

小松挖掘机



液电控制维修手册

XIAOSONG

WAJUEJI YEDIAN KONGZHI WEIXIU SHOUCE

李波 主编



化学工业出版社

小松挖掘机 液电控制维修手册

XIAOSONG

WAJUEJI YEDIAN KONGZHI WEIXIU SHOUC

李 波 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书主要介绍了小松挖掘机液电控制系统的结构原理及故障维修,包括液压控制、电控制(主要是电脑控制为主)和诊断维修三大部分。具体分为7章:第1、2章为基本部分,分别阐述液电控制的最初发展到今天电脑控制的变化过程,总述液电控制的各种方式及具体到本书这种液电控制的特点;第二部分是该书的3~6章主体部分,重点阐述该机型各个不同时期的液电控制特点,以最新的液电控制详解分析,阐述它的功能效果,对其结构、维修特点、故障排除层层解析;第三部分是第7章,主要是解决液电控制产生的故障,如何判断、怎样检查、如何排除及故障代码。液电故障代码基本是独立系统而且全面提供在书中,便于随手查阅和及时解决故障。

本书适用于挖掘机维修人员、技术工人查阅和参考。

图书在版编目(CIP)数据

小松挖掘机液电控制维修手册/李波主编. —北京:
化学工业出版社, 2012. 10
ISBN 978-7-122-15289-3

I. ①小… II. ①李… III. ①挖掘机-液压控制-控制系统-维修-技术手册②挖掘机-计算机控制系统-维修-技术手册 IV. ①TU621.07-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 210948 号

责任编辑:张兴辉

文字编辑:孙 科

责任校对:徐贞珍

装帧设计:王晓宇

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张20½ 字数513千字 2013年2月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:78.00 元

版权所有 违者必究

前 言

当前，随着我国国民经济的快速发展，工程机械行业的技术水平有了较大提高，挖掘机也得到了飞快的发展。挖掘机由原来的全进口到目前的基本国产化，由原来的个别品牌到现在的多品牌、多种类、多型号，挖掘机的性能也由开始的机液化，发展为机、液、电一体化高科技产品。机、液、电一体化技术的应用，对挖掘机的使用、维护与修理提出了更高的要求。

目前挖掘机方面的图书已很多，但有关专门介绍挖掘机液电控制的相关知识和资料甚少；在教学和从事维修的人员中，一旦遇到液电控制系统的问题，感到很棘手；从挖掘机实际应用过程中反映出的故障来看，在很大程度上都是液电控制方面的故障，这方面的故障，不论是在新机的保修范围，还是在后期的应用阶段，液电控制的故障占有比例最多，况且当今挖掘机液电合一的程度很高，缺一不可，因此有不少人迫切渴望有关挖掘机液电控制方面的书，使维修从业人员专门而深层探究，以便熟练掌握娴熟运用，快速的解决实际故障。

由于每个挖掘机品牌都有自己独立研发的液电控制系统，使得我们必须以每个品牌的独立系统为对象加以研究。

该书对小松挖掘机的液压控制、电控制（主要是电脑控制为主）和判断维修三大部分进行论述。具体分为7章：第1、2章为基本部分，分别论述液电控制的最初发展到今天电脑控制的变化过程，总述液电控制的多种方式及具体到本书这种液电控制的特点；第二部分是该书的第3~6章主体部分，重点论述该机型各个不同时期的液电控制特点，以最新的液电控制详解分析，阐述它的功能效果，对其结构、维修特点、故障排除层层解析；第三部分是第7章，主要是解决液电控制产生的故障，如何判断、怎样检查、如何排除及故障代码。液电故障代码基本是独立系统而且全面提供在书中，便于随手查阅和及时解决故障。

本书由李波主编，李文强、李秋、朱永杰、徐文秀、马志梅等人参与编写并给予大力支持，对此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，在编写过程中难免出现不足与纰漏之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 概论	1
1.1 挖掘机液电控制的发展及应用	1
1.2 小松挖掘机结构特点及参数	5
1.2.1 小松挖掘机液压系统的特点	5
1.2.2 小松挖掘机的型号	6
1.2.3 PC200-5 型液压挖掘机结构特点	6
1.2.4 PC200-6 液压挖掘机结构特点	7
1.2.5 小松挖掘机的性能参数	9
1.3 小松液电控制的使用维护	12
1.3.1 液压控制系统的维护	12
1.3.2 电控系统的维护	14
第 2 章 液电控制系统的原理及特点	16
2.1 液电控制系统的种类	16
2.2 液电控制系统原理	17
2.2.1 中位开、闭式负荷传感流量控制系统 (OLSS、CLSS)	17
2.2.2 压力切断控制、回转转矩控制和极限负荷控制	19
2.2.3 泵调节器电子化的负荷传感功率控制系统	22
2.3 液电元件的控制原理	23
2.3.1 液压泵控制系统	23
2.3.2 控制阀控制系统	28
2.3.3 马达、油缸控制系统	32
2.3.4 发动机控制系统	35
2.3.5 整机控制系统	40
第 3 章 小松液压泵的结构原理与拆装	
维修	45
3.1 液压泵的种类和工作原理	45
3.1.1 液压泵的种类	45
3.1.2 液压泵的组成与工作原理	45
3.1.3 轴向柱塞泵的组成与工作原理	46
3.1.4 液压泵的基本性能参数	47
3.2 小松液压泵的组成与工作原理	48
3.2.1 液压泵的类型	48
3.2.2 小松液压泵的型号与工作原理	49
3.2.3 小松液压泵的组成与工作过程	50
3.3 液压泵的拆装	61
3.3.1 液压泵总成拆卸	61
3.3.2 液压泵总成安装	62
3.3.3 液压泵的分解	63
3.3.4 液压泵的组装	71
3.3.5 检查零件的配合面	82
3.4 液压泵的维修	83
3.4.1 修理柱塞泵时需要检修的主要零件及其部位	83
3.4.2 排除柱塞泵故障	84
3.4.3 柱塞泵的修理	89
3.5 液压泵的常见故障与排除	92
第 4 章 控制阀的结构原理与拆装	
维修	94
4.1 控制阀的作用和类型	94
4.2 控制阀的结构组成	99
4.2.1 主控制阀	99
4.2.2 手动操纵阀	126
4.2.3 行走操作阀	130
4.3 液压控制阀的拆装	131
4.3.1 控制阀总成的拆卸	131
4.3.2 控制阀总成的分解	135
4.3.3 控制阀总成的装配	136
4.4 液压控制阀的维修	137
4.4.1 维修内容和方法	138
4.4.2 压力阀的维修	140
4.4.3 流量阀的维修	152
4.4.4 方向阀的维修	155
4.4.5 叠加阀的维修	162
4.4.6 插装阀的维修	165
4.4.7 伺服阀的维修	170
4.4.8 比例阀的维修	172
第 5 章 液压马达、液压缸的结构原理与拆装维修	
与拆装维修	177
5.1 概述	177
5.2 回转马达	178
5.2.1 马达的结构原理	178
5.2.2 回转马达的拆装	182
5.3 行走马达	195
5.3.1 行走马达的结构原理	195
5.3.2 行走马达及其控制系统	198
5.3.3 行走马达的拆装	206
5.4 液压马达	218
5.5 液压缸	221
5.5.1 液压缸的结构组成	221
5.5.2 液压缸的拆装	225
5.5.3 液压缸的组装	226

5.5.4 液压缸的修理	227
第6章 液压辅件结构与维修	231
6.1 液压油箱和热交换器	231
6.1.1 液压油箱的结构特点	231
6.1.2 油箱结构	231
6.1.3 热交换器	233
6.1.4 滤油器	234
6.1.5 蓄能器	236
6.1.6 油管及管接头	239
6.1.7 小松 PC200-6 挖掘机中心回转 接头	240
6.1.8 密封装置	243
6.2 辅助元件与工作液	244
6.2.1 辅助元件的维修	244
6.2.2 排除过滤器故障	252
6.2.3 排除蓄能器故障	253
6.2.4 排除油冷却器的故障	255
6.2.5 排除油箱故障	257

6.2.6 排除密封漏油故障	259
6.2.7 工作液体	262
第7章 挖掘机液电控制故障诊断与 排除	267
7.1 液电系统故障的几种诊断方法	267
7.2 小松 PC200-8 液电控制系统的电脑 诊断	270
7.2.1 随机电脑的使用	270
7.2.2 故障诊断模式的操作	271
7.2.3 故障代码表	280
7.3 PC200-8 液电控制故障诊断表	283
7.4 挖掘机性能检测及标准值	305
7.4.1 PC200-8 型挖掘机相关标准值 ...	305
7.4.2 PC200-7 型挖掘机标准值	310
7.4.3 PC200-7 型挖掘机功能测试与 调整	314

第 1 章 概 论

1.1 挖掘机液电控制的发展及应用

(1) 工程机械液电控制的发展

现代工程施工要求工程机械具有：性能稳定，工作安全可靠，使用寿命长，自动化程度高，施工质量好，生产效率高，具有较好的经济性等优点；而且要求具有运行状态监测、故障自诊断及自动报警功能；达到人机性能好，有害物（噪声、废气、废液等）排放少的目的。为满足上述要求，仅依靠机械和液压技术的进步已显得力不从心，电子控制技术的发展在工程机械上的应用，为工程机械技术的发展注入了新的血液。

目前工程机械的电子（微机）控制系统主要有如下功能。

- ① 电子监控、自动报警及故障自诊断。
- ② 节能降耗，提高生产率。
- ③ 实现柴油机的控制，如电子调速器、电子油门控制装置、自动停机装置、自动升温装置等。
- ④ 提高作业精度。
- ⑤ 实现作业过程的自动化或半自动化。
- ⑥ 一些国外生产的推土机、装载机、铲运机等采用了电子控制自动变速箱，它能够根据外负荷的变化情况自动改变传动系的传动比，这不仅充分利用了发动机功率，提高了燃油经济性，而且简化了操作，降低了劳动强度。为有效防止翻车事故，提高作业的安全性，现代起重机上广泛采用了电子（微机）控制力矩限制器。为实现无人驾驶，使工程机械能在危险地带或人无法接近的点进行作业，某些国外工程机械上设置了无线遥控装置。

电子控制系统的可靠性是现代工程机械非常重要的一项性能指标。电子控制系统应能满足下列条件：能在 $-40\sim 80^{\circ}\text{C}$ 的环境温度下可靠、稳定地工作；抗老化，具有较长的使用寿命，密封性能好，能防止水分和污物的侵入，有较好的耐冲击和抗震性能；具有较强的抗干扰能力，系统能在各种干扰下可靠地工作。

工程机械种类繁多，生产企业很多，各企业生产的各种机型所配备的电气与控制装置（系统）的组成、数量及复杂程度等千差万别。各种自行式工程机械（即靠自身动力行驶的机械，如挖掘机、压路机、推土机、摊铺机等）所配备的电气与控制装置基本上可分为以下两大类。

- ① 车辆电气设备 这是各种自行式工程机械应配备的最基本的电器，通常包括以下五部分。
 - a. 电源。包括蓄电池、发电机及其调节器。
 - b. 启动机。用于启动发动机。
 - c. 点火系。用于汽油机，功能是产生电火花，点燃汽缸中的可燃混合气。
 - d. 照明及信号设备。包括各种照明和信号灯以及电喇叭、蜂鸣器等，用以保证行驶和施工的人机安全。
 - e. 仪表。包括燃油表、机油压力表、水温表、发动机转速表等，用来监视发动机和其他装置的工作情况。

② 电子（微机）控制装置 例如：挖掘机的电子功率优化系统；摊铺机的自动找平装置及供料自控装置；装载机、铲运机变速箱的电子控制装置等。用于实现各种控制功能。

工程机械的电气设备通常具有以下特点。

① 低电压 额定电压一般为 12V 或 24V，有些工程机械两种电压共存，以便向不同额定电压的电器供电。

② 直流电系统 这主要是考虑到向蓄电池充电必须是直流电源。

③ 单线制 即从电源到备用用电设备只用一根导线连接，而用机架、发动机等金属机体作为另一公共导线。采用单线制的优点是节省导线、线路清晰、安装和检修方便。采用单线制时，蓄电池的一个电极须接到此公共导线上，俗称搭铁。若蓄电池的负极接公共导线，就称之为负极搭铁，反之则称为正极搭铁。我国规定工程机械为负极搭铁，国外工程机械通常也为负极搭铁。

（2）挖掘机液电控制的发展

近些年机、电、液在挖掘机上的发展应用主要体现在以下方面。

① 结构紧凑、机动灵活、零部件少、成本低、工作重量轻、生产能力高、挖掘高度大；下挖准确，具有良好的选择性能；功能多样，完成装载作用后可以迅速转化为辅助作业，可自行清理场地，保持工地平整。

② 中小型液压挖掘机通用性强，既可以进行强力挖掘作业，也可以完成地表平整等轻巧作业，近年来还发展到装有碎石器进行建筑物拆除和大块矿岩破碎等作业；用途广泛，依靠人-机系统操纵和控制，使发动机功率最大限度地灵活运用，从而发挥机器的强大作业力，快速作业，且操作轻巧。

③ 产品规格以中小型为主，逐渐向微型化发展，同时兼顾发展大斗容、大功率液压挖掘机。例如在日本，由于缺乏劳动力，为降低施工成本而大力发展微型液压挖掘机，它们可在环境狭窄、恶劣施工条件下代替人工劳动。随着矿山开采的大型化，在欧洲发展了一批大型液压挖掘机。德国马克公司 625t 的 H485 型、O&K 公司 520t 的 RH300 型、利勃海尔公司 530t 的 R996 型和日本神户公司 420t 的 SMEC4500 型等液压挖掘机均可以与载重 170~214t 矿用汽车配套。

④ 应用微电子技术，实现机液电一体化和智能化。以液压挖掘机为主体，传感检测、信息处理、执行机构和接口等部分组合在一起，用微机和检测装置进行记录、优选和显示挖掘机系统重要参数，自动调节功率分配，节省燃料、减少磨损、提高效率 and 可靠性。液压挖掘机智能化的最终结果是机器人化，甚至实现无人操纵或遥控，以便在人们无法接近的危险条件下作业。目前国外各制造公司竞相研制智能化的液压挖掘机，可获得巨大的经济效益和社会效益。

⑤ 改善司机工作环境，不断提高操作舒适性。设有全封闭防噪声、隔灰尘的驾驶室，与车架的连接采用抗振橡胶垫块，提高耐振性能和舒适性，使工作噪声降到 80dB 以下。室内色彩协调、温度适宜、视野开阔、弹性座椅可调、自动化操作省力。装有可靠的驾驶室翻转支撑机构，给维修带来极大的方便并大大提高安全性能。

目前挖掘机正向着自动化、智能化方向发展。图 1-1 是大型液压挖掘机的发动机-液压泵的电子控制系统实例。该系统的电子调速机构由目标转速的节流传感器、检测输出转速的调节传感器、操纵喷油泵控制齿条的调速执行元件及电子调速控制器等构成。这种场合有两台主泵，控制流量的调节器用的是比例电磁阀，根据液压控制器的指令可对主泵的输入转矩进行控制。该系统是通过速度偏差 ΔN 来控制泵的输入转矩的。

以上是液压挖掘机采用机电液一体化技术对发动机与泵的控制的较详细的实例，在其他许多方面如电子控制自动变速、自动报警、电子监控的故障预测等方面也广泛应用了机电一

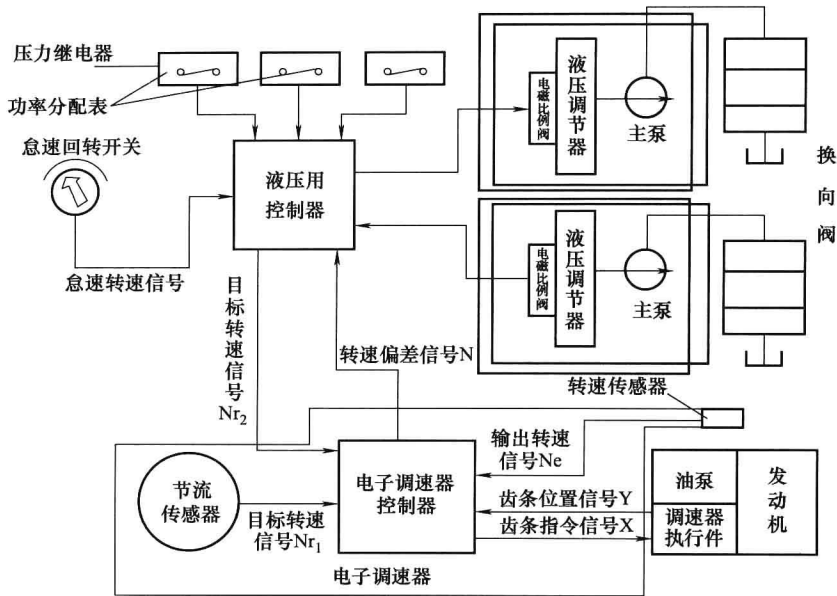


图 1-1 大型液压挖掘机的发动机-液压泵的电子控制系统

体化技术。液压挖掘机将会是具备完善的控制系统的高度自动化和智能化的机器人。图 1-2 是液压挖掘机控制系统。

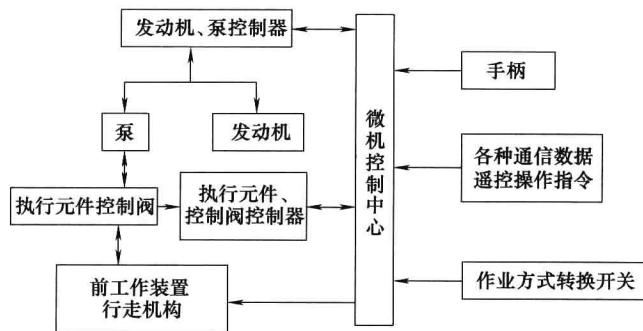


图 1-2 液压挖掘机控制系统

(3) 小松挖掘机液电控制的发展

小松液压挖掘机控制系统是对发动机、液压泵、多路换向阀和执行元件（液压缸、液压马达）等构成的动力系统进行控制的系统。按控制功能，可分为位置控制系统、速度控制系统和力（或压力）控制系统；按控制元件，可分为发动机控制系统、液压泵控制系统、多路换向阀控制系统、执行元件控制系统和整机控制系统。

目前，小松液压挖掘机控制系统已发展到复合控制系统。

① 发动机的控制系统 由柴油机的外形特性曲线可知，柴油机是近似的恒转矩调节，其输出功率的变化表现为转速的变化，但输出转矩基本不变化。油门开度增加（或减小），柴油机输出功率就增加（或减小），由于输出转矩基本不变，所以柴油机转速也增加（或减小），即不同的油门开度对应着不同的柴油机转速。由此可见，对柴油机控制的目的是，通过对油门开度的控制来实现柴油机转速的调节。

目前应用在液压挖掘机柴油机上的控制装置有电子功率优化系统、自动怠速装置、电子调速器、电子油门控制系统等。

② 液压泵控制系统 对液压泵的控制都是通过调节其变量摆角来实现的。根据控制形式的不同,可分为功率控制系统、流量控制系统和组合控制系统三大类。其中功率控制系统有恒功率控制、总功率控制、压力切断控制和变功率控制等;流量控制系统有手动流量控制、正流量控制、负流量控制、最大流量二段控制、负荷传感控制和电气流量控制等;组合控制系统是功率控制和流量控制的组合控制,在液压控制机上应用最多。

③ 液压控制阀控制系统

a. 先导型控制系统。换向控制阀的控制形式有直动型(用手柄直接操纵换向阀主阀芯,目前少用)和先导型两种。后者是用先导阀控制先导油液,再用先导油液控制换向阀的主阀芯,它又分为机液先导型和电液先导型两类。

b. 负荷传感控制系统。阀控系统实质上是节流式系统。在液压挖掘机上,目前常用的是一般的三位六通多路阀,其滑阀的微调性能和复合操作性能差。20世纪90年代以来,在液压挖掘机上开始采用负荷传感控制系统,其控制阀不论是中位开式方式还是中位闭式方式,都附带有压力补偿阀。

采用电子控制压力补偿的液压挖掘机液压系统与传统的液压系统比较,负荷传感控制系统的主要优点如下。

- 节省能源消耗。普通三位六通换向阀无论采用定量泵还是变量泵,总要有一部分油液经溢流阀溢掉,浪费了能量。而使用负荷传感变量系统,泵的流量全部用于负载上,泵的壓力仅比负荷压力大1~3MPa。

- 流量控制精度高,不受负荷压力变化的影响。

- 几个执行元件可以同步运动或以某种速比运动,且互不干扰。普通三位六通阀系统用的是并联油路,当几个执行元件同时动作时,泵输出的油液首先流向压力低的执行元件,不能同步。

- 完全负荷传感控制系统由负荷传感控制阀和负荷传感控制变量泵组成。

上述的负荷传感控制阀只解决了滑阀的微调性能和复合操作性能,而没有解决节省能源问题。定量泵和负荷传感控制阀的系统也没有节省能源消耗,因为泵所输出的流量超过执行元件(液压缸和液压马达)所需要的流量,多余的油液经压力补偿阀流回油箱(为保持压差恒定)变为热能。只有完全负荷传感控制系统才能解决节省能源问题。

带次级压力补偿阀的负荷传感系统有德国力士乐公司、日本小松等、在其生产的液压挖掘机上设置了负荷传感分流器系统,其主要作用是:当多个执行元件同时工作、所需的流量大于液压泵的流量时,会产生供油不足的现象,就不能使正在工作的执行元件与负载压力无关的控制得到保证。该系统能保证在供油不足时所有执行元件的工作速度按正比例下降,以获得与负载压力无关的控制。

④ 执行元件控制系统

a. 行走自动二速系统。只有在行走速度转换开关处于二速位置时才具有此功能。此时,其信号使行走二速电磁阀换向;与此同时,通过二速用伺服缸使行走马达处于二速位置,挖掘机可高速行走。

另外,控制选择阀还受行走压力的作用,在上坡等负载大的时候,控制选择阀向一速的一侧换向;二速用伺服缸控制油压卸荷,使行走马达自动向一速位置转换,驱动力增大。

挖掘机在平地上行走及下坡行走等工况时,行走阻力变小,控制选择阀再换向,对二速用伺服缸作用,行走马达自动又回到二速位置上,使挖掘机高速行走。

b. 转台回转摇晃防止机构。转台回转摇晃防止机构是挖掘机转台回转停止后消除其摇晃的机构,其工作原理是回转马达停止运转的过程中,反转防止阀两侧受卸荷压力作用,弹簧压缩。由于左、右压力相等,反转防止阀不能换向。

c. 工作装置控制系统。液压挖掘机的液压系统中有六个执行元件——左、右行走马达，转台回转马达，动臂液压缸，斗杆液压缸，铲斗液压缸。为了提高挖掘机的生产率和节省能源消耗，在挖掘机的挖掘装载过程中，需要回转马达和三种液压缸协调动作，即工作装置控制系统应具备如下三项功能。

- 挖掘机控制功能。铲斗沿水平面或与水平面成一定角度的直线运动，圆弧运动；任意轨迹运动。

- 装载控制功能。完成满斗提升、回转和卸载。在这一过程中要求铲斗相对于地平面保持开始提升时的角度，以防止铲斗内物料在提升过程中撒落。

- 复位控制功能。卸载后通过动臂、斗杆、铲斗和回转四个动作的联动，使铲斗恢复到开始挖掘的位置。

(4) 液电控制系统的基本要求

液压挖掘机的动作复杂，主要机构经常启动、制动、换向，负载变化大，冲击和振动频繁，而且野外作业，温度和地理位置变化大，因此根据挖掘机的工作特点和环境特点，液压系统应满足如下要求。

- ① 要保证挖掘机动臂、斗杆和铲斗可以各自单独动作，也可以互相配合实现复合动作。

- ② 工作装置的动作和转台的回转既能单独进行，又能作复合动作，以提高挖掘机的生产率。

- ③ 履带式挖掘机的左、右履带分别驱动，使挖掘机行走方便、转向灵活，并且可就地转向，以提高挖掘机的灵活性。

- ④ 保证挖掘机的一切动作可逆，且无级变速。

- ⑤ 保证挖掘机工作安全可靠，且各执行元件（液压缸、液压马达等）有良好的过载保护；回转机构和行走装置有可靠的制动和限速；防止动臂因自重而快速下降和整机超速溜坡。

为此，液压系统应做到如下几点。

- ① 有高的传动效率，以充分发挥发动机的动力性和燃料使用经济性。

- ② 液压系统和液压元件在负载变化大、急剧的振动冲击作用下，具有足够的可靠性。

- ③ 设置轻便耐振的冷却器，减少系统总发热量，使主机持续工作时的液压油温不超过80℃，或温升不超过45℃。

- ④ 由于挖掘机作业现场尘土多，液压油容易被污染，因此液压系统的密封性能要好，液压元件对油液污染的敏感性低，整个液压系统要设置滤油器和防尘装置。

- ⑤ 采用液压或电液伺服操纵装置，以便挖掘机设置自动控制系统，进而提高挖掘机技术性能和减轻驾驶员的劳动强度。按液压泵特性，液压挖掘机采用的液压系统大致上有定量系统、变量系统和定量、变量复合系统三种类型。

1.2 小松挖掘机结构特点及参数

1.2.1 小松挖掘机液压系统的特点

小松液压挖掘机具有多种机构：行走、回转、动臂、斗杆和铲斗等，多自由度，液压作用元件数量多，要求实现的动作很复杂，对液压系统提出了很高的要求。

- ① 操纵控制性能要求高，各作用元件的调速性要好，精细作业要求微动，高生产率要求快速动作，调速范围要求广，作业阻力变化大，各种不同作业工况所需功率变化范围大。

- ② 挖掘机作业需各液压作用元件单独动作，但更多情况下要求各作用元件互相配合实现复合动作，而且动臂、斗杆、铲斗、回转和行走之间几乎都要复合动作，复合动作范围广，形式多样复杂，同时要求复合动作时有良好的复合操纵性能，能合理地分配共同动作时

各液压作用元件的流量和功率。为了实现这些要求液压系统必须采用各种措施，因此液压系统很复杂。

③ 挖掘机作为生产设备，工作时间长，能量消耗大，要求液压系统效率高，节能降低能耗和排放，使总发热量小，液压油温不要太高，因此对各液压元件和管路都要求降低能耗。在液压系统中要充分考虑节能措施。

④ 提高挖掘机生产效率很重要，液压系统要考虑能与发动机很好匹配，能充分利用发动机全功率。

⑤ 挖掘机工作条件恶劣，载荷变化剧烈，冲击振动大，对各液压元件的可靠性和耐久性有很高的要求。

图 1-3 为小松挖掘机机电液系统示意图。

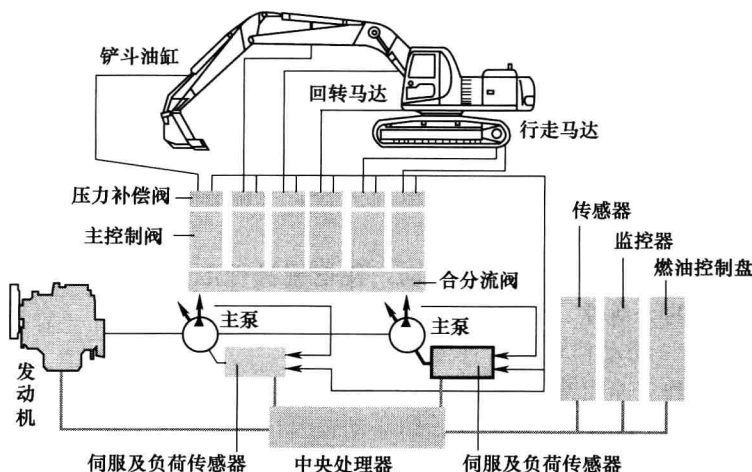


图 1-3 小松挖掘机机电液系统示意

1.2.2 小松挖掘机的型号

小松挖掘机发展到目前，从形式上有八种，从代段上称-5 为 5 代机；-6、-7 为 6、7 代机；-8 为 8 代机，在小松这几代挖掘机里，-5、-6 这两代区别比较大，而-7、-8 是在-6 的液控基础上改进的。小松型号的表示如图 1-4 所示。

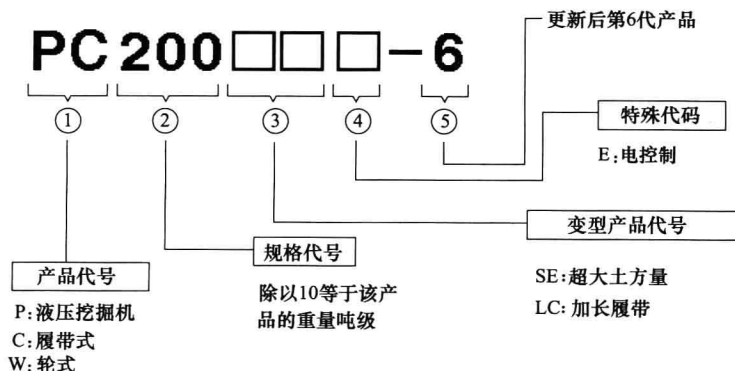


图 1-4 小松型号的表示

1.2.3 PC200-5 型液压挖掘机结构特点

PC200-5、PC300-5、PC400-5 型履带式液压挖掘机是日本小松（KOMATSU）制作所

制造的反铲挖掘机，斗容量分别为 0.8m^3 、 1.2m^3 、 1.6m^3 ，工作装置的各部分运动、履带行走、上部回转均为液压驱动；发动机采用四行程、直列、水冷、直喷式、带有涡轮增压器的柴油机。PC200-5 型挖掘机发动机额定功率为 147kW （额定转速为 1800r/min ）；液压系统由两台变量柱塞泵驱动，另外一台齿轮泵为先导控制系统提供压力油。

（1）结构特点

小松 PC200-5 挖掘机的行走装置采用履带式，采用高速液压马达驱动，减速装置由两级行星齿轮减速箱组成。

回转支承采用单排滚珠式支承，PC200-5 型挖掘机回转支承的减速比为 $110/15 = 7.333$ ，PC300-5 型挖掘机回转支承的减速比为 $90/13 = 6.923$ ，PC400-5 型挖掘机回转支承的减速比为 $84/13 = 6.462$ ；回转装置采用高速液压马达驱动，减速装置由一级直齿轮和一级行星齿轮组成，PC300-5 型挖掘机减速装置的减速比为 $63/17 \times (79+14)/14 = 24.618$ ，PC400-5 型挖掘机减速装置的减速比为 $86/16 \times (84+15)/15 = 35.475$ 。

（2）传动系统

双联轴向柱塞泵由发动机驱动，向液压系统提供压力油，如图 1-5 所示。

（3）液压系统

PC200-5、PC300-5、PC400-5 型挖掘机液压系统为开式中心负荷传感系统（OLSS），该系统是以控制斜盘式变量柱塞泵斜盘角度（输出流量）的方法，减少发动机的功率输出，从而减少燃油消耗的节能系统。图 1-6 为开式中心负荷传感系统框图。

开式中心负荷传感系统（OLSS）液压特点：①定转矩控制，维持油泵驱动转矩不变；②截断控制，减少作业时的卸荷损失；③油量控制，减少空挡和微调控制时油泵的输出流量，减少功率损失。

组成：①OLSS 由液压油泵系统、操作阀和工作装置用油缸等执行元件组成；②液压油泵系统由液压泵（两个）、辅助泵扭变控制阀、截断阀、反向控制阀、伺服阀构成。

1.2.4 PC200-6 液压挖掘机结构特点

（1）主要技术参数

PC200-6 型履带式液压挖掘机是日本小松（KOMATSU）制作所制造的，该机的反铲斗容量为 0.8m^3 。发动机采用小松 S6D102E-1-A 型四冲程、直列、立式、水冷、直喷式、带有涡轮增压器的柴油机，额定功率为 96kW （ 2000r/min ）。

PC200-6 型挖掘机主要技术参数如表 1-1 所示。

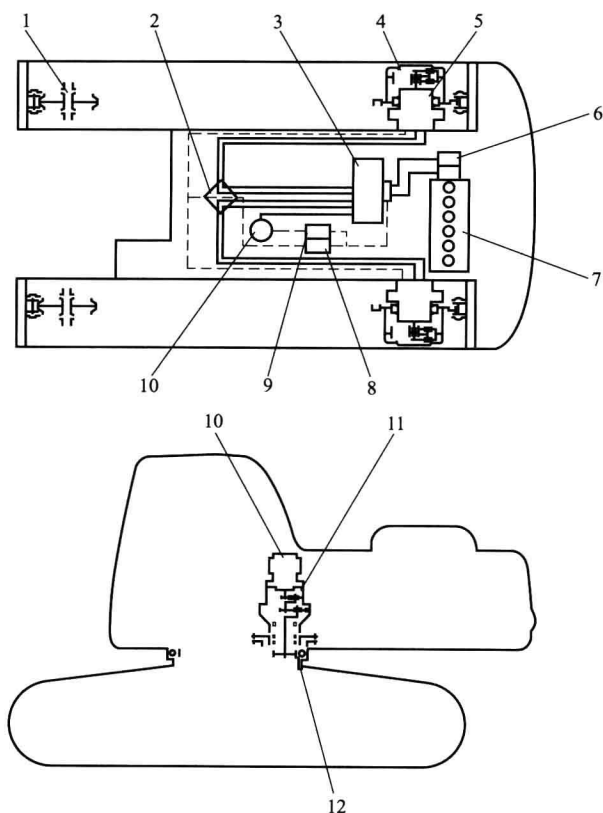


图 1-5 液压传动图

- 1—引导轮；2—中心回转接头；3—控制阀；4—终传动；
5—行走马达（HVM110-2）；6—液压泵（HPV95+95）；
7—发动机 [S(A) 6D102E-1]；8—行走速度电磁阀；9—回转
制动电磁阀；10—回转马达（KMF90ABE-3）；
11—回转机构；12—回转支承

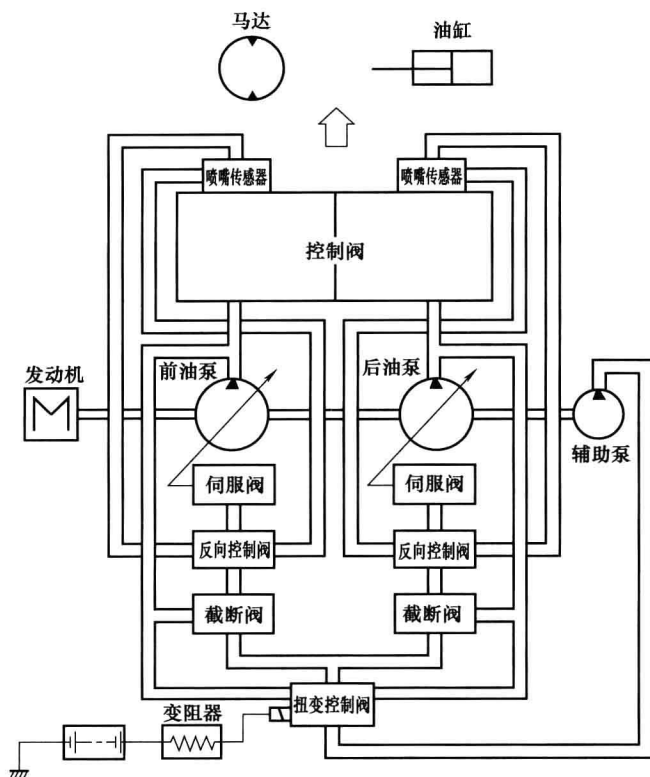


图 1-6 开式中心负荷传感系统 (OLSS) 框图

表 1-1 PC200-6 主挖掘机主要技术参数

项 目	技 术 参 数	项 目	技 术 参 数
斗容量/ m^3	0.8	回转速度/ (r/min)	12.4
整机自重/t	18.9	行驶速度/ (km/h)	3.8
发动机功率/转速/ $[\text{kW}/(\text{r}/\text{min})]$	96/2000	爬坡能力/ $(^\circ)$	35
极大挖掘深度/m	6.62	接地比压/ kPa	43.3
最大挖掘半径/in	9.875	全长/m	9.425
最大挖掘高度/m	9.305	全宽/m	2.8
最大卸载高度/m	6.475	全高/m	2.97
最大挖掘力/kN	112	轴距/m	3.27
液压泵形式	HPV95+95, 轴向柱塞泵	轨距/m	2.2
液压泵流量/ (L/min)	206×2		

(2) 反铲结构特点

反铲工作装置的动臂采用整体式动臂，铲斗油缸通过摇杆、连杆与铲斗铰接，并与斗杆组成六连杆机构。

行走装置采用履带式，由行走架、四轮一带以及张紧装置组成。行走架为整体式，履带采用组合式，可根据不同使用情况更换履带板。张紧装置采用液压张紧，托轮有两个，支重轮有七个。传动方式采用高速液压马达驱动，通过一对直齿轮和摆线针轮行星齿轮传动的减速器，驱动履带的驱动轮。

行走机构的制动器采用摩擦片常闭式制动器，平时用弹簧力制动，工作时靠分流油压释放制动器。

回转装置由转台、回转支承和回转机构组成。回转支承采用单排滚珠式支承，减速比为

110/1527.33；回转机构采用高速液压马达驱动，通过两级行星齿轮传动的减速器带动回转小齿轮绕回转支承上的固定齿圈转动，减速比为 $(22+101)/22 \times (27+101)/27 = 26.505$ 。

(3) 传动系统

双联轴向柱塞泵由发动机驱动，向液压系统提供压力油。工作装置的各种运动、履带行走、上车回转均为液压驱动，如图 1-5 所示。

(4) 液压系统

PC200-6 型挖掘机液压系统为闭式中心负荷传感系统 (CLSS)，CLSS 是以控制斜盘式变量柱塞泵斜盘角度的方法，减少功率消耗的节能系统。图 1-7 为闭式中心负荷传感系统框图。

特点：①该装置具有不受负荷影响的精密控制性能，即使在精密控制时也能实现挖掘机的操纵性能；②在复合操作时，具有依照滑阀的开口面积决定流量分配性能的复合操作性；③通过对变量泵控制，实现节能。

组成：①CLSS 由主泵（两个泵）、操作阀和工作装置用油缸等执行元件构成；②主泵由液压泵、PC 阀、LS 阀构成。

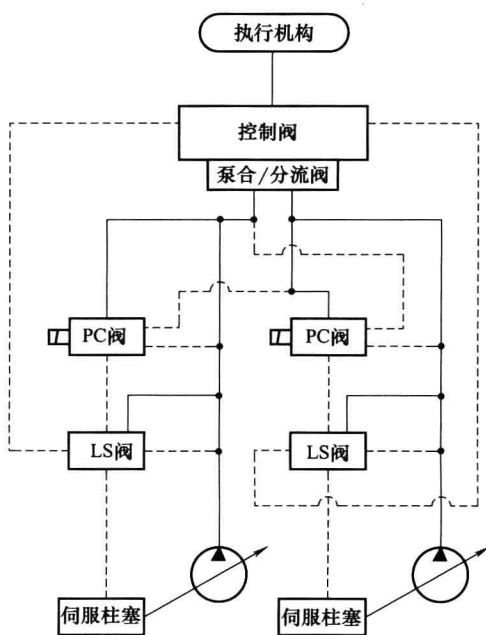


图 1-7 闭式中心负荷传感系统 (CLSS) 框图

1.2.5 小松挖掘机的性能参数

液压挖掘机的基本参数包括整机质量、斗容量、发动机功率、液压系统形式、液压系统的工作压力、行走机构的行走速度和爬坡能力、作业循环时间、最大挖掘力、最大挖掘半径、最大卸载高度和最大挖掘深度等，其中整机质量、斗容量和发动机功率为液压挖掘机的主要参数。

(1) 整机主要性能参数的含义

① 整机质量 指机体配备标准反铲或正铲（工作装置），充足燃油、液压油、润滑油、冷却系统液体、外部随机工具和司机 1 人的工作质量，计算单位为吨。整机质量是指整机处于工作状态下的质量。大型液压挖掘机在运输时，往往拆下工作装置，甚至拆去司机室和机棚，以减少运输高度。

② 标准斗容量 指挖掘容重为 1800kg/m^3 的土壤时，代表该挖掘机等级的一种铲斗堆积容量，计算单位为立方米，根据不同用途，有多种形式的铲斗，但其基本形式只有两种，即正铲斗和反铲斗。我国液压挖掘机铲斗容量是按国家标准《液压挖掘机铲斗容量标定》的规定，按铲斗内壁尺寸计算的平装斗容量和堆积部分的体积之和，平装斗容量和堆积部分的分界面称为标定面，标定面可能是平面，也可能是曲面，标定面的位置在国家标准中有详细规定。

③ 发动机功率 指发动机的额定功率（12）小时工作，即在给定转速和标准状况下，除本身及全部附件（包括风扇、水箱、空气滤清器、消声器、发电机、空压机等）消耗以外的净功率，计量单位为千瓦（kW）。整机主要部件性能参数见表 1-2。

④ 液压系统形式 主要指液压挖掘机选用的工作油泵形式，若选用的工作液压泵（主油泵）是定量泵，则该机液压系统形式为定量形式；若选用变量泵，则该机液压系统形式为变量形式。

⑤ 液压系统的压力 指主油路安全阀的溢流压力，即液压系统压力，计量单位为“兆帕”（MPa）。

表 1-2 整机主要部件性能参数

部件性能		型号	PC200-6	PC220-6
发动机	型号		S6D102E-1	S(A)6D102E-1
	额定功率/转速		135kW/2000r/min	160kW/2100r/min
	最大转矩		57N·m/1350r/min	63N·m/1400r/min
	最高空转转速		(2200±60)r/min	(2300±60)r/min
	最低怠速		(1000±25)r/min	
	最低燃油消耗率		160g/kW·h	
主泵	型号:柱塞变量泵		HPV95+95	
	流量		216×2L/min	
	设定压力		355kgf/cm²	
行走马达			GM35VL	
回转马达			KMF90ABE-3	
主控制阀			六联滑阀、先导压力控制	

(2) 作业参数

PC200-6 作业性能参数如图 1-8 所示。

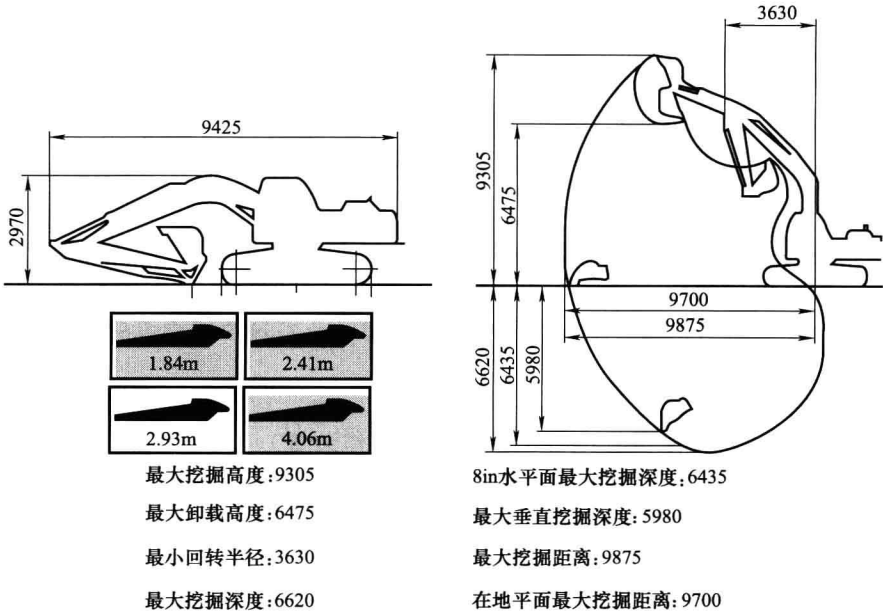


图 1-8 PC200-6 作业性能参数（单位：mm）

挖掘机的挖掘轨迹作业范围：采用动臂油缸工作进行挖掘时，铲斗的挖掘轨迹以动臂下铰点为中心，斗齿尖至该铰点的距离为半径而作的弧线，其极限挖掘高度和挖掘深度（不是最大挖掘深度）即弧线之起、终点，分别决定动臂的最大上倾角和下倾角（动臂对水平线的夹角），也即决定动臂油缸的行程。这种挖掘方式所需挖掘时间长，且稳定条件限制挖掘力的发挥，实际工作中基本上不采用。当仅以斗杆油缸工作进行挖掘时，铲斗的挖掘轨迹是以动臂与斗杆的铰点为中心，斗齿尖至该铰点的距离为半径所作的弧线，同样，弧线的长度与包角决定斗杆油缸的行程。当动臂位于最大下倾角并以斗杆油缸进行挖掘工作时，可以得到在最大的挖掘深度尺寸，并且也有较大挖掘行程在较坚硬的土质条件下工作时，能够保证装满铲斗，故在实际工作中常以斗杆油缸工作进行挖掘。

当液压挖掘机反铲装置的结构形式及结构尺寸已定（包括动臂、斗杆、铲斗尺寸，铰点

位置、相对的允许转角或各油缸的行程等),即可用作图法求得挖掘机挖掘轨迹的包络图,即挖掘机在任一正常工作位置时,所能控制到的工作范围。图中各控制尺寸即液压挖掘机的工作尺寸。反铲装置主要的工作尺寸为最大挖掘深度和最大挖掘半径,包括图中可能有部分区间靠近甚至深入到挖掘机点底下,这一范围的土层虽能挖到,但可能引起土层崩塌而影响机械稳定和安全工作,除有条件的挖沟作业外,一般不可使用。有的在挖掘机工作尺寸图上标明有效工作范围,或以虚线标明此段挖掘轨迹。

① 爬坡能力 挖掘机以最大油门进行爬坡,直至发动机最大功率输出或轮胎、履带滑移为止,最后折算出的最大爬坡角度或百分比,称之为该机爬坡能力。

② 接地比压 指履带式挖掘机整机重量与履带接地面积之比,或轮胎式挖掘机的轮荷与其接地面积之比,计量单位为 MPa。如图 1-9 所示。

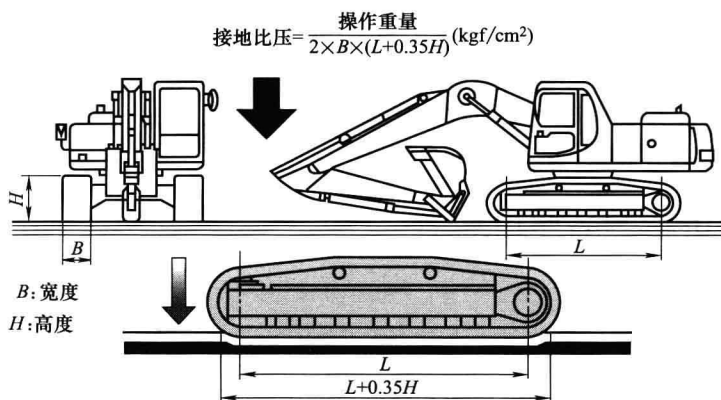


图 1-9 接地比压

③ 循环作业时间 指挖掘按一定的回转角度 (90° , 180°) 完成挖掘→提升→回转→卸载→回到开始挖掘的位置的整个循环所需用的时间为作业循环时间,计量单位为 s。

④ 最大挖掘半径 在挖掘机纵向中心平面上,铲斗齿尖距机器回转中心的最大距离,如图 1-10 的 RR_1 ,计量单位为 m。

⑤ 停机面最大挖掘半径 指在停机面上,从回转中心到工作装置铲斗斗齿尖端的最远距离,如图 1-10 中的 RR_2 ,计量单位为 m。

⑥ 最大挖掘深度时的半径 指从回转中心线到工作装置斗齿尖所能达到的最深点之间的水平距离,如图 1-10 中的 RR_3 ,计量单位为 m。

⑦ 停机面最小挖掘半径 指在停机面上,从回转中心到工作装置铲斗齿尖端的最近点距离,如图 1-10 的 RR_4 ,计量单位为 m。

⑧ 最大卸载高度时的半径 指当动臂、斗杆处于最高位置时,从回转中心到工作装置铲斗齿尖所通过的轨迹最低点的水平距离,如图 1-10 中的 RR_5 ,计量单位为 m。

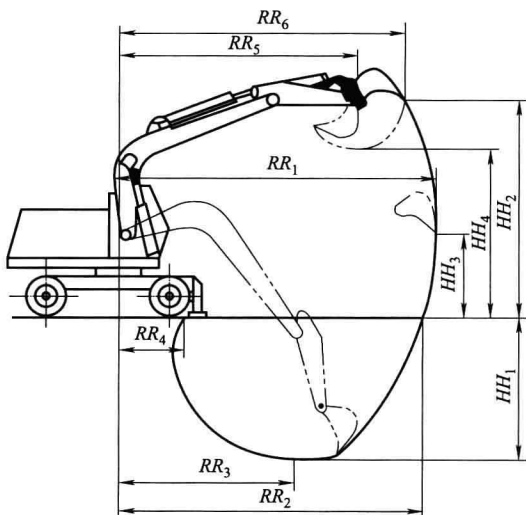


图 1-10 反铲(工作装置)的作业参数含义