

ZUIXIN WAJUEJI YEYA HE DIANLU TUJUCE  
最新挖掘机液压和电路图册

徐州宏昌工程机械职业培训学校 组织编写  
李宏 张钦良 主编 李波 齐敦建 副主编

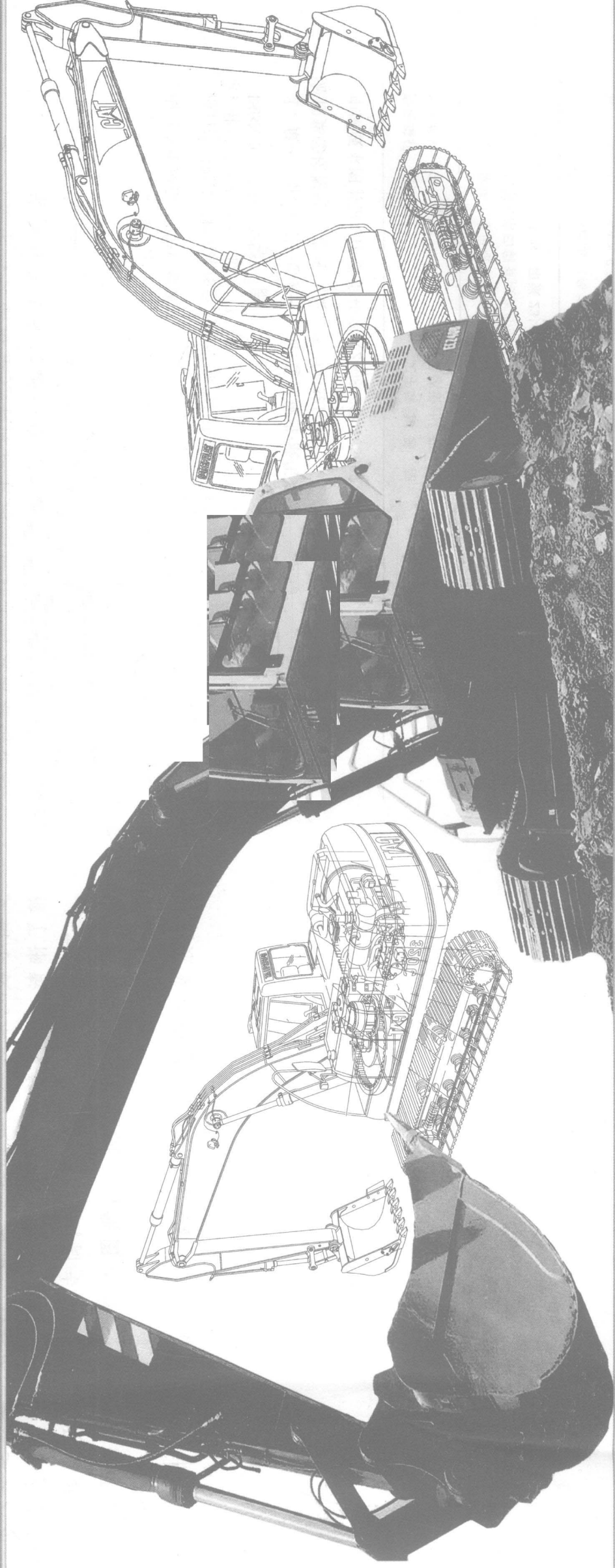


ZUIXIN WAJUJUEJI YEYA HE DIANLU TUJUCE

# 最新挖掘机液压和电路图册

徐州宏昌工程机械职业培训学校 组织编写

李宏 张钦良 主编 李波 齐敦建 副主编



化学工业出版社

北京

看懂液压图和电路图是挖掘机维修工作的关键。本书在简要介绍图、读图的基本知识的基础上，汇集了绝大多数知名品牌挖掘机（大宇、小松、日立、现代、住友、加藤、神钢、卡特、利勃海尔、石川岛、沃尔沃等）的液压图和电路图共计 200 多张。  
本书适用于挖掘机维修和液压系统维修的工程技术人员查阅和参考。

# 挖掘机液压与电气系统图

张钦良 主编  
张兴辉 副主编



## 图书在版编目 (CIP) 数据

最新挖掘机液压和电路图册/李宏, 张钦良主编. —北京: 化学工业出版社, 2009. 2  
ISBN 978-7-122-03888-3

I. 最… II. ①李…②张… III. ①挖掘机-液压系统-图集②挖掘机-电路图-图集 IV. TU621-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 165697 号

责任编辑: 张兴辉  
责任校对: 宋 玮

文字编辑: 陈 喆  
装帧设计: 张 辉

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: 北京云浩印刷有限责任公司

787mm × 1092mm 1/8 印张 23 1/2 字数 637 千字 2009 年 3 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: 68.00 元

版权所有 违者必究

# 前 言

随着国民经济建设和现代科学技术的迅速发展，挖掘机产品也得到了广泛的应用，它主要活跃在公路建设、桥梁施工、房屋建筑、水利、土地开发等领域。在机场、港口、铁路、油田、公路、矿山、水库的建设中，到处都能看到它的身影。

挖掘机是“机、电、液”一体化的高科技产品，构造紧密，电气线路、液压油路布置及走向复杂。目前很多相关技术人员迫切需要掌握和更新这方面的知识和技术。为了满足广大技术人员在维修过程中更好地进行故障判断，清晰了解电气线路及液压油路的走向，我们紧密联系维修应用实际，着眼于实用，编写了这本图册，以便于更好地使用和维修车辆。

本书以常见挖掘机品牌整车的电气系统原理图及液压回

路图为主，涵盖的挖掘机品种全、种类多，可以方便大家更快地判断故障并找到故障点。

参与本书编写的都是多年来工作在一线的技术人员，历经多年的实践，翻译了国外有关挖掘机书籍，搜集、整理了国内大量的挖掘机技术资料，才完成了这本多品牌、多车型的挖掘机液压回路和电气回路图册。相信本图册能给广大维修人员及行业内技术、管理、教学人员提供帮助。

本书由徐州宏昌工程机械职业培训学校组织编写，李宏、张钦良主编，李波、齐敦建副主编，参加编写的人员还有纪德林、徐西平、李峥、赵成志、王勇、曹丹丹、刘磊、刘勇、孙海彬、周莉、程学冲。

由于编者水平有限，书中难免有不足之处，恳请读者批评指正。

编 者

# 目 录

<b>第1章 液压图和电路图识读基础</b> ..... 1	3.16 大宇 S130W-V 液压图..... 37	5.7 小松 PC220-7、PC220LC-7 液压图..... 58
1.1 绪论..... 1	3.17 大宇 S140W-V 液压图..... 38	5.8 小松 PC200-8、PC200LC-8 液压图..... 59
1.2 电气回路图识别..... 1	3.18 大宇 S170V 液压图..... 39	5.9 小松 PC200-1 液压图..... 60
1.3 挖掘机液压图识别..... 3	<b>第4章 小松挖掘机电路图</b> ..... 40	<b>第6章 日立挖掘机电路图</b> ..... 61
<b>第2章 大宇挖掘机电路图</b> ..... 8	4.1 小松 PC200-8、PC200LC-8, PC220-8, PC220LC-8 空调电路图..... 40	6.1 日立 ZX110、120、200、225USR/230/270/330 电路图..... 61
2.1 大宇 DH35 电路图..... 8	4.2 小松 PC130-7 电路图 (1/4)..... 41	6.2 日立 ZX450-3、ZX500LC-3、ZX520LCH-3 电路图..... 62
2.2 大宇 DH60-7 电路图..... 9	小松 PC130-7 电路图 (2/4)..... 42	6.3 日立 EX200-5 电路图..... 63
2.3 大宇 DH500LC-7 电路图..... 10	小松 PC130-7 电路图 (3/4)..... 43	6.4 日立 EX220-5 电路图..... 64
2.4 大宇 DH290LC-V 电路图..... 11	小松 PC130-7 电路图 (4/4)..... 44	<b>第7章 日立挖掘机液压图</b> ..... 65
2.5 大宇 DH225LC-7 电路图..... 12	小松 PC200-5、PC220-5 电气控制系统电路图..... 45	7.1 日立 EX200-1 液压图..... 65
2.6 大宇 DH300LC-7 电路图..... 13	小松 PC200-6、PC220-6 电路图..... 46	7.2 日立 EX200-2 液压图..... 66
2.7 大宇 DH420LC-7 电路图..... 14	小松 PC200-7、PC200LC-7, PC210-7, PC210LC-7, PC220-7、PC220LC-7 电路图 (多功能监视器) (1/4)..... 47	7.3 日立 EX200-3 液压图..... 67
2.8 大宇 S175LC-V 电路图..... 15	小松 PC200-7、PC200LC-7, PC210-7, PC210LC-7, PC220-7、PC220LC-7 电路图 (多功能监视器) (2/4)..... 48	7.4 日立 ZX200、210LC、230、240LC、270 液压图..... 68
2.9 大宇 S140W-V 电路图..... 16	小松 PC200-7、PC200LC-7, PC210-7, PC210LC-7, PC220-7、PC220LC-7 电路图 (多功能监视器) (3/4)..... 49	<b>第8章 现代挖掘机电路图</b> ..... 69
2.10 大宇 S130V 电路图..... 17	小松 PC200-7、PC200LC-7, PC210-7, PC210LC-7, PC220-7、PC220LC-7 电路图 (多功能监视器) (4/4)..... 50	8.1 现代 R130LC-3 电路图..... 69
2.11 大宇 S55-V 电路图..... 18	4.6 小松 PC200-7、PC200LC-7, PC210-7, PC210LC-7, PC220-7、PC220LC-7 电路图 (调速器、 泵控制器的泵控系统)..... 51	8.2 现代 R130W (1, 2) 电路图..... 70
2.12 大宇 S75-V 电路图..... 19	<b>第5章 小松挖掘机液压图</b> ..... 52	8.3 现代 R55-5 电路图..... 71
2.13 大宇 S170W-V 电路图..... 20	5.1 小松 PC200-3、PC220-3 液压图..... 52	8.4 现代 R290LC 电路图..... 72
2.14 大宇 S170V 电路图..... 21	5.2 小松 PC200-6、PC220-6 液压图..... 53	8.5 现代 R290LC-3 电路图..... 73
<b>第3章 大宇挖掘机液压图</b> ..... 22	5.3 小松 PC60-7 液压图 (标准规格)..... 54	8.6 现代 215-7 电路图..... 74
3.1 大宇 DH55-V 液压图..... 22	5.4 小松 PC60-7 液压图 (带推土铲)..... 55	8.7 现代 225LC-7 电路图..... 75
3.2 大宇 DH15 液压图..... 23	5.5 小松 PC130-7 液压图..... 56	8.8 现代 R200LCM 电气系统原理图..... 76
3.3 大宇 DH30 液压图..... 24	5.6 小松 PC200-7、PC200LC-7, PC210-7, PC210LC-7 液压图..... 57	<b>第9章 现代挖掘机液压图</b> ..... 77
3.4 大宇 DH60-7 液压图..... 25	<b>第5章 小松挖掘机液压图</b> ..... 52	9.1 现代 R130LC、R130LC-3 液压图..... 77
3.5 大宇 DH220LC-7 液压图..... 26	5.1 小松 PC200-3、PC220-3 液压图..... 52	9.2 现代 R200 液压图 (单速)..... 78
3.6 大宇 DH220LC-V 液压图 (设变前)..... 27	5.2 小松 PC200-6、PC220-6 液压图..... 53	9.3 现代 R200 液压图 (双速)..... 79
3.7 大宇 DH220LC-V 液压图 (设变后)..... 28	5.3 小松 PC60-7 液压图 (标准规格)..... 54	9.4 现代 R200-5 液压图..... 80
3.8 大宇 DH300LC-V 液压图..... 29	5.4 小松 PC60-7 液压图 (带推土铲)..... 55	9.5 现代 R260LC-5 液压图..... 81
3.9 大宇 DH360LC-V 液压图..... 30	5.5 小松 PC130-7 液压图..... 56	9.6 现代 R280LC-3 液压图..... 82
3.10 大宇 DH400LC-3 液压图..... 31	5.6 小松 PC200-7、PC200LC-7, PC210-7, PC210LC-7 液压图..... 57	9.7 现代 R290LC-3 液压图..... 83
3.11 大宇 DH130W-V 液压图..... 32	<b>第5章 小松挖掘机液压图</b> ..... 52	9.8 现代 R420、R450LC-3 液压图..... 84
3.12 大宇 DH420LC-7 液压图..... 33	5.1 小松 PC200-3、PC220-3 液压图..... 52	9.9 现代 R210LC-3 液压图..... 85
3.13 大宇 DH258LC-7 液压图..... 34	5.2 小松 PC200-6、PC220-6 液压图..... 53	
3.14 大宇 DH500LC-7 液压油路系统..... 35	5.3 小松 PC60-7 液压图 (标准规格)..... 54	
3.15 大宇 S130V 液压图..... 36	5.4 小松 PC60-7 液压图 (带推土铲)..... 55	

<b>第 10 章 住友挖掘机电路图</b> .....	86	14.1 神钢 SK100-2 电路图 (1/3) .....	119	16.2 卡特 320B 液压图 .....	151
10.1 住友 S280F2 电气控制系统图 .....	86	神钢 SK100-2 电路图 (2/3) .....	120	16.3 卡特 320C 液压图 .....	152
10.2 住友 SH200-3A 电气控制系统图 .....	87	神钢 SK100-2 电路图 (3/3) .....	121	16.4 卡特 320D 液压图 .....	153
10.3 住友 350HD-3B 电气控制系统图 .....	88	14.2 神钢 SK200、SK200LG 电路图 .....	122	16.5 卡特 325C 液压图 .....	154
<b>第 11 章 住友挖掘机液压图</b> .....	89	14.3 神钢 SK200-2 电气回路图 (1/3) .....	123	16.6 卡特 330C 液压图 .....	155
11.1 住友 SH300 液压图 (设变前) .....	89	神钢 SK200-2 电气回路图 (2/3) .....	124	16.7 卡特 330D 液压图 .....	156
11.2 住友 SH300 液压图 (设变后) .....	90	神钢 SK200-2 电气回路图 (3/3) .....	125	<b>第 17 章 利勃海尔挖掘机液压图</b> .....	157
11.3 住友 SH200-3 悬臂收回强制循环系统油路图 .....	91	神钢 SK200-3 圆形驾驶室 SV·CV .....	126	17.1 利勃海尔 R982 液压图 .....	157
11.4 住友 SH300-2 回转优先系统油路图 .....	92	规格 (1/2) .....	126	17.2 利勃海尔 A912、A922 轮式液压图 .....	158
11.5 住友 S280F2 液压图 .....	93	神钢 SK200-3; 圆形驾驶室 SV·CV .....	127	17.3 利勃海尔 R942 液压图 .....	159
11.6 住友 SH200-3 液压图 .....	94	规格 (2/2) .....	127	<b>第 18 章 石川岛挖掘机电路图</b> .....	160
11.7 住友 SH200-3G 液压图 .....	95	神钢五型机 SV·CV 电气回路图 (1/2) .....	128	18.1 石川岛 80NX 电路图 .....	160
11.8 住友 SH200GT-3 液压图 .....	96	神钢五型机 SV·CV 电气回路图 (2/2) .....	129	18.2 石川岛 30NX、35NX 电路图 .....	161
11.9 住友 SH200 液压图 .....	97	神钢 SK200-6E 电路图 (1/4) .....	130	<b>第 19 章 石川岛挖掘机液压图</b> .....	162
11.10 住友 SH220-3 液压图 .....	98	神钢 SK200-6E 电路图 (2/4) .....	131	19.1 石川岛 30NX 液压图 .....	162
11.11 住友 SH300-2 液压图 .....	99	神钢 SK200-6E 电路图 (3/4) .....	132	19.2 石川岛 35NX 液压图 .....	163
11.12 住友 SH300-2 直线行走系统原理图 .....	100	神钢 SK200-6E 电路图 (4/4) .....	133	19.3 石川岛 35N 液压图 .....	164
11.13 住友 SH300LC-2 液压图 .....	101	神钢 SK200-6、SK230-6 电路图 (1/4) .....	134	19.4 石川岛 40NX 液压图 .....	165
11.14 住友 SH300LC 液压图 (设变前) .....	102	神钢 SK200-6、SK230-6 电路图 (2/4) .....	135	19.5 石川岛 45NX 液压图 .....	166
11.15 住友 SH300LC 液压图 (设变后) .....	103	神钢 SK200-6、SK230-6 电路图 (3/4) .....	136	19.6 石川岛 45N 液压图 .....	167
11.16 住友 SH350HD-3 液压图 (设变前) .....	104	神钢 SK200-6、SK230-6 电路图 (4/4) .....	137	19.7 石川岛 55N2 液压图 .....	168
11.17 住友 SH350HD-3 液压图 (设变后) .....	105	神钢 SK35SR-3、SK55SR-3 电气回路图 .....	138	19.8 石川岛 55N 液压图 .....	169
11.18 住友 SH450LHD 液压图 .....	106	(1/3) .....	138	19.9 石川岛 80NX3 液压图 .....	170
11.19 住友 SH350HD-3 液压图 .....	107	神钢 SK35SR-3、SK55SR-3 电气回路图 .....	139	<b>第 20 章 沃尔沃挖掘机电路图</b> .....	171
<b>第 12 章 加藤挖掘机电路图</b> .....	108	(2/3) .....	139	沃尔沃 EC160B~EC290B 电路图 .....	171
12.1 加藤 HD700Ⅶ 电路图 .....	108	神钢 SK35SR-3、SK55SR-3 电气回路图 .....	140	<b>第 21 章 沃尔沃挖掘机液压图</b> .....	172
12.2 加藤 HD1250Ⅶ 电路图 .....	109	(3/3) .....	140	21.1 沃尔沃 EC210B 大臂提升合流液压图 .....	172
12.3 加藤 HD512Ⅲ 电路图 .....	110	<b>第 15 章 神钢挖掘机液压图</b> .....	141	21.2 沃尔沃 EC360B 液压图 (1) .....	173
12.4 加藤 HD513MRⅢ 电路图 .....	111	15.1 神钢 SK200-6E 液压图 .....	141	21.3 沃尔沃 EC360B 液压图 (2) .....	174
12.5 加藤 HD823MRⅢ、HD1023Ⅲ 电路图 .....	112	15.2 神钢 SK200-6 液压图 .....	142	21.4 沃尔沃 EC290B 液压图 .....	175
12.6 加藤 HD820Ⅲ 电路图 .....	113	15.3 神钢 SK200-2 液压图 .....	143	21.5 沃尔沃 EC210B 标准液压图 .....	176
<b>第 13 章 加藤挖掘机液压图</b> .....	114	15.4 神钢 SK200-2 旋转优先液压图 .....	144	21.6 沃尔沃 EC210B 液压图 (配备选装部件) .....	177
13.1 加藤 HD1250Ⅶ 液压图 .....	114	15.5 神钢 SK200-3 大臂上升合流回路图 .....	145	<b>第 22 章 其他挖掘机液压图和电路图</b> .....	178
13.2 加藤 HD400G 液压图 .....	114	15.6 神钢 SK100-2 液压图 .....	146	22.1 UH-501 液压图 .....	178
13.3 加藤 HD500G 液压图 .....	115	15.7 神钢 SK200、SK200LC 液压图 .....	147	22.2 山河智能 SWE65 电路图 .....	179
13.4 加藤 HD400GL 液压图 .....	116	15.8 神钢 SK35SR-3 液压图 .....	148	22.3 长野 NS50-5 液压图 .....	180
13.5 加藤 HD500GL 液压图 .....	117	15.9 神钢 SK55SR-3 液压图 .....	149		
<b>第 14 章 神钢挖掘机电路图</b> .....	119	<b>第 16 章 卡特挖掘机液压图</b> .....	150		
		16.1 卡特 E240B 液压图 .....	150		

## 1.1 绪论

### (1) 挖掘机电控系统

挖掘机电控系统在不同的机型和同一机型的不同系统应用中会稍有变化,但基本工作原理和故障诊断思路相似,它主要包括三大部分。

① 电子控制模块 ECM 它是机器电控系统的主要部件,起着类似人类“大脑”的核心作用。电脑在输入信号和内存软件程序的基础上进行分析和决策,并通过输出信号作出响应。在一般挖掘机电脑板上可以看到故障指示灯和故障代码显示,随着技术的发展,现在大部分采用驾驶室监控系统进行故障检测,通过检测器与电脑板之间数据交流和共享,使信息代码在驾驶室监控面板上显示。

### ② 信号传递

a. 输入信号 将机器现有各种状态以不同类别输入/通知电脑板,现有两类输入信号的方式:一类为开关式,另一类为传感式。开关式:提供给电脑板有关开关的开路、接地或电瓶电压信号。传感式:提供给电脑板的信号是呈比率变化并反映机器变化的状态参数。

b. 输出信号 电脑板在分析并作出决策后,通过输出各种电信号进行响应,输出信号多为脉宽调节 PWM 信号类别,ECM 输出 PWM 有 ON/OFF 方式和比率调节方式两种。

c. 输入/输出信号 一般挖掘机数据连接线是双向传输,允许 ECM 接收和传递信息。数据线与 ECM 与机器上其他电控模块及检查诊断工具之间进行数据信息交流,这种交流使信息可以共享。数据线是看不到的零件,包括 ECM 的内部电路和连接线索。

### ③ 报警系统

a. 一级警报 这种低等级的警报直接显示在液晶屏幕上。  
b. 二级警报 故障显示在液晶屏幕上且报警灯闪亮,需要操作人员采取措施解决。  
c. 三级警报 故障显示在液晶屏幕上且报警灯闪亮,同时蜂鸣器响,要求操作人员立即停车处理。在所有液体(包括油类和冷却液)和滤芯到达推荐的使用时间后,会直接在显示屏上以一级警报方式告诉操作人员,更换后在监控器上复位。

### (2) 挖掘机液压系统

按照挖掘机工作装置和各个机构的传动要求,把各种液压元件用管路有机地连接起来的组合体,称为挖掘机的液压系统。其功能是以油液为工作介质,利用液压泵将发动机的机械能转变为液压力能并进行传递,然后通过液压缸和液压马达等把液压力能转换为机械能,实现挖掘机的各种动作。

① 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,而且在野外工作,温度和地理位置变化大,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。

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

c. 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。

d. 保证挖掘机的动作可逆,且无级变速。

e. 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以下方面。

a. 要有高的传动效率,以充分发挥发动机的动力性和燃料使用经济性。

b. 液压系统和液压元件在负载变化大、急剧振动冲击等情况下,具有足够的可靠性。

c. 设置轻便耐用的冷却器,减少系统总发热量,使主机持续工作时的液压油温不超过 $80^{\circ}\text{C}$ ,或温升不超过 $45^{\circ}\text{C}$ 。

d. 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。

e. 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統,进而提高挖掘机技术性能和减轻驾驶员的劳动强度。

② 类型 按液压泵特性,液压挖掘机采用的液压系统大致有定量系统、变量系统和定量、变量复合系统三种类型。

a. 定量系统 在液压挖掘机采用的定量系统中,其流量不变,即流量不随负载而变化,通常依靠节流来调节速度。根据定量系统中油泵和回路的数量及组合形式,分为单泵单回路、双泵双回路定量系统,双泵双回路定量系统及多泵多回路定量系统等。

b. 变量系统 在液压挖掘机采用的变量系统中,是通过容积变量来实现无级调速的,其调节方式有三种:变量泵-定量马达调速、定量泵-变量马达调速、变量泵-变量马达调速。

液压挖掘机采用的变量系统多采用变量泵-定量马达的组合方式实现无级变量,且都是双泵回路。按两个回路的变量有无关联,分为分功率变量系统和全功率变量系统两种。其中的分功率变量系统,每个油泵各有一个功率调节机构,油泵的流量变化只受自身所在回路压力变化的影响,与另一回路的压力变化无关,即两个回路的油泵各自独立地进行恒功率调节变量;全功率变量系统中的两个油泵由一个总功率调节机构进行平衡调节,使两个油泵的摆角始终相同,同步变量、流量相等。决定流量变化的是系统的总压力,两个油泵的功率在变量范围内是不相同的,其调节机构有机械联动式和液压联动式两种形式。

## 1.2 电气回路图识别

### (1) 基本知识

电气回路图是用各种电气符号、带注释的围框、简化的外形来表示系统、设备、装置、元件等之间的相互关系或连接关系的一种简图。“简图”是一种技术术语,切不可从字义上去理解为简单的图。应用这一术语的目的是把这种图与其他图相区别。电气回路图阐述电的工作原理,描述电气产

表 1-1 常见电气符号

图形符号 (GB 4728)	说明	旧符号 (GB 312)	图形符号 (GB 4728)	说明	旧符号 (GB 312)
无源元件					
	可变电阻器			可变电阻器	
	可调电阻器			可调电阻器	
	电容器的一般符号			电容器的一般符号	
	电感器、绕组 线圈、扼流圈 示例：带磁芯的电感器			电感器、绕组 线圈、扼流圈 示例：带磁芯的电感器	
半导体管和电子管					
	半导体二极管的一般符号			半导体二极管的一般符号	
	NPN 型半导体管			NPN 型半导体管	
	光电二极管			光电二极管	
	直流发电机			直流发电机	
	直流电动机			直流电动机	
	交流发电机			交流发电机	
	交流电动机			交流电动机	
	原电池或蓄电池			原电池或蓄电池	
开关、控制和保护装置					
	形式1			动合(常开)触头 注：本符号也可用作开 关一般符号	
	形式2			位置开关, 动全触点	
	形式1			手动开关的一般符号	
	形式2			熔断器一般符号	
测量仪表、灯和信号器件					
	电压表			电压表	
	灯的一般符号 信号灯的一般符号			灯的一般符号 信号灯的一般符号	
	电喇叭			电喇叭	
	蜂鸣器			蜂鸣器	
导线和连接器件					
	直流电			直流电	
	交流电			交流电	
	中性(中性线)			中性(中性线)	
	正极			正极	
	负极			负极	
	正脉冲			正脉冲	
	负脉冲			负脉冲	
	接地一般符号			接地一般符号	
导线、导线组、电缆、电 缆、电路、母线(总 线)一般符号					
	导线、导线组、电缆、电 缆、电路、母线(总 线)一般符号			导线、导线组、电缆、电 缆、电路、母线(总 线)一般符号	
	注：当用单线表示一组 导线时，若需示出导线数 可加短斜线或画一条短斜 线加数字表示，本示便表 示三根导线			注：当用单线表示一组 导线时，若需示出导线数 可加短斜线或画一条短斜 线加数字表示，本示便表 示三根导线	
	导线的连接点			导线的连接点	
	端子 注：必要时圆圈可画成 圆黑点			端子 注：必要时圆圈可画成 圆黑点	
	导线的连接			导线的连接	
	导线的多线连接			导线的多线连接	
	导线或电缆的分支和 合并			导线或电缆的分支和 合并	
	导线的不连接(跨越)			导线的不连接(跨越)	
无源元件					
	电阻器的一般符号			电阻器的一般符号	
	其他形			其他形	

品的构成和功能，用以指导各种电气设备、电气电路的安装接线、运行、维护和管理。它是沟通电气设计人员、安装人员、操作人员、操作人员的工程语言，是进行技术交流不可缺少的重要手段。要做到会看图和看懂图，首先必须掌握有关电气图的基本知识，即应该了解电气图的构成、种类、特点以及在工程机械设备中的作用，了解各种电气图形符号以及看图的基本方法和步骤。

- ① 电气符号 常见电气符号见表 1-1。
- ② 挖掘机电气图的特点
  - a. 各组成部分或电气元件用电气图形符号表示，而不具体表示其外形及结构等特点。
  - b. 在相应的图形符号旁标注文字符号、数字编号。
  - c. 按功能和电流流向表示各种装置、设备及电气元件的相互位置和连接顺序。
  - d. 没有投影关系，不标注尺寸。
  - e. 元件和连接线是电气图的主要表达内容。
  - f. 图形符号、文字符号是组成电气图的主要要素。
  - g. 电气图中的电气元件均按自然状态绘制。所谓“自然状态”，是指电气元件和设备的可动部分表示为非激励(未通电、未受外力作用)或不工作的状态或位置。比如，接触器线圈未得电时，其触头处于尚未动作的位置；断路器、负荷开关等处在断开位置。
  - h. 挖掘机电气图中表示内容往往也与主体电气设备及配套元件的原理图有密切关系。
- ③ 挖掘机电气图的一般规则

a. 挖掘机电路 电路是电流的通路，将挖掘机的电气元件、电路板、线、开关等按一定方式组合起来，把这种电路画在图纸上就是电路图。  
电路的结构和形式所能完成的任务是多种多样的，就构成电路的目的来说一般有两个，一是进行电能的传输、分配与转换；二是进行信息的传递和处理。

b. 图纸说明 挖掘机电气图中的文字说明和元件名称等总称为技术说明。文字说明是为了注明电路的某些要点及传递信号电流、电压数值及电路板输入输出信号等。若说明过多可附页说明。

(2) 挖掘机电路图分析  
① 基本知识 以 20t 级挖掘机为例，挖掘机的电气装置使用 24V 直流电源。在整个挖掘机电气装备中，除了音响及空调系统控制用调节器外，其他电气装置的额定电压为 24V (DC)。由两块 12V 蓄电池串联并装有带整流器的三相交流发电机，连接电路的所有电线都使用绝缘电线，并通过颜色辨认，挖掘机电路上使用的电线颜色区分见表 1-2。

表 1-2 电线颜色记号区分

记号	颜色	记号	颜色	记号	颜色
W	白色	B	黑色	R	红色
G	草绿色	L	蓝色	Gr	灰色
Or	橘红	Lg	浅绿色	P	粉红色
				Y	黄色
				Br	褐色
				V	紫色

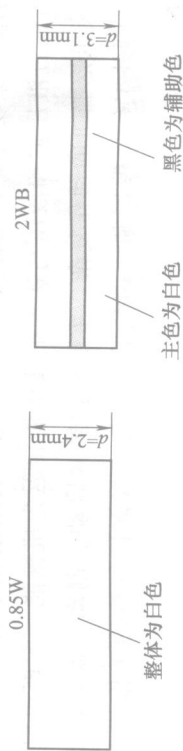


图 1-1 线路图中常见电线颜色记号



图中 0.85 和 2 代表电线的公称截面积为  $0.85\text{cm}^2$  和  $2\text{cm}^2$ 。在这指的公称截面积是除绝缘材料以外的芯线的公称截面积。

在电器维修中，一般都通过辨认导线的粗细与颜色来进行线路的查找和测量，在挖掘机电路中，线径规格与参数见表 1-3。

表 1-3 线径规格与参数

公称截面积/ $\text{cm}^2$	铜电线		电流值/A		适用的电路
	股数	各股的直径/mm	横截面积/ $\text{mm}^2$	电缆外径/mm	
0.85	11	0.32	0.88	2.4	启动、照明、信号等电路
2	26	0.32	2.09	3.1	照明、信号等电路
5	65	0.32	5.23	4.6	充电和信号等电路
15	84	0.45	13.36	7.0	启动电路(点火塞)
40	85	0.80	42.73	11.4	启动电路
60	127	0.80	63.84	13.6	启动电路
100	217	0.80	109.1	17.6	启动电路

② 电路图的分析方法 工程机械的电路图往往只给一张比较复杂的总图，根据总图来进行线路查找有时是非常困难的，因此当遇到电气问题，一般采用下面的方法进行分析。

- 画出一个个别回路图。要求标出从电池正极开始涉及的所有接头、开关、电线、继电器、电气元件等到接地的所有详细情况。
- 根据开关、传感器等元件所处的不同状态，分析正常时应该得到的现象。
- 根据实际出现的电气故障现象，分析可能存在问题的地方，并列查出检查顺序。
- 检查测量问题点。注意根据接头号及电线的线径、颜色来找到测量点。

例：小松 PC200-7 监控器面板完全不显示。首先画出监控器电源回路图，如图 1-2 所示。

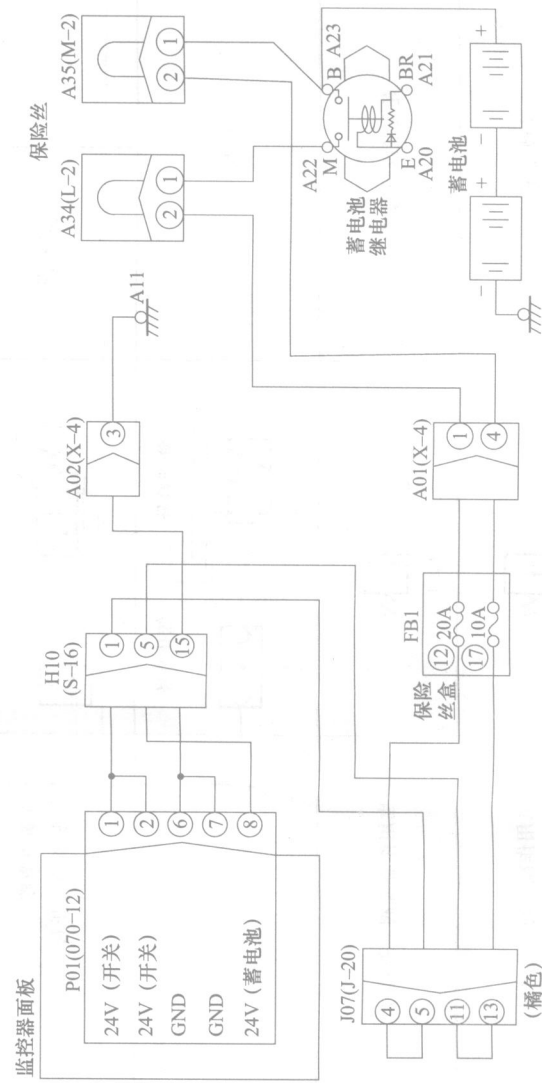


图 1-2 监控器面板电源回路图

通过分解图分析可清楚地进行故障原因分析：第 12 号保险丝故障；导线束断开，P01~J07 之间线束有断开或接触不良；由 P01 到 J07 到 FBI-12 出口和接地的导线线束之间可能有搭铁故障。

### 1.3 挖掘机液压图识别

#### (1) 术语

符号要素：用符号来表示（辅）件、装置、流动管路等的种类时所采用的基本图线或图形。

功能要素：用符号来表示（辅）件、装置的功能或动作时所采用的基本图线或图形。

简化符号：为简化绘图而省略一部分符号或用其他简单符号代替时所采用的符号。

详细符号：详细表示元件功能时所采用的符号，通常与简化符号或一般符号对照使用。

直接压力控制：元件的位置靠控制压力直接控制的方式。

先导控制：靠元件内部组装的先导阀所产生的压力使主阀动作的方式。

内部压力控制：从被控元件内部提供控制用流体的方式。

外部压力控制：从被控元件外部提供控制用流体的方式。

内部泄油：泄油通路接在元件内部的回油通路上，使泄油与回油合流的方式。

外部泄油：泄油从元件的泄油口单独引出的方式。

现代挖掘机的液压系统越来越复杂，液压回路也相对变得复杂。但要想理解液压回路图，首先必须了解回路图中各液压符号的含义，液压符号是用简单的几何图形表示液路元件的功能和相互连接，它仅表示其功能，而不表示任何元件的实际尺寸、形状或结构。挖掘机液压回路图常见符号见表 1-4。

表 1-4 挖掘机液压回路图常见符号

名称	符号	说明
管路	连接管路	管路、管路接口和接头
	交叉管路	
	柔性管路	
杆		箭头可省略
		箭头可省略
定位装置	按钮式	
	手柄式	
	踏板式	单方向控制
	双向踏板式	双向控制

名称	符号	说明
机械控制(弹簧式控制)		
直线运动电气控制装置	单作用电磁铁	电气、引线可省略,斜线也可朝向右下方
	双作用电磁铁	
	单作用可调电磁操纵器(比例电磁铁、力矩马达等)	
电动机		
加压控制	气压先导控制	内部压力控制
	液压先导控制	外部压力控制
卸压控制	先导型压力控制阀	带压力调节弹簧,外部泄油带遥控泄放口
	先导型比例电磁式压力控制阀	单作用比例电磁操纵器内部泄油
能量转换和储存		
泵、马达		一般符号
液压泵		单方向流动 单方向旋转 定排量
液压马达		单方向流动 单方向旋转 双出轴 变排量 变量机构不定 外部泄油
液压泵-马达		单方向流动 单方向旋转 定排量
蓄能器		垂直绘制 一般符号

名称	符号	说明
气体隔离式蓄能器		垂直绘制
液源		一般符号
电动机		一般符号
原动机		电动机除外
单向阀	无弹簧	详细符号 简化符号
	带弹簧	详细符号 简化符号
	无弹簧	详细符号 简化符号
单向阀	带弹簧	详细符号 简化符号
	带弹簧	详细符号 简化符号
梭阀	带弹簧	详细符号 简化符号
	带弹簧	详细符号 简化符号
直动型溢流阀		也用作溢流阀一般符号
直动型减压阀		也用作减压阀一般符号

名称	符号	说明
直动型顺序阀		也用作顺序阀一般符号 内部压力控制 外部泄油
		也用作顺序阀一般符号 外部压力控制 外部泄油
直动型卸荷阀		也用作卸荷阀一般符号
		无完全关闭位置 也用作节流阀一般符号
可调节流阀	详细符号	具有一个完全关闭位置
	简化符号	
截止阀		
通大气式油箱 (管端在液面以上)		
通大气式油箱 (局部泄油或回油)		
过滤器		一般符号
冷却器		一般符号
液锁		
二位二换向阀		常闭
		常开

名称	符号	说明
三位三通换向阀		带中间过渡位置
二位四通换向阀		
二位五通换向阀		
三位三通换向阀		
三位四通换向阀		

(2) 基本液压回路图的读法

现代液压机械的液压系统虽然越来越复杂,但是一个复杂的液压系统往往是由一些基本回路组成的。液压基本回路是由液压元件组成、能够完成某一特定功能的基本油路。如图 1-3 所示为一个最基本的液压回路图。

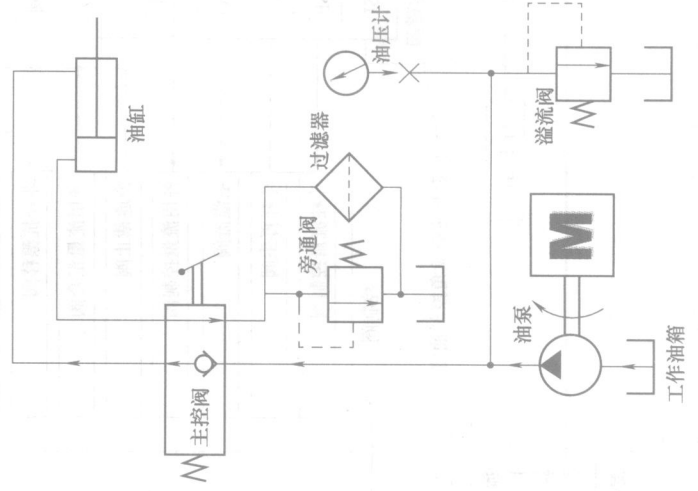


图 1-3 液压回路图

若过滤器堵塞,则旁通阀打开,油不经过滤器直接回油箱。若整个系统压力太高,则溢流阀打开,以保护整个液压回路不受损坏。

(3) 挖掘机液压系统方框图  
针对挖掘机液压控制系统,可用简单方框图把挖掘机液压系统各部件连接起来。通过阅读液压系统回路图,可以增加对挖掘机整个液压系统的理解,如图 1-4 所示为日立 ZX200 系列液压系统方框图。

(4) 液压挖掘机基本回路  
基本回路是由一个或几个液压元件组成、能够完成特定的单一功能的典型回路,它是液压系统的组成单元。根据工作需要,液压挖掘机可以采用若干个基本回路组成完整的液压系统。液压挖掘机的基本回路包括限压回路、卸荷回路、缓冲回路、卸荷回路、节流调速和节流调速回路、行走限压回路等。

① 限压回路 限压回路用来限制压力,使其不超过某一调定值。限压的目的有两个:限制系统的最大压力,使系统和元件不因过载而损坏,通常用安全阀来实现,安全阀设置在主油泵出口附近;根据工作需要,使系统中某部分压力保持定值或不超过某值,通常用溢流阀来实现,溢流阀可使系统根据调定压力工作,多余的流量通过此阀流回油箱,因此溢流阀是常开的。

液压挖掘机执行元件的进油和回油回路上常成对地并联有限压阀,限制液缸、液马达在闭锁状态下的最大闭锁压力,超过此压力时限压阀打开、卸载,保护了液缸元件和管路免受损坏,这种限压阀实际上起了卸荷阀的作用。例如挖掘机铲斗液缸和斗杆液缸配合进行挖掘时,动臂必须受压力,为了维持正常工作,动臂液缸虽然处于“不工作状态”,但必须具有足够的闭锁力来防止活塞杆的伸出或缩回,这种闭锁压力有时大大超过系统的最大工作压力。图 1-5 所示为限压回路,动臂液缸 4 在换向阀 1 中位时与主回路截断,处于“不工作状态”,若斗齿上的负载为  $P$ ,动臂液缸小腔受很大的闭锁压力,此压力有时超过系统压力若干倍而使元件损坏。因此在液缸的进、出油路上各装有限压阀 2 和 3,闭锁压力大于限压阀调定值时阀 2 和 3 打开,使油液流回油箱。从理论上讲,这种限压阀的调定压力可与液缸系统的压力无关,且调定压力愈高,闭锁力愈大,对挖掘机作业愈有利,但是过高的调定压力影响液缸元件的强度和液缸管路的安全。通常,高压系统限压阀的调定压力不超过系统压力的 25%,中高压系统可以调至 25% 以上。

② 卸荷回路 卸荷回路是挖掘机各个机构不工作时使液泵以最低压力(最低功率消耗)进行空转。根据回路组成形式,卸荷回路有换向阀中位卸荷[图 1-6 (a)]和穿越换向阀卸荷[图 1-6 (b)]两种类型。

在换向阀中位卸荷回路中,采用 M 型或 MP 型三位四通换向阀。换向阀中位时进油口与回油口接通,油液经过各阀后以最低压力返回油箱。中位卸荷常用于挖掘机高压串联系统,其特点是结构简单,但在流量很大时换向阀受到的冲击较大,会使操纵不稳。在穿越换向阀卸荷回路中,采用有过油通路的三位四通阀,阀在工作位置时,过油通路切断;阀在中位时,工作油液以最低压力顺利通过各换向阀的过油通路而卸荷。该卸荷回路常用于中高压和高压并联系统,工作可靠,操作平稳。

图 1-4 日立 ZX200 系列液压系统方框图



图 1-4 日立 ZX200 系列液压系统方框图

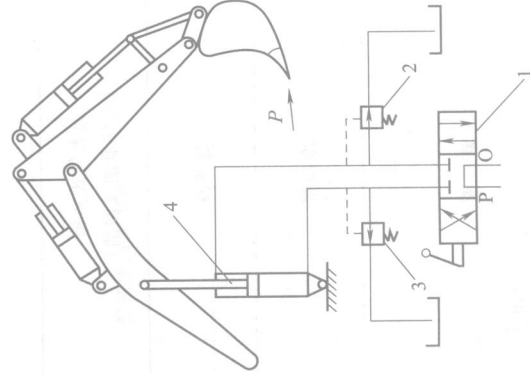


图 1-5 限压回路  
1—换向阀; 2、3—限压阀; 4—动臂液缸

工作油箱中的油被油泵抽取;  
工作油通过油泵送往主控阀,其中的单向阀只能单向流动;  
工作油继续送往油缸;  
工作油推动活塞杆向里运动;  
油缸另一侧的油被挤出;  
工作油经主控阀和过滤器回油箱。

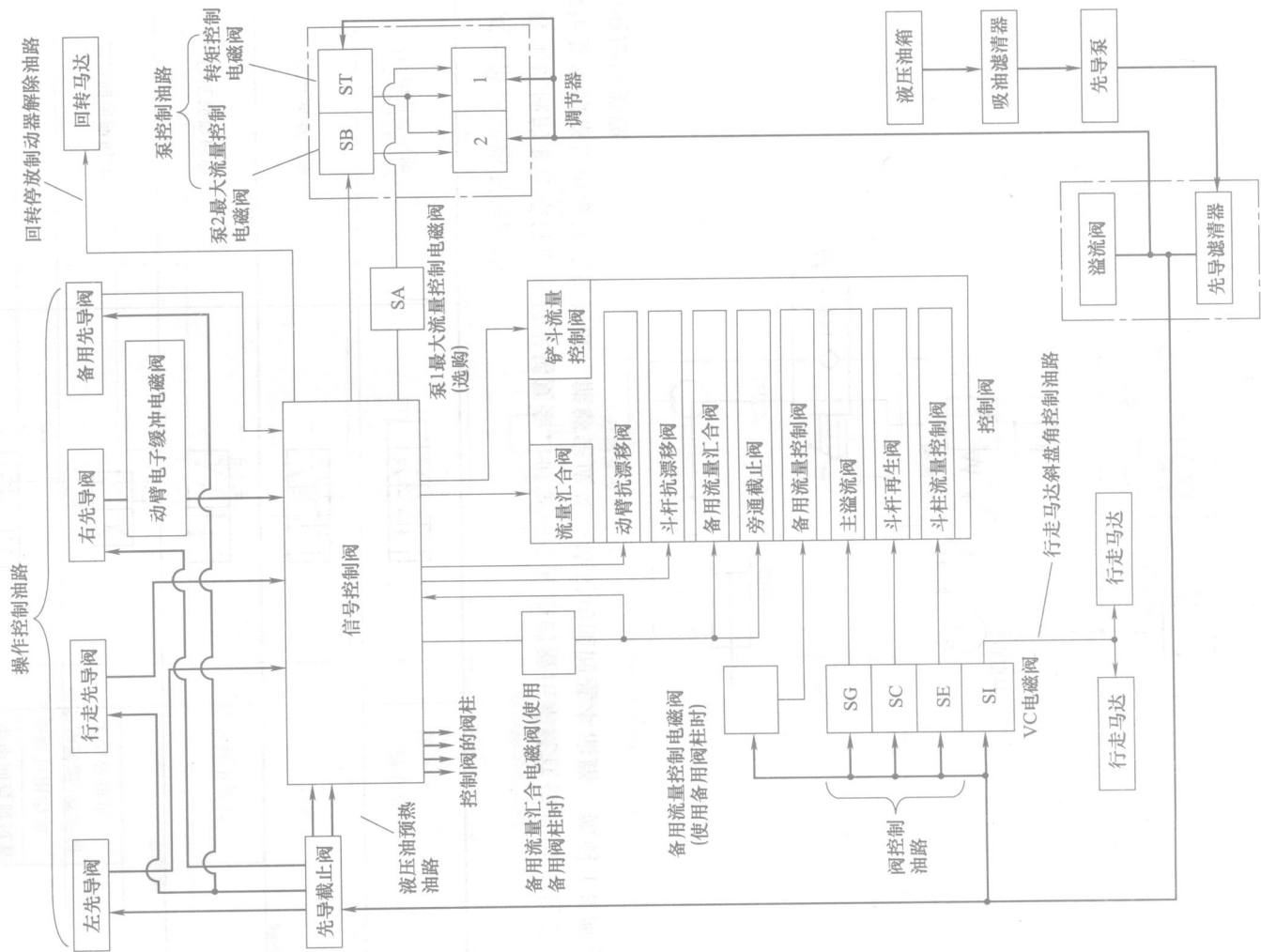


图 1-6 日立 ZX200 系列液压系统方框图

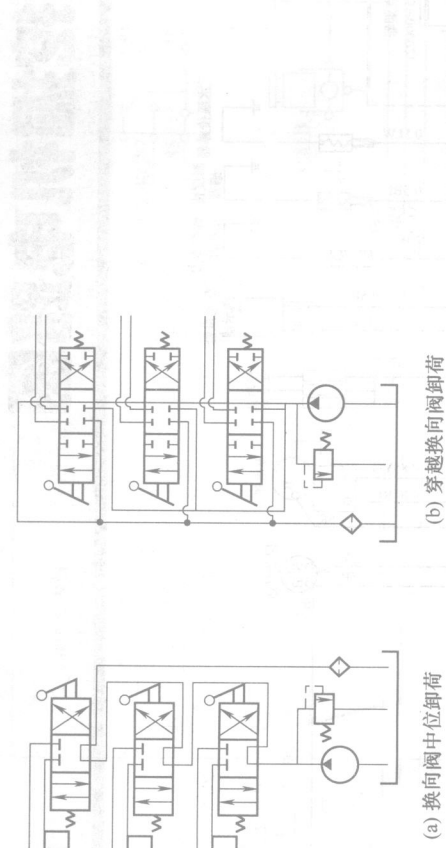


图 1-6 卸荷回路

③ 缓冲回路 液压挖掘机满斗回转时由于上车转动惯量很大，在启动、制动和突然转向时会引起很大的液冲击，尤其是回转过程中遇到障碍突然停车。液冲击会使整个液压系统和元件产生振动和噪声，甚至破坏。挖掘机回转机构的缓冲回路就是利用缓冲阀等使液压力达高压腔的油液超过一定压力时获得出路。图 1-7 所示为液压挖掘机中比较普遍的几种缓冲回路。

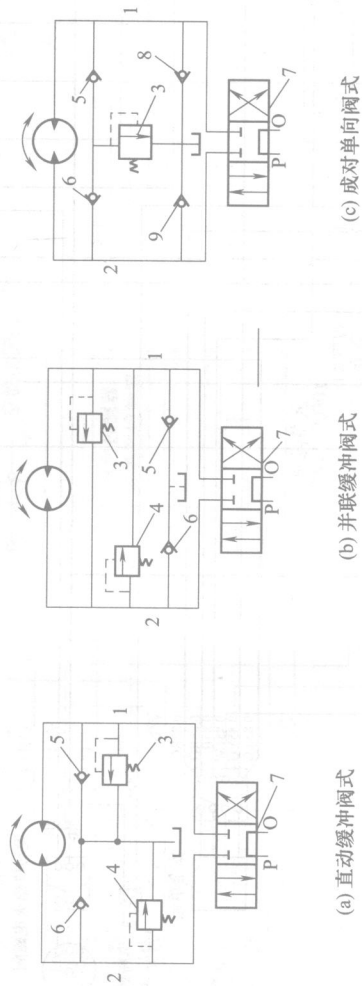


图 1-7 回转机构的缓冲回路  
1—高压油路；2—低压油路；3、4—缓冲（限压）阀；5、6、8、9—单向阀；7—换向阀

图 1-7 (a) 中，回转马达两个油路 1、2 上各装有动作灵敏的小型直动式缓冲（限压）阀 3、4，正常情况下两阀关闭。当回转马达突然停止转动或反向转动时，高压油路 1 的压力油经缓冲阀 3 泄回油箱，低压油路 2 则由补油回路经单向阀 6 进行补油，从而消除了液冲击。缓冲（限压）阀的调定压力取决于所需要的制动力矩，通常低于系统最高工作压力。该缓冲回路的特点是溢油和补油分别进行，保持了较低的液压力温度，工作可靠，但补油量较大。

图 1-7 (b) 中，高、低压油之间并联有缓冲阀，每一缓冲阀的高压油口与另一缓冲阀的低压油口相通。当回转机构制动、停止或反转时，高压腔的油经过缓冲阀直接进入低压腔，减少了液冲击。这种缓冲回路的补油量很少，背压低，工作效率高。

图 1-7 (c) 中，回转马达油路之间并联有对等的单向阀 5、6 和 8、9，回转马达制动或转向时高压腔的油经过单向阀 5、缓冲（限压）阀 3 泄回油箱，低压腔从油箱经单向阀 9 获得补油。

上述各回路中的缓冲（限压）阀实际上起了制动作用，换向阀 7 中位时回转马达两腔油路

截断，只要油路压力低于限压阀的调定压力，回转马达即被制动，其最大制动力矩由限压阀决定。

④ 节流调速回路 节流调速是利用节流阀的可变流通截面改变流量而实现调速的目的，通常用于定量系统中改变执行元件的流量。这种调速方式结构简单，能够获得稳定的低速。缺点是功率损失大，效率低，温升大，系统易发热，作业速度受负载变化的影响较大。

根据节流的安装位置，节流调速有进油节流调速和回油节流调速两种。

a. 进油节流调速 节流阀安装在高压油路上，液泵与节流阀串联，节流阀之前装有溢流阀，压力油经节流阀和换向阀进入液压缸的大腔使活塞右移。负载增大时，液压缸大腔压力增大，溢流阀前后的压力差减少，因此通过节流阀的流量减少，活塞移动速度降低，一部分油通过溢流阀流回油箱。反之，随着负载减少，通过节流阀进入液压缸的流量增大，加快了活塞移动速度，溢流量相应地减少。这种节流方式由于节流后进入执行元件的油温较高，增大了渗漏的可能性；加以回油无阻尼，速度平稳性较差，发热量大，效率较低。

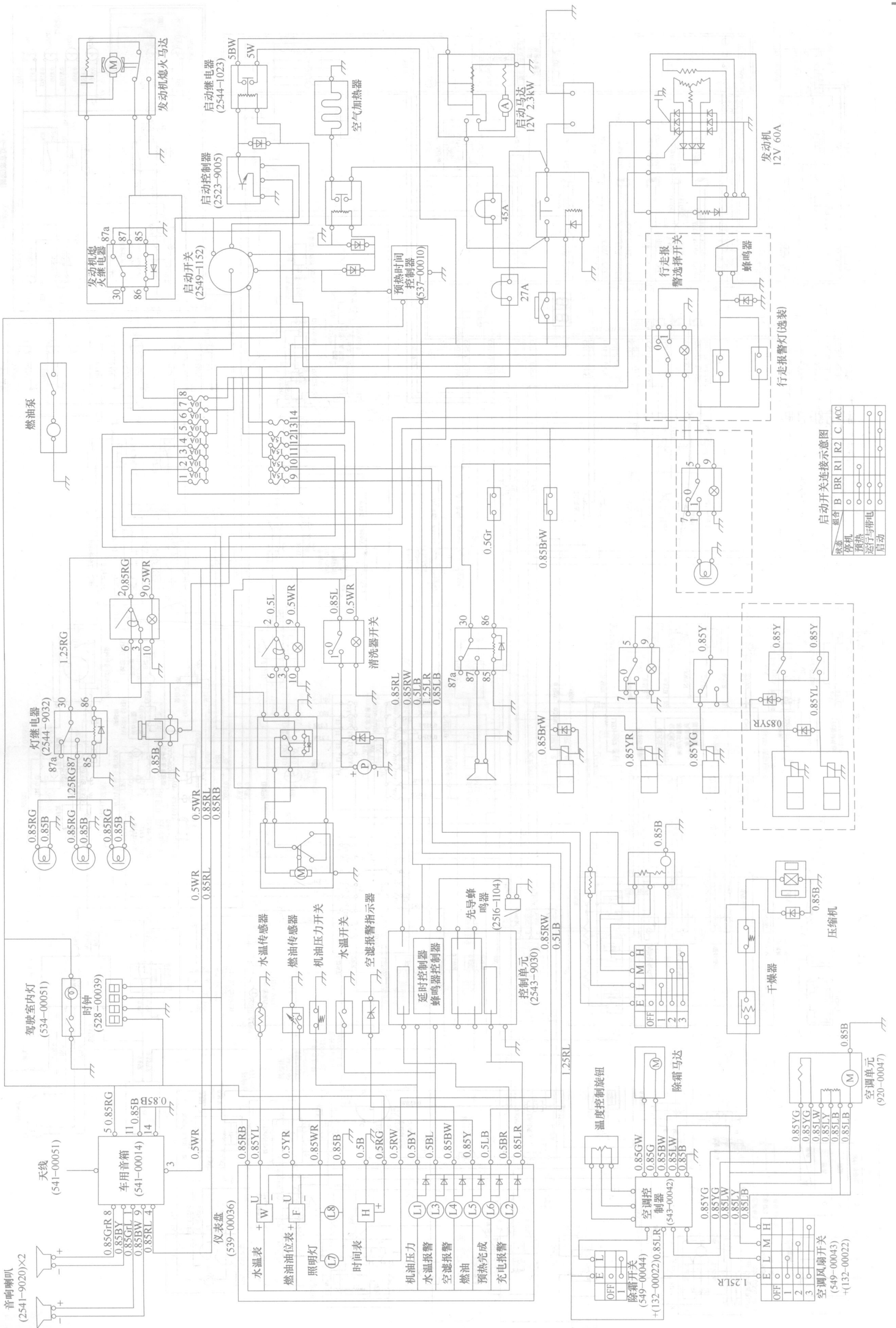
b. 回油节流调速 节流阀安装在低压回路上，限制回油流量。回油节流后的油液虽然发热，但进入油箱不会影响执行元件的密封效果，而且回油有阻尼，速度比较稳定。

⑤ 节流限速回路 为了作业安全，液压挖掘机的工作装置常在液缸的回油回路上安装单向节流阀，形成节流限速回路，例如，为了防止动臂因自重降落速度太快而发生危险，其液缸大腔的油路上安装由单向阀和节流阀组成的单向节流阀。此外，斗杆液缸、铲斗液缸在相应油路上也设置单向节流阀。

⑥ 行走限速回路 履带式液压挖掘机下坡行驶时，因自重加速，可能导致超速溜坡事故，且行走马达发生吸空现象甚至损坏。因此应对行走马达限速和补油，使行走马达转速控制在允许范围内。

行走限速回路是利用限速阀控制通道大小，以限制行走马达转速。比较简单的限速方式是使回油通过限速节流阀，挖掘机一旦行走超速，进油供应不及，压力降低，控制油压力也随之降低，限速节流阀的通道减少，回油节流，从而防止了挖掘机超速溜坡事故的发生。





启动开关连接示意图

继电器	B	BR	R1	R2	C	ACC
预热	○	○	○	○	○	○
预热	○	○	○	○	○	○
运行与带电	○	○	○	○	○	○
启动	○	○	○	○	○	○





