



“精妙之艺”的传奇

创新与卓越——

跨越过去、现在与未来的传奇

关键点：

- 从金属原材料到成品時計：每一步皆追求精准
- 碰撞、磁力和重力：应对精准天文计时所面临的挑战
- 为兼顾计时与复杂功能提供突破性的解决方案

积家深信，在人类孜孜探求的任何领域取得成就都需要时间、耐心和努力。精准是积家的核心价值，积家对精妙之艺的追求始于两个世纪前，并将不断传承延续。

积家创始人安东尼·勒考特（Antoine LeCoultre）执着于追求精准，并由此投身制表业。早在开设自己的首个制表工坊前，他在父亲的铁匠铺工作期间，就已经发明了能够以前所未有的精度将钢材切割为齿轮的机器。一代代制表师、工程师、设计师和工匠追随创始人的脚步，在制表流程的每一领域和每个步骤——从构思和设计，到将原材料加工成可用零件，乃至组装、润饰和装饰工序所运用的高超手工技艺，皆力求精准。2024年，积家以四大篇章讲述大工坊追求精准的传奇历程。

精准制造

在制表业，制造流程精确无误是一切的关键，安东尼·勒考特对此深有体会，他的早期发明便在制表业掀起变革。

1830年，即在创立自己的制表工坊三年前，他发明了一台采用钢材切割小齿轮的工具，并获得专利。制表师不再以手工对齿轮逐一塑形，而是借助机械工具，按照预设规格以前所未有的精度制作出多个一模一样的齿轮。

十四年后的1844年，安东尼·勒考特发明微米测量仪。作为第一台准确测量微米的仪器，它不仅能够以前所未有的精度测量零部件，还有助于将其进一步微型化。微米测量仪是安东尼·勒考特对机械微型化



的创造性回应，而高精度测量又反过来进一步推进微型化。当时问世的微米测量仪数量十分稀少，大工坊对此技术秘而不宣，在五十余年的时间一直作为精度标准。

延续其对精准的不懈追求，安东尼·勒考特在生产流程中不断应用新工具，例如，于 1850 年启用齿轮矫正器，于 1860 年引入铣削切割工具，进一步提升了大工坊生产高精度腕表零部件的能力。

得益于精确至微米级的测量精度，积家创制出多款非凡時計，其中包括市面上最纤薄的机芯。厚度仅 1.38 毫米的 145 型机芯于 1907 年问世，搭载于因薄如刀锋而被昵称为“Couteau”（法文意为“刀”）的怀表中。

为确保安东尼·勒考特对制表精度的贡献得以传承，积家大工坊从 1926 年起悉心保存各种模具。如今，积家备有超过 1900 种冲压件，可用于生产或维护大工坊自制机芯。

安东尼·勒考特毕生不断研发精确校准的新型冲压机和切割机，以及车削工件的机械车床。通过实现批量制造完全相同的部件，他对精准的追求为现代制表业的发展奠定了基础——1851 年，他在伦敦世界博览会获颁一枚金牌，证明了他的卓越成就。

整个二十世纪期间，技术蓬勃发展，并持续至二十一世纪，积家在制表流程中充分利用现代高精辅助手段。大工坊很早就采用 CNC（计算机辅助数控切割）技术，于 1982 年购入首台 CNC 机床，并运用计算机辅助设计工具（CAD）。近年来，电火花侵蚀、激光切割和 3D 建模等技术将制造流程的核心阶段变成一门精确的科学。然而，这些技术仅发挥辅助作用，无法替代最初设计、原型制作和组装的各个阶段及腕表机芯润饰和装饰过程中的人工精准手法——正是这一环节，为高级制表作品注入“灵魂”，亦是高级制表的与众不同之处。

精准天文计时

天文计时是精准走时的代名词；精密计时器是经过严苛测试流程而获认证的高精度机械机芯。十九世纪中叶，光学技术的发展促进了天文台的创建，使精确测量行星运动成为可能，并由此定义我们所熟知的的时间，天文台认证应运而生。

秉承创始人对精准度的追求，积家大工坊在 190 年的发展历程中研制了多款天文台认证机芯。为达到必要的精准度，每枚天文台认证時計都是深入研究腕表可能承受的考验之后诞生的产物。考验包括佩戴腕表时持续但不规则的动作、磕碰和撞击、温度变化及磁场影响。制造精密计时机械装置需要高超的技术工艺：小齿轮必须精确成形，齿轮必须严丝合缝地啮合；工作表面必须细致抛光以减少摩擦，金属必须能抵抗温差影响。



在追求精准性能与耐用特性的过程中，机械制表面临从磕碰和撞击、磁力影响，到动力和地心引力等重重挑战。

挑战 1：磕碰和撞击

振频较高的机芯，其防震性能更佳。为满足对更灵活耐用的机芯之需求，积家大工坊于 1970 年推出了 916 型机芯，其振频高达每小时 28,800 次（4 赫兹）。积家也由此突破了当时传统时计的 3 赫兹或 2.5 赫兹振频，为制表行业树立了新的标准。积家不懈追求精准，为 Master Compressor Extreme Lab 极限运动大师系列腕表开发出集精准性与稳定性于一体的 781 型机芯。这款机芯汇聚多项创新，其中摆轮游丝配备特殊的保护装置，能够在极端条件下（如时计承受撞击时）限制游丝的运动。

挑战 2：磁力影响

磁场会令某些组件磁化，妨碍机械腕表的精准性能，导致其运行过慢或过快。积家大工坊于创立初期就开始探索能够提升摆轮游丝性能的不同材质，早在十九世纪末就率先在搭载于计时怀表内的 LeCoultre Calibre 18RV 型机芯中使用钽金摆轮游丝。这项创新成果也为积家赢得了天文台认证。为进一步消除磁力影响，1958 年问世的 Geophysic 地球物理天文台腕表不仅坚固耐用，具有出色的防水性能，并且走时精准，更配备具有防磁保护功能的软铁内表壳。这款天文台认证精密时计，也是首批具备上述功能的腕表之一。

挑战 3：动力

机械腕表通过上链弹簧为机芯提供动力。动力储存降低会对走时精准产生影响，逐渐松开的主发条会降低平衡摆轮振幅，由此导致运行不稳定，计时出现偏差。具备较长动力储存的腕表可延缓“低动力”情况出现，确保机芯运行更规律有序，在较长时间内保持精准计时。十九世纪时，积家大工坊的制表师们解决了增添复杂功能对计时精准提出的挑战。他们于 1881 年推出了 19/20RMSMI 型三问报时机芯，这款机芯的两个发条盒皆为同时确保计时和复杂功能运行的单一齿轮系提供动力。这项创新为二十一世纪开创革命性 Duometre 双翼概念奠定了基础。为优化能效，于 2004 年问世的 Master Eight Days Perpetual 大师系列八日动力储存万年历腕表，将万年历功能与八日动力储存相结合，卓越性能与优雅设计相得益彰。

挑战 4：地心引力

当机械腕表处于不同位置时，地心引力会对其平衡摆轮和擒纵机制产生影响，导致计时出现偏差，从而有损机械腕表精准性能。为抵消地心引力对腕表精准走时的不良影响，部分腕表配备陀飞轮装置，陀飞轮装置能够令上述组件持续旋转，由此抵消地心引力造成的计时误差。积家于 1946 年推出了享誉盛名的 170 型机芯，这款机芯曾多次参加天文计时竞赛，并屡获殊荣。在安东尼·勒考特创新精神的驱动下，积家大工坊于 2004 年推出多轴陀飞轮装置，进一步超越制表界限。

早在十九世纪，积家大工坊就开始制造天文台认证怀表，这比人们想象中的 CNC 机床和激光切割等现代精密辅助工具还要早 100 年。其中部分怀表搭载简单机制——因此可能影响计时精准性的变量因素较少



——但大工坊亦制作搭载复杂功能的天文台认证怀表，并于 1890 年成功攻克挑战，创作出天文台认证 Grande Complication 超卓复杂功能怀表。

1992 年，积家启用“1000 小时测试”认证。它是制表界最严苛的检测流程之一，不仅只测试机芯，还测试组装好的成品腕表，其精准度要求比标准瑞士天文台认证更高。首款获“1000 小时测试”认证的机芯是积家 Master Control 大师系列的支柱机芯——899 型机芯。

积家不懈探寻改进计时精准度的方法，近年来的创新专注于关键部件的材质——包括硅材质和新型润滑剂，以减少摩擦，从而强化能量传输——全新齿轮和平衡摆轮结构及全新形状的擒纵轮和擒纵叉，一众研发成果有效改善等时性，从而提高计时精准性。

精准调校机制

调校机制是机芯最重要的组成部件之一，由平衡摆轮和摆轮游丝（法语名称为“spiral”）组成。它是机械机芯中令人着迷的元素，仿佛拥有生命活力般构成机芯的心脏。规律有序的“心跳”——又被称为等时性——由摆轮游丝的扩张和收缩控制，是精准计时的关键要素。

积家是为数不多掌握相关专业技术的制表品牌之一，能够自主制作和塑造不同形状的摆轮游丝。数十年来，大工坊工程师孜孜不倦地对这一关键部件进行深入研究。早期的研究专注于材质。1890 年，大工坊率先研制出钯金摆轮游丝。近期的研究则主要关注摆轮游丝的形状和陀飞轮。

摆轮游丝的形状和连接部位（末端曲线）决定其扩张和收缩的方式。虽然惯例是使用扁平摆轮游丝，但积家工程师研究不同的配置，根据调校机制的特定结构，确定能让摆轮游丝以最接近同心圆的形式——也是最规则的方式——摆动的游丝形状。例如，他们发现扁平（宝玑）摆轮游丝应用于 Gyrotourbillon 5 第五代球型陀飞轮效果最佳，同时可保持 Gyrotourbillon 球型陀飞轮的小巧尺寸，而在 Tourbillon Cylindrique 圆柱游丝陀飞轮中，带有两条末端曲线的圆柱形摆轮游丝能够以传统摆轮游丝无法达到的同心度运转。大工坊专家还为不同机芯研发出球型和半球型摆轮游丝。如今，他们仍在潜心钻研，不懈求索。

他们认识到，地心引力也会对腕表机制的微调平衡摆轮产生影响，因此将调校机制作为整体研究，并以陀飞轮为突破口找到解决方案。陀飞轮装置自十八世纪末发明以来长期被忽视，它通过在框架内旋转的平衡摆轮抵消地心引力产生的不良影响。1946 年，积家首款陀飞轮机芯——170 型机芯赢得纳沙泰尔天文台精密计时大赛。1993 年，大工坊推出首枚陀飞轮腕表。

由于陀飞轮最初为怀表而设计，无法在所有位置抵消地心引力的影响，积家制表师增添第二枚轴，以与第一枚轴垂直的方式转动，从而实现三维立体旋转。2004 年，积家实现新的突破，推出首个多轴陀飞轮——标志性 Gyrotourbillon 球型陀飞轮，随后于 2012 年推出 Spherotourbillon 立体双轴陀飞轮。



2014 年，362 型超薄机芯问世，配备固定在外围式滚珠轴承系统上的飞行陀飞轮和积家专利 S 形摆轮游丝。积家基于原型 Gyrotourbillon 球型陀飞轮进一步研发，于 2016 年发布第四代 Gyrotourbillon 球型陀飞轮，继而于 2019 年推出第五代 Gyrotourbillon 球型陀飞轮，搭载于 Master Hybris Mechanica Calibre 184 超卓复杂功能系列 184 型机芯腕表中。

精准复杂功能

精准计时的基本要求是机芯发条盒必须以稳定的方式传输动力，以保持等时性（即机械装置的运行规律性）。

要求腕表机芯额外驱动一项复杂功能，可能会有损走时精准性，原因在于复杂功能本身需要动力才能运行。此外，在精准显示时间的同时，腕表还必须确保各项复杂功能尽可能精确地显示在表盘上，例如月相、星空图和已过秒数。

随着时间的推移，部分复杂功能可缓慢而相对恒稳地消耗动力，例如，复杂程度不等的日历功能。其他复杂功能——包括计时码表和三问报时——在短时间内需要消耗大量能量。由于计时码表的目的纯粹在于精确测量和显示极为短暂的特定时间段所经过的时间，因此在追求精准方面要面临更大挑战。

自大工坊创立之初，积家制表师不仅掌握计时码表技术，还将其与其他复杂功能搭配组合，成功设计出解决方案，可有效管理走时功能和复杂功能运作之间的能量传递，同时尽可能减少对等时性的影响。

为解决计时与复杂功能之间相互冲突的要求，积家工程师们开创 Duometre 双翼概念。积家于 2007 年推出获得专利的 Duometre 双翼系统配备双发条盒，每个发条盒皆配备独立的齿轮系，装载于同一机芯内并连接在同一调节机构上。一组齿轮系负责为时间显示提供动力，另一组则驱动所有附加功能。这一概念确保复杂功能的运行不会干扰走时功能，从而保证运作的高精准性，由此打开继续拓展精密复杂的制表艺境的大门。

积家制表师于 2007 年首次应用 Duometre 双翼概念时，发起艰巨的自我挑战，即研发一款精准度可媲美天文台表的计时腕表。Duometre à Chronographe 双翼系列计时腕表由此诞生，搭载积家 380 型全整合式导柱轮计时机芯。自此，Duometre 双翼系统亦应用于其他复杂功能，包括月相、GMT 双时区功能、经典陀飞轮以及球型陀飞轮（2012 年推出）。

2024 年，积家推出两款全新 Duometre 双翼机芯：为 Duometre Heliotourbillon Perpetual 双翼系列三轴陀飞轮万年历腕表提供动力的 388 型机芯，采用全新陀飞轮配置，陀飞轮围绕三个轴旋转，呈现“陀螺”般的视觉效果；Duometre 双翼系列计时月相腕表所搭载的 391 型机芯，则将计时码表和月相显示相结合。



全新 Duometre 双翼机芯凝聚积家积淀近八十年的专业知识，代表大工坊在追求精妙之艺的道路上更进一步。由创始人开创的传奇，未完待续……

Jaeger-LeCoultre 积家：制表师中的制表大师

自 1833 年创立以来，积家怀揣对创造和创新的无限热忱，从汝拉山脉清幽静谧的自然环境中汲取灵感，凭借多项精密复杂功能和精准非凡的机械杰作而闻名遐迩。积家秉承生生不息的创新精神，研发出 1400 多种机芯，获得超过 430 项专利，成为“制表师中的制表大师”。经过 190 年的专业传承与积淀，大工坊的制表师们精心设计、制造、润饰和装饰先进而精准的机械装置，融汇制表热情与数百年的专业技艺，连接过去与未来，隽永经典而始终与时俱进。积家大工坊将 180 种制表工艺汇聚于同一屋檐下，打造出众多兼具美学魅力、技术创新与低调精妙之艺的高级制表杰作。

精妙之艺

自 1833 年创立以来，积家始终把对精准的不懈追求作为核心理念。安东尼·勒考特的两项重要发明为积家大工坊奠定了坚实基础：能以超高精度切割小齿轮的工具（1830 年）和世界上第一台微米测量仪（1844 年）。这两项发明对整个制表业产生了深远影响。在积家大工坊，工程师和制表师对精准计时的追求取得了一系列突破，首个多轴陀飞轮（即 Gyrotourbillon 球型陀飞轮）和不同形状的游丝相继问世。在复杂功能机芯方面，Duometre 双翼系统的发明确保了腕表的等时性（运行规律性）不会因复杂功能的运行而受到影响。对于积家而言，追求精准始终是创始以来的核心理念，亦将引领积家未来持续发展。

jaeger-lecoultre.com