低幅度高达90%。要想再进一步，实现真正的无碳钢铁生产，就必须在发电、制热和运输中都使用非矿物能源。

大规模制氢

毫无疑问，能够满足钢铁生产需要的氢气供应将是一个重大挑战。面临的主要障碍之一是，支持业界大规模升级需要巨量的氢气。举例来说，一家年产量500万吨的典型联合钢厂从使用煤和焦炭改为使用氢气，每小时将需要消耗至少480,000标准立方米(等于44吨)氢气。作为对比，目前正在运行的最大质子交换膜(PEM)电解装置每小时只能制取大约1,200标准立方米(等于0.1吨)氢气。目前正在建造的最大装置在加拿大，每小时能够制取3,000标准立方米(0.25吨)，将于2020年早些时候投产。所以，钢铁行业需要的巨量氢气必须采用其他方法生产。目前，大约95%的氢气都属于“灰色氢气”，意思是它们是从矿物燃料中提取的。可以采用碳捕集、利用与封存(CCUS)技术防止碳被排入大气层，从而得到“蓝色氢气”。但是，这只有在大量二氧化碳能够在同一个地点被捕集的情况下才有经济意义，而且只有在被捕集的碳能够被封存在安全地点(比如海底或地下深处)时才有可行性。



图2：不同钢水生产工艺路线二氧化碳排放量的比较。除非另有说明，计算均以经合组织欧洲成员国发电排放水平为基础。

绿色氢气的革命

要想真正带来根本性变革，炼铁工艺使用的氢气必须是“绿色氢气”，即只能是使用非矿物能源通过水电解而获得。到目前为止，采用这种方法制取的氢气已被证明成本过高，没有竞争力。但是，这种情况正在改变，因为风能和太阳能等可再生能源的迅速发展压低了全球电价，而氢气制备提供了一种在电力生产过剩(风力大或日照强而电力需求低)时储存能量的方法。制定政策和采取措施刺激氢气的使用，是迈向更可持续的未来不可缺少的一部分，能够让业界领导人放心地投资于长远的氢气项目。

举例来说，一个名为亚洲可再生能源枢纽的项目计划使用由建在西澳大利亚的数千计大型风力涡轮机和太阳能电池板提供的多达15千兆瓦可再生能源来生产绿色氢气。当地政府提供了强有力的支持，而风力涡轮机技术领先供应商三菱重工维斯塔斯是项目联合体中的一方。氢气生产可能从2026年开始，年生产能力预计可达150万吨。这足够每年生产2,500万吨直接还原铁，相当于目前全球产能的25%。●

Johannes Rothberger, 直接还原设备技术销售经理

Robert Millner, 高级工艺工程师

Hanspeter Ofner, 直接和熔融还原技术主管

Alexander Fleischanderl博士, 上游技术主管兼钢铁冶炼副总裁
(均来自普锐特冶金技术奥地利)

HYFOR

氢基粉矿还原

- 以氢气作还原剂
- 直接使用铁精矿粉
- 无需造块
- 采用模块化设计



图3: 建在奥地利奥钢联多纳维茨钢铁公司的首套HYFOR设备的图纸——目前正处于设计阶段。

氢基粉矿还原(缩写为HYFOR)是世界上第一种不需要任何预处理(比如烧结或球团)即可使用选矿厂铁精矿的直接还原工艺。这项新技术充分借鉴了普锐特冶金技术Finmet和Finex工艺的丰富经验,可以用于所有类型的精矿,粒度既可以全部小于0.15 mm,也可以大到0.5 mm。由于颗粒表面积很大,该工艺能够在较低的温度和压力下达到极高的还原率。

氢气或富氢气体

新工艺使用氢气作为主要的还原剂,包括来自可再生能源的氢气或来自传统蒸汽重整炉的富氢气体。另外, HYFOR也可以使用富氢废气。根据氢气来源的不同,直接还原铁生产的二氧化碳排放量以不同的幅度显著减少,甚至可能减少到0。直接还原设备采用模块化设计,每个模块的额定产能为250,000吨/年,使其适合于所有规模的钢厂。一套用于测试目的的试验设备正在奥地利奥钢联多纳维茨钢铁公司建设,预计将在2020年底投入运行。

低品位原料

HYFOR不仅能够大幅减少二氧化碳排放,还能帮助钢铁企业有效应对铁矿石品位下降的挑战——这个问题现在越来越突出,使得选矿的必要性大大增加。高炉和直接还原设备对球团

矿需求的增加推涨了铁矿原料的价格,尤其是优质球团矿。而HYFOR将使企业能够直接使用球团原料粉矿,从而因为全球超细粉矿供应量增加而受益。

试验设备

奥钢联多纳维茨钢铁公司建设的HYFOR试验厂将由三部分组成:一套预热-氧化装置,一套气体处理设备,还有核心的特种还原设备。精矿粉在预热-氧化装置中被加热到大约900 °C,然后进入还原设备。还原气体氢气由气体供应装置通过导流栅提供。一套废气热回收系统保证了废气的热能得到优化利用,而干法除尘系统则解决了工艺的粉尘排放问题。得到的热态直接还原铁(HDRI)以大约600 °C的温度离开还原设备,随后可以供给电弧炉(EAF)使用或者用来生产热压块铁。

试验设备的目的是对这一突破性工艺进行实际验证,并作为测试系统而为下一步的工业规模设备的设计采集足够的数



图4：建在奥地利钢铁企业奥钢联林茨钢铁公司的H2FUTURE试验厂规模为6兆瓦，是世界上最大的完全采用可再生能源的电解制氢系统。

基于绿色能源的电解制氢

到目前为止，工业生产中使用的氢气大多数来自于蒸汽甲烷重整装置(SMR)。由于这些重整装置使用的原料天然气(甲烷— CH_4)中含有碳，得到的“灰色氢气”造成了相当数量的二氧化碳排放。为了完全避免工艺产生碳排放，炼铁需要的氢气必须使用非矿物能源通过水电解来获得。

自2000年以来，世界各地已有超过230个电解制氢项目(基于可再生能源和传统能源的项目均包括在内)投入运行，其中的大多数都位于欧洲，比如图4所示的H2Future项目。不过，澳大利亚、中国和美洲也宣布启动了一些项目。几乎所有这些项目的规模都小于10兆瓦，但加拿大正在建设一套20兆瓦的装置。近年来，又出现了多种超过100兆瓦的系统方案，其中最主要的是西澳大利亚的亚洲可再生能源枢纽项目(参见第41页)。

所有这些项目主要涉及了3种电解工艺：碱性水电解，质子交换膜(PEM)水电解，高温蒸汽电解。其中，最先进的，也是近期的大多数项目首选的工艺，是PEM。它是将电极安放在一个固体聚合物膜的两侧，后者既是电解质，也是防止产生的气体发生混合的隔膜。氢离子在阳极上产生，通过薄膜后与来自阴极的电子结合生成氢气。

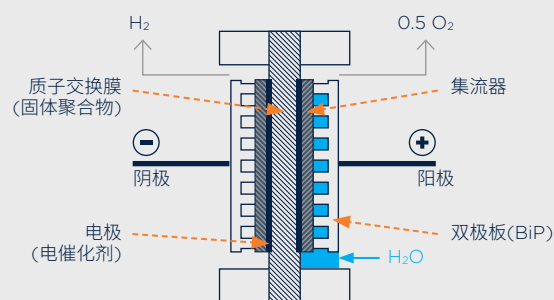


图5：质子交换膜(PEM)电解电池的工作原理

PEM类型的电解装置有多方面优点：效率高；能量密度大；动态工作范围大；可直接使用可再生能源(因为能够对电力供应的变化迅速作出响应)。模块有许多规格可以选择，小到3兆瓦，大到100兆瓦，每小时能够生产多达20,000标准立方米(大约2吨)的氢气。

将氢气应用到

成熟的工业生产方案中

氢气已经成为了主要直接还原工艺使用的还原气体的成分之一——当然还有一氧化碳。最应当提到的也许是普锐特冶金技术(奥钢联工程技术公司)在上世纪90年代推出的Finmet(Finored)工艺,它使用的还原气体中氢气和一氧化碳的比例超过了6:1。

直接还原工艺的这种灵活性对生产企业极具吸引力,让它们能够逐步转向氢气的使用,随着氢气价格不断下降而相应增加氢气用量。它还增加了新建直接还原项目的价值:无论将来的排放法规或原料价格如何变化,直接还原技术都具有极强的适应性。

MIDREX工艺引入氢气

Midrex直接还原设备生产的直接还原铁占到了世界总产量的60%左右。普锐特冶金技术在30多年前就开始提供这项技术。还原气体的主要成分是氢气和一氧化碳,由Midrex技术公司提供的一种专门的重整装置用天然气加工制成。在不进行任

何设备改动的情况下,该工艺可以用氢气替代多达30%的天然气。举例来说,在工艺中可以引入60,000 Nm³/h的氢气来替代20,000 Nm³/h的天然气。如果增加极少量设备(以保护重整装置),这一替代率能够高达100%——当然,最高值可能需要根据最终产品的碳含量要求来确定。该工艺能够轻松应对氢气引入量的波动,使企业适应氢气供应量的变化(在使用风能或太阳能等可再生能源通过水电解制取氢气时会遇到这种情况)。

MIDREX完全使用氢气

如果决定始终使用氢气作为唯一的还原剂(图7),则天然气重整装置可以被还原气体加热器取代。在还原过程中,氢气转化成水并在炉顶煤气洗涤塔中凝结。由于工艺流程中没有一氧化碳的来源,所以不需要二氧化碳去除系统。工艺每生产1吨直接还原铁需要大约550标准立方米氢气用于还原。另外,每吨直接还原铁还需要大约250标准立方米氢气用于加热——这部分需要可用其他能源来满足。

氧化铁,包括
以下形态:

球团原料精矿



烧结原料精矿



球团矿



天然气	HYFOR 包括气体处理	Finored (Finmet) 包括气体处理	Midrex 采用Midrex重整装置
氢气	HYFOR	Finored (Finmet)	Midrex H ₂

图6: 无论采用何种原料和还原气体,普锐特冶金技术直接还原方案都是极具可持续性和着眼于未来的投资。

MIDREX: 引入氢气

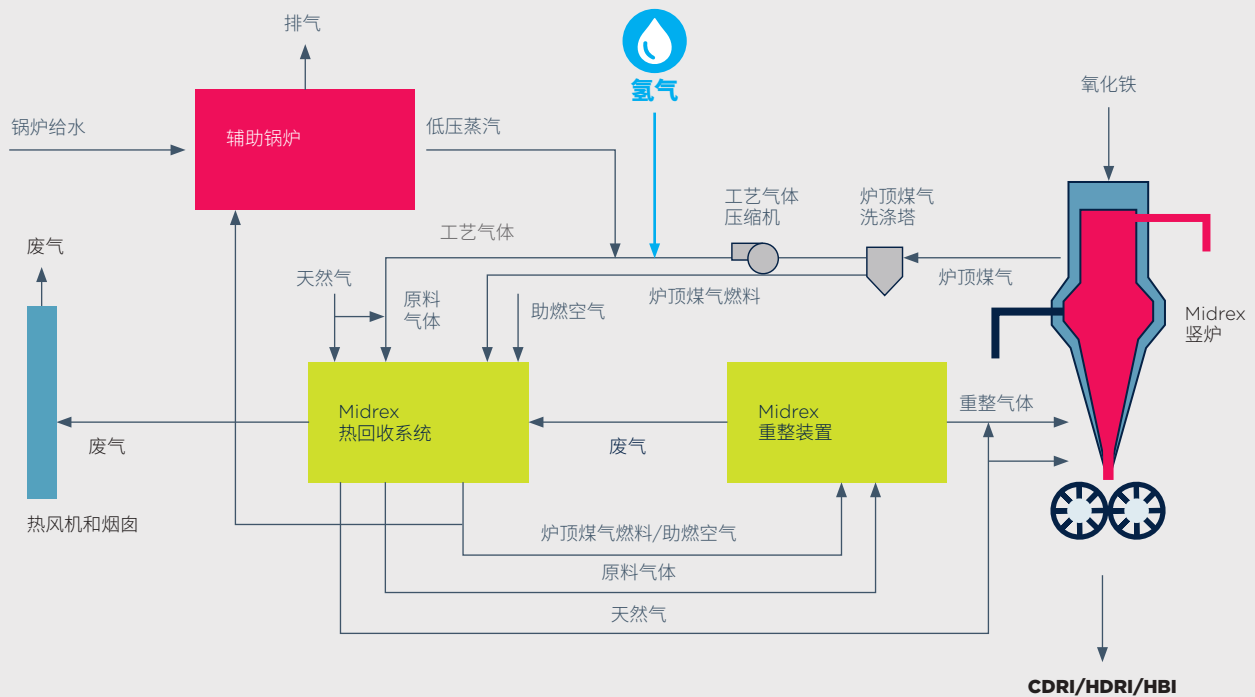


图6: 能够引入不同数量氢气以替代天然气的MIDREX系统流程图。

MIDREX: 完全使用氢气

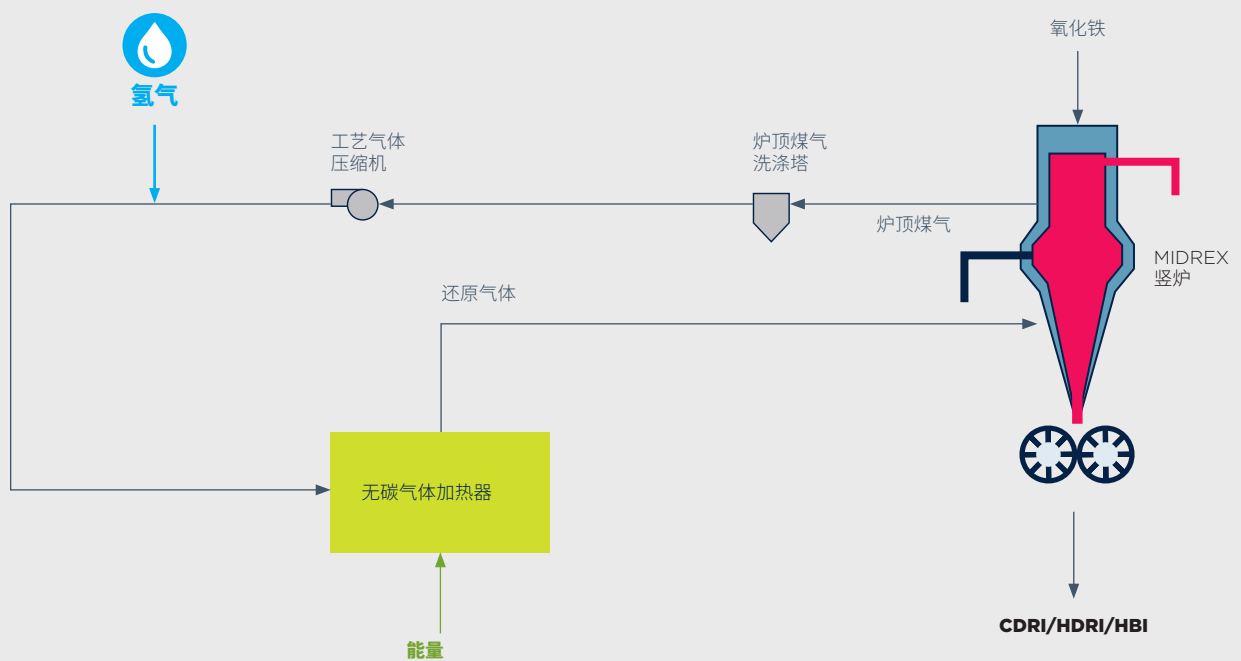


图7: 如果使用氢气作为唯一的还原气体, 则重整装置可以被气体加热器取代(它最好使用无碳能源)。

让废气流 变成收益流

阿赛洛米塔尔的一家波兰钢厂利用高炉废气的热量和压力发电。这有助于每年减少115,000吨碳排放，并且获得可观的收益。

来自废气的电力

两台炉顶煤气压力回收透平机以24.3兆瓦的额定能力发电。



炉顶煤气压力回收透平机
将高炉废气转化成收益。

发电量大，工艺条件稳定

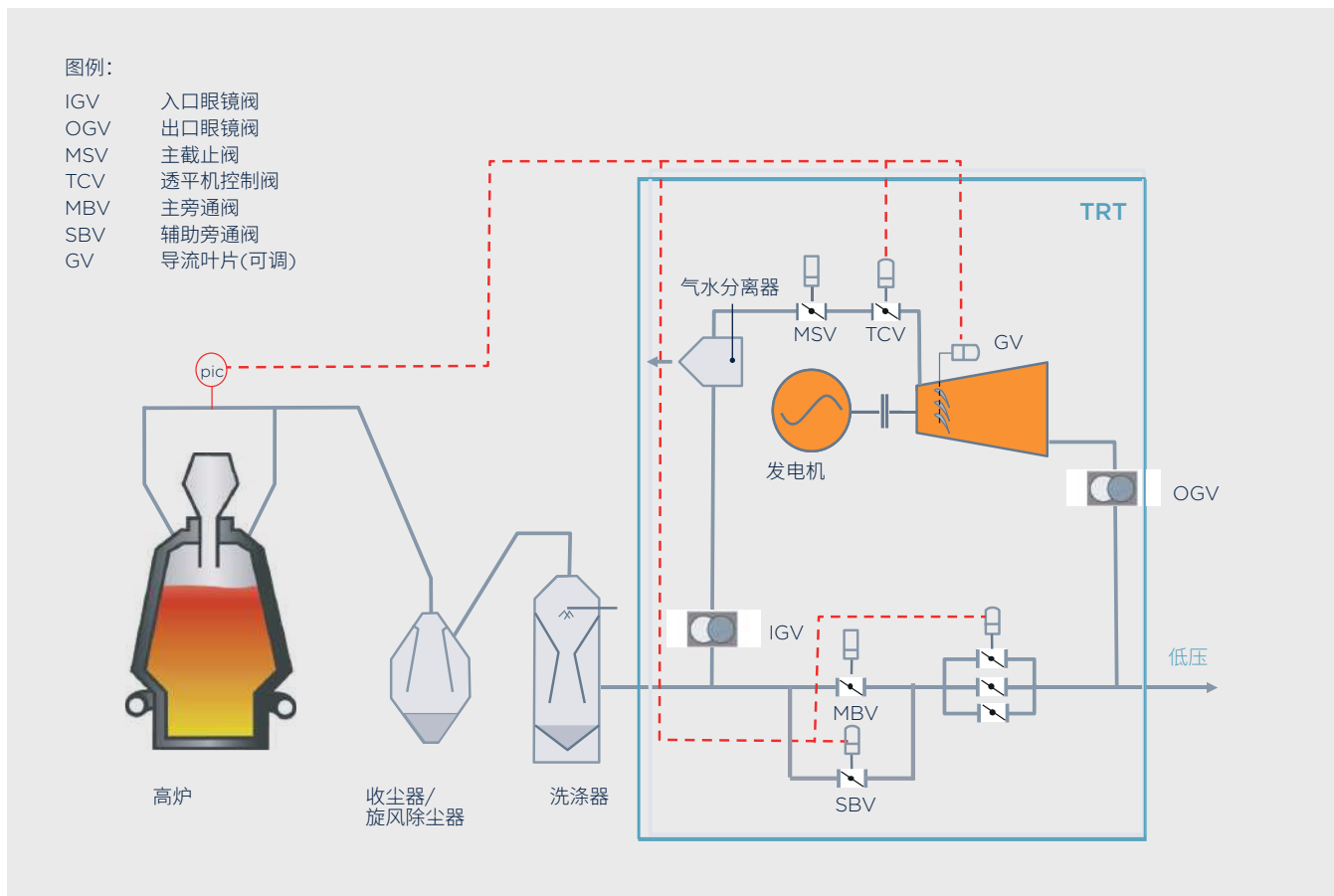


图1：高炉炉顶煤气压力回收透平机的典型配置。快速响应阀和快速旁通系统保证了高炉工艺在任何时候都不受干扰。

阿赛洛米塔尔波兰Dąbrowa Górnicza联合钢厂是该国最大钢铁企业。钢厂位于波兰南部的Silesia省，距离以举行2018年联合国气候变化大会(COP24)而出名的Katowice市只有几英里。在这次大会上，2016年达成历史性的巴黎协定的各方首次就协定的实施细则达成了共识。

阿赛洛米塔尔波兰近年来为提高钢铁生产的可持续性所作出的努力当然不是因为Katowice大会的缘故。在2017年，公司就为炼钢厂和烧结厂投资建设了新除尘系统，另外还新建了脱氮和脱硫系统，目的是减少灰尘、氮氧化物和硫氧化物的排放量。提高能源效率的工作开始得更早：在2014年，阿赛洛米塔尔波兰和能源生产商TAURON合资组建了TAMEH控股公司，除开展其他业务外还在Dąbrowa Górnicza钢厂运营Nova Generation电站，通过将高炉和焦炉废气用于锅炉而制造热能和电力，供给钢厂自身和周边地区的其他用户。

提高能源效率

典型联合钢厂的能耗有大约75%归因于高炉。在传统工艺流程中，高炉煤气所含能量有相当大一部分没有得到利用：当气流通过简单的节流装置，使压力降低到适合于低压煤气管网的水平时，大量的压力能和热能都被白白损失掉。目前，世界各地的高炉中有几乎80%仍然采取这种作法——Dąbrowa Górnicza厂的高炉以前也是如此。为了进一步提高资源效率，并且降低现场发电的环境影响，TAMEH决定委托普锐特冶金技术为2号和3号高炉安装两台炉顶煤气压力回收透平机(TRT)和配套系统，并于2016年12月签订了合同。仅仅24个月后，在2018年12月，透平机就开始满负荷发电。这是波兰首次建成这类系统。

“从资源效率和投资回报率的角度来说，安装炉顶煤气压力回收透平机显然是一个正确的决定。”

工作原理

如图1所示，净化后的高炉炉顶煤气(采用湿法除尘后压力约为2.0巴(表压)，温度约为50°C)所含能量首先被透平机转化成机械能。这是通过一根配有耐蚀不锈钢叶片的转轴实现的。转轴带动同步发电机产生电力。一个清洗系统利用高压水防止灰尘在叶片上积聚。作为一项安全措施，向轴封系统喷吹氮气以防止炉顶煤气泄漏到环境中。为了保证出色的压力控制和安全的高炉运行，系统设置了全级可调导叶和快速响应阀。作为补充安全措施，系统还具有快速旁通功能，能够在出现意外情况时改变废气的流动路线。这些措施共同保证了高度的可靠性，使压力回收决不会影响到高炉工艺。

紧凑的模块化设计

大多数机械设备都安装在一个集装箱式结构中，这是一种独特的高度紧凑的设计。箱体大约4米宽，5米高，14米长，其中装有透平机、齿轮箱及润滑和液压设备。箱体从日本通过海运和陆运抵达现场；发电机由捷克共和国的一家供应商提供，在施工阶段安装在箱体内。这种设计具有多方面优点：总图布置高度紧凑，占地面积减少，安装时间缩短，施工成本大幅节省。举例来说，这样就无需为透平机单建机房。Dąbrowa Górnicza厂的具体方案是，两个完全相同的TRT箱体并排布置，每个的额定发电能力约为12兆瓦。 »



最大限度提高资源效率

Andras Varga是普锐特冶金技术的一位工艺专家，专门从事上游能源效率研发工作。

这个项目中最主要的挑战是什么？

Andras Varga: 安装工作包括了很长的废气管道，这在调试过程中切换运行模式时是一个挑战：首要任务当然是始终保持压力稳定，从而确保高炉工艺正常进行。

TRT的好处看起来是显而易见的——为什么还有许多高炉没有采用炉顶煤气能量回收？

Varga: 从资源效率的角度来说，炉顶煤气压力回收透平机对几乎所有的大中型高炉都有意义。我猜测的原因是，许多钢厂只是没有好好地算这笔账——在能源价格普遍上涨和监管压力不断增大的情况下，我们估计，投资回报率计算会对TRT越来越有利。另外，高炉干法除尘系统的推广也带来了新的契机，因为它们能让能量产出增加20 - 30%。

世界上的哪些地区是您特别关注的？

Varga: 欧洲和美洲的钢厂显然是候选者——能源价格上涨的势头很强劲，监管制度也越来越严格。不过，印度和俄罗斯也有很大的潜在需求。

DĄBROWA GÓRNICZA的炉顶煤气压力回收透平机



2.



3.

图2: 大多数机械设备都安装在一个集装箱式结构中。箱体尺寸约为4 x 5 x 14米，其中装有透平机、齿轮箱及润滑和液压设备。

图3: 一根T型支管将高炉废气导向TRT箱体。快速旁通功能确保在出现意外情况时改变废气的流动路线。

图4: 透平机带有一根配有耐蚀不锈钢叶片的转轴。入口处的可调导叶保证了高效率。



4.

透平机带来的节省幅度之大令人吃惊：相当于每年**54,000吨(或900个车皮)煤**。这就使排入大气的二氧化碳减少了**115,000吨**。

项目遇到的一个重大挑战是，根据原来的高炉布局需要在气体净化设备和高压调节阀之间安装一根T型支管(图3)——还有一个事实是，划给TRT的位置距离较远，必须设置相当长的废气管道。T型支管的作用是在正常运行条件下将炉顶煤气导向TRT，或者在需要旁通时导向高压调节阀，所以它也包括了旁通所需附件。所有安装工作都必须在预先安排的48小时高炉维修期间完成。

巨大的环境效益

TAMEH预计，两台透平机每年能够产生140千兆瓦时的零排放电力——大致相当于25个陆上风电机组的发电量。由于Silesia煤炭资源丰富，这些电力原本会由燃煤电厂提供。因此，透平机每年能够节省令人吃惊的54,000吨(或900个车皮)煤，避免了115,000吨碳进入大气。而且，环境效益还不止于此：减少使用如此大量的煤每年可避免产生180吨硫氧化物和氮氧化物，还有大约10吨灰尘。如果以颗粒物排放计算，这相当于上路行驶的柴油乘用车减少了几千170,000辆(按照欧5标准衡量，行驶里程假定为12,000公里)。

一项回报丰厚的投资

随着世界上许多地区都开始实施碳定价、日益严格的能效规定和更全面的排放交易机制，在联合钢厂碳排放最多的工艺中采用能量回收技术毫无疑问有着光明的前景。

另外，还应当考虑全球气候行动和不断增长的能源需求对工业电价的影响。国际能源署近期公布的数据清楚地表明，即使在目前这个阶段，一台炉顶煤气压力回收透平机在几乎每一个市场上都已经能够带来数以百万计的年度收益。如果钢铁企业希望进入绿色能源领域，那么现在正是最好的时机。|

Andras Varga, 工艺专家

Harald Sprenger, 高级项目经理

(两人均来自普锐特冶金技术奥地利)

实现绿色 转炉炼钢

提高转炉废钢比能够大幅减少钢厂的碳排放。采取4方面措施可以实现“绿色”转炉炼钢。



由于钢铁行业面临的实现绿色生产的压力不断增大，许多钢铁企业都在寻求能够快速见效的低成本方案，以使现有钢厂变得更加环保。普锐特冶金技术相信，在许多情况下，一种逐步推进的作法都是适宜的：在转炉工艺中增大废钢和热压块铁(HBI)的用量，能够让炼钢生产更加环保和更具可持续性。

钢其实是一种可持续材料，因为只要合理地收集和分类，它很容易循环利用，而质量极少甚至不会下降。炼钢以回收的废钢或者热压块铁(HBI)为原料，产生的二氧化碳排放远少于以铁矿石(通过高炉或直接还原设备)为原料。这主要是因为，所有的还原工作只存在于炼铁环节，废钢只需要加热和熔化。

全球钢铁生产目前仍然主要采用联合工艺路线，即用高炉生产铁水，然后用LD(BOF)转炉炼钢。虽然有些国家以基于废钢的电弧炉(EAF)炼钢为主，但电炉钢在世界钢产量中所占的比例还不到20%。直接还原是钢铁生产的另外一条途径，目前的增长速度也很快，但在世界范围内的份额还很小。

世界各地建成的LD(BOF)转炉数量基本保持稳定，但拥有它们的钢铁企业面临着越来越大的压力，必须提高废钢比以减少二氧化碳排放。提高废钢比的技术已经存在，可以作为减少炼钢碳排放的一种快速见效的方案而实施，从而避免为建设全新设施而进行大规模投资。

提高废钢比

主要有4种方法可以提高废钢(或HBI)比例，从而推动绿色钢铁生产。其中，既有可在现有BOF转炉上实施的简单方案——比如工艺模型、废钢预热喷枪和二次燃烧氧枪，也有最大限度提高废钢比的专门技术——比如Jet工艺。

1. 转炉工艺模型

在典型的LD(BOF)转炉工艺中，在末期要加入冷却剂(比如生铁或铁矿石)——如果测量结果表明必须这样做的话——以达到目标出钢温度。依靠普锐特冶金技术提供的现代工艺模型，能够精确地预测和控制钢水的最终化学成分和温度，从而无需加入冷却剂。这样，工艺过程中产生的所有能量都能够用来熔化和在工艺开始时装入的废钢。

另外，采用这类工艺模型还能减少补吹和修正的次数，从而稳定生产条件，减少等待时间，并因此而降低能量损失。在典型情况下，普锐特冶金技术转炉工艺模型的实施加上工艺优化，能够使废钢比提高4%。

2. 废钢预热喷枪

废钢装入转炉时通常是冷态。对废钢进行预热能够为炼钢工艺增加更多能量，有助于提高废钢比。为了避免车间内产生灰尘和排放，最好在装入铁水之前在转炉内进行预热。这样，可以将带有耐材衬的转炉炉壳当作燃烧室使用，一次除尘设备也可以用来进行热回收和废气净化。废钢本身由一支使用天然气的烧嘴喷枪进行预热，而这支喷枪还能用于修炉后或等待时的转炉预热。 »

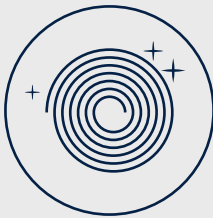
三大挑战

为了提高现有转炉的废钢比，钢铁企业必须克服三大挑战。



废钢物流

第一个挑战是拥有合适的废钢运输基础设施，以保证废钢在最终用于转炉炼钢之前运至钢厂存放。存放区必须能够清楚地划分不同的废钢等级，从而保证经济有效地使用废钢。然后，废钢必须用废钢溜槽运至转炉并装入。根据废钢比和空间限制，每炉需要装入两溜槽废钢以达到高废钢比，但这会延长装料时间和降低转炉作业率，除非采取适当的解决措施。



钢质量

转炉是炼钢的理想设备，能够从装入转炉的铁水中脱除硅、碳、磷、硫等元素。不过，一些对钢质量有不利影响的杂质元素，比如铜、铬和镍，无法在转炉或二次冶金环节从钢水中去除。这就是需要废钢分类系统和严格的废钢质量管理的原因：它们能够从源头上保证不会有太多不希望的杂质元素进入钢水。还应当采用另外的工艺模型来计算杂质元素进入最终产品的程度，以及需要加入的废钢数量和等级。



能量平衡和废钢熔化

废钢的冶炼需要能量进行加热和熔化。在转炉工艺中，这些能量来自于铁水中碳和硅的燃烧或者加入的升温剂。由于这些可燃物质数量有限，转炉能够接受的废钢比通常局限在15 - 20%左右，除非采取本文所述措施。



一座转炉正在装入废钢。提高废钢和HBI比例能够让炼钢变得更加环保。

为了避免废钢大量氧化，预热温度必须控制在平均800摄氏度的水平。达到这一温度需要的预热时间约为10分钟。通过预热而额外输入的能量将使废钢比能够提高5%左右。这个过程类似于许多北方国家在冬季必须对废钢进行的除冰和干燥处理。

3. 双流道二次燃烧氧枪

硅和碳的燃烧是转炉内大部分能量的来源。虽然硅完全燃烧生成 SiO_2 ，但铁水中的碳只在反应区燃烧生成一氧化碳。为使一氧化碳最终燃烧生成二氧化碳，以充分利用铁水中的碳含有的全部能量，需要在第二步引入更多的氧气进行二次燃烧。这时，最好采用双流道二次燃烧氧枪，它增加了一个流道用以喷吹二次燃烧用氧。另外，还需要第二条控制线，用以调节二次燃烧流道的流量。第二条控制线能够在脱碳工艺之外单独控制二次燃烧工艺。

双流道二次燃烧氧枪能够使转炉内一氧化碳燃烧生成二氧化碳的比率从12%提高到20%。因此而额外产生的能量可使废钢比提高4%。

4. JET工艺

Jet工艺将底吹转炉的石灰和煤喷吹与促进二次燃烧的热风喷枪结合在一起。这种设计使转炉内的碳——包括铁水中所含的碳和额外喷入的煤——几乎全部燃烧生成二氧化碳。因此，煤的化学能得到最大限度的利用，使能源效率高于使用燃煤电厂电力的电弧炉。

LD(BOF)转炉可以通过采用工艺模型、废钢预热喷枪和双流道二次燃烧氧枪而提高废钢比。但是，由于转炉内熔池搅拌条件的限制，加上所有氧气都是从炉顶喷吹，最大废钢比局限在30%左右。为了突破这一限制，Jet工艺采用了能够熔化大块废钢的底吹转炉技术，可以在合理的时间内熔化更多的废钢，并且保证所有废钢都在达到吹炼终点之前熔化。

Jet工艺的设计确保了二次燃烧率的大幅提高和热量向熔池的有效传递，使废钢比能够达到50%。由于煤得到了充分利用，二氧化碳排放量与传统的转炉炼钢工艺相比减少了几乎40%。Jet工艺首次在韩国浦项钢铁公司得到工业应用，工艺的原理和优点都已得到验证。

提高转炉炼钢废钢比是迈向可持续钢铁生产的重要一步。

迈向绿色未来

全球钢铁生产目前仍然主要采用联合工艺路线，LD(BOF)转炉是最主要的炼钢设备。这种转炉的典型炉料配比是20%废钢加80%高炉铁水，而转炉钢生产排放的二氧化碳绝大部分来自于铁水。通过结合采用工艺模型、废钢预热喷枪和双流道二次燃烧氧枪，转炉废钢(和HBI)比可以提高10%以上——现有转炉很容易通过升级改造而达到这一目标。如果希望进一步提高废钢比，Jet工艺是一个理想的选择。

这些改进措施将使吨钢二氧化碳排放量大幅减少。它们可以在现有转炉上很快实施，现有基础设施可以充分利用。提高转炉炼钢废钢(或HBI)比是一种现在就可以应用，能够快速见效的方案，是迈向可持续钢铁生产的重要一步。在更先进的方案——比如氢基技术——达到工业化推广程度之前，它能够满足当前的需要。●

Dr. Gerald Wimmer博士，V转炉炼钢副总裁
普锐特冶金技术奥地利



合适的时机，合适的方案

Gerald Wimmer博士是普锐特冶金技术转炉炼钢副总裁。他相信转炉炼钢仍有很大的潜力。

您认为转炉炼钢厂最好的设计方案是什么？

Gerald Wimmer博士：这不能一概而论。我认为，工艺模型和双流道二次燃烧氧枪是通用型方案，所有钢厂都很容易实施，能够带来多方面的优点。世界各地的生产企业现在都在考虑这样的方案。

您个人如何看待转炉炼钢的前景？

Wimmer：从长远来说，我希望我们能够设法把目前的高炉-转炉路线替换成更具持续性的工艺，使用更少的资源，消耗更少的能量，排放更少的二氧化碳。就目前来说，转炉炼钢仍将是主要工艺，仍有很大的改进潜力。大多数工艺改进措施，比如提高废钢比，通常都能快速见效，随时可以应用，很容易实施。

有没有哪种新的炼钢技术让您特别激动？

Wimmer：90年前，Linde-Fränkler低成本制氧工艺的出现为我们熟悉的转炉炼钢铺平了道路。我期待着类似的成果，特别是在我认为是的下一个发展方向上：氢基炼钢。



LiquiRob机器人系统
帮助避免靠近钢水的人
工操作。

朝向无人化连铸 再迈一步



全自动钢包连接

除了执行连铸区域的其他许多任务，LiquiRob 机器人系统如今还能在钢包回转台加载侧全自动完成钢包连接操作：将液压缸插入滑动水口并接通气体接头和电信号连接器。这是朝向安全连铸迈出的一大步。

连铸工艺中有许多对铸坯质量至关重要的非连续性操作，必须在靠近钢水的危险区域进行。幸运的是，机器人和机器视觉技术的最新发展使许多这样的操作得以全自动进行——取代了人工控制的半自动机械手。普锐特冶金技术开发的LiquiRob系统用于执行长水口操作、探头操作和中间包覆盖剂添加等任务已有相当长的时间。现在，我们在它的功能清单中又增加了全自动钢包连接。



图1: LiquiRob如今能够在钢包回转台加载侧全自动完成钢包连接操作: 将滑动水口液压缸插到钢包上并接通气体接头和电信号连接器。

长期以来, 钢铁企业一直在努力为生产人员改善工作条件和提高现场安全水平。因此, 在连铸领域, 自动操作和机械手已经成为了标准配置。它们是执行许多工艺不可缺少且对产品质量至关重要的非连续性操作的必需工具。这样的操作包括:

- 将设备与钢包连接或脱开: 滑动水口液压缸, 气体接头, 电信号连接器, 钢包长水口
- 滑动水口卡住时的钢包烧氧
- 用覆盖剂覆盖中间包内的钢水
- 温度和伴生元素(氧, 氢)含量的测量
- 中间包钢水取样

遗憾的是, 目前执行这些操作使用的装置有明显缺点: 只能半自动操作, 操作人员至少需要在危险区域停留一段时间; 设备大多针对某项具体任务而设计, 难以修改或增加功能。

通过结合机器人和机器视觉技术的最新成果, 我们的LiquiRob系统能够完全取代人工控制的半自动机械手执行上述所有连铸操作, 使业界朝着全自动运行和零工伤的最终目标又迈进了一大步。

全自动钢包连接

钢包回转台加载侧周围区域成为了普锐特冶金技术近期工作的重点: 这是一个特别关键的区域, 这里有大量的操作必须直接在装满钢水的钢包上进行——有时甚至是在钢包下方。绝大多数连铸机在装满钢水的钢包到达回转台时, 都是由操作人员将液压缸插入滑动水口。另外还有一系列人工操作, 即不同介质的连接, 比如密封用氩气、滑动水口冷却用空气和探渣电信号。



图2：同一台机器人既能执行长水口操作也能执行探头操作——借助于气动工具快换装置。

LiquiRob直接在装满钢水的钢包上或者下方进行操作——大大提高了连铸生产的安全性。

为了全自动执行这些操作，LiquiRob系统采用了标准的六轴工业机器人。它们能够耐受钢厂的恶劣环境条件，可靠地完成液压缸安装和介质连接任务。由于机器人必须准确地选取和定位不同的部件，我们开发了一种用来连接机器人和标准化工具的气动工具快换装置。将介质或滑动水口液压缸与钢包连接或脱开的操作程序通过人机界面远程启动。与连铸机可编程逻辑控制器的通信接口保证了在启动任何操作程序之前满足所有必要的前提条件(比如回转台位置和高度)。机器人系统的另一个重要方面是安全设计，目的是防止可能位于机器人附近的人员受到伤害。机器人周围设置带有安全锁的围栏，能够保证机器人只有在确认安全门关闭并锁定，与外界隔绝的情况下才能动作。除了在钢包回转台周围执行操作的新功能，LiquiRob还能帮助其他许多操作实现自动化，通过减少钢水附近的人员活动而大幅度提高工作场所的安全水平。 »

长水口操作、探头操作和中间包覆盖剂添加：交给机器人。

图3： LiquiRob机器人系统全自动执行钢包长水口操作。



自动长水口操作

为了控制从钢包到中间包的钢流，并且防止钢水吸氧，在打开钢包滑动水口之前必须安装长水口。这项操作通常利用一个简单的机械臂或液压机械手人工完成，这就需要工人在钢水附近停留。为了提高安全性，这项任务可以由LiquiRob全自动执行。机器人依靠机器视觉精确定位，将长水口连接到钢包水口上。长水口采用了一种能够保证两部分紧密连接的新式卡口机构。它可以调节长水口和钢包水口之间的夹紧力，还能在滑动水口打开和关闭时随其一起动作，消除了任何相对移动。使用机械手安装长水口时钢包水口端部耐材的磨损也得以避免。

探头操作

与长水口或滑动水口操作不同，机器人执行中间包测量或取样操作时，其动作不受连铸机上任何移动设备的准确位置的影响。因此，执行这些任务时无需依靠相机和机器人自适应路径。借助于自动工具快换装置，执行长水口操作的同一台机器人也能被用来执行温度和成分(氧、氢等)的测量。



中间包覆盖剂添加

中间包内的钢水需要避免吸收环境中的氧气，通常使用中间包覆盖剂达到这一目的。这时，一般由操作人员进入中间包区域，将成袋的覆盖剂抛到中间包内。执行长水口操作的LiquiRob能够承载高负荷，所以很容易使用一把料铲装满覆盖剂，将其倒在中间包内的多个位置。为了实现高速添加，使用不同的覆盖剂样品进行了大量试验。目前达到的水平是，添加90千克覆盖剂用时不到10秒。按照这样的速度，覆盖剂添加的时间要求很容易满足。●

Mario Hirth, 连铸机械专家
普锐特冶金技术奥地利



机器视觉的能力

工业机器人专为以极高的速度和精度重复同样的动作而设计。显然，我们在钢厂很少遇到这样的情况。举例来说，钢包在钢包回转台上的位置精度的典型值是每个水平方向 $\pm 250\text{mm}$ 数量级。另外，回转台抬起和降下钢包的動作没有准确定位，这意味着不同钢包的位置可能有很大差别。所以，为了让机器人能够以任何方式与设备互动，首先必须识别出设备的准确位置。

LiquiRob依靠立体相机系统解决了这个问题，后者能够准确地识别特殊目标物在三维空间中的位置。这些目标物安放在钢包和钢包回转台上的预设位置。位置测量的高度可靠性是LiquiRob能够在多尘的连铸生产现场成功应用的关键因素之一。



图1: Hyper UCM工程师Masahiko Natsume、Ryota Kono、Shinichi Yasunari、Fumihisa Shimaya和Takehiko Saito博士在他们的试验轧机前合影。

创新的 丰厚回报

普锐特冶金技术创新性冷轧方案超级万能凸度控制轧机(HYPER UCM)的过去、现在和将来。



Hyper UCM是开拓创新和数十年优化的成果。它不仅是新建冷轧机的首选技术，也可以用于现有可逆式冷轧机和串列式冷轧机的升级改造。本文回顾了Hyper UCM的开发和优化历程，还介绍了在中国钢铁企业马鞍山钢铁公司(马钢)执行的一个近期项目。

鉴于其在业界的地位，可以毫不夸张地说，6辊轧机设计是轧机技术发展史上的一座重要里程碑。这项发明改变了轧机的工艺过程和形式，让它变成了我们今天所知的样子。以打造最容易操作、性能最佳的轧机为追求的日本著名专家Toshiyuki Kajiwara博士[参见访谈录]在它的开发过程中起到了关键的作用。在他的探索精神鼓舞下，普锐特冶金技术后来又发展了他的设计，推出了一种非常先进的冷轧方案。

Hyper UCM是万能凸度控制轧机(UCM)的最先进版本，采用了Kajiwara博士的6辊轧机设计。除了保留标准6辊UCM的出色优点之外，Hyper UCM的工作辊直径比标准UCM减小了20 - 30%，从而能够将更高强度的材料轧制到更薄规格，并且达到极高的质量和产能水平。

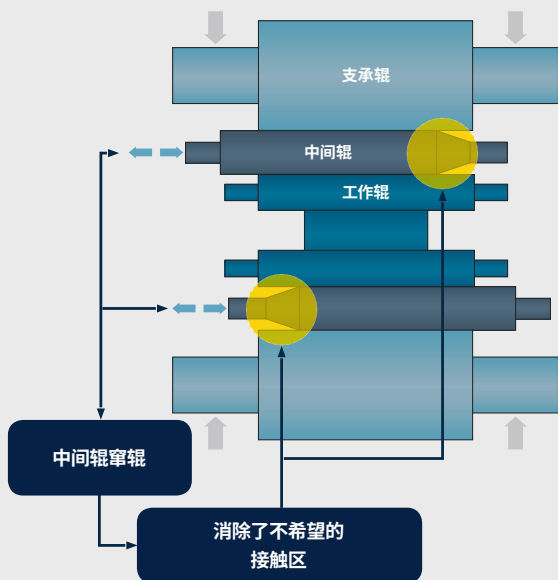
采用Hyper UCM能够使钢铁企业扩大产品范围，在冶金行业赢得竞争优势。对于以低碳钢为主的企业，强度更高、规格更薄和重量更轻的带钢的生产不再只是一个可选项，而是一个必选项。采用能够稳定生产先进钢种的技术已经成为了一个关键战略目标，因为电动车和轻型车的需求正在持续增长。Hyper UCM是应对这一挑战的理想工具。

6辊轧机的起源

在标志着轧制技术出现飞跃的Kajiwara博士的发明之前，4辊轧机的标准配置是一组支承辊和一组工作辊。在4辊轧机中，工作辊和支承辊的外侧超出带钢宽度的部分相互接触。这些部分被称为“不希望的接触区”，因为它们会造成工作辊挠曲，使轧制的带钢难以达到平直度要求。为了在4辊轧机上消除这些接触区并轧制出高质量带钢，必须掌握丰富的轧机操作知识和经验，因为需要根据道次表和待轧材料的变化更换工作辊，而工作辊的选择十分复杂，工作量很大。

Kajiwara博士的方案是采用6辊结构，这种新式轧机设计在工作辊和支承辊之间增加了可以窜动的中间辊以消除不希望的接触区。这一突破性方法可以在日常生产中采用，能够以一种简单和直观的方式生产出优质带钢，使轧钢企业大受其益。

可以说，Kajiwara博士的6辊轧机方案最大的技术进步是采用了直径小于4辊轧机的工作辊：6辊轧机的细工作辊减小了轧制力，增大了压下率。他的6辊轧机方案的另一个特点是通用性极佳，尤其在日常生活中表现得更加明显。同一套直型工作辊可以用于任何道次表，改变产品时操作人员无需更换轧辊。这样，轧辊库存量能够大幅度减少。 »

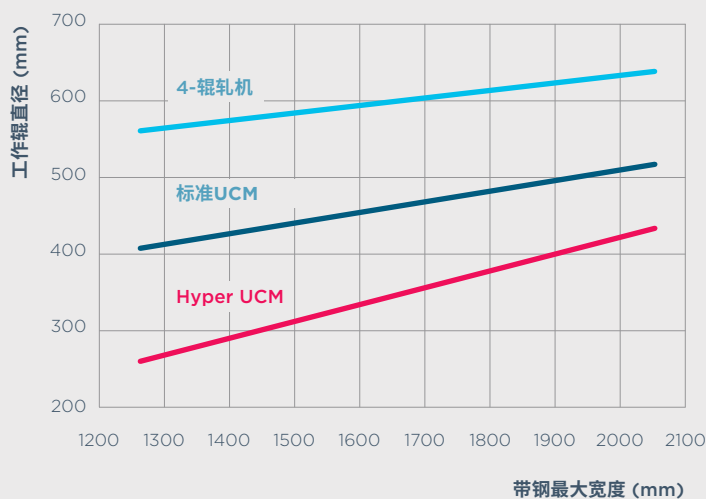


普锐特冶金技术6辊轧机的核心设计

在6辊轧机上——当然包括普锐特冶金技术的标准UCM和Hyper UCM——工作辊和支承辊之间的不希望的接触区由于引入了能够根据带钢宽度横向窜动的中间辊而得以消除。这样的设计能够抑制工作辊挠曲和最大限度发挥弯辊的作用，对控制带钢形状很有帮助。这种创新性的轧机设计使直型工作辊能够适应道次表的任何变化，让轧机操作变得非常容易。

HYPER UCM的业绩

客户	项目类型	要点	STATUS
中国马钢	可逆式冷轧机(3号轧机)	投产时间: 2013 钢种: 硅钢 厚度: 0.35-0.65 mm	已投运
东亚客户	串列式冷轧机;5个机架之一改造成Hyper UCM	投产时间: 2017 钢种: AHSS	已投运
中国马钢	可逆式冷轧机改造(1号轧机)	投产时间: 2018 钢种: 硅钢 厚度: 0.35-0.65 mm	已投运
中国客户	串列式冷轧机;4个机架之一将改造成Hyper UCM	投产时间: 2020 钢种: HSS, 硅钢	执行中
中国客户	串列式冷轧机;在现有5个机架基础上增加1个Hyper UCM机架	投产时间: 2021 钢种: AHSS	执行中
越南客户	可逆式冷轧机	投产时间: 2021 钢种: 低碳钢 厚度: 0.10-1.6 mm	执行中



4辊轧机、UCM和HYPER UCM的比较

4辊轧机上不希望接触区的发现和相应的解决方案——中间辊窜辊——使工作辊直径得以减小。左图根据来自世界各地不同钢厂的数据归纳了工作辊平均直径与轧机类型和带钢宽度的关系。总的来说，标准UCM的工作辊直径比4辊轧机减小了大约25%，而Hyper UCM的工作辊直径又比标准UCM进一步减小了20-30%。

业绩：

中国马钢可逆式冷轧机升级为HYPER UCM



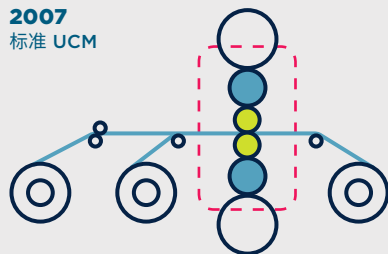
普锐特冶金技术于近期为优质电工钢领先供应商马鞍山钢铁公司(马钢)完成了万能凸度控制轧机(UCM)升级项目。自2007年以来,马钢一直在两套采用标准UCM技术的单机架可逆式冷轧机(RCM)上生产中等牌号的无取向(NGO)电工钢。公司的第三套RCM于2010年投入运行,

采用了更先进的普锐特冶金技术Hyper UCM方案,能够生产高牌号电工钢。在2017年,马钢与普锐特冶金技术签订了一份合同,这次是将其标准UCM之一升级为Hyper UCM。该项目大幅度提高了轧机的产量和性能水平。为了尽可能缩短停产时间,普锐特冶金技术决定重新利用原标准UCM的牌坊,因为它的辊组尺寸与Hyper UCM几乎相同。牌坊唯一需要修改之处是为新弯辊块加工出新螺纹孔。

Hyper UCM采用了不同的工作辊,直径只有260 mm,而以前的工作辊直径是370 mm。虽然辊径减小,但Hyper UCM仍然像标准UCM一样采用工作辊传动。细工作辊能够降低轧制力和减少道次数。为了适应工作辊直径减小和转速变化的情况,还安装了一个新的齿轮箱、一台新的传动电机和一种新式传动轴。另外,普锐特冶金技术也更新了弯辊块、换辊车以及入口和出口堆钢护板,这些都有利于细工作辊的应用。依靠Hyper UCM技术,升级后的RCM现在能够生产35W270等高牌号电工钢,而标准UCM基本上只能生产到35W440。

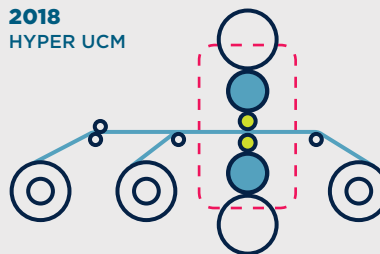
改造前

2007
标准 UCM



改造后

2018
HYPER UCM



产品

中等牌号无取向(NGO)电工钢
(35W440, 50W470)

高牌号无取向(NGO)电工钢
(35W270, 50W290)

轧机类型

标准UCM

Hyper UCM

工作辊直径

最大370 mm

最大260 mm

传动方式

工作辊传动

工作辊传动

UCM为渴望提高钢铁生产质量和效率的钢铁行业作出了巨大的贡献。

UCM的诞生

6辊轧机出现后，市场的期待一直在变化，对更薄、更硬、更平直的带钢的需求持续增加。有鉴于此，进一步发展这一创新方案的努力仍在继续，万能凸度控制轧机(UCM)应运而生。UCM的特点是带钢形状控制能力出色，在轧制力变化的情况下很容易保持带钢形状稳定。由于减小了边降，UCM也能提高产品收得率。在上世纪80年代，它作为新一代6辊轧机而具有的高性能让钢铁企业扩大了它们的产品范围，生产出了深受欢迎的优质材料。

UCM为渴望提高钢铁生产质量和效率的钢铁行业作出了巨大的贡献，确立了自身作为优质材料可靠轧制方案的地位。与此同时，近年来对更硬和更薄材料的不断增长的需求推动了技术的进一步发展。因此，普锐特冶金技术决定再推出一种新型轧机设计，让UCM的独特优点得到更大的发挥。

HYPER UCM的推出

Hyper UCM就是冷轧技术进一步发展的代表。它使用了更细的工作辊，配备了更小的工作辊传动系统。在Hyper UCM的开发过程中，进行了一项关于能够达到最大压下率的轧辊直径最佳组合的研究。普锐特冶金技术借助一种模拟方法计算了为获得良好带钢形状而需要限制的最大轧制力，以及轧辊强度所允许的最大轧制力。通过这一模拟，我们知道了在不同的轧机最大宽度下对达到最大压下率最合适的工作辊直径。这项研究为确定工作辊直径从UCM到Hyper UCM应减小20-30%奠定了基础。 >>



能够增大扭矩的新型传动轴设计

随着Hyper UCM开发工作的推进，普锐特冶金技术发现了轧辊直径的最佳组合。这使研究人员朝着先进的新型轧机又迈进了一步。下一步是将这些发现付诸应用。为了能够采用期望的工作辊直径，技术人员必须研制出使用较小传动轴的缩小的工作辊传动系统，因为工作辊直径虽然可以减小，但需要更高强度的传动轴以传递更大的扭矩。因此，需要一项技术突破：必须设计出一种能够向更细工作辊传递更大扭矩的新型传动轴。

普锐特冶金技术成功取得了这一创新成果。新型传动轴设计为Hyper UCM铺平了道路。新传动轴的材质和结构都得到改进，使其强度比传统类型大幅度提高。这种称为三菱-日立(MH)轴的新型传动轴能够传递比传统的万向节式(UJ)传动轴高出约2.7倍的大扭矩。自开发成功以来，MH轴已经在多家普锐特冶金技术客户的冷轧机上证明了自己的价值。

从轧机操作人员 获得新的灵感

Toshiyuki Kajiwara博士(1928–2012)被称为率先采用可窜动中间辊的6辊轧机之父。普锐特冶金技术的Hyper UCM就是以他的轧机设计为基础。通过这次原本由《日刊铁钢新闻》在1990年进行的采访，我们能够了解是什么促使Kajiwara博士开发了新方案，他采取了哪些步骤才最终完成了他的6辊创新。



是什么让您对轧机开发产生了兴趣？

Toshiyuki Kajiwara博士：在上大学的时候，我主要学习热机技术，比如燃气轮机。但是，当我开始工作后，被分配到了轧机部门。随着时间的推移，我被轧机世界深深地迷住了，并且一直从事这个领域的工作。

您在哪里寻找新发明的灵感？

Kajiwara：我总是在工作现场找到我的灵感。当我参观一个钢厂时，我不是同高管人员见面，而是直接和具体操作轧机的生产人员交流。我问他们怎样操作轧机，了解他们是否对轧机有什么抱怨。

您的发明背后的想法是什么？

Kajiwara：轧机属于一组机器的集合，它们和发动机等其他类型的机器相比与人的关系更近。这是因为，它们的性能在很大程度上取决于操作它们的工人的水平。充分发挥轧机的潜力离不开熟练的操作人员。这是轧机的固有特点，正是它促使我设计新的轧机，目的是让它们比世界上的任何其他机器都更容易操作——成为让操作人员喜爱的机器。我要开发的轧机必须是世界上最好的轧机，不能是第二好。

您是怎么想到要去发明6辊轧机的？

Kajiwara：发明6辊轧机的想法开始于60年代早期我对一家日本钢厂的访问。这家钢厂有一套4辊轧机，它的轧辊备品库存量非常大，而且轧辊有很多不同的凸度形状。操作人员必须根据每个客户订单的技术要求来选择不同的轧辊。更换轧辊真的很辛苦，而且工作量非常大。为了轧机操作人员着想，我希望找到一种不用换辊就能灵活地轧制任何道次表的办法。

然后您又发明了窜动轧辊以控制带钢凸度的方法？

Kajiwara：是的。你知道，当时人们认为，增大支承辊直径就能减小轧辊挠曲。还有一种叫作工作辊弯辊的方法被用来减小挠曲，但效果不是很好。支承辊挠曲根本不是工作辊挠曲的根本原因。罪魁祸首是“不希望的接触区”，就是4辊轧机中工作辊和支承辊超出带钢宽度的部分相互接触的区域。我发现，即使用高硬度钢制造支承辊和工作辊，只要不希望的接触区还存在，它们就会也像用橡胶制造那样产生弹性变形。

那您的6辊轧机设计为什么会有不一样的效果？

Kajiwara：我的6辊轧机没有不希望的接触区，让轧制变得简单。它用直型工作辊轧制任何宽度的带钢，只要根据带钢宽度灵活地横向窜动中间辊即可。不仅如此，这种轧机还能使带钢稳定保持形状——即使轧制力出现变化。

6辊轧机自诞生以来有发展吗？

Kajiwara：新方法经常会遇到阻力，6辊轧机技术也不例外。我们被问了很多问题：它用在大型轧机上的效果会和小型轧机上一样吗？它对可逆式轧机很好，但对串列式轧机怎么样？它对冷轧有用，那对热轧呢？它能轧钢，那能轧铝吗？不过，每次遇到挑战后，我们都克服了——依靠每个参与者的不懈努力。

Hyper UCM的技术优势为钢铁企业带来了显著效益。Hyper UCM降低了轧制力，减少了道次数，保留了标准UCM的出色的带钢形状控制能力。它还提高了轧制效率，能够高质量生产先进材料。

先进钢种

近年来，新型无取向(NGO)钢和更硬、更薄的先进高强钢(AHSS)的生产迅速增加。这些钢种被用在电动车和轻型车上，有助于减少碳排放。预计这些材料的重要性将与日俱增，促使钢铁企业不断改进它们的生产线。Hyper UCM能够生产太空时代的材料，对钢铁行业的可持续未来和环境保护作出重要贡献。

面向未来的轧制技术

Hyper UCM的先进特点对可逆式冷轧机(RCM)和串列式冷轧机(TCM)都适用。对于TCM改造，Hyper UCM可以替代现有TCM的部分机架，从而实现大规模、高效率、高质量生产先进钢种的目标。以本文所述马钢项目[参见第68页]为例，它用于RCM升级也是成效显著。

Hyper UCM轧机设计已被证明能够非常可靠和稳定地提供我们在现代生活中需要的材料——无论是现在还是将来。随着社会的发展和技术的进步，轧机技术也在不断优化，突破性创新相继涌现。普锐特冶金技术冷轧专家将始终致力于推动冶金生产向前发展，为世界各地的钢铁企业提供满足它们的战略需要的最佳方案。●

Shinichi Yasunari, 冷轧项目管理部主管

Chihiro Watanabe, 市场传媒协调员

(两人均来自普锐特冶金技术日本)



数百次实验 一项重大突破

Shinichi Yasunari是普锐特冶金技术最有经验的轧制专家之一。他在Hyper UCM的开发过程中起到了关键的作用。

在Hyper UCM的开发中您遇到的最大挑战是什么？

Shinichi Yasunari: 为了找到工作辊和中间辊直径的最佳组合，我们进行了几百次模拟。我们的目标是在不影响带钢形状和不超过轧辊间接触压力极限的条件下达到尽可能高的压下率。最后，我们成功地采用了直径比标准UCM减小20-30%的工作辊。

钢铁企业对Hyper UCM的哪一个方面评价最高？

Yasunari: 这应该说是Hyper UCM在高效率生产高硬度和轻型材料时的出色性能，它对减少汽车的碳排放至关重要。举例来说，近期的一个TCM升级项目把轧机的5个4辊机架之一换成了Hyper UCM，从而获得了生产AHSS的能力。

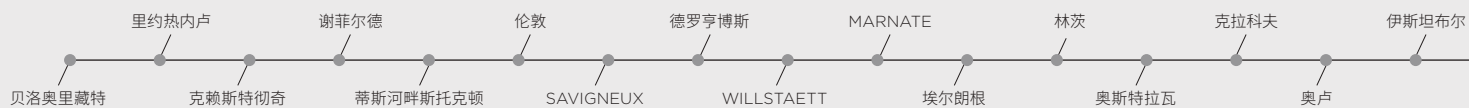
您能向我们透露一下您正在进行的工作吗？有没有什么绝密的项目？

Yasunari: Hyper UCM已经在3家钢厂投入运行，还有3个项目正处在设计和制造阶段。另外，我们还正在为一个新的TCM项目执行几项前期工作。这套轧机将被用来生产电工钢片，一种对混合动力车和电动车必需的材料。

天空像钢水般 火红



阿波达卡是本期《冶金杂志》机构介绍的主角



普锐特冶金技术墨西哥位于阿波达卡，这里属于该国第三大城市蒙特雷大都市区。此处机构专门制造电弧炉和钢包炉的核心部件，并且依靠不断扩大的服务部门面向钢铁企业开展各种维修业务。《冶金杂志》的Tom Widter博士访问了这里，希望找到这个地方、这里的人、这里的文化和墨西哥早晨的天空如此独特的原因。

我一走出蒙特雷机场，立刻就被包围在“热情”的墨西哥空气中。这是8月的一天。虽然已经是晚上8:30，但因为白天肯定是烈日炎炎，令人难耐，所以尽管天色已经变暗，温度仍然高居不下，仅仅是从几个小时之前的39摄氏度微降到了34度。没过几分钟，我的衣服就好像全都粘在了皮肤上。我是经由亚特兰大机场飞到蒙特雷的，这本身就是一次不同一般的体验——那里有卖唐纳德·特朗普牌巧克力的商店，还有在欧洲没有处方绝对买不到的安眠药在出售。跟亚特兰大不同，蒙特雷机场没有用墨西哥总统洛佩斯·奥夫拉多尔的面孔作装饰的巧克力——至少目前还没有。

到达后，我的第一个印象是，蒙特雷是一个美国化的墨西哥城市：我听到的大约一半话语都是美国口音。美国的影响当然是一个原因。由于希望既靠近美国市场，又能利用墨西哥廉价劳动力的跨国企业不断涌入，这个城市在最近几十年间发展得很快，无论是在人口数量还是生产能力方面。今天的蒙特雷有许多企业来自水泥、玻璃和汽车行业——当然还有钢铁行业。钢铁企业Ternium自己在城市的不同部分就建有4个工厂，而且还打算继续增加。在蒙特雷，你可以感受到经济的繁荣。

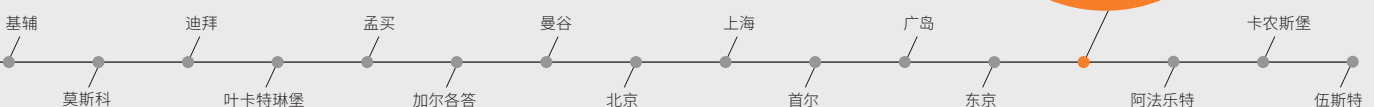
欢迎来到阿波达卡

普锐特冶金技术墨西哥公司位于阿波达卡，这里属于蒙特雷大都市区。我坐出租车前往公司的路上，天气变化非常有意思：当时接近日出时分，天空中有一种灰色，既不是雾也不是云。当我能分辨出明亮和黑暗的部分时——这是白天的时光开始的标志——天空的蓝色仍然没有现身。我查了一下手机上的天气app：果然，这是“烟”，这个地区特有的一种气象条件。后来，就在我到达公司时，地平线变成了钢水的颜色。所以说，哪里有烟，哪里就有火。

我立刻就受到了CEO私人助理Rocio Pelayo的欢迎。像她的许多同胞一样，Pelayo自然具备了典型墨西哥人的许多特质：热情，开朗，好客，快乐，以及我将会发现的思考有深度和广度。Pelayo带我参观了公司。这里有两幢厂房和一幢办公楼，而办公楼包括了两部分，是为体现普锐特冶金技术品牌而专门设计的。包括了主入口的部分基本上是圆形，并且刷成了橙色，从空中俯视很像由两个半圆组成的普锐特冶金技术公司标识。由于距离机场较近，座位靠窗的乘客在飞机降落时都可以看见公司的标识。 »

阿波达卡

普锐特冶金技术墨西哥位于阿波达卡，这里属于蒙特雷大都市区。



随后，我见到了普锐特冶金技术墨西哥的首席执行官Guillermo Gonzalez[参见第81页访谈录]和财务主管Karsten Kliewe。在被委派到蒙特雷机构之前，Kliewe先后在德国、巴西、美国和中国工作过。我问他，在他看来阿波达卡的员工有什么特别之处。“我们这里有很强的团队精神，”他说。“每个人都全身心地投入，贯彻执行我们制定的长期战略。有时候，我们会发现需要对这一战略的某些方面进行调整，而员工们完全以开放的心态来面对这些必要的调整，看到这一点真的让人欣喜。他们在工作时总是齐心协力。”

参观生产车间

为了实现制定的目标，公司设有两个生产车间。它们的面积分别为3,000和2,500平方米。公司还计划进一步扩大规模，再建两个车间。运营主管Blas Zapata[见第72页插图，另外一人是生产经理Santiago Duarte]带我参观了车间。“我们现在的两个车间彼此独立，但基本上都能制造同样的产品，”他说。这样的安排让Zapata能够根据公司在特定时间内正在执行的订单和维修合同的情况而动态调配资源。

该机构的专长之一是生产电弧炉和钢包炉的核心部件。在我参观时，两个车间都正在忙于制造Quantum电弧炉的电极臂和手指。普锐特冶金技术推出的这种电弧炉方案能够在作为炼钢原料的废钢被装入炉膛之前得到预热。这一能力使其同传统类型的电弧炉相比显著节能。在一车间，Zapata向我展示了处在不同制造阶段的电弧炉部件。

电极臂由很厚的双层金属板焊接而成。这些金属板需要用一台特殊的机器进行切割，而这台机器看上去像是大型的烧焊架——只是它的下面是一个水箱而不是你以为的煤火。然后，这些金属板被焊接在一起，使钢板层位于电极臂内部，铜板层位于电极臂外部。由于必须耐受高温，电极臂采用了一种复杂的水冷结构。“我们对自己制造的所有水冷设备都进行严格的测试，”Zapata说，“所以，我们的两个车间都有测试站。我们向电极臂内部通入高压水并保持一小时，以确认是否有泄漏。”

参观阿波达卡生产车间



阿波达卡生产车间制造电弧炉和钢包炉的各种核心部件。照片中是Quantum电弧炉使用的电极臂。



这是水冷系统的一部分，它将安装在电弧炉的炉盖上。多个这样的部件结合在一起，实现360度全覆盖。



该机构购置了3台能够制造“弯头”的新设备。弯头是焊接在两个相邻管端部的部件。

巨型手指

那么，手指是干什么用的呢？我问Zapata。“它们对Quantum电弧炉的功能必不可少——用来在预热竖炉中托住和释放废钢，”他说。根据电弧炉配置的不同，工人们分别生产14或16根为一套的手指。每根手指都非常大，但就像电极臂一样，它们的制造也是从板材切割开始。Zapata告诉我，切割机还能切割更厚的钢板，“最厚可以达到8英寸，”他说。“等离子切割机能够做到这一点。”我觉得，它太让人印象深刻了，甚至有点吓人——它切钢板就像切面包片一样。

Zapata带着我继续在一车间参观。我们经过了其他几种产品：安装在电弧炉内部的模块式水冷板，侧炉壁，还有其他不同类型的竖炉设备——有的很小，有的很大，还有的堪称巨大。“这件要放在炉顶上，”Zapata指着一个馅饼状的特大部件说。我想不明白：形状这么奇怪的部件怎么进行冷却。“当然，你必须把几个这样的部件结合在一起，才能360度覆盖整个炉顶，”Zapata说。经他这么一解释，我恍然大悟。

自行制造冷却设备用弯头的的能力，是Zapata特别为本机构感到自豪的一点。那么，什么是弯头？它们的用途是什么？许多冷却方案都要用到铜管或碳钢管，它们在完成安装后冷却水从中流过。不过，虽然这些管件能够被弯曲——事实上，生产车间里就有几台不同的弯管设备——但不可能被弯成180度。这时，弯头就会登场。它们将两个相邻的管件连接起来，可靠地保证水流通过整个冷却设备。“我们以前必须从其他制造商那里购买弯头。现在，我们自己就能制造，这让我们能够为客户报出更优惠的价格。”

»



每个车间都有一台这样的板材切割机。它采用了强大的等离子技术，能够切割厚达20厘米的钢板。



生产工人将把这些部件变成Quantum电弧炉的“手指”。手指在预热时托住和释放废钢。



该机构承接的维修业务之一是连铸辊修复。修复后辊面厚度将增大9毫米。

修复连铸辊

二车间不仅生产电弧炉和钢包炉部件，还承接操作部件的维修业务。普锐特冶金技术墨西哥公司最近就从钢铁企业Ternium获得了薄板坯连铸机的离线维修合同。Zapata带我看了连铸辊清理和修复的整个过程。它只是Ternium决定外包给普锐特冶金技术的维修工作之一，需要进行复杂的堆焊，因为辊面必须增加9毫米厚的金属层。

首先，每根辊都要用燃气烧嘴进行加热，以防止在堆焊过程中产生可能引起裂纹的气孔。加热时，辊子要连续转动，以保证热量分布均匀。然后，在辊子保持转动的情况下，使用焊机堆焊两遍，每一遍需要2小时，使辊面逐渐增厚。焊机以细线形式增加金属层，所以，堆焊后的辊面看上去就像是树的年轮。很

显然，这样的辊子不可能用于生产。所以，它们最后都要送到车间的机加工工段，在这里将“年轮”去掉，得到一个光亮如新的表面。

像这样的冶金服务将会越来越成为该机构的核心业务。Zapata和首席执行官Gonzalez都认为服务业务会显著增加，因为他们不仅把目光放在了墨西哥市场，还瞄准了加拿大、美国和中南美洲。他们的目标是，成为那些希望外包维修工作的钢铁企业的首选合作伙伴，帮助它们进一步提高生产效率，最大限度减少意外停产。在冶金服务方面，Gonzalez相信，公司只能说是刚刚起步——在亲眼看到了阿波达卡生产车间的高超技艺之后，我相信他将被证明是正确的。



是什么让我对 身为墨西哥人而骄傲 ...

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墨西哥人如此特别。



“我们的国家具有文化多样性，这反映在我们的食物、音乐和语言中。这是我们的丰富历史和不同文化融合的结果。”

Luis Gamboa
销售主管



“我们的人民非常善良。墨西哥人十分友善，乐于助人。我也喜欢我们的“温暖的爱”——这是我们的气质，它在我们的音乐和多样的文化中表现得很明显。另外，我真的喜爱我们的食物。”

Rocio Pelayo
CEO私人助理

与众不同

参观完车间后，我和不同的员工进行了交谈，以便更多地了解他们的追求，他们的抱负，还有他们的文化。在交谈的过程中，我发现自己完全被他们自我表达的方式吸引了：每个人都用精心选择的词汇来描述自己的想法和感受，而且西班牙语的口音让他们的英语有一种很好听的音调变化。你可以感受到这是个很大的国家，可以感受到她的丰富历史，部分地区的相对贫困，人们对生活的热爱、对家人和朋友的忠诚、让世界与众不同的决心。

我在交谈时提到的一个话题是人们对墨西哥的普遍误解。当外国人第一次来到这个国家和遇到墨西哥人时，他们最感到意外的是什么？“我有时觉得，人们普遍认为墨西哥人不够努力——以为我们做事比美国人马虎，”物流经理Mayra Gonzalez说，但她知道这不是事实。“还有，我们并不总是戴阔边帽，也不是骑驴上班，”她补充说。我很愿意为她的话作证。

该机构的销售主管Luis指出，“墨西哥的很多地方其实远比人们以为的要安全得多，”他希望消除外国人对于在墨西哥缺少安全感的担忧。“我们的自来水也比人们想象的要卫生得多，”他补充道。我问Luis，他希望墨西哥在10年内在世界舞台上和在本国人的心目中成为怎样一个形象。“我希望墨西哥在制造业取得更大的进步，”他说。“比如在汽车、航空、化工和其他高附加值产品领域。”他相信，服务业同样具有巨大的潜力。他对我总结说，他希望墨西哥人能够以“创业精神和工程能力”而闻名。 »



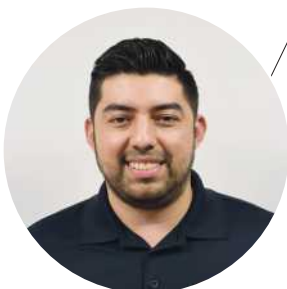
“家人和家庭的观念在我们和他人的交往中是最重要的：家庭的温暖。我们是勤劳的人，这是我们的文化的一部分。另外，我们的食物总是美味可口，而且种类繁多。”

Marco Rito
销售经理



“做一个勤劳的人是我们的文化的一部分。我们知道，如果我们齐心协力，我们就能取得伟大的成就。我们也富于创造力和奉献精神。”

Mayra Gonzalez
物流经理



“我们富于多样性——包括气候、食物、地方传统等等。在自然景色方面，我们有高山，沙漠，海滩，还有许许多多，就在我们身边。”

Jesus Ayala
项目经理



坚持才会有收获

Enrique Veazey是普锐特冶金技术墨西哥最具创新精神的工程师之一。他专注于开发创新性的炼钢炉设计方案。

您是有意识地寻找新想法，还是它们会“从天而降”？

Enrique Veazey: 我一直都在分析我们自己的产品，考虑有哪些可以改进的地方。技术人员一般都有这个特点，他们总是想方设法让事情变得更好。我有意识地寻找新想法。我的同事和我从其他部门听取更多的意见，比如研发部。有时候，我也从工作以外，在日常生活中寻找灵感。

您有没有什么“窍门”用来提升创造力和帮助促成发明？

Veazey: 我确保我们在心态放松的情况下开会。可以不那么正式。这样，大家就能更自由地思考，从而想到他们在有压力的情况下想不到的主意。我尽量让大家保持自己原本的状态。

有没有哪个新的技术领域让您特别感兴趣？

Veazey: 计算机在设备分析中的应用。计算机的功能已经变得非常强大，你在计算机辅助设计中能够真切地感受到这一点。举例来说，我们现在生成的三维图形的改进相当明显。这些图形可以作为进一步的复杂分析的基础。对我来说，三维是寻找新方法和优化技术方案的助力器。

难忘的景象

作为蒙特雷的最后一站，我在Rocio的陪同下参观了这座城市的“钢铁博物馆”，它的名字叫作“Horno3”。这是Guillermo Gonzalez的建议，他认为这是任何来到蒙特雷大都市区的人都“必看”的景点。“这个博物馆实际上是把墨西哥最老的钢铁厂改造而成的，里面有一座1880年的贝塞麦转炉和一座1970的高炉，”他告诉我说，好像我还需要继续劝说一样。

在开车去博物馆的路上，Rocio给我讲了更多关于博物馆的事情。原来的钢铁厂叫作“la fundidora”，建成于1890 - 1900年间。那是一个政治和社会稳定，普遍工业化的时代，墨西哥的铁路网就是在那时建设的。当时墨西哥对钢材的需求量非常大，比如钢梁、钢筋和桥梁构件，但必须进口。fundidora厂希望改变这种局面，而且它真的做到了——直到1986年5月停产关门。在2007年8月16日，关闭的大门重新打开，工厂浴火重生，变身为世界上最具创意的钢铁博物馆。

Horno3[参见第82 - 85页]里面到处都是交互装置，参观者能够非常方便地了解矿石、采矿、炼铁、炼钢、合金化、轧钢和带钢后处理。我在一个用钴芯芯样制成的木琴上弹奏了音符，尝试了当一名炉前工(我做得居然很不错)，还看了一场摔跤比赛——每个摔跤手都代表炼钢工艺中的一个元素，比如氧、硫以及“获胜者”铁和碳。Rocio和我随后沿着上料轨道走到了高炉的顶部，看到了“高炉奇观”——用LED灯照亮的高炉复制品，而且灯光随着传统墨西哥音乐的节奏而闪烁。壮阔的场面和精妙的构思令人叹为观止。模拟的场景包括了开口钻的噪音、烟雾和炽热的铁水发出的红光。Horno3让我的此次行程画上了一个完美的句号。

飞机起飞了。我透过舷窗，看到了公司这处机构的远景，特别是那幢独特的橙色圆形建筑。我在心里对这些墨西哥同事说了一句再见。他们热情，团结，奉行职业操守，充满诗意地表达自我。我觉得，墨西哥人的精神中有一些深刻和特殊的东西，但当你试图捕捉或定义它们时却又难以把握。也许，它们根本就无从把握——就像你无法抓住火。最后，我不再尝试了，而是想到，如果我在亚特兰大买一块特朗普牌巧克力当作礼物，我的朋友们会说些什么呢？也许，买一瓶龙舌兰酒或者一顶墨西哥阔边帽更保险。

JOSE LUIS ROSALES

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怎样度过一个普通的工作日。

JOSE LUIS ROSALES
冶金服务运营和质量经理



感受公司机构和蒙特雷市



鸟儿的视角

机构办公楼的第一部分是圆形，并且刷成了橙色，从空中俯视很像由两个橙色半圆组成的普锐特冶金技术公司标识。

乘凉者的视角

阿波达卡的天气会很热，比这个国家的南部地区要热得多。在这张照片中可以看到，普锐特冶金技术墨西哥的员工总是寻找能够躲避炎炎烈日的地方。



摩托骑手的视角

在蒙特雷驾车很安全，即使是在高峰时段。大多数车辆都得到妥善保养。你可以利用谷歌地图获得实时路况信息，从而选择最佳路线。不过，左边的摩托车可不是这个城市最安全的交通工具 ...

蛋糕爱好者的视角

想知道这是谁的生日吗？别费神了。据知情人(即拍照者)说，这些装饰摆在这里已经很长时间了。没有人想把它们拿掉，所以就一直留在这里了。



登山者的视角

Cerro de la Silla山有不少于四座山峰，其中，海拔1,820米的Pico Norte(北峰)是最高的。这座山很受徒步旅行者的欢迎，他们沿着小路跋涉3个小时登上山顶，一览城市全景。

对火和热的沉迷

普锐特冶金技术墨西哥的首席执行官Guillermo Gonzalez是钢铁行业的一位资深人士。Gonzalez拥有机电工程学位，还是一位工商管理硕士。但是，这些同他在钢铁行业的几十年职业生涯相比就很平常了——他几乎接触了钢铁生产的所有领域，从炼铁和电炉炼钢直到连铸和轧钢。Gonzalez也是企业资源计划软件和生产自动化应用的一位倡导者。



蒙特雷阿波达卡机构的核心能力是什么？

Guillermo Gonzalez: 我们设计并制造电弧炉和钢包炉的水冷部件，电弧炉的电极臂等核心部件，还有铜制备件。我们也提供越来越多的冶金服务，近期还从蒙特雷的一家钢铁企业获得了薄板坯连铸机离线维修的合同。今后，我们将把服务业务扩展到下游环节。

我知道，本机构目前有大约100名员工。这些人手是怎样在不同的业务领域分配的？

Gonzalez: 我们现在正在扩大规模。要不了多久，普锐特冶金技术墨西哥就会有140名员工。蓝领和白领员工分别占55%和45%。必须强调的是，这些白领员工有时要管理多达300名蓝领员工，比如在分包商数量很多时，或者在公司其他机构挑头的项目的执行过程中。

钢铁工业目前是否处在一个比较健康的状态？特别是对墨西哥来说，前景如何？

Gonzalez: 美国的钢铁行业非常活跃，我们正在参与其中。在墨西哥，现在的形势比前两年更稳定。美国的外交政策引发的政治动荡使物价出现了一定程度的上涨，但到目前为止我们应对得还不错。中国的发展对我们来说应该是有利的，因为这个国家正在从转炉炼钢向电炉炼钢转变，而我们为公司的节能型Quantum电弧炉提供多种重要的部件。

墨西哥的钢铁企业怎样才能更好地为将来作准备？

Gonzalez: 我们的国内市场主要还是需要建筑钢材，比如螺纹钢和优质扁钢。不过，对生产企业来说，真正的机会是汽车板、特种钢和特殊钢棒材，因为国家必须进口这些产品。现在，有两家钢铁企业已经开始了建设项目，这能让它们用墨西哥生产的钢材替代进口产品。

您最喜欢钢铁行业的哪个方面？

Gonzalez: 在钢铁生产中，一切都是巨大的和强大的。我喜欢电弧炉的运行方式——它们能够耐受极端的高温。人类尝试过永远降伏火，炼钢就是这样的一个象征。钢水让我沉迷，包括它的颜色变化，尤其是在连铸机上开始凝固时变成的橙色。钢铁生产就是我的生活，我和它密不可分。

20年后的世界会有怎样的不同？

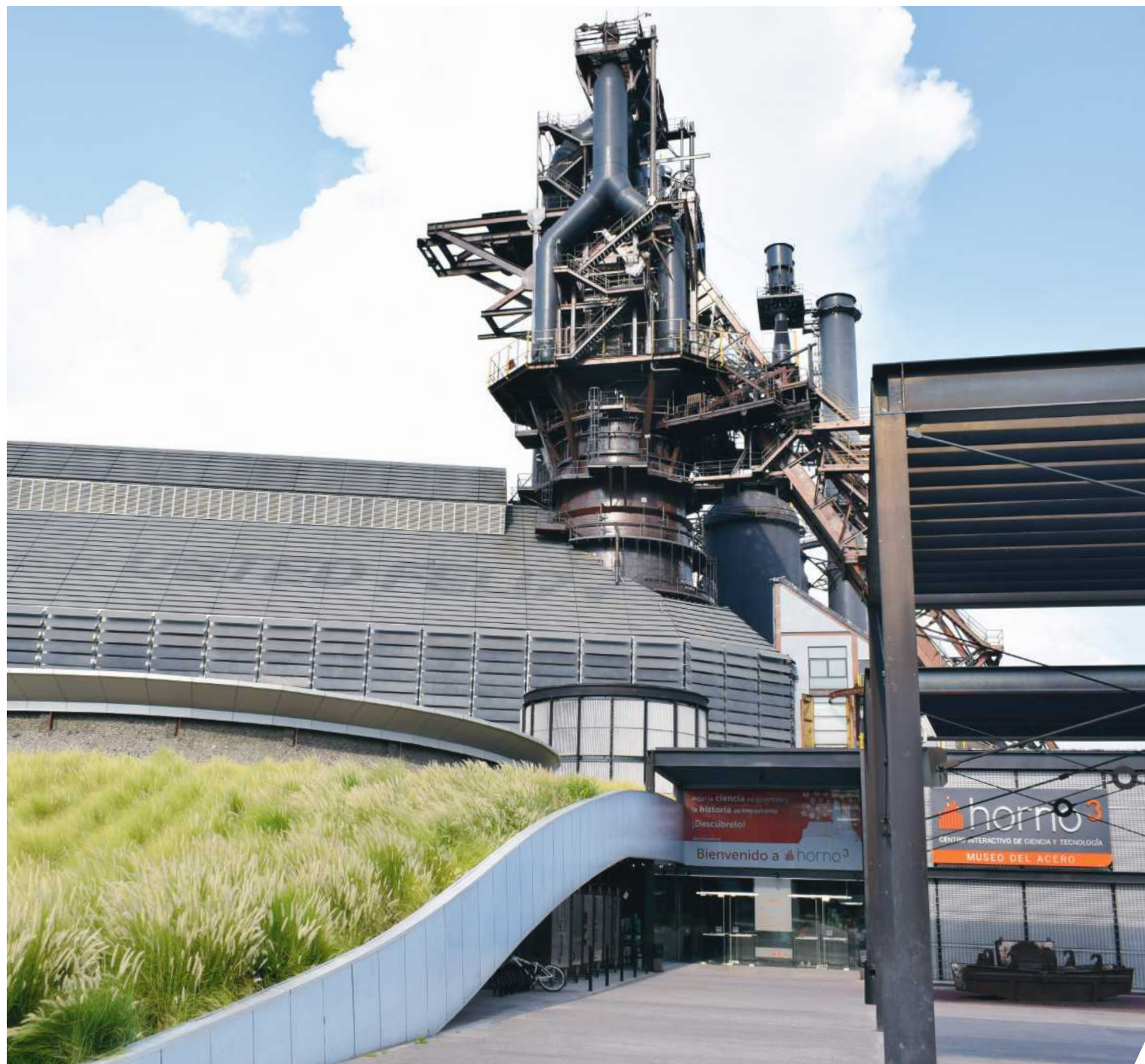
Gonzalez: 速度。像电子邮件这样的技术已经实现了全球即时通信。我们几乎能够在几天内到达任何地方。这影响了我们生活和感知世界的方式。

除了钢铁生产之外，还有什么样的技术能够吸引您？

Gonzalez: 有好几种：一级方程式赛车，飞机，还有潜水艇。

哪种发明您认为应当有但可能永远也不会出现？

Gonzalez: 时空隧道。●



当之无愧的 世界水平



1 在一家上世纪钢铁厂的旧址上建成的Horno³堪称新老结合的典范。这里有一个历史区，一个商店，还有其他许多吸引人的景点(见照片)。

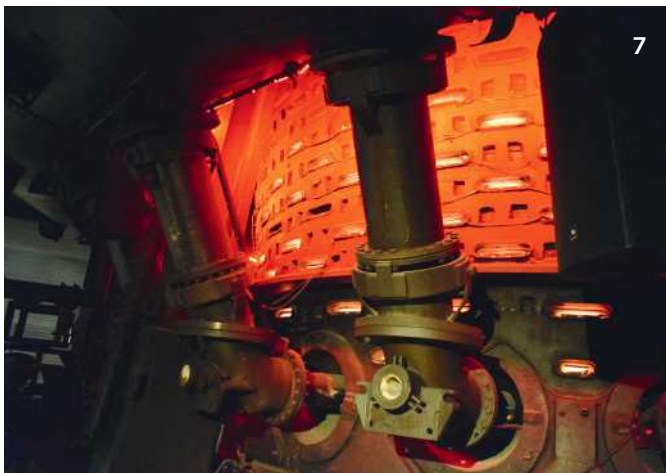
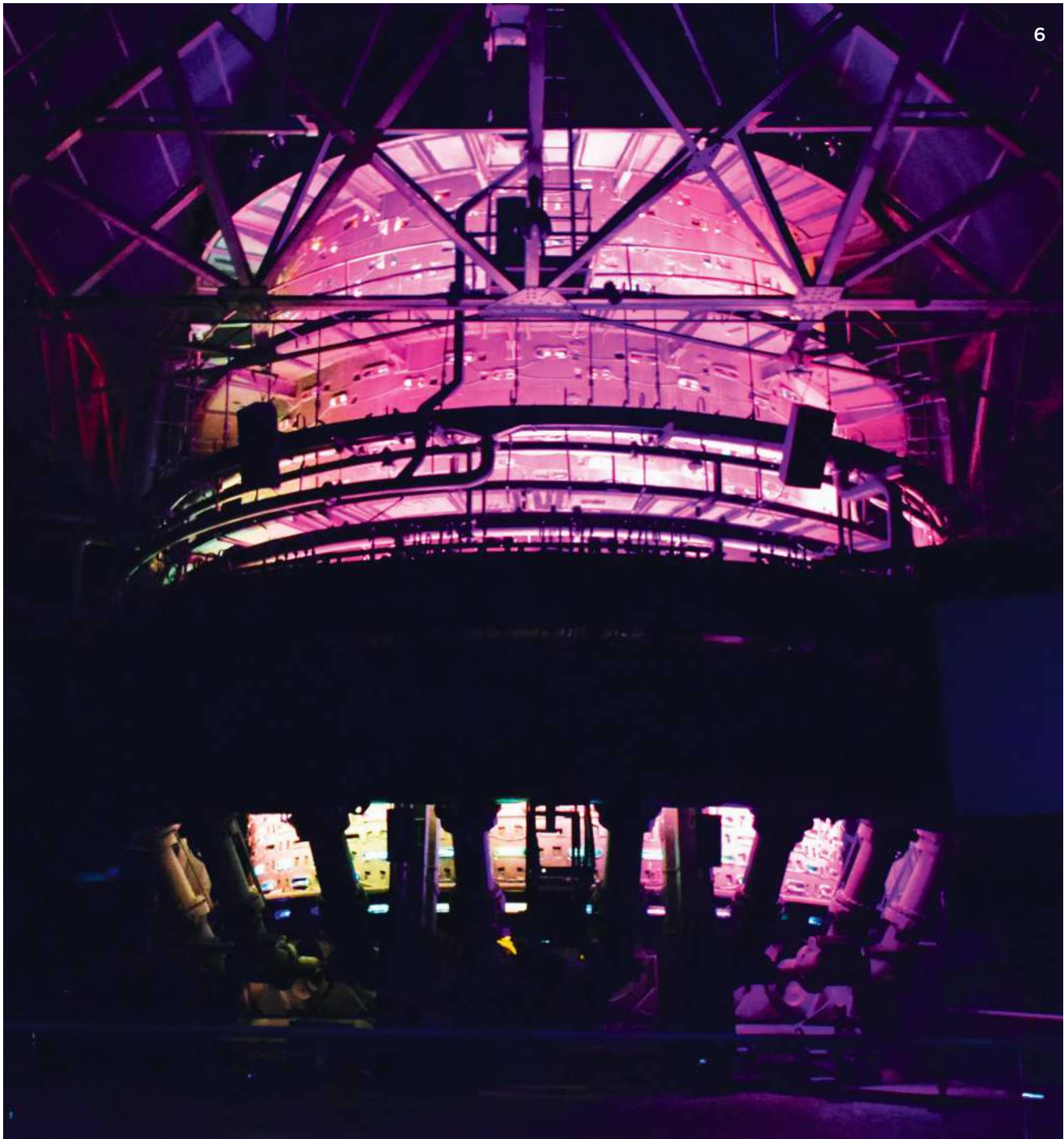
2 博物馆里到处都是交互式学习站。虽然其中有许多采用了多媒体手段，但这一个则是古典派：用钻芯芯样制成的木琴。

3 想过在显微镜下观察矿石，以辨别它们在表面结构上的差异吗？如果没有矿石及其开采，就没有钢铁生产。

4 你必须用力蹬踏板才能把这辆健身单车上的灯全部点亮。你需要这样连续蹬5,257个小时，产生的能量才够高炉炼出1吨铁。

5 在这里，你可以触摸到用过的和全新的电极，从而对这个电炉炼钢不可缺少的部分有一个感性的认识。你可以感觉到，它们的表面有很多孔隙。

“Horno³” 是任何来到墨西哥蒙特雷的人都必看的钢铁博物馆。它是在原来的一家钢铁厂的旧址上建成的，设有许多极具创意的交互式学习站，能够教给你对于世界上最重要金属的生产需要知道的全面知识。在这份介绍材料中，我们列举了博物馆的一些特色景点。像“高炉奇观”或能够把你带到退役高炉顶部的上料轨道这样的景点将会给你留下难忘的记忆。



- 6 “高炉奇观”是博物馆的亮点之一。它是一个实际尺寸的高炉模型，而且照明灯光随着音乐变换颜色。
-
- 7 如果近距离观看模型，它的精细程度会给你留下深刻的印象。你还能看到LED灯的安装位置。



8

8 如果你想进到高炉内部，蒙特雷将给你这个机会——而且完全没有危险。高炉从内部看也很壮观。



9

9 这张照片不像原始尺寸的高炉模型内部那样让人印象深刻。实际上，当你仰望炉顶时会感到尺寸并不大。

10 “高炉奇观”的创作团队还模拟了完整的出铁过程。你甚至能够听到开口钻发出的噪音，看到真正的烟雾冒出。

11 如果天气合适，你可以沿着上料轨道从外面爬到高炉顶部——就像炉料那样。不过别担心，你会完好无损地到达炉顶的。

12 从炉顶俯视给人以一种非同寻常的感受。虽然所有平台都有安全护栏，但如果你想在上面多待一会儿的话，你最好还是没有恐高症。

13 站在炉顶眺望，你会对蒙特雷大都市区的规模有更好的认识。在这张照片上，你可以看到远处地平线上的Ternium钢厂。



10



11



12



13



如果...
将会怎样



ALEXANDER FLEISCHANDERL博士 ...

...领导开发了普锐特冶金技术的许多独有方案。他注重预测技术趋势和开发创新方案。

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。

Alexander Fleischanderl博士于1997年加入普锐特冶金技术,领导了MEROS烧结废气净化系统和其他许多技术的开发。他目前担任上游技术主管兼钢铁冶炼技术副总裁。作为一位头脑敏锐的创新者,Fleischanderl博士迄今为止已经注册了大约100项专利,而且从不停止探索的脚步。我们请他对“如果.....将会怎样?”的问题发表了个人看法。

“我确信，氢气革命将会到来。在政府和私人领域都大力投入的情况下，氢气的应用将不再局限于实验室。”



... 如果您选择您最满意的绿色生产技术，您将会怎样选择？哪项技术最有前途？

Alexander Fleischanderl博士：让我用一种未来的而不是我们已经推向市场的技术来回答这个问题。到现在已经有一年半的时间了，我一直在密切关注钢的直接电解技术的进展。美国的一家初创公司在几年前开发了这项技术并建了一个试验厂，目前正在向工业生产推进。电解用一个简单的工艺替代传统的钢铁生产流程。它以铁矿为原料，用电作还原剂。另外，电解不产生任何碳排放，只有氧气会排入大气。它既简单又环保，但仍处于早期阶段。它面临的一个挑战是低成本可再生能源的可获得性：电解的环保性取决于它使用的电能的环保性。第二个障碍是制作阳极的材料——它必须是惰性的，不发生化学反应。第三个挑战是找到正确的冶金工艺，以使杂质元素在金属和渣之间适当地分配。我相信，这些难题在今后5年内都能被攻克。



... 如果氢气的生产成本突然大幅下降将会怎样？这将对钢铁生产带来什么影响？

Fleischanderl：我确信，“氢气革命”将会到来。政府和私人领域都正在大力投入。现在有很多关于未来基础设施建设的计划，比如氢气管道。氢气的生产和运输所涉及的大多数问题都已经解决。即使在目前，石油天然气和化工行业就已经在大量使用氢气了。但是，这些氢气中的95%都是“灰色氢气”——意思是它们是用碳氢能源生产的。将来生产的氢气必须是“绿色氢气”。风能和太阳能仍然有巨大的潜力，尤其是在世界上的一些特定地区。实际上，我正在和澳大利亚的一个项目团队保持联系，他们打算在附近的沙漠里建设大型风力和太阳能发电厂，并计划把获得的能源用于绿色氢气的生产。现在，如果你知道在同一个地区也有铁矿的话，那么前景是非常乐观的。我们普锐特冶金技术已经启动了一个典范性的研发项目，这种称为HYFOR的氢基粉矿直接还原方案可能对澳大利亚相当适合。我们的第一个试验厂将在明年启用。



普锐特冶金技术坚持开发面向未来的绿色生产方案。



... 如果您想象一下30年后的世界，您觉得同今天的世界相比将会怎样？

Fleischanderl: 如果你把今天的世界和上世纪80年代作一个对比的话，就能知道30年的时间会发生多大的变化了。我认为，这样的变化将会持续甚至加速。到2050年，世界钢产量将增加40 - 50%，材料性能优异的新钢种将会出现。钢的生产也将采用新方法，它们要比我们现在采用的方法环保得多。许多政府和钢铁行业的领导人都设立了目标，到2050年把碳排放削减80 - 95%。这样的减排幅度将会产生巨大的影响，并且永远改变钢铁生产的面貌。除了钢铁，2050年在其他许多方面也将不同，比如我们使用的能源。在那之前，有许多问题必须得到解决。需要找到生产、储存、传输和配送可再生能源的新方法和改进的方法。当氢气变得价格越来越便宜和供应量越来越大，汽车制造商将会开始销售燃料电池汽车，它们远比今天的电动汽车和卡车更能适应长途驾驶和交通拥堵。



... 如果钢铁企业需要为它们的最终产品进行“绿色”认证——针对它们的碳排放和能耗——将会怎样？

Fleischanderl: 数字化无论现在还是以后都仍然是钢铁企业的一个重要话题。多亏了低成本智能传感器，还有像普锐特冶金技术全流程工艺优化这样的工具，如今的钢厂能够在每个带卷的生产过程中生成并记录大量的数据。这些信息不仅限于工艺方面，还可以扩展到能源使用和排放方面。采用综合性的在线控制系统监测和跟踪排放是在何时何地产生的，已经成为了钢铁企业的普遍作法。能源使用也是如此。根据所有这些信息，其实很容易准确地掌握一个具体带卷的生产消耗了多少能源，碳排放是多少。只要再多迈出一小步，就能为每个带卷贴上“绿色标签”。我认为，对所有钢产品都实施绿色标签制度，并作为行业标准开始在全球推广，是非常重要的——不仅对普锐特冶金技术来说，对先进的钢铁企业也是同样。最终用户在作出采购决定时将会考虑这些绿色标签，政府也能更好地征收合适的碳税。



... 如果让您选出一个希望能够轻松解决的钢铁行业面临的重大挑战，您会怎样选择？

Fleischanderl: 我想，我会选择让全球钢铁行业更加平等。不同国家的钢铁企业所处的条件大不相同——比如在环保法规和能源价格方面。结果，钢铁企业面临的机会不均等。在这方面，更关键的因素是能源成本，而不是只占到总生产成本百分之几的劳动力和在全球市场上交易的原材料。如果大家机会均等的话，将对整个钢铁行业和环境都有很大的好处。

“如果大家机会均等的话，将对整个钢铁行业有很大的好处。”



... 如果为了在全球层面保护环境而要求您只采取三项措施，您将会怎样做？

Fleischanderl: 我要采取的第一项措施会是推动全球努力，让可再生能源生产尽快实现数量级增长。这项工作需要在今后20年内完成。在2018年，风能和太阳能的发电量是2000年的65倍。可再生能源的价格也相应降低，预计不久就能达到每千瓦时30美元的水平。随着绿色能源越来越便宜，氢气生产将会大幅增加，从而推动钢铁行业以及交通运输和化工等其他行业大幅度减少碳排放。

我的第二项措施将是在重工业领域强制执行具有重要意义的能源效率和回收项目。政府机构可能必须为此提供财政支持，以保证经济可行性。具体到钢铁行业，我指的是烧结矿冷却机、电弧炉、碱性氧气转炉和液态渣的废热回收。生物技术是另一个我认为有巨大潜力的技术领域。举一个例子：普锐特冶金技术是美国公司LanzaTech的股东之一，该公司拥有一种利用微生物把富碳废气发酵成乙醇的技术。这种工艺类似于啤酒酿造，但在最恶劣的条件下进行。得到的乙醇很容易转化成汽油、煤油或塑料。我们和阿赛洛米塔尔在它的比利时Ghent厂合作执行了“Steelanol”项目，将从2021年起每年生产大约8,000万升生物乙醇。

第三，我想确保全球有效的环境标准和经济条件。把钢铁生产从一个国家转移到另一个国家以逃避“高成本的”环境法规，对应对气候变化没有任何帮助。所有钢产品都应当贴上碳足印标签，对碳密集型产品在世界范围内都应当比低碳产品更多地征税。遗憾的是，你只让我采取三项措施——我能想到的还有很多很多。●

CONNECT

WEL

BIENVENI

欢迎

BEN

METEC 2019

冶金行业的许多从业者都参加了在德国杜塞尔多夫举办的这次业界首屈一指的展会。下面，让我们作一个回顾。

TO NEXT

WILLKOMMEN

WELCOME

ترجیب

BENVENIDOS

BIENVENUE

BENVINDO

دوبرو پوزдравље

ДОБРО ПОЖАДОВАТЬ



在钢铁行业准备在一个不确定的经济和监管环境中面对一个不确定的未来的情况下，METEC 2019冶金展提供了一个反思和学习，并且寻求分析、支持和指导的论坛。

普锐特冶金技术充分利用METEC的机会展开对话，听取意见，交流想法，希望找到与我们的合作伙伴共同发展的道路。本着这一思想，我们设计了简洁、开放、明亮的展台，确定了展览主题：“连通未来”。展台的四个重点区域旨在把谈话引

向我们认为将会塑造钢铁行业未来的发展趋势：数字化工厂（“连通智能化”）；可持续钢铁（“连通绿色化”）；高产型资产（“连通高效化”）；新型业务（“连通战略化”）。在展会期间举行的一场新闻发布会上，我们还宣布了一种突破性的无碳氢基铁矿还原技术(详见第38 - 45页)。

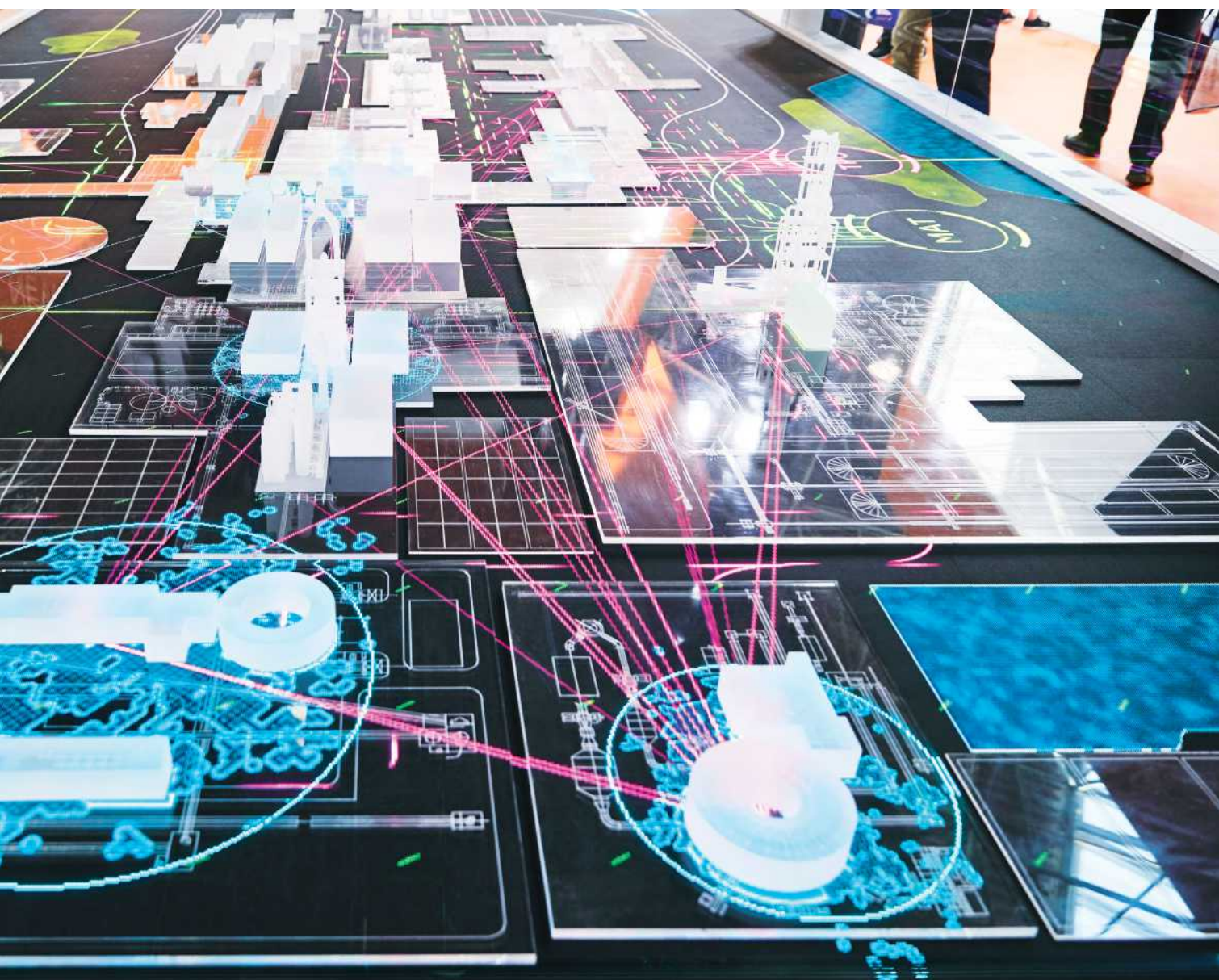
希望随后的展位介绍能给您留下深刻印象，并期待着下次与您再见！



钢铁城市

——未来的钢厂

虽然业界谈论全面互联的数字化钢厂已经多年，但在许多人眼中它仍然是一个遥远的愿景。普锐特冶金技术展台的主要展品“钢铁城市”将这一愿景变成了可以感知的现实——尽管是以亚克力模型和LED显示屏的形式。它使我们的专家能够从鸟瞰的角度讲解虚拟钢厂，并且演示怎样通过整个钢铁生产链上不同工艺设备的数字化协调、质量的优化和工艺诀窍的积累而以众多方式让生产企业受益。



未来实验室

——数字化方案的亲身体验

在会议室内边喝咖啡边交谈远远不够，有些事情你会希望深入了解细节。普锐特冶金技术展台的“未来实验室”正是为此而设。这个区域布置了几个工作站，由相关领域的专家负责操作，目的是让参观者获得对于数字化方案的亲身体验——从上游和下游工艺优化、数字孪生体、状态监测和预见性维修直到我们的新型电子服务平台m.space所包括的一系列创新性在线服务。事实证明，未来实验室大受欢迎。





开拓者沙龙

—— 座谈和讨论

展台上的“开拓者沙龙”吸引了来自业界各个方面的参观者。它的目的是在不同领域的思想领袖和他们的同行之间建立联系，并且为技术报告、座谈讨论和专业问答提供一个合适的场所——当然也可以安排一些即兴发言和社交活动。在这里举行的主要活动包括：与来自阿赛洛米塔尔和奥钢联钢铁公司的客人就可持续钢铁生产进行的会谈，关于孟加拉国钢铁企业GPH Ispat短流程钢厂项目的讨论，还有与阿维迪集团和美国钢铁公司的特邀嘉宾举行的阿维迪ESP技术10周年庆祝活动。

QUANTUM电弧炉

—— 乐高模型

“逐一增效”，德国乐高艺术家Pascal Lenhard在展会期间精心拼装的作品上写着这样一句话。这是普锐特冶金技术Quantum电弧炉的一个精细的模型，它不仅带有活动部件，而且包括了功能完备的废钢装料升降机。它在METEC 2019的第3天搭建完毕，由普锐特冶金技术德国公司的执行董事Martin Fleischer博士在鼓乐声中启动运行。它绝对比原型省电。这个模型现在成为了普锐特冶金技术Willstätt-Legelshurst机构门厅里的装饰品。



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

1452

列奥纳多·迪·塞尔·皮耶罗·达·芬奇于1452年4月15日出生在芬奇，他的父亲皮耶罗·达·芬奇是公证员，母亲卡泰丽娜是农妇。

1467

开始学习技术技能(比如绘图、化学和冶金)和艺术技能(雕刻和塑像)。

1472

成为圣路加公会(艺术家和医生的行会组织)的会员。

1481

接受他的第一份委托工作：为斯科佩托的一家修道院绘制“三博士朝圣”。但是，这项工作从未完成。

1482

列奥纳多接受米兰公爵卢多维科·斯福尔扎的邀请来到米兰。

列奥纳多·达·芬奇

文艺复兴时期的画家，雕塑家，科学家，发明家，仿生学先驱

一位先哲说过，万物皆有动人之处，然非众人皆能洞悉。列奥纳多·迪·塞尔·皮耶罗·达·芬奇不止是看到了美，他拥抱美，从中获得灵感，并且让自己成为了有史以来最伟大的画家之一，同时也是世界上最有才华和创造力的思想家之一。文艺复兴巨匠列奥纳多·达·芬奇认为，人类创造的任何东西在优雅、美丽、经济性或功能性上都无法同自然产物相比。所以，他也是仿生学领域的伟大创新者之一。他对自然和生命怀有最深切的敬意，从生物获得灵感是他创新的方式，这为他的飞行器、人工翼、潜水艇和其他许多发明的最初想法播下了种子。

“仿生学” (biomimicry)这个词因为科学家、作家、仿生学研究所共同创办人Janine Benyus在1997年出版的《仿生学：受自然启发的创新》一书而流行开来。仿生学研究所将这个学科定义为“通过模仿大自然中经过时间考验的模式和策略而为克服人类所面临挑战寻找可持续方案的创新途径。”仿生学既是一门科学，也是一门艺术。达·芬奇真的富有远见，他认为这两个方面不可分割。仿生学的目的是，学习大自然的奇思妙想，并利用它们来解决人类造成的许多可持续发展问题。它的观点是，大自然——动物、植物和微生物——已经花了亿万年的时间为我们今天面对的许多问题寻找解决方案，那么，为何不利用大自然的“工程”专长呢？

仿生学的倡导者

虽然在15世纪时还没有这样的词汇，但列奥纳多·达·芬奇绝对是仿生学的倡导者。他从小就在大自然中寻找灵感。列奥纳多出生在芬奇的托斯卡纳山镇，因为是一个私生子而没有受过正规教育。在15岁时，他成为了佛罗伦萨艺术家安德烈·德尔·韦罗基奥的学徒，结果证明这是一个非常明智的决定。正是他的这位导师鼓励他从自然汲取灵感。这位艺术家教给年轻的列奥纳多在绘制或雕刻人像时由内到外构建图像。为了提高自己的艺术水准，达·芬奇在他的一生中解剖了大约30具人体。



你知道吗？

- ... 达·芬奇设计了第一个仿人型机械。他的“机器骑士”实际上是一套通过一个由齿轮、转轮、滑轮和绳索组成的精巧的系统进行操作的盔甲。
- ... 达·芬奇提出了隐形眼镜的最初构想。他相信，在眼睛上戴上充水的镜片可以改善人的视力。
- ... 达·芬奇第一个描述了冠状动脉疾病，也是第一个将心脏描述为肌肉组织。
- ... 第一个有记录的声纳使用者是1490年的达·芬奇。他在水中插入一根管子，用耳朵来探测轮船。
- ... 尽管达·芬奇讨厌战争，但他发明了许多战争装备，包括装甲坦克、一种制造炮筒的水力机、一种巨弩、一种三管大炮和一系列能够使军队越过水面推进的旋转和移动式桥梁。
- ... 达·芬奇对大海的痴迷有据可查，这使他设计出了水下呼吸器。在威尼斯工作期间，达·芬奇设计了他的水下呼吸器，用以从水下出其不意地攻击敌人的船只。潜水者的头上戴一个像口袋一样的面具，空气由一个浮在水面上的潜水钟通过两根芦苇杆提供。

»

1487

列奥纳多画了解剖图“维特鲁威人”。

1490

开始为他的赞助人卢多维科·斯福尔扎制作青铜马。

1495

开始为圣玛利亚教堂创作“最后的晚餐”。这幅杰作花了两年时间才完成。

1503

开始为“蒙娜丽莎”的模特莉莎·德尔·乔康多画肖像。

1519

列奥纳多在安博伊斯逝世，享年67岁，死因可能是中风。

达芬奇对完美形态的热爱可以从他的许多解剖图中看出，包括著名的“维特鲁威人”在内。这张图不仅反映了列奥纳多对比例的绝对理解，而且是数学与艺术的融合，这恰恰是列奥纳多的毕生写照。物理学家、教师和作家比伦特·阿塔拉伊在美国国家航空航天局(NASA)兰利研究中心的一次讲话中说：“没有一个自尊的艺术家会到处去数树枝，但列奥纳多就这样做。他是一个搞艺术的科学家。这一直都是他所追求的模式。比例，模式，背后的数学。”

大自然的密码

列奥纳多的许多作品据说都体现了“黄金比例”——在自然界中广泛存在的一个数学原理，从花瓣、花种和树枝到贝壳、螺旋星系和DNA分子都是如此。文艺复兴时期的许多艺术家都利用黄金比例来获得平衡感和美感，达·芬奇就在他的“最后的晚餐”中采用了这个比例，另外也把它用在了可以说是他最著名的艺术作品“蒙娜丽莎”中。黄金比例和数学家列昂纳多·斐波那契在公元1200年前后发现的“斐波那契数列”密切相关，后者是最著名的数列之一，其中的每个数字都是前两个数字之和。这个数列被称为“大自然的密码”，也存在于许多标志性建筑的尺寸中，比如吉萨大金字塔和雅典帕特农神庙。

“凭借人类的聪明才智不可能创造出比大自然的发明更美、更简单、更直接的东西，因为她的发明既没有一丝缺少，也没有一丝多余。”

列奥纳多·达·芬奇

自然界中的斐波那契数列

在意大利数学家列昂纳多·斐波那契发现的斐波那契数列中，每一项都是前两项之和：**0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34**, 等等。它的数学表达式是

$$F_n = F_{n-1} + F_{n-2}$$

在许多自然现象中都能发现这个数列，因此它也被称为“自然界的通用法则”。下面是几个最突出的例子：



贝壳：

许多贝壳，包括蜗牛壳和鹦鹉螺壳，都符合斐波那契数列的递增比例。



树枝：

树枝从树干上长出和分叉的方式是斐波那契数列的一个例子。



花种：

花的种子——向日葵就是一个很好的例子——通常在中心产生，然后向外螺旋排列。



松果：

果荚以相反方向螺旋排列，螺旋排列的步数符合斐波那契数列。



花瓣和叶子：

花瓣按照斐波那契数列逐层展开；植物叶子的布置使得在一片新叶直接在上面长出来之前绕茎排列的叶子数量达到最多，从而保证每片叶子都受到最适量的阳光照射和尽可能多的雨水滋润。



DNA分子：

DNA分子双螺旋结构的每个完整螺旋单位的尺寸为34埃 × 21埃，而在斐波那契数列中34就排在21之后。

阿塔拉伊还建议说，NASA的科学家和工程师们可以从列奥纳多的书中学到很多东西。“我认为，要想提升创造力，你必须把不同领域的知识技能结合起来，”他指出。“很显然，列奥纳多是最高水平的科学家、艺术家、发明家、数学家……跟随列奥纳多的脚步不会让我们中的任何人成为另一个列奥纳多，但是，以他为榜样能够学到很多东西。你应该坚持记笔记。你应该画草图。即使你没有艺术能力，也可以试着画草图。你会开发出能力的。你能更好地记住事情。”

它是鸟还是飞机？

为了能让人类飞行，列奥纳多·达·芬奇仔细观察了鸟类的解剖结构和飞行动作，并运用仿生设计原理绘制了各种飞行器的草图——包括一种扑翼机。它依靠飞行员的手臂和大腿的力量转动曲柄，使机翼能够扑动。达·芬奇实在是太超前了，以至于在他那个时代不可能按照他的飞行研究制造出任何真正能够飞行的机器。但是，他的设想后来给怀特兄弟提供了灵感，他们也仔细观察了鸽子的飞行。怀特兄弟设计并制造的第一架飞机在1903年飞上了天空。

达·芬奇还通过观察树荚和花朵从树上落下的情形而设计出了飞机螺旋桨(被视为直升机鼻祖)和降落伞(人类飞行的必需装备)。他对飞机螺旋桨的设想是，利用人力以足够快的速度转动螺旋桨，在叶片下方产生螺旋状气流将结构物抬离地面。他设计的降落伞是三角形而不是圆形的。第一个真正对达·芬奇降落伞进行试验的人是阿德里安·尼科尔斯，他的原型伞在2000年获得了成功，证实了达·芬奇的天才设想。

水的力量

在佛罗伦萨市政府的记录中，列奥纳多·达·芬奇被称为“水力大师”。他对水十分着迷，将水描述为“大自然的运输工具”。他相信，水对于世界就像血液对于人体。的确，他对城市的描写就像解剖图一样，水道分布在其中。在对水痴迷的同时，他也生活在对其破坏力的恐惧中，因为他目睹了两次像阿尔诺河决堤这样的灾难。在他生命的晚期，达芬奇一直被大洪水摧毁地球的景象所困扰。

达·芬奇观察了水的流动和潮汐的涨落，第一个提出了侵蚀理论。他说：“水侵蚀高山，填充低谷。如果可能，它将把地球冲刷成一个完美的球形。”也许正因为如此，达·芬奇致力于研制能够被用来控制和引导水流的装置，还设计了水闸和运河系统。水和能量之间的关系也启发列奥纳多产生了用水为锯木厂、锻造厂、面粉厂、制造厂和丝纺厂提供动力的想法。

“问题在于，我们怎样把求教于自然的行为变成日常发明的一个正常组成部分？”

Janine Benyus
仿生学研究所共同创办人

各个学科的大师

很显然，列奥纳多·达·芬奇是一位多面手，对他所接触的每个学科都很精通。这份清单实在令人惊叹不已：艺术家；解剖学家；建筑学家；古生物学家；植物学家；自然科学家；作家；雕塑家；哲学家；机械学家；发明家；音乐家；诗人；等等。他了解大自然的力量，意识到了可持续问题。事实上，达·芬奇远远领先于他的时代，他已经为森林可能由于人类持续需要燃料而遭到过度砍伐感到了担忧，并且设计了一种能够利用太阳能的系统，希望在文艺复兴时期的佛罗伦萨使用凹面镜来加热水。达·芬奇还准确地描述了蒸发、凝结和降水的水文循环，即使在今天我们也可以利用这个循环来帮助我们理解气候变化背后的科学。

在维也纳出生的物理学家和系统理论家弗里乔夫·卡普拉指出，虽然列奥纳多·达·芬奇的科学发现都已被“重新发现”，但我们也不能不对他的天赋和他在那么早就作出所有这些发现而感到由衷的赞叹。我们可以从达·芬奇身上得到很多启发，卡普拉说，“比如他的系统性的思考方式，他把问题联系在一起的方式，以及他观察事物联系的方式；还有他对自然的尊重，他在仿生学和生态设计方面对模仿和学习自然的渴望。他总是把科学和伦理学结合在一起。在他看来，动物在本质上与人类完全平等，站在同一条线上。他是个素食主义者，对生命非常尊重。”列奥纳多·达·芬奇是一个具有无限想象力和创造力的思想家，他的思想至今仍然影响着艺术和科学；他的创造力是如此惊人，以至于这位历史上最伟大先驱之一的许多开创性发明直到他去世几百年之后才成为现实。●

普锐特冶金技术实验室 的研究成果

管理数据集

钢铁厂需要使用大量的备品备件。Michaela Jaksch将它们汇集到一个在线目录中。



MICHAELA JAKSCH ...

... 通过自己对m.buy作出的努力而让钢铁企业比以往更轻松地订购备品备件。



图1: 实施m.buy后, 钢厂的设备都将被赋以代码, 从而能够查询到正确的备品备件。

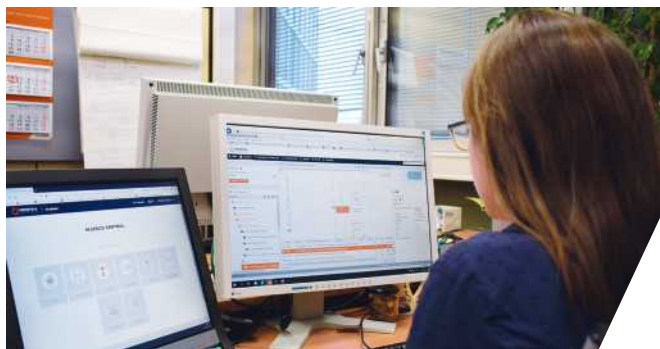


图2: 开发m.buy及其备件目录需要不断进行测试, 以确保所有功能都易于使用。

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。

站在备件管理最前沿

“有了m.buy的陪伴，我已经爱上了数据，” Michaela Jaksch说。m.buy是普锐特冶金技术新推出的备品备件在线目录。它由公司的服务部门开发，包括在m.space平台中，收录了一家钢铁企业可能需要的所有备件的大量相关数据。“之所以推出m.buy，是因为我们想让我们的客户比以往更轻松地订购它们需要的备品备件，” Jaksch说。“所以，我们针对每一家客户来调整m.buy目录，这样，它们就能找到和它们已经安装的设备完全匹配的备品备件。”

系统性的方法

在创建新的备件目录时，Jaksch采用了一种系统性的方法。根据一家钢铁厂的设备配置，她首先收集所有相关备件的数据，然后按照设备总图对汇集的数据进行结构化处理。这时，m.buy的一个优点开始体现出来：整个设备用基于装配图的示意图来表示——不仅有完整的设备图，还有不同的断面图和更小的组件图。每张图上都有相关设备所用备件的参考号，而且每个部件都有标签。对使用m.buy的维修人员来说，这意味着他们能够在需要的时候准确地得到自己需要的信息，而不必再花费时间去寻找合适的备品备件，不必再为努力避免设备停产而忙乱。

未来工程

m.buy的许多基础技术都非常先进。Jaksch是普锐特冶金技术“未来工程”活动小组的正式成员，这个小组的宗旨是在现有的和即将推出的技术方案中引入创新概念。她和负责增强现实应用、信息管理和人工智能等工作的同事保持着沟通，这样的交流有助于保证每个人在各自的方案开发中都采用最新和最先进的技术。m.buy一直在与钢铁企业的密切合作下得到优化。“我们尝试不同的方法，目的是尽可能容易地找到正确的信息，” Jaksch说。那么，Jaksch和她的m.buy工作今后将会如何？m.buy会有更多的数据、更多的客户甚至更多的功能吗？肯定会。不过，眼下要做的是进一步优化。●



图3：Michaela Jaksch把这些小包装的水果干和坚果叫作“应急食品”。这是为了保证血糖水平。



图4：Jaksch向她的同事们介绍一个m.buy备件目录的最新进展。



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，我们主要谈沟通自然——花时间待在户外能够增进你的健康，振奋你的精神，激发你的创造力，从而提高你的工作效率。



“时光匆匆。如果不偶尔停步环顾四周，你会错过许多风景。”

Ferris Bueller

自然之母的概念源于希腊神话。原始神大地女神盖亚——她的名字来自古希腊的“土地”一词——被称为“万物之母”。这个大自然的化身以赋予和养育生命的母亲形象出现并非巧合，而是反映了人类对宇宙和谐与平衡的不断追求。纵观历史，许多文化和文明都有母神崇拜，体现了对自然、母性和创造的敬畏。“自然”一词本身来自拉丁语“natura”，其字面意思就是“诞生”。如果我们偶尔停下来欣赏她，就会发现自然之母最为慷慨，最能启迪我们。

日益科技化的生活方式带来的一个不可避免的后果是，我们待在室内的时间越来越多。我们变得脱离了自然，脱离了能量和灵感的丰富来源。不过，我们不需要太多的努力就能与自然重新建立联系。研究表明，每星期只要花上几个小时就大有好处——感觉恢复活力，心境坦然，安详平和，充满灵感。夏日阵雨后呼吸清新空气，爬上山顶后感受清风拂面，或者到海边倾听巨浪拍岸，还有比这些更惬意的事吗？

简单地说，花时间待在户外对你十分有益。根据英国埃克塞特大学医学院最近进行的一项研究，在公园散步，甚至只是在自然环境中静坐和畅饮，就能缓解压力和降低血压，同时改善心理健康。这样做的好处如此之好，以至于世界各地的医生都已经开始把亲近自然作为许多病症的一种治疗手段，比如焦虑、抑郁、注意力缺陷障碍和儿童肥胖症。能够看到自然景观的住院病人也已被证实恢复得更快。那么，建议的剂量是多少呢？每星期只要120分钟，包括短距离散步，遛狗，或者只是简单地欣赏绿色景观。»

滋养创意肌肉

哲学家弗里德里希·尼采很可能会支持埃克塞特研究的结论。他曾经说过：“尽可能少坐着。不要相信任何不是在露天和自由活动中产生的想法——因为这时连肌肉也不痛快。”大量的研究都支持积极运动的观点。斯坦福大学的一项研究表明，锻炼对与创造力有关的特定类型的认知能力有很大的积极影响。收敛性思维(解决问题的能力)和发散性思维(产生原创想法)都已被证明能够通过体育活动而得到明显改善。

《环境心理学杂志》近期发表的一项研究揭示了创造力和创新思维与沟通自然的感受之间的联系。惠灵顿维多利亚大学的 Carmen Lai Yin Leong 认为，沟通自然需要一种接受新体验的意愿和一种冒险的精神。她说，“探索自然世界一般要有体能(比如徒步)，要面对风险(比如迷路)，但有机会提升体验(比如从山顶看日出)。”接受新体验要求我们思想开放，而创新思想家必须解放思想才能打破常规，拥抱新创意。

“深入观察自然，你就能更好地理解一切。”

阿尔伯特·爱因斯坦

从摆脱到沟通

新的研究也表明，摆脱技术和多媒体，沟通自然，只要4天就能使创造力提升50%之多。堪萨斯大学心理学副教授 Ruth Ann Atchley 说：“身处大自然的好处随着时间的推移而愈加明显。我们认为，如果你彻底摆脱，关上手机，不抱着 iPad，不去到处寻找网络的话，那么，三天后你的创造力会达到峰值。当你长时间置身于一个迷人的环境中，你将开始看到各种对你的大脑运转的积极作用。”



你知道吗？

... 窗外的景色会影响你的食欲。根据《健康与场所》杂志近期发表的一项研究，如果你的视野中是一片自然的绿色空间，你不太会想吃 unhealthy 的食物。

... 即使是室内植物也能明显改善你的心情。植物能够通过清除空气中的毒素而提高空气质量，并在室内营造一种令人昂扬的氛围。

... “潮土油”是对雨水落在干燥的土壤上产生的泥土味的称呼。这种气味来自于植物油和土壤中的细菌。当雨滴落在疏松的土壤上时溅开，使化学物质从泥土中释放到空气中。

... 早起的鸟儿有虫吃。你当然知道这句话。事实上，早起确实是艺术家们为从大自然汲取创意灵感而采用的一种方法。

... 太极、气功和瑜伽都是恢复身心活力的好办法，如果在户外练习会对你的创造力产生奇效。

火

太阳是生命和能量的源泉，能够激发决心和激情，让人百折不挠。火既能给予生命也能夺走生命。火元素失调可能让人急躁，贪婪，愤怒，但也可能表现为发烧、皮肤炎症或多汗。

土

元素土，物质的固态形式，是结构和稳定性的源泉，代表着平衡。瑜伽和武术，还有简单的行走、站立或席地而坐，都是让我们保持平静的好办法，使我们更容易专注于我们的目标。土元素失调可能表现为全身无力。

水

我们的身体——以及我们的星球——含有大约70%的水，这使它成为了一种至关重要的元素。它让我们保持水分，调节我们的体温。用水能洗去毒素。游泳有助于放松心情，治疗身体疾病，释放我们的创造力。水不停地流动，所以，让我们的情感和思想自由地流动也非常重要。水元素失调可能表现为黏液过多、感冒或鼻窦炎。

气

这个元素是动态的，代表了运动的能力。深呼吸，让你的肺充满新鲜空气，对你放松大脑、保持平和和提高注意力非常重要。气元素失调可能导致焦虑和恐惧，并且出现一些身体状况，比如皮肤干燥、血压问题、嗜睡或失眠。

空

空通常被视为所有其他元素之母，它没有实体存在，却又无处不在。它是万物之源，带来生长和变化。所以，对空元素的认识可以帮助我们扩大眼界。空元素失调可能表现为甲状腺异常、咽喉问题或语言障碍。

自然界的五大元素

我们与自然的联系越密切，我们对平衡我们生命的自然界五大元素越能增加了解，我们对整个宇宙的感悟越深刻。我们总是从五大元素中汲取灵感，因为我们自己就是由它们构成的。





“自然界的一切事物都有
奇妙之处。”

亚里士多德

简单地关上电子装置和回归大自然就能提升创造力，这样的证据数不胜数。Atchley补充说：“这些分散精力的东西占用了我们的生命资源，影响了人类的思考和认知能力——比如创造力，善良和慷慨之心，或者感受美好和保持积极心态的能力。大自然是我们的头脑可以休息、放松和消除那些应激反应的地方。因此，我们拥有后备的资源，它能让我们富于创造力、想象力和解决问题的能力，从而成为更好、更快乐和更容易与他人相处的人。”

现代生活的解药

作家Richard Louv甚至进一步主张沟通自然是一个人的权利，并且创造了一个新术语“自然缺失症”。它原本用来描述儿童感到与大自然脱离联系的现象，后来也用到了成年人身上。Louv说，自然缺失症影响“身体健康、精神状态和其他许多方面，包括人们对生活的感受力。”他还认为，在森林中待上几天不仅能够改善我们的健康状况，而且能够提高我们的认知能力和提升我们的创造力。

Louv举了一个例子，与自然重新建立联系彻底改变了Juan Martinez的人生。在快要混迹于洛杉矶中南区的帮派生活时，他的校长让他在被拘禁和加入生态俱乐部之间作出选择。他不情愿地选择了俱乐部，并被分配了一个种些东西的任务。他成功地种出了一棵墨西哥辣椒。这么一个简单的成就，加上一次去大提顿的旅行，让他变成了一位环保主义者和《国家地理》的探险家。

我们生活在一个快速变化的世界，这意味着，我们必须经常性地采取措施来调整身心之间的微妙平衡。怎样去做？答案就在大自然和她的纯粹中。自然世界是灵感的丰富源泉，我们与自然的联系越密切，我们越有创造的本能。所以，无论何时，只要你觉得才思匮乏，就应当走到户外，摆脱日常琐事，去公园散步，去海里潜泳。在你意识到之前，一切都会好起来。正如加利福尼亚小说作家M.P. Zarrella的一句名言所说，“自然比治疗省钱。”谁能反驳他呢？●

primetals.com

- 我们的技术
- 服务方案
- 精选业绩
- 项目融资
- 行业动态
- 以及更多内容

现以6种语言呈献!



出版方: Primetals Technologies, Ltd., Chiswick Park, Building 11, 566 Chiswick High Road, W4 5YS, London, United Kingdom

《冶金杂志》团队: Tom 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

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

出版日期: 2020年1月

印数: 8,000份

ISSN: 2194-5381

封面: 原始图片由Thomas Selgrad提供; 封面设计由Red Sam Media和普锐特冶金技术共同完成; 特别感谢Maria和Nicolas Lovric。

插图: 第1页: Stefan Thiel; 第72页: Jakob Hoffmann;
所有插图均通过Red Sam Media提供

图片: 除非另有说明, 提供方均为普锐特冶金技术。以下除外:
第3页: Alexander Reindl (Red Sam Media);
第4-5、7、18-19、20、24-25、26、36-37和88-89页: Robert Josipovic;
第12页: Fix Media(荷兰)
第13页(下图, 原始画面): iStock.com (Eraxion);
第43页(上图): 奥钢联钢铁公司;
第46-47和50页: TAMEH POLSKA sp. z o.o.;
第96页: 公有领域;
第102-103和106页: shutterstock.com (Freebird7977, LedyX);
感谢Masataka Ohshita和Michaela Fleischanderl

注册产品清单: ChatterBlock、Connect & Cast、COREX、CTC Caster 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、MER-OS、MORGOL、MORSHOR、MQL、NO-TWIST、Pioneers at Heart、PLANICIM、Red Ring、RSM、Sheetflat、SIAS、Si-Filter、SMART、SmartCrown、SR SERIES、STELMOR、TCOptimizer/TCOPTIMIZER、UCM、UCMILL、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。

© 2020 Primetals Technologies, Limited
版权归出版方所有。

如需垂询和索取资料, 请联系:
contact@primetals.com

如需垂询和索取资料, 请联系:
contact@primetals.com