

泵与水力旋流器 全球历史脉络

从离心输送、耐磨湿端到旋流分级与系统协同

Global Development of Pumps and Hydrocyclones

时代脉络 / 技术节点 / 代表厂商与机族

中文正文 / English Executive Summary / 原始来源

矿用渣浆泵、分级与重介旋流器为重点

研究草案 V0.1 | 2026-10-17 | Asia/Shanghai

保留【待核】事项；非全球厂商、首创权或历史机型普查。

示意图为原创归纳，不能代替原厂图纸或现场选型。

阅读目录

导读：两台设备，三种历史	3
Executive Summary	3
1. 全球时间轴：把事件类型写在年份旁	4
2. 离心泵基础：通用机械怎样走向矿浆任务	5
3. 渣浆泵专业化：可更换湿端与不同机族	5
4. 水力旋流器起点：净水专利与矿物分离	6
5. 从单体到任务组合：几何、衬里与旋流器组	6
6. 代表厂商与机型线：把当前入口和历史身份放在一起	7
7. 全球视角：地区参与，不能压成一张品牌名单	8
8. 泵与旋流器汇合：一条回路中的系统条件	8
9. 耐磨件与旧机识别：历史的实际用途	8
10. 资料页可挂载要点	9
11. 保留缺口：哪些事本轮没有证明	10
12. 名称与时间属性速查	10
文献与出处脚注	11

正文引用编号连接至原始来源；文末列出完整网址。历史事件与当前产品目录分层阅读。

导读：两台设备，三种历史

在选矿厂里，泵的叶轮持续向矿浆输入能量，旋流器利用带压给料形成旋转流场。两者常在同一磨矿闭路中工作，但历史并非同时起步：离心泵的机械发展、矿浆输送的耐磨设计、水力旋流分离的工业应用，各有自己的证据链。^{[P05][T01]}

本稿沿用浮选、磨机、破碎历史稿的阅读骨架：先看时代与技术节点，再看企业和机族，最后回到设备识别与资料页用途。“全球”表示跨国技术视角；本稿重点是矿用渣浆泵、分级及重介旋流器，通用泵只保留必要的历史入口。它不穷尽给排水、化工、真空、计量等全部泵类，也不是全球厂商或装机普查。

阅读年份时须分清三件事：专利申请或授权、产品推出、企业交易。它们分别证明一项方案、一条机族和一段业务关系，不能互相替代。当前目录能帮助查找设备，不能单独确定旧机的出厂配置、停产状态或备件互换性。

中文摘要

泵与水力旋流器的共同发展，可以沿“输送能力-耐磨与维护-分离几何-系统稳定性”理解。十九世纪离心泵馆藏和1891年离心净水专利提供了早期可追溯入口；二十世纪的矿浆泵、重介分离专利和专业旋流器制造，逐步形成矿物加工设备体系。此后，大型化、可更换部件及进料几何改进与系统运行管理并行。品牌历史有助于查档，实机和耐磨件仍须按型号、序列号、图号与改造记录核定。

Executive Summary

Pumps and hydrocyclones have connected but distinct histories. This draft focuses on mineral-processing slurry pumps, classification cyclones and dense-medium separation, while retaining a short introduction to centrifugal-pump development. Its global perspective is selective rather than an exhaustive history of every pump type or manufacturer.

A museum record of the Appold pump and an 1891 water-purifier patent provide early documentary anchors. Later evidence covers replaceable wear components, dense-medium cyclone processes, specialist hydrocyclone manufacturing, business acquisitions and modern mill-circuit pump families. Patent dates, commercial launches and corporate transactions are recorded separately.

The practical thread is the relationship between energy input, wear geometry and separation duty. Larger equipment does not remove the need for stable feed conditions, appropriate materials and maintainable components. Brand continuity helps locate documentation; it does not establish component interchangeability.

This is a dated editorial draft with original source links. Unresolved historical claims and incomplete regional coverage are marked **【待核】**, meaning “verification pending”. Figures are original conceptual diagrams, not OEM drawings. The files have been prepared locally for a future resource-page download; publication and deployment are outside this task.

1. 全球时间轴：把事件类型写在年份旁

表1只列本轮有直接来源的锚点。未取得原始依据的“全球第一”和完整首台装机年表，留作【待核】；不能把以下节点连成单一的替代路线。

年代或日期	地区与对象	可确认事件	事件性质与来源
约1849 / 1851	英国，Appold离心泵	科学博物馆集团馆藏记录区分约1849年的设计与1851年博览会展示	馆藏与展示记录；不是全部离心泵的发明裁定。 ^[H01]
1890-11-03 / 1891-05-26	美国，Bretney净水器	US453105A申请 / 授权；描述带压切向入流的离心净化	专利；不是现代矿用旋流器首台工业装机。 ^[H02]
1938	澳大利亚，Warman	原厂回顾将Charles Warman的耐磨矿浆泵追溯到Kalgoorlie	品牌技术史回溯。 ^[H03]
1942-07-21 / 1946-04-23 / 1951-02-27	荷兰-美国，DSM相关方案	US2543689A记录荷兰在先申请、美国申请及授权三个日期	重介旋流分离过程专利。 ^[H10]
自1952年	美国技术品牌KREBS	FLS产品页回溯其工业旋流器制造历史	制造历史；不等于gMAX在1952年推出。 ^[H05]
1974	Warman AHP	原厂历史回顾记录高压机族扩展	产品节点；保留历史名称AHP。 ^[H03]
1988	美国GIW / 德国KSB	KSB官方企业介绍记录收购GIW	企业交易。 ^[H04]
1989	中国威海，海王	企业简介记录成立年份	企业成立；不是中国首台旋流器年份。 ^[H09]
1996 / 1998	Cavex	当前品牌页称原始机族于1996年引入；周年文明确1998年在布里斯班会议正式发布	引入与正式发布分别记录。 ^{[H07] [H08]}
1999	Warman / Weir	原厂历史回顾记录Warman进入Weir	业务归属节点。 ^[H03]
2007-08-10	KREBS / FLSmith	发行人公告记录GL&V Process交易完成，范围包括Krebs Engineers和Dorr-Oliver Eimco	业务交易；不是整个GL&V集团全部业务。 ^[H06]
2009	Warman WBH	原厂回顾记录带可调入口衬件的WBH开发	产品技术节点。 ^[H03]
2020	Cavex 2	当前品牌页明确第二代旋流器发布年份	产品代次。 ^[H08]
2020年11月	Metso Outotec MD	原厂公告介绍MDM与MDR磨机排矿泵组合	公告节点；页面日期标签与正文日期有一天差异。 ^[H11]
2022-04-01	GIW MDX-850	原厂公告记录MDX机族的大规格扩展	明确型号的发布记录；不表示MDX机族始于2022年。 ^[H12]

图1 并行时间线：上行为输送与泵，下行为旋流分离。线条只组织时间，不表示技术产权、企业继承或零件替代。

输送与泵



旋流分离



节点按阅读顺序排列，非等比例年轴；不表示并购或产品替代。

2. 离心泵基础：通用机械怎样走向矿浆任务

2.1 从有年代的实物开始

科学博物馆集团的Appold馆藏，为十九世纪离心泵提供了可定位的机械史入口：设计、制造者和展会场景均有记录。它的价值是让历史落到具体对象。本稿不据此扩写未经复核的曲叶轮效率比较，也不把展示年份写成离心泵的统一发明年。^[H01]

更早的提水装置、往复泵、蒸汽排水与早期离心设计，属于完整泵史的重要前史；其年代、人物和与矿业的直接关联，本轮未系统复核，标为【待核】。因此，正文的确定年表从十九世纪可追溯对象开始。

2.2 “能送水”之后，还要处理固体和磨损

工程解读：输送矿浆时，颗粒、浓度和磨蚀性进入设计与维护问题。同样是离心式泵，矿浆任务不能仅按外形或清水性能归类。本轮读到的Orion与MD目录，均把耐磨结构与具体应用联系起来；MD又明确区分金属衬里MDM和橡胶衬里MDR。^{[P01][P05]}

由此可将泵的演进分成三个观察层：水力部件如何输入能量，接触矿浆的部件如何承受磨损，整机如何检修和保持运行性能。三者常同时改进，不能只按“最大尺寸越来越大”叙述历史。

3. 渣浆泵专业化：可更换湿端与不同机族

3.1 Warman的历史意义落在维修边界

Weir的2018年回顾把1938年的Warman泵与可更换衬里、叶轮联系起来，后续又记录AH、AHP及WBH的发展。这里可读出一条耐磨部件路线：把磨损集中在可识别、可维护的部位，并继续改进工作间隙与部件结构。本稿保留这一原厂叙述，不采用其“前所未有”等全球优先权宣传。^[H03]

3.2 通用重载、磨机回路与泡沫工况并行

当前Warman品牌目录并列AH/AHPP、MCR□/MCR/MCR-M/MCU、AHF/LF/MF与WBH。目录的分组说明，处理磨机回路、一般重载矿浆与含气泡沫，是不同的应用入口；不能把这些缩写排成连续替代年表。^[P02]

表2 阅读泵机族的三个入口

观察对象	代表名称	本稿可支持的结论
重载与磨机回路的应用分组	Warman AH/AHPP、MC系列	同品牌内存在不同任务分组；不是尺寸或部件互换表。 [P02]
同机族的材料配置	Metso MDM / MDR	区分金属与橡胶衬里路线；具体配置以对应目录和图纸为准。 [P05]
明确型号的大型化	GIW MDX-850	2022年公告描述MDX的大规格扩展及维护设计；不把单型号宣传扩大为全部矿山效果。 [H12]

3.3 容积式泵保留另一条输送路线

离心式并不是矿浆输送的全部。Weir当前GEH0目录列出TZPM三缸单作用与ZPM双缸双作用活塞隔膜泵，面向高压、长距离等指定矿浆任务。它们应作为并行技术路线理解；不能从“高压”两字推定适合替换某台旋流器给料泵。
[P03]

4. 水力旋流器起点：净水专利与矿物分离

4.1 1891年证明了什么

Bretney的US453105A题为净水装置。原文描述带压水流切向进入主体，借旋转流动分离杂质，并设下部收集结构。因此它适合作为早期液相离心分离的专利锚点；不能把原图直接命名为今天的某品牌分级旋流器，也不能由专利推定已经在矿山大规模使用。
[H02]

4.2 重介过程与普通分级应分开

US2543689A的受让方指向荷兰国家矿业机构，正文讨论利用细粒高密度物料构成悬浮介质，对不同密度与粒度的固体进行旋流分离。它提供了从液相旋流到重介分选过程的原始依据。
[H10]

本稿据此区分两条技术线：普通磨矿分级关注颗粒在给定流场中的分配；重介旋流分选还涉及介质及分选密度。两者有关联，但“旋流器”一词不能抹掉工艺差异。该专利的在先申请、美国申请和授权各有年份，不能压缩成一个“发明年”。

4.3 专业制造与后来机族不是同一个起点

FLS当前产品页写明KREBS自1952年制造工业旋流器，并介绍当代gMAX的入口、筒段和锥段设计。这支持从专业制造历史走到当前产品的叙事，但1952年不能被移作gMAX的推出年份；gMAX早期代次及首发日期仍为【待核】。
[H05]

5. 从单体到任务组合：几何、衬里与旋流器组

水力旋流器通常没有驱动旋转的机械转子。McLanahan产品说明将压力给料、溢流与底流及不同分离任务联系起来，并区分普通Hydrocyclone与其Separator专用结构。无运动部件并不意味着没有磨损，也不意味着所有结构都一样。
[T01]

Cavex可以提供一个有代次的几何改进例子。品牌页以1996年作为原始机族引入节点；周年文另载1998年正式发布；2020年推出Cavex 2。此后目录仍并列CVX、Cavex 2及重介、PU等专用类别。因此，第二代推出并不自动证明全部第一代设备已停产。^{[H07] [H08]}

工程解读：单体尺寸、并联数量、分配器、衬里和排料结构共同构成设备方案。不能以一只旋流器的外径，代替对整组处理能力和运行条件的识别。不同材料和几何的出现，也不是一个材料依次淘汰另一个材料的统一时间轴。

6. 代表厂商与机型线：把当前入口和历史身份放在一起

本表是有来源的代表性目录，非排名，亦非完整在售清单。“本轮目录列示”仅表示2026-10-17读取到原厂相关产品文字。

企业或品牌入口	代表机族或技术线	时间属性	查档时保留的区别
Weir / Warman	AH/AHPP；MCR□、MCR、MCR-M、MCU；AHF/LF/MF；WBH	本轮目录列示	品牌、应用分组与具体泵号分层。 ^[P02]
KSB / GIW	MDX；2022年发布例MDX-850	历史公告可确认	1988收购与后续型号推出分别记录；MDX现售细目【待核】。 ^{[H04] [H12]}
Metso	Orion；MDM / MDR	本轮目录列示	Orion与MD不合并为单一机族；旧名和具体代次另查。 ^{[P01] [P05]}
Weir / GEHO	TZPM；ZPM	本轮目录列示	容积式活塞隔膜路线，区别于离心式湿端。 ^[P03]
FLS / KREBS	gMAX；成型聚氨酯旋流器	本轮目录列示	当前gMAX、1952制造历史、2007交易各为不同事实。 ^{[H05] [H06]}
Weir / Cavex	CVX；Cavex 2；CVXA、CVXT、CVXU、DE等	本轮目录列示	分级、重介、材料与专用结构不能只靠名称混为一类。 ^[H08]
McLanahan	Hydrocyclones；Separator	本轮目录列示	Separator的专用排料与虹吸配置，不写成所有旋流器共有结构。 ^[T01]
Multotec	Hydrocyclones；DMS Cyclones；GV尾矿坝旋流器	本轮技术页列示	按分级、重介与尾矿任务分别识别；各线首发年【待核】。 ^[P04]
中国海王 / Haiwang	旋流分级与相关分离装备	企业简介可确认	1989为企业成立年；具体机族历史及型号代次【待核】。 ^[H09]

企业箭头只画到证据支持的位置

GIW进入KSB，Warman进入Weir，Krebs Engineers随GL&V Process交易进入FLSmidth，均有相应历史来源。它们是资料检索路径，不是不同品牌之间的机械继承关系。KREBS与Cavex也不是同一品牌的两次更名。^{[H04] [H03] [H06]}

本轮未补齐Sala / Denver / Svedala泵业务的全部移转文件，因此不画一条未经核实的完整Metso泵谱系。【待核】同样适用于Warman各地区早期法人、许可制造以及中国泵机族的技术引进关系。

7. 全球视角：地区参与，不能压成一张品牌名单

英国的离心泵馆藏、美国的早期净水专利、澳大利亚的Warman技术回溯和荷兰的重介分离专利，分别代表机械、应用和工艺路线的不同历史入口。跨国并购后来改变了服务入口，但没有把这些技术变成同一个起点。

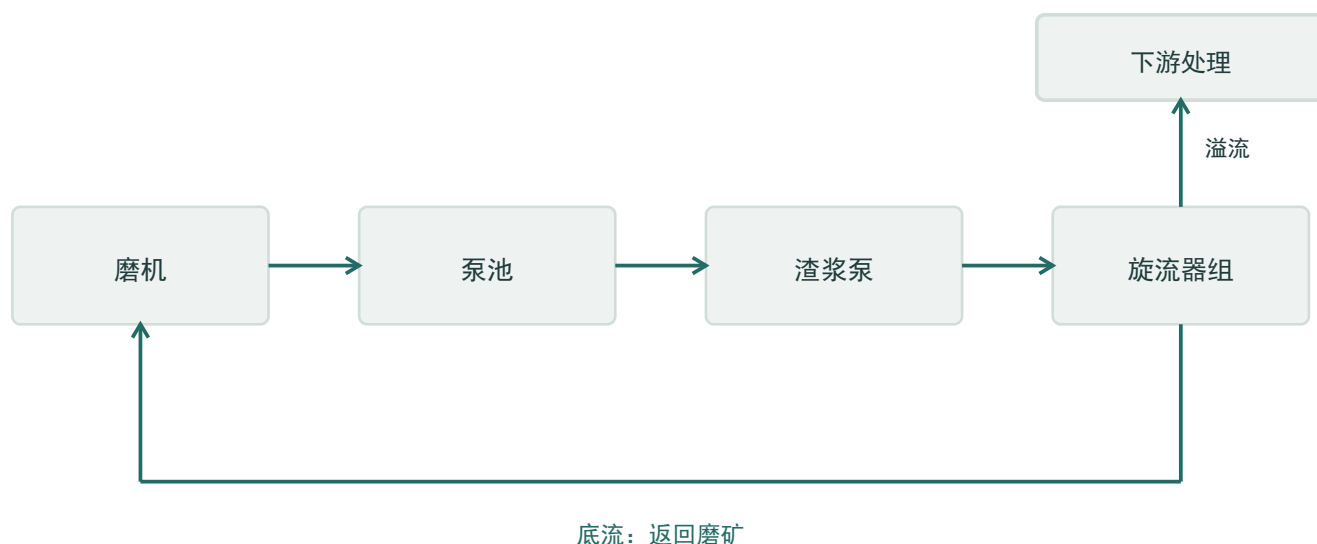
[H01] [H02] [H03] [H10]

南非线在本轮以Multotec公开技术页为代表，关注分级、重介及尾矿任务。中国线以海王1989年成立记录为可确认锚点。二者均不能被写成所在地区全行业的起源。[P04] [H09]

【待核】苏联 / 俄罗斯、中国早期泵制造与旋流器研究、印度本土制造，以及日本和其他欧洲厂商的早期工业化资料，本轮未展开。南美矿山的装机扩散与厂家案例也不等同于原创技术发源。上述缺口保留在章节中，不以无来源的人名、年份和“首创”补齐。

8. 泵与旋流器汇合：一条回路中的系统条件

图2表示一种常见磨矿闭路的工艺关系：磨机排矿进入泵池，由泵送至旋流器；溢流进入下游，底流返回磨矿。它是通用流程示意，具体项目可能采用不同分级或返料配置。[P05] [T01]



通用流程示意，具体项目以工艺图确认。[P05] [T01] [T02]

McLanahan运行文章把給料压力、浓度、泵池稳定性和沉砂嘴状态联系起来：泵池和给矿波动可能传到分离过程，沉砂嘴过小或磨损扩大又可能改变排料及细粒旁路。这使历史的观察点从一台机器转向运行条件。[T02]

工程解读：泵的磨损、旋流器内件几何和回路负荷，应在同一工况下看待。出现粗粒进入溢流或排料异常时，不能只凭症状认定某一种内件材料失效。本文不提供未经计算的转速、压力或口径调整步骤，也不把某厂案例改写为通用节能或寿命保证。

9. 耐磨件与旧机识别：历史的实际用途

泵目录中的材料配置与维修结构、水力旋流器中的内件和衬里，为档案整理提供了位置线索；它们尚不是可直接订货的尺寸资料。[P01] [P05] [T01]

表3是编辑整理的查档清单，具体名称和独立件边界须按对应型号BOM确认。

对象	首先定位的部位	还要取得的实机资料
离心渣浆泵	叶轮、入口侧衬件、泵壳 / 蜗壳与侧衬里	型号、序列号、湿端版本、旋向、图号及材料文件
轴封与机械端	填料 / 机械密封配置、轴套、轴承组件	装配图、密封方案、改造记录；不得并入湿端磨损件清单
普通分级旋流器	进料腔、筒锥段、溢流导流管、沉砂嘴	单体型号、锥角组合、内径、接口、衬里与独立镶套边界
重介旋流器	对应介质与分选任务的内件	专用工艺参数和原厂图纸；不能套普通分级机的备件表
旋流器组	分配器、支管、阀门及测点	组号、单体布置、启用数量与管仪图

询价建议：先把铭牌、图号、安装位置和改造记录组织到同一份设备档案，再讨论材料与寿命目标。不得从集团归属、外形相似或历史沿用名称，推导跨品牌互换、固定材料牌号或ANRANST已确认供货范围。

10. 资料页可挂载要点

建议中文下载标题：泵与水力旋流器全球历史脉络。

建议英文标题：Global Development of Pumps and Hydrocyclones。

建议中文描述：从离心泵与早期液相旋流分离，了解矿用渣浆泵、旋流器技术节点及主要品牌和机族；附英文摘要、示意图与原始来源。研究草案，2026年10月版。

Suggested description: Explore the development of slurry pumps and hydrocyclones through documented milestones, representative product families and practical equipment-identification notes. Chinese draft with an English executive summary and original source links.

主题可归入“矿物加工设备历史 / 矿浆输送与分级”，与已交付的浮选、磨机和破碎历史资料形成阅读组。实际栏目、下载路径及其他语种版本【待核】；上述是编辑建议，没有创建网页或站内URL。

本版可供内部审阅和未来挂载准备。正式公开前，应处理仍保留在正文中的【待核】说明，按最终编辑范围补证、保留局限声明或删除相应未证实主张；PDF封面与资料页都须保留版本日期，不以“全球历史”暗示穷尽性。

11. 保留缺口：哪些事本轮没有证明

缺口	当前处理	后续最小补证
古代至十八世纪泵史及首创权	【待核】，不列确定人名年表	博物馆、原著或专业学会档案
世界首台矿用旋流器、首个工业厂	【待核】，不由专利推算装机	同期矿山或制造档案
gMAX及其他旋流器机族首发、早期代次	【待核】，只用已读制造历史与当前目录	原厂早期目录、专利与公告交叉定位
中国、苏俄、印度等早期谱系	【待核】，本稿不声称已完整覆盖	原厂史志、研究机构出版物及装机记录
Sala / Denver等泵业务完整传承	【待核】，不画未证实并购链	对应资产交易与原厂目录
全部历史型号的现售 / 停产状态	【待核】，公告不当现售证明	明确停产或当前型号目录
图片身份、转载许可与具体图号	【待核】，本版只用原创示意图	权利说明及与机型对应的图册
ANRANST供货、兼容和寿命表现	【待核】，不作公开承诺	已确认供货资料、图纸及工况记录

12. 名称与时间属性速查

名称	本稿中的含义
Slurry pump	渣浆泵；不等于全部工业泵
Mill discharge / mill circuit pump	磨机排矿 / 磨矿回路泵；属于应用语境，需继续确认机族
Hydrocyclone	水力旋流器；分级、脱泥、浓缩或其他任务须另外说明
Dense-medium cyclone / DMS cyclone	重介旋流器；介质及分选任务需单列
Vortex finder	溢流导流管；具体零件边界按图纸
Apex / spigot	沉砂嘴 / 底流口部件；名称不确定其独立镶套结构
历史公告可确认	仅确认公告中的过去事件，不自动确认现售
本轮目录列示	核查日读到原厂目录内容，不代表所有地区都可交付
【待核】	尚未取得充分证据，不作为已核实主张

文献与出处脚注

来源编号可对应《证据索引.md》的阅读深度与限制。访问 / 复读日期：2026-10-17；下列网页无日期时不补造发布时间。

[H01] Science Museum Group: Appold离心泵馆藏1958-246

馆藏对象约1849 / 1851；网页未见发布日期。约1849设计与1851展示记录。

<https://collection.sciencemuseumgroup.org.uk/objects/co61959>

[H02] Eugene Bretney: US453105A, Water-purifier

1890-11-03申请；1891-05-26授权。带压切向入流与离心净水结构。

<https://patents.google.com/patent/US453105A/en>

[H03] Weir: Celebrating 80 years of innovation

2018-05-28；页面结构化修改时间2022-09-27。Warman 1938、AHP 1974、1999归属、WBH 2009。

<https://www.global.weir/newsroom/global-news/celebrating-80-years-of-innovation/>

[H04] KSB: KSB GIW, Inc.

网页未见发布日期；事件1988。KSB于1988年收购GIW。

<https://www.ksb.com/en-us/about-ksb/ksb-giw-inc>

[H05] FLS: KREBS gMAX hydrocyclones for particle separation

网页未见发布日期；回溯自1952年。制造历史与当前gMAX、成型PU技术入口。

<https://fls.com/en/equipment/classification/hydrocyclones>

[H06] FLSmith: acquisition of GL&V Process is now closed

发行人公告2007-08-10, No. 19-2007。GL&V Process范围含Krebs Engineers和Dorr-Oliver Eimco。

<https://www.globenewswire.com/news-release/2007/08/10/89011/0/en/FLSmith-s-acquisition-of-GL-V-Process-is-now-closed.html>

[H07] Weir: Cavex hydrocyclones celebrate 20 years

2016-08-01；结构化修改时间2022-09-27。1998年Comminution会议正式发布；早期试验背景。

<https://www.global.weir/newsroom/global-news/2016/cavex-hydrocyclones-celebrate-20-years-of-innovative-efficiency/>

[H08] Weir: Our CAVEX range of hydrocyclones

网页未见发布日期；事件1996 / 2020。CVX引入、Cavex 2代次与当前目录类别。

<https://www.global.weir/brands/cavex/>

[H09] Haiwang: About Haiwang

网页未见发布日期；成立1989。威海海王于1989年成立。

<https://en.wh-hw.com/about.html>

[H10] DSM相关专利: US2543689A, Process for separation of solids

1942-07-21在先申请；1946-04-23美国申请；1951-02-27授权。重介悬浮物料参与旋流分离；申请人及受让方。

<https://patents.google.com/patent/US2543689A/en>

[H11] **Metso Outotec: introduces a full line of mill discharge pumps**

页面标签2020-11-02; 正文新闻稿2020-11-03。2020年11月公告中的磨机排矿泵组合。

<https://www.metso.com/corporate/media/news/2020/11/metso-outotec-introduces-a-full-line-of-mill-discharge-pumps-for-efficient-slurry-handling-in-the-concentrator-plants/>

[H12] **KSB: New, Larger Addition to GIW MDX Line: MDX-850**

正文新闻稿2022-04-01。MDX大规格扩展, 及入口衬件和间隙维护设计。

<https://www.ksb.com/en-us/about-ksb/press-releases/ksb-announces-new-larger-addition-to-giw-mdx-line>

[P01] **Metso: Orion Series horizontal slurry pumps**

网页未见统一发布日期。Orion机族、耐磨材料配置及应用入口。

<https://www.metso.com/portfolio/orion-series-horizontal-slurry-pumps/>

[P02] **Weir: Our WARMAN range of pumps**

网页未见发布日期。AH/AHPP、MC、AHF/LF/MF、WBH等应用分组。

<https://www.global.weir/brands/warman/>

[P03] **Weir: Piston Diaphragm Pumps**

网页未见发布日期。高压矿浆容积式支线及三缸 / 双缸结构类别。

<https://www.global.weir/product-catalogue/pumps/positive-displacement-pumps/piston-diaphragm-pumps/>

[P04] **Multotec: An insider's look at hydrocyclones**

网页未见可确认发布日期。分级、重介与GV尾矿坝类别及南非应用视角。

<https://www.multotec.com/en/news-articles/an-insiders-look-at-multotecs-hydrocyclones>

[P05] **Metso: MD Series mill discharge pumps**

页面标Last updated Oct 2025。金属与橡胶配置; 磨机排矿和旋流器给料用途。

<https://www.metso.com/portfolio/md-series/>

[T01] **McLanahan: Hydrocyclones**

网页未见发布日期。压力给料、上下流、用途及Separator边界。

<https://www.mclanahan.com/products/hydrocyclones>

[T02] **McLanahan: The Top 5 Things You Need To Know About Hydrocyclones**

可见正文2019-03-20; 2025-03-16修订; 结构化日期另有2019-04-30, 未用来替换可见原日期。压力、浓度、泵池稳定与沉砂嘴影响。

<https://www.mclanahan.com/blog/the-top-5-things-you-need-to-know-about-hydrocyclones>