

桥式龙门式 起重机司机

孙桂林 等编



内 容 提 要

本书较为系统地介绍了桥式、龙门式起重机的构造、性能和工作原理，以及安全技术规定、报废标准和指挥信号等。并根据桥式、龙门式起重机司机的经验和多年的事故统计资料，有重点地介绍了安全检验方法、常见事故的防止措施、常见故障的排除方法、安全操作技术和维护保养知识。书中收集了起重机司机安全技术考核的理论和实际操作试题。

本书供桥式、龙门式起重机司机培训学习使用，也可供起重机技术管理、维修技术人员参考。

参加本书编写工作的有孙桂林、齐志敏、赵月娟；由白瑞海审阅。

桥式、龙门式起重机司机

孙桂林等编

中国铁道出版社出版、发行

责任编辑 陈晓东 褚书铭 封面设计 安宏

各地新华书店经售

中国铁道出版社印刷厂印

开本：787×1092毫米 1/32 印张：7 字数：152千

1989年3月第1版 第1次印刷

印数：0001—6,000册 定价：2.75元

目 录

第一章 概 述	
第一节 桥式、龙门式起重机分类.....	1
第二节 主要技术参数.....	3
第三节 起重机工作级别.....	6
第四节 桥式、龙门式起重机在装卸作业中的 作用.....	14
第二章 桥式、龙门式起重机的工作机构	
第一节 起升机构.....	16
第二节 起重小车.....	70
第三节 电动葫芦.....	74
第四节 大车运行机构.....	82
第三章 桥式、龙门式起重机金属结构	
第一节 桥式、龙门式起重机金属结构.....	97
第二节 金属结构的检查	102
第四章 桥式、龙门式起重机电气设备	
第一节 电动机	113
第二节 控制电器	121
第三节 保护电器	132
第四节 电路图	135
第五节 安全装置	152
第五章 安全操作与保养润滑	
第一节 司机考核标准	165
第二节 安全操作规程	169

第三节	操作技术	174
第四节	指挥信号	183
第五节	保养与润滑	192
第六节	常见故障分析表	197

附 录

第一章 概 述

第一节 桥式、龙门式起重机分类

一、桥式起重机

桥式起重机由桥架（大车）和起重小车构成。通过车轮支承在厂房或露天栈桥的轨道上，外观象一架金属的桥梁，所以称为桥式起重机。桥架可沿厂房或栈桥作纵向运行，而起重小车则沿桥架作横向运动，起重小车上的起升机构可使货物作升降运动。这样桥式起重机就可以在一个长方形的空间内起重和搬运货物。

图 1—1 是通用桥式起重机的外形图。

桥式起重机根据使用吊具不同，可分为：吊钩式桥式起重机；抓斗式桥式起重机；电磁吸盘式桥式起重机。

根据用途不同，可分为：通用桥式起重机；冶金桥式起重机；水电站用桥式起重机；大起升高度桥式起重机等。

按主梁结构型式可分为：箱形结构桥式起重机；桁架结构桥式起重机；管形结构的桥式起重机。还有由型钢（工字钢）和钢板制成的简单截面梁的起重机称为梁式起重机，这种起重机多采用电动葫芦作为起重小车。

二、龙门式起重机

龙门式起重机由龙门架和起重小车构成。龙门架由主梁和支腿组成。

龙门式起重机也可根据吊具分类，如吊钩式、抓斗式、

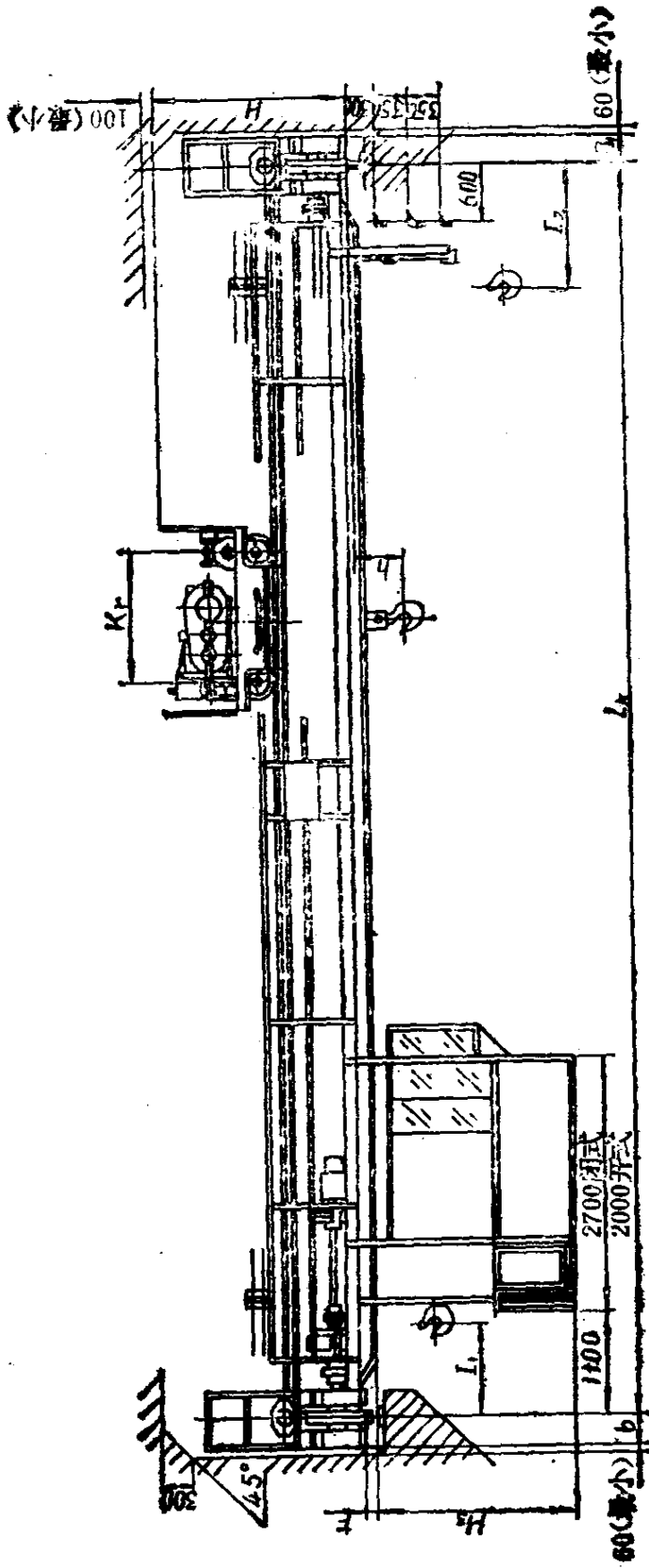


图 1-1 通用桥式起重机外形图

电磁吸盘式龙门式起重机，还有集装箱龙门式起重机。按用途可分为：一般用途龙门式起重机；集装箱龙门式起重机；水电站用龙门式起重机；船坞用龙门式起重机。按主梁结构可分为：单主梁和双主梁龙门式起重机；箱形主梁和桁架主梁龙门式起重机。按支腿型式可分为：L型支腿龙门式起重机；C型支腿龙门式起重机；带马鞍的八字形支腿龙门式起重机。按悬臂数目可分为：双悬臂、单悬臂、无悬臂式龙门式起重机。

图 1—2 是 5~10t 双梁抓斗龙门式起重机外形图。

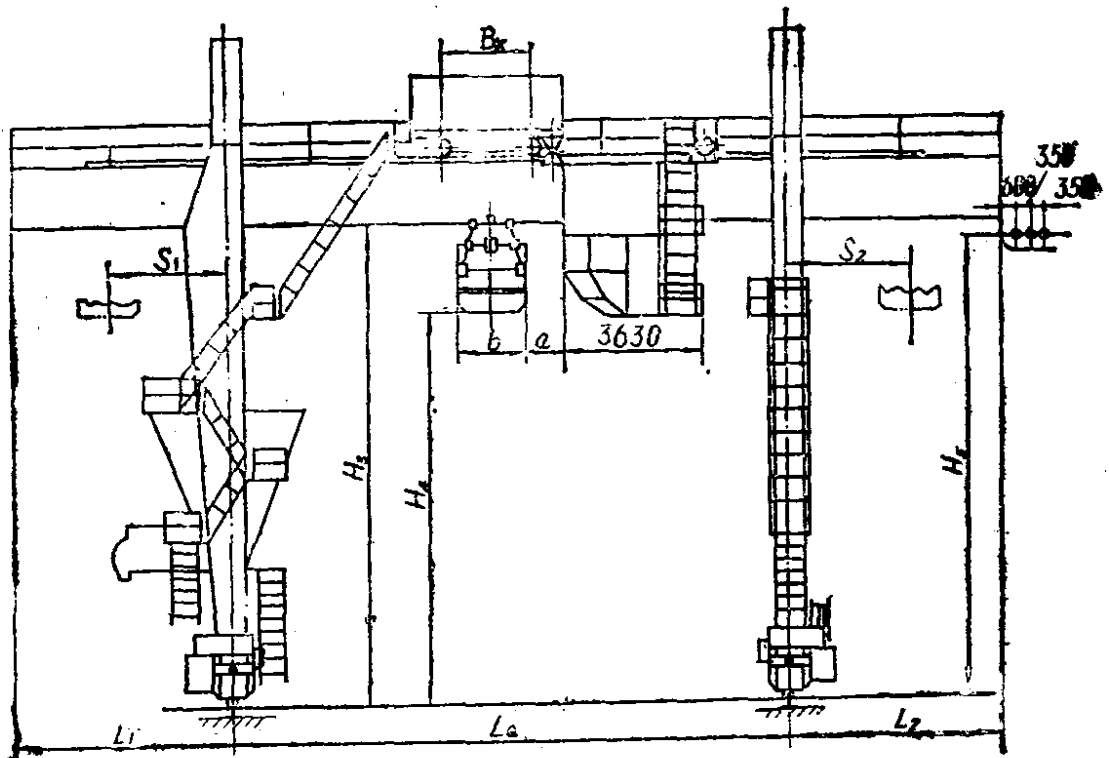


图 1—2 双梁抓斗龙门式起重机外形图

第二节 主要技术参数

一、起重量 Q (t)

起重量是指起重机所允许起吊货物的最大重量和能从起

重机上取下的取物装置重量之总和称为额定起重量。抓斗和电磁起重机的额定起重量包括货物和抓斗或电磁吸盘的重量。

额定起重量已标准化，表 1—1 是额定起重量系列标准表。

起重量系列标准 (GB783—65) (t) 表 1—1

0.05	0.10	0.25	0.50	0.80	1.00	1.25	1.50	2	2.5
3	4	5	6	8	10	12.5	16	20	25
32	40	50	63	80	100	125	140	160	180
200	225	250	280	320	360	400	450	500	

龙门式起重机起重量在 5~100t 范围内。

二、起升高度 H (m)

起升高度是指起重机运行轨道顶面（龙门式起重机）或地面（桥式起重机）到取物装置上极限位置的高度（用吊钩时算到吊钩钩环中心，用抓斗及其他容器时算到容器底部）；当取物装置可以放到地面或轨道顶面以下时，其下放距离称为下放深度。起升高度和下放深度之和称为总起升高度。

3-250t 电动桥式起重机起升高度系列

(GB791—65) (m) 表 1—2

主钩起重量 Q(t)	3~50		80	100	125	160	200	250							
起升高度 H	主钩	12	16	20	30	20	30	20	30	24	30	19	30	16	30
	副钩	14	18	22	32	22	32	22	32	26	32	21	32	18	32

表 1—2 是 3—250t 电动桥式起重机起升高度系列表 (GB791—65)。目前，铁路上用的龙门式起重机的起升高度在 8~13m 左右。铁道部标准规定起升高度为：10.5, 11, 11.5, 12m。

三、跨度L (m)

桥式起重机和龙门起重机的运行轨道两条钢轨中心之间的距离称为起重机跨度。

3~250t电动桥式起重机跨度系列

(GB790--65) (m)

表 1—3

厂房跨度		9	12	15	18	21	24	27	30	33	36
起 重 机 跨 度	Q	7.5	10.5	13.5	16.5	19.5	22.5	25.5	28.5	31.5	—
	3~50t	7	10	13	16	19	22	25	28	31	
L	Q 80~250t				16	19	22	25	28	31	34

表 1—3 是 3~250t 电动桥式起重机跨度系列表，表 1—4 是铁路用龙门式起重机跨度系列表。

铁路用龙门式起重机跨度系列表 (m)

表 1—4

跨度系列	18	(20)	22	(22.5)	(23)	26	30	35
------	----	------	----	--------	------	----	----	----

龙门式起重机悬臂长度 l ，一般在6.5~7.5m范围，最大不超过9m。起重机跨度加悬臂长度称为起重机总长度。

四、工作速度V (m/min)

额定起升速度是指起升机构电动机在额定转速下取物装置的上升速度。

额定运行速度是指运行机构电动机在额定转速下起重机或小车的运行速度分别称为起重机（大车）运行速度和小车运行速度。

表 1—5 是桥式、龙门式起重机的额定工作速度表。

表 1—6 是铁道部标准规定的龙门式起重机起重量与起重机工作速度值。

桥式、龙门式起重机额定工作速度表 表 1—5

起重机类别		起升速度(m/min)		运行速度(m/min)	
		主起升	副起升	小 车	大 车
通用桥式 起重机 (吊钩式)	轻 级	1~3	8~10	10~20	30~40
	中 级	2~12	8~20	20~40	40~90
	重 级	8~20	18~20	10~50	70~120
通用龙门起重机		8~20	20	20~50	40~60
抓斗桥式起重机		40~50		40~50	100~120
电磁桥式起重机		18~20	20~25	40~50	100~120
抓斗装卸桥		60~70		100~350	15~40
集装箱龙门起重机		10~40		80~120	35~50

龙门式起重机起重量与工作速度表 表 1—6

起重量 (t)	10	16/5	20/5	20/10	20/10	32/10	50/10
起升速度(m/min)	15.23/ 19.9	12.37/ 19.53	14.7/ 19.53	9.28/ 18.56	14.7/ 19.8	10.31/ 19.8	6.08/ 19.8
小车运行速度(m/min)	45/ 61.34	45/ 61.34	46.14/ 61.34	46.14/ 63	46.14 61.34	46.82	38.54
大车运行速度(m/min)	76.5	52.45	52.45	52.45	52.45	47.25	30.35

- 注：① 起重量10t的龙门式起重机有两种起升速度，其中V = 15.23m/min用于中、小站混合货场，适用于电动抓斗作业的重级龙门式起重机。
- ② 起重量为20/5, 20/10, 32/10t的主钩起升速度宜选取较大的数值，为适应吊钩式龙门起重机作业频繁的大货场，以提高其生产率。
- ③ 起重量为10~20t的龙门式起重机小车运行速度有两种，较大值用于抓斗和电磁吸盘龙门起重机。

第三节 起重机工作级别

一、工作类型的划分

起重机可根据载荷变化率划分为：轻级、中级、重级、特重级四种类型。工作忙闲程度划分为轻闲、中等和繁忙。

表 1—7 是起重机机构工作类型分类表。

起重机机构工作类型分类表

表 1—7

起升机构载荷率		工作忙闲程度		
		轻 闲	中 等	繁 忙
		工作时间短、 停歇时间长 $t_{总} < 500$ (小 时/年)	不规则、间断工作 $t_{总} = 500 \sim 2000$ (小时/年)	接近连续、循 环工作 $t_{总} > 2000$ (小 时/年)
小	偶尔吊额定载荷，经常吊 相当于 $1/3$ 的额定载荷	轻 级	轻 级	中 级
中	吊额定载荷机会较多，但 经常吊相当于 $1/3 \sim 1/2$ 的 额定载荷	轻 级	中 级	重 级
大	经常吊额定载荷	中 级	重 级	特重级

注： $t_{总}$ ——机构一年工作总时数。

表 1—8 是起重机机构工作类型的设计标准表。

从表中可知，任何吨位的起重机都可根据用户的使用要求设计成轻级、中级、重级或特重级。但是，根据使用条件设计成产品，用户就必须按着类型级别规定的条件使用，否则就会常出事故。

对于铁路上用的龙门式起重机的忙闲程度可以这样计算，龙门起重机一般月作业率为10000~13000吨/月，个别高达50000~60000吨/月。如果以13000吨/月作业率计算，对于吊钩式龙门起重机，每装卸一辆50t敞车约35~40分钟；抓斗式龙门起重机装卸一辆50t敞车一般约用40(15+25)~48(18+30)分钟；集装箱式龙门起重机装卸一辆50t车约费时15分钟。这样计算下来一年总的工作时间均在500~2000小时之内。

另外，考虑到机构的载荷率，对于吊钩式龙门起重机，

主钩作业约占30%，副钩占70%，且货物重量70%在5t以下；对于抓斗和集装箱龙门起重机是经常起吊额定载荷的。综合上述两条，铁路上用的龙门式起重机机构工作类型列在表1—9内。

起重机工作机构类型的设计标准表

表 1—8

工作类型	起升机构载荷变化程度			工作忙闲程度	
	起升机构载荷图	n 循	n 机	T _总 (小时/年)	JC%
轻级	<p>A bar chart showing load distribution for a light-duty crane. The vertical axis is labeled $\frac{Q}{Q_n}$ and the horizontal axis is labeled $\frac{t}{T}$. There are four bars of decreasing height: the first bar (0 to 0.1) has a height of 1.0; the second bar (0.1 to 0.3) has a height of 0.5; the third bar (0.3 to 0.5) has a height of 0.25; and the fourth bar (0.5 to 1.0) has a height of 0.05.</p>	5	30	1000	15
中级	<p>A bar chart showing load distribution for a medium-duty crane. The vertical axis is labeled $\frac{Q}{Q_n}$ and the horizontal axis is labeled $\frac{t}{T}$. There are four bars of decreasing height: the first bar (0 to 0.2) has a height of 1.0; the second bar (0.2 to 0.4) has a height of 0.5; the third bar (0.4 to 0.5) has a height of 0.25; and the fourth bar (0.5 to 1.0) has a height of 0.05.</p>	10	60	2000	25
重级	<p>A bar chart showing load distribution for a heavy-duty crane. The vertical axis is labeled $\frac{Q}{Q_n}$ and the horizontal axis is labeled $\frac{t}{T}$. There are three bars: the first bar (0 to 0.4) has a height of 1.0; the second bar (0.4 to 0.5) has a height of 0.5; and the third bar (0.5 to 1.0) has a height of 0.05.</p>	20	120	4000	40

续上表

工作类型	起升机构载荷变化程度			工作忙闲程度	
	起升机构载荷图	n 循	n 机	T _总 (小时/年)	JC%
特重级		40	240	7000	60

注：Q——实际起重量；
 $Q_{额}$ ——额定起重量；
 t ——载荷为Q的起升机构工作时间；
 T ——机构总工作时间；
 $n_{循}$ ——起重机一个工作小时内的工作循环数（一年内的平均数）；
 $n_{机}$ ——起升机构每小时开动次数；
 $T_{总}$ ——起重机年工作总小时数；
 $JC\%$ ——机构运转时间率。

表 1—10 是起重机机构工作类型划分的实例。

整台起重机的工作类型是以起升机构的工作类型为基准的。

铁路用龙门式起重机工作机构类型表 表 1—9

起重机种类	机 构			
	起 升		运 行	
	主 钩	副 钩	小 车	大 车
吊钩式龙门起重机	中	中	中	中
抓斗、电磁式龙门起重机	中(重)	重	重	中
集装箱龙门起重机	重	—	重	中

起重机机构工作类型的实例

表 1—10

起重机型式	起重机用途	机 构				
		主起升	副起升	小车运行	起重运行	
梁式起重机	一般用途 (吊钩式)	电站安装及检修用	轻	—	轻	轻
		车间和仓库用	中	—	中	中
		繁重工作的车间和仓库用	重	—	中	重
	抓斗式	间断装卸用	重	—	重	重
桥式起重机	一般用途 (吊钩式)	电站安装及检修用	轻	轻	轻	轻
		车间和仓库用	中	中	中	中
		繁重工作的车间和仓库用	重	中	中	重
	抓斗式	间断装卸用	重	—	重	重
		连续装卸用	特重	—	特重	特重
	冶金专用	吊料箱用	重	—	中	重
加料用		重	中	特重	重	
铸造用		特重	中	重	重	
锻造用		重	重	重	特重	
淬火用		重	中	中	重	
电磁铁式		特重	—	特重	特重	
龙门起重机	一般用途 (吊钩式)	中	中	中	中	
	装卸用 (抓斗式)	重	—	重	重	
	装卸集装箱用	重	—	重	中	

二、新规范中起重机工作级别的划分

在新的起重机设计规范中，根据利用等级和载荷状态把起重机工作级别分为八级。

1. 利用等级

起重机的利用等级是按起重机整个有效寿命期内总的工作循环次数 N 来划分的, 根据不同的总工作循环次数分为十级, 表 1—11 是利用等级分类表。

起重机的利用级别

表 1—11

利用级别	总的工作循环数	附注
U_0	1.6×10^4	不规则使用
U_1	3.2×10^4	
U_2	6.3×10^4	
U_3	1.25×10^5	
U_4	2.5×10^5	有时规则使用
U_5	5×10^5	间断规则使用
U_6	1×10^6	激烈地不规则使用
U_7	2×10^6	激烈地使用
U_8	4×10^6	
U_9	大于 4×10^6	

起重机总的工作循环数大致上就是起重机结构的受载次数。

2. 载荷状态

起重机载荷状态与所起吊载荷的大小有关, 并且与相应载荷的起吊次数有关。起重机的载荷状态用载荷谱系数 K_P 表示, 表 1—12 是载荷谱系数的标称值表。

3. 起重机工作级别的划分

根据起重机的载荷状态和利用等级把起重机工作级别划分八种级别 $A1 \sim A8$ 。

表 1—13 是起重机工作级别表。

载荷谱系数的标称值

表 1—12

载荷状态	载荷谱系数的标称值 K_p	附注
Q_1 —轻	0.125	很少起升额定载荷，一般起升轻微载荷
Q_2 —中	0.25	一般频繁地起升额定载荷和中等载荷
Q_3 —重	0.5	频繁地起升额定载荷，一般是比较重的载荷
Q_4 —特重	1	有规则地起升额定载荷

起重机工作级别表

表 1—13

载荷状态	载荷谱系数标称值 K_p	起重机械利用等级										
		U_0	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5	U_6	U_7	U_8	U_9	
Q_1 —轻	0.125			A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	
Q_2 —中	0.25		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8		
Q_3 —重	0.5	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8			
Q_4 —特重	1.0	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8				

机构工作级别表

表 1—14

载荷状态	名义载荷谱系数 K_m	机构利用级别 (小时数)									
		T_0	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7	T_8	T_9
		200	400	800	1600	3200	6300	12500	25000	50000	100000
L_1 —轻	0.125			M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
L_2 —中	0.25		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	
L_3 —重	0.50	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8		
L_4 —特重	1.00	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8			

这样划分起重机工作级别比老的工作类型分的更细，这样有利于系列化，有利于提高技术经济效益，新旧对比，可从

中找出某些联系。A1~A4相当轻级；A5~A6相当中级；A7相当重级；A8相当特重级。

起重机械工作级别分类举例

表 1—15

起重机械 型 式	用 途	类别	附注
桥式起重机	手动起重机	A1~A4	
	电站用起重机		
	检修用起重机		
	仓库用起重机	A5~A6	
	机械及装配车间用起重机		
	一般生产用起重机		
	抓斗起重机	A7~A8	
	电磁吸盘起重机		
	夹钳起重机		
	碎铁场起重机		
	铸造起重机		
	脱模起重机	A8	
	装料起重机		
锻造起重机			
龙门起重机	装配场、材料堆场用起重机	A5或A6	
	成品堆存用集装箱用起重机		
	抓斗起重机电磁吸盘起重机	A6或A7	
	装卸桥	A8	

4. 机构的工作级别

起重机机构的工作级别也是根据机构的利用等级和载荷状态来划分的。机构的利用等级是按总使用寿命（小时）来