

工 程 机 械 底 盘

西南交通大学 唐经世编

人 民 铁 道 出 版 社

1 9 7 9 年·北京

工 程 机 械 底 盘

西南交通大学 唐经世编

人 民 铁 道 出 版 社

1 9 7 9 年·北京

目 录

第一篇 工程机械传动系

第一章 传动简图及传动分析

第一节 几种工程机械传动图.....	1
第二节 综述.....	12
第三节 液力机械传动的采用	13

第二章 液力传动

第一节 液力偶合器及液力变矩器的原理和结构	15
一、液力偶合器的原理和结构	15
二、液力变矩器的原理和结构	16
第二节 液力变矩器的常用计算公式和特性.....	22
一、常用计算公式	22
二、特性曲线	22
三、特性评价	24
四、透穿特性	25
第三节 液力变矩器的类型和应用	26
一、液力变矩器	26
二、液力机械变矩器	32
三、液力变矩器的应用	38
第四节 液力变矩器和发动机的组合	43
第五节 液力变矩器的补偿系统.....	43

第三章 传动系的结构和工作原理

第一节 主离合器.....	47
一、解放CA-10B型汽车的弹簧压紧式主离合器	47
二、红旗-100型拖拉机的干式杠杆压紧式主离合器	49
三、180马力级推土机的湿式杠杆压紧式主离合器.....	51
四、主离合器的使用、保养及常见故障	57
五、常用主离合器的结构特征和主要参数	57
第二节 变速箱.....	57
一、汽车变速箱	57
二、同步器	63
三、红旗-100型及TY-180型推土机变速箱.....	66
四、74型轮胎式推土机的定轴式动力换档变速箱	73
五、ZL50型装载机的行星式动力换档变速箱.....	77
六、CL 7 型铲运机的行星式动力换档变速箱.....	86
七、CQ470型铰接式自卸汽车的行星式动力换档变速箱	90
八、履带式推土机的行星式动力换档变速箱	91
九、综合分析	95
十、变速箱的使用、保养和故障排除	95
第三节 万向节及传动轴	96
一、万向节及传动轴的构造	96

二、万向节的工作原理	98
三、解放CA-10B型汽车的三万向节双传动轴	100
四、铰接式车架万向节的布置	102
五、等角速万向节	103
六、万向节及传动轴的保养和故障排除	108
第四节 轮式机械的驱动桥	108
一、汽车的驱动桥	108
二、差速器	114
三、ZL50型铰接式装载机的驱动桥	117
四、Z4H2型回转式装载机的驱动桥	120
五、CZ995型牵引车的后桥轮边减速器	122
六、驱动桥的常见故障、保养和调整	122
第五节 履带式机械的后桥	125
一、后桥布置法	125
二、中央传动	128
三、转向离合器	130
四、转向制动器	137
五、终传动	140
六、后桥的常见故障和保养	144
第四章 传动系主要零部件的设计计算	
第一节 摩擦传动	145
一、离合器的扭矩计算	145
二、片式离合器的摩擦力矩计算	146
三、片式离合器主要参数的确定	148
四、带式制动器主要参数的确定	149
五、离合器、制动器的摩擦衬面	152
六、离合器的发热计算	153
七、带式转向制动器的发热计算	156
第二节 齿轮传动	157
一、传动比的分配	157
二、计算载荷的确定	158
第三节 行星传动	159
一、行星排的配齿	159
二、行星排的力矩关系式	161
三、行星排的效率计算	164
第四节 传动轴及万向节传动	164
一、传动轴	164
二、十字轴	164

第二篇 工程机械操纵系

第五章 轮式机械转向系

第一节 汽车的转向机构	166
一、转向器	167
二、转向传动装置	174
三、汽车转向机构的调整 and 保养	175
第二节 双前桥轮式工程机械转向系	177
第三节 轮式工程机械的转向机构	179

一、74型轮胎式推土机的转向机构	179
二、ZL50型铰接式装载机的转向机构	181
三、CL 7 型自行式铲运机的转向机构	183
四、带摆线转子泵的液压转向机构	189
五、铰接式转向和液压随动转向操纵的应用	193
第四节 转向阻力计算	196
一、轮胎的转向阻力	196
二、转向油缸的作用力	198
三、铰接式机器的转向阻力矩	198

第六章 轮式机械制动系

第一节 蹄式制动器	201
一、分类及作用原理	201
二、构造	203
三、制动效能分析	206
四、摩擦副的尺寸及材料	209
第二节 盘式制动器	209
一、多片盘式制动器	209
二、钳盘式制动器	212
第三节 制动驱动机构	214
一、液压式制动驱动机构	214
二、气压式制动驱动机构	217
三、气液综合式制动驱动机构	221
第四节 辅助制动系	228
第五节 制动系的保养、调整和故障	229
第六节 制动系主要参数的确定	230
一、制动力矩	230
二、蹄式制动器主要参数的确定	233
三、液压式驱动机构主要参数的确定	234
四、气压式驱动机构主要参数的确定	235

第三篇 工程机械行走系

第七章 轮式机械行走系

第一节 汽车的行走系	239
一、行走系的任务和组成	239
二、车架（大梁）	239
三、车桥	240
四、前轮定位	244
五、悬架（悬挂）	246
六、三轴汽车双后桥的平衡悬架	257
第二节 车轮和轮胎	258
一、轮胎	258
二、轮胎运用	265
三、轮辋（钢圈）	269
四、车轮	272
五、轮胎承载力的计算	273
六、轮胎气压	275
第三节 轮式工程机械行走系的特点	275

第四节	轮胎受力分析	278
一、	轮胎的机械性质	278
二、	轮胎滚动时的作用力	281
第五节	轮胎式机械运行时的阻力计算	285
第六节	轮胎保护装置	286
一、	轮胎保护问题的提出	286
二、	轮胎保护链网	286
三、	履带踏面轮胎式工程机械	287
第八章 履带式机械行走系		
第一节	履带式拖拉机的行走系	289
一、	组成及特点	289
二、	车架	290
三、	悬架	291
四、	履带和驱动轮	296
五、	支重轮和托轮	300
六、	张紧装置和导向轮	303
第二节	运行阻力计算	307
一、	行走系的内部摩擦阻力	307
二、	支承面土壤变形阻力	311
三、	坡道阻力	313
四、	转弯阻力	313
第三节	附着牵引力和通过能力	314
一、	附着牵引力	314
二、	通过能力	315
第四节	新技术新结构在履带机械中的应用	316
一、	端面浮动油封	316
二、	尼龙代铜	317
三、	双金属套	318
四、	三角形低比压履带板	319
五、	拼合式主轨链节	319
第五节	履带机械转向理论	320
一、	转向运动分析	320
二、	转向阻力矩	321
三、	转向受力分析	323
四、	带拖式机械时的转向	324
附录		
附录一	几种工程机械主要技术参数表	326
附录二	几种工程机械的结构型式	328
附录三	本书主要参考资料	330

第一篇 工程机械传动系

第一章 传动简图及传动分析

第一节 几种工程机械传动图

工程机械传动系可用简图表示其动力及运动传动情况，叫做传动简图或传动图。
图 1—1 为上海-120型液压操纵推土机传动图。

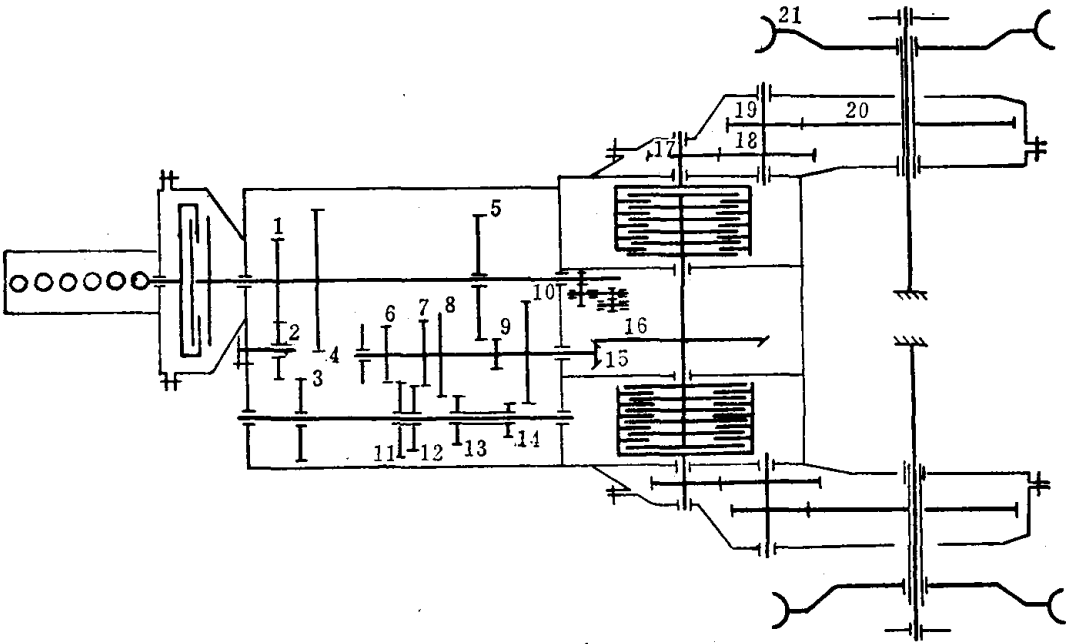


图 1—1 上海-120型液压操纵推土机传动系统图

上海-120型推土机传动系基本上和移山-80、红旗-100 型相似，只是更换发动机后，调整了部分齿轮的齿数。

表 1—1 列出上述推土机传动系各齿轮的齿数与模数。齿轮序号见图 1—1。

表 1—1

齿轮序号 齿数与模数 型号																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
上海-120型	20	19	30	24	26	19	23	25	17	30	26	22	20	15	14	39	11	28	11	54
红旗-100型	22	19	28	26	27	19	23	25	16	30	26	22	20	15	14	39	12	27	12	53
移山-80型	22	19	28	26	27	17	21	25	16	30	28	24	20	15	14	39	12	27	12	53
模 数 (毫米)	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	9	9	9	9	10.5	10.5

图 1—2 为郑州 74 型轮胎式推土机传动图。

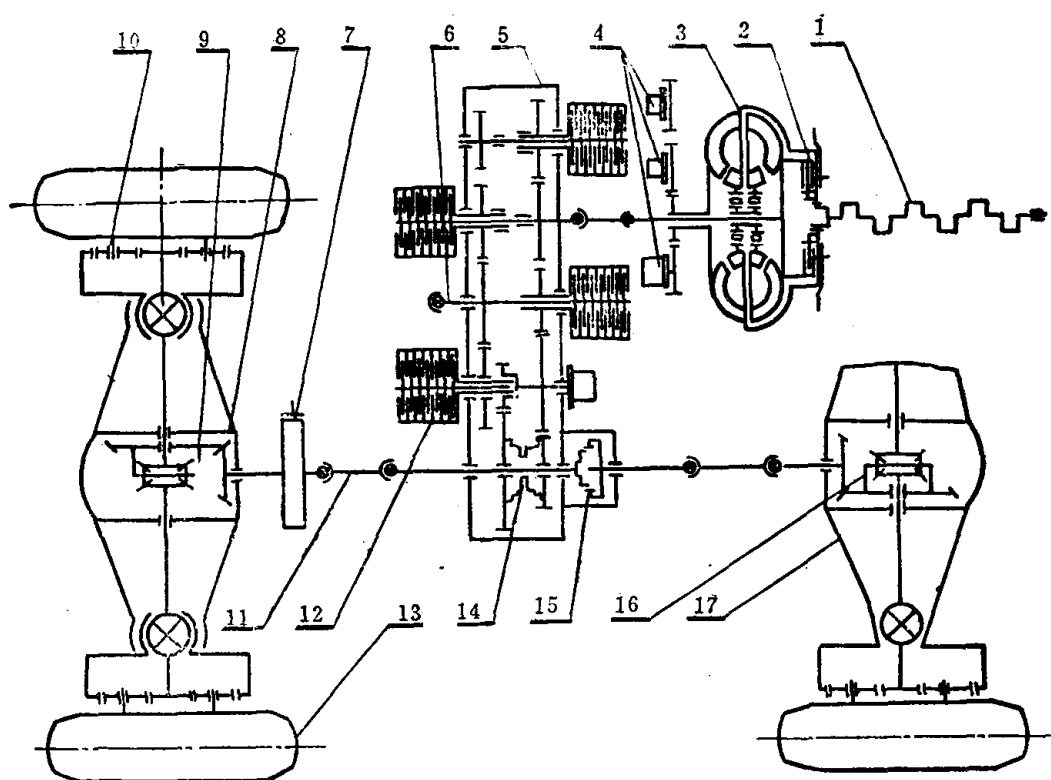


图 1—2 郑州74型轮胎式推土机传动系统图

1——发动机；2——闭锁离合器；3——液力变矩器；4——油泵；5——变速箱；6——绞盘传动轴；7——手制动；8——前桥；9——差速器；10——轮边减速器；11——传动轴；12——换档离合器；13——车轮；14——高低档拨叉；15——后桥套合器；16——差速器；17——后桥。

由图可见，采用了液力变矩器（带闭锁离合器）、定轴式动力换档变速箱、行星式轮边减速等结构。

图 1—3 为联合设计的 TY-180 型推土机传动系统图。传动系统采用了湿式主离合器，湿式转向离合器，变速箱换档采用套合器。

图1—4为郑州CL7型7~9米³自行式铲运机传动系统图。它采用了液力变矩器（带闭锁离合器）、行星式动力换档变速箱、行星式轮边减速。

图 1—5 为济宁 C5-6 型履带式铲运推土机传动系统图。它采用了液力变矩器（带闭锁离合器）、定轴式动力换档变速箱、行星式最终传动。其主要参数见表 1—2。

图 1—6 为柳州、厦门 ZL50 型装载机传动系统图。它采用了单级双涡轮变矩器、行星式动力换挡变速箱和行星式轮边减速变速箱各挡传动比见表 1—3。

图 1—7 为天津 ZL-160 型全回转轮胎式装载机传动系统图。它采用了液力变矩器带闭锁离合器、定轴式动力换档变速箱、行星式轮边减速。此机型号中之 160 系指发动机马力数。

ZL-160型装载机传动系各级传动比见表1—4。

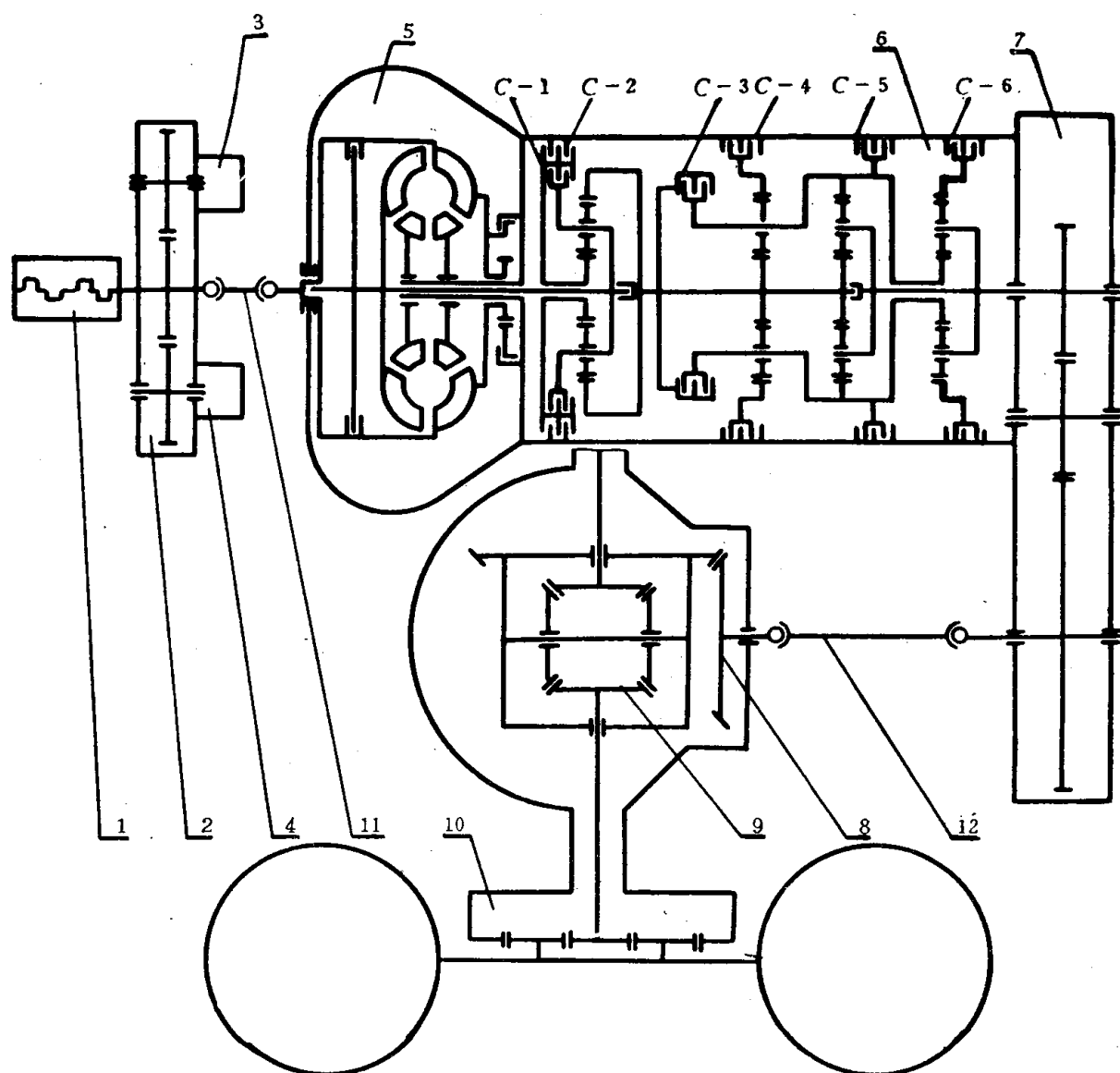


图 1—4 CL 7 型自行式铲运机传动图

1——柴油机；2——分动箱；3、4——油泵；5——变矩器；6——行星变速箱；7——传动箱；8——主传动；9——差速器；10——轮边减速器；11——传动轴；12——传动轴。

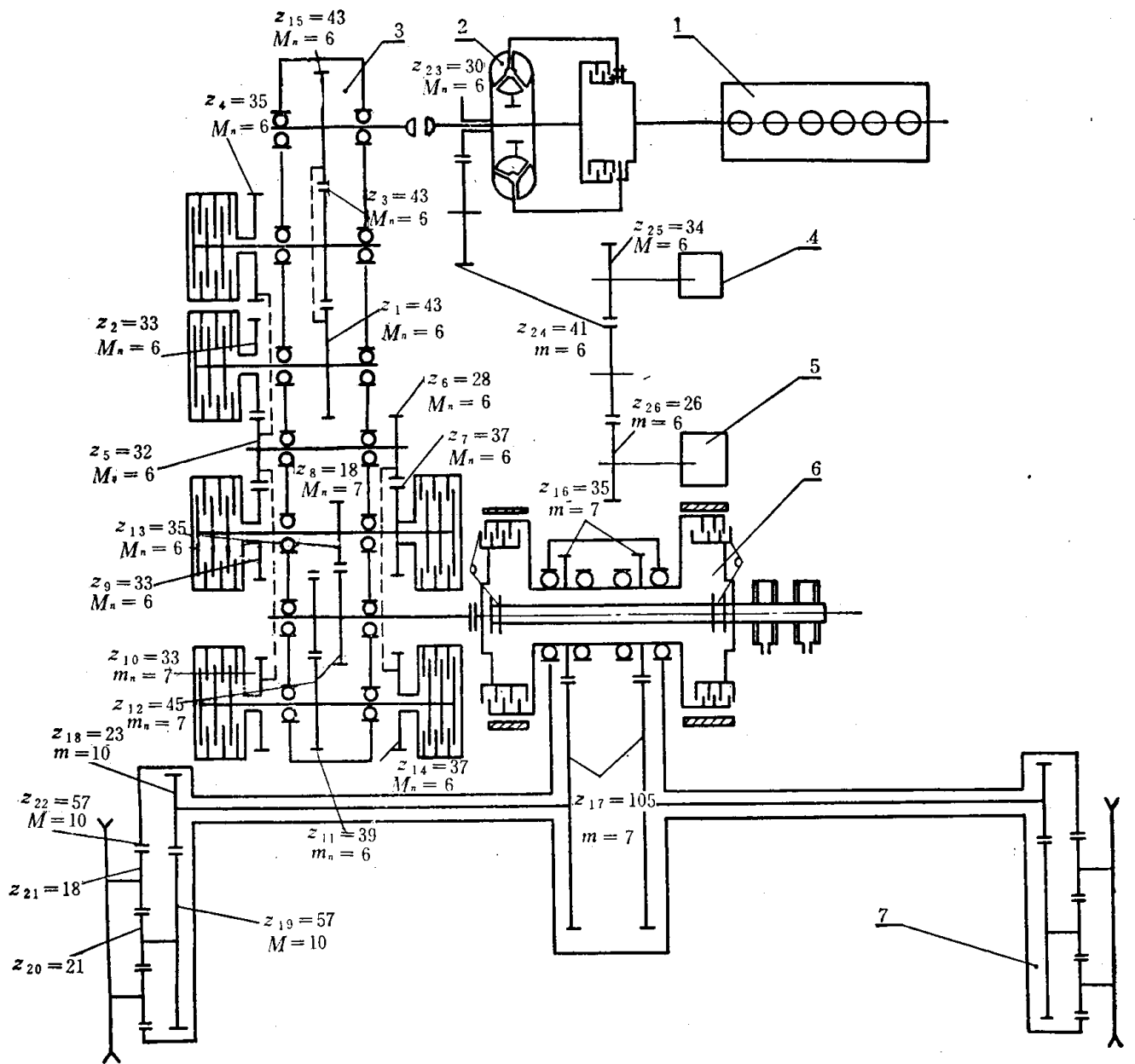


图 1—5 C5-6型履带式铲运推土机传动系统图

1 — 柴油机； 2 — 液力变矩器； 3 — 动力换挡变速箱； 4 — 油泵； 5 — 油泵； 6 — 转向离合器； 7 — 终传动。

C5-6型铲运推土机主要参数表

表 1 — 2

序 号	名 称	型 式	主 要 参 数		
1	柴 油 机	6130	$N = 180$ 马力 $N_{max} = 1800$ 转/分		
2	变 矩 器		$K = 2.9$		
3	变 速 箱	液压换档, 工作压力 $P = 9$ 公斤/厘米 ²	前 进 档	I	$i_{K1} = \frac{z_1}{z_{15}} \cdot \frac{z_5}{z_2} \cdot \frac{z_7}{z_6} \cdot \frac{z_{12}}{z_8} = 3.204$
				II	$i_{K2} = \frac{z_1}{z_{15}} \cdot \frac{z_5}{z_2} \cdot \frac{z_9}{z_5} \cdot \frac{z_{12}}{z_8} = 2.5$
				III	$i_{K3} = \frac{z_1}{z_{15}} \cdot \frac{z_5}{z_2} \cdot \frac{z_{14}}{z_6} \cdot \frac{z_{13}}{z_{11}} = 1.15$
				IV	$i_{K4} = \frac{z_1}{z_{15}} \cdot \frac{z_5}{z_2} \cdot \frac{z_{10}}{z_5} \cdot \frac{z_{13}}{z_{11}} = 0.897$
			后 退 档	I	$i'_{K1} = \frac{z_1}{z_{15}} \cdot \frac{z_3}{z_1} \cdot \frac{z_5}{z_4} \cdot \frac{z_{12}}{z_8} \cdot \frac{z_7}{z_6} = 3.02$
				II	$i'_{K2} = \frac{z_1}{z_{15}} \cdot \frac{z_3}{z_1} \cdot \frac{z_5}{z_4} \cdot \frac{z_9}{z_5} \cdot \frac{z_{12}}{z_8} = 2.36$
				III	$i'_{K3} = \frac{z_1}{z_{15}} \cdot \frac{z_3}{z_1} \cdot \frac{z_5}{z_4} \cdot \frac{z_{14}}{z_6} \cdot \frac{z_{13}}{z_{11}} = 1.084$
				IV	$i'_{K4} = \frac{z_1}{z_{15}} \cdot \frac{z_3}{z_1} \cdot \frac{z_5}{z_4} \cdot \frac{z_{10}}{z_5} \cdot \frac{z_{13}}{z_{11}} = 0.846$
4	变 速 油 泵	CB-46	$P = 135$ 公斤/厘米 ² , $Q = 46$ 升/分, $n = 1000$ 转/分		
5	工 作 油 泵	CB-H90C-FL	$P = 140$ 公斤/厘米 ² , $Q = 180$ 升/分, $n = 2100$ 转/分		
6	转向离合器	多片干式	中央传动比 $i = \frac{z_{17}}{z_{16}} = 3$		
7	轮 边 减 速	双 级	减速比 $i = \frac{z_{19}}{z_{18}} (1 + \frac{z_{22}}{z_{20}}) = 9.205$		

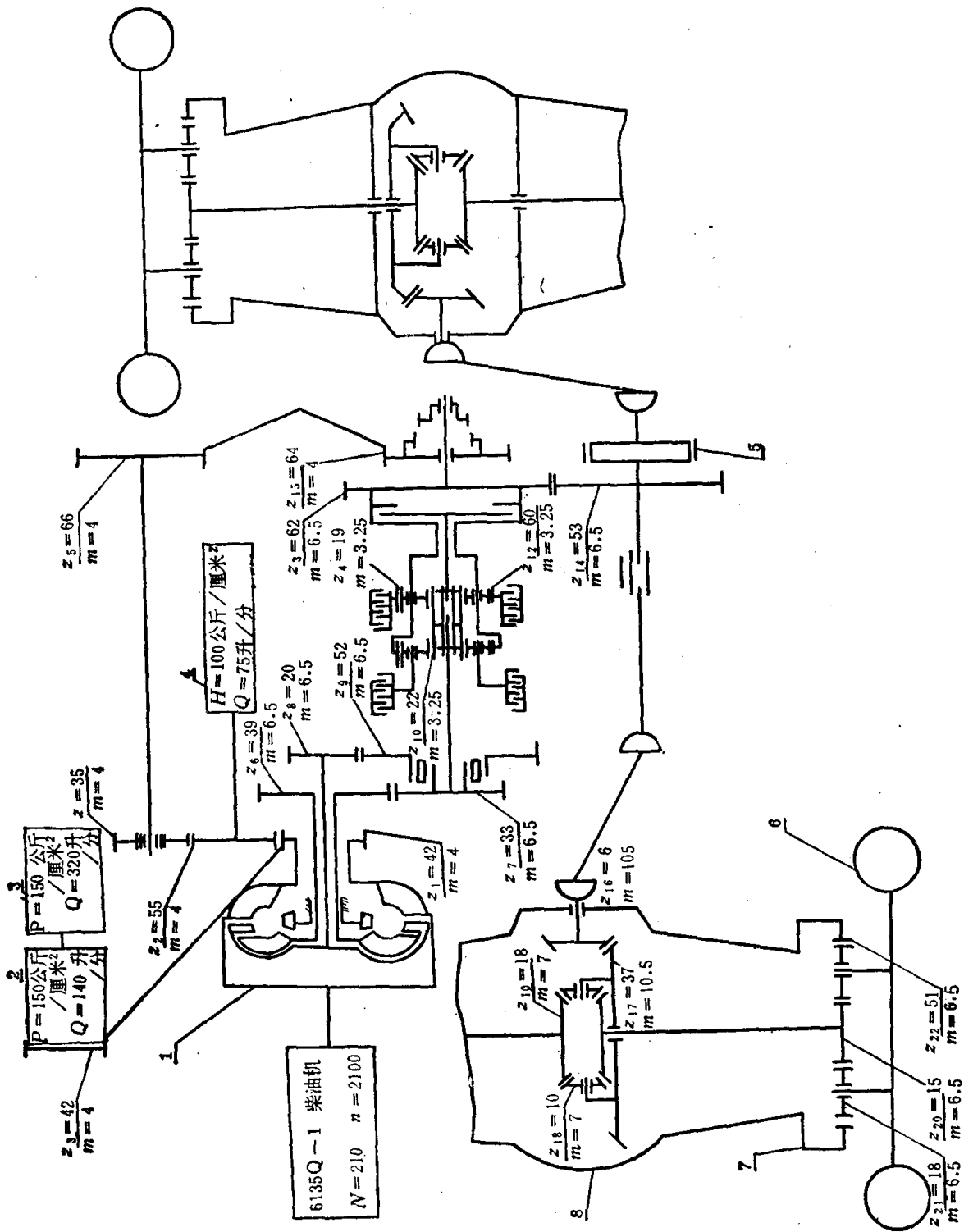


图 1-6 ZL50 型装载机传动系统图
1——双轴轮变速器；2——变矩器补油泵；3——工作油泵；4——转向油泵；5——手制动；6——轮胎；7——轮边减速器；8——后桥。

表 1-3

变 速 箱	
变矩换档工作压力 $P=11\sim15\text{kg/cm}^2$	
前进 I 档	$i_I = \frac{z_7}{z_6} \left(1 + \frac{z_{12}}{z_{10}}\right) \frac{z_{14}}{z_{13}} = 2.692$
前进 II 档	$i_{II} = \frac{z_7}{z_6} \times \frac{z_{14}}{z_{13}} = 0.722$
后退 档	$i = \frac{z_7}{z_6} \times \frac{z_{12}}{z_{10}} \times \frac{z_{14}}{z_{13}} = 1.97$

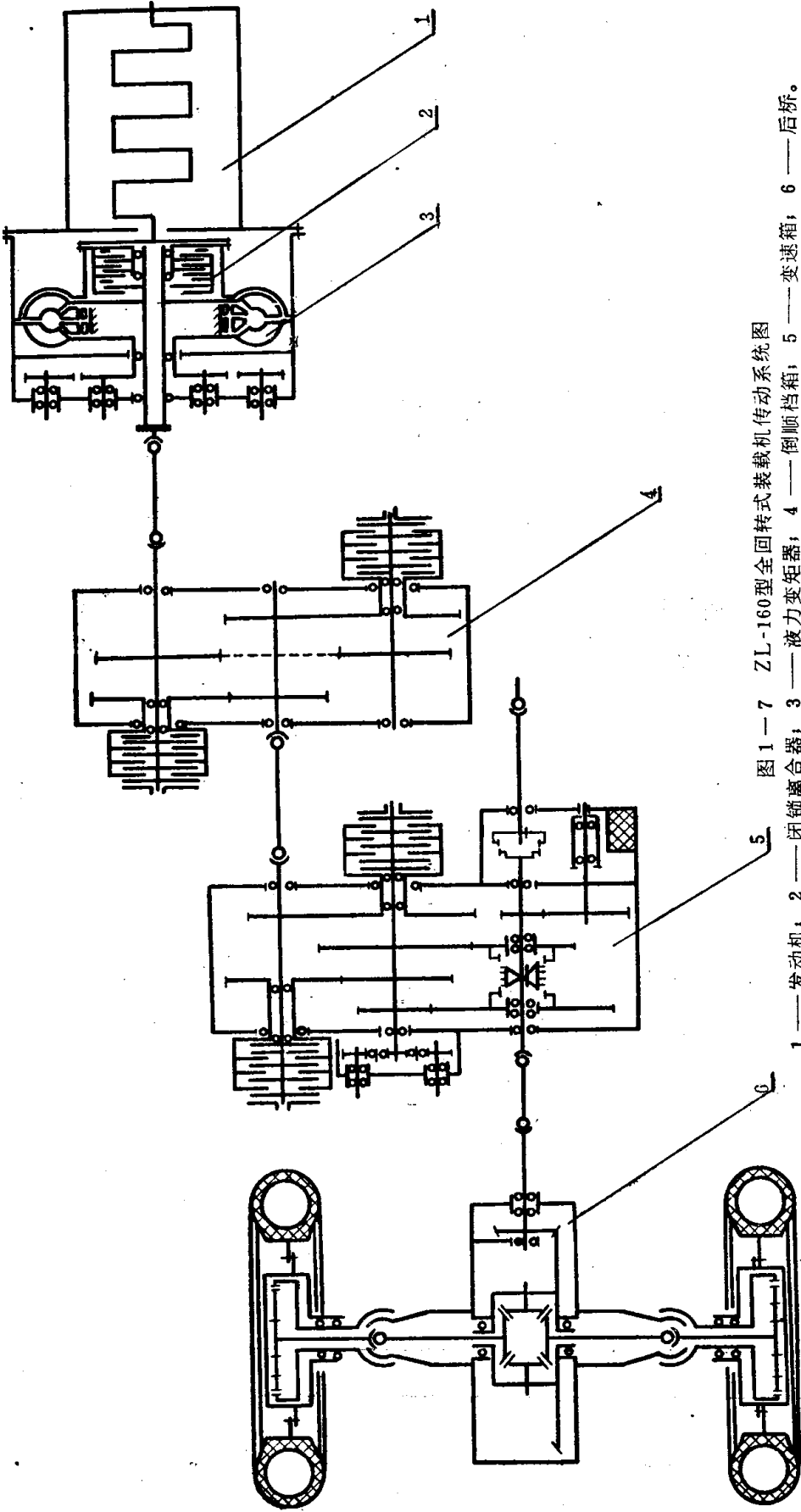


表 1—4

传 动 部 件	传 动 比	$i = \frac{z_2}{z_1}$
倒 顺 档 箱	0.746	
变 速 箱	6.538 1.618	2.385 0.590
后 桥 主 传 动	6.166	
轮 边 传 动	3.6	
总 传 动 比	108.24 26.787	39.486 9.786

图 1—8 为成都 Z4H2 型半回转式装载机传动系统图。它采用了液力变矩器、行星式动力换档变速箱、带两对主减速锥齿轮的桥、大速比轮边减速等。

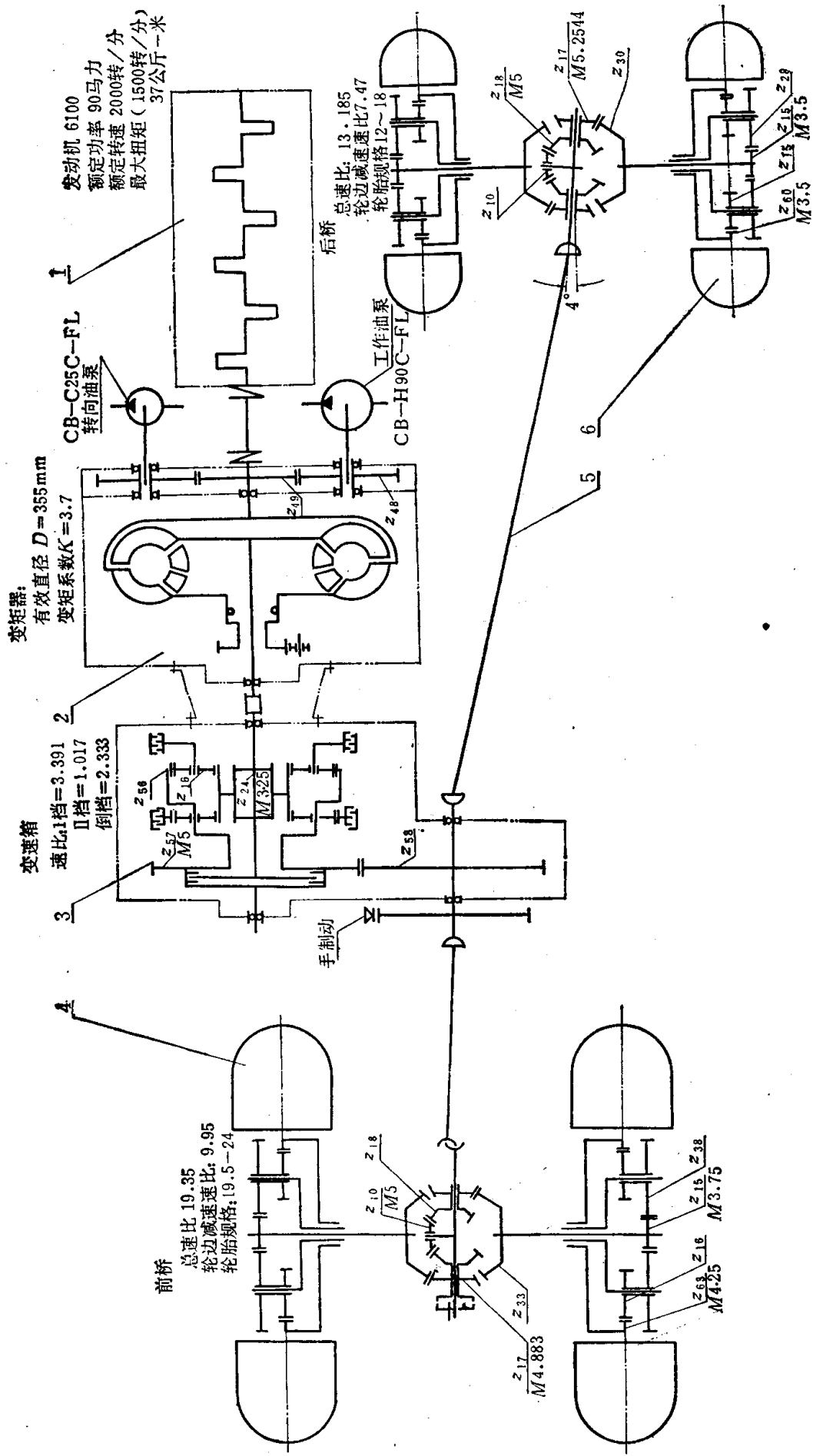


图 1—8 Z4H2型回转式装载机传动系统图

图1—9 为贵阳W4-60型液压挖掘机传动系统图。

传动比及行驶速度

档 位	传动比 i	行驶速度 V 公里/小时
V	11.28	35.7
IV	16.8	24
III	32.7	12.3
II	58.1	6.9
I	101.5	3.96
倒	98.2	4.1

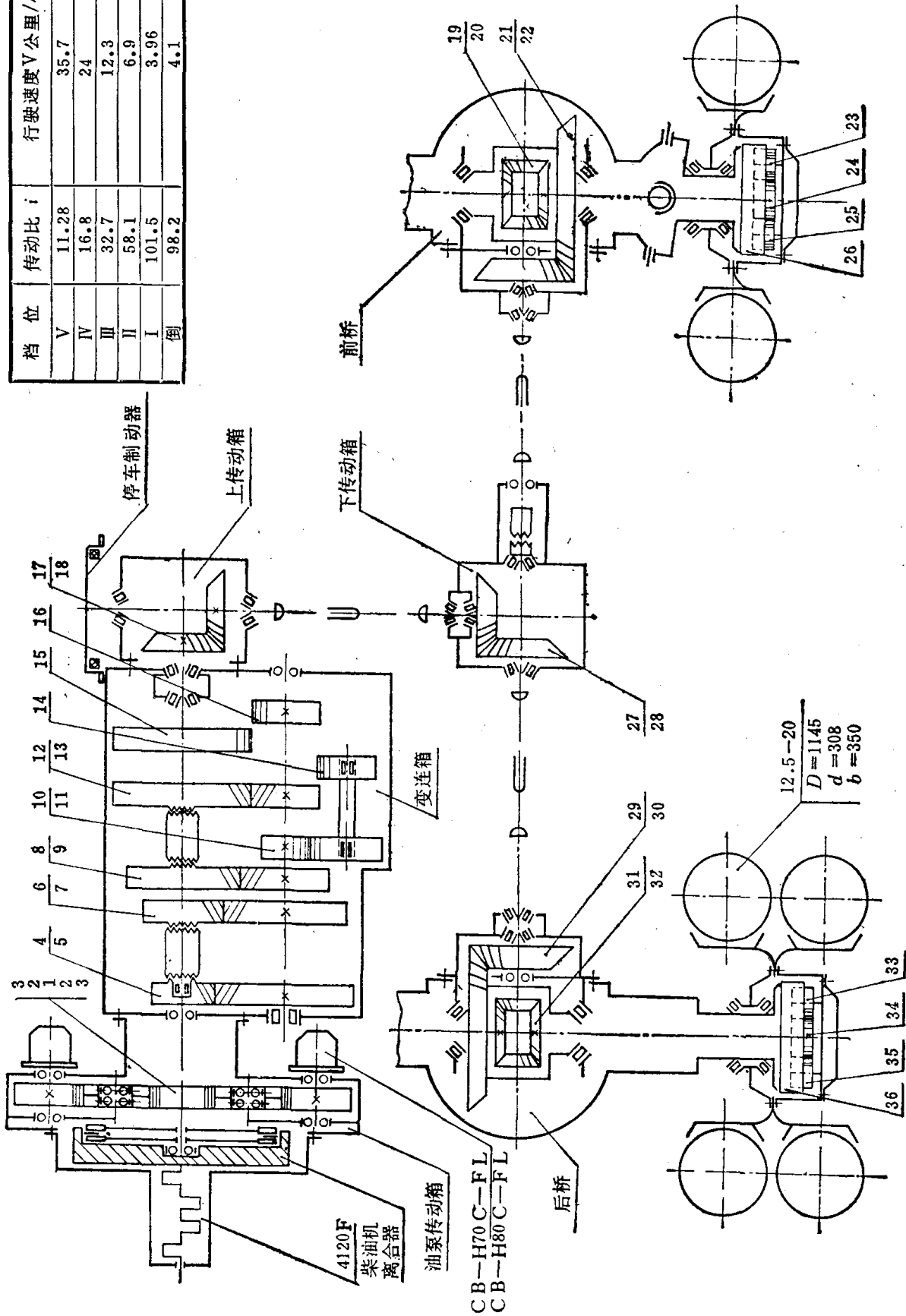


图 1—9 W4-60 型液压挖掘机传动系统图

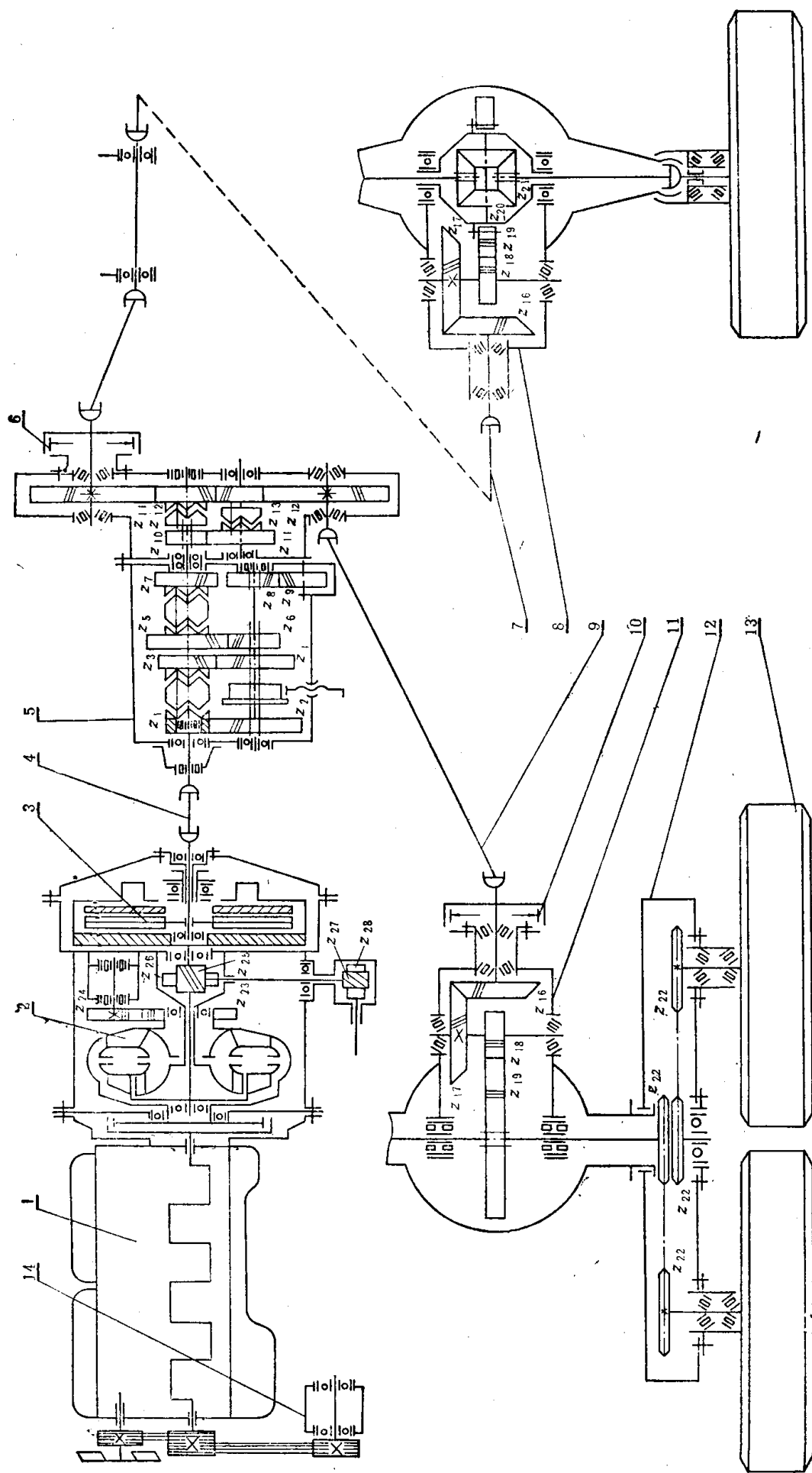


图 1—10 PY-160 型平地机传动系统图
1——发动机，2——变矩器，3——传动轴，4——离合器，5——变速箱，6——手制动器，7——传动轴，8——前桥，9——制动器，10——后桥，11——链传动，12——链传动箱，13——轮胎，14——传动工
作油泵。