

铣工实用技术

陈宏钧 主编



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

铣工实用技术

周志祥 主编



铣工实用技术

陈宏钧 主编

机械工业出版社

ISBN 7-111-11111-1

机械工业出版社

本书是为帮助中、小型企业技术工人和技术人员提高机械加工基础理论和综合素质编写的实用技术系列丛书。

本书共分六章，主要内容包括：铣床的结构与技术参数；铣床辅具和通用夹具；铣刀和齿轮刀具；典型零件铣削加工工艺；难加工材料的铣削；常用铣削用量；齿轮几何参数计算；齿轮加工；机械零件常规检测及量具；孔、轴的极限偏差等。

本书可供从事机械加工操作技术工人及技术人员学习使用，也可作为技工学校及各种培训班的教材使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

铣工实用技术/陈宏钧主编. —北京: 机械工业出版社,
2008. 4
ISBN 978 - 7 - 111 - 23745 - 7

I. 铣… II. 陈… III. 铣削 - 基本知识 IV. TG54

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 036915 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 刘彩英

责任编辑: 李建秀 版式设计: 霍永明 责任校对: 张莉娟

封面设计: 陈 沛 责任印制: 邓 博

北京京丰印刷厂印刷

2008 年 5 月第 1 版·第 1 次印刷

169mm×239mm·26 印张·503 千字

0 001—4 000 册

标准书号: ISBN 978 - 7 - 111 - 23745 - 7

定价: 40.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

销售服务热线电话: (010) 68326294

购书热线电话: (010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话: (010) 68351729

封面无防伪标均为盗版

金属加工

原名《机械工人》

半月刊 创刊于 1950 年

- 两刊双双进入中国期刊方阵
冷加工评为“双百”期刊
热加工评为“双效”期刊
- 全国优秀科技期刊二等奖
- 北京市全优期刊
- 历次机械行业优秀期刊奖
- 2007 年荣获机械行业优秀期刊一等奖



◆ 内容特点

“以实用性为主、来源于实践、服务于生产”，“追踪行业热点，把握市场需求”。多年来，《金属加工》时刻关注国内外制造技术、产品及市场的发展方向，为制造业提供了大量参考价值极强的实用性文章及信息。

◆ 读者对象

主要为制造业领域的管理人员、技术人员及大中专院校师生等。主要分布在工艺、开发设计、技改、设备管理与维修、工具、质检等部门以及生产车间、班组等。《金属加工》的读者 63% 以上是中、高级技术人员和管理人员，58% 以上是在设备采购中承担着决策、选型评估、建议等不同角色。

◆ 服务领域

《金属加工》(冷加工):

- ◆ 机床及附件
- ◆ 刀具、夹具、量具 量仪、磨料磨具及各类工具
- ◆ 数控系统及配套部件
- ◆ 制造业软件
- ◆ 模具及材料
- ◆ 仪器仪表
- ◆ 传动装置
- ◆ 机械零部件
- ◆ 工控系统及元器件
- ◆ 电气设备

大 16 开 半月刊 10 元/期 全年定价: 240 元 邮发代号: 2-126

《金属加工》(热加工):

- ◆ 焊接与切割
- ◆ 热处理
- ◆ 电炉、工业炉
- ◆ 铸造
- ◆ 压力加工
- ◆ 表面工程
- ◆ 热加工自动控制
- ◆ 热加工仪器与仪表

大 16 开 半月刊 10 元/期 全年定价: 240 元 邮发代号: 2-127

《金属加工》杂志社

地址: 北京百万庄大街 22 号 邮编: 100037

传真: 010-68327225 68326910

电话: 010-68327547 68335775 88379790~98

http://www.machinist.com.cn

E-mail: LB1950@126.com (冷加工编辑部)

RB1950@126.com (热加工编辑部)

LG1950@126.com (冷加工广告部)

RG1950@126.com (热加工广告部)

征集专业读者 免费索取样刊 (复印有效)

完整填写此表, 可获精美纪念品一份

请选择: 冷加工 热加工

公司名称: _____ 姓名: _____ 职务: _____ 部门: _____

通信地址: _____ 邮编: _____ E-mail: _____

电话: _____ 传真: _____ 所属行业: _____

主导产品: _____ 公司经常采购的主要产品: _____

总工: _____ 技术部负责人: _____ 销售部负责人: _____ 采购部负责人: _____

2008-JXS

请传真至 010-68327225 68326910 《金属加工》杂志社

前 言

为提高广大技术工人综合素质，以适应机械加工技术发展的需要，更好地解决生产中的问题，我们编写了一套实用技术系列丛书，全套共有5个分册，包括《车工实用技术》、《钳工实用技术》、《铣工实用技术》、《磨工实用技术》和《镗工实用技术》。

实用技术系列丛书从中小型企业技术工人应具有较广泛的通用知识及多方面技能的实际需要出发，以“少而精”的原则精选出在实际工作中常用的、经过实践验证确实可靠的技术内容，并对所选资料经过反复核对和精心加工，以图表为主加以讲解，一目了然，使读者学以致用，既能短期速成，又能循序渐进。

实用技术系列丛书内容是以每分册所属工种为一主题，包括该工种常见的机床结构与技术参数、机床附件、辅具的形式、通用夹具、切削工具、技术测量及常用计量器具等基础知识，对典型零件加工工艺和操作技能也作了详细的讲解，使技术工人在学习和生产中，计算方法有依据，操作技能有对照。

本书共分六章，主要内容包括：铣床的结构与技术参数；铣床辅具和通用夹具；铣刀和齿轮刀具；典型零件铣削加工工艺；难加工材料的铣削；常用铣削用量；齿轮几何参数计算；齿轮加工；机械零件常规检测及量具等。

在编写时尽量采用标准术语、现行标准，并在附录中增加了 JB/T 8828—2001《切削加工件 通用技术条件》，JB/T 9168.1—1998《切削加工通用工艺守则 总则》和 JB/T 9168.3—1998《切削加工通用工艺守则 铣削》，JB/T 9168.9—1998《切削加工通用工艺守则 齿轮加工》。

本书由陈宏钧主编，洪寿兰主审，参加编写的人员有洪寿春、王学汉、李凤友、洪二芹、单立红、陈环宇。

由于我们水平有限，在编写中难免有不妥和错误之处，真诚希望广大读者批评指正。

编 者

机械工业出版社机械行业标准出版信息

我社出版自 2002 年开始发布的现行机械行业标准 (JB), 其中包括机械、电工、仪表三大行业, 涉及设备、产品、工艺等几大类。为保证用户查询、购买方便, 特提供以下信息:

查询标准出版信息、网上订购

<http://www.cmpbook.com/standardbook/bzl.asp>

<http://www.golden-book.com>——机械工业出版社旗下大型科技图书网站

标准出版咨询

机械工业出版社机械分社电话: 010-88379778
010-88379779

电话订购

电话: 010-68993821 010-88379639

010-88379641 010-88379643

010-88379693 010-88379170

传真: 010-68990188 (可写明购书信息及联系方式)

地址: 北京市西城区百万庄大街 22 号

邮政编码: 100037

户名: 北京百万庄图书大厦有限公司

账号: 8085 1609 1908 0910 01

开户行: 中国银行北京百万庄支行

目 录

前言

第一章 铣床的结构与技术参数	1
一、铣床主要组成部分及作用	1
二、铣床的润滑和维护保养	2
1. 卧式铣床润滑部位及要求	2
2. 铣床的一级保养	3
三、X6132 型铣床	5
1. X6132 型铣床的主要技术参数	5
2. X6132 型铣床操作部位的名称和用途	6
3. X6132 型铣床传动系统	7
四、常用铣床的型号与技术参数	11
1. 铣床型号编制方法	11
2. 机床型号旧编制方法说明	14
3. 常用铣床的型号与技术参数	14
4. 铣床联系尺寸	26
第二章 铣床辅具和通用夹具	31
一、铣床辅具	31
1. 中间套	31
2. 铣刀杆	36
3. 铣夹头	48
二、通用夹具	54
(一) 顶尖	54
1. 固定顶尖	54
2. 回转顶尖形式及规格	56
3. 内拨顶尖	57
4. 夹持式内拨顶尖	58
5. 外拨顶尖	58
6. 内锥孔顶尖	59
7. 夹持式内锥孔顶尖	59
(二) 夹头	60
1. 鸡心卡头	60
2. 卡环	61
3. 夹板	62

4. 车床用快换卡头	63
(三) 拨盘	63
1. C型拨盘	63
2. D型拨盘	64
(四) 卡盘	64
1. 三爪自定心卡盘	64
2. 四爪单动卡盘	69
(五) 过渡盘	72
1. C型三爪自定心卡盘用过渡盘	72
2. D型三爪自定心卡盘用过渡盘	73
3. C型四爪单动卡盘用过渡盘	74
4. D型四爪单动卡盘用过渡盘	75
(六) 花盘	76
(七) 分度头	76
1. 机械分度头	76
2. 等分分度头	78
(八) 机床用平口台虎钳	79
1. 机床用平口台虎钳规格尺寸	79
2. 角度压紧机用平口台虎钳规格尺寸	80
3. 可倾机用平口台虎钳规格尺寸	81
4. 正弦机用平口台虎钳规格尺寸	81
(九) 常用回转工作台	82
(十) 吸盘	86
1. 矩形电磁吸盘规格尺寸	86
2. 圆形电磁吸盘规格尺寸	87
3. 矩形永磁吸盘规格尺寸	87
4. 圆形永磁吸盘规格尺寸	88
5. 多功能电磁吸盘规格尺寸	89
(十一) 铣头、插头、镗头	89
1. 铣头规格尺寸	89
2. 插头规格尺寸	90
3. 镗头规格尺寸	91
第三章 铣刀和齿轮刀具	92
一、刀具切削部分材料	92
1. 对刀具切削部分材料性能的要求	92
2. 常用刀具材料	92
二、铣刀	99
1. 铣刀切削部分的几何形状和角度的选择	99

VI

2. 常用铣刀类型、规格范围及标准代号	105
3. 可转位铣刀	113
三、齿轮加工刀具	126
1. 盘形齿轮铣刀基本形式和尺寸	126
2. 盘形锥齿轮铣刀的形式和基本尺寸	128
3. 渐开线齿轮滚刀的形式和基本尺寸	128
第四章 铣削加工	134
一、铣削范围和基本方法	134
二、铣削方式及特点	137
1. 圆柱形铣刀的铣削方式（圆周铣削）	137
2. 面铣刀的铣削方式（端面铣削）	138
三、万能分度头及分度方法	138
1. 分度头传动系统及主要规格	138
2. 分度头定数、分度盘孔数和交换齿轮齿数	138
3. 万能分度头的附件	140
4. 分度头装夹工件举例	141
5. 分度方法及计算	143
四、铣四方、铣六方尺寸计算	153
1. 铣四方尺寸计算	153
2. 铣六方尺寸计算	153
五、铣削离合器	154
1. 齿式离合器的种类及特点	154
2. 矩形齿离合器的铣削	156
3. 尖齿（正三角形）离合器铣削	158
4. 梯形收缩齿离合器铣削	161
5. 梯形等高齿离合器铣削	161
6. 锯齿形离合器铣削	162
7. 螺旋齿离合器铣削	164
六、铣削凸轮	165
1. 凸轮传动的三要素	166
2. 等速圆盘凸轮的铣削	166
3. 等速圆柱凸轮的铣削	169
七、铣削球面	170
1. 铣整球	170
2. 铣带柄圆球	171
3. 铣内球面	171
八、铣削刀具齿槽	172
1. 对前角 $\gamma_0 = 0^\circ$ 的铣刀开齿	172

2. 对前角 $\gamma_0 > 0^\circ$ 的铣刀开齿	173
3. 圆柱螺旋齿铣刀的铣削	175
4. 麻花钻头的铣削	176
5. 端面齿的铣削	177
6. 锥面齿的铣削	178
7. 铰刀的开齿	178
九、铣削花键轴	179
1. 矩形花键基本尺寸和公差	180
2. 矩形齿花键轴的铣削	185
十、铣削链轮	191
1. 链和链轮	191
2. 链轮的铣削	199
十一、常用铣削用量	205
1. 高速钢端铣刀、圆柱形铣刀和圆盘铣刀铣削时的进给量	205
2. 高速钢立铣刀、角铣刀、半圆铣刀、切槽铣刀和切断铣刀铣削钢的进给量	205
3. 硬质合金端铣刀、圆柱形铣刀和圆盘铣刀铣削平面和凸台的进给量	209
4. 硬质合金立铣刀铣削平面和凸台的进给量	209
5. 铣削速度	209
6. 涂层硬质合金铣刀的铣削用量	210
十二、难加工材料的铣削	211
1. 高锰钢的铣削	211
2. 高强度钢的铣削	212
3. 高温合金的铣削	213
4. 钛合金的铣削	215
5. 不锈钢的铣削	215
第五章 齿轮加工	218
一、齿轮几何参数计算	218
(一) 渐开线圆柱齿轮	218
1. 基本齿廓和模数	218
2. 圆柱齿轮的几何尺寸计算	220
3. 齿轮精度	222
4. 齿坯公差	231
(二) 齿条	233
1. 齿条的几何尺寸计算	233
2. 齿条精度	233
(三) 锥齿轮	235
1. 锥齿轮基本齿廓尺寸参数	235
2. 模数	235

3. 直齿锥齿轮几何尺寸计算	236
4. 锥齿轮精度	238
5. 齿坯要求	240
(四) 圆柱蜗杆和蜗轮	241
1. 圆柱蜗杆的类型及基本齿廓	241
2. 圆柱蜗杆的主要参数	242
3. 圆柱蜗杆传动几何尺寸计算	243
4. 圆柱蜗杆、蜗轮精度	245
5. 齿坯要求	246
二、齿轮加工	247
(一) 成形法铣削齿轮	247
1. 成形铣刀	247
2. 铣直齿圆柱齿轮	248
3. 铣削直齿条、斜齿条	248
4. 铣斜齿圆柱齿轮	251
5. 铣直齿锥齿轮	253
(二) 飞刀展成铣蜗轮	255
(三) 滚齿	258
1. 滚齿机传动系统 (以 Y38 为例)	258
2. 常用滚齿机连接尺寸	258
3. 常用滚齿夹具及齿轮的安装	261
4. 滚刀心轴和滚刀的安装要求	263
5. 滚刀精度的选用	263
6. 滚齿加工工艺参数的选择	263
7. 滚齿加工的调整	264
8. 滚铣大质数齿轮	267
9. 滚齿加工质量分析	270
(四) 交换齿轮表	273
第六章 机械零件常规检测及量具	283
一、螺纹和齿轮的检测	283
(一) 螺纹的检测	283
1. 螺纹单项测量方法及测量误差	283
2. 三针测量方法	284
3. 单针测量方法	288
4. 综合测量方法	288
(二) 齿轮检测	290
1. 公法线长度的测量	290
2. 分度圆弦齿厚的测量	301

3. 固定弦齿厚的测量	302
4. 齿厚上偏差及公差	303
二、常用计量器具	308
(一) 游标类量具规格及示值误差	308
1. 游标卡尺	308
2. 深度游标卡尺	308
3. 高度游标卡尺	308
4. 齿厚游标卡尺	309
(二) 螺旋测微量具规格及示值误差	309
1. 外径千分尺	309
2. 公法线千分尺	310
3. 两点内径千分尺	311
4. 内侧千分尺	311
5. 三爪内径千分尺	312
6. 深度千分尺	313
7. 螺纹千分尺	313
8. 杠杆千分尺	313
9. 壁厚千分尺	314
10. 板厚千分尺	314
11. 尖头千分尺	314
12. 奇数沟千分尺	315
(三) 机械式测微仪	315
1. 百分表	315
2. 大量程百分表	316
3. 指示表	316
4. 杠杆指示表	317
5. 内径指示表	317
(四) 角度量具	318
1. 刀口形直尺	318
2. 90°角尺	318
3. 万能角度尺	321
4. 正弦规	321
5. V形架	323
(五) 量块及量规	325
1. 成套量块	325
2. 光滑极限量规	328
3. 量针	331
4. 半径样板	332

X

5. 螺纹样板	333
6. 中心规	334
7. 塞尺	335
8. 普通螺纹量规	336
9. 莫氏与米制圆锥量规	338
10. 工具圆锥量规	342
附录	346
附录 A 切削加工件通用技术条件	346
附录 B 孔、轴的极限偏差	350
附录 C 形状和位置公差	376
附录 D 表面粗糙度代(符)号及标注方法	382
附录 E 切削加工工艺守则	392
一、切削加工通用工艺总则	392
二、铣削加工通用工艺守则	395
三、齿轮加工通用工艺守则	396
参考文献	401

第一章 铣床的结构与技术参数

一、铣床主要组成部分及作用

铣床的种类虽然很多，但各类铣床的基本部件及组成大致相同，其中 X62W 卧式万能铣床为常用的、结构比较完整的、具有代表性的铣床，如图 1-1 所示，卧式万能铣床的组成包括以下几个部分。

(1) 底座 底座 8 是整部机床的支承部件，具有足够的刚性和强度。底座四角有机床安装孔，可用螺钉将机床安装在固定位置。底座本身是箱体结构，箱体内存装冷却润滑油，供切削时冷却润滑。

(2) 床身 床身 1 是机床的主体，机床大部分部件都安装在床身上。床身是箱体结构，一般选用优质灰铸铁铸成，结构坚固、刚性好、强度高，同时由于机床精度的要求，床身的制造还必须经过精密的金属切削加工和时效处理。

床身与底座相连接。床身顶部有水平燕尾槽导轨，供横梁来回移动；床身正面有垂直导轨，供升降工作台上下移动；床身背面安装主电动机。床身内腔的上部安装铣床主轴，中部安装主轴变速部分，下部安装电器部分。

(3) 横梁 横梁 4 上附带有—挂架，横梁可沿床身顶部导轨移动。它们的主要作用是支持安装铣刀的长刀轴外端，横梁可以调整伸出长度，以适应安装各种不同长度的铣刀刀轴。横梁背部成拱形，有足够的刚度；挂架上有与主轴同一

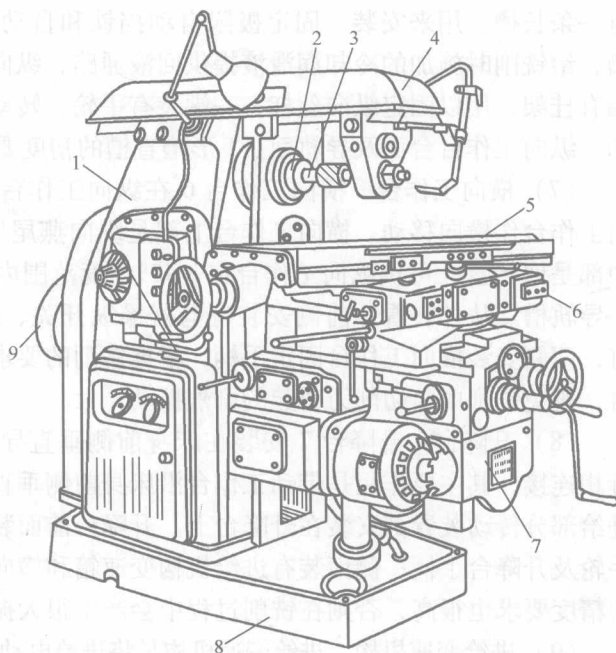


图 1-1 卧式铣床的外形及各部分名称

1—床身 2—主轴 3—铣刀心轴 4—横梁 5—纵向工作台
6—横向工作台 7—升降台 8—底座 9—主传动电动机

轴线的支持孔，保证支持端与主轴同心，避免刀轴安装后引起扭曲。

(4) 主轴 主轴 2 是前端带锥孔的空心轴，从铣床外部能看到主轴锥孔和前端。锥孔锥度一般选用 7:24，可安装刀轴；主轴前端面有两键块，起传递扭矩作用。铣削时，要求主轴旋转平稳，无跳动，在主轴外圆两端均有轴承支持，中部一般还装有飞轮，以使铣削平稳。主轴选用优质结构钢，并经过热处理和精密切削加工制造而成。

(5) 主轴变速机构 主轴变速机构的作用是将主电动机的固定转速通过齿轮变速，变换成十八种不同转速，传递给主轴，适应铣削的需要。从机床外部能看到转速盘和变速手柄。

(6) 纵向工作台 纵向工作台 5 是安装工件和带动工件作纵向移动的。纵向工作台台面上有三条 T 形槽，可用 T 形螺钉来安装固定工夹具；工作台前侧有一条长槽，用来安装、固定极限自动挡铁和自动循环挡铁；台面四周有沟通槽，给铣削时施加的冷却润滑油提供回液通路；纵向工作台下部是燕尾导轨，两端有挂架，用以固定纵向丝杠，一端装有手轮，转动手轮，可以使纵向工作台移动。纵向工作台台面及导轨面、T 形槽直槽的精度要求都很高。

(7) 横向工作台 横向工作台 6 在纵向工作台和升降台之间，用来带动纵向工作台作横向移动。横向工作台上部是纵向燕尾导轨槽，供纵向工作台平移；中部是回转盘，可供纵向工作台在 $\pm 45^\circ$ 角度范围内扳转所需要的角度；下部是平导轨槽。从外表看，前侧安装有电器操纵开关、纵向进给机动手柄及固定螺钉，两侧安装横向工作台固定手柄，根据铣削的要求，可以固紧纵向或横向工作台，避免铣削中由切削力引起的剧烈振动。

(8) 升降台 升降台 7 安装在床身前侧垂直导轨上，中部有丝杠与底座螺母相连接，其主要作用是带动工作台沿床身前侧垂直导轨作上下移动。工作台及进给部分传动装置都安装在升降台上。升降台前面装有进给电动机、横向工作台手轮及升降台手柄；侧面装有进给机构变速箱和横向升降台的机动手柄。升降台的精度要求也很高，否则在铣削过程中会产生很大振动，影响工件的加工精度。

(9) 进给变速机构 进给变速机构是将进给电动机的固定转速通过齿轮变速，变换成十八种不同转速传递给进给机构，实现工作台移动的各种不同速度，以适应铣削的需要。进给变速机构位于升降台侧面，备有蘑菇形手柄和进给量数码盘，改变进给量时，只需操纵蘑菇手柄，转动数码盘，即可达到所需要的自动进给量。

二、铣床的润滑和维护保养

1. 卧式铣床润滑部位及要求

一般铣床的润滑分为自动润滑和人工润滑两大类。

(1) 自动润滑 一般是用油泵将润滑油经过各种油路压向各润滑部位,对机件进行连续润滑。铣床上的各种箱体内部以及龙门铣床工作台的润滑,多采用自动润滑。

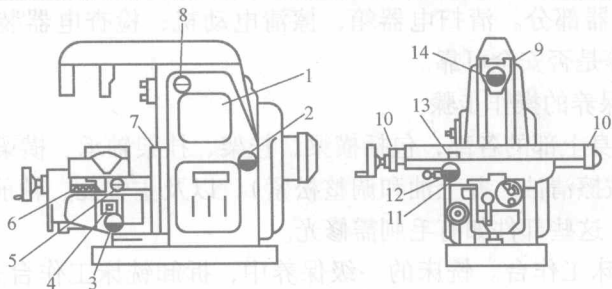
(2) 人工润滑 是用手动油泵或直接用油壶、油枪将润滑油加入油池和油杯中,对机件进行润滑。人工润滑只用于不重要的传动,如铣床的一些导轨、传动丝杠和丝母等处。

表 1-1 是 X62W 型铣床润滑部位及要求。

2. 铣床的一级保养

为了保持铣床的正常运转和精度,延长铣床的使用寿命,必须注意对铣床进行维护保养当铣床累计运行 500h 左右,应进行一次一级保养。一级保养是由操作工人负责,必要时可请维修工人配合。保养工作必须在切断电源之后进行。

表 1-1 X62W 型铣床润滑部位及要求



序号	润滑元件	作用或润滑部位	要求
1	注油方窗(兼)	使润滑油加入床身油池	油池内润滑油六个月换一次
2	油标	指示床身油池的油面高度	每班观察一次
3	油标	指示升降台油池的油面高度	每班观察一次
4	注油方窗(兼)	使润滑油加入升降台油池	油池内润滑油六个月换一次
5	油窗	指示进给变速机构是否有自动润滑	每班开车检查机床时观察一次,工作时顺便观察
6	旋套油杯	使润滑油加入横向丝杠、丝母	每班加油一次
7	球阀油杯	使润滑油加入垂直导轨面	每班加油一次
8	油窗	指示主轴和主轴变速机构是否有自动润滑	每班开车检查机床时观察一次,工作时顺便观察
9	旋盖式油杯	使润滑油加入吊架油池	如经常使用,每两天加油一次,加油时如发现油面并不低于油标线应调节油量
10	球阀油杯	使润滑油加入纵向进给丝杠轴承	每班加油一次
11	油标	指示横向工作台油池的油面高度	每班观察一次
12	手动柱塞泵	将横向工作台油池中润滑油压入横向、纵向工作台和转台的导轨以及这几部分内部的齿轮、轴承、丝杠等润滑部位	每班拉动一次,每次拉足规定的次数
13	旋盖式油杯	使润滑油加入横向工作台油池内	两天加油一次。加油时如发现油面并不低于油标线,应检查油路
14	油标	指示吊架油池的油面高度	使用时每班检查一次