















## 周年纪念

04《motion》杂志75周年 良好的开端需要优质动力。 我们的成功故事。

## 周年纪念

**08** FAULHABER《motion》杂志20周年纪念 来自驱动世界的精彩报道。 新篇章。

## 自动化和机器人技术

12 智能化农耕 如何解决100亿人的温饱问题? "智能化农耕"是解决这一生存 问题的重要办法。

## 自动化和机器人技术

16 化肥配量系统 Aero施肥机将无机肥料准确地播施 在需要的地方,量也恰到好处。

20 "Autonomyo" 外骨骼 FAULHABER开发出一种带转矩传感器的 创新型一体化电机, 用于促进外骨骼和用 户之间的和谐交互。

## 光学和光电子领域

24 大型望远镜中的小机器人 重塑宇宙演化进程, 证实银河系 起源的物理模式。

## 技术

28 微驱动的 电磁兼容性 EMC(电磁兼容性)描述了电气和 电子元件在特定环境中相互作用而 不产生任何相互干扰的能力。



## 尊敬的读者们,

按照惯例,我们每年的第一期杂志在春季发行。对于农业而言,春季是最需要劳动力的时期。例如,此时必须给在冬季之前播种的作物施肥,这个过程如今已高度自动化。在农业机械制造商RAUCH的新型AERO施肥机中,FAULHABER驱动系统可确保精准施洒肥料,让作物得到最优的养分。由于仅施洒了作物实际可吸收的肥料量,因此施肥过程环保且具有可持续性,地下水可免受不必要的硝酸盐污染。

2022年对我们来说是特殊的一年。75年前,我的祖父创立了Dr. Fritz Faulhaber Feinmechanische Werkstätten公司,为如今蜚声国际的公司集团奠定了坚实基础。他发明的无铁芯、自承式斜绕组线圈大大缩小了驱动系统的尺寸,从而推进了许多应用领域的创新。时至今日,他锐意进取、开拓创新的精神依然影响着我们。多年来在员工以及合作伙伴的大力支持下,公司不断壮大发展,对此我深感自豪。勇气孕育着成功,公司在1962年做出的,在其它欧洲国家发展业务的决策也证实了这一点。今年不仅是FAULHABER成立75周年,还是公司扎根瑞士60周年,对此我激动不已。

我们未来的目标是继续为每项提升生活品质的创新提供完美的驱动解决方案。 例如,我们为Autonomyo外骨骼开发了一种带转矩传感器的创新型一体化部件电机。 六个微电机提供额外动力,帮助特定神经肌肉疾病患者实现了扔掉拐杖行走的梦想。 这款主动助行器可支撑患者虚弱的肌肉,实现了模仿自然序列的直观动作序列。

欢迎阅读本期FAULHABER《motion》驱动系统杂志, 了解更多相关信息和其他精彩专题。

此致

Karl Faulhaber 董事总经理 期号 01.2022

发行人 / 编辑: DR. FRITZ FAULHABER GMBH & CO. KG

舍奈希・ 德国

电话: +49 (0)70 31/638-0 传真: +49 (0)70 31/638-100 电子邮件: info@faulhaber.de

www.faulhaber.com

### 排版:

Werbeagentur Regelmann Pforzheim・ 徳国 www.regelmann.de

### 图片使用及版权:

保留一切权利。

本文中所使用的图片以及所提及的品牌名 称均属于各自的所有人。文章的版权归编 辑人员所有。对本文内容乃至其中任何章 节的复制或电子处理必须事先得到编辑人 员的书面许可。

### 出版频次与订阅:

FAULHABER公司《motion》杂志每年出版 两次,免费供客户、相关各方以及 FAULHABER公司员工阅读。

FAULHABER《motion》杂志已经推出数字版本:

www.faulhaber.com.cn/motion

# 75 YEARS OF MOTION

## 良好的开端需要优质动力

我们成立于20世纪40年代末。1947年,年轻的 工程师Fritz Faulhaber博士创建了他的第一家公 司"Feinmechanische Werkstätten"(精密机 械车间)。

服务的客户包括著名的相机制造商Voigtländer,上世纪50年代早期,他协助开发了"Vitessa"。"Vitessa"相机的操作非常简单:只需依次按下两个按钮,就可启动相机,并卷入胶卷。当时他已在考虑用电机卷入胶卷。问题是,仅凭当时的技术无法在狭小的安装空间中置入足够小的电机。这位充满干劲的工匠从要没有想过放弃,所以上世纪50年代中期,他再次坐在桌前,思考电机要怎么设计才能嵌入面前的相机,还要能够足够高效、强大,利用电池就能卷入胶卷。之后,他有了一个别出心裁的想法,并很快用无铁芯、自承式、斜绕组设计开发出一种创新的驱动技术。这种技术可以解决他遇到的相机问题,同时也为未来全球许多应用领域的小型化奠定了基础。

## 与时俱进, 引领潮流

1958年,在为自己的发明申请专利并开始批量生产时,他可能做梦也没有想到,这给当时和现在的应用开发人员带来极大的驱动力。这正是在的成果要时间将该发明激发的想法融入实际应用开放的原因。虽然由于潜在在中夜之间获得盛名,但世界一直在中间,他未能在一夜之间获得盛名,但世界一直中,待着这样的发明。即便在今天,这股势头仍有一个大力的发展。创始人的创始人之子中,我们有关的,我们看下了。我们着眼长远,我们有多实的精神造就了公司的今天。我们着眼长远,我们的理念是在技术上的终领先一头,但这个头不应该有一米长"。





## 我们为家族企业而欢庆

喜迎FAULHABER成立75周年之际,我们有了长足发展,但这些进步不是靠单枪匹马取得的。FAULHABER 现在并非只是家族企业;它已经发展成为一个旗下机构遍布全球的大家庭。不同成员的关系紧密,在产品开发和跨地区同步生产上,我们精益求精,不断进取。能够共同庆祝这一周年纪念日,我们深感骄傲。在我们成功的背后,每个人都发挥了重要作用。这里要特别关注一下我们在瑞士Croglio的工厂。1962年Minimotor S.A.的成立标志着FAULHABER作出了重要的战略性举措,我们也因此在精密机械的传统圣地占有一席之地。所以今天我们不仅要庆祝公司成立75周年,还要和瑞士的同事一起庆祝FAULHABER瑞士分公司成立60周年。

## 我们为改进生活而努力

我们一直宣称,对于每一项改善人们生活的技术创新,FAULHABER总能找到合适的驱动解决方案。1998年,我们不断拓展技术极限,终于成功制造出了世界上最小的直流微电机,直径仅1.9mm。驱动技术小型化到如此微小的尺寸,并在这种尺寸下产生足够的转矩,为医疗领域的全新应用奠定了基础。仅一年后,医疗领域的开发人员就开始利用这项技术研究一种电机驱动的微创心脏泵,在心脏手术和康复期间帮助挽救患者生命。

带行星减速箱的量产直流微电机最小直径仅为1.9 mm。



非莱号登陆器内的14个FAULHABER 驱动系统成功经受住长达10年的太空旅 行以及直空和超低温票坐环境

我们从哪里来,又要到哪里去?这是我们在周年纪念时自然会问的问题,也是人类几千年来一直思考的哲学问题。2014年,当罗塞塔号太空探测器造访67P/楚留莫夫·格拉希门克彗星时,寻找答案是任务的重点,也是我们开发团队的重点,当时欧空局的科学家委托给我们一项前所未有的任务:开发一个在着陆过程中用叉子将菲莱号登陆器固定在彗星表面的驱动系统。这项任务的难点在于,在历经10年太空飞行后还要能完成精确的操作。虽然不能说预见到这项任务的到来,但我们早已为此做好充分准备。





### 在系统中寻找方案

我们是微型化和微型驱动技术领域的技术领导者,我们致力于为未来提供解决方案的声誉充分证明了这一点。在此过程中,我们充分考虑了未来使用FAULHABER微驱动器的场景,我们也全面审视了所有系统组件。通过这种方式,我们在过去的75年里一再成功利用创新产品为各类市场的广大客户开发新的系统解决方案。我们的客户确信,我们能够客户的面临的新难题寻求解决之道,这是我们的密户的共识。我们的开发能力基于我们与客户密切合作的意愿,以及我们从国际合作网络中汲取的多元化创新力。

### 未来可期

75年岁月峥嵘,我们在此稍稍驻足,踌躇满志,回首过往成就,我们永不止步。深吸一口气,继续砥砺前行。过去的经验告诉我们,着眼于未来至关重要。只有这样我们才能在开发人员需要合适创新驱动方案时,提前一步做好准备,让美好的明天早日到来。

75.faulhaber.com

## FAULHABER《motion》杂志20周年纪念

## 来自驱动世界的精彩报道。新篇章

今年是FAULHABER成立75周年,也是公司扎根瑞士60周年。不仅如此,今年还是公司客户杂志《motion》发行20周年,到目前为止该杂志已发行共40期。在2002年汉诺威工业博览会上,该杂志最初以《FAULHABER info》的刊名问世。如今它即将开启一个新的篇章:在线版本的杂志随即问世。我们回顾过去,展望未来。

首刊于2002年汉诺威工业博览会期间发布:《FAULHABER info》旨在为客户提供更多信息。杂志以专业水准调查和报道世界各地激动人心的客户项目,展现创新理念、背景信息和深度认知,并用颇具吸引力的方式发布FAULHABER新闻,介绍公司的新产品。从2002至2013年的11年间总共出版了21期杂志。按照惯例,杂志在大型展会——春季汉诺威工业博览会和秋季SPS展会举办期间发行。

## 肌肤之亲

创新源自积极寻求改变和突破的意愿。这一法则同样适用于《FAULHABER info》。我们时常会遇到重新发行的契机,这使杂志焕然一新,甚至实现品牌再造。自02/2013那一期起,公司客户杂志更名为FAULHABER《motion》,意为有驱动力的杂志。更名后,杂志图片更加富有感染力,设计时尚。杂志所报道的重点,依然是我们与客户携手共创的、激动人心的驱动技术。

SCHWEIZ

首期发行的全新《motion》直抵人心。我们以"肌肤之亲"为主题,报道了用于纹身和永久性化妆的便携装置。由德国舍奈希 (Schönaich) 总部工厂提供的直流微电机运行十分顺畅,因而成为该装置的核心组件。



## storie zwHistoires Historie d'entraînements Antriebsgeschichten

## 受众国际化

《FAULHABER info》最初的发行语言为德语 和英语, 2008年增加法语版, 2010年增加中文版。 此后又陆续加入了荷兰语、意大利语和波兰语, 这也彰 显了FAULHABER日益强盛的全球影响力。

杂志中的报告生动有趣,图文并茂,水准更上一个 台阶。可以说,《motion》令人惊艳。往期杂志报 道了FAULHABER驱动系统成功应用于太空领域的不 同项目; 用作国际空间站的数字助理; 或参与火星任 务。未来我们将继续为您呈现振奋人心、丰富多彩的 主题,涵盖传统行业应用和创新产品。

2002年第一期《FAULHABER info》杂志发行时,移 动终端设备还远不如今天这样普及。到了10年后的 2012年, 这些设备的使用量剧增, 已占全球互联网数 据流量的百分之十。这种情况现在已经完全改变。2021 年,超过55%的网页调用均通过移动终端设备完 成。2019年, 互联网取代电视成为第一媒体。

## 移动化、现代化、多媒体化

考虑到移动化、现代化、多媒体化的发展趋势, 我 们值此周年纪念之际重新发布FAULHABER公司官网 (www.faulhaber.com), 进一步优化网站在各种终 端设备上的显示。

新网站的设计富有现代感,导航系统也全面升级, 让用户有更多机会通过链接获取相关主题的详 细信息。与我们联络依然非常方便, 用户可在所有 页面内使用聊天功能。我们在新增的专业技术版 块提供了丰富的全新内容,如操作视频、应用说 明、教程和在线培训课程资料库。

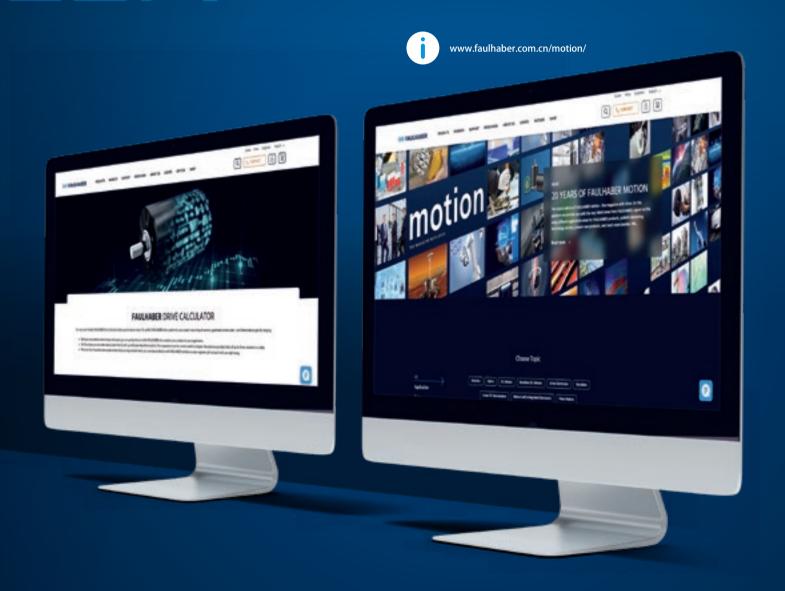
计算和选型工具 "FAULHABER Drive Calculator" 在网站中的位置更加显眼, 目前可在所有页面使用 该功能。 这款强大的综合工具可帮助用户计算 和设计包含电机、减速箱、编码器以及其它组件 的驱动系统, 进而快速找到适合自身应用场景的 解决方案。快点击 "Start Drive Calculator" 亲自体验 一下吧!

## związane z napędem

# VERHALEN ie di guida

## FAULHABER《motion》的数字化

随着新网站的发布,备受欢迎的客户杂志也推出了数字版。今后,在"motion"菜单项下将提供在线版杂志。我们会定期更新精彩的全新专题报告,例如应用示例、产品新闻、访谈、技术文章和背景信息。您可使用过滤功能,根据兴趣选择阅读内容,创建个性化的杂志版本,及时了解对自己特别重要的主题。印刷版杂志仍然汇聚最精彩的文章,每年发行两期。



要回答这个现实问题,"智能农业"的作用至关重要:通过有针对性地使用计算机支持的最新技术,以及全自动技术(如可能),实现极生的食品生产效率。精确地单独播种子;通过机械夹启高的食品生产效率。精确地具仔细筛选水果;小剂量定向施用肥料和植物保护产品。这些操作需要大量既强劲又强大的小型电机。



量子计算机、太空旅游或氢技术——最新的技术宣传集中在不断变化的话题上。 奇怪的是,农业这个最重要的产业经常被忽视。尽管它养活了呈指数增长的人口。18世纪开始的农业革命,让产量大幅增加。这是建立在增加使用高产品种、矿物肥料和化学农药、机械化和大规模人工灌溉。然而,这些对生态的干损并非没有不良副作用。所有有充分根据的人口预测都预计,到本世纪末,人类人口将增长到90亿至100亿。地球有能

力为这么多人提供足够的食物。然而,农业面临着巨大的挑战。作物栽培业和畜牧业必须提高产量,同时不危及维持生命的资源。肥沃的土壤、干净的地下水和完好的自然界是我们最宝贵的"资源"。我们必须不惜一切代价保护它们。

## 将重点放在植物而非田地上

到目前为止,栽植、施肥和植保措施等重要的作物种植工序都是建立在土



地面积上。播撒种子或打农药时,要计算每英亩或每公顷的数量;机器以适当的流速分配材料。然而,一部分氮肥并未起到促进植物茁壮生长的作用,而是去往明显不适合的地方——地下水中。修剪果树或收割质地优良的水果和蔬菜品种等工作需要大量高成本的劳动力,而越来越多的企业面临人员短缺。

智能农业利用现代技术提高农业效率,使用的资源更少,将人们从单

调的工作中解放出来,并提高产量。在这种背景下,人们还会谈到精准农业、数字农业或电子农业。计算机支持的网络化程序的使用,加上机器学习和定制机器人功能的辅助,使人们可以将重点放在单个植物上,而不是整个田地。

针对植物的措施越直接,这些措施就越经济有效。例如,以更有针对性的方式在单个植物上施用除草剂,则可以显著减少除草剂的使用。机器人能够

在水果和蔬菜达到最佳成熟度时连续收割。

自动化轻型田野机器人也有助于保护土地。今天的大型农业机械重达10吨。在这样的重量下,每个步骤都会导致土壤过度压实。这大大限制了土壤受影响层吸收水分和空气的能力,严重影响土壤寿命;行进路线附近区域作物的生长和健康也受到影响。智能农业能够让土壤保持更健康的状态,增加生物多样性。



有针对性的使用化肥和除草剂 可以减少土壤污染

## 农业和园艺自动化

现在,许多应用只存在于研究中,或只有原型。但智能农业已经投入到实际应用中,比如精准种植。精准种植最初是为研究和育种而开发。这些机器能以精确界定的时间间隔播种单个种子。每种植物都有足够的生长空间,种植面积得到了最佳利用。同时,宝贵的种子得到了非常有效的利用。

最新机器使用一个分离模块,每行一个电驱动。电机驱动开槽盘或带齿盘,将单个种子输送到出口。使用智能控制器,可以精确设置每类种子的最佳间距;绕过拐角时,可以适应各行的不同半径。用于控制种子喂入圆盘的闭合装置

也由电机驱动。 随着温室培育蔬菜和 花卉技术的使用, 许多 植物先在小盆中发芽, 然后再移植到大盆或 苗圃中。现代园艺企 业采用机器对植物和 花盆进行分类和处理。 他们的机械与工业生 产和物流中使用的机械 非常相似。传送带和 辊式输送机上面可以运 输、分类和移植装有不 同阶段产品的托盘。这里 使用的夹具与其他行业类 似设备中使用的夹具区别仅 在于其"手指"的形状。在 微电机的驱动下, 它们自动处 理单个花盆和根球。

用于水果和蔬菜的自动驾驶收割机还没有达到普遍使用的系列成熟度,但技术发展的方向已经顾明显:摄像头辅助传感器根的方。据像测草莓或辣椒的成器。不并记录它们的强力个配备了。如为一个收集装置的机械和一个收集装置的机大的原型配有许多电机,收割农产品的收集系统。











连续自动化采收确保农产品的 最佳成熟状态



## "机械传动和气动驱动是很常见的传统

农业机械技术, " FAULHABER负责该 领域应用的业务开发经理Kevin Moser 解释道。"对于智能农业中的小规模 系统来说,这些系统往往体积太大、 太笨重、太复杂且能效太低。因此, 我 们看到这里用来为特定工序供能的电动 微电机越来越多。然而,农业环境中 使用的驱动通常必须满足非常高的 要求。"

关键技术: 电气系统和电子设备

与传统的大型设备不同,智 能农业中使用的机器和组件 通常更紧凑、更轻。这意味 着电机的可用空间通常很 小。然而, 电机通常用来 驱动播种盘、活板、夹 具、机械臂或剪切机, 因此它们必须提供足够 的动力, 以在无数次循 的任务。与此同时,

环中可靠地执行各自 它们需要高效运行, 因为自动化装置通常 会消耗储电有限的电 池中的电源。它们还 必须能够将驱动电子 设备集成到网络化结构 中,实现智能控制。

"这些是对最高级驱动 系统的典型要求; 正确的 答案永远是FAULHABER的 标准问题, "Kevin Moser 说。"此外,农业环境中使 用的驱动还必须非常坚固, 只有这样,它们才能在最苛刻 的条件下长期可靠地运行。大温 度波动和强机械负载是农业和园艺 的常态。尽管如此,成本必须保持合 理。FAULHABER可以提供多个系列的 设备来管理这种平衡行为。

Moser指的是BXT系列的免维护无刷 紧凑扁平型DC微电机,以及CXR系列耐 用经济的铜石墨电机。全新GPT系列的 减速机非常适合恶劣条件下的高负载传 动。它的效率极高,非常坚固,因此很 适合农业应用。



现代化机器自动完成农作物的 分拣和处理

现有增量编码器能够实现高度精确 的定位。各种控制器, 例如带有 CANopen接口的控制器, 可用于驱 动系统的联网。 "FAULHABER的驱动已 用于智能农业、 "Kevin Moser表示。 它们将继续在这一领域高要求的应 用中发挥重要作用。"



www.faulhaber.com.cn/ 市场/工业和自动化/

> 用干农业领域的驱动装置必须 在极端环境下保持运行可靠性









## 施肥 恰如其分

植物需要氮。遗憾的是,对干这种无处不在的元素,它们只 能吸收其可溶性硝酸盐化合物形式。因此,过量的氮肥很 容易进入地下水,对环境产生危害。因此,施加的肥料不超 过植物实际吸收的量是切实可行的环境保护措施。农业 机械制造商RAUCH的新型Aero施肥机将无机肥料准确 地播施在需要的地方,量也恰到好处。FAULHABER的电机 有助于精确定量给料。

除了光、水和微量元素, 植物只需要 6种营养物:磷、钾、镁、钙、硫和氮。 最后一个用化学符号N表示,在数量上 最为重要。除其他目的外,它还是蛋白 质化合物和叶绿素的形成以及枝条 和叶子的生长所必需的物质。

氮是地球大气的主要成分。它以基本 的气态形式(N2)大量存在于地球大 气中。遗憾的是,大多数植物不能吸 收这种状态的氮。它们只能通过根部从 土壤中吸收氮, 并且需要以铵(NH4+) 或硝酸盐(NO3-)形式吸收。

硝酸盐化合物是使现代农业实现高 产的大部分肥料的主要成分。如果在适 当的时间施加适当的量, 氮几乎可以被 植物完全吸收, 并转化为食物和生物量。 只有过多的硝酸盐进入农田时, 才会出 现后续问题。过量的硝酸盐迟早会随 着雨水渗入地下水。

## 细化撒施模式

在田地上施无机肥料的传统方法是使 用所谓的双盘施肥机: 肥料从拖拉机 后面的储存容器中落到两个水平旋转 的圆盘上。机器在田地上行驶时, 用旋 转运动将肥料颗粒喷射到25米处左右。



## 具有可切换部分的定量给料系统

这种精准施肥的基础是多速率定量给料系统,据制造商称,该系统是用于气动施肥机的"全球首个用于小规模和精准植物营养的定量给料与分配系统"。30个播施部分可单独打开和关闭,与此同时,还可以单独控制每个部分的施肥量。这让单位面积的施肥量减少23%,产量也显著增加。

肥料颗粒通过30根单独的管子落在田地里,这些管子以1到1.2米宽的条状精确播施。每个单独的进料都采用了复杂的技术:通过多个漏斗将肥料导入六个计量轴,每个计量轴有五个部分。

这些装置由CAN总线控制,并配有将 颗粒分成小份的凸轮。然后,气流加 速颗粒的运动并将其输送到出口。

## 电机速度控制施肥量

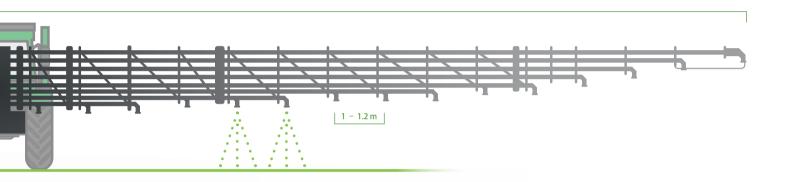
每个凸轮部分由4221····BXT系列的FAULHABER扁平型无刷电机驱动,带有一个特殊的客户专用减速机,并且每个凸轮部分可单独驱动。Maximilian Zimmer解释说:"电机的速度控制着施肥量"。"因此,机器可以确保,例如,即使每个出口行进不同的半径,在曲线形成中每单位面积的数量总是相同。



这种动力来自一个极其紧凑的驱动,直径仅为42毫米,长度为49毫米,包括减速机,全部安装在坚固的钢和铝外壳中。因此,该装置可以承受农业中不可避免的机械振动。连极端天气它们都能毫无问题地应对:温度范围从零下10摄氏度到零上60摄氏度。

除了肥料之外,Aero施肥机还可以用来种植间作作物,如油菜籽或芥菜。它们结合营养物,保护土壤改良。与圆盘施肥机相比,肥料颗粒的质量所起的作用并不重要:即使出现高百分比的破损和灰化,该机器也能精准计量并施加肥料。

Maximilian Zimmer总结道:"这项精准技术不仅保护了环境,尤其是地下水,还降低了成本。农场用较少的肥料就能获得较高的产量。而且,由于肥料颗粒品质较低,肥料的成本可能会大大降低。"巴登-符腾堡州于2021年11月授予Aero施肥机工业4.0测量与控制技术类别的环境保护科学技术奖(Umwelttechnikpreis)。



## 考虑土壤质量的变化

由FAULHABER电机驱动的多速率定量给料系统实现了真正意义上的"精准农业"。这些拖拉机轮子留下的痕迹不在施肥范围之内,可能位于田地中间的小生态区或其他非农业区域也被排除在外。此外,施肥量也可以精确地适应田地中不同的土壤。Maximilian Zimmer解释说:"数字应用地图中详细记录着土壤质量"。"使用这样的地图和GPS数据,机器控制可以完全自动地使施肥适应环境。"



FAULHABER BXT 扁平无刷电机



www.faulhaber.com.cn/ 市场/工业和自动化/ www.rauch.de/duengerstreuer/aero-gt-60-1.html

## 重新恢复行走能力

不用拐杖行走,是一些神经肌肉疾病患者的梦想。如今,外骨骼 "Autonomyo" 让梦想成为现实。这款主动助行器支撑虚弱的肌肉,并实现了模仿自然序列的直观动作序列。额外电力由六个微电机提供。为了促进外骨骼和用户之间的和谐交互,FAULHABER开发了一种带扭矩传感器的创新型一体化部件电机。



## 不再是一个梦

医学划分了800多种不同的神经肌肉疾病。顾名思义,它们影响着神经和肌肉。有的影响全身,有的只影响某些部位。然而幸运的是,这些疾病大多比较罕见。许多受影响的患者行动受到严重限制。这是因为这些疾病的原因和进展方式尽管各不相同,但不良的,在许多情况下是渐进式的。

"如果腿部出现肌无力,行走就会变得越来越困难,最终变成不依靠东西就无法行走",瑞士洛桑技术大学(EPFL)康复和辅助机器人研究组(REHA Assist)组长Mohamed Bouri解释说。"肌肉仍有功能,但其无法积蓄足够的力量让患者站稳或独立活动双腿。可想而知,这对患者的活动范围和生活质量有巨大影响。效果类似于卒中后偏瘫。我们的目标是尽可能通过电动辅助来克服这些限制,因此患者的自主活动能力仍然发挥作用"

## 轻量级部分辅助

组长指出,现在使用的传统外骨骼已经采用仿人技术。这些器械使截瘫患者无需拐杖就能行走,但其重量超过40公斤。

REHA Assist开发的"Autonomyo"只有 25公斤重,重量轻得多,适用于患者虚弱 但仍有部分功能的肌肉骨骼系统。

## 来自磁测量系统的反馈

该器械根据用户意图辅助步态,这一 点至关重要。"改变位置的最初触 发——即开始行走——表达为下肢位 置的微小变化", Mohamed Bouri 解释道。"我们将惯性测量装置、鞋 底的八个负载传感器和充当关节位置 传感器的电机编码器的信息结合,对 其进行检测。所有这些数据均有助于 平衡。"行走时,器械和用户之间的 交互至关重要。FAULHABER开发的 扭矩传感器负责感测这种交互, 从而精 确地实施辅助策略。

"将精确的扭矩传感器集成到电 机中的项目始于几年前,旨在推广 Cobotics等应用,以实现安全人机 交互", FAULHABER高级工程组组 长Frank Schwenker解释道。"借助 Autonomyo, 我们第一次能够在具 有挑战性的辅助技术应用中实现 该概念。

传统扭矩检测技术在部件上使用 膨胀带; 这些膨胀带会因施加的力 而变形。这种结构的弱点是连接它们 的粘合接头。高级工程组开发人员已 用高分辨率测量系统替换这些膨胀 "这使我们能够在土30牛顿米的测 量范围内实现偏差小于1.5%, " Frank Schwenker说道。"因此,传感器 为行走活动中的响应扭矩提供了一个 非常精确的值。"



这个值在控制Autonomyo外骨骼中起着至关重要的作用,当然也提供许多其他值。"针对个体患者调整器械需要对整个系统进行非常差异化的校准",Mohamed Bouri解释道。"软件利用各种参数和活动反馈,计算驱动装置的控制信号。然后,基于这些信息确定电机辅助类型和水平。"

## 驱动力和发展潜力

每个器械中的六个驱动装置 由FAULHABER提供。其核心部件 是直径32毫米的3274 BP4无刷电 机。这是市场上同类尺寸电机中动 力最大的。其动力由42 GPT行星式 减速机 (其轴专为这种应用而制造) 传递。磁性IE3编码器向控制器提供位 置数据。将扭矩传感器集成在四个 电机的减速机中,用于屈/伸活动。 对驱动装置的要求是对顶级微电 机的典型要求。该应用最重要的 特性是高功率、小体积和重量, 还有精密度、可靠性和长使用寿 命。"找到合适的供应商并不太难" , Mohamed Bouri回忆道。"已定义 规格之后, 可选电机已缩减到只有少 数候选电机。我们大学的天体物理学 跨学院研究组已与FAULHABER 合作, 因此他们提供了令人信服 的建议, 并且已存在良好关系。 此外,FAULHABER已能在短时间 内开发扭矩传感器。这对我们的项 目非常重要。



患者介绍



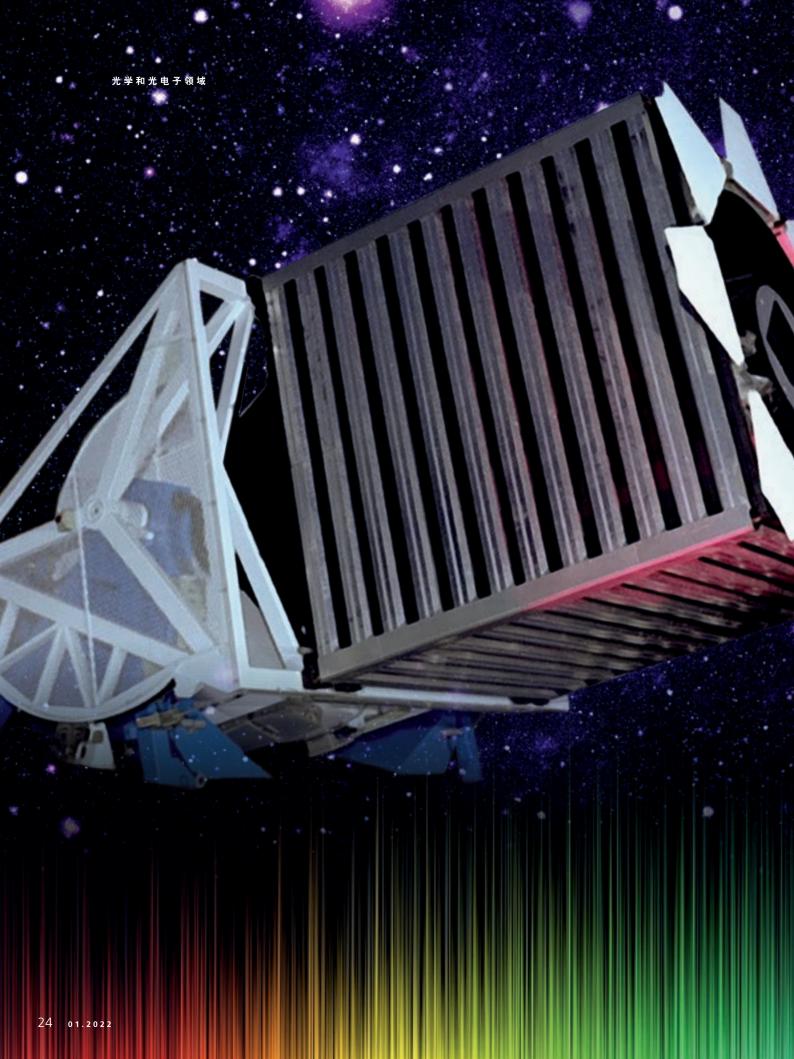
FAULHABER BP4 直流无刷伺服电机



FAULHABER 42GPT 行星减速箱



www.faulhaber.com.cn/市场/医用及实验室设备/ www.epfl.ch/labs/biorob/rehassist/



# 聚焦宇秘

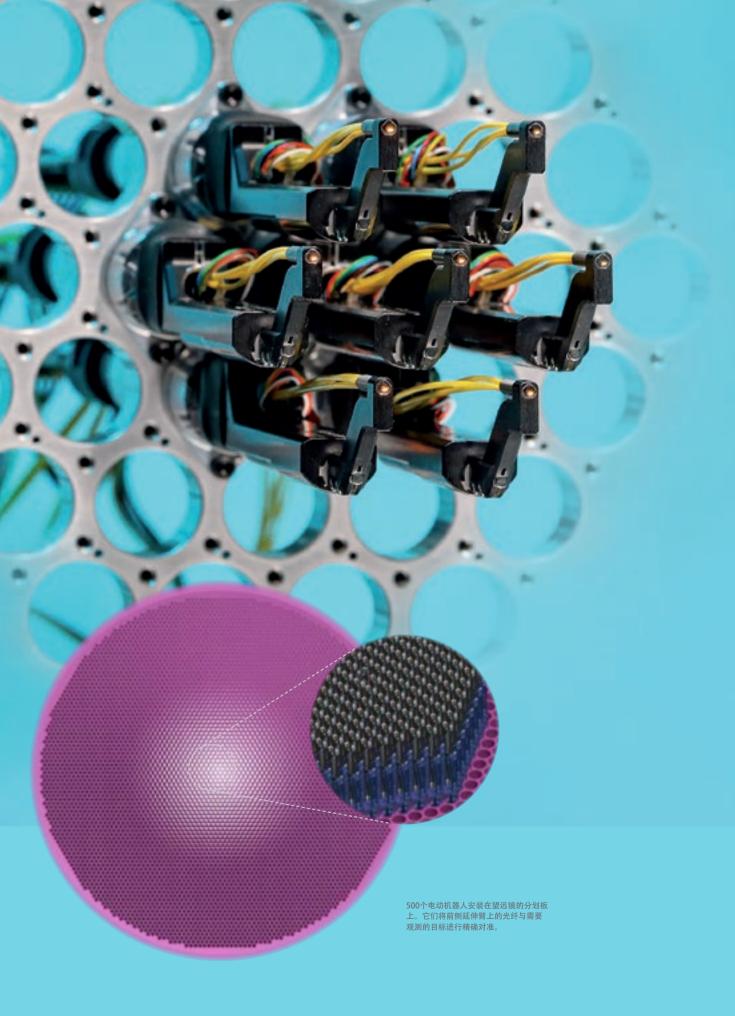
这是一项伟大而艰巨的任务:未来五年内SDSS V要对四百万颗恒星以及30万个黑洞进行观测分析,为我们重塑宇宙演化进程,并证实银河系起源的物理模式。每台大型望远镜中的光学单元由500个小型机器人进行高精度校准。

SDSS是指"斯隆数字巡天",是来自世界各地的天体物理学家的已经来了家的已经大大大的宇宙3D地图,这代助宁市3D地图,这代助宁市3D地图,这代助宁于城多项目的工作。最新的是SDSSV,它旨在理解外层空间物度,不光学和红外光谱的自发表方的重要上对整个天空的首次多页。目标总计达600多页。

## 行星是如何形成的

这项工作的目标之一是重构我们的母星系银河系的历史。此外,研究人员计划追溯化学元素的形成、解密恒星的内部运作、考察行星的形成、并解答许多关于黑洞的悬而未决的疑问。

另一个目标是绘制比以前精确一千倍的银河系星际气体质量地图,以描述"银河生态系统的自我调节机制"。与黑洞和测量银河系有关的数据将由以下两台大型望远镜收集:新墨西哥州的阿帕契点和型望远镜收集:新墨西哥州的阿帕契点和工智的拉斯坎帕纳斯。瑞士洛桑联邦理工学院的天体物理学教授Jean-Paul Kneib解释说:"通过北半球和南半球的双重视角,我们可以从各个方向观察天空。"我们在之前的SDSS项目中也使用了这两个望远镜。得益于SDSS V项目,我们现在在观测效率和收集的数据量方面取得了实质性飞跃。



### 发现超新星

报告说。

放置在望远镜中的是瞄准宇宙中特定目标的光纤。可以精密观察和分析单个恒星或黑洞的发光吸积盘。"以前,我们必须为每个不同的观察任务制作特殊的板。每个板均需数周时间准备。然后手工将光纤固定在板上,这是一个非常复杂和耗时的过程,"Jean-Paul Kneib

有了专门为SDSS V项目开发的新技术, 光纤的重新排列只需要不到一分钟而非 以前的数周。在两台望远镜中光纤现在 通过500个小型机器人进行控制,天文学 家把它们称为"星际雄兵"。这也能够 让研究人员对未预料到的宇宙事件立即 做出反应。

例如,如果其他望远镜发现了当前的事件,如超新星,其中一个光学元件可以立即与它对准,几乎无延迟。这使得能够在超新星发展的时间跨度内对物理化学过程进行详细分析,这是以前使用此类仪器无法实现的。

## 具有微米级精度

每个机器人都由两个细长的圆柱体组成,圆柱体纵向排列,前端有一个弯曲的延伸部分。后面较厚的圆柱体固定在望远镜的板上。它形成α单元,并转动机器人的中心轴。偏心安装在前面的是测试单元。它同样以圆形路径移动弯曲端的光纤尖端。

通过这两种轴向运动的结合,光纤尖端可以在圆形区域内自由定位。其中一个机器人覆盖的每个圆与相邻单元的圆部分重叠。在望远镜的探测范围内,天空的每个点都可以自动瞄准。

每台机器人中有三根光纤。一根是为可见 光光谱设计的,另一根是为红外光谱设 计。第三根用于校准。在其帮助下,光纤 尖端分三步移动到位,精度仅为几微米: 在第一次粗略对准中,两个电机转动,直 到用于观察的光纤对准目标,平均

> 偏差为50微米。望远镜中的 摄像头指向机器人的前端,现在可以检测校准光纤

端 并测量 其位置。 在两个进一步的 定位步骤中,机器人 头部然后以误差小于5微 米的精度移动到位。 型号名称的前两位数字表示微型驱动的直径: 12毫米和6毫米。它们的力通过合适的行星齿轮传递给机器人机构。此处使用的机器人结构由MPS开发建造。集成编码器向控制器报告电机的旋转位置。

## 无间隙精度

MPS组件设计负责人Stefane Caseiro解释道:"为了达到要求的精度,我们必须消除系统中的反冲"工程师们通过用夹具连接代替传统的齿轮头轴和机器人机械轴之间的联轴器,并通过改来实现这一点。这位MPS工程师回忆:"仅仅找到合适的弹簧便和料。

## 更快地研究

Jean-Paul Kneib解释道: "因为我们通过自动校准节省了大量的时间,我们可以观察更多的物体,并进行相应的大量单独测量"。 "这种效果通过高精度提升到了更好的效果。

光纤的直径为100微米。其也与击中望远镜的观测宇宙物体的光斑直径一样大。这两个小表面越精确地对齐,我们测量的光输出就越大,我们获得有效结果的速度就越快。"

FAULHABER的电机和齿轮头以及FAULHABER子公司MPS专门为此应用开发的机械装置提供了这种极高精度的技术先决条件。 两根机器人轴由  $1218\dots$  B系列直流无刷伺服电机驱动,  $\beta$  轴则由  $0620\dots$  B系列电机驱动。

为 这项技术 开发寻找 了合适的合 作伙伴,这为Kneib 教授团队节省了时间。这位天体

物理学家称:"全世界甚至没有几家制造商能够生产出质量和耐用性都符合要求的微电机"。"当然,FAULHABER在我们邀请报价的公司决选名单上。在我们邀请报价的公司决选名单上。在之前的一个项目中,我们与MPS的高兴之一一从洛桑的大学到比它是优势之一——从洛桑的大学到比尔的MPS只有一个半小时的车程。除了一个越的质量和良好的合作经验之外,一个非常有决定性的依据是,FAULHABER及其子公司MPS有能力从单一来源提供我们所需的一切。



FAULHABER B 直流无刷伺服电机 2磁极技术



www.faulhaber.com.cn/市场/光学与光子学/ www.epfl.ch/labs/lastro/page-106703-en-html/sloan-v/ 电磁兼容性(EMC)描述了电气和电子元件在特定环境中相互作用而不产生任何相互干扰的能力。用户在使用受控驱动时必须牢记这一点,并解决这个复杂的问题。

EN 61

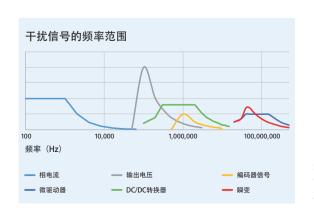
## 微驱动的电

CERT

20世纪20年代,正是城市交通中已经确立的电驱动技术和新兴电信行业之间的冲突导致了无线电干扰抑制(EMC的一个子概念)的发展。今天,电力驱动通常是受控的。除了能量转换,它们还包含传感器所需的电信组件,以便进行传输数据。由于能量转换时产生的干扰,通常必须在最小的空间内确保传感器和电信的必要抗干扰性。

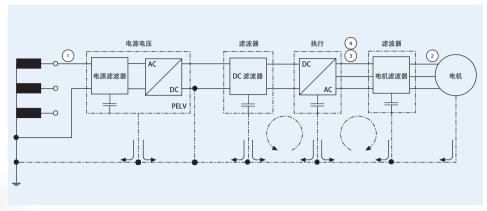
## 应用中的认证

目前,EN 61800-3规定了受控电力驱动的发射干扰限值和抗干扰限值。然而,该标准仅作为评估准备运行的驱动的基础,无法可靠预测驱动在终端设备中的表现。在这里,用户必须获得对其应用有效的认证。在微型电力驱动系统中,电能通常要转换几次。交流电量在这里表现为频率变化很大的电压和电流,例如输出级的开关操作、动态操作期间的(电)磁干扰场或驱动开关时的电压波动(纹波)。



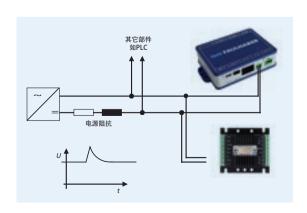
不同信号的频率范围以及在驱动系统周围产生的干扰。 在此对影响幅度进行质的分析。 虽然带PWM的输出级紧凑,但在设计系统时仍然需要非 常小心谨慎。 控制电机与电源 网络之间不同部件的共 模、差模干扰路径

800.3



## www.www. 磁兼容性 www.www.ww

虽然EMC指令2014/30/EC适用于欧洲单一市场中的设备,但具体评估按照所谓的协调标准来执行。如果直接销售给最终用户的话,仪器必须符合电磁兼容性指令(CE标志)。但未投放欧洲单一市场或供工业旧用户使用的设备通常也需要合规证明。



## 受控驱动的限值

EN 61800-3用作评估的运行就绪驱动(由电机和逆变器或直接依靠电源运行的运动控制器组成)的依据。它还定义了测量设置的规则。各种量化适用于此处的干扰类型:它们在150 kHz至30 MHz的频率范围内,定义为以dB( $\mu$ V)为单位的干扰电压;在30 MHz至300 MHz的频率范围内,定义为以dB( $\mu$ W)为单位的干扰功率;在30 MHz至6 GHz的范围内,定义为以dB( $\mu$ V/m)为单位的干扰场强。

该方法假设低频交变量主要作为叠加在电源上的干扰电压来观察。受控驱动的脉动电流可能会影响例如并联PLC的操作。同样,制动操作期间电源电压峰值可能会导致并联设备启动防护关闭。另一方面,干扰功率和干扰场强描述非电缆传播的电磁场。

直流连接电路多部件的电耦合。 再生能量可能导致危险的过电压。

## 干扰场强是一个挑战

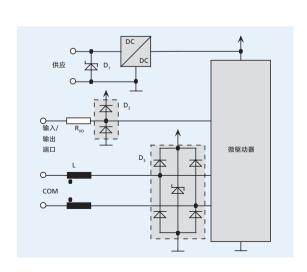
在集成微型驱动的设备认证过程中,干扰场强往往是更大的挑战。可以采取的措施包括电源输出上的滤波器用于抑制高频电容性干扰电流。每条电机电源线通常也必须完全屏蔽。传感器电缆也是如此,与电机电源线分开敷设。

使用射频屏蔽连接器将所有导电部件导电连接到 所谓的功能接地也很重要。在这种功能接地的基础上,屏蔽层的两端可以平接。仅在极少数情况下,纯 PE保护接地是足够的。 鉴于功能接地和屏蔽电缆有效地削弱了干扰场强,返回基板的交流分量趋于增加。如果这些交流电通过主控电源或电源装置流回开关转换器,供电导线上的交流电压分量不可避免地会增加,干扰电压也会随之增加。因此,供电线中往往需要额外的滤波器来限制这些电流的传播。由设备制造商决定是在每个驱动的上游(包括微型驱动,通常在24 V或48 V供电线中),还是仅在交流侧电源装置的上游安装这样的滤波器。后者节省了成本,但其只有在驱动本身设计成不会相互干扰的情况下才能发挥作用。

### 标准测试中的抗干扰性

对于抗干扰性,标准测试涵盖了广泛的电磁效应,例如抗静电放电(ESD)和来自相邻发射器的抗高频电磁场的干扰、抗电气快速瞬变(脉冲)、电涌(例如由闪电引起的)的干扰,或抗较长传感器和通信线路上的射频共模干扰。针对较短电压下降的额外测试主要针对直接在电源网络上运行的驱动定义。另一方面,没有真正检测到DC系统上多个动态驱动的典型电压波动。对于微型驱动,这里的额外干扰抑制措施包括使用尽可能短的电缆或在电源侧使用防护二极管。也可能使用铁氧体滤波器,例如模拟电脑显示器电缆或通信电缆上常见的滤波器。

对于紧凑型驱动,编码器对组件的抗干扰性构成了主要挑战。同样,它们必须安装在最小的安装空间内。然而,即使在小型编码器中,也可以通过紧凑的防护元件实现充分的防静电放电保护。为抗干扰指定的场强通常不会在射频频率范围或电源频率范围内造成问题。抗脉冲或快速瞬变干扰需要电源连接和信号电缆上的滤波器。



提高电源、信号和通信输入抗扰性的 典型保护措施。



然而,电源通常直接连接到集成在编码器中的电路,因此这确实对电源连接带来了问题。只有完整的设备中才有可能实现有效的防护。通常不需要直接在编码器中对标准干扰进行全面防护。然而,如在适配器板中安装防护二极管,例如在适配器板中安装。根据IEC 61000-4-6,传导射频干扰的测试信号比型编码器的有用信号大。然而,电机直径仅为20至22mm的编码器中的共模滤波器不可行。这里,必须以设度用外部附着的铁氧体提高抗干扰能力。驱动系统电源中的电压下降会导致系统关闭。根据运动控制器中的电压下降会导致系统关闭。根据运动控制器中的电压下降会导致系统关闭。根据运动控制器中编码器电源的缓冲,在电压下降的情况下,编码系可能同样供电不足。增量编码器在这种情况下会丢失绝对位置信息,必须重新引用。

## 符合EMC标准的设计和文档

因此,对于用户来说,微型驱动的EMC绝不是微不足道的。这就是FAULHABER的驱动专家对这个复杂的主题进行详细探索的原因。各种产品的所有运动控制器都符合当前的EMC法规。不仅适当优化了硬件,也重新设计了文档,以便在用户自己的设备认证期间为用户提供尽可能好的支持。



## 地下管道 修复能手





仅德国境内的地下管道系统就长达60万公里。这些系统需要维护、清洁以及维修。在以前需要将路面翻开后进行作业,这不仅成本高,还需要数周甚至数月的施工时间。现在有了智能管道修复机器人,管道作业与路面正常使用不再冲突。在下一期《motion》杂志的访谈栏目中,Pipetronics公司总经理Markus Lämmerhirt将向我们介绍FAULHABER驱动系统如何与管道维修机器人"强强联手",完成下水道的清洁作业。



更多信息:

faulhaber.com.cn

**ΥΟυκυ** faulhaber.cn/youku





FAULHABER《motion》杂志现已 推出数字版本:

