

钢筋混凝土结构的模板

M. 烏森倪 著
继 焱 校

郑双穗 译

中国工业出版社

鋼筋混凝土結構的模板

B. M. 烏 森 科 著
郑 双 穗 译 倪 继 淼 校

中国工业出版社

本书全面系统地介绍了装配式与整体式结构模板的各种基本问题。第一部分，阐述了模板使用上的一般问题，如模板的成本、模板的周转、模板的分类，以及模板按其单位用量对比评定方法等。第二部分，主要介绍了装配式结构用的几种典型模板，如一般常用的装卸钢、木模板、无底侧模、阴模、振动模和振动压模等。第三部分，叙述了几种整体式结构用的工具式模板，如滑动模板、拆移式模板、移动提升式模板等。

本书可供土木工程师、设计人员和施工人员参考。

В.М.УСЕНКО

ОПАЛУБОЧНЫЕ ФОРМЫ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛИТЕРАТУРЫ ПО
СТРОИТЕЛЬСТВУ И АРХИТЕКТУРЕ

МОСКВА—1956

* * *

钢筋混凝土结构的模板

郑双穗 译

倪继淼 校

*

中国工业出版社建筑图书编辑室编辑（北京修业胡同10号）

中国工业出版社出版（北京修业胡同10号）

（北京市书刊出版事业许可证出字第110号）

中国工业出版社第一印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 $850 \times 1168^{1/32}$ ·印张 $6^{15/16}$ ·字数176,000

1962年4月北京第一版·1962年4月北京第一次印刷

印数0001—3,100·定价(10-6)1.10元

*

统一书号：15165·1346（建工-178）

原 序

装配式与整体式钢筋混凝土结构在苏联各个建筑部门中应用得很广泛。装配式钢筋混凝土结构与整体式的相比，前者是最先进的结构。在工业建筑与民用建筑中采用装配式钢筋混凝土结构，可以节约金属，减少木材用量，提高劳动生产率，加快施工进度。

此外，采用装配式钢筋混凝土结构可以保证最大程度的建筑工业化。因为这种结构是在机械化工厂或露天预制场制成，所以在现场施工时只需将预制构件进行装配、并用起重机进行架设即可。还必须指出，如采用装配式钢筋混凝土结构，则冬季浇灌混凝土的困难就不存在了。

正因装配式钢筋混凝土结构具有这许多优点，所以这种结构的生在苏联正在逐年增长。苏联共产党第二十次代表大会关于苏联发展国民经济的第六个五年计划的指示，规定1960年的装配式钢筋混凝土结构和配件的产量比1955年增加约4.8倍。

装配式与整体式结构均需用模板来制造，因此模板的型式或构造，对制品的质量和成本大有影响。此外，模板的选择也取决于制造装配式与整体式结构所采用的工艺方案。制造装配式钢筋混凝土结构时广泛采用金属模板、钢筋混凝土模板（阴模）和木制模板。制造整体式钢筋混凝土结构则以木材为模板的主要材料。

减少装配式结构的模板金属用量，以及减少整体式结构的模板和支撑的木材用量，对降低钢筋混凝土结构的成本具有极大的意义。降低模板工程的劳动量亦是一个重要问题。

降低模板的成本，以及研究改进这些模板的类型，一直是建筑工作者的重要任务之一。这一点可由下列事实来充分说明：目

前用于制造整体式鋼筋混凝土結構的模板木材用量，已比1931年降低了三分之二以上。

在改进装配式結構的模板方面，建筑工作者已获得很大的成績。現在，这种模板已逐步成为一种制造鋼筋混凝土制品的工艺设备（如压模、孔道形成器等等）。在制造装配式結構时，亦沿用了整体式結構的模板（如滑动模板）的某些原理。

本書叙述装配式与整体式結構的模板的各种基本問題，并介绍苏联施工单位和企业生产装配式鋼筋混凝土的先进經驗。在个别情况下，还简要地介绍一些国外有价值的模板处理方法。

書中第一部分闡述模板使用上的一般問題，例如模板的成本、模板的周轉、混凝土表面层的完整、模板的分类，以及模板按其单位耗用量指标的对比評定方法。

書中第二部分闡述露天預制場或工厂采用机組流水作业法制造鋼筋混凝土結構的各种模板。本篇并不包罗所有各种类型的模板，而仅是最典型的模板。例如書中并未提到制造鋼筋混凝土管子、軌枕，以及已成为企业主要工艺设备組成部分的其它的模板結構。

書中第三部分闡述修建整体式鋼筋混凝土房屋和构筑物中应用最广的各种类型模板。在这一篇中特別注意到应用不太合理但还用得很广泛的拆移式模板木材的节约問題。在这一篇中也提供了模板耗用量对比評定以及模板周轉計算的方法，以便在設計各种鋼筋混凝土結構的房屋和构筑物时，能考虑到这些指标对模板成本的影响。

目 录

原序

上 篇 模板的一般問題

第一章	模板的經濟問題	(1)
第二章	模板的周轉	(7)
第三章	模板对混凝土表面层質量的影响	(15)
第四章	模板的分类	(22)
第五章	模板及其所用材料的单位耗用量	(28)

中 篇 装配式結構的模板

第六章	有底板和側板的模板	(40)
第七章	側模(无底)	(65)
第八章	阴模	(72)
第九章	振动模和振动压模	(81)
第十章	特种类型的模板	(93)

下 篇 整体式結構的模板

第十一章	拆移式模板	(98)
第十二章	滑动式(豎向移动)模板	(137)
第十三章	提升式模板	(153)
第十四章	滾动式(水平移动)模板	(183)
第十五章	鋼筋混凝土(构造性)模板	(208)

上 篇 模板的一般問題

第一章 模板的經濟問題

每一立方米鋼筋混凝土結構和制品所需的模板和模板作业的費用有相当大的伸縮範圍。这些費用的大小取决于所澆制結構的类型及其复杂程度、模板的型式、使用模板的方法，以及制造模板的材料。

装配式鋼筋混凝土結構和制品的模板費用是由材料費用、模板的制作及装拆等作业費用所組成。因此，鋼筋混凝土制品的橫截面尺寸或厚度愈小，鋪設每一立方米制品的模板所需的材料用量就相对地愈大。

装配式鋼筋混凝土結構的模板可用木材或金屬制成，在某些情况下也可用鋼筋混凝土制成（如阴模）。

木制模板容易变形和损坏，这主要由于蒸汽养护制品时模板膨胀，拆模后模板又干縮，膨胀与干縮交替进行的緣故。在大量制造装配式鋼筋混凝土結構制品时，木制模板經過一定时期后便需更換。根据許多工厂和露天預制場的資料，木制模板經過10~15次周轉后就不适用了。按照这样的模板周轉次数，則每一立方米鋼筋混凝土制品的木材耗用量为0.03至0.08立方米。

在国外（捷克斯洛伐克、匈牙利）的實踐中，在制造装配式鋼筋混凝土結構时，模板由刨光的木板很細致地做成，因而周轉率达到50次或50次以上。

模板和模板作业的費用，在各种制品的成本中所占的比重也不一样。例如鋼筋混凝土梁和柱的木模板費用（包括拼装及拆模）平均为8%，而鋼筋混凝土鋪板和板材的木模板成本則为每

一立方米制品成本的14%^①。

降低木制模板的費用（按單位制品計），主要依靠改进各种模板的結構，以延長它的使用期限。例如木制模板的側板用角鋼或槽鋼予以加强；在模板里面包上屋面鉄皮等。模板經過这样加强后，可以使用至200次而不致损坏或变动尺寸。为易于拆模而加涂的潤滑油，其質量和种类对保持木制模板的完整性具有很大的意义。

金屬模板比木制模板具有更多的优点，它耐久，尺寸不会变动。精制的金屬模板，可以制造500件或500件以上的制品而不降低其質量。不过制造金屬模板需用大量金屬材料。

在許多情况下，金屬模板的重量几乎达到所澆制品本身的重量。可以肯定地說，随着鋼筋混凝土制品尺寸的增大，金屬模板的重量亦随之增加。

移动很重的模板会无偿地浪費很多电力，因此在選擇工厂或露天預制場的运输設備和起重設備的功率时，必須考虑到这一点。

为了降低鋼筋混凝土制品的成本，必須尽可能地減少金屬模板的“贅重”。采用傳送带生产法时，装置模板小車所需的鋼材就特別多。在采用傳送带生产的工厂中，具有側板的模板小車成本^②，約占机器和設備的总成本50%。大大減少模板小車的数量，首先是大大縮短鋼筋混凝土制品热处理的循环時間，或者根本不热处理而采用快硬水泥，就可降低模板小車的成本。

尽管金屬模板的最初費用較大，但是，只要能正确使用并提高其周轉率，則在單位产品（每一立方米的鋼筋混凝土制品）的总成本中，模板費用所占的比重（按照莫斯科各工厂的資料）不会大于3.4%。这正是金屬模板胜过木制模板的地方。

① B.Б.巴巴耶夫著的“用拼合板制的厂房屋盖”“笨重費力作业的机械化” 1954年，第11期。

② А.И.苏尔和Г.Д.馬里耶高夫著的“装配式鋼筋混凝土工厂的工艺方案經济比較”。“莫斯科市政設施”1955年，第4期。

整体式钢筋混凝土房屋与构筑物大都采用工具式木制模板来建造。正如下面将指出，模板费用在整体式结构造价中占很大部分。

根据国家定型设计及技术研究所在分析设计方案及决算资料时所得的数据，在表 1 中列出以百分率计的柱、梁、板的模板比较费用（柱、梁、板的一立方米相应结构比较）。

模 板 费 用

表 1

结构名称	横截面尺寸(米)	每一立方米结构成本中 模板费用所占的%
梁	0.4×0.2 0.5×0.2 0.6×0.3 0.7×0.3	9.2~12.8
柱	0.3×0.3 0.4×0.4 0.6×0.4 0.7×0.4	10.8~18.5
板	厚度 0.08 0.1 0.12 0.14	8.2~16

模板费用按周转五次计算，不计支撑费用，但计入了材料回收费用。根据建筑单位的决算资料，肋形楼盖和无梁楼盖的模板费用占结构成本13%~18%。但将铺设支撑（支柱、嵌板）的费用考虑在内，模板费用就提高到25~30%，而在个别情况下（如薄壁结构和框架结构）则还要高。因此非常明显，降低建筑造价的根本办法就是转向采用装配式钢筋混凝土结构。

表 2 中所列的资料说明水工构筑物中模板所占的比重。

水工构筑物中模板的比重*

表 2

构筑物种类	在所浇混凝土的成本中模板费用占的%
实心壩	34~42
小桥墩	39~60
墙、堤壩、块体	15~31
閘門	29~35
水电站建筑物	48~62

*B. B. 叶尔莫洛夫和Г. Д. 彼得洛夫著的“水电站实心构筑物的模板”，国家电力出版社，1954年版。

按照 B. H. 叶弗利莫夫^①的资料，在修建混凝土和钢筋混凝土水工构筑物时，模板和模板作业的费用占全部造价的20~30%。

上述资料证明必须大大降低水工构筑物的模板费用。这种构筑物的模板需要从结构上作重大改进，因为模板的设计至今还有很大的浪费现象。在计算模板构件时，不考虑模板对混凝土浆侧压力的实际作用，而是采用了过大的安全系数。大型混凝土块体的模板拼合板做得太重、过于坚固。

对于整体式钢筋混凝土结构，铺设模板的费用系由下列各项费用组成：

- (1) 制作模板（包括木料、固定构件、劳动力及机械等费用）；
- (2) 架设模板（包括水平的及竖向的运输）；
- (3) 拆模及修理模板（包括修理模板时所耗用的材料费用和劳动力费用）。

在计算模板费用时，应将混凝土工程完工后有用的剩余回收材料考虑在内，因为它还可用在建筑工程的其它地方。在结算剩

① B. H. 叶弗利莫夫著的“水电站的混凝土与钢筋混凝土工程的施工”国立动力出版社，1949年版。

余回收材料总数时，今后尚利用的材料应按原价的50%估价，而不能利用的木料和金属可分别按木柴或废铁估价。

每一立方米整体式钢筋混凝土结构的模板，其所需的木材用量视房屋和构筑物的类型而有很大的变化。例如对肋形楼盖房屋，模板所需的木材（不计其周转次数，即按照制作和架设第一套模板的木材用量计算），在每一立方米钢筋混凝土中为0.43~0.36立方米；对无梁楼盖房屋，为0.32~0.21立方米；对钢筋混凝土实心构筑物，为0.1~0.12立方米；对薄壁结构，为0.24~0.5立方米。

为说明模板的木材用量，可援用以下的资料：建成多层框架式工业厂房1000立方米整体式结构需要架设将近9,000平方米的模板（展开面积）；制作这些模板时，如不考虑其周转次数，则需木材700立方米；如以周转五次计算，则需木材180立方米（不计算支撑用的木材）。

在一立方米整体式钢筋混凝土结构中，架设模板所需的木材数量可以用重复使用模板的方法来降低。图1所示为按照模板的周转次数降低架设模板所需木材用量的曲线图。例如经过八次周转后，模板的材料用量较之使用一次的可降低到20%。

为使某一工程或某一建筑工地的模板达到高度的周转率，就必须使每套模板的周转期尽量缩短，同时要使模板在每次周转后的损坏达到最小限度。采用快速流水作业法组织施工，缩短结构在模板内的养护期限，就能满足第一个要求；采用工具式模板，就能满足第二个要求。

模板的支撑占据模板费用的很大部分。层间支架（为每一层楼而架设的）应当用工具式支柱做成。因为这样能使支柱在用毕后可以拆卸而重复用作支撑上一层楼的模板。在施工实践中证明，采用木制的和钢木合制的工具式支柱是合理的。

一立方米整体式钢筋混凝土结构的劳动消耗量（包括制作、架设和拆卸模板，以及铺设钢筋和浇灌混凝土），在现代施工技术水平下，平均约为12工时；如连同架设和拆除模板的支撑架在内，则需16至24工时。

在一立方米整体式钢筋混凝土结构中，模板作业的劳动量占总劳动量的50~70%。相应的钢筋作业劳动量却为25%~38%，而混凝土作业则为9%~12%。装拆模板是最费力的作业，因为它机械化程度低。

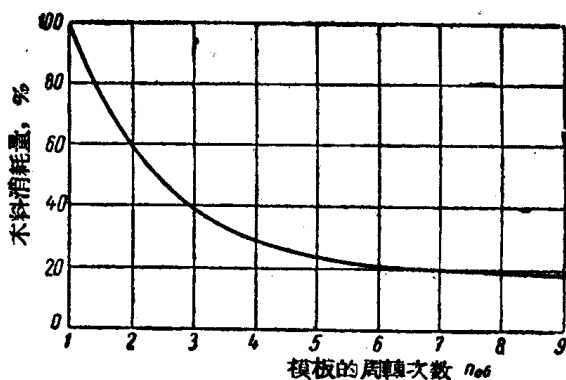


图 1 模板周转率和木材用量的关系

用拼合板或预制箱形构件架設的各种结构构件的模板，其所耗的劳动量占模板作业总劳动量的39%~55%；拆模的劳动量则占20%~28%。

为了降低模板作业的劳动消耗量，必须将装拆模板的过程实行机械化。在架設模板时，使用大型拼合板、成組模板及预制箱形构件就可以做到这点。

为使装配式和整体式钢筋混凝土结构的模板及模板作业的费用有很大降低，必须在設計时进行下列各项工作：选择模板的类型和结构，确定模板的周转率，解决組織模板作业的基本原则和有关制造钢筋混凝土结构的一些其它問題。

第二章 模板的周轉

大量制造装配式鋼筋混凝土結構和制品，需要很多模板。

模板的使用期限和周轉次數，（即模板的重复使用次數），視模板的結構和材料而定。模板的周轉期亦由制造鋼筋混凝土制品所采用的工艺所決定。

生产装配式鋼筋混凝土結構和制品的工艺有三种：即傳送帶法、机組流水作业法和台座法。鋼筋混凝土制品工厂是按第一、二种工艺設計和工作的：露天預制場和建筑工地的露天預制場則采用第三种工艺。

傳送帶法只能用于金屬模板。这种方法是将模板小車內所制制品由傳送帶的一个工作点傳送至另一工作点。經過所有工作点后，模板小車沿橫輾道进入不停歇工作的隧道式蒸汽养护室。模板在拆卸和檢查后，即可供第二个工艺循环应用。

在用机組流水作业法生产时，亦是在金屬模板內将制品成型，然后进入蒸汽养护室硬化。制品在模板內，利用起重机或梁式起重机由一个机組运往另一机組，之后进入蒸汽养护室，最后送入成品庫。采用这种方法时，在制造制品的整个循环中，金屬模板被制品所占用。

在采用台座法时，制品的成型与硬化过程中的养护均在原制造地点进行。制品在整个制作循环中（自安装模板开始至制品被送往成品庫止），系与模板停留在一起而不移动。全部操作工序是由一个模板順序地轉向另一模板。台座法生产时，可用木制模板，有时可用金屬模板，亦可用鋼筋混凝土制成的阴模。在所有这三种工艺中，制造制品的工艺循环期适为模板的周轉期。周轉期一般可用下式表示：

$$T = nk + t_{rp} + t_{re} \quad (1)$$

式中

用傳送帶法時： n ——工作點數； k ——傳送帶移動模板的間隔時間； t_{TP} ——輸送過程中的時間； t_{TB} ——硬化時間。

用機組流水作業法時： n ——機組工作點數； k ——一個機組完成單獨工序所需的時間。

用台座法時： n ——工序數； k ——每一工序的延續時間。

在用台座法時，操作工序每隔一定的間隔時間（ k ），由一個模板順序地轉向另一模板。模板與制品在一起直至混凝土的強度達到允許拆模並能送往成品庫為止。經過間隔時間（ T ）後，模板可以空出，供成型下一制品之用。

每一工序的生產，隨著時間（ T ）的終了有節奏地進行，因為每經過（ k ）小時後，就有一付輪到的模板空出。

由此可見，為了保證生產過程不致中斷，必須有下列數量的模板：

$$N = n + \frac{t_{TP} + t_{TB}}{k} \quad (2)$$

顯然，只要制品的硬化時間（ t_{TB} ）能縮短，模板周轉時間（ T ）和模板數量 N 就可減少；因為硬化時間（ t_{TB} ）是工藝循環或模板周轉的基本時間。採用快硬高強水泥可以縮短 t_{TB} ，並且可不需要體積龐大和費用昂貴的蒸汽養護室。

模板在使用過程中會逐漸受到磨損，因而在經過一定數量的周轉後就不再適用，必須進行大修。正如上面已經指出，模板的使用期限取決於製造模板所用的材料和模板使用條件。假如模板易于脫離混凝土，即與混凝土表面不粘着，則模板便能耐久，所以在模板表面要加塗油料、瑪瑙脂或溶液以減少其粘着力。某些工廠採用石油產品來潤滑裝配式結構的模板。但是這種潤滑劑不應予以推薦，因為它會使制品表面受到污損而形成油漬斑點。

某些鋼筋混凝土制品工廠採用下列配合比（體積比）的瑪瑙脂：粘土漿——1份、岩粉——1份、沖淡的家用肥皂液——10%（岩粉系礦物質粉末，是一種生產瑪瑙賽克留下的廢屑）。將

这种瑪瑙脂加水冲調至飾面砂浆的稠度，再用刷子涂在模板的表面上。在混凝土硬化后，这层瑪瑙脂就成为粉末了。

潤滑木制模板亦可采用石灰水或粘土浆。

为了提高木制工具式拼合模板的耐久性，建議采用有抗水作用的胶合板制造，其厚度不小于 5 毫米。最近国外开始制作一种胶合板的模板，其厚度为 4 毫米，表面上涂一层极坚固的塑料。这种模板不会翘曲；預先不涂任何潤滑剂也易于与混凝土脱离可以多次重复使用。国外又有一种以工厂方法制造的模板用木板，表面上涂一层特殊的涂料或光漆，使它形成玻璃状的面层。混凝土根本不粘着这种木板。

表面未經專門处理的木材，在几次受潮和干燥的交替作用以后，其橫木紋的尺寸就要起变化。当木材的湿度由 40% 降低到 10% 时，并合模板的木板在橫木紋尺寸上便縮小 5 ~ 6 %。由木板拼成的拼合模板，干燥后会产生裂縫，因此，建議用水将这种模板浸湿。

模板各部分的磨損程度并不完全一样；与混凝土直接接触的构件較之不直接接触的构件容易受磨損，后者可以保持較長的适用期。

为了延長木制模板的使用期限，可用矿物油将它浸透，再涂上不透水的瑪瑙脂或在模板里面包以屋面鉄皮。但是上述各种方法（包以鉄皮的除外）都沒有很大的效果。

金屬模板的磨損速度要比木制模板慢好几倍。金屬模板的使用期限基本上是根据其結構的剛度和保养得合理与否而定。和木制模板一样，金屬模板亦須細致地清除掉硬化的混凝土块，并在澆灌混凝土前加涂油料。縮短混凝土硬化过程的时间 和 立即脫模，可以减少生产鋼筋混凝土制品所需之金屬模板数量。当制品在硬化过程中进行立即脫模时，制品仍停放在底板上或台座上；但沒有模板框了。因此，模板仅在制品成型及振搗时被占用。

以立即脫模法制造混凝土和鋼筋混凝土制品，早已为大家所熟悉。例如在工作台上用于硬性混凝土經振搗制成之空心矿渣混

凝土砌块和混凝土砌块，可以立即脱模。在制造层间楼盖和屋盖用的圆形孔和椭圆形孔的铺板时，亦可在浇灌和捣实混凝土拌合物后立即抽出芯子。这种方法虽然在经济上有着显著的效果，但是用来制造其它制品还是应用不广。

在振捣混凝土拌合物时，模板的金属壁板起着类似隔膜的作用，它从混凝土拌合物中吸出一些水分而形成一层薄膜。这层薄膜就成为一种润滑物，当立即脱模时，金属模板就沿着成型的制品滑出，很易于与混凝土脱离。

如混凝土已凝固变硬再进行脱模（在浇灌混凝土前又未采用适当的润滑剂），是很困难的。

运用立即脱模法的钢筋混凝土制品的制造工艺，能使模板的需要量减少数倍，使制造制品的工艺过程大大简化，使劳动量和成本大大降低。

在建造房屋和构筑物的整体式钢筋混凝土结构时模板的周转^①问题必须特别加以研究。在建造整体式结构时，主要是采用木制模板。模板经过每次使用（周转）后，总要受到某种程度的磨损，因而需要耗费一些材料来加以修整，使它以后能继续使用。这些材料费用（木材、钉子、螺栓）与铺设模板所需的最初费用之比（或与模板成本之比），用损耗系数 α 表示。这一数值总是小于1。

如模板经 n 次周转后变为不能继续使用（即需更换一套新模板），则

$$\alpha = \frac{1}{n - 1} \quad (3)$$

设浇筑钢筋混凝土结构重复几次出现的某一体积（如房屋的一个工段或一个格网），求制作和铺设成套的模板。

① 关于模板周转的（肋形楼盖和无梁砌盖的）问题，曾由Н·И·杜宾宁工程师1936年在“模板”一书中，阐述得十分详细，并作了适合那时钢筋混凝土建筑技术水平的实际结论。

茲引用下列符号:

M ——一套模板(不計算周轉率)所需材料数量(或費用);

n ——模板周轉次数;

α ——模板損耗系数。

模板每經一次周轉后的損耗量为 αM , 即模板每使用一次(即周轉一次)应加上 αM 的材料(或模板的費用), 以修整模板, 使它能再次鋪設。

如模板周轉 n 次, 則全部的材料需要量为:

$$M_n = M + (n-1)\alpha M = M[1 + \alpha(n-1)]. \quad (4)$$

公式(4)被 n 除, 得模板周轉一次时的木材需要量(消耗量) M_1 :

$$M_1 = \frac{M_n}{n} = M \left[\frac{1-\alpha}{n} + \alpha \right] \quad (5)$$

或

$$M_1 = \alpha M, \quad (5a)$$

式中

$$\alpha = \frac{1-\alpha}{n} + \alpha$$

只要已知 n 和 α , 用公式(5)就可求得每一立方米混凝土所需的木材消耗量。

当澆制截面为 0.3×0.3 米的柱子时, 如每一立方米混凝土所制作模板的木材消耗量(不計周轉率)为 0.33 立方米(模板的木板厚度为 25 毫米), 亦即 $M = 0.33$ 立方米。

当模板周轉五次, 即 $n = 5$ 及 $\alpha = 0.2$ 时, 如每一立方米混凝土所制作模板的木材消耗量在澆灌柱子时将为:

$$M_1 = M \alpha = 0.33 \left(\frac{1-0.2}{5} + 0.2 \right) = 0.118 \text{ 立方米}$$

因此, 当 $\alpha = 0.2$ 和 $n = 5$ 时, 木材消耗量比不周轉模板的木材消耗量减少 63% 。表 3 所列为計算模板的木材消耗量系数 α 的