

用于掘进装备的刀盘及具有其的掘进装备

技术领域

本申请涉及地下工程技术领域，具体而言，涉及一种用于掘进装备的刀盘及具有其的掘进装备。

背景技术

根据《地铁设计规范》规定：两条单线区间隧道之间，当隧道连贯长度大于 600m 时，应设联络通道。地铁隧道及市政公路隧道的联络通道大都采用矿山法。例如在地下水较为丰富的区域，通常采用冻结法加固，然后采用矿山法进行联络通道开挖施工。然而，冻结法施工容易导致冻胀、融沉等不良后果，通常会引起一定的地面沉降，地面沉降较大时甚至发生垮塌危险，这对地质条件复杂、环境保护要求高的城市核心区域尤其难以适应。并且这一施工方法建设工期长，通常需要超过 100 天的冰冻，然后才能开始开挖，使建设工期经常长达 4-6 个月。另外，对于有砂层和承压水的地层，冻结法效果并不好，容易出事故，对环境影响大、风险很高。

近些年提出了采用拼装式联络通道结构，并采用机械法联络通道施工的方法，因此需要使用掘进装备对主隧道的管片进行切削作业。在切削作业时，希望使掘进装备在大致联络通道中心的位置最先接触管片，使其切削轨迹从中心向周边扩展，与联络通道的径向外侧对应的管片最后切削。而传统的掘进装备大多适于对平面的作业面进行切削。使用传统的掘进装备进行切削时，由于主隧道管片的弧形结构，其与联络通道的径向外侧对应的部分最先与掘进装备接触，因而首先被切削，进而导致中间部分向前塌落。

此外，当前机械法联络通道施工技术通常在软土地层的区域实施。而随着机械法联络通道的技术应用在不同的地区推广开来，掘进装备面临的地质条件更加复杂。例如，当前的掘进装备在硬岩地区难以提供满意的切削效果，磨损状况较为严重。

因此，希望提供一种改进的掘进装备，能够适用于在不同地质

条件下的机械法联络通道施工过程中的切削作业。

发明内容

本申请的目的在于，提供一种掘进装备的刀盘，以适应机械法联络通道施工过程中对主隧道管片的切削作业。

根据本申请的一个方面，所述刀盘包括：

基座，所述基座能够围绕沿着所述掘进装备的掘进方向的旋转轴线旋转；和

刀具，所述刀具安装在所述基座上，包括沿着相对于所述旋转轴线定义的周向间隔设置的多个径向滚刀组，每个所述径向滚刀组包括从所述旋转轴线开始沿着相对于所述旋转轴线定义的径向排布的多个径向滚刀；

其中，在每个径向滚刀组中，每个径向滚刀围绕垂直于所述旋转轴线的径向滚刀旋转轴线可旋转地设置，并且每个径向滚刀相对于位于径向内侧的相邻的径向滚刀沿所述掘进方向后退预定距离，使得每个径向滚刀组中所有径向滚刀的前端能够位于同一条拟合圆弧上。

在一些实施方式中，每个径向滚刀安装在单独的刀箱中并相对于所述刀箱的前端面向前突出，其中，所述刀具还包括位于所述刀箱的径向外侧边缘并相对于所述刀箱向前突出的径向撕裂刀。

在一些实施方式中，所述径向撕裂刀相对于所述刀箱的前端面的突出距离小于所述径向滚刀的突出距离。

在一些实施方式中，所述径向滚刀的前端与对应的所述径向撕裂刀的前端之间沿所述旋转轴线的距离为 15mm-20mm。

在一些实施方式中，所述径向撕裂刀平行于所述旋转轴线向前突出。

在一些实施方式中，所述刀具还包括刮刀组，所述刮刀组沿所述基座的旋转方向设置在所述径向滚刀组的后侧，包括沿所述径向排布的多个刮刀。

在一些实施方式中，所述径向滚刀组的两侧均设置有所述刮刀组。

在一些实施方式中，所述刮刀相对于所述刀箱的前端面的突出距离小于所述径向滚刀的突出距离。

在一些实施方式中，所述径向滚刀的前端与对应的所述刮刀的前端之间沿所述旋转轴线的距离为 15mm-20mm。

在一些实施方式中，所述刀具还包括设置在所述基座的中心区域并沿所述径向延伸的中心刀，所述中心刀构造为由多个刀层形成的夹层结构，所述多个刀层的排布方向与所述中心刀的延伸方向垂直。

在一些实施方式中，所述中心刀包括呈十字形交叉布置的两组。

在一些实施方式中，所述中心刀的前缘形成为向内凹入的弧形结构。

在一些实施方式中，所述刀具还包括设置在所述基座的中心区域的中心滚刀组。

在一些实施方式中，所述中心滚刀组具有沿所述径向排布的多个中心滚刀，所述中心滚刀具有沿所述径向延伸的中心滚刀旋转轴线。

在一些实施方式中，多个中心滚刀的前端的连线形成为向内凹入的弧形。

在一些实施方式中，构成所述中心滚刀组的每一个中心滚刀的设置位置均相对于所述旋转轴线沿所述径向偏移。

在一些实施方式中，所述多个中心滚刀由同一个旋转轴支撑，或者所述多个中心滚刀分别由不同的旋转轴支撑。

在一些实施方式中，所述刀具还包括沿所述中心滚刀的排布方向设置在所述中心滚刀组的端部外侧的中心撕裂刀。

在一些实施方式中，所述中心滚刀组形成为模块化的整体结构，所述基座在所述中心区域设置有中心孔，所述中心滚刀组一体地安装在所述中心孔中。

在一些实施方式中，构成所述径向滚刀组和/或所述中心滚刀组的滚刀的刀刃镶嵌有硬质合金，所述硬质合金的硬度大于 85HRA。

在一些实施方式中，所述径向滚刀组的径向外侧设置有附加撕裂刀，所述附加撕裂刀以相对于所述旋转轴线向外侧倾斜的方式向前突出。

在一些实施方式中，所述径向滚刀组的径向外侧设置有倾斜滚刀，所述倾斜滚刀具有以沿着所述掘进方向靠近所述旋转轴线的方式倾斜的倾斜滚刀旋转轴线。

在一些实施方式中，所述刀具还包括设置在所述基座的周侧并相对于周侧表面突出的保护刀。

在一些实施方式中，每个径向滚刀组具有相对于所述旋转轴线呈 180°布置的对向径向滚刀组。

在一些实施方式中，构成所述径向滚刀组的不同径向滚刀形成的切削轨迹的最小间距为 60mm-75mm。

在一些实施方式中，所述掘进装备具有沿所述掘进方向位于所述刀盘后方的渣土输送机构，所述基座设置有供切削后的渣土通过的格栅部，其中，所述渣土输送机构具有螺旋叶片，所述格栅部的最大通过尺寸小于所述螺旋叶片的螺距。

根据本申请的另一个方面，还提供一种掘进装备，所述掘进装备具有如上所述的刀盘。

根据本申请的刀盘及掘进装备具有如下有益的技术效果：

1、径向滚刀的旋转轴线相对于刀盘的旋转轴线垂直设置，可以使径向滚刀轴在切削过程中受力均匀，避免产生偏磨，有利于延长滚刀的使用寿命，尤其是对于距离刀盘的旋转轴线越远的径向滚刀，其有益效果越明显。

2、不同位置的径向滚刀可以互换，提高了维护效率，降低了维护成本。

3、径向滚刀形成按照中心至周边逐阶降低的形式排布，以此方式，径向滚刀组中多个径向滚刀的前端可以形成圆弧仿形拟合曲线，

能够良好地适应主隧道管片的弧形结构，适用于机械法联络通道施工过程中对主隧道管片的切削作业。

附图说明

为了更好地理解本申请的上述及其他目的、特征、优点和功能，可以参考附图中所示的优选实施方式。附图中相同的附图标记指代相同的部件。本领域技术人员应该理解，附图旨在示意性地阐明本申请的优选实施方式，对本申请的范围没有任何限制作用，其中，

图 1 为根据本申请的刀盘的一种优选实施方式的立体图；

图 2 为图 1 所示的刀盘的侧面视图；

图 3 为图 1 所示的刀盘的正面视图；

图 4 为图 1 所示的刀盘的中心刀的夹层结构的示意图；以及

图 5 为图 1 所示的刀盘与管片贴合的示意图。

图 6 为根据本申请的刀盘的另一种优选实施方式的立体图；

图 7 为图 6 所示的刀盘的侧面视图；

图 8 为图 6 所示的刀盘的正面视图；

图 9 为图 6 所示的刀盘的基座的立体图；

图 10 和图 11 示出了图 6 所示的刀盘的中心滚刀组；以及

图 12 为图 6 所示的刀盘与管片贴合的示意图。

具体实施方式

现在参考附图，详细描述本申请的具体实施方式。这里所描述的仅仅是根据本申请的优选实施方式，本领域技术人员可以在所述优选实施方式的基础上想到能够实现本申请的其他方式，所述其他方式同样落入本申请的范围。

为了实现地下空间网络互通，需要建设大量的 T 字型连接隧道。比如：地铁、公路区间联络通道、地铁出入口及风井、市政管廊检修井、长隧道中间风井、水务隧道连接线等等。最近提出了利用机械法进行隧道群 T 型联络通道施工的方法。针对该施工方法，本申

请提供了一种掘进装备的刀盘，能够在免拆的基础上针对原有的主隧道进行机械法开挖，对具有空间曲面的主隧道管片具有良好的适应性。其中，掘进装备的一个示例可以是盾构机。

如图 1 所示，根据本申请的一种优选实施方式的刀盘 1 具有大致构造为圆形的基座 10。在安装至掘进装备的状态下，基座 10 能够在掘进装备的驱动下围绕安装轴旋转。其中，安装轴定义了基座 10 的旋转轴线 AX1（见图 2）。基座 10 上安装有刀具 20。在进行切削作业时，刀盘 1 通过刀具 20 与作业表面（例如，联络通道的断面/掌子面）接触，并在掘进装备受到的顶推力的作用下挤压作业表面，利用刀具 20 将作业表面破坏，实现切削掘进。其中，刀具 20 大致包括滚刀 21、撕裂刀 22、刮刀 23、中心刀 24 以及周边保护刀 25。下面结合附图进行详细介绍。

滚刀 21 安装在基座 10 上并且能够围绕自身的滚刀旋转轴线 AX2 旋转。其中，滚刀旋转轴线 AX2 大致沿基座 10 的径向方向（该径向方向可以通过旋转轴线 AX1 定义）延伸，也即与基座 10 的旋转方向垂直。在切削掘进的过程中，掘进装备受到沿掘进方向 F 的顶推力，使得滚刀 21 挤压在作业表面上，随着基座 10 绕旋转轴线 AX1 旋转，滚刀 21 在基座 10 的带动下绕自身的滚刀旋转轴线 AX2 旋转并在作业表面上行走，形成切削轨迹。以此方式，滚刀 21 的边缘挤压入作业表面，使岩层或土层破坏崩落，实现切削掘进。

为了完成对整个作业表面的同时切削，刀盘 1 设置有多组滚刀组。其中，每个滚刀组包括大致沿着基座 10 的径向布置的多个滚刀 21。该滚刀组也可以称为径向滚刀组。相应地，构成径向滚刀组的滚刀 21 也可以称为径向滚刀。优选地，多个滚刀组沿着基座 10 的周向（该周向可以通过旋转轴线 AX1 定义）均匀间隔布置。优选地，为了避免切削时出现滚刀滚不动（由于间距太大），导致输送切削碎屑的螺旋机堵塞而出现切削不利的情况，同时确保滚刀组更好更均匀地受力，降低刀具损坏率，并实现更好的切削效果，每个滚刀组具有相对于旋转轴线 AX1 呈 180°布置的对向滚刀组。取决于滚刀

的排布方式，两个对向滚刀组上滚刀的数量可以相同，也可以不同。例如，在部分实施方式中，刀盘 1 可以包括大致呈“十”字形分布的四组（径向）滚刀组。在部分实施方式中，刀盘 1 可以包括大致呈“米”字形分布的八组（径向）滚刀组。

为了实现对整个作业表面的切削，在一种排布方式中，滚刀 21 在基座 10 上大致按照螺旋线轨迹的方式布置。例如，刀盘 1 设置有 N 个滚刀组，可以预先确定其中一组滚刀为起始滚刀组。对于每个滚刀组，距离旋转轴线 AX1 最近的滚刀 21 可以称为 1 阶滚刀，沿径向向外依次为 2 阶滚刀、3 阶滚刀……M 阶滚刀。可以理解，对于不同的滚刀组，滚刀数量 M 可以相同，也可以不同。其中，沿顺时针方向（或逆时针方向），从起始滚刀组的下一组滚刀组开始，位于下游的滚刀组的每一阶滚刀与旋转轴线 AX1 的径向距离，比相邻的上游滚刀组的同一阶滚刀与旋转轴线 AX1 的径向距离更大，直至第 N 组滚刀组。并且起始滚刀组的第 M+1 阶滚刀与旋转轴线 AX1 的径向距离，比相邻的上游滚刀组的第 M 阶滚刀与旋转轴线 AX1 的径向距离更大。使得从起始滚刀组的 1 阶滚刀开始，沿顺时针（或逆时针）顺次连接不同滚刀组中同一阶滚刀，并且连接起始滚刀组的 M+1 阶滚刀与相邻的上游滚刀组的 M 阶滚刀，所形成的连线，大致形成为螺旋线的轨迹。根据作业表面的面积大小、岩土层的坚硬程度（其影响滚刀的磨损速度）以及所需滚刀的数量等，滚刀可以形成为单螺旋线布置或双螺旋线布置。

在另外的排布方式中，还可以将不同滚刀组中的同一阶滚刀设置为与旋转轴线 AX1 的径向距离相等，即将同一阶滚刀进行连线，不同阶滚刀的连线大致形成为同心圆的轨迹。其中，对于不同的滚刀组，滚刀数量可以相同，也可以不同。

可以理解，由于刀盘 1 绕旋转轴线 AX1 旋转，因此不同的滚刀 21 在作业表面（掌子面）上形成的切削轨迹为多个同心圆。优选地，滚刀组设置为不同的滚刀形成的切削轨迹的最小间距为 60mm-75mm。也即，在滚刀组形成的切削轨迹中，相邻的轨迹之间

的间距设置为 60mm-75mm。以此方式，可以避免由于相邻轨迹之间的间隙过大而导致不能在轨迹之间的岩石产生足够的裂隙因而无法有效破岩的情况。因此，刀盘 1 能够适于对硬质岩层进行切削。

根据本申请，在每个滚刀组中，每个滚刀 21 的滚刀旋转轴线 AX2（也可以称为径向滚刀旋转轴线）均设置为与基座 10 的旋转轴线 AX1 垂直。可以理解，掘进装备受到的顶推力 F 决定了其掘进方向，而旋转轴线 AX1 是沿着掘进方向定义的。因此，顶推力 F 的方向也即旋转轴线 AX1 的方向。同理，滚刀 21 受到的掘进装备与作业表面之间的挤压力是沿着旋转轴线 AX1 的方向。由于滚刀旋转轴线 AX2 是垂直于旋转轴线 AX1 设置，因此滚刀 21 的滚刀轴（其定义滚刀旋转轴线 AX2）所受到的压力基本上是垂直于其长度方向的，而很少有其他方向的分力。这样的设置可以使滚刀 21 在切削过程中受力均匀，避免产生偏磨，有利于延长滚刀 21 的使用寿命，尤其是对于距离旋转轴线 AX1 越远的滚刀 21，其有益效果越明显。

进一步地，为了在始发掘进时更好地拟合主隧道的管片，滚刀 21 以如下方式布置：在每个滚刀组中，每个滚刀 21 相对于位于其径向内侧的相邻的滚刀 21 沿掘进方向后退预定距离，使得该滚刀组中所有滚刀 21 的前端能够位于同一条拟合圆弧上（参考图 5 和图 12 可见）。例如图 2 所示，滚刀 21b 相比位于其径向内侧的相邻的滚刀 21a 后退预定距离，而滚刀 21c 相比位于其径向内侧的相邻的滚刀 21b 后退另一预定距离。优选地，在径向上距离旋转轴线 AX1 越远的滚刀 21，其相对于径向内侧的相邻滚刀 21 后退的距离越大，如此可以更好地拟合圆弧的形状。

这样的布置在确保滚刀 21 的滚刀旋转轴线 AX2 与基座 10 的旋转轴线 AX1 垂直的前提下，使滚刀 21 形成了按照中心至周边逐阶降低的形式排布。以此方式，滚刀组中多个滚刀 21 的前端可以形成圆弧仿形拟合曲线，能够实现多个滚刀 21 同时与主隧道管片 100 接触，确保了不同位置可以同步切削。另外，这样的布置提高了不同位置（尤其是不同径向位置）处的滚刀 21 的互换性。因为所有的滚

刀 21 均以滚刀旋转轴线 AX2 与基座 10 的旋转轴线 AX1 垂直的方式布置，不需要考虑滚刀轴相对于基座 10 的旋转轴线 AX1 的偏斜角度，因而不同位置的滚刀 21 可以具有相同的规格。当某个滚刀 21 损坏时，可以快速地使用任何一个备用滚刀 21 进行更换。

在实际生产过程中，每个滚刀 21 通过滚刀轴安装在单独的刀箱 211 中，并相对于刀箱 211 的前端面向外突出。刀箱 211 固定至基座 10 的预定位置，形成滚刀组。可以理解，拟合点越多，点之间的距离越近，所形成的拟合曲线越平滑，拟合度越高。因此，为了实现利用滚刀 21 的上述布置拟合管片弧度，需要沿径向布置尽量多的滚刀 21，并且相邻滚刀 21 之间的距离非常紧凑。在这种情况下，相邻的刀箱 211 沿径向并排摆放，很难有空间再去布置其他零部件。然而，由于位于径向外侧的刀箱 211 相比径向内侧的刀箱 211 后退布置，径向内侧刀箱 211 的径向外侧的前端是暴露在外的。在对弧面进行切削的过程中，该刀箱 211 的外侧前端容易与作业表面接触而造成磨损，甚至使刀箱 211 被破坏而导致滚刀 21 失效。可以理解，这一问题是对弧面切削导致的，当切削平面时并不会产生这样的问题。

优选地，如图 1 和图 2 所示，在刀箱 211 的径向外侧的边缘的位置设置有撕裂刀 22。该撕裂刀 22 相对于刀箱 211 的前端面向前突出，也即撕裂刀 22 的最高点高于刀箱 211 的前端面。以此方式，撕裂刀 22 先于刀箱 211 的外侧前端与作业表面接触，并且能够对作业表面切削进行破坏，从而避免了刀箱 211 与作业表面接触而导致的磨损，起到了良好的保护作用。优选地，撕裂刀 22 以平行于旋转轴线 AX1（即大致垂直于刀箱 211 的前端面）的方式向前突出。进一步优选地，撕裂刀 22 向前突出的距离小于滚刀 21 向前突出的距离，使得滚刀 21 先于其径向外侧的撕裂刀 22 与作业表面接触。优选地，沿着掘进方向，也即旋转轴线 AX1，滚刀 21 的前端比位于其径向外侧的撕裂刀 22 的前端超出 15mm-20mm。

参考图 1，在部分滚刀组的径向外侧，还设置有附加撕裂刀 22a。

区别于设置在刀箱 211 的外侧边缘的撕裂刀 22，附加撕裂刀 22a 相对于旋转轴线 AX1 向外侧成角度地倾斜延伸。

另外，在滚刀 21 的刀箱 211 的沿径向方向的两侧，还设置有刮刀 23，其相对于刀箱 211 的前端面向前突出。多个刮刀 23 沿径向排布，形成刮刀组。当滚刀 21 随着基座 10 的旋转将作业表面的岩层或土层压碎破坏之后，刮刀 23 可以将松散的岩块或土块刮下，使新的待切削的作业表面暴露出来，方便进行后续的切削工作。因此，实际上，只有沿着基座 10 的旋转方向位于滚刀 21 后方的刮刀 23 能够起到作用。优选地，刮刀 23 相对于刀箱 211 的前端面向前突出的距离小于滚刀 21 向前突出的距离。优选地，沿着掘进方向，也即旋转轴线 AX1，滚刀 21 的前端比对应位置的刮刀 23 的前端超出 15mm-20mm。优选地，滚刀组的径向两侧均设置有刮刀组。以此方式，当刀盘 1 分别以顺时针转动和逆时针转动两种转动方向工作时，滚刀组的后侧总是存在相应的刮刀组可以起到将松散的岩块或土块刮下的作用。

参考图 1 至图 3，在多个滚刀组的径向内侧，基座 10 形成有中心区域 11，其中设置有中心刀 24。该中心刀 24 形成为大致沿径向方向延伸的条状结构。在图示的实施方式中，中心刀 24 包括两组，并且该两组中心刀 24 呈十字形交叉布置。优选地，如图 4 所示，中心刀 24 构造为夹层结构，例如其可以由具有不同强度和韧性的刀层（例如不同的合金刀片）以三明治的形式夹合而成，在提高其切削能力的同时还可以增加耐磨性，延长使用寿命。进一步优选地，刀层的排布方向设置为与中心刀 24 的延伸方向垂直。换言之，中心刀 24 与作业表面接触，当基座 10 旋转时，作业表面对中心刀 24 产生的力沿着中心刀 24 的旋转方向 R，也即与各刀层的排布方向一致。因而刀层的排布方向可以有效地抵抗作业表面对中心刀 24 产生的作用力，可以降低其损坏率。

优选地，参考图 1，中心刀 24 的前缘构造为向内凹入的弧形结构。相比前缘向前突出的结构，中心刀 24 的前缘向内凹入，使得当

中心刀 24 在凹入的弧形结构两端的两个位置与作业表面产生最初的接触,有利于中心刀 24 更好地“抓住”作业表面,也即相对于作业表面固定,避免中心刀 24 在作业表面上产生偏移。这在中心刀 24 初始切削接收端朝向掘进装备凸出的主隧道管片时尤为有利。

如图 1 至图 3 所示,基座 10 的周侧还设置有保护刀 25。具体地,多个保护刀 25 沿周向间隔设置,并相对于周侧表面向外突出。以此方式,在刀盘 1 旋转时,保护刀 25 先于基座 10 与周侧的土层或岩层接触,避免基座 10 直接与土层或岩层接触摩擦而导致磨损。

图 6 至图 12 示出了根据本申请的另一种优选实施方式的刀盘 2。该刀盘 2 中大部分机构的布置方式与图 1 至图 5 示出的刀盘 1 中的相应机构的布置方式大致相同或类似。其中具有类似结构或功能的机构被赋予相同的附图标记。

如图 6 和图 8 所示,刀盘 2 在中心区域 11 没有设置条状延伸的中心刀,而是设置了一组滚刀 26。为了与滚刀 21 构成的滚刀组进行区别,滚刀 26 可以称为中心滚刀,其构成的滚刀组可以称为中心滚刀组 29。相应地,滚刀 21 可以称为径向滚刀,其构成的滚刀组可以称为径向滚刀组。

相比刀盘 1,刀盘 2 更加适用于对硬质岩层进行切削作业。在刀盘 2 中,中心位置通过中心滚刀 26 对作业表面进行切削作业。与刀盘 1 中的夹层结构的条状中心刀 24 相比,中心滚刀 26 与作业表面之间是滚动摩擦的接触方式,而条状中心刀 24 与作业表面是滑动摩擦的接触方式。因此刀盘 2 能够减轻中心区域的刀具与硬质岩层之间碰撞摩擦产生的磨损,并且中心滚刀 26 通过其边缘的刀刃在顶推力的作用下挤压硬质岩层,相比条状中心刀 2 能够产生更好的破岩效果。

继续参考图 8,在部分实施方式中,中心滚刀组 29 包括沿基座 10 的径向排布的多个中心滚刀 26,同时中心滚刀 26 具有沿径向延伸的中心滚刀旋转轴线 AX3。以此方式,当刀盘 2 围绕旋转轴线 AX1 旋转时,中心滚刀 26 以与径向滚刀 21 类似的方式围绕自身的中心

滚刀旋转轴线 AX3 旋转，同时挤压在作业表面上并在作业表面上行走产生切削轨迹。为了确保中心滚刀 26 正常工作，优选地，所有的中心滚刀 26 的设置位置均相对于旋转轴线 AX1 沿径向偏移。即，避免将中心滚刀 26 恰好设置在旋转轴线 AX1 的位置，以免中心滚刀 26 无法绕自身的中心滚刀旋转轴线 AX3 旋转。

在部分实施方式中，可以将中心滚刀组 29 设置为模块化的整体结构。例如，参考图 9 至图 11，可以将多个中心滚刀 26 设置在同一个滚刀箱 291 中，使的多个中心滚刀 26 可以通过滚刀箱 291 一体地安装和拆卸。优选地，为了便于安装和拆卸操作，基座 10 在中心区域 11 的位置还设置有助于容纳滚刀箱 291 的中心孔 12。优选地，在模块化的中心滚刀组 29 中，多个中心滚刀 26 可以由同一个旋转轴支撑，但每个中心滚刀 26 均可以相对于其他中心滚刀 26 自由旋转。或者也可以将多个中心滚刀 26 设置为分别由不同的旋转轴支撑。

优选地，参考图 11，中心滚刀 26 的刀刃可以镶嵌硬质合金 261，例如渗碳合金钢、碳化钨等材料。硬质合金 261 的硬度通常大于 85HRA，例如 85-90HRA。以此方式，可以增加中心滚刀 26 的硬度和耐磨性，能够提高更好的破岩能力，尤其针对硬质岩层更加有效。类似地，径向滚刀 21 或其他位置设置的滚刀也可以采用同样的设置。

继续参考图 11，与刀盘 1 中的中心刀 24 类似，在部分实施方式中，中心滚刀组 29 设置为多个中心滚刀 26 的前端的连线形成为向内凹入的弧形。以此方式，当中心滚刀组 29 与待切削的地层或管片接触时，其在凹入的弧形结构两端的两个位置与地层或管片产生最初的接触，有利于中心滚刀组 29 更好地“抓住”作业表面，也即相对于作业表面固定，避免中心滚刀组 29 在作业表面上产生偏移。这在中心滚刀组 29 初始切削位于联络通道接收端的朝向掘进装备凸出的主隧道管片时尤为有利。

为实现上述结构，优选地，可以将多个中心滚刀 26 设置围绕相同的中心滚刀旋转轴线 AX3 旋转但具有不同的直径，其中，距离旋转轴线 AX1 越近的中心滚刀 26 的直径越小。随着中心滚刀 26 的位

置逐渐远离旋转轴线 AX1，其直径越来越大。在另外的实施方式中，还可以将中心滚刀 26 设置为具有相同的直径，但围绕不同的中心滚刀旋转轴线 AX3 旋转。其中，距离旋转轴线 AX1 近的中心滚刀 26 的中心滚刀旋转轴线 AX3，沿掘进方向位于距离旋转轴线 AX1 远的中心滚刀 26 的中心滚刀旋转轴线 AX3 的后方。

优选地，如图 6 和图 8 所示，沿着中心滚刀 26 的排布方向，中心滚刀组 29 的端部外侧还设置有中心撕裂刀 27，其从滚刀箱 291 的端面沿掘进方向向前突出。在工作时，中心撕裂刀 27 先于滚刀箱 291 与作业表面接触，对作业表面进行切削破坏。以此方式，可以避免中心滚刀组 29 的滚刀箱 291 与作业表面接触摩擦而损坏。可以理解，为了与中心撕裂刀 27 进行区分，设置在径向滚刀 21 的径向外侧的撕裂刀 22 可以称为径向撕裂刀。

继续参考图 6 和图 8，与刀盘 1 不同，刀盘 2 在径向滚刀组的径向外侧省略了附加撕裂刀，而改为设置倾斜滚刀 28。倾斜滚刀 28 的设置方式与径向滚刀 21 大致相同，区别在于倾斜滚刀 28 的倾斜滚刀旋转轴线 AX4 相对于刀盘 2 的旋转轴线 AX1 倾斜，即沿着掘进方向靠近旋转轴线 AX1。因此，倾斜滚刀 28 的刀刃的取向相对于旋转轴线 AX1 向前（即沿着掘进方向向前）并径向向外倾斜。以此方式，倾斜滚刀 28 能够为径向滚刀组形成的圆弧仿形拟合曲线提供补充，使得刀盘 2 更加贴合主隧道管片等的圆弧形状。

此外，如图 9 所示，在刀盘 2 中，基座 10 的未安装刀具的位置还设置有格栅部 13。刀具切削作业表面产生的渣土等杂物可以通过格栅部 13 转移至刀盘 2 的后方，由掘进装备的渣土输送机构或以其他方式从切削掘进的作业位置转移至其他区域，例如预定的存放区等。在部分实施方式中，渣土输送机构可以是以螺旋叶片提供驱动力的螺旋机。优选地，格栅部 13 设置为其最大通过尺寸小于螺旋叶片的螺距。以此方式，格栅部 13 可以将尺寸超过螺距的石块等挡在刀盘外侧不要进入螺旋机，以防止螺旋机堵塞。

此外，根据本申请的另一个方面，还提供一种掘进装备，其可

以具有上述刀盘。掘进装备具体可以是例如盾构机。

本申请的多种实施方式的以上描述出于描述的目的提供给相关领域的一个普通技术人员。不意图将本申请排他或局限于单个公开的实施方式。如上，在本领域中的普通技术人员将明白本申请的多种替代和变型。因此，虽然具体描述了一些替代实施方式，本领域普通技术人员将明白或相对容易地开发其他实施方式。本申请旨在包括这里描述的本申请的所有替代、改型和变型，以及落入以上描述的本申请的精神和范围内的其他实施方式。

权利要求书

- 1.一种用于掘进装备的刀盘，其特征在于，所述刀盘包括：
基座（10），所述基座（10）能够围绕沿着所述掘进装备的掘
5 进方向的旋转轴线（AX1）旋转；和
刀具，所述刀具安装在所述基座（10）上，包括沿着相对于所
述旋转轴线（AX1）定义的周向间隔设置的多个径向滚刀组，每个
所述径向滚刀组包括从所述旋转轴线（AX1）开始沿着相对于所述
旋转轴线（AX1）定义的径向排布的多个径向滚刀（21）；
10 其中，在每个径向滚刀组中，每个径向滚刀（21）围绕垂直于
所述旋转轴线（AX1）的径向滚刀旋转轴线（AX2）可旋转地设置，
并且每个径向滚刀（21）相对于位于其径向内侧的相邻的径向滚刀
（21）沿所述掘进方向后退预定距离，使得每个径向滚刀组中所有
径向滚刀（21）的前端能够位于同一条拟合圆弧上。
15 2.根据权利要求 1 所述的刀盘，其特征在于，每个径向滚刀（21）
安装在单独的刀箱（211）中并相对于所述刀箱（211）的前端面向
前突出，其中，所述刀具还包括位于所述刀箱（211）的径向外侧边
缘并相对于所述刀箱（211）向前突出的径向撕裂刀（22）。
3.根据权利要求 2 所述的刀盘，其特征在于，所述径向撕裂刀
20 （22）相对于所述刀箱的前端面的突出距离小于所述径向滚刀（21）
的突出距离。
4.根据权利要求 3 所述的刀盘，其特征在于，所述径向滚刀（21）
的前端与对应的所述径向撕裂刀（22）的前端之间沿所述旋转轴线
（AX1）的距离为 15mm-20mm。
25 5.根据权利要求 2 所述的刀盘，其特征在于，所述径向撕裂刀
（22）平行于所述旋转轴线（AX1）向前突出。
6.根据权利要求 1 所述的刀盘，其特征在于，所述刀具还包括刮
刀组，所述刮刀组沿所述基座（10）的旋转方向设置在所述径向滚
刀组的后侧，包括沿所述径向排布的多个刮刀（23）。

7.根据权利要求6所述的刀盘,其特征在于,所述径向滚刀组的两侧均设置有所述刮刀组。

8.根据权利要求6所述的刀盘,其特征在于,所述刮刀(23)相对于所述刀箱的前端面的突出距离小于所述径向滚刀(21)的突出距离。

9.根据权利要求8所述的刀盘,其特征在于,所述径向滚刀(21)的前端与对应的所述刮刀(23)的前端之间沿所述旋转轴线(AX1)的距离为15mm-20mm。

10.根据权利要求1所述的刀盘,其特征在于,所述刀具还包括设置在所述基座(10)的中心区域(11)并沿所述径向延伸的中心刀(24),所述中心刀(24)构造为由多个刀层形成的夹层结构,所述多个刀层的排布方向与所述中心刀的延伸方向垂直。

11.根据权利要求10所述的刀盘,其特征在于,所述中心刀(24)包括呈十字形交叉布置的两组。

12.根据权利要求10所述的刀盘,其特征在于,所述中心刀(24)的前缘形成为向内凹入的弧形结构。

13.根据权利要求1所述的刀盘,其特征在于,所述刀具还包括设置在所述基座(10)的中心区域(11)的中心滚刀组(29)。

14.根据权利要求13所述的刀盘,其特征在于,所述中心滚刀组(29)具有沿所述径向排布的多个中心滚刀(26),所述中心滚刀(26)具有沿所述径向延伸的中心滚刀旋转轴线(AX3)。

15.根据权利要求14所述的刀盘,其特征在于,多个中心滚刀(26)的前端的连线形成为向内凹入的弧形。

16.根据权利要求14所述的刀盘,其特征在于,构成所述中心滚刀组(29)的每一个中心滚刀(26)的设置位置均相对于所述旋转轴线(AX1)沿所述径向偏移。

17.根据权利要求14所述的刀盘,其特征在于,所述多个中心滚刀(26)由同一个旋转轴支撑,或者所述多个中心滚刀(26)分别由不同的旋转轴支撑。

18.根据权利要求 14 所述的刀盘，其特征在于，所述刀具还包括沿所述中心滚刀（26）的排布方向设置在所述中心滚刀组（29）的端部外侧的中心撕裂刀（27）。

19.根据权利要求 13 所述的刀盘，其特征在于，所述中心滚刀组（29）形成模块化的整体结构，所述基座（10）在所述中心区域（11）设置有中心孔（12），所述中心滚刀组（29）一体地安装在所述中心孔（12）中。

20.根据权利要求 13 所述的刀盘，其特征在于，构成所述径向滚刀组和/或所述中心滚刀组的滚刀的刀刃镶嵌有硬质合金，所述硬质合金的硬度大于 85HRA。

21.根据权利要求 1 所述的刀盘，其特征在于，所述径向滚刀组的径向外侧设置有附加撕裂刀（22a），所述附加撕裂刀（22a）以相对于所述旋转轴线（AX1）向外侧倾斜的方式向前突出。

22.根据权利要求 1 所述的刀盘，其特征在于，所述径向滚刀组的径向外侧设置有倾斜滚刀（28），所述倾斜滚刀（28）具有以沿着所述掘进方向靠近所述旋转轴线（AX1）的方式倾斜的倾斜滚刀旋转轴线（AX4）。

23.根据权利要求 1 所述的刀盘，其特征在于，所述刀具还包括设置在所述基座（10）的周侧并相对于周侧表面突出的保护刀（25）。

24.根据权利要求 1 所述的刀盘，其特征在于，每个径向滚刀组具有相对于所述旋转轴线（AX1）呈 180°布置的对向径向滚刀组。

25.根据权利要求 1 所述的刀盘，其特征在于，构成所述径向滚刀组的不同径向滚刀（21）形成的切削轨迹的最小间距为 60mm-75mm。

26.根据权利要求 1 所述的刀盘，其特征在于，所述掘进装备具有沿所述掘进方向位于所述刀盘后方的渣土输送机构，所述基座设置有供切削后的渣土通过的格栅部（13），其中，所述渣土输送机构具有螺旋叶片，所述格栅部（13）的最大通过尺寸小于所述螺旋叶片的螺距。

27.一种掘进装备，其特征在于，所述掘进装备具有根据权利要求 1 至 26 中任一项所述的刀盘。