



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定



全国职业教育规划教材·装备制造系列

机械加工 质量控制与检测

(第二版)

张秀珍 晋其纯 主编



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定



全国职业教育规划教材·装备制造系列

机械加工质量控制与检测

(第二版)

张秀珍 晋其纯 主 编



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书第二版是根据机械加工行业的产品零件加工质量控制和质量过程管理这两个大类专业需要而修订编写的。

全书共7章,绪论概略介绍加工质量控制与检测;第1章简单介绍了加工过程质量的影响因素和质量控制措施;第2章为检测技术基础,主要介绍检验误差及检验误差消除方法、检测用具的使用常识等;第3章主要说明在企业中几何量误差的分项检测实用方法;第4章列出了型材、铸、锻、焊件四类毛坯的检测内容、项目和方法;第5章是生产中的几种典型零件加工质量控制与检测示例;第6章为装配质量控制与检测内容,数控机床的验收检测项目等;第7章为综合练习题库——典型任务和零件图,供读者练习。

本书不仅可以供高等职业院校机电专业师生使用,同时也可作为企业质检人员的岗位培训用书,还可作为高等院校机械类专业、质量过程管理专业的教材。对于机械制造业工程技术人员、计量检测人员及质量管理相关人员,本书也是一份实用方便的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

机械加工质量控制与检测/张秀珍,晋其纯主编. —2版. —北京:北京大学出版社,2016.1
(全国职业教育规划教材·装备制造系列)
ISBN 978-7-301-26691-5

I. ①机… II. ①张…②晋… III. ①金属切削—质量控制—高等职业教育—教材 ②金属切削—质量检验—高等职业教育—教材 IV. ①TG506

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第314999号

书 名	机械加工质量控制与检测(第二版)
著作责任者	张秀珍 晋其纯 主编
策划编辑	周 伟
责任编辑	郝泽潇 傅 莉
标准书号	ISBN 978-7-301-26691-5
出版发行	北京大学出版社
地 址	北京市海淀区成府路205号 100871
网 址	http://www.pup.cn 新浪微博:@北京大学出版社
电子信箱	zyjy@pup.cn
电 话	邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62765126
印 刷 者	北京溢漾印刷有限公司·
经 销 者	新华书店
	787毫米×1092毫米 16开本 17.25印张 400千字
	2008年9月第1版
	2016年1月第2版 2016年1月第1次印刷(总第7次印刷)
定 价	37.00元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话:010-62752024 电子信箱:fd@pup.pku.edu.cn

图书如有印装质量问题,请与出版部联系,电话:010-62756370

第二版前言

在第一版教材的使用过程中,本书得到了许多企业同行和院校相关专业的老师们的大力支持与帮助,他们对本书的教学应用提出了独特的见解和增补修改的建议。对此,编者进行了收集整理,并成为再版修改的主要变动部分。

第二版主要修改部分在第2章、第3章、第4章和第6章。第2章主要增加检测仪器设备的操作和使用讲解(如增加检测仪器的操作步骤、使用注意事项等),特别增加了针对现代检测仪器设备(三坐标测量机)的应用说明;第3章主要增加特殊结构尺寸的检测示例;第4章主要在4.1节中增添和修改完善原材料的检测;第6章增加了装配检验内容、主要检测项目和数控机床的安装验收检测。此外,第7章中也补充了几个典型零件训练题。

本书具有以下特点。

(1) 本书旨在解决实际生产问题,避开复杂的理论分析,以实际运用为主旨进行编写,因此,书内有较多的图表可供读者查阅,对生产有一定指导意义。

(2) 本书内容的编写不以知识的相互关联为纽带,而是以“质量控制”和“检测”所需的知识板块为线索,需要什么讲什么,需要多少讲多少,做到了“教学做合一”和“少而精”。

(3) 本书以六分之一的篇幅进行举例,对机械加工中常见的典型零件进行解剖,设计出这些典型零件的工艺方案、质量控制方案和检测方案。这部分内容具有较高的参考价值,也可作为正规教学的范本。

(4) 本书所附习题集完全超越常规习题的概念,不以巩固所学知识点为目的,而以解决工艺问题为宗旨,有助于培养学生的学习能力和解决实际问题的综合能力。

(5) 全书各章节配图对应说明,力图简洁清晰、浅显适用、便于分析理解和应用选择。

本书由贵州航天职业技术学院的张秀珍、晋其纯任主编,贵州航天职业技术学院的冯伟、干杭生、曾荣,航天部凯天科技有限责任公司高级技师陈劲峰、贵州航天天马机电科技有限公司高级工程师彭伟等参加了编写。

本书的编写得到了山东临沂金星机床有限公司的大力支持,为我们提供了大量翔实而宝贵的生产一线资料,在此对该公司深表谢意,同时也对其他参考资料作者表示衷心的感谢。

由于作者自身知识和阅历所限,书中谬误在所难免,敬请读者不吝赐教。

编 者

2015年9月

目 录

绪 论	1
第1章 加工质量控制基础	3
1.1 零件的使用性能与加工质量	3
1.1.1 零件的使用性能	3
1.1.2 零件的加工质量	3
1.1.3 检测标准	4
1.2 零件加工过程质量控制的影响因素	4
1.3 加工过程质量控制措施	5
1.4 典型零件的加工质量控制	12
1.4.1 细长轴的加工质量控制	12
1.4.2 车削螺纹的加工质量控制	14
1.4.3 滚齿的加工质量控制	15
第2章 检测技术基础	18
2.1 检测技术相关知识	18
2.1.1 基本术语	18
2.1.2 测量器具的技术指标	18
2.1.3 检测相关术语	19
2.1.4 检测原则	20
2.1.5 检测方式	20
2.2 检验误差及检验误差消除方法	21
2.2.1 检测方法选用要求	21
2.2.2 误差来源及误差消除方法	22
2.2.3 尺寸误差检测依据及规定	23
2.3 常用测量器具及选用	24
2.3.1 测量器具的基本类型	24
2.3.2 常用测量方法的分类	24
2.3.3 测量器具的选择	26
2.4 检测用具的使用常识	27
2.4.1 测量器具的精度保持	27
2.4.2 测量用基础(基准)工具	28
2.4.3 直接测量工具	32
2.4.4 角度量具	35
2.4.5 游标测微量具	39
2.4.6 螺旋测微量具	43
2.4.7 指示式测量器具	47

2.4.8	专用量规	53
2.4.9	螺距规、半径规	54
2.4.10	量具的基本维护和保养	55
2.4.11	常用检测仪	56
2.5	三坐标测量机简介	60
2.5.1	检测技术的发展	60
2.5.2	三坐标测量机的特点	60
2.5.3	三坐标测量机硬件的构成及功能	61
2.5.4	三坐标测量机的使用操作	65
2.5.5	三坐标测量机在模具行业的应用	66
第3章	几何量误差检测	68
3.1	几何误差类型	68
3.1.1	机械产品的几何误差	68
3.1.2	精密测量的环境条件	68
3.2	长度尺寸误差检测	68
3.2.1	长度检测原则	68
3.2.2	轴径及其误差的常见检测方法	69
3.2.3	孔径及其误差的常见检测方法	71
3.2.4	长度、厚度误差的检测	71
3.3	七种表面粗糙度误差检测方法	72
3.3.1	目视检查法	72
3.3.2	比较法	73
3.3.3	光切法	73
3.3.4	干涉法	73
3.3.5	针描法	74
3.3.6	印模法	74
3.3.7	激光测微仪检测法	74
3.4	角度误差检测方法	74
3.4.1	角度测量的内容	74
3.4.2	角度测量的方法	74
3.5	形状误差检测	77
3.5.1	形位误差检测原则	77
3.5.2	直线度误差检测方法	79
3.5.3	平面度误差检测方法	80
3.5.4	圆度误差检测方法	82
3.5.5	圆柱度误差检测方法	84
3.5.6	线轮廓度误差检测方法	85
3.5.7	面轮廓度误差检测方法	86
3.6	位置误差检测	86
3.6.1	平行度误差检测方法	86

3.6.2	垂直度误差检测方法	87
3.6.3	倾斜度误差检测方法	88
3.6.4	同轴度误差检测方法	88
3.6.5	跳动误差的检测方法	89
3.6.6	对称度测量方法	90
3.6.7	位置度测量方法	92
3.7	螺纹精度检测方法	94
3.7.1	用螺纹量规进行综合检测	94
3.7.2	三针法检测	95
3.7.3	螺纹常见缺陷及原因	103
第4章	毛坯的类型与检测	104
4.1	原材料的检测	104
4.1.1	原材料相关知识	104
4.1.2	金属原材料检验方法	107
4.1.3	包装检验	108
4.1.4	标志检验	108
4.1.5	规格尺寸、数量的检验	108
4.1.6	表面质量检验	109
4.1.7	内部质量检验	109
4.1.8	轧制件(型材)的检测	116
4.2	铸件毛坯检测	121
4.2.1	铸件相关知识	121
4.2.2	铸件缺陷	121
4.2.3	铸件的检测内容	122
4.3	锻件毛坯检测	125
4.3.1	锻件相关概念	125
4.3.2	锻件缺陷	125
4.3.3	锻件质量检测要求	130
4.3.4	锻件毛坯检验方法	132
4.3.5	锻件力学性能检验	134
4.3.6	锻件表面质量检验	135
4.3.7	锻件内部缺陷检验	136
4.3.8	锻件微观(高倍)缺陷检验	137
4.3.9	锻件成品检验	137
4.4	焊接件毛坯检验	138
4.4.1	焊接件相关概念	138
4.4.2	焊接件缺陷	141
4.4.3	焊接件检验方法	146
第5章	典型零件加工质量控制与检测	155
5.1	丝杆	155

5.1.1	加工任务	155
5.1.2	总体分析	156
5.1.3	工艺分析	156
5.1.4	工艺过程卡	157
5.1.5	工序卡	159
5.1.6	综合检验卡	163
5.2	变速箱箱体	166
5.2.1	加工任务	166
5.2.2	总体分析	166
5.2.3	工艺分析	167
5.2.4	工艺过程卡	167
5.2.5	工序卡	168
5.2.6	综合检验卡	170
5.3	圆柱齿轮	171
5.3.1	加工任务	171
5.3.2	总体分析	171
5.3.3	工艺分析	172
5.3.4	工艺过程卡	172
5.3.5	工序卡	173
5.3.6	综合检验卡	176
5.4	密封套	177
5.4.1	加工任务	177
5.4.2	总体分析	177
5.4.3	工艺分析	178
5.4.4	工艺过程卡	178
5.4.5	工序卡	180
5.4.6	综合检验卡	183
5.5	弧形支架	184
5.5.1	加工任务	184
5.5.2	总体分析	185
5.5.3	工艺分析	185
5.5.4	工艺过程卡	186
5.5.5	工序卡	187
5.5.6	综合检验卡	189
5.6	球面连接杆零件加工	189
5.6.1	加工任务	189
5.6.2	总体分析	190
5.6.3	工艺分析	190
5.6.4	工艺过程卡	191
5.6.5	数控加工程序编制	191

5.6.6 程序输入、机床操作	194
第6章 装配质量控制与检测	195
6.1 装配检验概念	195
6.1.1 产品装配检验	195
6.1.2 成品检验的检测项目	198
6.1.3 机床装配精度的内容	203
6.2 装配检测基础	205
6.2.1 装配精度的检测工具	205
6.2.2 机床导轨精度的检测	208
6.2.3 机床导轨的刮研过程	208
6.3 卧式车床装配精度检测	210
6.3.1 卧式车床检测内容	210
6.3.2 对应列表中检测项的检测方法及操作步骤	212
6.3.3 车床的验收(几何精度)检测	216
6.4 升降台式铣床装配精度检测	219
6.4.1 升降台式铣床检测内容	219
6.4.2 对应列表中检测项的检测方法及操作步骤	221
6.4.3 数控铣床的验收(几何精度)检测	225
6.5 加工中心装配精度检测	229
6.5.1 立式加工中心检测内容	229
6.5.2 对应列表中检测项的检测方法及操作步骤	230
6.6 数控机床的订购与验收	232
6.6.1 数控机床的订购与招标	232
6.6.2 数控机床的安装	233
6.6.3 数控机床的调试	234
6.6.4 数控机床的试运行	235
6.6.5 数控机床的验收	235
6.6.6 数控机床的验收内容	236
第7章 综合练习题	238
7.1 轴	238
7.2 长销	239
7.3 锥度心轴	240
7.4 滑动轴	241
7.5 定位销	242
7.6 传动轴	243
7.7 尾座主轴	244
7.8 套	245
7.9 固定套	246
7.10 衬套	247
7.11 定位套	248

7.12	带键衬套	249
7.13	锥孔法兰盘	250
7.14	外套	251
7.15	分度盘	252
7.16	动块	253
7.17	夹板	254
7.18	拨杆	255
7.19	丝杆	256
7.20	气门摇臂轴支座	257
7.21	推动架	258
7.22	角型轴承箱	259
7.23	轴承座	260
7.24	弹簧套筒	261
7.25	薄板支架	262
参考文献		263

绪 论

一、加工质量控制

机械加工质量控制既是一个非常复杂的理论问题，同时也是一个非常复杂的实践问题。加工质量的内容非常广泛，影响加工质量的变量项目繁多，因此，必须用综合的、全面的观点思考问题，同时，还要有抓主要矛盾的辩证思想。

在加工质量控制过程中，往往每一个质量指标的控制都会有“牵一发而动全身”的感觉，因此要学会全面地思考问题。根据工艺系统的概念，质量问题出在工艺系统，控制质量也就是要解决工艺问题（严格地讲，质量控制只解决了工艺问题的三分之一，即“优质”，此外还有“高产”和“低耗”的工艺问题）。质量问题是“一发”，而“全身”就是工艺系统。

工艺系统由机床、夹具、刀具和工件共4个子系统组成，任何一个子系统出了问题，加工质量都无法保证。然而，并非所有子系统都与一个具体的质量问题相关，或者极度相关。这就需要具体问题具体分析，不能胡子眉毛一把抓。因此，读者应运用所学的其他学科的知识 and 自己的经验判断得出结论。

在着手解决工艺问题时，往往可以从最简单的方法入手。也就是说，能用简单方法解决的，不用复杂方法；能从外部解决问题的，不深入内部；能用调整方法解决的，不更换配件。

例如，加工有色金属右旋梯形螺纹螺母时，表面粗糙度达不到要求的工艺分析如下：“表面粗糙度达不到要求”——并非刀具几何参数和切削用量的原因（经多次重磨刀具和改变切削用量未能解决问题：这是一个认识过程，遵循了由简单到复杂的思维过程）——肯定是由于工艺系统刚性较差引起振动所致——机床、夹具和刀架有足够的刚性（加工其他零件未出现类似质量问题）——问题出在刀杆——刀杆的刚性一定很差吗——也未见得——什么原因呢——分析刀杆的受力——运用材料力学的知识——刀杆所受轴向分力是压力——细长杆件受压时会产生失稳——失稳的细长杆件产生振动——思考解决方法——将刀杆受压改为受拉——先把刀杆装进工件，车刀反向安装，工件反向旋转，从左向右进行“拉削”——质量问题得到圆满解决。类似的质量问题也可以模仿此法。

质量是加工出来的，而不是检测出来的。因此，学习质量控制的关键，是学习如何在加工过程中实施质量“控制”。

在一般正常情况下（即机床和夹具符合质量要求时），质量控制的能动环节在于工艺过程的正确性以及操作者的技能和经验。因此，这两方面是质量控制的重点，即要重点考虑相关度较高的因素。

二、检测

检测的目的是利用量具、仪器或专用检具对加工好的零件进行检测、比较，得到误差值或判断其是否符合质量要求的过程。由此可见，检测是“死尸检验”，它不能直接控制

加工质量。尽管如此,检测还是可以让我们知道加工的零件出了什么质量问题,可以让我们知道解决工艺问题、控制加工质量的大方向。

检测要运用一定的检测原理和复杂的计算。我们可以避开复杂的计算,采用查表或经验公式计算的方法直接获得相关数据,因为查表或经验公式计算所得的精度就一般工程问题来讲已经足够高了。然而检测原理则是非常重要的,具有不可替代性,有时甚至是唯一的。例如,圆柱素线直线度的检测就只能用理论直线与之比较才能获得检测误差或判断加工质量是否合格,这是唯一的检测原理。由于检测原理的唯一性和不可替代性,也就确定了一定的检测方法和检测工具。

要想正确地运用检测,真正发挥出检测的作用,必须:掌握各种精度指标项目的定义—通过掌握精度指标定义获得检测原理—由检测原理确定相应的检测方法—选取相应的量具及辅助工具—获取正确的误差值—进行数据分析处理—得出检测结论—对工艺过程进行指导。

检测如果离开了对工艺过程的指导,就显得毫无意义,最多只能使不合格品不流向下道工序,起到“把关”的作用,而丧失了控制的作用。因此,一名优秀的机床操作者,应掌握一定的检测技能,运用检测结果对自己的加工实施控制;而一名优秀的检验员,则应通过观察操作者的操作过程(工艺过程 and 操作方法)正确与否,初步判断加工出来的零件质量状况,并对操作者实施指导。

由此,加工与检测相辅相成,构成一个和谐的统一体,促使机械加工工艺过程得以顺利进行,确保“优质、高产、低耗”的工艺目标的实现。

第 1 章 加工质量控制基础

1.1 零件的使用性能与加工质量

1.1.1 零件的使用性能

零件、组件、部件、机构等组成机器，机器的性能、寿命、可靠度等取决于零件的加工质量和机器的装配调试质量。零件的相互配合性能、耐磨损性、抗腐蚀性和抗疲劳破坏能力等，都直接与零件的加工质量有关。

在高速、高温、高应力工作环境下，零件表层的任何缺陷都会直接影响零件的耐磨性、疲劳强度、抗腐蚀性、配合精度等使用性能，还会引起应力集中、应力腐蚀，从而加速零件的失效。因此，零件加工过程的质量控制与检测，是机械制造业必须关注的重要问题，也是一线操作人员必须掌握的基本技能。

1.1.2 零件的加工质量

1. 质量的含义

质量的含义至少包含两个方面的内容。

(1) 产品质量。

产品质量即产品满足用户要求的程度，或按其用途在使用中应取得的功效。功效是反映产品结构特征、材质的工作特性和物理力学特性的总和，是评价热处理质量水平和技术水平的基本指标。

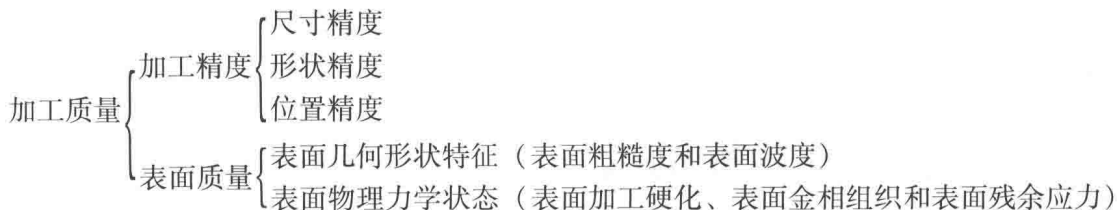
(2) 过程质量。

过程质量是指生产过程各个工序环节对产品质量的保证程度。

在机械制造中，为了保证从零件的加工、部件组装到机器的装配调试成功，实现机器的使用功能和正常运行，就必须对零件的加工工艺过程进行控制，同时对制造过程和调试结果进行检验测量。

2. 质量的内容

零件的加工质量包括零件的加工精度和表面质量两个方面的内容。



加工精度是指零件加工后的尺寸、形状、位置等实际几何参数与理想几何参数相符合的程度。实际参数与理想参数之间的偏离程度称为误差。误差越大，精度越低，零件的加工质量越差。

生产操作人员对加工零件的质量控制内容包括：在零件加工过程中的质量控制工艺措

施和加工内容完成后的检验测量。

3. 质量的检测要素

为了保证产品质量,就必须对机械加工全过程进行全面的质量控制,并使检验测量工作各项要素处于全面受控状态。

检测要素包括:人员素质与资格;检测仪器设备和计量校准;辅助材料与消耗材料;检测标准和有关文件;检测环境条件。即通常所说的“人、机、料、法、环”五大要素。

1.1.3 检测标准

法典、标准、规范和规程

(1) 法典。

国家立法机关颁布的决定、指示、命令等总称法令;由立法机关制定或认可、由国家政权保证执行的行为规则是法律;法律、法令等法律文件的总称是法规;将同一性质或同一种类的法规加以整理成为某种系统的法律是法典。

(2) 标准。

各国对标准的定义不尽相同,我国的定义是:标准是对重复性事物和概念所做的统一规定,它以科学、技术和实际经验的综合成果为基础,经有关方面协调一致,由主管机构批准,以特定形式发布,作为共同遵守的准则和依据。可见,标准是一种特定的文件,在一定的范围和一定的时期被采用,以指导人们的实践,产生良好的社会效益和经济效益。

我国的检测标准有国家标准、国家军用标准、行业标准和企业标准。

(3) 规范。

规范是指对阐述产品必须遵守的要求所做的一系列统一规定,并规定确定是否符合这些要求所采用的必要检验程序、规则和方法,以确定产品的实用性。例如,产品规范、材料规范等。规范是标准的特定形式。

(4) 规程。

规程是指对工艺、操作、检定等具体技术要求的实施程序所做的统一规定。

① 检测规程。检测规程是指叙述某一检测方法(或该方法的一种技术)对某类产品实施检测的最低要求的程序性文件;又称检验规程或检验卡片,是产品生产制造过程中,用以指导检验人员正确实施产品和工序检查、测量、试验的技术文件。

② 检测规程内容。检测规程的内容至少应包括:范围;引用文件;人员资格要求;设备和材料要求;校准和验证要求;制件检测前的准备要求;检测顺序要求;结果解释与评价要求;标记、报告和其他文件要求;对检测工艺卡的要求;检测后处理要求等。

1.2 零件加工过程质量控制的影响因素

在机床、工件、夹具和刀具组成的一个完整加工工艺系统中,加工精度涉及整个工艺系统的精度。工艺系统的各种误差在加工过程中会在不同的情况下,以不同的形式反映为加工误差,这些误差统称为原始误差。原始误差的分类如图 1-1 所示。

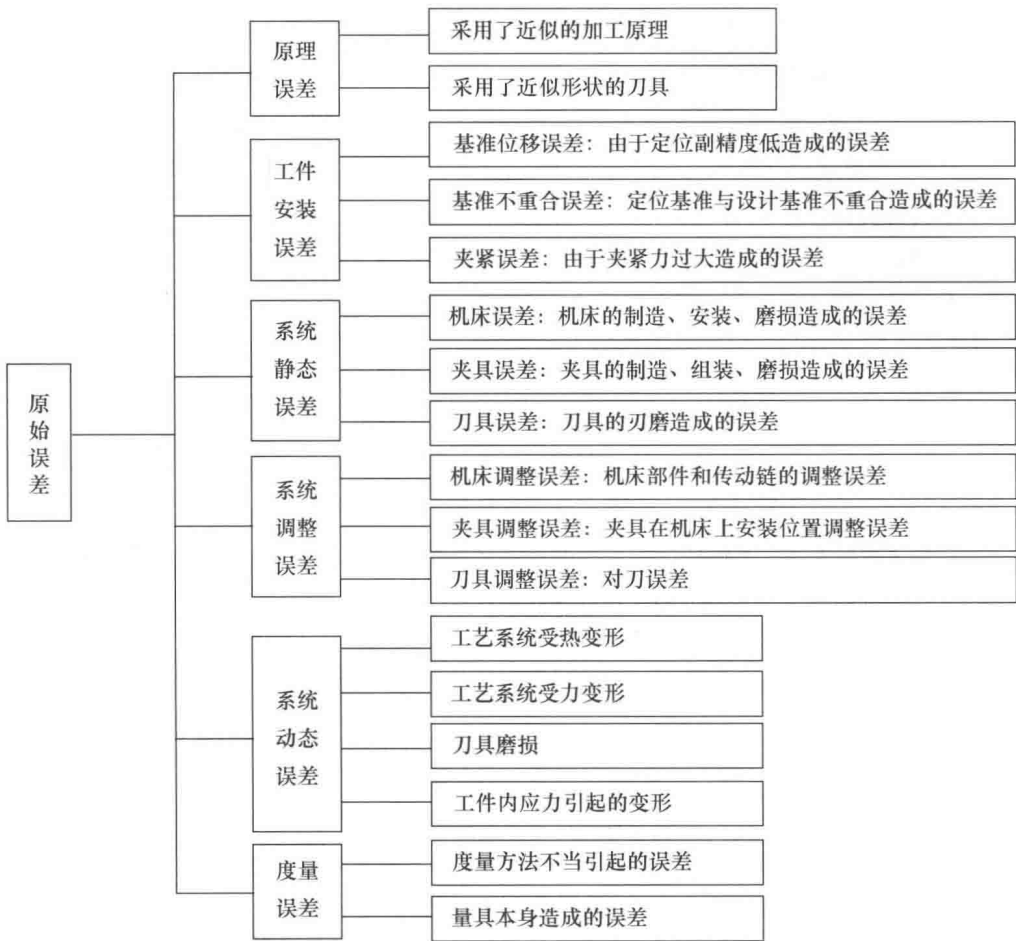


图 1-1 原始误差分类

在机械加工的过程中，要控制加工质量，必须了解和分析加工质量不能满足要求的各种影响因素，并采取有效的工艺措施进行克服，从而保证加工质量。

1.3 加工过程质量控制措施

机械加工质量的控制就是对加工精度和表面质量的控制。下面就尺寸精度、形状精度、位置精度和表面质量指标的影响因素及其控制措施，分别列表分析。

1. 尺寸精度

尺寸精度相关的质量问题分析与控制措施参见表 1-1。

2. 形状精度和位置精度

形状精度、位置精度相关的质量问题分析与控制措施详见表 1-2 和表 1-3。

使用万能对刀尺对刀时，应按图 1-2(a) 所示的方法进行测量，然后记下游标卡尺读数；将游标卡尺旋转 180°，角铁接触铣刀右侧，游标卡尺接触工件左侧，又得一读数；两次读数差的 1/2 则为工作台移动数。此对刀尺既可测三面刃铣刀，也可测立铣刀。

表 1-1 尺寸精度相关质量问题与控制措施

项 目	质量不合格原因	控制措施
径 向 尺 寸 精 度	① 看错图样、刻度盘使用不当、进刀量不准确等	看清图纸要求，正确使用刻度盘，消除中拖板丝杆间隙，在接近图纸尺寸时，采用公差带宽度切深法进刀（即每次进刀量为直径公差带宽度）等
	② 没有进行试切	正确计算背吃刀量，进行反复试切
	③ 量具有误差或测量不正确	检查或调整量具，掌握正确的测量方法
	④ 由于切削温度过高，使工件尺寸发生变化	减少切削热的产生，降低切削区温度，使用冷却效果好的切削液，掌握温度与尺寸变化规律
	⑤ 径向切削分力过大，使刀架产生位移	加大车刀主偏角，减小刀尖圆弧半径，尽量使用零度刃倾角的车刀；减小背吃刀量，减小中拖板燕尾槽间隙；及时换刀，磨削时及时修整砂轮
	⑥ 因积屑瘤产生过切量	抑制积屑瘤产生：避免中速切削；加强润滑；使用较大前角的车刀；降低刀具前刀面表面粗糙度等
	⑦ 由于切屑缠绕产生让刀	注意断屑和排屑
	⑧ 钻孔时钻头主切削刃刃磨不对称造成孔径偏大	修磨钻头
	⑨ 铰孔时铰刀尺寸偏大、尾座偏移	检测铰刀尺寸，研磨铰刀后进行试切；调整尾座，采用浮动套筒连接铰刀等
	⑩ 磨孔时砂轮杆产生弹性变形	使用刚性较好的磨杆，减少砂轮与工件的接触面积，保持砂轮锋利，减少磨削用量等
轴 向 尺 寸 精 度	① 刀具磨损严重	减少刀具磨损，及时换刀，调整切削用量等
	② 机床纵向移动刻度精度低、刻度盘间隙大	刻度盘数字只作参考，采用试切或改用死挡铁确定刀架的轴向位置
	③ 车床小刀架拖板松动，使车刀位移	减小小刀架拖板燕尾槽间隙
	④ 死挡铁接触处有异物	清除死挡铁处异物，并使之保持清洁
	⑤ 轴类零件台阶处不平整或不垂直	车削时车刀主切削刃应平直，安装要正确，台阶较大时应进行横向进给，修整砂轮侧面时应垂直砂轮轴线或改用端面外圆磨床，退刀不应太快等
	⑥ 测量不便或测量方法不正确	改进测量方法，选用适合的测量工具

表 1-2 形状精度相关质量问题与控制措施

项 目	质量不合格原因	控制措施
圆 度	① 机床主轴间隙过大	加工前检查主轴间隙并予以调整，根据机床使用年限确定是否更换主轴轴承等
	② 毛坯余量不均匀产生的复映误差	粗精加工分开，控制好精加工时的加工余量
	③ 中心孔质量不高或接触不良，顶尖孔圆度超差，顶尖工作表面质量差	两顶尖松紧得当，检查顶尖工作表面质量，进行重磨、重车或更换，重打或研磨中心孔，提高中心孔质量，精度要求较高时尽量使用死顶尖
	④ 薄壁工件装夹时产生变形	紧力大小应适当，避免工件径向受力，增大夹紧元件工作面与工件接触面积，精加工时适当松开夹紧机构
	⑤ 镗床夹具的镗套圆度超差，镗套与镗杆配合间隙过大	提高夹具精度，及时更换镗套
	⑥ 无心磨削时因前道工序形状精度超差	提高上道工序形状精度，多次走刀使误差减小

续表

项 目	质量不合格原因	控制措施
圆 柱 度	① 用两顶尖或一顶一夹装夹工件时，后顶尖轴线不在主轴轴线上	车床移动尾座、磨床转动工作台，用试切法找正锥度，合格后锁定尾座和工作台，在加工同批工件时，机床尾座不宜移动
	② 用车床小刀架滑板加工外圆时产生锥度	严格使车床小刀架滑板“对零”并进行试切
	③ 用卡盘装夹工件时产生锥度是由于车床主轴轴线与床身导轨不平行	调整主轴箱，使主轴箱轴线与床身导轨平行，或修磨严重磨损的床身
	④ 装夹工件悬臂过长，在径向切削分力作用下工件前端偏离主轴线	尽量缩短工件伸出长度 $L = (1 \sim 1.5)d$ (d : 工件直径)，或使用后顶尖以增加工艺系统刚性
	⑤ 由于切削路程较长，使车刀或砂轮逐渐磨损	选用较硬的刀具材料，减小切削速度，增大进给量，选用润滑效果较好的切削液
直 线 度	① 细长圆柱体工件受切削力、自重和旋转时离心力的作用而产生弯曲和鼓形	降低工件转速，减少背吃刀量；使用较大主偏角的车刀，减小刀尖圆弧半径，不使用负刃倾角的刀具；使用中心架或跟刀架；改变进刀方向使刀杆或工件从受压状态变为受拉；避免失稳
	② 由于机床导轨磨损直线度超差，使刀具轨迹不是一条直线	修复不合格导轨
	③ 由于温度过高或过低，引起机床导轨变形，使机床导轨在水平或垂直方向产生变形、机床导轨外力变形	减少切削热的产生，加快切削热的传导，降低机床主轴箱和液压系统的温升，定期更换润滑油和液压油，控制环境温度，定期调整机床导轨和主轴轴承间隙；大型机床在重要加工前应先检查或调整机床导轨
	④ 浮动镗时，前道工序的直线度超差	提高上一道工序的直线精度
平 面 度	① 周铣时铣刀圆柱度超差	重磨或更换铣刀
	② 端铣时铣床主轴轴线与进给运动方向不垂直	重新安装刀盘或调整铣床主轴轴线与进给运动方向的垂直度
	③ 铣刀宽度或直径不够大，产生接刀刀痕	选择尺寸足够大的铣刀，避免接刀或接刀痕迹均匀，精加工时应尽量避免接刀
	④ 因切削力、夹紧力大小不当产生夹紧变形	尽量减小切削力，夹紧力要适当，夹紧力作用点要选择合理；施加夹紧力先后顺序要正确；精加工前适当松开工件，使变形得以恢复；粗精加工分开；改善夹具结构，增设辅助支承等
	⑤ 加工时产生热变形	减少切削热，加速切削热传导，粗精加工分开
	⑥ 加工过程中由于工艺系统刚性不足，产生让刀	增加工艺系统刚性，改善刀具结构，调整切削用量；减小切削力，选择合适的机床型号，避免“小马拉大车”
	⑦ 车削大平面时，车刀磨损或让刀	降低切削用量，改善车刀结构；使用切削液，使车刀耐磨；锁紧大小拖板防止让刀；有时可利用平面上的沟槽变更切削速度，以减小刀具磨损