

机器制造业中的 大尺寸测量

魯賓諾夫著



机械工业出版社

4161

6

参 考 文 献

1. Апарин Г. А., Технические измерения и измерительные приборы в машиностроении, ОНТИ, 1935.
2. Баринов В. А., Современное состояние эталонов длины, изд. ВНИИМ, 1941.
3. Бекстрем Хельмер, Ошибки наблюдателя при отсчитывании по шкалам измерительных приборов, Стандартгиз, 1935.
4. Берндт Г., Основы и приборы технических линейных измерений, ОНТИ, 1935.
5. Проф. Городецкий И. Е., Контроль гладких цилиндрических изделий, Машгиз, 1944.
6. Заяц В. И., Исследование впервые изготовленных в СССР измерительных машин длиной в 4 и 6 м, Вестник металлопромышленности, 1938, № 10, стр. 22—29.
7. Кабанов С. А., Контроль производства электрических машин, ОНТИ, 1935.
8. Коган М., Из практики обмера крупных деталей, "Предприятие", 1931, № 13, стр. 20—23.
9. Когут А. Ф., О допусках на большие диаметры, газ. "Уралмаш" 1938, 24/XI и 30/XI.
10. Кратман А. И., Методы измерения аксиальных размеров, "Советское котлостроение", 1937, № 3, стр. 166.
11. Кратман А. И., Измерение больших наружных диаметров, Машгиз, 1946.
12. Кутай А. К., Производственный контроль размеров машиностроительных деталей, Машгиз, 1947.
13. Проф. Маликов М. Ф., Точные измерения, Стандартгиз, 1935.
14. Партикевич Ф. В., К вопросу о средствах измерения больших размеров в машиностроении, сб. "Новое в технике измерения", вып. 9, НИБВ, 1945.
15. Платонов М. Х., Точность измерений на концевой измерительной машине К. Цейсса, сб. "Точные измерения в приборо- и машиностроении" вып. 6 (51), изд. ВНИИМ, 1941.
16. Покрас С. И., Новый метод измерения валов большого диаметра, "Станки и инструмент", 1937, № 23, стр. 32—33.
17. Поликарпов А. А. и Зубрилин П. П., Исследование концевой измерительной машины в 6 м, сб. "Исследования в области измерения длины и качества обработки поверхностей", вып. 1 (46), изд. ВНИИМ, 1941.
18. Рольф Ф. Г., Калибры и точные измерения, Госмашметиздат, 1933.
19. Рубинбв А. Д., Рациональные методы измерения изделий с размерами свыше 500 мм, "Техническая информация научно-исследовательского института" № 21—22, 1947.
20. Рубинов А. Д., Повышение точности измерения крупных изделий штангмассами и скобами, Труды научно-исследовательского института, 1947, № 13.
21. Савин Н. Н., Допуски на большие диаметры, "Вестн. станд." 1932, № 3, стр. 37—41.
22. Савин Н. Н., Измерение больших изделий, изд. завода Шкода, 1944 (перевод НИБВ МСС, 1947).
23. Челинцев В. Н., Система допусков на диаметры свыше 500 мм и варианты ее, "Вестн. станд.", 1938, № 6, стр. 8—14.
24. Kühne P., Messung an sperrigen Werkstücken, "Maschinenbau", 1937, April, B. 16, H. 7/8.

機器製造業中的大尺寸測量

魯賓諾夫著

俞力鐸

出版者的話

本書扼要地將機械制造中大的內、外尺寸（在500~12000公厘範圍以內）的測量作了綜合的介紹。書中對直接及間接測量的各種方法以及所用的各種量具都分類加以敘述，並且作了關於精度和使用性能方面的分析比較，對於結構較好的量具，還列舉了有關的結構尺寸數據。此外，書中又對內、外卡規測量誤差作了理論上的分析，並專辟一章介紹大尺寸測量規程方面的問題，給予讀者有關大尺寸測量一個通盤的概念。

目前我國重型機器制造業正在快速發展中。重型機器的制造不但在產品結構和制造工艺上都有它的特点，而且在技術測量上也有特殊的要求和獨特的困難。因而，掌握大尺寸的測量技術，也是制造重型機器的一個重要環節。

本書對於重型機器制造業的工藝師、技術檢查工作人員以及計量方面的工作人員來說，是具有一定的參考價值的。

蘇聯 А. Д. Рубачов 著 ‘Измерение больших размеров в машиностроении’ (Машгиз 1948 年第一版)

* * *

NO. 1427

1957 年 9 月第一版 1958 年 7 月第一版第二次印刷

850×1168 $1/32$ 字數 80 千字 印張 $3\frac{3}{16}$ 2,001— 3,250 冊

機械工業出版社(北京東交民巷 27 號)出版

機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

北京市書刊出版業營業許可証出字第 008 號 - 定價(10) 0.60 元

目 次

序言	4
緒論	5
第一章 直接測量法	7
1 內卡規的類型和結構	7
2 內卡規的檢定用具	21
3 內卡規測量的誤差	28
4 外卡規的類型和結構	43
5 外卡規測量的誤差	61
6 用灵敏-杠杆式仪表以及帶刻度的工具進行大尺寸的測量	66
第二章 間接測量法	68
7 纏測法	68
8 纏測法的測量誤差	70
9 測量弓高及弦長法	76
10 由補助測量基準面進行測量法	82
11 經緯儀測量法	86
12 圓柱測徑法	88
第三章 大尺寸測量規程	89
13 布署測量過程的基本原則	89
14 選擇合理的測量方法及測量用具	89
15 確定測量條件與測量步驟	91
16 編制檢查工藝卡	94
17 檢定系統圖	95
附錄	97
參考文獻	102

序 言

在大型机器制造厂中，500 公厘以上大尺寸测量技术的现状，并不能完全使人满意。这种现象的形成，無非是由于所用量具的不够完善，大多数工厂还缺乏檢定这些量具的用具以及不遵守必要的测量条件和测量步骤所致。测量技术中这一方面的落后，也是一种很自然的现象，因为直到目前为止，几乎只有在單件及小批生产中才遇得到大尺寸；正如众所熟知的，在單件及小批生产中，零件相互配合的质量要求，通常都是用軸和孔的配制来达到，而圖紙上所标注的尺寸只近似地被保持着；因而，大尺寸的测量問題，就很少为大家所注意。

测量技术的现状已不能满足当前工业的需要。大型机器制造业的蓬勃發展，提出了大型零件必需达到互换性的問題，也就是提高大尺寸测量的精度問題，这样就迫使测量技术中大尺寸测量方面的工作向前进展。

最近几年来，除大型机器制造厂外，很多設計机关及科学研究机构也都从事于这方面的工作，因此目前已設計出各种不同結構的大尺寸测量用的量具以及测量規程，对现行的测量方法也加以記載并予以分类，而且通过适当的試驗研究，确定了最合理的测量方法和测量工具。本書作者也部分地参加了这些工作。書中所叙述的某些测量用具系由作者和納林斯基（Ф. И. Наринский）、柯彼列維奇（С. Х. Копелевич）兩位工程师共同設計的。設計师阿薩卡辛斯基（А. Л. Асаксинский）和斯米尔諾夫（П. А. Смирнов）也参加了若干結構的設計工作。但这些資料中的一大部分，对工厂广大的工作人員來說，是零散和不熟悉的。

作者希望，把所有这些資料加一番系統整理的尝试，能对工厂在选择与設計大型制品测量用具和测量方法方面，以及测量工作的进行方面，有所帮助。

普尚諾娃（В. П. Пузанова）工程师、技术科学副博士庫塔伊（А. К. Кутай）和勃尔席靜斯基（М. Л. Бржезинский）、格姆捷（З. М. Гамзе）講師在本書出版准备方面曾加以帮助并給予一系列可貴的指教，作者特致以深切的謝意。

緒 論

大型制品尺寸的檢查和測量，目前採用着各種不同的測量方法 and 測量用具。其中最普遍的一種是直接測量法；用這種方法進行測量時，欲求尺寸數值及其偏差，在測量過程中可以直接求得。使用內卡規、外卡規（千分尺）、卡尺、卷尺以及鋼尺進行測量，都屬於直接測量法。各種間接測量法採用得也相當普遍；用這種方法進行測量時，是對與欲求尺寸數值有函數關係的其他尺寸數值進行測量，來確定欲測尺寸的數值。例如用卷尺或測量帶測量圓周長度（纜測法）來確定直徑大小，再如使用鞍形夾具或特殊儀器量弦長及弓高來確定直徑大小，或者由補助測量基準面進行測量等，都屬於間接測量法。

大多數量具（內卡規、外卡規、測量帶、鞍形夾具）都可以用於相對法（比較法）進行測量。在用相對法進行測量時，被測尺寸數值的偏差量，是按照校準測量工具所依據的尺寸來加以確定的。用於相對測量法的內卡規和測量帶，事前應在測長機或專用的校準夾具上進行校準（或檢定），外卡規和鞍形夾具事前用塊規或標準圓盤加以校準。

通常使用卷尺、鋼尺以及卡尺進行測量時，在測量過程中被測尺寸數值可以直接加以確定，這種測量方法稱為絕對法。用絕對法進行測量時，被測尺寸直接和量具上的刻度作比較。絕對測量法的精度通常較相對法為低，所以用卷尺和卡尺進行測量，有時也採用相對法。

測量用具可以按照讀數機構的有無以及型式的不相同分為以下幾類：

1. 無讀數機構的量具（量規），這種量具僅用於制品的檢查；屬於這類量具的有：尺寸固定的內卡規、尺寸固定的外卡規和測量帶；

2. 有讀數機構的量具：

- 1) 帶刻度尺的(卡尺、鋼尺、卷尺、抽出式內卡規),
- 2) 帶千分尺頭的(千分尺式內卡規和外卡規),
- 3) 帶灵敏-杠杆千分表的(千分表式內卡規和外卡規、鞍形夾具)。

有讀數機構的量具主要是用來測量制品,但也可以作檢查用。

內卡規與外卡規又可以按照結構和材料的不同來分類。內卡規有實心的、由圓管制成的、由雙圓管制成的、由錐形管制成的、帶鋼絲支撐機構的等等。外卡規有由輕金屬鑄成的、由鋼板焊成的、由鋼管或硬鋁管制成的、由薄鉄板(中空的)制成的、由木材制成的等等。

本書對現行的大尺寸測量用具和方法作了分析探討。在講到內卡規和外卡規最合理的結構時,並列舉了結構尺寸,這些數據是用計算或者在大多數場合下是用實驗得來的。

書中專有一章講到大尺寸測量規程,因為這個問題在大尺寸測量技術方面有其特別重要的意義。

第一章 直接測量法

1 內卡規的类型和結構

測量大的內尺寸，多半使用柱型塊規式內卡規或測孔卡規。

內卡規基本上可以分为以下兩类：

1) 無讀数機構的內卡規（尺寸固定的量規），这类內卡規又分为可調節式和不可調節式兩種；

2) 有讀数機構的內卡規。

無讀数機構的內卡規，可以作为塊規用来檢定測長机和校准千分尺，或者作为量規（标准的或界限的）直接用来檢查制品。作为量規用的內卡規只适用于大量或大批生产；在單件及小批生产中測量制品时，都是使用有讀数機構的內卡規，而且多半是帶有千分尺头的內卡規，其上可以讀出被测尺寸的数值。

內卡規的測量面可以是球面、圓柱面或平面。測量制品时，大都采用帶球面触針的內卡規，間或有用帶圓柱面触針的。用来檢定測長机的內卡規，其測量面通常为平面或球面。

現將各种內卡規分述如下。

尺寸固定的实心內卡規 这种內卡規中最常用的是帶有球形測量面实心不可調節式的，通称为球面內卡規（圖1）。

球面內卡規，当其球形測量面的半徑恰等于內卡規全長的二分之一时，称为球面測孔卡規。球面測孔卡規是球体的一部分，球体的直徑和被測尺寸相等，因而，在卡規的軸綫稍有偏斜的情況下，測量的結果并不受影响；和球面內卡規相比較，这是它的一大优点。

不可調節式的实心內卡規（圖1，a）由工具厂成組制造，每組中逢25、50或100公厘进級。全組中尺寸最大的內卡規通常

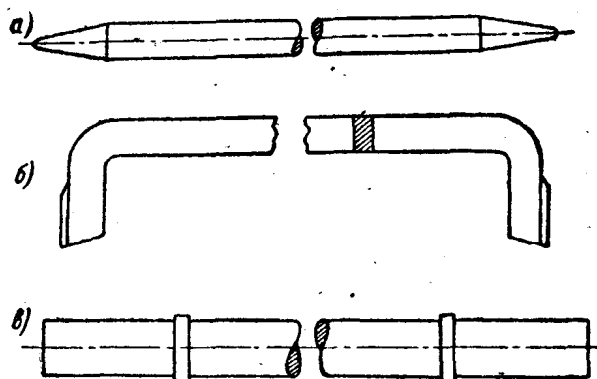


圖1 不可調節式尺寸固定的內卡規（實心的）。

為 1000 公厘。也有很多機器製造廠自行製造 用來測量內尺寸在 500 公厘以上的內卡規。

圖 1, б 所示為具有圓筒形測量面的實心內卡規。圖 1, в 所示為具有平面測量面的實心內卡規，這種內卡規實際上是一個 $\varnothing 22.2$ 公厘的圓柱，其上具有兩個 $\varnothing 23.5$ 公厘的凸出台，作為測量時安置內卡規之用。若使用特制的夾具，還可以在量規端面將塊規或球面觸針加以拼合；這樣，就可以組成一公尺以內任意內尺寸測量用的量規。

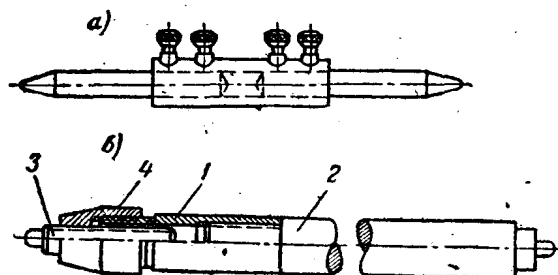


圖2 可調節式尺寸固定的內卡規（實心的）。

實心內卡規用來測量 1000 公厘以下（有時可達 1500 公厘）的內尺寸。這種內卡規多半具有圓形截面（有時是方形或六邊形）。柱的直徑依內卡規的長度不同而為 15~25 公厘。測量 1000 公厘

以上的內尺寸时，这种內卡規嫌太重，而且使用不便。

圖 2 所示的內卡規为可調节式的。这种內卡規在測長机上校准到所需尺寸后，可作为尺寸固定的量規使用。圖 2, a 所示的內卡規，其心柱可以移动，用以調节卡規長度。圖 2, b 所示的內卡規，具有套筒 1，其一端裝有一个不可移动的長柄塞杆 2（可更換），另一端裝有可移动的塞杆 3，其移动范围为 25 公厘，塞杆 3 經由压定环 4 和套筒 1 相接合。这种內卡規附有 46 个長度各异的長柄塞杆（每逢 25 公厘进級），因而可以組成为長 100~1250 公厘的內卡規。

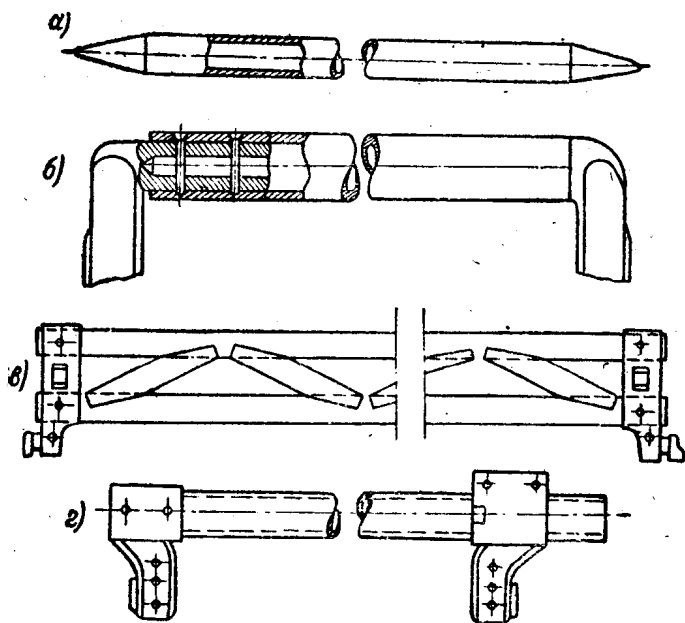


圖 3 尺寸固定的內卡規（空心的）。

尺寸固定的空心內卡規 近几年来，实心內卡規在工厂里的地位正被用圓管制成的空心內卡規所全部代替。圖 3 所示是用来測量 500~3000 公厘內尺寸的空心內卡規的若干結構；其中以球面內卡規（圖 3, a）采用得最为普遍，因为这种內卡規制造簡

單，費錢不多，而且重量也較輕。不可調節式空心內卡規，其測量觸針用壓入、焊接、鉚合或撐合等法與管子相接合。可調節式內卡規的尺寸變換法，或者是更換測量觸針（圖 3, a），或者是移動測量唇（圖 3, i）。測量唇可以取出的空心內卡規（圖 3, b, a, i）主要地用來測量深度不大的凹入台的直徑。這種結構的內卡規重而且大，使用不便。

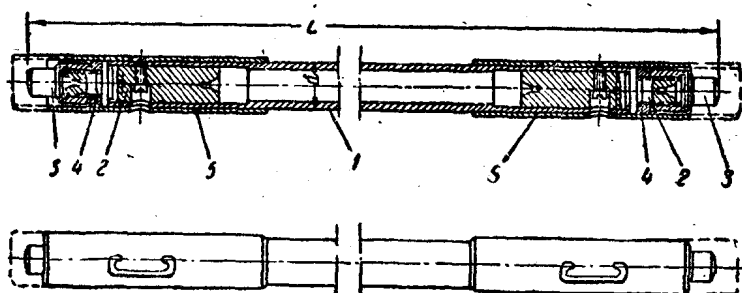


圖 4 尺寸固定的內卡規的合理結構：

1—管；2—柄；3—測量觸針；4—閉鎖螺帽；5—防護套。

圖 4 所示為尺寸固定的空心內卡規的合理結構。內卡規系由管 1 以及由管的兩端壓入的柄 2 所構成。柄的外端各旋入一測量觸針 3，兩觸針中，一個固定，另一個可以在 ± 4 公厘範圍內加以調節，這樣可以簡化內卡規尺寸的校準。觸針由閉鎖螺帽 4 加以緊定。內卡規又帶有防護套 5，以免在運輸過程中碰傷觸針，並且可以防止工人在使用過程中自行調節內卡規。

用來製造空心內卡規的管子直徑推薦於表 1 中。

表 1 製造空心內卡規用的
管子直徑（圖 4）
（公厘）

內卡規長度 L	推薦的管子直徑 d
500~1000	15~20
1000~2000	20~25
2000~3000	25~30

抽出式內卡規 抽出式內卡規（圖 5）在很多工厂里用來測量 1000~6000 公厘的內尺寸。內卡規系由外管以及可以在其中移動的內管（或心柱）所構成，視內卡規長度的

不同內管可以抽出至500~1500公厘。外管上通常開有凹入缺口(帘)，其上刻有游標尺，內管上有以公厘為單位的刻度，這樣，讀數精度就可以達到0.1公厘。此外，內卡規有時帶有千分尺頭。由於抽出內管後，產生頗大的撓度，加以刻度誤差以及游標尺的讀數誤差，因而，這種內卡規的精度很低，只適宜於粗加工時測量之用。

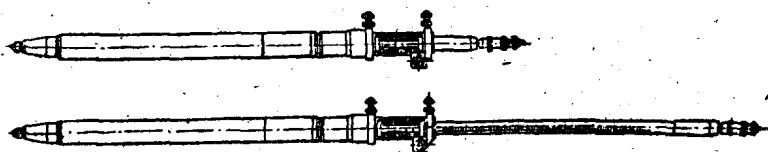


圖5 抽出式內卡規。

組合的千分尺式內卡規 [量規] 工廠出產的千分尺式內卡規，是這種型式內卡規中最完善的一種，可以測量內尺寸到1500公厘(圖6)。

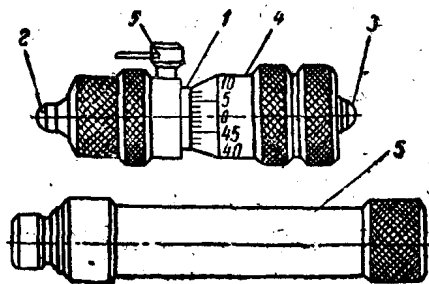


圖6 千分尺式內卡規：

- 1—尺杆；2—觸針；3—帶球面觸針的測微螺絲；4—有刻度的轉筒；5—增長棒；6—型子。

內卡規由千分尺頭和一組增長棒所組成，增長棒的長度由13到600公厘。增長棒為一圓管，管內裝有球形端面的測量心柱。管內有彈簧，施壓力於測量心柱，在增長棒與千分尺頭相摺合時，使兩個測量面間得到可靠的接

觸並保持一定的接觸壓力。這種型式的內卡規所用的千分尺頭，其轉筒上單位刻度值為0.01公厘，測量界限●為50~63公厘。將增長棒與千分尺頭接合後，可以組成在50~1500公厘界限以內任意尺寸的內卡規。

● 一個儀器的測量界限，系指用本儀器進行測量時，所能測量的最大與最小尺寸數值。

加以紧定。这种结构的内卡规用来测量 800~2000 公厘的内尺寸。每一个内卡规所能测量的尺寸间距为 200 公厘,有时可达 300 公厘。

上述组合内卡规的结构尺寸列于表 2 中。

表 2 心柱可移动的组合内卡规结构尺寸 (图 7)

(公厘)

内卡规全长 L	基本内卡规长 L_1	增长棒长 L_2	千分尺头长 L_3	管直径 d
800~1000	630	25~175	170	24
1000~1200	830	25~175	170	24
1200~1400	1030	25~175	170	24
1400~1700	1230	25~275	170	29
1700~2000	1530	25~275	170	29

图 8 所示为不带可动心柱的组合内卡规的结构。内卡规的组成如下: 管 1, 其中压入套筒 2, 套筒上有支承螺帽 3。套筒 2 的一端和增长棒相摩擦, 增长棒系由套筒 4 及触针 5 所组成。套筒 2 的另一端和套筒 6 相摩擦, 套筒 6 带有千分尺头 7, 千分尺头由夹紧螺帽 8 加以固定。这种结构的内卡规用来测量 1000~3000 公厘的内尺寸。每一个内卡规的测量范围●为 500 公厘。

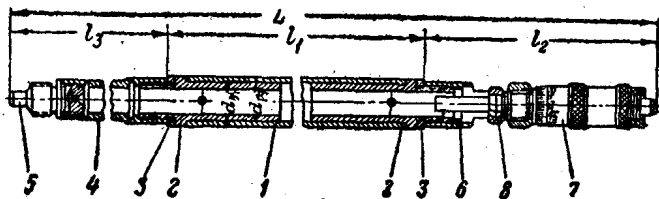


图 8 不带心柱的组合内卡规:

- 1—管; 2、4及6—套筒; 3—支承螺帽; 5—测量触针;
7—千分尺头; 8—夹紧螺帽。

不带心柱的组合内卡规结构尺寸列于表 3 中。

● 一个仪器的测量范围, 系指用本仪器进行测量时, 所能测量的尺寸间距。

表3 不帶可移动心柱的組合內卡規結構尺寸(圖8)

(公厘)

內卡規全長 L	基本內卡規長 L_1	在讀數為零時 千分尺頭連 同套筒之長 L_2	增長棒全長 L_3	基本內卡規管子直徑	
				外徑 $d_{外}$	內徑 $d_{內}$
1000~1500	800	125	75~575	20	15
1500~2000	1300	125	75~575	25	20
2000~2500	1800	125	75~575	25	20
2500~3000	2300	125	75~575	25	20

圖8所示的結構較比圖7所示的結構要簡單得多。經本書作者試驗證明，圖8所示的結構由于擰合時不能保持固定的接觸壓力所引起的誤差不超出0.01公厘，因而，對測量精度並不發生本質上的影響。

雪茄狀內卡規● 最近幾年來，在大型機器制造廠里，「雪茄狀」內卡規(圖9)採用得非常廣泛，因為這種內卡規重量較小而且剛度較高。

雪茄狀內卡規的本體系由厚0.5~0.8公厘的鋼板所焊成。錐角通常為 $1^\circ \sim 1^\circ 30'$ 。內卡規裝有千分尺頭及「量規」工廠所出產的千分尺內卡規增長棒或特制的剛度較高的增長棒。裝有「量規」工廠所產增長棒的每一個內卡規，其測量範圍為400公厘，若裝特制的增長棒，測量範圍可以達到800甚至1000公厘。

表4 各種類型的內卡規的重量

內卡規的種類	內卡規重(公斤)	
	長度為 1500~2000公厘的	長度為 3500~4000公厘的
由圓管制成的組合內卡規(圖8)	3.5~4	8.5~10
抽出式內卡規(圖5)	4.5~5	8~9
雪茄狀組合內卡規(圖10)	1.3~2	3.5~4.5



圖9 「蕃茄狀」內卡規。

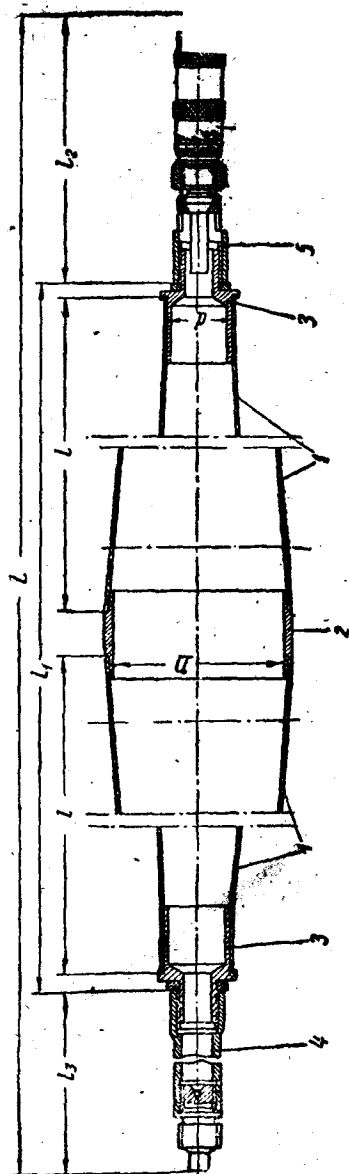


圖10 「蕃茄狀」組合內卡規的合理結構：

1—薄壁纖維管；2、3及5—套筒；4—增長棒；6—千分尺頭。