FAULHABER

motion

02.2022

驱动系统杂志

颜色精准多样

迷人的
颜色变化

周年纪念

04 《motion》杂志 75 周年

FAULHABER 在舍奈希举办 75 周年庆祝活动。

访谈系列

06 运动中的激情——我们的动力源泉

董事总经理 Hubert Renner 访谈。

航天航空

10 迷你卫星中的微型实验室

BAMMsat 项目开发了一个微型实验室，用来开展太空科学研究工作。FAULHABER 的一个电机也将在实验室中。

工业和自动化

14 迷人的颜色变化

colorDoS 定量系统可在极短的时间内进行颜色切换。FAULHABER 驱动系统在这一过程中发挥了重要作用。

检查机器人

18 非开挖整修

在下水道机器人的开发和制造方面，Pipetronics 是市场和技术的领先者。该制造商在其驱动解决方案中使用了 FAULHABER 技术。

新闻

22 FAULHABER Drive Calculator

FAULHABER Drive Calculator 是一款完美的工具，可帮助开发人员在极短时间内找到针对特定应用的合适驱动系统。

新闻

23 FAULHABER L

FAULHABER L 系列的新型线性致动器为客户提供综合性完整套件，其来自单一来源，可用于许多不同的线性驱动任务。

尊敬的读者们，

FAULHABER 成立 75 周年——9 月 9 日，我们举办了一场节日派对，庆祝公司历史上这一值得我们所有人铭记的里程碑。第一篇文章是对本次活动的回顾，我们将揭示为什么这次派对的起点和终点要定在 Daimlerstrasse 和 Faulhaberstrasse。

在采访中，Hubert Renner 将带我们回顾充满挑战的过去时代，以及他对 FAULHABER 未来的憧憬。本次采访将开启一个系列，我们将通过这个系列逐个向大家介绍各位董事总经理。

在本期《motion》中，您还将了解由 Aqeel Shamsul 领导的学生研究小组如何在 FAULHABER 的帮助下，成功开发出一个自动化的微型实验室，通过它高效、经济地在所谓的“CubeSat”上对太空中的微生物培养物和简单高等生物进行各种实验。

从太空深处，我们与“Pipetronics”一起探索底土深处，了解有关任务以及现代下水道改造机器人开发和生产的方方面面。

来自 HNP Mikrosysteme 的创新定量系统 colorDoS 说明了如何在注射成型的最后一刻，即组件生产前不久引入颜色，以及如何在极短时间内切换颜色。在液体着色剂精确到微升的给料中，FAULHABER驱动器起着关键作用。

最后但并非最不重要的是，我想提请大家留意两条重要的新闻。开发人员一定要关注一下 FAULHABER Drive Calculator。这个新的网络工具将彻底改变根据具体应用选择合适驱动系统的方式。谈到驱动系统，通过首次推出的全新 FAULHABER L 系列，我们正在为线性驱动系统领域提供完整的解决方案。

祝您阅读愉快。

此致

Karl Faulhaber
董事总经理

期号 02.2022

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 • 德国
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

– 01 | 75 –

FAULHABER 在舍奈希举办 75 周年庆祝活动

FAULHABER 的成功故事始于上世纪 40 年代。当时年轻的工程设计师 Fritz Faulhaber 博士在德国舍奈希成立了“Feinmechanischen Werkstaetten”（精密机械工厂）。在他参与知名制造商 Voigtlaender 公司极富创新的 Vitessa 型照相机研发工作时，他就有了使用电机传送胶卷的设想。由于当时的电池供电电机体积不够小，效率和性能也不够大，Fritz Faulhaber 博士于上世纪 50 年代中期开始自行研究解决方案。最终他成功发明出无铁芯、自承式、斜绕组设计的电机，这不仅解决了他的照相机应用问题，同时还为微型驱动技术在众多领域的应用发展奠定了良好的基础，并开启了公司在接下来的 75 年的成功之路。

回望 75 年精彩发展历程，FAULHABER 时刻不忘企业信念和远见的重要性。不只是 FAULHABER 得益于该前瞻性策略，广大客户的应用能够获得成功也与之密切相关。造就这项成功的是世界各地的 FAULHABER 员工。对于舍奈希生产基地的每个人来说，周年庆是大家期待已久的机会，可以一起名正言顺地庆祝这项成就。

2022 月 9 日星期五，公司总部对面的庆祝区域已做好了迎接来宾的准备。在入口处，大家惊喜地收到了一个礼品袋，上面不仅印着“75 年专注于运动”的口号，来宾们还被邀请通过跳绳和玩溜溜球将口号化作行动。礼品袋里还有刚出版的周年纪念手册，供喜欢阅读而不喜欢运动的人翻阅。

“75 年专注于运动”也是活动区域内众多游玩点的口号。年轻游客和年长游客可以在充气城堡、高叠箱及其他许多游玩站点测试他们的运动天赋。现场还有各种补充水分或享受美味的地方，给大家提供能量补给。

游客也有机会观看各种艺术家进行泡泡表演或表演魔术，聆听大帐篷内的乐队

演奏。许多人还利用这个机会参观了公司。员工可以自豪地向家人介绍他们的工作场所。参观者可以自己四处走走看看，或者找个导游作陪。

舍奈希市市长 Anna Walther 女士也送来了祝福。她强调了我们公司对舍奈希市及商业园区的重要性，称赞了 FAULHABER 对其所在区域的奉献。她指出，FAULHABER 是第一批在舍奈希进行气候中立型生产的德国公司，并强调了公司在可持续性方面的贡献。
为了表达特别的感谢，她和总经理 Lutz Braun 一起为新路牌揭幕，那条路未来将通向舍奈希生产基地:Faulhaberstrasse 是一条通往未来的道路，也是 FAULHABER 75 年来的主张。

https://75.faulhaber.com/de/

访谈系列

运动中的激情——我们的动力源泉

#01

Hubert Renner

总经理

拥抱变化，把握机遇。1983 年，Hubert Renner 作为模具工加入 FAULHABER，从工作的第一天起，这就是他笃定的信条。他具有分析思考天赋而且注重亲身实践，这让他一开始就从人群中脱颖而出。因此，他很早就被任命为负责人，并逐渐被晋升到要求越来越高的职位。Renner 先生曾在四个生产基地担任过装配经理助理、生产经理和授权签字人以及首席执行官，多年以来，在影响公司发展方面发挥了关键作用。自 2022 年以来，他进入 FAULHABER 管理团队，出任总经理一职。

变化的激情

Renner 先生，您还记得 1983 年进入公司时，FAULHABER 的生产条件是怎样的吗？

当时，Mozartstrasse 工厂的生产以手动工作站为主。舍奈希的工厂只生产有刷电机，其生产按生产工艺分为三个部门（绕组、组装生产和总装）。大多数时候，咨询量和订单会超过我们的输送能力。例如，有位客户订购了 100 台电机（这在当时是个大订单！），我们通常只能“配给”50 台。那时候，整个公司里都没有电脑。单个零件和组件的所有规划都要用卡片进行分类。我们在采购部、仓库和生产计划部门分别设置了一个索引箱。索引卡片上的所有条目都是手写的。因此，最坏的时候，我们的同一个零件有四种不同的库存水平：一个在采购部，一个在仓库，一个在生产计划部，还有一个是实际库存，一般在确认订单之前由生产计划员现场确定。

所以，需求是大于供应的？

那时，对 FAULHABER 电机的需求持续攀升。当我们收到一份必须在一年内交付的 700,000 多台电机的订单时，我们实现了一个里程碑。这是我们正常产量的两倍。由于增长强劲，业务获得了积极的发展，我们后来在 Daimlerstrasse 修了新的大楼，并在 1990 年搬了进去。

生产部门采取了哪些措施来满足不断增长的需求？

更多的女性力量和人力。解决方案的其中一条是组建所谓的“家庭主妇班”。在那之前我们只实行单班制，而这个办法为我们增加了每天四个小时的生产能力。基本上，我们就这样开始了两班制生产。工作站一个接一个地建。一些装配工人得肩挨着肩挤坐在一起。为了立即安装两台 Arburg 注塑机，我们不得不委婉地说服当时的总经理 Klingberg 女士，把她的奔驰车从车库里移出来。

那时候有竞争吗？

一开始不怎么多，但由于市场的迅速增长等原因，很快就出现了一些高速增长的竞争对手。订单不再靠分配，必须进行投标。为了让成本结构能够保持我们在定价方面的竞争力，我们有计划地逐步转向了生产自动化。在 10 年之内，几乎所有组件和最终组件的大型零件都实现了部分或全部自动化。产品型号的数量也不断增加。针对客户提供特定的驱动解决方案一直是并且仍然是 FAULHABER 成功的核心。由于零件数量和各级零件清单的 ID 号码太多，我们再也无法用索引卡片来进行分类管理。最终，只剩了 2-3 个索引箱放在一起！PPS 系统是我们在 1991 年推出的解决方案。从那天起，电脑就成了必需品。

市场需求是如何影响新驱动技术的发展的？

电子技术在驱动技术中也变得越来越重要，电子元件价格下降，产量增加，为小型电机开辟了新用途。FAULHABER 不仅大规模提高了产品开发能力高，还推出了许多新的电机系列。各种无刷驱动、扁平转子电机、步进电机、集成式编码器以及必要的运动控制器和调速器已成为我们产品系列的核心部分。至于生产，装配线的数量自然也增加了。

FAULHABER 是如何用经济的方式管理如此广泛的生产组合的？

我们已无法再通过维持可销售产品库存的方式，高效地管理如此多的型号。按需生产才是解决之道。这需要大大缩减批量规模，而批量规模较小，就无法让所有级别的零件清单实现高效自动化。为了让成本结构变得经济实惠，我们在匈牙利和罗马尼亚修建了生产基地，并一直在扩建。我们的业务已经从电机供应商发展成为了针对订单和客户提供特定驱动系统。

在多个地点进行生产不也存在问题吗？

说到生产安排，在多个地点按需生产一直并且仍然充满了挑战。我们的办法是实行“站点同步生产”。我们使用了雷达图来评估并持续提高生产网络中所有站点的表现。CIP 计划、车间管理、看板结构、减少吞吐时间、灵活产能和 U 型生产线只是其中的几个特点。让我感到特别高兴的是，站点同步生产的成功实施让我们在 2018 年的“年度工厂”比赛中获得了“优秀小批量生产企业”组的第一名。

所有站点的员工都合格，这对 FAULHABER 有多重要？

对我们来说，每个员工都是一项重要的投资。每个在 FAULHABER 这里锻炼过 3-4 年的员工，今后都能胜任 100 多种工作。这在每个地点都能得到一致的实现。每个地点的每个生产设施都有着统一的装备和组织。这是跨地点同步生产的重要前提。无论是在匈牙利、罗马尼亚、瑞士还是德国，FAULHABER 独特生产环境所具有的优势都是显而易见的。这也包括系统的培训。当你对一个人进行了长达 3 年的培训，这绝对是一项投资，因为它需要花费非常漫长的时间，直到将各种各样的专门技术和许多不同的产品线内化到可以有效使用为止。

在目前的全球形势下，FAULHABER 的危机防范能力如何？

达尔文认为，最终获得成功的不是最强壮的物种，而是适应力最强的物种。这个从进化论中获得的感悟对各个公司也具有良好的指导意义。我们 FAULHABER 也不例外：过去，我们经常需要适应新的框架条件。

新冠疫情及其后果已经对全球供应链造成了前所未有的破坏，而这种影响还将继续，我说的不只是厕纸（笑）。无论之前还是现在，材料突然就没有了。至于交付时间，比如电子元件的交付时间从过去的 16 周延长了 52-104 周，我们怎么可能知道 1-2 年内我们需要哪些零件以及所需的数量呢？

俄罗斯入侵乌克兰带来了新的不确定性，尤其是在原材料和能源领域。生产和生产

计划、产能管理、材料和整个组织都面临着新的挑战。以前，我们多次要求 FAULHABER 必须要灵活，现在，我们再次呼吁保持灵活性，它是最有希望的解决方案。这需要各种范式转变。虽然行业格言过去是“准时”，但现在为了保持交付能力，我们需要革新方法。

您提到了范式转变，具体指的是什么呢？

那就要说到垂直整合，比如：当确定无法从外部采购零件和产品时，我们需要认真考虑我们是否可以进行内部生产。我们已经成功整合了齿轮部件、内装齿轮箱或车削件。其他零件目前正在考虑之中。
内部生产行不通的零件和组件必须有库存。比如半导体和滚珠轴承。预测指的就是库存的类型和数量。为了能够及时处理中断的交付，整个工艺链必须要保持灵活性。

在材料供应不确定的情况下，交付能力比成本最小化更重要。其他可能的解决方案包括搭建和强化区域供应商，减少我们对个别供应商国家或公司的依赖，以及加入采购协会。

我们试图在早期阶段了解所有销售区域的市场需求变化，并将我们的发现运用到我们的预测、投资和项目中。

这样做可以确保我们在材料采购、产能管理和生产线升级方面尽可能做出好的决定。

要投资哪些领域，您是如何抉择的？

我们已经顺利在所有销售经理和地区之间建立了工作沟通，从现场销售经理到最高管理层，每个参与其中的人都会提供重要的信息，帮助我们做出正确的决定。这是我们做投资规划的基础。我们从来没有像今年这样投资，在未来的几年里，我们将继续这一轨迹。

同质化、家族化的股东结构帮助我们实现了这一目标——FAULHABER 总是准备好将必要的资本投入到好的想法中。股东对公司的信任也赢得了员工对股东和公司的信任。这在过去是一个极其重要的成功因素，现在依然如此。

比如说我们刚在德国启动的洁净室生产。我们在那里生产第一批植入人体的医疗产品和用于半导体生产自动化的产品。它们必须非常精确，并在临床上保持洁净。如果这些项目发展顺利，3-4 年内，我们舍奈希的洁净室生产可能会创造 50、60 或 70 个就业机会。

您认为 FAULHABER 未来会向哪个方向发展？

我认为，我们必须把目前的挑战看作机遇。我们的目标市场战略帮我们分析了未来有哪些最重要的成长型市场。

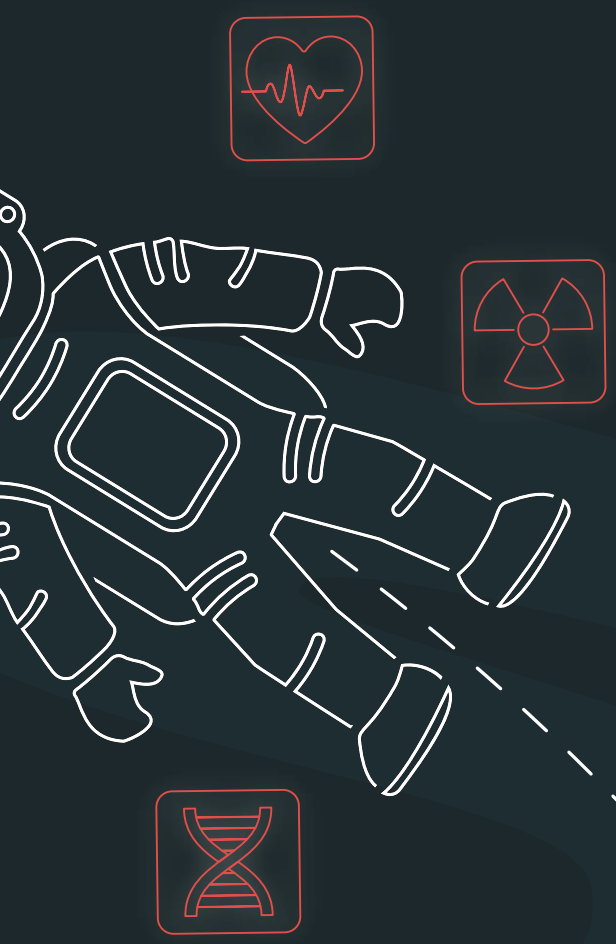
例如，未来的方向是机器人和工业自动化。无论我们现在要转向哪个方向，无论是物流、农业产业，还是医疗和实验室技术，机器人技术都是一个巨大的市场，所有的机器人都需要电机，而且需要低功耗的电机，因为移动机器人通常不想身后拖着长长的电缆，而是希望在室内灵活自由地工作，这意味着它们需要一个电池。如果里面有电池，功耗就非常关键。如果功耗非常关键，那我们和我们的 FAULHABER 技术就跑在了前面。
这些都是未来市场的成功因素——我们是 FAULHABER!

www.faulhaber.com/de/motion/

航天航空

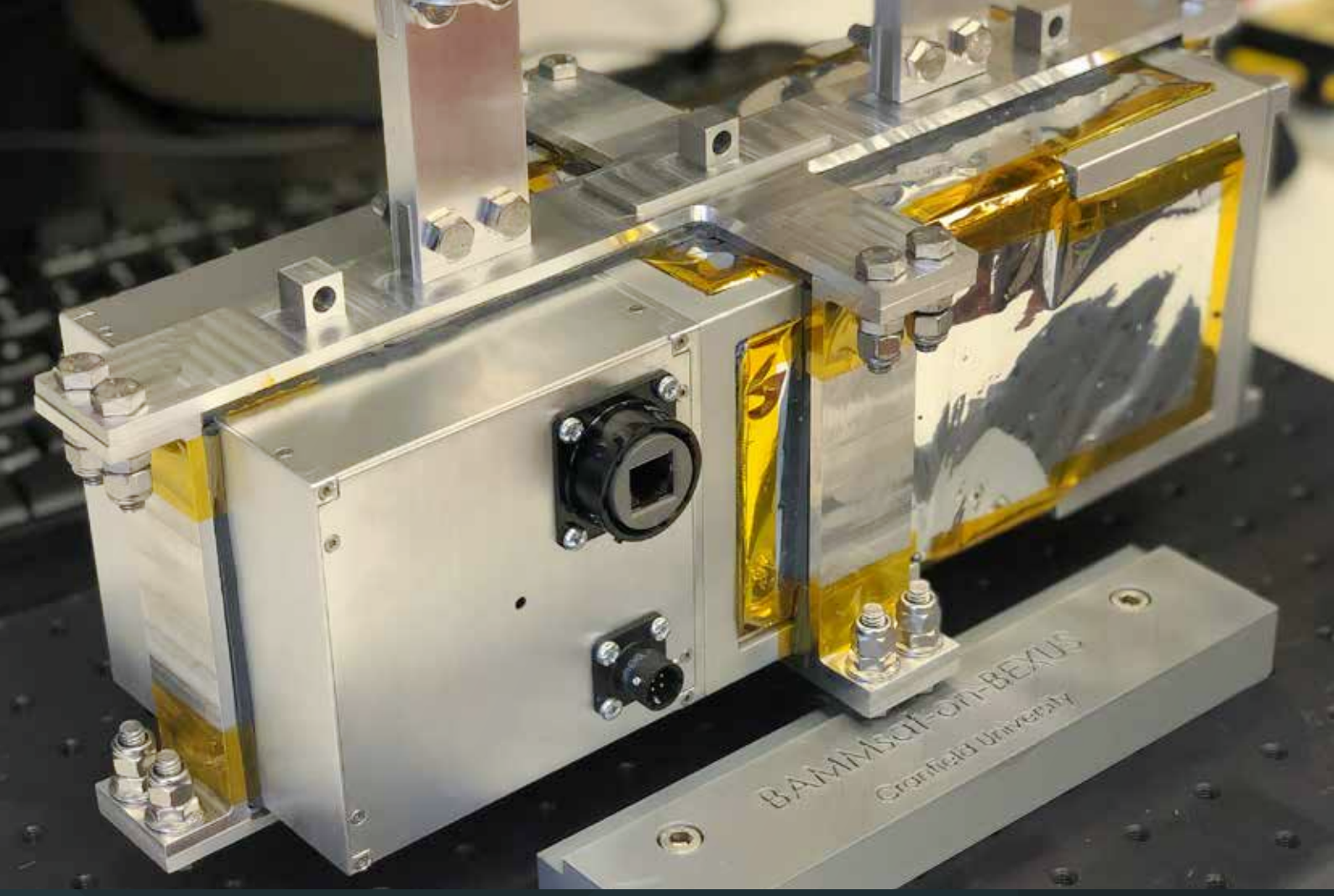
飞往火星的途中有些什么健康隐患？微型卫星中的微型实验室为我们寻找答案

太空环境非常恶劣。除了距离遥远外，严峻的太空环境也使载人太空旅行相当困难。主要问题包括失重和宇宙辐射暴露。任何计划在宇宙中长期旅行的人都需要知晓并充分理解这些问题对生物过程的影响。然而，载人太空探索非常昂贵且极其复杂。因此，为了用最少的可用资源进行科学研究，英国BAMMsat项目开发了一个微型实验室，并将用小卫星送入太空。FAULHABER 的一个电机也将在实验室中。



月球离我们只有一箭之遥，几个航天大国很快就要重返月球了。即使采用上世纪六七十年代的技术，到地球卫星的旅程也只需三天。然而，载人航天的下一个主要目的地是火星。一艘宇宙飞船需要九个月才能到达我们的邻居行星，因此往返需要一年半的时间。在此期间，全体船员将暴露在太空的零重力和高度辐射中。这种长期状况会产生什么影响还远未得到充分研究。

“在地球上只能研究零重力和宇宙辐射暴露的部分影响”，英国克兰菲尔德大学BAMMsat项目的负责人Aqeel Shamsul说。“太空实验需要高昂的火箭运输费用，包括宇航员和物流，因而给我们带来了特殊挑战。因此限制了在太空条件下研究生物系统的可能性。”



BAMMsat 系统

CubeSats – 低成本的航天市场

几年前，一个大学生工作小组致力于找到一个实用且低成本的解决方案。他们的思路是开发一个自动化的微型实验室，自主对微生物培养物和简单的高等生物开展各种实验。尺寸是预定义的：试验装置必须安装在“3U CubeSat”内。

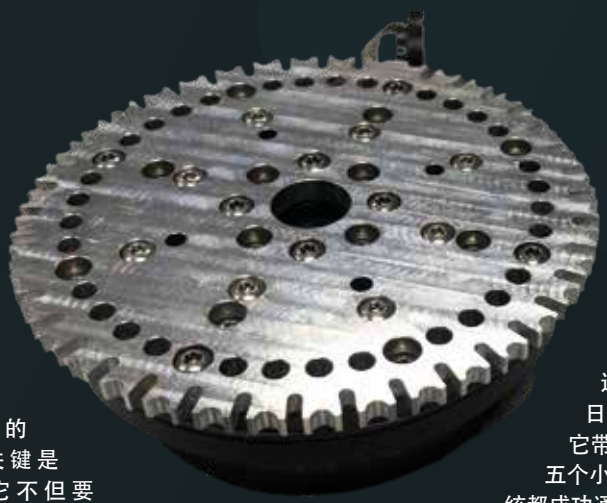
CubeSat（也叫做长方体卫星）自2004年开始使用。它们是用于小型卫星的标准化长方体模块，具有较轻的发射重量和相应较低的发射成本。它们预示着低成本航空航天市场的开始。最小的CubeSat被称作1U（意为“一个单位”）。它的尺寸约为11×10×10厘米，最重1.33千克。一颗3U CubeSat的尺寸为34×10×10厘米，重4千克。若干CubeSat和不同大小的卫星可以用一枚火箭一起发射，分摊运输成本。

用线虫做测试实验

BAMMsat团队的微型实验室可以放在一个3U的外壳中，这个外壳的大小大约相当于一双女式平底芭蕾浅口鞋的鞋盒。实验对象是秀丽隐杆线虫。这是一种长度只有一毫米的线虫，通常生活在温带气候区的土壤中。其83%的基因与人类基因相似，所以在地球上常被用于老年学、肌肉生理学和放射生物学等领域的研究。在太空中，秀丽隐杆线虫的细胞对零重力和暴露于辐射的反应与人类细胞相似。

微型太空实验室的核心部件是一个圆盘，在圆盘上有几个保存生物标本的小室。这些小室有入口和出口，微量液体可以通过这些入口和出口流入或流出。这使得线虫能够获得食物，并清除其排泄物。此外，各种药物也被输入其中，用于研究它们在太空条件下的效果。

通过旋转圆盘，小室可以在显微镜镜头前移动。分光计可以确定小室内材料的生化特性，如蛋白质的比例。这样，就可以在同一个系统中进行许多不同的实验，这对于这类仪器来说是一种创新。例如，除了线虫，这些小室还可以包含微生物培养物。实验数据由太空实验室上的计算机收集并发送到地球。



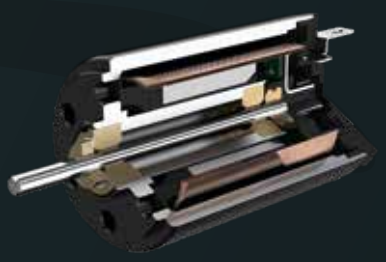
旋转圆盘的扭矩

“这个项目最重要的一个方面是让重量保持最轻，”Aqeel Shamsul解释道：“这样，我们就能将模块安装在3U CubeSat内部，并确保项目的经济可行性。其中的关键是标本圆盘的驱动器。它不但要体积极小、重量极轻，还必须在几个月到一年的整个任务期间提供高转矩，并能够极其精确地进行操作。”

BAMMsat团队最初计划使用步进电机来完成这项任务。英国FAULHABER子公司EMS的专家启用了一种不同的解决方案：直径为22毫米的SR系列有刷直流电机被证明是特殊应用要求的理想选择。一个IEH3-4096型编码器为精调控制打下基础，20/1R型行星减速箱提供最大转矩。这确保了样品室总是移动到所需的位置，且实验可按计划进行。

微型实验室在去年秋天通过了严峻的考验。10月21日，在瑞典北部，一只气球将它带入平流层。它在那里停留了五个小时，在此期间，所有机载系统都成功通过了模拟太空条件下进行的试验。然后，在降落伞的制动下，CubeSat模块完好无损地降落在芬兰。首次火箭发射计划于2024年进行；BAMMsat团队打算生产更多的模块，使低成本的太空生物研究切实可行。“我相信凭借我们的技术，我们可以为载人航天的进一步发展做出重大贡献，”Aqeel Shamsul说：“除此之外，我们的微型实验室为在太空条件下进行各种生物化学实验开辟了全新的、经济上可行的道路。”

BAMMsat
BAMMsat团队由来自英国克兰菲尔德大学和埃克塞特大学的学生组成。他们与德国航空航天中心 (DLR)、瑞典国家航天局 (SNSA) 和欧洲航天局 (ESA) 共同合作。



FAULHABER 2232 ...SR
直流微电机

www.faulhaber.com/de/motion/application/

颜色精准多样

迷人的颜色变化

塑料优点众多。其中之一是可以着上任何颜色。塑料零件可以呈现各种色彩，无论是淡蛋壳色、高贵的宝蓝色还是亮丽的橙色。着色工艺甚至可以发生在“最后一刻”，即实际零件注塑成型之前。使用HNP Mikrosysteme的计量系统colorDoS，还可以极短时间内切换颜色。

在液体着色剂精确到微升的给料中，FAULHABER驱动器起着关键作用。

我今天见过或实际接触过多少注塑成型塑料零件？晚上问自己这个问题，并试图计算零件准确数量的人，要很晚才能睡觉了。塑料在世界各地随处可见，注塑成型是一种经济高效的通用生产方法，可将塑料制成几乎任何形状：将原材料、塑料颗粒加热至可流动，然后注入模具。去除任何毛刺和浇口-完成。

即使不去计算塑料零件的确切数量，只考虑注意到哪些物品，我们在白天看到的颜色种类也一定是极多的；塑料的世界就像花和蝴蝶的世界一样多姿多彩。

这种中性原料的着色方式多种多样。如果是同种颜色零件的大量生产，通常最好由化学行业的塑料供应商对原材料进行着色。然后颗粒就会具有最终产品的颜色。在许多行业和产品领域，数量不如灵活快速回应客户需求重要，在着色上也是如此。

给料是关键

在这种情况下，选择的方法是在丝杠输送机的给料处直接将液体着色剂添加到颗粒流中，这就是所谓的注塑成型机的给料。在气缸中，同时对颗粒加热，充分混合并通过旋转丝杠输送到模具中。给料系统负责确保着色剂均匀

分布在颗粒中。注塑成型机的丝杠与活塞压力一起确保着色剂充分混合。精确给料对于颜色质量至关重要。这里，给料量可以非常小。“我们开发了紧凑型给料系统colorDoS，专门用于需要快速换色的工艺，”德国什未林HNP Mikrosysteme技术销售部的Olaf Lang解释道。“每次注塑可以加入0.02到100克的着色剂。”

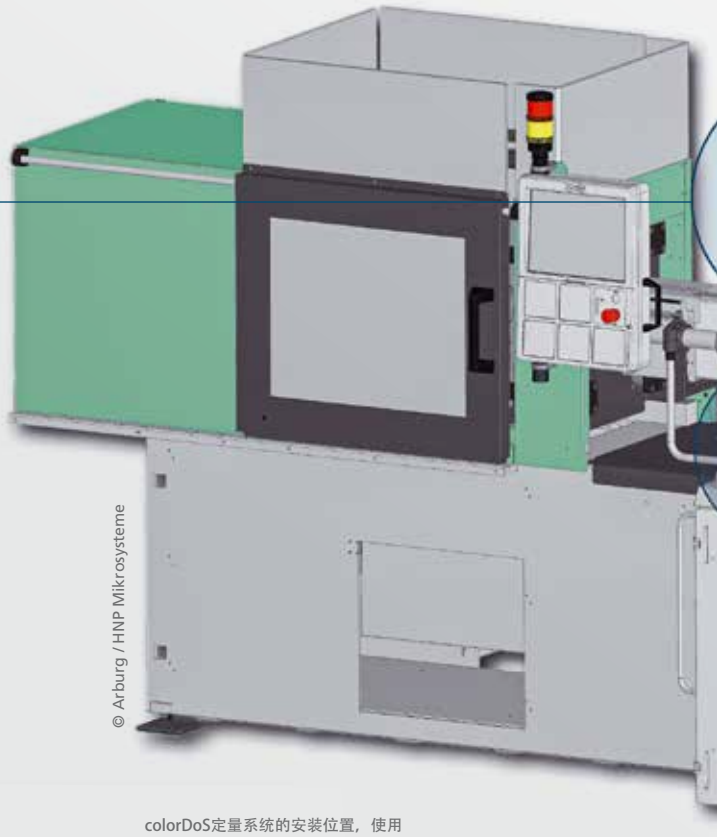
HNPM的尖端技术不仅能确保高精度定量各种颜色，还能防止所谓的颜色残留。由于配料喷嘴和软管接头的设计特殊，可以快速、平稳地切换不同颜色，无需清洁时间。微型环形齿轮泵负责精细给料。这是一种小型化的摆线泵，带有一个外转子和一个内转子。内部转子比外部环形齿轮少一个齿。这种设置产生的室具有固定的置换体积。介质按体积定量。可以通过改变速度调节着色剂的量，同时保持相同的给料时间。

速度决定颜色

“着色剂的数量取决于速度和给料时间，”Olaf Lang解释道，“转子旋转得越快，在相同时间内注入的着色剂越多，因此泵的速度适应于注塑成型机的给料时间。循环时间还包括工件的冷却和顶出。然后泵短暂停止。因此，着色剂给料是一个极其动态的工艺。”
可重复性是一个极其重要的因素。为了确保产品始终有相同的颜色，每次注入的着色剂数量必须始终相同。

液体颜料的紧凑型定量系统

© HNP Mikrosysteme



© Arburg / HNP Mikrosysteme

colorDoS定量系统的安装位置，使用Arburg公司320型多功能设备

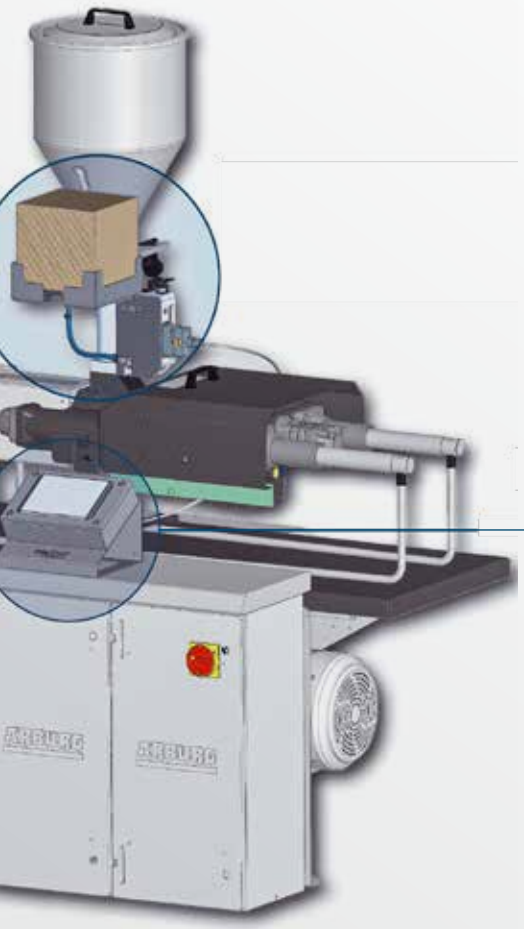
colorDoS中使用了mzr-7245模块化泵。最小剂量为每次注塑20微升。这少于一滴的剂量，但是配料喷嘴的特殊几何形状确保了以高精度和可重复性输送这一微小量。“这时，泵驱动的质量就至关重要了。除了电机，模拟霍尔传感器也非常重要，”HNPM的驱动专家Lutz Nowotka强调说。“多年来，我们一直使用Schoenaich的微型电机。对于colorDoS，我们选择了FAULHABER的BX4系列无刷直流伺服电机。”

通过霍尔传感器精确定位

除了96 mNm的高转矩之外，3268…BX4 CS型号电机的优点还包括安装空间小、使用寿命极长以及内置的高精度运动控制。“模拟霍尔传感器能够精确定位驱动器，因此也能精确定位转子，每转定位3000个位置。因此，我们的泵即使在微升范围内也有很高的定量精度”，Nowotka解释道。“在这里，即使在极低的速度下，良好的速度控制和高转矩也起着关键作用。最小的运动脉冲必须在没有颠簸和急拉的情况下实现。”

通过串行接口，控制器接收关于驱动器操作的详细信息。待机电流、速度、位置、偏差和温度均可精确获取；这些数据可用于深入分析设备状况。 当维护要求首次出现时，可以在故障即将发生前及早检测到。这确保了每次注塑的着色剂给料一致，操作可靠。

用户还受益于colorDoS系统的其他优点。其显示控制器直接与注塑成型机通信，并显示距离下一次更换容器的剩余时间等。色码管理系统可用于存储重复出现的着色剂配方。警报管理器会发出着色剂液位过低的警告，并在出现故障时停止注塑成型工艺。然而，根据HNPM，colorDoS和其他给料系统的核心组件是内部设计的微型环形齿轮泵，该泵由FAULHABER电机驱动。



colorDoS定量系统的显示控制器

© HNP Mikrosysteme

FAULHABER BX4 CS
直流无刷伺服电机

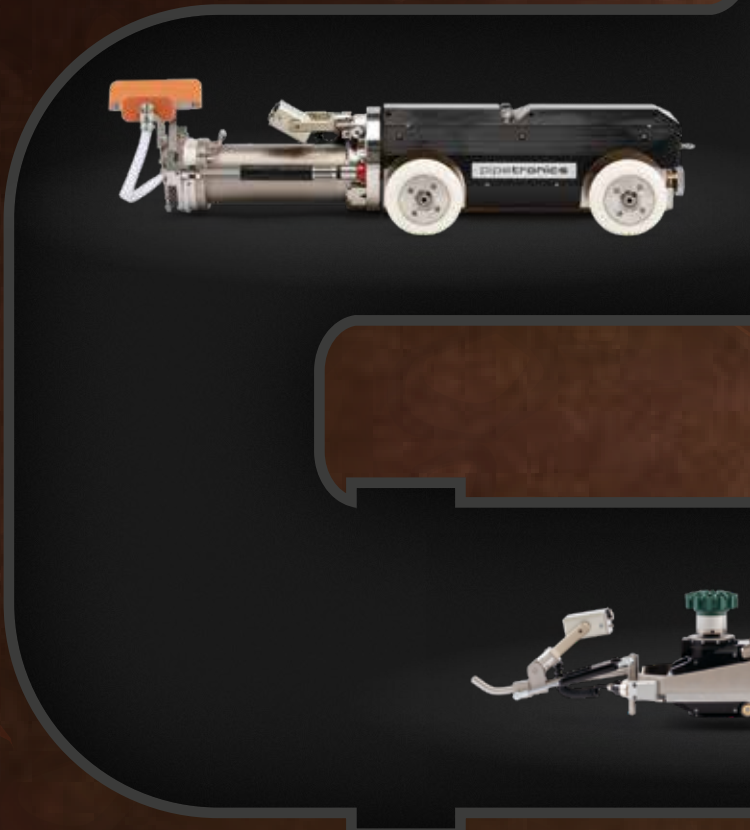
www.faulhaber.com/de/motion/
www.hnp-mikrosysteme.de

非开挖整修

与其他任何类型基础设施一样，下水道也需要定期维护。但是狭窄的地下管道通常很难进入。非开挖整修的用户使用专门的机器人在管道内部开展工作，而不用花费巨大的费用来开挖。在下水道机器人的开发和制造方面，Pipetronics 是市场和技术的领先者。管理委员会成员Markus Laemmerhirt谈到了这个高度专业化的行业。

您是如何开始下水道行业的职业生涯的？

我学的是精密工程——现在称为机械电子学——1990年，我在D.T.I.实习了一个学期，这是一家专门从事特殊机械制造的工程公司。当时，该公司正在开发一种机器，能够磨掉直径为150-300 mm的管道中住宅连接管线的突出部分，为检查相机扫清道路。我的任务是测试和改进原型。



从左到右：SR 300 spatula机器人、eCutter EF 250电动铣削机器人、SR 300压机系统

您自己的第一个想法是怎么产生的?

虽然客户认可了上述原型，但该设备很难使用。写学位论文时，我有了制造铣削机器人的想法。该产品在D.T.I.得到进一步开发，由此第一个用于下水道维修的机器人诞生了。2000年，我和销售经理从 D.T.I. 收购了下水道机器人部门，并入我们当时拥有的公司。

您最初的客户来自哪里?

主要来自德国、法国和瑞士。非开挖下水道整修在这些国家很早就已经很流行了。当时，我们只有一个来自瑞士的竞争对手。由于该行业相对较小，我们很快在全球范围内打响了知名度，并很快开始向亚洲和美国出口。 在下水道里工作而不必开挖道路的概念是一个让人无法拒绝的卖点。这样既省时又省钱，交通也不会中断。

您对德国和全球的下水道网络状况有什么评价?

德国下水道网络长度约60万公里。根据我们的估计，其中大约18%需要短期整修或更换。我认为其他国家的情况差不多，或者更糟。

eCutter EF 250 电动铣削机器人

下水道机器人技术的挑战和趋势是什么？

在下水道中工作的机器和设备须坚固耐用，体积还要尽可能小。很少有可行的标准解决方案，这就是为什么我们自己开发了大部分组件。我们预计专业下水道作业人员的短缺会越来越严重。因此，我们的想法是用无需专门培训就能操作的智能技术取代人的工作。其发展趋势是自动移动到受损位置和自动修复。

您是如何决定选择FAULHABER的？

如果你需要在小的封装中有很大的功率，那么你就需要相应的电机。FAULHABER的产品系列中有满足我们所有要求的电机，例如用于机器人驱动的电机，其必须能拉动非常重的电缆，或者用于小型相机的微型刮水器的电机。

您如何在液压驱动和电力驱动之间做选择？

液压驱动非常坚固，但其效率对于我们的应用范围来说并不高。此外，发电机和液压装置还会产生噪声污染和废气，在市中心和住宅区作业时，尤其应该避免这些情况。电力驱动器和电池使我们能够无排放、几乎无噪声地运行机器人系统。

哪些驱动技术将在未来发挥作用？

到目前为止，我们主要使用有刷驱动器，因为在过去我们的机器中没有合适的无刷驱动器控制方案。控制器必须直接安装在电机上，因为无法通过150米长的电源线控制电机。我们的最新技术与CAN总线兼容，这也使无刷电机的控制成为可能。技术趋势是向总线技术和无刷驱动器发展。无刷电机磨损较小，并且可以控制和编程。

就驱动技术而言，您有什么期望？

我们最优先考虑的是电机和电子设备的小体积和高功率密度，当然还有坚固耐用。

Pipetronics的独特优势是什么?

我们的核心专长在于机器人系统的开发和制造，在专业技术上积累了数十年的经验，我们的领域也延伸到车辆设备和发电机设计，还向用户提供其他创新产品，例如用合成树脂进行精准维修。而且，我们正在不断为进一步开发投入大量资金。

是什么让您从竞争对手中脱颖而出?

我们的技术给了我们很大的灵活性，使我们能够根据要求轻松地将特殊设计集成到标准产品中。

您有考虑进军下水道以外的业务领域吗?

下水道维修当然是我们的核心业务。但原则上，该技术也可用于饮用水管道的非开挖整修。可以想象，它还可以用于其他管道系统，如在化工工业用来检查气体管线、储罐系统、或压力罐。

您认为未来人形机器人有可能打开井盖，下到下水道里进行作业吗?

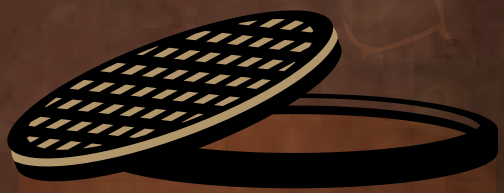
当然一切皆有可能。但是这种技术非常复杂和昂贵。有更简单的解决方案，在各方面都更有利。

您认为可能在下水道使用“飞行机器人”或无人机吗?

这些类型的机器已经成功地通过了检查工作的测试。但是我觉得对于维修来说没有意义。

访问Markus Laemmerhirt

eCutter EF 250 on
eMulti 机器人系统

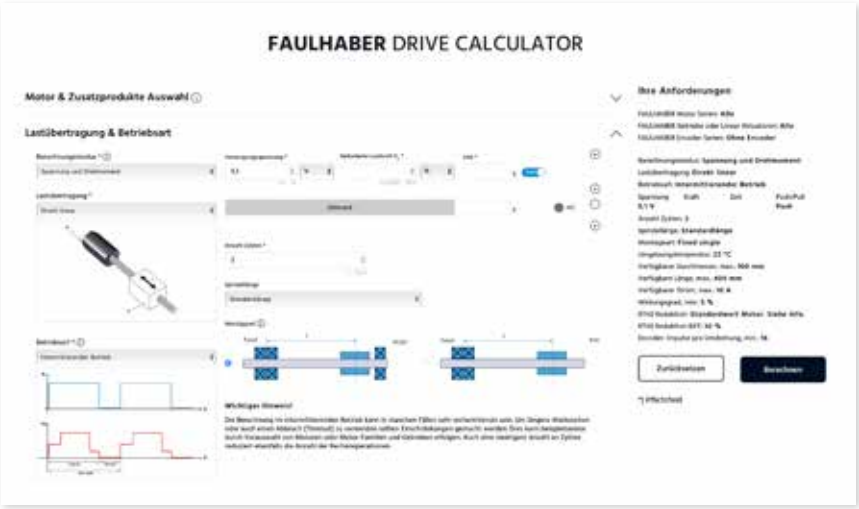


关于Pipetronics GmbH & Co. KG

Pipetronics GmbH & Co. KG总部位于卡尔斯鲁厄附近的施图滕塞，为非开挖下水道整修提供创新性解决方案。这包括一系列广泛的电动和液压机器人。本公司的五个维修点不仅提供专业咨询和维修服务，还负责维修设备。本公司还为车辆和附件提供单独的设备方案，包括配件和用于下水道维修的各种消耗品。产品范围还包括RedEx®、Pipe-Seal-Fix、Pipe-Seal-Flex和Pipe-Seal-End等内部管道密封系统以及相应的设备。Pipetronics 公司由 Markus Laemmerhirt 和 Markus Brechwald 管理。

www.faulhaber.com/de/motion/application/
www.pipetronics.com

FAULHABER DRIVE CALCULATOR
适合每一位开发人员的有用工具



FAULHABER Drive Calculator 是一款完美的工具，可帮助开发人员在极短时间内找到针对特定应用的合适驱动系统。它易于使用且功能强大：现代、清晰的用户界面在设计时考虑了最佳可用性，而有用的工具提示则可提供有价值的详细信息。

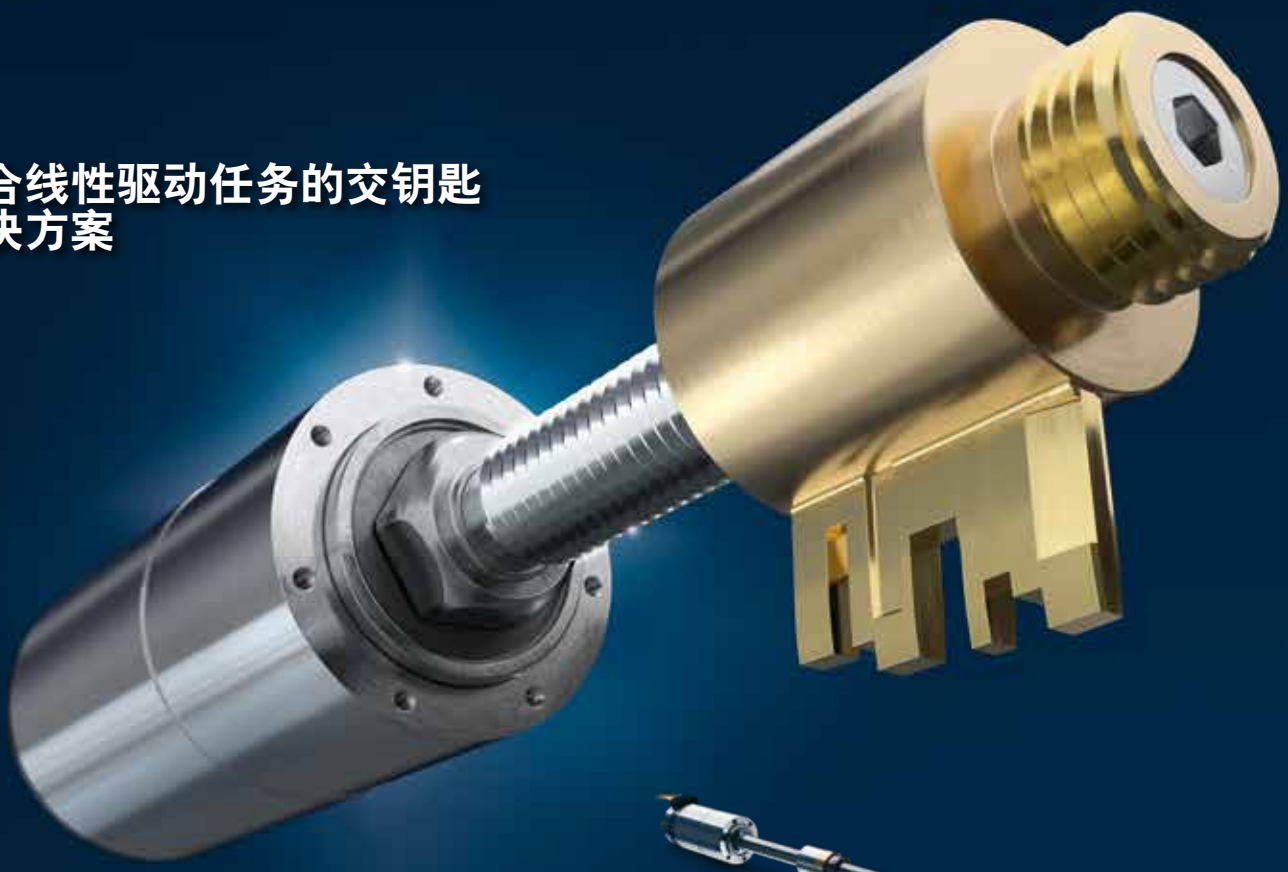
为了加快计算速度，程序使用具有通用平均值的全局预设。当然，默认设置也可以根据个人需要进行调整，例如考虑环境温度、电源电压或可用空间。

然后，通过一个清晰的结果列表向用户显示合适的解决方案，用户还可以根据需要使用强大的过滤器进一步缩小范围。FDC 目前支持七种驱动类型和两种工作模式的计算。

每个驱动系统的详细页面都会显示计算出的热值和性能图以及其他重要信息和数据。其独特之处在于，用户可以即时更改这些值，并立即重新计算和显示这些值。除了计算之外，还会显示适当的控件以完善驱动系统。最后，用户可以将选定解决方案下载为 PDF 格式或直接在线请求。

https://www.faulhaber.com/de/drive-calculator/fdc/

适合线性驱动任务的交钥匙解决方案



FAULHABER L 系列的新型线性致动器为客户提供综合性完整套件，其来自单一来源，可用于许多不同的线性驱动任务。主轴、齿轮头、螺母和法兰在舍奈希组装成一个紧凑、强大而且与所有其他 FAULHABER 产品兼容的单元。FAULHABER L 系列的设计非常强调灵活性，以便为各种应用提供特定的解决方案：有许多不同的主轴尺寸和类型可供选择。甚至也可以根据要求集成客户自己的主轴。在齿轮头方面，客户可以从多种均匀分布的减速比中进行选择 —— 22/32L 型号标配有目前最新的 GPT 型行星齿轮头。凭借这些选项以及许多其他选项，FAULHABER L 系列的新型线性致动器被推荐用于特别苛刻的应用，例如光学、光子学、机器人或航空航天，以及医疗技术或实验室设备应用。

线性致动器直径	22 mm / 32 mm
最大峰值动态轴向力	425 至 1920 N
持续输出转速最大值	120 mm/s
持续输入转速最大值：	15000 min^{-1}
最大驱动输出	50 W
减速比 x:1	1 ... 1294

即将推出！

线性致动器直径	6 mm / 8 mm / 10 mm
最大峰值动态轴向力	12 至 40 N
持续输出转速最大值	25 mm/s
持续输入转速最大值：	12 000 min^{-1}
最大驱动输出	0.267 W
减速比 x:1	4 ... 1024

www.faulhaber.com/faulhaber-l/de

奥林匹克表演与人造月亮

如今，每场大型活动都会献上一场美轮美奂的激光秀。贸易展、广告、艺术和建筑项目中都有激光投影的身影。人们利用极其复杂的技术，创造出了各种神奇的灯光图案，而这种被许多引人注目的装置所采用的技术源自柏林的 LaserAnimation Sollinger 公司。在排列光束和创造效果时，FAULHABER 电机在该公司的激光投影仪中起到了非常重要的作用。

识别代号000.9224.22

更多信息：
faulhaber.com.cn
youku faulhaber.cn/youku
FAULHABER on WeChat:

FAULHABER《motion》杂志现已推出数字版本：

WE CREATE MOTION