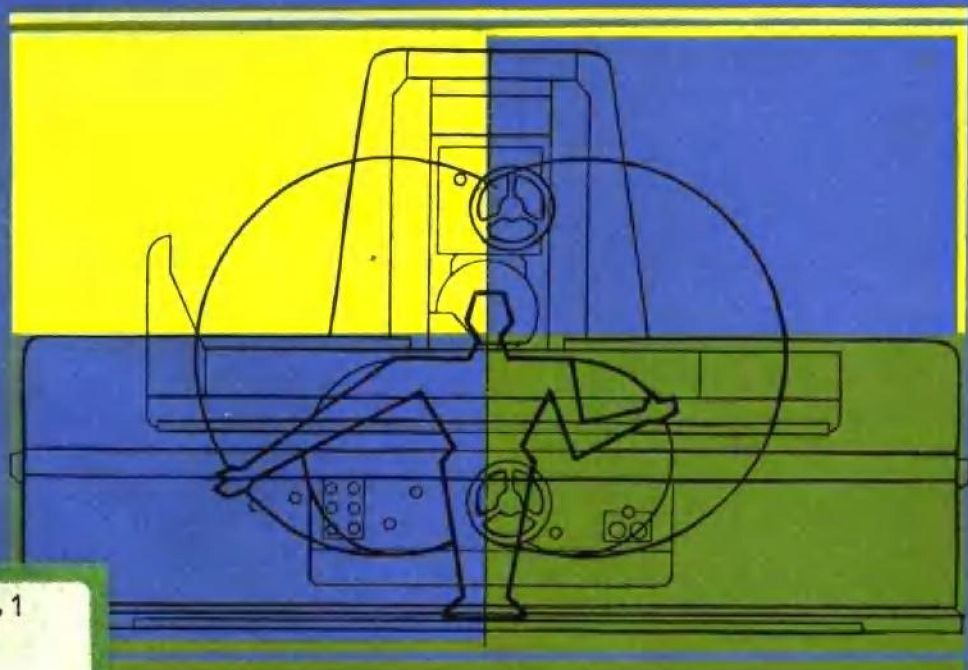


金属切削 机床设计

[苏] Г. А. 塔尔基曼诺夫 著



机械工业出版社

本书系统地介绍了金属切削机床设计的一般理论和方法，全面地阐述了机床基本参数的拟定和各部分的结构设计，深入分析了各类机床的性能及设计特点。书中还反映了机床设计领域中的新技术和新方法，如机床的美术设计、人体工程、热带气候机床的设计，以及电子计算机辅助设计等。书中内容实用性强，图文并茂。

本书适合于从事机床设计、制造、使用的科技人员和管理人员阅读，也是工科院校师生有价值的参考书。

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕТАЛЛОРЕ- ЖУЩИХ СТАНКОВ

Г. А. ТАРЗИМАНОВ

《Машиностроение》1980 Г.

* * *

金属切削机床设计

〔苏〕Г. А. 塔尔基曼诺夫 著

于富斌 李 洪 译

*

责任编辑：林佩珊 版式设计：胡金瑛

封面设计：刘 代 责任校对：熊天荣

责任印制：王国光

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南里一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第117号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 850×1168 $1/32$ ·印张 9 $1/8$ ·字数 237 千字

1990年2月北京第一版·1990年2月北京第一次印刷

印数 0,001—2,660·定价：8.50元

*

ISBN 7-111-01699-8/TG·436

译 者 的 话

近几年来，系统地介绍有关金属切削机床设计方面的国外参考书并不多见。在改革开放的今天，我们将此书推荐给读者，希望对从事机床设计、制造以及使用工作的工程技术人员、科研人员与大专院校的师生有所帮助和参考。

本书系统地介绍了机床设计的一般理论和方法，较全面地反映出机床设计领域中的新技术、新方法，如机床的美术设计、人体功能、热带气候的机床设计以及电子计算机辅助设计等新内容。

书中的第一、二、五章和第三章的一至五部分由东北工学院的于富斌副教授译出、第三章的六至十二部分和第四章由李洪副教授译出。限于水平，难免出现差错，恳请读者批评指正。

全书译出后，沈阳工业大学张毓实教授进行了审阅与修改，谨致谢意。

译者 1988.5.20.

原 书 前 言

本书为第三次补充修订版。第一和第二版分别出版于1965年和1972年。第三版进行了一系列极为重要的修改和补充。

本书把机床制造领域中，应用于科学研究和试验工作的新章节列入第一章中。

在第二章里，分出了“人体功能的要求”一节，并将金属切削机床设计与投产的技术经济效益评估作为新的一节。

在第三章里，引入了机床的气动和电气传动、机床的贮存和包装特点等内容，并列为新的一节。

第四章中，增添了有关齿轮加工机床和稀有机床设计特点方面的内容。

第五章中，纳入了《金属切削机床设计自动化的基础》。

在编写本书的过程中，采纳了苏联金属切削机床试验科学研究所（ЭНИМС）机床制造方面的主要专家的研究成果，这些成果已列入文献目录中，同时，也应用了作者本人的科研与设计工作的成果。

作者序言

我国的机床制造者面临着大量的问题：扩大金属切削机床和锻压机械的生产规模；保证数控机床产量的超前发展，发展重型、稀有和高精度机床的生产；扩大专用机床和自动线的产量，对于大批大量生产部门，可按工件的不同尺寸组织可调的复合自动线的生产；建造成套的高生产率的利用电子计算机控制的金属加工设备，在此基础上，组建小批量和批量生产的工段与车间；研究与生产适用于机器制造业中大批量生产的装配自动化设备；组织具有程序控制的自动操纵装置的批量生产，使得繁重的单调的体力劳动实现机械化和自动化。

所设计的机床结构，应当具有预见性，即是说，应符合今后的要求。当设计新机床时，与现有机床相比较，其基本部件必须有一定数量的改进和采用新型结构。无怪乎设计一词本身，来源于拉丁文 *proektus*——向前抛出。当设计新型机床时，应力图缩短设计并掌握其生产期限。

从事设计现代机床的设计师，不论对机床的单独部件或其总体，都应采取最佳的技术措施。属于单独部件的，大致有：支承系统、主传动和进给传动、主轴部件、控制系统、换刀装置、装料和卸料装置等等。它们具有不同的功能和设计特点。为了设计任意一个部件或机床的最佳结构，必须具有仔细研究过的设计最佳性准则。这些准则取决于对所设计机床提出的要求、被加工工件的质量和精度、所用切削刀具的性质、部件的用途以及技术经济指标。为确定这些准则，应当考虑到该类机床及其主要部件的发展趋势以及科学技术预测的结果，应当综合运用工艺研究的成果、机床使用条件的统计分析等等。

设计现代金属切削机床，尤其是设计自动线的最优化结构，

目 录

译者的话

原书前言

作者序言

第一章 设计工作的组织..... 1

一、金属切削机床的设计程序..... 1

二、设计技术文件..... 3

三、加快设计金属切削机床的途径..... 7

四、机床制造领域中的科学研究和实验工作..... 13

第二章 金属切削机床设计的一般原则 15

一、对所设计机床提出的基本要求..... 15

二、机床制造的发展方向..... 19

三、获专利许可证和专利纯度..... 22

四、机床工业中的标准化、通用化和组合化..... 24

五、标准（尺寸）系列规格机床的设计基础..... 31

六、机床美术设计的基础..... 35

七、人体功能的要求..... 50

八、安全技术和生产环境卫生的要求..... 56

九、金属切削机床零部件的工艺性..... 61

十、机床工业的材料..... 69

十一、为热带气候国家设计机床的特殊性..... 73

十二、金属切削机床研制及投产的技术经济效益评价..... 78

第三章 机床基本参数的拟定与结构设计 80

一、金属切削机床的设计步骤..... 80

二、制定工艺过程，选择切削刀具和加工规范..... 81

三、机床主要技术特性的确定..... 85

四、机床传动系统图设计..... 99

五、机床液压传动的设计 143

六、机床气压传动的拟定	147
七、机床电气传动的拟定	148
八、机床的总体布局	152
九、机床部件设计	159
十、机床零件的计算	203
十一、机床防腐和包装的特点	208
十二、机床设计的修改	209
第四章 各类机床设计的特点	210
一、通用机床	210
二、专用和专门化机床	211
三、精密机床	211
四、数字程序控制机床和加工中心	214
五、齿轮加工机床	228
六、重型和稀有机床	229
七、组合机床	231
八、机床自动线	247
第五章 金属切削机床设计自动化基础	252
附录	264
参考文献	278

第一章 设计工作的组织

一、金属切削机床的设计程序

金属切削机床的设计程序由部颁标准 OCT2H02-3—76《设计与产品投产》规定[⊖]，该标准是在 ГOCT15.001—73《设计与产品投产基本准则》[⊖]的基础上制定的。同时，与标准 ECKД (设计文件统一制——译者注)、ECTД (工艺文件统一制——译者注) 以及其它一些文件的要求相适应。

部颁标准 OCT2-3—76 规定以下制定技术文件的若干阶段：
1) 技术任务书，它为所有机床，包括改装机床制定的；2) 技术建议书；3) 草图设计；4) 技术设计，对所有机床，包括改装机床都要进行；5) 施工设计文件。

考虑机床的新颖程度和复杂性，当技术任务书的“设计阶段”中或在设计合同中有规定时，才制定技术建议书与草图设计。

技术文件的原始文件是技术任务书。

技术任务书——设计部门依据已批准的机床型号、已完成的科研与试验研究成果、科学的预测、国内外的先进技术成就与水平分析及对专利文献的研究，负责制定典型自动线的、系列化机床的、万能的、专门化的（包括定型的）、重型与稀有机床的、通用化与标准化元件的技术任务书。设计部门还依据订货申请书（申请书形式按 ГOCT15.001—73）或订货者本人的要求，负责制定专用（专门化）机床、组合机床的典型样机以及自动线典型样机的技术任务书。

⊖ OCT——全苏标准。

⊖ ГOCT——苏联国家标准——译者注。

技术建议书——拟定技术建议书（如果此项已由技术任务书事先规定），是为了对机床提出技术任务书中未能指出的一些附加的更加详细的要求（技术特性、质量指标及其它），而且此项工作应依据初审设计和机床可行性方案的分析，合理地进行。

草图设计——草图设计（如果技术任务书中已事先规定）是为了表明机床的加工原理及部件的工作原理（结构的、系统的及其它），但应该在技术设计或制定施工文件之前进行。

技术设计——技术设计应当依据已批准的技术任务书、技术建议书和草图设计（如在技术任务书中有规定）进行，其目的在于全面完整地表明机床的结构，但应在施工文件之前进行。

施工文件——施工文件应根据已批准的技术设计制定，而且应按照标准和制造工厂所采用的工艺过程及所用设备的要求来制定。

在机床设计的各阶段中，都应进行美术设计（见二章之六）。技术设计和美术设计是一个统一的设计过程。美术设计由一系列阶段所组成，且与技术设计的各个时期相适应〔48〕。

一般，生产厂依据设计制造试验样机，工厂和部局的验收委员会进行试验与验收。按照ГОСТ16504—74和ГОСТ15.001—73确定试验的形式。试验过程中发现的机床结构缺陷应予消除，并把相应的改进纳入到图纸中去。为了在使用的条件下进一步考核机床，应当按照已修改的更精确的图纸，生产一批试验样机。

由于专用机床和自动线生产的数量少，所以不必制造试验样机。它们的试验可在制造工厂与订货代表共同参与下进行。

设计的质量及其在限期内的完成，在很大程度上取决于主管设计师所领导的准备工作。接到设计新型机床的任务后，主管设计师收集设计所必需的图纸和其它技术资料，查阅专利、技术文献和技术档案，向技术情报部门提出任务。必要时，去工厂收集资料，熟悉用户单位使用机床的条件，以及制造工厂的生产条件，并向设计人员分配工作。设计过程中，主管设计师应向设计

人员提出必要的要求，检查并验收他们的工作，组织新结构的试验考核，交出已完成的工作，完成全部设计表格。试验样机的制造、装配和调整，同样也应在他的监督之下进行。

将自动化设计的方法应用到设计部门的实际工作中去，和普通设计方法相比，设计步骤有所改变（见第五章）。

二、设计技术文件

在设计系列机床、通用化及标准化工件的单个机床或自动线时，应形成一整套技术文件，这些文件应依据 ГОСТ 的规定办理，同时还包括机床或自动线所必需的技术数据以及用于制造、验收、使用和维修的说明。

根据设计的各个阶段，技术文件可分为：技术任务书、技术建议书、草图与技术设计、施工设计等文件。

技术任务书包括下列章节（OCT2H02-1—73）：

1. 机床（机床系列、自动线等）的名称与机床标准代号以及其使用方面的简明特性、将要使用机床的对象的一般特性、机床供出口的可能性。

2. 设计机床所依据的文件名称，批准文件的部门名称及批准日期；设计项目的名称与代号。

3. 所设计机床的用途和功能及它的发展前景。

4. 设计中所必须进行的科研和其它工作的目录，试验模型与样本以及作为设计依据的其它机床及其组成部件的分析论证清单。

5. 根据现行标准与范围所确定的机床质量指标和使用性能要求，本章包括下列各节：

- 1) 机床基本组成部件的名称、数量和功用；对机床与组成部件的结构要求（轮廓尺寸、安装、联系尺寸、固定方法、控制装置的调整、相应的样机、涂面形式及其它）；机床重量，必要时，个别组成部件的重量范围；对设备防护的要求（防潮、有害气体、腐蚀及其它）；对机床及其组成部件的互换性要求；清

洗设备、油液等的稳定性；对防干扰性及消除对其它设备干扰的要求；对备件、工具和附件的构成与形式的要求；

2) 机床的主要技术参数（功率、生产率、电能消耗、效率、精度、灵敏性及其它参数，这些参数决定着机床的专门用途），所设计的机床对相关设备的影响参数及其它；

3) 对寿命、无故障性、精度保持性和修理方便性及抵抗振动和外界影响的稳定性要求；

4) 对生产和使用的工艺性要求，这些工艺性决定着在机床的制造、使用和维修的过程中，有可能以最少的时间和最低的消耗，并以高劳动生产率完成机床工作，以期达到所要求的质量指标；

5) 在设计机床时，对采用标准的、通用的和借用的组件（装配单元）与零件的要求，以及对结构标准化与通用化水平的要求；

6) 对安装、使用、维护和修理过程中保证安全的要求（受电流和热、高频磁场、有毒和爆炸的气体、灰尘和蒸汽、噪声等诸如此类的影响），根据现行标准、卫生规范等要求，振动和噪声的允许水平；

7) 技术美学的要求以及人体功能的要求（看管方便、舒适性、操纵和看管所施加的力等等）；

8) 保证机床专利纯度的有关国家目录；

9) 对机床的组成部件、原料、油液、润滑、着色以及机床制造和使用过程中准备使用的其它材料的要求；物理化学的、机械的以及其它性质（强度、硬度、表面粗糙度等等）；组成部件（包括外购件）使用的原料和材料（包括在使用机床时所用的）；使用稀缺材料及含这些材料的零件范围和可能性；不允许或不希望使用的材料目录；对外购件的完善和改装的要求；

10) 使用的条件，在这些条件下使用的机床应保证给定的技术指标；允许的气候环境条件（温度、湿度、大气压力、日辐射、侵蚀介质、灰尘条件等）；机械载荷的允许作用（振动的、冲击

及其它的)；在运输和贮存之后，机床投入使用所必需的准备时间；看管的形式（经常性的或周期性的）或不看管的允许性；工作人员所必需的技术等级及人数；与所设计的机床相关的设备参数以及当所设计的机床在使用过程中出现故障时，应对这台机床提出的使用要求；

11) 对打在机床上和包装机床的包装箱上标记的要求（打印位置和方法、标记内容、对其质量的要求）；由运输和贮存条件所决定的保存和包装机床的可能方案；对机床的保存与包装的要求，包装包皮材料以及包装方法的要求；机床的包装容积；

12) 运输条件和运输工具的类型（空运、棚车和敞车、站台、轮船的货舱和甲板、闭式供暖汽车及其它）；运输中固定的必要性与方法（运输距离、移动速度；装卸时必要的防震要求等等）；贮存地点（广场、棚盖、封闭不生火的仓库、生火房间等）；贮存条件；入库条件；贮存过程中看管机床的可能性与期限（重新涂防腐油、重新检查及其它）；不同条件的保存期限。

6. 预期的经济效益和用于机床设计与研制的回收期限、机床年需要量的限额以及与国内先进样机的比较，所设计机床在经济上具有的优越性。

7. 按OCT2H02-3—76 (ГОСТ2.103—68) 及在完成它们的工作期间，必要的设计阶段及制造阶段。

8. 设计文件目录——这些文件应根据标准 ЕСКД 要求在各个设计阶段中得到上级同意和批准；同意设计文件的机关部门目录；对各设计时期（阶段）验收工作的一般要求（制造机床样机的数量以及提出的验收试验数量、日期，执行验收的场所——部门、企业等等）。

9. 附录：科学研究和设计工作所必需的其它工作目录；图纸、示意图、说明、论证、计算和设计中必须用的其它资料；在设计机床的过程中，对具体的技术措施（结构性的和工艺性的）取得一致意见的有关部门（企业）的目录；与所设计机床有联系的新工艺装备目录，对这些装备应按照设计任务书进行详细

的分析；手册和其它资料。

在制定技术任务书阶段中，美术设计师（美术设计师小组）应参与制定机床设计任务书的工作。在这种情况下，他应进行初步分析，并进行美术设计。

技术任务书的形式，应符合ГОСТ2.15—68标准对正式设计文件的要求。

技术建议书按ГОСТ2.118—73，由设计师拟定。

美术设计师在这一阶段应完成下列工作：进行与机床有关的社会学、人体功能学等资料的研究；完成对机床技术的美术要求及美术设计工作；拟定机床总体布局方案。

按ГОСТ2.119—73的规定完成对草图设计的要求。

在草图设计阶段，美术设计师应了解机床结构、材料和制造工艺，画出机床方案的平面草图与立体草图，并最终选出草图设计方案。

设计师应遵照ГОСТ2.120—73的要求拟定技术设计。

在技术设计阶段，美术设计师拟定机床的总体布局图和外观图，拟定影响机床外观的复杂表面和组件的工作草图，制造机床的样品或模型，选择装饰材料并完成美术设计结果的经济论证。

工作文件包含下列资料（ГОСТ2.102—68）：

- （1）说明书；
- （2）机床的总体及组件图（装配单元），零件图和符合ГОСТ标准的其它图；
- （3）传动、液压、电气及其它系统图（各种形式的系统图目录应符合ГОСТ2.701—68的规定）；
- （4）列入工作文件中的清单和明细表；
- （5）技术条件 Ty（OCT2H90-3—71、ГОСТ2.114—70和ГОСТ2.115—70）；
- （6）试验程序和方法；
- （7）运动和强度等计算；
- （8）专利卡片（ГОСТ2.110—68）；

(9) 使用的文件 (PTM[⊖] 2 H02-50—71、ГОСТ2.601—68);

(10) 修理的文件 (OCT2H91-1—75、ГОСТ2.602—68);

(11) 机床应用于国民经济中的经济效益计算。

在形成工作文件阶段, 由美术设计师负责设计影响机床外观的组件和零件图。

美术设计师的全部工作都应在主管设计师的领导下完成。

机床的型号用三位或四位数字表示: 第一位数字表示组, 第二位表示型, 第三位和第四位表示机床的尺寸规格或主要参数之一。例如, 数字2135表明这是一台最大钻削直径为35mm的立式钻床。当机床是一台具有一个或几个变型产品的基型时, 在数字的后面增加一个字母, 例如2135A。当同一规格尺寸的机床具有几种结构形式时, 每一个机床代号用第一位与第二位数字之间的字母加以区别, 例如2A135。对于在主要部件的结构有变化的通用机床的基础上制造的专用机床, 保持其原有的型号, 但在型号的末尾增加字母C, 例如2135C。当在一台通用机床基础上实现几种不同用途的专用机床时, 则在型号末尾字母C之后再增加顺序号, 如2135C1、2135C2。

对于程序控制机床, 在普通的数字和字母之后增加字母 ϕ 和数字: $\phi 1$ ——具有数字显示和预选坐标的机床, $\phi 2$ ——具有点位和直角坐标系统的机床, $\phi 3$ ——具有轮廓系统的机床, $\phi 4$ ——具有点位轮廓加工的通用系统的机床。例如2P135 $\phi 2$ ——数字程序控制立式钻床。专用机床的型号由制造工厂依据指定授与该厂的代号进行制定。自动化设计的技术文件与本章所指出的文件有显著的区别 (见第五章和文献[20])。

三、加快设计金属切削机床的途径

设计部门全体工作人员的主要任务在于拟定技术和美学上具有高技术经济指标与使用性能的新型完美的机床结构, 并不断完

⊖ PTM——技术参考资料——译者注。

善已投入生产的机床结构。设计质量和完成设计的时间，在很大程度上取决于劳动组织的完善，同时也取决于设计师和其它工作人员劳动合理化、机械化和自动化的程度。

对于“手工”设计，可通过设计工作的合理化和机械化加快设计进程，也可以采用电子计算机的“自动化”设计方法，加快设计进程（见第五章）。选择任何一种方法和手段，实现设计合理化与机械化以及应用某种电子计算机，都取决于设计工作的规模和特点。使设计工作实现快速和最优化的基本途径之一是使用电子计算机。电子计算机能够用于单个零件与组件的复杂计算，选择机床布局与结构的最佳方案以及用于其它一些工作。其所以有着重要的意义，是因为机床的类型及结构方案的数目在逐年增加。当采用自动化方法进行设计工作时，则电子计算机显得尤为有效。

设计部门顺利工作的重要条件之一是正确选择和安排干部，并经常不断地提高他们的技术水平。设计部门、小组的领导者应善于了解本部门人员的才能，使得任务的分配能最有效地发挥每位设计师的知识才能、独立工作能力和工作品质。这样，不仅能高水平地完成设计，而且也能缩短设计周期。对于加速设计进程有着很大意义的是设计部门的工作人员在一些固定的零件、组件上，甚至在具体的某类或某个零件上的专业化，这种专业化对于不同类型的设计部门都有利。使设计师能够在一定的方向上提高，积累经验并深入钻研各自的工作领域。加快设计进度同时也取决于设计部门周密的组织工作、设计的正确准备、设计组的合理构成以及各设计组之间的明确分工与巧妙的计划，制定定额及完成统计工作。为了加速设计，重要的是要有远景计划，因为一个创造性的工作需要长时间的准备。如何适时地、精心地为未来的设计收集到所有的必需的资料，将决定着设计的质量及其完成的期限。

每一名设计师应有月工作计划和机床设计期间的整体计划。在完成每项具体任务之后以及月末，必须向他的直接领导者报告

工作。许多设计单位为了统计设计工作量，采用个人工作卡，工作卡上记入设计师在工作时间内完成的所有任务，并明确其工作质量。个人工作卡成为设计师的业务工作评定书。

合理的劳动组织和适宜的工作环境在很大程度上影响着设计师的工作效率和身体健康。工作台的布置、它的结构、绘图仪器的类型、图板的位置、工作场地的照明，所有这些问题都应仔细考虑，因为设计师用于设计绘图的时间占设计必需的全部时间的70%左右，在某些情况下甚至还要多些。

每名设计师应单独地占有必要尺寸的绘图桌、附属工作台或图架以及能升降的转椅。

一般的条件同样对设计师的顺利工作有影响，如室内与工作地的光线、空气的流通、室内温度、室内着色。室内总体照明和工作地的照明，具有很大的意义，因为光线的不足，会加速工作者的疲劳。自然采光应合理。窗户应向北面、东北面或西北面开，因为日光反射在图面上的刺眼光线会加速眼睛的疲劳。近年来，设计部门的普通照明开始使用荧光无影灯。

设计室中应装有强制的无声通风机。为了保证平稳的、最适宜于工作的温度和必要的湿度，希望装备温湿调节器。为了减少声音，建议采用塑料涂层地板，而在工作地之间的过道上，希望铺上条状地毯。

设计室墙壁的着色，应有助于形成最安定的工作条件，以避免意外的刺激。

有组织的科学技术情报从根本上减轻了设计师的劳动，并改善了设计师的工作质量。建立一个情报培训小组，显著地加快了新产品设计，并能新的设计中更加全面地应用科学与技术成果。一些大的设计部门设有科学技术情报组织或技术情报处，这些机构有助于对现有技术资料更加深入的研究，并使之系统化。这些小组收集了新设计中设计师所需要的技术文献和参数资料，系统地整理科技情报资料。小组的工作人员拥有设计部门长远的工作计划，以便根据新的设计要求，事先准备好相应的技术资

料。情报小组应拥有经过精心挑选的典型结构图、标准、计算定额以及其它指导性技术资料的档案。

为了使科技情报组顺利地开展工作，须要有与设计部门的专业相适应的情报参数卡片集。这些精心编制的卡片集直接关系到技术情报工作的质量。设计师收集的属于他工作范围内的机床制造技术资料的卡片，能为其本人提供较大的帮助。

设计师和工艺师在设计工作的各个阶段上经常性的工作接触，对于缩短设计时间，以及提高设计质量都能起到不小的作用。

熟练地采用标准的和规范化的组件与零件，对于提高设计师的工作效率有着很大的意义。规范和标准保证了机床各个设计元件的同一性及其结构的经济性。采用通用和标准的组件与零件，不仅使设计师从思考设计方案、计算及绘图中解放出来，而且也能缩短机床生产准备时间。同时，也能压缩产品技术文件的数量。当在新的机床上采用生产中早已掌握的零件和组件时，同样能获得类似的结果。

机床制造业应制定出，并执行单个零件、润滑装置、管接头、液压、气动、电气的以及机床的其它组件标准和OCT标准。要求工厂的现有标准化和通用化小组（室、处）能够保证最大限度地机床上使用这些规范和标准。应为设计师提供用于实现通用化的原始资料，即常见的机床零件和组件图册。对零件和组件的应用范围进行周密的分析，可简化设计师的工作，并能保证实现广泛的工厂内部的通用化。通过采用尺寸标准系列，设计系列机床以及应用组合化的原则，有可能缩短设计周期。

形成图纸是一个相当吃力的过程。简化绘图、广泛利用草图、利用表格和哑图、无局部剖视的装配图，能显著地缩短完成技术文件的时间。为了缩减设计师和零件设计员的制图工作量，应熟悉，并运用现行标准所允许的图面简化方法与规定。

使用草图，可节省20~30%的时间，但只是在试验、调整样机的过程中不需复制图纸，也不需重新制造零件时，才可使用草图。采用ГОСТ所规定的表格式的汇编图纸，可以缩减图纸数量。