

## 【土木工程】 建築鋼構與電纜線路之防火防護

作者：克里夫措夫 (Yu.V.Krivtsov)、拉德吉娜 (I.R. Ladygina)、菲利莫諾夫 (E.V. Filimonov)、斯塔羅斯堅科夫 (A.S. Starostenkov) / KRILAK 協會科學生產聯合公司

翻譯：李鴻儀 / 校稿：劉楨業 資料來源：俄羅斯工程院提供

各式建築設施中，如住宅及工業建築，承重鋼構之被動防護性乃是保護建物免受火災損害的重要關鍵之一。KRILAK協會的專家們強力建議對主要鋼構與電纜線路等設施進行定期檢測。有必要時更新或汰換老舊過期的防火塗層。而該公司目前已研發出保護鋼構耐火時數達四小時之防火石膏塗料「Monokot TM-Krilak」。

根據俄羅斯現行法規（聯邦法№123-F3、規章彙編SP 2.13130.2009）之要求，火災中之建物承重鋼構應受保護，避免暴露於大火中。運用阻燃塗料是鋼構防護的重要方法之一，能延長鋼構在火場中增溫至臨界溫度的時間，使鋼構達到防火效果。

防火塗料主要分為下列兩種，即薄層塗料（塗層厚度小於8釐米），及厚層塗料（厚度大於20釐米之特製輕量石膏塗料）。

在火場中，每種防火塗料各有其運作原理。厚層輕量石膏製成之高阻燃率塗料可確保低導熱係數，以延長受熱之防護鋼構達到臨界溫度的時間，進而使鋼構在大火中較不易變形及降低強度。運用於鋼構防火的薄層塗料屬膨脹性塗料，使用時兼具粉刷裝飾功能。

膨脹性薄層塗料之作用機理如下：當塗層受熱時，其厚度將隨溫度場發生變化，同時聚合物與礦物成分則因熱分解產生氣體。塗料孔隙因此增加，且孔隙中壓力升高。在外層（保護結構表面）溫度範圍內，底層之多氣孔結構變成可塑（粘性流體）狀態，受內部壓力影響在孔隙「瓶頸」形成局部裂縫，而大量分解之氣體經縫隙流入周圍環境，並與其相互作用。隨著可塑層縫隙之增加，塗料結構發生局部變形，產生膨脹效果——隨塗層表面承受之外部熱能流而變化。當溫度增加，塗料結構逐漸硬化並固定，形成低導熱係數之發泡層。膨脹係數不僅取決於塗料材質屬性，同時與受熱情況（最高溫度與溫度上升速度）相關。因此對同一種具受熱膨脹性質的塗料而言，膨脹係數將在相當大的範圍間波動。

最近一項研究顯示，以石膏為主要成分之灰泥防火化合物「Monokot TM-Krilak」製成之薄層塗料，其保護鋼構之防火效果可達四小時。防火化合物塗料「Monokot TM-Krilak」耐振動載荷，且具高熱物理特性及運用價值。

工人於建築鋼構上噴灑防火石膏塗料照片



防火化合物「Monokot TM-Krilak」易於使用，僅需單次敷上塗料即可附著於保護鋼構。在廠間輸水帶上使用石膏塗料可確保其中水合物之使用時效長達24小時。使用特殊添加劑以提高塗料膨脹之厚度，即所謂塗料發脹劑，可確保使用少量化合物即可達到高度防火性。所有薄層防火化合物或塗料中，鋼構用環氧防火塗料「Leader」特別受到關注。因為「Leader」塗料具有特殊性質，不僅具有高防火價值，同時可加強鋼構之抗腐蝕性。

防火化合物「Leader」製成之塗料具高度穩定性，在化學武器工廠建築中不會受到其使用之除氣灰漿（施工濃度）、酸鹼液、鹽溶液及抗雨淋劑等溶劑的損害。因此，在開放空間或暴露於惡劣環境中，如化工工廠，採用防火化合物「Leader」進行建物鋼構防火工程，可省去使用結構表面保護劑等額外需求，同時保護塗料表面免於有害物質之影響。

膨脹型塗料在電纜防火之應用上也引起廣泛注意。KRILAK協會科學生產聯合公司研發之耐水性之防火塗料「KL-1V」在各類電纜護套（聚氯乙烯、聚乙烯、橡膠）上皆有極佳附著力，符合俄羅斯NPB 238-97號「電纜阻燃塗料」之規定。根據該規定中「電纜塗料熱阻之時間變化」所進行的整體技術要求與測試，可生產厚度小於8釐米、具防火安全性之電纜，同時兼顧抗腐蝕性液體、去污溶劑及耐水等作用，並確保電纜功能正常運作。Lakokraska工程中心與其他測試中心之研究顯示，在溫帶及熱帶氣候中運用該塗料，對各式電纜護套的保護可長達25至30年。

庫爾恰托夫學院俄國研究中心對該塗料進行研究，證實「KL-1V」為兼具高抗輻射性及良好去污性之防火化合物，適用於核電工程方面。此外，「KL-1V」還有一項特質，即可用於修復及更新電纜防火塗料。其使用年限長，同時符合電纜消防安全需求。根據上述特點，仍使用九〇年代「OPK」防火膏狀塗料的斯摩棱斯克核電廠，其廠內電纜已可更新為「KL-1V」塗料。該廠舊有的「OPK」塗層在漫長使用過程中逐步剝落，喪失其防火效能。針對該問題所進行的全面實驗暨研究建議使用「KL-1V」防火塗料來進行修復更新工程。最重要的一點，即使用「KL-1V」防火塗料毋須全部去除現存舊有之防火塗料，無疑能減少在清除電纜表面時可能產生的勞動力與經濟支出，並降低其危險性。斯摩棱斯克核電廠並非單一事件，因此KRILAK協會有限責任公司的專家們強力建議對其他核電廠及重要建築物之電纜線進行調查，並著手修理或汰換老舊過期之防火塗料。

## 【生醫】噴劑製造之新願景

翻譯：李鴻儀 / 校稿：劉念慈 資料來源：俄羅斯工程院提供



作者：科舍列夫  
Ya.A. Koshelev, Ю.А. Кошелев  
俄羅斯工程院院士  
藥學博士  
阿爾泰維生素公司總經理

阿爾泰維生素製藥公司在製造噴劑的領域中，持續領先其它俄羅斯製藥廠。氣喘噴劑為主要營業項目之一，其中，「沙丁胺醇（Salbutamol）」乃氣喘患者之首選用藥。目前該公司正研發噴劑製造過程之新技術，以求藥劑生產環境能符合蒙特婁議定書中關於破壞臭氧層之物質的規定。

阿爾泰維生素公司正進行大幅度的變革，因「沙丁胺醇」（又名「舒喘靈」）是最常用的短效氣喘處方用藥，為該公司的主要商品，需要用氟氯碳化物（CFCs）做為推進劑推送至肺部。因《蒙特婁議定書》對臭氧殺手氟氯碳化物（CFCs）的禁用令，在噴劑製造上，該公司轉而使用對臭氧層無破壞性的推進劑。

對嚴格要求生產細節的阿爾泰維生素公司而言，研發新噴劑的過程中是要付出相當多的心血，經實驗室的專家們努力研究，終於研發出藥劑的新製程。除此之外，還重新評鑑原料、生產場所、氣閥及噴霧器等規章。更重要的是，改良後的藥劑將以新名「沙丁胺醇AB」進入市場，其劑量將達200毫克，較以往的90毫克更高。

阿爾泰維生素公司為了產品的安全性、效力性和生產程序的標準以達到國際GMP的嚴格要求；同時確保所有數據資料符合或超越全球各地市場的法定標準，長久與著名的捷克GMP計畫公司合作。目前建置新噴劑生產線的籌備工作已大部分完成，亦重新整頓製造與倉儲的空間。因產品製程環境需符合C級衛生標準，由Pamasol公司負責前置裝置與分裝設備；Ima公司負責包裝設備，兩者皆為世界噴劑生產領域中的佼佼者。正因如此，該公司製造之改良噴劑將完全符合國際GMP標準。



阿爾泰維生素製藥公司生產線照片

另一項重要的製程改良，即新的氮氣站設備，除了確保工廠內製藥氮氣之供應無虞之外，且可於惰性氣體環境中縮小「沙丁胺醇」體積。抗氣喘藥物生產線的現代化與企業之長遠發展息息相關，因俄羅斯政府規定國內的製藥廠必須在2014年之前達到國際GMP標準。

其實，製造抗氣喘噴劑的各個環節是一項縝密且複雜的工作，但做為一個負有社會責任的製藥商，阿爾泰維生素公司參與「2020年及未來願景之俄羅斯聯邦藥品暨醫學產業發展」聯邦目標計畫，該公司投入此計畫中「治療慢性阻塞性肺病與氣喘藥劑之研發與量產」的方案，站在醫藥研發的最前線，發掘新機會和解決方案。該公司已計畫開始生產俄國尚未製造之「倍氯米松（Beclometasone）」與其它創新的抗氣喘藥物，以提升氣喘患者的生活品質。這使得該公司之產品享有良好形象，而現今即將生產之商品亦將達到國際品質標準且值得信賴。

## 【冶金業】 俄羅斯經濟的基礎產業

翻譯：李鴻儀 / 校稿：黃崧任 資料來源：俄羅斯工程院提供



作者：科爾帕科夫  
S.V. Kolpakov  
俄國工程院副院長  
技術科學博士  
國際冶金協會主席  
利佩茨克與克麥羅沃區榮譽市民  
多種獎章受贈者

本文旨在探討俄國冶金工業發展現況。在1987年戈巴契夫經濟改革之前，俄羅斯在鎳、鈦、鎂、鋁、銅、鉛及鋅等金屬生產量皆居世界領導地位。所有黑色金屬及90%的有色金屬皆供應國內市場需求。1991年蘇聯解體後，冶金工業產量下滑。自1999年下半年開始，俄國冶金業開始進入新一發展階段。

現今，國內外市場之嚴格要求影響了各種生產政策的制定。在當代俄國冶金工業發展中，應當建立新的生產設備，並進一步提高生產輸出。冶金部門的發展與俄羅斯經濟成長緊密相連，並與國內市場金屬製品的消費成長相關。提高產品在國際與國內市場的競爭力是俄國冶金工業發展之戰略趨勢，並且必須重新建立工程工作的權威性。

俄羅斯擁有龐大原料與能源資源，而冶金業一向是國家重要的經濟基礎。當前俄國冶金部門是繼燃料能源部門後，政府第二大財政預算來源。在各項產業中，冶金工業的經濟效益相當顯著。冶金業佔俄國工業生產總額的17%，在固定工業資產中之比例達11%，冶金相關從業人員約佔總勞動人口之9%。冶金業佔俄羅斯出口比例高達16%。

俄羅斯冶金業亦大量使用其他部門提供之產品、資源與服務。例如，利用鐵路運輸之貨物中有30%為冶金產品。在俄國工業生產所需之總電力、天然氣、石油與石化產品中，冶金業所佔的使用比例分別為30%、25%及10%。而冶金業使用焦煤這類資源的比例則幾乎達到百分之百。

冶金業之相關企業與組織遍佈全國二十幾區，其中大多數是由都市計畫所建立。冶金業佔各區域工業生產總額之60到85%。因此，冶金工業集團相當程度上決定了相關行業與各地方區域之產能負荷水準及經濟金融局勢。

在俄羅斯，早自彼得大帝統治時期起，冶金業即在國家經濟中扮演重要角色。歷經工業化及二次大戰，蘇聯人民與專家學者傾全力建立一個龐大的冶金工業集團。在慶祝二戰勝利六十週年之際，必須再次強調蘇聯冶金學家的貢獻。一直到二十世紀八〇年代末期，蘇聯冶金業無論在產量、研究水準或經濟技術生產指標上皆在全世界居領先地位。蘇聯在鋼材、鑄鐵、軋材與鋼管的生產上皆排名世界第一；另外在鎳、鈦、鎂、鋁、銅、鉛、鋅等金屬之生產上亦名列前茅。所有黑色金屬及百分之九十的有色金屬皆供應國內市場需求。

蘇聯解體後，國內鋼鐵製品之生產需求急速下降。至九〇年代中期，鋼材生產量平均減少一半，而使用量則降了近90%。目前俄國有色金屬之消費遠落後於已開發國家。在過去十年內，鋁的使用率已減少了超過85.7%，而銅與鎳減少的幅度更大。

自1999年下半年起，鋼鐵工業局勢開始改善。俄羅斯冶金業之發展進入新的階段，包括形成新的部門組織框架；以出口為主的資本積累；出現新一代中高階管理人員。

俄羅斯冶金業成功打入世界市場，提高該部門對國外市場的依賴性。國際分工深化的過程伴隨日益激烈的競爭，各國皆致力爭取供應國際市場中利潤最高之金屬製品。日本、南韓、歐盟與其他國家試圖掌控高科技產品之生產及銷售；而開發中國家與獨立國協國家則僅能供應低附加價值之產品，主要指半成品。

當出現金屬生產過剩之危機，世界市場的競爭更加白熱化，2005年成為考驗俄國冶金工業集團實力的一年。在過去幾年中，俄羅斯冶金業已成功維持在國內與世界經濟市場上的重要地位。儘管面臨某些困境，整體而言，俄國冶金業持續蓬勃發展。居領先地位之俄羅斯冶金公司在金屬價格高漲時累積大量資本，積極投入發展企業技術與設備。有充分證據顯示，馬格尼托戈爾斯克電鋼廠（Магнитогорский электрометаллургический комбинат）、新利佩茨基電鋼廠（Новолипецкий электрометаллургический комбинат）、奧斯科爾電鋼廠（Оскольский электрометаллургический комбинат）、烏拉爾礦業暨冶金公司（Уральская горно-металлургическая компания）、車里雅賓斯克冶金廠（Мечел）、西伯利亞——烏拉爾鋁業公司（СУАЛ）等企業完全有能力生產高度競爭性之鋼鐵製品。所以，提高俄羅斯鋼鐵製品在國內市場的競爭力尤其重要。

居領導地位的俄羅斯公司致力追求在新經濟條件下更有效能地運作。因此上述公司之產業政策受到國外及國內市場更嚴格的要求。技術革新的主要目的在於降低生產成本、降低周圍環境負荷、提高產品質量並開發新產品。



自1996至2004年，馬格尼托戈爾斯克冶金集團在追求現代化之過程中，共投入16億美元，相當於該時期所有冶金企業總投資額的四分之一。若八年前該集團固定資產折舊為89%，現在則降到30%，這正代表著該集團之重大革新。2004年，馬格尼托戈爾斯克鋼鐵廠完全停止鑄鋼錠。目前最後兩個平爐即將退役，取而代之的是兩個180噸的新電弧爐。今日，該集團幾乎確保其所用電力皆自給自足，毋須向丘拜斯（註一）購買。

許多公司特別著重於生產具塗層之現代化鋼鐵軋材。新利佩茨基冶金集團在此方向的發展特別成功。過去四年中，該公司用於塗層生產之設備增加了1.5倍。俄國企業致力尋求發展其他前景看好的新技術，包括生產高沖壓塗層金屬薄板、生產合金鋼板以鍛造工具、軸承以及不鏽鋼所需之鋼材。必須再三強調，當前俄羅斯冶金集團的成功歸功於過去幾十年來的生產潛能、系統化的生產管理與組織，以及深諳冶金工業的專業人士。

接下來應特別談到俄羅斯冶金工業從業人員。俄國冶金工程師具備一項特質，即他們集理論家、研究者和實踐者於一身。對當代俄國冶金業有通盤瞭解的日本冶金專家指出，俄羅斯冶金工業在生產中同時結合了大型實驗室及龐大的測試廠間。致力追求革新，或者現在最常聽到的創新，一直是俄國冶金工程師的重要特質之一。他們總是能找到有效的新技術來解決問題。俄國已針對現代冶金工業技術進行研發並投入生產，其中包括煉鋼連鑄、高爐與焦炭生產之新技術、電子束與電漿熔煉、稀有金屬的分離與富集、粉末冶金法與其他許多生產流程及模式。

許多國外鋼鐵企業取得俄國之技術許可。今日俄國已發展出可生產鋼連鑄模板之氧氣爐的經典技術。這項技術大幅提升世界市場中鋼鐵生產的質量、擴充產品規格並降低成本。今年，全世界將利用此項新技術生產超過七億噸鋼，較五年前的相同技術增加了兩億噸。

俄羅斯工程院院士們乃是所有俄國冶金工程師及專家學者中的佼佼者。而俄國冶金工程相關學校呈現一個值得注意的問題，即這些冶金學校的成立與發展花費許多資源及時間。然而在當前俄國冶金業發展的大多數問題中，如何培養專業熟練的冶金工程師再度成為重要議題。此問題與國家改革息息相關，特別受教育改革路線失敗所影響。

眾所皆知，當前世界經濟成長主要來自工程工作，而高科技技術由此得以研發並生產。此現象在生產流程全數自動化的現代冶金工廠中更加明顯。缺乏具體工程技能者將無法管理生產部門。令人擔憂的是，在許多冶金企業中，不易覓得專業冶金人才的問題日益嚴重。根據抽樣數據，自1989年到現在，冶金專業人才的平均年齡增加了十五歲，意即在這十五年中，年輕專業人才的加入大幅下跌。

註一：此處指 A. Б. Чубайс，俄國統一電力公司總裁。

九〇年代末期，許多年輕、有活力的管理人才投入冶金工業，這無疑是件好事。但值得注意的是，工程師在工業生產上所代表的意義急遽下降。由會計師來主導生產組織者，也就是工程師，其中尚包括經濟學工程師，此現象並非正常狀態。眾所皆知，利潤來自組織化的生產活動，而非會計行為。很遺憾近年來俄羅斯工程活動的權威性持續下降，我們必須在此面向採取緊急行動。



多年來，冶金工業已建構一套嚴謹的人才培育系統。由能源部部長負責冶金人才的培訓與再培訓工作。能源部各委員會針對當前高等與職校教育之問題進行系統性的討論。教育培訓計畫的內容必須經由具領導地位之企業與管理總局的專業人才之審核。並在該部監督之下編寫並出版冶金專業的教科書及教材。與冶金企業關係密切的專家負責進行培訓計畫。依據專業培訓特點，高等學校及職校學生進行有薪實習。每位畢業生取得與專業相關之職業等級和實際工作技能。畢業計畫的主題根據實際生產情況加以選擇，而畢業計畫往往討論一個特定工廠或生產方式。在八〇年代後期，學士後的四年培訓計畫有相當傑出的成效。花費一至三年時間投入生產的畢業生需要更多專業知識，因而借調至學校進行進階培訓。專業培訓最值得注意的一點即為不與實際生產活動脫節。然而，可惜的是，當前培訓體系已遭破壞，學校與企業之間的聯繫中斷。冶金大學及職校的材料技術基礎仍停留在上個世紀八〇年代的水準。大多數冶金專業的學生只能參與無薪實習，且往往不在實際工廠中，實習工作亦不具任何專業性。冶金專家不再前往大學或職校參與教學工作。上述情況皆導致人才培訓計畫素質降低，使從業人員必須花費更多時間適應生產流程。轉由地方預算負責之個別學校亦被迫改變。

為提供企業有經驗的專業人才，首先必須建立企業與教育機構之間的互惠條件，以達成兩者間的合作。其次，應停止由地方預算負責冶金教育機構，而回到基本企業體系，並以法律程序鞏固此點。政府應直接參與國家基本經濟部門之人才培育。

總而言之，現階段俄國冶金業的發展已到達一個轉捩點，必須創造新的生產動能，產值才能持續成長。蘇聯時期所累積生產動能已然耗盡，也同時面臨人才短缺之問題。產業的進一步發展與俄國整體經濟成長直接相關，並與國內鋼鐵製品的消費增加相符。

俄羅斯冶金業的發展戰略方向，應為藉由改善產品特性、降低成本並提高生產效益，提升俄國鋼鐵製品在國內及國際市場之競爭力。應特別強調重新建立工程活動與人才培訓之權威性，這正是冶金業有效發展之可觀潛力。

## 【造船業】海洋活動的基礎

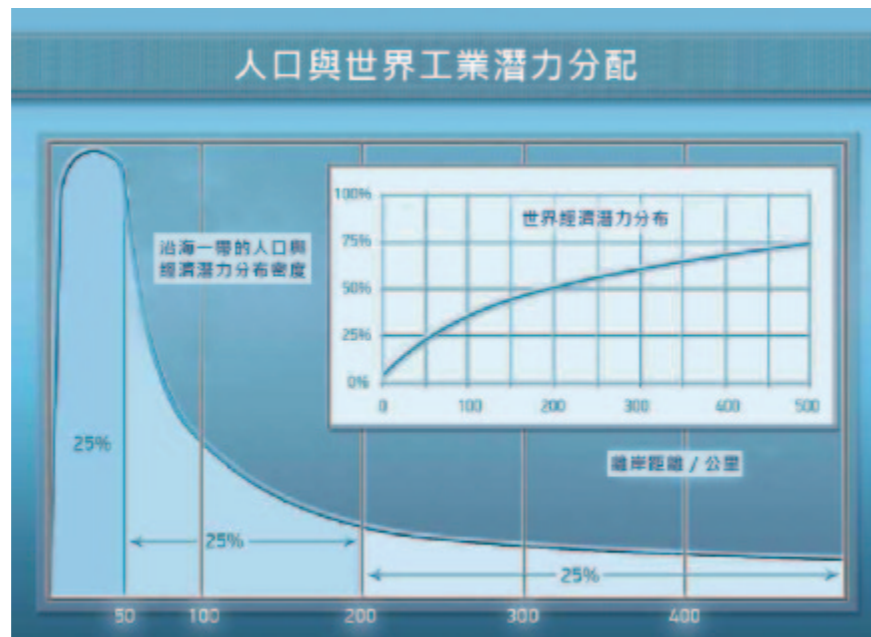
翻譯：楊雅嵐 / 校稿：吳佳靜 資料來源：俄羅斯工程院提供



作者：帕申 V.M. Pashin  
造船工程師  
俄羅斯科學院院士  
俄羅斯聯邦國家科學中心克  
禮洛夫中央科學研究院院長  
暨學術導師

人類歷史的發展總是離不開資源和領土權力的爭奪，其中也包括對海洋的掌握。海洋資源與海底能源的開採在世界經濟發展上具有重要地位，所以，二十一世紀被聯合國稱為世界大洋世紀絕非偶然。

「現代文明是從沿海岸邊發展起來的」此論點已獲得愈來愈多的論述基礎。地球上半數人口分布在兩百公里長的世界大洋沿岸帶狀上，並且有過半的全球工業潛力集中在此（如圖一）。海洋貿易、漁業、海洋研究等都是邁向現代化最重要因素，而海洋艦隊依舊是政府特別的「長臂」，也是國家積極外交政策上獨一無二的工具。海洋活動與全球化是整個世界經濟機制穩定的重要因素之一，所有國家皆對此投以特別關注。只有海洋運輸船能夠以運輸服務來滿足世界經濟的需要，它擁有將近百分之九十的世界貨物流通量。運輸船的總載運量共計超過10億噸。而截至金融危機前，以海運方式運送並經過審理獲得保障的貨物總值，每年共計2300億至2500億美元。



(圖一) 人口與世界工業潛力分配



(圖二) 2009-2030年俄羅斯大陸棚礦區設備安裝工程用船

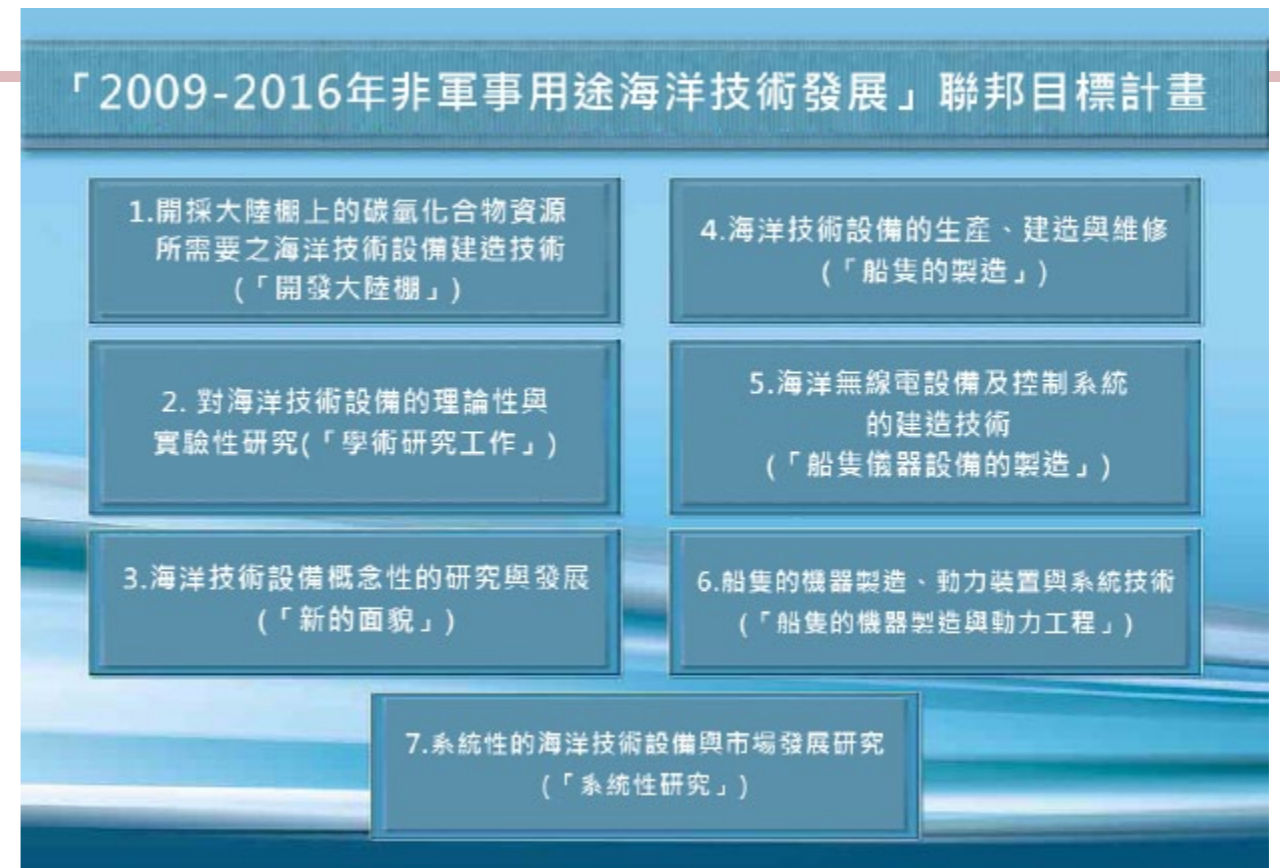
除此之外，每年捕獲的魚類以及海產總值介於350億到400億美元之間。而海洋大陸棚的石油與天然氣產量所得利益也不少，估計達800億到1000億美元。目前全世界超過35%的石油與32%的天然氣是在大陸棚開採得到的。而大量的碳氫化合物原物料則是集中在北極。整體而言，全世界的大陸棚有超過6千個平台，其中將近4千個在墨西哥灣，950個在東南亞，700個在中東，以及大約有400個在歐洲和西非。在俄羅斯北方以及遠東地區的大陸棚目前有3個平台。對海洋活動角色的認知，主要建立在世界先進海洋國家對造船業的態度上。造船是為了實踐海洋活動，是海洋活動的基礎。今日造船工業的市場規模高達1000億至1200億美元。所有的海洋國家都有國家造船及航行經濟規範系統，而在本質上其屬於重要經濟支撐體系。

基本上，一系列的海洋活動新方針也影響了非軍事用途的海洋技術設備，以及非軍事用的船隻建造。首先值得提及的是涉及大部分海洋國家對於在海洋及大洋的大陸棚上碳氫化合物資源掌握的熱潮，包括在北海、墨西哥灣、澳大利亞大陸棚、安哥拉、越南、非洲、波斯灣以及其他地區。這項活動促使所謂的海洋技術設備和專業化造船的誕生，而挪威即是最具代表性的例子，於此領域幾乎是從零開始建立的。伴隨大陸棚的開發，也出現了新類型的海洋技術設施，包括為了探勘、開採、運輸的預處理、天然氣的液化、運輸本身、泊岸碼頭，以及再氣化的方法。其中部分設施是固定在岸邊，有的則是漂浮在海面上，也因此在海面上又出現了鑽孔探勘船，以及為了探勘鑽孔用的半潛式或自動升降的平台，針對運輸方面也有各種不同形式的固定式（技術操作用的）平台以作為開採以及準備碳氫化合物使用（如圖二）。

液化氣或是壓縮氣體運輸船（氣體運輸船）是最重要的運輸工具，貨艙主要技術上的新產物是液化天然氣儲存槽。除了上述列舉之為了正常作業上所需要的技術設備，還有很多非傳統的供應及補給船，例如駁船是為了在海中技術工具運送的平台，還有管道鋪設船、補給船、集油船、轉運平台以及其他各種不同的船隻。前述此類船隻都有獨特的建造技術，新科技的使用，新know-how，其對俄羅斯造船業而言勢必是要優先掌握的。而非軍事用途船及造船在俄國的情況又是如何呢？海運占俄國對外貿易達60%。國內港口的生產力變大了，掛有俄國國旗的船隻數量也增加了，由外國大型油船建設公司付費，並由俄國監督的商船翻新工作也持續進行著。2009年九月初，共有346艘總載重量140萬噸的船隻登記於俄羅斯國際船隻登記簿中。然而，俄羅斯運輸船在其本身對外貿易運輸以及貨物轉運總量仍然很低，大約在百分之四到五。載貨的利益損失每年達60億美元。極大的虧損源自「船隻老化」。根據交通部統計資料，為了國家商船的復興，必須得於2010至2013年建造152艘總載重量620噸的船隻，並且需要花費將近65億美元。替換部分破冰船以及其他種類的維修服務船，在一樣這段時間內大概也估計需要10億美元。交通部資料顯示，在最近未來幾年，應該要建造326艘河運船，主要是以混合航行船隻為主，總載重量超過100萬噸，並且花費要將近14億美元。根據國家漁業委員會估計，俄羅斯在捕魚船方面的需求，包括超過550艘大型和中型各種不同用途的捕魚船，以及超過500艘總值將近25億美元的小型捕魚船。

在大陸棚持續勘探結果發現43處石油及天然氣產出處，預估已勘查到的石油蘊藏總增加量估算約值標準燃料20億噸。同時，為了開採大陸棚所需的新船建造與海洋技術設備皆非易事。因為對我們的造船業而言，大部分的海洋技術設備皆是新的，且南方的大型船隻建造廠從我們的造船業走出這個事實也有重要影響。當然，這些都是客觀原因，但是，我們不能以這些理由來幫自己找藉口。

以整體的技術水準和工作組織來看，俄羅斯還遠落後世界上其他擁有先進造船業的國家，因為我們的單位生產勞動力比先進造船國家高3到5倍，而船隻的建造時間卻比其多2到2.5倍。這種情形其實在蘇聯時代就已經形成了，由於沒有徹底現代化的實際作為而造成了工業的主要資金有形無形地流失，並且長期的高壓制度使得這種情形更加嚴重。



（圖三）「2009-2016年非軍事用途海洋技術發展」聯邦目標

為了提升本國造船業的競爭力，由俄羅斯政府研擬並批准的「至2020年造船工業發展戰略」已被確認。該戰略主要目標是建立科學技術潛力發展領域上新的競爭力面貌，生產力的最佳化、現代化以及技術上的設備革新，標準法規基礎的完善。由聯邦目標計畫「2009-2016年非軍事海洋技術設備發展」訂定的科學技術基礎的建立，即是要在此年間提升新一代海洋技術設備競爭力。聯邦目標計畫的主要方向是建造開採大陸棚所需之海洋技術設備，而此工作也已經開始進行（如圖三）。因此，在造船業的鞏固以及船隻的發展方面已有初步明顯的進展。我們已經克服了把俄羅斯當成局外人的狀況了。類似的情形不只對海洋活動本身可能構成威脅，也有可能危及國家未來及其世界地位與分量。我們可以感受到國家最高領導樂觀看待海洋活動和造船業扮演的角色，並且也提供了實值幫助。目前我們的造船業發展完全符合數年前制定的「國內造船戰略」計畫。因此，只要我們清楚方向，就必定能成功。

## 【運輸交通】 鐵路列車控制系統與行車安全保障

翻譯：楊雅嵐 / 校稿：賴勇成 資料來源：俄羅斯工程院提供



作者：戈洛溫  
V.I. Golovin  
NPO SAUT有限責任公司總經理  
俄羅斯工程院院士

交通安全不僅是當今最需要關注的主題之一，而其中最重要的課題就是如何達到安全的保障。本報告主要探討俄羅斯鐵路建立獨特之安全系統的經驗，以及在這方面的創新發展與未來的實施展望。

目前在俄羅斯新的鐵路列車均以「列車安全整合系統」(BLOK)來取代之之前所使用的三套安全系統，包括由在莫斯科的NIIAS公司研發之整合性列車安全系統(KLUB-U)、由葉卡捷琳堡的NPO SAUT公司所開創之自動剎車系統(SAUT-TSM / 485)，以及由莫斯科Neirokom公司研發之列車駕駛警醒系統「TSKBM」。

安全整合系統(BLOK)是由上述系統的研發團隊在俄羅斯鐵路網實驗運作多年所開發出來的。為了符合由俄羅斯鐵路管理局所採行的安全系統發展概念，BLOK的研發考慮到列車資訊安全控制系統、偵測，以及自動駕駛。BLOK提供KLU-U、SAUT-TSM以及自動駕駛整套資料庫，確保列車行進的座標測量及其速度，並考慮到列車輪緣實際直徑的加速度影響；擁有數位無線電模組GSM數據機與Tetra數據機，頻率160兆赫的無線電接收器「MOST」，以及衛星導航模組。



Neirokom公司研發之列車駕駛警醒系統「TSKBM」  
圖片來源：<http://www.neurocom.ru>



Desiro Rus 燕子號  
圖片來源：<http://www.railway20.net>

在開發BLOK的過程中，NPO SAUT公司全程參與包括研發、製造以及服務等所有階段。2010年，與烏拉爾國防企業合作製造的BLOK試驗樣件被安裝在電車2ES6上，該電車由俄德共有的企業烏拉爾列車公司製造。依據BLOK在斯維爾德洛夫斯克鐵路試營運的優良結果，俄羅斯鐵路驗收委員會決定長期採用「列車安全整合系統」，並且展開了一系列儀器設備的生產。從該年起NIIAS公司與NPO SAUT公司的專家們開始和德國西門子AG公司密切合作，西門子AG負責製造在俄羅斯鐵路公司名下的一批型號為「Desiro Rus」(「燕子號」)之電車，以運載2014年冬季奧運會舉辦期間之乘客。對於用BLOK安全系統裝置在這些列車上的計畫，NPO SAUT公司和西門子AG已完成全盤性的研究。NPO SAUT也已經安裝了第一批系統，並且調整試驗工作將於第一列電車在德國的公司建造完成後展開。

另外，Group Sinara公司和西門子AG企業集團簽署了一項關於電車「Desiro Rus」之建造以及其在俄羅斯當地由烏拉爾列車製造公司生產的協議。因此，為了索契冬季奧運會而建造的「燕子號」電車將在烏拉爾生產。第二項和西門子AG的合作計畫是關於建造新一代的2ES10「花崗岩號」列車。它是以2ES6列車設計為基礎之改造版本，車內原本裝設的「國產」整流牽引發動器，現在被馬力更大、更堅固耐用的西門子廠牌的非同步牽引驅動器取代。2ES10電車上每個環節的控制，其中也包括非同步牽引驅動器，都是由NPO SAUT公司的同仁所研發之微處理操控與偵測系統來執行。2010年，該公司專家們曾至德國，並與西門子相關人員共同研究了在多個平台上交互運算，以及在微處理操控與偵測系統和非同步牽引驅動器之間的資料交換通訊協定。烏拉爾列車製造公司已經生產了兩列2ES10電車。第一列正由VNIIZHT公司在雪爾賓卡列車站的實驗環狀鐵路上進行測試。第二列則在斯維爾德洛夫斯克鐵路試營運。

2ES10「花崗岩號」電車



根據試營運的結果證實，「花崗岩號」是目前在俄羅斯動力最大的載貨用電車。2011年8月4日舉行了從斯維爾德洛夫斯克至巴連金諾段的三節式2ES10「花崗岩號」電車驗收之旅，參與人員包括俄羅斯鐵路公司董事長弗拉基米爾·伊凡諾維奇·亞庫寧，以及斯維爾德洛夫斯克州州長亞歷山大·謝爾蓋耶維奇·米沙林。這列車的載運量高達九千噸，遠超過目前營運的三節式電車VL11的重量標準六千噸。烏拉爾列車製造公司計畫在2011年底前再建造九列兩節式的2ES10電車。

自2011年開始，俄羅斯科學生產學會把BLOK裝設在型號2ES6、2ES10與EP20之電車，以及2TE25柴油列車上，同時提供在運行第一階段的調整試驗工作以及嶄新安全系統維修服務。值得注意的是，NPO SAUT公司也提供新一代2ES6和2ES10列車所有電子零件的維修服務。每一列這類型列車的電子與電力轉換技術設備總重量約五噸。為了斯維爾德洛夫斯克、西西伯利亞和南烏拉爾鐵路車場的維修服務，在斯維爾德洛夫斯克鐵路機車庫設了有調度站的區域中心，可以即時提供所有列車在區域內的工作監控。為此，每一列列車上都裝設有數位無線電模組（Tetra數據機、GSM數據機、GPS接收器以及無線電接收器「MOST」）。

新的維修服務技術是將路徑參數資料的傳輸過程自動化，意即當列車駛向機車庫時，行車記錄器會自動記錄列車沿途行徑資料。在「列車安全整合系統」中研發了新的非觸控式行車記錄器，該記錄器容量可達64MB（在KLUB-U只有2MB）。它可以從網路資料庫中取得列車行進途中所需要的參數資料。為了測試這項裝置，我們在斯維爾德洛夫斯克鐵路的斯維爾德洛夫斯克到瓦伊諾夫卡這段的機車庫設有終端機，包括在斯維爾德洛夫斯克鐵路機車庫、卡密什洛夫機車庫和瓦伊諾夫卡機車庫內。當終端機與「列車安全整合系統」的行車記錄器連線時，記錄器內關於行進中的所有資訊會傳至終端機，同時終端機也會把下一路段的路徑資料傳到列車上的行車記錄器中。終端機與俄羅斯鐵路公司的共同資訊網相結合，並且會把行車記錄器所記錄到的行車資料，包含行車間的錯誤歸檔，並傳輸至共同網站上。

2ES10「花崗岩號」電車駕駛艙



在今年（2011）計畫將試用並驗收KIO-BLOK的資訊安全系統。值得一提的是，俄羅斯鐵路公司的管理階層高度重視該項技術設備的運行過程及速度。就在前不久，2011年8月3日時，公司的副董事長沃羅季爾金主持了一場代表會議，會中討論了兩個最重要的議題，一是關於建立可以記錄行車速度以及安全與自動駕駛電子設備的管理中心；另一是在列車業的改革範疇內，建立所有鐵路中心與俄羅斯鐵路開放型股份公司對於安全器材維修的相互交流。而這也促使了我的同事們和我制定出下列任務：

1. 建立使用由NIIAS公司與NPO SAUT公司所設計製造的電子資訊設備的階段性計畫。
2. 提供各種列車的路線表，建立鐵路維修中心，以及加強列車在運行中的安全。
3. 檢視目前的使用規範，以建立一套統一的資訊辨識規則，並增加其他的相關規定。

很明顯地，俄羅斯鐵路的安全是我們的首要任務之一。



圖片來源：<http://www.neurocom.ru>



## 【機械產業】

### 漸開線彎齒傳動—高產能製造的創新技術

作者：維諾格拉多夫 (A.N. Vinogradov) 技術科學副博士、達維多夫 (A.P. Davydov)、利帕托夫 (S.I. Lipatov) 技術科學副博士、馬爾戈利特 (R.B. Margolit) 技術科學副博士、潘科夫 (I.G. Pankov) 技術科學副博士、帕爾申 (A.N. Parshin) / 莫斯科國立開放大學梁贊學院 (分院)

翻譯：林冠伶 / 校稿：黃崧任 資料來源：俄羅斯工程院提供

**各式建築設施中，如住宅及工業建築，承重鋼構之被動防護性乃是保護建物免受火災損害的重要應用彎齒來外部嚙合直齒輪、斜齒輪和人字紋齒輪，可以有效地提高負載力和持久力，並改善工作穩定性且降低齒輪傳動之噪音。**

使用傘齒輪的蝸線傳動機構所獲得之成效，可以想像相同的成效發生在齒形從直線轉成縱向曲線時的圓柱輪上。然而，至今這類齒輪 (圖1) 仍未被使用在機械製造上，其實這是有原因的。



圖1：彎形齒輪

經過多次實驗銑床來切削彎形齒輪但都未成功。這些銑床無法使用不同的工具持續運作且滿足切削彎齒輪時所必需的多種轉向運動和模式變化之需求。

圖2：彎齒輪末端之外觀



如果只使用一種工具來切割齒空兩邊的輪齒凹凸面，就會造成牙齒厚度不均和齒空寬度不齊。即使在技術文獻中提到這類彎齒輪，但在這樣的加工方式下並無法保證兩個齒輪之間的吻合，所以這樣的傳動肯定不適合拿來使用。

另一個錯誤則和旋轉刀頭上輪齒每一側之切割有關，刀頭上之切割元件是和嚙合角之角度相同的梯形齒條。要使刀頭和工件產生滾切運動來達到漸開線的曲面。若在這樣的情況下，切削出來的齒輪將擁有和輪齒垂直截面的固定漸開線曲面，而在輪軸垂直截面上的漸開線曲面上之壓力角將會成為變量。最大角度值會落在切削後的齒輪中心斷面上，而越靠近末端的斷面角度值會越小。若要讓這類齒輪成功運轉，必須將兩個成對的齒輪嚙合處切削到完全相同的角度並且要精確地裝設好齒輪長度。這些在安裝上的誤差值會失去漸開線嚙合的優勢。為了區別上述齒輪和真正漸開線彎齒輪之差異，應該另外給它一個的名稱，例如，「有限的漸開線彎齒輪」。

現階段真正的漸開線彎齒輪生產技術仍在研發中，其實它在許多方面和人字形輪類似。所有斷面與車軸垂直的齒輪都是帶有一個特定嚙合角之固定漸開線曲面。齒面的漸開線是開放且展開在一個平面上的。除了名稱容易讓讀者混淆之外，這類齒輪和前述的齒輪並沒有任何共通點。

經驗使我們能夠信心十足地保證，之所以無法大量使用漸開線圓柱輪彎齒傳動的技術，原因不是因為它的哪個缺點或限制，主要是因為沒有能夠快速且精準的生產這些齒輪的技術。現在，新技術已被開發出來且經過工業測試，已經準備好廣泛應用在生產上。

彎齒傳動是一種漸開線圓柱輪傳動系列 (直齒輪、斜齒輪和人字形輪) 自然的延續發展。這系列裡的每一個傳動方式在平穩度和耐久性上多少都會優於上一個。彎齒輪在齒圈的中間沒有切削刀具的出口，就像人字形輪一樣，完全仰賴它的牙齒具有較高的硬度。甚至，在不考慮切削因素之下，彎齒本身的硬度就優於人字形。

再一次強調，所有垂直於輪軸的彎齒齒作用面都是依據一定的半徑分布在所有齒間之完全相同的漸開線。彎齒輪的輪齒和齒空之間有固定且相應的厚度和寬度 (圖2)。和所有其他形式的漸開線傳動一樣，彎齒輪也能接受軸間距離的波動和主軸的傾斜。



圖3：車床加工中心的齒輪切削



圖4：心軸上的刀頭

**彎齒輪的漸開曲面在控制上不需要特殊的測量工具。所有的計量保證皆和直齒輪相同。**

彎齒傳動只有兩對或三對連動，不會有任何單對連動的轉角。由於輪齒數量增多，所以降低了每一顆輪齒的負荷量，減少了輪齒因負載量而變形。而這些因素原來也跟彎齒傳動的噪音問題息息相關。當我們在使用這個獨特的齒輪傳動類形時，發現負載量增加並不會使噪音水平也跟著提高。不只是因為輪齒的彎齒分佈優勢，還有成對齒輪上連動角度的吻合，才能比一般傳統的切齒法更容易達到少噪音的傳動效果。

莫斯科國立開放大學梁贊分院的研究員們研發出符合經濟效益的切齒生產技術，可以保證製造出精度符合國家標準1643-81的六級彎齒齒圈，12到100齒輪齒，模數3mm到12mm，齒面的寬度可達200mm。輪齒表面粗糙度範圍從Ra1.1到2.5 $\mu$ m。

齒輪切削（圖3）是透過刀頭在四軸的CNC銑床或車床加工中心運作，其原理是利用兩軸透過插值法實現工件和切削工具的滾切作用。開展所謂的零級切齒法。利用刀具的正上方中心頂點到主圓柱的直線和切線位子來決定曲面精度。對於那些懷疑此種輪齒加工法之可能性的讀者有一點要提醒的是，這種方案下的磨齒加工都是利用最精密的瑞士MAAG公司之機台來運作。

**刀頭（圖4）是一種有凹槽之碟盤，用來安裝和固定作為車床溝槽銑刀的切削元件。**

很多國家的工具廠都標準化生產這類刀具。刀具配有快速更換的兩面角硬質合金多面刃刀片，其表面為多層硬質覆蓋。這實現了甚至是經過淬火和回火的高硬度合金鋼工件上仍能進行高速的輪齒切削。累積了許多硬度HV270的工件切削經驗後，我們開始討論關於這樣的硬度是否還需要再經過淬火和磨削。為了資訊的完整性還要提到一點，我們針對切齒加工後的每個大組件彎齒輪齒有進行高頻電流淬火法的經驗。現在的硬質合金在必要的情況下已經能夠在淬火過後完成輪齒的精密切削。目前使用的寬度3mm和4mm快速更換型刀片來自幾家不同的公司。

刀具具有最廣泛的通用性。同一種名稱的刀頭可以切割任何齒圈，不論任何模數的特定彎齒半徑、任何輪齒數量及任何校正法。所有這些任務都不是靠刀具來解決而是靠CNC系統的機床來控制。

刀頭的直徑會取決於彎齒的半徑。彎齒半徑越小，接近齒輪末端的齒間徑向方向上之空間就會越窄。這情況下的輪齒切削就會需要利用極度細薄的切削法來完成。累積下來的經驗證實，能滿足性能及技術上要求的最佳彎齒半徑必須較為接近齒圈的寬度。

通常使用三種切削刀頭來進行輪齒切削成形：

1. 各輪齒間齒空的粗加工；
2. 輪齒凹面加工；
3. 輪齒凸面加工。

$$R_{\alpha} = \frac{R_a}{\cos \pm} \left[ \sin \pm \oplus \tan \pm \frac{R_a \left[ \sqrt{R_a^2 \left[ \left( \frac{b}{2} \right)^2} \right]} \right]}{2} \right]$$

CNC機床的性能提供了快速更換刀頭的功能。這三種刀頭都能使用一樣的刀套，然後是以銑刀的設定不同來區別。用在輪齒凹面加工的二號刀頭上之銑刀，會安裝在刀套上且不使用墊圈，這樣可以使銑刀的外部刀刃能夠在切削半徑上。非滾切運動的一號刀頭，其為軸向推進模式（鑽孔模式），在銑刀下面會使用墊圈，其厚度剛好是切削刀片寬度的一半；而三號刀頭則差在墊圈厚度剛好等於刀片寬度。因此，二號和三號刀頭的銑刀成形點可以精確地推導出需求的切削半徑 $R_{\alpha}$ ，其數值取決於 $R_a$ 彎齒半徑、齒輪寬度 $b$ 和嚙合角 $\alpha$ （公式如上）：

刀片磨鈍之後會先翻面，之後再更換位置。先將切削輪齒凹面的刀片換到凸面切削，然後再用來鑽孔。這樣可以保障刀片的合理使用和漸開線兩邊曲面加工的高品質。刀頭之設定安裝要和銑刀切削軸向為同一邊，這要另外透過CNC機台專用之工具設定光學儀器來完成。

不需太過依賴切齒工具之加工精密度是該切齒法很重要的特性。輪齒加工員應該都很了解，傳統切齒法通常有多麼的依賴切削工具。而在非漸開線嚙合情況下，例如，諾維科夫（齒輪傳動），銑刀的精度在精度總體平衡上佔主導地位。依照我們的方法，估計刀頭在齒輪切割上的精度平衡值所佔不超過5-10%。

利用滾切運動的插值法模式來加工的機器，其轉動和線性軸精度最能保證輪齒加工的精密度。累積的經驗告訴我們，目前製造出來的高級精度（強化的精度）CNC機台可以滿足精確的輪齒切削之要求。透過在CNC設備上的參數誤差補償來提高協調運動精確度的可能性是很重要的。在加工中心裡，使用了25年的列寧格勒機械製造廠之型號LR395機台，透過補償降低工作台迴轉誤差，成功地從幾角分降到5角秒。

尤其還有一個問題是關於輪齒切削機床主要傳動裝置之動力條件。現代的CNC機台多使用主要運動為可調式傳動，一般來說轉矩較小。但其實此機台不需要這樣的功能，因為任何寬度的表面銑削都能夠用直徑相對不大，例如100mm的銑刀來完成。在我們的案例裡，寬齒面的加工下，工具的直徑能夠達到400mm。用這種尺寸來完成鑽孔模式的成功切穿，在轉速不高於120 (rpm) rev / min情況下，主軸的功率不能少於18kW。若是動力條件較低的機台就要減少刀頭上的銑刀數和降低加工產能。



圖5：使用兩年的彎齒輪磨損狀

最前面兩個經過試驗的傳動輪，模數4mm、齒數為18和32的齒輪，其齒輪是車削加工中心型號17C40機台（圖1、3和4）透過研發出的方法[2]所切出，這兩種傳動於2008年8月應用在Severstal冶金工廠的軋板廠房裡，包裝機上面的高速減速齒輪上。齒輪使用兩年後經過Severstal冶金工廠的委員會檢驗並證實，此兩傳動在運作時的確平穩又安靜，而且幾乎看不到甚麼磨損（圖五）。齒輪並繼續使用下去。

這些結果最令人印象深刻的是，標準直齒輪在不良的條件下，以三班制不間斷地逆向模式持續運作，每三、四個月必須更換一次。完成輪齒切削技術和將切齒速度改良到18齒只要20分鐘，32齒只要33分鐘的研究院實驗大樓後來又進一步的使用CNC直立式銑床來製造這些齒輪。



圖6：模數8.333的齒輪製造片段

梁贊機床製造廠正是使用四軸的CNC直立式銑床型號5171F4來生產減速齒輪給Severstal冶金工廠的矯直機使用（圖6）。

彎齒齒輪的結構設計和生產技術準備過程有幾個階段：

1. 彎齒傳動的結合。
2. 每一個齒輪結構之加工。
3. 輪齒切削技術加工。
4. CNC機台控制程式之加工。

我們所使用的輪齒成形法在切齒理論上稱為零級（根據刀具的曲面角度），能夠不浪費任何材料成本就將下列三種校正帶入漸開線曲面：高度校正、角度校正和切線校正。



圖7：抽油機減速器

在傳動的結合時，成對齒輪的嚙合角角度一定會相同，這也是達到嚙合穩定性和低噪音傳動的基本條件。在改裝部件時一定要讓彎齒傳動符合一定的軸間距離，那麼當發生高度校正和嚙合角度超過20度時，是可以透過分模數來解決。設計者實際的使用經驗為齒數15到93齒的齒輪、嚙合角15到24度及模數5.505、8.333和8.654mm。

還有一個可以在彎齒傳動結合時解決的任務，即是保證整對齒輪的強度是一樣的。為了達到相同強度的標準，採用了傳動輪齒橫斷面之面積相等的方式。透過切線補償滿足了強度相等的條件，一輪之輪齒加厚，同時另一輪則變細。

在結構[1]的加工下，任何嚙合上的空隙都可以從零開始，並且可以保障它的切削技術。這項新研發的切齒法最有價值的是，所有上述的彎齒輪齒結構特性並非靠機器的調整、切削工具的設定及結構之改變來達成，而是利用技術和CNC控制系統的調整，也就是不用物質成本的花費來解決，而是，廣泛來說就是要「事先做好功課」。

在圖7裡看到的是抽油機減速器。諾維科夫將這個齒輪部件代換成漸開線彎齒輪。組裝好的減速器不論是在閒置或運作之下的噪音維持在70分貝（dB）。所有的傳動絕對都是無空隙之嚙合。部件經過三班制不停機的靜態測試後還會拿去做硼砂的實際生產試驗。

彎齒輪尤其是對於用在24小時不停機的（冶金、煤礦、石油天然氣等）生產線的重機台齒輪傳動之負載能力和可靠性更有顯著的提高。在很多其他的機械業裡使用彎齒輪可以透過提高傳動速度的性能，同時提高負載力、耐磨指數和可靠性，降低噪音等級以及重量和體積的參數來升級整體運轉設備。對於輸送用或某些其他機器來說，降低噪音是為了生態環保，因為噪音也算是一種嚴重的環境汙染。

必須再次表達遺憾的是，有著不同嚙合角度的齒輪也稱為彎齒輪，但他們並沒有所有漸開線嚙合的優點，當他們面對軸間距離不一、軸偏斜、軸向位置的裝配誤差等情況時就會產生問題。我們所說的這種齒輪和上述一般也稱為彎齒輪的齒輪是完全不相同的。因此，我們可以很肯定的請讀者不要悲觀的認為「又是個不切實際的想法」而不願意去了解這項技術，反而更要去了解漸開線齒輪傳動更進一步改善的可能性。

圓柱輪的彎齒齒製造法受到俄羅斯聯邦專利保障[2]。擁有「用於切割圓柱輪的彎齒齒之輪齒切削刀頭」之專利，編號 №2009133751。

參考文獻

1. V. D. Plahtin、A. P. Davydov、A. N. Parshin、R. B. Margolit、S. I. Lipatov，取代斜齒的彎齒齒、體積淬火、分數模和30及31齒數的圓柱輪系列加工結構和技術、其製造法以及工業實驗經驗之文件，原稿：全俄科學技術資訊中心 11.11.09，№02200 903419，梁贊市，2009年。
2. 俄羅斯聯邦專利№2404030「圓柱輪的彎齒齒製造法」，作者兼發明者V. D. Plahtin、I. G. Pankov、A. P. Davydov、R. B. Margolit、A. N. Parshin、S. I. Lipatov，發明優先權2009年4月16日，№2009114308，2010年11月20日發表，第32期。