



国家职业资格培训教程 用于国家职业技能鉴定

铸造工

(第2版)

中国就业培训技术指导中心组织编写

(技师 高级技师)

 中国劳动社会保障出版社



用于国家职业技能鉴定
国家职业资格培训教程

YONGYU GUOJIA ZHIYE JINENG JIANDING

GUOJIA ZHIYE ZIGE PEIXUN JIAOCHENG

铸造工

(技师 高级技师)

第2版

编审委员会

主任	刘康				
副主任	张亚男				
委员	王士达	孙长富	刘金海	侯福生	李国禄
	王磊	李金元	许少红	吴毅	陈思夫
	张英霞	陈蕾	张倩	史武华	吕本顺

编审人员

主编	吴毅				
副主编	胡春亮				
编者	侯福生	张英霞	李金元	许少红	吴毅
	胡春亮				
主审	刘金海				
审稿	孙长富				



中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

铸造工：技师、高级技师/中国就业培训技术指导中心组织编写. —2版. —北京：中国劳动社会保障出版社，2013

国家职业资格培训教程

ISBN 978-7-5167-0649-7

I. ①铸… II. ①中… III. ①铸造-技术培训-教材 IV. ①TG2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 309957 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街1号 邮政编码：100029)

*

新华书店经销

北京地质印刷厂印刷 三河市华东印刷装订厂装订
787毫米×1092毫米 16开本 29印张 499千字

2014年1月第2版 2014年1月第1次印刷

定价：49.00元

读者服务部电话：(010) 64929211/64921644/84643933

发行部电话：(010) 64961894

出版社网址：<http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

如有印装差错，请与本社联系调换：(010) 80497374

我社将与版权执法机关配合，大力打击盗印、销售和使用盗版图书活动，敬请广大读者协助举报，经查实将给予举报者奖励。

举报电话：(010) 64954652

前 言

为推动铸造工职业培训和职业技能鉴定工作的开展,在铸造工从业人员中推行国家职业资格证书制度,中国就业培训技术指导中心在完成《国家职业技能标准·铸造工》(2009年修订)(以下简称《标准》)制定工作的基础上,组织参加《标准》编写和审定的专家及其他有关专家,编写了铸造工国家职业资格培训系列教程(第2版)。

铸造工国家职业资格培训系列教程(第2版)紧贴《标准》要求,内容上体现“以职业活动为导向、以职业能力为核心”的指导思想,突出职业资格培训特色;结构上针对铸造工职业活动领域,按照职业功能模块分级别编写。

铸造工国家职业资格培训系列教程(第2版)共包括《铸造工(基础知识)》《铸造工(初级)》《铸造工(中级)》《铸造工(高级)》《铸造工(技师 高级技师)》5本。《铸造工(基础知识)》内容涵盖《标准》的“基本要求”,是各级别铸造工均需掌握的基础知识;其他各级别教程的章对应于《标准》的“职业功能”,节对应于《标准》的“工作内容”,节中阐述的内容对应于《标准》的“技能要求”和“相关知识”。

本书是铸造工国家职业资格培训系列教程(第2版)中的一本,适用于对铸造工技师和高级技师的职业资格培训,是国家职业技能鉴定推荐辅导用书,也是铸造工技师和高级技师职业技能鉴定国家题库命题的直接依据。

本书共分10章,第1章和第6章由天津大学的侯福生教授编写,第2章第1节和第7章第1节由天津市铸造学会的许少红工程师编写,第2章第2节、第4章、第5章、第7章第2节、第9章和第10章由天津一汽夏利汽车股份有限公司内燃机制造分公司的吴毅高级工程师编写,第3章和第8章由天津海运职业技术学院的胡春亮副教授编写,本书由吴毅担任主编,胡春亮担任副主编,河北工业大学的刘金海教授担任主审。

本书在编写过程中,得到天津市职业技能鉴定指导中心的大力支持,天津市数控及传动技术应用研究所的王士达高级工程师和天津机辆轨道交通装备有限责任公司的张锡祯高级工程师、王军工程师给予了大力帮助,并提出了宝贵意见,在此一并表示衷心的感谢。

目 录

CONTENTS

国家职业资格培训教程

第一部分 铸造工技师

第1章 砂型铸造	(3)
第1节 工艺分析与设计	(3)
学习单元1 审查铸件结构, 确定浇注位置和分型面	(3)
学习单元2 砂芯设计和铸件工艺参数选择	(26)
学习单元3 浇注系统设计与计算	(56)
学习单元4 冒口系统设计与计算	(89)
第2节 造型与制芯	(136)
学习单元1 砂型紧实度的概念及不同造型紧实方法砂型 硬度的分布	(136)
学习单元2 不同造型方法型砂和芯砂的混制	(141)
第2章 特种铸造	(149)
第1节 熔模铸造	(149)
学习单元1 熔模制作	(149)
学习单元2 模壳制作	(155)
第2节 压力铸造	(163)
学习单元1 浇注与排气系统	(163)
学习单元2 抽芯机构及顶出机构	(167)
第3章 铸造合金熔炼	(173)
第1节 熔炼过程控制	(173)

学习单元1 调整炉料配比达到铸件的性能要求	(173)
学习单元2 熔炼设备的炉况控制	(187)
学习单元3 冶金质量对铸件缺陷的影响与改进措施	(201)
第2节 炉前合金液质量控制	(211)
第4章 质量控制	(228)
第1节 缺陷分析	(228)
学习单元1 铸件材质缺陷产生原因及预防措施	(228)
学习单元2 全面综合分析铸件质量的方法	(233)
第2节 质量检验	(240)
学习单元1 无损检测	(240)
学习单元2 便携式硬度计使用	(244)
学习单元3 铸件内在质量检验项目的确定	(251)
第5章 培训与管理	(254)
第1节 培训与指导	(254)
学习单元1 操作指导	(254)
学习单元2 理论培训	(256)
第2节 生产与质量管理	(260)
学习单元1 生产管理	(260)
学习单元2 现场清洁化与安全生产	(264)
学习单元3 质量管理	(270)

第二部分 铸造工高级技师

第6章 砂型铸造	(283)
第1节 工艺分析与设计	(283)
学习单元1 浇注系统水力模拟试验和特殊浇注系统	(283)
学习单元2 相关理论与优化铸造工艺	(290)
学习单元3 铸造工艺 CAD、CAE 和 CAM 简介	(317)
第2节 造型与制芯设备	(324)

第7章 特种铸造	(337)
第1节 熔模铸造	(337)
学习单元1 熔模制作	(337)
学习单元2 模壳制作	(350)
第2节 压力铸造	(361)
学习单元1 压铸型结构及压铸机工艺参数设置	(361)
学习单元2 压铸型浇注与溢流系统	(372)
学习单元3 压铸机验收与压铸新技术	(376)
第8章 铸造合金熔炼	(380)
第1节 熔炼过程控制	(380)
第2节 炉前合金液质量控制	(401)
第9章 质量控制	(415)
第1节 缺陷分析	(415)
学习单元1 失效模式及后果分析方法	(415)
学习单元2 解决铸件缺陷的技术方案及攻关计划制订	(426)
第2节 质量检验	(430)
学习单元1 质量检测数据的统计技术	(430)
学习单元2 质量检验报告撰写方法	(435)
第10章 培训与管理	(438)
第1节 培训与指导	(438)
学习单元1 标准作业的制定	(438)
学习单元2 展开持续培训	(442)
第2节 生产与质量管理	(445)
学习单元1 精益生产方式的运用	(445)
学习单元2 质量保证体系程序文件编制	(451)

第一部分

铸造工技师

第1章

砂型铸造

第1节 工艺分析与设计



学习单元1 审查铸件结构，确定浇注位置和分型面



学习目标

- 掌握审查铸件结构的方法
- 掌握铸件浇注位置和分型面的确定原则
- 能对铸件结构提出改进的意见
- 能对铸件分型面提出多个方案、分析各优缺点



知识要求

一、铸件结构的工艺性分析

对铸件结构进行工艺性分析有两方面的作用：第一，审查零件结构是否符合铸造工艺的要求，在保证使用要求的前提下经双方协商，予以改进。第二，在既定的零件结构条件下，考虑铸造过程中可能出现的主要缺陷，在工艺设计中应采取措施

予以防止。

1. 从保证铸件质量角度审查铸件结构

(1) 铸件应有合适的壁厚

为了避免浇不到、冷隔等缺陷，铸件不应太薄。铸件的最小允许壁厚和铸造合金的流动性密切相关。合金成分、浇注温度、铸件尺寸和铸型的热物理性能等显著地影响铸件的充填。在普通砂型铸造的条件下，铸件最小允许壁厚见表 1—1。

表 1—1 砂型铸造时铸件最小允许壁厚 δ

合金种类	铸件轮廓尺寸（mm）					
	<200	200 ~ 400	400 ~ 800	800 ~ 1 250	1 250 ~ 2 000	>2 000
碳素铸钢	8	9	11	14	16 ~ 18	20
低合金钢	8 ~ 9	9 ~ 10	12	16	20	25
高锰钢	8 ~ 9	10	12	16	20	25
不锈钢、耐热钢	8 ~ 10	10 ~ 12	12 ~ 16	16 ~ 20	20 ~ 25	
灰铸铁	3 ~ 4	4 ~ 5	5 ~ 6	6 ~ 8	8 ~ 10	10 ~ 12
孕育铸铁 (HT300 以上)	5 ~ 6	6 ~ 8	8 ~ 10	10 ~ 12	12 ~ 16	16 ~ 20
球墨铸铁	3 ~ 4	4 ~ 8	8 ~ 10	10 ~ 12	12 ~ 14	14 ~ 16
高磷铸铁	2	2				

合金种类	铸件轮廓尺寸（mm）					
	<50	50 ~ 100	100 ~ 200	200 ~ 400	400 ~ 600	600 ~ 800
可锻铸铁	2.5 ~ 3.5	3 ~ 4	3.5 ~ 4.5	4 ~ 5.5	5 ~ 7	6 ~ 8
铝合金	3	3	4 ~ 5	5 ~ 6	6 ~ 8	8 ~ 10
黄铜	6	6	7	7	8	8
锡青铜	3	5	6	7	8	8
无锡青铜	6	6	7	8	8	10
镁合金	4	4	5	6	8	10
锌合金	3	4				

注：1. 如特殊需要，在改善铸造条件的情况下，灰铸铁件的壁厚可小于 3 mm。其他合金最小壁厚也可减小。

2. 在铸件结构复杂，合金流动性差的情况下，应取上限值。

铸件也不应设计得太厚。超过临界壁厚的铸件中心部分晶粒粗大，常出现缩孔、缩松等缺陷，导致力学性能降低。各种合金铸件的临界壁厚可按最小壁厚的 3

倍来考虑。铸件壁厚应随铸件尺寸增大而相应增大,在适宜壁厚的条件下,既方便铸造又能充分发挥材料的力学性能。设计受力铸件时,不可单纯用增厚的方法来增加铸件的强度,如图1—1所示。

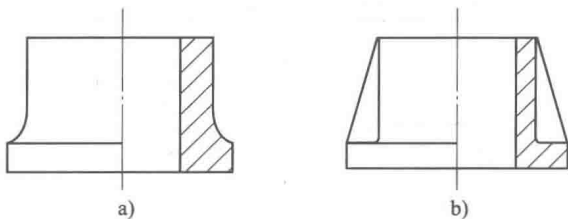


图1—1 采用加强肋减小铸件壁厚

a) 不合理 b) 合理

(2) 铸件结构不应造成严重的收缩阻碍,注意壁厚过渡和圆角

图1—2所示为两种铸钢件结构。图1—2a所示结构,两壁交接呈直角形构成热节,铸件收缩时阻力较大,故在此处经常出现热裂。图1—2b为改进后的结构,热裂消除。

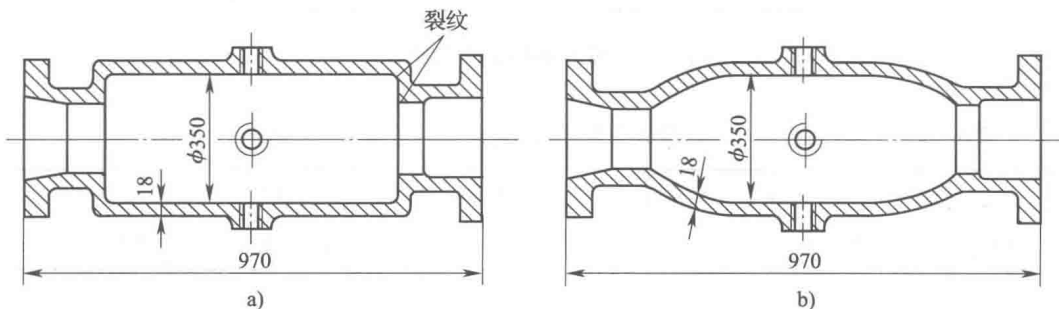


图1—2 铸钢件结构的改进

a) 不合理 b) 合理

铸件薄壁与厚壁的连接、拐弯以及等厚度壁与壁的各种交接,都应采取逐渐过渡和转变的方式,并应使用较大的圆角相连接,避免因应力集中导致裂纹缺陷,如图1—3所示。

(3) 铸件内壁应薄于外壁

铸件的内壁和肋等,散热条件较差,应薄于外壁,以使内外壁能均匀地冷却,减轻内应力和防止裂纹。内外壁厚相差值见表1—2。

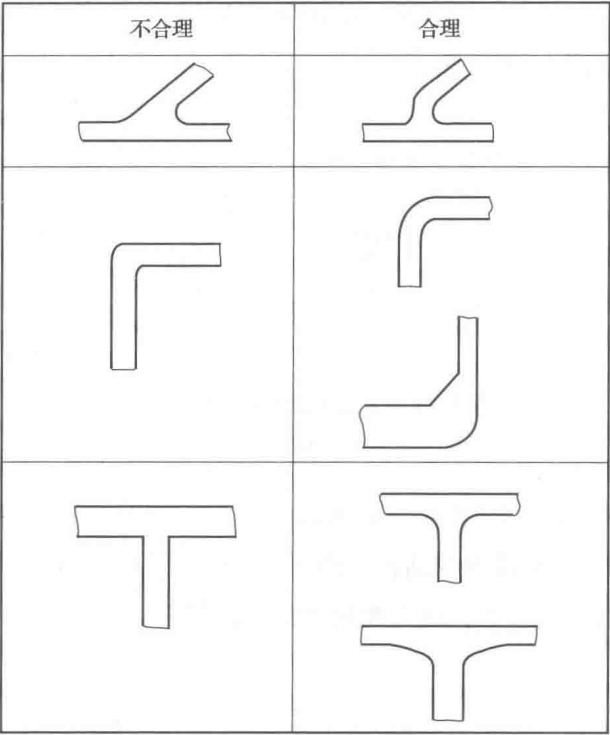


图 1—3 壁与壁相交的几种形式

表 1—2 砂型铸造铸件的内外壁厚相差值

合金种类	铸铁件	铸钢件	铸铝件	铸铜件
内壁比外壁应减薄的值	10% ~20%	20% ~30%	10% ~20%	15% ~20%

（4）壁厚力求均匀，减少肥厚部分，防止形成热节

薄厚不均的铸件在冷却过程中会形成较大的内应力，在热节处易形成缩孔、缩松和热裂纹。因此应取消那些不必要的厚大部分。肋和壁的布置应尽量减少交叉，防止形成热节，如图 1—4 所示。

（5）利于补缩和实现顺序凝固

对于铸钢等体收缩大的合金铸件，易于形成收缩缺陷，应仔细审查零件结构实现顺序凝固的可能性。图 1—5 所示为壳型铸造的合金钢壳体。图 1—5a 方案铸出的件，在 A 点以下部分，因超出冒口的补缩范围而有缩松，水压试验时出现渗漏；图 1—5b 方案中，只在底部 76 mm 范围内壁厚相等，由此向上，壁厚以 1° ~3°角向上增厚，有利于顺序凝固和补缩，铸件品质良好。

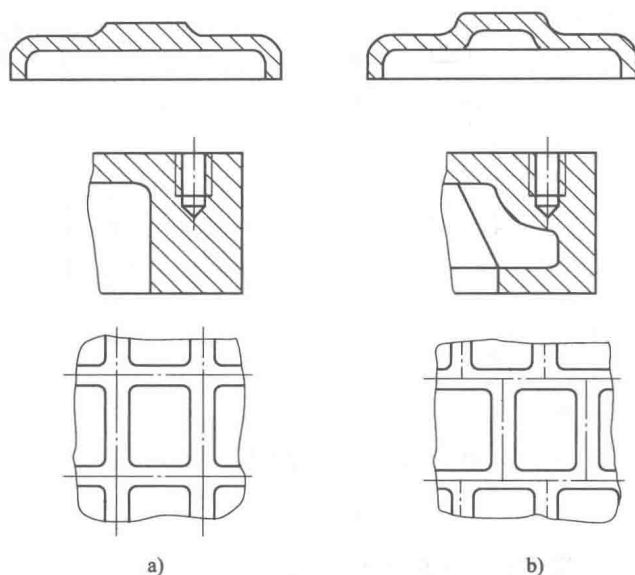


图 1—4 壁厚力求均匀

a) 不合理 b) 合理

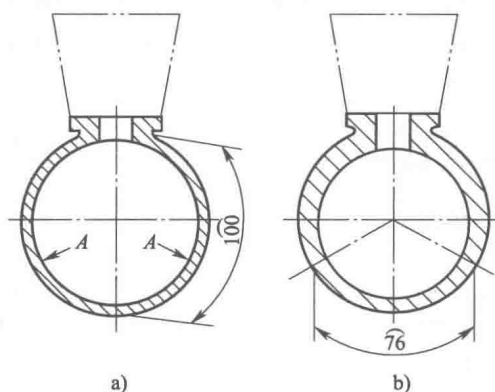


图 1—5 合金钢壳体结构改进

a) 不合理 b) 合理

(6) 防止铸件翘曲变形

生产经验表明：某些壁厚均匀的细长形铸件，较大的平板形铸件以及壁厚不均的长形箱体件如机床床身等，会产生翘曲变形。前两种铸件发生变形的主要原因是结构刚度差，铸件各面冷却条件的差别引起不大的内应力，但却使铸件显著翘曲变形。后者变形原因是壁厚相差悬殊，冷却过程中引起较大的内应力，造成铸件变形。可通过改进铸件结构、铸件热处理时矫形、塑性铸件进行机械矫形和采用反变形模样等措施予以解决。图 1—6 所示为防止变形的铸件结构。

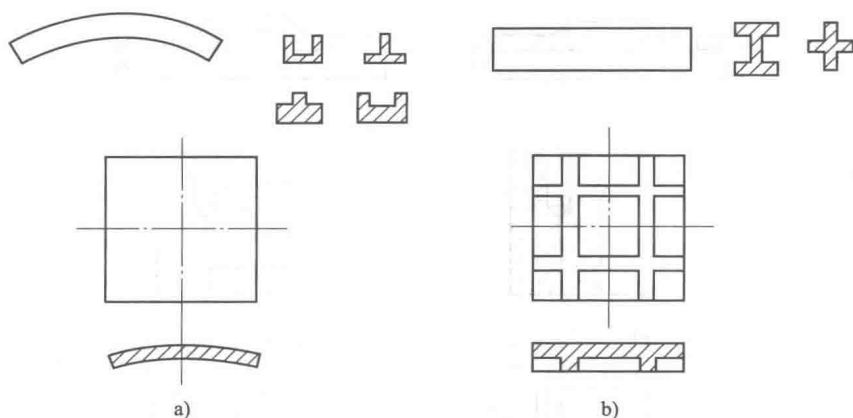


图 1—6 防止变形的铸件结构

a) 不合理 b) 合理

(7) 避免浇注位置上有水平的大平面结构

在浇注时，如果型腔内有较大的水平面存在，当金属液上升到该位置时，由于断面突然扩大，金属液面上升速度变得非常小，灼热的金属液面较长时间地近距离烘烤顶面型壁，极易造成夹砂、渣孔、砂孔或浇不到等缺陷。

应尽可能把水平壁改进为稍带倾斜的壁或曲面壁，如图 1—7 所示。

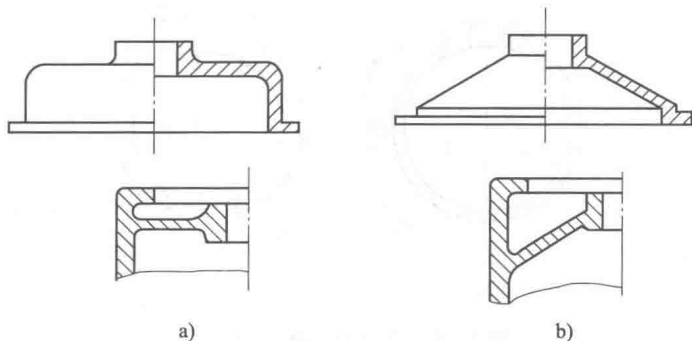


图 1—7 避免水平壁的铸件结构

a) 不合理 b) 合理

2. 从简化铸造工艺角度审查铸件结构

(1) 改进妨碍起模的凸台、凸缘和肋板的结构

铸件侧壁上的凸台（搭子）、凸缘和肋板等常妨碍起模，为此，机器造型中不得不增加砂芯，手工造型中也不得不把这些妨碍起模的凸台、凸缘、肋板等制成活动模样（活块）。无论哪种情况，都增加造型（制芯）和模具制造的工作量。如能改进结构，就可避免这些缺点。图 1—8 所示为发动机油箱散热肋妨碍起模部分的改进。

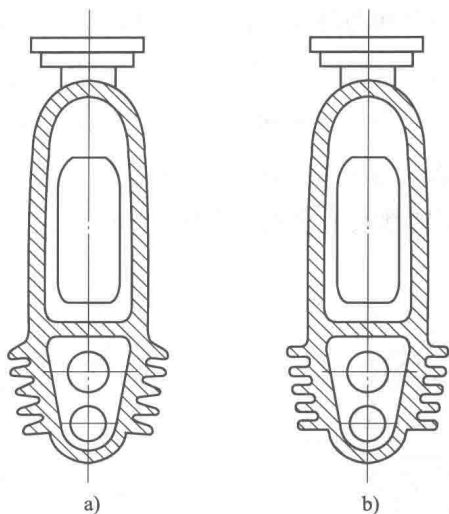


图 1—8 发动机油箱散热肋妨碍起模部分的改进

a) 不合理 b) 合理

(2) 取消铸件外表侧凹

铸件外侧壁上有凹入部分必然妨碍起模，需要增加砂芯才能形成铸件形状。稍加改进，即可避免凹入部分，如图 1—9 所示。

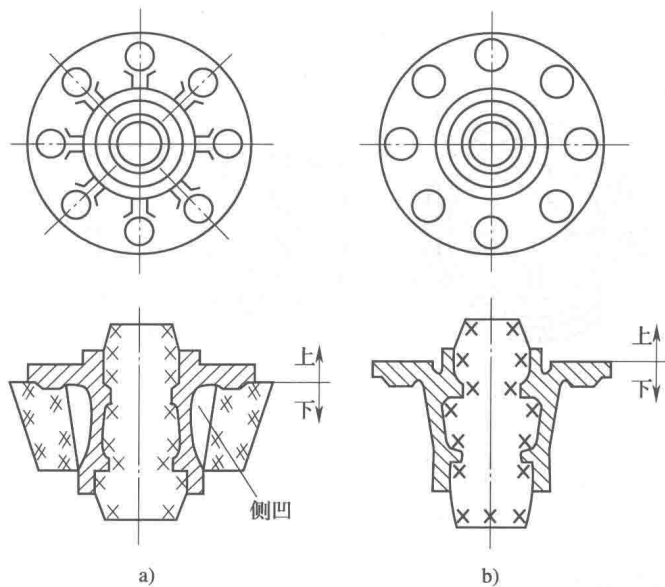


图 1—9 带有外表侧凹的铸件结构的改进

a) 不合理 b) 合理

（3）改进铸件内腔结构以减少砂芯

铸件内腔的肋条、凸台和凸缘的结构欠妥，常是造成砂芯多、工艺复杂的重要原因。如图1—10a所示为原设计的壳体结构，由于内腔两条肋板成 120° 分布，铸造时需要6个砂芯，工艺复杂，成本很高；图1—10b所示为改进后的结构和铸造工艺方案。把肋板由2条改为3条、成 90° 分布，外壁凸台形状相应改进，只需要3个砂芯即可，工艺、工装都大为简化，铸件成本降低。

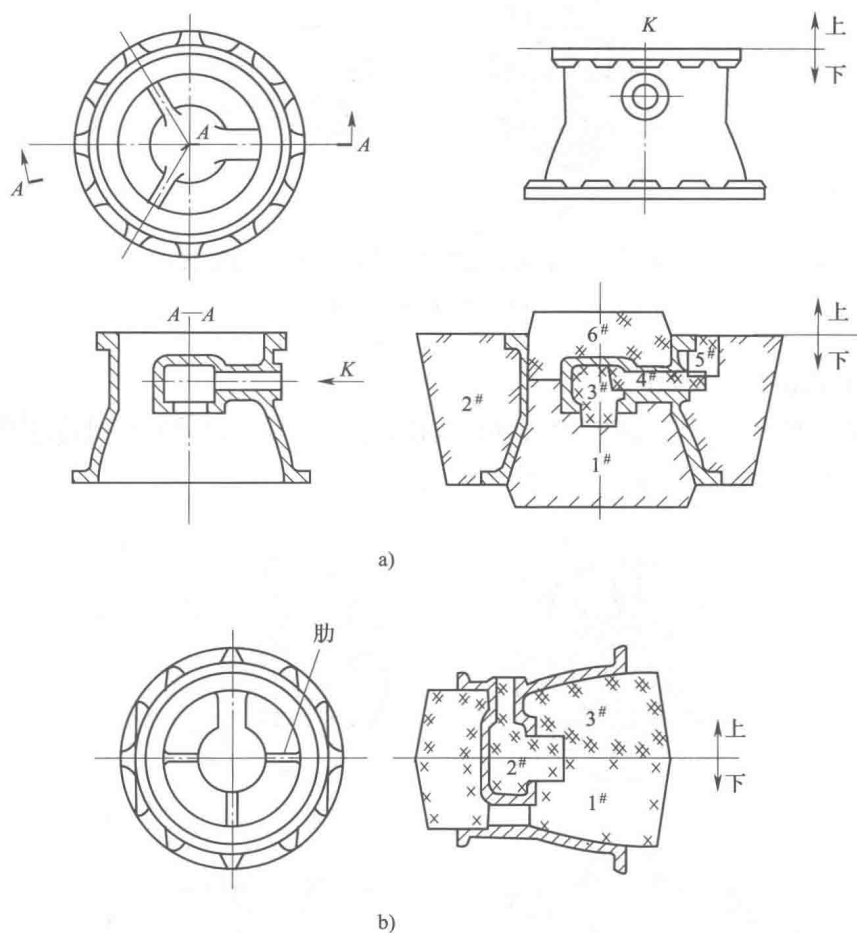


图1—10 铸件内腔结构的改进

a) 不合理 b) 合理

（4）减少和简化分型面

图1—11a所示结构的铸件必须采用不平分型面，增加了制造模样和模底板的工作量；改进后（见图1—11b），则可用一平直的分型面进行造型。