

【技术解析】D 类直接还原铁终于尘埃落定

作者：韦毓良



摘要

D 类直接还原铁粉（Direct Reduced Iron (D)）通过国际金属铁协会（IIMA）和主要生产国的努力终于被加入到 07-23 版《国际海运固体货物规则》（IMSBC 规则）的货物细目里，并将于 2024 年 1 月 1 日自愿生效，以及 2025 年 1 月 1 日强制生效。这不仅提供了安全运输该类货物的规定和要求，还可以结束海运高水分直接还原铁铁粉豁免许可的要求，并将在很大程度上避免现在的一些运输乱象。为便于大家了解 D 类直接还原铁粉及其安全运输，我们结合 IMSBC 规则和以往运输经验将一些要点总结如下，详细的安全运输要求请参 IMSBC 规则附录一货物细目里的规定和要求。

一、何为 D 类直接还原铁粉？

生产和加工直接还原铁（A）与直接还原铁（B）时产生的粒度较小的副产品。细颗粒和小颗粒的平均尺寸小于 6.35 mm，大于 12mm 的颗粒不得超过重量的 3%。外形和 C 类直接还原铁粉类似，主要区别在于含水量，其含水量应不低于 2%，所以也称高水分直接还原铁粉。直接还原铁粉的交易名称迥异，包括 HBI Fines, Orinoco Remet, Orinoco Concentrate,

Settling Pond Fines, Quench Tank Fines, Metallized Fines, Remet, Process Fines, Sedimentation Fines, Chips 等，装运前务必要求托运人正确申报散装货物运输名称（BCSN）。

二、载运 DRI（D）最主要的风险是什么？

因该类货物含有较高水分，除氧化自热、缺氧、液化等风险外，载运 DRI（D）最主要的风险是和水特别是海水发生反应产生氢气后在舱内聚集，达到爆炸极限（4%-75%）后遇火源发生爆炸。

三、货物的主要适装条件有哪些？

货物温度在装船前应不超过 65℃且稳定。

钝化至少 30 天。

含水量不超过适运水分限（TML），但不低于 2%。

四、船舶的主要适装条件有哪些？

IMSBC 适装证书允许装 DRI（D）。

每个货舱至少配备一套防爆型机械通风系统。

每船备用两台防爆型通风设备。

货舱风雨密状况良好。

List of cargoes permitted to be carried.

CARGOES	IMO CLASS	UN NO.	NOTE (See following page)
All cargoes of Group A and Group C	-	-	-
ALUMINA HYDRATE	MHB	-	-
ALUMINIUM FERROSILICON POWDER	4.3	1395	-
ALUMINIUM NITRATE	5.1	1438	-
ALUMINIUM SILICON POWDER, UNCOATED	4.3	1398	-
ALUMINIUM SMELTING BY-PRODUCTS or ALUMINIUM REMELTING BY-PRODUCTS	4.3	3170	-
ALUMINIUM SMELTING / REMELTING BY-PRODUCTS PROCESSED	MHB	-	-
AMMONIUM NITRATE	5.1	1942	-
AMMONIUM NITRATE BASED FERTILIZER (Type A)	5.1	2067	-
AMMONIUM NITRATE BASED FERTILIZER (Type B)	9	2071	-
AMORPHOUS SODIUM SILICATE LUMPS	MHB	-	-
BARIUM NITRATE	5.1	1446	-
BORIC ACID	MHB	-	-
BROWN COAL BRIQUETTES	MHB	-	-
CALCIUM NITRATE	5.1	1454	-
CASTOR BEANS	9	2969	6
CHARCOAL	MHB	-	-
CLINKER ASH	MHB	-	-
COAL	MHB	-	-
COAL TAR PITCH	MHB	-	-
COPRA (dry)	4.2	1363	-
DIRECT REDUCED IRON,(A)Briquettes, hot-moulded	MHB	-	-
DIRECT REDUCED IRON,(B)Lumps, pellets, cold moulded briquettes	MHB	-	7
DIRECT REDUCED IRON,(C)(By product fines)	MHB	-	7

五、装货前船舶应做好哪些准备工作？

舱盖和货舱水密试验。

确保货舱干燥干净，无残余氯化物（需用淡水彻底漂洗）且无残余货物，特别是会加快氧化反应的货物，如水泥、碱液、硼砂等。

确保所有货舱的防爆机械通风设备工况良好。

货舱处所张贴禁止明火热源的警示。

货舱处所、毗邻区及甲板区域所有电缆、设备应无缺陷，并可在爆炸性环境中安全使用或被完全隔离。

污水井盖板应用钢丝网覆盖，避免使用易燃材料如麻布袋。

六、装船前船长至少应收到哪些货物信息和证书？

货物声明和货物安全数据表（MSDS）。

TML 证书和含水量证书。

货物不符合 IMDG4.2 类危险物质的证书。

钝化证书。

七、开航前船长至少应收到哪些货物信息和证书？

货物装载前连续三天和装载期间的测温记录。

完货货况证书，载明：

大于 12mm 的颗粒没有超过重量的 3%。

含水量不低于 2%，并不超过 TML。

货温没有超过 65℃。

完货后在港等待至少 24 小时，以确认：

货温连续 12 小时保持稳定并不超过 65℃。

货舱内氢气浓度连续 12 小时不超过 1%（最低爆炸极限（LEL）的 25%）。

托运人紧急联系方式。

八、如何进行通风管理？

DRI（D）海运免除了惰性气体的填充，而采用通风来避免氢气在舱内积聚，所以通风管理是安全运输 DRI（D）的重中之重。

风机通风能力：每个货舱内每吨货物每小时的气流至少达到 1.2 立方米，并在任何情况下，应具有足够的通风能力，使氢气的体积浓度降至 0.2% (5% LEL) 或更低。

DRI（D）具有自热能力，所以仅允许表面通风，不得将空气直接送入货堆中。同时为了尽量减少将氧气和湿气引入货舱的可能性，表面通风的时间应限制在必要的时间内，以清除可能积聚在货舱中的氢气，并将氢气浓度保持在体积的 1% 以下 (25% LEL)。

通风的时长和频次应根据测量的氢气浓度及其释放速率来确定。所以需要在开航前首先测定氢气随时间释放速率的曲线图，并根据情况在航行期间及时更新曲线图。

氢气释放曲线图测定方法：货舱通风直至氢气浓度降至 0.2% 或以下 (5% LEL)，然后停止通风，此后每 2 小时测量一次浓度，持续至少 24 小时或直到浓度达到体积比 1%，以先发生者为准。

九、航行期间如何进行温度气体监控？

温度测量：完货后应在舱内货堆里放置测温设备（热电偶），通常每个货舱不少于 4 个测温点，使得船员在舱外就能测量货物温度。

氧气和氢气：船上应配备足够数量可用于缺氧状况下具有防爆功能可靠的探测设备。

监测频率应根据托运人提供的信息、货物技术员的建议以及通过测量货舱温度和分析货舱气体获得的信息来确定。

通常建议：

货温和氧气检测建议前 5 天（或直到读数稳定，以时间较长的为准），每 4 小时进行一次读数，之后最长每 12 小时进行一次测量。

氢气测量建议每班至少测量一次。

遇到氢气浓度和/或温度异常升高、通风设备故障、货舱进水等异常情况应增加测量频次。

除货舱需定期检查氧气和氢气浓度，靠近货舱的其它密闭空间，如储存室、木工房、走道等，均应每隔一段时间进行检测。

所有测量应保持正确记录并保存至少 2 年。



十、氢气探测仪应如何选择？

氢气探测仪应适合于在缺氧环境中使用，并经认证可安全用于爆炸性环境。大家已了解基于催化技术的传感器当氧气浓度降至 10%或更低时，可能无法准确检测可燃气体。另外红外技术的传感器可以在缺氧的情况下能正常工作，可以用来探测甲烷等可燃气体，但氢气这样的双原子分子不吸收红外辐射，无法被红外传感器探测到，不能对氢气爆炸危险

发出警告。因此应选择热导型或电化学型的传感器如热导率（Thermal Conductivity）或钯薄膜（Palladium Thin Film）气体探测仪来进行可靠的氢气检测。



十一、氢气浓度持续超过 1%（25%LEL）时如何处置？

货物声明和货物安全数据表（MSDS）。

TML 证书和含水量证书。

货物不符合 IMDG4.2 类危险物质的证书。

钝化证书。

十二、货舱发生进水时应如何处置？

保持每天至少两次测量货舱污水井，及时发现货舱进水。

及早查明进水原因，阻止或减少进水并及时排水。

保持机械通风系统持续工作，持续测量氢气浓度，确保低于最低爆炸极限的 25%。

通知协会和托运人，以寻求进一步指示。

十三、货物温度超过 65℃时应如何处置？

货舱内货物温度达到 65° C 是潜在紧急情况的一个指标，应触发加强监测和警惕，并为紧急处理做好准备。

如果可能，增加机械通风和自然通风的频率，以散发热量和氢气。

如条件允许，每 2 至 3 小时监测一次温度，每小时监测一次氢气浓度，但在任何情况下，只要当时条件允许，检测频率不得低于每 4 小时。

不得使用二氧化碳、水或蒸汽来处理货物。

对货舱周围使用消防水进行降温处理，但应避免货物和水直接接触。

当温度持续恢复到 65° C 或更低时，恢复定期监测程序。

十四、货物温度达到或超过 100℃时应如何处置？

首先应寻求专家建议，根据货物当时和历史情况，以确定最佳行动方案。

根据专家建议，可考虑：

如果货物温度超过 120° C，应绕航到避难港准备抓斗卸货。

为了安全，作为最后的手段，在保证船舶稳性和强度的情况下，向受影响的货舱灌水淹没货物。

以上仅供会员参考，如需具体建议请联系协会相关人员。