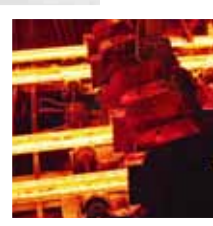
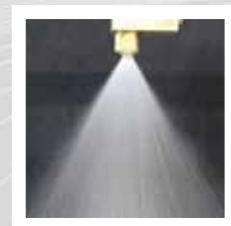
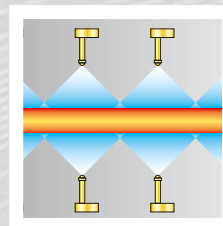
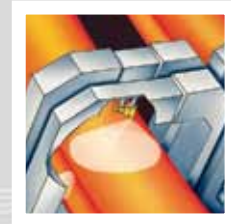
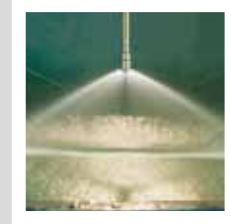
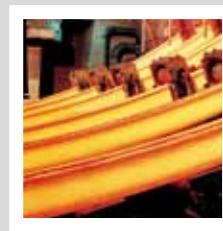


ENGINEERING
YOUR SPRAY SOLUTION



连铸二冷用精密喷嘴 及解决方案



Continuous Casting

莱克勒连铸二冷用喷嘴 — 经济 高效

莱克勒公司在喷嘴行业一直处于世界领导地位，在其超过135年的发展历史中，我们引领了许多具有突破性的发展。全面的喷嘴设计技术诀窍结合对客户特定需求的深入理解，保证莱克勒产品性能卓越、稳定。

钢铁工业新挑战

受经济全球化的影响，全世界的钢铁生产商都感受到来自新的竞争对手的压力。一方面，他们被迫降低生产成本，另一方面，他们必须满足全新高质量钢种的生产需求。在这种环境下，为了取得成功，对所有的工艺流程包括连铸二冷的优化至关重要。

智能冷却

然而，连铸二冷并不是简单意义上的冷却。尤其是在复杂的钢铁生产领域，必须考虑到许多不同的影响因素。

同样，对于不同钢种及规格的铸坯生产，需要分别

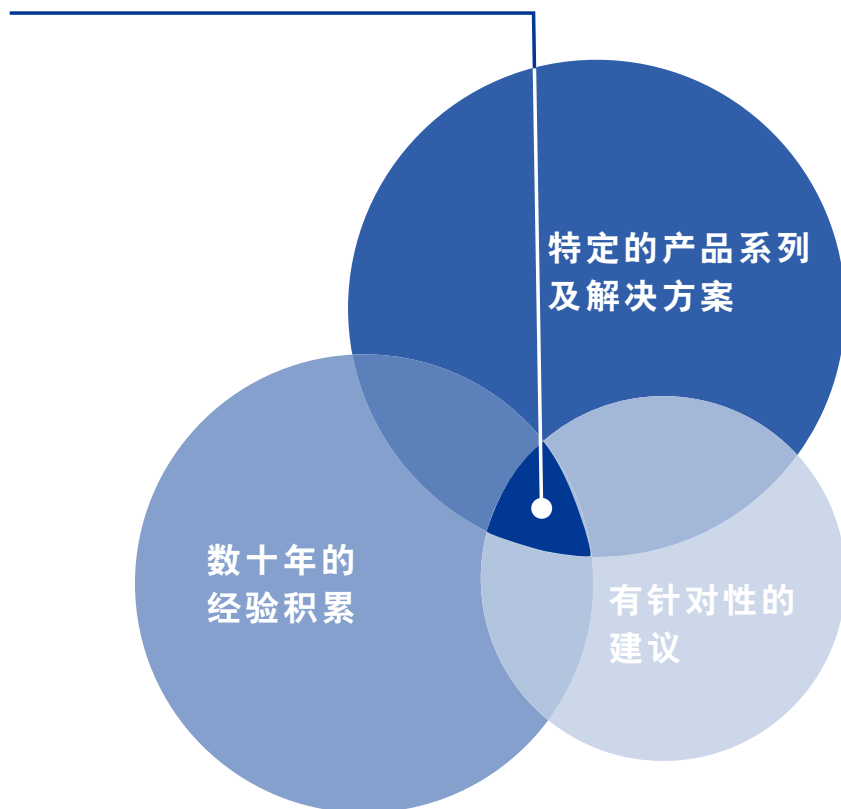
设置不同的冷却方案，以确保板坯及长材连铸二冷系统有足够的冷却能力。

优势

- 小方坯、大方坯和板坯连铸定制喷嘴解决方案
- 提高拉丝
- 提高生产效率
- 扩大产品范围（如生产特钢）
- 延长使用寿命、降低维护成本
- 提高产品质量



理想的冷却方式



特定的产品系列及解决方案

能够满足所有需求的终极冷却解决方案是不存在的。相反，对于不同的安装类型、不同的钢铁生产模式和不同的钢种，每一个生产工艺流程都有独特的需求。由于各种不同的需求，通常没有统一的标准解决方案。因此我们需要详细地分析客户的具体情况，当为具体的项目选择最佳的喷嘴方案时，我们必须考虑如下许多参数：

- 安装结构的设计
- 新型喷嘴的设计理念
- 喷嘴的气 - 水比
- 喷嘴的调节比
- 喷嘴有效换热系数的测定
- 喷嘴新的安装方式和管路设计



数十年的经验积累

鉴于任务的复杂性，制定解决方案时，须全盘考虑整个工艺流程。我们的技术诀窍和数十年积累的经验构成了研发产品和提供解决方案的基础，从长远角度看，确保了钢铁生产效率及质量的提高。

莱克勒在匈牙利、美国、英国、印度、中国、法国、比利时、瑞典、芬兰、意大利和西班牙等国家设有子公司，在40多个国家和地区设有授权代理机构，构成了我们的全球网络，为客户提供及时的现场支持。



有针对性的建议

每一个客户都有他自己的需求和目标，这就是为什么我们首先要聆听客户的需求，然后再和客户一起澄清技术问题。制定解决方案时，为精确判定水量分布和冷却性能，莱克勒使用了最先进的测量技术。对我们来说，与客户的紧密合作是最重要的。

联系莱克勒，让我们共同制定面向未来的最佳二冷解决方案。

应用范围

目录	页码
连铸用喷嘴及服务	4-5
喷嘴检测技术	6
有效换热系数及测量方法	7
单流体水喷嘴与气雾喷嘴	8
产品	
Billetcooler FLEX® 喷嘴	10
Billetcooler 椭圆锥喷嘴	15
Billetcooler 实心圆锥喷嘴	16
Billetcooler 专用平垫片及滤芯	17
Mastercooler SMART 喷嘴	18
Mastercooler HHC 超强冷喷嘴	20
板坯连铸扇形段布管	22
分体式喷管设计及喷嘴头定位	23
660系列喷嘴	24
6M2系列喷嘴	26
664/665系列喷嘴	28
600.280系列喷嘴	30
600.366系列喷嘴	32
490系列喷嘴	34
486系列喷嘴	38
400.291系列喷嘴	41
连铸二冷系统诊断与改造	42
更换喷嘴的原因	44
喷嘴维护	45



连铸工艺流程中喷嘴的主要功能是铸坯表面的冷却。喷水冷却是二冷系统中唯一可控的部分，在连铸生产中，对铸坯产量和质量起决定性作用。

在二冷系统中，喷嘴布置和工艺参数决定了喷水冷却系统的特性。喷嘴布置确定了铸坯表面喷淋冷却发生的区域。工艺参数如：喷嘴使用压力和流量决定了冷却强度及在铸坯表面的水量分布。

喷嘴布置和工艺参数设定决定了铸坯冷却和凝固的过程，即喷嘴是否能从铸坯表面均匀有效地带走热量。

作为优秀的喷嘴制造商，莱克勒不仅仅提供优质喷嘴、系统及其配件，还提供喷嘴布置和工艺参数优化的详细设计、检测和技术服务。

对于喷嘴布置优化，潜在的可能包括，全新或现有系统的喷嘴布置、选型，集管和扇形段管路布置与设计、水量分布的优化等。对于工艺参数优化，潜在的可能包括，雾化类型（气雾或水）的选择、喷射动力学特性优化、喷射打击力和相关的冷却效率（检测铸坯表面有效换热系数）的优化。

连铸二冷工艺的需求随着铸坯断面尺寸和钢种的不同而变化。莱克勒多种特制的喷嘴类型可以满足各种二冷系统优化解决方案的要求。

另外，莱克勒还可提供连铸二冷过程模拟，用于优化二冷工艺，例如：优化特定钢种的冷却方案，或为二冷系统升级预测最大拉速等。





莱克勒研发了多种喷嘴类型，以满足不同连铸工艺的需求。例如莱克勒对实心圆锥及椭圆锥喷嘴的水量分布和流量进行了优化，以迎接长材连铸工艺的挑战。

莱克勒开发的专用于长材和板坯连铸工艺的系列喷嘴包括：

Billetcooler 系列喷嘴
用于长材连铸

Mastercooler 系列喷嘴
用于板坯连铸

Mastercooler Hard-Hard Cooling 超强冷系列喷嘴用于薄板坯连铸工艺



高性能连铸喷嘴的研发与制造
二冷应用的长期经验积累
连铸全生命周期技术服务
工艺方案优化



小方坯连铸机二冷区

喷嘴检测技术

喷嘴性能检测

作为高性能喷嘴制造商，莱克勒自主研发了多种专用技术，用于精确测量对于二冷系统至关重要的各项喷嘴参数。莱克勒实验室装备了多种检测装置，对于所有的连铸工艺典型喷嘴布置方案，可精确测量流量、水量分布和喷射打击力等。

流量检测

多种高精度的检测设备用于检测系统压力和喷嘴流量。

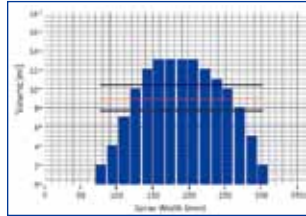
水量分布检测

在水量调节比范围内，提供理想的水量分布是喷嘴制造商的首要任务。

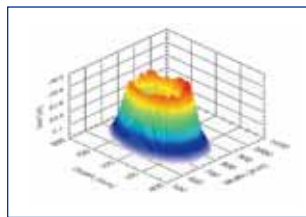
板坯连铸机生产高质量的板坯，要求喷嘴在所有的水压和气压运行条件下，须在整个铸坯表面形成均匀的水量分布。

对于小方坯和大方坯连铸机，也必须控制水量分布以避免在铸坯表面出现过冷或冷却不足。莱克勒拥有多种检测设备用于检测所有典型的二冷配置，单个和多个喷嘴布置的不同解决方案，可以满足客户的不同需求。

除了行之有效的动态水量分布测量方法（显示一个



动态水量分布测量示意图

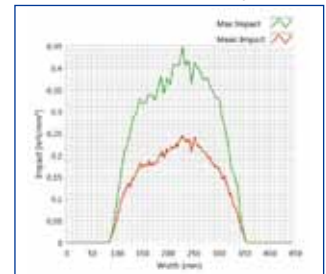


三维水量分布测量示意图

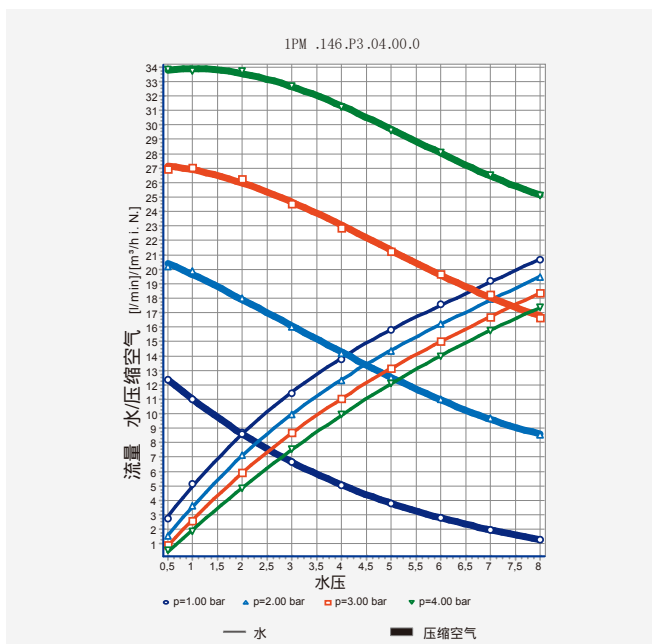
喷嘴在铸坯表面沿宽度方向总的水量分布配置），莱克勒实验室还装备了三维水量分布检测设备，精确测量每一处的喷嘴喷射水流密度。

喷射打击力检测

实际生产中，还存在其它一些因素影响喷嘴的冷却效率，如喷嘴的气 - 水比、水量调节比和喷射水印覆盖宽度等。衡量喷嘴的冷却效率也可以通过测量喷嘴对铸坯表面的喷射打击力来实现。莱克勒提供的尖端技术，可高分辨率地测量喷嘴喷射到每一处的打击力，该技术对于低流量的二冷喷嘴，在所有设定的运行条件下，也可精确量化打击力数据。



低压打击力测量示意图



气雾喷嘴（Mastercooler 型号）的压力 - 流量图



水量分布检测

- 不同流体压力和流量的精确测定
- 高分辨率三维水量分布测量
- 多个喷嘴布置的动态水量分布测量
- 高分辨率打击力测量

二冷中的热量传导和有效换热系数 (HTC) 测量

连铸二冷应用中，喷嘴最主要的任务是冷却，所以喷嘴最重要的特性是冷却效率，通常用有效换热系数 (HTC) 来量化

喷嘴喷雾和铸坯高温表面的热量传导是个复杂的过程，是众多因素相互作用的结果，包括：

铸坯表面条件（温度、材料、氧化铁皮的形成和粗糙度）

铸坯表面的喷射动力学特性

- 水量分布和水流密度（喷射高度、喷射角度、喷嘴流量）
- 雾滴直径和速度（流量、压力、喷射高度、喷嘴类型、喷射角度、喷射方向、相邻喷射间的干涉）

喷淋水的温度

如下图所示为两种不同冷却制度，表面温度对于换热系数 HTC 的影响。由于莱顿弗罗斯特效应的存在，表面温度对换热系数 HTC 的影响随着表面温度的升高而递减。

因此许多热传导模型均假设热传导量是一个随水流密度变化成常数（基于莱顿弗罗斯特效应的关系变化的函数）。

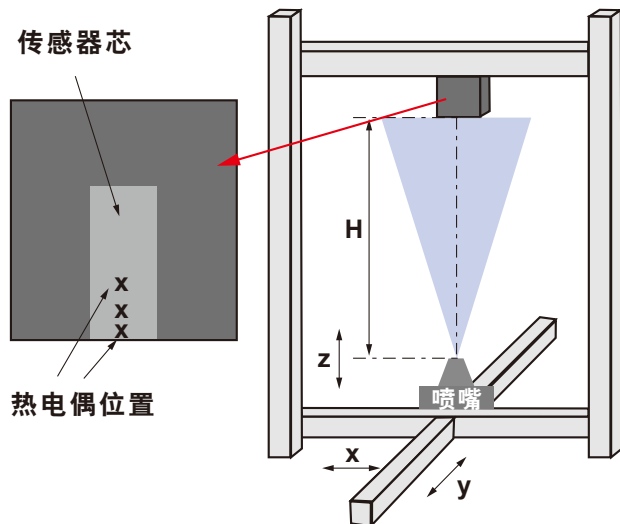
现有一些用于描述热传导量的模型，均考虑了以上所有影响因素，将热传导量作为所有这些参数的一个函数。但这些模型均有自己的局限性，最精确的方法则是在连铸机上或实验室实测冷却效率。

基于与众多国家级及国际级研究中心、OEM 厂商及钢厂的长期合作，莱克勒在研究冷却效率方面积累了丰富的经验。

在和各种研究机构、大学的合作中，莱克勒对不同类型喷嘴和不同方式的热传导进行了大量的多种方法的 HTC 测试，由移动的传感器测量喷嘴喷射区域的温降是其中的一种有效方法。

图中所示的方案说明了传感器的基本设计原理。

有效换热系数测量传感器



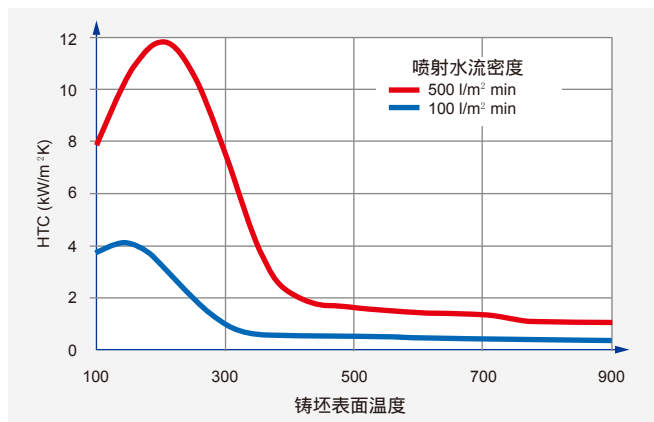
测量有效换热系数的基本设计方案

对于特定工况（流量、压力和喷射高度）及传感器边界条件（初始温度、铸坯拉速）下喷嘴喷射的有效换热系数，可以基于下图所示的传感器测量的温度曲线计算得出，由此得到的 HTC 值可用于计算一般条件下的喷嘴冷却效率。

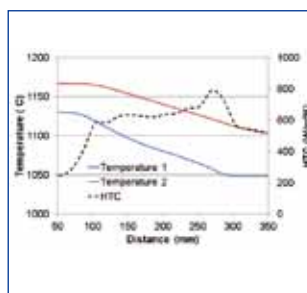
相同条件下，计算得出的 HTC 值，结合相关的喷嘴

水量分布，可综合描述喷射水流量密度、动力学特性（由压力、喷射高度、打击力等确定）、表面温度和有效换热系数之间的关系。

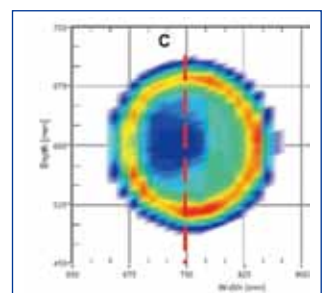
基于莱克勒在喷嘴技术和连铸工艺中积累的经验，及与研究领域和实际生产中的合作伙伴的实验基础，莱克勒可帮助客户标定喷嘴的冷却特性。



铸坯表面温度和水流密度对于换热系数的影响



测定的温度曲线及计算得出的换热系数 HTC (左)



指定测量点的喷嘴水量分布图 (右)

单水冷喷嘴与气雾喷嘴

第一套连铸二冷系统使用的是单水冷喷嘴。尽管现在还有许多连铸机使用单水冷喷嘴，也能实现高效优质生产，喷嘴技术还是在不断的改进。现代化的连铸机生产的钢种范围较宽，断面规格较多，需要有高度的灵活性，相应要求二冷系统也要有非常高的灵活性，故现在大多数

的连铸机都装备了气雾喷嘴。

相比单水冷喷嘴，莱克勒气雾喷嘴的主要优势是提高了喷嘴的水量调节比。水量调节比是由在最大运行水压（典型值7bar）下的流量除以在最小运行水压（典型值：气雾喷嘴0.5bar, 单水冷喷嘴1bar）下的流量计算所得。在此

压力范围内，要求喷嘴水量分布稳定。典型的气雾喷嘴水量调节比为10-30，而单水冷喷嘴的水量调节比只有2.6-3.7。喷嘴水量调节比的提高，相应提高了铸坯冷却的灵活性。

在提供相同水流量的条件下，气雾喷嘴使用的是压缩空气和水两种介质，其

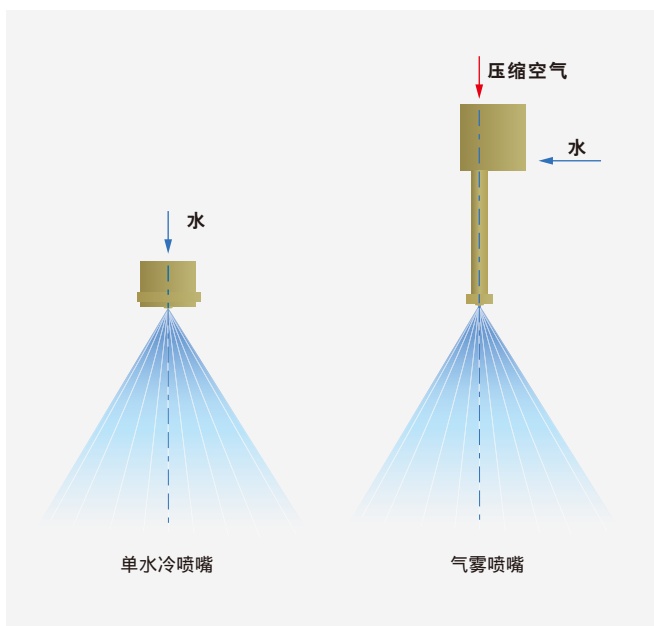
最小截面直径比单水冷喷嘴要大，允许通过的最大粒径更大，意味着喷嘴内部不易由于水质差而发生堵塞，进而提高了喷嘴的使用寿命、减少了喷嘴维护工作量。



单水冷喷嘴



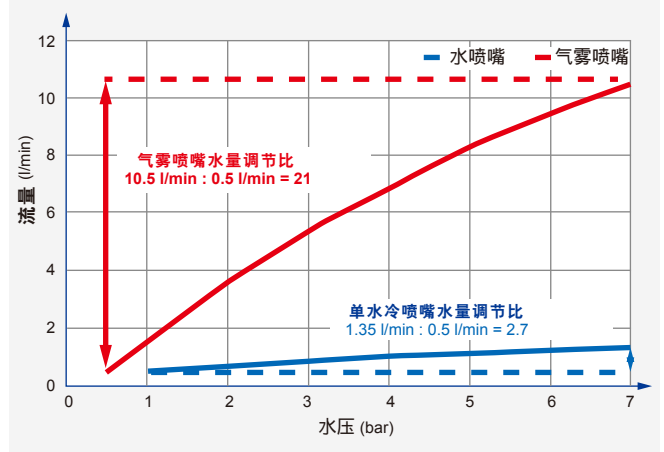
气雾喷嘴



单水冷却	气雾冷却
水量调节比 -最大3.7:1	水量调节比 -最大30:1
最小截面直径小	最小截面直径大
喷射角度随水压变化	喷射角度稳定水量分布均匀
冷却效率有限	冷却效率较高
在理想凝固条件下 拉速范围有限	在理想凝固条件下 拉速范围较宽
可生产钢种范围有限	可生产钢种范围较广
与气雾喷嘴相比， 水量较多	与水喷嘴相比， 水量较少
安装成本较低	但安装成本较高

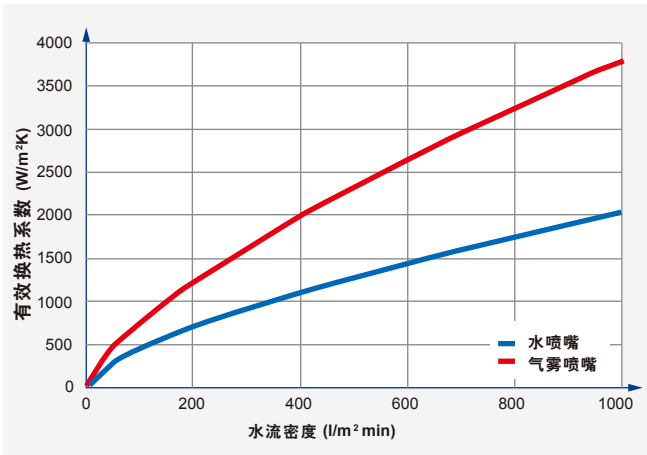


鉴于水和压缩空气相互作用生成的喷射动力学特性，气雾喷嘴和单水冷喷嘴相比，在不同水压下的喷射角度相对稳定，在铸坯表面形成的水量分布较为均匀。为板坯连铸机量身定做的专用气雾喷嘴，更能保证在所有设定的运行条件下，铸坯表面非常均匀的水量分布。



单水冷喷嘴与气雾喷嘴水量调节比的对比

相同流量气雾喷嘴头（上）和单水冷喷嘴（下）头几何尺寸对比



单水冷喷嘴与气雾喷嘴有效换热系数的对比

莱克勒气雾喷嘴使用压缩空气，提高了喷射射流的动能，与相同流量的单水冷喷嘴相比，大大增加了热传导效率。有效换热系数的提高，可用较少的喷射水量从铸坯表面吸取相同的热量。使用气雾喷嘴也降低了喷射水温对有效换热系数的影响。

因此，气雾喷嘴是多拉速、多钢种、多断面连铸机的首选。

BILLETCOOLER FLEX® 气雾喷嘴

对于圆坯连铸机来说，现有最大的断面尺寸已经增加到1000mm及以上。与小断面的圆坯连铸机相比，这样的连铸机对铸坯冷却的要求更高。

此连铸机断面尺寸较大，采用的是弱冷工艺，生产的钢种范围较广，要求整个断面上水量分布极为均匀，否则非常容易造成铸坯断面变形（椭圆形）或引起铸坯裂纹。

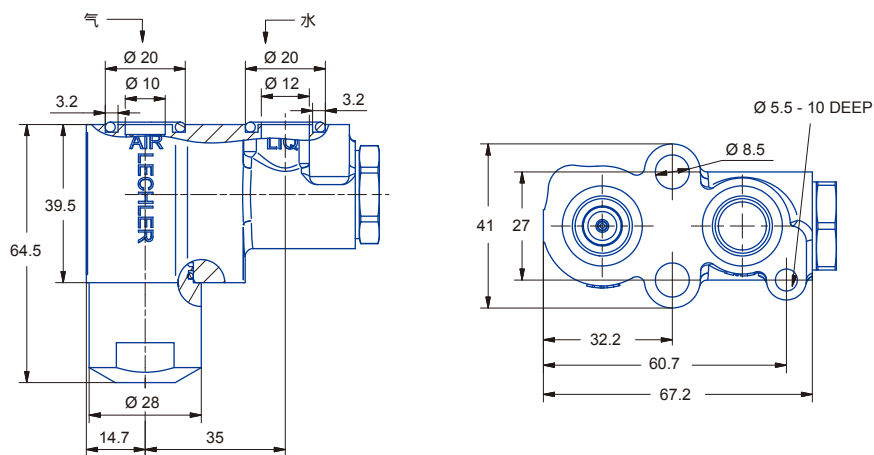
对于长材连铸机，其二冷系统一般由几个冷却区组成，通常喷嘴的布置是针对特定断面尺寸的。而实现不同钢种的生产，尤其是钢种范围较广时，二冷系统就要求喷嘴本身必须能适应多种冷却曲线的要求。

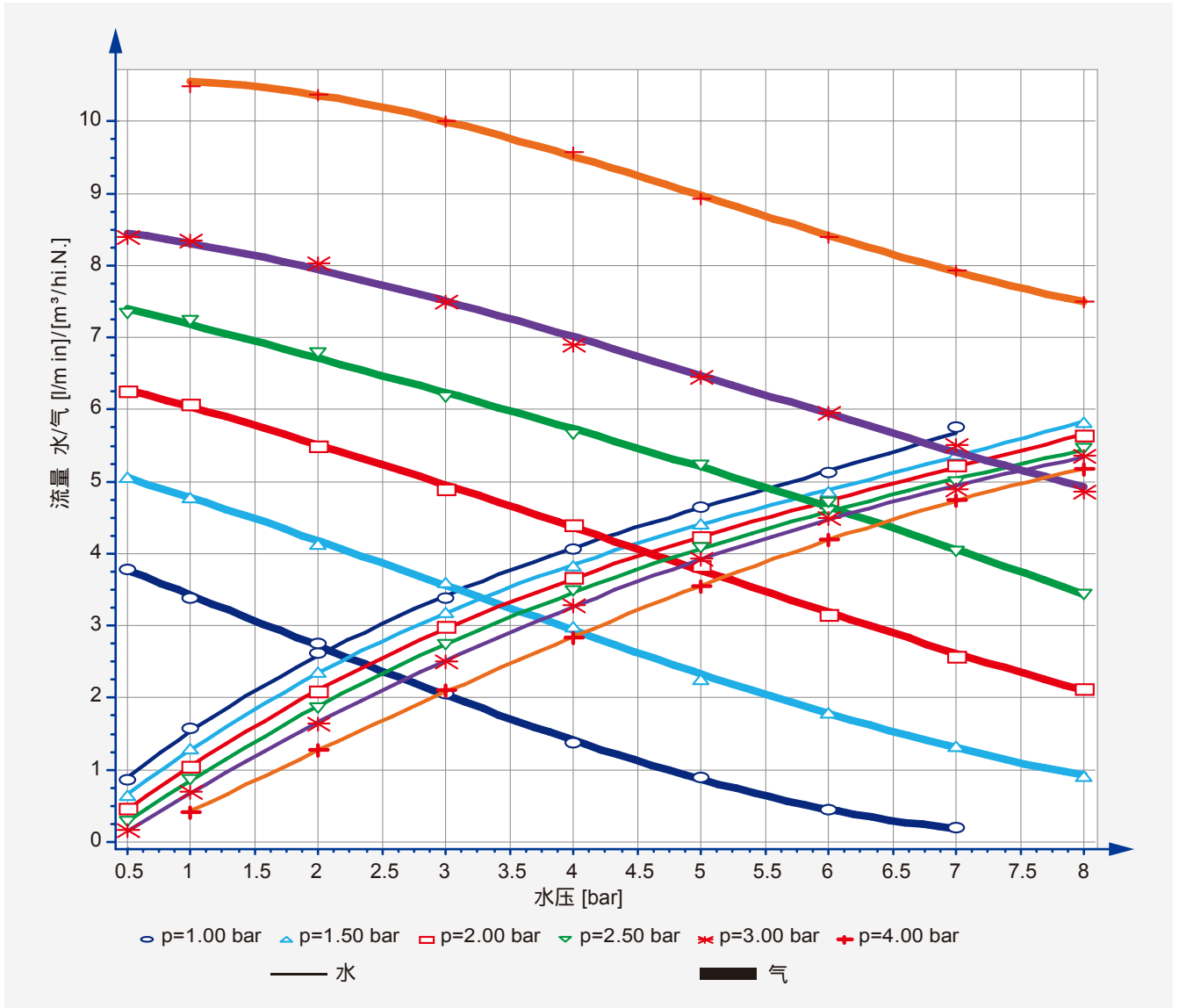
此时，使用常规的气雾喷嘴就很快出现了局限性。喷嘴的冷却强度是由冷却水的流量决定的，而水流量是通过水压来调节的。常规的气雾喷嘴喷射的几何形状，尤其是喷射角度通常会随水压变化而变化。

喷射角度的变化会导致水量分布的变化，从而导致冷却的不均匀。

尤其是对于大断面的方坯或圆坯，可能会导致铸坯应力应变的集中，从而产生裂纹。

这就要求我们开发出保证在整个水量调节比范围内，具有稳定喷射角度的喷嘴，从而确保铸坯最优的冷却效果。





典型Billetcooler FLEX®气雾喷嘴的压力 - 流量曲线。图中下方水流量曲线可清楚看到1:10 (0.5到5l/min) 的较大水量调节比

右图显示了新型Billetcooler FLEX® 气雾喷嘴喷射的灵活性。对于某一个特定喷嘴，其水量分布可根据不同气压进行调节。

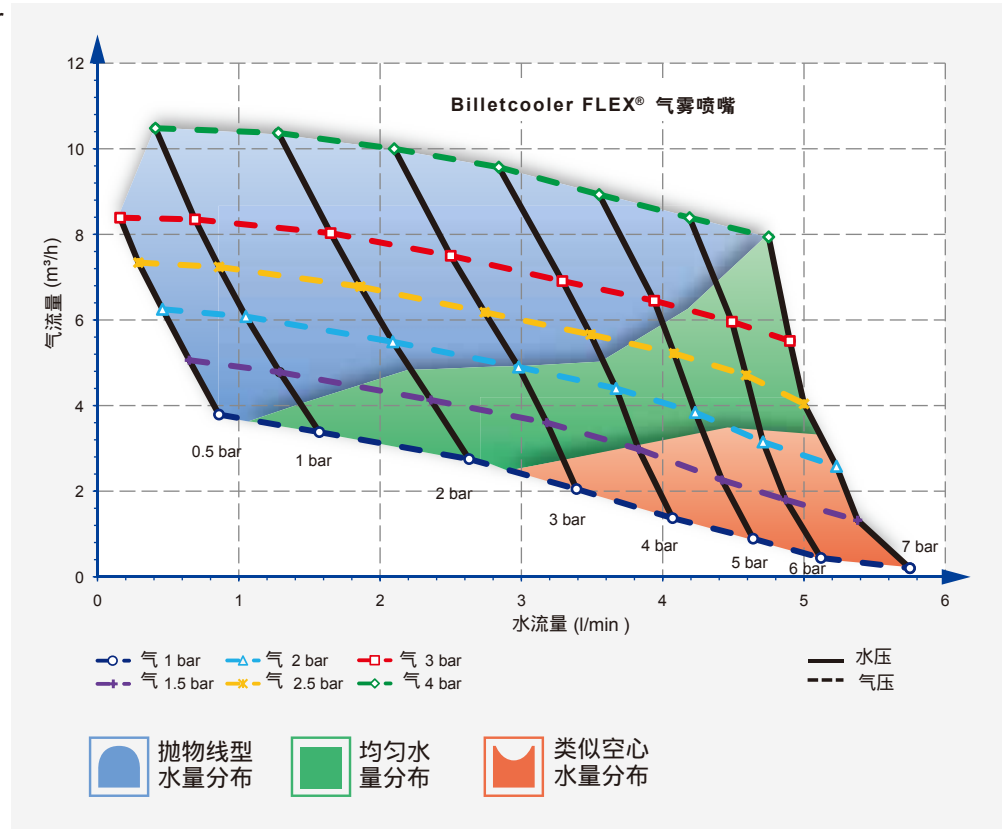
喷嘴的水量分布是可控的，即通过选择适当的气压，得到相应的水量及其分布，进而改变冷却模式，以适应特定工艺要求。

从图中可以很容易的看出，喷嘴在不同气压和水压条件下较大的工作范围。

图中不同颜色的区域代表喷嘴的不同喷射特性。

在蓝色区域（抛物线型水量分布），水量分布是集成的且沿着喷射边缘方向递减。

在绿色区域（均匀水量分布），喷射覆盖区域的水量分布都是均匀的，在红色区域（类似空心水量分布），喷嘴的喷射特性与空心圆锥喷嘴的环形分布相类似。



Billetcooler FLEX® 气雾喷嘴典型的流量及水量分布图

灵活的水流量 – 稳定的喷射角度

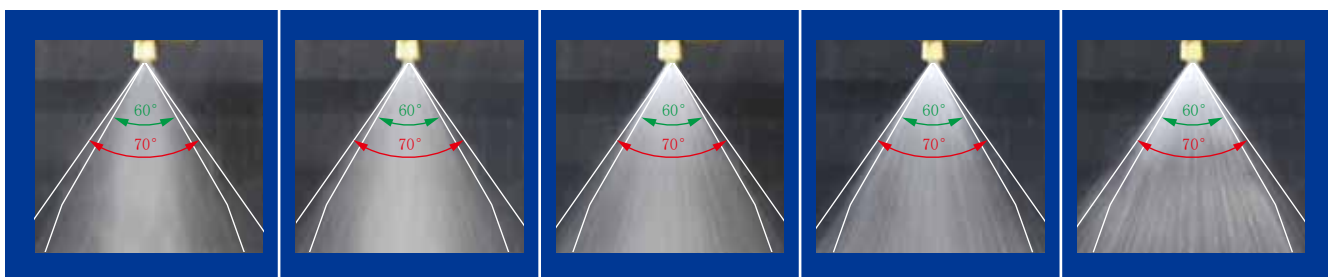
新型Billetcooler FLEX® 气雾喷嘴的特点是在整个水量调节比范围内喷射角度非常稳定。

我们可提供三种不同规格的喷嘴，每一种的调节比（最小水流量/最大水流量）都为1:10。

因此莱克勒仅用三种规格的标准喷嘴就可以满足大部分大方坯、小方坯及圆坯连铸的需求。

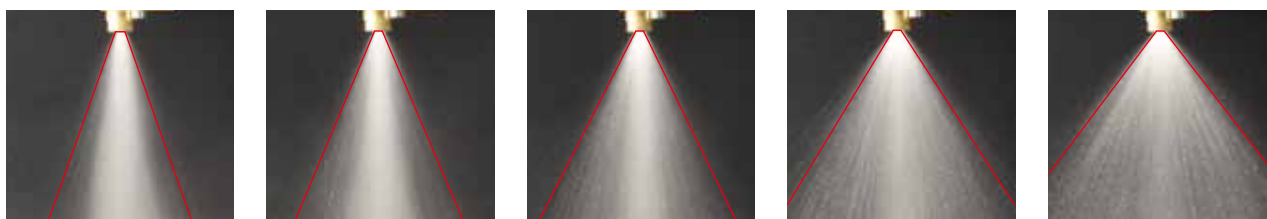
这样就最小化了喷嘴的种类，降低了备件成本，并有效避免了更换喷嘴时出现的错误。

Billetcooler FLEX®



典型的60°喷射角度

常规气雾喷嘴



0.5 bar

1 bar

3 bar

5 bar

7 bar

气压恒定为2bar，水压变化时，Billetcooler FLEX® 气雾喷嘴（上排）的覆盖范围与常规气雾喷嘴（下排）相比，更为稳定且均匀。

产品技术参数

喷射角度	型号	喷嘴规格	最小水流量 [l/min]	最大水流量 [l/min]	最小截面直径 [mm]		材质		重量
					水	气	喷嘴	垫圈	
45°	1PM.150.30.33	0.80	0.3	3.0	1.40	1.40	黄铜	Viton	0.9 kg
	1PM.150.30.35	1.25	0.5	5.0	1.90	1.90	黄铜	Viton	0.9 kg
	1PM.150.30.38	2.00	0.8	8.0	2.15	2.15	黄铜	Viton	0.9 kg
60°	1PM.150.30.03	0.80	0.3	3.0	1.35	1.35	黄铜	Viton	0.9 kg
	1PM.150.30.05	1.25	0.5	5.0	1.90	1.90	黄铜	Viton	0.9 kg
	1PM.150.30.08	2.00	0.8	8.0	2.20	2.15	黄铜	Viton	0.9 kg

BILLETCOOLER FLEX[®] 气雾喷嘴 - 优势与效益

稳定的喷射角度

Billetcooler Flex[®] 气雾喷嘴在整个水量调节比范围内喷射角度保持稳定。

► 不会出现铸坯过冷或冷却不足的现象

灵活的冷却模式

Billetcooler Flex[®] 气雾喷嘴可根据不同的冷却要求调整对应的水量分布

► 随时保证最佳的冷却效果

较大的最小截面直径

压缩空气和水流通道的大截面直径设计，使得喷嘴不容易堵塞，便于维护

► 操作可靠性高

新型设计

Billetcooler Flex[®] 气雾喷嘴整体锻造成型，设计紧凑重量较轻

► 易维护

低耗气量

与常规的气雾喷嘴相比，由于采用新型设计，Billetcooler Flex[®] 气雾喷嘴气体消耗量小，提高了整体安装的能效。

► 节约运营成本

较低的噪音水平

与常规气雾喷嘴相比，Billetcooler Flex[®] 气雾喷嘴使用时的噪音减少了15dB。

► 改善工作环境



Billetcooler 实心椭圆锥气雾喷嘴

BilletCooler气雾喷嘴

这种喷嘴可以有效地用于小方坯及大方坯的气雾冷却。设计紧凑，使其不仅可以安装于水平喷淋环，还可安装于纵向集管。恒定2bar气压不变，水压在0.5bar到7bar变化时，水量调节比达1:10，可满足多种比水量要求。

椭圆型喷射水印，使得用单个喷嘴覆盖大片铸坯区域进行冷却，进而提高冷却效率成为可能。喷射宽度和厚度方向多种不同的喷射角度及其组合，可以有效补偿喷射高度的差异，满足不同连铸机设计的需求。相比单水冷喷嘴及竞争对手的气雾喷嘴，大截面直径的设计，可有效降低堵塞风险。

Billetcooler实心椭圆锥气雾喷嘴流量范围从0.4到12.4l/min。



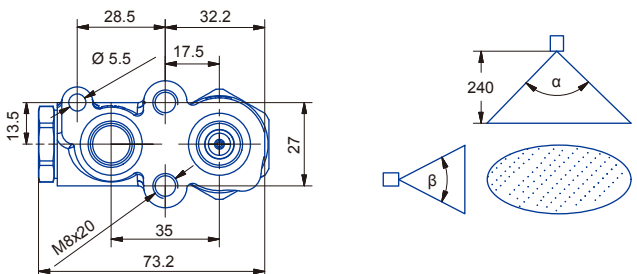
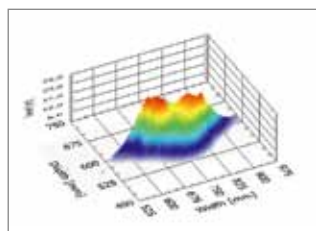
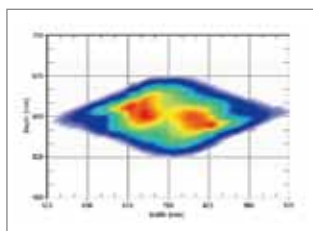
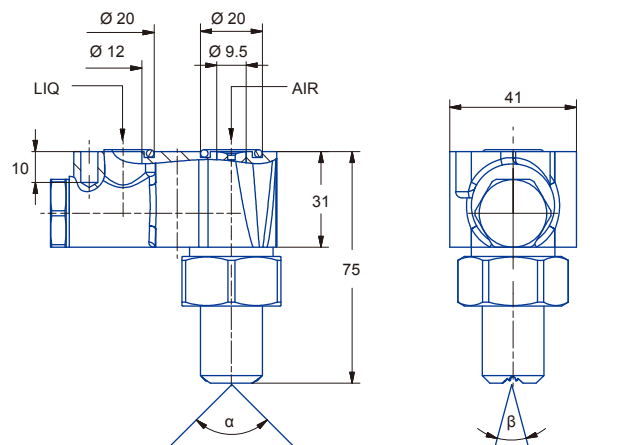
喷嘴型号	最大水流量	水压范围	最大气流量	气压范围	喷射角度
Billetcooler 实心椭圆锥喷嘴	12.4 l/min	0.5 – 7 bar	12.2 m³/h	1 – 4 bar	60/90°(宽度方向) 30/45°(厚度方向)

表中仅为基本数据，具体喷嘴数据见详细样本

益处

水量调节比（最小流量/最大流量）大，1:10（最大1:14），工艺灵活性更高，可生产的钢种更多，减少连铸机中使用的喷嘴类型；气体消耗量减少了约40%，降低了设备投资和运行成本；冷却效率更高，提高了连铸机的拉速及生产效率；

设计紧凑，适用于喷淋环和纵向布管；平面连接，安装简单，易于维护；大截面直径设计，有效防止堵塞，提高生产安全性及设备利用率；成功安装于全球大部分长材连铸气雾冷却系统；降低了系统的维护成本



Billetcooler实心椭圆锥气雾喷嘴水量分布

Billetcooler 实心圆锥气雾喷嘴

BilletCooler气雾喷嘴

这种喷嘴可以有效地用于小方坯、大方坯的气雾冷却。设计紧凑，使其不仅可以安装于水平喷淋环，还可安装于纵向集管。恒定2bar气压不变，水压在0.5bar到7bar变化时，水量调节比达1:10，可满足多种比水量要求。

实心圆锥喷射水印，大部分水量沿圆锥边缘分布，有效避免喷嘴下方区域的过度冷却。此特性通常用于圆坯连铸。多种不同的喷射角度，可以有效补偿喷射高度的差异，满足不同连铸机设计的需求。相比单水冷喷嘴及竞争对手的气雾喷嘴，大截面直径的设计，可有效降低堵塞风险。Billetcooler实心圆锥气雾喷嘴流量范围从0.4到8l/min。

益处

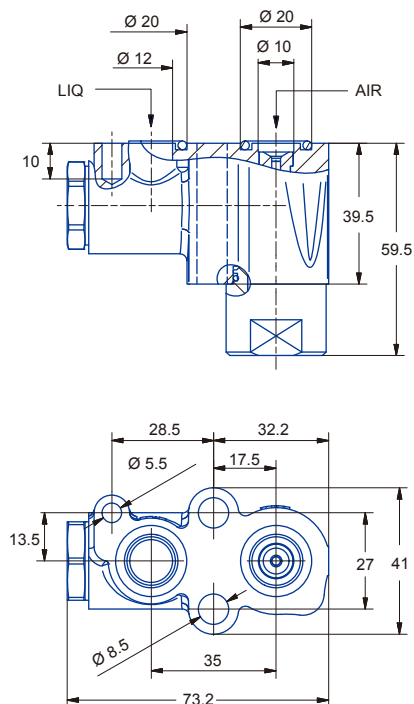
水量调节比（最小流量/最大流量）大，1:10（最大1:14），工艺灵活性更高，可生产的钢种更多，减少连铸机中使用的喷嘴类型；气体消耗量减少了约40%，降低了设备投资和运行成本；冷却效率更高，提高了连铸机的拉速及生产效率；

设计紧凑，适用于喷淋环和纵向布管；平面连接，安装简单，易于维护；大截面直径设计，有效防止堵塞，提高生产安全性及设备利用率；成功安装于全球大部分长材连铸气雾冷却系统；降低了系统的维护成本



喷嘴型号	最大水流量	水压范围	最大气流量	气压范围	喷射角度
Billetcooler 实心圆锥喷嘴	8 l/min	0.5 – 7 bar	8.8 m³/h	1 – 4 bar	45°/60°/90°

表中仅为基本数据，具体喷嘴数据见详细样本



Billetcooler 气雾喷嘴专用平垫片和滤网

专用平垫片

不同于板坯连铸，在小方坯和大方坯二冷区，因为要尽可能接近铸坯表面，故所有的气雾喷嘴都暴露在高温环境中。在实际使用时，若使用喷嘴的冷却区没有水喷出，Billetcooler 喷嘴则要配合专用平垫片一起使用，即用耐高温专用平垫片代替氟橡胶（Viton）O形圈。

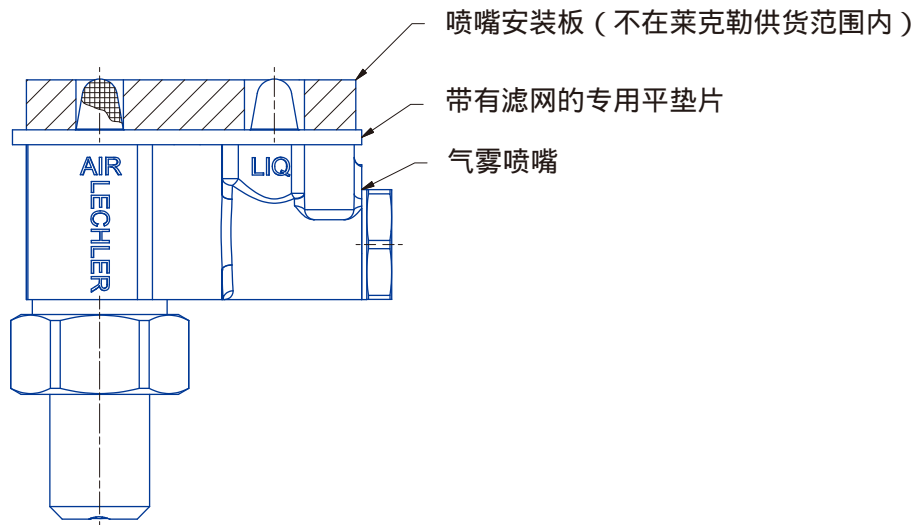
水和压缩空气的滤网

相同尺寸的滤网，应与专用平垫片配合使用。滤网保护Billetcooler喷嘴内部和喷嘴头，防止堵塞。受污染的冷却水和压缩空气内的固体颗粒被过滤网挡在喷嘴外。尽管如此，仍须对冷却水和压缩空气进行充分过滤，以保证设备的无故障运行，提高产品质量。



名称	订货号	材料	过滤精度
专用平垫片	1PM.021.L1.20.09.0	Novaphit SSTC	-
专用平垫片+2个滤网	1PM.021.L1.20.80.0	Novaphit SSTC/304 L	-
滤网	095.016.1D.15.46.0	304 L	280微米（55目）

专用平垫片和滤网可用于所有标准型号的Billetcooler 喷嘴



MASTERCooler SMART 气雾喷嘴

板坯连铸专用气雾喷嘴

MASTERCooler SMART 气雾喷嘴是最世界上先进的扇形气雾喷嘴，其冷却效率高，在水量调节比、喷射角度、喷嘴布置和安装方式上具有高度灵活性。MASTERCooler SMART 喷嘴流量范围从0.3到70l/min。

喷嘴采用板式安装结构，可用螺栓垂直安装到接板上。不再需要供水、供气的小细软管，所有的喷嘴都安装在扇形段后侧的框架结构上，只有喷嘴的延伸管将喷头固定到其喷水位置，集管刚性很高，喷口定位稳定。

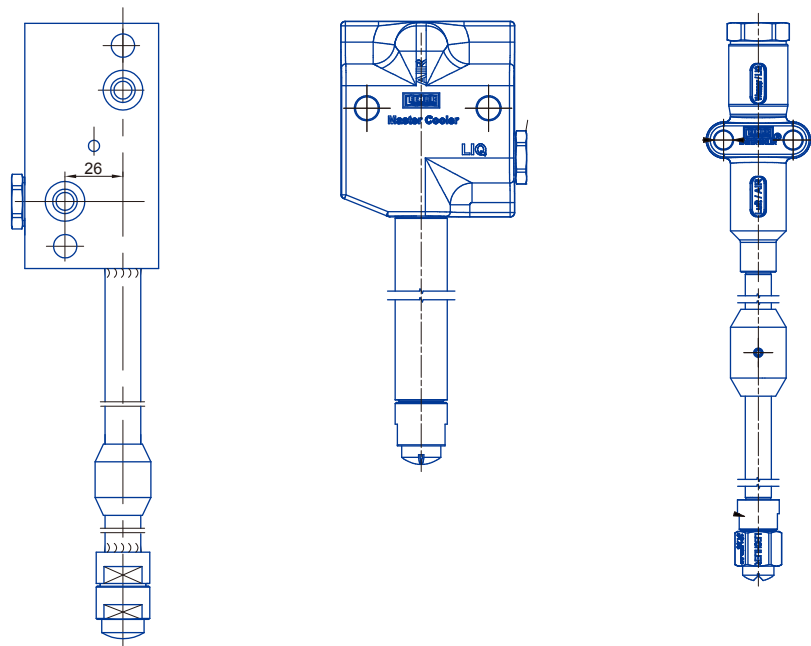
MASTERCooler SMART 喷嘴可以根据每台连铸机不同的设计需求，改变喷嘴几何形状和连接方式，适用于所有类型的板坯连铸机。可为不同的项目定制喷嘴的水流量、气流量、喷射角度、延伸管长度和安装板形式。

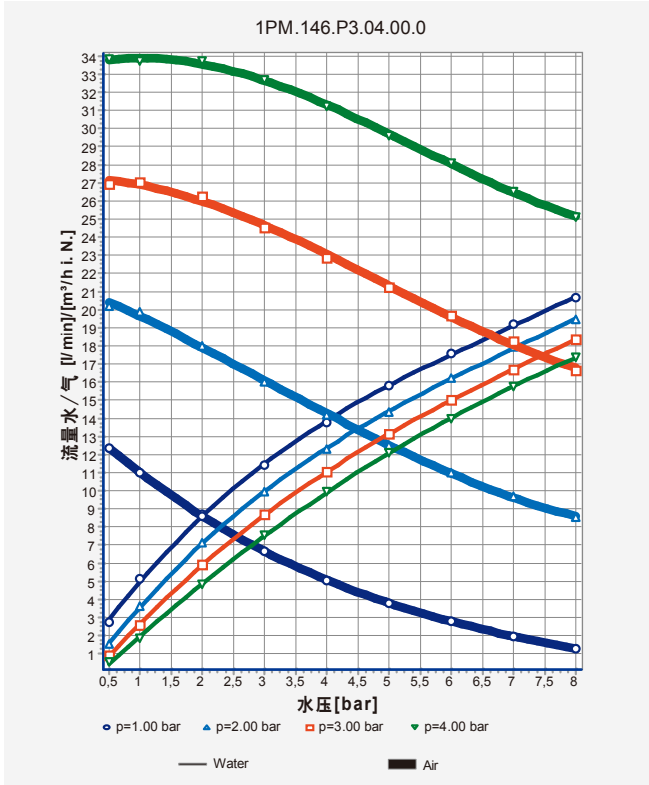
每一个扇形段，所有的喷嘴喷射高度和喷嘴间距都可以精确调整，针对每种冷却曲线，都可以保证在整个板坯宽度方向上均匀的水量分布。莱克勒实验室的多种检测装置，能够保证为每一个项目定制的喷嘴都具有可靠的质量。



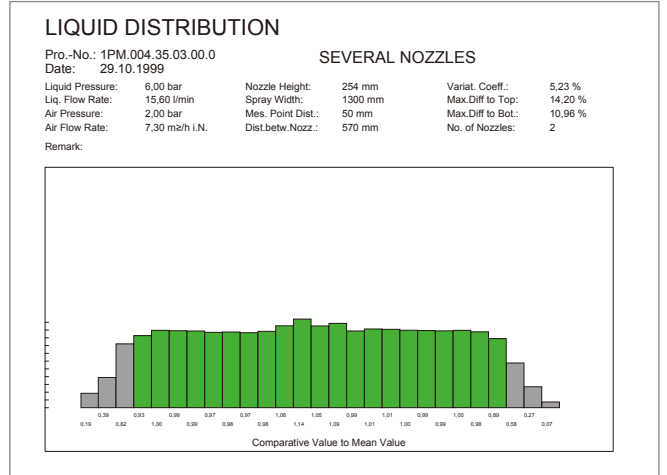
喷嘴型号	最大水流量	水压范围	最大气流量	气压范围	喷射角度
MASTERCooler SMART气雾喷嘴	70 l/min	0.5 – 10 bar	70 m³/h	1 – 4 bar	30 – 130°

表中仅为基本数据，具体喷嘴数据见详细样本





典型的Mastercooler SMART气雾喷嘴压力 - 流量图



典型的双喷嘴布置水量分布测量报告



装有Mastercooler SMART喷嘴的板坯连铸机扇形段



装有Mastercooler SMART喷嘴的水平扇形段

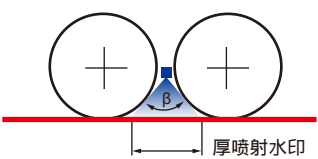
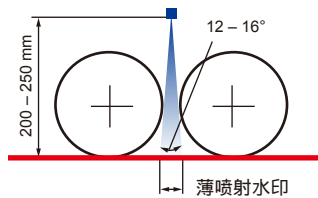
MASTERCOOLER HARD HARD COOLING® 超强冷喷嘴

MASTERCOOLER HARD HARD COOLING® 超强冷喷嘴

现代化的连铸生产，要求连铸机具有高度的工艺灵活性，既能在生产低碳钢时为增加产能而在高拉速下运行，又能够生产其他关键钢种。为了满足这些不同的生产需求，要求二冷系统具有足够灵活的控制特性，尤其是喷嘴的水量调节比要更高。提高拉速时，为避免板坯壳鼓肚，通常需要减小连铸辊间隔，加大二冷强度。而在标准的二冷设计中，加大冷却强度，很可能会导致过板坯表面大幅温度波动。

MASTERCOOLER HARD HARD COOLING® 超强冷喷嘴的流量范围从1.8到70l/min。

HARD HARD COOLING 超强冷技术可以有效地解决上述问题即在连铸机前端的冷却区喷射大量的水到板坯表面，使其温度降到700°C以下，并将温度波动控制在可接受的范围内。实现这个功能需要在板坯连铸机前端使用特殊喷嘴设计和喷嘴布置。

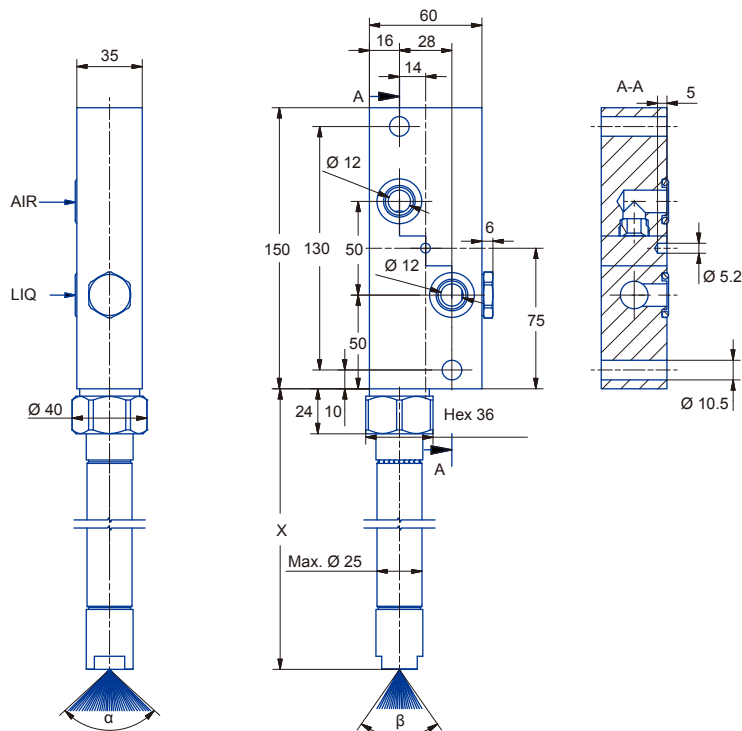


常规气雾喷嘴（上）和HHC 强冷喷嘴（下）喷射水印的对比



喷嘴型号	最大水流量	水压范围	最大气流量	气压范围	喷射角度
Mastercooler HHC	49 l/min	0.5 – 10 bar	0.5 – 44 m³/h	1 – 4 bar	90-125°(宽度方向) 20-75°(厚度方向)

表中仅为基本数据，具体喷嘴数据见详细样本



MASTERCOOLER HARD HARD COOLING® 超强冷喷嘴，
SMART® 安装方式和喷头设计

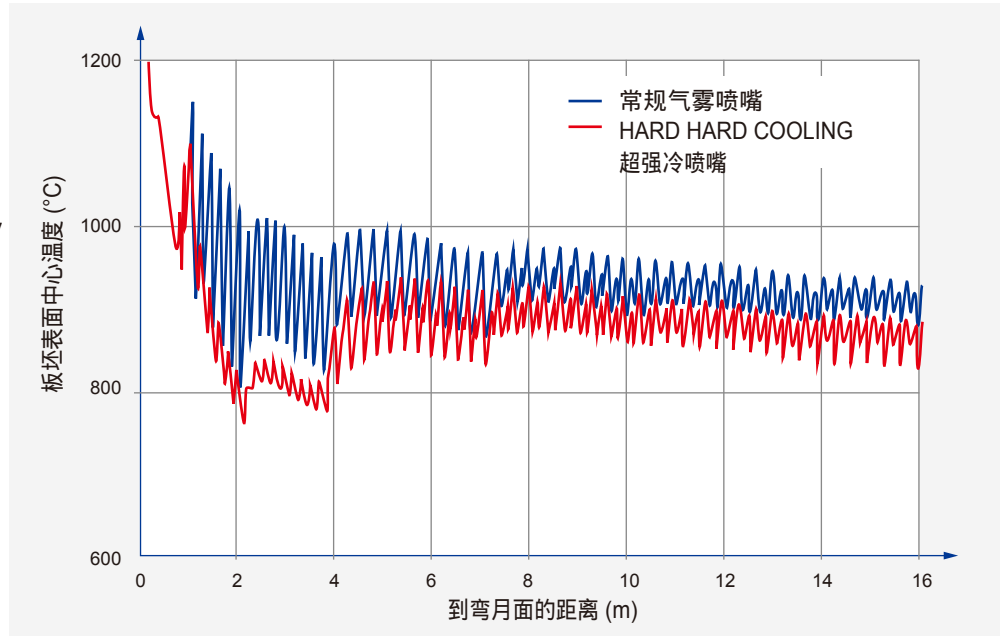
常规喷嘴副喷射角（厚度方向）范围在12°到16°，典型的主喷射角（宽度方向）范围在60°到120°，在连铸机前部冷却区喷射高度一般是160mm到300mm，连铸辊接触线和喷淋水之间的板坯表面没有被喷嘴直接覆盖冷却，辊缝间会产生较大的温度波动。

通过控制板坯表面温度的波动可以有效减少或避免由二冷导致的板坯缺陷。HARD HARD COOLING 超强冷技术的开发，可以有效解决上述缺陷，以及辊间板坯鼓肚的问题。

在紧随结晶器后的冷却区域，HARD HARD COOLING 超强冷技术使得板坯表面温度迅速下降到700°C以下，此温度一直保持至板坯凝固过程结束。

该冷却曲线，需喷射大量的水流，并加大前部冷却区的冷却强度才能实现。当使用常规扇形喷嘴时，板坯表面就会产生周期性的大幅温度波动。

这个周期性的大幅温度波动会导致铸坯严重的热应力集中，从而在板坯内部和外部形成缺陷。



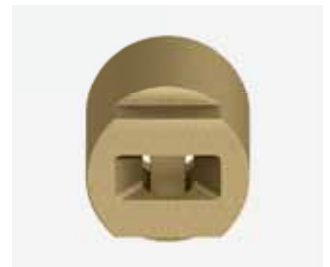
常规气雾喷嘴和HARD HARD COOLING超强冷喷嘴冷却曲线对比

有效控制板坯表面温度波动范围，同时还要确保冷却效率，这就要求在连铸辊缝之间，要尽可能地加大在拉坯方向的喷射厚度。这就是莱克勒HARD HARD COOLING超强冷喷嘴的设计理念。

就控制板坯表面温度而言，常规扇形喷嘴和新HARD HARD COOLING 概念喷嘴主要不同之处在于，在1号冷却区，HARD HARD COOLING喷嘴厚度方向的喷射角度增大，从而加大了厚度方向上的覆盖面积，可以用较少的喷射水量，有效地控制板坯表面温度的波动范围。

在HARD HARD COOLING 超强冷模式下，板坯表面处于相对低温状态，与此相关，如果喷嘴堵塞，冷却能力就不足，板坯表面局部会产生回温现象，导致局部热应力和质量缺陷。HARD HARD COOLING 超强冷气雾喷嘴采用单槽设计，能有效降低堵塞概率，提高了操作安全性，减少了维护工作量。

HARD HARD COOLING 超强冷喷嘴采用与莱克勒MASTERCOOLER SMART 喷嘴同样的安装方式，这种安装方式已成为现代板坯连铸机的标准布管方式。



超强冷喷嘴喷头

HARD HARD COOLING 超强冷喷嘴可以有效改善板坯质量，提高生产效率

在铸机前部获得较低的铸坯表面温度
避免板坯坯壳鼓肚，保持结晶器液面稳点
降低板坯表面温度波动幅度
改善质量，提高生产效率

喷嘴头部延伸到辊缝中采用标准的MASTER COOLER SMART安装方式

板坯连铸机扇形段管路

Mastercooler SMART 安装方式

由于是内部混合，气雾喷嘴需要两个不同的进气进水管路。扇形段纵向集管设计已经成为现代板坯连铸机的标准布管方式。气雾喷嘴配有安装板，可用螺栓垂直安装到连接板上。为了保证在同一扇形段中

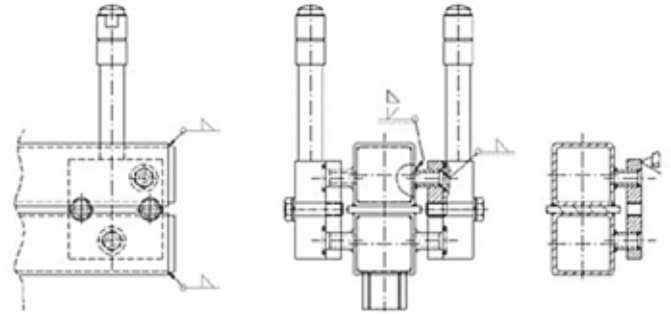


带有进气进水管的小管的气雾喷嘴

使用相同长度的喷嘴，用螺栓把喷嘴固定到定制长度的转接板上，以补偿连铸机弯曲半径的不同。

这样的布管方式，可以用一个集管实现同一扇形段不同辊缝间喷嘴的错位布置，以均化沿拉坯方向的水量分布，减少表面缺陷和裂纹。

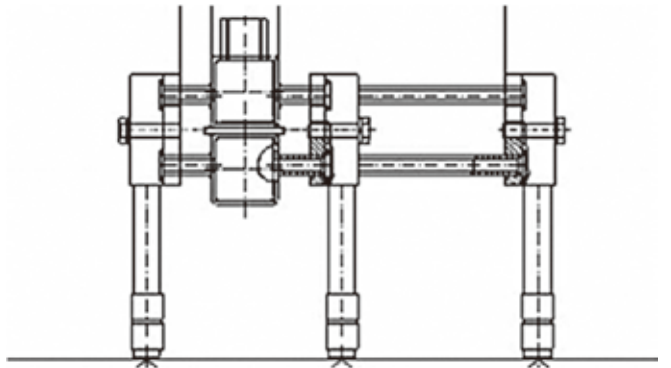
这样的布管方式，不再需要进气进水管的小细管，所有的喷嘴都安装在扇形段后侧的框架结构上，只有喷嘴顶端的喷头延伸到所在的喷淋位置。集管刚性好，喷嘴定位精确。喷嘴喷射位置准确，实现进气进水的无软管连接。



带有纵向连接板的气雾喷嘴和方形集管



带有纵向连接板的气雾喷嘴和喷射位置调整板



喷嘴错位布置



带有错位布置的Mastercooler SMART喷嘴的管路

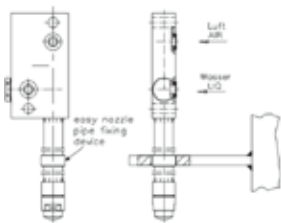
分体式喷管设计和喷嘴头定位

喷嘴和喷嘴头定位

莱克勒喷嘴采用标准的双键定位方式，确保喷嘴头准确定位，形成准确的喷射方向和喷射平面。有些喷嘴头与喷管的连接定位接口使用四孔定位方式，这是为了使喷嘴头可以旋转90°使用，在装配喷嘴和集管时，需要检查喷嘴头的角度，确认喷射方向正确。

喷嘴和喷管定位

喷嘴定位节点，可以灵活安装在扇形段的不同的位置，辅助喷嘴定位。定位套焊接在扇形段上，固定喷嘴，避免其位置产生偏差。



喷嘴定位节点

喷嘴体安装面

喷嘴体安装表面一定要保持洁净平整，以确保连接紧密。更换喷嘴时，一定要使用新的O形圈。喷嘴的气水清理孔螺堵一定要使用新紫铜垫密封。

分体式喷管设计

对于喷管长度大于300mm的喷嘴建议使用分体式喷管设计，前段喷管带有喷头和螺帽，后段包括安装板和喷管其它部分。两段喷管连接部分可以根据需求设计。和喷头自定位方法相同的管接口自定位设计，可以保证喷射方向的正确。分体式喷管设计，是出于降低成本的考虑，特别是在结晶器下的第一个扇形段，如果出现漏钢，只需更换前段喷管和喷嘴头，不必将整个喷嘴废掉。



Mastercooler 喷嘴安装表面、进气进水口（O形圈密封）、气水清理孔螺堵（紫铜垫密封）

特点：

- 如果出现漏钢，只需更换前段喷管和喷嘴头。
- 刚性连接，持久耐用
- 不同的连接接口形状，避免错误安装

益处：

- 降低维护成本
- 改善操作安全性
- 对于异型坯连铸机，由于喷嘴类型的减少，可减少喷嘴库存备件数量



Mastercooler 分体式设计喷嘴

带燕尾槽的扇形喷嘴 660系列

660系列

锁紧螺母紧固，燕尾槽自定位，确保喷射位置准确，优化铸坯表面质量，易于维护。抛物线水量分布的标准喷嘴。

应用：

多喷嘴布置，用于板坯冷却，适用于安装位置狭小的板坯连铸机足辊区域。
多喷嘴布置，适用于只使用水冷、小流量的不锈钢板坯连铸机的二冷扇形段。

标准喷嘴偏转角度为5°
可特制0°偏转角喷嘴
660.xxx.xx.74系列喷嘴



可特制单个喷嘴布置（每一辊缝）或大喷嘴间距布置的矩形水量分布喷嘴
660.xxx.xx.90系列

可特制单个喷嘴布置（每一辊缝）或大喷嘴间距布置的矩形水量分布、0°偏转角喷嘴660.xxx.xx.96系列，该喷嘴适用于辊缝较窄的扇形段

特殊喷嘴类型：

型号+材料号+特殊编号

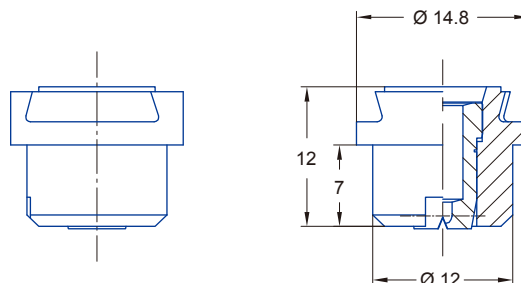
特殊编号：

00=标准喷嘴

74=0°偏转角喷嘴

90=矩形水量分布

96=0°偏转角喷嘴+矩形水量分布



喷射面相对于燕尾槽5°偏转角

喷射角	订货号				A Ø [mm]	E Ø [mm]	流量 \dot{V} [l/min]						
	型号	材料号					压力 P [bar]						
		16	17 ¹	30			0.5	1.0	2.0	[US gal./min] at 40 psi	3.0	5.0	10.0
	AISI 303	AISI 316Ti/ AISI 316L	黄铜										
45°	660.403	○	○	○	1.20	0.90	0.50*	0.71	1.00	0.31	1.23	1.58	2.24
	660.483	○	○	○	1.50	1.10	0.80*	1.13	1.60	0.50	1.96	2.53	3.58
	660.563	○	○	○	2.00	1.40	1.25	1.76	2.50	0.78	3.06	3.95	5.59
	660.643	○	○	○	2.50	1.80	2.00	2.83	4.00	1.24	4.90	6.33	8.94

1 材料号17代表AISI316Ti或AISI316L不锈钢

A=等效口径，E=最小截面直径

*由于技术改进，射流形状有可能不同

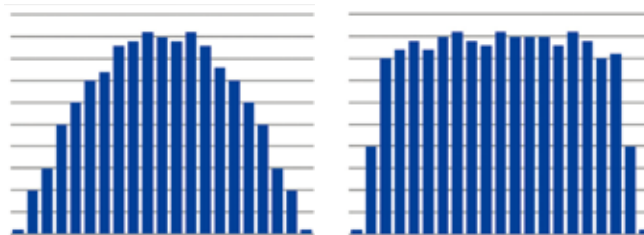
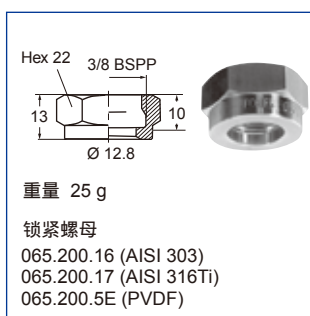
喷射角	订货号				A ∅ [mm]	E ∅ [mm]	流量 \dot{V} [l/min]						
	型号	材料号					压力 P [bar]						
		16	17 ¹	30			0.5	1.0	2.0	[US gal./ min] at 40 psi	3.0	5.0	10.0
		AISI 303	AISI 316Ti/ AISI 316L	黄铜									
60°	660.404	○	○	○	1.20	0.80							
	660.444	○	○	○	1.35	0.90	0.62*	0.88	1.25	0.39	1.53	1.98	2.80
	660.484	○	○	○	1.50	1.00	0.80*	1.13	1.60	0.50	1.96	2.53	3.58
	660.514	○	○	○	1.65	1.10	0.95*	1.34	1.90	0.59	2.33	3.00	4.25
	660.564	○	○	○	2.00	1.30	1.25	1.77	2.50	0.78	3.06	3.95	5.59
	660.604	○	○	○	2.20	1.50	1.58	2.23	3.15	0.98	3.86	4.98	7.04
	660.644	○	○	○	2.50	1.60	2.00	2.83	4.00	1.24	4.90	6.33	8.94
	660.724	○	○	○	3.00	2.10	3.15	4.46	6.30	1.95	7.72	9.96	14.09
660.804	○	-	○	4.00	2.60	5.00	7.07	10.00	3.10	12.25	15.81	22.36	
90°	660.446	○	○	○	1.35	0.80	0.62*	0.88	1.25	0.39	1.53	1.98	2.80
	660.486	○	○	○	1.50	0.80	0.80*	1.13	1.60	0.50	1.96	2.53	3.58
	660.516	○	○	○	1.65	0.90	0.95*	1.34	1.90	0.59	2.33	3.00	4.25
	660.566	○	○	○	2.00	1.10	1.25	1.76	2.50	0.78	3.06	3.95	5.59
	660.606	○	○	○	2.20	1.20	1.58	2.23	3.15	0.98	3.86	4.98	7.04
	660.646	○	○	○	2.50	1.30	2.00	2.83	4.00	1.24	4.90	6.33	8.94
	660.676	○	○	○	2.70	1.40	2.38	3.36	4.75	1.47	5.82	7.51	10.62
	660.726	○	○	○	3.00	1.70	3.15	4.46	6.30	1.95	7.72	9.96	14.09
660.806	-	○	○	4.00	2.40	5.00	7.07	10.00	3.10	12.25	15.81	22.36	
120°	660.517	○	○	○	1.65	0.90	0.95*	1.34	1.90	0.59	2.33	3.00	4.25
	660.567	○	○	○	2.00	0.90	1.25	1.77	2.50	0.78	3.06	3.95	5.59
	660.607	○	○	○	2.20	1.10	1.58	2.23	3.15	0.98	3.86	4.98	7.04
	660.647	○	○	○	2.50	1.30	2.00	2.83	4.00	1.24	4.90	6.33	8.94
	660.727	○	○	○	3.00	1.60	3.15	4.46	6.30	1.95	7.72	9.96	14.09
660.807	○	-	○	4.00	2.00	5.00	7.07	10.00	3.10	12.25	15.81	22.36	

1 材料号17代表AISI316Ti或AISI316L不锈钢

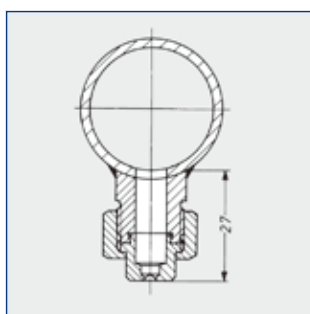
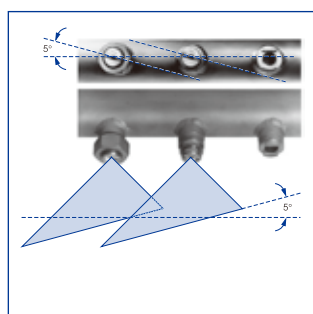
A=等效通径，E=最小截面直径

*由于技术改进，射流形状有可能不同

配件



标准喷射水量分布（左）和矩形喷射水量分布（右）



以上喷嘴流量计算公式： $\dot{V}_2 = \dot{V}_1 * \sqrt{\frac{P_2}{P_1}}$

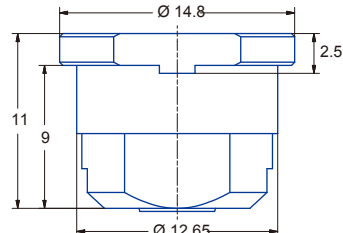
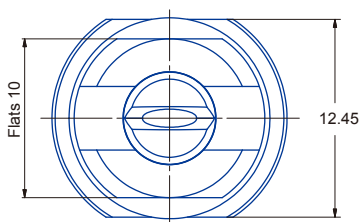
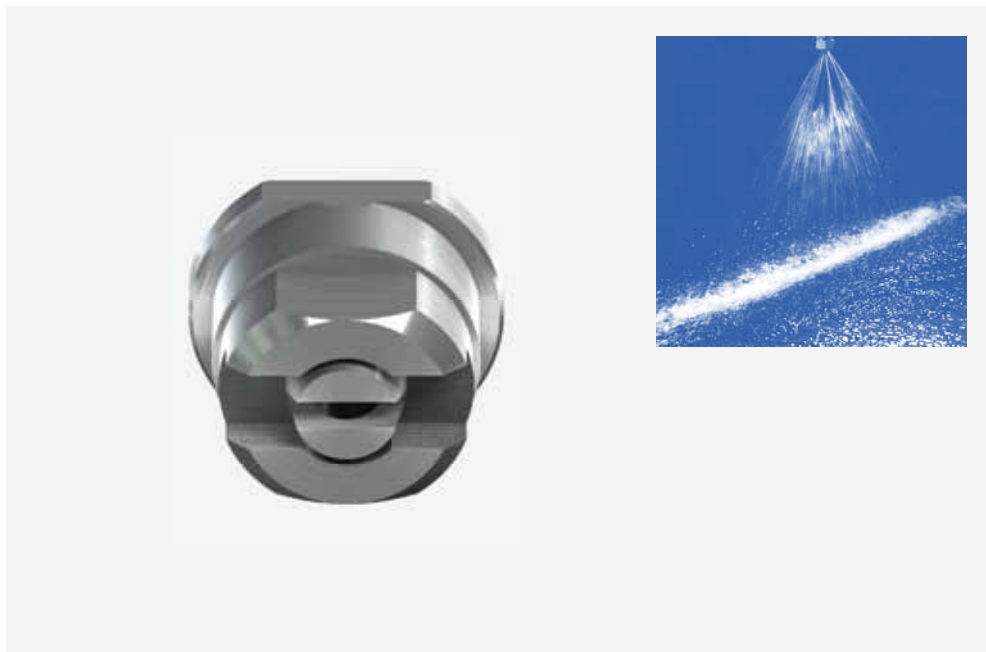
双平面定位扇形喷嘴 6M2系列

6M2系列

锁紧螺母紧固，双平面自定位，确保喷射位置准确，优化铸坯表面质量，易于维护。抛物线水量分布的标准喷嘴。

应用：

多喷嘴布置，用于板坯冷却，适用于安装位置狭小的板坯连铸机足辊区域。
多喷嘴布置，适用于只使用水冷、小流量的不锈钢板坯连铸机的二冷扇形段。



喷射角	订货号				A Ø [mm]	E Ø [mm]	流量 \dot{V} [l/min]						
	型号	材料号					压力 P [bar]						
		16	17 ¹	30									
		AISI 303	AISI 316Ti/ AISI 316L	黄铜			0.5	1.0	2.0	[US gal./ min] at 40 psi	3.0	5.0	10.0
45°	6M2.403	○	○	○	1.20	0.90	0.50*	0.71	1.00	0.31	1.23	1.58	2.24
	6M2.483	○	○	○	1.50	1.10	0.80*	1.13	1.60	0.50	1.96	2.53	3.58
	6M2.563	○	○	○	2.00	1.40	1.25	1.77	2.50	0.78	3.06	3.95	5.59
	6M2.643	○	○	○	2.50	1.80	2.00	2.83	4.00	1.24	4.90	6.33	8.94
	6M2.723	○	○	○	3.00	2.40	3.15	4.46	6.30	1.95	7.72	9.96	14.09
	6M2.763	○	○	○	3.50	2.60	4.00	5.66	8.00	2.48	9.80	12.65	17.89
	6M2.803	○	○	○	4.00	3.00	5.00	7.07	10.00	3.10	12.25	15.81	22.36

1 材料号17代表AISI316Ti或AISI316L不锈钢

A=等效通径，E=最小截面直径

*由于技术改进，射流形状有可能不同

喷射角	订货号				A Ø [mm]	E Ø [mm]	流量 \dot{V} [l/min]						
	型号	材料号					压力 P [bar]						
		16	17 ¹	30			0.5	1.0	2.0	[US gal./min] at 40 psi	3.0	5.0	10.0
		AISI 303	AISI 316Ti/ AISI 316L	黄铜									
60°	6M2.404	○	○	○	1.20	0.80	0.50*	0.71	1.00	0.31	1.23	1.58	2.24
	6M2.444	○	○	○	1.35	0.90	0.62*	0.88	1.25	0.39	1.53	1.98	2.80
	6M2.484	○	○	○	1.50	1.00	0.80*	1.13	1.60	0.50	1.96	2.53	3.58
	6M2.514	○	○	○	1.65	1.10	0.95*	1.34	1.90	0.59	2.33	3.00	4.25
	6M2.564	○	○	○	2.00	1.30	1.25	1.77	2.50	0.78	3.06	3.95	5.59
	6M2.604	○	○	○	2.20	1.50	1.58	2.23	3.15	0.98	3.86	4.98	7.04
	6M2.644	○	○	○	2.50	1.60	2.00	2.83	4.00	1.24	4.90	6.33	8.94
	6M2.674	○	○	○	2.70	1.80	2.38	3.36	4.75	1.47	5.82	7.51	10.62
	6M2.724	○	○	○	3.00	2.10	3.15	4.46	6.30	1.95	7.72	9.96	14.09
	6M2.764	○	○	○	3.50	2.30	4.00	5.66	8.00	2.48	9.80	12.65	17.89
	6M2.804	○	○	○	4.00	2.60	5.00	7.07	10.00	3.10	12.25	15.81	22.36
	6M2.844	○	-	-	4.50	3.00	6.25	8.84	12.50	3.88	15.31	19.76	27.95
6M2.884	○	-	○	5.00	3.40	8.00	11.31	16.00	4.96	19.60	25.30	35.78	
90°	6M2.446	○	○	○	1.35	0.80	0.62*	0.88	1.25	0.39	1.53	1.98	2.80
	6M2.486	○	○	○	1.50	0.80	0.80*	1.13	1.60	0.50	1.96	2.53	3.58
	6M2.516	○	○	○	1.65	0.90	0.95*	1.34	1.90	0.59	2.33	3.00	4.25
	6M2.566	○	○	○	2.00	1.10	1.25	1.77	2.50	0.78	3.06	3.95	5.59
	6M2.606	○	○	○	2.20	1.20	1.58	2.23	3.15	0.98	3.86	4.98	7.04
	6M2.646	○	○	○	2.50	1.30	2.00	2.83	4.00	1.24	4.90	6.33	8.94
	6M2.676	○	○	○	2.70	1.40	2.38	3.36	4.75	1.47	5.82	7.51	10.62
	6M2.726	○	○	○	3.00	1.70	3.15	4.46	6.30	1.95	7.72	9.96	14.09
	6M2.766	○	○	○	3.50	1.90	4.00	5.66	8.00	2.48	9.80	12.65	17.89
	6M2.806	○	○	○	4.00	2.40	5.00	7.07	10.00	3.10	12.25	15.81	22.36
	6M2.846	-	-	○	4.50	2.40	6.25	8.84	12.50	3.88	15.31	19.76	27.95
	6M2.886	○	-	○	5.00	3.10	8.00	11.31	16.00	4.96	19.60	25.30	35.78
120°	6M2.517	○	○	○	1.65	0.90	0.95*	1.34	1.90	0.59	2.33	3.00	4.25
	6M2.567	○	○	○	2.00	0.90	1.25	1.77	2.50	0.78	3.06	3.95	5.59
	6M2.607	○	○	○	2.20	1.10	1.58	2.23	3.15	0.98	3.86	4.98	7.04
	6M2.647	○	○	○	2.50	1.30	2.00	2.83	4.00	1.24	4.90	6.33	8.94
	6M2.677	○	○	○	2.70	1.40	2.38	3.36	4.75	1.47	5.82	7.51	10.62
	6M2.727	○	○	○	3.00	1.60	3.15	4.46	6.30	1.95	7.72	9.96	14.09
	6M2.767	○	○	○	3.50	1.70	4.00	5.66	8.00	2.48	9.80	12.65	17.89
	6M2.807	○	-	○	4.00	2.00	5.00	7.07	10.00	3.10	12.25	15.81	22.36
	6M2.847	-	-	-	4.50	2.30	6.25	8.84	12.50	3.88	15.31	19.76	27.95
	6M2.887	-	-	-	5.00	2.60	8.00	11.31	16.00	4.96	19.60	25.30	35.78

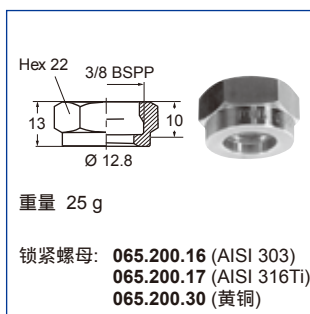
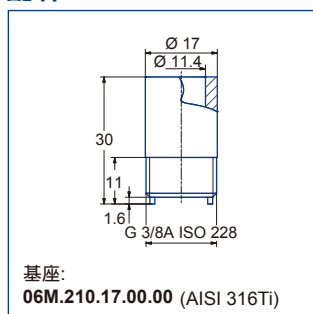
1 材料号17代表AISI316Ti或AISI316L不锈钢

A=等效直径，E=最小截面直径

*由于技术改进，射流形状有可能不同

订货号：型号 + 材料号 = 订货号
如：6M2.404 + 16 = 6M2.404.16

配件



以上喷嘴流量计算公式： $\dot{V}_2 = \dot{V}_1 * \sqrt{\frac{p_2}{p_1}}$

带燕尾槽的扇形喷嘴 664/665系列

664/665系列

锁紧螺母紧固，燕尾槽自定位，确保喷射位置准确，优化铸坯表面质量，易于维护。抛物线水量分布的标准喷嘴。

应用：

多个喷嘴和单个喷嘴布置，用于二冷扇形段水冷

- 标准喷嘴偏转角15°
- 可特制0°偏转角喷嘴
- 664.xxx.xx.74或665.xxx.xx.74系列

可特制单个喷嘴布置（每一辊缝）或大喷嘴间距布置的矩形水量分布喷嘴

664.xxx.xx.90或665.xxx.xx.90系列

可特制单个喷嘴布置（每一辊缝）或大喷嘴间距布置的矩形水量分布、0°偏转角喷嘴664.xxx.xx.96或665.xxx.xx.96系列，此系列喷嘴适用于辊缝较窄的扇形段

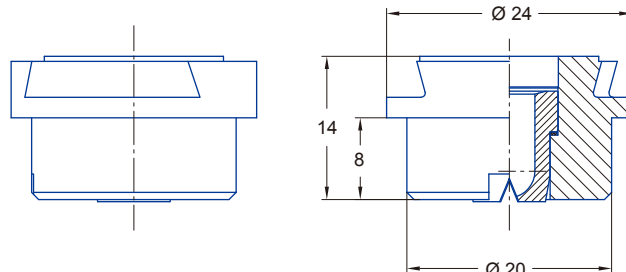


特殊喷嘴类型：

型号+材料号+特殊编号

特殊编号：

- 00=标准喷嘴
- 74=0°偏转角喷嘴
- 90=矩形水量分布
- 96=0°偏转角喷嘴+矩形水量分布



喷射面相对于燕尾槽15°偏转角

喷射角	订货号				A Ø [mm]	E Ø [mm]	流量 \dot{V} [l/min]						
	型号	材料号					压力 P [bar]						
		16	17 ¹	30			0.5	1.0	2.0	[US gal./min] at 40 psi	3.0	5.0	10.0
		AISI 303	AISI 316Ti/ AISI 316L	黄铜									
45°	664.723	○	○	○	3.00	2.40	3.15	4.45	6.30	1.95	7.72	9.96	14.09
	664.763	○	○	○	3.50	2.60	4.00	5.66	8.00	2.48	9.80	12.65	17.89
	664.803	○	○	○	4.00	3.00	5.00	7.07	10.00	3.10	12.25	15.81	22.36
	664.843	○	○	○	4.50	3.40	6.25	8.84	12.50	3.88	15.31	19.67	27.95
	664.883	○	○	○	5.00	3.80	8.00	11.31	16.00	4.96	19.60	25.30	35.78
	664.923	○	○	○	5.50	4.20	10.00	14.14	20.00	6.20	24.49	31.62	44.72
	664.963	○	○	○	6.00	4.40	12.50	17.68	25.00	7.75	30.62	39.53	55.90
	665.043	-	-	○	8.00	5.90	20.00	28.28	40.00	12.41	48.99	63.25	89.44

1 材料号17代表AISI316Ti或AISI316L不锈钢

A=等效通径，E=最小截面直径

*由于技术改进，射流形状有可能不同

✧ 喷射角	订货号				A Ø [mm]	E Ø [mm]	流量 \dot{V} [l/min]						
	型号	材料号					压力 P [bar]						
		16	17 ¹	30									
		AISI 303	AISI 316Ti/ AISI 316L	黄铜			0.5	1.0	2.0	[US gal./ min] at 40 psi	3.0	5.0	10.0
60°	664.724	○	○	○	3.00	2.10	3.15	4.45	6.30	1.95	7.72	9.96	14.09
	664.764	○	○	○	3.50	2.30	4.00	5.66	8.00	2.48	9.80	12.65	17.89
	664.804	○	○	○	4.00	2.60	5.00	7.07	10.00	3.10	12.25	15.81	22.36
	664.844	○	○	○	4.50	3.00	6.25	8.84	12.50	3.88	15.31	19.67	27.95
	664.884	○	○	○	5.00	3.40	8.00	11.31	16.00	4.96	19.60	25.30	35.78
	664.924	○	○	○	5.50	4.10	10.00	14.14	20.00	6.20	24.49	31.62	44.72
	664.964	○	○	○	6.00	4.20	12.50	17.68	25.00	7.75	30.62	39.53	55.90
	665.044	○	○	○	8.00	8.00	20.00	28.28	40.00	12.41	48.99	63.25	89.44
	665.064	○	○	○	8.00	8.00	22.50	31.84	45.00	13.96	55.15	71.20	100.69
	665.084	-	○	○	9.00	6.20	25.00	35.36	50.00	15.50	61.24	79.06	111.80
665.124	-	-	○	10.00	7.40	31.50	44.55	63.00	19.56	77.16	99.61	140.87	
90°	664.726	○	○	○	3.00	1.70	3.15	4.45	6.30	1.95	7.72	9.96	14.09
	664.766	○	○	○	3.50	1.90	4.00	5.66	8.00	2.48	9.80	12.65	17.89
	664.806	○	○	○	4.00	2.40	5.00	7.07	10.00	3.10	12.25	15.81	22.36
	664.846	○	○	○	4.50	2.40	6.25	8.84	12.50	3.88	15.31	19.67	27.95
	664.886	○	○	○	5.00	3.10	8.00	11.31	16.00	4.96	19.60	25.30	35.78
	664.926	○	○	○	5.50	3.60	10.00	14.14	20.00	6.20	24.49	31.62	44.72
	664.966	○	○	○	6.00	3.90	12.50	17.68	25.00	7.75	30.62	39.53	55.90
	665.046	-	-	○	8.00	4.90	20.00	28.28	40.00	12.41	48.99	63.25	89.44
	665.126	-	-	○	10.00	6.40	31.50	44.55	63.00	19.56	77.16	99.61	140.87
	120°	664.727	○	○	○	3.00	1.60	3.15	4.45	6.30	1.95	7.72	9.96
664.767		○	○	○	3.50	1.70	4.00	5.66	8.00	2.48	9.80	12.65	17.89
664.807		○	○	○	4.00	2.00	5.00	7.07	10.00	3.10	12.25	15.81	22.36
664.847		○	○	○	4.50	2.30	6.25	8.84	12.50	3.88	15.31	19.67	27.95
664.887		○	○	○	5.00	2.60	8.00	11.31	16.00	4.96	19.60	25.30	35.78
664.927		○	○	○	5.50	2.90	10.00	14.14	20.00	6.20	24.49	31.62	44.72
664.967		-	-	○	6.00	3.20	12.50	17.68	25.00	7.75	30.62	39.53	55.90
665.047		-	-	○	8.00	4.40	20.00	28.28	40.00	12.41	48.99	63.25	89.44

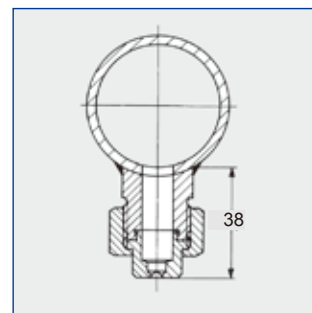
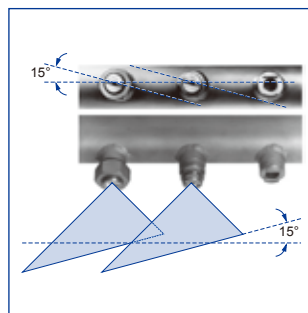
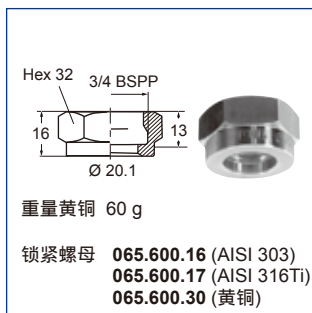
1 材料号17代表AISI316Ti或AISI316L不锈钢

A=等效直径，E=最小截面直径

*由于技术改进，射流形状有可能不同

订货号： 型号 + 材料号 = 订货号
 如： 664.724 + 16 = 664.724.16

配件



以上喷嘴流量计算公式： $\dot{V}_2 = \dot{V}_1 * \sqrt{\frac{P_2}{P_1}}$

增大喷射厚度带燕尾槽的扇形喷嘴 600.280系列

600.280系列

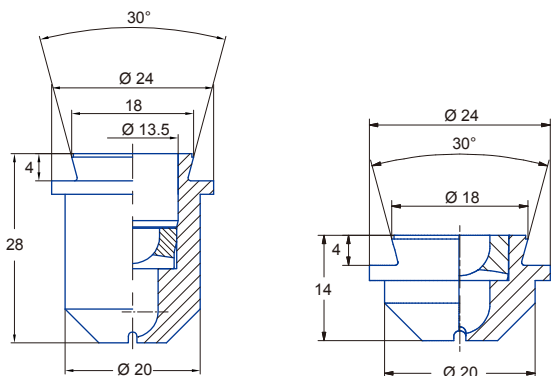
3/4" 锁紧螺母紧固，燕尾槽自定位，0°偏转角，确保喷射位置准确，优化铸坯表面质量，易于维护。

典型的梯形水量分布有14mm和28mm两种规格

应用：

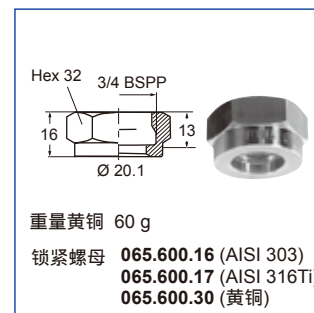
单个和多个喷嘴布置，用于大方坯或板坯连铸机二冷扇形段。

也可用于板坯连铸机窄面垂直喷淋冷却，或大方坯连铸机的垂直喷淋冷却。



喷射面平行于燕尾槽

配件



喷射角	订货号	流量[l/min] 压力=5bar时	喷射角度 (厚度方向) [°]	长度 [mm]	最小截面直径 [mm]
60°	600.280.30.34	25.6	12	28	3
	600.280.30.32	25.6	15	28	3
	600.280.30.28	18.2	20	28	2.5
	600.280.30.29	25.0	20	28	3
	600.280.30.30	31.9	20	28	3.6
	600.280.30.33	34.1	25	28	4
	600.280.30.83	2.7	40	28	1
	600.280.30.12	4.0	40	28	1
	600.280.30.11	4.5	40	28	1
	600.280.30.22	10.0	40	28	2.1
600.280.30.21	13.0	40	28	2.5	
70°	600.280.30.17	2.8	40	28	1
	600.280.30.15	4.0	40	28	1.1
	600.280.30.84	6.6	40	28	1.8
75°	600.280.30.82	12.1	15	28	1.8
	600.280.30.16	13.0	15	28	1.7
	600.280.30.19	7.0	30	28	1.6
	600.280.30.26	8.8	30	28	1.7

以上喷嘴流量计算公式： $\dot{V}_2 = \dot{V}_1 * \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{0.47}$
(≤ 10 bar)

喷射角	订货号	流量[l/min] 压力=5bar时	喷射角度 (厚度方向) [°]	长度 [mm]	最小截面通径 [mm]
80°	600.280.30.64	4.3	20	28	1.4
	600.280.30.74	4.8	20	28	1.5
	600.280.30.51	21.4	25	28	1.6
	600.280.30.42	4.8	30	14	1
90°	600.280.30.77	9.6	20	28	1
	600.280.30.14	10.5	20	28	1.1
	600.280.30.08	18.2	20	28	2.2
	600.280.30.03	20.4	20	28	2.1
	600.280.30.05	24.8	20	28	2.5
	600.280.30.09	25.0	20	28	2
	600.280.30.10	31.9	20	28	2.7
	600.280.30.62	9.8	27	28	1.6
	600.280.30.69	14.9	27	28	2.3
	600.280.30.68	18.2	27	28	2.95
	600.280.30.72	27.5	27	28	2.7
	600.280.30.76	32.1	27	28	2.7
	600.280.30.13	2.7	30	14	1
	600.280.30.97	4.1	30	28	1.2
	600.280.30.92	4.2	30	14	1.2
	600.280.30.41	7.0	30	14	1.6
	600.280.30.95	7.0	30	28	1.7
	600.280.30.90	7.2	30	14	1.7
	600.280.30.27	10.8	30	28	1.9
	600.280.30.63	12.4	30	28	2.3
	600.280.30.45	17.6	30	28	2.3
	600.280.30.66	24.8	30	28	2.15
	600.280.30.24	24.8	30	40	2.15
	600.280.30.73	16.1	35	28	2.3
	600.280.30.81	4.1	40	28	1.7
	600.280.30.79	6.4	40	28	1.6
	600.280.30.80	8.3	40	28	1.7
	600.280.30.78	15.6	40	28	2.5
100°	600.280.30.53	25.2	15	56	2.5
	600.280.30.44	42.7	15	28	2.7
	600.280.30.85	8.7	25	28	1.4
	600.280.30.50	10.5	25	28	1.6
	600.280.30.07	24.8	25	28	2.3
	600.280.30.88	4.2	30	14	1.2
	600.280.30.58	7.4	30	14	1.7
	600.280.30.57	10.3	30	14	1.8
	600.280.30.40	10.8	30	28	1.6
	600.280.30.56	13.0	30	14	1.9
	600.280.30.55	15.8	30	14	2.5
	600.280.30.36	19.0	30	14	2.6
	600.280.30.59	16.7	40	28	2.6
	600.280.30.35	18.8	40	28	2.6
	600.280.30.37	30.2	40	28	2.7
	600.280.30.23	4.0	50	28	1.85
	600.280.30.31	6.9	50	28	1.3
	105°	600.280.30.02	7.0	23	14
600.280.30.00		10.0	23	14	1.3
600.280.30.01		13.0	23	14	1.4
600.280.30.04		16.0	23	14	1.3
600.280.30.65		4.3	27	28	1.05
600.280.30.67		6.2	27	28	1.4
112°	600.280.30.43	19.8	30	28	2.4

材料：30（黄铜），16（不锈钢）按要求供货

其它型号喷嘴可按要求供货

以上喷嘴流量计算公式： $\dot{V}_2 = \dot{V}_1 * \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{0.47}$
(≤ 10 bar)

增大喷射厚度带燕尾槽的扇形喷嘴 600.366系列

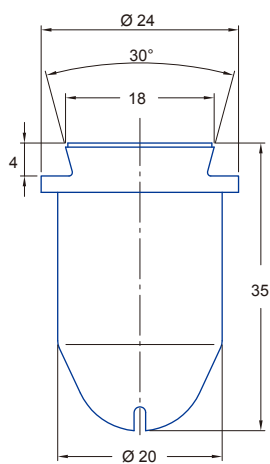
600.366系列

高打击力，中心峰值水量分布

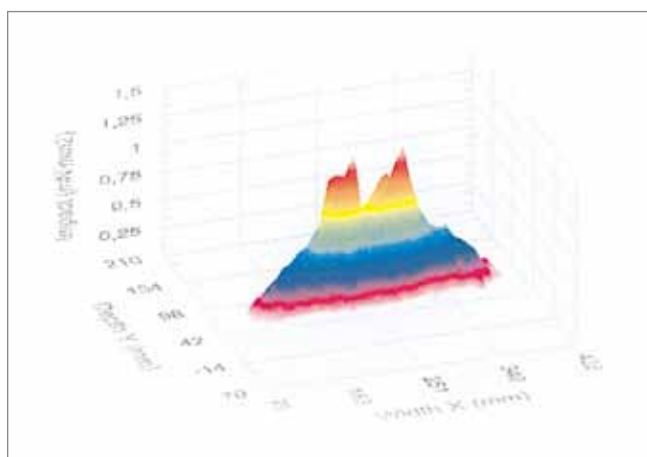
3/4" 锁紧螺母紧固，燕尾槽自定位，0°偏转角，确保喷射位置准确，优化铸坯表面质量，易于维护。

应用：

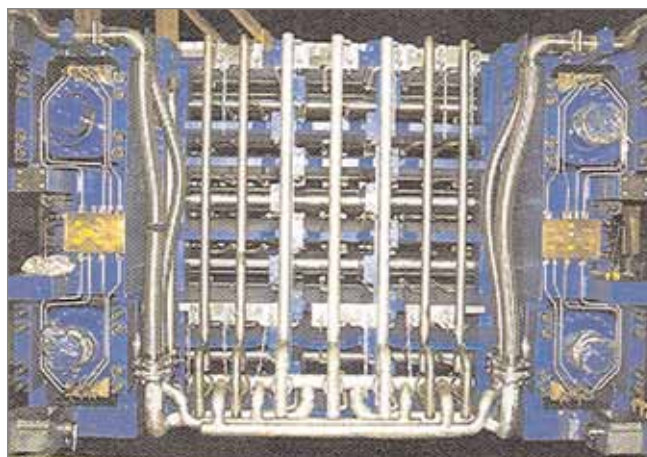
多喷嘴布置，用于二冷扇形段水冷，尤其适用于薄板坯高速连铸机



喷射面平行于燕尾槽



高打击力喷嘴典型的打击力分布测试结果



预装于现场维修区的CSP连铸备用扇形段

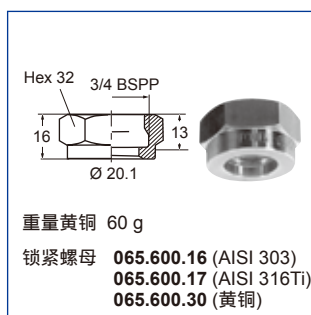
订货号	流量[l/min] 压力=5bar时	喷射角度 (宽度方向) [°]	喷射角度 (厚度方向) [°]	最小截面通径 [mm]
600.366.30.53	2.8	68	19	1.1
600.366.30.55	4.3	68	19	1.3
600.366.30.70	1.9	69	26	1
600.366.30.72	5.1	69	26	1.4
600.366.30.50	5.7	70	20	1.4
600.366.30.13	5.9	70	30	1.9
600.366.30.51	7.0	70	20	2
600.366.30.14	10.4	70	30	1.9
600.366.30.54	3.6	74	19	1.3
600.366.30.56	6.4	74	19	1.4
600.366.30.60	9.9	75	26	1.9
600.366.30.71	3.4	80	26	1.2
600.366.30.61	11.4	80	26	1.9
600.366.30.52	10.4	82	28	1.7
600.366.30.30	7.1	83	20	1.8
600.366.30.36	9.1	90	20	1.4
600.366.30.37	13.7	90	20	1.8
600.366.30.48	9.1	102	32	1.6
600.366.30.49	3.6	105	25	1
600.366.30.23	4.2	105	20	1
600.366.30.28	5.7	105	20	1
600.366.30.40	7.0	105	20	1.25
600.366.30.00	7.1	105	35	1.8
600.366.30.44	9.5	105	20	1.7
600.366.30.41	10.4	105	20	1.8
600.366.30.21	10.7	105	20	2
600.366.30.01	10.7	105	35	2
600.366.30.42	13.5	105	20	1.7
600.366.30.22	14.3	105	20	2.2
600.366.30.02	14.3	105	35	2.2
600.366.30.43	17.3	105	20	2
600.366.30.03	17.8	105	35	2.5
600.366.30.45	21.5	105	20	2.1
600.366.30.80	18.1	108	32	2.3
600.366.30.81	20.8	108	32	2.3
600.366.30.47	5.9	110	28	1.1

材料：30（黄铜），16（不锈钢）按要求供货

其他规格喷嘴可按要求特制

喷嘴压力流量特性曲线可按要求提供

配件



以上喷嘴流量计算公式： $\dot{V}_2 = \dot{V}_1 * \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{0.47}$
(≤ 10 bar)

轴流实心圆锥喷嘴 490系列

490系列

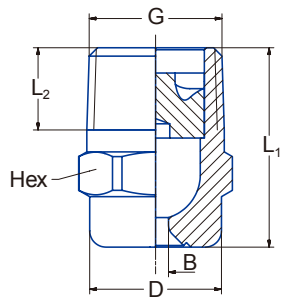
防堵塞喷嘴设计，喷射角度稳定，水量分布极其均匀

应用：

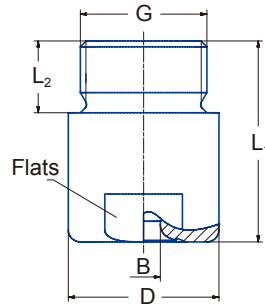
小方坯连铸机铸坯冷却，
板坯连铸机板坯窄面冷却，
小方坯结晶器喷淋冷却，
EAF电极喷淋冷却

备注：

如果喷嘴长期暴露于高温环境，推荐使用以下材料，
T8：喷嘴外壳黄铜，叶片
AISI316L，或
1Y：全部使用AISI316L



连接方式
CC-CG



连接方式
AK-AM

连接方式	尺寸 [mm]					重量 Brass
	G	L ₁	L ₂	D	Hex/Flats	
CA	1/8 BSPT	18.0	6.5	10.0	11	13 g
CC	1/4 BSPT	22.0	10.0	13.0	14	16 g
CE	3/8 BSPT	24.5	10.0	16.0	17	30 g
CE	3/8 BSPT	30.0	10.0	16.0	17	50 g
CG	1/2 BSPT	32.5	13.0	21.0	22	60 g
CG	1/2 BSPT	43.5	13.0	21.0	22	85 g
AK	3/4 BSPP	42.0	15.0	32.0	27	190 g

由于技术改进，若安装条件非常严格，请和我们索要准确的外形尺寸。

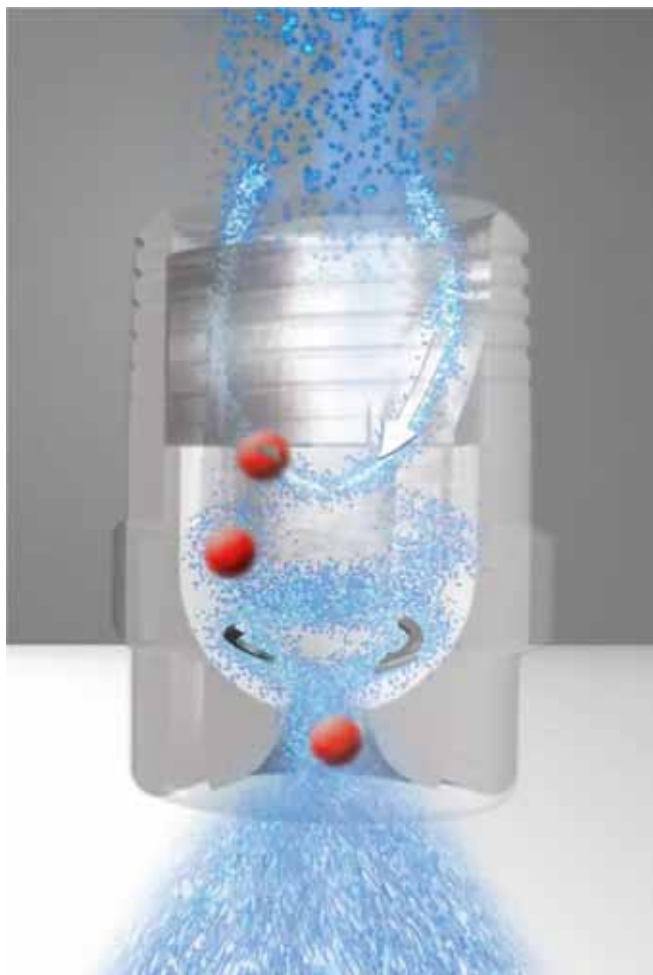
新一代喷嘴技术 创新内部结构设计 具有以下优点：

最小截面直径大，比常规轴流实心锥喷嘴大30%到40%，防堵塞

提高设备使用率，降低维护成本

在所有工作压力范围内，都具有稳定的喷射角度

在铸坯角部和中心不会出现过冷或冷却不足的现象，提高铸坯质量




可通过490系列
喷嘴的固体颗粒



可通过常规轴流实心
锥喷嘴的固体颗粒

轴流实心锥喷嘴 490系列

喷射角	订货号									B Ø [mm]	E Ø [mm]	流量 \dot{V} [l/min]							射流直径D 压力=2bar时	
	型号	材料号			连接方式							压力 P [bar]							 H = 200 mm H = 500 mm	
		1Y	30	T8	1/8 BSPT	1/4 BSPT	3/8 BSPT	1/2 BSPT	3/4 BSPP			0.5	1.0	2.0	3.0	5.0	7.0	10.0		
		AISI 316L	黄铜	黄铜/AISI316L																
45°	490.403	○	○	○	CA	-	-	-	-	1.25	1.25	0.57	0.76	1.00	1.18	1.44	1.65	1.90	160	400
	490.443	○	○	○	-	CC	-	-	-	1.40	1.40	0.72	0.95	1.25	1.47	1.80	2.06	2.38	160	400
	490.523	○	○	○	CA	CC	-	-	-	1.70	1.70	1.15	1.52	2.00	2.35	2.89	3.30	3.81	160	400
	490.563	○	○	○	-	CC	-	-	-	1.80	1.80	1.44	1.89	2.50	2.94	3.61	4.13	4.76	160	400
	490.603	○	○	○	-	CC	CE	-	-	2.00	2.00	1.81	2.39	3.15	3.70	4.54	5.20	6.00	160	400
	490.643	○	○	○	-	CC	CE	-	-	2.45	2.45	2.30	3.03	4.00	4.70	5.77	6.60	7.61	160	400
	490.683	○	○	○	-	CC	CE	-	-	2.55	5.55	2.87	3.79	5.00	5.88	7.21	8.25	9.52	160	400
	490.703	○	○	○	-	-	CE	-	-	2.65	2.65	3.22	4.24	5.60	6.59	8.08	9.24	10.66	160	400
	490.723	○	○	○	-	-	CE	-	-	2.85	2.85	3.62	4.77	6.30	7.41	9.09	10.40	11.99	160	400
	490.783	○	○	○	-	-	-	CG	-	3.45	3.45	5.17	6.82	9.00	10.58	12.98	14.85	17.12	160	400
490.843	○	○	○	-	-	-	CG	-	3.80	3.80	7.18	9.47	12.50	14.70	18.03	20.63	23.80	160	400	
60°	490.404	○	○	○	CA	-	-	-	-	1.15	1.15	0.57	0.76	1.00	1.18	1.44	1.65	1.90	220	560
	490.444	○	○	○	CA	-	-	-	-	1.25	1.25	0.72	0.95	1.25	1.47	1.80	2.06	2.38	220	560
	490.484	○	○	○	CA	-	-	-	-	1.45	1.45	0.92	1.21	1.60	1.88	2.31	2.64	3.05	220	560
	490.524	○	○	○	CA	CC	CE	-	-	1.60	1.60	1.15	1.52	2.00	2.35	2.89	3.30	3.81	220	560
	490.564	○	○	○	CA	CC	CE	-	-	1.80	1.80	1.44	1.89	2.50	2.94	3.61	4.13	4.76	220	560
	490.604	○	○	○	CA	CC	CE	-	-	2.05	2.05	1.81	2.39	3.15	3.70	4.54	5.20	6.00	220	560
	490.644	○	○	○	-	CC	CE	-	-	2.30	2.30	2.30	3.03	4.00	4.70	5.77	6.60	7.61	220	560
	490.684	○	○	○	-	CC	CE	-	-	2.60	2.60	2.87	3.79	5.00	5.88	7.21	8.25	9.52	220	560
	490.704	○	○	○	-	-	CE	-	-	2.75	2.75	3.22	4.24	5.60	6.59	8.08	9.24	10.66	220	560
	490.724	○	○	○	-	CC	CE	-	-	2.95	2.80	3.62	4.77	6.30	7.41	9.09	10.40	11.99	220	560
	490.744	○	○	○	-	-	CE	-	-	3.05	3.05	4.08	5.38	7.10	8.35	10.24	11.72	13.52	220	560
	490.764	○	○	○	-	-	CE	-	-	3.25	3.25	4.59	6.06	8.00	9.41	11.54	13.20	15.22	220	560
	490.784	○	○	○	-	-	CE	-	-	3.50	3.50	5.17	6.82	9.00	10.58	12.98	14.85	17.12	220	560
	490.804	○	○	○	-	-	CE	-	-	3.70	3.70	5.74	7.58	10.00	11.76	14.43	16.51	19.04	220	560
	490.844	○	○	○	-	-	-	CG	-	4.05	4.05	7.18	9.47	12.50	14.70	18.03	20.63	23.80	220	560
	490.884	○	○	○	-	-	-	CG	-	4.65	4.65	9.19	12.13	16.00	18.82	23.08	26.41	30.46	220	560
	490.924	○	○	○	-	-	-	-	AK	5.20	5.20	11.49	15.16	20.00	23.52	28.85	33.01	38.07	220	560

B=孔径 E=最小截面直径

喷射角	订货号									B ∅ [mm]	E ∅ [mm]	流量 \dot{V} [l/min]								射流直径D 压力=2bar时	
	型号	材料号			连接方式							压力 P [bar]								H = 200 mm	H = 500 mm
		1Y	30	T8	1/8 BSPT	1/4 BSPT	3/8 BSPT	1/2 BSPT	3/4 BSPP			0.5	1.0	2.0	3.0	5.0	7.0	10.0			
		AISI 316L	黄铜	黄铜/AISI 316L																	
90°	490.406	○	○	○	CA	-	-	-	-	1.20	1.20	0.57	0.76	1.00	1.18	1.44	1.65	1.90	380	860	
	490.446	○	○	○	CA	-	-	-	-	1.30	1.30	0.72	0.95	1.25	1.47	1.80	2.06	2.38	380	860	
	490.486	○	○	○	CA	-	-	-	-	1.45	1.45	0.92	1.21	1.60	1.88	2.31	2.64	3.05	380	860	
	490.506	○	○	○	-	CC	-	-	-	1.65	1.65	1.03	1.36	1.80	2.12	2.60	2.97	3.43	380	860	
	490.526	○	○	○	CA	-	-	-	-	1.70	1.55	1.15	1.52	2.00	2.35	2.89	3.30	3.81	380	860	
	490.566	○	○	○	CA	-	-	-	-	1.90	1.90	1.44	1.89	2.50	2.94	3.61	4.13	4.76	380	860	
	490.606	○	○	○	CA	CC	CE	-	-	2.10	2.05	1.81	2.39	3.15	3.70	4.54	5.20	6.00	380	860	
	490.646	○	○	○	-	CC	CE	-	-	2.40	2.40	2.30	3.03	4.00	4.70	5.77	6.60	7.61	390	960	
	490.686	○	○	○	-	CC	CE	-	-	2.70	2.70	2.87	3.79	5.00	5.88	7.21	8.25	9.52	390	960	
	490.726	○	○	○	-	CC	CE	-	-	3.20	2.80	3.62	4.77	6.30	7.41	9.09	10.40	11.99	390	960	
	490.746	○	○	○	-	-	CE	-	-	3.15	3.15	4.08	5.38	7.10	8.35	10.24	11.72	13.52	390	960	
	490.766	○	○	○	-	-	CE	-	-	3.40	3.40	4.59	6.06	8.00	9.41	11.54	13.20	15.22	390	960	
	490.806	○	○	○	-	-	CE	-	-	3.90	3.90	5.74	7.58	10.00	11.76	14.43	16.51	19.04	390	960	
	490.846	○	○	○	-	-	CE	-	-	4.65	4.00	7.18	9.47	12.50	14.70	18.03	20.63	23.80	390	960	
	490.886	○	○	○	-	-	-	CG	-	5.45	4.50	9.19	12.13	16.00	18.82	23.08	26.41	30.46	390	960	
490.926	○	○	○	-	-	-	CG	-	5.90	4.50	11.49	15.16	20.00	23.52	28.85	33.01	38.07	390	960		
120°	490.368	○	○	○	CA	-	-	-	-	0.85	0.65	0.36	0.48	0.63	0.74	0.91	1.04	1.20	680	1220	
	490.408	○	○	○	CA	-	-	-	-	1.20	1.20	0.57	0.76	1.00	1.18	1.44	1.65	1.90	680	1220	
	490.448	○	○	○	CA	-	-	-	-	1.30	1.30	0.72	0.95	1.25	1.47	1.80	2.06	2.38	680	1220	
	490.488	○	○	○	CA	-	-	-	-	1.45	1.45	0.92	1.21	1.60	1.88	2.31	2.64	3.05	680	1220	
	490.528	○	○	○	CA	-	-	-	-	1.70	1.70	1.15	1.52	2.00	2.35	2.89	3.30	3.81	680	1220	
	490.568	○	○	○	CA	-	-	-	-	1.90	1.90	1.44	1.89	2.50	2.94	3.61	4.13	4.76	680	1220	
	490.608	○	○	○	CA	CC	-	-	-	2.10	2.05	1.81	2.39	3.15	3.70	4.54	5.20	6.00	680	1220	
	490.648	○	○	○	-	CC	CE	-	-	2.40	2.40	2.30	3.03	4.00	4.70	5.77	6.60	7.61	680	1330	
	490.688	○	○	○	-	CC	CE	-	-	2.75	2.75	2.87	3.79	5.00	5.88	7.21	8.25	9.52	680	1330	
	490.728	○	○	○	-	CC	CE	-	-	3.20	2.80	3.62	4.77	6.30	7.41	9.09	10.40	11.99	680	1330	
	490.748	○	○	○	-	-	CE	-	-	3.20	3.20	4.08	5.38	7.10	8.35	10.24	11.72	13.52	680	1330	
	490.768	○	○	○	-	-	CE	-	-	3.45	3.45	4.59	6.44	8.00	9.41	11.54	13.20	15.22	680	1330	
	490.808	○	○	○	-	-	CE	-	-	3.90	3.90	5.74	7.58	10.00	11.76	14.43	16.51	19.04	680	1330	
	490.848	○	○	○	-	-	CE	-	-	4.70	4.00	7.18	9.47	12.50	14.70	18.03	20.63	23.80	680	1330	
	490.888	○	○	○	-	-	-	CG	-	5.10	4.50	9.19	12.13	16.00	18.82	23.08	26.41	30.46	680	1330	
490.928	○	○	○	-	-	-	CG	-	5.80	4.75	11.49	15.16	20.00	23.52	28.85	33.01	38.07	680	1330		

B=孔径 E=最小截面直径

订货号：型号 + 材料号 + 连接方式 = 订货号

如：490.406 + 1Y + CA 490.406.1Y.CA

以上喷嘴流量计算公式： $\dot{V}_2 = \dot{V}_1 * \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{0.4}$
(≤ 10 bar)

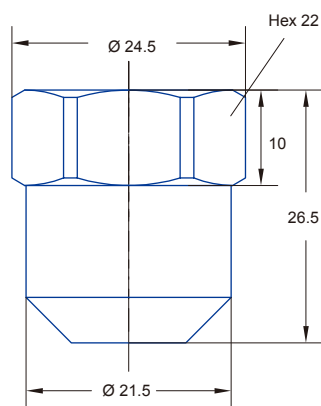
轴流实心圆锥喷嘴 486系列

486系列

经典实心圆锥喷嘴，R3/8”内螺纹连接方式，喷射水形为均匀的实心圆形

应用：

常用于Concast 小方坯连铸机



✧ 喷射角	订货号				R3/8 "内螺纹连接方式	代码	流量 (l/min) 压力=2.8bar时
	型号	材料号		AF			
		30 黄铜	1C AISI 304				
45°	486.443	○	○	AF	1545L	1,5	
	486.493	○	○	AF	2045L	2,0	
	486.533	○	○	AF	2545L	2,5	
	486.563	○	○	AF	3045L	3,0	
	486.593	○	○	AF	3545L	3,5	
	486.613	○	○	AF	4045L	4,0	
	486.633	○	○	AF	4545L	4,5	
	486.653	○	○	AF	5045L	5,0	
	486.663	○	○	AF	5545L	5,5	
	486.683	○	○	AF	6045L	6,0	
	486.713	○	○	AF	7045L	7,0	
	486.733	○	○	AF	8045L	8,0	
	486.783	○	○	AF	10045L	10,0	
486.813	○	○	AF	12045L	12,0		
65°	486.394	○	○	AF	1065L	1,0	
	486.454	○	○	AF	1665L	1,6	
	486.524	○	○	AF	2065L	2,0	
	486.534	○	○	AF	2565L	2,5	
	486.564	○	○	AF	3065L	3,0	
	486.594	○	○	AF	3565L	3,5	
	486.604	○	○	AF	3865L	3,8	
	486.614	○	○	AF	4065L	4,0	
	486.624	○	○	AF	4265L	4,2	
	486.634	○	○	AF	4565L	4,5	
	486.654	○	○	AF	5065L	5,0	
	486.664	○	○	AF	5565L	5,5	
	486.684	○	○	AF	6065L	6,0	
	486.704	○	○	AF	6565L	6,5	
	486.714	○	○	AF	7065L	7,0	
	486.724	○	○	AF	7565L	7,5	
	486.734	○	○	AF	8065L	8,0	
	486.744	○	○	AF	8565L	8,5	
	486.764	○	○	AF	9565L	9,5	
	486.774	○	○	AF	10065L	10,0	
	486.814	○	○	AF	12065L	12,0	
486.844	○	○	AF	14665L	14,6		
486.854	○	○	AF	15065L	15,0		
486.864	○	○	AF	16565L	16,5		

其它规格喷嘴可按要求特制

喷嘴压力流量特性曲线可按要求提供

以上喷嘴流量计算公式： $\dot{V}_2 = \dot{V}_1 * \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{0.45}$
(≤ 10 bar)

轴流实心圆锥喷嘴

486系列

喷射角	订货号				代码	流量 (l/min) 压力=2.8bar时
	型号	材料号		R3/8"内螺纹 连接方式		
		30 黄铜	1C AISI 304			
90°	486.446	○	○	AF	1590L	1.5
	486.496	○	○	AF	2090L	2.0
	486.536	○	○	AF	2590L	2.5
	486.566	○	○	AF	3090L	3.0
	486.596	○	○	AF	3590L	3.5
	486.606	○	○	AF	3890L	3.8
	486.616	○	○	AF	4090L	4.0
	486.636	○	○	AF	4590L	4.5
	486.646	○	○	AF	4690L	4.6
	486.656	○	○	AF	5090L	5.0
	486.686	○	○	AF	6090L	6.0
	486.706	○	○	AF	6590L	6.5
	486.726	○	○	AF	7590L	7.5
	486.736	○	○	AF	8090L	8.0
	486.766	○	○	AF	9590L	9.5
	486.776	○	○	AF	10090L	10.0
	486.816	○	○	AF	12090L	12.0
486.846	○	○	AF	14690L	14.6	

其它规格喷嘴可按要求特制

喷嘴压力流量特性曲线可按要求提供

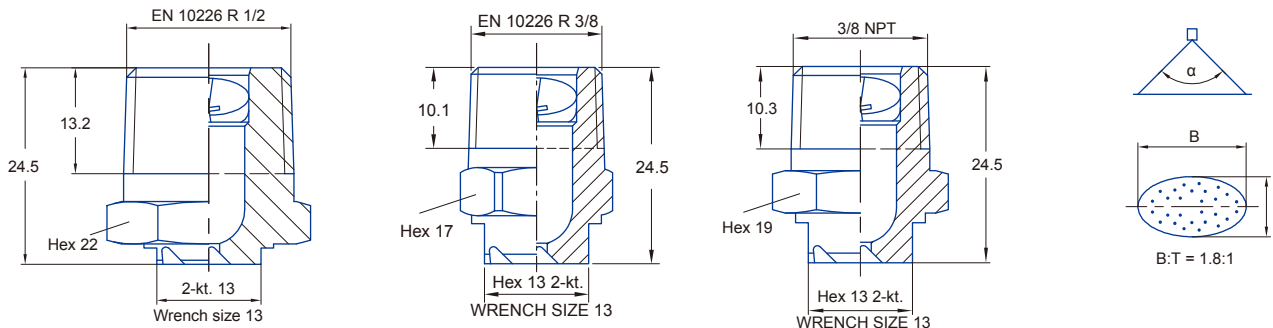
椭圆实心圆锥喷嘴 400.291系列

400.291系列

椭圆实心圆锥喷射角度
90°×60°

应用：

单个或多个喷嘴布置，用于大方坯和板坯连铸机二冷扇形段。非常适合用于结晶器足辊冷却，有效防止结晶器边部侵蚀，是扇形喷嘴的理想替代产品。同样也可用于板坯连铸机窄面的垂直喷淋和大方坯连铸机的垂直喷淋冷却。



订货号	螺纹				流量(l/min) 压力=5bar时	最小截面直径 [mm]
	3/8 NPT	R 1/2"	R 3/8"	R 3/8" secured		
400.291.30.X6	○	-	○	○	3.1	1.05
400.291.30.X4	○	-	○	○	4.2	1.25
400.291.30.X5	○	○	○	○	5.2	1.45
400.291.30.X0	○	○	○	○	6.8	1.7
400.291.30.X1	○	-	○	-	9.0	1.95
400.291.30.X2	○	-	○	-	10.5	2.15
400.291.30.X7	-	-	○	-	24.6	3.2

材料：30（黄铜），16（不锈钢）按要求供货
其它规格喷嘴可按要求特制
喷嘴压力流量特性曲线可按要求提供

3/8 NPT: X=1
R 1/2: X=7
R 3/8: X=0
3/8 NPT secured: X=5

为确保订货号的完整，请将型号中的“X”替换为NPT/R值。

以上喷嘴流量计算公式： $\dot{V}_2 = \dot{V}_1 * \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{0.47}$
(≤ 10 bar)

连铸二冷系统诊断与改造

莱克勒不仅可以提供喷嘴技术和喷嘴布置方案，而且还可以提供连铸生产工艺和二冷系统的详细设计。二冷系统是连铸工艺的关键部分，改造二冷系统可以有效增加产能、提高铸坯质量和生产的灵活性。

莱克勒可对连铸机二冷进行诊断与分析，提出现有的二冷系统配置、操作方法和工艺参数设置等对产品质量和产能的影响。

莱克勒可以对连铸机二冷系统进行改造，既可是简

单的增加喷嘴冷却能力，又可是重新设计完整的二冷系统。

二冷系统诊断与改造范围：

- 现有系统诊断
- 故障分析
- 解决方案的提供
- 改进工艺、操作和维护的建议和计划

技术改造的目标：

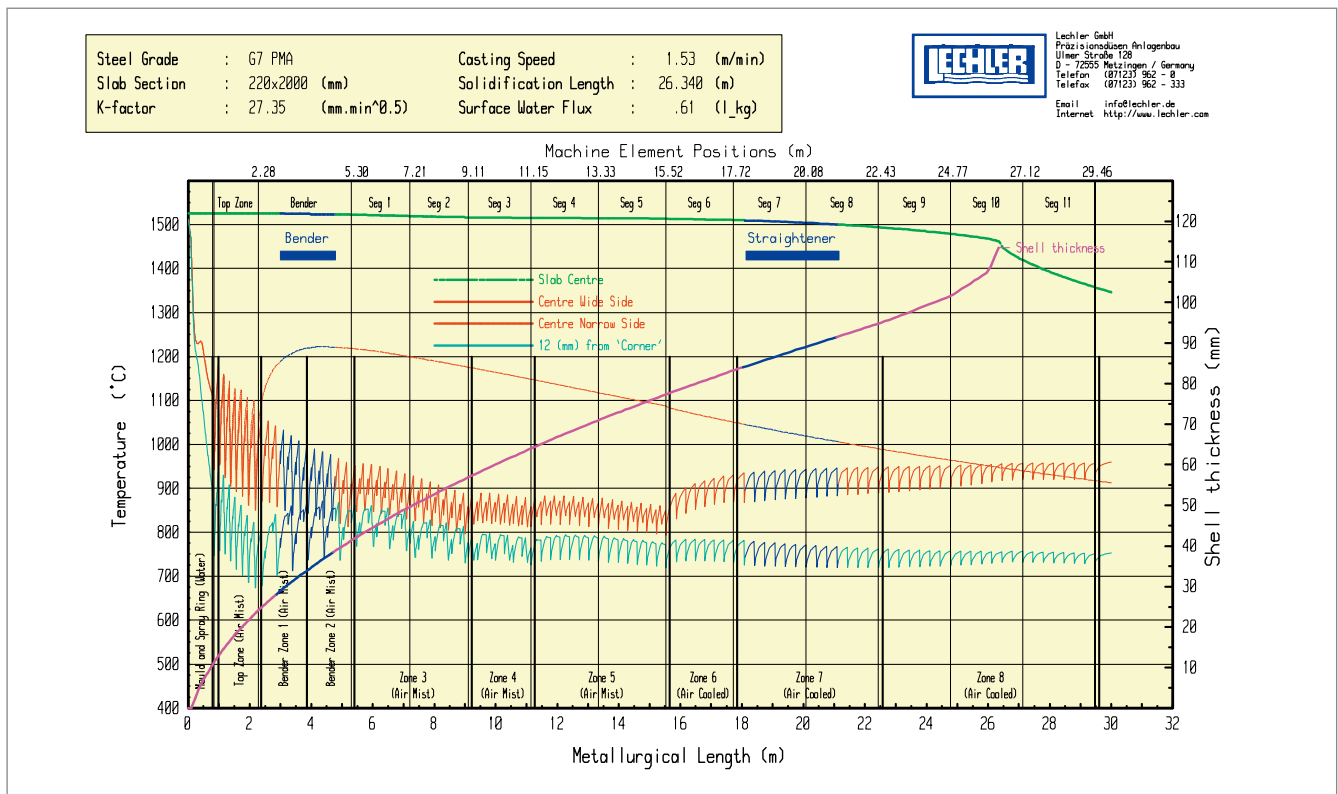
- 鉴别并消除铸坯质量缺陷
- 改进维护，降低成本
- 提高拉速，增加产能
- 增加产品规格和品种

服务步骤：

- 现有系统诊断
- 故障分析
- 现场调研
- 离线模拟
- 提供结论报告

提供解决方案包含：

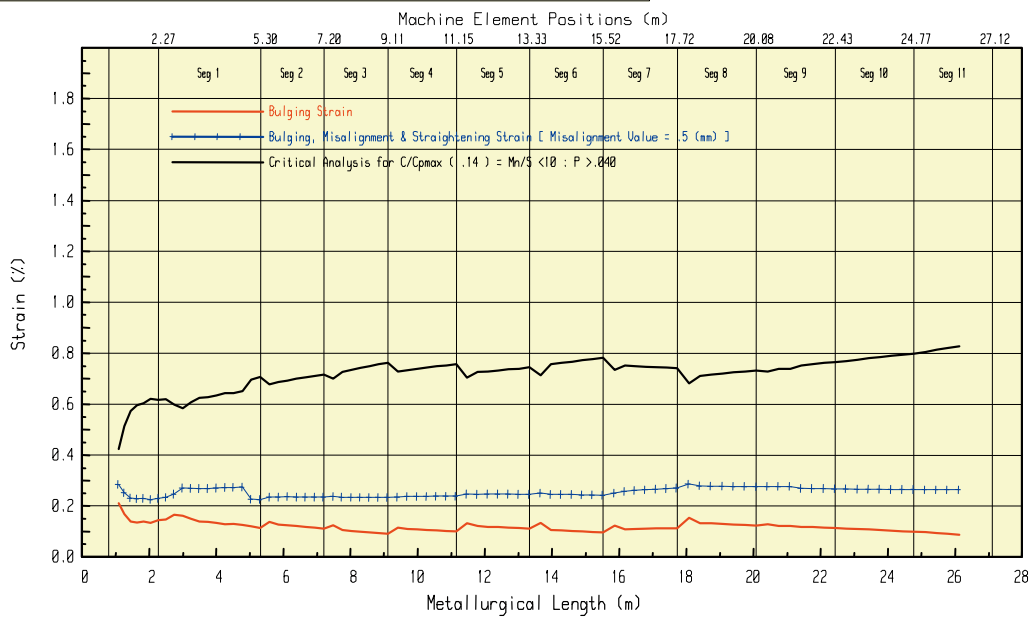
- 现有连铸机的工况的总结分析
- 二冷系统配置方案、喷嘴布置方案和冷却能力的分析
- 系统所需的最大和最小水流量
- 供气供水管路改造
- 过程控制仪表的提供
- 二冷系统控制和模型数据
- 如何改进操作和维护的建议



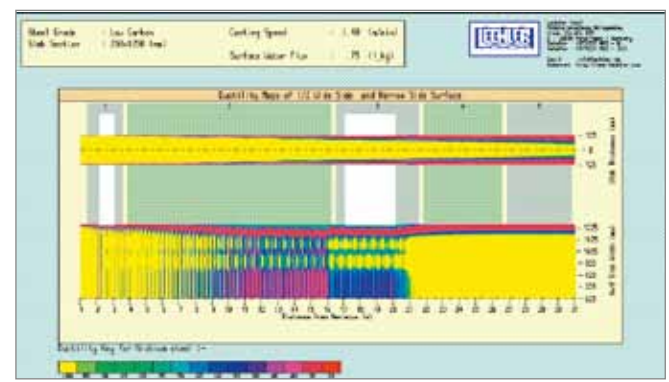
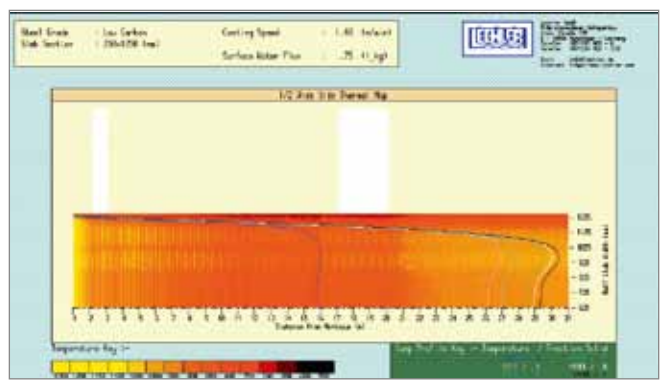
典型的温度及凝固过程曲线

Steel Grade	: G7 PMA	Casting Speed	: 1.53 (m/min)
Slab Section	: 220x2000 (mm)	Solidification Length	: 26.340 (m)
K-factor	: 27.35 (mm.min ^{0.5})	Surface Water Flux	: .61 (l/kg)

LEHLER
 Lechler GmbH
 Präzisionsgussmaschinenbau
 Ulmer Straße 128
 D - 72555 Metzingen / Germany
 Telefon: (07123) 962 - 0
 Telefax: (07123) 962 - 333
 Email: info@lechler.de
 Internet: http://www.lechler.com



典型的应力应变曲线



典型的铸坯表面温度分布、中心线凝固曲线（左）和铸坯延展性曲线（右）

更换喷嘴的原因

简介

经过一段时间的使用，许多因素会影响喷嘴的性能，所以和其它生产设备一样，喷嘴也需要正常的维护。为了保证铸坯质量，结合基于成本效益管理的生产需求，喷嘴需要定期检测和维护，有时还要更换新的喷嘴。

在喷嘴性能恶化的初期，铸机整体性能可能并没有显著变化。除非你知道问题所在，一般情况下可能很难发现故障根源。喷嘴性能恶化，不仅会浪费电能、水、化学原料和其它材料，还会直接影响铸坯质量。

喷嘴的损坏、磨损和堵塞会直接影响连铸机的性能，对铸坯表面质量和生产效率产生严重影响。

常见的喷嘴故障包括，喷嘴选型不合适、安装和装配错误、维护不当等。喷嘴并不是终生免维护设计的，对喷嘴定期检测维护是至关重要的。

侵蚀/磨损

喷嘴喷口的逐渐磨损，内部流体通道的增大和/或变形，通常会导致喷嘴流量加大，压力减小，造成喷射形状不规则，雾滴直径变大。

腐蚀

与喷射介质发生化学反应，或受环境的影响，可能会导致喷嘴材料失效。其结果和上述侵蚀/磨损导致的影响相同。另外喷嘴外表面也可能会损坏。

粘结

由于液体蒸发，喷口内部或外部边缘会产生杂质结块。形成一层干燥的固体集聚物，堵塞喷口或内部流道。

堵塞

有害的固体颗粒堵在喷口内，限制流体流动，破坏均匀的喷射形状。



实心圆锥喷嘴堵塞的插芯

装配错误

为保证喷嘴内部部件（如：垫圈、O形圈和内部插芯等）定位准确，喷嘴一定要在清理后重新仔细装配。定位不准确，可能会产生泄露，影响喷射性能。喷嘴螺帽过度锁紧会损伤螺纹，导致脱扣。

意外损坏

无意的刮蹭碰撞，在安装和操作时掉落，都会导致喷口或喷嘴损坏。在清理喷嘴时，使用不适用的工具也会严重损坏喷嘴的喷口形状。

流量增大

对于所有喷嘴，随着喷口、内部插芯的表面开始恶化，流量都会增大。在恒定压力下，离心泵、涡流泵及其他类似的泵会产生更大的流量，造成化学原料和水等介质的浪费，甚至有可能危及铸坯质量及生产过程。

在使用容积泵的系统，无论压力如何变化都可以提供恒定的流量。但由于喷嘴的磨损和腐蚀，喷射压力会下降，会影响气雾喷嘴的水量调节比。

喷射形状变化

扇形喷嘴有效喷射角度变化时，喷嘴的水量分布会随之发生变化，有可能产生不均匀的条状或抛物线形水量分布。因此，在如喷涂等，需要依靠叠加量保证均匀分布的应用中，不均匀的喷射模式会严重影响成品质量。



喷嘴喷管没有支撑和定位，导致其与连铸辊接触，引起螺母的机械损伤

喷嘴维护

如何检测喷嘴故障

流量

当使用离心泵时，由于喷口的磨损，同一压力下，喷嘴流量会增大。此时用肉眼基本上观察不出流量的变化，所以需要定期检测流量。通过读取流量计显示值，或在给定时间内、特定压力条件下收集测量喷嘴喷射水量都可以检测流量，然后再用这个流量值和产品目录中的标准流量值或新喷嘴的流量值进行比较。

当使用容积泵时，喷口磨损会导致系统压力降低，但是流量保持不变。

喷射形状

当喷口损坏、堵塞或粘结时，通常可以很容易用肉眼观察到平面喷射形状均匀性的变化。但是，当喷口逐渐磨损时，直到水量有实质性的增大才能观察到喷射形状的变化。在要求极其均匀喷射应用中，需要用专用测量装置或测量方法检测喷射的均匀性。

喷嘴定位

板坯连铸中，每个辊缝间均装有多个扇形喷嘴，要求其提供一个均匀的水量分布，完整覆盖铸坯宽度方向，此时最重要的是所有的喷嘴必须准确定位，保证喷射面的平行。

在现有喷射系统中考虑替代方案

降低介质中的固体颗粒物数量或腐蚀性化学物质的浓度，在大多数应用中，通常并不容易做到。因此，要尽可能地降低供液系统中的固体颗粒物数量，改变颗粒的尺寸和形状，这样可以减少喷嘴磨损。如果是腐蚀产生的问题，则需根据不同的化学物质，使用不同的浓度和温度，有时也会降低腐蚀程度。

在许多应用中，喷口的磨损和堵塞通常是由水循环系统中的固体颗粒物导致的。水系统可能会受到污垢和各种杂质碎片的污染，堵塞和磨损喷口。为减少此类喷嘴故障，可在循环系统中，或是喷嘴内部加装过滤器的滤网，防止堵塞喷口或插芯。

防止在清理过程中损坏喷口

作为一个标准的喷嘴维护和检查的步骤，要定期使用清洗探头仔细清洗喷嘴喷射孔，清洗探头的材料要比喷口材质软得多，否则极易损坏喷口尺寸和形状，导致喷射形状的变化或流量的增加。

可使用鬃毛刷、木质和塑料材质工具对喷口进行清理，严禁使用钢丝刷、小

刀和锉刀等工具。对于顽固的堵塞物，建议把堵塞的喷头浸泡在非腐蚀性的清洗液中，软化或溶解堵塞物后再进行清理。

压缩空气及水的过滤

莱克勒建议，系统中压缩空气和水的质量达到以下要求

气雾冷却系统中压缩空气的要求

露点 3°C

清洁度

99.9%去除5微米以上颗粒

99.5%去除1微米以上颗粒

在气体压力恒定
2bar下进行除油

喷淋冷却水的要求

水质要达到或高于以下要求：

悬浮颗粒物	20 ppm
颗粒物尺寸	0.2 mm
总含盐量	3000 ppm
硫化物	500 ppm
氯化物	250 ppm
二氧化硅	150 ppm
碳酸盐硬度 (碳酸钙)	300 ppm
总硬度(碳酸钙)	1000 ppm
pH	6 to 9.5
游离油脂	5 ppm
溶解油	10 ppm



漏钢损坏的气雾喷嘴

在我们的标准样本中有更多的喷嘴 . . .

我们的大样本《精密喷嘴及配件》是广受欢迎的喷嘴技术手册。

它包含了非常实用的工具和莱克勒公司产品的综合技术信息。



. . . 不同种类产品专用样本

我们将各种专用喷嘴的信息整理成单独的手册, 其中也包含了连铸相关的主题。

所有文件均可登录我司网站

www.lechler.com.cn

下载。

我们也非常乐意将手册寄送给您。



除鳞喷嘴

酸洗线用精密喷嘴

Billetcooler FLEX® 喷嘴
连铸喷嘴及二冷解决方案



SELECTOSPARY®
分段冷却系统

VarioCool®
气体冷却及调质
用喷枪及系统

Micro-
SCALEMASTER®
除鳞喷嘴

冶金工业用喷嘴
及系统

精密喷嘴及系统
- 轧机轧辊冷却
解决方案

雾滴分离器

备注栏



**ENGINEERING
YOUR SPRAY SOLUTION**



莱克勒（天津）国际贸易有限公司

办公地址：北京市朝阳区东三环北路8号
亮马河大厦2座418室

邮编：100004

电话：010-84537968

传真：010-84537458

E-mail: info@lechler.com.cn

网址： www.lechler.com.cn

LECHLER WORLD-WIDE



Lechler GmbH · Precision Nozzles · Nozzle Systems

P.O. Box 13 23 · 72544 Metzingen, Germany · Phone +49 7123 962-0 · Fax +49 7123 962-333 · info@lechler.de · www.lechler.com

Belgium: Lechler S.A./N.V. · Avenue Mercatorlaan, 6 · 1300 Wavre · Phone: +32 10 225022 · Fax: +32 10 243901 · info@lechler.be

China: Lechler Intl. Trad. Co. Ltd. · Beijing · Rm. 418 Landmark Tower · No. 8 Dong San Huan Bei Lu · Phone: +86 10 84537968, Fax: +86 10 84537458 · info@lechler.com.cn

Finland: Lechler Oy · Jäspilänkatu 18 · 04360 Kerava · Phone: +358 207 856880 · Fax: +358 207 856881 · info@lechler.fi

France: Lechler France, S.A. · Bât. CAP2 · 66-72, Rue Marceau · 93558 Montreuil cedex · Phone: +33 1 49882600 · Fax: +33 1 49882609 · info@lechler.fr

Great Britain: Lechler Ltd. · 1 Fell Street, Newhall · Sheffield, S9 2TP · Phone: +44 114 2492020 · Fax: +44 114 2493600 · info@lechler.com

India: Lechler (India) Pvt. Ltd. · Plot B-2 · Main Road · Wagle Industrial Estate · Thane (W) - 400604 · Phone: +91 22 40634444 · Fax: +91 22 40634497 · lechler@lechlerindia.com

Italy: Lechler Spray Technology S.r.l. · Via Don Dossetti, 2 · 20080 Carpiano (Mi) · Phone: +39 02 98859027 · Fax: +39 02 9815647 · info@lechleritalia.com

Sweden: Lechler AB · Kungsängsvägen 31 B · 753 23 Uppsala · Phone: +46 54 137030 · Fax: +46 54 137031 · info@lechler.se

Spain: Lechler S.A. · Avda. Pirineos 7 · Oficina B7, Edificio Inbisa I · 28700 San Sebastián de los Reyes, Madrid · Phone: +34 91 6586346 · Fax: +34 91 6586347 · info@lechler.es

USA: Lechler Inc. · 445 Kautz Road · St. Charles, IL. 60174 · Phone: +1 630 3776611 · Fax: +1 630 3776657 · info@lechlerUSA.com