

从入门到精通系列丛书

钢结构施工

徐占发 吴金驰 许大江 主编

《华中科技大学出版社

从入门到精通系列丛书

钢结构施工

徐占发 吴金驰 许大江 主编

华中科技大学出版社
中国·武汉

图书在版编目(CIP)数据

钢结构施工/徐占发,吴金驰,许大江 主编.

—武汉:华中科技大学出版社,2010.3

(从入门到精通系列丛书)

ISBN 978-7-5609-5326-7

I. 钢… II. ①徐…②吴…③许… III. 钢结构—工程施工 IV. TU758.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 062284 号

钢结构施工

徐占发 吴金驰 许大江 主编

责任编辑:王 亮 刘丽丽

封面设计:曾新蕾

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

地 址:武汉市武昌珞喻路 1037 号(邮编:430074)

出 版 人:阮海洪

印 刷:天津泰宇印务有限公司

开 本:710mm×1000mm 1/16

印 张:18

字 数:362 千字

版 次:2010 年 3 月第 1 版

印 次:2010 年 3 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-5609-5326-7/TU·604

定 价:32.80 元

投稿热线:(010)64155588—8000 邮箱:hjztg@163.com

销售电话:(010)64155566 (022)60266190

网 址:www.hustpas.com;www.hustp.com

(凡购本书,如有缺页、脱页,请向本社发行部调换)

《钢结构施工》

编委会

主 编 徐占发 吴金驰 许大江

副主编 曹 坤 杨朝晖

参 编 (按姓氏笔画排序)

王瑞华 孙 震 朱为军 李照广

张凤红 林 芳 郑晓明 施 行

隋鸿征

前 言

钢结构施工是建筑施工的重要内容之一,我国钢产量多年来已稳居世界领先地位。建设工程中用钢广泛,特别是在大型和轻型建筑结构中。然而施工人员的技能却不能满足此专业性工作的要求,相关书籍较其他结构施工有关书籍也少得多。为尽快适应工作上的技术要求和满足读者需求,特别是为实现毕业生与上岗“零距离”接口,使其尽快入门、胜任工作,也助其为日后精通业务而奠定坚实的基础,本编委会用心编写此书。

本书从编写内容上,充分考虑到初为施工人员的知识需求,简明讲清基本概念,结合典型工程实例,形象、具体阐明施工要点和基本方法,以使读者系统地掌握施工关键点,满足施工现场技术、管理和操作岗位的基本要求。

本书主要内容有钢结构的加工制作、钢结构安装工程、钢结构涂装防护工程、建筑钢结构工程实例。

本书可作高等院校土建专业的教材,特别是可作为初为施工人员的高校毕业生的培训教材和自学与应用的参考书。

本书编写人员有徐占发、吴金驰、曹坤、杨朝晖、孙震、施行、许大江、朱为军、张凤红、郑晓明、李照广、林芳、王瑞华、隋鸿征等,由徐占发、吴金驰、许大江任主编,曹坤、杨朝晖任副主编。

本书编写过程中,编者参考并引用了已公开发表的文献资料和相关教材与书籍的部分内容,并得到许多专家和朋友的帮助,值此深表谢意。

由于编者水平所限,时间紧促,书中难免存在缺点和不足之处,恳请读者批评指正。

编 者

目 录

1	钢结构的加工制作	(1)
1.1	钢结构施工详图的绘制与识读	(1)
	入门要点 设计图与施工详图区别	(2)
	入门要点 施工详图设计的内容	(2)
	入门要点 施工详图的识读	(3)
1.2	钢结构加工制作前的准备工作	(3)
	入门要点 审查图纸	(3)
	入门要点 采购和核对	(4)
	入门要点 有关试验与工艺规程的编制	(5)
	入门要点 其他工艺准备	(6)
	入门要点 生产场地布置	(7)
1.3	常用加工机具与量具	(8)
	入门要点 测量、划线工具	(8)
	入门要点 切割、切削机具	(10)
1.4	钢结构零部件的加工	(14)
	精通要点 放样	(15)
	精通要点 号料	(16)
	精通要点 切割	(17)
	精通要点 矫正	(18)
	精通要点 弯形	(19)
	精通要点 边缘加工	(24)
	精通要点 制孔	(25)
	精通要点 组装	(29)
	精通要点 钢构件预拼装	(32)
	精通要点 钢构件拼装	(33)
	精通要点 钢构件成品检验、管理和包装	(44)
2	钢结构涂装防护工程	(50)
2.1	防腐涂装工程	(50)
	入门要点 防腐涂料	(50)
	入门要点 主要工具	(52)

入门要点	涂装前钢材表面处理	(52)
精通要点	涂料涂装方法	(54)
精通要点	涂装施工工艺及要求	(57)
精通要点	质量标准	(58)
精通要点	成品保护	(59)
精通要点	安全环保措施	(60)
2.2	防火涂装工程	(61)
入门要点	概述	(61)
精通要点	隔热型钢结构防火涂料	(65)
精通要点	薄涂型钢结构防火涂料	(68)
精通要点	超薄型钢结构防火涂料	(71)
2.3	钢结构涂装施工的安全技术	(73)
精通要点	防火防爆	(73)
精通要点	防尘防毒	(73)
精通要点	其他安全技术	(74)
3	钢结构安装工程	(75)
3.1	钢结构安装概述	(75)
入门要点	安装技术	(75)
入门要点	主要施工设备	(76)
3.2	钢结构安装工程准备工作	(81)
入门要点	图纸会审和设计变更	(81)
入门要点	施工组织设计	(81)
入门要点	文件资料准备	(82)
入门要点	中转场地的准备	(82)
入门要点	钢构件的核查、编号与弹线	(83)
入门要点	钢构件的接头及基础准备	(83)
入门要点	其他准备工作	(86)
3.3	钢结构的安装工程	(86)
精通要点	钢柱的安装	(86)
精通要点	钢梁的安装	(94)
精通要点	钢屋架安装	(100)
精通要点	一般单层钢结构安装要点	(102)
精通要点	多、高层钢结构安装	(103)
精通要点	钢网架安装	(109)
精通要点	钢塔桅结构安装	(129)
精通要点	轻型钢结构安装	(137)

精通要点 张力膜结构施工安装	(148)
精通要点 钢结构的验收	(154)
3.4 钢管混凝土结构的施工与验收	(157)
精通要点 钢管混凝土结构的施工特点	(157)
精通要点 钢管构件的制作	(158)
精通要点 钢管内混凝土的施工	(159)
精通要点 钢管混凝土结构的质量标准和验收	(162)
4 建筑钢结构工程实例	(165)
4.1 中外著名建筑钢结构设计	(165)
实例 1 日本兼松大厦	(165)
实例 2 日本东日本国铁公司大厦	(170)
实例 3 日本富士组展览馆	(176)
实例 4 日本西日本综合展示场	(179)
实例 5 日本大分县体育公园主体育馆	(184)
实例 6 上海新金桥大厦	(189)
实例 7 上海大剧院	(196)
实例 8 大连远洋大厦	(202)
4.2 建筑钢结构施工	(209)
实例 1 上海 21 世纪大厦	(209)
实例 2 深圳机场候机楼改扩建工程	(226)
附录 A 轴心受压稳定系数	(251)
附录 B 柱的计算长度系数	(257)
附录 C 钢结构详图标注方法	(269)
参考文献	(278)

1 钢结构的加工制作

钢结构是由多种规格尺寸的钢板、型钢等钢材,按设计要求裁剪加工成众多的零件,经过组装、连接、校正、涂漆等工序后制成成品,然后再运到现场安装建成的。

随着科技进步和工业发展,制造工艺和加工设备也不断改进、更新。以钢结构的连接方法为例,它经历了销接、栓接、铆接、焊接、栓接与焊接联合使用等几个历程。目前,国内外绝大多数连接方法采用焊接和栓接与焊接联合使用两种。后者是指先在工厂制造的结构杆件或单元采用焊接,而后在工地进行整体拼装的,节点连接采用高强度螺栓。加工工艺及质量保证中采用了高新技术,在各工序中采用了程控自动机具,大大加速了制造过程,保证了产品质量,提高了生产效率。生产结构的类型也从中小跨度的平面结构发展到大跨空间结构及超高层钢结构等。加工材料的种类也由角钢、槽钢、工字钢等品种扩展到圆钢管、方钢管、宽翼缘 H 型钢、T 型钢及冷轧薄壁型钢等多种类型。因此,对制造工艺的加工方法、精度和加工能力等都不断提出新的要求。

由于钢结构生产过程中加工对象的材性、自重、精度、质量等特点,其原材料、零部件、半成品以及成品的加工、组拼、移位和运送等工序全需凭借专用的机具及设备来完成,所以要设立专业化的钢结构制造工厂进行工业化生产。工厂的生产部门由原料库、放样车间、机加工车间、焊接车间、喷涂车间、成品库等单位组成。一般还有设计及质量检查部门。

目前我国大型钢结构制造厂的生产工艺已基本实现了机械化,有些工序正向半自动化和全自动化过渡。新技术、新工艺、新材料、新结构的不断开发和应用将促使钢结构制造工厂向全自动化和工业化批量生产的方向发展。

1.1 钢结构施工详图的绘制与识读

我国钢结构设计图纸分两阶段出图。第一阶段由设计单位出技术设计施工图,第二阶段为施工详图。钢结构构件制作、加工必须以施工详图为依据,施工详图则应根据设计图编制。一般详图是由加工厂负责绘制的,其原因主要是绘图工作量大,又必须结合工厂的具体加工条件和操作惯例进行,从而达到较好的工艺可行性,便于采用先进技术,提高经济效益。

详图的绘制必须依据设计图(技术设计)和它所规定的技术条件,并采用有关规范和标准进行,详图必须经过原设计单位审批通过之后才能施工。

详图内容包括目录、说明书、构件明细表、钢材表、螺栓表、布置图、立面图、剖

面图、节点大样、构件详图等。

为了满足市场快速多变的要求,使用计算机辅助设计(CAD)绘制详图已成为发展的必然趋势。

【入门要点】 设计图与施工详图区别

1. 设计图的特征

(1)施工设计图应根据工艺、建筑要求及初步设计等,并经施工设计方案与计算等工作而编制。

(2)目的、深度及内容仅为编制详图提供依据。

(3)由设计单位编制。

(4)图纸表示简明,数量少。

(5)图纸内容一般包括设计总说明与布置图、构件图、节点图、钢材订货表。

2. 施工详图的特征

(1)直接根据设计图编制的工厂施工及安装详图,只对设计图进行深化。

(2)施工用图直接为制造、加工及安装服务。

(3)一般应由制造厂或施工单位编制。

(4)图纸表示详细,数量多。

(5)图纸内容包括构件安装布置图及构件详图。

【入门要点】 施工详图设计的内容

1. 详图的构造设计与计算

详图的构造设计,应按设计图给出的节点图或连接条件,根据设计规范的要求进行,是对设计图的深化和补充,一般包括以下内容。

(1)桁架、支撑等节点板构造与计算。

(2)连接板与托板的构造与计算。

(3)柱、梁支座加劲肋的构造与设计。

(4)焊接、螺栓连接的构造与计算。

(5)桁架或大跨度实腹梁起拱构造与设计。

(6)现场组装的定位、细部构造等。

2. 详图图纸绘制的内容

(1)图纸目录。

(2)设计总说明,应根据设计图总说明编写。

(3)供现场安装用布置图,一般应按构件系统分别绘制平面和剖面布置图,如屋盖、刚架、吊车梁等。

(4)构件详图,按设计图及布置图中的构件编制,带材料表。

(5)安装节点图。

【入门要点】 施工详图的识读

1. 识图的基本知识

钢结构施工详图的绘制应符合国家标准《房屋建筑制图统一标准》(GB/T 50001—2001)及《建筑结构制图标准》(GB/T 50105—2001)的有关规定。

(1)图幅。钢结构详图常用的图幅为 A_1 、 A_2 和 A_2 延长图幅。

(2)图线。常用有粗实线、粗虚线、粗点划线、中实线、中虚线、细点划线、折断线、波浪线等。

(3)尺寸线。一个构件的尺寸线一般为三道,由内向外依次为:加工尺寸线、装配尺寸线、安装尺寸线,尺寸以“mm”为单位。

(4)符号及投影。详图中常用符号有剖面符号、剖切符号、对称符号、折断省略符号、连接符号、索引符号等,同时还可利用自然投影表示上下及侧面的图形。

2. 钢结构详图的标注方法

(1)型钢标注方法。详图中型钢的标注方法见附录表 C-1。

(2)螺栓及螺栓孔的表示方法。详图中螺栓及栓孔表示方法见附录表 C-2。

(3)焊缝标注方法。钢结构常用的焊缝代号标注见附录表 C-3。

3. 布置图的识读方法

(1)结构的平面、立面布置图构件以粗单线或简单外形图表示,并在其旁注明标号。

(2)构件编号一般在平、剖面图上,编号有字首代号,一般采用拼音字母,如刚架——GJ,檩条——LT 等。

(3)图中剖面利用对称关系简化图形。

4. 构件图的识读方法

(1)构件图以粗实线绘制。

(2)图形一般选用比例为 1:15、1:20、1:50,对于构件较长、较高的,长度、高度与截面尺寸比例可能不相同。

(3)构件中每一零件均有编号,其规格、数量、重量等在材料表中查找。

(4)图中尺寸以“mm”为单位,斜尺寸有斜度标注,多弧形构件标明每一弧形尺寸对应的曲率半径。

(5)较复杂零件或交汇尺寸应由放大样或展开图查找。

1.2 钢结构加工制作前的准备工作

【入门要点】 审查图纸

审查图纸的目的,首先是检查图纸设计的深度能否满足施工的要求,如检查构

件之间有无矛盾,尺寸是否全面等;其次是对工艺进行审核,如审查技术上是否合理,是否满足技术要求等。如果是加工单位自己设计施工详图,又经过审批就可简化审图程序。

图纸审核主要包括以下内容。

- (1)设计文件是否齐全。
- (2)构件的几何尺寸是否标注齐全。
- (3)相关构件的尺寸是否正确。
- (4)节点是否清楚。
- (5)构件之间的连接形式是否合理。
- (6)标题栏内构件的数量是否符合工程的总数量。
- (7)加工符号、焊缝符号是否齐全。
- (8)标注方法是否符合规定。
- (9)本单位能否满足图纸上的技术要求等。

图纸审核过程中发现的问题应报原设计单位处理,需要修改设计的应有书面设计变更文件。

【入门要点】 采购和核对

1. 采购

为了尽快采购钢材,一般应在详图设计的同时进行,这样就能不因材料原因耽误施工。应根据图纸材料表计算出各种材质、规格的材料净用量,再加上一定数量的损耗,提出材料需用量计划。工程预算一般可按实际用量所需数值再增加 10%进行提料。

2. 核对

应核对来料的规格、尺寸和重量,并仔细核对材质。如进行材料代用,必须经设计部门同意,同时应按下列原则进行。

(1)当钢号满足设计要求,而生产厂商提供的材质保证书中缺少设计提出的部分性能要求时,应做补充试验,合格后方可使用。每炉钢材,每种型号规格一般不宜少于 3 个试件。

(2)当钢材性能满足设计要求,而钢号的质量优于设计提出的要求时,应注意节约,避免以优代劣。

(3)当钢材性能满足设计要求,而钢号的质量低于设计提出的要求时,一般不允许代用,如代用必须经设计单位同意。

(4)当钢材的钢号和技术性能都与设计提出的要求不符时,首先检查钢材,然后按设计重新计算,改变结构截面、焊缝尺寸和节点构造。

(5)对于成批混合的钢材,如用于主要承重结构时,必须逐根进行化学成分和机械性能试验。

(6)当钢材的化学成分允许偏差在规定的范围内可以使用。

(7)当采用进口钢材时,应验证其化学成分和机械性能是否满足相应钢号的标准。

(8)当钢材规格与设计要求不符时,不能随意以大代小,须经计算后才能代用。

(9)当钢材规格、品种供应不全时,可根据钢材选用原则灵活调整。建筑结构对材质要求一般是:受拉构件高于受压构件;焊接连接的结构高于螺栓或铆接连接的结构;厚钢板结构高于薄钢板结构;低温结构高于高温结构;受动力荷载的结构高于受静力荷载的结构。

(10)钢材机械性能所需保证项目仅有一项不合格时,若冷弯合格,抗拉强度的上限值可以不限;若伸长率比规定的数值低1%,允许使用此材料,但不宜用于塑性变形构件;冲击功值一组三个试样,允许其中一个单值低于规定值,但不得低于规定值的70%。

【入门要点】 有关试验与工艺规程的编制

1. 钢材连接复验与工艺试验

(1)钢材复验。

当钢材属于下列情况之一时,加工下料前应进行复验。

- 1)国外进口钢材。
- 2)不同批次的钢材混合。
- 3)对质量有疑义的钢材。
- 4)板厚不小于40 mm,并承受沿板厚方向拉力作用,且设计有要求的厚板。
- 5)建筑结构安全等级为一级,大跨度钢结构、钢网架和钢桁架结构中主要受力构件所采用的钢材。

6)现行设计规范中未含的钢材品种及设计有复验要求的钢材。

钢材的化学成分、力学性能及设计要求的其他指标应符合国家现行有关标准的规定,进口钢材应符合供货国相应标准的规定。

(2)连接材料的复验。

1)焊接材料。在大型、重型及特种钢结构上采用的焊接材料应进行抽样检验,其结果应符合设计要求和国家现行有关标准的规定。

2)扭剪型高强度螺栓。采用扭剪型高强度螺栓的连接副应按规定进行预拉力复验,其结果应符合相关的规定。

3)高强度大六角头螺栓。采用高强度大六角头螺栓的连接副应按规定进行扭矩系数复验,其结果应符合相关的规定。

(3)工艺试验。

工艺试验一般可分为三类。

1)焊接试验。钢材可焊性试验、焊接工艺性试验、焊接工艺评定试验等均属于焊接性试验,而焊接工艺评定试验是各工程制作时最常遇到的试验。焊接工艺评定是焊接工艺的验证,是衡量制造单位是否具备生产能力的一个重要的基础技术资料,未经焊接

工艺评定的焊接方法、技术系数不能用于工程施工。同时焊接工艺评定对提高劳动生产率、降低制造成本、提高产品质量、搞好焊工技能培训是必不可少的环节。

2) 摩擦面的抗滑移系数试验。当钢结构构件的连接采用摩擦型高强螺栓连接时,应对连接面进行处理,使其连接面的抗滑移系数能达到设计规定的数值。连接面的技术处理方法有:喷砂或喷丸、酸洗、砂轮打磨、综合处理等。

3) 工艺性试验。对构造复杂的构件,必要时应在正式投产前进行工艺性试验。工艺性试验可以是单工序,也可以是几个工序或全部工序;可以是个别零件,也可以是整个构件,甚至是一个安装单元或全部安装构件。

2. 编制工艺规程

钢结构工程施工前,制作单位应按施工图纸和技术文件的要求编制出完全、正确的施工工艺规程,用于指导、控制施工过程。

(1) 编制工艺规程的依据。

1) 工程设计图纸及施工详图。

2) 图纸设计总说明和相关技术文件。

3) 图纸和合同中规定的国家标准、技术规范等。

4) 制作单位实际能力情况等。

(2) 制定工艺规程的原则。

在一定的生产条件下,操作时能以最快的速度、最少的劳动量和最低的费用,可靠地加工出符合图纸设计要求的产品,主要体现出技术上的先进、经济上的合理及劳动条件的良好性与安全性。

(3) 工艺规程的内容。

1) 根据执行的标准编写成品技术要求。

2) 为保证成品达到规定的标准而制定的措施。包括关键零件的精度要求,检查方法和检查工具,主要构件的工艺流程、工序质量标准、工艺措施,采用的加工设备和工艺装备。

(4) 工艺规程。

钢结构制造中主要的和根本性的指导性文件,也是生产制作中最可靠的质量保证措施。工艺规程必须经过审批,一经制订就必须严格执行,不得随意更改。

【入门要点】 其他工艺准备

1. 工号划分

根据产品特点、工程量的大小和安装施工速度,将整个工程划分成若干个生产工号(生产单元),以便分批投料,配套加工,配套出成品。

生产工号(生产单元)的划分应注意以下几点。

(1) 条件允许情况下,同一张图纸上的构件宜安排在同一生产工号中加工。

(2) 相同构件或加工方法相同的构件宜放在同一生产工号中加工。

(3)工程量较大工程划分生产工号时要考虑施工顺序,先安装的构件要优先安排加工。

(4)同一生产工号中的构件数量不要过多。

2. 编制工艺流程表

从施工详图中摘出零件,编制出工艺流程表(或工艺过程卡)。加工工艺过程由若干道工序所组成,工序内容根据零件加工性质确定,工艺流程表就是反应这个过程的文件。工艺流程表的内容包括零件名称、件号、材料编号、规格、工序顺序号、工序名称和内容、所用设备和工艺装备名称及编号、工时定额等。关键零件还需标注加工尺寸和公差,重要工序还需要画出工序图等。

3. 零件流水卡

根据工程设计图纸和技术文件提出的成品要求,确定各工序的精度要求和质量要求,结合制作单位的设备和实际加工能力,确定各个零件下料、加工的流水程序,即编制出零件流水卡。零件流水卡是编制工艺卡和配料的依据。

4. 配料与材料拼接位置

根据来料尺寸和用料要求,统筹安排合理配料。当零件尺寸过长或过大无法整体运输,需进行现场拼接时,要确定材料拼接位置,材料拼接应注意以下几点:

(1)拼接位置应避开安装孔和复杂部位。

(2)双角钢断面的构件,两角钢应在同一处拼接。

(3)一般接头属于等强度连接,应尽量布置在受力较小的部位。

(4)焊接 H 型钢的翼、腹板拼接缝应尽量避免在同一断面处,上下翼缘板拼接位置应与腹板错开 200 mm 以上。

5. 确定焊接收缩量 and 加工余量

焊接收缩量由于受焊肉大小、气候条件、施焊工艺和结构断面等因素影响,其值变化较大。

由于铣刨加工时常常成叠进行操作,尤其长度较大时,材料不易对齐,在编制加工工艺时要对加工边预留加工余量,一般以 5 mm 为宜。

6. 工艺装备

钢结构制作工程中的工艺装备一般分两类,即原材料加工过程中所需的工艺装备和拼装焊接所需的工艺装备。前者主要能保证构件符合图纸的尺寸要求,如定位靠山、模具等;后者主要保证构件的整体几何尺寸和减少变形量,如夹紧器、拼装胎等。因为工艺装备的生产周期较长,要根据工艺要求提前准备,争取先行安排加工。

7. 设备和工具

根据产品加工需要来确定加工设备和操作工具,有时还需要调拨或添置必要的设备和工具,这些都应提前做好准备工作。

【入门要点】 生产场地布置

要根据产品的品种、特点和批量,工艺流程,产品的进度要求,每班的工作量,

生产面积,现有生产设备和起重运输能力等来布置生产场地。

生产场地布置的原则。

- (1)根据流水顺序安排生产场地,尽量减少运输量,避免倒流水。
- (2)根据生产需要合理安排操作面积,以保证操作安全,并要保证材料和零件有足够的堆放场地。
- (3)保证成品能顺利运出。
- (4)有利于供电、供气及照明线路的布置。
- (5)加工设备布置要考虑留有一定间距,以便操作和堆放材料等(图 1-1)。

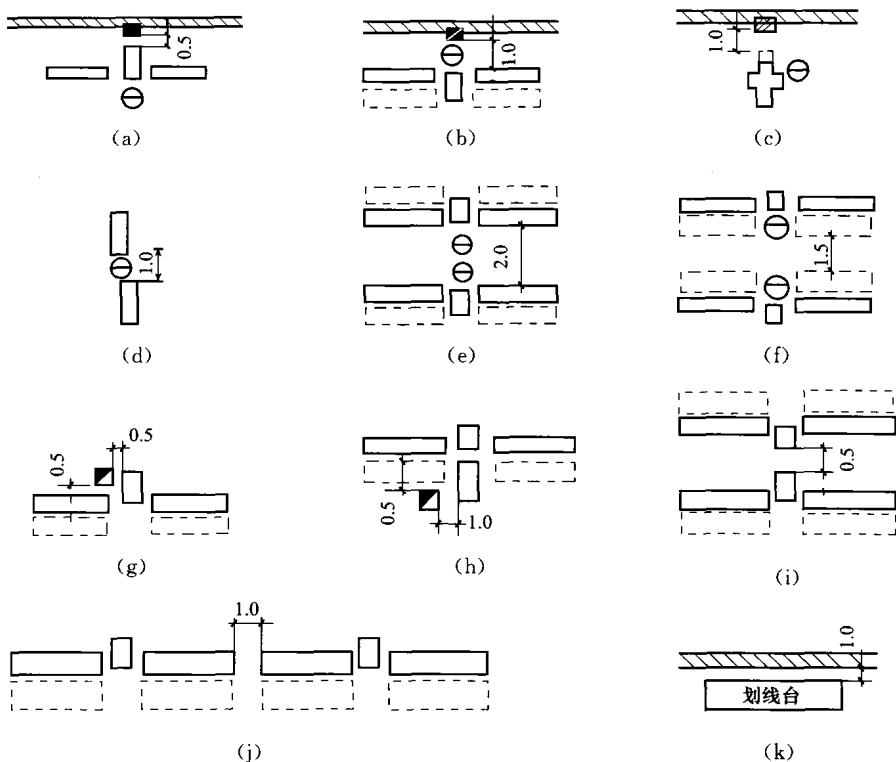


图 1-1 设备之间最小间距(单位:m)

■、○操作人员位置 □机床与操作台 ▭零件堆放处

1.3 常用加工机具与量具

【入门要点】 测量、划线工具

1. 钢卷尺

常用的有长度为 1 m、2 m 的小钢卷尺,长度为 5 m、10 m、15 m、20 m、30 m 的大钢卷尺,用钢尺能量到的精确度误差为 0.5 mm。

2. 直角尺

直角尺用于测量两个平面是否垂直和划较短的垂直线。

3. 卡钳

卡钳有内卡钳、外卡钳两种(图 1-2)。内卡钳用于量孔内径或槽道大小,外卡钳用于量零件的厚度和圆柱形零件的外径等。内、外卡钳均属间接量具,需用尺确定数值,因此在使用卡钳时应注意紧固铆钉,不能松动,以免造成测量错误。

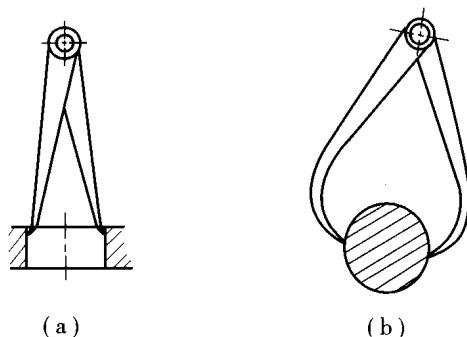


图 1-2 卡钳

(a)内卡钳;(b)外卡钳

4. 划针

划针一般由中碳钢锻制而成,用于较精确零件划线(图 1-3)。

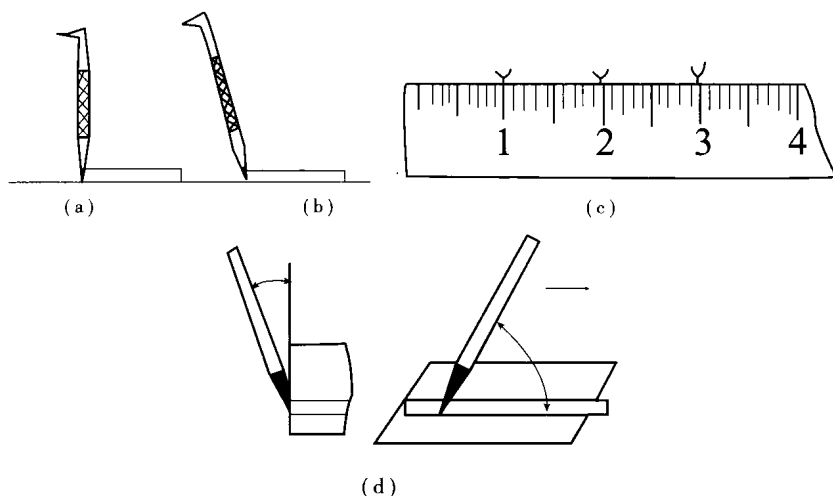


图 1-3 划针划线示意图

(a)不正确;(b)不正确;(c)表示正确用尺划线;(d)划线时应倾斜角度

5. 划规及地规

划规是画圆弧和圆的工具(图 1-4)。制造划规时为保证规尖的硬度,应将规尖进行淬火处理。地规由两个地规体和一条规杆组成,用于画较大圆弧(图 1-4)。