

机器基础的设计原理

O. A. 薩維諾夫 著

建筑工程部华东工業建筑設計院 譯

冶金工業出版社

機器基礎的設計原理

O. A. 薩維諾夫 著

建築工程部華東工業建築設計院 譯

冶金工業出版社

本書闡述動力機械基礎的設計問題。書中敘述電機、透平機組、活塞式發動機、活塞壓縮機、破碎機、鋸架、鍛鏈等機器基礎的一般建造原則，計算方法和結構規則。對於設計的經濟要求——尤其是機器裝置採用輕型結構（板型）基礎的可能性——及在弱質土和填土上建造基礎的合理方法等，本書予以特別重視。

本書以專章敘述如何消除由於不平衡機器的工作而引起的振動的措施，並列舉了許多例子以說明設計基礎的指示。

本書供從事建造和經營工業企業的設計工程師和工程技術人員使用。

О.А.Савинов: ФУНДАМЕНТЫ ПОД МАШИНЫ

СТР. и АРХ. (Ленинград-1955-Москва)

機器基礎的設計原理 建築工程 部華東工業建築設計院 譯

1957年7月第一版

1957年7月北京第一次印刷 1.732 冊

850×1168· $\frac{1}{32}$ · 240,000 字 · 印張 9 $\frac{3}{32}$ · 定價 (10) 1.60 元

冶金工業出版社印刷廠印

新華書店發行

書號 0660

冶金工業出版社出版（地址：北京市燈市口甲45號）

北京市書刊出版業營業許可證出字第 093 號

目 錄

前 言.....	5
----------	---

第一篇 大塊式基礎的設計和計算

第一章 總 論	11
第一節 機器的種類和分類	11
第二節 機器基礎的結構類型	15
第三節 對機器基礎的要求	23
第二章 大塊式基礎的振動計算原理	29
第四節 問題的提出	29
第五節 基礎的自由振動	30
第六節 在周期力作用下基礎的強迫振動	41
第七節 計算基礎固有振動頻率和強迫振動振幅的一些近似方法	49
第八節 大塊式基礎的振動試驗研究結果	53
第三章 確定包括在基礎振動計算公式中的地基特性的方法	64
第九節 概 論	64
第十節 確定地基彈性壓變位 (C_z 、 C_ϕ) 和剪變位 (C_x) 綜合係數的第一個方法	66
第十一節 確定係數 C_z 、 C_ϕ 和 C_x 的第二個方法	71
第十二節 計算特性 C_z 、 D_z 、 λ 和 ϕ 的試驗計算結果	82
第十三節 工程勘察時地基計算特性的確定方法	89
第四章 大塊式基礎的地基的尺寸和類型的選擇	96
第十四節 選擇大塊式基礎尺寸的一般原則	96
第十五節 根據已知的機器的佈置和固定條件確定基礎的最小高度	101
第十六節 基礎的埋置深度、底面尺寸和地基類型的確定	108
第十七節 關於在填土上建造機器基礎	114
第五章 有規律運動的機器的大塊式基礎的設計	123
第十八節 有曲柄連桿機構的機器的基礎	123
第十九節 破碎設備的基礎	139

第二十節 透平機組、電動發電機和帶有迴轉部分的其他機器的大塊式基礎	154
第六章 衝擊作用的機器的基礎	161
第二十一節 鍛鏈基礎的一般設計問題	161
第二十二節 關於鏈基礎的強度計算和設計的意見。計算例題	175
第二十三節 碎鐵架的基礎（地基）	185
第七章 消除機器工作時產生振動的各項措施	191
第二十四節 關於彈性波在土壤中的傳播現象的若干一般性說明	191
第二十五節 設計時對於可能發生房屋和設備所不能容許的振動所應採取的預防措施	201
第二十六節 減少有害影響的措施及吸收不平衡機器工作時所引起的振動的結構方法	216
第二十七節 關於動力止振器的採用	224
第二篇 構架式基礎的計算和設計	
第八章 構架式基礎振動的試驗研究結果	232
第二十八節 總 論	232
第二十九節 關於鋼筋混凝土的若干機械性質	234
第三十節 在實驗室條件下試驗研究鋼筋混凝土構架振動的主要結果	237
第三十一節 在使用條件下的機器的現有鋼筋混凝土構架式基礎的考察及試驗資料	249
第三十二節 若干一般性的結論	266
第九章 關於構架式基礎的計算	268
第三十三節 問題的提出	268
第三十四節 關於透平機組的構架式基礎的振動計算	271
第三十五節 電動發電機的構架式基礎的振動計算	276
第三十六節 關於構架式基礎的強度計算	282
第十章 構架式基礎的設計	284
第三十七節 透平機組構架式基礎的尺寸的選擇	284
第三十八節 關於電動發動機基礎的尺寸的選擇	288
第三十九節 構架式基礎的構造	290
參考文獻	293

前 言

在幾個五年計劃的年代裡，我國的建築在實踐中產生了許多問題，其中最複雜的問題之一就是如何確定設計和建造機器基礎的合理方法。

這個問題的特殊性主要與機器各部分運動時所產生的力的性質有關。這些隨時間而迅速改變其大小和方向的力是使基礎發生振動的原因，而基礎的振動則又是使土壤在很大距離內發生振動並波及周圍建築物的根源。

在某些情況下，基礎的振動可能成為機器零件過早損壞的原因，因而促使機器減低效能或降低製品的質量。這種損壞或破壞機器的效能通常並不嚴重，且不是隨時都可發現的；但也有這樣的個別場合，即由於基礎長期地振動而使機械、設備或管道的某些部件陷於完全破壞的悲慘境地。

振動不僅常使得機器基礎本身的變形和沉陷增長，同時也使隣近構築物的變形和沉陷增長。至於在振動的影響下由於混凝土的下沉、土壤的不平衡沉陷或其他原因而引起機器基礎內和房屋牆壁內的裂縫急劇發展的例子，尤其可以舉出很多。也可以舉出一些基礎和牆壁遭到破壞的例子。振動能够破壞精密機床和測量儀器的正常工作或妨礙工藝過程的進行。最後，大家知道，振動對人們能產生有害的生理上的影響，增加人們的疲勞程度，降低勞動生產率，妨碍人們的休息等。

消除振動的主要方法就是要正確地建造機器基礎，而只有具備了有科學根據的基礎設計方法以後，才有可能做到這一點。然而即使在不久以前，在實際設計時還是根據實踐中所得到的質量特性和某些規則來選擇基礎的結構圖式和尺寸的，其實這些規則

無論在理論上和試驗上都沒有根據^①。這些規則不外是規定機器的重量或功率與機器基礎的重量之間的這些或那些極限對比，以及對如何根據房屋鄰近基礎的埋置深度確定機器基礎的埋置深度作了各種限制等。但實質上這些規則却在過去確定基礎的結構時起了決定性的作用，結果便迫使設計人員在每種情況下都把基礎結構的尺寸設計得又高又大。

上述規則的起源必須從工業建築的歷史中去尋找。

大家知道，在一個多世紀以前，即當工業發展的初期，工業中所生產和採用的是速度較低功率較小的機器。安裝這些機器對於建築工作者是沒有絲毫困難的。但當時選擇機器基礎的尺寸僅根據已有的一般建築工程的經驗盲目地進行。因此，當時研究機器基礎工作的特殊情況的任何重要意圖都沒有獲得成功。

到了20世紀初葉情況就根本改變了。隨着許多新型機器的採用以及機器的功率和速度的增加，研究受動力荷載作用的基礎的特點問題便具有愈來愈重要的意義。這樣，由於強大機器裝置的廣泛應用和這些裝置所經常發生的強烈振動，就使得研究機器基礎的設計原理成為迫切的任務了。

各種各樣的經驗規則顯然就是在這個時期內出現的。這些經驗規則是由於把原有的處於良好狀態的基礎的報導加以系統化而確定的，從而自動地使在過去的實踐中所產生的結構形式合法化了。與此同時，必須指出，在許多工程師中間對彈性體系振動理論的問題發生了極大的興趣。隨着這種理論的發展，特別是出版了許多有關這種理論的實際應用的著作（其中最重要的是C. П. 季莫森科〔84〕的名著）以後，便使得在計算和設計受動力荷載作用的基礎方面為順利地進行科學研究工作創造了前提。

1929年列寧格勒建築研究所在上面所說的這方面首先開始了有計劃的工作。他們進行了理論上的研究，並根據研究的結果制

^① 這裡所說的規則在衛國戰爭開始前出版的關於設計機器基礎的所有指導性材料中都可遇見。1939年的技術規範草案〔11〕是這方面最突出的例子。草案中規定了發動機的功率與基礎重量間的相互對比（第27頁）和根據房屋基礎的埋置深度來選擇機器基礎埋置深度的指示（第7頁）等。

定了全部現有的機器基礎的實際計算方法。

在這方面的著作中首先必須指出的是 H. II 巴甫柳克的有名著作〔50〕—〔53〕，這些著作解決了在彈性地基上剛體振動理論的主要問題。較近的有 A. II. 盧爾耶〔33〕和 A. A. 康丁〔20〕等人的著作。1933年在 H. II. 巴甫柳克的領導下開始了試驗研究工作，目的在於檢查按照上面所說的理論根據所提出的前提是否正確，並明確利用所得出的結論以制定機器基礎的實際計算方法是否可能的問題。以後，基礎建築工程公司的科學研究部門繼續進行了這方面的研究工作。

由於 H. II. 巴甫柳克和他的同事們〔56〕、A. A. 巴爾坎〔3、8〕、Я. H. 斯莫里科夫〔78〕及其他研究工作者進行了試驗研究工作，便使得採用 H. II. 巴甫柳克所得出的理論上的結論的可能性問題得到了肯定的解決。此外，同時又明確了由那些因素來決定計算公式中基礎地基的剛性係數，並積累了許多必要的經驗資料。這樣，計算受振動的大塊式基礎的問題基本上已順利地獲得了解決。

對確定上部為非剛性建築物（構架式）的基礎的動力計算也進行了許多工作。在這些工作中研究工作者們遇到了許多困難。一方面，構架式基礎是一種極其複雜的彈性體系，它的精確的動力計算實際上是一種非常繁複而不能完成的數學計算。因此必須提出一種不需要進行繁複計算，但得到的結果却又足夠精確的計算方法。另一方面，這個問題之所以複雜是因為對一般用來建造構架式基礎的鋼筋混凝土的動力性能沒有進行過研究。只是由於進行了相當廣泛的試驗研究工作以後，才能夠克服與這些情況有關的各種困難。

從1926年到1935年，在國外的定期刊物上出現了許多內容為計算構架式基礎共振的各種建議的文章。所有這些建議的理論根據有一個顯著的共同特點，就是沒有估計到構架式基礎地基上土壤的彈性影響——他們是把構架式基礎當作具有剛性固端立柱的彈性構架體系來研究的。

蘇聯研究構架式基礎振動的工作是在 1931—1932 年間開始的。首先進行這項研究工作的是列寧格勒建築研究所，而後是中央工業建築科學研究所和某些其他的機構。他們進行了許多理論上的研究工作，並且首先大規模地開始進行鋼筋混凝土結構的振動的試驗研究工作。

在這些理論研究中應該特別指出 А. И. 盧爾耶的研究工作 [34]。他一般地解決了當考慮到地基的彈性影響時上部為非剛性建築物的基礎的自由振動問題。由於在這種情況下解決這個問題是很複雜的，所以 И. А. 柯爾琴斯基 [29] 和本書作者 [67] 等提出了簡單的實際計算方法。

把構架式基礎的計算方法推進一步的是莫斯科動力管理局中央電機製造試驗所的工程師們所進行的重大的試驗研究工作 [1]。他們查明了在有迴轉部分的機器的作用下可能產生的慣性離心力的大小。根據這項工作所得到的結論，正如我們的 В. В. 馬卡利切夫首先所做的一樣，現在計算上部為非剛性建築物的電機基礎和透平機組基礎時，不僅已有可能計算它的自由振動，而且也有可能計算它的強迫振動了。

進行鋼筋混凝土結構的振動試驗研究的有：И. И. 巴甫柳克和他的同事們 [56]、И. А. 柯爾琴斯基 [24, 29]、Е. С. 索羅金 [81]、本書作者 [64] 及其他等人。他們查明了鋼筋混凝土構架和梁在動力荷載的作用下的一般特點，檢查了現有的理論根據，積累了許多有關鋼筋混凝土動力性能的資料。

試驗和大規模地調查現在正在使用的機器基礎，對於解決本書所研究的許多問題起了很重要的作用。這項調查和試驗工作是由 И. И. 巴甫柳克、А. А. 康丁、А. А. 巴爾坎、И. А. 柯爾琴斯基、Я. Н. 斯莫利科夫、本書作者和其他研究工作者在多年的過程中進行的。他們所進行的這項工作使我們能够廣泛地檢查現有的透平機組 [4]、電動發電機 [29, 66]、鍛鏈 [5]、有曲柄連桿機構的機器 [22, 56]、碎鐵裝置等機器基礎的計算方法，然後明確對這些機器基礎應提出的要求。

許多研究工作者對於由於機器作用而產生的振動怎樣散佈在土壤中的情形所進行的許多理論和試驗研究工作，也有很重大的意義。研究的結果（這些結果已在 A. A. 巴爾坎的書中〔7〕作了充分的論述）初步地查明了上述現象與機器動力作用的種類和強度以及與機器基礎的尺寸等的關係，並且還得到了一些在實踐中如何進行設計的重要結論。

這裡不能一一列舉爲了創造合理的機器基礎的設計方法而進行的其他工作，但應當指出，許多優秀的擔任實際工作的工程師對於這一問題的正確解決也作了重大的貢獻。這些工程師有 M. T. 布特科夫、M. M. 克拉特佐、C. M. 柳比莫夫、A. И. 米哈耳楚克、C. H. 別西科夫、H. M. 捷林切夫、B. И. 弗羅洛夫等。

上面簡述了多年來的工作情況。由於這些工作的結果便得以確定了計算機器基礎的理論根據和實際方法，並創立了正確解決設計問題的前提，這些問題包括：根據機器結構的特點、動力作用的性質和強度等來確定建造基礎的合理圖式問題，在堅固和經濟的條件下確定基礎最適合的尺寸問題，以及選擇基礎地基的類型等問題。

同時必須指出，上面所說的這些問題長期地沒有得到足夠的重視，只要瀏覽一下現有的有關設計和建造機器基礎的材料就不難證實這一點。大家知道，現有的設計和建造機器基礎的材料是太少了，只有幾本早已過時了的外國手冊（梅爾什〔44〕、拉烏什〔61〕及若干其他作者的著作），以及蘇聯出版的 A. A. 巴爾坎所著的兩本書〔6, 7〕。在這兩本書裡主要敘述計算性質的問題，至於機器基礎設計的方法就沒有予以應有的重視。1949年我國出版的“動力機械基礎設計技術規範”〔45〕也存在着同樣的缺點。

我們不談這個正式文件內存在的所有缺點，因爲在以前出版的書刊中〔75〕已經詳細地論述過。這裡只指出一點，就是該文件關於選擇各種機器基礎的圖式、尺寸和形狀方面的指示就不夠完善並缺乏確定性。特別是對於保證設計的經濟性——即怎樣達到“盡可能採用最小的基礎尺寸”的要求——這一重要問題，這本

規範是完全不夠的，因為技術規範內未曾包括實現這個要求所必需的資料。

本書中所總結的作者許多年來的研究結果是遠不夠完善的，但無論如何却可以在極大的程度上消除上述的嚴重缺點。本書有系統地敘述了各種機器基礎的一般建造原則、計算方法和結構規則。本書對於設計的經濟要求，尤其對於機器裝置採用輕型結構基礎的可能性，以及在弱質土和填土上建造基礎的合理方法等，予以特別重視。

本書分為兩篇。第一篇包括七章，敘述動力機械大塊式基礎的計算和設計問題，這些機器包括活塞式發動機、活塞壓縮機、鋸架、破碎機、鍛鏈等。此外，在第一篇中有一章專門敘述如何消除由於機器工作而引起的振動的重要方法。第二篇包括三章，敘述電機和透平機組的上部為非剛性建築物（構架式）的基礎的設計和計算問題。

作者在編纂本書時力求盡可能更完善和全面地用實際經驗資料和專門試驗研究的結果來證實本書中所敘述的理論根據和實際建議。本書在設計和計算基礎的指示中列舉了許多實例，其中大部份是作者親自在實踐中獲得的。

作者極重視和感謝讀者指出和消除本書缺點的一切批評性意見。這些意見請寄至：列寧格勒縣夫斯基大街28號國立建築書籍出版社列寧格勒分社（г. Ленинград, Невский проспект, 28—Ленинградское отделение Государственного издательства литературы по строительству и архитектуре.）。

第 一 篇

大塊式基礎的設計和計算

第 一 章

總 論

第一節 機器的種類和分類

任何一種用以把能量改變為有效功的機械都叫做機器。絕大多數用途、裝置、功率和尺寸各不相同的機械——從加工最微小零件的精密機床到每台佔面積幾百平方公尺、重量達幾千噸的強大軋鋼機——都適合於這個總的定義。當然，把這麼多種類繁多的機器正確地分類是非常重要的。機器可按照其不同的特徵分類——首先可按照用途、裝置原則、系統和結構分類。在機器製造業中正是這些特徵起着非常重要的作用；但對於建築工作者來說，這些特徵就只有次要的意義。

建築工程上應據以分類的機器的主要特徵包括：**機器傳到基礎上的動力作用的強度、種類和頻率特性。**

按照上述第一個特徵，首先必須把機器分為兩類。第一類是發生動力作用的機器，這種機器在工作時產生很大的慣性力，現在我們把這種機器叫做動力機械。第二類是沒有動力作用的機器，這種機器的迴轉部分的不平衡慣性力相當小，若與機器的重量比較起來是微不足道的。這樣的分類在某種程度上是假定的，但是對於建築工作者來講却有重大的意義。因為這樣可以一般足

够精確地從無數的各種各樣的機器中把那些機器——即在設計和建造這些機器的基礎時，應該增加有動力荷載的特殊要求的機器——分出來。下面我們將能看到機器的種數是不太多的。設計其他所有各種機器（屬於第二類的機器）的基礎沒有任何特殊要求，可按照設計房屋和構築物的地基和基礎的一般標準和規則進行設計，而不需考慮動力荷載。

所以我們主要是研究動力機械。按照機器基礎上所受的動力作用的種類，這類機器可分為兩組，每一組又可分為兩小組，如表 1 所示。

表 1

動力機械的分類

機器的組別	主要運動的種類	典型的代表
I. 周期作用的機器（有規律運動的機器）	(a) 均勻迴轉	電機（電動機、電動發電機等） 透平機組（透平發電機、透平鼓風機、透平壓縮機和透平泵）
	(6) 均勻迴轉及與其有關的往返運動	有曲柄連桿機構的機器（活塞蒸汽發動機、活塞壓縮機和活塞泵，內燃機，鋸架）
II. 非周期作用的機器（沒有規律運動的機器）	(a) 不均勻迴轉或往返運動	軋鋼機的拖動電動機、李森納-伊爾格納機組、遮斷容量的發電機等
	(6) 由單獨的衝擊或連續衝擊所產生的往返運動	鐵鎚、衝壓鎚、廢鋼解體用的落鎚碎鐵裝置

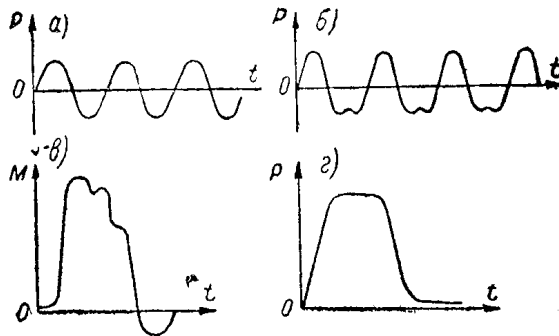
現將表 1 中的每一組機器分別研究如下：

迴轉部份（轉子）作均勻轉動的機器在理論上是完全平衡的。但實際上無論何時都不能使轉動部份的重心與迴轉的幾何軸

綫完全相重合。因而當這些機器工作時，就有不平衡的慣性力^①傳到基礎上。雖然所產生的偏心距的數值一般是很小的，但是在現代機器高速率的轉動下，這種力量也就顯得相當龐大。由於在每種情況下偏心矩的大小，取決於許多偶然的因素，因而對於這一組的機器轉子轉動時所發生的離心力的大小就沒法作精確的計算。這些機器的基礎只可根據近年來蘇聯所積累的關於電機和透平機組的平衡經驗資料〔1〕近似地計算。

有平衡轉動轉子的機器所產生的不平衡離心慣性力是按照正弦曲綫定律變化的（圖1a），它是最簡單的一種周期力。有曲柄連桿機構的機器所產生的不平衡離心慣性力是較為複雜的一種周期力（圖1b）；這些力是各種頻率的許多分力的總和。上述的這些力我們不詳細加以研究（關於這一點我們在下面還要談到），因為計算這些力可達到很高的準確性，並且所需的資料也常是設計人員所熟悉的。

圖 1 各種機器作用所引起的不平衡慣性力的變化綫圖



應當指出，除表 1 所載的機器以外，還可把各種類型的破碎機包括在有周期作用的機器類中，這樣對於實際情況是非常接近的。各種類型的破碎機在破碎塊狀材料時破壞了迴轉部份的均勻

① 上述的不平衡是由於迴轉部份產生偏心矩而引起的，一般稱為靜力不平衡，它具有很重要的意義，因此在計算基礎時須加以考慮。此外，大家知道，當迴轉部份的重心與迴轉的幾何軸綫相重合，但迴轉的幾何軸綫不與迴轉物體的任何一根主要軸綫相吻合時，可能產生另外一種不平衡，即動力不平衡。這是產生不平衡的離心力偶的原因，它沒有像第一種不平衡那樣的重要意義，所以建築設計人員不需加以考慮。

運動，所以嚴格地講這種迴轉運動並不是周期運動；但這種破壞均勻運動的情況是沒有多大意義的。

轉動部份進行不均勻迴轉的機器，除離心力外還有擾力偶傳到基礎上，力偶的力矩取決於不均勻迴轉的加速度。在某些情況下計算上述力矩的值是相當簡單的，例如遮斷容量發電機的情況就是這樣，這種發電機的動力作用主要是與轉子的瞬時停頓相關聯的。

在其他各種情況下，例如當軋鋼機的拖動電動機、李翁納-伊爾格納機組等工作時，擾力偶的力矩值則是按照複雜的規律變化的。當鋼坯通過第一排開口中的一個開口時，傳到軋鋼機電動機基礎上的力偶矩的變化綫圖（圖16）就可作為一個例子。

必須指出，這一組大部份機器的作用按其性質來說都是接近於衝擊作用的，尤其是我們上面說過的遮斷容量發電機，它瞬時停頓所產生的動力效果就接近於衝擊作用。砲型機器在工作時傳到基礎上的力與圖16中的概略綫圖相符合，這也可作為另一個有代表性的例子。因此，這一小組的機器可認作是轉向最後一小組的過渡。

應當指出，絕大部份帶有不平衡迴轉部分的機器的基礎上的動力作用是比較小的，在實際計算中一般可不加考慮。尤其是在設計軋鋼設備的基礎時，動力作用就可不加考慮，因此本書不加研究。

最後一小組有衝擊作用的機器在工作時產生一種衝量型的動力效果。

按照傳到基礎上的動力作用的種類，機器可大致這樣分類。至於按照我們所感到興趣的最後一個特徵——頻率情況的特徵——來分類，則必須注意：不論機器的結構如何，機器基礎固有振動的主要形式的頻率是在相當狹小的範圍內變化的——平均約為400~800次/分。因此，根據這一點，可把機器分為低頻率的（每分鐘轉數500~600以內）和高頻率的（每分鐘轉數超過上數）。很明顯，這樣的分類基本上僅適用於第一組的機器。屬於

低頻率的機器是絕大部份有曲柄連桿機構的機器、各種類型的破碎機、一部份電機（主要是最強大的電動發電機）和某些其他的機器。屬於高頻率機器的為大部份其餘的各種電機和透平機組。

第二節 機器基礎的結構類型

按照其結構，動力機械的基礎可分為兩種主要的形式——大塊式（剛性）基礎和（上部為非剛性建築的）構架式基礎。

大塊式基礎應用最廣，可用以安裝所有類型的機器。尤其是有曲柄連桿機構的機器和鍛鏈只能建造大塊式基礎。這種基礎又適用於安裝絕大部份的破碎機、一大部份的電機（主要是小功率的和中等功率的電機）和透平機組（特別是壓縮機和泵）等。

大塊式基礎建成連續的大塊狀或板狀，其中並開有為配置和固定機器、輔助設備和管道的安裝部份所必需的，以及在使用過程中供管理用的坑、溝和孔。

根據整套機器設備的特點，這種基礎可建成無地下室的和有地下室的。

無地下室型的基礎應用最廣，其特點是沒有擴展的地上部份，用於安裝在房屋最底層的機器。

相反地，地下室型的基礎則有極擴展的地上部份，其高度相當於底層的高度。

地下室型的基礎又可分為具有大塊式上部的基礎和牆式基礎，牆式基礎的上部建築為縱的或橫的牆壁。所有各種類型的大塊式基礎的共同特點是剛度大。下面我們可以看出，由於剛度大，所以在計算時可以不考慮這種基礎的變形，而把它們當作剛體來計算。

下面舉幾個有代表性的實例。

圖 2 是臥式單汽缸活塞式壓縮機的無地下室型的基礎。由圖 2 可以看出，這個基礎是個形狀複雜的混凝土大塊，大塊的上緣除有個別突出部份外是和房屋底層的地坪面相齊的。基礎上部的坑可便於配置機器和管道，並保證使用機器的可能性。機器用置

於專門溝內的錨定螺栓固定在基礎上。從平面看來基礎的下部擴展成平板狀，以矩形的底面支承在土壤上。

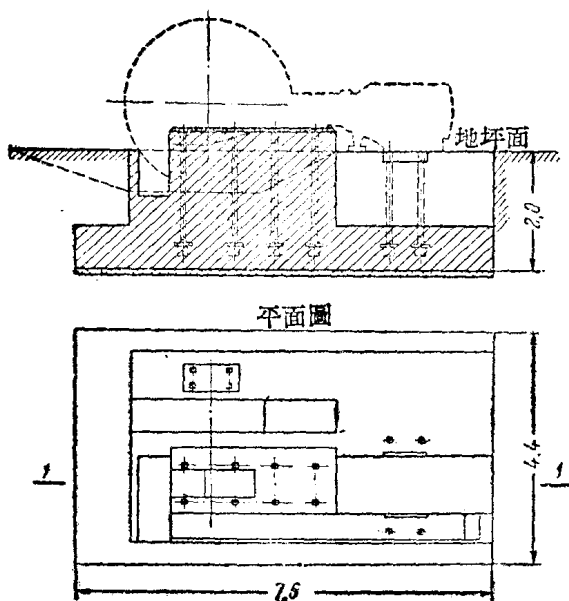


圖 2 生產率為35立方公尺/分的臥式活塞式空氣壓縮機的基礎

圖 3 是立式雙汽缸壓縮機的無地下室型基礎，這種基礎與上述基礎在結構上有很大的差別。由於這種基礎的上部沒有深坑和孔，所以可以建成板狀的基礎，其厚度共為 0.6 公尺。基礎的上緣和上述的例子一樣，基本上與底層的地坪面相齊。壓縮機的電動機也安裝在這種基礎上。

圖 4 是臥式蒸汽機的基礎，可作為具有大地式上部建築物的地下室型結構的一個例子。在這裡基礎的上部高出地下室地坪面 3.5 公尺左右，是一種形狀複雜的、坑和孔較小的大塊。上部的底座是在平面圖中呈長方形的混凝土墊座。

圖 5 和圖 6 是上部為牆式建築的地下室型基礎的代表性結構。其中第一個基礎的主要承重構件是支承在下部板上的強大縱