

景德镇陶瓷学院

科技艺术学院

本科生毕业设计（论文）

中文题目： SR200 型旋挖钻机液压系统设计

英文题目： THE DEEIGN OF HYDRAULIC SYSTEM OF SR200 TYPE
ROTARY DIGGING DRILL

院 系： 工程系

专 业： 机械设计制造及其自动化

姓 名： 周林华

学 号： 201030454141

指导教师： 吴南星

完成时间：

摘 要

旋挖钻机是一种适合于建筑基础工程中成孔作业的施工机械，具有噪声低、振动小、转矩大、多功能、成孔速度快、施工效率高、多种速度调节、电子自动监控等特点，因此被广泛应用于铁路、公路桥梁等城市交通建设及高层建筑等桩基础工程的施工。该钻机由于采用了全液压先导控制技术，是目前桩基础施工机械中发展速度最快的机种。但液压系统设计的合理与否，将会对整机产生不良影响。本设计在广泛查阅、收集资料的基础上，进行了旋挖钻机的总体方案设计，并结合旋挖钻机的实际作业情况，对液压系统进行了全面分析。

新型旋挖钻机的行走、回转、钻具动力进给、提钻等采用了低速大扭矩马达；起架、变幅、加压等采用了带有平衡阀的液压油缸，由这些部件构成了满足新型旋挖钻机作业的基本子系统。本文通过对各厂家液压产品的认真比较选择，结合旋挖钻机的工作条件，提出了新型旋挖钻机的液压原理图和三维管路结构布置图，设计出一套重量轻、体积小、效率高、功率大、结构紧凑、传动平稳、操纵简便以及容易实现无级变速和全自动控制液压系统。

关键词：旋挖钻机；液压系统；液压原理图；先导控制

ABSTRACT

Rotary drilling rig is a suitable in drilling operation in infrastructure construction of construction machinery, has low noise, small vibration, large torque, multifunctional, pore forming speed, high construction efficiency, various speed regulation, automatic electronic monitoring features, construction has been widely used in railway, highway bridges and city traffic building and high-rise building pile foundation engineering. The machine adopts a full hydraulic pilot control technology, is a kind of the fast development of construction machinery in current pile foundation. But the hydraulic system design is reasonable or not, will have an adverse impact on the whole. The design is based on the widely read, collect data, the overall design of rotary drilling rig, and combined with the actual operation situation of rotary drilling rig, hydraulic system are analyzed.

The trodden, gyration, drilling tool, power feed and pull out of the new style rotary drilling rigs adopts low speed, high torque motor; The rising, amplitude and upset adopt hydraulic ram with balanced valve, which form basic subsystem satisfying new style rotary drilling rigs' work. The text through the comparison and selection of every manufacturer of hydraulic product, and incorporates work condition of rotary drilling rigs, then put forward the hydraulic and tridimensional pipeline structural plan of the new style rotary drilling rigs, and design a hydraulic system with suite light in weight, compactness, high efficiency, compact conformation, infeed muscularity, transmission calm, handling facility as well as easiness realize infinitely variable speeds and fully automatic control .

KEYWORDS: rotary drilling rig; hydraulic system; hydraulic schematic diagram ; hydraulic forerunner control technique

目 录

1	绪论	1
1.1	国内旋挖钻机发展历史	2
1.2	旋挖钻机的特点及其用途	3
1.3	本章小结	5
2	SR200 型旋挖钻机总体结构设计	6
2.1	SR200 型旋挖钻机总体结构	6
2.2	工作原理	7
2.3	履带底盘	8
2.4	上车	8
2.5	桅架	8
2.6	钻具	8
2.7	本章小结	11
3	液压原理	12
3.1	动力头	12
3.2	主、副卷扬	17
3.3	上车回转	19
3.4	加压油缸	19
3.5	起升、变幅油缸	20
3.6	行走马达	22
3.7	履带展宽油缸	24

3.8 本章小结·····	24
4 计算与选型·····	25
4.1 设计要求·····	25
4.2 执行元件的计算与选取·····	25
4.3 主泵的计算与选取·····	31
4.4 本章小结·····	32
5 结论·····	33
6 经济分析报告 ·····	34
致谢 ·····	35
参考文献·····	36

1 绪论

钻机是在地壳中钻孔的机器。它广泛用于地质勘探，矿产勘查，水文水井钻探的基础建设，建筑，采矿和其他目的，钻井过程中。

按照钻机的用途、采取的钻进方式和构造型式的不同，主要划分为如下类型：

（一）按钻机的用途分

1. 石油钻机 用于陆地和近海石油和天然气的勘探，钻井施工的勘探和开发。
2. 岩芯钻机 用于金属和非金属矿产的勘探和 2 个钻孔，钻孔或其他用途的取心，（例如，地质调查，水文孔）施工，在钻进中要求取出保持地层原状的岩芯。因此，将主要用于这些类型钻孔施工的钻机称为岩芯钻机。
3. 水井钻机的地下水资源调查，勘探和开发。这种类型的钻机地下水勘查开采要求，可以钻成孔，钻的井完井，故称为水文水井钻机。
4. 工程盾构钻调查大坝，高层建筑和其他重要的大型工程建设的基础。
5. 工程施工钻机 用于大型工程建筑的基础桩孔的施工。采用钻孔成桩可以缩短施工周期，提高成桩的质量。许多现代大型建筑中经常使用的钻孔灌注桩的方法。它促进工程钻机的发展。
6. 砂矿钻机 用于对砂金矿床 6 砂钻。砂矿床是固体矿产勘查，但已从砂矿其他固体矿床的不同特点，钻机有其特殊的要求，因此，砂矿钻探已形成了自己的特色，不同于其他类型的钻机。
7. 取样钻机的浅孔钻地质矿产调查采样，结构简单，携带方便。

（二）按钻进方法分类

钻井方法不同，有钻机的结构和成分之间有很大的差异。为适应不同的钻孔方法可以分为以下几种类型的钻机：

1. 冲击式钻机 经过钻头周期性的上下活动冲击粉碎岩石，完成钻孔的钻机称为冲击式钻机。钢丝绳冲击式钻机以钢丝绳带动钻头上下冲击，钻杆冲击式钻机以钻杆带动钻头上下冲击。
2. 振动式钻机 它是选用振动器迫使钻具产生轴向周期性振动，依托振动所产生的力使钻头吃入地层，完成钻进。振动式钻机适用于柔软地层钻进
3. 复合式钻孔机有两种以上的钻机的方法称为复合式钻机。

1.1 国内旋挖钻机发展历史

随着国民经济的发展，为公路，铁路建设的基础，桥梁和各大城市建设的要求也越来越高。目前，国外主要采用钻孔灌注桩的施工方法，对螺旋钻机主要施工机械，反循环钻机，钻孔机，全套旋挖钻机，潜孔锤，旋挖钻机等。而旋挖钻机与其他钻孔机械比较具备较优越的技术性能。在国外尤其在欧洲，旋挖钻机的市场占有率非常大，在中国的大城市市政建设中也日渐增多，完全取代传统的反循环钻头和钻头、旋挖钻机的客观要求和发展趋势的基础建设。

首先从河南省人力转动钻头，对螺旋钻，逐步发展冲击钻，反循环回转钻机，潜水，全套管钻机，旋挖钻机等设备。以其无可争议的施工质量的旋挖钻机，所有施工单位施工的效率 and 灵活性。二十世纪 80 年代末到 90 年代初，一些建筑公司看到了巨大的优势体现在旋转钻井技术的旋挖钻机施工，逐步从国外引进。在这。时候，也纷纷在中国设立办事处，一些国外的旋挖钻机制造商，引入到建筑业，旋挖钻机回转钻进技术工程中国宣传。近二、三年来，随我国基础工程行业的投资不断加大，市场竞争不断加剧，基础工程施工行业逐步认识到了旋挖钻机的优越性，使得这一钻机在我国的发展非常快速。据悉，仅 2001 年一年，国际旋挖钻机制造商在我国就出售了近 20 台旋挖钻机，而在前几年，其每一年的销售数量惟有几台。某国内旋挖钻机生产企业也销售了十几台，这一数目对于刚刚起步的国内旋挖钻机生产企业来说，具有良好的发展前景。

1.2 旋挖钻机的特点及其用途

旋挖钻机是一种高效钻井设备的大直径桩基础工程，与其它钻井机械相比，具有以下优点：

（1）成孔速度快，质量高。在时间为旋转钻头直接从孔中的岩石和土壤中提取相同，钻井速度很高。在正常情况下，在土壤中，砂钻井速度可以达到 10 米/小时，在粘土层是 4~6 米/小时，3 至 5 倍的普通回转钻进，甚至更高。底部沉渣少，提高桩端承载力。建筑如吴中宁夏黄河大桥，一个直径 1.5 米，米深桩，许多循环钻井需要 20 天或 30 天完成一个孔，反循环冲击最快也要 7 左右。通过钻井时间，导致大量，严重的甚至改变桩位。而在同一地点，使用鲍尔（鲍尔）（1 - 1）的 bg22 式公司生产的钻机，只有 5 小时来完成相同的孔径和深度。

（2）环保特点突出，施工现场干净。这是因为该钻机通过钻头旋挖取土，再通过凯式伸缩钻杆将钻头提出孔内再卸土。钻机的钻头切削的形成，并通过抽吸泵（或泵吸反

循环）从顶部的孔钻杆顶出泥孔的底部（循环），用泥孔底泥浆或切割其他材料进行了排放到地面泥浆池，造成非常严重的污染现场泥浆。旋挖钻机尽管也使用泥浆，但只是用泥浆来护壁，而不用排渣，成孔所用泥浆基本上就是孔的体积，且泥浆通过沉积和除砂还能多次频繁利用。同时，旋挖钻机钻井振动小，噪音低，环境保护是 21 世纪的首要课题，有益与环保的钻机产品势必将受到喜欢。

（3）行走移位方便。具有驾驶卡特彼勒旋转钻机，可以步行，并转变了传统的钻往往需要吊车的帮助，甚至与行走机构移动的很慢。

（4）旋挖钻机的地层适应能力强通过改变不同的钻头适用于粉土，砂，粘土，砾石层软岩的旋挖钻机，甚至一些旋挖钻机（如 BG 型旋转鲍尔公司生产的钻机）能适应坚硬的岩石单轴抗压强度大于 100MPa。

（5）多功能。可配备多种不同钻井先进的旋挖钻机。适用于短螺旋，旋转桶和地层（燕鑫钻）的钻井作业。

（6）设备性能发达，自动化水平高，劳动强度低。为了保证旋挖钻机的良好的性能，基本上旋挖钻机制造商都在全球选购零部件，美国卡特比勒（卡特彼勒）底盘，德国，日本的电动液压系统，可延长旋挖钻机的整个生命，不由的一部分损伤引起的。伸缩杆，节省人力，然后钻时间，辅助时间少，利用时间。旋挖钻孔动工是操纵钻杆和钻斗的扭转，通过钻斗升降，旋转，开挖，卸土和泥浆的更换周期和孔壁。钻孔深度，但旋挖钻机通常是安装在 50 ~ 60m，孔的直径在 2M，这是该钻机的结构所决定的。旋挖钻机土壤取决于钻杆，当钻孔深度的增加，钻杆长度将增加钻杆自重引起的，考虑到平衡将需要提高装备水平，增加了设备的成本。此外，如果钻井深度过大，将导致孔钻，钻井时间比倾销和其他辅助时间大大减少，大大的降低工作效率。尽管其钻孔深度和直径相对于循环钻机没有上风，可是因为以上所列的工作效率、环境保护，尤其是地下适应能力和其他方面的优势正好能解决基础施工中常见的问题，旋挖钻机广泛用于基础建设

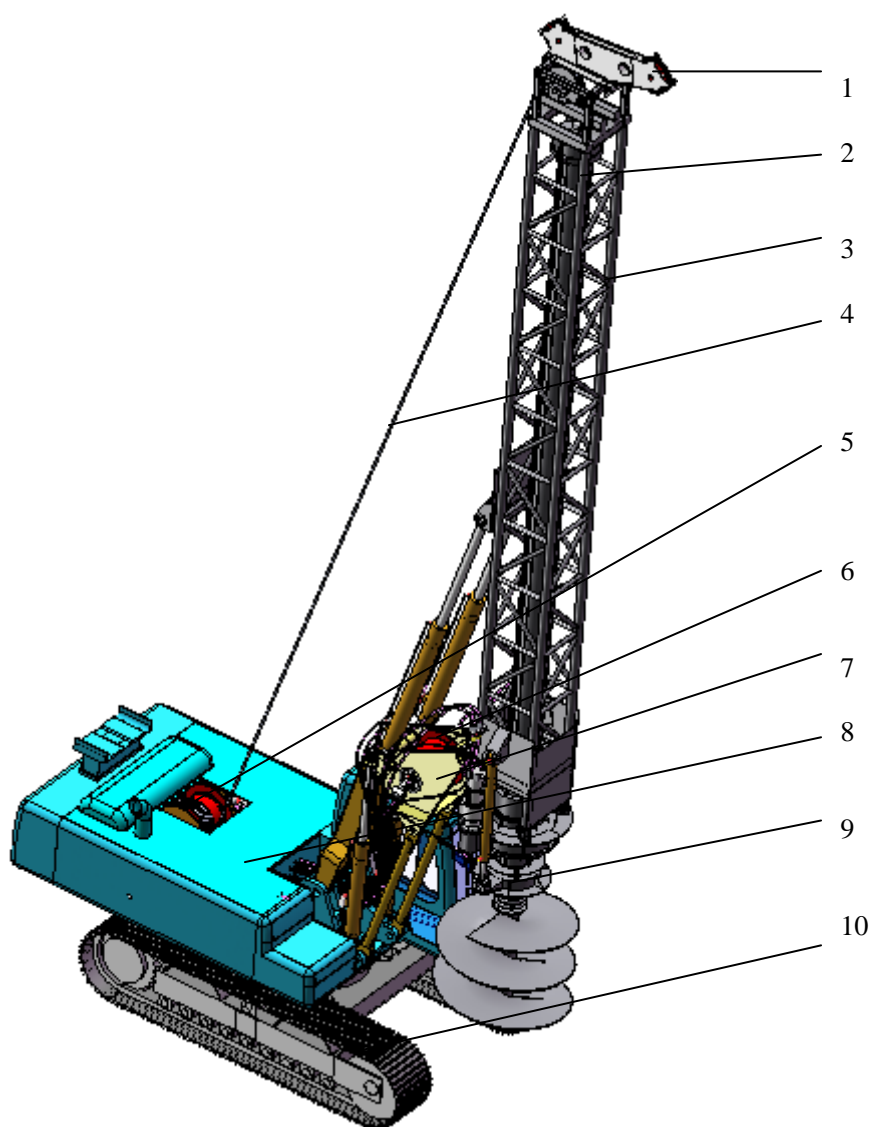
1.3 本章小结

本章主要介绍国内旋挖钻机发展历史及其目前国内、国外旋挖钻机生产厂家及产品。另外，介绍旋挖钻机的特点及其用途。

2 SR200 型旋挖钻机总体结构设计

2.1 SR200 型旋挖钻机总体构造

SR200 型旋挖钻机在图 2-1 所示的总体方案，主要参数见表 2-1。



1—鹅头，2—钻具，3—桅架，4—钢丝绳，5—主卷扬，6—副卷扬，
7—三角架，8—上车，9—加压装置，10 履带底盘

图 2—1 旋挖钻机总体方案图

表 2—1 主要参数

项目	参数	项目	参数
发动机生产商	Caterpillar	发动机型号	—————
配置电源	200KW	发动机转速	—————
最大输出扭矩	200KNm	钻孔转速	7~30r/min
反转甩土转速	132	最大加压力	150KN
最大起拔力	196KN	加压系统行程	1500mm
桅架左右倾斜角度	6°	桅架前倾角度	5°
桅架后倾角度	15°	主卷扬提升力	170KN
主卷扬绳直径	28mm	主卷扬提升速度	72m/min
副卷扬提升力	76KN	副卷扬绳直径	18mm
副卷扬提升速度	79m/min	底盘总长	5060mm
最大钻孔深度	60m	最大最孔直径	1800mm
履带宽度	700mm	运输设备状态宽度	3000mm
工作状态设备宽度	4500mm	运输设备状态高度	3462mm
工作状态设备高度	16650mm	牵引力	—————
底盘型号	—————	标准总重量	60t

2.2 工作原理

钻桅是 SR200 型旋挖钻机的关键工作机构，它为动力头和钻杆等提供支承和导向，抗冲击、振动；具有良好的刚性和稳定性。

加压油缸铰接在钻桅，油缸活塞杆铰接在压力装置的支架。通过灵活的增压缸压力的装置，可以实现进料压力钻钻孔时。

钻井井架的起升油缸铰接的桅杆和三脚架之间的伸缩式井架，升降油缸，使钻机井架工作或运输状态，也可以调整操作角度钻桅。

钻桅的变幅选用平行四边形布局，用变幅油缸的作用，可让钻桅离开底盘或挨近底盘。

作为连接钻桅和底盘的关键部件，SR200 型旋挖钻机的变幅机构采用了平行四边形及三角架结构，主要由动臂、三角架、支撑杆、变幅油缸、起落油缸等部件组成。通过液压缸动作，调整钻机井架的振幅或国家运输井架高度。通过起落油缸可改变钻桅的前后左右的倾斜角度，以及钻桅相对地面的角度。由于对桩孔垂直度要求较高，因此钻机在钻孔前必须对下钻位置、角度及钻杆垂直度进行调整，这些都要通过变幅机构来实现。另外变幅机构还承担着传递扭矩的重要作用。钻孔时，被转移至底盘部分通过变幅机构产生的动力头的钻头和钻桅部分反应转矩，同时对动力头钻机井架和从变幅机构承担支

持部分底盘。

2.3 履带底盘

该机底盘选用专用的展带可伸缩式底盘构造，四轮一带，具备结构可靠、刚性好，承载力大，稳定性好的优点。

2.4 上车

驾驶室具有视野开阔、操作方便、噪声低等特点。同时为操作手提供了紧急退生设施并在驾驶室顶部设计并安装了保护栏栅。该驾驶室四周的玻璃均装有电动雨刷器内部装有可调式座椅、空调、收放音设备等，并配有手控、脚控系统，垂直度监控与纠偏系统、整机系统预警等装置。同时，该钻机还装配有深度仪（含中央处理器、传感器、接收器）可以轻松设定和监控旋挖深度。

转台主要包括一个旋转齿轮，回转支承，转盘体，钻井井架配套等。其作用是携带最重。和旋转运动。该机的转盘与底盘结构适应。可以设置。并确保主卷扬足够的安装空间。不仅保证重心的合理结构和整体安排，稳定性好，与主绞车滚筒直径大的结构，绕组层降低滚筒上的钢丝绳，从结构设计上减少相互挤压和摩擦钢丝绳。

2.5 桅架

箱型井架。变幅机构的胳膊，一个三脚架，连杆变幅油缸。钻桅变幅机构具有以下结构：

- （1）钻桅变幅油缸上铰座与动臂的上铰座同轴，构造简一，拆装灵活，便于修理；
- （2）钻机运输、现场组装，权力和他们的结构。不需要起重机可以协助主要钻井井架是小于 90° 角（在钻桅的落后状态钻桅）和自装卸功能的主要桅杆。

参照美国 WATSON 公司旋挖钻机系列，将桅架做成桁架结构，钻具内嵌在桅架之中，减小偏心距 e ，可以大大增加整体结构的稳定性。从风力方面来说，桁架结构受风力影响较箱壁结构来说较小，抗失稳能力提高。

2.6 钻具

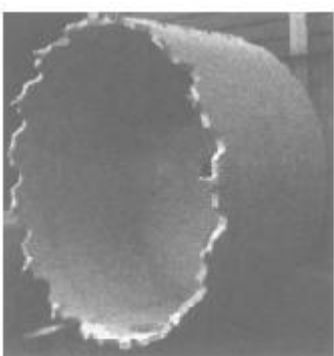
螺杆钻具的长度，旋挖钻头，钻头，切割，钻孔，滚刀钻头（见图 2 - 2）。这些钻具分别适用于不同的地层。在地下水较少的硬质泥灰岩、冻土层、稳定的干土地层、砂砾层，适合使用短螺旋钻头；坚硬的岩层可以使用球齿钻头；



a) 短螺旋钻头



b) 旋挖钻头



c) 岩心钻头



d) 球齿钻头

图 2-1 各种钻具

风化岩层和卵石层，可以使用岩心钻头；硬和软的不稳定的岩石，或含有的巨石，巨石形成适合切割钻；在较均匀稳定的极硬岩层适用滚刀钻头。在一定的地层，肯定有一种钻具或多种钻具组合是最好的，既可以达到最高工效，又可以尽量地降低钻具的损耗，需要在施工中结合实际情况灵活选用。

确定设备的棒的形式用于旋挖钻机形成能力的主要因素（图 2-2），钻头类型和设备本身，凯式伸缩杆和最重要的因素是什么。这是因为钻杆全部扭矩动力头已转移至对钻孔底，并提升压力压力，重量和动力头的钻杆钻压的稳定传输重量以下的点几十米，所以当钻进硬地层钻管，可能要承受高转矩、高钻压。



图 2—2 各种钻杆

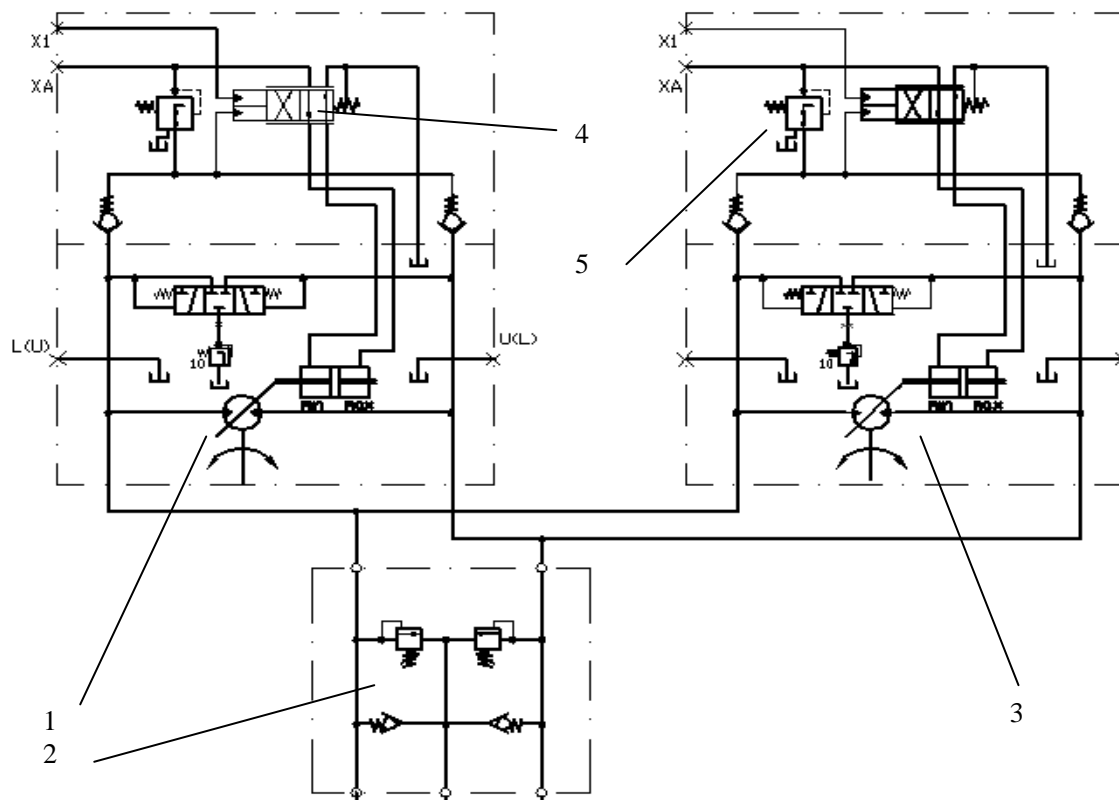
锁杆可分为压力管和六个按钮的简单的凿岩机。简单的压缩式钻杆可实现压力，但不适合建设硬地层。六个主要的国内和国外的嵌岩钻管和简单的锁式钻杆可以实现压力，但这种钻杆还不够，必须首先反演解锁钻孔，然后转储。正常钻井顺序应遵循了从里面钻管外面，但如果不完全逆转解锁，这会造成某些相邻两管不解锁缩进的外管，俗称吊钻。

现在全球旋挖钻机的钻杆采用 4 节或 5 节伸缩内锁式钻杆，每节长度大约为 13 米，选用高强度合金钢管，钻杆与动力头选用长牙嵌内锁式连接方法。顶 010 系列的无齿的回转支承连接顶部与上滑板，下端装有弹簧的缓冲区，可以滑动接头连接主卷扬钢丝绳的上第四节，下两端的矩形截面杆销轴连接钻头通过，每一位必须与方形截面的杆配合，互换。

该型旋挖钻机所用钻杆为摩阻钻杆，加压机构有加压油缸和回转支撑加压装置组成，实现钻压 40KN。动力头采用双马达驱动，实现最大扭矩 200KNm。

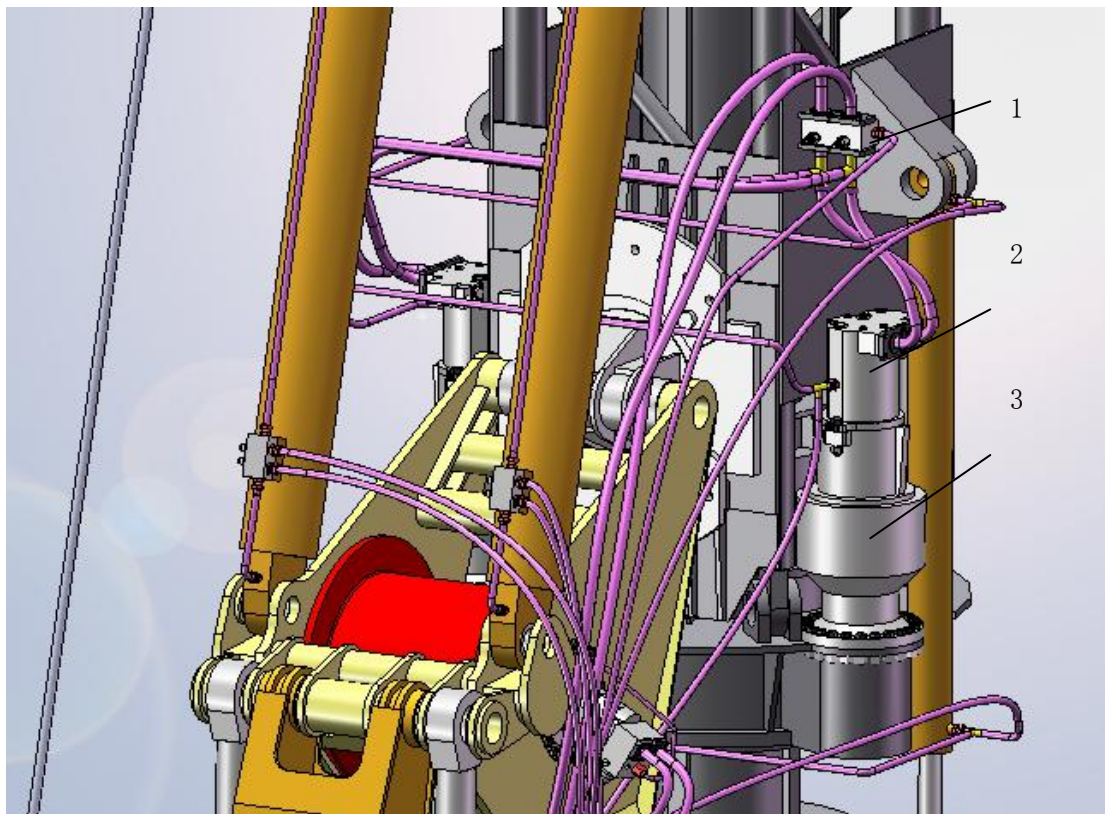
2.7 本章小结

该章主要是对 SR200 型旋挖钻机整体结构的简述，对其主要部件结构进行简要的阐述，分析旋挖钻机主要部件的功能特点，最终从中选定一套最优方案，为下面液压元件的装配及其液压管路的空间布置做准备。



1、3—动力头马达 HMR—02，2—补油阀，4—LS 阀，5—减压阀

图 3—3 动力头马达液压原理图



1—缓冲补油阀，2—马达，3—减速机

图 3—4 动力头液压管路空间布置图

该动力头要求输出的扭矩 $T=200\text{KNm}$ ，比较大，考虑到动力头空间结构和输出扭矩的需要采用双马达驱动。

动力头工作时，不仅对大扭矩和快速钻井，抛土，选用 HPR105D—02 高压反馈变量泵（图 3—1）加 HMR—02 高压反馈变量马达（图 3—3）能很好地解决这一问题。高压反馈变量泵的压力和排量以双曲线特性输出，在恒功率控制变量范围以内，压力和流量的乘积理论上为常数，功率保持恒定，输出动力头由液压系统自动调节和变频电机，转矩可以自动根据不同的地质条件和土壤钻井速度的改变。在工作中，在一个恒定的速度，如果变量泵变量马达的高，低排放，低转速和高扭矩输出变量马达具有高转矩，动力头钻行动；当变量泵变量马达具有低电压，大容量，小高扭矩输出变速电机，可满足快速动态头抛土的要求。动力头按照实际情况可实现单泵供油和双泵供油。钻孔转速一般为 7—30r/min，甩土转速为 130 r/min，最大输出转矩为 200kNm。

主泵液压管路空间布置见图 3—2。根据设计要求选配不同的管接头、管径按照液压原理图将各油口用软管或硬管连接起来，组成液压回路。

动力头液压原理见图 3—3。工作步骤如下：工作步骤如下：首先将下降至钻孔位置旋转钻头，方向阀控制动力头马达，由高压油主泵进入 HMR—02 液压马达，通过减速机与回转套带动钻杆转动，钻头在钻杆自重及加压油缸推力下切削土壤。在钻井过程中，为了防止钻井过程中，由于从硬到软土，电机超速旋转而产生的吸入空气，在马大进，回油口设有进水阀（图 3—3）。

动力头的液压管路空间布置见图 3—4。

3.1.1 高压反馈变量泵 HPR—02

HPR—02 为斜盘式轴向变量柱塞泵，其性能特点 and 设计特点如下：

（1）性能特点

- ①自吸能力强，提高额定转速；
- ②噪音优化设计，削减压力脉动 70%；
- ③结构紧凑、高功率密度比；
- ④结构设计合理，制造新技术，确保质量上乘；
- ⑤响应速度快；
- ⑥可靠性好、效率高，使用寿命长；
- ⑦HPR—02 系列泵的移动工程机械和工业设备是合适的；

⑧与 VW 流量阀组成 LSC 同步控制系统。

(2) 设计特点

①斜盘摆角可达 21°

②多种组合的控制方式；

③静压轴承使保养寿命加长，牢固的滑履柱塞连接和静压轴承明显改善了泵的响应时间；

④轴向力自动补偿；

⑤PT0 端口能够满足更多的组合形式；

这种控制方式有两种基本用途：

(1) 发动机过载保护

当发动机驱动的工作负载敏感泵，泵的负载过高会导致降低发动机转速（过载）。根据发动机的转速信号，电子控制器会自动调整 M(3 - 1) 的输入电流，降低稳态值，使主泵小，为了降低主泵的吸收扭矩，发动机不超载。

(2) 精细模式

人为输入一定的电流到 VD3, 减小 ΔP , 改变主阀开度 A 与输出流量 Q 之间的比例关系 ($Q \propto A\sqrt{\Delta P}$), 在同样的开度下降低主阀的控制精度。适应于一些需要精确调节执行工作速度的场合。



3.1.2 HMR-02 高压反馈变量马达

该马达具有如下特点：(1) 角加速度大；(2) 起动效率高；(3) 低速性能好；(4) 坚固的结构和高功率密度比；(5) 高可靠性；(6) 高效率；(7) 低噪音；(8) 长寿命。

高压反馈变量马达适用于开式回路和

闭式回路。当系统压力在设定的初始值以下时，马达在小排量工作；当工作压力超过设定的初始值时，马达排量由小排量平滑地变到达排量，以满足系统对输出扭矩的要求。具有最大排量锁定（DOR）和制动压力阻断功能（BPS）。

最大排量锁定功能（DOR）：

由液压油控制，当系统压力达到减压阀调定压力时，马达在最大排量下工作。

制动压力阻断功能（BPS）：将马达排量从最小变到最大。马达制动（MA 打转泵），原

来的进油（如）到低压，原油口 B 为高压，压力信号反馈到 B 变量机构使电机为大容量，产生很大的制动力矩，造成制动冲击。制动气压闭锁的作用是使压力反馈信号总是从马达进油（如 A 口）。当反馈电压信号不制动 B 端口变量机构的力矩电机，保持状态，在小型发动机制动，制动力矩，是小的，光滑的。

内置冲洗阀：（1）带走开式回路中马达和系统热量；（2）替换回路中的油液；（3）增加过滤；（4）排除系统中空气。

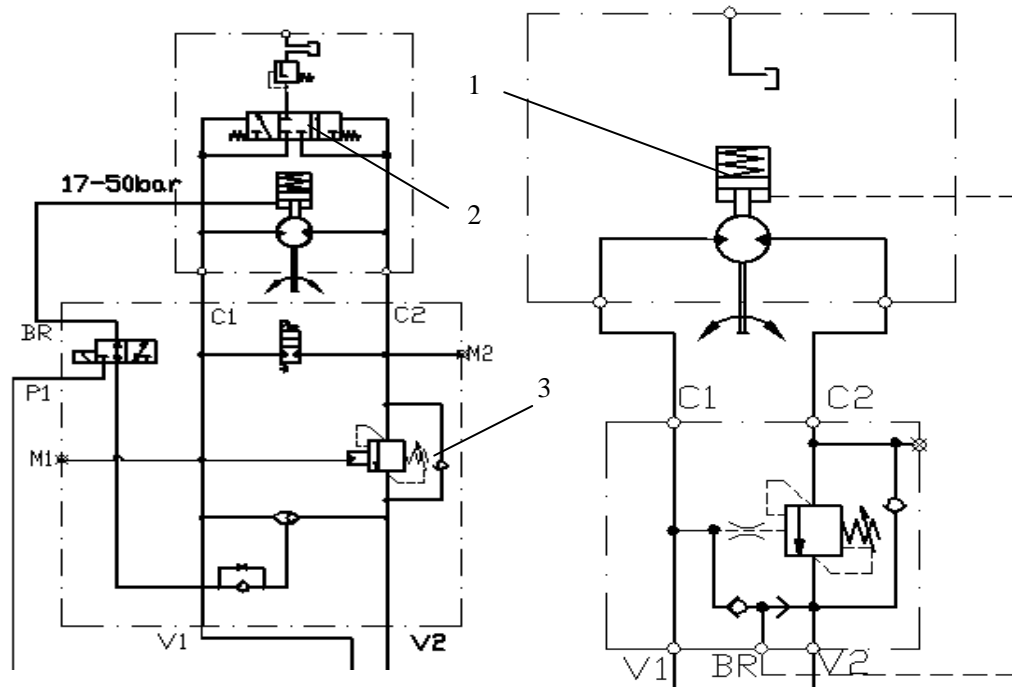
配力士乐回转减速机 GFB，其特点如下：

- ② 块结构中的高性能行星减速机；
- ②紧凑，省空间的 2 级或 3 级行星齿轮构造；
- ③安装简单；
- ④内装多片式停车制动器；
- ⑤低噪声运转；
- ⑥效率高；
- ⑦寿命长；
- ⑧换油方便。

3.2 主、副卷扬

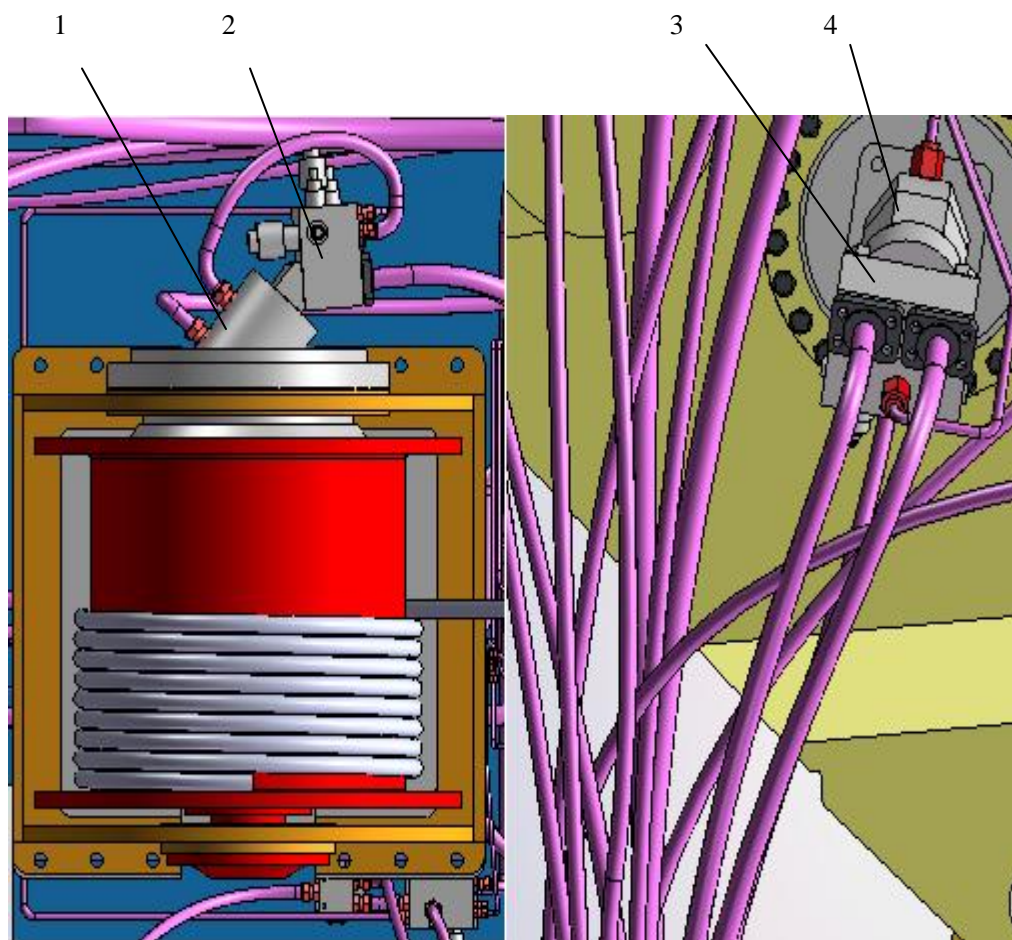
主卷扬是用来提升和下放钻杆的，它是由液压马达驱动，可以实现双速控制（见图 3—3）。液压先导控制的控制方法，为了满足钻井的需要，自由的下降或自由浮动的功能。

主卷扬液压原理见图 3—4。工作时，控制导阀手柄来控制主绞车控制阀的阀，当马达进油腔 V1，V2，回油腔，主绞车正常上升；恰恰相反。V1 到 V2 回油腔，油腔，主绞车下来。为了避免主卷扬失速下降，在 V1、V2 腔之间装了一个平衡阀。主提升机下，只有当 V1 进油腔压力达到一定值时，打开平衡阀回油池，实现主卷扬平稳下降。当主阀的组合，可以实现快速的上升和下降。



1—制动阀，2—冲洗阀，3—平衡阀

图 3—6 主、副卷扬液压原理图



1—主卷扬马达，2 主卷扬浮动平衡阀，3—副卷扬平衡阀，4—副卷扬马达

图 3—7 主、副卷扬马达液压管路空间布置图

旋转钻头切削土壤，在释放状态的主提升机的要求。对这一行动的实现，只要控制主卷扬自由释放阀，同时打开电机制动时，电机 V1, V2 腔连通，依靠钻头和钻杆重量用来提升自由释放。

副卷扬提升钻井，倾斜保护套，钢筋笼，工作原理和主要提升机的原理基本相同。主、副卷扬马达液压管路空间布置见图 3—7。

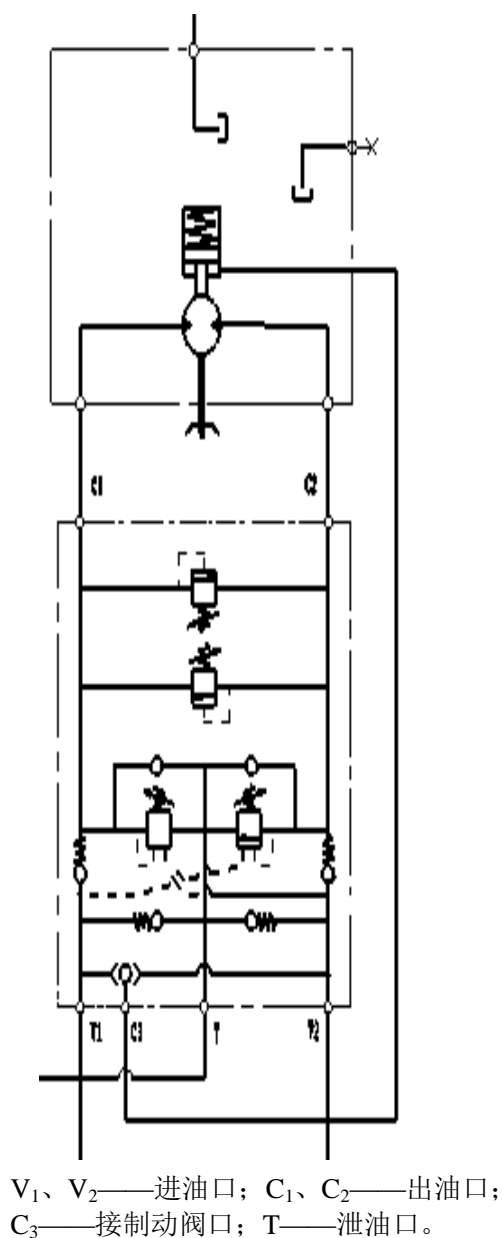


图 3—8 上车回转马达液压原理图

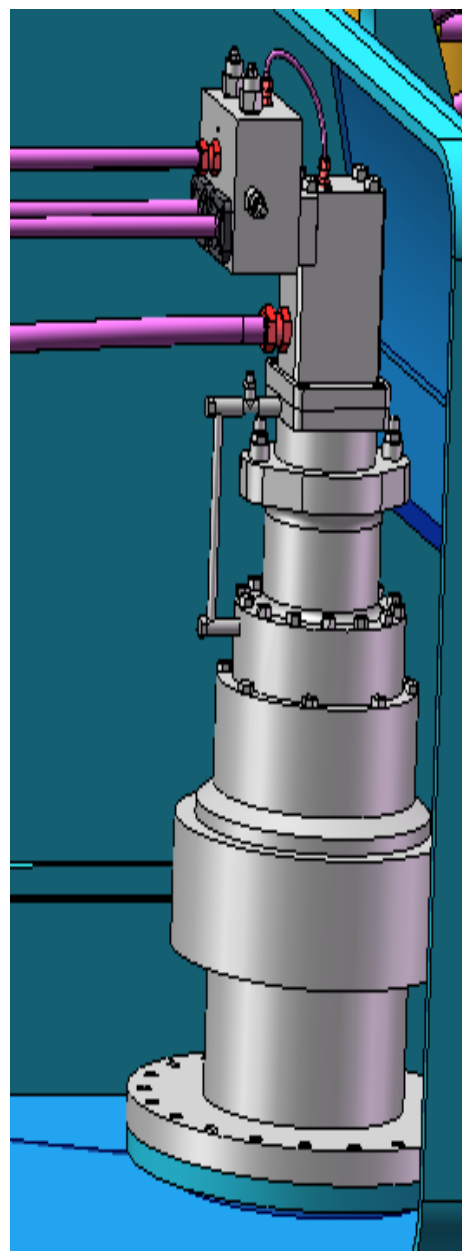


图 3—9 上车回转马达液压管路空间布置图

3.3 上车回转

如图 3—8，上车回转马达液压工作原理图。 V_1 （或 V_2 ）口进油时，一路通过一个梭阀经 C_3 口接制动阀，将制动阀打开；另一路经单向阀接回转马达左端，回油路经过平衡阀进入回油路。由于上车回转时，把从其他旋转电机的运动或从动态到静态过程中由于惯性和负载会引起液压冲击，所以在汽车进出口连接转动平衡阀，防止冲击压力的局部回路产生瞬间高导致相关液压元件和管道的破坏。该平衡阀有 4 个溢流阀、4 个单向阀和一个梭阀组成，能够使上车在回转运动时能够瞬间停住，保证钻孔精度。上车回转马达液压管路空间布置见图 3—9。

3.4 加压油缸

采用同步加压，原理见图 3—10。加压机构利用楔形块的瞬时抱紧与瞬时脱开原理加压。具体原理如下：

将四个楔形块沿圆周等距放置，并通过薄板连接到一起，与回转支撑内圈之间通过四个弹簧连接并将其支起。另外回转支撑内圈也做成楔形块与其相配合，外圈与加压油缸相连。在加压钻进时，油缸上腔进油块速推动活塞杆下移，利用弹簧的缓冲时间，两配合楔形块产生相对的滑动，瞬时抱紧，挤压钻杆，与钻具一起向下运动，从而实现加压钻进。在提钻时，加压油缸下腔进油，活塞杆向上运动，将配合楔形块瞬间脱开，利用主卷扬将钻具提起。加压油缸选用工程液压缸，结构如下图 3—11。

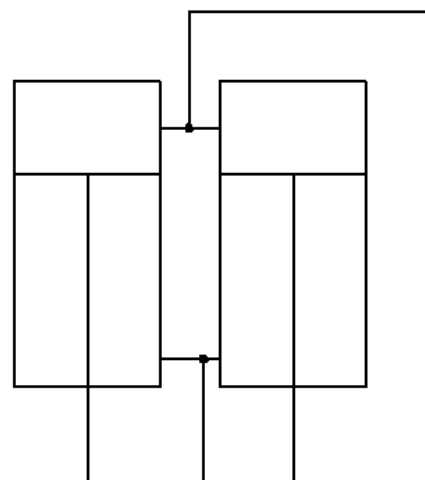


图 3—10 加压原理图

耳环联接

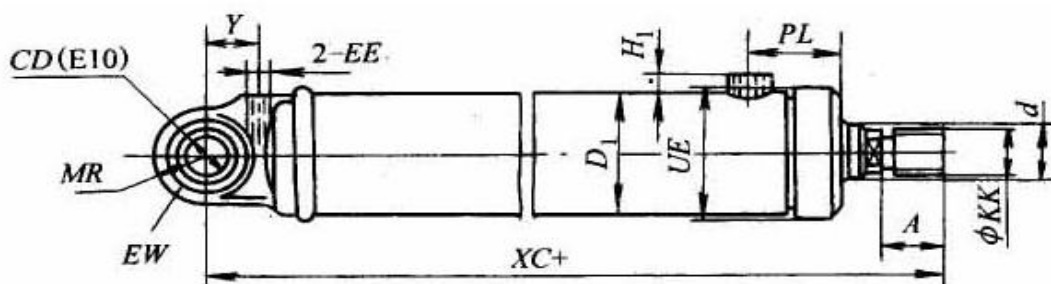


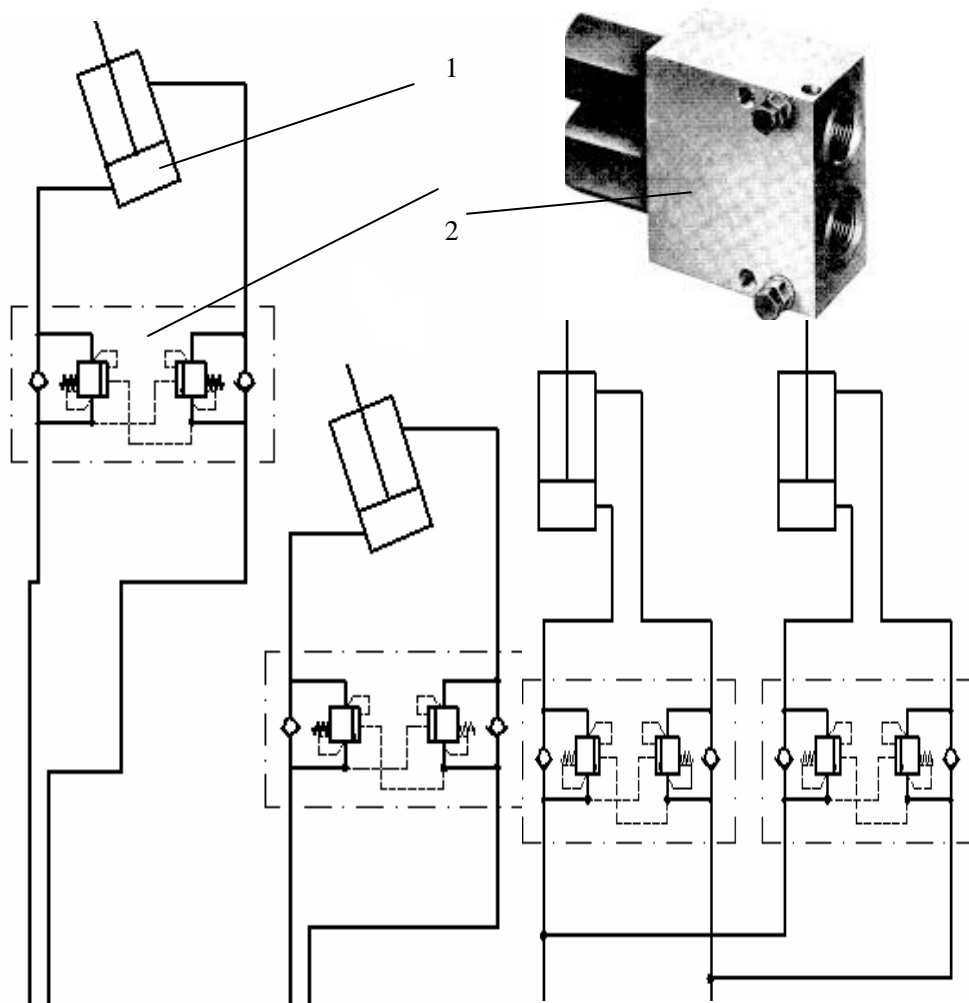
图 3—11 工程液压缸结构图

3.5 起升油缸、变幅油缸

起升油缸和变幅油缸共同用于起落桅架。

起升油缸的液压原理图见图 3—12。两个起升油缸由两块方向阀控制，可实现单独作用和同步作用。当起落桅架时需要变幅油缸同步作用；当由于地面不平或是其它原因致使桅架发生倾斜时，需要单独调整起升油缸，调整桅架的垂直度，保证钻孔精度。

在起升油缸的进、回油路中安置双向平衡阀（图 3—12、图 3—13）。作为一个副作用，当阀或阀和方向阀控制回路在平衡位置产生渗漏的部位，不允许的位移可以防止在负载方向气缸活塞事故；在起架过程中该平衡阀还可作为背压阀使用，保证起架平稳动作；此外，平衡阀可使卸油单元侧实施（回油侧）建立于装载方向和在正常钻进的回压的运动方向有关，当气缸处于停顿状态，无论是油流放电驱动侧有内泄漏方向滑动阀，也不会发生超负荷的阀后压力。



1—油缸，2—双向平衡阀

图 3—12 变幅油缸原理图

图 3—13 变幅油缸液压原理图

变幅油缸的液压原理图 3 - 13，工作原理和举升缸相似原理，两变幅油缸由相同的方向控制阀，双向平衡阀安装在各缸进油，这样能实现同步作用。同时还起到保证起架的平稳性。

起升油缸、变幅油缸液压管路布置见图 3—14。

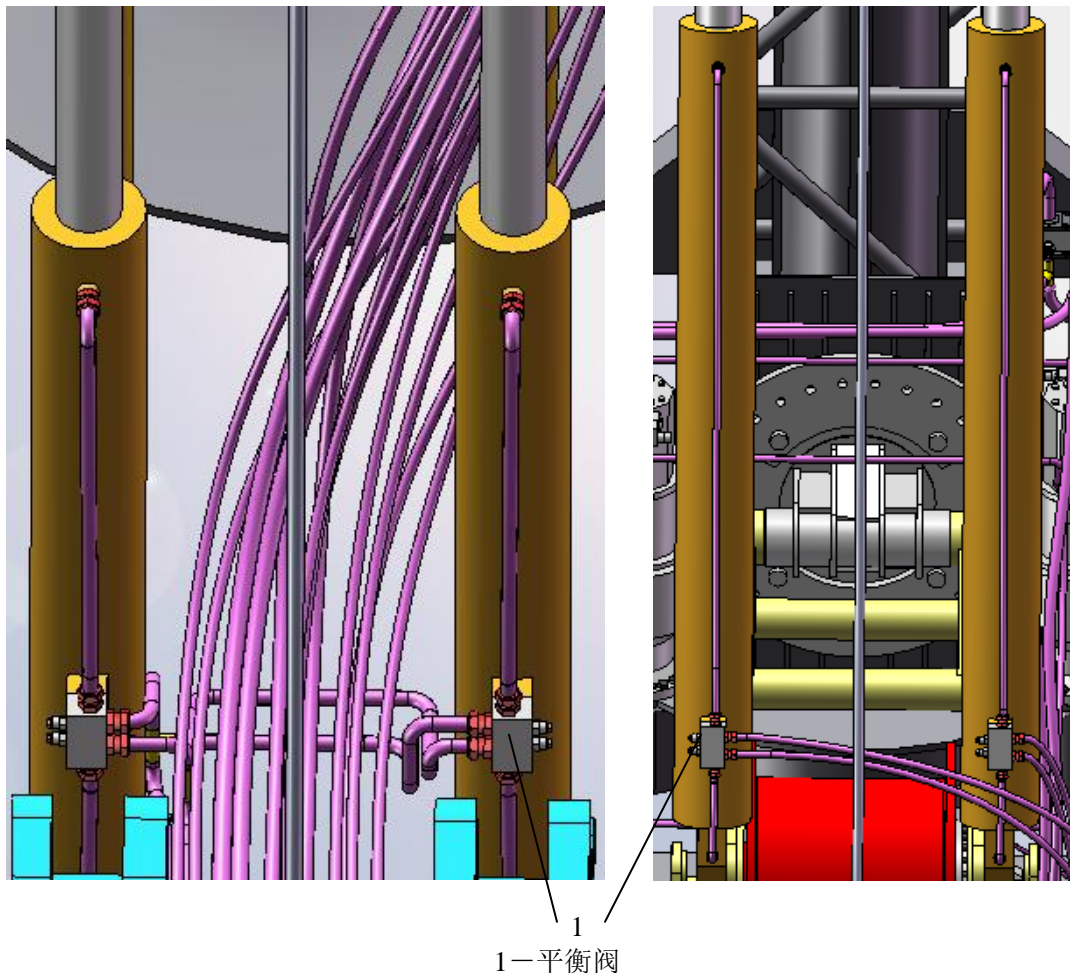


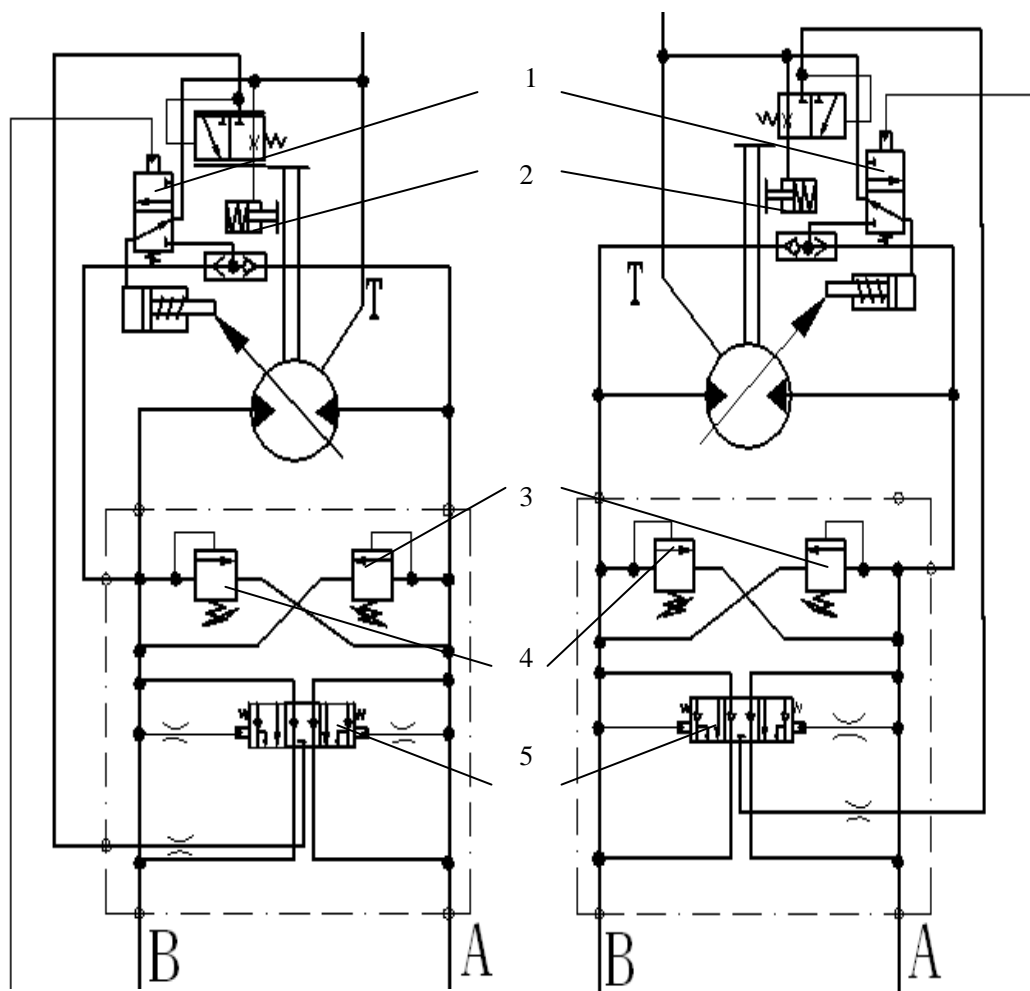
图 3—14 起升、变幅油缸液压管路空间布置图

3.6 左、右行走马达

SR200 型旋挖钻机重量 60t，是一个大型的卡特彼勒旋转钻机，在机器启动机惯性和停止过程会给液压系统带来较大的影响，因此，行走控制系统必须改进以适应这类工作状态。

行驶马达广泛应用于高速电机、行星减速器、摆线针轮减速器，和回路和液压马达控制有其特征的。图 3 - 10 所示行走电机控制电路，电机设有压力自动变速装置，当高

挂环齿轮，与手动变速器油与油，提高传输的阀门，使电机变小；如果驱动阻力增加的石油驱动的可变阀设定值时，压力上升，一个大容量低速档自动变速电机，增大扭矩。因此，电机可以改变行走阻力和自动换档。



1—变速阀，2—制动阀，3—右安全阀，4—左安全阀，5—平衡阀

图 3—10 左、右行走马达液压原理图

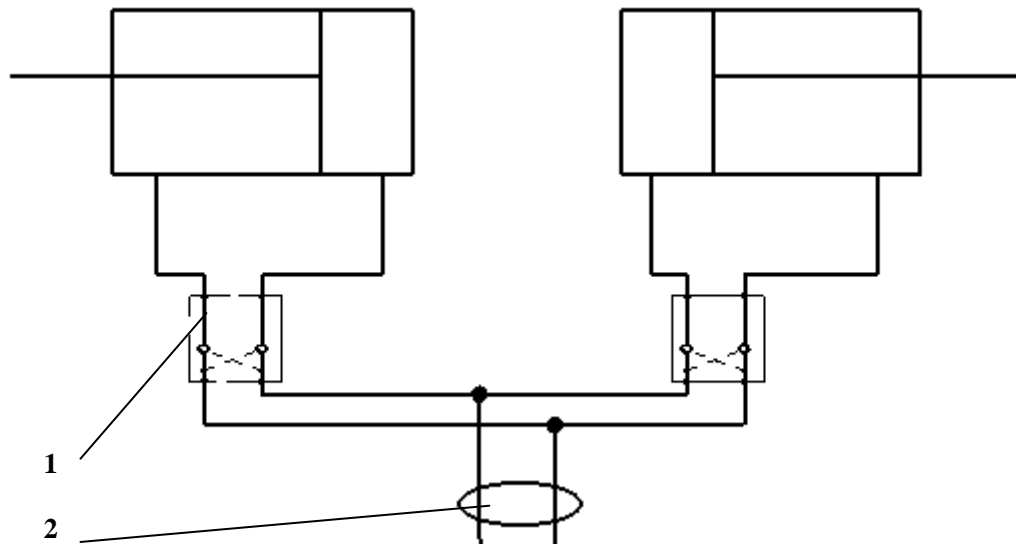
除了运动可以是可变的，电机控制阀控制，组合结构原理，分析其工作原理。

假如 A 口进油，马达转动，马达控制阀动作如下：

- (1) 开启单向阀，液压油流入马达右腔。
- (2) 液压油通过一段空白的平衡阀，和左转向，制动阀回路，使制动释放，这个动作也连接到机油回油口 B。
- (3) 假如马达超速（比如下坡时），泵还没来的及供油，则使 A 口压力减小，平衡阀在弹簧力作用下会向右移动，减小回油通道，因而限制了马达的转速。

请注意，行走电机控制阀安全阀是在图 2 中，在 3 - 8 相同的结构显示，他们开始行走和回转钻机刹车将缓冲区中发挥重要的作用。

3.7 履带展宽油缸



1—双向液压锁，2—回转接头
图 3—11 履带展宽油缸液压原理图

SR200 型旋挖钻机履带底盘采用双液压缸同步作用满足工作时展宽要求，在行走时收缩，便于行走和运输。其液压原理见图 3—11。

双向液压锁系列中，回路（也叫液控单向阀）用于与旋转接头连接，使汽车的转向机构的旋转过程中可在任意位置停止，并不会因外力移动位置，保证钻孔精度。

3.8 本章小结

本章主要介绍 SR200 型旋挖钻机液压系统的设计。针对每个部分液压元件的要求不同而采用不同的阀件组合满足施工要求。

4 液压传动系统设计与计算

4.1 设计要求

见表 4-1 SR200 旋挖钻机液压系统的设计及技术参数

表 4-1 SR200 型旋挖钻机液压设计参数表

项目	参数	项目	参数
最大输出扭矩	200KNm	最大钻孔直径	1800mm
最大钻孔深度	60m	钻孔转速	7~30r/min
最大加压力	40KN	最大起拔力	160KN
主卷扬提深力	196KN	主卷扬提升速度	72m/min
副卷扬提升力	76KN	副卷扬提升速度	79m/min
钻桅左右倾斜角度	6°	钻桅前倾斜角度	5°
钻桅后倾斜角度	15°	系统压力	35MPa
发动机功率	200KW	总质量	60t

4.2 执行元件的计算

4.2.1 动力头马达

技术参数

动力头的输出扭矩 $T=200\text{KNm}$ ，液压系统压力 $p=35\text{MPa}$ ，发动机功率 $P=200\text{KW}$ ，钻孔转速 $n=7\sim 30\text{r/min}$ 。

减速机与动力头的一对啮合齿轮计算与校核，

取 $Z_1=14$, $Z_2=68$, $m=14$ ，齿轮 1 的材料选 20CrMnTi<渗碳>，齿轮 2 的材料选 20Cr<渗碳>，根据公式

$$x_{\min} = \frac{h_a^*(Z_{\min} - Z)}{Z_{\min}} \quad (4-1)$$

得 $x_{\min}=0.17$ ，取 $x=0.4$ 经计算与校核，满足使用要求。

马达与减速机的选取

减速机根据 $T_1 = \frac{T}{2} \times \frac{Z_2}{Z_1}$ ，选 GFB 50T2 2000，如图 4—1

同时选取马达为 HMR135-02PI，如图 4—2

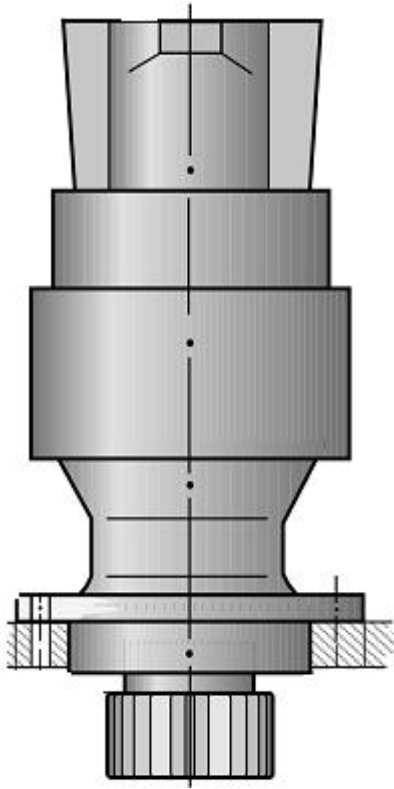


图 4—1 减速机



图 4—2 HMR135-02PI

$n_{\max}=3700\text{r/min}$ ， $T_0=907\text{Nm}$

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{3700}{30} = 123.3$$

减速机所分到的传动比 $i_1 = 24.5$ ，取 $i_1 = 32.3$ ，

经计算 $T_1 = \frac{T}{2 \times 123.3} < T_0$ ，满足使用要求。

HMR135-02PI 马达最大理论流量又称马达所需流量 q_{\max} (l/min) 由下式计算：

$$q_{\max} = V_0 n_{\max} \quad (4-2)$$

式中 V_0 ——马达理论排量 (ml/r)，

n_{ma} —— 马达的最高转速 (r/min)

得 $q_{max} = 499.5 \text{ l/min}$ 。

4.2.2 加压油缸

(1) 加压力 $F = 150 \text{ KN}$ ，初选活塞杆直径 $d = 63 \text{ mm}$ ，材料 45 钢

$$\begin{cases} F = pA \times 10^3 \\ A = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2) \end{cases} \quad (4-3)$$

得 $D = 97.1 \text{ mm}$ ，取 $D = 100 \text{ mm}$ ，经 Solidwork cosmos 分析满足使用要求，查机械设计手册选取活塞杆行程 $s = 1500 \text{ mm}$ ，缸体外径 $D' = 125 \text{ mm}$ 。

(2) 加压油缸稳定性校核。

$s > (10 \sim 15)d$ ，必须考虑杆弯曲稳定性。

由于加压油缸是垂直加压，故活塞杆受力处于轴线上，主要按下式验证：

$$F > F_k / n_k \quad (4-4)$$

式中 F_k —— 活塞杆失稳临界载荷 (N)；

n_k —— 安全系数，取 $n_k = 2 \sim 4$ 。

F_k 的计算分截面近似法和非等截面法两种。

等截面法 把活塞杆与缸体看做一个整体杆，因为细长比 $l/K = 95 \geq m\sqrt{n} = 85$ ，可按欧拉公式计算：

$$F_k = \frac{n\pi^2 EI}{l^2} \quad (4-5)$$

式中 n —— 末端条件系数；

E —— 活塞杆材料弹性模量，钢材 $E = 2.1 \times 10^{11} \text{ Pa}$ ；

I —— 活塞杆截面的转动惯量 (m^4)，实心杆， $I = \frac{\pi d^4}{64}$ (m^4)；

l —— 活塞杆计算长度；

K —— 活塞杆断面的回转半径 (m)， $K = \sqrt{\frac{I}{A}}$ (m)；

A —— 活塞杆截面积 (m^2)；

m —— 柔性系数。

得 $F_k = 3.6\text{KN}$ ，代入式（4-4）满足要求，故所选加压油缸满足设计要求。

4.2.3 起升油缸

起架工况：起升油缸与水平夹角为 9.55° ，钻杆、螺旋钻头、桅架及附件共重 16t ，油缸压力为 35MPa 。受力分析如图 4-3。

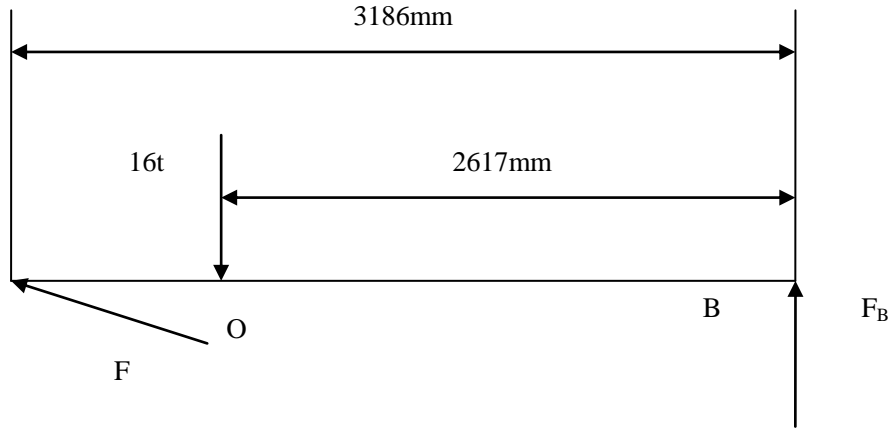


图 4-3 起升油缸与水平夹角 9.55° 时受力分析图

根据力矩平衡方程

$$\sum M_B = 0, \quad F \sin 9.55^\circ \times 3187 - 16t \times 10 \times 2617 = 0 \quad (4-6)$$

得 $F = 792\text{KN}$ ，由

$$\begin{cases} F = pA \times 10^3 \\ A = \frac{\pi}{4} D^2 \end{cases} \quad (4-7)$$

得 $F = 792\text{KN}$ ， $D = 134\text{mm}$ （两油缸），查机械设计手册选取 $D = 180\text{mm}$ ，活塞杆直径 $d = 125$ ，行程 $s = 2100\text{mm}$ 。

4.2.4 变幅油缸

计算同起升油缸，选取 $D = 160\text{mm}$ ， $d = 125\text{mm}$ ，行程 $s = 1400\text{mm}$ ，液压缸外径 $D' = 194\text{mm}$ 。

4.2.5 主卷扬马达

已知钢丝绳最大起拔力 $F = 196\text{KN}$ ，查机械设计手册选取 $1570 \sigma_b / \text{MPa}$ 纤维芯钢丝绳，直径 $d = 28\text{mm}$ ，最小破断拉力 $F = 408.7\text{KN}$ ，安全系数 $s = 2.1$ 。

取钢丝绳绕卷筒的圈数 $n=16$ ，卷筒槽距 $p=31\text{mm}$ ，卷筒长度 $L=n \times p=496\text{mm}$ ，卷筒的厚度

$$\delta \geq \frac{110p}{F_s \xi} \tag{4-8}$$

式中 F_s ——进入卷筒面的起升绳拉力；
 δ ——卷筒壁的净厚度；
 p ——绳圈的螺距， $p=31\text{mm}$ ；
 ξ ——多层卷绕时应力增加系数，取 $\xi =1.45$ 。

得 $\delta \geq 12\text{mm}$ 。查力士乐卷扬减速机，选 GFT 110 W3 – A2FE 125/61W-VZL，如表 4-2。

表 4-2 力士乐马达选型参数表

GFT 110 W3-A2FE 125/61W-VZL			马达重量：36 公斤				
传动比	i		95.8	114.8	128.6	147.2	173.9
马达排量	V_g	cm^3	125	125	125	125	125
最小停车制动力矩	T_{Br}	Nm	954	954	954	954	920
总排量	$V_{g\text{ total}}$	$\text{cm}^3/\text{rev.}$	11978	14353	16075	18404	21732
马达转速	n_1	rpm	3300	4000	4000	4000	4000
输出转速	n_2	rpm	34.4	34.8	31.1	27.2	23.0
输入流量	在 n_{max} 时 $q_{v\text{ max}}$	l/min	413	500	500	500	500
压差	Δp	bar	300	300	300	300	289
马达扭矩	$T_{1\text{ max}}$	Nm	596	596	596	596	575
输出扭矩 1)	$T_{2\text{ max}}$	Nm	57137	68465	76678	87789	100000
最大单绳拉力 2)	$F_{s\text{ max}}$	N	178554	213953	239618	274341	312500

该表引自力士乐定量马达

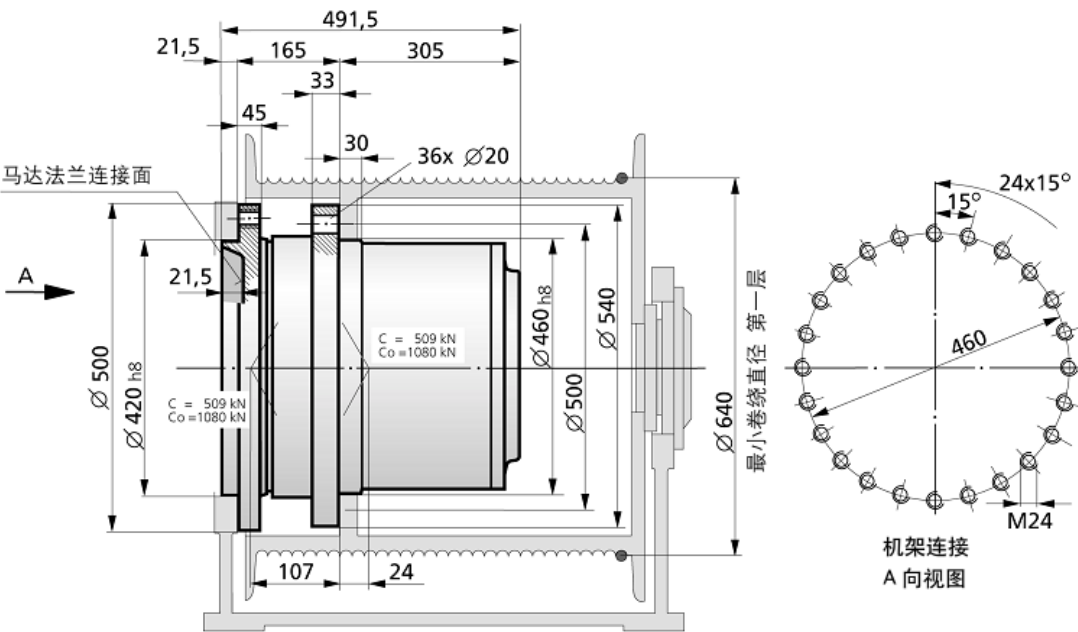


图 4-4 主卷扬减速机结构与卷筒结构图

卷扬直径 $D=640\text{mm}$ ，由

$$\pi[(D+d)+(D+3d)+(D+5d)]=109.2\text{m}\geq 100\text{m}$$

验算扭矩

$$T=196\times\frac{(D+5d)}{2}=76440\text{Nm}<76678\text{Nm}$$

转速

$$n=\frac{72\text{m/min}\times10^3}{\pi(D+3d)}=31.6$$

马达选 HMF135-02PI， $T=907\text{Nm}$ ，验算如下

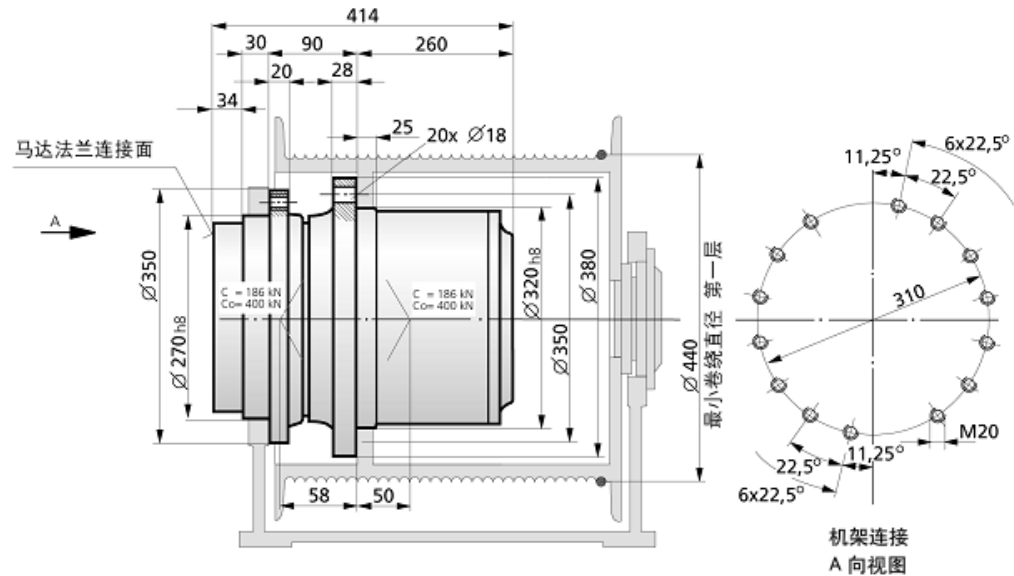
$$\frac{76440\times31.6}{3700}=652.8\text{Nm}\leq T$$

4.2.6 副卷扬马达

表 4-2 副卷扬马达选型参数表

GFT 36 W3 - A2FM 45/61W-VZB				马达重量: 13.5 公斤	
传动比	i		67.0	79.4	100.0
马达排量	V_g	cm^3	45.6	45.6	45.6
最小停车制动力矩	T_{Br}	Nm	348	348	348
总排量	$V_{g\text{ total}}$	$\text{cm}^3/\text{rev.}$	3053	3619	4561
马达转速	n_1	rpm	3800	4600	5000
输出转速	n_2	rpm	56.8	58.0	50.0
输入流量	$q_{v\text{ max}}$	l/min	173	210	228
压差	Δp	bar	300	300	300
马达扭矩	$T_{1\text{ max}}$	Nm	218	218	218
输出扭矩 1)	$T_{2\text{ max}}$	Nm	14564	17261	21756
最大单绳拉力 2)	$F_{s\text{ max}}$	N	66202	78460	98889

该表引自力士乐定量马达



副卷扬的提升力 $F=76\text{KN}$ ，提升速度 $V=79\text{m/min}$ 。

查机械设计手册，采用钢丝绳 1570 号，副卷扬减速机结构图与卷扬结构图，直径 $d=18\text{mm}$ ，

最小破断拉力 $F=168.9\text{KN}$ ，安全系数 $s=2.22$ 。

取钢丝绳绕卷筒的圈数 $n=20$ ，卷筒槽距 $p=20\text{mm}$ ，卷筒长度 $L=n \times p=400\text{mm}$ 。

查力士乐卷扬减速机，根据表 4-2，选 GFT 36 W3 - A2FM 45/61W-VZB，取 $i=79.4$ 。
减速机与卷扬结构如图 4-4。

校合，从结构图中可以得到 $D=440\text{mm}$ ，

$$\frac{76 \times \pi \frac{D+d}{2}}{i} = 688.6\text{Nm} < 17261\text{Nm}$$

钢丝绳长度

$$L = \pi(D+d)(n-3) = 24.5\text{m} > 15\text{m}$$

满足使用要求，

副卷扬马达最大理论流量又称马达所需流量 $q_{2\max}$ (m^3/s) 由下式计算：

$$q_{2\max} = V_0 n_{\max} \quad (4-9)$$

式中 V_0 ——马达理论排量 (m^3/r)；

n_{\max} ——马达的最高转速 (r/s)。

得 $q_{\max} = 8.333 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

4.3 主泵

4.3.1 计算主泵的最大供油量 Q_p

Q_p 按下式计算

$$Q_p \geq k \sum Q_{\max} \quad (4-10)$$

式中 k ——系统的泄漏修正系数，一般都是取 $k=1.1\sim 1.3$ ；

$k \sum Q_{\max}$ ——同时动作的各油缸和马达所需流量和的最大值。

假如液压系统中有蓄能器，那么泵的供油量是按照一个工作循环中的平均流量确定，即

$$Q_p \geq \frac{k \sum V_i}{T} \quad (4-11)$$

式中 T ——工作循环周期；

V_i ——循环中第 i 个阶段内的耗油量。

在加压钻进时，动力头马达、主卷扬马达以及加压油缸复合动作，由于此时主卷扬处于

浮动状态，内部组成一个闭式循环回路，故不用额外供油，只需给动力头马达和加压油缸供油，取 $k=1.2$ ，经计算得

$$Q_p = 589.6 \text{ l/min}$$

4.3.2 选择主泵规格型号

液压泵的规格型号按给定的系统压力 $P_p=35\text{MPa}$ 、计算出 Q_p 值在产品样本中选取。但是为了使液压泵工作安全可靠，要求液压泵有必须的压力储备量，即我们所选泵的额定压力应比 P_p 高出 25%~60%。泵的额定流量宜于 Q_p 相等，不宜超过太多，否则将造成功率的过大损失。选用 HPR105D—02RE1L，该泵的最大理论排量 Q_{\max} ：

$$Q_{\max} = V_0 n_{\max} \quad (4-12)$$

式中 V_0 ——泵的理论排量 (ml/r)，

n_{\max} ——泵的最高转速 (r/min)

得 $Q_{\max}=609\text{l/min}$ ，满足该液压系统的设计要求。

4.4 本章小结

本章是对 SR200 性旋挖钻机液压系统所需液压元件进行计算与选取，并校核。通过查阅液压设计手册、分析每个液压元件的具体工况进行理论计算。

5 结 论

在本次毕业设计中主要完成以下几方面工作：

1. 查阅国内、国外旋挖钻机产品资料；
2. SR200 型旋挖钻机整机方案的提出与设计；
3. SR200 型旋挖钻机液压系统原理的分析；
4. 液压元件的选取与匹配；
5. 液压管路三维空间布线设计；

本文所设计的旋挖钻机采用了全液压先导控制技术，是目前桩基础施工机械中发展速度最快的机种。本设计是基于广泛阅读，收集数据，旋挖钻机的总体设计，并结合旋转钻机液压系统的实际运行情况，分析了。

该新型旋挖钻机的行走、回转、钻具动力进给、提钻等采用了低速大扭矩马达；起架、变幅、加压等采用了带有平衡阀的液压油缸，由这些部件构成了满足新型旋挖钻机作业的基本子系统。本文通过对各厂家液压产品的认真比较选择，结合旋挖钻机的工作条件，提出了新型旋挖钻机的液压原理图和三维管路结构布置图，设计了一套重量轻，体积小，效率高，功率大，结构紧凑，传动平稳，操作方便，易于实现无级变速液压自动控制系统。

6 经济分析报告

目前，我国我国加大基础设施建设，如高层建筑、地铁车站、城市立交桥、公路及铁路桥梁、大坝基础等领域，工程建设机械市场前景愈来愈广阔。

我做设计的 SR200 型旋挖钻机液压系统设计是专门用于建设施工的专门钻机。产品的价值工程的目的在于以最低的成本，可靠地实现铲平的必要功能，从而达到用户满意，增加制造企业和用户的经济效益，将价值工程运用到工程钻机设计中，从产品的功能分析，然后分析产品成本，功能和成本进行比较，以判断产品的价值，使工程钻孔机的价格是高。

本机主要用于深基坑工程、连续墙及桥梁工程，水利工程，发展和需要，结合大直径钻孔桩的特点及地下连续墙施工，并发展为解决复杂的形成问题，硬层成孔，在设计中尽量简化结构，降低成本。

在市场前景广阔和降低成本的措施下，本设计可以达到预期的目的，具有开发价值。

致 谢

大学四年的学习即将画上句号。感谢景德镇陶瓷学院科技艺术学院，感谢这四年里各位老师对我的教导。在景德镇陶瓷学院科技艺术学院学习期间，我不仅学到了精湛的专业知识，而且树立了明确价值观和人身观。

本文是在吴南星老师的精心指导下完成的，从论文的开题，到撰写、修改、定稿每个环节都经过吴老师反复的斟酌与论证，力求精益求精。吴老师严谨细致、一丝不苟的作风将是我今后人生中学习的榜样。在这里我向吴老师表示最诚挚的感谢！

同时也要感谢乐建波师兄在设计过程中给我细心不倦的教导，帮助我顺利完成毕业设计的每一环节。

最后，要感谢伴我一起走过大学生活的同学们、朋友们。在做毕业设计的过程中他们的热诚帮助，使我能够顺利的完成毕业设计。他们丰富了我的生活，完善了我的情感，让我快乐的度过了四年的大学生活。在这里请接受我最诚挚的谢意。

参 考 文 献

- [1] 张启君. 对于开发旋挖钻机的几点看法 [J]. 徐工研究院. 工程机械. 2005. 9: 34-36.
- [2] 郭传新, 杨文军. 旋挖钻机国内外发展方向及应用前景 [J]. 北京建筑机械化研究院. 2005. 3: 28-30.
- [3] 张启君, 张忠海, 陈以田等. 国内外旋挖钻机结构特点的探讨 [J]. 工程机械. 2004. 10: 37-41.
- [4] 叶远林, 秦四成. 大型旋挖钻机专用履带底盘结构有限元分析 [J]. 建筑机械技术与管理. 2004. 11. 10: 65-68.
- [5] 吴时明. 一种先进的桥梁基础桩施工设备 [J]. 中铁第二十工程局. 工程机械. 2002. 05: 12-14.
- [6] 沈锋, 张立新. 全液压旋挖钻机系统设计与分析 [J]. 北京建筑机械化研究院. 建筑机械. 2005. 04: 78-79.
- [7] 初长祥, 刘剑. 液压挖掘机的行走马达控制 [J]. 1994—2007 .
- [8] 王达. 中国大陆科学钻探工程钻探技术论文选集 [M]. 地质出版社, 2007.
- [9] 杨平, 葛云, 汤振周. 液压、液力与气压传动技术 [M]. 科学出版社, 2007.
- [10] 杨培元, 朱福元. 液压系统设计简明手册 [M]. 机械工业出版社, 2005.
- [11] 机械设计手册编委会. 机械设计手册 2 [S]. 机械工业出版社, 2005. 3.
- [12] API Specification 11AX. Specification for subsurface Sucker rod Pumps and fittings, qth ed [J]. 1989-06.
- [13] Sun G, Kleeberger ,M. Dynamic responses of hydraulic mobile crane with consideration of the drive system .Mechanism and Machine Theory. 2003. 38(12) : 1489-1508 .
- [14] Kilicaslan S, Balkan T, Ider S K. Tipping load of mobile cranes with flexible booms .Journal of Sound and Vibration. 1999. 23(4): 645-657.