

城市桥梁设计的基本原理

В. Н. 普斯托尔斯基 著

黄京群 蔣煥章 史尔毅 合译



人民交通出版社

城市桥梁设计的基本原理

Е. И. 普斯托尔斯基 著

黄京群 蔣煥章 史尔毅 合譯

人民交通出版社

本書系統地論述了城市桥梁在初步設計阶段中所进行的設計工作。
这項設計工作的內容是：工程的依据，桥位路綫的选择，桥孔及誼治构造物的計算，桥型的選擇和比較方案的編制等。

本書可供桥梁設計人員以及作畢業論文的学生參考。

本書第五、七、十二各章由史尔毅譯出，第六章由蔣煥章譯出，其余各章由黃京群譯出，并由黃京群負責通校。

城市桥梁設計的基本原理

Е. И. ПУШТОРСКИЙ
ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ
ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ГОРОДСКИХ МОСТОВ

ИЗДАТЕЛЬСТВО
МИНИСТЕРСТВА КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА РСФСР
Москва — 1956

本書根据俄罗斯苏维埃联邦社会主义共和国公用事业部出版社

1956年莫斯科俄文版本譯出

黃京羣、蔣煥章、史尔毅 合譯

人 民 交 通 出 版 社

(北京安定門外和平里)

北京市書局出版各書書號可照出字第006號

新 華 書 店 發 行

北 京 市 印 刷 三 廠 印 刷

1959年10月北京第一版 1959年10月北京第一次印刷

开本850×1168¹/₃₂ 印张：10³/₈张 插頁4

全書：320,000字 印数：1—1500册

統一書号：15044.1295

定价 (10)： 1.80 元

目 錄

作者的話	5
第一章 初步設計的目的和內容	6
§ 1. 初步設計的編制	6
§ 2. 初步設計的內容	7
第二章 工程的依据和路綫的選擇	9
§ 3. 根据運輸計劃条件确定工程及選擇路綫	9
§ 4. 当地水文、地質及地形条件的影响	24
第三章 桥渡水文学	30
§ 5. 概論	30
§ 6. 流量曲綫的繪制和外延	30
§ 7. 統計法及保証率曲綫	33
§ 8. 有觀測流量系列和一个系列以外的罕見頻率的 最大流量时計算流量的推求法	38
§ 9. 降雨洪水的保証率曲綫	38
§ 10. 最高水位的保証率	41
§ 11. 无水文觀測資料时流量的推求法	44
第四章 桥渡水力学	68
§ 12. 原始資料	68
§ 13. 計算流速的选定和桥下需要面积的求法	68
§ 14. 桥梁孔徑的求法	72
§ 15. 开挖与冲刷	73
§ 16. 桥前背水及浪高	81
§ 17. 山麓半山河流上的桥梁	84
§ 18. 处于背水中的桥孔	84
§ 19. 非永久性水坝附近的桥梁孔徑	87

§ 20. 河灘上的桥孔	88
§ 21. 孔徑的近似計算法	93
§ 22. 按通航条件对流速的驗算	94
§ 23. 根据形态資料定桥中綫方向	94
第五章 調治構造物	96
§ 24. 概論	96
§ 25. 导流堤	97
§ 26. 梨形填土(梨形堤)	105
§ 27. 导流堤与桥台的連接	105
§ 28. 导流堤边坡陡度及加固	109
§ 29. 丁坝	113
§ 30. 挑水坝(为历史最高水所淹沒的丁坝)	114
§ 31. 隔堤	116
§ 32. 山区河流上的調治構造物	116
第六章 桥渡地質学	120
§ 33. 对地基土壤的要求	120
§ 34. 原始資料	121
§ 35. 岩石	124
§ 36. 岩石的一般特征	129
§ 37. 岩石的技术分类	132
§ 38. 主要的地質技术指标	134
§ 39. 地基土壤稳定性的判断	135
第七章 桥渡一般尺寸的选定	147
§ 40. 計算水位	147
§ 41. 桥下淨空	150
§ 42. 桥孔划分及其依通航及經濟要求的布置	154
§ 43. 城市桥梁的淨空及荷載	157
§ 44. 桥梁寬度的选定	164
§ 45. 構造物各部位置与水位間的关系	170

§ 46. 桥渡縱剖面及平面的要素	170
第八章 城市桥梁構造型式的選擇及其主要尺寸的选定 ...	172
§ 47. 总論	172
§ 48. 适于采用的構造型式	175
§ 49. 桥墩台的基底与基础	187
§ 50. 結構型式的選擇	193
§ 51. 桥梁結構主要尺寸的选定	204
§ 52. 鋼筋混凝土拱桥的墩台	232
第九章 城市桥梁的技术經濟指标	233
§ 53. 总論	233
§ 54. 梁式及拱式上部構造	239
§ 55. 梁式桥的墩台	248
§ 56. 拱桥的墩台	257
§ 57. 最适当跨径的求法	265
第十章 建筑美术的考虑	281
§ 58. 概論	281
第十一章 比較方案的編制	289
§ 59. 总論	289
§ 60. 基底型式合理性的决定	290
§ 61. 桥的工程(几何)体积的求法	292
§ 62. 桥梁工程結構換算体积的求法	294
§ 63. 桥墩体积的驗算及樁数的求法	295
§ 64. 桥渡整体設計的示例	296
§ 65. 桥的提高或降低	309
第十二章 桥的引道	312
§ 66. 总論	312
§ 67. 引道的縱橫断面	312
§ 68. 行車道寬度	316
§ 69. 人行道及行車道路面	318

§ 70. 电車道的鋪設	319
§ 71. 排水	322
§ 72. 有边坡的填土路堤或引道	323
§ 73. 擋土牆內的及在棧橋上的引道	327
参考文献	328

作 者 的 話

桥梁建筑的一般問題在我国的書刊中已有广泛的論述。計算方法和構造設計在許多經典著作中也已加以說明。同时对于那些象桥渡路綫選擇、桥梁及与其相适应的構造物的可能图式的編制、在已定条件下最适当的桥型决定等重要的綜合性总体工作，在專門的著作中几乎很少論及。

其实所有这些問題都是城市桥梁初步設計中不可缺少的部分。在設計的这一阶段，誕生了構造物的真实形状并确定了它的主要参数，根据这些参数进一步作結構的詳細設計。

作者在本書中企图給設計者提供一本有系統的为編制初步設計用的参考書。

本書不再論述桥梁結構及其詳細計算方法，因为如上所述这些題目已有相应的著作。

因此本書給出了解决水文学和地質学方面的問題的实用建議，將來構造物的特性有很多地方是与水文学及地質学有关的。闡明这些問題的各章，是已发表于各書刊中的資料的簡要說明，它可以作为参考材料。

本書其余部分反映了設計單位在城市桥梁設計方面的多年活动經驗。

此外，本書还有些篇幅第一次論述有关城市桥梁的經济技术指标及其在編制比較方案时的应用等問題。这些都是作者多年研究工作的成果。利用桥梁經济技术指标，就能大大縮減設計的繁重工作并更有根据地選擇較好的方案。

第五章及第七章是H. A. 雅尔切夫工程师撰写的，第八章的第45及51兩节是A. M. 奥斯特罗維切夫工程师撰写的。

第一章 初步設計的目的和內容

§ 1 初步設計的編制

我們知道，任何复杂構造物的設計可分为三个阶段：初步設計、技术設計和施工詳图。头两个阶段和有时第三个阶段，需先作詳細程度不同的勘测工作搜集原始資料。

在初步設計中应决定工程的技术可能性和經濟合理性。初步設計的內容及其編制方法，都是服从于这些任务的。因为在設計一个構造物时，总可有几个解决方案在不同的程度上滿足構造物的目的，所以需要編制几个比較方案，从滿足上述任务的观点来加以分析和比較。这就产生所謂比較設計，比較設計用于桥渡尤其是城市桥渡，自有它一套方法。这里必須指出，如果技术設計决定構造物的全部和最后的总造价，而施工詳图給出其施工的可能性，那末初步設計就确定了待修建造物的所有技术上和經濟上的原則，因此在社会主义經濟的条件下，初步設計是具有特殊意义的。

城市桥渡的初步設計解决下列几个問題：

1) 从經濟观点及与从不断改善居民生活的城市建設的观点着眼，找出本工程对国民經济的必要性的依据；

2) 从上述观点出发，选出桥渡路綫，此路綫必須是造价最廉的方案，同时又必須符合城市的规划，因此也就是对居民最便利的；

3) 全部解决从桥孔中宣洩河流流量的任务以保證構造物在其修成后一定计划年限中的可靠性，和通航或其他运输（如果是跨綫桥）的便利和安全；

4) 說明足以保證構造物可靠性的桥渡地質条件，并选定造价最小的墩台型式；

5) 计划决定修的構造物的構造，也就是作出構造物的簡图，选定材料和形式，并証明同时考虑經濟以及考虑將实用建筑变成城市裝飾的那种建筑形式的技术实现的可能性。

§2 初步設計的內容

城市桥梁初步設計編制的目的也决定了它的內容。

在初步設計中，要說明缺少桥渡或現有桥渡的通过能力不足对国民經济所造成的損失，現有的与按城市发展条件在一定計算年限所必需的通过能力，以作为修建工程的根据。如在城市总规划中的一样，这个計算年限一般是15~20年。

由于所需要的通过能力，还要解决修建一座寬桥或兩座窄桥那一种合宜、桥梁在河濱正面的布置和桥梁必要寬度的計算（一座桥或兩座桥的）等問題。

最重要的是决定桥梁的永久性的程度。为此要說明宜于作一次巨额投資修建服务年限長的桥梁，还是相反地宜于修建临时性構造物。

同时要选定計算荷載和桥上敷設管道（弱电力电纜、电灯电纜与煤气管等）的种类。

城市桥渡的基本要求要服从交通運輸計劃条件。

初步設計中决定的路綫应符合城市的总体规划，并应保証兩岸之間过河交通運輸的便利和通暢。在計算洪水通过时，保証桥梁的安全和通航便利的問題也要同时解决。可是并不是每一个桥渡路綫都能滿足这些要求，所以在初步設計中也要根据这些观点提出决定方案的根据。

桥渡具有的工程地質和地形条件虽然是从屬的，但是意义重大，这些条件在一定程度上影响構造物的造价。在初步設計的相应篇幅里，說明了所有这些条件的正确結合。

初步設計中在桥渡水文和水力方面要完备无缺地說明河流的流量、水位和流速等水情，以及河床在天然状态下的变形过程，并預測在桥梁修成后的河床变形过程。同时还要解决桥位設計中的另一个重要問題，那就是决定桥梁的孔徑和必要的調治構造物的基本图式。对桥孔所采用的流速不但是对通航有意义的水面流速，而且还要考虑到不危及構造物的河床变形的容許值而采用的平均流速，都須說明其根据。

建桥的結果，由于水流受到約束，桥前將发生背水。在初步設計中，也要說明背水对構造物本身及其附近地区的影响。

桥位工程地質条件敘述的詳細程度要能使人明瞭河谷形成的历史，河谷土壤的成分和性質，桥位上水文地質情况，以及有无滑坡、溶洞等其他現象或产生这些現象的可能性。

所进行的測量及調查結果的資料应列入初步設計中，以便选定構造物的适当靜力图式，决定基底土壤的容許承压力和拟定保証構造物在該工程地質条件下的穩定性措施。

橋、桥渡的構造設計方案，是初步設計中最后和主要的一篇。在这篇里說明桥渡自然条件的分析及其要求，并根据这些来选定在技术上、經濟上和美观上最适当的桥梁以及引道和附屬構造物的構造。

如前面已經指出的，在选择复杂構造物的構造时，需要編制几个比較方案。各方案在構造、計算和經濟方面的研究比較，也是初步設計这一篇的內容之一。在最后总结中选定一个方案并算出其造价。此外还要編出施工組織的推荐原則性方案，因为它在很大程度上决定着構造物的造价。

第二章 工程的依据和路綫的选择

§3 根据运输计划条件确定工程及选择路綫

当城市中缺少永久性桥渡或原有的桥梁不能满足交通要求（由于城市人口的增長，新地区的开拓，新工业企业的兴建，新住宅和公用房屋的兴建等）时，就有新建城市桥梁的必要。

我們知道，在社会主义社会里，城市是有计划地增長和发展的。决定这种多年（到15~20年）发展的基本文件，是政府批准的城市总体规划。城市发展计划在实现过程中，规划会有改变并加以修正，但其总的佈置通常是保持不变的。

因此，总体规划是所有各种城市工程建設的原始文件。

总体规划在其他任务中还解决有关将来跨越河流的桥渡或跨越現有通航水道的問題。可是跨越河道或航道桥渡的修建，是服从于一定的步驟的。总体规划所列出的任何一座桥渡工程的必要性和時間性，桥梁設計者在初步設計阶段应予确定。这时必須考虑到从編制总体规划时起城市生長中所发生的变化和对桥位地点可能进行的一些修正或需要另一种的工程修建步驟。

首先設計者应当确定現有桥渡的交通量（考虑到各种类型車輛在一晝夜內最頻繁時間和季节性的交通量）。根据这些数据說明現有桥渡的通过能力的不足。

在城市沿着河流扩展的情况下，車輛被迫要多行駛些路程才能过桥。交通量不大时，这种損失还不大，但交通量增長时，这种損失就大为增加，因此在說明新桥渡的依据时，必須注意这一点。还要考虑到桥梁或渡船通过能力不足时所造成的車輛拥挤停滯的損失。在渡船的情况下，这种損失就特別大，一年能达几万盧布，因为按照我国大部分城市的气候条件，渡船在一年中有兩次（春季流冰和秋季流冰）完全停駛。

所有这些計算都要以目前交通量的調查結果并考虑到交通量按总体规划的远景发展为根据。

还有，視預計長远交通量的大小，根据修筑任何一种桥渡的费用和在維持現有狀況下对国民經济的損失，来解决在当时情况下究竟修建那种桥渡的

問題：渡船、浮橋，固定的木橋或永久性橋。

必須指出，在我國城市建設速度增長很大的情況下，臨時性方案（渡船，所有各式木橋）遠不能滿足需要，在大多數情況下，還是偏重採用永久性橋梁。只有對於很大的河流，修築永久性橋梁需要幾千萬甚至幾億盧布，或在不重要的居民點才可修建臨時性橋渡或加強現有橋渡。

進一步要說明的是：修建一座較寬的橋或兩座狹的橋或加寬原來的橋（如可能的話）的必要性的依據。

顯然，在這種情況下，寬度不同的橋梁造價及其相應的交通匯集地區將是決定性的因素。

如果採用建造兩座橋梁的方案，則必須說明兩座橋間隔距離大小的依據。

兩橋之間的間隔，應不小於這樣的距離，即在這樣的距離時，車輛多駛里程所耗費用等於一座寬橋與兩座狹橋造價之差。對所決定的方案須加以修正的另一因素是居民的便利。居民便利的因素由橋渡對城市區域的服務性能系數來決定，此系數應不低於與城市運輸設計時所適用的“運輸網密度”概念相類似的一定的極限。

穿越河流的交通量可以根據城市總體規劃確定之，在總體規劃中一般給出由兩岸匯集到河流去的主要運輸流向。這個資料表現為在最頻繁時刻（最大交通量）中每小時的客運量與貨運量或“換算汽車”的數量。各種不同型式的車輛換算為小汽車的依據是這樣的，由於各種車輛的尺寸、速度與剎車距離都不相同，因此在單位時間內通過橋梁橫截面的車輛數量也就不一樣。例如通過一輛無軌電車在時間上相當於通過三輛小汽車，因此無軌電車的換算條件等於3。各種車輛換算系數見表1。

城市運輸工具的換算系數

表 1

車 輛 名 稱	換 算 系 數
小汽車	1
載重量1~3噸貨車	1.25~1.5
載重量3~5噸貨車	1.5~1.8
載重量大於5噸貨車	2.0
載客量40人的公共汽車	2.0
載客量50人的公共汽車	2.5
無軌電車	3.0 ①

① 見E. E. 紀卜西曼與A. Я. 斯洛波德契科夫著“城市橋梁規劃”，俄羅斯蘇維埃聯邦社會主義共和國公用事業部出版社，1955年版。

桥上一股汽车道每小时可通过1100~1200辆换算汽车。

桥头广场如设有转弯,则每车道的通过能力按其转变形式和交通管制方法予以降低。

通过能力的计算法详见 E. E. 纪卜西曼与 A. Я. 斯洛波德契科夫合著一書^①。本章介绍了該書中的一些資料。

已知设计交通量和現有桥梁宽度以后,可以决定是否需要新建桥梁还是改建旧桥。

車輛多駛里程可用超駛系数求得之:

$$k = \frac{l_0}{l_B}$$

式中: l_B ——位于兩岸两个小分区間的空中直线距离;

l_0 ——在上述小分区間經過現有桥梁或设计桥梁的实际行駛路綫的距离。

表 2

小分区编号 小分区编号	1	2	3	4	5	共 計
1	—	—	$\begin{matrix} l_0 = \\ l_B = \\ k = \end{matrix}$	$\begin{matrix} l_0 = \\ l_B = \\ k = \end{matrix}$	$\begin{matrix} l_0 = \\ l_B = \\ k = \end{matrix}$	$\begin{matrix} \Sigma l_0 = \\ \Sigma l_B = \\ k = \end{matrix}$
2	—	—	$\begin{matrix} l_0 = \\ l_B = \\ k \text{ 实} \end{matrix}$	$\begin{matrix} l_0 = \\ l_B = \\ k = \end{matrix}$	$\begin{matrix} l_0 = \\ l_B = \\ k = \end{matrix}$	$\begin{matrix} \Sigma l_0 = \\ \Sigma l_B = \\ k = \end{matrix}$
3	$\begin{matrix} l_0 = \\ l_B = \\ k = \end{matrix}$	$\begin{matrix} l_0 = \\ l_B = \\ k = \end{matrix}$	—	—	—	$\begin{matrix} \Sigma l_0 = \\ \Sigma l_B = \\ k = \end{matrix}$
4	$\begin{matrix} l_0 = \\ l_B = \\ k = \end{matrix}$	$\begin{matrix} l_0 = \\ l_B = \\ k = \end{matrix}$	—	—	—	$\begin{matrix} \Sigma l_0 = \\ \Sigma l_B = \\ k = \end{matrix}$
5	$\begin{matrix} l_0 = \\ l_B = \\ k = \end{matrix}$	$\begin{matrix} l_0 = \\ l_B = \\ k = \end{matrix}$	—	—	—	$\begin{matrix} \Sigma l_0 = \\ \Sigma l_B = \\ k = \end{matrix}$
						$\begin{matrix} \Sigma l_0 = \\ \Sigma l_B = \\ k = \end{matrix}$

① 見 E. E. 纪卜西曼与 A. Я. 斯洛波德契科夫著“城市桥梁规划”, 俄罗斯苏维埃联邦社会主义共和国公用事业部出版社, 1955年版。

城市中被河隔开的兩部分之間的平均行駛距離按表2計算出來。

表中計算出兩岸上每一對區域的 $l_0 l_B$ 的數值。例如表2中假定1區和2區位於河的一岸，3區、4區和5區位於另一岸。

逐欄算出 Σl_0 和 Σl_B ，然後將最後一欄算出總和。計算的結果求得在橋梁（或幾座橋梁）的這種布置情況下的總超駛係數為：

$$K = \frac{\Sigma \Sigma l_0}{\Sigma \Sigma l_B} \quad (A)$$

橋梁位置可以選定有當超駛為最小時的位置。

已知一車-公里或一人-公里的運價後，可以求出在該種橋梁布置的情況下，由於超駛所造成的國民經濟的損失。

Е.Е.紀卜西曼和А.П.斯洛波德契科夫推薦用下列圖解法以決定橋梁的位置（圖1）。

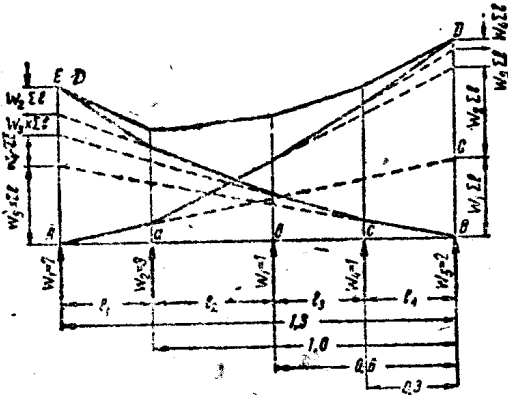


圖1 決定橋梁位置的圖解法

在水平橫綫上畫出河流直綫河段的長度AB；運輸流量 W_1 、 W_2 、 W_3 、 W_4 、 W_5 分別在A、a、b、c及B各點匯集到河邊。

求出橋梁位於B點時每股運輸股流的運輸工作情況，即：

運輸流量 W_1 為： $T_1 = W_1(l_1 + l_2 + l_3 + l_4)$ ；

運輸流量 W_2 為： $T_2 = W_2(l_2 + l_3 + l_4)$ ；

運輸流量 W_3 為： $T_3 = W_3(l_3 + l_4)$ ；

運輸流量 W_4 為： $T_4 = W_4(l_4)$ ；

運輸流量 W_5 為： $T_5 = W_5 \cdot 0 = 0$ 。

將所求得的數值量在B點的縱坐標上。例如AC綫即表示橋梁位於A、a、

b, c及B点时运输流量 W_1 的工作, AD綫則表示当桥梁位于上述各点时所有左边运输流量的工作。用同样的方法給出BE綫。

AD綫和BE綫的縱坐标总和, 是当桥梁位于A到B点时所有运输流量的全部工作。这总和以ED綫表示之, 它在a点为最小(指本示例情况)。因此桥梁应当設在a点附近地区。桥位路綫可根据规划条件以及地形、地質及水文条件进一步加以修正。

桥梁座数的决定与每座桥上的車道数有密切的关系, 車道数可按E.E. 紀卜西曼与A.Я. 斯洛波德契科夫的公式求得之:

$$P = \sqrt{\frac{K[(\Delta + \gamma_1)C_1 + C_2]W^2\eta^2L_M + K[(\Delta + \gamma_2) \cdot C_{1\Pi} + C_{2\Pi}]W^2\eta^2L_{\Pi}}{2aA \cdot a^2 \cdot N_1^2 \cdot W_2}} \quad (B)$$

式中: K——表示行駛距离特性并与桥梁位置有关的系数。在棋盤形式规划时可采用8~10, 有对角綫干綫时采用12~16;

Δ ——投資的效果系数, 等于0.06—0.10;

γ_1 ——桥梁折旧提成的百分数(以工程造价百分数計);

γ_2 ——引道折旧提成的百分数(以工程造价百分数計); γ_1 及 γ_2 可采用0.02;

C_1 ——决定桥梁單位的工程造价的系数(盧布);

$C_{1\Pi}$ ——决定引道單位的工程造价的系数(盧布);

C_2 ——每年保养費用, 以桥梁工程造价的%計。可采用下值:

木桥——5~8;

鋼桥——1.5~2.5;

鋼筋混凝土桥——1;

石桥——0.5;

$C_{2\Pi}$ ——对擋土墙內的引道为1;

W——最大換算运输量, 輛-小时;

η ——考虑各股运输流量在桥梁之間可能分配不平均性系数;

L_M ——桥梁長度, 公尺;

L_{Π} ——引道長度, 公尺;

N_1 ——車道的通过能力, 輛-小时;

A——河段長度, 公里。

假定按上述平均数值計算, 并假定在棋盤形规划情况下采用鋼筋混凝土

桥，則紀卜西曼与斯洛波德契科夫公式可演变成下列简化公式：

$$P = \frac{\eta \sqrt{\frac{W}{A}} (C_1 L_M + C_{1n} L_n)}{73 N_1} \quad (B')$$

这时桥梁的座数为：

$$n = \frac{W \cdot \eta}{N_1 \cdot P \cdot a}, \quad (B)$$

式中： a ——考虑车道数增加时通过能力减少的平均系数。

- 一车道—— $a=1.0$;
- 二车道—— $a=0.9$;
- 三车道—— $a=0.82$;
- 四车道—— $a=0.74$ 。

C 数值（即桥梁造价）的概略数字可从表3及表4求得。表3及表4所列为按其结构的复杂类别及不同的跨越空间每一立方公尺的单位造价。

在不同桥梁高度 H （公尺）及不同复杂类别（虚布/立方公尺）情况下跨越空间的桥梁构造每一立方公尺的单位造价

表 3

高 度 H	复 杂 类 别				
	I	II	III	IV	V
8	293	270	225	163	113
9	288	266	222	166	111
10	284	262	218	163	109
11	278	257	214	160	107
12	273	252	210	157	105
13	269	248	207	155	103
14	264	244	203	152	101
15	260	240	200	149	100
16	255	235	196	146	98
17	250	230	192	144	96
18	245	225	188	141	94
19	240	222	185	139	92
20	235	217	181	135	90
21	230	214	178	133	89
22	225	209	174	130	87
23	220	204	170	127	85