

蘇 聯
機器製造百科全書



機械工業出版社

蘇 聯

機器製造百科全書

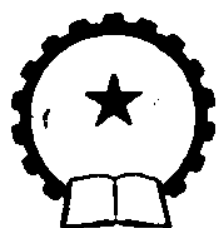
機器製造百科全書編輯委員會編

第三部分

機器製造工藝

第五卷

責任編輯 教授技術科學博士 柯 萬



機械工業出版社

~~0255~~

0255

幾 點 說 明

1. 本卷第二章承雷天覺同志校訂,第三章承王守融同志校訂,第五、六、七章承劉沉同志校訂。

2. 關於書內有「參見某某章某某頁」之處,凡未註明卷數章數者,均指本卷或本章而言;引文未註明中譯本者,均為原文版本。

3. 附於本卷末尾的中俄名詞對照表按專業性質編排,第一、二章編在一起,第三、四、七各章均單獨列出;惟因五、六兩章在當初分章出版時限於排印時間,未能編出,故缺,希讀者鑒諒。

4. '原編者的話'中所講到的第十卷和第七卷的內容與事實稍有出入,恐係蘇聯百科全書編委會變更編輯計劃所致。事實上各種型式的起重機、傳送帶和輸送機均包括在第九卷中,而關於電鍍和油漆工藝的參考資料在這套機器製造百科全書中並沒有介紹。

本 卷 譯 者

第一机械工业部第四机器工业管理局翻譯組

金庆驥、楊代芬、韓本真、孙 鈞、刘 沉、格 林、戴克發、吳一权

* * *

NO. 1035

1956年2月第一版 1958年9月第一版第二次印刷

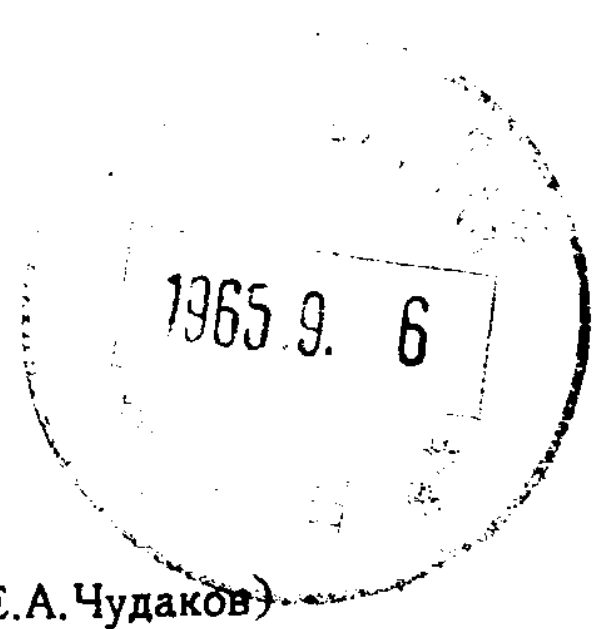
787×1092¹/₁₆ 字数 971千字 印張 32³/₄ 插頁 5 2,801— 5,350册

机械工业出版社(北京东交民巷27号)出版

机械工业出版社印刷厂印刷 新华書店發行

北京市書刊出版业营业
許可証出字第008号

統一書号15033·1119
定 价 (10) 7.20 元



編輯委員會

主任委員兼總編輯院士 丘達科夫(Е.А.Чудаков)

阿科波夫(С. А. Акопов), 阿爾托波列夫斯基(И. И. Артоболевский), 阿切爾康(Н. С. Ачеркан), 別斯普羅茲萬內依(И. М. Беспрозванный), 古德佐夫(Н. Т. Гудцов), 吉古新(В. И. Дикушин), 葉甫利莫夫(А. И. Ефремов), 扎波洛瑞茲(В. К. Запорожец), 濟明(А. И. Зимин), 卡扎科夫(Н. С. Казаков), 吉爾比切夫(М. В. Кирпичев), 柯萬(В. М. Кован), 康紐沙姪(Ю. П. Конюшая), 李普噶爾特(А. А. Липгарт), 馬累歇夫(В. А. Малышев), 馬爾簡斯(Л. К. Мартенс), 馬利恩巴哈(Л. М. Мариенвах), 尼古拉也夫(Г. А. Николаев), 奧金格(И. А. Одинг) (編輯委員會副主任委員), 巴頓(Е. О. Патон), 拉姆金(Л. К. Рамзин), 魯勃佐夫(Н. Н. Рубцов), 薩威林(М. А. Саверин) (編輯委員會副主任委員), 謝明欽柯(И. И. Семенченко), 薛倫新(С. В. Серенсен), 赫倫諾夫(К. К. Хренов), 赫魯曉夫(М. М. Хрущов), 沙明(Н. А. Шамин), 謝列斯特(А. Н. Шелест), 舒赫加利切爾(Л. Я. Шухгальтер) (副總編輯), 雅柯夫列夫(А. С. Яковлев)。

本 卷 著 者

教授技術科學博士巴勒克生(Б.С.Балакшин);副教授技術科學候補博士卞斯敏諾夫(Е.А.Безменов);副教授技術科學候補博士勃拉特科娃(О.Н.Браткова);工程師卞里亞也夫(Б.И.Беляев);副教授技術科學候補博士蓋爾曼(А.С.Гельман);副教授技術科學候補博士格里茲瑪寧柯(Д.Л.Глизманенко);教授技術科學博士戈樂傑茨基(И.Е.Городецкий);技術科學候補博士格魯絲柯夫(Г.И.Глушков);副教授技術科學候補博士特米德里也夫(И.С.Дмитриев);副教授技術科學候補博士柯泰(А.К.Кутай);工程師科欽諾夫(М.И.Коченов);教授技術科學博士柯萬(В.М.Кован);副教授技術科學候補博士科爾薩科夫(В.С.Корсаков);工程師克魯平尼科娃(Е.С.Крупенникова);工程師科隆娜(А.Б.Корона);副教授技術科學候補博士卡爾諾夫(Н.Л.Каганов);副教授技術科學候補博士克列巴諾夫(Н.Н.Клебанов);工程師克拉肅夫斯基(А.И.Красовский);副教授納柴洛夫(С.Т.Назаров);副教授技術科學候補博士歷桑赫(А.Ф.Лесохин);教授奧格也弗茲基(А.С.Огиевецкий);烏克蘭科學院院士巴東(Е.О.Патон);技術科學候補博士別里克斯(Н.А.Пеликс);工程師烈茲涅科夫(А.Б.Резняков);副教授技術科學候補博士羅士多維黑(А.Я.Ростовых);工程師雷馬爾(Н.Ф.Рымарь);副教授技術科學候補博士泰逸茨(Б.А.Тайц);烏克蘭科學院院士賀列諾夫(К.К.Хренов);工程師希洛夫采夫(Д.П.Шиловцев);副教授技術科學候補博士雅爾霍(В.И.Ярхо)。

*

*

*

科 學 編 輯

工程師勃里茲涅斯基(А.С.Близнянский)(術語和符號);工程師勃洛特斯基(Г.С.Бродский)(第四、五、七章);工程師伏斯克歷新斯基(Н.Н.Воскресенский)(本卷副責任編輯);教授技術科學博士戈樂傑茨基(И.Е.Городецкий)(第一、二章);烏克蘭科學院院士賀列諾夫(К.К.Хренов)(第四章);工程師希洛夫采夫(Д.П.Шиловцев)(第六、七章)

*

圖表資料編輯:工程師卡爾諾夫(В.Г.Карганов)

本卷編輯-組織者:馬歷茨卡雅(В.Н.Малецкая)

編輯部主任:克魯舜娜(А.Н.Клушина)

原編者的話

機器製造百科全書第五卷分爲七章，敘述機器製造工藝，包括互換性與技術測量問題、機器裝配工藝、金屬銲接與切割工藝、金屬銲接工藝和金屬結構製造工藝等。

本卷前面兩章敘述機器製造中的互換性和技術測量問題。

在第一章‘機器製造互換性概論’中介紹了關於標準接合的公差和配合，以及這些接合所用的量規的公差參考資料。這些資料是與互換性的有系統的說明和理論基礎相結合的；也就是與公差和配合制度的構成原則、各種配合的選擇方法、尺寸鏈計算的基礎、將或然率基本理論原則用於互換性方面的方法等相結合的。

在第二章‘機器製造技術測量’中扼要地敘述了有關測量長度和角度的方法和各種量具的知識，並介紹了最新的測量方法（氣動測量法、電氣測量法、自動測量法），以及使用和選用各種量具的方法（表面光潔度的測量方法和量具，以及接合中表面不平度對公隙和公盈的影響在第七卷第一章中均有詳細的論述）。

第三章是‘機器裝配工藝’，論述機器原件及其接合方法、修配和裝配工作的機械化方法、裝配工藝規程的編製、裝配質量的檢查和裝配夾具等。

第四章是‘金屬銲接與切割工藝’，包括銲接方法的分類，手工電弧銲和自動電弧銲、接觸電銲、氣銲和氣割，以及金屬釐銲等設備、規範和工藝的資料。

第五、六章闡述鋼結構製造工藝，即‘銲接鋼結構製造工藝’（第五章）和‘鉚接鋼結構製造工藝’（第六章）。

第五卷僅闡述工藝程序，關於這類問題，就機器製造工藝方面的實際工作人員來說，是極有意義的，我們僅把下列幾卷百科全書推薦給讀者：第十五卷介紹編製工藝規程技術文件的方法和制定技術定額的要點；第十四卷彙總了各種車間和生產設計的全部有系統的說明、計算和指標；第十卷介紹了用於裝配工作的各種型式的起重機、傳送帶和輸送機；七卷內容包含有電鍍和油漆工藝的參考資料。機器裝配和試驗的技術條件在機器製造百科全書第四部分機器設計的各卷各章中均有敘述。

本卷各章中所闡述的新技術問題（裝配過程的細密分工、裝配工作機械化、金屬銲接自動化、檢查工序自動化等問題）均根據我國機器製造中的最新經驗或參考外國文獻編寫的。

本卷中所引用的某些生產率、材料消耗等指標僅作為例子而已，其中任何一種指標，可以而且應當依靠進一步的發展生產技術和運用科學上的成就突破它。

特約參與第五卷審閱材料工作的各位專家包括工廠、高等技術學校、機器製造工業科學研究機關及其他機關的工作人員。我們僅向對本卷各章各篇內容上提過寶貴意見和建

議的下列各位同志致謝：斯大林獎金獲得者、教授技術科學博士沙弗林(М.А.Саверин)(第一、二章)；教授技術科學博士阿契爾卡(Н.С.Ачеркан)、技術科學博士鮑洛達契夫(Н.А.Бродачев)和工程師聶斯捷洛夫斯基(М.М.Нестеровский)(第一章)；教授技術科學博士葉戈洛夫(М.Е.Егоров)、工程師捷米揚紐克(Ф.С.Демьянюк)和工程師華史琴(С.А.Вайнштейн)(第三章)；教授技術科學博士尼古拉也夫(Г.А.Николаев)(第四、五章)；教授技術科學博士戈茲瑪克(Е.М.Кузмак)、教授奧格也弗茲基(А.С.Огиевецкий)、技術科學候補博士賴平諾維契(А.Н.Рабинович)和工程師契爾涅克(В.С.Черняк)(第四章)；工程師契斯諾科夫(А.С.Чесноков)(第五章)；工程師柯潑(Л.М.Копп)(第七章)。

必須指出，科學編輯教授技術科學博士戈樂傑茨基(И.Е.Городецкий)(第一、二章)和烏克蘭科學院院士賀列諾夫(К.К.Хренов)(第六章)為本書所作出的巨大貢獻，謹致以深厚的謝意。

有關本卷內容上的批評意見，請寫至百科全書編輯委員會。這類意見我們將樂於採納，並在我們今後整理機器製造百科全書的材料時將加以利用。

柯葛(В.М.Кован)

目次

原編者的話	V-VI
-------	------

第一章 機器製造互換性概論

(金慶驥、楊代芬合譯)

互換性的基本原理	戈樂傑茨基 1
標準結合的公差和配合	2
光滑圓柱結合的公差和配合	戈樂傑茨基 2
基本概念	2
公差序列、直徑區間	3
配合	6
自由尺寸的公差	23
圖紙上的公差註法	24
圓柱螺紋結合的公差和配合	戈樂傑茨基 28
基本概念	28
連接螺紋的公差	33
特殊圓柱螺紋的公差	46
有抗腐蝕鍍蓋層的螺紋的公差	51
美國標準中連接工作的公差	52
錐形螺紋結合的公差	戈樂傑茨基 52
基本概念及定義	52
光滑圓錐結合的公差和配合	戈樂傑茨基 58
鍵及花鍵槽結合的公差和配合	卞斯敏諾夫 62
鍵結合的公差	62
花鍵槽結合的公差	63
齒輪傳動及蝸輪傳動的公差	泰逸茨 68
在齒輪嚙合上選定公差的目的	68
圓柱齒輪傳動的公差	68
標準中所用的術語	68
基本檢驗及代用檢驗	71
公差和偏差	71
嚙合部位檢驗尺寸的測定	75
偏差間的關係	75
傘齒輪傳動公差	78
蝸輪傳動公差	83
尺寸鏈	89
尺寸鏈的計算原則	巴勒克生 89
基本概念	89
基本關係	90
各種解算尺寸鏈的方法	92
含有不平行環節的尺寸鏈的解算法	100
零件中心線及平面相互位置的計算	102
孔中心距及同心度的公差	歷桑赫 102
基本原理	102
基本的規律性	103

量規	105
光滑圓柱工件用的量規	戈樂傑茨基 105
基本原理	105
量規的型式和構造	118
量規的公差	122
螺紋工件用的量規	戈樂傑茨基 125
圓柱連接螺紋用的量規	125
特種圓柱螺紋用的量規	136
光滑圓錐工件用的量規	戈樂傑茨基 138
花鍵槽工件用的量規	別斯門洛夫 139
檢驗直線尺寸用的量規	戈樂傑茨基 142
特種的複合量規	柯泰 145
截形量規	柯泰 149

第二章 機器製造業中的技術測量

(韓本真譯)

基本概念	戈樂傑茨基 1
平行平面端面長度量具(塊規)	戈樂傑茨基及科欽諾夫 3
直線游標工具	戈樂傑茨基及科欽諾夫 6
微動螺絲測量工具	戈樂傑茨基及科欽諾夫 7
槓桿機械式儀器	科欽諾夫 8
光學槓桿儀器	戈樂傑茨基及科欽諾夫 12
投影儀	戈樂傑茨基及科欽諾夫 14
測量機	戈樂傑茨基及科欽諾夫 15
干涉測量法	科欽諾夫 16
技術干涉法	16
絕對干涉法	17
測量尺寸氣動式儀器	羅士多維黑 18
在機器製造中測量尺寸的電氣式儀器	雷馬爾 20
測量螺紋的設備和方法	戈樂傑茨基及科欽諾夫 22
測量角度的設備和方法	戈樂傑茨基及科欽諾夫 25
測量齒輪、蝸輪和蝸桿的設備和方法	泰逸茨 28
圓柱齒輪的測量設備和方法	28
測量傘齒輪的設備和方法	33
測量蝸桿和蝸輪的設備和方法	33
測量平面度和直線度的設備和方法	34
在機器製造中檢驗尺寸的裝置	雷馬爾 36
在機器製造中尺寸的自動檢驗	雷馬爾 40
在加工時機件的自動檢驗裝置	40
檢驗-分類的自動儀	42
在機器製造中測量設備的使用和選擇原理	
戈樂傑茨基	46
在機器製造中保證度量統一的措施	別里克斯 48

第一、二章的參考文獻 50

第三章 機器裝配工藝

(孫鈞譯)

製品及其原件.....	柯萬	1
在裝配中所作接合的特性.....	柯萬	4
裝配法的種類.....	柯萬	5
裝配的組織形式.....	柯萬	6
裝配工作及其機械化.....	柯萬	9
鉗工修配工作.....	科爾薩科夫	9
鑿工.....		9
銼工.....		9
刮工.....		10
研磨.....		12
用砂紙砂光.....		12
孔的加工.....		12
零件在裝配前的洗滌及潔淨.....	科爾薩科夫	15
接合的實施.....		16
鉚接合.....	科爾薩科夫	16
公盈的接合.....	科爾薩科夫	23
用甲醇膠膠合.....	克魯平尼科娃	25
螺絲的接合.....	科爾薩科夫	28
裝配工藝系統圖.....	科爾薩科夫、科隆娜	32
裝配工序及裝配工藝過程的製訂.....	柯萬	32
用反復裝配法來分析生產用的工藝過程.....	柯萬	37
修配和裝配工作的質量檢查.....	科爾薩科夫	37
平面的檢驗法.....		37
曲面的檢驗法.....		39
檢查接合零件的相對位置和表面的貼合情況.....		39
裝配的質量檢查.....		40
裝配夾具.....	科爾薩科夫	41
萬能夾具.....		41
專用夾具.....		42
參考文獻.....		44

第四章 金屬銲接與切割工藝

(劉沉譯)

銲接方法的分類及其應用範圍.....	賀列諾夫	1
分類.....		1
各種銲接方法的應用範圍.....		2
電弧銲.....		4
電弧銲的應用範圍.....	勃拉特科娃	4
電弧銲的電源.....	卡剛諾夫	6
對銲接電流電源的一般要求.....		6
直流電單式電銲機.....		6
複式銲接發電機.....		13
交流電銲機.....		14
附有手工增加線圈感應電阻的銲接變壓器.....		16
複合電抗線圈的銲接變壓器.....		16

使用交流電的複式銲接法.....		17
振盪器.....		17
電銲整流器.....		18
電銲設備的使用.....		18
電銲設備的選擇.....		19
電銲設備的安裝.....		20
電銲機及變壓器的保養和管理.....		21
電弧銲用的鋼銲條.....	奧格也弗茲基	21
對銲條的基本要求.....		21
銲條鋼絲.....		23
薄塗料.....		23
主要牌號的薄塗料銲條的性能.....		24
厚塗料(優質塗料).....		25
主要牌號的厚塗料銲條的性能.....		27
銲條塗料成分的技術條件.....		27
有塗料銲條的生產.....		27
低碳鋼的手工電弧銲.....	奧格也弗茲基	31
銲接過程的工藝特性.....		31
保護熔化金屬不受空氣有害影響的方法.....		35
手工電弧銲接技術.....		36
電弧銲的工藝數據及方式.....		38
銲波的典型缺陷及其原因.....		39
碳精極電弧銲.....		40
電弧切割.....		41
手工電弧銲接工作地點的設備.....	特米德里也夫	42
銲案.....		42
屏風.....		42
電銲室.....		45
銲工工具.....		45
清掃銲接處所的工具.....		46
防護設備.....		46
輔助設備.....		46
裝配銲接設備.....		47
原子氬銲.....	奧格也弗茲基	48
原子氬銲工藝過程的內容、工藝特點及其應用.....		48
原子氬銲的技術.....		50
銲接接頭形式.....		51
填充材料.....		51
銲接方式及銲接速度.....		51
電力、電極及氬氣的消耗量.....		52
原子氬銲的設備.....		52
氮氬銲接機.....		54
自動電弧銲.....	巴東	54
自動電弧銲法的分類.....		54
助熔劑層下銲條的自動電銲.....		55
助熔劑自動電銲操作過程的要點及其分類.....		55
助熔劑自動電銲的效果及其優點.....		56
助熔劑及其成分和製造方法.....		57
林捷公司美國助熔劑.....		58
銲條絲及填充材料.....		58

用助熔劑施焊的鋁波金屬成分及組織	60	點焊前的焊件準備工作	95
助熔劑層下焊成的鋁波的機械性能和物理性能	61	焊點的加熱、熔深及直徑	95
自動電焊焊件的準備工作及裝配	61	點焊時的熱平衡	96
保持助熔劑的設備及沿焊縫控制焊條的方法	62	點焊方式的主要參數	96
焊縫的焊接技術	62	對點焊過程有影響的其他因素	98
角焊波、搭接焊波及堆焊	63	低碳鋼的焊接方式	98
多層焊接及沿焊條絲的焊接	64	低合金構造鋼的焊接方式	99
焊接方式的選擇	64	不銹鋼的焊接方式	99
焊接接頭的結構	66	鋁合金焊接方式	99
焊接頭及其用途和分類	67	焊點時的變形及其防止辦法	99
助熔劑器具	72	焊點的缺陷及其原因	99
向電弧供電的方法	73	點焊的特殊方法	100
啓動、調整及檢查—度量儀器	73	選擇點焊機的技術規格	102
供電處所的器械	73	點焊機的工具	103
使用明弧焊條的自動電焊	74	縫焊	蓋爾曼 105
方法的原理和意義	74	縫焊過程實質及其變態	105
焊條絲	74	縫焊的使用範圍	105
焊接技術及方式	75	施行縫焊時焊件的構造特點	106
自動電焊機	76	縫焊焊件的焊前準備及裝配	106
使用明弧碳精極的自動電焊	76	縫焊方式的基本參數	106
方法的原理	76	低碳鋼的縫焊方式	107
碳精極焊接的材料	76	縫焊的缺陷及其原因	107
各種不同接頭的焊接方法及方式	77	選擇電焊機時的技術規格	108
使用碳精極施焊的半自動焊接接頭	78	縫焊機的工具	108
碳極焊接的自動機械	79	電阻焊的特殊形式	蓋爾曼 108
自動電弧焊接的機器	80	脈動焊	108
對自動電焊機器的基本要求	80	‘T’形焊	109
焊接機器的分類	80	縫對焊	110
向焊接機輸送電流	81	氣焊及切割	110
半自動焊接法	81	氣焊	格里茲瑪寧柯 110
助熔劑手工焊接	81	基本概念	110
使用軟的長焊條的助熔劑半自動焊接法	81	氣焊用的氣體	110
使用臥置焊條施焊	82	使用液體氧及氣體氧的設備	114
傾斜焊條焊法	83	乙炔發生器	119
參考文獻	83	氣焊用的焊接器	127
電阻焊接法	83	氣焊的技術	130
對接焊	卡剛諾夫 83	焊接接頭基本形式的完成	133
對接焊接過程及變態的內容	83	焊工工作地點的設備	133
對接焊的使用範圍	84	乙炔氧氣火焰表面淬火	134
對接焊的性能	85	氣焊的安全技術	135
焊接方式主要參數的選擇	86	氣體(氧氣)切割	克列巴諾夫 135
對接電阻機的技術性能	89	基本概念	135
焊前準備	91	氣體切割用的燃料	136
已焊零件的處理	91	金屬的氧氣加工法	136
焊接質量的檢查	92	氣體切割用的器具	136
對接焊的缺陷	93	氣體切割方式	143
點焊	蓋爾曼 93	灰鑄鐵的焊接	雅爾霍 146
點焊過程的實質及使用範圍	93	焊件的焊前準備	146
焊件施行點焊的基本條件	94	焊接技術及方式	147

銲後的冷卻	148
碳鋼及低合金結構鋼的銲接	雅爾霍 148
含碳量高的鋼的銲接	148
低合金結構鋼的銲接	149
高合金鋼的銲接	雅爾霍 150
鉻鎳鋼的銲接	150
噶特非爾特鋼(高錳鋼)的銲接	151
硬質合金的堆銲	格魯絲柯夫 151
堆銲用的硬質合金及其性能	151
用硬質合金堆銲機件及工具的材料	152
硬質合金堆銲的方法及條件	152
鉍鉻鎢鉬型硬質合金的氣體堆銲	154
用斯拉汶諾夫電弧銲法堆銲索爾瑪依特硬質合金	154
用別那爾多士電弧銲法堆銲粉末狀硬質合金	157
堆銲後的熱處理	158
堆銲後的機械加工	158
銲接質量的檢查及試驗	納柴洛夫 158
縫銲的檢查	158
點銲的檢查	163
釐銲	賀列諾夫 164
硬銲料釐銲	166
硬銲料	166
硬釐銲用的助熔劑	167
釐銲前的準備	168
硬釐銲的方法	168
軟銲料釐銲	171
銲接工作的標準、技術條件及規則	 克拉肅夫斯基 173
銲波圖例	173
擔任重要銲接工作的電銲工及氣銲工的考試規則	174
有關銲接工作的主要標準、技術條件及規則一覽表	 175
參考文獻	 176

第五章 銲接鋼結構製造工藝

希洛夫采夫(格林譯)

銲接結構零件的加工	1
銲接結構的裝配	4
結構物的銲接	7

第六章 鉚接鋼結構製造工藝

卞里亞也夫(戴克發、吳一權合譯)

工件的劃線與落樣	1
鉚釘孔製造法	5
衝孔	5

中俄名詞對照表	I-XVI
---------	-------

衝床	6
複製機	8
送料機	9
鑽孔	14
鋼材切割	15
用剪床切割	15
圓板鋸切割	18
割邊	18
捲板	21
冷作捲板	21
熱作捲板	23
裝配	24
裝配場的設備	24
裝配工作	25
鑽擴鉚釘孔	27
鉚接	29
鉚釘	29
鉚釘加熱	29
用風動鉚釘鎗的鉚接	30
機器鉚接	32
特厚板鉚接	33
鉚接質量	34
捻縫	36
工地鉚釘孔的施工法	36
在總裝配時鑽擴孔	36
用鑽模鑽孔	37

第七章 鍋爐結構製造工藝

烈茲涅科夫(第一機械工業部第四機器
工業管理局翻譯組譯)

鍋爐結構及其製造工藝	1
準備工序	3
矯形	3
劃線	4
切割	8
加工工序	14
邊緣的加工	14
彎板	17
裝配工序	21
銲接前結構的裝配	21
結構件的銲接	23
銲接後的熱處理	25
筒身的矯形	26
銲縫嚴密性的檢驗	27
銲接結構的修飾	27
鉚接	27
參考文獻	28

第一章 機器製造互換性概論

互換性的基本原理

互換性就是指投入結合成套的任何零件或任何部件，在遵守為技術條件對該部件或全機構工作所規定的要求下，具有完全替換的可能性。這定義說明了完全互換性與不完全互換性或局部互換性間有差別；後者於裝配時部分的或成組的零件需要挑選，在裝配工作過程中，投入結合成套的零件之一需要補充加工和採用構造補償件。

使零件的聯接尺寸達到預先由公差規定的範圍是互換性的主要前提。公差值及在製造不準確度上的公差帶的位置，直接地關連到結合的性質(配合)，關連到可能的公隙或公盈的極限值或平均值；因而亦關連到對該部件或全部機構工作所提出的構造上的要求。在許多情況下，構造上的要求需要使公隙和公盈儘可能地接近於計算數值，使它們的變動範圍縮小，因而使公差值減小。因為這些構造上的要求受到工藝上可能性的限制，故在多數情況下，減小公差會引起勞動量和零件成本的增加。

因此，公差值應該同時兼顧到構造要求與工藝可能性的經濟價值。

爲了要適應構造上及工藝上因素互相限制的矛盾現象，致須採用不完全互換性原理，以使聯接尺寸的公差顯著增大，而對結合的性質和對它所提出的要求沒有任何的損害。不完全互換性原理的應用範圍，多半局限於廠內裝配和僅部分地施用於(可置換的)備件的供應上；完全互換性通常却是採用大量備件的主要條件。

由上面的敘述得出結論：在現代機械製造中，對互換性所提出的要求和使其實現的手段與生產工藝密切地連系着。互換性(完全的或不完全的)的出發條件及所確定的公差值(廣義上這方面應包括驗收聯接件的一切技術條件，如：規定尺寸，幾何形狀，硬度數字及其他的偏差等)決定製造設備和製造方法的選擇、工藝程序的全部結構以及裝配法等。因此，名義數值容許偏差的制定，其迫切性實不下於名義數值本身的決定；無論如何，這些偏差都應當制定，自由尺寸(特別是輪廓尺寸)亦不在外；因為任何施於名義尺寸的錯誤意圖，均足以造成生產上不必要的耗費。

在大量和大批生產的條件下，整個互換性問題的意義特別重大。在單件和小批生產中，可不必完全遵照普通的互換性原理；而用各種修配零件的方法，使對部件和機構工作所提出的構造上的要求得到實現(如果各部分以後沒有替換的要求的話)，就是將其中之一零件照標準公差製造，隨後得出它的實際尺寸；而另一零件，則按照公隙或公盈所要求的數值製成。

在機械製造中，技術量度亦包括在整個互換性問題之內。和製造誤差一樣，量度誤差亦爲一限制構造上的要求的因素。製造者必須顧及量度誤差，使工件的實際尺寸不致超出為標準所規定的範圍，在標準內引用的保證公差，既包括製造誤差(生產上用的公差)，亦包含量度誤差，因此，量度誤差迫使製造者力圖將保證公差放大；如果從構造上觀點着眼看來不可能時，則製造者勢必適當地將公差減小。由此便產生了選擇最精確的量具和方法的要求，而它們却又受到一系列的技術-經濟因素的限制(量具的價值及其折舊費，量度過程的生產率和檢驗員所必需的技藝等)。這裏，正如選定製造不準確度公差時一樣，需要在各別的和彼此互相限制的因素中覓求一個在經濟上各方兼顧的答案。

保證指定尺寸落在確定的範圍內是量度和製造過程的總目的。此時，達到所要求的精度的技術保證則爲主要任務。同時，量度技術應與工藝程序有密切的連系，並且主要用以防止廢品和用以檢查製造工具與製造方法。

脫離製造工藝來消除廢品是保證達到對產品所提出的技術要求的最不合理的方法。

保證量度統一對互換性亦有重大的意義，它是由國家法律指令成爲一種徹底檢驗量度工具的制度。

在定公差時，往往是從表格的數字中選取在結合時的可能公隙或公盈，它們可由兩個聯接構件的極限尺寸結合而成。在這些情況下出現矛盾現象，其中的一個範例可算是迫合座(T)，在用孔的最大極限尺寸和軸的最小極限尺寸結合時可轉化爲動座配合。這些矛盾現象的實際評價，僅可用在互換性範疇內的或然率理論的基本原理作出。這種以決定聯接構件尺寸分佈的變數爲基礎、並顧及各種公隙值和公盈值或然率的方

法被廣泛地採用着,以解決一切有關互換性的問題。用這同一的方法,根據在全部機構中指定的極限誤差,可解決機構內個別環節的容許誤差問題;可解決在結合中各種公隙值和公盈值的或然率問題;根據個別構件公差的增大,可解決互換性被破壞機會的或然率問題;

可解決在所選用的工藝程序下造成廢品的或然率問題以及量度誤差對檢驗對象尺寸偏差的影響問題等等。

從構造上、工藝上及度量學上等條件的總出發,應把公差和配合的標準,看成為精度序列和應當利用的公隙或公盈序列。

標準結合的公差和配合

光滑圓柱結合的公差和配合

具有光滑圓柱面的工件在機械製造中應用最為廣泛。光滑圓柱面工件的公差和配合的基本原理,可用作規定機械製造中其他標準結合的零件公差和配合的出發基礎。

基本概念

建立公差和配合制度是要把設計師在選定工件尺寸時的自由限制於下列方針上:

a) 名義尺寸選擇的可能性受限於標準數列(參閱第2卷, OCT 6270 '標準直徑');

6) 工件製造不準確度上公差值的選擇受到一定數列(精度等級按 OCT, 國際精度等級按 ISA)的限制;

b) 規定有一定的、實際上足夠的工件公差帶對零線配置的可能種類的數目(軸和孔的極限偏差);

r) 制定帶有標準極限偏差的, 可推薦的軸孔結合。

當兩零件裝配時, 一零件裝入另一零件內, 可分為包容面和被包容面。接觸表面尺寸中之一稱為包容尺寸, 而另一尺寸稱為被包容尺寸。對於圓形物體言, 包容面通稱為'孔', 而被包容面則為'軸', 其相當的尺寸為'孔徑'和'軸徑'。

包容尺寸與被包容尺寸之差決定結合性質或配合, 亦即決定它們相對移動自由的大小或固定結合的強度。

當包容尺寸大於被包容尺寸, 它們之間的差數, 兩結合作件出現相對移動的自由時, 稱為公隙。

當被包容尺寸在裝配前大於包容尺寸時, 其尺寸差稱為公盈(表示它們之間固定結合的強度)。公盈可作為負公隙, 而相反地, 公隙亦可作為負公盈。

用於包容面及被包容面的共同的基本計算尺寸稱為結合的名義尺寸和相應的名義包容尺寸(孔的名義尺寸)及名義被包容尺寸(軸的名義尺寸)。名義尺寸應按 OCT 6270 自標準直徑序列中選定之。

要獲得一定的公隙或公盈, 包容尺寸、被包容尺寸

或兩者均應與名義尺寸不同。用以實現各種配合座所要求的包容尺寸和被包容尺寸, 最方便是以它們對名義尺寸偏差的數值來表示。

在生產中不可能將所要求的尺寸保持絕對的準確。直接量度出來的尺寸, 稱為實際尺寸, 與決定尺寸所要求的準確度比較, 量度誤差可以忽略。

實際尺寸可以在某範圍內變動的尺寸, 稱為極限尺寸。其中之一稱為最大極限尺寸, 另一稱為最小極限尺寸。最大極限尺寸與最小極限尺寸間之差, 稱為公差(圖1)。

極限尺寸以用對名義尺寸偏差的數值來表示最為方便。

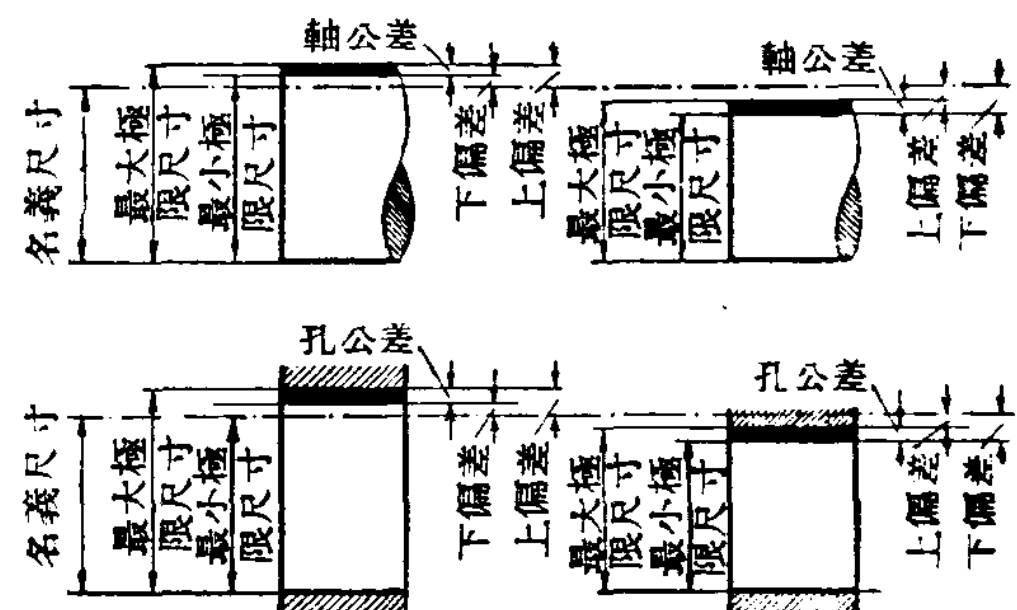


圖 1

最大極限尺寸與名義尺寸間之差, 稱為上偏差。

最小極限尺寸與名義尺寸間之差, 稱為下偏差。

用偏差定出的尺寸, 如大於名義尺寸, 則偏差為正; 如小於名義尺寸, 則為負。在圖1中, 左方上下二圖所示的偏差為正(+), 而右方兩個偏差為負(-)。尺寸的公差等於兩個極限偏差的差數: 例如, 軸的名義尺寸為 60 公厘, 上偏差(-0.03 公厘), 下偏差(-0.06 公厘), 公差 = $-0.03 - (-0.06) = 0.03$ 公厘。

由於包容面與被包容面尺寸製成的不準確度, 在結合中所要求的公隙和公盈不可能在生產中保持絕對的準確。

包容尺寸(孔徑)的最大極限尺寸與被包容尺寸(軸徑)的最小極限尺寸間之差, 稱為最大公隙(圖2)。

最大公隙等於包容尺寸上偏差與被包容尺寸下偏差的差數。

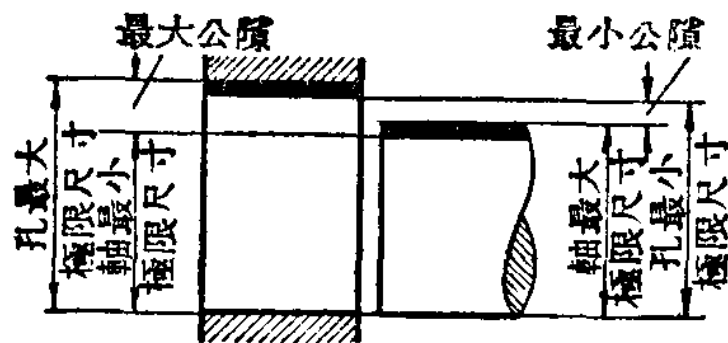


圖 2

包容尺寸(孔徑)的最小極限尺寸與被包容尺寸(軸徑)的最大極限尺寸間之差,稱為最小公隙(圖 2)。最小公隙等於包容尺寸的下偏差與被包容尺寸的上偏差的差數。

被包容尺寸的最大極限尺寸與包容尺寸的最小極限尺寸間之差,稱為最大公盈(圖 3)。最大公盈等於被包容尺寸(軸徑)的上偏差與包容尺寸(孔徑)的下偏差的差數。

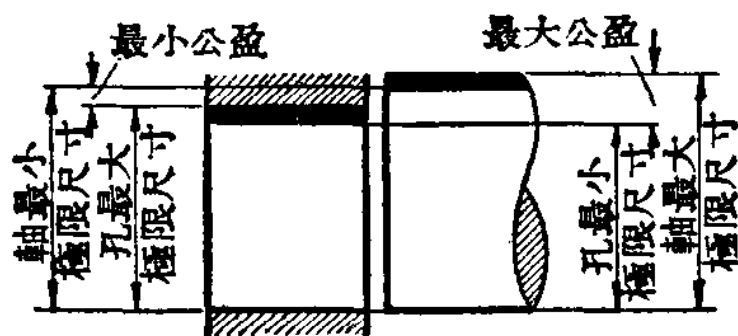


圖 3

被包容尺寸(軸徑)的最小極限尺寸與包容尺寸(孔徑)的最大極限尺寸間之差,稱為最小公盈(圖 3)。最小公盈等於被包容尺寸的下偏差與包容尺寸的上偏差的差數。

最大公隙與最小公隙間或最大公盈與最小公盈間之差,稱為配合公差(相應地為公隙公差或公盈公差)。配合公差等於包容尺寸公差與被包容尺寸(軸和孔)公差之總和。

在圖解中表示公差和配合時,軸在孔內配置成這樣的一個位置,使它們的下母線重合,而在圖中僅畫出它們的上母線。在圖中相當於結合名義尺寸的線,稱為零線。代表軸和孔上母線的線的位置高於零線時,相當於正偏差;低於零線時,相當於負偏差。兩條相當於上下偏差的線的中間地區,稱為公差帶;上偏差相當於圖解上的公差帶上限,下偏差相當於公差帶下限。

公差和配合制度是為具有圓柱面(軸和孔)零件的結合而制定的,對於非圓柱面的結合,建議亦自對圓柱面相當直徑所制定的數字中選取偏差。

公差序列。直徑區間

在 OCT 制中,用於直徑為自 1~500 公厘的工件

公差值規定分為 10 級精度,其順序數目為 1、2、2a、3、3a、4、5、7、8、9。OCT 制中第 6 級精度暫缺(參閱下面第 5 頁)。

在每級精度中,公差按着公差值與直徑關係同一的規律性隨名義直徑的加大而增大。這規律性使能以習用的公差單位來表示公差值。在 OCT 中公差單位 i 可用公式表示●

$$i_{\text{OCT}} = 0.5 \sqrt[3]{d},$$

式中 d —結合名義尺寸(公厘), i —(公忽)。公差按直徑的立方根成比例增大這一點係的實際數據,是制定公差單位公式的根據。下面的公式決定公差值 δ

$$\delta = ai_{\text{OCT}} = a \times 0.5 \sqrt[3]{d},$$

式中 a —公差單位數。應用於各級精度的軸和孔的公差單位近似值列於表 3。

為了要選定公差值和偏差,名義直徑又分為許多組。在每組範圍內所有直徑的公差和偏差都是一樣的,均按照該組直徑的算術平均值計算。在 OCT 制中用以計算公差和偏差的直徑區間列示於表 6、7、8、9、10、11。

如表 9 所示,用於公盈大的壓合座的直徑區間比較狹小,以避免在計算該區間範圍內靠邊直徑數字的公盈時發生大的偏差。

在 ISA 制中,用於尺寸為自 1~500 公厘的公差值分為 16 級,稱為國際精度等級並以字母 IT 及精度等級的順序數字(IT1、IT2 等等)表示之。字母 IT 意即 'ISA Toleranzreihe' 亦即 ISA 制的公差序列。ISA 制中的公差單位由下列公式表示:

$$i_{\text{ISA}} = 0.45 \sqrt[3]{d} + 0.001d,$$

式中 d —結合名義尺寸(公厘), i —以公忽計。

公式中的第二項僅在 d 的數值大時才明顯地影響到 i 的數值,可補償隨直徑增大而增加的量度誤差。

ISA 制中第 6 級精度用的公差等於 10 個單位 $[10 i_{\text{ISA}}]$ 。自此精度等級以下直至 IT16 以單位 i_{ISA} 來表示的公差,均按第 5 級的標準數列遞增(公比為 $\sqrt[3]{10}$ 的幾何級數),第 5 級精度用的公差為 $7i_{\text{ISA}}$,與由公式計算出來的比較,其中用於直徑在 6 公厘以下的公差增加不大,各種精度等級所採用的單位數 i_{ISA} 列於表 1。

國際精度等級的第 11 級公差等於第 6 級公差的 10 倍,第 12 級公差等於第 7 級公差的 10 倍,餘類推。

用以製造最準確量規的第 1 級精度的公差與直徑按直線關係變化。

● 在這公式中的係數 0.5 是用來使在 OCT 制及 ISA 制中的公差單位儘可能接近。

表 1

國 際 精 度 等 級	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16
公差單位數 $i_{(ISA)}$	7	10	16	25	40	64	100	160	250	400	640	1000

$$IT1 \approx 1.5 + 0.015d,$$

式中 d — 以公厘計, IT1 — 以公忽計。

IT2, IT3, IT4 按照幾何級數規則排列在 IT1 與 IT5 當中 (IT3 為 IT1 和 IT5 的等比中項; IT2 為 IT1 及 IT3 的等比中項; IT4 為 IT3 及 IT5 的等比中項)。

ISA 制中的精度序列 (精度等級) 既適用於量規, 亦

適用於工件。第 1 至第 4 級精度用作量規公差。第 5 至第 11 級精度用作量規公差 (第 8 級精度以下者) 及工件聯接尺寸的公差。第 12 級至 16 級精度基本上是用作自由尺寸的公差。

按照 ISA 制, 直徑在 500 公厘以下的公差序列 (精度等級) 列示於表 2。

表 2 用於直徑為 1~500 公厘的 ISA 制公差序列 (公忽)

精度等級	直 徑 區 間 (公 厘)														公差單位數 $i_{(ISA)}$
	1	3	6	10	18	30	50	80	120	180	250	315	400	500	
1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2	2	3	4	5	6	7	8	—	—
2	2	2	2	2	2	3	3	4	5	7	8	9	10	—	—
3	3	3	3	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15	—	—
4	4	4	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20	—	—
5	5	5	6	8	9	11	13	15	18	20	23	25	27	~7	—
6	7	8	9	11	13	16	19	22	25	29	32	36	40	10	—
7	9	12	15	18	21	25	30	35	40	46	52	57	63	16	—
8	14	18	22	27	33	39	46	54	63	72	81	89	97	25	—
9	25	30	36	43	52	62	74	87	100	115	130	140	155	40	—
10	40	48	58	70	84	100	120	140	160	185	210	230	250	64	—
11	60	75	90	110	130	160	190	220	250	290	320	360	400	100	—
12	90	120	150	180	210	250	300	350	400	460	520	570	630	160	—
13	140	180	220	270	330	390	460	540	630	720	810	890	970	250	—
14	250	300	360	430	520	620	740	870	1000	1150	1300	1400	1550	400	—
15	400	480	580	700	840	1000	1200	1400	1600	1850	2100	2300	2500	640	—
16	600	750	900	1100	1300	1600	1900	2200	2500	2900	3200	3600	4000	1000	—

註: 1. 在 1~3 公厘的直徑區間內, 包括名義尺寸在 1~3 公厘範圍內的所有直徑; 在 3~6 公厘的直徑區間內, 包括名義尺寸在 3~6 公厘範圍內的所有直徑, 餘類推。

2. ISA 制的公差序列可以在選定非配合尺寸的公差時應用; 例如: 用於加工的中間工序, 用於工具及以特殊量規檢驗的尺寸 — 深度規、高度規等。可用標準塞規及卡規檢驗的尺寸, 其偏差應按 OCT 制選定。

表 3 列示 OCT 制的工件公差, 以國際精度等級和公差單位數近似值 i 表示之 [500 公厘以下的尺寸, $i_{(OCT)} \approx i_{(ISA)}$]。

在 ISA 制中用以計算直徑在 180 公厘以下的公差和偏差的直徑區間與 OCT 制的直徑區間相同。在 ISA 制中, 大於 180 公厘的區間境界是按第 10 級的標準數列選取的: 大於 180 至 250、大於 250 至 315、大於 315 至 400 及大於 400 至 500 公厘, 可是在 OCT 制中相應地採用: 大於 180 至 260、大於 260 至 360 及大於 360 至 500 公厘。在 ISA 制中用於公盈大及公隙大的配合座的直徑區間亦予縮小。

早在制定 OCT 制的過程中, 在蘇聯, ISA 制曾被部分採用 (依照 ISA 的設計資料)。

在 1937 年進行修改 OCT 制時, ISA 制中的一些配合座曾被納用。計有第 1 級精度的壓合座和緊轉合座, 第 2a 級精度及第 3a 級精度的滑合座等全部都採用了 ISA 制, 僅直徑區間大於 180 公厘者照 OCT 制保留。第 7、8 及 9 級精度的公差採取了 (早在 1934 年) ISA 制的第 14、15 及 16 級精度。OCT 制的第 5 級精度制定在 ISA 制粗糙精度等級頒佈之前, 如表 3 所示, 它位於 ISA 制中第 12 級和第 13 級精度之間。此後, 在轉化為 ISA 制時, 宜注意將第 5 級分成兩級: 第 5 級和第

表3 ISA 制精度等級與 OCT 制工件公差對照表

ISA 制 精度等級	公差單位 數近似值	OCT 制 工 件 配 合 座 別	
		孔	軸
5	7	—	$\Gamma_1-T_1-H_1-P_1-C_1-B_1-D_1-PP_{11}-PP_{21}$
6	10	$A_1-\Gamma_1-T_1-H_1-P_1-C_1-D_1$	$PP-P_L-\Gamma-T-H-P-C-D-B$
7	16	$A-PP-P_L-\Gamma-T-H-P-C-D$	$\Gamma p-X-\Gamma_{2a}-T_{2a}-H_{2a}-P_{2a}-C_{2a}-B_{2a}$
—	21	$\Gamma p-X$	L
8	25	$\Gamma_{2a}-T_{2a}-H_{2a}-P_{2a}-C_{2a}-A_{2a}$	$Ш$
—	27	L	—
—	30	$A_3-Ш-C_3$	$PP_{13}-PP_{23}-PP_{33}-C_3-PP_4-B_3$
9	40	X_3	X_3
—	50	$Ш_3$	$Ш_3$
10	64	$A_{3a}-C_{3a}$	$B_{3a}-C_{3a}$
11	100	$A_4-C_4-X_4-L_4-Ш_4$	$B_4-C_4-X_4-L_4-Ш_4$
12	160	—	—
—	200	$A_5-C_5-X_5$	$C_5-X_5-B_5$
13	250	—	—
14	400	A_7	B_7
15	640	A_8	B_8
16	1000	A_9	B_9

6 級嚴格地依照着 ISA 制第 12 級和第 13 級精度。這正是目前在 OCT 制中缺少第 6 級精度的原因。

在蘇聯，僅在每個個別情況下，經部長會議直轄下的標準委員會的特別准許，方得應用 ISA 制。這個自然不連已包含在 OCT 制內的 ISA 配合座。在蘇聯，選定尺寸的公差時，僅在由於某些原因不可能使用標準配合座中軸和孔的偏差及與之相當的量規時（例如：在選定工序間的公差、絲錐的公差、鑽的公差等時，常有這種情況），方建議使用 ISA 制的精度等級。

根據可推薦的 ГОСТ 2689-44，對於直徑大於 500 公厘者（表 4）公差值大約可由一總的 ISA 的公式（ $i_{ISA} = 0.45\sqrt[3]{d} + 0.001d$ ）決定之，而保留按 OCT 制直徑小於 500 公厘的各級精度公差值所採用的比值。如表 4 所示，10000 公厘以下的公差制定為 1~9 級精度；

第 6 級精度及直徑在 500 公厘以下者從略。

直徑區間的境界按第 10 級標準數列採用。

應當指出，根據蘇聯個別企業使用的法國標準 CNM-2533，ISA 公式中公差值的增大，一般認為並無相應的製造和量度誤差的顯著增長。按照 CNM 標準，公差單位可由下公式決定。

$$i = 0.004d + 2.1,$$

式中 d — 以公厘計，而 i — 以公忽計。

沙文(Савин)根據他在第二次世界大戰期間進行過的經驗，提供了一個計算用於尺寸大於 500 至 3150 公厘的公差單位的公式：

$$i = 0.55\sqrt[3]{d} + 0.001d.$$

由於在機械製造中對在 1 公厘以下的直徑（範圍自 0.1 至 1 公厘）常採用為自 1 至 3 公厘尺寸區間而制

表4 直徑為 500~10000 公厘的公差^①

直徑區間 (公厘)		精 度 等 級												
		1-й		2-й		2a		3-й	3a	4-й	5-й	7-й	8-й	9-й
		零 件												
		軸	孔	軸	孔	軸	孔	軸和孔						
		代 號												
		B ₁	A ₁	B	A	B _{2a}	A _{2a}	B ₃ A ₃	B _{3a} A _{3a}	B ₄ A ₄	B ₅ A ₅	B ₇ A ₇	B ₈ A ₈	B ₉ A ₉
		公 差 (公厘)												
>	500 ~ 630	0.03	0.045	0.045	0.07	0.07	0.11	0.14	0.28	0.45	0.9	1.8	2.8	4.5
•	630 „ 800	0.035	0.050	0.050	0.08	0.08	0.12	0.15	0.30	0.50	1.0	2.0	3.0	5.0
•	800 „ 1 000	0.040	0.055	0.055	0.09	0.09	0.13	0.17	0.35	0.55	1.1	2.2	3.5	5.5
•	1000 „ 1 250	0.045	0.060	0.060	0.10	0.10	0.15	0.20	0.40	0.60	1.2	2.4	4.0	6.0
•	1250 „ 1 600	0.050	0.065	0.065	0.11	0.11	0.17	0.22	0.45	0.65	1.3	2.6	4.5	6.5
•	1600 „ 2 000	0.055	0.075	0.075	0.12	0.12	0.19	0.25	0.50	0.75	1.5	3.0	5.0	7.0
•	2000 „ 2 500	0.06	0.085	0.085	0.13	0.13	0.21	0.28	0.55	0.90	1.8	3.5	5.5	8.0
•	2500 „ 3 150	0.07	0.10	0.10	0.15	0.15	0.23	0.30	0.60	1.0	2.0	4.0	6	9.0
•	3150 „ 4 000	0.08	0.11	0.11	0.17	0.17	0.26	0.35	0.70	1.1	2.2	4.5	7	10.5
•	4000 „ 5 000	0.09	0.12	0.12	0.19	0.19	0.30	0.40	0.80	1.2	2.5	5.0	8	12
•	5000 „ 6 300	0.10	0.14	0.14	0.22	0.22	0.35	0.45	0.90	1.4	2.8	5.5	9	14
•	6300 „ 8 000	0.11	0.16	0.16	0.26	0.26	0.40	0.50	1.0	1.6	3.2	6.5	10	16
•	8000 „ 10 000	0.13	0.18	0.18	0.30	0.30	0.45	0.60	1.2	1.8	3.5	7	12	18

① 為ГОСТ2689-44所推薦。

