

不銹鋼資料手冊

上

**SOURCE BOOK
ON
STAINLESS
STEELS**



太原鋼鐵公司編譯



TG 142.71-62

T 14

几点说明

本集为美国ASM出版的《SOURCE BOOK ON STAINLESS STEELS》一书的译文集。共分上下二册印刷。

这本书虽是1976年的版本，由于书中较全面地收集了有关不锈钢的生产与使用^{1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100. 101. 102. 103. 104. 105. 106. 107. 108. 109. 110. 111. 112. 113. 114. 115. 116. 117. 118. 119. 120. 121. 122. 123. 124. 125. 126. 127. 128. 129. 130. 131. 132. 133. 134. 135. 136. 137. 138. 139. 140. 141. 142. 143. 144. 145. 146. 147. 148. 149. 150. 151. 152. 153. 154. 155. 156. 157. 158. 159. 160. 161. 162. 163. 164. 165. 166. 167. 168. 169. 170. 171. 172. 173. 174. 175. 176. 177. 178. 179. 180. 181. 182. 183. 184. 185. 186. 187. 188. 189. 190. 191. 192. 193. 194. 195. 196. 197. 198. 199. 200. 201. 202. 203. 204. 205. 206. 207. 208. 209. 210. 211. 212. 213. 214. 215. 216. 217. 218. 219. 220. 221. 222. 223. 224. 225. 226. 227. 228. 229. 230. 231. 232. 233. 234. 235. 236. 237. 238. 239. 240. 241. 242. 243. 244. 245. 246. 247. 248. 249. 250. 251. 252. 253. 254. 255. 256. 257. 258. 259. 260. 261. 262. 263. 264. 265. 266. 267. 268. 269. 270. 271. 272. 273. 274. 275. 276. 277. 278. 279. 280. 281. 282. 283. 284. 285. 286. 287. 288. 289. 290. 291. 292. 293. 294. 295. 296. 297. 298. 299. 300. 301. 302. 303. 304. 305. 306. 307. 308. 309. 310. 311. 312. 313. 314. 315. 316. 317. 318. 319. 320. 321. 322. 323. 324. 325. 326. 327. 328. 329. 330. 331. 332. 333. 334. 335. 336. 337. 338. 339. 340. 341. 342. 343. 344. 345. 346. 347. 348. 349. 350. 351. 352. 353. 354. 355. 356. 357. 358. 359. 360. 361. 362. 363. 364. 365. 366. 367. 368. 369. 370. 371. 372. 373. 374. 375. 376. 377. 378. 379. 380. 381. 382. 383. 384. 385. 386. 387. 388. 389. 390. 391. 392. 393. 394. 395. 396. 397. 398. 399. 400. 401. 402. 403. 404. 405. 406. 407. 408. 409. 410. 411. 412. 413. 414. 415. 416. 417. 418. 419. 420. 421. 422. 423. 424. 425. 426. 427. 428. 429. 430. 431. 432. 433. 434. 435. 436. 437. 438. 439. 440. 441. 442. 443. 444. 445. 446. 447. 448. 449. 450. 451. 452. 453. 454. 455. 456. 457. 458. 459. 460. 461. 462. 463. 464. 465. 466. 467. 468. 469. 470. 471. 472. 473. 474. 475. 476. 477. 478. 479. 480. 481. 482. 483. 484. 485. 486. 487. 488. 489. 490. 491. 492. 493. 494. 495. 496. 497. 498. 499. 500. 501. 502. 503. 504. 505. 506. 507. 508. 509. 510. 511. 512. 513. 514. 515. 516. 517. 518. 519. 520. 521. 522. 523. 524. 525. 526. 527. 528. 529. 530. 531. 532. 533. 534. 535. 536. 537. 538. 539. 540. 541. 542. 543. 544. 545. 546. 547. 548. 549. 550. 551. 552. 553. 554. 555. 556. 557. 558. 559. 560. 561. 562. 563. 564. 565. 566. 567. 568. 569. 570. 571. 572. 573. 574. 575. 576. 577. 578. 579. 580. 581. 582. 583. 584. 585. 586. 587. 588. 589. 590. 591. 592. 593. 594. 595. 596. 597. 598. 599. 600. 601. 602. 603. 604. 605. 606. 607. 608. 609. 610. 611. 612. 613. 614. 615. 616. 617. 618. 619. 620. 621. 622. 623. 624. 625. 626. 627. 628. 629. 630. 631. 632. 633. 634. 635. 636. 637. 638. 639. 640. 641. 642. 643. 644. 645. 646. 647. 648. 649. 650. 651. 652. 653. 654. 655. 656. 657. 658. 659. 660. 661. 662. 663. 664. 665. 666. 667. 668. 669. 670. 671. 672. 673. 674. 675. 676. 677. 678. 679. 680. 681. 682. 683. 684. 685. 686. 687. 688. 689. 690. 691. 692. 693. 694. 695. 696. 697. 698. 699. 700. 701. 702. 703. 704. 705. 706. 707. 708. 709. 710. 711. 712. 713. 714. 715. 716. 717. 718. 719. 720. 721. 722. 723. 724. 725. 726. 727. 728. 729. 730. 731. 732. 733. 734. 735. 736. 737. 738. 739. 740. 741. 742. 743. 744. 745. 746. 747. 748. 749. 750. 751. 752. 753. 754. 755. 756. 757. 758. 759. 760. 761. 762. 763. 764. 765. 766. 767. 768. 769. 770. 771. 772. 773. 774. 775. 776. 777. 778. 779. 780. 781. 782. 783. 784. 785. 786. 787. 788. 789. 790. 791. 792. 793. 794. 795. 796. 797. 798. 799. 800. 801. 802. 803. 804. 805. 806. 807. 808. 809. 810. 811. 812. 813. 814. 815. 816. 817. 818. 819. 820. 821. 822. 823. 824. 825. 826. 827. 828. 829. 830. 831. 832. 833. 834. 835. 836. 837. 838. 839. 840. 841. 842. 843. 844. 845. 846. 847. 848. 849. 850. 851. 852. 853. 854. 855. 856. 857. 858. 859. 860. 861. 862. 863. 864. 865. 866. 867. 868. 869. 870. 871. 872. 873. 874. 875. 876. 877. 878. 879. 880. 881. 882. 883. 884. 885. 886. 887. 888. 889. 890. 891. 892. 893. 894. 895. 896. 897. 898. 899. 900. 901. 902. 903. 904. 905. 906. 907. 908. 909. 910. 911. 912. 913. 914. 915. 916. 917. 918. 919. 920. 921. 922. 923. 924. 925. 926. 927. 928. 929. 930. 931. 932. 933. 934. 935. 936. 937. 938. 939. 940. 941. 942. 943. 944. 945. 946. 947. 948. 949. 950. 951. 952. 953. 954. 955. 956. 957. 958. 959. 960. 961. 962. 963. 964. 965. 966. 967. 968. 969. 970. 971. 972. 973. 974. 975. 976. 977. 978. 979. 980. 981. 982. 983. 984. 985. 986. 987. 988. 989. 990. 991. 992. 993. 994. 995. 996. 997. 998. 999. 1000. 1001. 1002. 1003. 1004. 1005. 1006. 1007. 1008. 1009. 1010. 1011. 1012. 1013. 1014. 1015. 1016. 1017. 1018. 1019. 1020. 1021. 1022. 1023. 1024. 1025. 1026. 1027. 1028. 1029. 1030. 1031. 1032. 1033. 1034. 1035. 1036. 1037. 1038. 1039. 1040. 1041. 1042. 1043. 1044. 1045. 1046. 1047. 1048. 1049. 1050. 1051. 1052. 1053. 1054. 1055. 1056. 1057. 1058. 1059. 1060. 1061. 1062. 1063. 1064. 1065. 1066. 1067. 1068. 1069. 1070. 1071. 1072. 1073. 1074. 1075. 1076. 1077. 1078. 1079. 1080. 1081. 1082. 1083. 1084. 1085. 1086. 1087. 1088. 1089. 1090. 1091. 1092. 1093. 1094. 1095. 1096. 1097. 1098. 1099. 1100. 1101. 1102. 1103. 1104. 1105. 1106. 1107. 1108. 1109. 1110. 1111. 1112. 1113. 1114. 1115. 1116. 1117. 1118. 1119. 1120. 1121. 1122. 1123. 1124. 1125. 1126. 1127. 1128. 1129. 1130. 1131. 1132. 1133. 1134. 1135. 1136. 1137. 1138. 1139. 1140. 1141. 1142. 1143. 1144. 1145. 1146. 1147. 1148. 1149. 1150. 1151. 1152. 1153. 1154. 1155. 1156. 1157. 1158. 1159. 1160. 1161. 1162. 1163. 1164. 1165. 1166. 1167. 1168. 1169. 1170. 1171. 1172. 1173. 1174. 1175. 1176. 1177. 1178. 1179. 1180. 1181. 1182. 1183. 1184. 1185. 1186. 1187. 1188. 1189. 1190. 1191. 1192. 1193. 1194. 1195. 1196. 1197. 1198. 1199. 1200. 1201. 1202. 1203. 1204. 1205. 1206. 1207. 1208. 1209. 1210. 1211. 1212. 1213. 1214. 1215. 1216. 1217. 1218. 1219. 1220. 1221. 1222. 1223. 1224. 1225. 1226. 1227. 1228. 1229. 1230. 1231. 1232. 1233. 1234. 1235. 1236. 1237. 1238. 1239. 1240. 1241. 1242. 1243. 1244. 1245. 1246. 1247. 1248. 1249. 1250. 1251. 1252. 1253. 1254. 1255. 1256. 1257. 1258. 1259. 1260. 1261. 1262. 1263. 1264. 1265. 1266. 1267. 1268. 1269. 1270. 1271. 1272. 1273. 1274. 1275. 1276. 1277. 1278. 1279. 1280. 1281. 1282. 1283. 1284. 1285. 1286. 1287. 1288. 1289. 1290. 1291. 1292. 1293. 1294. 1295. 1296. 1297. 1298. 1299. 1300. 1301. 1302. 1303. 1304. 1305. 1306. 1307. 1308. 1309. 1310. 1311. 1312. 1313. 1314. 1315. 1316. 1317. 1318. 1319. 1320. 1321. 1322. 1323. 1324. 1325. 1326. 1327. 1328. 1329. 1330. 1331. 1332. 1333. 1334. 1335. 1336. 1337. 1338. 1339. 1340. 1341. 1342. 1343. 1344. 1345. 1346. 1347. 1348. 1349. 1350. 1351. 1352. 1353. 1354. 1355. 1356. 1357. 1358. 1359. 1360. 1361. 1362. 1363. 1364. 1365. 1366. 1367. 1368. 1369. 1370. 1371. 1372. 1373. 1374. 1375. 1376. 1377. 1378. 1379. 1380. 1381. 1382. 1383. 1384. 1385. 1386. 1387. 1388. 1389. 1390. 1391. 1392. 1393. 1394. 1395. 1396. 1397. 1398. 1399. 1400. 1401. 1402. 1403. 1404. 1405. 1406. 1407. 1408. 1409. 1410. 1411. 1412. 1413. 1414. 1415. 1416. 1417. 1418. 1419. 1420. 1421. 1422. 1423. 1424. 1425. 1426. 1427. 1428. 1429. 1430. 1431. 1432. 1433. 1434. 1435. 1436. 1437. 1438. 1439. 1440. 1441. 1442. 1443. 1444. 1445. 1446. 1447. 1448. 1449. 1450. 1451. 1452. 1453. 1454. 1455. 1456. 1457. 1458. 1459. 1460. 1461. 1462. 1463. 1464. 1465. 1466. 1467. 1468. 1469. 1470. 1471. 1472. 1473. 1474. 1475. 1476. 1477. 1478. 1479. 1480. 1481. 1482. 1483. 1484. 1485. 1486. 1487. 1488. 1489. 1490. 1491. 1492. 1493. 1494. 1495. 1496. 1497. 1498. 1499. 1500. 1501. 1502. 1503. 1504. 1505. 1506. 1507. 1508. 1509. 1510. 1511. 1512. 1513. 1514. 1515. 1516. 1517. 1518. 1519. 1520. 1521. 1522. 1523. 1524. 1525. 1526. 1527. 1528. 1529. 1530. 1531. 1532. 1533. 1534. 1535. 1536. 1537. 1538. 1539. 1540. 1541. 1542. 1543. 1544. 1545. 1546. 1547. 1548. 1549. 1550. 1551. 1552. 1553. 1554. 1555. 1556. 1557. 1558. 1559. 1560. 1561. 1562. 1563. 1564. 1565. 1566. 1567. 1568. 1569. 1570. 1571. 1572. 1573. 1574. 1575. 1576. 1577. 1578. 1579. 1580. 1581. 1582. 1583. 1584. 1585. 1586. 1587. 1588. 1589. 1590. 1591. 1592. 1593. 1594. 1595. 1596. 1597. 1598. 1599. 1600. 1601. 1602. 1603. 1604. 1605. 1606. 1607. 1608. 1609. 1610. 1611. 1612. 1613. 1614. 1615. 1616. 1617. 1618. 1619. 1620. 1621. 1622. 1623. 1624. 1625. 1626. 1627. 1628. 1629. 1630. 1631. 1632. 1633. 1634. 1635. 1636. 1637. 1638. 1639. 1640. 1641. 1642. 1643. 1644. 1645. 1646. 1647. 1648. 1649. 1650. 1651. 1652. 1653. 1654. 1655. 1656. 1657. 1658. 1659. 1660. 1661. 1662. 1663. 1664. 1665. 1666. 1667. 1668. 1669. 1670. 1671. 1672. 1673. 1674. 1675. 1676. 1677. 1678. 1679. 1680. 1681. 1682. 1683. 1684. 1685. 1686. 1687. 1688. 1689. 1690. 1691. 1692. 1693. 1694. 1695. 1696. 1697. 1698. 1699. 1700. 1701. 1702. 1703. 1704. 1705. 1706. 1707. 1708. 1709. 1710. 1711. 1712. 1713. 1714. 1715. 1716. 1717. 1718. 1719. 1720. 1721. 1722. 1723. 1724. 1725. 1726. 1727. 1728. 1729. 1730. 1731. 1732. 1733. 1734. 1735. 1736. 1737. 1738. 1739. 1740. 1741. 1742. 1743. 1744. 1745. 1746. 1747. 1748. 1749. 1750. 1751. 1752. 1753. 1754. 1755. 1756. 1757. 1758. 1759. 1760. 1761. 1762. 1763. 1764. 1765. 1766. 1767. 1768. 1769. 1770. 1771. 1772. 1773. 1774. 1775. 1776. 1777. 1778. 1779. 1780. 1781. 1782. 1783. 1784. 1785. 1786. 1787. 1788. 1789. 1790. 1791. 1792. 1793. 1794. 1795. 1796. 1797. 1798. 1799. 1800. 1801. 1802. 1803. 1804. 1805. 1806. 1807. 1808. 1809. 1810. 1811. 1812. 1813. 1814. 1815. 1816. 1817. 1818. 1819. 1820. 1821. 1822. 1823. 1824. 1825. 1826. 1827. 1828. 1829. 1830. 1831. 1832. 1833. 1834. 1835. 1836. 1837. 1838. 1839. 1840. 1841. 1842. 1843. 1844. 1845. 1846. 1847. 1848. 1849. 1850. 1851. 1852. 1853. 1854. 1855. 1856. 1857. 1858. 1859. 1860. 1861. 1862. 1863. 1864. 1865. 1866. 1867. 1868. 1869. 1870. 1871. 1872. 1873. 1874. 1875. 1876. 1877. 1878. 1879. 1880. 1881. 1882. 1883. 1884. 1885. 1886. 1887. 1888. 1889. 1890. 1891. 1892. 1893. 1894. 1895. 1896. 1897. 1898. 1899. 1900. 1901. 1902. 1903. 1904. 1905. 1906. 1907. 1908. 1909. 1910. 1911. 1912. 1913. 1914. 1915. 1916. 1917. 1918. 1919. 1920. 1921. 1922. 1923. 1924. 1925. 1926. 1927. 1928. 1929. 1930. 1931. 1932. 1933. 1934. 1935. 1936. 1937. 1938. 1939. 1940. 1941. 1942. 1943. 1944. 1945. 1946. 1947. 1948. 1949. 1950. 1951. 1952. 1953. 1954. 1955. 1956. 1957. 1958. 1959. 1960. 1961. 1962. 1963. 1964. 1965. 1966. 1967. 1968. 1969. 1970. 1971. 1972. 1973. 1974. 1975. 1976. 1977. 1978. 1979. 1980. 1981. 1982. 1983. 1984. 1985. 1986. 1987. 1988. 1989. 1990. 1991. 1992. 1993. 1994. 1995. 1996. 1997. 1998. 1999. 2000. 2001. 2002. 2003. 2004. 2005. 2006. 2007. 2008. 2009. 2010. 2011. 2012. 2013. 2014. 2015. 2016. 2017. 2018. 2019. 2020. 2021. 2022. 2023. 2024. 2025. 2026. 2027. 2028. 2029. 2030. 2031. 2032. 2033. 2034. 2035. 2036. 2037. 2038. 2039. 2040. 2041. 2042. 2043. 2044. 2045. 2046. 2047. 2048. 2049. 2050. 2051. 2052. 2053. 2054. 2055. 2056. 2057. 2058. 2059. 2060. 2061. 2062. 2063. 2064. 2065. 2066. 2067. 2068. 2069. 2070. 2071. 2072. 2073. 2074. 2075. 2076. 2077. 2078. 2079. 2080. 2081. 2082. 2083. 2084. 2085. 2086. 2087. 2088. 2089. 2090. 2091. 2092. 2093. 2094. 2095. 2096. 2097. 2098. 2099. 2100. 2101. 2102. 2103. 2104. 2105. 2106. 2107. 2108. 2109. 2110. 2111. 2112. 2113. 2114. 2115. 2116. 2117. 2118. 2119. 2120. 2121. 2122. 2123. 2124. 2125. 2126. 2127. 2128. 2129. 2130. 2131. 2132. 2133. 2134. 2135. 2136. 2137. 2138. 2139. 2140. 2141. 2142. 2143. 2144. 2145. 2146. 2147. 2148. 2149. 2150. 2151. 2152. 2153. 2154. 2155. 2156. 2157. 2158. 2159. 2160. 2161. 2162. 2163. 2164. 2165. 2166. 2167. 2168. 2169. 2170. 2171. 2172. 2173. 2174. 2175. 2176. 2177. 2178. 2179. 2180. 2181. 2182. 2183. 2184. 2185. 2186. 2187. 2188. 2189. 2190. 2191. 2192. 2193. 2194. 2195. 2196. 2197. 2198. 2199. 2200. 2201. 2202. 2203. 2204. 2205. 2206. 2207. 2208. 2209. 2210. 2211.}

序 言

在所有合金钢中，不锈钢对各种不同环境的适应性是其它任何金属所不及的。由于它具有抗腐蚀、强度高、美观和使用寿命长等一系列优点，因此用途很广泛，上至原子反应堆，下到炊具都可以看到它的踪迹。

为了更好地选择不锈钢，工程师应具备尽可能多的有关一般和特殊不锈钢合金的知识，应掌握不锈钢生产的方法，了解用户使用情况。

今天，人们对工程材料的需求不仅考虑它的应用，而是大力注意开发更多的有用的新品种。最早的不锈钢牌号仅有三种，即AISI标准中彼此相近的302、410和420型不锈钢。目前根据工程材料的实际需要，已经发展到57个牌号的不锈钢系列产品。

本资料汇编是为帮助工程师选择、制造和使用不锈钢编写的。它主要取材于以前出版的传统书刊：如《断裂分析汇编》，《冷成型汇编》以及《热处理汇编》（两册）。

本书所有的文章和附表全部选自美国金属学会刊物：《金属进展》，《金属工程季刊》以及第八版的《美国金属学会手册》（第一卷：金属的性质和选择；第二卷：热处理、表面清理和精整；第三卷：机械加工；第四卷：成型；第五卷：锻造和铸造；第六卷：焊接和钎焊以及第八卷：金属学的组织和相图）。其中有一表格是过去美国金属学会未出版过的，但读者可从《不锈钢标准和耐热钢》一书的384—391页查到。

本书共分九章：不锈钢的类型及其特性；设计与成本因素；抗蚀与防蚀；锻造及热处理；成型；焊接；切削和研磨；清理和精整；及若干有用的附表和插图。各部分的内容摘要如下：

1、不锈钢的类型及其特性

本章阐述了可锻不锈钢的类型，提出了有关不锈钢在常温 and 低温条件下使用的综合报告及几种特殊铸造和锻造方法。

2、设计与成本因素

本章讨论了选用经济型不锈钢牌号的原则，阐述了200、400系不锈钢和铬钢、不锈钢生产设备的设计、各种不锈钢牌号的高温强度以及410型和15—5PH不锈钢。

3、抗蚀与防腐

所研究的内容包括：水溶液、高温以及大气中水份对典型不锈钢的影响，石油化工设备的防腐蚀以及防腐蚀的措施。

4、锻造及热处理

本章讨论了不锈钢的锻造及高温质量；可锻不锈钢的热处理；奥氏体不锈钢的应力消除以及沉淀硬化型不锈钢的生产。

5、成型

讨论了不锈钢的成型；奥氏体钢的冲压成型性；每小时160哩火车零件的成型；冷冲压要领；板材的成型与剪切；钢管成型以及建筑钢材的辊式成型。

6、焊接

讨论了不锈钢的焊接特点；电弧焊和电阻焊；铁素体不锈钢焊接条件的重要性；钎接以及沉淀硬化型不锈钢的焊接性能。

7、切削和研磨

讨论了不锈钢的机加工；标准型不锈钢的切削；机加工新工艺；不需机加工的不锈钢新牌号及射流切割；机加工能力的测量；各种类型不锈钢的研磨。

8、表面清理及精整

提供了美国金属学会手册关于表面清理和精整的论述以及有关表面清理的文章；表面精度的类型以及精整的规则。

6、有用的表格及图表

表格包括：英制及公制换算单位；普通不锈钢和耐热钢；特殊不锈钢；抗腐蚀不锈钢及高合金铸钢；不锈钢焊接所用的焊条。图表包括：C—Cr—Fe及Cr—Fe—Ni的三元相图，焊接金属的组成图；不锈钢及高合金的铸造范围。

本资料汇编如果没有许多朋友的帮助是不可能出版的。这里要特别感谢美国钢公司的顾问和不锈钢专家鲁塞尔·弗·金尼亚先生，他为本书做了文章、表格及图表的编辑及分类工作。协助他工作的有美国金属学会成员：《金属进展》杂志编辑亨利·依·昌德勒先生，《金属进展》杂志付编辑卡尔·勒·魏未勒先生，他们对原稿进行了加工整理工作。这里还要感谢玛丽·安·普德鲍依女士，她为本书担任了校对工作。由于作者是著名的权威人士，因此本书无论对工业界或民用工程界均有很大参考价值。最后，对所有参加本书编辑工作的朋友在此再一次表示谢意。

阿兰·格·格莱
期刊经理兼技术经理
美国金属学会

王丽萍 译
张宗栻 校

目 录

· 上 册 ·

第一章：不锈钢的类型及其性能

第一节 锻压不锈钢.....	(1)
第二节 室温和低温用不锈钢.....	(55)
第三节 特殊不锈钢	
450钢： 多级强度不锈钢.....	(98)
216钢： 高强度、高蚀耐性钢.....	(100)
326Uniloy钢： 奥氏体—铁素体钢.....	(101)
18—18—2钢： 耐应力腐蚀裂纹钢.....	(102)
Ar mco 18SR钢： 高温耐热钢.....	(103)
439钢： 可焊型铁素体钢.....	(105)
铬钼耐热合金16—6PH钢： 马氏体时效不锈钢.....	(107)
USA met钢： 高强度弹性钢.....	(108)
416MF, 416MH, 416MX和4MX钢： 易切削钢.....	(109)
CA6NM(Esco 33G)钢： 具有良好表面精度的铸造用钢.....	(110)
E—Brite 26—1钢： 可加工的铁素体不锈钢.....	(111)
PH—55A钢： 耐腐蚀、耐冲蚀和耐磨损钢	(112)
CSM414钢： 予硬化模具钢.....	(113)
BG—42钢： 不锈高速钢	(114)
12R72钢： 具有高蠕变强度的奥氏体钢	(115)
21—6—9钢： 高强度管材用钢.....	(116)

第二章：设计和成本因素

第一节：如何选择最经济的不锈钢.....	(117)
第二节：何处使用200和400系列钢种.....	(120)

第三节：何处使用不含镍的铬钢.....	(126)
第四节：不锈钢生产设备的设计.....	(133)
第五节：高温下不锈钢强度.....	(142)
第六节：铌对410型不锈钢有何作用	(174)
第七节：15—5PH钢的用途及特性	(179)

第三章：抗蚀与防腐

第一节：不锈钢在水溶液中的抗腐蚀性.....	(184)
第二节：不锈钢的耐高温腐蚀性.....	(207)
第三节：汽车装饰用不锈钢的耐蚀性.....	(235)
第四节：石油化工设备的耐蚀性.....	(240)
第五节：降低防腐材料的价格.....	(251)

第四章：锻造及热处理

第一节：不锈钢的锻造.....	(254)
第二节：不锈钢的锻造及高温极限.....	(268)
第三节：不锈钢的热处理.....	(270)
第四节：沉淀硬化不锈钢的热处理.....	(304)
第五节：17—4PH不锈钢的过时效法应力消除热处理.....	(309)

第五章：成型

第一节：不锈钢的成型.....	(314)
第二节：奥氏体不锈钢的压力成型性.....	(369)
第三节：用于257.5公里/小时火车的型钢.....	(377)
第四节：冷冲压实践须知.....	(383)
第五节：不锈钢中板的成形和切割.....	(385)
第六节：不锈钢管的成形.....	(390)
第七节：辊轧成形的建筑用型钢.....	(400)

本集编辑：刘尔华、韩冬生
封皮设计：张子义

目 录

· 下 册 ·

第六章：焊接

- 第一节：不锈钢的焊接性能..... (403)
- 第二节：不锈钢的电弧焊..... (427)
- 第三节：不锈钢的电阻焊..... (509)
- 第四节：不锈钢焊接中铁素体需要量的检测..... (538)
- 第五节：不锈钢钎焊..... (543)
- 第六节：沉淀硬化钢的可焊性..... (577)

第七章：切削和研磨

- 第一节：不锈钢的切削液..... (598)
- 第二节：怎样使加工达到标准等级..... (689)
- 第三节：新的加工方法、合金、切削液..... (699)
- 第四节：机加工性能的测量..... (708)
- 第五节：不锈钢的磨削..... (711)

第八章：清理和精整

- 第一节：不锈钢的表面清理和精整..... (730)
- 第二节：不锈钢的表面清洗..... (749)
- 第三节：表面光洁度..... (768)
- 第四节：不锈钢表面光洁度的确定..... (771)

第九章：有用的表格及图表

本集编辑：刘尔华、韩冬生

封皮设计：张子义

第六章 焊 接

第一节 不锈钢的焊接性能

要对不锈钢焊接有一个基本的了解，必须对三个性质不同的部份进行研究：

1. 必须检查锻态母材和焊缝金属的化学成份，分别查明各自的合金元素和残余元素的种类和数量，比较母材和焊缝金属找出主要成分差别。为保证获得满意的质量和性能，尽量控制焊缝金属的成分比母材更为重要。虽然溶敷金属可以进行以改善性为目的的热处理，但对于锻态金属，一般都不进行这种改善产品的热加工。因此，必须对焊缝金属本身进行研究。

2. 必须对母材和焊缝金属的显微组织不断进行检查，显微组织主要是由成分和温度变化所决定。然而，在母材和焊缝金属之间存在很大差别，而且，随着焊接工艺的变化还会出现其它的一些变化。

3. 必须详细研究焊缝的性能，因为在焊缝及其附近的结合区会产生相当大的变化，包括机械性能，物理性能和耐蚀性不正常的变化。有时，因焊接加工的局部热会在窄小区域产生临界状态的性能变化。这类区域虽然非常小，但仍需要作为重要因素来考虑，因为它会扩展到整个材料断面。

一、焊接过程成分的作用

焊接要求判明不锈钢中有实用价值的全部化学元素，由于可以查明的元素是如此之多，因此必须是查对焊接加工某一方面或对取得良好焊缝有重大影响的元素。铬是基本合金元素，它特别值得详细说明。除了影响组织和物理性能以外，铬还影响化学和冶金作用。总的来说，这些都对不锈钢的焊接性能产生较大影响。铬对氧和碳有强大的亲和力，而对氮的亲和力较小。铬以及较多的这些从外来源来的元素一起作用的重要性在焊接不锈钢时必须加以考虑。

(一) 氧化作用

一直认为不锈钢抗污染、氧化和耐腐蚀性能是因为它能迅速地在其表面形成一层薄的、不会渗透的氧化铬膜，这些是不锈钢突出的优点，极有助于它们的推广作用。但稳定氧化膜的这种特性，对于大多数焊接、钎焊和低温焊加工来说，是一种不利因素，需要密切重视。

如果空气能够到达焊接加热的不锈钢表面的话，则空气中的氧则促进了氧化膜的形成。随着氧化膜厚度增加，表面就开始出现回火色，当加热不锈钢到约427℃时，一般出现棕褐色的回火色，继续加热，温度超过538℃，表面从兰色变为黑色。这种表面

膜是氧化铬的富集物，但钢中的其它合金元素，特别像硅，也可以参加形成一种更复杂的保护氧化物。如果在空气中，继续加热到熔点，氧就会找到更多的铬和其它可氧化的元素，在熔融金属的表面上形成一种较厚的像渣子一样的粘性复盖层，而这时的氧化物成分，可以包括像锰、铌、钛和钼这样一些附加元素。

在无保护的熔融金属上复盖的富铬渣子，可以起到一定的进一步抗氧化作用，但这也表明钢中的铬有了严重的损失。要进行成功的焊接加工，氧化渣是一个致命的缺点，从焊接的观点来看极为重要。例如，想要进行电弧焊，在空气中用一根不锈钢圆棒作电极，当膜复盖了熔池，在很短的几秒钟内电弧就灭，并中断电流。

一般，在焊接加工中有大量氧化物膜或渣子复盖物形成，这样的焊接加工注定要失败，除非这种氧化物被排除到焊缝界面以外。

(二) 渗碳作用

不锈钢中的铬对碳的亲合力对焊接加工本身不会有妨碍，但对焊后的焊缝造成不利影响。在大多数钢中，含碳量都限制在一个相当低的水平，如果用电弧焊焊接低碳钢时，用一种碳素材料与熔融金属接触，一部份碳就会被熔化的金属吸收。吸收量取决于许多条件，包括碳源的性质、熔融金属的铬含量、焊接气氛的种类或包围在熔池上渣子的性质。不锈钢电弧焊电极上的助熔剂不应含纤维质，因为这种材料中含有碳，沉积过程中在熔化金属中会生产不利的碳化作用。

(三) 氮化作用

已经证明，裸露金属表面氮的吸收或氮化作用不像氧化问题那样严重，通常采用的使空气中的氧与金属相隔离的办法，同样氮也被隔离。含有某些元素的不锈钢对氮的亲合力比铬大，钛、铌和铌是强氮化物形成元素，因此321型不锈钢在氧化表面膜或渣子中有形成氮化钛的明显倾向。

(四) 其它合金元素的影响

在不锈钢中没有任何一种合金元素比铬更能影响焊接性能。在大量使用的元素中，如像镍、锰和钼，对熔化中形成的氧化渣都没有明显的影响。有较大影响的元素，如像铝，含量又相当低。尽管如此，某些元素仍有明显影响，有时，为了完善控制的焊接工艺，必须对这些次要的影响因素加以考虑。

镍被认为是不锈钢中的一个重要合金元素，特别是在300系中，镍不像铬，在焊接过程中不容易被氧化，对形成较厚的氧化膜或渣子复盖的影响很少。事实上，如果在焊接熔池的表面形成氧化镍，铬和其它与氧亲合力较大的合金元素就会使氧化镍迅速地还原为金属镍。因此，焊接铬镍钢采用焊接普通铬钢的焊接工艺，但需要说明的是要求不同之处是，焊接工艺要调节两种不同合金成分的显微组织性能。

锰作为合金元素范围很大，从普通铬钢中小于1%，到200系奥氏体不锈钢中大约10%，而该元素对显微组织和非金属夹杂成分有很大影响，它都不显著影响可焊性。在某些奥氏体不锈钢焊缝金属中，高含锰量有助于抑制对显微裂纹或热裂的敏感性；因此，某些充填金属具有比基体金属大得多的含锰量。

硅像铬一样，是一种强氧化物形成剂或脱氧剂，只是 SiO_2 熔点较低，因此，高含硅量提高了相应氧化膜或渣子复盖物中该元素的含量，使熔融的金属和渣子流动性更

好。一般硅含量在0.25~0.75%范围内。有时，用较高含硅量的电极填充金属，保证有较好的流动性，有助于得到凹形沉积断面。

钼常常在不锈钢中，用以提高在某些介质中的抗腐蚀能力。虽然钼对焊接金属的显微组织和性能有很大的影响，但它对熔化接合性能没有明显的影响，钼在熔接过程中氧化损失非常小，因为成分中的脱氧元素对它起了保护作用。

铝、钛、锆是针对不同用途而加入不锈钢中的，这三种元素对氧和氮都有强的亲和力，无论是单独还是几种一起加入，在焊接时都要对它们的存在给以重视。因为这些元素的氧化物熔点相对较高，它们存在于熔融焊接金属面上的渣子中，导致流动性降低。常常必须提供更有效的保护，避免熔融焊缝金属中这些元素不断损失。

不锈钢合金化中使用其它元素还有碳、铌、铜、氮、磷、硒、硫、钛和钨，这些元素对熔接性能都不产生任何明显的影响，但在某一特殊工艺中几乎其中任一元素都可能具有重要作用。例如铌在焊缝金属中可以对显微裂纹或热裂起较强的促进作用。因此，检查焊缝金属的显微组织更容易说明这种缺陷的存在和避免的方法。

(五) 残余元素

不锈钢中残余元素的影响在焊接时是相当重要的，一般与残余元素有关的许多疑难问题都已经遇到了，包括裂纹、孔隙、渣子形成、腐蚀敏感性和脆性。焊接操作中，残余元素是难于控制和跟踪的，因为这种有害元素不止存在于一种使用材料中，熔融金属可以从焊缝金属、熔剂和保护气体中收集残余元素。因为对焊接工艺已经不断作了巨大的努力来避免出现困难，许多现象认为与残余元素有关，但没有足够的研究和资料。常常，我们必须决定从所有干扰源中的某一元素聚集量是否已增加到有影响的程度，需要大量的研究工作来决定哪一些是有害元素，并定出产生以上缺陷的临界量。碳、硫和氢这些元素仅仅是由大量意外干扰源来的进入焊接特定区间的少量残余元素。某些残余元素会引起粘性、难熔的渣子或熔接过程中在不锈钢熔池上形成铁磷。这是一种困难条件，因为这种渣子会与熔融金属控制相干扰而陷入焊缝中。这种渣子可以减少由于气泡引起的渗漏程度。但在焊接过程中没有使用保护熔剂或渣子复盖物时，渣子作为有害因素往往更要注意和考虑。如像氧乙炔焊、气体钨极弧焊、气体金属弧焊，或电子束焊。在气体钨极弧焊过程中，当渣珠在熔池上迅速移动时，它们常常直接移到电极下部区域，引起瞬时电弧不稳定，这就影响到焊珠尺寸、形状和熔深的变化。没有适合的熔深会引起故障。如果渣子聚集产生大尺寸的渣珠，渣子就会在底部表面和顶部上沿着焊缝不规则地分布，通常它们非常牢固地紧贴在表面上，这就成了以后轧制和冷拔过程中产生缺陷的原因。

曾经作了许多尝试，分析从焊缝表面割下来的渣珠，鉴别形成渣子的元素，试验结果表明，形成高熔点氧化物的元素是产生问题的根源。铬、钙、锰、钛以及锆，这些元素，由于它们存在于某些难熔渣中，曾经多次被注意到。目前要挑出单个的这些元素，如像铝或钛，使其在没有焊渣形成时，这些元素含量不超过容限是不可能的。实际上，生产的某些类型的不锈钢含有大量的这些元素，可以用气体钨极弧焊而没有有害渣形成。而且还可以举例说明，在冶炼不锈钢时只用最低限度的总残余元素量，结果得到非常糟的焊接性能。显然，在一般产品中某些残余元素必定起了好的作用。

对于焊渣问题的回答，似乎是母材和焊缝金属中作为非金属夹杂的形式而聚集在焊缝表面上渣子的整个成分，现有资料认为，虽然有形成难熔氧化物元素存在，但可以得到在焊接温度下流动性很好的某种成分的渣子，因此这就不是有害的。

氢在所有的不锈钢中，以一定含量作为残余元素存在，在奥氏体不锈钢中它是无害的，因为这些坚韧的合金对气体的溶解度不产生急剧的变化。对于某些可淬硬的不锈钢，可以有理由认为与“氢脆”有关，特别是由于酸洗或电镀加工使钢中的氢含量增加时，这些清洗和精加工常常是在焊后的工件上进行。

氢可能是在不锈钢钢锭和焊接金属中产生气孔和疏松的原因，不锈钢中的残留氢量随使用的炼钢工艺和类型而变化，其含量可在1~12PPM范围内，一般这就作为焊接过程中温度和凝固速度条件的溶解度极限。因此，在焊缝金属中氢引起的疏松是由于其它原因增加了残余氢，使含氢总量超过了溶解度极限而造成。准备作焊接的不锈钢，其全部材料都具有含氢量低的特点，因此，少数情况下氢可能来源于潮湿的溶剂，不适当的电极的复盖剂成份，以及气密性不良，在焊枪冷却度渗漏蒸汽系统中焊接。目前很少使用的原子氢弧焊工艺对熔焊融缝金属也是一种氢源。因为氢的最高含量不应超过固态溶解度极限，一般的经验是使由于原子氢焊而附加的氢与足量的可能存在的硫或硒发生反应。举例来说，易切削钢不能用原子氢焊，如果没有由于硫化氢和硒化氢气体的形成使焊接金属明显沸腾的话。

氮作为焊接不锈钢疏松性的促进剂，具有奇特的作用。无论氮含量是以固溶体的形式存在于钢中，还是以微粒分布的化合物，都是由钢的化学成分来决定。以化合形式存在的氮可能是焊缝疏松的一个原因。含有残余氮的不锈钢，而且还含有附加强氮化形成元素，如像铝、钛、锆和铌，常常析出氮化物或碳化物，以显微夹杂的形式分布。当熔焊含有这些氮化物夹杂的钢时，正好在焊缝棱边上的母材中的这些夹杂易于在焊接产生的温度下分解。如果分解的气体产物不能透过焊缝金属逸出，氮就作为很细小的气孔而留在钢中。在某些情况下，含氮不锈钢的焊接在焊缝金属中会有大量细小的气孔，主要沿着熔化界面分布，因为它们本来就在紧贴焊缝的母材中。

熔化线产生气泡的倾向性很大程度取决于母材中氮化物夹杂的数量、尺寸、种类和使用的焊接条件。氮化铝由于焊接热易于分解，钛和锆的氮化物有略高一些的分解温度，对于产生熔化线气泡的倾向就大大减小，决定气体是否在熔化线释放并逸出到焊接表面，焊接条件起了主要作用。传递速度也特别重要，因为迅速凝固会截留大量气泡。

对焊接321和347不锈钢熔化线气泡一直是很头痛的事。这些钢中作为显微夹杂的钛和铌的氮化物含量常常是变化的。作为对策，最近含有氮化物形成元素的不锈钢，其成分常有所改进。一种Cr—Ni—Al沉淀硬化不锈钢—17—7PH，用少量的钛或锆以优先形成氮化物夹杂来避免熔化线气泡的产生，并有较高的热稳定性。

二、焊接过程中显微组织的特征和性能

研究显微组织来说明，不锈钢机械性能和物理性能是非常有效的。这项技术在研究焊接时同样有用，它不仅用于研究焊接时组织变化和估计性能的改变，而且可以找出像

裂纹、脆性、耐蚀性降低、以及导磁率改变的原因。

由于显微组织很重要，常常把不锈钢按组织分为四类：1)马氏体不锈钢，2)铁素体非淬硬钢，3)奥氏体不锈钢，4)沉淀硬化不锈钢。这些是大致分类，没有严格界线，而且也常有不符合一般规律的例外，如像铁素体钢也具有一定淬硬性。但是这种分类有助于简化焊接过程特性的解释，正如它们有助于适当地阐述热处理一样。它们还可以澄清铬对控制焊接性能的作用，一定百分含量的铬在显微组织中就会产生一定的作用，当铬增加到某一较高含量时，就会出现相反的作用。

在讨论特定合金成分的焊接特性时，以下尽可能使用AISI标准型号。

(一) 马氏体不锈钢

符合马氏体类型的标准不锈钢是403, 410, 414, 416, 416—Se, 420, 431, 440A, 440B和440C。为了抗腐蚀，马氏体不锈钢至少含有10%Cr，上限大约为17%，超过17%以上的钢就不可能再进行热处理形成真正的马氏体组织（除非含碳量控制到某一高的含量，如440型）。

这些钢广泛用作耐蚀热和耐蚀材料，选择这些钢可以依循许多准则，包括价格、热处理后机械性能达到的范围、与普通钢类似的热膨胀系数，到达大约593℃前有良好强度，相当好的耐蚀性和抗起皮性。马氏体不锈钢在许多工件中使用，大多数都用焊接方法组合而成。

改正型马氏体不锈钢已经应用，它含有附加元素，如像镍、钼、钨以改善高温强度。发展这些钢的最初目的，是提高允许的使用温度到前面所说的593℃以上。随着合金元素的增加含碳量也相应增加。可惜，在焊接过程中淬硬热影响区的开裂避免问题，随着含碳量的提高而变得更严重。

1. 焊接特性

马氏体不锈钢可在下述情况之一的条件下进行焊接：退火、半硬化、硬化、消除应力或回火，不管初始条件如何，进行焊接都会在邻近焊缝处产生淬火马氏体区，这个区的硬度主要取决于含碳量并可由焊接工艺控制在一定程度。当然，热影响区随着母材硬度提高对裂纹的敏感性变得更大，其韧性下降。这些钢最大含碳量为0.15%，如403和410型钢，常常可以得到满意的焊缝而不需要焊后热处理。较高含碳量的钢，如像420和440型钢，一般需要焊后热处理，因为设计的这些类型的钢是在淬硬条件下使用，焊接组合以后一般要进行热处理。

含铬量在确定马氏体不锈钢的焊接特性时也是一个重要的因素。含铬量从10%的低含量提高到17%时，淬硬后的组织产生了巨大的变化。用一种含碳量大约为0.08%，含铬12%的钢（410型）在焊缝热影响区就会产生全部马氏体组织，如果这种钢的含铬量提高到大约15%，由于铬形成铁素体的作用，就会避免组织在热处理温度上完全变为奥氏体。通常，只有一部份热影响组织会变为马氏体。反之，在马氏体组织中存在有软的铁素体，降低了钢的整个硬度并减少了开裂的可能。

应当记住，在马氏体钢中含有一些自由铁素体是重要的。铁素体组织含有微量的，因为碳在体心立方晶格中的溶解度低。因此，马氏体的含碳量百分数要比总的碳量略高，而其硬度，则由溶解在奥氏体中碳量决定。

2. 焊接工艺

予热和层间温度的控制是马氏体不锈钢焊接中避免裂纹的重要的方法。使用予热温度通常规定在 $204\sim 316^{\circ}\text{C}$ 。而且含碳量是确定是否需要予热的最重要因素。在组织中是否有铁素体存在是第二个要考虑的因素，焊接接缝的大小和约束程度是两个附加考虑的因素。在制定一个可靠的焊接工艺之前，必须充分地估计母材的成分、尺寸、接缝设计、切口存在的影响、充填金属的种类等等。单就含碳量看，碳小于 0.10% 的钢很少需要予热，含碳 0.10% 以上的钢，有了避免裂纹，予热是重要的。

焊后退火或热处理是使焊接区达到均匀的硬度，使紧贴焊缝的母材恢复韧性的常用方法。但是，是否需要焊后热处理，取决于钢的化学成分（特别是含碳量）和使用要求。

下面给出与含碳量相适应的焊接工艺和马氏体类型钢的焊接特点：

小于 $0.10\% \text{C}$ ——一般不予热，或焊后不需要退火。

$0.10\sim 0.20\% \text{C}$ ——予热到 260°C ，在此温度下焊接，缓慢冷却。

$0.20\sim 0.5\% \text{C}$ ——予热到 260°C ，在此温度下焊接，焊后退火。

超过 $0.5\% \text{C}$ ——予热到 260°C ，用高热输入量焊接，焊后退火。

如果焊后马上进行淬火和回火，则可以取消焊后退火。否则，焊后迅速退火，不允许工件冷到室温。

有可能时，用奥氏体不锈钢作充填金属，将有助于防止焊接脆性，而附着一层韧性焊珠。当然，紧贴焊缝的母材的淬硬现象不会消除。

在制定特定成分钢的焊接工艺时，应当注意414型钢，它附加有镍，以保证完全没有自由铁素体。416型和416—Se型是易切削钢，它们与410型钢有相似的可焊性，规定所用焊接工艺不允许有氢进入到焊弧中，氢会与硫或硒的夹杂物作用产生气泡。通过选能择允许这些残余元素的焊缝金属，例如E312或ER312（ $29\text{Cr}-9\text{Ni}$ ），使被稀释而进入到焊缝金属中的硫或硒的含量必须限制在某一最小值。

431型钢，一般称为“16—2”型钢，是一种含有少量铁素体或不含铁素体（尽管含有相当多的铬）的马氏体不锈钢。铬含量高，对耐腐蚀是十分重要的。然而，为了避免在组织中存在大量的自由铁素体，它会降低钢的硬度和强度，因此，加入奥氏体形成元素镍 2% 。如果431型钢的实际含碳量接近最大许可值 0.20% ，则焊接这种钢时就要相当小心，因为在热影响区会产生淬硬现象。

420型440型是高碳马氏体不锈钢中的例子，它们通常用来制作热处理达到高硬度的工件，由于其含碳量高，焊接这些钢时要非常小心。

3. 充填金属的选择

既可以作为涂料电极，又可以作为裸焊条的标准马氏体不锈钢只有410和420型钢。这样，当想使焊缝金属有如母材相似的性能时，有时就会出现问題。在焊后条件下马氏体不锈钢的焊缝金属韧性低，不进行热处理几乎不能使用。

经常用Cr—Ni奥氏体不锈钢（熔敷金属）来焊接马氏体不锈钢，这些电极提供的焊接沉积物，其强度略低一些，但韧性较高。

用于焊接马氏体不锈钢的充填金属，参看表1。

表1

推荐焊接不锈钢用的充填金属

AISI 型 号	通 用 名 称	焊件工作条件	电极或填 料型号	备 注
马 氏 体 不 锈 钢				
403	12CrTQ	退火或淬火	410	退火软化并改善热影响区和焊
410	12Cr	并消除应力		缝延性、焊缝金属对热处理的
		焊后态	308	反应母材相似
			309	这些奥氏体焊缝金属在焊后条
			310	件下软而韧，母材热影响区韧
				性有限。
416	12CrFM	退火或硬化	410	参看410母材合金备注
416-Se	12CrFMSe	并消除应力		
		焊后态	308	
			309	参看410母材合金备注
			312	
420	13CrHC35	退火或硬化	420	需要小心予热和焊后热处理以
		并消除应力		避免裂纹。
431	16-2	退火或硬化	410	同上。
		并消除应力		
		焊后态	308	需要小心予热，在焊接状态下
			309	下使用要考虑硬化的焊接热影
			310	响区。

铁 素 体 不 锈 钢

405	12Cr-A1	退火态	405-Cb	退火改善了母材热影响区和焊
			430	缝金属的延性，405型焊缝金
				属含铌而不是含铝以降低硬化。

		焊后态	308	这些奥氏体焊缝金属软而韧，
			309	母材热影响区韧性有限。
			310	
430	17Cr	退火态	430	用退火改善焊缝韧性。
		焊后态	308	焊缝金属软而韧，母材热影响
			309	区韧性有限。
			310	
430 F	17CrFM	退火态	430	见430母材金属备注。
430 F - Se	17CrFMSe			
		焊后态	308	见430母材金属备注。
			309	
			312	
446	27Cr	退火态	446	
		焊后态	308	可以使用308焊缝金属，但抗
			309	起皮性与母材不同，必须考虑
			310	母材与焊缝金属有不同的热膨胀系数

奥氏体不锈钢

201	17-4-6	焊后态或完全退火	308	
202	18-5-8			
301	17-7		308	308型焊缝金属也被称为18-8
302	18-8HC			或19-9成份，实际焊接成分
304	18-8			要求是碳最大0.08%，Cr最小
305	18-11FS			19.0%，Ni最小9.0%。
308				
302-B	18-8Si	焊后态	309	可以用301焊缝金属，但从材
				中检硅会导致焊缝热裂。
304L	18-8ELC	焊后态或消除应力	347	
			308L	
303	18-8FM	焊后态或完全退火	312	易切削钢母材会增加形成焊缝
303-Se	18-8FMSe			金属热裂的倾向，312型焊缝
				金属会有大量铁素体以克服这
				种裂纹倾向。

309	25-12	焊后态	309	
309-S	25-12LC			
310	25-20	焊后态	310	
310-S	25-20L			
316	18-12Mo	焊后态或完全退火	316	用316、316L、317、317-Cb
316L	18-12Mo	焊后态或消除应力	316-Cb	和318电极，在焊后态往往会
	ELC		316L	出现不良的耐蚀性，在这种情
316-Cb	18-12Mo-Cb	焊后态或稳定了并		况下，焊缝金属的耐蚀可以下
		消除应力热处理	316-Cb	处热处理来恢复。
317	19-12Mo	焊后态或	317	1)对316和317型母材在1932
		完全退火		~2032°C完全退火
(317L)	19-12Mo	焊后态或消除应力	317-Cb	2)对316L和317L母材871°C
	ELC			消除应力。
				3 316-Cb母材，871°C~
				899°C稳定化处理。
				不能进行焊后热处理时，可特
				别选择其它充填金属来满足耐
				蚀性的使用要求。
321	18-10Ti	焊后态或稳定化并	347	一般不产生321型涂层电极，因
		消除应力热处理		为在沉积过程中钛不易恢复。
			347	在焊接大断面工件时要小心，
347	18-10Cb-Ta	焊后态或稳定化		因为母材热影响区有开裂问题
		并消除应力热处理		存在。
348	18-10Cb	焊后态或稳定化并	347	对原子能用钢，Ta限制在最大
		消除应力		0.1，Co最大0.2。

(二) 铁素体不锈钢

铁素体不锈钢从焊接性观点来看并不吸引人，大多数焊接接缝会出现一个共同的问题，就是没有适当的韧性。与奥氏体不锈钢（在下一节中讨论）相比，铁素体不锈钢有产生焊接脆性的倾向。通过对这类钢焊接性能的了解，很有助于使这种倾向减至最小。

标准铁素体不锈钢有405型、430型、430F钢、430F-Se型，一般认为铁素体类型钢含铬量为17~27%。但是，含铬量在17~27%范围以外的还有许多型号，如号405型

平均含铬量只有13%，铁素体钢的性能因为添加了大约0.20% Al而改善了。铝比相同含铬量有更强的形成铁素体的作用。另一种通常称为409型的钢，只含有大约11% Cr，由于含碳量很低（最大为0.08%），并加有钛（为含碳量的六倍），也属于铁素体类不锈钢。

此外，严格说来这组钢中的许多钢并不是铁素体钢，这组钢中的许多钢在加热过程中产生少量奥氏体，因此可以生成马氏体和铁素体双相组织。在实际中，这组中的大多数不锈钢具有一种化学成分，使这类钢本质上为铁素体。在规定范围内成分的变化使其中许多钢在高温下产生少量的奥氏体。

铁素体不锈钢，无论是钢板、棒材、还是线材，在部份轧制过程中可能有少量马氏体存在，退火使其变为铁素体和球状碳化物的软组织。这时，这种材料可以接受弯曲、锻造或拉拔加工。然而，如果这种钢随后在临界温度范围内或以上加热（较低的温度大约是871℃）并冷却，例如在紧接焊缝狭窄的热影响区内，在铁素体基体上就会再形成少量的马氏体。加热到大约954℃左右铁素体晶粒还有长大的倾向，这两种组织特征a) 铁素体晶粒长大，b) 马氏体形成，对430型钢的焊接性能有最大的影响，两者均降低了金属的延性和韧性。可以用再退火消除马氏体，但不能使粗大铁素体晶粒减小。

1. 焊接特性

可采用两种方法来减轻所谓铁素体钢焊接出现的困难。首先是采用标准成份，一般在铁素体中只产生少量马氏体，希望有少量的马氏体来起抑制铁素体晶粒长大的作用。有时选择较低铬含量（大约15~16%）的钢，来促进马氏体形成，抑制晶粒长大。当然，必须采取预防措施，采取预热方式或选择低的含碳量来避免热影响区裂纹。焊后退火被用来消除高硬马氏体并改进延性。

控制焊接延性的第二种方法在前面讨论405型和409型时，已简要说明过，它应用于不能实现焊后退火的情况。。选择一种钢，这种钢中主要加有强铁素体形成元素，如像加铌或钛。例如可以用一种添加钛的17% Cr的钢，为了方便起见有时叫430-Ti。如果我们知道了标准430型材料在加热和冷却过程中的性能。添加钛的目的就容易理解了。添加钛可以保证全铁素体组织，而不管其它元素在成分限内如何变化。钛以两种方式完成这个作用：第一，钛与钢中的碳相结合形成稳定的碳化钛，这种方式消除了碳的奥氏体化作用。第二，溶解在钢中过量的钛，起了铁素体形成剂的作用，要保证这些作用加入钛的量一般大约是含碳量的五倍或六倍。焊接全铁素体钢时，在母材热影响区没有发现马氏体，但晶粒长大的问题会更严重。即使如此，尽管晶粒粗大但无马氏体的热影响区亦会有较好的延性。当然，采用最小的焊接输入热量并避免缓慢冷却，可以把晶粒度控制在某种程度内。

铁素体不锈钢的缺口韧性是在焊接中值得注意的性能。可惜对17Cr类钢的转变范围正好处于室温以上，在此范围内缺口冲击断裂的方式为从高温下的韧性剪切断口到低温下的脆性解理断口，那就是说，在室温或室温以下材料对冲击负荷有缺口敏感性，冲击值大概小于15英尺-磅。在93~121℃附近试验时，冲击值大约可增加到30~50英尺-磅。无缺口的冲击试样随温度降低韧性的降低就不会这样明显。尖锐的缺口和较低温度