

從出土文獻看秦漢計量單位石的變遷¹

The change of the measurement unit *shi* in the Period of Qin and Han: a study on the basis of unearthed documents

鄒大海
ZOU Dahai

(中國科學院自然科學史研究所)

(Institute for the History of Natural Sciences, Chinese Academy of Sciences)

Abstract: Based on the unearthed documents, the paper will first focus on the characteristics of the often-used measurement unit *shi* 石 and its change during the period from Qin State of Warring States to Han dynasty, and will then study the related aspects of ancient mathematics and its relation to social background. The paper points out that though as a unit of weight, *shi* always kept the same standard, as a unit of capacity/volume, it was very complicated. In the affairs of storage department of government during the period from Qin State to Early Western Han Dynasty, a special system of *shi* was used. We called it as a multi-valued system of *shi*, in which the standard of *shi* varied according to different kinds of foodstuffs but shared the same lower grade units *dou* 斗 and *sheng* 升:

1 *shi* = $16\frac{2}{3}$ *dou* for grains of millet kind (*su* 粟, *he* 禾, *zi* 粱, *shu* 黍, *ji* 稷),

1 *shi*=20 *dou* for grains of paddy (*dao* 稻),

1 *shi*=10 *dou* for hulled grains of millet kind or paddy.

1 *shi*=15 *dou* for soybean (*shu* 菽), bean (*da* 荅), sesame seed (*ma* 麻) and wheat (*mai* 麥).

The multi-valued system of *shi* made two most important kinds of foodstuff keep the same quantity measured in *shi* before and after being hulled. Because such a system was very easy to cause confusions, it was replaced by the system of big *shi* (*da shi* 大石) and small *shi* (*xiao shi* 小石) since the middle of Western Han Dynasty. The system of big *shi* and small *shi* are respectively based on the standard of millet and that of hulled grains in the multi-valued system of *shi*. But unlike the multi-valued system, big *shi* and small *shi* had different types of lower grade units *dou* and *sheng*, and in the same grade, the amount of 3

¹ 本文屬於中國科學院自然科學史研究所“科技知識的創造與傳播”重大項目子課題“中國早期數學知識的創造與形態特徵——以若干典型案例為中心的研究”。

big units (*shi/dou/sheng*) always equal to that of 5 small units (*shi/dou/sheng*).

The problems concerning foodstuffs in the *Nine Chapters on Mathematics Procedures* (*Jiuzhang Suanshu* 九章算術) shares the same rates of the list called “Rule for exchanges of foodstuffs and treated foodstuffs” (*su mi zhi fa* 粟米之法) at the beginning of chapter two. The list is quite identical to the values of the multi-valued system of *shi* and the laws of the earlier period, and there is no influence of the system of big *shi* and small *shi* to be found in the problems. In the *Nine Chapters*, *hu* 斛 is used as the unit of capacity/volume instead of *shi* and is 10 *dou* in mostly cases, but it has 3 values in 5 problems of *Shanggong* (商功) chapter, just as those of the multi-valued system of *shi* in the earlier period. It can be concluded that those problems were mainly handed down from the period before Early Western Han.

一、問題的背景與意義

度量單位的建立和選取，不僅涉及各種社會活動，而且與科學特別是數學密切相關。從歷史的角度看尤其如此。中國古代數學活動的主要方面，通常是創造和發展解決實際問題的數學方法，因此計量系統就從社會的各個方面對數學方法和數學知識特別是其表示方式產生影響。本文不打算系統討論這樣非常廣泛而複雜的問題，而是專注於以一個古代常用的單位石在中國上古時代（從戰國時秦國，經秦朝到漢代）的變遷為中心，從數學、計量和社會經濟等互動的角度，對有關問題做一較為深入的討論。希望能以小見大，深化我們關於上古時代計量系統的認識，幫助我們解答多種古代文獻中存在的若干疑難問題，促進我們對中國古代數學史及其與社會背景的關係的理解。

二、研究現狀和本文關注的問題

有關本論題的研究很多。這裏祇能擇要加以介紹。很多的古文字學家和歷史學家整理了大量的考古文獻和傳世文獻，是我們這一研究的基礎。其中最重要的工作有以下幾種：（1）彭浩先生等對出土於湖北省江陵張家山 247 號漢墓（約公元前 186 年）的《算數書》的整理研究²，（2）肖燦博士等對湖南大學嶽麓書院藏秦簡《數》（約公元前 212 年）的整理研究³，（3）陳松長先生對香港中文大學文物館藏簡牘的整理研究⁴，（4）郭書春先生對《九章算術》（約公元前 1 世紀中期）的整理研究⁵。

² [1]張家山二四七號漢墓竹簡整理小組編著：《張家山漢墓竹簡[二四七號墓]》，北京：文物出版社，2001 年 11 月；

[2] 彭浩著：《張家山漢簡〈算數書〉注釋》，科學出版社，2001 年 7 月。

³ [1]朱漢民、陳松長主編：《嶽麓書院藏秦簡（貳）》，上海辭書出版社，2011 年 12 月；[2]蕭燦：“嶽麓書院秦簡《數》的研究”，湖南大學嶽麓書院博士論文，2010 年 12 月。

⁴ 陳松長編著：《香港中文大學文物館藏簡牘》，香港中文大學文物館，2001 年。

⁵ 郭書春匯校：《匯校九章算術》第二版，瀋陽：遼寧教育出版社，2004 年 8 月。

楊聯陞⁶、陳夢家⁷和很多學者對大石、小石的研究⁸。

魯惟一（Michael Loewe）、張世超等對秦漢穀物計量的研究⁹。

丘光明¹⁰等學者對中國古代度量衡的研究。

筆者¹¹和彭浩先生¹²對睡虎地出土秦律和張家山漢簡《算數書》中幾段關鍵材料的校釋。

筆者曾提出在戰國時秦國、秦代到西漢初期的政府倉儲部門中，存在著一種根據不同種類的糧食，採用不同的數量作為單位石之標準的計量系統¹³。為便於行文，本文把這種特殊的計量系統稱為多值制。

本文將集中討論以下幾個方面的問題：

- (1) 秦國、秦朝到西漢早期政府倉儲事務中的關於單位石的多值制系統。
- (2) 西漢中期以降大石、小石制系統的特點。
- (3) 多值石制向大、小石制的轉變。
- (4) 從石的計量制度及相關法規看《九章算術》的社會背景。

三、秦漢政府倉儲事務中多值制的石

學術界都知道，在秦漢時代，石一方面是重量單位，等於 120 斤。秦朝前後的一斤約當 253 克¹⁴，一石約為 33.36 千克。另一方面，石是一個體積、容積單位，等於 10 斗或 100 升。當時的一升約當 200 毫升¹⁵，因此一石約為 20 公升。以前，很多學者利用這一標準來解讀上古時代的大量相關文獻，導致了不少矛盾或做出強為之說的解釋。我在 2003 年曾發表一篇論文，注意到同是一石，不同的糧食具有不同的體積標準。當時參照《說文解字》的記載，認為這種差異的產生，在於一石重量的不同糧食，具

⁶ 楊聯陞：“漢代丁中、廩給、米粟、大小石之制——勞榦《居延漢簡考釋》錢穀類跋”，《國學季刊》1950 年 7 第 7 卷第 1 號。

⁷ 陳夢家：“關於大小石、斛”，《考古學專刊》甲種第十五號《漢簡綴述》，中華書局，1980 年 12 月，第 149-151 頁。

⁸ 這類文獻很多。如[1]勞榦：“龍岡雜記：二、大石與小石”，《大陸雜誌》第 1 卷第 11 期（1951 年），第 21 頁；[2]宇都宮清吉：《漢代社會經濟史研究》，弘文堂，1955 年，第 203-237 頁；[3]高自強：“漢代大小斛（石）問題”，《考古》，1962 年第 3 期，第 92-94 轉 98 頁；[4]張壽仁：“漢代米與粟及大石與小石之換算與秦數用六關係之推測”，《簡牘學報》第 7 期，1980 年，第 176-179 頁；[5]曹懷玉：“‘大石’、‘小石’考辨——兼論‘大’、‘少’二字之含義”，《寧夏大學學報（哲學社會科學版）》，1981 年第 1 期，第 40-42 頁；[6]王忠全：“秦漢時代‘鍾’、‘斛’、‘石’新考”，《中國史研究》，1988 年第 1 期，第 11-23 頁；[7]楊哲峰：“兩漢之際的‘十斗’與‘石’、‘斛’”，《文物》，2001 年第 3 期，第 77-79 頁，等等。

⁹ [1]Loewe, Michael, “The Measurement of Grain during the Han Period”, *T'oung Pao*, 49 (1961), pp. 64-95. [2]張世超：“容量‘石’的產生及相關問題”，吉林大學古文字研究室編《古文字研究》第 21 輯，中華書局，2001 年，第 314-329 頁。

¹⁰ 丘光明編著：《中國歷代度量衡考》，科學出版社，1992 年。

¹¹ [1]鄒大海：“從《算數書》和秦簡看上古糧米的比率”，《自然科學史研究》第 22 卷第 4 期（2003 年 10 月），第 318-328 頁；[2]鄒大海：“關於《算數書》、秦律和上古糧米計量單位的幾個問題”，《內蒙古師範大學學報（自然科學漢文版）》第 38 卷第 5 期（2009 年 9 月），第 508-515 頁。

¹² 彭浩：“睡虎地秦墓竹簡《倉律》校讀（一則）”，北京大學考古文博學院編《考古學研究 六：慶祝高明先生八十壽辰暨從事考古研究五十年論文集》，北京：科學出版社，2006 年，第 499-502 頁。

¹³ 鄒大海：“關於《算數書》、秦律和上古糧米計量單位的幾個問題”。

¹⁴ 丘光明編著：《中國歷代度量衡考》，科學出版社，1992 年，第 340-341，394-395 頁。

¹⁵ 丘光明編著：《中國歷代度量衡考》，第 184-187，202-203，244-253 頁。

有不同的體積¹⁶。這一觀點得到一些學者的贊同。後來我注意這裏存在一些問題，2009年發表了一篇論文，認為這種差異產生的原因并非以前認為的一石重量的不同糧食容積不同，而是出於法律的規定。我進而明確地提出這樣一種觀點：在戰國時的秦國、秦朝至西漢早期的政府倉儲事務中，存在著一種特殊的計量單位石，它在計量糧食時，直接針對容積採用不同的標準：對於粟類穀子（禾、粟、黍等）一石為 $16\frac{2}{3}$ 斗，對於稻穀一石為 20 斗，對於由粟類、稻類穀子舂出的米（糲、粳、粳、穀、粳等）一石為 10 斗；對於荅、菽、麥、麻則一石為 15 斗。

近期公佈的嶽麓書院藏秦簡《數》包含了很多新的材料，為我們檢驗上述結論，并進一步系統地考察相關問題提供了新的契機。

我們先看下面兩張表：

表一： 張家山漢簡《算數書》中一石物品的數量

段落 序號	原始文獻來源	一石物品的數 量	備注
1	并租 禾三步一斗，麥四步一斗，荅五步一斗，今并之租一石，問租幾何？得曰：禾租四斗𠄎七分十二，麥租三斗𠄎七分九，荅租二斗𠄎七分廿六。術曰：直禾三步、麥四步、荅五步，令禾乘麥為荅實，荅乘禾為麥實，麥乘荅為禾實，各異直之，以一石各乘之。并禾、麥、荅實𠄎七為法而一斗。 ¹⁷	租：10 斗	信息不足以判斷租為何種物品。
2	金賈 金賈兩三百一十五錢，今有一朱，問得錢幾何。曰：得十三錢八分一。	金：120 斤	重量單位

¹⁶ 鄒大海：“從《算數書》和秦簡看上古糧米的比率”。張世超先生已提出睡虎地秦簡《倉律》中幾處“石”為重量單位，並進而認為容量單位石由一石重帶梗的全禾加工成的糲米之容量（十斗）來定義。見張世超：“容量‘石’的產生及相關問題”。筆者當時未注意到張先生大作，是不應有的疏忽。但筆者現在對這些意見持保留態度，因為張文改字太多，推理尚不嚴格。

¹⁷ 張家山二四七號漢墓竹簡整理小組編著：《張家山漢墓竹簡[二四七號墓]》，第 255 頁。整理者的釋文對通假字、校勘以及重文號等，在正文中均保留兩項，為避免繁瑣，不標通假；如無新的意見，校勘、重文號表示的文字，均取最後的結果。下同。“麥乘荅為禾實”早期釋文缺，筆者已補。三處“分”後整理者補“斗”字，無必要。仍其舊。見鄒大海：“出土《算數書》初探”，《自然科學史研究》第 20 卷第 3 期（2001 年 7 月），第 193-205 頁。郭書春先生對這類分數和除法的表示法有討論，見郭書春：“試論《算數書》的數學表達方式”，《中國歷史文物》，2003 年第 3 期，第 28-38 頁。下引文獻如遇此類情形，皆不從整理者補。又“各異直之，以一石各乘之。并禾、麥、荅實𠄎七為法而一斗”，整理小組原作“各直（置）之以一石各乘之禾、荅、麥為實，𠄎七為法而一斗”，張家山漢簡《算數書》研究會作“各異直之，以一石各乘之。并禾、麥、荅實𠄎七為法。[實如法]而一斗”。見《漢簡《算數書》——中國最古の數學書》，京都：朋友書店，2006。第 60-61 頁。除補“實如法”三字及在“為法”之後斷句外，均可從。

	術曰：直一兩朱數以為法，以錢數為實，實如法得一錢。廿四朱一兩，三百八十四朱一斤，萬一千五百廿朱一鈞，四萬六千八十朱一石。¹⁸		
3	舂粟 稟粟一石，舂之為八斗八升。今得米一石，當為益秬粟幾何？曰：二斗三升十一分升八。術曰：直所得米升數以為法，有值一石米升數而以秬粟升數乘之，如法得一升。¹⁹	粟：$16\frac{2}{3}$ 斗，米： 10 斗	通過計算確定。
4	銅秬 鑄銅一石秬七斤八兩。今有銅一斤八兩八朱，問秬幾何？得曰：一兩十一朱百卅四分朱九十一。術曰：直一石朱數為法，亦直七斤八兩者朱數，以一斤八兩八朱者朱數乘之，如法一朱。²⁰	銅：120 斤	重量單位
5	傳馬 傳馬日二匹共芻稟二石，令芻三而稟二。今馬一匹前到，問予芻稟各幾何。曰：予芻四斗、稟二斗泰大半斗。術曰：直芻三、稟二，并之，以三馬乘之，為法，以二石乘所直各自為實。²¹	芻：10 斗，稟： 10 斗	通過計算確定。
6	石衛 石衛之術曰：以所賣買為法，以得錢乘一石數以為實，其下有半者倍之，少半者三之，有斗、升、斤、兩、朱者亦皆破其上，令下從之以為法，錢所乘亦破如此。²²	[10 斗]	原文信息不明，但據第 7 條“賈鹽”可推測出 10 斗為一石。
7	賈鹽 今有鹽一石四斗五升少半升，賈	鹽：10 斗	通過計算確定。

¹⁸ 張家山二四七號漢墓竹簡整理小組編著：《張家山漢墓竹簡[二四七號墓]》，第 255 頁。

¹⁹ 張家山二四七號漢墓竹簡整理小組編著：《張家山漢墓竹簡[二四七號墓]》，第 255 頁。整理小組曾做過多的校改，筆者曾提出改字很少的校勘意見，見鄒大海：“出土《算數書》校釋一則”，《東南文化》2004 年第 2 期，今從。但“今得米一石”中“得”字為新意見。

²⁰ 張家山二四七號漢墓竹簡整理小組編著：《張家山漢墓竹簡[二四七號墓]》，255-256 頁。

²¹ 張家山二四七號漢墓竹簡整理小組編著：《張家山漢墓竹簡[二四七號墓]》，256 頁。整理小組曾將“二匹”校改為“三匹”。吳朝陽以為不當改，可從。見吳朝陽：《張家山漢簡〈算數書〉校證二題》，簡帛網，2012 年 11 月 2 日。

²² 張家山二四七號漢墓竹簡整理小組編著：《張家山漢墓竹簡[二四七號墓]》，第 258 頁。

	取錢百五十。欲石衡之，為錢幾何？ 曰：百三錢四百卅六分錢九十二。朮 曰：三鹽之數以為法，亦三一石之升 數，以錢乘之為實。 ²³		
8	程禾 程曰：禾黍一石為粟十六斗泰半 斗，舂之為糲米一石，糲米一石為粳米 九斗，粳米九斗為毀米八斗。 王程 曰：稻禾一石為粟廿斗，舂之為米十斗 為毀，粳米六斗泰半斗。麥十斗，糲三 斗。 程曰：麥、菽、荅、麻十五斗一 石，稟毀粳者，以十斗為一石。 ²⁴	禾、黍： $16\frac{2}{3}$ 斗； 稻：20斗；糲 米、粳米、毀米： 10斗；麥、菽 (菽)、荅、麻： 15斗。	糲米的數據由與 第3條“舂粟” 及第11條“秬” 對照得出。
9	誤券 租禾誤券者，朮曰：毋升者直稅 田數以為實，而以券斗為一，以石為 十，并以為法，如法得一步。其券有斗 者，直與田・步數以為實，而以券斗為 一，以石為十，并以為法，如法得一步。 其券有升者，直與田步數以為實，而以 券之升為一，以斗為十，并為法，如・ 法得一步。 ²⁵	券（租禾）：10 斗	指記錄於券上作 為租稅的禾，應該 屬於尚未進入政 府倉儲之前的情 形。
10	租吳券 田一畝，租之十步一斗，凡租 二石四斗。今誤券二石五斗，欲益與其 步數，問益與幾何？曰：九步五分步三	券（券上所記的 租）、租：10 斗	租和記錄於券上 的租稅，不能確認 為何種糧食。但無

²³ 張家山二四七號漢墓竹簡整理小組編著：《張家山漢墓竹簡[二四七號墓]》，第259頁。

²⁴ 張家山二四七號漢墓竹簡整理小組編著：《張家山漢墓竹簡[二四七號墓]》，第259頁。整理者原校作：“程禾 程曰：禾黍一石為粟十六斗泰半斗，舂之為糲米一石，糲米一石為粳米九斗，粳米九斗為毀米八斗。 王程曰：稻禾一石為粟廿斗，舂之為米十斗，為毀（毀）粳米六斗泰半斗。麥十斗為糲三斗。程曰：麥、菽、荅、麻十五斗一石，稟毀粳者，以十斗為一石。”現據筆者在彭浩先生的基礎上所做的校勘。見鄒大海：“從《算數書》和秦簡看上古糧米的比率”。彭浩：“中國最早的數學著作《算數書》”，《文物》，2000年第9期，第85-90頁。

²⁵ 張家山二四七號漢墓竹簡整理小組編著：《張家山漢墓竹簡[二四七號墓]》，第261頁。兩“與”字，整理者原釋作“與”。後來又將前一字釋作“與”并校正為“與”，後一字仍釋為“與”。見張家山二四七號漢墓竹簡整理小組編著：《張家山漢墓竹簡[二四七號墓]》（釋文修訂本），文物出版社，2006年，第145頁。彭浩先生後又把兩字均釋作“與”，并以為不誤；此外，還在第一個“與田”之後有圓點“。”。今從。見彭浩：“談秦漢數書中的‘與田’及相關問題”，《簡帛》第6輯，上海古籍出版社，2011年，第21-28頁。

	而一斗。術曰：以誤券為法，以輿田為實。 ²⁶		論如何應該屬於尚未進入政府倉儲之前的情形。
11	秬 粟一石秬一斗二升少半升。稟米少半升者得粟七百八十九分升之五百，稟米一升者得粟一升二百六十三分升 楊 一〇五 H131 之二百卅七，稟米一斗者得粟一斗九升有二百六十三分升之三，稟米一石者得粟十九斗有二百六十三分升之卅。一〇六 H130 粟石秬五升。稟米少半升者得粟百七十一分升之百，稟米一升者得粟一升有二百八十五分升之二百一十五，稟米一斗者 楊 得粟十七升有二百八十五分升之百五十五，稟米一石者得粟十七斗五升有二百八十五分升之百廿五。 ²⁷	粟： $16\frac{2}{3}$ 斗，米：10 斗	通過計算確定。
12	米粟并 有米一石、粟一石，并提之，問米粟當各取幾何？曰：米主取一石二斗十六分斗八，粟主取七斗十六分斗八。術曰：直米十斗、六斗，并以為法，以二石扁乘所直，各自為實。六斗者，粟之米數也。 ²⁸	粟：10 斗，米：10 斗	此條粟與米的相當率為 5：3。但“米主”和“粟主”的說法表明，此條與政府倉儲部門的事務無關。
13	粟米并 米一粟二，凡十斗，精之為七斗三分升一。術曰：皆五，米粟并為法，	粟：？，米：？	竹簡殘壞甚多，其

²⁶ 張家山二四七號漢墓竹簡整理小組編著：《張家山漢墓竹簡[二四七號墓]》，第 261 頁。其中“與”字原作“與”，據彭浩先生意見改。見彭浩：“談秦漢數書中的‘輿田’及相關問題”，《簡帛》第 6 輯，上海古籍出版社，2011 年，第 21-28 頁。

²⁷ 張家山二四七號漢墓竹簡整理小組編著：《張家山漢墓竹簡[二四七號墓]》，第 262 頁。“二百一十五”中的“一十”字，整理者釋為“七十”。蘇意雯等校正為“一十”，見蘇意雯、蘇俊鴻、蘇惠玉等：“《算數書》校勘”，《HPM 通訊》，2000 年 11 月，第 3 卷第 11 期，第 2-20 頁；郭書春先生則刪去“一”字，見郭書春：“《算數書》校勘”，《中國科技史料》，第 22 卷第 3 期（2001 年 9 月）第 202-219 頁。茲采前說。又“得粟十七升”中，整理者於“粟”後衍“稟”字，今刪。上述校勘取捨的理由并見鄒大海：“關於《算數書》、秦律和上古糧米計量單位的幾個問題”。

²⁸ 張家山二四七號漢墓竹簡整理小組編著：《張家山漢墓竹簡[二四七號墓]》，第 263 頁。

	五米三粟，以十斗乘之為實。王 $\square\square\square\square$得幾何？曰：粟$\square\square\square\square$卅$\square\square\square$米$\square$ $\square\square\square\square\square\square\square\square\square\square\square\square\square\square$得幾何？得曰：米六升四分升之一。術曰：直米五升、楊 粟五升，粟五升為米三升，并米五升者八，以為法，乃更直五升而十之，令如法，粟米各一升。 $\square\square\square$二斗五升，其術曰：直米粟，五米三粟，楊 $\square$并以為法，$\square$并米粟各乘之為實，實如法而成一。 $\square$石五十有$\square$²⁹		中尚能顯示由粟到米的比例為 5:3。但不能據此推斷粟、米一石的數量。同時也沒有信息表明此條是否與政府倉儲部門的事務有關。
14	負炭 負炭山中，日為成炭七斗到車，次一日而負炭道車$\square$到官一石。今欲道官往之，負炭山中，負炭遠到官，問日到炭幾何？曰：日得炭四斗十七分斗二。術曰：取七斗者十之，得七石為實。七日亦負到官，即取十日與七日并為法，如法得一斗。³⁰	炭：10 斗	
15	旋粟 旋粟高五尺，下周三丈，積百廿五尺。•二尺七寸而一石，為粟卅六石廿七分石之八。其述曰：下周自乘，以高乘之，卅六成一。•大積四千五百尺。³¹	粟：2 尺 7 寸(2.7 立方尺，2700 立方寸)，等於 $16\frac{2}{3}$ 斗	1 斗為 1 尺 6 寸 2 分，2 尺 7 寸=$16\frac{2}{3}$ ×1 尺 6 寸 2 分 =$16\frac{2}{3}$ 斗

(本表以拙文“關於《算數書》、秦律和上古糧米計量單位的幾個問題”中表格為基礎修訂而成)

表 2： 嶽麓書院藏秦《數》中一石物品的數量

²⁹ 張家山二四七號漢墓竹簡整理小組編著：《張家山漢墓竹簡[二四七號墓]》，第 264 頁。

³⁰ 張家山二四七號漢墓竹簡整理小組編著：《張家山漢墓竹簡[二四七號墓]》，第 264 頁。“七石”後原無“為實”二字，今補。整理者於“為法”之後補“七石為實”，似不佳。

³¹ 張家山二四七號漢墓竹簡整理小組編著：《張家山漢墓竹簡[二四七號墓]》，第 267 頁。“二尺”前，整理者最早的釋文有“.”，與照片相合。今從。見：江陵張家山漢簡整理小組：“江陵張家山漢簡《算數書》釋文”，《文物》，2000 年第 9 期第 78-84 頁。

段落 序號	原始文獻（多無標題，以簡牘編號標識）	一石物品的數量	備注
16	簡 0809+0802 秬程。以生蕢為法，如法而成一。今有禾，此一石舂之為米七斗，當益禾幾可？其得曰：益禾四斗有七分斗之二 ₁ ，為之述曰：取一石者十之，而以七為法 ₁ ，它秬程如此。 ³²	禾：10 斗或 $16\frac{2}{3}$ 斗	答案顯示一石禾為 10 斗，而已知條件則基於一石禾為 $16\frac{2}{3}$ 斗的現實背景。其中的矛盾詳後面的分析。
17	簡 0939 租誤券 田多若少，藉令田十畝，稅田二百卅步，三步一斗，租八石。今誤券多五斗，欲益田。其述曰：以八石五斗為八百。 ³³	租或券上所記的租：10 斗	未說明租為何種糧食。
18	簡 1654 禾與田十一畝，兌二百六十四步，五步半步一斗，租四石八斗。其述曰：倍二百六十四步為.....  ³⁴	租：10 斗	未說明租為何種糧食。
19	簡 0813+0785 為積二千五百五十步，除田十畝，田多百五十步。其欲減田，藉令十三斗，今禾美，租輕田步，欲減田，0813 令十一步一斗，即以十步乘十畝，租二石者，積二千二百步，田少二百步。0785 ³⁵	租：10 斗	未說明租為何種糧食。
20	簡 0842+0757: 田五十五畝，租四石三斗，而三室共畋之，一室十七畝，一室十五畝，一室廿三畝，今欲分其租。述曰：以田提封數為  0842 法，以租乘分田，如法一斗，不盈斗者，十之，如法一升。0757 ³⁶	租：？	文字未顯示租為何種糧食，亦不足以確定一石的數量。
21	簡 0973+0941, 簡 1839 芻一石十六錢，稟一石六錢。今芻稟各一升，為錢幾可？得曰：五十分錢十一。述曰：芻一升百分錢十六，稟一升百分	芻：10 斗，稟：10 斗	通過計算確定。

³² 朱漢民、陳松長主編：《嶽麓書院藏秦簡（貳）》，第 37 頁。

³³ 朱漢民、陳松長主編：《嶽麓書院藏秦簡（貳）》，第 37 頁。

³⁴ 朱漢民、陳松長主編：《嶽麓書院藏秦簡（貳）》，第 53 頁。

³⁵ 朱漢民、陳松長主編：《嶽麓書院藏秦簡（貳）》，第 54 頁。

³⁶ 朱漢民、陳松長主編：《嶽麓書院藏秦簡（貳）》，第 57 頁。原釋文於“數”字後祇有殘斷符號，今以意及殘存筆劃補“為”字。

	錢 0973 六。母同，子相從 0941 稟石六錢，一升得百分錢六 $\perp$ ，芻石十六錢，一升得百分 $\boxtimes$ 1839 ³⁷		
22	簡 0458 十六兩一斤 卅斤一鈞 四鈞一石。 ³⁸	一石=4 鈞=120 斤	重量單位，講換算，不涉及具體事物。
23	簡 0303 四萬六千八十朱一石 千九百廿兩一石 百廿斤一石。 ³⁹	一石=120 斤=1920 兩=46080 朱	重量單位，講換算，不涉及具體事物。
24	簡 0780 黍粟廿三斗六升重一石 •水十五斗重一石 糲米廿斗重一石 麥廿一斗二升重一石 ⁴⁰	水：15 斗，黍粟：23 斗 6 升 糲米：20 斗，麥：21 斗 2 升	明確給出一石重的不同種類物品的容積或體積。
25	簡 0981 糲米十九斗重一石 稷毀十九斗四升重一石 稻粟廿七斗六升重一石 稷粟廿五斗重一石 ⁴¹	糲(粲)米：19 斗，稷毀(毀)：19 斗 4 升 稻粟(稻穀)：27 斗 6 升，稷粟(稷穀)：25 斗	明確給出一石重的不同種類糧食的容積。
26	簡 0886 稻米十九斗二升重一石 ⁴²	稻米：19 斗 2 升	明確給出一石重的稻米的容積，此稻米可能是指毀米。
27	簡 0852 荅十九斗重一石 麻廿六斗六升重一石 叔廿斗五升重一石 ⁴³	荅：19 斗，麻：26 斗 6 升，叔(菽)：20 斗 5 升	明確給出一石重的三種食物的容積。
28	簡 0760 $\boxtimes$ 稻粟三尺二寸五分寸二 $\perp$ 一石 麥二尺四寸十分寸三一石 ⁴⁴	稻粟(稻穀)：3 尺 $2\frac{2}{5}$ 寸 (3.24 立方尺)	明確給出兩種糧食各一石的容積，這是規定，

³⁷ 朱漢民、陳松長主編：《嶽麓書院藏秦簡（貳）》，上海辭書出版社，2011 年 12 月，第 73-74 頁。簡 0973+0941 為同一問題，簡 1839 為另一與之相關的問題。

³⁸ 朱漢民、陳松長主編：《嶽麓書院藏秦簡（貳）》，第 77 頁。

³⁹ 朱漢民、陳松長主編：《嶽麓書院藏秦簡（貳）》，第 77 頁。

⁴⁰ 朱漢民、陳松長主編：《嶽麓書院藏秦簡（貳）》，第 87 頁。

⁴¹ 朱漢民、陳松長主編：《嶽麓書院藏秦簡（貳）》，第 88 頁。“糲”字，整理者釋文作“稗”。此字已殘。蕭燦、朱漢民曾釋作“糲”，表示“粲”，從字形上看更合理。蕭、朱之說見蕭燦、朱漢民：“周秦時期穀物測算法及比重觀念——嶽麓書院藏秦簡《數》的相關研究”，《自然科學史研究》，第 28 卷第 4 期（2009 年 10 月）。另外，在《數》中，糲比稷毀米輕，而稗的精度在糲與毀之間，其容重也應在它們之間，但是此處却比毀米還重，所以釋為“稗”是不合適的。此處的米比簡 0886 中的稻米重，正好對應著秦律和《算數書》“程禾”條稻的粲米比毀米精的說法。所以，我們認為把此字釋為“稗”字遠不如釋為“糲”、讀為“粲”合適。

⁴² 朱漢民、陳松長主編：《嶽麓書院藏秦簡（貳）》，第 88 頁。

⁴³ 朱漢民、陳松長主編：《嶽麓書院藏秦簡（貳）》，第 89 頁。

⁴⁴ 朱漢民、陳松長主編：《嶽麓書院藏秦簡（貳）》，第 89 頁。“十分寸三”為筆者所補。由於《數》中“稻粟三尺二寸五分寸二一石”、“粟一石居二尺七寸”分別對應於 20 斗和 $16\frac{2}{3}$ 斗，與睡虎地秦簡所載倉律的規定相同，因此我們

		=3240 立方寸), 等於 20 斗。 麥: $2 \text{ 尺 } 4\frac{3}{10} \text{ 寸}$ (2.43 立方尺=2430 立方寸), 等於 15 斗	而不是從重量來定義的。
29	簡 0834 芻新積廿八尺一石 藁卅一尺一石 茅卅六尺一石 ⁴⁵	芻新(薪): 28 尺 (立方尺) 藁: 31 尺 (立方尺) 茅: 36 尺 (立方尺)	明確給出三種物品各一石的容積, 這是規定。不知道這是否是從重量一石來定義的。
30	簡 2066 𣥂案一石十六斗大半斗。稻一石𣥂 ⁴⁶	案: $16\frac{2}{3}$ 斗	
31	簡 0918+0882+C100102 𣥂案甬少稻石三斗少半斗𣥂0918 𣥂案甬六之五而得一𣥂有𣥂𣥂𣥂0882 𣥂得一, 以稻甬求𣥂 ⁴⁷	案: $16\frac{2}{3}$ 斗, 稻: 20 斗	甬(桶)与石是同級的體積、容積單位。
32	簡 C140101+1733, 0791, 0938 𣥂一石為案一石三𣥂 C140101 𣥂百石為案百廿石 1733 案千石為稻八百卅三石三斗少半斗。稻千石為案千二百石。0791 案萬石為稻八千三百卅三石三斗少半斗。稻萬石為案萬二千石。0933 ⁴⁸	案: $16\frac{2}{3}$ 斗, 稻: 20 斗	通過計算確定。
33	簡 2173+0137+0650 𣥂粟一石為米八斗二升, 問米一石為粟幾可? 曰: 廿斗𣥂 2173 𣥂百廿三分斗卅為米一石, 術曰: 求粟𣥂 0137 為法, 以十斗乘粟十六斗大半斗為賁, 實如法得粟一斗。 0650 ⁴⁹	粟: $16\frac{2}{3}$ 斗, 米: 10 斗	通過計算確定。
34	簡 0649	粟: ?	信息不足以確定

據該律推算, 麥一石應為 $3 \text{ 尺 } 2\frac{2}{5} \text{ 寸} \times 15 + 20 = 2 \text{ 尺 } 4\frac{3}{10} \text{ 寸}$ 。又〈九章算術〉商功章“程粟一斛, 積二尺七寸。其米一斛, 積一尺六寸五分寸之一。其菽、荅、麻、麥一斛, 皆二尺四寸十分寸之三”中關於粟的斛值與《數》的石值相等, 而麥、麻等一斛正好為 $2 \text{ 尺 } 4\frac{3}{10} \text{ 寸}$ 。因此 760 號簡補“十分尺三”是合理的。

⁴⁵ 朱漢民、陳松長主編:《嶽麓書院藏秦簡(貳)》, 第 90 頁。

⁴⁶ 朱漢民、陳松長主編:《嶽麓書院藏秦簡(貳)》, 第 90 頁。

⁴⁷ 朱漢民、陳松長主編:《嶽麓書院藏秦簡(貳)》, 第 90 頁。簡 0882 中“案”祇存部首禾及右邊一點殘痕, 也可能是“稻”字。“𣥂”有點像“甬”。所以“案甬(桶)六之五而得一𣥂”有可能是“稻甬六之五而得一甬”。

⁴⁸ 朱漢民、陳松長主編:《嶽麓書院藏秦簡(貳)》, 第 90-91 頁。

⁴⁹ 朱漢民、陳松長主編:《嶽麓書院藏秦簡(貳)》, 第 92 頁。

	粟□.....廿一分升十一，□□一石□□升廿二分升..... 0649 ⁵⁰		一石的數量，祇能確定石為容量單位。
35	簡 0836 券朱升 L，券兩斗 L，券斤石 L，券鈞般，券十朱者 0836 ⁵¹	券：？	信息不足，祇能確定石為容積單位
36	簡 0772+1659+0858 衰分之述。藉有五人，此共買鹽一石，一人出十錢，一人廿錢，一人出卅錢，一人出卅錢，一人出五十錢，今且相去也，欲以錢少多 0772 分鹽。其述曰：并五人錢以為法，有各異置錢□□ 1659 □以一石鹽乘之以為實，實如法一斗。 0858 ⁵²	鹽：？	信息不足，不能確定。
37	簡 0978+0950+0915 大夫、不更、走馬、上造、公士，共除米一石。今以爵衰分之，各得幾可？大夫三斗十五分斗五，不更二斗十五分斗十，走 0978 馬二斗，上造一斗十五分五，公士大半斗。述曰：各直爵數而并以為法，以所分斗數各乘其爵數為菑，菑如 0950 法得一斗，不盈斗者，十之，如法一斗。不盈斗者，以命之。 0915 ⁵³	米：10 斗	通過計算確定。
38	簡 C410106+1193+1519 一牛一羊一犢共食以禾一石，問牛、羊、犢各出幾可？曰：牛五斗有七分斗之五□ C410106 □羊出二斗有七分斗之六，犢出一斗有七分斗 1193 之三□羊直二，犢直一而并之，凡求□□ 1519 ⁵⁴	禾：10 斗	明顯與政府倉儲事務無關。
39	簡 1826+1842+0898 一人斗食，一人半食，一人參食，一人	米：10 斗	通過計算確定。

⁵⁰ 朱漢民、陳松長主編：《嶽麓書院藏秦簡（貳）》，第 92 頁。

⁵¹ 朱漢民、陳松長主編：《嶽麓書院藏秦簡（貳）》，第 93 頁。

⁵² 朱漢民、陳松長主編：《嶽麓書院藏秦簡（貳）》，第 94 頁。

⁵³ 朱漢民、陳松長主編：《嶽麓書院藏秦簡（貳）》，第 94 頁。“十之，如法一斗。不盈斗者，以命之”有誤，整理者疑有衍文，謂“祇需說‘不盈斗者，以法命之’”。我覺得有另一種可能性：此句校為“十之，如法一升，不盈升者，以法命之”，即“斗”校改為“升”，而在“命”字前補“法”字。

⁵⁴ 朱漢民、陳松長主編：《嶽麓書院藏秦簡（貳）》，第 97 頁。整理者認為從“牛五斗”開始的文字，可以復原為“牛五斗有七分斗之五，羊出二斗有七分斗之六，犢出一斗有七分斗之三。述曰：牛直四、羊直二，犢直一而并之。凡求……”。可從。

	駟食，一人駟食，凡五人，有米一石 1826 欲以食數分之，問各得幾可？曰：斗食者得四斗四升 1842 九分升四，半食者得二斗二升九分升二，參食者一斗四升廿七分升廿二，駟食者一斗一升九分升一，駟食者七升 0898 ⁵⁵		
40	簡 0946, 0839 糴米述曰：以端賈為法，以欲糴米錢數乘一石為賁，賁如法得一升。 0946 糴米賈石五十錢，今有廿七錢，欲糴米，得幾可？得曰：五斗四升。0839 ⁵⁶	米：10 斗	通過計算確定。
41	簡 0305 米賈石六十四錢，今有粟四斗，問得錢幾可？曰：十五錢廿五錢九。其述以粟米求之。0305 ⁵⁷	米：10 斗	通過計算確定。
42	簡 0896 段鐵一鈞用炭三石一鈞，斤用十三斤，兩用十三兩。0896 ⁵⁸	炭：120 斤	通過計算確定。
43	簡 0498+0645 □□二丈五尺，問袤幾可容禾萬石？曰：袤卅丈。術曰：以廣乘高法，即曰，禾石居十二尺，萬石，十二萬 0498 尺為賁，賁如法得袤一尺，其以求高及廣皆如此。0645 ⁵⁹	禾：12 尺（立方尺）	這裏的禾很特別。不知是穀子還在秸稈上的禾，還是禾的秸稈或其他什麼情形。
44	簡 0801+0784 倉廣五丈，袤七丈，童高二丈，今粟在中，盈與童平，粟一石居二尺七寸，問倉積尺及容粟各幾 0801 可？曰：積尺七萬尺，容粟二萬五千九百廿五石廿七分石廿五。述曰：廣袤相乘，有以高乘之，即尺。以二尺 0784 ⁶⁰	粟：2 尺 7 寸（2.7 立方尺），等於 $16\frac{2}{3}$ 斗	

從上面的表格可以看出，除少量段落信息不足以判斷一石的數量，以及我們後面

⁵⁵ 朱漢民、陳松長主編：《嶽麓書院藏秦簡（貳）》，第 107-108 頁。0898 簡之後當有一簡作“廿七分升十一”。《數》第 1853 簡有“□□□十一”，末二字與之相合，但之前的二字殘存筆劃不太與“分升”相合，故不能肯定此即本問題之末簡。

⁵⁶ 朱漢民、陳松長主編：《嶽麓書院藏秦簡（貳）》，第 111 頁。

⁵⁷ 朱漢民、陳松長主編：《嶽麓書院藏秦簡（貳）》，第 114 頁。

⁵⁸ 朱漢民、陳松長主編：《嶽麓書院藏秦簡（貳）》，第 117 頁。

⁵⁹ 朱漢民、陳松長主編：《嶽麓書院藏秦簡（貳）》，第 126 頁。首二字殘損，整理者釋為“倉廣”，不一定妥當。從題意看，應有廣和高兩項的數據，一項丈二尺，一項二丈五尺。但首二字具體是什麼字不能確定，故改為“□□”。

⁶⁰ 朱漢民、陳松長主編：《嶽麓書院藏秦簡（貳）》，第 127 頁。

要做專門討論的第 16 段外，其他段落可以推出以下結論：

(1) 作為一個重量單位，石總是等於 120 斤，這與我們以前關於秦漢時代這個單位的認識是一致的。

(2) 作為容積和體積單位，對於鹽、銅、炭、租、稅、券（指券記錄的租稅）以及米一石都是 10 斗。對於芻、藁，可以確定多數情形下一石是 10 斗；對於禾、粟也存在以 10 斗為一石的情形，但這與政府倉儲部門的事務無關。這說明以 10 斗作為石的體積、容積標準，具有廣泛性、普遍性。

(3) 在政府倉儲部門的事務中，石的標準具有特殊性：

對於粟類（粟、粢、禾、黍，還應包括稷）穀子，1 石 = $16\frac{2}{3}$ 斗；

對於稻穀，1 石 = 20 斗；

對於各種米，1 石 = 10 斗；

對於菽（叔）、荅、麥、麻，1 石 = 15 斗。

按上述數量標準定義的一石的各種物品，其重量都小於 1 石（120 斤），所以上述一石的標準，確實不是以一石重的物體的體積、容積來定義的。

這些標準，是由法律規定的。下面對此做一探討。

1975 年從湖北省雲夢睡虎地秦墓（約公元前 217 年）出土的法律中有一條屬於《倉律》的條文是這樣的：

“禾黍一石為粟十六斗大半斗，舂之為糲米一石；糲米一石為鑿米九斗；鑿米九斗為毀米八斗。稻禾一石為粟廿斗，舂為毀米十斗，十斗毀為粢米六斗大半斗。麥十斗，為𥽿三斗。麥、叔、荅、麻十五斗為一石。稟毀粢者，以十斗為石。”⁶¹

這條律文可以與《算數書》的“程禾”條相對照：

“程曰：禾黍一石為粟十六斗泰半斗，舂之為糲米一石，糲米一石為鑿米九斗，鑿米九斗為毀米八斗。

程曰：稻禾一石為粟廿斗，舂之為米十斗為毀，粢米六斗泰半斗。麥十斗，𥽿三斗。

程曰：麥、菽、荅、麻十五斗一石，稟毀鑿者，以十斗為一石。”⁶²

程是法律的一種形式。《算數書》“程禾”條與前面所引睡虎地秦律非常接近，應該屬於漢承秦律的結果。兩種文獻的一致性證明石這個單位在秦漢政府倉儲部門的事務中確如我前面所說的有其特殊性。在兩種文獻中，都沒有提到重量，根據表 2 中第 24-27 段材料記錄的一石重物品的容積——黍粟 23 斗 6 升、糲米 20 斗、麥 21 斗 2 升、荅 19 斗、麻 26 斗 6 升、叔（菽）20 斗 5 升、稻米 19 斗 2 升、粢米 19 斗、稷毀 19 斗 4 升、稻粟 27 斗 6 升、稷粟 25 斗，都比上述政府倉儲部門規定的數據要大，且增大的程度在彼此間不成比例。所以可以肯定上述律程規定一石禾黍、稻、菽、荅、麻、麥以及各種米的數值，的確并不是以重量一石為依據的。

兩種文獻中，對於粟類和稻類，都是一石穀子舂出一石米（粟類舂出糲米，稻類舂出毀米）。因此，我們可以推斷，秦律以通常的標準 10 斗作為米一石的標準，而以

⁶¹ 睡虎地秦墓竹簡整理小組：《睡虎地秦墓竹簡》，北京：文物出版社，2001 年，《釋文》部分，第 29-30 頁。原簡文有訛誤，此為筆者吸收彭浩先生的部分意見校勘後的結果。見[1]鄒大海：“從《算數書》和秦簡看上古糧米的比率”；[2]鄒大海：“關於《算數書》、秦律和上古糧米計量單位的幾個問題”；[3]彭浩：“睡虎地秦墓竹簡《倉律》校讀（一則）”。

⁶² 此段校讀依據鄒大海：“從《算數書》和秦簡看上古糧米的比率”。

得到米（粟的糲米、稻的穀米）一石的穀子的數量作為粟和稻一石的標準。⁶³

《數》還說水一石重 15 斗，體積小於一石重的上述各種穀米的容積，似乎水比這些穀米都要重。但現實中我們常看見米、穀沉在水下，則水反而輕些。由此我們可以推知，古人所說一石重的穀米為多少斗多少升或多少尺多少寸，包含穀米之間的縫隙，與現代糧食學測定的穀米的體積不同，而與其容積相同。古人所測的重量與容積之比，不對應於現代糧食學的比重，而對應於容重（具有單位容積的糧食的重量）⁶⁴。當然上述《數》中一石重物品的容積，在數量上與容重是互為倒數的關係。

上表 2 中，粟類一石為 2 尺 7 寸（2.7 立方尺），稻一石為 3 尺 2 寸 5 分寸 2（3.24 立方尺）。這兩個數據分別等於上述政府倉儲事務中粟、稻一石的數量標準。

表 2 第 24-27 段材料記載，一石重的菽、荅、麥、麻的容積，最大的麻達 26 斗 6 升，最小的荅祇有 19 斗，相差比較大。為什麼秦律把它們都規定為 15 斗為一石呢？這確實找不到明確的證據來說明。不過，我們發現菽（20 斗 5 升）和麥（21 斗 2 升）差異很小，荅 19 斗也與它們比較接近，三者都較黍粟為少，比與黍同類的稷則更少些，因此把它們的一石定為比粟類一石的 $16\frac{2}{3}$ 斗稍小的整數 15 斗，是比較合適的。所以這

三種食品標準的制定既有人為的因素，又有重量和容重方面的考慮。至於麻重一石的容量比稷重一石的容量還大一點，却也被定作一石為 15 斗，恐怕人為因素居多，大概主要為了簡化，避免過多的數據造成麻煩。

《數》中記錄芻新（薪）、稟、茅一石分別為 28、31、36 尺（立方尺）。其依據不清楚。考慮到與《算數書》同出的張家山漢簡《二年律令》中芻、稟也用重量單位石、鈞、斤來計量，我們似可以做出這樣一個假設：它們的一石可能是以一石重的這些物品的容積為標準，或以一石重的這些物品的容積為參照加以調整得到的。此外，《數》第 43 條中禾一石為 12 尺（立方尺），這是一個特別的數據，遠比已知的粟類（粟、禾、黍、稷、粢）和稻、菽、荅、麻、麥等一石的數量（不論是直接規定的容積，還是一石重物品的容積）要大得多。聯繫到湖北江陵鳳凰山 167 號漢墓曾出土連梗帶穀子的稻穗（儘管藏於明器之中）⁶⁵，我們可以假設，這裏的一石為 12 尺的標準，可能是針對帶梗的禾穗而言的。當然，這兩個假設都需要更多別的證據來檢驗其對錯。

四、西漢中期以降的大石、小石計量系統

上世紀中期，有學者注意到居延漢簡中有大量關於“大石”、“小石”的用例，之後陸續有不少學者關注這一問題，並有新的資料出現⁶⁶。這種資料集中在西漢中期至王莽時代，東漢時代也有。如：

1 《居延漢簡釋文合校》275.20 號簡說：

⁶³ 參考鄒大海：“關於《算數書》、秦律和上古糧米計量單位的幾個問題”。

⁶⁴ 參考福建省糧食廳《糧油保管》編寫組：《糧油保管》，福建科學技術出版社，1983 年。

⁶⁵ 江陵鳳凰山一六七號漢墓發掘整理小組：“江陵鳳凰山一六七號漢墓發掘簡報”，《文物》1976 年第 10 期，第 31-37 頁。

⁶⁶ 如新出的居延漢簡（可參考：甘肅省文物考古研究所、甘肅省博物館、文化部古文獻研究室、中國社會科學院歷史研究所 編：《居延新簡 甲渠候官與第四燧》文物出版社 1990 年 7 月。）、敦煌漢簡（可參考：甘肅省文物考古研究所：《敦煌漢簡》，中華書局，1991 年 6 月）、香港中文大學文物館藏簡牘、肩水金關漢簡（參考：甘肅簡牘保護研究中心、甘肅省文物考古研究所、甘肅省博物館、中國文化遺產研究院古文獻研究室、中國社會科學院簡帛研究中心 編：《肩水金關[壹]》（上中下），上海：中西書局，2011 年 8 月。）等。

“出糜小石十二石 征和三年十月丁酉朔丁酉第二亭長舒付第七亭長病已食吏卒四人”⁶⁷。

其中“征和三年十月丁酉朔”是公元前 90 年 11 月 10 日，竹簡所記屬於漢武帝晚年的事。

2 同書 16.2 号簡說：

“入粟大石二十五石 車一兩

輪甲溝候官 始建國五年六月 令史 受訾家當遂里

王護”⁶⁸

其中“始建國五年”為公元 13 年，為王莽新朝早期。

經過總結和檢驗前人大量研究，再加以探究，我們可以得出下面幾點意見：

(1) 3 大石= 5 小石

(2) 大石和小石都各自有比自己更低級別的容積單位斗、升，且具有相同的進位關係。而兩個系列的同一級別的單位之間都具有相同的換算率。也就是說：

1 大石=10（大）斗，1（大）斗=10（大）升；

1 小石=10（小）斗，1（小）斗=10（小）升。相應地，

3（大）斗=5（小）斗，3（大）升=5（小）升。

《居延漢簡釋文合校》273.8 號簡說：

3 “入糜小石十二石為大石七石二斗征和五年正月庚申朔庚通澤第二亭長舒受部農第四長朱”⁶⁹

漢武帝征和年號祇有四年，此征和五年應該是後元元年，簡文作者當時可能還沒改過來。此簡所紀為公元前 88 年 1 月 26 日的事。

這裏把小石 12 石折成大石 7 石 2 斗，經過計算驗證，正好符合上述規則。另外，我們沒有發現“多少大石”或“多少小石”後接“十幾斗”或“十斗”的用例，這也說明不論大石還是小石，一石的斗數都不會過十。

(3) 大石和小石分別等於多值制系統中粟一石的數量和由一石粟舂出的糯米的數量。可見，小石取石的普遍標準（10 斗）作為標準，而大石則取更早時代多值制中粟的一石作為標準⁷⁰。這樣，小石的斗、升仍分別繼承了早先斗、升的標準，而大石的斗、升則分別增大到原來斗、升標準的 5/3 倍。儘管大石和小石分別取早先粟和糯米一石的數量為標準，但它們並不限於度量粟系列，而是可以度量其他種類的糧食。這也是採用這種新石制的意義所在。

(4) 在這個時期，有一個單位參，有時候寫作彖，其數量等於大石系列的 2 升，亦等於小石系統的 1/3 斗⁷¹。如：

4. 香港中文大學文物藏的一枚木簡（編號為 139）曰：

“媚稟大石十石，為小石十六石七斗二彖。 稟大石廿二石，為小石卅六石六斗二彖。”⁷²

⁶⁷ 謝桂華、李均明、朱國韶：《居延漢簡釋文合校》（上下冊），文物出版社，1987 年。第 464-465 頁。

⁶⁸ 謝桂華、李均明、朱國韶：《居延漢簡釋文合校》（上下冊），第 25 頁。

⁶⁹ 謝桂華、李均明、朱國韶：《居延漢簡釋文合校》（上下冊），第 460 頁。

⁷⁰ 有的學者把大石視為傳統的石，小石視為與之並行的另一小量系統，張世超先生認為這是錯誤的，小石才是傳統的石，大石是得到一小石糯米的粟之容積；一大石粟或一小石糯米，則由一石重的帶梗的全禾得到。見張世超：“容量‘石’的產生及相關問題”。除由一石重的全禾確定一大石粟和一小石糯米外，其他都可接受。

⁷¹ 陳松長編著：《香港中文大學文物館藏簡牘》，第 5 頁。

⁷² 陳松長編著：《香港中文大學文物館藏簡牘》，第 66 頁。

5. 同書 133 號木簡曰：

“服稟大石二石六斗，為小石四石一斗二參，二月食。”⁷³

由這兩支簡容易驗證上述參和彖的數值。

以前有人認為這兩個單位“乃是將大石換算成小石後的餘數單位”⁷⁴。其實，小石系統的石和斗、升都繼承早期政府倉儲部門多值制以外的石、斗、升（也是多值石制中米的標準）。參和彖的標準數量即是當時一般標準下的 $\frac{1}{3}$ 斗。早在秦國或秦代就有這種容器。睡虎地秦簡《效律》說“……半斗不正，少半升以上；參不正，六分升一以上；升不正，廿分升一以上；黃金衡贏不正，半朱以上，貲各一盾。”⁷⁵ 規定了參這種容器偏離標準值到 $\frac{1}{6}$ 升以上就要受處罰。另外，現存的秦代量器中還有 $\frac{1}{3}$ 斗的橢銅量⁷⁶，其容量就等於參的數量。所以參、彖係現實容量單位而非出於運算。

在西漢中期以後的文獻中，我們沒有發現石這個單位針對不同的糧米種類具有不同量值的情形。這意味著石的多值制在這時已經被大石、小石制所取代（儘管我們不排除還存在這種遺迹的可能）。

五、從多值石制到大、小石制的轉變

下面我們對西漢中期以降多值石制為大石、小石制所取代的現象做一分析。

比較兩種計量系統，我們可以發現：

(1) 在多值制中，石的各種量值都基於同一個量值的斗。也就是說，不管是粟類（粟、禾、黍、稷、粢等）、稻、米，還是菽、荅、麥、麻，相應的石都是同一個斗的若干倍，倍數不同而單位斗則相同，從斗到石，有多種進法。而大石和小石則各有一套自己的下級單位斗和升，但從升到斗到石，大石系統和小石系統都同樣地採用十進方式。即，

$$\begin{array}{l} \text{粟類/稻/米/菽、荅、麻、麥的 } 1 \text{ 石} = 16\frac{2}{3} / 20 / 10 / 15 \text{ 斗} \cdots \cdots \text{多值石制} \\ 3 \text{ 大(石/斗/升)} = 5 \text{ 小(石/斗/升)}, \\ 10 \text{ (大/小) 升} = 1 \text{ (大/小) 斗}, \\ 10 \text{ (大/小) 斗} = 1 \text{ (大/小) 石} \end{array} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} 3 \text{ 大(石/斗/升)} = 5 \text{ 小(石/斗/升)}, \\ 10 \text{ (大/小) 升} = 1 \text{ (大/小) 斗}, \\ 10 \text{ (大/小) 斗} = 1 \text{ (大/小) 石} \end{array}} \right\} \cdots \cdots \text{大石、小石制}$$

(2) 小石系統中的斗和升分別與實行多值制時代的斗和升對應，而大石系統中的斗和升則根據大石對小石的比例 5:3 從新確定。

(3) 從升到斗、從斗到石的十進方式，無論哪個時代都是更普遍的進制。多值制時代對此的偏離，祇是在特定的場合推行。大石、小石制取代多值石制，正是對普遍進制的回歸。

(4) 早期多值石制有其優勢，它使得粟類和稻類兩類主糧在舂成米的前後保持同

⁷³ 陳松長編著：《香港中文大學文物館藏簡牘》，第 58 頁。

⁷⁴ 陳松長編著：《香港中文大學文物館藏簡牘》，第 55 頁。

⁷⁵ 睡虎地秦墓竹簡整理小組：《睡虎地秦墓竹簡》，《釋文部分》，第 70 頁。

⁷⁶ 丘光明：《中國歷代度量衡考》，第 194 頁。編號為量-95、量-96。

樣的度量值，這大概是它使用那麼長時間的原因。

(5) 多值石制對於相關官員來說太麻煩了。而且，這種系統主要在政府倉儲部門及相關事務中實行，這就很容易引起混淆。即使在實行這種制度的時代，這個缺點就顯示出來了。下述嶽麓書院藏秦簡《數》的一個問題（簡 0809+0802，表 2 中的第 16 段），正好說明了這一點：

“……今有禾，此一石舂之為米七斗，當益禾幾可（何）？其得曰：益禾四斗有七分斗之二，為之述（術）曰：取一石者十之而以七為法，它秬程如此。”

通常情形下，多值制下 1 石禾穀（ $16\frac{2}{3}$ 斗）正好舂出 1 石（10 斗）糯米（有時祇寫成米）。但古代官員容易碰到禾穀質量不理想的情形，這時為了得到一石米他們就要增加一些穀子。上述問題正是如此。其中，1 石禾祇舂出 7 斗米，遠遠低於 1 石（10 斗）的正常標準，這時為得到 1 石（10 斗）米就需要增加禾穀，增加量的算法是：

$$16\frac{2}{3} \times 10 \div 7 - 16\frac{2}{3} = 7\frac{1}{7} \text{ (斗)}, \text{ 或 } (10 - 7) \times 16\frac{2}{3} \div 7 = 7\frac{1}{7} \text{ (斗)}.$$

增加的禾穀數量按上述問題的行文方式，應表達為“七斗有七分斗之一”。這與原文給出的答案“四斗有七分斗之二”相差很遠。這個錯誤是不是僅僅因為抄錯導致的呢？三個數字抄錯兩個，這種可能性不大。而從原文給出的術文看，作者是把 1 石禾也視為 10 斗來計算的：

$$10 \times 10 \div 7 - 10 = 4\frac{2}{7} \text{ (斗)}, \text{ 或 } (10 - 7) \times 10 \div 7 = 4\frac{2}{7} \text{ (斗)}.$$

計算結果正好是原文給出的答數（術文有省略，不能判斷古人用的上述兩種中的哪一種）。因此，我們認為題目的答案沒有抄寫錯誤。這就意味著 10 斗禾舂為 7 斗米（這本是一個比正常出米率還高不少的出米率）還被視為太低，而正常的出米率被作者當成了 10/10（作者可能沒有意識到這點）。這自然是荒謬的。造成這一問題的原因正是作者無意中把本來應該是 $16\frac{2}{3}$ 斗的禾一石當成了普遍情況下等於 10 斗的一石來處理了。

這個例子說明，即使在法律被嚴格執行的秦代（或秦國），多值石制也容易引起混淆。而隨著時代的遷移，漢代地方官吏不再像秦代那樣嚴格執行那些對朝廷統治影響不大的法律，這種混淆就會加劇而引起更多的問題。這樣，石的多值制度就有必要改變了。

另一方面，多值石制在官員的俸祿和品秩等方面已經產生影響，這意味著完全回歸到 10 斗一石的標準也有不便。這樣，一種折中的替代方式——大石、小石制度應運而生。新的計量制度採用了多值制中的兩個值，並分別命名：大石維持原來粟類（應是當時最廣泛種植的糧食）的石的值，而小石則保存米的石的值（這也一直是最普遍的石的標準）。這樣，一大石的粟類穀子就正好舂出一小石的米，與多值制下的一石穀子舂出一石米的思想也正相對應。新的計量制度用兩個單位（名稱）表示兩個值，避免了混淆，但沒法兼顧多值石制下稻、菽、荅、麥、麻的值。如果再多用兩個或多個單位（名稱）定義幾種石，固然既可避免混淆，又能兼顧多值石制的很多方面，但單位名目太多，無疑過於複雜。於是大石、小石就施用於其他糧食了。

六、從石的計量制度及相關法規看《九章算術》的社會背景。

中國古代最重要的數學經典《九章算術》第二章開頭說：

“粟米之法：

粟率五十	糲米三十
粳米二十七	粳米二十四
御米二十一	小糲十三半
大糲五十四	糲飯七十五
粳飯五十四	粳飯四十八
御飯四十二	菽、荅、麻、麥各四十五
稻六十	豉六十三
殮九十	熟菽一百三半
藁一百七十五” ⁷⁷	

這裏給出的各種食物的比率，在《九章》全書中統一地使用。除了誤用粳米和粳飯分別代替穀米和穀飯，缺少由稻穀舂出的米和相應的飯外，其他如粟、糲、粳、粳（誤用來代替穀）、菽、荅、麥、麻、稻的比率關係，與秦律規定的一石穀子及由之舂出的米的容量正好一致⁷⁸。這說明《九章》的相關問題，以秦律的實行為社會背景⁷⁹。

儘管《九章》中單位石祇用於表示重量，斛在書中則代替了表示容量的單位石，但多值制的石仍在《九章》中留下影響。商功章第 25 題術文說：

“程粟一斛，積二尺七寸。其米一斛，積一尺六寸五分寸之一。其菽、荅、麻、麥一斛，皆二尺四寸十分寸之三。”⁸⁰

這裏的一斛粟、一斛米及一斛菽、荅、麥、麻的容積各不相同，和早期的石一樣，這裏的單位斛也是根據不同的糧食種類採用不同的容積標準，林力娜（Karine Chemla）教授已注意到這一點⁸¹。除本題外，這組數據還用在該章第 23-24，27-28 題中。可以推算，斛對於粟、米、菽（還有荅、麻、麥）採用的不同標準與上述多值石制中的三個標準正好相同。考慮到其他材料中沒有發現這種多值制在西漢中期以後使用的痕迹，甚至與大石、小石相對應的大斛、小斛也難得一見（陳夢家⁸²提到兩例包含“大斛”的簡：居延漢簡 77.24 簡“□為大斛二斗六升□”，306.2 號簡“□凡大斛二百五十六斛”⁸³，是很罕見的用例），而上引《九章》文字中的“程”字說明這樣的標準可能來源於律程，因此，《九章》斛的多值現象應該是後來把早期多值石制中的石替換成斛時造成的結果。因此，這幾個問題極有可能是在先秦或秦代使用多值石制的背景下首先設立的，在西漢後期整理《九章》的過程它們被稍加改變了。

上述的討論說明《九章》有關食品的大量問題受到行用於秦國、秦代、西漢早期

⁷⁷ 郭書春匯校：《匯校九章算術》第二版，第 69 頁。

⁷⁸ 鄒大海：“從《算數書》和秦簡看上古糧米的比率”。

⁷⁹ 參考鄒大海：“睡虎地秦簡與先秦數學”，《考古》，2005 年第 6 期，第 57-65 頁。English edition: ZOU, Dahai: “Shuihudi bamboo strips of the Qin Dynasty and mathematics in Pre-Qin Period”, *Frontiers of History in China*, Higher Education Press, Springer-Verlag, 2007, Vol.2, no.4, pp.632-654.

⁸⁰ 郭書春匯校：《匯校九章算術》第二版，第 191 頁。

⁸¹ Karine Chemla et Guo Shuchun, *Les Neuf chapitres. Le Classique mathématique de la Chine ancienne et ses commentaires* (Paris: Dunod, 2004), pp.201-205.

⁸² 陳夢家：“關於大小石、斛”。

⁸³ 兩簡分別見謝桂華、李均明、朱國炤：《居延漢簡釋文合校》（上下冊），第 137、501 頁。

的度量衡制度的影響。另一方面，書中不見大石、小石制度的痕迹，雖然在計量容量時採用西漢晚期流行的斛，但這些問題應該主要以早期的社會為設立問題的現實背景。有學者以為斛可能是從王莽時期才使用的，不會比這早很多⁸⁴。從所給出的證據看，最多祇能說明到王莽時期斛才比較流行。因為斛在戰國時期的金文中就已作為容量單位使用⁸⁵，西漢中期司馬遷的《史記》“魏豹彭越列傳”已用斛為容量單位（“彭越復下昌邑旁二十餘城，得穀十餘萬斛，以給漢王食”⁸⁶），因此，如果在王莽時代之前《九章》整理的整理者刻意把既表示重量又表示容量的石區分開來，用斛代替後者，也是可能的。由於石作為容量單位一直用到東漢時期，所以《九章》中石、斛涇渭分明的分工，就顯得很特別，更像是數學家出於一致性的考慮而刻意為之。這樣的理解與劉徽關於《九章》成書的記載⁸⁷是吻合的。當然，是否如此，還需要更多的證據來檢驗。

大石與小石的換算在居延、敦煌漢簡以及香港中文大學藏簡牘中大量出現，編輯包含這類換算問題的算書來教授人們特別是官員學習相應的算法，在當時是需要的。我們可以推論當時應該有這種算書。很遺憾，這些算書早已失傳了。

結 語

從戰國時秦國到漢代，石作為重量單位很簡單，它總是 120 斤。石作為容量和體積單位則比較複雜，並且隨著時代的變遷而發生變化。儘管如此，以 10 斗為一石在每一時期都具有普遍性。在西漢早期以前的政府倉儲部門的事務中，法律的規定形成了一種根據不同糧食的種類採用不同數量標準的多值石制，這種制度容易產生混淆的缺陷導致了大約從西漢中期起採用大石、小石制取代多值石制的局面。大石、小石制度後來為單一的斛制所取代。《九章算術》有關食物換算的問題雖無多值石制的直接使用，但以反映多值石制的法律為社會背景；而書中少數涉及多值斛制的問題，則是早期多值石制下的問題在後來整理時由於以斛代石的結果。這種情形與劉徽關於《九章算術》成書的記載是一致的。《九章算術》關於食物換算的問題受多值石制及相關法律的影響而較少直接反映這一度量制度，這在體現中國古代數學以社會實際為背景的同時，還體現了數學家更關注其中數量關係的傾向。

⁸⁴ Loewe, Michael, “The Measurement of Grain during the Han Period”, *T'oung Pao*, 49 (1961), pp. 64–95.

⁸⁵ 如《殷周金文集成》（修訂增補本）第二冊（中華書局，2007 年）5.2701 號有“谷（容）一斛”字樣。

⁸⁶ 史馬遷：《史記》，中華書局，1963 年，第 2592 頁。

⁸⁷ 關於解讀劉徽對《九章》成書的記載，參考以下文獻：[1] 郭書春：《古代世界數學泰斗劉徽》，山東科學技術出版社，1992 年，第 94-105 頁；[2] 鄒大海：《中國數學的興起與先秦數學》，河北科學技術出版社，2001 年，第 126-161 頁；[3] 鄒大海：“睡虎地秦簡與先秦數學”，《考古》，2005 年第 6 期，第 57-65 頁；[4] 鄒大海：“出土簡牘與中國早期數學史”，《人文與社會》學報，第 2 卷第 2 期（2008 年 6 月），第 71-98 頁。