

电影放映机设计的新概念

目前，自动的装置几乎实现了戏剧的显示，包括照明、屏幕、声音、背景音乐和投影的全部作用。容易想象，许多电影院可自动地并且有效地依靠一个单独的遥控中心来工作。电影放映机在这些应用中起重要作用。针对放映机在其它（技术的）方面扩大的应用，对放映系统逐个卷轴的设计需要提出新的看法。这篇文章讨论获得高度自动化和操作适应性所需的特点并提供在最近设计的设备中成功地达到这些目的而采取的若干方法的详情。由于任何电影放映机的核心都是间歇的胶片传输机构，因此相当强调了这种装置在放映系统中的作用。

许多年来电影放映机的基本作用保持不变。因而，几乎放映机设计的所有进展都限于使用新的材料和优良的制造方法而达到精化。这些实质上增加了机器的精度、可靠性和使用寿命，并且对于所有的实际使用，对于普通应用是适合的。

然而，科学上和工业上的最近技术进展已经揭晓了许多新的活动领域，在这些领域里电影放映机作为许多应用中的重要和必须的工具而出现，许多这些新的应用实质上不同于正常的工作条件并且包含很广泛的工作特点。这些特点是：可变的速率、停止运动、反向、立即停止—启动、遥控、正向和反向旋转，以及精确的变速控制。另外，多路系统要求放映机能连续地交叉参考和在它们之间建立监视网络，那末在计算机的控制下就可确立这一系统。

简单地或大范围地改制现有机器能满足许多这些新的工作要求，并且这项工作将继续进行。然而，有许多应用严重地滥用了现

有机器的本领或与它们完全不相一致。

如果我们从供片卷轴开始分析，并经过其机构而到收片卷轴，那么扩大应用时需要改变的梗概可以列成表。对于供片卷轴，我们立即遇到一种要求，即该元件装上的驱动系统设备应可提供反向或重绕。假若我们需要立即停止—启动，或广泛地改变速率范围，那么就控制这装置驱动特性的某些设备，因而能确保工作的可靠性和适当的胶片控制。

下面我们研究片门和片夹区。如果我们把放映机安在多轴上的可能为 $2g$ 的加速度的动基座上，就好象飞行员在训练的模拟机里的情形那样，那末就必须更改惯用的设计。这里，我们需要检验制止胶片滑出横向基准的侧向导板的设计，需要保证胶片压力不变的方法；还可能需片环引导和提供比普通速率高得多的反向工作。

然后，研究胶片传输机构。这是所要考虑的最重要的地方。我们处理这个机构特性的能力在作为显示工具的放映机的全部多用途中是最有影响的。我们需要具有确切锁定停止的周期为精确的间歇运动，为了使作用在胶片孔上的力小些以使胶片寿命长些和获得较高的速率，需要控制胶片加速度。我们应了解整个爪片付的某种控制，这样，我们可以在更大的范围内进行系统设计，我们应有把握地能使用一个两种方式工作的装置，靠它我们可以远距离地或根据指令选择间歇工作和旋转或连续工作。这些和其它特点会消除系统设计者进行工作时一直所受的某些限制，因为在35毫米和较大面积的放映机中所用的传输机构主要是具有4个位置的日内瓦

型。人们都熟悉这种机构的特性，它完全适合于普通应用。然而，它们有一点呆板，并且在它们的任意一种位置都不轻易改变特性。

收片卷轴是我们研究的放映机中最后一个元件。这里存在的问题与供片卷轴部分涉及的问题很一样。我们需要两个方向的可靠工作，能调节立即停止—启动，反向和帧速的变化。

对于收片和供片作用进而考虑的是对大范围帧速，卷轴直径和快速加速度的情况下具有控制胶片动作的问题。在上述这些条件时，惯用的滑动离合器就不适用，于是就应发展比较廉价的和具有全部机械性能的某种自调整和补偿装置。

这就罗列了全部主要的放映性能，可以选择具体的范围和解决在扩大应用中的设备。

在实际上可倒转的机构中，可把供片和收片的驱动和控制要求看作一个问题，为满足规定的驱动和控制要求而发展的机构比较简单并廉价。这个机构非常可靠并且大概从来不需要调整。机构的基础是卷线，一路绞盘的离合器，工作时与差动驱动系统连结并且由与胶片接触的传感器臂调整。该系统的独特特点是：不管胶片滚轮的大小，胶片缠绕张力实质上保持不变；在滚轮的任意地方都可以获得快速停止—启动；并且保证工作的完全可靠性。而且，全部时间两个卷轴都

是动力驱动着的，包括为了完全控制施加到胶片上的力供片作用。

图1用图解说明了刚刚描述的装置。根据所述在整个可反转的系统中，供片和收片要求相同，因此该图将适于任意一种情况。

驱动供片或收片心轴的动力从经过图1中的A处表示的行星差动器的放映机驱动系统里的便利的轴得来。差动器的其中一个恒星齿轮的B轴连接到一个卷线离合器闸组合C，而C受一加负载弹簧的传感器臂和滚轮D的控制，在胶片进入或离开放映机时通过D的周围。另一个恒星齿轮E通过一齿轮或计时皮带驱动输片器的主轴F，并且这样安排：应用卷线弹簧闸C更多地限制第一个恒星齿轮B时，就有更大的力矩传递到第二个恒星齿轮E，再传递到收片轴F的供片部份。由于闸受胶片本身的控制，因此该系统总是寻求对抗传感器臂的负载弹簧的平衡，结果不管开始和停止的频率或出现在滚轮内的地区，都始终以实质不变的张力收片或供片。第二个绞盘闸机构G与第一个啮合，并且当朝反向驱动时用来象刚描述的那样执行任务。每个绞盘上的一路斜撑式离合器H把动力传递给适当的部件。每个卷轴心轴都装备描述过的那种设备，于是所有时间两个胶片卷轴都必定被驱动，因此产生一个实质上背离现有方法，在胶片控制方面具有许多优点的系统。

对于胶片夹和片门装置，分析结果告诉我们：象以前说明的那样，在整个放映机加速运动的情况下，某些部分需要重新设计。若我们首先考虑胶片在 $2g$ 加速度下给予片门的横力，那末我们就发现惯用的负载弹簧的圆盘（或用于持胶片横向定位采用的类似装置）的质量或有效重量使这装置或者完全离去或把妨害适当工作的份外的力硬加给胶片。这里问题的解决是把侧向引导设备分成若干单独的小质量、弹簧负载的部分，在适应于缝隙边缘上胶片宽度的微小变化和保持横向定位的足够压力时把施加在各个部件的

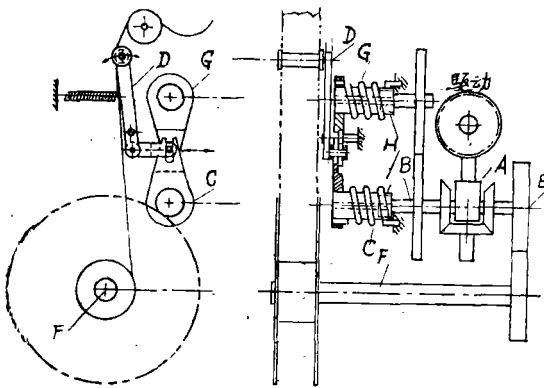


图1 依据卷线原理，具有差动驱动一路绞盘离合器的可反转放映机。

g—载荷的影响减到最小。应用类似的逻辑于压力—轨的设计，会有可能把先前所说的力的影响减到最小并且避免工作时聚焦或垂直定位的差错。

现在，我们可以把注意力放到间歇式的胶片传输机构，了解要获得适应性和对先前谈到的工作特性的控制能够做哪些工作。

一个周期里的抓片或帧增进的时间在放映机的应用中是关键，因为达到银幕的光量和能获得的电影频率直接与抓片持续时间有关。于是一个目的是能够在大范围选择这个时间，并且若可能，逐步选择它，这是指应使用一个凸轮和从动轮机构，它的运动特点是可以精确配制以满足任何合理的要求。用这设备获得运动的一个显著好处是：可以精确地将运动特性，例如：位移、速度和加速变和控制机构元上的力相配合，而这些力的最后接受者是胶片。

另一个基本要求是：这个机构把连续旋转输入转换成需要的间歇旋转输出。由于使用胶片输片轮做为胶片运动的元件，这种输出完全是纯旋转的，于是与前述凸轮一起共同被驱动的定啮合行星齿轮系统将会提供获得间歇输出的理想机会。

为体现这些特点而发展的这种机构是我们将详细描述其工作的“差动间歇机构”。

这机构的“中枢”是典型的差动器，用齿轮、凸轮和辅助的机件对差动器的特性进行精确控制就能得理想特性的最后输出。

在这里回顾一下差动机构的主要特性是为了证实后面的详细描述。

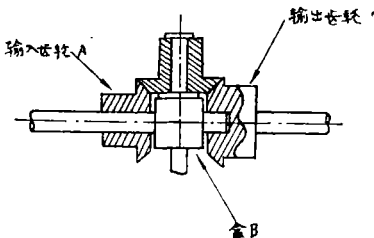


图 2 典型的伞齿轮差动机构。 $\text{rot}(B) = (\text{rot} A + \text{rot} C) / 2$
当 $C=0$, $\text{rot} B = (\text{rot} A) / 2$ 时。

图 2 表示典型的伞齿轮差动机构和所有的三个元件的运动方程式。如果我们把对这个装置的解释限制到属于我们机构的那些特点，我们就看到：若连续地旋转输入齿轮 A 并且使盒 B 不动，于是输出齿轮 C 将以和 A 相同的速度但相反的方向转动。这时若我们继续旋转 A，但使 C 不动并释放盒 B，于是就获得有趣的结果：盒 B 以与 A 相同的方向，但精确地以一半速度旋转。接着，若我们释放输出 C 并且想法使盒 B 的旋转速度改变为不同于 A 的 $\frac{1}{2}$ ，(或较快或较慢的某一速度)。然后，输出 C 就以某种可预知的方式旋转，因为使它保持稳定的条件已经改变了。换言之，在预定的条件下，产生盒 B 的旋转，我们可以加上或减去原来来自 A 的旋转的输出 C 的旋转。

假设，如图 3 所示，齿轮 A 通过辅助轴 D 的齿轮连接到驱动电机，盒 B 由驱动轴 D 上的凸轮 E 驱动，并且给输出 C 加上一个胶片传输装置或间歇的输片轮。这时，每件都连接在一起，并永远啮合，这是我们着手在装置中完成的部分。其次的任务是通过提供的齿轮传动装置获得用轴 D 的给定不变的旋转输入完成的输出 C 的间歇旋转。这是靠以朝 A 反向旋转的盒 B 来完成。由于原来谈到的倍数 2，则轴 C 旋转的量等于 A 的旋转加上 2 倍的在所选择的区向的盒 B 的旋转。

这个区间是可以根据放映系统要求选择的抓片周期。现在尚待提供象原先叙述的那样在盒 B 以恰好 $\frac{1}{2}$ 的输入轴 A 的速度与 A 相同的方向均匀旋转时获得的输出 C 的停止或固定的周期。这项工作要在连续旋转凸轮 E 时完成，为了能达到输出 C 按规定所作的全部停止或固定的周期，则使凸轮具有一种曲线以获得盒 B 的反转。这样，精确控制下的以交替方向在一个小角度旋转的盒 B 就简便地转变恒定的旋转输入为间歇的输出运动。

为了获得要对考虑问题的“感觉”，在这时举实际设计结构的例子是合适的。使用同一个图（图 3），让我们假设：D 轴旋转

1周/帧, 抓片要用 $\frac{1}{4}$ 周或 90° 而停止要用 $\frac{3}{4}$ 周或 270° , 在输出C上有一个5一帧的输片轮, 并且驱动轴D之间的齿轮是减速: 驱动齿轮A是5:1以符合5帧的输片轮的结构。

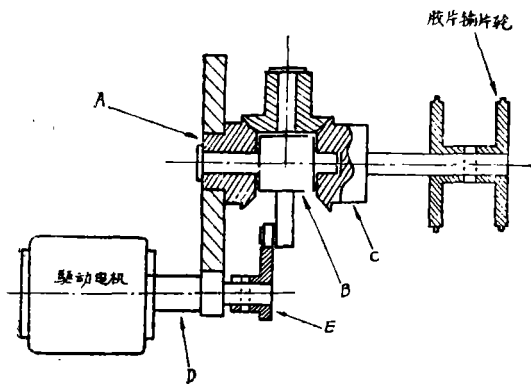


图3 从连续的旋转输入中获得的间歇输出运动。

基式 $\text{rot}B = (\text{rot}A + \text{rot}C) / 2$, 所加符号为了给出旋转指示方向, 对于抓片 $\text{rot}C = -2\text{rot}B - \text{rot}A$ 而对于停止 $\text{rot}C = +2\text{rot}B - \text{rot}A$

当驱动轴D旋转 90° 时, 齿轮A旋转 90° 的 $\frac{1}{5}$ 或 18° 。但5帧的输片轮需要的是 72° 的旋转以推进一帧, 剩下的是要获得 54° 的旋转。这是靠凸轮E经过一个相反的 27° 的角旋转盒B而获得的这种运动是与驱动轴D的 90° 旋转同时发生的。这时输出C和间歇输片轮的总的旋转是 72° (轴A的 18° 加上盒B的 $2 \times 27^\circ$ 或 54°) 并且抓片也是在驱动轴D的指定的 90° 旋转中完成的。在驱动轴D的另外的 270° 的旋转过程中, 为了满足对输出C以及对间歇输片轮的停止要求, A轴旋转 270° 的 $\frac{1}{5}$ 或 54° , 而与此同时盒B靠凸轮E以同一方向返回 27° 。这就完成了全帧周期。而由于驱动轴D连续旋转再重复下去。

机构的其它部分保持盒B的凸轮随动器与凸轮E接触以获得在向前和反向工作时的确实运动。如图4所示, 它由第二凸轮对凸轮E的共轭的结合来完成, 也安装在驱动轴D上并且由从第一凸轮凸出的销驱动。在从盒B伸延的另一个臂上的第二随动器与这个共轭凸轮接触。另外, 已经发现为容易制造

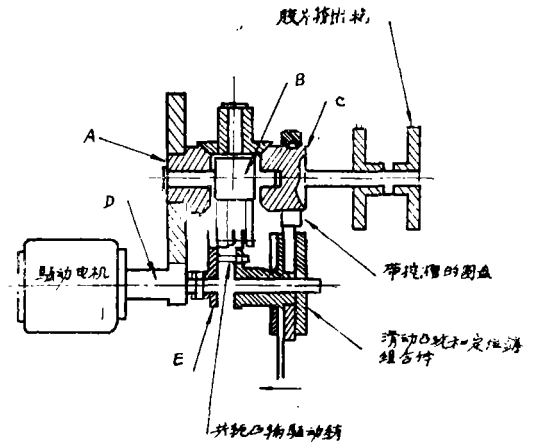


图4 在向前或反向工作时提供确实运动的凸轮驱动。

和消除齿轮的微小不精确的影响, 以连接一个锁定销 (用其中一个共轭凸轮上的偏心轮驱动), 它使圆盘中的5个相同槽的其中一个在输片轮的整个停止或固定的周期连接到输出C。当然, 这个销在抓片时缩回并且永远与机构的其余部分相配合以使用与标准电影制片厂相机或背景放映机中的定位销非常相同的方式工作。其差别是定位元件不再是胶片代替它的是象相机定位销一样的焯过火并磨过的钢做成的一个带挖槽的圆盘子, 虽然每个槽只以 $\frac{1}{5}$ 的帧速使用, 这些槽一遍遍地使用。包括锁定或定位销系统的整个机构象在一般的放映机构中一样装在一个灌油的密封罩子里。

在这篇文章前面我们谈到: 能够在任何情况下不用脱出或改变胶片通道以高速旋转或重绕胶片负载将是有用的。这种高速可达

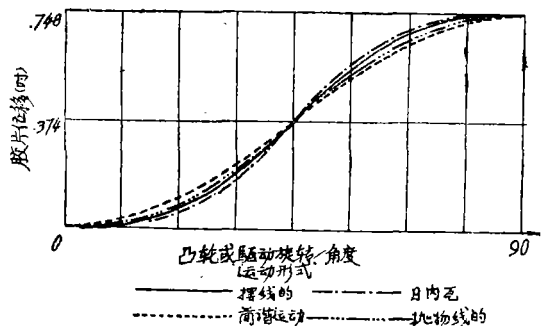


图5 凸轮或驱动旋转对胶片位移

普通速率90呎/分的8倍或10倍。这种速度是在附属机构里完成的，像许多人已经认识到的，通过使盒B和它连接的凸轮随动器与共轭凸轮不接触。如果我们这样做并使它在那种条件下不变，并同时移动锁定销使它与输出轴上的带挖槽的盘子不啮合，我们返回为差动机构描述的最早的条件，其中输入轴连续旋转将通过定啮合齿轮系使输出轴不间断地并以1/5的输入轴的速度旋转。

驱动装置和锁定销系统的不啮合靠一个连结在机构里的形变轴（未示出）来完成，用沿着主轴移动的锁定销系统移动共轭凸轮直至获得所述的不啮合为止。凸轮间的驱动销保持啮合在不损失相位或驱动设备的前提下允许滑动。返回到间歇驱动是靠为恢复盒驱动状态的反转程序来完成。安装在状态控制轴的一个小电机可以远距离地开动以提供状态变化。放映机的驱动电机的控制电路与状态选择器连结以便在状态变化时提供不变的速度，从指令的开始整个过程大约需要5秒。

需要强调，所有时候都要保持放映机驱动电机和胶片之间的帧间的相互关系，因为电机和胶片在状态变化时从不被分离。因此，在配音和检查放映机的应用中，单独的声音设备或其它装备只要适当地与放映机的驱动电机连接即将保持同步。

最后，我们来研究表示凸轮驱动机构多方面适应性的运动分析图，图5，6和7。它们还示出对于胶片所受最大的力和组合元件，这种机构是优于惯用的日内瓦机构。提出的数据是对于35毫米胶片（满帧）以90°抓片的24帧/秒的情况。为了产生摆线的，简谐波和抛物线的运动使用了20齿的输片轮，而把16齿的输片轮用在与日内瓦机构的比较上。

这篇文章总结我们在电影放映机方面的

新观点。希望这份资料既有益又有启发性。未来的要求将对放映装备产生更广的应用，并且扩大它在娱乐和技术领域上已经不可缺少的作用。

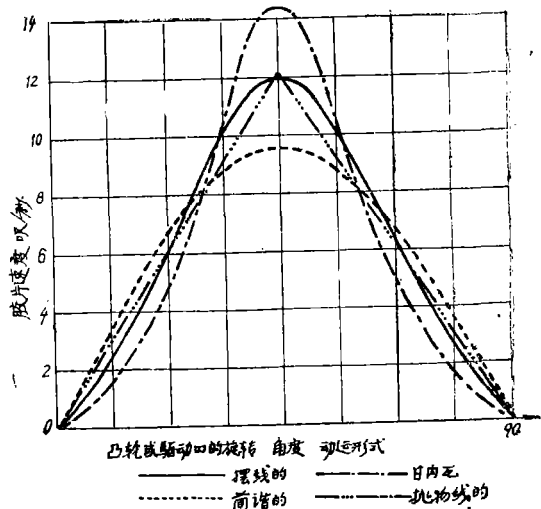


图6 凸轮或驱动器的旋转对胶片的速度

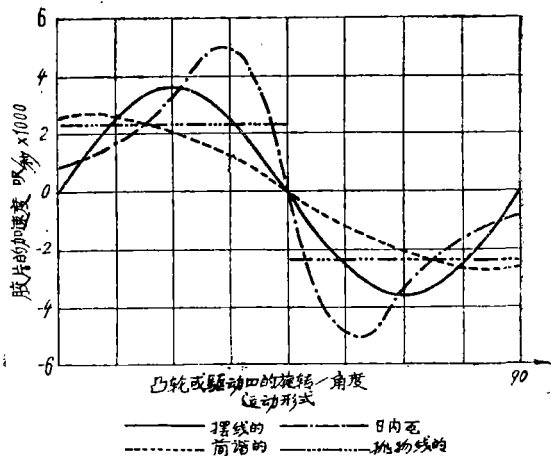


图7 凸轮或驱动器的旋转对胶片的加速度

注：我们在飞行研究模型705A的高速、间歇式、锁定位的仪器像机中见到了这种结构，该像机的收片系统与上述的原理是相同的，它的工作表演是在0~360帧/秒（少于3秒）内加速度。

译自 “SMPTE” Vol 79,
Feb. 1970. p 81.